Міністерство освіти України
Державна академія легкої промисловості України

УДК 685.31.051.3;312.13
На правах рукопису

Либа Володимир Петрович

ТЕОРІЯ І ПРАКТИКА ПРОЕКТУВАННЯ КОМФОРТНОГО ВЗУТТЯ

Спеціальність 05.19.06 - Технологія взуттєвих та шкіряно-галантерейних виробів

Автореферат
дисертації на здобуття вченого ступеня доктора технічних наук

Київ - 1996

Дисертацією є рукопис

Робота виконана в Московській ордена Трудового Червоного Прапора державній академії легкої промисловості

Науковий консультант - академік Російської і Міжнародної інженерних академій, заслужений діяч науки і техніки Російської Федерації, доктор технічних наук, професор В. О. ФУКІН

Офіційні опоненти - доктор технічних наук, професор Г. П. ІСПІРЯН
- доктор технічних наук, професор Л. І. ГАНЗЮК
- доктор біологічних наук, професор А. М. ЛАПУТІН

Провідна організація - АО УкрНДІШП (м. Київ)

Захист відбудеться 24 червня 1996р. о 10 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 01.17.02 при Державній академії легкої промисловості України за адресою: 252011, Київ, вул. Немировича-Данченка, 2 (зал засідань)

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці академії.

Автореферат розісланий "3" 05 1996р.

Вчений секретар спеціалізованої ради, д. т. н., професор В. П. Коновал

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Найбільш повне задоволення потреб населення досягається шляхом виявлення цільового споживача та вивчення специфіки його вимог до виробів. Врахування особливостей імовірного споживача найважливіший щодо виробів, розрахованих на безпосередній контакт з тілом людини, форморозміри яких визначаються форморозмірами органів, на які вони одягаються.

Взуття - це предмет особистого користування, який знаходиться чи не в найтіснішому контакті з тілом людини, оскільки в більшості випадків закріплюється і утримується на ступні лише завдяки силам тертя, що виникають при визначеному стисканні її поверхневих тканин.

Максимальна відповідність взуття ступням споживачів досягається в процесі створення проекту нового виробу шляхом задоволення антропометричних, анатомічних та фізіологічних вимог, що в кінцевому рахунку відображається в формі і розмірах затяжної колодки, властивостях матеріалів верху та низу, конструкції взуття, технології його виготовлення.

Вирішенню проблеми проектування й виготовлення комфортного взуття присвячені грунтовні праці вітчизняних і зарубіжних вчених Ю. П. Зибіна, В. П. Купріянова, В. О. Скатерного, В. О. Фукіна, В. П. Нестерова, В. Л. Раяцкаса, М. М. Іванова, А. М. Калити, Б. П. Хохлова, Х. Х. Ліокумовича, Е. А. Дубинського, К. І. Ченцової, А. А. Риндіча, О. В. Фарнієвої, І. Мали, В. Дєбшлага та ін.

Сучасний підхід до удосконалення існуючих та створенню нових систем проектування взуттєвих колодок і взуття демонструють наукові школи В. П. Коновала, Т. Т. Фоміної, Ю. А. Карагезяна, В. В. Костилєвої.

Створено великі банки антропометричних даних, системи автоматизованої їх обробки і побудови елементів геометричних образів колодок та пресоснастки, технологічні процеси формоутво-

рення взуття, методи оцінки рівня якості виробів на стадіях проектування і експлуатації.

Та, незважаючи на значну кількість здійснених досліджень, проблема гарантованої побудови комфортного взуття залишається актуальною з різних аспектів. Основними перешкодами на шляху подальшого розвитку існуючих та створення нових високоефективних методів проектування колодок та самих виробів є те, що ще недостатньо вивчені умови і наслідки силової взаємодії ступні і взуття, відображення цих умов в свідомості споживача, вплив на них конструктивних особливостей взуття. Існуючі методи орієнтовані переважно на великі статево-вікові групи споживачів і не враховують специфіки оцінки зручності взуття представниками різних категорій населення.

Отже, тема дисертаційної роботи присвячена актуальній проблемі, оскільки сукупність одержаних в ній результатів можна кваліфікувати як вирішення значної науково-технічної задачі, яка має важливе народно-господарське значення, що полягає в створенні антропометричних, біомеханічних та алгоритмічних основ проектування комфортного взуття для споживачів усіх статево-вікових груп незалежно від антропологічних, етнічних чи фізіологічних особливостей їх ступнів.

Тема роботи обумовлена та безпосередньо зв'язана з реалізацією Комплексної програми науково-технічного розвитку галузей легкої промисловості "Удосконалення методів проектування і технологій виготовлення одягу та взуття з метою зниження їх трудоємності і матеріалоємності, підвищення якості" (1987), а також Міжвідомчої науково-практичної програми "Створення і розвиток навчально-дослідних САПР та їх підсистем у вищих навчальних закладах" (1989).

Мета роботи полягає в створенні теоретичних та методологічних передумов проектування комфортного взуття шляхом нако-

пичення антропометричної, біомеханічної та психофізичної інформації про умови силової взаємодії ступні із взуттям, складання на її основі програмно-реалізованого алгоритму автоматизованого проектування взуттєвих колодок і пресформ.

В дисертаційній роботі висловлюється і утверджується точка зору, згідно з якою форма колодки використовується в загальному процесі проектування комфортного взуття як проміжний геометричний елемент на шляху створення зручної внутрішньої форми взуття. Така концепція відповідає загальній тенденції підвищення якості і конкурентоздатності виробів легкої промисловості, зміцненню здоров'я споживачів.

Досягненню поставленої мети підпорядковані такі завдання:

розробка структури інформаційного забезпечення традиційного ручного та автоматизованого проектування комфортного взуття, визначення критеріїв його ергономічної оцінки;

одержання математичних моделей і здійснення розрахунку розподілу тиску деталей верху та устілки взуття на ступню в різні фази ходьби;

створення методу та інструментально-апаратної бази експериментального дослідження тиску внутрішньої поверхні взуття на ступню в динаміці;

дослідження розподілу тиску взуття різних типів на ступні споживачів різноманітних статево-вікових груп, визначення зв'язків тиску з геометричними і реологічними характеристиками верху взуття;

встановлення зміни форми ступні і верху взуття залежно від параметрів їх силової взаємодії;

вивчення механізму та встановлення закономірностей формування психічного образу комфортного взуття в свідомості споживача, визначення взаємозв'язку об'єктивних та суб'єктивних критеріїв комфортності;

встановлення допустимих норм тиску взуття на ступні споживачів та відповідних їм міжрозмірних і міжповнотних інтервалів, побудова розмірно-повнотних асортиментів комфортного взуття;

розробка методів дослідження та встановлення впливу фізико-механічних властивостей пакетів матеріалів верху, підкладки й низу на комфортність готових виробів;

створення аналітичного способу перетворення формороз мірів ступнів в геометричні образи колодок для виготовлення комфортного взуття;

одержання математичних моделей задання граней колодок та пресформ стосовно до умов САПР-взуття;

складання алгоритму автоматизованого проектування комфортного взуття, що забезпечує однозначний позитивний результат та творчу участь проектанта;

встановлення раціонального за критерієм комфортності розміщення швів, що скріплюють деталі заготовки;

здійснення в ручному та автоматичному виконаннях практичної реалізації методів проектування комфортного взуття різних методів виготовлення.

Об'єкти і методи дослідження. Об'єктами дослідження виступали: ступні споживачів різних статево-вікових груп (від 4,5 до 65 років), що були у взаємодії із зразками взуття різноманітних видів, конструкцій та модифікацій; зразки взуття різних методів виготовлення та пакетів матеріалів для верху і підкладки; готові вироби експериментального призначення.

В дисертаційній роботі використано теоретичні положення, закони та методи системного аналізу, прикладної біомеханіки і психофізики, математичного моделювання, основи теорії анізотропних оболонок і теорії математичного задання поверхонь, методи математичної статистики, алгоритмізації, програмування та

управління засобами обчислювальних систем.

Наукова новизна дисертаційної роботи полягає в тому, що в ній вперше:

разроблено математичні моделі та здійснено розрахунок силової взаємодії ступні і взуття в різних фазах ходьби. Визначено фактори, що впливають на величину і характер разподілу тиску деталей взуття на ступню;

на основі великого експериментального матеріалу встановлено залежності величини тиску від геометричних параметрів внутрішньої форми взуття і деформаційних властивостей матеріалів верху, вивчено кінетику деформування ступні та верху взуття в процесі ходьби;

досліджено механізм і встановлено закономірності формування психічного образу комфортного взуття в свідомості споживача та встановлено взаємозв'язок об'єктивних і суб'єктивних критеріїв комфортності виробів, які контактують з тілом людини, що є подальшим розвитком загальної теорії сенсорних процесів;

встановлено допустимі норми тиску взуття на ступні споживачів, запропоновано методологію розрахунку міжрозмірних та міжповнотних інтервалів для взуття різних статево-вікових груп і побудови на їх основі розмірно-повнотних асортиментів взуття;

разроблено та випробувано аналітичний метод перетворення форморозмірів ступнів споживачів всіх статево-вікових груп в основні поперечні розміри і геометричні образи колодок для виготовлення комфортного взуття.

Практична цінність одержаних результатів. Створено і впроваджено у взуттєве виробництво приладну базу для обміру ступнів споживачів та оцінки показників комфортності шкіряного і полімерного взуття.

Розроблено і випробувано методику оцінки комфортності

взуття на стадії проектування і в процесі експлуатації, обгрунтовано оптимальні рівні комфортності, на основі яких побудовано розмірно-повнотні асортименти колодок та взуття різних статево-вікових груп.

Створено метод розрахунку основних розмірів і геометричних параметрів колодок і пресоснастки за форморозмірами ступнів споживачів різних статево-вікових груп, що дозволяє задавати необхідний рівень комфортності виробів на стадії проектування.

Запропонована методика підбору пакетів матеріалів верху та підкладки - для шкіряного і утеплювальної підкладки - для зимового полімерного взуття, а також прогнозування фізико-механічних властивостей новітніх матеріалів за показниками силової взаємодії ступні та взуття.

Побудовано обводи перерізів, види та проекції колодок і пресформ, підібрано оптимальні пакети матеріалів для виготовлення комфортного чоловічого, жіночого та дитячого взуття.

Створено програмне забезпечення автоматизованого проектування комфортного взуття стосовно можливостей вітчизняних і зарубіжних ПП ЕОМ та засобів машинної графіки.

Впровадження результатів роботи. Виконання дисертаційної роботи було пов'язане з виконанням і впровадженням таких госпдоговірних і держбюджетних науково-дослідних робіт:

"Удосконалення конструкції верху взуття та розробка раціональної внутрішньої форми спортивного взуття для важкоатлетів" (МТІЛП, 1981, N держ. реєстрації 1810355501).

"Дослідження силової взаємодії ступні і низу взуття та розробка рекомендацій для удосконалення методів випробування жорсткості низу взуття із полімерних матеріалів" (МТІЛП, 1982, N держ. реєстрації 1826019351).

"Розробка раціональної уніфікованої колодки для чоловічого клеєного взуття" (ХТІ, 1985-89, N держ. реєстрації 0185.0028005).

"Розробка методів проектування робочих поверхонь взуттєвих пресформ" (ТУП, 1994, N держ. реєстрації 0139V033810).

Застосування здійснених розробок у взуттєвій промисловості забезпечує економічний та соціальний ефекти, що й підтверджено актами впроваджень.

Основні методичні положення дисертації знайшли відображення в книгах "Практикум по конструированию изделий из кожи", М.: Легпромбытиздат, 1985, "Проектирование обувных колодок", М.: Легпромбытиздат, 1987, "Справочник обувщика (проектирование обуви, материалы)", М.: Легпромбытиздат, 1988, робочих програмах, лабораторних практикумах та лекційних курсах дисциплін "Конструювання виробів із шкіри з елементами САПР", "Основи проектування технологічної оснастки" та "САПР взуття", курсовому й дипломному проектуванні кафедри ТКВШ Технологічного університету Поділля.

Апробація роботи. Основні результати роботи повідомлені, обговорені та одержали позитивну оцінку на всесоюзних, республіканських і вузівських конференціях, семінарах та нарадах, зокрема: Республіканській науково-практичній конференції "Ріст технічного потенціалу і удосконалення управління в службі побуту в 10-й п'ятирічці" (Київ, 1976), Республіканській конференції "Удосконалення технології та організації виробництва на підприємствах побутового обслуговування" (Хмельницький, 1981), Всесоюзному семінарі "Шляхи удосконалення конструювання, виробництва і використання взуттєвих колодок" (Челябінськ, 1983), Всесоюзній науково-технічній конференції "Удосконалення методів моделювания та конструювания взуття, що виготовляється за індивідуальними замовленнями населення" (Шахти, 1988), Республіканській науково-технічній конференції "Наука-виробництво-кадри" (Новосибірськ, 1988), Республіканському науково-практичному семінарі "Перспективи розвитку виробництва товарів

народного споживання і сфери послуг" (Хмельницький, 1990), науковотехнічній конференції країн СНД "Якість і конкурентна здатність товарів широкого вжитку" (Хмельницький, 1993), засіданнях НТР Науково-дослідного інституту гумових та латексних виробів (Москва, 1985-89), засіданнях ХТР Бендерської взуттєвої фабрики (Бендери, 1993), Хмельницької ВТФ "Взутекс" (Хмельницький, 1984-95), науково-технічних конференціях професорськовикладацького складу МТІЛП (1981-83), Технологічного університету Поділля (1974-95).

Публікації результатів роботи. Результати дисертації опубліковано в 45 наукових роботах, з них - одна монографія, одна брошура та 5 авторських свідоцтв на винаходи.

Структура і об'єм дисертації. Работа вміщує 313 сторінок машинописного тексту, 70 рисунків, 35 таблиць і складається із вступу, п'яти глав, висновків, списку літератури, додатків.

На захист виносяться такі наукові положення та результати:

1. Обгрунтування нового наукового напрямку - теоретичні та методологічні основи проектування комфортного взуття та його значення для підвищення якості і конкурентоздатності продукції взуттєвого виробництва.

2. Теоретичні дослідження умов і наслідків силової взаємодії ступні із взуттям на основі двох критеріїв його комфортності: величини механічного тиску на поверхні обопільного контакту та інтенсивності відчуттів споживача, відображеної в словесній формі на фізичну шкалу тиску.

3. Математичні моделі для розрахунку величини тиску деталей верху та низу на ступню в чотирьох характерних її положеннях при ходьбі: по інтенсивності силових полів, геометричних параметрах поверхні ступні, показниках деформаційних властивостей м'яких тканин ступні та матеріалів верху взуття.

4. Теоретичні дослідження механізму формування психічного образу комфортного взуття на рівнях: відчуття, сприйняття, уявлення, словесний опис ступеня зручності виробу.

5. Теоретичні дослідження впливу фізико-механічних властивостей пакетів матеріалів на величину та характер розподілу тиску взуття на ступню з метою врахування цього впливу в процесі проектування комфортних виробів.

6. Аналітичні залежності для розрахунку лінійних розмірів і геометричних параметрів поверхонь колодок для виготовлення комфортного шкіряного та полімерного взуття дорослого і дитячого асортиментів.

7. Методика традиційного ручного і алгоритм автоматизованого проектування комфортного взуття - від побудови його внутрішньої форми до коректування ліній швів, що скріплюють деталі заготовки верху.

8. Комплекс приладів та апаратури, призначених для експериментальних досліджень характеристик силової взаємодії ступні із взуттям, а також для достовірної оцінки ступеня комфортності готових виробів.

9. Фактичний матеріал експериментальних досліджень основних характеристик і співвідношень взаємодії ступні із взуттям як бази даних інформаційного забезпечення процесу проектування комфортного взуття, а також як підтвердження положень теоретичних досліджень.

КОРОТКИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі наведено обгрунтування актуальності теми дисертаційної роботи, сформульовані мета і задачі досліджень, дано короткий виклад основних результатів.

Глава 1 містить аналіз сучасних поглядів на створення і застосування методичного та інформаційного забезпечень проек-

тування комфортного взуття.

В основі конструкторсько-технологічної підготовки взуттєвого виробництва лежить розробка внутрішньої форми взуття, яка визначається формою взуттєвої колодки, конструкцією виробів. Розв'язання задачі перетворення дискретно-цифрової інформації про ступні споживачів у форморазміри колодки неминуче зв'язано з поняттями "зручність", "раціональність", "комфортність". З метою запобігання можливих суперечностей та здійснення всього комплексу досліджень в єдиному напрямку в роботі уточнено найголовніші терміни. За термін, що означатиме відповідність, співрозмірність внутрішньої форми взуття та ступні з позиції дослідника (інструментально-вимірний, об'єктивний рівень) і з позиції піддослідного-споживача (чуттєвий, суб'єктивний рівень) в рамках даної роботи прийнято термін "комфортність".

В результаті класифікації відомих досліджень, спрямованих на удосконалення внутрішньої форми взуття, узагальнено сучасні тенденції та сформульовано основні методологічні принципи ручного і автоматизованого проектування комфортного взуття. Відмічено відмінні риси науково-пошукових робіт для створення та накопичення базової інформації і проектно-конструкторських робіт, присвячених оцінці, контролю та досягненню необхідного рівня якості виробів.

Процес розробки нового чи удосконалення існуючого промислового виробу передбачає наявність критеріїв оцінки його властивостей на кожному етапі проектування, випробування та серійного виробництва. В дисертації доведено, що стосовно взуття як виробу, який щільно облягає ступню, за всеосяжні критерії комфортності можуть бути прийняті: величина тиску його деталей на ступню та виникаючі від нього відчуття споживача, в словесній формі відображені на фізичну шкалу тиску.

Всю сукупність вихідних та контрольно-оціночних відомостей

запропоновано подавати у вигляді багаторівневої розгалуженої системи. Такий підхід визначає напрями і необхідні обсяги майбутніх досліджень, формує склад та структуру баз даних інформаційного забезпечення проектування комфортного взуття.

Глава 2 присвячена теоретичним і експериментальним дослідженням форморозмірів ступнів дорослого і дитячого населення, силової взаємодії ступнів із взуттям, встановленню її впливу на зміну форморозмірів ступнів і внутрішньої форми взуття в процесі його експлуатації.

Частина базової інформації, що безпосередньо зв'язана з формою, станом та роботою ступні віднесено до біомеханічних передумов проектування комфортного взуття. Вихідними даними при цьому є антропометричні характеристики ступнів. Але постійно діючі демографічні процеси передбачають періодичне поновлення та поповнення існуючих банків антропометричних даних. В дисертаційній роботі такі дослідження вибірково здійснені у відношенні ступнів дитячого й дорослого населення України.

Внаслідок розпорної та опорної жорсткостей взуття на поверхні контакту його із ступнею виникає силове поле, для визначення якого запропоновано використати елементи загальної теорії оболонок. Оболонкою тут з деяким наближенням служить верх взуття, твердим тілом - кістки скелету і пружною футеровкою - м'які тканини ступні. На основі припущень, що верх взуття в місцях контакту з ступнею деформується рівномірно по площі, а вплив згинальних та обертових моментів в товщині матеріалу знехтувано малий, створено математичні моделі силової взаємодії ступні із взуттям:

1. В ПЕРЕРІЗАХ ЗАКРИТОГО ТИПУ

$$q = \frac{N}{R \alpha b_{уч} (1 + X + Y)}, \qquad (1)$$

де q - тиск деталей взуття на ступню (кПа);

$N = \frac{2Q\sin\frac{\alpha}{2} + (G_0 + S + T)\cos\frac{\alpha}{2}}{1 + f\sin\frac{\alpha}{2}} \cdot D$ - реакція, що узагальнює силове поле в перерізах закритого типу (Н);

R, α - радіус кривизни (мм) та кут дуги (рад) криволінійної ділянки перерізу поверхні контакту ступні із взуттям;

D - коефіцієнт, що враховує положення ділянки перерізу;

$X = EQ^m \frac{\cos\frac{\alpha}{2}}{100(1 - \cos\frac{\alpha}{2})}$ - складова, що враховує деформацію м'яких тканин ступні;

$Y = A(0{,}1Q)^n \frac{1 - \cos\frac{\alpha}{2}}{100\sin\frac{\alpha}{2}}$ - складова, що враховує деформацію верху взуття;

f - коефіцієнт тертя ковзання деталей взуття об ступню.

2. В ПЕРЕРІЗАХ ВІДКРИТОГО ТИПУ

$$q = \frac{N}{(R - h + \Delta h)\alpha\, b_{уч}}, \qquad (2)$$

де $N = \frac{P_{рж} + T + G_0 + S}{2\sin\lambda - f\cos\lambda}$ - реакція, що узагальнює силове поле в перерізах відкритого типу (Н);

h - деформація м'яких тканин п'яткової частини ступні (мм);

Δh - деформація деталей верху п'яткової частини взуття (мм);

λ - кут між вектором реакції N та вертикаллю (рад).

3. ПО УСТІЛЦІ ВЗУТТЯ

$$q = \frac{(G_T K_1 + P)(t_0 - \Delta t)}{П_{кс}\, t_0\, K_2}, \qquad (3)$$

де G_T - вага тіла споживача (Н);

K_1 - коефіцієнт, що враховує вплив висоти підйому п'яткової частини взуття;

$P = 2(Q - F_{тр})\cos\frac{\gamma}{2} - S - T - G_0$ - реакція, що узагальнює силове поле на устілці взуття (Н);

t_0 - товщина м'яких тканин плантарної частини ступні (мм);

Δt - деформація м'яких тканин тієї ж частини ступні (мм);

$П_{кс}$ - площа контакту ступні із устілкою взуття (кв. мм);

K_2 - коефіцієнт, що враховує відповідність профіля сліду взуття формі плантарної частини ступні;

γ - кут між вектором реакції P та вертикаллю (рад).

Наведені математичні моделі виявляють головні фактори, що визначають характер розподілу тиску взуття на ступню та можливі конструктивні прийоми регулювання його величини з метою зменшення негативного впливу на організм людини. Одержано графічне відображення (епюри) теоретичного розподілу тиску взуття на ступню в статиці й динаміці.

Проведені експериментальні дослідження тиску різних видів взуття на ступні представників всіх статево-вікових груп населення дозволили уточнити та доповнити теоретичні уявлення про силову взаємодію ступні і взуття. Співставлення епюр експериментального розподілу тиску з теоретичними свідчить, що вони практично ідентичні, оскільки розбіжності не перевищують 12%.

Одержано зміни тиску в різні фази ходьби людини у взутті, детальний аналіз яких в подальшому дозволив обгрунтувати допустимі з фізіологічних позицій межі стискання ступні взуттям.

Встановлено, що на криволінійних ділянках верху взуття величина тиску q зв'язана з радіусом їх кривизни R емпіричною залежністю:

$$q = 16{,}7 + 1658{,}36/R \quad (кПа). \qquad (4)$$

Залежність величини тиску q деталей верху взуття на ступню від співвідношень φ размірів ступні і взуття має вигляд:

$$q = q_0 + C_q \varphi^{r} \quad (кПа), \qquad (5)$$

де φ = (Ост - Овфо)/Ост • 100 (%);

Ост - периметр поперечно-вертикального перерізу ступні;

Овфо - периметр того ж перерізу внутрішньої форми взуття;

q_0 - тиск верху взуття на ступню при Ост - Овфо = 0.

Порівняння залежностей (4) та (5) приводить до важливого висновку: зміна співвідношень размірів ступні і взуття сильніше впливає на величину тиску, ніж зміна радіуса кривизни перерізів. Отже, величину тиску взуття на ступню доцільно регулювати співвідшенями їх розмірів, а розподіл цього тиску між суміжними ділянками можна здійснювати формою затяжної колодки.

В результаті проведення комплексного експерименту, який об'єднав інструментальні виміри з психофізичними спостереженнями, встановлено залежності змін форморозмірів ступнів представників різних статево-вікових груп населення від зовнішніх силових факторів. Виявлено значення цих факторів, що відповідають рівням появи відчуттів дискомфорту та болю при взаємодії ступні із взуттям.

Розпорна жорсткість верху взуття характеризує здатність пакетів матеріалів чинити опір розтягу при силовій дії ступні і може застосовуватись для оцінки комфортності готових виробів. В роботі запропоновано метод і апаратура для виміру цього показника, які моделюють роботу плюсно-фалангового відділу ступні при ходьбі, встановлено оптимальні його межі. Динаміка приформування верху взуття із різних пакетів матеріалів до ступні і взаємозв'язок цього процесу з величиною тиску зі сторони ступні та тривалістю ношення характеризуються рис. 1 і 2.

Глава 3 присвячена теоретичним і експериментальним дослідженням суб'єктивної оцінки споживачами рівнів комфортності взуття на основі законів і методів загальної теорії сенсорної чутливості (психофізики).

Первинна оцінка зручності взуття в момент її примірки зв'язана з розпізнаванням і порівнянням психічного образу

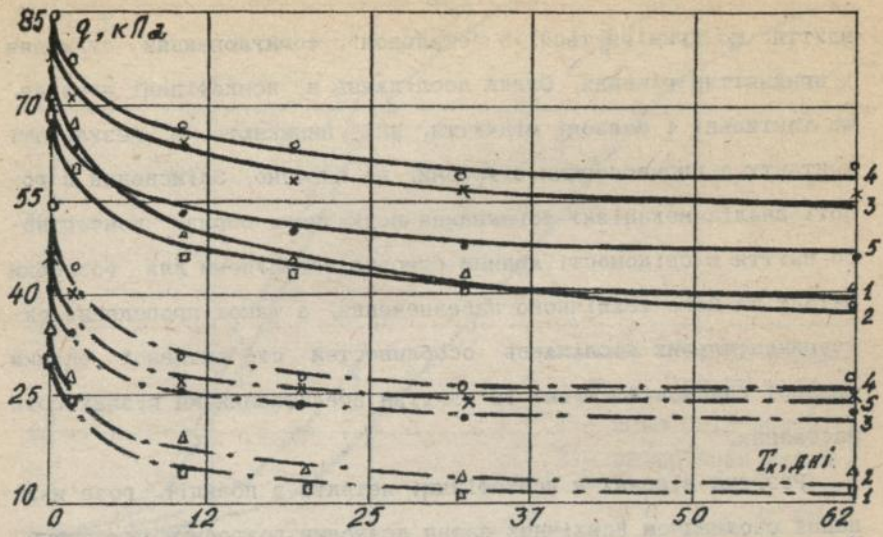

Рис.1. Залежність тиску верху взуття на ступню від тривалості ношення: ——— - зовнішній пучок; —·—·— внутрішній пучок

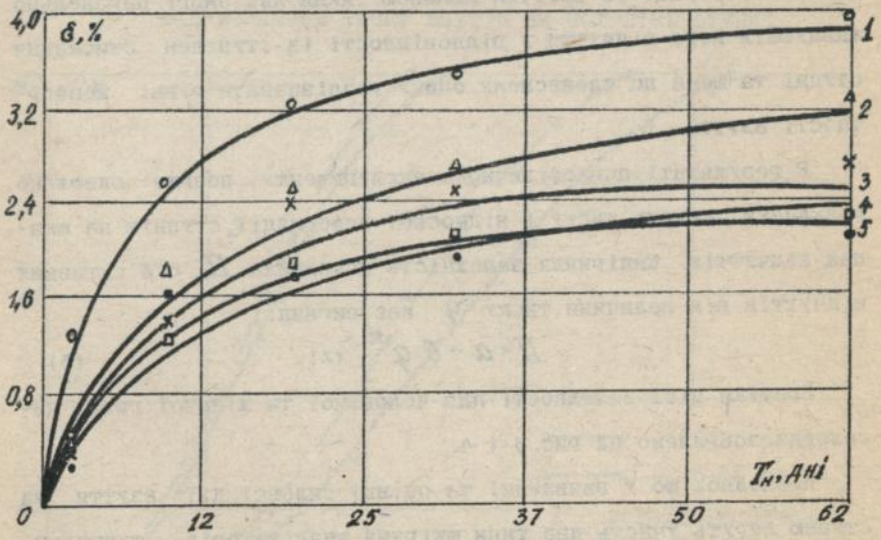

Рис.2. Залежність відносного приросту периметра верху взуття в пучках від тривалості ношення:

1 - еластична шкіра "міура"; 2 - півшкірник хромовий; 3 - "міура" + тік-саржа; 4 - "міура" + шкірпідкладка; 5 - синтетична замша + шкірпідкладка.

взуття, що приміряється, з "еталоном", формулюванням судження і прийняттям рішення. Огляд досліджень в психофізиці показав, що тактильні і больові відчуття, які виникають в результаті контакту з промисловими виробами, не вивчено. Здійснений в роботі аналіз механізму формування психічного образу комфортного взуття в свідомості людини створив передумови для розробки методу та його технічного забезпечення, а також проведення експериментальних досліджень особливостей суб'єктивної оцінки силової взаємодії ступні із взуттям представниками різних груп населення.

Розгляд відомих в психофізиці методів з позиції розв'язуваних споживачем психічних задач дозволив розробити метод визначення кількісних показників суб'єктивної оцінки силової взаємодії ступні із взуттям людиною, який дає змогу паралельно шкалувати його відчуття у відповідності із ступенем стискання ступні та ще й по словесному опису розпізнавати рівні комфортності взуття.

В результаті психофізичного експерименту вперше одержано розкладки значень тиску і відносної деформації ступнів на шкалах відчуттів. Емпірична залежність показника Π суб'єктивних відчуттів від величини тиску q має вигляд:

$$\Pi = a + b q^{n} \quad (\%). \qquad (6)$$

Графіки цієї залежності для чоловічої та жіночої груп населення зображено на рис. 3 і 4.

Показано, що у виявленні та оцінці силової дії взуття на ступню беруть участь два типи шкірних аналізаторів - тактильні і больові. Перші є більш чутливими і адаптивними. Вони формують психічні образи "еталонів" і вперше взутого виробу. Сприйняття ними тиску описується нижніми частинами графіків (до Π =80%). Другі, маючи низьку чутливість, пригнічують сигнали тактильних аналізаторів, захищаючи організм від шкідливого

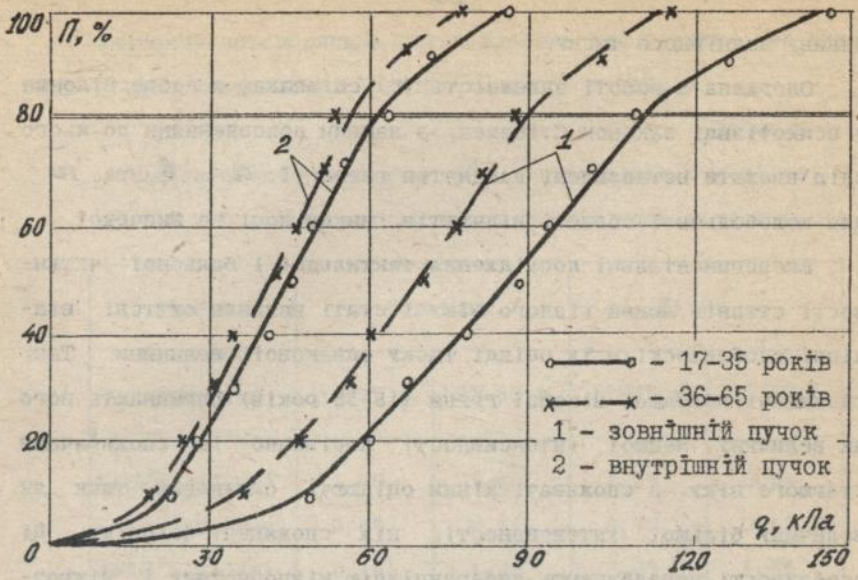

Рис.3. Залежність показника суб'єктивних відчуттів від величини тиску взуття на чоловічі ступні

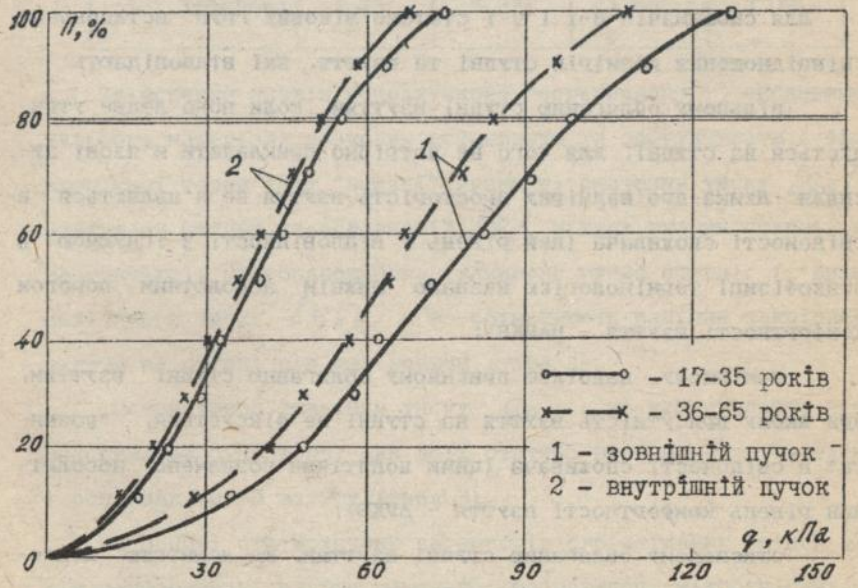

Рис.4. Залежність показника суб'єктивних відчуттів від величини тиску взуття на жіночі ступні

впливу надмірного тиску.

Одержана в роботі залежність (6) співпадає з добре відомим у психофізиці законом Стівенса, а нашими доповненнями до нього слід вважати встановлені параметри регресії a, b та n для колобольової області відчуттів, никим досі не вивченої.

Експериментальні дослідження тактильної і больової чутливості ступнів людей різного віку і статі виявили суттєві відмінні особливості в їх оцінці тиску однакової величини. Так, споживачі молодшої вікової групи (18-35 років) сприймають його як величину меншої інтенсивності порівняно із споживачами старшого віку, а споживачі-жінки оцінюють однаковий тиск як величину більшої інтенсивності, ніж споживачі-чоловіки. Ці особливості передбачають диференціацію міжповнотних і міжрозмірних інтервалів для колодок та взуття різних статево-вікових груп.

Для споживачів 8-ї і 9-ї статево-вікових груп встановлено співвідношення розмірів ступні та взуття, які відповідають:

вільному обляганню ступні взуттям, коли воно ледве утримується на ступні, для чого не потрібно прикладати м'язові зусилля. Думка про надмірну просторість взуття не з'являється в свідомості споживача (цей рівень у відповідності з існуючою в психофізиці термінологією названо нижнім абсолютним порогом комфортності взуття - НАПКВ);

помірному, найбільш приємному обляганню ступні взуттям, при якому присутність взуття на ступні не фіксується, "розмита" в свідомості споживача (цими поняттями позначено абсолютний рівень комфортності взуття - АУКВ);

стисненому обляганню ступні взуттям, що повністю допустиме й ніде не викликає болю, при якому в свідомості тільки-но з'являється думка про тісноту виробу (цей рівень названо верхнім абсолютним порогом комфортності взуття - ВАПКВ).

Значення встановлених співвідношень для різних суб'єктивних рівнів комфортності взуття наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Значення співвідношень φ (%) розмірів ступні та взуття для різних суб'єктивних рівнів його комфортності

Рівень шкалування відчуттів	Чоловіки		Жінки	
	17-35 р.	36-65 р.	17-35 р.	36-65 р.
НАПКВ (пучки)	1,35	1,20	1,25	0,88
-"- (підйом)	0,84	0,71	0,79	0,65
АУКВ (пучки)	2,14	1,50	2,08	1,44
-"- (підйом)	1,65	1,27	1,51	1,23
ВАПКВ (пучки)	4,70	4,08	4,36	3,26
-"- (підйом)	3,73	3,27	3,65	3,09

Здійснений аналіз розрахунково-теоретичного і експериментального матеріалу дозволив встановити та обгрунтувати з фізіологічної точки зору "верхні" граничні значення тиску $[q_в]$ взуття на ступню та деформації $[\varphi]$ м'яких тканин ступні, які забезпечують кровонаповнення судинного русла ступні, і "нижні" межі цього тиску $[q_н]$, що обумовлюють надійне закріплення взуття на ступні під час ходьби (табл. 2).

Встановлено значення тиску q_a, що відповідають рівню максимального комфорту для всіх статево-вікових груп населення і основних видів взуття (табл. 3).

На основі статистичних параметрів суб'єктивних оцінок рівнів комфортності взуття виконано розрахунок міжрозмірних та міжповнотних інтервалів для 8-ї і 9-ї статево-вікових груп.

Таблиця 2

Значення $[q_в]$ та $[\varphi]$ - за критерієм кровонаповнення і $[q_н]$ - за критерієм надійного закріплення на ступні

Переріз	Тиск $[q_в]$, кПа	Деформація $[\varphi]$, %
0,18Дст	50,0 ÷ 63,0	2,61 ÷ 3,29
0,50Дст	37,5 ÷ 53,5	2,44 ÷ 2,83
0,68Дст	34,0 ÷ 40,5	2,79 ÷ 3,38

Вид взуття	Тиск $[q_н]$, кПа
Чоловічі шкіряні полуботинки	13,22
Чоловічі полімерні чоботи	12,41
Жіночі шкіряні туфлі	15,74
Жіночі шкіряні чоботи	13,05
Дитячі шкіряні ботинки	9,33

Таблиця 3

Значення тиску q_a (кПа) взуття на ступню, що відповідають абсолютному рівню комфортності

Відділ ступні	Статево-вікова група споживачів				
	Дитяча 10-16 р.	Жіноча 17-35 р.	Жіноча 36-65 р.	Чоловіча 17-35 р.	Чоловіча 36-65 р.
Пучковий	20,7±4,8	29,7±5,7	18,3±4,0	28,4±7,1	22,8±5,6
Підйом	17,0±4,3	21,3±4,2	16,1±3,2	22,6±5,0	17,1±3,4
П'ятковий	17,7±5,3	28,8±6,5	20,6±6,1	27,2±6,8	19,4±4,7

Глава 4 присвячена вивченню впливу на величину тиску фізико-механічних властивостей матеріалів верху та підкладки - для шкіряного і утепляючої підкладки - для зимового полімерного взуття, розробці регресійних моделей прогнозування фізико-механічних властивостей новітніх матеріалів верху за показниками силової взаємодії ступні та взуття.

В умовах дефіциту експериментально-прикладного матеріалу використання елементів теорії анізотропних оболонок дозволило зв'язати геометричні параметри оболонки-верху з чинниками виникаючого в ній силового поля і показниками, що характеризують основні фізико-механічні властивості матеріалів.

Створено методику і досліджено вплив фізіко-механічних властивостей пакетів материалів верху - відносного подовження, вологовміщення, жорсткості - на силову взаємодію ступні з верхом взуття. Встановлено залежності величини тиску верху на ступню від одиничних показників, що кількісно характеризують ці властивості. Виділено пакети материалів, які забезпечують комфортність верху взуття за критерієм допустимого тиску взуття на ступні споживачів.

На основі даних комплексного експерименту розв'язано дві задачі оптимізації пакетів матеріалів верху взуття:

1. Розрахунок тиску конкретних пакетів матеріалів на ступню за значеннями показників їх фізико-механічних властивостей;

2. Розрахунок показників фізико-механічних властивостей пакетів матеріалів верху (зовнішніх, внутрішніх та проміжних деталей), що забезпечують комфортність взуття.

Створено математичні моделі прогнозування властивостей матеріалів верху взуття за допустимими межами тиску його верху на ступню споживача.

Наприклад, жорсткість G методом "кільця" пакету "Виросток + бязь + шкіра підкладкова" визначається за формулою:

$$G = \frac{34,2 - 2,28\,\varepsilon_0 - 0,22\,W + 0,025\,\varepsilon_0 W - [q_в]}{0,25 - 0,045\,\varepsilon_0 - 0,004\,W + 0,0006\,\varepsilon_0 W}, \quad (7)$$

де $[q_в]$ - гранично-допустимий тиск верху взуття на ступню;

W - відносна вологість пакету материалів верху.

а залишкове відносне подовження ε_0 того ж пакету - за формулою:

$$\varepsilon_0 = \frac{34,2 - 0,22\,W - 0,25\,G + 0,004\,WG - [q_в]}{2,28 - 0,025\,W - 0,045\,G + 0,0006\,WG}, \quad (8)$$

Вказано конкретні практичні шляхи підвищення комфортності взуття підбором оптимальних пакетів серед декількох можливих варіантів або коректуванням технологічних процесів шкіряного виробництва.

Встановлено залежності деформації стискання утеплюючих підкладкових матеріалів для полімерного зимового взуття від величини тиску зі сторони ступні, частоти та тривалості його дії, використання яких при проектуванні пресформ забезпечує підвищення комфортності цих виробів.

Розроблено розрахунковий метод стабілізації прогину геленкової частини низу полімерного взуття за значеннями модуля пружності полімера та товщини підошви. Запропоновано варіанти конструктивних рішень для укріплення геленкової частини полімерного взуття без ускладнення технології виробництва і зовнішнього вигляду виробів.

Глава 5 присвячена створенню математичних та алгоритмічних основ проектування колодок і пресформ, розгляду конкретних випадків проектування комфортного взуття в традиційному ручному і автоматизованому виконанні.

За результатами теоретичних і експериментальних досліджень розроблено аналітичний метод перетворення форморозмірів ступнів дорослого й дитячого населення в основні розміри та геометричні параметри колодок для виготовлення комфортного взуття. В його основу покладені залежності трьох типів:

ЗАЛЕЖНОСТІ, ЩО ВИЗНАЧАЮТЬ ОСНОВНІ ПОПЕРЕЧНІ РОЗМІРИ КОЛОДКИ:

1. Периметр поперечного перерізу колодки:

$$O_к = \frac{O_{ст} K_п (1 - 0{,}01\varphi)}{K_{ус} (1 + 0{,}01\varepsilon)}; \qquad (9)$$

2. Ширина поперечного перерізу колодки:

$$Ш_к = \frac{Ш_{ст} K_п (1 - 0{,}01\varphi K_ш)}{K_{ус} (1 + 0{,}01\varepsilon)}; \qquad (10)$$

3. Висота поперечного перерізу колодки:

$$В_к = \frac{В_{ст} K_п (1 - 0{,}01\varphi K_в)}{K_{ус} (1 + 0{,}01\varepsilon)}, \qquad (11)$$

де $O_к$, $Ш_к$, $В_к$ - відповідно периметр, ширина і висота перерізу проектованої колодки (мм);

$O_{ст}$, $Ш_{ст}$, $В_{ст}$ - однойменні периметр, ширина і висота перерізу середньотипової чи конкретної ступні (мм);

$K_ш$, $K_в$ - коефіцієнти, що зв'язують відносні деформації ступні по ширині й висоті з відносною деформацією її по периметру перерізу (обхвату);

$K_{ус}$ - коефіцієнт, що характеризує зменшення периметра поперечного перерізу взуття в результаті усадки її верху. Для різних матеріалів $K_{ус}$ приймає значення:

натуральні шкіри хромового дублення - 0,93÷0,96;

синтетичні та штучні шкіри - 0,90÷0,94;

верх полімерного взуття - 0,87÷0,93;

$K_п$ - коефіцієнт, що характеризує збільшення периметра поперечного перерізу взуття від вікового приросту периметра перерізу ступні. Для споживачів різного віку $K_п$ приймає значення:

7 - 10 років - 1,020÷1,029;

11 - 13 років - 1,015÷1,019;

14 - 17 років - 1,006÷1,014;

більше 17 років - 1,0.

ЗАЛЕЖНОСТІ, ЩО ВИЗНАЧАЮТЬ ФОРМУ ПОПЕРЕЧНИХ ПЕРЕРІЗІВ КОЛОДКИ:

1. Радіус кривизни криволінійної ділянки перерізу колодки:

$$R_к = R_{ст}\left[1 + \frac{0{,}01\alpha K_п(\varphi - \varepsilon K_{ус} - У)}{K_{ус}(1+0{,}01\varepsilon)(2tg\frac{\alpha}{2} - \alpha)}\right], \qquad (12)$$

де $R_к$ - радіус кривизни криволінійної ділянки перерізу проектованої колодки (мм);

$R_{ст}$ - радіус кривизни однойменної криволінійної ділянки перерізу ступні (мм);

α - кут дуги цієї ділянки перерізу (рад);

$У = \Delta O/O_{вфо}$ - відносна усадка верху взуття.

2. Міжцентрова віддаль (прямолінійні ділянки перерізів колодки):

$$a_к = \frac{a_{ст}(1 - 0{,}01\varphi)K_п}{K_{ус}(1 + 0{,}01\varepsilon)}, \qquad (13)$$

де $a_к$ - довжина прямолінійної ділянки перерізу колодки (мм);

$a_{ст}$ - довжина однойменної ділянки перерізу ступні (мм).

КОРЕКТУВАННЯ ПОПЕРЕЧНИХ ПЕРЕРІЗІВ СЛІДУ КОЛОДКИ

Суть запропонованого методу коректування полягає в тому, що, як випливає із формули (3), збільшуючи кривизну перерізу сліду колодки і тим самим зменшуючи відношення $(t_0 - \Delta t)/t_0$ та збільшуючи коефіцієнт K_2 в місцях концентрації тиску, можна перерозподілити його в сусідні області і зробити таким чином рівномірним у межах ділянки, що прилягає до перерізу. "Стріла" прогину контура перерізу сліду колодки прямо пропорційна величині тиску на слід взуття, тобто в місцях найбільшого тиску ступні на слід взуття, виготовленого на стандартній колодці, передбачається наибільший прогин контура перерізу проектованої колодки. Новітній контур перерізу повторює контур епюри розпо-

ділу тиску в цьому перерізі, тільки у відповідному масштабі.

Прогин контура перерізу сліду визначається із співвідношення реального і передбачуваного (вирівняного) тиску на однотипних ділянках сліду. Площі епюр - до та після коректування - мають бути рівними. Обчисливши площу епюри реального тиску і побудувавши іншу епюру, рівну за площею першій, але рівномірну за розподілом тиску, можна визначити, на скільки треба зменшити тиск у місцях його концентрації і на скільки збільшити в місцях, де воно має невелику величину.

Реалізація запропонованих залежностей трьох типів в процесі проектування комфортного взуття забезпечує більш рівномірний розподіл тиску його деталей на ступню в допустимих межах. Найбільш ефективним виявилось застосування їх в умовах пошиття взуття за індивідуальними замовленнями населення (табл. 4).

В результаті узагальнення передового досвіду проектування поверхонь складної форми розроблено математичні моделі задання граней взуттєвих колодок та формуючої пресоснастки, які відповідають сучасним вимогам автоматизованого проектування і не залежать від складності розв'язуваних геометричних задач.

Запропоновані моделі (каркасно-кінематична, подвійної поліноміальної регресії та на основі розширених D-сплайнів) сумісні з існуючими та створеними в дисертації антропометричними та біомеханічними базами даних і можуть бути реалізовані на доступних обчислювальних засобах.

На основі запропонованих математичних моделей, встановлених аналітичних і емпіричних залежностей, всієї сукупності одержаних в дисертації та запозичених розрахункових і експериментальних даних складено алгоритм автоматизованого проектування комфортного взуття. Реалізація алгоритму в програмах дозволила одержати машинні креслення видів та проекцій колодок для виготовлення комфортного взуття.

Таблиця 4

Розподіл тиску у взутті, виготовленому на колодках, підігнаних за діючою методикою (чисельник) і за методом, запропонованим у дисертації (знаменник)

Переріз	Сторона	Тиск q (кПа) у взутті:		
		п/бот. чол.	чоботи жін.	"лодочки" жін.
0,18 Дст	зовн.	80/60	53/35	73/67
0,18 Дст	внутр.	70/57	40/30	60/55
0,50 Дст	зовн.	70/58	76/48	60/30
0,50 Дст	внутр.	67/52	37/30	20/20
0,68 Дст	зовн.	120/68	80/48	85/78
0,68 Дст	внутр.	90/50	58/31	65/63

Виявлено, що настрочні шви поздовжньої орієнтації чинять найменшу порівняно із швами інших конструкцій силову дію на ступні споживачів. Встановлено місця раціонального розміщення швів, які скріплюють деталі заготовок, що обумовлює тиск верху взуття на ступню в допустимих межах.

Здійснено експериментальні і промислові випробування розроблених методів проектування комфортного взуття в автоматизованому і в ручному виконанні. Впровадження здійснених в дисертації розробок в проектно-конструкторських організаціях і на взуттєвих підприємствах дає економічний і соціальний ефекти.

ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ ТА ВИСНОВКИ

Головним підсумком дисертаційної роботи є вирішення проблеми проектування комфортного взуття, яка має важливе народно-

господарське значення, оскільки підпорядкована загальній тенденції підвищення якості та конкурентоздатності виробів легкої промисловості.

Основні результати роботи сформульовані у вигляді наступних висновків та рекомендацій:

1. Визначено сучасні напрямки та підходи до традиційного і автоматизованого проектуваня комфортного взуття. Обгрунтовано всеосяжні критерії комфортності:

величина тиску виробу на ступню, що обумовлена максимальним кровотоком та надійним закріпленням взуття на ступні;

відчуття споживачів, відображені в понятійно-словесній формі на фізичну шкалу виміру тиску.

2. Вибір теоретичних положень і апаратно-методичних експериментальних засобів одержання, сортування та узагальнення необхідних для проектування комфортного взуття вихідних даних обумовлено розробленою структурою інформаційного забезпечення цього проопесу, яка відображає принципово новий підхід до традиційних ручних і автоматизованих методів його реалізації.

3. Розроблена прикладна теорія силової взаємодії ступні із взуттям у статиці і динаміці, що дозволяє на основі запропонованих математичних моделей визначати тиск взуття на ступню в перерізах відкритого та закритого типів, а також по сліду взуття. Виділено основні конструктивні прийоми регулювання цього тиску: коректування форми і розмірів поперечних перерізів затяжної колодки; подбір співвідношень пружної і залишкової складових деформації розтягу матеріалів верху; зміна висоти підйому п'яткової частини взуття; коректування контурів поперечних перерізів сліду колодки; зміна площі контакту плантарної частини ступні із устілкою.

4. В результаті розрахунків і експериментальних досліджень вперше одержано розподіл тиску різних видів взуття на ступні

представників всіх статево-вікових груп населення, а також фазові зміни цього тиску в різні періоди ходьби людини у взутті. Встановлено регресійні залежності величини тиску q від параметрів внутрішньої форми взуття: радіуса R кривизни контурів перерізів та співвідношень розмірів ступні і взуття, виражених через відносну деформацію φ ступні.

5. Одержано залежності, що характеризують зміну форморозмірів ступнів від зовнішніх силових факторів і появу відчуттів дискомфорту і болю при взаємодії ступні із взуттям. Розроблено метод та здійснено експериментальні дослідження розпорної жорсткості верху взуття, яка може бути застосована для оцінки комфортності готових виробів. Вивчена динаміка приформовування верху взуття до ступні і взаємозв'язок цього процесу з величиною тиску зі сторони ступні і тривалістю експлуатації взуття.

6. Вперше вивчено механізм формування психічного образу комфортного взуття в свідомості споживачів на рівнях: відчуття, сприйняття, уявлення та вербально-логічний опис. Розроблено метод дослідження показників суб'єктивної оцінки споживачем інтенсивності силової взаємодії його ступні із взуттям, що доволяє паралельно шкалувати відчуття у відповідності із ступенем стискання ступні та визначати рівні комфортності взуття. Показано, що чутливість ступні до стискання зв'язана з величиною зовнішнього тиску і типом шкірного аналізатора. Встановлена регресійна залежність показника Π тактильної чутливості ступні від величини тиску q взуття.

7. На основі психофізичного експерименту встановлено співвідношення розмірів ступні та взуття, що відповідають різним рівням комфортності взуття: нижньому чи верхньому порогам, а також абсолютному. Показано, що суттєва різниця в реакціях споживачів різних віку і статі на зовнішню дію одного порядку передбачає диференціацію міжрозмірних та міжповнотних інтерва-

лів для взуття різних статево-вікових груп. Обгрунтовано "верхні" $[q_в]$ допустимі межі тиску взуття на ступню, що забезпечує кровонаповнення її судинного русла, і "нижні" $[q_н]$ межі цього тиску, які обумовлюють надійне закріплення взуття на ступні. Встановлено величини тиску q_a, які відповідають абсолютному рівню комфортності взуття.

8. Досліджено вплив фізико-механічних властивостей пакетів матеріалів на силову взаємодію ступні і верху взуття. Розв'язана задача для розрахунку оптимальних показників фізико-механічних властивостей пакетів матеріалів верху, що визначають комфортність взуття. Здійснено дослідження залежності деформації стискання утеплюючих матеріалів зимового взуття від силової дії ступнів споживачів. Створено теоретичний метод та здійснено стабілізацію прогину геленкової частини низу полімерного взуття.

9. Запропоновано аналітичний метод перетворення форморозмірів ступнів дорослого та дитячого населення в основні розміри і геометричні параметри колодок для виготовлення комфортного взуття. Рівномірний розподіл тиску на устілку взуття забезпечує метод коректування поперечних перерізів сліду колодки за величинами реального (зміряного) і передбачуваного (вирівняного) тиску на однотипних ділянках плантарної поверхні ступні.

10. Розроблено математичні моделі задання граней взуттєвих колодок і пресформ, які сумісні з існуючими антропометричними та біомеханічними базами даних. Запропоновано програмно-реалізований алгоритм автоматизованого проектування комфортного взуття, що забезпечує однозначний позитивний результат і активну творчу участь проектанта.

11. Одержані в дисертаційній роботі результати мають практичне значення. Впровадження їх на взуттєвих підприємствах і в проектно-конструкторських організаціях забезпечує економічний

соціальний ефекти. Найважливіші теоретичні та методологічні положення дисертації знайшли відображення в учбовій і довідковій літературі, використовуються в навчальному процесі вузів країн СНД.

Основні результати дисертації опубліковані в роботах:

1. Проектирование обувных колодок: Монография / Фукин В.А., Костылева В.В., Лыба В.П. - М.: Легпромбытиздат, 1987. - 88с.
2. Петрова Т.С., Поляков В.П., Лыба В.П. Устройство и метод измерения жесткости геленочной части обуви. - Промышленность синтетич. каучука, шин и резиновых технич. изделий, вып. 2. - М.: ЦНИИТЭИнефтехим, 1988. - 37 с.
3. Лыба В.П., Фукин В.А., Шаповал Н.И. Исследование связи размеров и формы поперечных сечений стопы. - Сб. науч. тр./ Моск. технологич. ин-т легкой пром-сти. - М.:ЦНИИТЭЛегпром, 1981. - с. 13-15.
4. Лыба В.П., Фукин В.А. Исследование изменений основных поперечных размеров стопы при сжатии обувью// Кожевенно-обувная пром-сть, 1983, №4. - с. 50-52.
5. Фукин В.А., Тонких Г.П., Кочеткова Т.С., Лыба В.П. Усовершенствование конструкции верха и низа спортивной обуви// Кожевенно-обувная пром-сть, 1983, №6. - с. 54.
6. Лыба В.П., Фукин В.А. Теоретические предпосылки силового взаимодействия стопы с обувью. - Сб. науч. тр./ Моск. технол. ин-т легкой пром-сти. -М.: ЦНИИТЭИЛегпром, 1983. - с. 3-6.
7. Лыба В.П., Сотников А.А., Козьякова Т.М. Исследование распределения давления деталей обуви на стопу. - Сб. науч. тр./ Моск. технол. ин-т легкой пром-сти. -М.: ЦНИИТЭИЛегпром, 1983. - с. 9-13.
8. Лыба В.П., Фукин В.А., Якимова Г.П., Бегняк В.И. Особенности расчета параметров колодки при изготовлении обуви по

изделиям// Изв. вузов: Технология легкой пром-сти. 1984, № 5. - с. 75.

9. Лыба В. П., Фукин В. А. Метод корректировки контуров поперечных сечений следа колодки// Кожевенно-обувная пром-сть, 1985, № 2. - с. 36-38.

10. Петрова Т. С., Филиппова Т. Я., Лыба В. П. О распределении давления стоп на геленочную часть следа полимерной обуви// Каучук и резина, 1985, № 2. - с. 36-37.

11. Лыба В. П., Бегняк В. И., Ляпота И. Н., Фукин В. А. Экспериментальное исследование зависимости давления стопы на след обуви от высоты приподнятости пяточной части// Изв. вузов: Технология легкой пром-сти, 1986, № 2. - с. 63-65.

12. Лыба В. П., Антропова Н. В., Федюкин Л. Д. Некоторые вопросы унификации форморазмеров внутренней формы обуви// Каучук и резина, 1986, № 3. - с. 35.

13. Лыба В. П., Фукин В. А. Расчетный метод преобразования форморазмеров стопы в параметры рациональной внутренней формы обуви// Кожевенно-обувная пром-сть, 1986, № 3. - с. 41-43.

14. Лыба В. П., Фукин В. А., Федюкин Л. Д., Домбровский А. Б. Расчет и проектирование сечений колодки для полимерной обуви// Каучук и резина, 1987, № 10. - с. 29-31.

15. Лыба В. П., Фукин В. А., Антропова Н. В. Исследование давления полимерной обуви на стопу. - Сб. науч. тр. / Моск. технологич. ин-т легкой пром-сти. -М.: ЦНИИТЭЛегпром, 1988. - с. 13-15.

16. Домбровский А. Б., Фукин В. А., Лыба В. П. Биометрический банк данных проектирования внутренней формы детской обуви. - Сообщение 1. Антропометрические исследования детских стоп// Изв. вузов: Технология легкой пром-сти, 1989, N6. - с. 73.

17. Домбровский А. Б., Фукин В. А., Лыба В. П. Биометрический банк данных проектирования внутренней формы детской обуви. - Сообщение 2. Получение цифровой модели и геометрического об-

раза условной средней детской стопы// Изв. вузов: Технология легкой пром-сти, 1990, N 1. - с. 65.

18. Домбровский А. Б., Петропавловский Д. Г., Лыба В. П., Описание релаксации усилия обувных материалов при их сжатии. - Сб. науч. тр. / Моск. технологич. ин-т легкой пром-сти. - М.: ЦНИИТЭИЛегпром, 1990. - с. 30-34.

19. Петрова Т. С., Федюкин Л. Д., Берман Г. К., Лыба В. П. Конструктивные параметры элементов полимерной обуви: создание методов расчета// Каучук и резина, 1990, № 7. -с. 25-27.

20. Лыба В. П., Якимова Г. П., Бегняк В. И. Применение математических методов для определения рациональных параметров внутренней формы обуви, изготовляемой по заказам населения. - Сб. науч. тр. / Моск. технол. ин-т лег. пром-сти. -М.: ЦНИИТЭИЛегпром, 1990. - с. 130-132.

21. Лыба В. П., Фияло В. С., Ребрик В. Е. Исследование влияния вида материала верха на величину давления его на стопу. - Сб. науч. тр. / Моск. технологич. ин-т легкой пром-сти. - М.: ЦНИИТЭИЛегпром, 1990. - с. 132-134.

22. Лыба В. П., Фукин В. А., Сгонник Л. И. Критерии субъективной оценки рациональности обуви. - Сб. науч. тр. / Моск. технол. ин-т легкой пром-сти. -М.: ЦНИИТЭИЛегпром, 1991. - с. 12-14.

23. Лыба В. П., Домбровский А. Б. Исследование силового взаимодействия детских стоп и полимерной обуви. - Сб. науч. тр. / Моск. технол. ин-т легкой пром-сти. -М.: ЦНИИТЭИЛегпром, 1991. - с. 14-16.

24. Лыба В. П., Киселев С. Ю., Фукин В. А. Расчет параметров поперечных сечений рациональной обувной колодки// Изв. вузов: Технология легкой пром-сти, 1992, № 1. - с. 65-68.

25. Лыба В. П., Домбровский А. Б., Мандзюк И. А. Особенности проектирования рабочих кривых пресс-форм для литьевого метода крепления способом бокового обжима. - Сб. тр. / Хмельниц-

кий технологич. ин-т "Якість і конкурентна здатність товарів широкого вжитку". - Хмельницкий, 1993. - с. 15-17.

26. Фияло В. С., Фукин В. А., Лыба В. П. Исследование влияния физико-механических свойств пакетов материалов верха на его комфортность. - Сб. тр. / Хмельницкий технологич. ин-т "Якість і конкурентна здатність товарів широкого вжитку". - Хмельницкий, 1993. - с. 109-111.

27. Фияло В. С., Фукин В. А., Жихарев А. П., Лыба В. П. Выбор материалов верха по показателям взаимодействия стопы и обуви. - Кожевеннообувная пром-сть, 1993, № 7. - с. 28-29.

28. Либа В. П. Формування психічного образу комфортного взуття в свідомості споживача. - Кн. "Наукові основи сучасних прогресивних технологій". - Хмельницький, 1994. - с. 112.

29. А. с. 688174 СССР. М. Кл. А 43D 1/02; А 61В 5/10. Прибор для определения размеров и формы стопы и голени// Н. И. Шаповал, В. П. Лыба. - Опубл. 1979, Бюл. No 36.

30. А. с. 912137 СССР. М. Кл. А 43D 1/02. Обувная колодка// В. П. Лыба. - Опубл. 1982, Бюл. No 10.

31. А. с. 1050651 СССР. М. Кл. А 43D 1/02; А 61В 5/10. Способ определения внутренней формы обуви// В. П. Лыба, В. А. Фукин. - Опубл. 1983, Бюл. No 40.

32. А. с. 1224659 СССР. М. Кл. А 43D 1/04. Устройство для определения жесткости геленочной части низа обуви// В. П. Поляков, Т. С. Петрова, В. П. Лыба, А. В. Кочеров, Т. Я. Филиппова. - Опубл. 1986, Бюл. No 14.

33. А. с. 1707061 СССР. М. Кл. А 43D 1/04. Устройство для определения распорной жесткости обуви// Грязева И. В., Полетаев В. Ф., В. П. Лыба. - Опубл. 1992, Бюл. No 7.

34. Лыба В. П., Якимова Г. П., Бегняк В. И., Корх Т. Е. Проектированние рациональной колодки для изготовления обуви по индивидувльным заказам. - Информ. листок N 56-86, сер. 28Б.

Хмельницкий ЦНТИ, 1986.

35. Домбровский А. Б., Лыба В. П., Казмирчук А. Д. Методика проектирования оснастки для изготовления детской утепленной полимерной обуви. - Информ. листок N 74-92, сер. 28Б, Хмельницкий ЦНТИ, 1993.

36. Домбровский А. Б., Лыба В. П., Казмирчук А. Д. Установка для определения механических характеристик ворсовых материалов при сжатии. - Информ. листок N 74-92, сер. 28Б, Хмельницкий ЦНТИ, 1993.

37. Шаповал Н. И., Лыба В. П., Вели-Улла О. М. Исследование факторов, влияющих на форморазмеры колодки для изготовления обуви по заказам населения// Рефер. информ. о НИР в вузах УССР: Легкая промышленность, 1978, вып. 11, с. 20-21.

38. Лыба В. П. Расчет параметров рациональной внутренней формы полимерной обуви// Тез. докл. Всесоюз. научно-практ. конф. - Новосибирск, 1988. - с. 79.

39. Лыба В. П., Бегняк В. И., Корх Т. Е. Расчет форморазмеров колодки на микро-ЭВМ// Тез. докл. Всесоюз. научно-технич. конф. - Шахты, 1988. - с. 83-84.

40. Лыба В. П., Якимова Г. П. Исследование способов получения информации о форморазмерах стоп с целью разработки рациональных критериев перехода к форморазмерам колодки: Кн. "Перспективы развития пр-ва товаров народного потребления и сферы услуг"// Тез. докл. Республ. научно-технич. семинара. - Хмельницкий, 1990. - с. 46-48.

41. Лыба В. П., Домбровский А. Б. Совершенствование метода построения сечений колодок для изготовления полимерной обуви: Кн. "Перспективы развития производства товаров народного потребления и сферы услуг"// Тез. докл. Республ научно-технич. семинара. - Хмельницкий, 1990. - с. 67-68.

42. Лыба В. П., Фияло В. С. Расчет деформации верха обуви на ос-

нове теории оболочек. - Кн. "Качество и надежность узлов трения"// Тез. докл. межресп. научно-технич. конф. - Хмельницкий, 1992. - с. 149.

43. Лыба В. П., Бегняк В. И., Грязева И. В. Влияние конструкции верха обуви на трение и износ деталей. - Кн. "Качество и надежность узлов трения"// Тез. докл. межресп. научно-технич. конференции. - Хмельницкий, 1992. - с. 147-148.

44. Либа В. П., Луцак В. Ю., Сгоннік Л. І. Застосування D-сплайнів у проектуванні взуттєвих колодок і пресформ. // Тези доповідей науково-практ. конференції "Технологічний ун-т в системі реформування освітньої та наукової діяльності Подільського регіону". - Хмельницький, 1995. - с. 379.

45. Либа В. П. Сучасна методологія проектування комфортного взуття. - Тези доповідей науково-практ. конфер. "Технологічний ун-т в системі реформування освітньої та наукової діяльності Подільського регіону". -Хмельницький, 1995. -с. 380.

Анотація. Лыба В. П. Теория и практика проектирования комфортной обуви. Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05. 19. 06 - технология обувных и кожгалантерейных изделий, Государственная академия легкой пром-сти Украины, Киев, 1996.

Диссертацией является рукопись, содержащая теоретические разработки и методы проектирования комфортной обуви, методические рекомендации по их практическому использованию. В качестве критериев комфортности в диссертации приняты: величина давления обуви на стопу и возникающие от него ощущения потребителя. Разработаны математические модели силового взаимодействия стопы и обуви, изучена кинетика изменения размеров стопы и обуви при ходьбе. Создан аналитический метод определения размеров и формы колодки для изготовления комфортной обуви по

размерам стоп взрослых и детей. Создан алгоритм автоматизации процесса проектирования. Внедрение результатов диссертации на обувных предприятиях и в проектно-конструкторских организациях обеспечивает экономический и социальный эффекты.

Resume. Lyba V.P. Theory and practice of designing comfortable footwear. The thesis is submitted for the degree of Doctor of Technical Sciences in speciality 05.19.06 - technology of footwear and leather haberdashery goods, State Academy of Light Industry of Ukraine, Kiev, 1996.

The thesis is a manuscript containing theoretical developments and methods of designing of comfort footwear, as well as methodological recommendations on their practical application. The following criteria of comfortness are adopted in the thesis: the value of shoe pressure on foot and the arising feelings of a consumer. Mathematical models of force interaction between a foot and a shoe have been worked out, the kinetics of change of a foot and footwear during walking has been studied. The analitical method for determination of last sizes and shapes for the manufacture of comfortable footwear on the basis of foot sizes of adults and children has been developed. The algorithm of making designing process automatic has been developed. The introduction of the results of the thesis at footwear enterprises and design organizations will ensure economical and social effects.

Ключові слова: ступня, форморозміри, взуття, проектування, внутрішня форма взуття, комфортність, деформація, тиск, силова взаємодія, тактильне відчуття, больове відчуття, психічний образ взуття, гранично-допустимий тиск, співвідношення розмірів ступні і взуття, розпорна жорсткість, пакет матеріалів верху, фізико-механічні властивості, перетворення, алгоритм.