

Н. БОРЩЕВСЬКА, *magіstr*
(Київський національний університет технологій та дизайну)

Дослідження антропометричних і біомеханічних особливостей ступнів жінок-автомобілісток та проектування взуттєвого копила

Проведены антропометрические и биомеханические исследования стоп женщин-автомобилисток, и установлены непосредственные отличия в работе плюсно-фалангового сочленения и распределения нагрузки в наклонном положении переднего отдела стопы при различной высоте приподнятости пяточной части; на основе экспериментальных данных с помощью графического редактора разработана обувная колодка.

Ключевые слова: антропометрические и биомеханические параметры стоп женщин-автомобилисток; динамика переднего отдела стопы; проектирование обувной колодки.

Conducted anthropometric and biochemical research feet women-drivers, and installed the important differences in the work of the foot and load balancing in an inclined position of the forefoot at different heights heel part; on the basis of experimental data using a graphics editor developed shoe pad.

Keywords: anthropometric and biochemical characteristics of the foot women-drivers; dynamics of the forefoot; designing a shoe pad.

Нині відомо дуже багато видів взуття для повсякденного носіння та спеціального призначення найрізноманітніших конструкцій. Великий вибір сучасних матеріалів, які мають покращені фізико-механічні, гігієнічні та естетичні властивості, новітнє устаткування, системи автоматизованого проектування внутрішньої форми та деталей верху і низу взуття дають можливість виготовляти взуття високої якості з урахуванням його призначення, відповідності сучасним тенденціям моди та необхідних показників ергономічності.

На взуттєвому ринку України ще не існує спеціально розробленого взуття для жінок-автомобілісток, проте таке взуття уже розробляють в США та Великобританії – воно має назву «Драйв-шуз». В будинках моди Західної Європи також створюють спеціальні лінії даного взуття: зазвичай воно низькокаблучне та досить примітивної конструкції. Найчастіше для керування авто жінки обирають повсякденне взуття, деталі верху якого типової конструкції, (наприклад, туфлі типу човник або мокасини, де вузол деталей низу має більші амортизаційні властивості та гнучкість, а підощва – протиковзане покриття, або взагалі розподілена на носкову та п'яткову частини підметки). Та не завжди таке взуття за стилем відповідає образу, який намагається створити жінка. Саме тому актуальним є дослідження ступнів жінок-автомобілісток та внутрішньої форми взуття (взуттєвого копила) з подальшим розробленням конструкції деталей верху та низу.

Дотепер під час вивчення цієї теми найбільшу увагу приділяли конструкції деталей низу та матеріалам для їх виготовлення, при цьому взуття загального призначення адаптували щодо вимог до такого взуття. За умов сучасного розвитку промисловості й культури виробництва взуття спеціального призначення має відзначитися зручністю використання в конкретних умовах, а також мати різноманітні конструкції, аби задовольнити різні смаки споживачів.

В науково-дослідній роботі з дослідження антропометричних особливостей ступнів жінок-автомобілісток встановлені основні вимоги на основі детального вивчення умов експлуатації та антропометричних і біомеханічних параметрів стопи, які дали можливість здійснити науково-обґрунтований вибір сучасних матеріалів для створення взуття для жінок-автомобілісток та проектування взуттєвого копила, що є одним з найголовніших етапів, який забезпечує зручність та комфортність взуття[1].

Для проведення експериментального дослідження з метою проектування внутрішньої форми взуття здійснено антропометричні дослідження ступнів жінок однієї вікової групи (від 25 до 34 років), що керують та не керують автомобілем (для порівняльного аналізу). Обміри виконували серед жінок міста Києва зі стажем водіння не менше 2 років. Під час проведення експерименту використовували контактні методи обмірювання ступнів: *плантографію, обмірювання нерозтяжною гнучкою стрічкою, визначення розмірів на стопомірі.*

Проведено також комп'ютерну діагностику опорної поверхні ступнів за допомогою спеціального ортосканера на базі медичного центру «Елліс».

Основна мета проведення антропометричних досліджень – встановлення відмінностей основних довжинних та широтних параметрів ступнів за різного положення переднього відділу стопи та різної припіднятості п'ятки, перерозподілу навантаження відповідно на різні відділи стопи. Ці відомості дають змогу визначити не тільки особливості роботи стопи під час керування автомобілем (тиснення на педалі), а й обрати оптимальну висоту підбора для такого взуття.

У разі оброблення результатів є можливість мати усі необхідні параметри, які є вихідною базою для подальшого проектування внутрішньої форми взуття для жінок-автомобілісток. Першим етапом оброблення результатів дослідження є визначення усіх необхідних параметрів стопи за плантограмою, за допомогою стопоміра та гнучкої стрічки, які були занесені у анкети вимірювань, а потім за допомогою статистико-математичного оброблення отримані середні значення основних розмірних ознак стоп жінок-автомобілісток для подальшого встановлення залежності зміни розмірів за різної висоти припіднятості п'ятки.

Як показав порівняльний аналіз отриманих даних, довжина стопи змінюється за різного підйому п'яtkової частини. У даному випадку довжину стопи визначали в опорному положенні при підйомі п'яtkової частини на 30 чи 80 мм спостерігається її зменшення). Інші довжинні параметри також змінюються, бо довжина стопи є основним показником, зв'язок з яким мають майже усі основні параметри стопи. Під час підйому п'яtkової частини в опорному положенні ширина контуру і відбитка пучків теж зменшуються, а за такого ж підйому п'ятки в нахильному положенні переднього відділу стопи ширина пучків збільшується. Спостерігається збільшення і обхватних параметрів. У разі розташування переднього відділу стопи під кутом 35° та підйомі п'ятки на 30 або 80 мм відбувається перерозподіл навантаження, внаслідок чого збільшуються обхвати по внутрішньому, зовнішньому пучках та посередині. При цьому максимальне збільшення обхвату в плюсно-фаланговому зчленуванні відбувається при підйомі п'яtkової частини на 80 мм.

Враховуючи отримані дані та спираючись на біомеханічні особливості роботи стопи при згинанні, можна зробити попереднє ствердження, що основну увагу під час проектування копила і взуття необхідно приділяти плюсно-фаланговому зчленуванню, тобто перерізам 0,62Д, 0,68Д і 0,73Д. Результати відхилень за довжинними параметрами перебувають в межах інтервалу байдужості, а тому у разі проектування копила можна використовувати значення, які відповідають параметрам взуттєвого копила загального призначення.

Зважаючи на це, під час проектування носкова частина копила може мати майже будь-який дизайн і форму, задовольняючи естетичні вимоги жінок, та відповідати сучасним тенденціям моди. Виключенням є надто подовжена форма, яка може призвести до незручностей під час керування авто.

Одним із завдань експерименту було встановлення оптимальної висоти припіднятості п'яtkової частини, без чого неможлива подальша робота над проектуванням внутрішньої форми взуття. Після проведення порівняльного аналізу за основними розмірними ознаками ступнів жінок-автомобілісток, можна дійти висновку, що висота підйому п'ятки на 30 мм є оптимальною, і максимально забезпечує комфортність стопи з урахуванням експлуатаційних вимог. При цьому для виготовлення взуття можливе використання копила для повсякденного взуття, а збільшення обхвату пучків, яке відбувається під час роботи стопи у положенні переднього відділу під кутом 35 град. від опорної поверхні, не впливає на функціонування стопи завдяки деякому розтягненню матеріалу верху та конструктивним особливостям моделі. При підйомі п'ятки на 80 мм відбувається зміна певних розмірних ознак. Нормальне функціонування опорно-рухового апарату стопи можна забезпечити завдяки правильному співвідношенню внутрішніх розмірів взуття і стопи з урахуванням зміни розмірів у динаміці, раціонального розподілу статичного й динамічного навантаження на поверхню стопи та взуття.

Спираючись на теоретичні основи проектування взуттєвих копилів [2] та початкову базу для проектування, антропометричні дані підлягають обробленню і після цього з урахуванням необхідних припусків, згідно до призначення взуття, визначають розмір і форму копила. Дослідження стоп жінок-автомобілісток за допомогою комп'ютерної діагностики визначають тиск стопи на планетарну поверхню і дають змогу раціонально проектувати слід з урахуванням анатомічної будови. Аналізуючи ці особливості в частині сліду, встановлено, що перехід форми стопи до форми копила здійснюється відповідно до таких принципів: форма планетарної поверхні стопи в частині п'ятки і зовнішнього опорного склепіння має бути повністю відображена на сліді копила; у разі побудови сліду копила в геленочній частині, яка відповідає внутрішньому склепінню стопи, необхідно запроєктувати зазор між стопою та взуттям, в іншому випадку склепіння стане опорним, що не відповідає його функціям; носково-пучкова частина сліду копила може залишатися без змін, бо розподіл навантаження під головками плюсневих кісток має різні значення в певні моменти руху стопи та залежить від положення, в якому вона знаходиться.

В нашому випадку передній відділ стопи постійно змінює кут нахилу, відповідно змінюється і навантаження, проте це можна урахувати та забезпечити максимальну зручність стопи у взутті за

допомогою внутрішніх деталей низу особливої конструкції. Раціональність внутрішньої форми визначається вибором габаритних зон, особливо у п'яtkовій частині, які зумовлюють розташування стопи у взутті.

Під час проектування поперечних перерізів копила у п'яtkовій частині використані загальні принципи переходу антропометричних параметрів стоп в параметри копила, бо експериментальні дослідження не встановили суттєвої зміни основних ознак стоп жінок-автомобілісток від умовної середньотипової стопи відповідного розміру.

Визначено, що зміна розмірів стоп жінок-автомобілісток (особливо в плюсно-фаланговому зчленуванні), а також ступінь допустимого тиску залежать від фізіологічних, біомеханічних особливостей та певної роботи стоп, тому і співвідношення між обхватами стопи та копила мають певну різницю:

$$O_k = O_c \cdot k, \tag{1}$$

де O_k – обхват копила в пучках;
 O_c – обхват плюсно-фалангового зчленування стопи;
 k – коефіцієнт, який показує співвідношення обхватів стопи і копила.

У разі переходу від антропометричних даних основних розмірних параметрів стоп жінок-автомобілісток до вихідних параметрів для проектування взуттєвого копила розраховані припуски по довжині та обхватам, які необхідно урахувати під час побудови основних перерізів копила; визначена зміна обхвату в плюсно-фаланговому зчленуванні з урахуванням особливостей роботи стопи. За початкову базу для розрахунку беруть середньоарифметичні значення основних розмірних ознак ступнів жінок-автомобілісток при підйомі п'яtkової частини на 80 мм (експериментальне дослідження).

В таблиці наведено припуски по довжині та обхватам для переходу до проектування копила: в графі 2 – значення обхвату в плюсно-фалангового зчленування стопи, графі 3 і 4 – показники зміни обхвату під час ходіння і збільшення обхвату через особливості роботи стопи; графі 6 – коефіцієнт, який показує співвідношення обхватів стопи і копила; графі 8 – довжина сліду копила; графі 9 і 10 – припуски по довжині стопи відповідно до її збільшення під час руху та для завершення форми носкової частини.

Проектування основних перерізів взуттєвого копила для жінок-автомобілісток виконується згідно методики в середовищі AutoCAD [3]. Проектування відбувається у декілька етапів: побудова основних перерізів копила на базі даних антропометричного дослідження та побудова просторового дискретного каркасу поверхні копила.

Припуски по довжині і обхватам стопи, які ураховуються під час конструювання взуттєвого копила для жінок-автомобілісток, мм

Група копилів	Припуски по обхвату					Припуски по довжині			
	$O_c + m_o$	O_1	O_2	q	k	O_k	$D_{ст}$	P_1	P_3
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Для взуття жінок-автомобілісток	229,51	5,1	2,33	8	1,01	231,79	256,6	10	5

Для побудови раціонального профілю повздовжньо-вертикального перерізу копила необхідно урахувати такі основні параметри: *висоту припіднятості п'яtkової частини, висоту припіднятості носкової частини, координати характерних габаритних точок, розташування опорної площини в пучковій частині*. Розташування опорної площини в пучковій частині копила та висота підйому п'ятки зумовлені особливостями біомеханіки під час згинання стопи.

Основними поперечними розмірами, які потребують зміни для створення оптимальних умов для ступні у разі керування автомобілем, є ширина устілки в пучках, обхват в плюсно-фаланговому зчленуванні та підйомі – перерізи 0,55; 0,62; 0,68; 0,73. На співвідношення величин обхватів (периметрів поперечних перерізів) стоп жінок-автомобілісток впливають чинники, визначені умовами експлуатації. В копилі з припіднятістю п'яtkової частини на 80 мм обхват в пучках має скорочуватися порівняно з обхватом стопи. Таке зменшення необхідне для запобігання повздовжнього руху стопи та її зсуву до носкової частини. Проектуючи переріз 0,68Д копила для жінок-автомобілісток необхідно збільшити його периметр на величину O_2 через біомеханічні особливості роботи стопи.

В ході науково-дослідної роботи встановлено оптимальний підйом п'яtkової частини для проектування внутрішньої форми взуття, проте внесені зміни у відповідні зони дають можливість розроблення копила на значно більшу висоту підйому, при цьому зберігається зручність та нормальна робота опорно-рухового апарату стопи. Взуттєвий копил, розроблений з урахуванням результатів експериментального дослідження ступнів жінок-автомобілісток та експлуатаційних вимог до такого взуття, може використовуватися у виробництві для виготовлення модельного взуття на особливо високому каблучі. Взуття для жінок-автомобілісток, виготовлене на цьому копилі, задовольняє естетичні вимоги, тому можуть бути розроблені деталі верху різноманітних конструкцій відповідно до сучасних тенденцій моди.

За допомогою зміни дизайну носкової частини, форма якої та фасонний припуск під час проектування копила майже не впливають на комфортність взуття, можна створити цілий асортимент взуттєвих копилів відповідного призначення, розмірів та типів.

Тема розроблення асортименту взуття, взуттєвих копилів, вивчення експлуатаційних і ергономічних вимог та в цілому дослідження ступнів жінок-автомобілісток і біомеханіки стопи під час керування автомобілем досі не мала поглибленого вивчення, проте є дуже актуальною.

Подальша робота над цим питанням може провадитись в напрямках розроблення деталей низу взуття для жінок-автомобілісток для поліпшення зручності та комфорту – розроблення спеціального комплексу деталей низу, де каблук може змінювати висоту від 30 до 80 мм, а танкетка, яка приховує частину каблука в складеному положенні, виконує функцію ребра жорсткості в геленочній частині, підтримуючи внутрішнє і зовнішнє склепіння стопи, або створення окремих елементів, які можуть адаптувати повсякденне взуття – вкладна устілка, яка матиме по всій поверхні гумовий вкладиш-амортизатор, призначений для усунення сильних навантажень на зону головок плюсневих кісток.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Борщевська Н.М. *Магістерська робота Розробка асортименту та конструкції взуття для жінок-автомобілістів.* - К.: КНУТД, 2008. - 135 с.
2. Кочеткова Т.С., Ключникова В.М. *Антропологические и биомеханические основы конструирования изделий из кожи.* - М.: Легпромбытиздат, 1991. - 191 с.
3. *Універсальний довідник взуттєвника. Навчальний посібник/ Під ред. В.П. Коновала, С.С. Гаркавенко, Л.С. Свістуніної* - К.: Лібра, 2006. - 720 с.
Одержано 12.06.2014

ТОВ «ЛІТМА»

В Україні лідер з виготовлення взуття з текстильних матеріалів та ПВХ. Підприємство засноване 2 вересня 1998 р. швидко досягло значних успіхів і стало лідером на українському ринку. Все виготовляється на сучасному устаткуванні. На підприємстві також запроваджено випуск окремих матеріалів, що використовуються у виготовленні взуття. За сумлінну працю та якість неодноразово нагороджені різними дипломами та подяками.

Докладніша інформація:

Україна, Хмельницький,
вул. Чорновола, 174/6
Тел. (0382)748-585 /
(0382)748-592
e-mail: info@litma.com.ua

«АМАТІ»

Українська взуттєва фабрика, яка виготовляє дуже широкий асортимент товарів: взуття жіноче, чоловіче, спеціальне (воєнне, туристичне, спортивне і робоче) та аксесуари. Можливе також індивідуальне пошиття взуття. Співпрацює як з роздрібними покупцями, так і з оптовиками. У виробництві використовують якісні матеріали та сучасне устаткування, що дає змогу виготовляти взуття високої якості. Неодноразово нагороджена дипломами та має подяки.

Докладніша інформація за телефонами:

(066)501-86-84
(095)039-10-85
(067)169-05-02