

ДОСЛІДЖЕННЯ ЛОКАЛІЗАЦІЇ ВІДЧУТТІВ ДИСКОМФОРТУ У СИСТЕМІ «СПОЖИВАЧ–ВЗУТТЯ»

На підставі дослідного носіння взуття та опитування респондентів досліджено локалізацію відчуттів людиною дискомфорту. Вивчено взаємозв'язок процесу потовиділення з умовами експерименту та анатомічними ділянками стопи.

Based on the pilot wearing shoes and survey respondents investigated localization of human feelings of discomfort. Studied the relationship of the process of sweating to the conditions of the experiment and anatomical areas of the foot.

Ключові слова: взуття, ергономічні властивості, подразники, потовиділення, відчуття, дискомфорт.

Вступ. Відчуття комфорту чи дискомфорту у людини виникає залежно від зручності взуття та умов оточуючого середовища. Тому ергономічні властивості конкретного взуття в системі «споживач–взуття–зовнішнє середовище» визначаються системним зв'язком між фізичним, фізіологічним та психічним. Вирішальними при цьому є психологічні відчуття носія взуття [1], завдяки яким і формується відчуття комфорту чи дискомфорту. Проте, не менш важливими є умови внутрішньовзуттєвого простору, невід'ємними складовими якого є нижні кінцівки людини (найчастіше нижні частини ніг – стопи) та оточуючі їх матеріали – зазвичай, це шкарпетки (або панчохи) та внутрішні деталі взуття (устілка, підкладка). При їх посередництві може порушуватись теплообмін стопи через зміну співвідношення таких двох процесів, як теплопродукція (хімічна терморегуляція) і тепловіддача (фізична терморегуляція). Близько 20 % тепловіддачі тіла людини в умовах комфорту здійснюється за рахунок потовиділення, адже рефлекторне випаровування 1 мл поту призводить до втрати тілом 0,585 ккал [2].

В умовах статичного чи динамічного навантаження стопи при посередництві взуття погіршуються умови тепло- і масообміну стопи з навколишнім середовищем, оскільки шкірний покрив людини є другим органом дихання, якому потрібне повітря. Якщо ми одягаємо взуття з синтетичних або інших матеріалів, які не пропускають до наших ніг повітря, то в цьому випадку порушується теплообмін, ноги перегріваються, організм намагається скинути надлишок тепла, в результаті чого ноги починають рясно (додатково рефлекторно) виділяти піт [3]. Потовиділення на кінцівках (долонях, ступнях), зазвичай, вище від інших ділянок шкірного покриву людини. Тому втрати тепла для ніг є найвищими порівняно з іншими частинами тіла й становлять за комфортних умов 39 % (для порівняння втрати тепла для рук – 22 %, голови – 6 %) [4].

Для стопи втрати тепла обумовлені кондуктивним (контактним за рахунок теплопровідності при контакті з ходовою поверхнею) та конвекційним (через повітря) теплообміном. Через відсутність сальних залоз на стопі людини та гідрофільну природу шкірного покриву піт доволі швидко зволожує шкіру. Внаслідок тривалої взаємодії стопи з вологим середовищем виникає так звана мацерація шкіри, остання при цьому стає більш еластичною, м'якою і, разом з тим, більш чутливою до дії подразників. Потові поля на долонях та ходовій поверхні ступні співпадають з чуттєвими рецепторами [5]. Це, очевидно, повинно сприяти кращим тактильним відчуттям, які за певних умов викликатимуть відчуття дискомфорту.

В процесі еволюції та розвитку взуттєвого виробництва кінцівки ніг людини, на відміну від кистей її рук, поступово втрачали чутливість до дії подразників. Постійне носіння сучасною людиною взуття створює для ніг комфортний мікроклімат, але сприяє зниженню теплорегуляторної здатності рецепторів підошов. Тому будь-яке охолодження (чи перегрівання) ніг кінець-кінцем призводить до простудних захворювань, оскільки ступні знаходяться у безпосередньому рефлекторному зв'язку зі слизовою оболонкою верхніх дихальних шляхів.

У наш час на відчуття споживача впливає урбанізоване носіння взуття в перемінних протягом дня умовах середовища, а також можлива присутність у внутрішньовзуттєвому просторі мікроорганізмів, різноманітних мінеральних та органічних сполук, що можуть надходити ззовні (наприклад, волога, повітря) та (або) утворюватися безпосередньо всередині взуття (наприклад, піт, жир, барвники тощо).

Сучасна наука поділяє відчуття на зовнішні та внутрішні, хоча деякі з них можна віднести до зовнішньо-внутрішніх. Будь-які контактні відчуття (температурні, тактильні тощо) співвідносяться з місцем дії їх подразника, проте, на різних частинах тіла точність локалізації дії подразника неоднакова [6]. Виходячи з викладеного, представляє інтерес вивчення не окремих, а результируючих відчуттів носіїв взуття залежно від потовиділення на різних анатомічних ділянках стопи.

Постановка завдання. З метою забезпечення комфорту споживача під час експлуатації взуття проведено серію експериментів, спрямованих на розробку критеріїв оцінки гігієнічних властивостей взуття та способів контролю гігієнічних властивостей взуттєвих матеріалів. У даній роботі вперше досліджено локалізацію відчуттів дискомфорту на різних анатомічних ділянках стопи під впливом поту, адже найбільші, після механічного впливу, незручності спричиняє саме надлишкова волога.

У якості об'єкту дослідження розглядали відчуття дискомфорту, які виникають у носіїв взуття

внаслідок потовиділення. У роботі застосували методи дослідного носіння взуття та анкетування споживачів, які користувались цим взуттям теплої пори року. Роль респондентів виконали 60 студентів Мукачівського державного університету. Одержані відповіді обробляли за методами математичної статистики (похибка досліді не перевищувала 5 %). Приріст маси матеріалів при потовиділенні визначали ваговим методом.

Результати дослідження. Стопа людини призначена переважно для опори та амортизації тіла; вона виконує такі рухи, як згинання, розгинання, відведення, поворот всередину та назовні.

Завдяки стопі опора ноги еластична і здатна до узгоджених рухів [4, 5], що забезпечується відповідними взаємопов'язаними фізіологічними функціями стопи. Розрізняють такі складові частини цієї частини людського тіла, як ходова (плантарна), тильна та дві бокові (зовнішня і внутрішня) поверхні [2, 4, 5] (рис. 1).

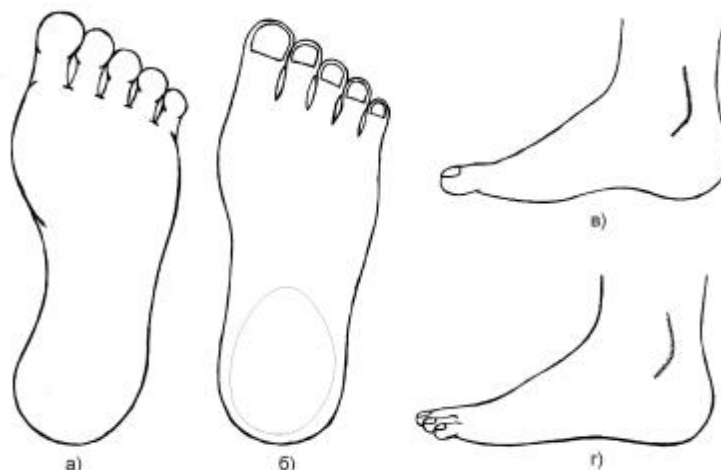


Рис. 1. Складові стопи людини: ходова (а), тильна (б), зовнішня бокова (в) та внутрішня бокова (г) поверхні

У відповідях на питання «На якій поверхні стопи виділяється найбільше вологи через потові залози під час носіння взуття?» 86,7 % респондентів надали перевагу ходовій поверхні, 10 % респондентів – внутрішній боковій поверхні, 3,3 % – тильній поверхні, зовнішню бокову поверхню стопи не згадав ніхто.

Ходова поверхня стопи безпосередньо стикається з поверхнею землі й дістала назву «ступня» [5]. Оскільки ступню зовнішню поділяють на носкову, пучкову, геленкову та п'яткову частини (рис. 2, I), наступне питання анкети зводилось до того, у якій частині ступні під час носіння взуття відчувається найбільше потовиділення. У відповіді на це питання більшість (59 %) респондентів зазначила носкову, 29 % опитуваних – пучкову, 12 % – геленкову частину; п'яткову частину ступні не згадав ніхто. Такий розподіл, очевидно, зумовлений потовиділенням при згинанні стопи та роботі м'язів під час ходьби.

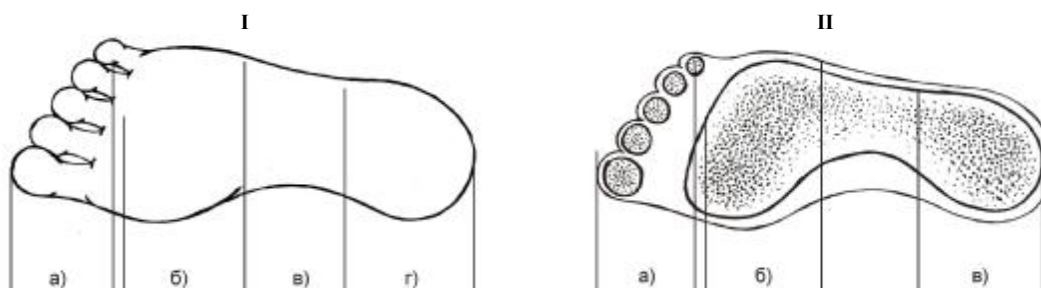


Рис. 2. Ділянки (I) та плантограма (II) ступні: носкова (а), пучкова (б), геленкова (в), п'яткова (г)

У носковій частині стопи знаходяться фаланги пальців, які мають ходову (плантарну) сторону (так звані «подушечки»), тильну поверхню та бічні сторони (вони знаходяться між фалангами пальців) (рис. 3). На думку 55 % респондентів, найбільша кількість поту утворюється між пальцями, на думку 45 % – на ходовій поверхні пучкової частини стопи. Отже, виходячи з результатів опитування, потовиділення на тильній поверхні пальців не призводить до неприємних відчуттів респондентів.

Відбиток ходової поверхні стопи (ступні) на площині дістав назву «плантограма» [5, 6] (рис. 2, II). Це найтвердіша ділянка стопи, що контактує з деталями низу взуття, а якщо людина ходить босоніж, – то з поверхнею землі або з підлогою. На плантограмі розпізнають три окремі зони: зону пальців, зону пучків та зону п'ятки.

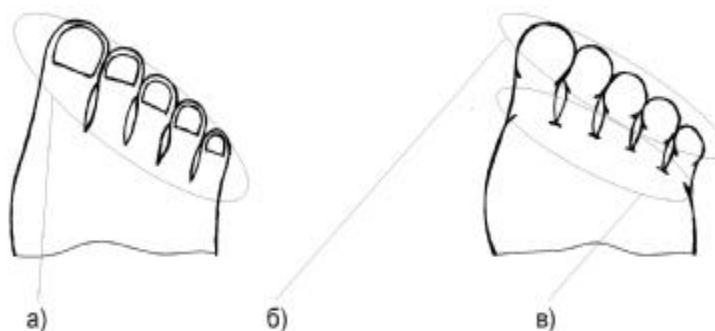


Рис. 3. Ділянки носкової частини стопи: тильна поверхня пальців (а), ходова поверхня пальців (б), зона між пальцями (в)

Відчуття дискомфорту через подразнення піотом у більшості (70 %) респондентів пов'язане з носковою частиною плантограми (зоною пальців), у решти 30 % – із зоною пучків.

Під час носіння взуття зі шкірним покривом стопи людини контактують шкарпетки та внутрішні деталі взуття, які поглинають якусь частину виділеного поту. З урахуванням цього в анкеті були поставлені питання щодо локалізації поту на шкарпетках та внутрішніх деталях взуття у жарку погоду. У своїх відповідях всі 100 % опитуваних стверджували, що за таких умов найбільше потовиділення відчувається у носково-пучковій частині шкарпеток. З внутрішніх деталей взуття більшого впливу поту зазнає вкладна устілка (відсоток відповідей склав 67 %), меншого – підкладка (відповідно 33 %).

Під час експлуатації взуття його внутрішні деталі працюють на згин у пучковій частині стопи та на стискання внаслідок тиску стопи на деталі низу взуття. Піт також негативно впливає на міцнісні характеристики внутрішніх взуттєвих матеріалів. На питання анкети «Які деталі Вашого взуття найбільше піддаються руйнуванню при потовиділенні?» 85 % респондентів вказали вкладну устілку, 15 % – підкладку.

Поряд з опитуванням респондентів досліджувалось потовиділення на різних анатомічних ділянках їх стопи. Носіями взуття були студенти університету (у кількості 10 чел.), в якості взуття обрали повсякденні напівчеревики. Проводилась статистична обробка отриманих результатів. Експеримент проводили в умовах комфорту та дискомфорту за методикою [1]. Для локального визначення потовиділення у якості матеріалу з високим вологопоглинанням використали чотиришарову паперову серветку «СЕРВЕТКА.com.ua» (ТУ У 21.2-35975097-001:2008) товщиною 0,4 мм. Гігроскопічність матеріалу становила 16,7 %. Після витримання протягом 24 год нормальних умовах (температура 20 ± 2 °C, вологість 60 ± 5 %) та зважування (початкова маса m_1) зразки серветок розміром 20x20 мм укладали на відповідні частини стопи під шкарпетку та повторно зважували після появи у респондента відчуття дискомфорту (кінцева маса m_2). За різницею між початковою та кінцевою масами зразків серветок визначали приріст маси Δm , який, власне, відповідав кількості виділеного поту. За відношенням Δm до початкової маси m_1 розраховували вологоємність серветок V , %, після вбирання ними надлишкової вологи всередині взуття. Для моделювання дискомфорту в умовах експерименту на одну ногу учасників експерименту поверх шкарпетки надягали тонкий поліетиленовий пакет, моделюючи таким чином умови дискомфорту; друга нога знаходилась у звичайних умовах (умовах комфорту). Під час експерименту фіксували абсолютний верхній поріг відчуття – ту умовну точку, у якій виникало відчуття нетерпимості за даних умов носіння взуття. Також фіксували зовнішні фактори: а) погодні умови – температуру ($25-27$ °C) та вологість (64–66 %) повітря; б) температуру приміщення ($22-24$ °C). Результати дослідження представлені у табл. 1 та на рис. 4, 5.

Експериментально було встановлено, що відчуття дискомфорту у респондентів спостерігається через 30-60 хв від початку досліду.

Таблиця 1

Розподіл маси виділеного поту при дослідному носінні взуття

Зразок	Ділянка стопи, на якій розміщували зразок		Комфортні умови (ліва нога)		Дискомфортні умови (права нога)	
			m_1 , мг	m_2 , мг	m_1 , мг	m_2 , мг
1	Ходова поверхня стопи	п'яткова частина	527,5	584,5	519,0	610,0
2		геленкова частина	532,5	595,0	522,5	623,0
3		пучкова частина	542,5	602,0	520,0	625,5
4		носкова частина	510,0	578,5	530,0	670,5
5		Тильна поверхня стопи	526,0	533,5	536,5	574,5

З діаграми, представленої на рис. 4, видно, що найбільш інтенсивне потовиділення відбувається на ходовій поверхні стопи, особливо у її носковій, пучковій та геленковій частинах (приріст маси зразка в умовах дискомфорту становить понад 100 мг). Це, ймовірно, пояснюється більшою концентрацією потових залоз у пучковій ділянці стопи і закритістю взуття, а також інтенсивною роботою м'язів стопи (при згинанні та розгинанні) та можливістю кращої вентиляції п'яткової ділянки стопи при ходьбі. Потовиділення на тильній поверхні стопи значно менше: у 7,6–9,1 рази в умовах комфорту та у 2,4–3,7 рази в умовах дискомфорту. Кількість виділеного поту в комфортних та дискомфортних умовах становить 1200 та 2240 мг/год.

З діаграми, представленої на рис. 5, видно, що вологоємність матеріалу у внутрішньовзуттєвому просторі залежить від умов експерименту та анатомічних ділянок стопи. Так, для зразків, що перебували в *комфортних умовах*, цей показник знаходився в межах від 1,4 % (тильна поверхня) до 10,8–13,4 % (ходова поверхня стопи). Отримані дані не перевищували значення 16,7 %, тобто у комфортних умовах має місце фізико-хімічний зв'язок вологи з матеріалом всередині взуття.

Вологоємність зразків, що перебували у *дискомфортних умовах*, становила: п'ятковій частині стопи 17,5 %, у геленковій – 19,2 %, у пучковій – 20,3 %, у носковій – 26,5 %. Порівнявши отримані дані з вологоємністю досліджуваного зразка (16,7 %), можна зробити висновок, що у дискомфортних умовах волога з матеріалом всередині взуття знаходиться у фізико-механічному зв'язку. Надлишок вологи у внутрішньо-взуттєвому просторі збільшуватиме теплопровідність взуттєвих матеріалів та сприятиме появі відчуття дискомфорту [7].

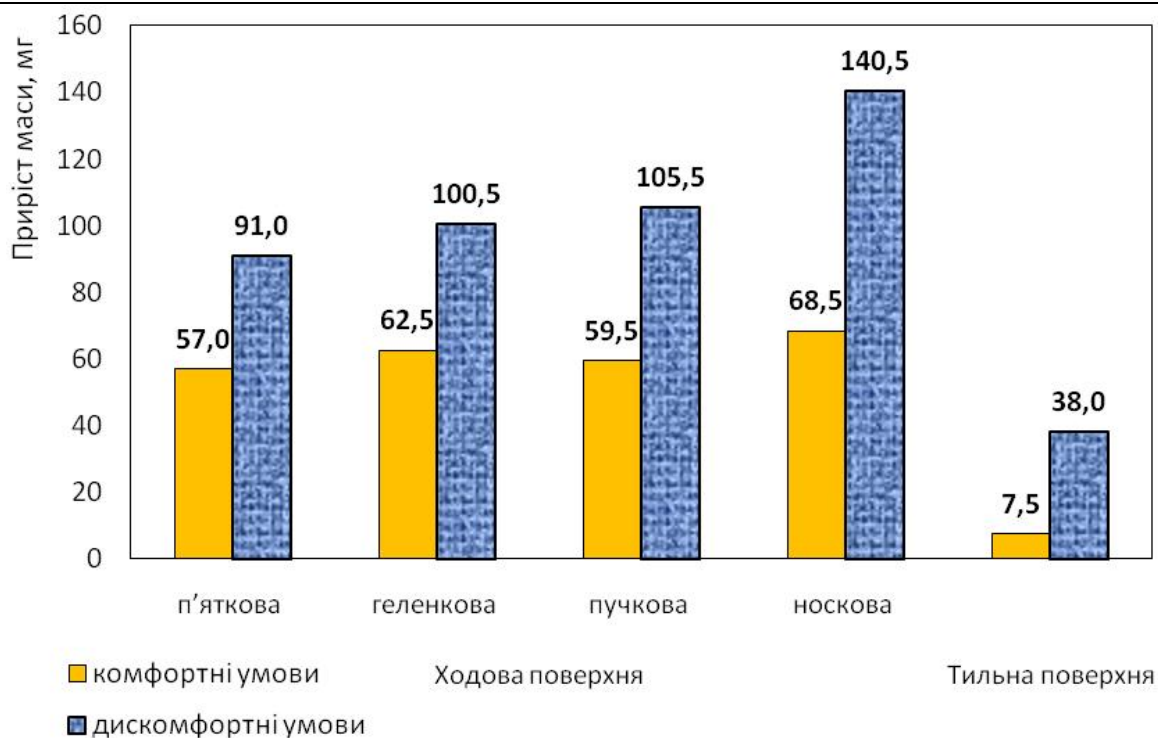


Рис. 4. Приріст маси зразка в умовах комфорту та дискомфорту

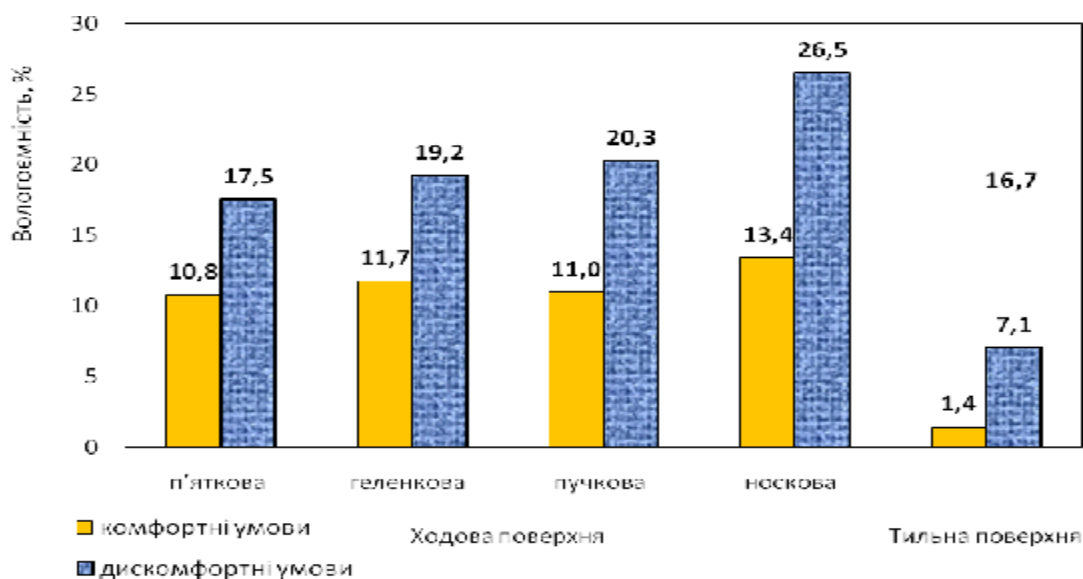


Рис. 5. Зв'язок вологи з матеріалом у різних анатомічних частинах стопи

Висновок. На підставі дослідного носіння взуття та опитування його носіїв, а також виходячи з особливостей анатомічної будови стопи, вперше досліджено локалізацію відчуттів дискомфорту при потовиділенні на окремих ділянках стопи. Встановлено, що через подразнення піотом неприємні відчуття людини пов'язані з ходовою (плантарною) поверхнею стопи. Це узгоджується з наведеними у літературі даними про те, що на даній частині стопи розташована найбільша ($500 \text{ од} / \text{см}^2$) кількість потових залоз [4].

На думку респондентів, під час експлуатації взуття найбільша кількість надлишкової вологи накопичується у носково-пучковій ділянці взуття, що пояснюється роботою м'язів в процесі функціонування стопи при ходьбі. Крім того, з відповідей учасників експерименту випливає, що утворення поту не лише викликає неприємні відчуття дискомфорту, а й погіршує споживчі властивості внутрішніх деталей взуття, насамперед, вкладної устілки. Відповідне відчуття респондента – локальний дискомфорт – може бути застосоване для оцінки ергономічних властивостей конкретних деталей взуття в системі «взуття–споживач».

Одержані результати будуть використані у подальшому дослідженні процесу потовиділення у внутрішньовзуттєвому просторі за різних умов з метою встановлення закономірностей процесу утворення відчуттів дискомфорту у системі «споживач–взуття–зовнішнє середовище», що, в свою чергу, дозволить обґрунтувати способи покращення споживчих властивостей взуття.

1. Фордзюн Ю.І. Психофізичний аспект відчуття дискомфорту у системі «споживач–взуття–зовнішнє середовище / Ю.І. Фордзюн, О.А. Андреева // Вісник КНУТД. – 2011. – № 1 (57). – С. 132–137.
2. Большая медицинская энциклопедия : в 29 т. / [гл. ред. Б. В. Петровский] ; [3-е изд.]. – М. : Советская энциклопедия, 1974–1988. – Т. 20. – С. 398–401.
3. Обувь Haflinger [Електронний ресурс] – Режим доступу : <http://www.parizo.net/index.php/haflinger>.
4. Экология и безопасность жизнедеятельности : [учеб. пособие] / Кривошеин Д.А., Муравей Л.А., Роева Н.Н., Шорина О.С. – М. : ООО «ИЗДАТЕЛЬСТВО ЮНИТИ-ДАНА», 2000. – 447 с.
5. Старушенко Л.І. Анатомія і фізіологія людини : [навч. посібник] / Старушенко Л.І. – К. : Вища школа, 1992. – 208 с.
6. Анатомия и физиология рук и ног человека, строение кожи [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.lechebnaya-glina.ru>.
7. Трифонов Е.В. Психофизиология человека : русско-англо-русская энциклопедия [Електронний ресурс] / Е. В. Трифонов. – Режим доступу : <http://tryphonov.narod.ru/tryphonov6/terms6/cmprcm.htm>.

Надійшла 14.9.2011 р.

УДК 685.34.016.3, 514.181.22

А.Б. ДОМБРОВСЬКИЙ, Т.А. НАДОПТА

Хмельницький національний університет

ЕМПІРИЧНА МЕТОДИКА ПРОЕКТУВАННЯ УМОВНОЇ РОЗГОРТКИ ПРОТОТИПУ

*Викладені головні положення емпіричної методики проектування умовної розгортки прототипу.
Expounded main positions of empiric design technique conditional involute of prototype.*

Ключові слова: емпірична методика, профільний абрис прототипу, керуючі точки, умовна розгортка прототипу.

Постановка задачі. В сучасних умовах забезпечення підвищення конкурентоздатності виробу можливе за рахунок використання новітніх конструкторських і технологічних рішень. Виконання даної умови пов'язане із системами автоматизованого проектування (САПР). Існує значна кількість різноманітних САПР, у тому числі й САПР взуття, проте, більшість із них не вирішують завдання переходу від форморозмірів стопи до форморозмірів колодки та її розгортки. Створення такої методики й системи автоматизованого проектування продовжує залишатися актуальним.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Основою для отримання креслень деталей верху взуття (ДВВ) є плоска розгортка бокової поверхні взуттєвої колодки (УРК). Існують різні типи отримання умовної розгортки колодки, що відрізняються конфігурацією й методом отримання, тому для кожного виду та конструкції взуття існують певні типи оптимальних методів отримання УРК. Але оскільки поверхня колодки має складну просторову форму, то виникає проблема її трансформації на площину [1, 2].

Найбільш вживані наступні методи та способи отримання умовної розгортки колодки [2]: спрощений шаблонний; шаблонний (Апанасенко В.П., Рослик Г.І., Тонковид Л.А.); «жорстка оболонка»; комбінований. Їм передував спосіб зняття копії з бічної поверхні взуттєвої колодки запропонований Арно Хассельбартом [1, 3]. Метод не давав можливості враховувати особливості носкової частини, що призводило до значних відхилень від ідеалізованої моделі. Спрощений шаблонний метод не потребує спеціального обладнання, простий та не трудомісткий. Шаблонний спосіб Апанасенка В.П. полягає в тому, що на колодці відмічаються граничні лінії верхньої носково-пучкової частини по формі овальної вставки, кількість паперових шаблонів в даному випадку дорівнює трьом [3, 4]. Одержують розгортки з бокових поверхонь і верхньої частини окремо, а потім суміщають і усереднюють. Цей спосіб досить складний та трудомісткісткий, тому мало застосовується на практиці. Методика одержання розгортки за методом Г.І. Рослика передбачає при підготовці колодки, крім поділу на зовнішню та внутрішню бокові поверхні, проведення на колодці і шаблоні геодезичних ліній по довжині (на рівні 1/3 висоти п'яткової і середини носкової частини) та по ширині (лінія обхвату колодки в пучках). Геодезична лінія – це найкоротша лінія між двома точками на даній поверхні [1, 5].

При одержанні УРК методом Л.А. Тонковида колодку поділяють на три характерні частини: носкову, тильну і п'яткову. Для одержання розгортки поверхню колодки покривають елементарними геометричними фігурами (трикутниками та прямокутниками), що щільно прилягають до поверхні колодки. В цьому випадку всі геометричні фігури є розгортками відповідних ділянок колодки, які переносяться на площину і дають досить повну та адекватну інформацію для побудови комплексної розгортки поверхні [6].

Автором [7] запропоновано отримувати умовну розгортку стопи за «жорсткою оболонкою». Якщо при розчленуванні поверхні колодки смужки виділяти уздовж геодезичних ліній, а потім і розчленувати поверхню за цими лініями, то після випрямлення лінії членування будуть досить близькими до прямих,