

ВІДОБРАЖЕННЯ АНАТОМІЧНОЇ БУДОВИ СТОПИ ЗА ДОПОМОГОЮ АНАЛІТИЧНОЇ МОДЕЛІ

У статті розглянуті питання відображення анатомічної будови стопи з використанням аналітичної моделі опису кривих абрису сліду стопи

The article discussed issues displaying anatomic features of the foot using an analytical model describing curves Outline the next stop

Ключові слова: характерні анатомічні точки стопи, аналітична модель, криві абрисів сліду

Постановка задачі

Сучасні тенденції моди, які постійно змінюються, вимагають розробки методів оперативного проектування взуттєвих колодок та взуття в цілому, без чого неможливе досягнення конкурентоспроможності та зниження собівартості виробів.

Традиційними методами ці задачі вирішити неможливо, оскільки крім необхідності дотримання швидкоплинних особливостей моди, потрібно в значній кількості випадків забезпечувати оперативність виготовлення, тобто з моменту прийняття замовлення з обмірами характерних анатомічних точок стопи до передачі взуття замовникові має пройти відносно незначний проміжок часу.

Разом з тим, зовнішній вигляд взуття повинен відповідати сучасним віянням моди, при цьому слід пам'ятати про необхідність пов'язувати питання побудови вишуканої моделі з анатомо-морфо-функціональною особливістю стопи [1, 2].

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Для проектування якісного та конкурентоспроможного взуття, котре б задовольняло найвибагливішого покупця, необхідно враховувати індивідуальні особливості споживача та сучасні технології.

Використання відомих методів проектування взуття не відповідає сучасним вимогам, оскільки витрачається багато часу на вирішення поставленої мети, тільки автоматизація процесу проектування на основі створення математичної моделі дозволить якісно та з меншими витратами провести необхідну конструкторську та технологічну підготовку виробництва [3]. За рахунок впровадження автоматизації процесу проектування взуття забезпечується підвищення якості, зниження матеріало- та трудомісткості, скорочення штатів проектувальників та термінів виконання проектно-конструкторських робіт. Останнє особливо важливе в умовах індивідуалізації виготовлення взуття, коли на перше місце висуваються вимоги вибору моделей, врахування індивідуальних особливостей споживача та оперативність реалізації замовлення.

Однак, недоліком розповсюджених САПР є те, що вони звужують можливості вибору модельєром художніх рішень, оскільки першовагомою є проблема аналітичної інтерпретації характерних ліній моделі. В кінцевому результаті розроблені за допомогою САПР креслення можуть доопрацьовуватись конструктором вручну, що значно знижує ефективність процесу проектування та звужує ареал застосування методик. Як правило аналітичний апарат програмного забезпечення САПР невідомий і оперативному корегуванню не підлягає, що також звужує рамки застосування методу. Варіанти, коли вихідна модель інтерпретується як множина матеріальних точок настільки ускладнює програмне забезпечення, що воно може реалізовуватись тільки на достатньо потужних комп'ютерах. Як правило САПР проектування деталей верху взуття (ДВВ) базується на оригінальних програмах, чим і пояснюється їх значна вартість [4, 5].

Як відомо, існує багато різноманітних зарубіжних програмних продуктів для проектування взуття, в яких процес розробки креслень починається з автоматизованого способу отримання антропологічної інформації про стопу та закінчується виготовленням реального взуття. Але, на жаль, вартість даних програм є настільки значною, що для більшості взуттєвих підприємств нашої країни доводиться користуватися існуючими методами проектування ДВВ або підганяти найбільш широко відомі універсальні програмні продукти, за допомогою яких в деякій мірі можливе вирішення окремих питань: проектування, моделювання, креслення тощо [6-9].

Формулювання цілі статті

Як уже зазначалося усі галузі виробництва тяжіють до автоматизованого проектування, і в цьому сенсі взуттєва галузь становить не виняток. Але, на жаль, при такому великому спектрі інформаційного забезпечення виробництва не існує комплексного програмного продукту, котрий забезпечував би якісний процес створення взуття.

Аналітичне обґрунтування моделювання прототипів у вітчизняній науці стосується в основному окремих фрагментів задачі, в цілому вона практично не вирішена.

Тому з огляду на вище зазначене, необхідно більш детально розглянути процес проектування взуття з врахуванням анатомічної будови стопи та сучасних тенденцій моди, використовуючи при цьому аналітичне обґрунтування. Зокрема, розглянути аналітичну побудову абрисів сліду стопи, що необхідні для подальшого аналітичного опису процесу ДВВ.

Виклад основного матеріалу

Співвідношення розмірних характеристик стопи складає основу аналітичної задачі проектування

деталей взуття. Аналітичну модель колодок можливо формувати за допомогою різноманітних математичних прийомів та засобів, зокрема використовуючи математичний опис об'ємних тіл, проте даний метод є складним, тому його застосування на практиці суттєво ускладнює як самий опис, так і маніпуляції з ним. Застосування масиву сукупності точок становить значну складність, причому в основному завдяки його громіздкості та складності керування об'ємною базою даних. Вказаних недоліків можна позбутись, якщо використовувати систему абрисів характерних перетинів.

Існують методики опису абрисів за допомогою радісографічного методу [1]. Але, на жаль, даний метод має ряд недоліків: неточність, різні типи кривих на ділянках, що не забезпечує гладкості кривої, необхідність зшивання окремих ділянок за критерієм рівності похідних, що суттєво ускладнює реалізацію методики. Перспективним методом є використання сплайнових кривих, оскільки забезпечується висока точність та практична реалізація.

В [10, 11] теоретично обґрунтовано різні методи ідентифікації кривих абрисів з метою використання їх при проектуванні ДВВ. Зокрема, наведено різні методики розв'язання оберненої задачі, яка полягає у знаходженні точного положення керуючих точок стосовно заданих точок абрисів, через які обов'язково повинна пройти крива.

Як слідує з [12], за критерієм точності та керованості абрисом найбільш прийнятними є методи нормалей та дотичних. Однак застосування методу пропорційного ділення більш прийнятний для проектування кривих вищих порядків, особливо за варіантом корекції параметрів кривої для крайніх точок.

Розглянемо детально дані методи ідентифікації кривих абрисів на прикладі абрису сліду стопи для чоловічої статево-вікової групи, довжина стопи 250 мм, оскільки даний абрис є складним з точки зору порядку кривої. Для опису аналітичної моделі опису абриса сліду стопи опираємось на реальні значення відношень розмірних характеристик стопи [13]. Ці характеристики забезпечують анатомо-морфо-функціональність стопи та є відображенням основних характерних точок стопи.

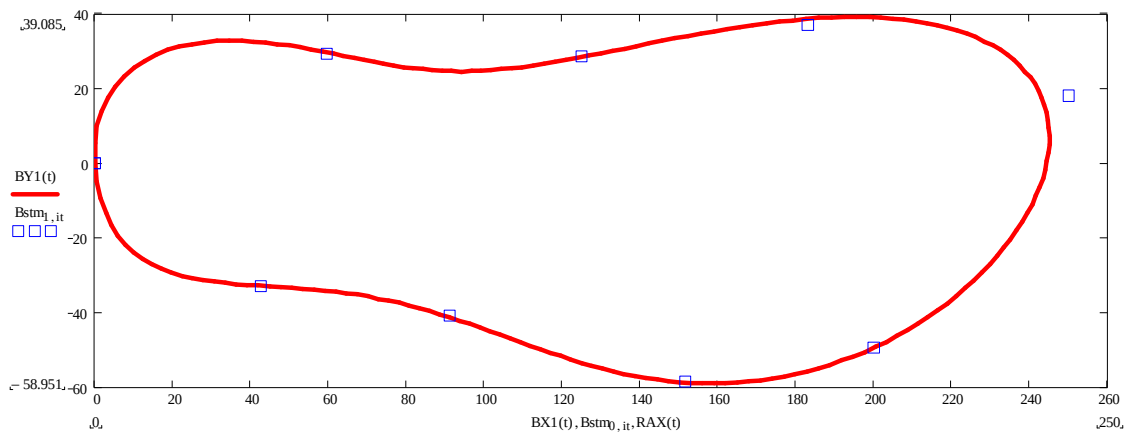


Рис. 1. Застосування методу пропорційного ділення (абрис відображений однією кривою)

На рис. 1 представлено абрис сліду, описаного з використанням методу пропорційного ділення (абрис відображений за допомогою однієї кривої). Абрис повинен проходити через основні характерні анатомічні точки стопи, порядок обходу зліва направо від п'яткового заокруглення по зовнішній частині горизонтальної проекції сліду до п'яткового заокруглення з внутрішньої сторони сліду: початок координат – середина п'яткового заокруглення, зовнішня щиколотка, відросток п'ятої фаланги, зовнішній пучок, кінець мізинця, довжина стопи, внутрішній пучок, згин стопи, внутрішня щиколотка, початок координат – кінець абриса.

При використанні методу пропорційного ділення крива абриса сліду проходить через основні характерні анатомічні точки стопи за виключенням носкової частини. Уникнути даного недоліку можливо, якщо керувати локально керуючими точками, однак сплайнові криві, які використовуються у даному методі, мають властивість глобальності, тобто так чи інакше зміна положення однієї точки призведе до змін розташування інших.

Метод дотичних (абрис реалізований двома кривим) показаний на рис. 2. Абрис сліду включає перераховані вище характерні анатомічні точках. Крива проходить в цьому випадку ідеально через всі точки, однак в області п'яткового заокруглення та носковій частині спостерігається різкий перехід, що призводить до спотворення майбутніх абрисів прототипу.

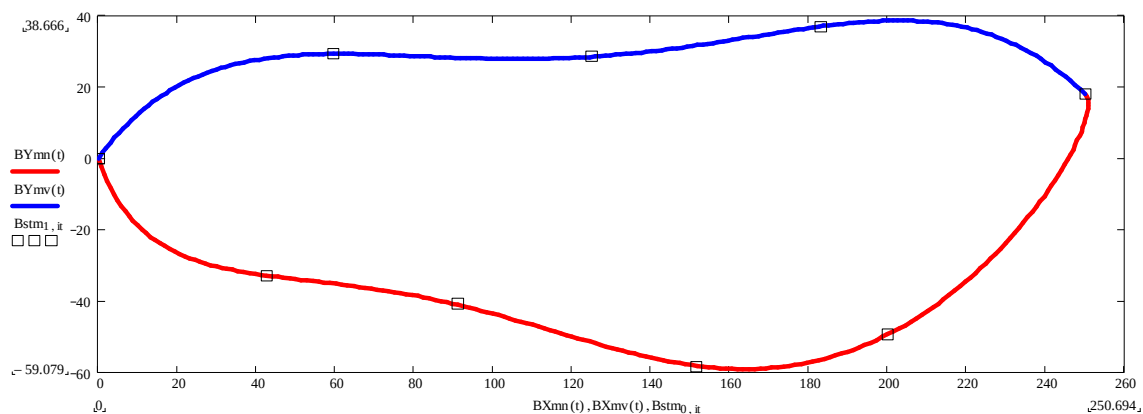


Рис. 2. Використання методу дотичних (абрис реалізований двома кривими)

Застосування методу бісектрис для опису абрису сліду, з використанням також двох кривих, зображено на рис. 3. Аналогічно спостерігається різкі переходи у точках зшивання кривих, а саме у місцях п'яркового заокруглення та носка.

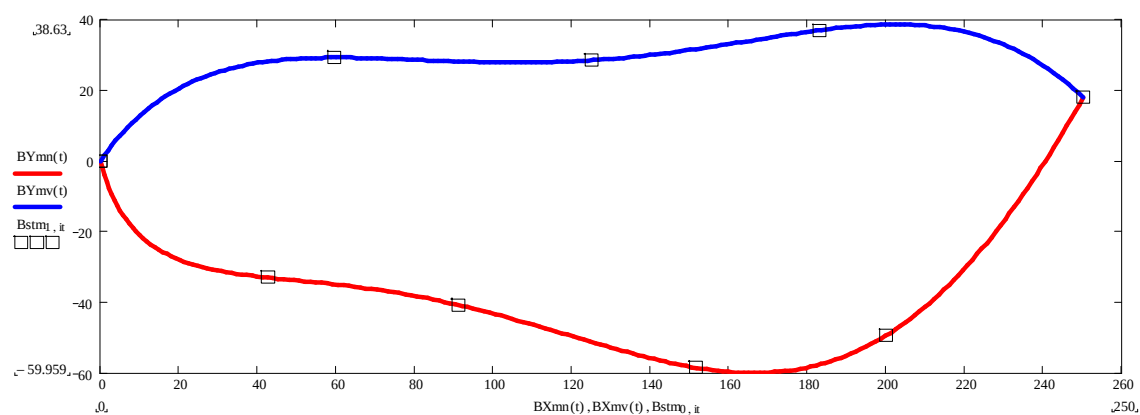


Рис. 3. Відображення абриса за допомогою методу бісектрис (двома кривими)

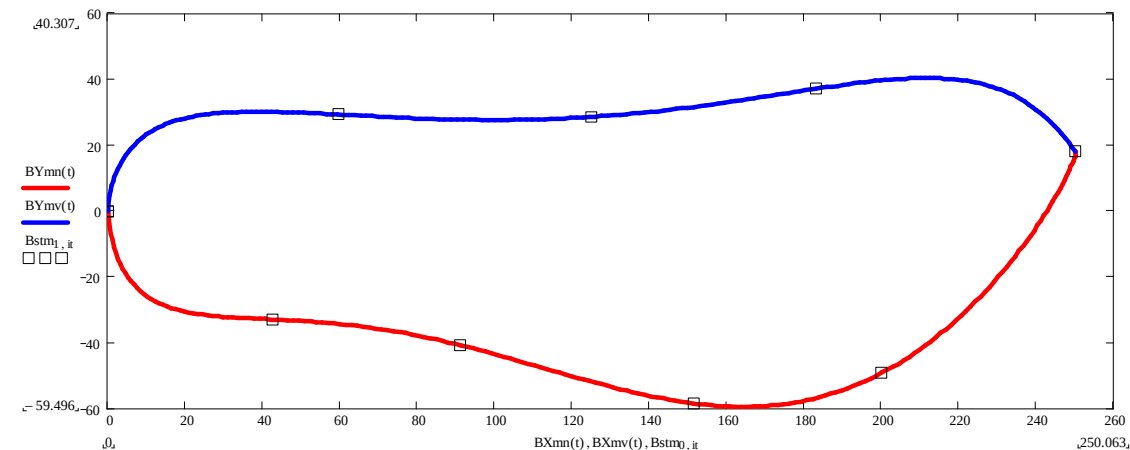


Рис. 4. Використання методу пропорційного ділення (абрис описаний двома кривими)

Використання методу пропорційного ділення з двома незалежними кривими (рис. 4) дає краще відображення п'яркової частини, але не дає змогу вирішити проблему відтворення носкової частини.

Позитивним при відображенні абриса сліду двома кривими дає змогу описати абрис будь-якого порядку та складності. Однак при цьому виникає безліч додаткових операцій; необхідно два рівняння для опису, великий громіздкий математичний апарат.

В результаті аналізу описаних вище методів отримання аналітичної моделі опису конфігурації абрисів стопи розроблено новий метод побудови замкнутого абриса з регулюванням замикання. Суть даного методу полягає у наступному: початкова та кінцева і всі середні ділянки обробляються за різними алгоритмами. Для крайніх ділянок передбачена зміна положення нормалі, по якій рухається керуюча точка стосовно хорди, для цього задані коефіцієнти для початкової й для кінцевої ділянок, ці коефіцієнти можна винести як вхідні параметри. Ще одна особливість методу полягає в тому, що хорда, на відміну від методу нормалей [14] з'єднує початкову та першу точки (а не через одну), або відповідно останню та передостанню точки. Для всіх інших точок застосовується стандартна процедура побудови хорди, характерна для методу

нормалей від попередньої до наступних точок щодо досліджуваної. Для прискорення підгонки при переміщенні керуючої точки по її траєкторії до її попередньої координати додається величина розрахованої перед цим різниці координат кривої й точки абрису.

Як слідує з рисунку 5 застосування методу отримання замкнутого абрису з регулюванням замикання точно проходить через всі характерні анатомічні точки без спотворення контуру. Тільки в області великого пальця не формується впадина, оскільки цей елемент не відображено в наборі точок, що суттєво утруднювало б методику без нагальної необхідності використання в наступному переході до сліду колодки.

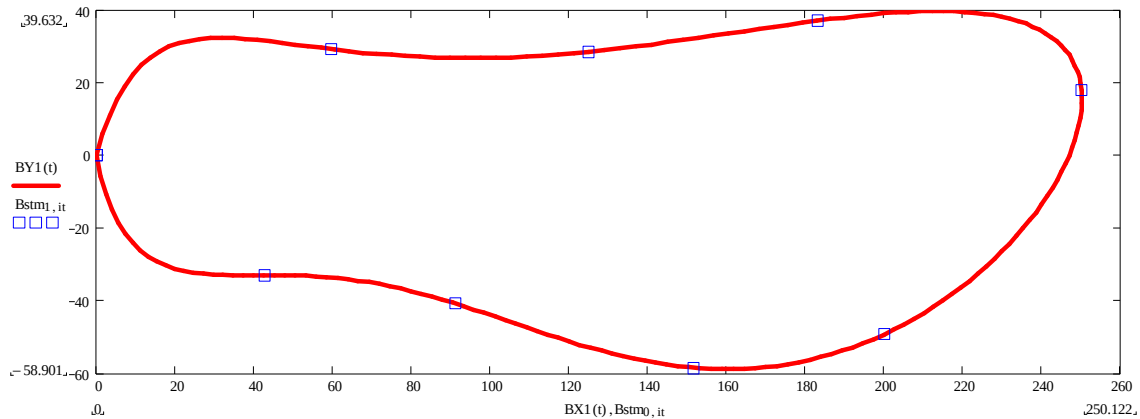


Рис. 5. Застосування методу отримання замкнутого абрису з регулюванням замикання (абрис описаний однією кривою)

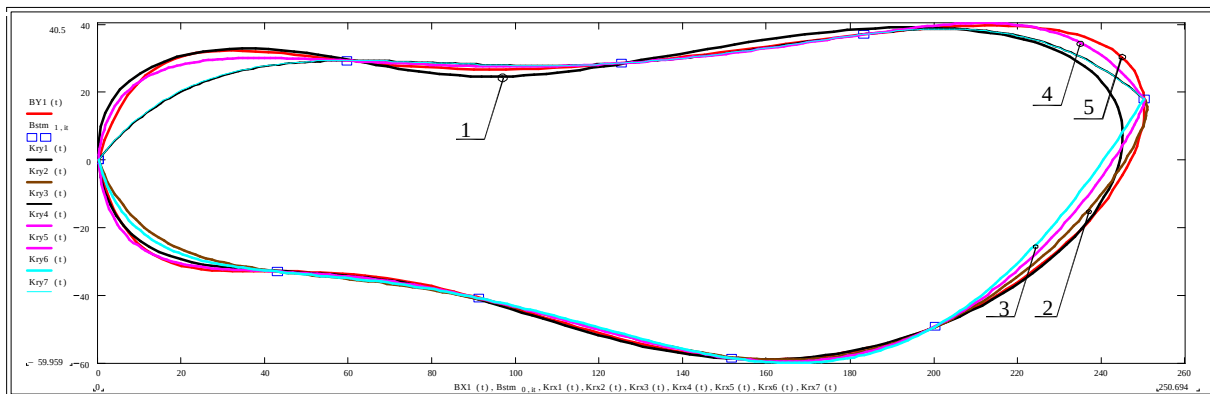


Рис. 6. Порівняння ідентифікації абрису сліду стопи наступними методами: 1 – пропорційного ділення (одна крива), 2 – дотична, 3 – бісектриса, 4 – пропорційного ділення (дві криві), 5 – з регулюванням замикання.

Таблиця 1

Значення відношень координат керуючих точок до довжини стопи для чоловічої статеві-вікової групи (по осі X)

Довжина стопи, мм	Розмірна характеристика стопи:							
	зовнішня щиколотка	відросток п'ятої фаланги	зовнішній пучок	кінець мізинця	довжина стопи	внутрішній пучок	згин стопи	внутрішня щиколотка
245	0,093	0,606	0,506	0,71	2,031	0,805	0,56	0,138
250	0,094	0,605	0,506	0,712	2,026	0,808	0,56	0,138
255	0,094	0,605	0,506	0,713	2,022	0,811	0,56	0,138
260	0,094	0,605	0,507	0,714	2,018	0,814	0,56	0,138
265	0,095	0,604	0,507	0,715	2,014	0,817	0,56	0,138
270	0,095	0,604	0,507	0,716	2,011	0,82	0,56	0,138
275	0,095	0,604	0,507	0,717	2,007	0,824	0,56	0,138
280	0,096	0,603	0,507	0,718	2,004	0,827	0,56	0,138
285	0,096	0,603	0,507	0,719	2,00	0,83	0,56	0,137
290	0,096	0,603	0,507	0,719	1,997	0,833	0,56	0,137
295	0,096	0,603	0,508	0,719	1,994	0,836	0,56	0,137
300	0,096	0,602	0,508	0,721	1,991	0,84	0,56	0,137
305	0,097	0,602	0,508	0,721	1,988	0,843	0,561	0,137

Співставлення описаних вище методів застосованих для опису конфігурації абрисів стопи наведено на рисунку 6. Як слідує, найбільш точно крива проходить через всі характерні анатомічні точки з

використанням методу отримання замкнутого абрису з регулюванням замикання (абрис описаний однією кривою). З цієї причини цей метод в подальшому буде основоположним для відображення замкнутих контурів. Для не замкнутих (кривої п'яткового контуру, кривої гребеня та кривої стику) можливе застосування будь-якого з методів наведених вище [14].

Використовуючи метод отримання замкнутого абрису з регулюванням замикання встановлено, що координати керуючих точок зв'язані з довжиною стопи лінійною залежністю. Коефіцієнти лінійних залежностей координат керуючих точок від довжини стопи наведені в таблицях 1 та 2.

Статистично дані коефіцієнти відхиляються від середніх з похибкою не більше 5 %.

Таблиця 2

**Значення відношень координат керуючих точок до довжини стопи
для чоловічої статеві-вікової групи (по осі Y)**

Довжина стопи, мм	Розмірна характеристика стопи:							
	зовнішня щиколотка	відросток п'ятої фаланги	зовнішній пучок	кінець мізинця	довжина стопи	внутрішній пучок	згин стопи	внутрішня щиколотка
245	-0,551	0,868	-1,516	-0,082	0,277	1,047	-0,839	0,562
250	-0,55	0,866	-1,514	-0,083	0,274	1,05	-0,84	0,562
255	-0,55	0,865	-1,511	-0,084	0,272	1,053	-0,841	0,563
260	-0,549	0,863	-1,509	-0,085	0,269	1,056	-0,842	0,563
265	-0,549	0,862	-1,507	-0,086	0,267	1,058	-0,843	0,563
270	-0,549	0,86	-1,505	-0,086	0,265	1,061	-0,844	0,563
275	-0,548	0,859	-1,503	-0,087	0,262	1,064	-0,845	0,563
280	-0,548	0,858	-1,501	-0,088	0,26	1,066	-0,846	0,563
285	-0,547	0,857	-1,499	-0,088	0,258	1,069	-0,847	0,564
290	-0,547	0,855	-1,498	-0,089	0,256	1,071	-0,848	0,564
295	-0,547	0,854	-1,496	-0,089	0,253	1,074	-0,849	0,564
300	-0,547	0,854	-1,495	-0,089	0,251	1,076	-0,85	0,564
305	-0,547	0,853	-1,494	-0,089	0,249	1,078	-0,851	0,564

Для жіночої стопи коефіцієнти відношень практично не відрізняються, статистичні показники при цьому знаходяться в межах 0,04-0,2 %, що свідчить про прийнятність методики.

Таблиця 3

Значення відношень координат керуючих точок до довжини для жіночої стопи

Довжина стопи	Розмірна характеристика стопи:							
	зовнішня щиколотка	відросток п'ятої фаланги	зовнішній пучок	кінець мізинця	довжина стопи	внутрішній пучок	згин стопи	внутрішня щиколотка
по осі X								
від 210 до 275 мм	0,114	0,61	0,498	0,73	2,013	0,807	0,541	0,196
по осі Y								
від 210 до 275 мм	-0,624	0,961	-1,571	-0,116	0,296	1,112	-0,936	0,613

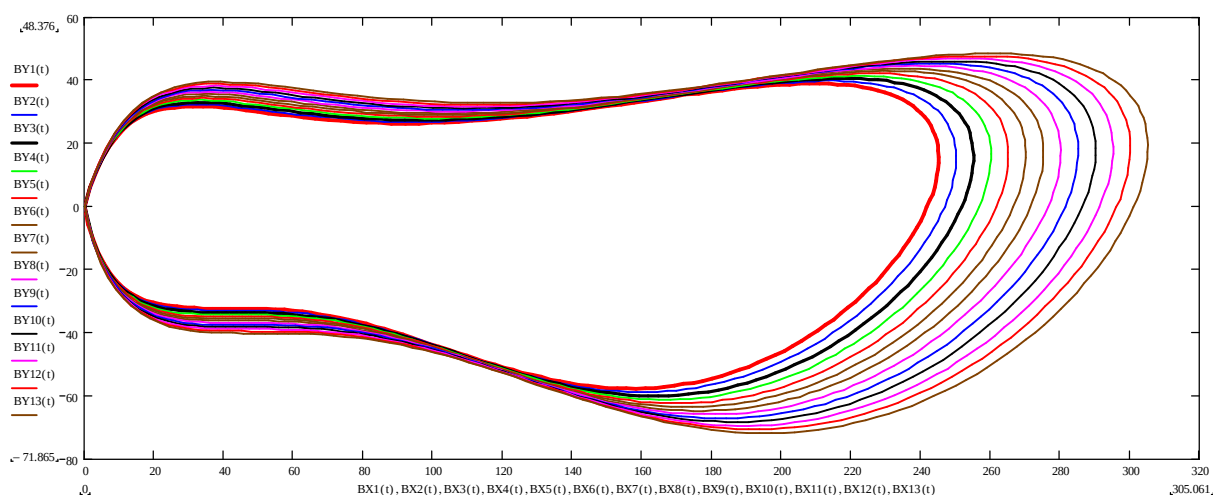


Рис. 7. Співставлення кривих абрисів для довжини стопи від 245 до 305 мм для чоловічої статеві-вікової групи

На основі отриманих лінійних залежностей побудована аналітична модель горизонтальної проекції сліду стопи. На рис. 7 показаний приклад для різних довжин стопи (від 245 до 305 мм) для чоловічої статеві-вікової групи.

Висновки: Наведені вище результати свідчать про наявність простого зв'язку між факторами, які використовуються для побудови абрисів, і довжиною стопи. Це відкриває шлях для формування аналітичної моделі опису та проектування всіх абрисів, з використанням яких можлива побудова взуттєвої колодки для довільного фасону взуття. Подальші дослідження потрібно проводити в напрямку пошуку аналогічних методик побудови абрисів колодки, знаходження аналітичних зв'язків між ними та розгортками колодки. Розроблена анатомо-морфо-функціональна методика опису абрисів сліду стопи, підґрунтя якої становить аналітична модель сплайнових кривих. Дана модель придатна для ефективного врахування її в процесі проектування взуття і сприяє забезпеченню високої якості і оперативності впровадження нового асортименту.

Література

1. Надопта Т. А. Анатомо-морфо-функціональне обґрунтування раціональної конструкції верху взуття з низьким каблук / Т.А. Надопта // Вісник Хмельницького національного університету. – 2010. – № 1. – С. С.283-286.
2. Бегняк В. І. Основи конструювання і проектування виробів із шкіри: [навч. посібник]. / В.І. Бегняк – Хмельницький, 2002. – 260 с.
3. Проблема новых методов проектирования обуви и кожгалантерейных изделий / Татаров С.В., Тулупов О.К., Попова А.Ю., Жукова Л.Т // С. 152-155.
4. Фукин В.А. Автоматизация проектирования деталей верха обуви / В.А. Фукин // Кожевенно-обувная промышленность. – 1988. – № 2. – С. 33-35.
5. Пономарева И.В. Анализ функциональных возможностей САПР обуви и кожгалантерейных изделий / И.В. Пономарева, И.И. Мруз // Вісник КНУТД. – 2007. – № 3. – С. 131-134.
6. Надопта Т.А. Досвід автоматизації процесів обміру стопи та проектування деталей взуття / Т.А. Надопта // Вісник Хмельницького національного університету. – 2009. – № 5. – С. 68-73.
7. Рябець О. І. Традиційне й автоматизоване проектування взуття / О.І. Рябець, О.В. Піляєв // Вісник КНУТД. – 2003. – № 2. – С. 145-148.
8. Храмова Н.С. Разработка технологического процесса проектирования и формирования текстильной обуви в AutoCAD: дис. ...канд. техн. наук: 05.19.06 / Храмова Наталья Станиславовна. – К., 2000. – 146 с.
9. Цимбалюк В.М. Автоматизація проектування типових конструкцій взуття копіювально-графічним методом / В.П. Цимбалюк, А.В. Гурницький // Вісник ХНУ. – 2007. – № 6, Т. 2. – С. 121-125.
10. Надопта Т. А. Теоретичні положення ідентифікації кривих абрисів / Т.А. Надопта // Вісник Хмельницького національного університету. – 2009. – № 1, т. 2. – С. 268-272.
11. Надопта Т. А. Застосування кривих Безье в аналітичній моделі проектування деталей верху взуття // Вісник Хмельницького національного університету. – 2008, № 5. – С. 130-133.
12. Надопта Т. А. Моделювання профільних абрисів прототипу взуття з використанням кривих Безье // Вісник Хмельницького національного університету. – 2008. – № 6. – С. 222-226
13. Надопта Т. А. Розмірні характеристики стопи // Т.А. Надопта // Вісник Хмельницького національного університету. – 2008. – № 1. – С. 102-106.
14. Надопта Т. А. Практичне застосування методів ідентифікації кривих абрисів / Т.А. Надопта // Вісник Хмельницького національного університету. – 2009. – № 3. – С. 164-171.

Надійшла 9.5.2010 р.

УДК 677.027.254

Н.М. ХНИКІНА., М.Л. КУЛІГІН
Херсонський національний технічний університет

ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ПРОЦЕСУ МЕРСЕРИЗАЦІЇ СУРОВИХ ТКАНИН

В статті розглянуті способи попередньої обробки сирових тканин «термотекс», наведена оцінка ступеня мерсеризації по баритовому числу та показника капілярності.

The article deals with ways to pre-treatment severe tissues "termoteks", provides an assessment of the degree of mercerisation by burrito number and rate of capillarity.

Ключові слова: тканини, мерсеризація, інтенсифікація процесу.

За останні роки можна виділити два основних напрями вдосконалення технології мерсеризації:

- інтенсифікація окремих її стадій за допомогою фізико-хімічних методів;
- об'єднання мерсеризації з іншими процесами опоряджувального виробництва.