

УДК 685.34

РОЗРОБКА МЕТОДУ ПРОЕКТУВАННЯ ФОРМИ КОЛОДКИ ДЛЯ МОДЕЛЬНОГО ВЗУТТЯ НА ОСНОВІ ІНДИВІДУАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ СТОПИ

Чертенко Л. П., Марфійчук М. М.

Київський національний університет технологій та дизайну

Мета. Розробка методу проектування форми колодки для модельного взуття на основі індивідуальних параметрів стопи з використанням 3D-моделювання в середовищі графічних спеціалізованих САПР.

Методика. Методи розрахунку параметрів колодки базуються на результатах графо-аналітичних досліджень формо-розмірів стопи. Методи розробки складної форми колодки в середовищі САПР спираються на функції просторового 3D моделювання.

Результати. Розроблено та виготовлено форму модельної взуттєвої колодки за результатами безконтактних антропометричних досліджень стопи в середовищі спеціалізованих графічних взуттєвих САПР.

Наукова новизна. Вперше розроблено спосіб проектування форми колодки для модельного ексклюзивного взуття на основі індивідуальних параметрів із залученням прогресивних графічних САПР та високотехнологічного обладнання.

Практична значимість. Запропонований в роботі метод може бути впроваджений на колодочному або взуттєвому виробництві для розробки актуальних та раціональних форм колодок для модельного взуття.

Ключові слова: просторове моделювання, взуттєва колодка, модельне взуття, антропометричні параметри, плантограма, верстат з ЧПК

Використання 3D-моделювання в середовищі графічних спеціалізованих САПР – це невід’ємний елемент сучасного формату конструкторської підготовки взуттєвого виробництва та ефективний спосіб досягти високих результатів процесу. Для моделювання форми взуття використовують спеціалізовані 3D-програми з широким діапазоном функцій реалістичного відображення просторової форми взуття та його елементів. Зокрема, програмний комплекс Crispin ShoeMaker містить весь необхідний функціонал для розробки деталей верху та низу, оздоблення та декорування моделі, дає можливість підбору матеріалів верху, форми низу, фурнітури та різних видів оздоблення. Особливо актуальним є використання сучасних 3D САПР систем при проектуванні та виготовленні взуття за індивідуальним замовленням, оскільки сприяє прискоренню виконання численних громіздких креслярських робіт та інформаційній спадкоємності різних етапів процесу [1].

Постановка завдання

Основою для моделювання взуття слугує форма колодки, вихідною інформацією для проектування якої є антропометричні параметри стопи [2]. Для отримання інформації про поверхні стопи та колодки використовуються спеціальні пристрої – 3D-сканери, що дозволяють в безконтактному режимі отримати цифрову копію поверхні стопи людини, поверхні взуттєвої колодки, а також плантограму стопи та основні її розмірні дані (рис. 1).

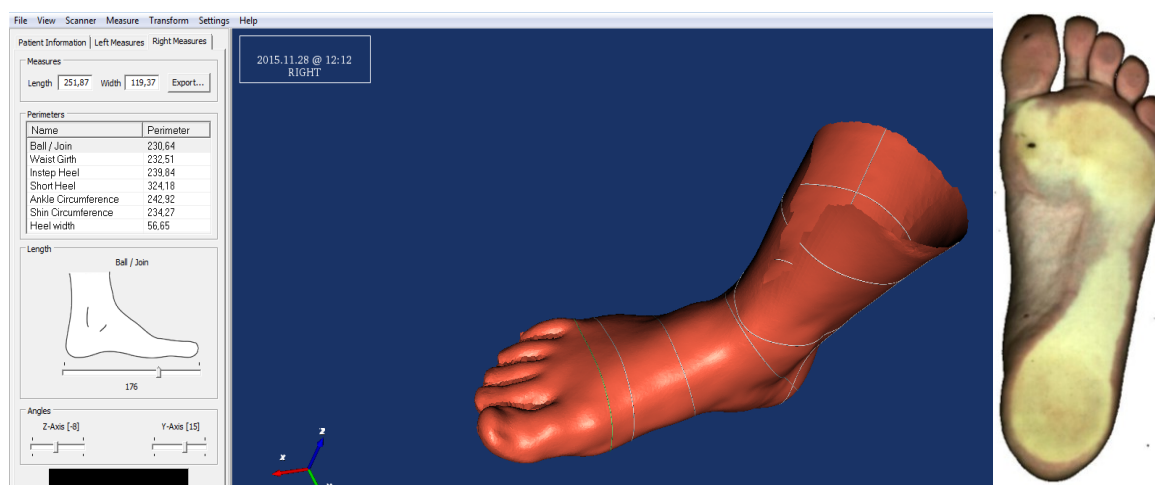


Рис. 1. Отримання вихідної інформації для проектування колодки

Особливою групою колодок, що висувають багато вимог до форми, особливостей дизайну та співвідношення параметрів є колодки за індивідуальними параметрами для модельного ексклюзивного взуття.

Колодка для модельного вишуканого взуття має особливу, виразну пластику, відповідає останнім тенденціям моди та відповідає тільки основним параметрам стопи – довжина, обхват в пучковій ділянці тощо. При проектуванні такої колодки користувалися тими ж правилами, якими модельєр-колодочник керується при ручному моделюванні форми – співвідношення сліду колодки та плантограми стопи, співвідношення обхватів стопи та колодки в найбільш важливих антропометричних ділянках, загалом форма стопи та колодки дуже відмінні. За основу при проектуванні, згідно принципам застосування методу зворотнього інжинірингу, слід брати скановану форму колодки, яка відповідає певним естетичним вимогам, має схожий фасон тощо [3-4]. Фасон колодки обирається замовником згідно ескізу або фотографіям. Ця складна форма має бути реалізована максимально схожою на першоджерело, але з урахуванням антропометричних параметрів, особливостей будови стопи та побажань замовника.

Результати досліджень

При проектуванні колодки для висококаблучного взуття виникає ряд складностей, пов'язаних з неможливістю адекватного переходу від параметрів сканованої стопи до параметрів колодки. Задачу проектування можна реалізувати при скануванні стопи у відповідному колодці положенні, піднявши п'яткову частину на потрібну висоту. Якщо для побудови сліду низькокаблучного взуття ми спираємось безпосередньо на параметри плантограми, то для висококаблучної колодки задача ускладнюється. Залучений для дослідження сканер InFoot 3D не дозволяє отримати плантограму стопи при підйомі п'яткової частини, а лише фото її проекції (рис. 2).



Рис. 2. Проекція стопи при підйомі п'яткової частини

Тож, оцінити загальну форму плантарної поверхні стопи при підйомі на каблук в такому випадку важко, але можна оцінити зміни у формі та параметрах носково-пучкової частини порівняно з стопою на горизонтальній поверхні. З фотоплантограми видно, що при підйомі на каблук навантаження переміщується на носково-пучкову частину, на пальці, при цьому дещо видовжується носково-пучкова ділянка за рахунок просідання в плесно-фалангових склепіннях та за рахунок розтягнення м'яких тканин пучкової частини нижньої поверхні стопи. Ділянка ж п'ятки навпаки помітно звужується та зменшує свій розмір, бо вага тіла розподілилася нерівномірно. Тож, і контур сліду висококаблучного взуття помітно змінюється (рис 3).



Рис. 3. Зміна контуру проекції стопи при підйомі на високий каблук

Для того, щоб оцінити загальний контур плантограми стопи при підйомі на каблук використовували її 3D-копію, яку далі обробляли в середовищі PowerShape. Провівши плавну криву вздовж нижньої поверхні стопи на відстані від неї 1-1.5 мм, далі створюємо поверхню витягування на основі цієї кривої. Ця поверхня перетинає копію стопи так, що контур перетину двох поверхонь буде відображати контур відбитка стопи (рис. 4, а), а габаритні точки стопи, спроектовані на побудовану поверхню, будуть відображати контур стопи (рис. 4, б):

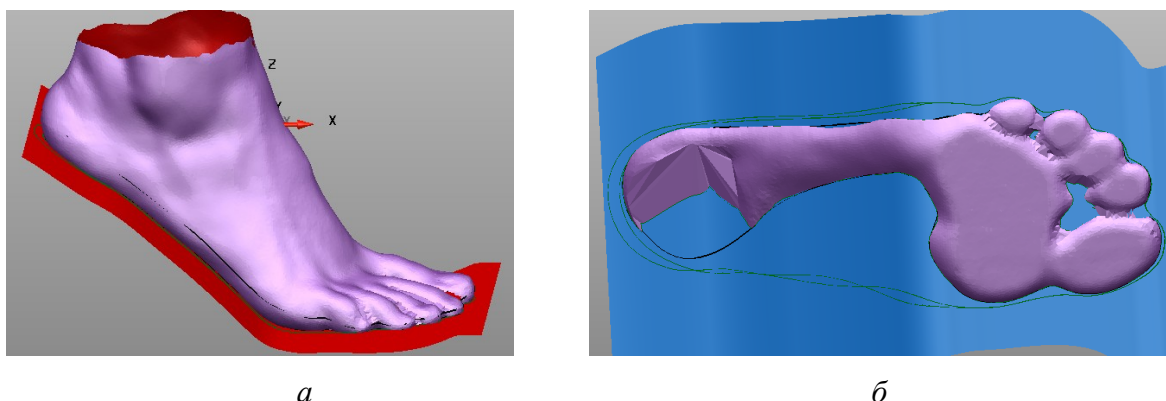


Рис. 4. Відтворення контура стопи при підйомі на каблук в середовищі PowerShape

Ці контури далі використовували для відтворення плантограми стопи при підйомі на каблук. При порівнянні отримали наступне (рис. 5):

З ілюстрації видно, що при підйомі на каблук контур стопи видовжується на 3-4 мм, що узгоджується з результатами досліджень, що проводилися на каф. КТВШ в 2001-2002 роках. Відбиток також змінює свої параметри: зовнішній пучок припіднімається, навантаження на нього зменшується, його ширина дещо звужується. Натомість, внутрішній пучок більше навантажується, перший палець видовжується.

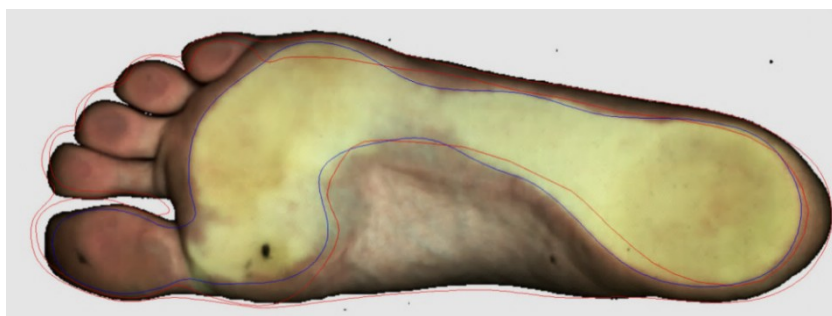


Рис. 5. Порівняння плантограми стопи та відтвореного контуру стопи при підйомі на каблук

Загальна ширина в пучках при побудові сліду може бути зменшена до 2 мм, ширина п'ятки також звужується до 1 мм, оскільки навантаження на п'ятку зменшується.

Навантаження на геленкову частину оцінити важко, адже форма стопи сканувалася без додаткової опори в цій ділянці, однак чималий досвід вітчизняних та зарубіжних модельєрів та дослідників пропонує геленкову частину звужувати при збільшенні висоти каблука, що не зменшує зручність взуття, але надає йому вишуканості і довершеності форми.

Таким чином, отримані результати покладено в основу проектування контуру сліду колодки актуальної форми для різної висоти каблука (рис. 6).

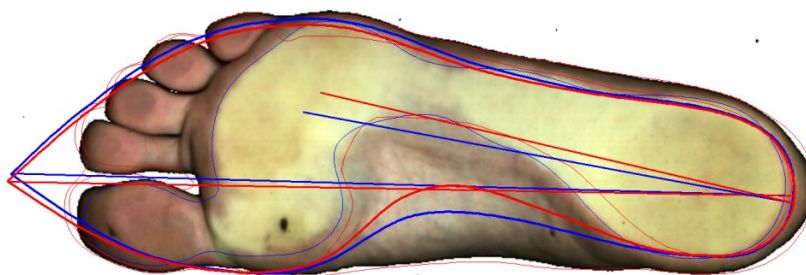


Рис. 6. Контур сліду колодки для модельного низькокаблучного та висококаблучного взуття

На рисунку 6 синім контуром позначено низькокаблучне взуття, червоним – висококаблучне.

Як бачимо, при збільшенні висоти каблука:

- ширина пучків зменшується до 2 мм;
- ширина геленкової частини зменшується до 10 мм;
- носкова частина приводиться всередину до 2 мм;
- кут між віссю сліду та віссю симетрії п'ятки збільшується на 2-3 градуси.

При розрахунку параметрів колодки враховували антропометричні параметри, вимоги біомеханіки, фізіології та дизайну [5]. Основні параметри стопи та колодки представлені в табл. 1.

Підібравши з бази колодок зразок підходящої форми, модифікуємо її за допомогою таких функцій режиму «Изменение» програмного комплексу LastMaker, як «Расширенные настройки», «Профили», «Изменить верх сечения». А носкова частина

проектується з урахуванням вимог естетики та дизайну згідно останніх тенденцій моди для модельного елегантного взуття [6].

Далі параметри колодки модифікуються у відповідності з параметрами стопи функціями режиму Изменение при активному режимі співставленні форми колодки з формою стопи.

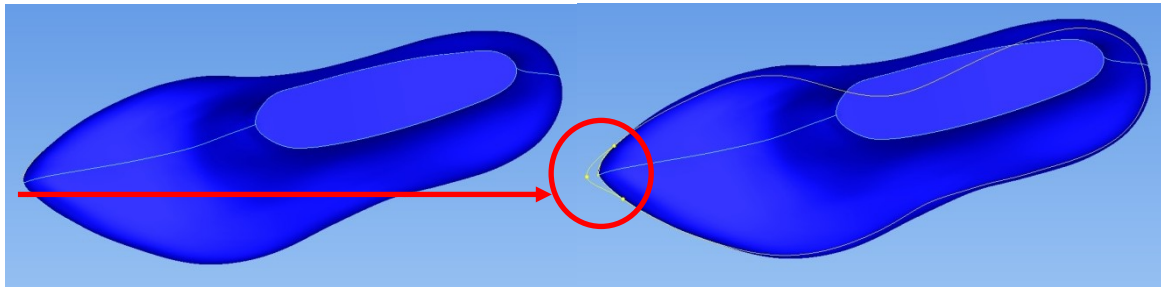


Рис. 7. Проектування носкової частини в комплексі LastMaker

Таблиця 1

Співставлення параметрів стопи замовника та колодки, яка проектується

Параметр		Стопа	Колодка
		мм	мм
1	Д1- Довжина	248	268
2	Д2 – Довжина до кінця 5 пальця	199	199
3	Д3 – Довжина до внутрішнього пучка	180	179
4	Д5 – Довжина до зовнішнього пучка	154	155
5	Д6 – Довжина до середини п'ятки	47.5	47
6	Ш пуч.к – ширина пучків (контур)	91	85
7	Ш пуч.отп – ширина пучків по відбитку	85	81
8	Д7 – Довжина до початку відбитку	9	8
9	Ш пят.к – ширина п'ятки (контур)	62	58
10	Ш пят.отп – ширина п'ятки (відбиток)	52	54
11	О1 – обхват по внутрішньому пучку	226	219
12	О2 – обхват по середині пучків	228	219
13	О3 – обхват по середині стопи (опора)	228	232
14	О4 – через згин та п'ятку	315	320
15	В1 – висота I пальця	18	19

16	B2 – висота внутрішнього пучка	28	28
17	B3 – висота своду	21	15
18	B4 – висота точки згину	75	77

Для більш правильного проектування контуру сліду спочатку проектували його в плоскому вигляді на основі плантограми стопи. При цьому використовували результати проведених експериментальних досліджень щодо раціональних параметрів сліду колодки для модельного жіночого взуття (див. рис. 6).

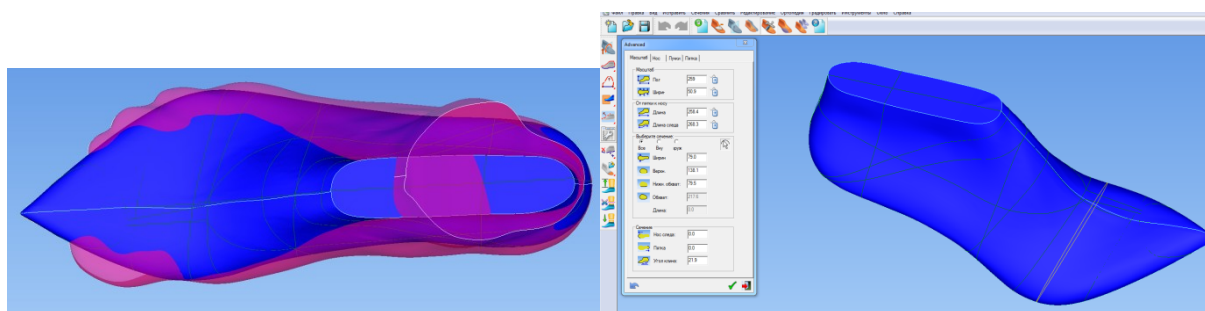


Рис. 8. Процес редагування параметрів колодки

Спроекований контур сліду конвертуємо в полілінію, проводимо центральну вісь та об'єднуємо контури в Блок (Make Block) в середовищі AutoCAD. Зберігаємо файл в .DXF форматі. І цей шаблон використовуватиметься для адаптації форми колодки під задану форму сліду (рис. 9).

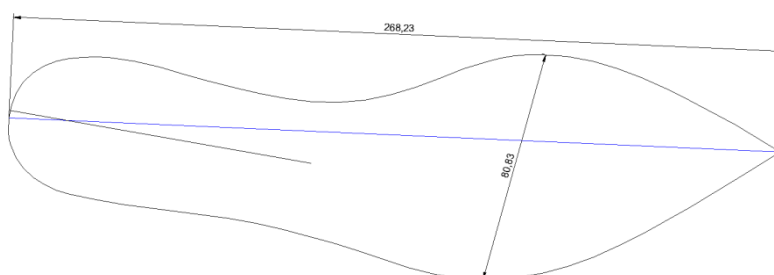


Рис. 9. Створення шаблону сліду колодки в середовищі AutoCAD

Для модифікації форми колодки у відповідності з спроекованим контуром сліду використовуватимемо функцію Изменить по шаблону следа (рис. 10).

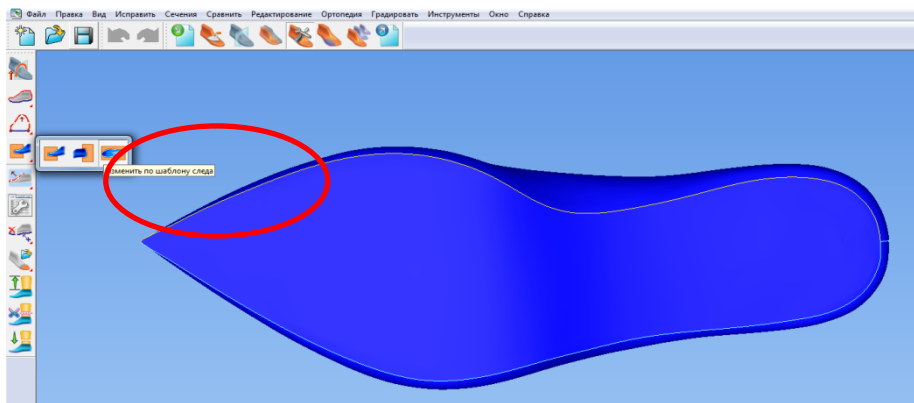


Рис. 10. Застосування функції змінити по шаблону сліду

Після адаптації форми колодки до спроектованого контуру сліду додатково перевіряємо основні розмірні параметри та контролюємо плавність форми. За необхідності використовуємо функції згладжування режиму Исправление.

Далі спроектована форма експортується в формат .stl та передається в програмний комплекс PowerMill для підготовки керуючих програм для верстату з ЧПК, який використовується для фрезерування даної колодки із підходящої пластикової або дерев'яної болванки в автоматизованому режимі (рис. 11).

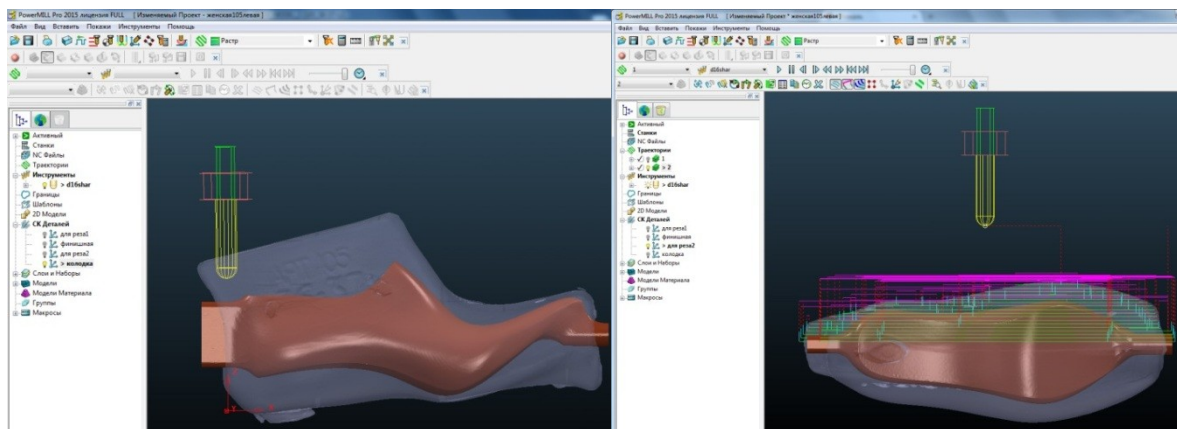


Рис. 11. Підготовка віртуальної моделі до виготовлення на верстаті з ЧПК

Таким чином, розроблену форму колодки, яка виготовлялася на спеціалізованому обладнанні фірми JB-Plast з використанням сучасного верстату з ЧПК, можна побачити на рис. 12.



Рис. 12. Колодка, виготовлена на спеціалізованому обладнанні з ЧПК

Висновки

Використання 3D-моделювання в середовищі графічних спеціалізованих САПР – ефективний метод досягнути високого рівня в процесі проектування форми колодки та взуття. Для отримання інформації про поверхні стопи та колодки використовуються прогресивні спеціальні пристрої – 3D-сканери, що дозволяють отримати цифрову копію поверхні стопи людини, поверхні взуттєвої колодки, а також плантограму стопи та основні її розмірні дані.

При проектуванні колодки користувалися тими ж правилами, якими модельєр-колодочник керується при ручному моделюванні форми - співвідношення сліду колодки та плантограми стопи, співвідношення обхватів стопи та колодки в найбільш важливих антропометричних ділянках.

На основі індивідуальних параметрів стопи було розроблено форму колодки для модельного ексклюзивного висококаблучного взуття, яка далі фрезерувалася в матеріалі на спеціалізованому обладнанні фірми JB-Plast з використанням сучасного верстату з ЧПК.

Список використаних джерел

1. Амосов Е.К. Новая методика создания эксклюзивной обуви // Вестник молодых ученых Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна, № 1. – С-Пб, 2015. – С. 13-18.
2. Shuping Xiong, Jianhui Zhao, Zuhua Jiang A computer-aided design system for foot-feature-based shoe last customization // International journal of advanced manufacturing technology, January 2009. – С. 11-19.

References

1. Amosov, E.K. (2015). *Novaia metodika sozdania ekskliuzivnoi obuvi* [New methodology of creation of exclusive shoe] *Vestnik molodykh ucionykh Sankt-Peterburgskogo gos. un-ta tekhnologii i dizajna – Bulletin of the young scientists of Saint Petersburg state university technology and design*, no 1. P. 13-18. [in Russian].
2. Shuping Xiong, Jianhui Zhao, Zuhua Jiang. (2009). [A computer-aided design system for foot-feature-based shoe last

3. X. MA, A. Luximon Design and manufacture of shoe lasts // International journal of advanced manufacturing technology, September 2013. – С. 177-196.
4. Ильюшин С. В. Перспективы использования технологии быстрого прототипирования в обувной промышленности / С. В. Ильюшин // Кожевенно-обувная промышленность. 2013, – № 1. – С. 28-29.
5. Фукин В. А., Буй В. Х. Развитие теории и методологии проектирования внутренней формы обуви. – М. : Изд. Московский Государственный университет дизайна и технологии, 2006. – 214 с.
6. Проектування колодок та прес-форм: Методичні вказівки до виконання практичних та самостійних робіт в середовищі Delcam Crispin / Упорядник: Чертенко Л. П. – К.: КНУТД, 2014. – 60 с.
3. MA X., Luximon A. (2013). [Design and manufacture of shoe lasts] International journal of advanced manufacturing technology, September. P. 177-196.
4. Yl'yushyn, S.V. (2013). *Perspektyvy of yspol'zovanyya tekhnolohyy bystroho prototypirovaniya v obuvnoy promyshlennosty*. [Prospect of the use of technology of rapid prototyping in shoe industry]. *Kozhevenno-obuvnaya promyshlennost' – Leather and footwear industry*, no. 1. P. 28-29. [in Russian].
5. Fukyn, V.A., Buy, V. (2015). Razvytye teoryy y metodolohyy proektyrovaniya vnutrenney formy obuvy. Moskov, 410 p. [in Ukrainian].
6. Chertenko, L. P. (2014). Proektuvannya kolodok ta pres-form: Metodychni vkazivky do vykonannya praktychnykh ta samostiynykh robit v seredovyshchi Delcam Crispin. Kyiv: KNUTD. 60 p. [in Ukrainian].

Разработка метода проектирования формы колодки для модельной обуви на основе индивидуальных параметров стопы.

Чертенко Л. П., Марфійчук М. М.

Киевский национальный университет технологий и дизайна

Цель. Разработка метода проектирования формы колодки для модельной обуви на основе индивидуальных параметров стопы с использованием 3D-моделирования в среде графических специализированных САПР.

Методика. Методы расчета параметров колодки базируются на результатах графо-аналитических исследований формо-размеров стопы. Методы разработки сложной формы колодки в среде САПР опираются на функции пространственного 3D моделирования.

Результаты. Разработана и изготовлена форма модельной обувной колодки по результатам бесконтактных антропометрических исследований стопы в среде специализированных графических обувных САПР.

Научная новизна. Впервые разработан способ проектирования формы колодки для модельной эксклюзивной обуви на основе индивидуальных параметров с привлечением прогрессивных графических САПР и высокотехнологичного оборудования.

Практическая значимость. Предложенный в работе метод может быть внедрен на колодочном или обувном производстве для разработки актуальных и рациональных форм колодок для модельной обуви.

Ключевые слова: пространственное моделирование, обувная колодка, модельная обувь, антропометрические параметры, плантограмма, станок с ЧПУ

Development of a method for designing forms of lasts for fancy shoes based on custom parameters of footstep.

Chertenko Liliia, Marfiichuk Maryna

Kyiv National University of technology and design

Purpose. Development of a method for designing mold pads for model shoes based on individual foot parameters using 3D modeling in a graphical specialized CAD environment.

Methodology. Methods for calculating the parameters of last are based on graph-analytic studies form the size of the foot step. The methods of making complex shapes last among CAD tool based on spatial 3D modeling.

Findings. Developed and manufactured in the form of a model shoe last on the results of anthropometric studies contactless foot step among specialized graphic CAD shoe.

Originality. For the first time considered method of designing shoes for model exclusive footwear based on individual parameters with the use of progressive graphic CAD and high-tech equipment.

Practical value. The suggested method can be implemented on last production or shoe industry to develop relevant and rational forms of lasts for fancy shoes.

Keywords: spatial modeling, shoes last, fancy shoes, anthropometric parameters plantogram, CNC machine