

УДК 685.31

ПАВЛІК М.В., ЧЕРТЕНКО Л.П., КЕРНЕСІ В.П.,
ГАРКАВЕНКО С.С.

Київський національний університет технологій та дизайну

**РОЗРОБКА ПРОСТОРОВОГО ДИЗАЙНУ ДИТЯЧОГО
ВЗУТТЯ
НА ОСНОВІ РАЦІОНАЛЬНИХ КОЛОДОК
В СЕРЕДОВИЩІ DELCAM CRISPIN**

***Мета.** Розробка асортименту дитячого взуття з урахуванням споживчих вимог на основі раціональних колодок для дівчат та хлопчиків 6-7 років в середовищі сучасних графічних САПР взуття.*

***Методика.** Методи досліджень базуються на методиках антропометричних вимірювань стопи, способах проектування форми та конструкцій взуття на основі параметрів стопи з використанням аналітичних досліджень існуючих способів проектування взуттєвої колодки.*

***Результати.** Розроблено методику проектування дитячої колодки та конструктивної основи верху взуття в середовищі сучасних САПР взуття на основі антропометричних параметрів стоп дітей 6-7 років; розроблено актуальний асортимент взуття для дівчат та хлопчиків з урахуванням антропометричних та естетичних вимог.*

***Наукова новизна.** Розроблено методику проектування раціональної колодки на основі антропометричних параметрів стопи та на основі прототипу без 3-d сканера в середовищі спеціалізованих САПР взуття.*

***Практична значимість.** Запропонована методика проектування колодок в середовищі САПР взуття придатна для реалізації її в умовах вітчизняних підприємств з метою отримання нових форм колодок, які відповідають антропометричним та іншим актуальним вимогам, та сприяють підвищенню рівня якості взуття, що виготовляється.*

***Ключові слова:** колодка, антропометричні параметри, прототип, сітка ОДМО, УРК, САПР.*

Вступ. Виробництво дитячого взуття являє собою досить складний багатоетапний процес, в якому задіяні різні елементи оснащення, деталі та комплектуючі. Процес їх проектування пов'язаний з певними труднощами, викликаними різною геометрією цих елементів і особливостями їх виготовлення. Сучасний рівень розвитку взуттєвого виробництва передбачає широке застосування систем автоматизованого проектування (САПР) на всіх етапах проектування як взуттєвих конструкцій, так і комплектуючих та устаткування. Програмний комплекс Crispin компанії Delcam дозволяє вирішувати завдання по розробці дизайну, технології, декорування та виготовлення всіх типів взуття, проектування колодок, підшов, каблуків та інших комплектуючих [1]. Максимальна ефективність впровадження програмного комплексу Delcam Crispin досягається тоді, коли програмне забезпечення доповнено відповідним прогресивним обладнанням. Однак у сучасних умовах жорсткої кризи і спадаючої економіки в Україні далеко не всі підприємства можуть дозволити собі повний комплект обладнання та програмного забезпечення. Оптимальним рішенням може бути використання окремих програмних модулів Delcam Crispin та мінімального набору доступного устаткування. Так, найбільш популярними є модулі LastMaker для проектування взуттєвої колодки, ShoeMaker для просторового моделювання взуття на поверхні колодки, Engineer для двохмірного

проектування та градирування ґрунд-моделі взуття, в комплекті з розкрійним столом або плоттером [2].

Постановка завдання. Одним з основних показників якості дитячого взуття є його зручність, яка найбільшою мірою залежить від правильного проектування взуттєвої колодки [3]. Неправильно сконструйоване взуття, що виготовляється на нераціональних колодках, основна причина розвитку патологій стоп [4], особливо небезпечним це явище є для дітей, оскільки їхні стопи знаходяться в стадії розвитку та дуже вразливі до дії негативних факторів. Незважаючи на масу форм і фасонів колодок, вироблених вітчизняними та зарубіжними підприємствами, існує серйозна проблема відповідності форми виробу і параметрів стопи дитячих груп населення. В умовах українських підприємств слушним є рішення проектування власних раціональних колодок на основі обґрунтованих параметрів. Вирішити це завдання можливо шляхом проведення масових обмірів стоп всіх дитячих статево-вікових груп і розробкою розмірної типології стоп.

Масові антропометричні дослідження стоп дітей 6-7 років, проведені кафедрою КТВШ Київського національного університету технологій та дизайну в 2010 році [5] (Рис.1), дали вичерпну інформацію про розміри та морфологію стоп дітей та дозволили сформуванати базу даних для проектування взуттєвих колодок. Дослідження показали, що середньоарифметичне значення довжини стоп хлопчиків досліджуваної групи складає 198,8 мм, а у дівчаток 196,4 мм. Для проведення широкої програми антропометричних досліджень та отримання більш повної інформації по форморозмірах стоп дітей дошкільного віку було відібрано 30 хлопчиків і 30 дівчаток з вказаною середньою довжиною стопи $\pm 2,5$ мм.

Всього в процесі широкої програми антропометричних досліджень обміряли 8 довжинних параметрів, 10 широтних параметрів, 5 висотних і 4 обхватних параметра.



Рис. 1. Вимірювання дитячих стоп контактним методом

Результати дослідження. Порівняльний аналіз отриманих антропометричних даних з параметрами колодок, регламентованих існуючими нормативно-технічними документами, показали суттєві відмінності по довжинним та обхватним параметрам. Це говорить про необхідність розробки нових фасонів колодок для дітей віком 6-7 років, які успішно могли б застосовуватися для виробництва комфортного вітчизняного дитячого взуття.

Взуттєва колодка представляє собою досить складне тривимірне тіло, яке суттєво відрізняється по формі від стопи. Досить велику складність представляють собою параметри переходу від формо-розмірів стопи до колодки, що враховують особливості функціонування

стопи, припустиме стискання стопи матеріалами взуття, відносно розтягнення матеріалів під час носіння та ін. [6]. При проектуванні взуттєвих колодок, орієнтованих на масове взуттєве виробництво, необхідно враховувати цілий ряд особливостей та вимог, пропонованих до дитячого взуття [7], а саме:

- Обхват колодки в пучках повинен бути на 3-4 мм більше відповідного обхвату стопи;
- Обхват по середині стопи повинен бути на 5-6 мм більше обхвату стопи;
- Точка косоного підйому зміщується в порівнянні з дорослими статтево-віковими групами вперед: вершина косоного підйому в колодці знаходиться на відстані $0.59D_{ст}$ від найбільш випуклої точки п'яти;
- Обхват косоного підйому більше відповідного обхвату стопи на 8-10 мм;
- При розрахунку довжини сліду колодки до реальної довжині стопи слід додавати 5 мм на піврічний приріст стопи;
- Припуск на збільшення довжини стопи при ходьбі приймається в середньому 5-6 мм;
- Для проектування колодок та взуття обираємо висоту припіднятості п'яткової частини колодки 10 мм.

Для розрахунку довжини сліду розроблюваної колодки застосуємо формулу (1)

$$D_{сл} = N + P1 + P2 + P3 - S \quad (1)$$

де N – номер колодки в метричній системі відповідно до довжини стопи

S – величина зсуву ребра сліду в п'ятковій частині

P1 – припуск мінімальний нормальний, що враховує збільшення стопи при русі, приймаємо для дитячих колодок P1=5

P2 – припуск на піврічний приріст дитячої стопи, приймаємо 5 мм

P3 – припуск декоративний, може бути відсутній

Згідно антропометричних розмірів, функціональних особливостей та вимог, регламентованих нормативними документами, розраховано основні параметри колодки для досліджуваної групи споживачів (Табл. 1):

Таблиця 1.

Параметри дитячих колодок для хлопчиків і для дівчаток 6-7 років

Параметри мм.	Стопи		Колодки	
	Для дівчаток	Для хлопчиків	Для дівчаток	Для хлопчиків
Довжина	196,4	198,8	207	210
Обхват в пучках	198	200	204	206
Обхват по середині стопи	215	220	222	227
Обхват косоногопідйому	254,1	262,3	264	272
Висота каблука	-	-	5-10	5-10

На основі цих даних було спроектовано дитячі колодки в середовищі Crispin LastMaker. Процес проектування представляє собою редагування форми колодки, обраної з наявної бази даних [8].

Насамперед, необхідно відмасштабувати колодку, привівши її основні параметри у відповідність з потрібними антропометричними розмірами, за допомогою функції *Розширені налаштування*. Габаритна довжина колодки встановлюється 207 для дівчаток і 210 для хлопчиків.

Ця функція також дозволяє коригувати форму колодки шляхом інтерактивного зміни її геометричних параметрів окремих ділянок, контурів і перетинів.

Тут доступні варіанти функції для редагування загальних параметрів колодки; носкової частини; пучків та п'яtkової частини. Кожна з закладок передбачає можливість використання свого набору функцій, необхідних для фрагментарного редагування окремих ділянок форми колодки.

Далі приводимо слід колодки у відповідність зі середньотиповою плантограмою, отриманою в результаті антропометричних обмірів. Для цього використовували режим *Ортопедія*. Завантаживши зображення плантограми, калібруємо його відповідно до довжини опорного відрізка і наводимо в потрібне положення, потім накладаємо на поверхню сліду (рис.2). Далі застосовуємо функцію *Профілі* для редагування контуру сліду у відповідності до контуру плантограми (синій контур на Рис. 2).

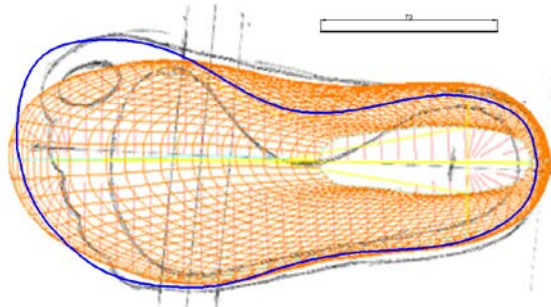


Рис. 2. Накладання плантограми на слід колодки

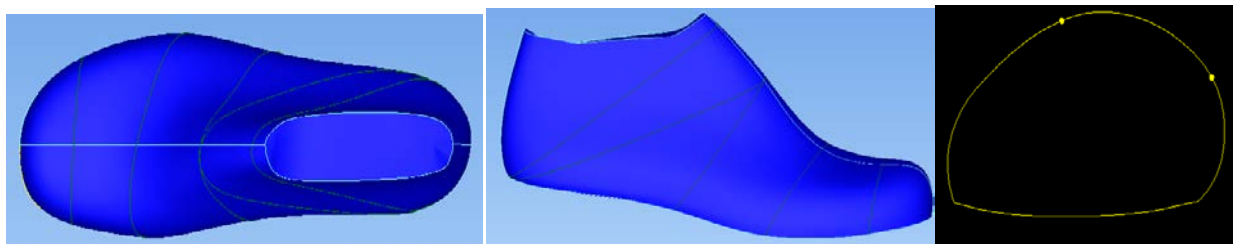


Рис. 3. Створення контрольних перерізів колодки та коригування поперечних перерізів

Спроектована колодка має фасон 3112-У4 згідно з прийнятою на території України системи класифікації колодок. Така колодка застосовується для виготовлення закритого взуття типу туфлі, напівчеревики, туфлі ремінцевих конструкцій тощо.

Однак, якщо в рамках взуттєвого виробництва перед модельєром стоїть завдання розробки асортиментного ряду взуття на основі готових колодок, що застосовуються на підприємстві, тоді необхідно отримати цифрову тривимірну форму колодки, ідентичну формі прототипу. Така цифрова копія може бути отримана шляхом сканування фізичного прототипу колодки контактною координатно-вимірювальною машиною або безконтактним 3D - сканером і оцифрована у модулі ModelTracer. При використанні сканування готової колодки-прототипу необхідно враховувати можливі похибки, що виникають при скануванні

та розпластуванні поверхні колодки. Тому для порівняння параметрів колодки-прототипу, що застосовується на виробництві, з колодкою, від-сканованою 3d-сканером і конвертованою в LastMaker і в ShoeMaker, в роботі були проведені дослідження основних розмірних ознак колодок.

Найсуттєвіші відхилення виявилися після конвертації колодки в програму ShoeMaker, де обхват косого підйому зменшився на 3-4 мм, а всі інші параметри відрізняються в середньому на 1-1.5 мм, що знаходиться в межах помилки вимірювання, враховуючи складну незакономірну поверхню колодки.

Інша задача, яку було поставлено в роботі, розробити таку методику проектування колодки в середовищі LastMaker, за допомогою якої можна було б відтворити цифрову копію колодки-прототипа за відсутності професійного 3d-сканера. Для цього необхідні такі вихідні розміри прототипу: довжина сліду колодки, габаритна довжина колодки висота по гребеню та по п'ятковому контуру, обхват колодки в пучках та по середині стопи, відсканована розгортка сліду колодки та фото колодки збоку.

Спочатку масштабуємо відібрану з бази даних колодку за допомогою функції *Розширені налаштування* так, щоб її габаритна довжина та ширина відповідала параметрам прототипу. Далі виконуємо накладання зображень відсканованої розгортки сліду та фото колодки збоку, використовуючи режим *Ортопедія*, приводячи їх до потрібного розміру (рис.4). Далі застосовуємо функцію *Профілі* для редагування контуру поздовжнього профілю та сліду колодки у відповідності до сканованих зображень фото колодки та плантограми.

Для контролю параметрів отриманої колодки проводили обміри основних розмірних параметрів початкової і спроектованої колодки, а також порівнювали УРК (умовні розгортки бічної поверхні колодки) (Рис. 5). Порівняльний аналіз показав, що наявні відмінності в розмірах практично не перевищують (або перевищують незначно) відхилення в розмірах, що мають місце при скануванні і конвертації поверхні колодки з використанням 3-d сканера.

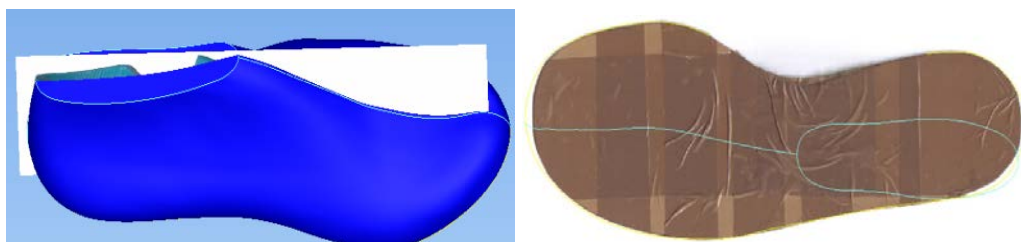


Рис. 4. Проектування колодки в програмі LastMaker на основі прототипу

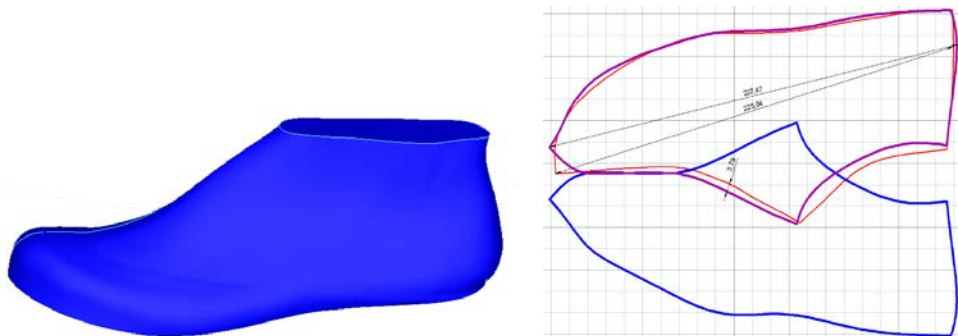


Рис. 5. Спроекована колодка-цифрова копія та порівняння її розгортки і розгортки колодки-прототипу

Кінцевим результатом процесу є отримана цифрова копія прототипу, яку можна застосовувати не тільки для моделювання взуття в 3-d-просторі ShoeMaker, але й використовувати для подальшого проектування ґрунд-моделі.

На основі спроектованих в роботі колодок було розроблено асортиментний ряд взуття для підприємства, що спеціалізується на виробництві дитячого взуття. При цьому враховувався ряд вимог та рекомендацій нормативних документів:

1. Наявність супінатора, як ортопедичного елемента взуття;
2. Жорсткий фіксуючий п'ятку задник;
3. Еластична і гнучка підошва;
4. Широкий і округлий носок;
5. Зручна широка халява;
6. Зручні застібки (наприклад, «велькро»);
7. Маленький каблучок не більше 5-10 мм;
8. Легкість взуття;
9. Привабливий та виразний зовнішній вигляд.

Для зручності взуття в носінні повинні бути також обов'язково дотримані параметри конструкції верху взуття, які також тісно пов'язані з антропометричною будовою та особливостями роботи стопи при ходінні [7]. Для точної і правильної побудови конструктивних ліній в роботі використовували сітку ОДМО (рис.6), що добре себе зарекомендувала при просторовому проектуванні взуття на поверхні колодки [9].

Основні параметри сітки ОДМО:

$$ВпПс = 0.64 (Д_{урк} - П_{\phi})$$

$$ВПК = 0.52 (Д_{урк} - П_{\phi})$$

$$СБ = 0.75 (СН - П_{\phi})$$

де $Д_{урк}$ - довжина умовної розгортки колодки

$П_{\phi}$ - декоративний припуск в ділянці носка колодки

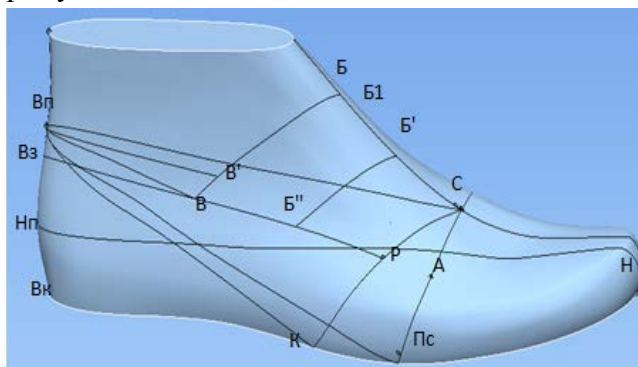


Рис. 6 Побудова сітки ОДМО для моделювання взуття на колодці в ShoeMaker

Проектування моделей взуття для дівчат та хлопчиків здійснювали в програмі Shoemaker на основі естетичних та функціональних вимог до дитячого взуття різного призначення та сезону, а також з врахуванням технічних умов виробництва (Рис. 7, 8).



Рис. 7. Розроблений весняно-літній асортимент дитячого взуття в Crispin ShoeMaker



Рис. 8. Розроблений осінньо-зимовий асортимент дитячого взуття в Crispin ShoeMaker

Висновки. Результати проведених масових антропометричних параметрів виявили невідповідність колодок, що використовуються на взуттєвих підприємствах, форморозмірам стоп українських дітей. У зв'язку з цим на підставі експериментальних даних в роботі були розроблені колодки в програмі LastMaker, які відповідають новим усередненим параметрам стоп українських дівчаток і хлопчиків 6-7 років.

Для забезпечення можливості побудови цифрової копії взуттєвої колодки за відсутності спеціалізованого 3d- сканера в роботі було розроблено методику відтворення цифрової копії колодки в середовищі Crispin LastMaker.

З урахуванням вимог, висунутих споживачами та діючими нормативними документами, у програмі Crispin ShoeMaker був розроблений асортимент дитячого взуття для хлопчиків і дівчаток 6-7 років.

Список використаної літератури

1. Орловський Б.В. CALS-технології об'єктно-орієнтованого проектування і виготовлення взуття на засадах програмного комплексу Delcam CRISPIN / Б.В. Орловський // – К.: Вісник КНУТД, –№1, –2012, –с.22–33.
2. Амосов Е.К. Новая методика создания эксклюзивной обуви / Е.К. Амосов // Вестник молодых ученых Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. – С-Пб, 2015. – С. 13-18.

3. Універсальний довідник взуттєвика., Навчальний посібник.- Київ Лібра 2005 рік – 720 стр. Коновал В.П., Гаркавенко С.С., Свістунова Л.Т.
4. Özgü Hafizoglu Özkan A research on footwear and foot interaction through anatomy and human engineering // A Thesis Submitted to the Graduate School of Engineering and Sciences of Izmir Institute of Technology in Particular Fulfillment of the Requirements for the degree of Master of science in Industrial Product Design, Izmir, 2005. - 155 с.
5. Омельченко Н.Н. Исследование особенностей морфологии стоп детей 6-7 лет г. Киева/ Н.Н.Омельченко, В.Ф. Кернеш, В.П. Коновал // Международный сборник научных трудов [«Техническое регулирование: базовая основа качества материалов, товаров и услуг»]. – Шахты: ИСОиП (филиал) ДГТУ, 2013.-С.46-47.
6. A computer-aided design system for footwear - based shoe last customization/ Shuping Xiong, Jianhui Zhao, Zuhua Jiang, Ming Dong // International journal of advanced manufacturing technology · january 2009, p. 11–19.
7. Моделирование и конструирование обуви и колодок Макарова В.С. – Москва, 1987 – 166 с.
8. Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт з дисципліни: Інноваційні технології проектування виробів. Київ 2014 рік, Чертенко Л.П.
9. Павлік М.В., Чертенко Л.П., Кернеш В.П. Розробка асортименту дитячого взуття на основі антропометричних даних за допомогою Delcam Crispin: // Тезиси докладов Всеукраїнської науково-практичної конференції [«Проблеми легкої і текстильної промисловості України»] (Херсон, 22-24 октября 2014г.). - Херсон, ХНТУ, 2014 – С. 122-123.

Literature

1. Orlovskiy, B.V., (2012). CALS-tehnologii ob'ektno-orientovanogo proektuvannia i vyhotovlennia vzuttia na zasadakh programnogo kompleksu Delcam Crispin [The CALS-technologies of object-oriented footwear design and manufacture on the Delcam Crispin base]. Kyiv, KNUTD [in Ukrainian].;
2. Amosov, E.K. (2015) Novaia metodika sozdania ekskluzivnoi obuvi [The new method of exclusive shoes creating]/ Sankt-Peterburg: SPNUTD.;
3. Konoval, V.P., Garkavenko, S.S., Svistunova, L.T., (2005). Universalnyi dovidnik vzuttevyka., Navchalnyi posibnyk [Universal reference shoemaker., Textbook]. Kyiv Libra [in Ukrainian].;
4. Özgü Hafizoglu Özkan, (2005) A research on footwear and foot interaction through anatomy and human engineering / Izmir [in English]
5. Omelchenko, N.N., Kernesh, V.F., Konoval, V.P., (2013). Issledovania osobennostei morfologii stop detei 6-7 let g. Kieva [Study of the morphology of stop children 6-7 years of Kiev]. Shakhti:ISOiP (filial) DGTU [in Ukrainian].;
6. Shuping Xiong, Jianhui Zhao, Zuhua Jiang, Ming Dong (2009) A computer-aided design system for footwear - based shoe last customization/ Hong Kong [in English].
7. Makarova, V.S., (1987). Modelirovanie i konstruirovanie obuvi i kolodok [Modelling and desing shoes and lasts]. Moscow.;
8. Chertenko, L.P., (2014). Metodichni rekomendatsii do vykonannia laboratornykh robit z dystsypliny: Innovatsiini tehnologii proektuvannia vurobiv [Guidelines for laboratory work on discipline: Innovative technology product design]. Kyiv [in Ukrainian].;
9. Pavlik, M.V., Chertenko, L.P., Kernesh, V.F., (2014). Rozrobka asortimentu dytiachogo vzuttia na osnovi antropometrychnykh danykh za dopomogoiu Delkam Crispin [Development assortment children shoes on of antropometria data with the help Delkam Crispin]. Kherson: KHNTU, [in Ukrainian].

РАЗРАБОТКА ПРОСТРАНСТВЕННОГО ДИЗАЙНА ДЕТСКОЙ ОБУВИ НА ОСНОВЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ КОЛОДОК В СРЕДЕ DELCAM CRISPIN

ПАВЛИК М.В., ЧЕРТЕНКО Л.П., КЕРНЕСИ В.П., ГАРКАВЕНКО С.С.

Киевский национальный университет технологий и дизайна

Цель. Разработка ассортимента детской обуви с учетом потребительских требований на основе рациональных колодок для девочек и мальчиков 6-7 лет в среде современных графических САПР обуви.

Методика. Методы исследований базируются на методиках антропометрических измерений стопы, способах проектирования формы и конструкций обуви на основе параметров стопы с использованием аналитических исследований существующих способов проектирования обувной колодки.

Результаты. Разработана методика проектирования детской колодки и конструктивной основы верха обуви в среде современных САПР обуви на основе антропометрических параметров стоп детей 6-7 лет; разработан актуальный ассортимент обуви для девочек и мальчиков с учетом антропометрических и эстетичных требований.

Научная новизна. Разработана методика проектирования рациональной колодки на основе антропометрических параметров стопы и на основе прототипа без 3-d сканера в среде специализированных САПР обуви.

Практическая значимость. Предложенная методика проектирования колодок в среде САПР обуви пригодна для реализации ее в условиях отечественных предприятий с целью получения новых форм колодок, которые отвечают антропометрическим и другим актуальным требованиям, и способствуют повышению уровня качества производимой обуви.

Ключевые слова: *колодка, антропометрические параметры, прототип, сетка ОДМО, УПК, САПР.*

RESEARCH OF THE DEVELOPMENT OF 3D DESIGN OF CHILDREN FOOTWEAR ON RATIONAL LASTS BASIS IN DELCAM CRISPIN ENVIRONMENT

PAVLIK M., CHERTENKO L., KERNESH V., GARKAVENKO S.

Kyiv National University of Technologies and Design, Ukraine

The objective. The development of children's footwear assortment on the basis of rational lasts for 6-7-year-old boys and girls in the environment of the modern graphic CAD of footwear with taking into account the requirements of customers.

Methodology. The method of research is based on the methodologies of anthropometrical foot measuring, the methods of designing the shape and construction of footwear on the basis of the parameters of foot with the application analytical research of the existing methods of designing a last.

The results. The methodology of designing a last as well as of construction basis of the upper part of shoes in the environment of modern CAD on the basis of anthropometrical parameters of feet of 6-7 year-old children have been developed; the modern assortment of footwear for boys and girls has been developed with taking into consideration the anthropometrical and aesthetic requirements.

Scientific novelty. The methodology of designing the rational last on the basis of anthropometrical parameters of foot and of the prototype without 3-d scanner in the environment of specialized CAD of footwear has been developed.

Practical significance. The proposed methodology of designing the lasts in the environment of footwear CAD is suitable for realization in the conditions of domestic enterprises with the purpose of obtaining new lasts shapes which correspond to anthropometrical and other modern requirements and contribute to improvement of the produced footwear.

Keywords: *last, anthropometric parameters, prototype, last flattening, CAD.*