

УДК 685.34.022

**РОЗРОБКА ОРИГІНАЛЬНОГО ДИЗАЙНУ ВЗУТТЯ З ВИКОРИСТАННЯМ  
ФУНКЦІЙ 3D МОДЕЛЮВАННЯ****Чертенко Л. П., Тукало Н. М., Гаркавенко С. С.**

Київський національний університет технологій та дизайну

**Мета.** Використання новітніх функцій 3D моделювання для створення оригінального дизайну жіночого взуття.

**Методика.** Методи розробки складної просторової форми взуття базуються на методиці твердотільного та поверхневого 3D моделювання інструментами сучасних прогресивних САПР. Методи розрахунку вихідних параметрів форми спираються на результати графо-аналітичних досліджень контурів стопи та колодки.

**Результати.** Розроблено методику моделювання форми каблука оригінального силуету з використанням графічного інструментарію програмного комплексу PowerShape з урахуванням параметрів форми колодки.

**Наукова новизна.** Розроблено нову методику застосування універсальних функцій поверхневого та твердотільного 3D моделювання для створення оригінальних складних форм взуття.

**Практична значимість.** Розроблена в роботі методика може служити основою для створення принципово нових форм взуття та його елементів та може бути впроваджена на сучасному взуттєвому виробництві, орієнтованому на використання сучасних комп'ютерних технологій та прогресивного обладнання.

**Ключові слова:** PowerShape, каблук, твердотільне моделювання, поверхневе моделювання, взуттєва колодка, жіноче взуття

В сучасних умовах для більш повного задоволення потреб споживачів у якісних взуттєвих товарах необхідне не тільки матеріально-технічне переоснащення промислових підприємств, але й застосування принципово нових методів організації та інноваційних рішень щодо здійснення проектно-конструкторських робіт.

На даний момент існує взуття досить різноманітне за конструкціями верху, проте відсутнє розмаїття форм каблуків, підшов та колодок. Особливо гостро стоїть питання модельного жіночого взуття, адже створення нових форм низу потребує багато часу, і є надзвичайно вартісним.

За кордоном достатньо широко використовуються 3D-технології для проектування та виготовлення складних елементів взуття, проте в Україні дані технології не розвиваються у великих масштабах, і досі використовуються шаблонні уявлення про форму взуття.

Вибагливі смаки споживачів важко задовольнити ординарними дизайнерськими рішеннями. Особливо важливим є фактор оригінальності для модельного, ексклюзивного та дизайнерського взуття, і його досягнення тісно пов'язане з використанням прогресивних комп'ютерних технологій, що дозволяють створювати принципово нові форми та конструкції, опираючись лише на дизайнерське рішення [1].

### ***Постановка завдання***

В даній роботі розроблялася ексклюзивна модель взуття згідно ескізу дизайнерської колекції, головним елементом якої є оригінальна фантазійна форма каблука (рис. 1). Проектування каблука відбувалося в середовищі програмного комплексу PowerShape, що має великий набір інструментів поверхневого та твердотільного моделювання, здатних створити будь-яку, навіть дуже складну просторову форму. PowerShape – один з основних програмних модулів компанії Delcam (нині Autodesk), який здатен працювати як окремо, так і в комплексі з іншими модулями, які призначені для вирішення різних проектних задач. Серед таких модулів і програми комплексу Crispin, орієнтованого на взуттєве проектування: ShoeMaker, LastMaker, Engineer тощо [2].



**Рис. 1. Розроблений ескіз дизайнерської моделі взуття з урахуванням оригінального каблука**

### ***Результати досліджень***

Процес моделювання каблука починається з викреслювання силуету каблука функціями каркасного моделювання [3]. При проектуванні параметрів каблука спираємось на основні параметри колодки. Оскільки в пучковій частині взуття

міститься платформа, то ми відсканували колодку разом з приклеєною платформою, щоб уникнути розбіжностей та неточностей при поєднанні цих форм. Процес сканування тіла колодки відбувався за допомогою спеціалізованого 3D сканера InFoot 3D. Параметри каблука визначаються виходячи з параметрів колодки, з'єднаної з платформою. Висота каблука розраховується за формулою:

$$B_k = B_{nn} + T_{nl} \quad (1)$$

де  $B_{nn}$  – висота припіднятості п'яtkової частини колодки

$T_{nl}$  – товщина платформи в пучковій частині

Ширина верхньої частини заготовки, що будується, визначається виходячи з ширини п'яtkової частини сліду колодки (рис. 2):

$$Ш_{пнт} = Ш_{сл} + 2 \cdot \Pi \quad (2)$$

$$\Pi = [\sum t_e (1 - \sin \alpha) / \cos \alpha - t_{cm} \operatorname{tg} \alpha] \cdot K_y \quad (3)$$

де  $t_e$  – товщина деталей заготовки верху в п'яtkовій частині

$t_{cm}$  – товщина блок-устілки в п'яtkовій ділянці

$\alpha$  – кут скошування основної устілки в п'яtkовій ділянці

$K_y$  – коефіцієнт упресовки матеріалів верху (обирається для ділянки п'яtkи – 70%)

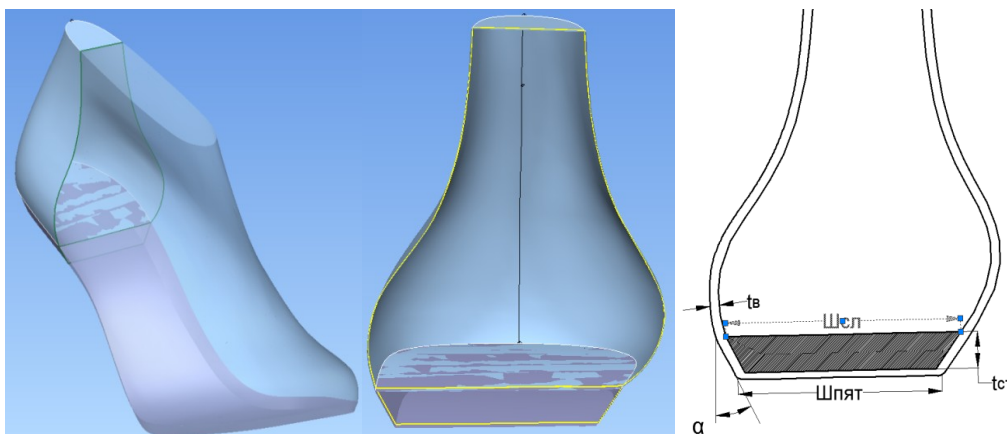


Рис. 2. Розрахунок параметрів сліду підготовленої колодки в п'яtkовій частині для визначення розмірів верхньої поверхні каблука

За допомогою ліній та кривих будемо половину проєкції заготовки каблука із урахуванням розрахованих параметрів (рис. 3).

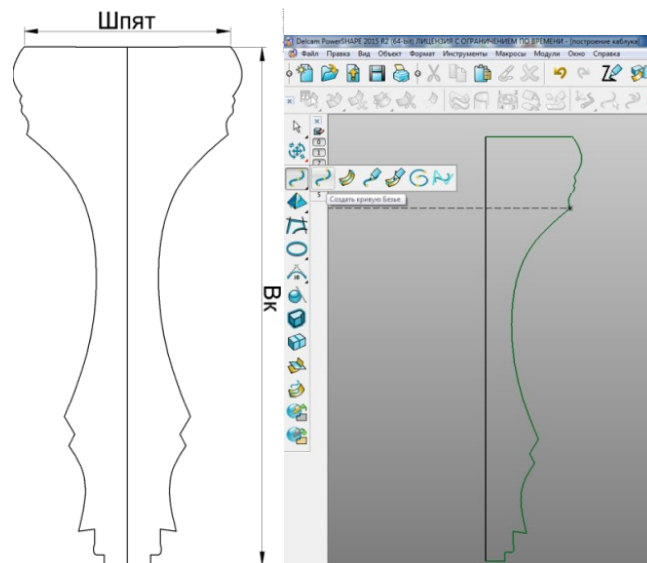


Рис. 3. Проектування половини проєкції каблука

За допомогою функції Поверхня обертання в меню Поверхня створюємо заготовку для моделювання каблука в 3D форматі. Далі іншою площиною розрізаємо заготовку на дві окремі частини (верхня та нижня) (рис. 4).

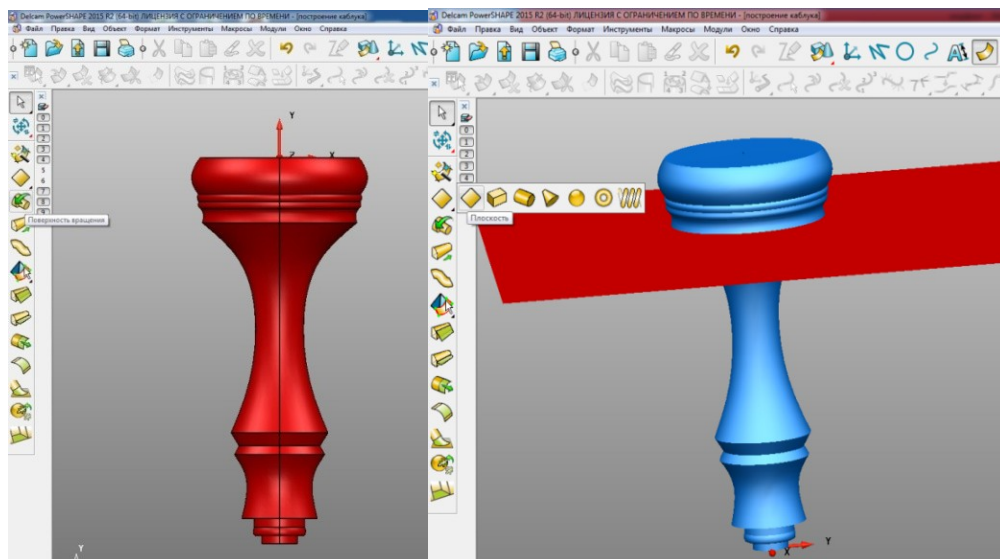


Рис. 4. Моделювання заготовки для проєктування каблука та розрізання її на дві частини

Для встановлення частин заготовки каблука в потрібне положення імпортуємо в робоче поле відскановану форму колодки з платформою. Проводимо лінію опори та центральну вісь каблука (від центра п'ятки перпендикулярно до лінії опори) (рис. 5).

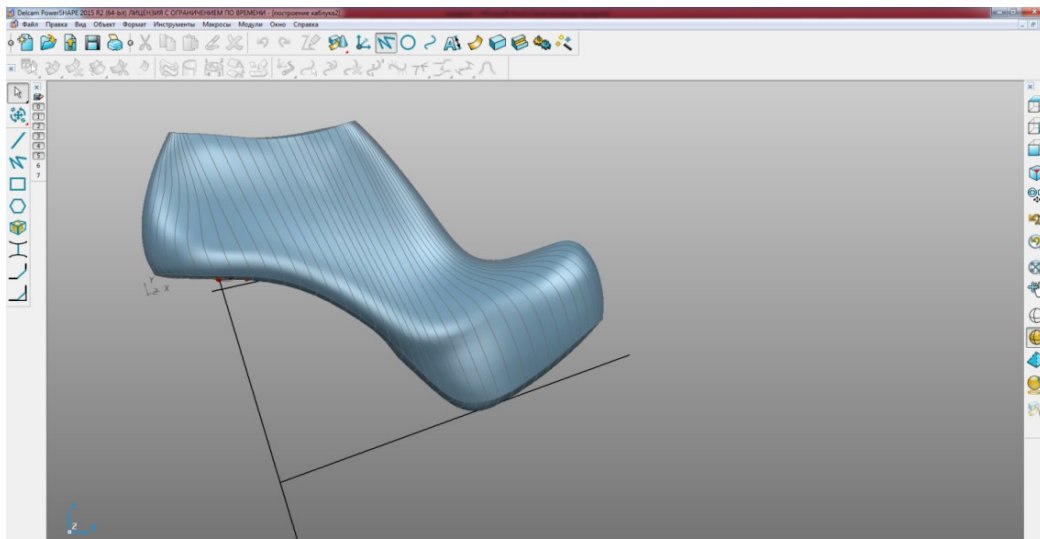


Рис. 5. Імпортування поверхні колодки

Вибираємо нижню частину каблучка та обертаємо її так, щоб вона стала орієнтованою вздовж центральної вісі каблучка колодки. (рис. 6).

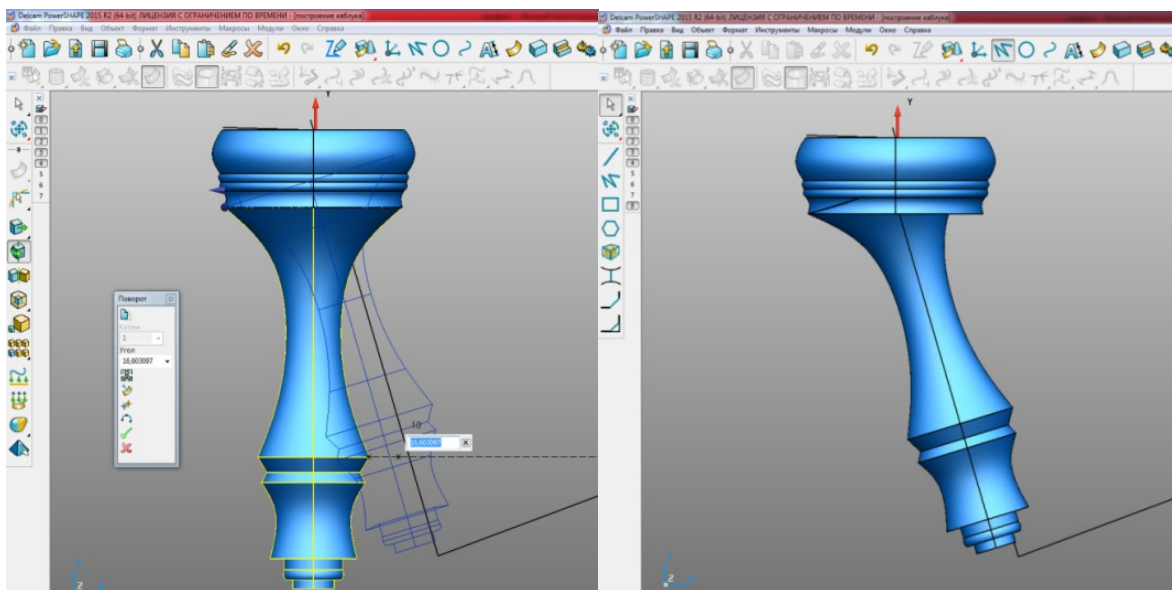


Рис. 6. Обертання центральної вісі каблучка

Далі коригували верхню частину каблучка згідно ескізу за допомогою функції Морфінгу (рис. 7), попередньо перетворивши цей елемент поверхні в тіло. Функція морфінгу дозволяє вільно деформувати тіло розтягуванням по ділянках, скручуванням, вигинанням в різних напрямках тощо.

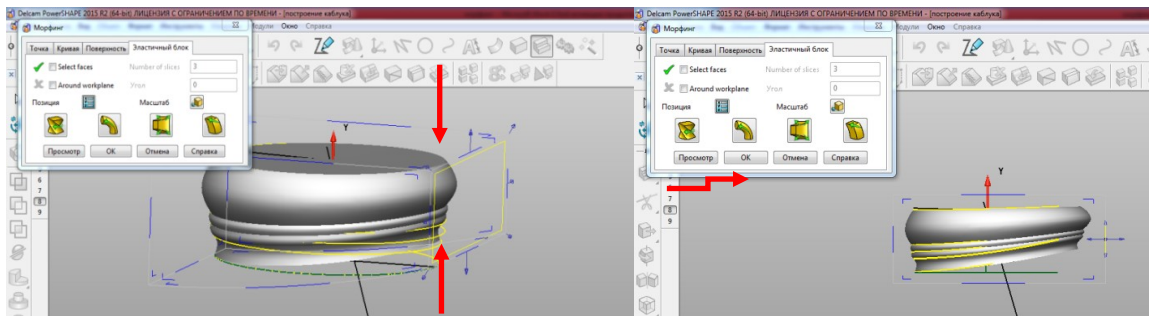


Рис. 7. Морфінг тіла верхньої частини каблучка

Далі суміщаємо дві окремі частини каблучка відносно центральних вісей та базових параметрів колодки (рис. 8).

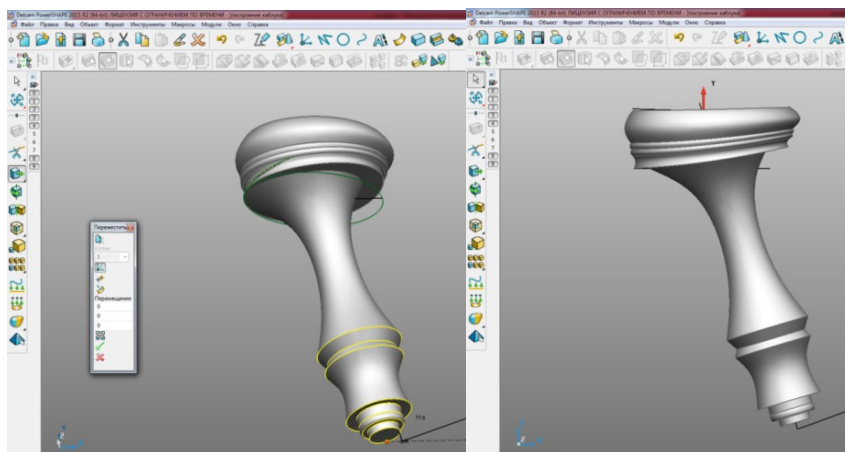


Рис. 8. Співставлення верхньої і нижньої частин каблучка та їх суміщення

Далі необхідно побудувати верхню поверхню каблучка, що відповідатиме по конфігурації п'ятковій частині сліду підготовленої колодки. Для цього копіюємо поверхню сліду завантаженої колодки (рис. 9).

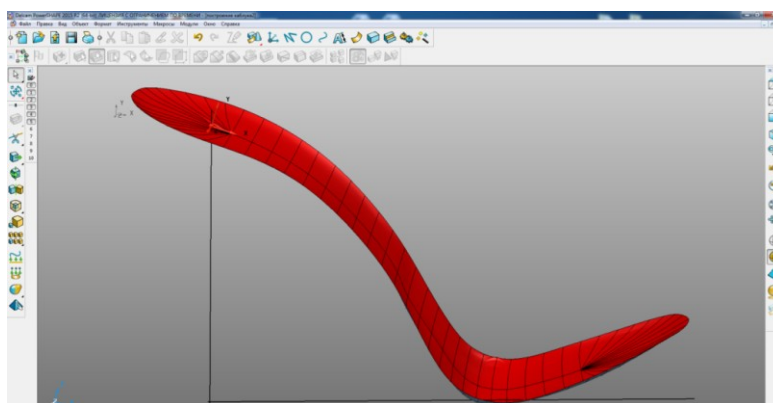


Рис. 9. Копіювання сліду колодки



Після цього конвертуємо формоутворюючі поздовжні та поперечні поверхні сліду в п'ятковій частині в криві, які задаватимуть каркас верхньої поверхні каблука (рис. 10).

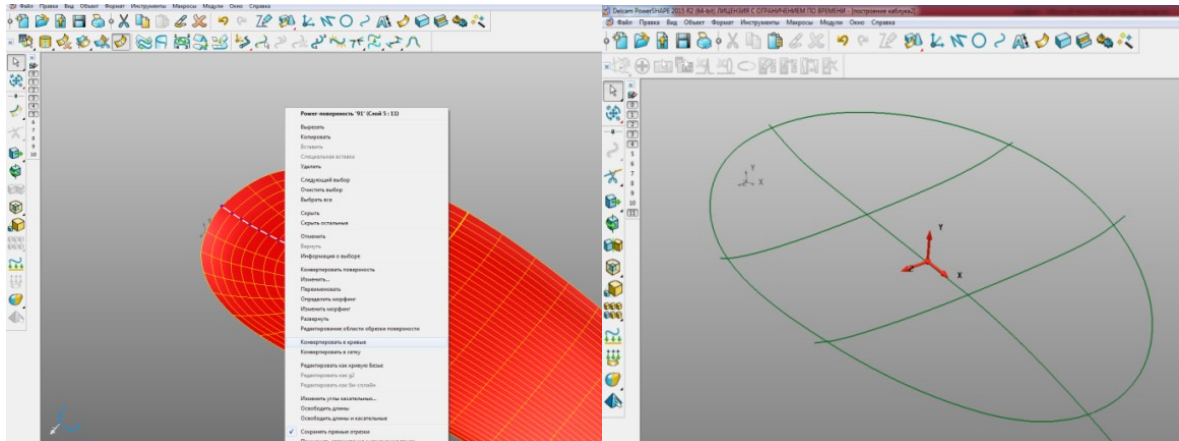


Рис. 10. Отримання каркасу кривих, що описують п'яткову частину сліду колодки

В режимі Поверхня за допомогою команди Розумне моделювання поверхні створюємо верхню поверхню каблука на основі створеного каркасу кривих (рис. 11).

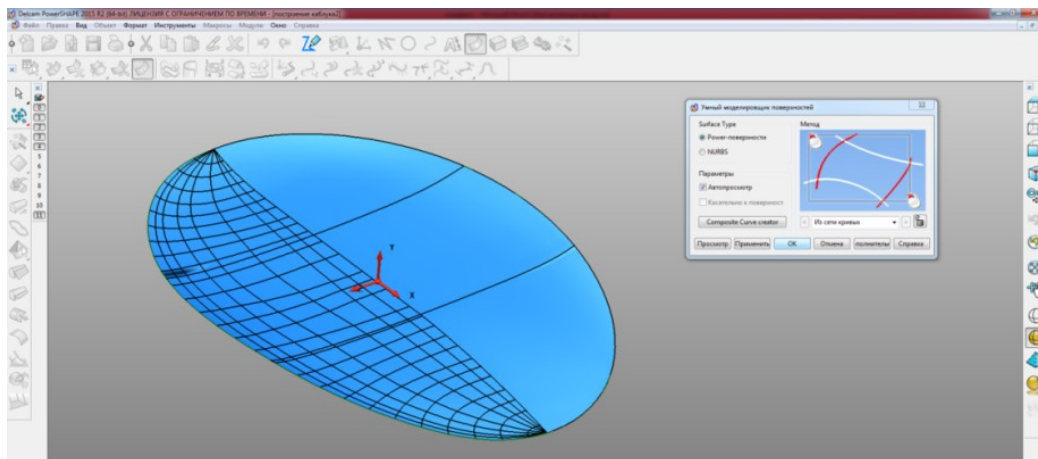


Рис. 11. Моделювання верхньої поверхні каблука

Каблук експортуємо окремо в STL формат як твердотільний об'єкт для того, щоб його в подальшому можна було використовувати в середовищі ShoeMaker для створення форми взуття. Перевіряємо створений каблук, співставляючи його з колодкою (рис. 12).

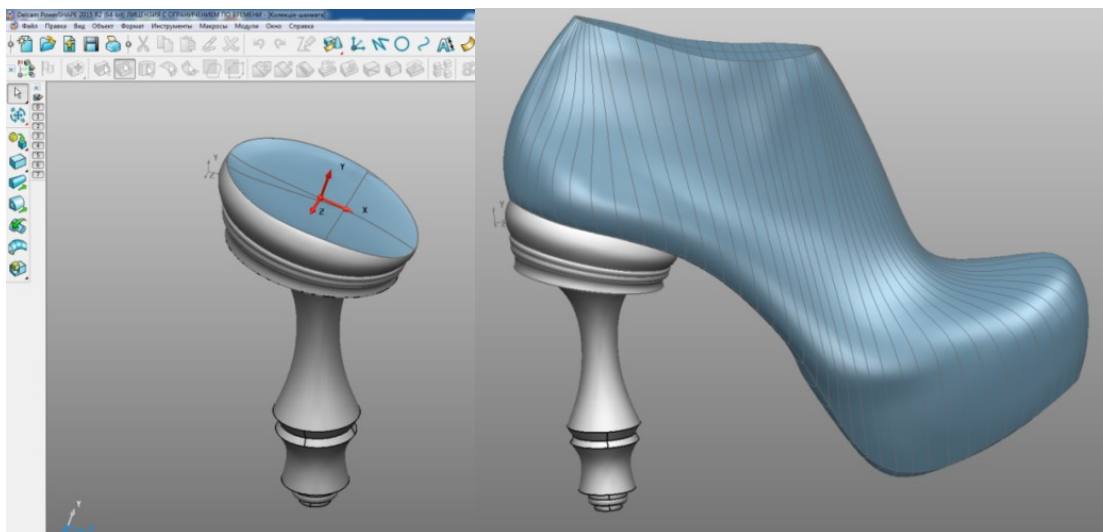


Рис. 12. Результат проектування каблука та співставлення його з колодкою

Проектування просторової форми взуття відповідно до ескізу відбувалося в середовищі спеціалізованого програмного модулю для 3D моделювання взуття ShoeMaker [4-5]. Перш за все в робоче поле імпортували колодку із Stl-формату. Оскільки взуття, що розробляється, має високу халяву, то в колодці необхідно збільшити висоту гомілкової частини (рис. 13).

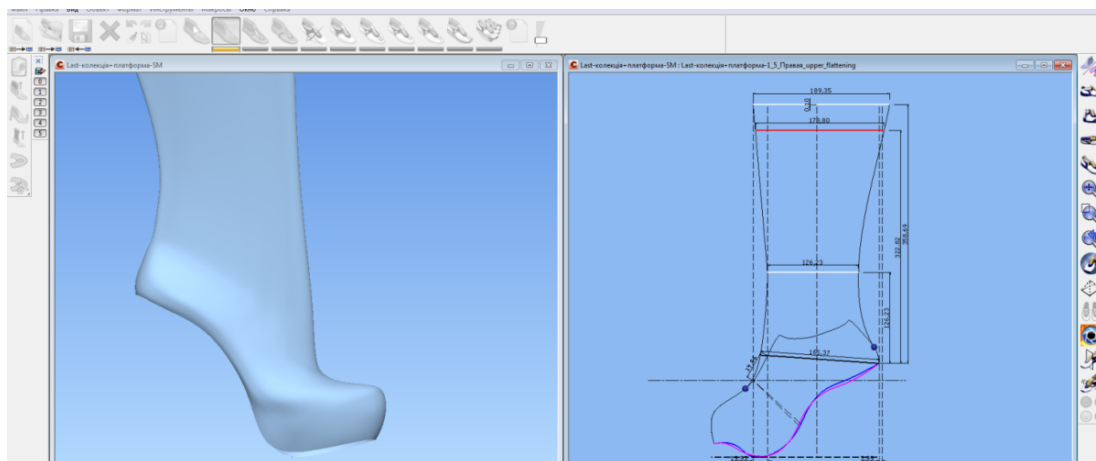


Рис. 13. Зміна параметрів висоти колодки

Далі за допомогою функцій режимів Стильові лінії, Фрагмент, Строчки та ін. розробляли 3D модель взуття у відповідності з ескізом. В режимі Підшва імпортували форму розробленого каблука із .STL формату та орієнтували його відповідно до п'яткової частини сліду колодки (рис. 14).



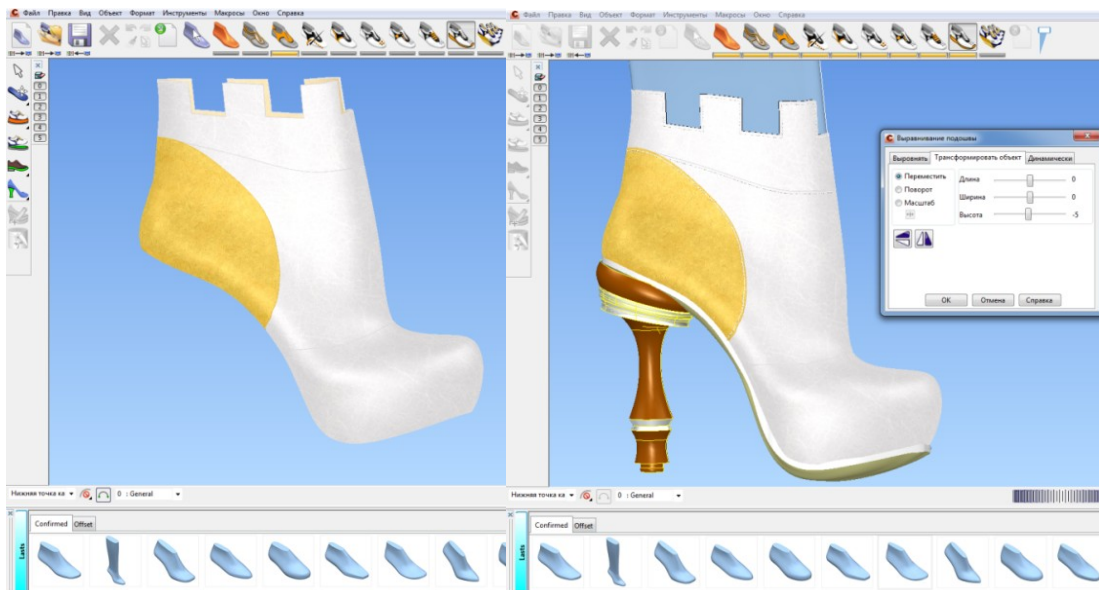


Рис. 14. Моделювання деталей конструкції взуття та завантаження тіла спроектованого каблука

Відповідно до ескізу в верхній частині халяви утворюється випукла фалда, яку неможливо розробити стандартними функціями ShoeMaker. Тому знову застосовуємо функції моделювання PowerShape. Виділивши верхню відрізню деталь халяви, застосовуємо для неї Морфінг (рис. 15). Обираємо закладку Еластичний блок та розтягуємо деталь по ділянках, досягаючи потрібного візуального ефекту.

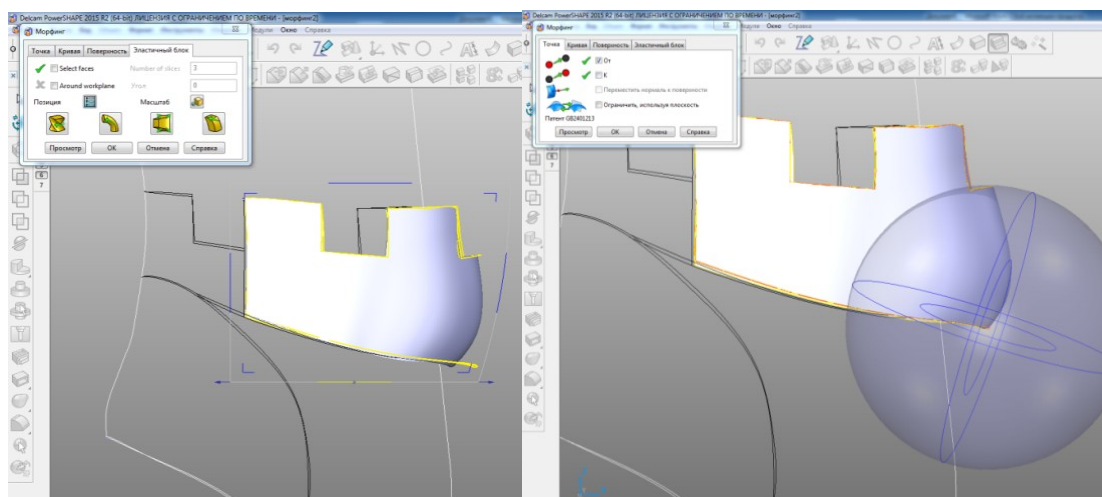


Рис. 15. Морфінг верхньої відрізню деталі конструкції верху у відповідності з ескізом

Зрештою після досягнення бажаного ефекту застосовуємо до всіх елементів моделі потрібні фактури та текстури.



Рис. 16. Остаточний варіант спроектованої моделі взуття в середовищі ShoeMaker

Для забезпечення високого рівня ефективності проектних процесів вони мають закінчуватися виготовленням всіх або окремих елементів конструкції на високотехнологічному автоматизованому обладнанні з програмним управлінням. Так, в рамках виконання даної роботи було виготовлено спроектовану форму фантазійного каблука за допомогою спеціалізованих верстатів компанії AC-Step. Спадкоємність та взаємодія програмних модулів Delcam між собою робить зручною роботу по реалізації складної форми взуття, що складається з багатьох різних елементів.

Спроектвана та виготовлена модель взуття була представлена на конкурсі «Печерські каштани», де отримала диплом I ступеня (рис. 17).



Рис. 17. Виготовлена модель каблука та взуття

**Висновки**

В роботі було розроблено спосіб 3d моделювання складної форми взуття на основі універсальних функцій поверхневого та твердотільного моделювання програмного середовища PowerShare та функцій спеціалізованого програмного модулю CrispinShoeMaker. Це дозволило впровадити алгоритм проектного процесу, що включає роботу із прогресивними графічними системами в прямій їх взаємодії із високотехнологічним обладнанням, що зробило можливим реалізацію складного дизайнерського проекту при досить помірних витратах часу.

За розробленою методикою в подальшому пропонується виготовляти каблук будь-яких форм за попередніми ескізами та для різних параметрів колодки. Впровадження раціонального набору різних видів графічних систем автоматизованого 2D та 3D проектування дозволить організувати процес виготовлення взуття з врахуванням технічних та економічних вимог виробництва, а також допоможе підвищити конкурентоспроможність товару шляхом врахування естетичних, антропометричних, екологічних та інших вимог споживачів, розширюючи асортимент виробів та відходячи від стандартних одноманітних форм.

**Список використаних джерел**

1. Амосов Е. К. Новая методика создания эксклюзивной обуви // Е. К. Амосов. – Вестник молодых ученых Санкт-Петербургского гос. ун-та технологии и дизайна, № 1. – 2015. – С. 13-18.
2. Жукова С. В. Дизайн обуви. / С. В. Жукова. // Санкт– Петербург, 2008. – 80 с.
3. Орловський Б. В. CALS-Технології об'єктно-орієнтованого проектування і виготовлення взуття на засадах програмного комплексу DelCAMCRISPIN // Б. В. Орловський. – Вісник КНУТД, №1. – 2012. – С. 22-33.
4. Чертенко Л. П. Моделювання виробів із шкіри / Л. П. Чертенко, Т. В. Безсмертна // Методичні рекомендації до виконання лабораторних та самостійних робіт в середовищі CrispinShoeMaker. –

**References**

1. Amosov, E.K. (2015). *Novaia metodika sozdania eksklyuzivnoi 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. Zhukova, S.V. (2008). *Dizaln obuvi*. [Design of shoe]. Sankt-Peterburg, 80 p. [in Ukrainian].
3. Orlovs'kyu, B.V. (2012). *CALS-Tekhnolohiyi ob'yektno-orientovanoho proektuvannya i vyhotovlennya vzuttya na zasadakh prohramnoho kompleksu DelCAM CRISPIN*. «BULLETIN of the Kyiv National University of Technologies and Design» no.1. P. 22-33. [in Ukrainian].
4. Chertenko, L.P., & Bezsmertna, T.V. (2015). *Modeliuvannya of vyrobiv zi of shkiry* [Design of wares from a skin] *Metodychni rekomendatsii do vykonannya laboratornykh ta*

Київ, КНУТД, 2015. – 66 с.  
5. Jim Cox Delcam Crispin Sports Shoe Design. Training course // Jim Cox. – Delcamplc., 2013. – 282 с.

самостииньх robit v seredovyszchi of CrispinShoeMaker. Kiiv: KNUTD. 66 p. [in Ukrainian].  
5. Jim Cox (2013). Delcam Crispin Sports Shoe Design. Training course. Delcamplc. 282 p.

### **Разработка оригинального дизайна обуви с использованием функций 3D моделирования**

**Чертенко Л. П., Тукало Н. М., Гаркавенко С. С.**

*Киевский национальный университет технологий и дизайна*

**Цель.** Использование современных функций 3D моделирования для создания оригинального дизайна женской обуви.

**Методика.** Методы разработки сложной пространственной формы обуви основываются на методике твердотельного моделирования и поверхностного моделирования с помощью инструментов современных САПР. Методы расчета исходных параметров форм опираются на результаты графо-аналитических исследований контуров стопы и колодки.

**Результаты.** Разработано методику моделирования формы каблука оригинального силуэта с использованием графического инструментария программного обеспечения PowerShape с учетом параметров форм колодки.

**Научная новизна.** Разработана новая методика использования оригинальных сложных форм обуви.

**Практическая значимость.** Разработанная в работе методика может служить основой для создания принципиально новых форм обуви и его элементов и может быть внедрена на современном обувном производстве, которое ориентировано на использование современных компьютерных технологий и прогрессивного оборудования.

**Ключевые слова:** PowerShape, каблук, твердотельное моделирование, поверхностное моделирование, обувная колодка, женская обувь

### **Development of original design with 3D modeling function**

**Chertenko L. P., Tukalo N. M. Garkavenko S. S.**

**Purpose.** Using modern function of 3D modeling to create original design women's shoes.

**Methodology.** Methods of researches are based on the methodology of graph-analytic study outlines and graphic constructions, foot anthropometric studies of different population groups methods of 3D modeling complex shapes in the environment of modern CAD.

**Findings.** Was designed the method of modeling heel form with original silhouette using complex graphic tools software Power Shape, based on the parameters of last form.

**Originality.** Was developed a new method of application universal function of surface and solid 3-d modeling to create original complex form of footwear.

**Practical value.** The developed in the article method can serve as a basis for design fundamentally new form of footwear and footwear components and can be introduced on modern computer technology and advanced equipment.

**Keywords:** PowerShape, heel, solid modeling, surface modeling, last, women's shoes