

## CONTOURS APPROXIMATION OF CLOTHING STRUCTURAL AND DECORATIVE ELEMENTS BY ALGEBRAIC CURVES OF HIGHER ORDER

BOGUSHKO O., SVYATKINA A.

*Kyiv National University of Technologies and Design*

MALYNOVSKIY V.

*Kosiv Institute of Applied and Decorative Art of Lviv National Academy of Art*

**Purpose.** Exploration and developing the new ways of mathematical representation of contour lines structural and decorative elements of clothes and their modifications.

**Methodology.** General scientific and modern methods, system-structural and graphical analysis methods, mathematical modeling methods, geometric and spatial modeling methods are used.

**Findings.** The contours approximation variants of model lines constructive and decorative elements of clothing are defined by algebraic curves of higher orders.

**Originality.** The method of analytical description and spatial setting curvilinear contours structural and decorative elements of clothes and their modifications is developed by means of computer graphics.

**Practical value.** Precision of parametric details setting contours which lie at the stage of constructive fashion design is provided.

**Keywords:** *approximation of contours, structural and decorative element of clothing.*

УДК 687.016.5.

СВЯТКІНА А. Є.

Київський національний університет технологій та дизайну

### ПОБУДОВА ОПОРНОЇ ПОВЕРХНІ ЖІНОЧОГО ПЛЕЧОВОГО ОДЯГУ З ВИКОРИСТАННЯМ П'ЯТИКУТНОГО КЛЮЧА ПРОПОРЦІЙНОСТІ

**Мета.** Дослідити та розробити універсальний спосіб задання опорної поверхні плечового одягу для жінок у вигляді просторового лінійного каркасу з геометричним перетворенням у розгортку, яка має інваріантну відповідність поверхні.

**Методика.** Використано методи структурно-параметричного геометричного моделювання, методи аналітичної та нарисної геометрії, каркасну теорію задання поверхонь, методологію автоматизованого проектування, методи математичного моделювання.

**Результати.** Визначено параметричні показники лінії пройми та формоутворюючих елементів на деталях плечового одягу опорної поверхні. Розроблено геометричний та математичний опис опорної поверхні жіночого плечового одягу.

**Наукова новизна.** Розроблено аналітичні та геометричні алгоритми п'ятикутного ключа пропорційності для побудови лінійного каркасу поверхні опорних ділянок одягу.

**Практичне значення.** Побудовано розгортки опорної поверхні жіночого одягу способом розгортуваних ниток. Забезпечено високу точність визначення напряму та розхилу формоутворюючих елементів деталей одягу.

**Ключові слова:** опорна поверхня одягу, розгортки деталей одягу, апроксимація.

**Вступ.** На сучасному етапі розвитку процесу проектування одягу існує значна кількість наявних та пропонованих форм поверхонь одягу, які іноді мають досить складну геометричну форму. Це у свою чергу вимагає від проектувальників математично та геометрично обґрунтованих підходів до відтворення різноманітних поверхонь одягу. Проте, значна кількість способів побудови розгорток деталей одягу свідчить про відсутність єдиної системи задання і відображення цих поверхонь. Складність і актуальність проблеми полягає у створенні єдиних програм для систем автоматизованого проектування одягу (САПРО) [1, 2].

Використання сучасних САПРО є одним з актуальних напрямків вдосконалення конструкторсько-технологічної підготовки виробництва, забезпечуючи високу якість та ефективність проектних рішень.

**Постановка завдання.** У відомих працях [1 - 7] та інших, які розвивають їх положення, розглянуто питання застосування різних способів задання поверхонь одягу з подальшим відтворенням їх розгорток. Побудову різних видів поверхонь за допомогою ключів пропорційності запропонували [2, 3, 8] у своїх дослідженнях Котов І. І., Богушко О. А., Вільямс Д. А., Павленко Г. Є., Зінковській-Горбатенко. Використання трикутного та чотирикутного ключів пропорційності у побудові лінійного каркасу частини поверхні розглянуто у роботі [6].

Порівняльний аналіз способів побудови поверхонь одягу та їх розгорток свідчить про відсутність, на жаль, єдиної методики обчислень і уніфікованого способу відображення розгорток поверхонь. Це у свою чергу значно ускладнює роботу проектувальників і конструкторів, а також ускладнює автоматизацію прикладних задач. Тому спосіб побудови має бути універсальним, ґрунтуватись на загальному геометричному законі утворення поверхонь та розгорток, про що зазначено у цій роботі.

**Результати дослідження.** Просторова форма одягу є сукупністю поверхонь розгортання складної конфігурації, які з'єднуються певним чином.

Вибір способу апроксимації опорної поверхні пілочки та спинки визначається мінімізацією вихідної інформації (даних про опорну поверхню тіла людини та одягу, положення виточок або ліній членування і технологічної обробки ділянок деталей для надання їм об'ємної форми) та можливістю простого геометричного перетворення поверхні в плоску фігуру, тобто способу побудови розгортних поверхонь.

З метою побудови розгортки ділянки ГПСОБН (рис. 1) поверхні пілочки жіночого жакета її доцільно розділити на ділянки ГПСО і ГОБН (традиційно в зоні лінії ГО передбачається нагрудна виточка). Вихідними даними для побудови цих ділянок поверхні є: лінія пройми, горизонтальні та профільні перерізи, що проходять через виступаючу точку грудної залози.

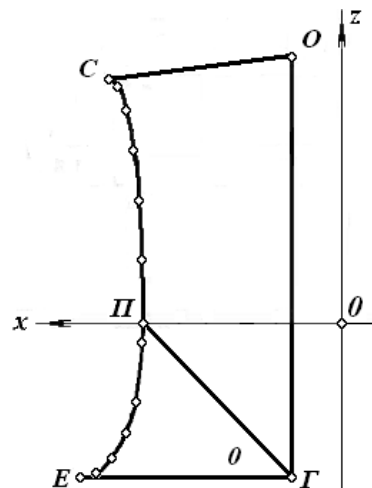


Рис. 1. Опорна ділянка

Ділянку ГПСО (рис. 1) апроксимуємо нерозгортною криволінійною поверхнею з площиною паралелізму, а для побудови умовної розгортки обрали спосіб випрямляючих ниток, основними вихідними передумовами яких є:

1. Поверхні тіл вважаються утвореними безперервною множиною ниток, кожна з яких утворює криву лінію в площині, паралельній горизонтальній площині проєкцій.
2. Кожна з ниток при випрямленні деформується незалежно від сусідніх ниток.

Цей спосіб розгинання поверхонь апробовано на прикладах побудови розгорток опорних ділянок пілочки та спинки жіночого одягу і дав можливість побудувати плоскі відображення поверхні у вигляді цілих ділянок без розривів та складок. При цьому точно відображається площа поверхні, що розгинається, а також встановлюється взаємоднозначна відповідність між точками поверхні і її плоского відображення.

Ключові способи відносяться до основних способів перетворення кривих ліній [6] з можливістю побудови лінійних каркасів складних поверхонь фігури людини і одягу. Різноманітність ключів пропорційності надає можливість обрати більш оптимальний для вирішення певної прикладної задачі. Доцільним для опису незакономірної і складної на окремих ділянках поверхні є використання різних ключів або їх реконструйованого варіанту. Подібний спосіб задання опорної ділянки ГОБН сіткою з використанням трикутного і чотирикутного ключів пропорційності описано в роботі [6].

Опорну ділянку ГПСО (рис. 2) поверхні одягу також задаємо сіткою. Але використання вказаних вище ключів пропорційності не дало бажаних результатів, тому що виникли певні складності у побудові відображення лінії СО. Тому виникла необхідність у розробці більш досконалого ключа [2] – п'ятикутного ключа пропорційності з метою моделювання опорної поверхні жіночого плечового одягу.

Ділянка ГПСО обмежена: профільною площиною, що проходить через соскову точку (лінія ГП), лінією плечового шва ПС, лінією пройми СО та лінією виточки ОГ.

Аналітичний опис побудови вузлів сітки ділянки ГПСО поверхні пілочки:

1. Координати відображень точок С, О, Г, Е та П:

$$\begin{aligned}v_C &= y_C, & w_C &= z_C + |z_\Gamma|, \\v_O &= y_O, & w_O &= z_O + |z_\Gamma|, \\v_\Gamma &= y_\Gamma, & w_\Gamma &= 0, \\v_E &= 2,1 + \sqrt{(184 x_\Pi - x_\Pi^2 + 8464)}, & w_E &= 0, \\v_\Pi &= y_\Pi, & w_\Pi &= |z_\Gamma|.\end{aligned}$$

2. Кутові коефіцієнти відображень кривих ГО, СП та ПЕ:

$$k_1 = w_O / (v_O - v_\Gamma), \quad k_2 = (w_C - w_\Pi) / (v_C - v_\Pi), \quad k_3 = w_\Pi / (v_\Pi - v_E).$$

3. Кутові коефіцієнти фронтальних проєкцій прямих ГП, СО та горизонтальної проєкції прямої ГП:

$$k_4 = (z_\Gamma - z_\Pi) / (x_\Gamma - x_\Pi), \quad k_5 = (z_C - z_O) / (x_C - x_O), \quad k_6 = (y_\Pi - y_\Gamma) / (x_\Pi - x_\Gamma).$$

4. Координати точок 1 та 2 перетину профільної січної площини  $\Sigma$  з лініями ГП та СО:

$$\begin{aligned}y_1 &= k_6 (x_i - x_\Gamma) + y_\Gamma, & z_1 &= k_4 (x_i - x_\Gamma) + z_\Gamma, \\y_2 &= y_O, & z_2 &= k_5 (x_i - x_O) + z_O.\end{aligned}$$

5. Координати точок 3 та 4 перетину ліній СП та ГО з горизонтальною січною площиною  $\Delta$ :

$$\begin{aligned}x_3 &= x_i, & y_3 &= y_1, & z_3 &= z_1 \text{ (на ділянці ГП)}, \\x_3 &= x_i, & y_3 &= y_i, & z_3 &= z_i \text{ (на ділянці СП)}, \\x_4 &= x_\Gamma, & y_4 &= \sqrt{(2p(w_O - |z_\Gamma - z_3|))} + y_O, & z_4 &= z_3 \text{ (на ділянці ГП)}, \\x_4 &= x_\Gamma, & y_4 &= \sqrt{(2p(w_O - |z_\Gamma - z_3|))} + y_O, & z_4 &= z_i \text{ (на ділянці СП)},\end{aligned}$$

де фокусний параметр параболи  $p = (y_\Gamma - y_O)^2 / 2x_i$ .

6. Ордината точки 11, що належить дузі кола ГЕ:

$$y_{11} = 2,1 + \sqrt{(184x_i - x_i^2 + 8464)}.$$

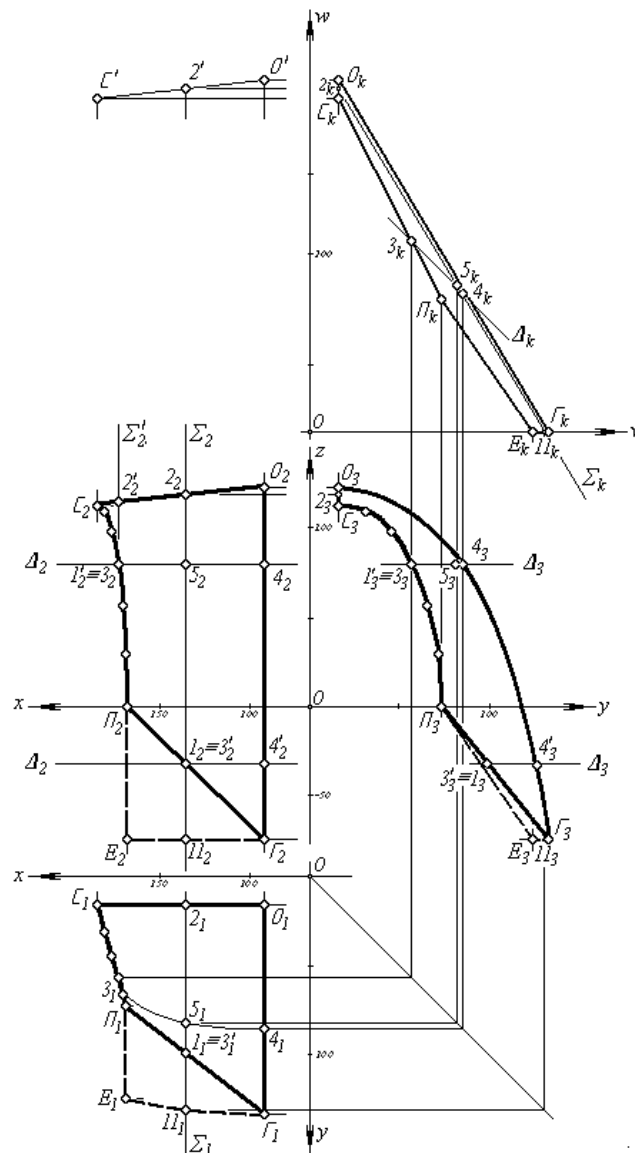


Рис. 2. Опорна ділянка поверхні жакета та п'ятикутний ключ пропорційності

7. Ординати відображень точок 11 та 2:

$$v_{11} = y_{11}, \quad w_{11} = 0, \\ v_2 = y_0, \quad w_2 = z_2 + |z_{\Gamma}|.$$

8. Аплікати відображень точок 3 та 4:

$$w_3 = k_3 (y_1 - v_{\Pi}) + w_{\Pi}, \quad v_3 = y_3 \text{ (на ділянці ПЕ)}, \\ w_3 = k_2 (y_i - v_C) + w_C, \quad v_3 = y_i \text{ (на ділянці СП)} \\ w_4 = k_1 (y_4 - v_0) + w_0, \quad v_4 = y_4,$$

9. Кутові коефіцієнти відображень січних площин:

$$k_7 = (w_{11} - w_2) / (v_{11} - v_2), \\ k_8 = (w_3 - w_4) / (v_3 - v_4).$$

10. Розв'язуючи спільно рівняння відображень  $1_k - 2_k$  та  $3_k - 4_k$  визначаємо ординату та абсцису відображення точки  $5_k$  :

$$v_5 = (k_7 v_{11} - k_8 v_3 - w_{11} + w_3) / (k_7 - k_8),$$
$$w_5 = k_7 (v_5 - v_{11}) + w_{11} .$$

11. Координати точок вузлів сітки:

$$x_5 = x_i, y_5 = v_5, z_5 = w_5 .$$

Ключ пропорційності доцільно сполучати з профільною проекцією поверхні, що значно спрощує побудову.

Допоміжний горизонтальний переріз (лінія АЕ) є однією з сукупностей геометричних фігур визначника опорної поверхні плечового жіночого одягу.

Точність побудови лінійного каркасу поверхні опорної ділянки пілочки жакета визначена побудовою лінійного каркасу поверхні сферичного п'ятикутника [2] з наступним порівнянням отриманих результатів з аналітичними розрахунками.

Відносна похибка побудови вузлів лінійного каркасу поверхні сферичного п'ятикутника  $\delta = 1,4869\%$ .

Отже для побудови розгортки використаний спосіб розгортуваних ниток [8] з метою визначення параметрів лінії пройми та виточок на лекалах плечового одягу без врахування волого-теплової обробки та припусків на шви.

Розгортка опорної поверхні пілочки жіночого жакета представлена на рис. 3.

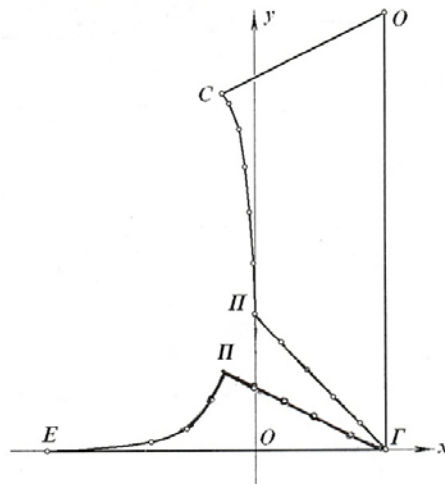


Рис. 3. Розгортка ділянки поверхні жіночого жакета

Нерозгортну криволінійну поверхню жакету, умовну розгортку якої необхідно побудувати, вважаємо утвореною неперервною множиною ниток, кожна з яких в тканині ткацького переплетення є ниткою утку. Профільний переріз, який проходить через соскову точку Г, приймаємо за вісь Оу, який відповідає положенню нитки основи тканини, а горизонтальний переріз (нитки утку), який проходить через точки Г та Н, приймаємо за вісь Ох. Кожна з ниток утку (горизонтальні перерізи  $\Delta_i$ ) при виправленні деформується незалежно від сусідніх ниток.

На завершення статті зазначимо, що застосування ключових способів моделювання поверхонь одягу має певні переваги порівняно з аналітичними та графоаналітичними способами:

- нескладність графічних алгоритмів побудови;
- висока точність і взаємозалежність суміжних кривих ліній каркасу поверхні;
- закономірність утворення каркасів поверхонь.

**Висновки.** Акцентуємо увагу на тому, що отримані в результаті побудови розгортки дають можливість:

- з високою точністю визначити напрям та розхил нагрудної та плечової виточок пілочки і спинки;
- визначити зміни параметрів пілочки та спинки в залежності від змінних параметрів пройми;
- визначити тривимірні координати дискретного ряду точок нагрудної та плечової виточок пілочки і спинки.

Розроблені геометричні та аналітичні алгоритми п'ятикутного ключа пропорційності для побудови лінійного каркасу поверхні опорних ділянок можуть скласти основу програмного забезпечення САПРО, що дозволить підвищити ефективність виробництва одягу та удосконалити процес його проектування.

#### Список використаної літератури

1. Колосніченко М. В., Щербань В. Ю., Процик К. Л. Комп'ютерне проектування одягу: Навчальний посібник. – К.: «Освіта України», 2010. – 236 с.
2. Раздомахин Н. Н. Трехмерные геометрические модели в проектировании одежды. Швейная промышленность, № 1, 1998.
3. Котов И. И. Геометрические основы ключевых способов построения поверхностей // Труды ВЗЭИ. – М., 1957. – Вып. 10.
4. Вильямс Д. А. Построение криволинейных поверхностей. – М.: «Машгиз», 1951. – 156 с.
5. Уставщиков В. Г., Бадаев Ю. И. Алгоритмы расчета разверток неразвертывающихся выпуклых поверхностей для целей САПР. // Прикладная геометрия и инженерная графика. Вып. 32. – К., 1981.
6. Богушко А. А., Святкина А. Е. Построение линейного каркаса и развертки опорной поверхности женской плечевой одежды. // Сборник научных трудов ФГБОУ ВПО «ЮРГУЭС». Шахты, 2013. – С. 60 – 64.
7. Святкина А. Е. П'ятикутний ключ пропорційності // Прикладна геометрія та інженерна графіка. – К.: КНУБА, 2010, - Вып. 83. – С. 167 – 172.
8. Гродзовский А. С. Разгибание поверхностей тел вращения методом спрямления нитей // Начертательная геометрия и черчение. Вып. 1. – Саратов: Саратовский университет, 1967.

## ПОСТРОЕНИЕ ОПОРНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ЖЕНСКОЙ ПЛЕЧЕВОЙ ОДЕЖДЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПЯТИУГОЛЬНОГО КЛЮЧА ПРОПОРЦИОНАЛЬНОСТИ

СВЯТКИНА А. Е.

*Киевский национальный университет технологий и дизайна*

**Цель.** Исследовать и разработать универсальный способ задания опорной поверхности в виде пространственного линейного каркаса с геометрическим преобразованием в развёртку, которая имеет инвариантное соответствие поверхности.

**Методика.** Используются методы структурно-параметрического геометрического моделирования, методы аналитической и начертательной геометрии, каркасная теория задания поверхностей, методология автоматизированного проектирования, методы математического моделирования.

**Результаты.** Определены параметрические показатели линии проймы и формообразующих элементов на деталях плечевой одежды опорной поверхности. Разработаны геометрическое и математическое описания опорной поверхности женской плечевой одежды.

**Научная новизна.** Разработаны аналитические и геометрические алгоритмы пятиугольного ключа пропорциональности для построения линейного каркаса поверхности опорных участков одежды.

**Практическая значимость.** Построены развёртки опорной поверхности женской одежды способом развёртываемых нитей. Обеспечена высокая точность определения направления и раствора формообразующих элементов деталей одежды.

**Ключевые слова:** *опорная поверхность одежды, развёртки деталей одежды, аппроксимация.*

## BEARING SURFACE OF THE SHOULDER WOMEN'S CLOTHING CONSTRUCTION WITH PENTAGONAL PROPORTIONALITY KEY USAGE

SVYATKINA A.

*Kyiv National University of Technologies and Design*

**Purpose.** The universal method research and developing of the shoulder women's clothing bearing surface assignment as spatial frame of linear geometric transformations in reamers, which has invariant surface compliance.

**Methodology.** Structural and parametric geometric modeling methods, analytical and descriptive geometry methods, frame setting surfaces theory, automated design methodology, mathematic modeling methods are used.

**Findings.** Armholes line and formative elements in detail bearing surface shoulder clothing parameters are determined. Geometric and mathematical description of the shoulder women's clothing bearing surface is designed.

**Originality.** Pentagonal key proportionality analytical and geometric algorithms for linear frame bearing surface clothing areas build is designed.

**Practical value.** The bearing surface of women's clothing reamers is built by scanning threads method. High definition accuracy direction and formative elements volume of clothing details is provided.

**Keywords:** *bearing clothing surface, clothing details reamers, approximation.*