УДК 687.016.5

АВТОМАТИЗОВАНА ПОБУДОВА КОНІЧНОЇ ПОВЕРХНІ РУКАВА НА ОСНОВІ ПРОСТОРОВОЇ ЛІНІЇ ПРОЙМИ

М.С. ВИННИЧУК

Київський національний університет технологій та дизайну

У статті запропоновано алгоритм автоматизованої побудови конічної поверхні рукава на основі просторової лінії пройми. Алгоритм враховує основні конструктивні характеристики рукава, важливі при його побудові

При проектуванні одягу розробка конструктивного вузла «пройма – окат рукава» є досить складною у зв'язку зі складністю геометрії суміжних поверхонь. Лінія пройми конструктивно відображається при розгортці на площині як частина пілочки та спинки. Відповідно лінія окату рукава – це частина рукава. Через різний характер кривизни цих ліній, вони є неспряжними на площині. В той же час, такі лінії є спряженими у просторі, якщо розглядати рукав без посадки. Отже, на основі просторової лінії пройми принципово можлива побудова просторової лінії окату рукава. При цьому необхідно також враховувати ряд конструктивних даних, характерних для рукава. Проведені дослідження [1] показали, що такими даними є: α – кут постановки рукава, β – кут відхилення рукава вперед, величина обхвату плеча та прибавка до обхвату плеча ($О_п$ і $П_{оп}$), величина обхвату зап'ястя і прибавка до обхвату ($О_{зап}$ і $П_{озап}$), довжина руки до зап'ястя ($Д_{р.зап}$). Задачею досліджень в даній статті є побудова просторової лінії окату рукава без посадки на основі наведених даних.

Об'єкти та методи дослідження

Частину рукава, що є суміжною з пілочкою та спинкою, прийнято розглядати [2] як деяку конічну поверхню, де твірною є просторова лінія пройми. Тому, цю частина рукава, а отже і лінію окату, можна побудувати на основі побудови конічної поверхні. Для цього слід визначити направляючий вектор умовної вісі конуса та положення вершини конуса відносно лінії пройми.

Постановка завдання

Задачею даного дослідження є розробка алгоритму автоматизованої побудови конічної поверхні верхньої частини рукава без посадки на основі описаних конструктивних даних.

Результати та їх обговорення

Для побудови поверхні конуса, де твірною є просторова лінія пройми, яка відома, достатньо знайти координати точки вершини. Вся поверхня конуса – це лінійчата поверхня між точкою вершини і точками, які належать просторовій лінії пройми.

Для знаходження координат точки вершини конуса т.S (рис.1) необхідно визначити координати точки (т.О), через яку проходить вісь конуса, направляючий вектор *l* прямої OS та відстань OS.

Координати т.О можуть бути визначені різними способами, але це завжди деяка середня точка (центр) основи криволінійного конуса. В якості основи будемо вибирати площину, що проходить через критичну точку пройми - т.С. Такий вибір доцільний, оскільки саме на основі т.С визначається величина ширини рукава (Оп+Поп). Нормальний вектор такої площини буде направляючим вектором для вісі конуса. А направляючий вектор вісі конуса визначається положенням рукава в просторі, тобто кутами α і β, значення яких знаходяться в деякому діапазоні. Тобто направляючий вектор вісі конуса потрібно визначати. І для кожного варіанту такого вектора будуть змінюватися координати точки О. Тому для пошуку координат т.О будемо використовувати координати деякої середньої точки О*, що визначається на основі координат критичних точок лінії пройми, а саму т.О отримаємо як результат проекції т.О* на основу конуса.

Можна ставити задачу про знаходження середньої точки О* як центру ваги плоскої фігури, використовуючи подвійні інтеграли для випадку постійної густини. Але таке уточнення практично не впливає на величини обох кутів (кута постановки рукава, кута відхилення рукава вперед), проте суттєво ускладнює визначення точки центру. Тому наближено визначаємо координати точки центру як середину відрізка, що з'єднує середини відрізків АС та DB – це точка О*. Будуємо площину, ортогональну до направляючого вектора, яка проходить через т. С (рис.1).

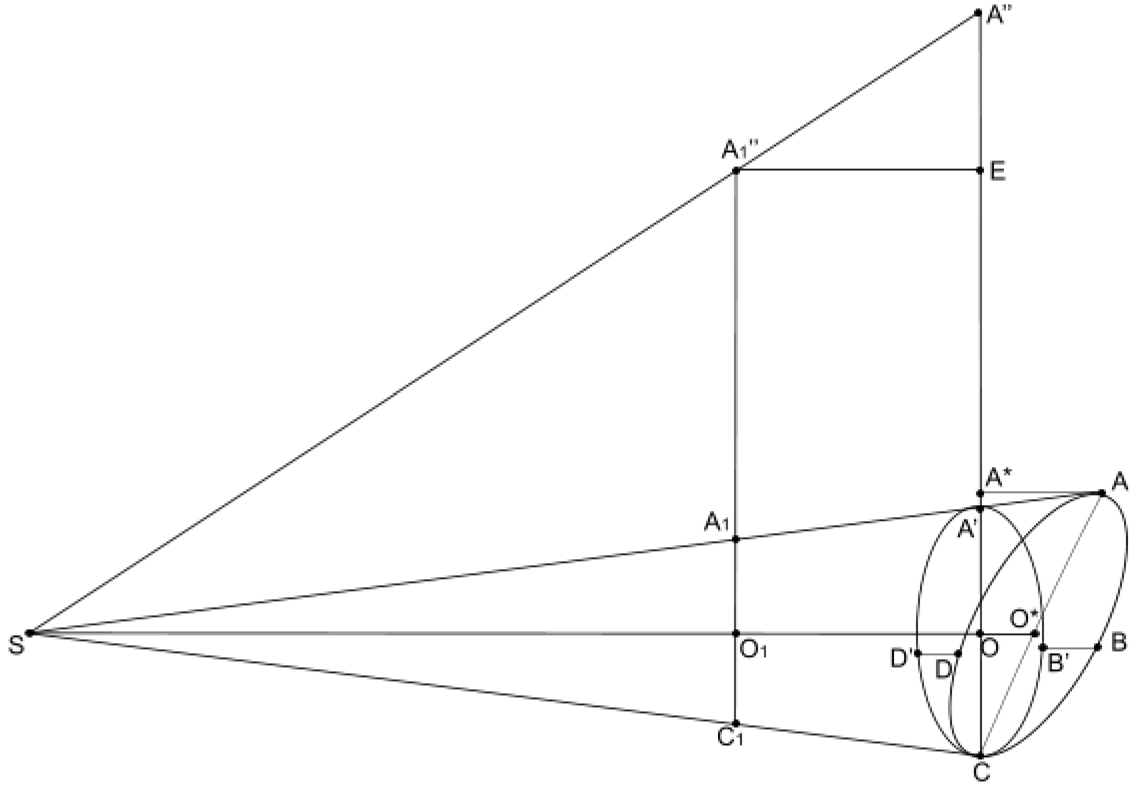

Рис. 1. **Визначення координат точки центра**

Вибір направляючого вектора жодним чином не пов'язаний з вибором т. О*, а визначається значенням кутів α та β. При фіксованому значення кута відхилення рукава вперед β, кут α повинен бути вибраний із деякого діапазону із умови, що в площині основи конуса довжина лінії криволінійного конуса співпадає з (Оп+Поп), де твірною конуса є простора лінія пройми.

На кожному кроці ітерацій з вибору кута α формується направляючий вектор $\vec{l}$ за наступними правилами(рис.2):

Вектор $\vec{l}$ довжиною ***a*** направлений в протилежному напрямку по вісі OZ. Відхиляємо його на кут α в площині ZOX. Проекція на вісь OX дасть координату x=a*sinα. Відповідна координата на осі OZ буде рівною z1=a·cosα. Далі вектор, направлений по осі OZ з довжиною z1 повертаємо на кут β в площині YOZ та отримуємо абсолютне значення координат: y=z1·sinβ=a·cosα·sinβ; z=z1·cosβ= a·cosα·cosβ.

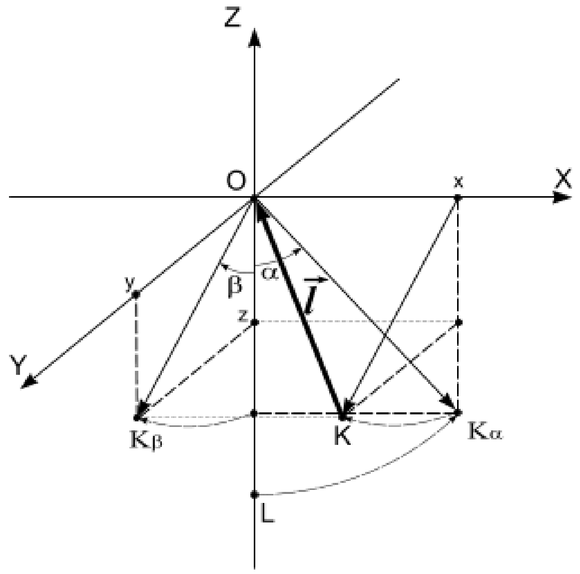

Рис. 2. **Побудова направляючого вектора**

Просто перевірити, що довжину вектора $\vec{l}$ дорівнює ***a***. Дійсно

$x^2 + y^2 + z^2 = (a\cdot\sin\alpha)^2 +(a\cdot\cos\alpha\cdot\sin\beta)^2+ (a\cdot\cos\alpha\cdot\cos\beta)^2 =$

$= (a\cdot\sin\alpha)^2 +(a\cdot\cos\alpha)^2 \cdot (\sin^2\beta+\cos^2\beta)=a^2 \cdot (\sin^2\alpha + \cos^2\alpha) = a^2.$

Для визначення координат вектора $\vec{l}$ слід знайти не тільки їх абсолютні величини, але й знаки. При виборі знака координати X: враховується співвідношення величин координат точок A та D, а саме: якщо $x_A > x_D$, то знак мінус. Знака для координати У завжди мінус, оскільки вісь ОУ направлена вперед, а направляючий вектор направлений від зап'ястя до плеча при відхиленні рукава вперед. Вибір знака для Z: вісь OZ направлена вверх і при напрямку рукава вниз для направляючого вектора, направленого від зап'ястя до плеча завжди знак плюс.

Отже, для випадку, коли a=1, отримаємо наступні координати вектора $\vec{l} = (l_x, l_y, l_z)$:

$x= l_x = \pm\sin\alpha$, $y= l_y = - \cos\alpha\cdot\sin\beta$, $z= l_z =\cos\alpha\cdot\cos\beta$.

Координати точки $S = (S_x, S_y, S_z)$ знаходимо як координати точки, що знаходиться на прямій з заданим направляючим вектором $\vec{l}$, що проходить через задану точку O, де точка S віддалена від точки O на відстань L, за формулою

$$\begin{cases} S_x = O_x - L\cdot l_x \\ S_y = O_y - L\cdot l_y \\ S_z = O_z - L\cdot l_z \end{cases}, \tag{1}$$

де L – довжина відрізка *SO*.

Визначимо довжину відрізка *SO* користуючись побудовою, представленою на рис. 1, де: величині Оп+Поп відповідає відрізок ОА”; Озап+Позап – відрізок O_1A_1”; Дрзап – OO_1.

Розглянемо трикутник SOC, в якому O_1C_1 паралельна OC, то із подібності трикутників SOC і SO_1C_1 випливає, що має місце співвідношення:

$$\frac{SO_1}{SO} = \frac{O_1C_1}{OC},$$

із якого

$$SO = SO_1 \cdot \frac{OC}{O_1C_1} \tag{2}$$

Розглянемо трикутник SOA”, в ньому O_1A_1” паралельна OA”. Із подібності трикутників SOA” і SO_1A_1” випливає, що має місце співвідношення

$$\frac{SO_1}{SO} = \frac{O_1A_1''}{OA''}, \tag{3}$$

із якого з врахуванням (2) отримуємо

$$SO = SO_1 \cdot \frac{OC}{O_1C_1} = SO_1 \cdot \frac{OA''}{O_1A_1''} = (SO - O_1O) \cdot \frac{OA''}{O_1A_1''} = (SO - Д_{рзап}) \cdot \frac{О_п + П_{оп}}{О_{зап} + П_{озап}}. \tag{4}$$

Довжину осі криволінійного конуса можна знайти із умови подібності трикутників SOA” і A_1”EA”, в якому A”E паралельна SO. Тоді має місце співвідношення:

$$\frac{OA''}{SO} = \frac{EA''}{EA_1''}, \tag{5}$$

яке можна представити у вигляді:

$$\frac{О_п + П_{оп}}{SO} = \frac{(О_п + П_{оп}) - (О_{зап} + П_{озап})}{Д_{рзап}} \tag{6}$$

Із співвідношення (6) чи (4) – відстань SO = *L* може бути знайдена за формулою:

$$SO = L = (О_п + П_{оп}) \cdot \frac{Д_{рзап}}{(О_п + П_{оп}) - (О_{зап} + П_{озап})} \tag{7}$$

Співвідношення (7) та (1) реалізується в алгоритмі програми.

За відомими координатами т. *S* та координатами точок просторової лінії пройми можна побудувати лінію основи конічної поверхні як точок перетину прямої з площиною. За їх координатами знаходиться довжина лінії основи, яка повинна співпасти з (Оп+Поп). У випадку, коли довжина лінії основи перевищує (Оп+Поп) зменшуємо кут α. Якщо ж довжина лінії основи менша за (Оп+Поп), то кут α збільшуємо.

У виключному випадку, коли кут α слід зменшити (збільшити) до величини, що менша (більша) за гранично допустиму, він фіксується на рівні гранично допустимого та визначається величина (Оп+Поп), що йому відповідає. Це дало змогу створити алгоритм, який дозволяє корегувати несумісні дані щодо величин (Оп+Поп), кута постановки рукава та даних, на основі яких будується просторова лінія пройми.

Висновки

Запропоновано алгоритм автоматизованої побудови конічної поверхні рукава на основі просторової лінії пройми. Алгоритм враховує основні конструктивні характеристики рукава, важливі при його побудові, а саме: α – кут постановки рукава, β – кут відхилення рукава вперед, величина обхвату плеча та прибавка до обхвату плеча ($О_п$ і $П_{оп}$), величина обхвату зап'ястя і прибавка до обхвату ($О_{зап}$ і $П_{озап}$), довжина руки до зап'ястя ($Д_{р.зап}$).

ЛІТЕРАТУРА

1. Винничук М.С., Васильківська О.І. Розробка алгоритму побудови окату рукава в автоматизованому режимі// Тези доповідей ювілейної всеукраїнської наукової конференції молодих вчених та студентів присвяченої 80-річчю КНУТД «Наукові розробки молоді на сучасному етапі» 1 т. К.: КНУТД, 2010. – 93 с.
2. О.А. Богушко, В.І. Малиновський, А.Є. Святкіна Геометрія поверхонь одягу. – К.: Освіта України, 2009. – 193 с.