

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ДИЗАЙНУ

ВИННИЧУК МАРІЯ СТЕПАНІВНА

УДК 687.016.5:687.12

**УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ ПРОЕКТУВАННЯ ВУЗЛІВ СКЛАДНИХ
ФОРМ ПРИ ВИГОТОВЛЕННІ ПЛЕЧОВИХ ВИРОБІВ**

Спеціальність 05.18.19 – технологія текстильних матеріалів,
швейних і трикотажних виробів

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Київ – 2013

Дисертацією є рукопис

Роботу виконано в Київському національному університеті технологій та дизайну
Міністерства освіти і науки України

Науковий керівник: доктор технічних наук, професор
Колосніченко Марина Вікторівна
Київський національний університет технологій та дизайну,
декан факультету дизайну,
завідувач кафедри ергономіки і проектування одягу

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
Параска Георгій Борисович
Хмельницький національний університет,
проректор з наукової роботи,
професор кафедри машин та апаратів

кандидат технічних наук, доцент
Білей-Рубан Наталія Василівна
Мукачівський державний університет,
декан технологічного факультету,
доцент кафедри легкої промисловості

Захист відбудеться «31» жовтня 2013 р. о 10⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої
вченої ради Д 26.102.03 в Київському національному університеті технологій та
дизайну за адресою: 01011, м. Київ, вул. Немировича-Данченка, 2

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Київського національного
університету технологій та дизайну за адресою: 01011, м. Київ, вул. Немировича-
Данченка, 2

Автореферат розісланий «26» вересня 2013 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради

Т.О. Полька

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Аналіз розвитку швейної галузі України свідчить про активне використання автоматизованих двовимірних (2D) систем для інтенсифікації процесів проектування виробів. Особлива увага в сучасних комп'ютерних технологіях приділяється формалізації етапу створення конструкцій одягу традиційними розрахунково-графічними методами. Проте вони не дають задовільного результату в забезпеченні точності проектування вузлів складних форм.

Альтернативою для скорочення етапу перевірки якості посадки плечового виробу є тривимірні (3D) технології, які реалізують візуалізацію просторової форми виробу на віртуальному манекені. Однак проектування форми виробу в тривимірному просторі з технологією подальшого розгортання в готові лекала реалізовано у САПР СТАПРИМ (м. Санкт-Петербург, Росія) лише для окремих виробів.

Особливо складним в розробці базових конструкцій плечового одягу є вузол «пройма – окат рукава», для якого через складність опису геометрії принципово важливою є побудова тривимірної лінії пройми та пов'язаної з нею лінії окату рукава, оскільки вони є взаємозалежними.

Над дослідженнями цього конструктивного вузла, розробкою методів побудови його розгорток працюють науковці Київського національного університету технологій та дизайну (КНУТД), Санкт-Петербурзького державного університету технологій і дизайну, Московського державного університету дизайну і технологій, Хмельницького національного університету, але завдання побудови просторової лінії пройми і окату вшивного рукава залишається невирішеним. Формалізація побудови розгортки рукава також потребує досліджень.

Тому, завдання побудови замкненої лінії пройми на площині, просторової лінії пройми та пов'язаної з нею лінії окату рукава є актуальним.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами та темами. Дисертація виконувалася відповідно до наукового напрямку № Н/н 1-09-8 «Теоретичні та практичні основи проектування виробів різного призначення» (2005 – 2009 рр.) та № Н/н 1-09-3.4 «Методи і засоби сучасного проектування об'єктів дизайну, що визначають їх естетичні, соціально-культурні, ергономічні, функціонально-експлуатаційні та екологічні характеристики» (2010 – 2013 рр.) відповідно до перспективних планів науково-дослідної роботи кафедри ергономіки та проектування одягу (ЕПО) КНУТД.

Мета і завдання дослідження. Мета роботи полягає в розробці методу автоматизованого проектування конструктивного вузла «пройма – окат рукава» жіночого плечового одягу із забезпеченням узгодження базових ліній відповідних контурів.

Для досягнення поставленої мети були сформульовані і вирішені такі завдання:

- визначено необхідні вхідні дані для проектування конструктивного вузла «пройма – окат рукава» та способи їх отримання, а також умови забезпечення

балансу вузла стосовно виробу;

- розроблено методи автоматизованої побудови плоскої замкненої лінії пройми, розміщеної у довільному чотирикутнику та прямокутнику лініями другого порядку, і просторової замкненої лінії пройми, що дозволило вирішити завдання ергономічної відповідності швейного виробу тілу людини;

- розроблено метод автоматизованої побудови лінії окату рукава, узгодженої з просторовою лінією пройми для побудови її розгортки на площині та побудови лінії окату рукава з посадкою з урахуванням матеріалів, точності побудови з'єднаних ліній для вузлів складних форм;

- розроблено моделі опису геометричного образу просторової пройми та її проєкцій на координатні площини на основі регресійного аналізу результатів експериментальних досліджень з використанням спеціально розробленого забезпечення;

- розроблено рекомендації для практичного використання удосконаленого методу проєктування на підприємствах швейної промисловості.

Об'єктом дослідження є процес автоматизованого проєктування вузлів складних форм при розробці базової конструкції жіночого плечового одягу.

Предметом дослідження є удосконалення процесу проєктування вузлів складних форм при виготовленні плечових виробів на прикладі конструктивного вузла «пройма – окат рукава».

Методи та засоби дослідження. Дослідження базувались на загальній методології проєктування одягу та системному підході до проєктування одягу. В роботі використано традиційні та сучасні методи дослідження: системно-структурний аналіз, методологія автоматизованого проєктування, каркасна теорія задання поверхні, методи математичного моделювання, апроксимації, аналітичної і нарисної геометрії, математичної статистики, регресійний аналіз. Реалізація обчислень та обробка результатів виконано на персональному комп'ютері із застосуванням спеціально розроблених прикладних програм та програм Microsoft Visual C, Microsoft Visual Studio Express 2012 for Windows Desktop, Grapher Application 8, Microsoft Excel, Object Pascal в середовищі Delphi.

Наукова новизна отриманих результатів полягає у виявленні закономірностей перетворень просторової замкненої лінії пройми в плоскі лінії пройми та окату рукава для автоматизації процесу проєктування конструктивного вузла «пройма – окат рукава». При цьому:

- вперше розроблено метод автоматизованої побудови плоскої замкненої пройми на основі математичного опису визначення координат контрольних точок просторової пройми, вписаної в прямокутник;

- розроблено геометричну модель кінчної поверхні рукава та розгортки окату без посадки шляхом побудови трикутників в полярній системі координат, яка розповсюджена на розгортку окату з посадкою;

- вперше встановлено регресійні залежності між конструктивними параметрами геометричних образів проєкцій просторової лінії пройми, на основі яких розроблено розрахунковий метод визначення довжини пройми.

Практичне значення отриманих результатів полягає у такому:

- розроблено та програмно реалізовано алгоритми побудови лінії пройми на площині та в просторі, лінії окату рукава, узгодженої з просторовою лінією пройми, та автоматизованої побудови деталі конструкції рукава з посадкою;
- розроблена комп'ютерна програма розрахунку координат точок для конструктивного вузла «пройма – окат рукава» з урахуванням заданих параметрів;
- розроблена номограма визначення величин основних параметрів конструктивного вузла «пройма – окат рукава», залежно від заданої величини прибавки на вільне облягання по лінії грудей (Пг).

Результати роботи впроваджено у навчальний процес кафедри ЕПО КНУТД при вивченні дисциплін «Комп'ютерне проектування одягу» за напрямом підготовки 6.051602 – Технологія виробів легкої промисловості та «Геометрія поверхонь одягу» за спеціальністю 7(8).05160202 – Конструювання та технології швейних виробів.

Розроблений метод проектування апробовано та впроваджено на швейному підприємстві ТОВ «Дана-мода» (м. Київ). Результати наукового дослідження впроваджено в методичне та інформаційне забезпечення САПР одягу «JULIVI» (фірма «САПРЛегпром», м. Луганськ).

Особистий внесок здобувача полягає в постановці та вирішенні основних теоретичних та експериментальних завдань. Авторіві належать основні ідеї застосування методів та теорій суміжних галузей науки для розробки алгоритмів, створення математичної моделі процесу проектування конструктивного вузла, вибір предмета дослідження, планування і проведення теоретичних та експериментальних досліджень, реалізація розробленого методу в автоматизованому режимі, а також аналіз та узагальнення результатів роботи.

Апробація роботи. Основні положення та результати дисертаційної роботи доповідались, обговорювались і здобули позитивну оцінку на щорічних Всеукраїнських конференціях молодих вчених та студентів КНУТД (м. Київ, 2007–2010 рр., 2012 р.), на Міжнародній науково-технічній конференції «Впровадження сучасних інноваційних технологій в умовах інтеграції навчального простору України в Болонський процес» КНУТД (м. Київ, 2008 р.), на Міжнародній науково-практичній конференції «Легка і текстильна промисловість: сучасний стан і перспективи» (м. Херсон, 2011 р.).

Дисертація доповідалась повністю і здобула позитивну оцінку на науковому семінарі кафедри ЕПО КНУТД (м. Київ, 2012 р.), на міжкафедральному науковому семінарі КНУТД (м. Київ, 2013 р.) та фаховому науковому семінарі Херсонського національного технічного університету (м. Херсон, 2013 р.).

Публікації. За матеріалами дисертаційної роботи опубліковано 14 друкованих праць: 7 статей у фахових виданнях, рекомендованих МОН України (з них 3 статті без співавторів) та 7 тез доповідей на наукових конференціях.

Структура та обсяг роботи. Дисертація подана на 223 сторінках друкованого тексту та складається з вступу, чотирьох розділів із висновками, загальних висновків, переліку використаних джерел та додатків. Основна частина роботи викладена на 148 сторінках, містить 98 рисунків, 13 таблиць. Перелік використаних джерел містить 144 найменування. Додатки складають 61 сторінку.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми дослідження, сформульовано мету роботи, основні напрями досліджень і методи їх вирішення. Визначено об'єкт і предмет досліджень, викладено наукову новизну і практичне значення отриманих результатів, наведено відомості про апробацію результатів роботи і публікації.

У **першому розділі** проведено аналіз конструктивного устрою одягу з вшивними рукавами. Встановлено, що в класичних методиках конструювання одягу здебільшого будується розімкнена лінія пройми, на основі якої неможливо без додаткового узгодження побудувати відповідну їй лінію окату рукава.

Питання автоматизованої побудови конструктивного вузла «пройма – окат рукава» розглянуті в працях проф. В.О. Скатерного, проф. М.В. Колосніченко, проф. В.Ю. Щербаня, проф. А.Л. Славінської, проф. А.Т. Сушан, проф. Є.Б. Коблякової, проф. М.М. Раздомахіна, проф. О.А. Богушка, доц. С.М. Глобенка, доц. О.М. Домбровської та ін.

Аналіз методів побудови пройми показав, що вирішуються дві задачі: визначення положення пройми відносно базових ліній і точок та визначення форми і розмірів пройми на площині. Виявлено, що існуючі графічні способи побудови замкненої лінії не завжди забезпечують гладкість просторової лінії пройми та можливість її використання в побудові лінії окату рукава. Виявлено, що існуюча стандартизована інформація про фігуру людини є об'єктивною, але недостатня за забезпеченням геометричної інформації для автоматизованого проектування.

Встановлено, що двовимірне і тривимірне проектування одягу є компонентами єдиного технологічного процесу сучасного виробництва, при цьому разом з розвитком автоматизації двовимірного проектування етап тривимірного виконується вручну. Визначено актуальність розвитку методів тривимірного автоматизованого проектування одягу, при цьому антропометричні проєкційні виміри фігури людини розглядаються як необхідна складова процесу проектування.

У результаті проведеного аналізу сформульовано напрями наукового дослідження, мету дисертаційної роботи, завдання дослідження і методи їх вирішення.

У **другому розділі** розроблено метод автоматизованої побудови замкненої профільної проєкції лінії пройми та просторової лінії пройми.

Першим завданням розробки методу є формування бази даних для побудови лінії пройми на площині, а саме: координати контрольних точок, проєкційні прибавки, кутові коефіцієнти дотичних у цих точках, проєктивні дискримінанти для кожної з ділянок пройми відповідно до рис. 1. Проєкційні прибавки фіксують перехід від проєкційних розмірних ознак в контрольних точках.

Визначення кутових коефіцієнтів виконано на основі загального рівняння дотичної в довільній точці, яке має вигляд $y = kx + b$, де k – кутовий коефіцієнт прямої (дотичної). Приклад визначення кутових коефіцієнтів дотичних для автоматизованої побудови лінії пройми на площині показано на рис. 2, де $k = \operatorname{tg} \alpha$. В точках A та C для коефіцієнтів k_A, k_C виконується умова $|k_A|, |k_C| \leq 0,5$, а в точках B та D – $|k_B|, |k_D| \geq 1,0$.

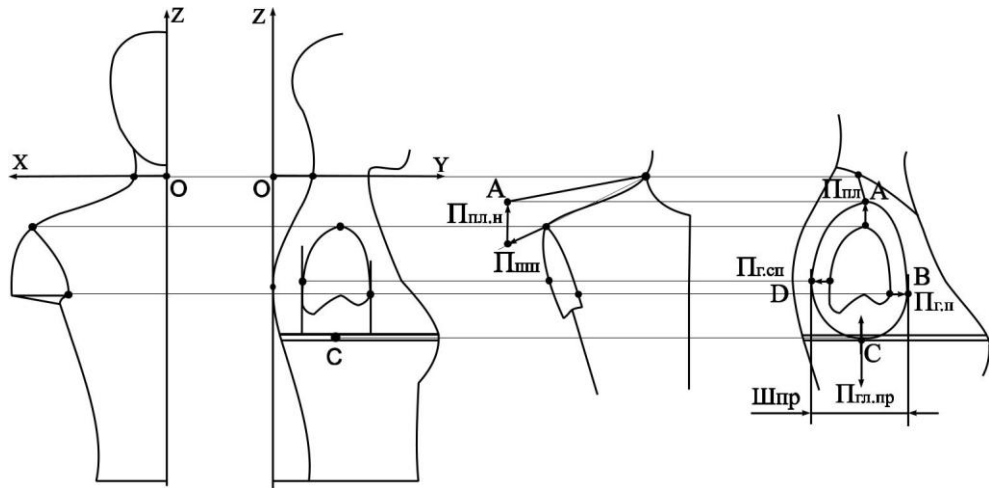


Рис. 1. Вибір системи координат та проєкційних прибавок для побудови лінії пройми

За результатами аналізу класичних методик конструювання одягу визначено, що величина проєктивних дискримінантів залежить від ділянки побудови (рис. 3), а їх величина міститься в діапазонах: $f_1 = (0,372 \div 0,488)$; $f_2 = (0,382 \div 0,457)$; $f_3 = (0,402 \div 0,489)$; $f_4 = (0,400 \div 0,526)$.

Для побудови профільної проєкції лінії пройми запропоновано спосіб побудови кривих другого порядку в довільному чотирикутнику (рис. 4).

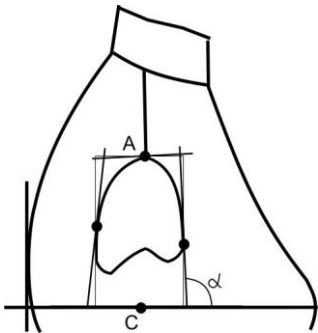


Рис. 2. Визначення кутових коефіцієнтів дотичних

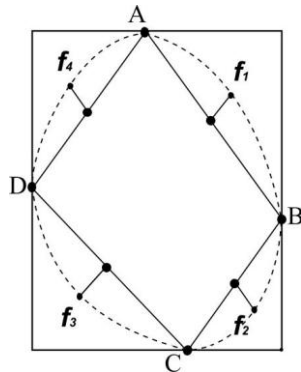


Рис. 3. Схематичне зображення лінії проєкційної пройми на площині

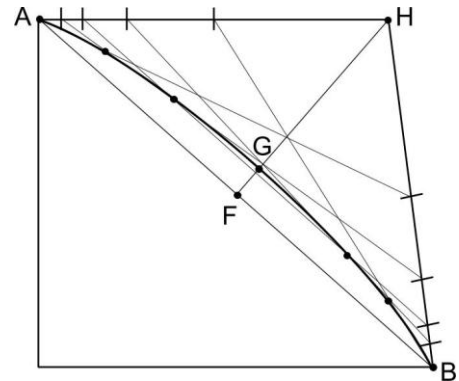


Рис. 4. Побудова точок лінії пройми як перетину сусідніх прямих між зміщеними точками

Для визначеності послідовності процедур розглянута ділянка пройми між контрольними точками A та B (рис. 4). Особливістю поділу суміжних відрізків AN та BH точками на n частин є те, що їх довжини для кожного з відрізків утворюють геометричну прогресію з однаковим знаменником прогресії a , для наведеного розбиття ($a = 2$).

Дискретний ряд точок пройми побудовано шляхом з'єднань i -тої точки відрізка AN з $(i+1)$ точкою відрізка BH для отримання i -тої прямої.

В основу методу зміщення точок покладена степенева залежність від знаменника прогресії a , як параметра. Змінюючи a – змінюватиметься проєктивний дискримінант для ділянки лінії пройми, що дозволяє отримати криву з заданим проєктивним дискримінантом f від 0 до 1.

При відомих координатах контрольних точок замкненої пройма, кутових коефіцієнтах дотичних до лінії пройма в цих точках, коефіцієнтах відстані для ділянок пройма та числі n – розбиття відрізків сторін чотирикутника між сусідніми контрольними точками та відповідною їм вершиною чотирикутника в алгоритмі визначаються:

- координати вершин чотирикутника, описаного навколо замкненої пройма;
- координати середин відрізків, що сполучають сусідні контрольні точки;
- координати точок перетину j -ї та $(j+1)$ -ї прямих ($j=1 \div (n-2)$);
- коефіцієнт відстані (проективний дискримінант) f для аналізованої ділянки пройма;
- побудова прямих, що з'єднують i -ту та $(i+1)$ -у точки на суміжних відрізках ($i = 1 \div (n-1)$).

Коефіцієнт відстані f є функцією величини a , для якої спочатку задається деяке початкове значення. Завданням обчислень є підбір такої величини a , щоб із необхідною точністю обчислюване значення f збігалось із заданим у вихідних даних f_{AB} . Передбачається автоматичне визначення початкового наближення для параметра a та його ітераційний розрахунок з використанням методу січних, де точність для a визначається умовою $|f(a) - f_0| < 0,00001$.

Враховуючи, що значення проективних дискримінантів складно визначити у разі довільного чотирикутника, що описує пройма, в роботі проведено дослідження щодо можливості використання контрольних точок пройма як точок дотику описаного навколо неї прямокутника.

Для побудови необхідної лінії пройма в прямокутнику визначені координати нових контрольних точок як точок дотику до лінії пройма описаного навколо неї прямокутника, сторони якого паралельні осям координат. В цьому випадку множина точок, що описує лінію пройма на площині, має таку властивість: точка дотику міститься на спеціальній ділянці між трьома послідовними точками, отриманими при побудові лінії пройма в площині YOZ такими, що або $(y_{i-1} - y_i) \cdot (y_i - y_{i+1}) \leq 0$, або $(z_{i-1} - z_i) \cdot (z_i - z_{i+1}) \leq 0$. Поведінка функцій в точках їх екстремуму (т. D) з високою точністю описується параболою, тому завдання пошуку точки дотику може бути зведене до пошуку вершини параболі (т. D), що проходить через три точки спеціальної ділянки.

Виконана перевірка коректності запропонованого способу побудови лінії пройма шляхом задання проективних дискримінантів, координат контрольних точок та кутових коефіцієнтів дотичних. Точки дотику замкненої форми до його сторін визначено як умовні контрольні точки. Відхилення між такими лініями пройма не перевищило 0,5 мм.

Виявлена близькість ліній пройма, побудованих у довільному чотирикутнику та описаному навколо неї прямокутнику, дозволила зменшити обсяг вхідних даних, потрібних для побудови лінії пройма, шляхом виключення даних про кутовий коефіцієнт дотичної в контрольних точках за умови, що контрольні точки вибрано на сторонах прямокутника, описаного навколо лінії пройма.

Заключним етапом побудови просторової лінії пройми є аналітичне обґрунтування. Просторова лінія пройми побудована як лінія перетину двох поверхонь: криволінійного циліндра, напрямний вектор для осі якого паралельний вісі OX та лінійчастої поверхні (поверхні утвореної паралельними прямими), де напрямний вектор прямої паралельний площині XOZ , а твірна поверхні є параболою в площині XOY .

Лінійчаста поверхня описується залежністю:

$$x = f(y, z) = a \cdot y^2 + b \cdot y + (d+m) + k \cdot z, \quad (1)$$

де a, b, d – коефіцієнти, що описують параболу в площині XOY ;

k – кутовий коефіцієнт прямої в площині XOZ .

При заданих координатах чотирьох контрольних точок $A(x_1, y_1, z_1)$, $B(x_2, y_2, z_2)$, $C(x_3, y_3, z_3)$, $D(x_4, y_4, z_4)$ невідомі коефіцієнти a, b, c, k визначаються із системи лінійних рівнянь (2) з використанням відомих методів знаходження коренів для лінійних систем.

$$\begin{cases} x_1 = a \cdot y_1^2 + b \cdot y_1 + c + k \cdot z_1; \\ x_2 = a \cdot y_2^2 + b \cdot y_2 + c + k \cdot z_2; \\ x_3 = a \cdot y_3^2 + b \cdot y_3 + c + k \cdot z_3; \\ x_4 = a \cdot y_4^2 + b \cdot y_4 + c + k \cdot z_4. \end{cases} \quad (2)$$

За відомими координатами y та z за формулою (1) визначені координати x , як просторові координати лінії пройми.

На рис. 5 показано побудову просторової лінії пройми.

У третьому розділі розроблено метод автоматизованої побудови лінії окату рукава з урахуванням посадки.

Для побудови лінії окату рукава з урахуванням посадки поетапно вирішені такі завдання:

- формування системи вхідних даних, достатніх для побудови;

- побудова конічної поверхні, що описує рукав, та просторової лінії окату рукава без урахування посадки;

- побудова розгортки окату рукава за відомою просторовою лінією окату та конічною поверхнею, що описує рукав;

- побудова розгортки окату рукава з урахуванням заданої величини посадки.

Встановлено, що для рукава, який розглядається як конічна поверхня для його побудови необхідними та достатніми є такі дані:

1. Кути орієнтації рукава α і β , де: α – кут відведення плечової частини рукава відносно профільної проекції. У вшивному рукаві $\alpha = 5 \div 8^\circ$; β – відхилення рукава

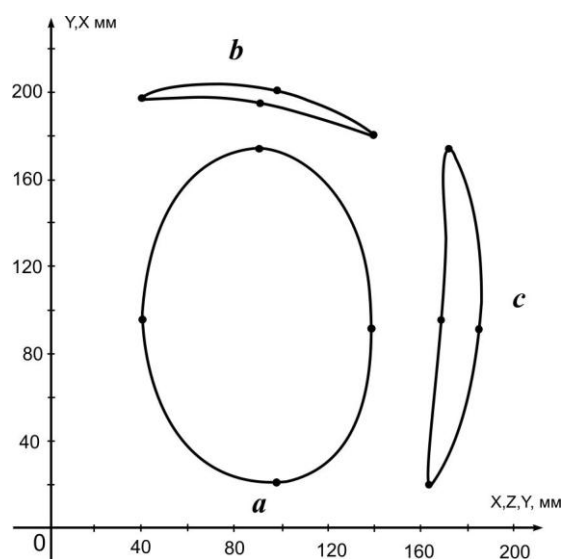


Рис. 5. Просторова лінія пройми в проекціях:

a – на площину YOZ ;

b – на площину XOZ ;

c – на площину XOY .

вперед. Кут β від вертикалі, яка проведена із вершини окату, і має становити для жіночого одягу $14 \div 15^\circ$.

2. Ширина рукава ($Ш_{рук}$), яка визначається величиною обхвату плеча та прибавкою до обхвату плеча: $O_{п}$ і $P_{оп}$.

3. Ширина рукава по лінії низу $Ш_{рук.л.н.}$, що визначається величиною обхвату зап'ястка і прибавкою до обхвату: $O_{зап}$ і $P_{о.зап}$.

4. Довжина руки до зап'ястка $D_{р.зап}$, яка потрібна для розрахунку довжини рукава $D_{рук}$.

Побудова конічної поверхні, що описує рукав, та просторової лінії окату рукава без врахування посадки виконана у три етапи.

I етап – вибір напрямного вектора осі криволінійного конуса для побудови рукава, що дає можливість спрямувати рукав у заданому напрямку (рис. 6).

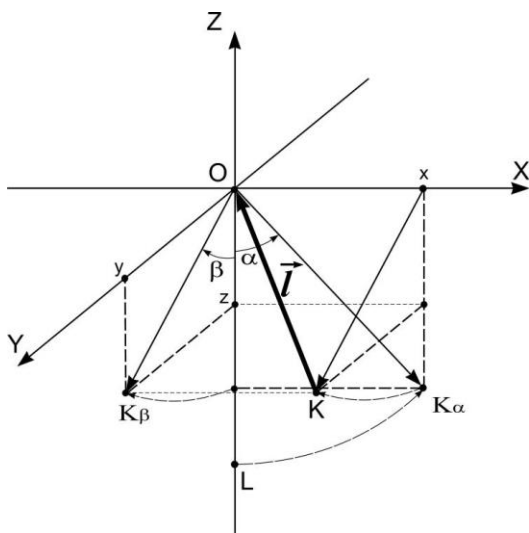


Рис. 6. Побудова напрямного вектора

Після повороту вектора, спрямованого по осі OZ довжиною z_1 , на кут β у площині YOZ отримані координати: $y = z_1 \cdot \sin \beta = a \cdot \cos \alpha \cdot \sin \beta$; $z = z_1 \cdot \cos \beta = a \cdot \cos \alpha \cdot \cos \beta$.

Для вектора a при його довжині $a=1$ знаходимо координати напрямного вектора \vec{l} :

$$\begin{aligned} x_l &= \pm \sin \alpha; \\ y_l &= -\cos \alpha \cdot \sin \beta; \\ z_l &= \cos \alpha \cdot \cos \beta, \end{aligned} \quad (3)$$

де знак для координати x визначається зі співвідношення величин координат контрольних точок A та D . Знак для координати y завжди буде від'ємним, знак для координати z завжди додатній.

II етап – побудова криволінійного конуса містить: визначення координат середньої точки основи конуса; ортогональної площини в контрольній точці C (відповідно див. рис. 1); площини виміру ширини рукава; висоти окату та координат вершини конуса.

Середня точка криволінійного конуса (точка O^*) визначається як $1/4$ суми координат усіх контрольних точок просторової лінії пройми, тобто як середина відрізка, що з'єднує середини відрізків AC та DB – це точка O^* (рис. 7).

Оскільки побудова ортогональної площини перпендикулярна до напрямного вектора, який проходить через т. C , тоді для напрямного вектора з координатами за формулою (3) загальне рівняння площини має вигляд:

$$x_l \cdot (x - x_c) + y_l \cdot (y - y_c) + z_l \cdot (z - z_c) = 0. \quad (4)$$

Для знаходження висоти окату B_{op} (відрізок AA^*) використано скалярний добуток векторів \vec{l} і \vec{AC} (рис. 7), де з урахуванням формули 3 при $|\vec{l}| = 1$:

$$B_{op} = \left| \sin \alpha \cdot (x_A - x_c) + \cos \alpha \cdot \sin \beta \cdot (y_A - y_c) + \cos \alpha \cdot \cos \beta \cdot (z_A - z_c) \right|. \quad (5)$$

Координати вершини конуса точки S (рис. 7) знаходимо за координатами точки O та відстані $|SO|$, яку назвемо висотою осі конуса. На рис. 7 відрізок OA'' відповідає ширині рукава $\Pi_{рук}$ або величині $O_n + \Pi_{o,n}$; O_1A_1'' – ширині рукава по лінії низу $\Pi_{рук. по л.н.}$ або величині $O_{зап} + \Pi_{o,зап}$; OO_1 – довжині рукава $D_{р.зап}$; AA^* – висоті окату $B_{o.p.}$.

Із подібності трикутників SOC і SO_1C_1 визначено висоту (довжину осі SO) криволінійного конуса:

$$SO = SO_1 \cdot \frac{OC}{O_1C_1} = SO_1 \cdot \frac{OA''}{O_1A_1''} = (SO - O_1O) \cdot \frac{OA''}{O_1A_1''} = (SO - D_{р.зап}) \cdot \frac{O_n + \Pi_{o,n}}{O_{зап} + \Pi_{o,зап}}. \quad (6)$$

Із співвідношення (6) – висота конуса – відстань $SO = L$ визначається за формулою:

$$SO = L = (O_n + \Pi_{o,n}) \cdot \frac{D_{р.зап}}{(O_n + \Pi_{o,n}) - (O_{зап} + \Pi_{o,зап})}. \quad (7)$$

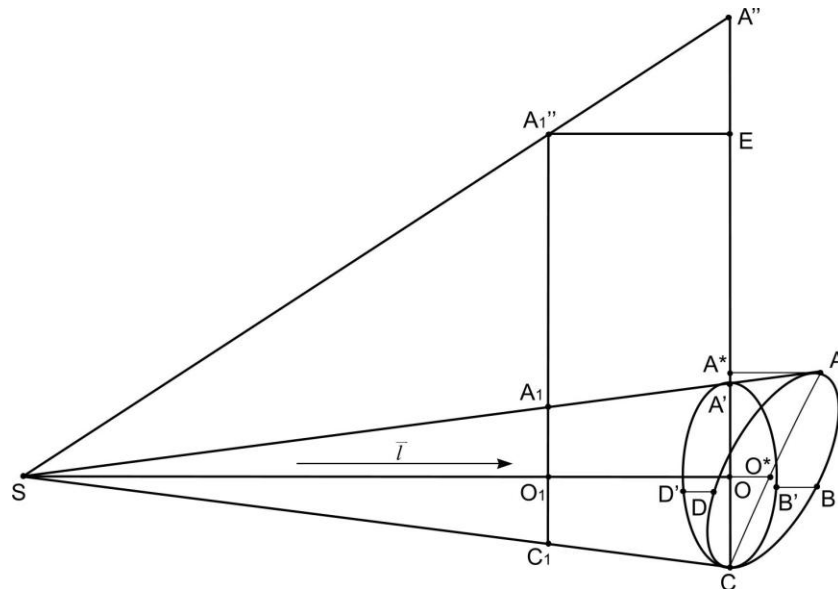


Рис. 7. Визначення вершини та висоти криволінійного конуса

Для знаходження координат точки S використане параметричне рівняння прямої, що проходить через напрямний вектор \vec{T} з координатами визначеними за формулою 3:

$$\begin{cases} x = x_0 + t \cdot x_1; \\ y = y_0 + t \cdot y_1; \\ z = z_0 + t \cdot z_1. \end{cases} \quad (8)$$

Якщо координати (x_0, y_0, z_0) є координатами точки $O (O_x, O_y, O_z)$, точка S має координати (S_x, S_y, S_z) , а відстань від т. O до т. S дорівнює L , то з урахуванням напрямку вектора \vec{T} :

$$\begin{cases} S_x = O_x \mp L \cdot \sin \alpha \\ S_y = O_y + L \cdot \cos \alpha \cdot \sin \beta \\ S_z = O_z - L \cdot \cos \alpha \cdot \cos \beta \end{cases} \quad (9)$$

III етап – розрахункове узгодження ширини рукава (необхідне для балансування рукава відносно виробу). При відомій вершині конуса та просторовій лінії пройми, яка утворює твірну конуса в ортогональній площині, що проходить через точку C , можливою стає побудова поверхні криволінійного конуса. Для побудови його поверхні сполучено вершину з кожною точкою просторової лінії пройми. Утворена пряма перетинає ортогональну площину і для кожного відрізка між вершиною т. S і точкою, що належить лінії пройми знаходять точки його перетину із ортогональною площиною. Після знаходження суми довжин відстаней між сусідніми точками на ортогональній площині отримана величина ширини рукава $\text{Ш}_{\text{рук.факт}}$ для вибраного напрямного вектора \vec{l} . При побудові рукава дотримується умова: $\text{Ш}_{\text{рук.факт}} = \text{Ш}_{\text{рук.задана}}$ (в межах заданої похибки). Оскільки величина ширини рукава залежить від кута відведення рукава α , чим більший кут, тим більша величина $\text{Ш}_{\text{рук}}$, необхідно знайти таке значення кута α_0 , при якому:

$$\text{Ш}_{\text{рук. факт}} (\alpha_0) = \text{Ш}_{\text{рук. задана}} \quad (10)$$

Для визначення кута α_0 задаються максимальне (α_{max}) і мінімальне (α_{min}) значення кута α . Можливий варіант, що для досягнення рівності (10) кут α потрібно зменшити до значення $\alpha < \alpha_{\text{min}}$, або збільшити до значення $\alpha > \alpha_{\text{max}}$.

Запропонована побудова розгортки окату рукава за відомою просторовою лінією окату та конічною поверхнею, що описує рукав. Лінія окату рукава побудована як ламана лінія в просторі, тобто розбита точками на відрізки. Кожна пара сусідніх точок з'єднана прямою лінією і тому частина конічної поверхні, що відповідає цій парі точок, є трикутником у просторі. При розгортці конічної поверхні всі такі трикутники будуть послідовно викладені на площині без зміни їх розмірів. Для побудови трикутника достатньо знати довжини двох сторін (довжини відрізків від вершини криволінійного конуса до точок на окаті) та кут між ними.

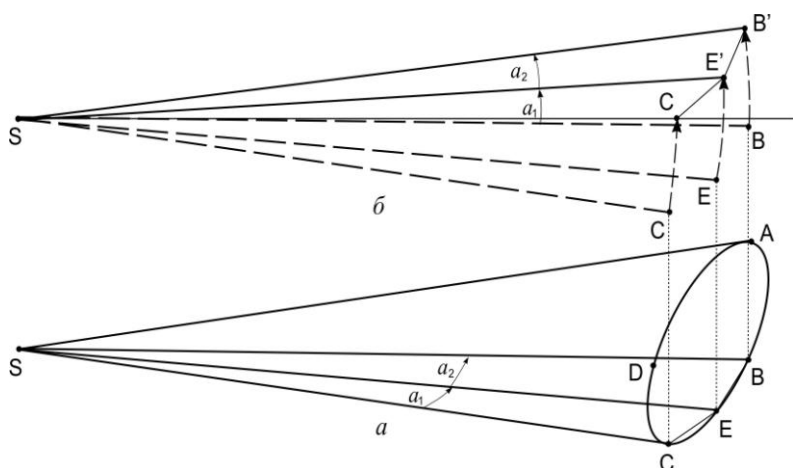


Рис. 8. Розгортання поверхні конуса, представленої трикутниками, на площині

Для побудови розгортки використана полярна система координат, у якій при «викладенні» трикутників просторові кути α_1 та α_2 (рис. 8, а) переходять у рівні за величиною відповідні плоскі кути (рис. 8, б), а довжини відрізків $SC=SC'$, $SE=SE'$, $SB=SB'$. Із рівності трикутників SCE і SCE' випливає, що відрізки CE і CE' рівні.

Аналогічно із рівності трикутників SEB і $SE'B'$ випливає рівність відрізків BE і $B'E'$ і т.д. Отже, запропонований спосіб отримання розгортки відображає фактичну довжину лінії окату рукава.

Розгортка рукава виконана від контрольної т. C в напрямку $CBADC$. У результаті «викладання» всіх трикутників, що описують конічну поверхню, на

площину отримано розгортку кутового сектора, в якому на лінії окату відображені контрольні точки A', B', C', D', C'' (рис. 9). Обґрунтовано вибір осей координат: віссю OX – пряму $C'C''$, а віссю OY – пряму SO .

Після переміщення початку координат із т. S в т. O та повороту на кут $(90^\circ - \angle OSC')$, отримана розгортка лінії окату рукава на площині (рис.10).

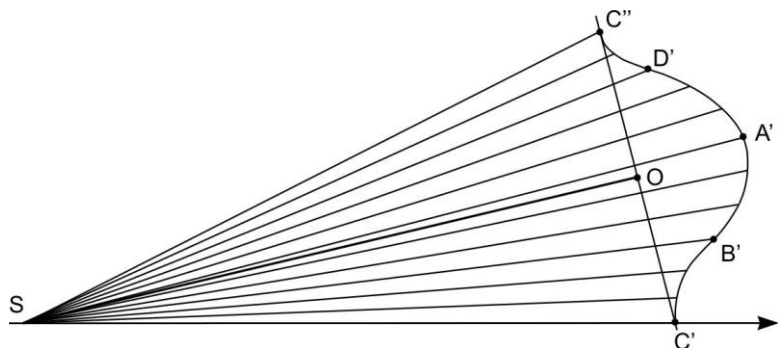


Рис. 9. Розгортка поверхні криволінійного конуса на площині

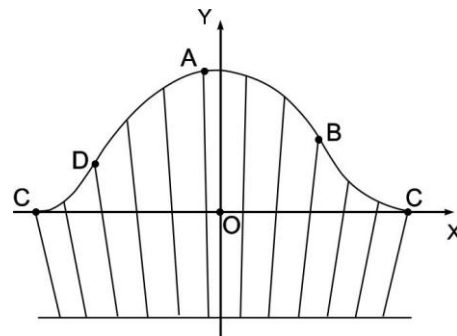


Рис. 10. Розгортка після перетворення координат

Аналітично обґрунтована побудова розгортки окату рукава з урахуванням заданої величини посадки. Вхідними даними для побудови окату рукава з посадкою є отримана лінія окату рукава без посадки та задана величина посадки.

Розроблено алгоритм введення коефіцієнта посадки в координати нової лінії окату. Якщо отримана довжина лінії окату відрізняється від бажаної ($D_{ок} = L_{ок} + П_{пос}$), уточнюють коефіцієнт посадки. Для досягнення потрібної точності (похибка не повинна перевищувати 0,1 мм) отримуємо шукану лінію окату рукава з посадкою.

У четвертому розділі наведені результати підготовки інформаційної бази для реалізації процесу проектування конструктивного вузла та практичне застосування отриманих результатів проведеного наукового дослідження.

Для визначення величин основних параметрів, які обумовлюють форму та розміри конструктивного вузла, було проведено параметричне вимірювання 42 конструкцій суконь жіночих із вшивними рукавами. Розрахована кількість вимірів забезпечує рівень надійності висновків із вірогідністю $P = 0,95$ та допустимою похибкою $\varepsilon = 0,1$, що є достатнім для проведення цього дослідження.

У результаті експериментального дослідження визначено величини основних параметрів конструкції (в сантиметрах), необхідних для побудови просторового вузла «пройма – окат рукава»: величина прибавки на вільне облягання до напівобхвату грудей третього ($Пг$); величина прибавки до обхвату плеча ($Поп$); величина прибавки на плечову накладку в т.А ($Ппл$ в т.А); величина прибавки до ширини пройми в т.В ($Пш.пр.$ в т.В); величина прибавки до глибини пройми в т.С ($Пгл.пр.$ в т.С); величина прибавки до ширини пройми в т. D ($Пш.пр.$ в т.Д); величина прибавки до довжини плеча в т.А ($Пшп$ в т.А); величина прибавки проєкційна в т.В ($Ппр$ в т.В); величина прибавки проєкційна в т.С ($Ппр$ в т.С); величина прибавки проєкційна в т.Д ($Ппр$ в т.Д).

Результати оцінки взаємозв'язків між параметрами конструктивного вузла оброблені методами математичної статистики на персональному комп'ютері. Для кожного параметра визначені середня арифметична величина $M_{ср}$, середньо-

квадратичне відхилення S , коефіцієнти асиметрії A та ексцесу E , похибка Π . Виявлено, що для всіх параметрів розрахункові значення асиметрії та ексцесу не перевищують першого порогу вірогідності ($|A_{\text{розрах.}}| < A_{0,05}$, при $A_{0,05} = 0,5$ та $|E_{\text{розрах.}}| < E_{0,05}$, при $E_{0,05} = 0,5$). Показник похибки Π не перевищує 5%, на підставі чого можна вважати розподілення цих параметрів нормальним.

Для вияву ступеня та характеру взаємозв'язків між параметрами конструктивного вузла за допомогою програми Excel 7.0 було проведено кореляційний та регресійний аналізи даних отриманих статистичних сукупностей прибавок. З урахуванням високого ступеня кореляції встановлені регресійні залежності прибавок в контрольних точках, які представлені в табл. 1.

Таблиця 1

Регресійні залежності величин прибавки Π_i та параметрів конструктивного вузла «пройма – окат рукава» (Y_i)

| Конструктивні параметри Y_i | Регресійні рівняння | Конструктивні параметри Y_i | Регресійні рівняння |
|-------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| Ппл в т.А | $y_1 = 0,13 \cdot x - 0,19$ | Пшп в т.А | $y_5 = 0,16 \cdot x - 0,15$ |
| Пш.пр в т.В | $y_2 = 0,45 \cdot x - 0,95$ | Ппр в т.В | $y_6 = 0,39 \cdot x - 0,61$ |
| Пгл.пр в т.С | $y_3 = 0,48 \cdot x - 0,04$ | Ппр в т.С | $y_7 = 0,97 \cdot x - 1,12$ |
| Пш.пр в т.Д | $y_4 = 0,21 \cdot x - 0,41$ | Ппр в т.Д | $y_8 = 0,42 \cdot x - 0,65$ |

На основі отриманих регресійних рівнянь розроблено номограму (рис. 11) для визначення величин основних параметрів для побудови конструктивного вузла «пройма – окат рукава», яка має практичне застосування в розробці нових моделей одягу. Після визначення відповідної величини Π_i на основі номограми та отриманих регресійних рівнянь (табл. 1) можна отримати величини інших параметрів.

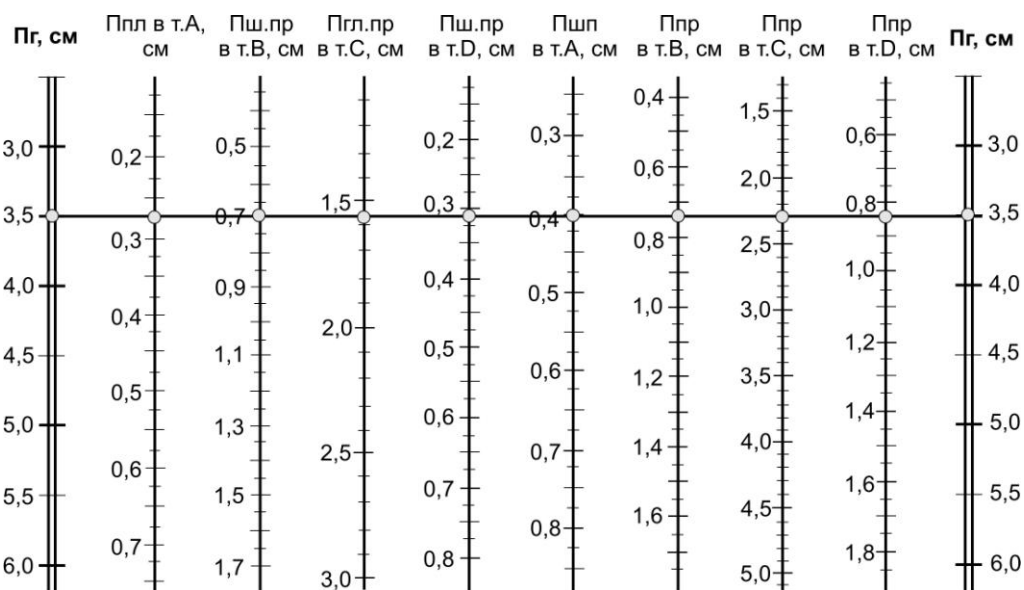


Рис. 11. Номограма визначення величин основних параметрів конструктивного вузла «пройма – окат рукава» залежно від заданої величини Π_i

Для побудови конструкції рукава розроблена комп'ютерна програма, яка за заданими параметрами розраховує координати точок: для лінії пройми на площині, для лінії пройми в просторі, для лінії окату рукава без посадки, її розгортки на площині, а також розгортки лінії окату рукава з урахуванням заданої величини посадки. На рис. 12 наведено головне вікно програми SLEEVES побудови лінії пройми та окату рукава, що відображає структуру вхідних даних, які задаються для розрахунку, та забезпечується запуск розрахункового модуля.

| | X | Y | Z |
|---|-----|-----|------|
| A | 177 | 102 | -52 |
| B | 161 | 157 | -117 |
| C | 143 | 114 | -217 |
| D | 152 | 41 | -126 |

Рис. 12. Робоче вікно програми SLEEVES для побудови лінії пройми та окату рукава запропонованим методом

Визначення форми пройми базової конструкції жіночого плечового одягу полягає в побудові проєкцій просторової лінії пройми на три площини XOY , XOZ і YOZ . Геометричні образи проєкцій пройми представлені на рис.13.

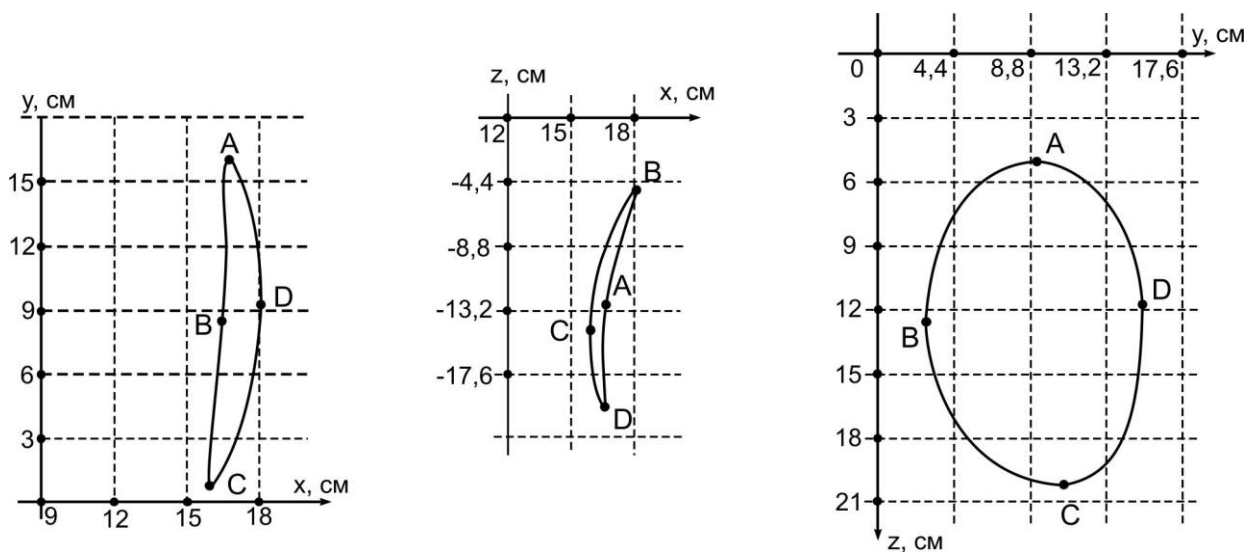


Рис.13. Геометричні образи проєкцій просторової лінії пройми

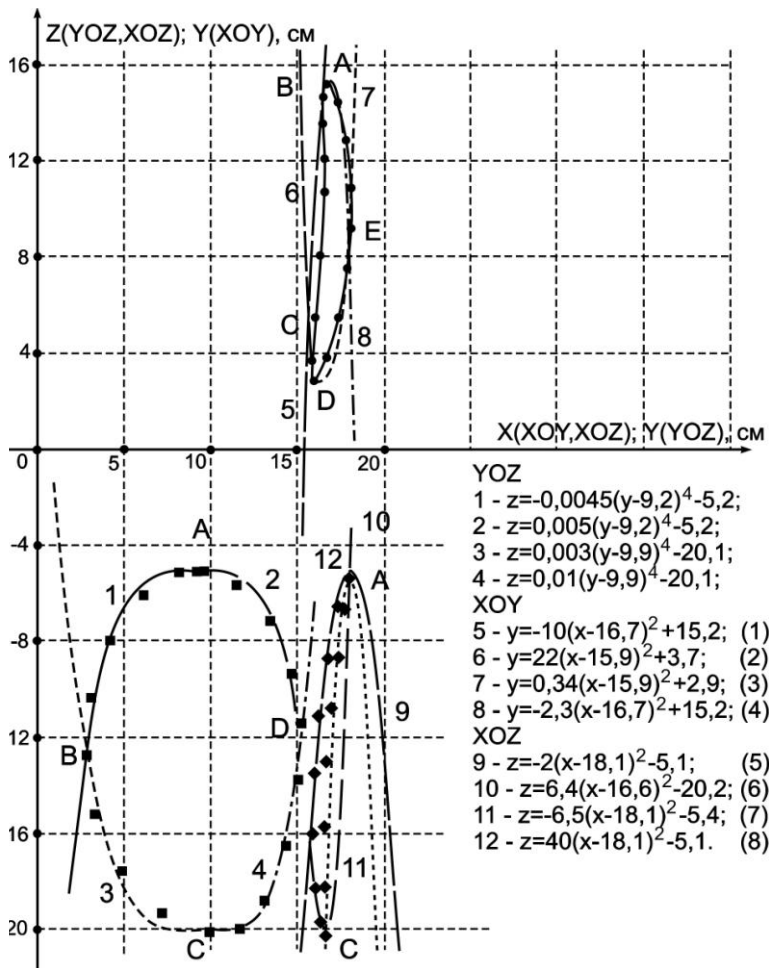


Рис.14. Графічна апроксимація експериментальних ліній пройми

Межі зміни для п'яти інтервалів наступні: $i = 1$: $x_1 = 0$; $x_2 = 0,6$; $i = 2$: $x_3 = 0$; $x_4 = 0,2$; $i = 3$: $x_5 = 0$; $x_6 = 1,4$; $i = 4$: $x_7 = 0$; $x_8 = 0,7$; $i = 5$: $x_9 = 0$; $x_{10} = 1,5$.

Тоді, в остаточному вигляді, система рівнянь матиме вигляд:

$$s_1 = \int_{x_1}^{x_2} \sqrt{1 + [44(x-15,9)]^2 + [4(x-18,1)]^2} dx; \quad s_2 = \int_{x_3}^{x_4} \sqrt{1 + [20(x-16,7)]^2 + [4(x-18,1)]^2} dx,$$

$$s_3 = \int_{x_5}^{x_6} \sqrt{1 + [9,2(x-16,7)]^2 + [4(x-18,1)]^2} dx, \quad s_4 = \int_{x_7}^{x_8} \sqrt{1 + [1,36(x-15,9)^3]^2 + [12,8(x-16,6)]^2} dx, \quad (12)$$

$$s_5 = \int_{x_9}^{x_{10}} \sqrt{1 + [1,36(x-15,9)^3]^2 + [13(x-18,1)]^2} dx.$$

Графіки зміни даних похідних представлені на рис.15.

Для реалізації обчислень інтегралів методом трапецій розроблена спеціальна програма на мові Object Pascal в середовищі Delphi.

Економічне обґрунтування доцільності впровадження результатів дослідження виконане за допомогою методів функціонально-вартісного аналізу. Застосування нового методу проектування дозволяє скоротити час розробки нових моделей одягу та здійснювати розробку базових конструкцій в сучасних САПР.

Для апроксимації експериментальних ліній пройми кусковим методом розроблена спеціальна програма, яка дозволяє апроксимувати експериментальні дані поліномами з автоматичним вибором ступеня заданої точності результату. Отримані залежності представлені на рис.14.

Для встановлення зв'язку між геометричними характеристиками виробів різного розмірного ряду запропоновано визначення довжини лінії пройми базової конструкції жіночого плечового одягу за формулою:

$$s = \sum_{i=1}^k \int_{x_{0i}}^{x_i} \sqrt{1 + \left(\frac{dy_i}{dx_i}\right)^2 + \left(\frac{dz_i}{dx_i}\right)^2} dx_i. \quad (11)$$

де s – довжина лінії пройми;

k – число інтервалів, на які розбивається лінія пройми;

x_{0i} , x_i – початкове і кінцеве значення абсиси для кожного конкретного інтервалу.

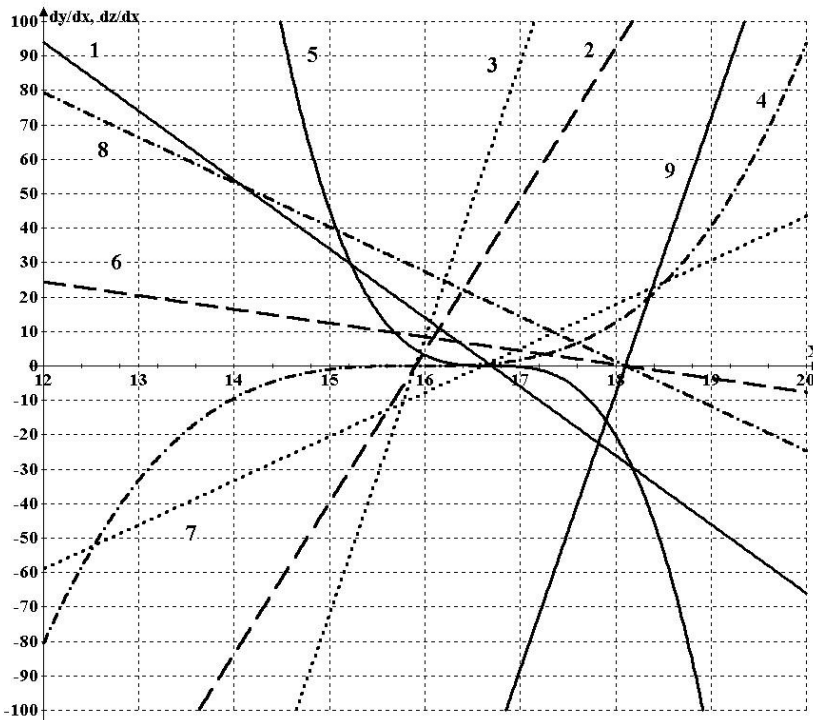


Рис.15. Графічні залежності похідних від величини абсциси

Апробацію результатів дослідження виконано в умовах ТОВ «Дана-мода» (м. Київ) при розробці жіночих суконь з вшивними рукавами, що відтворено у відповідних актах промислової апробації та впровадження результатів дослідження. Результати наукової роботи впроваджено: в методичне та інформаційне забезпечення САПР «JULIV» – програмний продукт фірми «САПРЛегпром» (м. Луганськ) (в підсистемі «Дизайн» було розроблено базову конструкцію сукні жіночої); в навчальний процес кафедри ЕПО КНУТД при проведенні лекційних та лабораторних занять із дисциплін «Комп’ютерне проектування одягу» за напрямом підготовки 6.051602 – Технологія виробів легкої промисловості та «Геометрія поверхонь одягу» за спеціальністю 7(8).05160202 – Конструювання та технології швейних виробів.

Реалізація результатів дослідження дозволила отримати економію часу у кількості 485 год. та загальну економію у розмірі 32760 грн. на річний обсяг моделей даного асортименту у цінах 2012 року.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Аналіз напрямків проектування вузлів складних форм показав, що існуючі способи проектування конструктивного вузла «пройма – окат рукава» не забезпечують узгодження ліній пройми і окату рукава. Виявлено, що комплексне вирішення задач автоматизованого проектування просторових та плоских ліній пройми та окату рукава потребує окремих досліджень.

2. Розроблено метод автоматизованої побудови плоскої замкненої лінії пройми кривими другого порядку на основі координат контрольних точок, кутових коефіцієнтів нахилу сторін чотирикутника в контрольних точках та проективних

дискримінантів, що створило передумови для автоматизованої побудови просторової замкненої лінії пройми на основі її плоскої проекції, відомих координат контрольних точок у просторі та проекційних прибавок.

3. Розроблено метод автоматизованої побудови лінії окату рукава, узгодженої з просторовою лінією пройми з автоматичним виконанням умов балансу конструктивного вузла щодо виробу. Розроблено геометричну модель конічної поверхні рукава та розгортки окату без посадки шляхом побудови трикутників в полярній системі координат, яка розповсюджена на розгортку окату з посадкою. Програмно реалізовано алгоритми побудови лінії пройми на площині та в просторі, лінії окату рукава, узгодженої з просторовою лінією пройми, а також розгортки окату рукава з урахуванням посадки з точністю до 0,1 см.

4. Вперше, в результаті проведеного експериментального дослідження визначено величини основних конструктивних параметрів вузла «пройма – окат рукава», встановлено наявність та тісноту зв'язків між ними. Це дозволило на основі отриманих регресійних залежностей між основними параметрами розробити номограму для визначення конструктивних величин залежно від заданої величини прибавки до обхвату грудей.

5. Вперше, на основі експериментальних досліджень, регресійного аналізу та спеціально розробленого програмного забезпечення отримано апроксимаційні моделі, які описують геометричні образи як самої пройми, так і її проекцій на координатні площини, що дозволило створити умови для автоматизації процесу проектування жіночих суконь з вшивними рукавами, при цьому похибка між теоретичними та експериментальними результатами не перебільшувала 5%.

6. Впровадження розробленого методу проектування конструктивного вузла «пройма – окат рукава» в методичне та інформаційне забезпечення САПР «JULIVI» (м. Луганськ, Україна) підтвердило можливість його застосування в процесі проектування базових конструкцій одягу без зміни програмного забезпечення.

7. Розраховано очікувані економічні показники від впровадження результатів наукових досліджень, а саме, економію часу у кількості 485 год. та загальну річну економію у розмірі 32760 грн. на річний обсяг моделей даного асортименту у цінах 2012 року.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

- 1 Винничук М.С. Визначення діапазону величин прибавок до побудови суконь жіночих різних форм / М.С. Винничук, О.І. Васильківська // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. — 2006. — №2. — С. 145-148. *Особистий внесок: експериментальні дослідження конструкцій жіночих суконь*
- 2 Винничук М.С. До проблеми визначення характеру кривих для ділянок пройми жіночого одягу / М.С. Винничук, А.Т. Сушан // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. — 2007. — №3. — С. 124-128. *Особистий внесок: постановка завдання, проведення теоретичних досліджень*

- 3 Винничук М.С. Універсальний алгоритм побудови ліній ділянок плоскої пройми жіночого одягу опуклими кривими / М.С. Винничук, О.А. Богушко // Міжвідомчий науково-технічний збірник «Прикладна геометрія та інженерна графіка» Київського національного університету будівництва та архітектури. — 2007. — № 77. — С. 158-163. *Особистий внесок: визначення вхідних даних, розробка алгоритму для побудови лінії пройми одягу*
- 4 Винничук М.С. Автоматизована побудова лінії пройми в просторі / М.С. Винничук, О.І. Васильківська // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. — 2008. — №1. — С. 241-244. *Особистий внесок: аналітичне визначення координат для автоматизованої побудови лінії пройми*
- 5 Винничук М.С. Розробка алгоритму автоматизованої побудови лінії пройми на основі проєкційних дискримінантів для прямокутника / М.С. Винничук // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. — 2008. — №4. — С. 133-138.
- 6 Винничук М.С. Розробка алгоритму замикання плоскої пройми в довільному чотирикутнику на основі відрізків еліпса / М.С. Винничук // Міжвідомчий науково-технічний збірник «Прикладна геометрія та інженерна графіка» Київського національного університету будівництва та архітектури. — 2009. — № 81. — С.159-165.
- 7 Винничук М.С. Автоматизована побудова конічної поверхні рукава на основі просторової лінії пройми / М.С. Винничук // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. — 2012. — №1. — С. 101-105.
- 8 Винничук М.С. Формування даних для автоматизованої побудови замкненої пройми / М.С. Винничук, О.І. Васильківська: тези доповідей VI Всеукраїнської наукової конференції молодих вчених та студентів [«Наукові розробки молоді на сучасному етапі»], (Київ, 17-18 квітня 2007 р.) / М-во освіти і науки України, КНУТД. — К.: КНУТД, 2007. — Т.1. — С. 39. *Особистий внесок: визначення вхідних даних для автоматизованої побудови лінії пройми*
- 9 Винничук М.С. Вихідні дані для автоматизованої побудови просторової лінії пройми / М.С. Винничук, О.І. Васильківська: тези доповідей VII Всеукраїнської наукової конференції молодих вчених та студентів [«Наукові розробки молоді на сучасному етапі»], (Київ, 15-16 квітня 2008 р.) / М-во освіти і науки України, КНУТД. — К.: КНУТД, 2008. — Т.1. — С. 45. *Особистий внесок: визначення вхідних даних для автоматизованої побудови лінії пройми*
- 10 Винничук М.С. Формування вхідних даних для побудови окату рукава в автоматизованому режимі / М.С. Винничук, О.І. Васильківська: тези доповідей VIII Всеукраїнської наукової конференції молодих вчених та студентів [«Наукові розробки молоді на сучасному етапі»], (Київ, 23-24 квітня 2009 р.) / М-во освіти і науки України, КНУТД. — К.: КНУТД, 2009. — Т.1. — С. 70. *Особистий внесок: визначення вхідних даних для автоматизованої побудови окату рукава*
- 11 Винничук М.С. Розробка алгоритму побудови окату рукава в

- автоматизованому режимі / М.С. Винничук, О.І. Васильківська: тези доповідей ІХ Всеукраїнської наукової конференції молодих вчених та студентів [«Наукові розробки молоді на сучасному етапі»], (Київ, 22-23 квітня 2010 р.) / М-во освіти і науки України, КНУТД. — К.: КНУТД, 2010. — Т.1. — С. 93. *Особистий внесок: розробка алгоритму для автоматизованої побудови лінії окату рукава*
- 12 Винничук М.С. Формування вихідних даних для побудови окату рукава з урахуванням посадки / М.С. Винничук: тезиси докладов международной научно-практической конференции [«Легкая и текстильная промышленность: современное состояние и перспективы»], (Херсон, 27-29 вересня 2011 р.) / М-во освіти і науки, молоді та спорту України, Херсонський національний технічний університет. — Херсон.: Херсонський нац. техн. ун-т, 2011. — С. 83-85.
- 13 Винничук М.С. Розробка алгоритму побудови розгортки окату рукава з урахуванням посадки / М.С. Винничук, М.В. Колосніченко: тези доповідей ХІ Всеукраїнської наукової конференції молодих вчених та студентів [«Наукові розробки молоді на сучасному етапі»], (Київ, 19-20 квітня 2012 р.) / М-во освіти і науки України, КНУТД. — К.: КНУТД, 2012. — Т.1. — С. 54. *Особистий внесок: визначення вхідних даних для автоматизованої побудови розгортки окату рукава*
- 14 Винничук М.С. Розробка програми для автоматизованої побудови конструктивного вузла «пройма – окат рукава» жіночого одягу / М.С. Винничук, М.В. Колосніченко: тези доповідей ХІІ Всеукраїнської наукової конференції молодих вчених та студентів [«Наукові розробки молоді на сучасному етапі»], (Київ, 25-26 квітня 2013 р.) / М-во освіти і науки України, КНУТД. — К.: КНУТД, 2013. — Т.1. — С. 51-52. *Особистий внесок: розробка програми автоматизованої побудови конструктивного вузла*

АНОТАЦІЯ

Винничук М.С. Удосконалення процесу проектування вузлів складних форм при виготовленні плечових виробів. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.18.19 – технологія текстильних матеріалів, швейних і трикотажних виробів. – Київський національний університет технологій та дизайну, Київ, 2013.

Дисертація присвячена вирішенню питань удосконалення процесу проектування вузлів складних форм при виготовленні плечових виробів. Особливо складним при розробці базових конструкцій плечового одягу є вузол «пройма – окат рукава», який має відмінності в оформленні ліній з'єднання, що впливає на якість виробу.

В роботі розроблено та програмно реалізовано алгоритми побудови лінії пройма на площині та в просторі, лінії окату рукава, узгодженої з просторою лінією пройма та автоматизованої побудови деталі конструкції рукава з посадкою. Визначено необхідний набір вхідних даних для побудови конструктивного вузла.

Розроблені рекомендації для практичного застосування методу побудови конструктивного вузла «пройма – окат рукава» адаптовані до сучасних систем автоматизованого проектування одягу. Висока ефективність запропонованого методу автоматизованого проектування обґрунтована теоретично та підтверджена практично.

Ключові слова: метод, конструктивний вузол, проєктивний дискримінант, контрольні точки лінії пройми, «пройма – окат рукава», проєкційна прибавка, розгортка, автоматизована побудова.

АННОТАЦИЯ

Винничук М.С. Усовершенствование процесса проектирования узлов сложных форм при изготовлении плечевых изделий. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.18.19 – технология текстильных материалов, швейных и трикотажных изделий. – Киевский национальный университет технологий и дизайна, Киев, 2013.

Диссертация посвящена решению вопросов совершенствования процесса проектирования узлов сложных форм при изготовлении плечевых изделий. Особенно сложным при разработке базовых конструкций плечевой одежды является узел «пройма – окат рукава», который отличается в оформлении линий соединения, влияет на качество изделия.

В результате проведенного анализа способов проектирования конструктивного узла «пройма – окат рукава» обнаружено, что в настоящее время отсутствуют научно-обоснованные положения согласованного проектирования линий проймы и оката рукава, что не позволяет сформировать единую базу данных для перехода к автоматизированному проектированию. Поэтому актуальной является задача разработки метода, обеспечивающего возможность автоматизированного проектирования конструктивного узла «пройма – окат рукава». В рамках его разработки предложен:

- метод автоматизированного построения плоской замкнутой линии проймы кривыми второго порядка на основе координат точек, угловых коэффициентов касательных к сторонам четырехугольника в контрольных точках и проєктивных дискриминантов с использованием предложенного способа неравномерного разбиения сторон четырехугольника, в который вписана линия проймы, что позволило решить задачу морфологической соответствия изделия телу человека.

- метод автоматизированного построения пространственной замкнутой линии проймы на основе ее плоской проекции, известных координат точек в пространстве и проекционных прибавок.

- метод автоматизированного построения линии оката рукава, согласованной с пространственной линией проймы с автоматическим выполнением условий баланса конструктивного узла относительно изделия. Этот метод решает задачи учета материалов при задании посадки с точностью до 0,1 мм, задачи эргономики – обеспечение свободы движений при задании конструктором необходимой прибавки к обхвату плеча. Решены также задачи конструирования и

моделирования путем обеспечения точности построения конструкции как базовой формы для моделирования производных покровов рукава.

В работе также разработаны и программно реализованы алгоритмы построения линии проймы на плоскости и в пространстве, линии оката рукава, согласованной с пространственной линией проймы, а также развертки оката рукава с учетом задаваемой величины посадки.

На основе экспериментальных исследований, регрессионного анализа и специально разработанного программного обеспечения получены аппроксимационные модели, описывающие геометрические образы как самой проймы так и ее проекций на координатные плоскости, что позволило создать условия для автоматизации процесса проектирования женских платьев с вшивными рукавами.

Разработаны рекомендации для практического применения метода построения конструктивного узла «пройма – окат рукава», адаптированные к современным системам автоматизированного проектирования одежды. Высокая эффективность предложенного метода автоматизированного проектирования обоснована теоретически и подтверждена практически.

Ключевые слова: метод, конструктивный узел, проективный дискриминант, контрольные точки линии проймы, «пройма – окат рукава», проекционная прибавка, развертка, автоматизированное построение.

ABSTRACT

Vynnychuck M.S. Improving the design of complex forms of nodes in the manufacture garments. – Manuscript.

The dissertation for obtaining the scientific degree of Candidate Technical Sciences in speciality 05.18.19 – Technology of textile materials, sewing and knitting items, Kyiv National University of technologies and design, Kiev, 2013.

The thesis is devoted to the solution for improving the design process of nodes in the manufacture of complex shapes shoulder products. The quality garment products define its basic functional units, including the particularly challenging in developing basic designs shoulder clothes is node "armhole – eyed sleeve."

The work program was developed and implemented algorithms armhole line in the plane and in space, lines pellet sleeves, consistent with spacious armholes line and automated construction details of the construction of the sleeve planting. Definitely need a set of input data to construct meaningful unit.

The recommendations for the practical application of the method of constructing meaningful unit "armhole – eyed sleeve" adapted to modern computer-aided design clothes. The high efficiency of the proposed method aided design proved theoretically and practically confirmed.

Key words: method, constructive knot, projective discriminant, control points armhole line, "armhole – head sleeve", projection increment, sweep, automated construction.