

УДК 677.055.5

**АНАЛІЗ СТРУКТУРИ ТРИКОТАЖУ ОДИНАРНИХ ОСНОВОВ'ЯЗАНИХ
ПЕРЕПЛЕТЕНЬ З МЕТОЮ ТРИВИМІРНОГО ГЕОМЕТРИЧНОГО
МОДЕЛЮВАННЯ**

О.В. Карасюк, Т.В. Єліна, С.Ю. Боброва

Київський національний університет технологій та дизайну

У статті розглядаються основні аспекти створення тривимірних геометричних моделей структури трикотажу одинарних основов'язаних переплетень.

Ключові слова: геометрична модель петлі, структура основов'язаного трикотажу, система комп'ютерного моделювання, тривимірна геометрична модель, кодування.

Системи геометричного моделювання за останні десятиліття розвинулись настільки, що сучасні CAD системи здатні обробляти моделі об'єктів найскладнішої геометрії та конструкції. З'явилося нове поняття в інженерній науці – «віртуальна інженерія». Віртуальна інженерія – це імітаційний метод, що дає широкі можливості уявити кінцевий продукт ще на етапі його проектування. Використання імітації усуває необхідність у дорогих фізичних прототипах та експериментах. Час розробки докорінно скорочується, з'являється можливість перевірити велику кількість альтернативних варіантів, підвищується якість продукту.

Більшість CAD систем, розроблених для проектування трикотажу, припускають рівень візуалізації, достатній для десинаторської оцінки зовнішнього вигляду полотна. Як правило, вихідне зображення комплектується на екрані за допомогою умовних позначень або двовимірної візуалізації структури трикотажу. Але далеко не всі переплетення можуть бути достовірно побудовані за допомогою двовимірних моделей, адже відомо, що трикотаж представляє собою складну просторову систему із ниток.

Постановка завдання

У даний час у багатьох галузях промисловості, в тому числі і текстильній, на етапі проектування виробів все більшого застосування знаходять системи побудови тривимірних геометричних моделей. Метою тривимірної візуалізації є отримання наочного уявлення про вигляд та взаємозв'язок окремих елементів трикотажу, що дозволяє прогнозувати способи його виготовлення та експлуатаційні характеристики [1].

Для побудови тривимірних геометричних моделей структури трикотажу необхідно вирішити такі основні задачі:

1. Математично описати форму кожного елемента структури трикотажу з урахуванням товщини нитки та побудувати алгоритм розрахунку параметрів окремих ділянок цих елементів в залежності від характеристик сировини (наприклад, радіуси кривизни голкової і платинної дуг, кут нахилу паличок остова петлі у площині полотна і в перпендикулярній їй площині, координати так званих «опорних» точок;
2. Побудувати алгоритм перетворення даних про взаємне розташування елементів структури трикотажу у межах рапорту, представлених з допомогою будь-якої відомої системи кодування у команди побудови об'єктів 2 і 3 вимірної графіки.

Об'єкт та методи досліджень

Об'єктом досліджень є структура трикотажу одинарних основ'язаних переплетень. Методи досліджень – теоретичний, аналітичний. Теоретичною основою є праці вітчизняних та зарубіжних вчених з технології трикотажного виробництва та об'єктно-орієнтованій методології розробки програмного забезпечення.

Результати дослідження та їх обговорення

Петлі одного і того ж типу у трикотажі одного і того ж переплетення у рівноважному стані можуть мати різну форму, що залежить від багатьох якісних і кількісних факторів. З метою полегшення вивчення і прогнозування властивостей трикотажу складну форму його петель представляють геометричною моделлю. Така модель із різним ступенем точності апроксимує дійсну форму петлі; нитка в геометричній моделі петлі, як правило, ідеалізується. Теоретичний аналіз геометричних моделей трикотажу, незважаючи на його умовність, дозволяє робити важливі практичні висновки про поведінку і властивості трикотажу [2].

У системах автоматизованого проектування для формалізації технологічної інформації використовують кодування структури трикотажу. Тобто кожному елементу, згідно з певними правилами, ставлять у відповідність код – позначення у вигляді літер чи цифр, зручне для комп'ютерної обробки. Один із сучасних підходів до кодування структури трикотажу був запропонований В.І. Дзюбою [3]. Він пропонує параметричну систему кодування ниткової структури – D-кодування, де об'єктом кодування є нитка. Процес кодування нитки зводиться до послідовного її розбивання на окремі елементи, такі, що в межах одного елемента нитка зберігає постійними деякі свої властивості: геометричні, фізико-механічні і т.д., кожному такому елементу ставиться у відповідність код – група параметрів, що характеризують властивості нитки. Такий процес кодування аналогічний процесу переробки нитки у текстильний виріб і

відображає динаміку зміни стану нитки. Для комп'ютерної обробки зручно у якості кодів використовувати не абсолютні величини параметрів нитки, а їх прирости на кожній ділянці кодування нитки.

Вводиться система узагальнених координат $D_1...D_3$. В даному випадку вони представляють собою звичайні геометричні координати: D_1 – зміщення нитки впоперек трикотажного полотна, D_2 – зміщення нитки вздовж трикотажного полотна; D_3 – зміщення нитки по товщині трикотажного полотна. Одиниця вимірювання для D_1 – крок по ширині (петельний крок), для D_2 – крок по довжині (висота петельного ряду), для D_3 – умовна величина, що позначає перехід із виворітної сторони полотна на лицьову як $+1$, із лицьової на виворітну – -1 , відсутність переходу – 0 . Для одинарного трикотажу координата D_3 відсутня. Вводиться також четверта узагальнена координата D_4 – розміщення (зміщення) точки нитки в межах одного петельного стовпчика і одного петельного ряду, що зручно для кодування трикотажної структури. При цьому лівий кінець голкової дуги петлі позначений буквою L , правий – R , а центральна частина петельного стовпчика – C . Така модель ниткової структури є об'єктно-орієнтованою, тобто відповідає новій ідеології в автоматизованому проектуванні складних систем.

Розглянемо побудову тривимірної геометричної моделі трикотажу переплетення ланцюжок із закритими петлями, що здійснюється у відповідності із викладеними вище положеннями.

Для забезпечення можливості побудови тривимірної геометричної моделі петлі необхідно визначити кількість ділянок, необхідну та достатню для найбільш точного відображення просторової конфігурації нитки у даному елементі петельної структури.

Визначення характерних точок, що розбивають нитку в петлі на окремі частини, повинно проводитись з урахуванням характеру зміни напрямку руху нитки.

Введемо прямокутну систему координат $OXYZ$. Площина XOY паралельна площині полотна і проходить через найвищу точку осьової лінії голкової дуги (рис.1). Площина YOZ перпендикулярна площині полотна і паралельна лінії петельних стовпчиків. Вісь OX направлена вліво. Додатній напрям осі OY співпадає із напрямом утворення петельних рядів. Вісь OZ приймаємо так, що точки із додатними координатами знаходяться на лицьовій стороні, з від'ємними – на виворітній. Умовно ділимо осьову лінію нитки в петлі на 7 ділянок.

На ділянці $P_7^* - P_2$ нитка у площині XOY рухається у напрямку «праворуч-вверх», у площині YOZ вона рухається вгору, проте у точці P_1 змінює напрям із руху вліво на

рух вправо. Таким чином утворюються дві характерні ділянки. На ділянці $P_2 - P_3$ у площині XOY нитка рухається у напрямку «ліворуч-вверх», у площині YOZ – «праворуч-вверх». Аналогічно утворюються інші 4 ділянки.

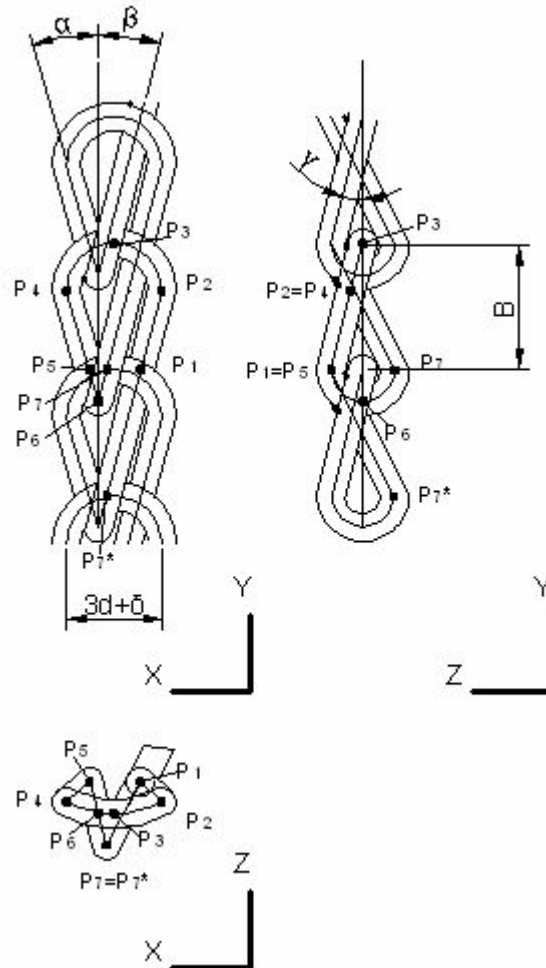


Рис.1. Геометрична модель переплетення одинарний ланцюжок

Представимо інформацію про кожен з ділянок у вигляді коду. Перший елемент кодування – прямолінійна ділянка нитки $P_1 - P_2$ - паличка петлі. Переміщення із точки P_1 в точку P_2 не призводить до зміни узагальненої координати D_1 . Весь елемент кодування знаходиться в межах одного петельного стовпчика. Реальна горизонтальна координата точки P_2 відрізняється від координати точки P_1 внаслідок нахилу палички петлі і при необхідності може бути обчислена з урахуванням дійсних значень параметрів трикотажу, таких як петельний крок, висота петельного ряду, діаметр нитки та ін. Значення ж узагальненої координати D_1 в даному випадку характеризує сутність петельної структури, її топологію. Отже, для ділянки $P_1 - P_2$ $D_1 = 0$. При переході із точки P_1 в точку P_2 координата D_2 змінюється на величину висоти петельного ряду, тому $D_2 = 1$. Оскільки

дана ділянка лежить в межах одного петельного стовпчика (немає переходу між шарами трикотажу, тому що трикотаж одинарний), $D_3=0$. Кінцева точка співпадає із точкою R , тому $D_4=R$. Таким чином код для ділянки P_1-P_2 запишеться як $(0,1,0,R)$.

У якості наступного елемента кодування візьмемо ділянку голкової дуги $P_2 - P_3$. Розглядаємо її як частину дуги кола заданого радіусу. Весь елемент знаходиться в межах одного петельного стовпчика і ряду, тому $D_1=0$, $D_2=0$. Відсутній перехід між лицьовою та виворітною сторонами трикотажу, тому $D_3=0$. Початкова і кінцева точки співпадають із характерними точками петельної структури R і C , тому $D_4=RC$. Код для ділянки P_2-P_3 буде мати вигляд $(0,0,0,RC)$. Аналогічно розглядаємо наступні ділянки нитки. Отриманий код буде мати вигляд: $(0, 1, 0, R)$, $(0, 0, 0, RC)$, $(0, 0, 0, CL)$, $(0, -1, 0, C)$, $(0, 0, 0, C)$, $(0, 0, 0, C)$, $(0, 1, 0, C)$.

Така форма кодування дозволяє конкретизувати розташування нитки в структурі трикотажу. Але для побудови тривимірної геометричної моделі структури трикотажу потрібно перейти від опису загальної топології до визначення декартових координат кожної точки.

Код, представлений у таблиці 1, відображає динаміку нитки у кожній із площин через характер її «руху» вздовж осей, що утворюють дану площину. Умовні позначення:

- + – напрям руху нитки співпадає із напрямом вісі;
- – напрям руху нитки не співпадає із напрямом вісі.

Таблиця 1

**Кодування трикотажу переплетення ланцюжок
 за допомогою D-кодування**

№ ділянки	Площина X0Y	Площина Y0Z	Площина X0Z
1.	- +	+ -	--
2.	++	+ -	+ -
3.	+ -	- +	++
4.	--	- +	- +
5.	--	--	--
6.	- +	+ -	--
7.	- +	++	- +

Код, представлений у таблиці 2, відображає зміну положення нитки у декартовій системі координат. Переміщення нитки по осях X, Y та Z визначається відповідними

рівняннями, параметрами яких є вхідні дані, а саме:

d – середній діаметр нитки;

δ – величина проміжку між вхідною і вихідною протяжками;

B – висота петельного ряду.

Таблиця 2

Координати положення положення нитки у декартовій системі координат

№ ділянки	X	Y	Z
1.	$\left(B - \frac{3d + \delta}{2}\right) \operatorname{tg}\beta$	$B - \frac{3d + \delta}{2}$	$\left(B - \frac{3d + \delta}{2}\right) \operatorname{tg}\gamma$
2.	$\frac{3d + \delta}{2}$	$\frac{3d + \delta}{2}$	$d - \left(B - \frac{3d + \delta}{2}\right) \operatorname{tg}\gamma$
3.	$\frac{3d + \delta}{2}$	$\frac{3d + \delta}{2}$	$d - \left(B - \frac{3d + \delta}{2}\right) \operatorname{tg}\gamma$
4.	$\left(B - \frac{3d + \delta}{2}\right) \operatorname{tg}\alpha$	$B - \frac{3d + \delta}{2}$	$\left(B - \frac{3d + \delta}{2}\right) \operatorname{tg}\gamma$
5.	$d \cdot \operatorname{tg}\alpha$	$-d$	$-d$
6.	$d \cdot \operatorname{tg}\beta$	d	d
7.	$B \cdot \operatorname{tg}\beta$	B	$2d$

Примітка:

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{d}{B - \frac{d + \delta}{2}}; \quad \operatorname{tg}\beta = \frac{2d + \delta}{2B - \frac{d + \delta}{2}}; \quad \operatorname{tg}\gamma = \frac{d}{B}.$$

Висновки

Процес кодування відображає динаміку зміни стану нитки при переробці її в трикотаж. В роботі розглядається процес побудови такого коду для трикотажу переплетення ланцюжок із закритими петлями. Така форма кодування дозволяє конкретизувати розташування нитки в структурі трикотажу, проте для побудови тривимірної геометричної моделі структури трикотажу здійснено перехід від опису загальної топології до визначення декартових координат кожної точки.

Представлено код, що відображає динаміку нитки у кожній із площин через характер її «руху» вздовж осей, що утворюють дану площину та код, який відображає зміну положення нитки у декартовій системі координат. Переміщення нитки по осях X, Y та Z визначається відповідними рівняннями, параметрами яких є вхідні дані.

Представлений порядок знаходження координат характерних точок петлі переплетення ланцюжок може бути використаний при написанні алгоритму

автоматизованої побудови тривимірних геометричних моделей структури основов'язаного трикотажу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Боброва С.Ю., Галавська Л.Є. Новий підхід до автоматизованих систем проектування у трикотажному та розкрійно-швейному виробництвах. – К.: КНУТД, 2009. – 44 с.
2. Технология трикотажного производства: Основы теории вязания/ И.И. Шалов, А.С. Далидович, Л.А. Кудрявин. – М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1984. – 296 с.
3. Дзюба В. И. Формализация регулярных ниточных структур в САПР текстильных изделий: Моногр. – Ставрополь: СевКавГТУ, 2002. – 102 с.
4. Дзюба В. И. Научные основы автоматизированного проектирования рабочих процессов трикотажных машин (объектно-ориентированный подход): Моногр.- Киев, 2000. – 186 с.

О.В. Карасюк, Т.В. Елина, С.Ю. Боброва

Анализ структуры трикотажа одинарных основовязанных переплетений с целью трёхмерного геометрического моделирования.

В статье рассматриваются основные аспекты создания трехмерных геометрических моделей структуры трикотажа одинарных основовязанных переплетений.

Ключевые слова: геометрическая модель петли, структура основовязаного трикотажа, система компьютерного моделирования, трехмерная геометрическая модель, кодирование.

O. V. Karasyuk, T. V. Ielina, S.Yu. Bobrova

Analysis of the single warp-knitted structures for three-dimensional geometrical simulation.

In article the basic aspects of creation of three-dimensional geometrical models of the single warp knitting structure are examined.

Keywords: *geometric model of the loop, warp-knitted structure, computer simulation system, three-dimensional geometrical model, coding.*