

## ФОРМУВАННЯ ОДНОМІРНИХ ОБВОДІВ З МОНОТОННОЮ ЗМІНОЮ КРИВИНИ В СИСТЕМІ SOLID WORKS

Клименко Г.Л., *yevhen.havrylenko@tsatu.edu.ua*

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

**Постановка проблеми.** Конструювання поверхонь з підвищеними динамічними якостями (лопата турбіни, канал двигуна, корпус автомобіля) вимагає розробки методів формування одномірних обводів з монотонною зміною кривини. Ця задача, найбільш ефективна, вирішується методами дискретного моделювання. Однак, комп'ютерні системи геометричного моделювання, засновані на цих методах, розроблені недостатньо.

Відомі системи геометричного моделювання, такі як Solid Works, Autocad, Компас, засновані на методах безперервного геометричного моделювання.

Існує потреба в методиках формування обводів з монотонною зміною кривини з використанням сучасних систем геометричного моделювання.

**Аналіз останніх досліджень.** Найближчими по темі роботами, де досліджувана можливість формування обводів з монотонною зміною кривини, є [1, 2].

У роботі [1] розроблений метод формування обводів шляхом згущення вихідного точкового ряду. Точки згущення призначаються усередині діапазонів, обмежених стичними колами, що визначаються трьома послідовними точками вихідного ряду. У результаті послідовних згущень формується обвід другого порядку гладкості, із заздалегідь призначеними значеннями кривини у вузлах.

У роботі [2] запропонований алгоритм визначення положення точок згущення при формуванні обводу з монотонною зміною кривини. Точки згущення призначаються усередині базисних трикутників, утворених хордою, що з'єднує два послідовних вихідних вузли та дотичними до обводу в цих вузлах. Алгоритм згущення точкового ряду дозволяє одночасно призначити положення дотичних до обводу та значення радіусів кривини в точках згущення.

**Формулювання цілей статті.** Метою статті є розробка алгоритму моделювання обводів з монотонною зміною кривини, дугами кіл, у системі Solid Works.

**Основна частина.** Крива що моделюється задана координатами вузлів вихідного точкового ряду  $(x_i, y_i)$ , положенням дотичних до кривої  $(t_i)$  і значеннями радіусів кривини  $(R_i)$  у вузлах.

Розглянемо алгоритм моделювання обводу на прикладі формування ділянки, обмеженою вузлами  $i$  та  $i+1$ .

1. У графічній частині екрана монітора формуємо геометричні образи, що відповідають вихідним умовам задачі:

- по координатах створюємо вузли обводу  $i (x_i, y_i)$  та  $i+1 (x_{i+1}, y_{i+1})$ ;
- по куті нахилу до осі  $Ox$  і умові проходження через вузли  $i$  та  $i+1$  створюємо дотичні до обводу -  $t_i$  та  $t_{i+1}$ , відповідно;
- за умовою торкання із прямими  $t_i$  й  $t_{i+1}$  у крапках  $i$  й  $i+1$ , відповідно, і значенням радіусів кривини  $R_i$  та  $R_{i+1}$ , створюємо кола. Радіуси кіл дорівнюють значенням радіусів кривини у вузлах обводу що формується.

Для виконання умов задачі (формування обводу з монотонною зміною кривини), коло, що проходить через вузол з більшим значенням радіуса кривини  $(R_{i+1})$ , повинна містити в собі коло, що проходить через вузол з меншим радіусом кривини  $(R_i)$  (рис.1).

Вихідні геометричні образи, що визначають обвід, створені.

2. Формування обводу дугами кіл.

У графічній частині екрана створюємо довільне коло. На створене коло накладаємо додаткові взаємозв'язки: дотик з колом, що проходить через точку  $i$  та коло, що проходить через точку  $i+1$ .

За рахунок одного параметра, що залишився незв'язаним можна змінювати розміри та положення кіл. При цьому зберігається дотичність із колами, що відповідають вузлам  $i$  та  $i+1$ . Домігшись розташування кола, що відповідає умовам задачі (коло розташовується в середині

кола з радіусом  $R_{i+1}$  та вміщує в собі коло з радіусом  $R_i$ ), фіксуємо її радіус ( $R$ ). Ділянка обводу сформована. Частини кіл, що не входять в обвід, відсікаються.

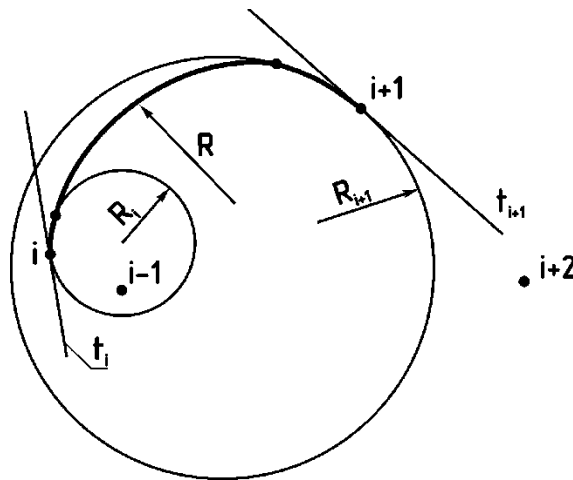


Рисунок 1

Аналогічно створивши інші ділянки, одержуємо гладкий обвід усього точкового ряду.

Створений обвід нерегулярний, тому що в точках дотиках дуг кіл обвід має два значення кривини. Стрибок значень кривини знижує якість обводу, з погляду задачі формування з його допомогою, динамічної поверхні. Підвищити якість обводу можна за рахунок збільшення числа дуг, що його складають. При цьому стрибок кривини в точках стикування дуг зменшується.

У результаті зазначених вище дій, сформований обвід, ділянки якого складаються з дуг трьох кіл. Розглянемо механізм збільшення числа дуг, на прикладі ділянки  $(i; i+1)$ .

1. Руйнуємо взаємозв'язок "торкання" кола, що становить середню частину ділянки (коло радіуса  $R$ ) з одним з вихідних кіл, наприклад з колом радіуса  $R_i$  (див. рис. 1). Захопивши коло радіуса  $R$  курсором, розташовуємо його таким чином, щоб це коло перебувало усередині кола радіуса  $R_{i+1}$  і містило в собі коло радіуса  $R_i$ .

2. Формуємо дугу кола, дотичну з колами радіусів  $R_i$  та  $R$ . Алгоритм формування дуги аналогічний формуванню середньої частини ділянки обводу, що складається із трьох дуг.

Ділянка, що складається з дуг чотирьох кіл, сформована.

Аналогічним чином можна моделювати обвід, ділянки якого складаються з довільного числа дуг.

**Висновки.** Запропонована методика дозволяє формувати з дуг кіл обводи з монотонною зміною кривини за допомогою системи Solid Works. Якість обводу можна підвищити, збільшуючи число дуг, що становлять обвід, і знижуючи, таким чином, різницю значень радіусів дуг що стикуються.

### Список використаних джерел

1. Холодняк Ю.В., Гавриленко Е.А., Ивженко А.В., Найдых А.В. Моделирование участка пространственной монотонной кривой линии // Сучасні проблеми моделювання: наукове фахове видання. – Мелітополь: МДПУ ім. Б. Хмельницького, 2020. Вып.17. С. 131-137.

2. Моделювання ділянки обводу із монотонною зміною кривини / Є.А. Гавриленко, Ю.В. Холодняк// Науковий вісник ТДАТУ ім. Дмитра Моторного, 2019. Вип. 9, т. 1. С. 1-8. / DOI: 10.31388/2220-8674-2019-1-66

**Науковий керівник:** Гавриленко Є.А., д.т.н., доцент кафедри ТМКП, Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного