

УДК 004.925.8

ДЕЯКІ ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО РОЗВИТКУ ПАРАМЕТРИЧНОГО ОПИСУ ГЕОМЕТРИЧНИХ ФІГУР

Ванін В.В., д.т.н.,

Вірченко Г.І.,

Вірченко С.Г., аспірант*

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

У даній науковій праці проаналізовано деякі напрямки подальшого розвитку параметричного опису різноманітних геометричних фігур. Запропонований підхід є перспективним для практичного застосування в галузі сучасного моделювання багатьох технічних об'єктів і процесів їх виготовлення та експлуатації. Подані матеріали є теоретичною основою для розробки відповідних комп'ютерних програмних засобів автоматизованого формоутворення.

Ключові слова: геометричні фігури, технічні об'єкти, метод поліпараметризації, структурно-параметричне формоутворення, параметричний опис.

Постановка проблеми. Геометричне моделювання становить основу автоматизованого проектування багатьох технічних об'єктів і процесів їх виготовлення та експлуатації. При цьому найбільш поширеним є параметричний опис застосовуваних фігур. Реалізація ефективного комп'ютерного відтворення розробки та використання промислової продукції вимагає постійного удосконалення наявних програмних засобів, що базуються на відповідному математичному забезпеченні. Звідси актуальною постає проблема напрацювання нових продуктивних теорій автоматизованого геометричного моделювання.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. З метою удосконалення параметричного підходу до комп'ютерного моделювання технічних об'єктів науковою школою прикладної геометрії Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут» (НТУУ «КПІ») розроблено методологію структурно-параметричного формоутворення [1, 2]. Ця теорія отримала свій подальший розвиток у вигляді комбінаторно-варіаційного підходу [3].

* Науковий керівник – д.т.н., професор Ванін В.В.

Нині наукові пошуки здійснюються в галузі динамічних варіантних побудов різноманітних геометричних фігур [4, 5] та відповідного комп'ютерного моделювання технічних об'єктів і процесів їх виготовлення та експлуатації.

Формулювання цілей статті. Завдання даної публікації полягає в систематизації та узагальненні отриманих наукових результатів на кафедрі нарисної геометрії, інженерної та комп'ютерної графіки НТУУ «КПІ» щодо параметричного формоутворення для визначення перспективних напрямків проведення подальших досліджень.

Основна частина. Головна ідея запропонованого в роботі [4] методу поліпараметризації полягає в застосуванні структурно-параметричного та комбінаторно-варіаційного підходів до областей параметричного визначення ліній, поверхонь і тіл, які подаються в наступному вигляді

$$\mathbf{r} = \mathbf{r}(u), \quad (1)$$

$$\mathbf{r} = \mathbf{r}(u, v), \quad (2)$$

$$\mathbf{r} = \mathbf{r}(u, v, w), \quad (3)$$

де \mathbf{r} – радіус-вектор точки фігури зі значеннями параметрів u, v, w .

З метою уніфікації створюваного комп'ютерного програмного забезпечення у формулах (1) ... (3) використовуються відповідно одиничні відрізки, квадрати та куби для областей параметричного визначення досліджуваних геометричних фігур.

У публікації [5] було показано, що метод поліпараметризації, як сукупність напрацьованих способів, прийомів та алгоритмів його реалізації, дозволяє гнучко та продуктивно автоматизованими засобами реалізовувати динамічні побудови різноманітних об'єктів. У зазначених випадках вирази (1) ... (3) отримують більш конкретне своє визначення.

Так, зокрема, у прямокутній декартовій системі координат $Oxyz$ маємо для:

- гвинтової циліндричної лінії

$$\mathbf{r}(u) = \mathbf{r}(x, y, z) = \mathbf{r}(R \cos(2\pi u), R \sin(2\pi u), Pnu), \quad (4)$$

де R – радіус обертання твірної точки, n – число обертів, P – крок, $u \in [0, 1]$ – параметр;

- гвинтової циліндричної стрічки

$$\mathbf{r}(u, v) = \mathbf{r}(x, y, z) = \mathbf{r}(R \cos(2\pi u), R \sin(2\pi u), Pnu + Hv), \quad (5)$$

де R – радіус обертання відрізка твірної прямої, n – число обертів, P – крок, H – ширина стрічки, $u \in [0, 1]$ та $v \in [0, 1]$ – параметри;

- тіла на основі руху твірного круга з радіусом r уздовж

напрямної циліндричної гвинтової лінії

$$\begin{aligned} \mathbf{r}(u, v, w) = \mathbf{r}(x, y, z) = & \mathbf{r}((R + r w \cos(2\pi u)) \cos(2\pi v), \\ & (R + r w \cos(2\pi u)) \sin(2\pi v), P n v + r w \sin(2\pi u)), \end{aligned} \quad (6)$$

де R, P, n – відповідно радіус обертання, крок та число обертів для формування гвинтової лінії; $u \in [0, 1], v \in [0, 1], w \in [0, 1]$ – параметри.

Аналіз залежностей (4) ... (6) у порівнянні з виразами (1) ... (3) показує, що в даному разі крім параметрів u, v, w використовуються також інші величини, які визначають форму, розміри та положення у просторі модельованих геометричних фігур.

Принципова різниця між двома наведеними групами величин полягає в тому, що параметри u, v, w змінюються в певних проміжках, а параметри, зокрема, r, R, P, n при побудові конкретного варіанта створюваного об'єкта зберігають свої сталі значення. На підставі викладеного перші називаються *параметрами-змінними*, а другі – *параметрами-сталими*. Теж бачимо, що кількість параметрів-змінних дорівнює вимірності модельованої фігури.

Таким чином, наступний вираз є узагальненням залежностей (1) ... (6)

$$\mathbf{r} = \mathbf{r}(u_1, \dots, u_j, p_1, \dots, p_k); \quad u_j \in [u_{\min j}, u_{\max j}], \quad j \leq n, \quad (7)$$

який визначає в параметричній формі радіус-вектор \mathbf{r} довільної точки фігури в n -вимірному просторі, де n – натуральне число; u_j – параметри-змінні; p_k – параметри-сталі; j, k – цілі невід'ємні числа.

У формулі (7) параметри-змінні вважатимемо елементами *внутрішньої параметризації* фігури, а параметри-сталі – засобами її *зовнішньої параметризації*.

Одна з важливих задач, на розв'язання якої спрямований розроблений метод поліпараметризації, полягає в інтеграції можливостей внутрішньої та зовнішньої параметризації для подальшого удосконалення динамічного варіантного формоутворення різноманітних геометричних фігур та на їх основі оптимального комп'ютерного моделювання технічних об'єктів і процесів їх виготовлення та експлуатації.

Так на базі векторного параметричного рівняння прямого кругового циліндра з основою у площині xu та центром цієї основи в початку декартової системи координат $Oxyz$:

$$\mathbf{r}(u, v, w) = \mathbf{r}(x, y, z) = \mathbf{r}(R v \cos(2\pi u), R v \sin(2\pi u), w H), \quad (8)$$

де R – радіус основи; H – висота (довжина) циліндра; $u \in [0, 1], v \in [0, 1], w \in [0, 1]$ – параметри-змінні,

реалізовано динамічне геометричне моделювання токарної обробки деталі (рис. 1) у середовищі системи автоматизованого проектування SolidWorks за допомогою програми, яка написана мовою Visual Basic.

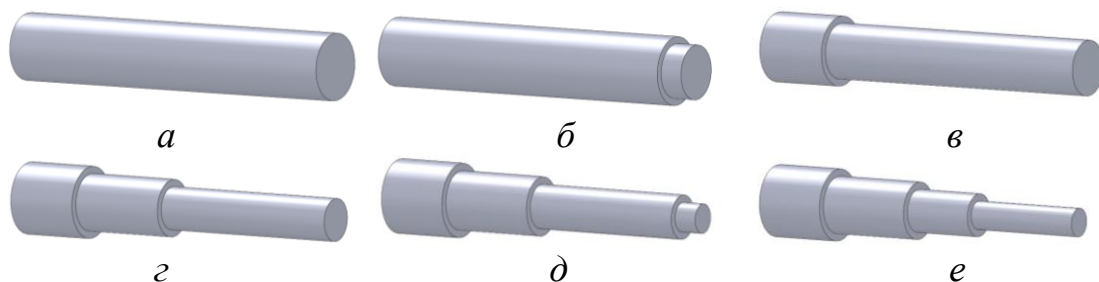


Рис. 1. Динамічне моделювання токарного оброблення

На рис. 1,а показано заготовку; на рис. 1,б та рис. 1,в – початок та завершення точіння першої оброблюваної циліндричної поверхні деталі. Рис. 1, з ... е ілюструють відповідно виготовлену другу поверхню, початок та закінчення точіння третьої оброблюваної циліндричної поверхні.

Багатообіцяючим напрямком розглянутої тематики є інтеграція застосування структурно-параметричного формоутворення на рівні зовнішньої параметризації, наприклад, у вигляді поданих у праці [2] моделей токарного оброблення, та параметричних описів вигляду (8) на рівні внутрішньої параметризації з використанням динамічних комп'ютерних побудов (рис. 1).

Висновки. У даній статті на підставі систематизації та узагальнення отриманих наукових результатів визначено перспективи проведення подальших досліджень у галузі структурно-параметричного формоутворення технічних об'єктів шляхом удосконалення їх математичних параметричних описів.

Література

1. Ванін В.В. Визначення та основні положення структурно-параметричного геометричного моделювання / В.В. Ванін, Г.А. Вірченко // Геометричне та комп'ютерне моделювання: зб. наук. праць. – Вип. 23. – Харків: ХДУХТ, 2009. – С. 42-48.
2. Вірченко Г.А. Інтегровані структурно-параметричні геометричні моделі виробів машинобудування / Г.А. Вірченко, В.Г. Вірченко // Геометричне та комп'ютерне моделювання: зб. наук. праць. – Вип. 27. – Харків: ХДУХТ, 2010. – С. 87-92.
3. Вірченко В.Г. Твердотільне геометричне комп'ютерне моделювання об'єктів машинобудування на засадах комбінаторно-варіаційного підходу / В.Г. Вірченко // Праці Тавр. держ. агротех. університету. – Вип. 4, т. 54. – Мелітополь: ТДАТУ, 2012. – С. 27-31.
4. Ванін В.В. Варіантне моделювання геометричних об'єктів методом поліпараметризації / В.В. Ванін, Г.І. Вірченко, С.Г. Вірченко //

Проблеми інформаційних технологій. – №16. – Херсон: ХНТУ, 2014. – С. 76-79.

5. Вірченко Г.І. Динамічне варіантне формоутворення ліній, поверхонь і тіл методом поліпараметризації / Г.І. Вірченко // Наукові нотатки: міжвуз. зб. – Вип. 48. – Луцьк: ЛНТУ, 2015. – С. 45-48.

НЕКОТОРЫЕ ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕГО РАЗВИТИЯ ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО ОПИСАНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ФИГУР

Ванин В.В., Вирченко Г.И., Вирченко С.Г.

В данной научной работе проанализированы некоторые направления дальнейшего развития параметрического описания различных фигур. Предложенный подход является перспективным для практического применения в области современного геометрического моделирования многих технических объектов и процессов их изготовления и эксплуатации. Представленные материалы служат теоретической основой для разработки соответствующих программных средств автоматизированного формообразования.

Ключевые слова: геометрические фигуры, метод полипараметризации, параметрическое описание, структурно-параметрическое формообразование, технические объекты.

SOME PERSPECTIVES OF FURTHER DEVELOPMENT FOR PARAMETRIC DESCRIPTION OF GEOMETRIC FIGURES

V. Vanin, G. Virchenko, S. Virchenko

Some directions for further development of parametric descriptions of various figures are analyzed in this research. The proposed approach is promising for practical application in the field of modern geometric modelling of many technical objects and processes for their manufacture and use. The materials are the theoretical basis for the development of appropriate software for the automated design.

Keywords: geometric figures, method of polyparameterization, parametric description, structural-parametric shaping, technical objects.