

### Список посилань

1. Гарбарук В.Н. Проектирование трикотажных машин [Текст] / В.Н. Гарбарук. – Л.: Машиностроение, 1980. – 472 с.
2. Пищиков В.О. Проектування швейних машин [Текст] / В.О. Пищиков, Б.В.Орловський. – К.: Формат, 2007. – 320 с.

УДК 677.055, 685.34.055.473, 687.053

**В. М. Дворжак, канд. техн. наук, доцент**

Київський національний університет технологій та дизайну, v\_dvorjak@ukr.net

## КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ КІНЕМАТИЧНОЇ СХЕМИ ТИПОВОГО ПРОСТОРОВОГО КРИВОШИПНО-КОРОМИСЛОВОГО МЕХАНІЗМУ

У технологічних машинах легкої промисловості широко використовується просторовий чотириланковий механізм для приводу робочих органів. Наприклад, цей механізм забезпечує у підшивочних швейних машинах передачу руху від головного до голкового вала, які розташовані у взаємно перпендикулярних площинах, так само в швейних обметувальних машинах він забезпечує передачу руху петельникам (розширювачам) тощо [1].

Повсюдна комп'ютеризація та поява САD-програм визначає провідне становище чисельних методів дослідження механізмів машин. У технічній літературі описані різні аналітичні методи моделювання просторових механізмів, які засновані на отриманні формальних математичних виразів функцій (положення, швидкостей, прискорень тощо) [2]. Всі ці методи об'єднує необхідність складання математичних виразів функцій положення механізму, які потім застосовуються для моделювання кінематичної схеми механізму, дослідженні кінематики, динаміки тощо.

Швидше отримати результати з потрібною точністю можна чисельними методами, програмні коди яких як правило вже вбудовані в САD-програми. Наприклад, для дослідження кінематики механізмів чисельними методами в Mathcad можна скористатися векторними рівняннями замкненості контурів, побудованих на ланках механізмів, та виконати розв'язок цих рівнянь одним із чисельних методів із застосуванням обчислювального блоку «Given-Find», що значно спрощує процес моделювання механізму [3].

Тому розробка методів комп'ютерного моделювання механізмів технологічних машин та застосування для цього сучасних прикладних комп'ютерних програм є своєчасним завданням.

Для дослідження був взятий типовий просторовий чотириланковий механізм, структурна схема якого та позначення елементів кінематики приведені в роботі [2]. На схемі механізму [2] можна виділити один векторний контур, утворений векторами-ланками  $P_{2\_3}(f_1)$  (з модулем  $l_{2\_3}$ ),  $P_{4\_3}(f_1)$  (з модулем  $l_{3\_4}$ ) та вектором змінної довжини та напрямку  $P_{4\_2}(f_1)$ . Моделювання руху механізму здійснюється при зміні узагальненої координати – кута повороту кривошипа  $f_1$ . Координати точки  $P_3(x, y, z)$  в правій системі координат (ПСК) можна визначити із системи трьох рівнянь, які описують сферичну поверхню радіусом  $l_{2\_3}$  з центром в точці  $P_2$ , сферичну поверхню радіусом  $l_{3\_4}$  з центром в точці  $P_4$  та коло радіусом  $l_{3\_4}$  з центром в точці  $P_4$ . У результаті розв'язку системи рівнянь дістанемо по два значення координат точки  $P_3(x_1, y_1, z_1)$  та  $P_3(x_2, y_2, z_2)$ , які відповідатимуть двом можливим варіантам складання механізму. Для чисельного розв'язку системи рівнянь з використанням обчислювального блоку «Given-Find» в Mathcad слід заздалегідь задатися початковими значеннями координат точки  $P_3(x_0, y_0, z_0)$ , які відповідають конструктивно правильному варіанту складання механізму. Наприклад, для механізму, що розглядається, прийемо:  $x_0 := -15 \text{ мм}$ ;  $y_0 := -40 \text{ мм}$ ;  $z_0 := 5 \text{ мм}$ . Потім вводиться обчислювальний блок, у якому записується система вказаних трьох рівнянь:

Given

$$(x_0 - P_2(f_1)_x)^2 + (y_0 - P_2(f_1)_y)^2 + (z_0 - P_2(f_1)_z)^2 = l_{2_3}^2; \quad (1)$$

$$(x_0 - P_{4x})^2 + (y_0 - P_{4y})^2 + (z_0 - P_{4z})^2 = l_{3_4}^2; \quad (2)$$

$$(x_0 - P_{4x})^2 + (y_0 - P_{4y})^2 = l_{3_4}^2; \quad (3)$$

$$[x(f_1) \ y(f_1) \ x(f_1)]^T := Find(x_0, y_0, z_0). \quad (4)$$

Комп'ютерне моделювання можна виконати відомим методом векторного перетворення координат [2, 3]. Для цього отримані за виразом (4) координати  $(x(f_1), y(f_1), z(f_1))$  слід представити у вигляді матриці-стовпця  $P_3(f_1) := [x(f_1) \ y(f_1) \ x(f_1)]^T$  та визначити функції положення векторів-ланок  $P_{1_2}(f_1), P_{2_3}(f_1), P_{4_3}(f_1)$  та  $P_{4_2}(f_1)$  і векторів-точок механізму  $P_2(f_1)$  та  $P_3(f_1)$ .

На рис. 1 представлені графіки візуалізації схеми досліджуваного механізму в прикладній CAD-програмі.

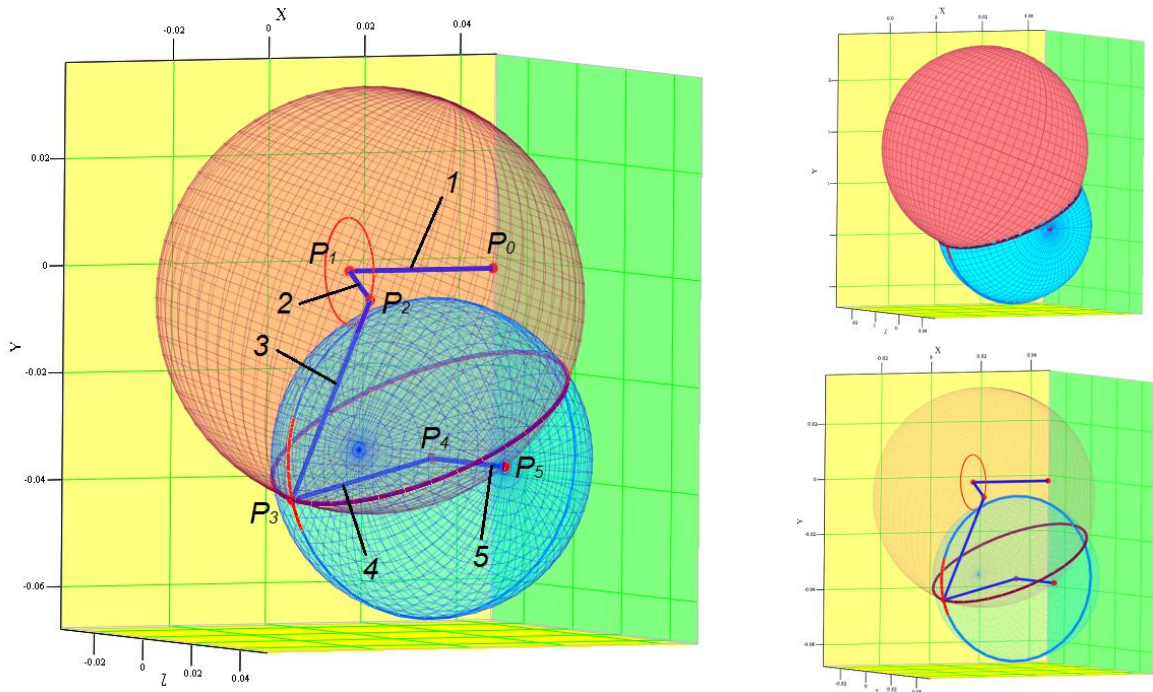


Рис. 1 – Схема типового просторового чотириланкового кривошипно-коромислового механізму, отримана в прикладній CAD-програмі: 1 – головний вал; 2 – кривошип; 3 – шатун; 4 – коромисло; 5 – вал коромисла;  $P_i$  – характерні точки механізму

Подальші дослідження спрямовані на застосування чисельних методів для комп'ютерного моделювання більш складних конструкцій багатоланкових просторових механізмів технологічних машин легкої промисловості, що містять сферичні та циліндричні кінематичні пари та забезпечують рух робочого органу за складними просторовими кривими.

#### Список посилань

1. Сторожев В. В. Машины и аппараты легкой промышленности / В. В. Сторожев – М. : Издательский центр «Академия», 2010. – 400 с. – ISBN 978-5-7695-5965-5.
2. Дворжак В.М. Схемотехнічне моделювання кінематичних схем просторових чотириланкових кривошипно-коромислових механізмів технологічних машин / В.М. Дворжак // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. Технічні науки. – 2016. – № 2. – С. 18-26.

3. Дворжак В. М. Комп'ютерний аналіз кінематичних схем багатоланкових важільних механізмів основов'язальних машин [електронний ресурс] / В. М. Дворжак, Б. В. Орловський, Ю. Ю. Чудінович // Технології та дизайн. – 2014. – № 2(11). – Режим доступу до журн.: [http://nbuv.gov.ua/j-pdf/td\\_2014\\_2\\_4.pdf](http://nbuv.gov.ua/j-pdf/td_2014_2_4.pdf).

УДК 678.027.3:621.3.084.2

**В.І. Сівецький, канд. техн. наук, професор**  
**В.М. Куриленко, аспірант**  
**О.Л. Сокольський, канд. техн. наук, доцент**  
**О.Є. Колосов, докт. техн. наук, професор**

Національний технічний університет України «КПІ ім. І. Сікорського». [v.kurylenko@kpi.ua](mailto:v.kurylenko@kpi.ua)

## **ПРОФІЛЬНА ЕКСТРУЗІЙНА ГОЛОВКА ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ПЛАСТМАСОВИХ ВИРОБІВ З ВВЕДЕННЯМ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ДАТЧИКІВ**

Питання отримання інформації про характеристики відповідальних деталей та вузлів, зокрема, про їх напружено-деформований стан (н.д.с.), в режимі реального часу надзвичайно актуальне у наш час. Введення у вироби з полімерних композиційних матеріалів інтелектуальних датчиків (ІД) дозволяє проводити дистанційну діагностику та моніторинг цих виробів безпосередньо під час їх експлуатації. Це актуально в таких сферах, як: машинобудування, суднобудування, авіакосмічна промисловість, медицина (контроль н.д.с. та інших параметрів, які виникають у виробах під час експлуатації).

Інтелектуальний датчик – це мініатюрний вимірювальний пристрій у вигляді конструктивної сукупності одного або декількох вимірювальних перетворювачів величини, яка вимірюється і контролюється, який виробляє вихідний сигнал, зручний для дистанційного передавання, зберігання та використання у системах керування і має нормовані характеристики.

Датчики на основі різних матеріалів і процесів вже тривалий час використовуються в різних областях техніки, перетворюючи неелектричні сигнали в електричні. Датчики, які використовуються для інтелектуальних полімерних композиційних матеріалів (ІПКМ) мають вигляд мініатюрних сенсорних пристроїв, що вводяться в матеріал [1].

Для зручності введення датчиків у задану точку координати виробу, а також забезпечення необхідної адгезії полімеру з поверхнею датчика, останні можна дозувати, наприклад, у вигляді капсул, в яких датчик покритий шаром полімеру.

Для реалізації процесу введення датчиків у екструдовані вироби існує конструкція екструзійної головки, що містить корпус та дорн, встановлений на дорнотримачі, утворюючи формуючий канал для протікання полімеру, причому принаймні один дорнотримач оснащено щонайменше одним пристроєм додаткового живлення з каналом, вихідний отвір якого направлений в напрямку вихідного формуючого каналу. Наведена конструкція май той недолік, що вона передбачає обов'язкову наявність такого елемента, як дорн, це, в свою чергу, значно звужує коло застосування даного рішення [2].

Для ліквідації цього недоліку і розширення можливостей введення інтелектуальних датчиків у задану координату погонажних полімерних виробів пропонується спорядження головки дозувально-інжекційним пристроєм [3].

Профільна екструзійна головка для введення інтелектуальних датчиків у погонажні вироби (рис. 1), містить формуючу ділянку з каналом для протікання розплаву, яка також оснащена щонайменше одним додатковим каналом, виконаним під кутом, меншим  $90^\circ$  до напрямку течії розплаву в формуючій ділянці головки. Вихідний отвір додаткового каналу направлений в напрямку формуючої ділянки, а вхідний отвір оснащено вузлом додаткового живлення з дозувально-завантажувальним пристроєм.