

МЕТОД АВТОМАТИЗОВАНОГО ВИЗНАЧЕННЯ КООРДИНАТ ОПОРНИХ ТОЧОК ПОЗИЦІОНУВАННЯ СХВАТІВ ПРОМИСЛОВИХ РОБОТІВ ПРИ СИНТЕЗІ МЕХАНОСКЛАДАЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Процес проектування роботизованих механоскладальних технологій (РМСТ) передбачає розв'язування багатьох задач, серед яких одне із головних місць займає задача автоматизованого визначення координат опорних точок (КОТ) траєкторного простору схвата (Сх) аналізованої моделі промислового робота (ПР) при технологічному обслуговуванні основного (ОТО) та допоміжного (ДТО) технологічного обладнання гнучкої виробничої комірки (ГВК).

На сьогодні не приділяється особливої уваги щодо наукового обґрунтування визначення КОТ Сх ПР, хоча впровадження роботизації як такої є вагомим кроком щодо економії фінансових, часових, трудових та інших ресурсів при автоматизації механоскладальних виробництв. Найчастіше за початкову точку позиціонування СхПР приймають випадковим або не обґрунтованим чином обрану вихідну точку СхПР, а кінцеву точку визначають шляхом визначення відповідних переміщень від технологічного обладнання (ТО) до полюса Сх.

Застосування більш відомих підходів для розв'язування задач визначення КОТ СхПР (векторний метод кінематичного аналізу маніпуляторів, метод матриць, метод гвинтів та дуальних матриць), вимагає певної кваліфікаційної підготовки розробників, користувачів, потребує від проєктанта досконалих знань потужних математичних пакетів та має ряд недоліків:

- вони дають змогу визначати тільки одну з опорних точок, задаючись при цьому іншою або координатами основи ПР та величинами переміщень і геометричними розмірами ланок ПР, що значно зменшує кількість аналізованих альтернатив;
- дані методики враховують геометричні параметри ланок ПР, але не враховують положення та геометричні параметри Сх в кожен з моментів часу при переміщенні між опорними точками, тобто його траєкторію руху, що вказує на обов'язкову необхідність виконання подальших перевірок щодо можливих колізій (зіткнень) елементів технологічного роботизованого комплексу з елементами технологічної роботизованої системи;
- відомі методики не базуються на системному підході і тому не враховують всі фактори, параметри та обмеження, що визначають отримання очікуваного кінцевого результату.

Пропонований метод автоматизованого визначення КОТ траєкторного простору СхПР в РМСТ є продовженням досліджень, що проводиться на кафедрі автоматизованого управління технологічними процесами та комп'ютерних технологій Житомирського державного технологічного університету. Він змістовно відтворює підхід до синтезу множини методик визначення КОТ траєкторного простору СхПР за критерієм мінімальних затрат кінематичного ресурсу ПР при технологічному обслуговуванні ПР ОТО та ДТО : величини лінійних та/або кутових переміщень СхПР.

Метод визначення опорних точок позиціонування СхПР, який дістав назву A_t -метод, являє собою набір методик визначення опорних точок позиціонування СхПР, які використовуються в залежності від взаємного розташування робочої позиції в робочій зоні ПР та складається із VII рівнів деталізації РМСТ.

На I – IV рівнях в залежності від розташування множини кінцевих опорних точок позиціонування СхПР, тобто множини точок $(C_t | t = 1, T^{dg})$ при технологічному обслуговуванні кожної t -ої робочої позиції $(WP_t | t = 1, T^{dg})$, де T^{dg} - кількість технологічних РП (на відміну від T - кількості фізичних робочих позицій), розроблено методику класифікації взаємного розміщення множин кінцевих опорних точок орієнтації СхПР. Згідно даної класифікації розрізняють взаємне розташування множин кінцевих точок $(C_t | t = 1, T^{dg})$ ГВК: із повним перетином (C – *crossing*); без перетину – коли множини кінцевих точок позиціонування Сх лежать у різних частинах робочої зони ПР і не мають спільних перетинів (NC – *noncrossing*); з неповним частко-

вим перетином – коли спільний перетин мають не всі досліджувані множини (PC – *partial crossing*).

Для кінцевих точок позиціонування $(C_t | t = \overline{1, T^{dg}})$ сформовано два варіанти пошуку: пошук однокоординатних кінцевих точок (C_t) позиціонування СхПР (ОС – від англ. *one coordinate*) та різнокоординатних (DC – від англ. *different coordinate*). Однокоординатний метод пошуку (ОС) полягає у визначенні координати, що є спільною для робочої позиції і розташовується на інтервалі зі спільним перетином множин $(C_t | \forall t = \overline{1, T^{dg}})$. Даний метод характерний для взаємного розміщення множин кінцевих опорних точок (C_t) із непустим (С) і частковим (РС) перетинами. Різнокоординатний метод пошуку (DC) використовується у всіх видах взаємного розміщення множин кінцевих опорних точок (C_t) і характеризується різними координатами кінцевих точок позиціонування СхПР.

На V рівні в залежності від форми перетину використовуються два методи пошуку опорних точок – повний перебір (ES) та математичне очікування (ME). Подана конкретизація використання ES та ME відтворює VI рівень A_t -методу. Метод математичного очікування ME використовується в залежності від форми взаємного розташування множин кінцевих точок $(C_t | t = \overline{1, T^{dg}})$ всіх робочих позицій. Метод повного перебору ES використовується для всіх форм перетинів і полягає у переборі кожної початкової точки (A_t) (точки міжагрегатного розміщення) зі всіма кінцевими точками (C_t) всіх робочих позицій з подальшим визначенням пари точок, що мають найменші затрати споживаного кінематичного ресурсу.

Кінцевим VII рівнем A_t -методу є об'єднання (U) результатів, знайдених різними методами, і вибір опорних точок позиціонування СхПР з найменшим споживаним кінематичним ресурсом.

Відповідно до даного методу розроблено алгоритмічне забезпечення автоматизованого визначення КОТ траєкторного простору СхПР в РМСТ, що враховує визначення лімітуючих точок стаціонарних, одноруких та односхватних ПР різних конструктивних виконань.

КИРИЛОВИЧ Валерій Анатолійович, к.т.н, професор кафедри автоматизованого управління технологічними процесами та комп'ютерних технологій Житомирського державного технологічного університету, кандидат технічних наук, доцент. Наукові інтереси: автоматизація технологічної підготовки гнучкого механоскладального виробництва; автоматизоване проектування роботизованих технологічних процесів механоскладання.

ФУРМАНСЬКИЙ Євгеній Валентинович, магістрант групи АТ-17м кафедри автоматизованого управління технологічними процесами та комп'ютерних технологій Житомирського державного технологічного університету. Наукові інтереси: автоматизація технологічної підготовки гнучкого механоскладального виробництва.