

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ СКЛАДАННЯ МОДУЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ РОБОТОТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ

асистент Функендорф А.О.

Харківський національний університет радіоелектроніки,
кафедра ПІ, Україна, 61166, Харків, пр. Науки 14
E-mail: anastasiia.funkendorf@nure.ua

Abstract. In work, an analysis of existing methods designing assembly technological processes is carried out. The disadvantages and advantages of each for designing robot's modular designs are determined. The generalized mathematical models of the assembly process, intermodular connections and their consistency are presented. A solution is proposed that will allow the design of such structures and technological processes of their compilation taking into account the coherence of their constituent elements and the principles of process iteration.

Актуальність роботи. Модульний підхід до конструювання робототехнічних засобів (РТЗ) різноманітного призначення є уніфікованим у рамках виробництва, експлуатації, обслуговування та утилізації. Існуючі на даний момент системи автоматизованого проектування (САПР) не дозволяють проводити проектування технологічних процесів (ТП) складання відповідних, конструкцій що обумовлено їх обмеженими функціональними можливостями рамках реалізації процесів автоматизованого модульного складання з урахуванням узгодженості складальних елементів у цілісній конструкції пристрою[1]. Внаслідок цього виникає актуальне наукове завдання, яке вимагає нових підходів і методів до проектування технологічних процесів складання модульних РТЗ, що потребує попереднього поглиблено дослідження вже існуючих рішень.

Основна частина. Класифікація методів автоматизованого проектування технологічних процесів, що знаходять найбільше поширення на цей час, представлена на рисунку 1.



Рисунок 1 – Класифікація методів проектування ТП

Метод прямого проектування являє собою роботу з базами даних в режимі діалогу. Користувач викликає за допомогою меню потрібну базу даних, що містить типові рішення різного рівня (наприклад, склад операцій, переходів, типи обладнання, оснащення, складального інструмента) і вибирає найбільш підходяще з них. Обрана інформація автоматично заноситься до відповідних граф і рядки шаблону маршрутної і операційної карт [2]. Такий спроектований технологічний процес не буде оптимальним, оскільки підготовка проектного документа покладається на самого користувача, і оптимізація технологічних рішень не проводиться. Від класичного ручного проектування цей метод відрізняється меншими витратами часу на розробку технологічного процесу і підготовку технологічної документації.

Метод адресації (метод аналогів) припускає використання раніше спроектованих технологічних процесів, які зберігаються в базі даних. З безлічі наявних технологічних процесів вибирається один, який згодом допрацьовується до рівня робочого ТП для конкретної конструкції [2]. Цей метод працює швидко, так як заснований на типізації рішень, та використовує всі переваги методу групового складання модулів і організації групового виробництва такі як: використання високопродуктивного обладнання при малих партіях модулів; спеціалізація робочих місць; ефективна організація і планування виробництва. Однак, використання цього методу можливо лише в умовах, коли на підприємстві є розвинена групова технологія.

Метод синтезу заснований на використанні типових рішень низького рівня і є найбільш універсальним, так як дозволяє проектувати ТП для будь-якого РТЗ. Він застосовується, коли немає можливості звернутися до уніфікованого ТП. Проектування методом синтезу може бути реалізовано по одному з двох варіантів: з використанням спадного синтезу; з використанням висхідного синтезу.

Метод висхідного синтезу використовується, коли немає модулів-аналогів. Він передбачає використання елементарних типових рішень на найнижчому рівні, тобто процес проектування йде «знизу вгору». Сутність цього методу – проектування на основі наявної інформації. Весь процес проектування в даному випадку розбивається на два етапи. На першому етапі є інформація тільки про виробниче середовище і про модулі, тому тут вирішується завдання щодо визначення обсягу робіт, пов'язаних зі позиціонуванням та складанням модулів. Другий етап полягає в упорядкуванні безлічі переходів, отриманих на першому етапі, причому, для спрощення процесу проектування, повернення до попередніх рівнів не відбувається.

Метод спадного синтезу передбачає рух «зверху до низу», тобто на верхніх рівнях проектування приймаються укрупнені рішення, які в подальшому деталізуються [2]. При цьому можливе повернення на попередні (верхні) рівні для уточнення і корекції.

Перевагами методу синтезу є його універсальність і теоретична можливість проектувати технологічні процеси для будь-яких РТЗ, а також його орієнтованість на використання стратегії «спочатку вшир, а потім вглиб», т. е. можливість виконувати направлений пошук і досить швидко проектувати оптимальні технологічні процеси. Недоліками цього методу є його складність, що обумовлює більші витрати часу на його реалізацію, у порівнянні з іншими методами, а також те, складність налаштування системи проектування та її підтримання в умовах високих рівнів автоматизації виробництва.

В узагальненому вигляді спроектований складальний технологічний процес має носити ітераційний характер та обумовлюватись послідовністю зміни станів об'єкту складання, яким є модульна конструкція РТЗ. Ці стани відповідають встановленню кожного модуля та шляху його досягнення, характеризуються діями виконавчого обладнання, яке є визначеним для забезпечення певного між модульного з'єднання:

$$S_1 \xrightarrow{W_1} S_2 \xrightarrow{W_2} S_3 \xrightarrow{W_3} \dots \xrightarrow{W_{n-1}} S_n,$$

де S_1, S_2, \dots, S_n – стани об'єкту складання, які змінюються впродовж етапу, або цілісного технологічного процесу, що за своїм призначенням є відображенням відповідності складальних параметрів, притаманних модулю або складального елемента модуля та параметрів загальної конструкції РТЗ у відповідності до технічного завдання на його виробництво;

W_1, W_2, \dots, W_n – шляхи досягнення наступного відповідного стану, що обумовлені зміною станів виконавчого обладнання та його характеристиками протягом часу [3, 4].

Стани об'єкту складання характеризуються відповідним набором параметрів, притаманних конкретному модулю, встановлення якого було реалізовано на відповідному етапі. Це має бути реалізовано з урахуванням як інформаційної, так і конструкційної узгодженості складальних модулів. Основними параметрами, що характеризують між модульні зв'язки та їх узгодженість є параметри з'єднань. Математична модель між модульних з'єднань РТЗ можна представити у вигляді кортежу параметрів механічних P_M та електричних з'єднань P_E а саме:

$$St_{Mod} = \{P_M, P_E; R\},$$

де R – показник взаємозв'язків між параметрами з'єднань [3, 4].

Взаємозв'язки між параметрами з'єднань модулів забезпечують узгодженість конструкції у цілісній системі шляхом відповідності параметрів

одного модулю, до параметрів іншого модулю. Таким чином, таку відносність можна виразити математично в узагальненому виді:

$$R_{i,j} = P_{Mi}^j : P_{Mj}^i,$$

де P – параметр типу з'єднань;

i – модуль, для встановлення якого виконується з'єднання;

j – модуль, з яким виконується з'єднання.

Висновки. Проведений аналіз існуючих методів дозволив виділити переваги та недоліки кожного з них в рамках задач проектування ТП складання модульних конструкцій РТЗ. Визначено, що не один з них не надає повного покриття необхідних задач з урахуванням ітераційності процесу проектування та узгодженості складових одиниць у цілісній конструкції. Можливим рішенням є комбінування основних принципів методу прямого проектування з принципами методу синтезу. Таким чином стає можливим поетапне планування технологічного процесу на базі вже існуючих типових операції ТП виготовлення аналогічних конструкцій з урахуванням їх сумісності з вже обраними модулями. Для можливості реалізації комбінування вже існуючих методів в умовах високих рівнів автоматизації виробництва необхідним є існування бази типових операцій утворення існуючих між модульних з'єднань з урахуванням позиціонування виконавчого обладнання. Також це дозволяє автоматизоване переналагодження виконавчого обладнання в умовах дотримання принципів модульності побудови керуючого коду, а також дозволяє організувати процес проектування не тільки ТП складання, але й конструкції приладів, що з урахуванням представлених моделей дозволить розробити новий метод проектування ТП складання модульних РТЗ з урахуванням етапів його конструювання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Groover, M. CAD/CAM: Computer-Aided Design and Manufacturing / M. Groover, E. Zimmers. – Pearson Education, 2003. – 512 p.

2. Лукинов, А.П. Проектирование мехатронных и робототехнических устройств: Учебное пособие / А.П. Лукинов. – СПб.: Издательство «Лань», 2012. – 608с.

3. Невлюдов, І.Ш. Математична модель технологічного процесу складання роботів із конструкцією модульного типу / І.Ш. Невлюдов, К.Л. Хрустальов, А.О. Функендорф // Вчені записки ТНУ імені Вернадського. Серія: Технічні науки. 2018, №1, Том 29 (68). Частина 1. – с. 197-203.

4. Невлюдов, І. Ш. Моделі формалізації для вирішення задач автоматизації проектування конструкцій роботів з модульною структурою / І.Ш. Невлюдов, В. В. Євсєєв, Є. А. Разумов-Фризюк, А. О. Функендорф // Системи управління, навігації та зв'язку: сб. наук. пр. – Полтава. – 2017. Вип. 2. – С. 36-38.