УДК 621.865.8

І.В. Сачук, аспір.
Житомирський інженерно-технологічний інститут

СТРАТЕГІЯ ТА ЗАДАЧІ АВТОМАТИЗОВАНОГО ВИБОРУ АГРЕГАТНО-МОДУЛЬНИХ ПРОМИСЛОВИХ РОБОТІВ ДЛЯ МЕХАНОСКЛАДАННЯ

(Представлено к.т.н., доц. В.А. Кириловичем)

Запропоновано багатоетапну стратегію вибору агрегатно-модульних (АМ) промислових роботів (ПР). Вона розглядається як процес пошуку та вибору агрегованих із окремих модулів кінематичних структур ПР, технологічно-конструктивні параметри яких відповідають вимогам конкретної проектної ситуації. При виборі АМ ПР враховуються технологічні, експлуатаційні та економічні вимоги. Запропонована стратегія вибору передбачає автоматизовану реалізацію.

Одним із шляхів використання ПР є їх побудова на агрегатно-модульній основі [3, 7]. При проектуванні роботизованих технологічних комплексів (РТК) задача вибору ПР є досить важливою [2, 3, 7]. Ця задача тісно пов'язана з усіма складовими проектування РТК [2, 6]. Так, для вибору ПР необхідно мати розв'язки деяких складових підзадач проектування РТК і, в свою чергу, результати вибору ПР є вихідними даними для розв'язку інших підзадач, які при цьому вирішуються.

Вибір АМ ПР виконується серед кінематичних структур, що можуть бути складеними із елементів аналізованого агрегатно-модульного комплекту. При виборі АМ ПР перевіряється відповідність характеристик та параметрів кожної кінематичної структури вимогам до неї зі сторони технології, основного та допоміжного технологічного обладнання (ОТО, ДТО), засобів упорядкування середовища (ЗУС), інших елементів, що входять до складу РТК. Ці вимоги визначаються при всебічному аналізі технологічного процесу, що підлягає роботизації, а також технологічному аналізі конструкції об'єкта виробництва. В кожному конкретному випадку порядок пріорітетності вимог до ПР може бути різним. Багаточисельність параметрів, характеристик, типів ПР та їх складових, а також різноманітність вимог взаємозалежних, автономних, часто таких, що суперечать одна одній, слабо формалізованих (а іноді зовсім не формалізованих) до них, робить задачу вибору АМ ПР досить складною і неоднозначною в апріорній її постановці. Розв'язком усіх задач є визначення АМ ПР, що найбільш підходить для використання при заданих умовах.

В загальному випадку після введення вихідних та шуканих параметрів задача вибору ПР зводиться до наступного: при заданих вихідних даних та обмеженнях необхідно знайти таку комбінацію шуканих параметрів ПР, яка переводить прийнятий показник ефекту в екстремум.

Задача вибору АМ ПР може бути вирішена, як задача з однією функцією цілі та системою обмежень. В цьому випадку, як правило, технічні критерії є обмеженнями, а економічні – використовуються як цільові функції. Показник ефективності обирається так, щоб найкраще відтворювати цільову направленість процесу вибору. В іншому випадку задача вибору може бути вирішена, як багатокритеріальна. В найбільш простій інтерпретації процес вибору АМ ПР можна розглядати аналогічно до процесу проектування та виготовлення ПР для конкретного РТК. Тому деякі задачі проектування ПР застосовують при виборі АМ ПР.

Неможливість використання відомих стратегій вибору іншого технологічного обладнання (ТО) зі змінною [1] або з постійною кінематичною структурою [4, 5] пояснюється відсутністю загальноприйнятої послідовності та складу локальних задач, що розв'язуються в процесі вибору, при одночасній відсутності кординальних відмінностей в розв'язку кожної з них. При цьому, внаслідок недостатнього науково-методичного обґрунтування проблеми вибору АМ ПР при проектуванні та експлуатації РТК значно зменшується якість технологічних рішень, збільшуються терміни та витрати на технологічну підготовку роботизованого виробництва. Сказане визначає актуальність розглянутої проблеми та потребу подальшої розробки методичного забезпечення її розв'язку.

Очевидно, що критерії та вимоги до модульного ПР різні як за змістом, так і за значенням, ще й досить часто є суперечними, тому на одному етапі вибору АМ ПР неможливе їх загальне використання. У зв'язку з цим процес вибору АМ ПР можна розглядати, як деякий ітеративний процес, що змістовно являє собою формування набору структур (синтез компоновок), їх аналіз за певними показниками та остаточний вибір за прийнятим критерієм.

За змістом сказаного пропонується наступна багатоетапна стратегія розв'язку задачі вибору АМ ПР, яка складається з таких етапів (рис. 1):

- I етап – формування множини конструктивно-можливих кінематичних структур АМ ПР;
- II етап – формування множини технологічно-перспективних кінематичних структур АМ ПР;
- III етап – формування набору технологічно-доцільних кінематичних структур АМ ПР;
- IV етап – вибір АМ ПР за глобальним критерієм.

© І.В. Сачук, 2001

На кожному етапі при розв'язанні відповідних задач визначається можливість вибору АМ ПР за тим чи іншим параметром, вимогою чи локальним критерієм. При цьому результати розв'язку попередніх задач є складовою вихідних даних для вирішування наступних. Так, ті кінематичні структури АМ ПР, які були відкинуті внаслідок розв'язку будь-якої із підзадач, при вирішенні подальших вже не розглядаються.

На І етапі в межах кожного агрегатно-модульного комплекту перебором всіх можливих з'єднань модулів між собою формується набір (множина) конструктивно-можливих кінематичних структур. Вихідними даними при цьому є таблиця можливих з'єднань модулів, побудована за даними технічної документації на агрегатно-модульний комплект [8]. В цій таблиці враховується як можливість (або неможливість), так і порядок з'єднання модулів, а також зумовлені конструкцією їх функціональні можливості та просторове розташування відносно координатних осей, що визначені їх конструкцією. Врахування всіх особливостей та правил спряження окремих пар з'єднань є досить важливим тому, що отримані кінематичні структури мають бути правильно сформовані і бути технологічно та конструктивно доцільними.

Як правило, на базі агрегатно-модульного комплекту можна сформувати досить багато компоновок АМ ПР, які вирішують задачу обслуговування заданого ТО. Але з точки зору продуктивності, якості виконання робіт, витрат на формування РТК ці компоновки є досить нерівноцінними. Тому після етапу формування з комплекту всіх можливих кінематичних структур АМ ПР на наступних етапах їх перевіряють на відповідність визначених вимог та критеріїв, які характеризують якість функціонування АМ ПР обраної компоновки в даному РТК.

Так на ІІ етапі вибору АМ ПР виконується формування множини технологічно-перспективних кінематичних структур АМ ПР шляхом перевірки множини конструктивно-можливих на забезпечення виконання найважливіших технологічних вимог. До таких вимог належать:

– забезпечення необхідного складу орієнтуючих рухів АМ ПР;
– забезпечення необхідної вантажопідйомності АМ ПР;
– геометрична сумісність ПР та ОТО, ДТО, ЗУС.

Забезпечення кожної вимоги перевіряється розв'язком відповідної задачі. Слід зауважити, що АМ ПР має задовольняти всі вимоги, але при цьому досить важко однозначно визначити відносну важливість кожної з них. Тому задачі на визначення відповідності параметрів АМ ПР висунутим до них вимогам вирішуються на всій множині конструктивно-можливих кінематичних структур АМ ПР для кожного агрегатно-модульного комплекту.

На ІІІ етапі вибору АМ ПР розв'язуються задачі взаємного розміщення внутрішніх елементів РТК, кількість та види яких задано, за прийнятим критерієм оптимальності (наприклад, за мінімальною кількістю точок позиціювання або за мінімальною довжиною траєкторії руху робочого органу АМ ПР).

Задача планування РТК пов'язана з проведенням кінематичних та геометричних розрахунків і вибором структури модульного ПР. За змістом її іноді розглядають як етап структурного та кінематичного синтезу. При цьому вирішуються обернені та прямі задачі про положення ланок АМ ПР для кожної із розглядуваних компоновок. На цьому ж етапі відбувається перевірка динамічних характеристик кінематичних структур АМ ПР для кожного отриманого планування РТК та реалізованої при цьому траєкторії робочого органу АМ ПР.

Після визначення можливих варіантів траєкторії руху АМ ПР та після перевірки їх за динамічними показниками виконується перевірка на достатню швидкодію АМ ПР. При цьому визначається час циклу, який, в свою чергу, характеризує продуктивність аналізованої кінематичної структури.

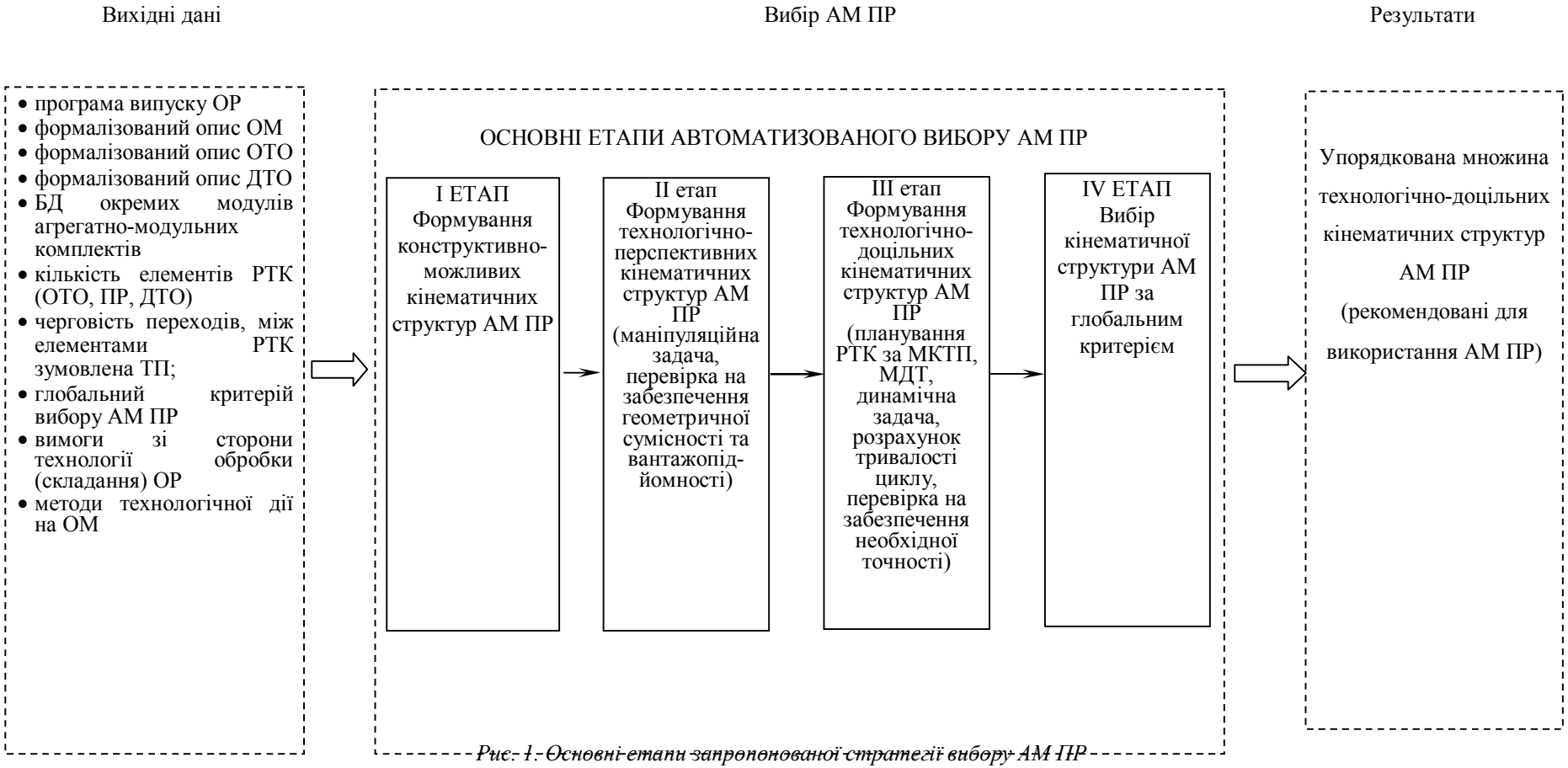

Рис. 1. Основні етапи запропонованої стратегії вибору АМ ПР

Ще однією задачею III етапу є визначення точності АМ ПР. Ця задача є особливо важливою для складальних процесів. В результаті розв'язку цієї задачі, як і в попередніх випадках, формується множина проміжного розв'язку III етапу вибору АМ ПР шляхом відкидання з подальшого розгляду тих кінематичних структур, які не задовольняють висунуту умову (наприклад, умову достатньої точності), або вирішується питання про можливість використання конкретної структури АМ ПР із певним доопрацюванням (використання додаткових конструктивних елементів точності, програмна адаптація тощо).

Результатом розв'язку задач III етапу вибору АМ ПР є множина технологічно-доцільних кінематичних структур АМ ПР. Будь-яка кінематична структура АМ ПР із цієї множини задовольняє всі висунуті вимоги і може бути використана в заданому РТК. Кінцевий вибір структури АМ ПР виконується на результатом IV етапі. Головним критерієм при цьому є економічний.

Таким чином, результатом IV етапу вибору АМ ПР є шуканий розв'язок всього процесу вибору АМ ПР – упорядкована множина технологічно-доцільних кінематичних структур, тобто рекомендованих для використання АМ ПР. Вибрані АМ ПР найкраще задовольняють усі висунуті до них технологічні, конструктивні, експлуатаційні та економічні вимоги.

При виборі АМ ПР можуть бути отримані пусті множини розв'язків будь-якої зі задач. В такому випадку на основі аналізу проміжкових та кінцевих результатів виконуються ітераційні зміни вихідних даних і розв'язків вирішених локальних та глобальної задач. В результаті процес вибору АМ ПР повторюється, починаючи з попередніх етапів та задач. Тобто запропонована стратегія автоматизованого вибору АМ ПР передбачає наявність діалогових процедур "ЕОМ – особа, що приймає рішення", яка може вносити корективи в процес вибору.

Узагальнюючи, можна сказати, що запропонована стратегія вибору АМ ПР враховує конструктивно-технологічні особливості АМ ПР, що розглядаються, як високоавтоматизоване обладнання зі змінною кінематичної структури і тому володіє конструктивно-технологічною гнучкістю. Склад та порядок розв'язуваних задач, можлива ітераційність розв'язку кожної з них та процесу вибору в цілому визначають можливість та необхідність автоматизованої реалізації запропонованої стратегії вибору АМ ПР.

ЛІТЕРАТУРА:

1. *Аверьянов О.И.* Модульный принцип построения станков с ЧПУ. – М.: Машиностроение, 1987. – 232 с.
2. *Бурдаков С.Ф., Дьяченко В.А., Тимофеев А.Н.* Проектирование манипуляторов ПР и роботизированных комплексов. – М.: Высш. шк., 1986. – 264 с.
3. *Воробьев Е.И., Козырев Ю.Г., Царенко В.И.* Промышленные роботы агрегатно-модульного типа / Под общ. ред. Е.П. Попова. – М.: Машиностроение, 1988. – 240 с.
4. Гибкие технологические системы холодной штамповки / С.П. Митрофанов, Л.Л. Григорьев, Ю.М. Клепаков и др., Под общ. ред. С.П. Митрофанова. – Л.: Машиностроение, Ленингр. отделение, 1987. – 287 с.
5. *Давыгора В.Н., Кирилович В.А.* Автоматизированный выбор роботов по кинематическим требованиям сборочной технологии. – К.: Знание Украины, 1991. – 24 с.
6. Робототехнические системы в сборочном производстве / Под ред. Е.В. Пашкова. – К.: Выща. шк., Головное изд-во, 1987. – 272 с.
7. *Ямпольский Л.С., Калин О.М, Ткач М.М.* Автоматизированные системы технологической подготовки робототехнического производства. – К.: Высшая школа, 1987. – 271 с.
8. *Kirilowicz W., Saczuk I.* Opis formalizowanych modulow funkcjonalnych obrobkowo-montazowych agregatowo-modulowych robotow przemyslowych // Technologia i utomatyzacja montazu. – Rzeszow, Poland. – 2001. – № 1.

САЧУК Ілона Володимирівна – магістр, аспірант кафедри АіКТ Житомирського інженерно-технологічного інституту.

Наукові інтереси:

– автоматизація технологічної підготовки механоскладального виробництва.

Подано 10.05.2001

Сачук І.В. Стратегія та задачі автоматизованого вибору агрегатно-модульних промислових роботів для механоскладання

Сачук И.В. Стратегия и задачи автоматизированного выбора агрегатно-модульных промышленных роботов для механосборки.

Sachuk I.V. The strategy and tasks of the automated choice of the aggregate–module of the industrial robots for the mechanical and the assembly processing

УДК 621.865.8

Стратегия и задачи автоматизированного выбора агрегатно-модульных промышленных роботов для механосборки / И.В. Сачук

Предложена многоэтапная стратегия выбора агрегатно-модульных (АМ) промышленных роботов (ПР). Она рассматривается как процесс поиска анрегированных из отдельных модулей кинематических структур ПР, технологическо-конструктивные параметры которых отвечают требованиям конкретной проектной ситуации. При выборе АМ ПР учитываются технологические, эксплуатационные и экономические требования. Предложенная стратегия выбора предусматривает автоматизированную реализацию.

УДК 621.865.8

The strategy and tasks of the automated choice of the aggregate-module of the industrial robots for the mechanical and the assembly processing / I.V. Sachuk

The strategy of the choice of aggregate–module (AM) of the industrial robots (IR) is consider. It is proposed as the process search and choice of kinematic structure AM IR which conform to the technical-economical requirements of the current project situation. The strategy has to be done in multi-stage way and expects the automation realisation of this.