

# АЛГОРИТМ ПОШУКУ ДОЦІЛЬНИХ ВАРІАНТІВ КІНЕМАТИЧНИХ СХЕМ ПРОМИСЛОВИХ РОБОТІВ

Павленко І.І., Попруга П.В.  
Кіровоградський національний технічний університет

Промислові роботи мають високу кінематичну рухомість виконуючих органів, що дозволяє їм здійснювати складні просторові переміщення та орієнтування деталей, які підлягають транспортуванню. Попередню уяву про рухи, які виконуються роботами, можна одержати з кінематичних схем, що складаються з кінематичних пар і з'єднуючих їх ланок.

Забезпечити одне і теж число ступенів рухомості можна великою кількістю різних варіантів кінематичних схем. Це залежить від:

1. Складу використовуваних кінематичних пар.
2. Порядку розміщення пар у кінематичній схемі.
3. Видів рухів, які використовуються в кінематичних парах.
4. Характеру виконання кінематичних пар.
5. Напрямів руху по окремих ступенях рухомості.

Значна кількість ступенів рухомості призводить до великої кількості можливих варіантів кінематичних схем, а тим самим і варіантів конструкцій робота. Так, для роботів, які мають 3...5 ступенів рухомості, виконаних у вигляді пар V-го класу, кількість теоретично можливих варіантів схем досягає кількох сотень, а то й тисяч. Загальна кількість можливих варіантів може бути ще більшою, наприклад, за рахунок використання в роботах кінематичних пар IV і III-го класів, довільного направлення, та ін.

Не дивлячись на те, що деякі теоретично відмінні варіанти конструктивно являються подібними, а частина їх не представляє фактичного інтересу, визначення доцільного варіанту кінематичної схеми промислового робота, за такої кількості варіантів є складним завданням.

Тому, для вирішення даної проблеми, було розроблено алгоритм [2] пошуку доцільних варіантів. В даному алгоритмі передбачено визначення не тільки кількості доцільних варіантів, а й їх структурні формули. Далі по даним формулам можна будувати кінематичні схеми доцільних варіантів. Розроблений алгоритм представлений на рис. 1.

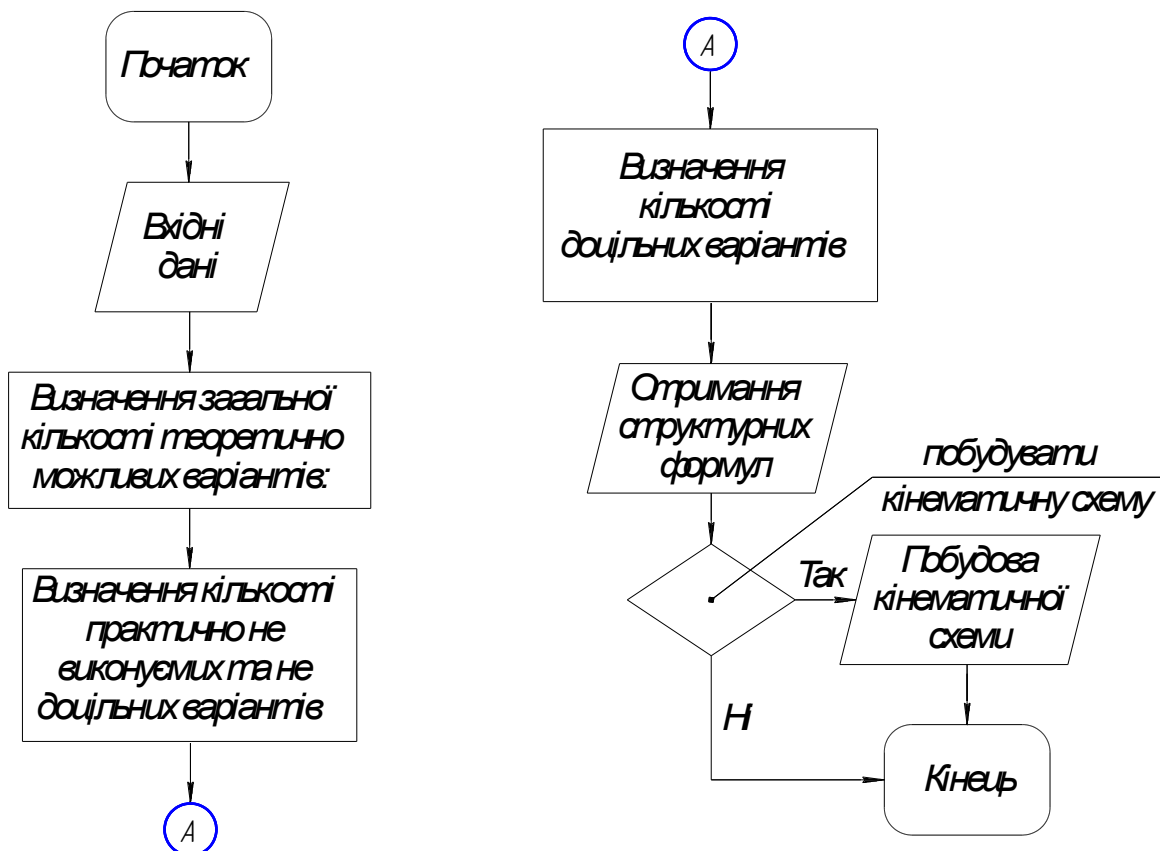


Рисунок 1 – Алгоритм визначення кількості доцільних варіантів кінематичних схем промислових роботів

За основу алгоритму взята формула визначення загальної кількості теориточно можливих варіантів схем промислового робота [1]:

$$m = \sum_{i=1}^n \frac{N!}{n_{III}!n_{IV}!n_V!} \cdot 2^{n_V} \cdot 4^{(N-1)};$$

де  $N = n_{III} + n_{IV} + n_V$  – загальна кількість кінематичних пар, використовуваних в кінематичній схемі робота;

$n_{III}, n_{IV}, n_V$  – кількість кінематичних пар відповідно III, IV та V-го класів.

$n$  – кількість ступенів рухомості робота.

В ході розробки та аналізу алгоритму було визначено, що практично не виконуваними є варіанти, в яких присутня хоча б одна з перерахованих нижче умов:

1. Співвісними не можуть бути варіанти з першою «вигнутою ланкою»  $P'$ , або обертова пара  $O'$ . Тобто такі варіанти:  $P' | P, P' | P', P' | O, P' | O', O' | P, O' | P', O' | O, O' | O'$ .

2. Паралельними не можуть бути варіанти з першою поступальною парою  $P$ , або обертовою ланкою  $O$ . Варіанти:  $P | | P, P | | P', P | | O, P | | O'$  та  $O | | P, O | | P', O | | O, O | | O'$ .

3. Парами що перехрещуються не можуть бути варіанти з першою поступальною парою  $P$ , або обертовою ланкою  $O$ . Варіанти:  $P \times P, P \times P', P \times O, P \times O'$  та  $O \times P, O \times P', O \times O, O \times O'$ .

Також в ході розробки було визначено умови не доцільних варіантів:

1. Співвісні пари ланок з поступальним рухом -  $P | P$  та  $P | P'$ .

2. Паралельні пари ланок з поступальним рухом -  $P' | | P$  та  $P' | | P'$ .

3. Співвісні пари ланок з обертовим рухом -  $O | O$  та  $O | O'$ .

4. Варіанти з перерахованими нижче умовами:

$P   O   P;$	$P   O   P';$
$O   P   O;$	$O   P   O';$
$P   O'     P;$	$P   O'     P';$
$P'     O   P';$	$P'     O   P;$
$P'     O'     P;$	$P'     O'     P';$

При аналізі також було виявлено критерії, по яким визначаються малодоцільні варіанти. За основу прийнято, що будова робота поділяється на кінематику основи, кінематику руки і кінематику кисті. Виходячи з цього було вибрано, що даний аналіз проводиться з кінематикою руки робота. І тому малодоцільними варіантами будуть ті, в яких останньою ланкою стоїть обертова ланка  $O$ , яка аналогічна до кінематики кисті. При цьому ця кінематична пара реалізує орієнтуючий рух відносно тієї траєкторії, яка виконується попередньою кінематичною парою.

Використовуючи в алгоритмі отримані критерії та умови можна швидко виконати аналіз кінематичних схем для промислових роботів з різною кількістю ступенів рухомості. Після знаходження та визначення доцільних варіантів кінематичних схем промислових роботів можна будувати кінематичні схеми по отриманим структурним формулам.

**Висновки.** Підсумовуюче вище сказане відмітимо, що значна кількість ступенів рухомості робота призводить до великої кількості можливих варіантів кінематичних схем і визначення доцільної кінематичної схеми робота, за такої кількості варіантів є складним завданням. Представлений алгоритм значно полегшує вирішення даної задачі. Ще однією з важливих переваг є те що, за допомогою даного алгоритму визначаються структурні формули відповідних кінематичних схем роботів. Це дозволяє наглядно оцінювати результати виконаного аналізу, що є особливо важливо, так як кількість варіантів в групах досягає сотень, а то й тисячі варіантів. Виконання даного аналізу за допомогою комп'ютера [3] набагато полегшує і прискорює виконання поставленої задачі з меншими витратами та дозволяє більш якісно вирішити поставлене завдання.

#### **Список літератури:**

1. Павленко І.І. Промислові роботи: основи розрахунку та проектування / Павленко І.І. – Кіровоград: КНТУ, 2007. – 420 с.
2. І.І. Павленко, Т.Г. Сябірзянов, П.В. Попруга. Комп'ютеризований аналіз кінематичних схем промислових роботів //Зб. «Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин» випуск 42 ч.1., КНТУ, 2013 р., С.212-215.
3. І.І. Павленко, П.В. Попруга, М.І. Черновол. Програмний аналіз варіантів кінематичних схем промислових роботів та їх робочих зон. Збірник наукових праць КНТУ: техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація. – Кіровоград, 2014. – Вип. 27. - С.34-39.