

УДК 007.52

І.І. Павленко, д – р. техн. наук, проф., В.А. Мажара, пров. фах.

Кіровоградський національний технічний університет

Кінематична структура двозахватних промислових роботів

В даній статті запропонована кінематична структура двозахватних промислових роботів, яка враховує ступені рухомості робота, та їх розподіл між функціональними механізмами. Також, представлена узагальнена структура виконавчих механізмів роботів, а саме двозахватних пристроїв, та виділені їх відмінні ознаки.

двозахватний промисловий робот, кінематична структура, кінематичні пари, двозахватні пристрої, ступені рухомості

Сучасний етап розвитку промисловості характеризується серійністю виробництва, тому питання впровадження гнучкого автоматизованого виробництва виходить на перший план. Воно характеризується застосуванням верстатів з ЧПК та гнучких засобів автоматизації. Перспективними механізмами автоматизації завантажувально – розвантажувальних робіт є промислові роботи, які використовуються в поєднанні з верстатами, що мають числове програмне керування. Застосування обладнання даного типу, є найбільш доцільним при серійному типі виробництва, так як такі верстати досить швидко переналагоджуються на випуск деталей інших типорозмірів.

Щодо питань підвищення продуктивності робототехнічних комплексів, перспективним є використання промислових роботів з двозахватними пристроями. Це пов'язано з тим, що при відносній простоті конструкцій, вони дозволяють значно підвищити продуктивність порівняно з однорукими однозахватними роботами.

При пошуку доцільних варіантів двозахватних виконань, головна складність полягає у великій кількості можливих варіантів виконань даних конструкцій. Тому для цілеспрямованого та обґрунтованого вирішення задачі пошуку найбільш оптимальних виконань двозахватних промислових роботів необхідна розробка загальної методики структурного аналізу та синтезу їх будови та функціонування. При цьому ставиться задача розробки структури як для всього двозахватного робота, так і для його виконавчого органу.

Першим кроком при вирішенні поставленої задачі є розробка кінематичної структури, в якій враховуються ступені рухомості робота та їх розподіл між функціональними механізмами. Тоді кінематичну структуру одноруких двозахватних роботів можна представити [1]:

$$n = n_o + n_p + \begin{pmatrix} n_{k1} \\ n_{k2} \end{pmatrix}, \quad (1)$$

де n – загальна кількість ступенів рухомості робота;

n_o – кількість ступенів рухомості основи (корпусу) робота;

n_p – кількість ступенів рухомості рухи робота;

n_{k1}, n_{k2} – кількість ступенів рухомості кисті, відповідно першого і другого захватів (Z_1, Z_2) робота.

Прикладом таких виконань можуть бути схеми, що наведені на рис. 1. На рис. 1, а наведена схема, де $n_{к1}$ і $n_{к2}$ дорівнюють нулю, що може бути доцільним при одночасному транспортуванні роботом двох деталей і т.п. Наявність ступенів рухомості кисті ($n_{к1}$ і $n_{к2}$) дозволяє виконувати орієнтуючі рухи захватів. Прикладом таких виконань може бути схема (рис. 1, б), де кисть перша має ротаційний рух – $O_{к1}$, а друга кисть, обертовий рух – $O'_{к2}$.

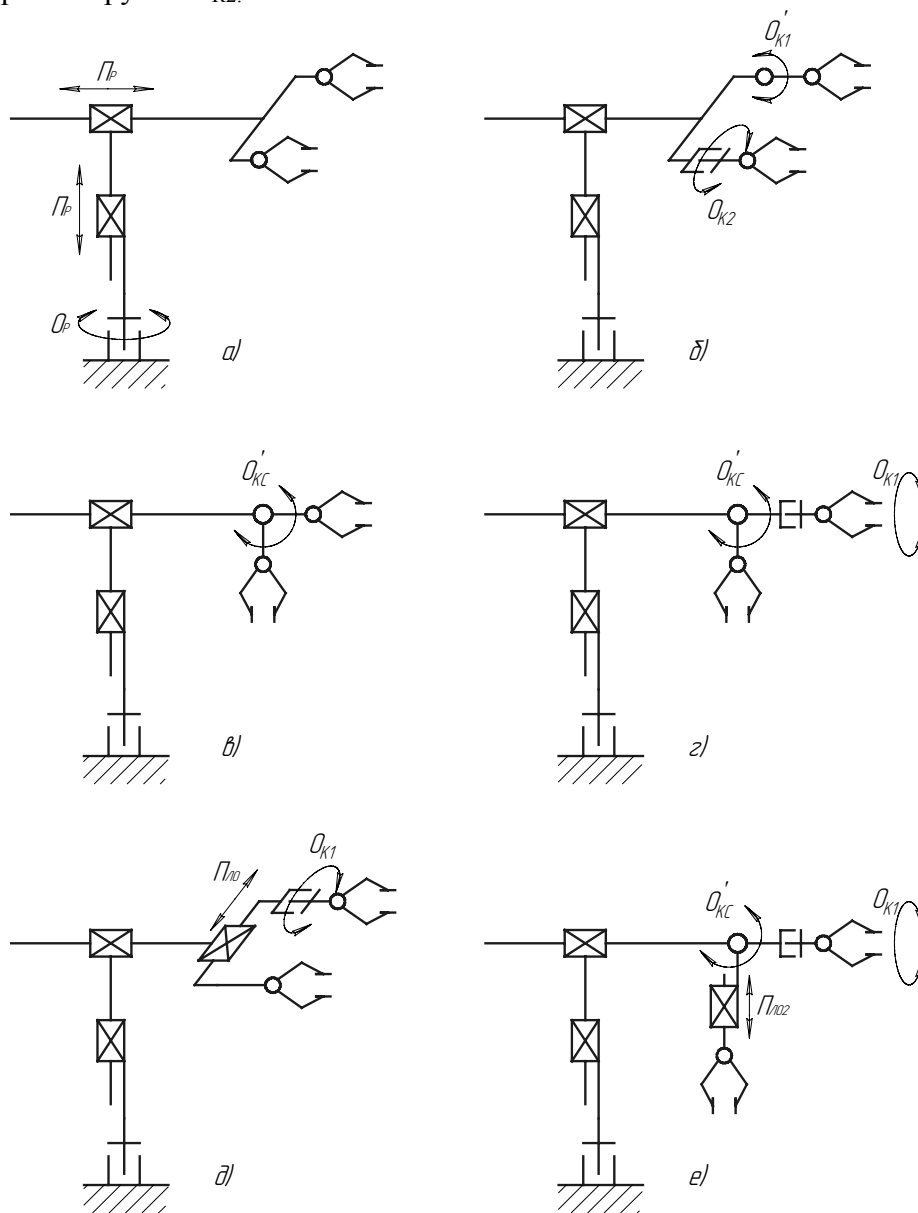


Рисунок 1 – Варіанти кінематичних схем двозахватних роботів

Окрім незалежних рухів захвати можуть мати і спільні рухи для обох захватів, що дозволяє одночасно змінювати їх просторове положення чи орієнтацію. Це особливо доцільно, коли роботи призначені для виконання завантажування та розвантажування металорізальних верстатів і іншого обладнання. При цьому можуть бути варіанти, де $n_{к1} = n_{к2} = 0$ і коли вони не дорівнюють нулю. Приклади таких схем наведені на рис. 1, в, г. Останній варіант побудований, коли $n_{к1} = 1$; а $n_{к2} = 0$.

Таким чином, в структурі двозахватних виконань роботів може мати місце додаткова кінематична група, яка забезпечує зміну захватів місцями, або виконуюча

інший їх одночасний рух. Таку групу позначають (n_{3C}) – ступені рухомості спільні для обох захватів робота. Тоді загальну структуру такого робота можна записати:

$$n = n_O + n_P + n_{3C} + \left\langle \begin{matrix} n_{K1} \\ n_{K2} \end{matrix} \right. \quad (2)$$

В цю групу (n_{3C}) можуть входити різні по виду (поступальні – П чи обертові – О), та їх конструктивному виконанню (П і П', О і О') [1] рухи (рис. 2).

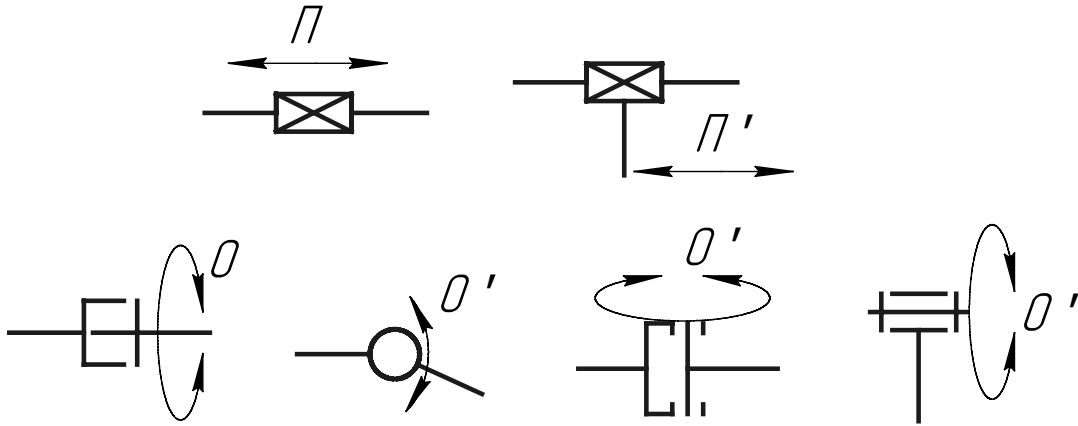


Рисунок 2 – Варіанти конструктивного виконання кінематичних пар

В структурі таких виконань можуть мати місце і інші за призначенням рухи. Серед них можна виділити спеціальні локально – операційні рухи ($n_{ЛО}$), що дозволяють виконувати конкретну операцію (з'єднати деталі, завести заготовку в патрон і т.п.). Тоді структура робота може мати різні варіанти:

$$n = n_O + n_P + n_{ЛО} + \left\langle \begin{matrix} n_{K1} \\ n_{K2} \end{matrix} \right. , \quad (3)$$

приклад, рис. 1, д, коли $n_{K1} = 1$; а $n_{K2} = 0$;

$$n = n_O + n_P + n_{3C} + n_{ЛО} + \left\langle \begin{matrix} n_{K1} \\ n_{K2} \end{matrix} \right. , \quad (4)$$

$$n = n_O + n_P + n_{3C} + \left\langle \begin{matrix} n_{ЛО1} + n_{K1} \\ n_{ЛО2} + n_{K2} \end{matrix} \right. , \quad (5)$$

приклад, рис. 1, е, коли $n_{ЛО1} = 0$ і $n_{K1} = 1$, а $n_{K2} = 0$ і $n_{ЛО2} = 1$.

В даній статті ставиться задача дослідження особливостей виконання двозахватних робіт, які призначені для завантаження і розвантаження верстатів, коли ступені рухомості n_{3C} дозволяють змінювати захвати місцями. Це дає можливість одним захватом брати з верстату оброблену деталь, а другим захватом встановлювати на верстат заготовку. Все це забезпечує значне підвищення продуктивності роботи роботизованого комплексу, в порівнянні, коли верстат обслуговується одноруким однозахватним роботом. Рухи кисті і локально – операційних механізмів при цьому детально не враховуються, оскільки вони принципово не впливають на вирішення поставленої задачі.

Для більшої конкретизації досліджень, в структурних формулах можна вказувати не тільки кількість ступенів рухомості, а і вид руху, конструктивне виконання та напрямок руху між суміжними ступенями рухомості. Останні можуть бути:

/ – співвісні;

- // – паралельні;
- ⊥ – перпендикулярні;
- X – перехресні (перпендикулярні, що не перетинаються);
- V – під довільним кутом.

З врахуванням цих умов структурну формулу схеми (рис. 1, е) можна представити як:

$$O // P \perp P \perp O' + \left\langle \begin{array}{l} \perp O \\ \perp P \end{array} \right. \quad (6)$$

Розглянувши кінематичну структуру двозахватних роботів для різних варіантів їх виконання, можемо скласти узагальнену структуру будови таких пристроїв. Вона дозволяє комплексно показувати всі принципово різні схеми побудови досліджуваних пристроїв, а відповідно цілеспрямовано вести пошук раціональних варіантів двозахватних пристроїв. При побудові цієї структури (рис. 3) прийняті позначення:

МЗЗМ – механізм зміни захватів місцями, що реалізує ступені рухомості $n_{ЗС}$;

Л-ОМ – локально – операційний механізм, що реалізує локально – операційні ступені рухомості $n_{ЛО}$;

ЛДП – ланки двозахватного пристрою;

ВЛ – вихідна ланка робота, до якої приєднується двозахватний пристрій.

На схемі ВЛ, ЛДП і захвати мають строго визначену послідовність розміщення, тому їх зв'язок відзначений постійними лініями із стрілками. МЗЗМ, Л-ОМ і кисти можуть мати різне розміщення в конструкції двозахватного пристрою, а тому ці місця показані штрих-пунктирними лініями.

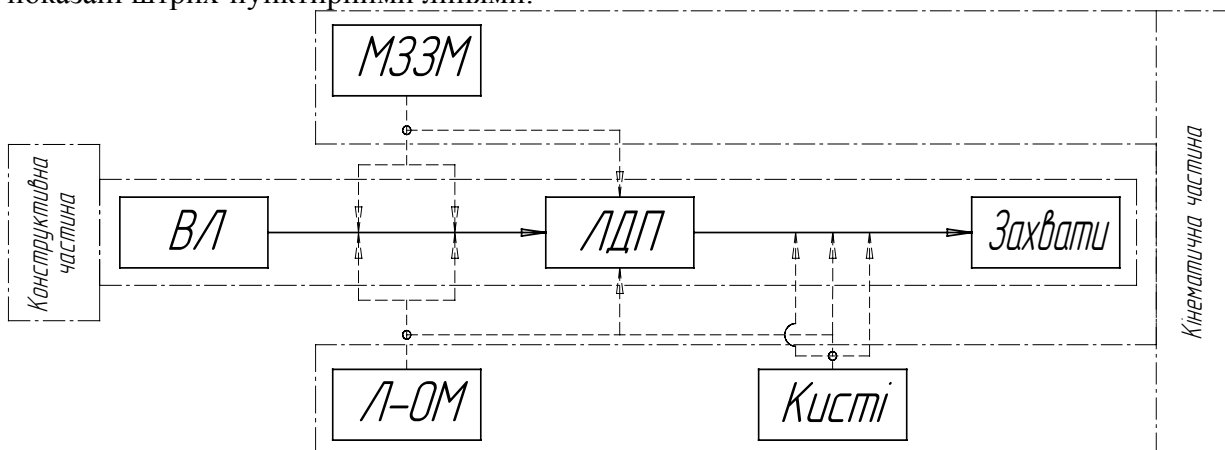


Рисунок 3 – Узагальнена структура будови двозахватних пристроїв роботів

Всі ці умови повинні сприяти визначенню найбільш доцільних варіантів двозахватних пристроїв робота для конкретних умов виконання та експлуатації токарних роботизованих комплексів, а подібно й інших комплексів.

Для обґрунтованого вирішення поставлених завдань необхідно розробити структурні формули, які описують будову та функціонування таких пристроїв з урахуванням всіх їх відмінних ознак. До останніх слід включити:

1. Кількість ланок (Л) пристрою, що формують його конструкцію.
2. Особливості з'єднання ланок між собою та по відношенню до вихідної ланки (ВЛ) робота, яку представляємо, як кінцеву частину руки робота, до якої приєднується двозахватний пристрій.
3. Особливості приєднання захватів до ланок пристрою.

4. Сумісні рухи, які здійснює двозахватний пристрій (n_{3C}) із захватами, що залежить від:

- кількості рухів в двозахватному пристрої;
- місця розташування кінематичних пар в структурі пристрою;
- виду здійснюваних рухів;
- особливостей конструктивного виконання кінематичних пар (див. рис. 2);
- напрямку рухів в кінематичних парах між собою, і по відношенню до ланок пристрою.

Таким чином, в структурі роботів можна виділити дві складові частини:

- конструктивна складова, що визначає особливості будови двозахватного пристрою (див. рис. 3);

- кінематична складова, яка оцінюється здійснюваними рухами.

В подальших дослідженнях ці складові структури необхідно об'єднати в єдину структуру двозахватного пристрою.

Таким чином, використання запропонованої кінематичної структури дозволяє аналізувати і наглядно представляти кінематичну будову двозахватних промислових роботів. Дана кінематична структура буде покладена в основу створення конструктивної і конструктивно – кінематичної структури двозахватних пристроїв.

Список літератури

1. Павленко І.І. Структура промислових роботів. Кіровоград, 1998.- 98с.
2. Павленко І.І., Мажара В.А. Структура продуктивності верстатних роботизованих комплексів // Збірник наукових праць. – Вип. 17 – Краматорськ: ДДМА, 2005. – С. 131 – 137.
3. Павленко І.І. Кинематическая структура промышленных роботов. Известия вузов. Машиностроение. 1977, №9. – С.25-28.
4. Павленко И.И. Анализ кинематических возможностей роботов. Конструирование и технология производства сельскохозяйственных машин. Машиностроение. 1980, №15, - С. 42 – 48.

В данной статье предложена кинематическая структура, двозахватных промышленных роботов, которая учитывает степени подвижности работа, и их распределение между функциональными механизмами. Также, представлена обобщенная структура исполнительных механизмов роботов, а именно двозахватных устройств, и выделены их отличительные признаки.

In the given article the kinematics structure of the double – held industrial robots which takes into account the degrees of traveling of the robot and their distribution among functional mechanisms has been suggested. Also the generalized structure of the main working mechanisms of the robots, that is the double – held devices has been introduced and their distinctive features have been distinguished.