
УДК 621.87

**ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОМИСЛОВОГО РОБОТА З
ГІДРАВЛІЧНИМ ПРИВОДОМ ЗА РАХУНОК ЗМЕНШЕННЯ ЧАСУ НА
ПОЗИЦІОНУВАННЯ РОБОЧОГО ОРГАНУ**

*Ловейкін В.С., д.т.н., проф.
Ромасевич Ю.О., д.т.н., проф.
Сподоба О.О., к.т.н.*

Національний університет біоресурсів і природокористування України

У важкій промисловості широкого застосування набули роботизовані комплекси з гідравлічним приводом. Зокрема їх використовують для

складальних операцій. А їх робочий процес є циклічним і складається із зворотно-поступального переміщення захватного пристрою в межах вильоту стрілової системи.

При виконанні складальних операцій значна кількість часу робочого циклу затрачається на позиціонування захватного пристрою над деталлю. Тому для зменшення трудомісткості оператора, та зменшення часу на позиціонування захватного пристрою в просторі, тим самим підвищення ефективності виконання процесу позиціонування стрілової системи промислового робота запропоновано метод визначення координат положення захватного пристрою. На рис. 1 зображена схема основних розрахункових координат промислового робота з гідравлічним приводом з захватним пристроєм.

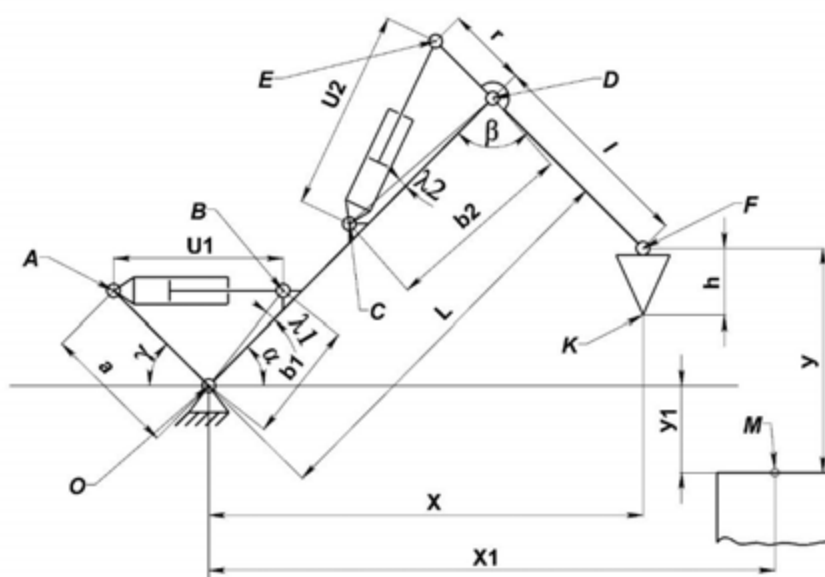


Рисунок 1 – Схема розміщення координат промислового робота

Аналізуючи дану схему можна побачити, що проблему точного позиціонування можна вирішити за рахунок визначення координат лінійного переміщення штоків гідравлічних циліндрів.

Знаючи геометричні параметри стрілової системи промислового робота та виходячи з рис.1 можна визначити координати положення захватного пристрою з деталлю:

$$\begin{cases} x = L \cos \alpha_1 + l \cos[\pi - (\alpha + \beta)]; \\ y = L \sin \alpha - l \sin(\alpha + \beta) - h. \end{cases} \quad (1)$$

Початкове положення робочого органу можна визначити за такою залежністю:

$$\begin{cases} x_0 = L \cos \alpha_0 - l \cos(\alpha_0 + \beta_0); \\ y_0 = L \sin \alpha_0 - l \sin(\alpha_0 + \beta_0) - h. \end{cases} \quad (2)$$

Кінцеве положення робочого органу:

$$\begin{cases} x_1 = L \cos \alpha_1 - l \cos(\alpha_1 + \beta_1); \\ y_1 = L \sin \alpha_1 - l \sin(\alpha_1 + \beta_1) - h. \end{cases} \quad (3)$$

де L, l – довжини відповідно стріли і рукояті;

α_0, α_1 – відповідно початкове та кінцеве кутове положення стріли;

β_0, β_1 – відповідно початкове та кінцеве кутове положення рукояті;

h – висота робочого органу.

Дані системи рівнянь, які описують початкові кутові положення стріли і рукояті можуть бути визначенні датчиками кутів повороту встановленими в шарнірах O і D рис. 1. Цим положенням стріли і рукояті однозначно відповідають горизонтальна та вертикальна координати захватного пристрою, які визначаються з системи рівнянь (2).

Лінійні координати точки M рис. 1 (x_1, y_1) відносно точки O визначаються датчиками лінійного положення штоків гідравлічних циліндрів. Цими лінійними координатами відповідають кутові координати стріли α_1 і рукояті β_1 для положення стрілової системи, коли координати точок K і M співпадають.

Кутові координати α_1 і β_1 можуть бути визначені з системи (3). Для цього виразимо функції $\sin \alpha_1$ і $\sin(\alpha_1 + \beta_1)$ відповідно через функції $\cos \alpha_1$ і $\cos(\alpha_1 + \beta_1)$, і систему (3) запишемо в наступному вигляді:

$$\begin{cases} x_1 = L \cos \alpha_1 - l \cos(\alpha_1 + \beta_1) \\ y_1 = L \sqrt{1 - \cos^2 \alpha_1} - l \sqrt{1 - \cos^2(\alpha_1 + \beta_1)} - h \end{cases} \quad (4)$$

З першого рівняння системи (1) знайдемо:

$$\cos(\alpha_1 + \beta_1) = (L \cos \alpha_1 - x_1) / l. \quad (5)$$

Підставимо вираз (5) в друге рівняння системи (4), в результаті чого отримаємо:

$$y_1 = L \sqrt{1 - \cos^2 \alpha_1} - l \sqrt{1 - \frac{(L \cos \alpha_1 - x_1)^2}{l^2}} - h. \quad (6)$$

$$\sqrt{l^2 - (l \cos \alpha_1 - x_1)^2} = L \sqrt{1 - \cos^2 \alpha_1} (y_1 + h). \quad (7)$$

Піднесемо ліву і праву частину рівняння (7) до квадрату:

$$l^2 - (L \cos \alpha_1 - x_1)^2 = L^2 - L^2 \cos^2 \alpha_1 - 2L(y_1 + h) \sqrt{1 - \cos^2 \alpha_1} + (y_1 + h)^2. \quad (8)$$

$$l^2 - L^2 \cos^2 \alpha_1 + 2x_1 L \cos \alpha_1 - x_1^2 - L^2 + L^2 \cos^2 \alpha_1 - (y_1 + h)^2 = -2L(y_1 + h) \sqrt{1 - \cos^2 \alpha_1}. \quad (9)$$

Згрупуємо члени до яких не входить $\cos \alpha_1$ в рівнянні (9) і піднесемо ліву та праву частину цього рівняння до квадрату, в результаті чого отримаємо:

$$\left\{ \left[l^2 - x_1^2 - L^2 - (y_1 + h)^2 \right] + 2x_1 L \cos \alpha_1 \right\}^2 = \left[-2L(y_1 + h) \sqrt{1 - \cos^2 \alpha_1} \right]^2; \quad (10)$$

$$\left[l^2 - x_1^2 - L^2 - (y_1 + h)^2 \right]^2 + 4x_1^2 L_1 \left[l^2 - x_1^2 - L^2 - (y_1 + h)^2 \right] \cos \alpha_1 + 4x_1^2 L^2 \cos^2 \alpha_1 =$$

$$= 4L^2 (y_1 + h)^2 - 4L^2 (y_1 + h)^2 \cos^2 \alpha_1.$$

Перенесемо всі члени рівняння (10) в ліву частину, після чого отримаємо квадратне рівняння:

$$4l^2 \left[x_1^2 + (y_1 + h)^2 \right] \cos^2 \alpha_1 - 4x_1 L \left[L^2 - l^2 + x_1^2 + (y_1 + h)^2 \right] \cos \alpha_1 +$$

$$+ \left[l^2 - L^2 - x_1^2 - (y_1 + h)^2 \right]^2 - 4L^2 (y_1 + h)^2 = 0. \quad (11)$$

Розв'язавши рівняння (11) отримаємо:

$$(\cos \alpha_1)_{1,2} = \frac{x_1}{2L} \left[1 + \frac{L^2 - l^2}{x_1^2 + (y_1 + h)^2} \right] \times$$

$$\times \left\{ 1 \pm \sqrt{1 + \left[1 + \frac{(y_1 + h)^2}{x_1^2} \right] \left\{ 1 + \frac{4L^2 (y_1 + h)^2}{\left[L^2 - l^2 + x_1^2 + (y_1 + h)^2 \right]^2} \right\}} \right\}. \quad (12)$$

Аналізуючи вираз (12) можна зробити висновок, що при будь-яких значеннях параметрів стрілової системи промислового робота і при досяжних маніпулятором положень з двох можливих коренів розв'язку рівняння (11) дійсним є лише корінь, оскільки він може приймати значення від -1 до +1.

Знаючи крайні кутові положення стріли та рукояті маніпулятора, можна знайти відповідні положення гідравлічних циліндрів стріли та рукояті, скориставшись теоремою косинусів.

В результаті отримаємо:

$$U_{10} = \sqrt{a^2 + b_1^2 + 2ab \cos(\gamma + \lambda_1 + \alpha_0)}; \quad (13)$$

$$U_{11} = \sqrt{a^2 + b_1^2 + 2ab \cos(\gamma + \lambda_1 + \alpha_1)}; \quad (14)$$

$$U_{20} = \sqrt{r^2 + b_2^2 + 2rb_2 \cos(\lambda_2 + \beta_1)}; \quad (15)$$

$$U_{21} = \sqrt{r^2 + b_2^2 + 2rb_2 \cos(\lambda_2 + \beta_1)}; \quad (16)$$

В результаті даний метод дає можливість при більш поглибленому вивченні і аналізі реалізувати питання автоматизованого керування та руху по заданій траєкторії стрілової системи промислового робота.

**Національний університет біоресурсів і
природокористування України**

Факультет конструювання та дизайну



ЗБІРНИК ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ

**XXII МІЖНАРОДНОЇ ОНЛАЙН-КОНФЕРЕНЦІЇ НАУКОВО-
ПЕДАГОГІЧНИХ ПРАЦІВНИКІВ, НАУКОВИХ СПІВРОБІТНИКІВ
ТА АСПІРАНТІВ**

**«ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ТЕХНІЧНИХ ТА
БІОЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ:
КОНСТРУЮВАННЯ ТА ДИЗАЙН»**

(19-20 квітня 2023 року)

Київ-2023

УДК 631.17+62-52-631.3
ББК40.7

Збірник тез доповідей ХХІІ Міжнародної онлайн-конференції науково-педагогічних працівників, наукових співробітників та аспірантів «Проблеми та перспективи розвитку технічних та біоенергетичних систем природокористування: конструювання та дизайн». – К., 2023. – 112 с.

Збірник рекомендовано до друку рішенням вченої ради факультету конструювання та дизайну Національного університету біоресурсів і природокористування України від 18.04.2023 р., протокол № 9.

В збірнику представлені тези доповідей науково-педагогічних працівників, наукових співробітників та аспірантів факультету конструювання та дизайну НУБіП України, провідних закладів вищої освіти, в яких розглядаються завершені етапи розробок з машин і обладнання сільськогосподарського виробництва, промислового і цивільного будівництва, робототехніки, механізації сільського господарства, будівництва сільських територій, конструювання і надійності машин для сільського і лісового господарств, удосконалення та нових розробок біотехнологічних процесів і технічних засобів.

Редакційна колегія: Ружи́ло З.В. – голова, к.т.н., доц.; Афтандія́нц Є.Г., д.т.н., проф.; Бакулі́н А.Є., к.т.н., доц.; Булгако́в В.М., д.т.н., проф.; Лове́йкін В.С., д.т.н., проф.; Лопатько́ К.Г., д.т.н., проф.; Марус О.А., к.т.н., доц.; Несвідо́мін А.В., к.т.н., доц.; Несвідо́мін В.М., д.т.н., проф.; Новицький А.В., к.т.н., доц.; Пилипа́ка С.Ф., д.т.н., проф.; Роговський І.Л., д.т.н., проф.; Чаусо́в М.Г., д.т.н., проф.; Яковенко І.А., д.т.н., проф.; Ромасевич Ю.О. – секретар, д.т.н., проф.