

УДК 621.836.7

О. М. Полюдов, Н. М. Кандяк
Українська академія друкарства

КІНЕМАТИКА МЕХАНІЗМУ МАЛЬТІЙСЬКОГО ХРЕСТА З КРИВОШИПНО-КУЛІСНИМ ПРИВОДОМ

Розглядається комбінований мальтійський механізм з кривошипно-кулісним приводом водила. Теоретичні викладки доведені до числового прикладу, який підтверджує дієвість виведених формул.

This article presents the combined Maltese mechanism with a side-crank drive. Theoretical results are checked by example, with proves analytical dependencies.

У поліграфічних і пакувальних машинах-автоматах та агрегатах конвеєрного типу використовуються механізми мальтійського хреста для переміщення напівфабрикатів з періодичними вистоями. Основними недоліками мальтійських механізмів є те, що період повороту хреста залежить від кількості пазів, а також наявні початкові прискорення на початку руху. Для усунення цих негативних особливостей у приводі використовують некруглі зубчасті колеса, або комбінують їх з іншими механізмами, у результаті чого яких збільшується період повороту хреста.

Дослідженням кінематики мальтійських механізмів присвячено багато робіт [1, 2, 3, 4, 5].

Нижче розглядається мальтійський механізм з кривошипно-кулісним приводом (рис.1), який дає можливість збільшити період повороту хреста, зменшити його кутову швидкість і покращити динамічні характеристики.

Повнообертвий кулісний механізм складається з кривошипа O_2A_1 , що рівномірно обертається й куліси, яка сполучена з водилом хреста O_1A_2 і має нерівномірну швидкість обертання.

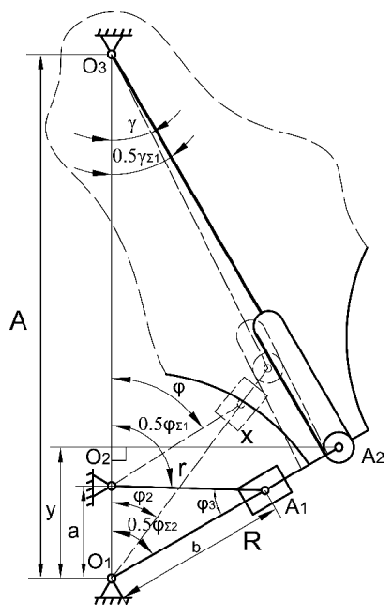


Рис. 1. Кінематична схема мальтійського механізму з кривошипно-кулісним приводом

Початковий кут повороту кривошипа $\varphi_{\Sigma 1}$, що відповідає повороту хреста на кут $\gamma_{\Sigma} = \frac{2 \cdot \pi}{z}$, залежить від базовідстані a кривошипно-кулісного механізму і більший за кут $\varphi_{\Sigma 2}$, який становить $\varphi_{\Sigma 2} = \pi - \frac{2 \cdot \pi}{z}$. Визначається $\varphi_{\Sigma 1}$ з циклограми роботи машини, і при цьому період повороту хреста дорівнює $T = \frac{\varphi_{\Sigma 1}}{\omega_1}$, де ω_1 — кутова швидкість кривошипа.

У роботі [5] наведено деякі дані кінематики такого комбінованого механізму, але широкого аналізу залежностей кінематичних і динамічних характеристик від геометричних параметрів кривошипно-кулісних механізмів не зроблено.

Метою даної роботи є дослідження кінематичних і динамічних характеристик хреста залежно від базовідстані λ кривошипно-кулісного механізму й кількості пазів мальтійського хреста.

За заданим кутом повороту кривошипа $\varphi_{\Sigma 1}$ визначаємо базовідстань λ . Для цього трикутник $O_1 O_2 A_1$ розбиваємо на два прямокутні трикутники, з них знаходимо a та r і їх величини підставляємо у формулу:

$$\lambda = \frac{\sin(0,5 \cdot \varphi_{\Sigma 1} - 0,5 \cdot \varphi_{\Sigma 2})}{\sin(0,5 \cdot \varphi_{\Sigma 2})}. \quad (1)$$

Біжучі кути повороту водила визначаємо з трикутника $O_1 O_2 A_1$ —

$$\varphi_2 = \arccos\left(\frac{\lambda - \cos(\pi - \varphi)}{\sqrt{\lambda^2 + 1 - 2 \cdot \lambda \cdot \cos(\pi - \varphi)}}\right), \quad (2)$$

де $\lambda = \frac{a}{r}$, а кути повороту хреста — з трикутника $O_1 O_3 A_1$:

$$\gamma = \arctan \frac{\sin(\arccos(\frac{\lambda - \cos(\pi - \varphi)}{\sqrt{\lambda^2 + 1 - 2 \cdot \lambda \cdot \cos(\pi - \varphi)}}));}{\lambda_1 - \frac{\lambda - \cos(\pi - \varphi)}{\sqrt{\lambda^2 + 1 - 2 \cdot \lambda \cdot \cos(\pi - \varphi)}}}. \quad (3)$$

Кутова швидкість мальтійського хреста дорівнює:

$$\omega_3 = \frac{d\gamma}{dt} = \frac{d\gamma}{d\varphi} \cdot \frac{d\varphi}{dt} = \omega_{3i}[\omega_1], \quad (4)$$

де ω_{3i} — інваріант швидкості хреста.

Кутове прискорення хреста знаходимо наступним чином:

$$\varepsilon_3 = \frac{d\omega_{3i}[\omega_1]}{dt} = \frac{d\omega_{3i}[\omega_1]}{d\varphi} \cdot \frac{d\varphi}{dt} = \varepsilon_{3i}[\omega_1^2], \quad (5)$$

де ε_{3i} — інваріант кутового прискорення; ω_1 — кутова швидкість кривошипа.

Кінетична потужність на хресті дорівнює:

$$N_{ki} = I \cdot \varepsilon_3 \cdot \theta = N_{ki}[\omega_1^3], \quad (6)$$

де $\theta = \frac{1}{\eta_k}$ і $\theta = \eta_k$ — коефіцієнт корисної дії.

На рис. 2 зображено діаграми інваріантів швидкостей, прискорень і кінетичної потужності у функції кута повороту кривошипа, які отримали на ПК у системі Mathcad. Як видно з графіків, наявність у приводі кривошипно-кулісного механізму знижує пікові інваріанти швидкостей у 1,58 раза, прискорень — у 2,8 раза і кінетичної потужності — у 4,4 раза при $l=0,6$.

При збільшенні λ (рис. 3) значно знижуються піки інваріантів швидкостей, прискорень і кінетичної потужності для 4-пазового і в меншій мірі для 6- і 8-пазових мальтійських механізмів.

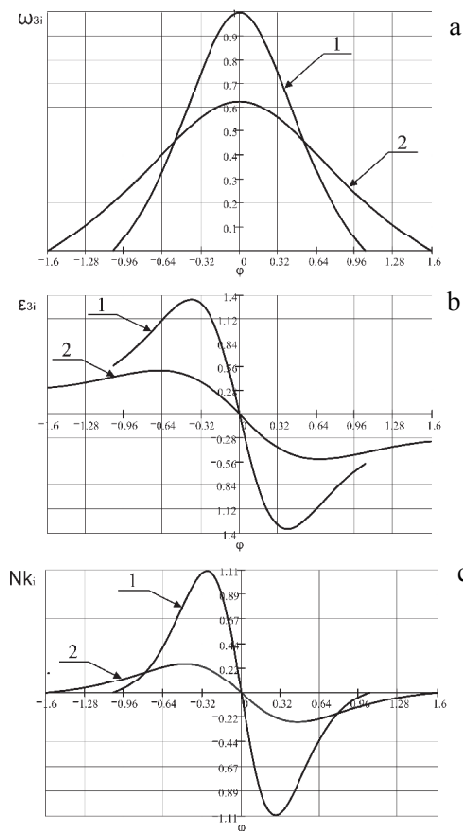


Рис. 2. Діаграми: а — інваріантів швидкостей; б — прискорень; с — кінетичної потужності на валу кривошипа. Криві: λ — для вихідного 6-пазового мальтійського механізму; 2 — для комбінованого кривошипно-кулісного при $\lambda=0,6$

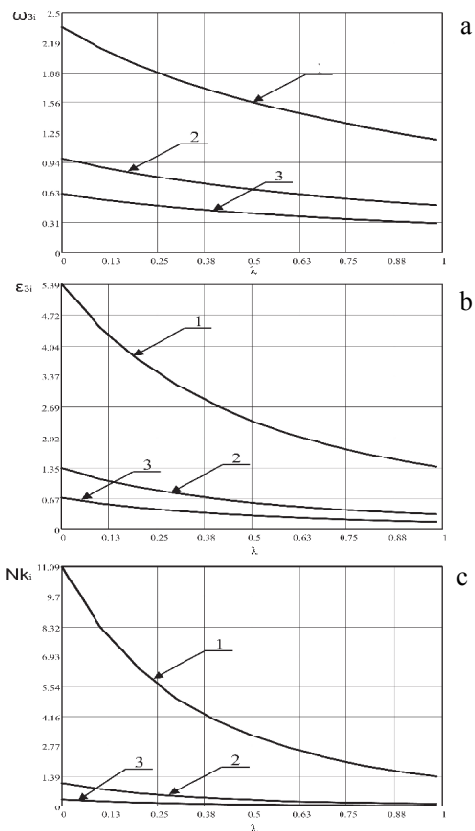


Рис. 3. Залежність пікових значень: а — інваріантів швидкостей; б — прискорень; с — кінетичної потужності від λ для 4-(крива 1), 6-(крива 2) і 8-(крива 3) пазових мальтійських механізмів

Збільшення λ значніше знижує піки інваріантів прискорень для 4-пазового і менше для 6- і 8-пазових мальтійських механізмів (рис. 4). Слід зауважити, що при $\lambda=0$ має місце вихідний механізм, а при $l=1$ — невизначеність, оскільки це відповідає переходу від повнообертової до хитної куліси.

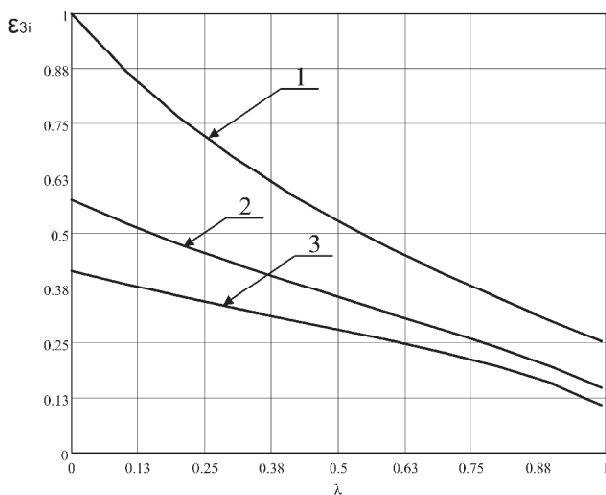


Рис. 4. Залежність інваріантів початкових прискорень від λ для 4-(крива 1), 6-(крива 2) і 8-(крива 3) пазових мальтійських механізмів

Результати проведених досліджень впливу базовідстані на пікові значення кінематичних і динамічних величин показали доцільність використання в приводі мальтійських механізмів кривошипно-кулісних механізмів для збільшення періодів повороту хреста (у межах циклограми машини), зменшення швидкості, початкового та максимального прискорення хреста й кінетичної потужності на валу кривошипа.

1. Артоболевский И. И., Левитский Н. И., Черкудинов С. А. Синтез плоских механизмов. М., 1959. 2. Кухаренко П. Г., Нахапетян Е. Г. Исследование истинной динамики быстроходных мальтійських механізмів // Теория механизмов и машин. X., 1974. С. 8–15. 3. Нахапетян Е. Г., Кухаренко П. Г., Клебанова О. Н. Экспериментальное исследование динамики мальтійських механізмів с криволинейными пазами // Механика машин. М., 1966. Вып. 1–2. С. 138–153. 4. Сперанский Н. В. Проектирование мальтійських механізмів. М., 1960. 5. Фишин М. Е. Механизмы периодического поворота в полиграфических машинах. М., 1973.

УДК 621.923

Я. О. Шахбазов

Українська академія друкарства

ТЕХНОЛОГІЧНІ МОЖЛИВОСТІ СКОРОЧЕННЯ ВИТРАТ АБРАЗИВНИХ КРУГІВ ПРИ ШЛІФУВАННІ

Розглядаються можливості скорочення витрат абразивних шліфувальних кругів при їх правці алмазними інструментами методом точіння в процесі шліфування.

Possibilities of cutback of abrasive grinding wheels spending are examined during their corrections by diamond instruments by a sharpening method in the process of polishing.