

УДК 621.836.7

Н. М. Кандяк*Українська академія друкарства***КІНЕМАТИКА МЕХАНІЗМУ МАЛЬТІЙСЬКОГО ХРЕСТА
З КУЛІСНО КРИВОШИПНИМ ПРИВОДОМ**

Розглядається комбінований мальтійський механізм з кулісно кривошипним приводом. Теоретичні викладки доведено до числового прикладу, який підтверджує дієвість виведених формул.

У поліграфічних і пакувальних машинах-автоматах і агрегатах конвеєрного типу використовуються механізми мальтійського хреста для періодичного переміщення напівфабрикатів з періодичними вистоями. Основними недоліками мальтійських механізмів є те, що період повороту хреста залежить від кількості пазів, а також наявність початкових прискорень на початку руху. Для усунення цих недоліків використовують у приводі некрутлі зубчаті колеса або комбінують з іншими механізмами, з допомогою яких збільшується період повороту хреста.

Дослідженням кінематики мальтійських механізмів присвячено багато робіт [1–5].

Нижче розглядається мальтійський механізм з кулісно кривошипним приводом рис. 1, який дає можливість збільшити період повороту хреста, зменшити його кутову швидкість і покращити динамічні характеристики.

Повнообертовий кулісний механізм складається з куліси O_2A_1 , яка рівномірно обертається і кривошипа, який зв'язаний з водилом хреста O_1A_2 і має нерівномірну швидкість обертання. Початковий кут повороту кривошипа $\varphi_{\Sigma 1}$, що відповідає повороту хреста на кут $\gamma_{\Sigma} = \frac{2 \cdot \pi}{z}$ залежить від базовідстані a кулісно кривошипного механізму і буде більший, ніж $\varphi_{\Sigma 2}$, який дорівнює $\varphi_{\Sigma 2} = \pi - \frac{2 \cdot \pi}{z}$.

Кут повороту куліси $\varphi_{\Sigma 1}$ призначається з циклограми роботи машини і при цьому період повороту хреста буде рівний $T = \frac{\varphi_{\Sigma 1}}{\omega_1}$, де ω_1 — кутова швидкість куліси.

Метою даної роботи є аналіз кінематичних і динамічних характеристик хреста залежно від базовідстані λ кулісно-кривошипного механізму і кількості пазів мальтійського хреста.

За заданим кутом повороту кривошипа $\varphi_{\Sigma 1}$ визначаємо базовідстань λ : трикутник $O_1O_2A_1$ розбиваємо на два прямокутні трикутники, з яких знаходимо a та r і підставляємо в λ

$$\lambda = \frac{\sin(0.5 \cdot \varphi_{\Sigma 1} - 0.5 \cdot \varphi_{\Sigma 2})}{\sin(0.5 \cdot \varphi_{\Sigma 2})}. \quad (1)$$

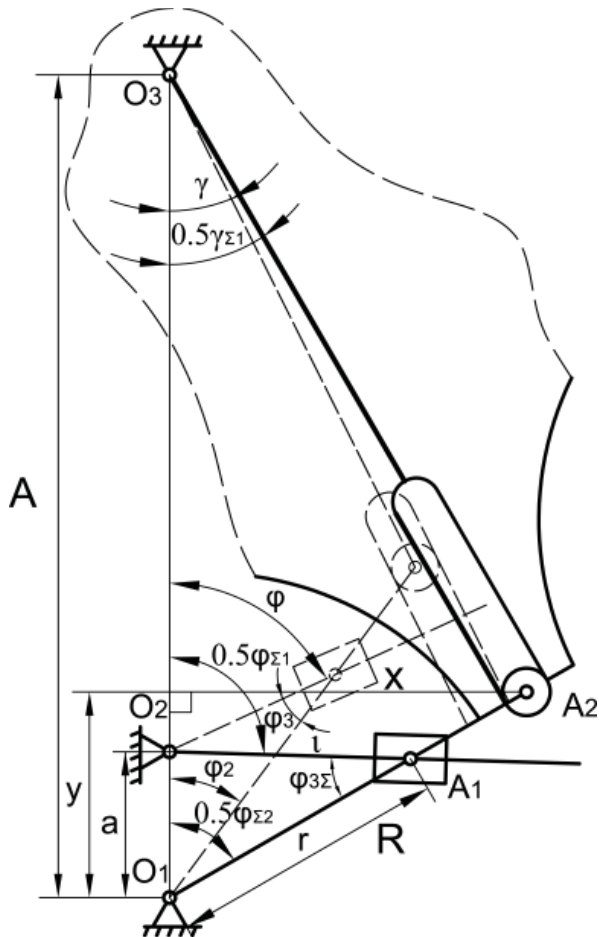


Рис. 1. Кінематична схема мальтійського механізму з кулісно кривошипним приводом

З трикутника $O_1O_2A_1$ визначаємо кут $\varphi_{\Sigma 1}$, за теоремою синусів

$$\varphi_{3\Sigma} = \arcsin \frac{\sin(0.5 \cdot \varphi_{\Sigma 2}) \cdot a}{l}, \quad (2)$$

де l — довжина куліси.

Довжину куліси знаходимо за теоремою косинусів з трикутника $O_1O_2A_1$

$$l = \sqrt{a^2 + r^2 - 2 \cdot a \cdot r \cdot \cos(0.5 \cdot \varphi_{\Sigma 2})}. \quad (3)$$

Підставивши рівняння (3) в рівняння (2), та виразивши $\frac{a}{r}$ через λ отримаємо

$$\varphi_{3\Sigma} = \arcsin \frac{\sin(0.5 \cdot \varphi_{\Sigma 2}) \cdot \lambda}{\sqrt{\lambda^2 + 1 - 2 \cdot \lambda \cdot \cos(0.5 \cdot \varphi_{\Sigma 2})}}. \quad (4)$$

Знайшовши два кути $\varphi_{3\Sigma}$ і $\varphi_{\Sigma 2}$ з трикутника $O_1O_2A_1$, обчислюємо $\varphi_{\Sigma 1}$:

$$0.5 \cdot \varphi_{\Sigma 1} = \pi - (\pi - (0.5 \cdot \varphi_{\Sigma 2} + \varphi_{3\Sigma})), \quad (5)$$

$$0.5 \cdot \varphi_{\Sigma 1} = 0.5 \cdot \varphi_{\Sigma 2} + \varphi_{3\Sigma}. \quad (6)$$

Звідси $\varphi_{\Sigma 1}$ визначаємо біжучі значення кута φ_3 та φ_2 :

$$\varphi_3 = \arcsin(\lambda \cdot \sin(\pi - \varphi)), \quad (7)$$

$$\varphi_2 = \pi - (\arcsin(\lambda \cdot \sin(\pi - \varphi)) + (\pi - \varphi)). \quad (8)$$

Біжучі значення кутів повороту хреста знаходимо з трикутника $O_1O_3A_2$

$$\gamma = \arctan \left(\frac{\sin(\pi - (\arcsin(\lambda \cdot \sin(\pi - \varphi)) + (\pi - \varphi)))}{\lambda_1 - \cos(\pi - (\arcsin(\lambda \cdot \sin(\pi - \varphi)) + (\pi - \varphi)))} \right), \quad (9)$$

де $\lambda_1 = \frac{A}{R}$.

Кутова швидкість хреста дорівнює

$$\omega_3 = \frac{d\gamma}{dt} = \frac{d\gamma}{d\varphi} \cdot \frac{d\varphi}{dt} = \omega_{3i}[\omega_1], \quad (10)$$

ω_3 — інваріант швидкості хреста.

Кутове прискорення хреста отримуємо з виразу

$$\varepsilon_3 = \frac{d\omega_{3i}[\omega_1]}{dt} = \frac{d\omega_{3i}[\omega_1]}{d\varphi} \cdot \frac{d\varphi}{dt} = \varepsilon_{3i}[\omega_1^2], \quad (11)$$

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

Кінетична потужність на хресті дорівнює

$$N_{ki} = I \cdot \varepsilon_3 \cdot \omega_3 \cdot \theta = N_{ki}[\omega_1^3], \quad (12)$$

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

На рис. 2 наведено діаграми інваріантів швидкості, прискорення і кінетичної потужності в функції кута повороту куліси, які отримано на ПК у системі Mathcad. Згідно з графіками, початкове прискорення комбінованого мальтійського механізму з кулісно кривошипним приводом більше, ніж у вихідного мальтійського механізму.

З графіків на рис. 3 випливає, що при збільшенні λ піки інваріантів швидкостей, прискорень та потужності для 4, 6, 8, пазових комбінованих мальтійських механізмів з кулісно кривошипним приводом спочатку зменшуються, потім при подальшому збільшенні λ починають зростати.

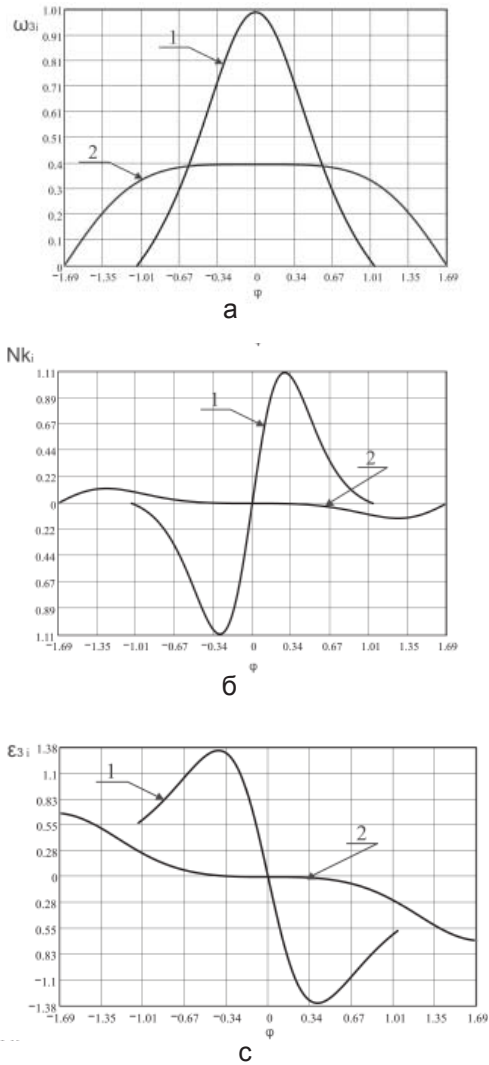


Рис. 2. Діаграми:
 а — інваріантів швидкостей, б —
 прискорень і с — кінетичної потужності
 на валу кривошипа. Крива 1 — для
 вихідного 6-пазового мальтійського
 механізму, 2 — для комбінованого
 кулісно кривошипного при $\lambda = 0,6$.

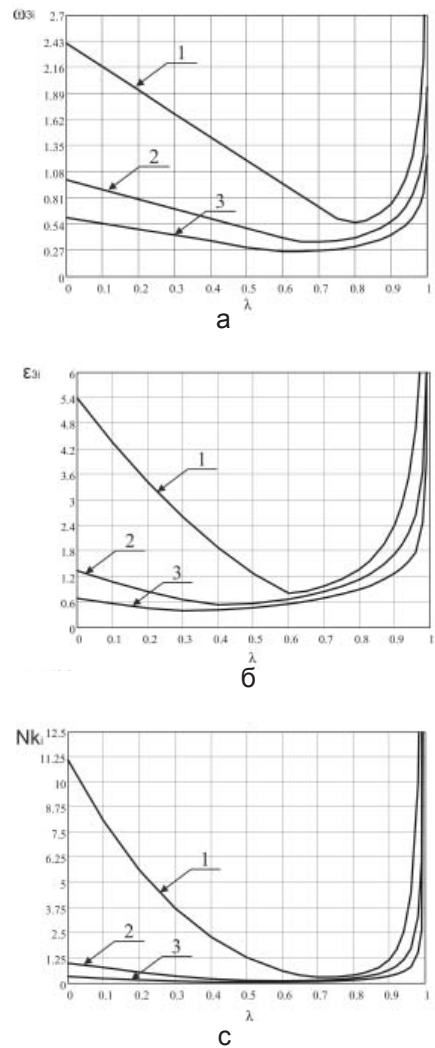


Рис. 3. Залежність пікових
 значень:
 а — інваріантів швидкостей, б —
 прискорень і с — кінетичної
 потужності від λ для 4 (крива 1),
 6 (крива 2) і 8 (крива 3) пазових
 мальтійських механізмів

Визначаємо, чому при зміні λ спочатку зменшуються піки інваріантів швидкостей у комбінованому мальтійському механізмі з кулісно кривошипним приводом, а потім при подальшому збільшенні λ — зростають. На рис. 4 показано графік діаграм інваріантів швидкостей для шестипазового комбінованого мальтійського механізму з кулісно кривошипним приводом при $\lambda=0,3$, $\lambda=0,6$, $\lambda=0,85$, з цього графіка випливає, що при досягненні певного значення λ , швидкість на середній ділянці постійна рис. 4 (крива 2). Так наприклад, для чотирипазового комбінованого мальтійського механізму з кулісно кривошипним приводом постійна швидкість на середній ділянці досягається при $\lambda = 0,75$, для шестипазового $\lambda = 0,6$, і для восьмипазового $\lambda = 0,55$. При подальшому збільшенні λ швидкість на середній ділянці починає змінювати знак (рис. 4 (крива 3) і піки швидкостей починають різко зростати, як показано на рис. 3.

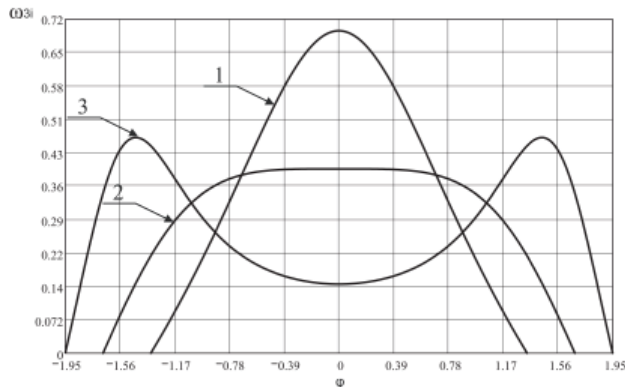


Рис. 4. Діаграми інваріантів швидкостей комбінованого кулісно кривошипного механізму при $\lambda=0,3$ (крива 1), при $\lambda=0,6$ (крива 2), при $\lambda=0,85$ (крива 3)

Результати проведених досліджень впливу базовідстані на значення кінематичних і динамічних величин показали, що доцільність використання мальтійського механізму з кулісно кривошипним приводом тільки при певних значеннях λ відповідно для чотирипазового $\lambda = 0,75$, шестипазового $\lambda = 0,6$ і для восьмипазового $\lambda = 0,55$. При інших значеннях λ , починають зростати піки інваріантів швидкостей прискорень та кінетичної потужності. Переваги даного механізму в тому, що при певних значеннях λ , досягається постійна швидкість на середній ділянці й значно менша кінетична потужність порівняно з вихідним мальтійським механізмом, а серед недоліків, виділяється більше початкове прискорення.

1. Артоболевский И. И. Синтез плоских механизмов / И. И. Артоболевский, Н. И. Левитский, С. А. Черкудинов. — М. : Физматгис, 1959. — 1084 с. 2. Кухаренко П. Г. Исследование истинной динамики быстроходных мальтийских механизмов / П. Г. Кухаренко, Е. Г. Нахапетян // В кн.: Теория механизмов и машин. — Х. : ХГУ, 1974. — С. 8–15. 3. Нахапетян Е. Г. Экспериментальное исследование динамики мальтийских механизмов с криволинейными пазы / Е. Г. Нахапетян, П. Г. Кухаренко, О. Н. Клебанова // В кн.: Механика машин. М. : АН СССР, 1966. — Вып. 1–2. — С. 138–153. 4. Сперанский Н. В. Проектирование мальтийских механизмов / Н. В. Сперанский. — М. : АН СССР, 1960. — 96 с. 5. Фишин М. Е. Механизмы периодического поворота в полиграфических машинах / М. Е. Фишин. — М. : Книга, 1973. — 200 с.

КИНЕМАТИКА МЕХАНИЗМА МАЛЬТИЙСКОГО КРЕСТА С КУЛИСНЫМ КРИВОШИПНЫМ ПРИВОДОМ

Рассматривается комбинируемый мальтийский механизм с кулисным кривошипным приводом. Теоретические изложения были доведены до числового примера, который подтверждает действенность выведенных формул.

KINEMATICS OF MECHANISM OF MALTESE CROSS WITH COULISNO CRIVOSHIPNIM OCCASION

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

Стаття надійшла 27.02.08

О. В. Мельников

Українська академія друкарства

**НЕЗВИЧАЙНА БІОГРАФІЯ ЗВИЧАЙНОЇ ЛЮДИНИ
(до 95-річчя з дня народження В. Г. Шпіці)**

Народився 1913 р. у м. Вовчанську Харківської губернії в родині вчителів. Після завершення семирічки у рідному місті навчався у Харківському машинобудівельному та конструкторському технікумі, який закінчив у 1932 р. Ще до завершення навчання став працювати конструктором у різних проектних організаціях Харкова: УкрНДІ промтранспорту, Укрцемпроект, «Укргіпроогнеупори», харківська контора «Стальпромеханізація».



У 1931 р. вступає на другий курс механічного факультету Харківського інженерно-педагогічного інституту, який закінчив у 1934 р. та був залишений на навчання в аспірантурі. Цього ж року скерований на роботу до Куйбишевського індустріального інституту ім. В. В. Куйбишева, де викладав на кафедрі деталей машин та вантажопідйомних механізмів, за сумісництвом працював заступником декана, деканом факультету, а потім ученим секретарем інституту.

З початком Великої Вітчизняної війни мобілізований до Червоної Армії, з серпня 1941 р. — курсант Орських курсів військових перекладачів Південно-Уральського військового округу, а з лютого 1942 р. — слухач Військового інституту іноземних мов робітничо-селянської Червоної Армії. У січні 1943 р. скерований у Центральний штаб партизанського руху, в березні цього ж року переведений на службу до Українського штабу партизанського руху.

З червня 1943 р. В. Г. Шпіца направлений УШПР у тил супротивника в Житомирську область — у з'єднання партизанських загонів під командуванням О. М. Сабурова на посаду командира спеціальної технічної розвідгрупи. Вже у жовтні 1943 р. В. Г. Шпіца був призначений заступником командира партизанського загону ім. Кармелюка з розвідки Кам'янець-Подільського з'єднання під командуванням А. З. Одухи, а з грудня 1943 р. В. Г. Шпіца — заступник командира з'єднання з розвідки. На цій посаді перебував до розформування з'єднання.