

2. Кононенко В.О. Определение петлеобразных характеристик нелинейных колебательных систем из анализа движения / В.О. Кононенко, Н.П. Плахтиенко // Прикладна механіка. – 1970. – IV. – Вип. 9. – С. 9-15.

3. Кононенко В.О. Определение характеристик нелинейных элементов колебательных систем из анализа движения / В.О. Кононенко, Н.П. Плахтиенко // Прикладна механіка. – 1969. – V. – Вип. 10. – С. 1-7.

4. Плахтиєнко Н.П. Про визначення нелінійної характеристики коливної системи з аналізу фазової траєкторії // Доповіді АН УРСР. Сер. А. – 1976. – Вип. 4. – С. 336-338.

5. Сеник П.М. Одно обобщение обратной задачи асимптотического метода Н.Н. Боголюбова // Известия ВУЗов. – 1960. – № 6. – С. 226-232.

6. Сеник П.М. Визначення функції, яка характеризує розсіювання енергії коливної системи // Прикладна механіка. – 1960. – IV. – Вип. 1. – С. 40-45.

7. Сеник П.М. Про побудову оптимальної автономної програмно-коливної системи з сильною нелінійністю / П.М. Сеник, Б.І. Сокіл // Доповіді АН УРСР. Сер. А. – 1976. – № 7. – С. 600-603.

8. Сокіл Б.І. Обернені задачі динаміки нелінійних систем із розподіленими параметрами та один підхід до їх розв'язання / Б.І. Сокіл, О.І. Хитряк // Науковий вісник УкрДЛТУ : зб. наук.-техн. праць. – Львів : УкрДЛТУ. – 2009. – № 19.10 – С. 64-67.

9. Митропольский Ю.А. Асимптотические решения уравнений в частных производных / Ю.А. Митропольский, Б.И. Мосеенков. – К. : Вид-во "Вища шк.", 1976. – 592 с.

10. Бабаков И.М. Теория колебаний. – М. : Изд-во "Наука", 1968. – 560 с.

11. Боголюбов Н.Н. Асимптотические методы в теории нелинейных колебаний / Н.Н. Боголюбов, Ю.А. Митропольский. – М. : Изд-во "Наука", 1974. – 408 с.

Сокил Б.И., Сокил М.Б., Хитряк О.И. Единый подход к решению обратной задачи о нелинейных изгибистых колебаниях сред

Предложена методика развязывания обратных задач динамики для изгибистых нелинейных колебаний сред. Она дает возможность построить аналитическую аппроксимацию упругих и диссипативных сил, исходя из закона изменения основных параметров движения. Методика базируется на принципе одновременности колебаний в нелинейных системах и методе Крылова-Боголюбова-Митропольского (КБМ) построения асимптотических решений краевых задач для уравнений с производными частей, которые являются математическими моделями процесса.

Ключевые слова: нелинейные колебания, амплитуда, частота, асимптотический метод

Sokil B.I., Sokil M.B., Khytriak O.I. One approach to solving Inverse problem of Nonlinear bending vibration of a medium

It is developed a method of solving inverse dynamics problems for Nonlinear bending vibration of the medium. It allows construct an analytical approximation of the elastic and the dissipation properties of forces, on the assumption of a given law of variation of the key motion parameters. The method is based on the principle of a single frequency of oscillations in nonlinear systems, the method of Krylov-Bogoliubov-Mitropol'skii (KBM) for construction of asymptotic solutions of the boundary value problems for partial differential equations, which are mathematical models of the process.

Keywords: nonlinear oscillation, amplitude, frequency, asymptotic method.

УДК 621.01:681.3

Проф. О.М. Полюдов, д-р техн. наук;
здобувач Н.М. Кандяк – Українська академія друкарства, м. Львів

ЕНЕРГОСИЛОВІ ПАРАМЕТРИ КОМБІНОВАНОГО МАЛЬТІЙСЬКОГО МЕХАНІЗМУ

Розглянуто енергосилові параметри комбінованого мальтійського механізму з кривошипно-кулісним та кулісно-кривошипним приводом. Теоретичні викладки доведені до числового прикладу, який підтверджує дієвість виведених формул. Вста-

новлено, що використання в приводі мальтійського механізму кривошипно-кулісного та кулісно-кривошипного механізму дає змогу значно зменшити значення крутного моменту на валі кривошипа порівняно з вихідним мальтійським механізмом.

Ключові слова: мальтійський механізм, кривошипно-кулісний механізм, кулісно-кривошипний механізм.

Мальтійські механізми [1, 4, 5] використовують у поліграфічних машинах-автоматах карусельного і конвеєрного типу для виконання транспортних операцій, тому під час аналізу енергосилових параметрів технологічні (силові) навантаження не враховують. Не враховують також сили інерції повзуна від коріолісового пришвидження, оскільки маса куліси повзуна мала, порівнюючи з масами хреста і водила.

Методика аналізу енергосилових параметрів однакова для комбінованих механізмів мальтійського хреста з кривошипно-кулісним (рис. 1) [3] та з кулісно-кривошипним приводом [2].

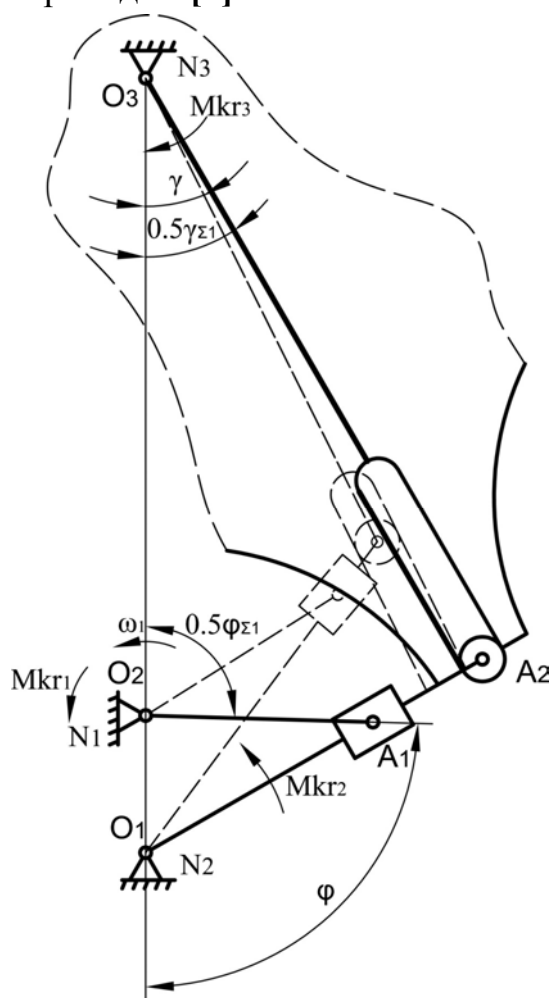


Рис. 1. Розрахункова схема

До входу ролика в паз хреста розглядається вихідний кулісний механізм, в якому існують тільки моменти від сил інерції мас, приведені до водила. При цьому поворот кривошипа дорівнює $\varphi_1 = 0 \div \pi \cdot \frac{1}{2} \cdot \varphi_{\Sigma 1}$ і в період після виходу ролика $\varphi_1 = \pi + 0.5 \cdot \varphi_{\Sigma 1} \div 2 \cdot \pi$. Крутний момент від сил інерції мас, приведені до водила, дорівнює

$$M_2 = I_2 \cdot \varepsilon_2, \quad (1)$$

де: I_2 – момент інерції мас, приведених до водила, $\varepsilon_2 = \varepsilon_{2i} \cdot [\omega_1^2]$ – кутове пришвидшення водила, ε_{2i} – інваріанти кутового пришвидшення, ω_1 – кутова швидкість кривошипу.

Кінетична потужність, що витрачається на повороті водила дорівнює

$$N_2 = \omega_{2i} \cdot \varepsilon_{2i} \cdot [I \cdot \omega_1^3], \quad (2)$$

де ω_{2i} – інваріант кутової швидкості водила.

Потужність, потрібна для повороту кривошипа, дорівнює

$$N_1 = M_{kr2} \cdot \omega_1; \quad (3)$$

де: M_{kr2} – крутний момент на валу кривошипа, ω_1 – кутова швидкість.

Виходячи із закону збереження енергії, прирівнюємо потужності N_1 і N_2 з урахуванням миттєвого коефіцієнта корисної дії η_k для вихідного кривошипно-кулісного або кулісно-кривошипного механізму:

$$M_{kr2} \cdot \omega_1 = \omega_{2i} \cdot \varepsilon_{2i} \cdot [I \cdot \omega_1^3] \cdot \theta_1, \quad (4)$$

де $\theta_1 = \eta_k$ – в період повороту кривошипу від 0 до $\pi - 0.5 \cdot \varphi_{\Sigma 1}$ і $\theta_1 = \frac{1}{\eta_k}$ в період повороту кривошипа від $\pi + 0.5 \cdot \varphi_{\Sigma 1}$ до $2 \cdot \pi$.

Тоді крутний момент на валу кривошипа буде дорівнювати

$$M_{kr2} = \omega_{2i} \cdot \varepsilon_{2i} \cdot [I \cdot \omega_1^2] \cdot \theta_1. \quad (5)$$

Інваріант крутного моменту дорівнює

$$M_{kr2i} = \omega_{2i} \cdot \varepsilon_{2i} \cdot \theta_1; \quad (6)$$

Після входу ролика в паз хреста і до його виходу розглядаємо комбінований механізм, у якому активними силами будуть моменти від сил інерції водила і хреста.

Крутний момент від сил інерції мас, приведений до хреста, дорівнює

$$M_{kr3} = I_3 \cdot \varepsilon_3, \quad (7)$$

де: I_3 – момент інерції мас, приведений до хреста, $\varepsilon_3 = \varepsilon_{3i} \cdot [\omega_1^2]$ – кутове пришвидшення хреста, ε_{3i} – інваріант кутового пришвидшення хреста.

Кінематична потужність, що витрачається на поворот хреста, дорівнює

$$N_3 = M_{kr3} \cdot \omega_{3i} = \omega_{3i} \cdot \varepsilon_{3i} \cdot [I_3 \cdot \omega_1^3]. \quad (8)$$

Прирівнюємо потужності з урахуванням тертя

$$N_1 = N_2 + N_3,$$

$$M_{kr3} \cdot \omega_1 = \omega_{2i} \cdot \varepsilon_{2i} \cdot [I_2 \cdot \omega_1^3] \cdot \theta_1 + \omega_{3i} \cdot \varepsilon_{3i} \cdot [I_3 \cdot \omega_1^3] \cdot \theta_2, \quad (9)$$

де: $\theta_1 = \frac{1}{\eta_k}$ – в період повороту кривошипа від $0.5 \cdot \varphi_{\Sigma 1}$ до π і $\theta_1 = \eta_k$ – в період повороту від π до $\pi + 0.5 \cdot \varphi_{\Sigma 1}$

Крутний момент на валу кривошипу буде рівний

$$M_{kr3} = \omega_{2i} \cdot \varepsilon_{2i} \cdot [\omega_1^2] \cdot \theta_1 + \omega_{3i} \cdot \varepsilon_{3i} \cdot \frac{I_3}{I_2} \cdot [\omega_1^2] \cdot \theta_2; \quad (10)$$

Інваріант крутного моменту на валу кривошипа дорівнює

$$M_{kri} = \omega_{2i} \cdot \varepsilon_{2i} \cdot \theta_1 + \omega_{3i} \cdot \varepsilon_{3i} \cdot \frac{I_3}{I_2} \cdot \theta_2; \quad (11)$$

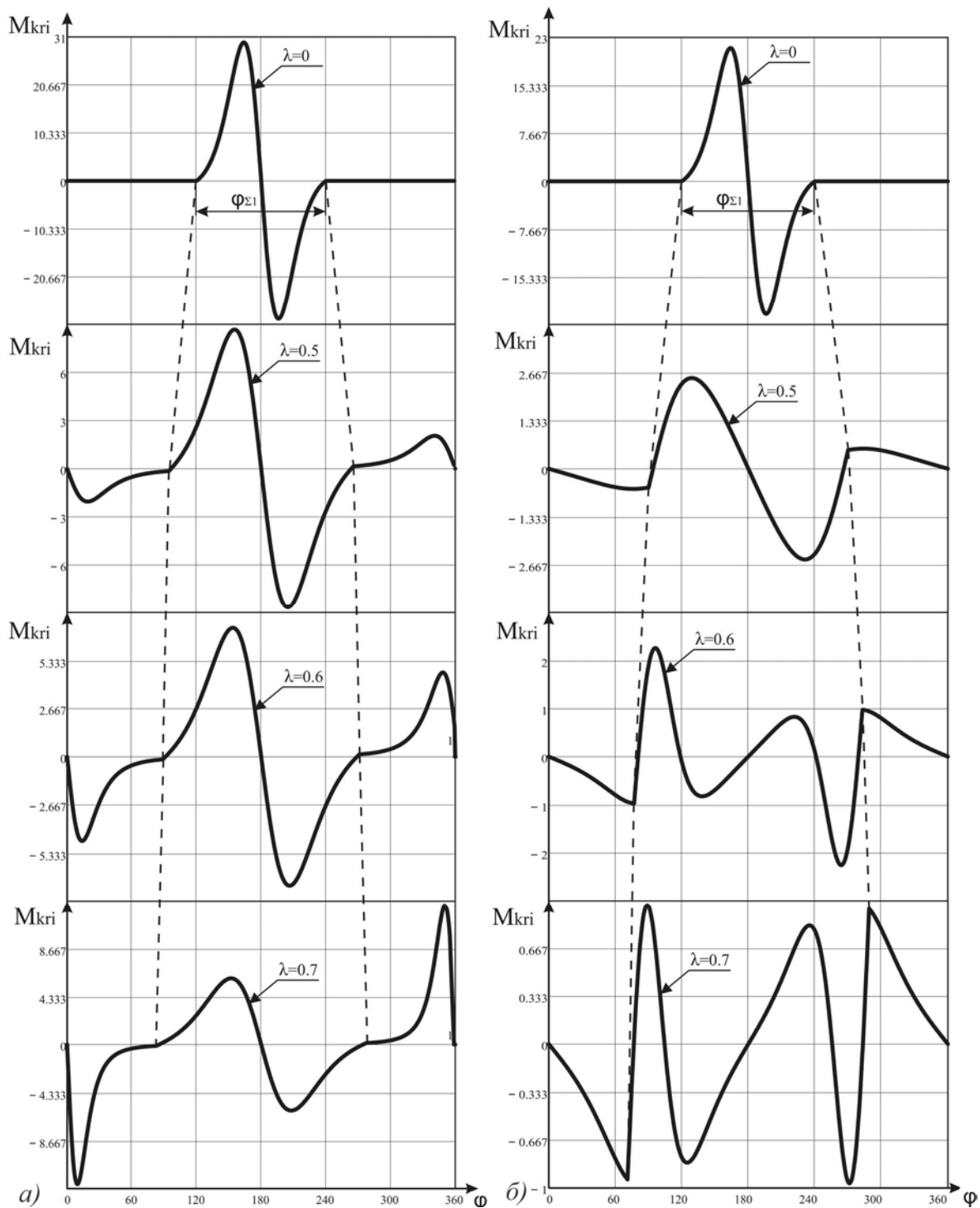


Рис. 2. Залежність інваріантів крутних моментів на валу кривошипа для мальтійського механізму з а) кривошипно-кулісним та б) кулісно-кривошипним приводом за Z і різних λ

На рис. 2 показані графіки крутних моментів на валі кривошипа для мальтійського механізму з кривошипно-кулісним та кулісно-кривошипним приводом водила. Як видно з графіків, за збільшення λ для мальтійського механізму з кривошипно-кулісним приводом максимальне значення крутного моменту спочатку знижується, а потім, після досягнення певного значення, починає стрімко зростати (рис. 3). За цього значення пік крутного моменту від кривошипно-кулісного механізму починає переважати пік крутного моменту від хреста. Для мальтійського механізму з кулісно-кривошипним приводом максимальні значення піків крутних моментів також спочатку зменшуються, а потім, після досягнення певного значення, починають зростати (рис. 4), але зростають набагато менше порівняно з мальтійським механізмом з кривошипно-кулісним приводом.

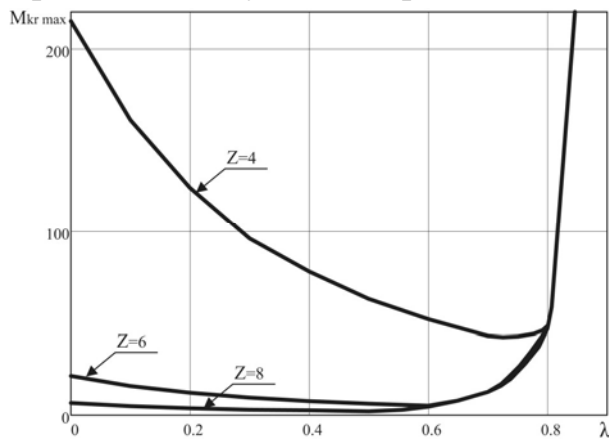


Рис. 3. Залежність максимальних значень інваріантів крутних моментів для мальтійського механізму з кривошипно-кулісним приводом від Z і λ

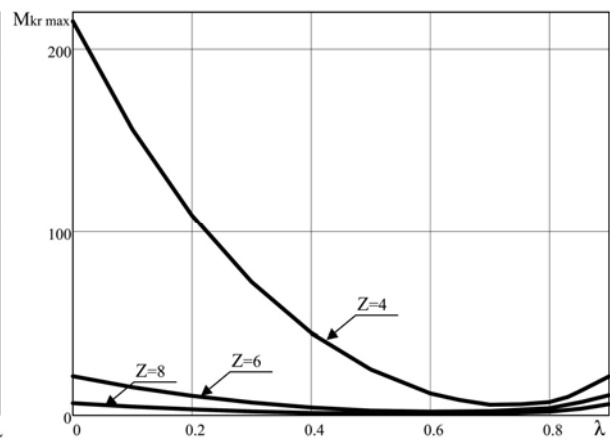


Рис. 4. Залежність максимальних значень інваріантів крутних моментів для мальтійського механізму з кулісно-кривошипним приводом від Z і λ

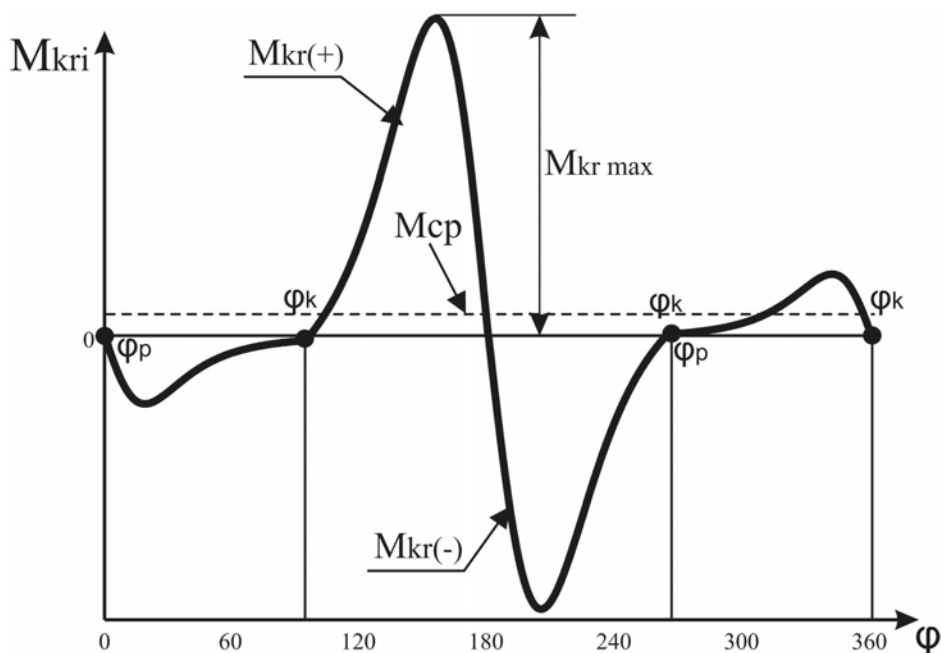


Рис. 5. Крутний момент на валу кривошипа

Для визначення потужності, потрібної для роботи комбінованого механізму, потрібно визначити середній крутний момент за один оберт кривошипа.

Середній крутний момент дорівнює

$$M_{cp} = \frac{1}{2 \cdot \pi} \left(\sum_{\varphi_p}^{\varphi_k} M_{kr}(+) + \sum_{\varphi_p}^{\varphi_k} M_{kr}(-) \right), \quad (12)$$

де: φ_p – кут початку виникнення надлишкових моментів, φ_k – кут закінчення надлишкових моментів, $M_{kr}(+)$ – позитивні крутні моменти на валу кривошипа, $M_{kr}(-)$ – негативні моменти.

Для визначення середнього моменту на рис. 5 показано графік крутних моментів на валу кривошипа з урахуванням коефіцієнта корисної дії.

Результати виконаних досліджень впливу базової віддалі на значення крутних моментів показали доцільність використання мальтійського механізму з кривошипно-кулісним та кулісно-кривошипним приводом, за значень λ не більше ніж $\lambda=0.6$. Оскільки в разі подальшого збільшення λ починає збільшуватися крутний момент на валу кривошипа більшою мірою для мальтійського механізму з кривошипно-кулісним приводом, а меншою – для мальтійського механізму з кулісно-кривошипним. Використання в приводі мальтійського механізму кривошипно-кулісного та кулісно-кривошипного механізму дає змогу значно зменшити значення крутного моменту на валі кривошипа (рис. 3, 4) порівняно з вихідним мальтійським механізмом.

Література

1. Артоболевский И.И. Синтез плоских механизмов / И.И. Артоболевский, Н.И. Левитский, С.А. Черкудинов. – М. : Изд-во "Физматгис", 1959. – 1084 с.
2. Кандяк Н.М. Кінематика механізму мальтійського хреста з кулісно кривошипним приводом // Поліграфія і видавнича справа УАД. – Львів : Вид-во УАД. – 2008. – Вип. 2(48). – С. 160-165.
3. Полюдов О.М. Кінематика механізму мальтійського хреста з кривошипно-кулісним приводом // Наукові записки УАД / О.М. Полюдов, Н.М. Кандяк. – Львів : Вид-во УАД. – 2008. – Вип. 13. – С. 45-48.
4. Сперанский Н.В. Проектирование мальтийских механизмов. – М. : Изд-во АН СССР, 1960. – 96 с.
5. Фишин М.Е. Механизмы периодического поворота в полиграфических машинах. – М. : Изд-во "Книга". 1973. – 200 с.

Полюдов О.М., Кандяк Н.М. Энергосиловые параметры комбинированного мальтийского механизма

Рассмотрены энергосиловые параметры комбинированного мальтийского механизма с кривошипно-кулісним и кулісно-кривошипним приводом. Теоретические изложения доведены до числового примера, который подтверждает действенность выведенных формул. Установлено, что использование в поводе мальтийского механизма кривошипно-кулісного и кулісно-кривошипного механизма дает возможность значительно уменьшить значение крутного момента на вали кривошипа сравнительно с выходным мальтийским механизмом.

Ключевые слова: мальтийский механизм, кривошипно-кулісний механизм, кулісно-кривошипный механизм.

Polyudov O.M., Kandyak N.M. Energy-power parametric combined geneva mechanism

This article presents energy-power parametric the combined Maltese mechanism with a crank-side and side-crank drive. Theoretical results are checked by example, with proves analytical dependencies. It is set that the use in the occasion of the Maltese mecha-

nism of side crank-type-scene and scene-crank-type mechanism enables considerably to decrease the value of krutnogo moment on vali krivoshipa comparatively with a weekend by the Maltese mechanism.

Keywords: geneva mechanism, Crank-Slider mechanism, Slider-Crank mechanism.

УДК 330.43

Здобувач А.М. Бутів – Львівська КА

ЕКОНОМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ ІННОВАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ПРАЦІ РЕГІОНУ

Здійснено спробу реалізації моделі впливу інновацій на продуктивність праці в промисловості регіону і агломерації "Дрогобиччина" та перевірено емпірично їх вплив на величину заробітної плати. Встановлено, що темпи зміни індексу продуктивності є вищі, ніж відносні темпи зміни усіх факторів, що враховуємо. Вплив витрат на інновації та продуктивність праці є незначним, як і вплив кількості винахідників та авторів раціоналізаторських пропозицій. Таким чином, існуючі інновації не спрямовані на зростання продуктивності праці, водночас, відбувається зменшення індексу продуктивності в процесі зростання заробітної плати в агломерації.

Ключові слова: інноваційна діяльність, інновації, продуктивність праці, економетричне моделювання.

Постановка наукової проблеми. У сучасних умовах одним з найефективніших напрямків дослідження складних і динамічних економічних явищ, їх станів та поведінки, є застосування апарату економіко-математичних методів і моделей.

Для розроблення основних засад інноваційної політики регіону, зокрема агломерації "Дрогобиччина" важливою проблемою є емпіричне визначення впливу інноваційних процесів на продуктивність праці та, своєю чергою, на величину заробітної плати.

Для моделювання та оцінювання ступеня впливу інновацій на продуктивність праці та величину заробітної плати регіональної агломерації "Дрогобиччина" використовуватимемо економетричні методи, які дають змогу структурно дослідити об'єкт та визначити частки впливу основних факторів на його поведінку.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Проблемам економіки агломерацій присвячені праці Ллойда і Ділена (Lloyd and Dicken, 1977 p.); Гольдштейна і Гронберга (Goldstain and Gronberg, 1984 p.); Рівера – Батіза (Rivera – Batiz, 1988 p.); Ціццоне (1996 p.); Фудзіта і Тіссе (Fujita and Thisse, 1996 p.) та ін.

Проблеми економіко-математичного моделювання, зокрема економетричного, розкриті у наукових працях О. Ланге, В. Леонтьєва, В. Немчинова, В. Новожилова, Ст. Бора, В. Глушкова, І. Сергієнка, М. Михалевича, В.М. Гейця, В.В. Вітлінського, Г.М. Доброва, Дж. Фовлеса, Г.В. Данфорда, А.П. Ротштейна, М.І. Гончара та ін.

Метою дослідження є розроблення економетричної моделі для кількісної оцінки впливу інновацій на продуктивність праці та розмір заробітної плати в агломерації "Дрогобиччина".