

УДК 621.835, 655.31

О. Я. Моргун

*Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»*

ДИНАМІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЦИКЛОВИХ МЕХАНІЗМІВ ПОЛІГРАФІЧНИХ МАШИН ЯК ФУНКЦІЯ ЗАКОМУ ПЕРІОДИЧНОГО РУХУ

Висвітлюються аналітичні дослідження кінематики, вибору та розрахунку періодичного руху.

Цикловий механізм, характеристика, функція, ЗПР

У поліграфічному машинобудуванні при здійсненні технологічних процесів широко застосовуються найрізноманітніші механізми. Особливо це стосується плоских механізмів для передачі рівномірного обертового руху та циклових механізмів, які призначені для перетворення рівномірного обертового руху в періодичний рух виконавчих органів машин-автоматів.

У порівнянні з іншими механізмами для циклічного руху найширше використовуються кулачкові механізми (КМ), адже вони мають ряд переваг: 1) можливість відтворення складних законів руху із зупинками з нескладною конструкцією та малими габаритами; 2) простоту узгодженості роботи цілого ряду періодичних механізмів, наприклад питкозшивної машини; 3) високий ступінь точності переміщення веденої ланки при відносно малій інерційності механізму загалом та високу продуктивність; 4) можливість керування якістю роботи шляхом підбору закону руху.

Розв'язок задач з проектування КМ пов'язаний з аналізом, розробленням і синтезом законів періодичного руху (ЗПР).

Створенню методів динамічного синтезу та вивченню властивостей КМ присвячено багато робіт, серед яких виділяють два спрямування:

розробка методів проектування та дослідження ідеальних КМ з урахуванням сил, які діють на ланки, з різними критеріями якості (І. І. Артоболевський, Н. І. Левицький, К. В. Тір, В. А. Юдін та інші [2, 6]);

дослідження руху механізмів і розроблення методів їх проектування з урахуванням способів проектування різних динамічних і технологічних параметрів, зокрема пружності ланок, нелінійності тертя та зазорів у кінематичній парі, похибки виготовлення профілю, його спрацьованість тощо (І. І. Вульфсон, О. М. Полюдов, інші) [3, 7].

Наведені роботи дозволяють синтезувати КМ лише за деякими критеріями якості для певного призначення. Уточнений синтез враховує динамічні й технологічні фактори, які суттєво впливають на навантаження КМ загалом і на рух ведених ланок.

Найпершими дослідженнями з уточнення синтезу КМ були роботи А. Є. Коцюбинського. Він дослідив КМ з пружним штовхачем при різних законах руху і виявив, що дійсні навантаження в кінематичних парах можуть бути в 2–3 рази більшими за ідеальні. Накреслив можливі шляхи зменшення динамічних навантажень для кулачків двигунів внутрішнього згоряння. Пізніше було розроблено (отримав розвиток) метод проектування полідинамічних кулачків.

Загальна задача синтезу кулачкових механізмів після вибору кінематичної схеми, незалежно від методики розрахунку, полягає в пошуку оптимальних значень його параметрів за системою критеріїв якості (цілеспрямованої функції), яка впливає на роботу механізму: експлуатаційні конструктивні та технічні вимоги.

Дослідження, проведені авторами [3, 7], засвідчують, що проектування КМ найважливіші для врахування подальших динамічних характеристик системи.

Метою нашої роботи є проведення аналізу, комбінування, синтезування та створення ЗПР для оптимізації геометричних і динамічних параметрів циклових механізмів.

Використовуючи позиційні та кінематичні інваріанти подібності [6], можна оцінити роботу майбутнього механізму. Критеріальний метод проектування циклових механізмів дозволяє:

за об'єктивними критеріями вибрати кращий з відомих ЗПР для конкретних умов роботи механізму, що проектується;

розрахувати параметри руху механізму, оперуючи «одиничними» діаграмами ЗПР, відтворюючими функції критеріїв подібності, не виконуючи громіздких графоаналітичних досліджень;

користуючись властивостями критеріїв, характеризуючи якості ЗПР, провести швидкий порівняльний аналіз механізмів, не застосовуючи складних обчислювальних операцій.

Критеріями якісної оцінки ЗПР вихідної ланки виконавчих механізмів прийнято екстремальні значення позиційних інваріантів подібності — константи піків швидкості (В), прискорення (С), кінетичної потужності (D).

Інваріанти наочно відображають залежність динамічних характеристик циклових механізму від обраного періодичного закону, адже прямопропорційно залежать від його функції.

$$\text{Значення швидкості, прискорення веденої ланки: } V_i = b_k \frac{S_{\max}}{T}; \quad \omega = b_k \frac{\gamma_{\Sigma}}{T}, \\ W_i = c_k \frac{S_{\max}}{T^2}; \quad \varepsilon = c_k \frac{\gamma_{\Sigma}}{T^2}.$$

Сила інерції при лінійному переміщенні:

$$P_{in} = mW_i = c_k \frac{mS_{\max}}{T^2},$$

Сумарна сила:

$$Q_{\Sigma} = P_{cm} + P_{in} = P_{cm} + c_k \frac{mS_{\max}}{T^2} = (P_k + c_k) \frac{mS_{\max}}{T^2},$$

Миттєва кінетична потужність, яка витрачається на подолання сил інерції, $N_{кин} = P_m V_i = d_k \frac{mS_{max}}{T^3}$.

Сумарна потужність, що витрачається на подолання статичних сил і сил інерції веденої ланки, визначається за формулою $N_{кин} = P_{ин} V_i = d_k \frac{mS_{max}}{T^3}$.

Аналіз можливого комбінування вихідних законів за допомогою напівсуми двох відомих відображає можливість зменшення стрибка прискорень (ЗПР «К»), внаслідок якого з'являються пружні коливання. Проте цей закон найкраще застосовувати для зрівноважування надлишкових сил за допомогою програмних розвантажувачів циклових механізмів (ПРЦМ) з пружинним навантажувачем. На графіках (рис. 1) наочно відображається можливість застосування цієї комбінації і для ПРЦМ Пр.

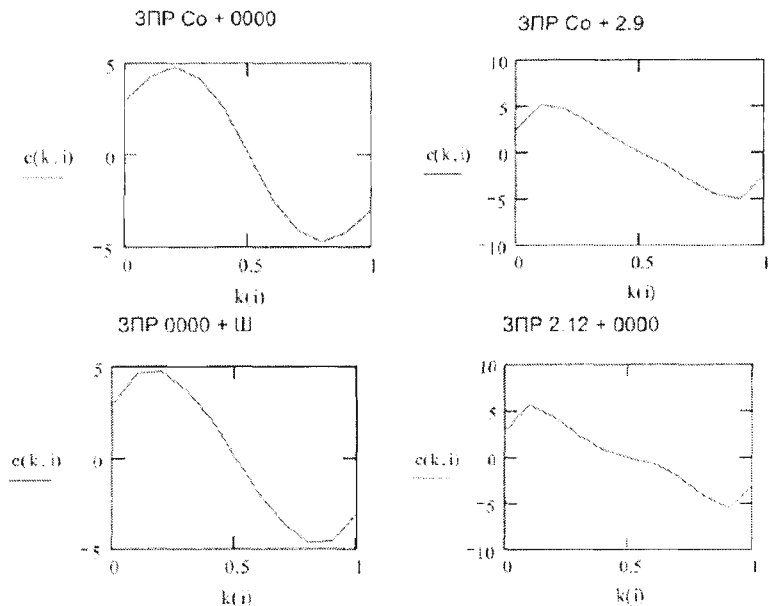


Рис. 1. Графіки інваріанту прискорення комбінованої напівсуми відомих ЗПР

Проведені розрахунки комбінування занесено до таблиці:

Піки інваріантів ЗПР

Закони періодичного руху	Піки інваріантів		
	B	C	D
I	2	3	4
K	1.57	4.93	3.875
Co	2	6.283	8.163
0000	1.5	6	3.464

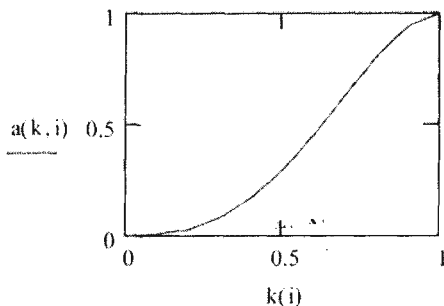
Продовження таблиці

1	2	3	4
Ш	1.875	5.773	6.691
2.9	1.625	5.861	4.966
2.12	1.468	6.457	4.992
Со + К	1.785	4.984	5.725
Со + Ш	1.938	5.868	7.248
Со + 0000	1.75	4.788	5.379
Со + 2.9	1.598	5.146	4.248
Со + 2.12	1.52	5.546	4.303
К + Ш	1.723	4.876	5.149
К + 0000	1.535	5.467	3.575
К + 2.9	1.813	5.591	6.05
К + 2.12	1.734	5.419	4.638
Ш + 0000	1.688	4.68	4.804
Ш + 2.9	2.688	5.484	8.165
Ш + 2.12	2.609	5.359	7.007
0000 + 2.9	1.563	5.199	4.147
0000 + 2.12	1.484	5.599	4.19
2.9 + 2.12	1.547	5.998	4.895

За допомогою MathCAD можливо створити ЗПР як функцію поліному (рис. 2).

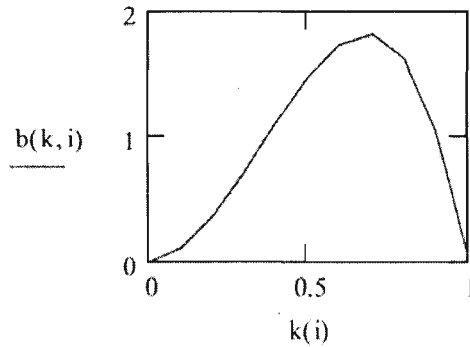
Інваріант переміщення:

$$a(k, i) := 0,5(7 \cdot k(i)^3 - 5 \cdot k(i)^4 + 2 \cdot k(i)^5 - 3 \cdot k(i)^6 + 5 \cdot k(i)^7).$$



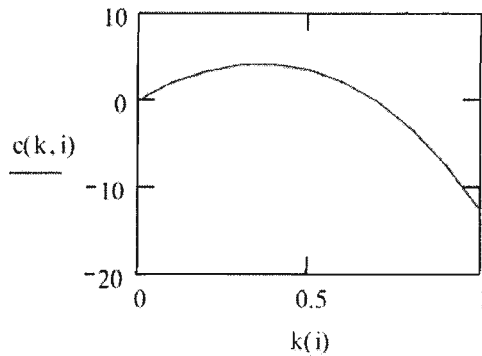
Інваріант швидкості:

$$b(k, i) := (0,5 \cdot 21 \cdot k(i)^2 - 10 \cdot k(i)^3 + 5 \cdot k(i)^4 - 9 \cdot k(i)^5 + 5 \cdot 7 \cdot k(i)^6).$$



Інваріант прискорення:

$$c(k, i) := (21 \cdot k(i) - 30 \cdot k(i)^2 + 20 \cdot k(i)^3 - 45 \cdot k(i)^4 + 21 \cdot k(i)^5).$$



Інваріант кінетичної потужності:

$$d(k, i) := b(k, i) \cdot c(k, i)$$

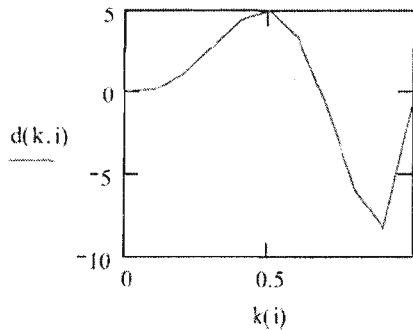


Рис. 2. Створення ЗПР як функції поліному

Отже, розроблення нових і комбінування відомих законів дає можливість:

- попередньо врахувати та впливати на динамічні навантаження;
- ширше застосовувати зрівноважуючі пристрої (без програмоносія);
- використовувати ПРЦМ з пружинним навантажувачем як найпростішу систему за конструкцією та недорогою за вартістю.

1. Петрук А. И. Кулачковые поворотные механизмы для привода выходных звеньев полиграфических машин / А. И. Петрук, В. Г. Яницкий // Разработка привода и устройств автоматизации полиграфических машин — М.: ВНИИПолиграфмаш, 1984. 2. Петрук А. І. Визначення раціональної структури механізмів періодичного повороту поліграфічних машин / А. І. Петрук, Д. С. Гриценко // Технологія і техніка друкарства: зб. наук. пр., 2007. — № 3–4. — С. 86–94. 3. Петрук А. І. Аналітичні дослідження систем зрівноважуючих пристроїв для зменшення навантажень в циклових поліграфічних машинах / А. І. Петрук, О. Я. Моргун // Техніка та технологія друкарства: зб. пр. — К.: Політехніка. 2006. № 1–2. — С. 115–120. 4. Петрук А. І. До створення комбінованих саморегульованих систем для зрівноважування надлишкових навантажень при змінному швидкісному режимі роботи цикорних машин / А. І. Петрук, О. Я. Моргун // Техніка та технологія друкарства: зб. пр. К.: Політехніка, 2006. № 3 (13). — С. 69–73. 5. Полюдов О. М. Зрівноважувальні кулачкові механізми: теорія, дослідження, розрахунки / О. М. Полюдов, А. І. Петрук — К.: ВАТ «УкрНДІСВД», 2005. — 192 с. 6. Тир К. В. Механика полиграфических автоматов / К. В. Тир. — М.: Книга, 1965. — 496 с. 7. Фишин М. Е. Механизмы периодического поворота в полиграфических машинах / М. Е. Фишин. — М.: Книга, 1973. — 200 с.

ДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЦИКЛИЧНЫХ МЕХАНИЗМОВ ПОЛИГРАФИЧЕСКИХ МАШИН КАК ФУНКЦИЯ ЗАКОНА ПЕРИОДИЧЕСКОГО ДВИЖЕНИЯ

Освещаются аналитические исследования кинематики, выбора и расчёта периодического движения.

DYNAMIC DESCRIPTIONS OF CYCLIC MECHANISMS OF POLYDIENE MACHINES AS FUNCTION OF LAW OF PERIODIC RUH

Analytical researches of kinematics, choice and calculation of periodic motion, light up.

Стаття надійшла 24.09.09