

Гутиря С. С.,
Ягліньський В. П.

КВАЛІМЕТРИЧНИЙ АНАЛІЗ ТЕХНІЧНОГО РІВНЯ ЗАПОБІЖНИХ МУФТ

У результаті структурно-функціонального моделювання типової конструкції кулькової запобіжної муфти сформовано множини показників її надійності, точності, навантажувальної здатності та функціональності. Виконано нормування одиничних показників якості, сформовано матрицю якості системної кваліметричної моделі, за якою визначено показник технічного рівня та резерви оптимізації досліджених конструкцій.

Ключові слова: кулькова запобіжна муфта, структурно-функціональні модулі, показники якості.

1. Вступ

Встановлення системи показників якості та оптимальне проектування кулькових запобіжних муфт (КЗМ) за науково обґрунтованими критеріями є актуальною науково-практичною проблемою та необхідною умовою просування відповідної продукції машинобудування національних виробників на світові ринки.

2. Аналіз літературних даних і постановка проблеми

Статистика наявних каталожних даних провідних світових виробників за функціональним призначенням КЗМ вказує, що найбільшим попитом користуються обмежувачі крутного моменту (46,18 %) та швидкості (26,14 %) [1, 2]. За результатами аналізу відомих досліджень, практики виробництва та застосування КЗМ встановлено, що на сьогодні відсутні нормативні методики визначення технічного рівня типових конструкцій, що стримує їх оптимальне проектування [2]. Відомо, що найвищу точність і стабільність спрацювання при перевантаженні приводу мають КЗМ з профільним замиканням, але збільшення сили натяжки пружини для забезпечення номінального обертового моменту збільшує габарити й масу КЗМ, тобто погіршує їх точність та функціональність [1, 3, 4].

На основі теорії системного кваліметричного моделювання, опрацьованої авторами на типових зразках серійної продукції машино- та верстатобудування (зубчастих та черв'ячних редукторах, фрикційних передачах та динамічних віброгасниках, промислових роботах та платформах тощо), виконано дослідження множини службових властивостей КЗМ [5–8].

Метою досліджень є підвищення технічного рівня конструкцій КЗМ шляхом системного кваліметричного моделювання їх службових властивостей.

3. Результати досліджень технічного рівня КЗМ

За вирізненими структурно-функціональними модулями типової конструкції (рис. 1, а), кожен з яких узгоджений з певним рівнем ієрархії кваліметричної моделі КЗМ, встановлено розрахункові залежності для показників якості (табл. 1).

Вперше на основі запропонованої кінематичної моделі веденого вузла КЗМ (рис. 1, б) отримано розрахункові залежності для коефіцієнтів корисної дії η , акумулюючої здатності k_a , швидкодії k_T , залишкової енергії k_V та критерію чутливості спрацювання k_s структурно-функціональних модулів 1, 2 і 3.

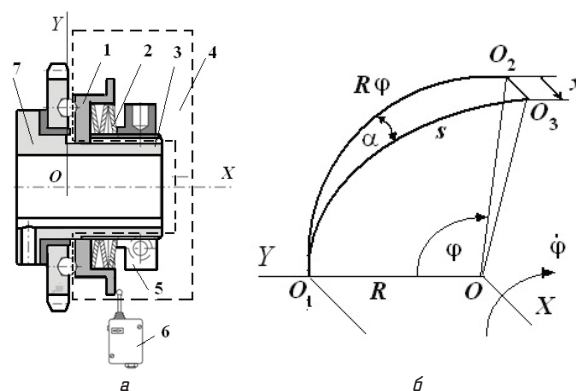


Рис. 1. Розрахункові моделі: структурно-функціональна КЗМ (а) та кінематична веденого вузла (б): 1, 2, 3 — відповідно робочий модуль, акумулюючий та трансмісійний; 4 — ведений вузол КЗМ; 5 — притисний диск; 6 — пристрій відключення двигуна; 7 — провідна ланка КЗМ; ϕ — кут повороту вузла 4 відносно ланки 7; R , s — відповідно радіус та дугова координата гвинтової траєкторії кульки; x — осьове переміщення вузла 4 при спрацюванні КЗМ

Таблиця 1

Упорядковані типові показники якості КЗМ — обмежувачів моменту

Властивість	Показники якості модулів, джерело інформації	Позначення, розрахункова формула
1. Надійність	1. Ймовірність спрацювання КЗМ [4]	P_c
2. Точність	2.1. Динамічний коефіцієнт точності КЗМ [9]	k_T
	2.2. Коефіцієнт точності модуля 2 [2]	k_{T2}
3. Навантажувальна здатність	3.1. Критерій динамічності КЗМ за Артоблевським [10]	$k_{dA} = \varepsilon_{\max} / \omega_{\max}^2$
	3.2. Коефіцієнт корисної дії модуля 3	$\eta = \frac{\max(\dot{x}_T \cdot \dot{x}_T)}{\max(\dot{x} \cdot \dot{x})}$
	3.3. Коефіцієнт акумулюючої здатності модуля 2	$k_a = F_{\text{хноп}} / F_{x \text{ макс}}$

Продовження табл. 1

Властивість	Показники якості модулів, джерело інформації	Позначення, розрахункова формула
4. Функціональність	4.1. Коефіцієнт залишкової енергії КЗМ	$k_V = (\phi_0^2 - \phi_K^2) / \phi_0^2$
	4.2. Коефіцієнт швидкодії спрацювання модуля 3	$k_T = \frac{T_{\max} - T_{\text{ном}}}{T_{\max}}$
	4.3. Усереднена тривалість спрацювання модуля 2 [4]	$\tau_c = x_{\max} / \dot{x}_K$
	4.4. Критерій чутливості спрацювання модуля 1	$k_s = \frac{(T_K - T_{\text{ном}}) \text{tg } \alpha}{H \cdot F_{x_{\text{ном}}}}$

Примітка. Прийняті позначення: $\omega_{\max}, \varepsilon_{\max}$ — максимальні значення кутової швидкості та пришвидшення веденого вузла 4, ($\omega_{\max} = \dot{\phi}_{\max}, \varepsilon_{\max} = \ddot{\phi}_{\max}$); \dot{x}_T, \dot{x}_K — осьові швидкості та пришвидшення вузла 4 з урахуванням сил тертя; $F_{x_{\text{ном}}}, F_{x_{\max}}$ — номінальне та максимальне значення притисної пружної сили; ϕ_0, ϕ_K — початкова та кінцева кутові швидкості спрацювання КЗМ; $T_{\text{ном}}, T_{\max}$ — номінальне для КЗМ та максимальне значення обертового моменту; \dot{x}_K, T_K — осьова швидкість веденого вузла та обертовий момент в кінці фази спрацювання КЗМ.

Виконано нормування одиничних показників якості та сформовано матриці якості системної кваліметричної моделі (табл. 2).

Матриці якості для серійних конструкцій КЗМ — обмежувачів моменту

EAS 1/451.61 (фірма «Мауг», Австрія)					ЕСА 63 (фірма «Епемас», ФРГ)				
Надійність	Точність	Навантажувальна здатність	Функціональність	Рівень моделі за модулями (рис. 1)	Надійність	Точність	Навантажувальна здатність	Функціональність	Рівень моделі за модулями (рис. 1)
0,63	0,57	0,52	0,85	3М	0,69	0,72	0,71	0,82	3М
—	0,61	0,61	0,86	3	—	0,79	0,74	0,83	3
—	—	0,73	0,89	2	—	—	0,85	0,88	2
—	—	—	0,92	1	—	—	—	0,92	1

Визначено показник U технічного рівня серійних зразків КЗМ провідних світових виробників, побудовано відповідні діаграми — «павутини якості» (рис. 2), аналіз яких вказує на наявність резервів підвищення технічного рівня та оптимізації розглянутих конструкцій за комплексними критеріями надійності й навантажувальної здатності.

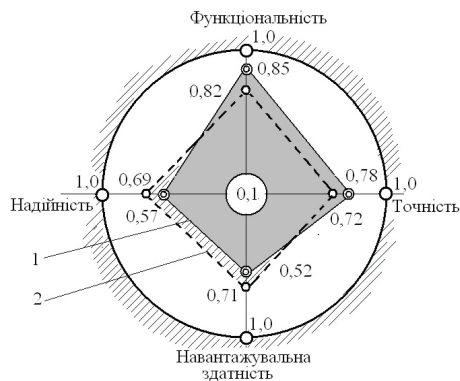


Рис. 2. «Павутини якості» для КЗМ типу EAS 1/451.61 (діаграма 1, $U = 0,76$) та типу ЕСА 63 (діаграма 2, $U = 0,79$)

4. Висновки

1. Запропонований метод визначення технічного рівня КЗМ за структурно-функціональними модулями спрощує застосування у складі єдиної системної кваліметричної моделі апробовані практикою проектування показники якості, доповнені новими показниками, та забезпечує можливість як локальної оптимізації конструкції (за модулями), так і глобальної (за певними властивостями).

2. Досліджені конструкції КЗМ є близькими за системним показником їх технічного рівня та мають значні резерви (понад 30 %) для глобальної оптимізації за показниками надійності й навантажувальної здатності.

Література

- Fukui, W. Development of Multi-Fingered Universal Robot Hand with Torque Limiter Mechanism [Text] / W. Fukui, F. Kobayashi, F. Kojima // IECON'09. 35th Annual Conference of IEEE. — Japan, Kobe University. — Industrial Electronics, 2009. — P. 2205–2210.
- Малашенко, В. О. Муфти приводів. Конструкції та приклади розрахунків [Текст] / В. О. Малашенко. — Львів: НУ «ЛП», 2009. — 208 с.
- Кіндрацький, Б. І. Динаміка приводу з кульковою запобіжною муфтою, оснащеною блокувальним пристроєм [Текст] / Б. І. Кіндрацький, О. О. Шпак // Вісник НТУ «ХП». — Машинознавство і САПР. — 2008. — № 14. — С. 53–65.
- Кіндрацький, Б. І. Оптимізаційна математична модель структурно-параметричного синтезу кулькової запобіжної муфти з блокувальним пристроєм [Текст] / Б. І. Кіндрацький, О. О. Шпак // Вісн. Нац. ун-ту «Львівська політехніка». — 2008. — № 613. — С. 126–132.
- Zablonsky, K. I. System qualimetric — the fundamental theory of optimum design [Text] / K. I. Zablonsky, S. S. Gutyrva // Proc. International Conf. «Situation and perspective of research and development in chemical and mechanical industry». — Krusevac: IGUR «GRA-FOSTIL», 2001. — Book 1. — P. 460–466.
- Гутыря, С. С. Теория и практика моделирования технического уровня технологических машин [Текст] : монография / С. С. Гутыря, В. П. Яглинский // Моделирование технологических процессов механической обработки и сборки. — М.: «Спектр», 2013. — С. 224–272.
- Gutyrya, S. S. Multi-criterion optimization functional trajectories of industrial robots [Text] / S. S. Gutyrya, V. P. Yaglinsky, O. U. Bezuglenko // Annals of DAAAM International, Vienna, 2004. — P. 37–38.
- Gutyrya, S. S. System Modeling of Gears Design Quality [Text] / S. S. Gutyrya, K. I. Zablonsky, V. P. Yaglinsky // International Conference on Gears. — VDI, Munich, 2005. — P. 417–434.
- Yaglinsky, V. P. System criteria analysis and function optimization of industrial robots [Text] / V. P. Yaglinsky, S. S. Gutyrya // TEKA Kom. Mol. Energ. Roln., 6A. — Lublin, 2006. — P. 70–81.
- Яглинский, В. П. Надійність авіаційного тренажера на основі гексапода при екстремальних навантаженнях [Текст] / В. П. Яглинский, С. С. Гутыря // Вісн. СевНТУ. Механіка, енергетика, екологія. — 2011. — Вип. 120. — С. 196–205.

КВАЛИМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКОГО УРОВНЯ ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫХ МУФТ

В результате структурно-функционального моделирования типовой конструкции шариковой предохранительной муфты сформировано матрицу показателей ее надежности, точности, нагрузочной способности и функциональности. Выполнено нормирование единичных показателей качества, сформирована матрица качества системной квалиметрической модели, с помощью которой определены показатель технического уровня и резервы оптимизации исследованных конструкций.

Ключевые слова: шариковая предохранительная муфта, структурно-функциональные модули, показатели качества.

Гутиря Сергій Семенович, доктор технічних наук, професор, кафедра машинознавства і деталей машин, Одеський національний політехнічний університет, Україна, e-mail: sergut@bk.ru.

Яглінський Віктор Петрович, доктор технічних наук, професор, кафедра машинознавства і деталей машин, Одеський національний політехнічний університет, Україна, e-mail: robot8@bk.ru.

Гутиря Сергій Семенович, доктор технічних наук, професор, кафедра машинознавства і деталей машин, Одеський національний політехнічний університет, Україна.

Яглінський Віктор Петрович, доктор технічних наук, професор, кафедра машинознавства і деталей машин, Одеський національний політехнічний університет, Україна.

Gutyrya Sergiy, Odessa national polytechnical university, Ukraine, e-mail: sergut@bk.ru.

Yaglinsky Victor, Odessa national polytechnical university, Ukraine, e-mail: robot8@bk.ru.

УДК 621.65.05 (045)

**Буриченко М. Ю.,
Дворнік М. В.,
Іванець О. Б.**

АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ВИПРОБУВАНЬ ІНФУЗІЙНИХ НАСОСІВ

Представлено аналіз результатів випробувань інфузійних насосів. Виявлено розбіжності між дійсним та заданим об'ємом розчину, що вводиться та швидкістю його доставки. Розглянуті принципи розрахунку точності даних інфузійних насосів згідно міжнародних стандартів. Наведені формули, за якими проведені розрахунки точності даних роботи інфузійних насосів.

Ключові слова: інфузійний насос, швидкість доставки розчину, похибка вимірювання, об'єм розчину.

1. Вступ

Інфузійний насос, як медичний виріб, призначений для вливання розчинів, лікарських препаратів, поживних речовин пацієнтам, зазвичай застосовується для внутрішньовенної інфузії. Однак можуть застосовуватися для підшкірного, артеріального, епідурального, енте-рального введення, а також із застосуванням інших, клінічно обумовлених, доступів. Можливості управління рідинами інфузійного насосу перевершують можливості ручного введення препаратів медичним персоналом. Так, наприклад, інфузійний насос може вводити всього 0,1 мл рідини на годину, що дуже мало для краплинного введення, ін'єкції кожну хвилину, ін'єкції на вимогу пацієнта із заданими обмеженнями.

Спільним для всіх насосів є здатність долати опір потоку збільшення тиску речовини, що доставляється. Насоси не використовують силу тяжіння і тому можуть бути розміщені практично в будь-якій позиції по відношенню до місця інфузії (але не занадто високо). Тиск доставки може піднятися до високих значень в деяких пристроях у разі оклюзії катетера або його переміщення, з небезпекою екстра-судинного вливання. Проте, за нестачею тиску звичайно обмежені в сучасних насосів і деякі включають в себе засоби для створення дуже низьких тисків оклюзії тривоги [1].

Взагалі кажучи, продуктивність насосів передбачувана і об'єми для інфузії повинні бути встановлені з урахуванням знань про їх доставку. Пов'язане з цим має прийти розуміння того, що ці пристрої з електричним приводом і мають ряд ризиків. Вони повин-

ні використовуватися з повним знанням цих ризиків і ґрунтовною підготовкою з їх експлуатації [2].

2. Аналіз літературних даних і постановка проблеми

Інфузійні насоси були джерелом безлічі проблем безпеки пацієнтів, а також проблеми з такими насосами були пов'язані з більш ніж 56 000 звітів про несприятливі події за останні п'ять років (у США), у тому числі щонайменше 500 смертей [3]. У результаті «US Food and Drug Administration» (FDA) почала комплексні ініціативи для покращення їх безпеки, було запропоновано також більш суворе регулювання інфузійних насосів [3]. В Україні, у зв'язку з неналежними умовами фінансування, склалась ситуація, при якій при проведенні перевірки інфузійних насосів, що використовуються в одній з медичних установ, 95 % з них взагалі мають позанормові відхилення показників швидкості та об'єму розчинів, що доставляється. Навіть при тестуванні нових інфузійних насосів спостерігається суттєві відхилення їх значень від заданих показників.

Метою роботи було проведення експериментальних досліджень для визначення точності даних інфузійних насосів та подальша обробка результатів досліджень згідно з настановами міжнародних стандартів [4].

Для досягнення поставленої мети необхідно було вирішити наступні основні задачі:

1. Провести експериментальні дослідження інфузійного насосу, для перевірки достовірності його робочих даних.