

АВТОМАТИЗОВАНИЙ СИНТЕЗ І РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ МЕХАНІЧНИХ ПРИВОДІВ НА ОСНОВІ НОВОГО ПІДХОДУ ДО ЇХ СИСТЕМАТИЗАЦІЇ

Пропонується новий підхід до синтезу структури й систематизації механічних приводів, що відрізняється високим рівнем формалізації та забезпечує створення ефективних алгоритмів і комп'ютерних програм автоматизованого розрахунку кінематичних, силових і енергетичних параметрів приводів.

Ключові слова: механічний привод, автоматизований синтез параметрів, характеристика механічних передач, ефективні алгоритми розрахунку.

Постановка проблеми. Основною метою створення механічного приводу, як загального, так і сільськогосподарського призначення, є узгодження вихідних параметрів джерела енергії (двигуна) і вхідних параметрів робочого органа машини. Таким чином, у процесі синтезу структури механічного приводу виконується завдання добору такої кількості й характеристик (кінематичних, енергетичних, силових, експлуатаційних) механічних передач, які забезпечують найбільш точно зазначене узгодження. Кінцевим продуктом синтезу структури механічного приводу є його кінематична схема – умовний опис структури та порядку розташування механічних передач.

Під час синтезу структури приводу вирішується також задача раціонального використання різних типів механічних передач в одному приводі. Крім того, необхідно брати до уваги вимоги раціонального компонування приводу. Отже, задача синтезу структури механічного приводу є оптимізаційною, із цільовою функцією, що залежить від багатьох факторів: кінематичних, силових, енергетичних і експлуатаційних характеристик механічних передач, які входять у його склад, параметрів компонування приводу та ін. Виконання завдань багатопараметричної оптимізації пов'язане з обробленням значних обсягів інформації і здійснюється на основі комп'ютерних та інформаційних технологій, які передбачають високий рівень формалізації постановки завдання й задання вихідних даних для розрахунків.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Традиційно електромеханічний привід загального призначення проектується зі структурою, що вважається заданою при заданих вихідних параметрах приводу [1; 2]. Іншим підходом є проектування механічного приводу тільки за заданими вхідними параметрами робочого органа машини й вимогами компонування приводу. У такому разі необхідно підібрати та обґрунтувати структуру механічного приводу, розрахувати його параметри, спроектувати механічні передачі, які входять у його склад, і створити раціональне компонування приводу.

Для рішення зазначеної задачі необхідно мати повне уявлення про всі варіанти можливих структур механічних приводів і їхніх кінематичних схем, тобто мати системну класифікацію механічних приводів. Крім того, така задача повинна вирішуватись на основі комп'ютерного синтезу й моделювання структури механічних приводів, автоматизованого розрахунку їх кінематичних, силових і енергетичних параметрів.

Мета статті – створення основ єдиної систематизації механічних приводів, автоматизованого синтезу їхньої структури й розрахунку їхніх параметрів.

Виклад основного матеріалу. Для побудови ефективних алгоритмів і комп'ютерних програм автоматизованого синтезу структури й розрахунку параметрів механічних приводів на початковому етапі необхідно створити систему їхньої класифікації й ідентифікації. Відповідно до такої системи кожний тип приводу повинен мати строго індивідуальний код, що однозначно відображає кількість і порядок розташування в ньому механічних передач, тобто структуру приводу.

Автори пропонують варіант систематизації й кодування механічних приводів, в основу якого покладена структура механічного приводу. Систематизація базується також на таких положеннях, принципах і обмеженнях.

1. Порядок розташування механічних передач у приводі строго детермінований:

– зубчасті або черв'ячні передачі можуть розміщувати на будь-якому ступені приводу; якщо в приводі застосовуються одночасно редуктор і відкрита зубчаста передача, то остання використовується як більш тихохідний ступінь приводу;

- пасову передачу використовують як швидкохідний ступінь приводу, оскільки вона може передавати менший обертальний момент, ніж ланцюгова, крім того вона здатна виконувати функцію запобігання перевантаженням приводу на його вході через пробуксовування паса;
 - ланцюгову передачу використовують як тихохідний ступінь приводу, оскільки вона здатна передавати більший обертальний момент порівняно з пасовою, але вона швидше руйнується на великих швидкостях;
 - у приводі може одночасно використовуватися тільки один одно-, дво- або триступінчастий редуктор.
2. Кращими для застосування за рівних умов (переданій потужності, передаточному числу й т. ін.) є циліндричні зубчасті передачі, що мають більш високий ККД порівняно з конічними й черв'ячними.
3. Електромеханічний привід може містити 1, 2, 3 або 4 ступені, оскільки приводи загального призначення з більшою кількістю ступенів громіздкі й мають порівняно низький ККД.
4. Муфту з пружними елементами, яка компенсує кутову та радіальну неспіввісність валів і у якій є втрати потужності (тобто її ККД < 1), використовують:
- для з'єднання вала електродвигуна й вхідного вала приводу за відсутності пасової передачі на першому ступені приводу;
 - для з'єднання вихідного вала приводу з валом робочого органа за відсутності ланцюгової або зубчастої відкритої передачі на останньому ступені приводу.
- Інші типи муфт, у яких ККД = 1, можуть бути встановлені в будь-якому місці приводу.
5. Кожний електромеханічний привід повинен мати свій оригінальний буквено-цифровий код. На основі зазначених положень розроблені ознаки систематизації механічних приводів (табл.).

Т а б л и ц я

Ознаки систематизації електромеханічних приводів

№ пор.	Найменування передач	Код
1	Ремінна	P
	з клиновим (поліклиновим) ременем	P1
	з плоским ременем	P2
	з с круглим ременем	P3
	з с зубчастим ременем	P4
2	Редуктори	R
	1-ступінчастий циліндричний	R1
	1-ступінчастий конічний	R2
	1-ступінчастий черв'ячний	R3
	1-ступінчастий планетарний	R4
	2-ступінчастий циліндричний	R11
	2-ступінчастий черв'ячний	R33
	2-ступінчастий конічно-циліндричний	R21
	2-ступінчастий циліндрично-черв'ячний	R13
	2-ступінчастий черв'ячно-циліндричний	R31
	2-ступінчастий планетарний	R44
	3-ступінчастий циліндричний	R111
3-ступінчастий конічно-циліндричний	R211	
3	Відкрита зубчаста передача	Z
	циліндрична	Z1
	конічна	Z2
4	Ланцюгова передача	L
	відкрита	L1
	закрита	L2
5	Гвинтова передача	V
	з трикутною різьбою	V1
	з трапецеїдальною різьбою	V2
	з упорною різьбою	V3
	з прямокутною різьбою	V3

Таблиця містить перелік основних типів передач, які використовуються в механічних приводах загального призначення. Вибір латинського алфавіту для кодування типів і підтипів передач продиктований зручністю їхньої ідентифікації в комп'ютерній програмі синтезу й розрахунку механічних приводів, що описана нижче.

Для реалізації наведеної методики синтезу структури й розрахунку параметрів електромеханічного приводу пропонується загальний алгоритм, який охоплює всі етапи створення структури приводу та розрахунку його параметрів, а саме:

- синтез необхідної структури приводу шляхом включення в неї низки механічних передач, розташованих у певній послідовності;
- розрахунок приводу від визначення його ККД до перевірки правильності розрахунку.

В основу алгоритму покладені описані вище методика й принципи формування структури приводу, а також ознаки систематизації приводів і запропоновані позначення елементів структури, наведені у таблиці.

Алгоритм можна умовно поділити на два основні блоки – блок синтезу структури приводу та блок розрахунку його кінематичних, силових і енергетичних параметрів. У першому блоці алгоритму закладена можливість послідовного включення в структуру проєктованого приводу будь-якої механічної передачі або одно-, дво- чи триступінчастого редуктора із наведених у таблиці.

На заключному етапі синтезу структури приводу формується умовне позначення (уніфікований код) його структури, що складається з позначень окремих його елементів, наведених в останній колонці таблиці. Наприклад, уніфікований код чотириступінчастого приводу, що включає в себе клинопасову передачу, двоступінчастий конічно-циліндричний редуктор і відкриту ланцюгову передачу, є такий: P1R21L1.

Після синтезу структури приводу здійснюється перехід до блоку автоматизованого розрахунку його кінематичних, силових і енергетичних параметрів. У цьому блоці реалізуються стандартні операції на початковому етапі розрахунку електромеханічного приводу – введення вихідних даних до розрахунку, розрахунок загального ККД приводу з вибором ККД його елементів, визначення розрахункової потужності на валу електродвигуна, а також визначення орієнтовного передаточного числа для обраної структури електромеханічного приводу.

Вибір найбільш раціонального електродвигуна для даного приводу відбувається за класичною методикою [1; 3]. При цьому в автоматичному режимі здійснюється відбір з бази даних трьох двигунів потрібної потужності, але з різною синхронною частотою обертання, потім їх оцінюють за найбільшим наближенням загального передаточного числа до його орієнтовного значення, визначеного на основі рекомендацій [3], і остаточно вибирають електродвигун із трьох можливих варіантів.

Описаний алгоритм реалізований у вигляді комп'ютерної програми, головна форма якої наведена на рисунку.



Рис. Програма автоматизованого синтезу та розрахунку параметрів електромеханічних приводів

Зауважимо, що розглянуті принципи й підходи до синтезу структури механічних приводів мають концептуальний характер і надалі можуть бути доопрацьовані. Це стосується всіх основних положень, викладених у даній статті. Зокрема, може обговорюватися й доповнюватися кількість і порядок розташування передач у таблиці, що є відкритою для доповнення іншими типами передач. Наприклад, таблиця може бути доповнена зубчастими хвильовими передачами, передачами Новикова й т. д. Також можливий перегляд обмежень кількості ступенів у структурі приводу, варіантів сполучення механічних передач у конкретних структурах приводів і т. ін.

Перспективою для розвитку описаних розробок є, на наш погляд, створення на основі принципів запропонованої систематизації стандартів або галузевих нормалей на механічні приводи загального призначення з детальним опрацюванням питань, не розглянутих у даній статті.

Висновки

Таким чином, у результаті проведених досліджень розроблено принципово новий підхід до синтезу структури електромеханічних приводів загального призначення і їхньої систематизації, що відрізняється високим рівнем формалізації й забезпечує можливість створення ефективних алгоритмів розрахунку кінематичних, силових і енергетичних параметрів приводів. Запропоновано алгоритм і комп'ютерну програму автоматизованого синтезу й розрахунку приводів різної структури.

Список використаних джерел

1. Чернилевский, Д. В. Детали машин. Проектирование пвоводов технологического оборудования: учеб пособие для вузов [Текст] / Д. В. Чернилевский. – М. : Машиностроение, 2003. – 559 с.
2. Библиотечный каталог русских и украинских диссертаций [Электронный ресурс] / Андриенко Л. А. Разработка новых методов проектирования и диагностики электромеханических пвоводов : дис. ... д-ра техн. наук : 05.02.02. – М., 2001. – РГБ ОТ, 71:03-5/11-1. – Режим доступа : [www / URL: http://www.lib.ua-ru.net/diss/cont/53775.html](http://www.lib.ua-ru.net/diss/cont/53775.html) (дата обращения: 10.04.2010 г). – Загл. с экрана.
3. Киркач, Н. Ф. Расчет и проектирования деталей машин [Текст] / Н. Ф. Киркач, Р. А. Баласанян. – Х. : Основа, 1991. – 276 с.

Стаття надійшла до редакції 12.10.2011 р.