

УДК 621.941-229.3:531.133

Кузнєцов Ю.М., докт. техн. наук, професор,
Національний технічний університет України «КПІ ім. І.Сікорського», info@zsmok.kiev.ua

ЕВОЛЮЦІЯ І МОДЕЛЮВАННЯ ШПИНДЕЛЬНИХ ВУЗЛІВ МОДУЛЬНОГО КОМПОНУВАННЯ

Для забезпечення високошвидкісної, високопродуктивної і прецизійної обробки деталей [2, 6] на верстатах з ЧПК в останній час широко розповсюджені електромеханічні приводи головного руху типу мотор-шпиндель (М-Ш) [3, 7, 9, 10], де шпинделем є ротор з опорами, які мають повітряне або рідинне охолодження. Існуючі М-Ш забезпечують тільки обертання для здійснення головного руху, а для поступального переміщення по керованій координаті використовують додаткові приводи, неспіввісні з віссю шпинделя, це обмежує їх функціональні можливості. Прототипом для М-Ш стали несамодіючі і самодіючі силові головки агрегатних верстатів.

Використання несамодіючих М-Ш скоротило кінематичні ланцюги, знизило габарити приводу головного руху і дозволило забезпечити частоти обертання в токарних верстатах до $n=10-20$ тис. об/хв, а в свердлильно-фрезерних і шліфувальних до $n=100-200$ тис. об/хв і вище. Тому їх почали широко застосовувати як модулі в верстатах різного призначення, в т. ч. на верстатах з механізмами паралельної структури і токарних багатошпиндельних автоматах з ЧПК [2, 6].

За останні роки отримано десятки патентів на винаходи і корисні моделі, а також розроблена технічна документація і виготовлений дослідний зразок самодіючого М-Ш (рис.1) по результатам теоретичних, експериментальних і пошукових робіт, які проводяться в КПІ ім. Ігоря Сікорського на кафедрі конструювання машин в співдружності з кафедрою електромеханіки, що свідчить про ефективність міждисциплінарного підходу [10].

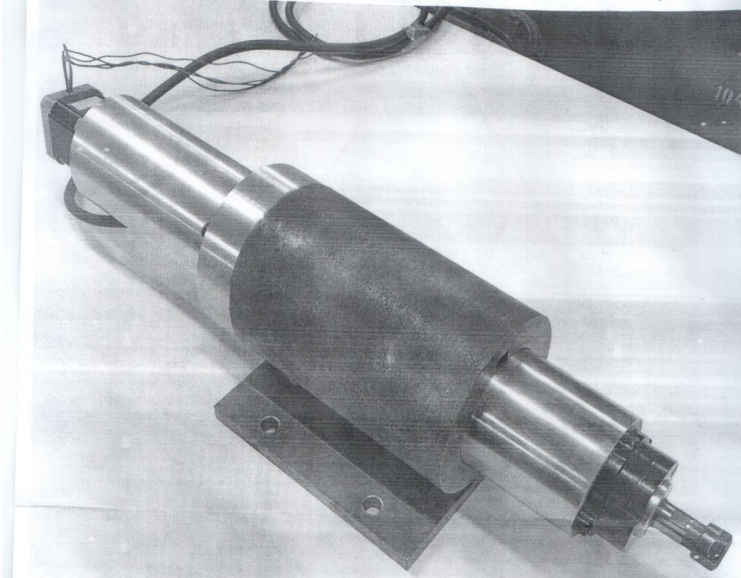


Рис.1 – Дослідний зразок самодіючого мотор-шпинделя, що містить три співвісних модуля: головного руху, повздовжньої подачі, затискного механізму

Об'єднання двох приводів в один співвісний блок для виконання М-Ш самодіючим суттєво знижує габарити і металоємність, виключає напрямні і перекоси від додаткових моментів, підвищує швидкості і прискорення.

Подальше удосконалення, розробка методів проектування і пошук нових рішень гібридних інтелектуальних самодіючих М-Ш типу Smart Spindle [4, 5] вимагають додаткових глибоких досліджень складних гібридних систем, що розвиваються в часі [8].

Одним із напрямків таких досліджень з моделюваннями може бути використання трирівневих діаграма Венна і чотирирівневих діаграм Венна-Ейлера [1], де складовими є: головний рух-оберти шпинделя n , привод повздовжньої подачі s , затискний механізм, який забезпечує радіальну силу затиску об'єкту (деталі, інструменту) F , система управління U для інтелектуалізації процесу роботи М-Ш.

Впровадження М-Ш з різним рівнем функціональних можливостей і інтелектуалізації на верстатах і технологічному обладнанні нового покоління різного призначення, їх теоретичні і експериментальні дослідження визначають актуальність наукового напрямку і необхідність конвергенції знань з використанням нано-біо-інфо-когно-соціо-еко (НБІКСЕ)-технологій.

Список посилань

1. Зюзьков В.М. Математическая логика и теория алгоритмов: учебное пособие / В.М. Зюзьков. – Томск: Эль Контент, 2015. - 236 с.
2. Будущее станкостроения-сердцевины машиностроения / Ю.Н. Кузнецов // Журнал «Вестник БРУ, рубрика машиностроения». – 2017. – №2 (55). – с.25-35.
3. Синтез шпиндельних вузлів на базі мотор-шпинделів з використанням системно-морфологічного підходу/ К.О. Олійник // Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського. – 2020. – Випуск 5-6(124-125). – С.133-138.
4. Hongrui Caoa. The concept and progress of intelligent spindles / Hongrui Caoa, Xingwu Zhanga, Xuefeng Chenb // International Journal of Machine Tools & Manufacture 112 (2017), – p.p. 21–52.
5. Jeremi Wojcicki, Giacomo Bianchi. A Smart Spindle Component concept as a standalone measurement system for Industry 4.0 Machine Tools. // Міжнародний семінар IEEE з метрології для промисловості 4.0 та Інтернету речей, Рим, Італія, 3-5 червня 2020 р.
6. Kuznietsov Y. Genetic modeling and structural synthesis of CNC multi-spindle automatic machines of new generation / Kuznietsov Y., Gaidaienko Iu. // International scientific journal “Industry 4.0”, issue 3/2018. – p.p. 115-119.
7. Olejnik K. Modulowe podejście do projektowania frezarek stolowych sterowanych numerycznie / J. Kuznietsov, A. Stepanenko // Kwartalnik 19 zeszyty naukowe politechniki Rzeszowskiej (Mechanika), Rzeszów (Polska). – 2012. – № 84. – С. 51–60.
8. Lunze J. What is a Hybrid System? Modeling? Analysis and Design of Hybrid Systems. Book series, volume 279. Springer 2002. – p.p. 3-14.
9. Oliinyk K.O. Operability analysis of spindle-motor hybrid electromechanical systems / Oliinyk K.O. // Mech. Adv. Technol. Vol.5. – No.1. – 2021. – p.p. 89-96.
10. Shinkarenko V. The operability analysis of spindle-motor hybrid electromechanical systems/ Y. Kuznietsov, V. Shinkarenko, I. Gaidaienko, K. Oliinyk / 13 th Anniversary International scientific Conference «Unitech'13», 22 – 23 November 2013. Gabrovo, Bulgaria. Vol. III, 2013. – p.p. 268 – 272.

УДК 669.14.018.2:622.24.051.

Яким Р. С., докт. техн. наук, професор,

Дрогобицький державний педагогічний університет ім. І. Франка, м. Дрогобич

Петрина Д. Ю., докт. техн. наук, професор

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, pepperiko@ukr.net

ЗВ'ЯЗОК МІЖ ГЛИБИНОЮ ЦЕМЕНТАЦІЇ ТА ПРОЦЕНТНИМ ВМІСТОМ ВУГЛЕЦЮ ТРИШАРОШКОВИХ БУРОВИХ ДОЛІТ

Тришарошкові бурові долота мають доволі складну конструкцію яка включає з'єднані зварюванням три секції, кожна з яких включає лапу з опорою на якій змонтовано шарошку. Довговічність опори головно залежить від зносостійкості, контактної витривалості спряжених елементів, а також якості охолодження й очищення під час буріння. Цементация робочих поверхонь бурових доліт забезпечує хороші характеристики поверхневої міцності та зносостійкості, проте може суттєво підвищити крихкість та погіршити контактну