УДК 621.941-2

Волошин В.Н., канд. техн. наук, доцент
Тернопільський національний технічний університет ім. І. Пулюя, voloshyn@tk.te.ua

ПРИВОД ЗАТИСКУ ВІД ЕЛЕКТРОШПИНДЕЛЯ ГОЛОВНОГО РУХУ ТОКАРНОГО ВЕРСТАТА З ЧПК

У сучасне машинобудування за останні роки все більше впроваджується цифрове виробництво, основу якого складають кіберфізичні системи [1]. Важливими активними системними компонентами в цих системах, які самостійно управляють своїми технологічними і логістичними процесами, є технологічне обладнання та оснащення. Тому одним із важливих напрямків «розумного» машинобудівного виробництва є здатність швидко і гнучко перенастроювати автоматизоване технологічне обладнання [1]. Мехатронні модулі головного руху із механізмами затиску суттєво впливають на гнучкість токарних верстатів з ЧПК та точність і продуктивність токарної обробки. Використання електричного приводу у механізмах затиску токарних верстатів з ЧПК є дуже перспективним, який на відміну від гідравлічного має наступні переваги: низьке енергоспоживання; компактність; легкість контролю та регулювання силу затиску; екологічність, менша потреба у технічному обслуговуванні [2]. Зменшення складності і вартості електромеханічних приводів затиску можливе за рахунок нових концепцій енергоефективних мехатронних затискних пристроїв із використанням в якості джерела механічної енергії двигуна приводу головного руху [3]. Тому розроблення та дослідження енергоефективних електромеханічних приводів затиску затискних механізмів для токарних верстатів з ЧПК з використанням в якості джерела механічної енергії двигуна приводу головного руху є актуальною науково-практичною задачею.

Проведений огляду існуючих електромеханічних затискних механізмів сучасних токарних верстатів з ЧПК показує, що вони являють собою мехатронну систему, яка включає окремий привідний двигун, редуктор та передачу для перетворення обертового руху в зворотно-поступальний (кульково-гвинтову, роликово-гвинтову, або ін.), що приводить в дію тягу приводу затиску [4]. Вони також оснащені системою давачів для контролю зусилля затиску, положення тяги затиску та ін. Це призводить до їх складності та високої вартості.

Одним із способів зменшення складності і вартості таких затискних систем є запропонована в даній роботі концепція енергоефективного приводу затиску від електрошпинделя головного руху токарного верстата з ЧПК. Вона розроблена на основі генетико-морфологічного підходу [5] і передбачає один привід для затиску та обертання заготовки в процесі обробки. Для перемикання із режиму затиску на режим передачі крутного моменту заготовці служить зубчата муфта щеплення.

Привід затиску-розтиску деталі, встановленої у затискному патроні 4, здійснюється від шпинделя 1 (рис. 1). В режимі обробки внутрішній зубчатий вінець муфти щеплення 9 з’єднаний із зубчатими вінцями гайки 7 і стакана 8. Таким чином гайка 7, стакан 8, гвинт 6 і труба затиску 5 обертаються з частотою обертання шпинделя 1 із затискним патроном 4. В режимі затиску-розтиску зубчатий вінець муфти щеплення 9 з’єднаний із зубчатим вінцем 11, приєднаним до корпусу приводу затиску, та зовнішнім зубчатим вінцем гайки 7. Керування пересуванням муфти щеплення 9 здійснюється від електромагнітного приводу 12 через тягу 13 із вилкою. При затиску за допомогою електромагнітного приводу 12 через тягу 13 муфта щеплення 9 переміщається вліво і входить в зачеплення із зубчатим вінцем 11, встановленим жорстко в корпусі приводу затиску. В результаті цього гайка 7 стає нерухомою і більше не з’єднана із шпинделем 1. Обертання шпинделя 1 призводить до обертання гвинта 6 і його загвинчування у нерухомій гайці 7 та лінійного переміщення тяги

затиску 5. Для контролю кутового положення шпинделя служить магніторезистивна вимірювальна система, що складається з магнітного барабана 14 та вимірювальної головки 15. Зупинка шпинделя 1 у відповідному кутовому положенні забезпечує правильну роботу муфти щеплення 2 із зубчатими вінцями 10 і 11 на стакані 8 та корпусі приводу затиску. Контроль довжини ходу труби затиску 5 здійснюється сенсором лінійного переміщення 19, який слідкує за осьовим переміщенням контрольного диска 16.

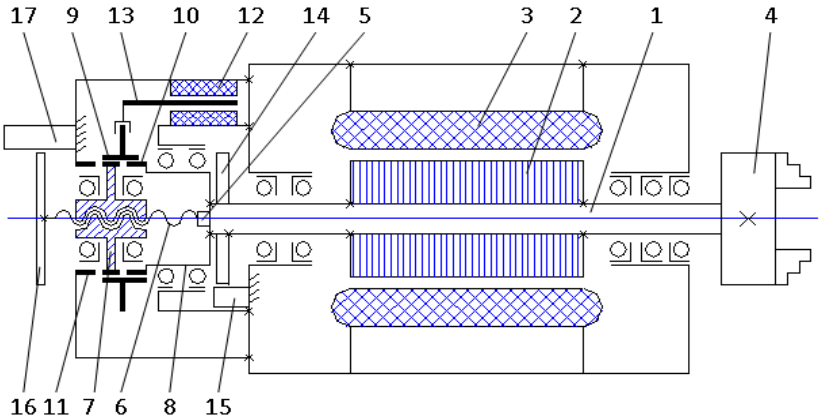

Рис. 1. Конструктивна схема приводу затиску від електрошпинделя приводу головного руху

В рамках теоретичних досліджень розроблено розрахункову схему приводу затискуу, виведено залежності для визначення його кінематичних характеристик та встановлено взаємозв'язок між ними. Розроблено математичну модель для визначення загальних втрат енергії у механічній частині електромеханічного приводу затиску від шпинделя у процесі затиску. Математична модель враховує втрати енергії на переміщення мас ланок електромеханічного приводу затиску та роботу (еквівалент енергії), що виконується для подолання сил тертя у самогальмівній гвинтовій парі. З використанням пакету прикладних програм MathCAD проведено моделювання втрат енергії у механічній частині електромеханічного приводу затиску від шпинделя в процесі затиску в залежності від осьової сили приводу затиску та коефіцієнта тертя у гвинтовій парі.

Запропонований привод затиску від електрошпинделя приводу головного руху із пристроєм перемикання режимів роботи у вигляді зубчатої муфти має ряд суттєвих переваг, таких як енергоефективність, компактність, легкість керування, здатність підтримувати необхідну силу затиску без підведення енергії після затиску та її регулювання.

Список посилань

1. Industrial Internet of Things. Cybermanufacturing Systems/ S.Jeschke, C. Brecher, H. Song, D.-B. Rawat. – Springer, 2017. – 709 p.

2. Кузнєцов Ю.М. Приводи затискних механізмів металообробних верстатів: монографія/ Ю.М. Кузнєцов, Б.І. Придальний. – Луцьк: Вежа-Друк, 2016. – 352 с.

3. Jang D. Design of A High Force Electromechanical Actuator for Electrically Driven Lathe Machine/ D. Jang, H. Shin, S. Paul, J. Chang and Y. Yun// IEEE Transactions on Industrial Electronics – vol.10, 2019. – p. 1-10.

4. Волошин В.Н. Мехатронна система затиску токарного верстата з ЧПК з магнітореологічним середовищем/ В.Н. Волошин// Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем (КЗЯТПС-2020): матеріали тез доповідей X Міжнародної наук.-практ. конф., [Чернігів], 29–30 квітня 2020р./ Національний університет «Чернігівська політехніка». – Чернігів, 2020, Т1. – С.115-116.

5. Кузнєцов Ю.М. Передумови генетико-морфологічного синтезу електромеханічних приводів затискних механізмів, що обертаються/ Ю.М.Кузнєцов, Б.І. Придальний// Вісник НТУУ «КПІ». Серія машинобудування. – 2015.– №3(75). – С.48 – 55.