

враховувати багатоточкове прикладання зусилля затиску від затискного пристрою та вплив сил різання від одно- та дволезового інструментального оснащення. На основі розгляду умов створення на кулачках додаткових радіальних та тангенціальних реакцій від однолезового та самоналагоджувального дволезового інструментального оснащення з врахуванням позиції кулачків доведено, що при використанні дволезового самоналагоджувального інструментального оснащення додаткові реакції на кулачки від сил різання створюватися не будуть при умові забезпечення їх рівності.

ЛІТЕРАТУРА

1. Технологічне оснащення для високоефективної обробки деталей на токарних верстатах: Монографія/ [Кузнецов Ю.М., Луців І.В., Шевченко О.В., Волошин В.Н.]. – К.: - Тернопіль: Терно-граф, 2011. – 692 с.
2. Зажимные механизмы и технологическая оснастка для высокоэффективной токарной обработки: Монография/ [Кузнецов Ю.Н., Драчев О.И., Луцив И.В., Шевченко А.В., Волошин В.Н.]. – Старый Оскол: ТНТ, 2014. – 480 с.
3. Луців І.В. Комп'ютерне моделювання складових самоналагоджувального комплексного оснащення для токарної обробки/ Луців І.В., Волошин В.Н., Буховець В.М.// Вісник Національного університету «Львівська політехніка». Оптимізація виробничих процесів і технічний контроль в машинобудуванні. – 2012. – Випуск 746. – С.28 – 31.
4. Луців І.В. Комп'ютерний аналіз підсистем затиску та самоналагоджувального оснащення для багатолезової обробки адаптивного типу/ Луців І.В., Волошин В.Н., Буховець В.М.// Науковий вісник Херсонської державної морської академії. – 2013. – №2(9) – С. 183-190.
5. Sathyanarayana S. Determination of Clamping Force Based on Minimization of Workpiece Elastic Deformation/ Sathyanarayana S., Melkote S.// Transaction of NAMRI/SME, Vol. 3, 2002, pp. 597-604.
6. Matin M. Analysis of the Cutting Process of a Cylindrical Workpiece Clamped by a Three Jaw Chuck/ Matin M., Rahman M.// Transactions of the ASME, Vol. 110. No. 110, 1988, pp. 326-332.

АНАЛІЗ ПРОЦЕСУ ЗАТИСКУ-РОЗТИСКУ ТІЛ ОБЕРТАННЯ В ЗАТИСКНОМУ МЕХАНІЗМІ З ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИМ ПРИВОДОМ

Кузнецов Ю.М.
Національний технічний університет України «КПІ»
Придальний Б.І.
Луцький національний технічний університет

Вступ. Будь-який затискний механізм (ЗМ) містить самостійні системи, роль яких є різною для кожного конкретного стану ЗМ. До таких систем відноситься «привод-патрон» та «патрон-деталь». Систему «привод-патрон» зазвичай називають «привод затиску» (ПрЗ) і її можна означити як проміжний пристрій для перетворення і передачі енергії у вигляді силового потоку від джерела енергії до виконавчого пристрою з функціональною залежністю від них. У сучасних металорізальних верстатах застосовуються ЗМ з різними способами забезпечення та підтримки напруженого стану системи – замикання силового контуру: геометричного, силового, фрикційного з самогальмуванням та комбінованого [1, 2]. Розвиток верстатобудування характеризується широким застосуванням автоматизованих ЗМ з електричним, гідравлічним, пневматичним, механічними і комбінованим ПрЗ.

Усунення недоліків існуючих ПрЗ сприяє підвищенню продуктивності обробки на металорізальних верстатах. Основним недоліком ПрЗ з геометричним замиканням є те, що нестабільність розміру однієї з ланок системи, а саме – заготовки, породжує нестабільність

сумарної деформації всіх ланок при замиканні і, як наслідок, нестабільність сил затиску заготовки в межах допуску. Недоліками ПрЗ з силовим замиканням є зміна зусилля затиску при коливаннях тиску робочого середовища в мережі, небезпека викиду деталей у випадку неочікуваного зменшення тиску або розриву у мережі (для гідро- і пневмо привод), поломки пружини (у пружинних приводах) або відключення електромережі; витоки робочого середовища (масла та повітря), компенсація яких спричиняє підвищені витрати енергії, шум; залежність режиму роботи від в'язкості масла, що змінюється при його нагріванні (для гідропривода).

Актуальність досліджень. Останнім часом особливо гостро постає проблема зменшення витрат енергії, що використовується для випуску одиниці продукції. Стосовно процесу закріплення заготовки вона може бути розглянута в таких напрямках як: підвищення економічності виготовлення і довговічності вузлів ЗМ, підвищення їх ККД і зниження витрат енергії, підвищення зручності обслуговування, ремонту та надійності роботи ЗМ [1, 2, 3].

Одними з найбільш економічних і безпечних є ПрЗ у яких замикання силового контуру відбувається шляхом самогальмуванням, оскільки після досягнення необхідного зусилля затиску вони відключаються від джерела живлення і підтримують зусилля затиску навіть при аварійній втраті живлення верстата. Такі ПрЗ можуть містити у своєму складі одну або декілька самогальмуючих передач, що фіксують напружений стан механічної системи ЗМ після вимкнення приводного електродвигуна. До самогальмуючих механізмів відносяться ті [4], які можна привести в рух тільки з боку однієї з вихідних ланок механізму – ведучої ланки. Найбільшого поширення у складі ПрЗ набули самогальмуючі механізми у вигляді гвинтової передачі оскільки вони більш економічні у виготовленні та експлуатації внаслідок більш простої конструкції.

Постановка задачі. У ряді випадків, використання електричних систем у складі ПрЗ дає можливість спростити і підвищити ефективність передачі та перетворення енергії у ЗМ, і зокрема, підвести вхідне зусилля до електромеханічних ПрЗ (ЕМПрЗ) безконтактно – за рахунок електромагнітної взаємодії [5]. Використання ЕМПрЗ в складі ЗМ також дає змогу суттєво скоротити кількість кінематичних ланцюгів верстата для перетворення та передачі вхідного зусилля до ЕМПрЗ, що забезпечує більш ефективне використання енергії необхідної для процесу «затиску-розтиску», підвищує надійність роботи верстата та зменшує його металоємність. ЕМПрЗ містять меншу кількість рухомих елементів та пар тертя, а їх приводний двигун працює в короткі проміжки часу – під час затиску і розтиску, що підвищує енергетичні показники ЗМ. Характеристики їх роботи майже не залежать від температури оточуючого середовища. Все це сприяє збільшенню надійності, ефективності і довговічності роботи даних механізмів та полегшує процес балансування, що особливо важливо при розробці швидкохідних шпindelних вузлів. Також, особливості ЕМПрЗ надають їм істотних переваг з точки зору автоматизації. Використання засобів електроавтоматики дозволяє найбільш просто здійснити автоматичне керування ЕМПрЗ, а також більш зручно та ефективно здійснювати дистанційне керування як зі стаціонарного, так і з переносного пультів.

Структурна схема найбільш простого цангового ЗМ з самогальмуванням та ЕМПрЗ з короткозамкнутим ротором обертальної дії може бути представлена наступним набором структурних елементів (рис. 1): джерело енергії ДЕ – зазвичай цехову електромережу з напругою U ; комутуючий пристрій К, який керує роботою приводного двигуна Д, що складається з статора та ротора (найчастіше обертального руху на валу якого виникає момент M_d); приводний самогальмуючий механізм ПрСМ, який також може бути виконаний у вигляді двох окремих структурних елементів (приводного механізму ПМ та самогальмуючої передачі СП), що змінює характеристики руху вихідної ланки приводного двигуна Д та фіксує напружений стан ЗМ після його вимкнення; затискний патрон ЗП, що безпосередньо здійснює фіксацію об'єкта затиску ОЗ з радіальним зусиллям Fr_2 . В ЗМ такого типу можуть бути реалізовані декілька варіантів управління роботою двигуна Д, з

метою автоматичного регулювання параметрів роботи ЗМ, для яких характерними є використання різних зворотних зв'язків I, II та III (рис. 1).

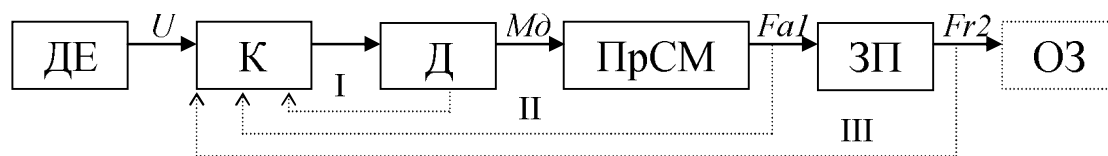


Рисунок 1 – Структурна схема цангового ЗМ з самогальмуванням та ЕМПр3

Отримання заданої величини радіального зусилля затиску $Fr2$ в ЗМ з ЕМПр3 може здійснюватися на основі декількох принципів організації системи керування його роботою. Найбільш простим є принцип керування без штучного обмеження величини зусилля затиску – приводний двигун ЕМПр3 працює в стопорному режимі до зупинки ротора (режим «перекидання») з подальшим його відключенням. Таке перевантаження приводного двигуна є допустимим в наслідок короткочасного режиму його роботи. Існує також ряд принципів керування організованих на різних системах обмеження зусилля затиску де відключення приводного двигуна ЕМПр3, після досягнення необхідного зусилля затиску, відбувається за однією з наступних схем управління за: часом – відключенням двигуна з допомогою реле часу; за шляхом – відключенням з допомогою шляхового (кінцевого) вимикача; за швидкістю – відключенням з допомогою індуктивного реле контролю швидкості; за навантаженням – відключенням з допомогою реле максимального струму, оскільки струм двигуна залежить від навантаження і короткочасно може перевищувати номінальні значення. У всіх випадках потрібно враховувати час спрацювання керуючої апаратури (реле).

Результати досліджень. Намагання усунути недоліки традиційних ЕМПр3 привели авторів до створення нової конструкції ЕМПр3 [5] (рис. 2). У запропонованій конструкції ЕМПр3 ротор асинхронного електродвигуна розташовано на різьбовій поверхні шпинделя з можливістю їх взаємного руху. При цьому, статор ЕМПр3 жорстко зв'язаний з корпусом шпиндельного вузла. Підвід енергії здійснюється безконтактно – за рахунок впливу електромагнітного моменту статора. В початковий момент роботи ЗМ, ротор ЕМПр3 має кутову швидкість відносно статора, яка рівна швидкості обертання шпинделя. Рух ротора відносно шпинделя відбувається під дією електромагнітного моменту статора шляхом зміни кутової швидкості ротора відносно швидкості шпинделя. Це також призводить до осевого руху ротора по різьбовій поверхні із зусиллям $Fa1$, що є вихідним зусиллям ЕМПр3. За попередніми (прогнозними) оцінками отримання $Fa1$ з необхідними для роботи ЗМ параметрами можна досягнути шляхом відносної зміни частоти обертання ротора та шпинделя на 20-30%. Це дозволяє зробити припущення про можливість значного зменшення тривалості та величини впливу перехідних процесів у двигуні ЕМПр3 при певних умовах його роботи. У зв'язку з цим, також припускається, що для більшості фаз роботи ЗМ для наближеного розрахунку параметрів конструкції та роботи приводного двигуна запропонованого ЕМПр3 з достатньою для практичного використання точністю є можливим застосування відомих закономірностей, що описують роботу асинхронного електродвигуна в усталеному режимі. Це значно спрощує розрахунки при розробці ЕМПр3 на основі запропонованої конструкції. Для виявлення оптимальних умов використання ЕМПр3 запропонованої конструкції та підтвердження його прогнозованих характеристик необхідне проведення ряду теоретичних та практичних досліджень.

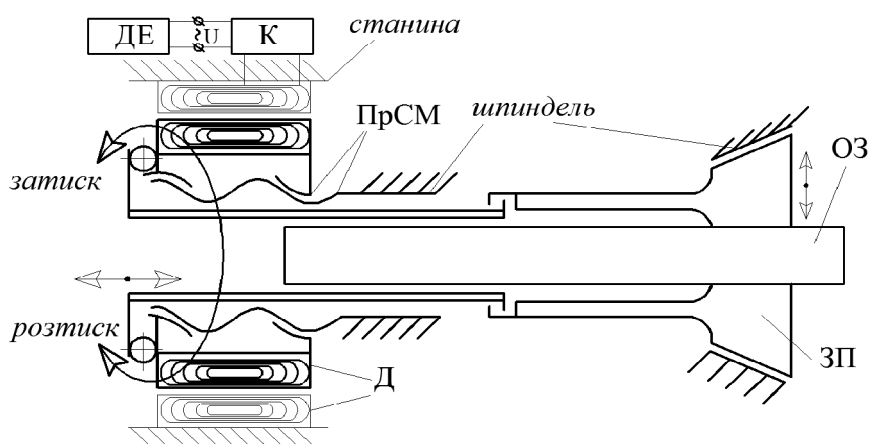


Рисунок 2 – Принципова схема ЕМПрЗ за патентом України № 95323 [5]

Висновки. У даній статті представлено попередні теоретичні дослідження окремих характеристик роботи ЗМ з самогальмуючими ЕМПрЗ, що створює передумови для їх розробки, покращення методів проектування, розширення сфери застосування та більш повного використання їх можливостей.

ЛІТЕРАТУРА

1. Кузнецов Ю.М., Придальний Б.І. Проектування цільових механізмів маніпулювання верстатів нового покоління. Вид-во 2-ге, змін /Під заг. Редакцією проф. Ю.М.Кузнецова.-Луцьк: Вежа-Друк, 2014.-428с.
2. Кузнецов Ю.Н., Волошин В.Н., Неделчева П.М., Эль-Дахаби Ф. В. Зажимные механизмы для высокопроизводительной и высокоточной обработки резанием. Монография. В 2х частях. Ч.2 – Конструкции, расчеты и исследования зажимных механизмов. / Под ред. Ю.Н. Кузнецова. – К.: ООО "ЗМОК" – ООО "Гнозис", 2010. – 466с.
3. Свешников В.К., Столбов Л.С, Усов А.А. Гидроприводы металлорежущих станков и промышленных роботов (манипуляторов). Обзор. - М.: НИИмаш, 1983, 44 с. (Сер.С-1 Станкостроение).
4. Турпаев А.И. Самотормозящиеся механизмы. - М.: Машиностроение, 1976. - 208 с.
5. Пат. України на винахід 95323 Україна, МПК (2011.01) В23В15/00, В23В13/10 (2006.01)– №u200906409 Пристрій для затиску пруткового матеріалу /Кузнецов Ю. М., Придальний Б. І., Редько Р. Г.; заявл. 19.06.2009; опубл. 25.07.2011, Бюл. № 14/2011