

І. А. ВОЛОЩАК

## ВЗАЄМОЗВ'ЯЗАНИЙ ЕЛЕКТРОПРИВОД РУЛОННИХ РОТАЦІЙНИХ МАШИН

Залежно від способу розподілу механічної енергії та шляху передачі її від двигуна до робочих органів машини електроприводи багатосекційних рулонних ротаційних машин (РРМ) поділяємо на три типи: груповий, багатодвигунний, взаємозв'язаний (без загального механічного вала).

Найчастіше застосовується груповий електропривод (рисунком, а), що має один (головний) двигун *МГ*, від якого рух передається через поздовжній вал *ПВ* робочим органам машини (друкарським апаратам *ДА1*, *ДА2*, ..., *ДАН*, фальцапарату *ФА* або приймальному рулонному пристрою *Р* та іншим виконавчим механізмам).

Особливістю групового електропривода є наявність розгалуженого кінематичного кола, тому його к. к. д. низький, а металоємність — велика. У довгому поздовжньому валу та інших ланках привода під дією незрівноважених сил обертових деталей друкарських апаратів, наявності зазорів у зубчастих зачепленнях тощо виникають крутильні коливання, які погіршують якість друку, збільшують енергоємність привода, викликають шум. Через появу значних крутильних коливань у приводі РРМ не можна експлуатувати тривалий час при максимальних робочих режимах [7].

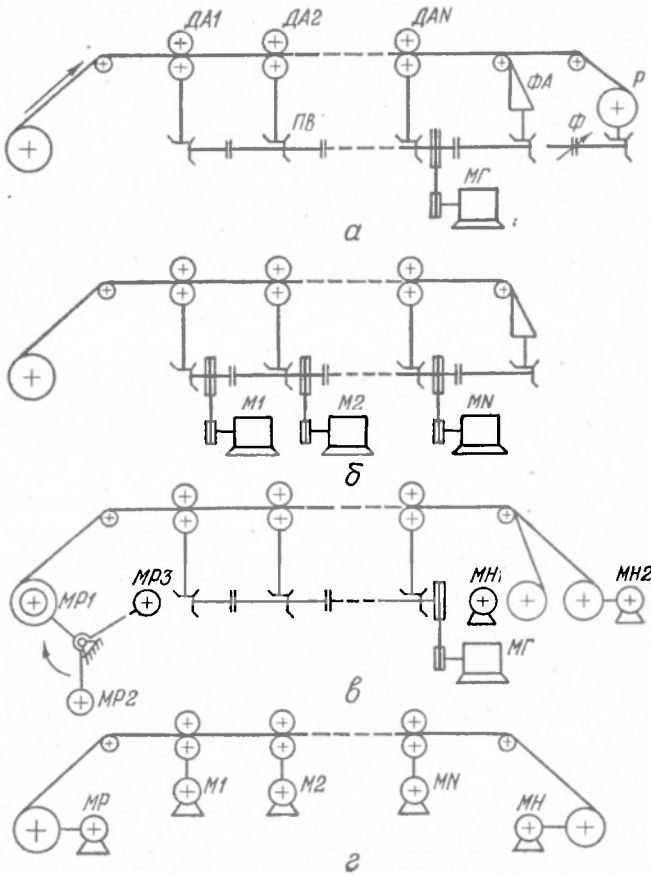
Для поліпшення динаміки системи механічного привода РРМ рекомендують [7] скоротити довжину валів передач при установці поздовжнього вала на рівні друкарських апаратів, зменшити передаточне число між двигуном і поздовжнім валом і т. д. Ці рекомендації збігаються з відомою тенденцією розвитку електропривода, яка полягає в максимальному наближенні електродвигуна до робочих органів машини, в переході від групового електропривода машин до індивідуального, від індивідуального до взаємозв'язаного.

Намагання скоротити шлях передачі енергії від двигуна до виконавчих органів, розосередити підведену потужність вздовж кінематичного кола машини привело до розвитку багатодвигунного електропривода (БЕП) друкарських машин. У такому електроприводі (див. рисунок, б), що є окремим випадком взаємозв'язаного електропривода (ВЕП), окремі секції машини приводяться індивідуальними електродвигунами *М1*, *М2*, ..., *МN* і зв'язані загальним механічним валом. БЕП застосовують, наприклад, у газетних агрегатах серій ГАУ, де здвоєний модуль агрегата складається з двох друкарських секцій, кожна з яких включає рулонну установку, друкарський апарат, фальцапарат і приводиться

індивідуальним двигуном. Включенням відповідних муфт на поздовжньому валі можна забезпечити як незалежну роботу кожного друкарського апарата на свій фальцапарат, так і спільну роботу двох друкарських апаратів на один із фальцапаратів.

При спільній роботі двох або декількох двигунів на загальний механічний вал виникає задача рівномірного розподілу навантаження між ними. Вирівнювання здійснюється у друкарських машинах шляхом порівняння сигналів від датчика струму навантаження секційних двигунів і вироблення на входах систем керування двигунами сигналів на прискорення недовантаженого та сповільнення перевантаженого двигунів. Рідше застосовують послідовне вмикання обмоток якорів двигунів, що працюють на загальний вал.

Стабілізація БЕП з загальним валом, який є пружною ланкою першого роду, при наявності паперової стрічки (пружної ланки



Електроприводи багатосекційних РРМ:

а — груповий; б — багатодвигунний; в — взаємозв'язаний, триланковий; г — взаємозв'язаний багатосекційний.

другого роду) становить певні труднощі. На вітчизняних серійних машинах такий тип привода використовують при двох спільно працюючих двигунах. Як показала практика, на багатосекційних друкарських машинах (як рулонних, так і аркушевих) часто обмежуються установкою одного двигуна, при цьому доводиться збільшувати жорсткість поздовжнього вала привода. Однак таке розв'язання вимушене і зумовлене двома основними причинами.

По-перше, недостатньо вивчений взаємовплив на роботу багатосекційних друкарських машин приводів суміжних секцій, зв'язаних механічним валом, з урахуванням пружних зв'язків першого і другого роду та зазорів у передачах. По-друге, відсутні дослідження динаміки ВЕП, у тому числі БЕП друкарських ротаційних машин, а вивчення механічних систем приводів проводиться, як правило, без належного урахування динамічних властивостей електродвигунів і систем автоматичного керування ними.

За наявності поздовжнього вала в системі БЕП РРМ практично не зменшується порівняно з груповим електроприводом довжина передач і незначно лише понижується їх маса, не збільшується загальний к. к. д. машини. Отже, не використовуються головні переваги ВЕП. Вони виявляються повною мірою лише тоді, коли виключаються або істотно скорочуються механічні зв'язки у приводі.

Це підтверджується багаторічним досвідом створення й експлуатації потокових ліній по виготовленню паперу, текстильного полотна, сталевий смуги, полімерної плівки, шинного корду і т. п. стрічкових матеріалів. ВЕП став силовою базою і засобом автоматизації потокових ліній, який найліпше відповідає вимозі узгодженого руху секцій, зв'язаних лише оброблюваною стрічкою [1—5, 8—14, 17, 18].

У розвитку ВЕП поліграфічних машин важливе значення мало застосування (на імпортних машинах) індивідуального електропривода стрічкоживильних пристроїв РРМ замість механічного чи електромагнітного рулонного гальма або периферійного привода, зв'язаного з поздовжнім валом. На рисунку, в показана трипроменева рулонна зарядка з індивідуальними електродвигунами на кожному промені МР1, МР2, МР3. Синхронізацію електропривода розмотки з друкарськими апаратами здійснюють за допомогою систем регулювання натягу паперової стрічки з «плаваючим» валіком.

Перевага електродвигунних приводів стрічкоживильних пристроїв полягає в тому, що є можливість створення не лише гальмівного моменту (при цьому двигун працює в економічно вигідному рекуперативному режимі, віддаючи енергію в мережу), але й рушійного моменту, необхідного при пуску машини і під час розгону рулону при автосклеїці.

Подальшим етапом у розвитку ВЕП РРМ є автоматизація стрічкоприймальних пристроїв.

Розроблена в УПІ ім. Ів. Федорова система автоматичного керування намоткою бобін впроваджена на декількох офсетних і

флексграфських РРМ (РО-62 і А-106, виробництва НДР). Замість існуючого механічного привода намотувальних валів з ланцюговою передачею, або довгим валом і з фрикціонами (Ф, див. рисунок, а) застосовано електропривод з індивідуальними електродвигунами намоточних валів (МН1, МН2, рисунок, в). Синхронність роботи намотувальних пристроїв з друкарськими апаратами при відсутності механічного зв'язку між ними забезпечується системами автоматичного керування двигунами намотки зі зворотним зв'язком за швидкістю або за напругою та струмом якоря. Ведучим задатчиком швидкості є тахогенератор головного двигуна МГ. Для регулювання натягу паперової стрічки використовують посередній метод вимірювання зусилля натягу [6].

Заміна вручну регульованого механічного привода намоточного пристрою автоматизованим індивідуальним електроприводом дала змогу поліпшити якість і щільність намотки бобін (в РО-62 на 25...30%), збільшити продуктивність, полегшити працю друкарів [6]. У машинах А-106 при реконструкції демонтовано довгий (~3 м) вал, більше 30 масивних шестерень і два фрикційні механізми. Внаслідок цього зменшились трудомісткість обслуговування машини (змазка, регулювання, заміна фрикційних елементів), споживання електроенергії, рівень виробничих шумів.

Сукупність трьох індивідуальних електроприводів головних вузлів машинної системи рулон—друкарські апарати—рулон, з'єднаних лише паперовою стрічкою, формує триланковий ВЕП РРМ (див. рисунок, в). Наприклад, машина глибокого друку «Андреотті» обладнана ВЕП, що включає п'ять двигунів: головний МГ, розмотки МР1, МР2, МР3 і намотки МН1. Синхронізація індивідуальних електроприводів трьох ланок машини здійснюється за допомогою двох регуляторів натягу (на намотці та на розмотці) з «плаваючим» валиком. Аналогічний тип ВЕП застосовано на дослідному зразку вітчизняної флексграфської машини ТФР-100.4.

Найбільш ефективною перспективою розвитку електропривода РРМ представляється повне виключення поздовжнього вала з кінематичного кола, тобто створення багатосекційного ВЕП. У ньому кожна друкарська секція приводиться індивідуальним двигуном М1, М2, ... МN (див. рисунок, г). Окремими двигунами приводяться також рулонні установки розмотувального і намотувального пристроїв МР, МН (або фальцапарати) ножі поздовжнього різання полотна, стрічковедучі та натяжні пари.

Максимальне наближення двигунів до друкарських апаратів та інших виконавчих органів машини істотно зменшують металомісткість кінематичних кіл машини. За рахунок усунення багатьох зубчатих пар, муфт, диференціалів підвищується загальний к. к. д. привода, зменшується шумовий фон. У механічній системі привода усуваються коливання, зумовлені наявністю пружного поздовжнього вала, а також вертикальних валів, що створює передумови для збільшення швидкості друкування. З усуненням поздовжнього вала полегшується компоновка машини та її обслуговування, доступ до друкарських апаратів. У зв'язку зі зменшенням механічних зв'язків і виконавчих механізмів, одночасним

збільшенням кількості вузлів з електричною інформатикою та виконавчими органами створюються сприятливі умови для комплексної автоматизації процесу друкування з застосуванням мікропроцесорів, для переходу до гнучкого автоматизованого виробництва.

Реалізація ідеї ВЕП РРМ без механічного вала, що з'єднує друкарські секції машини, вимагає вирішення ряду проблем: автоматичне регулювання натягу паперової стрічки між друкарськими секціями в статичній та динамічній, регулювання швидкості та струму секційних двигунів, співвідношення швидкостей двигунів сусідніх секцій. Але крім цих, стереотипних для ВЕП задач, які практично розв'язані в інших галузях, а частково і в поліграфії, виникають важливі задачі, специфічні лише для друкарських машин. Сюди належать забезпечення точного суміщення фарб на відтисках у системі ВЕП, регулювання довжини міжсекційної ділянки паперової стрічки, синфазність друкарських циліндрів суміжних секцій тощо.

На підставі досліджень [15] запропонована система автоматичного керування багатодвигунною РРМ [16], у якій кожна друкарська секція приводиться індивідуальним двигуном (див. рисунок, з). Введення у систему керування ВЕП машини стабілізаторів довжини дає змогу забезпечити високу точність підтримання довжини міжсекційної ділянки паперової стрічки, необхідну для суміщення фарб на відтисках.

Список літератури: 1. Барков М. Г. Перспективы развития автоматизированного электропривода бумагоделательных машин. — В кн.: Автоматизированный электропривод в пром-сти. М.: Энергия, 1974, с. 346—350. 2. Барышников В. Д., Быстров А. М. Автоматизированные многодвигательные электроприводы поточных линий для непрерывной обработки гибких материалов. — В кн.: Автоматизированный электропривод, силовые полупроводниковые приборы, преобразовательная техника. М.: Энергоиздат, 1983, с. 39—44. 3. Барышников В. Д. Автоматизированные электроприводы с непосредственным и косвенным регулированием натяжения обрабатываемого материала. — В кн.: Автоматизированный электропривод. М.: Энергия, 1980, с. 357—365. 4. Борцов Ю. А., Соколовский Г. Г. Тиристорные системы электропривода с упругими связями. — Л.: Энергия, 1979. — 160 с. 5. Быстров А. М., Кожухин С. М., Пестин С. В. Проблемы применения регулируемого электропривода в легкой промышленности. — В кн.: Автоматизированный электропривод в пром-сти. М.: Энергия, 1974, с. 351—355. 6. Волощак І. А., Дурняк Б. В. Регульований електропривод рулонних намотувальних пристроїв. — Поліграфія і видавельське дело, 1984, № 20, с. 82—87. 7. Воронов Е. А. Основные принципы рационального проектирования механических систем приводов для рулонных печатных машин. — В кн.: Внедрение научных разработок для эффективного использования и расширения применения рулонных печатных машин. Калинин, 1982, с. 7—30. 8. Дружинин Н. Н. Непрерывные станы как объект автоматизации. — М.: Металлургия, 1975. — 336 с. 9. Дружинин Н. Н., Колядич В. М., Мирер А. Г. Вопросы динамики многодвигательных электроприводов с упругопластическими связями. — В кн.: Автоматизированный электропривод. М.: Энергия, 1980, с. 20—24. 10. Егоров В. Н., Шестаков В. М. Динамика систем электропривода. — Л.: Энергоатомиздат, 1983. — 214 с. 11. Закорюкин Ю. В. Теоретические и экспериментальные исследования поточных линий текстильной промышленности, оснащенных асинхронным многодвигательным регулируемым электроприводом: Автореф. дис. ... д-ра техн. наук. — Л., 1975. — 45 с. 12. Иванов Г. М., Хуторецкий В. М. Автоматизированный многодвигательный электропривод постоянного тока. — М.: Энергия, 1978. — 160 с. 13. Иванов Г. М., Левин Г. М., Сар-

батова Н. И. Синтез систем управления электроприводов с регулированием натяжения обрабатываемого материала при широких вариациях его жесткости. — В кн.: Автоматизированный электропривод, силовые полупроводниковые приборы, преобразовательная техника. М.: Энергоиздат, 1983, с. 171—174. 14. Кивит Л. А., Шестаков В. М. Некоторые вопросы оптимизации динамики взаимосвязанных электроприводов. — В кн.: Автоматизированный электропривод, силовые полупроводниковые приборы, преобразовательная техника. М.: Энергоиздат, 1983, с. 167—171. 15. Луцків М. М., Волощак І. А. Аналіз моделей друкарської машини з стабілізатором довжини паперової стрічки. — Поліграфія і видавниче дело, 1985, № 21, с. 74—79. 16. Луцків Н. М., Волощак І. А. А. с. № 1101399 (СССР). Система управління многодвигатільної друкарської машини. — Опубл. в Б. И., 1984, № 25. 17. Многодвигательные электроприводы поточных линий / Под ред. Быстрова А. М. — Иваново, 1981. — 160 с. 18. Шестаков В. М. Автоматизированные электроприводы бумаго- и картоноделательных машин. — М.: Лесная пром-сть, 1978. — 123 с.

A classification and a survey of multi-section web rotary presses are given. The most effective type of electrodrive is shown to be an interconnected electrodrive with no mechanical connection between sections. Operational results of interconnected electrodrive are given.

Стаття надійшла до редколегії 25. 04. 85