

ТИРИСТОРНИЙ ПРИВОД ПОДАВАЧА ПАПЕРОРІЗАЛЬНОЇ МАШИНИ З ПРОГРАМНИМ КЕРУВАННЯМ

Основним завданням системи позиціонування стопи паперорізальних машин з програмним керуванням є точна зупинка подавача в заданому положенні, яка забезпечується інтенсивним попереднім гальмуванням привода, переведенням його на повзучу швидкість і кінцевим гальмуванням до повної зупинки. Повзуча швидкість в існуючих машинах становить 12—15% максимальної (робочої) швидкості подавача.

Позиційні електроприводи широко застосовуються в різних галузях машинобудування [1]. У простих позиційних системах наявні такі види електроприводів: перегульований асинхронний електропривод з редуктором, який перемикається за допомогою муфти; дводвигуновий привод, що складається з асинхронного двигуна для швидкого переміщення, та серводвигуна постійного або змінного струму для повзучої швидкості; регульований асинхронний двигун з короткозамкнутим ротором; регульований двигун постійного струму.

У вітчизняних металообробних та інших машинах з низькою точністю позиціонування (0,1—1 мм), а саме до таких механізмів належить привод подавача, застосовуються в основному асинхронні двигуни з використанням різних способів електричного, електро-механічного або механічного гальмування. В імпортованих паперорізальних машинах застосовуються, звичайно, асинхронні двошвидкісні двигуни, в тому числі спеціальні з двома статорами і роторами на одному валу, укомплектовані, як правило, вентилятором примусового охолодження.

Перспективність застосування двошвидкісних асинхронних двигунів визначається простотою схеми керування, а також економічністю, зумовленою віддачею енергії у мережу при гальмуванні.

Тепер електромашинобудівна промисловість випускає двошвидкісні асинхронні двигуни серії Т з діапазоном регулювання 8:1 потужністю 4 кВт і більше. Доцільно випускати також двошвидкісні двигуни потужністю до 1 кВт, які знайшли б застосування не лише в паперорізальних машинах. Точна зупинка робочих органів потрібна в електроінверсорах, автоматичних лініях, автоматизованих складах і в інших механізмах і установках як поліграфічної, так і машинобудівної промисловості.

Повзуча швидкість може бути одержана також в приводі з одношвидкісним асинхронним двигуном шляхом накладання двигунового режиму і режиму динамічного гальмування [1]. Схема розробленої і дослідженої тиристорної системи керування приводом подавача показана на рис. 1.

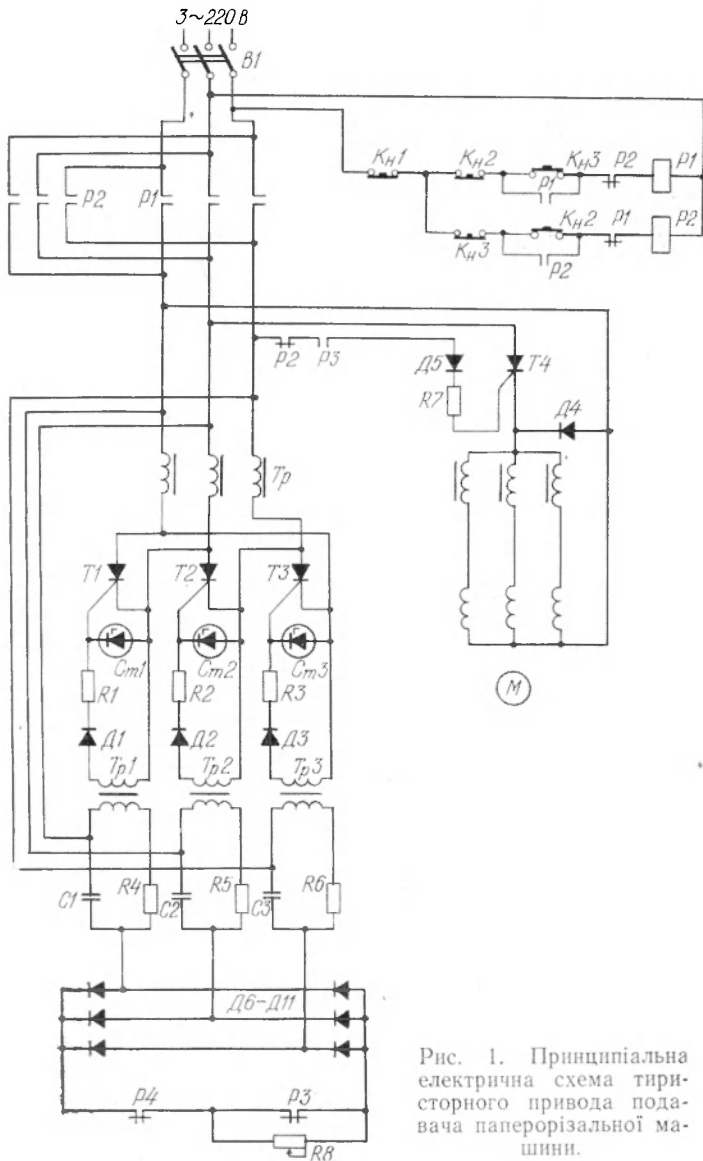


Рис. 1. Принципіальна електрична схема тиристорного привода подавача паперорізальної машини.

Асинхронний двигун M одержує живлення через трансформатор T_p , до якого приєднаний тиристорний комутатор $T1-T3$. Залежно від робочого стану тиристорів змінюється вторинна напруга на трансформаторі T_p і її гармонічний склад. Керування тиристорним комутатором здійснюється за допомогою фазозсувного пристрою (ФЗП) і формувача імпульсів, які ввімкнені в коло керування тиристорами.

Фазозсувний пристрій складається з трьох однофазних трансформаторів $Tr1—Tr3$, конденсаторів $C1—C3$, резисторів $R4—R6$, трифазного випрямляча $D6—D11$ і регульовального потенціометра $R8$.

Формувач імпульсів складається з діодів $D1—D3$, стабілітронів $Ст1—Ст3$ та баластних резисторів $R1—R3$.

Принцип дії ФЗП полягає в зміні фази імпульсів керування тиристорами при введенні в первинне коло фазозсувних трансформаторів $Tr1—Tr3$ активного опору $R8$. Формувач імпульсів утворює однополярні трапецоїдні імпульси напруги, які подаються на керуючі електроди тиристорів.

Рух подавача з робочою швидкістю відбувається при максимально відкритих тиристорах. У цей час опір $R8$ виявляється зашунтованим розмикаючим контактом реле повзучої швидкості $P3$ системи програмного керування (СПК) машиною.

Перехід двигуна на повзучу швидкість відбувається при спрацьовуванні реле $P3$. При цьому розмикаючим контактом $P3$ вводиться опір $R8$, що приводить до зниження напруги на статорі двигуна, а замикаючим вмикається коло динамічного гальмування, яке складається з тиристора $T4$, діода $D5$ і резистора $R7$ у колі керування тиристором і зворотного діода $D4$. Двигун переходить на повзучу швидкість внаслідок накладання двох режимів роботи: двигунового при зниженій напрузі і динамічного гальмування.

Кінцева зупинка подавача настає після спрацьовування реле $P4$ СПК, яке викликає закривання тиристорів $T1—T3$. Одночасно вимикається реле $P3$ і вмикається електромагнітне гальмо. Наступний пуск відбувається при вимиканні реле $P4$.

Відмінність розглянутої схеми від схеми в [1] полягає у введенні в фазозсувний пристрій конденсаторів $C1—C3$ і резисторів $R4—R6$. Конденсатори дають змогу розширити межі регулювання фази вихідного сигналу за рахунок збільшення реактивної складової струму ФЗП, яка при невисокій добротності серійних трансформаторів $Tr1—Tr3$ є порівняно малою. Конденсатори полегшують узгодження фази напруг керування з лінійними напругами мережі.

Використання для привода подавача двигуна з короткозамкнутим ротором нормального виконання, або з підвищеним ковзанням практично важко здійснити внаслідок великої частоти вмикань механізму подавача. При частоті вмикань до 15—20 за хвилину, що можливе при роботі паперорізальної машини, такий двигун неминуче буде перегріватися пусковими струмами, кратність яких не менша 4, і струмами, споживаними двигуном при повзучій швидкості. Крім того, занадто висока жорсткість стійкої ділянки механічних характеристик двигуна у двигуновому режимі, а ще більша в режимі динамічного гальмування, не дає змоги формувати такі механічні характеристики змішаного двигуно-гальмівного режиму, які забезпечували б одержання потрібної величини повзучої швидкості. Стійкі повзучі швидкості при застосуванні

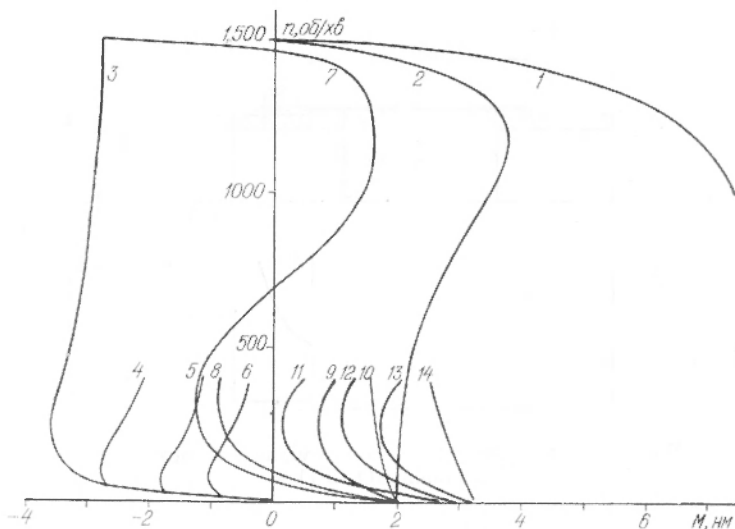


Рис. 2. Механічні характеристики асинхронного двигуна з підвищеним ковзанням:

- 1, 2 — двигуновий режим при $R8=0$ ($U_{ст}=270-360$ в) і 4,2 ком ($U_{ст}=210-330$ в);
 3, 4, 5, 6 — режим динамічного гальмування при $I_r=10, 8, 6, 4$ а; 7, 8, 9, 10 —
 змішаний режим при $R8=4,2$ ком і $I_r=10, 8, 6, 4$ а; 11, 12, 13, 14 — змішаний
 режим при $R8=2,8$ ком і тих самих значеннях I_r .

таких двигунів можна одержати, але вони набагато менші від необхідних. Останнє положення наочно ілюструється знятими експериментально механічними характеристиками двигуна з підвищеним ковзанням типу АОЛС2-21-4, рис. 2. Характеристики одержані при різних значеннях струму динамічного гальмування та змінної напруги живлення статора двигуна.

Вигляд характеристики 7 при змішаному режимі свідчить про знакозмінний характер моменту двигуна у цьому режимі, при якому двигун може застрягати на проміжній швидкості. Тому обов'язкове динамічне гальмування на початковій стадії зупинки. Для переходу з динамічного гальмування на повзучу швидкість потрібна додаткова проміжна команда, а це ускладнює систему керування.

Механічні характеристики двигуна, як і інших двигунів, про які мова йде нижче, знімали при живленні двигуна за схемою рис. 1. Момент на валу створювався системою генератор—двигун і визначали його методом балансу потужностей. Струм динамічного гальмування змінювали за допомогою статичного фазообертача в колі керування тиристором $T4$, який на схемі не показано.

Кращі властивості мають електроприводи з асинхронними двигунами з масивним ротором, які, однак, застосовуються рідко [2]. Пояснюється це тим, що двигуни з масивним ротором мають підвищені додаткові втрати, що призводить до зменшення викорис-

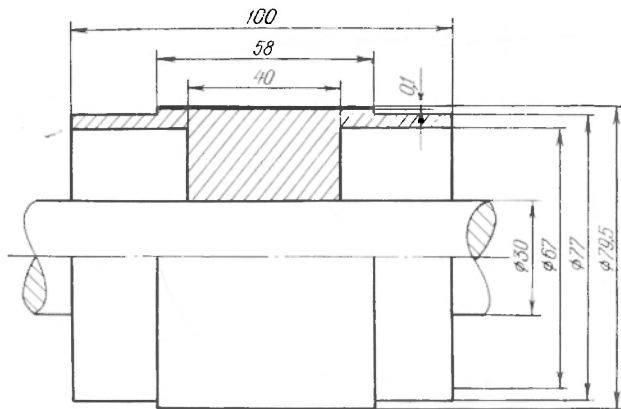


Рис. 3. Конструкція масивного омідненого ротора для машини АОЛ2-11-4.

тання габаритної потужності у тривалому режимі. Але завдяки кращим пусковим характеристикам, регульовальним властивостям, простішій конструкції та більшій механічній міцності ротора їх можна успішно застосовувати в багатьох електроприводах, в тому числі у приводі подавача паперорізальної машини.

На кафедрі автоматизації і комплексної механізації УПІ ім. Ів. Федорова були виготовлені та випробувані декілька типорозмірів спеціальних двигунів на базі машин АОЛ2-11-4 і АОЛС2-21-4 з масивним ротором із сталі Ст3 і з таким же ротором, але покритим мідною плівкою товщиною 0,1 мм. На рис. 3 показана конструкція масивного омідненого ротора для машини АОЛ2-11-4.

Двигуни з масивним феромагнітним ротором, покритим мідною плівкою, мають кращі властивості, ніж з неомідненим ротором. У них приблизно в 1,5 рази більші пусковий момент, початковий момент динамічного гальмування і жорсткість механічної характеристики у режимі динамічного гальмування; в змішаному режимі жорсткість в 2—2,5 рази більша. На 20—25% меншими є струми споживані при робочій і повзучій швидкостях, на 30% — струм холостого ходу двигуна. Пусковий струм незначно більший — не вище 10%.

На рис. 4 показані деякі зі знятих механічних характеристик двигуна з масивним ротором, покритим мідною плівкою.

При пуску двигун розганяється при максимально відкритих тиристорах по характеристиці 1 до робочої швидкості — до точки А. При гальмуванні переходить на характеристику змішаного режиму, яка перебуває нижче характеристики 8, гальмується і переходить на повзучу швидкість, яка дорівнює $\frac{1}{8}$ максимальної, у точку В.

Жорсткість механічних характеристик на повзучій швидкості достатньо висока (лише в 2—2,5 рази менша від жорсткості при-

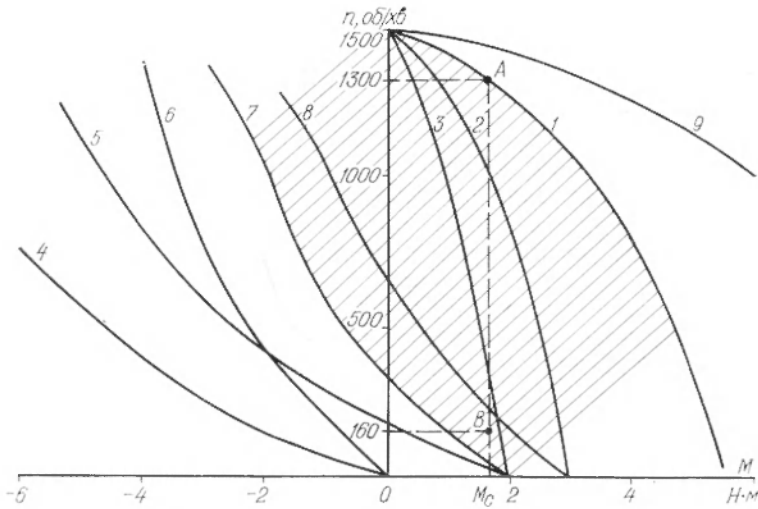


Рис. 4. Механічні характеристики асинхронного двигуна АОЛС2-21-4 з масивним омідненим ротором:

- 1, 2, 3 — двигуновий режим при $R8=0$ ($U_{ст}=290-350$ в), 2,8 ($U_{ст}=240-300$ в) і 4,2 ком ($U_{ст}=220-290$ в); 4, 6 — режим динамічного гальмування при $I_r=9$ і 6 а; 5 — змішаний режим при $I_r=9$ а і $R8=4,2$ ком; 7, 8 — змішаний режим при $I_r=6$ а, $R8=4,2$ і 2,8 ком; 9 — природна характеристика ($U_{ст}=368-380$ в).

родної характеристики двигуна). Завдяки цьому забезпечується достатня статична стійкість роботи привода на ділянці перед зупинкою.

Величину повзучої швидкості можна регулювати, змінюючи або напругу на статорі опором $R8$, або струм гальмування.

На рис. 5 показані відповідні швидкісні характеристики двигуна. Як видно з цього графіка струм, який споживає двигун при робочій швидкості, менший від номінального струму двигуна АОЛС2-21-4 (3,4 а), а пусковий струм (4,9 а) лише на 50% більший від номінального. При пуску по природній характеристиці 9 він також відносно малий і становить 1,9 I_n . У змішаному режимі при $R8=4,2$ ком споживаний струм менший номінального, при $R8=2,8$ ком — у 1,5 раза більший.

Дуже сприятливі властивості швидкісних характеристик двигуна

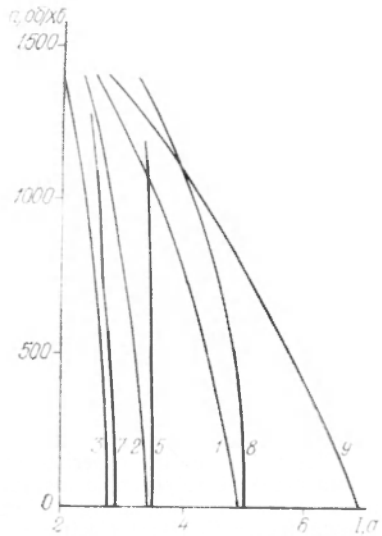


Рис. 5. Швидкісні характеристики асинхронного двигуна АОЛС2-21-4 з масивним омідненим ротором.

з омідненим ротором, малі значення струмів, споживаних двигуном при ковзаннях близьких до одиниці, набагато менші, ніж у серійних двигунах з короткозамкнутим ротором, дають підставу вважати, що тепловий режим двигуна не потребуватиме застосування примусової вентиляції. При цьому слід мати на увазі, що привод подавача працює у повторно-короткочасному режимі, у якому час паузи становить не менше 40% часу роботи на повзучій швидкості.

Розроблений тиристорний електропривод подавача паперорізальної машини повністю забезпечує вимоги відносно швидкого пуску двигуна, інтенсивного гальмування і плавного переходу на повзучу швидкість перед точною зупинкою подавача. Система керування дає змогу не тільки досягти потрібної величини стійкої повзучої швидкості, яка може бути значно меншою, ніж $1/8$ від робочої швидкості, що було перевірено експериментально безпосередньо на паперорізальній машині, але й дозволяє плавно і в широкій області формувати потрібні механічні характеристики. Ця область регулювання для конкретних параметрів розробленої схеми визначається заштрихованою площею на рис. 4, яка при необхідності може бути розширена до природної характеристики двигуна. Повна керованість процесу позиціонування забезпечує можливість вибору найбільш доцільної величини повзучої швидкості в кожному окремому випадку. Підбором відповідної жорсткості механічної характеристики змішаного режиму можна забезпечити автоматичне регулювання повзучої швидкості переміщення подавача залежно від навантаження за оптимальним законом, при якому вибіг стопи паперу не залежатиме від її висоти. На імпортих паперорізальних машинах, обладнаних двошвидкісними двигунами, неможливо регулювати повзучу швидкість і формувати відповідні характеристики.

ЛІТЕРАТУРА

1. Зусман В. Г., Мейстель А. М., Херсонский Ю. И. Автоматизация позиционных электроприводов. М., «Энергия», 1970.
2. Могильников В. С., Стрельников А. Н. Перспективы улучшения характеристик асинхронных двигателей с массивным ротором.— «Электротехника», 1970, № 3.

I. A. VOLOSCHAK, T. I. ZAVGORODNYA

THYRISTOR FEEDER DRIVE OF PROGRAMME CONTROLLED PAPERCUTTING MACHINES

Summary

The results of the experimental investigations of special motors with massive rotors made at polygraphic institute named after I. Fedorov as well as asynchronous motor with increasing sliding are given. They work in the system of controlled feeder thyristor electric drive of papercutting machines at the rate 8 : 1.