

РЕГУЛЬОВАНИЙ ЕЛЕКТРОПРИВОД РУЛОННИХ НАМОТУВАЛЬНИХ ПРИСТРОЇВ

При друкуванні з рулону на рулон одним із головних пристроїв, від якого залежить щільність і якість намотаного рулону та значною мірою визначається продуктивність машини, є намотувальний пристрій. На рулонних друкарських машинах намотувальні пристрої приводяться в рух від загального електропривода машини, або від окремого електродвигуна. Найбільш раціональний — намотувальний пристрій, який має окремий регульований електропривод з приводом за вісь. Для побудови такого електропривода потрібно знати статичні та динамічні властивості намотувального пристрою, які вивчені недостатньо.

Запишемо залежності, що зв'язують між собою радіус рулону R , лінійну швидкість переміщення паперової стрічки V , кутову швидкість обертання рулону ω , зусилля і момент натягу F і M , виразивши їх у відносних стосовно номінального значення одиницях

$$\omega_* = \frac{V_*}{R_*}; \quad M_* = F_* V_* / \omega_* = F_* R_* \quad (1)$$

При стаціонарному режимі роботи з усталеною номінальною швидкістю $V_* = 1$ з номінальним зусиллям натягу $F_* = 1$ маємо

$$\omega_* = 1/R_*; M_* = R_*, \text{ звідси } \omega_* = 1/M_*. \quad (2)$$

У процесі намотування (розмотування) рулону з постійною лінійною швидкістю паперової стрічки швидкість обертання змінюється залежно від його радіуса за гіперболічним законом, а обертовий момент привода рулону при збереженні сталої величини зусилля натягу стрічки — за лінійним законом (рис. 1). Отже,

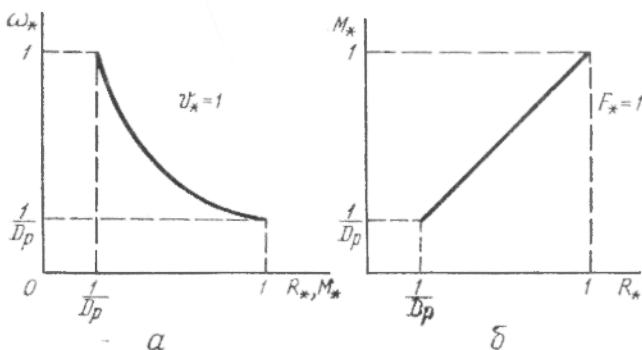


Рис. 1. Характеристики намотувального пристрою.

для забезпечення постійного зусилля натягу паперової стрічки необхідно регулювати швидкість і обертовий момент привода намотувального пристрою за наведеними законами.

Оскільки швидкість обертання обернено пропорційна обертовому моменту (рис. 1, а), то рулонний механізм характеризується гіперболічно спадаючим зі швидкістю моментом статичних опорів, тобто за видом своєї механічної характеристики належить до механізмів 4-го класу. У відносних одиницях графік механічної характеристики механізму рулону $\omega_* = f(M_*)$ збігається з залежністю $\omega_* = f(R_*)$ (рис. 1, а). Для повного використання привода його рушійний момент (а в розмотувальних пристроях гальмівний) повинен змінюватися саме за таким законом.

Потрібний діапазон D_p регулювання швидкості привода рулону визначається відношенням максимального радіуса рулону до мінімального

$$D_p = 1/\omega_{* \min} = 1/R_{* \min}. \quad (3)$$

Оскільки на практиці $R_* = \frac{1}{5} \div \frac{1}{8}$, то потрібний діапазон регу-

лювання швидкості, необхідний у зв'язку зі зміною радіуса рулону в процесі намотування (розмотування), дорівнює $D_p = 5-8$. Однак загальний діапазон значно більший: він великою мірою залежить від діапазону регулювання швидкості головного електропривода машини $D_{\text{гн}}$

$$D = D_p \cdot D_{\text{гн}} = 1/R_{* \min} \cdot V_{* \min}. \quad (4)$$

Найбільше значення діапазону властиве розмотувальним пристроям швидкісних газетних рулонних агрегатів — до значення $D=8 \cdot 100=800$. Для офсетних рулонних машин РО-62 $D=5 \cdot 4=20$.

Таким чином, привод рулонного пристрою повинен забезпечити широкий діапазон регулювання швидкості. Тому найбільш доцільно застосовувати для привода рулонних пристроїв електродвигун постійного струму, обладнаний системою автоматичного керуван-

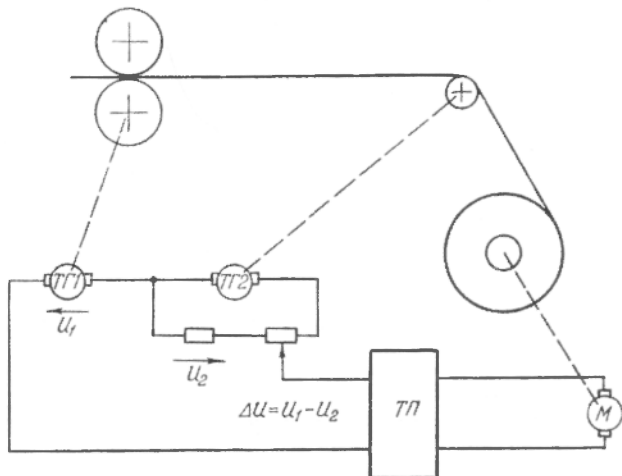


Рис. 2. Функціональна схема установки регулювання натягу паперової стрічки.

ня (САК). Досягнення в галузі перетворювальної техніки та систем керування дають змогу створити досконалий компактний електропривод з необхідними регульовальними властивостями. Використання фрикціонів, або електромагнітних муфт ковзання нерациональне [2].

Механічні характеристики приводного двигуна повинні бути м'якими (рис. 1, а), з великим статизмом

$$\Delta\omega_* \% \approx (1 - 1/D_p) \cdot 100\%, \quad (5)$$

причому при малих навантаженнях статизм повинен бути істотно більшим, а при великих — дещо меншим цієї величини. При

$$D_p = 5-8, \quad \Delta\omega_* \% \approx (80 \div 87,5) \%$$

В УПІ ім. Ів. Федорова розроблено електропривод рулонного намотувального пристрою за системою тиристорний перетворювач—двигун і оригінальна система автоматичного регулювання натягу паперової стрічки. Приводний двигун рулону (рис. 2) живиться через несиметричний однофазний тиристорний перетворювач (ТП), керований за допомогою системи імпульсно-фазового керування (СІФК) за сигналами від регулятора натягу, а при ручному керуванні — за допомогою фазозсувного моста.

Систему електропривода досліджували в лабораторії і безпосередньо у виробничих умовах. В лабораторії навантаження створювали системою генератор—двигун, а гнучку ланку—паперову стрічку імітували електромагнітною муфтою ковзання, керуваною окремим тиристорним перетворювачем.

Статичні характеристики свідчать, що електропривод з запасом перекриває потрібний діапазон регулювання швидкості ($D=20$). Характерним для цієї САК електроприводом є зменшення робочої зони зі збільшенням швидкості, що відповідає гіперболічно спадаючому зі швидкістю характеру зміни навантаження (рис. 1, а).

Для забезпечення потрібного статизму САК в коло якоря двигуна введений резистор R_p , значення якого попередньо розраховане за формулою (2). На рис. 3 зображені статичні харак-

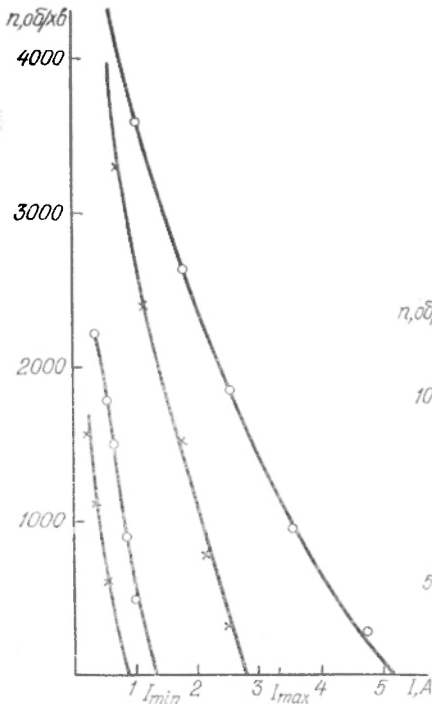


Рис. 3. Статичні характеристики електропривода:

Стаття надійшла до редколегії 18. 03. 82
=44 Ом, $n_n=3000$ об/хв.

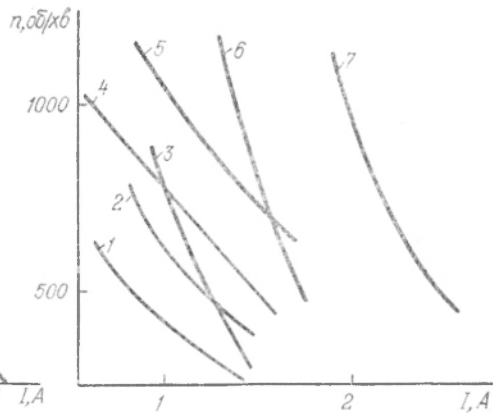


Рис. 4. Статичні характеристики електропривода:

1—4 — машина 1; 5 — машина 2; 6, 7 — машина 3.

теристики, зняті при різних значеннях опору резистора R_p і напруги завдання U_3 . При оптимальному опорі $R_p=35$ Ом надійно перекривається весь діапазон швидкостей і струмів навантаження двигуна (від 1,3 до 3,1А). Випробування на виробництві показали, що при правильному підборі статизму характеристик установка навіть при відсутності регулятора натягу забезпечує безобривну роботу машини майже без підналадки друкарем. Статичні характеристики (рис. 4), зняті безпосередньо під час виробничої роботи машини, добре збігаються зі знятими в лабораторії.

Запропонований принцип регулювання натягу паперової стрічки [5] базується на попередньому вимірюванні зусилля натягу

шляхом порівняння лінійних швидкостей V_1 і V_2 стрічки у двох положеннях її переміщення. Покажемо, що різниця цих швидкостей прямо пропорційна зусиллю натягу.

У перехідних процесах зв'язок між відносним видовженням стрічки ϵ та швидкостями V_1 і V_2 визначається диференціальним рівнянням натягу [3]

$$L \frac{d\epsilon}{dt} = V_2 - V_1 (1 + \epsilon), \quad (6)$$

де L — заправочна довжина стрічки.
У статичі відносно видовження

$$\epsilon_0 = \frac{V_2 - V_1}{V_1} = \text{const}. \quad (7)$$

На підставі (7) при $V_1 = \text{const}$ можна записати передаточну функцію пружної стрічки як об'єкта регулювання

$$W(s) = \frac{F'(s)}{V_2(s) - V_1(s)} = \frac{E_0/V_1}{T_0 s + 1}, \quad (8)$$

де $F = \epsilon E_0$ — зусилля натягу стрічки; $T_0 = L/V_1$ — стала часу об'єкта; E_0 — модуль пружності стрічки, зведений до її поперечного перетину.

У статичному режимі ($s=0$)

$$F = \frac{E_0}{V_1} (V_2 - V_1) = k (V_2 - V_1), \quad (9)$$

де $k = E_0/V_1$ при $V_1 = \text{const}$.

Отже, зусилля натягу паперової стрічки пропорційне різниці швидкостей на заданій її ділянці.

У розробленій системі автоматичного регулювання намотки швидкості V_1 і V_2 вимірюються за допомогою тахогенераторів, один з яких ТГ1 (рис. 2) встановлений біля рулонного пристрою, а другий ТГ2 зв'язаний з валом головного електропривода. Різниця напруг тахогенераторів порівнюється з напругою завдання і подається на вхід СІФК тиристорами.

Розроблена система намотки впроваджена на трьох рулонних офсетних машинах РО-62 Феодосійської офсетної фабрики. Системи намотки, одна дводвигунна (з двома бобіновими валами) і дві тривдвигунні (на три вали) працюють надійно. За рахунок реального збільшення щільності намотки бобін на 25...30% зменшились простої машини при обривах паперової стрічки, а продуктивність машини збільшилась на 20...25%. Полегшилась робота друкарів, знизився рівень виробничих шумів. Розроблена система може бути застосована не лише на друкарських, але й на інших поліграфічних машинах, які обробляють паперову стрічку.

Список літератури: 1. Быстров А. М., Глазунов В. Ф. Многодвигательные автоматизированные электроприводы поточных линий текстильной промышленности. — М.: Лесная индустрия, 1977. 2. Волощак І. А., Дурняк Б. В., Луцків М. М., Стрелко І. Т. Автоматичне регулювання намотки паперової

стрічки. — Полиграфия и издательское дело, 1981, № 18. 3. *Иванов Г. М., Левин Г. М., Хуторецкий В. М.* Автоматизированный многодвигательный электропривод постоянного тока. — М.: Энергия, 1978. 4. *Луцкив Н. М., Волощак И. А., Дурняк Б. В., Стрепко И. Т.* Устройство для измерения натяжения движущегося ленточного материала. — А.С. № 974161. Оpubл. в Б. И., 1982, № 42. 5. *Луцкив Н. М., Волощак И. А., Стрепко И. Т., Дурняк Б. В.* Устройство для регулирования натяжения ленточного материала. — А. С. № 996313. Оpubл. в Б. И., 1983, № 6.

The static and dynamic properties of the winding devices of web-offset presses are analyzed. The winding automatic regulation system of the web-offset presses is considered.

Стаття надійшла до редколегії 10. 03. 82
