УДК 681.536
© О. Сорочинський[1], Т. Яремків[1], 2012

ЗАДАЧІ І СПОСОБИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ВИЗНАЧЕННЯ СИЛ НАТЯГУ І ОПОРУ РОЗМОТУВАННЮ І НАМОТУВАННЮ СМУГ І СТРІЧОК ДРУКАРСЬКОГО МАТЕРІАЛУ

В статті описані способи експериментального визначення сил опору розмотуванню і намотуванню смуг і стрічок за інформацією про напругу, струми з їх частотами та частоти обертання асинхронних двигунів смуготягнучих механізмів і рулонів та стрічкоживильних механізмів і бобін, з використанням підпрограм WTRATAD.

The means of tentative tentative determination of the tension and resistance of unreel and reel straps and lines by the information of tension, currents with frequencies and rotation frequencies of asynchronous drives of line drawing mechanisms and roles and line feeding mechanisms and bobbinas with WTRATAD subprogramme.

1. ОСНОВНІ РЕГУЛЬОВАНІ КООРДИНАТИ РУХУ СМУГ І СТРІЧОК І СПОСОБИ ЇХ ВИЗНАЧЕННЯ

Розмотування смуг з рулонів і намотування стрічок в бобіни друкарського матеріалу здійснюється з практично невідомими силами їх натягу і опору FOP, що ускладнює синтез і експлуатацію систем керування електроприводами розмотувально-намотувальних механізмів.

Основними регульованими координатами при розмотуванні і намотуванні рулонів і бобін друкарського матеріалу є сила натягу Fc і швидкість руху Vc смуг і стрічок на периферії циліндрів механізмів СМ, що їх приймають (тягнуть) або видають (живлять) FM і VM та рулонів R і бобін B FR(B) і VR(B). Швидкості VM більші VR(B) на ΔVc при розмотуванні смуг і стрічок і менші при їх намотуванні. Середні Vc = (VM+VR(B))/2 і можуть прийматись величиною VM при розмотуванні смуг і ΔVc = VM-VR(B), або VR(B) при намотуванні, і тоді ΔVc = VR(B)-VM. Сили FM і FR(B) допустимо приймати величиною Fc, пропорційною ΔVc:

$$Fc(t) = \frac{E_0(t)*Bc*LR(B)*\Delta V_c(t)}{V_c(t)*(T_{ev}(t)S+1)} = \frac{E_{ev}(t)\Delta V_c(t)}{(T_{ev}(t)S+1)}, \text{ Н} \qquad (1)$$

де E0(t) – модуль пружності матеріалу смуги або стрічки в Н/м^2, що залежить від його типу та технологічної обробки (зволоження, сушіння, фарбування); Bc і LR(B) – товщина і ширина смуги або стрічки

[1] Українська академія друкарства

в м, що може змінюватись епізодично, а Bc – змінюється внаслідок розтягування під дією Fc(t); Tcv(t) = Lc(t)/Vc(t) – стала інерції смуги або стрічки в сек; Lc(t) – довжина смуги або стрічки між CM і R або B в м, що залежить від стріли їх видовження hc в м та від радіуса рулону RR або бобіни RB в м; Ecv(t) = E0(t)*Bc*LR/Vc(t) = Kcv(t) в Н*с/м – приведені до Vc(t) модуль пружності Ecv та коефіцієнт передачі Kcv смуги або стрічки; S = d/dt – символ диференціювання.

Багатоаргументна залежність (1) використовується також в формі Fc(t) = ECN*ΔVc(t)/(Vc(t)/(Tcv(t)S+1)), де ECN = EON*Bc*LR=KCN в Н – номінальні (базові), приведені до площі поперечного перетину смуги або стрічки; EON дорівнює коефіцієнту їх передачі KCN.

Якщо при розмотуванні рулону Vc(t) = VM(t) = VCN=const, VR(t)=VRN=const і радіус рулонів і бобін R змінюється відносно повільно а TCVN = LCN/VCN мале за величиною, то в статиці Fc = ECN*ΔVCN/VMN, Н. Наприклад, якщо EON = $4*10^8$ Н/м^2, VMN = 10 м/с, VRN = 9,95 м/с, Bc = 0,0001 м, LR = 1м, LCN = 0,5 м і TCVN = 0,05 с, то ΔVCN = 10-9,95 = 0,05 м/с, ECN = KCN = $4*10^8*0,0001*1$ = $4*10^4$ Н, ECVN = ECN/VMN = $4*10^3$ Н*с/м, а FCN = $4*10^4*0,05/10$ = 200 Н. При стабільних EON, Bc, LR і ECN і зміні заданої робочої VMZ, наприклад, при VMZ = 5 м/с, необхідно змінити VRZ за виразом VRZ = VMZ*(1-FCN/ECN)=5*(1-200/40000) = 5*0.995 = 4.975 м/с і стабілізувати ΔVCZ = 0,025 м/с. В періоди розгону рулону і заправки смуги та сповільнення його руху в кінці розмотування необхідно для стабілізації FCZ змінювати VR(t) за виразом:

$$VR(t) = VM(t)*(1-FCZ/ECN), \quad (2)$$

а при намотуванні рулонів або бобін

$$VR(B)(t) = VM(t)*(1+FCZ/ECN) \quad (2')$$

При малих VM(t) забезпечити високу точність і швидкість регулювання VR(B) в функції VM(t) навіть цифровими системами керування проблематично. Однак, точність визначення і регулювання FCZ, що визначається за (1), залежить не тільки від ΔVc(t), але і від стабільності E0, Lc і величини Tcv. Тому краще задавати, визначати і регулювати фактичні сили натягу на периферіях циліндрів CM, рулонів і бобін за моментами на валах їх індивідуальних електродвигунів. Давачі цих моментів (тензометричні, динамометричні, магнітоанізотропні) існують, однак використовуються в основному для експериментальних досліджень, а не для довготривалої експлуатації. В даний час моменти на валах двигунів і механізмів можуть обчислюватись за будь-якими складними алгоритмами.

Алгоритми і підпрограми procedure WTRATD (і АД) визначення моментів на валах двигунів і сил натягу смуг і стрічок на периферіях циліндрів CM, рулонів і бобін нами розроблені і апробовані моделю-

ванням СЦК електроприводами намотувальних і розмотувальних механізмів.

Намотувані рулони і бобіни завжди обладнані індивідуальними електроприводами, що синхронізують їх рух з рухом смуго- або стрічкоживильних механізмів поліграфічних машин. Розмотувані рулони індивідуальними приводами не обладнані, а лише мають механічні гальма з ручним керуванням, не здатні прискорювати рух рулонів і автоматично формувати необхідні рушійні і гальмівні моменти.

Задавати величини FCZ необхідно більшими сил опору розмотуванню і намотуванню смуг і стрічок FOP, які невідомі і до того ж залежать від коефіцієнтів щільності їх намотування KH, Vc, питомої маси паперу γп, радіусу RR(B), LR, Bc, вологості і шероховатості матеріалу. Експериментально визначати FOP можна лише наближено за величиною Fc, обчислюваною підпрограмами WTRATD (і AD) з врахуванням втрат моментів в двигунах, редукторах і в валах СМ, рулонів і бобін, моментів інерції JR(B) та частот обертання ωR(B). Вимірювати необхідно миттєві напруги і струми живлення якірних або статорних обмоток ID (з їх частотами fs), частоти обертання двигунів ωD і обчислювати VM, VR(B), ΔVc, RR(B), MD, MM(R), FM і FR(B) при прийнятних натягах смуг і стрічок без їх видовження (h = 0) і відсутності сил механічних гальм, бо величина їх не вимірюється. Задавати FCZ допустимо величиною не більшою Fcmax, яка не призводить до розриву смуг і стрічок. Для аналітичної обробки прийнятні осцилограми UD(t), ID(t), fs(t) і ωD(t) в безперервній та в дискретній формах, отримуваних за допомогою пишучих і регіструючих сучасних цифрових осцилографів та типових аналогових давачів цих основних координат. Якщо СМ, рулони і бобіни приводяться в рух двигунами постійного струму, необхідно стабілізувати їх магнітні потоки ФDN додатковими САР. Найбільш важливими для визначення FOP є миттєві напруги, струми і ωD при VMN (5 або 10 м/с) і RR(B)max та hc = 0.

В одній із львівських друкарень використовується розмотувально-різальна смуги і намотувальна стрічки машина з асинхронним приводом СМ і з додатково застосованим сучасним частотно-регульованим приводом рулону потужностями біля 4 кВт. Вказані приводи – типові за системами ПЧ-АД. Додатковий привід рулону використовується для його розгону і динамічного гальмування замість механічного гальма з ручним регулюванням гальмівного моменту. Оскільки теоретично розроблені кафедрою АіКТ УАД цифрові системи керування приводами СМ і рулону ще не впроваджені в поліграфічних машинах, планується визначати Fc і FOP за допомогою окремої ЕОМ, запрограмованої підпрограмою WTRATAD і іншими програмними засобами, та з заздалегідь аналітично визначеними параметрами АД, зокрема опорами обмо-

ток, номінальними струмом ротора, магнітним потоком, струмом контура намагнічування, електромагнітним моментом, відносними втратами потужностей в обмотках і сталі та іншими параметрами. Для аналітичного визначення основних координат АД (ФАД, IS, IR, Ікп і ME вигідно використовувати розроблені кафедрою АіКТ УАД підпрограми procedure з іменами CPARAD, VPARAD і KOORAD, що реалізують скалярні моделі АД з керованими частотними перетворювачами. Ці підпрограми необхідно використовувати разом з procedure WTRATAD і для визначення миттєвих параметрів і координат АД, втрат потужностей в них і в редукторах та моментів на валах рулонів, бобін, циліндрів механізмів, сил натягу на їх периферіях, а, отже, і сил опору розмотуванню і намотуванню смуг і стрічок. Ці ж програмні модулі використовуються в розроблених кафедрою АіКТ УАД програмах цифрового структурного моделювання частотно-регульованих приводів потужностями від 2 до 4,5 кВт з системами цифрового керування розмотувальних і намотувальних механізмів та секцій поліграфічних машин. Програми написані мовою PASCAL і апробовані нами за допомогою сучасних портативних ЕОМ. Програми поки що не трансльовані на внутрішні мови, зокрема на мову асемблер, керуючих ЕОМ натурними приводами. Модифіковані варіанти цих програм можуть моделювати і керувати діючими приводами поліграфічних машин, в т.ч. навіть з аналоговими регуляторами (до створення і застосування заміть них спеціалізованих комп'ютеризованих приводів). Для цього необхідно запрограмовані відповідно портативні ЕОМ інформувати за допомогою додатково розроблених зовнішніх інтерфейсних засобів про миттєві значення основних координат АД: Us, Is, fs, ωD і RUB та формувати визначені ЕОМ керуючі напруги задавачів Vc і Fc.

2. ВИСНОВОК

Для експериментального визначення сил опору FOP розмотуванню смуг з рулонів і намотуванню стрічок в бобіни і апробації програм цифрового керування частотно-регульованими приводами розмотувально-намотувальних механізмів поліграфічних машин доцільно використати розроблені кафедрою АіКТ УАД програми мовою PASCAL цифрового моделювання, ще не створених спеціалізованих комп'ютеризованих приводів з підпрограмами procedure WTRATAD, CPARAD, VPARAD і KOORAD та з іншими програмними засобами. Програми необхідно пристосовувати до типу і потужностей діючих АД і перетворювачів частоти Pf, а також до типу задавачів, давачів і регуляторів, в т.ч. аналогових. Запрограмована вказаними програмами портативна сучасна ЕОМ повинна за допомогою додаткових зовнішніх інтерфейсів отримувати інформацію про миттєві значення Us, Is, fs,

ωAD і радіуси RR(B) і формувати керуючі напруги на входах задавачів FM, FR(B) або Fc, VM і VR(B) та регіструвати їх зміну в часі. Для наближеного визначення FOP важливими є осцилограми Fc(t) в періоди розмотування і намотування смуг і стрічок з усталеними VM і VR(B) та з hc ≈0 при відсутності сили механічного гальма. Для модифікації можуть бути використані розроблені кафедрою АіКТ УАД програми моделювання з іменами CSKRULONAD від 09.2010 р і від 09.2012р.

1. Б. Дурняк, А. Забрамний, Т. Яремків. Система цифрового керування механізмами розмотування рулонів друкарського матеріалу з частотно-регульованими асинхронними двигунами. // Комп'ютерні технології друкарства. Зб. наук. пр. Випуск 24.-Львів: УАД. - 2010. – с.3-18.