

УКРАЇНСЬКА АКАДЕМІЯ ДРУКАРСТВА

На правах рукопису

КАВИН

Ярослав Михайлович

**ДИНАМІКА
СТРІЧКОЖИВИЛЬНИХ ТА СТРІЧКОПРОВІДНИХ СИСТЕМ
ПОЛІГРАФІЧНИХ МАШИН**

**Спеціальність — 05.05.01 «Машини, агрегати
і процеси поліграфічного виробництва»**

**Автореферат
дисертації на здобуття вченого ступеня
кандидата технічних наук**

ЛЬВІВ, 1996

ЛННБ України ім.В.Стефаника



00740527 (P)

Дисертацією є рукопис

Робота виконана в Українській академії друкарства.

НАУКОВИЙ КЕРІВНИК — доктор технічних наук

професор Луцків Микола
Михайлович

ОФІЦІЙНІ ОПОНЕНТИ: 1. доктор технічних наук

професор Гордієнко Володимир
Іванович

2. кандидат технічних наук

доцент Сенкусь Василь Теофілович

ПРОВІДНА ОРГАНІЗАЦІЯ — Ходорівський завод поліграфічних
машин (Львівська область)

Захист дисертації відбудеться «14» 06 1996 р.
о 16⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої Ради К.04.11.02
в Українській Академії Друкарства за адресою:
290020, м. Львів, вул. Підголосько, 19
зал засідань Вченої Ради

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці УАД

29 00 20, м. Львів, вул. Підголосько, 19

Автореферат розісланий «14» 05 1996 р.

Вчений секретар
спеціалізованої ради

Дідич В. П.

AB 34.882

ЛНБ України ім. В. Стефанишина



00740527

Дисертація є рукописом

Робота виконана в Українській академії друкарства

НАУКОВИЙ КЕРІВНИК — доктор технічних наук

професор Пухляк Микола

Михайлович

ОЦІНКА ОПОНЕНТІВ: 1. доктор технічних наук

професор Гордієнко Володимир

Михайлович

2. кандидат технічних наук

доктор Сеницький Василь Теофілович

ПРОВІДНА ОРГАНІЗАЦІЯ — Ходорівська завод поліграфічних

машин (Львівська область)

Заявка дисертації відбудеться «14» 06 1986 р.
0 16 00 годні на засіданні спеціалізованої Ради К.04.11.02

в Українській Академії Друкарства за адресою:

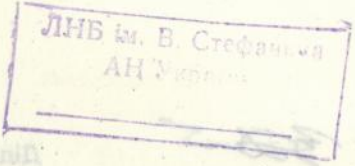
280020, м. Львів, вул. Підгородська, 19
для засідання спеціалізованої Ради

3. дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці УАД

280020, м. Львів, вул. Підгородська, 19

зап. засідання спеціалізованої Ради

Атестатом про присудження дисертації «14» 02 1986 р.



Вчений секретар

спеціалізованої ради

ЛНБ України

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Робота направлена на дослідження стрічкопровідних систем, наукове обґрунтування і розробку систем стабілізації та автоматичного регулювання натягу стрічкових матеріалів рулонних поліграфічних машин з метою зменшення амплітуди коливань натягу для підвищення продуктивності машин і покращення якості продукції.

Актуальність теми: Важливою задачею, яка стоїть перед поліграфією є випуск високоякісної поліграфічної продукції, яка була би конкурентноздатною на світовому ринку. Передумовою випуску продукції на рівні світових стандартів є розробка та вдосконалення поліграфічних машин в напрямку підвищення продуктивності та якості.

Однією з головних перешкод на шляху збільшення продуктивності рулонних поліграфічних машин і підвищення якості готової продукції є відсутність якісних систем стабілізації і автоматичного регулювання натягу стрічкового матеріалу.

На стабільність натягу стрічкового матеріалу в значній мірі впливають два основні фактори:

- постійне зменшення радіуса та маси рулона який розмотується, що призводить до поступової зміни натягу стрічкового матеріалу;
- неправильна геометрична форма рулона, що призводить до появи вимушених циклічних коливань натягу стрічкового матеріалу.

Відомі методи побудови систем стабілізації та автоматичного регулювання натягу стрічкового матеріалу мають певні обмеження, є складними, не враховують особливості стрічкопровідних систем рулонних друкарських машин і не дозволяють синтезувати якісні системи стабілізації і автоматичного регулювання натягу стрічкового матеріалу, які би зменшували коливання натягу. Відсутність таких методів є перешкодою при створенні систем автоматичного регулювання натягу багатьох поліграфічних машин і в першу чергу друкарських машин.

Проблема створення і вдосконалення рулонних поліграфічних

машин та підвищення їх технічного рівня в даній роботі розв'язується шляхом побудови більш ефективних систем стабілізації і автоматичного регулювання натягу стрічкового матеріалу. Це обумовлює необхідність розробки ефективних методів синтезу систем стабілізації автоматичного регулювання натягу стрічкового матеріалу, розвиток теорії стрічкопровідних систем, пошук і наукове обґрунтування нових підходів і методів побудови систем натягу. Ця проблема є актуальною в області поліграфічного машинобудування.

Мета роботи: Розробка ефективних методів синтезу та створення систем стабілізації і автоматичного регулювання натягу стрічкового матеріалу поліграфічних машин.

Методи дослідження базуються на використанні основ теорії стрічкопровідних систем, сучасної теорії управління та методів математичного моделювання разом з відповідними розділами теорії диференціальних рівнянь. Для дослідження динаміки стрічкопровідних систем, систем стабілізації та автоматичного регулювання натягу стрічкового матеріалу використано метод цифро-аналогового моделювання на ЕОМ.

Наукова новизна роботи:

— розроблені методи розрахунку параметрів амортизаторів систем стабілізації натягу стрічкового матеріалу, які зменшують амплітуду коливань натягу на вході стрічкопровідної системи машини;

— запропоновані і науково обґрунтовані нові системи автоматичного регулювання натягу, які компенсують вимушені коливання натягу стрічкового матеріалу;

— розроблено методи синтезу типових комбінованих систем автоматичного регулювання натягу стрічкового матеріалу з давачем струму, електронним фіксатором рівня і гідравлічним регулятором петлі.

Практична цінність результатів роботи.

Результати теоретичних і експериментальних досліджень стали науковою основою при розробці, створенні та впровадженні систем

стабілізації та автоматичного регулювання натягу стрічкового матеріалу поліграфічних машин з обґрунтованим підвищенням технічного рівня та підвищенням продуктивності машин.

Розроблені два основні шляхи зменшення впливу вимушених циклічних коливань натягу стрічкового матеріалу, а саме, шляхом введення в стрічкопровідну систему машин пружинного амортизатора або стабілізуючих валиків, та шляхом створення нової комбінованої системи автоматичного регулювання натягу стрічкового матеріалу. Побудовані номограми для вибору оптимальних параметрів систем стабілізації натягу стрічкового матеріалу з пружинним амортизатором та стабілізуючими валиками в залежності від довжини стрічкопровідної ділянки та параметрів стрічкового матеріалу. Розроблені і впроваджені локальні комбіновані системи автоматичного регулювання натягу стрічкового матеріалу на рулонних ротаційних машинах.

Результати роботи використані для:

— створення комбінованої системи автоматичного регулювання натягу стрічкового матеріалу на установці для поздовжнього різання паперу МОД К302;

— розробки системи натягу стрічкових матеріалів для першої української друкарської машини ДВР-60;

— навчального процесу на кафедрі автоматизації поліграфічного виробництва Української академії друкарства при курсовому та дипломному проектуванні.

Результати роботи впроваджені на Тульському ВО «Росполіграфтехніка» (Росія) на установці для поздовжньої різки рулонного паперу. За результатами виробничих випробувань система автоматичного регулювання натягу стрічкового матеріалу рекомендована для використання на серійних поліграфічних машинах.

Впровадження результатів досліджень дозволяє отримати економічний ефект за рахунок стабілізації натягу стрічкового матеріалу та підвищення робочої швидкості машини.

Основні завдання роботи:

Проведений аналіз досліджень по проблемі дисертації дозволив сформулювати основні завдання, які відображають етапність досягнення поставленої мети:

— розробити та проаналізувати структурні моделі стрічкопровідних систем рулонних поліграфічних машин з врахуванням пружних властивостей стрічкового матеріалу, параметрів електроприводу, зміни радіуса рулона, що розмотується і радіуса бобіни, що намотується;

— розробити методику розрахунку та вибору параметрів стабілізуючих пристроїв (пружинного амортизатора і стабілізуючих валиків) які б могли забезпечити оптимальний режим роботи машини, тобто режим, якому відповідає мінімальна амплітуда коливань натягу стрічкового матеріалу.

— побудувати більш ефективні системи автоматичного регулювання та стабілізації натягу стрічкового матеріалу;

— розробити нову систему автоматичного регулювання натягу стрічкового матеріалу, яка б давала можливість регулювати натяг стрічки в межах кожного оберта рулона, що розмотується і зменшити циклічні високочастотні коливання натягу стрічки викликані неідеальною геометричною формою рулона;

— провести аналіз та синтез нової системи автоматичного регулювання натягу стрічкового матеріалу на основі цифро-аналогового моделювання на ЕОМ.

— провести експериментальні дослідження нової системи автоматичного регулювання натягу стрічкового матеріалу в виробничих умовах;

— на основі аналізу стрічкопровідної ділянки з стабілізуючими пристроями дати рекомендації по вибору оптимальних параметрів пружинного амортизатора та стабілізуючих валиків;

— побудувати математичну та структурну моделі нової системи автоматичного регулювання натягу стрічкового матеріалу.

На захист виносяться:

1. Математичні і структурні моделі та результати аналітичних досліджень стрічкопровідних систем рулонних друкарських машин.

2. Методи розрахунку оптимальних параметрів амортизаторів систем

стабілізації натягу стрічкопровідних систем.

3. Результати аналізу і методи синтезу локальних систем автоматичного регулювання натягу стрічкового матеріалу.

4. Результати моделювання на ЕОМ стрічкопровідних систем та систем автоматичного регулювання натягу стрічкових матеріалів рулонних друкарських машин.

Особистий вклад. Оpubліковано 8 одноосібних праць по темі дисертації, здійснено впровадження в виробництво комбінованої системи автоматичного регулювання, участь автора в робочому процесі становить близько 75%

Апробація роботи. Основний зміст і результати роботи доповідались і обговорювались на: Всесоюзній нараді по методах розрахунку поліграфічних машин — автоматів (Львів. 1991); Науково-технічній конференції молодих вчених і спеціалістів друку «Друк. Молодь. Ринок.» (Москва. 1992); Науково-технічній конференції з міжнародною участю «Приладобудування — 94» (Вінниця — Сімферополь. 1994.); Другій Українській конференції з автоматичного керування «Автоматика — 95» (Львів. 1995.); 3-й міжнародній науково-технічній конференції «Контроль и управление в технических системах.» (Вінниця. 1995); Звітньо-технічних конференціях професорсько-викладацького складу наукових працівників і аспірантів (Львів. 1989, 1990, 1991, 1992, 1993, 1994, 1995).

Публікації. По темі дисертаційної роботи опубліковано 10 наукових статей і тезів доповідей.

Структура і обсяг дисертації. Дисертація складається із вступу, чотирьох розділів, списку літератури і додатків. Вона викладена на 101 сторінці друкованого тексту, 44 сторінках рисунків, списку літератури та додатків на 20 сторінках. Список літератури складається з 66 джерел.

ЗМІСТ І ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ РОБОТИ

У вступі дана характеристика проблеми, приведено короткий аналіз стану питань, доведена актуальність роботи, визначена мета дисертаційної роботи, та основні завдання досліджень. Приведена наукова новизна роботи і сформульовані основні положення, які виносяться на захист.

В першому розділі дається огляд стану проблем стабілізації та автоматичного регулювання натягу стрічкового матеріалу, особливості і методи побудови та синтезу систем натягу.

Проведено огляд і аналіз робіт по стрічкоживильних та стрічкопровідних системах автоматичного регулювання і стабілізації натягу стрічкового матеріалу поліграфічних машин.

Підвищення робочих швидкостей поліграфічних машин і зростаючі вимоги до якості поліграфічної продукції висувають перед розробниками поліграфічних машин нові задачі пов'язані з стабілізацією і регулюванням натягу стрічкових матеріалів. Тепер розв'язок цієї задачі стає в один ряд з технологічними проблемами, які потрібно вирішувати, щоб підвищити продуктивність машин і якість готової продукції.

В відомих монографіях по друкарських машинах питанням регулювання і стабілізації і натягу стрічки приділяється мало уваги. Відомості про динаміку СПС настільки загальні, що не дають можливості обгрунтувати і розрахувати системи регулювання стабілізації натягу стрічкопровідних систем.

Системи автоматичного регулювання натягу стрічкового матеріалу на поліграфічних машинах розглядаються в роботах Казакевича В. В., Ізбіцкого Е. І., Толстого Г. Д., Луцківа М. М. та інших.

Показано, що системи натягу стрічки рулонних поліграфічних машин мають свої особливості і є відмінними від систем натягу в папероробній, хімічній, текстильній, металургійній та інших галузях.

Зараз відсутні розвинуті структурні і математичні нестационарні моделі систем натягу і методи їх розрахунку, що є проблемою при розробці нових машин.

Динаміка стрічкопровідної системи, як об'єкта управління, вивчена недостатньо і знаходиться в періоді становлення. Відсутні науково обгрунтовані методи вибору оптимальних параметрів стабілізуючих пристроїв (пружинного амортизатора і стабілізуючих валиків), що може призвести до появи резонансних явищ в стрічкопровідній системі.

Системи автоматичного регулювання натягу стрічкового матеріалу на

рулонних поліграфічних машинах розглядаються і розраховуються як типові системи підтримки заданого натягу без врахування дії збурень, тому існуючі системи є не ефективними при наявності вимушених збурень натягу на вході стрічкопровідної системи.

Сучасні системи автоматичного регулювання натягу стрічкового матеріалу на рулонних поліграфічних машинах не забезпечують регулювання натягу стрічки в межах кожного оберта рулона, що розмотується і не можуть зменшити амплітуду циклічних коливань натягу, що безпосередньо впливає на прив'язку фарб і якість багатокольорової друкованої продукції.

З проведеного огляду зроблено висновок, що існуючі методи синтезу систем стабілізації і автоматичного регулювання натягу стрічкового матеріалу не в повній мірі враховують особливості стрічкоживильних та стрічкопровідних систем рулонних поліграфічних машин, тому на їх основі неможливо синтезувати ефективні системи стабілізації і автоматичного регулювання натягу стрічки при наявності вимушених коливань натягу на вході стрічкопровідної системи машини.

Сформульовані основні завдання даної роботи, які визначають дослідження і розробку методів синтезу і створення систем стабілізації та автоматичного регулювання натягу стрічкового матеріалу поліграфічних машин.

В другому розділі побудовані більш повні структурні схеми моделей стрічкопровідних систем, які складаються із стрічкоживильного та стабілізуючих пристроїв, враховуючи пружні властивості стрічкового матеріалу, інерційні властивості стабілізуючих пристроїв, тертя в опорах стабілізуючих пристроїв і є зручними для моделювання на ЕОМ.

Натяг стрічкового матеріалу в поліграфічних машинах є одним з найважливіших параметрів, який потрібно стабілізувати і підтримувати на заданому рівні. Зміна натягу в стрічкопровідній системі призводить до неприводки фарб, зміщення в положенні поперечної лінії різі та фальцу, осьового зміщення стрічки та інших явищ, які значно погіршують якість готової продукції.

В роботі поставлена задача науково обґрунтувати можливість зменшення амплітуди вимушених коливань натягу стрічкового матеріалу шляхом введення в стрічкопровідну систему пружинного амортизатора або стабілізуючих валиків та розробити методику розрахунку їх параметрів. Це обумовлює дальший розвиток теорії стрічкопровідних систем з урахуванням вимушених коливань натягу стрічкового матеріалу, побудови моделей, які б описували основні динамічні процеси в стрічкопровідних системах і були зручними для розрахунку на ЕОМ, як локальних систем так і комплексно в цілому систем автоматичного регулювання натягу.

Розроблені автором ряд типових моделей стрічкопровідних систем і накопичений досвід дозволив розвинути і узагальнити існуючі моделі, які є основою для розробки систем натягу.

Отримано залежність натягу стрічкового матеріалу від гальмівного моменту, прикладеного до осі рулона, в операторній формі.

$$F_n(s) = \left(\frac{k_c R}{(T_c s + 1)(J s + \alpha)} \left(1 + \frac{k_c R^2}{(T_c s + 1)(J s + \alpha)} \right) \right)^{-1} M_r(s) \quad (1)$$

Зроблено висновок, що частота власних коливань залежить від пружних властивостей стрічкового матеріалу, довжини стрічкопровідної ділянки і маси рулона. Тому така коливна система може вступати в резонанс з різними збуджуючими коливаннями, які визвані «биттям» рулона, обумовленні неправильною геометричною формою останнього. Щоб виключити можливість виникнення резонансних явищ необхідно збільшити власну частоту коливань. Це можливо зробити шляхом зменшення постійної часу. Останню можна зменшити шляхом зменшення довжини стрічкопровідної ділянки або шляхом введення на ділянці додаткового направляючого стрічкопровідника.

Проведемо аналіз власних коливань у стрічкопровідній ділянці з пружинним амортизатором. Для цього записано залежність сили пружинного амортизатора, від приросту швидкості ΔV

$$F_{\pi}(s) = \frac{\frac{c_a}{2s} \left(1 + \frac{2k_c}{(m_a s + \gamma)(T_c s + 1)} \right)}{1 + \frac{c_a}{s(m_a s + \gamma)} + \frac{2k_c}{(m_a s + \gamma)(T_c s + 1)}} \Delta V(s). \quad (2)$$

де, m_a — маса амортизатора; c_a — жорсткість пружини, γ — коефіцієнт, який враховує силу тертя у механічній частині амортизатора.

Записана умова стійкості у вихідних параметрах

$$\left(\frac{1}{T_c} \right) \frac{1}{\sqrt[3]{\frac{c_a}{m_a T_c}}} \left(\frac{k_c}{m_a T_c} \right) \left(\frac{1}{\sqrt[3]{\frac{c_a}{m_a T_c}}} \right)^2 = 1. \quad (3)$$

Отримані залежності жорсткості пружини та маси амортизатора від сталої часу ділянки стрічкового матеріалу, при яких перехідний процес у стрічкопровідній системі має аперіодичний характер.

Побудовані діаграми для розрахунку оптимальних параметрів пружинного амортизатора (жорсткості пружини і маси амортизаційного валика). (рис. 1)

На основі проведеного аналізу розроблена методика розрахунку та вибору оптимальних параметрів пружинного амортизатора.

Для визначення впливу параметрів пружинного амортизатора на коливання натягу стрічкового матеріалу проведено аналіз на основі частотного методу.

Побудовані логарифмічні амплітудно-частотні характеристики стрічкопровідної системи з пружинним амортизатором і дані рекомендації по вибору параметрів пружинного амортизатора.

Для підтвердження результатів отриманих аналітично, в роботі примінено метод цифро-аналогового моделювання.

Побудована цифро-аналогова модель стрічкопровідної ділянки з пружинним амортизатором з допомогою якої складена програма для дослідження на ЕОМ залежностей натягу стрічкового матеріалу від зміни параметрів пружинного амортизатора.

Проаналізовано вплив жорсткості пружини амортизатора та маси

Діаграми для вибору параметрів пружинного амортизатора

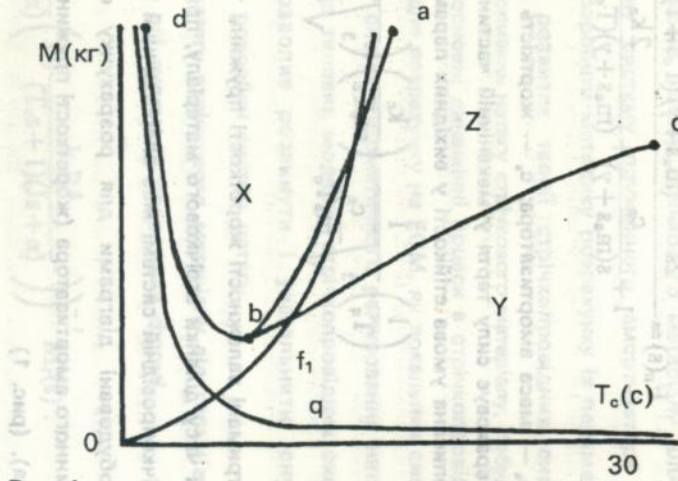
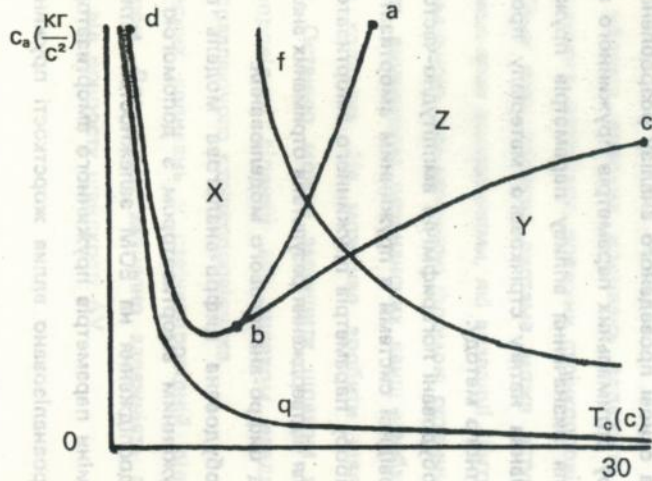


Рис. 1

амортизаційного валика на коливання натягу стрічкового матеріалу.

Отримані залежності зміни натягу стрічкового матеріалу при різних величинах жорсткості пружини і маси амортизаційного валика при ступеневій дії приросту швидкості.

З проведеного аналізу зроблено висновок, результати отримані на ЕОМ цілком підтверджують результати отримані аналітично, тобто підбираючи параметри пружинного амортизатора по запропонованій методиці можна добитись стійкого режиму роботи, при якому відсутні резонансні явища і мінімальна величина амплітуди коливань натягу стрічкового матеріалу.

Проведено аналіз власних коливань у стрічкопровідній системі з стабілізуючими валиками. Записана залежність натягу стрічки від приросту швидкості в операторній формі

$$F_n(s) = \frac{k_{1c}}{(T_{1c}s+1)(T_{2c}s+1)} \frac{1}{1 + \frac{k_{1c}R_b^2}{(T_{1c}s+1)(T_{2c}s+1)(J_b s + \alpha_1)} + \frac{k_{2c}R_b^2}{(T_{2c}s+1)(J_b s + \alpha_1)}} \Delta V(s) \quad (4)$$

де, J_b — момент інерції стабілізуючих валиків, R_b — радіус стабілізуючих валиків.

Записана умова стійкості у вихідних параметрах

$$\left(\frac{2}{T_c}\right)_3 \frac{1}{\sqrt{2R_b^2 k_c}} \left(\frac{k_c R_b^2}{T_c J_b}\right) \left(\frac{1}{\sqrt{2R_b^2 k_c}}\right)_3^2 = 1, \quad (5)$$

Отримана залежність момента інерції стабілізуючих валиків від сталої часу ділянки стрічкового матеріалу при яких перехідний процес у стрічкопровідній ділянці має аперіодичний характер.

Побудована діаграма для розрахунку параметрів стабілізуючих валиків (момента інерції) (рис. 2).

На основі проведеного аналізу розроблена методика розрахунку момента інерції стабілізуючих валиків.

Для визначення впливу момента інерції стабілізуючих валиків на натяг стрічки проведено аналіз на основі частотного методу.

Діаграма для вибору параметрів стабілізуючих валиків

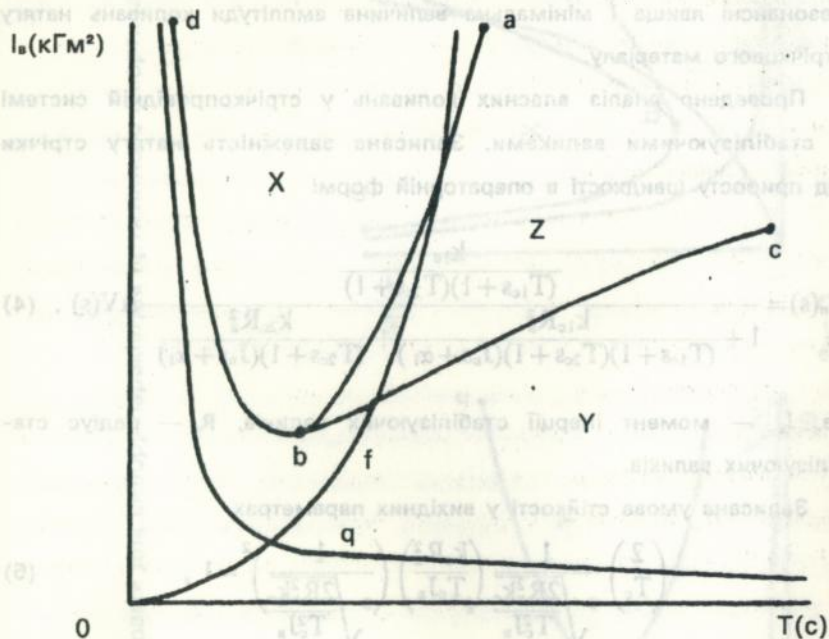


рис. 2

Побудовані логарифмічні амплітудно-частотні характеристики стрічково-провідної системи з стабілізуючими валиками і дані рекомендації по вибору момента інерції стабілізуючих валиків

Для підтвердження результатів отриманих аналітично в роботі примінено метод цифро-аналогового моделювання.

Побудована цифро-аналогова модель стрічково-провідної ділянки з стабілізуючими валиками, за допомогою якої складена програма для дослідження на ЕОМ залежності зміни натягу стрічкового матеріалу від зміни параметрів стабілізуючих валиків. Проаналізовано вплив момента інерції стабілізуючих валиків на зміну натягу стрічкового матеріалу.

Отримані залежності зміни натягу стрічкового матеріалу при різних величинах момента інерції стабілізуючих валиків при ступеневій дії приросту швидкості.

З проведеного аналізу зроблено висновок, результати отримані з допомогою ЕОМ цілком підтверджують результати отримані аналітично, тобто підбираючи параметри стабілізуючих валиків по запропонованій методиці можна добитись такого режиму роботи при якому мінімальна амплітуда коливань натягу стрічкового матеріалу.

В третьому розділі науково-обгрунтована і вирішена задача нових систем автоматичного регулювання та стабілізації натягу стрічкового матеріалу, які зменшують амплітуду циклічних коливань натягу.

Розробку і проектування системи автоматичного регулювання натягу стрічкового матеріалу можна розділити на три основні задачі:

1. Обгрунтування і вибір способу регулювання натягу стрічкового матеріалу.

2. Вибір і розрахунок функціонально необхідних елементів системи.

3. Синтез системи, яка б задовільняла поставлені технічні вимоги.

Обгрунтування і вибір способу регулювання натягу визначається характером задачі, технічними вимогами і точкою прикладання регулюючої дії.

Друга задача досить повно вирішена і викладена в літературі. Промисловість випускає ряд функціонально необхідних елементів які

можна використати при розробці системи. Тому в роботі ця задача не розглядається.

Найбільш складною і відповідальною є третя задача, тому що системи натягу є багатоконтурними системами з внутрішніми та зовнішніми зв'язками високого порядку. Тому аналітичні методи синтезу зустрічають певні труднощі. Більш доцільним є використання можливостей сучасних ЕОМ і шляхом цифро-аналогового моделювання систем та ціленаправленого перебору, вибрати параметри системи.

Основними етапами синтезу є:

- побудова вихідної моделі системи регулювання;
- визначення передаточної функції системи;
- визначення параметрів системи і коригуючого пристрою які задовільняють технічні вимоги задачі;
- остаточний вибір параметрів системи шляхом моделювання на ЕОМ.

В роботах автора розроблено методи синтезу типових систем автоматичного регулювання натягу і побудовані цифро-аналогові моделі систем, які узагальнені і розвинуті в даному розділі.

Розроблена локальна система автоматичного регулювання натягу стрічки з електронним фіксатором рівня, яка зменшує амплітуду циклічних коливань натягу на тихохідних машинах. Побудована структурна схема системи, яка враховує пружні властивості стрічки, постійну зміну радіуса рулона, як в процесі розмотування, так і в процесі одного оберта.

Записана залежність зміни натягу стрічкового матеріалу від зміни приросту швидкості в точці змотування з рулона, в операторній формі

$$\Delta V_0(s) = \left(-\frac{k_c}{T_c s + 1} + W_{kl}(s) \frac{k_n c_0 / R_x}{(T_n s + 1)(T_x s + 1)(J_n s + \alpha)} \times \right. \\ \left. \times \frac{R T_p s k_c k_{fp}}{(T_p s + 1)(T_c s + 1)} \right) \Delta^{-1}(s), \quad (6)$$

$\Delta(s)$ — визначник структурної схеми

$$\Delta(s) = 1 + \frac{(RT_{ps})^2 k_c}{(J_n s + \alpha)(T_{ps} + 1)(T_{cs} + 1)(T_{ps} + 1)}, \quad (7)$$

де, T_x — стала часу кола якоря, c — стала двигуна, W_{kl} — передаточна функція коригуючого пристрою.

Для компенсації дії приросту швидкості на коливання натягу виконано коригуючий пристрій з передаточною функцією W_{kl} , з умови абсолютної інваріантності системи

$$\left(-\frac{k_c}{T_{cs} + 1} + W_{kl}(s) \frac{k_n(c_0/R_x) RT_{ps} k_c k_{\phi p}}{(T_{ns} + 1)(T_{rs} + 1)(J_n s + \alpha)(T_{ps} + 1)(T_{cs} + 1)} \right) = 0, \quad (8)$$

Якщо вибраний таким методом коригуючий пристрій включити в систему з електронним фіксатором рівня, то можна покращити якість регулювання, звести до мінімуму вплив приросту швидкості на натяг стрічки за час одного оберта рулона і значно зменшити амплітуду циклічних коливань натягу стрічкового матеріалу.

Для аналізу роботи системи автоматичного регулювання натягу стрічкового матеріалу з електронним фіксатором рівня в роботі застосовано метод цифро-аналогового моделювання.

Побудована цифро-аналогова модель системи і складена програма для її дослідження на ЕОМ.

Проаналізовано залежність зміни натягу стрічкового матеріалу при різних величинах ексцентриситета рулона, що розмотується.

З проведеного аналізу зроблено висновок, що використання електронного фіксатора рівня на тихохідних машинах дає можливість в два рази зменшити амплітуду коливань натягу стрічки, що виникають при розмотуванні рулона нправильної геометричної форми.

Розроблена локальна система автоматичного регулювання натягу стрічки з гідравлічним регулятором петлі, яка зменшує амплітуду циклічних коливань натягу на швидкохідних машинах.

Записана залежність зміни натягу стрічкового матеріалу від зміни приросту швидкості в точці змотування з рулона, в операторній формі.

ІНБ ім. В. Стефаника
ДІІ України

$$\frac{F(s)}{\Delta V_0(s)} = \left(\frac{k_{\text{фр}} k_{\text{гд}} k_c}{T_c s + 1} W_{k2}(s) - \frac{k_c}{T_c s + 1} \right) \Delta^{-1}(s), \quad (9)$$

де $\Delta(s)$ — визначник структурної схеми

$$\Delta(s) = 1 + \frac{(RT_{ps})^2 k_c}{(J_a s + \alpha)(T_{ps} + 1)(T_{cs} + 1)(T_{ps} + 1)}. \quad (10)$$

де, $k_{\text{фр}}$ — коефіцієнт передачі електронного фіксатора рівня; $k_{\text{гд}}$ — коефіцієнт передачі гідравлічного регулятора петлі; W_{k2} — передаточна функція коригуючого пристрою.

Для компенсації дії приросту швидкості на коливання натягу виконано коригуючий пристрій з передаточною функцією W_{k2} з умови абсолютної інваріантності системи.

$$\left(\frac{k_{\text{фр}} k_{\text{гд}} k_c}{T_c s + 1} W_{k2}(s) - \frac{k_c}{T_c s + 1} \right) = 0. \quad (11)$$

Якщо вибраний таким методом коригуючий пристрій включити в систему з гідравлічним регулятором петлі, то можна отримати систему, яка є повністю інваріантна до збурюючої дії, зокрема до збурень викликаних неідеальною геометричною формою рулона.

Для аналізу динамічного режиму роботи системи автоматичного регулювання натягу стрічкового матеріалу з гідравлічним регулятором петлі застосовано метод цифро-аналогового моделювання.

Побудована цифро-аналогова модель системи і складена програма для її дослідження на ЕОМ.

З проведеного аналізу зроблено висновок, що використання гідравлічного регулятора петлі дає можливість зменшити амплітуду циклічних коливань натягу стрічки на швидкохідних машинах.

Розроблена нова система автоматичного регулювання натягу стрічки з вимірюванням струму двигуна намотувального пристрою. Величина натягу стрічкового матеріалу вимірюється посереднім методом за допомогою датчика струму, включеного в коло якоря двигуна намотувального пристрою. Використання інвертуючого пі-

дсилювача забезпечує необхідну глибину та знак зворотнього зв'язку, що розширює можливості та підвищує точність регулювання натягу стрічки в поліграфічних машинах, що працюють з рулона в рулон.

В четвертому розділі науково обгрунтована і розв'язана задача синтезу комбінованої системи автоматичного регулювання та стабілізації натягу стрічкового матеріалу, яка регулює натяг стрічки в межах кожного оберта рулона і зменшує циклічні коливання натягу, викликані неідеальною геометричною формою рулона.

Аналіз існуючих та розроблених в дисертаційній роботі локальних систем автоматичного регулювання натягу стрічкового матеріалу показує, що високу якість регулювання натягу можна чекати при використанні комбінованої системи автоматичного регулювання, в якій зміна величини натягу стрічкового матеріалу викликана зміною радіуса рулона компенсується зміною гальмівного моменту на осі рулона, а високочастотні коливання натягу викликані не-правильною геометричною формою рулона, гасяться гідравлічним регулятором петлі.

Розроблена комбінована система автоматичного регулювання та стабілізації натягу стрічкового матеріалу, яка регулює натяг стрічки в межах кожного оберта рулона і компенсує циклічні коливання натягу, обумовлені неідеальною геометричною формою рулона. Побудована структурна схема системи, яка враховує пружні властивості стрічкового матеріалу, постійну зміну радіуса рулона в процесі розмотування і в межах одного оберта, зміну електричних параметрів гальмівного та намотувального електроприводів, враховує зовнішні та внутрішні зв'язки.

На основі цифрового моделювання, проаналізовано зміну натягу стрічкового матеріалу в перехідному та усталеному режимах при різних швидкостях роботи машини, а також при різних величинах ексцентриситета рулона.

Отримано експериментальні залежності:

зміни напруги на гальмівному електродвигуні від зміни радіуса рулона; зміни струму в колі якоря електродвигуна від зміни радіуса

рулона; зміни напруги на вході гідравлічного регулятора петлі від зміни радіуса рулона за один оберт; зміни напруги на гальмівному електродвигуні в перехідному режимі.

По результатах проведеного аналізу зроблено висновок, що результати експериментальних досліджень цілком підтверджують результати аналітичного аналізу, та цифрового моделювання на EOM.

Результати експериментальних досліджень підтверджують працездатність і ефективність системи натягу на всьому діапазоні робочих швидкостей і значних величинах ексцентриситета рулона, та правильність основних теоретичних положень

ВИСНОВКИ

В роботі узагальнені результати виконаних автором досліджень, отримані теоретичні положення, викладені науково обгрунтовані технічні рішення задачі стабілізації і автоматичного регулювання натягу стрічкових матеріалів в рулонних поліграфічних машинах для зменшення амплітуди коливань натягу, підвищення продуктивності і покращення якості продукції, направлені на впровадження досягнень науки у виробництво.

Найбільш важливі наукові і практичні результати виконаних досліджень:

1. Побудовані математичні і структурні моделі стрічкопровідних систем, які включають стрічкоживильний пристрій, коливні та стабілізуючі валики, ведучі циліндри, враховують пружні властивості стрічкового матеріалу та наявність вимушених коливань на вході стрічкопровідної системи, що є характерною особливістю стрічкопровідних систем, які потрібно враховувати при розробці систем автоматичного регулювання натягу.

2. Розроблена методика розрахунку пружинного амортизатора і побудована номограма, за допомогою якої вибираються його параметри (маса валика і жорсткість пружини), які забезпечують мінімальний час затухання і 2—3 кратне зменшення амплітуди вимушених коливань.

3. Розроблена методика розрахунку стабілізуючих валиків і побудована діаграми за допомогою якої вибираються його параметри, які забезпечують значне зменшення амплітуди вимушених коливань натягу стрічки і спрощують конструкцію стрічкопровідної системи.

4. Науково обгрунтована і розроблена система автоматичного регулювання натягу стрічкового матеріалу з електронним фіксатором рівня, яка компенсує дію коливань в точці його розмотування з рулона і значно зменшує вплив коливань швидкості на натяг стрічки.

5. Науково обгрунтована і розроблена система автоматичного регулювання натягу стрічкового матеріалу на швидкохідних машинах за допомогою гідравлічного регулятора петлі, яка компенсує дію коливань швидкості стрічки в точці змотування з рулона та в 2—3 рази зменшує вплив інших збурень на вході стрічкопровідної системи.

6. Розроблена комбінована система автоматичного регулювання натягу стрічкового матеріалу для поліграфічних машин які працюють з рулона в рулон, яка забезпечує стабільний натяг при багатократній зміні радіусів розмотуваного і намотуваного рулонів.

7. Результати моделювання розроблених систем автоматичного регулювання на ЕОМ підтвердили основні теоретичні положення, показали їх ефективність. Амплітуда коливань натягу зменшується в 2—3 рази.

8. Виробничі випробування і результати впровадження експериментального взірця комбінованої системи автоматичного регулювання натягу стрічкового матеріалу підтвердили високу ефективність системи на всіх режимах роботи. Покращилась якість готової продукції, підвищилась продуктивність машини на 20—25 %

1. Кавын Я.М. Цифро—аналоговая модель размоточной секции рулонной машины // Тез. докл. Материалы всесоюзного совещания по методам расчета полиграфических машин—автоматов. Л., 1991. С.
2. Кавын Я. М. Динамическая модель размоточной секции // Тез. докл. Материалы научно—практической конференции молодых учённых и специалистов печати Печать. Молодёж. Рынок : М., 1992. С.
3. Кавин Я.М. Динамічна модель стрічковидної ділянки з пружинним амортизатором. — Поліграфія і видавнича справа. Львів: Вища школа, 1993, №27. С.93—99.
4. Кавин Я.М., Дурняк Б.В. Розробка, аналіз та дослідження на ЕОМ системи автоматичного регулювання натягу паперової стрічки // Тез. доп. Звітно—техн. конференція проф.—викл. складу наукових працівників і аспірантів. Л.: 1993. С.16.
5. Дурняк Б.В., Кавин Я.М. Моделі систем намотування рулонних друкарських машин // Тез. доп. Звітно—техн. конференція проф.—викл. складу наукових працівників і аспірантів. Л., 1993. С.12
6. Кавин Я.М. Система автоматичного регулювання натягу стрічки з компенсацією циклічних збурень // Тез. доп. Материалы научно—техн. конференции с международным участием Приборостроение—94 . Винница—Симферополь.: 1994. С.
7. Кавин Я.М. Цифро—аналогова модель розмотувальної секції рулонної машини. — Поліграфія і видавнича справа. Львів: Вища школа, 1994, №29 С.132—137.
8. Кавин Я.М. Система автоматичного регулювання натягу в межах кожного оберта рулона // Тез. доп. Звітно—техн. конференція проф.—викл. складу наукових працівників і аспірантів. Л.: 1995. С.54.
9. Кавин Я. М. Аналіз стрічкової ділянки зі стабілізуючими валиками // Тез. доп. Матеріали другої української конференції з автоматичного керування Автоматика — 95. Львів.: 1995.
10. Кавин Я. М. Аналіз систем автоматичного регулювання натягу з пристроями для компенсації циклічних збурень // Тез. доп. Матеріали 3-ї міжнародної науково-технічної конференції Контроль и управление в технических системах. Вінниця.: 1995 С. 447.

Kavyn I. M. "Dynamics and Control of Stripfeeding and Stripdirecting Systems of Printing Presses".

It is the thesis for supporting the scientific degree of technical science candidate. Speciality — 05.05.01. "Machines, Agregates and Printing Production Processes." Ukrainian Academy of Printing. Lviv. 1996.

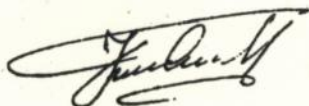
The paper deals with the theoretical investigations of stripfeeding systems of printing presses. Effective methods of calculations of stabilization and automatic control of strip material tension are worked out. They compensate the action of forced pulsation on strip trusion. The achieved results of computer system modelling and experimental investigation results are given the paper.

Кавын Я. М. «Динамика и управление лентопитающими и лентопроводящими системами полиграфических машин.»

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.05.01 «Машины, агрегаты, и процессы полиграфического производства». Украинская академия печати. Львов. 1996.

Выполнены теоретические исследования лентопитающих систем полиграфических машин. Разработаны эффективные методы расчета систем стабилизации и автоматического регулирования натяжения ленточного материала, который компенсирует действие принудительных колебаний на натяжение ленты. Представлены результаты моделирования на ЭВМ и результаты экспериментальных исследований.

Здобувач



Кавин Я.М.

Коллектив авторов благодарит редакцию за помощь в подготовке рукописи. Работа выполнена в Киевском государственном университете им. Т. Шевченко. Киев, 1981 г.

It is the basis for supporting the scientific degree of technical science. The paper deals with the theoretical investigations of stabilizing systems of printing presses. Effective methods of calculation of stabilizer and automatic control of strip machine tension are worked out. The computerized control system is tested on a strip printer. The obtained results of computer system modeling and experimental investigation testify to the given

the paper: П. С. Коваленко, А. М. Мельник, В. М. Даниленко, В. М. Даниленко, В. М. Даниленко

Киев, В. М. Даниленко и другие. Киев, 1981 г.

Вопросы автоматизации печатных машин. Исследования в области автоматизации печатных машин. Киев, 1981 г.

Исследования в области автоматизации печатных машин. Киев, 1981 г.

Исследования в области автоматизации печатных машин. Киев, 1981 г.

Исследования в области автоматизации печатных машин. Киев, 1981 г.

Исследования в области автоматизации печатных машин. Киев, 1981 г.

AB 34.882

AB 34.882