

Висновки

Дослідження в сфері комп'ютерної стенографії розвиваються швидко і невинно. Однак швидкість не завжди дозволяє здійснювати якісних аналіз на якому в подальшому базується висновок. Захист цифровим водяним знаком на даному етапі розвитку вважається пріоритетним та надійним, однак дослідження показують, що велика кількість мультимедійних даних та об'єктів авторського права в цілому захищені не досить надійно, оскільки існують методи та засоби, що дозволяють обійти чи знищити захист. Необхідно здійснювати комплексних захист даних, з можливістю підтвердження чи відстеження мультимедійних даних, що використовуються з іншою метою.

1. М. В. Калаши́ков, О. О. Яковенко, Н. І. Кушніренко. Вбудовування цифрових водяних знаків у аудіо файли зі стисненням без втрат, електронний ресурс [Lviv Polytechnic National University Institutional Repository <http://ena.lp.edu.ua>]
2. Сагайдак Д.А., Файзуллин Р.Т., Способ формирования цифрового водяного знака для физических и электронных документов - - Компьютерная оптика, 2014, том 38, №1.
3. Грибунин В.Г. Цифровая стеганография / Грибунин В.Г., Оков И.Н., Туринцев И.В. – Солон- Пресс, 2002. – 265 с.

Поступила 9.10.2017 р.

УДК 621.3

О.В. Тимченко^{1,2}, д.т.н, професор, О.В. Шевчук², ст. викл.

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ СТРІЧКОПРОВІДНИХ СИСТЕМ РУЛОННИХ РОТАЦІЙНИХ МАШИН

Анотація. Створено та проаналізовано поведінку натягу стрічкового матеріалу в рулонних ротаційних машинах на основі універсальної концепції створення багатополосних елементів окремих вузлів.

Ключові слова: моделювання, рулонна ротаційна машина, багатополосні елементи.

Abstract. Abstract. The behavior of the tape material tension in rolled rotary machines was created and analyzed on the basis of the universal concept of creating multipole elements of individual nodes.

Keywords: modeling, roll rotary machine, multipolar elements.

¹ Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

² Українська академія друкарства

Вступ

Рулонні ротаційні машини (PPM) відносяться до високопродуктивних систем, які можуть гарантувати замовникові виготовлення необхідної продукції, а керівникам поліграфічної компанії – наявність замовлень та успішну діяльність підприємства.

Основною ланкою високошвидкісних PPM з випуску друкованої продукції є стрічкопровідна система. Це складний об'єкт управління: стрічковий матеріал - папір, полімерний матеріал, поліетилен тощо, неперервно проходить технологічну обробку на взаємопов'язаних секціях PPM (рулонна зарядка, друкарські пари, лакувальна секція, сушильна секція, поворотні модулі, фальцапарат або намотувальний рулон та ін.).

Ефективна робота стрічкопровідних систем PPM та управління ними можливі при застосуванні ефективних процесів керування, розроблених на основі синтезу алгоритмів керування та кластеризації параметрів. Аналіз моделей стрічкопровідних систем PPM та їх елементів, математичний опис систем і кластеризація параметрів надасть змогу забезпечити проектування та удосконалення PPM і систем керування ними.

Створення і дослідження моделі

Можна виокремити наступні підсистеми багатодвигунної PPM: рулон, амортизуючий пристрій, друкарські пари, намотувальний рулон, система електропривода стрічковедучих пар та намотувального рулону [1, 2]. Усі підсистеми пов'язуються стрічковим матеріалом (рис. 1).

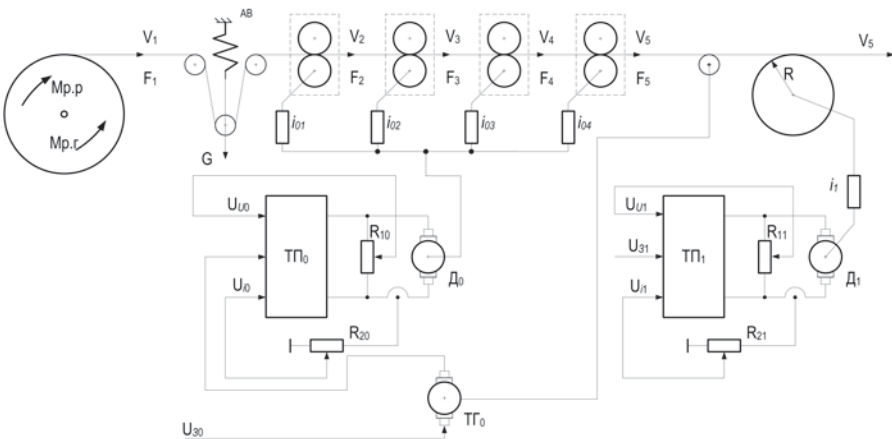


Рис. 1. Функціональна схема моделі стрічкопровідної системи PPM з чотирма друкарськими парами з посереднім регулюванням натягу

Регулювання натягу та швидкості стрічкопровідної системи здійснюється з допомогою єдиного двигуна (Д) для усіх чотирьох друкарських пар, що керуються тахогенератором (ТГ) та тиристорним перетворювачем (ТП).

Відповідно до функціональних схем РРМ запропоновано структурну схему РРМ з чотирма друкарськими парами з посереднім регулюванням натягу (рис. 2).

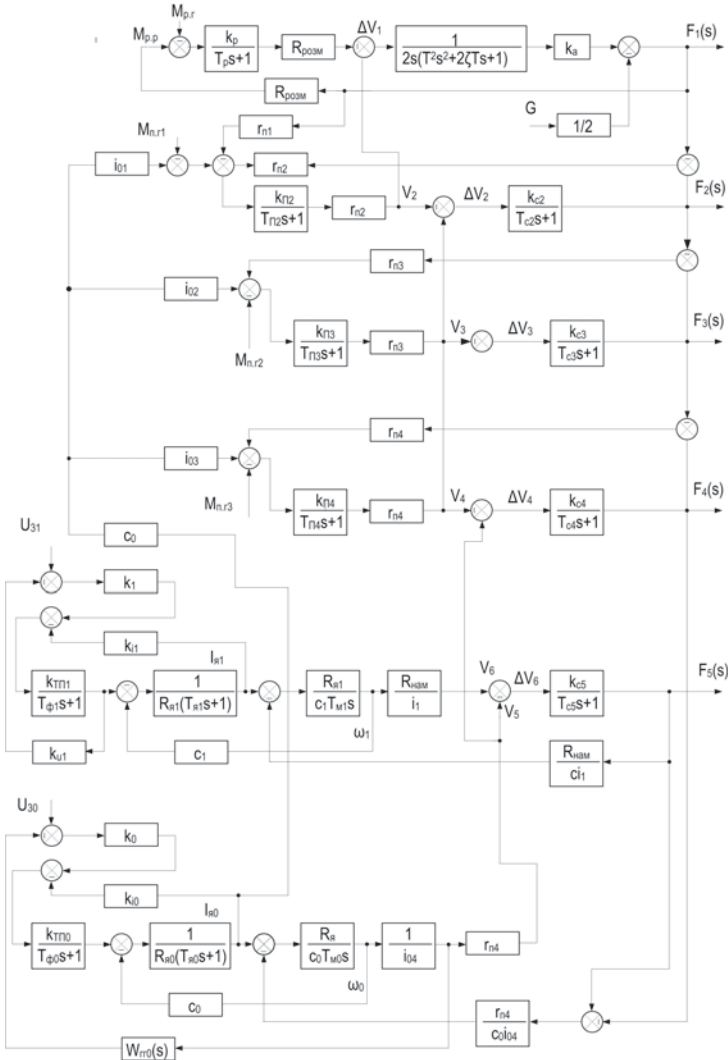


Рис. 2. Структурна схема моделі стрічкопровідної системи РРМ з чотирма друкарськими парами з посереднім регулюванням натягу

Структурна схема PPM характеризується такими елементами:

$k_{ТП}$ – коефіцієнт тиристорного перетворювача;

T_{Φ} , T_M , c – стала часу фільтра, електромеханічна стала часу, стала двигуна;

k_i , k_u – коефіцієнт зворотного зв'язку за струмом та напругою;

$W_{ТГ0}(s)=k_{ТГ0}$ – коефіцієнт передачі тахогенератора $ТГ0$;

i – передаточне число редуктора;

$R_{розм.}$, k_p , T_p – радіус, коефіцієнт, стала часу розмотувального рулону;

$k_{a.}$, T , ξ – коефіцієнт передачі, стала часу, коефіцієнт демпфірування амортизатора;

G – вага амортизуючого валика;

$R_{нам.}$ – радіус намотувального рулону;

k_c , T_c – коефіцієнт передачі, стала часу стрічкопровідної ділянки;

r_{II} , k_{II} , T_{II} – радіус циліндра, коефіцієнт передачі, стала часу друкарської пари.

Параметри друкарської пари, розмотувального та намотувального рулонів приведені до відповідних осей обертання. Індокси 0–5 відповідають позначенням функціональної схеми. Стрічкопровідній ділянці між рулоном та першою друкарською парою відповідають параметри k_{c1} та T_{c1} ; між першою та другою друкарськими парами – параметри k_{c2} та T_{c2} ; між другою та третьою друкарськими парами – k_{c3} та T_{c3} ; між третьою та четвертою – k_{c4} та T_{c4} ; між четвертою друкарською парою та намотувальним механізмом – k_{c5} та T_{c5} .

Комп'ютерне симулювання роботи PPM

Дослідження динаміки системи PPM при змінненні параметрів окремих елементів здійснюємо з допомогою математичного моделювання. Модель PPM у Matlab (рис. 3), створена на основі структурної моделі (рис. 2), дозволяє оцінити кількісні та якісні показники впливу окремих факторів технологічного процесу на контрольовані параметри. Саме завдяки проведеному аналізу динаміки можна зробити висновки і дати рекомендації щодо конструкції та параметрів PPM. Особливість даної моделі є представлення окремих вузлів у вигляді шестиполусних елементів [3], що дозволяє узагальнити модель PPM на довільну кількість друкарських пар і відповідних приводів (на рис. 4.1 показана структурна схема розмотуваного рулону та пружного амортизатора, відповідно на рис.4.2 – друкарська пара, 4.3 – приводу друкарських пар, 4.4 – приводу намотуваного рулону).

Керуючись перехідними характеристиками швидкості та натягу стрічки на друкарських парах від збурення за завданням, отриманими в результаті моделювання (рис. 5-6) можна зробити висновок, що стрічкопровідна система PPM є коливною системою з малим ступенем затухання. Система направляючих валиків, стрічковедучих пар і рулонів пов'язані між собою рухомою стрічкою. Отже, досліджується багатомасова система. Амплітуда і частота коливань натягу залежать від конструктивних параметрів системи, довжини стрічкопровідних ділянок, жорсткості матеріалу. Параметри рулону

та стрічкопровідної ділянки впливають на частоту коливань у намотуваному та розмотуваному механізмах.

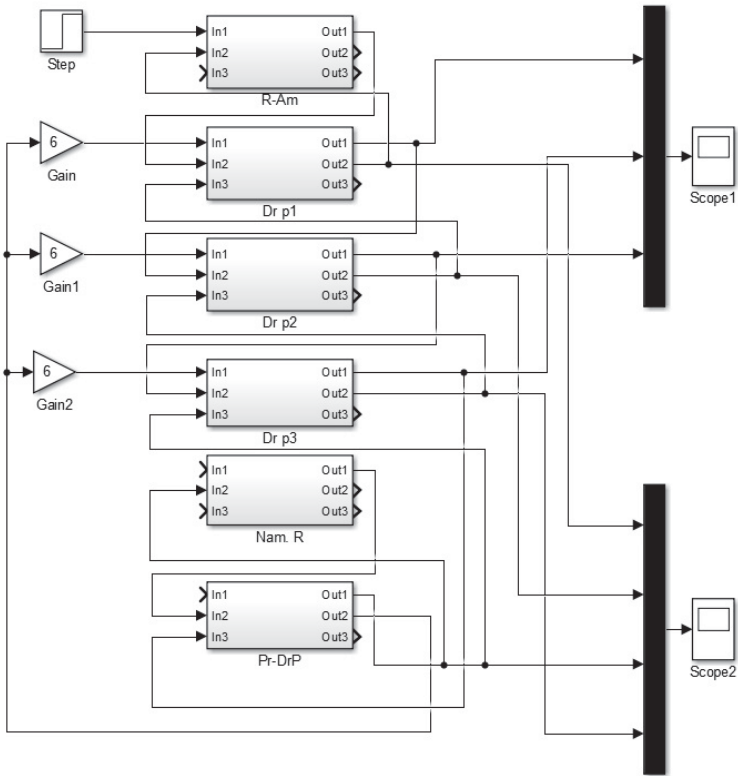
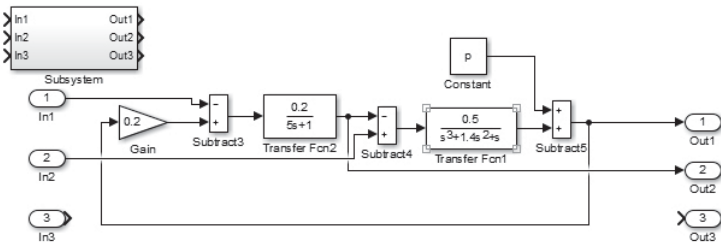
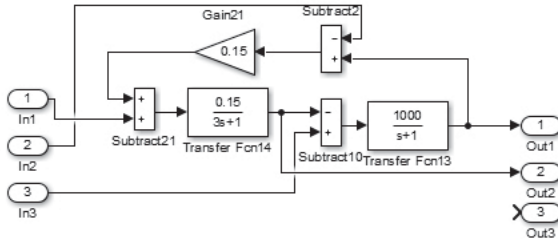


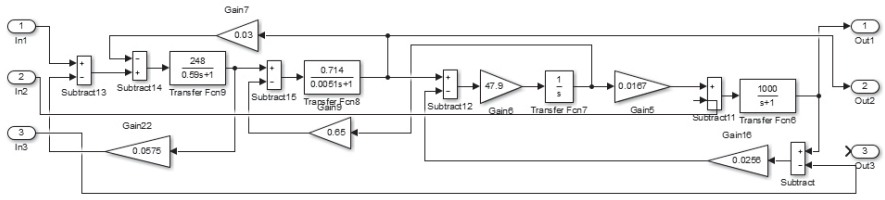
Рис.3. Структурна схема моделі стрічкопровідної системи PPM



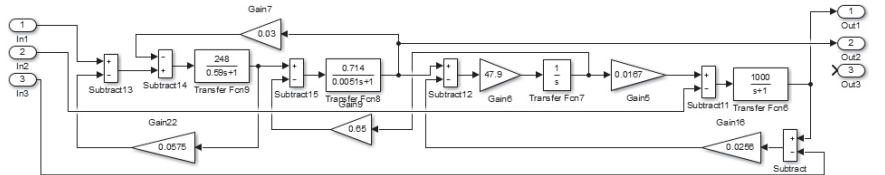
4.1. Структурна схема моделі розмотуваного рулону та амортизатору



4.2. Структурна схема моделі друкарської пари



4.3. Структурна схема моделі приводу друкарських пар



4.4. Структурна схема моделі приводу намотуваного рулону

У розмотуваному вузлі для запобігання виникнення коливань слід застосовувати амортизатор. Загальний коефіцієнт стрічкостійкої системи збільшується при зменшенні радіуса розмотувального рулону, що призводить до зменшення запасу стійкості системи натягу.

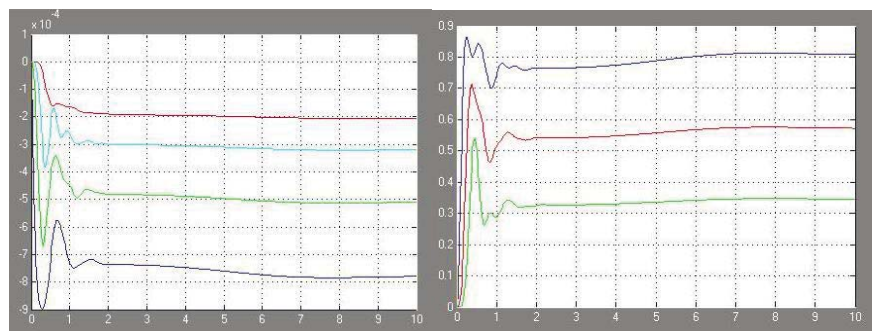


Рис. 5. Перехідні характеристики натягу та швидкості стрічки на 1-3 друкарських парах від збурення за заданням ($k_c=1000$, $T_c=0,2$ с)

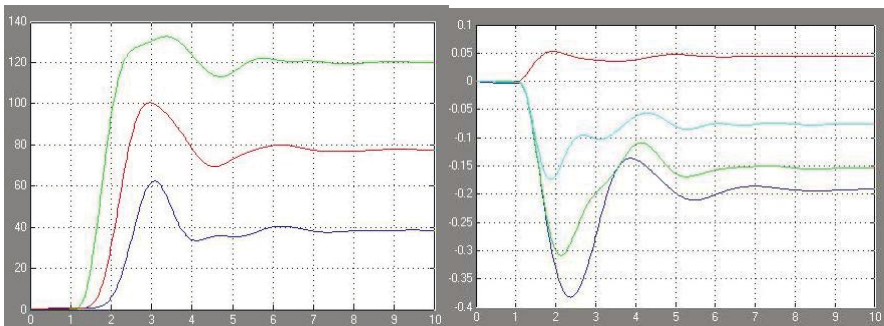


Рис. 6. Перехідні характеристики натягу та швидкості стрічки на друкарських парах від збурення по намотувальному рулону

Аналіз динаміки системи (рис.5-6) дозволяє зробити такі висновки і дати відповідні рекомендації щодо конструкції та параметрів РРМ.

Система направляючих валиків, стрічковедучих пар і рулонів, що зв'язані між собою рухомою стрічкою, створюють багатомасову систему, стрічкопровідна ділянка РРМ є коливною системою і має малий ступінь затухання. Амплітуда і частота коливань натягу залежить від конструктивних параметрів системи, довжини стрічкопровідних ділянок і жорсткості стрічкового матеріалу.

Аналіз також показує, що в намотувальному і розмотувальних механізмах можливе виникання коливань з частотою, що визначається параметрами рулону і стрічкопровідної ділянки. І хоча в розмотувальному вузлі для запобігання виникнення таких коливань служить амортизатор, в стрічкоприймальному вузлі для спрощення системи стабілізації натягу амортизатори, як правило, не застосовуються.

Висновки

Отже, створена модель РРМ, в яких окремі секції взаємодіють лише через пружний стрічковий матеріал дозволяє адекватно оцінити параметри машини, а прийнята концепція багатополосних елементів може застосовуватись для створення моделей довільних РРМ. Аналіз динаміки моделей показує, що вимоги, які ставляться до багатодвигунних РРМ – швидкості окремих секцій не повинні відрізнятися більш ніж 0,5%, положення циліндрів стрічковедучих пар – не більш ніж 3', точність суміщення технологічних операцій – до 0,1 мм та інші можуть бути задоволені шляхом вибору параметрів машини і електроприводу.

1. Дурняк Б.В., Тимченко О.В. Математичне моделювання і реалізація систем керування стрічкопровідними системами. – К.: Видавничий центр „ПРОСВІТА”, 2003. – 232 с.
2. Дурняк Б. В. Нечітке управління рулонними ротаційними машинами з кластеризацією технологічних параметрів : моногр. / Б. В. Дурняк, Я. О. Меденець, І. Т. Стрепко, О. В. Тимченко. — Львів : Укр. акад. друкарства, 2017. — 164 с.

3. *Шевчук О., Кам'янчин І.* Моделі багатополосних компонентів електромеханічних систем приводів рулонних друкарських машин / О. Шевчук, І. Кам'янчин // Комп'ютерні технології друкарства: Зб. наук. пр. – Львів, 2010.- № 24. – С. 53-61.

Поступила 16.10.2017 р.