

Методи за управление на процесите развиване и навиване на лентов материал

Мариян Няголов

Methods for control of the processes unwinding and winding of roll material: There are different control strategies, in use today, for controlling a Web Transport System (WTS). The choice of which one to use, depends on the plant setup and the requirements to the systems behavior and maybe the final product. The main goal is to increase the web transport velocity as much as possible while controlling the tension of the web. The main concern is the coupling existing between web velocity and tension. This article presents methods for control of the processes unwinding and winding by using torque and speed regulation.

Key words: *winder, unwinding, dancer, WTS, encoder, сервоуправление.*

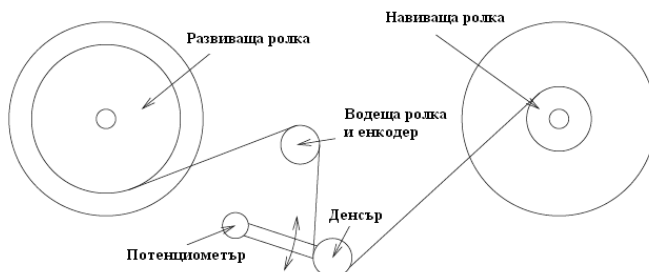
ВЪВЕДЕНИЕ

Развиването и навиването на материал е важен процес за много производствени системи. В повечето случаи качеството на процесите зависи основно от линейната скорост и натягането на материала [1]. Това означава, че качеството на продукта зависи от това колко добре са регулирани скоростта и натегнатостта на лентата. Следователно двигателите използвани за управлението на процесите развиване и пренавиване трябва да бъдат управлявани по прецизен начин. Една от целите за контрол е подобряване на управлението на лентовото натягане и скоростта, така че константната натегнатост на лентата да се поддържа в процеса на изменение на скоростта. При управлението на процесите трябва да се вземе под внимание механична конфигурация на машината, свойствата на лентата, линейна скорост, триенето в механичната система, и колебанията в системата. С увеличаване на диаметъра на ролката, инерцията нараства експоненциално [3].

ИЗЛОЖЕНИЕ

1. Елементи на транспортните системи.

Транспортните системи (WTS) са оборудвани с едно dancer устройство, чрез което се измерва натегнатостта на лентата и външен датчик (encoder) служещ за изчисляване на линейната скорост на лентата. На фиг.1. е показана транспортна система състояща се от dancer, чиято ос е свързана с потенциометър, encoder, развиваща, навиваща и водеща ролка [2].



Фиг.1. Схема на транспортна система

Изхода от потенциометъра има относително тесен обхват. За компенсирани и увеличаване на обхвата на потенциометъра е добавена пружина в обратната му връзка, която се закрепва към оста на денсъра. Между моторите и ролките могат да бъдат монтирани редуктори с определено преводно отношение. Скоростите на развиващата и навиващата ролка се определят с помощта на енкoдерите, които са

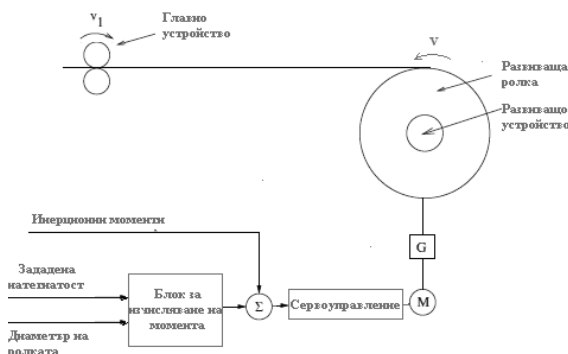
вградени в двата мотора задвижващи двигателя. Има различни стратегии [4] при управление на развиващите и навиващи механизми. Някои от тях са:

- управление по момент - при него регулатора по момент изменя заданието си към задвижващата система, така че заданието му да се поддържа в определени предварително зададени граници.

- управление по скорост - при него регулатора по скорост изменя заданието си към задвижващата система, така че заданието му да се поддържа в определени предварително зададени граници. За реализиране на тези управляващи стратегии могат да се използват системи без и с обратна връзка.

2. Управление по момент без обратна връзка на процеса развиване.

При този тип управление момента на развиващата ролка се следи от системата без обратна връзка показана на фиг.2.



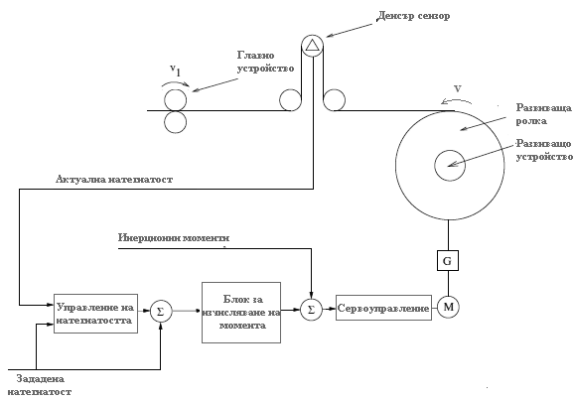
Фиг.2. Управление по момент без обратна връзка

Моментът се изчислява на база зададената натегнатост на лентата и диаметъра на ролката. Стойността се сумира с инерционните моменти и се подава чрез сервоуправление като задание по момент към развиващият двигател. Тази управляваща структура е стабилна, ако в системата смущенията не са големи и не са чести. В противен случай системата става нестабилна. Стабилността на системата зависи от триенето в механичната конструкция, линейната скорост и свойствата на мрежата. Този тип управление се използва при системи със занижени изисквания към контрола на натегнатостта.

3. Управление по момент с обратна връзка на процеса развиване.

При тази управляваща структура, денсъра се използва за измерване на силата приложена към лентата. Силата е пропорционална на ъгъла на отклонение на денсъра. Схемата на това управление е показана на фиг.3.

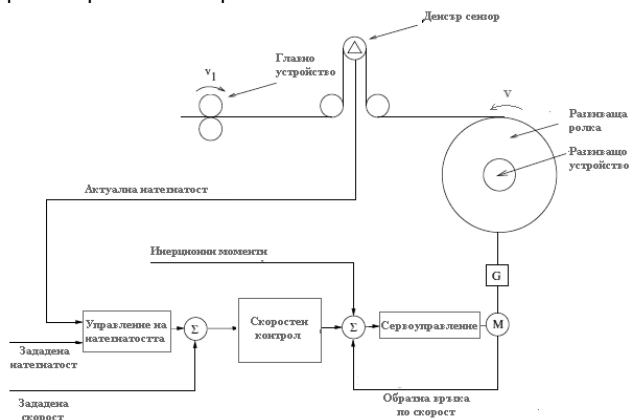
Целта е минимизиране на разликата между заданието и актуалната стойност на момента получена от денсър устройството. Това сравнение обикновено се реализира от ПИ или ПИД регулатор. Грешката на изхода от регулатора се сумира със заданието и заедно с инерционните моменти се използват за изчисляване общия момент, който се подава чрез сервоуправление като задание към развиващият двигател. Честотата на колебанията в системата зависят от механичната конструкция, свойствата и линейната скорост на лентата. Минимум колебания се наблюдават при празна или пълна ролка, зависейки от конфигурацията на системата.



Фиг.3. Управление по момент с обратна връзка

4. Управление по скорост на процеса развиване.

При този тип управление показано на фиг.4. изчисляването на момента е заменено с обратна връзка по скорост.



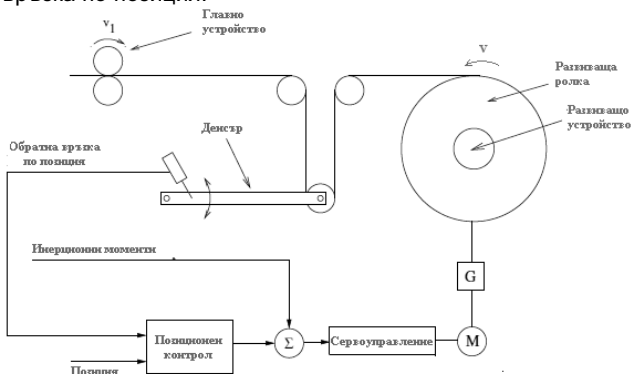
Фиг.4. Управление по скорост на процеса развиване

Управляващия сигнал се изчислява на база актуалната скорост на мотора, зададената скорост, желаната и реалната натегнатост. Изхода на скоростния регулатор представлява заданието по скорост към развиващия механизъм. Колебанията в обратната връзка по скорост зависят от инерцията на системата и нейната конструкция. Зависейки от системната конфигурация колебанията в системата намаляват, при увеличаване на диаметъра и инерцията на ролката. Обикновено регулаторите са настроени за един определен обхват при който системата има най-добри показатели. За да се оптимизират стойностите на регулатора през целия процес, те трябва да се адаптират към изменението на инерционния момент.

5. Управление по позиция и момент на процеса развиване.

При тази управляваща структура показана на фиг.5., позицията на денсъра се сравнява с тази зададена от оператора, като изходния сигнал се използва за компенсиране изменението на инерционните моменти и за изчисляване на крайния

момент използващ се за управление на мотора. Натягането зависи и от триенето на денсъра, инерцията на неговата ролка и от други нелинейни негови елементи. При този механизъм денсъра не представлява тежест с която се задава необходимата натегнатост на лентата, а е устройство което се движи в двете посоки и дава на изхода си обратната връзка по позиция.

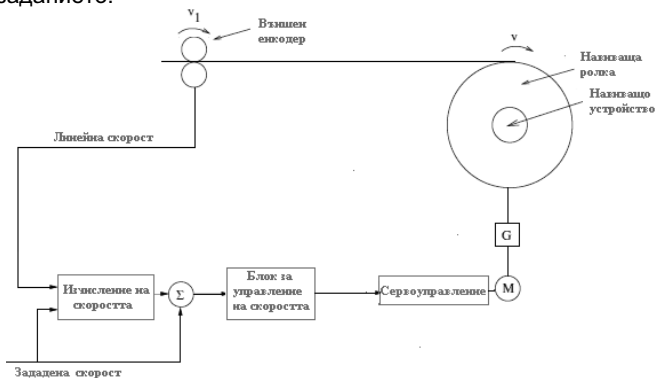


Фиг. 5. Управление по позиция и момент на процеса развиване

Ако има каквато и да е разлика в скоростите от двете страни на денсъра, то той ще се премества. Ако скоростта на навън излизащата част е по-голяма, отколкото скоростта на постъпващата, денсърът ще се издигне и по-малко ще складира запас от мрежа (лента). В този случай се подава управляващ сигнал от сервоуправлението към мотора, така че той да увеличи скоростта си, докато денсърът се установи отново в междинно положение. Ако скоростта на излизащата част е по-малка, отколкото на постъпващата част, денсърът ще се премести надолу и ще складира повече запас от лента. По този начин се запазва натегнатостта на лентата независимо от промяната на диаметъра на ролката.

6. Управление по скорост на процеса навиване.

При това управление показано на фиг.6. на транспортната лента е оборудвана с външен датчик (енкодер) с помощта на който се изчислява линейната скорост на лентата. Тази скорост се сравнява с тази зададена от оператора и разликата се сумира със заданието.



Фиг. 6. Управление по скорост на процеса навиване

Целта е минимизиране на грешката на изхода от регулатора. Блока за изчисляване на скоростта служи за преобразуване на общата линейна скорост в

задание към навиващия двигател подавано чрез сервозадвижване. Заданието по скорост може да бъде от аналогов или цифров източник.

Методите използвани за управление на процеса развиване са приложими и за процеса навиване, но при определени условия (промени в: механична конструкция, задания за изпълнение и други).

7. Настройка на системите за развиване и навиване.

При стартиране на процесите е необходимо параметрите да бъдат инициализирани. Ръчната настройка често може да бъде трудна и невъзможна. Грешни параметри могат да доведат до нестабилност в системата или нейното разрушаване. Следователно е препоръчително начална настройка на параметрите при старт на системата и изчисляването им в процеса на работа. Един начин за компенсиране на измененията е наличието на операторски панел за връзка със системата и за настройка на управляващите параметри. Тази настройка е обикновено базирана на опита на оператора и дава задоволителни резултати, но рядко оптимални. В някои ситуации, това е много икономично решение. При съвременните методи за управление се използва адаптивна настройка на параметрите. При нея стойностите на параметрите се изчисляват автоматично в зависимост от измененията в системата и се подават на управляващото устройство, което от своя страна изработва съответното въздействие.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разгледаните методи за управление на процесите развиване и навиване намират голямо приложение в хартиената, текстилната и опаковъчна промишленост. Избора на метод за управление зависи от конкретното приложение и изискванията към него. Повечето от тях използват ПИД регулатор за управление на двигателите [5] и поддържане на стабилно натягане на материала, който ще се транспортира. Параметрите и променящата се скорост на тези машини са основните проблеми при настройката на регулаторните параметри. Когато напрежението на лентата е твърде малко, това води до омекване на материала, а прекомерното напрежение предизвиква деформации и дори скъсване. Ниската транспортна скорост намалява производителността, докато по-високата причинява нестабилно напрежение и това усложнява механизма за контрол.

ЛИТЕРАТУРА

1. Jones M., Dujic D., E.Levi. A Five-Phase Two-Motor Centre-Driven Winder with Series-Connected Motors. The 33rd Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society (IECON), Taiwan, 2007, p. 1324-1329
2. J. Larsen. Adaptive Control with Self-Tuning for Center-Driven Web Winders. Aalborg University, Department of control engineering, 2007, p. 1-105
3. Z. Liu. Dynamic Analysis of Center-Driven Web Winder controls. Rockwell Automation IEEE, USA, 1999, p. 1388-1396
4. Z. Liu. A Frequency Response Based Adaptive Control for Center-Driven Web Winders. Rockwell Automation, USA, 2002, p. 1-18
5. W. Chao-Huang. A Simulator of Winding Machine Controller using LabView Environment. Department of Electrical Engineering Southern Taiwan University of Technology, Taiwan, p. 1-11

За контакти:

маг.инж. Мариян Няголов, Катедра "Автоматика, информационна и управляваща техника", Технически университет - Габрово, тел.:0884637115, e-mail: mariyan_nyagolov@amk-drives.bg

Докладът е рецензиран.