

УДК 624.791.12

М. Р. Лещук, Б. М. Зозуляк, В. М. Кравчук, Р. І. Королюк, ст. викл.
(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ НАТЯГУ ПРИ ПРОКАТУВАННІ АЛЮМІНІЮ

M. R. Ieshchuk, B. M. Zozuliak, V. M. Kravchuk, R. I. Koroliuk, Senior Lecturer
SIMULATION OF THE OPERATION OF THE TENSION CONTROL SYSTEM
DURING ALUMINUM ROLLING

Натяг волокна при його витягуванні є важливим фактором у техніці прокатування алюмінію, який впливає на якість.

Система використовує схему з центральним приводом і конфігурацією волокна, спрямованого назвні. Оскільки вихідний крутний момент цифрового серводвигуна змінного струму прямо пропорційний силі натягу волокна та радіусу прокручування, вихідний крутний момент має зменшуватися зі зменшенням радіуса прокручування, щоб отримати постійний натяг волокна. Зміна радіуса прокручування може бути виміряна за допомогою пристрою, що стежить за радіусом, а потім вибрана зміна радіуса проходить через аналого-цифровий перетворювач і надсилається до ПЛК.

Зчитуючи бажане значення сили натягу, радіус і сила натягу обчислюються за попередньо встановленим алгоритмом розрахунку. Команда швидкості та обмеження крутного моменту видаються та перетворюються в цифро-аналоговий сигнал для виведення аналогового сигналу напруги для керування сервоприводом.

Сервопривід керує швидкістю обертання та вихідним крутним моментом для контролю натягу волокна. Швидкість і крутний момент серводвигуна вимірюються датчиком імпульсів і елементом Холла і передаються в систему ПЛК для створення замкнутої системи. Механізм системи показаний на рис.1.

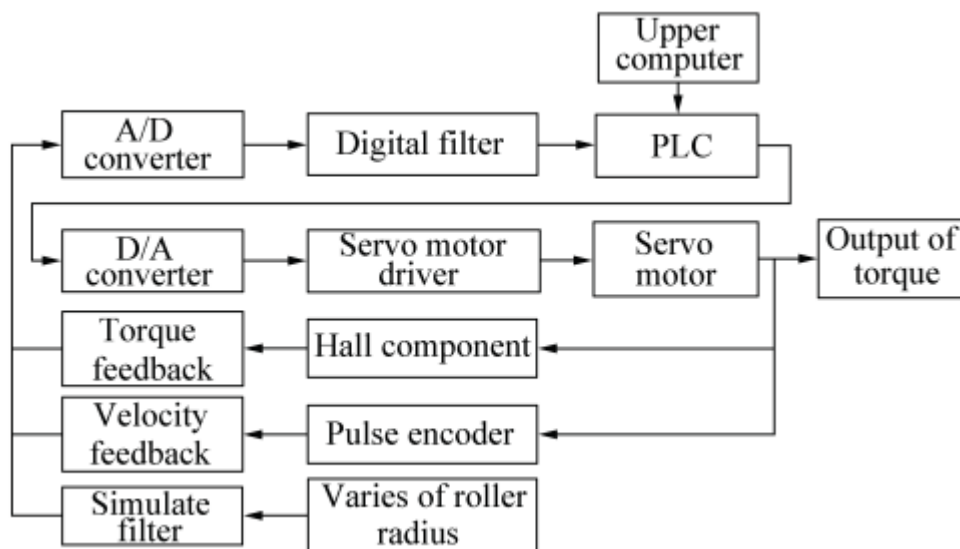


Рисунок 1. Принцип роботи системи контролю натягу.

Основні компоненти системи включають програмований контролер Panasonic (FP0-C10RS), 12-розрядний FP0-A80 і допоміжний модуль перетворення FP0-A04V. Цифровий сервопривод змінного струму Panasonic і серводвигун.

Пристрій стеження за радіусом, включаючи важіль стеження за радіусом і поворотний потенціометр.

Ефективний контроль натягу волокна необхідний при намотуванні волокна. Через універсальність форми серцевини та форми намотування лінійну швидкість волокна важко підтримувати постійною, а принцип зміни надзвичайно складний. Тому при механічному аналізі контрольованого об'єкта слід враховувати вплив швидкості на силу натягу. ПЛК із функціональними модулями як керуюче ядро системи керування, а необхідне напруження може бути введено в дію через інтерфейс ПЛК та комп'ютером верхнього рівня.

Введення значення радіуса, зворотний зв'язок крутного моменту та зворотний зв'язок швидкості, запуск попередньо встановленого алгоритму обчислення та вихід системи виконуються ПЛК із функціональними модулями.

Коли розглядається розмотувач, рівняння рівноваги динамічного крутного моменту можна виразити так:

$$M(t) = J(t)\dot{\omega}(t) + J(t)\omega(t) + TR(t) + M_f + M_0$$

де T – натяг нитки, $R(t)$ – радіус прокручування в реальному часі, $M(t)$ – момент опору серводвигуна змінного струму, M_f – момент в'язкого тертя, $\omega(t)$ – кутова швидкість сувою, $J(t)$ – інерція обертання сувою та валка пряжі, а M_0 – момент сухого тертя.

Як показано в рівнянні, радіус спіралі, момент опору, кутова швидкість розмотувача та інерція обертання спіралі є функціями часу, і система, таким чином, є складною багатоваріантною змінною в часі системою. Належне спрощення рівняння рівноваги крутного моменту здійснюється за допомогою класичної теорії керування на основі наступних правил:

Момент сухого тертя та момент в'язкого тертя дуже малі, і ними можна ігнорувати.

Впливом $J(t)\omega(t)$ на силу натягу можна знехтувати, оскільки миттєва інерція змінюється дуже незначно.

Радіус прокручування вимірюється в режимі реального часу та подається назад за допомогою пристрою контролю радіуса.

Рівняння спрощується:

$$TR(t) = M(t) + J(t)\dot{\omega}(t)$$

Отже, варіації діаметра спіралі та кутової швидкості спіралі є основними факторами, що впливають на натяг пряжі.

Реалізація такої системи керування дозволяє регулювати адаптивно натяг нитки або фольги в широких заданих межах.

Література

1. Lossie M, Brussel H V. Design principles in filament winding. Composites Manufacturing, 1994. 5(1). С. 5-13.
2. Miller G A. Control of tension in textile filament winding. Mechatronics, 1995. 5(2). С. 117-131.