

АВТОМАТИЧНЕ КЕРУВАННЯ ПРОФІЛЕМ ТА ФОРМОЮ ШТАБИ З ВИКОРИСТАННЯМ ЛІНІЙНИХ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ

Теряєв В.І., к.т.н., доцент, Островерхов М.О., магістр

кафедра автоматизації електромеханічних систем та електроприводу

Регулювання товщини штаби в прокатному виробництві реалізується зміною величини зазору валків і регулюванням натягу. Вихідний сигнал вимірювача товщини подається на слідкуючу систему натискних гвинтів. Регулювання натягу відбувається за рахунок зміни співвідношення швидкостей прокатних приводів і привода моталки. Але ці дві групи систем регулювання пов'язані між собою через полосу, і таким чином, являють собою складну багатозв'язну електромеханічну систему автоматичного керування (ЕМСАК).

Актуальною проблемою в галузі листопрокатного виробництва є забезпечення вимог до профілю штаби прокату, як одного з головних критеріїв точності геометричних показників прокату. Профіль штаби визначається виглядом її поперечного перерізу. Абсолютне значення профілю називається також поперечною різнотовщинністю. Воно обчислюється як різниця між товщиною штаби по центру h_c та середнім значенням товщини на лівій h_l і правій h_p кромках на відстані $y_0=40$ чи 25 мм від краю, яке визначає споживач: $\delta h = h_c - (h_l + h_p) / 2$ [1,2].

Вимоги до відхилення товщини холоднокатаної листової сталі відповідно до ГОСТ 19904-90 для штаби високої точності *A* лежать в межах 3..7,5 %, підвищеної точності *B* – 4..10 %, а для нормальної точності *B* – 6..13 % в залежності від ширини та товщини штаби.

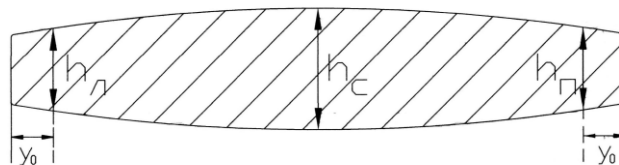


Рисунок 1 – Розрахунок профілю штаби

Метою роботи є підвищення якості профілю штаби прокату шляхом застосування безконтактних виконавчих пристроїв (БВП), що працюють за принципом лінійних асинхронних двигунів (ЛАД). Найпростішим конструктивним виконанням БВП є одноіндукторний ЛАД. Індуктор з електричною обмоткою може знаходитися під чи над штабою [3].

Переваги використання БВП:

- створення у штабі керуючих зусиль за допомогою електромагнітного поля без механічного контакту та проміжних механічних елементів кінематичного ланцюга (без редукторів, валів, гвинтів, муфт тощо);
- велика швидкодія та високі динамічні характеристики;
- простота конструкції та висока надійність, відсутність втрат на тертя;
- відсутність елементів з температурними та пружними деформаціями, які негативно впливають на якість керування;

- відсутність елементів, що зношуються та потребують періодичного обслуговування і заміни;
- відсутність зон та елементів для змащування та очищення.

Функціональна схема такої системи показана на рис. 2. Товщина кожної з ділянок штаби вимірюється за допомогою датчиків товщини Д1, Д2, Д3. На основі сигналів $U_{Д1}, U_{Д2}, U_{Д3}$ система керування лінійними асинхронними двигунами (СК ЛАД) формує сигнали завдання для перетворювачів частоти (ПЧ), створюючи у відповідних частинах штаби зусилля необхідної величини і напрямку, і таким чином забезпечує параметри якості профілю відповідно до вимог.

Розрахункова схема даної САК зображена на рис. 3. Для зручності всі параметри системи приведені до лінійної швидкості штаби. Рухомі частини електропривода валків представлені ланкою з масою m_1 і рухаються під дією сили F_1 прокатного двигуна зі швидкістю v_1 . Цьому руху протидіє сила опору F_{c1} , яка обумовлена силами деформації металу і тертя, та сила натягу штаби F_0 від попередньої кліті. Ланка з масою m_2 характеризує рухомі частини привода моталки, які рухаються під дією сили двигуна моталки F_2 зі швидкістю v_2 .

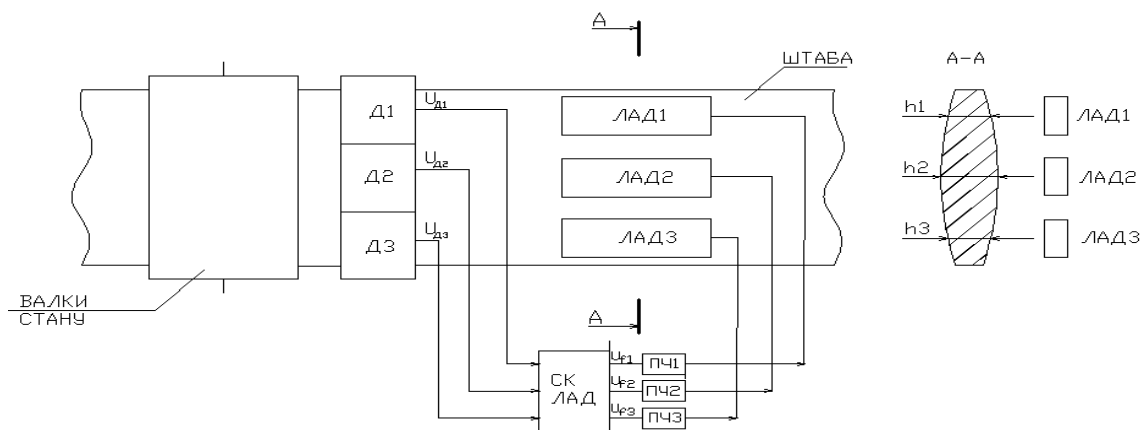


Рисунок 2 – Функціональна схема ЕМСАК з використанням ЛАД

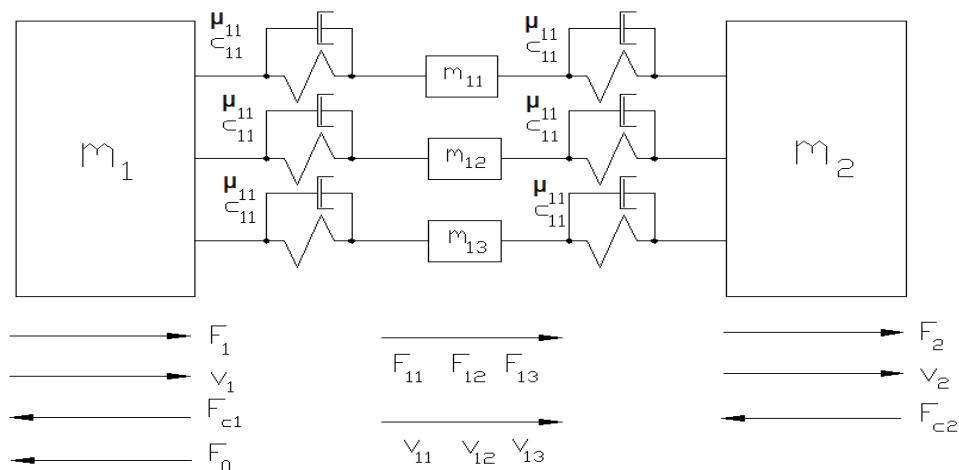


Рисунок 3 – Розрахункова схема хвостової частини прокатного стану

Ланки системи з масами m_1 і m_2 зв'язані між собою за допомогою пружно-в'язких зв'язків (μ_{11}, c_{11} і μ_{21}, c_{21} ; μ_{12}, c_{12} і μ_{22}, c_{22} ; μ_{13}, c_{13} і μ_{23}, c_{23}) з трьома гілками ділянок штаби з масами m_{11}, m_{12}, m_{13} , на кожен з яких діють керуючі зусилля F_{11}, F_{12}, F_{13} за допомогою ЛАД. V_{11}, V_{12}, V_{13} – лінійні швидкості руху ділянок штаби на лівій кромці, в центрі і на правій кромці, відповідно; $c_{11}, c_{21}, c_{12}, c_{22}, c_{13}, c_{23}, \mu_{11}, \mu_{21}, \mu_{12}, \mu_{22}, \mu_{13}, \mu_{23}$ – жорсткості та коефіцієнти затухання коливань ділянок штаби.

На рис. 4 зображено структурну схему хвостової частини прокатного стану при застосуванні одного БВП. Структурна схема для випадку трьох БВП будується аналогічно.

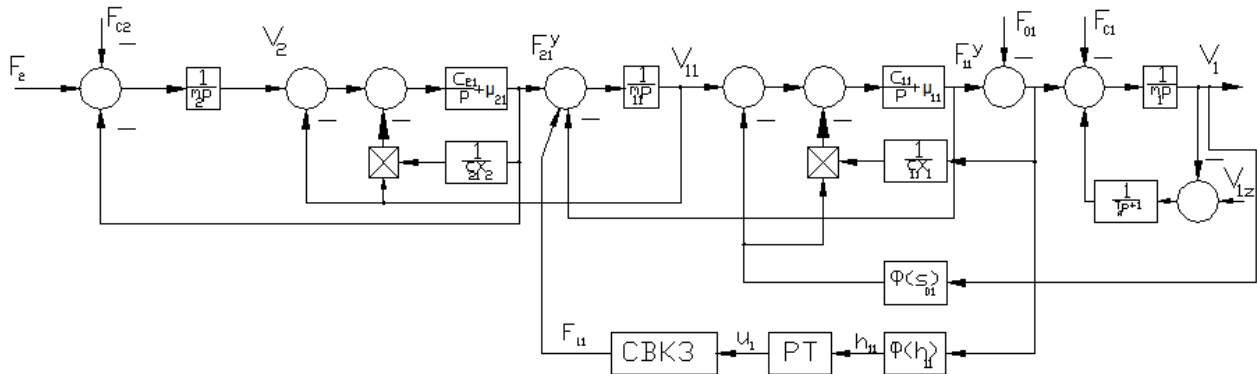


Рисунок 4 – Структурна схема хвостової частини прокатного стану

Керування профілем здійснюється шляхом зміни натягу металу F_{11}^y за допомогою регулятора товщини РТ. Натяг по ширині штаби здійснюється за допомогою системи векторного керування зусиллями (СВКЗ) безконтактних виконавчих пристроїв, які створюють у штабі повздовжнє керуюче зусилля F_{11} . Функціональний блок $\Phi(h_{11})$ визначає товщину штаби h_{11} в залежності від величини натягу F_{11}^y . Функціональний блок $\Phi(s_{01})$ визначає залежність швидкості металу від величини товщини штаби h_{11} та лінійної швидкості валків V_1 на основі значень випередження металу s_{01} .

Висновок. Безконтактні системи керування профілем штаби прокатних станів на основі лінійних асинхронних двигунів є сучасним ефективним рішенням, завдяки якому зменшується зношування елементів прокатного стану, спрощується конструкція, підвищується надійність і швидкодія без застосування проміжних механічних елементів кінематичного ланцюга, і забезпечується висока якість керування профілем.

Перелік посилань

1. Технологія прокатного виробництва: Справочник. В 2-х книгах. Кн. 2./ М.А.Беняковский, К.Н.Богоявленский, А.И.Виткин и др. – М.: Металлургия, 1991. – 423 с.
2. Дружинин Н.Н. Непрерывные станы как объект автоматизации. – М.: Металлургия, 1975. – 336 с.
3. Свечарник Д.В. Линейный электропривод. – М.: Энергия, 1979. – 162 с.