

УДК 681.518

SYSTEM FOR OPTIMIZING CUTTING OF ROLLED PRODUCTS ON HOT ROLLING MILLS

СИСТЕМА ОПТИМІЗАЦІЇ РІЗАННЯ ПРОКАТУ НА СТАНАХ ГАРЯЧОЇ ПРОКАТКИ

Subotin O.V. / Суботін О.В.*s.t.s., as.prof. / к.т.н., доц.*

ORCID: 0000-0002-6095-5840

*Donbass State Engineering Academy, Kramatorsk, Akademichna 72, 84313**Донбаська державна машинобудівна академія, Краматорськ, Академічна 72, 84313***Petrukhin Ya.I. / Петрухін Я.І.***PhD student / аспірант*

ORCID: 0009-0002-8208-6225

*Donbass State Engineering Academy, Kramatorsk, Akademichna 72, 84313**Донбаська державна машинобудівна академія, Краматорськ, Академічна 72, 84313***Novikov D.S. / Новіков Д.С.***PhD student / аспірант*

ORCID: 0009-0003-3945-0754

*Donbass State Engineering Academy, Kramatorsk, Akademichna 72, 84313**Донбаська державна машинобудівна академія, Краматорськ, Академічна 72, 84313*

Анотація. Наведені особливості створення інформаційно-вимірювальних систем контролю технологічних параметрів металургійного виробництва на прикладі адаптивної системи керування різки підкату летючими ножицями безперервного широкосмугового стану гарячої прокатки. Застосування фотоелектричних вимірювальних перетворювачів як первинних елементів контролю у складі інформаційно-вимірювальних систем зумовлює підвищення ефективності цих систем. Доведено, що збільшення точності при різанні прокату визначається достовірністю, точністю та швидкодією вимірювальних каналів первинних оптичних перетворювачів, що здійснюють інформаційний контроль процесу різки.

Ключові слова: прокат, летючі ножиці, інформаційно-вимірювальна система, достовірність, точність, швидкодія, фотоелектричний вимірювальний перетворювач.

Abstract. The features of the creation of information and measuring systems for monitoring technological parameters of metallurgical production are presented using the example of an adaptive control system for cutting the undercut with flying shears of a continuous broadband hot rolling mill. The use of photoelectric measuring transducers as primary control elements in information and measuring systems leads to an increase in the efficiency of these systems. It is proven that the increase in accuracy in cutting rolled steel is determined by the reliability, accuracy and speed of the measuring channels of the primary optical transducers that carry out information control of the cutting process.

Key words: rolling, flying shears, information and measuring system, reliability, accuracy, speed, photoelectric measuring transducer.

Вступ.

Автоматичне керування технологічними процесами металургійного виробництва, зокрема на ділянках прокатного виробництва, передбачає обов'язкове використання інформації про метал. Наявність великої кількості

заготовок на об'єктах контролю, необхідність їх ідентифікації, підвищені вимоги до достовірності інформації та складність її відновлення при спотворенні зовнішніми впливами – становлять специфіку завдання інформаційного супроводу металу. Характерною особливістю тут є не лише необхідність ідентифікації стану об'єкта контролю, а й факт переходу його з одного стану в інший. Це визначає важливість завдання розробки методів та засобів підвищення ефективності забезпечення інформаційно-вимірювальних систем інформацією про просторове розташування контрольованого металу [1].

Також виникає необхідність урахування роботи локальних систем управління з ініціативними джерелами інформації, для яких неприпустима затримка або втрата інформації, оскільки це призводить до відмов у роботі системи управління об'єктом, що веде до значних матеріальних втрат через аварійні ситуації [2].

Побудова інформаційних систем та сфери застосування перетворювачів фотоелектричного типу в системах автоматизації процесів прокатки досліджувались [3,4,5].

Застосування фотоелектричних перетворювачів як первинних елементів у складі інформаційно-вимірювальних систем контролю технологічних параметрів металургійного виробництва зумовлює підвищення ефективності цих систем [6].

Основний текст.

Покажемо особливості створення таких систем на прикладі системи керування різки підкату летючими ножицями безперервного ширококутового стану гарячої прокатки.

Летючі ножиці встановлюються на лінії станів гарячої прокатки перед чистовою групою клітей (чистовим окалиноломачем) і виконують важливу технологічну операцію – обробку переднього та заднього кінців підкату. Така обробка необхідна для підвищення надійності завдання смуги у валки робочих клітей чистової групи та поліпшення якості рулонів, що прокочуються.

Значно збільшені товщина і ширина підкату, широкий діапазон швидкостей

різання, прагнення забезпечити нереверсивний графік руху різального механізму за час циклу визначили актуальність завдання організації автоматичної системи оптимізації різку з метою скорочення втрат металу при обрізанні кінців підкату через значну інерційність первинних перетворювачів, що використовуються в системі.

Таким чином, ефективність системи оптимізації різання кінців підкату визначається загальними тенденціями у розвитку електроприводів механізмів прокатних станів та вдосконаленням засобів первинного контролю у бік збільшення їх швидкодії.

Схема адаптивної системи різання підкату летючими ножицями безперервного ширококутового стану гарячої прокатки представлена на рис. 1, де прийняті наступні скорочення: УМК, УМН, УМР – схеми управління механізмами кліті, ножиць й рольгангом відповідно, ВР – вимірювальний ролик, ФДШ – фотоелектричний датчик швидкості, ФДП – фотоелектричний датчик положення, ФВШ – фотоелектричний вимірювач ширини, ФДГП – фотоелектричний датчик наявності гарячого підкату.

Сигнал про підхід кінця смуги до ножиць подається в систему від трьох фотореле, що контролюють нерівний кінець підкату та встановлених перед ножицями по лінії перпендикулярної до руху смуги. Два крайніх фотореле переміщуються, налаштовуючи задану ширину смуги.

Системою передбачено два способи автоматичного керування порізом. Один з них заснований на попередньому виборі довжини різання інший - на відхиленні ширини від вихідної. У першому випадку довжину вибирає оператор, а в другому – смуга автоматично контролюється фотоелектричними вимірювальними пристроями (з оптичним сигналом у ближньому інфрачервоному діапазоні довжин хвиль) розташованими в трьох різних точках на його периферії. Пристрій розташований над робочим рольгангом стану перед ножицями. Порівняння тривалості двох передніх вимірювальних імпульсів дозволяє визначити положення точки головного різання.

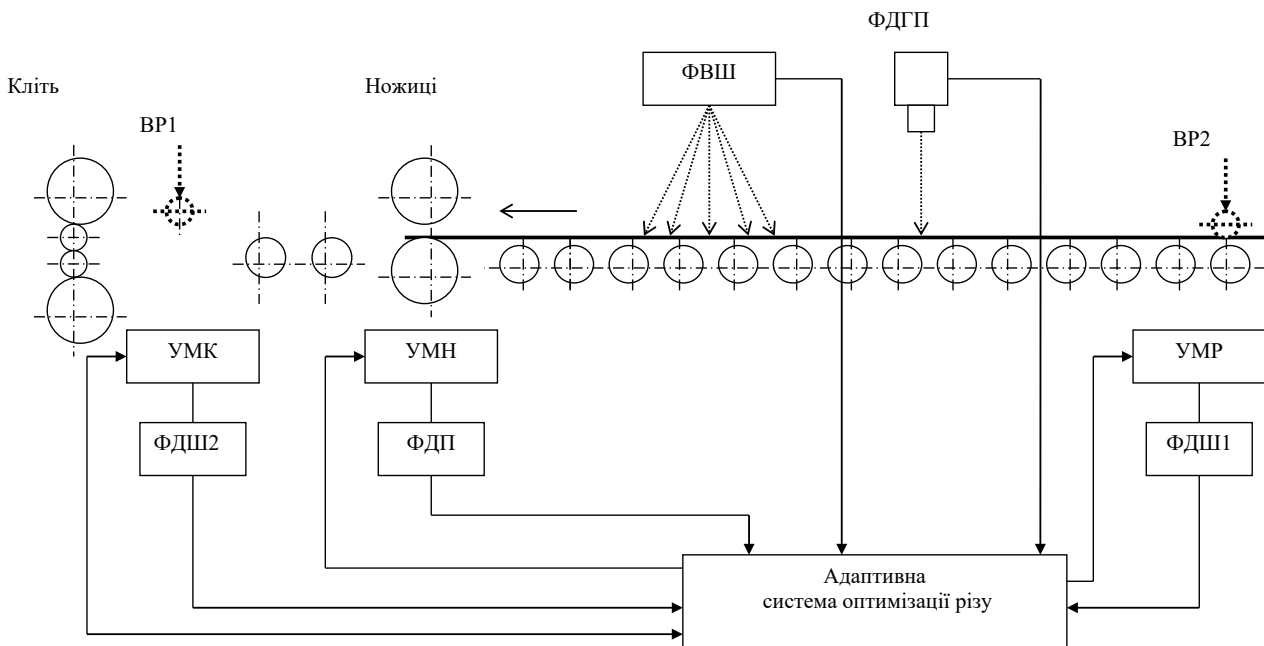


Рисунок 1 – Схема адаптивної системи керування різки підкату летючими ножицями безперервного широкосмугового стану гарячої прокатки

Аналогічно цьому положення точки хвостового різку визначається порівнянням двох задніх вимірювальних імпульсів. Після появи сигналу різання цифровий лічильник, з приводом від ролика, який стикається з нижньою стороною сляба (показано пунктиром) або фотоелектричним імпульсним датчиком положення, починає рахунок пропорційний відстані між вимірюваним положенням і точкою в якій повинно починатися. Управління положенням барабана ножиць побудовано так щоб кутове положення барабана завжди знаходилося в точному зв'язку з положенням переднього кінця підкату.

При різанні інформаційна система видає сигнал адаптивну систему управління на запуск ножиць у момент виконання рівності:

$$S_{\phi} = S_n + V_n^2 / 2a + \int V_n dt \pm (\Delta l + V_n t_3),$$

де S_{ϕ} – відстань від фотореле до місця різання; S_n – шлях, що проходять ножі від вихідного положення до місця різку; $\int V_n dt$ – шлях, що проходить кінець смуги від моменту засвічення фотореле до моменту подачі сигналу управління на розгін ножиць, його значення дає інтегральна частина вимірювального каналу датчика положення; Δl – лінійна похибка датчика положення; $V_n t_3$ – шлях, пройдений

смугою під час запізнення спрацьовування перетворювача, його значення дає пропорційна частина вимірювального каналу датчика положення; $V_{п}^2/2a$ – шлях, пройдений смугою за час розгону (гальмування) ножиць, після чого ножиці розганяються і виходять на швидкість, рівну швидкості смуги й роблять різ, який фіксується безконтактним фотоелектричним колійним вимикачем, \pm – при різі переднього (-) і заднього (+) кінця смуги.

Висновки.

Ефективність системи при різанні підкату (прокату) забезпечується за рахунок зменшення відстані, що проходить підкат на зниженій швидкості для здійснення точного різання.

Очевидно, що скорочення часу на різання підкату та збільшення точності при різанні визначається, більшою мірою, достовірністю, точністю та швидкодією вимірювальних каналів первинних оптичних перетворювачів, що здійснюють інформаційний контроль процесу різання.

Література:

1.Subotin O.V. (2023). Informatsiyne zabezpechennya system upravlinnya prokatnykh staniv [Information security of rental management systems]. International scientific conference “MININGMETALTECH 2023 – The mining and metals sector: integration of business, technology and education”: conference proceedings (November 29–30, 2023. Riga, the Republic of Latvia). Riga, Latviya: “Baltija Publishing”. Vol.2. Pp. 68 - 71. [in Ukrainian].

DOI:10.30525/978-9934-26-361-3-102.

2.Talanchuk P.M., Skripnik Y.O., Dubrovny V.O. (1994). Zasoby vymiryuvannya v avtomatychnykh ta keruyuchykh systemakh: Pidruchn. dlya studentiv vuziv, yaki navchayutsya zi spets. «Avtomatyziatsiya tennolohichnykh protsesiv i vyrobnytstv» [Measuring instruments in automatic and control systems: A textbook for university students who are trained in the specialty "Automation of technological processes and production]. K.: Raduha. 672 s. [in Ukrainian].

3.Subotin O.V. Minaenko O.G., Shtoda M.M. (2024). Informatsiyno-

vymiryuval'na systema pravyl'noyi mashyny dlya kontrolyu zazora robochykh rolykiv [Information and measuring system of a correct machine for controlling the clearance of working rollers]. *Naukovyy Zhurnal Metinvest Politekhniky. Seriya: Tekhnichni nauky – Scientific Journal of Metinvest Polytechnics. Series: Technical Sciences*, No. 2, Pp.86-91. [in Ukrainian].

DOI: 10.32782/3041-2080/2024-2-13.

4.Subotin O.V., Petrukhin Ya.I., Sus S.P. (2025). Systema tsentruvannya smuhy na pravyl'no-natyazhnyi mashyni [The system of centering the strip on the correct tensioning machine]. *Global Trends in the Development of Information Technology and Science: Collection of Scientific Papers with Proceedings of the 4th International Scientific and Practical Conference. International Scientific Unity. (June 25-27, 2025). Stockholm, Sweden. Pp. 43 - 46.* [in Ukrainian].

DOI:10.70286/isu-25.06.2025.

5.Subotin O.V., Petrukhin Y.I. (2025) *Proyektuvannya modulyu otrymannya pervynnoyi informatsiyi dlya system kontrolyu tekhnolohichnykh parametriv [Designing a module for obtaining primary information for control systems of technological parameters]. Computer-integrated technologies, automation and robotics 2025: materials of the II All-Ukrainian conference. May 16-17, 2025. Kharkiv: NURE. Pp.110-114.* [in Ukrainian].

6. Oleg Subotin, Vladislav Rudenko, Anton Cherniavskyi, Andriy Kovalenko, Serhii Dobriak (2021). [Photoelectric measuring transducers in environmental and objects monitoring systems]. In book: *Teaching and subjects on bio-medical engineering. Approaches and experiences from the BIOART-project. Pp. 64-85.*

Стаття відправлена: 26.01.2026

© СубОТИН О.В., ПЕТРУХІН Я.І.