

СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ ІНВАРІАНТНОСТІ СЕПАРАТНИХ КОНТУРІВ КЕРУВАННЯ ШВИДКІСНИМ РЕЖИМОМ ПРОКАТКИ З ПЕТЛЕЮ НА НЕПЕРЕРВНИХ ДРІБНОСОРТНИХ СТАНАХ

Егоров О. П.¹, Михайловський М. В.¹, Рибальченко М. О.¹

¹ Український державний університет науки і технологій, к. т. н., доцент, Україна

Анотація. Стан прокату в міжклітинних проміжках неперервних дрібносортних станів визначається різницею швидкостей прокату на виході з попередньої та на вході в наступну кліть. Зміна швидкості прокатки в будь-якій кліті проміжку, що виникає під дією технологічних збурень, призводить до відхилення від початкового режиму прокатки в цьому проміжку. Усунення такого відхилення досягається цілеспрямованою корекцією частоти обертання валків однієї з клітей. Однак, при цьому порушується швидкісний режим у сусідньому по ходу прокатки міжклітинному проміжку, що приводить в дію контур регулювання натягу в ньому, а потім і наступних проміжках, що може дестабілізувати роботу всього стану. Для вирішення цієї проблеми необхідно при зміні частоти обертання валків однієї з клітей неперервної групи, одночасно узгоджено змінювати частоту обертання валків всіх наступних (по ходу прокатки) або всіх попередніх (проти ходу прокатки) клітей. Комп'ютерне моделювання функціонування системи керування швидкісним режимом прокатки з петлею підтвердило ефективність запропонованого методу, заснованого на системному аналізі інваріантності роботи сепаратних контурів стабілізації положення петлі прокату.

Ключові слова: неперервний дрібносортний стан, швидкісний режим, прокатка з петлею, сепаратні контури керування.

Вступ. Прокатку на неперервних дрібносортних станах ведуть з натягом, прогином і петлею прокату в міжклітинних проміжках [1]. Заданий режим забезпечується керуванням частотою обертання валків клітей проти або за напрямком прокатки. Система керування швидкісним режимом прокатки є багатозв'язаною, оскільки кожен сепаратний контур пов'язаний з іншим через частоти обертання валків суміжних клітей і швидкості розкату у цих проміжках. Швидкість розкату на виході з валків попередньої кліті та на вході в наступну кліть залежить від таких технологічних факторів як випередження та коефіцієнт витяжки розкату. Ці параметри змінюються по довжині розкату немонотонно [2].

Основна частина. Для забезпечення інваріантності сепаратних контурів керування (наприклад, положенням петлі) необхідно передавати керуючий вплив на корекцію частот обертання групи клітей з урахуванням коефіцієнта витяжки розкату в кожній кліті.

Для реалізації цього алгоритму розроблено систему керування швидкісним режимом прокатки, зображену на рис.1

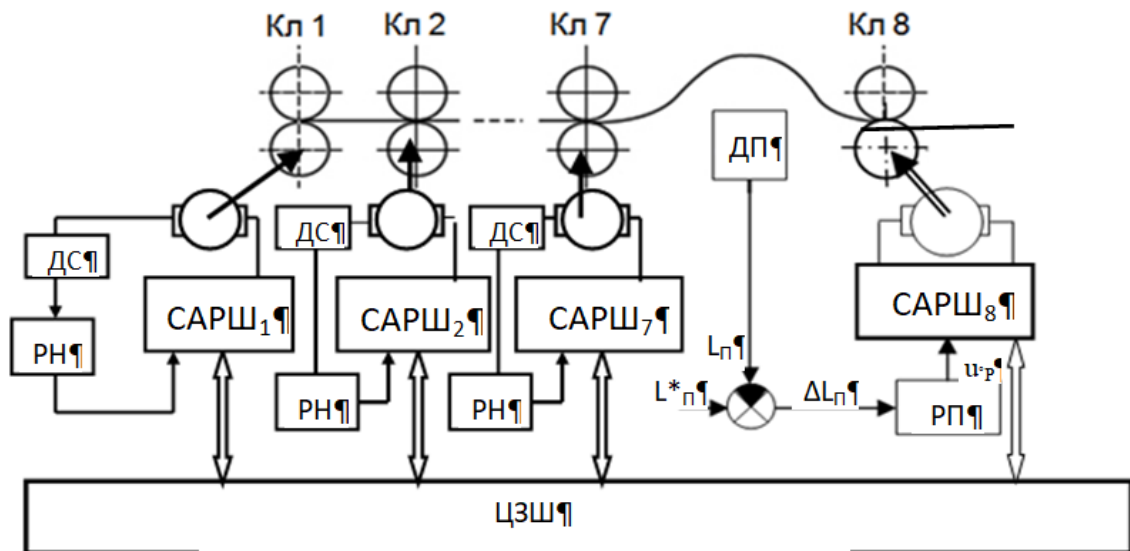


Рисунок 1 – Система керування швидкісним режимом прокатки

Тут, за результатами вимірювання датчиками ДС якірних струмів ланцюгів двигунів приводів валків клітей в чорновій групі, за допомогою регуляторів натягу РН і систем автоматичного регулювання швидкості САРС валків клітей здійснюється налаштування режиму натягу прокату при заході його передньої ділянки. У чистовій групі клітей за допомогою керуючого впливу u_p , що виробляється регулятором РП, здійснюється зміна величини петлі прокату L_p , яка вимірюється датчиком петлі ДП.

Усі системи працюють незалежно завдяки системі цифрового завдання швидкостей ЦЗШ, при цьому зміна частоти обертання валків відбувається за збереження співвідношення частот обертання валків суміжних клітей.

Непряму оцінку зміни коефіцієнта витяжки прокату отримаємо, виразивши швидкість розкату через частоту обертання приводів, робочі радіуси та випередження:

$$\Delta \ell_i = \int_0^t \left(\omega_i R_i (1 + S_i) - \frac{\omega_{i+1} R_{i+1} (1 + S_{i+1})}{\lambda_{i+1}} \right) dt, \quad (1)$$

де R_i, R_{i+1} – робочі радіуси i -тої та $(i+1)$ -тої клітей; S_i, S_{i+1} – випередження в i -тій та $(i+1)$ -тій клітях; ω_i, ω_{i+1} – частота обертання приводів i -тої та $(i+1)$ -тої клітей; λ_{i+1} – коефіцієнт витяжки розкату в $(i+1)$ -тій кліті, що визначається як

$$\lambda_{i+1} = \frac{\omega_{i+1} R_{i+1} (1 + S_{i+1})}{\omega_i R_i (1 + S_i) - \frac{d\Delta l_i}{dt}}. \quad (2)$$

При розгоні та гальмуванні головних приводів валків кліті може виявитися, що в процесі керування величина струму якоря у будь-якому двигуні перевищить максимально допустиме значення. Це призводить до різного темпу розгону та гальмування двигунів приводів валків клітей та неузгодженості швидкісного режиму прокатки в сепаратних контурах керування. У цьому випадку за допомогою логічних схем вимикається завдання величини струму якоря та підключається мінімальний темп наростання цієї величини. Якщо, навпаки, величина струму досягне свого мінімуму, підключається максимально можливий темп зміни сигналу завдання. Це відбувається доти, поки величина струму якоря не повернеться в задані межі.

Висновки. Комп'ютерне моделювання швидкісного режиму прокатки з петлею на неперервному дрібносортному стані підтвердило ефективність запропонованого методу, заснованого на системному аналізі інваріантності роботи сепаратних контурів керування, що істотно підвищує якість роботи кожного контуру стабілізації технологічного режиму прокатки.

ЛІТЕРАТУРА

1. Підвищення енергоефективності електромеханічного комплексу виробництва сортового прокату: звіт з НДР / Керівник Єгоров О.П. № 0113U003260с. Дніпропетровськ: Національна металургійна академія України, 2014. 151 с.
2. Автоматизация технологических процессов на мелкосортных прокатных станах: монография / А. С. Бешта, В. Н. Куваев, О. Е. Потап, А. П. Егоров. Днепропетровск: Журфонд, 2014. 283 с.

SYSTEMATIC ANALYSIS OF INVARIANCE OF SEPARATE CONTROL CUTS OF HIGH-SPEED ROLLING WITH A LOOP ON CONTINUOUS SMALL SECTION MILL

Yegorov O. P., Mykhailovsky M. V., Rybalchenko M. O.

Abstract. *The condition of the rolled products in the interstand gaps of continuous small-section mills is determined by the difference in rolling speeds at the exit from the previous stand and at the entrance to the next stand. A change in the rolling speed in any of the stands in the gap, arising under the action of process disturbances, leads to a deviation from the initial rolling mode in this gap. Elimination of such a deviation is achieved by targeted correction of the roll speed of one of the stands. However, this disrupts the speed mode in the adjacent interstand gap along the rolling direction, which activates the tension control circuit in it, and then in the subsequent gaps, which can destabilize the operation of the entire mill. To solve this problem, when changing the roll speed of one of the stands of the continuous group, it is necessary to simultaneously change the roll speed of all subsequent (along the rolling direction) or all previous (counter-rolling direction) stands in a coordinated manner. Computer modeling of the operation of the control system for the rolling speed mode with a loop confirmed the effectiveness of the proposed method based on the system analysis of an operation invariance of separate loop stabilization circuits.*

Keywords: *continuous small-section mill, speed mode, rolling with a loop, separate control circuits.*

REFERENCE

1. Pidvyshchennia enerhoefektyvnosti elektromekhanichnoho kompleksu vyrobnytstva sortovoho prokatu: zvit z NDR / Kerivnyk Yehorov O. P. № 0113U003260s. Dnipropetrovsk: Natsionalna metalurhiina akademiia Ukrainy, 2014. 151 s.
2. Avtomatyzatsiya tekhnolohycheskykh protsessov na melkosortnykh prokatnykh stanakh: monohrafiya / A. S. Beshta, V. N. Kuvaev, O. E. Potap, A. P. Yehorov. Dnepropetrovsk: Zhurfond, 2014. 283 s.