

М. К. Бороздін, Є. Д. Калашник

Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка, Полтава, Україна

РЕГУЛЮВАННЯ ШВИДКОСТЕЙ ЕЛЕКТРОПРИВОДІВ УНІВЕРСАЛЬНОЇ РЕВЕРСИВНОЇ КЛІТИ ПРОКАТНОГО СТАНУ

Поставлена задача вирішується тим, що в способі регулювання швидкостей головних електроприводів реверсивної універсальної кліти прокатного стану, який включає вимірювання розхилу горизонтальних і вертикальних валків, діаметрів вертикальних і горизонтальних валків, окружної швидкості ведучих горизонтальних валків, розрахунок по проходах при прокатці заготовки обтискань, кутів затягування, розширення, витяжки в горизонтальних і вертикальних валках, завдання окружних швидкостей ведучих горизонтальних валків і залежно від значень розрахованих параметрів прокатки зміну завдання на окружну швидкість відомих валків. Пропонується спосіб, який дозволить запобігти аварійним режимів, збільшить термін служби електричного і механічного устаткування, наблизить процес до умов вільної прокатки, а отже знизить навантаження на електроустаткування і тим самим забезпечить економію електроенергії. **Висновок.** Запропонований спосіб може бути реалізований на слябінгу 1150 на металургійних комбінатах. При цьому у складі схеми залишаються без зміни горизонтальні валки, вертикальні валки, електропривод горизонтальних валків, електропривод вертикальних валків та існуюча система управління головним електроприводом універсальної кліти. Але в канал завдання частоти обертання валків додатково включається програмно-технічний комплекс з комплектом пристроїв зв'язку з об'єктом, який реалізує обробку сигналів від датчиків і здійснює необхідні розрахунки технологічних параметрів прокатки, завдань окружних швидкостей горизонтальних і вертикальних валків при затягуванні, у режимі одиночної прокатки та в режимі одночасної прокатки в горизонтальних і вертикальних валках.

Ключові слова: прокатний стан, універсальна кліть, вертикальні та горизонтальні валки, датчик окружної швидкості.

Вступ

Вимірювання швидкостей розкату на вході і виході універсальної реверсивної кліти дозволить точно розрахувати параметри прокатки, які недоступні для безпосереднього вимірювання: швидкість розкату в проміжку між горизонтальними і вертикальними валками, випередження, нейтральні кути і кути тертя при усталеному процесі прокатки, що значно підвищує точність роботи автоматичної системи регулювання при узгодженні швидкостей приводів горизонтальних і вертикальних валків кліти [1].

Пропонується спосіб, який дозволить запобігти аварійним режимів, збільшить термін служби електричного і механічного устаткування, наблизить процес до умов вільної прокатки, а отже знизить навантаження на електроустаткування і тим самим забезпечить економію електроенергії [2]. На рис. 1 зображена структурна схема системи управління узгодженням швидкостей головних електроприводів універсальної кліти [3].

Викладення основного матеріалу

Структурна схема системи управління для реалізації запропонованого способу регулювання швидкостей головних електроприводів реверсивної універсальної кліти прокатного стану містить горизонтальні валки 16, вертикальні валки 17, електропривод горизонтальних валків 7, електропривод вертикальних валків 8, датчик визначення положення та швидкості розкату перед горизонтальною кліттю 1, датчик визначення положення та швидкості розкату

перед вертикальною кліттю 2, датчик розхилу горизонтальних валків 3, датчики розхилу вертикальних валків 4 і 24, датчик наявності заготовки в горизонтальних валках 9, датчик наявності заготовки у вертикальних валках 10, датчики окружної швидкості горизонтальних валків 5 і 25, датчики окружної швидкості вертикальних валків 6 і 26, схему управління електроприводом горизонтальних валків 11, схему управління електроприводом вертикальних валків 12, командозадаючий блок 13, блок перемикачів та вибору режимів 14, програмно-технічний комплекс (ПТК) 27, який оснащено модулями пристроїв зв'язку з об'єктом: інтерфейс введення сигналів датчиків положення розкату 19, модуль аналогового введення 21, модуль введення числоімпульсних сигналів 20, модуль введення дискретних сигналів 22, модуль виводу аналогових сигналів 23, блок завдання типу розміру злитків, марок сталі та діаметрів валків 15.

Злиток 18, який прокатують, на структурній схемі зображено так, що він знаходиться одночасно в горизонтальних 16 і вертикальних валках 17 кліти. Виходи датчика визначення положення та швидкості розкату перед горизонтальною кліттю 1 і датчика визначення положення та швидкості розкату перед вертикальною кліттю з'єднано відповідно з першим та другим входами інтерфейсу вводу сигналів датчиків положення розкату 19, програмно-технічного комплексу 27, вихід датчика наявності розкату в горизонтальних валках 9, датчика наявності розкату у вертикальних валках 10 і датчика розхилу горизонтальних валків 3, який з'єднано відповідно з першим, другим, третім входами модуля аналогово-

го вводу 21 (ПТК) 27, виходи датчиків положення натискного гвинта лівого вертикального валка 4 і положення натискного гвинта правого вертикального валка 24, виходи датчиків окружної швидкості горизонтального верхнього валка 25 і горизонтального нижнього валка 5, виходи датчиків окружної швидкості лівого вертикального валка 6 і правого вертикального валка 26 підключено відповідно до першого, другого, третього, п'ятого та шостого входів модулів введення числа імпульсних сигналів 20 ПТК 27.

Перший вихід командозадаючого блоку 13 («прокатка вперед»), другий («прокатка назад»), третій («робоча швидкість ступінь 1»), четвертий («робоча швидкість ступінь 2»), п'ятий («робоча швидкість ступінь 3»), шостий («робоча швидкість ступінь 4») з'єднані відповідно з першим, другим, третім, четвертим, п'ятим, шостим входами блоку перемикачів та вибору режимів 14. Перший вихід блоку перемикачів та вибору режимів 14 («прокатка вперед»), другий («прокатка назад»), третій («робоча швидкість ступінь 1»), четвертий («робоча швидкість ступінь 2»), п'ятий («робоча швидкість ступінь 3»), шостий («робоча швидкість ступінь 4»), сьомий (управління «оператор - ПТК») з'єднані відповідно з першим, другим, третім, четвертим, п'ятим, шостим і сьомим входами модуля вводу дискретних сигналів, восьмий, дев'ятий і десятий виходи блоку перемикачів та вибору режимів 14 з'єднані відповідно із схемами управління електроприводом горизонтальних валків 11 і схемою управління електроприводами вертикальних валків 12, виходи яких з'єднані з електроприводом горизонтальних валків 7 і вертикальних валків 8. Перший, другий та третій виходи завдання швидкості горизонтальних і вертикальних валків модуля виводу аналогових сигналів 23 з'єднані відповідно сьомим, восьмим та дев'ятим входами блоку перемикачів та вибору режимів 14. Вихід блоку завдання типу розміру злитків, марок сталі та діаметрів валків 15 з'єднано з програмно - технічним комплексом (ПТК) 27.

Схема працює таким чином. Якщо пристрій знаходиться в режимі управління узгодженням швидкостей головного електроприводу «ПТК» (цей сигнал поступає на сьомий вхід модуля вводу дискретних сигналів 22) ПТК 27, оператор вводить в ПТК 27 з блоку завдання типу, розміру злитків, марки сталі та діаметрів валків 15 відповідні дані [2]. В непарному проході оператор підводить злиток 18 до перших, по ходу прокатки, горизонтальних валків 16 і задає за допомогою командозадаючого блоку 13 режим «прокатки вперед» (перший вихід) і

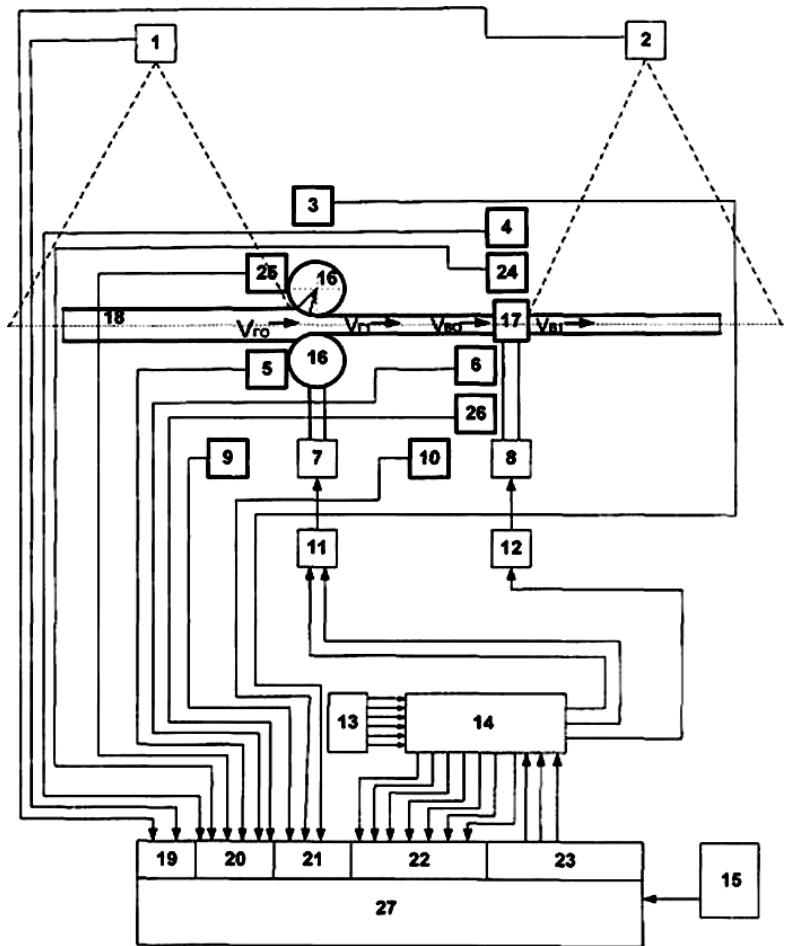


Рис. 1. Структурна схема системи управління узгодженням швидкостей головних електроприводів універсальної кліти

бажану початкову ступінь робочої швидкості (третій, четвертий, п'ятий або шостий виходи «робоча швидкість ступінь 1-4») обертання горизонтальних валків 16 через блок перемикачів та вибору режимів 14, через який ці сигнали поступають на перший, третій, четвертий, п'ятий або шостий входи в модуль введення дискретних сигналів 22 ПТК 27. На підставі інформації про первинну ширину та товщину злитка 18, який поступає в ПТК 27, даних про фактично встановлених розхилах горизонтальних 16 і вертикальних валків 17 від відповідних датчиків розхилу валків 3, положення натискних гвинтів 4 і 24 визначають витяжки і кути затягування з урахуванням діаметра валків. В ПТК 27 безперервно обробляється інформація про положення та швидкість розкату злитка 18, який прокатують, перед входом в горизонтальні валки 16, яка поступає від датчика визначення положення і швидкості розкату перед горизонтальною кліткою 1 через перший вхід інтерфейсу введення сигналу датчика положення розкату 19. А обчислювальний комплекс, який використовує цю інформацію, уточнює по формулах

$$v_{зГВН} = \frac{V_{ГНО} \cdot K_L}{\cos \alpha_{\Gamma}}, \quad (1)$$

$$v_{зГНН} = \frac{V_{ГНО}}{\cos \alpha_{\Gamma}} \quad (2)$$

необхідну при затягуванні швидкість горизонтальних валків 16 в непарному проході і з виходів їй 2 модуль виводу аналогових сигналів 23 подає завдання на вхід 7 і 8 блоку перемикачів та вибору режимів 14, яке через восьмий і дев'ятий вихід блоку перемикачів та вибору режимів 14 поступає на вхід схеми управління електроприводом горизонтальних валків 11 і далі на електропривод горизонтальних валків 7 для встановлення необхідної швидкості затягування [4]. Під час надходження інформації від датчика наявності злитка в горизонтальних валках 9 на перший вхід модуля введення аналогових сигналів 21 (ПТК) 27 відповідно до заданого швидкісного режиму прокатки (залежно від номера проходу), який задає оператор, вимірюється датчиком визначення положення та швидкості розкату перед горизонтальною кліткою 1 швидкість розкату на вході в горизонтальні валки 16, і в реальному часі з умов постійності секундного об'єму розраховують швидкість розкату після проходження горизонтальних валків 16, яка напряму залежить від режиму роботи горизонтальних валків 16, з наступним визначенням необхідної для оптимального затягування та прокатки в непарному проході одночасно в двох клітках швидкості вертикальних валків 17 як

$$v_{ВВН} = \frac{V_{ГНО} \cdot \lambda_{Г} \cdot K_{М}}{\cos \alpha_{В}}. \quad (3)$$

Завдання необхідної швидкості вертикальних валків 17 з третього виводу модуля аналогового виводу 23 (ПТК) 27 передається на дев'ятий вхід блоку перемикачів та вибору режимів 14, а з його десятого виходу на вхід схеми управління електроприводом вертикальних валків 12. З виходу схеми управління електроприводом вертикальних валків 12 сигнал поступає на вхід електроприводу вертикальних валків 8. Надалі швидкість вертикальних валків 17 відстежується по вищевказаній формулі залежності від зміни швидкості горизонтальних валків 16 і відповідно швидкості розкату до закінчення одночасної прокатки злитка 18 у двох клітках. Під час знаходження злитка 18 у валках розраховують також в реальному часі випередження, нейтральні кути і кути тертя для горизонтальних валків 16 і вертикальних валків 17.

При зміні напрямку прокатки, згідно команді оператора «прокатка назад», сигнали зміни напрямку прокатки та бажана перша ступінь робочої швидкості (третій, четвертий, п'ятий або шостий виходи - «робоча швидкість ступінь 1-4») обертання горизонтальних валків 16 через блок перемикачів та вибору режимів 14 поступають на другий, третій, четвертий, п'ятий або шостий входи модуля вводу дискретних сигналів 22 (ПТК) 27. На підставі інформації про ширину та товщину злитка 18, який прокатують, в попередньому проході, данні про фактично встановлені розхили горизонтальних валків 16 і вертикальних валків 17, які поступають в (ПТК) 27 від відповідних датчиків розхилу валків 3, 4 та 24, визначають витяжки і кути затягування горизонтальних валків 16 і вертикальних валків 17. В (ПТК) 27

безперервно обробляється інформація про положення і швидкість розкату 18 перед входом у вертикальні валки 17, яка поступає від датчика визначення положення та швидкості розкату перед вертикальною кліткою 2 через другий вхід інтерфейсу вводу сигналів датчиків положення розкату 19, на підставі якої розраховують необхідну при затягуванні в парному проході швидкість вертикальних валків 17

$$v_{ЗВВЧ} = \frac{V_{ВЧО}}{\cos \alpha_{В}} \quad (4)$$

і з третього виходу модуля виводу аналогових сигналів 23 подається завдання на дев'ятий вхід блоку перемикачів та вибору режимів 14, яке через десятий вихід блоку перемикачів та вибору режимів 14 поступає на вхід схеми управління електроприводом вертикальних валків 12 і далі на електропривод вертикальних валків 8 для встановлення необхідної швидкості затягування.

Під час надходження інформації від датчика наявності заготовки у вертикальних валках 10 на третій вхід модуля вводу аналогових сигналів 21 (ПТК) 27 відповідно до швидкісного режиму прокатки (залежно від номера проходу), яку задає оператор, вимірюється датчиком визначення положення та швидкості розкату вертикальних валків 2 швидкість розкату на вході у вертикальні валки 17, і в реальному часі з умов постійності секундного об'єму розраховують швидкість розкату злитка 18 після проходження вертикальних валків 17, яка напряму залежить від їх режиму роботи, з подальшим визначенням необхідних для оптимального затягування швидкостей горизонтальних валків 16:

$$v_{ЗГНЧ} = \frac{V_{ВЧО} \cdot \lambda_{В} \cdot K_{М}}{\cos \alpha_{Г}}; \quad (5)$$

$$v_{ЗГВЧ} = \frac{V_{ВЧО} \cdot \lambda_{В} \cdot K_{М} \cdot K_{Д}}{\cos \alpha_{Г}}. \quad (6)$$

Висновки

Таким чином, запропонований спосіб може бути реалізований на слябінгу 1150 на металургійних комбінатах. При цьому у складі схеми залишаються без зміни горизонтальні валки, вертикальні валки, електропривод горизонтальних валків, електропривод вертикальних валків та існуюча система управління головним електроприводом універсальної клітки. Але в канал завдання частоти обертання валків додатково включається програмно-технічний комплекс з комплектом пристроїв зв'язку з об'єктом, який реалізує обробку сигналів від датчиків і здійснює необхідні розрахунки технологічних параметрів прокатки, завдань окружних швидкостей горизонтальних і вертикальних валків при затягуванні, у режимі одиночної прокатки та в режимі одночасної прокатки в горизонтальних і вертикальних валках.

Як програмно технічний комплекс може бути використаний промисловий комп'ютер серійного виробництва з необхідним набором пристроїв зв'язку з об'єктом для вводу сигналів від датчиків в ком-

п'ютер, наприклад Compact PCI. Як датчики частоти обертання електродвигунів горизонтальних та вертикальних валків, розхилу вертикальних валків можуть бути використані будь-які імпульсні датчики промислового виконання, наприклад фірми Siemens, для датчиків розхилу горизонтальних валків переважно використовувати магнітострикційні датчики, наприклад вимірники шляху Micropuls.

Як датчики напружаму і ступенів інтенсивності обертання валків електроприводу можуть бути використані релейні сигнали «прокатка вперед», «прокатка назад», «робоча швидкість ступінь 1»,

«робоча швидкість ступінь 2», «робоча швидкість ступінь 3», «робоча швидкість ступінь 4». Блок вибору і перемикач режимів виготовляють на базі реле. Використовування запропонованого способу регулювання швидкостей головних електроприводів реверсивної універсальної кліти прокатного стану дозволить знизити динамічні навантаження механічного та електричного устаткування стану, збільшити за рахунок цього термін його служби і знизити аварійність. При цьому також буде забезпечена економія електроенергії за рахунок зменшення підпору і розтягування металу при прокатці.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Полухін П.І. Прокатне виробництво / П.І. Полухін, М.М. Федосов, А.А. Корольов, Ю.М. Матвеев // М., 1982.
2. Шефер О.В. Урахування пружних деформацій у процесі керування складними технічними системами / О.В. Шефер, В.М. Галай // Системи управління, навігації та зв'язку: [зб. наук. праць]. – Полтава, ПолтНТУ, 2013. – Вип. 2(26). – С. 48-54.
3. Бурдаков Д.Д. Загальна металургія / Д.Д. Бурдаков, Ю.Д. Бурдаков, С.А. Володін, М.К. Жилкин // М., 1971.
4. Шефер О.В. Діагностування електродвигунів складних електромеханічних систем / О.В. Шефер, В.М. Галай, В.В. Крицький // Системи управління навігації та зв'язку: [зб. наук. пр.] // – Полтава, ПолтНТУ, 2015. – Вип. 2(34). – С. 87 – 95.

Рецензент: д-р. техн. наук, проф. Л. І. Леві,
Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка, Полтава.
Received (Надійшла) 14.03.2019
Accepted for publication (Прийнята до друку) 03.04.2019

Регулирование скоростей электроприводов универсальной реверсивной клетки прокатного стана

Н. К. Бороздин, Е. Д. Калашник

Поставленная задача решается тем, что в способе регулирования скоростей главных электроприводов реверсивной универсальной клетки прокатного стана, который включает измерение расхода горизонтальных и вертикальных валков, диаметров вертикальных и горизонтальных валков, окружной скорости ведущих горизонтальных валков, расчет по проходам при прокатке заготовки обхватов, углов затяжки, расширения, вытяжки в горизонтальных и вертикальных валках, задача окружных скоростей ведущих горизонтальных валков и в зависимости от значений рассчитанных параметров прокатки изменение задания на окружную скорость известных валков. Предлагается способ, который позволит предотвратить аварийные режимы, увеличит срок службы электрического и механического оборудования, приблизит процесс к условиям свободной прокатки, а следовательно снизит нагрузку на электрооборудование и тем самым обеспечит экономию электроэнергии. Вывод. Предложенный способ может быть реализован на слябинге 1150 на металлургических комбинатах. При этом в составе схемы остаются без изменения горизонтальные валки, вертикальные валки, электропривод горизонтальных валков, электропривод вертикальных валков и существующая система управления главным электроприводом универсальной клетки. Но в канал задания частоты вращения валков дополнительно включается программно-технический комплекс с комплектом устройств связи с объектом, который реализует обработку сигналов от датчиков и осуществляет необходимые расчеты технологических параметров прокатки, задач окружных скоростей горизонтальных и вертикальных валков при затягивании в режиме одиночной прокатки и в режиме одновременной прокатки в горизонтальных и вертикальных валках.

Ключевые слова: прокатный стан, универсальная клетка, вертикальные и горизонтальные валки, датчик окружной скорости.

Speed control of electric drives universal reverse stand rolling mill

M. Borozdin, E. Kalashnik

The problem is solved by a method of speed regulation main electric reversing universal rolling mill stand, which includes flow measurement of horizontal and vertical rollers, vertical and horizontal diameters of the rolls, the peripheral speed of the leading horizontal rollers, calculation the aisles when rolling billet girth tightening corners, expansion, hoods in the horizontal and vertical rolls, the task of leading the circumferential velocity of the horizontal rolls and depending on the values of the calculated parameters of rolling change jobs to a peripheral speed of the rolls known. A method is proposed will prevent emergency modes, increase the life of electrical and mechanical equipment, bring the process to the free-rolling conditions, therefore it will reduce the load on the electrical equipment and provide energy savings. Conclusion. The proposed method can be implemented on slab 1150 at metallurgical combines. In this case, the horizontal rollers, vertical rollers, electric drive of horizontal rollers, electric drive of vertical rolls and the existing control system of the main electric drive of a universal cage remain unchanged. But in the channel of the problem of the frequency of rotation of rods additionally includes a software and hardware complex with a set of communication devices with the object, which implements the processing of signals from the sensors and carries out the necessary calculations of technological parameters of rolling, tasks of the circular velocities of horizontal and vertical rolls in the drag, in mode single rolling and simultaneous rolling in horizontal and vertical rolls.

Keywords: rolling mill, universal stand, vertical and horizontal rollers, the peripheral speed of the sensor.