

ДОНЕЦЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

На правах рукопису

СВІТЛИЧНИЙ Олексій Васильович

**РОЗРОБКА ТА РЕАЛІЗАЦІЯ РАЦІОНАЛЬНИХ
ШВИДКІСНИХ РЕЖИМІВ ПРОКАТКИ НА БЛЮМІНГУ**

Спеціальність 05.03.05 - Процеси та машини обробки тиском

**Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук**

Донецьк - 1997 р.



00752231 (К)

2

Дисертація є рукописом.

Робота виконана у Донецькому державному технічному університеті
Науковий керівник -

-заслужений діяч науки УРСР,
доктор технічних наук,
професор | В. М. Клименко|,
кандидат технічних наук , доцент
П.Х. Коцегуб

Офіційні опоненти:

доктор технічних наук, професор
М.Я. Бровман,
кандидат технічних наук В.І. Літвінов

Провідна організація - Донецький науково-дослідний
інститут чорної металургії,
Міністерства промисловості,
м. Донецьк

Захист дисертації відбудеться 19 червня 1997 року о 12 годині, ауд. 5353,
на засіданні спеціалізованої ради Д 06.04.03 Донецького державного
технічного університету. Адреса: 340000, м. Донецьк, вул. Артема 58.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотечі Донецького
державного технічного університету. Адреса: 340000, м. Донецьк, вул. Артема
58, 2-й уч. корпус.

Автореферат розіслано 16 травня 1997 року.

Вчений секретар
спеціалізованої ради
Д 06.04.03 д.т.н. , професор

С.М. Саф'янци

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність роботи. Нові обставини ринкової економіки, здорожання сировини, матеріалів і основних фондів у металургійній промисловості виводять на перший план задачу раціональної, безаварійної експлуатації обладнання при високій продуктивності технологічного процесу.

Основним критерієм для вибору швидкостей захвату та прокатки на блюмінгу є мінімізація часу циклу прокатки з урахуванням обмеження по допустимих навантаженнях на механічне та електричне обладнання.

Другим важливим критерієм при виборі швидкісних режимів є забезпечення сталості процесів захвату та прокатки. Порушення сталості, що відбивається у буксуванні металу у валках, ударах розкату у механізми, приводить до високих динамічних навантажень, зростання часу циклу, аварій обладнання.

Ефективним способом для зниження шкідливого впливу великих динамічних навантажень на експлуатаційну надійність обладнання є використання таких режимів роботи, за яких знижується можливість виникнення неусталених процесів. Проте за теперішнього часу немає обґрунтованої методики вибору раціональних за умови сталості швидкісних режимів, а системи керування головними приводами не забезпечують їх реалізацію.

Мета роботи. Розробка раціональних швидкісних режимів прокатки на блюмінгу та засобів їх реалізації.

Наукові положення та результати, що захищаються.

Положення:

Максимально припустиме за умови сталості значення сталої швидкості прокатки залежить, поряд з умовами тертя на контактній поверхні і режимом обтиснення, від коефіцієнту форми осередку деформації.

Результати:

1. Спосіб прокатки зливків на блюмінгу, полягаючий у зміні максимальної сталої швидкості прокатки в функції коефіцієнту форми осередку деформації

ЛНБ ім. В. Стефаника

АН

та обставин прокатки, забезпечуючий малу можливість буксування і зниження динамічних навантажень на обладнання.

2. Спосіб прокатки зливків на блюмінгу, полягаючий у підтриманні такого співвідношення між швидкостями задачі і захвату, при якому запас кінетичної енергії, обумовлений різницею швидкостей, витрачається на деформацію кромки розкату, що забезпечує поліпшення умов захвату при обмеженні динамічних навантажень на обладнання.

3. Аналітичні залежності, дозволяючі визначити допустимі з умов сталості процесу прокатки швидкості задачі, захвату та прокатки.

4. Інженерна методика розрахунку раціональних з умов запобігання буксування та навантаження головного приводу швидкісних режимів прокатки на обтискному стані.

5. Алгоритм роботи и програмне забезпечення діалогової системи автоматизованого розрахунку швидкісних режимів з урахуванням технологічних та електричних параметрів, яка забезпечує високу точність та продуктивність при виконанні проектних робіт.

6. Структура і алгоритм роботи мікропроцесорної системи автоматичного керування швидкісними режимами головного приводу блюмінгу, яка забезпечує реалізацію раціональних швидкісних режимів, незалежно від помилок оператора.

Методи дослідження. Моделювання кінематичних та енергосилових параметрів процесу прокатки на блюмінгу з використанням ЕОМ, методи планування експеримента і статистичної обробки інформації при проведенні промислових досліджень.

Обґрунтованість та достовірність наукових положень, висновків та рекомендацій підтверджуються: прийнятими теоретичними передумовами, базованими на апробованих фундаментальних положеннях теорії прокатки, теорії електроприводу і теорії автоматичного керування, коректним використанням математичного апарату функціонального аналізу,

промисловим упровадженням і ефективною експлуатацією розробленої системи керування швидкісними режимами головного приводу блюмінгу.

Наукове значення роботи. Набуті аналітичні залежності, які дозволяють знаходити найбільші допустимі швидкості головного приводу при захваті та прокатці, при яких забезпечується відсутність буксування.

2. Набута аналітична залежність для знаходження найбільшої допустимої швидкості задачі металу до валків обтискного стану, при якій забезпечується покращення умов захоплення без розкриття зазорів у лінії головного приводу.

Практична цінність роботи. Розроблена методика розрахунку раціональних за умов сталості швидкісних режимів дозволяє знайти допустимі швидкості засування, захоплення та прокатки на етапі проектування. Діалогова система автоматизованого проектування забезпечує значне підвищення продуктивності проектних робіт по розробці режимів обтискування та швидкісних режимів. Розроблений алгоритм керування швидкісними режимами головного приводу забезпечує реалізуємість у мікропроцесорних системах керування і може бути використаний при проектуванні і модернізації обтискних станів.

Реалізація результатів роботи. Внаслідок виконання роботи виготовлена та впроваджена на Донецькому металургійному заводі мікропроцесорна система керування швидкісними режимами головного приводу кліті 950. Економічний ефект у 1990 році склав 119 тис. карбованців за рахунок зниження кількості відказів та скорочення циклу прокатки. На блюмінгу 1250 Єнакієвського металургійного заводу впроваджена система автоматизованого керування швидкісними режимами головного приводу. Річний економічний ефект від упровадження системи склав 570.6 тисяч гривень за рахунок інтенсифікації режиму обтиснення та зниження кількості обрізу. Діалогова система автоматизованого проектування швидкісних режимів використовується на Донецькому металургійному заводі

та Макіївському металургійному комбінаті при проектуванні режимів обтиснення та швидкісних режимів. Рекомендації з раціональних швидкісних режимів використані при модернізації систем керування головними приводами блюмінгів 1250 (першого та другого) комбінату "Криворіжсталь" у 1994 та 1996 роках.

Апробація роботи. Основні положення дисертаційної роботи докладені і обговорені на 16-й науково-технічній конференції комбінату "Криворіжсталь" (м. Кривий Ріг, квітень 1986 року); на науково-технічній конференції "Сучасний металургійний електропривод, автоматизація і САПР промислових приладів" (м. Харків, вересень 1986 року) ; на семінарах Науковій ради АН УРСР "Електромеханічне перетворювання енергії" (м. Донецьк, листопад 1989 року, березень 1990 року), на науково-технічній конференції, присвяченій 70-річчю Донецького політехнічного інституту (м. Донецьк, березень 1991 року), на об'єднаному науковому семінарі кафедри ОМТ ДПІ та підрозділів прокатного виробництва ДонНДІЧормет (м. Донецьк, лютий 1991 року, листопад 1992 року), на науковому семінарі кафедри ОМТ Дніпропетровської металургійної академії (м. Дніпропетровськ, березень 1994 року).

Публікації. По темі дисертації опубліковано 9 наукових робіт, в тому числі 2 авторських свідоцтва та 1 патент на винахід.

Структура та розмір роботи. Дисертаційна робота складена з вступу, чотирьох глав, висновку, бібліографічного списку з 100 найменувань, 4 додатків, містить 153 машинописні сторінки основного тексту, 33 малюнки і 12 таблиць.

Особистий внесок автора полягає у постановці задачі, проведенні досліджень та обробці результатів експериментів, розробці інженерної методики розрахунку швидкісних режимів прокатці на блюмінгу, створенні алгоритмів роботи і програмного забезпечення систем автоматизованого проектування і керування швидкісними режимами. Публікації описують результати досліджень, виконаних з безпосередню участю автора.

СТАНОВИЩЕ ПИТАННЯ, ПОСТАНОВКА ЦІЛІ ТА ЗАДАЧ ДОСЛІДЖЕННЯ

Продуктивність обтискних прокатних станів обумовлюється режимом обтиску та швидкісним режимом прокатки.

Питанню вибору швидкісних режимів прокатки на блюмінгу та аналізу динамічних навантажень на обладнання присвячено ряд досліджень, серед яких видатне місце посідають роботи Боброва В. В., Бровмана М. Я., Видріна В. Н., Головіна А. Ф., Грудєва А. П., Іванченка Ф. К., Кліменка В.М., Лєхова О. С., Тарновського І. Я., Тягунова В. А., Чекмарьова А.П., Чехранова В. Д. Розрахунок швидкісних режимів ведеться, як правило, виходячи з критеріїв мінімуму часу циклу прокатки і мінімуму втрат у головному приводі з урахуванням обмежень з боку допоміжних механізмів.

Поряд з тим при виборі швидкісних режимів необхідно ураховувати також критерій сталості процесу прокатки. Під сталим, в розумінні відсутності буксування, процесом поздовжньої прокатки розуміється такий, при якому похідна моменту приводного двигуна не змінює свого знаку через зміну відношення сил тертя та нормального тиснення в осередку деформації.

Для зниження шкідливого впливу підвищених динамічних навантажень на експлуатаційну надійність обладнання використовуються два способи. Першим є вдосконалення конструкції механізмів та вузлів обладнання, зміна жорсткості головної лінії. Другим способом є вибір таких режимів роботи, при яких знижується ймовірність виникнення несталих процесів и пов'язаних з ними підвищених динамічних навантажень. Другий спосіб є більш діючим, оскільки забезпечує запобігання з'явлення руйнівних навантажень.

Ефективним методом попередження буксування є правильний вибір швидкостей захвату і прокатки. Проте сьогочасу відсутня обґрунтована методика вибору раціональних з умови сталості швидкісних режимів блюмінгів.

Керування швидкісними режимами головного приводу блюмінгу і транспортних механізмів здійснюється операторами ручним способом. У

зв'язку з цим не виключені суб'єктивні помилки у виборі швидкостей, які приводять до несталих режимів роботи обладнання і зниження продуктивності. Для запобігання таких ситуацій необхідно мати спеціальні автоматичні системи керування швидкісними режимами, які забезпечують підтримання швидкостей задачі, захвату і прокатки в межах допустимих значень.

У зв'язку з вищевикладеним метою дисертаційної роботи є розробка раціональних швидкісних режимів прокатки на блюмінгу та засобів їх реалізації.

Для досягнення цієї мети в дисертаційній роботі поставлені наступні задачі:

- аналіз факторів, які впливають на допустимі з умов сталості швидкісні режими, і розробка способів прокатки, що забезпечують зберігання сталості за різних обставин;
- набуття розрахункових залежностей для визначення допустимих швидкостей задачі, захвату й прокатки;
- розробка інженерної методики розрахунку раціональних швидкісних режимів;
- розробка алгоритму та програмного забезпечення діалогової системи проектування швидкісних режимів на базі персональних комп'ютерів, які забезпечують можливість розрахунку раціональних швидкісних режимів головного приводу одночасно з вибором режиму обтиснення і оцінкою енергосилових параметрів процесу прокатки;
- розробка алгоритму роботи і функціональної схеми мікропроцесорної системи керування швидкісними режимами для реалізації раціональних швидкостей захвату й прокатки;
- експериментальне підтвердження на основі досвіду промислової експлуатації системи керування швидкісними режимами достовірності та реалізуєміості основних положень і висновків, отриманих у процесі роботи.

РОЗРОБКА РАЦІОНАЛЬНИХ ШВИДКІСНИХ РЕЖИМІВ ПРОКАТКИ НА БЛЮМІНГУ

У якості початкових даних прийняті відношення між кутами захоплення, контакту та відповідними коефіцієнтами тертя при захопленні та сталому процесі прокатки, при яких забезпечується сталий процес:

$$\operatorname{tg} \alpha_3 \leq f_3, \quad (1)$$

$$\operatorname{tg} \alpha_y \leq f_y, \quad (2)$$

де α_3 - кут захвату з урахуванням зм'яття кромки; f_3 - коефіцієнт тертя при захваті; α_y - кут прикладання равнодіючої сили; f_y - коефіцієнт тертя при сталому процесі прокатки.

Коефіцієнти тертя при захваті та сталому процесі прокатки є функціями кількох параметрів:

$$f_3 = K_n \cdot K_m \cdot K_c \cdot (A - B \cdot T), \quad (3)$$

$$f_y = K_n \cdot K_m \cdot K_c \cdot (C - D \cdot T), \quad (4)$$

де A, B, C, D - емпіричні чисельні коефіцієнти, K_n, K_c, K_m - коефіцієнти, урахувуючі відповідно стан поверхні і матеріал валків, швидкість прокатки та хімічний склад сталі; T - температура металу, °C.

Для знайдення гранично допустимих значень швидкостей захвату і прокатки пропонується прийняти знак рівності у відношеннях (1), (2) з урахуванням (3), (4) та розв'язати їх відносно швидкісного коефіцієнту K_c .

$$K_{c3} = \frac{\operatorname{tg} \alpha_3}{K_n \cdot K_m \cdot (A - B \cdot T)} \quad (5)$$

$$K_{cy} = \frac{\operatorname{tg} \alpha_y}{K_n \cdot K_m \cdot (C - D \cdot T)} \quad (6)$$

Зворотний перехід до абсолютного значення гранично допустимих швидкостей захвату та прокатки можна зробити за допомогою полінома

$$V_{доп} = \frac{K_{c,доп}^2 - 10 \cdot K_{c,доп} + 25}{16 \cdot K_{c,доп}^2}, \quad (7)$$

де $V_{доп}$ - допустима швидкість, м/с.

Значення кута прикладення рівнодіючої сили в сталому процесі прокатки, виходячи з геометрії осередку деформації, може бути знайдено як

$$\alpha_y = \alpha_k \cdot \psi, \quad (8)$$

де α_k - кут контакту при сталому процесі прокатки, ψ - коефіцієнт плеча моменту.

В свою чергу, значення коефіцієнту плеча ψ залежить від значення коефіцієнту форми осередку деформації

$$K_\phi = l_d / h_{cp}, \quad (9)$$

де h_{cp} - середня висота розкату в осередку деформації, l_d - довжина осередку деформації.

На ґрунті узагальнення наявних даних про взаємовідношення коефіцієнту плеча моменту з коефіцієнтом форми осередку деформації та проведених досліджень отримана формула, враховуюча ступінь заповнення калібру металом при прокатці у ящиківих калібрах.

$$\psi = 0,75 - 0,035 \cdot K_{зк} - (0,6417 + 0,6315 \cdot K_{зк}) \cdot K_\phi + (0,6167 + 0,6219 \cdot K_{зк}) \cdot K_\phi, \quad (10)$$

де $K_{зк}$ - коефіцієнт заповнення калібру; ($K_{зк} = 0$ при прокатці на гладкій боці та в калібрах без контакту з боковими стінками; $K_{зк} = 1$ при повному заповненні калібру).

Кут прикладення рівнодіючої сили безпосередньо входить у відношення (2), на ґрунті якого розрахована максимальна допустима швидкість прокатки, тому можна зробити наступний висновок: коефіцієнт форми осередку деформації розкату впливає на допустиме значення максимальної швидкості прокатки и повинен бути враховуваним при виборі швидкісних режимів.

Таким чином, допустима максимальна стала швидкість прокатки на блюмінгу залежить від умов прокатки (матеріалу та стану поверхні валків, марки й температури сталі), значення коефіцієнту форми осередку деформації та ступеню затискування металу при прокатці у калібрах.

Проведені дослідження показали доцільність варіації максимальної сталої швидкості прокатки по пропусках по мірі зміни геометрії розкату для забезпечення високої продуктивності при зберіганні сталості процесу.

При виборі швидкостей задачі та захвату, що забезпечують сталий захват при обмежених динамічних навантаженнях на обладнання, за ґрунт були прийняті такі положення:

1. Швидкість захвату повинна бути прийнята така, щоб забезпечити сталий, без буксування, захват навіть при найменших швидкостях задачі.

2. Швидкість задачі повинна бути такою, щоб при захваті металу не відбулося прискорення валків, викликаюче розкриття зазорів у лінії приводу з послідуочим ударним їх закриттям.

Як показали експериментальні дослідження, проведені на кліті 950 об-тискного стану 950/900 Донецького металургійного заводу, розрахунок швидкості захвату, виходячи з відношення (1), забезпечує виконання першої вимоги.

Для виконання другої вимоги уся кінетична енергія ΔE , що обумовлена перевищенням швидкості задачі над швидкістю захвату, повинна бути витрачена у процесі зім'яття кромки і заповнення осередку деформації.

$$\Delta E = A_n + A_t, \quad (11)$$

де A_n - робота сил нормального тиснення; A_t - робота сил тертя.

Формула, відбиваюча взаємовідношення швидкості металу з енергосиловими параметрами, має вигляд:

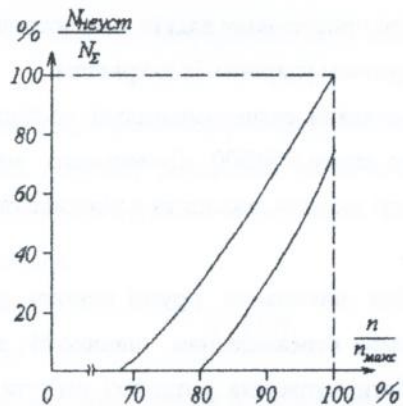
$$M \cdot (V_0^2 - V^2) / 2 = P_{cp} \cdot b \cdot l^2 \cdot (\operatorname{tg} \alpha_s \pm f_s) \quad (12)$$

де P_{cp} - середнє тиснення металу на валки, $\kappa\text{Па}$; b - ширина полоси, м; l - шлях, пройдений переднім краєм розкату від точки зіткнення з валками, м; α_s - кут захвату, рад; f_s - коефіцієнт тертя; V_0 - швидкість металу у момент зіткнення з валками, м/с; V - поточна швидкість металу, м/с, M - маса розкату, т.

Для виконання поставленої раніш вимоги досить, щоб до моменту заповнення осередку деформації швидкість переднього кінця розкату була рівною окружній швидкості валків. Тому, підставивши до формули (12) замість поточного значення швидкості металу V швидкість захоплення V_3 , а замість шляху l - довжини дуги деформації l_d , можна визначити потрібну швидкість задачі як

$$V_o = \sqrt{V_3^2 + \frac{2 \cdot P_{cp} \cdot b_{cp} \cdot l_d^2 (\operatorname{tg} \alpha_3 + f_3)}{M}} \quad (13)$$

Знайдені з умов (1), (2) значення швидкостей захвату та прокатки визначають верхню, допустиму з умов сталості межу швидкісних режимів. Для знайдення раціональних з точки зору сталості процесу прокатки значень швидкостей прокатки, проведені експериментальні дослідження на клеті 950 Донецького металургійного заводу. Діаграма розподілу кількості порушень сталості у функції швидкості прокатки показана на мал. 1.



Мал. 1. Діаграма розподілу кількості порушень сталості у функції швидкості прокатки

За базові значення прийняті відповідно максимальна допустима швидкість, знайдена з відношення (2), застосовні швидкості прокатки та число прокатаних за експеримент зливків.

Встановлено, що раціональні з точки зору сталості значення швидкості прокатки складають 70-80% граничних, знайдених із відношення (2).

На ґрунті отриманих результатів запропоновані способи прокатки заготовок на блюмінгу з варіацією швидкостей задачі, захвату і прокатки у функції геометрії розкату та умов прокатки /7,8,9/.

ОПТИМІЗАЦІЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПОКАЗНИКІВ ПРОКАТКИ НА БЛЮМІНГУ З УРАХУВАННЯМ КРИТЕРІЯ СТАЛОСТІ

Проведені дослідження показали, що раціональні з умови сталості значення швидкостей задачі захвату та прокатки залежать від умов прокатки та використовуюваного режиму обтиску. Ці значення швидкостей не є самі з себе оптимальними з точки зору забезпечення максимальної продуктивності або енергозатрат. Вони визначають тільки верхню межу, за яку не можна виходити при виборі швидкісних режимів, використовуючи загальноприйняті критерії оптимізації.

Таким чином, визначення раціональних швидкісних режимів є складовою частиною розрахунку калібровки і повинно проводитися одночасно з визначенням геометричних та енергосилових параметрів процесу прокатки. Для вирішення цієї задачі були розроблені алгоритм і програмне забезпечення діалогової системи автоматизованого розрахунку швидкісних режимів.

Початковою інформацією для розрахунку є геометричні розміри калібрів та умови прокатки. Режим обтиску, кантовок та передачі металу по калібрах задається споживачем. На ґрунті цієї інформації виконується розрахунок кінематичних та енергосилових параметрів.

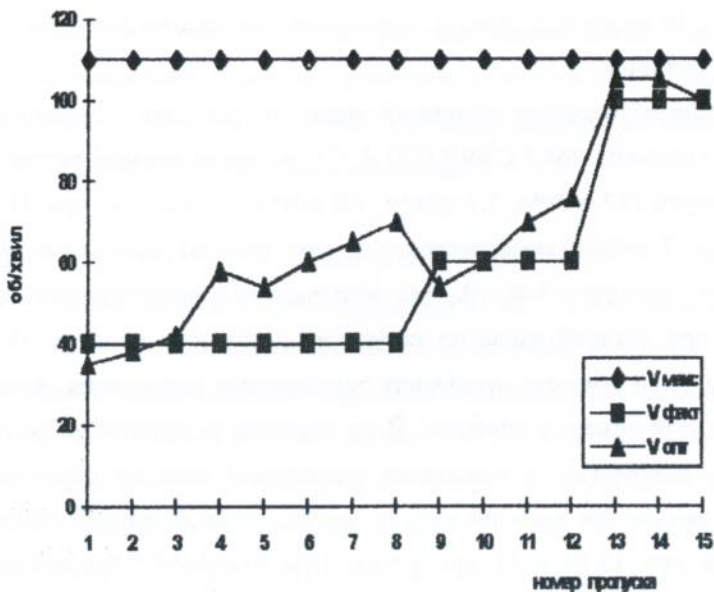
Оцінка адекватності розрахункових значень параметрів процесу прокатки дійсним проводилась шляхом порівняння розрахункових та експериментальних значень часу пропуску, моментів и струмів двигуна головного приводу.

На кліті 950 Донецького металургійного заводу виконане записування швидкості та моменту на валу двигуна головного приводу при прокатці зливка масою 5.6 тонн на поперечний переріз 180 x 210 мм за 15 пропусків.

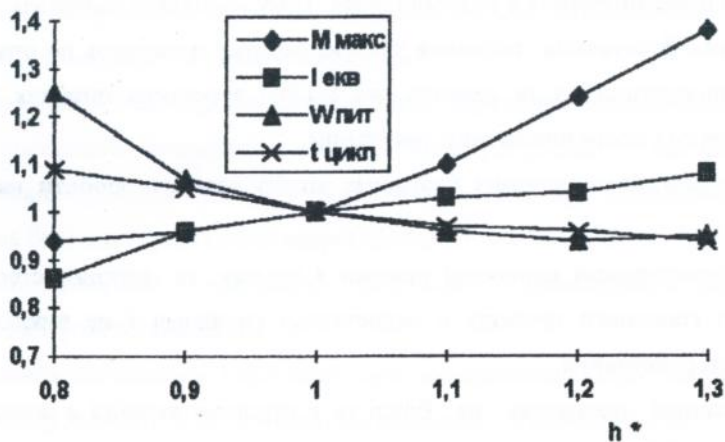
На блюмінгу 1150 Макіївського металургійного комбінату було проведено записування струму головного приводу, швидкості і керівних сигналів при прокатці зливку масою 8 тон на поперечний переріз 320x255 мм за 11 пропусків при двохзливковій прокатці.

Обробка отриманої інформації проводилась з використанням теорії математичної статистики. Проведений аналіз показав, що розрахункові значення струмів та моментів головного приводу знаходяться у межах 95% довірнього інтервалу зміни експериментальних значень, а розрахункові значення часу пропуску із точністю до 90% відповідають нижньому, гранично досяжному при таких швидкостях, рівню.

За допомогою системи автоматизованого розрахунку були визначені раціональні з умови сталості швидкісні режими та виконано порівняльний аналіз продуктивності, енерговитрат та завантаження обладнання для блюмінгів 1300,1250 комбінату "Криворіжсталь", 1150 МакМК і кліті 950 ДМЗ. На мал. 2. а наведена діаграма розрахункових і фактично використовуваних швидкостей прокатки для найбільш поширеного режиму прокатки зливка низьковуглеродистої сталі масою 5.6 тон на поперечний переріз 180x210 мм за 15 пропусків на кліті 950 ДМЗ. Як виходить з діаграми, у 1,2,9 пропусках фактично використовувані значення швидкості прокатки на 10-15 % вище раціональних з умов сталості, але не виходять за межі максимально допустимих. У цих пропусках і помічено до 90% буксувань при сталому процесі прокатки. Таким чином, для зменшення кількості буксувань значення швидкості прокатки у цих пропусках повинні бути знижені. Діаграма зміни експлуатаційних показників функції середнього обтиску наведена на мал.2 б. Діаграма збудована у відносних одиницях; за базове значення прийняті час циклу, питомі енерговитрати, еквівалентний струм і максимальний момент у шпінделі у при прокатці за 15 пропусків із середнім обтиском 73 мм за пропуск.



а)



б)

Мал.2 Швидкості прокатки (а) та експлуатаційні показники (б) для кліті 950 ДМЗ

Значення середнього обтиску змінюються від 100 мм при 11 пропусках до 58 мм при 19 пропусках. Аналіз отриманих результатів дозволяє зробити наступні висновки:

Зростання обтиску при зменшенні кількості пропусків дозволяє зменшити час циклу прокатки (61.1 С, 69.7 С, 71.4 С) та трохи знизити питомі затрати електроенергії (7.1 кВт*ч, 7.7 кВт*ч, 7.8 кВт*ч), відповідно при 11, 13 і 15 пропусках. Значення еквівалентного струму двигуна при прокатці за 11 пропусків складає 5.46 кА, що відповідає 0.7 номінального струму, і свідчить про значний запас по потужності головного приводу. Основним фактором, який обмежує можливість застосування підвищених обтиснень, є максимальний момент у шпинделі. Його значення за рахунок зміни геометрії осередку деформації та відхилення рівнодіючої сили до площини входу зростає швидше, ніж значення сили прокатки, і досягає відповідно 700, 860 і 995 кН*м при 15, 13 і 11 пропусках. При наявності буксування, коли значення динамічного моменту у 1.5-2.0 раз перевищують значення сталого, навіть для випадків прокатки за 13 і 15 пропусків, можливі недопустимі механічні перевантаження у головній лінії. Тому необхідно вжити заходів по запобіганню буксування. Зниження значень обтиску приводить до втрати на 10-12% продуктивності та деякого (на 8-12%) зростання питомих затрат електроенергії і таким чином не є доцільним.

Проведений для умов різних блюмінгів аналіз дозволяє зробити наступні висновки:

1. Використовувані швидкісні режими з трьома, та чотирма ступенями швидкості головного приводу є недостатньо гнучкими і не виключають можливості буксування.

2. У останніх пропусках на бочці та у першому калибрі є можливість підвищення швидкості прокатки для зростання продуктивності.

3. Резерви інтенсифікації режимів обтиснення за рахунок зменшення кількості пропусків для усіх блюмінгів практично вичерпані по характеристиках електричного та механічного обладнання.

4. Деяке (на 2.5-5%) підвищення продуктивності та зниження кількості буксувань може бути досягнуто за рахунок використання змінної по пропусках максимальної швидкості прокатки. Її значення не повинно перевищувати раціональну з умови сталості, а остаточний рівень визначається з урахуванням швидкодії допоміжних механізмів .

РОЗРОБКА ТА ВПРОВАДЖЕННЯ МІКРОПРОЦЕСОРНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ШВИДКІСНИМИ РЕЖИМАМИ ГОЛОВНОГО ПРИВОДУ БЛЮМІНГУ

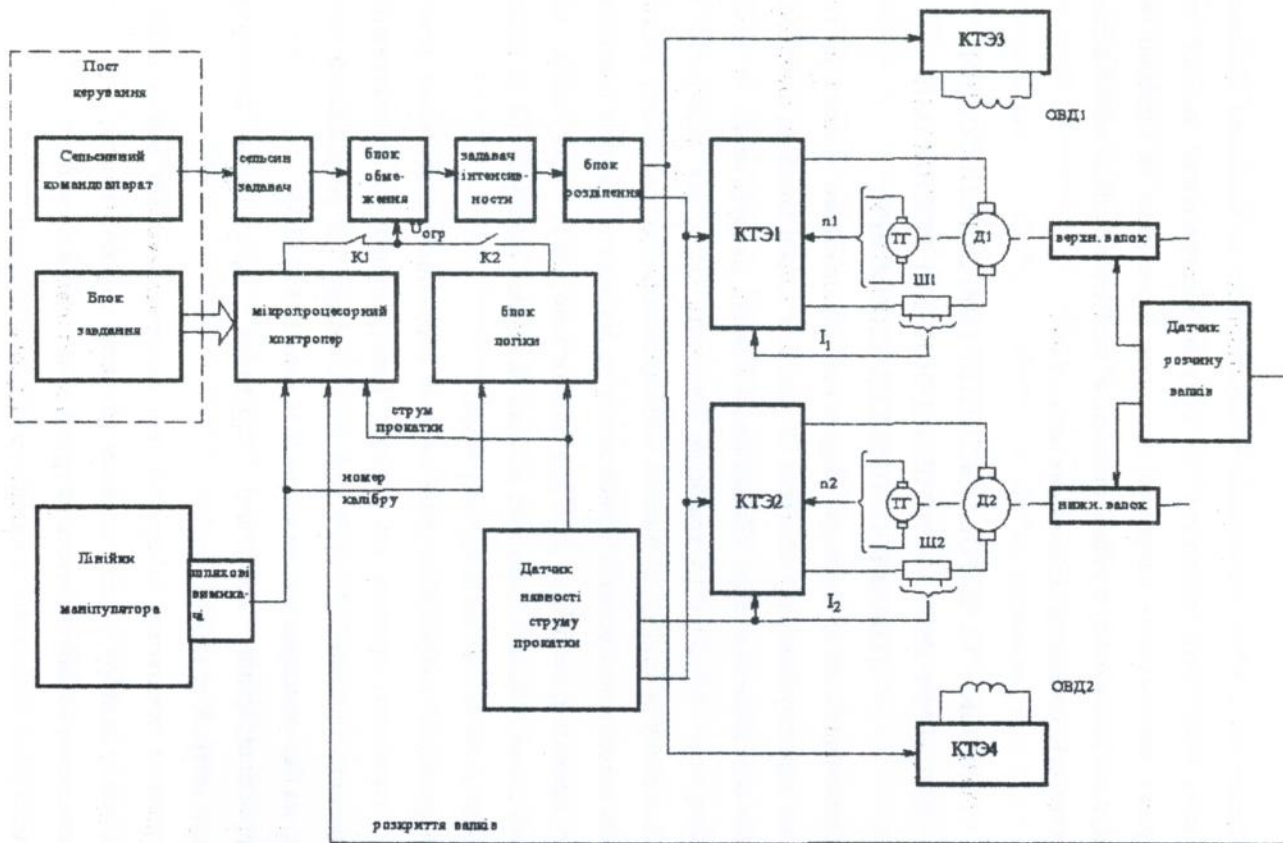
Функціональна схема системи керування швидкісними режимами головного приводу блюмінгу показана на мал. 3. У каналі завдання швидкості обертання встановлено блок обмежування, вихідна напруга якого не може перевищувати завдання на граничну швидкість $U_{огр}$, яка формується в автоматичному режимі за допомогою мікропроцесорного контролеру. Розділ режимів захоплення/прокатка здійснюється за допомогою датчика наявності струму прокатки, необхідні дані для роботи контролера поступають від датчика розчину валків, шляхових вимикачів лінійок маніпулятора та блока завдання, розміщеного на посту оператора.

Для реалізації мікропроцесорної системи керування швидкісними режимами головного приводу на кафедрі "Електропривод та автоматизація промислових приладів" ДонДТУ при участі автору був розроблений контролер на базі однокристальної мікроОЕМ типа K1816 BE35.

Мікропроцесорний контролер керування швидкісними режимами реалізує наступні головні функції:

- уведення початкової інформації про використовуваний режим обтиснення, номер калібру, у якому ведеться прокатка, та розчин валків;
- визначення номеру пропуску на ґрунті початкової інформації;
- вибір рівня обмеження та виведення керуючої напруги.

Розроблена мікропроцесорна система керування швидкісними режимами головного приводу впроваджена на кліті 950 ДМЗ.



Мал. 3. Функціональна схема системи керування швидкісними режимами головного приводу блемінгу.

Внаслідок упровадження автоматичної системи керування швидкісними режимами на 2.2 секунди скорочено цикл прокатки зливків масою 5.6 тон на поперечний зріз 180 x 210 мм за 15 пропусків, в 14 раз знижено кількість буксувань. За рахунок зниження динамічних навантажень на обладнання кількість поломок лопаток шпінделя за рік експлуатації зменшено до 2 у порівнянні з 18 поломками у базовому році. П'ятирічний досвід експлуатації підтвердив високу ефективність використання автоматизованої системи керування швидкісними режимами. Для реалізації оптимального співвідношення швидкостей задачі та захвату розроблена та випробувана у промислових умовах система синхронізації швидкостей головного приводу та транспортних механізмів.

ОСНОВНІ ВИСНОВКИ

1. В дисертаційній роботі пропонується спосіб підвищення експлуатаційної надійності обладнання головних ліній блюмінгів за рахунок вибору таких швидкісних режимів, при яких знижується ймовірність виникнення буксування і підвищених динамічних навантажень. Для реалізації цього способу запропоновано враховувати критерій сталості (з точки зору відсутності буксування) при виборі швидкісних режимів та застосовувати спеціальні автоматичні системи керування швидкістю головного приводу.

2. На основі проведених досліджень встановлено, що на допустиму максимальну швидкість прокатки поряд з кутом контакту та умовами тертя на контактній поверхні впливає коефіцієнт форми осередку деформації.

3. Отримані залежності для визначення раціональних швидкостей задачі, захвату та прокатки. Встановлено, що раціональна швидкість прокатки складає 0.7 -0.8 граничної, а перевищення швидкості задачі над швидкістю захвату повинно знаходитися в межах 0.3-0.7 м/с в залежності від умов прокатки.

4. На основі теоретичних досліджень розроблена й передана для використання на Донецький металургійний завод і Макіївський металургійний

комбінат система автоматизованого розрахунку швидкісних режимів, яка забезпечує розрахунок кінематичних та енергосилових параметрів з урахуванням критерію сталості процесу прокатки.

5. Проведені розрахунки експлуатаційних показників прокатки на блюмінгах 1250, 1300 "Криворіжсталь", 1150 МакМК і кліті 950 ДМЗ показали, що резерви інтенсифікації процесів прокатки по характеристиках обладнання головних ліній практично вичерпані. Деяке підвищення продуктивності (на 2.5-5 %) та зниження кількості поломок за рахунок зменшення кількості буксувань може бути досягнене при використанні систем автоматичного керування швидкісними режимами головного приводу.

6. Внаслідок промислового впровадження розробленої системи автоматичного керування швидкісними режимами головного приводу кліті 950 Донецького металургійного заводу у 14 раз знижено кількість буксувань, на 2.2 секунди зменшено час циклу прокатки зливка масою 5.6 тонн на поперечний переріз 180x210 мм. Економічний ефект за рахунок зниження простоїв по аваріях і підвищення пропускної можливості стану склав у 1990 році 119 тисяч карбованців. Використання рекомендацій по вибору максимальної швидкості прокатки при модернізації системи керування швидкісними режимами блюмінгу 1250 "Криворіжсталь", дозволило знизити кількість пробуксовок у 8 разів.

8. Внаслідок промислового впровадження розробленої системи автоматичного керування швидкісними режимами головного приводу блюмінгу 1250 Єнакієвського металургійного заводу отримано річний економічний ефект 570,6 тисяч гривень за рахунок інтенсифікації режиму обтиску та зменшення кількості обрізу.

Основні положення дисертації опубліковані у працях:

1. Клименко В. М. , Светличный А. В. Определение допустимой по условию устойчивости скорости прокатки на блюминге // Известия ВУЗов. Черная металлургия. - 1992. №2.- С. 25-27.

2. Клименко В.М., Светличный А.В. Определение рациональных с точки зрения динамических нагрузок скоростей задачи и захвата при прокатке на блюминге. // Известия ВУЗов. Черная металлургия. 1993, №8.

3. Кузьмин А.В., Светличный А.В. Скоростные режимы работы главных электроприводов слябинга при одновременной прокатке металла в горизонтальных и вертикальных валках. // Известия ВУЗов. Электромеханика. - 1996. №5-6.- С. 54-58.

4. Снижение динамических нагрузок в линии привода обжимных станов. /Черная металлургия. Бюллетень научно-технической информации. 1992 г.вып.8(1120) стр.25,26./ Алехин В.Г., Светличный А.В., Кукуй Д.П., Христиченко А.Н., Следнев С.В.

5. Рациональные по условию устойчивости скорости захвата и прокатки на блюминге и технические средства для их реализации /Клименко В. М., Коцегуб П.Х., Светличный А. В. // Технические средства и системы управления технологическими процессами. Сб. научн. тр. : Киев: Ин-т автоматки, 1991. - С. 87-93.

6. Коцегуб П. Х. , Губарь Ю.В. ,Толочко О. И. , Иванченко Ю. В., Светличный А. В. Микропроцессорная система управления приводом нажимного устройства обжимного прокатного стана. В кн. "Современный металлургический электропривод, автоматизация и САПР промышленных установок". Харьков, 1986. - С. 123-124.

7. А.с. 1665595 (СССР). Способ прокатки на дуо-реверсивных станах/ Д.П. Кукуй, А. В. Светличный, В. П. Терещенко, и др. Оpubл. в Б. И. , 1991. № 27.

8. А.с. 1653869 (СССР). Способ прокатки слитков/ В. П. Следнев, Д. П. Кукуй, А. В. Светличный и др.- Оpubл. в Б. И. ,1991. № 21.

9. Патент України на винахід №15350А "Спосіб керування швидкісним режимом прокатки на обтисному стані"/ Світличний О.В., Кукуй Д.П., Коцегуб П.Х. та ін. МПК⁵ В 21 В 37/00.

ABSTRACT

Svetlichny A.V. " Development and realization of rational speed regimes for rolling mill ".

The dissertation on receiving the scientific degree of the candidate of technical sciences on a speciality 05.03.05.-

" Processes and machines of treatment by pressure ". Manuscript.

Donetsk State Technical University. Donetsk, 1997.

Is defended 6 scientific works, 2 copyright certificates and 1 patent.

In the dissertation are given theoretical statement of solution the task of choosing the speed regimes of rolling at bluming, ensuring the greatest possible productivity of the equipment at steady character of processes the capture and rolling the metal.

Engineering method of astimation the rational speed regimes of rolling at bluming are developed, the correctness of which is confirmed by experimental researches in conditions of bluming 1250 of Enakievo's metallurgical factory, 1150 Makeevska's metallurgical combine and stand 950 of Donetsk metallurgical factory.

Industrial application of a control system of speed regimes of the main drive of bluming 1250 Enakievo's metallurgical factory and stand 950 Donetsk metallurgical factory is carried out.

Key words: bluming, process of rolling, stability, productivity, speed regimes, method of choice, automatisatation, control system.

АННОТАЦИЯ

Светличный А.В. "Разработка и реализация рациональных скоростных режимов прокатки на блюминге"

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.03.05. - "Процессы и машины обработки давлением". Рукопись.

Донецкий государственный технический университет. Донецк, 1997.

Защищается 6 научных работ, 2 авторских свидетельства и 1 патент.

В диссертации даны теоретическая постановка и решение задачи выбора скоростных режимов прокатки на обжимном стане, обеспечивающих максимально возможную производительность оборудования при устойчивом характере процессов захвата и прокатки металла.

Разработана инженерная методика расчета рациональных скоростных режимов прокатки на обжимном стане, правильность которой подтверждена экспериментальными исследованиями в условиях блюминга 1250 Енакиевского металлургического завода, 1150 Макеевского металлургического комбината и клетки 950 Донецкого металлургического завода.

Осуществлено промышленное внедрение системы управления скоростными режимами главного привода блюминга 1250 ЕМЗ и клетки 950 Донецкого металлургического заводов.

Ключевые слова : обжимной стан, процесс прокатки, устойчивость, производительность, скоростные режимы, методика выбора, автоматизация, система управления.



AB 37.807

AB 37.807

Віддруковано на ризографі
ТОВ «ІНФО»
Підп. до друку 15.04.97
Умов. друк. л. 1,5 Обл.-вид. л. 2,3
Тираж 50 прим. Замов. № 339
340000, м. Донецьк, вул. Артема, 58, 113