

На рис. 3 приведенные гистограммы распределения величины наружного диаметра для различных режимов функционирования системы управления при накатывании резьбы М14×1,25 с длиной профиля $l=22$ мм, материал заготовки Ст.30, профиленакатная машина типа UPWS-16.

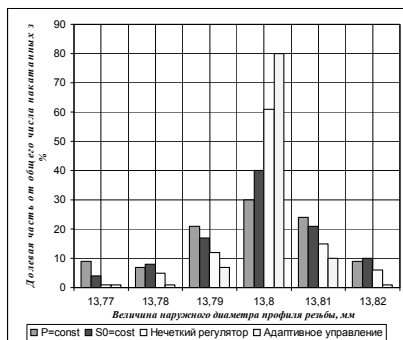


Рис. 3

Вывод. Получение профилей повышенной точности (6g и выше) для ортопедического оборудования на универсальных профиленакатных полуавтоматах, необходимо осуществлять при условии использования комбинированных адаптивных систем управления.

Список литературы

1. **Бойко В.И.** Оптимальное управление прокаткой профилей. – Днепродзержинск, ДДТУ, 1996. -272 с.
2. **Сницаренко П.Н.** Об одном подходе к решению задачи оптимизации в многокритериальном пространстве // Электронное моделирование. - 2001. –Т.23.№25.- С.60-66.
3. **Бойко В.И., Багрий В.В.** Альтернативные стратегии управления агрегатно-модульными комплексами. –Днепродзержинск, ДДТУ, 1999. -202 с.

Рукопись поступила в редакцию 21.03.13

УДК 622.538

В.И. БОЙКО, д-р техн. наук, проф., С.А. ДРОН, ассистент, А.Т. НЕЛЬГА, ст. викладач, Р.В. ТИМОНОВ, студент, ГВУЗ "Дніпродзержинський державний технічний університет"

ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС ПЛЮЩЕННЯ З УРАХУВАННЯМ НЕРІВНОМІРНОСТІ ТЕМПУ

Час плющення полягає суми машинного часу головного приводу і часу паузи між пропусками. Головним є режим обтискань, а слідством витяг смуги. Оптимальний розподіл обтискань отриманий на підставі рішення задачі динамічного програмування.

Проблема і її зв'язок з практичними завданнями. Розподіл обтискань нелінійний спочатку велике, а потім менше. Грубо, в першому наближенні, це експонента з постійною часу. Умовно можна виділити три режими.

У першому відбувається значне переміщення нажимного механізму. Шлях визначається площею під кривою зміни швидкості (розгін, сталий режим, гальмування) і впливає на час переміщення. Час плющення малий, а паузи велике. Робота нажимного пристрою починається тоді, коли до закінчення процесу плющення в поточному пропуску ще залишається час.

У другому ці складові приблизно однакові і можливий мінімум сумарних витрат за рахунок нелінійності.

У третьому періоді час плющення значно перевищує час паузи, спостерігається зростання сумарних витрат часу.

Шлях переміщення верхнього валка це половина твору часу переміщення на значення максимально досяжної швидкості, визначуваної прискоренням і уповільненням, при трикутному графіку роботи. При постійних динамічних параметрах виходить нелінійна прямо-пропорційна квадратична залежність між переміщенням і часом. Тому час виходить витяганням квадратного кореня з твору обтискання на постійний коефіцієнт.

На сучасному етапі автоматизація систем управління виробництвом є необхідній у зв'язку з підвищеними вимогами до часу і якості регулювання процесів і необхідністю контролю за вихідними параметрами для їх обліку і отримання за допомогою цих даних балі якісної продукції.

Стосовно реверсивних станів універсального типу, великим числом контрольованих параметрів і дій, що управляють, що характеризується, високою швидкістю протікання технологічного процесу, широким асортиментом прокату, що випускається, а також, на основі вимог, що пред'являються до прокатного стану, раціональний об'єм автоматизації доцільно проводити на рівні створення АСУТП точного плющення.

Створена система управління точним плющенням на універсальному стані ДМКД забезпечує корекцію положення верхнього валка на останній пропуск у функції виміру темпе-

ратури і товщини прокату в передостанньому пропуску. Схема включає підсистему контролю відробітку завдання на переміщення нажимного механізму в чистовому проході, спрощуючи управління регулюючим органом кліті за рахунок зменшення надмірності інформації. Автоматизована система забезпечує виконання обтискання в останньому пропуску в оптимальному режимі, сприяє зменшенню разнотолщинности смуг, покращує умови праці оператора прокатного стану, а також знижує відсоток браку, який допускається з вини оператора.

Алгоритм визначення початку гальмування головного приводу в поточному пропуску.

Потенційно можливий темп реверсивного плющення змінний. Він має екстремальний характер. Максимальний темп можливий в середині процесу. Його забезпечення залежить від бажання оператора і він цілком може його понизити, наблизивши до рівномірного. Забезпечення змінного темпу реверсивного плющення на максимальному рівні, великою мірою залежить від вибору моменту початку гальмування і величини уповільнення, коли гуркіт ще обтискається прокатними ваяннями. Вибір моменту початку зниження максимальної сталої швидкості плющення до заданої швидкості викиду металу з валків залежить від умови, щоб час, витрачений на повернення зливка до ваянь з іншого боку, не перевищував часу переміщення нажимним пристроєм верхнього валка відповідно до програми обтискань. Довільний вибір "перехідної" точки зниження швидкості плющення не сприятиме забезпеченню максимального темпу плющення. Якщо момент переходу на зниження швидкості вибрати раніше необхідної це приведе до зменшення середньої швидкості, збільшення часу на плющення і зниження темпу.

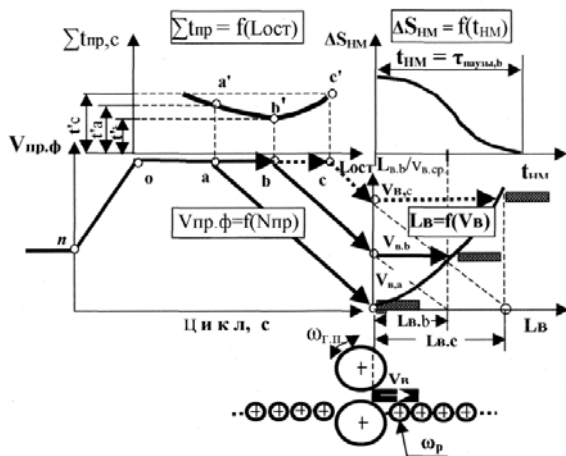


Рис. 1. Впливи моменту гальмування на швидкість викиду гуркату з валків і час повернення до ваянь

А перехід із запізненням" збільшить швидкість викиду, отже, кінетичну енергію масивного гуркату і приведе до збільшення відстані викиду металу, необхідного часу на повернення зливка до ваянь і як наслідок до збільшення тривалості паузи і як наслідок зниження темпу. Швидкість викидів спочатку приймемо природною, нехай складає $V_{ви.опт}=0,4$ м/с. Швидкість постійного плющення, яке є максимальним, дорівнює $u_{мжс}=2$ м/с.

Рух прокату у фазі гальмування ($a=0,5$ м/с²). Тоді час топт, яке витрачається з моменту початку фази гальмування до моменту викиду

$$\tau_{опт} = (V_{макс} - V_{вик.опт})/a = 1,6/0,5 = 3,2 \text{ с.}$$

Довжина грохоту, який буде прокатаний в черговому пропуску, складатиме 18 м (розрахована відповідно до величиною обтиску на поточний пропуск і коефіцієнта подовження).

Знайдемо, довжину гуркату L_x , прокатаного після початку гальмування до швидкості $V_{опт}=0,4$ м/з (до моменту викиду).

$$\begin{aligned} L_x &= V_{ср} \cdot \tau_{опт} \\ V_{ср} &= (V_{макс} + V_{вик.опт})/2 = 2,1/2 = 1,05 \text{ м/с;} \\ L_x &= 1,05 \cdot 3,2 = 3,36 \text{ м.} \end{aligned}$$

Тоді при плющенні металу, на його довжині, яка дорівнює $L_r = L_{заг} - L_x = 18 - 3,36 = 14,64$ м необхідно переходити на плющення у фазу гальмування. Інформацію про довжину прокатої ділянки гуркату отримують під час плющення шляхом інтеграції кутової швидкості головного двигуна. Звернемося до визначення швидкості викидів $V_{виб}$. Як було зазначено, для ритмічної роботи необхідно дотримуватися умови збігу тривалості часу переміщення металу, який прокатується і перестановки НМ в нову позицію, яка відповідає обтиску на черговий пропуск.

Час, який витрачається на переміщення НМ на поточний пропуск, розраховується відповідно до величиною обтискання металу програми плющення сортаменту, який обробляється, або вибирається з масиву фіксованих середніх значень часу переміщення механізму, натиску, які відповідають цим обтисканням. Певний час переміщення НМ на заданий пропуск металу,

приймається і як час, який буде витрачений на викиди розкату з валків і на його повернення на наступний пропуск (приймається в рівній долі з часом викидів).

Отже, залишається розрахувати швидкість викидів, виходячи із вказаного часу і відстані, яка буде при цьому пройдена розкатом.

Нижче наведено розрахунок середньої швидкості переміщення металу, величина який задовольняє визначене на цей час і є відправною інформацією для визначення швидкості викидів. Встановлений емпіричний зв'язок між величиною паузи, визначеною з моменту викиду металу з валків до початку плющення в черговому пропуске, і завдовжки переміщення металу під час паузи. А сам шлях переміщення металу розраховувався виходячи з його середньої швидкості, в якій определяющим параметром є швидкість викиду гуркоту.

На підставі рівняння залежності швидкості викиду v_b металу масою m і заданого шляху $L_{заль}$, а також середньої швидкості його переміщення V_{cp} до початку чергового пропуску, розроблений алгоритм обчислення точки переходу плющення металу у фазу викиду. Зв'язок між часом t_b переміщення гуркоту і швидкістю викиду V_b установлена на підставі відповідних фізичних закономірностей кинетики руху прокатуваного "тіла". Диференціал роботи двигуна головного приводу дорівнює

$$dA_{z.n} = d\left(\frac{mV_3^2}{2}\right) + d(FL_6) + dA_p,$$

де m - повна маса зливка; V_3 - миттєва швидкість зливка (у початковий момент викиду рівна V_b) F - сила опору руху зливка; l_b - пройдений зливком шлях після його викиду з робочих валків; dA_p - робота двигуна рольгангів

$$dA_p = d\left(\frac{mV_p^2}{2}\right) + d(FL_6)$$

де V_p - швидкість рольгангів.

Сила опору руху зливка, після його викиду з валків складається в основному з сили тертя в механізмах головного приводу, приводу рольгангів і сили тертя об ролик рольгангів.

Ці сили при швидкості можливого викиду металу з валків $V_{вибр} = 0,8 - 1,2$ м/с², як показали експериментальні дослідження, проведені на реверсивному стані 1200 ДМК, трохи (в межах 5-7 %) відрізняються один від одного і для швидкості викиду 1,0 м/з прийняті рівними в середньому $F = 0,18$ Н/кг (?).

Якщо врахувати, що $dA_{г.п}/dt$ є потужність N головного приводу, то отримаємо диференціальне рівняння виду

$$N_{z.n} = mV_3 \frac{dV_3}{dt} + mV_p \frac{dV_p}{dt} + F\left(\frac{L_b}{dt} + \frac{L_p}{dt}\right) = m\left(V_3 \frac{dV_3}{dt} + V_p \frac{dV_p}{dt}\right) + F\left(\frac{dL_b}{dt}\right)$$

Якщо прийняти $V_3 = V_p$, а $L_b = L_p$, то

$$N_{z.n} = 2mV_3 \frac{dV_3}{dt} + 2F \frac{dL_b}{dt}$$

Головний двигун при викиді відключений, а значить $N_{г.п} = 0$, тоді

$$0 = mV_3 \frac{dV_3}{dt} + F \frac{dL_b}{dt}$$

$$mV_3 \frac{dV_3}{dt} = -FV_3$$

Якщо проінтегрувати це рівняння, то отримаємо залежність швидкості руху заготівлі V_3 від часу t .

$$t = \int_{V_6}^0 \frac{mV_3 dV_3}{(-F)V_3}$$

Рівняння (5) дозволяє визначити час паузи, що витрачається на переміщення грохоту після його викиду з валків. Помітимо, що маса грохоту і його швидкість в рівнянні (5) входять в підінтегральний вираз, оскільки в загальному випадку вони можуть розглядатися як змінні. При $t = 0$ швидкість заготівлі при викиді дорівнює V_B .

Інтеграцією швидкості за часом можна знайти і шлях, пройдений зливком за час вибігання.

Запропонований алгоритм, заснований на використанні інформації про масу прокатуваного зливка, швидкості його вибігання при викиді з валків в пропуску, силі опору (силі тертя), дозволяє розрахунковим шляхом знайти оптимальну тривалість паузи, яка реалізується оптимальним вибором точки переходу при плющенні у фазу викиду металу.

Управління процесом плющення смуг з оптимізацією фази викиду рас-катів підвищило темп в циклі плющення в середньому на 5-7 %.

Рукопис подано до редакції 21.03.13

УДК 621.771.06

А.В. САТОНИН, д-р техн. наук, проф.,

Донбасская государственная машиностроительная академия,

М.Г. КОРЕНКО, канд. техн. наук, Ю.И. ВИТИТНЕВ, ст. препод.

ГВУЗ «Криворожский национальный университет»,

Н.В. СТАРОСТА, аспирант, Донбасская государственная машиностроительная академия

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ОСНОВНЫХ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ЧИСТОВЫХ РАБОЧИХ КЛЕТЕЙ И ТОЧНОСТИ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРИ ПРОКАТКЕ ПОЛОСОВЫХ ПРОФИЛЕЙ

Уточнена методика и количественные оценки по экспериментальному определению модуля жесткости чистовых рабочих клеток сортопрокатных станов и влияние его на точность горячей прокатки полосовых профилей. На основе критериев Смирнова и Уилкоксона подтверждена достаточная степень достоверности численной математической модели точности результирующих геометрических характеристик при сопоставлении расчетных и экспериментальных данных.

Проблема и ее связь с научными и практическими заданиями. Уже долгое время в мире наблюдается тенденция увеличения доли листового и полосового проката в общем объеме прокатного производства. В настоящее время процессы горячей прокатки сортовых полосовых профилей в чистовых рабочих клетях сортовых прокатных станов, формирующих основные показатели качества готовой металлопродукции, изучены недостаточно полно с точки зрения численных методов расчета [1,2].

Анализ исследований и публикаций. Вопросы, связанные с совершенствованием оборудования процессов горячей прокатки сортовых полосовых профилей на мелкосортных станах были решены в работах [3–5] и в других. Результаты данных исследований способствовали более полному использованию технологических возможностей оборудования конкретных прокатных станов, вместе с тем, с точки зрения расширения сортамента и основных показателей качества готовой металлопродукции, возможности автоматизации проектно-конструкторских и проектно-технологических работ исчерпаны далеко не полностью. Отмеченное свидетельствует о целесообразности проведения дальнейших исследований и разработке конкретных практических рекомендаций, направленных на совершенствование действующего и создание нового оборудования процесса горячей прокатки сортовых полосовых профилей различного сортамента.

Цель работы. Целью настоящих исследований являлось развитие и уточнение методов расчета точности результирующих геометрических характеристик при сопоставлении расчетных и экспериментальных данных.

Задачами экспериментальных исследований являлось: уточнение методики и количественных оценок по экспериментальному определению модуля жесткости чистовых рабочих клеток