

Зб. Щесьняк***, М.М. Дорожовець*****, Р.М. Дейнека**

*Національний університет "Львівська політехніка",

кафедра інформаційно-вимірювальних технологій,

**Національний університет "Львівська політехніка",

кафедра приладів точної механіки,

***Політехніка Сьв'єнтокшиська,

факультет електротехніки, автоматики і інформатики, Кельце, Польща,

****Жешувська політехніка,

кафедра метрології та вимірювальних систем, Жешув, Польща

КОРИГУВАННЯ ДИНАМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ГІДРАВЛІЧНОГО ПРИВОДУ НА ОСНОВІ ВИМІРЮВАННЯ ПОЛОЖЕННЯ У ПОПЕРЕДНЬОМУ ЦИКЛІ ЙОГО РОБОТИ

© Щесьняк Зб., Дорожовець М.М., Дейнека Р.М., 2004

Подано аналіз гідравлічного пресу під час вільного кування. Подано циклограму роботи гідравлічного приводу. Вплив величин, які важко виміряти, чи змінних у часі експлуатації на динаміку приводу гідравлічного преса враховано у запропонованій методиці коригування положення приводу у цьому циклі на основі похибки положення поперечини преса, яку оцінено у попередньому циклі. Роботу пристрою зреалізовано у цифровій формі.

Analysis of the hydraulic press operation in the free forging process has been presented in the paper. A cyclogram of the drive operation has been presented. The influence of quantities, which are varying or difficult to measure in the exploitation process, on the press drive dynamics, has been taken into account in the elaborated method of drive position correction. The algorithm for determining the set value in the next deformation pitch on the base of the press crossbar position in the given deformation pitch has been presented. The system has been made in the digital technology.

Вступ. Основною проблемою кування деталей великих розмірів, особливо у поодинокому та малосерійному виробництві, є задання необхідних динамічних властивостей гідравлічного приводу преса [1–4]. Гідравлічний привід це енергетичний ланцюг, який складається з механізмів для передачі механічної енергії електричного двигуна і гідравлічного насоса в енергію робочої рідини. Енергія цієї рідини за допомогою гідравлічного циліндра передається на пуансон преса, що виконує механічну роботу згідно з призначенням машини і технологічним циклом праці.

Загальна характеристики вільного кування. У пресах з гідравлічним приводом, робочий рух, який спричиняє формування кованої деталі, реалізується завдяки енергії стиснення робочої рідини, яка перетворюється у роботу пластичної зміни форми оброблюваної деталі відповідно до виразу (1) [1–4]

$$F_r \int_0^{h_0} p_1 dh \rightarrow A = \int_0^{h_0} P_0 dh, \quad (1)$$

де F_r – площа поперечного перерізу поршня, робочого циліндра преса; p_1 – тиск рідини у робочому циліндрі; h – приріст положення рухомої поперечини преса; h_0 – зміна розміру оброблюваної деталі (робочий приріст); A – робота пластичної деформації; P_0 – сила тиску пластичної деформації.

Робочому руху у гідравлічних пресах передуює неробочий хід, під час якого настає переміщення поперечини аж до контакту робочої частини преса з поверхнею оброблюваної деталі. Це переміщення відбувається завдяки силі тяжіння рухомих частин преса або дії низького тиску

рідини, яка подається до циліндра преса з наливної посудини чи насоса низького тиску. Під час неробочого ходу не відбувається відбір рідини з контуру високого тиску.

Перехід із неробочого ходу до робочого не відбувається раптово і миттєво, тому що для цього необхідний час на відкривання (закривання) кранів (вентилів), після закінчення яких настає зростання тиску у робочому циліндрі преса. Далі робочий рух (пластична деформація оброблюваної деталі) починається в момент зіткнення робочої частини преса з оброблюваною деталлю, при швидкості руху преса, яка близька до нуля. Робочий рух відбувається завдяки дії рідини високого тиску.

Переміщення поперечини преса вгору (зворотний рух) відбувається завдяки дії рідини з тиском, значення якої залежить від сили ваги рухомих частин преса і опору руху згідно із залежністю

$$F_p \int_0^{h_p} p_2 dh \rightarrow Gh_p, \quad (2)$$

де F_p – площа поперечного перерізу зворотних циліндрів преса; p_2 – тиск рідини у цих циліндрах; h_p – зворотне переміщення поперечини преса; G – сила ваги рухомих частин преса.

Роботу преса з вільним куванням показано у вигляді циклограми на рис. 1. Час машинного циклу описується залежністю

$$t_m = t_j + t_0 + t_p + \sum t_s, \quad (3)$$

де t_j – час неробочого ходу; t_0 – час руху деформації; t_p – час зворотного руху; $\sum t_s$ – сума часів на перемікання пристроїв керування.

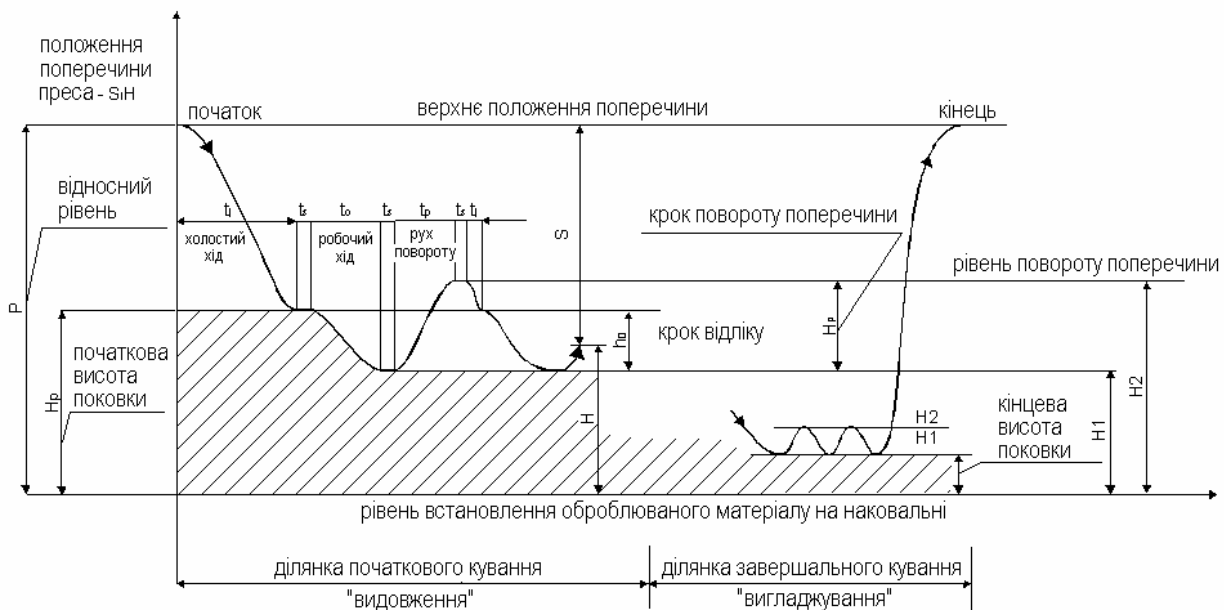


Рис. 1. Циклограма праці преса з вільним куванням

Час технологічного циклу становить

$$t = t_m + t_t, \quad (4)$$

де t_t – час технологічної перерви, під час якої рухома поперечка знаходиться у вихідному положенні у стані спокою.

Час перерви залежить від технологічних вимог (вкладання і забирання оброблюваної деталі, забирання загороджень тощо) і є показником досконалості технологічного процесу та рівня механізації.

Основною проблемою роботи таких пресів є те, що під час кування змінюється висота деталі, що спричиняє суттєві невизначеності у динамічному русі преса, а останнє спричиняється до неточності виготовлення деталей.

Метою праці є покращання динамічних властивостей роботи преса з гідравлічним приводом, що забезпечить покращання точності отримуваних кованих деталей.

Метод коригування динамічних властивостей

Нами у [2] запропонований метод вимірювання висоти кованої деталі, який дає можливість коригування деформації елементів преса, і як наслідок покращити точність кованих деталей. Суть запропонованого методу коригування на основі урахування динамічних властивостей гідравлічного приводу преса під час вільного кування наведено на рис. 2.

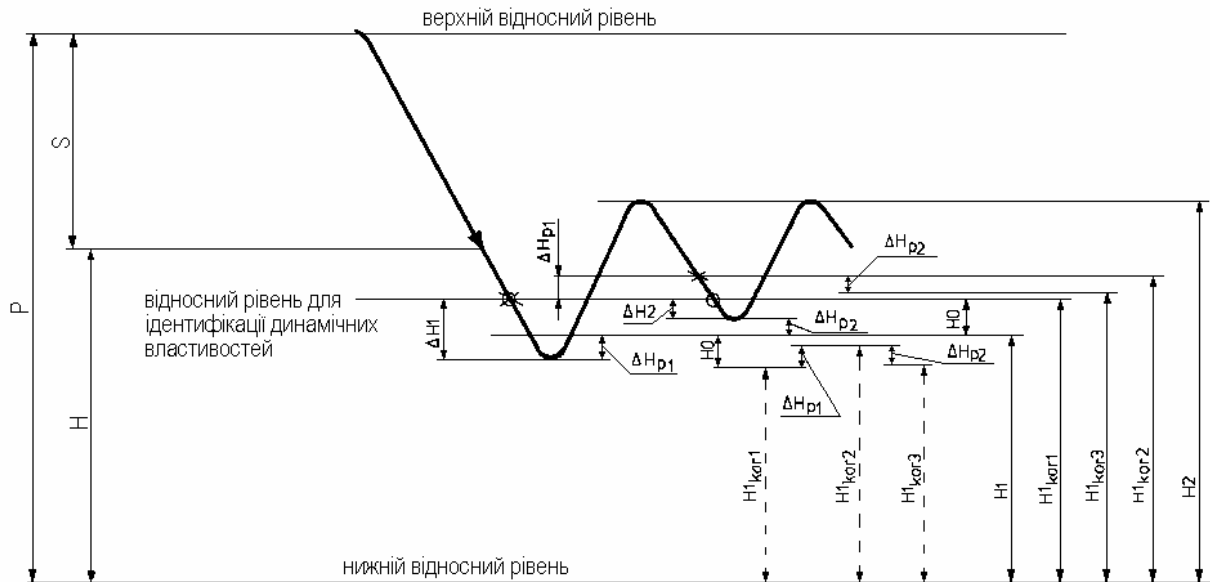


Рис. 2. Метод коригування динамічних властивостей об'єкта

Для ідентифікації динамічних властивостей у цьому методі встановлюється базовий рівень (відносний рівень) як $H1 + H0$ і згідно з цим рівнем вимірюється значення переміщень ΔH_1 , ΔH_2 , ΔH_3 тощо. Переміщення поперечки преса необхідно змінювати в кожному з її рухів у напрямку заданого рівня деформації $H1$.

Одночасно оцінюється таке коригувальне значення $H1_{кор/k/}$, щоб після врахування динамічних властивостей отримати заданий рівень $H1$. Для цього класу об'єктів (з перерегулюванням чи без нього) для першого руху (кроку) пуансона преса визначається задане значення деформації

$$H1_{кор/1/} = H1 \pm H0, \quad (5)$$

яке встановлює значення відхилення $\Delta H_{п1}$ відносно рівня $H1$.

У наступному кроку коригувальне значення деформації деталі становить

$$H1_{кор/2/} = H1 \pm H0 + \Delta H_{п1} \quad (6)$$

і на основі нього оцінюється відхилення $-\Delta H_{п2}$, що буде основою встановлення нового заданого коригувального значення

$$H1_{кор/3/} = H1 \pm H0 + \Delta H_{п1} - \Delta H_{п2} \quad (7)$$

і так далі.

Задане коригувальне значення для керування у довільному етапі деформації деталі $/k \geq 1/$ можна оцінити у вигляді:

$$H1_{кор/1/} = H1_{кор/k/} + \Delta H_{п/k/}, \quad (8)$$

де

$$\Delta H_{п/k/} = H1 - [(H1 + H0) - \Delta H_{/k/}] \quad (9)$$

$$H_{1kor/1/} = H_1 \pm H_0, \quad (10)$$

а також

$$\Delta H_{/k/} = \max_H [(H_1 + H_0) - H]. \quad (11)$$

Належить підкреслити, що в пристроях коригування динамічних властивостей, робота яких ґрунтується на цьому алгоритмі, під час руху поперечки вниз, підраховуються імпульси з виходу перетворювача положення поперечини преса після виконання умови $H \leq H_1 + H_0$, тобто в момент досягнення заданого вимірюваного положення для ідентифікації динамічних властивостей цього об'єкта. Цей рівень встановлюється шляхом встановлення числа H_0 у пристрої задання значення $(H_1 + H_0)$. В арифметичних пристроях оцінюється значення відхилення $\Delta H_{p/k/}$ у цьому циклі деформування деталі. Задане значення на першому циклі деформування деталі $H_{1kor/1/}$ вибирається залежно від класу об'єкта керування (для пристроїв керування без перерегулювання задається значення $H_{1kor/1/} = H_1 - H_0$).

Після визначення відхилення ΔH_{p1} , оцінюється значення $H_{1kor/2/}$, а у наступному циклі деформування деталі визначається відхилення ΔH_{p2} і задане значення положення $H_{1kor/3/}$ і далі ці операції повторюються циклічно.

Слід відмітити, що перемикання поперечини на її повернення до рівня H_2 наступає після виконання умови швидкості $V_{\text{попер. преса}} \leq V_{\text{задана}}$ руху поперечини преса у напрямку H_1 [1–4].

Висновки. Виконаний аналіз запропонованого методу коригування динамічних властивостей гідравлічного приводу під час вільного кування дає можливість сформулювати такі висновки:

1. У пристрої керування преса вплив величин, які важко безпосередньо вимірювати чи які змінюються під час експлуатації, зокрема таких, як сила технологічного опору, коефіцієнт об'ємних втрат тощо, на точність отримуваних кованих деталей з погляду реалізації можна врахувати адаптивним вимірюванням і коригування положення такого об'єкта.

2. Вільне кування і його специфіка дають змогу на створення алгоритмів вимірювання та керування, які ґрунтуються на вимірюванні однієї величини – положення приводу, отримуючи задовільні для практики показники регулювання.

3. Мінімізація кількості інформації, яку отримують за допомогою безпосередніх вимірювань, дозволяє вилучити додаткові вимірювальні перетворювачі, завдяки чому покращуються експлуатаційні та економічні характеристики приводу.

1. Pizoń A., Stachowicz M., Szcześniak Zb., Morawski W. Układ sterowania położeniem poprzeczki kuźnicznej prasy hydraulicznej. Patent nr 129228. 2. Szcześniak Zb., Stachowicz M., Pizoń A., Karliński W. Sposób i układ automatycznego pomiaru i sygnalizacji wysokości odkuwki w procesie kucia. Patent nr 131164. 3. Szcześniak Zb., Stachowicz M., Mierzwa Zb., Pizoń A., Karliński W., Morawski W. Układ automatycznego sterowania współpracą prasy hydraulicznej z manipulatorem kuźniczym do kucia swobodnego. Patent nr 132196. 4. Szcześniak Zb., Stachowicz M., Pizoń A., Mierzwa Zb. Układ automatycznego sterowania współpracą manipulatora kuźniczego z prasą hydrauliczną do kucia swobodnego. *Mechanik nr 3 Warszawa, 1983.*