Список посилань

1. Технология СБИС. В 2 кн. Пер. с англ. /Под ред.С. Зи. - М.: Мир, 2006. -786 с.
2. Технология полупроводниковых приборов и изделий микроэлектроники. Книга 4. Механическая и химическая обработка./ С. Н.Никифорова-Денисова. М.: «Высшая школа», 2000. -96с.
3. Кондратенко В.С., Гиндин П.Д., Борисовский В.Е., Колесник В.Д., Сорокин А.В. Высокие технологии в производстве приборов микро – и оптоэлектроники // Интеграл. №6(208). 2008. С.8-9.
4. Kiyohashi H., Handa K. A. Study of Production of Ice Particles by the Heat of Vaporization of Cryogenic Liquefied Fuels and Their Applications in Ice Jets. In: Proceedings of the International Symposium on New Applications of Waterjet Technology. 1999. P. 51-60.
5. Бурнашов М.А., Прежбилов А.Н., Василенко Ю.В. Моделирование процесса разрушения покрытия водоледяной струей при очистке деталей машин // Вестник ЮУрГУ. Серия «Машиностроение». 2017. Т. 17, № 2. С. 67–73.
6. Саленко О. Ф., Струтинський В. Б., Загірняк М. Ефективне гідрорізання. Кременчук : КДПУ, 2005. 488 с.
7. Саленко О.Ф., Доценко В.Г. та ін. Поширення принципів опису компонувальних структур на гідрорізне обладнання // Вісник Кременчуцького державного політехнічного університету ім. М.Остроградського, вип.1 (48), ч. 1. с. 55-68.
8. Tutluoglu, L., Hood, M., & Barton, C. C. (1983). An Investigation of the Mechanics of Water Jet Assistance on the Rock Cutting Process. International Journal of Rock Mechanics and Mining Science & Geomechanics Abstracts, 743-749. https://corescholar.libraries.wright.edu/ees/72.
9. Фомовська О.В., Саленко О.Ф. Поліпшення якості виробів, отриманих на гідрорізних машинах //IX Міжнародна науково-технічна конференція АСПГП: Кременчук, 2008, КДПУ.

УДК 621.941.2.014

Чернишов О.В., старш. викладач
Музичка Д.Г., канд. техн. наук, доцент
Устименко К.А., магістр
Музичка В.А., аспірант
Коваленко К.О., аспірант
Дніпровський державний технічний університет, avch2006@ukr.net
Дербаба В.А., канд. техн. наук, доцент
Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», 5762634@gmail.com

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ДРОБЛЕННЯ МЕТАЛЕВОЇ СТРУЖКИ

Одним з важливих резервів економії металу є використання відходів металообробки у якості сировини для порошкової металургії. При застосуванні відповідної технології переробки стружки, що утворюється після механічної обробки металів, можна повернути на виробництво велику кількість цінного матеріалу. Одним з етапів технології переробки металевої стружки є її подрібнення на дробарках, що відрізняються за конструкцією та призначенням.

В ДДТУ для дроблення металевої стружки розроблена експериментальна конструкція ножової стружкодробарки, особливістю конструкції якої є профілювання різальної частини рухомих ножів шляхом розміщення вершин зубців на Архимедовій спіралі, забезпечення постійного кута загострення усіх зубців та їхньої висоти. Такий профіль зубців рухомих ножів, а також повертання ножів на валу на відповідний кут відносно один одного дозволяє забезпечувати рівномірне контактування зубців з нерухомими ножами, тобто рівномірний за часом процес подрібнення стружки. Це, у свою чергу, дає можливість позбавитися перевантаження й великих крутних моментів, що значно впливають на потужність привода. Тому розроблена ножова стружкодробарка має відносно невелику потужність привода.

На потужність приводу, що залежить від величини крутного моменту $M_{кр}$, впливають багато факторів, серед яких: зазор між рухомими та нерухомими ножами, частота обертання ножів, матеріал стружки, маса порції, що переробляється та ін.

Для визначення впливу частоти обертання ножів дробарки n на величину крутного моменту $M_{кр}$ проведено ряд експериментів, у ході яких подрібнювалася стружка з вуглецевих сталей, легованих та високолегованих сталей та з титанових сплавів. Частота обертання ножів змінювалася у межах від 6 до 51 хв.$^{-1}$.

Після узагальнення експериментальних даних і проведення математичної обробки, отримані статистичні залежності апроксимувалися різними функціями. Оцінюючи відносну похибку апроксимації, з отриманих функцій вибирали оптимальну (табл. 1).

Таблиця 1 – Вид апроксимуючих функцій параметру $M_{кр} = f(n)$

Подрібнюваний матеріал	Вид функції $M_{кр} = f(n)$, кНм	Похибка апроксимації R^2
Вуглецеві сталі	$-4\cdot10^{-5}n^3+0{,}007n^2-0{,}2766n+5{,}1254$	0,99
Леговані сталі	$-1\cdot10^{-4}n^3+0{,}0133n^2-0{,}4173n+6{,}7657$	0,9962
Високолеговані сталі	$-7\cdot10^{-5}n^3+0{,}0111n^2-0{,}3713n+7{,}0715$	0,9993
Титанові сплави	$-1\cdot10^{-4}n^3+0{,}0143n^2-0{,}448n+8{,}6971$	0,9967

Аналіз графіків, побудованих за отриманими залежностями (рис. 1), показав, що крутний момент, як функція від частоти обертання, має чітко виражений мінімум для будь-якого подрібнюваного матеріалу. Для усіх подрібнюваних матеріалів найменші значення $M_{кр}$, кНм, знаходяться у діапазоні частоти обертання ножів від 18 до 24 хв.$^{-1}$. При зменшенні частоти обертів з 18 до 6 хв.$^{-1}$ та при їх збільшенні від 24 хв.$^{-1}$ та вище спостерігається зростання крутного моменту.

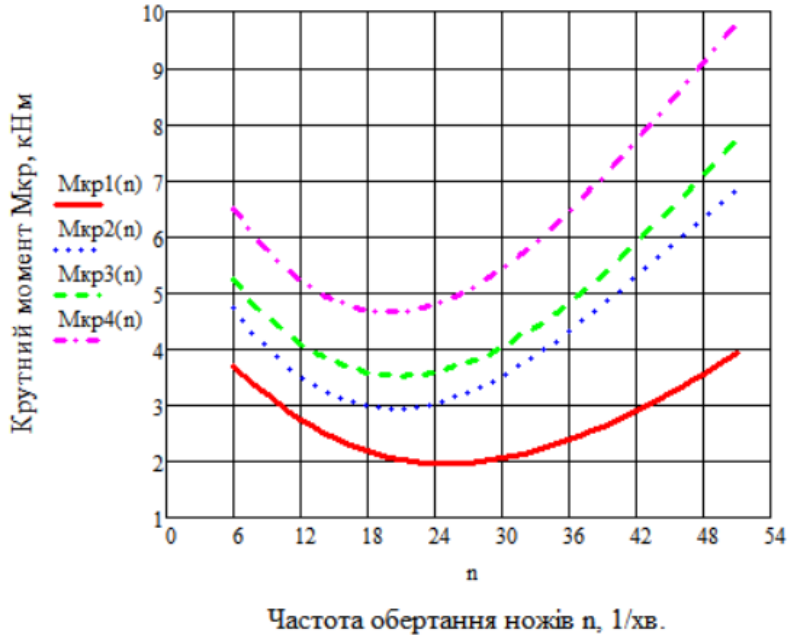

Рис. 1 – Залежність крутного моменту на валу стружкодробарки від частоти обертання для подрібнюваної стружки: Мкр1(n) — вуглецевих сталей; Мкр2(n) — легованих сталей; Мкр3(n) — високолегованих сталей; Мкр4(n) — титанових сплавів

Тому для стружкодробарок даної конструкції оптимальною частотою обертання ножів є 18...25 хв$^{-1}$. Така частота обертів визначає ефективний процес подрібнення стружки будь-яких марок сталі при мінімальних крутних моментах, тобто з мінімальною потужністю привода.

Отримані результати досліджень можуть застосовані на машинобудівних заводах при експлуатації обладнання з переробки і дроблення металевої стружки, а також при розробці нових або удосконаленні існуючих конструкцій машин для подрібнення стружки.

УДК 621.30

Колочко О.М., головний інженер
Товариство з обмеженою відповідальність «ДАК», 4459114@gmail.com
Сюе Сяньдін, аспірант
Саленко О.Ф., докт. техн. наук, професор
Гаврушкевич А.Ю., к.т.н., доцент
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», salenko2006@ukr.net
Габузян Г.В., викладач-методист
Відокремлений структурний підрозділ «Фаховий коледж Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського», galina.gabuzyan@gmail.com

АДАПТИВНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ СТРУМИННО-АБРАЗИВНОГО РІЗАННЯ РІЗНОТОВЩИННИХ ЗАГОТОВОК

При гідро-абразивному розкроюванні [1] на верстатах з метою отримання максимальної продуктивності використовуються різні підходи. Переважно це робота із підвищеним (понад 300 МПа) рівнем тиску. Однак для тонколистових заготовок це веде до енергетичних перевитрат. Найбільш складна ситуація для заготовок, що мають різну товщину, коли спроможність струменя обтікати перешкоди та змінювати напрям стікання (і, відповідно, якість крайки і точність відтворення контуру) веде до значного підвищення ймовірності виникнення браку. Саме тому задача адаптивної системи керування процесом постає нагальною та актуальною.

Запропонована система стабілізації процесу гідрорізання побудована на принципі підтримки заданої швидкості у функції товщини оброблюваної заготовки за умови, що зростання товщини листа вимагає зменшення швидкості контурної подачі [3]. Така система включає засоби контролю товщини листа, пристрою порівняння, пристрою завдання номінальної швидкості залежно від опору руйнування заготовки, пропорціонального або пропорційно-інтегрального регулятора, електронного аналогового елемента з керованою постійною часу, обмежуючого пристрою. Вихід останнього елемента є керуючим сигналом для приводу поздовжньої подачі. Гідро-абразивне різання постає високоефективним [4,5], достатньо надійним та продуктивним способом розкроювання листових заготовок з різних матеріалів, який нині активно використовується при профільному формоутворенні пласких виробів. Забезпечуючи достатньо високу якість сформованої крайки, спосіб додатково потребує вивчення особливості різання товстих (понад 10 мм) листів, особливо у випадку, коли опір руйнування таких матеріалів є достатньо високим.

З точки зору теорії автоматичного управління, привод подачі за параметром швидкості представляє собою типовий інерційний елемент, а процес швидкості подачі може бути представлено більш складною структурою, яка містить, крім іншого, елемент чистої затримки сигналу у часі. Послідовне поєднання розглянутих елементів робить систему нестійкою та призводить до виникнення автоколивань швидкості подачі (рис.1).