



УКРАЇНА

(19) UA (11) 74909 (13) C2
(51) МПК
B21D 26/14 (2006.01)МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) СПОСІБ МАГНІТНО-ІМПУЛЬСНОЇ ОБРОБКИ ТОНКОСТІННИХ МЕТАЛЕВИХ ЗАГОТОВОК

1

(21) 2004010542
(22) 26.01.2004
(24) 15.02.2006
(46) 15.02.2006, Бюл. № 2, 2006 р.
(72) Батигін Юрій Вікторович, Лавінський Володимир Іванович, Хавін Валерій Львович
(73) НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ "ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ"
(56) SU 1828776 A1, 23.07.1993
UA 74394 C2, 15.01.2004
US 5730016 A, 24.03.1998
US 3998081 A, 21.12.1976
US 6564605 B1, 20.05.2003
SU 1761343 A1, 15.09.1992
Белый И.В., Фертик С.М., Хищенко Л.Т. Справочник по магнито-импульсной обработке металлов. - Харьков : Вища школа, 1977. - С. 53-55
Степанов В.Г., Шавров И.А. Высокоэнергетические импульсные методы обработки металлов. - Ленинград : Машиностроение, 1975. - С. 92-95

2

(57) Спосіб магнітно-імпульсної обробки тонкостінних металевих заготовок, що полягає в їхньому деформуванні впливом імпульсного магнітного поля, причому обробку здійснюють шляхом притягання заготовки до індуктора, який **відрізняється** тим, що для притягання заготовки використовують індуктор, виконаний у вигляді плоского витка, поверх якого розміщений плоский металевий екран, а частоту діючого поля визначають з співвідношення:

$$f \ll \frac{1}{\pi \cdot \tau}$$

де f - робоча частота діючого поля;
 τ - характерний час проникнення поля в метал листової заготовки з товщиною d й електропровідністю γ , $\tau = \mu_0 \cdot \gamma \cdot d^2$;
 μ_0 - магнітна проникність вакууму.

Винахід відноситься до області обробки металів дією імпульсного магнітного поля і може знайти широке застосування в різних галузях промисловості.

Відомі способи і пристрої для деформування металів енергією імпульсного магнітного поля наведені у роботі [1]. Недоліком цих способів і пристроїв є неможливість притягання металевих заготовок власним магнітним полем.

Найбільш близьким до запропонованого є спосіб електромагнітного витягування вм'ятин у провідних матеріалах по патенту [2].

Сутність способу-прототипу полягає в одночасному впливі на металеву листову заготовку низькочастотним та високочастотним магнітними полями. Низькочастотне магнітне поле проникає скрізь заготовку, що не викликає ніякого її деформування. Високочастотне магнітне поле протилежного напрямку та відповідної амплітуди не проникає, але воно взаємодіє з низькочастотним полем поверх заготовки. Суперпозиція полів призводить до того, що між індуктором та заготовкою магнітна напруженість обертається в нуль, а поза заготов-

кою залишається низькочастотне поле з напруженістю, яка не дорівнює нулю. Силова дія цього поля призводить до притягання листової металеві заготовки до індуктора.

Недоліками прототипу є:

- значне ускладнення усіх складових частин запропонованої магнітно-імпульсної системи з притягання металевих листів, що обумовлене необхідністю взаємодії двох магнітних полів з різними часовими параметрами (необхідні два джерела потужності, спеціальна індукторна система для генерації двочастотних магнітних полів, складні пристрої синхронізації та управління тощо);

- обмеженість практичних можливостей цієї магнітно-імпульсної системи для обробки тонких та поганих провідників, що пов'язана з їх фіксованою електродинамічною товщиною (вона повинна забезпечувати проникнення низькочастотного та непроникнення високочастотного полів скрізь заготовку), а низька ефективність силового тиску, що обумовлено дією лише одного низькочастотного поля, яке релаксує при проникненні скрізь оброблювану листову заготовку.

(13) C2

(11) 74909

(19) UA

Задачею дійсного винаходу є значне спрощення усіх складових частин магнітно-імпульсної системи, призначеної для притягання тонкостінних металів, усунення яких-небудь обмежень на електродинамічну товщину оброблюваних заготовок та посилення ефективності силової дії на них.

Технічним результатом досягається тим, що при деформуванні заготовки впливом імпульсного магнітного поля та для притягання заготовки індуктор виконують у виді циліндричного витка, поверх якого розміщений плоский металевий екран, а частота діючого поля вибирається зі співвідношення:

$$f \ll \frac{1}{2\pi \cdot \tau}$$

f - робоча частота діючого поля;

τ - характерний час проникнення поля в метал листової заготовки з товщиною d й електропровідністю γ , $\tau = \mu_0 \cdot \gamma \cdot d^2$;

μ_0 - магнітна проникність вакууму.

Індукторна система-інструмент методу працює у такому часовому режимі, коли має місце інтенсивне проникнення тангенціальної компоненти вектора магнітної напруженості скрізь оброблюваний металевий. Поле збуджується площинним одновитковим соленоїдом з вирізом між краями у зоні підключення токопідводів від джерела електричної потужності до індукторної системи. Поверх соленоїда розміщують плоский металевий екран. Таким чином, запропонована індукторна система є послідовністю паралельно розміщених шарів: верхній - це плоский металевий екран, середній - це власне індуктор - соленоїд, нижній - це оброблювана металева листовая заготовка.

На фіг.1 приведена одна зі схем реалізації пропонованого способу, де показаний ємнісний накопичувач енергії - 1, пристрій керування (комутатор) - 2, плоский металевий екран - 3, одновитковий соленоїд, що генерує імпульсне магнітне поле з необхідними часовими параметрами, - 4, оброблювана тонкостінна листовая заготовка - 5.

Пропонований спосіб здійснюється таким чином. Ємнісний накопичувач -1 попередньо заряджається до заданого рівня енергії. Пристрій керування - 2 замикає контур, у якому відбувається розряд ємнісного накопичувача на соленоїд - 4. При протіканні струму соленоїд створює могутнє магнітне поле, що наводить вихрові токи Фуко у металі екрану - 3 та заготовки - 5.

У зоні вирізу між краями соленоїду, де його підключають до джерела потужності, плоский металевий екран та листовая заготовка не розділені

тілом соленоїда і є відкритими одне для одного. У цій зоні має місце електродинамічна взаємодія між токами, наведеними у екрані та листовій заготовці. Ці токи є паралельними та мають однакові напрямки. Згідно фундаментального закону Ампера провідники з цими токами повинні притягуватися одне до одного. Якщо екран жорстко закріпити, деформуватися буде лише відповідний ділянка листової металеві заготовки. Тобто, у кінцевому підсумку буде мати місце притягання заготовки у магнітному полі запропонованої індукторної системи.

Приклад здійснення способу.

Був виготовлений соленоїд з міді. Зовнішній діаметр - 80 мм, внутрішній - 60мм, товщина - 2мм. У зоні підключення до джерела електричної потужності соленоїд мав виріз з розмірами: 30мм x 30мм. Металевий плоский екран був виготовлений з листа із немагнітної сталі з товщиною - 1мм. Екран повністю покривав соленоїд зверху. Для експериментів були взяті листи із різноманітних марок немагнітної сталі з різною товщиною (0,5...0,8мм). Джерелом електричної потужності була магнітно-імпульсна установка МІУ-40.

Реалізація процесу притягання визначених ділянок металевих листових заготовок була здійснена при частоті $\sim 5 \dots 6$ кГц (визначалася по осцилограмі струму в соленоїді) у діапазоні напружень на ємнісному накопичувачі 7...9кВ. Струм у соленоїді - 83...100кА, робоча енергія до $\sim 7,4$ кДж.

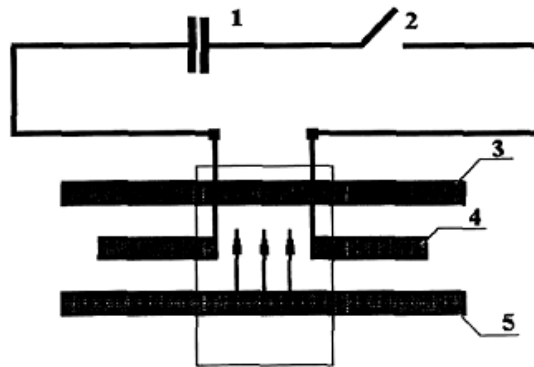
Після 10-разової дії імпульсного магнітного поля (10 розрядів накопичувача) на рівній поверхні оброблюваних металевих зразків з'являлися витяги з конфігурацією, що практично відповідає формі внутрішнього вікна соленоїда з вирізом у області токопідводів. Глибина витягів була $\sim 2,5$ мм.

Фотографії експериментів із зразками із різних сталей (мається на увазі значна різниця у електропровідності - $0,2 \div 0,6 \frac{1}{\text{Ом} \cdot \text{м}}$), одержаними у

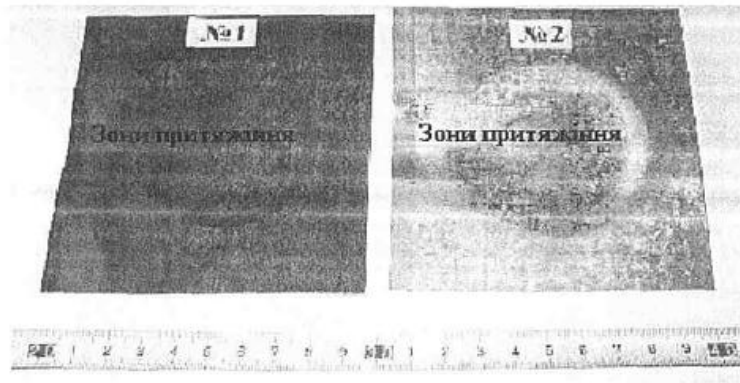
експериментах, приведені на фіг.2, де зразок №1 - електротехнічна сталь товщиною 0,8мм, зразок №2 - конструкційна сталь товщиною 0,5мм.

У цілому, запропонований спосіб магнітно-імпульсної обробки тонкостінних металів продемонстрував свою реальну працездатність для виконання виробничої операції з притягання визначених ділянок листових металевих заготовок.

Спосіб обробки тонкостінних металевих заготовок розроблений у Національному технічному університеті "Харківський політехнічний інститут".



Фіг. 1



Фіг. 2