

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

Відомі способи і пристрої для деформування металів енергією імпульсного магнітного поля [див. наприклад, а.с. №311508 від 23.02.70р.; а.с. №505531 від 16.02.73р.; патент США №3010007 від 09.05.71р.; патент ФРН №1527593 від 25.07.71р.; патент Англії №1237917 від 25.06.68р.; патент Японії №4614514 від 13.01.71р. і інші].

Недоліком цих способів і пристроїв є низька якість обробки у випадку, коли в простір між матрицею і заготовкою проникає магнітне поле. Воно створює протитиск діючим силам і використання матриць з високою електропровідністю дає ефект демпфювання оброблюваної заготовки. Це може привести до часткового відкидання деформуємого матеріалу від матриці. У випадку тонкостінних металевих заготовок з товщиною багато меншої величини скін-шару цей протитиск настільки великий, що їхнє деформування власне магнітним полем виявляється практично неможливим.

Найбільш близьким до пропонованого є спосіб магнітно-імпульсної обробки тонких металевих заготовок на матрицях з ізоляційних (діелектричних) матеріалів, що наведено у ["Справочник по магнитно-импульсной обработке металлов" авторів І.В. Белого, С.М. Фертика, Л.Т. Хименко, Харків, Вища школа, 1997р., с.42]. Сутність способу-прототипу полягає у використанні для магнітно-імпульсної обробки тонкостінних металів матриць, що виготовляються з діелектричних матеріалів, наприклад, епоксидних смол з наповнювачем.

Недоліками прототипу є:

- використання матриць з діелектричних матеріалів не дозволяє забезпечити необхідну точність габаритних розмірів деталі, що формується;

- обмеженість практичних можливостей матриць з діелектричних матеріалів у разі багаторазового застосування і обробки твердих матеріалів, що зв'язано з низькою міцністю матриць діелектричних матеріалів.

Метою дійсного винаходу є збільшення напруженості магнітного поля, що діє на тонкостінну металеву заготовку з товщиною меншої величини скін-шару, до рівня, що відповідає силам тиску за умови різкого поверхневого ефекту, за допомогою діелектричної матриці з накладкою, індуктора-джерела поля й усунення яких-небудь обмежень на жорсткість і міцнісні характеристики оброблюваних металів.

Поставлена мета досягається в пропонованому способі магнітно-імпульсної обробки за рахунок того, що в індукторну систему - інструмент для обробки тонкостінних металів вводиться діелектрична матриця з профілем, форму якого, відповідно до технічного завдання на виконання виробничої операції, варто додати оброблюваній заготовці. Крім того, для забезпечення міцності, стабілізації теплового режиму і створення гострих крайок, що ріжуть, при вирубці наскрізних отворів робочу поверхню матриці покривають тонким

$$d < \frac{2}{\sqrt{2\omega\mu_0\gamma}}$$

металевим шаром-накладкою, товщина якої вибирається з співвідношення: де d - товщина металеві накладки матриці; γ - електропровідність металу накладки; ω - циклічна частота діючого поля.

Як показали розрахунки і експерименти [див. Батигін Ю.В., Горкін Л.Д., Легеза А.В., Решетников В.В., Хименко Л.Т., Экспериментальные исследования возможностей магнитно-импульсного метода для деформирования тонких металлических пластин // Техническая электродинамика. 1990, №5, с.15-19; Батигін Ю.В., Проникновение поля сквозь тонкие листовые заготовки в индукторных системах магнитно-импульсных установок // Техническая электродинамика. 1993, №1, с.20-25), напруженість магнітного поля, що проникли крізь реальний металевий екран у вільний півпростір, зворотно пропорційна величині

$\sim \frac{1}{z_0(\gamma \cdot d)}$ (γ - електропровідність екрана, d - його товщина, z_0 - хвильовий опір вільного простору), тобто практично дорівнює нулю.

Якщо товщина провідної накладки на діелектричній матриці менше величини скін-шару для даного металу, то її наявність не робить ніякого впливу на електромагнітні процеси в індукторній системі.

Таким чином, можна вважати, що в індукторній системі з тонкостінною заготовкою, діелектричною матрицею і металеву накладкою моделюється ефект проникнення пакета плоских хвиль крізь екран у вільний півпростір (діелектрик матриці!). І, отже, зниження амплітуди сил тиску, унаслідок проникнення поля крізь тонку металеву заготовку, не відбудеться.

На Фіг. приведена одна зі схем реалізації пропонованого способу, де показаний ємнісний накопичувач енергії - 1, пристрій керування (комутатор) - 2, індуктор, що генерує плоске паралельне магнітне поле - 3, оброблювана тонкостінна заготовка - 4, металева накладка на робочій поверхні матриці - 5, діелектрична матриця - 6.

Пропонований спосіб здійснюється в таким чином.

Ємнісний накопичувач - 1 попередньо заряджається до заданого рівня енергії. Пристрій керування - 2 замикає контур, у якому відбувається розряд ємнісного накопичувача на обмотку індуктора - 3.

При протіканні струму індуктор створює могутнє магнітне поле, вплив якого приводить до видалення мідної фольги на ділянках, не зафіксованих сталеву накладкою - 5 і матрицею - 6.

Приклад здійснення способу.

У мідній фользі товщиною 50мкм вироблялося штампування рисунку друкованої плати для зарядно-випрямного пристрою Д2-10М, застосовуваного в схемі живлення мікрокалькуляторів серії "Електроніка".

Матриця була виконана зі склотекстоліту. Накладка в робочій зоні була виготовлена з електротехнічної сталі 1Х18НТ товщиною 0,5мм. Індуктор у пропонованій конструкції складався з двох плоских витків прямокутної форми, що знаходяться в одній площині [описаний у статті Батигіна Ю.В., Черногор Т.Т., Расчет электромагнитного поля в рабочей зоне индукторной системы со спаренными токопроводами. // Вестник ХГПУ. Сер. Электроэнергетика и преобразовательная техника. - 2000. №92, с.8-13]. Геометрично, витки розташовуються поруч так, щоб їхні суміжні сторони були рівнобіжними (це, так називані, спарені токопроводи!). Електричне, витки з'єднуються між собою так, щоб у суміжних провідниках напрямку струмів були однаковими.

Пропонована конструкція забезпечує однорідне плоске паралельне поле в порожнині між спареними

токопроводами і листовою металевою заготовкою, що є робочою зоною індукторної системи.

Реалізація процесу по обробці тонкостінної фольги - штампуванню в ній заданого рисунку була здійснена при частоті $\sim 50 \dots 70 \text{ кГц}$ (визначалася по осцилограмі струму в індукторі) у діапазоні напружень на ємнісному накопичувачі $13,8 \dots 16,2 \text{ кВ}$.

У результаті проведених експериментів були отримані якісні зразки, що ілюструють практичну працездатність пропонованого способу магнітно-імпульсної обробки тонкостінних металевих заготовок (наприклад, для штампування рисунку друкованих плат в електротехнічних приладах).

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

