



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **31309** (13) **U**
(51) МПК
B21D 26/14 (2006.01)МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ**ОПИС
ДО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ**видається під
відповідальність
власника
патенту**(54) ІНДУКТОР ДЛЯ МАГНІТНО-ІМПУЛЬСНОГО ФОРМУВАННЯ КУТІВ У ВИГНУТИХ ЛИСТОВИХ МЕТАЛЕВИХ ЗАГОТІВКАХ**

1

2

(21) u200701443

(22) 12.02.2007

(24) 10.04.2008

(46) 10.04.2008, Бюл.№7, 2008 рік

(72) БАТИГІН ЮРІЙ ВІКТОРОВИЧ, UA, ЧАПЛИГІН
ЄВГЕН ОЛЕКСАНДРОВИЧ, UA, СЕРІКОВ ГЕО-
РГІЙ СЕРГІЙОВИЧ, UA(73) ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АВТОМОБІ-
ЛЬНО-ДОРОЖНІЙ УНІВЕРСИТЕТ, UA, БАТИГІН
ЮРІЙ ВІКТОРОВИЧ, UA, ЧАПЛИГІН ЄВГЕН ОЛЕ-
КСАНДРОВИЧ, UA(57) 1. Індуктор для магнітно-імпульсного форму-
вання кутів у вигнутих листових металевих заготів-

ках, що здійснюється силами імпульсного магніт-
ного поля, який **відрізняється** тим, що індуктор
виконаний у вигляді двох витків прямокутної фор-
ми із загальною стороною, які являють собою ос-
новний струмопровід, розташований уздовж лінії
кутового вигину вигнутого металевих листа, а
площини витків утворюють із поверхнями кутового
вигину плоскі кути 12-15°.

2. Індуктор за п. 1, який **відрізняється** тим, що
основний струмопровід виконаний у вигляді двох
паралельних провідників, розділених діелектрич-
ною вставкою по всій довжині.

Корисна модель належить до області обробки
металів тиском імпульсного магнітного поля й мо-
же знайти широке застосування в різних галузях
промисловості, наприклад: при обробці металевих
зчленувань труб, обтіску електричних проводів,
виготовлення друкованих плат.

Відомі способи й пристрої для деформування
металів енергією імпульсного магнітного поля [1,
3], призначені для деформування металевих труб,
обтіску електропроводів, створення друкованих
плат. Інструменти для магнітно-імпульсної дефор-
мації й обтіску являють собою круглі металеві або
алюмінієві кільця-індуктора; для створення елект-
ротехнічних плат форми можуть бути різні у відпо-
відність із необхідним малюнком.

Недоліком цих способів і пристроїв є низька
якість при формуванні чітких плоских кутів задано-
го профілю в листових металевих заготівках. Для
ефективної реалізації даної виробничої операції
необхідна висока концентрація сил магнітного тис-
ку по центру формованого кута і їхня відсутність
на граничних площинах, що неможливо виконати
за допомогою вищевикладених способів і пристроїв.

Найбільш близьким до пропонованого індукто-
ра для магнітно-імпульсного формування кутів у
вигнутих заготівках є індуктор зі спареними стру-
мопроводами, описаний у наукових монографіях
[1], [2].

Індуктор-прототип складається із двох плоских
витків прямокутної форми, які розташовуються так,
що їхні суміжні сторони, котрі мають назву спаре-
ними струмопроводами, паралельні, а електричне
з'єднання витків забезпечує однакові напрямки
струмів у суміжних провідниках.

Індуктор-прототип накладається на металеву
листову заготівку так, що спарені струмопроводи
проходять уздовж лінії формованого плоского ку-
та, грубий вигин якого був здійснений попередньо.
Дана лінія вигину являє собою робочу зону індук-
торної системи в цілому.

Замикаючі сторони витків накривають частину,
поверхні заготівлі, що залишилися.

При підключенні до джерела потужності й роз-
ряді ємнісного накопичувача в робочій зоні збу-
джується магнітне поле з напруженістю, пропор-
ційній подвоєній величині струму у витках. Тиск на
лінію кутового вигину пропорційний зчвереному
квадрату струму у чотири рази перевищує тиск по
всій іншій поверхні листа. Дана концентрація сил
магнітного тиску дозволить здійснити необхідне
формування кута у вигині оброблюваної листової
заготівки й одержати його чіткі контури відповідно
до поставленого рівня вимог.

Недоліки прототипу наступні:

- Обмеженість експлуатаційних можливостей:
геометрично, індуктор являє собою плоску конс-

(13) **U**(11) **31309**(19) **UA**

трукцію, що дозволяє формувати тільки плоскі кути, близькі до 180° .

- Низька ефективність виробництва: витки індуктора досить широкі, що не дозволяє досягти такого рівня концентрації магнітного поля в робочій зоні, при якому можливі процеси деформації металу.

- Низька якість обробки металевої заготовки: обов'язково відбувається деформація поверхні заготовки поза лінією формованого кута, з боку поля тієї частини витків, які розташовані поза робочою зоною індукторної системи.

В основу корисної моделі поставлене завдання вдосконалення індуктора шляхом забезпечення можливості концентрації сил магнітного тиску у вузькій області уздовж лінії вигину й строго напрямку їх у центр, при одночасному придушенні деформації поза робочою зоною індукторної системи, у результаті чого деформація листової заготовки буде відбуватися тільки уздовж лінії вигину.

Поставлене завдання досягається тим, що у відомому індукторі для магнітно-імпульсного формування кутів у вигнутих листових металевих заготовках, що деформує їх уздовж лінії попереднього грубого вигину, виконують у вигляді двох витків прямокутної форми із загальною стороною, що називають основним струмопроводом, розташовують уздовж лінії кутового вигину попередньо вигнутого металевого листа, а витки розташовують так, щоб їхньої площини становили з поверхнями кутового вигину плоскі кути в $12-15^\circ$.

На Фіг.1 показана схема магнітно-імпульсного формування кута в попередньо вигнутій листовій заготовці за допомогою пропонованого індуктора із двох прямокутних витків із загальною стороною - основним струмопроводом, взаємне розташування індуктора й металевого листа в аксонометрії, на Фіг.2 та ж індукторна система в поперечному перерізі. Наведено схему реалізації магнітно-імпульсного формування кута в попередньо вигнутій листовій заготовці за допомогою пропонованого індуктора із двох прямокутних витків із загальною стороною - основним струмопроводом, де 1 - листова заготовка, 2 - попередній вигин, 3 - основний струмопровід, 4 - емісійний накопичувач, 5 - комутатор, 6 - індуктор, 7 - лінія формованого кута, 8 - матриця з кутовим профілем.

Пропонований індуктор працює в такий спосіб.

Емісійний накопичувач енергії 4 заряджається попередньо до заданого значення енергії. Комутатор 5 замикає контур, у якому відбувається розряд емісійного накопичувача на індуктор 6. Його витки розташовані під кутом - 15° до граничних поверхонь листової заготовки 1 і під кутом один до одного так, що їхні суміжні сторони утворюють основний струмопровід 3. Основний струмопровід міститься уздовж лінії вигину заготовки 2. При протіканні струму основний струмопровід індуктора створює потужне магнітне поле, вплив якого приводить до деформації металевого листа по центру уздовж лінії попереднього вигину й заповненню кутового профілю відповідно формі матриці.

Залежно від способу електричного приєднання витків до джерела потужності, паралельно або

послідовно, їхні сторони, що утворюють основний струмопровід, можуть бути об'єднані й виконані у вигляді одного провідника або являти собою окремі провідники, розділені ізоляційною прокладкою.

У першому випадку на Фіг.3 наведена електрична схема з'єднання витків індуктора. Паралельне з'єднання - витки із загальною стороною, що є основним струмопроводом (де 1 - основний струмопровід). У цьому випадку досягається простота у виготовленні індукторної системи, і підвищуються її міцнісні показники, але тиск у робочій зоні, як це треба зі схеми буде пропорційний квадрату струму, що надходить із джерела в індуктор. На Фіг.5 показане конструктивне виконання індуктора з струмопроводами у вигляді витків прямокутної форми, паралельне з'єднання витків з основним струмопроводом з одного провідника.

У другому випадку на Фіг.4 наведена електрична схема послідовного з'єднання витків індуктора - витки з діелектрично розділеною загальною стороною, дві частини якої утворюють основний струмопровід, зростають складності у виготовленні індукторної системи. Трохи падає міцність всієї конструкції в цілому, але досягається тиск, що, у робочій зоні, як це треба зі схеми на Фіг.4, буде пропорційно учетверенню квадрату струму, що надходить із джерела потужності в індуктор. Відповідно, ефективність такого варіанта індуктора для формування кутів у вигнутих металевих листових заготовках різко зростає. На Фіг.6 показане конструктивне виконання індуктора з струмопроводами у вигляді витків прямокутної форми, послідовне з'єднання витків з основним струмопроводом із двох діелектричних розділених провідників.

Приклад здійснення магнітно-імпульсного формування кута.

Алюмінієвий лист із розмірами $0,2\text{м} \times 0,2\text{м}$, товщиною $0,001\text{м}$ був попередньо вигнутий під кутом - 90° , радіус вигину в кутовій зоні становив - $0,01\text{м}$.

На вимогу технічного завдання радіус вигину в кутовій зоні впливало зменшити до значення не вище, ніж $\sim 0,01\text{м}$ на довжині лінії $\sim 0,1\text{м}$.

Струмопроводи пропонованого індуктора минулого виготовлені із двох витків прямокутної форми за схемою згідно Фіг.5 (паралельне з'єднання). Розміри витків становили $0,1\text{м} \times 0,04\text{м}$. Матеріал витків - латунний прут діаметром $\sim 0,008\text{м}$. Для зміцнення конструкції в цілому, струмопроводи пропонованого індуктора минулого жорстко закріплені на оправленні необхідної форми зі склотекстоліту. Кут між площинами витків і поверхнями формованого кута становив $\sim 12^\circ - 15^\circ$.

Пропонована конструкція індуктора забезпечує концентрацію магнітного поля, пропорційного величині струму від джерела, і, відповідно, сил тиску, пропорційних квадрату цієї величини струму, уздовж лінії попереднього вигину листової заготовки.

Реалізація процесу формування кута була реалізована при робочій частоті $\sim 30\text{кГц}$ (визначалася за осцилограмою струму в ланцюзі індуктора) у діапазоні напруг $12-17\text{кВ}$. Конкретна величина напруги встановлювалася підбором відповідно до рівня необхідної деформації листа (радіус вигину в

кутовій зоні не вище, ніж - 0,01м на довжині лінії ~0,1м).

У результаті проведених експериментів були отримані якісні зразки, що ілюструють практичну працездатність пропонованого індуктора для формування кутів у вигнутих металевих листових заготовках.

Відмітні ознаки пристрою перебувають у причинно-наслідковому зв'язку з технічним результатом, що отримується, і виключення хоч би одного з них не дозволить його досягти.

Перелік посилань:

1. Батыгин Ю.В., Лавинский В.И., Импульсные магнитные поля для прогрессивных технологий. Том 1. - Харьков: Изд. НТУ "ХПИ", 2001. - 272с.
2. Батыгин Ю.В., Лавинский В.И., Магнитно-импульсная обработка тонкостенных металлов. - Харьков: МОСТ-Торнадо, 2002. - 288с.
3. Белогый И.В., Фертик С.М., Хименко Л.Т. "Справочник по магнитно-импульсной обработке металлов", Харьков: Вища школа, 1977г., с.3-16.

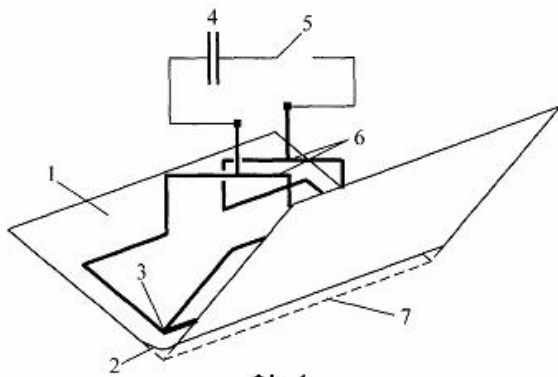


Fig. 1

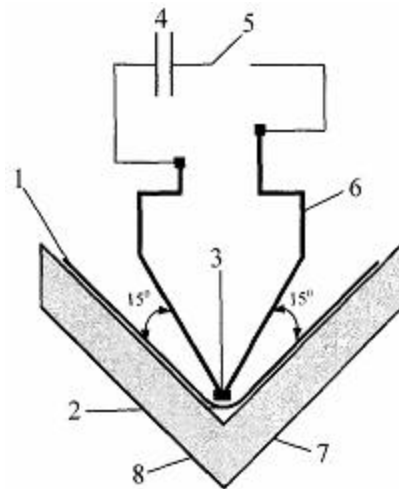


Fig. 2

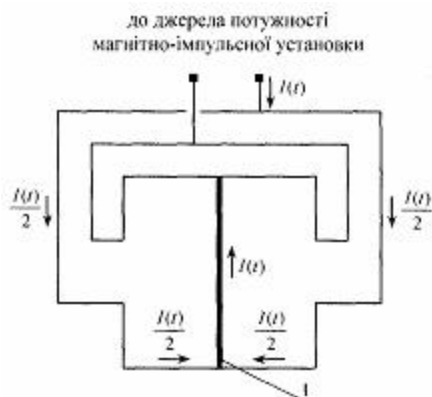


Fig. 3

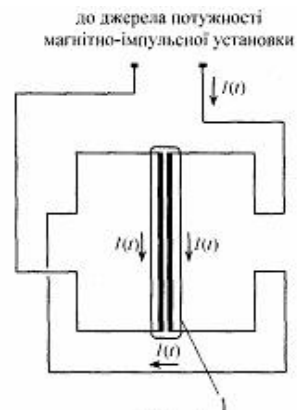
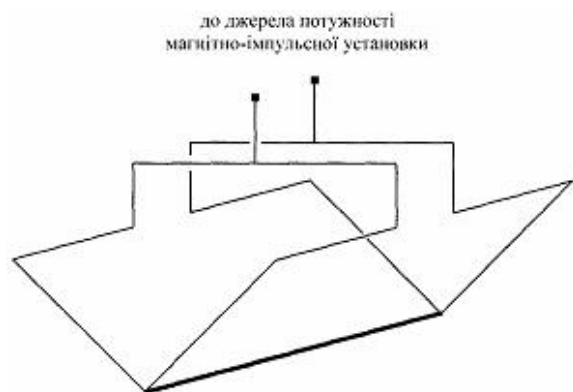
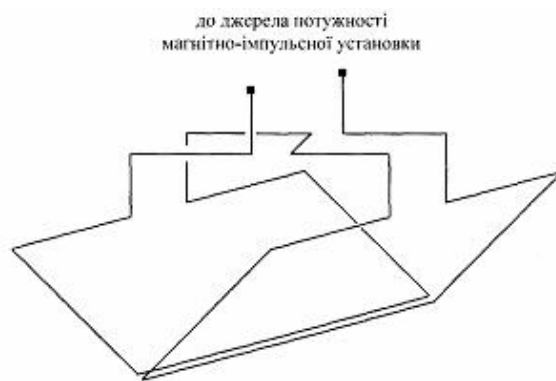


Fig. 4



Фиг. 5



Фиг. 6