

## ЛАЗЕРНЕ ТЕРМІЧНЕ ФОРМОУТВОРЕННЯ ЛИСТОВИХ МАТЕРІАЛІВ

Формування традиційно було виробничим процесом, за допомогою якого розмір або форма деталі змінюється шляхом застосування сил, які викликають напругу, яка більша межі текучості і менше, ніж межа міцності матеріалу. Це вимагає використання штампів, які визначають остаточну форму деталі.

Процес лазерного формування є одним із видів термомеханічного формування реалізується шляхом введення термічних напружень на поверхню оброблюваної деталі. Ці внутрішні напруги призводять до локальної пружної деформації вигину.

Лазерне формування є дуже гнучким методом і може служити в якості корисного інструменту для швидкого прототипування і має низький обсяг виробничого процесу, який використовує лазерно-індуковане теплове спотворення для формування деталі з листового металу без жорсткого інструменту або зовнішніх сил і не вимагає використання штампів.

Під час швидкісного нагрівання поверхні лазерним променем, інтенсивно нагріваються верхні шари матеріалу, в той час як нижні залишаються холодними і поступово нагріваються за рахунок теплопровідності, в результаті чого виникає різкий перепад температури по товщині матеріалу, що призводить до різного теплового розширення різних шарів матеріалу, та викликає формування листа.

В початковий момент нагрівання, теплове розширення на опроміненій поверхні вище ніж на холодній поверхні. Відбувається попереднє згинання, яке має протилежний до основного згинання напрямку, в результаті на опроміненій поверхні формується невелика деформація розтягу. Із закінченням нагрівання, згинальний момент набуває протилежного напрямку до попереднього згинання. В момент коли термічні напруження досягають температурно-залежних напружень пластичної течії металу, будь-яке додаткове теплове розширення перетворюється в пластичну деформацію стиснення. Кут вигину збільшується із зменшенням товщини. Це відбувається тому, що при зменшенні товщини пластини, обсяг матеріалу, який діє як тепловідвід знижує і, як наслідок, градієнт температури, пов'язаний з процесом зменшується, що призводить до зменшення деформації при стисненні і тим самим кутом згину.

У порівнянні з традиційною обробкою металів тиском, лазерне формування має багато переваг:

- Методика підходить для невеликих партій і різноманітних листових компонентів. Завдяки гнучкості в управлінні регулюючих систем лазерного променя, легко включити лазерне формування в автоматизованому виробництві.
- Вартість процесу формування значно знижується, так як не потребує високовартісного інструменту та надпотужного крупногабаритного обладнання, а за рахунок локалізованого лазерного випромінювання не має потреби нагрівати всю заготовку.
- Цей процес реалізується без механічного контакту.
- Розміром і потужністю лазерного променя можна точно маніпулювати, що дозволяє точно контролювати процес формування і поліпшення відтворюваності.
- Лазерне випромінювання легко переналаштовується на інші методи обробки.
- Лазерне формування підходить для матеріалів, які важко сформувати за допомогою механічних видів обробки, при обробці листів значної товщини, з

формуванням деталей з великою кількістю згинів, при формуванні вироби складної конфігурації, або ж вироби виготовлені з пружних, крихких матеріалів. Оскільки в лазерне випромінювання, що утворює процеси, обмежене до дуже тонкого шару опромінюваної поверхні та має короткий час взаємодії, лазерне формування підходить для матеріалів, які чутливі до високої температури. Мікроструктуру зони термічного впливу лазерного формування можна поліпшити, якщо використовувати індивідуальні параметри.

- Не відбувається явище зворотного ефекту, що погіршує точність обробки. Відсутнє потоншення матеріалу в зоні обробки та має стійкість до розгинання.

Отже, лазерне формування може застосовуватися в аерокосмічній, суднобудівній, мікроелектроніці, автомобільної промисловості і т.д.

УДК 621.9.04

Колесник Н.В. уч., Кагляк О.Д. ст.виклад.

### ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ЕЛЕКТРОЛІЗУ В ПОСТІЙНОМУ МАГНІТНОМУ ПОЛІ

Експериментальні дослідження процесу електролізу проводилися за допомогою установки, зображеної на Рис.1.

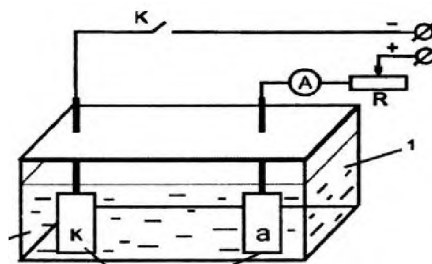


Рис. 1 Схема установки для електролізу

Перша частина експерименту полягала у проведенні звичайного процесу електролізу з водними розчинами солей  $CuSO_4$ ,  $FeSO_4$ , при силі струму 1,8 А з певними часовими проміжками.

У другій частині експерименту установку для електролізу помістили у поперечне постійне магнітне поле з індукцією  $B$ . Електроліз проводили при силі струму 0,3 А з тими ж розчинами солей та часовими проміжками, що й у попередньому експерименті.

За результатами проведених експериментів встановлено, що у магнітному полі відбувалося збільшення маси покриття на оброблюваній поверхні. Вказане збільшення обумовлене виникненням у об'ємі електроліту, поміщеному у зовнішнє магнітне поле, ефекту Холла.

У постійному магнітному полі з індукцією  $\vec{B}$  на позитивно заряджені іони, які рухаються у напрямку електричного струму із швидкістю  $\vec{v}_+$  діє сила Лоренца  $\vec{F}_{\text{л}}$ , яка відхиляє іони у напрямку до верхньої поверхні електроліту. У свою чергу, під дією цієї