

О. Д. Кагльак

ЛАЗЕРНА ФОРМУВАЛЬНА ОБРОБКА ДИСКІВ З НИЗЬКОВУГЛЕЦЕВОЇ СТАЛІ

Досліджені умови та особливості лазерного формування просторових виробів з дискових заготовок низьковуглецевої сталі.

Ключові слова: лазерне формоутворення, листові матеріали, деформація.

1. Вступ

Лазерне формоутворення листових матеріалів, останнім часом, привертає увагу значної кількості дослідників, оскільки має ряд переваг, які дозволяють використовувати його у випадках коли використання традиційних способів обробки ускладнене або не можливе. До таких переваг, з поміж іншого, належать: можливість формування крихких та пружних матеріалів, відсутність громіздкого спеціального обладнання, легка автоматизація, гнучкість процесу та ін.

Параметри, закономірності та особливості формування металевих пластин, при прямолінійній траєкторії проходу, вивчалися досить широко і представленні в ряді досліджень [1–6]. Однак, процес лазерного формоутворення (ЛФ) дискових заготовок за криволінійними складними траєкторіями ще не достатньо вивчений, оскільки має свої особливості та є відмінним від процесу формування при прямолінійному опроміненні.

2. Методика проведення досліджень

Досліджувалися сталеві диски (ст. 3) товщиною 0,5 мм, 1,0 мм, 1,5 мм, 2,0 мм, діаметр дисків – 100 мм. Диски мали центральний отвір діаметром 15 мм за допомогою якого проводилося кріплення та позиціонування диска перед обробкою. На опромінювані зони, перед обробкою, наносилося поглинальне покриття з оксиду цинку. Під час обробки варіювалися режими: виставлялася різна швидкість руху теплового джерела та різний діаметр зони фокусування, чим регулювалася величина теплового вкладу в зону обробки. Окрім зміни режимів змінювалася також і траєкторія руху лазерного променя поверхнею зразка. Дослідження лазерного формування дисків проводилося за допомогою твердотільного лазера з діодним накачуванням Rofin DY044.

3. Результати експериментальних досліджень

При опроміненні дисків в околі центрального отвору та по середині радіусу диску (рис. 1,а), при

швидкості руху променя поверхнею зразка 3 м/хв, діаметрі променя 4 мм та потужності 0,8 кВт, деформація не була рівномірною. Зразки набули «сідло-видної» форми, така форма утворилася за рахунок перерозподілу напружень, які виникли в результаті послідовного обходу по колу лазерного променя.

У випадку опромінення диска за траєкторією, що пролягала на відстані 10 мм від зовнішнього краю диску, було отримано результат відмінний від попереднього. Розподіл деформації був рівномірним і було отримано сегмент сфери (рис. 1,б).



а



б



в

Рис. 1. Формування дисків: а — на середині діаметра диску, б — на відстані 10 мм від зовнішнього краю, в — концентричними колами від центру до периферії

При опроміненні зразка концентричними колами, починаючи від центру, було отримано складну

просторову форму з чергуванням ввігнутих та випуклих ділянок, рис. 1, в.

Початок опромінення з кола найбільшого діаметру, змінює результат обробки та призводить до утворення сідлоподібної форми так само як і обробка дисків за спіральною траєкторією, як в напрямку від центру до периферії, так і в зворотному.

Отже, можна зазначити, що в більшості описаних випадків не вдавалося отримати рівномірний розподіл напружень, тому зразок формувалася не рівномірно. Це відбувалося в силу того, що опромінення зразка відбувалося за рахунок послідовного обходу теплового джерела по замкнутій траєкторії. При цьому, нагрівання зразка на одній ділянці призводить до утворення тепло-деформаційного фону на ще необроблених зонах, тобто умови оброблення кожної наступної ділянки зразка відрізняються від умов оброблення попередніх ділянок.

Для усунення цього ефекту нерівномірності, зразок обертався з частотою 11000 об/хв, що дозволило наблизити умов рівномірного нагрівання по замкнутому контуру, рис. 2.



Рис. 2. Обробка диска при його обертанні з частотою 11000 об/хв

В такому випадку швидкість руху зони фокусування поверхнею зразка (за умови що вісь променя лежить на діаметрі 96 мм) становитиме 3315,84 м/хв. При цьому час опромінення кожної точки траєкторії становитиме (при діаметрі променя 3 мм) $0,54 \cdot 10^{-6}$ с, а пауза до повторного опромінення — $5,4 \cdot 10^{-3}$ с. Величиною енергетичного вкладу, в такому випадку, зручно керувати за допомогою визначення часу опромінення.

За таких умов обробки, не залежно від розташування проходу, зразки формувалися рівномірно по всій площині і утворювали сегменти сфери.

З огляду на це, можна зауважити, що обробка за умов рівномірного одночасного нагрівання дозволяє отримувати стабільніші та прогнозованіші результати ніж за умови поступового обходу по контуру.

Литература

1. Controlled deformation of sheet metal with dual-beam laser heating : Laser Assisted Net Shape Engineering, Proceedings of the LANE 2007 [Текст] / О. Д. Кагльак, О. О. Гончарук, Л. Ф. Головко, В. С. Коваленко // 2007, р.р. 589–595.
2. Патент на корисну модель 37370 Україна, МПК В 21D11/20. Спосіб керування деформування листових деталей [Текст] / О. Д. Кагльак, О. О. Гончарук, Л. Ф. Головко, В. С. Коваленко (Україна). — u2008 07981 ; заявл. 12.06.2008 ; опубл. 25.11.2008, бюл. № 22. — 3 с.
3. Кагльак О. Д. Лазерне формоутворення просторових металевих конструкцій [Текст] / О. Д. Кагльак, Л. Ф. Головко, О. О. Гончарук // Восточно-европейский журнал передовых технологий. — 2009. — № 6/1(42). — С. 4–11.
4. Кагльак О. Д. Особливості лазерного формоутворення листових матеріалів [Текст] / О. Д. Кагльак, О. О. Гончарук, Л. Ф. Головко, А. М. Лутай // Восточно-европейский журнал передовых технологий. — 2012. — № 2/13(56). — С. 32–40.
5. Кагльак О. Д. Стійкість металевих конструкцій отриманих лазерним формуванням [Текст] / О. Д. Кагльак, О. О. Гончарук, О. В. Сюра, А. М. Палагеша, Н. О. Мельник // Восточно-европейский журнал передовых технологий. — 2012. — № 3/7(57). — С. 43–47.
6. Лазерні технології та комп'ютерне моделювання [Текст] [наукове видання] / під ред. Л. Ф. Головка, С. О. Лук'яненко. — К. : Вістка, 2009. — 295 с.

ЛАЗЕРНАЯ ФОРМИРУЮЩАЯ ОБРАБОТКА ДИСКОВ ИЗ НИЗКОУГЛЕРОДИСТОЙ СТАЛИ

А. Д. Кагльак

Исследованы условия и особенности лазерного формирования пространственных изделий из дисковых заготовок низкоуглеродистой стали.

Ключевые слова: лазерное формирование, листовые материалы, деформация.

А. Д. Кагльак, ассистент кафедры лазерной техники и физико-технических технологий Национального технического университета «Киевский политехнический институт», тел.: (068) 3229967, e-mail: Kaglyak_O@meta.ua

LASER FORMING TREATMENT OF LOW-CARBON STEEL DISKS

O. Kaglyak

The conditions and peculiarities of laser forming of low-carbon steel disks are explored.

Keywords: laser forming, sheet material, deformation.

O. Kaglyak, assistant of Laser technique and physic-technology science department of National technical university of Ukraine «Kiev polytechnic institute», tel.: (068) 3229967, e-mail: Kaglyak_O@meta.ua.