

випромінювання E) керування діаметром пучка випромінювання D . Внутрішнє дзеркало виконано на модовій діафрагмі з отвором відповідного розміру d , у вигляді ввігнутого конусу, оберненого до активного середовища. Кут нахилу дзеркальної поверхні ϕ обирається із необхідності надання «обрізаному» діафрагмою променю додаткового кута розбіжності, що б компенсувати різницю між θ_d та θ_p . Використання третього дзеркала у резонаторі забезпечує роботу периферійної ділянки активного середовища з плавним перекачуванням енергії створеного в ньому кільцевого пучка в центральну його частину, що забезпечує її стабільність в межах $d \in 4 \div D$ мм. Із графіків видно, що в цьому інтервалі змінення розміру пучка рівень енергії залишається майже незмінним ($29 \div 30,1$ Дж), що відноситься також і до рівня кута розбіжності ($4,7 \div 5,5$ мрад). Необхідно також відмітити, що інтервал змінення кута нахилу стінки дзеркала складає $2 \div 14$ кутових хвилин. До речі, можливе керування просторовими параметрами пучка D і θ за допомогою зовнішніх оптичних пристроїв – одиночної лінзи, або телескопа.

УДК 621.326

Романов Б.С. студ.; Лутай А.М. ст. вик.; Кагляк О.Д. ас.; Блощицин М.С., ас.

ФОРМОУТВОРЕННЯ ПРОСТОРОВИХ МЕТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ ЛОКАЛЬНИМИ ТЕПЛОВИМИ ДЖЕРЕЛАМИ

Лазерний та плазменний процес формування є економічно вигідним процесом для формування металевих конструкцій, в якості засобу швидкого прототипування і корегування. Формування локальними тепловими джерелами мають велике значення для галузей, які раніше спиралася на дорогі штампи тиснення і преси. Тому у певних галузях промисловості: аерокосмічній, автомобільній, суднобудівній та мікроелектроніці формування локальним тепловим джерелом користується попитом. На відміну від звичайних методів формування цей методу не вимагає механічного контакту і, отже, має багато переваг [1-6]. На базі аналізу результатів виконаних аналітичних розрахунків, проводились експериментальні дослідження процесу плазмового та лазерного формоутворення. Оброблялися зразки з вуглецевої сталі 65Г з розмірами 100x50 мм товщиною 0,5 мм, з використанням лазерного теплового джерела рис.1, а і плазмового теплового джерела рис.1.б В обох випадках зразки закріплювалися консольно в струбчині на відстані 10 мм від місця закріплення, пролягав прохід теплового джерела на всю ширину зразка. На відстані 10 мм від вільного краю зразка встановлювався індикатор переміщення, рис. 1.

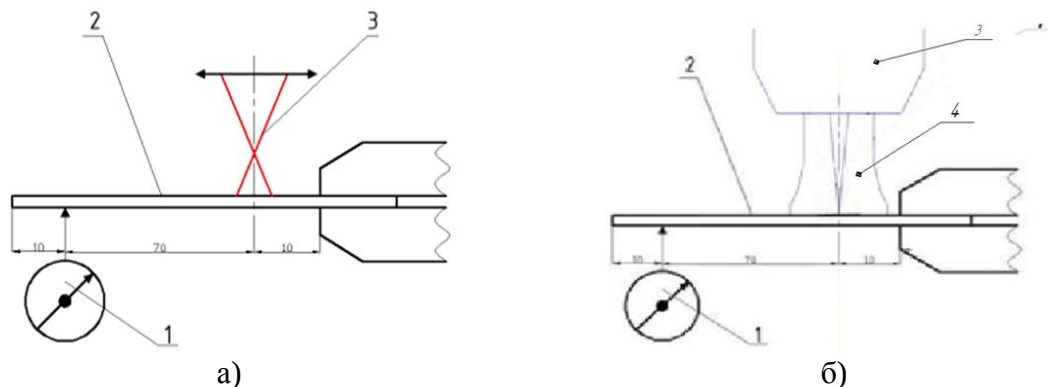


Рис.1. Схеми проведення експерименту: а) лазером 1 – індикатор переміщень, 2 – зразок, 3 – лазерний пучок.; б) плазмою 1 – індикатор переміщень, 2 – зразок, 3 – сопло плазмоторна, 4 – факел плазми.

Обробка проводилася за такими режимами:

1)Плазма, сила струму-100А, напруга - 22В, швидкість переміщення-1,2 м/хв, діаметр плями-4мм.

2)Лазер, потужність – 0,8 кВт, швидкість переміщення – 1,0 м/хв., діаметр фокальної плями-4мм.

Після обробки лазером та плазмою спостерігалася пропорційна залежність абсолютної деформації від кількості проходів рис2. Але величина відносної деформації після плазмової обробки була дещо вищою ніж при лазерному формуванні за заданого режиму(сила струму-100А, напруга - 22В, швидкість переміщення-1,2 м/хв, діаметр плями-4 мм.), рис.3.Після 1го проходу лазером або плазмою спостерігалася формування максимального кута,величини якого складала 7 градусів,рис.2.а, б, в подальшому кут формувався в межах 2-4 градусів.[7] Характер лазерного та плазмового формування схожий, але є певні відмінності: 1)густина потужності плазми менше ніж у лазера,тому лазерна система є більш ефективною і може працювати на більших швидкостях 2) плазма має нижчу стабільність,тому точність формування,де що нижча ніж у лазера 3)лазерне формування може відбуватись на мікро рівні,завдяки новому технологічному обладнанню.

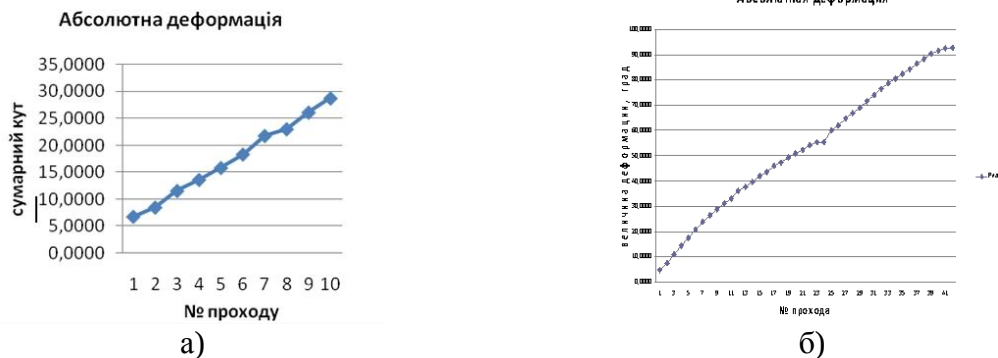


Рис. 2.Величини абсолютної деформації: а- після плазмового формування,б-після лазерного формування.

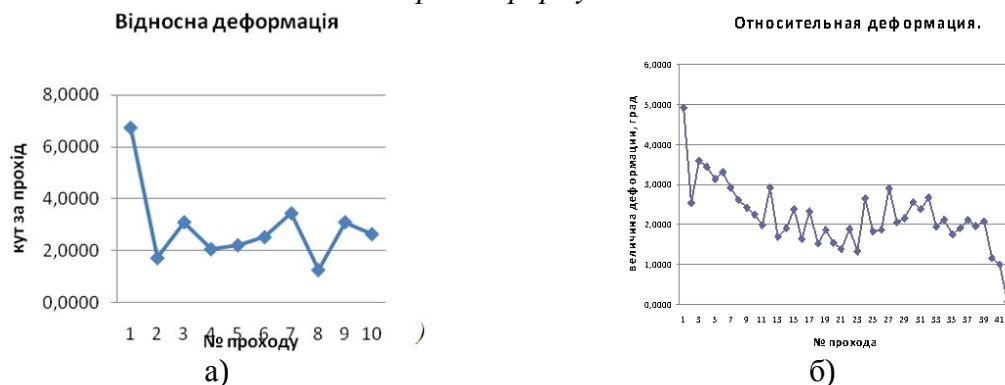


Рис3. Величини відносної деформації: а- після плазмового формування,б-після лазерного формування

Література:

[1] Кагляк, О.Д. Лазерне формоутворення просторових металевих конструкцій / О.Д. Кагляк, Л.Ф. Головка, О.О. Гончарук // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2009. – № 6/1(42). – С. 4-11.

[2] K. Masubuchi, 'Phase 1 Report: Laser Forming of Steel Plates for Ship Construction', Department of Ocean Engineering, Massachusetts Institute of Technology, 1985.

[3] Thomson, G. and Pridham, M.S., 1997, 'Controlled laser forming for rapid prototyping', Rapid Prototyping Journal, 3(4), pp. 137-143.

[4] Vollertsen, F., 1994, 'Mechanisms and models for laser forming', In: Proceedings of the LANE, pp. 345-359.

[5] A.T. Male', Y.W. Chen, P.J. Li, C. Pan and Y.M. Zhang Plasma-Jet Forming of Sheet Metal Shapes.

[6] W.J. Xu a,*, J.C. Fang b, X.Y. Wang a, T. Wang, F. Liua, Z.Y. Zhaoa, A numerical simulation of temperature field in plasma-arc forming

[7]. Vollertsen, F. Model for the temperature gradient mechanism of laser bending / F. Vollertsen, M. Rodle. // Proceedings of the LANE'94, Vol. 1, 1994, pp. 371-378.

УДК 621.326

Романов Б.С. студ.; Оратівська Г.М. студ.; Лутай А.М. ст.вик.; Ключников Ю.В. к.ф.-м.н., доцент.

МЕХАНІЗМИ ФОРМОУТВОРЕННЯ ПРОСТОРОВИХ МЕТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ ЛОКАЛЬНИМИ ТЕПЛОВИМИ ДЖЕРЕЛАМИ

Лазерне формоутворення дуже гнучкий процес, який швидко перебудовується. Це низько витратна технологія, яка використовує лазерно наведені термічні спотворення для формування конструкцій з тонколистових матеріалів не застосування зовнішніх сил [1-2]. Механізм градієнту температур [3-4] являється найбільш вивченим механізмом лазерного формоутворення. Загалом, його можна описати наступним чином: під час швидкісного нагрівання поверхні лазерним променем, інтенсивно нагріваються верхні шари матеріалу, в той час як нижні залишаються холодними (в силу локальності процесу) і поступово нагріваються за рахунок теплопровідності, в результаті чого виникає різкий перепад температури (градієнт температур) по товщині зразка, що призводить до різного теплового розширення різних шарів матеріалу, та викликає формування листа. Моделювання ТГМ [5] дає можливість визначити кут згину у рівняннях для прямокутних, трикутних, еліптичних і кругових форм пружних зон. Ці форми залежать від теплофізичних властивостей матеріалів і лазерної обробки використовуваних параметрів. Формули для кутів згину для різних зон пружної форми були встановлені, як:

$$\alpha_b = 6\alpha_{th}\Delta T l s_1 (s_0 - s_1) \frac{1}{s_0^3} \quad \text{Трикутна:} \quad \alpha_b = \alpha_{th}\Delta T l s_1 (3s_0 - 2s_1) \frac{1}{s_0^3}$$

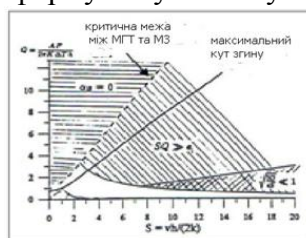
Прямокутна :

$$\alpha_b = \alpha_{th}\Delta T l s_1 (3\pi s_0 - 8s_1) \frac{1}{2s_0^3} \quad \text{Еліптична:} \quad \alpha_b = \alpha_{th}\Delta T s_1^2 (3\pi s_0 - 8s_1) \frac{1}{s_0^3}$$

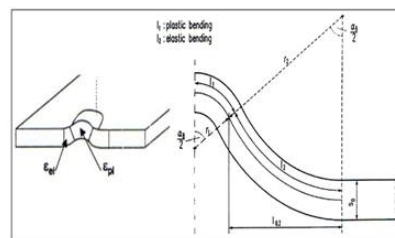
Кругла:

$$\alpha_b = \alpha_{th}\Delta T D^2 (3\pi - 8D)$$

Остаточна формула кута згину:



а)



б)

Рис.1: критичні області для ТГМ Рис.2: геометрія моделі для механізму випинання