

УДК 621.791.763

Н.М. Олексієнко

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

АНАЛІЗ ПРОЦЕСУ ДЕФОРМУВАННЯ ДЕТАЛЕЙ ПІД ЧАС ТОЧКОВОГО ЗВАРЮВАННЯ

N.M. Oleksienko

ANALYSIS OF THE PROCESS OF DEFORMING DETAILS DURING SPOT WELDING

Нагрівання та пластична деформація металу в зоні зварювання відносяться до термодформаційних процесів, які найбільш значимо впливає на стійкість процесу формування з'єднання і багато в чому зумовлюють його кінцеві результати, при чому відомості про процеси пластичних деформацій носять в основному самий загальний характер і практично відсутній їх математичний опис.

Пріоритетним в цьому плані є аналітичний опис термодформаційної рівноваги технологічного процесу точкового зварювання тонких пластин, який за своєю суттю є собою математичним описом фізичної моделі процесу формування з'єднання, або описом напружено-деформованого стану металу в зоні зварювання при формуванні точкового зварного з'єднання.

При цьому між тепловими та деформаційними процесами в зоні формування з'єднання повинно існувати певне рівноважне співвідношення, яке залежить від режиму зварювання, теплофізичних властивостей металу та геометричних параметрів деталей і електродів.

Технологічною операцією, яка першою виконується в будь-якому циклі контактного зварювання є зближення зварювальних поверхонь до зіткнення, оскільки підготовлені для зварювання деталі практично ніколи щільно не прилягають між собою. Обумовлено це тим, що між зварювальними деталями завжди є зазори. Вони є наслідком або викривлення деталей при виконанні технологічних операцій, які передують зварюванню, або дефектів складання деталей перед зварюванням, або попередньої деформації деталей безпосередньо в процесі виконання зварювання попередніх точок контакту тонких деталей.

У зближенні деталей, які зварюються до їх контакту необхідно виділити два основні фактори, які мають значний вплив, як на формування початкових контактів, так і на процес зварювання загалом:

- геометричний фактор, який є наслідком викривлення деталей при їх деформації в процесі зближення;
- силовий фактор, який є наслідком відхилення зусилля стиснення в контакті деталь-деталь від зусилля стиснення електродів.

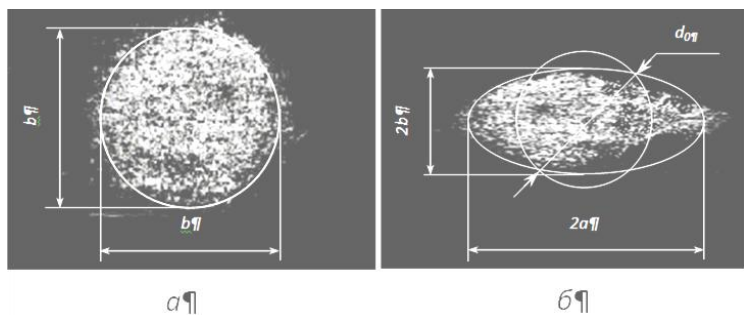


Рис. 1. Зміна форми контакту зварювальних деталей:
а – без зазору; б – з зазором

Складне викривлення деталей при їх зближенні призводить, як до зменшення розмірів ядра, так і до спотворення його форми, а основною причиною цього є зміна форми контакту (рис. 1).

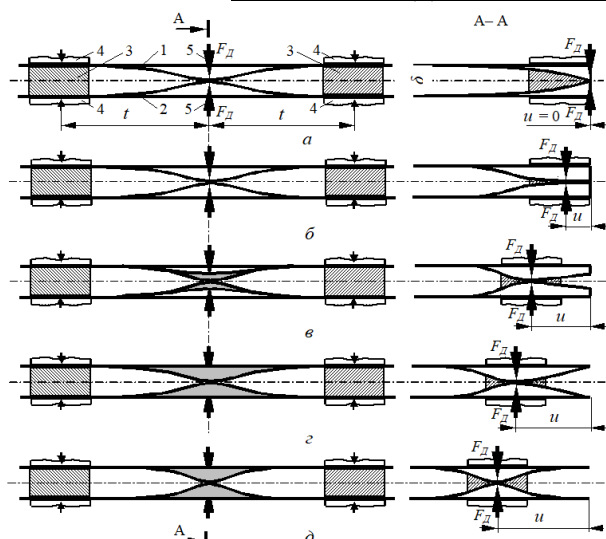


Рис. 2. Схема деформації зварювальних деталей: 1, 2 – деталі; 3 – прокладка, що регулює величину зазору δ ; 4 – стискаючі струбцини;

Реальна деформація деталей, що зварюються в процесі їх зближення (рис. 2) є складним поєднанням ознак, близьких, як до чистого вигину пластини (рис. 2а), так і до чистого її прогину за типом мембрани (рис. 2д), при цьому перехід від першого її стану до другого відбувається плавно (рис. 2б, в, г) відносно ступеня збільшення відстані u від кромки напуску до центра електродів. Причому цей перехід відбувається тим швидше (за меншої величини u), чим менше відстань t_{III} до точок опори вздовж напуску.

Дослідження впливу величини зазору δ , кроку між точками $t = 2 t_{III}$, відстані від кромки напуску u і F_{CB} показали їх значну та неординарну залежність на розмір і форму початкового контакту, а форма контакту оцінюється коефіцієнтом форми k_{ϕ} , який характеризує відхилення форми контакту від форми кола, тобто еліпсоїдної форми контакту. У цьому випадку реальний контакт приймається у формі еліпса, в якому взаємно перпендикулярні велика та мала осі контакту приймаються рівними $2a$ і $2b$, рис. 2.2. Ці осі порівнюються з діаметром d_0 умовного кола, площа якого дорівнює площі еліпса.

У цьому випадку коефіцієнт форми контакту визначається за залежністю

$$k_{\phi} = d_0/2b = 2a/d_0 = \sqrt{a/b}, \quad (1)$$

при цьому коефіцієнт форми контакту показує відносне відхилення форми контакту від кола. У всіх випадках прогину деталей за наявності зазору між ними контакт витягується уздовж осі, перпендикулярної лінії краю напуску.

Розрахункове визначення величини F_D можна визначити шляхом рішення відомого рівняння С. Жермен-Лагранжа, що описує прогин пластинки

$$\frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + 2 \frac{\partial^4 w}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{\partial^4 w}{\partial y^4} = \frac{q}{D}, \quad (2)$$

де w – величина прогину пластинки; x, y – координати; q – зовнішнє навантаження; D – циліндрична жорсткість листа

Література:

1. Барановський В.М. Експериментальні дослідження контактного точкового зварювання деталей сільськогосподарських машин. Вісник ТНТУ. 2015. Т. 4 (80). С. 111–118.
2. Барановский В.Н. Методы применения контактной точечной сварки в сельскохозяйственном машиностроении. *Lucrări științifice, UASM. Chișinău: Centrul editorial UASM, 2015. Vol.45. С. 191–195.*
3. Барановський В.М. Експериментальні дослідження контактного точкового зварювання деталей сільськогосподарських машин. Науковий журнал. Вісник ТНТУ. Тернопіль, 2015. Т. 4 (80). С. 111–118.
4. Pulka Ch.V., Shably O.N., Baranovsky V.M., Senchishin V.S. Ways of updating the technology of induction surfacing of thin steel disk. *The Paton WELDING JOURNAL. Kiev, E.O. Paton Electric Welding Institute of the NAS of Ukraine. May-June 2015. № 5-6/2015. Pg. 59–62.*