

УДК 621.791.763

О.Ю. Єфімов

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

## ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ КОНТАКТНОГО ТОЧКОВОГО ЗВАРЮВАННЯ ТОНКИХ ПЛАСТИН

О.Ю. Efimov

### EXPERIMENTAL STUDIES RESISTANCE SPOT WELDING OF THIN PLATES

У процесі проведення експериментальних досліджень значення зусилля  $P_D$  моделювали у вигляді комплексного впливу ряду технологічних факторів точкового зварювання: під час проведення двофакторного експерименту типу ПФЕ  $3^2$  як функціонал  $P_{1Д} = f_1(t, \delta)$ , де  $t$  – відстань між звареними точками,  $\delta$  – величина зазору між звареними точками; під час проведення двофакторного експерименту типу ПФЕ  $3^2$  [1] як функціонал  $P_{2Д} = f_1(u, s)$ , де  $u$  – відстань від кромки листа до звареної точки,  $s$  – товщина деталей. При цьому приймали постійні значення  $t^* = const$  – відстань до суміжних зварених точок;  $r_E = const$  – радіус сфери робочої поверхні електродів.

Деформацію зразків проводили на експериментальній установці, яку виготовлено на базі розривної машини УММ-5 (рис. 1) та заподіяно згідно з [2].

Верхній 1 і нижній 2 електротримачі з установленими в них електродами закріплено в губках розривної машини 3 і 4. На нижньому електротримачі 2 жорстко закріплено направляючу скобу 5, в пазу 6 якого верхній електротримач 1 встановлено з можливістю осевого переміщення. На кронштейні 7 верхнього електротримача 1 жорстко закріплено індикатор переміщення годинникового типу 8 з можливістю установки нуля регулювальним гвинтом 9. Деталі 10, які деформуються розміщуються між електродами перпендикулярно їх осі, а приспособлення 11 служить для фіксації просторового положення деталей, що деформуються.

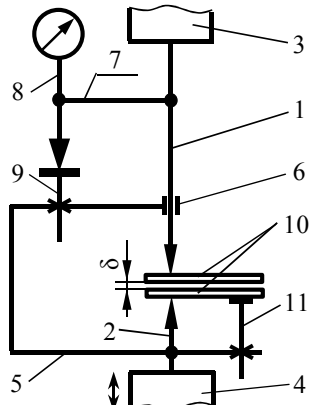


Рис. 1. Кінематична схема установки [2]

Прогин  $z$  одного деформованого листа деталей 10 визначали з точністю  $\pm 0,005$  мм за формулою

$$z = (l - \Delta h) / 2, \quad (1)$$

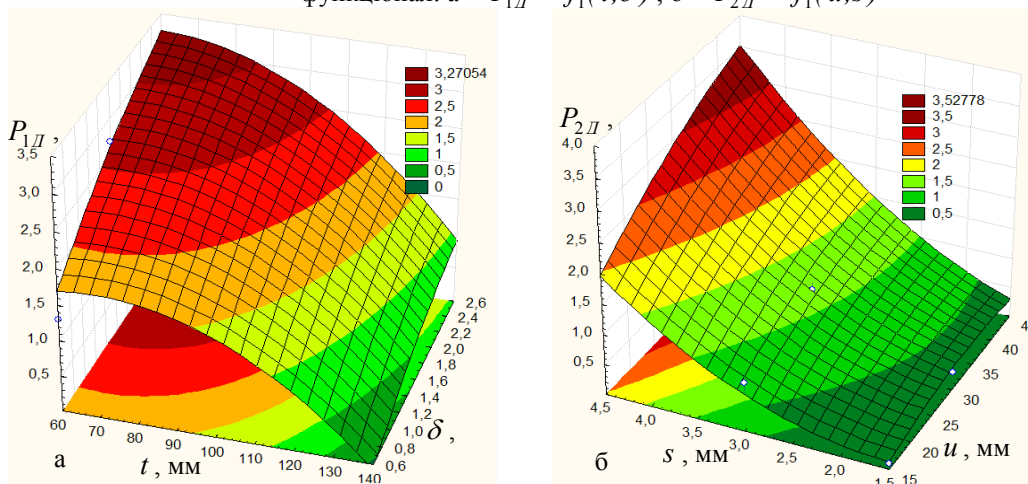
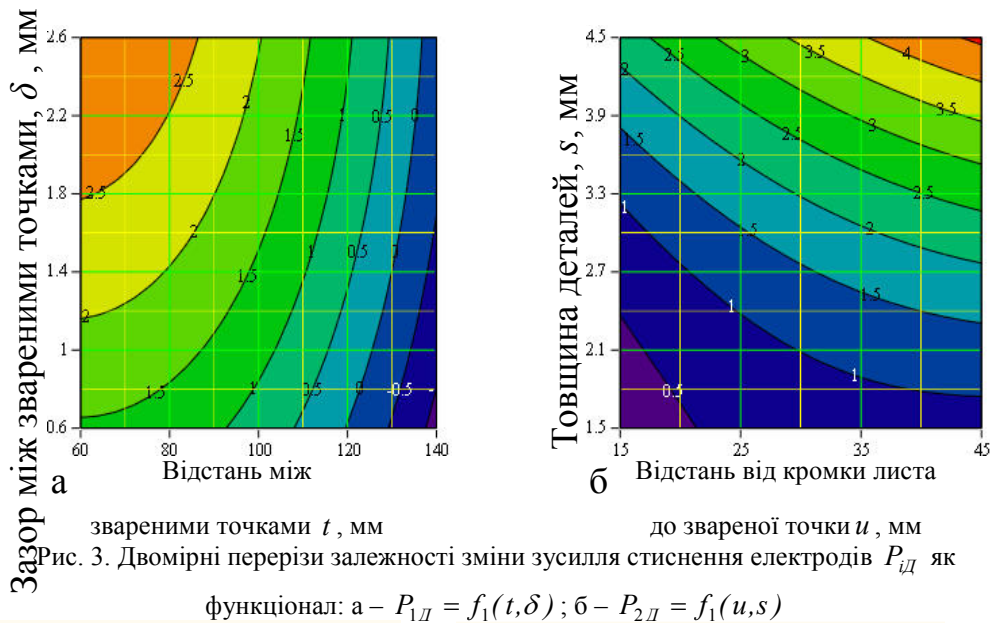
де  $l$  – відстань зближення електродів 1 і 2;  $\Delta h$  – величина відхилення відстані зближення деталей 10 и 11 (середньостатистична поправка), яка залежить від деформації одного листа зусиллям стиснення  $P_D$ , яке визначали за показником шкали індикатора 8 з точністю  $\pm 10$  Н.

Рівні варіювання факторами та їх позначення наведено у табл. 1.

Таблица 1

Рівні варіювання факторами та їх позначення

Назва фактора	Позначення		Рівень варіювання	Межі варіювання		
	Кодоване	Натуральне		-1	0	+1
Відстань між звареними точками, мм	$x_1$	$t$	40	60	100	140
Зазор між звареними точками, мм	$x_2$	$\delta$	1,0	0,6	1,6	2,6
Відстань від кромки листа до звареної точки, мм	$x_3$	$u$	15	15	30	45
Товщина деталей, мм	$x_4$	$s$	1,5	1,5	3,0	4,5



Апроксимуючу функцію, яка описує поведінку параметра оптимізації у вигляді функціоналів  $P_{1D} = f_1(t, \delta)$  і  $P_{2D} = f_1(u, s)$  приймали у вигляді функціональної залежності полінома другої степені.

Після перевірки адекватності вибраної емпіричної моделі за критерієм Фішера та оцінки статистичної значимості коефіцієнтів рівняння регресії за критерієм Стюдента, одержано рівняння регресії у натуральних величинах зміни зусилля стиснення електродів

$$P_{1D} = -0,82 + 0,05t + 1,5\delta - 0,004t\delta - 0,0004t^2 - 0,15\delta^2; \quad (2)$$

$$P_{2D} = 0,28 + 0,27t - 0,78\delta + 0,02t\delta - 0,007t^2 + 0,19\delta^2. \quad (3)$$

Зі збільшенням відстані між звареними точками  $t$  у межах  $60 \leq t \leq 140$  мм зусилля стиснення електродів  $P_{1D}$ , яке знаходиться у діапазоні зміни  $P_{1D} = 0,1 \dots 3,3$  кН, зменшується, причому значний спад  $P_{1D}$  спостерігається за значення  $t \geq 80$  мм – від 1,5 до 0,1 кН. На ділянці зміни  $60 \leq t \leq 80$  мм зусилля стиснення електродів  $P_{1D}$  зменшується всього на 0,2кН (рис. 2а, рис.3а).

#### Література

1. Веденяпин Г.В. Общая методика экспериментальных исследований и обработки данных / Г.В. Веденяпин – М. : Колос, 1973. – 159 с.

2. Козловский С. Н. Основы теории и технологии контактной точечной сварки : монография / С. Н. Козловский. – СибГАУ. – Красноярск, 2003. – 328 с.