



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **106688** (13) **C2**  
(51) МПК  
**G01B 5/30** (2006.01)  
**G01L 1/06** (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД**

<b>(21)</b> Номер заявки: <b>а 2013 07866</b>	<b>(72)</b> Винахідник(и): <b>Палаш Володимир Миколайович (UA),</b> <b>Дзюбик Андрій Романович (UA),</b> <b>Хомич Іван Богданович (UA),</b> <b>Назар Ігор Богданович (UA),</b> <b>Палаш Роман Володимирович (UA),</b> <b>Дзюбик Людмила Володимирівна (UA)</b>
<b>(22)</b> Дата подання заявки: <b>20.06.2013</b>	<b>(73)</b> Власник(и): <b>НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ</b> <b>"ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА",</b> вул. С. Бандери, 12, м. Львів-13, 79013 (UA)
<b>(24)</b> Дата, з якої є чинними права на винахід: <b>25.09.2014</b>	<b>(56)</b> Перелік документів, взятих до уваги експертизою: UA 49482 U; 26.04.2010 UA 8135 U; 15.07.2005 UA 68991 A; 16.08.2004 Василик А.В. Теплові розрахунки при зварюванні. Навч. посібник./А.В.Василик, Я.М.Дрогомирецький, Я.К.Криль. МОН України, Ів.-Фр. нац.ун-т нафти і газу.Ів.-Фр., 2004.-131с. стор.93. RU 2397847 C2; 27.08.2010 Расчет основных параметров режима механизированной дуговой сварки плавящимся электродом: методические указания к курсовому и дипломному проектированию/ Сост.: Р.Ф.Катаев. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2009. - 37 с.; стр.12-14
<b>(41)</b> Публікація відомостей про заявку: <b>11.11.2013, Бюл.№ 21</b>	
<b>(46)</b> Публікація відомостей про видачу патенту: <b>25.09.2014, Бюл.№ 18</b>	

**(54) СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ РОЗМІРІВ ЗОНИ ТЕРМОДЕФОРМАЦІЙНОГО ВПЛИВУ ЗВАРНИХ З'ЄДНАНЬ СТАЛЕЙ****(57) Реферат:**

Галузь застосування: машинобудування та зварювальне виробництво, зокрема визначення розмірів зони термодформаційного впливу зварного з'єднання, яке тривалий час перебуває в експлуатації. Винахід може бути використаний для оцінки ресурсу зварних конструкцій при визначенні залишкових напружень.

Суть винаходу: спосіб визначення розмірів зони термодформаційного впливу зварних з'єднань сталей, згідно з яким досліджувану поверхню зварного з'єднання виконують як мікрошліф та термозондом визначають розміри зони термодформаційного впливу. Новим є те, що вимірюють розміри зони термічного впливу термозондом на мікрошліфі та, підставивши їх значення у відповідну формулу, визначають приведену погонну енергію циклу зварювання. За отриманими результатами визначають розміри зони термодформаційного впливу.

Технічний результат: запропонована нова методика дослідження зварного з'єднання, підвищення точності та продуктивності праці, зменшення затрат на виконання робіт на

**UA 106688 C2**

проведення досліджень та можливість отримувати повторну інформацію при проведенні досліджень.

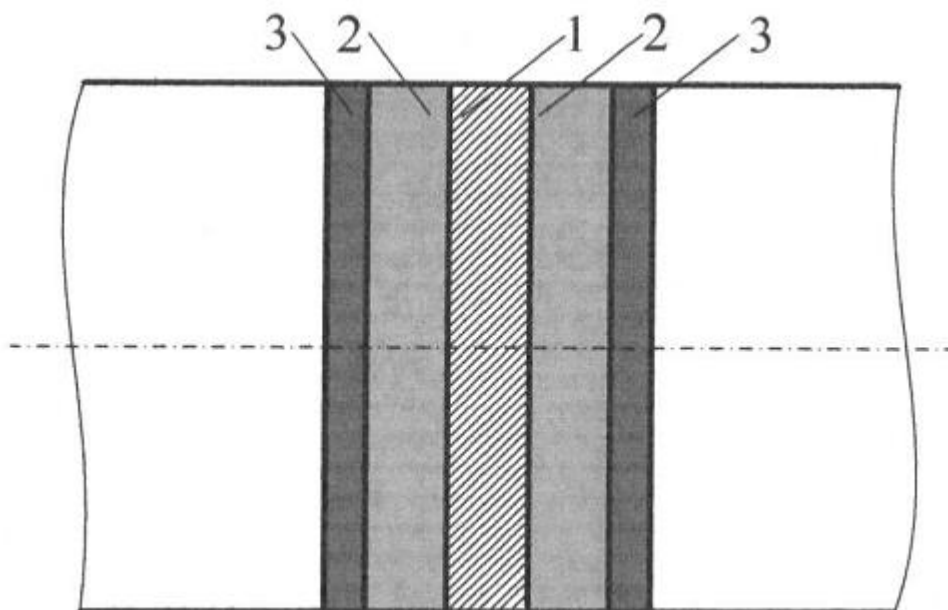


Fig.

Винахід належить до машинобудування та зварювального виробництва, зокрема до визначення розмірів зони термодформаційного впливу зварного з'єднання, яке тривалий час перебуває в експлуатації, і може бути використаний для оцінки ресурсу зварних конструкцій при визначенні залишкових напружень.

Відомий спосіб визначення розмірів зони термодформаційного впливу зварних з'єднань сталей, згідно з яким досліджувану поверхню зварного з'єднання виконують як мікрошліф та визначають розміри зони термодформаційного впливу [патент 68991 А Україна, МПК G01L1/20, H01L35/28, H01L35/30, H01L35/32]. Спосіб визначення напружень в поверхневому шарі металевго виробу і пристрій для його реалізації / Кузьо І. В., Дзюбик А. Р., Палаш Р. В.; заявник і патентовласник НУ "Львівська політехніка"; заявл. 25.11.2003; опубл. 16.08.2004, Бюл. № 8].

Однак відомий спосіб дозволяє визначати розміри зони пластичних деформацій із застосуванням складного обладнання, характеризується недостатньою точністю визначення розмірів зони пластичних деформацій, оскільки виконується значний обсяг експериментальних вимірювань для визначення розмірів зони термодформаційного впливу, має значну трудомісткість та низьку продуктивність праці, а отримувана інформація ґрунтується лише на результатах експериментальних досліджень.

В основу винаходу поставлено задачу створити спосіб визначення розмірів зони термодформаційного впливу зварних з'єднань сталей, в якому введення нової дії та нове виконання відомої дозволило б зменшити трудозатрати на проведення досліджень, а також підвищити точність визначення розмірів зони пластичних деформацій та продуктивність праці через використання комплексного експериментально-розрахункового підходу.

Спосіб визначення розмірів зони термодформаційного впливу зварних з'єднань сталей, згідно з яким досліджувану поверхню зварного з'єднання виконують як мікрошліф, термозондом визначають розміри зони термодформаційного впливу, згідно з винаходом, термозондом визначають розміри зони термічного впливу, за якими визначають приведену погонну енергію циклу зварювання та розміри зони термодформаційного впливу.

Безпосереднє вимірювання лінійних розмірів характерних ділянок зони термічного впливу, де відбулися фазові зміни матеріалу, з допомогою термозонда, дає змогу досліджувати з'єднання, для яких невідомі умови їх отримання, зокрема техніка виконання, параметри режиму та розрахувати для них приведену погонну енергію зварювання, що забезпечує обчислення розмірів ділянок металу зони термодформаційного впливу зварного з'єднання, які нагрівалися під час зварювання вище температури пластичного деформування. Це дає змогу підвищити точність, зменшити затрати на виконання робіт на проведення досліджень, підвищити продуктивність праці при проведенні досліджень.

На кресленні схематично зображена досліджуване зварне з'єднання із різними ділянками зони термодформаційного впливу зварного з'єднання: 1 - зварний шов; 2 - зона термічного впливу (де відбулася зміна фазового складу основного металу), яка є складовою зони термодформаційного впливу; 3 - частина зони термодформаційного впливу, де відбулися зміни дефектності структури без зміни фазового складу.

Для прикладу розглянемо пластину, зварену за три проходи, із сталі 17ГС, товщиною 15 мм. Виконуємо мікрошліф зварного з'єднання, визначаємо розмір ділянки металу, пластично деформованого в процесі зварювання. За допомогою термозонда та металографічного мікроскопа вимірювали розмір зони термічного впливу 2 зварного з'єднання, що становить 7,1 мм.

Для визначення приведеної погонної енергії зварювання вибираємо розрахункову схему, в даному випадку - це лінійне рухоме джерело в тонкій пластині, згідно з якою

$$\Delta T = \frac{q_U}{2 \cdot \pi \cdot \lambda \cdot \delta} \cdot e^{\left(\frac{V \cdot x}{2a}\right)} \cdot K_0(U) \quad (1)$$

де  $\Delta T = T - T_0$  - зміна температури, °C;

$q_U$  - ефективна теплова потужність джерела, Вт;

$\lambda$  - коефіцієнт теплопровідності, Вт/(м · град);

$\delta$  - товщина пластини, м;

$V$  - швидкість зварювання, м/с;

$x$  - координата рухомої системи, м;

$\alpha$  - коефіцієнт температуропровідності, м<sup>2</sup>/с;

$K_0(U)$  - функція Бесселя від уявного аргументу другого роду нульового порядку.

[Теплові розрахунки при зварюванні / А. В. Василик, Я. М. Дрогомирецький, Я. А. Криль - Івано-Франківськ, 2004.-93 с].

Після спрощення розрахункова формула (1) дає можливість визначити максимальну температуру термічного циклу конкретної точки та приймає наступний вигляд:

$$T = \frac{0,242 \cdot q_u}{C_p \cdot V \cdot \delta \cdot y} \cdot \left(1 - \frac{b \cdot y^2}{2 \cdot a}\right) + T_0, \quad (2)$$

де  $C_p$  - об'ємна теплоємність металу, Дж/(м<sup>3</sup> · град);

$t$  - час, с;

$b$  - коефіцієнт температуровіддачі, с<sup>-1</sup>;

$T_0$  - температура середовища, °С;

$y$  - величина лінійних розмірів зони термічного впливу, м.

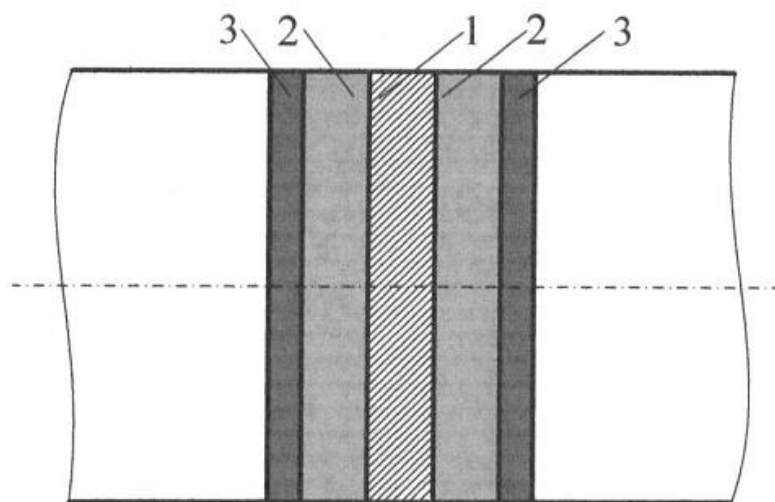
[Теплові розрахунки при зварюванні / А. В. Василик, Я. М. Дрогомирецький, Я. А. Криль - Івано-Франківськ, 2004.-131 с],

Підставивши усі табличні значення величин, експериментально визначений розмір зони термічного впливу  $y = 7,1$  мм та  $T = 750$  °С (мінімальна температура зони термічного впливу) у формулу (2) та провівши відповідні розрахунки, отримуємо величину приведеної погонної енергії, що становить  $\frac{q_{\text{еф}}}{V} = 15,77$  кДж/см.

Підставивши у формулу (2) значення приведеної погонної енергії 15,77 кДж/см та значення  $T = 500$  °С (мінімальна температури зони термодформаційного впливу де відбулися зміни дефектності структури без зміни фазового складу) отримаємо величину розміру зони термодформаційного впливу  $y = 10,63$  мм.

#### ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

Спосіб визначення розмірів зони термодформаційного впливу зварних з'єднань сталей, згідно з яким досліджувану поверхню зварного з'єднання виконують як мікрошліф, який **відрізняється** тим, що термозондом визначають розміри зони термічного впливу, за якими визначають приведену погонну енергію циклу зварювання та розміри зони термодформаційного впливу.



Комп'ютерна верстка Г. Паяльніков

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601