

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY**

(19) **PL**

(11) **239399**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **432890**

(22) Data zgłoszenia: **12.02.2020**

(51) Int.Cl.

B23K 31/12 (2006.01)

B23K 26/60 (2014.01)

(54) **Sposób uzyskania obrazu kształtu kanału parowego powstałego podczas procesu
spawania laserowego stali nierdzewnej**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:
19.10.2020 BUP 22/20

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:
29.11.2021 WUP 35/21

(73) Uprawniony z patentu:

POLITECHNIKA ŚWIĘTOKRZYSKA, Kielce, PL

(72) Twórca(y) wynalazku:

MARTA WIJAS, Suchedniów, PL

WŁODZIMIERZ ZOWCZAK, Warszawa, PL

ŁUKASZ NOWAKOWSKI, Leszczyny, PL

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Kamil Kot

PL 239399 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób uzyskania obrazu kształtu kanału parowego powstającego podczas procesu spawania laserowego stali nierdzewnej X5CrNi1810 (AISI 304), przy wykorzystaniu folii tantalowej.

Powstawanie kanału parowego jest niezbędnym warunkiem spawania kapilarnego, a jego głębokość ma decydujący wpływ na głębokość przetopu, która jest jednym z najważniejszych parametrów procesu spawania.

Ze względu na złożoność zjawiska, uzyskanie zgodnego z rzeczywistością kształtu kanału parowego jest rzeczą trudną. W literaturze spotykamy się z dwoma rodzajami metod eksperymentalnych dających nam możliwość uzyskania takiego obrazu.

Pierwsza z nich polega na rejestracji kształtu kanału w trakcie trwania procesu na obrazach rentgenowskich uzyskanych przy pomocy specjalnej lampy rentgenowskiej i przetwornika obrazu, który przetwarza promieniowanie rentgenowskie w promieniowanie widzialne, zapisywane na kamerze wideo.

Drugi rodzaj metody opiera się na uzyskiwaniu kształtu kanału parowego przy wykorzystaniu folii z trudnotopliwego materiału, którego temperatura topnienia zbliżona jest do temperatury parowania spawanego materiału, czyli stali. Podczas procesu spawania laserowego pomiędzy dwiema klinowymi próbkami ze stali nierdzewnej umieszcza się folię z trudnotopliwego materiału, a następnie po wykonaniu przetopu przecina się je według płaszczyzn prostopadłych do kierunku przemieszczania się ogniskowanej wiązki promieniowania laserowego. Uzyskana sekwencja danych, w postaci szerokości kanału parowego w miejscach przecięcia, pozwala na złożenie kształtu kanału parowego powstałego podczas procesu spawania. Metoda ta jest prosta i nie wymaga kosztownego oprzyrządowania jednakże ma pewne wady. Wykonując pomiary w kolejnych miejscach przecięcia próbki nie jesteśmy w stanie określić, czy kształt tego kanału nie ulega zmianie podczas trwania przetopu i czy nie jest obciążony błędami spowodowanymi dynamiką procesu. Kolejną wadą jest skomplikowany kształt próbki który składa się z dwóch części w kształcie klina. Taki kształt próbki stwarza problemy w obróbce powierzchni roboczej próbki oraz utrudnia precyzyjnie połączenie dwóch części próbki.

Sposób uzyskania obrazu kształtu kanału parowego powstałego podczas procesu spawania laserowego stali nierdzewnej X5CrNi1810 (AISI 304), polegająca na wykonaniu próby spawania laserowego próbki przedzielonej folią z trudnotopliwego materiału oraz na przeprowadzeniu, zwłaszcza przy użyciu mikroskopu elektronowego, analizy obszaru spawania i wyznaczeniu kształtu kanału parowego, charakteryzuje się tym, że przed próbą spawania próbkę przecina się w połowie jej długości, według płaszczyzny prostopadłej do kierunku wykonywania przetopu prędkości posuwu procesu spawania, następnie powierzchnie podziału obrabia się wysokodokładną obróbką, a następnie części próbki przedzielone paskiem folii z trudno topliwego materiału sztywno łączy się ze sobą. Po wykonaniu próby spawania laserowego próbkę rozdziela się i poddaje analizie fragment powierzchni podziału w miejscu spawania powstałej spoiny.

Korzystnie, wysokodokładną obróbkę powierzchni podziału prowadzi się poprzez obróbkę szlifierską, tak że uzyskuje się chropowatość powierzchni rzędu 0,04 do 0,08 μm .

Sposób, według wynalazku, pozwala zobrazowanie kształtu kanału parowego powstałego podczas procesu spawania w całości w danej chwili, a niejako sekwencja danych. W tym celu folię z trudnotopliwego materiału, folię tantalową o grubości 0.025 mm, umieszcza się pionowo pomiędzy dwiema ściśniętymi próbkami z płaskownika ze stali nierdzewnej X5CrNi1810 o wymiarach 50 x 10 x 45 mm. Po wykonaniu przetopu w kierunku prostopadłym do powierzchni styku próbek, rozdziela się je mechanicznie, poprzez rozciąganie lub łamanie, w miejscu styku gdzie na powierzchni czołowej powstaje obraz kształtu kanału parowego.

Przedstawiony sposób daje wiemy obraz kształtu kanału parowego w danej chwili trwania procesu. Dodatkowo wykonanie zdjęć pod mikroskopem elektronowym wraz z mapami rozkładu wybranych pierwiastków w przetopie umożliwia dokładne określenie wpływu różnych parametrów obróbki na jego kształt.

Przedmiot wynalazku został uwidoczniony w przykładzie wykonania na rysunku, na którym fig. 1 – przedstawia widok izometryczny sposobu przygotowania próbki do badań, fig. 2 – widok izometryczny zamocowania próbki w uchwycie, fig. 3 – miejsce rozpoczęcia procesu spawania, fig. 4 – kierunek ruchu posuwowego ogniskowanej wiązki promieniowania laserowego oraz miejsce zakańczania procesu spawania, fig. 5 – sposób zamocowania próbek w uchwycie w celu ich

rozdzielenia, fig. 6 – widok próbki po rozdzieleniu, fig. 7 – kształt kanału parowego uzyskany w wyniku pomiaru na mikroskopie elektronowym, a fig. 8 i fig. 9 – przedstawiają kształty kanału parowego uzyskane w wyniku analizy rozkładu pierwiastków na mikroskopie elektronowym.

Próbkę **1** w kształcie prostopadłościanu przecięto w połowie jej długości według płaszczyzny prostopadłej do kierunku wykonywania przetopu, prędkości posuwu (v_f) procesu spawania. Powstałe po przecięciu powierzchnie podziału **P** poddano dokładnej obróbce szlifierskiej uzyskując chropowatość powierzchni $R_a = 0,04$ do $0,08 \mu\text{m}$. Następnie pomiędzy dokładnie obrobione powierzchnie podziału **P** włożono pasek **2** folii tantalowej o grubości $0,025 \text{ mm}$ (fig. 1). Połówki próbki **1** oraz pasek **2** folii tantalowej zostały sztywno ze sobą połączone w wyniku ściśnięcia ich ze sobą, za pomocą szczęki stałej **3** oraz szczęki ruchomej **4**, zamontowanych na korpusie imadła **5** (fig. 2). Kolejną czynnością było wykonanie próby spawania dwóch połówek próbki **1** oraz pasek **2** folii tantalowej zogniskowaną wiązką lasera **6** w kierunku prostopadłym (normalnym) do powierzchni podziału **P** próbki **1** (fig. 3 i 4). Moc wiązki lasera **6** odpowiadała zalecanej wartości dla spawanego materiału próbki **1**, a posuw wynosił $v_f = 0,9 \text{ m/min}$. Bezpośrednio po przeprowadzonej próbie spawania dwóch połówek próbki **1** oraz pasek **2** folii tantalowej wiązką lasera **6** zmieniono zamocowanie próbki **1** w szczękach **3** i **4** imadła (fig. 5) w celu rozdzielenia połówek próbki **1**. Proces rozdzielenia połówek próbki **1** połączonych spoiną **S** zrealizowano przez łamanie w płaszczyźnie podziału **P** (fig. 6). Następnie przy pomocy mikroskopu elektronowego poddano analizie powierzchnie podziału **P** w miejscu wykonania spoiny.

Przykładowe obrazy fig. 7, fig. 8 i fig. 9 z mikroskopu elektronowego uwiadcniają kształt kanału parowego **K** uzyskany dzięki temu, że temperatura topnienia paska **2** folii tantalowej odpowiada temperaturze parowania spawanego materiału próbki **1**.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób uzyskania obrazu kształtu kanału parowego powstałego podczas procesu spawania laserowego stali nierdzewnej X5CrNi1810 (AISI 304), polegająca na wykonaniu próby spawania laserowego próbki przedzielonej folią z trudno topliwego materiału oraz na przeprowadzeniu, zwłaszcza przy użyciu mikroskopu elektronowego, analizy obszaru spawania i wyznaczeniu kształtu kanału parowego (**K**), **znamienny tym**, że przed próbą spawania próbkę (**1**) przecina się w połowie jej długości, według płaszczyzny prostopadłej do kierunku wykonywania przetopu prędkości posuwu (v_f) procesu spawania, następnie powierzchnie podziału (**P**) obrabia się wysokodokładną obróbką, a następnie części próbki (**1**) przedzielone paskiem (**2**) folii z trudno topliwego materiału sztywno łączy się ze sobą, przy czym po wykonaniu próby spawania laserowego próbkę (**1**) rozdziela się i poddaje analizie fragment powierzchni podziału w miejscu spawania powstałej spoiny (**S**).
2. Sposób, według zastrz. 1, **znamienny tym**, że wysokodokładną obróbkę powierzchni podziału (**P**) prowadzi się poprzez obróbkę szlifierską, tak że uzyskuje się chropowatość powierzchni rzędu $0,04$ do $0,08 \mu\text{m}$.

Rysunki

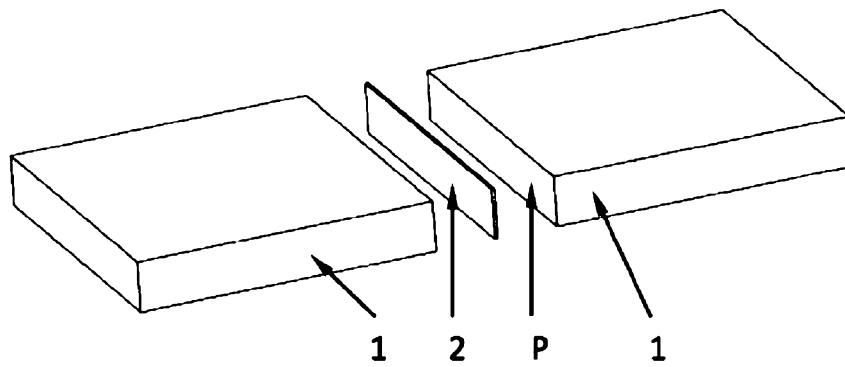


Fig. 1

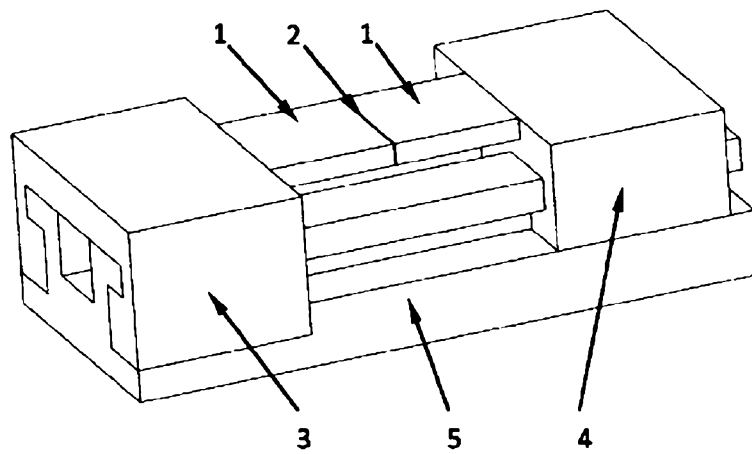


Fig. 2

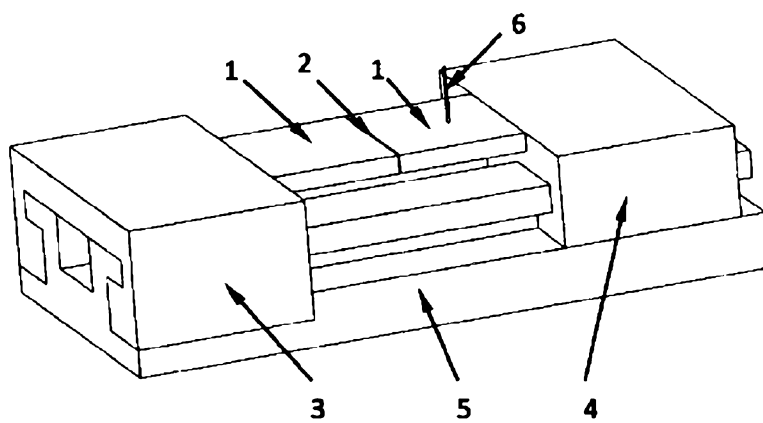


Fig. 3

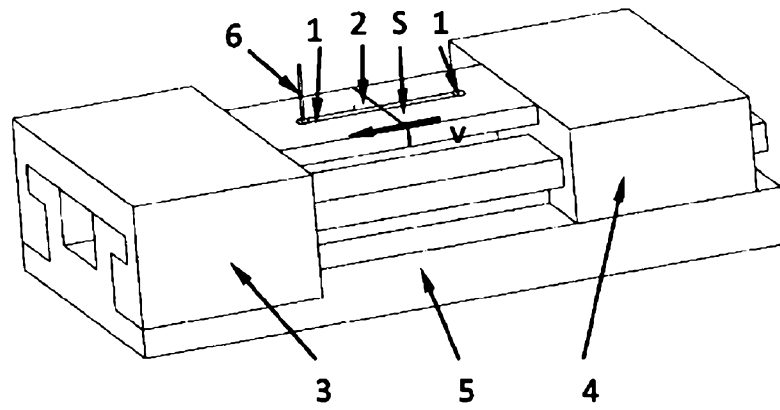


Fig. 4

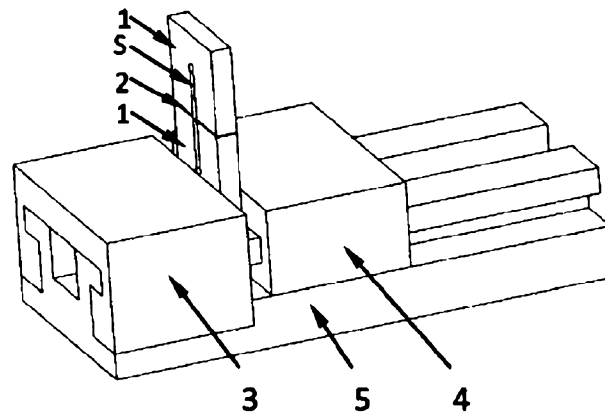


Fig. 5

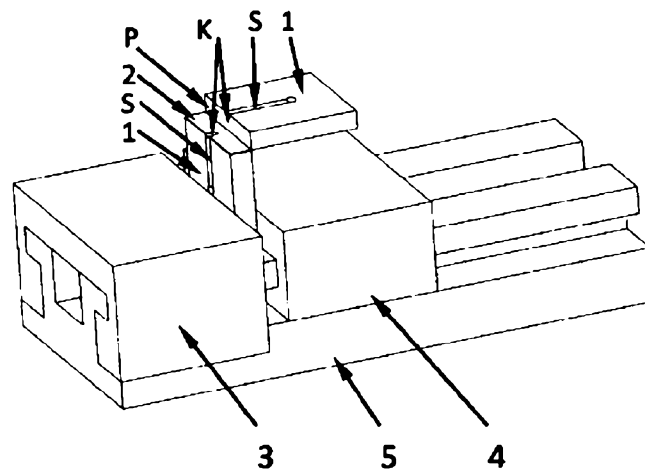


Fig. 6



Fig. 7



Fig. 8

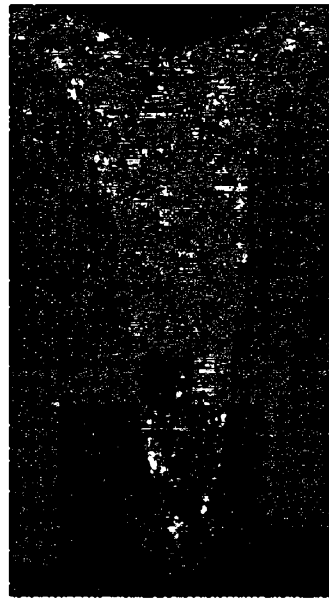


Fig. 9