RZECZPOSPOLITA POLSKA

Urząd Patentowy Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **215566** (13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **389422**

(22) Data zgłoszenia: **30.10.2009**

(51) Int.Cl.
G01K 7/02 (2006.01)
H01L 35/34 (2006.01)
B23K 11/00 (2006.01)

(54) **Stanowisko do wykonania złącza termoparowego do pomiaru temperatury w elementach małogabarytowych**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:
09.05.2011 BUP 10/11

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:
31.12.2013 WUP 12/13

(73) Uprawniony z patentu:
INSTYTUT SPAWALNICTWA, Gliwice, PL

(72) Twórca(y) wynalazku:
ZYGMUNT MIKNO, Gliwice, PL
BOGUSŁAW GRZESIK, Gliwice, PL
MARIUSZ STĘPIEŃ, Gliwice, PL

PL 215566 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest stanowisko do wykonania złącza termoparowego, do pomiaru temperatury w elementach małogabarytowych, zwłaszcza na stanowisku badawczym, do symulowanych cykli cieplnych spawania.

Termoparowy pomiar temperatury w elementach małogabarytowych obarczony jest znacznym błędem związanym z wpływem samej termopary na rozkład temperatury w elemencie, którego temperaturę mierzymy. Jest to szczególnie zauważalne przy pomiarach o dużej dynamice i amplitudzie zmian temperatury. Przyczynami powyższych błędów są: względnie duże wymiary (samego) złącza termoparowego oraz niska powtarzalność i precyzja jego wykonania.

Istnieją metody bezkontaktowego pomiaru temperatury np. pirometrem lub kamerą termowizyjną, których utrudnieniem i ograniczeniem jest możliwość pomiaru temperatury tylko w miejscach widocznych (gołym okiem), mała dynamika pomiaru, wąski zakres pomiaru temperatury, zakłócenia powodowane promieniowaniem zewnętrznym (odbitym) oraz przepływem gazu a także dymów w przestrzeni pomiarowej.

Dla przedstawionych wymagań najkorzystniejszy jest pomiar termoparowy, który umożliwia pomiar w miejscach niewidocznych gołym okiem, charakteryzuje się dużą dynamiką pomiaru, pozwala na pomiar szybkozmiennych temperatur, umożliwia pomiar w szerokim zakresie temperatury, np. od temperatury otoczenia do 1350°C_1 tj. w zakresie takim, jaki jest wymagany na stanowisku badawczym do symulowanych cykli cieplnych spawania.

Istnieją urządzenia za pomocą których wykonać można złącza termoparowe. Najczęściej złącza termoparowe są przygrzewane za pomocą zgrzewarki do elementu metalowego, którego temperaturę mierzymy. Jest to zgrzewarka najczęściej kondensatorowa. Niedogodnością takiego sposobu jest stosunkowo duża objętość i powierzchnia kontaktu powstałego złącza termoparowego z materiałem (którego temperaturę mierzymy), brak powtarzalności geometrii złącza termoparowego, przetopienie materiałów przewodów termoparowych. Tego typu złącza termoparowe nazywane są objętościowymi z uwagi na określoną objętość złącza termoparowego powstającą z przetopienia przewodów termoparowych i materiału badanego. Czynniki te wpływają na brak powtarzalności pomiaru temperatury i słabą (niewystarczającą) dynamikę pomiaru, niekorzystne oddziaływanie na rozkład temperatury materiału (którego temperaturę mierzymy), szczególnie w obszarze kontaktu termopary z materiałem.

Z polskiego opisu patentowego nr 68264, znany jest sposób zgrzewania oporowego termopar, którego przedmiotem jest wykonywanie złączy termoparowych dla zastosowań w pomiarach temperatury o dużej dynamice pomiaru i dużej powtarzalności. Są to jednak tylko same złącza termoparowe (tzw. zgrzewane na krzyż), które nie są przygrzewane do materiału metalowego, a pomiar temperatury dokonywany jest w sposób bezkontaktowy, tj. poprzez otaczającą atmosferę (powietrze i osłonę szklaną).

Stanowisko do wykonania złączy termoparowych według wynalazku charakteryzuje się tym, że równolegle ułożone przewody termoparowe nie stykają się ze sobą i są umieszczone na powierzchni materiału do którego są przygrzewane i pod elektrodą ruchomą, pomiędzy dwoma mechanicznymi ogranicznikami poziomymi, przy czym jeden z ograniczników ma stałe położenie, drugi ogranicznik jest ruchomy. Odległość pomiędzy przewodami termoparowymi przed wprowadzeniem w przestrzeń ograniczników oraz za nimi jest większa od założonej odległości pomiędzy przewodami termoparowymi po zgrzaniu, które zablokowane są za pomocą dwóch zacisków górnego i dolnego, z których zacisk dolny jest nieruchomy, natomiast zacisk górny jest ruchomy i dociska zacisk dolny nieruchomy, przy czym położenie przewodów termoparowych jest niezmienne.

Wynalazek umożliwia bardzo dokładny pomiar temperatury w warunkach wymaganej dużej dynamiki pomiaru, szerokim zakresie temperatury, w miejscach niewidocznych gołym okiem, zadymionych, np. jak w procesach spawalniczych.

Wymagania metodyki badawczej dla symulowania cykli cieplnych spawania są specyficzne, szczególnie z uwagi na małe rozmiary badanej próbki. Warunkiem szczególnym było zastosowanie przewodów termoparowych o najmniejszej średnicy, w tym przypadku 50 μm. Stosowanie termopary typy powierzchniowego jest przydatne w pomiarach temperatury zwłaszcza gabarytowo małych elementów.

Przedmiot według wynalazku przedstawiono i objaśniono na rysunkach 1 i 2, na którym fig. 1 przedstawia przebieg siły docisku elektrod ***F***, prądu zgrzewania ***i*** oraz przemieszczenia elektrod Δl,

a fig. 2 - rozmieszczenie i wzajemne usytuowanie elementów składowych stanowiska do przygrzewania termopar do elementów małogabarytowych.

Siła docisku elektrody górnej ***F*** w czasie procesu przygrzewania (przepływu prądu zgrzewania) powinna być stała fig. 1. Prąd zgrzewania ***i*** na początku jego przebiegu w czasie t_1 narasta powoli i następuje łagodne nagrzewanie dwóch kontaktów, tj.: pomiędzy przewodami termoparowymi i elementem do którego przygrzewana jest termopara oraz w kontakcie elektroda - przewody termoparowe. Początkowy narastający przebieg prądu zapobiega nadmiernemu nagrzaniu i w efekcie przetopieniu, szczególnie materiału termopary i elementu do którego przygrzewana jest termopara. W dalszej części, tj. w czasie t_2 prąd zgrzewania ma stałą wartość, a przewody termoparowe są intensywniej nagrzewane. W wyniku ich uplastycznienia i siły docisku elektroda przemieszcza się w czasie przepływu prądu o odcinek Δl w czasie t_1 i t_2, a materiał przewodów termoparowych ulega zgnieceniu. W zależności od rozwiązania technicznego ruch elektrody postępuje do momentu uzyskania zadanego położenia elektrody, korzystnie do 50% pierwotnej grubości przewodów termoparowych, tj. wysokości ***h***. Ruch ten jest zakończony w wyniku dojścia elektrody do mechanicznego ogranicznika lub w przypadku zastosowania serwo-mechanicznego napędu elektrody, uzyskania z góry założonego położenia elektrody.

W metodyce badawczej do małogabarytowej próbki cylindrycznej o wymiarach 6 mm (średnica zewnętrzna), 6 mm (wysokość), 0,5 mm (grubość ścianki) przygrzewana jest termopara powierzchniowa. Istotna z punktu widzenia dokładności pomiaru temperatury jest bardzo mała powierzchnia złącza termoparowego, tj. powierzchnia będąca w kontakcie z małogabarytową próbką. Dodatkowo o dokładności i powtarzalności pomiaru temperatury decyduje sposób wykonania złącza termoparowego, tj. by było ono typu powierzchniowego i uzyskiwane w sposób pokazany na fig. 1. Ważne jest, by w wyniku przygrzania przewodów termoparowych do badanej próbki nie nastąpiło przetopienie zarówno materiałów termopary, jak i próbki, do której jest przygrzewana termopara. Brak przetopienia materiałów oznacza uzyskanie ostrej granicy przejścia pomiędzy przewodami termoparowymi a próbką, co jest rozwiązaniem optymalnym, wpływającym na dokładność i dynamikę pomiaru temperatury. Efekt taki uzyskuje się przez zastosowanie technologii przedstawionej na fig. 1, (gdzie $t_{1\sim=}$15 ms, a $t_{2\sim=}$25 ms), tj. zgrzewanie z narastaniem prądu zgrzewania na początku dla uzyskania dobrego kontaktu, co zapobiega tzw. wypryskom ciekłego metalu.

Drugim aspektem wpływającym na dokładność pomiaru temperatury jest stała i powtarzalna powierzchnia złącza termoparowego będąca w kontakcie z próbką, której temperaturę mierzymy. Powierzchnia ta jest zależna od odległości pomiędzy przewodami termoparowymi po zgrzaniu i wielkością zgniotu tych przewodów. Zgniot może być kontrolowany w dwojaki sposób: z zastosowaniem mechanicznego ograniczenia ruchu elektrody po uzyskaniu założonego zgniotu lub zatrzymaniu ruchu elektrody w wyniku pomiaru drogi przebytej przez elektrodę, w przypadku zastosowania siłownika serwo-mechanicznego z kontrolą posuwu elektrody ruchomej.

Stanowisko do wykonywania złączy termoparowych według wynalazku przedstawione jest w przykładzie wykonania na fig. 2.

Przewody termoparowe **3** są pozycjonowane względem siebie, tj. elektrody ruchomej **1** i materiału do którego przygrzewana jest termopara **2**. Przewody termoparowe, najlepiej rozwijane ze szpul są wprowadzane nad materiałem badanym i pod elektrodą ruchomą oraz pomiędzy mechanicznymi ogranicznikami poziomymi **4**. Przy czym jeden z ograniczników ma zawsze stałe położenie, a drugi jest ruchomy. Na stanowisku znajdują się dwa zestawy ograniczników poziomych, przed i za elektrodą zgrzewającą. Zadaniem ograniczników poziomych jest ustalenie odległości pomiędzy przewodami termoparowymi. Jest to jeden z warunków dla uzyskania powtarzalnej wielkości (powierzchni) złącza termoparowego, a tym samym powtarzalnego pomiaru temperatury. Odległość pomiędzy przewodami termoparowymi przed wprowadzeniem w przestrzeń ograniczników poziomych oraz za nimi jest większa od założonej odległości pomiędzy przewodami termoparowymi po zgrzaniu. Dzięki temu oraz dodatkowo stosując naprężenie przewodów termoparowych uzyskuje się bez problemu stałe założone ułożenie przewodów termoparowych w obszarze zgrzewania. Po ustaleniu odległości pomiędzy przewodami termoparowymi są one blokowane przez pionowe elementy zaciskowe **5a** i **5b**. Jeden z elementów zaciskowych (dolny) **5b** jest nieruchomy, natomiast górny **5a** wykonuje ruch dociskowy do elementu dolnego, gwarantując niezmienne położenie przewodów termoparowych w przestrzeni pod elektrodą w czasie zgrzewania.

Wynalazek został zastosowany do pomiaru temperatury w metodyce badawczej stosowanej w badaniach przemian strukturalnych stali, w warunkach spawalniczych. W metodyce badawczej,

małogabarytowa próbka poddawana jest symulowanym cyklom cieplnym spawania i dokonywany jest jednocześnie pomiar trzech wielkości charakterystycznych, tj.: temperatury próbki, przenikalności magnetycznej i rozszerzalności termicznej. Dla umożliwienia pomiaru wspomnianych wielkości próbka jest nagrzewana w sposób bezkontaktowy za pomocą lamp grzewczych. W omawianej metodyce moc lamp grzewczych jest ograniczona, co decyduje o stosunkowo małych wymiarach badanej próbki. To z kolei wymaga specjalnego podejścia do pomiaru temperatury. Zaproponowany pomiar temperatury jest kluczowy z punktu widzenia omawianej metodyki badawczej, biorąc pod uwagę późniejszą analizę pozostałych parametrów właśnie w funkcji temperatury. W efekcie końcowym opracowywane są wykresy (CTPs, Czas - Temperatura - Przemiana) pozwalające określać spawalności stali, które stanowią źródło informacji o wpływie cykli cieplnych spawania na strukturę oraz własności badanego materiału. Wykresy te umożliwiają optymalne projektowanie technologii łączenia elementów stalowych dla osiągnięcia najwyższych własności złączy spawanych, a co za tym idzie, uzyskania największej odporności całego elementu konstrukcyjnego na różnego rodzaju pęknięcia. Od dokładności pomiaru i wyznaczania temperatury zależy bezpieczeństwo konstrukcji spawanej. Jest to szczególnie istotne przy wykonywaniu połączeń w elementach odpowiedzialnych, podlegających nadzorowi, od jakości których zależy ludzkie życie lub uszkodzenie których powoduje znaczne straty materialne.

Dla opisanych warunków metodyki badawczej opracowano model MES (Metoda Elementów Skończonych), którego celem była analiza rozkładu temperatury w badanej próbce. Badano i analizowano wskazania oraz rozkład temperatury dla różnych warunków, tj.: typu zastosowanej termopary (rodzaju materiału termopary), cech geometrycznych złącza termoparowego, średnicy przewodów termoparowych. Wyniki obliczeń MES zostały zweryfikowane eksperymentalnie. W wyniku badań określono najkorzystniejszy typ złącza termoparowego, rodzaj i średnicą przewodów termoparowych dla uzyskania najdokładniejszych wskazań temperatury na stanowisku badawczym.

Zastrzeżenie patentowe

Stanowisko do wykonania złącza termoparowego do pomiaru temperatury elementu małogabarytowego z przewodami termoparowymi i elektrodą, **znamienne tym**, że równolegle ułożone przewody termoparowe (**3**) nie stykają się ze sobą i są umieszczone na powierzchni materiału do którego są przygrzewane i pod elektrodą ruchomą (**1**) oraz pomiędzy dwoma mechanicznymi ogranicznikami poziomymi (**4**), przy czym jeden z ograniczników (**4**) ma stałe położenie, drugi ogranicznik jest ruchomy, a odległość pomiędzy przewodami termoparowymi (**3**) przed wprowadzeniem w przestrzeń ograniczników (**4**) oraz za nimi jest większa od założonej odległości pomiędzy przewodami termoparowymi (**3**) po zgrzaniu, które zablokowane są za pomocą dwóch zacisków górnego i dolnego (**5a** i **5b**), z których zacisk dolny (**5b**) jest nieruchomy, natomiast zacisk górny (**5a**) jest ruchomy i dociska zacisk dolny (**5b**) nieruchomy, przy czym położenie przewodów termoparowych (**3**) jest niezmienne.

Rysunki

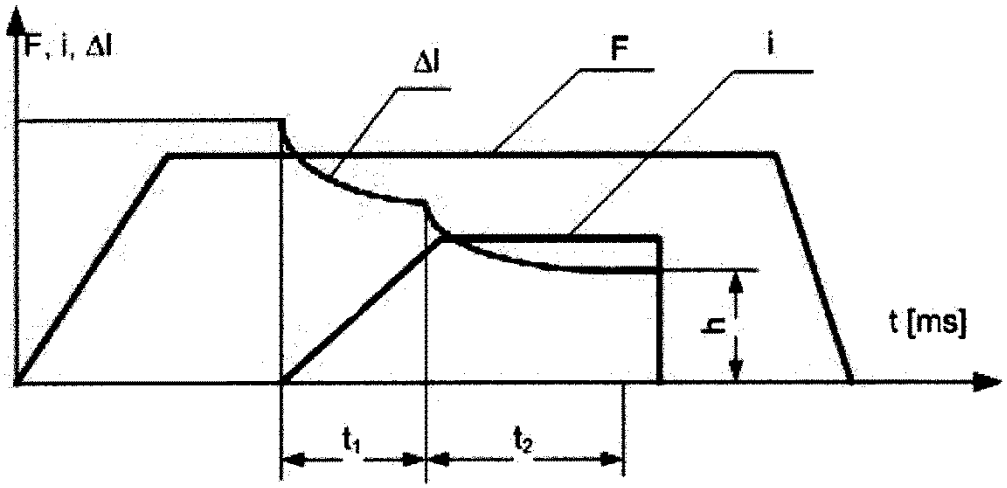

Fig. 1

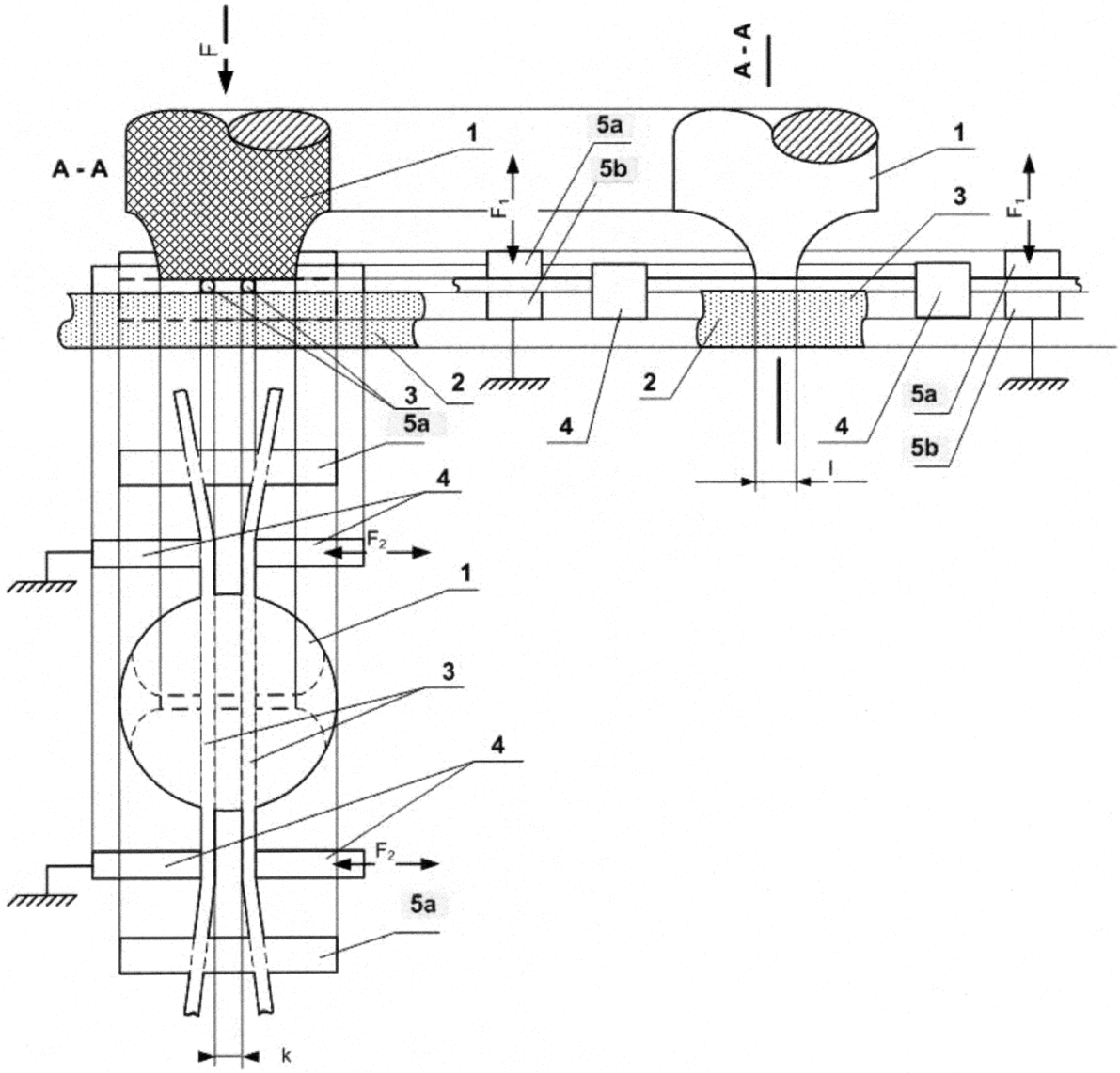

Fig. 2

Departament Wydawnictw UP RP
Cena 2,46 zł (w tym 23% VAT)