



Patent dodatkowy  
do patentu nr -----

Zgłoszono: 86 02 13 /P. 257950/

Pierwszeństwo ----

Zgłoszenie ogłoszono: 87 10 19

Opis patentowy opublikowano: 1991 08 30

Int. Cl.<sup>5</sup> G01N 29/04

CZYTELNIA  
OGÓLNA

Twórca wynalazku: Jacek Szelązek

Uprawniony z patentu: Polska Akademia Nauk  
Instytut Podstawowych Problemów Techniki,  
Warszawa /Polska/

SPOSÓB I URZĄDZENIE DO BADANIA DOCZOŁOWYCH POŁĄCZEŃ SPAWANYCH  
CIENKICH PRZEDMIOTÓW

Przedmiotem wynalazku jest sposób badania doczołowych połączeń spawanych cienkich przedmiotów za pomocą fal ultradźwiękowych metodą echa oraz urządzenie do badania doczołowych połączeń spawanych cienkich przedmiotów, zwłaszcza spoin, blach i rur.

Znane są metody badań za pomocą fal ultradźwiękowych podłużnych, poprzecznych lub płytowych. Wiązki fal wysyłane są i odbierane za pomocą urządzeń zawierających głowice wyposażone w przetworniki i sprzęgnięte akustycznie z powierzchnią badanego materiału. Badania wykonuje się przez wysyłanie wiązki faz z powierzchni badanego materiału prowadząc urządzenie wzdłuż spoiny. Wiązka fal rozchodzi się w materiale w kierunku spoiny. W przypadku wystąpienia na drodze wiązki fal wady, odbita wiązka fal jako echo powraca do głowicy, po czym zostaje zobrazowana na ekranie urządzenia na przykład defektoskopu.

Przy badaniu spoin cienkich materiałów, urządzenia wyposażone w konwencjonalne głowice skośne nie znajdują zastosowania. Szerokość wiązki fal wysyłanych w kierunku spoiny jest większa niż grubość łączonych materiałów. Uniemożliwia to rozróżnienie, czy otrzymane echo pochodzi od wady znajdującej się w dolnej, górnej, czy środkowej części spoiny.

W przypadku, gdy spoina posiada nadlew lica i wypukłą grań uniemożliwia to rozróżnienie, które echo charakteryzuje wadę spoiny, a które wiązkę fal od nierówności lica czy grani spoiny. Ocena wyników badań w takiej sytuacji jest utrudniona i może spowodować błędną kwalifikację badanych spoin.

Z polskiego opisu patentowego nr 120 426 znany jest sposób badania połączeń spawanych oraz głowica ultradźwiękowa do badania połączeń spawanych. Głowica - opisana w polskim patencie posiada przetworniki nadawcze i odbiorcze umieszczone na jednakowych klinach. Na każdym z tych klinów znajdują się co najmniej dwa przetworniki. Osie wiązek ultradźwiękowych wytwarzanych przez przetworniki są rozbieżne.

Zgodnie ze sposobem ujawnionym w polskim opisie patentowym wytwarza się równomierne pole ultradźwiękowe w celu uzyskania równomiernego rozkładu ciśnienia akustycznego, które zapewnia wykrycie każdej wady niezależnie od położenia tej wady.

W rozwiązaniu tym nie uwzględnia się stosunków fazowych w wiązkach i nie jest możliwe rozróżnienie wad powierzchniowych od wad wewnętrznych badanego przedmiotu. Również z polskiego opisu patentowego nr 106 417 znany jest sposób badania spoin za pomocą ultradźwięków.

Zgodnie z tym sposobem jeden z przetworników generuje wiązkę fal ultradźwiękowych rozchodzących się w kierunku spoiny pod kątem od 45 do 75° w stosunku do osi spoiny. Drugi z przetworników usytuowany po tej samej stronie spoiny w pewnej odległości od niej na drodze wzdłuż linii prostopadłej do osi spoiny jest odbiornikiem. W przypadku wystąpienia w spoinie wady wewnętrznej, fala generowana przez przetwornik nadawczy odbija się od powierzchni wady i część wiązki odbitej zostaje zarejestrowana przez przetwornik odbiorczy.

W przypadku wystąpienia tylko nierówności lica lub grani spoiny, fale odbite od tych nierówności omijają przetwornik odbiorczy i nie zostają przez niego zarejestrowane, co eliminuje możliwość błędnej oceny spoiny bez wad jako wadliwej.

Ponadto z amerykańskiego opisu patentowego nr 4 164 150 znany jest system badania spoin rur za pomocą fal ultradźwiękowych. W rozwiązaniu według wynalazku przetworniki umieszczone są w cieczy, temperaturą której reguluje się kąt załamania fal w materiale rury. Temperaturę cieczy dobiera się w zależności od wymiarów rury tak, aby rozchodzące się w jej ściankach fale obiegały obwód rury i wykrywały wady niezależnie od ich położenia na obwodzie badanej rury. W rozwiązaniu tym nie uwzględnia się stosunku fazowego w wiązkach i jednakowo są wykrywane tak wady powierzchniowe jak i wady wewnętrzne.

Celem wynalazku było opracowanie sposobu badania doczołowych połączeń spawanych cienkich przedmiotów i lokalizacji wykrytych wad oraz opracowanie konstrukcji urządzenia ultradźwiękowego do badania doczołowych połączeń spawanych.

Zgodnie z wynalazkiem sposób polega na tym, że wiązki fal ultradźwiękowych o tej samej częstotliwości wysyła się z przetworników umieszczonych na dwóch różnych klinach załamujących usytuowanych po tej samej stronie spoiny. Jednocześnie ustala się jednakowe czasy przejścia impulsów od przetworników do punktu przecięcia się osi wiązki bezpośredniej i osi wiązki już odbitej. Echa odbitej fali zobrazowuje się jako jeden impuls o amplitudzie, ze zmian której wyznacza się położenie wady.

Zgodnie z wynalazkiem urządzenie ultradźwiękowe zawiera skośną głowicę wyposażoną w dwa piezoelektryczne przetworniki umieszczone na sprzęgających klinach załamujących o różnych kątach nachylenia do powierzchni połączonego spoiną materiału.

Metoda według wynalazku pozwala na rozeznanie wad wewnętrznych od wad powierzchniowych materiału na podstawie rozróżnienia impulsów pochodzących od wad wewnętrznych spoiny lub od nierówności lica czy grani spoiny.

Wiązki te załamują się w materiale połączonym spoiną pod różnymi kątami tak dobranymi, aby osie wiązek przecinały się w połowie grubości badanej spoiny. Następnie echa, odbite od wady znajdującej się w spoinie, zostają odebrane przez obydwa przetworniki i zobrazowane jako jeden impuls na ekranie defektoskopu. Na podstawie zmian amplitudy tego impulsu uzyskanego dla różnych odległości pomiędzy punktami wprowadzania fal do materiału z wadą, wyznacza się położenie wady w spoinie.

Przedmiot wynalazku jest wyjaśniony w przykładzie wykonania na rysunku, na którym fig.1 przedstawia głowicę ultradźwiękową w widoku z góry, fig.2 - głowicę z fig.1 w widoku z boku, fig. 3 - wykres przebiegów impulsów od wady wewnętrznej oraz od wad powierzchniowych na dolnej i górnej powierzchni przedmiotu, dla różnych odległości pomiędzy spoiną a głowicą.

Urządzenie ultradźwiękowe zawiera głowicę 7 przeznaczoną do badania spoin doczołowych o grubości  $g = 6$  mm składającą się z wykonanych z polimetakrylanu metylu dwóch klinów załamujących 1 i 2, na których zamocowane są dwa przetworniki piezoelektryczne 3 i 4 na fale ultradźwiękowe podłużne o częstotliwości 10 MHz. Kształty i wzajemne ustawienie klinów załamujących 1 i 2 z przetwornikami 3 i 4 dobrane są tak, że czas przejścia fal na drodze

od przetworników, poprzez kliny załamujące 1 i 2 oraz badany materiał 5 do reflektora 6 znajdującego się na głębokości  $g/2 = 3$  mm jest jednakowy na drogach 8, którymi rozchodzą się fale.

Kąty załamania  $\alpha_1$  i  $\alpha_2$  klinów 1 i 2 oraz długości dróg  $h_1$  i  $h_2$  fal ultradźwiękowych w tych klinach 1 i 2 spełniają warunek:

$$\frac{3g}{2 \cdot C_M \cdot \cos \beta_1} + \frac{h_1}{C_K} = \frac{g}{2 \cdot C_M \cdot \cos \beta_2} + \frac{h_2}{C_K}$$

gdzie:  $\beta_1$  i  $\beta_2$  kąty załamania fal ultradźwiękowych w badanym materiale, które wynoszą:

$$\beta_1 = \arcsin \frac{C_M}{C_K} \cdot \sin \alpha_1$$

$$\beta_2 = \arcsin \frac{C_M}{C_K} \cdot \sin \alpha_2$$

przy czym  $C_K$  i  $C_M$  oznaczają odpowiednie prędkości propagacji w klinach załamujących i w badanym materiale, a  $g$  oznacza grubość badanego materiału.

Przetworniki 3 i 4 jednocześnie są pobudzane. Geometria wiązek 8 fal ultradźwiękowych wysyłanych przez przetworniki 3 i 4 i czas trwania impulsów dobrano tak, że dla zakresu odległości A pomiędzy głowicą 7 a osią spoiny 11 /czy też reflektorem 6/, impulsy odbite od reflektora 6 dochodzą do przetworników 3 i 4 z różnicą czasów mniejszą od czasu trwania impulsu ultradźwiękowego. Echo wiązek 8 odbitych od tego reflektora 6 obserwowane na ekranie defektoskopu ma wysokość proporcjonalną do sumy ciśnień akustycznych tych impulsów, jak pokazuje wykres /fig. 3/.

W wyniku sumowania się ciśnień impulsów odbitych od reflektora 6 znajdującego się na głębokości 3 mm, obwiednia echa tego reflektora 6 uzyskana przy przesuwie głowicy 7 w kierunku prostopadłym do osi spoiny 11 /czyli w kierunku zbliżania albo oddalania od reflektora 6/ posiada szereg cyklicznych maksimów i minimów. Dla reflektorów 6 znajdujących się w pobliżu lica 10 spoiny 11 lub w pobliżu grani 9/na głębokości około 1 mm do 6 mm/ zjawisko nakładania się impulsów odbitych od nich i odebranych przez przetworniki 3 i 4 nie zachodzi, a obwiednie ech takich reflektorów 6 są jednolite, bez cyklicznych ekstremów.

Obserwacja obwiedni ech uzyskanych za pomocą głowicy 7 w czasie badania cienkiej spoiny 11 pozwala rozróżnić echa pochodzące od reflektorów 6 znajdujących się w środkowej części spoiny 11 od ech pochodzących od nierówności lica 10 czy grani 9.

Zmiany wysokości ech uzyskanych za pomocą głowicy 7 dla reflektorów 6 znajdujących się na głębokości 1 mm, 3 mm, 6 mm przy przesuwie głowicy 7 czyli zmianie odległości A pokazuje fig.3. Linia przerywana odpowiada reflektorowi 6 znajdującemu się na głębokości 6 mm, linia ciągła na głębokości 3 mm i linia kropkowana na głębokości 1 mm.

#### Z a s t r z e ż e n i a    p a t e n t o w e

1. Sposób badania doczołowych połączeń spawanych cienkich przedmiotów, polegający na kierowaniu poprzez powierzchnię materiału na spoinę /wadę/ wiązek impulsów ultradźwiękowych, które wysyła się jednocześnie z dwóch przetworników umieszczonych po tej samej stronie spoiny, a następnie odbite od wady echa odbiera się i na ich podstawie wyznacza się położenie wady, z n a m i e n n y    t y m, że wiązki fal ultradźwiękowych o tej samej częstotliwości wysyła się z przetworników umieszczonych na dwóch różnych klinach załamujących usytuowanych po tej samej stronie spoiny, przy czym wyznacza się jednakowe czasy przejścia impulsów od przetworników do punktu przecięcia się osi wiązek bezpośrednio padającej i wiązki odbitej, a następnie od wady echa i zobrazowuje się jako jeden impuls o amplitudzie, ze zmian której wyznacza się położenie wady.

2. Urządzenie do badania doczołowych połączeń spawanych cienkich przedmiotów, zwłaszcza spoin doczołowych blach i rur posiadające głowicę przystosowaną do przemieszczania wzdłuż spoiny po drodze leżącej poza spoiną po powierzchni połączonego spoiną materiału, w której to głowicy zamontowane są piezoelektryczne przetworniki służące do wysyłania i odbioru

wiązek fal ultradźwiękowych po drodze prowadzącej przez powierzchnię materiału do określonego obszaru spoiny, z n a m i e n n e t y m, że ma dwa przetworniki /3/, /4/, usytuowane obok siebie, umieszczone na sprzęgających klinach załamujących /1/, /2/ o różnych kątach nachylenia do powierzchni materiału /5/ połączonego spoiną /11/.

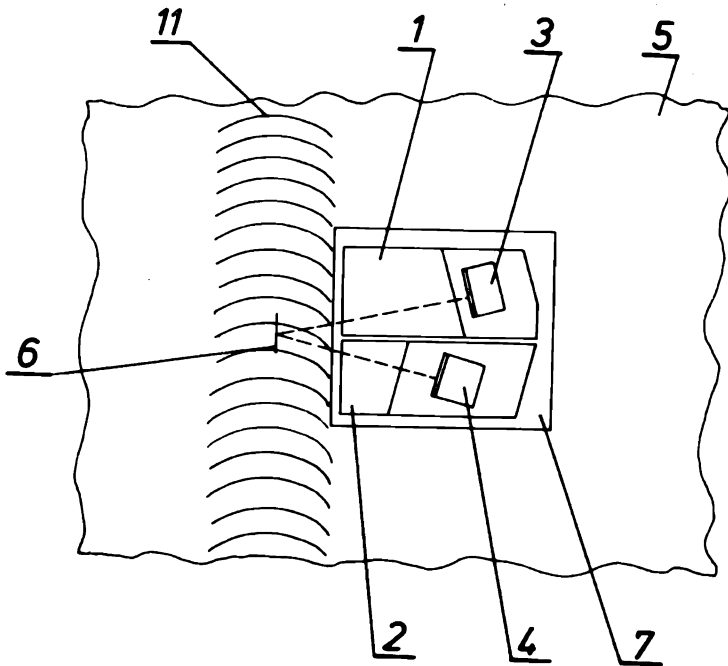


Fig. 1

