



Urząd Patentowy  
Rzeczypospolitej Polskiej

21 Numer zgłoszenia: 290830

51 IntCl<sup>5</sup>:  
G01N 29/00  
G01H 5/00

22 Data zgłoszenia: 27.06.1991

GZYTELNIA  
OGÓLNA

54

Układ głowic ultradźwiękowych do pomiaru czasu przejścia impulsów fal ultradźwiękowych

43

Zgłoszenie ogłoszono:  
11.01.1993 BUP 01/93

45

O udzieleniu patentu ogłoszono:  
31.03.1995 WUP 03/95

73

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

72

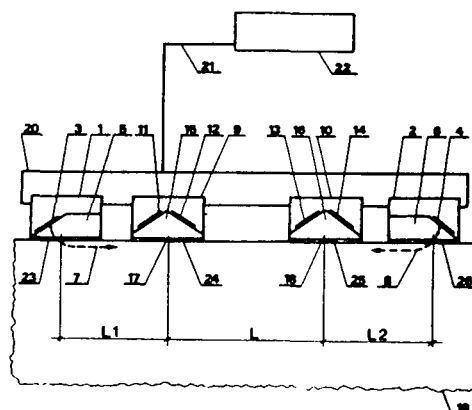
Twórcy wynalazku:  
Andrzej Brokowski, Warszawa, PL  
Jacek Szelażek, Warszawa, PL

74

Pełnomocnik:  
Rutkowski Wiesław, "Lex-Pat" Biuro  
Prawno-Patentowe - Spółka z o.o.

57

Układ głowic ultradźwiękowych do pomiaru czasu przejścia impulsów fal ultradźwiękowych wzbudzanych i odbieranych z tej samej powierzchni badanego przedmiotu, zawierający co najmniej cztery głowice rozstawione wzdłuż jednej linii prostej i w znanych odległościach, z których co najmniej dwie głowice nadawcze składają się z klinów załamujących i przetworników piezoelektrycznych, ustawione są naprzeciw siebie i generują fale podpowierzchniowe rozchodzące się wzdłuż tej samej linii, w przeciwnych kierunkach, ku sobie a pozostałe co najmniej dwie głowice pełnią rolę odbiorników i ustawione są w znanej odległości od siebie, w jednej linii z głowicami nadawczymi i między nimi, przy czym układ głowic sprzęgnięty jest z badanym przedmiotem za pomocą cieczy sprzęgającej wypełniającej szczeliny pomiędzy klinami załamującymi a chropowatą powierzchnią badanego przedmiotu, **znamienny tym**, że każda z głowic odbiorczych (9, 10), składa się z klina załamującego (15, 16) oraz dwóch przetworników odbiorczych (11, 12; 13, 14) osadzonych na tym klinie (15, 16) tak, że linie poprowadzone ze środków przetworników odbiorczych (11, 12; 13, 14) i prostopadłe do nich przecinają się we wspólnych punktach (17, 18) leżących na dolnych powierzchniach klinów załamujących (15, 16) a przetworniki (11, 12; 13, 14) odbierają fale podpowierzchniowe (7, 8) rozchodzące się w badanym przedmiocie (19) w przeciwnych kierunkach.



# Układ głowic ultradźwiękowych do pomiaru czasu przejścia impulsów fal ultradźwiękowych

## Zastrzeżenie patentowe

Układ głowic ultradźwiękowych do pomiaru czasu przejścia impulsów fal ultradźwiękowych wzbudzanych i odbieranych z tej samej powierzchni badanego przedmiotu, zawierający co najmniej cztery głowice roztawione wzdłuż jednej linii prostej i w znanych odległościach, z których co najmniej dwie głowice nadawcze składają się z klinów załamujących i przetworników piezoelektrycznych, ustawione są naprzeciw siebie i generują fale podpowierzchniowe rozchodzące się wzdłuż tej samej linii, w przeciwnych kierunkach, ku sobie a pozostałe co najmniej dwie głowice pełnią rolę odbiorników i ustawione są w znanej odległości od siebie, w jednej linii z głowicami nadawczymi i między nimi, przy czym układ głowic sprzęgnięty jest z badanym przedmiotem za pomocą cieczy sprzęgającej wypełniającej szczeliny pomiędzy klinami załamującymi a chropowatą powierzchnią badanego przedmiotu, **znamienny tym**, że każda z głowic odbiorczych (9, 10), składa się z klina załamującego (15, 16) oraz dwóch przetworników odbiorczych (11, 12; 13, 14) osadzonych na tym klinie (15, 16) tak, że linie poprowadzone ze środków przetworników odbiorczych (11, 12; 13, 14) i prostopadłe do nich przecinają się we wspólnych punktach (17, 18) leżących na dolnych powierzchniach klinów załamujących (15, 16) a przetworniki (11, 12; 13, 14) odbierają fale podpowierzchniowe (7, 8) rozchodzące się w badanym przedmiocie (19) w przeciwnych kierunkach.

\* \* \*

Przedmiotem wynalazku jest układ głowic ultradźwiękowych do pomiarów czasu przejścia impulsów fal ultradźwiękowych, w których mierzony czas nie jest zależny od grubości warstwy cieczy sprzęgającej i tym samym umożliwia prowadzenie dokładnych pomiarów na nieobrobionych, chropowatych powierzchniach przedmiotów. Układ przeznaczony jest do pomiarów impulsów różnego typu fal ultradźwiękowych wzbudzanych i odbieranych z tej samej powierzchni badanego przedmiotu.

W pomiarach czasu przejścia ultradźwiękowych fal podpowierzchniowych i fal powierzchniowych stosowane są znane układy głowic do pomiarów różnicowych. Układ taki składa się z jednej głowicy nadawczej i dwóch identycznych głowic odbiorczych ustawionych razem z głowicą nadawczą w jednej linii. Mierzony jest czas przejścia impulsów między głowicą nadawczą a dalszą głowicą odbiorczą, następnie czas przejścia między głowicą nadawczą i bliższą głowicą odbiorczą. Różnica tak zmierzonego czasu daje w wyniku czas, w którym fala pokonuje w badanym materiale znaną odległość równą odległości pomiędzy środkami głowic odbiorczych. Dzięki metodzie różnicowej eliminowany jest wpływ czasu przejścia impulsów w klinach załamujących głowic odbiorczych jak również wpływ temperatury na zmiany czasu przejścia fal przez te kliny gdyż identyczne kliny głowic odbiorczych przyłożone do powierzchni badanego przedmiotu mają jednakową temperaturę.

Zestaw głowic do różnicowych pomiarów czasu przejścia fal podpowierzchniowych znany jest z opisu polskiego patentu nr 138 042. Znany układ głowic przeznaczony jest do różnicowych pomiarowych czasu przejścia podpowierzchniowych fal podłużnych i podpowierzchniowych fal poprzecznych spolaryzowanych prostopadłe do powierzchni badanego elementu. Układ zawiera dwie głowice nadawcze, z których jedna generuje fale podłużne a druga fale poprzeczne. Z każdą z głowic nadawczych związane są dwie głowice odbiorcze odbierające impulsy fal a odległości pomiędzy parami głowic odbiorczych są znane. Przedstawione w powołanym opisie patentowym układy głowic stosowane są do pomiarów naprężeń własnych w elementach stalowych o gładkiej powierzchni.

W publikacji E. Schneider, R. Herzer, D. Bruche "Automatisierte Bestimmung oberflächennaher Spannungszustände in Walzen mittels Ultraschallverfahren", Mat. Konf. DGZfP, September 1989, Kiel, str. 419-425, przedstawiony jest układ głowic do różnicowych pomiarów czasu przejścia fali podłużnej rozchodzącej się w kierunku tworzącej lub w kierunku obwodowym, w materiale stalowego walca. Składa się on z jednej głowicy nadawczej i dwóch głowic odbiorczych umocowanych w obudowie umożliwiającej sprzęgnięcie zestawu z płaską lub walcową powierzchnią. Fala podłużna generowana przez głowicę nadawczą rozchodzi się w jednym kierunku.

Wadą znanych rozwiązań jest niewyeliminowany wpływ chropowatości powierzchni badanego elementu na mierzony czas przejścia. W przypadku głowic z klinami załamującymi i sprzężeniem cieczowym impuls ultradźwiękowy przechodzący od przetwornika głowicy nadawczej, poprzez klin załamujący tej głowicy, dalej poprzez badany materiał i klin głowicy odbiorczej dwukrotnie pokonuje warstwę cieczy sprzęgającej pomiędzy klinami głowic a powierzchnią przedmiotu. Grubości warstw cieczy sprzęgającej zależą od chropowatości powierzchni przedmiotu w miejscach styku klinów głowic z przedmiotem. Jeżeli grubości warstw cieczy pod klinami głowic odbiorczych są różne to różnice te wpływają na mierzony czas przejścia i wynik pomiaru jest zależny nie tylko od prędkości propagacji fal w przedmiocie ale również od lokalnej wysokości nierówności powierzchni elementu pod głowicami odbiorczymi.

Powyższa wada uniemożliwia prowadzenie pomiarów czasów przejścia na przedmiotach o nieobrobionych powierzchniach jakie najczęściej spotyka się w warunkach przemysłowych.

Układ zgodnie z wynalazkiem charakteryzuje się tym, że każda z głowic odbiorczych składa się z jednego klina załamującego i dwóch przetworników odbiorczych osadzonych na tym klinie. Każdy z przetworników odbiorczych odbiera fale dochodzące do głowicy z przeciwnych kierunków. Kliny są ukształtowane tak, że linie poprowadzone ze środków przetworników odbiorczych i prostopadłe do nich przecinają się we wspólnych punktach leżących na dolnych powierzchniach klinów załamujących. Zestaw głowic sprzęgnięty jest z powierzchnią badanego przedmiotu za pomocą cieczy sprzęgającej wypełniającej szczeliny pomiędzy klinami załamującymi głowic a powierzchnią badanego przedmiotu.

Rozwiązanie przedstawione w wynalazku, dzięki konstrukcji głowic odbiorczych posiadających dwa przetworniki osadzone na wspólnym klinie załamującym tak, że fale docierające do głowicy odbiorczej z dwóch przeciwnych kierunków i dalej poprzez klin do każdego z przetworników, przechodzą po drodze przez tę samą objętość cieczy sprzęgającej niezależnie od kierunku propagacji fali, umożliwia wykonywanie pomiarów, w których mierzone czasy przejścia impulsów fal ultradźwiękowych nie zależą od chropowatości powierzchni przedmiotu badanego a jedynie od prędkości propagacji fal w materiale przedmiotu i odległości między głowicami odbiorczymi. Daje to możliwości dokładnego pomiaru czasu przejścia fali w przedmiocie o nieobrobionej, chropowatości powierzchni.

Przedmiot wynalazku jest przedstawiony w przykładzie wykonania na rysunku, na którym pokazano układ głowic ultradźwiękowych do dokładnego pomiaru czasu przejścia impulsów fal podpowierzchniowych.

Układ składa się z czterech głowic, z których dwie spełniają rolę nadajników a pozostałe rolę odbiorników. Wszystkie głowice ustawione są wzdłuż linii prostej. Dwie głowice nadawcze 1 i 2, wyposażone w przetworniki piezoelektryczne 3 i 4, osadzone na klinach załamujących 5 i 6, generują kolejno fale podpowierzchniowe 7 i 8 wzdłuż tej samej linii w przeciwnych kierunkach. Fale odbierane są przez głowice odbiorcze 9 i 10. Każda z głowic odbiorczych 9 i 10 wyposażona jest w jeden klin załamujący 15 i 16 i dwa odbiorcze przetworniki piezoelektryczne 11, 12, 13, 14. Kliny załamujące 15 i 16 głowic odbiorczych 9 i 10 wykonane są z tego samego materiału i mają jednakowe wymiary. Na klinach 15 i 16 osadzone są parami przetworniki odbiorcze 11, 12 i 13, 14. Kąty nachylenia klinów zależą w znany sposób od prędkości propagacji fal w materiale klinów i w badanym przedmiocie oraz od typu fal jaki jest w nim wzbudzany. Geometria każdego z dwóch identycznych klinów 15 i 16 dobrana jest tak, że linie prostopadłe do powierzchni przetworników odbiorczych 11, 12 i 13, 14, poprowadzone ze środków tych przetworników, przecinają się w punktach 17 i 18 leżących na powierzchniach

klinów załamujących 15 i 16, którymi te kliny stykają się z powierzchnią badanego przedmiotu 19.

Głowice 1,2 i 9, 19 umocowane są we wspólnej obudowie 20 i połączone przewodami 21 ze znanym miernikiem czasu przejścia impulsów fal ultradźwiękowych 22.

Układ głowic sprzęgnięty jest akustycznie z badanym przedmiotem 19 cieczą wypełniającą szczeliny między klinami głowic a powierzchnią przedmiotu. Impulsy fal generowane przez przetwornik 3 głowicy nadawczej 1 przechodzą przez klin załamujący 5 tej głowicy, przez warstwę cieczy sprzęgającej 23, na powierzchni materiału badanego 19 ulegają załamaniu i propagują się w nim jako fala podpowierzchniowa określonego typu 7. Mierzony jest czas przejścia impulsów tych fal od przetwornika 3 do przetwornika odbiorczego 14 głowicy odbiorczej 10, do którego impulsy docierają przez warstwę cieczy sprzęgającej 25 i klin 16. Następnie mierzony jest czas przejścia impulsów tych fal od przetwornika 3 do przetwornika odbiorczego 12 głowicy odbiorczej 9, do którego impulsy docierają przez warstwę cieczy sprzęgającej 24 i klin 15. Mierzone są dalej czasy przejścia impulsów fali 8 rozchodzących się w przeciwnym niż fala 7 kierunku a więc czasy przejścia między przetwornikiem 4 a przetwornikami odbiorczymi 11 i 13. Impulsy te zanim dotrą do przetworników 11 i 13 głowic odbiorczych 9 i 10 przechodzą przez warstwy cieczy sprzęgającej 24 i 25 i kliny załamujące 15 i 16.

Czas przejścia między przetwornikami 3 i 14 wynosi:

$$t_{3,14} = t_5 + t_{23} + t_{L1} + t_L + t_{25} + t_{16}$$

gdzie indeks przy literze t oznaczającej czas przejścia, oznacza numer elementu zgodnie z rysunkiem.

Czas przejścia między przetwornikami 3 i 12 wynosi:

$$t_{3,12} = t_5 + t_{23} + t_{L1} + t_{24} + t_{15}$$

między przetwornikami 4 i 11 wynosi:

$$t_{4,11} = t_6 + t_{26} + t_{L2} + t_L + t_{24} + t_{15}$$

a między przetwornikami 4 i 13 wynosi:

$$t_{4,13} = t_6 + t_{26} + t_{L2} + t_{25} + t_{16}$$

Czas przejścia impulsów fal na odcinku L wyznaczonym na powierzchni badanego przedmiotu 19 przez punkty 17 i 18 obliczany jest jako:

$$t_L = (t_{3,14} - t_{3,12} + t_{4,11} - t_{4,13}) / 2$$

i jest niezależny od grubości warstw cieczy sprzęgającej 24 i 25 pod klinami głowic odbiorczych, tym samym od wysokości nierówności powierzchni przedmiotu badanego 19, a jedynie od prędkości propagacji fal w badanym przedmiocie

