

Tomasz JANECZEK

WPLYW PARAMETRÓW KONSTRUKCYJNYCH SONDY DO MAGNETYCZNYCH BADAŃ DEFEKTOSKOPOWYCH NA WYKRYWALNOŚĆ DEFEKTÓW

Streszczenie. W artykule przedstawiono badania, których celem była modyfikacji konstrukcji sondy do badań defektoskopowych poprzez dobór wielkości i energii zastosowanych magnesów trwałych, geometrii obwodu magnesującego oraz lokalizacji i położenia magnetorezystancyjnego przetwornika pomiarowego ze względu na wykrywalność defektów.

INFLUNCE OF CONSTRUCTION PARAMETERS PROBE USED TO MAGNETIC TESTING ON FINDING DEFECTS

Summary. The article focuses on the influence of constructions parameters probe from viewpoint of used permanent magnets, geometry of magnet keeper and position of magnetic sensor for finding defects in ferromagnetic materials.

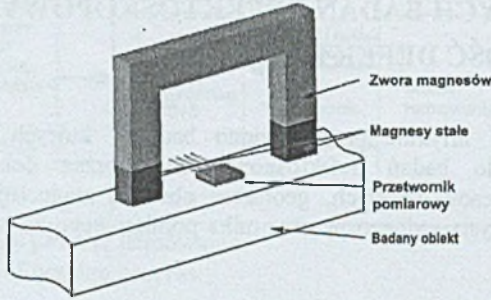
1. WSTĘP

Techniki badań nieniszczących, a szczególnie badania defektoskopowe są nieodzownym elementem procesu produkcji i eksploatacji elementów maszyn. Najbardziej rozpowszechnione są badania defektoskopowe metodą magnetyczno-proszkową lub jej modyfikacjami. Podstawową wadą i trudnością metod magnetyczno-proszkowych jest czynnik ludzki. Pracownik kontroli jakości na podstawie oględzin badanego elementu wydaje decyzje o jego stanie. Praca ta jest związana z dużą odpowiedzialnością i wymaga wysokich kwalifikacji zawodowych. Eliminację wskazanych trudności można uzyskać poprzez automatyzację procesu badania elementu. Automatyzacja wymaga wprowadzenia specjalistycznych urządzeń pomiarowych, w skład których wchodzi sondy pomiarowe układów rejestracji sygnału i jego cyfrowej obróbki.

W artykule przedstawiono badania modyfikacji konstrukcji sondy pomiarowej opracowanej w Katedrze Transportu Szynowego Politechniki Śląskiej w Katowicach [1] poprzez dobór wielkości i energii zastosowanych magnesów trwałych, geometrii obwodu magnesującego oraz lokalizacji i położenia magnetorezystancyjnego przetwornika pomiarowego ze względu na wykrywalność defektów. Celem było opracowanie konstrukcji sondy do badania zestawów kołowych, a szczególnie osi. Do oceny czułości sondy pomiarowej wykonano wzorce wad. Na wykonanych wzorcach badano poziom sygnału od defektu. W wyniku badań stwierdzono, że istnieją zakresy dla wymiarów konstrukcyjnych sondy, energii magnesów trwałych i położenia magnetorezystorów, dla których sonda ma największą czułość wykrywania defektów.

2. OPTIMALIZACJA KONSTRUKCJI SONDY POMIAROWEJ

Składowymi elementami sondy pomiarowej są magnesy stałe, magnetorezystor oraz jarzmo (rys.1). Przebadano sondy o dwóch szerokościach 17 mm i 22 mm. Wymiarom tym przypisano oznaczenia literowe A (dla szerokości 17 mm) oraz oznaczenie B (dla szerokości 22 mm).



Rys.1. Schemat konstrukcji sondy pomiarowej
Fig.1. The construction schema of probe

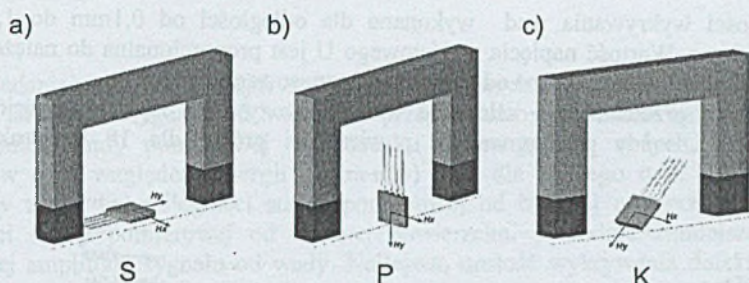
Zastosowano trzy typy magnesów stałych neodymowych. Ich wymiary i katalogowe wartości indukcji magnetycznej przy powierzchni oraz przypisane oznaczenie literowe podano w tabeli 1.

Tabela 1
Parametry magnesów zastosowanych do budowy sondy

Lp.	Wymiary magnesów [mm]		Indukcja magnetyczna na powierzchni magnesu [T]	Oznaczenie typów magnesów
	średnica	wysokość		
1	3	1	0,15	M1
2	3	2	0,25	M2
3	4	3	0,32	M3

Kolejnym zagadnieniem był wybór położenia przetwornika magnetorezystancyjnego z serii KMZ firmy Philips [3,4]. Przetworniki serii KMZ są przetwornikami kierunkowymi, mierzącymi natężenie pola magnetycznego stycznie do ich powierzchni, oraz są liniowe w określonych granicach pomiarowych. W sondzie pomiarowej zastosowano przetwornik magnetorezystancyjny KMZ10B o zakresie pomiarowym $\pm 2\text{kA/m}$. Położenia przetworników pomiarowych w sondzie przedstawiono na rys.2.

Magnetyczne pole rozproszenia od defektu charakteryzuje wysoka stromość narastania wartości natężenia pola magnetycznego w stosunku do długości odcinka pomiarowego. W przetwornikach serii KMZ powierzchnia elementu pomiarowego wynosi ok. 1mm^2 . Wymiar struktury pomiarowej w stosunku do szerokości defektu może powodować znaczne błędy pomiarowe. Rozpatrywane przypadki miały wskazać wpływ położenia przetwornika na wykrywalność defektów.



Rys.2. Rozpatrywane przypadki położenia przetwornika (a-polożenie styczne przetwornika do osi sondy, b-polożenie prostopadłe przetwornika do osi sondy, c-polożenie pod kątem przetwornika do osi sondy)
 Fig.2. The position of sensor which were research (a-tangential position of sensor, b-perpendicular position of sensor, c-angular position of sensor)

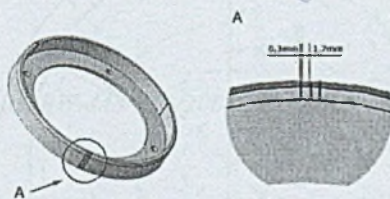
W efekcie uzyskano 18 kombinacji konstrukcji sondy. Tak duża ilość kombinacji wymagała stworzenia oznaczenia literowego dla każdego typu sondy. Pierwsza pozycja literowa oznacza typ zwory magnesów, druga położenie przetwornika, a trzecia pozycja literowo-liczbowa oznacza typ zastosowanych magnesów (jak podano w tab. 2).

Tabela 2

Rozpatrywane przypadki konstrukcyjne sondy

Rozstaw osi zwory magnesów	Położenie przetwornika sondy	Typ magnesów stałych
A – 17 mm	S - położenie styczne przetwornika do osi sondy	M1
B – 22 mm	P - położenie prostopadłe przetwornika do osi sondy	M2
	K - położenie pod kątem przetwornika do osi sondy	M3

Do oceny rozpatrywanych typów konstrukcyjnych sondy przygotowano stanowisko pomiarowe i wzorec pierścienia pomiarowego. Badanie przeprowadzono na modelu pierścienia ze stali St3 oraz z naciętymi po obwodzie szczelinami symulującymi wady (rys.3) [2].



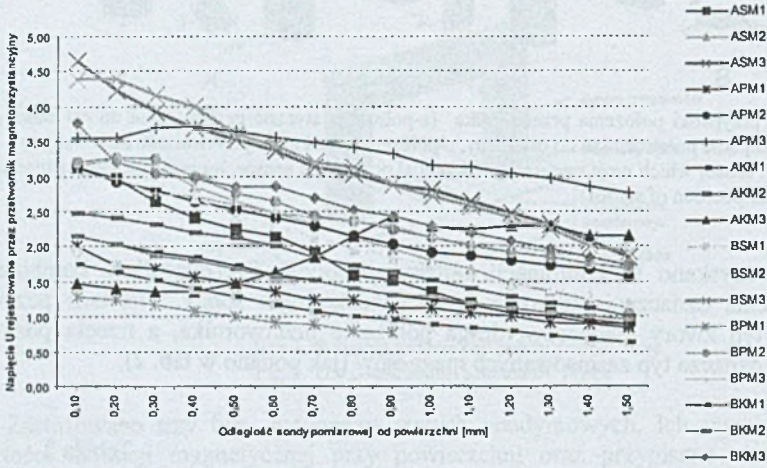
Rys.3. Pierścień pomiarowy z naciętymi po obwodzie szczelinami
 Fig.3. The model of steel disc with cracks

3. DETEKCJA WAD

Natężenie pola magnetycznego od defektu maleje wraz ze wzrostem odległości od badanego elementu. Najmniejsza odległość przetwornika od powierzchni wynosi 0,2-0,4mm.

Badanie czułości wykrywania wad wykonano dla odległości od 0,1mm do 1,5mm ze skokiem $\Delta=0,1\text{mm}$. Wartość napięcia wyjściowego U jest proporcjonalna do natężenia pola na powierzchni próbki i jest zależna od stopnia namagnesowania próbki.

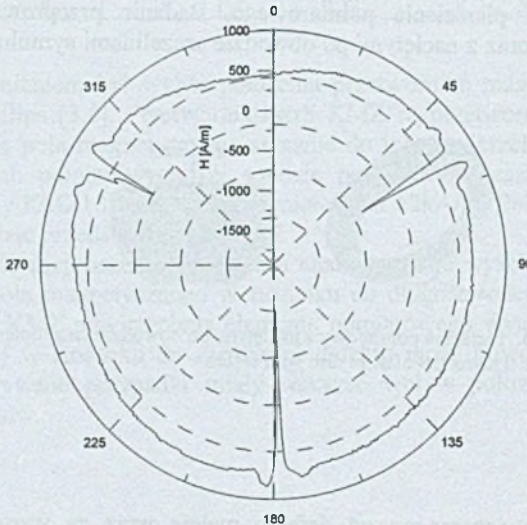
Na rysunku 4 przedstawiono zależność wartości szczytowej napięcia wyjściowego w funkcji odległości sondy pomiarowej od powierzchni próbki dla 18 konstrukcji sond pomiarowych.



Rys.4. Zależność wartości szczytowej napięcia wyjściowego w funkcji odległości sondy pomiarowej od powierzchni próbki

Fig.4. The dependence of sensor output voltage in function of distance between probe and testing surface

Czułość sondy pomiarowej w przypadku tych badań można zdefiniować jako stosunek przyrostu napięcia wyjściowego sondy od wady wzorcowej. Dalsze badania prowadzono dwoma typami sond, charakteryzującymi się największą czułością. Na rysunku 6 przedstawiono przykładowy zapis sygnału od defektów (rys.5) zarejestrowany przez sondę typu ASM3.



Rys.5. Zmiany natężenia pola magnetycznego po powierzchni wzorca pomiarowego
Fig.5. The change of magnetic field measured on the testing surface

Wnioski

Badania wykazały wpływ cech konstrukcyjnych na czułość sondy pomiarowej. Wartość amplitudy sygnału od wady dla przeprowadzonych badań zależy od położenia przetwornika sondy pomiarowej w stosunku do magnesów stałych, rodzaju użytych magnesów (pod względem energii magnesów) oraz dla każdego typu sondy wartość tej amplitudy zależy od odległości sondy pomiarowej od badanej powierzchni. Zwiększanie odległości sondy pomiarowej od badanej powierzchni powoduje zmniejszanie wartości skutecznej amplitudy sygnału od wady. Najlepszą czułość wykrywania defektów uzyskano dla stycznego położenia przetwornika w osi sondy oraz magnesów o największej indukcji magnetycznej

Literatura

1. Żurek Z. H.: Sonda pomiarowa defektoskopu magnetycznego. Zgłoszenie patentowe P 344 955, Politechnika Śląska, Gliwice 1999.
2. Janeczek T.: Diagnostyka elementów pojazdów szynowych z wykorzystaniem pola magnetycznego. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, s.Transport, z.48, Gliwice 2003.
3. Sitarz M., Żurek Z.H.: Zastosowanie przetworników magneto-rezystancyjnych w defektoskopii magnetycznej, 30 Krajowa Konferencja Badań Nieniszczących, Szczyrk 2001, str 127-134.
4. Philips: Katalog 2001.

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Paweł Piec

Abstract

The researches indicated influence of construction parameters of probe on the sensitivity finding defects. The best results on finding defects obtain for the probe with tangential position of magnetic sensor and with permanent magnets with highest magnetic induction. The distant between probe and testing surface has also influence on effective value of signal amplitude comes from defect.

Praca wykonana w ramach BW-443/RT4/2004.