

Ocenjevanje integritete površin iz časovnih zakasnitev napetostnih signalov magnetnega Barkhausnovega šuma

Pavel Žerovnik¹ – Dušan Fefer² – Janez Grum^{1,*}

¹ Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo, Slovenija

² Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko, Slovenija

V članku je predstavljena metoda vrednotenja napetostnih signalov magnetnega Barkhausnovega šuma, ki temelji na časovnih zakasnitvah napetostnih signalov glede na sinusoido magnetilnega toka.

Z metodo lahko primerjamo mikrostrukturo in mehanske lastnosti po hladni deformaciji in po toplotni obdelavi. Mikromagnetna metoda je zelo primerna tudi za neporušno testiranje jekel v različnih stanjih, kakor tudi za neporušno določanje zaostalih napetosti.

Fizikalno ozadje magnetne metode na osnovi Barkhausnovega šuma temelji na dejstvu, da vsak feromagnetni material pri magnetenju z določeno magnetilno frekvenco in magnetilnim tokom vsebuje majhna magnetna področja, imenovana magnetne domene. Med procesom magnetenja se premikajo stene magnetnih domen, kar povzroča sunkovito naraščanje gostote magnetnega pretoka. Z ustrežno senzorsko enoto lahko pri tem zajemamo inducirane napetostne sunke. Večino jekel uvrščamo med feromagnetne materiale, ki imajo različne mehanske lastnosti oziroma so izpostavljeni različnim zunanjim mehanskim vplivom. Omenjene spremembe vplivajo na intenzivnost in dinamiko nastajanja magnetnih domen, oziroma na premikanje sten magnetnih domen. Tako dobimo različne signale magnetnega Barkhausnovega šuma, ki so značilni za določen material oziroma za določeno stanje materiala.

Za uspešno raziskovalno delo pri analizi stanja materiala z obravnavano mikromagnetno metodo, kakor tudi za uspešno uvajanje te metode v avtomatizirano proizvodnjo, sta razen razvoja senzorske tehnike zelo pomembna tudi obdelava in vrednotenje zajetih napetostnih signalov. Razen izbire prave značilke, določene iz napetostnega signala, je treba postaviti tudi nivojske kriterije za oceno kakovosti oziroma stanja površine.

V prispevku so bile iz poteka napetostnega signala magnetnega Barkhausnovega šuma določene ovojnice, ki jih oblikujemo s pomočjo računalniškega programa. Za izris ovojnice je treba določiti začetek in konec signala, ki ga razdelimo na n enakih delov. Na vsakem n -tem delu nato določimo povprečno amplitudno vrednost napetostnih impulzov. Dobljene točke s pomočjo geometrične regresije popišejo ovojnico zajetega napetostnega signala. Najvišja točka na ovojnicu predstavlja osrednji del zajetega napetostnega signala. Časovne zamike smo določili in izmerili od točke, ki predstavlja presečišče sinusoide toka magnetenja z abscisno osjo in osrednjim delom zajetega napetostnega signala magnetnega Barkhausnovega šuma.

Primerjave časovnih zakasnitev napetostnih signalov so bile opravljene na poboljšanih vzorcih z visokim popuščanjem pri različnih temperaturah. Izbrani sta bili dve ravni temperatur visokega popuščanja, in sicer $\Delta T_1 = 10\text{ }^\circ\text{C}$ ter $\Delta T_2 = 25\text{ }^\circ\text{C}$. Majhne razlike v temperaturi popuščanja med dvema sosednjima vzorcema posledično vplivajo tudi na majhne razlike v doseženi trdoti materiala. S Studentovim t-testom je bila ocenjena zanesljivost napovedovanja trdote z izbrano metodo iz značilke napetostnega signala, to je časovne zakasnitve signala.

Primerjalni rezultati merjenja mikrotrdote po Vickersovi metodi in na osnovi časovnih zakasnitev magnetnega Barkhausnovega šuma so znotraj 16 enot po Vickersu. Test je potrdil, da je izbrana mikromagnetna metoda vrednotenja signalov zelo hitra, ponovljiva in zanesljiva, kar ustreza današnjim zahtevam v avtomatizirani proizvodnji.

Ključne besede: mikromagnetna metoda, Barkhausnov šum, časovna zakasnitev napetostnih signalov, trdota, Studentov t-test, zanesljivost