

Elektromagnetne neporušne preiskave: sedanjost in prihodnost

Raimond Grimberg

Nacionalni institut za raziskave in razvoj v tehnični fiziki, Iasi, Romunija

Elektromagnetne neporušne preiskave so se pojavile pred več kot 125 leti in so se iz "umetnosti" do danes razvile v priznano inženirsko disciplino. Podlaga za ta razvoj je bilo izpopolnjevanje teorije ustreznih pretvornikov in pripadajoče merilne elektronike na osnovi Maxwellovih enačb. Disciplina je spektakularen preboj doživela z razvojem računalništva.

V članku je predstavljen pregled teoretičnih principov, ki se začne z Maxwellovimi enačbami, definicijo standardne globine penetracije in razvojem vektorske valovne enačbe za električno polje v znanem delu in v delu prevodnega preizkušanca, kjer se nahaja napaka. Ta enačba je fundamentalna enačba neporušnih preiskav z vrtninčnimi tokovi in je načeloma rešljiva na dva načina: analitično in numerično. Med analitičnimi postopki bosta predstavljena Greenova funkcija in metoda integrala prostornine vira. Rezultat je Freedholmova integralska enačba drugega reda. Enačba nima natančne rešitve, zato je bil uporabljen postopek diskretizacije. Ena od najpogostejše uporabljenih metod je metoda momentov, ki integralsko enačbo pretvori v sistem algebraskih enačb. Diskretne celice morajo biti dovolj majhne, da je mogoče privzeti, da je polje v celotni celici mreže enako vrednosti polja v središču celice. V tem primeru je neznanka sistema algebraskih enačb električna prevodnost v celicah mreže.

Med numeričnimi metodami je predstavljena metoda končnih elementov. Aproksimacija zveznih problemov z metodo končnih elementov je razmeroma enostavna. Postopek vključuje naslednje korake: diskretizacija, aproksimacija, iskanje minimalne napake, rešitev algebrskega sistema enačb (linearnih in nelinearnih) ter naknadna obdelava podatkov. Z analitičnimi in numeričnimi postopki lahko napovedujemo odziv pretvornika na vrtnične tokove na napake. To je problem napovedovanja.

Obraten problem je vrednotenje značilnosti preizkušanca z napakami kot fizikalnega sistema na osnovi poznavanja elektromagnetnega polja v različnih točkah obdelovanca ter odziva naprav za merjenje vrtničnih tokov v istih točkah. Pretvorniki vrtničnih tokov morajo za pridobivanje informacij o napaki (geometrija, položaj itd.) odigrati dve vlogi: inducirati morajo vrtnične tokove v preiskovanem električno prevodnem materialu in poudariti morajo spremembe tokov zaradi degradacije materiala. V članku so predstavljene glavne vrste pretvornikov vrtničnih tokov in nekatere novosti kot so senzorska polja, vrteče se ploske tuljave in pretvorniki vrtničnih tokov z vrtečim se magnetnim poljem.

Največji vpliv na razvoj instrumentov je najverjetneje imel prihod mikroprocesorjev v sedemdesetih letih prejšnjega stoletja in razpoložljivost cenjenih analogno-digitalnih pretvornikov v zadnjih letih. Ni težko zaključiti, da bo spektakularen razvoj računskih in pomnilniških zmogljivosti tudi vnaprej vplival na to disciplino. Zelo verjetno je, da bo ta razvoj vplival tudi na način interpretacije podatkov, pridobljenih pri kontroli. Predpostavimo lahko, da bodo algoritmi za invertiranje postali sestavni del funkcij instrumentarija in da bo ocenjene profile napak celo možno uporabiti za izračun njihovega vpliva na strukturno integriteto preizkušanih komponent opreme.

Preiskave z vrtninčnimi tokovi so zahvaljujoč novim materialom in njihovim številnim aplikacijam postale zelo dinamična domena, ki se intenzivno razvija.

© 2011 Strojniški vestnik. Vse pravice pridržane.

Ključne besede: elektromagnetne neporušne preiskave, teorija, problem napovedovanja, obraten problem, pretvorniki vrtničnih tokov, razvoj računskih in pomnilniških zmogljivosti, pretvorba signala