T132414

บทคัดย่อ

หัวโพรบเอ็ดดีเคอร์เรนท์แบบดิฟเฟอเรนเชียลเป็นอุปกรณ์ตรวจวัดสิ่งบกพร่องในการทดสอบแบบไม่ทำลายของวัสดุนำไฟฟ้า หัวโพรบประกอบด้วยขดลวดสองขดซึ่งรับกระแสไฟฟ้าสลับในทิศทางตรงกันข้าม สนามแม่เหล็กไฟฟ้าของหัวโพรบจะเหนี่ยวนำกระแสเอ็ดดีเคอร์เรนท์ในท่อโลหะ เมื่อหัวโพรบเคลื่อนผ่านสิ่งบกพร่อง ทางเดินของกระแสเอ็ดดีเคอร์เรนท์จะเปลี่ยน ทำให้อิมพีแดนซ์ของแต่ละขดลวดเปลี่ยนไป ขนาดและมุมเฟสของสัญญาณอิมพีแดนซ์บนระนาบเชิงซ้อนจะบ่งบอกชนิดของสิ่งบกพร่อง

วิทยานิพนธ์นี้ศึกษาสนามแม่เหล็กไฟฟ้าและการเปลี่ยนแปลงค่าอิมพีแดนซ์ของหัวโพรบเอ็ดดีเคอร์เรนท์แบบดิฟเฟอเรนเชียลในท่อโลหะที่มีสิ่งบกพร่อง วิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ในระบบพิกัดทรงกระบอกจะเป็นหลักวิธีของการศึกษาและพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์บน MATLAB โดยศึกษาวิธีการสร้างสมการไฟไนต์เอลิเมนต์ด้วยค่าอินทิกรัลทั้งสามรูปแบบคือ แบบแม่นตรง, แบบประมาณค่าที่จุดศูนย์ถ่วง และแบบผสม (ใช้สองแบบแรกร่วมกัน) รวมถึงชนิดของเอลิเมนต์ทั้งแบบสามเหลี่ยมและแบบสี่เหลี่ยม ผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในกรณีของขดลวดในอากาศจะเปรียบเทียบกับสูตรคำนวณค่าอินดักซ์แตนซ์ของขดลวดในอากาศ และในกรณีของหัวโพรบเอ็ดดีเคอร์เรนท์แบบดิฟเฟอเรนเชียลจะเปรียบเทียบกับผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลองโดยอาศัยวิธีนอร์มอไลเซชั่น ผลที่ได้จากการทดลองและผลที่ได้จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์มีความสอดคล้องกัน แสดงถึงความน่าเชื่อถือของโปรแกรมคอมพิวเตอร์

TE132414

Abstract

A differential eddy current probe is a sensor which is used to detect the flaw in the nondestructive testing of conductive materials. The probe consists of two coils exited by sinusoidal current with opposite direction. The electromagnetic field of the probe induces eddy current in the conductive material. As the probe is moving across the flaw, the eddy current path is disturbed, causing the impedance of each coil to change. This impedance is transformed into a Lissajous pattern where the geometry of the defect can be determined from the size and orientation of the pattern.

The thesis studies the magnetic field and the changes in the impedance of the differential eddy current probe caused by flaws in conductive tubes. The finite element method in the cylindrical coordinate system is described in conjunction with the development of a MATLAB-based finite element simulation program. Three methods for the integral evaluation, namely exact evaluation, centroidal approximation and the hybrid evaluation (the combination of the two methods) are compared in the study. The simulation program is formulated with both triangular meshes and rectangular meshes. The effectiveness of the program is evaluated by comparing its results with the results obtained from the coil-in-air inductance formula. The simulation results for the differential eddy current probe are also compared with the experimental results from an existing probe inside a standard-defect test tube using the normalization method. The study clearly shows that simulation results and experimental results are in good agreement.