



ระบบการวัดกำลังอัลตราซาวด์ โดยวิธีการวัดแรงการแผ่รังสี

พจนาน ทาจัน

ปัจจุบันได้มีการนำคลื่นอัลตราซาวด์มาประยุกต์ใช้ร่วมกับงานในด้านต่างๆ มากมาย ทั้งทางอุตสาหกรรม ทางห้องปฏิบัติการ และทางการแพทย์ โดยอาศัยผลจากการทำปฏิกิริยาระหว่างคลื่นอัลตราซาวด์กับตัวกลางที่คลื่นเดินทางผ่าน ซึ่งเปรียบเหมือนเป็นการส่งผ่านพลังงานให้กับอนุภาคในตัวกลาง และส่งต่อไปยังอนุภาคข้างเคียง จึงทำให้เกิดการสั่นสะเทือนของอนุภาคของตัวกลาง ดังนั้นกำลังของคลื่นอัลตราซาวด์จึงมีความสำคัญมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในทางการแพทย์ที่อาจก่อให้เกิดอันตรายกับระบบทางชีวภาพในร่างกายของผู้ป่วยหากได้รับกำลังของคลื่นอัลตราซาวด์มากเกินไป และในทางกลับกันหากได้รับกำลังของคลื่นอัลตราซาวด์น้อยกว่าที่ตั้งไว้จะส่งผลให้ผลการวินิจฉัยผิดพลาดได้ การตรวจสอบเครื่องอัลตราซาวด์ จึงมีความจำเป็นที่ต้องทำการตรวจสอบกำลังของคลื่นอัลตราซาวด์

วัตถุประสงค์ในงานวิจัยนี้เพื่อศึกษาถึงระบบการวัดกำลังอัลตราซาวด์โดยวิธีการวัดแรงการแผ่รังสี ที่ช่วงความถี่ 0.5 MHz- 25 MHz ตามมาตรฐานอ้างอิง IEC 61161 โดยการนำเครื่องมือในห้องปฏิบัติการที่

ผ่านการสอบเทียบมาประยุกต์ใช้เพื่อสร้างเป็นเครื่องต้นแบบสำหรับการวัดกำลังอัลตราซาวด์บนพื้นฐานการวัดแรงการแผ่รังสี เพื่อเป็นแนวทางในการวิจัยและพัฒนา เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการวัดกำลังอัลตราซาวด์ให้ถูกต้อง และเพื่อรองรับหน่วยงานที่ต้องการทราบกำลังอัลตราซาวด์

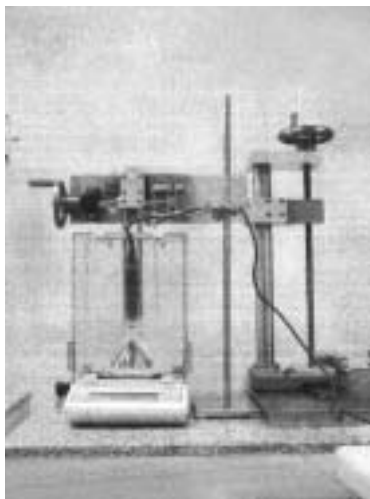
เทคนิคการวัดแรงการแผ่รังสีคลื่นอัลตราซาวด์

การวัดกำลังอัลตราซาวด์โดยใช้เทคนิคการวัดแรงการแผ่รังสี จะอ้างอิงค่าในรูปของกิโลกรัมแรง (kilogramforce) โดยใช้เครื่องมือที่มีในห้องปฏิบัติการนำมาประยุกต์ออกแบบสร้างเป็นเครื่องต้นแบบการวัดกำลังอัลตราซาวด์ ซึ่งอาศัยหลักการของแรงการแผ่รังสี (Radiation Force Balance) กล่าวคือเมื่อทรานสดิวเซอร์ปล่อยคลื่นอัลตราซาวด์เดินทางผ่านเข้าไปในน้ำซึ่งเป็นตัวกลางแรงดันคลื่นที่ตกกระทบบนเป้ารับจะสัมพันธ์กับพลังงานของคลื่นอัลตราซาวด์ที่ปล่อยออกมา โดยใช้เครื่องชั่งเป็นอุปกรณ์วัดแรงการแผ่รังสีคลื่นอัลตราซาวด์ เพื่อนำค่าที่อ่าน

ได้จากเครื่องชั่งมาคำนวณหาค่ากำลังอัลตราซาวด์ทั้งหมดของอัลตราซาวด์ทรานสดิวเซอร์ จึงนำไปสู่การออกแบบเครื่องต้นแบบวัดกำลังอัลตราซาวด์ โดยวิธีการวัดแรงการแผ่รังสี

การออกแบบระบบการวัด

การออกแบบระบบการวัดกำลังอัลตราซาวด์บนพื้นฐานการวัดแรงการแผ่รังสี โดยอ้างอิงค่าในรูปของ kilogramforce ซึ่งใช้เครื่องชั่งเพื่อชั่งแรงการแผ่รังสีคลื่นอัลตราซาวด์ โดยสิ่งที่ต้องพิจารณาในเบื้องต้นสำหรับการเลือกใช้เครื่องชั่งมี 2 ประการด้วยกันคือ ความละเอียด (resolution) และพิสัยสูงสุด (maximum capability) ของเครื่องชั่ง ซึ่งการกำหนดพิสัยสูงสุดของเครื่องชั่งจะพิจารณาจากน้ำหนักของอุปกรณ์ต่างๆ ที่ต้องนำมาวางบนเครื่องชั่ง ดังรูปที่ 1 ซึ่งแสดงรูปเครื่องต้นแบบ ดังนั้นน้ำหนักของวัสดุที่ต้องคำนวณมีดังต่อไปนี้คือ



รูปที่ 1 เครื่องต้นแบบ

กรวยเป่ารับแบบสะท้อน

การกำหนดขนาดกรวยเป่ารับเพื่อรับแรงการแผ่รังสีของคลื่นนั้น เส้นผ่าศูนย์กลางของกรวยเป่ารับต้องกว้างพอที่จะกั้นสนามอัลตราซาวด์ได้ทั้งหมด โดยออกแบบกรวยเป่ารับมีมุมยอดขนาดสูง 50 mm. และฐานกว้าง 80 mm ทำจากเหล็กสแตนเลส น้ำหนักประมาณ 0.92 kg

อ่างน้ำ

ใช้พลาสติกอะคริลิก ซึ่งเป็นพลาสติกใสทำอ่างน้ำ โดยอ่างน้ำมีน้ำหนักประมาณ 0.38 kg เมื่อรวมกับน้ำหนักของน้ำที่ใช้ในการทดสอบ มีน้ำหนักโดยประมาณ 1.02 kg เพราะฉะนั้นน้ำหนักโดยรวมทั้งหมดที่อยู่บนเครื่องชั่งก่อนการวัดแรงการแผ่รังสีคลื่นอัลตราซาวด์มีน้ำหนัก ประมาณ 1.94 kg

ดังนั้นเครื่องชั่งที่นำมาใช้งานวิจัยนี้ควรมีค่าพิกัดสูงสุดมากกว่า 2 kg ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้ใช้เครื่องชั่งที่มีค่าพิกัดสูงสุด 5.1 kg และความละเอียดของเครื่องชั่ง 0.001 g

ขายึดหัวโพรบทรานสดิวเซอร์อัลตราซาวด์

เพื่อยึดหัวโพรบทรานสดิวเซอร์อัลตราซาวด์ให้มั่นคง และตั้งฉากกับกรวยเป่ารับ โดยขายึดหัวโพรบทรานสดิวเซอร์อัลตราซาวด์ สามารถปรับได้ 3 แนว คือ ส่วนฐาน ส่วนยึดหัวโพรบทรานสดิวเซอร์อัลตราซาวด์ และการปรับระยะขึ้น-ลง ในแนวตั้ง

ผลการวัด

เทคนิคการวัดกำลังอัลตราซาวด์ โดยวิธีการวัดแรงการแผ่รังสีจะให้ค่าที่แม่นยำและเที่ยงตรงเท่าใดนั้น ขึ้นอยู่กับความละเอียดของเครื่องชั่ง การออกแบบกรวยเป่ารับ และตัวยึดหัวโพรบทรานสดิวเซอร์อัลตราซาวด์ ต้องมั่นคง ซึ่งความสามารถของเครื่องต้นแบบจะสามารถรองรับความต้องการในการวิเคราะห์ผลค่ากำลังอัลตราซาวด์ เพื่อลดการนำเข้าเครื่องมือวัด วิเคราะห์ทดสอบจากต่างประเทศ สำหรับเครื่องต้นแบบนี้สามารถวัดกำลังอัลตราซาวด์ได้ทั้งคลื่นต่อเนื่อง และคลื่นพัลส์ โดยหัวโพรบทรานสดิวเซอร์อัลตราซาวด์ ต้องมีผิวหน้าแบนราบรูปวงกลม และเส้นผ่าศูนย์กลางไม่เกิน 25 mm.

ความสามารถของเครื่องต้นแบบ

พิสัยกำลังการวัด ± 0.01 W to 35 W
ความละเอียด ± 0.01 W
ความแม่นยำ $\pm 2\%$
พิสัยการแสดงผล 1 Channel

ประโยชน์ที่ได้รับ

- สามารถสอบเทียบและทวนสอบกำลังทรานสดิวเซอร์อัลตราซาวด์ของเครื่องมือทั้งทางอุตสาหกรรม และทางการแพทย์
- ลดการนำเข้าเครื่องมือวัดวิเคราะห์ ทดสอบ จากต่างประเทศ
- เพื่อพัฒนาความสามารถของห้องปฏิบัติการในการวัดกำลังทรานสดิวเซอร์อัลตราซาวด์เพื่อรองรับการทดสอบและสอบเทียบสำหรับเครื่องอัลตราซาวด์
- เป็นแนวทางในการพัฒนาเพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการวัดกำลังอัลตราซาวด์ให้ถูกต้องมากยิ่งขึ้น เพื่อลดอิทธิพลที่จะส่งผลกระทบต่อค่ากำลังอัลตราซาวด์ให้น้อยลง ทำให้ได้ค่ากำลังอัลตราซาวด์ที่ถูกต้องมากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

International Electrotechnical Commission. Methods of measuring the performance of ultrasonic pulse-echo diagnostic an equipment. IEC 854. 1986.

_____. Ultrasonic power measurement in liquids in the frequency range 0.5 MHz to 25 MHz. IEC 61161. 1998.

