

ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม

ฉบับที่ ๔๖๓๗ (พ.ศ. ๒๕๕๗)

ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

พ.ศ. ๒๕๑๑

เรื่อง กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

การทดสอบโดยไม่ทำลาย - การทดสอบโดยวิธีอนุภาคแม่เหล็กสำหรับหม้อน้ำและภาชนะรับความดัน

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๑๕ แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. ๒๕๑๑ รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรมออกประกาศกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม การทดสอบโดยไม่ทำลาย - การทดสอบโดยวิธีอนุภาคแม่เหล็กสำหรับหม้อน้ำและภาชนะรับความดัน มาตรฐานเลขที่ มอก. 2609 - 2557 ไว้ ดังมีรายละเอียดต่อท้ายประกาศนี้

ทั้งนี้ ให้มีผลตั้งแต่วันที่ประกาศในราชกิจจานุเบกษาเป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ ๙ กรกฎาคม พ.ศ. ๒๕๕๗

วิฑูรย์ สิมะโชคดี

ปลัดกระทรวงอุตสาหกรรม ปฏิบัติราชการแทน

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

การทดสอบโดยไม่ทำลาย -

การทดสอบโดยวิธีอนุภาคแม่เหล็กสำหรับหม้อน้ำและ ภาชนะรับความดัน

1. ขอบข่าย

- 1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้กำหนดการทดสอบโดยไม่ทำลายโดยวิธีอนุภาคแม่เหล็กซึ่งใช้ทดสอบวัสดุ ผลิตภัณฑ์ หรือรอยเชื่อมเพื่อทดสอบหารอยร้าวและรอยความไม่ต่อเนื่องอื่นๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวหรือใต้ผิวเล็กน้อยของวัสดุเฟอร์โรแมกเนติก ความไวของการทดสอบจะสูงสุดสำหรับรอยความไม่ต่อเนื่องบนพื้นผิวและความไวของการทดสอบจะลดลงอย่างรวดเร็วเมื่อรอยความไม่ต่อเนื่องอยู่ลึกจากผิวมากขึ้น ประเภทของรอยความไม่ต่อเนื่องที่ทดสอบพบได้ด้วยวิธีการนี้ได้แก่รอยร้าว (crack) ผิวเกย (lap) รอยตะเข็บ (seam) รอยบรรจบ (cold shut) และการแยกเป็นชั้น (lamination)
- 1.2 การทดสอบโดยวิธีอนุภาคแม่เหล็กเกี่ยวข้องกับการเหนี่ยวนำพื้นที่ชิ้นงานที่จะทดสอบให้เป็นแม่เหล็กและการให้อนุภาคแม่เหล็กที่เป็นวัสดุเฟอร์โรแมกเนติกเป็นตัวกลางในการทดสอบ (examination's medium) ลงบนผิวชิ้นงาน อนุภาคแม่เหล็กรวมตัวเป็นรูปแบบบนผิวบริเวณที่ซึ่งรอยร้าวหรือรอยความไม่ต่อเนื่องอื่นๆ ทำให้เกิดการเบี่ยงเบนของสนามแม่เหล็กไปจากทิศทางปกติ รูปแบบของอนุภาคแม่เหล็กที่รวมตัวกันบ่งบอกลักษณะจำเพาะของประเภทของรอยความไม่ต่อเนื่องที่ทดสอบพบและไม่ว่าจะใช้เทคนิคใดๆ เพื่อสร้างเส้นแรงแม่เหล็กขึ้นในชิ้นงาน ความไวสูงสุดของการทดสอบจะเกิดกับรอยความไม่ต่อเนื่องรูปร่างยาว (linear discontinuity) ที่วางตัวตั้งฉากกับเส้นแรงแม่เหล็ก เพื่อให้การทดสอบมีประสิทธิภาพสูงสุดในการทดสอบหารอยความไม่ต่อเนื่องทุกๆ ประเภทต้องทดสอบพื้นที่ของชิ้นงานแต่ละพื้นที่อย่างน้อย 2 ครั้งโดยที่ทิศทางของเส้นแรงแม่เหล็กในการทดสอบครั้งที่สองตั้งฉากหรือตั้งฉากโดยประมาณกับทิศทางของเส้นแรงแม่เหล็กในการทดสอบครั้งแรก
- 1.3 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ครอบคลุมเฉพาะการทดสอบโดยไม่ทำลายที่ใช้สำหรับหม้อน้ำที่เป็นไปตามมาตรฐาน ASME 2007 section I และการทดสอบโดยไม่ทำลายที่ใช้สำหรับภาชนะรับความดัน ที่เป็นไปตามมาตรฐาน ASME 2007 section VIII division 1 และ ASME 2007 section VIII division 2

2. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้มีดังต่อไปนี้

- 2.1 การทดสอบโดยไม่ทำลาย (non-destructive testing) หมายถึงการพัฒนาและประยุกต์วิธีการทางเทคนิคทำการทดสอบวัสดุและ/หรือชิ้นส่วนเพื่อค้นหา ระบุตำแหน่ง วัด แปลผลและประเมินผลรอยความไม่ต่อเนื่องโดยไม่ทำให้การใช้ประโยชน์หรือการใช้งานในอนาคตลดน้อยลง
- 2.2 ความไว (sensitivity) หมายถึงระดับความสามารถของการทดสอบโดยไม่ทำลายในการตอบสนองต่อรอยความไม่ต่อเนื่องโดยการแสดงผลเป็นรอยบ่งชี้ ยิ่งความไวสูงขึ้นยิ่งมีความสามารถในการทดสอบพบรอยความไม่ต่อเนื่องที่มีขนาดเล็กลง
- 2.3 วัสดุเฟอร์โรแมกเนติก (ferromagnetic material) หมายถึงวัสดุที่อยู่ในสภาพที่มีประจุไฟฟ้าเป็นกลางที่สร้างให้มีแรงดึงดูดวัสดุอื่นๆ ได้ดี วัสดุกลุ่มนี้ได้แก่ เหล็ก โคบอลต์ นิกเกิลในการทดสอบโดยไม่ทำลายโดยวิธีอนุภาคแม่เหล็กนี้จะหมายถึงโลหะในกลุ่มเหล็กที่ทำให้เป็นแม่เหล็กได้ง่าย
- 2.4 ตัวแปรการทดสอบ หมายถึงองค์ประกอบที่มีผลต่อคุณภาพของการทดสอบโดยไม่ทำลายโดยวิธีอนุภาคแม่เหล็ก ได้แก่ สมบัติทางกายภาพของชิ้นงานที่ทดสอบ สภาพแวดล้อมในบริเวณที่ทำการทดสอบ เทคนิคและค่าทางไฟฟ้าที่ใช้ในการทดสอบ ทั้งนี้เป็นไปตามที่ระบุในตารางที่ 1
- 2.5 แสงมืด หรือ แบล็กไลต์ (black light) หมายถึงคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าซึ่งอยู่ในช่วงใกล้รังสีอัลตราไวโอเลต มีความยาวคลื่นตั้งแต่ 320 nm ถึง 400 nm
- 2.6 รอยความไม่ต่อเนื่อง (discontinuity) หมายถึงรอยแยกในเนื้อวัสดุ เช่น รอยร้าว รอยขีดข่วน รูพรุน ผิวเกย รอยที่เกิดจากการหลอมละลายไม่สมบูรณ์ของการเชื่อม
- 2.7 รอยบ่งชี้ (indication) หมายถึงรอยที่ปรากฏให้เห็นจากการดำเนินการทดสอบโดยไม่ทำลายโดยวิธีอนุภาคแม่เหล็กซึ่งในที่นี้คือการเรียงตัวของอนุภาคแม่เหล็กเป็นรูปร่างต่างๆเนื่องจากการรั่วของสนามแม่เหล็กจากรอยความไม่ต่อเนื่องที่ติดอนุภาคแม่เหล็กไว้ เช่น รูปร่างยาว รูปร่างกลม
- 2.8 รอยบกพร่อง (defect) หมายถึงรอยความไม่ต่อเนื่องรอยหนึ่งหรือกลุ่มหนึ่งที่เกินเกณฑ์การยอมรับที่กำหนด
- 2.9 รอยบ่งชี้ที่เกี่ยวข้อง (relevant indication) หมายถึงรอยบ่งชี้ที่เกิดการรวมตัวของอนุภาคแม่เหล็กที่รอยความไม่ต่อเนื่องและมีขนาดใหญ่กว่าค่าที่กำหนด รอยบ่งชี้ชนิดนี้ต้องนำมาประเมินผลการทดสอบ
- 2.10 รอยบ่งชี้ที่ไม่เกี่ยวข้อง (nonrelevant indication) หมายถึงรอยบ่งชี้ที่เกิดการรวมตัวของอนุภาคแม่เหล็กที่รอยความไม่ต่อเนื่องและมีขนาดเล็กกว่าค่าที่กำหนด รอยบ่งชี้ชนิดนี้ไม่นำมาประเมินผลการทดสอบ
- 2.11 รอยบ่งชี้หลอก (false indication) หมายถึงรอยบ่งชี้ที่ปรากฏเนื่องมาจากเหตุอื่นซึ่งไม่ใช่เกิดจากรอยความไม่ต่อเนื่อง

3. บุคลากร

- 3.1 ผู้ทดสอบต้องได้รับการรับรองในระดับ 1 ระดับ 2 หรือระดับ 3 ตาม มอก.9712 หรือตามมาตรฐานแห่งชาติอื่นที่เทียบเท่า
- 3.2 ผู้ตัดสินการประเมินผลการทดสอบต้องได้รับการรับรองในระดับ 2 ระดับ 3 ตาม มอก. 9712 หรือตามมาตรฐานแห่งชาติอื่นที่เทียบเท่า

4. การทดสอบ

4.1 ข้อกำหนดทั่วไป

4.1.1 เอกสารแสดงรายละเอียดขั้นตอนการทดสอบ

- 4.1.1.1 การทดสอบโดยวิธีอนุภาคแม่เหล็กให้ดำเนินการตามเอกสารขั้นตอนการทดสอบซึ่งอย่างน้อยที่สุดเอกสารขั้นตอนการทดสอบต้องประกอบด้วยรายการที่ระบุไว้ในตารางที่ 1 โดยต้องกำหนดตัวแปรการทดสอบของแต่ละรายการเพียงอย่างเดียว ถ้าเป็นตัวเลขให้เป็นค่าตัวเลขค่าเดียว (single value) หรือเป็นช่วงตามข้อกำหนดของแต่ละรายการ

ตารางที่ 1 ข้อกำหนดขั้นตอนทดสอบโดยวิธีอนุภาคแม่เหล็ก

(ข้อ 2.4 ข้อ 4.1.1.1 และ ข้อ 4.1.1.2)

รายการที่	ข้อกำหนด	ตัวแปรการทดสอบที่สำคัญ	ตัวแปรการทดสอบไม่สำคัญ
1	เทคนิคการเหนี่ยวนำสนามแม่เหล็ก	X	...
2	ชนิดของกระแสไฟฟ้าที่ใช้เหนี่ยวนำแม่เหล็กหรือปริมาณกระแสไฟฟ้าซึ่งอยู่นอกช่วงที่กำหนดไว้ในมาตรฐานนี้หรือนอกช่วงที่ได้ผ่านการรับรองแล้ว	X	...
3	การเตรียมพื้นผิว	X	...
4	อนุภาคแม่เหล็ก (เรืองแสง/ไม่เรืองแสงสีขนาดแห้ง/เปียก)	X	...
5	วิธีการให้อนุภาคแม่เหล็ก	X	...
6	วิธีการกำจัดอนุภาคแม่เหล็กส่วนเกิน	X	...
7	ความเข้มของแสงต่ำสุดที่พื้นผิวที่ทดสอบ	X	...
8	ความหนาของสีหรือสารเคลือบที่หนาเกินค่าที่ได้พิสูจน์ให้เห็นจริง	X	...
9	ความหนาของสารเคลือบพื้นผิวเพื่อเพิ่มความเด่นชัดชนิดที่ไม่เป็นแม่เหล็กเมื่อใช้งาน	X	...

ตารางที่ 1 ข้อกำหนดขั้นตอนทดสอบโดยวิธีอนุภาคแม่เหล็ก (ต่อ)

(ข้อ 2.4 ข้อ 4.1.1.1 และ ข้อ 4.1.1.2)

รายการที่	ข้อกำหนด	ตัวแปรการทดสอบที่สำคัญ	ตัวแปรการทดสอบไม่สำคัญ
10	การทดสอบเพื่อรับรองเอกสารขั้นตอนการทดสอบจากมาตรฐานอื่น	X	...
11	อุณหภูมิที่พื้นผิวของชิ้นงานที่อยู่นอกช่วงอุณหภูมิที่แนะนำโดยผู้ทำอนุภาคแม่เหล็กหรือที่อยู่นอกช่วงที่ได้ผ่านการการทดสอบเพื่อรับรองเอกสารขั้นตอนการทดสอบแล้ว	X	...
12	รูปร่างหรือขนาดของชิ้นงานที่ทดสอบ	...	X
13	เครื่องมือและอุปกรณ์ที่เป็นประเภทเดียวกัน	...	X
14	อุณหภูมิที่อยู่ภายในช่วงอุณหภูมิที่ระบุไว้โดยผู้ทำหรืออุณหภูมิที่ได้ผ่านการทดสอบเพื่อรับรองเอกสารขั้นตอนการทดสอบแล้ว	...	X
15	เทคนิคการลบความเป็นแม่เหล็ก	...	X
16	เทคนิคการทำความสะอาดภายหลังการทดสอบ	...	X
17	ข้อกำหนดคุณสมบัติของบุคลากร	...	X

หมายเหตุ 1. X หมายถึงเครื่องหมายระบุข้อกำหนดในแถวนั้นเป็นตัวแปรการทดสอบแบบใดตามสคมก

ตัวอย่าง รายการที่ 7 ความเข้มของแสงต่ำสุดที่พื้นผิวที่ทดสอบ

ข้อกำหนดนี้เป็นตัวแปรการทดสอบสำคัญ มีผลต่อคุณภาพการทดสอบ เช่น เมื่อทดสอบเพื่อรับรองการขั้นตอนการทดสอบโดยวิธีอนุภาคแม่เหล็กประเภทไม่เรืองแสง ตามข้อ 6.1.1 โดยวัดความเข้มของแสงที่พื้นผิวที่ทดสอบต่ำสุดเท่ากับ 1450 Lx ต้องทดสอบเพื่อรับรองขั้นตอนการทดสอบใหม่หากความเข้มของแสงที่พื้นผิวที่ทดสอบจริงต่ำกว่า 1450 Lx และไม่ว่าในกรณีใดๆ ความเข้มของแสงต่ำสุดที่พื้นผิวที่ทดสอบ ต้องไม่ต่ำกว่า 1000 Lx

หากทดสอบโดยวิธีอนุภาคแม่เหล็กประเภทเรืองแสง ตามข้อ 6.1.2 ให้ใช้ความเข้มของแสงแบล็กไลต์แทน

2. ... หมายถึงเครื่องหมายไม่เลือกในสคมกนั้น

ตัวอย่าง รายการที่ 17 ข้อกำหนดคุณสมบัติของบุคลากร

ข้อกำหนดนี้เป็นตัวแปรการทดสอบไม่สำคัญ เมื่อทดสอบเพื่อการรับรองขั้นตอนการทดสอบโดยบุคลากรระดับใดระดับหนึ่งแล้ว หากทดสอบจริงโดยบุคลากรระดับอื่นจะ ไม่มีผลให้ต้องทดสอบเพื่อรับรองขั้นตอนการทดสอบใหม่

4.1.1.2 การทดสอบเพื่อรับรองเอกสารขั้นตอนการทดสอบ

หากระบุให้ดำเนินการทดสอบเพื่อรับรองเอกสารขั้นตอนการทดสอบจากมาตรฐานอื่น การเปลี่ยนแปลงข้อกำหนดในตารางที่ 1 ที่ถือว่าเป็นตัวแปรการทดสอบสำคัญต้องดำเนินการทดสอบขั้นตอนการทดสอบใหม่โดยการพิสูจน์ให้เห็นจริง การเปลี่ยนแปลงความต้องการที่ถือเป็นตัวแปรการทดสอบไม่สำคัญไม่จำเป็นต้องดำเนินการรับรองเอกสารขั้นตอนการทดสอบใหม่ การเปลี่ยนแปลงทุกรายการของตัวแปรการทดสอบสำคัญหรือตัวแปรการทดสอบไม่สำคัญจากสิ่งที่กำหนดไว้ในเอกสารขั้นตอนทดสอบ เอกสารต้องได้รับการจัดทำใหม่หรือเพิ่มเติมแนบท้ายเอกสารขั้นตอนการทดสอบ

4.2 เครื่องมือและอุปกรณ์

การสร้างเส้นแรงแม่เหล็กในงานต้องใช่วิธีการ เครื่องมือและอุปกรณ์ที่เหมาะสม โดยให้ใช้เทคนิคที่ระบุและอธิบายไว้ในข้อ 4.4.1 เทคนิคใดเทคนิคหนึ่งหรือหลายๆเทคนิคก็ได้

4.2.1 วัสดุสำหรับการทดสอบ

อนุภาคแม่เหล็กเป็นวัสดุเฟอร์โรแมกเนติกที่ทำให้เป็นผงละเอียดสำหรับใช้ในการทดสอบ ต้องมีสมบัติดังต่อไปนี้

4.2.1.1 ประเภทของอนุภาคแม่เหล็ก

อนุภาคแม่เหล็กต้องเคลือบสี (สีเรืองแสง สีไม่เรืองแสงหรือทั้ง 2 ประเภท) เพื่อให้มองเห็นอนุภาคแม่เหล็กได้ง่าย มีสีตัดกับสีพื้นของพื้นผิวที่ทดสอบ

4.2.1.2 แบบของอนุภาคแม่เหล็ก

อนุภาคแม่เหล็กทั้งแบบแห้งและแบบเปียกรวมถึงของเหลวสำหรับอนุภาคแม่เหล็กแขวนลอยต้องมีสมบัติสอดคล้องกับมาตรฐานที่เป็นที่ยอมรับเช่น ASME Boiler and Pressure Vessel Code , Section V with Addenda ; SE - 709 หรือเทียบเท่า

4.2.1.3 จีดจำกัดของอนุภาคนิว

อนุภาคแม่เหล็กต้องใช้งานภายในช่วงจีดจำกัดของอนุภาคนิวที่กำหนดโดยผู้ทำอนุภาคแม่เหล็ก กรณีที่ใช้งานนอกช่วงจีดจำกัดของอนุภาคนิวที่ผู้ทำอนุภาคแม่เหล็กกำหนด ต้องพิสูจน์ให้เห็นจริงว่าขั้นตอนการทดสอบเป็นไปตามอนุภาคนิวทดสอบนอกช่วงจีดจำกัด

4.3 ขั้นตอนการทดสอบ

4.3.1 การเตรียมพื้นผิว

4.3.1.1 การเตรียมการ

- (1) ตามปกติการทดสอบจะได้ผลดีเมื่อพื้นผิวที่ถูกทดสอบอยู่ในสภาพผ่านกระบวนการเชื่อม การรีด การหล่อ หรือการทุบขึ้นรูป อย่างไรก็ตามการเตรียมพื้นผิวด้วยการเจียรไนหรือการกลึง อาจมีความจำเป็นถ้าความไม่สม่ำเสมอของพื้นผิวบดบังรอยบ่งชี้ของรอยความไม่ต่อเนื่อง

- (2) ก่อนเริ่มทดสอบโดยวิธีอนุภาคแม่เหล็ก ผิวทดสอบและบริเวณโดยรอบอย่างน้อย 25 mm ต้องแห้งและปราศจากสิ่งสกปรก ไข เส้นใย สนิม ฟลักซ์เชื่อม (welding flux) เม็ดโลหะ กระเด็น (spatter) น้ำมัน หรือวัสดุส่วนเกินอื่นๆที่รบกวนต่อการทดสอบ
- (3) ทำความสะอาดพื้นผิวโดยใช้ผงซักฟอก ตัวทำละลายอินทรีย์ (organic solvent) สารละลาย กำจัดสนิม (descaling solution) น้ำยาลอกสี การกำจัดด้วยไอสารเคมี (vapor degreasing) การพ่นทราย หรือวิธีการทำความสะอาดด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง (ultrasonic cleaning)
- (4) ถ้าพื้นผิวที่ทดสอบมีสีเคลือบอยู่ต้องพิสูจน์ให้เห็นจริงว่าเมื่อใช้เทคนิคการเหนี่ยวนำโดยใช้ โย้แม่เหล็กไฟฟ้าทดสอบต้องพบรอยความไม่ต่อเนื่องที่มีขนาดอย่างน้อยครึ่งหนึ่งของ ค่าที่ยอมรับได้ตามข้อกำหนดโดยใช้ผิวเคลือบที่มีความหนาที่วัดได้มากที่สุดของการเคลือบ ผิวนั้น

4.3.1.2 การเคลือบพื้นผิวที่ไม่มีสีเคลือบด้วยสารเคลือบผิวชนิดที่ไม่เป็นแม่เหล็กเพื่อเพิ่มความเด่นชัด เช่น สีขาว (white contrast) สำหรับปรับพื้นผิวงานกระทำได้โดยผู้ทดสอบ โดยให้มีการเคลือบใน ปริมาณที่เพียงพอต่อการเพิ่มความเด่นชัดเท่านั้นและต้องพิสูจน์ให้เห็นจริงว่าทดสอบพบรอยบ่งชี้ จากการเคลือบผิวนั้นโดยไม่จำเป็นต้องวัดความหนาของการเคลือบ

4.4 เทคนิค

4.4.1 เทคนิค

การทดสอบจะต้องใช้เทคนิคการเหนี่ยวนำแม่เหล็กเทคนิคใดเทคนิคหนึ่งหรือหลายเทคนิคจาก 5 เทคนิค ต่อไปนี้

- 4.4.1.1 เทคนิคการใช้ฟรีด (prod)
- 4.4.1.2 เทคนิคการเหนี่ยวนำแม่เหล็กตามแนวยาว (longitudinal magnetization)
- 4.4.1.3 เทคนิคการเหนี่ยวนำแม่เหล็กตามแนววงกลม (circular magnetization)
- 4.4.1.4 เทคนิคการใช้โย้ (yoke)
- 4.4.1.5 เทคนิคการเหนี่ยวนำแม่เหล็กหลายทิศทาง (multidirectional magnetization)

4.4.2 เทคนิคการใช้ฟรีด

4.4.2.1 ขั้นตอนการเหนี่ยวนำแม่เหล็ก

ทำโดยใช้ฟรีดไฟฟ้าประเภทเคลื่อนย้ายได้กดแน่นกับพื้นผิวในบริเวณที่ต้องการทดสอบใช้สวิตช์ ควบคุมเพื่อป้องกันการอาร์ก ซึ่งอาจติดตั้งไว้ในด้ามจับของฟรีดเพื่อปล่อยกระแสไฟฟ้าภายหลัง จากที่ฟรีดกดแน่นเรียบร้อยแล้ว

4.4.2.2 กระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำ

ต้องใช้ไฟฟ้ากระแสตรงหรือไฟฟ้ากระแสตรงที่ได้จากการแปลงไฟฟ้ากระแสสลับ (rectified) สำหรับชิ้นงานที่มีความหนาตั้งแต่ 19 mm ขึ้นไป ปริมาณกระแสไฟฟ้าต้องมีค่าไม่น้อยกว่า 4

A/mm แต่ไม่เกิน 5 A/mm ตามระยะห่างของขาพรีด สำหรับชิ้นงานที่มีความหนาไม่เกิน 19 mm ปริมาณกระแสไฟฟ้าต้องมีค่าในช่วง 3.6 A/mm ถึง 4.4 A/mm ตามระยะห่างของขาพรีด

4.4.2.3 ระยะห่างของขาพรีด

ต้องไม่เกิน 200 mm ระยะห่างของขาพรีดที่ใกล้กันมากขึ้นใช้ได้เพื่อให้เหมาะสมกับข้อจำกัดทางรูปทรงของชิ้นงานที่ถูกทดสอบหรือเพื่อเพิ่มความไวในการทดสอบทั้งนี้ตามปกติระยะห่างของขาพรีดที่ไม่เกิน 75 mm จะไม่เหมาะสมในทางปฏิบัติเนื่องจากเกิดการกระจุกตัวของอนุภาคแม่เหล็กเป็นแถบรอบๆ พรีด ส่วนปลายของพรีดต้องสะอาดและเรียบ ถ้าความต่างศักย์วงจรเปิด (open circuit voltage) ของแหล่งกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำมีค่าไม่น้อยกว่า 25 V แนะนำให้ใช้ขาพรีดที่ส่วนปลายทำมาจากตะกั่วเหล็กกล้าหรืออะลูมิเนียมแทนทองแดงเพื่อหลีกเลี่ยงการหลอมของทองแดงปนเข้ากับเนื้อชิ้นงาน

4.4.3 เทคนิคการเหนี่ยวนำแม่เหล็กตามแนวยาว

4.4.3.1 ขั้นตอนการเหนี่ยวนำแม่เหล็กตามแนวยาว

ทำโดยการปล่อยกระแสไฟฟ้าผ่านขดลวดแบบติดอยู่กับที่หลายวงหรือใช้สายเคเบิลพันไว้รอบชิ้นงานหรือส่วนของชิ้นงาน การเหนี่ยวนำจะสร้างสนามแม่เหล็กตามแนวยาวขนานกับแกนของขดลวด ถ้าใช้ขดลวดแบบติดอยู่กับที่หลายวงซึ่งพันไว้ล่วงหน้า ต้องนำชิ้นงานไปวางชิดกับด้านในของขดลวดระหว่างการทดสอบ การกระทำเช่นนี้มีความสำคัญมากโดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อช่องเปิดของขดลวดมีขนาดพื้นที่มากกว่า 10 เท่าของพื้นที่หน้าตัดชิ้นงาน

4.4.3.2 ความเข้มของสนามแม่เหล็ก

กระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำต้องใช้ไฟฟ้ากระแสตรงหรือไฟฟ้ากระแสตรงที่ได้จากการแปลงไฟฟ้ากระแสสลับเพื่อเหนี่ยวนำชิ้นงาน ความเข้มของสนามแม่เหล็กที่ต้องการต้องคำนวณจากความยาว (L) และเส้นผ่านศูนย์กลาง (D) ของชิ้นงานเป็นไปตามข้อ 4.4.3.2(1) และข้อ 4.4.3.2(2) หรือตามที่กำหนดไว้ในข้อ 4.4.3.2(3) และข้อ 4.4.3.2(4) ต้องทดสอบชิ้นงานที่ยาวเป็นช่วงๆ ช่วงละไม่เกิน 450 mm และต้องใช้ค่า 450 mm สำหรับค่า L ในการคำนวณหาความเข้มของสนามแม่เหล็กที่ต้องการสำหรับชิ้นงานที่ไม่ใช่ลักษณะทรงกระบอกต้องใช้ค่าเส้นทแยงมุมของหน้าตัดที่มีค่ามากที่สุดเป็นค่า D

- (1) ชิ้นงานที่มีอัตราส่วน L/D ไม่น้อยกว่าหรือเท่ากับ 4 ปริมาณกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำต้องมีค่าภายในช่วง $\pm 10\%$ ของค่าแอมแปร์รอบ (ampere - turns) ที่คำนวณจาก

$$\text{แอมแปร์รอบ} = \frac{35\,000}{\frac{L}{D} + 2}$$

ตัวอย่างเช่นชิ้นงานมีความยาว 250 mm และมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 mm มีค่าอัตราส่วน L/D เท่ากับ 5 ดังนั้น

$$\frac{35\,000}{\frac{L}{D} + 2} = 5\,000 \text{ แอมแปร์รอบ}$$

- (2) ชิ้นงานที่มีอัตราส่วน L/D ตั้งแต่ 2 แต่น้อยกว่า 4 ปริมาณกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำต้องมีค่าภายในช่วง $\pm 10\%$ ของค่าแอมแปร์รอบที่คำนวณจาก

$$\text{แอมแปร์รอบ} = \frac{45\,000}{\frac{L}{D}}$$

- (3) ชิ้นงานที่มีอัตราส่วน L/D น้อยกว่า 2 ใช้เทคนิคการเหนี่ยวนำแม่เหล็กตามแนวยาวด้วยขดลวดไม่ได้
- (4) ถ้าพื้นที่ที่ถูกเหนี่ยวนำมีส่วนที่ห่างจากจุดกึ่งกลางของขดลวดไปด้านใดด้านหนึ่งมากกว่า 225 mm ต้องพิสูจน์ความเข้มของสนามแม่เหล็กที่เพียงพอให้เห็นจริง ด้วยการใช้เครื่องบ่งชี้ความเข้มของสนามแม่เหล็ก (magnetic field indicator) หรือแผ่นรอยบกพร่องเทียม (artificial flaw shim) ตามข้อ 5.1.4.1(2)
- (5) ชิ้นงานขนาดใหญ่เนื่องจากขนาดและรูปทรงปริมาณกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำต้องมีค่าแอมแปร์รอบในช่วง 1 200 ถึง 4 500 ต้องพิสูจน์ความเข้มของสนามแม่เหล็กที่เพียงพอให้เห็นจริงด้วยการใช้แผ่นรอยบกพร่องเทียมหรืออุปกรณ์ทดสอบความเข้มของสนามแม่เหล็กที่มีรูปแปลเหลี่ยมตามข้อ 5.1.4.1(1) ห้ามใช้เกาส์มิเตอร์แบบหัววัดฮอลล์ (Hall-Effect probe gaussmeter) กับเทคนิคการเหนี่ยวนำแม่เหล็กตามแนวยาวด้วยขดลวด

4.4.3.3 กระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำ

ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ต้องใช้ในการเหนี่ยวนำให้มีความเข้มของสนามแม่เหล็กที่ต้องการ ให้คำนวณจากการหารค่าแอมแปร์รอบด้วยจำนวนรอบของขดลวดที่ได้มาตามขั้นตอนในข้อ 4.4.3.2(1) หรือข้อ 4.4.3.2(2) ดังต่อไปนี้

$$\text{แอมแปร์ (ตามมาตรวัด)} = \frac{\text{แอมแปร์รอบ}}{\text{จำนวนรอบ}}$$

ตัวอย่างเช่นถ้าใช้ขดลวดจำนวน 5 รอบและแอมแปร์รอบที่ต้องการมีค่า 5 000 แอมแปร์รอบ ที่หาได้จากข้อ 4.4.3.2(1)

กระแสไฟฟ้าที่ใช้

$$\frac{5\,000}{5} = 1\,000 \text{ แอมแปร์ } (\pm 10\%)$$

4.4.4 เทคนิคการเหนี่ยวนำแม่เหล็กตามแนววงกลม

4.4.4.1 เทคนิคการสัมผัสโดยตรง (direct contact technique)

(1) ขั้นตอนการเหนี่ยวนำแม่เหล็ก

การเหนี่ยวนำแม่เหล็กทำโดยการปล่อยกระแสไฟฟ้าผ่านชิ้นงาน การเหนี่ยวนำเช่นนี้สร้างสนามแม่เหล็กแนววงกลมที่ตัดฉากโดยประมาณกับทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้าในชิ้นงาน

(2) กระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำ

ต้องใช้ไฟฟ้ากระแสตรงหรือไฟฟ้ากระแสตรงที่ได้จากการแปลงไฟฟ้ากระแสสลับแบบครึ่งคลื่น (half-wave rectified) หรือเป็นไฟฟ้ากระแสตรงที่ได้จากการแปลงไฟฟ้ากระแสสลับแบบเต็มคลื่น (full-wave rectified)

(2.1) ปริมาณกระแสไฟฟ้าต้องมีค่าในช่วง 12 A/mm ถึง 31 A/mm ตามขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกของชิ้นงาน

(2.2) ชิ้นงานที่มีรูปทรงที่ไม่เป็นหน้าตัดรูปวงกลมต้องใช้ค่าเส้นทแยงมุมของหน้าตัดที่มีค่ามากที่สุดที่อยู่ในระนาบตั้งฉากกับทิศทางที่กระแสไฟฟ้าไหลแทนค่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ใช้ในข้อ 4.4.4.1(2.1)

(2.3) ถ้าปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ต้องการสำหรับข้อ 4.4.4.1(2.1) จัดหาไม่ได้ต้องใช้ปริมาณกระแสไฟฟ้าสูงสุดที่จัดหาได้และต้องพิสูจน์ความเข้มของสนามแม่เหล็กที่ให้เห็นจริงตามข้อ 5.1.4

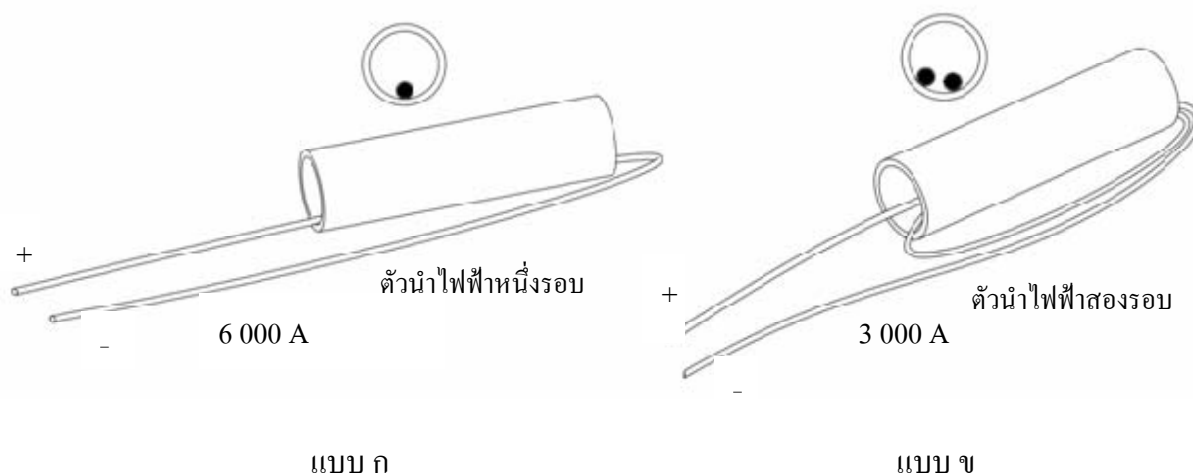
4.4.4.2 เทคนิคการใช้ตัวนำไฟฟ้าตรงกลาง (central conductor technique)

(1) ขั้นตอนการเหนี่ยวนำแม่เหล็ก

เทคนิคการใช้ตัวนำไฟฟ้าตรงกลางใช้งานเพื่อทดสอบพื้นผิวภายในของชิ้นงานรูปทรงกระบอกหรือรูปทรงวงแหวนและอาจใช้ทดสอบพื้นผิวด้านนอกของชิ้นงานลักษณะดังกล่าวได้ด้วยเมื่อทดสอบชิ้นงานทรงกระบอกขนาดใหญ่ต้องวางตัวนำไว้ใกล้กับพื้นผิวด้านในของชิ้นงานทรงกระบอกเมื่อตัวนำไม่อยู่ตรงกลางชิ้นงานทรงกระบอกส่วนต่างๆ ของทรงกระบอกตามแนวเส้นรอบวงต้องทดสอบเป็นช่วงๆ การวัดความเข้มของสนามแม่เหล็กต้องทำให้สอดคล้องตามข้อ 5.1.4 เพื่อพิจารณากำหนดขอบเขตตามแนวส่วนโค้งซึ่งทดสอบได้สำหรับแต่ละตำแหน่งของการวางตัวนำไฟฟ้าหรือต้องดำเนินการตามข้อกำหนดในข้อ 4.4.4.2(3) แท่งตัวนำหรือสายเคเบิลไฟฟ้าสอดผ่านรูของชิ้นงานทรงกระบอกใช้เพื่อเหนี่ยวนำสนามแม่เหล็กตามแนววงกลม

(2) กระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำ

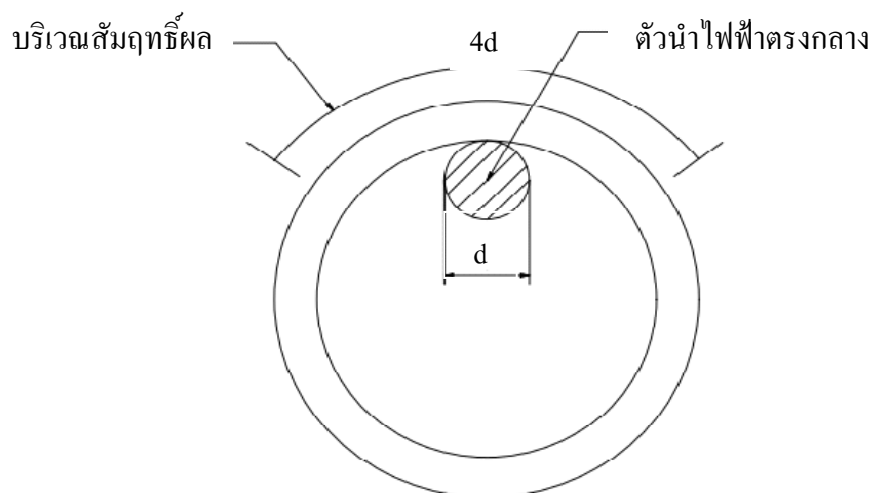
ความเข้มของสนามแม่เหล็กต้องมีค่าเท่ากับที่กำหนดในข้อ 4.4.4.1(2) สำหรับการนำไฟฟ้าหนึ่งรอบความเข้มสนามแม่เหล็กมีค่าเพิ่มขึ้นเป็นสัดส่วนกับจำนวนรอบที่สายเคเบิลตัวนำไฟฟ้าตรงกลางพาดผ่านชิ้นงานทรงกระบอกตัวอย่างเช่นหากใช้กระแสไฟฟ้า 6000 A เพื่อทดสอบชิ้นงานโดยใช้ตัวนำไฟฟ้าตรงกลาง 1 รอบ (แบบ ก) ต้องใช้กระแสไฟฟ้า 3000 A เมื่อใช้ตัวนำไฟฟ้าตรงกลาง 2 รอบ (แบบ ข) ดังรูปที่ 1 และต้องใช้กระแสไฟฟ้า 1200 A เมื่อใช้ตัวนำไฟฟ้าตรงกลาง 5 รอบการใช้เทคนิคตัวนำไฟฟ้าตรงกลางต้องพิสูจน์ความเข้มของสนามแม่เหล็กที่เพียงพอให้เห็นจริงด้วยการใช้อุปกรณ์ทดสอบความเข้มของสนามแม่เหล็ก (magnetic particle field indicator) สอดคล้องกับข้อ 5.1.4.1(1)



รูปที่ 1 เทคนิคตัวนำไฟฟ้าตรงกลาง
(ข้อ 4.4.4.2(2))

(3) ตัวนำไฟฟ้าตรงกลางเยื้องศูนย์กลาง

เมื่อวางตัวนำไฟฟ้าตรงกลางเยื้องศูนย์กลางพาดผ่านด้านในของชิ้นงานโดยใช้ติดกับผนังด้านในของชิ้นงาน ต้องใช้ปริมาณกระแสไฟฟ้าตามที่กำหนดในข้อ 4.4.4.1(2.1) โดยที่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ใช้สำหรับการคำนวณปริมาณกระแสไฟฟ้าต้องใช้ผลรวมของเส้นผ่านศูนย์กลางของตัวนำไฟฟ้าตรงกลางกับ 2 เท่าของความหนาของผนัง ระยะทางตามแนวเส้นรอบวงด้านนอกของชิ้นงานที่เหนี่ยวนำอย่างเพียงพอเท่ากับ 4 เท่าของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของตัวนำไฟฟ้าตรงกลางดังรูปที่ 2 ชิ้นงานทรงกระบอกทั้งหมดต้องทดสอบโดยการหมุนชิ้นงานบนตัวนำไฟฟ้าโดยให้สนามแม่เหล็กในการทดสอบแต่ละครั้งซ้อนทับ (over lap) กันประมาณ 10%



รูปที่ 2 บริเวณที่สัมฤทธิ์ผลของการทดสอบเมื่อใช้ตัวนำไฟฟ้าตรงกลาง
(ข้อ 4.4.4.2(3))

4.4.5 เทคนิคการใช้โยก (yoke)

4.4.5.1 การใช้โยก

ต้องใช้เพื่อทดสอบหารอยความไม่ต่อเนื่องที่เป็ดถึงผิวของชิ้นงานเท่านั้น

4.4.5.2 ขั้นตอนการเหนี่ยวนำแม่เหล็ก

ทำโดยใช้โยกแม่เหล็กไฟฟ้าแบบไฟฟ้ากระแสสลับแบบไฟฟ้ากระแสตรงหรือโยกแม่เหล็กถาวร

4.4.6 เทคนิคการเหนี่ยวนำแม่เหล็กหลายทิศทาง

4.4.6.1 ขั้นตอนการเหนี่ยวนำแม่เหล็ก

ทำโดยใช้เครื่องจ่ายพลังงานชนิดกระแสสูง (high amperage power packs) ซึ่งทำงานโดยมีวงจรจ่ายไฟฟ้าเหนี่ยวนำอาจมากถึง 3 วงจร เพื่อเหนี่ยวนำแม่เหล็ก 3 ทิศทาง ซึ่งกระตุ้นแต่ละวงจรให้ทำงานที่ละทิศทางตามลำดับ ผลลัพธ์ของกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำแม่เหล็กแบบที่สลับกันทำงานอย่างรวดเร็วทำให้เกิดการเหนี่ยวนำแม่เหล็กของชิ้นงานในหลายทิศทาง การเหนี่ยวนำแม่เหล็กตามแนวยาวหรือตามแนววงกลมสามารถใช้ร่วมกันโดยใช้เทคนิคการเหนี่ยวนำต่างๆตามข้อ 4.4.3 และข้อ 4.4.4

4.4.6.2 ความเข้มของสนามแม่เหล็ก

กระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำต้องใช้ไฟฟ้ากระแสตรงที่ได้จากการแปลงไฟฟ้ากระแสสลับแบบเต็มคลื่นชนิด 3 เฟสเท่านั้น ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ใช้เหนี่ยวนำแม่เหล็กเบื้องต้นสำหรับแต่ละวงจรต้องกำหนดโดยการใช้ข้อเสนอแนะที่อธิบายไว้ในข้อ 4.4.3 และข้อ 4.4.4 ต้องพิสูจน์ความเข้มของสนามแม่เหล็กที่เพียงพอให้เห็นจริงด้วยการใช้แผ่นรอยบกพร่องเทียมหรืออุปกรณ์ทดสอบความเข้มของสนามแม่เหล็กสอดคล้องกับข้อ 5.1.4 ห้ามใช้เกาส์มิเตอร์แบบหัววัดฮอลล์วัดความเพียงพอของสนามแม่เหล็กสำหรับเทคนิคการเหนี่ยวนำหลายทิศทางสนามแม่เหล็กที่มีความเข้มเพียงพอ

ต้องมีการเหนี่ยวนำอย่างน้อยใน 2 ทิศทางในแนวตั้งฉากกันและความเข้มของสนามแม่เหล็กต้องสมดุลมีความเข้มในแต่ละทิศทางเท่ากัน

ในกรณีที่พิสูจน์ความเข้มของสนามแม่เหล็กที่เพียงพอให้เห็นจริงไม่ได้ต้องนำเทคนิคการเหนี่ยวนำแม่เหล็กอื่นๆเพิ่มเติมมาใช้เพื่อให้เหนี่ยวนำแม่เหล็กได้เพียงพอใน 2 ทิศทาง

4.4.7 วิธีทดสอบ

4.4.7.1 การทดสอบเบื้องต้น

ก่อนที่จะทดสอบต้องตรวจสอบผิวที่ทดสอบเพื่อหารอยความไม่ต่อเนื่องที่เปิดเผยผิวที่ไม่ดีจุดและขีดอนุภาคแม่เหล็กไว้ได้เนื่องจากความกว้างของรอยความไม่ต่อเนื่องนั้นๆ

4.4.7.2 ทิศทางของการเหนี่ยวนำแม่เหล็ก

แต่ละพื้นที่ต้องได้รับการทดสอบอย่างน้อย 2 ครั้ง ไม่พร้อมกัน โดยที่การทดสอบครั้งที่สองต้องมีทิศทางของเส้นแรงแม่เหล็กตั้งฉากกับทิศทางของเส้นแรงแม่เหล็กที่ใช้ในการทดสอบครั้งแรก โดยประมาณ โดยอาจนำเทคนิคการเหนี่ยวนำแม่เหล็กที่แตกต่างกัน นำมาใช้ในการทดสอบครั้งที่สอง

4.4.7.3 วิธีการทดสอบ

อนุภาคแม่เหล็กที่ใช้เป็นตัวกลางในการทดสอบเป็นได้ทั้งประเภทเรืองแสงหรือประเภทไม่เรืองแสงและเป็นได้ทั้งแบบแห้งหรือแบบเปียกสลับกันการทดสอบโดยวิธีอนุภาคแม่เหล็กต้องทำโดยวิธีแบบต่อเนื่อง (continuous method)

(1) อนุภาคแม่เหล็กแบบแห้ง

ผงกระแสป่นไฟฟ้าที่ใช้เหนี่ยวนำแม่เหล็กไว้ในขณะที่โรยหรือพ่นแม่เหล็กแบบแห้งลงบนชิ้นงานและในขณะที่กำจัดอนุภาคแม่เหล็กส่วนเกินสำหรับการทดสอบออกไป

(2) อนุภาคแม่เหล็กแบบเปียก

ปล่อยกระแสป่นไฟฟ้าที่ใช้เหนี่ยวนำแม่เหล็กภายหลังจากที่ให้อนุภาคแม่เหล็กลงบนชิ้นงานและหยุดการให้อนุภาคแม่เหล็กแบบไหลเมื่อปล่อยกระแสป่นไฟฟ้า

การให้อนุภาคแม่เหล็กแบบเปียกโดยการพ่นสามารถให้ได้ทั้งก่อนหรือขณะปล่อยกระแสป่นไฟฟ้าที่เหนี่ยวนำแม่เหล็กถ้าไม่ได้ให้โดยตรงบนพื้นที่ทดสอบแต่ปล่อยให้ไหลบนพื้นที่ทดสอบหรือให้โดยตรงบนพื้นที่ทดสอบด้วยความเร็วต่ำที่เพียงพอ ต้องไม่ทำให้อนุภาคแม่เหล็กที่สะสมอยู่ไหลออกไป

4.4.7.4 ความครอบคลุมของการทดสอบ

การทดสอบทุกครั้งต้องทำบนพื้นที่ที่มีสนามแม่เหล็กซ้อนทับกันเพื่อให้มั่นใจว่าครอบคลุมพื้นที่ 100 % โดยมีความไวของการทดสอบตามข้อ 5.1.4

4.4.7.5 ไฟฟ้ากระแสตรงจากการแปลงไฟฟ้ากระแสสลับ

- (1) เมื่อต้องการใช้ไฟฟ้ากระแสตรงให้แปลงจากไฟฟ้ากระแสสลับได้กระแสไฟฟ้ากระแสตรงจากการแปลงจากไฟฟ้ากระแสสลับสำหรับการเหนี่ยวนำแม่เหล็กใช้ได้ทั้งกระแสไฟฟ้า 3 เฟส (แปลงแบบเต็มคลื่น) หรือเป็นกระแสไฟฟ้าเฟสเดียว (แปลงแบบครึ่งคลื่น)
- (2) ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ต้องการใช้สำหรับไฟฟ้ากระแสตรงจากการแปลงไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสแปลงแบบเต็มคลื่นต้องตรวจพิสูจน์โดยการวัดค่าเฉลี่ยของกระแสไฟฟ้า
- (3) ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ต้องการใช้สำหรับไฟฟ้ากระแสตรงจากการแปลงไฟฟ้ากระแสสลับเฟสเดียวแปลงแบบครึ่งคลื่นต้องตรวจพิสูจน์โดยการวัดค่าเฉลี่ยของกระแสไฟฟ้าขาออกในช่วงครึ่งวัฏจักรที่ปล่อยกระแสไฟฟ้าเท่านั้น
- (4) เมื่อวัดปริมาณกระแสไฟฟ้าแปลงแบบครึ่งคลื่นด้วยเครื่องวัดทดสอบไฟฟ้ากระแสตรงค่าที่อ่านได้ต้องคูณด้วย 2

4.4.7.6 การกำจัดอนุภาคแม่เหล็กส่วนเกิน

ส่วนเกินของการสะสมตัวของอนุภาคแม่เหล็กแบบแห้งต้องกำจัดโดยใช้ลมเบาๆจากหลอดเป่าหรือหลอดดูดหรือแหล่งเป่าลมแห้งที่มีความดันต่ำกระแสไฟฟ้าหรือพลังงานที่ใช้ในการเหนี่ยวนำแม่เหล็กต้องคงไว้ในขณะที่กำจัดอนุภาคแม่เหล็กส่วนเกิน

4.4.7.7 การลบความเป็นแม่เหล็ก

เมื่อความเป็นแม่เหล็กตกค้างอยู่ในชิ้นงานอาจรบกวนกระบวนการผลิตชิ้นงานหรือการใช้งานของชิ้นงานในช่วงต่อไป ชิ้นงานต้องลบความเป็นแม่เหล็กทุกครั้งเมื่อเสร็จสิ้นการทดสอบ

4.4.7.8 การทำความสะอาดภายหลังการทดสอบ

เมื่อต้องการทำความสะอาดภายหลังการทดสอบควรกระทำโดยเร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้โดยใช้กระบวนการที่ไม่สร้างความเสียหายต่อชิ้นงาน

5. การควบคุมคุณภาพการทดสอบ

5.1 การสอบเทียบ

5.1.1 ความถี่ของการสอบเทียบ

5.1.1.1 เครื่องมือและอุปกรณ์เหนี่ยวนำแม่เหล็ก

(1) ความถี่ในการสอบเทียบ

เครื่องมือและอุปกรณ์เหนี่ยวนำสนามแม่เหล็กที่มีแอมมิเตอร์ต้องสอบเทียบอย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง หรือเมื่อเครื่องมือและอุปกรณ์ได้รับการซ่อมแซมใหญ่ทางไฟฟ้า การซ่อมบำรุงตามระยะเวลา หรือได้รับความเสียหาย ถ้าเครื่องมือและอุปกรณ์ไม่ถูกใช้งานเป็นระยะเวลา มากกว่า 1 ปี ต้องสอบเทียบก่อนการใช้งานครั้งแรก

(2) ขั้นตอนการสอบเทียบ

เครื่องวัดประจำเครื่องต้องได้รับการพิสูจน์ความแม่นยำเป็นประจำทุกปีโดยใช้เครื่องมือที่สอบเทียบตามมาตรฐานแห่งชาติการอ่านค่าเพื่อเปรียบเทียบต้องทำอย่างน้อย 3 ค่าของปริมาณกระแสไฟฟ้าที่แตกต่างกันครอบคลุมภายในช่วงที่ใช้งาน

(3) ความคลาดเคลื่อน

ค่าความคลาดเคลื่อนของเครื่องวัดประจำเครื่องต้องเบี่ยงเบนไม่เกิน $\pm 10\%$ ของค่าสูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับค่ากระแสไฟฟ้าจริงที่แสดงโดยเครื่องวัดทดสอบ

5.1.1.2 เครื่องวัดแสง (light meters)

เครื่องวัดแสงทั้งแบบมาตรวัดแสงสว่าง (visible light) และแบบแบล็กไลต์ต้องได้รับการสอบเทียบอย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง หรือเมื่อเครื่องวัดแสงได้รับการซ่อมแซม ถ้าเครื่องวัดแสงไม่ใช้งานเป็นระยะเวลามากกว่า 1 ปี ต้องสอบเทียบก่อนการใช้งานครั้งแรก

5.1.2 แรงยกของโย้ก

5.1.2.1 ความสามารถในการเหินย่นแม่เหล็กของโย้ก แม่เหล็กไฟฟ้าต้องทดสอบภายใน 1 ปีก่อนการใช้งาน ความสามารถในการเหินย่นสนามแม่เหล็กของโย้กแม่เหล็กถาวรต้องทดสอบทุกวันก่อนใช้งาน ความสามารถในการเหินย่นของโย้กทุกเครื่องต้องทดสอบเมื่อโย้กได้รับความเสียหายหรือถูกซ่อมแซม

5.1.2.2 โย้กแม่เหล็กไฟฟ้าแบบไฟฟ้ากระแสสลับต้องมีแรงยกค้ำน้ำหนักไม่น้อยกว่า 4.5 kg ที่ระยะห่างของขั้วโย้กมากที่สุดที่ใช้งาน

5.1.2.3 โย้กแม่เหล็กไฟฟ้าแบบไฟฟ้ากระแสตรงหรือโย้กแม่เหล็กถาวรต้องมีแรงยกไม่น้อยกว่า 18 kg ที่ระยะห่างของขั้วโย้กมากที่สุดที่ใช้งาน

5.1.2.4 ค้ำน้ำหนักแต่ละก้อนต้องชั่งด้วยเครื่องชั่งที่ทำโดยผู้ทำที่เชื่อถือได้และทำเครื่องหมาย น้ำหนักกำกับไว้ก่อนการใช้งานครั้งแรก ค้ำน้ำหนักต้องทดสอบใหม่เมื่อค้ำน้ำหนักเสียหายในลักษณะที่ทำให้เกิดการสูญเสียเนื้อวัสดุ

5.1.3 เกาส์มิเตอร์

เกาส์มิเตอร์แบบหัววัดสอดลิ่มที่ใช้เพื่อทดสอบความเข้มของสนามแม่เหล็กสอดคล้องตามข้อ 4.4.4 ต้องสอบเทียบอย่างน้อยปีละ 1 ครั้งหรือเมื่อซ่อมแซมใหญ่การซ่อมบำรุงตามระยะเวลาหรือได้รับความเสียหายถ้าไม่ใช้งานเป็นระยะเวลามากกว่า 1 ปี ต้องสอบเทียบก่อนการใช้งานครั้งแรก

5.1.4 ความเพียงพอและทิศทางของสนามแม่เหล็ก

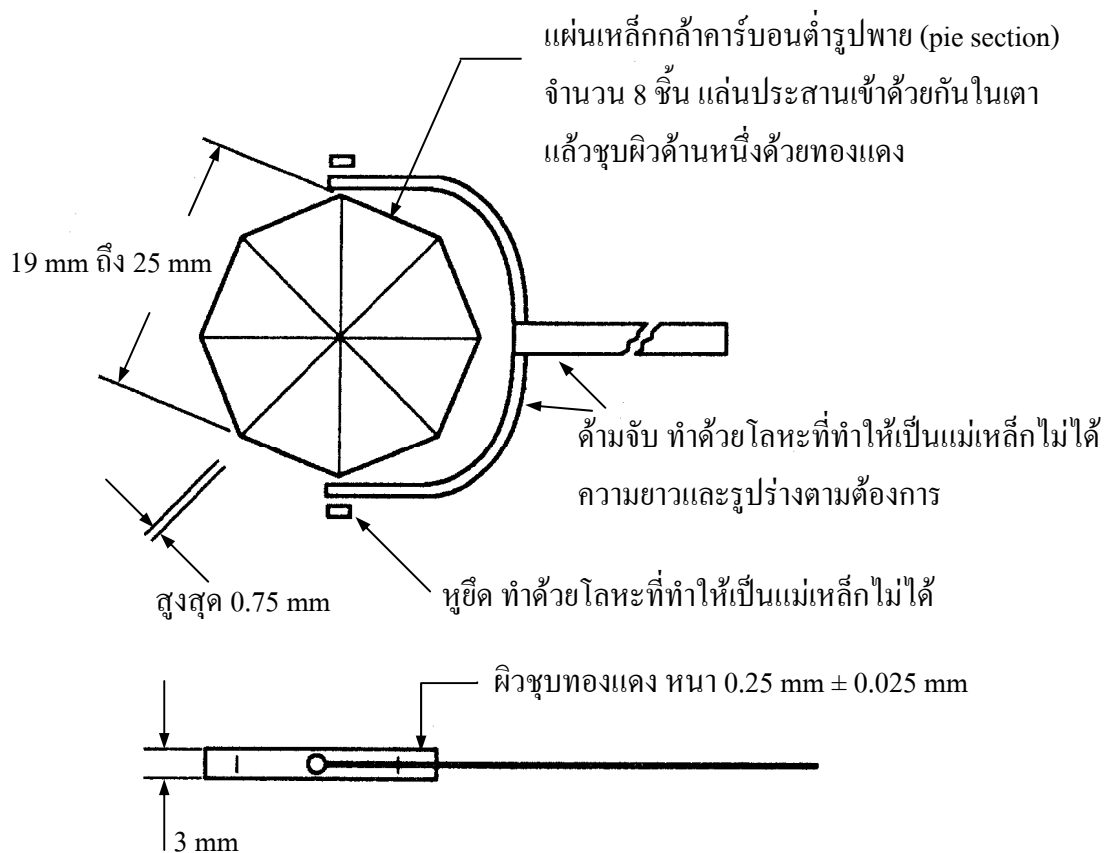
5.1.4.1 ความเพียงพอของสนามแม่เหล็ก

สนามแม่เหล็กที่ใช้ทดสอบต้องมีความเข้มเพียงพอที่ทำให้เกิดรอยบ่งชี้ที่ชัดเจนแต่ต้องไม่มากเกินไปจนกระทั่งทำให้บดบังรอยบ่งชี้ที่เกี่ยวข้อง เนื่องจากคุณสมบัติที่สำคัญของอนุภาคแม่เหล็ก องค์ประกอบที่มีผลต่อความเข้มของสนามแม่เหล็กที่ต้องการได้แก่ ขนาด รูปทรง และการยอมให้เส้นแรงแม่เหล็กซึมผ่านชิ้นงานได้ (material permeability) เทคนิคการเหินย่น

แม่เหล็กการเคลือบผิว วิธีการให้อนุภาคแม่เหล็ก ชนิดและตำแหน่งของรอยความไม่ต่อเนื่องที่ต้องทดสอบหา เมื่อมีความจำเป็นที่ต้องพิสูจน์ความเพียงพอของความเข้มของสนามแม่เหล็กให้ตรวจสอบ พิสูจน์ด้วยการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์วัดความพอเพียงของสนามแม่เหล็กด้วยวิธีใดวิธีหนึ่งดังต่อไปนี้

- (1) อุปกรณ์ทดสอบความเข้มของสนามแม่เหล็กรูปพายแปดเหลี่ยม (pie-shaped magnetic particle field indicator)

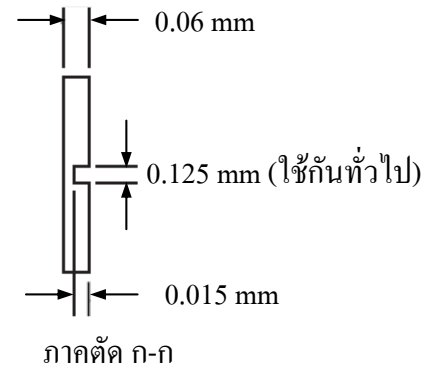
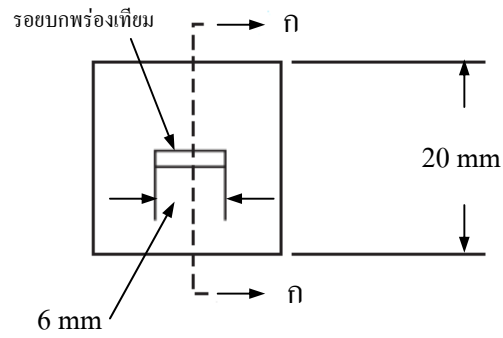
อุปกรณ์ทดสอบความเข้มสนามแม่เหล็กดังรูปที่ 3 ต้องวางไว้บนพื้นผิวที่ถูกทดสอบในลักษณะซึ่งด้านที่ชุบทองแดงอยู่ห่างจากพื้นผิวที่ทดสอบ ความเข้มของสนามแม่เหล็กที่เหมาะสมบ่งชี้ให้ทราบเมื่อเห็นเส้นที่ชัดเจนของอนุภาคแม่เหล็ก 1 เส้น หรือหลายๆเส้น พาดผ่านด้านหน้าทองแดงของอุปกรณ์ทดสอบเมื่อใช้อนุภาคแม่เหล็กเคลือบผิวพร้อมๆกับการเหนี่ยวนำแม่เหล็ก ถ้าเส้นของอนุภาคแม่เหล็กปรากฏไม่ชัดเจนต้องเปลี่ยนเทคนิคการเหนี่ยวนำแม่เหล็กตามความจำเป็น อุปกรณ์ทดสอบความเข้มของสนามแม่เหล็กรูปพายแปดเหลี่ยมใช้ได้ดีที่สุดกับการทดสอบด้วยอนุภาคแม่เหล็กแบบแห้ง



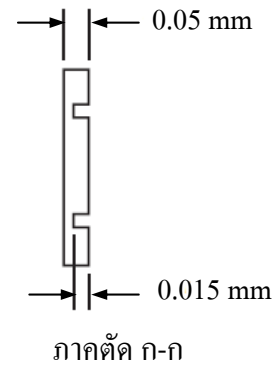
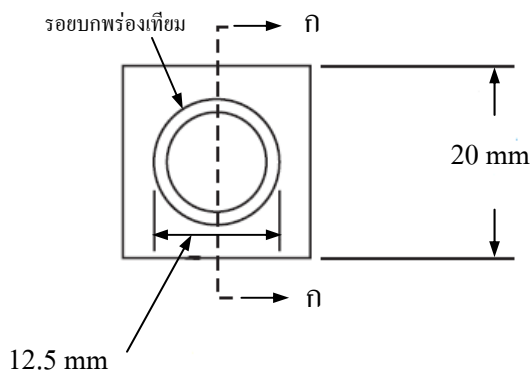
รูปที่ 3 อุปกรณ์ทดสอบความเข้มของสนามแม่เหล็กรูปพายแปดเหลี่ยม
(ข้อ 5.1.4 (1))

(2) แผ่นรอยบกพร่องเทียม

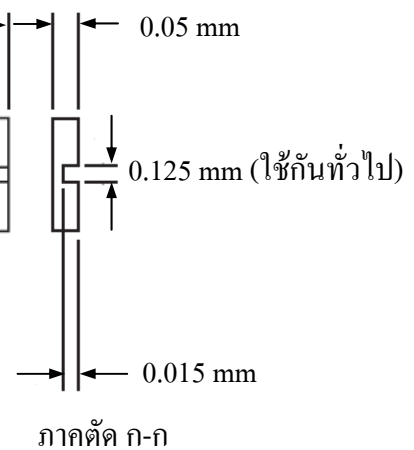
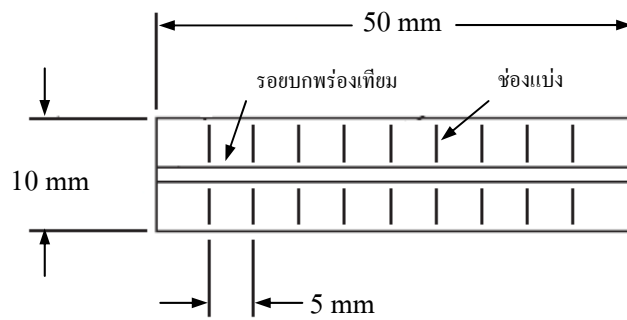
ตัวอย่างของแผ่นรอยบกพร่องเทียมชนิดต่างๆดังตัวอย่างในรูปที่ 4 การใช้งานต้องใช้แผ่นที่มีส่วนของรอยบกพร่องเทียมวางตั้งฉากกับสนามแม่เหล็กที่เหนี่ยวนำ แผ่นที่มีร่องตรงต้องวางในลักษณะที่มีร่องอย่างน้อย 1 ร่องตั้งฉากกับสนามแม่เหล็กที่ถูกเหนี่ยวนำแผ่นที่มีแต่ร่องวงกลมวางได้ทุกทิศทาง แผ่นต้องวางแนบกับพื้นผิวที่ทดสอบในลักษณะที่ด้านที่มีรอยบกพร่องเทียมของแผ่นอยู่ชิดกับพื้นผิวที่ทดสอบ ความเข้มของสนามแม่เหล็กที่เหมาะสมจะบ่งชี้ให้ทราบเมื่อให้อนุภาคแม่เหล็กพร้อมๆกับการเหนี่ยวนำแม่เหล็กแล้วเห็นเส้นที่ชัดเจนของอนุภาคแม่เหล็ก 1 เส้นหรือหลายเส้นจากรอยบกพร่องเทียมที่มีความลึก 30% ที่ปรากฏบนผิวหน้าแผ่นรอยบกพร่องเทียม ถ้าเส้นของอนุภาคแม่เหล็กปรากฏไม่ชัดเจนต้องเปลี่ยนเทคนิคการเหนี่ยวนำแม่เหล็กตามความจำเป็นแผ่นรอยบกพร่องเทียมใช้ได้ดีที่สุดกับการทดสอบด้วยอนุภาคแม่เหล็กแบบเปียก



ชนิด B



ชนิด C



ชนิด R

รูปที่ 4 ตัวอย่างแผ่นรอยบกพร่องเทียม
(ข้อ 5.1.4.1(2))

- (3) หัววัดสนามแม่เหล็กแนวสัมผัสแบบฮอลล์ (hall-effect tangential-field probe) เกาส์มิเตอร์และหัววัดสนามแม่เหล็กแนวสัมผัสแบบฮอลล์ใช้เพื่อวัดค่าสูงสุดของสนามแม่เหล็กแนวสัมผัส หัววัดต้องวางไว้บนพื้นผิวที่ทดสอบเพื่อวัดค่าสูงสุดของความเข้มของสนามแม่เหล็กความเข้มของสนามแม่เหล็กที่เหมาะสมบ่งชี้ให้ทราบเมื่อสนามแม่เหล็กที่วัดมีค่าอยู่ในช่วง 2.4 kAm^{-1} ถึง 4.8 kAm^{-1} (30 G ถึง 60 G) ในขณะที่เหนี่ยวนำแม่เหล็ก

5.1.4.2 ทิศทางของสนามแม่เหล็ก

พิจารณาทิศทางของสนามแม่เหล็กจากรอยบ่งชี้ของอนุภาคแม่เหล็กที่เกิดขึ้นจากการใช้อุปกรณ์ทดสอบความเข้มของสนามแม่เหล็กรูปพายแปดเหลี่ยมหรือแผ่นรอยบกพร่องเทียมดังรูปที่ 3 หรือรูปที่ 4 ถ้าเส้นของอนุภาคแม่เหล็กปรากฏไม่ชัดเจนในทิศทางที่ต้องการ ต้องเปลี่ยนเทคนิคการเหนี่ยวนำแม่เหล็กตามความจำเป็น

เทคนิคการเหนี่ยวนำแม่เหล็กหลายทิศทาง ทิศทางการวางตัวของเส้นแรงแม่เหล็กต้องมีทิศทางตั้งฉากกัน 2 ทิศทาง ถ้าเส้นของอนุภาคแม่เหล็กปรากฏจากอุปกรณ์ทดสอบความเพียงพอสของสนามแม่เหล็กไม่ชัดเจนในทิศทางที่ตั้งฉากกันอย่างน้อย 2 ทิศทาง ต้องเปลี่ยนเทคนิคการเหนี่ยวนำแม่เหล็กใหม่ตามความจำเป็น

- 5.1.4.3 การใช้อุปกรณ์ทดสอบความเข้มของสนามแม่เหล็กรูปพายแปดเหลี่ยมหรือแผ่นรอยบกพร่องเทียม พิจารณาความเพียงพอและทิศทางของสนามแม่เหล็กยอมให้กระทำได้เฉพาะเมื่อระบุไว้โดยเทคนิคการเหนี่ยวนำแม่เหล็กใน ข้อ 4.4.3.2(4) ข้อ 4.4.3.2(5) ข้อ 4.4.4.1(2.3) ข้อ 4.4.4.2(1) ข้อ 4.4.4.2(2) และข้อ 4.4.6.2

5.1.5 ความเข้มข้นและการปนเปื้อนของอนุภาคแม่เหล็กแบบเปียก

เครื่องทดสอบแบบระดับด้วยวิธีอนุภาคแม่เหล็กแบบเปียก (wet horizontal unit) ต้องได้รับการทดสอบความเข้มข้นและการปนเปื้อนของน้ำยาอนุภาคแม่เหล็กโดยการวัดปริมาตรของการตกตะกอนของอนุภาคแม่เหล็กการทดสอบนี้ทำโดยการใช้หลอดทดสอบรูปเพอร์ (pear-shaped centrifuge tube) ตาม ASTM D 96 ซึ่งที่ใช้กับอนุภาคแม่เหล็กประเภทเรืองแสงที่ก้านหลอดมีปริมาตร 1 ml โดยแบ่งสเกลเป็น 0.05 ml และที่ใช้กับอนุภาคแม่เหล็กประเภทไม่เรืองแสงที่ก้านหลอดมีปริมาตร 1.5 ml โดยแบ่งสเกลเป็น 0.1 ml น้ำยาอนุภาคแม่เหล็กควรไหลผ่านระบบการหมุนเวียนเป็นระยะเวลาอย่างน้อย 30 min ก่อนการสุ่มตัวอย่างเพื่อให้เกิดการผสมของอนุภาคแม่เหล็กทั้งหมดที่ตกตะกอนบนแผ่นกรองของถังเก็บตลอดจนที่ด้านข้างหรือด้านล่างของถังเก็บ

5.1.5.1 ความเข้มข้น

ให้ตวงน้ำยาอนุภาคแม่เหล็ก 100 ml ที่ไหลจากท่อหรือหัวฉีดลงความเป็นแม่เหล็กแล้วปล่อยให้ น้ำยาอนุภาคแม่เหล็กตกตะกอนก่อนที่อ่านค่าผลลัพธ์ปริมาตรตะกอนที่ก้นหลอดบ่งบอกถึงความเข้มข้นของอนุภาคแม่เหล็กในน้ำยาอนุภาคแม่เหล็ก โดยถ้าเป็นน้ำยาอนุภาคแม่เหล็กชนิดผสม

น้ำมัน (petroleum distillate suspension) ให้ใช้ระยะเวลาตกตะกอนประมาณ 60 min หรือใช้ระยะเวลาตกตะกอนประมาณ 30 min สำหรับน้ำยาอนุภาคแม่เหล็กชนิดผสมน้ำ (water-base suspension)

5.1.5.2 ปริมาตรตะกอน

สำหรับน้ำยาอนุภาคแม่เหล็กประเภทเรืองแสงปริมาตรตะกอนที่ต้องการมีค่า 0.1ml ถึง 0.4 ml จากตัวอย่างน้ำยาอนุภาคแม่เหล็ก 100 ml และสำหรับน้ำยาอนุภาคแม่เหล็กประเภทไม่เรืองแสงปริมาตรตะกอนที่ต้องการมีค่า 1.2 ml ถึง 2.4 ml จากตัวอย่างน้ำยาอนุภาคแม่เหล็ก 100 ml ยกเว้นกำหนดไว้เป็นอย่างอื่นโดยผู้ทำอนุภาคแม่เหล็กการทดสอบความเข้มข้นต้องทำอย่างน้อยทุก 8 h

5.1.5.3 การปนเปื้อน

อนุภาคแม่เหล็กทั้งประเภทเรืองแสงและประเภทไม่เรืองแสงต้องทดสอบเป็นประจำเพื่อพิจารณาการปนเปื้อน เช่น สิ่งสกปรก น้ำมัน เส้นใย เม็ดสีเรืองแสง น้ำ (สำหรับกรณีของน้ำยาอนุภาคแม่เหล็กชนิดผสมน้ำมัน) และกลุ่มอนุภาคแม่เหล็กที่จับรวมตัวซึ่งมีผลกระทบต่อประสิทธิภาพของกระบวนการทดสอบโดยวิธีอนุภาคแม่เหล็กการทดสอบเพื่อพิจารณาการปนเปื้อนต้องทำอย่างน้อยสัปดาห์ละ 1 ครั้ง

(1) การปนเปื้อนของพาหะ (carrier contamination)

สำหรับอนุภาคแม่เหล็กประเภทเรืองแสงของเหลวที่อยู่ส่วนบนของอนุภาคแม่เหล็กที่ตกตะกอนควรทดสอบด้วยแสงแบล็กไลต์ โดยปกติของเหลวดังกล่าวจะมีการเรืองแสงเล็กน้อย สีของของเหลวสามารถเปรียบเทียบกับตัวอย่างอนุภาคแม่เหล็กที่เตรียมขึ้นมาใหม่ด้วยการใช้วัสดุเดียวกันหรือตัวอย่างที่ไม่ถูกใช้งานจากอนุภาคแม่เหล็กเริ่มต้นซึ่งเก็บไว้เพื่อการเปรียบเทียบนี้ ถ้าพบว่า“ตัวอย่างที่ใช้งาน”เรืองแสงมากกว่าตัวอย่างเปรียบเทียบกับอนุภาคแม่เหล็กนั้นต้องเปลี่ยนใหม่

(2) การปนเปื้อนของอนุภาคแม่เหล็กทดสอบ

ส่วนที่แบ่งสเกลของหลอดทดสอบที่มีอนุภาคแม่เหล็กตกตะกอนอยู่ภายใต้แสงแบล็กไลต์ ถ้าอนุภาคแม่เหล็กเป็นประเภทเรืองแสงและทดสอบภายใต้แสงสว่างสำหรับทั้งอนุภาคแม่เหล็กประเภทเรืองแสงและประเภทไม่เรืองแสงเพื่อสังเกตชั้น(striation) หรือแถบ (band) และความแตกต่างของสีหรือลักษณะที่มองเห็นชั้นหรือแถบอาจบ่งบอกถึงการปนเปื้อน ถ้าปริมาตรทั้งหมดของสิ่งปนเปื้อนรวมถึงชั้นหรือแถบมากเกินไปกว่า 30 % ของปริมาตรอนุภาคแม่เหล็กหรือถ้าของเหลวมีลักษณะเรืองแสง อนุภาคแม่เหล็กนั้นต้องเปลี่ยนใหม่

5.1.6 สมรรถนะของระบบเครื่องทดสอบแนวระดับ

ชิ้นงานวงแหวนทดสอบคีโทส (Ketos (Betz) test ring) ดังรูปที่ 5 ใช้ในการประเมินและเปรียบเทียบสมรรถนะโดยรวมและความไวของเทคนิคการทดสอบโดยวิธีอนุภาคแม่เหล็กประเภทเรืองแสงและ

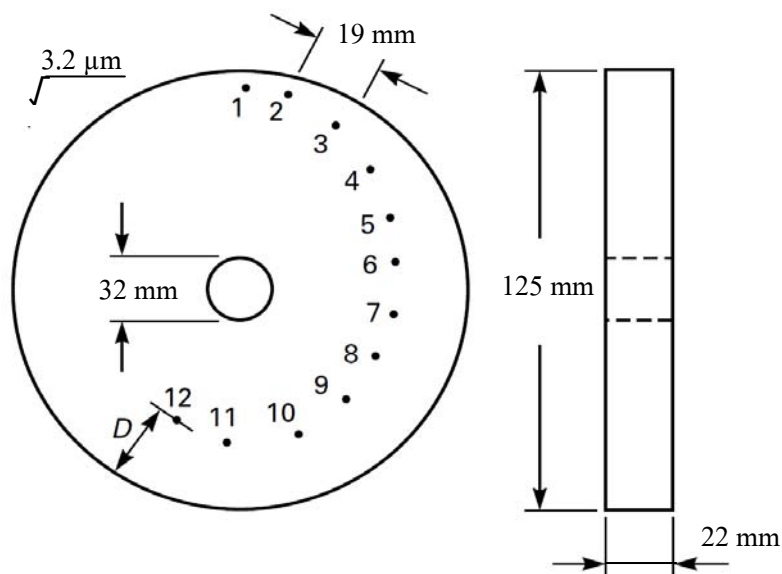
ประเภทไม่เรืองแสงทั้งแบบแห้งและแบบเปียกโดยใช้เทคนิคการใช้ตัวนำไฟฟ้าตรงกลางเหนี่ยวนำแม่เหล็ก

5.1.6.1 วัสดุทำวงแหวนทดสอบคิโทส

ทำจากเหล็กกล้าเครื่องมือควรกลึงขึ้นรูปจากวัสดุ AISI 01 ดังรูปที่ 5 วงแหวนที่กลึงขึ้นรูปแล้วหรือขึ้นเหล็กกล้าก่อนขึ้นรูปต้องอบอ่อน (anneal) ที่อุณหภูมิสูงถึง 900°C แล้วปล่อยให้เย็นลง 28°C/h จนถึงอุณหภูมิ 540°C จากนั้นปล่อยให้เย็นตัวในอากาศจนถึงอุณหภูมิสภาพแวดล้อม ปกติการใช้งานวงแหวนทดสอบคิโทสที่ได้รับการอบชุบเหมือนกัน จะมีผลลัพธ์ที่นำมาเปรียบเทียบกันได้ วัสดุและการอบชุบด้วยความร้อนเป็นองค์ประกอบที่สำคัญจากประสบการณ์พบว่า การควบคุมความแข็งของวงแหวนทดสอบคิโทสให้มีค่า 90 ถึง 95 HRB เพียงอย่างเดียวไม่เพียงพอ

5.1.6.2 การใช้งานวงแหวนทดสอบคิโทส

ซึ่งมีรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 25 mm ถึง 32 mm อยู่ตรงกลางเหนี่ยวนำแม่เหล็กตามแนววงกลม โดยการปล่อยไฟฟ้ากระแสตรงที่ได้จากการแปลงไฟฟ้ากระแสสลับแบบเต็มคลื่นผ่านตัวนำไฟฟ้าตรงกลางที่สอดผ่านรูตัวนำไฟฟ้าตรงกลางต้องมีความยาวไม่น้อยกว่า 400 mm ให้ใช้กระแสไฟฟ้าทดสอบต้องมีปริมาณ 1400 A 2500 A และ 3400 A จำนวนของรูที่น้อยที่สุดที่ตรวจพบจะต้องเท่ากับ 3 รู 5 รู และ 6 รูตามลำดับ ขอบของวงแหวนทดสอบคิโทสต้องทดสอบด้วยแสงแบล็กไลต์หรือแสงสว่างซึ่งขึ้นกับประเภทของอนุภาคแม่เหล็กที่ใช้ การทดสอบนี้ต้องทำที่ปริมาณกระแสไฟฟ้าทั้ง 3 ค่า ถ้าวางแหวนถูกใช้งานที่ปริมาณกระแสดังกล่าวหรือสูงกว่า การทดสอบนี้ต้องไม่ใช้ค่าปริมาณกระแสไฟฟ้าเกินกว่าที่ระบุไว้ข้างต้น ซึ่งถ้าทดสอบแล้วไม่สามารถแสดงจำนวนของรูที่ต้องการได้ เครื่องทดสอบแนวระดับต้องหยุดใช้งานและหาสาเหตุของการสูญเสียความไวในการทดสอบและแก้ไข การทดสอบนี้ต้องทำอย่างน้อยสัปดาห์ละ 1 ครั้ง



หน่วยเป็นมิลลิเมตร

รู	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
เส้นผ่านศูนย์กลาง ¹⁾	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
D ²⁾	1.8	3.6	5.3	7.1	9.0	10.8	12.6	14.4	16.2	18.0	19.8	21.6

¹⁾ เส้นผ่านศูนย์กลางของรูทั้งหมดมีเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน ± 0.1 mm รูหมายเลข 8 ถึงหมายเลข 12 เป็นทางเลือกอาจมีหรือไม่มีก็ได้

²⁾ "D" มีเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน ± 0.1 mm

หมายเหตุ

1. ความคลาดเคลื่อนทั่วไป ไม่เกิน ± 0.8 mm หรือตามที่กำหนดไว้ใน ¹⁾ และ ²⁾
2. ผลิตจากเหล็กกล้าเครื่องมือ ANSI 01 รูปทรงกระบอกที่ถูกรอบอ่อน
3. วงแหวนอาจถูกอบชุบดังต่อไปนี้ ให้นี้อบให้ร้อน 760°C ถึง 790°C แล้วคงอุณหภูมิไว้ 1 hr ปลดปล่อยให้เย็นลงด้วยอัตราอย่างต่ำ 22°C/hr จนอุณหภูมิต่ำกว่า 540°C จากนั้นปลดปล่อยให้เย็นตัวในเตาหรือในอากาศจนถึงอุณหภูมิห้อง ทำผิวให้เรียบและป้องกันการกัดกร่อน

รูปที่ 5 วงแหวนทดสอบลิโธส

(ข้อ 5.1.6)

6. การจำแนกรอยบ่งชี้

6.1 การแปลผล (interpretation)

ต้องระบุว่ารอยบ่งชี้เป็นรอยบ่งชี้หลอก รอยบ่งชี้ที่ไม่เกี่ยวเนื่อง หรือรอยบ่งชี้ที่เกี่ยวข้อง รอยบ่งชี้หลอก และรอยบ่งชี้ที่ไม่เกี่ยวเนื่องต้องพิสูจน์ได้ว่าเป็นรอยบ่งชี้หลอกหรือรอยบ่งชี้ที่ไม่เกี่ยวเนื่อง การแปลผลจะต้องดำเนินการเพื่อระบุตำแหน่งของรอยบ่งชี้และลักษณะของรอยบ่งชี้

6.1.1 อนุภาคแม่เหล็กประเภทไม่เรืองแสง

รอยความไม่ต่อเนื่องบนพื้นผิวบ่งบอกด้วยการสะสมตัวของอนุภาคแม่เหล็กซึ่งควรมีสีติดกับพื้นผิวที่ทดสอบ สีของอนุภาคแม่เหล็กต้องแตกต่างจากสีของพื้นผิวทดสอบมากเพียงพอ ความเข้มต่ำสุดของแสงในการทดสอบเท่ากับ 1000 Lx บนพื้นผิวทดสอบเพื่อให้มีความไวเพียงพอในการทดสอบและประเมินผลการตรวจของรอยบ่งชี้ แหล่งกำเนิดแสงเทคนิคที่ใช้และระดับความเข้มของแสงต้องพิสูจน์ให้เห็นจริง 1 ครั้งและทำเอกสารบันทึกและเก็บรักษาไว้เพื่อการพิสูจน์

6.1.2 อนุภาคแม่เหล็กประเภทเรืองแสง

กระบวนการจะเหมือนกับข้อ 6.1.1 แต่มีข้อยกเว้นคือการทดสอบต้องกระทำโดยการใช้แสงแบล็กไลต์ การทดสอบต้องทำดังต่อไปนี้

- (1) การทดสอบต้องทำในพื้นที่ที่มีมืด
- (2) ผู้ทดสอบต้องอยู่ในพื้นที่ที่มีมืดอย่างน้อย 5 min ก่อนที่จะดำเนินการทดสอบเพื่อให้ตาของผู้ทดสอบปรับเข้ากับการมองเห็นในที่มืด แว่นตาหรือเลนส์ที่ผู้ทดสอบสวมจะต้องไม่ไวต่อแสงสว่าง
- (3) แสงแบล็กไลต์ต้องมีความเข้มการรับรังสีบนพื้นผิวตลอดช่วงเวลาของการทดสอบอย่างต่ำที่สุด $1000 \mu\text{W}/\text{cm}^2$
- (4) ควรตรวจสอบแผ่นสะท้อนแสงและแผ่นกรองแสงและถ้าจำเป็นก็ทำความสะอาดก่อนการใช้งาน แผ่นกรองแสงที่ร้าวหรือบิ่นต้องเปลี่ยนใหม่ทันที
- (5) ความเข้มของแสงแบล็กไลต์ต้องวัดด้วยเครื่องวัดแสงแบล็กไลต์ก่อนใช้งานหรือเมื่อใดก็ตามที่แหล่งพลังงานของแสงปิดหรือเปลี่ยนและเมื่อสิ้นสุดการทดสอบหรือชุดของการทดสอบ

6.2 การประเมินผลการทดสอบ

6.2.1 รอยความไม่ต่อเนื่องบนพื้นผิวหรือใต้ผิวบ่งบอกโดยการสะสมของอนุภาคแม่เหล็ก อย่างไรก็ตาม ความไม่สม่ำเสมอของพื้นผิวเฉพาะแห่งอันเนื่องมาจากการกลึงการไสหรือสภาพอื่นของพื้นผิวอาจทำให้เกิดรอยบ่งชี้หลอก

6.2.2 ห้ามไม่ให้มีการสะสมของอนุภาคแม่เหล็กเป็นบริเวณกว้างเพราะอาจบังรอยบ่งชี้ที่เกิดจากรอยความไม่ต่อเนื่อง ถ้ามีพื้นที่ดังกล่าวต้องทำความสะอาดและดำเนินการทดสอบใหม่

6.2.3 ต้องประเมินผลการทดสอบของรอยบ่งชี้ทุกรอยตามข้อกำหนดการยอมรับ (acceptance standard) ที่อาจอ้างถึงโดยมาตรฐานอื่นหรือข้อกำหนดของงานที่ตกลงกันระหว่างผู้ที่เกี่ยวข้องให้ใช้มาตรฐานนี้สำหรับ

รอยเชื่อมของหม้อน้ำภาชนะรับความดัน (pressure vessel) รอยบ่งชี้ที่เกิดขึ้นอาจใหญ่กว่ารอยความไม่ต่อเนื่องให้ใช้ขนาดของรอยบ่งชี้ในการประเมินผลการทดสอบรอยบ่งชี้ที่มีขนาดมากกว่า 1.5 mm ให้จัดเป็นรอยบ่งชี้ที่เกี่ยวข้องแบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ รอยบ่งชี้รูปร่างยาวหมายถึงรอยบ่งชี้ที่มีความยาวของส่วนที่ยาวที่สุดไม่น้อยกว่า 3 เท่าของความกว้าง และรอยบ่งชี้รูปร่างกลมหมายถึงรอยบ่งชี้ที่มีรูปร่างค่อนข้างกลมหรือรีมีความยาวของส่วนที่ยาวที่สุดไม่เกินหรือเท่ากับ 3 เท่าของความกว้างการประเมินผลการทดสอบรอยเชื่อมต้องปราศจากรอยบ่งชี้ที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

6.2.3.1 รอยบ่งชี้ที่เกี่ยวข้องรูปร่างยาว

6.2.3.2 รอยบ่งชี้ที่เกี่ยวข้องรูปร่างกลมที่มีขนาดไม่น้อยกว่า 5 mm

6.2.3.3 รอยบ่งชี้ที่เกี่ยวข้องรูปร่างกลมจำนวนตั้งแต่ 4 รอยขึ้นไปเรียงตัวกันเป็นแนวมีระยะห่างระหว่างรอยวัดจากขอบรอยถึงขอบรอยไม่เกิน 1.5 mm

6.2.4 การซ่อม

เมื่อพบรอยบ่งชี้ที่ไม่ยอมรับตามวิธีประเมินผลการทดสอบต้องจัดรอยบ่งชี้นั้นออก ทำการซ่อมด้วยวิธีที่เหมาะสม แล้วทำการทดสอบซ้ำตามขั้นตอนปฏิบัติการทดสอบเดิมและประเมินผลตามข้อ 6.2.3 มาตรฐานนี้ไม่ครอบคลุมวิธีการซ่อม

7. การทำเครื่องหมายและการบันทึกผลการทดสอบ

7.1 การจัดเอกสาร

7.1.1 การเขียนแบบโดยสังเขปแสดงเทคนิคการเหนี่ยวนำแม่เหล็กหลายทิศทาง

ต้องเตรียมการเขียนแบบแสดงเทคนิคการเหนี่ยวนำแม่เหล็กหลายทิศทางสำหรับชิ้นงานที่ทดสอบซึ่งมีรูปทรงเรขาคณิตแตกต่างกันโดยต้องแสดงรูปทรงเรขาคณิตของชิ้นงาน การเชื่อมต่อ และการจัดวางของสายเคเบิลไฟฟ้า กระแสไฟฟ้าที่ใช้เหนี่ยวนำแม่เหล็กสำหรับแต่ละวงจร และพื้นที่ของการทดสอบที่ซึ่งมีความเข้มของสนามแม่เหล็กที่เพียงพอ ชิ้นงานซึ่งมีรูปทรงเรขาคณิตเหมือนกันแต่มีขนาดแตกต่างกันสามารถใช้การเขียนแบบทางเทคนิคเดียวกันได้เมื่อจัดให้มีความเข้มของสนามแม่เหล็กที่เพียงพอโดยทำการพิสูจน์ให้เห็นจริงตามข้อ 5.1.4

7.1.2 การบันทึกรอยบ่งชี้

7.1.2.1 รอยบ่งชี้ที่ยอมรับได้ (nonrejectable indication) ต้องบันทึกไว้ตามที่กำหนดไว้โดยมาตรฐานอื่นหรือข้อกำหนดที่ตกลงกัน

7.1.2.2 รอยบ่งชี้ที่ยอมรับไม่ได้ (rejectable indication) ต้องบันทึกไว้ข้อมูลขั้นต่ำที่ต้องบันทึกได้แก่ประเภทของรอยบ่งชี้เป็นแบบรูปร่างยาวหรือรูปร่างกลม ตำแหน่ง และขนาด (ความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางหรือการเรียงตัว)

7.1.3 บันทึกผลการทดสอบ

การทดสอบแต่ละครั้งต้องบันทึกข้อมูลดังต่อไปนี้

- (1) การระบุเอกสารขั้นตอนการทดสอบและการปรับปรุง
- (2) เครื่องมือและอุปกรณ์ทดสอบอนุภาคแม่เหล็กและชนิดของกระแสไฟฟ้า
- (3) ประเภทและแบบของอนุภาคแม่เหล็ก (ประเภทเรืองแสงหรือประเภทไม่เรืองแสง แบบแห้งหรือแบบเปียก)
- (4) การระบุบุคลากรที่ดำเนินการทดสอบและระดับการรับรองของบุคลากรที่กำหนดโดย มาตรฐานอื่นหรือข้อกำหนดที่ตกลงกัน
- (5) แผนภาพหรือบันทึกรอยบ่งชี้ตามข้อ 7.1.2
- (6) วัสดุและความหนา
- (7) เครื่องมือและอุปกรณ์ให้แสงสว่าง
- (8) วันที่ทดสอบ

ดัชนีคำศัพท์

ข้อกำหนดการยอมรับ	acceptance standard
เรียงตัวกันเป็นแนว	align
การอาร์ก	arcing
แผ่นรอยบกพร่องเทียม	artificial flaw shim
แถบ	band
แบล็กไลต์	black light
หม้อน้ำ	boiler
แผ่นประสาน	brazing
การปนเปื้อนของพาหะ	carrier contamination
ตัวนำไฟฟ้าตรงกลาง	central conductor technique
เทคนิคการเหนี่ยวนำแม่เหล็กตามแนววงกลม	circular magnetization technique
สารเคลือบ	coating
รอยบรรจบ	cold shuts
รอยร้าว	crack
การลบความเป็นแม่เหล็ก	demagnetization
สารละลายกำจัดสนิม	descaling solution
เทคนิคการสัมผัสโดยตรง	direct contact technique
รอยความไม่ต่อเนื่อง	discontinuity
อนุภาคแม่เหล็กแบบแห้ง	dry particle
การประเมินผลการทดสอบ	evaluation
เฟอร์โรแมกเนติก	ferromagnetic
ความเข้มของสนามแม่เหล็ก	field strength
ขดลวดแบบติดกับที่	fixed coil
สีเรืองแสง	fluorescent pigment
เกาส์มิเตอร์แบบหัววัดฮอลล์	hall-effect probe gaussmeters
รอยบ่งชี้	indication
การแปลผล	interpretation
ชิ้นงานวงแหวนทดสอบคีโทส	Ketos (Betz) test ring
การแยกเป็นชั้น	laminations
ผิวเกย	laps

รอยความไม่ต่อเนื่องรูปร่างยาว	linear discontinuity
รอยบ่งชี้รูปร่างยาว	linear indication
เทคนิคการเหนี่ยวนำแม่เหล็กตามแนวยาว	longitudinal magnetization technique
อนุภาคแม่เหล็ก	magnetic particle
อุปกรณ์ทดสอบความเข้มของสนามแม่เหล็ก	magnetic particle field indicator
วิธีการให้อนุภาคแม่เหล็ก	method of particle application
เทคนิคการเหนี่ยวนำแม่เหล็กหลายทิศทาง	multidirectional magnetization
สีไม่เรืองแสง	nonfluorescent pigment
สารเคลือบผิวชนิดที่ไม่เป็นแม่เหล็กเพื่อเพิ่มความเด่นชัด	nonmagnetic surface contrast enhancement
รอยบ่งชี้ที่ยอมรับได้	nonrejectable indication
ตัวนำไฟฟ้าตรงกลางเยื้องศูนย์กลาง	offset central conductor
ความต่างศักย์วงจรเปิด	open circuit voltage
ตัวทำละลายอินทรีย์	organic solvent
การยอมให้เส้นแรงแม่เหล็กซึมผ่านชิ้นงานได้	permeability
อุปกรณ์ทดสอบความเข้มสนามแม่เหล็กรูปพายแปดเหลี่ยม	pie-shaped magnetic particle field indicator
ภาชนะรับความดัน	pressure vessel
การทดสอบเพื่อรับรองเอกสารขั้นตอนการทดสอบ	procedure qualification
เทคนิคการใช้ฟร็อด	prod technique
รอยบ่งชี้ที่ยอมรับไม่ได้	rejectable indication
รอยบ่งชี้รูปร่างกลม	rounded indication
รอยตะเข็บ	seams
ความไว	sensitivity
การเขียนแบบโดยสังเขป	sketch
เม็ดโลหะกระเด็น	spatter
ชั้น	striation
ความคลาดเคลื่อน	tolerance
หุ้ยค	trunions
การทำความสะอาดด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง	ultrasonic cleaning
การกำจัดด้วยไอสารเคมี	vapor degreasing
ตัวแปรการทดสอบ	variables
แสงสว่าง	visible light
รอยเชื่อม	weld

ฟลักซ์เชื่อม	welding flux
เครื่องทดสอบแนวระดับด้วยวิธีอนุภาคแม่เหล็กแบบเปียก	wet horizontal unit
อนุภาคแม่เหล็กแบบเปียก	wet particle
ขั้นตอนการทดสอบ	written procedure
จั่วโศก	yoke pole
เทคนิคการใช้โศก	yoke technique
