



มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

THAI INDUSTRIAL STANDARD

มอก. 866 เล่ม 30(101)-25XX

## เครื่องจักรกลไฟฟ้าชนิดหมุน

เล่ม 30(101) ระดับชั้นประสิทธิภาพของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ  
ชนิดเหนี่ยวนำสามเฟส

ROTATING ELECTRICAL MACHINES

PART 30-101 EFFICIENCY CLASSES OF AC THREE PHASE INDUCTION MOTORS

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

กระทรวงอุตสาหกรรม

ICS 29.160.01

ISBN



มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม  
เครื่องจักรกลไฟฟ้าชนิดหมุน  
เล่ม 30(101) ระดับชั้นประสิทธิภาพของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ  
ชนิดเหนี่ยวนำสามเฟส

มอก. 866 เล่ม 30(101)-25XX

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม  
กระทรวงอุตสาหกรรมถนนพระรามที่ 6 กรุงเทพฯ 10400  
โทรศัพท์ 0 2202 3300

ประกาศในราชกิจจานุเบกษาฉบับประกาศและงานทั่วไปเล่มตอนพิเศษ  
วันที่พุทธศักราช 25xx

## อนุกรรมการวิชาการรายสาขา คณะที่ 1011/4

### มาตรฐานเครื่องจักรไฟฟ้าชนิดหมุน

อนุกรรมการรายสาขา คณะที่ 1011/4 มาตรฐานเครื่องจักรไฟฟ้าชนิดหมุน ได้รับการแต่งตั้งจากกรรมการวิชาการรายสาขาคณะที่ 1011 มาตรฐานไฟฟ้ากำลังและสายไฟฟ้า ให้จัดทำร่างมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเครื่องจักรกลไฟฟ้าชนิดหมุน เล่ม 30(101)ระดับชั้นประสิทธิภาพของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิดเหนี่ยวนำสามเฟสดังรายชื่อต่อไปนี้

#### ประธานอนุกรรมการ

รศ.พิชิต ล้ายอง

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร

ลาดกระบัง

#### อนุกรรมการ

ผศ.สุรพงษ์ สุวรรณภิน

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

นายวัชรินทร์ บุญฤทธิ์

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน

นายฤกษ์ชัย สำแดงฤทธิ์

นางสาวปานจิตต์ จิระชีวะนันท์ การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

นายสุรสิทธิ์ หมอตำบลด

นายอิสรา ศิริตันหยง การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

นายสุพัฒน์ เพ็งมาก วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์

รศ.วิชัย สุระพัฒน์

นายเชิดพงศ์ เตียวกุล บริษัท มิตรชุบิชิ อีเล็กทริก ออโตเมชัน(ประเทศไทย) จำกัด

นายเน้นทวัฒน์ วีระชาติเทวัญ บริษัท เอบีบี จำกัด

นางสาวอรพรรณ ชัยน

นายวิฑูร เวชสิทธิ์ สมาคมเครื่องจักรกลไทย

นายสมบัติ ระเบียบสุขสถิต

นายอาทิตย์ วัฒนมงคล

สถาบันไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

นายสุรศักดิ์ คงมนต์

นายธนาเดช ศรีวินิตกุล

สมาคมช่างเหมาไฟฟ้าและเครื่องกลไทย

นายสวัสดิ์ แย้มกลิ่น สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

นางสาวกรรณิการ์ จิตตารัตนถาวร

#### อนุกรรมการและเลขานุการ

นายณตฤณ จันทร์จำรัส

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ประกาศใช้เป็นครั้งแรกเป็นมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมมอเตอร์เหนี่ยวนำสามเฟส มาตรฐานเลขที่ มอก. 867-2532 ในราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศทั่วไป เล่ม 106 ตอนที่ 140 วันที่ 29 สิงหาคม พุทธศักราช 2532 และได้แก้ไขปรับปรุงและประกาศใช้เป็นมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมมอเตอร์เหนี่ยวนำสามเฟส : ประสิทธิภาพขั้นต่ำ มาตรฐานเลขที่ มอก. 867-2550 ในราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศทั่วไป เล่ม 124 ตอนพิเศษ 73ง วันที่ 15 มิถุนายน พุทธศักราช 2550 ต่อมาเห็นควรแก้ไขปรับปรุงมาตรฐาน เพื่อให้สอดคล้องกับมาตรฐานระหว่างประเทศ โดยการยกเลิกมาตรฐานเดิมและกำหนดมาตรฐาน เครื่องจักรกลไฟฟ้าชนิด หมุน เล่ม 30(101)ระดับชั้นประสิทธิภาพของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิดเหนี่ยวนำสามเฟส มาตรฐานเลขที่ มอก. 866 เล่ม 30(101)-25XX ขึ้นใหม่

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเครื่องจักรกลไฟฟ้าชนิดหมุน เล่ม 30(101)ระดับชั้นประสิทธิภาพของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิดเหนี่ยวนำสามเฟส นี้เป็นเล่มหนึ่งในอนุกรมมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเครื่องจักรกลไฟฟ้าชนิด หมุน ซึ่งประกอบด้วย

มอก. 866 เล่ม 1 เครื่องจักรกลไฟฟ้าชนิดหมุน เล่ม 1 พิกัดและสมรรถนะ

มอก. 866 เล่ม 2(1) เครื่องจักรกลไฟฟ้าชนิดหมุน เล่ม 2(1) วิธีมาตรฐานสำหรับการหาค่าความสูญเสียและประสิทธิภาพจากการทดสอบ (ไม่รวมถึงเครื่องจักรกลไฟฟ้าสำหรับลากจูงยานพาหนะ)

มอก. 866 เล่ม 2(2) เครื่องจักรกลไฟฟ้าชนิดหมุน เล่ม 2(2) วิธีเฉพาะสำหรับการหาค่าความสูญเสียที่แยกต่างหากของเครื่องจักรกลขนาดใหญ่จากการทดสอบ ส่วนเพิ่มเติม มอก. 866 เล่ม 2(1)

มอก. 866 เล่ม 2(3) เครื่องจักรกลไฟฟ้าชนิดหมุน เล่ม 2(3) วิธีทดสอบเฉพาะสำหรับการหาค่าความสูญเสียและประสิทธิภาพมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิดเหนี่ยวนำที่ขับโดยตัวแปลงผัน

มอก. 866 เล่ม 3 เครื่องจักรกลไฟฟ้าชนิดหมุน เล่ม 3 ข้อกำหนดเฉพาะสำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบซิงโครนัสขับเคลื่อนโดยกังหันไอน้ำหรือกังหันก๊าซเผาไหม้

มอก. 866 เล่ม 4(1) เครื่องจักรกลไฟฟ้าชนิดหมุน เล่ม 4(1) วิธีการหาปริมาณค่าต่าง ๆ ของเครื่องกลไฟฟ้าซิงโครนัสจากการทดสอบ

มอก. 866 เล่ม 5 เครื่องจักรกลไฟฟ้าชนิดหมุน เล่ม 5 ระดับชั้นการป้องกันสำหรับการออกแบบโดยรวม สำหรับเครื่องจักรกลไฟฟ้าชนิดหมุน (รหัส IP) – การจำแนกประเภท

มอก. 866 เล่ม 6 เครื่องจักรกลไฟฟ้าชนิดหมุน เล่ม 6 วิธีระบายความร้อน (รหัส IC)

มอก. 866 เล่ม 7 เครื่องจักรกลไฟฟ้าชนิดหมุน เล่ม 7 การจำแนกชนิดของการสร้าง รูปแบบการจับยึด และตำแหน่งกล่องต่อสาย (รหัส IM)

มอก. 866 เล่ม 8 เครื่องจักรกลไฟฟ้าชนิดหมุน เล่ม 8 การทำเครื่องหมายที่ขั้วต่อและทิศทางการหมุน

มอก. 866 เล่ม 9 เครื่องจักรกลไฟฟ้าชนิดหมุน เล่ม 9 ขีดจำกัดเสียงรบกวน

มอก. 866 เล่ม 11 เครื่องจักรกลไฟฟ้าชนิดหมุน เล่ม 11 การป้องกันความร้อนเกิน

มอก. 866 เล่ม 12 เครื่องจักรกลไฟฟ้าชนิดหมุน เล่ม 12 สมรรถนะในการเริ่มเดินของมอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำชนิดกรงสามเฟส ความเร็วเดียว

มอก. 866 เล่ม 14 เครื่องจักรกลไฟฟ้าชนิดหมุน เล่ม 14 การสันสະเทือนทางกลของเครื่องจักรกลไฟฟ้าที่มีความสูงของแกน 56 มิลลิเมตรขึ้นไป – การวัดประเมินผล และขีดจำกัดการสันสະเทือน

มอก. 866 เล่ม 15 เครื่องจักรกลไฟฟ้าชนิดหมุน เล่ม 15 ระดับความทนแรงดันอิมพัลส์ของขดลวดสเตเตอร์ขึ้นรูปสำหรับเครื่องจักรกลไฟฟ้ากระแสสลับชนิดหมุน

มอก. 866 เล่ม 19 เครื่องจักรกลไฟฟ้าชนิดหมุน เล่ม 19 วิธีการทดสอบเฉพาะสำหรับเครื่องจักรกลไฟฟ้ากระแสตรงที่ใช้แหล่งจ่ายปกติทั่วไปและแหล่งจ่ายที่ซับซ้อนโดยเครื่องเรียงกระแส

มอก. 866 เล่ม 20(1) เครื่องจักรกลไฟฟ้าชนิดหมุน เล่ม 20(1) มอเตอร์ควบคุม-มอเตอร์แบบขั้น

มอก. 866 เล่ม 30(1) เครื่องจักรกลไฟฟ้าชนิดหมุน เล่ม 30(1) ระดับชั้นประสิทธิภาพของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ (รหัส IE)

มอก. 866 เล่ม 30(2) เครื่องจักรกลไฟฟ้าชนิดหมุน เล่ม 30(2) ระดับชั้นประสิทธิภาพของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิดปรับความเร็วได้ (รหัส IE)

มอก. 866 เล่ม 30(101) เครื่องจักรกลไฟฟ้าชนิดหมุน เล่ม 30(101) ระดับชั้นประสิทธิภาพของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิดเหนี่ยวนำสามเฟส

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้จัดทำขึ้นโดยวิธีการยกร่าง โดยการโดยใช้เอกสารต่อไปนี้เป็นแนวทาง

IEC 60034-30-1 (2014-03) Rotating electrical machines – Part 30-1 : Efficiency classes of line operated AC motors (IE code)

มอก 866 เล่ม 30(1) เครื่องจักรกลไฟฟ้าชนิดหมุน เล่ม 30(1) ระดับชั้นประสิทธิภาพของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ (รหัส IE)

คณะกรรมการมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมได้พิจารณามาตรฐานนี้แล้ว เห็นสมควรเสนอรัฐมนตรีประกาศตามมาตรา 15 แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511

## สารบัญ

หน้า

1. ขอบข่าย	1
2. เอกสารอ้างอิง	3
3. บทนิยามและสัญลักษณ์	3
4. การจำแนกประเภท	5
5. ประสิทธิภาพ	5
บรรณานุกรม	9







## ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม

ฉบับที่ (พ.ศ. 25XX)

ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

พ.ศ. 2511

เรื่อง ยกเลิกมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมมอเตอร์เหนี่ยวนำสามเฟส : ประสิทธิภาพขั้นต่ำ และกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเครื่องจักรกลไฟฟ้าชนิดหมุน เล่ม 30(101)ระดับชั้นประสิทธิภาพของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิดเหนี่ยวนำสามเฟส

โดยที่เป็นการสมควรปรับปรุงมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอเตอร์เหนี่ยวนำสามเฟส : ประสิทธิภาพขั้นต่ำ มาตรฐานเลขที่ มอก. 867-2550

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 15 แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมพ.ศ. 2511 ซึ่งแก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (ฉบับที่ 7) พ.ศ. 2558 รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรมออกประกาศยกเลิกประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 3705 (พ.ศ. 2550) ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมพ.ศ. 2511 เรื่องยกเลิกมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมมอเตอร์เหนี่ยวนำสามเฟสและกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอเตอร์เหนี่ยวนำสามเฟส : ประสิทธิภาพขั้นต่ำ ลงวันที่ 7 มีนาคม พ.ศ. 2550 และออกประกาศกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เครื่องจักรกลไฟฟ้าชนิดหมุน เล่ม 30(101)ระดับชั้นประสิทธิภาพของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิดเหนี่ยวนำสามเฟส มาตรฐานเลขที่ มอก. 866 เล่ม 30(101)-25XX ขึ้นใหม่ ดังมีรายละเอียดต่อท้ายประกาศนี้

ทั้งนี้ให้มีผลตั้งแต่วันที่ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่

พ.ศ. 2554

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม



# มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

## เครื่องจักรกลไฟฟ้าชนิดหมุน

### เล่ม 30(101) ระดับชั้นประสิทธิภาพของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ

### ชนิดเหนี่ยวนำสามเฟส

#### 1. ขอบข่าย

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมฉบับนี้ครอบคลุมระดับชั้นประสิทธิภาพของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิดเหนี่ยวนำ สามเฟส ที่มีความเร็วเดียว ซึ่งมีพิกัดเป็นไปตาม มอก. 866 เล่ม 1 ที่มีพิกัดในการทำงานกับแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าที่เป็นรูปคลื่นไซน์ ดังนี้

- มีกำลังที่พิกัด  $P_N$  จาก 0.12 kW ถึง 375 kW
- มีแรงดันไฟฟ้าที่พิกัด  $U_N$  สูงกว่า 50 V ถึง 1 kV
- มี 2, 4, 6 หรือ 8 ขั้ว
- สามารถทำงานอย่างต่อเนื่องที่กำลังที่พิกัด ด้วยอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นอยู่ภายใต้ข้อกำหนดของระดับชั้นอุณหภูมิของฉนวน

**หมายเหตุ 1** มอเตอร์ตามมาตรฐานฉบับนี้คือมอเตอร์ที่มีประเภทการทำงาน S1 (ทำงานต่อเนื่อง) ตาม มอก. 866 เล่ม 1 อย่างไรก็ตามมอเตอร์ไฟฟ้าที่มีประเภทการทำงานชนิดอื่น ที่สามารถทำงานอย่างต่อเนื่องที่กำลังที่พิกัดได้ให้เป็นไปตามมาตรฐานฉบับนี้ด้วย

- แสดงเครื่องหมายอุณหภูมิภายนอกใดๆ ที่อยู่ในช่วงระหว่าง  $-20^{\circ}\text{C}$  ถึง  $+60^{\circ}\text{C}$

**หมายเหตุ 2** ประสิทธิภาพที่พิกัด และระดับชั้นประสิทธิภาพจะอ้างอิงที่อุณหภูมิภายนอก  $25^{\circ}\text{C}$  ตาม มอก. 866 เล่ม 2(1)

**หมายเหตุ 3** มอเตอร์ที่มีพิกัดอุณหภูมิอยู่นอกย่าน  $-20^{\circ}\text{C}$  และ  $+60^{\circ}\text{C}$  สามารถพิจารณาได้ว่าเป็นมอเตอร์ที่มีโครงสร้างพิเศษ เป็นผลให้ถูกยกเว้นจากมาตรฐานฉบับนี้

**หมายเหตุ 4** มอเตอร์ชนิดสกัดควัน (smoke extraction motors) ที่มีค่าระดับชั้นอุณหภูมิสูงถึง  $400^{\circ}\text{C}$  ครอบคลุมตามมาตรฐานฉบับนี้

- แสดงเครื่องหมายด้วยระดับความสูงถึง 4 000 m จากระดับน้ำทะเล

**หมายเหตุ 5** ประสิทธิภาพที่พิกัด และระดับชั้นประสิทธิภาพจะอ้างอิงที่ระดับความสูง 1 000 m จากระดับน้ำทะเล

ประสิทธิภาพของระบบขับเคลื่อนไม่ครอบคลุมตามมาตรฐานฉบับนี้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งความสูญเสียของมอเตอร์ที่เกิดจากส่วนประกอบฮาร์โมนิกของแรงดันไฟฟ้าที่จ่าย กำลังสูญเสียในสายเคเบิล ตัวกรอง และตัวแปลงผันความถี่ ทั้งหมดนั้นไม่ครอบคลุมตามมาตรฐานฉบับนี้

มอเตอร์ที่มีหน้าจาน (flanges) ขาตั้ง (feet) และ/หรือ แกน (shaft) ที่ขนาดทางกลแตกต่างไปจาก IEC 60072-1 ครอบคลุมตามมาตรฐานฉบับนี้

มอเตอร์เกียร์ครอบคลุมตามมาตรฐานฉบับนี้ รวมทั้งที่มีแกนและหน้างานที่ไม่เป็นมาตรฐาน  
มาตรฐานนี้ไม่ครอบคลุมถึง

- มอเตอร์ชนิดซิงโครนัส หรือมอเตอร์ชนิดแม่เหล็กถาวร
- มอเตอร์ไฟฟ้าเฟสเดียว
- มอเตอร์ที่มีจำนวนขั้ว 10 ขั้วขึ้นไป
- มอเตอร์ที่มีหลายความเร็ว
- มอเตอร์ที่มีคอมมิวเตเตอร์ทางกล (เช่น มอเตอร์กระแสตรง)
- มอเตอร์ที่ประกอบรวมเบ็ดเสร็จในเครื่องจักร (ตัวอย่างเช่น เครื่องสูบลม ( pump) พัดลม และเครื่องอัด (compressor))ซึ่งในการปฏิบัติไม่สามารถทดสอบแยกออกจากเครื่องจักร แม้ว่าจะมีการจัดเตรียมกระบังปิดปลาย (end-shield) และรองสิ้นปลายด้านขับเคลื่อน (drive-end bearing) ขั้วคร่าว หมายความว่ามอเตอร์จะต้อง ก) ใช้อุปกรณ์ร่วมกัน (นอกเหนือจากใช้ตัวต่อเช่น สลักเกลียว) กับหน่วยขับเคลื่อน (ตัวอย่างเช่น แกน หรือตัวโครงครอบเครื่อง) และ ข) ไม่ได้ถูกออกแบบให้สามารถที่จะแยกมอเตอร์ออกจากหน่วยขับแม้ว่ามอเตอร์จะสามารถทำงานอย่างอิสระจากหน่วยขับ นั่นคือถ้ากระบวนการในการแยกจะทำให้มอเตอร์ไม่ทำงาน มอเตอร์นั้นจะไม่ครอบคลุมตามมาตรฐานฉบับนี้

(TEAO, IC418) เครื่องจักรกลชนิดปิดหุ้มอากาศทั้งหมด (Totally Enclosed Air-Over Machine) ตัวอย่างเช่น เครื่องจักรกลที่ระบายความร้อนที่พื้นผิวของตัวโครงครอบเครื่องทั้งหมด ใช้ระบบการระบายความร้อนภายนอกโดยใช้วิธีการระบายอากาศนอกเครื่องจักรกลเป็นไปตามมาตรฐานฉบับนี้ การทดสอบประสิทธิภาพมอเตอร์เช่นนี้อาจจะทำโดยการนำพัดลมออกและจัดระบบการระบายความร้อนโดยใช้เครื่องเป่าลมที่พิกัดการไหลของอากาศคล้ายคลึงกับพัดลมดั้งเดิม

- มอเตอร์ที่มีตัวแปลงผันความถี่ประกอบรวมกัน ( compact drives) เมื่อมอเตอร์ไม่สามารถทดสอบแยกจากตัวแปลงผันได้ระดับชั้นประสิทธิภาพพลังงานของชุดขับเคลื่อนจะต้องอยู่บนพื้นฐานของผลิตภัณฑ์ชุดสำเร็จ (PDS: Power Drive System) และจะต้องถูกกำหนดในมาตรฐานที่แยกออกต่างหาก

**หมายเหตุ 6** มอเตอร์จะไม่อยู่นอกขอบข่ายเมื่อมอเตอร์และตัวแปลงผันความถี่สามารถแยกออกจากกันได้ และมอเตอร์สามารถทดสอบแยกต่างหากจากตัวแปลงผัน

- มอเตอร์เบรก เมื่อระบบเบรกเป็นส่วนหนึ่งภายในโครงสร้างของมอเตอร์ ซึ่งไม่สามารถถอดออกหรือจ่ายแรงดันจากแหล่งจ่ายอื่นในขณะที่ทำการทดสอบประสิทธิภาพของมอเตอร์

**หมายเหตุ 7** มอเตอร์เบรกที่มีชุดเบรกวมอยู่กับหน้างานของมอเตอร์จะครอบคลุมตามมาตรฐานนี้ ถ้าสามารถที่จะทดสอบประสิทธิภาพได้โดยไม่เกิดความสูญเสียจากเบรก (ตัวอย่างเช่น การรี้อเบรกออก หรือการจ่ายพลังงานให้แก่ชุดลวดเบรกจากแหล่งจ่ายที่แยกต่างหาก)

เมื่อผู้ผลิตเสนอมอเตอร์ที่มีการออกแบบอย่างเดียวกันทั้งโดยมีหรือไม่มีเบรก การทดสอบประสิทธิภาพสามารถทำได้โดยการทดสอบมอเตอร์ที่ไม่มีเบรก ดังนั้น ในการหาค่าประสิทธิภาพ อาจจะใช้เป็นพิกัดสำหรับมอเตอร์และเบรกมอเตอร์ได้ทั้งคู่

- มอเตอร์ที่แช่น้ำได้ ที่ออกแบบเฉพาะให้ใช้งานในของเหลว
- มอเตอร์ชนิดสกัดควัน (smoke extraction motors) ที่มีค่าระดับอุณหภูมิสูงกว่า 400 °C

## 2. เอกสารอ้างอิง

เอกสารอ้างอิงที่ระบุต่อไปนี้จะใช้ประกอบกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ เอกสารอ้างอิงฉบับที่ระบุปีที่พิมพ์ให้ใช้ฉบับที่ระบุเท่านั้น เอกสารอ้างอิงฉบับที่ไม่ได้ระบุปีที่พิมพ์ให้ใช้ฉบับล่าสุด (รวมถึงเอกสารอ้างอิงฉบับที่แก้ไขเพิ่มเติม)

มอก. 866 เล่ม 1 เครื่องจักรกลไฟฟ้าชนิดหมุน เล่ม 1 : พิกัดและสมรรถนะ

มอก. 866 เล่ม 2(1) เครื่องจักรกลไฟฟ้าชนิดหมุน เล่ม 2(1): วิธีมาตรฐานสำหรับการหาค่าความสูญเสียและประสิทธิภาพจากการทดสอบ (ยกเว้นเครื่องจักรกลสำหรับชุดยานพาหนะ)

มอก. 866 เล่ม 30(1) เครื่องจักรกลไฟฟ้าชนิดหมุน เล่ม 30 (1): ระดับชั้นประสิทธิภาพของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ (รหัส IE)

IEC/TS 60034-2-3 Rotating electrical machines – Part 2-3: Specific test methods for determining losses and efficiency of converter-fed AC induction motors

IEC 60034-6 Rotating electrical machines – Part 6: Methods of cooling (IC Code)

IEC/TS 60034-25 Rotating electrical machines – Part 25: Guidance for the design and performance of a.c. motors specifically designed for converter supply

IEC 60038 IEC standard voltages

IEC 60079-0 Explosive atmospheres – Part 0: Equipment – General requirements

## 3. บทนิยามและสัญลักษณ์

### 3.1 บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ ให้เป็นไปตามบทนิยามของ มอก. 866 เล่ม 1 และบทนิยามดังต่อไปนี้

#### 3.1.1 มอเตอร์ความเร็วเดียว (single-speed motor)

มอเตอร์ที่ทำงานโดยการต่อตรงกับระบบ 50 Hz และ/หรือ 60 Hz

หมายเหตุ มอเตอร์ความเร็วเดียว อาจสามารถใช้ตัวแปลงผันความถี่แล้วทำงานเป็นมอเตอร์ปรับความเร็วได้

3.1.2 มอเตอร์หลายความเร็ว (multi-speed motor)

มอเตอร์ที่มีพิกัด 50 Hz และ/หรือ 60 Hz ทำงานโดยการต่อตรงกับระบบ ที่มีหลายขดลวด หรือสามารถสับเปลี่ยนขดลวดไปที่จำนวนขั้ว 2 ค่าขึ้นไป ที่มีความเร็วเชิงโคจรต่างๆ กัน

3.1.3 มอเตอร์แปรความเร็วได้ (variable speed motor)

มอเตอร์ที่มีพิกัดสำหรับช่วงความเร็วและจ่ายแรงดันไฟฟ้าที่มีขนาดและความถี่แปรผันได้

3.1.4 มอเตอร์เบรก (brake motor)

มอเตอร์ที่ประกอบด้วยหน่วยเบรกทางกลไฟฟ้า (electro-mechanical brake unit) ที่ทำงานโดยตรงบนแกนมอเตอร์โดยไม่มีตัวเชื่อมต่อ

3.1.5 มอเตอร์เกียร์ (geared motor)

มอเตอร์ที่ประกอบด้วยกล่องเกียร์ (gearbox) ที่ไม่มีตัวเชื่อมต่อ (ตัวอย่างเช่น ล้อเกียร์ตัวแรกยึดติดอยู่กับแกนมอเตอร์)

3.1.6 มอเตอร์เครื่องสูบลม (pump motor)

มอเตอร์ที่ติดโดยตรงกับเครื่องสูบลมโดยไม่มีตัวเชื่อมต่อ (ตัวอย่างเช่น จานใบพัดยึดติดอยู่กับแกนมอเตอร์)

3.1.7 ประสิทธิภาพเฉลี่ย (average efficiency)

ค่าประสิทธิภาพเฉลี่ยของจำนวนประชากรมอเตอร์ (motor population) ที่มีการออกแบบอย่างเดียวกัน และพิกัดค่าเดียวกัน

3.1.8 ประสิทธิภาพระบุ (nominal efficiency)

ค่าประสิทธิภาพที่กำหนดที่จะแสดงความมั่นใจได้ว่าระดับชั้นประสิทธิภาพเป็นไปตามตารางประสิทธิภาพในมาตรฐานฉบับนี้

3.1.9 ประสิทธิภาพที่พิกัด (rated efficiency)

ค่าประสิทธิภาพที่ถูกระบุโดยผู้ผลิต ซึ่งเท่ากับค่าประสิทธิภาพระบุหรือสูงกว่า

3.2 สัญลักษณ์

$\eta_n$  หมายถึง ประสิทธิภาพระบุ( %)

$\eta_N$  หมายถึง ประสิทธิภาพที่พิกัด( %)

$f_N$  หมายถึง ความถี่ที่พิกัด( Hz)

$n_N$  หมายถึง ความเร็วที่พิกัด(  $\text{min}^{-1}$ )

$P_N$  หมายถึง กำลังที่พิกัด( kW)

$T_N$  หมายถึง แรงบิดที่พิกัด( Nm)

$U_N$  หมายถึง แรงดันไฟฟ้าที่พิกัด( V)

#### 4. การจำแนกประเภท

การจำแนกประเภทของมอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส สามารถแบ่งได้ดังนี้

4.1 แบ่งตามชนิดของตัวหมุนแบ่งได้ 2 ชนิดคือ

4.1.1 ตัวหมุนชนิดกรง(cage-rotor)

4.1.2 ตัวหมุนชนิดพันขดลวด (wound-rotor)

4.2 แบ่งตามชนิดของระดับชั้นการป้องกัน การแบ่งตามระดับชั้นการป้องกันให้เป็นไปตามมอก. 866 เล่ม 5

4.3 การแบ่งระดับชั้นประสิทธิภาพ ให้แบ่งตามรหัส IE1 IE2 IE3 และ IE4 ตาม มอก. 866 เล่ม30(1)

#### 5. ประสิทธิภาพ

##### 5.1 การกำหนด

##### 5.1.1 ทั่วไป

มาตรฐานฉบับนี้ใช้กับมอเตอร์ความเร็วเดียวชนิดทำงานโดยการต่อสายทำงานโดยตรง มอเตอร์ที่ทำงานโดยใช้ตัวแปลงผันความถี่น่าจะมีความสูญเสียสูงกว่าเมื่อเทียบกับใช้แหล่งจ่ายไฟฟ้าโดยตรง (เป็นรูปคลื่นไซน์) ซึ่งเกิดจากส่วนประกอบฮาร์โมนิกแรงดันไฟฟ้า จึงไม่ครอบคลุมตามมาตรฐานฉบับนี้

การที่จะทำให้พิกัดระดับชั้นประสิทธิภาพสามารถเปรียบเทียบกันได้สำหรับเทคโนโลยีมอเตอร์ที่แตกต่างกัน ให้การทดสอบทุกครั้งตามมาตรฐานฉบับนี้กระทำที่แรงดันไฟฟ้ารูปคลื่นไซน์

ประสิทธิภาพและความสูญเสียจะต้องทดสอบให้สอดคล้องกับวิธีที่เสนอใน มอก. 866 เล่ม 2(1)

##### 5.1.2 แรงดันไฟฟ้าที่พิกัด ความถี่ที่พิกัด และกำลังที่พิกัด

ประสิทธิภาพที่พิกัดจะต้องกำหนดจากกำลังที่พิกัด ( $P_N$ ), แรงดันไฟฟ้าที่พิกัด ( $U_N$ ) และความถี่ที่พิกัด ( $f_N$ )

พิกัดของมอเตอร์ที่มีแรงดันไฟฟ้าในช่วงทำงานที่ยอมรับได้ (ตัวอย่างเช่น 400 V  $\pm$  10% ตาม IEC 60038) จะต้องกำหนดประสิทธิภาพที่พิกัดค่าเดียว ตัวอย่างเช่น ส่วนของแรงดันไฟฟ้าขยายที่ยอมรับได้จะต้องไม่นำมาพิจารณา

มอเตอร์ที่มีแรงดันไฟฟ้าที่พิกัดและความถี่ที่พิกัดอยู่ร่วมกัน ที่มีฟลักซ์แม่เหล็กและกำลังเท่ากัน ตัวอย่างเช่น 230 V/400 V (delta/star)หรือ 230 V/460 V (double star/star)จะต้องมีประสิทธิภาพที่พิกัดและระดับชั้นประสิทธิภาพ (รหัส IE) เพียงค่าเดียว

มอเตอร์ที่มีแรงดันไฟฟ้าที่พิกัด ความถี่ที่พิกัด และกำลังที่พิกัดมากกว่า 1 ค่าอยู่ร่วมกัน จะต้องระบุประสิทธิภาพที่พิกัดและระดับชั้นประสิทธิภาพ (รหัส IE) ในแรงดันไฟฟ้าที่พิกัดแต่ละค่า ความถี่ที่พิกัดแต่ละค่า และกำลังที่พิกัดแต่ละค่า ที่อยู่ร่วมกัน

ดังนั้น อย่างน้อยค่าประสิทธิภาพที่ต่ำที่สุด และรหัส IE ที่เกี่ยวข้อง (สำหรับ แรงดันไฟฟ้าที่พิกัดทุกค่า ความถี่ที่พิกัดทุกค่า และกำลังที่พิกัดทุกค่า ที่อยู่ร่วมกัน) จะต้องแสดงบนป้ายพิกัด

ค่าประสิทธิภาพ และรหัส IE ทั้งหมด จะต้องระบุไว้ในเอกสารผลิตภัณฑ์ (แค็ตตาล็อก หรือ คู่มือการทำงาน)

หมายเหตุ ตัวอย่างเช่น ในประเทศญี่ปุ่นการรวมพิกัด “200V/50Hz – 200V/60Hz – 220V/60Hz” ใช้กันทั่วไป สำหรับมอเตอร์ความเร็วเดียว และในยุโรปการรวมพิกัด “380V/50Hz – 400V/50Hz – 415V/50Hz – 460V/60Hz” ก็ใช้บ้างในบางครั้ง จากตัวอย่างนี้ มอเตอร์จะต้องมีประสิทธิภาพที่พิกัด 3 หรือ 4 ค่า และบางครั้งอาจจะมี รหัส IE ที่แตกต่างกัน

### 5.1.3 อุปกรณ์เสริม

มอเตอร์ไฟฟ้าบางชนิดที่ครอบคลุมตามมาตรฐานฉบับนี้บางครั้งอาจจะมีอุปกรณ์เสริมติดอยู่ด้วย ตัวอย่างเช่น อุปกรณ์กันรั้วสำหรับแกน พัฒลมภายนอก เบรกทางกล ตัวหยุดด้านหลังและร่องเส้นทางเดียว ตัวตรวจจับความเร็ว เครื่องกำเนิดชนิดวัดความเร็ว ประกอบอยู่ด้วยกันหลายๆ ชนิด

ดังนั้น เนื่องจากอุปกรณ์เสริมเหล่านี้ไม่ได้เป็นส่วนหนึ่งของการออกแบบมอเตอร์เบื้องต้น การหาค่าประสิทธิภาพในการรวมทั้งหมดไม่สามารถเป็นไปได้ในทางปฏิบัติ การทดสอบสำหรับประสิทธิภาพของมอเตอร์ที่ดัดแปลงจากมอเตอร์มาตรฐานจะต้องกระทำแก่มอเตอร์พื้นฐาน ด้วยระบบระบายความร้อนเดิม ไม่ติดตั้งอุปกรณ์เสริม

ความสูญเสียของพัฒลมขับที่แยกต่างหากจะถูกรวมเข้ากับการหาประสิทธิภาพก็ต่อเมื่อพัฒลมภายนอกถูกรวมเป็นส่วนหนึ่งของโครงสร้างมอเตอร์พื้นฐาน เมื่อพัฒลมภายนอกเป็นตัวเลือกเพิ่มเติมในมอเตอร์ที่ผลิตเป็นจำนวนมาก ซึ่งปกติจะเป็นพัฒลมที่ติดกับแกน ความสูญเสียของมอเตอร์ (รวมทั้งพัฒลมที่ติดกับแกน) สามารถใช้ได้

ร่องเส้นแบบต่อเชิงมุม (ร่องเส้นแบบปรับแรงหลัก) สำหรับมอเตอร์ที่ติดตั้งในแนวตั้งสามารถทดแทนได้โดยร่องเส้นมาตรฐานในการทดสอบประสิทธิภาพ ดังนั้น มอเตอร์สามารถทดสอบในแนวนอนได้

มอเตอร์บางชนิด (ตัวอย่างเช่น มอเตอร์เกียร์ มอเตอร์เครื่องสูบลม และอื่นๆ) ที่ประกอบด้วยอุปกรณ์กันรั้วสำหรับแกนเพื่อป้องกันน้ำมันหรือน้ำเข้าสู่มอเตอร์ อุปกรณ์กันรั้วภายนอกจะต้องถูกนำออกไปในการทดสอบประสิทธิภาพ ซึ่งใช้สำหรับอุปกรณ์กันรั้วที่สามารถเข้าถึงได้จากภายนอกเท่านั้น ไม่รวมถึงการรื้อมอเตอร์ (การรื้อส่วนหุ้มพัฒลมและพัฒลมสามารถยอมรับได้)

เบรกทางกลไฟฟ้า (electro-mechanical brake) จะต้องถอดออกในระหว่างการทดสอบประสิทธิภาพของมอเตอร์ ถ้าโครงสร้างของมอเตอร์กำหนดไว้ไม่ให้นำเบรกออก ขดลวดเบรกจะต้องป้องกันจากแหล่งจ่ายไฟฟ้าที่แยกต่างหาก และการสั่นเปลืองพลังงานจะต้องไม่นำมาคิดในการคำนวณประสิทธิภาพมอเตอร์

### 5.2 พิกัด

ประสิทธิภาพที่แจ้งโดยผู้ผลิตบนแผ่นป้ายพิกัด (ประสิทธิภาพที่พิกัด) จะต้องสูงกว่าหรือเท่ากับประสิทธิภาพที่ระบุตามนิยามในมาตรฐานฉบับนี้ (ให้เป็นไปตามระดับชั้นประสิทธิภาพ (รหัส IE) บนแผ่นป้ายพิกัด)

ประสิทธิภาพของมอเตอร์แต่ละตัวที่โหลดเต็มพิกัด เมื่อทดสอบที่แรงดันไฟฟ้าที่พิกัด และความถี่ที่พิกัดแล้วจะต้องมีค่าไม่น้อยกว่าประสิทธิภาพที่พิกัดลบด้วยเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนตาม มอก. 866 เล่ม 1 และไม่น้อยกว่าการแบ่งระดับชั้นประสิทธิภาพลบด้วยเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน



ข้อเสนอแนะ ในการระบุประสิทธิภาพในเอกสารผลิตภัณฑ์ อาจจะระบุประสิทธิภาพที่โหลด 50 %, 75% และโหลดเต็ม สำหรับจุดประสงค์ของมาตรฐานฉบับนี้ใช้สำหรับประสิทธิภาพที่กำลังที่พิกัด

การแปรผันของวัสดุ กระบวนการผลิต และผลการทดสอบ ในการออกแบบมอเตอร์ ประสิทธิภาพที่โหลดเต็มของมอเตอร์ที่มีจำนวนมากจากการออกแบบอย่างเดียวกันไม่เป็นค่าเป็นหนึ่งค่าเดียวกัน แต่อยู่ในช่วงแถบของประสิทธิภาพ ดังนั้น ประสิทธิภาพพลังงานที่พิกัดในมาตรฐานฉบับนี้คือค่าระบุ

### 5.3 การแบ่งระดับชั้นและการแสดงเครื่องหมาย

#### 5.3.1 ทั่วไป

ในการออกแบบระดับชั้นประสิทธิภาพที่ประกอบด้วยตัวอักษร IE (อักษรย่อสำหรับ International Energy Efficiency Class) ให้เป็นไปตามตัวเลขที่แสดงการแบ่งระดับชั้นตามตารางที่ 2 ใน มอก. 866 เล่ม 30(1)

#### 5.3.2 การแบ่งระดับชั้นประสิทธิภาพ

การแบ่งระดับชั้นประสิทธิภาพ ให้แบ่งตามรหัส IE1 IE2 IE3 และ IE4 ตาม มอก. 866 เล่ม 30(1)

#### 5.3.3 มอเตอร์ที่มีประสิทธิภาพต่ำกว่า IE1

มอเตอร์ที่มีประสิทธิภาพต่ำกว่าเกณฑ์กำหนดที่ให้ไว้ใน มอก 866 เล่ม 30(1) ตารางที่ 3 และ 4 เป็นมอเตอร์ที่มีประสิทธิภาพต่ำกว่าที่มาตรฐานฉบับนี้กำหนดห้ามแสดงเครื่องหมายนี้

#### 5.3.4 การแสดงเครื่องหมาย

มอเตอร์ที่มีพิกัดด้านนอกไม่เกิน 750 W และมีขนาดไม่เป็นไปตาม IEC 60072-1 จะต้องทำเครื่องหมาย ข้อ ก) ข) ช) ฉ) และ ญ) เป็นอย่างน้อย ส่วนมอเตอร์ไฟฟ้าตามพิกัดอื่นๆ ที่แผ่นป้ายพิกัดจะต้องแสดงเครื่องหมายอย่างน้อย ดังต่อไปนี้

ก) ชื่อผู้ทำหรือเครื่องหมายการค้า

ข) ตัวเลขลำดับของผู้ผลิต (serial number) หรือหมายเลขแสดงการขึ้นบ่ง

**หมายเหตุ** การแสดงหมายเลขขึ้นบ่งเดียวอาจจะใช้ขึ้นบ่งในมอเตอร์ไฟฟ้าที่ผลิตจากการออกแบบทางกล และการออกแบบทางไฟฟ้าแบบเดียวกันและผลิตในชุดเดียวกันโดยใช้เทคโนโลยีแบบเดียวกัน

ค) ข้อมูลเพื่อระบุปีของการผลิต ให้ทำเครื่องหมายบนแผ่นป้ายบอกพิกัดหรือระบุไว้ในแผ่นข้อมูลที่แยกต่างหากเพื่อให้มาพร้อมกับเครื่อง

**หมายเหตุ** หากข้อมูลนี้สามารถหาได้จากผู้ผลิตโดยระบุข้อมูลที่ระบุไว้ในข้อ ข) ก็สามารถที่จะไม่ระบุบนแผ่นป้ายพิกัดและเอกสารแผ่นข้อมูล (data sheet) ที่แยกต่างหาก

ง) รหัสของมอเตอร์หรือแบบรุ่น (model)

จ) จำนวนเฟส

ฉ) ระดับชั้นการป้องกัน (รหัส IP) ตาม มอก. 866 เล่ม 5

ช) ระดับชั้นประสิทธิภาพ (รหัส IE) และค่าประสิทธิภาพที่พิกัด ตาม มอก. 866 เล่ม 30(1)

## มอก. 866 เล่ม 30(101)-25XX

หมายเหตุ จะต้องแสดงเครื่องหมายประสิทธิภาพที่พิกัด และรหัส IE บนป้ายพิกัดแบบถาวร ตัวอย่างเช่น “IE2-84.0%”

- ช) ระดับชั้นของอุณหภูมิ และขีดจำกัดอุณหภูมิหรืออุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น
- ฅ) กำลังด้านออกที่พิกัด หรือย่านกำลังด้านออกที่พิกัด
- ฉ) แรงดันไฟฟ้าที่พิกัด หรือย่านแรงดันไฟฟ้าที่พิกัด
- ค) ความถี่ที่พิกัด หรือย่านความถี่ที่พิกัด
- ฅ) กระแสที่พิกัด หรือย่านกระแสที่พิกัด
- ฉ) ความเร็วที่พิกัด หรือย่านความเร็วที่พิกัด
- ช) ตัวประกอบกำลัง (power factor) ที่พิกัด

### 5.4 เกณฑ์กำหนดที่ระบุสำหรับระดับชั้นประสิทธิภาพ IE1, IE2, IE3 และ IE4

เกณฑ์กำหนดที่ระบุสำหรับระดับชั้นประสิทธิภาพ IE1, IE2, IE3 และ IE4 ให้เป็นไปตามตารางที่ 3 ถึงตารางที่ 10 ใน มอก. 866 เล่ม 30(1)

การประมาณค่าในช่วงของเกณฑ์กำหนดประสิทธิภาพที่ระบุของกำลังที่พิกัดที่อยู่ระหว่างค่าที่แสดงในตารางสำหรับความถี่จากแหล่งจ่ายหลัก 50 Hz ให้เป็นไปตามข้อ 5.4.5 และ ตารางที่ 11และตารางที่ 12 ใน มอก. 866 เล่ม 30(1)

การประมาณค่าในช่วงของเกณฑ์กำหนดประสิทธิภาพที่ระบุของกำลังที่พิกัดที่อยู่ระหว่างค่าที่แสดงในตารางสำหรับความถี่จากแหล่งจ่ายหลัก 60 Hz ให้เป็นไปตามข้อ 5.4.6 ใน มอก. 866 เล่ม 30(1)

### 5.5 การทดสอบ

การทดสอบให้ทดสอบตาม มอก. 866 เล่ม 2(1)

### 5.6 เกณฑ์ความคลาดเคลื่อน

เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนคือค่าเบี่ยงเบนสูงสุดที่ยอมรับได้ระหว่างผลการทดสอบกับค่าที่ระบุบนแผ่นป้ายพิกัด และเกณฑ์กำหนดที่ระบุสำหรับแต่ละระดับชั้นประสิทธิภาพ ผลการทดสอบจะต้องไม่เกิน ค่าเบี่ยงเบนสูงสุดที่ยอมรับได้ตามข้อ 12 และตารางที่ 20 ใน มอก. 866 เล่ม 1

### บรรณานุกรม

IEC 60034-5, *Rotating electrical machines – Part 5: Degrees of protection provided by the integral design of rotating electrical machines (IP code) – Classification*

IEC 60034-12, *Rotating electrical machines – Part 12: Starting performance of single-speed three-phase cage induction motors*

IEC/TS 60034-31:2010, *Rotating electrical machines – Part 31: Selection of energy-efficient motors including variable speed applications – Application guide*

IEC 60072-1, *Dimensions and output series for rotating electrical machines – Part 1: Frame numbers 56 to 400 and flange numbers 55 to 1080*

ISO 3, *Preferred numbers – Series of preferred numbers*

EN 12101-3, *Smoke and heat control systems – Part 3: Specification for powered smoke and heat exhaust ventilators*

EN 50347, *General purpose three-phase induction motors having standard dimensions and outputs – Frame numbers 56 to 315 and flange numbers 65 to 740*

EN 52800, *Energy efficiency for power drive systems, motor starters, power electronics and their driven applications*

JIS C 4212 (Japanese Industrial Standard), *Low-voltage three-phase squirrel-cage high-efficiency induction motors*

NBR 17094-1, *Rotating electrical machines – Induction motors – Specification*

NEMA MG1, *Motors and Generators*

SANS 1804-1 (South African Standard), *Induction motors – Part 1: IEC requirements*