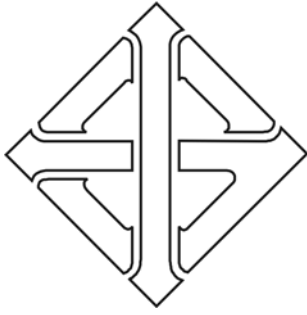




มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

THAI INDUSTRIAL STANDARD

มอก. 406 – 2554

อะลูมิเนียมและอะลูมิเนียมเจือสำหรับจุดประสงค์ ทางไฟฟ้า: คุณสมบัติทั่วไป

ALUMINIUM AND ALUMINIUM ALLOYS FOR ELECTRICAL PURPOSES:
GENERAL PROPERTIES

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

กระทรวงอุตสาหกรรม

ICS 29.060.10

ISBN978-616-231-446-9

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
อะลูมิเนียมและอะลูมิเนียมเจือสำหรับจุดประสงค์
ทางไฟฟ้า: คุณสมบัติทั่วไป

มอก. 406 – 2554

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
กระทรวงอุตสาหกรรม ถนนพระรามที่ 6 กรุงเทพฯ 10400
โทรศัพท์ 0 2202 3300

ประกาศในราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศและงานทั่วไป เล่ม 129 ตอนพิเศษ 118ง
วันที่ 24 กรกฎาคม พุทธศักราช 2555

คณะกรรมการวิชาการคณะที่ 277

มาตรฐานสภาพนำของอะลูมิเนียมสำหรับจุดประสงค์ทางไฟฟ้า

ประธานกรรมการ

นายธรา ชลปราณี

ผู้แทนคณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กรรมการ

ผศ.ชูชาติ บาร์มี

ผู้แทนสมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์

นายผดุง หวังวัฒนา

ผู้แทนการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

นายพิชิต พงษ์ประเสริฐ

นายสุชัย ชีรนวนิชย์

ผู้แทนการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

นายบัณฑิต เพียคา

นายอภิชัย พงสานุรักษ์

ผู้แทนการไฟฟ้านครหลวง

นายอุดม กลอดกลาง

นายวรชาติ ชูชม

ผู้แทนสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน

นายภาคภูมิ บุรณบุญย์

นายพิเชษฐ์ โล่ชนะจิต

ผู้แทนบริษัท เฟลปส์ ดอดจ์ อินเตอร์เนชั่นแนล (ไทยแลนด์) จำกัด

นายกฤษณะ มากทรัพย์

นายณัฐวุฒิ พรหมศรี

ผู้แทนบริษัท สายไฟฟ้าบางกอกเคเบิ้ล จำกัด

นางจิราภรณ์ ศิริบำรุงสุข

นายสมชาย จันท

ผู้แทนบริษัท สายไฟฟ้าไทยยาซากิ จำกัด

นายวิชัย อริยะสกุลทรัพย์

นางนิภา สุนทรชนโสภณ

ผู้แทนบริษัท จรุงไทยไวร์เอนด์เคเบิ้ล จำกัด (มหาชน)

นายสาธิต ไกรระภิ

กรรมการและเลขานุการ

นายสถาพร รุ่งรัตนอุบล

ผู้แทนสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมอะลูมิเนียมและอะลูมิเนียมเจือสำหรับจุดประสงค์ทางไฟฟ้า: คุณสมบัติทั่วไป นี้ได้ประกาศใช้ครั้งแรกเป็นมาตรฐานเลขที่ มอก. 206-2525 ในราชกิจจานุเบกษาฉบับพิเศษ เล่มที่ 99 ตอนที่ 59 วันที่ 26 เมษายน พุทธศักราช 2525 ต่อมาได้พิจารณาเห็นสมควรแก้ไขปรับปรุงเพื่อให้ทันสมัยและเป็นไปตามเอกสารอ้างอิงฉบับล่าสุด จึงได้แก้ไขปรับปรุงโดยการยกเลิกมาตรฐานเดิมและกำหนดมาตรฐานนี้ขึ้นใหม่

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้เป็นเล่มหนึ่งในอนุกรมมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมอะลูมิเนียมและอะลูมิเนียมเจือ สำหรับจุดประสงค์ทางไฟฟ้า: คุณสมบัติทั่วไป อันประกอบด้วย มอก.407-2554 อะลูมิเนียมและอะลูมิเนียมเจือ สำหรับจุดประสงค์ทางไฟฟ้า: เส้นกลม

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้กำหนดขึ้นโดยอาศัยเอกสารต่อไปนี้เป็นแนวทาง

IEC 60121 Recommendation for commercial annealed aluminium electrical conductor wire

มอก. 308-2522 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมทองแดงสำหรับจุดประสงค์ทางไฟฟ้า: ลวดกลม

คณะกรรมการมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมได้พิจารณามาตรฐานนี้แล้ว เห็นสมควรเสนอรัฐมนตรีประกาศตามมาตรา 15 แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511

สารบัญ

หน้า

1. ขอบข่าย	1
2. บทนิยาม	1
3. ส่วนประกอบทางเคมี	4
4. วิธีคำนวณค่าสภาพนำไฟฟ้า	4
5. คุณสมบัติต่าง ๆ	5
6. ค่ามาตรฐานสำหรับการคำนวณ	5



ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม

ฉบับที่ 4424 (พ.ศ. 2555)

ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

พ.ศ. 2511

เรื่อง ยกเลิกและกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

อะลูมิเนียมและอะลูมิเนียมเจือสำหรับจุดประสงคทางไฟฟ้า : คุณสมบัติทั่วไป

โดยที่เป็นการสมควรปรับปรุงมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม อะลูมิเนียมและอะลูมิเนียมเจือสำหรับ
จุดประสงคทางไฟฟ้า : คุณสมบัติทั่วไป มาตรฐานเลขที่ มอก.406-2525

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 15 แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511
รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรมออกประกาศยกเลิกประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 591 (พ.ศ. 2525)
ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511 เรื่อง กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์
อุตสาหกรรม อะลูมิเนียมและอะลูมิเนียมเจือสำหรับจุดประสงคทางไฟฟ้า : คุณสมบัติทั่วไป ลงวันที่ 9 เมษายน
พ.ศ. 2525 และออกประกาศกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม อะลูมิเนียมและอะลูมิเนียมเจือสำหรับ
จุดประสงคทางไฟฟ้า : คุณสมบัติทั่วไป มาตรฐานเลขที่ มอก.406-2554 ขึ้นใหม่ ดังมีรายการละเอียดต่อท้าย
ประกาศนี้

ทั้งนี้ ให้มีผลเมื่อพ้นกำหนด 180 วัน นับตั้งแต่ว่าประกาศในราชกิจจานุเบกษา เป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ 11 พฤษภาคม พ.ศ. 2555

พงษ์สวัสดิ์ สวัสดิวัตน์

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

อะลูมิเนียมและอะลูมิเนียมเจือ

สำหรับจุดประสงค์ทางไฟฟ้า: คุณสมบัติทั่วไป

1. ขอบข่าย

- 1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้กำหนด ส่วนประกอบทางเคมี วิธีคำนวณค่าสภาพนำไฟฟ้า คุณสมบัติต่าง ๆ และค่ามาตรฐานสำหรับการคำนวณของอะลูมิเนียมและอะลูมิเนียมเจือ สำหรับจุดประสงค์ทางไฟฟ้า

2. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ มีดังต่อไปนี้

- 2.1 กรรมวิธีทางความร้อนเอกภาค (solution heat treatment) หมายถึง การทำให้โลหะมีอุณหภูมิที่เหมาะสม คงอุณหภูมินั้นไว้นานพอที่จะทำให้ส่วนประกอบต่าง ๆ ของโลหะเข้าไปในสารละลายของแข็ง (solid solution) แล้วทำให้เย็นลงด้วยความเร็วเพียงพอที่จะทำให้ส่วนประกอบเหล่านั้น คงอยู่ในสารละลายของแข็ง
- 2.2 การบ่มเร่ง (artificial aging) หมายถึง การเพิ่มความแข็งแรงของวัสดุโดยการให้ความร้อนแก่วัสดุที่อุณหภูมิหนึ่ง ในระยะเวลาที่กำหนด
- 2.3 เทมเปอร์ (temper) หมายถึง กรรมวิธีที่ทำให้อะลูมิเนียมและอะลูมิเนียมเจือมีคุณสมบัติทางกลตามต้องการ
- 2.4 แท่ง (bar) หมายถึง ผลิตภัณฑ์ซึ่งมีภาคตัดขวางต้นเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า มีลักษณะยาวเมื่อเทียบกับความหนาและความกว้าง
- 2.5 ลวด (wire) หมายถึง ผลิตภัณฑ์ซึ่งมีลักษณะเป็นเส้น มีภาคตัดขวางกลมต้นสม่ำเสมอ ได้มาจากการรีดเส้นอย่างละเอียดให้ได้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตามต้องการ
- 2.6 สภาพต้านทานไฟฟ้าทางปริมาตร (volume electrical resistivity) หมายถึง ผลคูณระหว่างความต้านทานต่อหนึ่งหน่วยความยาวกับพื้นที่ภาคตัดขวางสม่ำเสมอของตัวนำ
- 2.7 สภาพต้านทานไฟฟ้าทางมวล (mass electrical resistivity) หมายถึง ผลคูณระหว่างความต้านทานต่อหนึ่งหน่วยความยาวกับมวลต่อหนึ่งหน่วยความยาว
- 2.8 สภาพนำไฟฟ้าและสภาพต้านทานไฟฟ้าในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ หมายถึง สภาพนำไฟฟ้าทางปริมาตร และสภาพต้านทานไฟฟ้าทางปริมาตรตามลำดับ

- 2.9 สัมประสิทธิ์การขยายตัวเชิงเส้น (coefficient of linear expansion) หมายถึง สัมประสิทธิ์เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงความยาวตามค่าอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไป อาจแสดงได้ตามสูตร

$$\beta_t = \frac{1}{L_t} \frac{dL}{dt}$$

เมื่อ β_t คือ สัมประสิทธิ์การขยายตัวเชิงเส้น ที่อุณหภูมิ t
 L คือ ความยาวของวัสดุซึ่งเป็นฟังก์ชันของอุณหภูมิ
 L_t คือ ความยาวของวัสดุที่อุณหภูมิ t

- 2.10 สัมประสิทธิ์การเปลี่ยนแปลงความต้านทานตามอุณหภูมิ (temperature coefficient of resistance) หมายถึง สัมประสิทธิ์เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงความต้านทาน ตามค่าอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไป อาจแสดงได้ตามสูตร

$$\alpha_t = \frac{1}{R_t} \frac{dR}{dt}$$

เมื่อ α_t คือ สัมประสิทธิ์การเปลี่ยนแปลงความต้านทาน ตามอุณหภูมิ ที่อุณหภูมิ t
 R คือ ความต้านทานซึ่งเป็นฟังก์ชันของอุณหภูมิ
 R_t คือ ความต้านทานที่อุณหภูมิ t

- 2.11 เส้น (rod) หมายถึง ผลิตภัณฑ์ซึ่งมีลักษณะเป็นเส้นมีภาคตัดขวางตันและสม่ำเสมอเป็นรูปกลม สี่เหลี่ยมจัตุรัส หรือ หลายเหลี่ยมด้านเท่า (regular polygon) ตามปกติได้จากการหลอมก้อนโลหะหล่อแล้วรีดอย่างหยาบ ๆ ให้มีลักษณะเป็นเส้นยาวเหมาะสมสำหรับนำไปรีดให้เล็กลงเป็นลวด

- 2.12 O (annealed) หมายถึง สัญลักษณ์ของเทมเปอร์ที่แสดงว่าอะลูมิเนียมและอะลูมิเนียมเจือได้ผ่านการอบอ่อน (annealed) จนได้ความต้านแรงดึงอันติมะ (ultimate tensile strength) ค่าที่สุด

- 2.13 H (strain-hardened) หมายถึง สัญลักษณ์ของเทมเปอร์ที่แสดงว่า อะลูมิเนียมและอะลูมิเนียมเจือได้ผ่านกรรมวิธีเพื่อเพิ่มความต้านแรงดึงโดยการเคียวแข็ง (strain-hardening) โดยอาจจะผ่านหรือไม่ผ่านกรรมวิธีทางความร้อน เพื่อลดความต้านแรงดึงลงด้วยก็ได้ สัญลักษณ์นี้มีตัวเลขตาม 2 ตัว หรือมากกว่า เช่น Hxy โดยที่ x หมายถึง กรรมวิธีต่าง ๆ ที่ตามหลัง H ตามตารางที่ 1 และ y คือระดับของการเคียวแข็งเมื่อผ่านกรรมวิธีต่าง ๆ ตามค่าของ x ยกเว้นเมื่อ x เท่ากับ 3 จะหมายถึงระดับของการเคียวแข็งก่อนกรรมวิธีทำให้เสถียร (stabilized) ตามตารางที่ 2

- 2.14 T (thermally treated or produce stable tempers other than O or H) หมายถึง สัญลักษณ์ของเทมเปอร์ที่แสดงว่าอะลูมิเนียม และอะลูมิเนียมเจือได้ผ่านกรรมวิธีทางความร้อนเพื่อทำให้เกิดการเสถียร โดยอาจจะผ่านหรือไม่ผ่านการเคียวแข็งก็ได้

- 2.14.1 T 6 หมายถึง ผ่านกรรมวิธีทางความร้อนเอกภาค แล้วบ่มแรง ใช้ได้กับผลิตภัณฑ์ซึ่งไม่ผ่านกรรมวิธีเย็นหลังจากผ่านกรรมวิธีทางความร้อนเอกภาคแล้ว หรือกับผลิตภัณฑ์ซึ่งกรรมวิธีเย็นเช่น การทำให้เบนหรือทำให้ตรงไม่มีผลต่อคุณสมบัติทางกลมากนัก

หมายเหตุ ตามปกติจะมีการเพิ่มเติมตัวเลขอีก 1 ตัว หลัง T 6 เพื่อระบุกรรมวิธีสำหรับปรับปรุงคุณสมบัติทางกล

2.14.2 T 81 หมายถึง ผ่านกรรมวิธีทางความร้อน ริดเป็นรูปร่างแล้วบ่มให้ได้คุณสมบัติทางกลตามต้องการ

ตารางที่ 1 ค่าและความหมายของ x

(ข้อ 2.13)

ค่าของ x	ความหมาย
1	หมายถึง การเพิ่มความต้านแรงดึงอันติมะ (โดยการเครียดแข็ง) โดยไม่ผ่านกรรมวิธีทางความร้อน เพื่อให้ได้คุณสมบัติทางกลตามที่ต้องการ
2	หมายถึง การเพิ่มความต้านแรงดึงอันติมะให้มากกว่าค่าสุดท้ายที่ต้องการแล้วลดความต้านแรงดึงลงมาในระดับที่ต้องการโดยการอบอ่อนอย่างไม่เต็มที่ (partial annealing) สำหรับโลหะเจือซึ่งบ่มอ่อน (age-soften) ที่อุณหภูมิห้อง ค่าเทมเปอร์เมื่อ x เท่ากับ 2 นี้ มีความต้านแรงดึงอันติมะค่าต่ำสุดเช่นเดียวกันกับของเทมเปอร์ เมื่อ x เท่ากับ 3 สำหรับโลหะเจืออื่นเทมเปอร์เมื่อ x เท่ากับ 2 มีความต้านแรงดึงอันติมะค่าต่ำสุดเช่นเดียวกันกับเทมเปอร์เมื่อ x เท่ากับ 1 และมีการยืด (elongation) มากกว่าเล็กน้อย
3	หมายถึง การเพิ่มความต้านแรงดึงโดยการเครียดแข็งแล้วทำให้เสถียร ด้วยกรรมวิธีทางความร้อนที่อุณหภูมิต่ำ ซึ่งมีผลในการลดความต้านแรงดึงลงเล็กน้อยและปรับปรุงคุณสมบัติการยืดดึง (ductility) การให้สัญลักษณ์นี้ใช้ได้เฉพาะกับโลหะเจือซึ่งได้รับการบ่มอ่อนที่อุณหภูมิห้องอย่างช้า ๆ หรือกับโลหะเจือ ซึ่งได้ทำให้เสถียรแล้ว

ตารางที่ 2 ค่าและความหมายของ y

(ข้อ 2.13)

ค่าของ y	ความหมาย
1	เมื่อความต้านแรงดึงอัดอยู่ประมาณกึ่งกลางระหว่างค่าที่ได้จากการอบอ่อน กับเมื่อ y เท่ากับ 2 ระดับความแข็งเป็น 1/8 ของเมื่อ y เท่ากับ 8
2	เมื่อความต้านแรงดึงอัดอยู่ประมาณกึ่งกลางระหว่างค่าที่ได้จากการอบอ่อน กับเมื่อ y เท่ากับ 4 ระดับความแข็งเป็น 1/4 ของเมื่อ y เท่ากับ 8
3	เมื่อความต้านแรงดึงอัดอยู่ประมาณกึ่งกลางระหว่างค่าที่ได้จากเทมเปอร์ เมื่อ y เท่ากับ 2 กับเมื่อ y เท่ากับ 4 ระดับความแข็งเป็น 3/8 ของเมื่อ y เท่ากับ 8
4	เมื่อความต้านแรงดึงอัดอยู่ประมาณกึ่งกลางระหว่างค่าที่ได้จากการอบอ่อน กับเมื่อ y เท่ากับ 8 ระดับความแข็งเป็น 1/2 ของเมื่อ y เท่ากับ 8
5	เมื่อความต้านแรงดึงอัดอยู่ประมาณกึ่งกลางระหว่างค่าที่ได้จากเทมเปอร์ เมื่อ y เท่ากับ 4 กับเมื่อ y เท่ากับ 6 ระดับความแข็งเป็น 5/8 ของเมื่อ y เท่ากับ 8
6	เมื่อความต้านแรงดึงอัดอยู่ประมาณกึ่งกลางระหว่างค่าที่ได้จากเทมเปอร์ เมื่อ y เท่ากับ 4 กับเมื่อ y เท่ากับ 8 ระดับความแข็งเป็น 3/4 ของเมื่อ y เท่ากับ 8
7	เมื่อความต้านแรงดึงอัดอยู่ประมาณกึ่งกลางระหว่างค่าที่ได้จากเทมเปอร์ เมื่อ y เท่ากับ 6 กับเมื่อ y เท่ากับ 8 ระดับความแข็งเป็น 7/8 ของเมื่อ y เท่ากับ 8
8	เมื่อความต้านแรงดึงอัดมีค่าใกล้เคียงกับอะลูมิเนียมที่ผ่านการอบอ่อน และลดพื้นที่ภาคตัดขวางลงประมาณร้อยละ 75 โดยกรรมวิธีเย็น
9	เมื่อความต้านแรงดึงอัดมีค่าใกล้เคียงกับอะลูมิเนียมที่ผ่านการอบอ่อน แล้วลดพื้นที่ภาคตัดขวางลงประมาณมากกว่าร้อยละ 75 โดยกรรมวิธีเย็น ความต้านทานแรงอัดที่ได้นี้ ต้องมีค่ามากกว่าเมื่อ y เท่ากับ 8 ไม่น้อยกว่า 13.80 MPa

3. ส่วนประกอบทางเคมี

3.1 ส่วนประกอบทางเคมีของอะลูมิเนียมและอะลูมิเนียมเจือ ให้เป็นไปตามตารางที่ 3

4. วิธีคำนวณค่าสภาพนำไฟฟ้า

4.1 สภาพนำไฟฟ้าของอะลูมิเนียมและอะลูมิเนียมเจือ ให้คิดเป็นร้อยละของสภาพนำไฟฟ้าของทองแดงอบอ่อนมาตรฐาน ที่ 20 องศาเซลเซียส ซึ่งมีสภาพต้านทานไฟฟ้าเท่ากับ 0.017 241 โอห์ม-ตารางมิลลิเมตรต่อเมตร โดยให้มีความถูกต้องถึงทศนิยม 1 ตำแหน่ง

4.2 สภาพนำไฟฟ้าที่ 20 องศาเซลเซียส หาได้จากสูตรดังต่อไปนี้

$$\text{สภาพนำไฟฟ้าที่ 20 องศาเซลเซียส (ร้อยละ)} = \frac{0.017241}{\rho_{20}} \times 100$$

เมื่อ ρ_{20} คือ สภาพต้านทานไฟฟ้าที่ 20 องศาเซลเซียส เป็น โอห์ม-ตารางมิลลิเมตรต่อเมตร

5. คุณสมบัติต่าง ๆ

- 5.1 คุณสมบัติของอะลูมิเนียมและอะลูมิเนียมเจือ ให้เป็นไปตามที่กำหนดไว้ในตารางที่ 4

6. ค่ามาตรฐานสำหรับการคำนวณ

- 6.1 ค่าความหนาแน่น สัมประสิทธิ์การเปลี่ยนแปลงความต้านทานตามอุณหภูมิ (มวลคงที่) และสัมประสิทธิ์การขยายตัวเชิงเส้นของอะลูมิเนียมและอะลูมิเนียมเจือที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส สำหรับใช้ในการคำนวณให้เป็นไปตามตารางที่ 5

ตารางที่ 3 ส่วนประกอบทางเคมีของอะลูมิเนียมและอะลูมิเนียมเจือ
(ข้อ 3.1)

	ส่วนประกอบทางเคมี(ร้อยละ)												
สัญลักษณ์	ซิลิคอน Si	เหล็ก Fe	ทองแดง Cu	แมงกานีส Mn	โครเมียม Cr	สังกะสี Zn	โบรอน B	แกลเลียม Ga	วานาเดียมV + ไทเทเนียมTi	แมกนีเซียม Mg	ธาตุอื่นๆ แต่ละ ธาตุ	ธาตุอื่น รวมกัน	อะลูมิเนียม Al
Al 99.5	≤ 0.10	≤ 0.40	≤ 0.05	≤ 0.01	≤ 0.01	≤ 0.05	≤ 0.05	≤ 0.03	≤ 0.02	-	≤ 0.03	≤ 0.10	≥ 99.50
Al-Mg 0.75	0.50-0.90	≤ 0.50	≤ 0.10	≤ 0.03	≤ 0.03	≤ 0.10	≤ 0.06	-	-	0.60-0.90	≤ 0.03	≤ 0.10	ส่วนที่ เหลือ
Al-Mg 0.58	0.30-0.70	≤ 0.50	≤ 0.10	≤ 0.03	≤ 0.03	≤ 0.10	≤ 0.06	-	-	0.35-0.80	≤ 0.03	≤ 0.10	ส่วนที่ เหลือ

ตารางที่ 4 คุณสมบัติต่างๆของอะลูมิเนียมและอะลูมิเนียมหล่อสำหรับจุดประสงค์ทางไฟฟ้า
(ข้อ 5.1)

ลำดับที่	ประเภท	จุดประสงค์การใช้งาน	สัญลักษณ์	สัญลักษณ์ของ เทมเปอร์	รูปร่างและมิติ		ความต้านแรงดึง ⁽⁴⁾ MPa	การยืด ⁽⁵⁾ ร้อยละ	สภาพนำไฟฟ้า ต่ำสุด ที่ 20°C ร้อยละ
					กลม เส้นผ่านศูนย์กลาง mm	ภาคตัดขวางอื่นๆ หนา, กว้าง mm			
1	ลวดตัวนำไฟฟ้า อะลูมิเนียมบอบอ่อน	ใช้เป็นลวดตัวนำ ไฟฟ้า	Al 99.5	0	> 1	-	≤ 98.1	≥ 20	61.6
2	ลวดอะลูมิเนียม ดัดแข็ง	ใช้เป็นลวดตัวนำ ไฟฟ้า	Al 99.5	H 19	0.227 - 1.25 1.26 - 1.50 1.51 - 1.75 1.76 - 2.00 2.01 - 2.25 2.26 - 2.50 2.51 - 2.75 2.76 - 3.00 3.01 - 3.50 3.51 - 3.75 3.76 - 4.50 4.51 - 5.25 5.26 - 6.50	- - - - - - - - - - - - - - - -	≥ 160.0 ≥ 185.0 ≥ 185.0 ≥ 185.0 ≥ 180.0 ≥ 175.0 ≥ 170.0 ≥ 165.0 ≥ 160.0 ≥ 160.0 ≥ 160.0 ≥ 160.0 ≥ 155.0	- ≥ 1.2 ≥ 1.3 ≥ 1.4 ≥ 1.5 ≥ 1.5 ≥ 1.5 ≥ 1.6 ≥ 1.7 ≥ 1.8 ≥ 1.9 ≥ 2.0 ≥ 2.2	61.0

ตารางที่ 4 คุณสมบัติต่างๆของอะลูมิเนียมและอะลูมิเนียมเจือสำหรับจุดประสงค์ทางไฟฟ้า (ต่อ)
(ข้อ 5.1)

ลำดับที่	ประเภท	จุดประสงค์การใช้งาน	สัญลักษณ์	สัญลักษณ์ของ เทมเปอร์	รูปร่างและมิติ		ความต้านแรงดึง ⁽⁴⁾ MPa	การยึด ⁽⁵⁾ ร้อยละ	สภาพนำไฟฟ้า ต่ำสุด ที่ 20°C ร้อยละ
					กลม เส้นผ่านศูนย์กลาง mm	ภาคตัดขวางอื่นๆ หนา, กว้าง mm			
3	ตัวนำอะลูมิเนียม กลมตัน	สำหรับจุดประสงค์ ทางไฟฟ้า	Al 99.5	0	5.19 - 17.96	-	60-95	-	61.8
				H 12 หรือ H 22	5.19-17.96	-	85-120	-	61.0
				H 14 หรือ H 24	5.19 - 17.96	-	100-135	-	61.0
				H 16 หรือ H 26	5.19 - 17.96	-	115-150	-	61.0
				H 16 หรือ H 26	0.25 - 5.33	-	115-150	-	61.0

ตารางที่ 4 คุณสมบัติต่างๆของอะลูมิเนียมและอะลูมิเนียมเจือสำหรับจุดประสงค์ทางไฟฟ้า (ต่อ)
(ข้อ 5.1)

ลำดับที่	ประเภท	จุดประสงค์การใช้งาน	สัญลักษณ์	สัญลักษณ์ของเทมเปอร์	รูปร่างและมิติ		ความต้านแรงดึง ⁽⁴⁾ MPa	การยืด ⁽⁵⁾ ร้อยละ	สภาพนำไฟฟ้า ต่ำสุด ที่ 20°C ร้อยละ
					กลม เส้นผ่านศูนย์กลาง mm	ภาคตัดขวางอื่นๆ หนา, กว้าง mm			
4	เส้นอะลูมิเนียม	สำหรับรีดเป็น ตัวนำไฟฟ้า	Al 99.5	0	9.52 - 25.40	-	59-97	-	61.8
				H 12 และ H 22	9.52 - 25.40	-	83-117	-	61.5
				H 14 และ H 24	9.52 - 25.40	-	103 ⁽¹⁾ -138 ⁽¹⁾	-	61.4
				H 16 และ H 26	9.52 - 25.40	-	117 ⁽¹⁾ -150 ⁽¹⁾	-	61.3
5	ลวดอะลูมิเนียม ภาคตัดขวางสี่เหลี่ยม และภาคตัดขวาง สี่เหลี่ยมจัตุรัส เหลี่ยม	สำหรับใช้เป็น ตัวนำหุ้มฉนวนใน ลวดแม่เหล็ก	Al 99.5	0	-	ทุกขนาด	61.80-96.14	-	61.0
				H 12	-	ทุกขนาด	82.40-117.72	-	61.0
				H 16	-	ทุกขนาด	117.72-152.06	-	61.0
				H 19	-	ทุกขนาด	152.06-200.12	-	61.0

ตารางที่ 4 คุณสมบัติต่างๆของอะลูมิเนียมและอะลูมิเนียมเจือสำหรับจุดประสงค์ทางไฟฟ้า (ต่อ)
(ข้อ 5.1)

ลำดับที่	ประเภท	จุดประสงค์การใช้งาน	สัญลักษณ์	สัญลักษณ์ของ เทมเปอร์	รูปร่างและมิติ		ความต้านแรงดึง ⁽⁴⁾ MPa	การยืด ⁽⁵⁾ ร้อยละ	สภาพนำไฟฟ้า ต่ำสุด ที่ 20°C ร้อยละ
					กลม เส้นผ่านศูนย์กลาง mm	ภาคตัดขวางอื่นๆ หนา, กว้าง mm			
6	แท่งอะลูมิเนียม	สำหรับจุดประสงค์ทางไฟฟ้า ทำบัสคอนดักเตอร์ (bus conductor)	Al 99.5	H 12	-	หนา 3.18-25.40	≥85	-	61.0
					-	หนา 3.18-12.67	≥75	-	61.0
						หนา 12.70-25.40	≥70	-	61.0
						หนา 25.43-76.20	≥65	-	61.0
7	ลวดอะลูมิเนียมเจือ T 81	สำหรับจุดประสงค์ทางไฟฟ้า	Al-Mg 0.75	T 81	-	ทุกขนาด	≥60	-	61.0
					1.55 ถึง 3.36		≥316.86	≥3.0	52.5
					3.37 ถึง 4.77		≥303.13	≥3.0	52.5

ตารางที่ 4 คุณสมบัติต่างๆของอะลูมิเนียมและอะลูมิเนียมเจือสำหรับจุดประสงค์ทางไฟฟ้า (ต่อ)
(ข้อ 5.1)

ลำดับที่	ประเภท	จุดประสงค์การใช้งาน	สัญลักษณ์	สัญลักษณ์ของ เทมเปอร์	รูปร่างและมิติ		ความต้านแรงดึง ⁽⁴⁾ MPa	การยืด ⁽⁵⁾ ร้อยละ	สภาพนำไฟฟ้า ต่ำสุด ที่ 20°C ร้อยละ
					กลม เส้นผ่านศูนย์กลาง mm	ภาคตัดขวางอื่นๆ หนา, กว้าง mm			
8	เส้นอะลูมิเนียมเจือ, แท่งอะลูมิเนียมเจือ, ท่ออะลูมิเนียมเจือ, และอะลูมิเนียมเจือ ภาคตัดขวางต่างๆที่ ทำด้วยการอัดรีด (extrusion)	สำหรับจุดประสงค์ ทางไฟฟ้า, ทำบัสคอนดักเตอร์ (bus conductor)	Al-Mg 0.58	T 6	-	หนา 3.18-12.70	≥ 204	-	55.0
					-	หนา 3.18-19.02	≥ 141	-	
				T 61	-	หนา 19.05-38.07	≥ 127	-	57.0
					-	หนา 38.10-50.80	≥ 105	-	
				T 63	-	หนา 3.18-12.70	≥ 190	-	56.0
				T 64	-	หนา 3.18-25.40	≥ 105	-	59.5
				T 65	-	หนา 3.18-19.02	≥ 225	-	56.5
หมายเหตุ	(1) ใช้ได้กับเส้นอะลูมิเนียมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่มากกว่า 12.70 mm ค่าความต้านแรงดึงสำหรับขนาดที่มากกว่านี้ ให้เป็นไปตามข้อตกลงระหว่างผู้ซื้อและผู้ทำ	(2) หมายถึง ผ่านกรรมวิธีรีดเป็นรูปร่าง โดยไม่มีการบังคับปริมาณของการเครียดแข็ง หรือกรรมวิธีทางความร้อน (thermal treatment) เป็นพิเศษแต่มีจำกัดค่าของ คุณสมบัติทางกล	(3) หมายถึง ผ่านการเครียดแข็งน้อยกว่าเทมเปอร์ H 11	(4) 1 MPa = 1 N/mm ²	(5) เป็นค่าการยืดในความยาวพิคัด (gauge length) 250 mm ยกเว้นลำดับที่ 1 เป็นการยืดในความยาวพิคัด 200 mm				

ตารางที่ 5 ค่ามาตรฐานสำหรับการคำนวณ ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส
(ข้อ 6.1)

วัสดุ	ลักษณะผลิตภัณฑ์	สัญลักษณ์	สภาพนำไฟฟ้า ร้อยตะ	ความหนาแน่น g/cm ³	สัมประสิทธิ์การเปลี่ยนแปลงความ ต้านทานตามอุณหภูมิ (มวลคงที่) /°C	สัมประสิทธิ์การขยายตัว เชิงเส้น /°C
อะลูมิเนียม	ลวด, ใต้น้ำกลั่น, เส้น, ภาคตัดขวางสี่เหลี่ยมและแท่ง	Al99.5	61.8	2.705	0.004 08	0.000 023
		Al99.5	61.6	2.705	0.004 07	0.000 023
		Al99.5	61.5	2.705	0.004 06	0.000 023
		Al99.5	61.4	2.705	0.004 06	0.000 023
		Al99.5	61.3	2.705	0.004 05	0.000 023
		Al99.5	61.0	2.705	0.004 03	0.000 023
อะลูมิเนียมเจือ	ลวด แท่ง, เส้น, ท่อ และภาคตัดขวาง ต่างๆ ที่ทำด้วยวิธีอัดรีด	Al-Mg0.75	52.5	2.690	0.003 47	0.000 023
		Al-Mg0.58	55.0	2.700	0.003 63	0.000 023
			56.0	2.700	0.003 70	0.000 023
			56.5	2.700	0.003 74	0.000 023
			57.0	2.700	0.003 77	0.000 023
			59.0	2.700	0.003 90	0.000 023
			59.5	2.700	0.003 93	0.000 023