



มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

THAI INDUSTRIAL STANDARD

มอก. 299 – 2552

ลวดทองแดงกลมเคลือบพอลิเอสเตอร์อิมิด์

POLYESTERIMIDE ENAMELLED ROUND COPPER WIRES

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

กระทรวงอุตสาหกรรม

ICS 29.060.10

ISBN 978-616-231-230-4

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
ลวดทองแดงกลมเคลือบพอลิเอสเตอร์อีไมด์

มอก.299— 2552

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
กระทรวงอุตสาหกรรม ถนนพระรามที่ 6 กรุงเทพฯ 10400
โทรศัพท์ 0 2202 3300

ประกาศในราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศและงานทั่วไป เล่ม 128 ตอนพิเศษ 36 ง
วันที่ 29 มีนาคม พุทธศักราช 2554

คณะกรรมการวิชาการคณะที่ 113
มาตรฐานลวดทองแดงอาบน้ำยา

ประธานกรรมการ

รศ.บุญชัย เตชะอำนาจ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กรรมการ

นายदनัย เอกกมล

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน

นายณภา วงษ์ประดิษฐ์

นายสิทธิการย์ ประสมทรัพย์

การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

นายวันชัย ตริหิรัญ

นายชายชาญ โพธิสาร

วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์

นางอนารัตน์ ไตรสนธิ์

สถาบันนวัตกรรม ทีโอที

นายถนอมศักดิ์ แก้วสุกณี

นายสุตเขต ศรีจิวงษ์ษา

บริษัท ซูมิโมโต อิเล็กตริก วินเทค (ประเทศไทย) จำกัด

นายภูริทัต ตุลยสุข

กรรมการและเลขานุการ

นายพุดพิงศ์ คงเจริญ

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ลวดทองแดงกลมเคลือบพอลิเอสเตอร์อิมิดนี้ ได้ประกาศใช้ครั้งแรกเป็นมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ลวดทองแดงกลมตันเคลือบน้ำยาพอลิเอสเตอร์-อิมิด มาตรฐานเลขที่ มอก.299-2522 ในราชกิจจานุเบกษา ฉบับพิเศษ เล่ม 96 ตอนที่ 96ง วันที่ 15 มิถุนายน พุทธศักราช 2520 ต่อมาได้แก้ไขมาตรฐาน (แก้ไขครั้งที่ 1) เป็นมาตรฐานเลขที่ มอก.299-2525 ในราชกิจจานุเบกษา ฉบับพิเศษ เล่ม 99 ตอนที่ 160ง วันที่ 28 ตุลาคม พุทธศักราช 2525 และได้พิจารณาเห็นสมควรแก้ไขปรับปรุง เพื่อให้ทันสมัยและเป็นไปตามเอกสารอ้างอิง ฉบับล่าสุด, จึงได้แก้ไขปรับปรุงโดยการยกเลิกมาตรฐานเดิมและกำหนดมาตรฐานนี้ขึ้นใหม่

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมลวดทองแดงกลมเคลือบพอลิเอสเตอร์อิมิดนี้ เป็นเล่มหนึ่งในอนุกรม มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมลวดทองแดงกลมเคลือบ อันประกอบด้วย

มอก.82-2552	ลวดทองแดงกลมเคลือบพอลิไวนิลฟอรั่มัล
มอก.174-2552	ลวดทองแดงกลมเคลือบพอลิยูรีเทน
มอก.226-2552	ลวดทองแดงกลมเคลือบพอลิเอสเตอร์
มอก.2482-2552	ลวดทองแดงกลมเคลือบ ข้อกำหนดทั่วไป

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้กำหนดขึ้นโดยรับ IEC 60317-8 Edition 3.2 (1997-12) : Specification for particular types of winding wires – Part 8: Polyesterimide enamelled round copper wire, class 180 มาใช้ใน ระดับดัดแปลง (modified) ซึ่งมีรายละเอียดการดัดแปลงที่สำคัญดังต่อไปนี้

- แก้ไขข้อความในข้อ 1. ถึงข้อ 30. โดยการอ้างอิง มอก.2482 แทน IEC 60317-0-1
- เพิ่มเติมข้อ 3.2 ลักษณะภายนอก
- เพิ่มเติมข้อ 23. การทดสอบรุกรุน

คณะกรรมการมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมได้พิจารณามาตรฐานนี้แล้ว เห็นสมควรเสนอรัฐมนตรีประกาศตาม มาตรา 15 แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511



ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม

ฉบับที่ 4288 (พ.ศ. 2553)

ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

พ.ศ. 2511

เรื่อง ยกเลิกมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
ลวดทองแดงกลมตันเคลือบน้ำยาโพลีเอสเตอร์-อิมิต
และกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
ลวดทองแดงกลมเคลือบพอลิเอสเตอร์อิมิต

โดยที่เป็นการสมควรปรับปรุงมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ลวดทองแดงกลมตันเคลือบน้ำยาโพลีเอสเตอร์-อิมิต มาตรฐานเลขที่ มอก. 299-2525

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 15 แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511 รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรมออกประกาศยกเลิกประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมฉบับที่ 397 (พ.ศ. 2522) ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511 เรื่อง กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ลวดทองแดงกลมตันเคลือบน้ำยาโพลีเอสเตอร์-อิมิต ลงวันที่ 12 เมษายน พ.ศ. 2522 ออกประกาศยกเลิกประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมฉบับที่ 651 (พ.ศ.2525) ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511 เรื่อง แก้ไขมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ลวดทองแดงกลมตันเคลือบน้ำยาโพลีเอสเตอร์-อิมิต (แก้ไขครั้งที่ 1) ลงวันที่ 1 ตุลาคม พ.ศ. 2525 และออกประกาศกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ลวดทองแดงกลมเคลือบพอลิเอสเตอร์อิมิต มาตรฐานเลขที่ มอก.299-2552 ขึ้นใหม่ ดังมีรายละเอียดต่อท้ายประกาศนี้

ทั้งนี้ ให้มีผลเมื่อพ้นกำหนด 120 วัน นับแต่วันที่ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ 30 ธันวาคม พ.ศ. 2553

ชัยวุฒิ บรรณวัฒน์

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

ลวดทองแดงกลมตันเคลือบพอลิเอสเตอร์อีไมด์

1. ขอบข่าย

- 1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ระบุข้อกำหนดของลวดทองแดงกลมเคลือบ ชั้น 180 ที่มีวัสดุเคลือบทำจากพอลิเอสเตอร์อีไมด์เรซิน ซึ่งอาจดัดแปรถ้ายังคงเอกลักษณ์ทางเคมีของเรซินเดิมไว้ และเป็นไปตามข้อกำหนดที่ต้องการของลวดที่กำหนดไว้ทั้งหมด

หมายเหตุ เรซินที่ผ่านการดัดแปรเป็นเรซินที่ได้รับการเปลี่ยนแปลงทางเคมี หรือเติมด้วยตัวสารเติมแต่งหนึ่งชนิดหรือมากกว่าเพื่อเพิ่มสมรรถนะหรือลักษณะเฉพาะในการใช้งาน

ชั้น 180 หมายถึง ชั้นทางความร้อนที่กำหนดให้มีค่าดัชนีอุณหภูมิต่ำสุดที่ 180 และ อุณหภูมิชักด้วยความร้อนอย่างน้อย 200 องศาเซลเซียส

อุณหภูมิ (หน่วยเป็นองศาเซลเซียส) ที่สมนัยกับดัชนีอุณหภูมิไม่จำเป็นต้องเป็นอุณหภูมิที่ใช้งานลวดดังกล่าว ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย รวมทั้งประเภทของอุปกรณ์ที่เข้ามาเกี่ยวข้อง

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ครอบคลุมพิสัยของเส้นผ่านศูนย์กลางตัวนำระบุดังนี้

- เกรด 1: 0.018 มิลลิเมตร ถึง 3.150 มิลลิเมตร
- เกรด 2: 0.020 มิลลิเมตร ถึง 5.000 มิลลิเมตร
- เกรด 3: 0.250 มิลลิเมตร ถึง 1.600 มิลลิเมตร

เส้นผ่านศูนย์กลางตัวนำระบุกำหนดไว้ในมอก. 2482 ข้อ 4.

2. เอกสารอ้างอิง

เอกสารอ้างอิงต่อไปนี้นำมาใช้ประกอบข้อกำหนดที่นำมาใช้ประกอบข้อกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ ณ เวลาที่พิมพ์ เอกสารอ้างอิงฉบับที่ระบุยังมีผลใช้ได้ เอกสารอ้างอิงทั้งหมดอาจได้รับการทบทวนและผู้ที่เกี่ยวข้องซึ่งตกลงกันบนพื้นฐานของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ควรตรวจสอบความเป็นไปได้ในการนำเอกสารอ้างอิงฉบับล่าสุดมาใช้ มอก.2482 ลวดทองแดงกลมเคลือบ ข้อกำหนดทั่วไป

3. บทนิยามและหมายเหตุทั่วไปสำหรับวิธีทดสอบและลักษณะภายนอก

- 3.1 บทนิยาม และหมายเหตุทั่วไปสำหรับวิธีทดสอบ

ให้เป็นไปตาม มอก.2482 ข้อ 3.

ในกรณีที่ไม่มีคุณสมบัติอ้างอิงกันระหว่าง มอก. 2482 กับมาตรฐานฉบับนี้ ให้ยึดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมฉบับนี้เป็นหลัก

- 3.2 ลักษณะภายนอก

ให้เป็นไปตาม มอก.2482 ข้อ 3.3

4. ขนาด

ให้เป็นไปตาม มอก.2482 ข้อ 4.

5. ความต้านทานไฟฟ้า

ให้เป็นไปตาม มอก.2482 ข้อ 5.

6. ความยืด

ให้เป็นไปตาม มอก.2482 ข้อ 6.

7. ความเป็นสปริง (springiness)

ให้เป็นไปตาม มอก.2482 ข้อ 7.

8. สภาพโค้งงอได้และการยึดติด

ให้เป็นไปตาม มอก.2482 ข้อ 8. เมื่อค่าคงที่ K ที่ใช้ในการคำนวณจำนวนรอบสำหรับการทดสอบโดยการปอกต้องเท่ากับ 110 มิลลิเมตร

9. การช็อกด้วยความร้อน

ให้เป็นไปตาม มอก.2482 ข้อ 9. เมื่ออุณหภูมิช็อกด้วยความร้อนต่ำสุดต้องเท่ากับ 200 องศาเซลเซียส

10. ความต้านการอ่อนตัวของฉนวนเคลือบ(cut-through)

เมื่อทดสอบที่อุณหภูมิ 300 องศาเซลเซียส ฉนวนเคลือบต้องไม่เกิดความล้มเหลวภายในเวลา 2 นาที

11. ความต้านทานการเสียดสี

(เส้นผ่านศูนย์กลางตัวนำระบุ ตั้งแต่ 0.250 มิลลิเมตร ถึง 2.500 มิลลิเมตร)

ลวดต้องเป็นไปตามข้อกำหนดที่ให้ไว้ในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ความต้านทานการเสียดสี
(ข้อ 11.)

เส้นผ่านศูนย์กลาง ตัวนำระบุ mm	เกรต 1		เกรต 2		เกรต 3	
	แรงเฉลี่ยต่ำสุด ที่ก่อให้เกิดความ ล้าเหลว	แรงต่ำสุดที่ก่อให้เกิดความล้าเหลวของ การวัดแต่ละครั้ง	แรงเฉลี่ยต่ำสุด ที่ก่อให้เกิดความ ล้าเหลว	แรงต่ำสุดที่ก่อให้เกิดความล้าเหลวของ การวัดแต่ละครั้ง	แรงเฉลี่ยต่ำสุด ที่ก่อให้เกิดความ ล้าเหลว	แรงต่ำสุดที่ก่อให้เกิดความล้าเหลวของ การวัดแต่ละครั้ง
	N	N	N	N	N	N
0.250	2.85	2.45	4.70	4.00	5.80	4.90
0.280	3.10	2.60	5.05	4.30	6.25	5.30
0.315	3.35	2.80	5.45	4.60	6.70	5.70
0.355	3.60	2.85	5.85	4.95	7.20	6.10
0.400	3.85	3.25	6.25	5.30	7.70	6.50
0.450	4.15	3.50	6.75	5.75	8.25	7.00
0.500	4.45	3.75	7.20	6.10	8.85	7.50
0.560	4.75	4.05	7.70	6.50	9.50	8.05
0.630	5.10	4.35	8.25	7.00	10.2	8.65
0.710	5.45	4.65	8.85	7.50	10.9	9.25
0.800	5.85	4.95	9.50	8.05	11.7	9.90
0.900	6.30	5.35	10.2	8.60	12.5	10.6
1.000	6.75	5.75	10.9	9.20	13.3	11.3
1.120	7.35	6.20	11.6	9.80	14.2	12.0
1.250	7.90	6.70	12.5	10.5	15.2	12.9
1.400	8.50	7.20	13.3	11.3	16.4	13.9
1.600	9.20	7.80	14.3	12.1	17.6	14.9
1.800	9.95	8.40	15.4	13.0	-	-
2.000	10.6	9.00	16.4	13.9	-	-
2.240	11.7	9.90	17.5	14.8	-	-
2.500	12.8	10.8	18.6	15.8	-	-

หมายเหตุ เส้นผ่านศูนย์กลางตัวนำระบุที่อยู่ระหว่างค่าในตาราง ให้ใช้ค่าของเส้นผ่านศูนย์กลางตัวนำระบุที่มากขึ้นในลำดับถัดไป

12. ความทนต่อตัวทำละลาย

ให้เป็นไปตาม มอก.2482 ข้อ 12. อย่างไรก็ตาม ความเปลี่ยนแปลงต้องไม่เกิน 3 ระดับของค่าความแข็งของดินสอ

13. แรงดันไฟฟ้าเสียดสภาพฉนวน

ให้เป็นไปตาม มอก.2482 ข้อ 13. เมื่อค่าอุณหภูมิสูงที่ใช้ในการทดสอบต้องเท่ากับ 180 องศาเซลเซียส

14. ความต่อเนื่องของฉนวนเคลือบ

ให้เป็นไปตาม มอก.2482 ข้อ 14.

15. ดัชนีอุณหภูมิ

ให้เป็นไปตาม มอก.2482 ข้อ 15. เมื่อดัชนีอุณหภูมิต่ำสุดที่ใช้ในการทดสอบต้องเท่ากับ 180

16. ความทนต่อสารทำความเย็น

เมื่อทดสอบตาม IEC 60851-4 ข้อ 4. ร้อยละของสารที่สามารถสกัดได้ต้องมีค่าไม่เกินร้อยละ 0.5 ข้อกำหนดของแรงดันไฟฟ้าเสียดสภาพฉนวนต้องเป็นร้อยละ 75 ของค่าที่ระบุต่ำสุด

16.1 การสกัดด้วยไตรคลอโรเอธิลีนหรือเมธานอล

ร้อยละของสารที่สามารถสกัดได้ต้องมีค่าไม่เกินค่าที่ให้ไว้ตารางที่ 2

ตัวทำละลายต้องเป็นไปตามข้อตกลงระหว่างผู้ซื้อกับผู้ขาย

ตารางที่ 2 การสกัด

(ข้อ 16.1)

เส้นผ่านศูนย์กลางหลอดตัวนำระบุ mm		สารที่สามารถสกัดได้
มากกว่า	ไม่เกิน	%
-	0.500	1.5
0.500	1.000	1.0
1.000	3.000	0.8

16.2 การสกัดด้วยโมโนคลอโรไดฟลูออโรมีเทน (สารทำความเย็น 22)

ร้อยละของสารที่สามารถสกัดได้ต้องมีค่าไม่เกินค่าที่ให้ไว้ตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การสกัด (R22)
(ข้อ 16.2)

เส้นผ่านศูนย์กลางลวดตัวนำระบุ mm		สารที่สามารถสกัดได้
มากกว่า	ไม่เกิน	%
-	0.500	1.0
0.500	1.000	0.8
1.000	3.000	0.6

16.3 การพองในโมโนคลอโรไดฟลูออโรมีเทน (สารทำความเย็น 22)

ทำการทดสอบนี้เมื่อมีการตกลงระหว่างผู้ซื้อกับผู้ขายเท่านั้น
ชั้นทดสอบต้องไม่มีรอยพองมากกว่า 4 จุด โดยไม่นับรวมรอยพองที่มีขนาดเล็กกว่าครึ่งหนึ่งของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลวดเมื่อชิ้นส่วนของวัสดุเคลือบบริเวณนั้นยังคงเกาะติดแน่นกับวัสดุเคลือบส่วนที่เหลือ
ตรวจสอบการเกาะติดแน่นของวัสดุเคลือบภายหลังการทดสอบความพองโดยการพันลวดบนแมนเดรลขนาด 4D* ลวดต้องไม่มีรอยแตก

หมายเหตุ * D คือขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโดยรวมของลวด

17. สภาพบัดกรีได้

ไม่ทดสอบข้อนี้

18. การยึดด้วยความร้อนหรือตัวทำละลาย

ไม่ทดสอบข้อนี้

19. ตัวประกอบการสูญเสียความร้อนของไดอิเล็กทริก

ไม่ทดสอบข้อนี้

20. ความทนต่อน้ำมันหม้อแปลง

สามารถทดสอบในข้อนี้ได้ แต่ไม่มีการระบุข้อกำหนด

21. การสูญเสียมวล

ไม่ทดสอบข้อนี้

23. การทดสอบรูปพรรณ

ให้เป็นไปตาม มอก.2482 ข้อ 23.

30. การบรรจุ

ให้เป็นไปตาม มอก.2482 ข้อ 30.

