

ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม

ฉบับที่ ๔๓๗๖ (พ.ศ. ๒๕๕๔)

ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

พ.ศ. ๒๕๑๑

เรื่อง กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

สายไฟฟ้าหุ้มฉนวนยาง แรงดันไฟฟ้าที่กำหนดไม่เกิน 450/750 โวลต์

เล่ม 8 สายอ่อนสำหรับงานที่ต้องการความอ่อนตัวสูง

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๑๕ แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. ๒๕๑๑ รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรมออกประกาศกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สายไฟฟ้าหุ้มฉนวนยาง แรงดันไฟฟ้าที่กำหนดไม่เกิน 450/750 โวลต์ เล่ม 8 สายอ่อนสำหรับงานที่ต้องการความอ่อนตัวสูง มาตรฐานเลขที่ มอก. 955 เล่ม 8 - 2554 ไว้ ดังมีรายละเอียดต่อท้ายประกาศนี้

ทั้งนี้ ให้มีผลตั้งแต่วันที่ประกาศในราชกิจจานุเบกษาเป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ ๗ กรกฎาคม พ.ศ. ๒๕๕๔

ชัยวุฒิ บรรณวัฒน์

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

สายไฟฟ้าหุ้มฉนวนยาง

แรงดันไฟฟ้าที่กำหนดไม่เกิน 450 / 750 โวลต์

เล่ม 8 สายอ่อนสำหรับงานที่ต้องการความอ่อนตัวสูง

1. ทั่วไป

1.1 ขอบข่าย

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ครอบคลุมสายอ่อนหุ้มฉนวนยางหรือครอสลิงก์พอลิไวนิลคลอไรด์ (XL PVC) และสายอ่อนหุ้มเปลือกยางหรือครอสลิงก์พอลิไวนิลคลอไรด์ ที่มีแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด 300/300 โวลต์ สำหรับการใช้งานที่ต้องการความอ่อนตัวสูง เช่น สายไฟฟ้าสำหรับเตาไฟฟ้า

สายไฟฟ้าทั้งหมดต้องเป็นไปตามข้อกำหนดที่เกี่ยวข้องที่ระบุไว้ใน มอก.955 เล่ม 1 และสายไฟฟ้าแต่ละชนิดต้องเป็นไปตามข้อกำหนดเฉพาะของมาตรฐานนี้

1.2 เอกสารอ้างอิง

เอกสารอ้างอิงต่อไปนี้เป็นต้องมีหรือใช้กับมาตรฐานนี้ เอกสารอ้างอิงฉบับที่ระบุปีที่พิมพ์จะใช้ได้เฉพาะฉบับที่อ้าง เอกสารอ้างอิงฉบับที่ไม่ได้ระบุปีจะใช้ฉบับล่าสุด (รวมทั้งเอกสารแก้ไขเพิ่มเติม)

มอก.2427 ตัวนำไฟฟ้าของสายไฟฟ้าหุ้มฉนวน

มอก. 955 เล่ม 1 สายไฟฟ้าหุ้มฉนวนยาง แรงดันไฟฟ้าที่กำหนดไม่เกิน 450/750 โวลต์ เล่ม 1 ข้อกำหนดทั่วไป

มอก. 955 เล่ม 2 สายไฟฟ้าหุ้มฉนวนยาง แรงดันไฟฟ้าที่กำหนดไม่เกิน 450/750 โวลต์ เล่ม 2 วิธีทดสอบ

IEC 60332-1: 1993, *Tests on electric cables under fire conditions – Part 1: Test on a single vertical insulated wire or cable*

IEC 60719: 1992, *Calculation of the lower and upper limits for the average outer dimensions of cables with circular copper conductors and of rated voltages up to and including 450/750 V*

IEC 60811-1-1:1993, *Common test methods for insulating and sheathing materials of electric cables - Part 1: Methods for general application - Section 1: Measurement of thickness and overall dimensions - Tests for determining the mechanical properties*

IEC 60811-1-2:1985, *Common test methods for insulating and sheathing materials of electric cables - Part 1: Methods for general application - Section Two: Thermal ageing methods*

IEC 60811-1-4:1985, *Common test methods for insulating and sheathing materials of electric cables - Part 1: Methods for general application - Section Four: Tests at low temperature*

IEC 60811-2-1:1986, *Common test methods for insulating and sheathing materials of electric cables - Part 2: Methods specific to elastomeric compounds - Section 1: Ozone resistance test - Hot set test - Mineral oil immersion test*

IEC 60811-3-1: 1985, *Common test methods for insulating and sheathing materials of electric cables- Part 3-1: Methods specific to PVC compounds- Pressure tests at high temperature - Tests for resistance to cracking*

IEC 60811-3-2: 1985, *Common test methods for insulating and sheathing materials of electric cables - Part 3-2: Methods specific to PVC compounds - Loss of mass test - Thermal stability tests*

2. สายอ่อนหุ้มฉนวนและเปลือกยาง สำหรับงานที่ต้องการความอ่อนตัวสูง

2.1 รหัสชนิด

60245 IEC 86

2.2 แรงดันไฟฟ้าที่กำหนด

300/300 โวลต์

2.3 โครงสร้าง

2.3.1 ตัวนำ

จำนวนตัวนำ : 2 หรือ 3

ตัวนำต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของ มอก.2427 สำหรับตัวนำประเภท 6 ลวดตัวนำอาจชุบหรือไม่ชุบ
สีบุก็ได้

2.3.2 ตัวกั้น

อาจใช้ตัวกั้นที่ทำจากวัสดุที่เหมาะสมพันรอบตัวนำแต่ละตัวนำได้

2.3.3 ฉนวน

ฉนวนต้องเป็นสารประกอบยางชนิด IE4 หุ้มตัวนำแต่ละตัวนำ

ฉนวนต้องหุ้มด้วยวิธีอัดรีด

ความหนาฉนวนต้องเป็นไปตามค่าที่กำหนดในตารางที่ 1 สดมภ์ที่ 2

2.3.4 การประกอบแกน และตัวเติม (ถ้ามี)

ต้องนำแกนทั้งหมดมาบิครวมกัน

ความยาวสูงสุดของช่วงรอบเกลียว (lay) ต้องเป็นไปตามค่าที่กำหนดในตารางที่ 1 สดมภ์ที่ 3 ทิศทางรอบเกลียวของตัวนำไฟฟ้าและแกนต้องเป็นทิศทางเดียวกัน

อาจใช้ตัวเติมเป็นแกนกลางได้

2.3.5 เปลือก

เปลือกต้องเป็นสารประกอบยางชนิด SE3 หุ้มรอบแกน

ความหนาเปลือกต้องเป็นไปตามค่าที่ระบุในตารางที่ 1 สดมภ์ที่ 4

เปลือกต้องหุ้มด้วยวิธีอัดรีดเป็นชั้นเดียว และหุ้มในลักษณะที่แทรกไปอยู่ในช่องว่างระหว่างแกน

เปลือกต้องลอกออกได้โดยไม่ทำให้แกนเสียหาย

2.3.6 เส้นผ่านศูนย์กลางเบ็ดเสร็จ

ค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางเบ็ดเสร็จของสายไฟฟ้าต้องอยู่ในขีดจำกัดที่กำหนดในตารางที่ 1 สดมภ์ที่ 5 และ สดมภ์ที่ 6

2.3.7 เครื่องหมาย

สายอ่อนต้องพิมพ์รหัส 60245 IEC 86 บนผิวนอกของสายอ่อน เครื่องหมายต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของ มอก. 955 เล่ม 1 ข้อ 3.1.1 ข้อ 3.2 และข้อ 3.3

2.4 การทดสอบ

การเป็นไปตามข้อกำหนดของข้อ 2.3 ต้องการตรวจสอบโดยการตรวจพินิจและการทดสอบตามตารางที่ 2

สำหรับข้อ 2.3.4 ความยาวของช่วงรอบเกลียวต้องหาโดยการวัดความยาวระยะช่วงรอบเกลียวจำนวน 10 ช่วง แล้วหารด้วย 10 ผลลัพธ์ที่ได้เป็นความยาวของช่วงรอบเกลียวของแกน

2.5 ข้อเสนอการใช้งาน

อุณหภูมิสูงสุดของตัวนำในการใช้งานปกติเท่ากับ 60 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 1 มิติของสายไฟฟ้าชนิด 60245 IEC 86

(ข้อ 2.3.3 ข้อ 2.3.4 ข้อ 2.3.5 และ ข้อ 2.3.6)

1	2	3	4	5	6
จำนวนและพื้นที่หน้าตัด ของตัวนำ	ความหนาแน่น ค่าที่กำหนด	ความยาวสูงสุดของ ช่วงรอบเกลียว	ความหนาเปลือก ค่าที่กำหนด	ค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางเบ็ดเสร็จ ¹⁾	
				ต่ำสุด	สูงสุด
mm ²	mm	mm	mm	mm	mm
2 × 0.75	0.6	35	0.8	5.7	7.4
2 × 1	0.6	35	0.8	5.9	7.8
2 × 1.5	0.7	40	0.8	6.8	8.9
3 × 0.75	0.6	35	0.8	6.0	7.9
3 × 1	0.6	40	0.8	6.3	8.3
3 × 1.5	0.7	45	0.9	7.2	9.4

¹⁾ มิติเบ็ดเสร็จของสายไฟฟ้าคำนวณมาจาก IEC 60719

ตารางที่ 2 การทดสอบสำหรับสายไฟฟ้าชนิด 60245 IEC 86

(ข้อ 3.4)

1	2	3	4	
			วิธีการทดสอบที่ระบุใน	
ข้อ	การทดสอบ	ประเภทการทดสอบ	มาตรฐาน	หัวข้อ
1	<i>การทดสอบทางไฟฟ้า</i>			
1.1	ความต้านทานของตัวนำ	T, S	มอก.955 เล่ม 2	2.1
1.2	ความทนแรงดันไฟฟ้าของแกน			
1.2.1	-ที่ 1 500 V สำหรับความหนาแน่นไม่มากกว่า 0.6 mm	T	มอก.955 เล่ม 2	2.3
1.2.2	-ที่ 2 000 V สำหรับความหนาแน่นมากกว่า 0.6 mm	T	มอก.955 เล่ม 2	2.3
1.3	ความทนแรงดันไฟฟ้าของสายไฟฟ้าเสร็จสมบูรณ์ที่ 2 000 V	T, S	มอก.955 เล่ม 2	2.2
2	<i>ข้อกำหนดทางโครงสร้างและมิติ</i>		มอก.955 เล่ม 1 และ เล่ม 2	
2.1	การตรวจสอบส่วนประกอบของโครงสร้าง	T, S	มอก.955 เล่ม 1	การตรวจพินิจและทดสอบด้วยมือ
2.2	การวัดความหนาของฉนวน	T, S	มอก.955 เล่ม 2	1.9
2.3	การวัดความหนาของเปลือก	T, S	มอก.955 เล่ม 2	1.10
2.4	การวัดเส้นผ่านศูนย์กลางเบ็ดเสร็จของสายไฟฟ้า			
2.4.1	ค่าเฉลี่ย	T, S	มอก.955 เล่ม 2	1.11
2.4.2	ความรี (ovality)	T, S	มอก.955 เล่ม 2	1.11
2.5	การวัดความยาวช่วงรอบเกลียวของแกน	T, S	มอก.955 เล่ม 8	2.4
3	<i>สมบัติทางกลของฉนวน</i>			
3.1	ความต้านแรงดึงก่อนการเร่งอายุใช้งาน	T	IEC 60811-1-1	9.1
3.2	ความต้านแรงดึงหลังการเร่งอายุใช้งานในตู้อบอากาศ	T	มอก.955 เล่ม 2	4
3.3	ความต้านแรงดึงหลังการเร่งอายุใช้งานในอุปกรณ์แอร์บอมบี้	T	IEC 60811-1-2	8.2
3.4	การทดสอบภายใต้ภาวะความร้อน(hot set)	T	IEC 60811-2-1	9
3.5	ความต้านทานไอโซน	T	IEC 60811-2-1	8
4	<i>สมบัติทางกลของเปลือก</i>			
4.1	ความต้านแรงดึงก่อนการเร่งอายุใช้งาน	T	IEC 60811-1-1	9.2
4.2	ความต้านแรงดึงหลังการเร่งอายุใช้งานในตู้อบอากาศ	T	IEC 60811-1-2	8.1.3.1
4.3	การทดสอบภายใต้ภาวะความร้อน	T	IEC 60811-2-1	9
5	<i>ความแข็งแรงทางกลของสายไฟฟ้าเสร็จสมบูรณ์</i>			
5.1	การทดสอบความอ่อนตัวโดยใช้รอก 3 ตัว หลังจากจุ่มในน้ำ โดยใช้แรงดันทดสอบที่แกนตามข้อ 1.2 ในตารางนี้	T	มอก.955 เล่ม 2	3.5 และ 2.3
5.2	การทดสอบการหักงอ หลังจากจุ่มในน้ำ โดยใช้แรงดันทดสอบที่แกนตามข้อ 1.2 ในตารางนี้	T	มอก.955 เล่ม 2	3.6 และ 2.3

3. (ว่าง)

4. สายอ่อนหุ้มฉนวนและเปลือกครอสลิงก์พอลิไวนิลคลอไรด์ (XLPVC) สำหรับงานที่ต้องการความ อ่อนตัวสูง

4.1 รหัสชนิด

60245 IEC 88

4.2 แรงดันไฟฟ้าที่กำหนด

300/300 โวลต์

4.3 โครงสร้าง

4.3.1 ตัวนำ

จำนวนตัวนำ : 2 หรือ 3

ตัวนำต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของมาตรฐาน มอก.2427 สำหรับตัวนำประเภท 6 ลวดตัวนำอาจชุบหรือไม่ชุบดีบุกก็ได้

4.3.2 ฉนวน

ฉนวนต้องเป็นสารประกอบ XLPVC ชนิด XP1 ตามข้อกำหนดในภาคผนวก ก. หุ้มตัวนำแต่ละตัวนำ
ต้องหุ้มฉนวนด้วยวิธีอัดรีด

ความหนาฉนวนต้องเป็นไปตามค่าที่กำหนดในตารางที่ 5 สดมภ์ที่ 2

4.3.3 การประกอบแกน และตัวเติม (ถ้ามี)

ต้องนำแกนทั้งหมดมาบิดรวมกัน

ความยาวสูงสุดของช่วงรอบเกลียว (lay) ต้องเป็นไปตามค่าที่กำหนดในตารางที่ 5 สดมภ์ที่ 3 ทิศทาง
รอบเกลียวของตัวนำไฟฟ้าและแกนต้องเป็นทิศทางเดียวกัน

อาจใช้ตัวเติมเป็นแกนกลางได้

4.3.4 เปลือก

เปลือกต้องเป็นสารประกอบ XLPVC ชนิด SX1 ตามข้อกำหนดในภาคผนวก ก. หุ้มรอบแกนตีเกลียว

ความหนาเปลือกต้องเป็นไปตามค่าที่ระบุในตารางที่ 5 สดมภ์ที่ 4

เปลือกต้องมีลักษณะกลม และหุ้มด้วยวิธีอัดรีดเป็นชั้นเดียวรอบแกน หุ้มร่องเกลียวด้วยวัสดุที่เหมาะสม ซึ่งเข้ากันได้กับฉนวนและเปลือก

เปลือกต้องลอกออกได้โดยไม่ทำให้แกนเสียหาย

4.3.5 เส้นผ่านศูนย์กลางเบ็ดเสร็จ

ค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางเบ็ดเสร็จของสายไฟฟ้าต้องอยู่ในขีดจำกัดที่กำหนดในตารางที่ 5 สดมภ์ที่ 5 และสดมภ์ที่ 6

4.3.6 เครื่องหมาย

สายอ่อนต้องพิมพ์รหัส 60245 IEC 88 บนผิวนอกของสายอ่อน เครื่องหมายต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของ มอก. 955 เล่ม 1 ข้อ 3.1.1 ข้อ 3.2 และข้อ 3.3

4.4 การทดสอบ

การเป็นไปตามข้อกำหนดของข้อ 4.3 ต้องตรวจสอบโดยการตรวจพินิจและการทดสอบตามตารางที่ 6

สำหรับข้อ 4.3.3 ความยาวของช่วงรอบเกลียวต้องหาโดยการวัดความยาวระยะช่วงรอบเกลียวจำนวน 10 ช่วง แล้วหารด้วย 10 ผลลัพธ์ที่ได้เป็นความยาวของช่วงรอบเกลียวของแกน

4.5 ข้อแนะนำการใช้งาน

อุณหภูมิสูงสุดของตัวนำในการใช้งานปกติเท่ากับ 70 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 5 มิติ ของสายไฟฟ้าชนิด 60245 IEC 88

(ข้อ 4.3.2 ข้อ 4.3.3 ข้อ 4.3.4 และ ข้อ 4.3.5)

1	2	3	4	5	6
จำนวนและพื้นที่หน้าตัดระบุของตัวนำ mm ²	ความหนาฉนวน ค่าที่กำหนด mm	ความยาวสูงสุดของช่วงรอบเกลียว mm	ความหนาเปลือก ค่าที่กำหนด mm	ค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางเบ็ดเสร็จ ¹⁾	
				ต่ำสุด mm	สูงสุด mm
2 × 0.75	0.6	35	0.8	5.7	7.4
2 × 1	0.6	35	0.8	5.9	7.8
2 × 1.5	0.7	40	0.8	6.8	8.9
3 × 0.75	0.6	35	0.8	6.0	7.9
3 × 1	0.6	40	0.8	6.3	8.3
3 × 1.5	0.7	45	0.9	7.2	9.4

¹⁾ มิติเบ็ดเสร็จของสายไฟฟ้าคำนวณมาจาก IEC 60719

ตารางที่ 6 การทดสอบสำหรับสายไฟฟ้าชนิด 60245 IEC 88

(ข้อ 4.4)

1 ข้อ	2 การทดสอบ	3 ประเภทการทดสอบ	4 วิธีทดสอบที่ระบุใน	
			มาตรฐาน	หัวข้อ
1	<i>การทดสอบทางไฟฟ้า</i>			
1.1	ความต้านทานของตัวนำ	T, S	มอก.955 เล่ม 2	2.1
1.2	ความทนแรงดันไฟฟ้าของแกน			
1.2.1	-ที่ 1 500 V สำหรับความหนาแน่นไม่มากกว่า 0.6 mm	T	มอก.955 เล่ม 2	2.3
1.2.2	-ที่ 2 000 V สำหรับความหนาแน่นมากกว่า 0.6 mm	T	มอก.955 เล่ม 2	2.3
1.3	ความทนแรงดันไฟฟ้าของสายไฟฟ้าเสร็จสมบูรณ์ที่ 2 000 V	T, S	มอก.955 เล่ม 2	2.2
2	<i>ข้อกำหนดทางโครงสร้างและมิติ</i>		มอก.955 เล่ม 1 เล่ม 2 และ เล่ม 8	
2.1	การตรวจสอบส่วนประกอบของโครงสร้าง	T, S	มอก.955 เล่ม 1	การตรวจพินิจและทดสอบด้วยมือ
2.2	การวัดความหนาของฉนวน	T, S	มอก.955 เล่ม 2	1.9
2.3	การวัดความหนาของเปลือก	T, S	มอก.955 เล่ม 2	1.10
2.4	การวัดมิติเบ็ดเสร็จของสายไฟฟ้า			
2.4.1	ค่าเฉลี่ย	T, S	มอก.955 เล่ม 2	1.11
2.4.2	ความรี(ovality)	T, S	มอก.955 เล่ม 2	1.11
2.5	การวัดความยาวช่วงรอบเกลียวของแกน	T, S	มอก.955 เล่ม 8	4.4
3	<i>สมบัติทางกลของฉนวน</i>			
3.1	ความต้านแรงดึงก่อนการเร่งอายุใช้งาน	T	IEC 60811-1-1	9.1
3.2	ความต้านแรงดึงหลังการเร่งอายุใช้งานในตู้อบอากาศ	T	มอก.955 เล่ม 2	4
3.3	การสูญเสียของมวล	T	IEC 60811-3-2	8.1
3.4	การทดสอบภายใต้ภาวะความร้อน(hot set)	T	IEC 60811-2-1	9
4	<i>สมบัติทางกลของเปลือก</i>			
4.1	ความต้านแรงดึงก่อนการเร่งอายุใช้งาน	T	IEC 60811-1-1	9.2
4.2	ความต้านแรงดึงหลังการเร่งอายุใช้งานในตู้อบอากาศ	T	IEC 60811-1-2	8.1.3.1
4.3	การทดสอบภายใต้ภาวะความร้อน	T	IEC 60811-2-1	9
4.4	การสูญเสียของมวล	T	IEC 60811-3-2	8.1
5	<i>การเปลี่ยนรูปขณะมีแรงกดที่อุณหภูมิสูง</i>			
5.1	ฉนวน	T	IEC 60811-3-1	8.1
5.2	เปลือก	T	IEC 60811-3-1	8.2
6	<i>การทดสอบที่อุณหภูมิต่ำ</i>			
6.1	ความโค้งงอของฉนวน	T	IEC 60811-1-4	8.1
6.2	ความโค้งงอของเปลือก	T	IEC 60811-1-4	8.2
6.3	ความทนต่อแรงกระแทก	T	IEC 60811-1-4	8.5
7	<i>ความทนต่อการช็อกด้วยความร้อน</i>			
7.1	ฉนวน	T	IEC 60811-3-1	9.1
7.2	เปลือก	T	IEC 60811-3-1	9.2
8	<i>ความแข็งแรงทางกลของสายไฟฟ้าเสร็จสมบูรณ์</i>			
8.1	การทดสอบความอ่อน โดยใช้ลูกรอก 3 ตัว หลังจากจุ่มในน้ำ โดยใช้แรงดันทดสอบที่แกนตามข้อ 1.2 ในตารางนี้	T	มอก.955 เล่ม 2	3.5 และ 2.3
8.2	การทดสอบการหักงอ หลังจากจุ่มในน้ำ โดยใช้แรงดันทดสอบที่แกนตามข้อ 1.2 ในตารางนี้	T	มอก.955 เล่ม 2	3.6 และ 2.3
9	<i>การทดสอบความต้านทานการลุกไหม้</i>	T	IEC 60332-1	-

5. สายอ่อนหุ้มฉนวน EPR และหุ้มวัสดุฉก สำหรับงานที่ต้องการความอ่อนตัวสูง

5.1 รหัสชนิด

60245 IEC 89

5.2 แรงดันไฟฟ้าที่กำหนด

300/300 โวลต์

5.3 โครงสร้าง

5.3.1 ตัวนำ

จำนวนตัวนำ : 2 หรือ 3

ตัวนำต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของ มอก.2427 ตารางที่ 4 สำหรับตัวนำประเภท 6 ยกเว้นค่าความต้านทานสูงสุดของตัวนำที่ 20 องศาเซลเซียส ต้องมีค่าเพิ่มขึ้นร้อยละ 3 ลวดตัวนำอาจชุบหรือไม่ชุบก็ได้

5.3.2 ตัวล้น

อาจใช้ตัวล้นทำจากวัสดุที่เหมาะสมพันรอบตัวนำแต่ละตัวนำได้

5.3.3 ฉนวน

ฉนวนต้องเป็นสารประกอบ EPR ชนิด IE4 หุ้มรอบตัวนำแต่ละตัวนำ

ต้องหุ้มฉนวนด้วยวิธีอัดรีด

ความหนาฉนวนต้องเป็นไปตามค่าที่กำหนดในตารางที่ 8 สดมภ์ที่ 2

5.3.4 ตัวเติม

ตัวเติมต้องเป็นวัสดุสังทอ

5.3.5 การประกอบแกน และตัวเติม

ต้องนำแกนและวัสดุสังทอมาบิรวมกัน

ความยาวสูงสุดของช่วงรอบเกลียวต้องไม่มากกว่า 7.5 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางของแกนที่ประกอบทิศทางรอบเกลียวของตัวนำไฟฟ้าและแกนต้องเป็นทิศทางเดียวกัน

อาจใช้ตัวเติมเป็นแกนกลางได้

5.3.6 การถักทอรอบนอก

ต้องหุ้มรอบแกนและตัวเติมที่ประกอบแล้วด้วยวัสดุฉนวน

- จำนวนเส้นด้ายไม่น้อยกว่า 60 เส้น
- จำนวนการไขว้ต่อเมตรไม่น้อยกว่า 700 ครั้ง
- จำนวนของตัวพาเส้นด้าย (carrier) ไม่น้อยกว่า 24 ตัว

5.3.7 เส้นผ่านศูนย์กลางเบ็ดเสร็จของสายไฟฟ้า

ค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางเบ็ดเสร็จของสายไฟฟ้าต้องอยู่ในขีดจำกัดที่กำหนดในตารางที่ 8 สดมภ์ที่ 3 และ สดมภ์ที่ 4

5.4 การทดสอบ

การเป็นไปตามข้อกำหนดของข้อ 5.3 ต้องตรวจสอบโดยการตรวจพินิจและการทดสอบตามตารางที่ 9

5.4.1 การตรวจสอบส่วนประกอบของโครงสร้าง

สำหรับข้อ 5.3.5 ความยาวของช่วงรอบเกลียวต้องหาโดยการวัดความยาวระยะช่วงรอบเกลียวจำนวน 10 ช่วง แล้วหารด้วย 10 ผลลัพธ์ที่ได้เป็นความยาวของช่วงรอบเกลียวของแกน

5.4.2 การทดสอบความอ่อนตัวโดยใช้รอก 3 ตัว

การทดสอบต้องปฏิบัติตาม มอก.955 เล่ม 2 ข้อ 3.5

ต้องทดสอบจำนวน 2 000 วัฏจักร หรือ 4 000 ครั้ง ของการเคลื่อนที่หนึ่งทิศทาง และใช้แรงดันไฟฟ้าทดสอบที่ระบุใน มอก.955 เล่ม 2 ตารางที่ 2

5.4.3 การทดสอบการหงิกงอ

การทดสอบต้องปฏิบัติตาม มอก.955 เล่ม 2 ข้อ 3.6

5.4.3.1 ตัวอย่าง

เพื่อป้องกันค้ำน้ำหนักสร้างแรงดึงไม่ให้ถึงส่วนบนสุดของร่องป้องกันการบิด และชนตัวกันหรือหลุดออกจากร่องป้องกันการบิด ให้เตรียมตัวอย่างดังนี้

- ก) ตัวอย่างต้องบิดเป็นเกลียว 3 รอบ และยึดให้แน่นชั่วคราวด้วยเทปกาวก่อนนำไปติดตั้งบนเครื่องทดสอบ
- ข) จัดตำแหน่งปลายทั้ง 2 ด้านของตัวอย่างด้วยตัวจับยึด แล้วจึงลอกเทปกาวออก
- ค) เคลื่อนตัวจับยึดออกจากกันช้า ๆ เพื่อให้แน่ใจว่าตัวอย่างอยู่ในแนวตรง เมื่อตัวจับยึดยึดสุด ค้ำน้ำหนักยังคงอยู่ในร่องป้องกันการบิด และต้องถูกยกขึ้นประมาณ 50 มิลลิเมตร ตามที่ระบุ

ใน มอก.955 เล่ม 2 ข้อ 3.6.4 เมื่ออยู่ในตำแหน่งยึดสุด ตั้มน้ำหนักต้องไม่สัมผัสส่วนใดๆ ใน ร่องป้องกันการบิด

- ง) ถ้าตัวอย่างไม่สามารถยึดตรงได้ ให้ทดสอบอย่างช้าๆ ไม่เกิน 30 วินาที ระหว่างทดสอบให้ปรับแก้ตัวอย่างเพื่อให้เกลียวบิดกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอตลอดความยาวของตัวอย่าง และ ไม่เกิดปมในช่วงเริ่มต้นของการดำเนินการทดสอบ

5.4.3.2 ข้อกำหนด

ต้องทดสอบ 1 500 วัฏจักร

ตารางที่ 7 กระแสไฟฟ้าทดสอบและแรงดึงที่เกิดจากการใช้น้ำหนักถ่วง

พื้นที่หน้าตัดระบุของตัวนำ mm ²	กระแสไฟฟ้าทดสอบ A	แรงดึงที่เกิดจากการใช้น้ำหนักถ่วงสายอ่อน	
		2 แกน N	3 แกน N
0.75	6	15	20
1	10	20	25
1.5	16	25	30

5.5 ข้อกำหนดการใช้งาน

อุณหภูมิสูงสุดของตัวนำในการใช้งานปกติเท่ากับ 60 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 8 มิติ ของสายไฟฟ้าชนิด 60245 IEC 89

(ข้อ 5.3.3 และ ข้อ 5.3.7)

1	2	3	4
จำนวนและพื้นที่หน้าตัดระบุของตัวนำ mm ²	ความหนาจนวนค่าที่กำหนด mm	ค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางเบ็ดเสร็จ	
		ต่ำสุด mm	สูงสุด mm
2 × 0.75	0.8	5.5	7.2
2 × 1	0.8	5.7	7.6
2 × 1.5	0.8	6.2	8.2
3 × 0.75	0.8	5.9	7.7
3 × 1	0.8	6.2	8.1
3 × 1.5	0.8	6.7	8.8

ตารางที่ 9 การทดสอบสำหรับสายไฟฟ้าชนิด 60245 IEC 89

(ข้อ 5.4)

1 ข้อ	2 การทดสอบ	3 ประเภทการ ทดสอบ	4 วิธีทดสอบที่ระบุใน	
			มาตรฐาน	หัวข้อ
1	<i>การทดสอบทางไฟฟ้า</i>			
1.1	ความต้านทานของตัวนำ	T, S	มอก.955 เล่ม 2	2.1
1.2	ความทนแรงดันไฟฟ้าของสายไฟฟ้าเสร็จสมบูรณ์ ที่ 2 000 V	T, S	มอก.955 เล่ม 2	2.2
1.3	ความทนแรงดันไฟฟ้าของแกนที่ 2 000 V	R	มอก.955 เล่ม 2	2.3
2	<i>ข้อกำหนดทาง โครงสร้างและมิติ</i>			
2.1	การตรวจสอบส่วนประกอบของโครงสร้าง	T, S	มอก.955 เล่ม 1	การตรวจพินิจและ ทดสอบด้วยมือ
2.2	การวัดความหนาของฉนวน	T, S	มอก.955 เล่ม 2	1.9
2.3	การหุ้มด้วยวัสดุฉกั	T, S	มอก.955 เล่ม 8	ภาคผนวก ข.
2.4	การวัดมิติเบ็ดเสร็จของสายไฟฟ้า			
2.4.1	ค่าเฉลี่ย	T, S	มอก.955 เล่ม 2	1.11
2.4.2	ความรี (ovality)	T, S	มอก.955 เล่ม 2	1.11
2.5	การทดสอบความสามารถบักกรี (ตัวนำไม่หุบคิบุก)	T	มอก.955 เล่ม 2	1.12
3	<i>สมบัติทางกลของฉนวน</i>			
3.1	ความต้านแรงดึงก่อนการเร่งอายุใช้งาน	T	IEC 60811-1-1	9.1
3.2	ความต้านแรงดึงหลังการเร่งอายุใช้งานในตู้อบอากาศ	T	มอก.955 เล่ม 2	4
3.3	ความต้านแรงดึงหลังการเร่งอายุใช้งานในอุปกรณ์แอร์ บอมบี้	T	IEC 60811-1-2	8.2
3.4	การทดสอบภายใต้ภาวะความร้อน (hot set)	T	IEC 60811-2-1	9
4	<i>ความแข็งแรงทางกลของสายไฟฟ้าเสร็จสมบูรณ์</i>			
4.1	การทดสอบความต้านทานการสึกหรอ	T	มอก.955 เล่ม 2	3.3
4.2	การทดสอบความอ่อนตัวโดยใช้รอก 3 ตัว	T	มอก.955 เล่ม 2	3.5
4.3	การทดสอบการหักงอ	T	มอก.955 เล่ม 2	3.6
5	<i>การทดสอบการทนความร้อนของวัสดุฉกัทอ</i>	T	มอก.955 เล่ม 2	6
6	ความต้านทานไอโซนวิธี A	T	IEC 60811-2-1	8

ภาคผนวก ก.

(ข้อกำหนด)

ข้อกำหนดที่ไม่ใช่การทดสอบทางไฟฟ้าสำหรับการทดสอบครอสลิงก์พอลิไวนิลคลอไรด์ (XLPVC)

(ข้อ 4.3.2 และ ข้อ 4.3.4)

1	2	3	4	5		6
				XP1 SX1	วิธีทดสอบ	
ข้อ	การทดสอบ	หน่วย			IEC	ข้อ
1.	ความต้านแรงดึงและความยืด ที่จุดขาด					
1.1	สมบัติของผลิตภัณฑ์ขณะงมอบ			60811-1-1	9.1 หรือ 9.2	
1.1.1	ความต้านแรงดึงที่จุดขาด					
	- ค่ามัธยฐาน (ต่ำสุด)	N/mm ²	10.0			
1.1.2	ความยืดที่จุดขาด	%	150			
1.2	สมบัติหลังการเร่งอายุใช้งานในตู้อบอากาศ			60811-1-2	8.1.3.1	
1.2.1	ภาวะทดสอบการเร่งอายุใช้งาน					
	- อุณหภูมิ	°C	100 ± 2			
	- ระยะเวลาในการอบ	h	7 × 24			
1.2.2	ความต้านแรงดึง					
	- ค่ามัธยฐาน (ต่ำสุด)	N/mm ²	10.0			
	- ค่าการแปรผัน ¹⁾ (สูงสุด)	%	± 25			
1.2.3	ความยืดที่จุดขาด					
	- ค่ามัธยฐาน (ต่ำสุด)	%	150			
	- ค่าการแปรผัน ¹⁾ (สูงสุด)	%	± 20			
2	การทดสอบการสูญเสียของมวล			60811-3-2	8.1 หรือ 8.2	
2.1	ภาวะการเร่งอายุใช้งาน					
	- อุณหภูมิ	°C	100 ± 2			
	- ระยะเวลาในการอบ	h	7 × 24			
2.2	การสูญเสียของมวล (สูงสุด)	mg/cm ²	2.0			
3	การทดสอบความเข้ากันได้ ²⁾			60811-1-2	8.1.4	
3.1	ภาวะการเร่งอายุใช้งาน					
	- อุณหภูมิ	°C	80 ± 2			
	- ระยะเวลาในการอบ	h	7 × 24			
3.2	สมบัติทางกลหลังการเร่งอายุใช้งาน		ตามข้อ 1.2.2 และข้อ 1.2.3			
4	ความทนต่อการช็อคด้วยความร้อน			60811-3-1	9.1 หรือ 9.2	
4.1	ภาวะการทดสอบ					
	- อุณหภูมิ	°C	150 ± 2			
	- ระยะเวลาในการอบ	h	1			
4.2	ผลทดสอบที่ได้รับ		ไม่มีรอยแตกร้าว			
¹⁾ การแปรผัน: ความแตกต่างระหว่างค่ามัธยฐานหลังการเร่งอายุการใช้งานกับค่ามัธยฐานที่ไม่มีมีการเร่งอายุการใช้งาน แสดงเป็นร้อยละของค่ามัธยฐานที่ไม่มีมีการเร่งอายุการใช้งาน ²⁾ ถ้าต้องมีการทดสอบ						

ภาคผนวก ก. (ต่อ)

1	2	3	4	5		6
				วิธีทดสอบ		
ข้อ	การทดสอบ	หน่วย	ชนิดของสารประกอบ XP1 SX1	วิธีทดสอบ		ข้อ
				IEC		
5	การเปลี่ยนรูปขณะมีแรงกดที่อุณหภูมิสูง					
5.1	ภาวะทดสอบ					
	- แรงที่ใช้กดขึ้นทดสอบด้วยใบมีด(blade)			60811-3-1		8.2.4
	- ระยะเวลาในการอบภายใต้แรงกด	h		60811-3-1		8.2.5
	- อุณหภูมิ	°C	90 ± 2			
5.2	ผลทดสอบที่ได้รับ					
	- ค่ามัธยฐานความลึกของรอยกดที่ขึ้นทดสอบ(สูงสุด)	%	50			
6	การทดสอบความโค้งงอที่อุณหภูมิต่ำ			60811-1-4		8.2
6.1	ภาวะทดสอบ					
	- อุณหภูมิ	°C	-15 ± 2			
	- คาบของการทดสอบที่อุณหภูมิต่ำ			60811-1-4		8.2.3
6.2	ผลทดสอบที่ได้รับ		ไม่มีรอยแตกร้าว			
7	การทดสอบแรงกระแทกที่อุณหภูมิต่ำ					
7.1	ภาวะการทดสอบ					
	- อุณหภูมิ	°C	-15 ± 2	60811-1-4		8.5
	- คาบของการทดสอบที่อุณหภูมิต่ำ			60811-1-4		8.5.5
	- มวลของก้อนที่กระแทก			60811-1-4		8.5.4
7.2	ผลทดสอบที่ได้รับ			60811-1-4		8.5.6
8	เสถียรภาพทางอุณหภูมิ			60811-3-2		9
8.1	ภาวะทดสอบ					
	- อุณหภูมิ	°C	200 ± 0.5			
8.2	ข้อกำหนด					
	- ระยะเวลา (ต่ำสุด)	min	60			
9	การทดสอบภายใต้ภาวะความร้อน (hot set)			60811-2-1		9
9.1	ภาวะทดสอบ					
	- อุณหภูมิ	°C	200 ± 3			
	- ระยะเวลาขณะที่มีโหลด	min	15			
	- ความเค้นทางกล	N/mm ²	0.20			
9.2	ข้อกำหนด					
	- ความยืดสูงสุดขณะที่มีโหลด	%	100			
	- ความยืดสูงสุดหลังจากปลดโหลด	%	25			

ภาคผนวก ข.

(ข้อกำหนด)

การวัดการหุ้มด้วยวัสดุฉกทอ

(ตารางที่ 9)

ข.1 บทนิยาม

- ข.1.1 เส้นด้าย (thread) หมายถึง หน่วยสิ่งทอเส้นเดี่ยว ที่ใช้ขึ้นรูปเป็นวัสดุฉกทอสำหรับสายไฟฟ้า เมื่อรวมเข้ากับเส้นด้ายอื่น
- ข.1.2 ตัวพาเส้นด้าย (carrier) หมายถึง ส่วนที่ใช้สำหรับพันเส้นด้าย ตัวพาแต่ละตัวสามารถบรรจุเส้นด้ายได้หลายเส้น
- ข.1.3 การไขว้ (crossing) หมายถึง การจัดเรียงเส้นด้ายของตัวพาเส้นด้าย เพื่อถักสิ่งหุ้มของสายไฟฟ้า

ข.2 วิธีทดสอบ

ข.2.1 จำนวนของเส้นด้าย

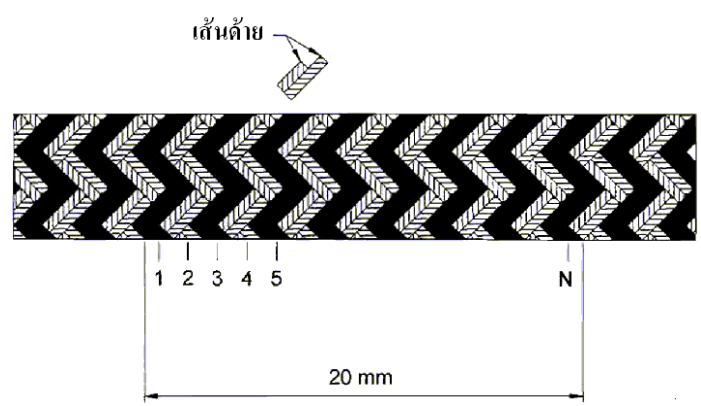
จำนวนของเส้นด้ายหาได้จากการรวมจำนวนเส้นด้ายในตัวพาแต่ละตัวพา

ข.2.2 การไขว้ต่อเมตร

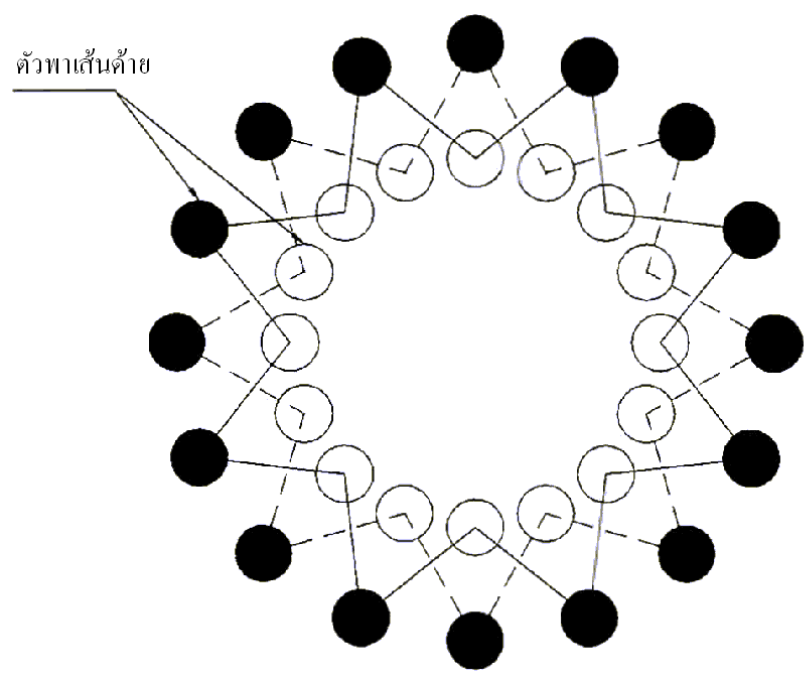
ตัวอย่างสายไฟฟ้าที่ทดสอบต้องจัดวางตามแนวยาว และทำเครื่องหมายจุดอ้างอิง 2 จุด มีระยะห่างกัน 20 มิลลิเมตร

ต้องวัดและบันทึก จำนวนการไขว้ (ดูข้อ ข.1)

ทำการประเมินผลจำนวน 3 ครั้งที่ตำแหน่งต่างกัน ให้เฉลี่ยค่าการประเมินผลซึ่งเป็นค่าของการไขว้ต่อเมตร แต่ครั้งของการประเมินผลอ้างอิงถึงความยาว 1 000 มิลลิเมตร



การไขว้ต่อเมตร
$N \times \frac{1000}{20} = N \times 50$



รูป ข.1 การถักทอ