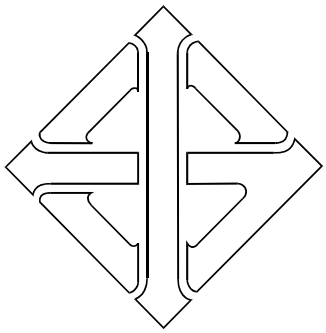


มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

THAI INDUSTRIAL STANDARD

มอก.2341-2555

สายไฟฟ้าอากาศตัวนำอะลูมิเนียมหุ้มฉนวนและเปลือกครอสลิงกด์พอลิเอทิลีนสำหรับแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด 25 กิโลโวลต์ และ 35 กิโลโวลต์

ALUMINIUM SPACE AERIAL POWER CABLES WITH XLPE INSULATED AND SHEATHED FOR RATED VOLTAGE 25 kV AND 35 kV

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

กระทรวงอุตสาหกรรม ICS 29.060.20 ISBN 978-616-231-426-1

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

สายไฟฟ้าอากาศตัวนำอะลูมิเนียมหุ้มฉนวนและเปลือกครอสลิงกด์พอลิเอทิลีนสำหรับแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด 25 กิโลโวลต์ และ 35 กิโลโวลต์

มอก.2341-2555

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

กระทรวงอุตสาหกรรม ถนนพระรามที่ 6 กรุงเทพฯ 10400

โทรศัพท์ 0 2202 3300

ประกาศในราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศและงานทั่วไป เล่ม 130 ตอนพิเศษ 5ง

วันที่ 16 มกราคม พุทธศักราช 2556

คณะกรรมการวิชาการคณะที่ 960

มาตรฐานสายไฟฟ้าหุ้มฉนวนแรงสูง

ประธานกรรมการ

รศ.วีรกร อ่องสกุล	คณะสิ่งแวดล้อม ทรัพยากร และการพัฒนา สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย

กรรมการ

นายชาญณรงค์ บาลมงคล	คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
นายบุญเหนือ พึ่งศิริ	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
นายณัฏฐ์ นีลวัชระ	การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย
นายวิชชา ชาครพิพัฒน์	การไฟฟ้านครหลวง
นายไพฑูรย์ พรหมพิทักษ์	การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
นางนิภา สุนทรธนโสภณ	บริษัท จรุงไทยไวร์แอนด์เคเบิ้ล จำกัด (มหาชน)
นายพิเชษฐ์ โล่ชนะจิต	บริษัท เฟ็ลปส์ ดอด์จ อินเตอร์เนชั่นแนล (ไทยแลนด์) จำกัด
นายอนันต์ ชัยสงค์	บริษัท สายไฟฟ้าบางกอกเคเบิ้ล จำกัด
นายวินัย อริยะสกุลทรัพย์	บริษัท สายไฟฟ้าไทย-ยาซากิ จำกัด

กรรมการและเลขานุการ

นายพุฒิพงศ์ คงเจริญ	สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สายไฟฟ้าอากาศตัวนำอะลูมิเนียมหุ้มฉนวนและเปลือกครอสลิงกด์พอลิเอทิลีนสำหรับแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด 25 กิโลโวลต์ และ 35 กิโลโวลต์ นี้ ได้ประกาศใช้ครั้งแรกเป็นมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สายไฟฟ้าอากาศตัวนำอะลูมิเนียมหุ้มด้วยฉนวนและเปลือกครอสลิงกด์พอลิเอทิลีนสำหรับแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด 25 กิโลโวลต์ และ 35 กิโลโวลต์ มาตรฐานเลขที่ มอก.2341-2550 ในราชกิจจานุเบกษา ฉบับพิเศษ เล่ม 125 ตอนที่ 54ง วันที่ 14 มีนาคม พุทธศักราช 2551 ต่อมาได้พิจารณาเห็นสมควรแก้ไขปรับปรุงเพื่อให้ทันสมัยและเป็นไปตามเอกสารอ้างอิงฉบับล่าสุด จึงได้แก้ไขปรับปรุงโดยการยกเลิกมาตรฐานเดิมและกำหนดมาตรฐานนี้ขึ้นใหม่

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้เป็นเล่มหนึ่งในอนุกรมมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สายไฟฟ้าหุ้มฉนวนแรงสูง อันประกอบด้วย

มอก.2143-2546	สายไฟฟ้าแรงดันสูงหุ้มด้วยฉนวนและอุปกรณ์ส่วนควบใช้กับแรงดันไฟฟ้าที่กำหนดตั้งแต่ 1 กิโลโวลต์ ถึงไม่เกิน 30 กิโลโวลต์
มอก.2144-2546	สายไฟฟ้าแรงดันสูงหุ้มด้วยฉนวนและอุปกรณ์ส่วนควบใช้กับแรงดันไฟฟ้าที่กำหนดมากกว่า 30 กิโลโวลต์ ถึงไม่เกิน 150 กิโลโวลต์
มอก.2202-2547	สายไฟฟ้าแรงดันสูงหุ้มด้วยฉนวนครอสลิงกด์พอลิเอทิลีนสำหรับแรงดันไฟฟ้าที่กำหนดตั้งแต่ 60 กิโลโวลต์ ถึง 115 กิโลโวลต์
มอก.2340-2554	สายไฟฟ้าหุ้มฉนวนครอสลิงกด์พอลิเอทิลีนสำหรับแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด 12/20(24) กิโลโวลต์ และ 18/30(36) กิโลโวลต์

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้กำหนดขึ้นโดยอาศัยเอกสารต่อไปนี้เป็นแนวทาง

Insulated Cable Engineers Association, Inc. (ICEA) S-66-524 (1988)	Cross – Linked – Thermosetting – Polyethylene - Insulated Wire and Cable for the Transmission and Distribution of Electrical Energy
Insulated Cable Engineers Association, Inc. (ICEA) S-93-639 (2006)	5-46 kV Shielded Power Cable for Use in the Transmission and Distribution of Electric Energy
Insulated Cable Engineers Association, Inc. (ICEA) T-27-581 (2008)	Standard Test Methods for Extruded Dielectric Power, Control, Instrumentation, and Portable Cables for Test
Insulated Cable Engineers Association, Inc. (ICEA) T-28-562 (2003)	Test Method for Measurement of Hot Creep of Polymeric Insulations
มอก.293-2541	สายไฟฟ้าอะลูมิเนียมหุ้มด้วยฉนวนโพลิไวนิลคลอไรด์

คณะกรรมการมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมได้พิจารณามาตรฐานนี้แล้ว เห็นสมควรเสนอรัฐมนตรีประกาศตามมาตรา 15 แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511

ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม
ฉบับที่ 4475 (พ.ศ. 2555)
ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
พ.ศ. 2511
เรื่อง ยกเลิกมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สายไฟฟ้าอากาศตัวนำอะลูมิเนียมหุ้มด้วยฉนวน
และเปลือกครอสลิงกด์พอลิเอทิลีนสำหรับแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด 25 กิโลโวลต์ และ 35 กิโลโวลต์
และกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สายไฟฟ้าอากาศตัวนำอะลูมิเนียมหุ้มฉนวน
และเปลือกครอสลิงกด์พอลิเอทิลีนสำหรับแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด 25 กิโลโวลต์ และ 35 กิโลโวลต์

โดยที่เป็นการสมควรแก้ไขปรับปรุงมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สายไฟฟ้าอากาศตัวนำอะลูมิเนียมหุ้มด้วยฉนวนและเปลือกครอสลิงกด์พอลิเอทิลีนสำหรับแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด 25 กิโลโวลต์ และ 35 กิโลโวลต์ มาตรฐานเลขที่ มอก. 2341-2550

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 15 แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511 รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรมออกประกาศยกเลิกประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมฉบับที่ 3810 (พ.ศ. 2550) ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511 เรื่อง กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สายไฟฟ้าอากาศตัวนำอะลูมิเนียมหุ้มด้วยฉนวนและเปลือกครอสลิงกด์พอลิเอทิลีนสำหรับแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด 25 กิโลโวลต์ และ 35 กิโลโวลต์ ลงวันที่ 19 พฤศจิกายน พ.ศ. 2550 และออกประกาศกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สายไฟฟ้าอากาศตัวนำอะลูมิเนียมหุ้มฉนวนและเปลือกครอสลิงกด์พอลิเอทิลีนสำหรับแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด 25 กิโลโวลต์ และ 35 กิโลโวลต์ มาตรฐานเลขที่ มอก.2341-2555 ขึ้นใหม่ ดังมีรายการละเอียดต่อท้ายประกาศนี้

ทั้งนี้ ให้มีผลเมื่อพ้นกำหนด 270 วัน นับแต่วันประกาศในราชกิจจานุเบกษา เป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ 5 กันยายน พ.ศ. 2555

พงษ์สวัสดิ์ สวัสดิวัตน์

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

สายไฟฟ้าอากาศตัวนำอะลูมิเนียมหุ้มฉนวนและเปลือกครอสลิงกด์พอลิเอทิลีนสำหรับแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด 25 กิโลโวลต์ และ 35 กิโลโวลต์

1. ขอบข่าย

1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ครอบคลุมเฉพาะสายไฟฟ้าอากาศตัวนำอะลูมิเนียมแบบตีเกลียวอัดแน่นชนิดแกนเดียว ฉนวนและเปลือกเป็นครอสลิงกด์พอลิเอทิลีน สำหรับแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด 25 กิโลโวลต์ และ 35 กิโลโวลต์ ซึ่งสามารถติดตั้งและใช้งานในภาวะดังต่อไปนี้

(1) ระบบไฟฟ้า 3 เฟส ความถี่ 50 เฮิรตซ์ แรงดันไฟฟ้าที่กำหนดไม่เกิน 25 กิโลโวลต์ สำหรับสายไฟฟ้าที่มีแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด 25 กิโลโวลต์ และไม่เกิน 35 กิโลโวลต์ สำหรับสายไฟฟ้าที่มีแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด 35 กิโลโวลต์

(2) อุณหภูมิของตัวนำไม่เกิน 90 องศาเซลเซียส สำหรับการใช้งานปกติ ไม่เกิน 130 องศาเซลเซียส สำหรับการใช้งานเกินพิกัดฉุกเฉิน และไม่เกิน 250 องศาเซลเซียส สำหรับกรณีลัดวงจร

หมายเหตุ การทำงานที่อุณหภูมิเกินพิกัดฉุกเฉิน 130 องศาเซลเซียส ต้องไม่เกิน 100 ชั่วโมงใน 12 เดือนต่อเนื่องกัน หรือไม่เกิน 500 ชั่วโมงตลอดอายุการใช้งานของสายไฟฟ้า

ซึ่งต่อไปในมาตรฐานนี้จะเรียกว่า “สายไฟฟ้า”

2. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ มีดังต่อไปนี้

2.1 ครอสลิงกด์พอลิเอทิลีน (cross-linked polyethylene : XLPE) หมายถึง สารประกอบพอลิเอทิลีนที่ถูกเปลี่ยนโครงสร้างโมเลกุลจากเส้นตรงให้เกาะเกี่ยวกันเป็นร่างแห เพื่อให้มีสมบัติตามที่ต้องการ

2.2 แรงดันไฟฟ้าที่กำหนด (rated voltage) หมายถึง แรงดันไฟฟ้าค่ารากกำลังสองเฉลี่ยระหว่างเฟสกับเฟส

2.3 ตัวนำ (conductor) หมายถึง ลวดอะลูมิเนียมตีเกลียวซึ่งอยู่ในรูปของการตีเกลียวร่วมศูนย์กลมอัดแน่น (compact round concentric lay stranding)

2.4 ตัวกั้นตัวนำ (conductor screen) หมายถึง ชั้นของสารกึ่งตัวนำ (semi-conducting) ซึ่งอยู่ในรูปของสารประกอบที่ใช้หุ้มเพื่อทำให้ผิวนอกของตัวนำราบเรียบสม่ำเสมอ และทำให้สนามไฟฟ้าระหว่างตัวนำกับฉนวนสม่ำเสมอทุกทิศทาง อีกทั้งยังช่วยลดความเค้นทางแรงดันไฟฟ้า (voltage stress) ที่เกิดขึ้นด้วย

2.5 ฉนวน (insulation) หมายถึง ครอสลิงกด์พอลิเอทิลีนที่ใช้หุ้มทับบนชั้นของตัวกั้นตัวนำ มีหน้าที่ป้องกันไม่ให้กระแสไฟฟ้ารั่วออกมาทำอันตรายแก่บุคคลหรือสิ่งแวดล้อม และป้องกันไม่ให้เกิดการลัดวงจร

2.6 เปลือก (sheath) หมายถึง ครอสลิงกด์พอลิเอทิลีนที่ใช้หุ้มชั้นนอกสุดของสายไฟฟ้า มีหน้าที่ป้องกันแรงกระแทก เสียดสี และทนทานต่อสภาวะแวดล้อม

2.7 ค่าระบุ (nominal value) หมายถึง ค่าซึ่งระบุด้วยปริมาณ และมักใช้แสดงในตาราง

2.8 ค่าเฉลี่ย (average value) หมายถึง ค่าที่ได้จากผลรวมของค่าต่างๆ ทั้งหมดหารด้วยจำนวนของค่าต่างๆ ทั้งหมด

2.9 การทดสอบตัวอย่าง (sample test) หมายถึง การทดสอบโดยผู้ทำกับตัวอย่างของสายไฟฟ้าสำเร็จรูปแต่ละตัวอย่างหรือส่วนประกอบที่ได้มาจากสายไฟฟ้าสำเร็จรูป เพื่อทวนสอบว่าสายไฟฟ้าสำเร็จรูปเป็นไปตามข้อกำหนด

2.10 การทดสอบเฉพาะแบบ (type test) หมายถึง การทดสอบที่ทำก่อนนำสายไฟฟ้าออกสู่ท้องตลาด เพื่อแสดงว่าสายไฟฟ้าแบบที่ครอบคลุมโดยมาตรฐานนี้มีลักษณะเฉพาะเชิงสมรรถนะเป็นที่น่าพอใจ ซึ่งต้องการการทดสอบที่สมบูรณ์เป็นหลักฐานเพียงครั้งเดียว โดยไม่ต้องทดสอบซ้ำ

หมายเหตุ การทดสอบนี้อยู่ในลักษณะที่ว่า หลังจากทดสอบไปแล้วไม่จำเป็นต้องทดสอบซ้ำอีกนอกจากว่ามีการเปลี่ยนแปลงวัสดุ หรือการออกแบบ หรือกระบวนการผลิตซึ่งอาจเปลี่ยนแปลงลักษณะเฉพาะเชิงสมรรถนะของสายไฟฟ้า

2.11 การเกิดรอย (tracking) หมายถึง การเกิดเส้นทางนำไฟฟ้าเพิ่มขึ้นแบบก้าวหน้า บนพื้นผิว และ/หรือ ภายในวัสดุฉนวนแข็ง เนื่องจากการรวมผลของความเค้นทางไฟฟ้า และการปนเปื้อนอิเล็กโทรลิติก (electrolytic contamination)

3. ประเภท

สายไฟฟ้าแบ่งเป็น 2 ประเภท ตามแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด คือ

3.1 ประเภทที่มีแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด 25 กิโลโวลต์

3.2 ประเภทที่มีแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด 35 กิโลโวลต์

4. ขนาด

4.1 ขนาดและรายละเอียดของสายไฟฟ้า

ให้เป็นไปตามที่กำหนดในตารางที่ 1 หรือตารางที่ 2

ตารางที่ 1 ขนาดและรายละเอียดของสายไฟฟ้าที่มีแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด 25 กิโลโวลต์

(ข้อ 4.1 ข้อ 5.2 ข้อ 5.3 ข้อ 5.4 ข้อ 6.1.3.1 ข้อ 6.1.3.2 ข้อ 6.1.6 และข้อ 10.2.1)

พื้นที่หน้าตัดระบุของตัวนำ	mm^2	35	50	70	95	120	150	185	240
เส้นผ่านศูนย์กลางของตัวนำ	mm	6.6 ถึง 7.5	7.7 ถึง 8.6	9.3 ถึง 10.2	11.0 ถึง 12.0	12.5 ถึง 13.5	13.9 ถึง 15.0	15.5 ถึง 16.8	17.8 ถึง 19.2
แรงดึงของตัวนำจากการคำนวณ	N	5 591	7 313	10 420	14 098	18 518	22 457	28 974	37 506
สภาพต้านทานเชิงปริมาตรที่ 20 °C สูงสุด	$\Omega \cdot mm^2/m$	0.028 264	0.028 264	0.028 264	0.028 264	0.028 264	0.028 264	0.028 264	0.028 264
ความต้านทานกระแสตรงที่ 20 °C สูงสุด	Ω/km	0.868	0.641	0.443	0.320	0.253	0.206	0.164	0.125
ความหนาต่ำสุดของตัวกั้นตัวนำ	mm	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
ความหนาเฉลี่ยของตัวกั้นตัวนำ	mm	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
สภาพต้านทานเชิงปริมาตรของตัวกั้นตัวนำที่ 90 °C สูงสุด	Ω·cm	50 000	50 000	50 000	50 000	50 000	50 000	50 000	50 000
ความหนาของฉนวน	mm	3.18	3.18	3.18	3.18	3.18	3.18	3.18	3.18
ความหนาของเปลือก	mm	3.18	3.18	3.18	3.18	3.18	3.18	3.18	3.18
เส้นผ่านศูนย์กลางของสายไฟฟ้าโดยประมาณ	mm	19.9 ถึง 21.5	22.0 ถึง 24.0	23.0 ถึง 25.0	25.0 ถึง 27.0	26.5 ถึง 28.7	28.0 ถึง 30.2	29.4 ถึง 31.7	32.1 ถึง 34.4

ตารางที่ 2 ขนาดและรายละเอียดของสายไฟฟ้าที่มีแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด 35 กิโลโวลต์

(ข้อ 4.1 ข้อ 5.2 ข้อ 5.3 ข้อ 5.4 ข้อ 6.1.3.1 ข้อ 6.1.3.2 ข้อ 6.1.6 และข้อ 10.2.1)

พื้นที่หน้าตัดระบุของตัวนำ	mm^2	50	70	95	120	150	185	240
เส้นผ่านศูนย์กลางของตัวนำ	mm	7.7 ถึง 8.6	9.3 ถึง 10.2	11.0 ถึง 12.0	12.5 ถึง 13.5	13.9 ถึง 15.0	15.5 ถึง 16.8	17.8 ถึง 19.2
แรงดึงของตัวนำจากการคำนวณ	N	7 313	10 420	14 098	18 518	22 457	28 974	37 506
สภาพต้านทานเชิงปริมาตรที่ 20 °C สูงสุด	$\Omega \cdot mm^2/m$	0.028 264	0.028 264	0.028 264	0.028 264	0.028 264	0.028 264	0.028 264
ความต้านทานกระแสตรงที่ 20 °C สูงสุด	Ω/km	0.641	0.443	0.320	0.253	0.206	0.164	0.125
ความหนาต่ำสุดของตัวกั้นตัวนำ	mm	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
ความหนาเฉลี่ยของตัวกั้นตัวนำ	mm	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
สภาพต้านทานเชิงปริมาตรของตัวกั้นตัวนำที่ 90 °C สูงสุด	Ω·cm	50 000	50 000	50 000	50 000	50 000	50 000	50 000
ความหนาของฉนวน	mm	4.45	4.45	4.45	4.45	4.45	4.45	4.45
ความหนาของเปลือก	mm	3.18	3.18	3.18	3.18	3.18	3.18	3.18
เส้นผ่านศูนย์กลางของสายไฟฟ้าโดยประมาณ	mm	24.2 ถึง 26.4	25.6 ถึง 27.8	27.3 ถึง 29.5	28.8 ถึง 31.0	30.2 ถึง 32.5	32.0 ถึง 34.4	34.4 ถึง 36.8

5. วัสดุและการทำ

5.1 ตัวนำ

ตัวนำต้องเป็นอะลูมิเนียม มีโครงสร้างแบบตีเกลียวร่วมศูนย์กลมอัดแน่น เป็นไปตาม มอก.293

5.2 ตัวกั้นตัวนำ

ความหนาเฉลี่ยของตัวกั้นตัวนำต้องไม่น้อยกว่าค่าที่ระบุในตารางที่ 1 หรือตารางที่ 2 และความหนาต่ำสุดของตัวกั้นตัวนำต้องไม่น้อยกว่าค่าที่ระบุในตารางที่ 1 หรือตารางที่ 2

5.3 ฉนวน

ฉนวนต้องเป็นครอสลิงกด์พอลิเอทิลีนไม่มีคาร์บอนแบล็กที่ผลิตโดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาแบบเพอร์ออกไซด์ (peroxide cross linking agent) หรือในกรณีที่มีข้อตกลงระหว่างผู้ซื้อกับผู้ขายอาจใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาแบบไซเลน (silane cross linking agent) ฯลฯ คุณลักษณะของฉนวนต้องเป็นไปตามที่ระบุไว้ในตารางที่ 3 ความหนาเฉลี่ยของฉนวนต้องไม่น้อยกว่าค่าที่ระบุในตารางที่ 1 หรือตารางที่ 2 และความหนาต่ำสุดของฉนวนต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 90 ของค่าที่ระบุในตารางที่ 1 หรือตารางที่ 2

5.4 เปลือก

เปลือกต้องเป็นครอสลิงกด์พอลิเอทิลีนชนิดเติมคาร์บอนแบล็กไม่น้อยกว่าร้อยละ 2 และไม่เกินร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก และคุณลักษณะของเปลือกต้องเป็นไปตามที่ระบุไว้ในตารางที่ 3 ความหนาเฉลี่ยของเปลือกต้องไม่น้อยกว่าค่าที่ระบุในตารางที่ 1 หรือตารางที่ 2 ความหนาต่ำสุดของเปลือกต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 90 ของค่าที่ระบุในตารางที่ 1 หรือตารางที่ 2

6. คุณลักษณะที่ต้องการ

6.1 คุณลักษณะที่ต้องการสำหรับการทดสอบตัวอย่าง

6.1.1 ความคงทนของเครื่องหมาย

เครื่องหมายที่สายไฟฟ้าต้องมีความคงทนและไม่ลบเลือนง่าย การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 10.10

6.1.2 ฉนวนและเปลือก

6.1.2.1 ความต้านแรงดึงและความยืดก่อนและหลังเร่งอายุการใช้งาน

เมื่อทดสอบตามข้อ 10.4 แล้ว ค่าเฉลี่ย และ/หรือ ค่าต่ำสุดของความต้านแรงดึงและความยืดก่อนเร่งอายุการใช้งาน และหลังเร่งอายุการใช้งานเมื่อเทียบกับค่าก่อนเร่งอายุการใช้งาน ต้องเป็นไปตามที่กำหนดในตารางที่ 3

6.1.2.2 ความยืดตัวเมื่อได้รับความร้อน

เมื่อทดสอบตามข้อ 10.5 แล้ว ความยืดตัวเมื่อได้รับความร้อนและมีน้ำหนักถ่วง และความยืดตัวหลังจากปล่อยให้เย็นตัวและไม่มีน้ำหนักถ่วง ต้องเป็นไปตามที่กำหนดในตารางที่ 3

6.1.3 สายไฟฟ้า

6.1.3.1 ลักษณะตัวนำ ขนาด และความหนาของชั้นต่างๆ

เมื่อทดสอบตามข้อ 10.1 และ 10.3 แล้ว ต้องเป็นไปตามที่กำหนดในตารางที่ 1 หรือตารางที่ 2

6.1.3.2 ความต้านทานของตัวนำ

เมื่อทดสอบตามข้อ 10.2 ความต้านทานกระแสตรงสูงสุดของตัวนำที่ 20 องศาเซลเซียส ต้องไม่เกินค่าที่ระบุในตารางที่ 1 หรือตารางที่ 2

6.1.3.3 ความทนทานไฟฟ้าของสายไฟฟ้า

เมื่อทดสอบตามข้อ 10.6 แล้ว สายไฟฟ้าต้องไม่เสียสภาพฉับพลัน

6.1.4 ความต้านทานฉนวน

เมื่อทดสอบตามข้อ 10.7 แล้ว ค่าความต้านทานฉนวนที่วัดได้ซึ่งแปลงเป็นค่าที่อุณหภูมิ 15.6 องศาเซลเซียส ต้องไม่น้อยกว่าค่าเกณฑ์ของความต้านทานฉนวนซึ่งคำนวณโดยใช้ค่าคงตัวของฉนวนเท่ากับ 6 100 เมกะโอห์มกิโลเมตร (20 000 เมกะโอห์มหนึ่งพันฟุต) ที่ 15.6 องศาเซลเซียส

6.1.5 ความต้านทานการเกิดรอยของเปลือก

เมื่อทดสอบตามข้อ 10.11 แล้ว ต้องไม่เกิดความบกพร่องที่ชิ้นทดสอบทั้ง 5 ชิ้น

6.1.6 สภาพต้านทานเชิงปริมาตรของตัวกั้นตัวนำ

เมื่อทดสอบตามข้อ 10.12 แล้ว สภาพต้านทานเชิงปริมาตรของตัวกั้นตัวนำต้องไม่เกินค่าที่ระบุในตารางที่ 1 หรือตารางที่ 2

6.2 คุณลักษณะที่ต้องการสำหรับการทดสอบเฉพาะแบบ

ประกอบด้วยการทดสอบตามข้อ 6.1 และหัวข้อดังต่อไปนี้

6.2.1 ความจุไฟฟ้าและตัวประกอบกำลัง

เมื่อทดสอบตามข้อ 10.8 แล้ว ค่าคงตัวไดอิเล็กทริก (dielectric constant หรือ specific inductive capacity) ของฉนวน และตัวประกอบกำลังต้องไม่เกินค่าที่ระบุในตารางที่ 3

6.2.2 การดูดซึมน้ำแบบเร่งภาวะ (accelerated water absorption)

เมื่อทดสอบตามข้อ 10.9 แล้ว ต้องไม่เกินค่าที่ระบุในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 คุณลักษณะที่ต้องการ

(ข้อ 5.3 ข้อ 5.4 ข้อ 6.1.2.1 ข้อ 6.1.2.2 ข้อ 6.2.1 ข้อ 6.2.2 ข้อ 10.4.2.1 ข้อ 10.4.2.5 และข้อ 10.5.1.1)

รายละเอียด	หน่วย	เกณฑ์กำหนด
<u>ฉนวน</u>		
ก. ก่อนเร่งอายุการใช้งาน		
– ความต้านแรงดึง ต่ำสุด	N/mm^2	12.5
– ความยืด ต่ำสุด	%	250
ข. หลังเร่งอายุการใช้งานที่ 121 °C ± 1 °C เป็นเวลา 168 ชั่วโมง		
– ความต้านแรงดึงเมื่อเทียบกับก่อนเร่งอายุการใช้งาน ต่ำสุด	%	75
– ความยืดเมื่อเทียบกับก่อนเร่งอายุการใช้งาน ต่ำสุด	%	75
ค. ความยืดเมื่อได้รับความร้อนที่ 150 °C ± 2 °C เป็นเวลา 15 นาที สูงสุด	%	175
ง. ความยืดหลังจากปล่อยให้เย็นลง สูงสุด	%	10
<u>เปลือก</u>		
ก. ก่อนเร่งอายุการใช้งาน		
– ความต้านแรงดึง ต่ำสุด	N/mm^2	12.5
– ความยืด ต่ำสุด	%	250
ข. หลังเร่งอายุการใช้งานที่ 121 °C ± 1°C เป็นเวลา 168 ชั่วโมง		
– ความต้านแรงดึงเมื่อเทียบกับก่อนเร่งอายุการใช้งาน ต่ำสุด	%	75
– ความยืดเมื่อเทียบกับก่อนเร่งอายุการใช้งาน ต่ำสุด	%	75
ค. ความยืดเมื่อได้รับความร้อนที่ 150 °C ± 2 °C เป็นเวลา 15 นาที สูงสุด	%	175
ง. ความยืดหลังจากปล่อยให้เย็นลง สูงสุด	%	10
<u>สายไฟฟ้า</u>		
ก. ค่าคงตัวไดอิเล็กทริกของฉนวน สูงสุด	–	3.5
ข. ตัวประกอบกำลัง สูงสุด	%	2.0
ค. การดูดซึมน้ำแบบเร่งภาวะ		
– ค่าคงตัวไดอิเล็กทริกของฉนวนหลังจาก 24 ชั่วโมง สูงสุด	–	3.5
– อัตราการเพิ่มความจุไฟฟ้าหลังจาก 1 วัน กับ 14 วัน สูงสุด	%	3.0
– อัตราการเพิ่มความจุไฟฟ้าหลังจาก 7 วัน กับ 14 วัน สูงสุด	%	1.5
– ตัวประกอบเสถียรภาพหลังจาก 14 วัน สูงสุด*	–	1.0
– ความแตกต่างระหว่างตัวประกอบเสถียรภาพหลังจาก 14 วัน กับ ตัวประกอบเสถียรภาพหลังจาก 1 วัน สูงสุด*	–	0.5
หมายเหตุ * ให้เลือกรายงานผลค่าใดค่าหนึ่งที่ผ่านตามข้อกำหนด		

7. การบรรจุ

7.1 การปิดปลายสายไฟฟ้า

หลังจากผู้ทำได้ทดสอบสายไฟฟ้าเรียบร้อยแล้ว ต้องปิดผนึกปลายสายไฟฟ้าทั้ง 2 ด้าน หรือครอบปลายสายไฟฟ้าด้วยปลอกพีวีซีหรือวัสดุที่เทียบเท่าเพื่อป้องกันความชื้น

7.2 การบรรจุสายไฟฟ้า

ให้บรรจุสายไฟฟ้าบนล้อที่ทำด้วยวัสดุที่มีความแข็งแรงเพียงพอ

8. การทำเครื่องหมายและฉลาก

8.1 ที่สายไฟฟ้าทุกระยะช่วงห่างไม่เกิน 500 มิลลิเมตร อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายบนสายไฟฟ้าแจ้งรายละเอียดดังต่อไปนี้ ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน และไม่ลบเลือน

(1) แรงดันไฟฟ้าที่กำหนด เป็นกิโลโวลต์
(2) ชนิดของตัวนำ
(3) ชนิดของฉนวนและเปลือก
(4) พื้นที่หน้าตัดระบุ เป็นตารางมิลลิเมตร
(5) ปีที่ทำ
(6) ชื่อผู้ทำหรือโรงงานที่ทำ หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน

8.2 ที่หน่วยบรรจุเป็นล้อ อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดดังต่อไปนี้ ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน และไม่ลบเลือน

(1) แรงดันไฟฟ้าที่กำหนด เป็นกิโลโวลต์
(2) ชนิดของตัวนำ
(3) ชนิดของฉนวนและเปลือก
(4) พื้นที่หน้าตัดระบุ เป็นตารางมิลลิเมตร
(5) น้ำหนักสุทธิ และน้ำหนักรวม เป็นกิโลกรัม
(6) เดือน ปีที่ทำ
(7) ความยาวของสายไฟฟ้า เป็นเมตร
(8) มีลูกศรแสดงทิศทางการหมุนล้อ และตำแหน่งปลาย
(9) ชื่อผู้ทำหรือโรงงานที่ทำ หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน

8.3 ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

9. การชักตัวอย่างและเกณฑ์การตัดสิน

9.1 รุ่น ในที่นี้ หมายถึง สายไฟฟ้าประเภท ชนิดของตัวนำ ชนิดของฉนวนและเปลือก พื้นที่หน้าตัดระบุขนาดเดียวกัน ที่ทำในคราวเดียวโดยต่อเนื่อง หรือส่งมอบ หรือซื้อขายในระยะเวลาเดียวกัน

9.2 การชักตัวอย่างและเกณฑ์การตัดสิน

ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้ หรืออาจใช้แผนการชักตัวอย่างที่เทียบเท่ากันทางวิชาการกับแผนที่กำหนดไว้

ในกรณีของการทดสอบตัวอย่าง ให้ชักตัวอย่างตามตารางที่ 6

ตารางที่ 6 จำนวนตัวอย่างสำหรับการทดสอบตัวอย่าง

(ข้อ 9.2)

ความยาวของสายไฟฟ้า km		จำนวนตัวอย่าง
มากกว่า	จนถึง	
1.5	6	1
6	36	2
36	66	3
66	–	ตามข้อตกลง

ในกรณีของการทดสอบเฉพาะแบบ ให้ชักตัวอย่างให้ได้ความยาวเพียงพอสำหรับการทดสอบ

10. การทดสอบ

10.1 การตรวจสอบตัวนำ

10.1.1 เครื่องทดสอบ

ไมโครมิเตอร์ แคลลิเปอร์ หรือเครื่องวัดอื่นที่วัดได้ละเอียด 0.01 มิลลิเมตร

10.1.2 วิธีทดสอบ

10.1.2.1 วัดเส้นผ่านศูนย์กลางของตัวนำที่หน้าตัดเดียวกันในแนวตั้งฉากซึ่งกันและกัน

10.1.2.2 นับจำนวนเส้นลวด

10.1.3 การรายงานผล

ให้รายงานค่าเส้นผ่านศูนย์กลางของตัวนำเป็นค่าเฉลี่ย และจำนวนเส้นลวด

10.2 การทดสอบความต้านทานกระแสตรงของตัวนำ

10.2.1 เครื่องทดสอบ

เครื่องทดสอบความต้านทานกระแสตรงของตัวนำที่สามารถวัดความต้านทานตัวนำในตารางที่ 1 หรือตารางที่ 2 ได้

10.2.2 การเตรียมชิ้นทดสอบ

ตัดตัวอย่างสายไฟฟ้าหรือตัวอย่างที่มีความยาวอย่างน้อย 1 เมตร ก่อนวัดความต้านทานต้องเก็บตัวอย่างไว้ที่อุณหภูมิโดยรอบอย่างน้อย 12 ชั่วโมง ในกรณีที่สงสัยว่าอุณหภูมิตัวนำจะไม่เท่ากับอุณหภูมิโดยรอบ ให้ทดสอบหลังจากสายไฟฟ้าอยู่ในห้องทดสอบเป็นเวลา 24 ชั่วโมง

10.2.3 วิธีทดสอบ

วัดความต้านทานกระแสตรงของตัวนำที่อุณหภูมิโดยรอบ และคำนวณความต้านทานต่อ 1 กิโลเมตร ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส จากสูตร

$$R_{20} = R_t \frac{248}{(228+t)} \times \frac{1000}{L}$$

เมื่อ R_{20} คือ ความต้านทานของตัวนำที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เป็นโอห์มต่อกิโลเมตร

R_t คือ ความต้านทานของสายไฟฟ้ายาว L เมตร ที่อุณหภูมิ t องศาเซลเซียส เป็นโอห์ม

t คือ อุณหภูมิของตัวอย่างสายไฟฟ้าขณะที่วัด เป็นองศาเซลเซียส

L คือ ความยาวของตัวอย่างสายไฟฟ้า เป็นเมตร

10.2.4 การรายงานผล

ให้รายงานค่าความต้านทานกระแสตรง เป็นโอห์มต่อกิโลเมตร ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส

10.3 การตรวจสอบความหนาของตัวกั้นตัวนำ ฉนวน และเปลือก

10.3.1 เครื่องทดสอบ

กล้องจุลทรรศน์ หรือเครื่องฉายหน้าข้าง (profile projector) ที่มีกำลังขยายอย่างน้อย 10 เท่า และวัดได้ละเอียด 0.01 มิลลิเมตร

10.3.2 การเตรียมชิ้นทดสอบ

ตัดตัวอย่างจากปลายด้านหนึ่งของสายไฟฟ้า ถ้าตัวกั้นตัวนำ ฉนวน และเปลือกเป็นแบบยึดติดกันก็ไม่ต้องเอาออก ตัดให้เป็นแผ่นบางตามระนาบที่ตั้งฉากกับแนวแกนของตัวนำด้วยอุปกรณ์ที่เหมาะสม ถ้าการทำเครื่องหมายบนเปลือกเป็นเหตุให้ความหนาส่วนนั้นลดลง ให้ใช้เปลือกตรงที่มีเครื่องหมายนั้นเป็นชิ้นทดสอบ

10.3.3 วิธีทดสอบ

10.3.3.1 ถ้าผิวภายในและภายนอกของชิ้นทดสอบเป็นวงกลมเรียบสม่ำเสมอ ให้วัดความหนา 6 ครั้ง ที่ระยะตามแนวเส้นรอบวงเท่าๆ กัน ดังแสดงในรูปที่ 1 จุดแรกที่วัดต้องเป็นจุดที่ความหนาของฉนวนและเปลือกต่ำสุด

10.3.3.2 ถ้าผิวภายในชิ้นทดสอบไม่เรียบแต่ผิวภายนอกเรียบ ให้วัดความหนา 6 ครั้ง ที่ระยะตามแนวเส้นรอบวงเท่าๆ กัน ดังแสดงในรูปที่ 2 จุดแรกที่วัดต้องเป็นจุดที่ความหนาของฉนวนและเปลือกต่ำสุด

10.3.3.3 ในกรณีที่ตัวกั้นตัวนำ ฉนวน และเปลือกเป็นแบบยึดติดกันไม่สามารถแยกออกจากกันได้ การวัดจะไม่รวมความหนาของตัวกั้นตัวนำ และให้วัดแยกชั้นกันระหว่างฉนวนกับเปลือก

10.3.4 การรายงานผล

ให้รายงานค่าเฉลี่ยของความหนาจาก 6 ค่า และค่าความหนาต่ำสุดของชั้นตัวกั้นตัวนำ ชั้นฉนวน และชั้นเปลือก

10.4 การทดสอบความต้านแรงดึงและความยืดของฉนวนและเปลือก

10.4.1 ความต้านแรงดึงและความยืดก่อนเร่งอายุการใช้งาน

10.4.1.1 เครื่องทดสอบ

(1) กล้องจุลทรรศน์ หรือเครื่องวัดที่เทียบเท่าที่มีแรงกดสัมผัสไม่เกิน 0.07 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร

(2) เครื่องทดสอบแรงดึงที่มีอัตราการดึง (500 ± 50) มิลลิเมตรต่อนาที

10.4.1.2 การเตรียมชิ้นทดสอบ

ตัดชิ้นทดสอบรูปดัมบ์เบลล์ 3 ชิ้น (อีก 3 ชิ้น สำหรับการทดสอบภายหลังเร่งอายุการใช้งานโดยตัดจากบริเวณที่อยู่ติดกัน การทดสอบความต้านแรงดึงก่อนเร่งอายุการใช้งานและภายหลังเร่งอายุการใช้งานให้ทำอย่างต่อเนื่องทันที) หากตัวอย่างชำรุดซึ่งเกิดจากความเสียหายทางกล ไม่ให้ทำเป็นชิ้นทดสอบ

ในการทำชิ้นทดสอบรูปดัมบ์เบลล์ ให้ผ่าฉนวนหรือเปลือกตามแนวแกนและเปิดเอาตัวนำออก ตัดตัวอย่างแต่ละชิ้นให้มีขนาดเพียงพอสำหรับทดสอบ และทำเครื่องหมายที่ชิ้นตัวอย่างและตัวอย่างทดสอบให้สัมพันธ์กัน เพื่อให้ทราบว่าตัดชิ้นทดสอบมาจากตัวอย่างใดที่ตำแหน่งใด และมีความสัมพันธ์กันอย่างไร ขัดหรือตัดชิ้นทดสอบจนผิวทดสอบทั้ง 2 ด้านขนานกันในช่วงความยาวพิกัด ในขณะขัดแต่งต้องระวังไม่ให้อุณหภูมิสูงขึ้นเกินควร ภายหลังการขัดหรือตัด ชิ้นทดสอบต้องมีพื้นที่หน้าตัดไม่เกิน 16 ตารางมิลลิเมตร

นำชิ้นทดสอบแต่ละชิ้นที่เตรียมไว้มาตัดเป็นชิ้นทดสอบรูปดัมบ์เบลล์ตามรูปที่ 3 หรือถ้าเป็นไปได้ให้ตัดชิ้นทดสอบให้ด้านยาวอยู่ในตำแหน่งเคียงข้างกัน

ทำขีดเครื่องหมาย 2 แห่ง ห่างกัน 25.4 มิลลิเมตร เป็นความยาวพิกัดตรงกลางของชิ้นทดสอบตามรูปที่ 3

10.4.1.3 การหาพื้นที่หน้าตัดของชิ้นทดสอบ

พื้นที่หน้าตัดของชิ้นทดสอบรูปดัมบ์เบลล์ คำนวณจากความกว้างและความหนาต่ำสุดซึ่งได้จากการวัดชิ้นทดสอบ 3 ครั้ง ระหว่างขีดเครื่องหมาย ในกรณีที่มีข้อสงสัยในเรื่องความสม่ำเสมอของความกว้าง ให้วัดความกว้างของชิ้นทดสอบ 3 ชิ้น แต่ละชิ้นให้วัด 3 ตำแหน่ง โดยวัดที่ด้านหน้าและด้านหลังแล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยของแต่ละตำแหน่ง ให้เลือกค่าต่ำสุดจากค่าเฉลี่ย 9 ค่า ใช้เป็นความกว้างของแต่ละตำแหน่งชิ้นทดสอบ

ค่าน้อยที่สุดของพื้นที่หน้าตัด 3 ค่าที่หาได้ ให้นำไปคำนวณหาความต้านแรงดึง

ในการวัดความหนาและความกว้าง ให้คิดทศนิยม 2 ตำแหน่ง เป็นมิลลิเมตร

10.4.1.4 การปรับภาวะของชิ้นทดสอบ

ก่อนทดสอบความต้านแรงดึง ให้เก็บชิ้นทดสอบทั้งหมดไว้ที่อุณหภูมิโดยรอบ 20 องศาเซลเซียส ถึง 28 องศาเซลเซียส เป็นเวลาอย่างน้อย 30 นาที

10.4.1.5 วิธีทดสอบ

(1) อุณหภูมิทดสอบ

ให้ทดสอบที่อุณหภูมิโดยรอบ โดยทดสอบให้เสร็จภายใน 5 นาที นับจากนำชิ้นทดสอบออกจากการปรับภาวะตามข้อ 10.4.1.4

(2) ระยะระหว่างปากจับ

ระยะระหว่างปากจับ 63 มิลลิเมตร

(3) การวัด

บันทึกค่าแรงดึง และระยะห่างระหว่างขีดเครื่องหมายทั้ง 2 ในขณะที่ชิ้นทดสอบขาด ผลที่ไม่เป็นไปตามเกณฑ์เนื่องจากชิ้นทดสอบขาดนอกความยาวพิกัดไม่ต้องนำมาพิจารณา ในกรณีนี้หากมีผลที่เป็นไปตามเกณฑ์อย่างน้อย 2 ค่า ให้นำมาคำนวณความต้านแรงดึง และความยืด แต่ถ้ามีผลที่เป็นไปตามเกณฑ์น้อยกว่า 2 ค่า ต้องทดสอบใหม่

10.4.1.6 การรายงานผล

ให้คำนวณความต้านแรงดึงและความยืดดังนี้

$$TS = \frac{F}{A}$$

เมื่อ TS คือ ความต้านแรงดึง เป็นนิวตันต่อตารางมิลลิเมตร

F คือ แรงที่วัดได้ขณะขาด เป็นนิวตัน

A คือ พื้นที่หน้าตัดเดิมของชิ้นทดสอบ เป็นตารางมิลลิเมตร

$$EL = \frac{L_1 - L_0}{L_0} \times 100$$

เมื่อ EL คือ ความยืด เป็นร้อยละ

L_1 คือ ความยาวพิกัดขณะขาด เป็นมิลลิเมตร

L_0 คือ ความยาวพิกัดเดิม เป็นมิลลิเมตร

ให้รายงานผล เป็นค่าเฉลี่ย

10.4.2 ความต้านแรงดึงและความยืดหลังเร่งอายุการใช้งาน

10.4.2.1 เครื่องทดสอบ

ตู้อบความร้อนที่มีอากาศหมุนเวียนตามธรรมชาติ หรือโดยการขับ ทั้งนี้อากาศต้องไหลผ่านทั่วผิวชิ้นทดสอบ และไหลออกใกล้ส่วนบนของตู้อบ อากาศในตู้อบต้องถ่ายเทชั่วโมงละไม่น้อยกว่า 8 เท่า และไม่เกิน 20 เท่าของปริมาตรตู้อบ ที่อุณหภูมิที่กำหนดในตารางที่ 3

10.4.2.2 การเตรียมชิ้นทดสอบ

ชิ้นทดสอบรูปดัมบ์เบลล์ให้ปฏิบัติตามข้อ 10.4.1.2

10.4.2.3 การหาพื้นที่หน้าตัดของชิ้นทดสอบ

ให้ปฏิบัติเช่นเดียวกับที่กำหนดในข้อ 10.4.1.3

10.4.2.4 การปรับภาวะของชิ้นทดสอบ

ให้ปฏิบัติเช่นเดียวกับที่กำหนดในข้อ 10.4.1.4

10.4.2.5 วิธีทดสอบ

แขวนชิ้นทดสอบรูปดัมบ์เบลล์ในแนวดิ่ง ให้อยู่บริเวณกลางตู้อบ แต่ละชิ้นห่างกันอย่างน้อย 20 มิลลิเมตร เป็นเวลาตามที่กำหนดในตารางที่ 3 เมื่อครบตามเวลาที่กำหนด นำชิ้นทดสอบออกจาก

ตู้อบ ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิโดยรอบไม่ให้ถูกแสงอาทิตย์โดยตรงเป็นเวลาอย่างน้อย 16 ชั่วโมง แต่ไม่เกิน 96 ชั่วโมง แล้วนำไปทดสอบความต้านแรงดึงและความยืดตามวิธีที่กำหนดในข้อ 10.4.1.5

10.4.2.6 การรายงานผล

ให้ปฏิบัติเช่นเดียวกับที่กำหนดในข้อ 10.4.1.6

10.5 การทดสอบความยืดตัวเมื่อได้รับความร้อน

10.5.1 เครื่องทดสอบ

10.5.1.1 ตู้อบที่มีขนาดภายในไม่น้อยกว่า 305 มิลลิเมตร × 305 มิลลิเมตร × 508 มิลลิเมตร (ความกว้าง × ความยาว × ความสูง) และควรมีช่องกระจก มีการหมุนเวียนอากาศตามธรรมชาติเพื่อให้ความร้อนสม่ำเสมอทั้งตู้อบ ต้องควบคุมอุณหภูมิให้เป็นไปตามที่กำหนดในตารางที่ 3 ด้วยอุปกรณ์ควบคุมแบบเทอร์มอสแตต

10.5.1.2 อุปกรณ์รองรับชิ้นทดสอบ ที่แขวนชิ้นทดสอบในแนวตั้งระหว่างตัวจับด้านบนยึดกับที่กับตัวจับด้านล่างไม่ยึดกับที่ซึ่งประกอบขึ้นโดยไม่สัมผัสกับส่วนใดๆ ของตู้อบหรืออุปกรณ์รองรับยึดสเกลกับอุปกรณ์รองรับในตำแหน่งที่สามารถวัดความยืดตัวของชิ้นทดสอบได้ ชุดชิ้นส่วนตัวจับด้านล่างมีตัวรองรับน้ำหนักเพิ่มขนาดเล็กในรูปของเม็ดกลมหรือวัสดุที่เหมาะสมอื่นซึ่งใช้เพิ่มเพื่อให้ได้แรงดึงที่กำหนด (ดูรูปที่ 4 สำหรับอุปกรณ์ที่ใช้กันโดยทั่วไป)

10.5.2 การเตรียมชิ้นทดสอบ

ให้เตรียมชิ้นทดสอบ 3 ชิ้นจากตัวอย่าง โดยแยกตัวกั้นออกตามแนวแกน ขัดหรือตัดชิ้นทดสอบจนผิวทั้ง 2 ด้าน มีความหนาสม่ำเสมอตลอดความยาวพิกัด ในขณะที่ขัดแต่งต้องระวังไม่ให้อุณหภูมิสูงเกินควรภายหลังการขัดหรือตัด ความหนาของชิ้นทดสอบต้องมีพื้นที่หน้าตัดไม่เกิน 16 ตารางมิลลิเมตร นำชิ้นทดสอบมาตัดเป็นรูปดัมบ์เบลล์ดังแสดงในรูปที่ 3 และทำเครื่องหมายบนชิ้นทดสอบ 2 แห่ง ห่างกัน 25.4 มิลลิเมตร เป็นความยาวพิกัด

10.5.3 วิธีทดสอบ

แขวนชิ้นทดสอบในตู้อบ โดยมีน้ำหนักถ่วงอยู่ด้านล่าง ใช้แรงถ่วงเท่ากับ 0.2 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตรของพื้นที่หน้าตัดชิ้นทดสอบส่วนที่ทำเครื่องหมาย

อบชิ้นทดสอบเป็นเวลา 15 นาที ที่อุณหภูมิ (150 ± 2) องศาเซลเซียส แล้ววัดระยะห่างระหว่างเครื่องหมายและคำนวณร้อยละของความยืด ถ้าตู้อบไม่มีช่องกระจก การเปิดประตูตู้อบเพื่อวัด ต้องทำให้เสร็จภายใน 30 วินาที ในกรณีที่มีข้อโต้แย้ง ต้องทดสอบโดยใช้ตู้อบที่มีช่องกระจก และการวัดต้องทำโดยไม่เปิดประตูตู้อบ

นำน้ำหนักถ่วงออก โดยตัดชิ้นทดสอบด้านล่างใต้เครื่องหมายที่ทำไว้ ปล่อยชิ้นทดสอบไว้ในตู้อบอีก 5 นาที แล้วนำชิ้นทดสอบจากตู้อบ และปล่อยให้เย็นลงอย่างช้าๆ ที่อุณหภูมิโดยรอบอย่างน้อย 1 ชั่วโมง หลังจากนั้นวัดระยะห่างระหว่างเครื่องหมายอีกครั้ง

10.5.4 การรายงานผล

ให้รายงานผลเป็นค่าเฉลี่ยของความยืดหลังจากอบ 15 นาที และค่าเฉลี่ยของความยืดหลังจากปล่อยให้เย็น เป็นร้อยละ

10.6 การทดสอบความทนทานไฟฟ้าของสายไฟฟ้า

10.6.1 เครื่องทดสอบ

เครื่องกำเนิดไฟฟ้าหรือหม้อแปลงไฟฟ้าที่มีขนาดไม่น้อยกว่า 5 กิโลโวลต์แอมแปร์ ซึ่งสามารถจ่ายแรงดันไฟฟ้าได้ใกล้เคียงรูปคลื่นไซน์ที่มีความถี่กำลังครอบคลุมแรงดันไฟฟ้าทดสอบ ความถี่อยู่ในช่วง 49 เฮิรตซ์ ถึง 51 เฮิรตซ์

10.6.2 วิธีทดสอบ

นำสายไฟฟ้าที่จะทดสอบตลอดความยาวแช่ลงในน้ำ โดยให้ปลายสายไฟฟ้าทั้ง 2 ข้างพ้นน้ำ เพื่อป้อนแรงดันไฟฟ้าทดสอบระหว่างตัวนำกับน้ำซึ่งทำหน้าที่เป็นดิน โดยการเพิ่มแรงดันไฟฟ้าอย่างช้าๆ ภายในระยะเวลาไม่น้อยกว่า 10 วินาที และไม่เกิน 60 วินาที จนกระทั่งแรงดันไฟฟ้าทดสอบกระแสสลับเท่ากับ 38 กิโลโวลต์ สำหรับสายไฟฟ้าที่ใช้กับแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด 25 กิโลโวลต์ หรือเท่ากับ 49 กิโลโวลต์ สำหรับสายไฟฟ้าที่ใช้กับแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด 35 กิโลโวลต์ คงแรงดันทดสอบนี้ไว้ เป็นเวลา 5 นาที สายไฟฟ้าต้องไม่เสียสภาพฉับพลัน

10.6.3 การรายงานผล

ให้รายงานว่าใช้แรงดันไฟฟ้าทดสอบเท่าใด และผ่านหรือไม่ผ่าน

10.7 การทดสอบความต้านทานของฉนวน

10.7.1 เครื่องทดสอบ

เครื่องวัดความต้านทานฉนวนที่สามารถจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 100 โวลต์ ถึง 500 โวลต์

10.7.2 วิธีทดสอบ

การทดสอบความต้านทานของฉนวน ต้องวัดหลังจากการทดสอบความทนทานไฟฟ้ากระแสสลับตามข้อ 10.6

การวัดความต้านทานฉนวนต้องวัดระหว่างตัวนำกับน้ำ ตัวนำต้องต่อกับขั้วลบของเครื่องทดสอบ การอ่านค่าต้องทำหลังจากป้อนแรงดันไฟฟ้าแล้วเป็นเวลา 60 วินาที

การแปลงค่าความต้านทานฉนวนที่อุณหภูมิใดๆ ไปเป็นที่อุณหภูมิ 15.6 องศาเซลเซียส หาได้จากสูตร

$$IR_{15.6} = IR_t \times TCF$$

เมื่อ $IR_{15.6}$ คือ ความต้านทานฉนวนที่อุณหภูมิ 15.6 องศาเซลเซียส

IR_t คือ ความต้านทานฉนวนที่วัดได้ที่อุณหภูมิใดๆ

TCF คือ ตัวประกอบแก้ค่าอุณหภูมิ (ดูภาคผนวก ก.)

ค่าเกณฑ์ของความต้านทานฉนวน ที่ 15.6 องศาเซลเซียส หาได้จากสูตร

$$IR = K \log_{10} \frac{D}{d}$$

เมื่อ IR คือ ค่าเกณฑ์ของความต้านทานฉนวน เป็นเมกะโอห์มกิโลเมตร

K คือ ค่าคงตัวของฉนวน เท่ากับ 6 100 ที่ 15.6 องศาเซลเซียส เป็นเมกะโอห์มกิโลเมตร

D คือ เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกของฉนวน เป็นมิลลิเมตร

d คือ เส้นผ่านศูนย์กลางของตัวนำ เป็นมิลลิเมตร

10.7.3 การรายงานผล

ให้รายงานค่าความต้านทานของฉนวนที่วัดได้ซึ่งแปลงเป็นค่าที่อุณหภูมิ 15.6 องศาเซลเซียส และค่าเกณฑ์ของความต้านทานฉนวนที่ 15.6 องศาเซลเซียส

10.8 การทดสอบหาค่าคงตัวไดอิเล็กทริกของฉนวน และตัวประกอบกำลัง

10.8.1 เครื่องทดสอบ

เครื่องวัดค่าความจุไฟฟ้าและตัวประกอบกำลังที่มีความถี่ประมาณ 50 เฮิรตซ์

10.8.2 การเตรียมชิ้นทดสอบ

ตัดตัวอย่างสายไฟฟ้าที่มีความยาวประมาณ 5 เมตร นำชิ้นทดสอบบริเวณกึ่งกลางสายไฟฟ้าความยาวประมาณ 3 เมตร จุ่มลงในน้ำที่อุณหภูมิโดยรอบปกติอย่างน้อย 24 ชั่วโมง

10.8.3 วิธีทดสอบ

วัดค่าความจุไฟฟ้า และตัวประกอบกำลังที่แรงดันไฟฟ้าที่กำหนดของสายไฟฟ้า และคำนวณค่าคงตัวไดอิเล็กทริกของฉนวน (dielectric constant) จากสูตร

$$\text{ค่าคงตัวไดอิเล็กทริกของฉนวน} = 13\,600\,C \log_{10} \frac{D}{d}$$

เมื่อ C คือ ค่าความจุไฟฟ้าต่อความยาว 3 เมตร เป็นไมโครฟารัด

D คือ เส้นผ่านศูนย์กลางของสายไฟฟ้า เป็นมิลลิเมตร

d คือ เส้นผ่านศูนย์กลางขอบในของฉนวน เป็นมิลลิเมตร

10.8.4 การรายงานผล

ให้รายงานค่าคงตัวไดอิเล็กทริกของฉนวนที่คำนวณได้ และตัวประกอบกำลัง เป็นร้อยละ

10.9 การทดสอบการดูดซึมน้ำแบบเร่งภาวะ

10.9.1 เครื่องทดสอบ

เครื่องวัดค่าความจุไฟฟ้าและตัวประกอบกำลังที่มีความถี่ประมาณ 50 เฮิรตซ์

10.9.2 การเตรียมชิ้นทดสอบ

ตัดตัวอย่างสายไฟฟ้าที่มีความยาวประมาณ 5 เมตร นำชิ้นทดสอบบริเวณกึ่งกลางสายไฟฟ้าตัวอย่างความยาว 3 เมตร จุ่มลงในน้ำที่อุณหภูมิ (75 ± 1) องศาเซลเซียส ตลอดระยะเวลา 14 วัน

10.9.3 วิธีทดสอบ

10.9.3.1 วัดความจุไฟฟ้าของสายไฟฟ้าตัวอย่าง หลังจากแช่น้ำเป็นเวลา 1 วัน 7 วัน และ 14 วัน ที่แรงดันไฟฟ้าทดสอบขนาด 3.2 กิโลโวลต์ต่อมิลลิเมตร ของความหนาฉนวน

10.9.3.2 วัดตัวประกอบกำลังของสายตัวอย่าง หลังจากแช่น้ำเป็นเวลา 1 วัน และ 14 วัน ที่แรงดันไฟฟ้าทดสอบขนาด 1.6 กิโลโวลต์ต่อมิลลิเมตร และที่แรงดันไฟฟ้าทดสอบขนาด 3.2 กิโลโวลต์ต่อมิลลิเมตร ของความหนาฉนวน

10.9.3.3 ให้คำนวณค่าคงตัวไดอิเล็กทริกของฉนวนตามข้อ 10.8.3 และคำนวณค่าต่างๆ ดังนี้

อัตราการเพิ่มค่าความจุไฟฟ้าหลังจาก 1 วัน กับ 14 วัน =

$$\frac{\text{ค่าความจุไฟฟ้าหลังจาก 14 วัน} - \text{ค่าความจุไฟฟ้าหลังจาก 1 วัน}}{\text{ค่าความจุไฟฟ้าหลังจาก 1 วัน}} \times 100$$

อัตราการเพิ่มค่าความจุไฟฟ้าหลังจาก 7 วัน กับ 14 วัน =

$$\frac{\text{ค่าความจุไฟฟ้าหลังจาก 14 วัน} - \text{ค่าความจุไฟฟ้าหลังจาก 7 วัน}}{\text{ค่าความจุไฟฟ้าหลังจาก 7 วัน}} \times 100$$

ตัวประกอบเสถียรภาพ (stability factor : *SF*) = ตัวประกอบกำลังที่แรงดันไฟฟ้า 3.2 kV/mm –ตัวประกอบกำลังที่แรงดันไฟฟ้า 1.6 kV/mm

ความแตกต่างระหว่างตัวประกอบเสถียรภาพหลังจาก 14 วัน กับตัวประกอบเสถียรภาพหลังจาก 1 วัน (alternate to stability factor 1-14 days : *ASF*) = $SF_{14} - SF_1$

เมื่อ SF_{14} คือ ตัวประกอบเสถียรภาพหลังจาก 14 วัน

SF_1 คือ ตัวประกอบเสถียรภาพหลังจาก 1 วัน

10.9.4 การรายงานผล

ให้รายงานค่าตัวประกอบกำลัง ค่าคงตัวไดอิเล็กทริกของฉนวน อัตราการเพิ่มความจุไฟฟ้าหลังจาก 1 วัน กับ 14 วัน อัตราการเพิ่มความจุไฟฟ้าหลังจาก 7 วัน กับ 14 วัน ตัวประกอบเสถียรภาพหลังจาก 14 วัน และความแตกต่างระหว่างตัวประกอบเสถียรภาพหลังจาก 14 วัน กับตัวประกอบเสถียรภาพหลังจาก 1 วัน

10.10 การทดสอบความคงทนของเครื่องหมาย

ใช้ผ้าที่ชุ่มน้ำถูเครื่องหมายที่สายไฟฟ้า 10 ครั้ง แล้วตรวจพินิจ เครื่องหมายต้องยังคงติดแน่นและเห็นได้ชัด

10.11 การทดสอบความต้านทานการเกิดรอยของเปลือก

10.11.1 เครื่องทดสอบ

ชุดจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับความถี่ 50 เฮิรตซ์

10.11.2 การเตรียมชิ้นทดสอบ

ตัดชิ้นตัวอย่างที่มีพื้นผิวด้านนอกของเปลือกเป็นชิ้นทดสอบ มีความหนาอย่างน้อย 1.52 มิลลิเมตร ความยาวประมาณ 51 มิลลิเมตร จำนวน 5 ชิ้น

10.11.3 วิธีทดสอบ

10.11.3.1 จับขั้วไฟฟ้ากับปลายด้านหนึ่งของชิ้นทดสอบที่บริเวณพื้นผิวซึ่งเป็นผิวด้านนอกของเปลือก แล้วนำชิ้นทดสอบไปจุ่มในสารละลายแอมโมเนียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 ซึ่งมีศักย์ไฟฟ้าเท่ากับดิน

10.11.3.2 ป้อนแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับอย่างน้อย 2 กิโลโวลต์ เข้าที่ขั้วไฟฟ้ากับชิ้นทดสอบ จุ่มชิ้นทดสอบลงไปจนกระทั่งขั้วไฟฟ้าสัมผัสกับผิวหน้าของสารละลายแล้วดึงขึ้นมาประมาณ 25.4 มิลลิเมตร ของความยาวชิ้นทดสอบที่จุ่มอยู่ในสารละลาย

10.11.3.3 ต้องทำเช่นนี้อย่างน้อยที่สุด 10 รอบ หรือจนกระทั่งเกิดความบกพร่องขึ้น แต่มากที่สุดไม่เกิน 50 รอบ โดยให้ความเร็วในการจุ่มสารละลาย 4 รอบต่อนาที ความบกพร่องเกิดขึ้นเมื่อเกิดการอาร์กอย่างต่อเนื่องระหว่างขั้วไฟฟ้ากับสารละลาย 2 รอบติดต่อกัน

10.11.4 การรายงานผล

ให้รายงานว่าผ่านเมื่อไม่เกิดความบกพร่องที่ชิ้นทดสอบทั้ง 5 ชิ้น

10.12 การทดสอบสภาพต้านทานของตัวกั้นตัวนำ

10.12.1 เครื่องทดสอบ

เครื่องวัดความต้านทาน

10.12.2 การเตรียมชิ้นทดสอบ

ตัดตัวอย่างสายไฟฟ้ายาว 150 มิลลิเมตร และเตรียมตัวอย่างก่อนและหลังเร่งอายุการใช้งานตามรูปที่ 5

10.12.3 วิธีทดสอบ

10.12.3.1 ทำขั้วไฟฟ้าที่ตำแหน่ง A B C และ D ตามรูปที่ 5

10.12.3.2 การเชื่อมต่อขั้วไฟฟ้าต้องใช้ตัวหนีบที่เหมาะสม

10.12.3.3 นำตัวอย่างที่เตรียมตามข้อ 10.12.3.2 เข้าตู้อบที่มีอุณหภูมิ (90 ± 2) องศาเซลเซียส เป็นเวลาอย่างน้อย 30 นาที สภาพต้านทานระหว่างขั้วไฟฟ้าต้องวัดด้วยวงจรที่มีกำลังไม่เกิน 100 มิลลิวัตต์

10.12.3.4 หลังจากวัดค่าทางไฟฟ้า ให้วัดเส้นผ่านศูนย์กลางขอบนอกของตัวกั้นตัวนำ ความหนาของตัวกั้นตัวนำที่อุณหภูมิห้องทดสอบ ให้ใช้ค่าเฉลี่ยจากการวัด 6 ครั้ง วัดจากตัวอย่างที่แสดงในรูปที่ 5

การคำนวณสภาพต้านทาน ρ_C หน่วยเป็นโอห์ม·เซนติเมตร จากสูตร

$$\rho_C = \frac{R_C \times \pi \times (D_C - T_C) \times T_C}{2L_C}$$

เมื่อ ρ_C คือ สภาพต้านทานเชิงปริมาตร เป็นโอห์ม·เซนติเมตร

R_C คือ ความต้านทานที่วัดได้ เป็นโอห์ม

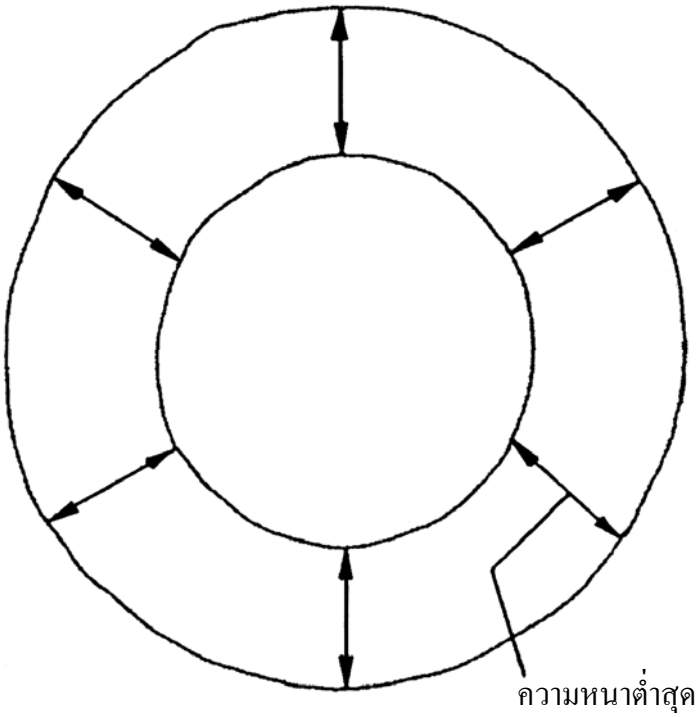
L_C คือ ระยะระหว่างขั้วไฟฟ้า B กับ C เป็นเซนติเมตร

D_C คือ เส้นผ่านศูนย์กลางขอบนอกของตัวกั้นตัวนำ เป็นเซนติเมตร

T_C คือ ความหนาเฉลี่ยของตัวกั้นตัวนำ เป็นเซนติเมตร

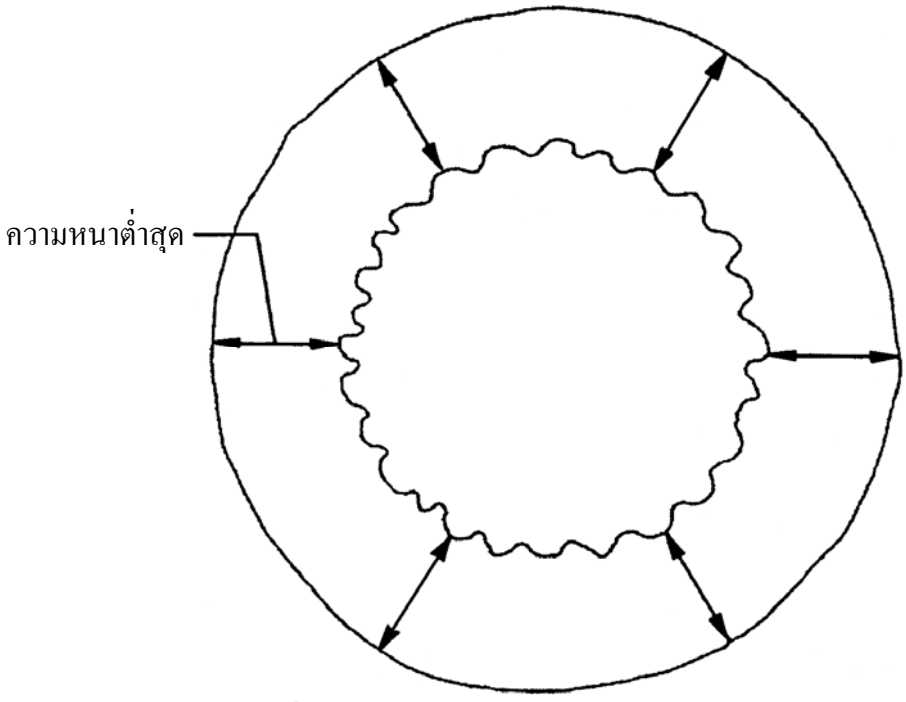
10.12.4 การรายงานผล

ให้รายงานสภาพต้านทานของตัวกั้นตัวนำ เป็นโอห์ม·เซนติเมตร



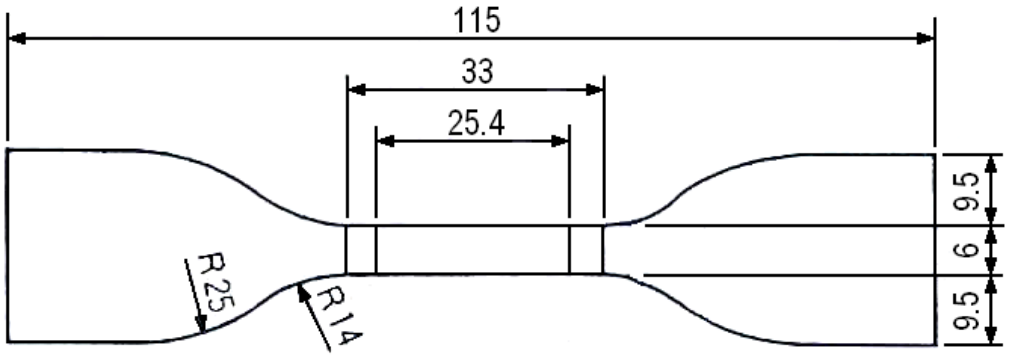
รูปที่ 1 การตรวจสอบความหนาของฉนวนหรือเปลือก

(ข้อ 10.3.3.1)



รูปที่ 2 การตรวจสอบความหนาของฉนวนหรือเปลือก

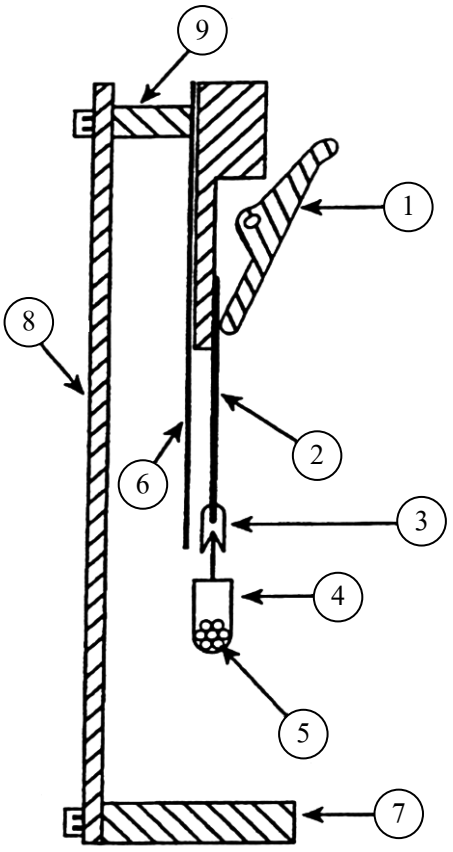
(ข้อ 10.3.3.2)



หน่วยเป็นมิลลิเมตร

รูปที่ 3 รูปดัมบ์เบลล์

(ข้อ 10.4.1.2 และข้อ 10.5.2)

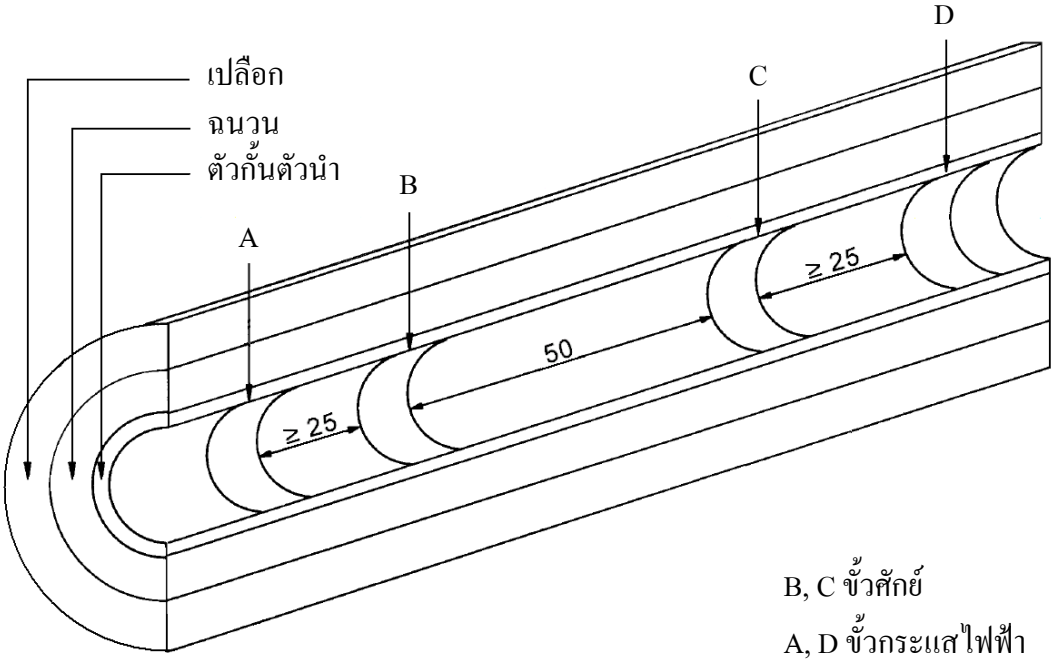


รายการส่วนประกอบ

1. ตัวจับด้านบน
2. ชิ้นทดสอบ
3. ตัวจับด้านล่าง
4. ตัวรองรับน้ำหนัก
5. น้ำหนักเพิ่มขนาดเล็ก
6. สเกลวัดความยาวเป็นมิลลิเมตร
7. ฐาน
8. เหล็กรองรับแนวตั้ง
9. ตัวคั่นเป็นท่อเหล็ก

รูปที่ 4 ตัวอย่างอุปกรณ์จับยึดชิ้นทดสอบ

(ข้อ 10.5.1.2)



รูปที่ 5 การทดสอบความต้านทานของตัวกั้นตัวนำ

(ข้อ 10.12.3.1)

ภาคผนวก ก.

วิธีหาตัวประกอบสัมประสิทธิ์ที่ 1 องศาฟาเรนไฮต์ (1 °F coefficient factor) สำหรับฉนวน

(ข้อ 10.7.2)

ต้องใช้ตัวอย่างสายไฟฟ้า 3 ตัวอย่าง แนะนำให้ใช้สายไฟฟ้าขนาดพื้นที่หน้าตัดตัวนำ 2.08 ตารางมิลลิเมตร (14 AWG) ความหนาฉนวน 1.14 มิลลิเมตร ตัวอย่างต้องยาวเพียงพอเพื่อให้ได้ค่าความต้านทานฉนวนที่อยู่ในพิสัยที่สอบเทียบแล้วของเครื่องวัดที่อุณหภูมิอ่างน้ำ (water bath) ต่ำสุด

ต้องจุ่มตัวอย่างทั้งสามในอ่างน้ำที่สามารถทำความร้อน ทำความเย็น และหมุนเวียนน้ำได้ จับปลายทั้งสองของตัวอย่างให้อยู่เหนือผิวน้ำอย่างน้อย 0.609 เมตร เพื่อให้มีกระแสไฟฟ้ารั่วไหลน้อยที่สุด ต้องปล่อยให้ตัวอย่างอยู่ในน้ำที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลาอย่างน้อย 16 ชั่วโมง ก่อนที่จะปรับอุณหภูมิในอ่างน้ำเป็น 10 องศาเซลเซียส หรือก่อนย้ายตัวอย่างไปที่อ่างน้ำที่มีอุณหภูมิทดสอบ 10 องศาเซลเซียส

ต้องวัดความต้านทานตัวนำทุกช่วงเวลาที่เหมาะสม จนกระทั่งค่าความต้านทานไม่มีการเปลี่ยนแปลงเป็นเวลาอย่างน้อย 5 นาที หลังจากนั้นจึงวัดค่าความต้านทานของฉนวนและอ่านค่าอุณหภูมิของอ่างน้ำ

ทำเช่นเดียวกันนี้ ที่อุณหภูมิน้ำ 10, 16, 22, 28 และ 35 องศาเซลเซียส ตามลำดับ แล้วทำย้อนกลับมาที่ 28, 22, 16 และ 10 องศาเซลเซียส การอ่านค่าความต้านทานฉนวนของแต่ละอุณหภูมิต้องทำหลังจากที่อุณหภูมิสมดุลแล้ว

ค่าที่อ่านได้ 2 ค่า ที่อุณหภูมิเดียวกันต้องนำมาเฉลี่ย แล้วนำไปลงจุดในกระดาษกราฟแบบกึ่งลอการิทึม (semi-log paper) รวมทั้งค่าที่อ่านได้ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ด้วย โดยที่อุณหภูมิอยู่บนแกนเชิงเส้น (linear axis) ต้องอ่านค่าความต้านทานฉนวนที่ 15.6 องศาเซลเซียส จากเส้นกราฟ

สัมประสิทธิ์ที่ 1 องศาฟาเรนไฮต์ คำนวณได้จากการหารค่าความต้านทานฉนวนที่ 15.6 องศาเซลเซียส (60 องศาฟาเรนไฮต์) ด้วยค่าความต้านทานฉนวนที่ 16.1 องศาเซลเซียส (61 องศาฟาเรนไฮต์) ได้เป็นสัมประสิทธิ์สภาพต้านทาน (C_{IR}) โดยปัดเศษเป็นทศนิยม 2 ตำแหน่ง เพื่อเลือกใช้สดมภ์ที่เหมาะสมในตารางที่ ก.1 ในการหาตัวประกอบสำหรับการแปลงค่าความต้านทานฉนวนเป็นที่ 15.6 องศาเซลเซียส จากการวัดค่าความต้านทานฉนวนที่อุณหภูมิ (t) ใดๆ

ตารางที่ ก.1 ตัวประกอบแก้ค่าอุณหภูมิ (temperature correction factor (*TCF*))
สำหรับการแปลงค่าความต้านทานฉนวนเป็นที่ 15.6 องศาเซลเซียส

อุณหภูมิ		สัมประสิทธิ์ที่ 1 องศาฟาเรนไฮต์ *												
°F	°C	0.99	1.01	1.02	1.03	1.04	1.05	1.06	1.07	1.08	1.09	1.10	1.11	1.12
40	4.4	1.22	0.82	0.67	0.55	0.46	0.38	0.31	0.26	0.21	0.18	0.15	0.12	0.10
41	5.0	1.21	0.83	0.69	0.57	0.47	0.40	0.33	0.28	0.23	0.19	0.16	0.14	0.12
42	5.6	1.20	0.84	0.70	0.59	0.49	0.42	0.35	0.30	0.25	0.21	0.18	0.15	0.13
43	6.1	1.19	0.84	0.71	0.61	0.51	0.44	0.37	0.32	0.27	0.23	0.20	0.17	0.15
44	6.7	1.17	0.85	0.73	0.62	0.53	0.46	0.39	0.34	0.29	0.25	0.22	0.19	0.16
45	7.2	1.16	0.86	0.74	0.64	0.56	0.48	0.42	0.36	0.32	0.27	0.24	0.21	0.18
46	7.8	1.15	0.87	0.76	0.66	0.58	0.51	0.44	0.39	0.34	0.30	0.26	0.23	0.20
47	8.3	1.14	0.88	0.77	0.68	0.60	0.53	0.47	0.41	0.37	0.33	0.29	0.26	0.23
48	8.9	1.13	0.89	0.79	0.70	0.62	0.56	0.50	0.44	0.40	0.36	0.32	0.29	0.26
49	9.4	1.12	0.90	0.80	0.72	0.65	0.58	0.53	0.48	0.43	0.39	0.35	0.32	0.29
50	10.0	1.11	0.91	0.82	0.74	0.68	0.61	0.56	0.51	0.46	0.42	0.39	0.35	0.32
51	10.6	1.09	0.91	0.84	0.77	0.70	0.64	0.59	0.54	0.50	0.46	0.42	0.39	0.36
52	11.1	1.08	0.92	0.85	0.79	0.73	0.68	0.63	0.58	0.54	0.50	0.47	0.43	0.40
53	11.7	1.07	0.93	0.87	0.81	0.76	0.71	0.67	0.62	0.58	0.55	0.51	0.48	0.45
54	12.2	1.06	0.94	0.89	0.84	0.79	0.75	0.70	0.67	0.63	0.60	0.56	0.53	0.51
55	12.8	1.05	0.95	0.91	0.86	0.82	0.78	0.75	0.71	0.68	0.65	0.62	0.59	0.57
56	13.3	1.04	0.96	0.92	0.89	0.85	0.82	0.79	0.76	0.74	0.71	0.68	0.66	0.64
57	13.9	1.03	0.97	0.94	0.92	0.89	0.86	0.84	0.82	0.79	0.77	0.75	0.73	0.71
58	14.4	1.02	0.98	0.96	0.94	0.92	0.91	0.89	0.87	0.86	0.84	0.83	0.81	0.80
59	15.0	1.01	0.99	0.98	0.97	0.96	0.95	0.94	0.93	0.93	0.92	0.91	0.90	0.89
60	15.6	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
61	16.1	0.99	1.01	1.02	1.03	1.04	1.05	1.06	1.07	1.08	1.09	1.10	1.11	1.12
62	16.7	0.98	1.02	1.04	1.06	1.08	1.10	1.12	1.14	1.17	1.19	1.21	1.23	1.25
63	17.2	0.97	1.03	1.06	1.09	1.12	1.16	1.19	1.23	1.26	1.30	1.33	1.37	1.40
64	17.8	0.96	1.04	1.08	1.13	1.17	1.22	1.26	1.31	1.36	1.41	1.46	1.52	1.57
65	18.3	0.95	1.05	1.10	1.16	1.22	1.28	1.34	1.40	1.47	1.54	1.61	1.69	1.76
66	18.9	0.94	1.06	1.13	1.19	1.27	1.34	1.42	1.50	1.59	1.68	1.77	1.87	1.97
67	19.4	0.93	1.07	1.15	1.23	1.32	1.41	1.50	1.61	1.71	1.83	1.95	2.08	2.21
68	20.0	0.92	1.08	1.17	1.27	1.37	1.48	1.59	1.72	1.85	1.99	2.14	2.30	2.48
69	20.6	0.91	1.09	1.20	1.30	1.42	1.55	1.69	1.84	2.00	2.17	2.36	2.56	2.77
70	21.1	0.90	1.10	1.22	1.34	1.48	1.63	1.79	1.97	2.16	2.37	2.59	2.84	3.11
71	21.7	0.90	1.12	1.24	1.38	1.54	1.71	1.90	2.10	2.33	2.58	2.85	3.15	3.48
72	22.2	0.89	1.13	1.27	1.43	1.60	1.80	2.01	2.25	2.52	2.81	3.14	3.50	3.90
73	22.8	0.87	1.14	1.29	1.47	1.67	1.89	2.13	2.41	2.72	3.07	3.45	3.88	4.36
74	23.3	0.86	1.15	1.32	1.51	1.73	1.98	2.26	2.58	2.94	3.34	3.80	4.31	4.89
75	23.9	0.85	1.16	1.35	1.56	1.80	2.08	2.40	2.76	3.17	3.64	4.18	4.78	5.47
76	24.4	0.84	1.17	1.37	1.60	1.87	2.18	2.54	2.95	3.43	3.97	4.59	5.31	6.13
77	25.0	0.83	1.18	1.40	1.65	1.95	2.29	2.69	3.16	3.70	4.33	5.05	5.90	6.87
78	25.6	0.83	1.20	1.43	1.70	2.03	2.41	2.85	3.38	4.00	4.72	5.56	6.54	7.69
79	26.1	0.82	1.21	1.46	1.75	2.11	2.53	3.03	3.62	4.32	5.14	6.12	7.26	8.61
80	26.7	0.81	1.22	1.49	1.81	2.19	2.65	3.21	3.87	4.66	5.60	6.73	8.06	9.65
81	27.2	0.80	1.23	1.52	1.86	2.28	2.79	3.40	4.14	5.03	6.11	7.40	8.95	10.8
82	27.8	0.79	1.24	1.55	1.92	2.37	2.93	3.60	4.43	5.44	6.66	8.14	9.93	12.1
83	28.3	0.78	1.26	1.58	1.97	2.46	3.07	3.82	4.74	5.87	7.26	8.95	11.0	13.6
84	28.9	0.78	1.27	1.61	2.03	2.56	3.23	4.05	5.07	6.34	7.91	9.85	12.2	15.2
85	29.4	0.77	1.28	1.64	2.09	2.67	3.39	4.29	5.43	6.85	8.62	10.8	13.6	17.0

* คำนวณจากสูตรต่อไปนี้ $TCF = C_{IR}^{(t-60)}$ เมื่อ C_{IR} หาได้จากภาคผนวกนี้ และ t เป็นอุณหภูมิของสายไฟฟ้าหน่วยเป็นองศาฟาเรนไฮต์