

ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม

ฉบับที่ ๔๐๑๔ (พ.ศ. ๒๕๕๒)

ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

พ.ศ. ๒๕๑๑

เรื่อง กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

สายไฟฟ้าหุ้มฉนวนยาง แรงดันไฟฟ้าที่กำหนดไม่เกิน 450/750 โวลต์

เล่ม 1 ชื่อกำหนดทั่วไป

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๑๕ แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. ๒๕๑๑ รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรมออกประกาศกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สายไฟฟ้าหุ้มฉนวนยาง แรงดันไฟฟ้าที่กำหนดไม่เกิน 450/750 โวลต์ เล่ม 1 ชื่อกำหนดทั่วไป มาตรฐานเลขที่ มอก. 955 เล่ม 1 - 2551 ไว้ ดังมีรายการละเอียดต่อท้ายประกาศนี้

ประกาศ ณ วันที่ ๑๒ พฤษภาคม พ.ศ. ๒๕๕๒

ชาญชัย ชัยรุ่งเรือง

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

สายไฟฟ้าหุ้มฉนวนยาง

แรงดันไฟฟ้าที่กำหนดไม่เกิน 450/750 โวลต์

เล่ม 1 ข้อกำหนดทั่วไป

1. ทั่วไป

1.1 ขอบข่าย

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ครอบคลุมถึงผลิตภัณฑ์ประเภทสายไฟฟ้าแรงและสายไฟฟ้าอ่อนที่มีฉนวนและเปลือก(ถ้ามี) เป็นฉนวนยางวัลคะไนซ์ที่มีแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด U_0/U ไม่เกิน 450/750 โวลต์ ซึ่งใช้ในงานติดตั้งระบบไฟฟ้ากำลังที่มีแรงดันไฟฟ้าระบุไม่เกิน 450/750 โวลต์ไฟฟ้ากระแสสลับ

หมายเหตุ สายไฟฟ้าอ่อน(flexible cable) บางแบบอาจเรียกว่า “สายอ่อน (cord)”

ชนิดของสายไฟฟ้า ตามที่กำหนดใน มอก.955 เล่ม 3 มอก.955 เล่ม 4 และเล่มอื่น ๆ ได้กำหนดเป็นรหัสของสายไฟฟ้าเหล่านี้ระบุไว้ในภาคผนวก ก.

วิธีทดสอบให้เป็นไปตาม มอก.955 เล่ม 2 IEC 60332-1 และในส่วนที่เกี่ยวข้องใน IEC 60811

1.2 มาตรฐานอ้างอิง

เอกสารอ้างอิงต่อไปนี้เป็นต้องมีหรือใช้กับมาตรฐานนี้ สำหรับเอกสารอ้างอิงฉบับที่ระบุปีที่พิมพ์จะใช้ได้เฉพาะฉบับที่อ้าง สำหรับเอกสารอ้างอิงฉบับที่ไม่ได้ระบุปีจะใช้ฉบับล่าสุด (รวมทั้งเอกสารแก้ไขเพิ่มเติม)

มอก. 11 เล่ม 1-2549 สายไฟฟ้าหุ้มฉนวนพอลิไวนิลคลอไรด์ แรงดันไฟฟ้าที่กำหนดไม่เกิน 450/750 โวลต์ เล่ม 1 ข้อกำหนดทั่วไป

IEC 60228: 2004, *Conductors of insulated cables*

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

มอก. 955 เล่ม 3 สายไฟฟ้าหุ้มฉนวนยาง แรงดันไฟฟ้าที่กำหนดไม่เกิน 450/750 โวลต์ เล่ม 3 สายไฟฟ้าทนความร้อนหุ้มฉนวนยางซิลิโคน

มอก. 955 เล่ม 4 สายไฟฟ้าหุ้มฉนวนขนาด แรงดันไฟฟ้าที่กำหนดไม่เกิน 450/750 โวลต์ เล่ม 4: สายอ่อน และ สายไฟฟ้าอ่อน

มอก. 955 เล่ม 7 สายไฟฟ้าหุ้มฉนวนขนาด แรงดันไฟฟ้าที่กำหนดไม่เกิน 450/750 โวลต์ เล่ม 7 สายไฟฟ้าทนความร้อนขนาดเอทีเอ็น ไวนิลเอซีเตต

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

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 60811-2-1:1998, *Insulating and sheathing materials of electric and optical cables - Common test methods - Part 2-1: Methods specific to elastomeric compounds - Ozone resistance, hot set and mineral oil immersion tests*

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

2. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ มีดังต่อไปนี้

2.1 บทนิยามที่เกี่ยวข้องกับวัสดุที่เป็นฉนวนและเปลือก

2.1.1 **ชนิดของสารประกอบ** หมายถึง ประเภทของสารประกอบซึ่งจำแนกตามสมบัติของสารประกอบ ที่ได้จากการทดสอบ

หมายเหตุ การระบุชนิดของสารประกอบไม่เกี่ยวข้องโดยตรงกับองค์ประกอบของสารประกอบ

- 2.1.2 **สารประกอบยาง** หมายถึง สิ่งที่รวมเข้าด้วยกันของวัสดุที่เลือก มีอัตราส่วน ผ่านการทำกรรมวิธี และการวัลคะไนซ์อย่างเหมาะสม ซึ่งส่วนประกอบลักษณะเฉพาะเป็นยางและ/หรือสารยืดหยุ่นสังเคราะห์ (synthetic elastomer)
- หมายเหตุ** การวัลคะไนซ์ หมายถึง กรรมวิธีให้เกิดการครอสลิงก์ (cross-linking) ของสารยืดหยุ่นอย่างถาวร หลังจากการหุ้มฉนวนและ/หรือเปลือก
- 2.1.3 **สารประกอบพอลิคลอโรพรีน** (polychloroprene, PCP)หรือสารยืดหยุ่นสังเคราะห์อื่น ๆ ที่เทียบเท่า หมายถึง สารประกอบที่ผ่านการวัลคะไนซ์ที่มีสารยืดหยุ่นเป็นพอลิคลอโรพรีน หรือเป็นสารยืดหยุ่นสังเคราะห์อื่น ๆ ที่มีสมบัติคล้าย พอลิคลอโรพรีน
- 2.1.4 **สารประกอบยางเอทิลีนไวนิลแอซีเตต** (ethylene-vinyl acetate, EVA) หรือสารยืดหยุ่นสังเคราะห์อื่น ๆ หมายถึง สารประกอบครอสลิงก์ที่มีสารยืดหยุ่นเป็นเอทิลีนไวนิลแอซีเตต หรือเป็นสารยืดหยุ่นสังเคราะห์อื่น ๆ ที่มีสมบัติคล้าย เอทิลีนไวนิลแอซีเตต
- 2.1.5 **สารประกอบยางเอทิลีนพรอพิลีน**(ethylene-propylene, EPR) หรือสารยืดหยุ่นสังเคราะห์อื่น ๆ หมายถึง สารประกอบครอสลิงก์ที่มีสารยืดหยุ่นเป็นเอทิลีนพรอพิลีนหรือเป็นสารยืดหยุ่นสังเคราะห์อื่น ๆ ที่มีสมบัติคล้ายเอทิลีน พรอพิลีน
- 2.1.6 **ครอสลิงก์พอลิไวนิลคลอไรด์** (cross-linked polyvinyl chloride, XLPVC) หมายถึง การรวมเข้าด้วยกันของวัสดุที่มีพอลิไวนิลคลอไรด์เป็นส่วนประกอบ รวมถึงสารช่วยในการเกิดครอสลิงก์ที่เพียงพอ ที่เลือกอย่างเหมาะสม ได้สัดส่วน และวิธีการที่เมื่อเกิดการครอสลิงก์แล้วเป็นไปตามวัตถุประสงค์ตามข้อกำหนดที่ระบุไว้ในข้อกำหนดเฉพาะ
- 2.2 **บทนิยามที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบ**
- 2.2.1 **การทดสอบเฉพาะแบบ** (type test: สัญลักษณ์ T) หมายถึง การทดสอบสายไฟฟ้าแบบที่ครอบคลุมในมาตรฐานนี้ ที่ต้องทำก่อนการผลิตในเชิงพาณิชย์ เพื่อให้แสดงถึงคุณลักษณะตามข้อกำหนด ที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การใช้งาน
- หมายเหตุ** การทดสอบเหล่านี้หากเคยทดสอบว่าเป็นไปตามข้อกำหนดแล้ว ก็ไม่จำเป็นที่จะต้องทำการทดสอบซ้ำอีก นอกจากจะมีการเปลี่ยนแปลงวัสดุ หรือการออกแบบซึ่งมีผลทำให้ลักษณะเฉพาะเปลี่ยนไป
- 2.2.2 **การทดสอบตัวอย่าง** (sample test: สัญลักษณ์ S) หมายถึง การทดสอบตัวอย่างของสายไฟฟ้า หรือส่วนประกอบของสายไฟฟ้าผลิตเสร็จสมบูรณ์แล้ว โดยมีตัวอย่างเพียงพอในการทวนสอบว่าสายไฟฟ้าสำเร็จรูปดังกล่าวมีคุณลักษณะตามข้อกำหนด
- 2.3 **แรงดันไฟฟ้าที่กำหนด** หมายถึง แรงดันไฟฟ้าอ้างอิงซึ่งใช้สำหรับออกแบบสายไฟฟ้า และเพื่อกำหนดการทดสอบทางไฟฟ้า

- หมายเหตุ 1. แรงดันไฟฟ้าที่กำหนด แสดงในรูปของค่าแรงดันไฟฟ้า 2 ค่า U_0/U ในหน่วยโวลต์ โดยที่:
- U_0 คือ แรงดันไฟฟ้าค่ารากกำลังสองเฉลี่ย (r.m.s.) ระหว่างตัวนำไฟฟ้าหุ้มฉนวนกับระบบลงดิน(earth)
- U คือ แรงดันไฟฟ้าค่ารากกำลังสองเฉลี่ยระหว่างตัวนำไฟฟ้าหุ้มฉนวน 2 ตัวนำเฟสใดๆ ที่อยู่ในสายไฟฟ้าชนิดหลายแกน หรือที่อยู่ในระบบสายไฟฟ้าชนิดแกนเดี่ยว
- ในระบบไฟฟ้ากระแสสลับ แรงดันไฟฟ้าที่กำหนดของสายไฟฟ้าอย่างน้อยต้องเท่ากับแรงดันไฟฟ้าระบุของระบบไฟฟ้าที่เจตนาจะใช้งาน
- เงื่อนไขใช้ได้กับทั้งค่า U_0 และ U
- ในระบบไฟฟ้ากระแสตรง แรงดันไฟฟ้าระบุของระบบต้องมีค่าไม่เกิน 1.5 เท่าของแรงดันไฟฟ้าที่กำหนดของสายไฟฟ้า
- หมายเหตุ 2. แรงดันไฟฟ้าปฏิบัติงานของระบบอาจมีค่าเกินร้อยละ 10 ของแรงดันไฟฟ้าระบุของระบบนั้นอย่างถาวรได้ สายไฟฟ้าสามารถใช้ที่แรงดันไฟฟ้าปฏิบัติงานที่มีค่าสูงกว่าแรงดันไฟฟ้าที่กำหนดร้อยละ 10 ได้ ถ้าแรงดันไฟฟ้าที่กำหนดของสายไฟฟ้าไม่น้อยกว่าแรงดันไฟฟ้าระบุของระบบ

3. การทำเครื่องหมายและฉลาก

3.1 การระบุผู้ทำและรหัสของสายไฟฟ้า

สายไฟฟ้าต้องระบุรหัสสายไฟฟ้า และผู้ทำ โดยแสดงชื่อหรือเครื่องหมายการค้าของผู้ทำ อาจจะอยู่ในลักษณะเป็นรูปรอยหรือเครื่องหมายซ้ำเป็นระยะอย่างต่อเนื่องตลอดความยาวของสายไฟฟ้า

การทำเครื่องหมายอาจใช้วิธีการพิมพ์หรือการทำรูปรอยบนหรือในฉนวนหรือเปลือก หรือโดยการพิมพ์บนเทปบังซีผู้ทำหรือเทปเครื่องหมายแยกต่างหาก

3.1.1 ความต่อเนื่องของเครื่องหมาย

จะถือว่าเครื่องหมายบนสายไฟฟ้าต่อเนื่อง ก็ต่อเมื่อระยะห่างระหว่างจุดสิ้นสุดของข้อความหนึ่งกับจุดเริ่มต้นของข้อความถัดไปไม่เกิน

550 มิลลิเมตร ถ้าทำเครื่องหมายบนเปลือกของสายไฟฟ้า

275 มิลลิเมตร ถ้าทำเครื่องหมายบน

- ฉนวนของสายไฟฟ้าไม่มีเปลือก หรือ
- ฉนวนของสายไฟฟ้ามีเปลือก หรือ
- เทปภายในสายไฟฟ้ามีเปลือก

3.2 ความคงทน

เครื่องหมายที่พิมพ์ต้องมีความคงทน การทดสอบความคงทนของเครื่องหมายบนสายไฟฟ้าให้เป็นไปตาม มอก.955 เล่ม 2 ข้อ 1.8

3.3 ความชัดเจน

เครื่องหมายต้องมีความชัดเจน

สีของรูปรอยต้องสังเกตได้ง่าย หรือทำให้สังเกตได้ง่าย โดยทำความสะอาดด้วยเบนซินหรือสารทำละลายที่เหมาะสม กรณีที่จำเป็น

3.4 การบรรจุ

การบรรจุ ต้องมีการป้องกันสายไฟฟ้าเสียหายเนื่องจากการเคลื่อนย้ายและการขนส่ง ภาชนะบรรจุสายไฟฟ้าต้องแสดงรายละเอียดอย่างน้อยดังต่อไปนี้

- (1) รหัสสายไฟฟ้า
- (2) จำนวนแกนและพื้นที่หน้าตัดระบุของตัวนำ
- (3) อุณหภูมิสูงสุดของตัวนำบนสายไฟฟ้า เป็นองศาเซลเซียส
- (4) น้ำหนักสุทธิในกรณีเป็นล้อให้ระบุน้ำหนักรวมด้วย
- (5) เดือนปีที่ทำหรือรหัสรุ่น
- (6) ความยาวเป็นเมตร

ความยาวของสายไฟฟ้าต้องไม่น้อยกว่าความยาวที่ระบุ

4. การฉีบบังแกน

แกนแต่ละแกนต้องมีการฉีบบังดังนี้

- สายไฟฟ้าที่มีแกนไม่เกิน 5 แกน ให้ฉีบบังด้วยสี ตามข้อ 4.1
- สายไฟฟ้าที่มีแกนเกินกว่า 5 แกน ให้ฉีบบังด้วยตัวเลข ตามข้อ 4.2

4.1 การฉีบบังแกนด้วยสี

4.1.1 ข้อกำหนดทั่วไป

การฉีบบังแกนต้องทำโดยการใช้สีของฉนวนหรือวิธีการอื่นที่เหมาะสม

ในแต่ละแกนของสายไฟฟ้าต้องมีเพียงสีเดียว ยกเว้นแกนที่ฉีบบังด้วยสีเขียวแถบเหลือง

4.1.2 รูปแบบของสี

รูปแบบของสีฉนวนเป็นดังนี้

- สายแกนเดี่ยว : ไม่กำหนดสี
- สาย 2 แกน : สีฟ้า และสีน้ำตาล
- สาย 3 แกน : สีเขียวแถบเหลือง สีฟ้า สีน้ำตาล หรือ สีน้ำตาล สีดำ สีเทา
- สาย 4 แกน : สีเขียวแถบเหลือง สีน้ำตาล สีดำ สีเทา หรือ สีฟ้า สีน้ำตาล สีดำ สีเทา
- สาย 5 แกน : สีเขียวแถบเหลือง สีฟ้า สีน้ำตาล สีดำ สีเทา

สีของฉนวนต้องสามารถชี้บ่งได้อย่างชัดเจนและมีความคงทน การทดสอบความคงทนให้ปฏิบัติตาม มอก.955 เล่ม 2 ข้อ 1.8

4.1.3 สีของสายไฟฟ้าสีเขียวแถบเหลือง

พื้นที่ของสีบนแกนของสายไฟฟ้าที่มีฉนวนสีเขียวแถบเหลืองต้องเป็นไปตามข้อกำหนดดังต่อไปนี้ (ซึ่งเป็นไปตาม มอก.11 เล่ม 1) สำหรับแกนสายไฟฟ้าทุกระยะ 15 มิลลิเมตร ต้องมีพื้นที่ของสีใดสีหนึ่งระหว่างสีเขียวและสีเหลืองอย่างน้อยร้อยละ 30 แต่ไม่เกินร้อยละ 70 ของพื้นที่ผิวแกน อีกสีหนึ่งให้ใช้กับพื้นที่ส่วนที่เหลือ

หมายเหตุ ข้อมูลการใช้สีเขียวแถบเหลือง และสีฟ้า

สีเขียวแถบเหลืองตามที่กำหนดไว้ข้างต้นใช้เพื่อการชี้บ่งถึงแกนของสายไฟฟ้าสำหรับที่ใช้เป็นสายดิน หรือในงานป้องกันที่มีลักษณะคล้ายกัน และสีฟ้าใช้เพื่อชี้บ่งถึงแกนของสายไฟฟ้าที่ใช้เป็นสายกลาง (neutral)

4.2 การชี้บ่งด้วยตัวเลข

4.2.1 ข้อกำหนดทั่วไป

ฉนวนของแกนแต่ละแกนต้องเป็นสีเดียวกันและมีตัวเลขเรียงเป็นลำดับ ยกเว้นในกรณีที่มีการใช้แกนที่มีสีเขียวแถบเหลือง ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดข้อ 4.1.3 และต้องอยู่ชั้นนอก

ตัวเลขแสดงแกนต้องเริ่มจากเลข 1 โดยเริ่มจากแกนชั้นใน

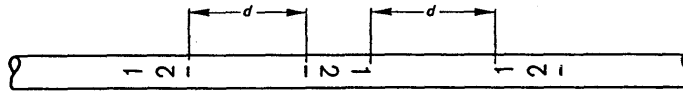
ตัวเลขต้องพิมพ์ด้วยเลขอารบิกบนผิวนอกของแกน ตัวเลขทุกตัวต้องเป็นสีเดียวกันที่แตกต่างจากสีของฉนวนและอ่านได้อย่างชัดเจน

4.2.2 วิธีการแสดงเครื่องหมาย

ตัวเลขแสดงแกนต้องทำซ้ำเป็นระยะและสลับกลับหัวกับตัวเลขชุดถัดไป ตลอดความยาวของแกน

ตัวเลขที่เป็นเลขหลักเดียวต้องขีดเส้นใต้ตัวเลข ถ้าตัวเลขเป็นเลขสองหลัก ต้องขีดวงเลขหลักหน่วยไว้ใต้ตัวเลขหลักสิบ และขีดเส้นใต้ตัวเลขหลักหน่วย ระยะห่าง d ระหว่างตัวเลขที่อยู่ถัดไปต้องมีระยะห่างไม่เกิน 50 มิลลิเมตร

รายละเอียดวิธีการแสดงเครื่องหมาย ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 วิธีการแสดงเครื่องหมายด้วยตัวเลข

4.2.3 ความคงทน

ตัวเลขที่พิมพ์ต้องคงทน การตรวจสอบให้ปฏิบัติตามมอก.955 เล่ม 2 ข้อ 1.8

5. ข้อกำหนดทั่วไปสำหรับโครงสร้างสายไฟฟ้า

5.1 ตัวนำ

5.1.1 วัสดุ

ตัวนำต้องทำด้วยลวดทองแดงอ่อน หากมิได้กำหนดไว้ในมาตรฐานสายไฟฟ้าเฉพาะเรื่อง (มอก.955 เล่ม 3 มอก.955 เล่ม 4 ฯลฯ) ลวดตัวนำอาจชุบหรือไม่ชุบดีบุกก็ได้ ลวดชุบดีบุกต้องเคลือบด้วยดีบุกอย่างมีประสิทธิภาพ

5.1.2 โครงสร้าง

เส้นผ่านศูนย์กลางสูงสุดของลวดตัวนำต้องเป็นไปตาม IEC 60228 หากมิได้กำหนดไว้ในมาตรฐานสายไฟฟ้าเฉพาะเรื่อง

ประเภท(class)ของตัวนำที่เกี่ยวข้องกับชนิดต่าง ๆ ของสายไฟฟ้าระบุในมาตรฐานสายไฟฟ้าเฉพาะเรื่อง (มอก.955 เล่ม 3 มอก.955 เล่ม 4 ฯลฯ)

5.1.3 ตัวคั่นระหว่างตัวนำไฟฟ้ากับฉนวน

หากใช้เทปกั้นระหว่างตัวนำที่ชุบหรือไม่ชุบดีบุก ต้องทำด้วยวัสดุที่เหมาะสม

5.1.4 การทวนสอบโครงสร้าง

การทดสอบความเป็นไปตามข้อกำหนดในข้อ 5.1.1 และ ข้อ 5.1.2 รวมถึงข้อกำหนดตาม IEC 60228 ให้ทำโดยการตรวจพินิจและการวัด

5.1.5 ความต้านทานไฟฟ้า

มอก.955 เล่ม 1-2551

ถ้าไม่ระบุไว้เป็นอย่างอื่นในมาตรฐานสายไฟฟ้าเฉพาะเรื่อง (มอก.955 เล่ม 3 มอก.955 เล่ม 4 ฯลฯ) ค่าความต้านทานของตัวนำที่ 20 องศาเซลเซียส ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของ IEC 60228 สำหรับประเภทของตัวนำที่ได้กำหนดไว้

การทดสอบให้ปฏิบัติตาม มอก.955 เล่ม 2 ข้อ 2.1

5.2 ฉนวน

5.2.1 วัสดุ

ฉนวนต้องเป็นวัสดุครอสลิงก์ตามชนิดของสายไฟฟ้าที่ระบุในมาตรฐานสายไฟฟ้าเฉพาะเรื่อง (มอก.955 เล่ม 3 มอก.955 เล่ม 4 ฯลฯ)

ชนิด IE 2 ในกรณีที่เป็นสายไฟฟ้าหุ้มฉนวนด้วยสารประกอบยางซิลิโคน

ชนิด IE 3 ในกรณีที่เป็นสายไฟฟ้าหุ้มฉนวนด้วยสารประกอบยางจำพวก สารประกอบยางเอทิลีนไวนิล แอซีเทตหรือวัสดุที่เทียบเท่า

ชนิด IE 4 ในกรณีที่เป็นสายไฟฟ้าหุ้มฉนวนด้วยสารประกอบยางเอทิลีนพรอพิลีนธรรมดาหรือวัสดุที่เทียบเท่า

ข้อกำหนดด้านการทดสอบสำหรับสารประกอบนี้ ระบุไว้ในตารางที่ 1

หมายเหตุ กรณีสายไฟฟ้าที่ฉนวนเป็นชนิด XP1 ระบุไว้ใน มอก.955 เล่ม 8

อุณหภูมิใช้งานสูงสุดของสายไฟฟ้าที่หุ้มด้วยสารประกอบข้างต้นและระบุอยู่ในมาตรฐานสายไฟฟ้าเฉพาะเรื่อง ใน มอก.955 เล่ม 3 มอก.955 เล่ม 4 ฯลฯ

5.2.2 การหุ้มตัวนำด้วยฉนวน

ฉนวนต้องหุ้มแนบชิดตัวนำหรือตัวกัน ในมาตรฐานสายไฟฟ้าเฉพาะเรื่อง (มอก.955 เล่ม 3 มอก.955 เล่ม 4 ฯลฯ) สายไฟฟ้าแต่ละชนิดไม่ว่าจะมีชั้นเดียวหรือหลายชั้น และจะหุ้มด้วยเทปป้องกันหรือไม่ ต้องลอกฉนวนออกได้ง่ายโดยไม่ทำให้การฉนวน ตัวนำ หรือเคลือบฉนวน(ถ้ามี)เสียหาย

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ และการทดสอบด้วยมือ

5.2.3 ความหนาของฉนวน

ความหนาเฉลี่ยของฉนวนต้องมีค่าไม่ต่ำกว่าค่าที่กำหนดสำหรับสายไฟฟ้าแต่ละชนิดและขนาด ซึ่งแสดงไว้ตามตารางในมาตรฐานสายไฟฟ้าเฉพาะเรื่อง (มอก.955 เล่ม 3 มอก.955 เล่ม 4 ฯลฯ)

ความหนาฉนวนที่จุดใด ๆ น้อยกว่าค่าที่กำหนดได้ แต่ต้องแตกต่างได้ไม่เกิน 0.1 มิลลิเมตร + ร้อยละ 10 ของค่าที่กำหนด

การตรวจสอบให้ปฏิบัติตาม มอก.955 เล่ม 2 ข้อ 1.9

5.2.4 สมบัติทางกลก่อนและหลังการเร่งอายุใช้งาน

ฉนวนต้องมีความแข็งแรงทางกลและการยึดตัวที่พอเพียงภายใต้ขีดจำกัดของอุณหภูมิในภาวะการใช้งานปกติ

การตรวจสอบให้เป็นไปตามตารางที่ 1

วิธีทดสอบและผลที่ได้ระบุไว้ในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ข้อกำหนดในการทดสอบจนวนยางครอสลิงก์ ที่ไม่เกี่ยวข้องกับสมบัติทางไฟฟ้า

ข้อ 5.2.1 และ ข้อ 5.2.4

1	2	3	4	5	6	7	
ข้อ	การทดสอบ	หน่วย	ชนิดของสารประกอบ			วิธีทดสอบ	
			IE 2	IE 3	IE 4	IEC	ข้อ
1.	ความต้านแรงดึงและความยืด ที่จุดขาด					60811-1-1	9.1
1.1	สมบัติของผลิตภัณฑ์ขณะส่งมอบ						
1.1.1	ความต้านแรงดึง						
	- ค่ามัธยฐาน (ต่ำสุด)	N/mm ²	5.0	6.5	5.0		
1.1.2	ความยืดที่จุดขาด						
	- ค่ามัธยฐาน (ต่ำสุด)	%	150	200	200		
1.2	สมบัติหลังการเร่งอายุใช้งานในตู้อบ					60811-1-1	9.1
						และ	
						60811-1-2	8.1
1.2.1	ภาวะทดสอบเร่งอายุใช้งาน ^{ก)ข)}						
	- อุณหภูมิ	°C	200 ± 2	150 ± 2	100 ± 2		
	- ระยะเวลาในการอบ	h	10 × 24	7 × 24	7 × 24		
1.2.2	ความต้านแรงดึง						
	- ค่ามัธยฐาน (ต่ำสุด)	N/mm ²	4.0	-	4.2		
	- ค่าการแปรผัน ^{ก)} (สูงสุด)	%	-	± 30	± 25		
1.2.3	ความยืดที่จุดขาด						
	- ค่ามัธยฐาน (ต่ำสุด)	%	120	-	200		
	- ค่าการแปรผัน ^{ก)} (สูงสุด)	%	-	± 30	± 25		
1.3	ว่าง						
1.4	สมบัติหลังการเร่งอายุใช้งานในอุปกรณ์แอร์บอมบ์					60811-1-2	8.2
1.4.1	ภาวะทดสอบการเร่งอายุใช้งาน ^{ก)}						
	- อุณหภูมิ	°C	-	150 ± 3	127 ± 2		
	- ระยะเวลาในการอบ	h	-	7 × 24	40		
1.4.2	ความต้านแรงดึง						
	- ค่ามัธยฐาน (ต่ำสุด)	N/mm ²	-	6.0	-		
	- ค่าการแปรผัน ^{ก)} (สูงสุด)	%	-	-	± 30		
1.4.3	ความยืดที่จุดขาด						
	- ค่าการแปรผัน ^{ก)} (สูงสุด)	%	-	- 30 ^{ข)}	± 30		
2	การทดสอบภายใต้ภาวะความร้อน					60811-2-1	9
2.1	ภาวะทดสอบ						
	- อุณหภูมิ	°C	200 ± 3	200 ± 3	200 ± 3		
	- ระยะเวลาภายใต้โหลด	min	15	15	15		
	- ความเค้นทางกล	N/mm ²	0.20	0.20	0.20		
2.2	ผลทดสอบที่ได้รับ	mg/cm ²	2.0	2.0	2.0		
	- ความยืดภายใต้โหลด (สูงสุด)	%	175	100	100		
	- ความยืดหลังจากทำให้เย็นตัว (สูงสุด)	%	25	25	25		

ตารางที่ 1 ข้อกำหนดในการทดสอบฉนวนยางครอสลิงก์ ที่ไม่เกี่ยวข้องกับสมบัติทางไฟฟ้า(ต่อ)

ข้อ 5.2.1 และ ข้อ 5.2.4

1	2	3	4	5	6	7	
ข้อ	การทดสอบ	หน่วย	ชนิดของสารประกอบ			วิธีทดสอบ	
			IE 2	IE 3	IE 4	IEC	ข้อ
3	การเปลี่ยนรูปขณะมีแรงกดที่อุณหภูมิสูง		ดู IEC 60811-3-1			60811-3-1	8
3.1	ภาวะทดสอบ - แรงที่ใช้กดขึ้นทดสอบด้วยใบมีด(blade) - ระยะเวลาในการอบภายใต้แรงกด - อุณหภูมิ	°C	-	8.1.4	-		
3.2	ผลการทดสอบที่ได้รับ - ค่ามีฐานความลึกของรอยกดที่ขึ้นทดสอบ(สูงสุด)	%	-	50	-		
4	ความต้านทาน โอโซน					60811-2-1	8
4.1	ภาวะทดสอบ - อุณหภูมิทดสอบ - ระยะเวลาทดสอบ	°C h	- -	- -	25 ± 2 24		
4.2	ผลการทดสอบที่ได้รับ - ความเข้มข้นของโอโซน	%	-	-	0.025-0.030		
					ไม่มีรอยร้าว		
ⁿ การเร่งอายุการใช้งานของ IE 4 ต้องทำการทดสอบในขณะที่ยังมีตัวนำไฟฟ้าหรือเอาตัวนำไฟฟ้าดีเกลือออกไม่เกินร้อยละ 30							
^ข หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นในข้อกำหนดของสายไฟฟ้าที่เกี่ยวข้อง พัดลมไฟฟ้าหมุนในคู่มือโดยปกติอนุญาตสำหรับการทดสอบสารประกอบยางในกรณีที่มีข้อโต้แย้งให้ทดสอบในคู่มือที่ไม่มีพัดลมไฟฟ้าหมุน							
^ก การแปรผัน: ความแตกต่างระหว่างค่ามีฐานหลังการเร่งอายุการใช้งานกับค่ามีฐานที่ไม่มีการเร่งอายุการใช้งาน แสดงเป็นร้อยละของค่ามีฐานที่ไม่มีการเร่งอายุการใช้งาน							
^ง ไม่มีขีดจำกัดเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนด้านบวก							

5.3 ตัวเติม (filler)

5.3.1 วัสดุ

หากมิได้กำหนดไว้ในมาตรฐานสายไฟฟ้าเฉพาะเรื่อง (มอก.955 เล่ม 3 มอก.955 เล่ม 4 ฯลฯ) ตัวเติมต้องประกอบด้วยวัสดุอย่างใดอย่างหนึ่งหรือกลุ่มของวัสดุ ดังนี้

- สารประกอบที่ได้จากยางครอสลิงก์หรือยางไม่เป็นครอสลิงก์ หรือ
- ไยธรรมชาติหรือใยสังเคราะห์ หรือ
- กระดาษ

ต้องไม่เกิดปฏิกิริยาที่เป็นอันตรายระหว่างสารที่เป็นส่วนประกอบในตัวเติมกับฉนวน และ/หรือ เปลือกของสายไฟฟ้า

5.3.2 การใส่ตัวเติม

มอก.955 เล่ม 1-2551

สำหรับสายไฟฟ้าแต่ละชนิด ในมาตรฐานสายไฟฟ้าเฉพาะเรื่อง (มอก.955 เล่ม 3 มอก.955 เล่ม 4 ฯลฯ) ระบุให้สายไฟฟ้ามีตัวเติมหรืออาจมีเปลือกแทรกกลางช่องว่างระหว่างแกนแทนตัวเติม(ดูข้อ 5.5.2) ตัวเติมต้องเติมในช่องว่างระหว่างแกนของสายไฟฟ้าเพื่อให้สายไฟฟ้ามีลักษณะกลม โดยที่ตัวเติมต้องสามารถแยกออกได้โดยไม่ทำให้แกนของสายไฟฟ้าเสียหาย อาจใช้ฟิล์มหรือเทปพันยึดแกนของสายไฟฟ้าและตัวเติมรวมเข้าด้วยกัน

5.4 วัสดุฉนวน

5.4.1 วัสดุ

เส้นวัสดุที่ใช้เป็นวัสดุฉนวนต้องเป็นวัสดุตามที่กำหนดของสายไฟฟ้าแต่ละชนิดที่ระบุไว้ในมาตรฐานเฉพาะเรื่อง (มอก.955 เล่ม 3 มอก.955 เล่ม 4 ฯลฯ) เส้นวัสดุอาจเป็นวัสดุจากธรรมชาติ (ฝ้าย ฝ้ายชุบไหม) หรือวัสดุสังเคราะห์ (เรยอน พอลิเอไมด์ ฯลฯ) หรือเป็นเส้นใยทำจากเส้นใยแก้ว(glass fiber)หรือวัสดุอื่นที่เทียบเท่า

5.4.2 การทำ

การฉนวนต้องได้เนื้อวัสดุฉนวนที่เป็นระเบียบไม่มีปมหรือช่องว่าง สิ่งที่เกิดจากเส้นใยแก้วต้องป้องกันการหลุดลุ่ยด้วยวัสดุที่เหมาะสม

5.5 เปลือก

5.5.1 วัสดุ

เปลือกต้องเป็นสารประกอบยางครอสลิงก์ตามชนิดของสายไฟฟ้าที่ระบุไว้ในมาตรฐานสายไฟฟ้าเฉพาะเรื่อง (มอก.955 เล่ม 3 มอก.955 เล่ม 4 ฯลฯ)

ชนิด SE 3 ในกรณีสายไฟฟ้าที่มีเปลือกเป็นสารประกอบยาง

ชนิด SE 4 ในกรณีสำหรับสายไฟฟ้าที่มีเปลือกเป็นสารประกอบพอลิคลอโรพรีน หรือสารยึดหยุ่นสังเคราะห์อื่นที่เทียบเท่า

การทดสอบของสารประกอบให้ปฏิบัติตามที่กำหนดในตารางที่ 2

หมายเหตุ สายไฟฟ้าบางชนิดตาม มอก.955 เล่ม 8 เปลือกหุ้มชนิด SX1 ระบุไว้ในมาตรฐานไฟฟ้าเฉพาะเรื่อง

5.5.2 การทำ

เปลือกป้องกันต้องเป็นชั้นเดียวหรือสองชั้น (เปลือกชั้นใน หรือเปลือกชั้นนอก) ตามชนิดของสายไฟฟ้าที่ระบุในมาตรฐานสายไฟฟ้าเฉพาะเรื่อง (มอก.955 เล่ม 3 มอก.955 เล่ม 4 ฯลฯ)

5.5.2.1 เปลือกชั้นเดียว

เปลือกต้องหุ้มชั้นเดียวบน

- แกนของสายไฟฟ้า ในกรณีสายไฟฟ้าแกนเดียว
- กลุ่มของแกนสายไฟฟ้าและตัวเติม ในกรณีของสายไฟฟ้าหลายแกน

ในสายไฟฟ้าหลายแกน เปลือกต้องแยกออกได้โดยไม่ทำให้แกนของสายไฟฟ้าเสียหาย

อาจใช้ฟิล์มหรือเทปเป็นตัวกันไว้ได้เปลือก

ในกรณีที่กำหนดไว้ในมาตรฐานสายไฟฟ้าเฉพาะเรื่อง (มอก.955 เล่ม 3 มอก.955 เล่ม 4 ฯลฯ)

เปลือกอาจแทรกเข้าไปในช่องว่างระหว่างแกน แทนตัวเติม(ดู 5.3.2)

ตารางที่ 2 ข้อกำหนดในการทดสอบเปลือกยางครอสลิงก์ที่ไม่เกี่ยวข้องกับสมบัติทางไฟฟ้า

ข้อ 5.5.1 และ ข้อ 5.4.4

1	2	3	5		6		7	
			SE 3	SE 4	วิธีทดสอบ			
					IEC	ข้อ		
1.	ความต้านแรงดึงและความยืด ที่จุดขาด							
1.1	สมบัติของผลิตภัณฑ์ที่ขณะส่งมอบ							
1.1.1	ความต้านแรงดึง							
	- ค่ามาตรฐาน (ต่ำสุด)	N/mm ²	7.0	10.0			60811-1-1	9.2
1.1.2	ความยืดที่จุดขาด	%	300	300				
1.2	สมบัติหลังการเร่งอายุใช้งานในตู้อบ							
1.2.1	ภาวะทดสอบการเร่งอายุใช้งาน							
	- อุณหภูมิ	°C	70 ± 2	70 ± 2				
	- ระยะเวลาในการอบ	h	10 × 24	10 × 24			60811-1-2	8.1.3.1
1.2.2	ความต้านแรงดึง							
	- ค่ามาตรฐาน (ต่ำสุด)	N/mm ²	-	-				
	- ค่าการแปรผัน ⁿ (สูงสุด)	%	± 20	- 15 ^u				
1.2.3	ความยืดที่จุดขาด							
	- ค่ามาตรฐาน (ต่ำสุด)	%	250	250				
	- ค่าการแปรผัน ⁿ (สูงสุด)	%	± 20	- 25 ^u				
1.3	สมบัติทางกลหลังการเร่งอายุใช้งานในน้ำมันแร่(mineral oil)							
1.3.1	ภาวะทดสอบ							
	- อุณหภูมิของน้ำมัน	°C	-	100 ± 2				
	- ระยะเวลาในการจุ่มในน้ำมัน	h		24				
1.3.2	ความต้านแรงดึง							
	- ค่าการแปรผัน ⁿ (สูงสุด)	%	-	± 40			60811-2-1	10

ตารางที่ 2 ข้อกำหนดในการทดสอบที่ไม่เกี่ยวข้องกับสมบัติทางไฟฟ้า ของเปลือกยางครอสลิงก์(ต่อ)

ข้อ 5.5.1 และ ข้อ 5.4.4

1	2	3	5	6	7	
ข้อ	การทดสอบ	หน่วย	ชนิดของสารประกอบ		วิธีทดสอบ	
			SE 3	SE 4	IEC	ข้อ
1.3.3	ความยืดที่จุดขาด - ค่าการแปรผัน ^ก (สูงสุด)	%	-	± 40	60811-2-1	9
2	การทดสอบภายใต้ภาวะความร้อน					
2.1	ภาวะทดสอบ					
	- อุณหภูมิ	°C	200 ±3	200 ±3		
	- ระยะเวลาภายใต้โหลด	min	15	15		
	- ความเค้นทางกล	N/mm ²	0.20	0.20		
2.2	ผลทดสอบที่ได้รับ					
	- ความยืดขณะมีโหลด (สูงสุด)	%	175	175		
	- ความยืดหลังจากไม่มีโหลด (สูงสุด)	%	25	25		
3	การทดสอบความโค้งงอที่อุณหภูมิต่ำ				60811-1-4	8.2
3.1	ภาวะทดสอบ					
	- อุณหภูมิ	°C	-	-35 ± 2		
	- คาบที่แช่ตัวอย่างในอุณหภูมิต่ำ		-	ดู IEC 60811-1-4 ข้อ 8.2.3		
3.2	ผลทดสอบที่ได้รับ			ไม่มีรอยแตกราน		
4	การทดสอบความยืดที่อุณหภูมิต่ำ				60811-1-4	8.4
4.1	ภาวะทดสอบ					
	- อุณหภูมิ	°C	-	-35 ± 2		
	- คาบที่แช่ตัวอย่างในอุณหภูมิต่ำ		-	ดู IEC 60811-1-4 ข้อ 8.4.4		
4.2	ผลทดสอบที่ได้					
	- ความยืดโดยไม่ขาด(ต่ำสุด)	%	-	30		
^ก การแปรผัน: ความแตกต่างระหว่างค่ามัธยฐานหลังการเร่งอายุการใช้งานกับค่ามัธยฐานที่ไม่มีมีการเร่งอายุการใช้งาน แสดงเป็นร้อยละของค่ามัธยฐานที่ไม่มีมีการเร่งอายุการใช้งาน						
^ข ไม่มีขีดจำกัดเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนด้านบวก						

5.5.2.2 เปลือกสองชั้น

เปลือกชั้นใน

เปลือกชั้นในต้องหุ้มตามข้อ 5.5.2.1 อาจใช้เทปหรือวัสดุที่เทียบเท่ากันไว้บนเปลือกในได้

ความหนาของเทปหรือตัวคั่น(ถ้ามี) ให้นำรวมเป็นความหนาของเปลือกชั้นใน หากเทปหรือตัวคั่นติดอยู่กับเปลือกชั้นใน ความหนาของเทปหรือตัวคั่นต้องไม่เกิน 0.5 มิลลิเมตร

เปลือกชั้นนอก

เปลือกชั้นนอกต้องหุ้มบนเปลือกชั้นในหรือเทป การหุ้มอาจประสานหรือไม่ประสานเข้ากับเปลือกชั้นในหรือเทป ก็ได้

ถ้าเปลือกชั้นนอกประสานเข้ากับเปลือกชั้นใน ต้องเห็นความแตกต่างจากเปลือกชั้นในได้ ถ้าเปลือกชั้นนอกไม่ประสานกัน ต้องแยกออกจากเปลือกชั้นในได้โดยง่าย

5.5.3 ความหนา

ความหนาเฉลี่ยของเปลือกต้องไม่น้อยกว่าค่าที่ระบุไว้ในแต่ละประเภทและขนาดของสายไฟฟ้าที่แสดงไว้ในตารางของมาตรฐานไฟฟ้าเฉพาะเรื่อง (มอก.955 เล่ม 3 มอก.955 เล่ม 4 ฯลฯ)

ความหนาเปลือกที่จุดใด ๆ มีค่าน้อยกว่าค่าที่กำหนดได้ แต่ต้องไม่เกิน 0.1 มิลลิเมตร + ร้อยละ 15 ของค่าที่กำหนด นอกจากจะกำหนดเป็นอย่างอื่น

การทดสอบให้ปฏิบัติตาม มอก.955 เล่ม 2 ข้อ 1.10

หมายเหตุ ความหนาเปลือกของสายไฟฟ้ารหัส 60245 IEC 53 57 และ 66 ของ มอก.955 เล่ม 4 กำหนดตามภาคผนวก ข.

5.5.4 สมบัติทางกล ก่อนและหลังการเร่งอายุใช้งาน

เปลือกต้องมีความแข็งแรงทางกลและการยึดตัวที่เพียงพอ ภายใต้ขีดจำกัดของอุณหภูมิในภาวะการใช้งานปกติ

การตรวจสอบให้เป็นไปตามตารางที่ 2

ค่าในการทดสอบและผลที่ได้ ระบุไว้ในตารางที่ 2

5.6 การทดสอบสายไฟฟ้าเสร็จสมบูรณ์

5.6.1 สมบัติทางไฟฟ้า

สายไฟฟ้าต้องมีความคงทนทางของไดอิเล็กทริกและความต้านทานฉนวนที่พอเพียง

การทดสอบให้เป็นไปตามตารางที่ 3

วิธีทดสอบและผลทดสอบที่ได้รับ ระบุไว้ในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ข้อกำหนดในการทดสอบสายไฟฟ้าหุ้มด้วยฉนวนยางครอสลิงก์ ที่เกี่ยวข้องกับสมบัติทางไฟฟ้า

ข้อ 5.6.1

1	2	3	4			7	
			300/300V	300/500V	450/750V	มอก.	ข้อ
ข้อ	การทดสอบ	หน่วย	แรงดันไฟฟ้าที่กำหนดของสายไฟฟ้า			วิธีทดสอบ	
1	การวัดความต้านทานไฟฟ้าของตัวนำ					955 เล่ม 2	2.1
1.1	ค่าที่ได้รับ(สูงสุด)		ดู IEC 60288 และ มอก.ที่เกี่ยวข้อง (มอก. 955 เล่ม 3 มอก.955 เล่ม 4 ฯลฯ)				
2	ความทนแรงดันไฟฟ้าของสายไฟฟ้าเสร็จสมบูรณ์					955 เล่ม 2	2.2
2.1	ภาวะทดสอบ						
	- ความยาวของขั้วทดสอบ (ต่ำสุด)	m	10	10	10		
	- คาบในการแช่น้ำ (ต่ำสุด)	h	1	1	1		
	- อุณหภูมิของน้ำ	°C	20 ± 5	20 ± 5	20 ± 5		
2.2	แรงดันไฟฟ้าที่ใช้ในการทดสอบ (a.c.)	V	2 000	2 000	2 500		
2.3	ระยะเวลาในการทดสอบแต่ละครั้ง(ต่ำสุด)	min	5	5	5		
2.4	ผลการทดสอบที่ได้รับ		ไม่เสียหายเฉียบพลัน				
3	ความทนแรงดันไฟฟ้าของแกน					955 เล่ม 2	2.3
3.1	ภาวะทดสอบ						
	- ความยาวของขั้วทดสอบ	m	5	5	5		
	- คาบในการแช่น้ำ (ต่ำสุด)	h	1	1	1		
	- อุณหภูมิของน้ำ	°C	20 ± 5	20 ± 5	20 ± 5		
3.2	แรงดันไฟฟ้าที่ป้อน (a.c.)						
	ตามความหนาที่ระบุของฉนวน						
	- ไม่เกิน 0.6 mm	V	1 500	1 500	-		
	- เกิน 0.6 mm	V	2 000	2 000	2 500		
3.3	ระยะเวลาที่ป้อนแต่ละครั้ง(ต่ำสุด)	min	5	5	5		
3.4	ผลทดสอบที่ได้รับ		ไม่เสียหายเฉียบพลัน				
4	การวัดความต้านทานฉนวนที่อุณหภูมิเกิน 90 °C ⁿ					955 เล่ม 2	2.4
4.1	ภาวะทดสอบ						
	- อุณหภูมิทดสอบ	°C	-	110	110		
4.2	ผลทดสอบที่ได้รับ		ดู IEC 60245-7 ตารางที่ 1 และ 3				
ⁿ	ใช้กำหนดเฉพาะสายไฟฟ้าที่ฉนวนเป็นยางเอทิลีนไวนิลเอซีเตด ระบุไว้ใน มอก.955 เล่ม 7						

5.6.2 เส้นผ่านศูนย์กลางกลางของสายไฟฟ้า

เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของสายไฟฟ้า ต้องอยู่ในขีดจำกัดที่กำหนดในมาตรฐานสายไฟฟ้าเฉพาะเรื่อง (มอก.955 เล่ม 3 มอก.955 เล่ม 4 ฯลฯ)

ความแตกต่างของเส้นผ่านศูนย์กลางของสายไฟฟ้าชนิดกลมมีเปลือกที่วัดที่ตำแหน่งใดๆ 2 ค่า บนภาคตัดขวางเดียวกัน ต้องไม่เกินร้อยละ 15 ของขีดจำกัดบนของค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางที่กำหนด การทดสอบให้ปฏิบัติตาม มอก.955 เล่ม 2 ข้อ 1.11

5.6.3 ความแข็งแรงทางกลของสายไฟฟ้าอ่อน

สายไฟฟ้าอ่อนต้องสามารถทนการดัดโค้งและความเครียดทางกลอื่นๆ ที่เกิดขึ้นในการใช้งานปกติได้ หากระบุในมาตรฐานสายไฟฟ้าเฉพาะเรื่อง(มอก.955 เล่ม 3 มอก.955 เล่ม 4 ฯลฯ) การตรวจสอบต้องเป็นไปตาม มอก.955 เล่ม 2 ข้อ 3

5.6.3.1 การทดสอบความอ่อนตัวของสายไฟฟ้าอ่อน(flexing test for flexible cable)

ดู มอก.955 เล่ม 2 ข้อ 3.1

สายอ่อนที่พื้นที่หน้าตัดระบุนมากกว่า 4 ตารางมิลลิเมตร และสายไฟฟ้าแกนเดี่ยวไม่ต้องทดสอบตามข้อนี้

ในระหว่างทดสอบการเคลื่อนที่ไป-กลับ 15 000 ครั้ง (30 000 ครั้ง ถ้านับทั้ง 2 ทาง) กระแสไฟฟ้าในสายไฟฟ้า ต้องไม่หยุดชะงัก หรือไม่ลัดวงจร

ภายหลังการทดสอบ หากเป็นสายไฟฟ้าชนิดสามแกนหรือมากกว่าที่มีเปลือก ต้องลอกเปลือกออก สายไฟฟ้าหรือแกนต้องทนการทดสอบความทนแรงดันไฟฟ้าตาม มอก.955 เล่ม 2 ข้อ 2.2 หรือ ข้อ 2.3 ตามความเหมาะสม แต่แรงดันไฟฟ้าต้องไม่เกิน 2 000 โวลต์

5.6.3.2 การทดสอบความอ่อนตัวสถิต

ดู มอก.955 เล่ม 2 ข้อ 3.2

ค่าเฉลี่ยของค่า I' สองค่า (ดู มอก.955 เล่ม 2 รูปที่ 2)ต้องไม่เกินค่าที่ระบุไว้ในตารางที่ 4 สำหรับสายอิเล็กโทรดของเครื่องเชื่อมอาร์ก (arc-welding electrode cable) และตารางที่ 5 สำหรับสายลิฟต์

ตารางที่ 4 ข้อกำหนดสำหรับการทดสอบความอ่อนตัวสถิตสำหรับสายอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องเชื่อมอาร์ก

ข้อ 5.6.3.2

พื้นที่หน้าตัดระบุ mm ²	ระยะ l' สูงสุด cm
16	45
25	45
35	50
50	50
70	55
95	60

ตารางที่ 5 ข้อกำหนดสำหรับการทดสอบความอ่อนตัวสถิตสำหรับสายลึฟต์

ข้อ 5.6.3.2

ชนิดสายไฟฟ้า	จำนวนแกน	ระยะห่าง l' สูงสุด cm
สายลึฟต์ถัก	≤ 12	70
	16 และ 18	90
	> 18	125
สายลึฟต์หุ้มเปลือกที่เป็นยางครอสลิงก์ พอลิคลอโรพรีน หรือเป็นสารยืดหยุ่นสังเคราะห์อื่น ๆ ที่มีสมบัติเทียบเท่ากัน	≤ 12	115
	16 - 18	125
	> 18	150

5.6.3.3 การทดสอบความต้านทานการสึกหรอ

ดู มอก.955 เล่ม 2 ข้อ 3.3

หลังการทดสอบเคลื่อนที่ไป-กลับ 20 000 ครั้ง (นับทั้ง 2 ทาง) ฉนวนของตัวอย่างที่ยึดอยู่กับที่ต้องไม่ปรากฏรอยใด ๆ ยาวมากกว่า 10 มิลลิเมตร

หลังการทดสอบ ตัวอย่างที่ยึดอยู่กับที่ต้องทดสอบความทนแรงดันไฟฟ้าของสายไฟฟ้าตาม มอก. 955 เล่ม 2 ข้อ 2.2

5.6.3.4 การทดสอบความต้านแรงดึงของใจกลางของสายลึฟต์

ดู มอก.955 เล่ม 2 ข้อ 3.4

ใจกลางของสายลิตซ์หรือใจกลางรองลื่นรับความเครียด(strain-bearing)ต้องไม่เสียหายระหว่างการทดสอบ

5.6.3.5 การทดสอบความต้านทานการลุกไหม้ของสายลิตซ์

ดู มอก.955 เล่ม 2 ข้อ 5

สายลิตซ์ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดการทดสอบที่ระบุใน IEC 60332-1 และระหว่างการทดสอบต้องไม่เกิดการลัดวงจรระหว่างแกน

5.6.3.6 การทดสอบความทนความร้อนของวัสดุฉัก

ดู มอก.955 เล่ม 2 ข้อ 6

ถ้าวัสดุฉัก หรือส่วนประกอบใดๆ ของการฉักไม่หลอมหรือไม่เป็นถ่าน (charring) ถือว่าทดสอบเป็นผลสำเร็จ

6. ข้อเสนอการใช้งาน

อยู่ระหว่างการพิจารณา

ภาคผนวก ก.

(ข้อกำหนด)

การกำหนดรหัสชนิดของสายไฟฟ้า

สายไฟฟ้าตามมาตรฐานนี้ กำหนดรหัสชนิดโดยใช้หมายเลข 2 ตัว ตามหลังหมายเลขมาตรฐานอ้างอิง 60254 IEC หมายเลขแรก เป็นการระบุประเภทพื้นฐานของสายไฟฟ้า ในขณะที่หมายเลขที่สองเป็นแบบเฉพาะอยู่ในประเภทพื้นฐานของสายไฟฟ้านั้น
ชั้นและแบบของสายไฟฟ้า เป็นดังนี้

- รหัส 0 สายไฟฟ้าไม่มีเปลือก สำหรับงานติดตั้งยึดกับที่
- 03 สายไฟฟ้าทนความร้อนหุ้มฉนวนยางซิลิโคน อุณหภูมิของตัวนำไม่เกิน 180 องศาเซลเซียส (60245 IEC 03)
 - 04 สายไฟฟ้าทนความร้อนแกนเดี่ยวหุ้มฉนวนยางเอทิลีนไวนิลเอซีเตต ไม่มีเปลือก แรงดันไฟฟ้า 750 โวลต์ ชนิดตัวนำแข็ง(rigid conductor) อุณหภูมิของตัวนำไม่เกิน 110 องศาเซลเซียส (60245 IEC 04)
 - 05 สายไฟฟ้าทนความร้อนแกนเดี่ยวหุ้มฉนวนยางเอทิลีนไวนิลเอซีเตต ไม่มีเปลือก แรงดันไฟฟ้า 750 โวลต์ ชนิดตัวนำอ่อน(flexible conductor) อุณหภูมิของตัวนำไม่เกิน 110 องศาเซลเซียส (60245 IEC 05)
 - 06 สายไฟฟ้าทนความร้อนแกนเดี่ยวหุ้มฉนวนยางเอทิลีนไวนิลเอซีเตต หรือสารยึดหยุ่นสังเคราะห์อื่น ๆ ที่เทียบเท่า ไม่มีเปลือก แรงดันไฟฟ้า 500 โวลต์ ชนิดตัวนำแข็ง(rigid conductor) อุณหภูมิของตัวนำไม่เกิน 110 องศาเซลเซียส (60245 IEC 06)
 - 07 สายไฟฟ้าทนความร้อนแกนเดี่ยวหุ้มฉนวนยางเอทิลีนไวนิลเอซีเตต ไม่มีเปลือก แรงดันไฟฟ้า 500 โวลต์ ชนิดตัวนำอ่อน อุณหภูมิของตัวนำไม่เกิน 110 องศาเซลเซียส (60245 IEC 07)
- รหัส 5 สายไฟฟ้าอ่อน สำหรับการใช้งานปกติ
- 53 สายอ่อนหุ้มเปลือกยางเหนียวธรรมดา(ordinary rubber sheathed cord) (60245 IEC 53)
 - 57 สายอ่อนหุ้มเปลือกพอลิคลอโรพรีนหรือสารยึดหยุ่นสังเคราะห์อื่นที่เทียบเท่า สำหรับงานธรรมดา (60245 IEC 57)
 - 58 สายไฟฟ้าอ่อนสำหรับราวไฟประดับหุ้มเปลือกพอลิคลอโรพรีนหรือสารยึดหยุ่นสังเคราะห์อื่นที่เทียบเท่า (60245 IEC 58 สำหรับสายกลม และ60245 IEC 58f สำหรับสายแบน)
- รหัส 6 สายไฟฟ้าอ่อนสำหรับงานหนัก

66 สายไฟฟ้าอ่อนหุ้มเปลือกพอลิคลอโรพรีนหรือสารยืดหยุ่นสังเคราะห์อื่นที่เทียบเท่า สำหรับงาน
หนัก (60245 IEC 66)

รหัส 7 สายไฟฟ้าอ่อนสำหรับใช้ในงานพิเศษ

70 สายลิตซ์หุ้มวัสดุฉนวน (60245 IEC 70)

74 สายลิตซ์หุ้มเปลือกยาง (60245 IEC 74)

75 สายลิตซ์หุ้มเปลือกพอลิคลอโรพรีนหรือสารยืดหยุ่นสังเคราะห์อื่นที่เทียบเท่า (60245 IEC 75)

รหัส 8 สายไฟฟ้าอ่อนสำหรับใช้ในลักษณะพิเศษ

81 สายอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องเชื่อมอาร์ก (60245 IEC 81)

82 สายอิเล็กทรอนิกส์เชื่อมอาร์กหุ้มเปลือกพอลิคลอโรพรีนหรือสารยืดหยุ่นสังเคราะห์อื่นที่
เทียบเท่า (60245 IEC 82)

86 สายอ่อนหุ้มฉนวนและเปลือกยาง สำหรับงานที่ต้องการความอ่อนตัวสูง(60245 IEC 86)

87 สายอ่อนหุ้มฉนวนยางและเปลือกครอสลิงก์พอลิไวนิลคลอไรด์ (XLPVC) สำหรับงานที่ต้องการ
ความอ่อนตัวสูง(60245 IEC 87)

88 สายอ่อนหุ้มฉนวนและเปลือกครอสลิงก์พอลิไวนิลคลอไรด์ (XLPVC) สำหรับงานที่ต้องการ
ความอ่อนตัวสูง(60245 IEC 88)

89 สายอ่อนหุ้มฉนวน EPR และหุ้มวัสดุฉนวน สำหรับงานที่ต้องการความอ่อนตัวสูง(60245 IEC 89)

ภาคผนวก ข.

(ข้อกำหนด)

วิธีคำนวณความหนาของเปลือก
ของสายไฟฟ้าชนิด 60245 IEC 53, 57 และ 66 ตาม มอก.955 เล่ม 4

ข.1 ทัวไป

วิธีคำนวณความหนาของเปลือกของสายไฟฟ้าใช้ได้กับชนิดของสายไฟฟ้าตาม มอก.955 เล่ม 4 ที่มีสองแกน สามแกน สี่แกน หรือ ห้าแกน ดังต่อไปนี้

60245 IEC 53 : สายอ่อนหุ้มเปลือกยางเหนียวธรรมดา

60245 IEC 57: สายอ่อนหุ้มเปลือกพอลิคลอโรพรีน หรือสารยืดหยุ่นสังเคราะห์อื่นที่เทียบเท่า สำหรับงานธรรมดา

60245 IEC 66: สายไฟฟ้าอ่อนหุ้มเปลือกพอลิคลอโรพรีน หรือสารยืดหยุ่นสังเคราะห์อื่นที่เทียบเท่า สำหรับงานหนัก

หมายเหตุ วิธีคำนวณนี้ไม่ใช่คำนวณค่าความหนาของเปลือกตามรายการที่ระบุในมอก.955 เล่ม 4 จะใช้ในกรณีที่เป็น การขยายขอบข่ายของสายไฟฟ้าชนิดที่เกี่ยวข้องเท่านั้น

ข.2 สูตรคำนวณ

สูตรใช้คำนวณเป็นดังนี้ :

ก) ชนิด 60245 IEC 53 และ 57 :

$$t_s = 0.085D_f + 0.45$$

ข) ชนิด 60245 IEC 66 ซึ่งมีพื้นที่หน้าตัดไม่มากกว่า 6 ตารางมิลลิเมตร:

$$t_s = 0.13D_f + 0.74$$

ค) ชนิด 60245 IEC 66 ซึ่งมีพื้นที่หน้าตัดมากกว่า 6 ตารางมิลลิเมตร:

$$t_s = 0.11D_f + 0.18$$

เมื่อ

t_s คือความหนาของเปลือก เป็นมิลลิเมตร

D_f คือเส้นผ่านศูนย์กลางแกนที่เกิดจากการตีเกลียว(over laid-up core) เป็นมิลลิเมตร

เส้นผ่านศูนย์กลางแกนที่เกิดจากการตีเกลียว(D_p)คำนวณได้จากสูตรดังต่อไปนี้:

$$D_f = k(d_L + 2t_i)$$

เมื่อ

D_f คือเส้นผ่านศูนย์กลางแกนที่เกิดจากการตีเกลียว เป็นมิลลิเมตร

d_L คือเส้นผ่านศูนย์กลางตัวนำจินตภาพ เป็นมิลลิเมตร

t_i คือความหนาที่กำหนดของฉนวน เป็นมิลลิเมตร

k คือค่าสัมประสิทธิ์การประกอบ

เส้นผ่านศูนย์กลางตัวนำจินตภาพ (d_L) ระบุไว้ในตารางที่ ข.1 สำหรับพื้นที่หน้าตัดระบุแต่ละค่าของสายไฟฟ้า

ตาราง ข.1 คือเส้นผ่านศูนย์กลางตัวนำจินตภาพ ต่อพื้นที่หน้าตัดระบุ

พื้นที่หน้าตัดระบุของ ตัวนำ mm ²	เส้นผ่านศูนย์กลาง ตัวนำจินตภาพ (d_L) mm	พื้นที่หน้าตัดระบุของ ตัวนำ mm ²	เส้นผ่านศูนย์กลาง ตัวนำจินตภาพ (d_L) mm
0.75	1.0	35	6.7
1	1.1	50	8.0
1.5	1.4	70	9.4
2.5	1.8	95	11.0
4	2.3	120	12.4
6	2.8	150	13.8
10	3.6	185	15.3
16	4.5	240	17.5
25	5.6	300	19.6
		400	22.6

ค่าสัมประสิทธิ์การประกอบ(k) สำหรับสายไฟฟ้าที่มีแกนไม่มากกว่า 5 แกน:

จำนวนของแกน	2	3	4	5
k	2.00	2.16	2.42	2.70

ข.3 การปิดเศษสำหรับการคำนวณความหนาของเปลือก

เส้นผ่านศูนย์กลางแกนที่เกิดจากการตีเกลียว (D_p)และค่าความหนาของเปลือก (t_s) ต้องปิดเศษเป็นเลขทศนิยม 1 ตำแหน่ง ตามวิธีดังนี้

มอก.955 เล่ม 1-2551

ไม่ต้องปิดตัวเลขในตำแหน่งทศนิยมหลักที่หนึ่งเมื่อตัวเลขในตำแหน่งทศนิยมหลักที่สองน้อยกว่า 5 และปิดตัวเลขขึ้นอีก 1 เมื่อตัวเลขในตำแหน่งทศนิยมหลักที่สองเท่ากับหรือมากกว่า 5
