

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

THAI INDUSTRIAL STANDARD

มอก. 2779-2562

IEC 62776:2014+COR1:2015



หลอดแอลอีดีหัวคู่ที่ออกแบบเพื่อเปลี่ยนทดแทน
หลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดตรง –
คุณลักษณะที่ต้องการด้านความปลอดภัย

DOUBLE-CAPPED LED LAMPS DESIGNED TO RETROFIT
LINEAR FLUORESCENT LAMPS – SAFETY SPECIFICATIONS

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

กระทรวงอุตสาหกรรม

ICS 29.140.99

ISBN 978-616-475-172-9



TISI

ห้ามทำซ้ำเพื่อการจำหน่ายแจก

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
หลอดแอลอีดีสีขาวที่ออกแบบเพื่อเปลี่ยนทดแทน
หลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดตรง –
คุณลักษณะที่ต้องการด้านความปลอดภัย

 มอก. 2779-2562
IEC 62776:2014+COR1:2015

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
กระทรวงอุตสาหกรรม ถนนพระรามที่ 6 กรุงเทพฯ 10400
โทรศัพท์ 0 2202 3300

ประกาศในราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศและงานทั่วไป เล่ม 138 ตอนพิเศษ 16 ง
วันที่ 21 มกราคม พุทธศักราช 2564

คณะอนุกรรมการวิชาการ คณะที่ 990/1
มาตรฐานหลอดไดโอดเปล่งแสงสำหรับให้แสงสว่างทั่วไปและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง

อนุกรรมการวิชาการ คณะที่ ๙๙๐/๑ มาตรฐานหลอดไดโอดเปล่งแสงสำหรับให้แสงสว่างทั่วไปและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง ได้รับการแต่งตั้งจากกรรมการวิชาการคณะที่ ๙๙๐ คณะกรรมการวิชาการรายสาขาไฟฟ้าส่องสว่าง ให้จัดทำร่าง มาตรฐานหลอดไดโอดเปล่งแสงสำหรับให้แสงสว่างทั่วไปและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง ดังรายชื่อต่อไปนี้

ประธานกรรมการ

รศ.ดร.สุพัฒน์ กิตติรัตนสัจจา

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

กรรมการ

รศ.ดร.ธวัชชัย เตชสอนันต์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

นายสุจิน มั่งนิมิต

กรมทางหลวง

นายสวัสดิ์ แยมกลิ่น

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

นายวิเชียร โยพันดุง

การไฟฟ้านครหลวง

นายดำรงชัย อุบลโพธิ์

การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

นายวีระพงษ์ เอี่ยมวัฒน์

การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

นายวีรพล เอาทาร์ยสกุล

สมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย

นายบรรจง ชื่นยงค์

บริษัท ไทยโตชิบา โลหะตั้ง จำกัด

นายสรลักษณ์ น้อยท่าช้าง

บริษัท ไทยเอ็นเนอร์ยี่คอนเซอร์เวชั่น จำกัด

นายพงศกร อุทุมพวงษ์

บริษัท แอล แอนด์ อี แมนูแฟคเจอร์ริง จำกัด

นายอภิชาติ ลือสสระนุกูล

บริษัท ไทยสแตนเลย์การไฟฟ้า จำกัด (มหาชน)

กรรมการและเลขานุการ

นางสาวพิกุลพรรณ แสนสุวรรณ

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

คณะผู้จัดทำร่างมาตรฐาน
หลอดไดโอดเปล่งแสงขาวคู่ที่ออกแบบเพื่อเปลี่ยนทดแทนหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดตรง
- คุณลักษณะที่ต้องการด้านความปลอดภัย

ประธาน

รศ.ไชยะ แซ่มชัย

ผู้ทรงคุณวุฒิ

กรรมการ

นายกิตติ สุขุตมตันติ

สมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย

ผศ.ปฐมทัศน์ จิระเดชะ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

นายธนาธิป สุ่มอิม

ผศ.อรรถพล เก่าพิทักษ์กุล

สมาคมวิศวกรที่ปรึกษาเครื่องกลและไฟฟ้าไทย

ผศ.ชายชาญ โพธิสาร

นายจรินทร์ หาลาภี

การไฟฟ้านครหลวง

นายจรัญ บุญยะคงรัตน์

การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

นายณพพงศ์ นุดาดี

นายศักดิ์ดา บุญทองใหม่

การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

นายอุดม สุขสุดประเสริฐ

บริษัท ทาชา อินดัสเทรียล จำกัด

นายจินดา แสงเกียรติยุทธ

บริษัท โลห์ตั้ง แอนด์ อีควิเมนต์ จำกัด (มหาชน)

นายบรรจง ชื่นยงค์

บริษัท ไทยโตชิบาโลห์ตั้ง จำกัด

นายจิรัฏฐ์ มงคลวิเศษวรา

บริษัท เอ็มเคพี จำกัด

นางอรุณี สุวพิศ

บริษัท เลคิเซ โลห์ตั้ง จำกัด

นายสันติภพ จันทรบุญนะ

สถาบันไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

นายสมโภชน์ ทองคำนุช

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

นางสาวศกลวรรณ มาลากาญจน์

กรรมการและเลขานุการ

นายวีรพล เอาทาร์ยสกุล

บริษัท ฟิลิปส์ อิเล็กทรอนิกส์ (ประเทศไทย) จำกัด

นางสาวทศพร แดนมะตาม

สมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย

ปัจจุบัน เทคโนโลยีไดโอดเปล่งแสงกำลังได้รับความนิยมอย่างกว้างขวาง และมีผลิตภัณฑ์ไดโอดเปล่งแสงหลากหลายประเภทจำนวนมากวางจำหน่ายในท้องตลาด ดังนั้น เพื่อให้ผลิตภัณฑ์เหล่านี้มีคุณลักษณะและคุณสมบัติถูกต้องตามหลักวิชาการและเพื่อเป็นการคุ้มครองผู้บริโภค จึงกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมหลอดแอลอีดีขั้วคู่ที่ออกแบบเพื่อเปลี่ยนทดแทนหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดตรง – คุณลักษณะที่ต้องการด้านความปลอดภัย ขึ้น

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ จัดทำขึ้นตามความร่วมมือด้านการกำหนดมาตรฐานระหว่างสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกับสมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ กำหนดขึ้นโดยรับ IEC 62776 (2014-12) Double-capped LED lamps designed to retrofit linear fluorescent lamps – Safety specifications และ Corrigendum 1 (2015-03) มาใช้โดยวิธีแปล (translation) ในระดับเหมือนกันทุกประการ (identical)



ห้ามทำซ้ำเพื่อการจำหน่ายแจก

คณะกรรมการมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมได้พิจารณามาตรฐานนี้แล้ว เห็นสมควรเสนอรัฐมนตรีประกาศตาม มาตรา 15 แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511 ซึ่งแก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติ มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (ฉบับที่ 7) พ.ศ. 2558

สารบัญ

	หน้า
1. ขอบข่าย	1
2. เอกสารอ้างอิง	2
3. บทนิยาม	3
4. คุณลักษณะที่ต้องการทั่วไปและคุณลักษณะที่ต้องการทั่วไปของการทดสอบ	5
5. การทำเครื่องหมาย	5
6. การสับเปลี่ยนทดแทนกันได้	9
7. ความปลอดภัยของชาหลอดระหว่างการสอดใส่	12
8. การป้องกันการสัมผัสโดยบังเอิญกับส่วนที่มีไฟฟ้า	13
9. คุณลักษณะที่ต้องการทางกลสำหรับขั้วหลอด	16
10. อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นของขั้วหลอด	18
11. ความทนความร้อน	18
12. ความทนเปลวไฟและการติดไฟ	19
13. ภาวะผิวดพร่อง	19
14. ระยะห่างตามผิวฉนวนและระยะห่างในอากาศ	23
15. หลอดที่มีการป้องกันฝุ่นและความชื้น	23
16. อันตรายด้านชีวภาพทางแสง	24
ภาคผนวก ก.	25
บรรณานุกรม	27

สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 1 หลอดที่เหมาะสมกับการทำงานที่ความถี่สูง	6
รูปที่ 2 หลอดที่เหมาะสมกับการทำงานที่ความถี่ 50 Hz หรือ 60 Hz	6
รูปที่ 3 หลอดที่ไม่เหมาะสมกับการทำงานฉุกเฉิน	6
รูปที่ 4 สตาร์ทเตอร์ทดแทนสำหรับแอลอีดี	7
รูปที่ 5 หลอดสำหรับใช้ในภาวะแห้งหรือในดวงโคมไฟฟ้าที่มีการป้องกัน	7
รูปที่ 6 ไม่อนุญาตให้ปรับหรือแสง	7
รูปที่ 7 ขั้นตอนโดยสังเขปของการถอดหลอดฟลูออเรสเซนต์และใส่หลอดแอลอีดีชั่วคราวที่ออกแบบเพื่อทดแทนหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดตรง	8
รูปที่ 8 รูปแบบการทดสอบสำหรับการวัดกระแสไฟฟ้าสัมผัส	13
รูปที่ 9 นิวทอนทดสอบมาตรฐาน (ตาม IEC 60529)	15
รูปที่ 10 เครื่องมือทดสอบการกดด้วยลูกเหล็กกลม	18

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 เกจการสับเปลี่ยนทดแทนกันได้ และมิติของขั้วหลอด	9
ตารางที่ 2 ค่าทอร์กสำหรับหลอดที่ไม่ได้ใช้งาน	17
ตารางที่ 3 ค่าทอร์กหลังจากกรรมวิธีทางความร้อน	17
ตารางที่ 4 อิมพีแดนซ์ต่ำสุดของหลอดแอลอีดี	21
ตารางที่ ก.1 ค่าต่ำสุดสำหรับการทดสอบทางไฟฟ้า	26



ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม

ฉบับที่ ๕๘๖๕ (พ.ศ. ๒๕๖๓)

ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

พ.ศ. ๒๕๑๑

เรื่อง กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

หลอดแอลอีดีขั้วคู่ที่ออกแบบเพื่อเปลี่ยนทดแทน

หลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดตรง – คุณลักษณะที่ต้องการด้านความปลอดภัย

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๑๕ แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. ๒๕๑๑ ซึ่งแก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (ฉบับที่ ๗) พ.ศ. ๒๕๕๘ รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรมออกประกาศกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม หลอดแอลอีดีขั้วคู่ที่ออกแบบเพื่อเปลี่ยนทดแทนหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดตรง – คุณลักษณะที่ต้องการด้านความปลอดภัย มาตรฐานเลขที่ มอก. 2779-2562 ไว้ ดังมีรายละเอียดต่อท้ายประกาศนี้

ทั้งนี้ ให้มีผลตั้งแต่กฎกระทรวงว่าด้วยการกำหนดให้ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม หลอดแอลอีดีขั้วคู่ที่ออกแบบเพื่อเปลี่ยนทดแทนหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดตรง – คุณลักษณะที่ต้องการด้านความปลอดภัย ต้องเป็นไปตามมาตรฐานเลขที่ มอก. 2779-2562 ใช้บังคับ เป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ ๑๐ สิงหาคม พ.ศ. ๒๕๖๓

สุริยะ จึงรุ่งเรืองกิจ

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม



TISI

ห้ามทำซ้ำเพื่อการจำหน่ายแจก

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม หลอดแอลอีดีหัวคู่ที่ออกแบบเพื่อเปลี่ยนทดแทน หลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดตรง – คุณลักษณะที่ต้องการด้านความปลอดภัย

1. ขอบข่าย

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ครอบคลุมเฉพาะคุณลักษณะที่ต้องการด้านความปลอดภัยและการสับเปลี่ยนทดแทนกันได้ และการทำงานแลกเปลี่ยนกัน รวมทั้งวิธีทดสอบและเงื่อนไขในการทดสอบเพื่อแสดงการเป็นไปตามข้อกำหนดของหลอดแอลอีดีหัวคู่ที่มีหัวหลอดแบบ G5 และแบบ G13 โดยมีจุดประสงค์เพื่อใช้ทดแทนหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่มีหัวหลอดแบบเดียวกัน และมีขอบเขตดังนี้

- กำลังไฟฟ้าที่กำหนด ไม่เกิน 125 W
- แรงดันไฟฟ้าที่กำหนด ไม่เกิน 250 V

หลอดแอลอีดีเหล่านี้ออกแบบสำหรับการเปลี่ยนทดแทนโดยไม่จำเป็นต้องมีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขภายในดวงโคมไฟฟาดวงโคมไฟฟ้ามืออยู่ (ซึ่งจะใส่หลอดแอลอีดีหัวคู่) สามารถทำงานได้โดยใช้อุปกรณ์ควบคุมหลอดแบบแม่เหล็กไฟฟ้าหรือแบบอิเล็กทรอนิกส์

คุณลักษณะที่ต้องการในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ใช้กับการทดสอบเฉพาะแบบเท่านั้น

ข้อแนะนำสำหรับการทดสอบผลิตภัณฑ์ทั้งหมดหรือการทดสอบเป็นรุ่น แสดงในภาคผนวก ก.

หมายเหตุ 1 ที่ใดในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ ที่มีการใช้คำว่า “หลอด” ให้เป็นที่เข้าใจว่าหมายถึง “หลอดแอลอีดีเปลี่ยนทดแทนหัวคู่ (double-capped retrofit LED lamp)” ยกเว้นจะกำหนดอย่างชัดเจนให้เป็นหลอดชนิดอื่น

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ไม่ครอบคลุมหลอดแอลอีดีแปลงหัวคู่ (double-capped conversion LED lamp) ซึ่งต้องมีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขภายในดวงโคมไฟฟาด คุณลักษณะที่ต้องการในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้มีไว้สำหรับการให้แสงสว่างทั่วไป (ตัวอย่างเช่น ไม่รวมการให้แสงสว่างในบรรยากาศที่เสี่ยงต่อการระเบิด (explosive atmosphere)) หลอดที่ใช้ในงานประเภทอื่นอาจมีคุณลักษณะที่ต้องการเพิ่มเติม

หมายเหตุ 2 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้รวมความปลอดภัยด้านชีวภาพทางแสง (photobiological) ไว้ด้วย

2. เอกสารอ้างอิง

เอกสารอ้างอิงที่ระบุนี้ (ทั้งหมดหรือบางส่วน) ประกอบด้วยเอกสารที่จำเป็นสำหรับการกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ สำหรับเอกสารอ้างอิงฉบับที่ระบุที่พิมพ์ให้ใช้ฉบับที่ระบุ ส่วนเอกสารอ้างอิง (รวมถึงฉบับแก้ไขเพิ่มเติม) ที่ไม่ได้ระบุปีที่พิมพ์นั้นให้ใช้ฉบับล่าสุด

IEC 60061-1	Lamp caps and holders together with gauges for the control of interchangeability and safety – Part 1: Lamp caps
IEC 60061-3	Lamp caps and holders together with gauges for the control of interchangeability and safety – Part 3: Gauges
IEC 60061-4	Lamp caps and holders together with gauges for the control of interchangeability and safety – Part 4: Guidelines and general information
IEC 60081	Double-capped fluorescent lamps – Performance specifications
IEC 60155	Glow-starters for fluorescent lamps
IEC 60360	Standard method of measurement of lamp cap temperature rise
IEC 60417	Graphical symbols for use on equipment
IEC 60598-1	Luminaires – Part 1: General requirements and tests
IEC 60695-2-10:2013	Fire hazard testing – Part 2-10: Glowing/hot-wire based test methods; Glow-wire apparatus and common test procedure
IEC 60921	Ballasts for tubular fluorescent lamps – Performance requirements
IEC 61195	Double-capped fluorescent lamps – Safety specifications
IEC 61347-1: ²	Lamp controlgear – Part 1: General and safety requirements
IEC 61347-2-8	Lamp controlgear – Part 2-8: Particular requirements for ballasts for fluorescent lamps
IEC 62031	LED modules for general lighting – Safety specifications
IEC TR 62778	Application of IEC 62471 for the assessment of blue light hazard to light sources and luminaires
ISO 4046-4:2002	Paper, board, pulps and related terms – Vocabulary – Part 4: Paper and board grades and converted products
มอก. 2381 เล่ม 2(11) - 2552 ¹	การทดสอบอันตรายจากไฟ เล่ม 2(11) วิธีทดสอบหลอดรู้งแสง/หลอดร้อน – วิธีทดสอบการลุกไหม้ของผลิตภัณฑ์สำเร็จด้วยหลอดรู้งแสง

¹ ฉบับแรก ฉบับนี้ถูกแทนในค.ศ. 2014 ด้วย IEC 60695-2-11:2014, Fire hazard testing – Part 2-11: Glowing/hot-wire based test methods – Glow-wire flammability test method for end-products (GWEPT)

² ประกาศ

มอก. 4 เล่ม 2 วิธีมาตรฐานในการวัดอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นของขั้วหลอดไฟฟ้า

มอก. 2778 แสงสว่างทั่วไป – ผลิตภัณฑ์ไดโอดเปล่งแสง (แอลอีดี) และบริภัณฑ์ที่เกี่ยวข้อง : บทนิยาม

3. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ ให้ใช้บทนิยามของ มอก. 2778 IEC 62031 และดังต่อไปนี้

3.1 หลอดแอลอีดีเปลี่ยนทดแทนขั้วคู่ (double-capped retrofit LED lamp)

หลอดแอลอีดีทรงกระบอกที่สามารถใช้เปลี่ยนแทนหลอดฟลูออเรสเซนต์ขั้วคู่โดยไม่ต้องเปลี่ยนแปลงแก้ไขภายในดวงโคมไฟฟ้า และภายหลังจากการติดตั้ง ยังคงระดับความปลอดภัยเช่นเดียวกับหลอดไฟที่เปลี่ยน

หมายเหตุ 1 การเปลี่ยนโกลว์สตาร์ทเตอร์ ตาม IEC 60155 ด้วยสตาร์ทเตอร์ทดแทนสำหรับแอลอีดีซึ่งมีขนาดมิติเท่ากัน และเหมาะสมเพื่อปรับแก้การทำงานของหลอดแอลอีดีขั้วคู่ ไม่ถือว่าการเปลี่ยนแปลงแก้ไขดวงโคมไฟฟ้า

3.2 หลอดแอลอีดีแปลงขั้วคู่ (double-capped conversion LED lamp)

หลอดแอลอีดีขั้วคู่ที่สามารถใช้เปลี่ยนแทนหลอดไฟชนิดอื่นได้โดยต้องมีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขดวงโคมไฟฟ้า

3.3 แรงดันไฟฟ้าที่กำหนด (rated voltage)

ค่าแรงดันไฟฟ้าซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะของหลอดสำหรับภาวะการทำงานที่ระบุ

หมายเหตุ ค่าและภาวะที่ระบุไว้ในมาตรฐานนี้ หรือที่กำหนดโดยผู้ทำหรือผู้จำหน่ายที่รับผิดชอบ

3.4 กำลังไฟฟ้าที่กำหนด (rated power)

กำลังไฟฟ้าตามที่แสดงบนหลอด

3.5 ความถี่ที่กำหนด (rated frequency)

ความถี่ตามที่แสดงบนหลอด

3.6 อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นของขั้วหลอด (cap temperature rise, Δt_s)

อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นของพื้นผิว (สูงกว่าอุณหภูมิโดยรอบ) ของขั้วหลอด

3.7 ส่วนที่มีไฟฟ้า (live part)

ชิ้นส่วนที่นำไฟฟ้าซึ่งอาจเป็นสาเหตุของช็อกไฟฟ้าในการใช้งานปกติ

3.8 แบบ (type)

หลอดแอลอีดีขั้วคู่ที่เป็นตัวแทนของการผลิต

3.9 การทดสอบเฉพาะแบบ (type test)

การทดสอบเพื่อการเป็นไปตามข้อกำหนดสำหรับหลอดแอลอีดีขั้วคู่ จำนวน 1 หลอด หรือมากกว่า ที่มีขั้วหลอดแบบเดียวกัน และเป็นตัวแทนของการผลิต

3.10 ตัวอย่างทดสอบเฉพาะแบบ (type test sample)

หลอดแอลอีดีตัวคู่ จำนวน 1 หลอด หรือมากกว่า ที่มีตัวหลอดแบบเดียวกัน ที่ผู้ทำหรือผู้จำหน่ายที่รับผิดชอบจัดส่งให้ เพื่อจุดประสงค์ในการทดสอบเฉพาะแบบ

3.11 ประสิทธิภาพค่าอันตรายรังสีอัลตราไวโอเล็ตของการแผ่รังสีการส่องสว่าง (ultraviolet hazard efficacy of luminous radiation, $K_{S,v}$)

ผลหารของปริมาณอันตรายรังสีอัลตราไวโอเล็ตต่อปริมาณทางแสงที่สมนัยกัน

หมายเหตุ 1 ประสิทธิภาพค่าอันตรายรังสีอัลตราไวโอเล็ตของการแผ่รังสีการส่องสว่างมีหน่วยเป็น mW/klm

หมายเหตุ 2 ประสิทธิภาพค่าอันตรายรังสีอัลตราไวโอเล็ตของการแผ่รังสีการส่องสว่างหาได้จากค่าถ่วงน้ำหนักของค่าการกระจายกำลังเชิงสเปกตรัม (spectral power distribution) กับฟังก์ชันของค่าอันตรายของรังสีอัลตราไวโอเล็ต (UV hazard function, $S_{UV}(\lambda)$) ข้อมูลเกี่ยวกับฟังก์ชันของค่าอันตรายของรังสีอัลตราไวโอเล็ตที่เกี่ยวข้องมีอธิบายไว้ใน IEC 62471 ซึ่งเกี่ยวข้องกับอันตรายที่เป็นไปได้เมื่อมนุษย์อยู่ภายใต้รังสีอัลตราไวโอเล็ตเท่านั้น ไม่เกี่ยวข้องกับผลกระทบที่เป็นไปได้จากการแผ่รังสีทางแสงลงบนวัสดุ ตัวอย่างเช่นความเสียหายทางกลหรือการมีสีผิดเพี้ยนไปจากเดิม

4. คุณลักษณะที่ต้องการทั่วไปและคุณลักษณะที่ต้องการทั่วไปของการทดสอบ

4.1 ต้องออกแบบและสร้างหลอดให้ทำงานได้อย่างปลอดภัยในการใช้งานปกติ ไม่ทำให้เกิดอันตรายแก่ผู้ใช้และสิ่งแวดล้อม

โดยทั่วไป การเป็นไปตามข้อกำหนดให้ทำโดยการทดสอบตามที่ระบุไว้ทั้งหมด

4.2 โดยปกติ ต้องไม่เปิดหลอดแอลอีดีตัวคู่ออกเพื่อการทดสอบ ในกรณีมีความสงสัยจากการตรวจพินิจหลอดและการตรวจสอบแผนภาพวงจรหลอด และโดยความตกลงร่วมกันกับผู้ทำหรือผู้จำหน่ายที่รับผิดชอบ ต้องเตรียมหลอดเป็นพิเศษเพื่อจำลองภาวะผิดปร้องและส่มอบเพื่อทดสอบ (ดูข้อ 13.) อาจต้องเปิดหลอดหรือตรวจสอบส่วนประกอบภายในของหลอดเพื่อตรวจสอบและรับรองการเป็นไปตามข้อ 11. ข้อ 12. และข้อ 14. ของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้

4.3 โดยทั่วไป การทดสอบทั้งหมดจะทำกับหลอดแต่ละแบบเมื่อมีพิสัยของหลอดที่เหมือน ๆ กันเข้ามาเกี่ยวข้องด้วยการทดสอบทั้งหมดจะทำกับขนาดกำลังไฟฟ้าแต่ละค่าในพิสัย หรือกับตัวแทนที่เลือกจากพิสัยตามที่ตกลงกับผู้ทำ

4.4 เมื่อหลอดชำรุดอย่างปลอดภัยในระหว่างการทดสอบครั้งหนึ่ง ๆ ให้เปลี่ยนหลอดใหม่ โดยมีเงื่อนไขว่าต้องไม่เกิดไฟ คว้น หรือก๊าซติดไฟได้ คุณลักษณะที่ต้องการเพิ่มเติมเกี่ยวกับการชำรุดอย่างปลอดภัย กำหนดไว้ในข้อ 13.

4.5 การเดินสายภายในต้องเป็นไปตาม IEC 60598-1 ข้อ 5.3

4.6 สำหรับการสร้างวงจรไฟฟ้า ให้พิจารณา IEC 61347-1 ข้อ 15.1 และข้อ 15.2 และสำหรับส่วนอื่น ๆ ให้พิจารณา IEC 60598-1 ข้อ 4.11, ข้อ 4.12 และข้อ 4.25

5. การทำเครื่องหมาย

5.1 การทำเครื่องหมายบนหลอด

ที่หลอดทุกหลอดอย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน และถาวร ตัวอักษรและตัวเลขต้องมีขนาดอย่างต่ำ 2 mm สัญลักษณ์ต้องมีขนาดอย่างต่ำ 5 mm

ก) ชื่อผู้ทำ โรงงานที่ทำ หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน

ข) แรงดันไฟฟ้าที่กำหนด หรือพิสัยแรงดันไฟฟ้า เป็นโวลต์ (V)

หมายเหตุ 1 แรงดันไฟฟ้าที่กำหนดหรือพิสัยแรงดันไฟฟ้าของหลอดสามารถแตกต่างกับแรงดันไฟฟ้าวงจรเปิด

ค) กำลังไฟฟ้าที่กำหนด เป็นวัตต์ (W)

ง) ความถี่ที่กำหนดหรือพิสัยความถี่ เป็นเฮิรตซ์ หรือกิโลเฮิรตซ์ (Hz or kHz)

จ) หลอดแอลอีดีขั้วคู่ที่เหมาะสมกับการใช้ร่วมกับบัลลาสต์บางชนิดเท่านั้น (เช่น ร่วมกับบัลลาสต์แกนเหล็ก) ต้องระบุสัญลักษณ์ดังแสดงในรูปที่ 1 และ/หรือรูปที่ 2



รูปที่ 1 หลอดที่เหมาะสมกับการทำงานที่ความถี่สูง



รูปที่ 2 หลอดที่เหมาะสมกับการทำงานที่ความถี่ 50 Hz หรือ 60 Hz

ฉ) หลอดแอลอีดีขั้วคู่ต้องระบุสารสนเทศดังต่อไปนี้ “หลอดนี้ไม่เหมาะสมกับการใช้งานในดวงโคมไฟฟ้าฉุกเฉินที่ออกแบบสำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ขั้วคู่” และแสดงสัญลักษณ์ดังรูปที่ 3

หมายเหตุ 2 ในอนาคต สามารถพัฒนาคุณลักษณะที่ต้องการเพิ่มเติมเพื่อสนับสนุนการใช้สำหรับไฟฉุกเฉิน



รูปที่ 3 หลอดที่ไม่เหมาะสมกับการทำงานฉุกเฉิน

ช) ถ้าหลอดแอลอีดีขั้วคู่จำเป็นต้องใช้ส่วนประกอบที่เปลี่ยนแทนสตาร์ทเตอร์ หลอดนั้นต้องระบุการอ้างอิงชนิดของสตาร์ทเตอร์ทดแทนสำหรับแอลอีดี สตาร์ทเตอร์ทดแทนสำหรับแอลอีดีต้องระบุดังรูปที่ 4



หมายเหตุ สัญลักษณ์นี้กำลังอยู่ในระหว่างการพัฒนาตาม IEC 60417-Pr14-181

รูปที่ 4 สตาร์ทเตอร์ทดแทนสำหรับแอลอีดี

- ข) จัดให้มีสารสนเทศเกี่ยวกับการเข้าของฝุ่นและน้ำ
สำหรับหลอดที่ควรใช้ในภาวะแห้งหรือในดวงโคมไฟฟ้าที่มีการป้องกัน ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 หลอดสำหรับใช้ในภาวะแห้งหรือในดวงโคมไฟฟ้าที่มีการป้องกัน

- ณ) พิสัยอุณหภูมิโดยรอบที่กำหนดของหลอด
- 5.2 การทำเครื่องหมายบนหลอด บนวัสดุห่อหุ้มชั้นถัดมา (หรือบรรจุภัณฑ์) หรือในคู่มือคำแนะนำ ผู้ทำหลอดต้องให้สารสนเทศเหล่านี้เพิ่มเติม บนวัสดุห่อหุ้มชั้นถัดมา หรือบนบรรจุภัณฑ์ หรือในคู่มือคำแนะนำ คำอธิบายของรูปที่ 1 และรูปที่ 2 ให้แสดงไว้ในคู่มือคำแนะนำ
- ก) กระแสไฟฟ้าที่กำหนด เป็นแอมแปร์ (A)
- ข) ภาวะพิเศษหรือข้อจำกัดที่ต้องสังเกตดูในการทำงานของหลอด ตัวอย่างเช่น การทำงานกับวงจรหรือแสง เมื่อหลอดไม่เหมาะสมสำหรับการหรือแสง อาจใช้สัญลักษณ์ดังรูปที่ 6



หมายเหตุ สัญลักษณ์นี้กำลังอยู่ในระหว่างการพัฒนาตาม IEC 60417-Pr14-205

รูปที่ 6 ไม่อนุญาตให้ปรับหรือแสง

5.3 คู่มือคำแนะนำ

5.3.1 ทั่วไป

เพิ่มเติมจากสารสนเทศในข้อ 5.2 หลอดแอลอีดีชั่วคราวต้องแนบคำแนะนำ ซึ่งอธิบายขั้นตอนที่จำเป็นทั้งหมด ในการเปลี่ยนหลอดฟลูออเรสเซนต์เป็นหลอดแอลอีดี ตัวอย่างเช่นการเปลี่ยนสตาร์ทเตอร์

คำแนะนำที่ต้องการทั้งหมดดังที่ได้ให้รายละเอียดในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม - ด้านความปลอดภัยนี้ ต้องแสดงไว้บนหลอด บนบรรจุภัณฑ์ หรือในคำแนะนำของผู้ทำที่จัดเตรียมมาพร้อมกับหลอด ความหมายของสัญลักษณ์ในข้อ 5.1 และข้อ 5.2 ต้องอธิบายให้ชัดเจน (โดยใช้คำบรรยาย) ในคู่มือคำแนะนำ

เนื้อหาของคำแนะนำให้รวมข้อมูลดังต่อไปนี้

5.3.2 การเปิดเผยข้อมูลของผลิตภัณฑ์

ให้จัดเตรียมข้อมูลตามที่ร้องขอในข้อ 1) ถึงข้อ 5) ดังนี้

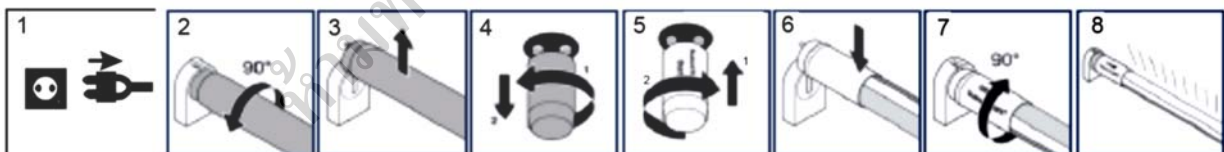
- 1) ต้องจัดเตรียมรายการชิ้นส่วนทั้งหมด
- 2) ต้องแจ้งชนิดของหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่หลอดแอลอีดีจะสามารถนำไปทดแทน
- 3) จัดเตรียมคำเตือนที่ว่า ไม่ต้องเปลี่ยนแปลงแก้ไขดวงโคมไฟฟ้าซึ่งจะใช้กับหลอดแอลอีดี
- 4) ต้องแจ้งพิกัดอุณหภูมิโดยรอบที่หลอดถูกกำหนดพิกัด เมื่ออุณหภูมิโดยรอบต่ำสุดของพิกัดสูงกว่า -20°C หรืออุณหภูมิโดยรอบสูงสุดของพิกัดต่ำกว่า $+60^{\circ}\text{C}$ ในคู่มือคำแนะนำของหลอดต้องมีสารสนเทศดังต่อไปนี้
“หลอดนี้อาจไม่เหมาะสมสำหรับใช้ในงานทุกประเภทที่ใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ พิกัดอุณหภูมิของหลอดนี้ถูกจำกัด หากมีข้อสงสัยเกี่ยวกับความเหมาะสมในการใช้งาน ให้ปรึกษาผู้ทำหลอดนี้”

หมายเหตุ มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้อิงสมมติฐานที่ว่า พิกัดอุณหภูมิโดยรอบที่คาดหวังโดยปกติของหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่อาจเปลี่ยนแทนด้วยผลิตภัณฑ์ทดแทนคือ -20°C ถึง $+60^{\circ}\text{C}$

- 5) ระบุ: “หลอดนี้ออกแบบสำหรับการให้แสงสว่างทั่วไป (ไม่รวมการให้แสงสว่างในบรรยากาศที่เสี่ยงต่อการระเบิดได้ เป็นต้น)”

5.3.3 คำแนะนำเชิงภาพ (Graphical instruction)

ข้อนี้สามารถใช้แทนข้อ 5.3.4 ขั้นตอนการประยุกต์ใช้ผลิตภัณฑ์เข้ากับดวงโคมไฟฟ้าเดิมที่มีอยู่ต้องเป็นดังแสดงในรูปที่ 7 ถ้าไม่จำเป็นต้องเปลี่ยนสตาร์ทเตอร์ สามารถข้ามขั้นตอนที่ 4 และขั้นตอนที่ 5 ในรูปที่ 7 และในข้อ 5.3.4



รูปที่ 7 ขั้นตอนโดยสังเขปของการถอดหลอดฟลูออเรสเซนต์และใส่หลอดแอลอีดีขั้วคู่ที่ออกแบบเพื่อเปลี่ยนทดแทนหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดตรง

5.3.4 การติดตั้ง

ข้อนี้สามารถใช้แทนข้อ 5.3.3 ในการอธิบายขั้นตอนที่จำเป็นซึ่งสอดคล้องกับคำแนะนำเชิงภาพในรูปที่ 7

ตัวอย่างคำแนะนำสำหรับแบบเปลี่ยนทดแทน

- (1) ตัดการจ่ายไฟฟ้า
- (2) และ (3) ถอดหลอดเดิมออก

- (4) ถอดสตาร์ทเตอร์
- (5) ใส่สตาร์ทเตอร์ทดแทนสำหรับแอลอีดีลงในขั้วรับสตาร์ทเตอร์
- (6) ใส่หลอดแอลอีดีลงในขั้วรับหลอด
- (7) หมุนหลอดไป 90° เพื่อให้อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้อง
- (8) ต่อการจ่ายไฟฟ้าและตรวจสอบการจุดติดของหลอด

5.4 การเป็นไปตามข้อกำหนด

การเป็นไปตามข้อกำหนดในข้อ 5.1 ถึงข้อ 5.3 ให้ตรวจสอบดังต่อไปนี้

การมีอยู่และความชัดเจนของเครื่องหมายให้ทำโดยการตรวจพินิจ

ความคงทนของเครื่องหมาย ระบายเท่าที่อยู่บนหลอด ให้ทดสอบโดยดูเบา ๆ ด้วยผ้าชุมน้ำเป็นเวลา 15 s หลังจากปล่อยให้แห้งแล้ว ให้ทดสอบซ้ำโดยใช้ผ้าชุมเฮกเซนเป็นเวลา 15 s เครื่องหมายยังต้องชัดเจนหลังการทดสอบ

การมีอยู่ของสารสนเทศตามที่ต้องการในข้อ 5.2 และข้อ 5.3 ให้ทำโดยการตรวจพินิจ

6. การสับเปลี่ยนทดแทนกันได้

6.1 การสับเปลี่ยนทดแทนกันได้ของขั้วหลอด

การสับเปลี่ยนทดแทนกันได้ต้องทำให้มั่นใจโดยการใส่ขั้วหลอดที่เป็นไปตาม IEC 60061-1 และเงาตาม IEC 60061-3 ตารางที่ 1

การเป็นไปตามข้อกำหนดให้ทำโดยใช้เงาที่เกี่ยวข้อง

ตารางที่ 1 เงาการสับเปลี่ยนทดแทนกันได้ และมิติของขั้วหลอด

ขั้วหลอด	หมายเลขแผ่นข้อมูลขั้วหลอด จาก IEC 60061-1	มิติของขั้วหลอดสำหรับ การตรวจสอบโดยใช้เงา	หมายเลขแผ่นข้อมูลเงา จาก IEC 60061-3
G5	7004-52	ตรวจสอบทุกมิติ	7006-46 และ 7006-46A
G13	7004-51	ตรวจสอบทุกมิติ	7006-44 และ 7006-45

ถ้าหลอดแอลอีดีขั้วคู่จำเป็นต้องทำงานร่วมกับสตาร์ทเตอร์ทดแทนสำหรับแอลอีดีซึ่งเปลี่ยนแทนโกล์สตาร์ทเตอร์ สตาร์ทเตอร์ทดแทนสำหรับแอลอีดีนี้ต้องให้มาพร้อมกับหลอด อุปกรณ์นี้ต้องมีมิติ การทดสอบทางไฟฟ้า ทางกล และทางความร้อน เป็นไปตามข้อกำหนดใน IEC 60155 ส่วนที่ 1

6.2 มวล

มวลรวมทั้งหมดของหลอดต้องไม่เกิน 200 g สำหรับหลอดมีขั้วหลอดแบบ G5 และไม่เกิน 500 g สำหรับหลอดมีขั้วหลอดแบบ G13

การเป็นไปตามข้อกำหนดให้ทำโดยการชั่งน้ำหนักหลอด

6.3 มิติ

6.3.1 คุณลักษณะที่ต้องการ

ความยาวของหลอดต้องไม่เปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญในพิสัยอุณหภูมิโดยรอบที่กำหนดของหลอด

การเป็นไปตามข้อกำหนดให้ทำโดยการทดสอบในข้อ 6.3.2 ถึงข้อ 6.3.6

หมายเหตุ โดยจุดประสงค์ของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ พิสัยอุณหภูมิต่ำสุดและสูงสุดสำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ สมมติว่าเป็น -20 °C ถึง +60 °C ความยาวของหลอดที่วิกฤตสำหรับความเค้นที่เกิดขึ้นที่ขั้วรับหลอดที่มีอุณหภูมิสูงขึ้น และที่วิกฤตสำหรับการต่อสัมผัสที่อุณหภูมิต่ำลงให้นำมาพิจารณา

6.3.2 มิติที่อุณหภูมิ 25 °C (ขณะไม่ทำงาน)

หลอดแอลอีดีขั้วคู่สำหรับใช้ในดวงโคมฟลูออเรสเซนต์ ต้องมีมิติและความคลาดเคลื่อนเป็นไปตามข้อกำหนดของหลอดไฟที่สมนัยกันที่ระบุใน IEC 60081 ที่ 25 °C ต้องวัดมิติหลอดที่กำหนดในแผ่นข้อมูลใน IEC 60081 มิติที่วัดได้ให้ระบุเป็น $A_{25^{\circ}\text{C}}$, $B_{25^{\circ}\text{C}}$, $C_{25^{\circ}\text{C}}$ และ $D_{25^{\circ}\text{C}}$

การเป็นไปตามข้อกำหนดให้ทำโดยการตรวจพินิจ

หมายเหตุ การระบุ A, B, C และ D อ้างถึง IEC 60081 แผ่นข้อมูลที่ 60081-IEC-01

6.3.3 การแปรผันของมิติ A จากการให้ความร้อนตัวเอง (self-heating) ที่ 25 °C

วางหลอดในสภาพแวดล้อมที่ปราศจากลมโกรกและทำงานที่แรงดันไฟฟ้าแหล่งจ่ายที่กำหนด วัดมิติ A หลังจากหลอดทำงานจนเสถียรและระบุเป็น $A_{\text{operating}}$ ความแตกต่างของความยาวคำนวณได้จากค่าที่วัดในภาวะการทำงานนี้

$$\Delta A = A_{\text{operating}} - A_{25^{\circ}\text{C}}$$

เมื่อเข้าสู่สถานะอยู่ตัว อุณหภูมิพื้นผิวบนหลอดต้องไม่เกินค่าในข้อ 6.4.1

6.3.4 มิติ B ที่อุณหภูมิโดยรอบต่ำสุด

วางหลอดในตู้ปรับภูมิอากาศ ที่อุณหภูมิโดยรอบต่ำสุด เช่น -20 °C หรือที่อุณหภูมิโดยรอบที่ระบุต่ำสุด (t_{min}) หลังจากที่อยู่อุณหภูมิโดยรอบที่ต้องการเป็นเวลา 1 h (อยู่ระหว่างการพิจารณา) นำหลอดออกจากตู้ปรับภูมิอากาศและวัดความยาวของหลอดทันที ต้องระวังไม่ให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิหลอดอย่างมากในระหว่างการวัด บันทึกอุณหภูมิของหลอดในระหว่างการวัดความยาวของมิติ B ให้ใช้ค่าต่ำสุดของพิสัยอุณหภูมิที่กำหนดในการพิจารณาการเป็นไปตามข้อกำหนดและระบุเป็น B_{min}

6.3.5 มิติ A ที่อุณหภูมิโดยรอบสูงสุด

วางหลอดในตู้ปรับภูมิอากาศที่อุณหภูมิโดยรอบสูงสุด เช่น +60 °C หรือที่อุณหภูมิโดยรอบที่ระบุสูงสุด ($t_{\max}$) หลังจากที่อยู่ในอุณหภูมิโดยรอบที่ต้องการเป็นเวลา 1 h (อยู่ระหว่างการพิจารณา) นำหลอดออกจากตู้ปรับภูมิอากาศและวัดความยาวของหลอดทันที ต้องระวังไม่ให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิหลอดอย่างมากในระหว่างการวัด บันทึกอุณหภูมิของหลอดในระหว่างการวัดความยาวหลังจากนำออกจากตู้ปรับภูมิอากาศ ความยาว A ที่ค่าสูงสุดของพิสัยอุณหภูมิโดยรอบที่กำหนดให้ระบุเป็น $A_{\max}$

6.3.6 การเป็นไปตามข้อกำหนด

ให้ใช้สูตรดังต่อไปนี้

$$A1 = A_{\max} + \Delta A - A_{25^{\circ}\text{C}} (t_{\max} - 25^{\circ}\text{C}) * 11.7 * 10^{-6}$$

$$B1 = B_{\min} - A_{25^{\circ}\text{C}} (t_{\min} - 25^{\circ}\text{C}) * 11.7 * 10^{-6}$$

การเป็นไปตามข้อกำหนดให้ตรวจสอบดังต่อไปนี้

- มิติ A1 ต้องอยู่ภายในค่าจำกัดของมิติสมนัยตามแผ่นข้อมูลหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่เกี่ยวข้อง เนื่องจาก IEC 60081
- มิติ B1 ต้องอยู่ภายในค่าจำกัดของมิติสมนัยตามแผ่นข้อมูลหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่เกี่ยวข้อง เนื่องจาก IEC 60081

หมายเหตุ การแปรผันความยาวที่ยอมรับได้ของหลอดแอลอีดีมีพื้นฐานจากการขยายตัวทางความร้อนของโครงสร้างดวงโคมไฟฟ้าทั่วไปโดยสมมติจากโครงสร้างถาดหลักสำหรับการจับยึดขั้วรับหลอดและมีสัมประสิทธิ์การขยายตัวทางความร้อน $11.7 * 10^{-6} / ^{\circ}\text{C}$

6.4 อุณหภูมิ

6.4.1 คุณลักษณะที่ต้องการด้านอุณหภูมิ

ยกเว้นที่ขั้วหลอด อุณหภูมิของหลอดแอลอีดีต้องไม่สูงกว่า 75 °C เมื่อวัด ณ ตำแหน่งใด ๆ บนหลอด คุณลักษณะที่ต้องการนี้ประยุกต์ใช้กับพื้นผิวหลอดที่สามารถสัมผัสได้ด้วยนิ้วทดสอบ

6.4.2 คุณลักษณะที่ต้องการด้านกำลังไฟฟ้า

กำลังไฟฟ้าที่ใช้ของหลอดแอลอีดีต้องไม่เกินกว่าของหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่ถูกทดแทนตามที่ได้ระบุไว้ใน IEC 60081

6.4.3 การเป็นไปตามข้อกำหนด

วัดหลอดในตำแหน่งแนวนอนที่อุณหภูมิโดยรอบ 25 °C ในอากาศอิสระ (free air) สำหรับรายละเอียดการจัดเตรียมการทดสอบ ให้ดูใน IEC 61195 Annex B หลอดที่ทดสอบต้องประกอบด้วยชุดสำเร็จและทำงานที่แรงดันไฟฟ้าแหล่งจ่ายที่กำหนด เมื่อเข้าสู่ภาวะเสถียรให้วัดอุณหภูมิพื้นผิวสูงสุดของหลอดและกำลังไฟฟ้าที่ใช้ ซึ่งต้องไม่เกินค่าในข้อ 6.4.1 และข้อ 6.4.2

6.5 ความปลอดภัยของหลอดในกรณีที่ใช้หลอดร่วมกับสตาร์ทเตอร์ชนิดประเภท

ต้องทดสอบการใช้งานร่วมกันดังต่อไปนี้

- สตาร์ทเตอร์ฟลูออเรสเซนต์ร่วมกับหลอดแอลอีดี
- สตาร์ทเตอร์ทดแทนสำหรับแอลอีดีร่วมกับหลอดฟลูออเรสเซนต์
- หลอดฟลูออเรสเซนต์ 1 หลอด ที่ถูกเปลี่ยนทดแทนโดยหลอดแอลอีดีในกรณีที่ต่อหลอดฟลูออเรสเซนต์ 2 หลอด แบบอนุกรมเข้ากับอุปกรณ์ควบคุมตัวเดียวกัน (เช่น $2 \times 18 \text{ W}$) และประกอบกับสตาร์ทเตอร์และสตาร์ทเตอร์ทดแทนสำหรับแอลอีดี ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดสำหรับการใช้ร่วมกันทั้งหมดที่เป็นไปได้ สำหรับสตาร์ทเตอร์ทดแทนสำหรับแอลอีดีที่เปลี่ยนแทนสตาร์ทเตอร์แบบวงจรลัด (เช่น ฟิวส์) หรือแบบวงจรเปิด การทดสอบการใช้งานร่วมกันระหว่าง “สตาร์ทเตอร์ทดแทนสำหรับแอลอีดีกับหลอดฟลูออเรสเซนต์” ไม่มีความจำเป็น

ถ้าหลอดระบุพิสัยแรงดันไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้าที่กำหนดในกรณีนี้คือค่าสูงสุดของพิสัยแรงดันไฟฟ้า ยกเว้นผู้ทำได้แจ้งแรงดันไฟฟ้าอื่นเป็นค่าวิกฤตไว้

การเป็นไปตามข้อกำหนด:

เช่นเดียวกับข้อ 13.5 อธิบายซ้ำ ดังนี้

ระหว่างการทดสอบข้อ 13.2 ถึงข้อ 13.4 หลอดต้องไม่ติดไฟ หรือปล่อยก๊าซติดไฟได้ หรือควัน และส่วนที่มีไฟฟ้าต้องไม่กลายเป็นส่วนที่แตะต้องถึง

การตรวจสอบว่า ก๊าซที่ออกจากส่วนประกอบเหล่านั้นติดไฟได้หรือไม่ ให้ทำโดยใช้เครื่องกำเนิดประกายไฟความถี่สูง (high frequency spark generator)

การตรวจสอบว่าส่วนที่แตะต้องถึงกลายเป็นส่วนที่มีไฟฟ้า ให้ทำตามข้อ 8.2

ภายหลังการทดสอบตามข้อ 13.2 ถึงข้อ 13.4 หลอดต้องมีคุณลักษณะที่ต้องการด้านความต้านทานฉนวนตามข้อ 8.3

7. ความปลอดภัยของขาหลอดระหว่างการสอดใส่

ขั้วหลอดแบบ G5 และแบบ G13 ไม่สามารถประกันได้ว่าจะสอดใส่ปลายทั้ง 2 ด้านของหลอดเข้าไปพร้อม ๆ กัน ด้วยเหตุผลนี้ต้องไม่มีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าระหว่างปลายทั้ง 2 ด้านของหลอดในระหว่างการสอดใส่

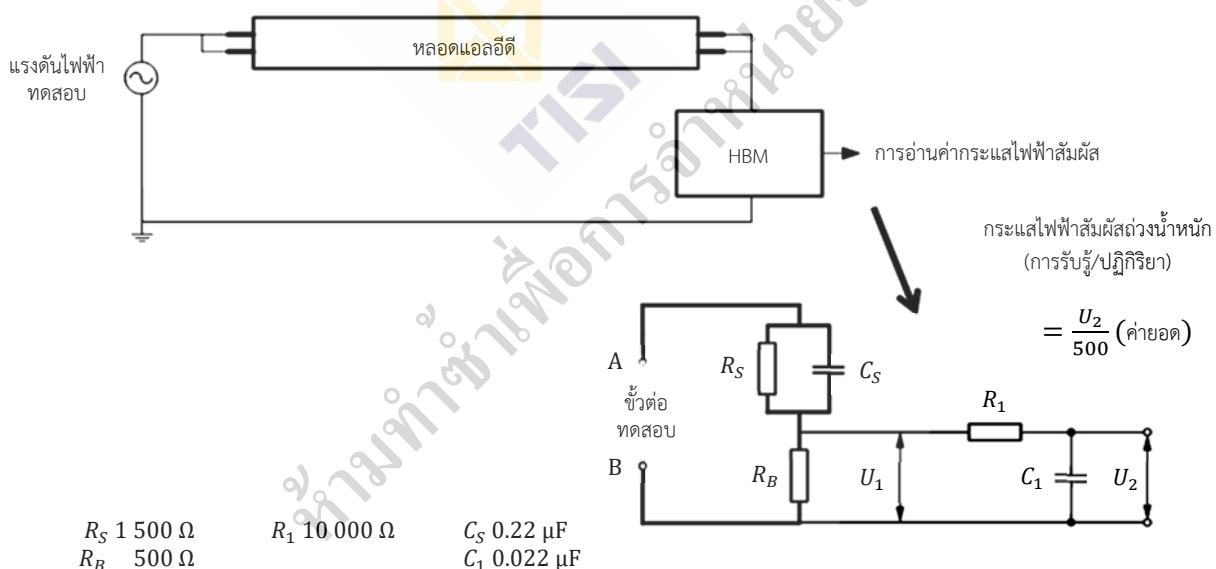
เมื่อสอดใส่ขาหลอด (lamp pins) เข้าไปในขั้วรับหลอดด้านหนึ่ง แรงดันไฟฟ้าที่เกิดขึ้นที่ขาหลอดที่ไม่ได้สอดใส่ต้องไม่สามารถทำให้เกิดช็อกไฟฟ้า ฉนวนมูลฐานระหว่างการสอดใส่หลอดถือว่าเพียงพอเมื่อเป็นไปตาม IEC 60598-1 ข้อ 8.

มาตรการป้องกันการแตะต้องถึง (accessible protection measure) ซึ่งอาจถูกระงับโดยบังเอิญและโดยวิธีนี้เป็น การระงับการป้องกันต่อช็อกไฟฟ้า ไม่นุญาตให้ใช้

หมายเหตุ มาตรการป้องกันการแตะต้องถึงสามารถเป็นปุ่มเพื่อปลดสวิตช์เล็กใช้เมื่อหลอดถูกติดตั้งเป็นที่เรียบร้อย

การเป็นไปตามข้อกำหนดให้ทำโดยการทดสอบดังต่อไปนี้:

- 1) การทดสอบความคงทนทางไฟฟ้า: โดยพื้นฐานจากความเป็นไปได้ที่จะมีแรงดันไฟฟ้า 250 V บนขั้วรับหลอดในระหว่างการสอดใส่ การทดสอบความคงทนทางไฟฟ้าให้ทำด้วยแรงดันไฟฟ้า 1 500 V ($2 U + 1\,000\text{ V}$) ระหว่างปลายทั้ง 2 ด้านของหลอด โดยเริ่มป้อนแรงดันไฟฟ้าไม่เกินครึ่งหนึ่งระหว่างขาหรือขั้วสัมผัสของขั้วหลอดขั้วหนึ่งกับขาหรือขั้วสัมผัสของขั้วหลอดอีกขั้วหนึ่ง แล้วค่อย ๆ เพิ่มขึ้นจนถึงค่าเต็ม ต้องไม่เกิดการวาบไฟตามผิว (flashover) หรือการเสียดสภาพฉนวน (breakdown)
- 2) ความต้านทานฉนวน: วัดด้วยแรงดันไฟฟ้าประมาณ 500 V d.c. ความต้านทานฉนวนต่ำสุดต้องเป็น $2\text{ M}\Omega$
- 3) ระยะห่างตามผิวฉนวนและระยะห่างในอากาศ: ที่เกี่ยวข้องกับระยะห่างในอากาศ ให้ประยุกต์ใช้ IEC 61347-1 ตารางที่ 9 ซึ่งอิงแรงดันไฟฟ้าทำงาน 250 V รวมแรงดันไฟฟ้าชั่วคราวของแหล่งจ่ายไฟฟ้าประธาน
ระยะห่างตามผิวฉนวนต้องไม่น้อยกว่าระยะห่างในอากาศขั้นต่ำที่ต้องการ
- 4) กระแสไฟฟ้าสัมผัส: ป้อนแรงดันไฟฟ้าทดสอบ 500 V r.m.s. (50 Hz หรือ 60 Hz) กระแสไฟฟ้าสัมผัสค่ายอดต้องไม่เกิน 0.7 mA เมื่อวัดตามรูปที่ 8



คือ

HBM = แบบจำลองร่างกายมนุษย์ (Human Body Model) สำหรับคำอธิบาย ดูใน IEC 60598-1 Annex G

รูปที่ 8 รูปแบบการทดสอบสำหรับการวัดกระแสไฟฟ้าสัมผัส

8. การป้องกันการสัมผัสโดยบังเอิญกับส่วนที่มีไฟฟ้า

8.1 ทัวไป

ความต้านทานฉนวนและความคงทนทางไฟฟ้าต้องเพียงพอระหว่างส่วนที่มีไฟฟ้าของหลอดกับส่วนที่แตะต้องถึงของหลอด ส่วนที่เกี่ยวข้องกับขั้วหลอดให้ประยุกต์ใช้คุณลักษณะที่ต้องการ ของ IEC 61195 ข้อ 2.4 และข้อ 2.5 สำหรับส่วนอื่น ๆ ของหลอดให้ใช้คุณลักษณะที่ต้องการดังต่อไปนี้

8.2 การทดสอบส่วนที่นำไฟฟ้าอันอาจเป็นสาเหตุของช็อกไฟฟ้าระหว่างการทำงาน

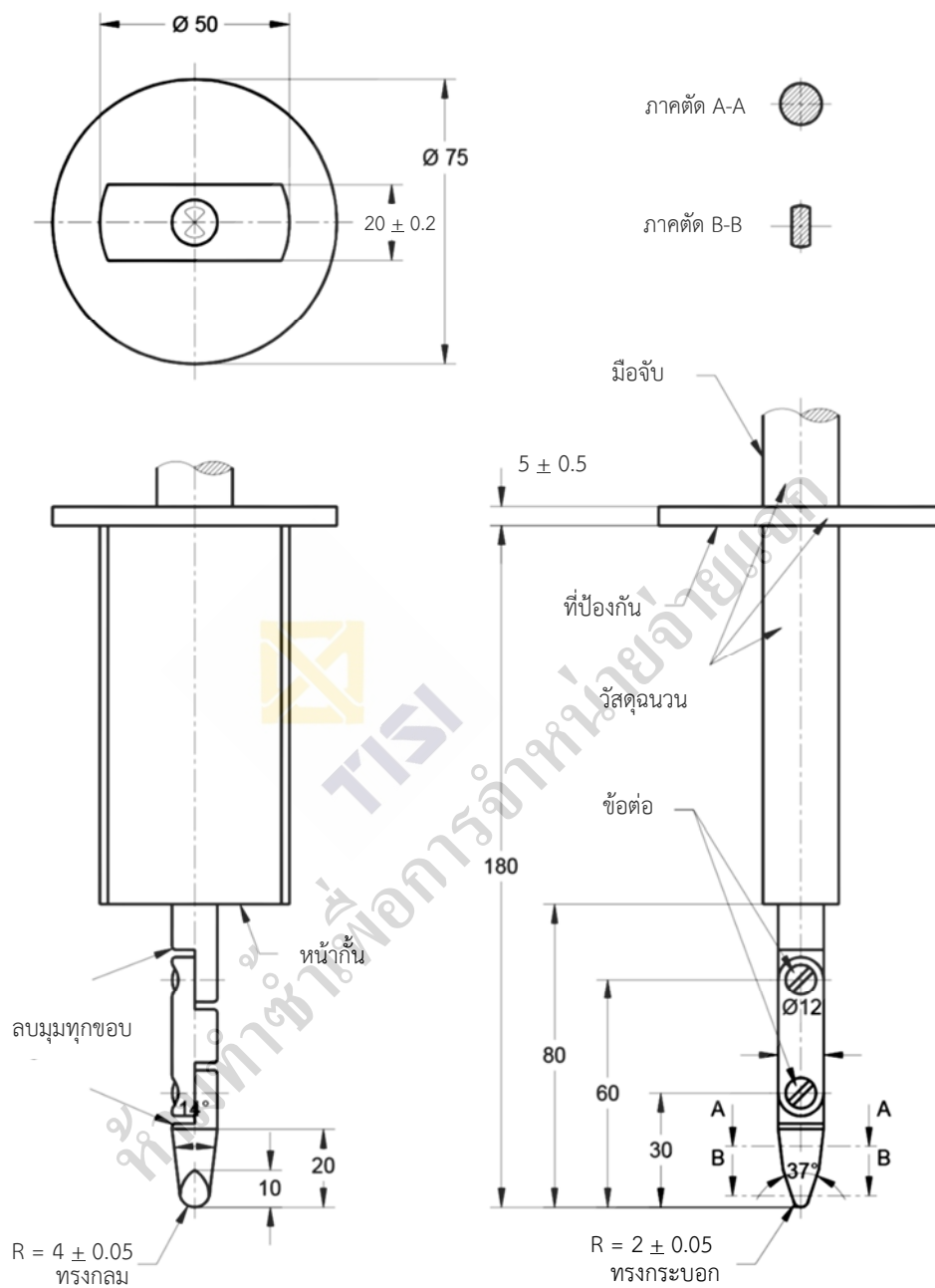
ต้องสร้างหลอดที่ไม่มีเปลือกนอกเพิ่มเติมใด ๆ ในรูปแบบของดวงโคมไฟฟ้า ส่วนต่าง ๆ ต่อไปนี้ต้องไม่สามารถแตะต้องถึงเมื่อหลอดติดตั้งอยู่กับขั้วรับหลอดที่เป็นไปตามแผ่นข้อมูล IEC ที่เกี่ยวเนื่อง

- ส่วนโลหะภายใน
- ส่วนโลหะภายนอกที่หุ้มฉนวนมูลฐาน นอกเหนือจากขั้วหลอด
- ส่วนโลหะที่มีไฟฟ้าของขั้วหลอด
- ส่วนโลหะที่มีไฟฟ้าของตัวหลอดเอง

ให้ตรวจสอบการแตะต้องถึงโดยใช้วิธีทดสอบตามที่ระบุในรูปที่ 9 โดยใช้แรง 10 N



ห้ามทำซ้ำเพื่อการจำหน่ายแจก



วัสดุ: โลหะ (ยกเว้นมีการกำหนดเป็นอย่างอื่น)

เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของมิติต่าง ๆ ที่ไม่ได้กำหนดไว้

มุม:

+0°
-10°

มิติเชิงเส้น:

● ถึง 25 mm: +0 mm
-0.05 mm

● เกิน 25 mm: ± 0.2 mm

ข้อต่อทั้งสองของนิ้วทดสอบต้องเคลื่อนในระนาบเดียวกันและอยู่ในทิศทางเดียวกันตลอดเป็นมุม 90° โดยมีเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน 0° ถึง $+10^\circ$

รูปที่ 9 นิ้วทดสอบมาตรฐาน (ตาม IEC 60529)

ส่วนโลหะภายนอก นอกเหนือจากส่วนโลหะที่นำกระแสไฟฟ้าของขั้วหลอด ต้องไม่เป็นส่วนที่มีไฟฟ้า สำหรับการทดสอบ วัสดุตัวนำที่เคลื่อนไหวใด ๆ ต้องวางในตำแหน่งที่เลวร้ายที่สุดโดยไม่ใช้เครื่องมือ

การเป็นไปตามข้อกำหนด: ตรวจสอบส่วนที่แตะต้องถึงว่ากลายเป็นส่วนที่มีไฟฟ้าหรือไม่ การทดสอบทำตาม IEC 61347-1 Annex A หลอดที่ทำงานในวงจรอ้างอิงตามที่ได้อธิบายใน IEC 60081 ข้อ B.1.2, ข้อ B.1.3 และข้อ B.1.4

8.3 ความต้านทานฉนวน

ต้องปรับสภาพหลอดเป็นเวลา 48 h ในตู้อบที่อากาศมีความชื้นสัมพัทธ์ระหว่าง 91 % กับ 95 % อุณหภูมิของอากาศให้คงไว้ภายในช่วง 1 °C ของค่าใดค่าหนึ่งที่สะดวกระหว่าง 20 °C กับ 30 °C

วัดค่าความต้านทานฉนวนในตู้อบความชื้น หลังจากจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงประมาณ 500 V เป็นเวลา 1 min

ค่าความต้านทานฉนวนระหว่างส่วนที่มีไฟฟ้าของขั้วหลอดกับส่วนที่แตะต้องถึงของหลอด (ส่วนที่แตะต้องถึงที่เป็นวัสดุฉนวน ให้หุ้มด้วยแผ่นโลหะบางก่อน) ต้องไม่น้อยกว่า 4 MΩ

8.4 ความคงทนทางไฟฟ้า

ทันทีหลังจากการทดสอบความต้านทานฉนวน ขึ้นส่วนเดียวกันนี้ตามที่ระบุข้างต้นต้องทนการทดสอบแรงดันไฟฟ้าเป็นเวลา 1 min ด้วยแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับหรือแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงที่เท่ากับแรงดันไฟฟ้าค่ายอดของแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับที่กำหนดดังต่อไปนี้

ใช้แรงดันไฟฟ้ากระแสสลับหรือแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงตามที่ผู้ทำแนะนำ

หมายเหตุ การทดสอบความคงทนทางไฟฟ้าด้วยแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงเทียบเท่าอยู่ระหว่างการพิจารณา

ระหว่างการทดสอบ ให้ลัดวงจรขั้วสัมผัสแหล่งจ่ายของขั้วหลอด หุ้มส่วนที่แตะต้องถึงที่เป็นวัสดุฉนวนของหลอดด้วยแผ่นโลหะบาง เริ่มต้นป้อนแรงดันไฟฟ้าไม่เกินครึ่งหนึ่งของแรงดันไฟฟ้าตามที่กำหนดใน IEC 60598-1 ตารางที่ 10.2 และอ้างอิง d) สำหรับฉนวนสองชั้นหรือฉนวนเสริม ระหว่างขั้วสัมผัสกับแผ่นโลหะบางหรือส่วนนำไฟฟ้าที่แตะต้องถึง แล้วค่อย ๆ เพิ่มจนถึงค่าเต็ม ต้องระวังให้แผ่นโลหะบางวางในลักษณะที่ไม่เกิดการวาวไฟตามผิวที่ขอบของฉนวน

ต้องไม่ทำให้เกิดการวาวไฟตามผิวหรือการเสียหายฉับพลันในระหว่างการทดสอบ การวัดต้องทำในตู้อบความชื้น

9. คุณสมบัติที่ต้องการทางกลสำหรับขั้วหลอด

9.1 โครงสร้างและการประกอบ

ขั้วหลอดต้องสร้างและประกอบเข้ากับท่อหลอด และยังคงติดตั้งอยู่ในระหว่างและหลังจากการใช้งาน

การเป็นไปตามข้อกำหนดให้ทำโดยการทดสอบดังต่อไปนี้

9.2 การทดสอบทอร์กแก่หลอดที่ไม่ได้ใช้งาน

สำหรับหลอดที่ไม่ได้ใช้งาน การเป็นไปตามข้อกำหนดให้ทำโดยการทดสอบทอร์กที่ขาหลอด ดังนี้

ขั้วหลอดต้องติดแน่นกับท่อหลอด และต้องไม่มีการเคลื่อนหมุนระหว่างชิ้นส่วนต่าง ๆ ของขั้วหลอดเกินกว่าระยะกระจัดเชิงมุม 6° เมื่อใส่ระดับทอร์กตามที่ระบุในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าทอร์กสำหรับหลอดที่ไม่ได้ใช้งาน

แบบของขั้วหลอด	ค่าทอร์ก Nm
G5	0.5
G13	1.0

การป้อนทอร์กต้องไม่ทำให้ทอร์กเพิ่มขึ้นทันทีทันใดแต่ต้องค่อย ๆ เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจากศูนย์ถึงค่าที่ระบุในตารางที่ 2

ขั้วหลอดทดสอบสำหรับการทดสอบทอร์ก แสดงใน IEC 61195 Annex A

ในกรณีหลอดที่ขั้วหลอดสามารถปรับได้ ก่อนการทดสอบทอร์ก ขั้วหลอดต้องหมุนให้อยู่ในตำแหน่งที่หมุนไปจนสุดทั้ง 2 ด้าน และทำการทดสอบที่ตำแหน่งปลายสุดทั้ง 2 ด้าน

9.3 การทดสอบทอร์กหลังจากกรรมวิธีทางความร้อน

หลอดแอลอีดีที่ใช้การบีบอัด หมุดเกลียว หรือการเชื่อมต่อทางกลที่คล้ายกันในการยึดขั้วหลอดเข้ากับท่อหลอด ได้รับการยกเว้นตามข้อนี้

หลังจากผ่านกรรมวิธีทางความร้อนเป็นเวลา $2\,000\text{ h} \pm 50\text{ h}$ ที่อุณหภูมิ $80^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ขั้วหลอดต้องติดแน่นกับท่อหลอด และต้องไม่มีการเคลื่อนหมุนระหว่างชิ้นส่วนต่าง ๆ ของขั้วหลอดเกินกว่าระยะกระจัดเชิงมุม 6° เมื่อใส่ระดับทอร์กตามที่ระบุในตารางที่ 3 ในกรณีที่ใช้การยึดขั้วหลอดเข้ากับท่อหลอดด้วยวิธีอื่นจากที่ใช้กับหลอดฟลูออเรสเซนต์ สามารถลดช่วงระยะเวลาให้ความร้อนให้สั้นลงเหลือเพียง 100 h ผลที่ได้ของวัสดุกาวยึด (adhesive material) ที่ใช้ยึดขั้วหลอดเข้ากับท่อหลอดจะต้องแน่นหนาเช่นเดียวกับวัสดุกาวยึดที่ใช้สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์

หมายเหตุ ช่วงเวลาให้ความร้อน คุณสมบัติของการจับยึดขั้วหลอดด้วยวิธีอื่น เช่น การใช้กาวยึด และวิธีดำเนินการประยุกต์ใช้งานอยู่ระหว่างการพิจารณา

ในกรณีของหลอดที่ขั้วหลอดสามารถปรับได้ ก่อนการทดสอบทอร์ก ขั้วหลอดต้องหมุนให้อยู่ในตำแหน่งที่หมุนไปจนสุดทั้ง 2 ด้าน และทำการทดสอบที่ตำแหน่งปลายสุดทั้ง 2 ด้าน

ตารางที่ 3 ค่าทอร์กหลังจากกรรมวิธีทางความร้อน

แบบของขั้วหลอด	ค่าทอร์ก ⁿ Nm
G5	0.3
G13	0.6
ⁿ อยู่ระหว่างการพิจารณา	

9.4 การทำซ้ำของข้อ 8.2

หลังจากการทดสอบความแข็งแรงทางกล ตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของการแตะต้องถึง (ดูข้อ 8.2)

10. อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นของขั้วหลอด

ให้ตรวจสอบอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นของขั้วหลอดโดยการเตรียมการทดสอบตามที่ระบุใน IEC 61195 Annex B

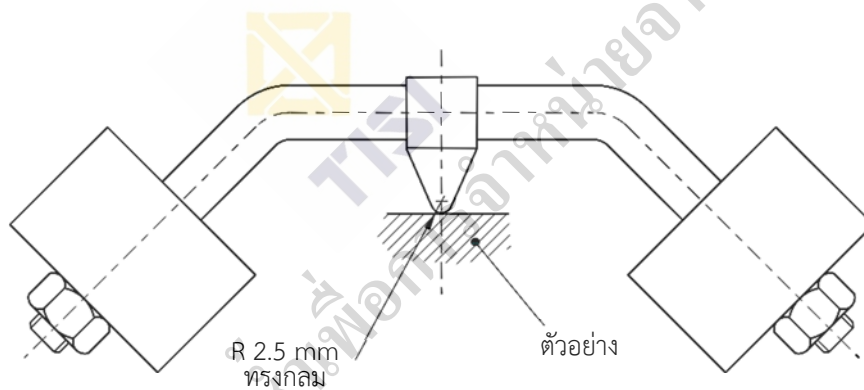
การเป็นไปตามข้อกำหนด:

อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นของขั้วหลอดเหนืออุณหภูมิโดยรอบต้องไม่เกิน 95 K

11. ความทนความร้อน

หลอดต้องทนความร้อนได้อย่างเพียงพอ ส่วนภายนอกที่เป็นวัสดุฉนวนเพื่อป้องกันช็อกไฟฟ้า และส่วนที่เป็นวัสดุฉนวนที่ใช้ยึดส่วนที่มีไฟฟ้าให้อยู่ในตำแหน่ง ต้องทนความร้อนได้อย่างเพียงพอ

การเป็นไปตามข้อกำหนดให้ทำโดยใช้เครื่องมือทดสอบการกดด้วยลูกเหล็กกลม ดังแสดงในรูปที่ 10



รูปที่ 10 เครื่องมือทดสอบการกดด้วยลูกเหล็กกลม

การทดสอบ ทำในตู้อบความร้อนที่อุณหภูมิ $(25 \pm 5) ^\circ\text{C}$ ที่สูงกว่าอุณหภูมิทำงานของส่วนที่เกี่ยวข้องตามข้อ 10. โดยมีค่าต่ำสุด $125 ^\circ\text{C}$ สำหรับส่วนที่ใช้ยึดส่วนที่มีไฟฟ้าให้อยู่ในตำแหน่ง และมีค่าต่ำสุด $75 ^\circ\text{C}$ สำหรับส่วนอื่น ๆ วางพื้นผิวของส่วนที่ทดสอบในแนวระนาบและกดทับด้วยลูกเหล็กกลมที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 5 mm ด้วยแรง 20 N

วางเครื่องทดสอบการกดด้วยลูกเหล็กกลมและอุปกรณ์รองรับตัวอย่างทดสอบภายในตู้อบความร้อนเป็นเวลานานพอที่จะมั่นใจได้ว่า อุปกรณ์ทั้งหมดมีอุณหภูมิทดสอบเสถียรก่อนเริ่มการทดสอบ

ก่อนกดลูกเหล็กกลม ให้วางส่วนที่ทดสอบในตู้อบความร้อนเป็นเวลา 10 min

พื้นผิวที่ลูกเหล็กกลมกดไม่ควรแอ่นตัว ถ้าจำเป็น ส่วนที่ถูกกดนั้นต้องมีฐานรองรับ ถ้าการทดสอบทำไม่ได้กับตัวอย่างที่สมบูรณ์ อาจตัดบางส่วนตามขนาดที่เหมาะสมมาเป็นตัวอย่างทดสอบได้

ตัวอย่างทดสอบต้องหนาน้อย 2.5 mm ถ้าความหนาไม่ถึง 2.5 mm ให้ใช้ชิ้นทดสอบ 2 ชิ้น หรือมากกว่าซ้อนกัน

ภายหลัง 1 h นำลูกเหล็กกลมออกจากตัวอย่างทดสอบ แล้วจุ่มลงในน้ำเย็นเป็นเวลา 10 s เพื่อให้เย็นลงจนมีอุณหภูมิห้องโดยประมาณ เส้นผ่านศูนย์กลางของรอยกดต้องมีขนาดไม่เกิน 2 mm

ถ้าพื้นผิวเป็นรูปโค้งซึ่งเกิดรอยกดเป็นรูปวงรี ให้วัดขนาดรอยกดตามแนวแกนที่สั้นกว่า

ในกรณีที่สงสัย ให้วัดความลึกของรอยกดและคำนวณเส้นผ่านศูนย์กลางโดยใช้สูตร

$$\Phi = 2\sqrt{p(5 - p)}$$

โดยที่ p คือความลึกของรอยกด

ไม่ต้องทดสอบกับส่วนที่เป็นวัสดุเซรามิก

12. ความทนเปลวไฟและการติดไฟ

ให้ทดสอบส่วนที่เป็นวัสดุฉนวนสำหรับยึดส่วนที่มีไฟฟ้าให้อยู่ในตำแหน่งและส่วนภายนอกที่เป็นวัสดุฉนวนสำหรับป้องกันช็อกไฟฟ้าโดยใช้วิธีทดสอบแบบเส้นลวดรุ่งแสง ตาม IEC 60695-2-10 และ มอก. 2381 เล่ม 2(11) โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- ให้ใช้หลอดที่สมบูรณ์เป็นตัวอย่างทดสอบ อาจจำเป็นต้องนำบางส่วนของหลอดออกไปเพื่อใช้ทดสอบ แต่ควรมั่นใจว่า ภาวะการทดสอบไม่แตกต่างกับภาวะที่เกิดขึ้นจากการใช้งานปกติ
- ให้ติดตั้งตัวอย่างทดสอบบนแท่นเลื่อน กดไปยังปลายลวดรุ่งแสงด้วยแรง 1 N ที่ระยะห่างจากขอบบน 15 mm หรือมากกว่าจากขอบบน เข้าไปในกึ่งกลางของพื้นผิวที่ทดสอบ การกดลึกผ่านของลวดรุ่งแสงเข้าไปในตัวอย่างทดสอบให้จำกัดด้วยวิธีทางกลไว้ที่ 7 mm

ถ้าตัวอย่างทดสอบเล็กเกินไปจนไม่สามารถทดสอบได้ตามที่กล่าวข้างต้น ให้ทำตัวอย่างใหม่โดยใช้วัสดุเดิมเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสยาวด้านละ 30 mm ให้มีความหนาเท่ากับส่วนที่หนาน้อยที่สุดของตัวอย่าง

- ให้อุณหภูมิที่ปลายของลวดรุ่งแสงเท่ากับ 650 °C หลังจากการกด 30 s ให้ดึงตัวอย่างออกจากปลายลวดรุ่งแสง ก่อนเริ่มทดสอบให้คงค่าอุณหภูมิของลวดรุ่งแสงและกระแสไฟฟ้าที่ทำให้เกิดความร้อนเป็นเวลา 1 min และต้องระวังไม่ให้การแผ่รังสีความร้อนมีผลกระทบต่อตัวอย่างในระหว่างช่วงเวลานี้ การวัดอุณหภูมิที่ปลายลวดรุ่งแสงให้วัดด้วยเทอร์โมคัปเปิลชนิดเส้นลวดละเอียดมีเปลือกหุ้ม (sheathed fine-wire thermocouple) ที่มีการสร้างและสอบเทียบตาม IEC 60695-2-10
- เปลวไฟหรือการคุ้แดงของไฟที่เกิดขึ้นบนตัวอย่างต้องดับเองภายในเวลา 30 s หลังจากดึงตัวอย่างออกจากลวดรุ่งแสง และส่วนที่ลุกไหม้หรือละลายเป็นหยดต้องไม่ทำให้เกิดการติดไฟที่กระดาษทิชชู (tissue paper) ซึ่งวางในแนวราบใต้ตัวอย่างเป็นระยะห่าง 200 mm ± 5 mm กระดาษทิชชูกำหนดไว้ในข้อ 4.187 ของ ISO 4046-4:2002

ไม่ต้องทดสอบกับส่วนที่เป็นวัสดุเซรามิก

13. ภาวะผิพร้อง

13.1 ทัวไป

หลอดที่สามารถปรับหรือแสงได้และปรับหรือแสงไม่ได้ ต้องมีความปลอดภัยที่ไม่ด้อยลงขณะใช้งานในภาวะผิพร้องที่อาจเกิดขึ้นได้จากการใช้งานตามเจตนา ทำให้เกิดภาวะผิพร้องแต่ละภาวะดังต่อไปนี้ตามลำดับที่ละภาวะ รวมทั้งภาวะผิพร้องเกี่ยวเนื่องอื่นซึ่งอาจเกิดขึ้นจากผลสืบเนื่องจากการทดสอบเหล่านั้น

13.2 การทดสอบในภาวะทางไฟฟ้าสุดขีด

ถ้าหลอดระบุพิกัดแรงดันไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้าที่ใช้ทดสอบต้องเป็นค่าสูงสุดของพิกัดแรงดันไฟฟ้าที่ระบุ เว้นแต่ผู้ทำแจ้งแรงดันไฟฟ้าค่าอื่นที่วิกฤตกว่า กดสวิตช์เปิดใช้หลอดที่อุณหภูมิโดยรอบ (กำหนดใน มอก. 2778) และภาวะตาม IEC 61347-1 ข้อ H.1) และปรับภาวะทางไฟฟ้าไปที่ภาวะไฟฟ้าวิกฤตที่สุดตามที่ระบุโดยผู้ทำ หรือเพิ่มกำลังไฟฟ้าขึ้นจนถึง 150 % ของกำลังไฟฟ้าที่กำหนด ให้ทดสอบอย่างต่อเนื่องจนกระทั่งหลอดมีความร้อนเสถียร การเข้าสู่ภาวะเสถียรถ้าอุณหภูมิชั่วหลอดไม่เปลี่ยนแปลงเกินกว่า 1 K ใน 1 h (ทดสอบตามรายละเอียดใน มอก. 4 เล่ม 2) หลอดต้องทนภาวะทางไฟฟ้าสุดขีดอย่างน้อย 15 min หลังจากถึงภาวะเสถียร

หลอดที่ทนภาวะทางไฟฟ้าสุดขัุด้าน 15 min หรือชำรุดอย่างปลอดภัย ถือว่าผ่านการทดสอบ

ถ้าหลอดมีอุปกรณ์ป้องกันอัตโนมัติหรือวงจรจำกัดกำลังไฟฟ้า ให้หลอดทำงานที่ขีดจำกัดนี้เป็นเวลา 15 min ถ้าอุปกรณ์หรือวงจรจำกัดกำลังไฟฟ้ามีประสิทธิภาพในช่วงเวลานี้ ถือว่าผ่านการทดสอบและเป็นไปตามข้อกำหนด (ดูข้อ 4. และข้อ 13.5)

13.3 วงจรลัดคร่อมตัวเก็บประจุ

ทำให้ส่วนประกอบรับภาวะผิดพ่วงในเวลาหนึ่งได้เพียง 1 ขึ้น

13.4 ภาวะผิดพ่วงคร่อมส่วนประกอบอิเล็กทรอนิกส์

เปิดหรือโยงข้าม (bridging) จุดเหล่านั้น ในวงจรที่มีแผนผังแสดงไว้ว่า ภาวะผิดพ่วงนั้นอาจทำให้ความปลอดภัยด้อยลง

ทำให้ส่วนประกอบรับภาวะผิดพ่วงในเวลาหนึ่งได้เพียง 1 ขึ้น

13.5 การเป็นไปตามข้อกำหนด

ระหว่างการทดสอบข้อ 13.2 ถึงข้อ 13.4 หลอดต้องไม่ติดไฟ หรือปล่อยก๊าซติดไฟได้หรือควัน และส่วนที่มีไฟฟ้าต้องไม่กลายเป็นส่วนที่แตะต้องถึง

การตรวจสอบว่าก๊าซที่ออกจากส่วนประกอบเหล่านั้นติดไฟได้หรือไม่ ให้ทำโดยใช้เครื่องกำเนิดประกายไฟความถี่สูง

การตรวจสอบว่าส่วนที่แตะต้องถึงกลายเป็นส่วนที่มีไฟฟ้า ให้ทดสอบตามข้อ 8.2

ภายหลังการทดสอบตามข้อ 13.2 ถึงข้อ 13.4 หลอดต้องมีคุณลักษณะที่ต้องการด้านความต้านทานฉนวนตามข้อ 8.3

เพื่อหลีกเลี่ยงการเกิดความร้อนสูงเกินที่บัลลาสต์ในดวงโคมไฟระหว่างภาวะผิดพ่วงใด ๆ ข้างต้น ต้องตรวจสอบอิมพีแดนซ์ของหลอดโดยการวัดแรงดันไฟฟ้าคร่อมหลอดและกระแสไฟฟ้าที่ผ่านหลอด อิมพีแดนซ์รวมของหลอดในภาวะเสถียรต้องไม่ต่ำกว่าค่าที่ระบุในตารางที่ 4 สำหรับพารามิเตอร์ของหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่สอดคล้องกัน

ตารางที่ 4 อิมพีแดนซ์ต่ำสุดของหลอดแอลอีดี

แบบของหัวหลอด	ความยาวหลอด mm	อิมพีแดนซ์ Ω
G13	450	25.0
G13	550	25.0
G13	600	50.0
G13	900	40.0
G13	970	50.0
G13	1 050	20.0
G13	1 150	20.0
G13	1 200	40.0
G13	1 500	25.0
G13	1 800	25.0
G13	2 400	25.0
G5	150	140.0
G5	225	140.0
G5	300	140.0
G5	525	100.0
G5	550	60.0
G5	850	60.0
G5	1 150	60.0
G5	1 450	60.0

ต้องป้องกันโหลดเกินเนื่องจากการเรียงกระแสของกระแสไฟฟ้าแหล่งจ่ายของบัลลาสต์ในดวงโคมไฟฟ้าระหว่างภาวะผิพร้องใด ๆ ข้างต้น ต้องวัดค่ายอดของรูปคลื่นกึ่งบวก (positive semi waveform) ของกระแสไฟฟ้าแหล่งจ่ายและเปรียบเทียบกับค่ายอดของรูปคลื่นกึ่งลบ (negative semi waveform) ผลต่างระหว่างค่าทั้งสองในภาวะเสถียรต้องน้อยกว่า 30 % ของค่าสูงสุด อย่างไรก็ตาม ถ้าในภาวะผิพร้องเดียวกระแสไฟฟ้าอาร์เอ็มเอส (r.m.s. current) คงตัวที่ไหลผ่านหลอดยังคงต่ำกว่ากระแสอาร์เอ็มเอสของหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่สอดคล้องกันในภาวะปกติ ให้ถือว่าเป็นไปตามข้อกำหนด

13.6 คุณสมบัติที่ต้องการเพิ่มเติม

เพิ่มเติมจากภาวะผิพร้องในข้อ 13.2 ถึงข้อ 13.4 ภาวะผิพร้องใน IEC 61347-1 ข้อ 14.2 และ 14.4 และการทดสอบเพิ่มเติมในข้อ 13.7ให้นำมาปฏิบัติ

13.7 ความปลอดภัยของหลอดกับอุปกรณ์ควบคุมต่างชนิด

ต้องมีการปกป้องหลอดแอลอีดีขั้วหลอดแบบ G5 และแบบ G13 ให้สามารถทำงานได้อย่างปลอดภัยในดวงโคมไฟฟ้าที่ออกแบบมาสำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ทั่วไปที่มีมิติเท่ากันและใช้ร่วมกับอุปกรณ์ควบคุมชนิดใด ๆ ให้ทำการทดสอบดังต่อไปนี้

- ใส่หลอดแอลอีดีในวงจรบัลลาสต์แกนเหล็กที่ออกแบบมาเพื่อจ่ายไฟฟ้าให้แก่หลอดฟลูออเรสเซนต์ทั่วไปที่มีมิติเท่ากัน บัลลาสต์ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดใน IEC 61347-2-8 และ IEC 60921 ข้อ 8 และเหมาะสมสำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่สอดคล้องกัน บัลลาสต์ต้องออกแบบสำหรับแรงดันไฟฟ้าแหล่งจ่ายตามที่ระบุไว้บนหลอดแอลอีดี
- ใส่หลอดแอลอีดีในวงจรตาม IEC 60081 รูปที่ A.5 แรงดันไฟฟ้าแหล่งจ่ายและตัวต้านทานต้องเป็นแรงดันไฟฟ้าที่กำหนดและความต้านทานของบัลลาสต์อ้างอิงความถี่สูง (HF reference) หรือของบัลลาสต์การวัด (measurement ballast) ที่ระบุในแผ่นข้อมูลของหลอด สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่ภาวะอ้างอิงระบุไว้ที่ 50 Hz หรือ 60 Hz และไม่มีบัลลาสต์การวัดความถี่สูง ค่าตัวต้านทานอ้างอิงบัลลาสต์ความถี่สูงคำนวณได้จาก $R = U_{\text{lamp}}^2 / P_{\text{lamp}}$ แรงดันไฟฟ้าทดสอบคำนวณได้จาก 2 เท่าของแรงดันไฟฟ้าหลอดที่กำหนดที่ 50 Hz

ขาอิสระของขั้วหลอดแต่ละขั้วของหลอด (ถ้ามี) ให้ต่อร่วมเข้าด้วยกันหรือปล่อยอิสระไว้โดยเลือกจากภาวะที่ให้ผลเลวร้ายที่สุด

ถ้าหลอดแอลอีดีมีเจตนาใช้เปลี่ยนแทนพิสัยของหลอดฟลูออเรสเซนต์ ต้องใช้ค่าสูงสุดของกำลังไฟฟ้าที่กำหนดของหลอดฟลูออเรสเซนต์และแรงดันไฟฟ้าที่กำหนดสูงสุดในการทดสอบ

13.8 การเป็นไปตามข้อกำหนดสำหรับการทดสอบโดยอุปกรณ์ควบคุมต่างชนิด

ระหว่างการทดสอบในข้อ 13.7 หลอดต้องไม่ติดไฟ หรือปล่อยก๊าซติดไฟได้หรือควัน และส่วนที่มีไฟฟ้าต้องไม่กลายเป็นส่วนที่แตะต้องถึง

การตรวจสอบว่าก๊าซที่ออกจากส่วนประกอบเหล่านั้นติดไฟได้หรือไม่ ให้ทำโดยใช้เครื่องกำเนิดประกายไฟความถี่สูง

การตรวจสอบว่าส่วนที่แตะต้องถึงกลายเป็นส่วนที่มีไฟฟ้า ให้ทดสอบตามข้อ 8.2

ภายหลังการทดสอบตามข้อ 13.7 หลอดต้องมีคุณสมบัติที่ต้องการด้านความต้านทานฉนวน ตามข้อ 8.3

อิมพีแดนซ์ต่ำระหว่างขาของขั้วหลอดขั้วหนึ่งอาจนำไปสู่ความร้อนสูงเกินของหม้อแปลงอุ่นแคโทด (cathode heating transformer) ตามรูปใน IEC 60081 รูปที่ A.2 เพื่อหลีกเลี่ยงผลนี้ กระแสที่ไหลผ่านระหว่างขาต้องไม่เกิน 0.51 A เมื่อป้อนแรงดันไฟฟ้า 3.6 V เข้าที่ขาของขั้วหลอด การวัดกระแสไฟฟ้าต้องทำในช่วง 3 s ถึง 10 s หลังจากป้อนแรงดันไฟฟ้า

13.9 ความปลอดภัยของหลอดกรณีวงจรลัดของอุปกรณ์ควบคุมภายในดวงโคมไฟฟ้า

หลอดแอลอีดีที่ต่อตรงเมื่อใช้ตาม IEC 60081 รูปที่ A.1 ต้องทดสอบที่แรงดันไฟฟ้า 250 V ด้วยวงจรลัดทั้งบัลลาสต์และสตาร์ทเตอร์ การทดสอบในข้อ 8. ต้องทำหลังจากนั้น หลอดที่ชำรุดเพราะเป็นผลสืบเนื่องจากวงจรลัดของอุปกรณ์ควบคุม ต้องเป็นไปตามคุณลักษณะที่ต้องการในข้อ 13.8

14. ระยะห่างตามพิกัดและระยะห่างในอากาศ

ใช้คุณลักษณะที่ต้องการของ IEC 61347-1 ร่วมกับคุณลักษณะที่ต้องการเพิ่มเติมดังต่อไปนี้

ระยะห่างตามพิกัดต่ำสุดระหว่างขาสัมผัสหรือขั้วสัมผัสกับเปลือกโลหะของขั้วหลอดต้องเป็นไปตามคุณลักษณะที่ต้องการใน IEC 60061-4 แผ่นที่ 7007-6

สำหรับส่วนอื่น ๆ ของหลอด ใช้คุณลักษณะที่ต้องการของระยะห่างตามพิกัดและระยะห่างในอากาศของ IEC 61347-1 สำหรับชิ้นส่วนนำไฟฟ้าที่แตะต้องถึง (ยกเว้นขั้วหลอด) ให้ใช้คุณลักษณะที่ต้องการของ IEC 60598-1 สำหรับฉนวนสองชั้นหรือฉนวนเสริม

การเป็นไปตามข้อกำหนดให้ทำโดยการวัดในตำแหน่งที่เลวร้ายที่สุด

15. หลอดที่มีการป้องกันฝุ่นและความชื้น

15.1 จุดมุ่งหมายของการทดสอบ

เมื่อหลอดไม่ได้ทำเครื่องหมายไว้ตามข้อ 5.1 รูปที่ 5 (สำหรับใช้ในภาวะแห้งหรือในดวงโคมไฟฟ้าที่มีการป้องกัน) ต้องทำการทดสอบตามข้อ 15.2 และข้อ 15.3

15.2 ความคงทนเชิงความร้อน

ต้องเตรียมสภาพความคงทนเชิงความร้อนตาม IEC 60598-1 ข้อ 12.3 โดยใช้ช่วงเวลาทดสอบ 240 h หลอดต้องทำงานที่อุณหภูมิโดยรอบตามข้อ 5.3.2 ทำให้อุณหภูมิหลอดสูงขึ้นจากอุณหภูมิที่กำหนดสูงสุด 10 K

การเป็นไปตามข้อกำหนด:

หลังจากทดสอบตามข้อ 15.2 ต้องตรวจพินิจหลอดแอลอีดี หลอดต้องไม่กลายเป็นไม่ปลอดภัยตามข้อ 4.4 และเครื่องหมายต้องเห็นได้อย่างชัดเจน

15.3 การทดสอบ IP

การทดสอบ IP ของ IEC 60598-1 สำหรับ IP X5 และ IP 6X ต้องทำแก่หลอดเดียวกับที่ผ่านการทดสอบความคงทนเชิงความร้อนมาก่อน ระหว่างการทดสอบนี้ต้องพ่นน้ำหรือขั้วรับหลอดเข้ากับเส้นผ่านศูนย์กลางของปลายหลอดและจัดให้มีการป้องกันพื้นที่ขั้วสัมผัสของ IP65

การเป็นไปตามข้อกำหนด:

ดู IEC 60598-1 ข้อ 9.2

16. อันตรายด้านชีวภาพทางแสง

16.1 การแผ่รังสีอัลตราไวโอเล็ต

ประสิทธิภาพค่าอันตรายรังสีอัลตราไวโอเล็ตของการแผ่รังสีการส่องสว่างของหลอดแอลอีดีต้องไม่เกิน 2 mW/klm การเป็นไปตามข้อกำหนดให้ทำโดยการวัดค่าการกระจายกำลังเชิงสเปกตรัมและคำนวณหาประสิทธิภาพค่าอันตรายรังสีอัลตราไวโอเล็ตของการแผ่รังสีการส่องสว่าง

หลอดแอลอีดีที่ไม่ได้ขึ้นอยู่กับแปลงการแผ่รังสีอัลตราไวโอเล็ตสามารถคาดหมายได้ว่าจะมีประสิทธิภาพค่าอันตรายรังสีอัลตราไวโอเล็ตของการแผ่รังสีการส่องสว่างไม่เกินค่าสูงสุดที่ยอมได้ จึงไม่จำเป็นต้องมีการวัด

16.2 อันตรายจากแสงสีฟ้า

อันตรายจากแสงสีฟ้าต้องประเมินตาม IEC TR 62778 ซึ่งถือเป็นข้อบังคับเมื่อทำการทดสอบหลอดแอลอีดีตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ หลอดแอลอีดีต้องจัดอยู่ในประเภทกลุ่มความเสี่ยง (risk group) 0 ไม่จำกัด หรือกลุ่มความเสี่ยง 1 ไม่จำกัด สำหรับหลอดที่มีแหล่งกำเนิดแสงขนาดเล็กตาม IEC TR 62778 จะ เป็นไปตามคุณลักษณะที่ต้องการเมื่อผลการวัดความแผ่รังสี (radiance) จริง (ดู IEC TR 62778 ข้อ 3.19) มี ค่าไม่เกิน 10 000 (W/(m²·sr))

หมายเหตุ IEC TR 62778 ข้อ C.2 ให้วิธีการจำแนกหลอดเมื่อมีข้อมูลเชิงสเปกตรัมไม่สมบูรณ์ครบถ้วน

16.3 การแผ่รังสีอินฟราเรด

หลอดแอลอีดีสามารถคาดหมายได้ว่ามีการแผ่รังสีอินฟราเรดไม่ถึงระดับที่ต้องทำเครื่องหมาย หรือเกณฑ์ความปลอดภัยอื่น ๆ ที่ต้องการ จึงไม่จำเป็นต้องมีการวัด

ภาคผนวก ก.

(ข้อแนะนำ)

การทดสอบเพื่อให้เป็นไปตามข้อกำหนดในระหว่างการผลิต

ก.1 ภูมิหลังและวิธีที่แนะนำ

การทดสอบที่ระบุในภาคผนวกนี้ให้ดำเนินการโดยผู้ทำ ให้ทดสอบหลอดแอลอีดีแต่ละหลอดภายหลังการผลิต และมีเจตนาที่จะตรวจหาการแปรผันที่ไม่สามารถยอมรับได้ของวัสดุและการผลิตที่กระทบต่อความปลอดภัย การทดสอบเหล่านี้มีเจตนาที่จะไม่ทำให้คุณสมบัติและความน่าเชื่อถือของหลอดแอลอีดีเสื่อมลงและอาจแตกต่างกับการทดสอบเฉพาะแบบหนึ่ง ๆ ในมาตรฐานที่ใช้แรงดันไฟฟ้าต่ำกว่า

อาจต้องทำการทดสอบเพิ่มขึ้นเพื่อที่จะมั่นใจได้ว่า หลอดแอลอีดีทุกหลอดจะเหมือนกับตัวอย่างที่ได้รับการรับรองภายใต้การทดสอบเฉพาะแบบในข้อกำหนดนี้ ผู้ทำต้องกำหนดการทดสอบเหล่านี้จากประสบการณ์ของตน

ในกรอบของคู่มือคุณภาพ ผู้ทำอาจปรับเปลี่ยนวิธีการทดสอบนี้เพื่อให้มีความเหมาะสมยิ่งขึ้นสำหรับการจัดเตรียมการผลิตและอาจทำการทดสอบหนึ่ง ๆ ณ ขั้นตอนที่เหมาะสมในระหว่างการผลิต โดยสามารถพิสูจน์เพื่อให้มั่นใจได้ว่าจะมีระดับความปลอดภัยเท่าเทียมกันเป็นอย่างน้อย ตามที่ระบุในภาคผนวกนี้

ก.2 การทดสอบ

การทดสอบทางไฟฟ้าควรทำทั้ง 100 % ของหน่วยที่ผลิตทั้งหมด ดังรายการตามตารางที่ ก.1 ผลิตภัณฑ์ที่ไม่ผ่านการทดสอบจะแยกออกเพื่อทำลายหรือแก้ไขใหม่

การตรวจพินิจควรทำให้มั่นใจในเรื่องต่อไปนี้

- ก) มีฉลากที่ระบุทั้งหมดติดอย่างแน่นหนาและรอยพิมพ์ชัดเจน
- ข) มีคำแนะนำของผู้ทำบรรจุอยู่กับหลอดตามที่จำเป็น

ตารางที่ ก.1 ค่าต่ำสุดสำหรับการทดสอบทางไฟฟ้า

การทดสอบ	รายละเอียดการทดสอบ
การทดสอบฟังก์ชัน	การตรวจสอบการทำงานของหลอดที่แรงดันไฟฟ้าทำงานปกติ
ความคงทนทางไฟฟ้า	1) ตรวจสอบระหว่างขาหลอดกับขั้วหลอด: - กระแสไฟฟ้าเบรกดาวน์สูงสุด 5 mA - วัดโดยป้อนแรงดันไฟฟ้าต่ำสุด 1.5 kV a.c. หรือ $1.5 \sqrt{2}$ kV d.c. เป็นเวลาอย่างน้อย 1 s 2) ตรวจสอบระหว่างขาหลอดกับส่วนนำไฟฟ้าอื่นของหลอด: - กระแสไฟฟ้าเบรกดาวน์สูงสุด 5 mA^ก - วัดโดยป้อนแรงดันไฟฟ้าต่ำสุด 3 kV a.c. หรือ $3 \sqrt{2}$ kV d.c. เป็นเวลาอย่างน้อย 1 s
หรือ ความต้านทานฉนวน	หรือ 1) ตรวจสอบระหว่างขาหลอดกับขั้วหลอด: - ความต้านทานต่ำสุด 2 MΩ - วัดโดยป้อนแรงดันไฟฟ้า 500 V d.c. เป็นเวลา 1 s 2) ตรวจสอบระหว่างขาหลอดกับส่วนนำไฟฟ้าอื่นของหลอด: - ความต้านทานต่ำสุด 4 MΩ - วัดโดยป้อนแรงดันไฟฟ้า 500 V d.c. เป็นเวลา 1 s
^ก แนะนำให้ใช้ค่า 5 mA แต่สามารถเปลี่ยนได้โดยผู้ทำหลอด	

มอก. 2779-2562

IEC 62776:2014+COR1:2015

บรรณานุกรม

IEC 60529:1989 Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)

IEC 60529:1989/AMD 1 1999

IEC 60529:1989/AMD 2 2013

IEC 62471 Photobiological safety of lamps and lamp systems

