

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

THAI INDUSTRIAL STANDARD

มอก. 1231-2560

กระจกฉนวน

SEALED INSULATING GLASS



ห้ามทำซ้ำเพื่อการจำหน่ายแจก

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

กระทรวงอุตสาหกรรม

ICS 81.040.20

ISBN 978-616-475-127-9



มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม  
กระจกฉนวน

มอก. 1231-2560



สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม  
กระทรวงอุตสาหกรรม ถนนพระรามที่ 6 กรุงเทพฯ 10400  
โทรศัพท์ 0 2202 3300

ประกาศในราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศและงานทั่วไป เล่ม 135 ตอนพิเศษ 299 ง  
วันที่ 26 พฤศจิกายน พุทธศักราช 2561

**คณะผู้จัดทำร่างมาตรฐาน  
มาตรฐานกระจก**

**ประธาน**

นายพัฒนา รักความสุข

คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

**กรรมการ**

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ อรรถจน์ เศรษฐบุตร์

สมาคมสถาปนิกสยาม ในพระบรมราชูปถัมภ์

รองศาสตราจารย์ สุทัศน์ ลีลาทวีวัฒน์

สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์

นายदनัย หงสุรพันธ์

สำนักงานคณะกรรมการคุ้มครองผู้บริโภค

นายสุทธิ คลอวุฒวัฒน์

บริษัท การ์เดียนอินดัสทรีส์ คอร์ป จำกัด

นายทรงพล บำเพ็ญสันติ

บริษัท กระจกไทยอาซาฮี จำกัด (มหาชน)

นางสาวโสธิตา งามวิวัฒน์สว่าง

บริษัท ไทย-เยอรมัน สเปเชียลตี้ ก्लाส จำกัด

นางกมลวรรณ ดาวประกายมงคล

บริษัท พีเอ็มเค ไดมอนด์กลาส จำกัด

นายนิธิพล เอกบุญญฤทธิ์

สถาบันยานยนต์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ศิริธันว์ เจียมศิริเลิศ

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

นายกิตติ อยู่สินธุ์

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

**กรรมการและเลขานุการ**

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ กุสกาณา กุบาฮา

คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

**กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ**

นายชิตวรนันต์ อิศระตระกูล

คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกระจกฉนวนนี้ ได้ประกาศใช้เป็นครั้งแรกเป็นมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระจก สำหรับอาคาร : กระจกฉนวน มอก. 1231-2537 ในราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศทั่วไป เล่ม 111 ตอนที่ 63 ง วันที่ 9 สิงหาคม พุทธศักราช 2537 และแก้ไขครั้งที่ 1 เป็นมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระจกฉนวน ตามมาตรฐานเลขที่ มอก. 1231-2558 ในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 132 ตอนพิเศษ 132 ง วันที่ 10 มิถุนายน พุทธศักราช 2558

ต่อมาได้พิจารณาเห็นควรปรับปรุงให้มีความทันสมัย เหมาะสมกับเทคโนโลยีในปัจจุบัน จึงได้แก้ไขปรับปรุงโดยการยกเลิก มาตรฐานเดิม และกำหนดมาตรฐานนี้ขึ้นใหม่

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ จัดทำขึ้นตามความร่วมมือด้านการกำหนดมาตรฐานระหว่างสำนักงานมาตรฐาน ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกับคณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ตาม โครงการพัฒนามาตรฐานเพื่อยกระดับผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกลุ่มอุตสาหกรรมเหล็กและเฟอร์นิเจอร์ (ผลิตภัณฑ์ กระจก) ปีงบประมาณ 2556

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้เป็นอนุกรม กระจก ประกอบด้วย

มอก. 54-2558	กระจกแผ่น
มอก. 880-2560	กระจกโพลตใส
มอก. 965-2560	กระจกเทมเปอร์
มอก. 1222-2560	กระจกนิรภัยหลายชั้น
มอก. 1231-2560	กระจกฉนวน
มอก. 1344-2560	กระจกโพลตสีตัดแสง
มอก. 1345-2558	กระจกแผ่นสีตัดแสง
มอก. 1732-2558	กระจกเงา
มอก. 2203-2558	กระจกลวดลาย
มอก. 2672-2558	กระจกสะท้อนแสง
มอก. 2736-2559	กระจกเปล่งรังสีความร้อนต่ำ (low thermal emissivity glass)
มอก. 2737-2559	กระจกอบแข็งด้วยความร้อน (heat-strengthened glass)

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ กำหนดขึ้นโดยใช้เอกสารต่อไปนี้เป็นแนวทาง

ISO 20492-1:2008	Glass in buildings-Insulating glass Part 1: Durability of edge seals by climate tests
ISO 20492-4:2008	Glass in buildings-Insulating glass Part 4: Methods of test for the physical attributes of edge seals
JIS R 3209-1998	Sealed insulating

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





**ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม**

**ฉบับที่ 5068 ( พ.ศ. 2561 )**

ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

พ.ศ. 2511

เรื่อง ยกเลิกและกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

กระจกฉนวน

โดยที่เป็นการสมควรปรับปรุงมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระจกฉนวน มาตรฐานเลขที่ มอก. 1231-2558

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 15 แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511 ซึ่งแก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (ฉบับที่ 7) พ.ศ. 2558 รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรมออกประกาศยกเลิกประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 4682 (พ.ศ. 2558) ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511 เรื่อง ยกเลิกมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระจกสำหรับอาคาร : กระจกฉนวน และกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระจกฉนวน ลงวันที่ 8 เมษายน พ.ศ. 2558 และออกประกาศกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระจกฉนวน มาตรฐานเลขที่ มอก. 1231-2560 ขึ้นใหม่ ดังมีรายละเอียดต่อท้ายประกาศนี้

ทั้งนี้ ให้มีผลตั้งแต่พระราชกฤษฎีกาว่าด้วยการกำหนดให้ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระจกฉนวน ต้องเป็นไปตามมาตรฐานเลขที่ มอก. 1231-2560 ใช้บังคับ เป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ 24 กันยายน พ.ศ. 2561

**อุตตม สาวนายน**

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม





# มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

## กระจกฉนวน

### 1. ขอบข่าย

- 1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ กำหนดเฉพาะกระจกฉนวน

### 2. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ ให้เป็นไปตาม มอก. 880 และดังต่อไปนี้

- 2.1 กระจกฉนวน (sealed insulating glass) หมายถึง กระจกตั้งแต่ 2 ชั้นขึ้นไปขนานกันแบบแบนเรียบ มีวัสดุผนึกคั่นกลางระหว่างชั้น เพื่อกันอากาศเข้าออกรอบขอบกระจก นอกจากนี้อาจบรรจุอากาศแห้งความดันปกติ และ/หรือก๊าซเฉื่อย เช่น อาร์กอน (argon) หรือคริปทอน (krypton) ให้อยู่ในช่องว่างระหว่างชั้น เพื่อเพิ่มความเป็นฉนวนให้กับกระจก

### 3. ชั้นคุณภาพ และสัญลักษณ์

- 3.1 กระจกฉนวน แบ่งตามลักษณะความทนต่อสภาวะเร่งเป็น 3 ชั้นคุณภาพ คือ
- 3.1.1 ชั้นคุณภาพ I เป็นกระจกฉนวนที่ทนต่อสภาวะเร่งได้ดีมาก ใช้สัญลักษณ์ IG I
- 3.1.2 ชั้นคุณภาพ II เป็นกระจกฉนวนที่ทนต่อสภาวะเร่งได้ดี ใช้สัญลักษณ์ IG II
- 3.1.3 ชั้นคุณภาพ III เป็นกระจกฉนวนที่ทนต่อสภาวะเร่งได้ดีพอสมควร ใช้สัญลักษณ์ IG III

หมายเหตุ IG หมายถึง กระจกฉนวน

### 4. ขนาดและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน

- 4.1 ความหนารวมและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน ให้เป็นไปตามตารางที่ 1

การวัดให้ปฏิบัติตามข้อ 9.1.1

ตารางที่ 1 เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของความหนารวมของกระจกฉนวน

(ข้อ 4.1)

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ความหนารวม	เกณฑ์ความคลาดเคลื่อน
< 17	± 1.0
17 ถึง < 22	± 1.5
≥ 22	± 2.0

## มอก. 1231-2560

### 4.2 ความกว้างและความยาว

ความกว้างและความยาวต้องเป็นไปตามที่ระบุไว้ที่ฉลาก โดยมีเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนตามตารางที่ 2

การวัดให้ปฏิบัติตามข้อ 9.1.2

#### ตารางที่ 2 เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของความกว้างและความยาวของกระจกฉนวน

(ข้อ 4.2)

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ความกว้างหรือความยาว	เกณฑ์ความคลาดเคลื่อน
< 1 000	± 2
1 000 ถึง < 2 000	+ 2 - 3
≥ 2 000	± 3

## 5. คุณลักษณะที่ต้องการ

### 5.1 ลักษณะทั่วไป

กระจกฉนวนต้องปราศจากตำหนิตามตารางที่ 3

#### ตารางที่ 3 ลักษณะทั่วไปของกระจกฉนวน

(ข้อ 5.1)

ชนิดของตำหนิ	เกณฑ์ที่กำหนด	วิธีทดสอบตาม
ตำหนิที่รอยประสาน	รอยประสานมีการปิดผนึกอย่างเรียบร้อย ต้องไม่มีการล้นของตัวประสาน ไม่มีตามด ไม่มีรอยประสานที่ไม่เต็ม	ข้อ 9.2
สิ่งแปลกปลอมที่เกิดระหว่างชั้นกระจก	ต้องไม่มี	
ราน	ต้องไม่มี	
ความมัวและรอยขีดข่วน	ต้องไม่มี	ข้อ 9.3
ตำหนิที่ขอบกระจก	ความกว้างหรือความยาวของตำหนิที่ขอบต้องน้อยกว่าความหนาของกระจก	

## 5.2 การเหลื่อมของแผ่น

เมื่อทดสอบตามข้อ 9.4 แล้ว ค่าการเหลื่อมของแผ่นต้องไม่เกินเกณฑ์ที่กำหนดในตารางที่ 4

## ตารางที่ 4 ค่าการเหลื่อมของแผ่นกระจกฉนวน

(ข้อ 5.2)

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ความยาวของด้านแผ่นกระจกที่ตั้งฉากกับแนวขอบกระจกที่มีการเหลื่อม	ค่ามากที่สุดที่ยอมรับของการเหลื่อมของแผ่น
< 1 000	2.0
1 000 ถึง < 2 000	3.0
2 000 ถึง < 4 000	4.0
≥ 4 000	6.0

**หมายเหตุ** ในกรณีที่ต้องการให้เกิดการเหลื่อมเพื่อเป็นประโยชน์ต่อการใช้งาน (step unit) การเหลื่อมของกระจกให้เป็นไปตามข้อตกลงระหว่างผู้ซื้อกับผู้ขาย

## 5.3 จุดน้ำค้าง (dew point)

จุดน้ำค้างของอากาศในช่องว่างระหว่างชั้นของกระจกต้องต่ำกว่า  $-35^{\circ}\text{C}$  โดยเมื่อทดสอบตามข้อ 9.5 แล้ว ต้องไม่มีไอน้ำจับเป็นฝ้าที่ผิวภายในของกระจก

## 5.4 ความทนต่อสภาวะเร่ง

เมื่อนำกระจกฉนวนไปทดสอบความทนต่อสภาวะเร่งตามข้อ 9.6 โดยใช้เวลาตามที่กำหนดในตารางที่ 5 และทดสอบจุดน้ำค้างตามข้อ 9.5 แล้ว กระจกฉนวนต้องไม่มีไอน้ำจับเป็นฝ้าที่ผิวภายในช่องว่างระหว่างชั้นของกระจกแต่ละชั้น

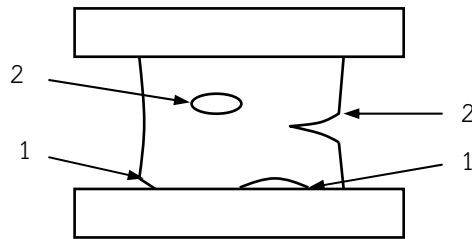
## ตารางที่ 5 ระยะเวลาภายใต้สภาวะเร่ง

(ข้อ 5.4 ข้อ 9.6.3.1 และข้อ 9.6.3.2)

สภาวะเร่ง	ระยะเวลาภายใต้สภาวะเร่ง		
	ระดับ I	ระดับ II	ระดับ III
ความชื้นและแสง	42 d	14 d	7 d
ความร้อน	72 รอบ	24 รอบ	12 รอบ

5.5 ความทนทานของวัสดุฉนวน

เมื่อทดสอบตามข้อ 9.7 แล้ว ต้องไม่พบรอยแยกระหว่างกระจกกับวัสดุคั่นกลาง หรือรอยแยกในวัสดุคั่นกลาง (ดูรูปที่ 1 ประกอบ) ในช่วงการทดสอบแรงดึงใต้เส้น AB (ดูรูปที่ 2 ประกอบ)



คั่นกลาง

1) รอยแยกระหว่างกระจกและวัสดุ

2) รอยแยกในวัสดุคั่นกลาง

รูปที่ 1 ประเภทรอยแยกของชิ้นงาน

(ข้อ 5.5 และข้อ 9.7.3)

ความเค้น (MPa)

0.5



0



50

ความเครียด (%)

A

B

รูปที่ 2 เส้นโค้งความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นกับความเครียดของชิ้นงานทดสอบ

(ข้อ 5.5)

6. การบรรจุ

6.1 ให้บรรจุกระจกฉนวนในภาชนะบรรจุที่เหมาะสม เพื่อป้องกันความเสียหายที่เกิดขึ้นในการขนส่งและการเก็บรักษา

## 7. เครื่องหมายและฉลาก

- 7.1 ที่กระจกฉนวนทุกแผ่นอย่างน้อยต้องมี เลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่ายและชัดเจน
- (1) สัญลักษณ์ และความหนาารวม
  - (2) ชื่อผู้ทำหรือโรงงานที่ทำ หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน
- 7.2 ที่ภาชนะบรรจุกระจกฉนวนทุกหน่วย อย่างน้อยต้องมี เลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่ายและชัดเจน
- (1) คำว่า “กระจกฉนวน”
  - (2) ชั้นคุณภาพ สัญลักษณ์ และความหนาารวม เป็นมิลลิเมตร
  - (3) ขนาด (ความกว้าง X ความยาว) เป็นมิลลิเมตร
  - (4) จำนวน เป็นแผ่น
  - (5) มวลสุทธิ เป็นกิโลกรัม
  - (6) เดือน ปีที่ทำ หรือรหัสรุ่นที่ทำ
  - (7) ชื่อผู้ทำหรือโรงงานที่ทำ หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน
  - (8) ประเทศที่ทำ

ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศด้วย ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

## 8. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

- 8.1 การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสินให้เป็นไปตามภาคผนวก ก

## 9. การทดสอบ

### 9.1 ขนาด

#### 9.1.1 ความหนา

##### 9.1.1.1 เครื่องมือ

ไมโครมิเตอร์ที่มีความละเอียด 0.01 mm

##### 9.1.1.2 วิธีทดสอบ

วัดความหนาของกระจกตัวอย่างที่จุดตัดระหว่างเส้นทแยงมุมกับเส้นขนานกับขอบ และห่างจากขอบประมาณ 15 mm รวม 4 ตำแหน่ง

สำหรับกระจกฉนวนที่มีลวดลาย ให้วัดความหนา ณ จุดตัดที่เป็นลายฉนวนที่สุ่ม

##### 9.1.1.3 รายงานค่าเฉลี่ยความหนาของกระจกตัวอย่างแต่ละแผ่น เป็นมิลลิเมตร

9.1.2 ความกว้างและความยาว

9.1.2.1 เครื่องมือ

ตลับเมตรที่มีความละเอียด 1 mm

9.1.2.2 วิธีทดสอบ

วัดความกว้างและความยาวทุกด้านตามแนวที่ขนาน และห่างจากขอบกระจกตัวอย่าง ประมาณ 50 mm

9.1.2.3 รายงานค่าเฉลี่ยความกว้างและความยาวของกระจกตัวอย่างแต่ละแผ่น เป็นมิลลิเมตร

9.2 ตำนานที่รอยประสาน สิ่งแปลกปลอมที่เกิดระหว่างชั้นกระจก ราน ความมัวและรอยขีดข่วน

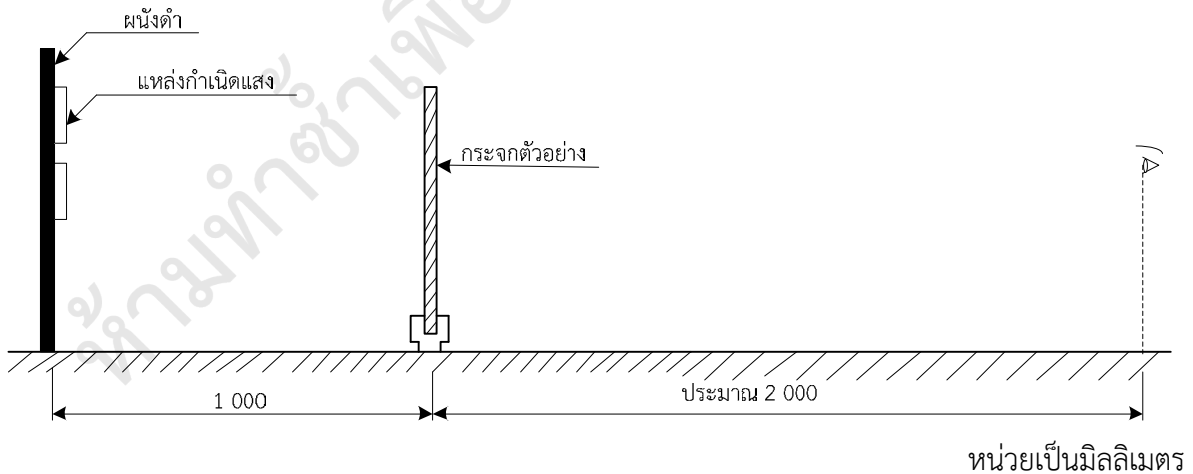
9.2.1 เครื่องมือ

9.2.1.1 กล้องขยายซึ่งมีเลนส์ขยายอยู่ภายในที่วัดได้ละเอียดถึง 0.1 mm หรือบรรทัดเหล็กเส้นตรงที่มีความละเอียด 0.5 mm

9.2.1.2 ผนังดำที่มีแหล่งกำเนิดแสงคูลไวท์ (cool white) ที่มีความสว่างอย่างสม่ำเสมอในช่วง 600 lx ถึง 1 000 lx บนระนาบของกระจกที่ทดสอบ

9.2.2 วิธีทดสอบ

นำกระจกตัวอย่างวางห่างจากผนังดำ 1 000 mm ให้กระจกตัวอย่างกับผู้ตรวจสอบห่างกัน ประมาณ 2 000 mm (ดูรูปที่ 3 ประกอบ) และตรวจพินิจ



รูปที่ 3 การทดสอบหาลักษณะทั่วไป

(ข้อ 9.2.2)

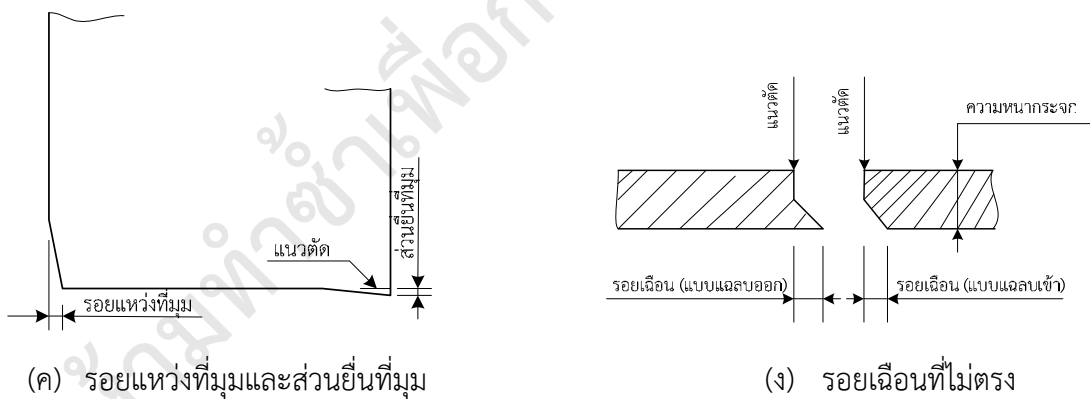
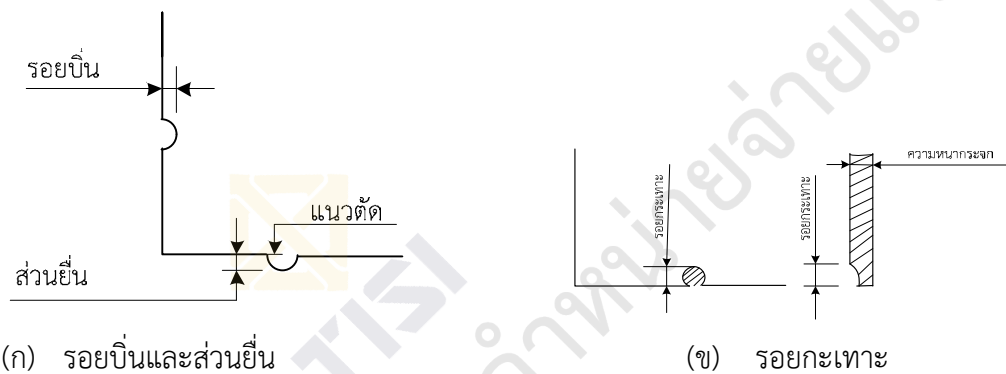
9.3 ตำหนิที่ขอบ

9.3.1 เครื่องมือ

บรรทัดเหล็กสันตรงที่มีความละเอียด 0.5 mm หรือ สเกลลูป (scale loupe) ที่มีความละเอียด 0.5 mm

9.3.2 วิธีทดสอบ

ใช้บรรทัดเหล็กสันตรง หรือ สเกลลูป (scale loupe) วัดขนาดตำหนิที่ขอบ ได้แก่ รอยบิ่นและส่วนยื่น รอยกะเทาะ รอยแหงงที่มุมและส่วนยื่นที่มุม และรอยฉีก (ดูรูปที่ 4 ประกอบ)



รูปที่ 4 ตำหนิที่ขอบ  
(ข้อ 9.3)

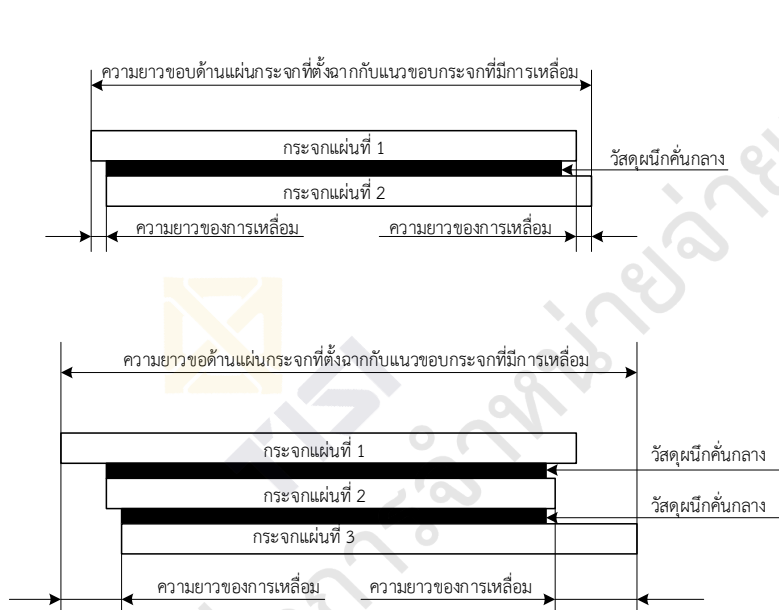
9.4 การเหลื่อมของแผ่น

9.4.1 เครื่องมือ

บรรทัดเหล็กเส้นตรงที่มีความละเอียด 0.5 mm

9.4.2 วิธีทดสอบ

วัดความยาวของขอบด้านในของกระจกที่ใช้เป็นวัสดุถึงขอบด้านนอกของกระจกที่ใช้เป็นวัสดุอีกแผ่นหนึ่ง (ดูรูปที่ 5 ประกอบ) โดยวัดทุกด้านที่มีการเหลื่อม



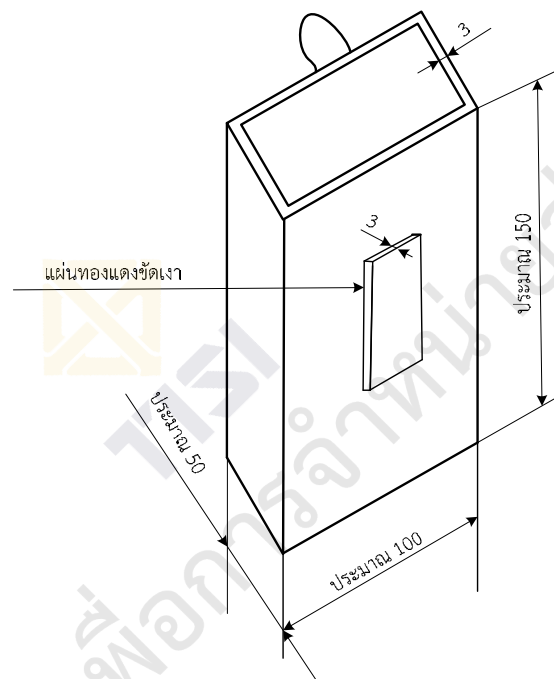
รูปที่ 5 การเหลื่อมของแผ่น  
(ข้อ 9.4)



## 9.5 จุดน้ำค้าง

### 9.5.1 เครื่องมือ

ถังสี่เหลี่ยม ขนาดประมาณ 50 mm x 100 mm x 150 mm ทำด้วยแผ่นทองแดงหนา 3 mm ภายในถังติดตั้งเทอร์โมมิเตอร์ที่สามารถวัดอุณหภูมิได้ละเอียดถึง 1 °C ในช่วง (-70 ถึง 30) °C และที่กึ่งกลางด้านหน้าของถังมีแผ่นทองแดงขัดเงาหนา 3 mm ขนาดประมาณ 50 mm x 60 mm ติดอยู่ (ดูรูปที่ 6 ประกอบ)



หน่วยเป็นมิลลิเมตร

รูปที่ 6 เครื่องทดสอบจุดน้ำค้าง  
(ข้อ 9.5.1)

### 9.5.2 สารเคมี

ตัวทำละลายอินทรีย์ที่มีจุดแข็งตัวต่ำกว่า -35 °C เช่น แอซีโตน (acetone) เอทานอล (ethanol) หรือตัวทำละลายอินทรีย์อื่นที่มีสมบัติคล้ายคลึงกัน และต้องเป็นตัวทำละลายที่ไม่มีผลต่อการกันรั่วที่ใช้

### 9.5.3 วิธีทดสอบ

9.5.3.1 เก็บตัวอย่างไว้ในห้องทดสอบ ที่มีอุณหภูมิ (27 ± 2) °C ความชื้นสัมพัทธ์ (50 ± 5) % นานอย่างน้อย 24 h ก่อนทดสอบ

- 9.5.3.2 เทตัวทำละลายอินทรีย์ลงในถังให้ระดับของตัวทำละลายสูงกว่าขอบบนของแผ่นทองแดงขีดเงาค่อย ๆ เติมน้ำแข็งแห้งก้อนเล็กๆ พร้อมกับกวนจนกระทั่งอุณหภูมิของตัวทำละลายในถังเท่ากับ  $(-35 \pm 2) ^\circ\text{C}$  และรักษาอุณหภูมินี้ไว้ตลอดการทดสอบ
- 9.5.3.3 เช็ดตัวอย่างด้วยผ้าให้สะอาด
- 9.5.3.4 ทาตัวทำละลายอินทรีย์ให้ทั่วแผ่นทองแดงขีดเงา ตั้งตัวอย่างให้บริเวณกึ่งกลางตัวอย่าง แนบติดกับแผ่นทองแดงขีดเงาแล้วปล่อยให้แห้งที่ตำแหน่งนี้ตามระยะเวลาทดสอบที่กำหนดในตารางที่ 6
- 9.5.3.5 เมื่อครบกำหนดระยะเวลาทดสอบตามที่กำหนดในตารางที่ 6 แล้ว เช็ดไอน้ำที่จับเป็นฝ้าบนผิวนอกตัวอย่างให้หมดทันที หลังจากแยกตัวอย่างออกจากแผ่นทองแดงขีดเงา ตรวจสอบพินิจผิวภายในของ กระจกทันที โดยใช้ไฟที่มีแสงสว่างไม่น้อยกว่า 500 lx

**ตารางที่ 6 ระยะเวลาทดสอบ**

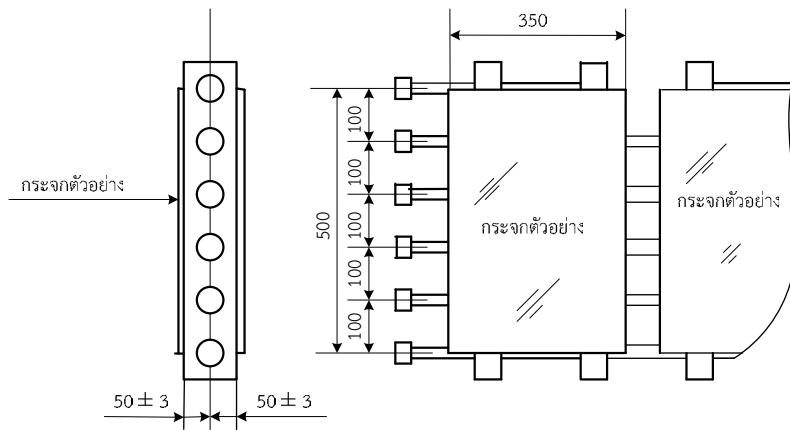
(ข้อ 9.5.3.4 และข้อ 9.5.3.5)

ความหนาของแผ่นกระจกตัวอย่างด้านที่สัมผัสกับตัวทำละลายอินทรีย์ (mm)	ระยะเวลาทดสอบ (min)
3	3
5	4
6	5
8	7
$\geq 10$	10

9.6 ความทนต่อสภาวะเร่ง

9.6.1 เครื่องมือ

- 9.6.1.1 ตู้อบ ที่ควบคุมอุณหภูมิได้ที่  $(55 \pm 3) ^\circ\text{C}$  ความชื้นสัมพัทธ์ไม่น้อยกว่า 95 % และมีอุปกรณ์บันทึกอุณหภูมิตลอดเวลา ภายในมีแผงหลอดอัลตราไวโอเล็ต ฟลูออเรสเซนต์ ที่มีความยาวคลื่นแสงในช่วง อัลตราไวโอเล็ต ชนิดบี (UVB) ความยาวคลื่นประมาณในช่วง 315 nm ถึง 400 nm พิกัดกำลังไฟฟ้าหลอดละประมาณ 40 วัตต์ ติดตั้งห่างจากชิ้นงานทดสอบประมาณ  $50 \pm 3$  mm และถูกควบคุมให้ความเข้มของรังสีอัลตราไวโอเล็ตมีค่า ไม่น้อยกว่า 0.55 วัตต์ต่อตารางเมตร บนระนาบของชิ้นงานทดสอบ ดังแสดงในรูปที่ 7 (รายละเอียดจำนวนหลอดและการติดตั้งอาจเปลี่ยนแปลงได้ตามลักษณะการออกแบบตู้อบ)



หน่วยเป็นมิลลิเมตร

## รูปที่ 7 ตัวอย่างแผงหลอดอัลตราไวโอเล็ตและการติดตั้งตัวอย่าง

(ข้อ 9.6.1.1 และข้อ 9.6.3.1)

9.6.1.2 ตู้ควบคุมอุณหภูมิ ที่ควบคุมอุณหภูมิได้ที่  $(-20 \pm 3) ^\circ\text{C}$  และ  $(50 \pm 3) ^\circ\text{C}$  และมีอุปกรณ์บันทึกอุณหภูมิได้ตลอดเวลา

9.6.2 การเตรียมตัวอย่าง

เก็บตัวอย่างไว้ที่อุณหภูมิห้องนานอย่างน้อย 2 สัปดาห์ก่อนทดสอบ

9.6.3 วิธีทดสอบ

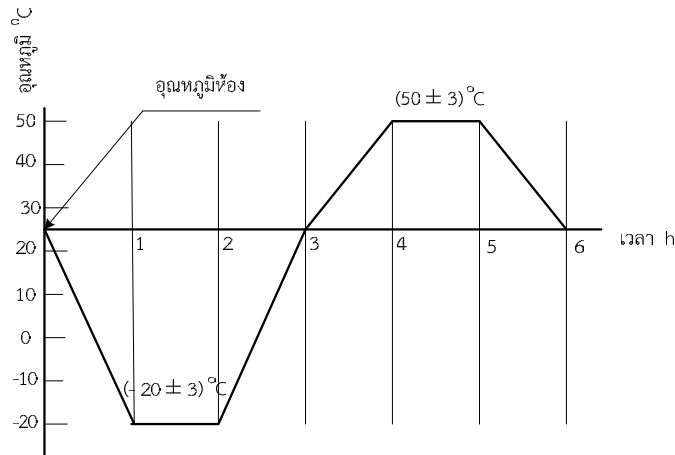
ให้ทดสอบในสภาวะต่าง ๆ ตามลำดับดังนี้

9.6.3.1 ความชื้นและแสง

ตั้งตัวอย่างให้ผิวที่หันรับแสงอัลตราไวโอเล็ตห่างจากแนวศูนย์กลางของหลอดอัลตราไวโอเล็ต  $(50 \pm 3)$  mm (ดูรูปที่ 7 ประกอบ) ในตู้อบที่อุณหภูมิ  $(55 \pm 3) ^\circ\text{C}$  และความชื้นสัมพัทธ์ ไม่น้อยกว่า 95 % ปล่อยให้ในสภาวะเร่งระยะเวลาตามที่กำหนดในตารางที่ 5 แล้วนำไปทดสอบความทนการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ

9.6.3.2 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ

วางตัวอย่างที่ได้ทดสอบด้วยความชื้นและแสงตามข้อ 9.6.3.1 แล้ว ในตู้ควบคุมอุณหภูมิที่อุณหภูมิห้อง ลดอุณหภูมิลงจนถึง  $(-20 \pm 3) ^\circ\text{C}$  ภายในเวลา 1 h และรักษาไว้ที่อุณหภูมินี้ นาน 1 h จากนั้นเร่งอุณหภูมิขึ้นจนถึง  $(50 \pm 3) ^\circ\text{C}$  ภายในเวลา 2 h และรักษาไว้ที่อุณหภูมินี้ นาน 1 h จากนั้นลดอุณหภูมิลงให้เท่ากับอุณหภูมิเริ่มต้น รวมเวลาทั้งหมด 6 h ถือเป็น 1 รอบ (ดูรูปที่ 8 ประกอบ) ให้ทดสอบจนครบจำนวนรอบตามที่กำหนดในตารางที่ 5 แล้วรีบนำตัวอย่างไปทดสอบจุดน้ำค้างตามข้อ 9.5.3 ทันที



รูปที่ 8 แผนภูมิแสดงการทดสอบการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ  
(ข้อ 9.6.3.2)

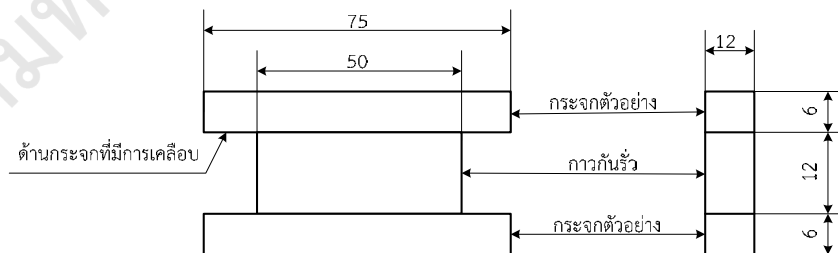
9.7 ความทนทานของวัสดุฉนวนกัน

9.7.1 เครื่องมือ

เครื่องทดสอบแรงดึงที่มีอุปกรณ์สำหรับวัดระยะยืดของชิ้นงาน (extensometer)

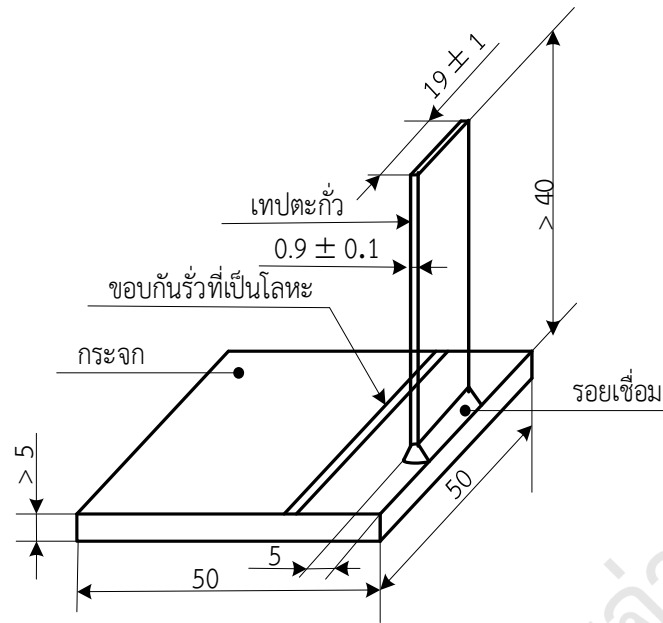
9.7.2 การเตรียมตัวอย่าง

เตรียมตัวอย่างตามรูปที่ 9 สำหรับตัวอย่างที่ใช้วัสดุฉนวนกันเป็นพอลิเมอร์ และเตรียมตัวอย่างตามรูปที่ 10 สำหรับตัวอย่างที่ใช้ขอบกันรั่วโลหะ (metallic edge seal) และเก็บตัวอย่างไว้ที่อุณหภูมิ  $(27 \pm 2) ^\circ\text{C}$  ความชื้นสัมพัทธ์  $(50 \pm 5) \%$  เป็นระยะเวลา 21 d เพื่อให้เกิดการคงรูปเบื้องต้น (initial curing) ก่อนนำไปทดสอบต่อไป



หน่วยเป็นมิลลิเมตร

รูปที่ 9 การเตรียมตัวอย่างในกรณีที่ใช้ฉนวนกันเป็นพอลิเมอร์  
(ข้อ 9.7.2)

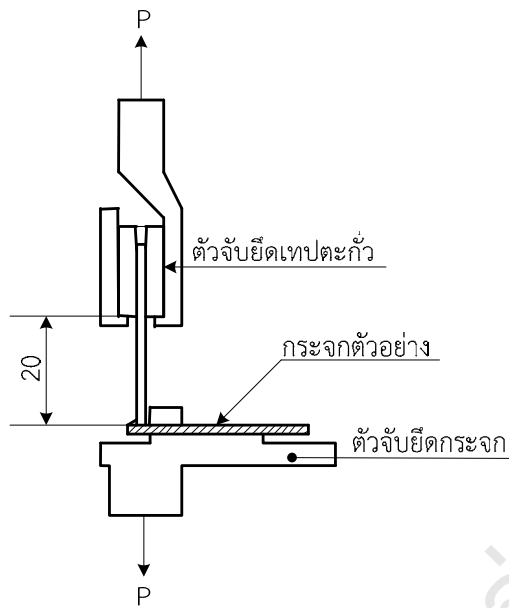


หน่วยเป็นมิลลิเมตร

รูปที่ 10 การเตรียมตัวอย่างในกรณีที่ใช้วัสดุผิวนิกคั้นเป็นโลหะ  
(ข้อ 9.7.2)

### 9.7.3 การทดสอบแรงดึง

ให้เก็บตัวอย่างไว้ที่อุณหภูมิ  $(25 \pm 2) ^\circ\text{C}$  ความชื้นสัมพัทธ์  $(50 \pm 5) \%$  เป็นระยะเวลา 24 h ถึง 48 h ก่อนเริ่มการทดสอบ ในกรณีที่ตัวอย่างใช้กาวกันรั้วเป็นพอลิเมอร์ ให้ทดสอบแรงดึงโดยใช้อัตราการยืดดึง  $(5 \pm 0.25) \text{ mm/min}$  และกรณีที่ตัวอย่างใช้วัสดุผิวนิกคั้นเป็นโลหะ ให้จับตัวอย่างดังรูปที่ 11 และทดสอบแรงดึงโดยใช้อัตราการยืดดึง  $(12.5 \pm 0.5) \text{ mm/min}$  โดยด้านหลังตัวอย่างมีแหล่งกำเนิดแสงที่มีความสว่างสม่ำเสมอในช่วง 600 lx ถึง 1 000 lx บนระนาบของตัวอย่างแล้วตรวจพินิจรอยแยกระหว่างกระຈกและวัสดุผิวนิกคั้นกลาง หรือรอยแยกในวัสดุคั้นกลาง (ดูรูปที่ 1 ประกอบ) หากพบรอยแยกให้หยุดการทดสอบและรายงานผลค่าความเค้นและความเครียด ณ ตำแหน่งที่พบรอยแยกระหว่างกระຈกและวัสดุผิวนิกคั้นกลาง หรือรอยแยกในวัสดุคั้นกลาง (ดูรูปที่ 11 ประกอบ)



หน่วยเป็นมิลลิเมตร

รูปที่ 11 การทดสอบแรงดึงในกรณีที่วัสดุฉนวนกั้นกลางเป็นโลหะ  
(ข้อ 9.7.3)

9.7.4 การทดสอบความทนทานของวัสดุฉนวนกั้น

นำตัวอย่างที่ผ่านการคงรูปเบื้องต้น ที่ตั้งไว้ที่อุณหภูมิ  $(25 \pm 2) ^\circ\text{C}$  ความชื้นสัมพัทธ์  $(50 \pm 5) \%$  เป็นระยะเวลา 7 d ก่อนทำการทดสอบดังรายการต่อไปนี้ โดยแต่ละการทดสอบใช้ชิ้นงานจำนวน 7 ชิ้น

9.7.4.1 การทดสอบความทนทานของวัสดุฉนวนกั้น ก่อนชิ้นงานถูกเร่งสภาวะ

ทดสอบแรงดึงของชิ้นงานตามข้อ 9.7.3 ก่อนทำการเร่งสภาวะ

9.7.4.2 การทดสอบความทนทานของวัสดุฉนวนกั้น เมื่อชิ้นงานผ่านการอบด้วยความร้อน (heat exposure)

วางชิ้นงานในเตาอบอุณหภูมิที่  $(60 \pm 2) ^\circ\text{C}$  เป็นเวลา  $(168 \pm 5) \text{ h}$  จากนั้นนำชิ้นงานไปทดสอบแรงดึงตามข้อ 9.7.3

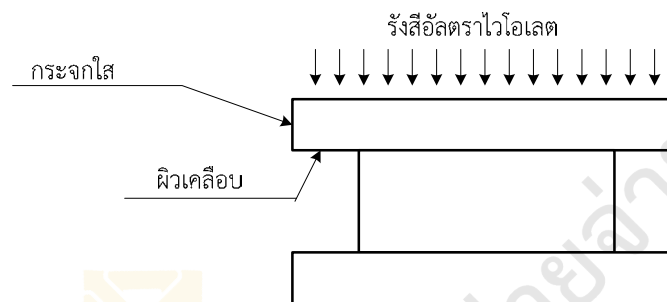
9.7.4.3 การทดสอบความทนทานของวัสดุฉนวนกั้น เมื่อชิ้นงานผ่านการแช่น้ำ (water immersion)

แช่ชิ้นงานในน้ำกลั่น หรือน้ำปราศจากไอออน (deionized water) ปริมาณ 1 L ถึง 2 L ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา  $(168 \pm 5) \text{ h}$  จากนั้นนำชิ้นงานไปทดสอบแรงดึงตามข้อ 9.7.3

9.7.4.4 การทดสอบความทนทานของวัสดุฉนวนกั้น เมื่อขึ้นงานผ่านการฉายรังสีอัลตราไวโอเลต (ultraviolet exposure)

ฉายรังสีอัลตราไวโอเลตที่มีความเข้ม  $40 \pm 5$  วัตต์ต่อตารางเมตร ตั้งฉากกับชิ้นงาน (ดูรูปที่ 12 ประกอบ) เป็นเวลา  $(96 \pm 4)$  h โดยความสูงในการฉายรังสีต้องปรับให้รังสีฉายครอบคลุมชิ้นงานทดสอบทั้งหมด จากนั้นนำชิ้นงานไปทดสอบแรงดึงตามข้อ 9.7.3

*หมายเหตุ* อ่านคำแนะนำเกี่ยวกับแหล่งกำเนิดรังสีอัลตราไวโอเลต ในภาคผนวก ข.



รูปที่ 12 การฉายรังสีอัลตราไวโอเลตบนชิ้นงานทดสอบ  
(ข้อ 9.7.4.4)

ภาคผนวก ก.  
การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

(ข้อ 8.1)

- ก.1 รุ่น ในที่นี้ หมายถึง กระจกฉนวน ชั้นคุณภาพ ความหนาเหมือนกัน และจำนวนชั้นเท่ากัน ทำจากวัสดุอย่างเดียวกัน โดยกรรมวิธีเดียวกัน ที่ทำหรือส่งมอบหรือซื้อขายในระยะเวลาเดียวกัน
- ก.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับ ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้ หรืออาจใช้แผนการชักตัวอย่างอื่นที่เทียบเท่ากันทางวิชาการกับแผนที่กำหนดไว้
- ก.2.1 การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบขนาด ลักษณะทั่วไป เครื่องหมายและฉลาก
- ก.2.1.1 ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันจำนวน 2 หน่วยภาชนะบรรจุ ตรวจสอบเครื่องหมายและฉลากที่ ภาชนะบรรจุ แล้วชักตัวอย่างจากแต่ละภาชนะบรรจุอย่างน้อยภาชนะบรรจุละ 2 แผ่น ให้ได้ตัวอย่างรวมอย่างน้อย 5 แผ่น เพื่อทดสอบเครื่องหมายและฉลาก ขนาดและลักษณะทั่วไป
- ก.2.1.2 ตัวอย่างทุกแผ่นต้องเป็นไปตามข้อ 4. ข้อ 5.1 และ ข้อ 7. จึงจะถือว่ากระจกฉนวนรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด
- หมายเหตุ การตรวจสอบการบรรจุ และเครื่องหมายและฉลากให้ทดสอบที่โรงงานผู้ทำ*
- ก.2.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบการเสื่อมของแผ่น
- ก.2.2.1 ให้ชักตัวอย่าง โดยวิธีสุ่มจากกระจกฉนวนที่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดในเรื่องขนาดและลักษณะทั่วไป (ข้อ ก.2.1) แล้ว จำนวน 3 แผ่น
- ก.2.2.2 ตัวอย่างทุกแผ่นต้องเป็นไปตามข้อ 5.2 จึงจะถือว่ากระจกฉนวนรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด
- ก.2.3 การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบจุดน้ำค้าง
- ก.2.3.1 ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากตัวอย่างที่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดในเรื่องขนาดและลักษณะทั่วไป(ข้อ ก.2.1) แล้วจำนวน 2 แผ่น หรือทำตัวอย่างจากกระจกฉนวนรุ่นเดียวกันขนาดประมาณ 350 mm x 500 mm จำนวน 2 แผ่น
- ก.2.3.2 ตัวอย่างทุกแผ่นต้องเป็นไปตามข้อ 5.3 จึงจะถือว่ากระจกฉนวนรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด
- ก.2.4 การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบความทนต่อสภาวะเร่ง
- ก.2.4.1 ให้ทำตัวอย่างจากกระจกฉนวนรุ่นเดียวกัน ขนาดประมาณ 200 mm x 200 mm จำนวน 8 แผ่น เพื่อใช้ทดสอบ 6 แผ่น และสำรองไว้ 2 แผ่น
- ก.2.4.2 ตัวอย่างทุกแผ่นต้องเป็นไปตามข้อ 5.4 จึงจะถือว่ากระจกฉนวนรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด



ในกรณีที่ตัวอย่างแตกต่างระหว่างการทดสอบไม่เกิน 2 แผ่น ให้ทดสอบใหม่ตั้งแต่ต้นด้วยตัวอย่างสำรองจำนวนเท่ากับตัวอย่างที่แตก และผลการทดสอบใหม่ต้องเป็นไปตามข้อ 5.4 ทุกแผ่นจึงจะถือว่าระจกณวนรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด



TISI

ห้ามทำซ้ำเพื่อการจำหน่ายแจก

ก.2.5 การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบความทนทานของวัสดุฉนวน

ก.2.5.1 ให้ทำตัวอย่างจากกระจกฉนวนรุ่นเดียวกัน โดยเตรียมตัวอย่างตั้งรูปที่ 9 หรือ หรือรูปที่ 10 จำนวน 28 แผ่น

ก.2.5.2 ตัวอย่างทุกแผ่นต้องเป็นไปตามข้อ 5.5 ทุกแผ่น จึงจะถือว่ากระจกฉนวนรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

*หมายเหตุ* ในกรณีที่กระจกฉนวนวัสดุฉนวนที่เป็นพอลิเมอร์ชนิดโพลีซิลไฟด์ ให้ยกเว้นการทดสอบการฉายรังสีอัลตราไวโอเล็ตในข้อ 9.7.4.4

ก.3 เกณฑ์ตัดสิน

ตัวอย่างกระจกฉนวนต้องเป็นไปตามข้อ ก.2.1.2 ข้อ ก.2.2.2 ข้อ ก.2.3.2 ข้อ ก.2.4.2 และข้อ ก.2.5.2 ทุกข้อจึงจะถือว่ากระจกฉนวนรุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้

**ภาพผนวก ข.**  
**ตัวอย่างแหล่งกำเนิดรังสีอัลตราไวโอเล็ต**  
 (ข้อ 9.7.4.4)

- ข.1 แหล่งกำเนิดรังสีอัลตราไวโอเล็ตที่ใช้ในการทดสอบตามข้อ 9.7 ควรเป็นหลอดแสงอาทิตย์เทียม (sun-simulating radiation source) ที่มีสมบัติเชิงแสงใกล้เคียงกับรังสีอาทิตย์ เช่น หลอดยี่ห้อ OSRAM รุ่น Ultra-Vitalux 330 W ซึ่งมีการกระจายพลังงานในช่วงคลื่นต่าง ๆ ดังที่แสดงในตารางที่ ข.1

**ตารางที่ ข.1 การกระจายพลังงานในช่วงคลื่นต่าง ๆ ของหลอดแสงอาทิตย์เทียม**  
 (ข้อ ข.1)

ชนิดรังสี	ช่วงความยาวคลื่น	พลังงานเป็นร้อยละของพลังงานทั้งหมด
รังสีอัลตราไวโอเล็ตชนิด B (UVB)	280 - 315	≥ 1
รังสีอัลตราไวโอเล็ตชนิด A (UVA)	315 - 380	≥ 3
แสงช่วงมองเห็นได้ (visible) และ ช่วงอินฟราเรดใกล้ (near infrared)	> 380	ส่วนที่เหลือ

เพื่อที่จะให้ปริมาณรังสีอัลตราไวโอเล็ตฉายลงบนชิ้นงานตัวอย่างมีความเข้มตามที่ต้องการ ความเข้มของรังสีที่ได้จากแหล่งกำเนิดแสงควรมีค่าเท่ากับ  $730 \pm 80 \text{ W/m}^2$  ซึ่งสามารถด้วยเครื่องมือวัดรังสีอาทิตย์รวม (pyranometer) ที่ตอบสนองคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วง 305 nm ถึง 2 800 nm บนระนาบผิวของชิ้นงาน