มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

THAI INDUSTRIAL STANDARD

มอก.2380 เล่ม 2(5)-2555

IEC 60068-2-5 (2010-04)

การทดสอบทางสภาพแวดล้อม

เล่ม 2(5) การทดสอบ – การทดสอบ Sa : การแผ่รังสีอาทิตย์จำลองที่ระดับพื้นดิน และคำแนะนำสำหรับการทดสอบการแผ่รังสีอาทิตย์

ENVIRONMENTAL TESTING –

PART 2-5: TESTS – TEST Sa : SIMULATED SOLAR RADIATION AT GROUND LEVEL AND GUIDANCE FOR SOLAR RADIATION TESTING

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

กระทรวงอุตสาหกรรม

ICS 19.040

ISBN 978-616-231-439-1

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

การทดสอบทางสภาพแวดล้อม

เล่ม 2(5) การทดสอบ – การทดสอบ Sa : การแผ่รังสีอาทิตย์จำลองที่ระดับพื้นดิน และคำแนะนำสำหรับการทดสอบการแผ่รังสีอาทิตย์

มอก.2380 เล่ม 2(5)-2555

IEC 60068-2-5 (2010-04)

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

กระทรวงอุตสาหกรรม ถนนพระรามที่ 6 กรุงเทพฯ 10400

โทรศัพท์ 0 2202 3300

ประกาศในราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศและงานทั่วไป เล่ม 130 ตอนพิเศษ 7ง

วันที่ 18 มกราคม พุทธศักราช 2556

คณะกรรมการวิชาการคณะที่ 1015
คณะกรรมการวิชาการรายสาขาการวัดและทดสอบด้านไฟฟ้า

ประธานกรรมการ

นายสมพร ขาวเป็นใย	ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ

กรรมการ

นายยุทธนา ตันติวิวัฒน์	สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
นายคมสัน เพ็ชรรักษ์	คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
นายสุรินทร์ อรรถกิจการค้า	กรมวิทยาศาสตร์บริการ
นายวิธีธร์ ศรีมงคล	สถาบันไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์
นายสุวพิชญ์ ลิขิตสุภิณ	การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย
นายวิทยา เชื้อสิงห์	การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
นายภราดร เลขะกะ	การไฟฟ้านครหลวง
นายณรัฐ รุจิรัตน์	สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ
–	บริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน)
นางรัชดา อิสระเสนารักษ์	สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

กรรมการและเลขานุการ

นายสถาพร รุ่งรัตนาอุบล	สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ

นายธีร์ มีแก้ว	สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย
นายพุฒิพงศ์ คงเจริญ	สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้กำหนดขึ้นโดยรับ IEC 60068-2-5 Edition 2.0 (2010-04) : Environmental Testing – Part 2-5: Tests – Test Sa: Simulated solar radiation at ground level and guidance for solar radiation testing มาใช้ในระดับเหมือนกันทุกประการ (identical) โดยวิธีแปล

อย่างไรก็ตาม หากนำมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ไปใช้แล้วมีข้อสงสัยเกี่ยวกับความหมายของคำบางคำหรือสำนวนบางสำนวน ให้ถือความหมายตามเอกสารอ้างอิงฉบับภาษาอังกฤษเป็นหลัก

คณะกรรมการมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมได้พิจารณามาตรฐานนี้แล้ว เห็นสมควรเสนอรัฐมนตรีประกาศตามมาตรา 15 แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511

ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม
ฉบับที่ 4488 (พ.ศ. 2555)
ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
พ.ศ. 2511
เรื่อง กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
การทดสอบทางสภาพแวดล้อม เล่ม 2(5) การทดสอบ - การทดสอบ Sa :
การแผ่รังสีอาทิตย์จำลองที่ระดับพื้นดินและคำแนะนำสำหรับการทดสอบการแผ่รังสีอาทิตย์

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 15 แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511 รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรมออกประกาศกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม การทดสอบทางสภาพแวดล้อม เล่ม 2(5) การทดสอบ - การทดสอบ Sa : การแผ่รังสีอาทิตย์จำลองที่ระดับพื้นดินและคำแนะนำสำหรับการทดสอบการแผ่รังสีอาทิตย์ มาตรฐานเลขที่ มอก.2380 เล่ม2(5)-2555 ไว้ ดังมีรายการละเอียดต่อท้ายประกาศนี้

ทั้งนี้ ให้มีผลตั้งแต่วันประกาศในราชกิจจานุเบกษา เป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ 1 ตุลาคม พ.ศ. 2555

พงษ์สวัสดิ์ สวัสดิวัตน์

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

การทดสอบทางสภาพแวดล้อม

เล่ม 2(5) การทดสอบ – การทดสอบ Sa : การแผ่รังสีอาทิตย์จำลองที่ระดับพื้นดิน และคำแนะนำสำหรับการทดสอบการแผ่รังสีอาทิตย์

1. ขอบข่ายและวัตถุประสงค์

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้กำหนดคำแนะนำสำหรับการทดสอบบริภัณฑ์หรือส่วนประกอบภายใต้ภาวะการแผ่รังสีอาทิตย์

จุดประสงค์ของการทดสอบเพื่อตรวจสอบหาขอบเขตที่บริภัณฑ์หรือส่วนประกอบได้รับผลกระทบจากการแผ่รังสีอาทิตย์

วิธีของการทดสอบร่วมเพื่อตรวจหาการแปรผันทางไฟฟ้า ทางกล หรือทางกายภาพอื่นๆ

2. เอกสารอ้างอิง

เอกสารอ้างอิงต่อไปนี้ ประกอบด้วยข้อกำหนดที่นำมาใช้ประกอบข้อกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ เอกสารอ้างอิงฉบับที่ระบุปีที่พิมพ์ ให้ใช้ฉบับที่ระบุเท่านั้น เอกสารอ้างอิงฉบับที่ไม่ระบุปีที่พิมพ์ ให้ใช้ฉบับล่าสุด (รวมถึงฉบับที่แก้ไขเพิ่มเติมหรือแก้ไขปรับปรุง)

IEC 60068-1, *Environmental testing — Part 1: General and guidance*

IEC 60068-2-78, *Environmental testing — Part 2-78: Tests — Test Cab: Damp heat, steady state*

CIE 85:1985, *Solar spectral irradiance*

มอก.2380 เล่ม 2(1), *การทดสอบทางสภาพแวดล้อม เล่ม 2(1) การทดสอบ – การทดสอบ A : ความเย็น*

มอก.2380 เล่ม 2(2), *การทดสอบทางสภาพแวดล้อม เล่ม 2(2) การทดสอบ – การทดสอบ B : ความร้อนแห้ง*

3. บทนิยาม

สำหรับจุดประสงค์ของมาตรฐานนี้ ให้ใช้บทนิยามใน IEC 60068-1 และบทนิยามดังต่อไปนี้

3.1 มวลอากาศ (air mass)

ความยาวเส้นทางที่แสงจากวัตถุบนฟ้าผ่านบรรยากาศโลกเทียบกับความยาวที่เซนิท มวลอากาศเท่ากับ 1 ที่เซนิท

หมายเหตุ มวลอากาศ คือ 1/sin(แกมมา) เมื่อ แกมมา คือ มุมเงยของดวงอาทิตย์

3.2 อุณหภูมิมาตรฐานดำ (black standard temperature : BST)

ค่าลักษณะเฉพาะของอุณหภูมิพื้นผิวชิ้นตัวอย่าง

หมายเหตุ อุณหภูมิมาตรฐานดำวัดได้โดยเทอร์มอมิเตอร์มาตรฐานดำ (ดู ISO 4892-1)

3.3 อุณหภูมิแผ่นดำ (black panel temperature)

ค่าลักษณะเฉพาะของอุณหภูมิพื้นผิวชิ้นตัวอย่าง

หมายเหตุ อุณหภูมิแผ่นดำวัดได้โดยเทอร์มอมิเตอร์แผ่นดำ (ดู ISO 4892-1)

3.4 ค่าคงตัวรังสีอาทิตย์ (solar constant)

อัตราพลังงานรังสีอาทิตย์ที่ความยาวคลื่นทั้งหมดซึ่งได้รับต่อหน่วยพื้นที่ที่ระดับสูงสุดของบรรยากาศโลก

หมายเหตุ ค่าคงตัวรังสีอาทิตย์ E_0 = 1 367 W/m^2 (วัตต์ต่อตารางเมตร)

3.5 ความลึกเชิงแสง (optical depth)

มาตราวัดว่ามีแสงเท่าไรที่ถูกดูดกลืนในการเดินทางผ่านตัวกลาง

หมายเหตุ ตัวกลางโปร่งใสอย่างสมบูรณ์มีความลึกเชิงแสงเป็นศูนย์

4. หมายเหตุทั่วไป

4.1 ทั่วไป

ผลกระทบของการแผ่รังสีกับชิ้นตัวอย่างขึ้นอยู่กับระดับความรับอาบรังสี การแจกแจงสเปกตรัม ตำแหน่ง เวลาของวัน และสภาพไวต่อแสงของวัสดุชิ้นตัวอย่าง

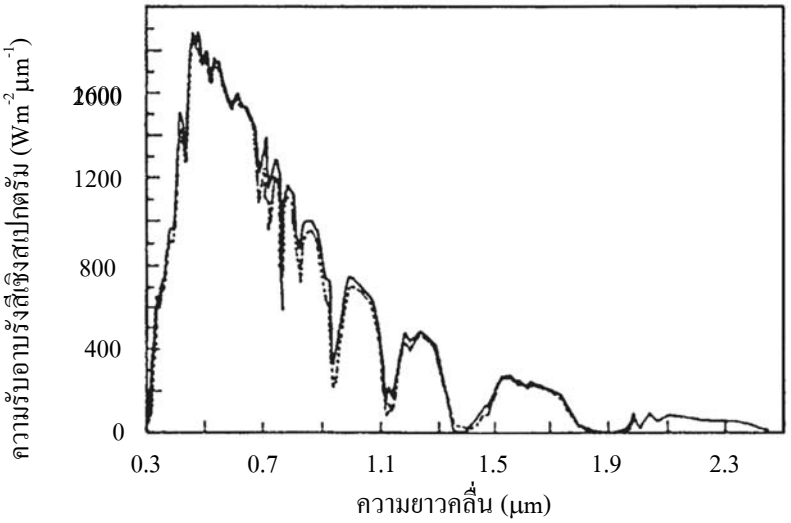
4.2 ความรับอาบรังสี (irradiance)

ความรับอาบรังสีจากดวงอาทิตย์บนระนาบที่ตั้งฉากกับรังสีตกกระทบภายนอกบรรยากาศโลกที่ระยะเฉลี่ยจากโลกถึงดวงอาทิตย์เรียกว่าค่าคงตัวรังสีอาทิตย์ E_0

ความรับอาบรังสีที่พื้นผิวโลกได้รับอิทธิพลจากค่าคงตัวรังสีอาทิตย์ และการลดทอนและการกระเจิงของการแผ่รังสีในบรรยากาศ สำหรับจุดประสงค์การทดสอบ มาตรฐาน CIE 85 ให้ค่าการแผ่รังสีรวม 1 120 W/m^2 ที่พื้นผิวโลกจากดวงอาทิตย์ที่เซนิท; ค่าอยู่บนพื้นฐานของค่าคงตัวรังสีอาทิตย์ E_0 = 1 367 W/m^2

4.3 การแจกแจงสเปกตรัม

การแจกแจงสเปกตรัมมาตรฐานของการแผ่รังสีรวมที่ระบุสำหรับการทดสอบนี้ ตามคำแนะนำของ CIE 85 ให้ไว้ในรูปที่ 1 และตารางที่ 1



หมายเหตุ ความลึกเชิงแสงของการขจัดละอองลอย 0.1 (เส้นทึบ) และ 0.27 (เส้นประ) ตามลำดับ

รูปที่ 1 ความรับอาบรังสีอาทิตย์รวมเชิงสเปกตรัมที่พื้นผิวโลกสำหรับมวลอากาศสัมพัทธ์เป็น 1

ตารางที่ 1 การแจกแจงพลังงานเชิงสเปกตรัมและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้

บริเวณสเปกตรัม	เหนือม่วง B*	เหนือม่วง A	มองเห็นได้	ใต้แดง	การแผ่รังสีรวม
ความกว้างแถบความถี่	300 nm ถึง 320 nm	320 nm ถึง 400 nm	400 nm ถึง 800 nm	800 nm ถึง 2 450 nm	300 nm ถึง 2 450 nm
ความรับอาบรังสี	4.06 W/m^2	70.5 W/m^2	604.2 W/m^2	186 W/m^2	1 090 W/m^2
สัดส่วนของการแผ่รังสีรวม	0.4 %	6.4 %	55.4 %	37.8 %	100 %
* การแผ่รังสีสั้นกว่า 300 nm ที่มาถึงพื้นผิวโลกไม่มีนัยสำคัญ					

ถ้าแหล่งแผ่รังสีที่ใช้สำหรับทดสอบไม่เป็นไปตามการแจกแจงสเปกตรัมมาตรฐานที่ให้ในตารางที่ 1 ต้องทราบหรือวัดข้อมูลการดูดกลืนเชิงสเปกตรัมที่แท้จริงและความรับอาบรังสีเชิงสเปกตรัมที่แท้จริงของแหล่งแผ่รังสีทางเลือกในพิสัยตั้งแต่ 300 nm (นาโนเมตร) ถึงประมาณ 3 000 nm และสำหรับมุมตัน 2π s r เหนือพื้นผิวชิ้นตัวอย่าง

5. การทำภาวะทดสอบ

5.1 ทั่วไป

ในระหว่างการทดสอบทั้งหมด การอาบรังสี อุณหภูมิภายในตู้ทดสอบ ความชื้น และภาวะสภาพแวดล้อมที่ระบุอื่น ต้องรักษาไว้ที่ระดับที่เหมาะสมกับวิธีดำเนินการทดสอบเฉพาะซึ่งระบุในข้อกำหนดคุณลักษณะที่เกี่ยวข้อง ข้อกำหนดคุณลักษณะที่เกี่ยวข้องต้องระบุข้อกำหนดการปรับภาวะก่อนการทดสอบที่ใช้

5.2 อุณหภูมิ

อุณหภูมิภายในตู้ทดสอบในระหว่างคาบการอาบรังสีและคาบความมืดต้องควบคุมตามวิธีดำเนินการ (A, B หรือ C) ที่ระบุ ในระหว่างการอาบรังสี อุณหภูมิภายในตู้ทดสอบต้องเพิ่มขึ้นหรือลดลง 1 K/min (เคลวินต่อนาที) และรักษาอยู่ที่ค่านิยมค่าใดค่าหนึ่งซึ่งให้ไว้ใน มอก.2380 เล่ม 2(1) มอก.2380 เล่ม 2(2) หรือข้อกำหนดคุณลักษณะที่เกี่ยวข้อง

หมายเหตุ นอกจากนี้ สามารถใช้เทอร์มอมิเตอร์มาตรฐานดำเพื่อควบคุมอุณหภูมิพื้นผิวสูงสุด ซึ่งอุณหภูมินี้อาจได้รับผลกระทบจากการระบายอากาศได้

5.3 ความชื้น

ภาวะความชื้นต่างกัน โดยเฉพาะการควบแน่น สามารถส่งผลกระทบอย่างมากกับการเสื่อมสภาพแบบโฟโตเคมีของวัสดุ สี พลาสติก ฯลฯ ถ้าต้องกำหนดต้องใช้ค่าใน IEC 60068-2-78

ข้อกำหนดคุณลักษณะที่เกี่ยวข้องต้องระบุความชื้นและระบุว่าต้องรักษาความชื้นหรือไม่ ในระหว่าง:

ก) คาบการอาบรังสี เท่านั้น;

ข) คาบความมืด เท่านั้น;

ค) ระยะเวลาทดสอบทั้งหมด

5.4 โอโซนและก๊าซปนเปื้อนอื่น

โอโซนซึ่งสร้างโดยรังสีเหนือม่วงความยาวคลื่นสั้นของแหล่งจ่ายทดสอบ ตามปกติแยกจากตู้ทดสอบด้วยตัวกรองรังสีที่ใช้ปรับแก้การแจกแจงพลังงานเชิงสเปกตรัม เนื่องจากโอโซนและก๊าซปนเปื้อนอื่นสามารถส่งผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญกับกระบวนการเสื่อมสภาพของวัสดุ จึงเป็นสิ่งสำคัญที่ต้องแยกก๊าซเหล่านี้ออกจากตู้ทดสอบ หากมิได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่นในข้อกำหนดคุณลักษณะที่เกี่ยวข้อง

5.5 การปนเปื้อนพื้นผิว

ฝุ่นและการปนเปื้อนพื้นผิวอื่นอาจเปลี่ยนแปลงลักษณะเฉพาะการดูดกลืนของพื้นผิวที่อาบรังสีอย่างมีนัยสำคัญ หากมิได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น ควรทดสอบชิ้นตัวอย่างในภาวะสะอาด อย่างไรก็ตาม ถ้าต้องประเมินผลกระทบของการปนเปื้อนพื้นผิว ควรรวมสารสนเทศที่จำเป็นในการเตรียมพื้นผิว ฯลฯ ในข้อกำหนดคุณลักษณะที่เกี่ยวข้อง

5.6 การติดตั้งชิ้นตัวอย่าง

ต้องวางชิ้นตัวอย่างที่ทดสอบบนที่รองรับซึ่งยกขึ้น หรือบนโต๊ะหมุน หรือบนซับสเตรตที่ระบุซึ่งทราบสภาพนำความร้อนและความจุความร้อนภายในตู้ทดสอบและห่างจากชิ้นตัวอย่างอื่นเพื่อหลีกเลี่ยงการบังจากแหล่งแผ่รังสีหรือความร้อนที่แผ่ออก ควรติดตั้งตัวรับรู้อุณหภูมิเข้ากับชิ้นตัวอย่างถ้าต้องการ

5.7 สิ่งอำนวยความสะดวกในการทดสอบ

ต้องทำให้แน่ใจว่าชิ้นส่วนเชิงแสงของสิ่งอำนวยความสะดวกในการทดสอบ หลอดไฟฟ้า ตัวสะท้อนแสงและตัวกรองแสง ฯลฯ สะอาด

ระดับการอาบรังสีตลอดระนาบการวัดที่ระบุต้องวัดทันทีก่อนการทดสอบแต่ละครั้ง

ภาวะสภาพแวดล้อมประกอบใดๆ เช่น อุณหภูมิโดยรอบ ความชื้น และพารามิเตอร์อื่นถ้าระบุ ควรเฝ้าสังเกตอย่างต่อเนื่องตลอดการทดสอบ

5.8 เครื่องทดสอบ

ตู้ทดสอบซึ่งใช้ทดสอบต้องจัดให้มีวิธีที่ทำให้มีความรับอาบรังสี 1 120 W/m^2 ± 10 % ตลอดระนาบวัดการอาบรังสีที่ระบุ โดยมีการแจกแจงสเปกตรัมที่ให้ในตารางที่ 1 ค่าของ 1 120 W/m^2 ต้องรวมการแผ่รังสีใดๆ ที่สะท้อนจากตู้ทดสอบและรับไว้โดยชิ้นตัวอย่างที่ทดสอบ ไม่ควรรวมการแผ่รังสีใต้แดงคลื่นยาวที่ปล่อยจากตู้ทดสอบ

ต้องจัดให้มีวิธีซึ่งสามารถคงภาวะที่ระบุของอุณหภูมิ การไหลของอากาศ และความชื้นภายในตู้ทดสอบ

ต้องวัดอุณหภูมิภายในตู้ทดสอบ (โดยมีการบังอย่างเพียงพอจากความร้อนที่แผ่ออก) ที่จุดหนึ่งหรือหลายจุดในระนาบแนวระดับซึ่งต่ำกว่าระนาบวัดการอาบรังสีที่ระบุ 0 mm (มิลลิเมตร) ถึง 50 mm ที่กึ่งกลางระยะทางระหว่างชิ้นตัวอย่างกับผนังตู้ทดสอบ หรือที่ 1 เมตร จากชิ้นตัวอย่าง แล้วแต่อย่างใดน้อยกว่า

6. การวัดเริ่มต้น

ชิ้นตัวอย่างต้องตรวจพินิจ ตรวจสอบทางมิติ และตรวจสอบเชิงหน้าที่ ตามที่ระบุในข้อกำหนดคุณลักษณะที่เกี่ยวข้อง

7. การทดสอบ

7.1 ทั่วไป

ในระหว่างการอาบรังสี อุณหภูมิภายในตู้ทดสอบต้องเพิ่มขึ้นหรือลดลง 1 K/min และคงอยู่ที่ค่านิยมค่าใดค่าหนึ่งซึ่งให้ไว้ใน มอก.2380 เล่ม 2(1) หรือ มอก.2380 เล่ม 2(2) หรือข้อกำหนดคุณลักษณะที่เกี่ยวข้อง

ในวิธีดำเนินการ A ต้องเริ่มต้นเพิ่มอุณหภูมิภายในตู้ทดสอบก่อนเริ่มคาบการอาบรังสี 2 h (ชั่วโมง)

ในระหว่างคาบความมืดในวิธีดำเนินการ A และวิธีดำเนินการ B อุณหภูมิภายในตู้ทดสอบต้องลดลง 1 K/min และคงอยู่ที่ +25 °C (องศาเซลเซียส) ถ้าอุณหภูมิที่ต้องการต่ำกว่า 25 °C ต้องรักษาอุณหภูมิไว้ที่อุณหภูมิที่ต้องการ

ข้อกำหนดสำหรับการอาบรังสี อุณหภูมิ และความสัมพันธ์กับเวลาให้ไว้ในรูปที่ 2 ตลอดระยะเวลาทดสอบที่ระบุ ต้องคงอุณหภูมิภายในตู้ทดสอบภายใน ±2 °C ของอุณหภูมิที่แสดงสำหรับวิธีดำเนินการที่เหมาะสม

ระดับความรับอาบรังสีควรเป็น 1 120 W/m^2 ± 10 % หรือตามที่ระบุในข้อกำหนดคุณลักษณะที่เกี่ยวข้อง ไม่แนะนำให้เร่งการทดสอบโดยเพิ่มการอาบรังสีเหนือระดับนี้ ให้จำลองการอาบรังสีรายวันรวมซึ่งเป็นการประมาณภาวะตามธรรมชาติที่รุนแรงที่สุดด้วยวิธีดำเนินการ A โดยการเผยผึ่งต่อภาวะการอาบรังสีมาตรฐานวันละ 8 h ดังนั้นการเผยผึ่งเป็นคาบเกิน 8 h จะส่งผลกระทบกับการเร่งเกินภาวะตามธรรมชาติ อย่างไรก็ตาม การเผยผึ่งติดต่อกัน 24 h ต่อวัน ในวิธีดำเนินการ C อาจปิดบังผลกระทบการเสื่อมสภาพของความเค้นทางความร้อนเป็นวัฏจักร โดยทั่วไปในกรณีนี้จึงไม่แนะนำให้ใช้

ต้องเผยผึ่งชิ้นตัวอย่างเป็นระยะเวลาตามที่ระบุในข้อกำหนดคุณลักษณะที่เกี่ยวข้อง กับวิธีดำเนินการทดสอบต่อไปนี้วิธีใดวิธีหนึ่ง (ดูรูปที่ 2):

7.2 วิธีดำเนินการ A – วัฏจักร 24 h ที่มีการอาบรังสี 8 h และความมืด 16 h ทำซ้ำตามที่ต้องการ

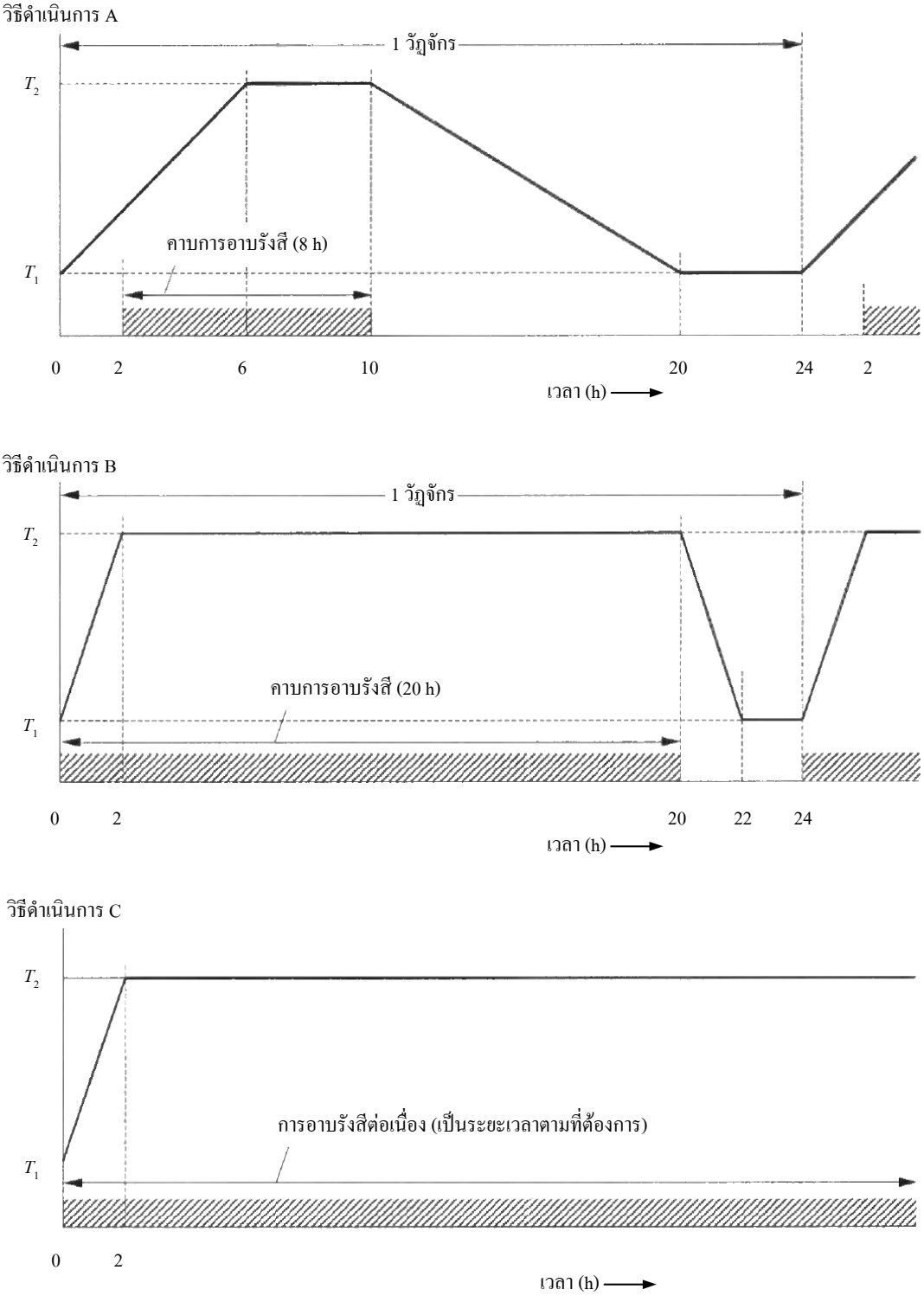
ให้การอาบรังสีรวม 8.96 kWh/m^2 (กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อตารางเมตร) ต่อวัฏจักรรายวัน ซึ่งประมาณเป็นภาวะตามธรรมชาติที่รุนแรงที่สุด ควรระบุวิธีดำเนินการ A ในกรณีที่ความสนใจหลักคือผลกระทบทางความร้อน

7.3 วิธีดำเนินการ B – วัฏจักร 24 h ที่มีการอาบรังสี 20 h และความมืด 4 h ทำซ้ำตามที่ต้องการ

ให้การอาบรังสีรวม 22.4 kWh/m^2 ต่อวัฏจักรรายวัน และใช้ในกรณีที่ความสนใจหลักคือผลกระทบการเสื่อมสภาพ

7.4 วิธีดำเนินการ C – การอาบรังสีต่อเนื่องตามที่ต้องการ

เป็นการทดสอบอย่างง่าย ในกรณีที่ความเค้นทางความร้อนเป็นวัฏจักรไม่สำคัญ และต้องประเมินผลกระทบโฟโตเคมีเท่านั้น และสำหรับการประเมินผลกระทบทางความร้อนกับชิ้นตัวอย่างที่มีความจุความร้อนต่ำด้วย



หมายเหตุ T_1 คือ อุณหภูมิล่าง (25 °C หากมิได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น)

T_2 คือ อุณหภูมิบน (40 °C หากมิได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น)

รูปที่ 2 วิธีดำเนินการทดสอบ A, B และ C

8. การวัดสุดท้าย

ชิ้นตัวอย่างต้องตรวจพินิจ ตรวจสอบทางมิติ และตรวจสอบเชิงหน้าที่ ตามที่ระบุในข้อกำหนดคุณลักษณะที่เกี่ยวข้อง

9. สารสนเทศที่ต้องให้ไว้ในข้อกำหนดคุณลักษณะที่เกี่ยวข้อง

ข้อกำหนดคุณลักษณะที่เกี่ยวข้องต้องให้รายละเอียดต่อไปนี้เท่าที่ใช้ได้:

ก) เวลาเผยผึ่งต่อการแผ่รังสี;

ข) อุณหภูมิมาตรฐานดำ;

ค) กำลังของการแผ่รังสี;

ง) ระยะเวลาการทดสอบ;

จ) สถานะการทำงาน;

ฉ) การปรับภาวะก่อนการทดสอบ;

ช) จำนวนชิ้นตัวอย่าง;

ซ) ความชื้น ถ้าเกี่ยวข้อง;

ฌ) แบบและขอบข่ายของการวัดเริ่มต้น;

ญ) วิธีดำเนินการทดสอบ;

ฎ) อุณหภูมิระหว่างการทดสอบ;

ฏ) คาบการทำงาน;

ฐ) แบบและขอบข่ายของการวัดระหว่างการทดสอบ;

ฑ) การคืนสภาพ;

ฒ) แบบและขอบข่ายของการวัดสุดท้าย;

ณ) เกณฑ์สำหรับการประเมิน;

ด) แบบและขอบข่ายของรายงานการทดสอบ

ต) คำอธิบายที่รองรับชิ้นตัวอย่างที่ใช้สำหรับการทดสอบ

10. สารสนเทศที่ต้องให้ไว้ในรายงานการทดสอบ

เมื่อการทดสอบนี้ถูกรวมอยู่ในข้อกำหนดคุณลักษณะที่เกี่ยวข้อง ต้องให้รายละเอียดต่อไปนี้ในกรณีที่ใช้ได้

ก) ห้องปฏิบัติการทดสอบ	(ชื่อ ที่อยู่ และรายละเอียดของการรับรอง – ถ้ามี)
ข) วันที่ทดสอบ	(วันที่ทำการทดสอบ)
ค) ลูกค้า	(ชื่อและที่อยู่)
ง) แบบของการทดสอบ	(วิธีดำเนินการ A, B หรือ C)
จ) ค่าที่ต้องการ	(อุณหภูมิ ความชื้น การแผ่รังสี ฯลฯ)
ฉ) จุดประสงค์ของการทดสอบ	(การพัฒนา การระบุคุณลักษณะ ฯลฯ)
ช) มาตรฐานวิธีทดสอบ ฉบับที่	(มอก.2380 เล่ม 2(5)-2554)
ซ) วิธีดำเนินการทดสอบทางห้องปฏิบัติการที่เกี่ยวข้อง	(รหัส และฉบับที่)
ฌ) คำอธิบายเกี่ยวกับชิ้นทดสอบ	(แบบ ภาพ จำนวน สถานะการสร้าง ฯลฯ)
ญ) ตู้ทดสอบ	(ผู้ทำ หมายเลขแบบรุ่น หมายเลขชี้บ่ง ฯลฯ)
ฎ) สมรรถนะของเครื่องทดสอบ	(การควบคุมอุณหภูมิจุดปรับตั้ง ฯลฯ)
ฏ) ความไม่แน่นอนของระบบการวัด	(ข้อมูลความไม่แน่นอน)
ฐ) ข้อมูลการสอบเทียบ	(วันที่สอบเทียบครั้งสุดท้ายและครั้งต่อไป)
ฑ) การวัดเริ่มต้น การวัดระหว่างทำภาวะทดสอบ และการวัดสุดท้าย	(การวัดเริ่มต้น การวัดระหว่างทำภาวะทดสอบ และการวัดสุดท้าย)
ฒ) ระดับความรุนแรงที่ต้องการ	(จากข้อกำหนดคุณลักษณะที่เกี่ยวข้อง)
ณ) ระดับความรุนแรงทดสอบ	(จุดที่วัด ข้อมูล ฯลฯ)
ด) สมรรถนะของชิ้นทดสอบ	(ผลการทดสอบเชิงหน้าที่ ฯลฯ)
ต) การสังเกตในระหว่างการทดสอบและปฏิบัติการ	(การสังเกตที่เกี่ยวข้องใดๆ)
ถ) สรุปผลการทดสอบ	(สรุปผลการทดสอบ)
ท) การแจกจ่าย	(รายการการแจกจ่าย)

ภาคผนวก ก.

(ข้อแนะนำ)

การตีความผลลัพธ์

ก.1 การเป็นไปตามข้อกำหนดคุณลักษณะ

ข้อกำหนดคุณลักษณะที่เกี่ยวข้องควรชี้บอกการเปลี่ยนแปลงที่ยอมให้ในภาวะภายนอก และ/หรือ สมรรถนะของชิ้นตัวอย่างที่ทดสอบหลังการเผยผึ่งต่อระดับการอาบรังสีที่ต้องการเป็นระยะเวลาที่ระบุ นอกจากนี้ข้อกำหนดนั้นอาจพิจารณาเรื่องการตีความต่อไปนี้

ก.2 ผลกระทบระยะสั้น

โดยเบื้องต้นให้ตระหนักถึงผลกระทบทางความร้อน ผลกระทบระยะสั้นที่พิจารณามีลักษณะตามธรรมชาติของความร้อนเกินเฉพาะที่ เป็นหลัก

ก.3 ผลกระทบระยะยาว

จุดประสงค์ของการทดสอบระยะยาวคือเพื่อหารูปแบบของการเสื่อมสภาพ โดยมีวัตถุประสงค์ 2 อย่างคือดูว่ามีการเปลี่ยนแปลงทันทีขณะเริ่มต้นหรือไม่ และประเมินอายุใช้ประโยชน์ของวัตถุที่ทดสอบ

ก.4 ผลกระทบทางความร้อน

อุณหภูมิพื้นผิวและอุณหภูมิภายในสูงสุดที่เกิดขึ้นกับชิ้นตัวอย่างหรือบริภัณฑ์จะขึ้นอยู่กับ:

ก) อุณหภูมิอากาศโดยรอบ;

ข) ความเข้มการแผ่รังสี;

ค) ความเร็วอากาศ;

ง) ระยะเวลาการเผยผึ่ง;

จ) สมบัติทางความร้อนของวัตถุเอง เช่น ความสะท้อนของพื้นผิว ขนาดและรูปร่าง สภาพนำความร้อน และความร้อนจำเพาะ

บริภัณฑ์สามารถมีอุณหภูมิเกิน 80 °C ถ้าเผยผึ่งต่อการแผ่รังสีอาทิตย์อย่างเต็มที่ในอุณหภูมิโดยรอบต่ำเท่ากับ 35 °C ถึง 40 °C ความสะท้อนของพื้นผิวของวัตถุส่งผลกระทบต่ออุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากการให้ความร้อนด้วยแสงอาทิตย์เป็นส่วนใหญ่; การเปลี่ยนผิวเคลือบ เช่น จากสีเข้มเป็นขาวซีด จะส่งผลกระทบกับการลดอุณหภูมิอย่างมาก ในทางกลับกันผิวเคลือบเดิมที่ออกแบบให้ลดอุณหภูมิสามารถคาดได้ว่าจะเสื่อมสภาพตามเวลาซึ่งเป็นผลให้อุณหภูมิเพิ่มขึ้น

วัสดุส่วนใหญ่เป็นตัวสะท้อนที่เลือกสรร นั่นคือตัวประกอบความสะท้อนเชิงสเปกตรัมเปลี่ยนแปลงตามความยาวคลื่น เช่น สีโดยทั่วไปเป็นตัวสะท้อนรังสีใต้แดงที่ไม่ดี ถึงแม้ว่าอาจมีประสิทธิภาพสูงในย่านรังสีที่มองเห็นได้ นอกจากนี้ ตัวประกอบความสะท้อนเชิงสเปกตรัมของวัสดุจำนวนมากเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วในรังสีที่มองเห็นได้ (สร้างการรู้สึกถึงสีกับตามนุษย์) และในรังสีใกล้ใต้แดง ดังนั้นจึงเป็นสิ่งสำคัญที่การแจกแจงพลังงานเชิงสเปกตรัมของแหล่งแผ่รังสีที่ใช้ในการทดสอบใดๆ ที่จำลองขึ้นควรจำลองให้ใกล้เคียงกับการแผ่รังสีอาทิตย์ตามธรรมชาติ หรือปรับแต่งความรับอาบรังสีอย่างเหมาะสมในลักษณะที่มีผลกระทบทางความร้อนแบบเดียวกัน

ก.5 การเสื่อมสภาพของวัสดุ

ผลกระทบรวมของการแผ่รังสีอาทิตย์ ก๊าซในบรรยากาศ การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและความชื้น ฯลฯ มักเรียกร่วมกันว่า “ปฏิกิริยาตามสภาพอากาศ” และส่งผลให้เกิด “การเร่งอายุ” และสลายวัสดุอินทรีย์ส่วนใหญ่ (เช่น พลาสติก ยาง สี ไม้ ฯลฯ)

วัสดุจำนวนมากซึ่งใช้งานได้อย่างน่าพอใจในบริเวณเขตอบอุ่น ถูกพบว่าไม่เหมาะอย่างยิ่งสำหรับใช้ภายใต้ภาวะรุนแรงกว่าของเขตร้อน ความบกพร่องโดยทั่วไปคือการเสื่อมสภาพอย่างรวดเร็วและการชำรุดของสี การร้าวและการแตกร่วนของเปลือกสายไฟฟ้า และการซีดจางของเม็ดสี

ความเสียหายของวัสดุภายใต้ปฏิกิริยาตามสภาพอากาศโดยทั่วไปไม่ได้เป็นผลจากปฏิกิริยาเดียว แต่มาจากปฏิกิริยาต่างกันหลายแบบซึ่งเกิดขึ้นพร้อมกัน และมักมีผลกระทบแบบปฏิสัมพันธ์กัน ถึงแม้ว่าการแผ่รังสีอาทิตย์โดยหลักคือรังสีเหนือม่วง – ส่งผลกับการเสื่อมเนื่องจากแสง – มักเป็นปัจจัยหลัก แต่ในทางปฏิบัติแทบไม่สามารถแยกผลกระทบจากปัจจัยปฏิกิริยาตามสภาพอากาศอื่นได้ เช่น ผลกระทบของการแผ่รังสีเหนือม่วงกับพอลิไวนิลคลอไรด์ ในกรณีที่การแผ่รังสีเหนือม่วงอย่างเดียวมีผลกระทบปรากฏน้อย แต่สภาพตอบรับ (susceptibility) ต่อความเสียหายเนื่องจากความร้อนเพิ่มขึ้นอย่างมากซึ่งน่าจะเกิดจากออกซิเจนเป็นปัจจัยหลัก

ในบางครั้งการทดสอบเทียม (artificial test) ที่ทำขึ้นอาจสร้างความบกพร่องผิดปกติซึ่งไม่เกิดขึ้นภายใต้ปฏิกิริยาตามสภาพอากาศโดยธรรมชาติ สิ่งนี้มักสามารถเกิดขึ้นจากข้อหนึ่งหรือหลายข้อต่อไปนี้

ก) แหล่งแผ่รังสีเหนือม่วงในห้องปฏิบัติการ แตกต่างจากการแผ่รังสีอาทิตย์ตามธรรมชาติอย่างเห็นได้ชัดในการแจกแจงพลังงานเชิงสเปกตรัม

ข) เมื่อความเข้มการแผ่รังสีเหนือม่วง อุณหภูมิ ความชื้น ฯลฯ เพิ่มขึ้นเพื่อให้ได้ผลกระทบแบบอัตราเร่ง อัตราปฏิกิริยาแต่ละอย่างซึ่งเกิดขึ้นภายใต้ภาวะเผยผึ่งต่อรังสีตามปกติไม่จำเป็นต้องเพิ่มขึ้นเป็นปริมาณเท่ากัน

ค) การทดสอบเทียมที่ทขึ้น โดยทั่วไปไม่ได้จำลองปัจจัยปฏิกิริยาตามสภาพอากาศโดยธรรมชาติทั้งหมด

ภาคผนวก ข.

(ข้อแนะนำ)

แหล่งแผ่รังสี

ข.1 ทั่วไป

แหล่งแผ่รังสีอาจประกอบด้วยหลอดไฟฟ้าหนึ่งหลอดหรือหลายหลอดและส่วนประกอบเชิงแสงที่เกี่ยวข้อง เช่น ตัวสะท้อน ตัวกรอง ฯลฯ เพื่อให้มีการแจกแจงสเปกตรัมและความรับอาบรังสีที่ต้องการ

สามารถใช้หลอดไฟฟ้าต่างกันที่มีตัวกรองต่างกันได้ขึ้นอยู่กับสถานที่ เวลา ความรับอาบรังสี การแจกแจงสเปกตรัม และกำลังของการแผ่รังสี

ข.2 ตัวกรอง

การเลือกตัวกรองขึ้นอยู่กับแหล่งแผ่รังสี บริภัณฑ์และการแจกแจงสเปกตรัม ปัจจุบันนิยมใช้ตัวกรองแก้ว แม้ว่าโดยพื้นฐานแก้วไม่สามารถสร้างขึ้นใหม่ได้อย่างแม่นยำเหมือนกับสารละลายทางเคมี อาจจำเป็นต้องลองผิดลองถูกเพื่อชดเชยความหนาแน่นทางแสงต่างกันด้วยการใช้ความหนาแผ่นแก้วต่างกัน ตัวกรองแก้วเป็นของที่มีลิขสิทธิ์ และควรปรึกษาผู้ทำเกี่ยวกับการเลือกตัวกรองที่เหมาะสมสำหรับจุดประสงค์เฉพาะ การเลือกจะขึ้นอยู่กับแหล่งแผ่รังสีและวิธีใช้

ตัวกรองแก้วบางอย่างสำหรับรังสีใต้แดงอาจเปลี่ยนแปลงลักษณะเฉพาะเชิงสเปกตรัมอย่างรวดเร็วเมื่อเผยผึ่งต่อการแผ่รังสีเหนือม่วงมากเกินควร การเสื่อมสภาพอาจป้องกันได้อย่างมากโดยแทรกตัวกรองรังสีเหนือม่วงระหว่างแหล่งแผ่รังสีกับตัวกรองรังสีใต้แดง ตัวกรองแบบแทรกสอดซึ่งทำหน้าที่โดยการสะท้อนแทนการดูดกลืนการแผ่รังสีที่ไม่ต้องการ ดังนั้นจึงส่งผลให้ความร้อนของแก้วลดลง โดยทั่วไปมีความเสถียรมากกว่าตัวกรองแบบดูดกลืน

ข.3 ความสม่ำเสมอของความรับอาบรังสี

การแผ่รังสีอาทิตย์ที่ปรากฏบนพื้นผิวโลกถือว่าเป็นลำแสงขนาน เนื่องจากดวงอาทิตย์อยู่ห่างจากโลกมาก แหล่งจ่ายเทียม (artificial source) เมื่อเทียบเคียงแล้วอยู่ใกล้กับพื้นผิวทำงาน และวิธีปรับทิศทางและการโฟกัสลำแสงต้องมีจุดมุ่งหมายให้ความรับอาบรังสีอย่างสม่ำเสมอที่ระนาบการวัดภายในขีดจำกัดข้อกำหนดคุณลักษณะ (นั่นคือ 1 120 W/m^2 ± 10 %) การอาบรังสีอย่างสม่ำเสมอทำได้ง่ายขึ้นโดยติดตั้งหลอดอาร์กแบบยาว (long-arc lamp) ในตัวสะท้อนแบบ “ราง” พาราโบลา โดยใช้เทคนิคการติดตั้งที่ซับซ้อนมาก เป็นไปได้ที่จะอาบรังสีพื้นผิวขนาดใหญ่ด้วยหลอดไฟฟ้าจำนวนมากให้ได้ระดับความสม่ำเสมอระดับหนึ่ง เป็นไปได้ที่จะใช้โต๊ะหมุนด้วย

โดยทั่วไปแนะนำให้ติดตั้งแหล่งแผ่รังสีข้างนอกตู้ทดสอบ วิธีนี้เป็นการหลีกเลี่ยงการเสื่อมสภาพที่เป็นไปได้ของส่วนประกอบเชิงแสง เช่น การเสื่อมสภาพที่เกิดจากภาวะความชื้นสูงและการปนเปื้อนของชิ้นตัวอย่างทดสอบด้วยโอโซนที่สร้างขึ้นโดยหลอดไฟฟ้าบางแบบ ในกรณีนี้ความส่งผ่านเชิงสเปกตรัมของวัสดุที่ใช้ทำช่องหน้าต่างต้องนำมาพิจารณา

ความเที่ยงของแนวเล็งลำแผ่รังสีโดยปกติไม่จำเป็น ยกเว้นการทดสอบบริภัณฑ์พิเศษ เช่น เซลล์แสงอาทิตย์ อุปกรณ์ติดตามดวงอาทิตย์ ฯลฯ

ภาคผนวก ค.

(ข้อแนะนำ)

เครื่องวัด

ค.1 ทั่วไป

ต้องใช้เครื่องวัดตามที่อธิบายในอนุกรม ISO 4892 สำหรับการทดสอบที่ระบุในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้

ค.2 การวัดความรับอาบรังสี

ไพรานอมิเตอร์ที่ใช้สำหรับการวัดการแผ่รังสีรวมจากดวงอาทิตย์และท้องฟ้าบนระนาบแนวระดับ ถือว่าเป็นเครื่องวัดที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการเฝ้าสังเกตความรับอาบรังสี

มีเครื่องวัด 2 แบบ ที่เหมาะสำหรับการวัดการแผ่รังสีจากแหล่งอาทิตย์ที่จำลองขึ้น แต่ละแบบขึ้นอยู่กับการทำงานกับจุดต่อทางความร้อน

เครื่องวัดที่อธิบายใน ISO 9370 แนะนำสำหรับจุดประสงค์ในการเฝ้าสังเกตความรับอาบรังสีจากแหล่งแสงในห้องปฏิบัติการ

เครื่องวัดเหล่านี้ไม่มีผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญจากการแผ่รังสีใต้แดงคลื่นยาวที่ปล่อยจากชิ้นตัวอย่างหรือตู้ทดสอบ

ค.3 การวัดการแจกแจงสเปกตรัม

การตรวจสอบความเข้มรวมทำได้ง่าย แต่การตรวจสอบรายละเอียดลักษณะเฉพาะเชิงสเปกตรัมทำได้ยากกว่า การเปลี่ยนแปลงสเปกตรัมหลักสามารถตรวจสอบโดยการวัดประจำที่มีค่าใช้จ่ายต่ำ โดยใช้ไพรานอมิเตอร์ร่วมกับตัวกรองที่เลือกสรร สำหรับการตรวจสอบรายละเอียดลักษณะเฉพาะการแจกแจงของเครื่องทดสอบจำเป็นต้องใช้เครื่องมือวัดรังสีสเปกตรัมที่ซับซ้อน

การเปลี่ยนแปลงลักษณะเฉพาะเชิงสเปกตรัมของหลอดไฟฟ้า ตัวสะท้อน และตัวกรองอาจเกิดขึ้นตลอดคาบเวลาซึ่งสามารถส่งผลให้การแจกแจงสเปกตรัมออกนอกเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนจากการผลิตอาจหมายถึงการเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าสามารถส่งผลให้มีการเปลี่ยนแปลงที่ยอมรับไม่ได้ของระดับการอาบรังสีเปรียบเทียบกับที่ปรับตั้งเมื่อเริ่มต้น ดังนั้นการเฝ้าสังเกตอย่างสม่ำเสมอจึงจำเป็น แต่การเฝ้าสังเกตรายละเอียดการแจกแจงสเปกตรัมภายในเครื่องทดสอบอาจเป็นไปไม่ได้เมื่อชิ้นตัวอย่างอยู่ระหว่างการทดสอบ

ค.4 การวัดอุณหภูมิ

เนื่องจากเป็นการแผ่รังสีระดับสูง ตัวรับรู้อุณหภูมิจึงจำเป็นต้องได้รับการป้องกันจากผลกระทบจากการแผ่รังสีความร้อน การป้องกันนี้ใช้กับการวัดอุณหภูมิอากาศภายในตู้ทดสอบและการเฝ้าสังเกตอุณหภูมิชิ้นตัวอย่าง/บริภัณฑ์

เมื่อเฝ้าสังเกตอุณหภูมิบริภัณฑ์ ตัวรับรู้ เช่น เทอร์มอคัปเปิล ควรติดตั้งที่พื้นผิวด้านในของเปลือกนอกและไม่ควรติดที่พื้นผิวด้านนอก สีและไขชี้บอกอุณหภูมิไม่เหมาะสำหรับเฝ้าสังเกตอุณหภูมิพื้นผิวที่อาบรังสีของชิ้นตัวอย่าง เพราะลักษณะเฉพาะการดูดกลืนไม่เป็นแบบเดียวกับชิ้นตัวอย่าง

ให้ใช้เทอร์มอมิเตอร์มาตรฐานดำเพื่อหาอุณหภูมิสูงสุดโดยประมาณบนพื้นผิวชิ้นตัวอย่าง

ตารางที่ ค.1 รายละเอียดการแจกแจงสเปกตรัมของการแผ่รังสีบนโลกสำหรับจุดประสงค์เพื่อการคำนวณ

ย่านสเปกตรัม	แบนด์วิดท์ μm	ความรับอาบรังสี W/m^2	ความรับอาบรังสี %
เหนือม่วง B*	0.28 ถึง 0.32	5	0.4
เหนือม่วง A	0.32 ถึง 0.36	27	2.4
	0.36 ถึง 0.40	36	3.2
มองเห็นได้	0.40 ถึง 0.44	56	5.0
	0.44 ถึง 0.48	73	6.5
	0.48 ถึง 0.52	71	6.4
	0.52 ถึง 0.56	65	5.8
	0.56 ถึง 0.64	121	10.8
	0.64 ถึง 0.68	55	4.9
	0.68 ถึง 0.72	52	4.6
	0.72 ถึง 0.78	67	6.0
ใต้แดง	0.78 ถึง 1.0	176	15.7
	1.0 ถึง 1.2	108	9.7
	1.2 ถึง 1.4	65	5.8
	1.4 ถึง 1.6	44	3.9
	1.6 ถึง 1.8	29	2.6
	1.8 ถึง 2.0	20	1.8
	2.0 ถึง 2.5	35	3.1
	2.5 ถึง 3.0	15	1.4
		1 120	100.0

* การแผ่รังสีสั้นกว่า 0.30 μm ถึงพื้นผิวโลกไม่มีนัยสำคัญ