



มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

THAI INDUSTRIAL STANDARD

มอก. 2230 – 2548

หลอดรังสีแคโทด

เฉพาะด้านความปลอดภัยทางกล

CATHODE RAY TUBES : MECHANICAL SAFETY

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

กระทรวงอุตสาหกรรม

ICS 31.100

ISBN 974-9904-76-1

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
หลอดรังสีแคโทด
เฉพาะด้านความปลอดภัยทางกล

มอก. 2230 – 2548

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
กระทรวงอุตสาหกรรม ถนนพระรามที่ 6 กรุงเทพฯ 10400
โทรศัพท์ 0 2202 3300

ประกาศในราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศและงานทั่วไป เล่ม 122 ตอนที่ 86ง
วันที่ 13 ตุลาคม พุทธศักราช 2548

คณะกรรมการวิชาการคณะที่ 909
มาตรฐานหลอดรังสีแคโทด เฉพาะด้านความปลอดภัย

ประธานกรรมการ

นายโยธิน ไตรโกมุท

กรมประชาสัมพันธ์

กรรมการ

นายธรา ชลปรางค์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

นายสมพล พุทธประเสริฐ

บริษัท อสมท จำกัด (มหาชน)

นายประชา เอกวรรณ

บริษัท ไทยซีอาร์ที จำกัด

นายวิชัย เนติคุณลักษณะ

บริษัท เอ็มที พิกเจอร์ ดิสเพลย์ (ประเทศไทย) จำกัด

นายวีระชาติ ไชยภัก

บริษัท ฟิลิปส์ อิเล็กทรอนิกส์ (ประเทศไทย) จำกัด

นายอนุกุล คงฤทธิ์

บริษัท สยามอาซาฮีเทคโนโลยี จำกัด

นายกิตติ ผดุงชีวิต

บริษัท ซีอาร์ที ดิสเพลย์ เทคโนโลยี จำกัด

นายคเชนทร์ ประสาน

บริษัท พานาโซนิค เอวีซี เน็ตเวิร์คส์ (ประเทศไทย) จำกัด

นายพงศ์พัฒน์ พันธุ์เพียร

สถาบันไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

กรรมการและเลขานุการ

นายณัฐ รุจิรัตน์

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

หลอดรังสีแคโทดเป็นผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่มีการใช้งานกันอย่างแพร่หลาย หากคุณภาพไม่ดีพออาจก่อให้เกิดอันตรายผู้ใช้จึงกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมหลอดรังสีแคโทด เฉพาะด้านความปลอดภัยทางกลขึ้น

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้กำหนดขึ้นโดยอาศัยเอกสารต่อไปนี้เป็นแนวทาง

IEC 61965 (2003-07) Mechanical safety of cathode ray tubes

คณะกรรมการมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมได้พิจารณามาตรฐานนี้แล้ว เห็นสมควรเสนอรัฐมนตรีประกาศตาม
มาตรา 15 แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511

สารบัญ

	หน้า
1. ขอบข่าย	-1-
2. เอกสารอ้างอิง	-1-
3. บทนิยาม	-2-
4. ข้อกำหนดทั่วไป	-3-
4.1 การป้องกันการกัดกร่อน	-3-
4.2 ความเสียหายทางกล	-3-
4.3 การเคลื่อนย้าย	-3-
4.4 CRT เคลือบฟิล์ม	-3-
5. การปรับภาวะแวดล้อม	-4-
5.1 ภาวะบรรยากาศมาตรฐานสำหรับการทดสอบ	-4-
5.2 การปรับภาวาล่งหน้า	-4-
5.3 การปรับภาวะอุณหภูมิ	-4-
6. การชักตัวอย่าง	-4-
6.1 แผนการชักตัวอย่าง	-4-
6.2 จำนวนตัวอย่าง	-4-
6.3 การเป็นไปตามข้อกำหนด	-4-
7. การเตรียมและการจัดการทดสอบ	-5-
7.1 แบบรูปรอยชุดขีด	-5-
7.2 ที่กั้น	-5-
7.3 การติดตั้ง	-5-
7.4 ตำแหน่งการติดตั้ง	-5-
8. การทดสอบ CRT ขนาดใหญ่	-6-
8.1 ความแข็งแรงทางกล (การทดสอบการแตกด้วยลูกกลมเหล็กกล้า)	-6-
8.2 การทดสอบการยุบตัวทันที (ด้วยหัวจรวด)	-6-
8.3 การทดสอบการยุบตัวทันที (ชักด้วยอุณหภูมิ)	-7-
8.4 การทดสอบการแตกด้วยพลังงานสูง	-8-
9. การทดสอบ CRT ขนาดเล็ก	-9-
9.1 ความแข็งแรงทางกล (การทดสอบการแตกด้วยลูกกลมเหล็กกล้า)	-9-
9.2 การทดสอบการยุบตัวทันที (ด้วยลูกกลมเหล็กกล้าจากที่สูง)	-9-
9.3 การทดสอบการยุบตัวทันที (ชักด้วยอุณหภูมิ)	-10-
9.4 การทดสอบการแตกด้วยพลังงานสูง	-10-

	หน้า
10. การทดสอบ CRT ที่มีแถบรีดอัดแรงและฟิล์มป้องกัน	-11-
10.1 ทัวไป	-11-
10.2 แบบรูปรอยกรีดบนฟิล์มสำหรับ CRT ที่มีฟิล์มป้องกัน	-11-
10.3 การทดสอบการลอกฟิล์ม	-11-
10.4 การทดสอบการแซ่ในสารละลาย	-12-
11. การทำเครื่องหมาย	-12-
12. ข้อความเกี่ยวกับการใช้งาน CRT ที่มีแถบรีดอัดแรงและฟิล์มป้องกัน	-12-
13. ข้อกำหนดสำหรับการใช้ตารางที่ 1 และตารางที่ 2 (CRT ที่มีแถบรีดอัดแรง)	-13-
13.1 แผนการชักตัวอย่าง 1 : โครงสร้างใหม่	-13-
13.2 แผนการชักตัวอย่าง 2 : โครงสร้างใหม่ที่ใช้เรซินหรือเทปที่ผ่านเกณฑ์การทดสอบมาแล้ว	-14-
13.3 แผนการชักตัวอย่าง 3 : โครงสร้างที่ใช้แถบรีดและแถบรีดทางเลือก	-14-
13.4 แผนการชักตัวอย่าง 4 : โครงสร้างทางเลือก	-15-
14. ข้อกำหนดสำหรับการใช้ตารางที่ 3 และตารางที่ 4 (CRT ที่มีแถบรีดอัดแรงและฟิล์มป้องกัน)	-15-
14.1 แผนการชักตัวอย่าง 1 : โครงสร้างใหม่	-16-
14.2 แผนการชักตัวอย่าง 2 : โครงสร้างใหม่ที่ใช้เรซิน เทป ฟิล์มหรือสารยึดติดที่ผ่านเกณฑ์การทดสอบมาแล้ว	-17-
14.3 แผนการชักตัวอย่าง 3 : แถบรีดทางเลือก	-17-
14.4 แผนการชักตัวอย่าง 4 : โครงสร้างทางเลือก	-18-
15. การปรับภาวะอุณหภูมิทางเลือกสำหรับการใช้ตารางที่ 3 และตารางที่ 4 (CRT ที่มีแถบรีดอัดแรงและฟิล์มป้องกัน)	-19-
15.1 ข้อกำหนดเพิ่มเติมของแรงลอกฟิล์มเมื่อใช้การปรับภาวะอุณหภูมิทางเลือก	-19-
15.2 การทดสอบความต้านแรงดึงเมื่อใช้การปรับภาวะอุณหภูมิทางเลือก	-19-
16. ข้อกำหนดสำหรับการใช้ตารางที่ 6 และตารางที่ 7 (CRT ที่ใช้กรอบยึดติด)	-19-
16.1 แผนการชักตัวอย่าง 1 : โครงสร้างใหม่	-20-
16.2 แผนการชักตัวอย่าง 2 : โครงสร้างทางเลือก	-20-
17. ข้อกำหนดสำหรับการใช้ตารางที่ 8 และตารางที่ 9 (CRT ที่มีชั้นป้องกัน)	-21-
17.1 แผนการชักตัวอย่าง 1 : โครงสร้างใหม่	-21-
17.2 แผนการชักตัวอย่าง 2 : โครงสร้างทางเลือก	-21-
ภาคผนวก ก (ข้อมูล) ความเป็นมาของการพัฒนามาตรฐาน	-40-
ก.1 การทดสอบความแข็งแรงทางกล	-41-
ก.2 การทดสอบการยุบตัวทันที	-41-
ก.3 CRT ขนาดเล็ก (เส้นทแยงมุมระหว่าง 76 มิลลิเมตร ถึง 160 มิลลิเมตร)	-41-
ก.4 เวลาในการประเมินผล	-41-

	หน้า
ภาคผนวก ข (ข้อมูล) ความเร็วและแรงที่อาจเกิดขึ้นของเศษแก้วที่กระเด็นออกจาก CRT ที่ถูกกระแทกด้วยลูกกลมเหล็กกล้า - การคำนวณทางชีปศาสตร์และสถิติ	-42-
ข.1 บทนำ	-42-
ข.2 การวิเคราะห์โดยไม่คำนึงถึงความเสียหาย	-42-
ข.3 การวิเคราะห์โดยคำนึงถึงความเสียหาย	-48-
ข.4 อันตรายที่อาจเกิดขึ้นได้	-51-
ข.5 บทสรุป	-52-
รูปที่ 1 ตัวอย่างตู้ทดสอบ	-31-
รูปที่ 2 ตัวอย่างการทดสอบการกระแทกด้วยลูกกลมเหล็กกล้า	-32-
รูปที่ 3 ตัวอย่างหัวจรวดเหล็กกล้า 2.3 กิโลกรัม	-33-
รูปที่ 4 พื้นที่การกระแทกของหัวจรวดกับ CRT	-34-
รูปที่ 5 ตัวอย่างการทดสอบการกระแทกด้วยหัวจรวด	-34-
รูปที่ 6 แบบรูปรอยขีดข่วนสำหรับเลือกเพื่อให้เกิดการยุบตัวทันทีโดยใช้อุปกรณ์	-35-
รูปที่ 7 เครื่องมือที่ใช้กรีดฟิล์ม	-35-
รูปที่ 8 ตัวอย่างการจัดเครื่องมือทดสอบการกระแทกด้วยพลังงานสูง	-36-
รูปที่ 9 แท่งเหล็กกล้าที่ใช้ทดสอบการกระแทกด้วยพลังงานสูง	-37-
รูปที่ 10 ตุ่มน้ำหนักรที่ใช้ทดสอบการกระแทกด้วยพลังงานสูง	-38-
รูปที่ 11 ตัวอย่างหัวจรวดเหล็กกล้า 1.4 กิโลกรัม	-39-
รูปที่ ข.1 ความสูงของที่กั้นและระยะจากผิวหน้าของ CRT	-42-
รูปที่ ข.2 ตัวอย่างของแนววิถีพาราโบลาของเศษแก้วและนิยามของระยะทาง	-43-
รูปที่ ข.3 นิยามของมุมเริ่มต้นและความเร็วต้นและแรงที่กระทำบนเศษแก้ว	-44-
รูปที่ ข.4 ความเร็วต้นเพื่อข้ามที่กั้นที่ $x = l_1$ (เส้นทึบ) หรือ $x = l_2$ (เส้นประ) ซึ่งเป็นฟังก์ชันของมุมเริ่มต้น β	-46-
รูปที่ ข.5 แนววิถีของเศษแก้วที่มุมเริ่มต้นต่างๆ และที่ความเร็วต้น 4 เมตรต่อวินาที	-46-
รูปที่ ข.6 นิยามของแรงที่กระทำบนเศษแก้ว	-48-
รูปที่ ข.7 การวัดขนาดของเศษแก้วทั่วไป	-49-
รูปที่ ข.8 แนววิถีของเศษแก้วที่ความเร็วต้น 2 เมตรต่อวินาที และมุมเริ่มต้น 45 องศาโดยไม่คำนึงถึงความเสียหาย (เส้นประ) และคำนึงถึงความเสียหาย (เส้นทึบ)	-50-
รูปที่ ข.9 แนววิถีของเศษแก้วที่ความเร็วต้น 2 เมตรต่อวินาที และมุมเริ่มต้น 45 องศา สำหรับพื้นที่หน้าต่างตัดค่าต่างๆ	-51-

	หน้า
ตารางที่ 1	-22-
ตารางที่ 2	-23-
ตารางที่ 3	-24-
ตารางที่ 4	-25-
ตารางที่ 5	-26-
ตารางที่ 6	-27-
ตารางที่ 7	-28-
ตารางที่ 8	-29-
ตารางที่ 9	-30-
ตารางที่ 10	-30-
ตารางที่ ข.1	-43-
ตารางที่ ข.2	-45-



ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม

ฉบับที่ 3348 (พ.ศ. 2548)

ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

พ.ศ. 2511

เรื่อง กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
หลอดรังสีแคโทด เฉพาะด้านความปลอดภัยทางกล

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 15 แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511 รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรมออกประกาศกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม หลอดรังสีแคโทด เฉพาะด้านความปลอดภัยทางกล มาตรฐานเลขที่ มอก. 2230-2548 ไว้ ดังมีรายละเอียดต่อท้ายประกาศนี้

ประกาศ ณ วันที่ 3 มิถุนายน พ.ศ. 2548

วัฒนา เมืองสุข

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

หลอดรังสีแคโทด เฉพาะด้านความปลอดภัยทางกล

1. ขอบข่าย

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ครอบคลุมหลอดรังสีแคโทดและชุดประกอบสำเร็จของหลอดรังสีแคโทดซึ่งต่อไปในมาตรฐานนี้จะเรียกว่า CRT ใช้เป็นส่วนประกอบในเครื่องใช้ และมีการป้องกันรวมหน่วยจากผลการยุบตัวทันที

ข้อกำหนดนี้ใช้กับ CRT ที่มีวัตถุประสงค์สำหรับใช้งานในเครื่องใช้ รวมถึงเครื่องมือวัดและทดสอบทางไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ บริษัทเทคโนโลยีสารสนเทศ บริษัททางการแพทย์ บริษัทโทรศัพย์ บริษัทโทรทัศน์ และเครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ที่คล้ายกัน

มาตรฐานนี้มีวัตถุประสงค์ใช้กับ CRT ที่จะเป็นส่วนหนึ่งของเปลือกหุ้มของเครื่องใช้ วิธีการทดสอบนี้ไม่ใช้กับ CRT ที่มีการป้องกันด้วยฉนวนที่แยกส่วนกัน

CRT ที่อยู่ภายใต้มาตรฐานนี้จะต้องติดตั้งไว้ในเปลือกหุ้มที่ได้รับการออกแบบให้ป้องกันด้านหลังของ CRT จากความเสียหายทางกลหรือความเสียหายอื่นๆ ภายใต้ภาวะการทำงานปกติ และเพื่อป้องกันผู้ใช้งานจากเศษแก้วที่กระเด็นไปทางด้านหลังจากจอ CRT เนื่องจากเกิดการยุบตัวทันที

มาตรฐานนี้ประกอบด้วยข้อกำหนดสำหรับ CRT ที่มีเส้นทแยงมุมยาวเท่ากับหรือมากกว่า 76 มิลลิเมตร ซึ่งมีระบบป้องกันการยุบตัวทันทีที่ช่วยป้องกันอันตรายจากเศษแก้วที่กระเด็นไปทางด้านหน้าของ CRT แต่ไม่ได้มีวัตถุประสงค์ป้องกันการกระเด็นของเศษแก้วในทิศทางอื่น

การทดสอบเพื่อเป็นไปตามมาตรฐานนี้ CRT ต้องผ่านวิธีดำเนินการและเกณฑ์การทดสอบที่ระบุในข้อ 8. สำหรับ CRT ขนาดใหญ่ ข้อ 9. สำหรับ CRT ขนาดเล็ก และข้อ 10. สำหรับ CRT ที่มีฟิล์มป้องกัน นิยามของ CRT ขนาดใหญ่และขนาดเล็กระบุไว้ในข้อ 3.

2. เอกสารอ้างอิง

เอกสารอ้างอิงที่ระบุต่อไปนี้จะประกอบกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ เอกสารอ้างอิงฉบับที่ระบุปีที่พิมพ์ให้ใช้ฉบับที่ระบุ ส่วนเอกสารอ้างอิงฉบับที่ไม่ระบุปีที่พิมพ์นั้นให้ใช้ฉบับล่าสุด (รวมทั้งที่แก้ไขเพิ่มเติม)

มอก.1195, เครื่องเสียง วิทยุ และเครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ที่คล้ายกัน : เฉพาะด้านความปลอดภัย (กรณีที่ยังไม่ประกาศ ให้ใช้ IEC 60065:2001, Audio, video and similar electronic apparatus – Safety requirements)

IEC 60068-1:1988, Environmental testing – Part 1 : General and guidance
Amendment 1 (1992)

IEC 60216-1:2001, Electrical insulating materials – Properties of thermal endurance – Part 1 : Ageing procedures and evaluation of test results

ISO 527-1:1993, Plastic – Determination of tensile properties – Part 1 : General principles

ISO 527-3:1995, Plastic – Determination of tensile properties – Part 3 : Test Conditions for films and sheets

ISO 8510-1:1990, Adhesives – Peel test for a flexible-bonded-to-rigid test specimen assembly – Part 1 : 90 degree peel

3. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้มีดังต่อไปนี้

3.1 กรอบยึดติด (bonded frame)

ระบบที่ใช้กรอบโลหะขึ้นรูปครอบขอบโดยรอบของ CRT และเติมที่ว่างหรือช่องว่างระหว่างขอบ CRT กับกรอบโลหะด้วยเรซินหรือสารอื่นที่เทียบเท่า

3.2 เส้นทแยงมุมของ CRT (CRT diagonal)

เส้นทแยงมุมที่ระบุของหลอดแก้วที่มีมิติสูงสุด (เช่น เส้นแนวประกอบของแม่พิมพ์) โดยไม่รวมส่วนอื่นของหลอด

3.3 หลอด CRT (CRT envelope)

โครงสร้างประกอบด้วยจอหรือแผ่นจอ กรวยและคอหลอด

3.4 การทำให้หมดสภาพสุญญากาศ (devacuation)

การปรับความดันภายใน CRT ให้เท่ากับความดันภายนอก

3.5 การแตกกร้าว (fracture)

รอยแตกหนึ่งแห่งหรือมากกว่าในแผ่นจอหรือกรวย ที่ทำให้หลอด CRT หมดสภาพสุญญากาศอย่างรวดเร็วหรือซ้ำ

3.6 เศษแก้ว (glass particle)

ชิ้นแก้วที่มีน้ำหนักมากกว่า 0.025 กรัม

3.7 การยุบตัวทันที (implosion)

การทำให้หมดสภาพสุญญากาศจากการยุบตัวเข้าข้างในอย่างรวดเร็วและทันทีของหลอด CRT โดยปกติจะเกิดพร้อมกับเสียงดัง

3.8 CRT ที่มีชั้นป้องกัน (laminated CRT)

ระบบที่นำแผ่นนิรภัยภายนอกแยกต่างหากยึดติดกับจอ CRT

3.9 CRT ที่มีแถบรัดอัดแรง (prestressed banded CRT)

ระบบที่ใช้แถบรัด (tension band) โลหะ (อยู่เหนือบริเวณขอบ CRT) ซึ่งรัดตัวโดยการหดตัวทางความร้อนหรือโดยวิธีอื่นไปยังตัวถูกรีด ระบบอาจรวมถึงแถบขอบ (rim band) โลหะซึ่งอยู่ระหว่างแถบรัดและขอบ CRT แถบรัดหรือแถบขอบหรือทั้งสองอย่างอาจมีเทป เรซิน หรือวัสดุเทียบเท่าระหว่างส่วนที่ประกบกัน

- 3.10 CRT ที่มีแถบรัดอัดแรงและฟิล์มป้องกัน (prestressed banded CRTs with protective film)
ระบบที่ใช้โครงสร้างแบบแถบรัดอัดแรง (ดูข้อ 3.9) และยังรวมชั้นของฟิล์มที่ยึดติดกับจอ CRT ที่เป็นส่วนรวมหน่วยของระบบป้องกัน
- 3.11 การแยกตัวเป็นชั้น (shaling)
ภาวะที่ชั้นส่วนหลอดแก้วแยกเป็นชั้นบาง ๆ หลาย ๆ ชั้น
- 3.12 ตู้ทดสอบ (test cabinet)
ตู้ที่ใส่ CRT ระหว่างการทดสอบ
- 3.13 ส่วนเรืองแสงของจอที่ใช้แสดงภาพ (useful phosphor screen)
ก) CRT สี : พื้นที่เรืองแสงที่มองเห็นจากด้านหน้าของ CRT
ข) CRT สีเดียว : พื้นที่เรืองแสงที่ใช้แสดงภาพสูงสุดที่กำหนดของ CRT
- 3.14 CRT ขนาดใหญ่ (large CRT)
CRT ที่มีเส้นทแยงมุมเกิน 160 มิลลิเมตร
- 3.15 CRT ขนาดเล็ก (small CRT)
CRT แบบสี่เหลี่ยมที่มีด้านสั้นอย่างน้อย 50 มิลลิเมตร เส้นทแยงมุมต่ำสุด 76 มิลลิเมตร และสูงสุด 160 มิลลิเมตร CRT แบบกลมมีเส้นผ่านศูนย์กลางต่ำสุด 76 มิลลิเมตร และสูงสุด 160 มิลลิเมตร
- 3.16 ระบบการจัดการคุณภาพร่วม (common quality management system)
ระบบการจัดการคุณภาพที่ระบุในเอกสารซึ่งมีระบบเหมือนกันที่ใช้ในโรงงานตั้งแต่สองแห่งหรือมากกว่า และอยู่ภายใต้การควบคุมและจัดการจากส่วนกลางแห่งเดียว

4. ข้อกำหนดทั่วไป

- 4.1 การป้องกันการกัดกร่อน
หากการกัดกร่อนของชิ้นส่วนโลหะมีผลให้ CRT ไม่เป็นไปตามข้อกำหนดของมาตรฐานนี้ ชิ้นส่วนนั้นต้องมีการป้องกันการกัดกร่อนอย่างเพียงพอ
- 4.2 ความเสียหายทางกล
เพื่อปรับปรุงความซ้ำได้ (repeatability) และความทวนซ้ำได้ (reproducibility) ของผลการทดสอบ ต้องมีการทวนสอบว่าตัวอย่างที่นำมาทดสอบไม่มีรอยขีดข่วนนอกที่มองเห็นได้บนพื้นผิวของแผ่นจอ
- 4.3 การเคลื่อนย้าย
ควรปฏิบัติตามคำแนะนำด้านความปลอดภัยเมื่อมีการเคลื่อนย้ายตัวอย่างทดสอบทั้งก่อนและหลังการทดสอบ
- 4.4 CRT เคลือบฟิล์ม
ในกรณีของ CRT มีฟิล์มซึ่งไม่เป็นส่วนรวมหน่วยของระบบป้องกันการยับยั้งที่ ต้องทดสอบผลิตภัณฑ์โดยปราศจากฟิล์มตามตารางที่ 1 ตารางที่ 2 และตารางที่ 6 ถึงตารางที่ 9

5. การปรับภาวะแวดล้อม

5.1 ภาวะบรรยากาศมาตรฐานสำหรับการทดสอบ

หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น การทดสอบและการวัดทั้งหมดต้องทำภายใต้ภาวะบรรยากาศมาตรฐานสำหรับการทดสอบที่กำหนดไว้ในข้อ 5.3 ของ IEC 60068-1 ดังต่อไปนี้

- อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส ถึง 35 องศาเซลเซียส
- ความชื้นสัมพัทธ์ ร้อยละ 25 ถึงร้อยละ 75
- ความดันอากาศ 86 กิโลพาสคัล ถึง 106 กิโลพาสคัล

5.2 การปรับภาวสว่างหน้า

ก่อนปรับภาวะอุณหภูมิของ CRT หรือทดสอบ ต้องปล่อยให้ CRT อยู่ในภาวะเสถียรที่บรรยากาศมาตรฐานสำหรับการทดสอบ (ดูข้อ 5.1) เป็นระยะเวลาอย่างน้อย 16 ชั่วโมง

5.3 การปรับภาวะอุณหภูมิ

รายละเอียดของการปรับภาวะอุณหภูมิกำหนดไว้ในตารางที่ 1 ถึงตารางที่ 9 หลังจากปรับภาวะอุณหภูมิเสร็จเรียบร้อยแล้ว ต้องปล่อยให้ CRT อยู่ในภาวะเสถียรที่บรรยากาศมาตรฐานสำหรับการทดสอบ (ดูข้อ 5.1) เป็นระยะเวลาอย่างน้อย 24 ชั่วโมง

6. การชักตัวอย่าง

6.1 แผนการชักตัวอย่าง

รายละเอียดกำหนดในตารางที่ 1 ถึงตารางที่ 9

6.2 จำนวนตัวอย่าง

จำนวน CRT และแผนการทดสอบ CRT ที่มีแถบรัดอัดแรงกำหนดในตารางที่ 1 ตารางที่ 2 ตารางที่ 3 และตารางที่ 4 สำหรับ CRT ที่ใช้กรอบยึดติดกำหนดในตารางที่ 6 และตารางที่ 7 และสำหรับ CRT ที่มีชั้นป้องกันกำหนดในตารางที่ 8 และตารางที่ 9

หมายเหตุ 1 จำนวนตัวอย่างสำหรับการทดสอบการยึดติดของฟิล์มกำหนดในตารางที่ 5

หมายเหตุ 2 นอกเหนือจากจำนวนที่กำหนดไว้ในตาราง ตัวอย่างเพิ่มเติมควรมีจำนวนเพียงพอหากต้องมีการทดสอบซ้ำเพื่อให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของข้อกำหนด

6.3 การเป็นไปตามข้อกำหนด

CRT ทั้งหมดในกลุ่มทดสอบต้องเป็นไปตามข้อกำหนดในการทดสอบสำหรับกลุ่มนั้นๆ เว้นแต่หากมี CRT เพียงตัวอย่างเดียวจากกลุ่มทดสอบทั้งหมดไม่เป็นไปตามข้อกำหนด อาจพิจารณายอมรับได้ ถ้าใช้กลุ่มทดสอบกลุ่มที่สองทดสอบซ้ำเฉพาะรายการที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนดนั้น และกลุ่มทดสอบกลุ่มที่สองต้องเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดเมื่อทดสอบซ้ำดังกล่าวทุกตัวอย่าง

7. การเตรียมและการจัดการทดสอบ

7.1 แบบรูปรอยขีดข่วน

โดยที่รูปทรงและความลึกของแบบรูปรอยขีดข่วนอาจมีผลต่อแรงที่จำเป็นในการทำให้เกิดการยุบตัวทันที หรือการทำให้หมดสภาพสัญญาณของ CRT ควรพิจารณาการทำรอยขีดข่วนโดยใช้เข็มหัวเพชรหรือหัวคาร์ไบด์ หรือที่ตัดกระจกที่มีล้อทำด้วยเหล็กกล้าชุบแข็ง หรือเครื่องมืออื่นๆ ที่คล้ายกัน

7.2 ที่กั้น

ที่กั้นที่ระบุในวิธีทดสอบแต่ละชิ้นทำจากวัสดุหนา 10 มิลลิเมตร ถึง 20 มิลลิเมตร สูง 250 ± 3 มิลลิเมตร และยาว (2.00 ± 0.01) เมตร วางบนพื้นด้านหน้าของตู้ทดสอบในตำแหน่งที่กำหนด วัดระยะทางในแนวราบจากระนาบในแนวดิ่งของศูนย์กลางพื้นผิวด้านหน้าของ CRT ไปยังพื้นผิวของที่กั้นที่อยู่ใกล้ที่สุดกับจอหลอด เหนือความคลาดเคลื่อนของที่กั้น ± 10 มิลลิเมตร หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ที่กั้นอาจยาวน้อยกว่า 2 เมตรได้หากที่กั้นเหล่านั้นยาวชนผนังของห้องทดสอบ (ดูรูปที่ 2 และรูปที่ 5) อาจวางวัสดุที่มีแรงต้านการเลื่อนไถล เช่น ผ้าห่มหรือพรม บนพื้นได้

หมายเหตุ เศษแก้วที่กระเด็นผ่านระนาบของผิวด้านหน้าของที่กั้นจะถือว่าอยู่พ้นที่กั้นแล้ว

7.3 การติดตั้ง

ต้องติดตั้ง CRT ในตู้ทดสอบที่มีโครงสร้างมั่นคงและมีขนาดที่เหมาะสม โดยไม่ให้มีช่องว่างหรือช่องเปิดที่กว้างกว่า 6 มิลลิเมตร โดยรอบ CRT (ดูรูปที่ 1) การติดตั้ง CRT ให้อยู่ด้านหน้าหรือด้านหลังแผ่นหน้าของตู้ทดสอบต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของผู้ทำ CRT หรือจุดประสงค์การใช้งาน หากไม่ระบุข้อกำหนดของการติดตั้ง ให้ติดตั้ง CRT ไว้ด้านหลังของแผ่นหน้าของตู้ทดสอบ เว้นแต่ลักษณะของ CRT ที่ออกแบบมาไม่เหมาะสมกับสภาพดังกล่าว

ต้องมีรูขนาดที่เหมาะสมอยู่ด้านบนของตู้ทดสอบเพื่อให้สามารถเข้าถึงกรวยได้ ต้องปิดรูนี้ระหว่างทดสอบการกระแทก

ต้องมีช่องเปิดที่มีพื้นที่ไม่น้อยกว่าหนึ่งในสี่ของพื้นที่จอ CRT หรือ 0.02 ตารางเมตร แล้วแต่ค่าใดจะน้อยกว่า อยู่ด้านใต้หรือด้านหลังของตู้ทดสอบเพื่อให้อากาศเข้ามาได้หากเกิดการยุบตัวทันที

ตู้ทดสอบต้องจับยึดอย่างมั่นคงเพื่อป้องกันการเคลื่อนที่ระหว่างการทดสอบ

7.4 ตำแหน่งการติดตั้ง

จุดศูนย์กลางของ CRT ต้องอยู่เหนือพื้น (1.00 ± 0.05) เมตร

8. การทดสอบ CRT ขนาดใหญ่

8.1 ความแข็งแรงทางกล (การทดสอบการกระแทกด้วยลูกกลมเหล็กกล้า)

8.1.1 วิธีทดสอบ

ใช้ลูกกลมเหล็กกล้าตันผิวเรียบเส้นผ่านศูนย์กลาง (40 ± 1) มิลลิเมตร มวลรวมตะขอ (260 ± 15) กรัม และมีค่าความแข็งแรงของวัสดุเคลือบผิวไม่น้อยกว่า 60 แชนไวต์ด้วยวิธีที่เหมาะสม เช่น ใช้เส้นลวดขนาดเล็กหรือโซ่ที่มีมวลไม่เกินร้อยละ 10 ของมวลของลูกกลมเหล็กกล้าและตะขอ ปลอຍให้ตกอย่างอิสระเหมือนลูกตุ้มนาฬิกา จากความสูงที่คำนวณไว้และกระแทกกับจอ CRT ด้วยพลังงาน (5.5 ± 0.1) จูล ให้วางจอของ CRT อยู่ในแนวตั้งและอยู่ในระนาบแนวตั้งเดียวกันกับจุดแขวนลูกตุ้ม ทำการกระแทกครั้งเดียวบนจอ CRT ที่ระยะ 40 มิลลิเมตรหรือมากกว่า วัดจากขอบของส่วนเรืองแสงของจอที่ใช้แสดงภาพ

หมายเหตุ ห้องปฏิบัติการทดสอบควรพิจารณาถึงความไม่แน่นอนในการจัดการทดสอบ เพื่อให้มั่นใจว่าระยะต่ำสุดของการกระแทกเท่ากับ 40 มิลลิเมตร

วางที่กั้นห่างจากระนาบของศูนย์กลางของจอ CRT เป็นระยะ 1.5 เมตร (ดูรูปที่ 2)

8.1.2 เกณฑ์การกระเด็นของแก้ว

CRT จะเป็นไปตามข้อกำหนด ถ้าการกระเด็นของแก้วภายใน 5 วินาที หลังการกระแทกเป็นไปตามข้อกำหนดดังต่อไปนี้

ก) ต้องไม่มีเศษแก้ว (ชิ้นแก้วที่มีมวลเกิน 0.025 กรัม) อยู่พื้นที่กั้นที่ระยะ 1.5 เมตร

ข) มวลรวมของชิ้นแก้วทั้งหมดที่อยู่พื้นที่กั้นที่ระยะ 1.5 เมตร ต้องไม่เกิน 0.1 กรัม

8.2 การทดสอบการยุบตัวทันที (ด้วยหัวจรวด)

8.2.1 วิธีทดสอบ

ทำรอยขีดข่วนบนจอ CRT ด้านบนและด้านล่างห่างจากขอบจอหรือขอบสารเรืองแสงเข้ามายังพื้นที่แสดงภาพเป็นระยะ (3 ± 1) มิลลิเมตร โดยรอยขีดข่วนต้องทำเป็นเส้นในแนวนอน ยาว (100 ± 5) มิลลิเมตร วัตถุที่นำมากระแทกต้องเป็นหัวจรวดเหล็กกล้า (ดูตัวอย่างในรูปที่ 3) มวล (2.3 ± 0.1) กิโลกรัม ค่าความแข็งแรงของวัสดุเคลือบผิวไม่น้อยกว่า 60 และมีปลายด้านหนึ่งมน รัศมี (25 ± 0.5) มิลลิเมตร

กระแทก CRT เพียงครั้งเดียว เพื่อให้หมดสภาพสัญญาณอย่างรวดเร็วโดยใช้พลังงานต่ำสุดภายในพิสัย วัตถุที่ใช้กระแทกต้องแกว่งตัวผ่านแนวการเคลื่อนที่วิถีโค้งของลูกตุ้มเพื่อให้เกิดการกระแทกที่มีพลังงานไม่น้อยกว่า 7.0 จูล และไม่มากกว่า 14.0 จูล เพื่อให้ตัวอย่างของกลุ่มทดสอบเกิดการหมดสภาพสัญญาณอย่างรวดเร็ว

พื้นที่การกระแทกต้องเป็นพื้นที่วงแหวนระหว่างวงกลม 2 วงที่มีจุดศูนย์กลางร่วมกัน โดยรัศมีของวงกลมวงที่หนึ่งเท่ากับหนึ่งในหกของความสูงของส่วนเรืองแสงของจอที่ใช้แสดงภาพ และรัศมีของวงกลมวงที่สองเท่ากับครึ่งหนึ่งของความสูงของส่วนเรืองแสงของจอที่ใช้แสดงภาพลบด้วย 50 มิลลิเมตร (ดูรูปที่ 4) ในรูปที่ 4 ถ้า R_2 เล็กกว่า R_1 การกระแทกต้องเกิดขึ้นในวงกลมรัศมี R_1

หมายเหตุ ควรพิจารณาจากประสบการณ์การทดสอบครั้งก่อนๆ ของ CRT แต่ละแบบ (จากผู้ทำ CRT หรือห้องปฏิบัติการทดสอบ) ในการเลือกระดับพลังงานภายในพิสัยและตำแหน่งการกระแทก

จำกัดการเคลื่อนที่ของวัตถุที่ใช้กระแทกเพื่อให้ปลายด้านมนของหัวจรวดเจาะผ่านเข้าไปในจอ CRT ไม่เกิน 25 มิลลิเมตร (ดูรูปที่ 5)

วางที่กั้นห่างจากกระนาบในแนวตั้งของศูนย์กลางจอ CRT เป็นระยะ 1.0 เมตร และ 1.5 เมตร (ดูรูปที่ 5)

ถ้าไม่มี CRT หมดสภาพสูญญากาศจากการทดสอบนี้ ต้องทดสอบการยุบตัวทันทีที่ทางเลือก (หัวจรวด) ดังที่ระบุไว้ในข้อ 8.2.3

8.2.2 เกณฑ์การกระเด็นของแก้ว

CRT จะเป็นไปตามข้อกำหนด ถ้าการกระเด็นของแก้วภายใน 5 วินาที หลังการกระแทกเป็นไปตามข้อกำหนดดังต่อไปนี้

- ก) ต้องไม่มีชิ้นแก้วใดๆ ที่มีมวลเกิน 15 กรัม อยู่ระหว่างที่กั้นที่ระยะ 1.0 เมตร และ 1.5 เมตร
- ข) มวลรวมของชิ้นแก้วทั้งหมดระหว่างที่กั้นที่ระยะ 1.0 เมตร และ 1.5 เมตร ต้องไม่เกิน 45 กรัม
- ค) ต้องไม่มีชิ้นแก้วใดๆ ที่มีมวลเกิน 1.5 กรัม อยู่พื้นที่กั้นที่ระยะ 1.5 เมตร

8.2.3 การทดสอบการยุบตัวทันทีที่ทางเลือก (หัวจรวด)

การทดสอบทางเลือกนี้ต้องนำมาใช้เป็นการทดสอบเพิ่มเติม เมื่อผลการทดสอบในข้อ 8.2.1 ไม่มี CRT ที่หมดสภาพสูญญากาศ หรืออาจใช้เป็นทางเลือกในการทดสอบในข้อ 8.2.1 เมื่อสามารถแสดงได้ว่าการทดสอบในข้อ 8.2.1 ไม่อาจทำให้ CRT หมดสภาพสูญญากาศอย่างน้อยหนึ่งตัวอย่างในกลุ่มตัวอย่าง

8.2.3.1 วิธีทดสอบ

เหมือนในข้อ 8.2.1 เว้นแต่ว่าวัตถุที่ใช้กระแทกเป็นหัวจรวดเหล็กกล้า (ดูตัวอย่างในรูปที่ 11) มีมวล (1.4 ± 0.1) กิโลกรัม มีค่าความแข็งแรงรอกเวลล์สเกลซีไม่น้อยกว่า 60 และมีปลายด้านหนึ่งมนรัศมี (15 ± 0.5) มิลลิเมตร

8.2.3.2 เกณฑ์การกระเด็นของแก้ว

เหมือนในข้อ 8.2.2 หากผลของการทดสอบในข้อ 8.2.3.1 ไม่มี CRT หมดสภาพสูญญากาศ จะถือว่าเป็นไปตามข้อกำหนดการกระเด็นของแก้ว ในข้อ 8.2.2

8.3 การทดสอบการยุบตัวทันที (ช็อกด้วยอุณหภูมิต่ำ)

8.3.1 วิธีทดสอบ

ติดตั้ง CRT ในตู้ทดสอบตามที่ระบุไว้ในข้อ 7.3 และข้อ 7.4 วางที่กั้นที่ระยะ (150 ± 2) มิลลิเมตร จากกระนาบในแนวตั้งของศูนย์กลางจอ CRT ต้องทำรอยขีดขีดบนด้านข้างแผ่นจอหรือบนจอเป็นแบบรูปใดแบบรูปหนึ่งดังแสดงในรูปที่ 6

การช็อกด้วยอุณหภูมิต่ำต้องทำด้วยวิธีการใดวิธีการหนึ่งดังต่อไปนี้

ก) ไนโตรเจนเหลว

ทำให้พื้นที่ที่มีรอยขีดขีดเย็นลงโดยใช้ไนโตรเจนเหลวจนกว่าจะเกิดการแตกร้าว อาจใช้ดินน้ำมัน (modelling clay) หรือวัสดุอื่นที่เทียบเท่า กันเป็นที่บรรจุไนโตรเจนเหลว

ข) แท่งร้อน

เผาปลายของแท่งแก้วฟลินต์ปกติที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางที่พอเหมาะ (เช่น 10 มิลลิเมตร) จนร้อนแดงและเกือบเหลว กดปลายแท่งแก้วข้างที่ร้อนให้แน่นบนพื้นที่ที่มีรอยขีดขีดของ CRT หาก CRT

ไม่เกิดการหมดสภาพสุญญากาศภายใน 10 วินาที ให้เอาแท่งแก้วออกและรดน้ำเย็นซ้ำๆ บนพื้นที่ที่มีรอยขีดข่วน หากกดแท่งแก้วร้อนซ้ำแล้วยังไม่ทำให้เกิดการหมดสภาพสุญญากาศ ให้ทดสอบด้วยไนโตรเจนเหลว (ดูข้อ 8.3.1 ก))

8.3.2 เกณฑ์การกระเด็นของแก้ว

CRT จะเป็นไปตามข้อกำหนด ถ้าภายใน 5 วินาที หลังจากเริ่มแตกแล้ว ไม่มีเศษแก้วกระเด็นพื้นที่ก้นที่ระยะ 150 มิลลิเมตร

8.4 การทดสอบการกระแทกด้วยพลังงานสูง

CRT ที่มีชั้นป้องกันการยุบตัวทันที ให้ทดสอบการกระแทกด้วยพลังงานสูงดังต่อไปนี้

8.4.1 วิธีทดสอบ

สอดแท่งเหล็กกล้าเส้นผ่านศูนย์กลาง (25 ± 1) มิลลิเมตร (ดูรูปที่ 9) ผ่านรูด้านบนของตู้ทดสอบและวางบนหลอด CRT ที่ระยะ (3 ± 1) มิลลิเมตร หลังรอยต่อระหว่างแผ่นจอกับกรวย ถ้าส่วนอื่นของหลอดยื่นพื้นรอยต่อไปด้านหลังเกิน 3 มิลลิเมตรและกีดขวางการวางแท่งเหล็ก ต้องวางแท่งเหล็กใกล้ส่วนนั้นมากที่สุดเท่าที่ทำได้โดยไม่สัมผัสกัน ปลดปล่อยตุ้มน้ำหนัก (ดูรูปที่ 10) มวล (4.5 ± 0.1) กิโลกรัม ให้ตกจากที่สูงเพื่อกระแทกกับแท่งเหล็กที่ปลายสุดของการตก

ปรับตั้งความสูงการตกของตุ้มน้ำหนัก เพื่อจำกัดปริมาณพลังงานให้ต่ำที่สุดที่จะทำให้แก้วแตกแล้ว แต่ต้องไม่น้อยกว่า 7 จูล

หากแก้วไม่เกิดการแตกแล้ว ต้องเพิ่มพลังงานกระแทกครั้งละ 7 จูล จนกระทั่งสูงสุดที่ 63 จูล โดยใช้ตัวอย่างทดสอบใหม่ในการกระแทกแต่ละครั้ง จนกว่า CRT ทั้งหมดในกลุ่มทดสอบหมดสภาพสุญญากาศอย่างรวดเร็ว

พลังงานกระแทกต้องไม่มากจนทำให้แท่งเหล็กกล้าเจาะแก้วจนเกิดรูที่มีการแตกหรือมีการแยกตัวเป็นชั้นเพียงเล็กน้อยหรือไม่มี หากเกิดภาวะนี้ขึ้นต้องเลือกใช้พลังงานกระแทกที่ต่ำลงจนเกิดผลการแตกแล้ว (ไม่จำเป็นต้องลดครั้งละ 7 จูล)

หมายเหตุ ควรพิจารณาจากประสบการณ์การทดสอบครั้งก่อนๆ ของ CRT แต่ละแบบ (จากผู้ทำ CRT หรือห้องปฏิบัติการทดสอบ) ในการเลือกระดับพลังงานภายในฟิล์ม

จำกัดการเคลื่อนที่ของแท่งเหล็กกล้าสำหรับการยุบตัวทันทีให้มีระยะสูงสุด 6 มิลลิเมตร ต้องวางอุปกรณ์จำกัดการเคลื่อนที่ของแท่งเหล็กกล้าโดยไม่ทำให้พลังงานกระแทกส่งผ่านไปยังตู้ทดสอบ รูปที่ 8 รูปที่ 9 และรูปที่ 10 แสดงตัวอย่างของอุปกรณ์ที่อาจนำมาใช้ทดสอบ

วางที่ก้นห่างจากระนาบในแนวตั้งของศูนย์กลางจอ CRT เป็นระยะ 1.0 เมตร และ 1.5 เมตร

8.4.2 เกณฑ์การกระเด็นของแก้ว

CRT จะเป็นไปตามข้อกำหนด ถ้าการกระเด็นของแก้วภายใน 5 วินาที หลังการกระแทกเป็นไปตามข้อกำหนดดังต่อไปนี้

ก) ต้องไม่มีชิ้นแก้วใดๆ ที่มีมวลเกิน 15 กรัม อยู่ระหว่างที่ก้นที่ระยะ 1.0 เมตร และ 1.5 เมตร

ข) มวลรวมของชิ้นแก้วทั้งหมดระหว่างที่ก้นที่ระยะ 1.0 เมตร และ 1.5 เมตร ต้องไม่เกิน 45 กรัม

ค) ต้องไม่มีชิ้นแก้วใดๆ ที่มีมวลเกิน 1.5 กรัม อยู่พื้นที่ก้นที่ระยะ 1.5 เมตร

9. การทดสอบ CRT ขนาดเล็ก

9.1 ความแข็งแรงทางกล (การทดสอบการกระแทกด้วยลูกกลมเหล็กกล้า)

9.1.1 วิธีทดสอบ

ใช้ลูกกลมเหล็กกล้าตันผิวเรียบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง (40 ± 1) มิลลิเมตร มวลรวมตะขอ (260 ± 15) กรัม และมีค่าความแข็งแรงรอกเวลล์สเกลซีไม่น้อยกว่า 60 แชนไวด้วยวิธีที่เหมาะสม เช่น ใช้เส้นลวดขนาดเล็กหรือโซ่ที่มีมวลไม่เกินร้อยละ 10 ของมวลของลูกกลมเหล็กกล้าและตะขอ ปลอຍให้ตกอย่างอิสระเหมือนลูกตุ้มนาฬิกา จากความสูงที่คำนวณไว้และกระแทกกับจอ CRT ด้วยพลังงาน (2.0 ± 0.1) จูล ให้วางจอของ CRT อยู่ในแนวตั้งและอยู่ในระนาบแนวตั้งเดียวกันกับจุดแขวนลูกตุ้ม ทำการกระแทกครั้งเดียวบนจอ CRT ที่ระยะ 25 มิลลิเมตรหรือมากกว่า วัดจากขอบของส่วนเรืองแสงของจอที่ใช้แสดงผลภาพ

หมายเหตุ ห้องปฏิบัติการทดสอบควรพิจารณาถึงความไม่แน่นอนในการจัดการทดสอบ เพื่อให้มั่นใจว่าระยะต่ำสุดของการกระแทกเท่ากับ 25 มิลลิเมตร

วางที่กั้นห่างจากระนาบของศูนย์กลางของจอ CRT เป็นระยะ 0.6 เมตร (ดูรูปที่ 2)

9.1.2 เกณฑ์การกระเด็นของแก้ว

CRT จะเป็นไปตามข้อกำหนด ถ้าการกระเด็นของแก้วภายใน 5 วินาที หลังการกระแทกเป็นไปตามข้อกำหนดดังต่อไปนี้

ก) ต้องไม่มีเศษแก้ว (ชิ้นแก้วที่มีมวลเกิน 0.025 กรัม) อยู่พื้นที่กั้นที่ระยะ 0.6 เมตร

ข) มวลรวมของชิ้นแก้วทั้งหมดที่อยู่พื้นที่กั้นที่ระยะ 0.6 เมตร ต้องไม่เกิน 0.1 กรัม

9.2 การทดสอบการยุบตัวทันที (ด้วยลูกกลมเหล็กกล้าจากที่สูง)

หากการยุบตัวทันทีหรือการหมดสภาพสุญญากาศอย่างรวดเร็วไม่เกิดขึ้น เมื่อทดสอบ CRT ตามที่ระบุในข้อ 9.1 ต้องทดสอบ CRT ที่ไม่ใช่ชนิดที่มีชั้นป้องกันการยุบตัวทันทีโดยวิธีดังต่อไปนี้

9.2.1 วิธีทดสอบ

ทำรอยขีดขีดบนจอ CRT ด้านบนและด้านล่างห่างจากขอบจอหรือขอบสารเรืองแสงเข้ามายังพื้นที่แสดงผลภาพเป็นระยะ (3 ± 1) มิลลิเมตร ความยาวของรอยขีดขีดต้องมีค่าระหว่างร้อยละ 45 ถึงร้อยละ 55 ของมิติที่ยาวที่สุด/ความกว้างของจอ CRT

CRT ที่ไม่ใช่ชนิดที่มีชั้นป้องกันการยุบตัวทันทีต้องทดสอบการกระแทกเพิ่มเติม โดยใช้ลูกกลมเหล็กกล้าตันผิวเรียบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง (40 ± 1) มิลลิเมตร มวล (260 ± 15) กรัม และมีค่าความแข็งแรงรอกเวลล์สเกลซีไม่น้อยกว่า 60 โดยที่พลังงานกระแทกต้องเพิ่มขึ้นครั้งละ 0.7 จูล จนกระทั่งเกิดการแตกร้าว ให้ใช้ตัวอย่างใหม่สำหรับการทดสอบแต่ละครั้ง จนกว่า CRT ทั้งหมดในกลุ่มทดสอบได้รับการทดสอบโดยเกิดการยุบตัวทันทีหรือหมดสภาพสุญญากาศอย่างรวดเร็ว

วางที่กั้นห่างจากระนาบของศูนย์กลางของจอ CRT เป็นระยะ 0.6 และ 1.2 มิลลิเมตร (ดูรูปที่ 2)

9.2.2 เกณฑ์การกระเด็นของแก้ว

CRT จะเป็นไปตามข้อกำหนด ถ้าการกระเด็นของแก้วภายใน 5 วินาที หลังการกระแทกเป็นไปตามข้อกำหนดดังต่อไปนี้

- ก) ต้องไม่มีชิ้นแก้วใดๆ ที่มีมวลเกิน 15 กรัม อยู่ระหว่างที่กั้นที่ระยะ 0.6 เมตร และ 1.2 เมตร
- ข) มวลรวมของชิ้นแก้วทั้งหมดระหว่างที่กั้นที่ระยะ 0.6 เมตร และ 1.2 เมตร ต้องไม่เกิน 45 กรัม
- ค) ต้องไม่มีชิ้นแก้วใดๆ ที่มีมวลเกิน 1.5 กรัม อยู่พื้นที่กั้นที่ระยะ 1.2 เมตร

9.3 การทดสอบการยุบตัวทันที (ช็อกด้วยอุณหภูมิต่ำ)

9.3.1 วิธีทดสอบ

เหมือนกับข้อ 8.3.1

9.3.2 เกณฑ์การกระเด็นของแก้ว

เหมือนกับข้อ 8.3.2

9.4 การทดสอบการกระแทกด้วยพลังงานสูง

CRT ที่มีชั้นป้องกันการยุบตัวทันที ให้ทดสอบการกระแทกด้วยพลังงานสูงดังต่อไปนี้

9.4.1 วิธีทดสอบ

สอดแท่งเหล็กกล้าเส้นผ่านศูนย์กลาง (9.5 ± 0.5) มิลลิเมตร (ดูรูปที่ 9) ผ่านรูด้านบนของตู้ทดสอบ และวางโดยตรงบนรอยต่อระหว่างแผ่นจอกับกรวย ปลอยตุ้มน้ำหนัก (ดูรูปที่ 10) มวล (0.45 ± 0.02) กิโลกรัม ให้ตกโดยอิสระจากที่สูงเพื่อกระแทกกับแท่งเหล็กที่ปลายสุดของการตก ปรับตั้งความสูงการตกของตุ้มน้ำหนักเพื่อจำกัดปริมาณพลังงานให้ต่ำที่สุดที่จะทำให้แก้วแตกร้าว แต่ต้องไม่น้อยกว่า 2.7 จูล

หากแก้วไม่เกิดการแตกร้าว ต้องเพิ่มพลังงานกระแทกครั้งละ 0.7 จูล โดยใช้ตัวอย่างทดสอบใหม่ในการกระแทกแต่ละครั้ง จนกว่า CRT ทั้งหมดในกลุ่มทดสอบหมดสภาพสูญเสียภาวศาสตร์อย่างรวดเร็ว พลังงานกระแทกต้องไม่มากจนทำให้แท่งเหล็กกล้าเจาะแก้วจนเกิดรูที่มีการแตกหรือมีการแยกตัวเป็นชิ้นเพียงเล็กน้อยหรือไม่มี หากเกิดภาวการณ์ขึ้นต้องเลือกใช้พลังงานกระแทกที่ต่ำลงจนเกิดผลการแตกร้าว (ไม่จำเป็นต้องลดครั้งละ 0.7 จูล)

หมายเหตุ ควรพิจารณาจากประสบการณ์การทดสอบครั้งก่อนๆ ของ CRT แต่ละแบบ (จากผู้ทำ CRT หรือห้องปฏิบัติการทดสอบ) ในการเลือกระดับพลังงานภายในฟิล์ม

จำกัดการเคลื่อนที่ของแท่งเหล็กกล้าสำหรับการยุบตัวทันทีให้มีระยะสูงสุด 6 มิลลิเมตร ต้องวางอุปกรณ์จำกัดการเคลื่อนที่ของแท่งเหล็กกล้าโดยไม่ทำให้พลังงานกระแทกส่งผ่านไปยังตู้ทดสอบ รูปที่ 8 รูปที่ 9 และรูปที่ 10 แสดงตัวอย่างของอุปกรณ์ที่อาจนำมาใช้ทดสอบ

วางที่กั้นห่างจากกระนาบในแนวตั้งของศูนย์กลางจอ CRT เป็นระยะ 0.6 เมตร และ 1.2 เมตร

9.4.2 เกณฑ์การกระเด็นของแก้ว

CRT จะเป็นไปตามข้อกำหนด ถ้าการกระเด็นของแก้วภายใน 5 วินาที หลังการกระแทกเป็นไปตามข้อกำหนดดังต่อไปนี้

- ก) ต้องไม่มีชิ้นแก้วใดๆ ที่มีมวลเกิน 15 กรัม อยู่ระหว่างที่กั้นที่ระยะ 0.6 เมตร และ 1.2 เมตร
- ข) มวลรวมของชิ้นแก้วทั้งหมดระหว่างที่กั้นที่ระยะ 0.6 เมตร และ 1.2 เมตร ต้องไม่เกิน 45 กรัม
- ค) ต้องไม่มีชิ้นแก้วใดๆ ที่มีมวลเกิน 1.5 กรัม อยู่พื้นที่กั้นที่ระยะ 1.2 เมตร

10. การทดสอบ CRT ที่มีแถบรัดอัดแรงและฟิล์มป้องกัน

10.1 ทัวไป

สำหรับ CRT ที่มีการติดชั้นฟิล์มหนึ่งชั้นบนจอ CRT ซึ่งเป็นส่วนรวมหน่วยของระบบป้องกันการยุบตัวทันที ให้ใช้วิธีการทดสอบที่ระบุในข้อ 8. และข้อ 9. ตามตารางที่ 3 หรือตารางที่ 4 โดยให้ทำรอยกรีดบนฟิล์มบนตัวอย่างทดสอบทั้งหมดที่มีฟิล์มป้องกันตามที่ระบุในข้อ 10.2 นอกจากนี้ ให้ทดสอบข้อ 10.3 และข้อ 10.4 ตามตารางที่ 5

หมายเหตุ ไม่ใช้ข้อนี้กับ CRT ที่มีฟิล์มซึ่งไม่เป็นส่วนรวมหน่วยของระบบป้องกันการยุบตัวทันที และต้องทดสอบผลิตภัณฑ์โดยปราศจากฟิล์มตามตารางที่ 1 ตารางที่ 2 และตารางที่ 6 ถึงตารางที่ 9

10.2 แบบรูปรอยกรีดบนฟิล์มสำหรับ CRT ที่มีฟิล์มป้องกัน

ตัวอย่างทั้งหมดที่มีฟิล์มป้องกันซึ่งทดสอบตามตารางที่ 3 และตารางที่ 4 ต้องทำรอยกรีดตามเส้นทแยงมุมทั้งสองเส้นบนจอ CRT ยาวอย่างน้อยร้อยละ 80 ของมิติภายนอกของแก้ว โดยวิธีใดวิธีหนึ่งตามทางเลือกของผู้ทำ CRT ดังต่อไปนี้

ก) กรีดด้วยเครื่องมือตามรูปที่ 7 ภายใต้เงื่อนไขดังต่อไปนี้

- มุมของเครื่องมือเทียบกับพื้นผิวแก้ว (90 ± 10) องศา
- แรง (4 ± 2) นิวตัน
- อัตราเร็ว 2 ถึง 10 เซนติเมตรต่อวินาที

ข) กรีดด้วยมีดที่คมซึ่งมีใบมีดเส้นตัดผ่านความหนาทั้งหมดของฟิล์ม แต่ให้หลีกเลี่ยงการเกิดความเสียหายต่อแก้ว

10.3 การทดสอบการลอกฟิล์ม

10.3.1 การเตรียมตัวอย่าง

เตรียมฟิล์มยึดติดกับชั้นตัวอย่างแก้วจำนวน 20 ตัวอย่าง ชั้นตัวอย่างแก้วต้องกว้างอย่างน้อย 35 มิลลิเมตร และยาวอย่างน้อย 150 มิลลิเมตร ฟิล์มที่ยึดติดกับชั้นตัวอย่างแก้วต้องกว้าง (25 ± 0.5) มิลลิเมตร และยาวอย่างน้อย 250 มิลลิเมตร ให้ทำตัวอย่างทดสอบขึ้นตามวิธีการผลิตของผู้ทำ

10.3.1.1 การปรับภาวะตัวอย่างต้องเป็นไปตามตารางที่ 5

10.3.1.2 นอกจากนี้ ตัวอย่างทดสอบทั้งหมดต้องปรับภาวะเป็นเวลอย่างน้อย 24 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ (25 ± 2) องศาเซลเซียส แล้วทดสอบการลอกฟิล์มทันที

10.3.2 วิธีทดสอบ

การทดสอบให้ปฏิบัติตาม ISO 8510-1 โดยดึงลอกแถบฟิล์มทำมุม 90 องศา กับพื้นผิวด้วยอัตราเร็ว (50 ± 5) มิลลิเมตรต่อวินาที บันทึกแรงลอกเฉลี่ยอย่างน้อย 100 มิลลิเมตร แล้วคำนวณแรงลอกเฉลี่ยต่อความกว้างหนึ่งเซนติเมตร

10.3.3 ข้อกำหนด

แรงลอกเฉลี่ยสำหรับตัวอย่างแต่ละชิ้น ต้องมีค่าอย่างน้อย 3.5 นิวตันต่อความกว้างหนึ่งเซนติเมตร ฟิล์มจะต้องทนต่อแรง 3.5 นิวตัน ที่กำหนดโดยไม่มีลักษณะ

10.4 การทดสอบการแช่ในสารละลาย

10.4.1 วิธีทดสอบ

แช่ตัวอย่างฟิล์มที่ยึดติดกับชั้นตัวอย่างแก้วจำนวน 4 ตัวอย่าง ซึ่งเตรียมตัวอย่างตามที่ระบุในข้อ 10.3.1 แต่ละชั้นในสารละลายต่อไปนี้ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

- 1) เอทิลแอลกอฮอล์แปลงสภาพ ความเข้มข้น ร้อยละ (70 ± 5) โดยปริมาตร
- 2) สารละลายแอมโมเนียในน้ำ ความเข้มข้น ร้อยละ (9 ± 1) โดยน้ำหนัก
- 3) โซเดียมไฮโปคลอไรต์ ความเข้มข้น ร้อยละ (5 ± 1) โดยน้ำหนัก
- 4) ไอโซโพรพิลแอลกอฮอล์ ความเข้มข้น ร้อยละ (70 ± 5) โดยปริมาตร

หมายเหตุ ต้องใช้สารละลายทั้งสองชนิด โดยทดสอบหนึ่งตัวอย่างทดสอบต่อสารละลายหนึ่งชนิด

นำตัวอย่างทดสอบออกจากสารละลายทดสอบ ซับให้แห้งและปรับภาวะเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ (25 ± 2) องศาเซลเซียส

หลังจากนั้น นำตัวอย่างไปทดสอบการลอกฟิล์มตามที่ระบุในข้อ 10.3.2

10.4.2 ข้อกำหนด

แรงลอกเฉลี่ยสำหรับตัวอย่างแต่ละชั้น ต้องมีค่าน้อย 3.5 นิวตันต่อความกว้างหนึ่งเซนติเมตร ฟิล์มต้องทนต่อแรง 3.5 นิวตัน ที่กำหนดโดยไมจิกขาด

11. การทำเครื่องหมาย

นอกจากชื่อผู้ทำ CRT เครื่องหมายการค้าหรือรหัสบ่งชี้ และหมายเลขประเภท CRT แต่ละหลอดที่เป็นไปตามมาตรฐานนี้ต้องแสดงคำเตือนที่ถาวรและเห็นได้ชัดด้วยข้อความหรือถ้อยคำที่มีความหมายคล้ายกันกับข้อความดังต่อไปนี้

คำเตือน หลอดรังสีแคโทดนี้ใช้ระบบป้องกันการยับยั้งตัวทันทีแบบรวมหน่วย เพื่อให้มีความปลอดภัยอย่างต่อเนื่อง การเปลี่ยนแทนที่ใช้หลอดรังสีแคโทดที่มีหมายเลขประเภทเดียวกันหรือเทียบเท่ากัน

12. ข้อความเกี่ยวกับการใช้งาน CRT ที่มีแถบรัดอัดแรงและฟิล์มป้องกัน

ผู้ทำ CRT ต้องแสดงข้อความเกี่ยวกับการใช้งานด้วยข้อความหรือถ้อยคำที่มีความหมายคล้ายกันกับข้อความดังต่อไปนี้

ข้อความเกี่ยวกับความปลอดภัย

- ก) ผู้ทำผลิตภัณฑ์ที่ใช้ CRT ต้องมั่นใจว่ากรอบจอด้านหน้าของเปลือกหุ้มครอบคลุมขอบทั้งหมดของฟิล์มป้องกันที่ยึดติดบนจอ CRT
- ข) ผู้ทำผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้ายต้องแสดงคำเตือนในคู่มือการใช้งาน ด้วยข้อความดังต่อไปนี้

คำเตือน CRT ในผลิตภัณฑ์นี้ใช้ฟิล์มป้องกันบนจอ เพื่อความปลอดภัยห้ามลอกฟิล์มนี้ การลอกฟิล์มจะเพิ่มความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บสาหัส

13. ข้อกำหนดสำหรับการใช้ตารางที่ 1 และตารางที่ 2 (CRT ที่มีแถบรัดอัดแรง)

ใช้การชักตัวอย่างและการทดสอบสำหรับโครงสร้างใหม่ (แผนการชักตัวอย่าง 1) โครงสร้างใหม่ที่ใช้เทปหรือเรซินที่ผ่านเกณฑ์การทดสอบมาแล้ว (แผนการชักตัวอย่าง 2) โครงสร้างที่ใช้แถบรัดเท่านั้น (แผนการชักตัวอย่าง 3) และโครงสร้างทางเลือก (แผนการชักตัวอย่าง 4) เมื่อมีลักษณะของโครงสร้างใหม่หรือการเปลี่ยนแปลงในโครงสร้างดังต่อไปนี้ โครงสร้างที่มีลักษณะเฉพาะอาจใช้การตรวจสอบแบบพิเศษ

13.1 แผนการชักตัวอย่าง 1 : โครงสร้างใหม่

ใช้กับการทดสอบครั้งแรกสำหรับผู้ทำ CRT หรือการเปลี่ยนแปลงในโครงสร้างของ CRT ที่ผ่านเกณฑ์การทดสอบมาแล้ว ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงการออกแบบที่ระบุไว้ดังต่อไปนี้

13.1.1 ขนาด

พิสัยของขนาดเส้นทแยงมุมของ CRT ตามตารางที่ 10

13.1.2 มุมเบี่ยงเบน

พิสัยของมุมเบี่ยงเบนสำหรับแต่ละพิสัยขนาด CRT ตามตารางที่ 10

13.1.3 รูปทรงของชิ้นส่วนหลอดแก้ว

ให้ถือว่าชิ้นส่วนหลอดแก้วในแต่ละพิสัยขนาดและพิสัยมุมเบี่ยงเบนของ CRT เป็นรูปทรงใหม่ของชิ้นส่วนหลอดแก้ว เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงรูปทรงดังต่อไปนี้

- ก) ความโค้งด้านนอกของหน้าจอ : การเปลี่ยนแปลงความสูงจากจุด Z ไปยังศูนย์กลางของแผ่นจอมากกว่า $\pm$ ร้อยละ 10 จาก CRT ที่ผ่านเกณฑ์การทดสอบมาแล้วของผู้ทำนั้น
- ข) อัตราส่วนกรอบภาพ (aspect ratio) : การเปลี่ยนแปลงของอัตราส่วนความกว้างต่อความสูงของหน้าจอ จาก CRT ที่ผ่านเกณฑ์การทดสอบมาแล้วของผู้ทำนั้น
- ค) ความหนาของชิ้นส่วนหลอดแก้ว : การเปลี่ยนแปลงของความหนาของชิ้นส่วนหลอดแก้วมากกว่า $\pm$ ร้อยละ 20 ที่จุดใดๆ นอกจากคอหลอด จาก CRT ที่ผ่านเกณฑ์การทดสอบมาแล้วของผู้ทำนั้น
- ง) รัศมีมุม : การเปลี่ยนแปลงของรัศมีมุมภายนอกหรือภายในของจอ (ดูจากแบบแปลน) มากกว่า $\pm$ ร้อยละ 10

13.1.4 ผู้ขายชิ้นส่วนหลอดแก้ว

ผู้ขายชิ้นส่วนหลอดแก้วรายใหม่ที่ทำ CRT นั้นไม่เคยใช้มาก่อน บริษัทย่อยของผู้ขายชิ้นส่วนหลอดแก้วรายปัจจุบันไม่ถือว่าเป็นผู้ขายรายใหม่ ถ้ามีการใช้ส่วนผสมทางเคมี การออกแบบแม่พิมพ์ กระบวนการและการควบคุมคุณภาพแบบเดียวกันภายใต้ระบบจัดการคุณภาพร่วม

13.1.5 เรซิน

เรซินในระบบแถบรัดอัดแรง ให้พิจารณาว่าเป็นเรซินใหม่หากใช้ประเภทของวัสดุที่แตกต่างจากที่ใช้ทั่วไป เช่น อีพ็อกซี พอลิเอสเตอร์ หรือวัสดุอื่น

13.1.6 เทป

เทปที่ใช้ในระบบแถบรัด ให้พิจารณาว่าเป็นเทปใหม่หากมีการเปลี่ยนแปลงใดๆ ดังต่อไปนี้

- ก) ความกว้างของเทป - ความกว้างของเทปใต้แถบรัดลดลงมากกว่าร้อยละ 20
- ข) การเปลี่ยนแปลงประเภทของสารยึดติดจากที่ใช้ทั่วไป เช่น อะคริลิก ซิลิโคน ยางธรรมชาติ

- ค) การยึดติด – ความแข็งแรงในการยึดติดลดลงมากกว่าร้อยละ 20
- ง) สารยึดติดหน้าเดียว – เทปที่เปลี่ยนจากสารยึดติดสองหน้าเป็นสารยึดติดหน้าเดียว
- จ) การใช้ร่วมกันใด ๆ ที่แตกต่างไปจากที่เคยใช้ใน CRT ที่ผ่านเกณฑ์การทดสอบมาแล้ว
- ฉ) การเปลี่ยนแปลงประเภทของเนื้อเทป เช่น ผ้าพอลิเอสเตอร์
- ช) การเปลี่ยนแปลงความหนาของเนื้อเทปมากกว่า $\pm$ ร้อยละ 20

13.2 แผนการชักตัวอย่าง 2 : โครงสร้างใหม่ที่ใช้เรซินหรือเทปที่ผ่านเกณฑ์การทดสอบมาแล้ว
ใช้กับการทดสอบครั้งแรกสำหรับผู้ทำ CRT หรือการเปลี่ยนแปลงในโครงสร้างของ CRT ที่ผ่านเกณฑ์การทดสอบมาแล้ว ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงการออกแบบที่ระบุใด ๆ ดังต่อไปนี้

13.2.1 เทปและเรซิน

โครงสร้างใหม่ของ CRT ตามที่ระบุในข้อ 13.1.1 ถึงข้อ 13.1.4 ที่ใช้เทปหรือเรซินที่ผ่านเกณฑ์การทดสอบมาแล้วในขนาด CRT ที่เท่ากันหรือใหญ่กว่า

13.3 แผนการชักตัวอย่าง 3 : โครงสร้างที่ใช้แถบรัดและแถบรัดทางเลือก
ใช้กับการเปลี่ยนแปลงใด ๆ ของแถบรัดหรือส่วนอื่นของหลอด ดังต่อไปนี้

13.3.1 ใช้แถบรัดเท่านั้น

CRT ที่ใช้โครงสร้างที่ใช้แถบรัดเท่านั้น ไม่มีวัสดุอื่นระหว่างแถบรัดกับหลอด CRT แผนการชักตัวอย่างนี้ใช้กับโครงสร้างใหม่และการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างที่ไม่ใช้เทปหรือเรซิน

13.3.2 การยึดปลายแถบ

สำหรับโครงสร้างที่ใช้แถบรัดเท่านั้น เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญในวิธีการยึดปลายแถบรัด เช่น การเปลี่ยนจากการเชื่อมจุดเป็นแบบบีบยั่ว (crimp type)

13.3.3 แรงดึงแถบรัด

การเปลี่ยนแปลงแรงดึงแถบรัดที่ระบุหรือค่าการคืนตัว (recovery value) ของชิ้นส่วนหลอดแก้วต่ำสุดที่เกินร้อยละ -5 ถึงร้อยละ +15 จาก CRT ที่ผ่านเกณฑ์การทดสอบมาแล้ว โดยใช้พิสัยขนาด พิสัยมุม เบี่ยงเบน และรูปทรงของแก้วนั้น ๆ

13.3.4 ระบบแรงดึงของแถบรัด

การเปลี่ยนแปลงระบบแรงดึงของแถบรัด เช่น การเปลี่ยนจากแบบที่รัดแน่นด้วยเครื่องมือกลเป็นแบบที่ใช้แถบหดรัดหรืออื่น ๆ

13.3.5 ส่วนอื่นของหลอด

การเปลี่ยนแปลงระบบส่วนอื่นของหลอด เช่น การเพิ่มหรือการเลิกใช้แถบขอบ แท่งเสริมแรง หรือวัสดุโครงสร้างอื่นๆ ระหว่างแถบรัดกับหลอด CRT

13.3.6 ความกว้างของแถบ

การลดความกว้างที่ระบุของแถบรัดลงมากกว่าร้อยละ 10

13.3.7 วัสดุทำแถบ

การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางโลหะ

13.3.8 ตำแหน่งของแถบ

การเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่ระบุของแถบ (ไปด้านหน้าหรือด้านหลัง) เป็นระยะมากกว่า 3 มิลลิเมตร จากตำแหน่งเดิม ซึ่งวัดจากด้านหน้าของแถบไปยังจุด Z บนหน้าจอ

13.3.9 การเคลือบพื้นผิวแถบ

การเพิ่มหรือการเปลี่ยนแปลงวัสดุเคลือบพื้นผิวของแถบรัศที่ใช่วิธียึดปลายแถบด้วยการเชื่อม ไม่จำเป็นต้องทดสอบ CRT ถ้าความต้านแรงดึงของแถบใหม่หลังการเชื่อมมีค่าเท่าเดิมหรือมากกว่าเดิม

13.4 แผนการชักตัวอย่าง 4 : โครงสร้างทางเลือก

ใช้กับโครงสร้างของแถบรัศ เช่น ใช้แถบรัศเท่านั้น แถบรัศซึ่งใช้เทป แถบขอบ ฯลฯ โครงสร้างทางเลือก ประกอบด้วยความเปลี่ยนแปลงใดๆ ดังต่อไปนี้

13.4.1 ขนาด

ขนาดภายในพิสัยขนาดเส้นทแยงมุมที่ผ่านเกณฑ์การทดสอบมาแล้วของผู้ทำ CRT นั้น

13.4.2 มุมเบี่ยงเบน

มุมเบี่ยงเบนภายในพิสัยที่ผ่านเกณฑ์การทดสอบมาแล้วของผู้ทำ CRT นั้น

13.4.3 ผู้ขายชิ้นส่วนหลอดแก้ว

ผู้ขายชิ้นส่วนหลอดแก้วที่ผู้ทำ CRT นั้นเคยใช้มาแล้วในพิสัยขนาดอื่น

13.4.4 ความหนาของชิ้นส่วนหลอดแก้ว

ส่วนที่หนาน้อยที่สุดของชิ้นส่วนหลอดแก้วที่แตกต่างจากชิ้นส่วนหลอดแก้วที่ผ่านเกณฑ์การทดสอบมาแล้วเกิน $\pm$ ร้อยละ 10 และไม่เกิน $\pm$ ร้อยละ 20 ที่จุดใดๆ ที่นอกเหนือจากคอหลอด ให้ถือว่าเป็นโครงสร้างทางเลือก

13.4.5 เรซิน

ให้ถือว่าเรซินที่ใช้ในระบบแถบรัศอัดแรงเป็นโครงสร้างทางเลือก ถ้าความต้านแรงดึงของเรซินที่บ่มแล้ว มีค่าน้อยกว่าร้อยละ 80 ของเรซินเดิม การเพิ่มเรซินที่ผ่านเกณฑ์การทดสอบมาแล้วลงในโครงสร้าง CRT ที่ผ่านเกณฑ์การทดสอบมาแล้วโดยใช้แถบรัศเท่านั้น (ไม่ใช่เรซิน) สามารถยอมรับได้โดยไม่ต้องทดสอบ

13.4.6 เทป

การเพิ่มเทปที่ผ่านเกณฑ์การทดสอบมาแล้วลงในโครงสร้าง CRT ที่ผ่านเกณฑ์การทดสอบมาแล้วโดยใช้แถบรัศเท่านั้น (ไม่ใช่เทป) สามารถยอมรับได้โดยไม่ต้องทดสอบ

14. ข้อกำหนดสำหรับการใช้ตารางที่ 3 และตารางที่ 4 (CRT ที่มีแถบรัศอัดแรงและฟิล์มป้องกัน)

ใช้การชักตัวอย่างและการทดสอบสำหรับโครงสร้างใหม่ (แผนการชักตัวอย่าง 1) โครงสร้างใหม่ที่ใช้เรซิน เทป ฟิล์ม หรือสารยึดติดที่ผ่านเกณฑ์การทดสอบมาแล้ว (แผนการชักตัวอย่าง 2) แถบรัศทางเลือก (แผนการชักตัวอย่าง 3) และโครงสร้างทางเลือก (แผนการชักตัวอย่าง 4) เมื่อมีโครงสร้างใหม่หรือการเปลี่ยนแปลงในโครงสร้าง ดังต่อไปนี้ โครงสร้างที่มีลักษณะเฉพาะอาจใช้การตรวจสอบแบบพิเศษ

14.1 แผนการชักตัวอย่าง 1 : โครงสร้างใหม่

ใช้กับการทดสอบครั้งแรกสำหรับผู้ทำ CRT หรือการเปลี่ยนแปลงในโครงสร้างของ CRT ที่ผ่านเกณฑ์การทดสอบมาแล้ว ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงการออกแบบที่ระบุใด ๆ ดังต่อไปนี้

14.1.1 ขนาด

พิสัยของขนาดเส้นทแยงมุมของ CRT ตามตารางที่ 10

14.1.2 มุมเบี่ยงเบน

พิสัยของมุมเบี่ยงเบนสำหรับแต่ละพิสัยขนาด CRT ตามตารางที่ 10

14.1.3 รูปทรงของชิ้นส่วนหลอดแก้ว

ให้ถือว่าชิ้นส่วนหลอดแก้วในแต่ละพิสัยขนาดและพิสัยมุมเบี่ยงเบนของ CRT เป็นรูปทรงใหม่ของชิ้นส่วนหลอดแก้ว เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงรูปทรงดังต่อไปนี้

ก) ความโค้งด้านนอกของหน้าจอ : การเปลี่ยนแปลงความสูงจากจุด Z ไปยังศูนย์กลางของแผ่นจอมากกว่า $\pm$ ร้อยละ 10 จาก CRT ที่ผ่านเกณฑ์การทดสอบมาแล้วของผู้ทำนั้น

ข) อัตราส่วนกรอบภาพ (aspect ratio) : การเปลี่ยนแปลงของอัตราส่วนความกว้างต่อความสูงของหน้าจอ จาก CRT ที่ผ่านเกณฑ์การทดสอบมาแล้วของผู้ทำนั้น

ค) ความหนาของชิ้นส่วนหลอดแก้ว : การเปลี่ยนแปลงของความหนาของชิ้นส่วนหลอดแก้วมากกว่า $\pm$ ร้อยละ 20 ที่จุดใด ๆ นอกจากคอหลอด จาก CRT ที่ผ่านเกณฑ์การทดสอบมาแล้วของผู้ทำนั้น

ง) รัศมีมุม : การเปลี่ยนแปลงของรัศมีมุมภายนอกหรือภายในของจอ (ดูจากแบบแปลน) มากกว่า $\pm$ ร้อยละ 10

14.1.4 ผู้ขายชิ้นส่วนหลอดแก้ว

ผู้ขายชิ้นส่วนหลอดแก้วรายใหม่ที่ผู้ทำ CRT นั้นไม่เคยใช้มาก่อน บริษัทย่อยของผู้ขายชิ้นส่วนหลอดแก้วรายปัจจุบันไม่ถือว่าเป็นผู้ขายรายใหม่ ถ้ามีการใช้ส่วนผสมทางเคมี การออกแบบแม่พิมพ์ กระบวนการและการควบคุมคุณภาพแบบเดียวกันภายใต้ระบบจัดการคุณภาพร่วม

14.1.5 เรซิน

เรซินในระบบแถบรัดอัดแรง ให้พิจารณาว่าเป็นเรซินใหม่หากใช้ประเภทของวัสดุที่แตกต่างจากที่ใช้ทั่วไป เช่น อีพ็อกซี พอลิเอสเตอร์ หรือวัสดุอื่น

14.1.6 เทป

เทปที่ใช้ในระบบแถบรัด ให้พิจารณาว่าเป็นเทปใหม่ ถ้า

ก) ความกว้างของเทป – ความกว้างของเทปได้แถบรัดลดลงมากกว่าร้อยละ 20

ข) การเปลี่ยนแปลงประเภทของสารยึดติดจากที่ใช้ทั่วไป เช่น อะคริลิก ซิลิโคน ยางธรรมชาติ

ค) การยึดติด – ความแข็งแรงในการยึดติดลดลงมากกว่าร้อยละ 20

ง) สารยึดติดหน้าเดียว – เทปที่เปลี่ยนจากสารยึดติดสองหน้าเป็นสารยึดติดหน้าเดียว

จ) การใช้ร่วมกันใด ๆ ที่แตกต่างไปจากที่เคยใช้ใน CRT ที่ผ่านเกณฑ์การทดสอบมาแล้ว

ฉ) การเปลี่ยนแปลงประเภทของเนื้อเทป เช่น ผ้าพอลิเอสเตอร์

ช) การเปลี่ยนแปลงความหนาของเนื้อเทปมากกว่า $\pm$ ร้อยละ 20

14.1.7 สารยึดติดสำหรับฟิล์มป้องกัน

สารยึดติดที่ใช้กับฟิล์มป้องกัน ให้พิจารณาเป็นสารยึดติดใหม่ ถ้า

ก) การเปลี่ยนแปลงประเภทของสารยึดติดจากที่ใช้ทั่วไป เช่น อะคริลิก ซิลิโคน ยางธรรมชาติ

ข) การยึดติด - ความแข็งแรงในการยึดติดลดลงมากกว่าร้อยละ 20

14.1.8 ฟิล์มป้องกัน

ฟิล์มที่ใช้ในระบบป้องกัน ให้พิจารณาเป็นฟิล์มใหม่ ถ้า

ก) การเปลี่ยนแปลงประเภทของฟิล์ม เช่น พอลิเอสเตอร์

ข) การเปลี่ยนแปลงความหนาของฟิล์มมากกว่า $\pm$ ร้อยละ 15

14.2 แผนการชักตัวอย่าง 2 : โครงสร้างใหม่ที่ใช้เรซิน เทป ฟิล์มหรือสารยึดติดที่ผ่านเกณฑ์การทดสอบมาแล้ว ใช้กับการทดสอบครั้งแรกสำหรับผู้ทำ CRT หรือการเปลี่ยนแปลงในโครงสร้างของ CRT ที่ผ่านเกณฑ์การทดสอบมาแล้ว ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงการออกแบบที่ระบุใด ๆ ดังต่อไปนี้

14.2.1 เทปและเรซิน

โครงสร้างใหม่ของ CRT ตามที่ระบุในข้อ 14.1.1 ถึงข้อ 14.1.4 ที่ใช้เทปหรือเรซินที่ผ่านเกณฑ์การทดสอบมาแล้วในขนาด CRT ที่เท่ากันหรือใหญ่กว่า

14.2.2 ฟิล์มและสารยึดติด

โครงสร้าง CRT ใหม่ตามที่กำหนดในข้อ 14.1.1 ถึงข้อ 14.1.4 ที่ใช้ฟิล์มและสารยึดติดที่ผ่านเกณฑ์การทดสอบมาแล้วในขนาด CRT ที่เท่ากันหรือใหญ่กว่า

14.3 แผนการชักตัวอย่าง 3 : แฉกรัดทางเลือก

ใช้กับการเปลี่ยนแปลงใด ๆ ของแฉกรัดหรือส่วนอื่นของหลอด ดังต่อไปนี้

14.3.1 ทั่วไป

แผนการชักตัวอย่างนี้ใช้กับโครงสร้างใหม่และการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างซึ่งเลิกใช้เทปหรือเรซินในระบบแฉกรัด

14.3.2 การยึดปลายแฉบ

การเปลี่ยนแปลงที่สำคัญในวิธีการยึดปลายแฉบรัด เช่น การเปลี่ยนจากการเชื่อมจุดเป็นแบบบิปป้า

14.3.3 แรงดึงแฉกรัด

การเปลี่ยนแปลงแรงดึงแฉกรัดที่ระบุหรือค่าการคืนตัว (recovery value) ของแก้วต่ำสุด ที่เกินร้อยละ -5 ถึงร้อยละ +15 จาก CRT ที่ผ่านเกณฑ์การทดสอบมาแล้ว โดยใช้ฟิล์มขนาด ฟิล์มมุมเบี่ยงเบน และรูปทรงของแก้วนั้น ๆ

14.3.4 ระบบแรงดึงของแฉกรัด

การเปลี่ยนแปลงระบบแรงดึงของแฉกรัด เช่น การเปลี่ยนจากแบบที่รัดแน่นด้วยเครื่องจักรเป็นแบบที่ใช้แฉบหดรัดหรืออื่น ๆ

14.3.5 ส่วนอื่นของหลอด

การเปลี่ยนแปลงระบบส่วนอื่นของหลอด เช่น การเพิ่มหรือการเลิกใช้แฉบขอบ แท่งเสริมแรง หรือวัสดุโครงสร้างอื่น ๆ ระหว่างแฉกรัดกับหลอด CRT

14.3.6 ความกว้างของแถบ

การลดความกว้างของแถบรัศลงมากกว่าร้อยละ 10

14.3.7 วัสดุทำแถบ

การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางโลหะ

14.3.8 ตำแหน่งของแถบ

การเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของแถบ (ไปด้านหน้าหรือด้านหลัง) เป็นระยะมากกว่า 3 มิลลิเมตร จากตำแหน่งเดิม ซึ่งวัดจากด้านหน้าของแถบไปยังจุด Z บนหน้าจอ

14.3.9 การเคลือบพื้นผิวแถบ

การเพิ่มหรือการเปลี่ยนแปลงวัสดุเคลือบพื้นผิวของแถบรัศที่ใช้วิธียึดปลายแถบด้วยการเชื่อม ไม่จำเป็นต้องทดสอบ CRT ถ้าความต้านแรงดึงของแถบใหม่หลังการเชื่อมมีค่าเท่าเดิมหรือมากกว่าเดิม

14.4 แผนการชักตัวอย่าง 4 : โครงสร้างทางเลือก

ใช้กับโครงสร้างของแถบรัศ เช่น ใช้แถบรัศเท่านั้น แถบรัศซึ่งใช้เทป แถบขอบ ฯลฯ โครงสร้างทางเลือก ประกอบด้วยความเปลี่ยนแปลงใดๆ ดังต่อไปนี้

14.4.1 ขนาด

ขนาดภายในพิสัยที่ผ่านเกณฑ์การทดสอบมาแล้วของผู้ทำ CRT นั้น

14.4.2 ผู้ขายชิ้นส่วนหลอดแก้ว

ผู้ขายชิ้นส่วนหลอดแก้วที่ผู้ทำ CRT นั้นเคยใช้มาแล้วในพิสัยขนาดอื่น

14.4.3 ความหนาของชิ้นส่วนหลอดแก้ว

ส่วนที่หนาน้อยที่สุดของชิ้นส่วนหลอดแก้วที่แตกต่างจากชิ้นส่วนหลอดแก้วที่ผ่านเกณฑ์การทดสอบมาแล้วเกิน $\pm$ ร้อยละ 10 และไม่เกิน $\pm$ ร้อยละ 20 ที่จุดใดๆ ที่นอกเหนือจากคอหลอด ให้ถือว่าเป็นโครงสร้างทางเลือก

14.4.4 เรซิน

ให้ถือว่าเรซินที่ใช้ในระบบแถบรัศอัดแรงเป็นโครงสร้างทางเลือก ถ้าความต้านแรงดึงของเรซินที่บ่มแล้ว มีค่าน้อยกว่าร้อยละ 80 ของเรซินเดิม การเพิ่มเรซินที่ผ่านเกณฑ์การทดสอบมาแล้วลงในโครงสร้าง CRT ที่ผ่านเกณฑ์การทดสอบมาแล้วโดยใช้แถบรัศเท่านั้น (ไม่ใช่เรซิน) สามารถยอมรับได้โดยไม่ต้องทดสอบ

14.4.5 เทป

การเพิ่มเทปที่ผ่านเกณฑ์การทดสอบมาแล้วลงในโครงสร้าง CRT ที่ผ่านเกณฑ์การทดสอบมาแล้วโดยใช้แถบรัศเท่านั้น (ไม่ใช่เทป) สามารถยอมรับได้โดยไม่ต้องทดสอบ

15. การปรับภาวะอุณหภูมิทางเลือกสำหรับการใช้ตารางที่ 3 และตารางที่ 4 (CRT ที่มีแถบรัดอัดแรงและฟิล์มป้องกัน)

การปรับภาวะอุณหภูมิทางเลือกด้วยอุณหภูมิสูง ใช้เมื่อเป็นไปตามที่กำหนดในข้อ 15.1 และข้อ 15.2 ให้ปรับภาวะตัวอย่างเฉพาะ CRT ที่ไม่มีฟิล์ม ที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง หรือค่าเวลา/อุณหภูมิ ตามวิธีของอาร์เรเนียส (Arrhenius) ที่ระบุในหมายเหตุ ของตารางที่ 3 และตารางที่ 4 ภายหลังจากนำออกจากตู้ปรับภาวะ ปลอ่ยตัวอย่าง CRT ให้อยู่ตัวเป็นเวลาอย่างน้อย 24 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ (25 ± 2) องศาเซลเซียส แล้วให้ติดฟิล์มที่จอ CRT ตามวิธีการผลิตของผู้ทำ และให้อยู่ตัวที่ภาวะบรรยากาศมาตรฐานเป็นเวลาอย่างน้อย 24 ชั่วโมง ก่อนการทดสอบการกระแทกและการยุบตัวทันทีตามที่ระบุในตารางที่ 3 และตารางที่ 4

15.1 ข้อกำหนดเพิ่มเติมของแรงลอกฟิล์มเมื่อใช้การปรับภาวะอุณหภูมิทางเลือก

ค่าเฉลี่ยของแรงลอกเฉลี่ยของจำนวน 5 ตัวอย่างจากชั้นตัวอย่างทดสอบที่ผ่านการปรับภาวะอุณหภูมิตามข้อ 10.3.1.2 ต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 90 ของค่าเฉลี่ยของแรงลอกเฉลี่ยของจำนวน 5 ตัวอย่างจากชั้นตัวอย่างทดสอบที่ไม่ปรับภาวะ (ข้อ 10.3.1.1) ต้องไม่มีกรณีที่แรงลอกเฉลี่ยของตัวอย่างใดๆ น้อยกว่า 3.5 นิวตันต่อความกว้างในหน่วยเซนติเมตร

15.2 การทดสอบความต้านแรงดึงเมื่อใช้การปรับภาวะอุณหภูมิทางเลือก

15.2.1 การเตรียมตัวอย่าง

เตรียมตัวอย่างฟิล์มจำนวน 10 ตัวอย่างตามข้อกำหนดของ ISO 527-1 และ ISO 527-3 แยก 5 ตัวอย่างออกมาต่างหากตามที่ได้รับโดยไม่ปรับภาวะสำหรับการทดสอบ ปรับภาวะอุณหภูมิ 5 ตัวอย่างที่เหลือตามข้อ 10.3.1.2

15.2.2 วิธีทดสอบ

ทดสอบตัวอย่างตามวิธีการทดสอบของ ISO 527-1 และ ISO 527-3 อัตราการแยกจากกันของที่จับของเครื่องทดสอบต้องเท่ากันทั้งกรณีตัวอย่างที่ไม่ปรับภาวะและตัวอย่างที่ปรับภาวะอุณหภูมิ แยกคำนวณค่าเฉลี่ยของความต้านแรงดึง (σ_m) ของฟิล์ม สำหรับตัวอย่างที่ไม่ปรับภาวะและตัวอย่างที่ปรับภาวะอุณหภูมิ

15.2.3 ข้อกำหนด

ค่าเฉลี่ยของความต้านแรงดึง (σ_m) ของตัวอย่างที่ปรับภาวะอุณหภูมิต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 90 ของค่าเฉลี่ยของ σ_m ของตัวอย่างที่ไม่ปรับภาวะ

16. ข้อกำหนดสำหรับการใช้ตารางที่ 6 และตารางที่ 7 (CRT ที่ใช้กรอบยึดติด)

ใช้การชักตัวอย่างและการทดสอบสำหรับโครงสร้างใหม่ (แผนการชักตัวอย่าง 1) และโครงสร้างทางเลือก (แผนการชักตัวอย่าง 2) เมื่อมีลักษณะของโครงสร้างใหม่หรือการเปลี่ยนแปลงในโครงสร้างดังต่อไปนี้ โครงสร้างที่มีลักษณะเฉพาะอาจใช้การตรวจสอบแบบพิเศษ

16.1 แผนการชักตัวอย่าง 1 : โครงสร้างใหม่

ใช้กับการทดสอบครั้งแรกสำหรับผู้ทำ CRT หรือการเปลี่ยนแปลงในโครงสร้างของ CRT ที่ผ่านเกณฑ์การทดสอบมาแล้ว ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงการออกแบบที่ระบุใด ๆ ดังต่อไปนี้

16.1.1 ขนาด

พิสัยของขนาดเส้นทแยงมุมของ CRT ตามตารางที่ 10

16.1.2 มุมเบี่ยงเบน

พิสัยของมุมเบี่ยงเบนสำหรับแต่ละพิสัยขนาด CRT ตามตารางที่ 10

16.1.3 รูปทรงของชิ้นส่วนหลอดแก้ว

ให้ถือว่าชิ้นส่วนหลอดแก้วในแต่ละพิสัยขนาดและพิสัยมุมเบี่ยงเบนของ CRT เป็นรูปทรงใหม่ของชิ้นส่วนหลอดแก้ว เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงรูปทรงดังต่อไปนี้

ก) ความโค้งของหน้าจอและรัศมีที่มุม : การเปลี่ยนแปลงความสูงจากจุด Z ไปยังศูนย์กลางของแผ่นจอมากกว่า $\pm$ ร้อยละ 10 จาก CRT ที่ผ่านเกณฑ์การทดสอบมาแล้วของผู้ทำนั้น

ข) อัตราส่วนกรอบภาพ (aspect ratio) : การเปลี่ยนแปลงของอัตราส่วนความกว้างต่อความสูงของหน้าจอ จาก CRT ที่ผ่านเกณฑ์การทดสอบมาแล้วของผู้ทำนั้น

ค) ความหนาของชิ้นส่วนหลอดแก้ว : การเปลี่ยนแปลงของความหนาของชิ้นส่วนหลอดแก้วมากกว่า $\pm$ ร้อยละ 20 ที่จุดใด ๆ นอกจากคอหลอด จาก CRT ที่ผ่านเกณฑ์การทดสอบมาแล้วของผู้ทำนั้น

16.1.4 ผู้ขายชิ้นส่วนหลอดแก้ว

ผู้ขายชิ้นส่วนหลอดแก้วรายใหม่ที่ทำ CRT นั้นไม่เคยใช้มาก่อน บริษัทย่อยของผู้ขายชิ้นส่วนหลอดแก้วรายปัจจุบันไม่ถือว่าเป็นผู้ขายรายใหม่ ถ้ามีการใช้ส่วนผสมทางเคมี การออกแบบแม่พิมพ์ กระบวนการและการควบคุมคุณภาพแบบเดียวกันภายใต้ระบบจัดการคุณภาพร่วม

16.1.5 เรซิน

เรซินที่ใช้ใน CRT ที่ใช้พิสัยขนาด พิสัยมุมเบี่ยงเบน และรูปทรงของแก้วนั้น ๆ

16.1.6 ความหนาของเรซิน

การเปลี่ยนแปลงความหนาของเรซินที่มากกว่า $\pm$ ร้อยละ 25

16.1.7 ความหนาของกรอบ

การเปลี่ยนแปลงความหนาของวัสดุที่ใช้ในการทำกรอบที่มากกว่า $\pm$ ร้อยละ 10

16.2 แผนการชักตัวอย่าง 2 : โครงสร้างทางเลือก

ประกอบด้วยความแตกต่างของโครงสร้างซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงการออกแบบที่ระบุใด ๆ ดังต่อไปนี้

16.2.1 ขนาด

ขนาดภายในพิสัยขนาดเส้นทแยงมุมที่ผ่านเกณฑ์การทดสอบมาแล้วของผู้ทำ CRT นั้น

16.2.2 มุมเบี่ยงเบน

มุมเบี่ยงเบนภายในพิสัยที่ผ่านเกณฑ์การทดสอบมาแล้วของผู้ทำ CRT นั้น

16.2.3 ผู้ขายชิ้นส่วนหลอดแก้ว

ผู้ขายชิ้นส่วนหลอดแก้วที่ทำ CRT นั้นเคยใช้มาแล้วในพิสัยขนาดอื่น

16.2.4 ความหนาของชั้นส่วนหลอดแก้ว

ความหนาของชั้นส่วนหลอดแก้วที่แตกต่างจากชั้นส่วนหลอดแก้วที่ผ่านเกณฑ์การทดสอบมาแล้วเกิน $\pm$ ร้อยละ 10 และไม่เกิน $\pm$ ร้อยละ 20 ที่จุดใด ๆ ที่นอกเหนือจากคอหลอด ให้ถือว่าเป็นโครงสร้างทางเลือก

16.2.5 เรซิน

เรซินสำหรับขนาดภายในพิสัยขนาดที่ผ่านเกณฑ์การทดสอบมาแล้วสำหรับเรซินนั้น ๆ

16.2.6 ความหนาของเรซิน

การเปลี่ยนแปลงความหนาของเรซินที่มากกว่า $\pm$ ร้อยละ 10 แต่ไม่มากกว่า $\pm$ ร้อยละ 25

17. ข้อกำหนดสำหรับการใช้ตารางที่ 8 และตารางที่ 9 (CRT ที่มีชั้นป้องกัน)

ใช้การชักตัวอย่างและการทดสอบสำหรับโครงสร้างใหม่ (แผนการชักตัวอย่าง 1) และโครงสร้างทางเลือก (แผนการชักตัวอย่าง 2) เมื่อมีลักษณะของโครงสร้างใหม่หรือการเปลี่ยนแปลงในโครงสร้างดังต่อไปนี้ โครงสร้างที่มีลักษณะเฉพาะอาจใช้การตรวจสอบแบบพิเศษ

17.1 แผนการชักตัวอย่าง 1 : โครงสร้างใหม่

ใช้กับการทดสอบครั้งแรกสำหรับผู้ทำ CRT หรือการเปลี่ยนแปลงในโครงสร้างของ CRT ที่ผ่านเกณฑ์การทดสอบมาแล้ว ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงการออกแบบที่ระบุใด ๆ ดังต่อไปนี้

17.1.1 วัสดุยึดติด

วัสดุยึดติด หรือสัดส่วนของเรซินต่อสารที่ทำให้แข็งตัวเปลี่ยนแปลงมากกว่า $\pm$ ร้อยละ 20

17.1.2 ความหนาของวัสดุยึดติด

การเปลี่ยนแปลงความหนาของวัสดุยึดติดมากกว่า $\pm$ ร้อยละ 25

17.1.3 ความหนาของจอ

การลดความหนาของแก้วด้านหน้าลงมากกว่าร้อยละ 25

17.2 แผนการชักตัวอย่าง 2 : โครงสร้างทางเลือก

ใช้กับความแตกต่างของโครงสร้างซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงการออกแบบที่ระบุใด ๆ ดังต่อไปนี้

17.2.1 วัสดุยึดติด

ใช้วัสดุยึดติดที่ผ่านเกณฑ์การทดสอบมาแล้วของผู้ทำ CRT นั้น แต่ใช้ในพิสัยขนาดที่แตกต่างตามตารางที่ 10

17.2.2 ความหนาของวัสดุยึดติด

การเปลี่ยนแปลงความหนาของวัสดุยึดติดมากกว่า $\pm$ ร้อยละ 10 แต่ไม่มากกว่า $\pm$ ร้อยละ 25

17.2.3 ความหนาของจอ

การลดความหนาของแก้วด้านหน้าลงในพิสัยร้อยละ 10 ถึงร้อยละ 25

ตารางที่ 1 แผนการชักตัวอย่างและการทดสอบ CRT ที่มีแถบรัดอัดแรงและมีเส้นทแยงมุมเกิน 160 มิลลิเมตร (ข้อ 4.4 ข้อ 5.3 ข้อ 6.1 ข้อ 6.2 และข้อ 13.)

แผนการชักตัวอย่าง	แบบ CRT ^ก	การปรับภาวะอุณหภูมิ				กลุ่มทดสอบการกระแทกและการยุบตัวทันที		
		จำนวน CRT	ตู้อบอากาศหมุนเวียน			จำนวน CRT ที่ใช้ทดสอบตามที่ระบุในข้อ		
			อุณหภูมิ °C ^ข	ความชื้นสัมพัทธ์ %	เวลา h	8.1 (ลูกกลมเหล็กกล้า) ^ค	8.3 (ชักด้วยอุณหภูมิ)	8.2 (หัวจรวด)
1	โครงสร้างใหม่	5	–	–	–	กลุ่ม A	กลุ่ม B	กลุ่ม C
		4	150 ^ง	–	48 ^จ	2	1	1
		4	50	90–95	48	2	1	1
		4	จ	–	จ	2	1	1
2	โครงสร้างใหม่ที่ใช้เทปหรือเรซินที่ผ่านเกณฑ์การทดสอบมาแล้ว	12	–	–	–	6	2	4
3	ใช้แถบรัดเท่านั้นและแถบรัดทางเลือก	9	–	–	–	4	2	3
4	โครงสร้างทางเลือก	6	–	–	–	3	1	2
^ก ดูรายละเอียดข้อกำหนดการเปลี่ยนแปลงลักษณะการออกแบบในข้อ 13. ^ข เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของอุณหภูมิต้องเท่ากับ $\pm 2^{\circ}\text{C}$ ^ค CRT ที่ไม่เห็นความเสียหายในการทดสอบนี้ อาจนำไปทดสอบตามที่ระบุในข้อ 8.2 และข้อ 8.3 ถ้า CRT ให้ผลการทดสอบที่ยอมรับไม่ได้ในการทดสอบใดของการทดสอบเหล่านี้ ให้ถือว่าไม่สามารถสรุปผลได้และไม่นำมาพิจารณาต้องทดสอบ CRT ใหม่แทนเนื่องจากการทดสอบก่อนหน้านี้ อาจทำให้ CRT เปราะ ^ง อาจใช้ค่าเวลา/อุณหภูมิตามวิธีของอาร์เรเนียสอื่น ๆ (ตามหลักการของ IEC 60216-1) เช่น 140°C เป็นเวลา 96 h 130°C เป็นเวลา 168 h 120°C เป็นเวลา 336 h หรือ 110°C เป็นเวลา 672 h ^จ CRT ต้องผ่านรอบอุณหภูมิระหว่าง -40°C กับ $+70^{\circ}\text{C}$ ที่อัตราสองรอบต่อวัน เป็นจำนวนรวมทั้งหมด 5 รอบ และให้คงไว้ที่อุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดเป็นเวลาอย่างละ 4 h								

ตารางที่ 2 แผนการชักตัวอย่างและการทดสอบ CRT ที่มีแถบรัดอัดแรงและมีเส้นทแยงมุม
ระหว่าง 76 มิลลิเมตร ถึง 160 มิลลิเมตร
(ข้อ 4.4 ข้อ 6.2 และข้อ 13.)

แผน การชัก ตัวอย่าง	แบบ CRT ^ก	การปรับภาวะอุณหภูมิ				กลุ่มทดสอบการกระแทกและการยุบตัวทันที		
		จำนวน CRT	ตู้อบอากาศหมุนเวียน			จำนวน CRT ที่ใช้ทดสอบตามที่ระบุในข้อ		
			อุณหภูมิ °C ^ข	ความชื้น สัมพัทธ์ %	เวลา h	9.1 (ลูกกลม เหล็กกล้า) ^ค	9.3 (ชักด้วย อุณหภูมิ)	9.2 (ลูกกลมเหล็ก กล้าจากที่สูง) ^ง
1	โครงสร้างใหม่	5	-	-	-	กลุ่ม A	กลุ่ม B	กลุ่ม C
		4	150 ^จ	-	48 ^จ	2	1	2
		4	50	90-95	48	2	1	1
		4	จ	-	จ	2	1	1
2	โครงสร้างใหม่ที่ใช้เทปหรือ เรซินที่ผ่านเกณฑ์การ ทดสอบมาแล้ว	12	-	-	-	6	2	4
3	ใช้แถบรัดเท่านั้นและแถบ รัดทางเลือก	9	-	-	-	4	2	3
4	โครงสร้างทางเลือก	6	-	-	-	3	1	2
^ก ดูรายละเอียดข้อกำหนดการเปลี่ยนแปลงลักษณะการออกแบบในข้อ 13. ^ข เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของอุณหภูมิต้องเท่ากับ ± 2 °C ^ค CRT ที่ไม่เห็นความเสียหายในการทดสอบนี้ อาจนำไปทดสอบตามที่ระบุในข้อ 9.2 และข้อ 9.3 ถ้า CRT ให้ผลการทดสอบที่ยอมรับไม่ได้ในการทดสอบใดของการทดสอบเหล่านี้ ให้ถือว่าไม่สามารถสรุปผลได้และไม่นำมาพิจารณาต้องทดสอบ CRT ใหม่แทนเนื่องจากการทดสอบก่อนหน้านี้ อาจทำให้ CRT เปราะ ^จ อาจใช้ค่าเวลา/อุณหภูมิตามวิธีของอาร์เรเนียสอื่น ๆ (ตามหลักการของ IEC 60216-1) เช่น 140 °C เป็นเวลา 96 h 130 °C เป็นเวลา 168 h 120 °C เป็นเวลา 336 h หรือ 110 °C เป็นเวลา 672 h ^ง CRT ต้องผ่านรอบอุณหภูมิระหว่าง -40 °C กับ +70 °C ที่อัตราสองรอบต่อวัน เป็นจำนวนรวมทั้งหมด 5 รอบ และให้คงไว้ที่อุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดเป็นเวลาอย่างละ 4 h ^ฉ ใช้การทดสอบตามข้อ 9.2 เฉพาะเมื่อไม่เกิดการยุบตัวทันทีหรือการหมดสภาพสัญญาณอย่างรวดเร็วในการทดสอบด้วยลูกกลมเหล็กกล้าในข้อ 9.1								

ตารางที่ 3 แผนการชักตัวอย่างและการทดสอบ CRT ที่มีแถบรัดอัดแรงและฟิล์มป้องกัน
มีเส้นทแยงมุมเกิน 160 มิลลิเมตร
(ข้อ 6.2 ข้อ 10.1 ข้อ 10.2 ข้อ 14. และข้อ 15.)

แผน การชัก ตัวอย่าง	แบบ CRT ^ก	การปรับภาวะอุณหภูมิ				กลุ่มทดสอบการกระแทกและการยุบตัวทันที		
		จำนวน CRT	ตู้อบอากาศหมุนเวียน			จำนวน CRT ที่ใช้ทดสอบตามที่ระบุในข้อ		
			อุณหภูมิ °C ^ข	ความชื้น สัมพัทธ์ %	เวลา h	8.1 (ลูกกลม เหล็กกล้า) ^ค	8.3 (ช็อกด้วย อุณหภูมิ)	8.2 (หัวจรวด)
1	โครงสร้างใหม่	5 ^ฉ	–	–	–	กลุ่ม A 2	กลุ่ม B 1 ^ช	กลุ่ม C 2 ^ญ
		4 ^{ฉ, ฉ}	150 ^ง	–	48 ^ง	2	1 ^ช	1 ^ญ
		4 ^ฉ	50	90–95	48	2	1 ^ช	1 ^ญ
		4 ^ฉ	จ	–	จ	2	1 ^ช	1 ^ญ
		5 ^ฉ	–	–	–	4 ^ท	1 ^ฉ	–
2	โครงสร้างใหม่ที่ใช้เทปหรือ เรซินและฟิล์ม/สารยึดติดที่ ผ่านเกณฑ์การทดสอบมา แล้ว	12 ^ฉ	–	–	–	6	2 ^ช	4 ^ญ
		4 ^ฉ	–	–	–	3 ^ท	1 ^ฉ	–
3	แถบรัดทางเลือก	9 ^ฉ	–	–	–	4	2 ^ช	3 ^ญ
		3 ^ฉ	–	–	–	2 ^ท	1 ^ฉ	–
4	โครงสร้างทางเลือก	6 ^ฉ	–	–	–	3	1 ^ช	2 ^ญ
		3 ^ฉ	–	–	–	2 ^ท	1 ^ฉ	–

- ^ก ดูรายละเอียดข้อกำหนดการเปลี่ยนแปลงลักษณะการออกแบบในข้อ 14.
- ^ข เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของอุณหภูมิตู้อบต้องเท่ากับ $\pm 2^{\circ}\text{C}$
- ^ค CRT ที่ไม่เห็นความเสียหายในการทดสอบนี้ อาจนำไปทดสอบตามที่ระบุในข้อ 8.2 และข้อ 8.3 ถ้า CRT ให้ผลการทดสอบที่ยอมรับไม่ได้ในการทดสอบใดของการทดสอบเหล่านี้ ให้ถือว่าไม่สามารถสรุปผลได้และไม่นำมาพิจารณาต้องทดสอบ CRT ใหม่แทนเนื่องจากการทดสอบก่อนหน้านี้ อาจทำให้ CRT เปราะ
- ^ง อาจใช้ค่าเวลา/อุณหภูมิตามวิธีของอาร์เรเนยส์อื่น ๆ (ตามหลักการของ IEC 60216-1) เช่น 140°C เป็นเวลา 96 h 130°C เป็นเวลา 168 h 120°C เป็นเวลา 336 h หรือ 110°C เป็นเวลา 672 h
- ^จ CRT ต้องผ่านรอบอุณหภูมิระหว่าง -40°C กับ $+70^{\circ}\text{C}$ ที่อัตราสองรอบต่อวัน เป็นจำนวนรวมทั้งหมด 5 รอบ และให้คงไว้ที่อุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดเป็นเวลาอย่างละ 4 h
- ^ฉ ทำรอยกรีดบนฟิล์มทุกตัวอย่างตามที่ระบุในข้อ 10.2
- ^ช ทำแบบรูปรอยขีดที่ระบุในข้อ 8.3.1 บนด้านข้างของแผ่นจอ
- ^ญ ตัดฟิล์มตามแบบรูปรอยขีดที่ระบุในข้อ 8.2.1 จนแก้วเกิดรอยขีดจากการตัดฟิล์มในครั้งเดียวกัน
- ^ฉ ตัวอย่างไม่มีฟิล์มจากผู้ทำ
- ^ท เปลี่ยนเกณฑ์การกระเด็นของแก้วในข้อ 8.1.2 เป็น “ต้องไม่มีชิ้นแก้วที่มีมวลมากกว่า 10 กรัม อยู่พื้นที่ก้นที่ระยะ 1.5 m”
- ^ฉ เปลี่ยนเกณฑ์การกระเด็นของแก้วในข้อ 8.3.2 เป็น “ต้องไม่มีชิ้นแก้วที่มีมวลมากกว่า 2 กรัม อยู่พื้นที่ก้นที่ระยะ 0.5 m และต้องไม่มีชิ้นแก้วอยู่พื้นที่ก้นที่ระยะ 2.0 m”
- ^ณ ดูการปรับภาวะอุณหภูมิทางเลือกในข้อ 15.

ตารางที่ 4 แผนการชักตัวอย่างและการทดสอบ CRT ที่มีแถบรัดอัดแรงและฟิล์มป้องกัน
มีเส้นทแยงมุมระหว่าง 76 มิลลิเมตร ถึง 160 มิลลิเมตร
(ข้อ 6.2 ข้อ 10.1 ข้อ 10.2 ข้อ 14. และข้อ 15.)

แผน การชัก ตัวอย่าง	แบบ CRT ^ก	การปรับภาวะอุณหภูมิ				กลุ่มทดสอบการกระแทกและการยุบตัวทันที		
		จำนวน CRT	ตู้อบอากาศหมุนเวียน			จำนวน CRT ที่ใช้ทดสอบตามที่ระบุในข้อ		
			อุณหภูมิ °C ^ข	ความชื้น สัมพัทธ์ %	เวลา h	9.1 (ลูกกลม เหล็กกล้า) ^ค	9.3 (ช็อกด้วย อุณหภูมิ)	9.2 (ลูกกลมเหล็ก กล้าจากที่สูง) ^ง
1	โครงสร้างใหม่	5 ^ฉ	–	–	–	กลุ่ม A 2	กลุ่ม B 1 ^ช	กลุ่ม C 2 ^ญ
		4 ^{ฉ, ฉ}	150 ^จ	–	48 ^จ	2	1 ^ช	1 ^ญ
		4 ^ฉ	50 ^จ	90–95	48 ^จ	2	1 ^ช	1 ^ญ
		4 ^ฉ	–	–	–	2	1 ^ช	1 ^ญ
		5 ^ฉ	–	–	–	4 ^ท	1 ^ฉ	–
2	โครงสร้างใหม่ที่ใช้เทปหรือ เรซินและฟิล์ม/สารยึดติดที่ ผ่านเกณฑ์การทดสอบมา แล้ว	12 ^ฉ	–	–	–	6	2 ^ช	4 ^ญ
		4 ^ฉ	–	–	–	3 ^ท	1 ^ฉ	–
3	แถบรัดทางเลือก	9 ^ฉ	–	–	–	4	2 ^ช	3 ^ญ
		3 ^ฉ	–	–	–	2 ^ท	1 ^ฉ	–
4	โครงสร้างทางเลือก	6 ^ฉ	–	–	–	3	1 ^ช	2 ^ญ
		3 ^ฉ	–	–	–	2 ^ท	1 ^ฉ	–

- ^ก ดูรายละเอียดข้อกำหนดการเปลี่ยนแปลงลักษณะการออกแบบในข้อ 14.
- ^ข เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของอุณหภูมิต้องเท่ากับ $\pm 2^{\circ}\text{C}$
- ^ค CRT ที่ไม่เห็นความเสียหายในการทดสอบนี้ อาจนำไปทดสอบตามที่ระบุในข้อ 9.2 และข้อ 9.3 ถ้า CRT ให้ผลการทดสอบที่ยอมรับไม่ได้ในการทดสอบใดของการทดสอบเหล่านี้ ให้ถือว่าไม่สามารถสรุปผลได้และไม่นำมาพิจารณาต้องทดสอบ CRT ใหม่แทนเนื่องจากการทดสอบก่อนหน้านี้ อาจทำให้ CRT เปราะ
- ^ง อาจใช้ค่าเวลา/อุณหภูมิตามวิธีของอาร์เรเนยส์อื่น ๆ (ตามหลักการของ IEC 60216-1) เช่น 140°C เป็นเวลา 96 h 130°C เป็นเวลา 168 h 120°C เป็นเวลา 336 h หรือ 110°C เป็นเวลา 672 h
- ^จ CRT ต้องผ่านรอบอุณหภูมิระหว่าง -40°C กับ $+70^{\circ}\text{C}$ ที่อัตราสองรอบต่อวัน เป็นจำนวนรวมทั้งหมด 5 รอบ และให้คงไว้ที่อุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดเป็นเวลาอย่างละ 4 h
- ^ฉ ทำรอยกรีดบนฟิล์มทุกตัวอย่างตามที่ระบุในข้อ 10.2
- ^ช ทำแบบรูปรอยขีดที่ระบุในข้อ 9.3.1 (8.3.1) บนด้านข้างของแผ่นจอ หรือบนจอโดยตรงภายในกรอบ (20 × 20) มิลลิเมตร
- ^ญ ตัดฟิล์มตามแบบรูปรอยขีดที่ระบุในข้อ 9.2.1 จนแก้วเกิดรอยขีดจากการตัดฟิล์มในครั้งเดียวกัน
- ^ฎ ใช้การทดสอบตามข้อ 9.2 เฉพาะเมื่อไม่เกิดการยุบตัวทันทีหรือการหมดสภาพสุญญากาศอย่างรวดเร็วในการทดสอบด้วยลูกกลมเหล็กกล้าในข้อ 9.1
- ^ฉ ตัวอย่างไม่มีฟิล์มจากผู้ทำ
- ^ท เปลี่ยนเกณฑ์การกระเด็นของแก้วในข้อ 9.1.2 เป็น “ต้องไม่มีชิ้นแก้วที่มีมวลมากกว่า 10 กรัม อยู่พื้นที่ก้นที่ระยะ 1.5 m”
- ^ฒ เปลี่ยนเกณฑ์การกระเด็นของแก้วในข้อ 9.3.2 (8.3.2) เป็น “ต้องไม่มีชิ้นแก้วที่มีมวลมากกว่า 2 กรัม อยู่พื้นที่ก้นที่ระยะ 0.5 m และต้องไม่มีชิ้นแก้วอยู่พื้นที่ก้นที่ระยะ 2.0 m”
- ^ณ ดูการปรับภาวะอุณหภูมิทางเลือกในข้อ 15.

ตารางที่ 5 แผนการชักตัวอย่างและการทดสอบการยึดเกาะของฟิล์ม
ใน CRT ที่มีฟิล์มป้องกัน (ที่ผ่านการทดสอบในตารางที่ 3 และตารางที่ 4)
(ข้อ 6.2 ข้อ 10.1 และข้อ 10.3.1.1)

แผน การชัก ตัวอย่าง	แบบ CRT ^ก	การปรับภาวะอุณหภูมิ				กลุ่มทดสอบ	
		จำนวน ตัวอย่าง ทดสอบ	การปรับภาวสว่างหน้า			จำนวนตัวอย่างที่ใช้ทดสอบตามที่ระบุในข้อ	
			อุณหภูมิ °C ^ข	ความชื้น สัมพัทธ์ %	เวลา h	10.3 (การทดสอบการ ลอกฟิล์ม)	10.4 (การทดสอบโดยการ แช่ในสารละลาย)
1	โครงสร้างใหม่	5 ^ค	–	–	–	5	–
		5 ^ค	100 ^ง	–	168 ^จ	5	–
		5 ^ค	32	80–90	168	5	–
		5 ^ค	จ	–	จ	5	–
		4 ^ฉ	–	–	–	–	4

^ก ดูรายละเอียดข้อกำหนดการเปลี่ยนแปลงลักษณะการออกแบบในข้อ 14.

^ข เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของอุณหภูมิต้องเท่ากับ ± 2 °C

^ค เตรียมตัวอย่างทดสอบตามข้อ 10.3.1

^ง อาจใช้ค่าเวลา/อุณหภูมิอื่นๆ ดังต่อไปนี้ 90 °C เป็นเวลา 336 h 87 °C เป็นเวลา 504 h หรือ 82 °C เป็นเวลา 1 440 h

^จ CRT ต้องผ่านรอบอุณหภูมิระหว่าง (–40 ± 2) °C กับ (+70 ± 2) °C ที่อัตราสองรอบต่อวัน เป็นจำนวนรวมทั้งหมด 5 รอบ และให้คงไว้ที่อุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดเป็นเวลาอย่างละ 4 h

^ฉ เตรียมตัวอย่างทดสอบตามข้อ 10.4.1

ตารางที่ 6 แผนการชักตัวอย่างและการทดสอบ CRT ที่ใช้กรอบยึดติด
และมีเส้นทแยงมุมเกิน 160 มิลลิเมตร
(ข้อ 4.4 ข้อ 6.2 และข้อ 16.)

แผน การชัก ตัวอย่าง	แบบ CRT ^ก	การปรับภาวะอุณหภูมิ				กลุ่มทดสอบการกระแทกและการยุบตัวทันที		
		จำนวน CRT	ตู้อบอากาศหมุนเวียน			จำนวน CRT ที่ใช้ทดสอบตามที่ระบุในข้อ		
			อุณหภูมิ °C ^ข	ความชื้น สัมพัทธ์ %	เวลา h	8.1 (ลูกกลม เหล็กกล้า) ^ค	8.3 (ช็อกด้วย อุณหภูมิ)	8.2 (หัวจรวด)
1	โครงสร้างใหม่	5	–	–	–	กลุ่ม A	กลุ่ม B	กลุ่ม C
		4	150 ^ง	–	48 ^ง	2	1	1
		4	50	90–95	48	2	1	1
		4	จ	–	จ	2	1	1
2	โครงสร้างทางเลือก	6	–	–	–	3	1	2

^ก ดูรายละเอียดข้อกำหนดการเปลี่ยนแปลงลักษณะการออกแบบในข้อ 16.

^ข เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของอุณหภูมิต้องเท่ากับ $\pm 2^{\circ}\text{C}$

^ค CRT ที่ไม่เห็นความเสียหายในการทดสอบนี้ อาจนำไปทดสอบตามที่ระบุในข้อ 8.2 และข้อ 8.3 ถ้า CRT ให้ผลการทดสอบที่ยอมรับไม่ได้ในการทดสอบใดของการทดสอบเหล่านี้ ให้ถือว่าไม่สามารถสรุปผลได้และไม่นำมาพิจารณา ต้องทดสอบ CRT ใหม่แทนเนื่องจากการทดสอบก่อนหน้านี้ อาจทำให้ CRT เปราะ

^ง อาจใช้ค่าเวลา/อุณหภูมิตามวิธีของอาร์เรเนียสอื่น ๆ (ตามหลักการของ IEC 60216-1) เช่น 140°C เป็นเวลา 96 h 130°C เป็นเวลา 168 h 120°C เป็นเวลา 336 h หรือ 110°C เป็นเวลา 672 h

^จ CRT ต้องผ่านรอบอุณหภูมิระหว่าง -40°C กับ $+70^{\circ}\text{C}$ ที่อัตราสองรอบต่อวัน เป็นจำนวนรวมทั้งหมด 5 รอบ และให้คงไว้ที่อุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดเป็นเวลาอย่างละ 4 h

ตารางที่ 7 แผนการชักตัวอย่างและการทดสอบ CRT ที่ใช้กรอบยึดติด
และมีเส้นทแยงมุมระหว่าง 76 มิลลิเมตร ถึง 160 มิลลิเมตร
(ข้อ 6.2 และข้อ 16.)

แผน การชัก ตัวอย่าง	แบบ CRT ^ก	การปรับภาวะอุณหภูมิ				กลุ่มทดสอบการกระแทกและการยุบตัวทันที		
		จำนวน CRT	ตู้อบอากาศหมุนเวียน			จำนวน CRT ที่ใช้ทดสอบตามที่ระบุในข้อ		
			อุณหภูมิ °C ^ข	ความชื้น สัมพัทธ์ %	เวลา h	9.1 (ลูกกลม เหล็กกล้า) ^ค	9.3 (ช็อกด้วย อุณหภูมิ)	9.2 (ลูกกลมเหล็ก กล้าจากที่สูง) ^ง
1	โครงสร้างใหม่	5	–	–	–	กลุ่ม A	กลุ่ม B	กลุ่ม C
		4	150 ^จ	–	48 ^จ	2	1	2
		4	50	90–95	48	2	1	1
		4	จ	–	จ	2	1	1
2	โครงสร้างทางเลือก	6	–	–	–	3	1	2

^ก ดูรายละเอียดข้อกำหนดการเปลี่ยนแปลงลักษณะการออกแบบในข้อ 16.

^ข เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของอุณหภูมิต้องเท่ากับ $\pm 2^{\circ}\text{C}$

^ค CRT ที่ไม่เห็นความเสียหายในการทดสอบนี้ อาจนำไปทดสอบตามที่ระบุในข้อ 9.2 และข้อ 9.3 ถ้า CRT ให้ผลการทดสอบที่ยอมรับไม่ได้ในการทดสอบใดของการทดสอบเหล่านี้ ให้ถือว่าไม่สามารถสรุปผลได้และไม่นำมาพิจารณา ต้องทดสอบ CRT ใหม่แทนเนื่องจากการทดสอบก่อนหน้านี้ อาจทำให้ CRT เปราะ

^ง อาจใช้ค่าเวลา/อุณหภูมิตามวิธีของอาร์เรเนยส์อื่น ๆ (ตามหลักการของ IEC 60216-1) เช่น 140°C เป็นเวลา 96 h 130°C เป็นเวลา 168 h 120°C เป็นเวลา 336 h หรือ 110°C เป็นเวลา 672 h

^จ CRT ต้องผ่านรอบอุณหภูมิระหว่าง -40°C กับ $+70^{\circ}\text{C}$ ที่อัตราสองรอบต่อวัน เป็นจำนวนรวมทั้งหมด 5 รอบ และให้คงไว้ที่อุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดเป็นเวลาอย่างละ 4 h

^ฉ ใช้การทดสอบตามข้อ 9.2 เฉพาะเมื่อไม่เกิดการยุบตัวทันทีหรือการหมดสภาพสุญญากาศอย่างรวดเร็วในการทดสอบด้วยลูกกลมเหล็กกล้าในข้อ 9.1

ตารางที่ 8 แผนการชักตัวอย่างและการทดสอบ CRT ที่มีชั้นป้องกัน และมีเส้นทแยงมุมเกิน 160 มิลลิเมตร (ข้อ 6.2 และข้อ 17.)

แผนการชักตัวอย่าง	แบบ CRT ^ก	การปรับภาวะอุณหภูมิ			กลุ่มทดสอบการกระแทกและการยุบตัวทันที		
		จำนวน CRT	ตัวบ่งชี้ความชื้น		จำนวน CRT ที่ใช้ทดสอบตามที่ระบุในข้อ		
			อุณหภูมิ °C ^ข	เวลา h	8.1 (ลูกกลมเหล็กกล้า) ^ค	8.3 (ช็อกด้วยอุณหภูมิ)	8.2 (กระแทกด้วยพลังงานสูง)
1	โครงสร้างแบบใหม่	5	-	-	กลุ่ม A	กลุ่ม B	กลุ่ม C
		5	150 ^ง	48 ^ง	2	1	2
2	โครงสร้างทางเลือก	5	-	-	2	1	2

^ก ดูรายละเอียดข้อกำหนดการเปลี่ยนแปลงลักษณะการออกแบบในข้อ 17.

^ข เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของอุณหภูมิต้องเท่ากับ $\pm 2^{\circ}\text{C}$

^ค CRT ที่ไม่เห็นความเสียหายในการทดสอบนี้ อาจนำไปทดสอบตามที่ระบุในข้อ 8.3 และข้อ 8.4 ถ้า CRT ให้ผลการทดสอบที่ยอมรับไม่ได้ในการทดสอบใดของการทดสอบเหล่านี้ ให้ถือว่าไม่สามารถสรุปผลได้และไม่นำมาพิจารณาต้องทดสอบ CRT ใหม่แทนเนื่องจากการทดสอบก่อนหน้านี้ อาจทำให้ CRT เปราะ

^ง อาจใช้ค่าเวลา/อุณหภูมิตามวิธีของอาร์เรเนียสอื่น ๆ (ตามหลักการของ IEC 60216-1) เช่น 140°C เป็นเวลา 96 h 130°C เป็นเวลา 168 h 120°C เป็นเวลา 336 h หรือ 110°C เป็นเวลา 672 h

ตารางที่ 9 แผนการชักตัวอย่างและการทดสอบ CRT ที่มีชั้นป้องกัน
และมีเส้นทแยงมุมระหว่าง 76 มิลลิเมตร ถึง 160 มิลลิเมตร
(ข้อ 4.4 ข้อ 5.3 ข้อ 6.1 ข้อ 6.2 และข้อ 17.)

แผน การชัก ตัวอย่าง	แบบ CRT ^ก	การปรับภาวะอุณหภูมิ			กลุ่มทดสอบการกระแทกและการยุบตัวทันที		
		จำนวน CRT	ตู้อบอากาศหมุนเวียน		จำนวน CRT ที่ใช้ทดสอบตามที่ระบุในข้อ		
			อุณหภูมิ °C ^ข	เวลา h	8.1 (ลูกกลม เหล็กกล้า) ^ค	8.3 (ช็อกด้วย อุณหภูมิ)	8.2 (กระแทกด้วย พลังงานสูง)
1	โครงสร้างแบบใหม่	4	-	-	กลุ่ม A 2	กลุ่ม B 1	กลุ่ม C 1
		4	150 ^ง	48 ^ง	2	1	1
2	โครงสร้างทางเลือก	3	-	-	1	1	1

^ก ดูรายละเอียดข้อกำหนดการเปลี่ยนแปลงลักษณะการออกแบบในข้อ 17.

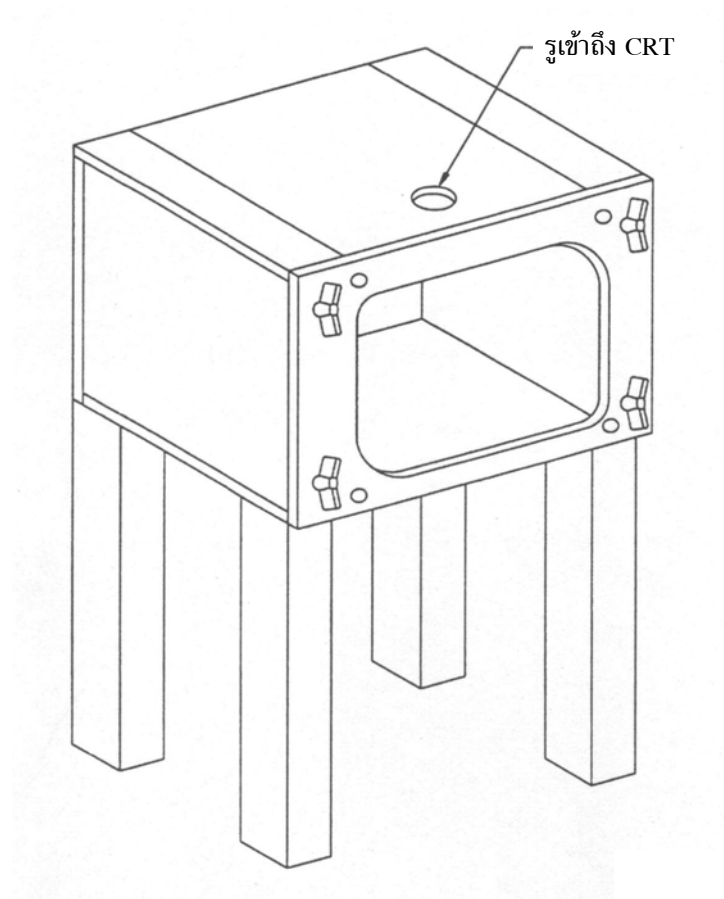
^ข เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของอุณหภูมิต้องเท่ากับ ± 2 °C

^ค CRT ที่ไม่เห็นความเสียหายในการทดสอบนี้ อาจนำไปทดสอบตามที่ระบุในข้อ 9.3 และข้อ 9.4 ถ้า CRT ให้ผลการทดสอบที่ยอมรับไม่ได้ในการทดสอบใดของการทดสอบเหล่านี้ ให้ถือว่าไม่สามารถสรุปผลได้และไม่นำมาพิจารณาต้องทดสอบ CRT ใหม่แทนเนื่องจากการทดสอบก่อนหน้านี้จนอาจทำให้ CRT เปราะ

^ง อาจใช้ค่าเวลา/อุณหภูมิตามวิธีของอาร์เรเนียอื่น ๆ (ตามหลักการของ IEC 60216-1) เช่น 140 °C เป็นเวลา 96 h 130 °C เป็นเวลา 168 h 120 °C เป็นเวลา 336 h หรือ 110 °C เป็นเวลา 672 h

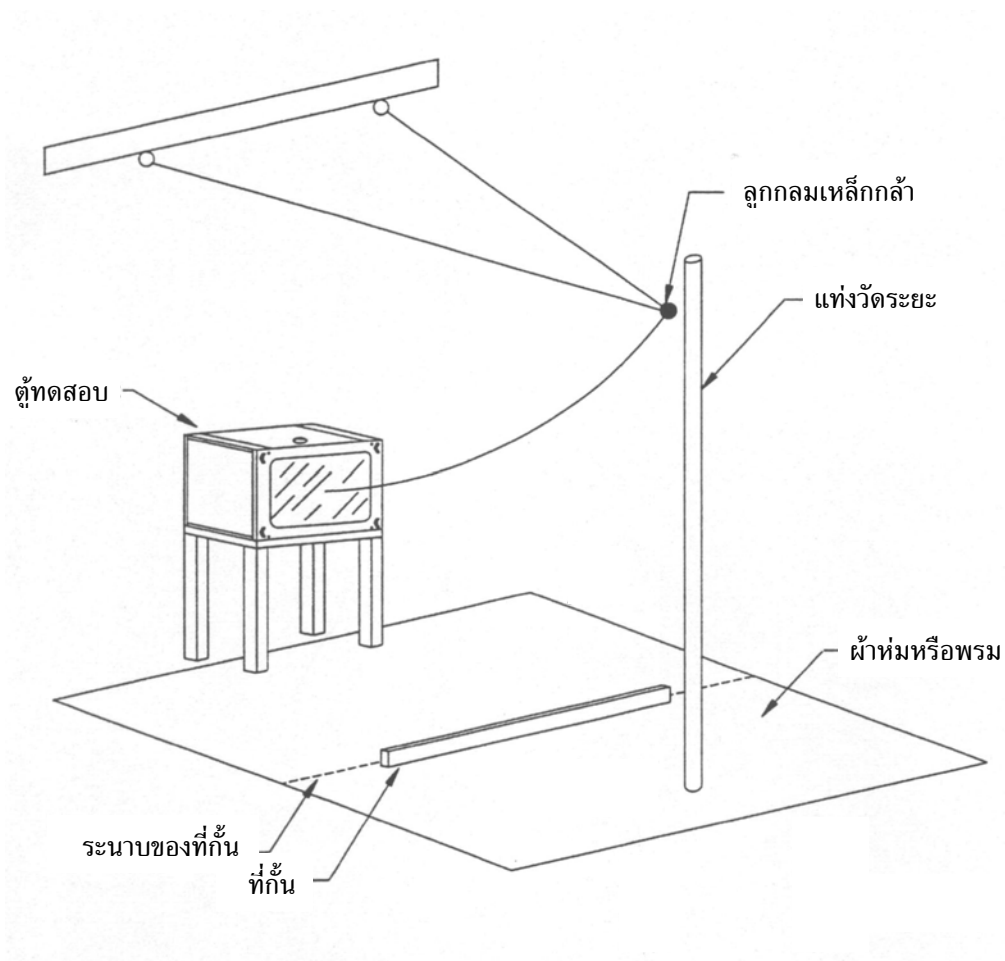
ตารางที่ 10 พิสัยของขนาด CRT และมุมเบี่ยงเบน
(ข้อ 13.1.1 ข้อ 13.1.2 ข้อ 14.1.1 ข้อ 14.1.2 ข้อ 16.1.1 ข้อ 16.1.3 และข้อ 17.2.1)

พิสัยขนาดเส้นทแยงมุมของ CRT mm		มุมเบี่ยงเบนของเส้นทแยงมุม องศา	
โครงสร้างที่มีชั้นป้องกัน	โครงสร้างแบบแถบรัดอัดแรง และใช้กรอบยึดติด	โครงสร้างที่มีชั้นป้องกัน	โครงสร้างแบบแถบรัดอัดแรง และใช้กรอบยึดติด
76 - 160	76 - 160	40 ขึ้นไป	40 - 69
161 - 320	161 - 255		70 - 99
321 - 520	256 - 350		100 - 112
521 - 690	351 - 460		113 ขึ้นไป
691 - 850	461 - 540		
	541 - 640		
	641 - 740		
	741 - 890		
	891 - 1200		

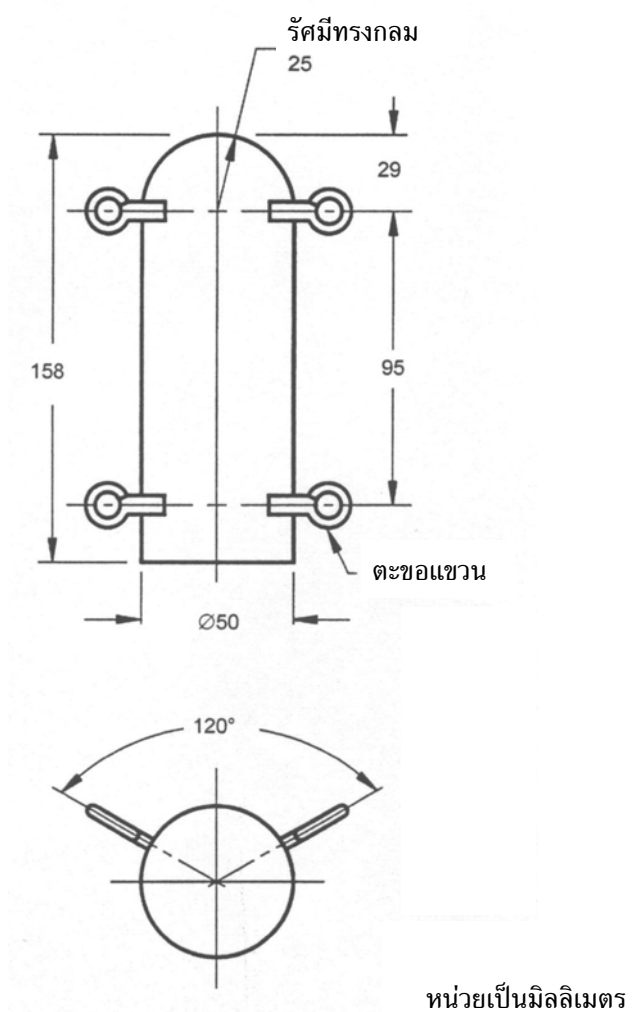


- หมายเหตุ 1 ตู้ทดสอบปกติทำด้วยไม้อัดหนา 20 มิลลิเมตร หรือโลหะที่มีความแข็งแรงใกล้เคียงกัน แผงหน้าควรทำด้วยไม้อัดหนา 20 มิลลิเมตร
- หมายเหตุ 2 ต้องมีช่องเปิดที่มีพื้นที่ไม่น้อยกว่าหนึ่งในสี่ของพื้นที่จอ CRT หรือ 0.02 ตารางเมตร แล้วแต่ค่าใดจะน้อยกว่า อยู่ด้านใต้หรือด้านหลังของตู้ทดสอบเพื่อให้อากาศเข้ามาได้หากเกิดการยุบตัวทันที

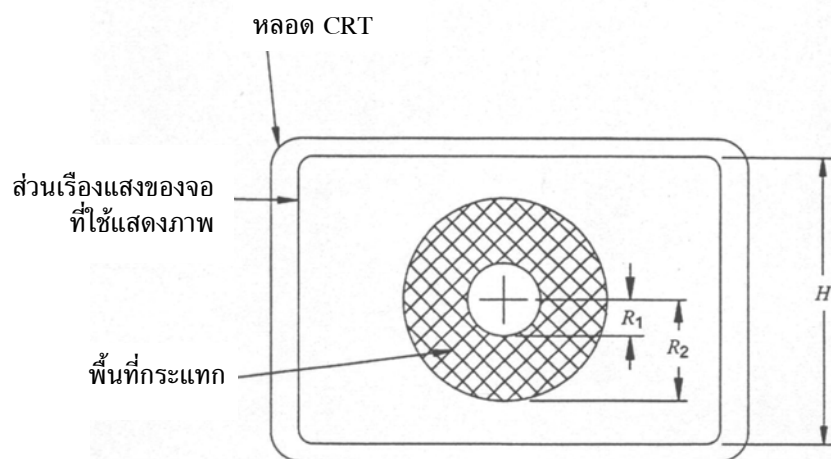
รูปที่ 1 ตัวอย่างตู้ทดสอบ
(ข้อ 7.3)



รูปที่ 2 ตัวอย่างการทดสอบการกระแทกด้วยลูกกลมเหล็กกล้า
(ข้อ 7.2 ข้อ 8.1.1 ข้อ 9.1.1 และข้อ 9.2.1)



รูปที่ 3 ตัวอย่างหัวจรวดเหล็กล้ำ 2.3 กิโลกรัม
(ข้อ 8.2.1)

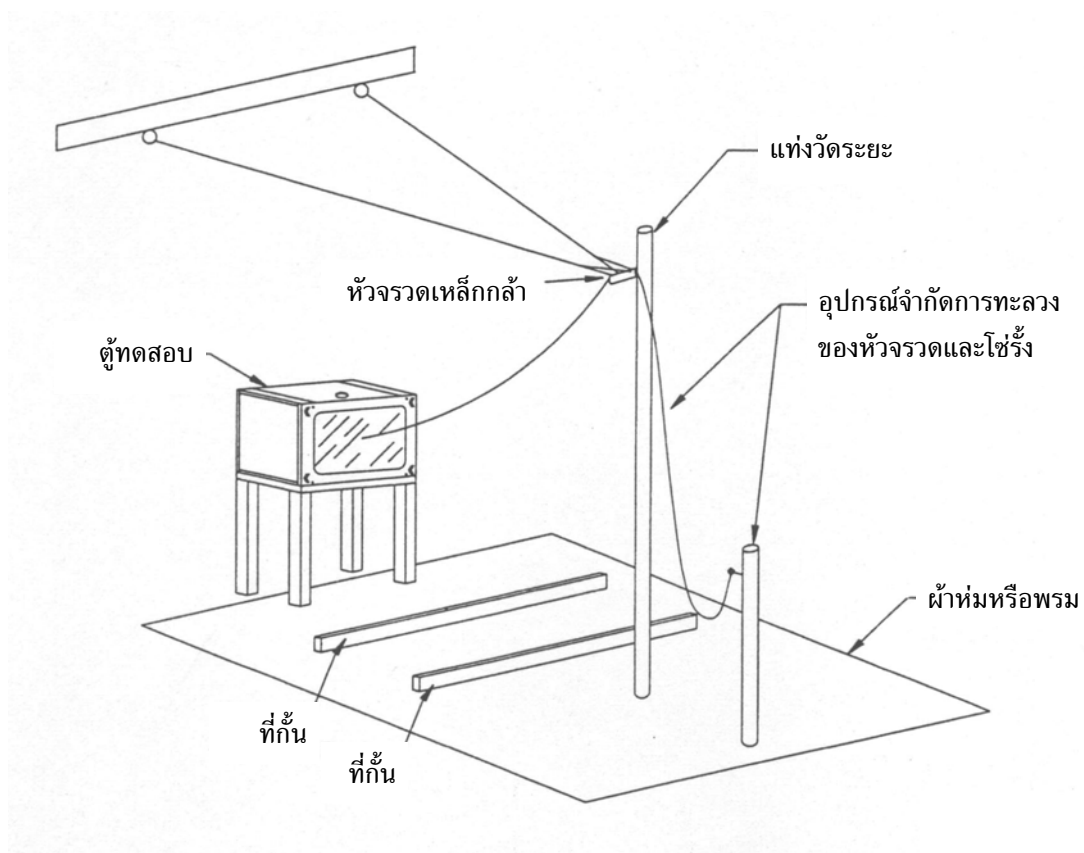


H ความสูงของส่วนเรืองแสงของจอที่ใช้แสดงภาพ

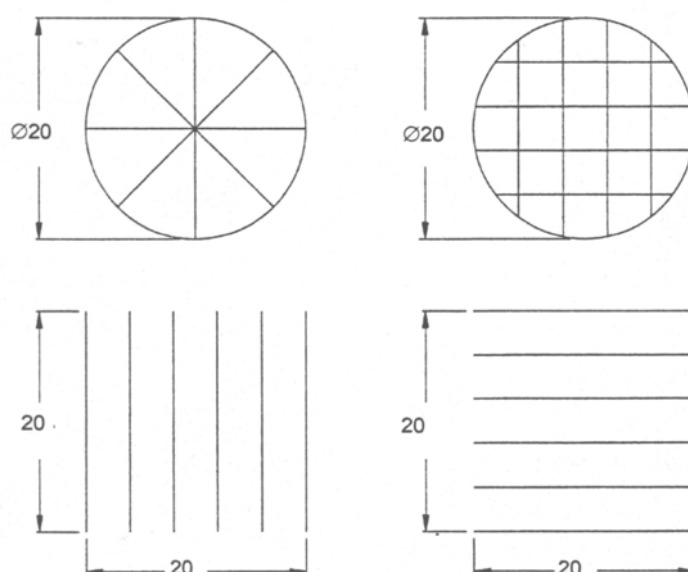
R_1 $H/6$

R_2 $H/2 - 50$ มิลลิเมตร

รูปที่ 4 พื้นที่การกระแทกของหัวจรวดกับ CRT
(ข้อ 8.2.1)

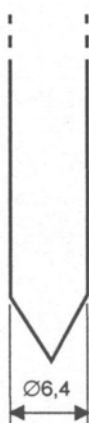


รูปที่ 5 ตัวอย่างการทดสอบการกระแทกด้วยหัวจรวด
(ข้อ 7.2 และข้อ 8.2.1)



หน่วยเป็นมิลลิเมตร

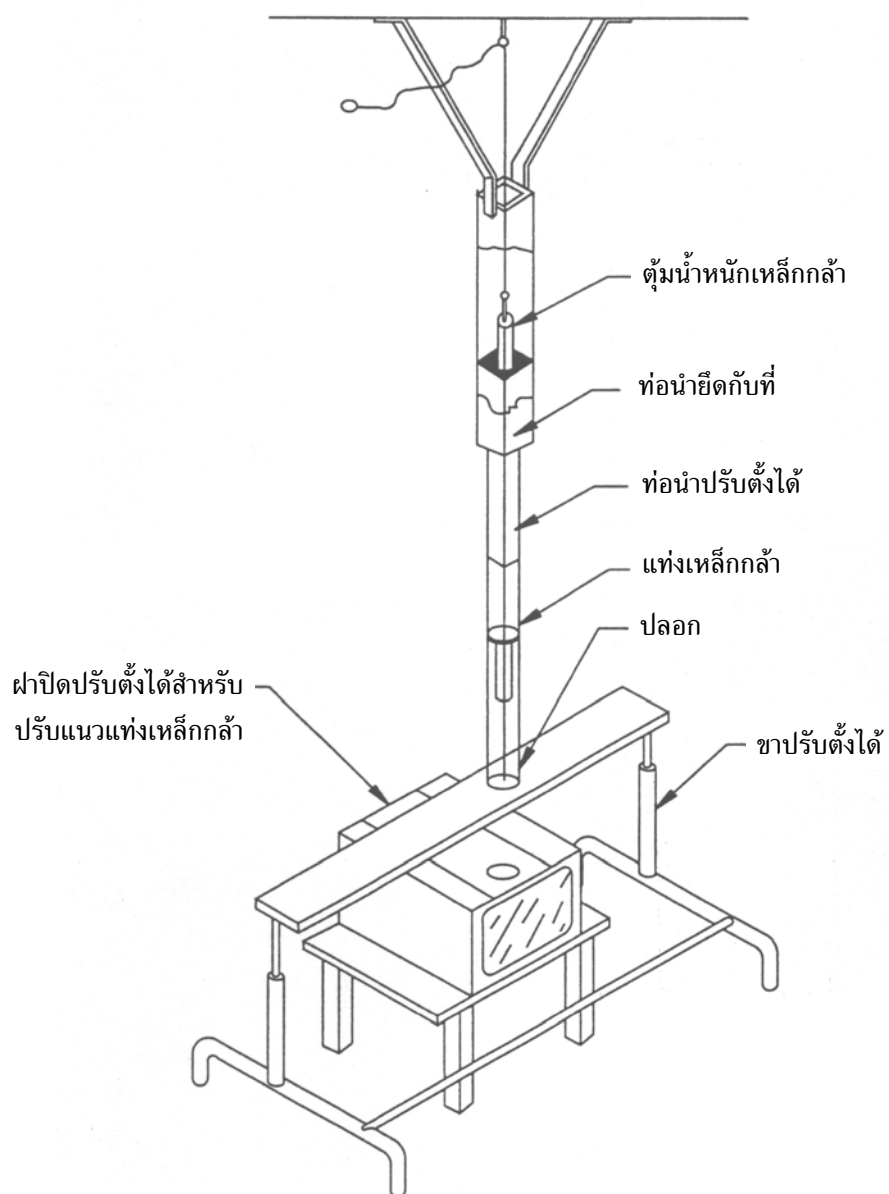
รูปที่ 6 แบบรูปรอยชุดขีดสำหรับเลือกเพื่อให้เกิดการยุบตัวทันทีโดยใช้อัตราสุ่ม
(ข้อ 8.3.1)



หน่วยเป็นมิลลิเมตร

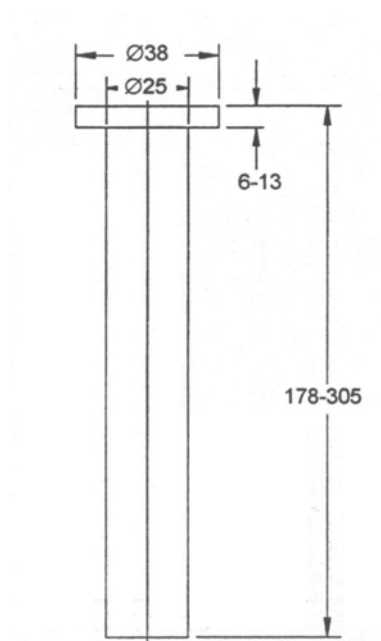
แท่งเจาะเหล็กกล้าที่มีค่าความแข็งรอกเวลส์สเกลซี 60 ถึง 62 ปลายรูปกรวยมีมุม 60 องศา
และรัศมีที่ปลายสุด 0.03 มิลลิเมตร $\pm$ ร้อยละ 30

รูปที่ 7 เครื่องมือที่ใช้กรีดฟิล์ม
(ข้อ 10.2)

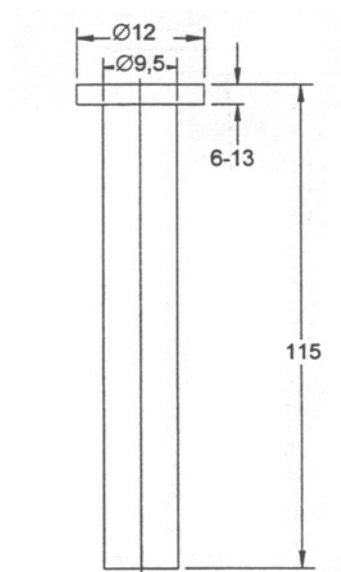


หมายเหตุ ปรับตั้งความสูงของขาปรับตั้งได้ ที่ทำให้การทะลุของแท่งเหล็กกล้าเข้าไปใน CRT ต้องไม่เกิน 6 มิลลิเมตร เมื่อตุ้มน้ำหนักกระทบแท่งเหล็ก

รูปที่ 8 ตัวอย่างการจัดเครื่องมือทดสอบการกระแทกด้วยพลังงานสูง
(ข้อ 8.4.1 และข้อ 9.4.1)



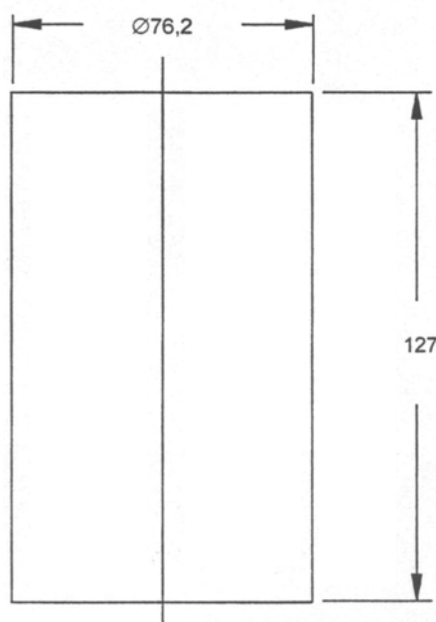
ตัวอย่างแท่งเหล็กกล้าที่ใช้ทดสอบการกระแทกด้วยพลังงานสูง
สำหรับ CRT ที่มีเส้นทแยงมุมเกิน 160 มิลลิเมตร



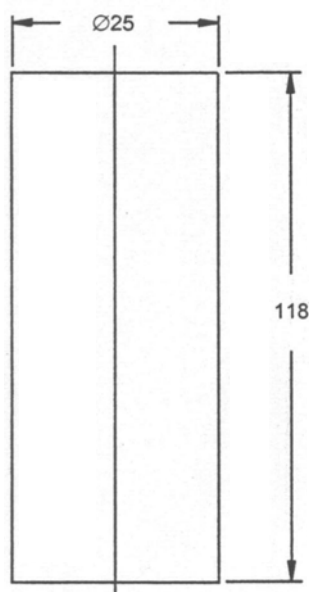
ตัวอย่างแท่งเหล็กกล้าที่ใช้ทดสอบการกระแทกด้วยพลังงานสูง
สำหรับ CRT ที่มีเส้นทแยงมุมระหว่าง 76 มิลลิเมตร ถึง 160 มิลลิเมตร

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

รูปที่ 9 แท่งเหล็กกล้าที่ใช้ทดสอบการกระแทกด้วยพลังงานสูง
(ข้อ 8.4.1 และข้อ 9.4.1)



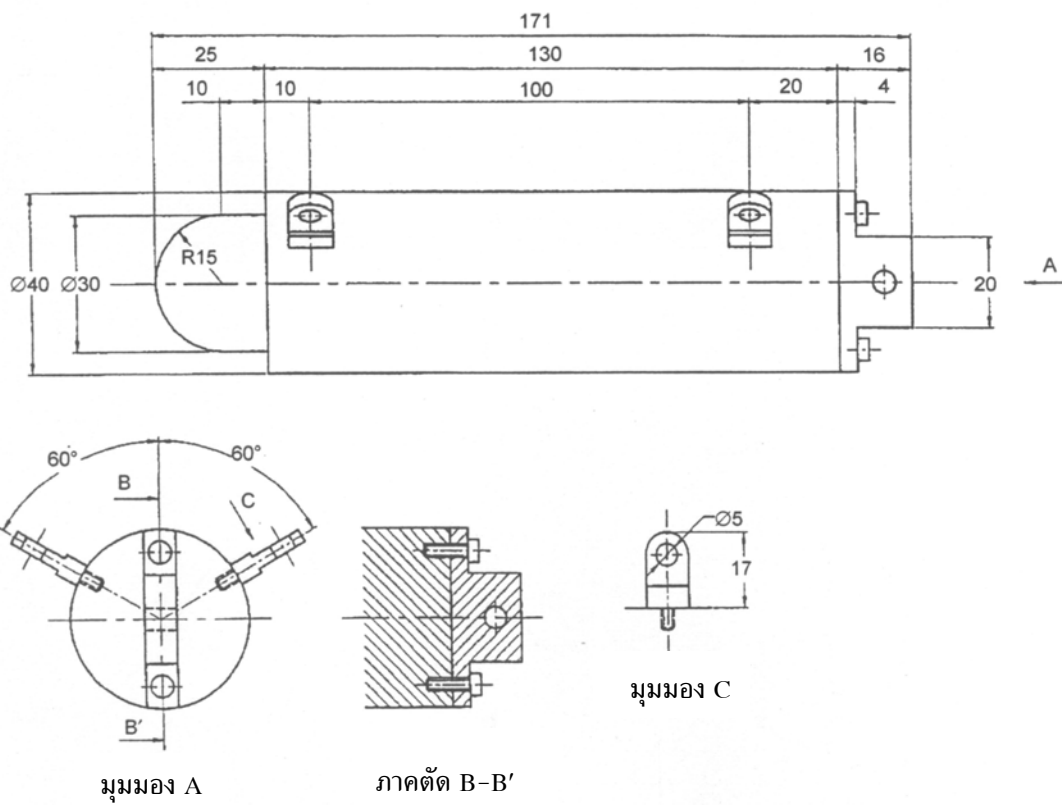
ตัวอย่างตม้่น้ำหนัก 4.5 กิโลกรัม
ที่ใช้ทดสอบการกระแทกด้วยพลังงานสูงบน CRT ที่มีเส้นทแยงมุมเกิน 160 มิลลิเมตร



ตัวอย่างตม้่น้ำหนัก 0.45 กิโลกรัม
ที่ใช้ทดสอบการกระแทกด้วยพลังงานสูงบน CRT ที่มีเส้นทแยงมุมระหว่าง 76 มิลลิเมตร ถึง 160 มิลลิเมตร

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

รูปที่ 10 ตม้่น้ำหนักที่ใช้ทดสอบการกระแทกด้วยพลังงานสูง
(ข้อ 8.4.1 และข้อ 9.4.1)



- หมายเหตุ 1 มิติเชิงเส้นเป็นมิลลิเมตร
 หมายเหตุ 2 น้ำหนักประมาณ 1.4 กิโลกรัม
 หมายเหตุ 3 ค่าความแข็งรอกเวลส์ มากกว่า 60
 หมายเหตุ 4 พื้นผิวเคลือบโครเมียม

รูปที่ 11 ตัวอย่างหัวจรวดเหล็กกล้า 1.4 กิโลกรัม
 (ข้อ 8.2.3.1)

ภาคผนวก ก

(ข้อมูล)

ความเป็นมาของการพัฒนามาตรฐาน

ในการประชุมที่เมืองไอนด์โฮเวน (Eindhoven) เมื่อวันที่ 8-9 พฤศจิกายน 2537 IEC TC 39 ได้ตั้งข้อสังเกต สถานการณ์ความสับสนและมีค่าใช้จ่ายสูงเกี่ยวกับการรับรองความแข็งแรงทางกลของหลอดรังสีแคโทด (CRT) ทั่วโลก ประเทศส่วนใหญ่ยังคงใช้ IEC 60065 ข้อ 18 และได้พิสูจน์ว่ามีความพึงพอใจ ในขณะที่มีการใช้มาตรฐาน ทวีประเทศ UL1418/CSA-C22.2 No.228-92 เพื่อการรับรองด้วยโดยส่วนใหญ่จะเป็นประเทศในทวีป อเมริกาเหนือ คณะกรรมการจึงได้ตัดสินใจเสนอหัวข้องานใหม่ 39/231/NP เพื่อพัฒนามาตรฐานใหม่ซึ่งในที่สุด จะใช้แทนมาตรฐานที่มีอยู่ ภายหลังขั้นตอนการลงคะแนนเสียง ผลเป็นที่ชัดเจนว่ามีเสียงสนับสนุนเพียงพอและ ได้ตั้งคณะทำงานที่ 2 (WG 2) ขึ้นโดยประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญจากประเทศแคนาดา อิตาลี ญี่ปุ่น เกาหลีใต้ เนเธอร์แลนด์ สหราชอาณาจักร สหรัฐอเมริกา และเยอรมนี

IEC 60065 เป็นมาตรฐานบริภัณฑ์ภายใต้ความรับผิดชอบของ IEC TC 92 ส่วน TC 39 รับหน้าที่ในการกำหนด มาตรฐานใหม่เพื่อใช้แทน IEC 60065 ข้อ 18 ให้สอดคล้องกับนโยบายของ IEC ที่ว่าข้อกำหนดของส่วนประกอบ ควรจัดทำเป็นมาตรฐานส่วนประกอบ ในการพัฒนาเกี่ยวกับการให้คำชี้แจงที่สมควรในข้อกำหนดสำหรับผู้มีส่วน ประกอบ (หนังสือเวียนฝ่ายบริหาร เลขที่ 71/1988)

ในการประชุมครั้งแรก TC 39/WG 2 ให้ข้อสังเกตว่า IEC 60065 ข้อ 18 และมาตรฐานทวีประเทศ UL/CSA เป็นเอกสารสองฉบับที่ต้องปรับให้สอดคล้องกัน มาตรฐานทั้งสองมีการทดสอบที่คล้ายกัน โดยมีเงื่อนไขการปรับ ภาวะและการทดสอบเพื่อพิสูจน์ความแข็งแรงทางกลและผลกระทบที่มีต่อผู้ใช้เมื่อ CRT เกิดอุบัติเหตุที่หรือเกิด การหมดสภาพสุญญากาศอย่างรวดเร็ว มาตรฐานทั้งสองครอบคลุมเฉพาะ CRT ที่มีระบบป้องกันการยุบตัวทันที แบบรวมหน่วย

ได้มีการสร้างสมประสบการณ์มากกว่า 30 ปีจากการใช้มาตรฐานทั้งสอง ในช่วงเวลานั้นเทคโนโลยีของ CRT ใน ด้านระบบป้องกันการยุบตัวทันทีและวิวัฒนาการของ CRT ขนาดใหญ่ได้เจริญรุดหน้า ประสบการณ์แสดงให้เห็น ด้วยว่ายังจำเป็นต้องมีการพิจารณาการตีความในบางรายการ

มาตรฐานนี้ประกอบด้วยข้อกำหนดหลักดังต่อไปนี้

- ข้อเสนอแนะในการปรับภาวะแวดล้อมก่อนการทดสอบ
- วิธีการทดสอบและข้อกำหนดที่แสดงว่า CRT มีความแข็งแรงทางกลเพียงพอที่จะทนความเสียหายจากการ กระแทกซึ่งอาจเกิดขึ้นได้ในการใช้งานตามปกติ เพื่อให้ผู้ใช้ได้รับการป้องกันที่เพียงพอจากการบาดเจ็บ
- วิธีการทดสอบและข้อกำหนดที่แสดงว่า เมื่อ CRT เกิดการยุบตัวทันทีหรือเกิดการหมดสภาพสุญญากาศอย่าง รวดเร็ว การยุบตัวทันทีจะเป็นไปในลักษณะที่ควบคุมได้
- รายละเอียดของตารางการชักตัวอย่างที่ระบุจำนวน CRT ที่จะนำมาทดสอบเพื่อรับรอง CRT ที่มีการออกแบบ ใหม่และมีการเปลี่ยนแปลงการออกแบบหรือโครงสร้าง
- กำหนดวิธีการทดสอบและข้อกำหนดสำหรับ CRT ขนาดเล็ก (เส้นทแยงมุม 76 มิลลิเมตร ถึง 160 มิลลิเมตร) และ CRT ขนาดใหญ่ (เส้นทแยงมุมเกิน 160 มิลลิเมตร)

ในระหว่างการพัฒนามาตรฐานใหม่ สมาชิกของ TC 39/WG 2 ได้ดำเนินการทดสอบและการคำนวณอย่างกว้างขวางเพื่อแสดงว่าวิธีการทดสอบใหม่ที่ได้นำเสนอสามารถประกันให้การป้องกันผู้ใช้ CRT ที่อยู่ภายใต้ขอบข่ายของมาตรฐาน และไม่ทำให้ข้อกำหนดที่กวดขันของมาตรฐานใดๆ ที่มีอยู่ด้อยลง รายละเอียดสรุปได้ดังนี้

ก.1 การทดสอบความแข็งแรงทางกล

- 1) การทดสอบการกระแทกด้วยลูกกลมเหล็กกล้าเป็นการจำลองสถานะการณ์ที่ CRT อาจถูกกระแทกโดยวัตถุในที่อยู่อาศัยใดๆ ที่เป็นไปได้ รูปร่างและพลังงานของวัตถุเหล่านั้นอาจแตกต่างกันมาก การเลือกขนาดและพลังงานของอุปกรณ์ขึ้นเดียวที่นำมาใช้สำหรับการทดสอบนี้เพื่อความเป็นมาตรฐาน นั่นคือการทดสอบที่สามารถทำซ้ำได้และทวนซ้ำได้ง่ายโดยมีความแปรผันได้น้อยที่สุด
- 2) เลือกลูกกลมเหล็กกล้าขนาด 40 มิลลิเมตร/พลังงาน 5.5 จูล ทดสอบ เนื่องจากได้ใช้ใน IEC 60065 อยู่แล้วและเป็นทางเลือกในมาตรฐานทวีประเทศ การทดสอบแสดงให้เห็นว่าการใช้ลูกกลมเหล็กกล้าขนาดนี้เทียบเท่ากับการใช้ลูกกลมเหล็กกล้าขนาด 51 มิลลิเมตร/พลังงาน 7 จูล เมื่อรวมกับการใช้ที่กันอันเดียวที่ระยะ 1.5 เมตร
- 3) จากการคำนวณทางชีปนศาสตร์และสถิติ พลังงานจลน์ของเศษแก้วมวล 0.025 กรัม (ขนาดสูงสุดที่มาตรฐานนี้ยอมให้มี) อยู่ในช่วง 1×10^{-4} จูล และความเร็วเศษแก้วสูงสุดเท่ากับประมาณ 4 เมตรต่อวินาที (9 ไมล์ต่อชั่วโมง) ระดับพลังงานขนาดนี้ถือว่าเล็กน้อยมากเมื่อพิจารณาถึงความสามารถในการก่อให้เกิดความเสียหายต่อร่างกายเนื่องจากผิวหนังของมนุษย์มีความยืดหยุ่น (คนที่ปฏิบัติกิจกรรมทั่วไปมักจะปะทะกับอนุภาคอื่นที่มีอยู่ในอากาศซึ่งมีมวลที่มากกว่าและมีความเร็วที่สูงกว่านี้)

ก.2 การทดสอบการยุบตัวทันที

เนื่องจากการใช้ CRT ขนาดใหญ่ที่มีแผ่นจอหนาและการใช้จอที่มีชั้นป้องกัน ในบางกรณีจึงไม่สามารถทำให้เกิดการหมดสภาพสุญญากาศอย่างรวดเร็วได้ด้วยการทดสอบการกระแทกด้วยลูกกลมเหล็กกล้า เพื่อประเมินประสิทธิภาพของระบบป้องกันการยุบตัวทันที ใช้การทดสอบด้วยวัตถุกระแทกที่มีขนาดใหญ่กว่า (หัวจรวดหรือพลังงานสูง) เพื่อทำให้เกิดการหมดสภาพสุญญากาศอย่างรวดเร็ว

ก.3 CRT ขนาดเล็ก (เส้นทแยงมุมระหว่าง 76 มิลลิเมตร ถึง 160 มิลลิเมตร)

การวิจัยแสดงให้เห็นว่า CRT ขนาดเล็กอาจจำเป็นต้องมีระบบป้องกันการยุบตัวทันที การทดสอบโดยลดขนาดได้พัฒนาขึ้นเพื่อใช้กับ CRT ขนาดเหล่านี้

ก.4 เวลาในการประเมินผล

เนื่องจากการทดสอบการกระแทกในมาตรฐานนี้เป็นการทดสอบความเค้นเกิน (overstress test) การประเมินผลการทดสอบจะรวมเฉพาะผลของการทำให้หมดสภาพสุญญากาศอย่างรวดเร็วและไม่รวมการคลายความเค้นทางกลที่ตามมาใน CRT จากระบบป้องกันการยุบตัวทันที เวลาหัววินาทีน่าจะเหมาะสมในการประเมินผลของการทำให้หมดสภาพสุญญากาศอย่างรวดเร็วโดยไม่รวมผลของการคลายความเค้น

ภาคผนวก ข

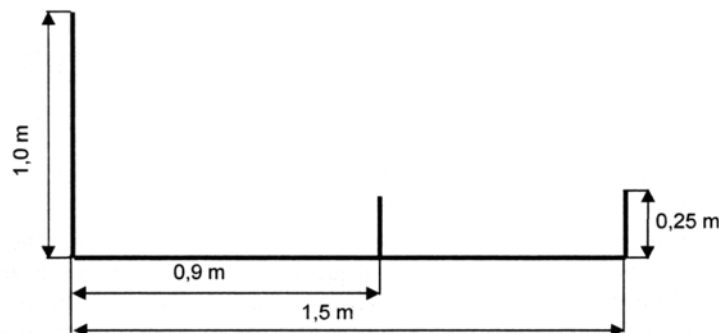
(ข้อมูล)

ความเร็วและแรงที่อาจเกิดขึ้นของเศษแก้วที่กระเด็นออกจาก CRT
ที่ถูกกระแทกด้วยลูกกลมเหล็กกล้า – การคำนวณทางฟิสิกส์และสถิติ

ข.1 บทนำ

การหาแรงที่อาจเกิดขึ้นของเศษแก้วที่ข้ามพื้นที่กั้นที่จัดเตรียมสำหรับการทดสอบภายหลังกระเด็นออกจาก CRT ที่ถูกทดสอบการกระแทกด้วยลูกกลมเหล็กกล้า ในมาตรฐาน UL/CSA จะวางที่กั้นที่ระยะ 0.9 เมตร และในมาตรฐานนี้จะวางที่ 1.5 เมตร ต้องการแรงสมมูล ณ จุดนั้นของเศษแก้วที่มีมวลตามที่ระบุ 25 มิลลิกรัม ที่ระยะที่กำหนด แรงนี้สามารถเปรียบเทียบกับ IEC 60065 ข้อ 18. ที่ยอมให้เศษแก้วที่มีมวล 10 กรัม กระเด็นถึงที่กั้นที่ระยะ 1.5 เมตร

เศษแก้วจะกระเด็นออกมาที่ความสูง 1 เมตร ตามแนวตั้งและมีความเร็วต่ำสุดเพื่อข้ามพื้นที่กั้นขนาด 0.25 เมตร ที่วางอยู่ที่ระยะ 0.9 เมตร และที่ระยะ 1.5 เมตร (รูปที่ ข.1) ถ้าเป็นไปได้ให้ใส่ความเสียหายของอากาศในสมการด้วย นอกจากนี้ ยังต้องหาข้อมูลใดๆ ทางกายภาพเกี่ยวกับพลังงานที่อาจทำให้ผิวหนังมนุษย์เกิดบาดเจ็บ



รูปที่ ข.1 ความสูงของที่กั้นและระยะจากผิวหน้าของ CRT

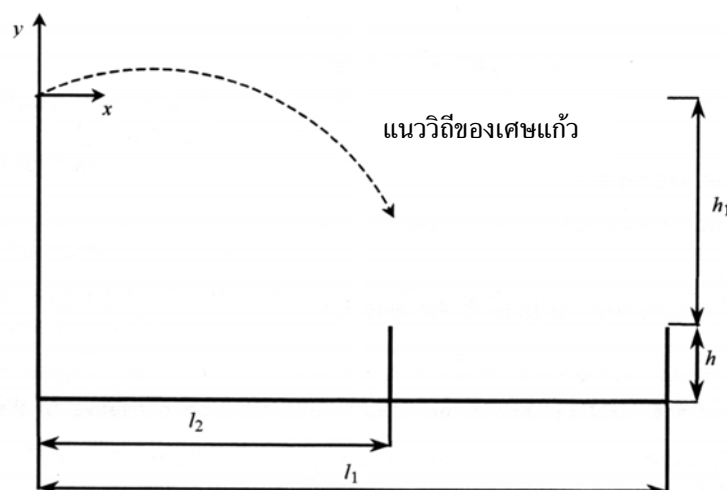
วัตถุประสงค์ของภาคผนวกนี้ได้แก่การหาความเร็วและแรงที่อาจเกิดขึ้นของเศษแก้วที่กระเด็นออกจากหลอด CRT ที่ยุบตัวทันที ในภาคผนวกนี้จะแสดงการวิเคราะห์เศษแก้วโดยคำนึงถึงและไม่คำนึงถึงความเสียหายของอากาศ โดยมีบทสรุปในส่วนท้ายของภาคผนวกนี้

ข.2 การวิเคราะห์โดยไม่คำนึงถึงความเสียหาย

ข.2.1 บทนำ

ภายหลังจากเศษแก้วกระเด็นจากจอ CRT แรงปฏิกิริยาที่กระทำต่อเศษแก้วคือแรงโน้มถ่วงและความเสียหายของอากาศ ในข้อนี้จะหาแนววิถีของเศษแก้วที่กระเด็นออกมาจากจอ CRT ด้วยความเร็วและมุมหนึ่งๆ ประการแรก จะแสดงการวิเคราะห์โดยไม่คำนึงถึงความเสียหายของอากาศเนื่องจากทำให้สามารถเฉลยสมการการเคลื่อนที่ในเชิงวิเคราะห์ได้ นอกจากนี้ เนื่องจากรูปร่างของเศษแก้วทำให้มีความเสียหายของอากาศน้อยมาก แนววิถีของเศษแก้วจึงเป็นรูปพาราโบลา ดังแสดงในรูปที่ ข.2

ในการจัดเตรียมการทดสอบของ UL/CSA วางที่กั้นที่มีความสูง h ที่ระยะ l_2 จากจอ ในการจัดเตรียมการทดสอบของ IEC วางที่กั้นที่ระยะ l_1 ค่าต่างๆ ที่ใช้ในการจัดเตรียมแสดงในตารางที่ ข.1 ระบบป้องกันการยุบตัวทันทีของ CRT จะประกันว่าเศษแก้วที่มีมวล 25 มิลลิกรัม จะไม่ไปไกลกว่าระยะทางตามลำดับนั้น



รูปที่ ข.2 ตัวอย่างของแนววิถีพาราโบลาของเศษแก้ว
และนิยามของระยะทาง

ตารางที่ ข.1 ค่าของระยะทาง

ระยะทาง	ค่า m
h	0.25
h_1	0.75
l_1	1.5
l_2	0.9

ข.2.2 สมการการเคลื่อนที่

รูปที่ ข.3 แสดงนิยามของมุมเริ่มต้น β และความเร็วต้น v_0 ของเศษแก้วที่กระเด็นออกมาจากจอ CRT แรงเพียงแรงเดียวที่กระทำต่อเศษแก้วคือแรงโน้มถ่วง สามารถใช้กฎของนิวตันเพื่อหาสมดุลของแรงในทิศทาง x และทิศทาง y ดังนี้

$$ma_x = 0$$

$$ma_y = -mg$$

เมื่อ m คือ มวลของเศษแก้ว เป็นกิโลกรัม

a_x คือ ความเร่งของเศษแก้วในทิศทาง x เป็นเมตรต่อวินาที²

a_y คือ ความเร่งของเศษแก้วในทิศทาง y เป็นเมตรต่อวินาที²

g คือ ความเร่งจากแรงโน้มถ่วง ที่ 9.81 เมตรต่อวินาที²

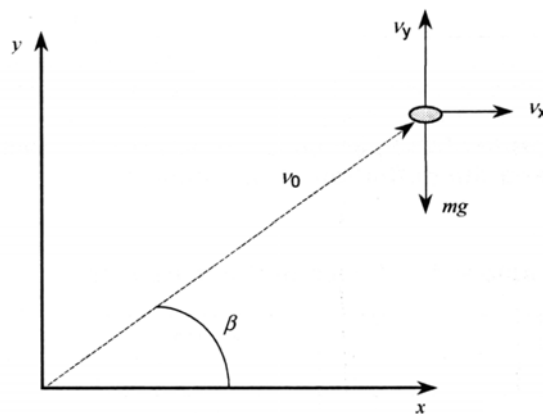
อินทิเกรตความสัมพันธ์เหล่านี้สองครั้งด้วยค่าเริ่มต้นดังแสดงในรูปที่ ข.3 ได้ผลเป็นสมการการกระจัดดังนี้

$$x = v_0 \cos \beta \times t$$

$$y = v_0 \sin \beta \times t - \frac{1}{2} g t^2$$

- เมื่อ x คือ ระยะการกระจัดตามทิศทาง x
 y คือ ระยะการกระจัดตามทิศทาง y
 v_0 คือ ความเร็วต้น
 β คือ มุมเริ่มต้นที่เศษแก้วกระเด็นออกจากจอ
 t คือ เวลา

หมายเหตุ อนุพันธ์เวลาของระยะการกระจัดคือความเร็ว และอนุพันธ์เวลาของความเร็วคือความเร่ง



รูปที่ ข.3 นิยามของมุมเริ่มต้นและความเร็วต้นและแรงที่กระทำบนเศษแก้ว

ข.2.3 ความเร็วต่ำสุดที่ทำให้เศษแก้วไปถึงระยะที่กำหนด

ตัวแปรไม่ทราบค่าในสมการการเคลื่อนที่ คือ ความเร็วต้น v_0 และเวลา t จึงต้องมีการกำหนดมุมเริ่มต้น β ดังนั้น ความเร็วต้นที่ต้องการขึ้นอยู่กับค่าของ β ค่าที่ทราบคือ $x = l_1$ หรือ l_2 และ $y = h$ (ตารางที่ ข.2 และรูปที่ ข.1)

มีสองสมการที่มีตัวแปรไม่ทราบค่า 2 ตัวแปร การเฉลยสมการจะต้องหาค่า t จากสมการแรกและนำไปแทนที่ในสมการที่สอง

$$x = v_0 \cos \beta \times t \rightarrow t = \frac{x}{v_0 \cos \beta}$$

$$y = v_0 \sin \beta \times \frac{x}{v_0 \cos \beta} - \frac{1}{2} g \left(\frac{x}{v_0 \cos \beta} \right)^2$$

สมการนี้เมื่อนำมาเขียนใหม่จะได้ความสัมพันธ์ดังนี้

$$v_0 = \sqrt{\frac{gx^2}{2x \sin \beta \cos \beta - 2y \cos^2 \beta}}$$

รูปที่ ข.4 แสดงความเร็วต้นเพื่อทำให้เศษแก้วข้ามข้ามพื้นที่กั้นที่ $x = I_1$ (เส้นทึบ) $x = I_2$ (เส้นประ) เป็นฟังก์ชันของมุมเริ่มต้น β โดยอธิบายเส้นโค้งได้ดังนี้

- หากมุมเริ่มต้น β เท่ากับ 0 องศา เศษแก้วที่มีความเร็วมากกว่า 3.8 เมตรต่อวินาที จะสามารถข้ามพื้นที่กั้นทั้งสองได้
- หากมุมเริ่มต้น β เท่ากับ 0 องศา เศษแก้วที่มีความเร็วน้อยกว่า 2.3 เมตรต่อวินาทีจะยังคงอยู่ภายในพื้นที่ระยะ 0.9 เมตร
- หากมุมเริ่มต้น β เท่ากับ 0 องศา เศษแก้วที่มีความเร็วระหว่าง 2.3 เมตรต่อวินาที กับ 3.8 เมตรต่อวินาที จะตกอยู่ระหว่างที่กั้นที่ระยะ 0.9 เมตรและที่กั้นที่ระยะ 1.5 เมตร

จะเห็นว่าฟังก์ชันมีค่าขอบเขตบนและค่าขอบเขตล่าง หากมุมเริ่มต้น β มีค่านอกเหนือขอบเขตทั้งสอง เศษแก้วจะไม่สามารถข้ามที่กั้นได้ไม่ว่าจะมีความเร็วต้นเท่าใด

ขอบเขตความเร็วต้นกำหนดโดยค่าขอบของ β ความเร็วต้นจะมีค่าอนันต์ (infinity) หากตัวส่วนในสมการรากมีค่าเท่ากับ 0 ซึ่งจะเกิดขึ้นเมื่อ

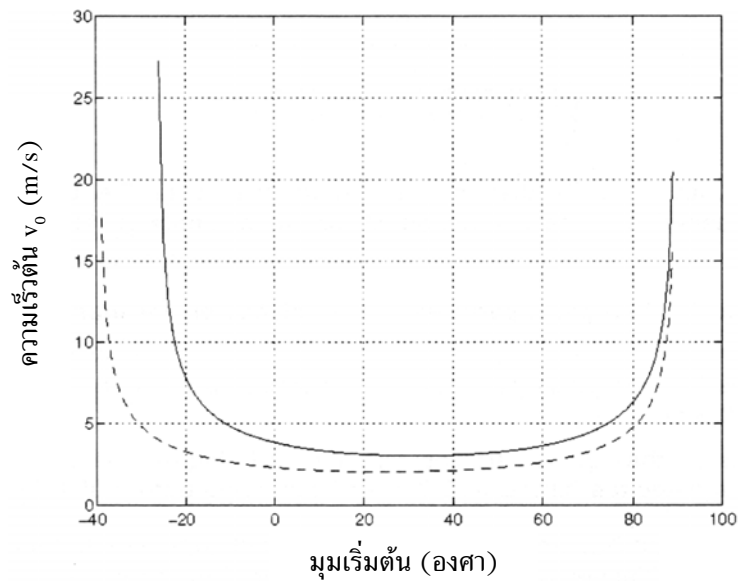
$$\beta = \tan^{-1}\left(\frac{y}{x}\right)$$

ตารางที่ ข.2 แสดงค่าขอบเขตบนและล่างของมุมเริ่มต้น

ตารางที่ ข.2 ค่าขอบเขตบนและล่างของมุมเริ่มต้น

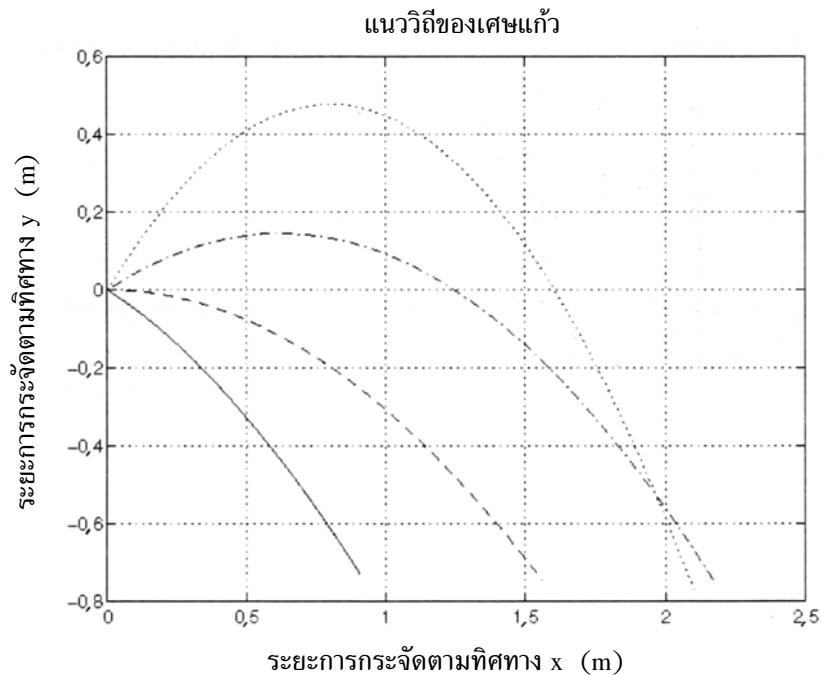
ที่กั้น	$\beta_{\text{ล่าง}}$	$\beta_{\text{บน}}$
I_1	-26.7 องศา	90 องศา
I_2	-39.8 องศา	90 องศา

จะได้ค่าขอบเขตบน $\beta_{\text{บน}}$ เมื่อมุมกว้างมากจนต้องให้ความเร็วมีค่าอนันต์เพื่อให้ไปถึงระยะ I_1



รูปที่ ข.4 ความเร็วต้นเพื่อข้ามที่กั้นที่ $x = l_1$ (เส้นทึบ) หรือ $x = l_2$ (เส้นประ) ซึ่งเป็นฟังก์ชันของมุมเริ่มต้น β

รูปที่ ข.5 แสดงตัวอย่างแนววิถีแบบต่างๆ ของเศษแก้วที่ความเร็วต้น 4 เมตรวินาที และมุมเริ่มต้นต่างๆ ในพิสัย -25 องศา ถึง 50 องศา ระยะการกระจัดในทิศทาง y ที่ -0.75 เมตร สอดคล้องกับความสูงของที่กั้น จะเห็นว่าที่มุมเริ่มต้น -25 องศา เศษแก้วจะตกภายในที่กั้นแรก ขณะที่มุมใหญ่กว่า 0 องศา เศษแก้วทั้งหมดจะตกภายนอกที่กั้นทั้งสอง



รูปที่ ข.5 แนววิถีของเศษแก้วที่มุมเริ่มต้นต่างๆ และที่ความเร็วต้น 4 เมตรต่อวินาที ($\beta = -25$ องศา $t = 0.25$ วินาที (เส้นทึบ), $\beta = 0$ องศา $t = 0.39$ วินาที (เส้นประ), $\beta = 25$ องศา $t = 0.6$ วินาที (เส้นประ-จุด), $\beta = 50$ องศา $t = 0.82$ วินาที (เส้นจุด))

ข.2.4 การเปรียบเทียบพลังงานจลน์

ต่อไปนี้เป็น การเปรียบเทียบพลังงานจลน์ของเศษแก้วที่กระเด็นออกจาก CRT ตามมาตรฐานต่าง ๆ
นิยามของพลังงานจลน์ U_{kin} ของเศษแก้วที่กระทบผู้ชม คือ

$$U_{\text{kin}} = \frac{1}{2} mv^2$$

เมื่อ v คือ ความเร็วปัจจุบัน

ต่อไปนี้เป็นคำอธิบายภายใต้สมมติฐาน $\beta = 0$

ในการทดสอบการกระแทกด้วยลูกกลมเหล็กกล้า อาจมีเศษแก้วกระเด็นออกจาก CRT

ลักษณะเฉพาะของเศษแก้วเหล่านี้ (ในแง่ของมวล (m) ความเร็วต้น (v_0) และมุมเริ่มต้น (β)) ขึ้นอยู่กับความแข็งแรงทางกลของ CRT (ลักษณะการแตก) เส้นผ่านศูนย์กลางของลูกกลมเหล็กกล้า (40 มิลลิเมตร หรือ 50 มิลลิเมตร) และพลังงานกระแทกที่ใช้ในการทดสอบ (5.5 จูล หรือ 7.0 จูล)

การแจกแจงทางสถิติของตัวแปร v_0 และ β สามารถพิจารณาได้ดังนี้ (ขึ้นอยู่กับวิธีการทดสอบการกระแทก)

- 1) v_0 ไม่ขึ้นกับ β (ไม่มีการเลือกค่า β เป็นการเฉพาะสำหรับความเร็วสูงสุด)
- 2) การแจกแจง β เป็นแบบสมมาตรเทียบกับ $\beta = 0$ และความน่าจะเป็นลดลงเมื่อ β มีค่าเพิ่มขึ้น

ผลสืบเนื่องโดยตรงของลักษณะเฉพาะเหล่านี้คือเศษแก้วที่มีความเร็วต้นสูงสุด v_0 (เช่นเดียวกับเศษแก้วที่มีความเร็วอื่น ๆ ทั้งหมด) มีโอกาสสูงสุดที่จะมีมุมเริ่มต้นใกล้ 0 องศา ($\beta = 0$)

ในอีกแง่หนึ่ง ถ้าเศษแก้วที่มีมุมเริ่มต้น (β) ขนาดใหญ่ และความเร็วต้น (v_0) ที่สูงรวมกันข้ามพื้นที่กั้นเศษแก้วอื่นที่เกิดจากการกระแทกในคราวเดียวกันที่มีความเร็วต้น (v_0) เท่ากันและมีมุมเริ่มต้น (β) ที่เล็กกว่า มีความเป็นไปได้สูงที่จะกระเด็นไปไกลกว่า

เมื่อพิจารณาทั้งหมดนี้ การวิเคราะห์เกณฑ์การกระเด็นของเศษแก้วต่างๆ ที่สมมติฐานว่า $\beta = 0$ ให้ผลที่ใกล้เคียงมากกับระดับพลังงานจลน์สูงสุดที่เกิดขึ้นจริงในการทดสอบการกระแทกด้วยลูกกลมเหล็กกล้าจากข้อ ข.2.3 และรูปที่ ข.4 ทำให้ทราบว่าความเร็วเศษแก้วที่จะข้ามพื้นที่กั้นที่ระยะ 0.9 เมตร และที่ระยะ 1.5 เมตร มีค่าประมาณ 2.3 เมตรต่อวินาที และ 3.8 เมตรต่อวินาที ตามลำดับ

พลังงานจลน์ของเศษแก้วที่กระเด็นออกจากหลอดภาพสามารถคำนวณได้ด้วยสูตรข้างต้นและขึ้นอยู่กับมวล ความเร็ว และความสูง ในกรณีที่เศษแก้วมีมวลมากกว่า 0.025 กรัม พลังงานจลน์เริ่มต้นสำหรับข้ามพื้นที่กั้นที่ระยะ 0.9 เมตร คือ 0.66×10^{-4} จูล และสำหรับข้ามพื้นที่กั้นที่ระยะ 1.5 เมตร คือ 1.80×10^{-4} จูล อัตราส่วนพลังงานจลน์ระหว่างสองกรณีนี้เท่ากับ 2.7 ที่ระดับความสูง 1 เมตร (1.80×10^{-4} จูล ต่อ 0.66×10^{-4} จูล) และเท่ากับ 1.3 ที่ระดับความสูงบนพื้น ($(1.80 \times 10^{-4}$ จูล + 2.45×10^{-4} จูล) ต่อ $(0.66 \times 10^{-4}$ จูล + 2.45×10^{-4} จูล)) ตัวเลข 2.45×10^{-4} จูล คือพลังงานศักย์เปลี่ยนเป็นพลังงานจลน์เนื่องจากเศษแก้วตกลงเป็นระยะความสูง 1 เมตร

การทดสอบตาม IEC60065 ยอมให้เศษแก้วน้ำหนักไม่เกิน 10 กรัม ข้ามพื้นที่กั้นที่ระยะ 1.5 เมตร ในกรณีนี้พลังงานสูงสุดของเศษแก้วเหล่านี้มีค่าประมาณ 0.7 จูล

ข.3 การวิเคราะห์โดยคำนึงถึงความเสียดทาน

ข. 3.1 บทนำ

ในข้อนี้จะทวนซ้ำการวิเคราะห์ในข้อก่อนโดยรวมผลของความเสียดทาน ผลของความเสียดทานเกิดจากเศษแก้วแทนที่อากาศในแนววิถี ผลของความเสียดทานทำให้มีพจน์ที่ไม่เป็นเชิงเส้นเพิ่มเติมในสมการการเคลื่อนที่ สมการจะไม่สามารถเฉลยในเชิงวิเคราะห์ได้

ข.3.2 สมการการเคลื่อนที่

รูปที่ ข.6 แสดงนิยามของมุมเริ่มต้น α และความเร็วต้น v_0 ของเศษแก้วที่กระเด็นออกมาจากจอ CRT แรงที่กระทำต่อเศษแก้วคือแรงโน้มถ่วงและความเสียดทาน ทิศทางของความเสียดทานจะตรงข้ามทิศทางการเคลื่อนที่ของเศษแก้วเสมอ สามารถใช้กฎของนิวตันเพื่อหาสมมูลของแรงในทิศทาง x และทิศทาง y ดังนี้

$$ma_x = -F_w \cos \alpha$$

$$ma_y = -mg - F_w \sin \alpha$$

เมื่อ m คือ มวลของเศษแก้ว เป็นกิโลกรัม

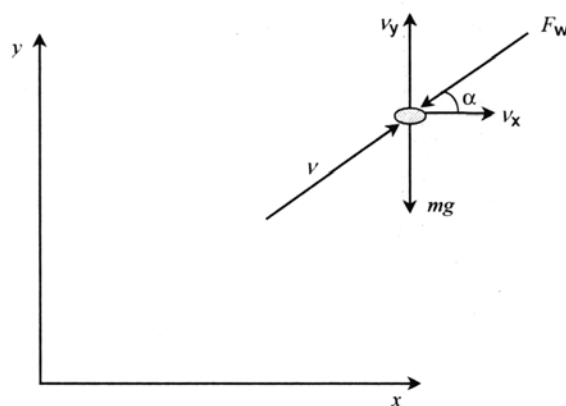
a_x คือ ความเร่งของเศษแก้วในทิศทาง x เป็นเมตรต่อวินาที²

a_y คือ ความเร่งของเศษแก้วในทิศทาง y เป็นเมตรต่อวินาที²

F_w คือ แรงเสียดทาน

α คือ มุมเริ่มต้นที่เศษแก้วกระเด็นออกจากจอ

g คือ ความเร่งจากแรงโน้มถ่วง ที่ 9.81 เมตรต่อวินาที²



รูปที่ ข.6 นิยามของแรงที่กระทำบนเศษแก้ว

นิยามแรงเสียดทาน คือ

$$F_w = \frac{1}{2} \times C_w \times A \times \rho_A \times v^2$$

เมื่อ C_w คือ ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน

A คือ พื้นที่หน้าตัดของเศษแก้วที่ตั้งฉากกับแนววิถี

ρ_A คือ ค่าความหนาแน่นของตัวกลาง

v คือ ค่าสัมบูรณ์ของความเร็ว (รูปที่ ข.6)

ต้องสังเกตว่าแรงเสียดทานจะไม่คงตัวเนื่องจากขึ้นอยู่กับความเร็วปัจจุบันของเศษแก้ว ให้พิจารณาอากาศเป็นตัวกลาง ซึ่งมีค่าความหนาแน่นโดยประมาณ 1.2 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ที่ระดับน้ำทะเล

ค่าของ C_w ขึ้นอยู่กับตัวเลขเรย์โนลด์ (Reynolds number, RE) นิยามของค่า RE สำหรับวัตถุทรงกลม คือ

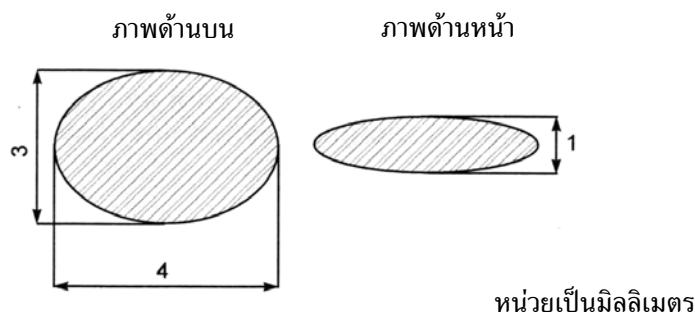
$$RE = \frac{\rho_A \times v \times D}{\mu}$$

เมื่อ D คือ เส้นผ่านศูนย์กลางของเศษแก้ว

μ คือ ความหนืดของตัวกลาง

สำหรับวัตถุประสงคนี้ เลือกเศษแก้วที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 1×10^{-3} เมตร และความเร็ว 5 เมตรต่อวินาที ซึ่งเคลื่อนที่ผ่านอากาศที่มีความหนืดประมาณ 1.8×10^{-5} กิโลกรัมเมตรต่อวินาที คำนวณค่า RE ได้ประมาณ 330 จากกราฟค่า C_w เทียบกับค่า RE โดยทั่วไปให้ค่า C_w เท่ากับ 0.44 ขอให้สังเกตว่าค่า C_w นี้ค่อนข้างคงตัวสำหรับค่า RE ในช่วง 100 ถึง 20 000 ค่าโดยประมาณอย่างหยาบๆ ของความเร็วและเส้นผ่านศูนย์กลางที่ใช้ในการหาค่า RE จึงเป็นค่าที่ยอมรับได้

ตามข้อกำหนดในมาตรฐาน UL/CSA ในปัจจุบัน มวลสูงสุดของเศษแก้วที่ตกนอกที่กั้นเท่ากับ 25×10^{-6} กิโลกรัม (25 มิลลิกรัม) การวัดขนาดของเศษแก้วทั่วไปแสดงในรูปที่ ข.7 เศษแก้วที่มีขนาดตามรูปจะมีมวลประมาณ 25×10^{-6} กิโลกรัม เมื่อความหนาแน่นของจอแก้ว เท่ากับ 2 730 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร พื้นที่หน้าตัดของเศษแก้วทั่วไปมีค่าประมาณ 3×10^{-6} ตารางเมตร



รูปที่ ข.7 การวัดขนาดของเศษแก้วทั่วไป

สมการแรงเสียดทาน คือ

$$F_w = \frac{1}{2} \times C_w \times A \times \rho_A \times v^2$$

สามารถแทนค่าเป็น

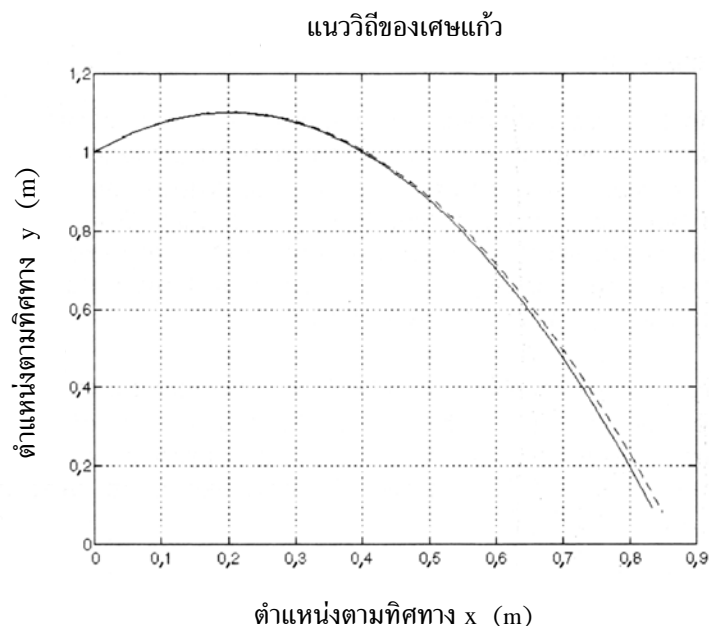
$$F_w = \frac{1}{2} \times 0,44 \times 3 \times 10^{-6} \times 1,2 \times v^2 = 7,9 \times 10^{-7} \times v^2$$

ดังนั้นค่าทั่วไปของแรงเสียดทานสำหรับความเร็วประมาณ 4 เมตรต่อวินาที เท่ากับ $1,25 \times 10^{-5}$ นิวตัน เมื่อเทียบกับแรงโน้มถ่วงที่ $2,45 \times 10^{-4}$ นิวตัน สามารถเห็นได้ว่าความเสียดทานนั้นน้อยกว่าแรงโน้มถ่วงมาก ผลของความเสียดทานจะเพิ่มขึ้นตามกำลังสองของความเร็ว

ข.3.3 ความเร็วต่ำสุดที่ทำให้เศษแก้วไปถึงระยะที่กำหนด

ในการหาความสัมพันธ์ระหว่างระยะการกระจัดในทิศทาง x ระยะการกระจัดในทิศทาง y และความเร็วต้นและมุมเริ่มต้น ต้องเฉลยสมการสมดุลของแรงเชิงตัวเลข เนื่องจากมีพจน์ที่ไม่เป็นเชิงเส้นและมุมขึ้นกับความเร็ว สามารถเฉลยสมการด้วย MATLAB

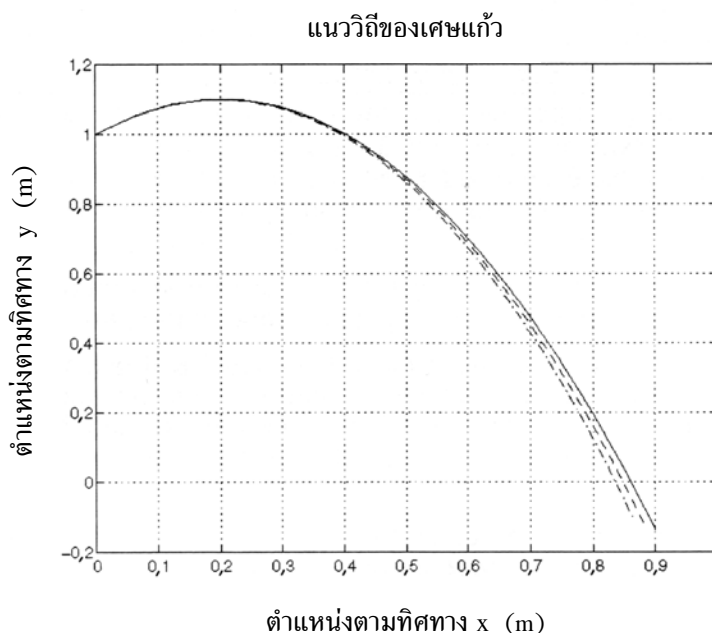
จากการจำลองเชิงตัวเลข ผลของความเสียดทานที่ความเร็วปัจจุบันมีค่าน้อยมาก รูปที่ ข.8 แสดงแนววิถีของเศษแก้วที่มีความเร็วต้น 2 เมตรต่อวินาที และมุมเริ่มต้น 45 องศา โดยไม่คำนึงถึงความเสียดทาน (เส้นประ) และโดยคำนึงถึงความเสียดทาน (เส้นทึบ) จะสังเกตเห็นได้ว่าถ้าคำนึงถึงความเสียดทาน เศษแก้วจะถูกหน่วงในทิศทาง x และ y แต่มีค่าน้อยมาก



รูปที่ ข.8 แนววิถีของเศษแก้วที่ความเร็วต้น 2 เมตรต่อวินาที และมุมเริ่มต้น 45 องศา โดยไม่คำนึงถึงความเสียดทาน (เส้นประ) และคำนึงถึงความเสียดทาน (เส้นทึบ)

ข.3.4 ผลของพื้นที่หน้าตัด

มีการศึกษาผลของพื้นที่หน้าตัด พื้นที่หน้าตัดมีผลแบบเชิงเส้นต่อความเสียหาย การเพิ่มพื้นที่หน้าตัดจะมีผลทำให้ความเสียหายเพิ่มขึ้นและหน่วงการเคลื่อนที่ของเศษแก้วมากขึ้น รูปที่ ข.9 แสดงแนววิถีแบบต่างๆ ของเศษแก้วที่ความเร็วต้น 2 เมตรต่อวินาที และมุมเริ่มต้น 45 องศา สำหรับพื้นที่หน้าตัดค่าต่างๆ พื้นที่หน้าตัดเพิ่มจาก 3×10^{-6} ตารางเมตร เป็น 9×10^{-6} ตารางเมตร จะเห็นได้ว่าการเพิ่มพื้นที่หน้าตัดไม่มีผลต่อระยะการกระจัดทั้งหมดมากนัก



รูปที่ ข.9 แนววิถีของเศษแก้วที่ความเร็วต้น 2 เมตรต่อวินาที
และมุมเริ่มต้น 45 องศา สำหรับพื้นที่หน้าตัดค่าต่างๆ

(เส้นทึบ = 3×10^{-6} ตารางเมตร เส้นประ = 6×10^{-6} ตารางเมตร เส้นประ-จุด = 9×10^{-6} ตารางเมตร)

ข.4 อันตรายที่อาจเกิดขึ้นได้

ในข้อนี้จะกล่าวถึงอันตรายที่อาจเกิดขึ้นได้ของเศษแก้วที่กระเด็นออกมา ในภาคผนวกนี้ นิยามของคำว่าอันตราย หมายถึง การที่เศษแก้วทำให้ผิวหนังของมนุษย์เกิดบาดเจ็บ

ข.4.1 การพิจารณาผลที่เศษแก้วกระทบผิวหนัง

ผิวหนังมนุษย์มีความยืดหยุ่นซึ่งถือว่าผิวหนังยืดหดตัวได้ (แรงที่กระทำบนผิวหนังทำให้เกิดระยะการกระจัดของผิวเชิงเส้น) แต่ยังขึ้นกับความเร็วด้วย วัสดุที่มีความยืดหยุ่นซึ่งถูกบีบอัดที่ความเร็วสูงจะแข็งกว่าที่ความเร็วต่ำ นอกจากนี้ยังสามารถคาดได้ว่าแต่ละแผ่นพนักมีสมบัติทางผิวหนังที่แตกต่างกันไป เศษแก้วสามารถกระทบผิวหนังด้วยความเร็วและพลังงานหนึ่งๆ พลังงานจลน์ร่วมกับรูปร่างของเศษแก้วเป็นปัจจัยสำคัญที่สุดที่กำหนดระดับอันตราย วัตถุที่มีพลังงานมากซึ่งมีรูปร่างไม่คมจะไม่สามารถเจาะลงไปบนผิวหนังได้โดยง่าย ผิวหนังจะเพียงแต่เปลี่ยนรูปไปตามความยืดหยุ่นแต่ไม่ฉีกขาด ถ้าวัตถุมีขอบคมสามารถทำให้ผิวหนังเกิดบาดเจ็บได้ อย่างไรก็ตามถ้าพลังงานของเศษแก้วน้อยเกินไป ผิวหนังจะเพียงแต่เปลี่ยนรูปไปตามความยืดหยุ่นและเศษแก้วจะกระเด็นออกไป ดังนั้นผิวหนังจะไม่เกิดบาดเจ็บ

ข.5 บทสรุป

สามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้

- ทางเดินหรือแนววิถีของเศษแก้วขึ้นกับความเร็วต้นและทิศทาง แรงโน้มถ่วงทำให้เศษแก้วเคลื่อนที่ไปตามทางเดินพาราโบลา
- ความเสียหายมีผลน้อยมากต่อความเร็วและแนววิถีของเศษแก้ว เนื่องจากรูปร่างที่มีขอบคมและความเร็วต้นต่ำ
- เศษแก้วสามารถข้ามพื้นที่กั้นที่ระยะ 0.9 เมตร หรือ 1.5 เมตร เท่านั้น ถ้าความเร็วต้นรวมกับมุมเริ่มต้นที่อยู่ระหว่าง -26.7 องศาและ +90 องศา สำหรับที่กั้นที่ระยะ 1.5 เมตร หรือ -39.8 องศา และ +90 องศา สำหรับที่กั้นที่ระยะ 0.9 เมตร
- พลังงานจลน์สูงสุดของเศษแก้วที่กระเด็นออกจากหลอดที่เป็นไปตามข้อกำหนดในมาตรฐานนี้และมาตรฐาน UL/CSA อยู่ในช่วง 1.0×10^{-4} จูล ความแตกต่างระหว่างพลังงานของเศษแก้วที่ทำให้ข้ามพื้นที่กั้นที่ระยะ 0.9 เมตร และ 1.5 เมตร เป็นค่าระหว่าง 2.7 และ 1.3 ขึ้นอยู่กับระดับความสูง (ความสูง 1.0 เมตร หรือระดับพื้น)
- อันตรายที่อาจเกิดขึ้นได้จากเศษแก้วที่กระเด็นออกมาทำให้ผิวหนังเกิดบาดแผล ขึ้นอยู่กับพลังงานจลน์ (ประกอบด้วยมวลและความเร็ว) และรูปร่างของเศษแก้ว
- พลังงานที่กล่าวถึงข้างต้น มีขนาดเล็กน้อยมากเมื่อพิจารณาถึงความสามารถในการก่อให้เกิดความเสียหายต่อร่างกายเนื่องจากผิวหนังมนุษย์มีความยืดหยุ่น ความเร็วสูงสุดของเศษแก้วมีค่าประมาณ 4 เมตรต่อวินาที (ซึ่งน้อยกว่า 10 ไมล์ต่อชั่วโมง) และนักปั่นจักรยานหรือนักวิ่ง ฯลฯ มักจะปะทะกับแมลง ผุนผง ที่มีขนาดใหญ่กว่า 0.025 กรัม ขณะที่เดินทางด้วยความเร็วสูงกว่านี้
- การทดสอบตาม IEC 60065 ยอมให้เศษแก้วน้ำหนักไม่เกิน 10 กรัม ข้ามพื้นที่กั้นที่ 1.5 เมตร ในกรณีนี้พลังงานสูงสุดของเศษแก้วเหล่านี้มีค่าประมาณ 0.7 จูล