มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

THAI INDUSTRIAL STANDARD

มอก.2460–2553

IEC 60112(2009–10)

วิธีหาดัชนีการเกิดรอยเชิงความทนและเชิงเปรียบเทียบของวัสดุฉนวนแข็ง

METHOD FOR THE DETERMINATION OF THE PROOF AND THE COMPARATIVE TRACKING INDICES OF SOLID INSULATING MATERIALS

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

กระทรวงอุตสาหกรรม

ICS 19.080; 29.035.01

ISBN 978-616-231-443-8

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

วิธีหาดัชนีการเกิดรอยเชิงความทนและเชิงเปรียบเทียบของวัสดุฉนวนแข็ง

มอก.2460–2553

IEC 60112(2009–10)

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

กระทรวงอุตสาหกรรม ถนนพระรามที่ 6 กรุงเทพฯ 10400

โทรศัพท์ 0 2202 3300

ประกาศในราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศและงานทั่วไป เล่ม 129 ตอนพิเศษ 146ง

วันที่ 21 กันยายน พุทธศักราช 2555

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
นายฤทัย นิ่มเวไนย์	บริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน)
นายโอภาส อิสระเสนารักษ์	สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

กรรมการและเลขานุการ

นายสถาพร รุ่งรัตนาอุบล	สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ

นายชลยุทธ์ ขอประเสริฐ	สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย
นายพุฒิพงศ์ คงเจริญ	สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้กำหนดขึ้นโดยรับ IEC 60112 Edition 4.1 (2009-10) : Method for the determination of the proof and the comparative tracking indices of solid insulating materials มาใช้ในระดับเหมือนกันทุกประการ (identical) โดยวิธีแปล

อย่างไรก็ตาม หากนำมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ไปใช้แล้วมีข้อสงสัยเกี่ยวกับความหมายของคำบางคำหรือสำนวนบางสำนวน ให้ถือความหมายตามเอกสารอ้างอิงฉบับภาษาอังกฤษเป็นหลัก

คณะกรรมการมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมได้พิจารณามาตรฐานนี้แล้ว เห็นสมควรเสนอรัฐมนตรีประกาศตามมาตรา 15 แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511

ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม
ฉบับที่ 4438 (พ.ศ. 2555)
ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
พ.ศ. 2511
เรื่อง กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
วิธีหาดัชนีการเกิดรอยเชิงความทนและเชิงเปรียบเทียบของวัสดุฉนวนแข็ง

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 15 แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511 รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรมออกประกาศกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม วิธีหาดัชนีการเกิดรอยเชิงความทนและเชิงเปรียบเทียบของวัสดุฉนวนแข็ง มาตรฐานเลขที่ มอก.2460-2553 ไว้ ดังมีรายการละเอียดต่อท้ายประกาศนี้

ทั้งนี้ ให้มีผลตั้งแต่วันที่ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ 13 มิถุนายน พ.ศ. 2555

พงษ์สวัสดิ์ สวัสดิวัตน์

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
วิธีหาดัชนีการเกิดรอยเชิงความทนและเชิงเปรียบเทียบของวัสดุฉนวนแข็ง

1. ขอบข่าย

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ระบุวิธีทดสอบสำหรับการหาดัชนีการเกิดรอยเชิงความทนและเชิงเปรียบเทียบของวัสดุฉนวนแข็ง กับชิ้นตัวอย่างจากชิ้นส่วนต่างๆ ของบริภัณฑ์ หรือชิ้นวัสดุที่ใช้แรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ

มาตรฐานนี้จัดให้มีการหาการกร่อน เมื่อต้องการ

หมายเหตุ 1 ดัชนีการเกิดรอยเชิงความทนจะใช้เป็นเกณฑ์ในการยอมรับเช่นเดียวกับวิธีควบคุมคุณภาพของวัสดุ และชิ้นส่วนที่ผ่านกรรมวิธีการผลิต ส่วนดัชนีการเกิดรอยเชิงเปรียบเทียบส่วนใหญ่ใช้สำหรับการระบุลักษณะเฉพาะพื้นฐาน และการเปรียบเทียบสมบัติของวัสดุเป็นหลัก

ผลการทดสอบไม่สามารถใช้ได้โดยตรง สำหรับการประเมินระยะห่างตามผิวฉนวนปลอดภัย เมื่อออกแบบอุปกรณ์ไฟฟ้า (electrical apparatus)

หมายเหตุ 2 การทดสอบนี้แยกแยะระหว่างวัสดุที่มีความต้านทานต่อการเกิดรอยต่ำ กับวัสดุที่มีความต้านทานต่อการเกิดรอยปานกลางหรือสูง สำหรับใช้ในบริภัณฑ์ที่สามารถใช้งานได้ภายใต้ภาวะชื้น สำหรับการทดสอบที่รุนแรงกว่านี้ หรือมีช่วงเวลานานกว่านี้ ใช้สำหรับการประเมินสมรรถนะของวัสดุที่ใช้งานนอกอาคาร หรือที่ใช้แรงดันไฟฟ้าสูงกว่า และชิ้นตัวอย่างทดสอบที่ใหญ่กว่า (ดูการทดสอบระนาบเอียงตาม IEC 60587) วิธีทดสอบอื่นๆ เช่น วิธีการเอียงอาจกำหนดระดับวัสดุในลำดับชั้นที่แตกต่างจากการทดสอบการหยดที่ให้ไว้ในมาตรฐานนี้

2. เอกสารอ้างอิง

เอกสารอ้างอิงต่อไปนี้ ประกอบด้วยข้อกำหนดที่นำมาอ้างอิงในการกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ เอกสารอ้างอิงที่ระบุปีที่พิมพ์ให้ใช้ฉบับที่ระบุ ส่วนเอกสารอ้างอิงฉบับที่ไม่ระบุปีที่พิมพ์นั้นให้ใช้ฉบับล่าสุด (รวมถึงฉบับที่แก้ไขเพิ่มเติมหรือแก้ไขปรับปรุง)

IEC 60589:1977, Methods of test for the determination of ionic impurities in electrical insulating materials by extraction with liquids

IEC Guide 104:1997, The preparation of safety publications and the use of basic safety publications and group safety publications

ISO 293:1986, Plastics – Compression moulding test specimens of thermoplastic materials

ISO 294-1:1996, Plastics – Injection moulding of test specimens of thermoplastic materials – Part 1: General principles, and moulding of multi-purpose and bar test specimens

ISO 294-3:2002, Plastics – Injection moulding of test specimens of thermoplastic materials – Part 3: Small plates

ISO 295:1991, Plastics – Compression moulding of test specimens of thermosetting materials

3. คำศัพท์ และบทนิยาม

สำหรับจุดประสงค์ของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ ให้ใช้บทนิยามดังต่อไปนี้

3.1 การเกิดรอย (tracking)

การเกิดเส้นทางนำไฟฟ้าต่อเนื่อง บนพื้นผิว และ/หรือ ภายในวัสดุฉนวนแข็ง เนื่องจากผลกระทบของความเค้นทางไฟฟ้า และการปนเปื้อนทางอิเล็กโทรไลต์ (electrolytic contamination)

3.2 ความล้มเหลวเนื่องจากการเกิดรอย (tracking failure)

การฉนวนล้มเหลวเนื่องจากการเกิดรอยระหว่างส่วนที่นำไฟฟ้า

หมายเหตุ ในขณะทดสอบ การเกิดรอยจะถูกระบุโดยการทำงานของอุปกรณ์กระแสเกิน เนื่องจากเกิดกระแสไฟฟ้าไหลผ่านอย่างน้อย 0.5 แอมแปร์ เป็นเวลาอย่างน้อย 2 วินาที ข้ามพื้นผิวทดสอบ และ/หรือ ในชิ้นตัวอย่าง

3.3 การกร่อนทางไฟฟ้า (electrical erosion)

การสึกหรอของวัสดุฉนวนโดยการกระทำของการปล่อยประจุไฟฟ้า

3.4 อาร์กในอากาศ (air arc)

อาร์กระหว่างอิเล็กโทรดเหนือพื้นผิวของชิ้นตัวอย่าง

3.5 ดัชนีการเกิดรอยเชิงเปรียบเทียบ (comparative tracking index : CTI)

ค่าตัวเลขของแรงดันไฟฟ้าสูงสุดที่ชิ้นตัวอย่างทดสอบทั้ง 5 ชิ้น ทนต่อคาบทดสอบ 50 หยด โดยไม่เกิดความล้มเหลวเนื่องจากการเกิดรอย และไม่เกิดเปลวไฟที่ลุกไหม้ต่อไป และรวมถึงข้อความที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมของวัสดุโดยใช้การทดสอบ 100 หยด (ดูข้อ 11.4)

หมายเหตุ 1 เกณฑ์สำหรับ CTI อาจต้องการข้อความที่เกี่ยวข้องกับระดับของการกร่อน

หมายเหตุ 2 ถึงแม้ว่าจะยอมให้เกิดเปลวไฟที่ไม่ลุกไหม้ต่อไปในการทดสอบโดยไม่ถือเป็นความล้มเหลว แต่ก็ยังนิยมที่จะใช้วัสดุซึ่งไม่ก่อให้เกิดเปลวไฟใดๆ เลย นอกจากว่ามีตัวประกอบอื่นที่พิจารณาว่ามีความสำคัญกว่า ดูภาคผนวก ก. ด้วย

3.6 เปลวไฟที่ลุกไหม้ต่อไป (persistent flame)

ในกรณีที่มีข้อโต้แย้ง – หมายถึงเปลวไฟที่ลุกไหม้นานกว่า 2 วินาที

3.7 ดัชนีการเกิดรอยเชิงความทน (proof tracking index : PTI)

ค่าตัวเลขของแรงดันไฟฟ้าเชิงความทนเป็นโวลต์ ที่ชิ้นตัวอย่างทดสอบทั้ง 5 ชิ้น ทนต่อคาบทดสอบ 50 หยด โดยไม่เกิดความล้มเหลวเนื่องจากการเกิดรอย และไม่เกิดเปลวไฟที่ลุกไหม้ต่อไป

หมายเหตุ ถึงแม้ว่าจะยอมให้เกิดเปลวไฟที่ไม่ลุกไหม้ต่อไปในการทดสอบโดยไม่ถือเป็นความล้มเหลว แต่ก็ยังนิยมที่จะใช้วัสดุซึ่งไม่ก่อให้เกิดเปลวไฟใดๆ เลย นอกจากว่ามีตัวประกอบอื่นที่พิจารณาว่ามีความสำคัญกว่า ดูภาคผนวก ก. ด้วย

4. หลักการ

รองชิ้นตัวอย่างทดสอบให้พื้นผิวด้านบนอยู่ในระนาบแนวนอน และได้รับความเค้นทางไฟฟ้าผ่านทางอิเล็กโทรด 2 แท่ง พื้นผิวระหว่างอิเล็กโทรดได้รับหยดอิเล็กโทรไลต์ติดต่อกันไป จนกระทั่งอุปกรณ์กระแสเกินทำงาน หรือจนกระทั่งเกิดเปลวไฟที่ลุกไหม้ต่อไป หรือจนกระทั่งจบคาบทดสอบ

การทดสอบแต่ละคาบเป็นการทดสอบระยะสั้น (น้อยกว่า 1 ชั่วโมง) ที่มีหยดอิเล็กโทรไลต์ประมาณ 20 มิลลิกรัม จำนวน 50 หยด หรือ 100 หยด หยดลงมาทุกช่วงเวลา 30 วินาที ระหว่างอิเล็กโทรดแพลทินัม ซึ่งวางห่างกัน 4 มิลลิเมตร บนพื้นผิวชิ้นตัวอย่างทดสอบ

ป้อนแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับที่มีค่าระหว่าง 100 โวลต์ ถึง 600 โวลต์ ให้แก่อิเล็กโทรดในระหว่างการทดสอบ

ในระหว่างการทดสอบ ชิ้นตัวอย่างอาจกร่อนหรืออ่อนตัว ดังนั้นจึงยอมให้อิเล็กโทรดกดลึกเข้าไปในชิ้นตัวอย่าง การเกิดรูบนชิ้นตัวอย่างทดสอบในระหว่างการทดสอบต้องรายงานพร้อมทั้งความลึกของรู (ความหนาของชิ้นตัวอย่างทดสอบ) การทดสอบซ้ำอาจทำได้โดยใช้ชิ้นตัวอย่างทดสอบที่หนาสูงสุด 10 มิลลิเมตร

หมายเหตุ จำนวนหยดที่ต้องการในการทำให้เกิดความล้มเหลวเนื่องจากการเกิดรอย ตามปกติจะเพิ่มขึ้นเมื่อแรงดันไฟฟ้าที่ป้อนลดลง และถ้าต่ำกว่าค่าวิกฤตการเกิดรอยจะหยุดเกิด

5. ชิ้นตัวอย่างทดสอบ

อาจใช้ชิ้นตัวอย่างทดสอบที่มีพื้นผิวราบเรียบโดยประมาณ หากพื้นที่นั้นเพียงพอที่จะทำให้แน่ใจว่าในระหว่างการทดสอบจะไม่มีของเหลวไหลเลยขอบของชิ้นตัวอย่างทดสอบ

หมายเหตุ 1 แนะนำให้ใช้พื้นผิวราบเรียบขนาดไม่น้อยกว่า 20 มิลลิเมตร × 20 มิลลิเมตร เพื่อลดความน่าจะเป็นที่จะเกิดการสูญเสียอิเล็กโทรไลต์ที่ไหลเลยขอบชิ้นตัวอย่าง ถึงแม้ว่าชิ้นตัวอย่างที่มีขนาดเล็กกว่าอาจใช้ทำการทดสอบได้ถ้าไม่มี

การสูญเสียอิเล็กโทรไลต์ ตัวอย่างเช่น ISO 3167 ชิ้นตัวอย่างทดสอบสำหรับจุดประสงค์หลายอย่างขนาด 15 มิลลิเมตร × 15 มิลลิเมตร

หมายเหตุ 2 นิยมใช้ชิ้นตัวอย่างทดสอบแต่ละชิ้นสำหรับการทดสอบแต่ละครั้ง ถ้าต้องทำการทดสอบหลายครั้งบนชิ้นตัวอย่างเดียวกัน ควรระมัดระวังเพื่อทำให้แน่ใจว่าจุดที่ทดสอบห่างเพียงพอจากจุดอื่นๆ เพื่อที่ว่าการสาดหรือไอฟุ้งกระจายจากจุดที่ทดสอบไม่ปนเปื้อนพื้นที่อื่นที่ต้องทดสอบ

ความหนาของชิ้นตัวอย่างทดสอบต้องหนาอย่างน้อย 3 มิลลิเมตร อาจนำชิ้นตัวอย่างทดสอบหลายชิ้นมาซ้อนกันเพื่อให้ได้ความหนาอย่างน้อย 3 มิลลิเมตร

หมายเหตุ 3 ค่าของ CTI ที่ได้จากชิ้นตัวอย่างที่หนาน้อยกว่า 3 มิลลิเมตร อาจเปรียบเทียบไม่ได้กับค่าของ CTI ที่ได้จากชิ้นตัวอย่างที่หนากว่า เพราะว่าการส่งผ่านความร้อนไปยังที่รองรับซึ่งเป็นแก้วผ่านชิ้นตัวอย่างทดสอบที่บางกว่ามีมากกว่า ด้วยเหตุนี้จึงยอมให้ใช้ชิ้นตัวอย่างที่ซ้อนกันได้

หากมิได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่นในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้อง ชิ้นตัวอย่างทดสอบโดยปกติต้องมีพื้นผิวที่เรียบและไม่เป็นรอย ซึ่งปราศจากสิ่งบกพร่องของพื้นผิว เช่น รอยขีดข่วน ตำหนิ สิ่งเจือปน ฯลฯ ถ้าเป็นไปไม่ได้ ต้องรายงานผลการทดสอบพร้อมทั้งข้อความที่อธิบายถึงลักษณะของพื้นผิวชิ้นตัวอย่างทดสอบ เพราะว่าลักษณะพื้นผิวของชิ้นตัวอย่างทดสอบบางลักษณะจะทำให้ผลการทดสอบหลากหลายออกไป

สำหรับการทดสอบบนชิ้นส่วนของผลิตภัณฑ์ ที่ไม่สามารถตัดชิ้นตัวอย่างทดสอบที่เหมาะสมจากชิ้นส่วนของผลิตภัณฑ์ได้ อาจใช้ชิ้นตัวอย่างที่ตัดจากชิ้นวัสดุที่ขึ้นรูปด้วยวัสดุฉนวนเดียวกัน ในกรณีนี้ควรระมัดระวังเพื่อให้แน่ใจว่าทั้งชิ้นส่วนของผลิตภัณฑ์และชิ้นวัสดุผลิตด้วยกระบวนการกรรมวิธีการผลิตเดียวกันเท่าที่จะเป็นไปได้ ถ้าไม่ทราบรายละเอียดของกระบวนการกรรมวิธีการผลิตสุดท้าย วิธีการที่ให้ไว้ใน ISO 293 ISO 294-1และISO 294-3 และ ISO 295 อาจเหมาะสม

หมายเหตุ 4 การใช้ภาวะหรือกระบวนการกรรมวิธีการผลิตต่างกันอาจส่งผลให้ระดับสมรรถนะการทดสอบ PTI และ CTI ต่างกัน

หมายเหตุ 5 ชิ้นส่วนที่ขึ้นรูปโดยใช้ทิศทางการไหลต่างกันอาจส่งผลให้ระดับสมรรถนะการทดสอบ PTI และ CTI ต่างกัน

ในกรณีพิเศษ อาจขัดชิ้นตัวอย่างทดสอบเพื่อให้พื้นผิวราบเรียบ

เมื่อทิศทางของอิเล็กโทรดสัมพันธ์กับการใช้งานของวัสดุอย่างมีนัยสำคัญ ต้องวัดในทิศทางของการใช้งานและทิศทางที่ตั้งฉาก หากมิได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น ต้องรายงานทิศทางที่ CTI ต่ำกว่า

6. การปรับภาวะชิ้นตัวอย่างทดสอบ

6.1 การปรับภาวะสภาพแวดล้อม

หากมิได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น ต้องปรับภาวะชิ้นตัวอย่างทดสอบเป็นเวลาอย่างน้อย 24 ชั่วโมง ที่ 23 องศาเซลเซียส ± 5 เคลวิน และความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ (50 ± 10)

6.2 พื้นผิวชิ้นตัวอย่างทดสอบ

หากมิได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น

ก) การทดสอบต้องทำบนพื้นผิวที่สะอาด

ข) ต้องรายงานวิธีดำเนินการทำความสะอาด ในกรณีที่เป็นไปได้ ต้องตกลงรายละเอียดกันระหว่างผู้ขายกับลูกค้า

หมายเหตุ ฝุ่น ผง รอยนิ้วมือ จารบี น้ำมัน คราบแบบ (mould release) หรือสิ่งปนเปื้อนอื่นๆ อาจมีอิทธิพลต่อผลการทดสอบ ควรระมัดระวังเมื่อทำความสะอาดชิ้นตัวอย่างทดสอบเพื่อหลีกเลี่ยงการบวม การอ่อนตัว การขัดถู หรือความเสียหายอื่นๆ ที่เกิดแก่วัสดุ

7. เครื่องทดสอบ

7.1 อิเล็กโทรด

ต้องใช้อิเล็กโทรด 2 แท่ง ซึ่งทำด้วยแพลทินัมที่มีความบริสุทธิ์อย่างน้อยร้อยละ 99 (ดูภาคผนวก ข.) โดยมีภาคตัดขวางเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด (5 ± 0.1) มิลลิเมตร × (2 ± 0.1) มิลลิเมตร ปลายด้านหนึ่งเป็นแบบสิ่วที่มีมุม (30 ± 2) องศา (ดูรูปที่ 1) ต้องลบขอบที่คมจนมีพื้นผิวราบเรียบโดยประมาณ กว้าง 0.01 มิลลิเมตร ถึง 0.1 มิลลิเมตร

หมายเหตุ 1 กล้องจุลทรรศน์ที่สอบเทียบช่องมองภาพถือว่าเหมาะสมสำหรับการตรวจสอบขนาดของพื้นผิวบริเวณปลาย

หมายเหตุ 2 แนะนำให้ใช้วิธีทางกลในการทำให้รูปร่างของอิเล็กโทรดภายหลังการทดสอบกลับสู่สภาพเดิม เพื่อให้แน่ใจได้ว่าอิเล็กโทรดนั้นยังคงมีเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนตามที่ต้องการ โดยเฉพาะมุมและขอบของอิเล็กโทรด

เมื่อเริ่มทดสอบ ต้องจัดวางอิเล็กโทรดให้สมมาตรในระนาบแนวดิ่ง มุมรวมระหว่างอิเล็กโทรดทั้งสองเท่ากับ (60 ± 5) องศา และหันส่วนหน้าของอิเล็กโทรดเข้าหากันในแนวดิ่งโดยประมาณบนระนาบแนวนอนที่ราบเรียบของชิ้นตัวอย่างทดสอบ (ดูรูปที่ 2) ระยะห่างของอิเล็กโทรดทั้งสองตามพื้นผิวของชิ้นตัวอย่างทดสอบในขณะเริ่มการทดสอบต้องเท่ากับ (4.0 ± 0.1) มิลลิเมตร

ต้องใช้สลิปเกจโลหะรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าในการตรวจสอบระยะห่างของอิเล็กโทรด อิเล็กโทรดต้องเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระ และแรงกดของอิเล็กโทรดแต่ละแท่งบนพื้นผิวของชิ้นตัวอย่างทดสอบในขณะเริ่มทดสอบต้องเท่ากับ (1.00 ± 0.05) นิวตัน โดยต้องออกแบบให้สามารถคงค่าแรงกดที่ระดับเริ่มต้นได้ในระหว่างการทดสอบ

การจัดวางแบบทั่วไปแบบหนึ่งสำหรับการกดอิเล็กโทรดเข้ากับชิ้นตัวอย่างทดสอบแสดงไว้ในรูปที่ 3 ต้องทวนสอบแรงกดในช่วงเวลาที่เหมาะสม

เมื่อการทดสอบทำกับวัสดุ ซึ่งระดับของการกดลึกเข้าไปของอิเล็กโทรดมีน้อย แรงของอิเล็กโทรดอาจสร้างขึ้นโดยการใช้สปริง อย่างไรก็ตาม สำหรับเครื่องทดสอบอเนกประสงค์ ควรใช้แรงโน้มถ่วงในการสร้างแรง (ดูรูปที่ 3)

หมายเหตุ 3 ส่วนใหญ่ แต่ไม่ทุกการออกแบบเครื่องทดสอบ ถ้าอิเล็กโทรดเคลื่อนที่ในระหว่างการทดสอบเนื่องจากการอ่อนตัวหรือการกร่อนของชิ้นตัวอย่าง ปลายของอิเล็กโทรดจะเป็นตัวกำหนดการอาร์กและช่องว่างอิเล็กโทรดจะเปลี่ยนไป ขนาดกับทิศทางของการเปลี่ยนช่องว่างจะขึ้นอยู่กับตำแหน่งสัมพัทธ์ของแกนหมุนอิเล็กโทรดกับจุดสัมผัสต่าง ๆ ของอิเล็กโทรดหรือชิ้นตัวอย่าง ความสำคัญของการเปลี่ยนเหล่านี้บางครั้งจะขึ้นอยู่กับวัสดุและไม่ได้นำมาพิจารณา ความแตกต่างในการออกแบบอาจนำไปสู่ผลที่แตกต่างระหว่างเครื่องทดสอบที่ต่างกัน

7.2 วงจรทดสอบ

ต้องป้อนแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับที่ใกล้เคียงคลื่นรูปไซน์ให้แก่อิเล็กโทรดแปรผันระหว่าง 100 โวลต์ ถึง 600 โวลต์ ที่ความถี่ระหว่าง 48 เฮิรตซ์ ถึง 62 เฮิรตซ์ อุปกรณ์วัดแรงดันไฟฟ้าต้องระบุค่ารากกำลังสองเฉลี่ยจริง (true r.m.s.) และต้องมีความผิดพลาดไม่เกินร้อยละ 1.5 กำลังไฟฟ้าของแหล่งจ่ายต้องไม่น้อยกว่า 0.6 กิโลโวลต์แอมแปร์ ตัวอย่างของวงจรทดสอบที่เหมาะสมแสดงไว้ในรูปที่ 4

ตัวต้านทานปรับค่าได้ต้องสามารถปรับแต่งกระแสไฟฟ้าระหว่างอิเล็กโทรดที่ลัดวงจรให้เป็น (1.0 ± 0.1) แอมแปร์ และแรงดันไฟฟ้าที่ระบุโดยโวลต์มิเตอร์ต้องไม่ลดลงมากกว่าร้อยละ 10 เมื่อกระแสไฟฟ้านี้ไหลผ่าน (ดูรูปที่ 4) เครื่องวัดที่ใช้วัดกระแสไฟฟ้าลัดวงจรต้องมีความผิดพลาดไม่เกินร้อยละ ±3

แรงดันไฟฟ้าแหล่งจ่ายด้านเข้าเครื่องทดสอบต้องมีเสถียรภาพเพียงพอ

อุปกรณ์กระแสเกินต้องทำงานเมื่อกระแสไฟฟ้าค่ารากกำลังสองเฉลี่ยเป็น 0.50 แอมแปร์ โดยมีเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์ร้อยละ ±10 คงอยู่เป็นเวลา 2.00 วินาที โดยมีเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์ร้อยละ ±10

7.3 สารละลายทดสอบ

สารละลาย A:

ละลายสารแอมโมเนียมคลอไรด์ (NH_4Cl) ที่ปราศจากน้ำ ชั้นคุณภาพสำหรับงานวิเคราะห์ มีความบริสุทธิ์ไม่น้อยกว่าร้อยละ 99.8 ประมาณร้อยละ 0.1 โดยมวล ในน้ำขจัดไอออนแล้ว (de-ionized water) ที่มีสภาพนำไฟฟ้าไม่มากกว่า 1 มิลลิซีเมนส์ต่อเมตร เพื่อให้ได้สภาพต้านทานไฟฟ้ามีค่า (3.95 ± 0.05) โอห์มเมตร ที่ 23 องศาเซลเซียส ± 1 เคลวิน

หมายเหตุ 1 เลือกปริมาณสารแอมโมเนียมคลอไรด์ เพื่อให้ได้สารละลายที่มีพิสัยสภาพต้านทานไฟฟ้าตามที่ต้องการ

สารละลาย B:

ละลายแอมโมเนียมคลอไรด์ ที่ปราศจากน้ำ ชั้นคุณภาพสำหรับงานวิเคราะห์ มีความบริสุทธิ์ไม่น้อยกว่าร้อยละ 99.8 ประมาณร้อยละ 0.1 โดยมวล และโซเดียมไดบิวทิลแนบทาลีนซัลโฟเนตร้อยละ (0.5 ± 0.002) โดยมวล ในน้ำขจัดไอออนแล้วที่มีสภาพนำไฟฟ้าไม่มากกว่า 1 มิลลิซีเมนต์ต่อเมตร เพื่อให้ได้สภาพต้านทานไฟฟ้ามีค่า (1.98 ± 0.05) โอห์มเมตร ที่ 23 องศาเซลเซียส ± 1 เคลวิน

หมายเหตุ 2 เลือกปริมาณแอมโมเนียมคลอไรด์ เพื่อให้สารละลายที่มีพิสัยสภาพต้านทานไฟฟ้าตามที่ต้องการ

โดยปกติใช้สารละลาย A ในการทดสอบ แต่เมื่อต้องการทดสอบในระดับการปนเปื้อนที่รุนแรงขึ้น แนะนำให้ใช้สารละลาย B เพื่อเป็นการระบุว่าใช้สารละลาย B ค่า CTI หรือ PTI ต้องตามด้วยตัวอักษร “M”

7.4 อุปกรณ์หยด

หยดของสารละลายทดสอบต้องหยดลงบนพื้นผิวชิ้นตัวอย่างทุกช่วงเวลา (30 ± 5) วินาที โดยหยดต้องหยดที่ประมาณกึ่งกลางระหว่างอิเล็กโทรดจากความสูง (35 ± 5) มิลลิเมตร

เวลาสำหรับ 50 หยด ที่หยดลงบนชิ้นตัวอย่างต้องเป็น (24.5 ± 2) นาที

มวลของหยดติดต่อกัน 50 หยด ต้องอยู่ระหว่าง 0.997 กรัม ถึง 1.147 กรัม มวลของหยดติดต่อกัน 20 หยด ต้องอยู่ระหว่าง 0.380 กรัม ถึง 0.480 กรัม

หมายเหตุ 1 มวลของหยดอาจหาได้โดยการชั่งด้วยเครื่องชั่งที่เหมาะสมในห้องปฏิบัติการ

ต้องตรวจสอบมวลของหยดที่ช่วงเวลาที่เหมาะสม

หมายเหตุ 2 สำหรับสารละลาย A พบว่าหลอดเหล็กกล้าไร้สนิมบางความยาวพอประมาณ (เช่น เข็มฉีดไฮโพเดอร์มิก) ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกระหว่าง 0.9 มิลลิเมตร ถึง 1.2 มิลลิเมตร ขึ้นอยู่กับระบบการหยด เหมาะสำหรับใช้เป็นปลายของอุปกรณ์หยด สำหรับสารละลาย B พบว่าหลอดที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกตลอดพิสัย 0.9 มิลลิเมตร ถึง 3.45 มิลลิเมตร จำเป็นสำหรับการใช้ระบบการหยดที่ต่างกัน

หมายเหตุ 3 แนะนำให้ใช้ตัวตรวจจับหรือตัวนับหยด เพื่อให้แน่ใจว่ามีการหยดซ้ำหรือมีหยดที่หายไปหรือไม่

7.5 แท่นรองรับชิ้นตัวอย่างทดสอบ

แผ่นรองทำด้วยแก้วแผ่นหนึ่งหรือหลายแผ่นที่มีความหนารวมไม่น้อยกว่า 4 มิลลิเมตร และมีขนาดที่เหมาะสมใช้เพื่อรองรับชิ้นตัวอย่างทดสอบในระหว่างการทดสอบ

หมายเหตุ 1 เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาการทำความสะอาดโต๊ะรองรับชิ้นตัวอย่าง แนะนำให้ใช้กระจกสไลด์สำหรับกล้องจุลทรรศน์ที่ใช้ครั้งเดียววางบนโต๊ะรองรับชิ้นตัวอย่างข้างใต้ชิ้นตัวอย่างทดสอบ

หมายเหตุ 2 พบว่าการใช้ตัวนำโลหะเปลวรอบขอบของแผ่นรองทำด้วยแก้ว เพื่อตรวจจับการสูญเสียอิเล็กโทรไลต์เป็นประโยชน์

7.6 การติดตั้งชุดประกอบอิเล็กโทรด

ชิ้นตัวอย่าง และอิเล็กโทรดที่อยู่ชิด ต้องติดตั้งในที่ว่างกันลมในเปลือกหุ้ม

หมายเหตุ เพื่อป้องกันตู้ให้ปราศจากไอฟุ้งกระจายอย่างสมเหตุสมผล สำหรับวัสดุบางชนิดอาจจำเป็นต้องมีการไหลของอากาศจำนวนเล็กน้อย ผ่านพื้นผิวของชิ้นตัวอย่างทดสอบและระหว่างอิเล็กโทรด พบว่าจะมีความเหมาะสมเมื่อลมมีความเร็ว 0.2 เมตรต่อวินาที ก่อนเริ่มทดสอบและตลอดการทดสอบ ความเร็วลมในพื้นที่อื่นของเปลือกหุ้มอาจสูงกว่านี้เล็กน้อย เพื่อช่วยในการระบายไอฟุ้งกระจายที่เกิดขึ้น อาจวัดความเร็วลมด้วยแอนิโมมิเตอร์ลวดร้อนที่มีมาตราส่วนเหมาะสม

ต้องจัดให้มีระบบการระบายไอฟุ้งกระจายที่เหมาะสม เพื่อระบายไอฟุ้งกระจายได้อย่างปลอดภัย หลังการทดสอบ

8. วิธีดำเนินการทดสอบพื้นฐาน

8.1 ทั่วไป

ในกรณีที่วัสดุค่อนข้างมีสมบัติไม่เหมือนกันทุกทิศทาง (anisotropic) การทดสอบต้องทำในทิศทางของการใช้งานและทิศทางที่ตั้งฉากกัน หากมิได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น ต้องนำผลการทดสอบจากทิศทางที่ให้ค่าต่ำกว่ามาใช้

ต้องทดสอบที่อุณหภูมิโดยรอบ 23 องศาเซลเซียส ± 5 เคลวิน

หากมิได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น ต้องทดสอบกับชิ้นตัวอย่างทดสอบที่ไม่มีการปนเปื้อน

ผลการทดสอบที่เกิดรูถือว่ามีผลใช้ได้ โดยไม่ต้องคำนึงถึงความหนาของชิ้นตัวอย่างทดสอบ แต่ต้องรายงานรูปร่างของรูพร้อมทั้งความลึกของรู (ความหนาของชิ้นตัวอย่างทดสอบหรือชั้นที่ซ้อนกัน)

8.2 การเตรียม

หลังการทดสอบแต่ละการทดสอบ ให้ทำความสะอาดอิเล็กโทรดด้วยตัวทำละลายที่เหมาะสม และล้างด้วยน้ำลดไอออน ถ้าจำเป็น ให้ทำรูปร่างของอิเล็กโทรดให้เหมือนเดิมและล้างด้วยน้ำอีกครั้ง ก่อนทดสอบครั้งต่อไป

ก่อนเริ่มการทดสอบต้องแน่ใจว่า อุณหภูมิของอิเล็กโทรดนั้นต่ำพอที่จะไม่ทำให้เกิดผลกระทบต่อสมบัติของชิ้นตัวอย่าง โดยการระบายความร้อนอิเล็กโทรด (ถ้าจำเป็น)

ต้องแน่ใจว่าสารละลายไม่มีการปนเปื้อนที่สังเกตเห็นได้ และแน่ใจว่าสารละลายที่ใช้เป็นไปตามคุณลักษณะที่ต้องการด้านสภาพนำไฟฟ้าด้วยการทดสอบอย่างสม่ำเสมอ หรือการวัดก่อนทดสอบโดยทันที

หมายเหตุ 1 สิ่งที่เหลือตกค้างอยู่บนอุปกรณ์หยดจากการทดสอบครั้งก่อนอาจปนเปื้อนสารละลาย และการระเหยจะทำให้ความเข้มข้นของสารละลายเพิ่มขึ้น ซึ่งทั้งสองกรณีดังกล่าวอาจทำให้เกิดผลต่ำกว่าค่าจริง ในกรณีดังกล่าวแนะนำว่าอาจทำความสะอาดภายนอกของอุปกรณ์หยดด้วยวิธีทางกล และ/หรือ ด้วยตัวทำละลาย และชำระล้าง

ภายในให้ทั่วด้วยสารละลายที่เป็นไปตามที่กำหนดก่อนทดสอบแต่ละครั้ง การชำระล้างให้ทั่วด้วยสารละลาย 10 หยด ถึง 20 หยด โดยประมาณ ขึ้นอยู่กับเวลารอระหว่างทดสอบ จะเป็นการขจัดของเหลวที่ไม่เป็นไปตามที่กำหนดออกไปตามปกติ

ในกรณีที่มีข้อโต้แย้ง วิธีดำเนินการทำความสะอาดที่ใช้สำหรับอิเล็กโทรดและหลอดหยดต้องตกลงกันระหว่างผู้ซื้อและผู้ส่งมอบ

วางชิ้นตัวอย่างทดสอบ ให้พื้นผิวทดสอบอยู่บนสุดและอยู่ในแนวนอนบนโต๊ะรองรับชิ้นตัวอย่าง ปรับแต่งความสูงสัมพัทธ์ของชิ้นตัวอย่างทดสอบและชุดประกอบติดตั้งอิเล็กโทรด ในลักษณะที่การลดระดับของอิเล็กโทรดลงสู่ชิ้นตัวอย่างมีการหันเหทิศทางอิเล็กโทรดที่ถูกต้องโดยมีระยะห่าง (4.0 ± 0.1) มิลลิเมตร ต้องแน่ใจว่าขอบรูปสิ่วสัมผัสกับพื้นผิวของชิ้นตัวอย่างด้วยแรงที่ต้องการและเต็มความกว้างของขอบ

หมายเหตุ 2 อาจเป็นประโยชน์ที่จะวางไฟฟ้าส่องสว่างไว้หลังอิเล็กโทรดเมื่อตรวจพินิจ

ปรับตั้งแรงดันไฟฟ้าทดสอบไว้ที่ค่าที่ต้องการ ซึ่งต้องเป็นตัวคูณจำนวนเต็มของ 25 โวลต์ และปรับแต่งพารามิเตอร์ของวงจร ในลักษณะที่กระแสไฟฟ้าลัดวงจรอยู่ภายในเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้

8.3 วิธีดำเนินการการทดสอบ

เริ่มระบบการหยดในลักษณะที่หยดสารละลายหยดลงบนพื้นผิวทดสอบ และทดสอบต่อไปจนกระทั่งเกิดอย่างใดอย่างหนึ่งต่อไปนี้

ก) อุปกรณ์กระแสเกินทำงาน

ข) เกิดเปลวไฟที่ลุกไหม้ต่อไป

ค) หยดที่ 50 (หรือหยดที่ 100) หยดลงไปโดยไม่เกิดเหตุการณ์ตามข้อ ก) หรือข้อ ข) หลังจากเวลาผ่านไปอย่างน้อย 25 วินาที

หมายเหตุ ถ้าไม่มีข้อกำหนดเกี่ยวกับการหาการกร่อน อาจทำการทดสอบ 100 หยดต่อจากการทดสอบ 50 หยด

หลังจากสิ้นสุดการทดสอบ ให้ระบายไอฟุ้งกระจายที่เป็นพิษในตู้ และนำชิ้นตัวอย่างทดสอบออก

9. การหาการกร่อน

ในกรณีที่ต้องการ ชิ้นตัวอย่างซึ่งผ่านเกณฑ์การทดสอบที่จุด 50 หยด ต้องทำความสะอาดเพื่อเอาเศษหรือผลิตภัณฑ์ที่เสื่อมสภาพซึ่งหลุดกระจัดกระจายใดๆ ออกไป แล้ววางบนแท่นของเกจวัดความลึก ความลึกสูงสุดของการกร่อนของแต่ละชิ้นตัวอย่างต้องวัดเป็นมิลลิเมตร ให้มีความแม่นถึง 0.1 มิลลิเมตร โดยใช้โพรบเส้นผ่านศูนย์กลางระบุ 1.0 มิลลิเมตร ที่มีปลายรูปครึ่งทรงกลม ผลลัพธ์คือค่าสูงสุดของค่าที่วัดได้ 5 ครั้ง

ความลึกการกร่อนที่น้อยกว่า 1.0 มิลลิเมตร ให้รายงานเป็น < 1 มิลลิเมตร

ในกรณีที่ทดสอบตามข้อ 10. เมื่อต้องการหาการกร่อน ต้องวัดจากชิ้นตัวอย่างซึ่งทนคาบทดสอบ 50 หยด ที่แรงดันไฟฟ้าที่ระบุ

ในกรณีที่ทดสอบตามข้อ 11. เมื่อต้องการหาการกร่อน ต้องวัดจากชิ้นตัวอย่าง 5 ชิ้น ซึ่งถูกทดสอบที่แรงดันไฟฟ้าสูงสุดกรณีทดสอบ 50 หยด

10. การหาดัชนีการเกิดรอยเชิงความทน (PTI)

10.1 วิธีดำเนินการ

ในกรณีที่มาตรฐานสำหรับวัสดุหรือสำหรับข้อกำหนดคุณลักษณะบริภัณฑ์ไฟฟ้า หรือมาตรฐานอื่น ต้องการทดสอบเชิงความทนเท่านั้น ต้องทำการทดสอบ 50 หยดตามข้อ 8. แต่ที่แรงดันไฟฟ้าค่าเดียวที่ระบุไว้ จำนวนชิ้นตัวอย่างที่ต้องการต้องทนคาบทดสอบจนถึงอย่างน้อย 25 วินาที หลังจากหยดที่ 50 หยดลงมาแล้ว ไม่เกิดความล้มเหลวเนื่องจากการเกิดรอย และไม่เกิดเปลวไฟที่ลุกไหม้ต่อไป

การทำงานของอุปกรณ์กระแสเกินเนื่องจากอาร์กในอากาศ ไม่ถือเป็นความล้มเหลวเนื่องจากการเกิดรอย

หมายเหตุ จำนวนชิ้นตัวอย่างที่แนะนำคือ 5 ชิ้น

แรงดันไฟฟ้าเชิงความทนต้องเป็นตัวคูณจำนวนเต็มของ 25 โวลต์

10.2 รายงาน

รายงานต้องรวมถึงข้อมูลต่อไปนี้

1. การชี้บ่งวัสดุที่ทดสอบ และรายละเอียดของการปรับภาวะใดๆ
2. ความหนาของชิ้นตัวอย่าง และจำนวนชั้นของวัสดุเพื่อให้ได้ความหนานี้
3. ลักษณะของพื้นผิวชิ้นตัวอย่างทดสอบที่ไม่ได้ทดสอบบนพื้นผิวเดิม
   - 3.1 รายละเอียดของกระบวนการทำความสะอาด
   - 3.2 รายละเอียดของกระบวนการเตรียมตัวอย่างด้วยเครื่องมือกล ตัวอย่างเช่น การเจีย
   - 3.3 รายละเอียดของสิ่งเคลือบบนพื้นผิวที่ทดสอบ
4. สถานะของพื้นผิวก่อนการทดสอบที่เกี่ยวข้องกับสิ่งบกพร่องของพื้นผิว ตัวอย่างเช่น รอยขีด ตำหนิ สิ่งเจือปน ฯลฯ
5. วิธีดำเนินการทำความสะอาดอิเล็กโทรดและอุปกรณ์หยด
6. เมื่อการวัดไม่ได้ทำในพื้นที่กันลม ให้รายงานอัตราการไหลอากาศโดยประมาณ

7. การหันเหทิศทางของอิเล็กโทรดในทางที่สัมพันธ์กับลักษณะเฉพาะของวัสดุที่ทราบ
8. รายงานเกี่ยวกับผลของการทดสอบดัชนีการเกิดรอยเชิงความทน เมื่อไม่มีข้อกำหนดเกี่ยวกับการหาระดับการกร่อน ดังต่อไปนี้

    ผ่าน หรือ ไม่ผ่าน ที่แรงดันไฟฟ้าที่ระบุ พร้อมด้วยการระบุแบบของสารละลาย ถ้าเป็น แบบ B

    ตัวอย่าง ‘ ผ่าน PTI 175 ’ หรือ ‘ ไม่ผ่าน PTI 175 M ’

    ในกรณีที่มีข้อกำหนดด้านการกร่อน ต้องรายงานผลดังต่อไปนี้

    ผ่าน หรือ ไม่ผ่าน ที่แรงดันไฟฟ้าที่ระบุ พร้อมด้วยการระบุแบบของสารละลาย ถ้าเป็น แบบ B และความลึกสูงสุดของการกร่อน

    ตัวอย่าง ‘ ไม่ผ่าน PTI 250 – 3 ’ หรือ ‘ ผ่าน PTI 250 M – 3 ’

    ในกรณีที่ไม่สามารถรายงานการกร่อนได้เนื่องจากชิ้นตัวอย่างติดไฟ ต้องรายงานไว้ด้วย

    เมื่อเกิดรูบนชิ้นตัวอย่าง ต้องรายงานรูปร่างของรูพร้อมทั้งระบุความลึกของรู (ความหนาของชิ้นตัวอย่าง)

    เมื่อการทดสอบไม่มีผลใช้ได้เนื่องจากอาร์กในอากาศ ต้องรายงานไว้ด้วย

11. การหาดัชนีการเกิดรอยเชิงเปรียบเทียบ (CTI)

11.1 ทั่วไป

การหาดัชนีการเกิดรอยเชิงเปรียบเทียบต้องการให้มีการหาแรงดันไฟฟ้าสูงสุดซึ่งชิ้นตัวอย่าง 5 ชิ้น ทนคาบทดสอบ 50 หยด โดยไม่เกิดความล้มเหลว และชิ้นตัวอย่างทนคาบทดสอบ 100 หยด ที่แรงดันไฟฟ้าต่ำกว่าแรงดันไฟฟ้าสูงสุดกรณีทดสอบ 50 หยด อยู่ 25 โวลต์ ได้หรือไม่ ถ้าไม่ได้ ต้องหาแรงดันไฟฟ้าที่ทนได้สูงสุดกรณีทดสอบ 100 หยด

หมายเหตุ 1 มาตรฐาน IEC 60112 ฉบับเดิมระบุให้ต้องทำการหาแรงดันไฟฟ้าที่ทนได้สูงสุดกรณีทดสอบ 50 หยด ก่อนการหาแรงดันไฟฟ้าที่ทนได้สูงสุดกรณีทดสอบ 100 หยด

หมายเหตุ 2 เป็นที่ยอมรับว่าค่าบริการทดสอบอาจลดลงได้โดยเริ่มต้นด้วยการหาแรงดันไฟฟ้าที่ทนได้สูงสุดกรณีทดสอบ 100 หยด และมาตรฐานนี้แนะนำให้ทำตามวิธีดำเนินการนี้

11.2 การหาค่าที่จุด 100 หยด

ใช้วิธีดำเนินการพื้นฐานตามที่อธิบายในข้อ 8. โดยปรับตั้งแรงดันไฟฟ้าไว้ที่ระดับที่ต้องการ และทดสอบจนครบเวลาอย่างน้อย 25 วินาที หลังจากหยดที่ 100 หยดลงมาแล้ว หรือจนกระทั่งเกิดความล้มเหลวก่อน

ถ้าไม่ทราบพฤติกรรมของวัสดุ แนะนำให้แรงดันไฟฟ้าเริ่มต้นเป็น 350 โวลต์

ถ้าอุปกรณ์กระแสเกินทำงานเนื่องจากการเกิดอาร์กในอากาศเหนือชิ้นตัวอย่างทดสอบ ถือว่าการทดสอบไม่มีผลใช้ได้ ให้ทำวิธีดำเนินการทดสอบซ้ำที่แรงดันไฟฟ้าเดียวกันโดยใช้ชิ้นตัวอย่างทดสอบใหม่หรือตำแหน่งใหม่หลังทำความสะอาดเครื่องทดสอบ และตามด้วยวิธีดำเนินการในข้อ 8. ถ้าเหตุการณ์เดิมเกิดขึ้น ให้ทดสอบซ้ำที่แรงดันไฟฟ้าต่ำลงแบบก้าวหน้า จนกระทั่งเกิดความล้มเหลวที่มีผลใช้ได้ (valid failure) หรือผ่านเกณฑ์ ให้รายงานรายละเอียดของการทดสอบ (ดูข้อ 11.4)

หมายเหตุ 1 อาจเป็นไปไม่ได้ที่จะหา CTI ของวัสดุบางอย่าง เนื่องจากไม่สามารถได้มาซึ่งความล้มเหลวที่มีผลใช้ได้ พฤติกรรมลักษณะเฉพาะของวัสดุเปลี่ยนโดยตรงจากการทนคาบการทดสอบที่แรงดันไฟฟ้าหนึ่ง ไปยังการเกิดอาร์กในอากาศที่แรงดันไฟฟ้าทดสอบสูงสุดขั้นต่อไป

ถ้าอุปกรณ์กระแสเกินทำงานเนื่องจากผ่านกระแสไฟฟ้ามากเกินควร ข้ามพื้นผิวของชิ้นตัวอย่างทดสอบ หรือถ้าเกิดเปลวไฟที่ลุกไหม้ต่อไป ถือว่าชิ้นตัวอย่างไม่ผ่านเกณฑ์การทดสอบที่แรงดันไฟฟ้านั้น ให้ทดสอบซ้ำกับตำแหน่งใหม่หรือชิ้นตัวอย่างใหม่ โดยใช้แรงดันไฟฟ้าทดสอบต่ำกว่า หลังทำความสะอาดเครื่องทดสอบ ฯลฯ ตามที่อธิบายในข้อ 8.

ถ้าไม่เกิดเหตุการณ์ข้างต้นขึ้น และครบเวลาอย่างน้อย 25 วินาที หลังหยดที่ 100 หยดลงมาโดยอุปกรณ์กระแสเกินไม่ทำงาน ถือว่าการทดสอบมีผลใช้ได้ และชิ้นตัวอย่างทดสอบผ่านเกณฑ์ ให้ทดสอบซ้ำกับตำแหน่งใหม่หรือชิ้นตัวอย่างใหม่ ที่แรงดันไฟฟ้าสูงขึ้นแบบก้าวหน้าจนถึงแรงดันไฟฟ้าสูงสุดที่ไม่เกิดความล้มเหลวในระหว่างคาบทดสอบจนถึงอย่างน้อย 25 วินาที หลังจากหยดที่ 100 หยดลงมาในการทดสอบ 5 ครั้งแรกที่แรงดันไฟฟ้านั้น ชิ้นตัวอย่าง 5 ชิ้น หรือ 5 ตำแหน่ง จากชิ้นวัสดุ 1 ชิ้น อาจใช้สำหรับการทดสอบหลังจากทำความสะอาดเครื่องทดสอบแล้ว และตามด้วยวิธีดำเนินการตามที่อธิบายในข้อ 8.

ถ้าเกิดรูบนชิ้นตัวอย่างทดสอบ ให้บันทึกผลการทดสอบทั้งรูปร่างของรูและความลึกของรู (ความหนาของชิ้นตัวอย่างทดสอบหรือชั้นที่ซ้อนกัน) แล้วทดสอบต่อตามที่อธิบายไว้ข้างต้น

หมายเหตุ 2 ในกรณีที่มีรูเกิดขึ้นในระหว่างการทดสอบ อาจทำการทดสอบต่อไปกับชิ้นตัวอย่างที่หนากว่า (ไม่เกิน 10 มิลลิเมตร) เพื่อให้ได้ข้อมูลเพิ่มเติมหลังทำความสะอาดเครื่องทดสอบ ฯลฯ ตามที่อธิบายในข้อ 8.

ในกรณีที่ไม่ทราบสมบัติของชิ้นตัวอย่างทดสอบ การเพิ่มแรงดันไฟฟ้าทดสอบที่มากกว่า 400 โวลต์ ต้องจำกัดแรงดันไฟฟ้าที่ 50 โวลต์ต่อการทดสอบแต่ละครั้ง

บันทึกแรงดันไฟฟ้าสูงสุดซึ่งชิ้นตัวอย่าง 5 ชิ้นทนคาบทดสอบ 100 หยด โดยไม่ล้มเหลว เป็นผลลัพธ์ของการทดสอบ 100 หยด

ต่อด้วยการหาแรงดันไฟฟ้าที่ทนได้สูงสุดกรณีทดสอบ 50 หยด

11.3 การหาแรงดันไฟฟ้าที่ทนได้สูงสุดกรณีทดสอบ 50 หยด

โดยการอนุมานจากข้อมูล 100 หยด ให้ทำวิธีดำเนินการทดสอบซ้ำที่แรงดันไฟฟ้าทดสอบที่เหมาะสม โดยใช้ตำแหน่งใหม่หรือชิ้นตัวอย่างใหม่ และหาว่าชิ้นตัวอย่างทนต่อการทดสอบเป็นคาบจนถึงอย่างน้อย 25 วินาที หลังหยดที่ 50 หยดลงมา หรือไม่

ถ้าอุปกรณ์กระแสเกินทำงานเนื่องจากการเกิดอาร์กในอากาศเหนือชิ้นตัวอย่างทดสอบ ถือว่าการทดสอบไม่มีผลใช้ได้ ให้ทำวิธีดำเนินการทดสอบซ้ำที่แรงดันไฟฟ้าเดียวกันโดยใช้ ตำแหน่งใหม่หรือชิ้นตัวอย่างทดสอบใหม่ หลังทำความสะอาดเครื่องทดสอบ และตามด้วยวิธีดำเนินการตามที่อธิบายในข้อ 8. ถ้าเหตุการณ์เดิมเกิดขึ้น ให้ทดสอบซ้ำที่แรงดันไฟฟ้าต่ำลงแบบก้าวหน้า จนกระทั่งเกิดความล้มเหลวที่มีผลใช้ได้หรือผ่านเกณฑ์ ให้รายงานรายละเอียดของการทดสอบ (ดู 11.4)

หมายเหตุ 1 อาจเป็นไปไม่ได้ที่จะหา CTI ของวัสดุบางอย่าง เนื่องจากไม่สามารถได้มาซึ่งความล้มเหลวที่มีผลใช้ได้พฤติกรรมลักษณะเฉพาะของวัสดุเปลี่ยนโดยตรงจากการทนคาบการทดสอบที่แรงดันไฟฟ้าหนึ่งไปยังการเกิดอาร์กในอากาศที่แรงดันไฟฟ้าทดสอบสูงสุดขั้นต่อไป

ถ้าอุปกรณ์กระแสเกินทำงานเนื่องจากผ่านกระแสไฟฟ้ามากเกินควร ข้ามพื้นผิวของชิ้นตัวอย่างทดสอบ หรือถ้าเกิดเปลวไฟที่ลุกไหม้ต่อไป ชิ้นตัวอย่างไม่ผ่านเกณฑ์การทดสอบที่แรงดันไฟฟ้านั้น ให้ทดสอบซ้ำกับตำแหน่งใหม่หรือชิ้นตัวอย่างใหม่ โดยใช้แรงดันไฟฟ้าทดสอบต่ำกว่า หลังทำความสะอาดเครื่องทดสอบ ฯลฯ ตามที่อธิบายในข้อ 8.

ถ้าไม่เกิดเหตุการณ์ข้างต้นขึ้น และครบเวลาอย่างน้อย 25 วินาที หลังหยดที่ 50 หยดลงมาโดยอุปกรณ์กระแสเกินไม่ทำงาน ถือว่าการทดสอบมีผลใช้ได้ และชิ้นตัวอย่างทดสอบผ่านเกณฑ์

ถ้าไม่เกิดรูบนชิ้นตัวอย่างทดสอบในระหว่างการทดสอบ ให้ทดสอบซ้ำกับ ตำแหน่งใหม่หรือชิ้นตัวอย่างใหม่ ที่แรงดันไฟฟ้าสูงขึ้นแบบก้าวหน้าจนถึงแรงดันไฟฟ้าสูงสุดที่ไม่เกิดความล้มเหลวในระหว่างคาบทดสอบจนถึงอย่างน้อย 25 วินาที หลังจากหยดที่ 50 หยดลงมาในการทดสอบ 5 ครั้งแรกที่แรงดันไฟฟ้านั้น ชิ้นตัวอย่าง 5 ชิ้น หรือ 5 ตำแหน่ง จากชิ้นวัสดุ 1 ชิ้น อาจใช้สำหรับการทดสอบหลังจากทำความสะอาดเครื่องทดสอบแล้ว และตามด้วยวิธีดำเนินการตามที่อธิบายในข้อ 8.

ถ้าเกิดรูบนชิ้นตัวอย่างทดสอบ ให้บันทึกผลการทดสอบทั้งรูปร่างของรูและความลึกของรู (ความหนาของชิ้นตัวอย่างทดสอบหรือชั้นที่ซ้อนกัน) แล้วทดสอบต่อตามที่อธิบายไว้ข้างต้น

หมายเหตุ 2 ในกรณีที่มีรูเกิดขึ้นในระหว่างการทดสอบ อาจทำการทดสอบต่อไปกับชิ้นตัวอย่างที่หนากว่า (ไม่เกิน 10 มิลลิเมตร) เพื่อให้ได้ข้อมูลเพิ่มเติมหลังทำความสะอาดเครื่องทดสอบ ฯลฯ ตามที่อธิบายในข้อ 8.

ผลการทดสอบที่มีการเกิดรูถือว่ามีผลใช้ได้ โดยไม่ต้องคำนึงถึงความหนาของชิ้นตัวอย่างทดสอบ แต่ต้องรายงานรูปร่างของรูพร้อมทั้งความลึกของรู (ความหนาของชั้นที่ซ้อนกันของชิ้นตัวอย่างทดสอบ)

บันทึกแรงดันไฟฟ้าสูงสุดซึ่งชิ้นตัวอย่าง 5 ชิ้นทนคาบทดสอบ 50 หยด โดยไม่ล้มเหลว เป็นผลลัพธ์ของการทดสอบ 50 หยด

11.4 รายงาน

รายงานต้องรวมถึงข้อมูลต่อไปนี้

1. การชี้บ่งวัสดุที่ทดสอบ และรายละเอียดของการปรับภาวะใดๆ
2. ความหนาของชิ้นตัวอย่าง และจำนวนชั้นของวัสดุเพื่อให้ได้ความหนานี้
3. ลักษณะของพื้นผิวชิ้นตัวอย่างทดสอบที่ไม่ได้ทดสอบกับพื้นผิวเดิม

   3.1 รายละเอียดของกระบวนการทำความสะอาด

   3.2 รายละเอียดของกระบวนการเตรียมตัวอย่างด้วยเครื่องมือกล เช่น การเจีย

   3.3 รายละเอียดของสิ่งเคลือบบนพื้นผิวที่ทดสอบ

4. สถานะของพื้นผิวก่อนการทดสอบที่เกี่ยวข้องกับสิ่งบกพร่องของพื้นผิว ตัวอย่างเช่น รอยขีด ตำหนิ สิ่งเจือปน ฯลฯ
5. วิธีดำเนินการทำความสะอาดอิเล็กโทรดและอุปกรณ์หยด
6. เมื่อการวัดไม่ได้ทำในพื้นที่กันลม ให้รายงานอัตราการไหลอากาศโดยประมาณ
7. การหันเหทิศทางอิเล็กโทรดที่สัมพันธ์กับลักษณะเฉพาะของวัสดุที่ทราบ
8. รายงานเกี่ยวกับผลของการทดสอบดัชนีการเกิดรอยเชิงเปรียบเทียบ เมื่อไม่มีข้อกำหนดเกี่ยวกับการหาระดับการกร่อนดังต่อไปนี้

   - ค่าตัวเลข CTI ของแรงดันไฟฟ้าสูงสุดกรณีทดสอบ 50 หยดซึ่งได้จากการทดสอบ 5 ครั้งติดต่อกัน (ค่าตัวเลขของแรงดันไฟฟ้าสูงสุดกรณีทดสอบ 100 หยด ที่หาจากการทดสอบ 5 ครั้งติดต่อกัน ถ้าต่ำกว่าแรงดันไฟฟ้าสูงสุดกรณีทดสอบ 50 หยดเกิน 25 โวลต์) ตามด้วยตัวอักษร M ในกรณีที่ใช้สารละลาย B

     ตัวอย่าง ‘CTI 175’ ‘CTI 175 M’ หรือ ‘ CTI 400(350) M’

   เมื่อมีข้อกำหนดด้านการกร่อน ต้องรายงานผลดังต่อไปนี้

   - ค่าตัวเลข CTI ของแรงดันไฟฟ้าสูงสุดกรณีทดสอบ 50 หยดซึ่งได้จากการทดสอบ 5 ครั้งติดต่อกัน (ค่าตัวเลขของแรงดันไฟฟ้าสูงสุดกรณีทดสอบ 100 หยด ที่หาจากการทดสอบ 5 ครั้งติดต่อกัน ถ้าต่ำกว่าแรงดันไฟฟ้าสูงสุดกรณีทดสอบ 50 หยดเกิน 25 โวลต์) ตามด้วยตัวอักษร M ในกรณีที่ใช้สารละลาย B – ความลึกสูงสุดของการกร่อนเป็นมิลลิเมตร

ตัวอย่าง ‘CTI 275 – 1.2’ ‘CTI 375 M – 2.4’ หรือ ‘ CTI 400(350) M – 3.4’

ด้วยเหตุผลบางอย่าง (เช่น เปลวไฟลุกลาม) ถ้าไม่สามาถวัดการกร่อนได้ ต้องรายงานไว้ด้วย

เมื่อเกิดรูบนชิ้นตัวอย่าง ต้องรายงานรูปร่างพร้อมทั้งระบุความลึกของรู (ความหนาของชิ้นตัวอย่างหรือชั้นที่ซ้อนกัน)

เมื่อการทดสอบไม่มีผลใช้ได้เนื่องจากการอาร์กในอากาศ ต้องรายงานไว้ด้วย

ภาคผนวก ก.

(ข้อแนะนำ)

รายการที่คณะกรรมการวิชาการรายผลิตภัณฑ์ควรพิจารณา

นอกเหนือจากวิธีการตามที่ระบุในมาตรฐานนี้ คณะกรรมการวิชาการรายผลิตภัณฑ์อาจใช้วิธีทางเลือกอื่นในรายการดังต่อไปนี้

1. พื้นผิวของชิ้นตัวอย่างที่มีพื้นผิวหยาบอาจทำให้เรียบโดยการเตรียมตัวอย่างด้วยเครื่องมือกล ตัวอย่างเช่น การเจียหรือไม่ (ข้อ 5.)
2. สถานะพื้นผิวของชิ้นตัวอย่าง (ข้อ 6.2): ที่(ถูก)ทำความสะอาด หรืออย่างอื่น
3. ลักษณะตามธรรมชาติของกระบวนการทำความสะอาดใดๆ ที่ยอมให้ (ข้อ 6.2)
4. แบบชนิดของอิเล็กโทรไลต์ที่ใช้ (สารละลาย A หรือสารละลาย B, ข้อ 7.3)
5. จำเป็นต้องให้คำแนะนำพิเศษใดๆ เกี่ยวกับวิธีทำความสะอาดเครื่องทดสอบในระหว่างการทดสอบหรือไม่ (ข้อ 8.)
6. เมื่อวัสดุมีสมบัติไม่เหมือนกันทุกทิศทาง ให้รายงานผลจากทิศทางที่โดยทั่วไปให้ค่าต่ำกว่า หากมิได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น
7. จำนวนชิ้นตัวอย่างที่ใช้ทดสอบความทน: โดยทั่วไป 5 ชิ้น แต่อาจนิยมใช้จำนวนที่แตกต่าง (ข้อ 10.2)
8. แรงดันไฟฟ้าทดสอบความทนที่ต้องการ (ข้อ 10.2)
9. การทดสอบความทนควรรวมถึงข้อกำหนดที่เกี่ยวกับแรงดันไฟฟ้าทดสอบต่ำสุดที่ 100 หยด หรือไม่
10. ต้องการหาความลึกการกร่อนหรือไม่ และถ้าต้องการ ให้ระบุขีดจำกัด (ข้อ 9.)
11. ถ้าเกณฑ์การยอมรับให้เกิดเปลวไฟไม่เหมาะสมสำหรับการนำไปประยุกต์ใช้ตามที่คิดไว้ เพราะเป็นความต้องการเฉพาะหรือไม่ ในกรณีนี้ วิธีทดสอบอื่นควรได้รับการพัฒนาหรือนำมาใช้

ภาคผนวก ข.

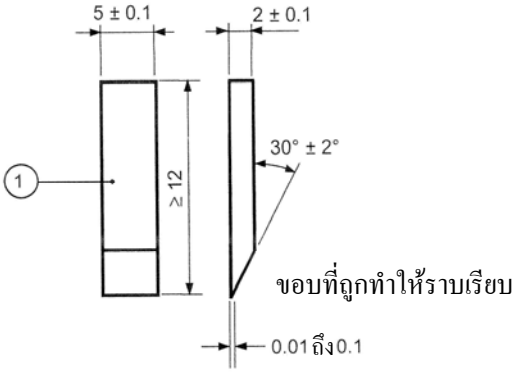
(ข้อแนะนำ)

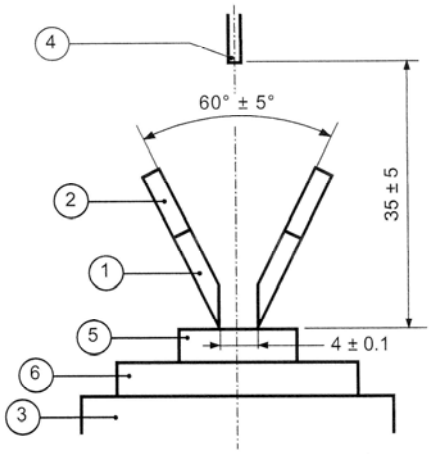
การเลือกวัสดุอิเล็กโทรด

ข.1 อิเล็กโทรดแพลทินัมถูกเลือกสำหรับการหาดัชนีการเกิดรอยเชิงเปรียบเทียบและเชิงความทน เพราะว่าแพลทินัมเป็นวัสดุเฉื่อยที่สุดที่หาได้โดยทั่วไป และมีปฏิกิริยาน้อยมากกับอิเล็กโทรไลต์และวัสดุฉนวนที่ใช้ โดยยอมให้ลักษณะเฉพาะของวัสดุฉนวนที่ทดสอบกลายเป็นปัจจัยการพิจารณาหลักเพื่อหาดัชนีการเกิดรอย

ข.2 เพื่อจำลองฮาร์ดแวร์และระบบฉนวนที่ใช้ในอุปกรณ์ไฟฟ้าและเพื่อลดต้นทุนของอิเล็กโทรด บางครั้งจึงใช้วัสดุ เช่น ทองแดง ทองเหลือง เหล็กกล้าไร้สนิม ทอง และเงิน แทนแพลทินัม เพื่อประเมินลักษณะเฉพาะของการเกิดรอยของการใช้โลหะอิเล็กโทรดกับวัสดุฉนวนร่วมกัน วัสดุอิเล็กโทรดเหล่านี้มีปฏิกิริยาหลายระดับทั้งกับอิเล็กโทรไลต์ที่ใช้และวัสดุฉนวน จึงมีอิทธิพลต่อผลการทดสอบ ผลการทดสอบที่ใช้วัสดุอื่นแทนอิเล็กโทรดแพลทินัมไม่มีคุณภาพใช้ได้ทั้งดัชนีการเกิดรอยเชิงเปรียบเทียบหรือเชิงความทน

มิติเป็นมิลลิเมตร



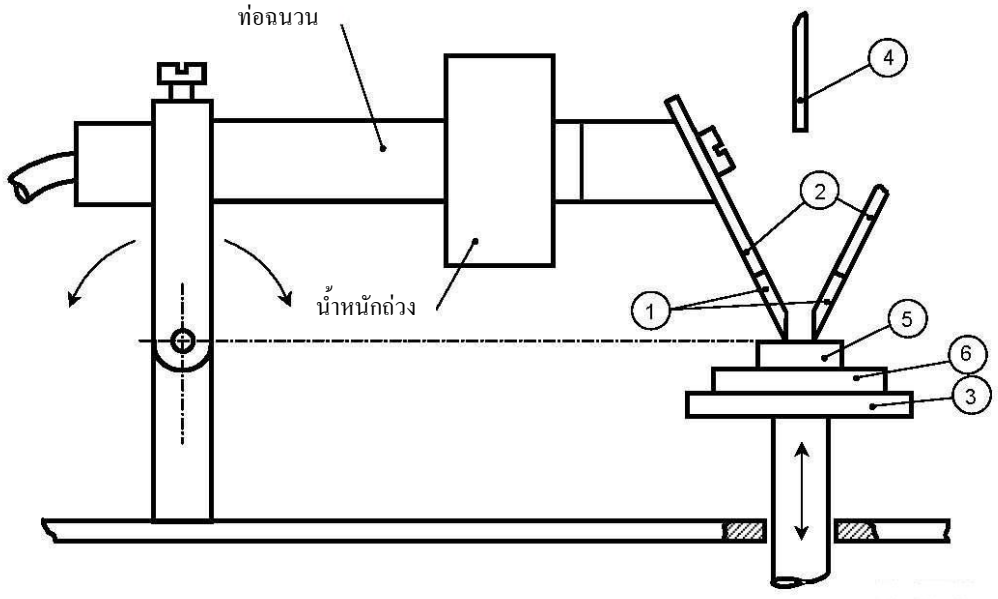


คำอธิบาย

1. อิเล็กโทรดแพลทินัม 2. ส่วนต่อเพิ่มที่เป็นทองเหลือง (ทางเลือก)
3. โต๊ะ 4. ปลายของอุปกรณ์หยด
5. ชิ้นตัวอย่าง 6. ที่รองรับชิ้นตัวอย่างทำด้วยแก้ว

รูปที่ 1 อิเล็กโทรด

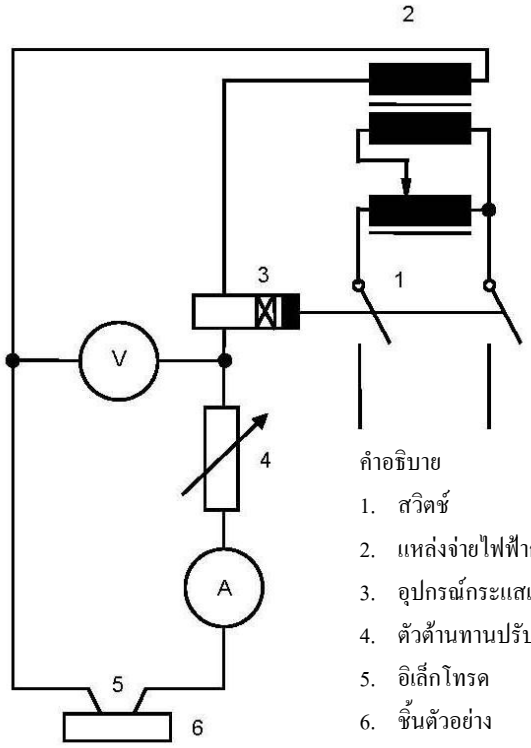
รูปที่ 2 การจัดอิเล็กโทรดและชิ้นตัวอย่าง



คำอธิบาย

1. อิเล็กโทรดแพลทินัม 2. ส่วนต่อเพิ่มที่เป็นทองเหลือง (ทางเลือก)
3. โต๊ะ 4. ปลายของอุปกรณ์หยด
5. ชิ้นตัวอย่าง 6. ที่รองรับชิ้นตัวอย่างทำด้วยแก้ว

รูปที่ 3 ตัวอย่างของการติดตั้งอิเล็กโทรดและที่รองรับชิ้นตัวอย่างโดยทั่วไป



คำอธิบาย

1. สวิตช์
2. แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ 100 โวลต์ ถึง 600 โวลต์
3. อุปกรณ์กระแสเกินหน่วงเวลา
4. ตัวต้านทานปรับค่าได้
5. อิเล็กโทรด
6. ชิ้นตัวอย่าง

รูปที่ 4 ตัวอย่างของวงจรทดสอบ