รายการอ้างอิง

1. คณาจารย์ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงณ์มหาวิทยาลัย 2537 ความน่าจะเป็นและสถิติ พิมพ์ครั้งที่ 8 ห้างหุ้นส่วนจำกัดพิทักษ์การพิมพ์ ประเทศไทย
2. ปรีชา พหลเทพ 2533 โพลีเมอร์ สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง
3. มาตรฐานอุตสาหกรรม พ.ศ. 2531, "ราชกิจานุเบกษา เล่ม 106 ตอนที่ 14 (26 มกราคม 2532)"
4. Andrew Holmes-Siedle and Len Adams 1993 Handbook of Radiation Effects Oxford University Press New York
5. Billmeyer,F.W. 1984 Textbook of polymer scince. 3 rd. New York : A Wiley Interrscience Pubblication,
6. J.Kern Sears and Joseph R. Darby 1982"The Technology of Plasticizers" A Wiley-Interscience Publication New York
7. Joseph Silvermen "Trends in Radiation Processing" Pergamon Press New York
8. Leonard I. Nass 1992"Encyclopedia of PVC" 2 nd. Marcel Dekker, Inc. New York
9. Michael L. Berins 1991 " SPI Plastics Engineering Handbook" 5 th. New York Van Nostrand Reinhold New York
10. R.J. Crawford 1987 "Plastics Engineering 2 nd.Pergamon Press New York
11. Tibor Kelen 1983 Polymer Degradation Van Nostrand Reinhold Company Inc.
12. W. V. Titow "PVC Technology"1984 4 th Elsevier Applied Science Publishers London and New York

ภาคผนวก

ภาคผนวก

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมสายไฟฟ้าทองแดงหุ้มด้วยโพลิไวนิลคลอไรด์ มอก.11-2531

คุณลักษณะที่ต้องการ

ฉนวนและเปลือก

ความต้านแรงดึงและความยืดก่อนเร่งอายุใช้งาน

ความต้านแรงดึงและความยืดภายหลังเร่งอายุใช้งาน

การสูญเสียมวล

ความต้านแรงดึงและความยืดก่อนเร่งอายุใช้งาน

ค่ามัธยฐานของความต้านแรงดึง ต้องไม่น้อยกว่า 12.5 เมกะพาสคัลสำหรับสายไฟฟ้า และไม่น้อยกว่า 10.0 เมกะพาสคัลสำหรับสายอ่อน

ค่ามัธยฐานของความยืด ต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 125 สำหรับสายไฟฟ้า และไม่น้อยกว่าร้อยละ 150

ความต้านแรงดึงและความยืดภายหลังเร่งอายุใช้งาน

ค่ามัธยฐานของความต้านแรงดึง ต้องไม่น้อยกว่า 12.5 เมกะพาสคัลสำหรับสายไฟฟ้า และไม่น้อยกว่า 10.0 เมกะพาสคัลสำหรับสายอ่อน

ความแตกต่างระหว่างค่ามัธยฐานภายหลังเร่งอายุใช้งานกับค่ามัธยฐานก่อนเร่งอายุใช้งานต้องไม่เกินร้อยละ 20 ของค่ามัธยฐานก่อนเร่งอายุใช้งาน การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 10.4.2 และข้อ 10.5.2 ตามลำดับ

การสูญเสียมวล

เมื่อทดสอบฉนวนตามข้อ 10.4.3 และเปลือกตามข้อ 10.5.3 แล้ว การสูญเสียของมวลต้องไม่เกิน 2.0 มิลลิกรัมต่อตารางเซนติเมตร

การทดสอบ

ฉนวน

ความต้านแรงดึงและความยืดก่อนเร่งอายุใช้งาน

เครื่องมือ

1.กล้องจุลทรรศน์ หรือเครื่องวัดที่เทียบเท่าที่มีแรงกดสัมผัสไม่เกิน 7 นิวตันต่อตารางเซนติเมตร

2.เครื่องทดสอบแรงดึงที่มีอัตราการดึง 250±50 มิลลิเมตรต่อนาที

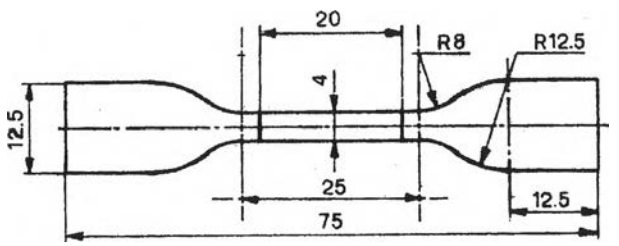
การเตรียมชิ้นทดสอบ

ใช้ตัวอย่างทุกแกน แต่ละแกนตัดเป็นชิ้นทดสอบ 5 ชิ้นมีรูปร่างตามที่กำหนดในข้อ 1 หรือข้อ 2 อีก 5ชิ้น สำหรับการทดสอยภายหลังเร่งอายุใช้งาน โดยตัดจากบริเวณที่อยู่ติดกัน การทดสอบความต้านแรงดึงก่อนเร่งอายุใช้งานและภายหลังเร่งอายุใช้งานให้หาอย่างต่อเนื่องกันทันที ถ้าเป็นสายแบนคู่ไม่ต้องแยกแกนออกจากกัน หากตัวอย่างชำรุดซึ่งเกิดจากความเสียหายทางกลไม่ให้ทำเป็นชิ้นทดสอบ

ชิ้นทดสอบรูปดัมบ์เบลล์

ผ่าฉนวนตามแนวแกนและเปิดเอาตัวนำออก ตัดตัวอย่างแต่ละชิ้นให้มีขนาดพอเพียงสำหรับทดสอบและทำเครื่องหมายที่ชิ้นตัวอย่างและตัวอย่างทดสอบให้สัมพันธ์กัน เพื่อให้ทราบว่าตัดชิ้นทดสอบมาจากตัวอย่างและตำแหน่งใด และมีความสัมพันธ์กันอย่างไร ขัดหรือตัดชิ้นทดสอบจนผิวทั้ง 2 ด้านขนานกันในช่วงความยาวพิกัด ในขณะขัดแต่งต้องระวังมิให้อุณหภูมิสูงเกิดขึ้นเกินควร ภายหลังการตัดหรือขัด ความหนาของชิ้นตัวอย่างต้องไม่น้อยกว่า 0.8 มิลลิเมตร และไม่มากกว่า 2.0 มิลลิเมตร นำชิ้นตัวอย่างแต่ละชิ้นที่เตรียมไว้มาตัด

เป็นชิ้นทดสอบรูปดัมบ์เบลล์ดังแสดงในรูปที่ 2 หรือถ้าเป็นไปได้ให้ตัดชิ้นทดสอบด้านยาวเคียงข้างกัน



หน่วยเป็นมิลลิเมตร

รูปที่ 2 ชิ้นทดสอบรูปดัมบ์เบลล์

(ข้อ 10.4.1.2 ข้อ 10.4.1.5 และข้อ 10.4.3.3)

ทำขีดหมาย 2 แห่งห่างกัน 20 มิลลิเมตร เป็นความยาวพิกัด ตรงกลางของชิ้นทดสอบสำหรับชิ้นทดสอบตามรูปที่ 2 และห่างกัน 10 มิลลิเมตรสำหรับชิ้นทดสอบรูปที่ 3

การหาพื้นที่หน้าตัดของชิ้นทดสอบ

พื้นที่หน้าตัดของชิ้นทดสอบรูปดัมบ์เบลล์ คำนวณจากความกว้างและความหนาต่ำสุดซึ่งได้จากการวัดชิ้นทดสอบ 3 ครั้ง ระหว่างเครื่องหมาย ถ้ามีข้อสงสัยในเรื่องความสม่ำเสมอความกว้างให้วัดความกว้างที่ผิวของชิ้นทดสอบทั้งสองด้าน 3 ตำแหน่งที่เดียวกับการวัดความหนา แล้วหาค่าเฉลี่ยของการวัดทั้ง 2 ด้าน นั้น เป็นความกว้างของแต่ละตำแหน่ง ค่าที่น้อยที่สุดของพื้นที่หน้าตัด 3 ค่าที่หาได้ ให้นำไปคำนวณหาความต้านแรงดึง ในการวัดความหนาและความกว้าง ให้คิดทศนิยม 2 ตำแหน่ง เป็นมิลลิเมตร

การปรับสภาวะของชิ้นทดสอบ

ก่อนทดสอบความต้านแรงดึง ให้เก็บชิ้นทดสอบทั้งหมดไว้ที่อุณหภูมิ 23 $\pm$ 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลาอย่างน้อย 3 ชั่วโมง

วิธีทดสอบ

อุณหภูมิทดสอบ

ให้ทดสอบที่อุณหภูมิห้อง โดยทดสอบให้เสร็จภายใน 5 นาที นับจากนำชิ้นทดสอบออกจากการปรับภาวะตามข้อ 10.4.1.4 ในกรณีที่มีข้อสงสัยให้ทดสอบซ้ำที่อุณหภูมิ 23± 2 องศาเซลเซียส

ระยะระหว่างปากจับ

ให้เป็นดังนี้

50 มิลลิเมตร สำหรับชิ้นทดสอบรูปดัมบ์เบลล์ ตามรูปที่ 2

การวัด

บันทึกค่าแรงดึง และระยะระหว่างขีดเครื่องหมายทั้ง 2 ในขณะที่ฉนวนขาด ผลที่ไม่เป็นไปตามเกณฑ์เนื่องจากชิ้นทดสอบขาดนอกความยาวพิกัด ไม่ต้องนำมาพิจารณา ในกรณีนี้หากมีผลที่เป็นไปตามเกณฑ์อย่างน้อย 4 ค่า ให้นำมาคำนวณความต้านแรงดึงและความยืด แต่ถ้ามีผลที่เป็นไปตามเกณฑ์น้อยกว่า 4 ค่า ต้องทดสอบซ้ำ

การรายงานผล

ให้รายงานผลเป็นค่ามัธยฐาน โดยคำนวณความต้านแรงดึง และความยืด ดังนี้

1 ความต้านแรงดึง เมกะพาสคัล

$$= \frac{\text{ค่าของแรงวัดได้ที่จุดขาดเป็นนิวตัน}}{\text{พื้นที่หน้าตัดของชิ้นงานทดสอบเป็นตารางมิลลิเมตร}}$$

2.ความยืด ร้อยละ

$$= \frac{\text{ความยาวพิกัดขณะที่ขาด} - \text{ความยาวพิกัดเดิม}}{\text{ความยาวพิกัดเดิม}} * 100$$

ความต้านแรงดึงและความยืดภายหลังเร่งอายุใช้งาน

เครื่องมือ

ตู้อบความร้อนที่มีอากาศหมุนเวียนตามธรรมชาติ หรือโดยการขับทั้งนี้อากาศต้องไหลผ่านทั่วพื้นผิวชิ้นทดสอบและไหลออกใกล้ส่วนบนของตู้อบ อากาศในตู้อบต้องถ่ายเทชั่วโมงละไม่น้อยกว่า 8 เท่า และไม่เกิน 20 เท่าของปริมาตรตู้อบ ที่อุณหภูมิ 80±2 องศาเซลเซียส ห้ามใช้ใบพัดในตู้อบ

การเตรียมชิ้นทดสอบ

ชิ้นสอบรูปดัมบ์เบลล์ หรือชิ้นทดสอบรูปท่อ ให้ปฏิบัติตามข้อ 10.4.1.2

การหาพื้นที่หน้าตัดของชิ้นทดสอบ

ให้ปฏิบัติตามข้อ 10.4.1.3

การปรับสภาวะของชิ้นทดสอบ

ให้ปฏิบัติตามข้อ 10.4.1.4

วิธีทดสอบ

ชิ้นทดสอบรูปดัมบ์เบลล์หรือชิ้นทดสอบรูปท่อ

แขวนชิ้นทดสอบในแนวดิ่ง ให้อยู่บริเวณกลางตู้อบแต่ละชิ้นห่างกันอย่างน้อย 20 มิลลิเมตร เป็นเวลา 7 วัน(168 ชั่วโมง) เมื่อครบตามเวลาที่กำหนด นำชิ้นทดสอบออกจากตู้อบทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องไม่ให้ถูกแสงอาทิตย์โดยตรง เป็นเวลาอย่างน้อย 16 ชั่วโมง และนำไปทดสอบความต้านแรงดึงและความยืดตามวิธีที่กำหนด 10.4.1.5

การรายงานผล

ให้ปฏิบัติตามข้อ 10.4.1.6

การสูญเสียมวล

เครื่องมือ

1 ตู้อบความร้อน เช่นเดียวกันที่กำหนดในข้อ 10.4.2.1

2.เครื่องชั่งที่ชั่งได้ละเอียดถึง 0.1 มิลลิกรัม

3.เดซิเคเตอร์ที่มีซิลิกาเจล หรือวัสดุที่คล้ายกัน

การเตรียมชิ้นทดสอบ

1.ใช้ตัวอย่างทุกแกน แต่ละแกนตัดเป็นชิ้นทดสอบ 3 ชิ้น ตามวิธีที่กำหนดในข้อ 10.4.1.2 แต่ไม่ต้องทำเครื่องหมาย

ในกรณีชิ้นทดสอบรูปดัมบ์เบลล์ ผิวทั้ง 2 ด้านของชิ้นทดสอบต้องขนานกันตลอดความยาว ความหนาของชิ้นทดสอบต้องมีค่า 1.0 $\pm$ 0.2 มิลลิเมตร ในกรณีชิ้นทดสอบรูปท่อ เส้นผ่าศูนย์กลางภายในต้องไม่เกิน 12.5 มิลลิเมตร และพื้นที่ผิวทั้งหมดของชิ้นทดสอบต้องไม่น้อยกว่า 5 ตารางเซนติเมตร

การคำนวณพื้นที่ส่วนระเหย

ให้หาพื้นที่ผิว (A) ของชิ้นทดสอบแต่ละชิ้น เป็นตารางเซนติเมตร ก่อนทดสอบ โดยใช้สูตรต่อไปนี้

ชิ้นทดสอบรูปดัมบ์เบลล์ ตามรูปที่2

$$A = \frac{1256 + (180i)}{100}$$

เมื่อ i คือความหนาเฉลี่ยของชิ้นทดสอบ เป็น มิลลิเมตร คำนวณตามข้อ 10.4.1.3(1)

วิธีทดสอบ

1 วางชิ้นทดสอบในเดซิกเคเตอร์ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลาอย่างน้อย 20 ชั่วโมง ชั่งชิ้นทดสอบทันทีที่นำออกจากเดซิกเคเตอร์ เป็นมิลลิกรัม ทศนิยม 1 ตำแหน่ง

2 แขวนชิ้นทดสอบในแนวดิ่ง ให้อยู่บริเวณกลางตู้อบแต่ละชิ้นห่างกันอย่างน้อย 20 มิลลิเมตร เป็นเวลา 7 วัน(168 ชั่วโมง) ที่อุณหภูมิ 80±2 องศาเซลเซียส ปริมาตรของชิ้นทดสอบต้องไม่เกินร้อยละ 0.5 ของปริมาตาตู้อบ

3 เมื่ออบชิ้นทดสอบครบตามเวลาที่กำหนด นำชิ้นทดสอบไปวางในเดซิกเคเตอร์ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 20 ชั่งโมง แล้วชั่งชิ้นทดสอบแต่ละชิ้น คำนวณความแตกต่าง ระหว่างมวลที่ชั่งได้ในข้อ1 กับข้อ 3 ของแต่ละชิ้น แล้วปัดเศษเป็นจำนวนมิลลิกรัมที่ใกล้ที่สุด

การรายงานผล

ให้รายงานผลเป็นค่ามัธยฐาน ของค่าที่ได้จากการหาอัตราส่วนค่าแตกต่างระหว่างมวลที่ชั่งได้ของชิ้นทดสอบแต่ละชิ้นต่อพื้นที่ผิว A

ประวัติผู้เขียน

นายทวีศักดิ์ กิระวิทยา เกิดเมื่อ 30 สิงหาคม 2514 ในกรุงเทพฯ สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีพลาสติก จากสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ปีการศึกษา 2537 เข้าศึกษาต่อภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยเมื่อปี พุทธศักราช 2538