ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม

ฉบับที่ ๔๕๔๒ (พ.ศ. ๒๕๕๖)

ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

พ.ศ. ๒๕๑๑

เรื่อง กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

วิธีทดสอบเส้นด้ายยาง

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๑๕ แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. ๒๕๑๑ รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรมออกประกาศกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม วิธีทดสอบเส้นด้ายยาง มาตรฐานเลขที่ มอก. 2577 - 2556 ไว้ ดังมีรายการละเอียดต่อท้ายประกาศนี้

ทั้งนี้ ให้มีผลตั้งแต่วันที่ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ ๒๓ เมษายน พ.ศ. ๒๕๕๖

ประเสริฐ บุญชัยสุข

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
วิธีทดสอบเส้นด้ายยาง

1. ขอบข่าย

1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้กำหนดวิธีทดสอบเส้นด้ายยางเพื่อหาสมบัติทางฟิสิกส์และสมบัติเชิงกลทั่วไป รวมถึงสมบัติเชิงกลเฉพาะของเส้นด้ายยางที่เป็นส่วนประกอบอยู่ในสิ่งทอ เหตุที่กำหนดวิธีทดสอบนี้ขึ้นเป็นการเฉพาะเนื่องจากเส้นด้ายยางเป็นวัสดุมีพื้นที่ภาคตัดขวางค่อนข้างเล็กและมีการนำไปใช้งานที่แตกต่างจากวัสดุอื่น

1.2 วิธีทดสอบที่กำหนดในมาตรฐานนี้มีจุดประสงค์เพื่อใช้วิเคราะห์เส้นด้ายยางที่ทำจากยางธรรมชาติ หรือยางสังเคราะห์พอลิไอโซพรีน ซึ่งบางวิธีอาจไม่เหมาะสำหรับเส้นด้ายยางที่ทำจากยางสังเคราะห์บางชนิด เช่น เส้นด้ายยางพอลิยูรีเทน

1.3 การเปรียบเทียบผลการทดสอบของเส้นด้ายยางอาจพิจารณาได้เฉพาะกับเส้นด้ายผลิตเสร็จใหม่หรือเส้นด้ายยางที่มาจากกระบวนผลิตที่เหมือนกันเท่านั้น ซึ่งผู้ใช้มาตรฐานพึงตระหนักว่า กระบวนการที่ดำเนินการกับเส้นด้ายยางไม่ว่าจะเป็นการม้วน หรือการทำเป็นแถบ และวิธีการใดๆ เพื่อคลายตัวของเส้นด้ายยางมีผลต่อค่าสมบัติต่างๆ ซึ่งจะต้องระบุกระบวนการและวิธีการปรับภาวะใดๆ ที่ใช้ของเส้นด้ายยางในรายงานการทดสอบด้วย

2. เอกสารอ้างอิง

2.1 เอกสารอ้างอิงต่อไปนี้ใช้ในการนำมาตรฐานวิธีทดสอบฉบับนี้ไปปฏิบัติ สำหรับเอกสารอ้างอิงที่ระบุปีที่ประกาศใช้ ให้ใช้เฉพาะเอกสารอ้างอิงฉบับดังกล่าวเท่านั้น สำหรับเอกสารอ้างอิงที่ไม่ได้ระบุปีที่ประกาศใช้ ให้ใช้เอกสารอ้างอิงฉบับล่าสุด (รวมถึงฉบับแก้ไขเพิ่มเติมใดๆ)

ISO 37, *Rubber, vulcanized or thermoplastic – Determination of tensile stress-strain properties*

ISO 105-A-02, *Textiles – Tests for colour fastness – Part A02 : Grey scale for assessing change in colour*

ISO 105-A-03, *Textiles – Tests for colour fastness – Part A03 : Grey scale for assessing staining*

ISO 188, *Rubber, vulcanized or thermoplastic – Accelerated ageing and heat resistance tests*

ISO 648, *Laboratory glassware – One-mark pipettes*

ISO 1042, *Laboratory glassware – One-mark volumetric flasks*

ISO 1183-2, *Plastics – Methods for determining the density of non-cellular plastics – Part 2 : Density gradient column method*

ISO 23529, *Rubber – General procedures for preparing and conditioning test pieces for physical test methods*

3. การปรับภาวะของตัวอย่างหรือชิ้นทดสอบ

3.1 ตัวอย่างหรือชิ้นทดสอบต้องอยู่ในสภาวะคลายตัวและถูกเก็บในห้องที่ปรับภาวะในสภาวะตาม ISO 23529 เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 16 h (ชั่วโมง) ก่อนการทดสอบ และต้องทดสอบภายใต้ภาวะเดียวกับห้องที่ปรับภาวะก่อนการทดสอบ ตัวอย่างต้องแห้ง สะอาด และปราศจากข้อบกพร่องที่มองเห็นได้ และระหว่างการปรับภาวะหรือการทดสอบต้องระมัดระวังไม่ให้สัมผัสกับทองแดงหรือแมงกานีสหรือสารประกอบของทองแดงหรือแมงกานีส

4. เบอร์เส้นด้ายยาง

4.1 เบอร์เส้นด้ายยางตามพื้นที่หน้าตัด (Sectional count)

เบอร์เส้นด้ายยางตามพื้นที่หน้าตัดเป็นค่าที่ได้จากการคำนวณหาพื้นที่หน้าตัดของเส้นด้ายยางแสดงผลในหน่วย ตารางมิลลิเมตร

หมายเหตุ เบอร์เส้นด้ายยางตามพื้นที่หน้าตัดมีค่าสอดคล้องกับค่าเท็กซ์ (tex count) กับเส้นด้ายยางที่มีความหนาแน่นปกติที่ 1 Mg/m^3 (เมกะกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งเท่ากับ 1 g/cm^3 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร) ซึ่งสามารถใช้ค่าเบอร์เส้นด้ายยางตามพื้นที่หน้าตัดได้

4.2 เบอร์เส้นด้ายยาง (Conventional count or size number)

4.2.1 เบอร์เส้นด้ายยาง เป็นค่าของจำนวนเส้นด้ายยางที่นำมาเรียงติดกันจนได้ความกว้าง 25.4 mm (มิลลิเมตร) ใช้สำหรับบ่งชี้ขนาดของเส้นด้ายยาง

4.2.1.1 เบอร์เส้นด้ายยางหน้าตัดกลม (round thread) คำนวณได้จาก 25.4 หารด้วยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นด้ายยาง หน่วยเป็นมิลลิเมตร

4.2.1.2 เบอร์เส้นด้ายยางหน้าตัดสี่เหลี่ยมจัตุรัส (square thread) คำนวณได้จาก 25.4 หารด้วยขนาดความยาวด้านหนึ่งของหน้าตัดของเส้นด้ายยาง หน่วยเป็นมิลลิเมตร

4.2.1.3 เบอร์เส้นด้ายยางหน้าตัดสี่เหลี่ยมผืนผ้า (rectangular thread) จะมีค่าเท่ากับเบอร์เส้นด้ายยางหน้าตัดสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีพื้นที่หน้าตัดเท่ากัน

4.2.1.4 ตัวอย่างเบอร์เส้นด้ายยางหน้าตัดกลมเท่ากับ 100 แสดงว่าเส้นด้ายยางมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 0.254 mm หรือ เบอร์เส้นด้ายยางหน้าตัดสี่เหลี่ยมจัตุรัสเท่ากับ 40 แสดงว่าเส้นด้ายยางมีขนาดความยาวหน้าตัดแต่ละด้านเท่ากับ 0.635 mm

4.2.2 การแสดงค่าเบอร์เส้นด้ายยางหน้าตัดกลมจะตามด้วยจำนวนเต็มเลขคู่ที่ใกล้เคียงที่สุดกับค่าเบอร์เส้นด้ายหน้าตัดสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีพื้นที่หน้าตัดที่เท่ากัน (สามารถแสดงด้วยค่าเบอร์เส้นด้ายยางหน้าตัดกลม x 1.13 = เบอร์เส้นด้ายยางจริงที่มีหน้าตัดสี่เหลี่ยมจัตุรัส)

ตัวอย่าง ค่าเบอร์เส้นด้ายยางหน้าตัดกลม 50 ระบุเป็น 50/56

หมายเหตุ ในการซื้อขายโดยทั่วไป นิยมระบุรายละเอียดดังนี้

(1) เบอร์เส้นด้ายยางหน้าตัดกลมพร้อมกับสีและจำนวนเส้นในแถบ

ตัวอย่าง เส้นด้ายยางเบอร์ 50 สีขาว หนึ่งแถบมี 40 เส้น ระบุเป็น "50 SW 40"

(2) เบอร์เส้นด้ายยางพื้นที่หน้าตัดสี่เหลี่ยมจัตุรัส และลักษณะหน้าตัด

ตัวอย่าง เส้นด้ายยางพื้นที่หน้าตัดสี่เหลี่ยมจัตุรัสเบอร์ 56 ระบุเป็น "เส้นด้ายยางหน้าตัดสี่เหลี่ยม เบอร์ 56"

(3) เบอร์เส้นด้ายยางพื้นที่หน้าตัดสี่เหลี่ยมผืนผ้า พร้อมด้วยลักษณะหน้าตัดและความหนา

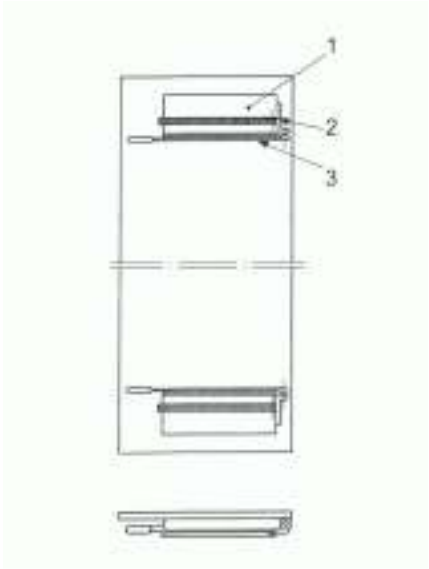
ตัวอย่าง เส้นด้ายยางพื้นที่หน้าตัดสี่เหลี่ยมผืนผ้าเบอร์ 56 ระบุเป็น "เส้นด้ายยางหน้าตัดสี่เหลี่ยม เบอร์ 56 หนา 1 mm"

4.2.3 เบอร์ของเส้นด้ายยางพันเกลียว (a multi-filament round thread) จะแสดงด้วยค่าจำนวนส่วนประกอบในเส้นด้ายยางตามด้วยค่าเบอร์หน้าตัดกลมหนึ่งที่มีค่าพื้นที่หน้าตัดรวมของแต่ละส่วนประกอบและค่าเบอร์ที่เทียบเท่ากับพื้นที่หน้าตัดสี่เหลี่ยมจตุรัส

ตัวอย่าง แถบเส้นด้ายยางหน้าตัดกลมหนึ่งเส้นมีส่วนประกอบเส้นด้ายยาง 3 เส้น โดยมีพื้นที่หน้าตัดกลม 3 เส้นรวมกันเท่ากับ 32 จะระบุเป็น 3/32/36

4.3 เครื่องมือ

เครื่องมือสำหรับตัดชิ้นทดสอบ (ดูรูปที่ 1) ประกอบด้วยแผ่นเหล็กสี่เหลี่ยมสองแผ่นติดตั้งอยู่ทั้งด้านบนและด้านล่างในแนวตั้ง โดยขอบด้านในติดใบมีดสำหรับตัด มีระยะห่างระหว่างขอบด้านในของแผ่นเหล็กทั้ง 2 แผ่น (ระยะห่างของใบมีดทั้งสองด้าน) ประมาณ (100±1) mm และมีอุปกรณ์สำหรับจับยึดด้านนอกทั้งสองด้าน ทำงานด้วยการกดของสปริง



1 คือ แผ่นเหล็ก

2 คือ อุปกรณ์จับยึด

3 คือ ใบมีด

รูปที่ 1 เครื่องมือสำหรับตัดชิ้นทดสอบ

(ข้อ 4.3)

4.4 ขั้นตอนการทดสอบ

4.4.1 การตัดชิ้นทดสอบ

4.4.1.1 เตรียมแถบเส้นด้ายยางตัวอย่าง 5 แถบ ตัดแต่ละแถบให้ได้ความยาวประมาณ 110 mm

4.4.1.2 ฉีกเส้นด้ายยางออกทีละเส้นจากแต่ละข้างจนกระทั่งเหลือแถบที่มีเส้นด้ายยางตรงกลางเพียง 10 เส้น ในกรณีที่ตัวอย่างแถบเส้นด้ายยางนำมาจากหลอดด้ายหรือแหล่งอื่นที่แถบเส้นด้ายยางถูกยึดออก ให้อบแถบเส้นด้ายยางนี้ในตู้อบที่ควบคุมอุณหภูมิที่ (70±2) °C (องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 30 min (นาที) จากนั้นนำแถบเส้นด้ายยางนี้ไปปรับภาวะตามข้อ 3. สำหรับแถบเส้นด้ายยางที่ไม่ได้ถูกยึดแต่อย่างใด ให้นำไปปรับภาวะตามข้อ 3. เลย

4.4.1.3 แขวนแถบเส้นด้ายยางแต่ละแถบที่ผ่านการปรับภาวะแล้วบนอุปกรณ์จับยึดด้านบน ปล่อยให้แถบเส้นด้ายยางทิ้งตัวในแนวดิ่งโดยปราศจากการยืดดึง เมื่อแถบเส้นด้ายยางคงตัวแล้ว ยึดแถบเส้นด้ายยางด้วยอุปกรณ์จับยึดด้านล่าง ตัดแถบเส้นด้ายยางให้มีความยาวตามที่กำหนดด้วยเครื่องตัดโดยให้ตัดด้านล่างก่อน

4.4.2 การชั่งน้ำหนักชิ้นทดสอบ

สะบัดหรือปัดแถบเส้นด้ายยางด้วยแปรงให้ปราศจากแป้งแล้วชั่งน้ำหนักให้ได้ความถูกต้อง ± 1%

หมายเหตุ สามารถทดสอบโดยใช้เครื่องมือวัดแบบอื่นที่ให้ผลเทียบเท่า เช่น การวัดเส้นผ่านศูนย์ กลางของเส้นด้ายยางโดยตรงจากเวอร์เนียร์หรือเครื่องมือวัดมิติด้วยแสง และคำนวณเบอร์เส้นด้ายยาง ได้จาก 25.4 หารด้วยเส้นผ่านศูนย์กลางที่ได้จากเครื่องมือแบบอื่นที่ใช้วัดมิติ

4.5 การรายงานผล

4.5.1 เบอร์เส้นด้ายยางตามพื้นที่หน้าตัด (S) คำนวณได้จากสมการ

$$S = \frac{m}{\rho} \times \frac{1}{1000}$$

เมื่อ ρ คือ ความหนาแน่นของเส้นด้ายยาง มีหน่วยเป็นเมกะกรัมต่อลูกบาศก์เมตร หาได้ด้วยวิธีทดสอบในข้อ 7.

m คือ มวลของแถบเส้นด้ายยาง มีหน่วยเป็นมิลลิกรัม

4.5.2 เบอร์เส้นด้ายยาง (C) คำนวณได้จากสมการ

เบอร์เส้นด้ายยางหน้าตัดกลม $C = 22.51\sqrt{\frac{\rho}{m}}$ หรือ คำนวณจาก 25.4 หารด้วยเส้นผ่านศูนย์กลางที่ได้จากเครื่องมือแบบอื่นที่ใช้วัดมิติ

เบอร์เส้นด้ายยางหน้าตัดสี่เหลี่ยมจัตุรัส $C = 25.40\sqrt{\frac{\rho}{m}}$

เมื่อ ρ คือ ความหนาแน่นของเส้นด้ายยาง มีหน่วยเป็นเมกะกรัมต่อลูกบาศก์เมตร หาได้ด้วยวิธีทดสอบในข้อ 7.

m คือ มวลของแถบเส้นด้ายยาง มีหน่วยเป็นมิลลิกรัม

4.5.3 รายงานเบอร์เส้นด้ายยางด้วยค่ามัธยฐานจากชิ้นทดสอบ 5 ชิ้น พร้อมทั้งรายงานค่าสูงสุดและค่าต่ำสุด

5. เมตริกยีลด์

5.1 นิยาม

5.1.1 เมตริกยีลด์ (metric yield) หมายถึง ความยาวของเส้นด้ายยางหนัก 1 000 g (กรัม) ที่ไม่ได้ถูกยืดดึงในหน่วยเมตร

5.2 ขั้นตอนการทดสอบ

ชั่งหามวลของชิ้นทดสอบแต่ละชิ้น ทั้ง 5 ชิ้นทดสอบ ตามวิธีที่ระบุในข้อ 4.4.2

5.3 การรายงานผล

5.3.1 เมตริกยีลด์ของเส้นด้ายยาง มีหน่วยเป็นเมตรต่อกิโลกรัม คำนวณได้จากสูตร

$$\frac{1000}{m}$$

เมื่อ m คือ มวล มีหน่วยเป็นกรัม ของเส้นด้ายยางที่มีความยาว 1 000 mm

5.3.2 รายงานผลเมตริกยีลด์ของเส้นด้ายยางเป็นค่ามัธยฐานจากชิ้นทดสอบ 5 ชิ้น

6. สมบัติของเส้นด้ายยาง

6.1 สมบัติของเส้นด้ายยางแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่

6.1.1 สมบัติทางฟิสิกส์และสมบัติเชิงกลทั่วไป ใช้วิธีทดสอบตามตารางที่ 1

6.1.2 สมบัติเชิงกลเฉพาะของเส้นด้ายยางที่เป็นส่วนประกอบอยู่ในสิ่งทอ ใช้วิธีทดสอบตามตารางที่ 2

ตารางที่ 1 สมบัติทางฟิสิกส์และสมบัติเชิงกลทั่วไปของเส้นด้ายยาง

(ข้อ 6.1.1)

รายการที่	สมบัติทางฟิสิกส์และสมบัติเชิงกล	วิธีทดสอบตาม
1	ความหนาแน่น	ข้อ 7.
2	ความต้านแรงดึง มอดุลัส และความยืดเมื่อขาด	ข้อ 8.
3	ค่าสวอร์ท (Schwartz value หรือ SV)	ข้อ 9.
4	ความยืดภายใต้แรงที่กำหนด	ข้อ 10.
5	ความเค้นคงอยู่	ข้อ 11.
6	การยืดอยู่ตัว	ข้อ 12.
7	การเร่งการเสื่อมอายุเส้นด้ายยางในสภาวะที่ไม่ถูกยืดดึง	ข้อ 13.
8	ความทนต่อความร้อนแห้ง	ข้อ 14.

ตารางที่ 2 สมบัติเชิงกลเฉพาะของเส้นด้ายยาง

(ข้อ 6.1.2)

รายการที่	สมบัติเชิงกลเฉพาะของเส้นด้ายยางที่เป็นส่วนประกอบอยู่ในสิ่งทอ	วิธีทดสอบตาม
1	แถบเส้นด้ายยาง : การติดกันระหว่างเส้นด้ายยาง	ข้อ 15.
2	ความต้านทานต่อรอยเปื้อนของทองแดงระหว่างการซักรีด	ข้อ 16.
3	ผลของการซักล้าง	ข้อ 17.
4	ความต้านทานต่อรอยเปื้อนจากควัน	ข้อ 18.

7. ความหนาแน่น

7.1 นิยาม

7.1.1 ความหนาแน่นของเส้นด้ายยาง หมายถึง มวลต่อหนึ่งหน่วยปริมาตรของชิ้นทดสอบ ที่อุณหภูมิสำหรับการทดสอบในห้องปฏิบัติการมาตรฐาน มีหน่วยเป็น เมกะกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

หมายเหตุ อุณหภูมิสำหรับการทดสอบมาตรฐานในห้องปฏิบัติการเป็นไปตาม ISO 23529

7.2 หลักการ

ใส่ชิ้นทดสอบลงในของเหลวผสมที่ถูกปรับความหนาแน่นของของเหลวได้จนกระทั่งชิ้นทดสอบไม่ลอยไม่จม ความหนาแน่นของของเหลวผสมที่ได้คือความหนาแน่นของเส้นด้ายยาง

7.3 วิธีทดสอบ

7.3.1 วิธีที่ 1

7.3.1.1 โดยทั่วไป เส้นด้ายยางมีความหนาแน่นอยู่ในช่วง 0.90 Mg/m^3 (เมกะกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ถึง 1.11 Mg/m^3 ฉะนั้นของเหลวผสมที่ใช้ต้องมีความหนาแน่นอยู่ในช่วงนี้ และของเหลวผสมที่เหมาะสม ได้แก่ เอทานอล (ความหนาแน่น 0.79 Mg/m^3) และ เอทิลีนไกลคอล (ความหนาแน่น 1.11 Mg/m^3) สำหรับเส้นด้ายยางที่มีความหนาแน่นมากกว่า 1.11 Mg/m^3 ให้ใช้ของเหลวผสมที่เป็นสารละลายเกลืออนินทรีย์ ได้แก่ สารละลายโซเดียมคลอไรด์

7.3.1.2 ก่อนเริ่มการทดสอบต้องมั่นใจว่า ของเหลวผสมเป็นเนื้อเดียวกัน ไม่มีฟองอากาศ เก็บในภาชนะปิดเพื่อป้องกันการระเหย และให้ทดสอบที่อุณหภูมิ (20±2) °C

7.3.1.3 เครื่องมือ

(1) กระบอกตวง ขนาด 1 000 cm^3

(2) ไฮโดรมิเตอร์ หรือเครื่องชั่งไฮโดรสแตติก (hydrostatic balance) หรือเครื่องมืออื่นที่สามารถวัดความหนาแน่นของของเหลวได้ มีความละเอียดถึง 0.005 Mg/m^3

7.3.1.4 ขั้นตอนการทดสอบ

(1) ตัดชิ้นทดสอบความยาวประมาณ 10 mm จำนวน 4 ชิ้น จุ่มชิ้นทดสอบแต่ละชิ้นลงในเอทานอลแล้วนำมาถูกับนิ้วมือเพื่อกำจัดฝุ่นแป้งและฟองอากาศที่ผิวของชิ้นทดสอบ

(2) นำของเหลวที่มีลักษณะเนื้อเดียวกันตามข้อ 7.3.1.1 ใส่ในกระบอกตวง ระวังไม่ให้มีฟองอากาศอยู่ภายใน วางชิ้นทดสอบชิ้นที่ 1 ลงในของเหลว ปรับความหนาแน่นของของเหลวโดยการเติมส่วนผสมที่เหมาะสม การเติมส่วนผสมแต่ละครั้ง คนให้เข้ากัน และเติมส่วนผสมจนกระทั่งชิ้นทดสอบไม่ลอยไม่จม

(3) ทดสอบชิ้นทดสอบที่เหลืออีก 3 ชิ้นในของเหลวผสม โดยต้องให้มีชิ้นทดสอบอย่างน้อย 2 ชิ้นสามารถเข้าสู่สภาวะสมดุลได้ภายใน 3 min ถึง 10 min

(4) วัดความหนาแน่นของของเหลวผสมให้มีความละเอียดถึง 0.005 Mg/m^3

7.3.2 วิธีที่ 2

วัดความหนาแน่นของชิ้นทดสอบตาม ISO 1183-2

8. ความต้านแรงดึง มอดุลัส และความยืดเมื่อขาด

8.1 นิยาม

8.1.1 ความต้านแรงดึง หมายถึง ความเค้นที่ทำให้เส้นด้ายยางขาดเมื่อถูกดึงยืดภายใต้ภาวะที่กำหนด โดยพิจารณาที่พื้นที่หน้าตัดเริ่มต้น มีหน่วยเป็นเมกะพาสคัล

8.1.2 มอดุลัสที่ความยืด 300% และมอดุลัสที่ความยืด 500% หมายถึง ความเค้นที่ทำให้เส้นด้ายยางยืดไป 300% และ 500% โดยพิจารณาที่พื้นที่หน้าตัดเริ่มต้น มีหน่วยเป็นเมกะพาสคัล

8.1.3 ความยืดเมื่อขาด หมายถึง ความยาวที่เพิ่มขึ้นของเส้นด้ายยางจนถึงจุดขาด เมื่อถูกดึงยืดภายใต้ภาวะที่กำหนด มีหน่วยเป็นร้อยละของความยาวที่เพิ่มขึ้นเทียบกับความยาวเริ่มต้น เช่น ชิ้นทดสอบยาว 30 mm ถูกดึงยืดจนขาดที่ความยาว 210 mm จะมีความยืดเมื่อขาด 600%

8.2 เครื่องมือ

8.2.1 เครื่องม้วนเป็นวง (loop-forming machine)

8.2.2 เครื่องทดสอบแบบดึง ตาม ISO 37 พร้อมที่จับชิ้นทดสอบแบบวง

8.3 ขั้นตอนการทดสอบ

8.3.1 การเตรียมชิ้นทดสอบ

8.3.1.1 ปล่อยชิ้นทดสอบเส้นด้ายยางให้คลายตัวที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 60 min เพื่อให้มั่นใจว่าชิ้นทดสอบจะไม่มีความเค้นค้างอยู่ จากนั้นชั่งน้ำหนักและคำนวณเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของเส้นด้ายยาง

8.3.1.2 ใช้เครื่องม้วนเป็นวงพันเส้นด้ายยางเป็นวงเพียงวงเดียว และผูกปลายให้แน่น โดยให้มีเส้นผ่านศูนย์กลางของวงตามระยะระหว่างแกนที่จับชิ้นทดสอบของเครื่องทดสอบแบบดึง (ดูข้อ 8.3.2) ตามปกติแกนจับชิ้นทดสอบจะมีระยะห่าง 100 mm จำนวนรอบการพันเป็นวงของแต่ละชิ้นทดสอบที่พันขึ้นได้ขึ้นกับเบอร์ของเส้นด้ายยางและแรงดึงสูงสุดของเครื่องทดสอบ ถ้ามีจำนวนรอบของเส้นด้ายยางมากทำให้มีพื้นที่หน้าตัดมากและต้องใช้แรงดึงมากขึ้นในการทำให้ชิ้นทดสอบขาด

8.3.1.3 นำชิ้นทดสอบที่ทำเป็นห่วงคล้องรอบแกนทั้ง 2 ของเครื่องทดสอบแบบดึง โดยเส้นผ่านศูนย์กลางของห่วงต้องพอดีกับระยะห่างระหว่างแกนทั้งสองในขณะที่ไม่มีการดึงยืด

8.3.1.4 เครื่องทดสอบแบบดึงจะดึงชิ้นทดสอบจนกระทั่งชิ้นทดสอบขาด ตั้งเครื่องให้แสดงค่ามอดุลัสที่ 300% และ 500% ค่าความต้านแรงดึง และค่าความยืดเมื่อขาด ซึ่งขึ้นอยู่กับความสามารถของเครื่องที่จะแสดงผลออกมาได้ ปกติต้องป้อนข้อมูลค่าพื้นที่หน้าตัดของวงทดสอบเข้าไปในเครื่อง และเครื่องจะคำนวณค่ามอดุลัส ค่าความต้านแรงดึงโดยอัตโนมัติและสามารถแสดงผลออกมาได้ทันที รวมทั้งค่าความยืดเมื่อขาดที่คำนวณเป็นร้อยละความยืดเมื่อเทียบกับความยาวเริ่มต้นที่ 100 mm

8.3.1.4 ให้ทดสอบโดยใช้ชิ้นทดสอบจำนวน 5 ชิ้น

8.4 การรายงานผล

มอดุลัสที่ความยืด 300% mN/mm^3 (มิลลินิวตันต่อตารางมิลลิเมตร) = F_{300}/A

มอดุลัสที่ความยืดร้อยละ 500 mN/mm^3 = F_{500}/A

ความต้านแรงดึง mN/mm^3 = F_B/A

ความยืดเมื่อขาด % = $\frac{L_B - L_O}{L_O} \times 100$

เมื่อ F_{300} คือ แรงที่ใช้ดึงชิ้นทดสอบให้มีความยืด 300% มีหน่วยเป็นมิลลินิวตัน

F_{500} คือ แรงที่ใช้ดึงชิ้นทดสอบให้มีความยืด 500% มีหน่วยเป็นมิลลินิวตัน

F_B คือ แรงที่ใช้ดึงชิ้นทดสอบให้ขาด มีหน่วยเป็นมิลลินิวตัน

A คือ พื้นที่หน้าตัดของชิ้นทดสอบ มีหน่วยเป็นตารางมิลลิเมตร

L_B คือ ความยาวที่จุดขาดของชิ้นทดสอบ

L_0 คือ ความยาวเริ่มต้นของชิ้นทดสอบ

รายงานผลค่าความต้านแรงดึง มอดุลัส และความยืดเมื่อขาดของเส้นด้ายยางเป็นค่ามัธยฐานของผลการทดสอบ 5 ชิ้นทดสอบ พร้อมทั้งรายงานค่าสูงสุดและค่าต่ำสุด และระบุชนิดของเครื่องมือและวิธีที่ใช้ทดสอบ

9. ค่าสวอร์ท (Schwartz value)

9.1 นิยาม

9.1.1 ค่าสวอร์ท (Schwartz value หรือ SV) หมายถึง ค่าความเค้นเฉลี่ยที่ความยืดที่กำหนดที่วัดจากการดึงยืดและการหดกลับของเส้นด้ายยางที่ผ่านการปรับภาวะเชิงกลมาก่อน ค่าความเค้นนี้คำนวณเทียบโดยใช้ค่าพื้นที่หน้าตัดเริ่มต้น มีหน่วยเป็น เมกะพาสคัล

หมายเหตุ 1 ค่าสวอร์ทระบุโดย SV_n^c เมื่อ c คือ ความยืดของชิ้นทดสอบที่ใช้ในการปรับภาวะเชิงกล และ n คือ ความยืด ณ จุดที่อ่านค่าความเค้น ทั้ง c และ n แสดงค่าเป็นร้อยละของความยาวเริ่มต้นโดยเพิ่มเป็นจำนวนเต็มของหนึ่งร้อย ฉะนั้นหากไม่ได้ระบุเป็นอย่างอื่น ให้ใช้ $c = n + 100$

หมายเหตุ 2 ค่าที่เหมาะสมของ n คือ ที่ 300% และ 500% ขึ้นกับชนิดของเส้นด้ายยางที่นำมาทดสอบ

9.1.2 อัตราส่วนฮิสเทเรซิสสวอร์ท (Schwartz hysteresis ratio) หมายถึง อัตราส่วนของแรงวัดที่ความยืดที่กำหนดขณะดึงยืดและหดกลับของชิ้นทดสอบที่ได้รับการปรับภาวะเชิงกลก่อนนำมาทดสอบ

หมายเหตุ 1 ค่าอัตราส่วนฮิสเทเรซิสสวอร์ท ระบุโดย SHR_n^c เมื่อ c คือ ความยืดของชิ้นทดสอบที่ใช้ในการปรับภาวะเชิงกล และ n คือ ความยืด ณ จุดที่อ่านค่าความเค้น ทั้ง c และ n แสดงค่าเป็นร้อยละของความยาวเริ่มต้น โดยเพิ่มเป็นจำนวนเต็มของหนึ่งร้อย ฉะนั้นหากไม่ได้ระบุเป็นอย่างอื่น ให้ใช้ $c = n + 100$

หมายเหตุ 2 ค่าที่เหมาะสมของ n คือ ที่ 300% และ 500% ขึ้นกับชนิดของเส้นด้ายยางที่นำมาทดสอบ

9.2 เครื่องมือ

เครื่องมือทดสอบตามข้อ 8.2

9.3 ขั้นตอนการทดสอบ

9.3.1 เตรียมชิ้นทดสอบ 3 ชิ้น โดยพันเส้นด้ายยางเป็นวงหรือหลายๆ วง มีความยาวของวง เท่ากับ (100±1) mm และจำนวนรอบที่พันต้องให้เหมาะสมกับจำนวนของเส้นด้ายยางและความสามารถในการวัดแรงของเครื่อง

9.3.2 ถ้าพันเส้นด้ายยางหลายรอบ ให้กระจายเส้นด้ายยางระหว่างรอบให้เท่าๆ กัน โดยหมุนรอบนิ้วมือก่อนที่จะคล้องห่วงเส้นด้ายกับอุปกรณ์จับยึด

9.3.3 ดึงยืดเส้นด้ายยางไปที่ความยืดร้อยละ c และหดกลับต่อเนื่อง 6 ครั้ง โดยไม่หยุด เมื่อถึงรอบที่ 6 ให้อ่านค่าที่ความยืดร้อยละ n ทั้งในรอบการยืดและรอบการหดกลับ อาจหยุดการทดสอบเพียงครู่เดียวเพื่ออ่านค่า

9.4 การรายงานผล

ค่าสวอร์ท (SV_n^c) ซึ่งมีหน่วยเป็นเมกะพาสคัล และค่าอัตราส่วนฮิสเทเรซิสสวอร์ท (SHR_n^c) ซึ่งมีหน่วยเป็นร้อยละ หาได้จากสมการ

$$SV_n^c = \frac{F_1 + F_2}{4SN}$$

$$SHR_n^c = \frac{F_2}{F_1} \times 100$$

เมื่อ F_1 คือ แรงดึงที่การยืดร้อยละ n (รอบที่ 6) มีหน่วยเป็นเมกะนิวตัน

F_2 คือ แรงดึงที่การหดกลับร้อยละ n (รอบที่ 6) มีหน่วยเป็นเมกะนิวตัน

S คือ พื้นที่หน้าตัดเริ่มต้นของชิ้นทดสอบ มีหน่วยเป็นตารางเมตร

N คือ จำนวนรอบที่พันในหนึ่งห่วงของเส้นด้ายยางที่ทดสอบ

รายงานผลค่าสวอร์ท และอัตราส่วนฮิสเทเรซิสสวอร์ท ของเส้นด้ายยางเป็นค่ามัธยฐานของผลการทดสอบ 3 ชิ้นทดสอบ พร้อมทั้งระบุชนิดของเครื่องมือและวิธีที่ใช้ทดสอบ

10. ความยืดภายใต้แรงที่กำหนด

10.1 นิยาม

10.1.1 ความยืดภายใต้แรงที่กำหนด หมายถึง ร้อยละความยืดของเส้นด้ายยางเมื่อถูกดึงด้วยแรงที่กำหนดต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่

หมายเหตุ 1 ให้วัดความยืดภายใต้แรงที่กำหนดโดยใช้แรงดึงเส้นด้ายยางที่ไม่ได้ถูกปรับภาวะทางกล ดังนั้น อายุ การเก็บรักษา และการปรับภาวะที่มีมาก่อนจะมีผลต่อค่าที่ทดสอบได้

หมายเหตุ 2 แรงที่ใช้มี 2 ระดับ คือ 15.5 KPa (=15.5 mN/mm^2) และ 27.4 KPa (=27.4 mN/mm^2)

10.2 ชิ้นทดสอบ

ใช้เส้นด้ายยาง 1 เส้นหรือจำนวนที่มากกว่านี้ (ขึ้นกับเบอร์เส้นด้ายยาง) เป็นชิ้นทดสอบ โดยมีความยาวขึ้นอยู่กับเครื่องมือที่ใช้ทดสอบ

10.3 เครื่องมือ

10.3.1 เครื่องมือทดสอบต้องสามารถดึงยืดชิ้นทดสอบด้วยความเร็วคงที่จนถึงค่าแรงดึงที่กำหนด และมีสเกลแบบละเอียดสำหรับอ่านค่าความยืด

10.3.2 เครื่องทดสอบแสดงดังรูปที่ 2 ซึ่งประกอบด้วย

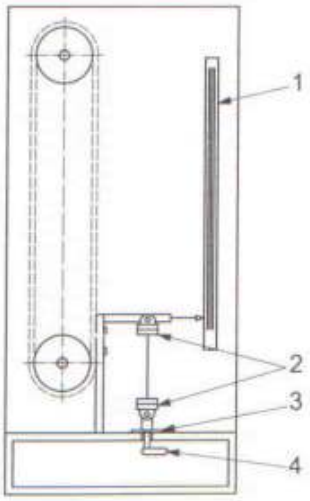
(1) สเกลแบบละเอียดสำหรับอ่านค่าความยืดของชิ้นทดสอบ

(2) อุปกรณ์จับยึดปลายชิ้นทดสอบทั้ง 2 ด้านโดยมีระยะห่างเริ่มต้นระหว่างอุปกรณ์จับยึด (150±2) mm อุปกรณ์จับยึดด้านบนเป็นตัวเคลื่อนที่ในแนวดิ่งเพื่อดึงยืดชิ้นทดสอบด้วยความเร็วคงที่ (30±10) mm/s

(3) จานชั่ง ติดตั้งที่อุปกรณ์จับยึดด้านล่าง สำหรับใส่น้ำหนักที่ต้องการเพื่อให้เกิดแรงดึงที่เหมาะสมกับขนาดเส้นด้ายยางที่นำมาทดสอบ

(4) สวิทซ์ไฟฟ้า ติดอยู่ใต้จานชั่ง เมื่อแรงที่ใช้ยืดเส้นด้ายมีค่าเกินค่าน้ำหนักของจานชั่ง จานชั่งจะถูกยกขึ้น สวิทซ์จะปิด และมอเตอร์จะหยุดทำงาน

ถ้าเครื่องมือที่ใช้ต่างจากรายละเอียดข้างต้น แต่เหมือนกับข้อ 8.2 ให้ระบุชนิดของเครื่องมือและวิธีที่ใช้ในรายงาน



1 สเกลแบบละเอียด *3 จานชั่ง*

2 อุปกรณ์สำหรับจับยึด *4 สวิทช์ไฟฟ้า*

รูปที่ 2 เครื่องมือสำหรับวัดความยืดภายใต้แรงที่กำหนด

(ข้อ 10.3.2)

10.4 ขั้นตอนการทดสอบ

เตรียมชิ้นทดสอบ 3 ชิ้นตามข้อ 10.2 ติดชิ้นทดสอบแรกเข้ากับอุปกรณ์จับยึดโดยดึงให้ตึงแต่ไม่ยืด แล้ววางน้ำหนักที่ต้องการลงในจานชั่ง เปิดสวิทช์ให้มอเตอร์ทำงาน และเมื่อเครื่องทดสอบหยุดโดยอัตโนมัติให้วัดความยืดของชิ้นทดสอบจากสเกล ทำซ้ำกับชิ้นทดสอบที่เหลืออีก 2 ชิ้น

10.5 การรายงานผล

ความยืดของเส้นด้ายยางภายใต้แรงที่กำหนด (A) มีหน่วยเป็นร้อยละ หาได้จากสมการ

$$A = \frac{L_t - L_0}{L_0} \times 100$$

เมื่อ L_0 คือ ความยาวเริ่มต้นของชิ้นทดสอบ หน่วยเป็นมิลลิเมตร

L_t คือ ความยาวทั้งหมดของชิ้นทดสอบที่ถูกดึงยืด หน่วยเป็นมิลลิเมตร

รายงานผลค่าความยืดภายใต้แรงที่กำหนดเป็นค่ามัธยฐานของผลการทดสอบ 3 ชิ้นทดสอบ

11. ความเค้นคงอยู่

11.1 นิยาม

11.1.1 ความเค้นคงอยู่ (stress retention) หมายถึง แรงที่ยังค้างอยู่แสดงเป็นค่าร้อยละของแรงเริ่มต้นที่กระทำต่อเส้นด้ายยางหลังจากชิ้นทดสอบถูกยืดไว้ที่ความยืดคงที่ค่าหนึ่ง (ปกติยืดที่ความยืด 100%) ตามเวลาที่กำหนด

11.2 ชิ้นทดสอบ

ชิ้นทดสอบประกอบด้วยเส้นด้ายยางที่พันเป็นวง ตามที่อธิบายไว้ในข้อ 9.3

11.3 เครื่องมือ

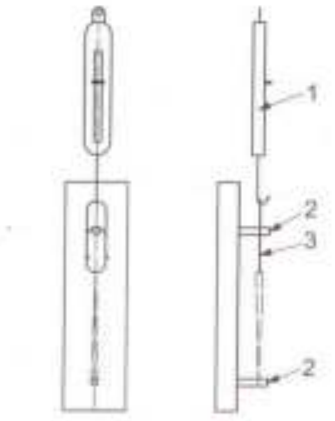
(1) เครื่องมืออย่างง่ายที่ใช้ในการทดสอบ แสดงดังรูปที่ 3

(2) ปลายด้านหนึ่งของชิ้นทดสอบจะคล้องกับหมุดยึดด้านหนึ่ง ส่วนปลายอีกด้านหนึ่งจะติดกับหมุดยึดอีกด้านหนึ่งโดยใช้ลวดหนีบ

(3) เครื่องวัดแรงแบบสปริงติดอยู่กับปลายอีกด้านหนึ่งของลวดหนีบ

(4) แรงที่วัดคือ แรงที่ใช้ในการดึงลวดหนีบให้สูงขึ้นเท่ากับหมุดพอดี

(5) ระยะห่างระหว่างหมุดยึดทั้งสอง คือ ความยืดที่กำหนดโดยมีเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน ± 2%



1 เครื่องวัดแรงแบบสปริง (spring dynamometer)

2 หมุดยึด (pegs)

3 ลวดหนีบ (wire clip)

รูปที่ 3 เครื่องมือสำหรับวัดค่าความเค้นคงอยู่

(ข้อ 11.3.1)

11.4 ขั้นตอนการทดสอบ

11.4.1 เตรียมชิ้นทดสอบ 3 ชิ้นตามข้อ 11.2 นำปลายด้านหนึ่งของชิ้นทดสอบคล้องรอบหมุดยึดด้านล่างและปลายอีกด้านหนึ่งคล้องกับลวดหนีบ ดังแสดงในรูปที่ 3 จากนั้นนำลวดหนีบไปคล้องกับหมุดยึดด้านบน ดังนั้นชิ้นทดสอบนี้จะมีความยืดที่ (100±2)% (ความถูกต้องของความยืดที่กำหนด ± 2%) คงความยืดนี้ไว้ระหว่างการทดสอบ

11.4.2 เมื่อต้องการวัดความเค้น ให้นำเครื่องวัดแรงแบบสปริงมาเกี่ยวกับลวดหนีบ และยกเครื่องวัดแรงขึ้นจนกระทั่งลวดหนีบพ้นระยะของหมุดยึด จุดนี้ให้อ่านค่าของเครื่องวัดแรงแบบสปริงซึ่งก็คือแรงที่ใช้ดึงเส้นด้ายยาง

11.4.3 เริ่มอ่านค่าครั้งแรกหลังจากยืดเส้นด้ายยางบนเครื่องทดสอบ (30±1) min และอ่านค่าต่อไปตามเวลาที่กำหนดจนถึงเวลาสูงสุด 14 วัน

11.4.4 การทดสอบนี้กระทำได้ที่อุณหภูมิห้องหรือที่อุณหภูมิสูง โดยให้ระบุภาวะการทดสอบและระยะเวลาการทดสอบในรายงานผล

11.5 การรายงานผล

11.5.1 ความเค้นคงอยู่ของชิ้นทดสอบ มีหน่วยเป็นร้อยละ หาได้จากสมการ

$$\frac{F_2}{F_1} \times 100$$

เมื่อ F_1 คือ แรงเริ่มต้น

F_2 คือ แรงที่ยังค้างอยู่

11.5.2 รายงานผลค่าความเค้นคงอยู่ของเส้นด้ายยางเป็นค่ามัธยฐานของชิ้นทดสอบ 3 ชิ้น

11.6 การรายงานผล

ถ้าความยืดที่ใช้ต่างไปจากความยืดร้อยละ 100 ให้ระบุในรายงานด้วย

12.การยืดอยู่ตัว

12.1 นิยาม

12.1.1 การยืดอยู่ตัว (tension set) หมายถึง ความยืดที่ยังค้างอยู่แสดงเป็นค่าร้อยละของความยืดเริ่มต้นที่กระทำต่อเส้นด้ายยางหลังจากชิ้นทดสอบถูกยืดไว้ที่ความยืดคงที่ค่าหนึ่ง ตามเวลาที่กำหนด

12.1 ชิ้นทดสอบ

เส้นด้ายยาง 1 เส้นเป็นชิ้นทดสอบ ยาวประมาณ 120 mm

12.2 เครื่องมือ

12.2.1 เครื่องมือทดสอบแบบดึง ตาม ISO 37

12.3 ขั้นตอนการทดสอบ

12.3.1 เตรียมชิ้นทดสอบ 3 ชิ้นตามข้อ 12.2 วัดระยะและทำเครื่องหมายที่ความยาว (100±0.1) mm นำชิ้นทดสอบไปจับด้วยอุปกรณ์จับยึด

12.3.2 ดึงชิ้นทดสอบให้มีระยะยืดเท่ากับ 80% ของค่าความยืดเมื่อขาด คงความยืดนี้ไว้เป็นเวลา 1 h

12.3.3 ปล่อยชิ้นทดสอบให้คืนตัวเป็นเวลา 2 h

12.3.4 วัดความยาวชิ้นทดสอบอีกครั้ง

12.4 การรายงานผล

12.4.1 การยืดอยู่ตัวของชิ้นทดสอบ มีหน่วยเป็นร้อยละ หาได้จากสมการ

$$A = \frac{L_t - L_0}{L_0} \times 100$$

เมื่อ L_1 คือ ความยาวเริ่มต้น

L_2 คือ ความยาวที่ค้างอยู่

12.4.2 รายงานผลค่าการยืดอยู่ตัวของเส้นด้ายยางเป็นค่ามัธยฐานของชิ้นทดสอบ 3 ชิ้น

13. การบ่มเร่งเส้นด้ายยางในสภาวะที่ไม่มีการยืดตัว

13.1 ข้อมูลทั่วไป

13.1.1 การบ่มเร่งเส้นด้ายยางในสภาวะที่ไม่มีการยืดตัวเป็นการทดสอบเพื่อดูการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางฟิสิกส์ของเส้นด้ายยางเมื่อได้รับความร้อนภายใต้ความดันบรรยากาศปกติ ที่อุณหภูมิและเวลาที่กำหนด

13.1.2 การทดสอบนี้ให้ผลในเชิงเปรียบเทียบเท่านั้น ไม่สามารถนำมาใช้เป็นค่าบ่งชี้อายุของเส้นด้ายยางได้ เนื่องจากภาวะในการทดสอบไม่สามารถจำลองสภาพการเก็บเส้นด้ายยางได้ทุกภาวะ

13.2 หลักการ

13.2.1 สมบัติที่พิจารณาทดสอบหลังการบ่มเร่งของเส้นด้ายยาง ต่อไปนี้

(1) ความต้านแรงดึง

(2) ความยืดเมื่อขาด

(3) ค่าสวอร์ท

13.2.2 ทดสอบสมบัติต่างๆ ตามข้อ 8. และข้อ 9. กับชิ้นทดสอบที่ไม่ผ่านการบ่มเร่ง และชิ้นทดสอบที่ผ่านการบ่มเร่งที่อุณหภูมิ (70±1) °C เป็นเวลา (168±2) h หรือบ่มเร่งที่ (100±1) °C เป็นเวลา $(24^{\ 0}_{-2})$ h เปรียบเทียบสมบัติก่อนและหลังการบ่มเร่ง กรณีที่มีข้อโต้แย้งให้ใช้ผลการทดสอบที่บ่มเร่งที่อุณหภูมิ (70±1) °C เป็นเวลา (168±2) ชั่วโมง

13.2.3 สมบัติอื่นๆ ก็สามารถทดสอบและเปรียบเทียบได้ทำนองเดียวกัน

13.3 ชิ้นทดสอบ

เตรียมชิ้นทดสอบ 2 ชุด ชุดที่หนึ่งไม่ผ่านการบ่มเร่ง ชุดที่สองผ่านการบ่มเร่ง ทดสอบสมบัติตามข้อ 8. และข้อ 9.

13.4 เครื่องมือ

ตู้อบอากาศหมุนวน (circulating-air oven) ตามที่อธิบายไว้ใน ISO 188 ที่สามารถรักษาอุณหภูมิให้คงที่ที่ (70±1)°C หรือ (100±1)°C หรือตู้อบแบบแยกช่องทดสอบ (cell-type oven) หากเป็นไปได้ ควรใช้ตู้อบแบบแยกช่องทดสอบระหว่างการบ่มเร่ง

13.5 ขั้นตอนทดสอบ

13.5.1 นำชิ้นทดสอบชุดที่สองใส่ในตู้อบที่ควบคุมอุณหภูมิไว้ที่ 70 °C บ่มเร่งเป็นเวลา (168±2) h หรือตู้อบที่ควบคุมอุณหภูมิไว้ที่ 100 °C บ่มเร่งเป็นเวลา (24^{0}_{-2}) h แล้วแต่กรณี จากนั้นนำชิ้นทดสอบออกจากตู้อบ และทิ้งไว้ที่ภาวะตามข้อ 3. เป็นเวลา 16 h

13.5.2 นำไปทดสอบสมบัติตามข้อ 13.2.1

13.6 การรายงานผล

(1) ค่ามัธยฐานของสมบัติทางฟิสิกส์แต่ละสมบัติก่อนการบ่มเร่ง

(2) ค่ามัธยฐานของสมบัติทางฟิสิกส์แต่ละสมบัติหลังการบ่มเร่ง

(3) ค่าร้อยละการเปลี่ยนแปลงของสมบัติทางฟิสิกส์แต่ละสมบัติเนื่องจากการบ่มเร่ง คำนวณได้จากสมการ

$$\frac{x_a - x_0}{x_0} \times 100$$

เมื่อ x_0 คือ ค่าของสมบัติก่อนการบ่มเร่ง

x_a คือ ค่าของสมบัติหลังการบ่มเร่ง

14. ความทนต่อความร้อนแห้ง

14.1 ข้อมูลทั่วไป

14.1.1 การทดสอบการบ่มเร่งโดยทั่วไปจะทดสอบกับชิ้นทดสอบที่ไม่ถูกดึงยืด ทำให้ไม่สามารถบ่งชี้อายุของเส้นด้ายยางในสภาวะการใช้งานจริงได้ เนื่องจากในการใช้งานจริง เส้นด้ายยางจะถูกดึงยืดตลอดเวลา

14.1.2 การทดสอบนี้บ่งบอกถึงการเสื่อมสภาพของเส้นด้ายยาง โดยการวัดความคงอยู่ของสมบัติทางฟิสิกส์บางอย่างเมื่อให้เส้นด้ายยางมีความยืดคงที่ภายใต้ภาวะที่รุนแรงกว่าภาวะการใช้งานจริง

14.1.3 การทดสอบนี้มีวัตถุประสงค์แสดงผลในเชิงเปรียบเทียบเท่านั้น ไม่สามารถนำผลมาใช้เป็นค่าบ่งชี้อายุการใช้งานจริงของเส้นด้ายยางได้

14.2 หลักการ

14.2.1 เลือกทดสอบสมบัติทางฟิสิกส์ โดยใช้ชิ้นทดสอบจากตัวอย่างเดียวกันแบ่งเป็น 2 ชุด ชุดที่หนึ่งทดสอบสมบัติตามที่เลือกไว้ ชุดที่สองให้ดึงยืดเส้นด้ายยางและคงความยืดไว้ที่ร้อยละ 100 บ่มเร่งในตู้อบอากาศวน แล้วนำไปทดสอบสมบัติตามที่เลือกไว้ และรายงานผลเป็นร้อยละที่เหลืออยู่ของค่าสมบัติทางฟิสิกส์ที่เลือกใช้ในการทดสอบ

14.2.2 เลือกทดสอบหาสมบัติทางฟิสิกส์ตามข้อ 8. ถึงข้อ 11. แต่สมบัติที่เลือกมาทดสอบหามากที่สุด คือ ค่าสวอร์ท (ข้อ 9.1.1) และความเค้นคงอยู่ (ข้อ 11.)

14.3 เครื่องมือ

14.3.1 เครื่องมือทดสอบ ตามที่ระบุไว้ในข้อ 8.2 ข้อ 9.2 ข้อ 10.3 หรือข้อ 11.3

14.3.2 อุปกรณ์ยึดจับ ต้องเหมาะสมที่จะจับยึดชิ้นทดสอบให้มีความยืดร้อยละ 100 โดยวัสดุที่นำมาใช้ควรมีค่าการขยายตัวทางความร้อนและความจุความร้อนต่ำ เพื่อป้องกันการเปลี่ยนแปลงขนาดและเกิดจุดสะสมความร้อน (hot spots) ไม่ควรใช้โลหะโดยเฉพาะอย่างยิ่งโลหะที่มีส่วนผสมของทองแดงหรือแมงกานีส

14.3.3 ตู้อบอากาศหมุนวน (circulating-air oven) ตามที่อธิบายไว้ใน ISO 188 ที่สามารถรักษาอุณหภูมิให้คงที่ที่ (100±1) °C หรือ (150±2) °C หากเป็นไปได้ควรใช้ตู้อบแบบแยกชิ้นทดสอบ

14.4 ขั้นตอนการทดสอบ

14.4.1 เลือกสมบัติทางฟิสิกส์ที่ต้องการวัด วัดค่าสมบัติทางฟิสิกส์เริ่มต้นสำหรับชิ้นทดสอบชุดที่หนึ่ง โดยใช้จำนวนชิ้นทดสอบตามที่กำหนดไว้ ในกรณีถ้าเลือกวัดค่าสวอร์ท กำหนดให้ความยืดสูงสุดระหว่างการปรับภาวะเชิงกลที่ 300% เพื่อหลีกเลี่ยงการฉีกขาดของชิ้นทดสอบระหว่างการปรับภาวะเชิงกลหลังการบ่มเร่ง และในกรณีถ้าเลือกวัดความเค้นคงอยู่ที่ความยืด 100% ให้ปรับภาวะเชิงกลของเส้นด้ายยางที่ความยืด 300% เป็นจำนวน 6 รอบทันทีก่อนจะดึงยืดชิ้นทดสอบ 100%

14.4.2 นำชิ้นทดสอบชุดที่สองไปจับด้วยอุปกรณ์จับยึดโดยให้มีความยืด 100% และทิ้งไว้เพื่อปรับภาวะตามข้อ 3. เป็นเวลา (60±10) min

14.4.3 นำชิ้นทดสอบที่จับด้วยอุปกรณ์จับยึดไปบ่มเร่งในตู้อบอากาศวนภายใต้ภาวะตามตารางที่ 3 โดยที่ตู้อบต้องปรับอุณหภูมิให้คงที่ก่อนใส่ชิ้นทดสอบ

ตารางที่ 3 ภาวะการบ่มเร่ง

(ข้อ 14.4.3)

ประเภทการทดสอบ	อุณหภูมิ °C	เวลา h
A (ทั่วไป)	100 ± 1	22
B (ทนความร้อน)	150 ± 2	2

หมายเหตุ การทดสอบประเภท B เป็นการทดสอบที่มีภาวะรุนแรงกว่า และใช้สำหรับเส้นด้ายยางประเภททนต่อความร้อน

14.4.4 นำชิ้นทดสอบออกจากตู้อบและทิ้งไว้เพื่อปรับภาวะตามข้อ 3. เป็นเวลาอย่างน้อย 16 h

14.4.5 วัดสมบัติทางฟิสิกส์ชิ้นทดสอบที่ผ่านการบ่มเร่งด้วยวิธีทดสอบเดียวกับชิ้นทดสอบที่ไม่ผ่านการบ่มเร่ง ถ้าเกิดการขาดที่ปมของเส้นด้ายยาง ให้ทำการทดสอบใหม่

14.5 การคำนวณ

ร้อยละคงอยู่ของค่าสมบัติทางฟิสิกส์เริ่มต้นที่เลือกใช้ในการทดสอบ คำนวณได้จากสมการ

$$\frac{x_a - x_0}{x_0} \times 100$$

เมื่อ x_0 คือ ค่าของสมบัติทางฟิสิกส์ก่อนการบ่มเร่ง

x_a คือ ค่าของสมบัติทางฟิสิกส์หลังการบ่มเร่ง

รายงานค่ามัธยฐาน

14.6 การรายงานผล

การรายงานผลประกอบด้วย

(1) รายละเอียดของตัวอย่าง

(2) สมบัติทางฟิสิกส์ที่เลือกใช้ในการทดสอบ วิธีทดสอบ และเครื่องมือที่ใช้

(3) เวลาและอุณหภูมิในการบ่มเร่ง

(4) ค่าเริ่มต้นและร้อยละคงอยู่ของสมบัติทางฟิสิกส์

15. แถบเส้นด้ายยาง : การติดกันระหว่างเส้นด้ายยาง

15.1 ข้อมูลทั่วไป

การทดสอบนี้วัดการติดกันระหว่างเส้นด้ายยางที่ประกอบเป็นแถบเส้นด้ายยาง เพื่อทำนายสมบัติการใช้งานจริงของแถบเส้นด้ายยาง

15.2 หลักการ

ที่ปลายด้านหนึ่งของแถบเส้นด้ายยาง เส้นด้ายยางแต่ละเส้นจะถูกแยกออกจากกัน และแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ที่มีเส้นด้ายสลับกัน วัดแรงต่ำสุดที่ใช้ในการแยกเส้นด้ายยาง 2 กลุ่มนี้ตามระยะและอัตราการยืดที่กำหนด และเพื่อให้เบอร์เส้นด้ายยางไม่มีผลต่อการวัด การติดกันระหว่างเส้นด้ายยางจะแสดงเป็นค่าความยาวของแถบเส้นด้ายยางที่มีน้ำหนักเท่ากับแรงที่ใช้ในการแยกเส้นด้ายยาง

15.3 เครื่องมือ

15.3.1 เครื่องทดสอบแบบดึงที่สามารถวัดแรงดึงได้ในช่วง 0 N ถึง 5 N และอัตราเร็วคงที่ในการดึงแยก (5.0±0.3) mm/s มีอุปกรณ์จับยึดชิ้นทดสอบแบบแบนซึ่งจะสามารถจับเส้นด้ายยางแต่ละเส้นที่เรียงต่อขนานกันได้ เครื่องทดสอบควรสามารถบันทึกและแสดงค่าความเค้น-ความเครียดได้

15.3.2 อาจใช้เครื่องทดสอบที่ไม่ซับซ้อนได้ โดยเครื่องดังกล่าวประกอบด้วย อุปกรณ์ยึดจับ เช่น ตะขอหรือที่หนีบ ที่สามารถนำกลุ่มของเส้นด้ายยางมาแขวนหรือยึดติดได้ และมีจานชั่งใส่น้ำหนักที่สามารถนำเส้นด้ายยางอีกกลุ่มหนึ่งมาติดหรือยึดจับได้

15.4 ชิ้นทดสอบ

ชิ้นทดสอบแต่ละชิ้นประกอบด้วยแถบเส้นด้ายยาง 1 แถบ ยาวประมาณ 500 mm (ดูหมายเหตุข้อ 15.6)

15.5 ขั้นตอนการทดสอบ

15.5.1 ที่ปลายด้านหนึ่งของชิ้นทดสอบ แยกเส้นด้ายยางออกจากกันเป็น 2 กลุ่ม ยาวประมาณ 50 mm

15.5.2 กรณีใช้เครื่องมือตามข้อ 15.3.1 แยกเส้นด้ายยางเป็น 2 กลุ่มแบบสลับเส้นคู่และเส้นคี่โดยวางแต่ละเส้นบนเทปกาวอย่างเป็นระเบียบ ตั้งระยะห่างของอุปกรณ์จับยึดเส้นด้ายยางเท่ากับ 75 mm นำปลายเส้นด้ายยางกลุ่มที่หนึ่งไปติดตั้งกับอุปกรณ์จับยึดด้านบนและปลายเส้นด้ายยาง กลุ่มที่สองไปติดตั้งกับอุปกรณ์จับยึดด้านล่าง โดยจัดให้เส้นด้ายยางเรียงตัวขนานกันอย่างเป็นระเบียบ ปลายอิสระอีกด้านหนึ่งของแถบเส้นด้ายยางจัดให้อยู่ในแนวนอนโดยใช้อุปกรณ์ช่วย เปิดเครื่องให้ทำงานแล้วบันทึกค่าเฉลี่ยแรงที่ใช้ในการแยกเส้นด้ายยางเป็นความยาว 100 mm

15.5.3 กรณีใช้เครื่องมือตามข้อ 15.3.2 แยกเส้นด้ายยางเป็น 2 กลุ่มแบบสลับเส้นคู่และเส้นคี่แล้วขมวดปมที่ปลายทั้งสอง แขวนกลุ่มเส้นด้ายยางกลุ่มที่หนึ่งกับที่แขวน และอีกกลุ่มหนึ่งนำไปติดกับจานชั่ง ให้แรงโดยวางน้ำหนักที่ทราบค่าแน่นอนลงบนจานชั่งจนกระทั่งแถบเส้นด้ายยางเกิดการแยกอย่างช้าๆ และต่อเนื่องเป็นระยะทางอย่างน้อย 50 mm

15.5.4 ระหว่างการทดสอบ ให้สังเกตลักษณะการแยกที่เกิดขึ้นว่าสม่ำเสมอหรือไม่ หากเกิดขึ้นไม่สม่ำเสมอแสดงว่าการติดกันของเส้นด้ายยางมีความแตกต่างกัน

15.6 การคำนวณ

การติดกันของเส้นด้ายยางแสดงเป็นความยาวของแถบเส้นด้ายยาง มีหน่วยเป็นเมตร ที่มีน้ำหนักเท่ากับแรงเฉลี่ยที่ใช้ในการแยกเส้นด้ายยาง

หมายเหตุ *ในกรณีที่ใช้เส้นด้ายยางเพียงบางส่วนในแถบเส้นด้ายยางเป็นชิ้นทดสอบ เช่น 10 เส้น ค่าการติดกันของเส้นด้ายยางจะต้องปรับค่าให้ถูกต้องโดยคูณด้วย "ตัวคูณแก้ไข" (correction factor) เนื่องจากอัตราส่วนที่แตกต่างกันใน 2 กรณีระหว่างจำนวนของเส้นด้ายยางและจำนวนเส้นที่ติดกันและจะทำให้สามารถเปรียบเทียบค่าที่วัดได้กับค่าการติดกันที่วัดโดยใช้แถบเส้นด้ายยางทั้งหมด อัตราส่วนนี้คำนวณได้จากสมการ*

$$\frac{(N-1)n}{(n-1)N}$$

เมื่อ N *คือ จำนวนของเส้นด้ายยางทั้งหมดในแถบเส้นด้ายยาง*

$N-1$ *คือ จำนวนเส้นที่ติดกันของเส้นด้ายยางทั้งหมดในแถบเส้นด้ายยาง*

n *คือ จำนวนของเส้นด้ายยางในแถบยางบางส่วนของแถบเส้นด้ายยางที่ใช้ทดสอบ*

$n-1$ *คือ จำนวนเส้นที่ติดกันของเส้นด้ายยางในแถบยางบางส่วนของแถบเส้นด้ายยางที่ใช้ทดสอบ*

15.7 การรายงานผล

การรายงานผลประกอบด้วย

(1) รายละเอียดของตัวอย่างแถบเส้นด้ายยาง

(2) การติดกัน มีหน่วยเป็นเมตร

(3) การแยกของเส้นด้ายยางเกิดแบบสม่ำเสมอหรือไม่

16. ความต้านทานต่อรอยเปื้อนของทองแดงระหว่างการซักรีด

16.1 ข้อมูลทั่วไป

16.1.1 การทดสอบนี้วัดระดับรอยเปื้อนที่เกิดกับวัสดุสิ่งทอที่ติดกับเส้นด้ายยางและระดับการเปลี่ยนสีของเส้นด้ายยางเมื่อนำไปซักในน้ำที่มีเกลือของทองแดงละลายอยู่

16.1.2 การทดสอบนี้ให้ผลในเชิงเปรียบเทียบเท่านั้น ไม่สามารถนำมาใช้เป็นค่าบ่งชี้สมบัติของเส้นด้ายยางในการใช้งานจริงได้ เนื่องจากแหล่งน้ำแต่ละแหล่งมีปริมาณทองแดงในแหล่งน้ำไม่เท่ากัน

16.2 หลักการ

วางเส้นด้ายยางให้สัมผัสกับสิ่งทอหรือผ้าแล้วนำไปใส่ในสารละลายซักล้างที่มีทองแดงที่รู้ปริมาณแน่นอนละลายอยู่ ให้ความร้อน ตรวจพินิจรอยเปื้อนและการเปลี่ยนสีโดยใช้เกรย์สเกล (grey scale)

16.3 สารเคมี

16.3.1 สารละลายมาตรฐานทองแดงความเข้มข้น 1 g/dm^3

ละลายคอปเปอร์ (II) ซัลเฟต เพนตะไฮเดรต ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$) 3.928 g ในน้ำกลั่นที่ปราศจากทองแดงและเติมสารละลายแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์เกรดสำหรับการวิเคราะห์ที่มีความเข้มข้น 280 g/dm^3 ปริมาตร 100 cm^3 ถ่ายสารละลายลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 1 000 cm^3เติมน้ำกลั่นที่ปราศจากทองแดงจนถึงขีดบอกปริมาตร เขย่าให้เข้ากัน สารละลายนี้ 1 cm^3จะมีปริมาณทองแดง 1 mg

16.3.2 สารละลายมาตรฐานทองแดงความเข้มข้น 5 mg/dm^3

ปิเปตสารละลายมาตรฐานทองแดง (ข้อ 16.3.1) 5.0 cm^3 ใส่ลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 1 000 cm^3 เติมน้ำกลั่นที่ปราศจากทองแดงจนถึงขีดบอกปริมาตร เขย่าให้เข้ากัน สารละลายนี้ 1 cm^3จะมีปริมาณทองแดง 5 μg ให้เตรียมสารละลายนี้เมื่อเวลาจะใช้เท่านั้น

16.3.3 สารละลายมาตรฐานสบู่

เตรียมสารละลายสบู่โดยละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เกรดสำหรับการวิเคราะห์ปริมาณ 10 g ในน้ำกลั่นที่ปราศจากทองแดงปริมาตร 100 cm^3และเติมน้ำกลั่นที่ปราศจากทองแดงที่ร้อนเกือบเดือดปริมาตร 500 cm^3เติมกรดโอเลอิกเกรดสำหรับการวิเคราะห์ปริมาณ 70.5 g คนให้เข้ากันและให้ความร้อนที่ 70 °C เมื่อฟองหายและสารละลายเย็นลง ถ่ายสารละลายลงขวดวัดปริมาตรขนาด 1 000 cm^3 เติมน้ำกลั่นที่ปราศจากทองแดงจนถึงขีดบอกปริมาตร เขย่าให้เข้ากัน

16.3.4 โซเดียมโดเดซิลเบนซีนซัลโฟเนต

16.4 เครื่องมือและวัสดุ

16.4.1 แผ่นอะลูมิเนียมขนาด 50 mm x 50 mm x 3 mm

16.4.2 บีกเกอร์ขนาด 250 cm^3 .

16.4.3 เทอร์โมมิเตอร์ ที่มีช่วงบอกอุณหภูมิตั้งแต่ 0 °C ถึง 100 °C และมีความละเอียดถึง 0.2 °C

16.4.4 ขวดวัดปริมาตรที่มีขีดบอกปริมาตรตำแหน่งเดียวขนาด 1 000 cm^3ที่เป็นไปตามข้อกำหนดของ ISO 1042

16.4.5 ปิเปตขนาด 5 cm^3และขนาด 1 cm^3 ที่เป็นไปตามข้อกำหนดของ ISO 648

16.4.6 ตัวอย่างผ้า อาจจะเป็นตัวอย่างผ้าอะซิเทต ผ้าฝ้าย ผ้าไนลอน ผ้าวิสคอส ที่มีสีขาว เส้นด้าย อย่างใดอย่างหนึ่งหรือผ้ามัลติไฟเบอร์

หมายเหตุ ตัวอย่างผ้ามัลติไฟเบอร์ประกอบด้วยแถบของอะซิเทต ฝ้าย ไนลอน โพลิเอสเทอร์ อะคริลิก และขนสัตว์ อาจจะหา ได้จาก Testafabric Inc. 55 Van Dam St., New York, USA หรือจาก Society of Dyers and Colourists, PO Box 244, Perkin House, 82 Grattan Rd, Bradford, BD1 2JB, England หรือจาก Wentworth Instruments, North Green, Datchet, Slough SL3 9LH, England ข้อมูลที่ให้ไว้นี้เพื่อความสะดวกของผู้ใช้มาตรฐานนี้ไม่ใช่เป็นการรับรองผู้ผลิต

16.4.7 เกรย์สเกล สำหรับวัดระดับรอยเปื้อน ที่เป็นไปตามข้อกำหนดของ ISO 105-A03 (ดูหมายเหตุข้อ 16.4.8)

16.4.8 เกรย์สเกล สำหรับระบุค่าการเปลี่ยนแปลงสี ที่เป็นไปตามข้อกำหนดของ ISO 105-A02

หมายเหตุ เกรย์สเกลอาจหาได้จาก Society of Dyers and Colourists, PO Box 244, Perkin House, 82 Grattan Rd, Bradford, BD1 2JB, England หรือจาก American Association of Textile Chemists and Colorists, PO Box 12215, Research Triangle Park, NC 27709, USA ข้อมูลที่ให้ไว้นี้เพื่อความสะดวกของผู้ใช้มาตรฐานนี้ไม่ใช่เป็นการรับรองผู้ผลิต

16.5 ชิ้นทดสอบ

ชิ้นทดสอบแต่ละชิ้นประกอบด้วยเส้นด้ายยาง 0.5 g ถึง 1.0 g

16.6 การเตรียมชิ้นทดสอบ

16.6.1 ชิ้นทดสอบแต่ละชิ้นประกอบด้วยเส้นด้ายยางที่อยู่ติดกับผ้าชนิดต่างๆ หรือเส้นด้าย (ดูข้อ 16.4.6) ผ้าที่ใช้ต้องปราศจากสารตกแต่งสำเร็จซึ่งจะไปมีผลต่อรอยเปื้อน และปริมาณสารที่สกัดได้จากผ้าต้องไม่เกินร้อยละ 0.3 โดยมวล ให้ใช้วิธีต่อไปนี้โดยขึ้นกับตัวอย่างผ้าที่ใช้

16.6.1.1 ตัวอย่างผ้าแต่ละชนิด

นำเส้นด้ายยาง 0.5 g ถึง 1.0 g มาขดให้ได้ความยาวประมาณ 75 mm วางขดเส้นด้ายยางบนผ้าอะซิเทตและวางผ้าฝ้ายปิดทับด้านบน ม้วนในแนวตั้งฉากกับขดเส้นด้ายยางให้มีลักษณะเป็นทรงกระบอกผูกให้แน่นด้วยเส้นด้ายฝ้าย ปฏิบัติเช่นเดียวกันเมื่อใช้ผ้าไนลอนและผ้าวิสคอส

16.6.1.2 เส้นด้ายแต่ละชนิด

นำเส้นด้ายและเส้นด้ายยางมาขดบนผ้าแล้วม้วน ตัดขดด้ายแต่ละขด และผูกปลายของเส้นด้ายยาง ด้ายอะซิเทตและด้ายฝ้าย ให้แน่นด้วยเส้นด้ายฝ้าย ถักด้ายทั้งสามชนิดเข้าด้วยกันให้เป็นเปียที่มีความยาวประมาณ 75 mm และผูกปมให้แน่น ถักเปียเส้นที่สองโดยใช้เส้นด้ายยาง ผ้าไนลอน และผ้าวิสคอส

16.6.1.3 ผ้ามัลติไฟเบอร์

วางผ้ามัลติไฟเบอร์ที่ยาว 50 mm ลงบนแผ่นอะลูมิเนียม (ข้อ 16.4.1) พันเส้นด้ายยางปริมาณ 0.5 g ถึง 1.0 g ลงบนผ้าโดยให้สัมผัสกับทุกเส้นด้าย และให้มีแรงดึงน้อยที่สุด

16.7 ขั้นตอนการทดสอบ

16.7.1 ใส่สารละลายมาตรฐานทองแดง (ข้อ 16.3.2) 200 cm^3 ลงในบีกเกอร์ (ข้อ 16.4.2) และปิเปตสารละลายมาตรฐานสบู่ (ข้อ 16.3.3) 1 cm^3 หรือชั่งโซเดียมโดเดซิลเบนซีนซัลโฟเนต (ข้อ 16.3.4) 1 g ใส่ลงในบีกเกอร์

16.7.2 ให้ความร้อนกับสารละลายจนถึงที่อุณหภูมิ (70±2) °C และใส่ชิ้นทดสอบ (ดูข้อ 16.6) ลงในบีกเกอร์ คงอุณหภูมินี้เป็นเวลา 30 min คนสารละลายเป็นครั้งคราว

16.7.3 นำชิ้นทดสอบออกมาล้างด้วยน้ำกลั่น ทิ้งไว้ให้แห้งในอากาศบนกระจกนาฬิกาที่อุณหภูมิห้องปฏิบัติการ (ดูมาตรฐาน ISO 23529)

16.7.4 นำเส้นด้ายยางออกจากผ้าตัวอย่าง วัดระดับรอยเปื้อนของผ้าและการเปลี่ยนสีของเส้นด้ายยาง โดยใช้เกรย์สเกลที่เหมาะสม

16.7.5 แยกการทดสอบสำหรับเส้นด้ายยางในแต่ละครั้ง

16.8 การรายงานผล

16.8.1 การรายงานผลประกอบด้วย

(1) ตัวเลขแสดงระดับรอยเปื้อนของผ้าแต่ละชนิดเป็นเกรย์สเกล

(2) ตัวเลขแสดงระดับการเปลี่ยนสีของเส้นด้ายยางเป็นเกรย์สเกล

16.8.2 ถ้าไม่มีรอยเปื้อนหรือการเปลี่ยนสีเกิดขึ้น ให้รายงานว่าไม่มีรอยเปื้อน (non-staining)

17. ผลของการซักล้าง

17.1 ข้อมูลทั่วไป

17.1.1 เส้นด้ายยาง หรือเสื้อผ้าที่มีส่วนประกอบของเส้นด้ายยาง จะผ่านการซักล้างอยู่เสมอ เป็นเหตุให้ต้องสัมผัสกับน้ำยาซักล้างที่มีส่วนประกอบและอุณหภูมิที่ใช้ซักล้างต่างกัน ข้อมูลส่วนประกอบของผงซักฟอกหรือน้ำยาซักล้างที่มีขายในท้องตลาดมักไม่ได้แสดงรายละเอียดไว้ และถึงแม้ว่าจะมีตราสินค้าเดียวกันก็อาจมีส่วนประกอบที่แตกต่างกัน

17.1.2 การทดสอบนี้จะบ่งชี้ถึงผลกระทบของการซักล้างต่อเส้นด้ายยาง โดยการวัดความคงอยู่ของสมบัติทางฟิสิกส์บางอย่างหลังจากเส้นด้ายยางผ่านการซักล้างโดยใช้สารละลายซักล้างมาตรฐาน ทำให้แห้ง และบ่มเร่ง

17.1.3 การทดสอบนี้มีวัตถุประสงค์แสดงผลในเชิงเปรียบเทียบเท่านั้น ไม่สามารถนำผลมาใช้เป็นค่าบ่งชี้อายุการใช้งานจริงของเส้นด้ายยางได้

17.2 หลักการ

17.2.1 เลือกทดสอบสมบัติทางฟิสิกส์บางอย่าง โดยใช้ชิ้นทดสอบ 2 ชุดจากตัวอย่างเดียวกัน ชุดที่หนึ่งทดสอบสมบัติตามที่เลือกไว้ ชุดที่สองให้ดึงยืดเส้นด้ายยางและคงความยืดไว้ที่ร้อยละ 100 นำไปซักล้าง ทำให้แห้ง และบ่มเร่งในตู้อบอากาศร้อน แล้วนำไปทดสอบสมบัติตามที่เลือกไว้ และรายงานผลเป็นร้อยละที่เหลืออยู่ของค่าสมบัติทางฟิสิกส์ที่เลือกใช้ในการทดสอบ

17.2.2 เลือกทดสอบหาสมบัติทางฟิสิกส์ตามข้อ 8. ถึงข้อ 11. แต่สมบัติทางฟิสิกส์ที่เลือกใช้มากที่สุด คือ ค่าสวอร์ท (ข้อ 9.1.1) และความเค้นคงอยู่ (ข้อ 11.)

17.3 เครื่องมือ

17.3.1 เครื่องมือทดสอบ สำหรับวัดสมบัติทางฟิสิกส์ที่เลือกไว้ตามที่ระบุไว้ในข้อ 8.2 ข้อ 9.2 ข้อ 10.3 หรือ ข้อ 11.3

17.3.2 อุปกรณ์ยึดจับ ต้องเหมาะสมที่จะจับยึดชิ้นทดสอบให้มีความยืด 100% เช่น ทำจากแก้วหรือเหล็กกล้าไร้สนิมเหมาะสำหรับการซักล้าง ส่วนการบ่มเร่งให้ใช้อุปกรณ์จับยึดตามข้อ 14.3.2

17.3.3 เครื่องซัก (Standard textile wash wheel) หรืออุปกรณ์อื่นที่สามารถให้ความร้อนแก่สารละลายซักล้างที่อุณหภูมิที่ต้องการ และสามารถกวนเบาๆ ให้กับชิ้นทดสอบที่ถูกดึงยืดและจุ่มอยู่ในสารละลาย ถ้าใช้เครื่องซัก อุปกรณ์จับยึดต้องติดกับภาชนะเพื่อหลีกเลี่ยงการทำลายเส้นด้ายยางระหว่างการกวน

17.3.4 ตู้อบอากาศหมุนวน (circulating-air oven) ตามที่อธิบายไว้ใน ISO 188 ที่สามารถรักษาอุณหภูมิให้คงที่ (125±1) °C หากเป็นไปได้ควรใช้ตู้อบแบบแยกช่องทดสอบเนื่องจากสามารถแยกชิ้นทดสอบของตัวอย่างที่ต่างกัน

17.4 สารละลายซักล้างมาตรฐาน

17.4.1 สารละลายซักล้างมาตรฐานประกอบด้วยสารเคมีต่างๆ ต่อน้ำกลั่น 1 dm^3

- โซเดียมโดเดซิลเบนซีนซัลโฟเนต 1.0 g
- แอนไฮดรัสโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต 1.5 g
- โซเดียมเปอร์บอเรต 0.5 g
- แอนไฮดรัสโซเดียมซิลิเกต [$Na_2O : SiO_2$ (1 : 2)] 0.5 g
- แอนไฮดรัสโซเดียมซัลเฟต 1.0 g
- คอปเปอร์ (II) ซัลเฟตเพนตะไฮเดรต 0.0086 g

17.4.2 ทดสอบการซักล้างภายใน 1 h เตรียมสารละลายโซเดียมเปอร์บอเรตโดยละลายโซเดียมเปอร์บอเรต 2.0 gในน้ำกลั่น 98.0 g ที่อุณหภูมิห้อง เติมสารละลายโซเดียมเปอร์บอเรตที่เตรียมได้ 25 g ลงในสารละลายที่ประกอบด้วยสารเคมีต่างๆ ที่เหลือตามข้อ 17.4.1 จำนวน 975 g ที่ถูกให้ความร้อนจนถึงอุณหภูมิซักล้าง แล้วจุ่มชิ้นทดสอบทันที

17.4.3 ใช้สารละลายซักล้างมาตรฐาน 100 g ต่อเส้นด้ายยาง 1 g ถ้าปริมาณสารซักล้างมาตรฐานมีมากกว่าชิ้นทดสอบในสัดส่วนข้างต้น ให้เติมเส้นด้ายยางจากตัวอย่างเดียวกันลงไป

17.5 ขั้นตอนการทดสอบ

17.5.1 เลือกสมบัติทางฟิสิกส์ที่ต้องการวัด วัดค่าสมบัติทางฟิสิกส์เริ่มต้นสำหรับชิ้นทดสอบชุดที่หนึ่ง โดยใช้จำนวนชิ้นทดสอบตามที่กำหนดไว้ ในกรณีถ้าเลือกวัดค่าสวอร์ท กำหนดให้ความยืดสูงสุดระหว่างการปรับภาวะเชิงกลที่ 300% เพื่อหลีกเลี่ยงการฉีกขาดของชิ้นทดสอบระหว่างการปรับภาวะเชิงกลหลังการบ่มเร่ง และในกรณีถ้าเลือกวัดความเค้นคงอยู่ที่ความยืด 100% ให้ปรับภาวะเชิงกลของเส้นด้ายยางที่ความยืด 300% เป็นจำนวน 6 รอบทันทีก่อนจะดึงยืดชิ้นทดสอบ 100%

17.5.2 นำชิ้นทดสอบชุดที่สองไปจับด้วยอุปกรณ์จับยึดที่ทำจากเหล็กกล้าไร้สนิมหรือแก้วโดยให้มีความยืด 100% และทิ้งไว้เพื่อปรับภาวะตามข้อ 3. เป็นเวลา (60±10) min

17.5.3 ซักล้างเส้นด้ายยางแต่ละประเภทในเครื่องซักด้วยสารละลายซักล้างมาตรฐานที่อุณหภูมิ (85±1) °C เป็นเวลา 1 h และกวนเบาๆ

17.5.4 นำชิ้นทดสอบที่จับด้วยอุปกรณ์จับยึดออกจากสารละลาย ล้างด้วยน้ำที่ไหลตลอดเวลาเป็นเวลา 10 min ใช้ผ้าซับน้ำส่วนเกินออก ทำให้แห้งที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 110 min

17.5.5 นำชิ้นทดสอบที่ยังจับด้วยอุปกรณ์จับยึดและมีความยืด 100% ไปบ่มเร่งในตู้อบอากาศหมุนวนที่อุณหภูมิ (125±1) °C เป็นเวลา 4 h โดยที่ตู้อบต้องปรับอุณหภูมิให้คงที่ก่อนใส่ชิ้นทดสอบ

ข้อควรระวัง ตู้อบที่ใช้ควรมีค่าความจุความร้อนสูงเพื่อให้อุณหภูมิไม่ลดลงมากเมื่อนำชิ้นทดสอบใส่ในตู้อบ และการใส่ชิ้นทดสอบควรทำในเวลาสั้นที่สุด

17.5.6 นำชิ้นทดสอบออกจากตู้อบ และทิ้งไว้เพื่อปรับภาวะที่กำหนดตามข้อ 3. อย่างน้อย 16 h

17.5.7 วัดสมบัติทางฟิสิกส์ชิ้นทดสอบที่ผ่านการบ่มเร่งด้วยวิธีทดสอบเดียวกับชิ้นทดสอบที่ไม่ผ่านการบ่มเร่ง ถ้าเกิดการขาดที่ปมของเส้นด้ายยาง ให้ทำการทดสอบใหม่

17.6 การคำนวณ

ร้อยละคงอยู่ของค่าสมบัติทางฟิสิกส์เริ่มต้นที่เลือกใช้ในการทดสอบ คำนวณได้จากสมการ

$$\frac{x_t}{x_0} \times 100$$

เมื่อ x_0 คือ ค่าของสมบัติทางฟิสิกส์ก่อนการซักล้างและการบ่มเร่ง

x_t คือ ค่าของสมบัติทางฟิสิกส์หลังการซักล้างและการบ่มเร่ง

รายงานค่ามัธยฐาน

17.7 การรายงานผล

การรายงานผลประกอบด้วย

(1) รายละเอียดของตัวอย่าง

(2) สมบัติทางฟิสิกส์ที่เลือกใช้ในการทดสอบ วิธีทดสอบ และเครื่องมือที่ใช้

(3) ค่าเริ่มต้นและร้อยละคงอยู่ของสมบัติทางฟิสิกส์

18. ความต้านทานต่อรอยเปื้อนจากควันในอากาศ

18.1 ข้อมูลทั่วไป

18.1.1 การทดสอบนี้คือการทดสอบการจางสีเนื่องจากควัน โดยวัดความต้านทานของเส้นด้ายยางต่อการเปลี่ยนสีและการถ่ายรอยเปื้อนไปยังสิ่งทอที่เส้นด้ายยางสัมผัสอยู่ เมื่อสัมผัสกับออกไซด์ของไนโทรเจนในตู้ทดสอบ

18.1.2 การทดสอบนี้จำลองสภาวะที่เส้นด้ายยางสัมผัสกับผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงในอากาศ

18.1.3 โดยทั่วไปสารป้องกันการเสื่อมสภาพเป็นสารที่มีส่วนผสมที่ว่องไว (reactive ingredient) ซึ่งอาจทำให้เกิดการเปลี่ยนสีของยางเป็นสีชมพูหรือสีเหลือง โดยเฉพาะอย่างยิ่งสีเหลืองมักจะทำให้เกิดรอยเปื้อนบนสิ่งทอเนื่องจากการเคลื่อนที่ของสารเคมี

18.1.4 การทดสอบนี้จะทดสอบเฉพาะเส้นด้ายยางที่เพิ่งผลิตและยังไม่ผ่านกระบวนการดัดแปรใดๆ

18.2 หลักการ

18.2.1 ข้อมูลทั่วไป

วิธีทดสอบมี 2 วิธี ซึ่งมีหลักการทดสอบแสดงไว้ในข้อ 18.2.2 และ 18.2.3 ตามลำดับ

หมายเหตุ วิธีที่ 1 จะทดสอบที่อุณหภูมิสูง และวิธีที่ 2 ทดสอบที่อุณหภูมิห้อง ซึ่งผลการทดสอบทั้งสองวิธีไม่สามารถนำมา เปรียบเทียบกันได้

18.2.2 วิธีที่ 1

ชิ้นทดสอบจะสัมผัสกับควันที่ได้จากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงไฮโดรคาร์บอนในตู้ทดสอบแบบปิด (วิธีทดสอบจาก American Association of Textile Chemists and Colorists)

18.2.3 วิธีที่ 2

ชิ้นทดสอบจะสัมผัสกับควันของไนโทรเจนออกไซด์ที่ได้จากการทำปฏิกิริยาของกรดฟอสฟอริกกับโซเดียมไนไทรท์ที่อยู่ในฝาครอบแก้ว (วิธีทดสอบจาก American Association of Textile Chemists and Colorists)

18.3 นิยาม

18.3.1 การเปลี่ยนสี (discoloration) หมายถึง การเปลี่ยนแปลงเฉดสีของผลิตภัณฑ์เนื่องจากปัจจัยภายนอก

18.3.2 การเปื้อนสี (colour staining) หมายถึง การที่มีสีที่ไม่ต้องการมาปรากฏอยู่บนสิ่งทอ

(1) เมื่อจุ่มลงในน้ำ น้ำยาซักแห้ง หรือของเหลวที่มีส่วนผสมคล้ายกัน ที่มีสีย้อมหรือสารให้สีเป็นองค์ประกอบ โดยไม่ได้เป็นสีของผ้า

(2) จากการสัมผัสโดยตรงกับสีย้อมอื่น ซึ่งสีจะเคลื่อนที่มาปรากฏบนผ้า

18.4 สารเคมี

สารเคมีที่ใช้ เมื่อใช้ฝาครอบแก้ว ตามที่อธิบายไว้ในข้อ 18.5.2 ได้แก่

18.4.1 สารละลายแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 300 g/dm^3

18.4.2 สารละลายกรดฟอสฟอริกความเข้มข้น 500 g/dm^{3}ให้เตรียมสารละลายใหม่ก่อนใช้ทุกครั้ง โดยการเจือจางกรดฟอสฟอริกที่มีความหนาแน่น = 1.75 g/cm^3

18.4.3 สารละลายโซเดียมไนไทรท์ความเข้มข้น 7 g/dm^{3}ให้เตรียมสารละลายใหม่ก่อนใช้ทุกครั้ง

18.4.4 สารละลายบัฟเฟอร์ยูเรียความเข้มข้น 10 g/dm^{3}มีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) เท่ากับ 7 เตรียมโดยเติมโซเดียมไดไฮโดรเจนออโทฟอสเฟตไดไฮเดรต ($NaH_2PO_4 \cdot 2H_2O$) 2 g และไดโซเดียมไฮโดรเจนออโทฟอสเฟตโดเดคาไฮเดรต ($Na_2HPO_4 \cdot 12H_2O$) 1.25 g ลงในน้ำกลั่นและปรับปริมาตรสารละลายเป็น 1 dm^3

18.5 เครื่องมือและวัสดุ

18.5.1 วิธีที่ 1 ตู้ทดสอบการจางสีโดยก๊าซ แบบไม่มีระบบหมุนเวียนของอากาศ

หมายเหตุ เครื่องมือที่เหมาะสมอธิบายไว้ใน AATCC 23 Colorfastness to Burnt Gas Fumes, of American Association of Textile Chemists and Colorists

ตู้อบที่มีหัวจ่ายเชื้อเพลิงเป็นก๊าซโพรเพน สามารถควบคุมอุณหภูมิของตู้ที่ (60±5) °C ใส่น้ำในถ้วยเพื่อรักษาสภาวะความชื้นในตู้ระหว่างการทดสอบ

18.5.2 วิธีที่ 2 ฝาครอบแก้ว (แบบมีระบบหมุนเวียนของอากาศ) แสดงดังรูปที่ 4

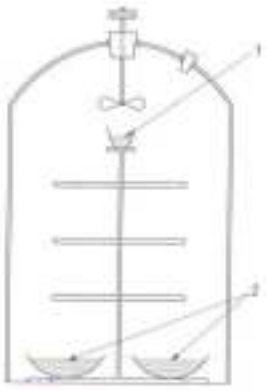
ประกอบด้วยฝาครอบแก้วที่มีความจุ 3 dm^3 ถึง 20 dm^{3}และภายในประกอบด้วย

(1) ถ้วยบรรจุสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ (ข้อ 18.4.1) เพื่อรักษาความชื้นสัมพัทธ์ที่ 65%

(2) ถ้วยบรรจุของผสมของสารละลายกรดฟอสฟอริก (ข้อ 18.4.2) และสารละลายโซเดียมไนไทรท์ (ข้อ 18.4.3) เพื่อให้เกิดออกไซด์ของไนโทรเจน

(3) พัดลมเล็ก เพื่อให้ออกไซด์ของไนโทรเจนหมุนเวียน

(4) ที่แขวนชิ้นทดสอบ (อาจจะหมุนได้)



1 สารละลายโซเดียมไนไทรท์และสารละลายกรดฟอสฟอริก

2 สารละลายแคลเซียมคลอไรด์

รูปที่ 4 อุปกรณ์ทดสอบความต้านทานต่อรอยเปื้อนจากควันในอากาศ (วิธีที่ 2)

18.5.3 ผ้าสีน้ำเงินที่ใช้เปรียบเทียบ เตรียมโดยย้อมสี Celliton Blue FFRN (Cl Disperse Blue 3) 1% บนผ้าซาตินเซลลูโลสอะซิเทตทุติยภูมิ

18.5.4 มาตรฐานการจางสี (Standard of fading) ประกอบด้วยผ้าซาตินวิสคอสที่ย้อมสีด้วยสีแวต (vat dyes) ให้เทียบได้กับชิ้นทดสอบที่มีสีจางลงของผ้าสีน้ำเงินที่ใช้เปรียบเทียบ (ข้อ 18.5.3) ความแตกต่างระหว่างมาตรฐานการจางสีกับผ้าสีน้ำเงินที่ใช้เปรียบเทียบประมาณเท่ากับเกรด 2 ของเกรย์สเกลที่ใช้วัดการเปลี่ยนแปลงของสี (ดู ISO 105-A02)

18.5.5 ผ้ามัลติไฟเบอร์

18.5.6 แผ่นอะลูมิเนียม ขนาด 50 mm x 50 mm x 3 mm

18.5.7 ตัวอย่างผ้า ได้แก่ ผ้าอะซิเทต ผ้าฝ้าย ผ้าไนลอน และ ผ้าวิสคอส ที่มีสีขาว ขนาด 63 mm x 63 mm

18.6 ชิ้นทดสอบ

18.6.1 ข้อมูลทั่วไป

ชิ้นทดสอบประกอบด้วยเส้นด้ายยางที่ทอเป็นแถบยางยืดติดกับผ้าและด้ายชนิดต่างๆ

18.6.2 วิธีที่ 1

(1) เตรียมชิ้นทดสอบให้เพียงพอสำหรับการทดสอบ ห่อชิ้นทดสอบแต่ละชิ้นให้มีแรงดึงที่ต่ำที่สุด นำเส้นด้ายยาง 1 g วางบนแผ่นอะลูมิเนียมสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 50 mm x 50 mm และผูกปลายเส้นด้ายยางให้แน่นเป็นปม นำห่อเส้นด้ายยางออกจากแผ่นอะลูมิเนียม

(2) วางแต่ละห่อของชิ้นทดสอบตรงกลางผ้าสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 63 mm x 63 mm วางผ้าสี่เหลี่ยมจัตุรัส ชิ้นที่สองบนเส้นด้ายยางและม้วนผ้าเป็นรูปทรงกระบอก ผูกปลายทรงกระบอกด้วยเส้นด้ายยาง ทำเช่นเดียวกันกับผ้าชนิดอื่น

18.6.3 วิธีที่ 2

วางผ้ามัลติไฟเบอร์บนแผ่นอะลูมิเนียมสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 50 mm x 50 mm พันเส้นด้ายยาง 0.5 g ลงบนผ้าโดยให้สัมผัสกับทุกเส้นด้าย และมีแรงดึงที่ต่ำที่สุด

18.7 ขั้นตอนการทดสอบ

18.7.1 วิธีที่ 1

18.7.1.1 แขวนชิ้นทดสอบและผ้าสีน้ำเงินที่ใช้เปรียบเทียบขนาด 50 mm x 40 mm ในตู้ทดสอบการจางสีโดยก๊าซที่ตั้งอุณหภูมิไว้ที่ (60±5) °C

18.7.1.2 นำชิ้นทดสอบออกจากตู้ทดสอบ เมื่อผ้าสีน้ำเงินที่ใช้เปรียบเทียบมีสีจางลงเท่ากับมาตรฐานการจางสี (ข้อ 18.5.4) แล้วนำไปทดสอบต่อตามข้อ 18.7.3 และข้อ 18.7.4

18.7.2 วิธีที่ 2

18.7.2.1 มวลของเส้นด้ายยางที่ทดสอบจะสัมพันธ์กับขนาดของตู้ทดสอบ ใช้เส้นด้ายยาง 0.4 g ต่อความจุตู้ทดสอบ 1 dm^3 ถ้าจำเป็นให้เพิ่มเส้นด้ายยางเพื่อให้ได้สัดส่วนตามที่กำหนด

18.7.2.2 แขวนชิ้นทดสอบและผ้าสีน้ำเงินที่ใช้เปรียบเทียบ

18.7.2.3 วางถ้วยบรรจุสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ (ข้อ 18.4.1) ที่พื้นตู้ทดสอบ โดยให้สารละลายมีพื้นที่ผิว (15±5) cm^2 ต่อความจุตู้ทดสอบ 1 dm^3 และมีปริมาตร 10 cm^3 ต่อความจุตู้ทดสอบ 1 dm^3

18.7.2.4 เปิดพัดลมหรือแกนหมุนเพื่อให้ชิ้นทดสอบอยู่ในภาวะอุณหภูมิ (20±2) °C เป็นเวลา 1 h ปิดพัดลมหรือแกนหมุน

18.7.2.5 ปิเปตสารละลายกรดฟอสฟอริก (ข้อ 18.4.2) 0.3 cm^3 ต่อความจุตู้ทดสอบ 1 dm^3 ใส่ลงในถ้วยวางไว้ในตู้ทดสอบแสดงดังรูปที่ 4 และปิเปตสารละลายโซเดียมไนไทรท์ (ข้อ 18.4.3) 0.3 cm^3 ต่อความจุตู้ทดสอบ 1 dm^3 ใส่ลงในถ้วย คนสารละลายให้เข้ากัน ปิดตู้ทดสอบทันทีและเปิดพัดลมหรือแกนหมุน

18.7.2.6 ป้องกันตู้ทดสอบจากแสงจ้าหรือสว่างเกินไประหว่างการทดสอบ

18.7.2.7 สังเกตชิ้นทดสอบและผ้าสีน้ำเงินที่ใช้เปรียบเทียบ และนำชิ้นทดสอบออกจากตู้ทดสอบเมื่อผ้าสีน้ำเงินที่ใช้เปรียบเทียบมีสีจางลงเท่ากับมาตรฐานการจางสี (ข้อ 18.5.4)

18.7.3 นำผ้าสีน้ำเงินที่ใช้เปรียบเทียบและชิ้นทดสอบจุ่มลงในสารละลายบัฟเฟอร์ยูเรีย (ข้อ 18.4.4)

18.7.4 ตรวจการเปลี่ยนสีของเส้นด้ายยางและวัดระดับรอยเปื้อนบนผ้า

18.8 การรายงานผล

การรายงานผลการทดสอบจะต้องมีข้อมูลดังนี้

(1) รายละเอียดของตัวอย่าง

(2) ตัวเลขแสดงระดับการเปลี่ยนสีของชิ้นทดสอบตามเกรย์สเกล

(3) ระดับการเปื้อนของผ้าแต่ละชนิด (วิธีที่ 1)

(4) ระดับการเปื้อนของเส้นด้ายแต่ละชนิดจากผ้ามัลติไฟเบอร์ (วิธีที่ 2)

(5) วิธีทดสอบ (วิธีที่ 1 หรือวิธีที่ 2)