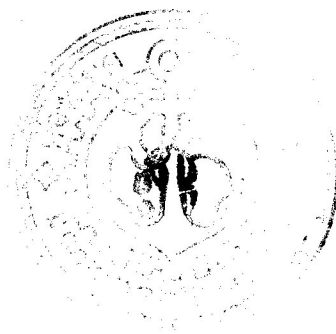




มอธ. 615 - 0001 - 1129

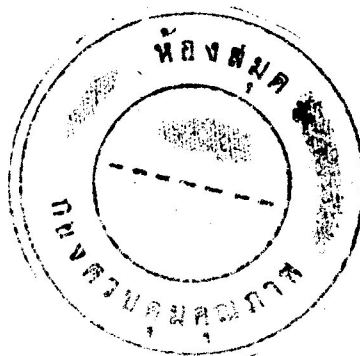
การวัดความแข็งของยางและพลาสติกด้วยเครื่อง DUROMETER

มาตรฐานงานช่างกรมอู่ทหารเรือ



มอร. 615 - 0001 - 1129

การวัดความแข็งของยางและพลาสติกด้วยเครื่อง DUROMETER



แก้ไขครั้งที่ เมื่อ พฤศจิกายน 2529

แก้ไขครั้งที่ เมื่อ

แก้ไขครั้งที่ เมื่อ

วันรับทนาย	22 ต.ค. 30
เลขที่รับทนาย	243
เลขที่หนังสือ	มอร. 615 - 0001 - 1129

ประกาศ

เรื่อง กำหนดมาตรฐานงานช่างกรมอุทการเรือ

พ.ศ. 2529

อาศัยอำนาจตามความในข้อ 7.3 และข้อ 13 แห่งระเบียบ
กรมอุทการเรือ ว่าด้วยมาตรฐานงานช่าง พ.ศ. 2529 เจ้ากรมพัฒนาการช่าง
กรมอุทการเรือ จึงกำหนดมาตรฐานงานช่าง กรมอุทการเรือ หมายเลข มอธ.
615 - 0001 - 1129 การวัดความแข็งของยางและพลาสติกด้วยเครื่อง
DUROMETER ไว้ดังรายละเอียดต่อท้ายประกาศนี้

ประกาศ ณ วันที่ ๑๖ เดือน พฤษภาคม พ.ศ. ๒๕๒๙
พลเรือตรี วิภากร วัฒนศิริ :
(วิภากร วัฒนศิริ :)
เจ้ากรมพัฒนาการช่าง

มอ.ร. 615 - 0001 - 1129

มาตรฐานงานช่างกรรมอุตสาหกรรมเรือ
การวัดความแข็งของยางและพลาสติกด้วยเครื่อง DUROMETER

1. เอกสารอ้างอิงและคำแนะนำทางช่างที่อ้างอิง

ASTM Method D 2240 - 75 "Standard Method of Test for Indentation Hardness of Rubber and Plastics by means of a Durometer"

2. เอกสารประกอบที่แนบ

2.1 ข้อมูลและคำแนะนำที่เป็นประโยชน์ ไม่มี

2.2 การแจกจ่าย ดูรายละเอียดในผนวก

3. ความมุ่งหมาย

เพื่อเป็นแนวทางให้เจ้าหน้าที่และผู้ที่เกี่ยวข้อง ทำการวัดความแข็งของยางและพลาสติกได้ถูกต้องและเป็นมาตรฐานเดียวกัน

4. ขอบเขต

วิธีการนี้ใช้ได้กับเครื่อง durometer ทั้งสองประเภทคือ A และ D ซึ่งสามารถวัดได้ตั้งแต่ยางนุ่ม ๆ จนถึงพลาสติกแข็ง เครื่อง durometer ประเภท A ใช้วัดความแข็งของยางและพลาสติกที่นุ่มกว่า ส่วนเครื่อง durometer ประเภท D ใช้วัดความแข็งของยางและพลาสติกที่แข็งกว่า กล่าวคือ ควรใช้ประเภท D วัด ถ้าค่าที่วัดได้จากประเภท A มีค่าเกิน 90 และควรใช้ประเภท A วัด ถ้าค่าที่วัดได้จากประเภท D มีค่าต่ำกว่า 20 วิธีการนี้ไม่เหมาะที่จะใช้วัดความแข็งของยางและพลาสติกที่เคลือบอยู่บนผ้า

5. นิยาม

5.1 Elastic modulus

อัตราส่วนระหว่างความเค้น (Normal stress) กับความเครียด (Strain)

5.2 Viscoelastic

เป็นคุณลักษณะของวัสดุซึ่งเกิดความหนืดและทำให้การยืด หรือการหดตัว เมื่อได้รับความเค้น (Stress) ช้าหรือเร็วแตกต่างกัน

5.3 ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative humidity)

อัตราส่วนของความดันไอน้ำในอากาศ (Partial pressure of water vapor in air) กับความดันไอน้ำอิ่มตัว (Saturated vapor pressure of water) ที่อุณหภูมิเดียวกัน

6. กล่าวโดยทั่วไป

ในการวัดความแข็งของยางและพลาสติก ถ้าขึ้นทดสอบบางเกินไปหรือไม่เรียบก็จะทำให้ค่าความแข็งที่วัดได้ไม่ถูกต้อง ดังนั้นเพื่อเป็นแนวทางชี้เจ้าหน้าที่ผู้เกี่ยวข้องได้ทราบถึงวิธีการวัดความแข็งของยางและพลาสติกที่ถูกต้อง กคท. กพช.อร. จึงได้รวบรวมขึ้นเป็นมาตรฐานงานช่าง เพื่อให้หน่วยที่เกี่ยวข้องจัดทำต่อไป

7. หลักการ

หลักการในการวัดความแข็งด้วยวิธีนี้ก็คือ ใช้เดือย (Indentor) ที่มลงไปในวัสดุที่ต้องการวัดความแข็งภายใต้สภาวะที่กำหนด ค่าความแข็งที่วัดได้จะเป็นสัดส่วนผกผันกับการเจาะลึก (Penetration) ของเดือยและขึ้นอยู่กับค่า elastic modulus และ viscoelastic ของวัสดุที่ต้องการวัดความแข็ง รูปร่างของเดือยและแรงที่ใช้กดมีผลต่อค่าที่วัดได้ ดังนั้นค่าความแข็งที่วัดได้จากเครื่อง durometer คนละประเภทจึงไม่สามารถนำมาเปรียบเทียบกันได้

8. อุปกรณ์ (Apparatus)

เครื่อง durometer ประกอบด้วยชิ้นส่วนดังต่อไปนี้

8.1 Presser Foot ซึ่งมีรูที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางระหว่าง 2.5 และ 3.2 มม. (0.10 และ 0.13 นิ้ว) และอยู่ที่จุดกึ่งกลางของ presser foot รูต้องอยู่ห่างจากขอบของ presser foot อย่างน้อย 6 มม. (0.25 นิ้ว)

8.2 เดือย (Indentor) ทำด้วยเหล็กแข็ง (Hardened steel) มีเส้นผ่าศูนย์กลางระหว่าง 1.15 และ 1.40 มม. (0.045 และ 0.055 นิ้ว)

และมีมิติ (Dimensions) และรูปร่าง (Shape) ดังรูปที่ 1 สำหรับ durometer ประเภท A และรูปที่ 2 สำหรับ durometer ประเภท D

8.3 หน้าปัทม์บอกค่าความแข็ง (Indicating Device)

แบ่งสเกลบนหน้าปัทม์ออกเป็น 100 ช่อง ตัวเลขบอกค่าความแข็ง เริ่มตั้งแต่ 0 ถึง 100 ถ้าเดือยเจาะลึกลงไประหว่าง 2.46 ถึง 2.54 มม. (0.097 ถึง 0.100 นิ้ว) จะได้ค่าความแข็งเป็น 0 และถ้าเดือยไม่สามารถเจาะลึกลงไปเลยจะได้ค่าความแข็งเป็น 100 ซึ่งได้จากการกด presser foot และเดือยบนแผ่นแก้ว

8.4 สปริง (Calibrated Spring)

สปริงซึ่งได้ปรับเทียบ (Calibrated) แล้ว ใช้สำหรับคำนวณแรงไปยังเดือย ซึ่งเป็นไปตามสมการดังต่อไปนี้

$$N = 0.550 + 0.075 H_A \quad (1)$$

จนเมื่อ $N =$ แรง (Force) , นิวตัน (Newton)

$H_A =$ ค่าความแข็งที่อ่านได้จาก durometer ประเภท A

$$\text{และ } N = 0.44 H_D \quad (2)$$

จนเมื่อ $N =$ แรง (Force) , นิวตัน (Newton)

$H_D =$ ค่าความแข็งที่อ่านได้จาก durometer ประเภท D

9. ชิ้นทดสอบ (Test Specimen)

ชิ้นทดสอบต้องมีความหนาน้อยกว่า 6 มม. (0.25 นิ้ว) พกเปลี่ยนจากรู้ว่าการที่ได้จะเหมือนกันถ้าใช้ชิ้นทดสอบที่บางกว่า สำหรับวัสดุที่มีความแข็งมากกว่า 50 เมื่อวัดด้วยเครื่อง durometer ประเภท D ชิ้นทดสอบต้องหนาน้อยกว่า 3 มม. (0.12 นิ้ว) และต้องวัดความแข็งห่างจากขอบอย่างน้อย 6 มม. (0.25 นิ้ว) ถ้าชิ้นทดสอบบางกว่า 6 มม. อาจใช้วิธีอื่นหาชิ้นทดสอบหลาย ๆ ชิ้นวางซ้อนกันก็ได้เพื่อให้ได้ความหนา 6 มม. แต่ค่าความแข็งที่วัดได้อาจไม่ตรงกับค่าที่วัดได้จากชิ้นทดสอบชิ้นเดียวแต่มีความหนา 6 มม. หรือมากกว่า ทั้งนี้เพราะการสัมผัสกันระหว่างชิ้นทดสอบอาจไม่แนบสนิทพอก็ได้

การวัดความแข็งจะต้องวัดห่างจากขอบของชิ้นทดสอบอย่างน้อย 12 มม. (0.5 นิ้ว) ผิวของชิ้นทดสอบจะต้องแบนเรียบสม่ำเสมอ ค่าความแข็งอาจจะไม่ถูกต้องถ้าชิ้นทดสอบเบ้ค้งนูนขรุขระหรือไม่สม่ำเสมอ

10. การปรับเทียบ (Calibration)

การปรับเทียบสปริงกระทำได้ด้วยวางเครื่อง durometer ให้นวดังโดยใส่เดือยลงใน spacer ซึ่งวางอยู่ที่กึ่งกลางจานด้านหนึ่งของเครื่องชั่ง (Chemical balance) spacer มีช่องด้านในเป็นรูปทรงกระบอกที่สูงประมาณ 2.5 มม. (0.1 นิ้ว) และมีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1.25 มม. (0.05 นิ้ว) และสามารถสวมเดือยได้พอดี ปรับศูนย์เครื่องชั่งใหม่เพื่อชดเชยน้ำหนักของ spacer ให้นำตุ้มน้ำหนักที่จานอีกข้างหนึ่งของเครื่องชั่ง เพื่อชั่งสมดุลกับแรงที่เดือยที่ค่าความแข็งต่าง ๆ แรงที่วัดได้จะต้องเท่ากับแรงที่คำนวณได้จากสมการ (1) ± 0.08 นิวตัน หรือ สมการ (2) ± 0.44 นิวตัน

11. สภาพะในการทดสอบ (Conditioning)

ในการทดสอบต้องกระทำที่อุณหภูมิ $23 \pm 2^{\circ} \text{C}$ ($73.4 \pm 3.6^{\circ} \text{F}$) ถ้าไม่ได้กำหนดอุณหภูมิในการทดสอบไว้เป็นอย่างอื่น สำหรับวัสดุที่ค่าความแข็งไม่ขึ้นกับค่าความชื้นสัมพัทธ์ (Relative humidity) ings เครื่อง durometer และชิ้นทดสอบต้องอยู่ในห้องซึ่งมีอุณหภูมิที่สำหรับการทดสอบอย่างน้อย 1 ชั่วโมง ก่อนที่จะทดสอบวัดความแข็ง สำหรับวัสดุที่ค่าความแข็งขึ้นอยู่กับค่าความชื้นสัมพัทธ์ให้ใช้สภาวะในการทดสอบตาม Procedure A ของ ASTM Method D 618

12. ขั้นตอนในการทดสอบ (Procedure)

12.1 วางชิ้นทดสอบลงบนพื้นผิวที่แข็งแบนเรียบและอยู่ในแนวนอน จับเครื่อง durometer ให้อยู่ในแนวตั้งและให้เดือยอยู่ห่างจากขอบของชิ้นทดสอบอย่างน้อย 12 มม. (0.5 นิ้ว) กด presser foot ลงบนชิ้นทดสอบให้เร็วที่สุดที่จะเร็วได้โดยไม่เกิดการกระแทก presser foot ต้องขนานกับผิวของชิ้นทดสอบ แรงที่ใช้กดให้เพียงแต่ให้ presser foot สัมผัสกับชิ้นทดสอบอย่างมั่นคงเท่านั้น

12.2 อ่านสเกลภายใน 1 วินาที หลังจาก que presser foot สัมผัสกับชิ้นทดสอบอย่างมั่นคง นอกจากนี้เครื่อง durometer มีเข็มที่บอกค่าสูงสุดในการขึ้นน้ำหนักสูงสุด ถ้าในการอ่านค่าความแข็งได้กำหนดเวลาไว้กับ que presser foot 1 วินาทีตำแหน่งเดิมและแรงเท่าเดิมและอ่านสเกลเมื่อถึงเวลาที่กำหนด เช่น vinyl plastics กำหนดให้อ่านที่เวลา 15 วินาที เป็นต้น

12.3 วัดความแข็งที่ตำแหน่งต่าง ๆ 5 ตำแหน่ง โดยแต่ละตำแหน่งต้องห่างกันอย่างน้อย 6 มม.(0.25 นิ้ว) แล้วหาค่ามัธยฐาน (Median) หรือค่ามัธยเลขคณิต (Arithmetic mean)

13. การรายงานผล (Report)

การรายงานผลควรประกอบด้วยสิ่งต่อไปนี้

13.1 ชนิดหรือประเภทของวัสดุที่ต้องการทดสอบความแข็ง

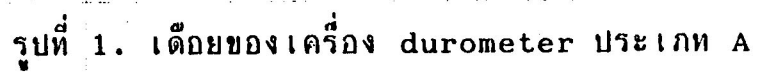
13.2 ความหนาของชิ้นทดสอบ และจำนวนของชิ้นทดสอบที่วางซ้อนกัน

13.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบและค่าความขึ้นสัมผัส ถ้าค่าความแข็งขึ้นอยู่กับค่าความขึ้นสัมผัส

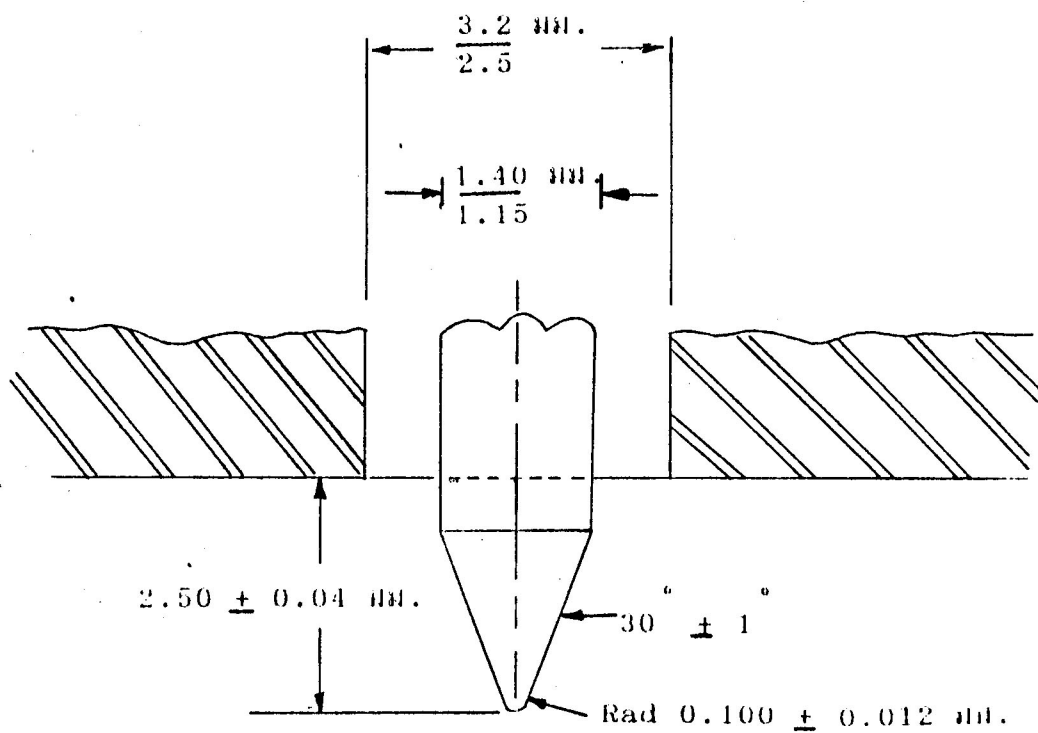
13.4 ประเภทและตราอักษรของ durometer

13.5 ช่วงเวลาที่อ่านสเกลค่าความแข็ง และค่าความแข็งซึ่งเป็นค่ามัธยฐาน หรือค่ามัธยเลขคณิต

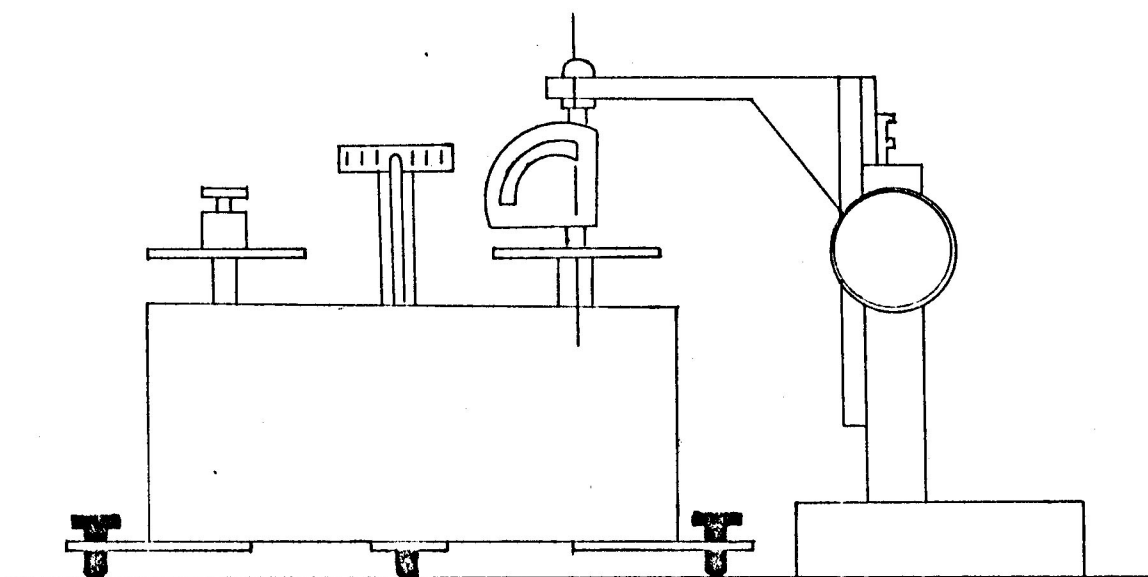
13.6 วัน เดือน ปี ที่ทดสอบความแข็ง



รูปที่ 1. เติดยของเครื่อง durometer ประเภท A



รูปที่ 2. เติ้ดของเครื่อง durometer ประเภท D



รูปที่ 3. อุปกรณ์สำหรับการปรับเทียบสปริง