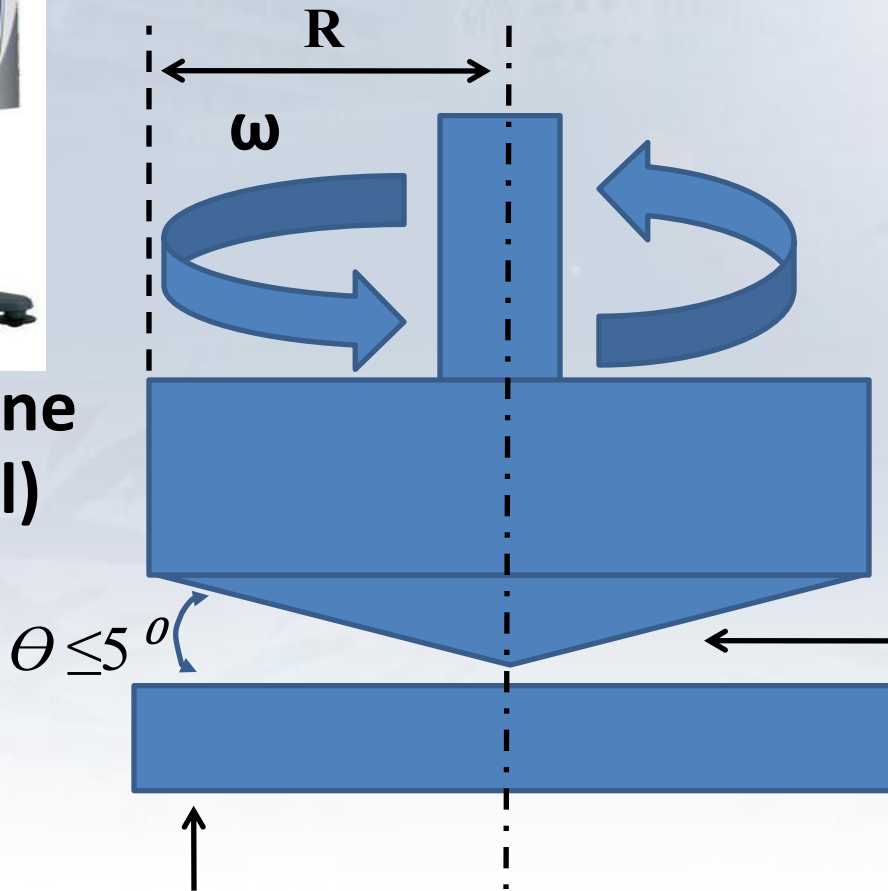
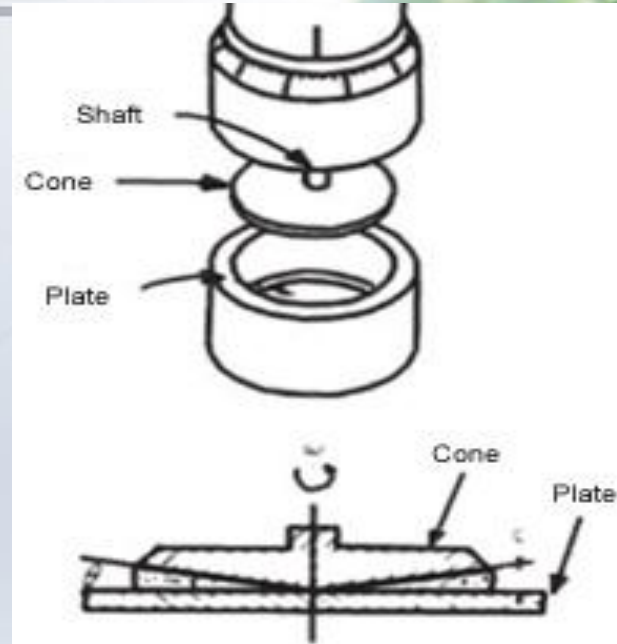


เครื่องมือวัดความหนืดวิสโคมิเตอร์แบบหมุนเหวี่ยง ระบบโคนและเพลต

เครื่องมือวัดความหนืดวิสโคมิเตอร์แบบหมุนเหวี่ยง ระบบโคนและเพลต



Heated cone
(rotational)



Polymer
melt

Heated plate
(fixed)

หลักการทํางาน

- วัดแรงบิดของแท่งกรวยในขณะที่หมุนอยู่บนพอลิเมอร์หลอมเหลวที่อยู่บนแผ่นราบหนึ่งต่ออัตราเร็วของการหมุนของแท่งกรวย
- ค่าความเค้นเฉือนของพอลิเมอร์หลอมเหลวขึ้นกับแรงบิดและรัศมีของแท่งกรวย
- อัตราเคี้ยวคั้นขึ้นกับอัตราการหมุนของแท่งทรงกรวยและมุมระหว่างแท่งกรวย และแผ่นราบหนึ่ง

ความล้าพันธ์ของแรงบิด(torque) และความเค้นเฉือน(shear stress)

$$\tau = \eta \dot{\gamma} \quad (1)$$

τ คือ shear stress

η คือ viscosity

$\dot{\gamma}$ คือ shear rate

$$\dot{\gamma} = \frac{r\omega}{r \tan\theta} = \frac{\omega}{\tan\theta} = \frac{\omega}{\theta} \quad (2)$$

ω คือความเร็วเชิงมุมของแท่งกรวยในตำแหน่งรัศมีต่อหน่วยเวลา
เนื่องจาก θ คงที่และมิต่ำน้อยมาก ๆ ดังนั้นจึงประมาณ $\tan\theta = \theta$
จากสมการที่ 2 จะเห็นว่า shear rate ไม่ขึ้นกับรัศมีของแท่งกรวย

ความล้มพันธ์ของแรงบิด(torque) และความเค้นเฉือน(shear stress)(ต่อ)

ความล้มพันธ์ของแรงบิด(torque) และความเค้นเฉือน(shear stress)แสดงได้ดังนี้

$$dT = (\text{area}) \times (\text{shear stress}) \times (\text{radius}) = (2\pi r \cos\theta dr) \times (\tau) \times (r \cos\theta)$$

เนื่องจาก θ คงที่และมีค่าน้อยมาก ๆ ดังนั้นจึงประมาณ $r \cos\theta = r$

$$T = 2\pi\tau \int_0^R r^2 dr \quad (3)$$

$$T = \frac{2\pi\tau R^3}{3} \quad (4)$$

$$\tau = \frac{3T}{2\pi R^3} \quad (5)$$

ความล้มพันธ์ของแรงบิด(torque) และความเค้นเฉือน(shear stress)(ต่อ)

จากสมการที่ (1)และ(2) แทนลงใน(5)

$$\eta = \frac{3T\theta}{2\pi R^3 \omega} \quad (6)$$

จากสมการที่(6)พบว่าความหนืดของ Newtonian fluid จะมีค่าคงที่ แต่ถ้าของไหลที่ใช้ทดสอบเป็น non-Newtonian fluid ค่าความหนืดจะเปลี่ยนแปลงตามอัตราเคี้ยวเฉือน

ข้อดี

1. อัตราเครียดเฉือนคงที่ตลอดการทดสอบ ทำให้ได้ค่าใกล้เคียงกับความเป็นจริง
2. ควบคุมสถานะที่ใช้ทดสอบได้แม่นยำ
3. วัดค่าความเค้นเฉือนได้ง่ายและเหมาะสมที่สุดสำหรับพอลิเมอร์ที่มีความหนืดไม่สูงมาก
4. ใช้ปริมาณชิ้นงานทดสอบน้อย

ข้อเสีย

1. ของไหลต้องมีความหนืดไม่สูงมาก
2. มีช่วงอัตราการเคี้ยวต่อเนื่องที่จำกัด
3. ของไหลอาจไหลออกจากช่องว่างระหว่างแท่งกรวยและแผ่นราบหนึ่ง
4. อาจมีฟองอากาศเกิดขึ้น
5. ถ้าของไหลมีการไหลเสริมแต่งการวัดความหนืดจะทำให้ยากขึ้นและอาจเกิดข้อผิดพลาดได้

END