

## รายละเอียด เครื่องวัดสมบัติการไหลแบบพลวัต (Rubber Process Analyzer-RPA)

### ลักษณะทั่วไป

RPA เป็นเครื่องมือทดสอบที่ออกแบบพิเศษสำหรับการทดสอบคุณสมบัติทางพลวัต ทางกลและการไหลของสาร โดยใช้ได้กับ การวัดคุณสมบัติของพอลิเมอร์ และยางที่ผสมตัวเร่งปฏิกิริยาแล้ว วัดได้ทั้งก่อนการเกิดปฏิกิริยา ในระหว่างการเกิดปฏิกิริยา และหลังปฏิกิริยาเสร็จสมบูรณ์

RPA สามารถประยุกต์ใช้ในกระบวนการตรวจสอบดังนี้

- กระบวนการตรวจสอบคุณสมบัติเฉพาะของการตรวจรับพอลิเมอร์ (Polymer characterization)
- กระบวนการตรวจสอบในการตรวจรับวัตถุดิบ (Raw material)
- กระบวนการทดสอบสารมาตรฐานตั้งต้น (Master batch)
- กระบวนการทดสอบวัตถุดิบที่ผสมสารเร่งปฏิกิริยาครบทั้งหมดแล้ว (Final compound)
- กระบวนการตรวจสอบการทำปฏิกิริยา ของตัวอย่างทั้งระหว่างการเกิดปฏิกิริยาและหลังปฏิกิริยา (Cured compound)

### คุณลักษณะเฉพาะ

1. สามารถทดสอบตาม มาตรฐาน ASTM D5289, D6048, D6204, D6601, D7050 และ D7605 เป็นอย่างน้อย
2. ปริมาตรของเบ้าทดสอบขนาด 4.5 ลูกบาศก์เซนติเมตร เป็นแบบทรงกรวยคู่ (Biconical dies) มีแผ่นยางสองป้องกันชิ้นงานทดสอบแทรกตามร่อง
3. ควบคุมอุณหภูมิจากชุดประมวลผลควบคุม (Microprocessor controlled) และคอมพิวเตอร์สามารถปรับตั้งอุณหภูมิได้อย่างน้อย 40 ถึง 230 องศาเซลเซียส
4. สามารถควบคุมการเพิ่มอุณหภูมิ ด้วยอัตราเร็วสูงสุดอย่างน้อย 1 องศาเซลเซียสต่อวินาที ที่อุณหภูมิอากาศ 25 °C
5. สามารถควบคุมการลดอุณหภูมิ ด้วยอัตราเร็วสูงสุดอย่างน้อย 0.5 องศาเซลเซียสต่อวินาที ที่อุณหภูมิอากาศ 25 °C
6. สามารถเปลี่ยนแปลงมุมบิดได้อย่างน้อย  $\pm 0.02$  องศาถึง  $\pm 90$  องศา
7. มีระบบแม่เหล็กคั่นป้องกันความเสียหายจากมุมบิดของการหมุนเกิน
8. สามารถกำหนดการเปลี่ยนแปลงมุมบิดได้เล็กสุดไม่เกิน 0.3% เปอร์เซ็นต์การยืด (Strain)
9. สามารถเปลี่ยนแปลงความถี่ได้อย่างน้อย 0.0016 ถึง 50 เฮิร์ตซ์
10. ประสิทธิภาพการควบคุมความถี่และมุมบิดของมอเตอร์ ต้องมีอัตราส่วนความถี่ต่อเปอร์เซ็นต์การยืด มีค่าควบคุมอย่างน้อย 2,047
11. มอเตอร์เป็นแบบสเต็ปเปอร์มอเตอร์ (Stepper motor) และส่งผ่านแรงโดยตรงกับหัว (Die) หมุนด้วยระบบน้ำมัน
12. เครื่องทดสอบสามารถวัดค่า อัตราการให้แรงเฉือน (Shear rate) สูงสุด ได้อย่างน้อย 30 ต่อวินาที
13. เครื่องทดสอบมีช่วงการวัดค่าแรงบิด (Torque range) ได้อย่างน้อย 0.01 ถึง 225 เคนนิวตันเมตร
14. มีหน่วยในการวัดอย่างน้อยดังนี้

เวลา : วินาที (Sec), นาที:วินาที (Min:Sec), นาที (Min), ชั่วโมง:นาที:วินาที (h:mm:ss)

/แรงบิด...

แรงบิด : เดซินิวตันเมตร (dNm), ปอนด์-นิ้ว (in-lb), กิโลกรัม-เซนติเมตร (kg-cm)

โมดูลัส : กิโลปาสคาล (kPa), เมกะปาสคาล (MPa), ไมโครดายน์ต่อตารางเซนติเมตร (Mdynes/cm<sup>2</sup>),

ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (psi)

อุณหภูมิ : องศาเซลเซียส (C), องศาฟาเรนไฮต์ (F), องศาเคลวิน (K)

ความถี่ : รอบต่อนาที (rpm), เฮิรตซ์ (Hz), เรเดียนต่อนาที (rad/sec)

การยืด : องศาหมุนบิด (Degrees), เปอร์เซ็นต์การยืด (percent), มุมเรเดียน (rad)

อัตราการให้แรงเฉือน: ต่อนาที (1/s) ,เรเดียนต่อนาที(rad/s)

ความหนืดพลวัต (Dynamic Viscosity) : ปาสคาลวินาที ( Pa-s),พออยซ์ [ Poise), เมกะพออยซ์ (MPoisc)

คอมเพลียนซ์ (Compliance) : ตารางนิ้วต่อปอนด์ ( in<sup>2</sup>/lb), 1ต่อ เมกะปาสคาล(1/MPa), ตารางเซนติเมตรต่อเมกะดายซ์ (cm<sup>2</sup>/ Mdyne)

15. เงื่อนไขการทดสอบ(Subtest type) สามารถกำหนดได้ดังนี้เป็นอย่างน้อย การปรับเปลี่ยนความถี่ (Frequency Sweeps) , การปรับเปลี่ยนมุมบิด(Strain Sweeps) การปรับเปลี่ยนอุณหภูมิ (Temperature Sweeps) , การทดสอบการสุกตัว (Cure), การทดสอบแบบ แมทริกซ์ (Matrix), การปรับเปลี่ยนเวลาในการทดสอบ , การทดสอบการคลายตัวของความเค้น (Stress Relaxation),การใช้ทดสอบแบบเงื่อนไขการหน่วงเวลาเพื่อพิจารณาผลทดสอบ (Delay)
16. มีคุณสมบัติสามารถกำหนดเงื่อนไขการทดสอบ (Matrix Subtest) สามารถกำหนดให้ทดสอบด้วยสามพารามิเตอร์ 1) การปรับเปลี่ยนความถี่ (Frequency Sweeps) 2) การปรับเปลี่ยนมุมบิด (Strain Swrrips) 3) การปรับเปลี่ยนอุณหภูมิ (Temperature Swccps) ได้ต่อเนื่องกันตามลำดับที่กำหนดต่อหนึ่งการวิเคราะห์
17. รูปแบบกระบวนการวิเคราะห์ผลแรงบิดใช้รูปแบบ ฟูเรียร์ทรานฟอร์ม (Fourier Transform)
18. โปรแกรมประมวลผลสร้างบนพื้นฐานรูปแบบ เอส คิว แอล (SQL database) สามารถตรวจสอบรวมถึงการอนุญาตให้ตรวจสอบเช็คความผิดปกติของโปรแกรมและตรวจสอบโปรแกรมผ่านระบบอินเทอร์เน็ตโดยบริษัทผู้ผลิตโดยตรงได้
19. โปรแกรมสามารถแสดงผลและกราฟในแต่ละเงื่อนไขการทดสอบได้พร้อมกันอย่างน้อย 4 เงื่อนไขการทดสอบ
20. มีระบบหล่อเย็นกลับลูกปืนแบบใช้น้ำมัน (Oil Bath) เพื่อให้การหล่อเย็นสมบูรณ์ ลดการสึกหรอของระบบได้เป็นอย่างดี
21. เครื่องทดสอบต้องมีระบบป้องกันไฟเกินตามมาตรฐานอย่างน้อยระดับCategory II
22. เครื่องทดสอบต้องมีไฟแสดงสถานะชุดฟิวส์ของระบบการควบคุมของเครื่อง อย่างน้อยดังนี้ ชุดประตู, ชุดเพลท (Platen) , ชุดลดอุณหภูมิ (Cooling),ชุดทำความร้อนด้านบน , ชุดทำความร้อนด้านล่าง
23. มีการทดสอบแบบ VTA (Variable Temperature Analysis) แบบ Controlled Stress Test ช่วยให้สามารถวิเคราะห์หาคุณสมบัติต่างๆ ของตัวอย่าง ณ อุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไปในขณะที่มีค่าความเค้น (Stress) คงที่ได้
24. เครื่องทดสอบต้องสามารถอนุญาตให้ทำการรับค่าความต้านทานของหัววัดอุณหภูมิ (PRT Sensor) เพื่อทำการปรับความถูกต้องเชิงเส้นทางอุณหภูมิภายในเครื่อง โดยปรับค่าความต้านทานที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส และ 200 องศาเซลเซียส อย่างน้อย 2 จุด

25. เครื่องทดสอบต้องมีไฟแสดงสถานะอุณหภูมิของเครื่องว่าเสถียรพร้อมใช้งานในการทดสอบ
26. เครื่องทดสอบต้องมีปุ่มฟังก์ชันในการแสดงนดบาย (Standby) เพื่อช่วยในการวอร์มอุณหภูมิของอุปกรณ์
27. โปรแกรมควบคุมระบบสามารถเชื่อมต่อกับเครื่องมือชนิดอื่นๆ ได้ เพื่อความสะดวกในการรวบรวมผลการวิเคราะห์คุณสมบัติต่างๆ จากเครื่องวัดชนิดอื่น
28. โปรแกรมระบบการจัดเก็บและการประมวลผลข้อมูล ทำงานบนระบบปฏิบัติการไมโครซอฟต์วินโดวส์ ซึ่งบันทึกแสดงผลการทดสอบแบบ Real time ตลอดเวลาทดสอบและสามารถแสดงกราฟ
29. ระบบการจัดเก็บข้อมูล ฐานข้อมูล สามารถเรียกย้อนหลัง เรียกข้อมูลย้อนหลังแล้วเปลี่ยนหน่วยผลการทดสอบเป็นหน่วยใดๆ ตามต้องการได้
30. เครื่องทดสอบต้องสามารถกำหนดสิทธิ์ในการเข้าถึงการเซ็ค่าต่างๆ ของตัวเครื่องได้อย่างน้อย 4 ระดับ เพื่อป้องกันการปรับเปลี่ยนพารามิเตอร์การใช้งานโดยผู้ที่ไม่ได้รับการอบรมหรือผู้ที่ไม่ได้รับอนุญาตในการทำการแก้ไข
31. โปรแกรมต้องมีระบบในการตรวจสอบลิขสิทธิ์โปรแกรมเพื่อให้สามารถใช้งานโปรแกรมครบเต็มประสิทธิภาพและสามารถอัปเดตฟังก์ชันที่มีการปรับเปลี่ยนได้
32. เครื่องทดสอบต้องผ่านมาตรฐานการเกิดมลพิษตาม มาตรฐาน BS EN 61010-1, 1993 ต้องไม่เกิน Degree 1
33. เครื่องทดสอบต้องมีเสียงดังในตอนเปิดหัวทดสอบ ไม่เกิน 84 เดซิเบล เวลาปิดหัวทดสอบต้องมีเสียงดังไม่เกิน 74 เดซิเบล
34. ความดันลมอย่างน้อย 80 psi
35. ระบบไฟฟ้า  
100/110/120/130VAC +/- 10%, 50/60 +/- 3Hz, 10 amp single phase  
200/220/240/260VAC +/- 10%, 50/60 +/- 3Hz, 5 amp single phase
36. ชุดอุปกรณ์ประกอบ มีดังนี้
  - 36.1 โต๊ะสำหรับวางเครื่องทดสอบ จำนวน 1 ชุด
  - 36.2 โต๊ะวางคอมพิวเตอร์พร้อมเก้าอี้ จำนวน 1 ชุด
  - 36.3 เครื่องสำรองกระแสไฟฟ้า (UPS) ขนาด 5 KVA จำนวน 1 ชุด
  - 36.4 ชุดคอมพิวเตอร์สำหรับประมวลผลดังนี้หรือดีกว่า จำนวน 1 ชุด
  - 36.5 Processor : 4th Generation Intel® Core™ i7  
Operating System : Windows7 Professional Memory : 4GB DDR3 1600MHz  
Hard Drive : 500GB 7200 RPM Monitor LED /LCD Widescreen 19"
  - 36.6 เครื่องพิมพ์ Laser Printe จำนวน 1 ชุด พร้อมชุดตลับหมึก 2 ชุด
  - 36.7 บีมลมขนาดกำลังอย่างน้อย 2200 วัตต์ ปริมาณลมอย่างน้อย 250 ลิตรต่อนาที จำนวน 1 ชุด
  - 36.8 ทอร์คมาตรฐาน(Standard torque) สำหรับปรับค่าแรงบิดเครื่อง จำนวน 1 ตัว
  - 36.9 แผ่นฟิล์มรองตัวอย่างทดสอบอย่างน้อย จำนวน 1000 แผ่น
  - 36.10 อุปกรณ์สำหรับเครื่องประกอบด้วย
    - 36.10.1 ถังมือกันความร้อนจำนวน 1 คู่
    - 36.10.2 ชุดเปลี่ยนโอริงจำนวน 1 ชุด
    - 36.10.3 ไขควงสำหรับแคะตัวอย่างออกจากหัวควยจำนวน 1 ตัว
    - 36.10.4 แปรงสำหรับทำความสะอาดหัวควยเครื่องจำนวน 1 ตัว

- 36.11 ตู้เก็บอุปกรณ์ของเครื่องแบบมีล้อ ขนาด 60x 60 x 60 เซนติเมตร (กว้างxลึกxสูง) จำนวน 2 ชุด
37. ผู้ผลิตเครื่องทดสอบต้องได้รับการจดทะเบียนเป็นบริษัทมหาชนและไม่เคยถูกฟ้องร้องว่าเคยกระทำผิดกฎหมายใดๆ
  38. ผู้ผลิตเครื่องทดสอบต้องได้รับการรับรอง ISO 9001 และ ISO 17025 ขอบข่ายการรับรอง ประกอบด้วย อุณหภูมิ (Temperature) ระยะ (Dimension) ซึ่งควบคุมองค์ประกอบของพารามิเตอร์เครื่องเป็นอย่างน้อยเพื่อให้มั่นใจได้ว่าเครื่องทดสอบสามารถสอบย้อนกลับไปยังหน่วยมาตรฐานได้ตั้งแต่การผลิต
  39. ผู้จำหน่ายภายในประเทศต้องมีหน่วยงานในคารให้บริการหลังการขายเพื่อให้เครื่องทดสอบได้รับการดูแลหลังการขาย
  40. รับประกันการใช้งานและอะไหล่ที่ชำรุดอย่างน้อย 1 ปี หลังการส่งมอบ
  41. ต้องทำการติดตั้งและฝึกอบรมการใช้งาน (on - site training) จนกว่าผู้รับผิดชอบเครื่องทดสอบสามารถใช้งานได้ และดูแลรักษาเครื่องมือ (routine maintenance) ให้ทุกๆ 6 เดือน ภายในระยะเวลา 3 ปี โดยไม่เสียค่าใช้จ่าย
  42. คู่มือภาษาไทยและภาษาอังกฤษอย่างละ 2 ชุด
  43. ส่งของและพร้อมติดตั้งภายใน 180 วัน
  43. เสนอราคากำหนดยืนยันราคาไม่น้อยกว่า 90 วัน นับแต่วันยืนยันราคา
  44. หากมีการชำรุดบกพร่องต้องมาซ่อมแซมแก้ไขให้ใช้งานได้ปกติภายใน 7 วัน นับถัดจากวันที่ได้รับแจ้ง

.....