

รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ

ชุดเครื่องมือวัดกระแสการไหลของสาร ตำบลองครักษ์ อำเภองครักษ์ จังหวัดนครนายก จำนวน 1 เครื่อง ประกอบด้วยคุณลักษณะดังนี้




1. รายละเอียดโดยทั่วไป

ชุดเครื่องมือวัดกระแสการไหลของสารเป็นชุดเครื่องมือที่ใช้หลักการวัดแบบหมุน (rotational testing) สามารถวิเคราะห์พฤติกรรมการไหล (flow behavior) ของของไหล (fluid) ที่เปลี่ยนแปลงไปเมื่อเปลี่ยนแปลงอัตราเฉือน (shear rate) และอุณหภูมิใช้สำหรับการวิเคราะห์หาค่าความหนืด (viscosity profile) จุดเคลื่อนตัว (yield point) ความเป็นทริโซโทรปิก (thixotropic) และความเป็นวิสโคอีลาสติก (visco-elasticity) สามารถวิเคราะห์ของไหลได้หลากหลายรูปแบบ เช่น อาหาร ยาครีม เจล น้ำมัน ครีมนวดผม โฟมล้างหน้า พอลิเมอร์ ฯลฯ ซึ่งรายละเอียดและคุณลักษณะของเครื่องมือดังนี้

- 1.1 เครื่องวัดกระแสการไหล (Measuring unit)
- 1.2 ชุดควบคุมอุณหภูมิ (Temperature Module)
- 1.3 โปรแกรมปฏิบัติการและประมวลผล (Software)
- 1.4 ชุดอุปกรณ์หัววัด (Rotor)
- 1.5 ชุดอุปกรณ์ประกอบ (Accessories) ประกอบด้วย
 - 1.5.1 ปีมลแบบไม่ใช้น้ำมัน (Oil-free) จำนวน 1 เครื่อง
 - 1.5.2 เครื่องทำความเย็นแบบไหลวน (Circulator) จำนวน 1 เครื่อง
 - 1.5.3 อุปกรณ์สำหรับกรองฝุ่นละออง น้ำมัน และความชื้นพร้อมชุดควบคุมแรงดัน จำนวน 1 ชิ้น
 - 1.5.4 เครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับงานประมวลผลทั่วไป จำนวน 1 ชุด
 - 1.5.5 โต๊ะหน้าหินแกรนิต จำนวน 1 ตัว

2. คุณลักษณะเฉพาะ

- 2.1 เครื่องวัดกระแสการไหล (Measuring unit)
 - 2.1.1 ใช้หลักการวัดแบบหมุน (rotational testing)
 - 2.1.2 มีโครงสร้างของตัวเครื่องที่แข็งแรง ทำจากอะลูมิเนียมหล่อหรือตีกว่า โดยมีแกนจำนวน 2 แกน สำหรับรองรับการเคลื่อนที่ขึ้นลงของหัววัด (measuring head)
 - 2.1.3 โครงสร้างของเครื่องสามารถรองรับการต่อกับเครื่อง FTIR หรือ Raman Spectroscopy ได้
 - 2.1.4 มอเตอร์แบบ Drag cup motor ซึ่งเป็นรูปแบบของมอเตอร์ที่มีรูปทรงของส่วนเคลื่อนที่ (rotation) ที่เชื่อมต่อกับแกนหมุน (shaft) เป็นรูปทรงแบบถ้วย ทำให้มี moment inertia ต่ำสุดไม่มากกว่า $1.5 \times 10^{-5} \text{ kgm}^2$

 (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นวดล เพ็ชรวัฒนา)  (อาจารย์ ดร.นันท อดตยกุล)  (อาจารย์ ดร.อุลีสาม์ พาชีศรีพาดล)
ประธานกรรมการ กรรมการ กรรมการ

2.1.5 ระบบลูกปืนเป็นแบบลมที่ประกอบด้วยด้านแนวอน (radial) จำนวน 2 ตัว และด้านแนวตั้ง (axial) จำนวน 1 ตัว

2.1.6 สามารถถอดเปลี่ยนหัววัด (measuring head) โดยผู้ใช้งานได้โดยง่าย และมีชิพความจำ (memory chip) เก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการสอบเทียบ (calibration data) ติดตั้งในหัววัด (measuring head)

2.1.7 ค่าแรงหมุน (torque rotation) ต่ำสุดอยู่ในช่วงระหว่าง 10 นาโนนิวตันเมตร (nano-Nm) ถึง 1 ไมโครนิวตันเมตร (micro-Nm) และมีค่ามากที่สุดไม่น้อยกว่า 200 มิลลินิวตันเมตร (milli-Nm) หรือดีกว่า

2.1.8 ค่าแรงบิด (torque oscillation) ต่ำสุดอยู่ในช่วงระหว่าง 5 นาโนนิวตันเมตร (nano-Nm) ถึง 1 ไมโครนิวตันเมตร (micro-Nm) และมีค่ามากที่สุดไม่น้อยกว่า 200 มิลลินิวตันเมตร (milli-Nm) หรือดีกว่า

2.1.9 ค่าความละเอียดในการรายงานแรงบิด (torque resolution) มีค่า 0.1 นาโนนิวตันเมตร (nano-Nm) หรือต่ำกว่า

2.1.10 ค่าความถี่ในการสั่น (oscillation frequency) ต่ำสุด น้อยกว่าหรือเท่ากับ 10^{-5} Hz และมีค่ามากที่สุดมากกว่าหรือเท่ากับ 100 Hz

2.1.11 ความเร็วในการหมุนต่ำสุดน้อยกว่าหรือเท่ากับ 10^{-6} rpm และมีค่ามากที่สุด มากกว่าหรือเท่ากับ 1,500 rpm

2.1.12 ค่าแรงปกติ (Normal force) ต่ำสุด น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.01 นิวตัน (N) ค่าสูงสุด มากกว่าหรือเท่ากับ 50 นิวตัน (N) และมีค่าความละเอียดถึง 0.001 นิวตัน (N) หรือละเอียดกว่า

2.1.13 เครื่องสามารถปรับแรงในแนวตั้ง (Normal force) โดยอัตโนมัติให้ถูกต้องเมื่ออุณหภูมิของหัววัด (Measuring head) เปลี่ยนไป

2.1.14 ตัวเครื่องถูกออกแบบให้รองรับการใช้งานร่วมกับชุดควบคุมอุณหภูมิ (Temperature Module) ได้หลากหลายรูปแบบ ซึ่งสามารถทำอุณหภูมิได้ต่ำสุดถึง -150 องศาเซลเซียส และสูงสุดไม่น้อยกว่า 600 องศาเซลเซียส ขึ้นกับชุดควบคุมอุณหภูมิ (Temperature Module) และระบบทำความเย็นที่ใช้งาน

2.1.15 มีช่องเชื่อมต่อเครือข่าย (TCP/IP Ethernet interface) สำหรับการเก็บข้อมูลที่ละเอียดและรวดเร็วหรือดีกว่าจำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง

2.1.16 เครื่องสามารถควบคุมผ่านแผงควบคุม (Control panel) สำหรับการเคลื่อนที่ขึ้น/ลงของหัววัด (Measuring head), การปลดหัววัด (Pneumatic rotor release), สามารถแสดงระยะ gap, อุณหภูมิ, ชนิดของ temperature control, ชนิดของ Rotor ได้ ผ่านแผงควบคุมที่ตัวเครื่อง


(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นวดล เพ็ชรวัฒนา)

ประธานกรรมการ


(อาจารย์ ดร.รณัท อมาตยกุล)

กรรมการ


(อาจารย์ ดร.อุลีสามน์ พาชีศรีพาดล)

กรรมการ

2.2 ชุดควบคุมอุณหภูมิ (Temperature module)

2.2.1 มีอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิจากด้านล่าง Electrically controlled Plate ควบคุมอุณหภูมิ ของสารตัวอย่างจากด้านล่าง มีช่วงอุณหภูมิตั้งแต่ -40 องศาเซลเซียส (ซึ่งขึ้นอยู่กับระบบทำความเย็น Circulator ที่ต่อพ่วง) จนถึง 400 องศาเซลเซียส

2.2.2 อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิแบบ Electrically controlled Hood ควบคุมอุณหภูมิ ของสารตัวอย่างจากด้านบน มีช่วงอุณหภูมิตั้งแต่ -40 องศาเซลเซียส (ซึ่งขึ้นอยู่กับระบบทำความเย็น Circulator ที่ต่อพ่วง) จนถึง 400 องศาเซลเซียส

2.2.3 อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิเป็นแบบ Peltier controlled Plate ควบคุมอุณหภูมิของสารตัวอย่าง โดยมีช่วงอุณหภูมิตั้งแต่ -60 องศาเซลเซียส (ซึ่งขึ้นอยู่กับระบบทำความเย็น Circulator ที่ต่อพ่วง) จนถึง 200 องศาเซลเซียส

2.2.4 สามารถทำอุณหภูมิได้ตั้งแต่ -10 องศาเซลเซียส จนถึง 200 องศาเซลเซียส หรือดีกว่า เมื่อใช้งานร่วมกันระหว่างอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิเป็นแบบ Peltier controlled Plate และเครื่องทำความเย็นแบบ Circulator

2.2.5 สามารถทำอุณหภูมิได้ตั้งแต่อุณหภูมิห้อง จนถึง 400 องศาเซลเซียส หรือดีกว่า เมื่อใช้งานร่วมกันระหว่างอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิเป็นแบบ Electrically controlled Plate, Electrically controlled Hood และเครื่องทำความเย็นแบบ Circulator

2.3 โปรแกรมปฏิบัติการและประมวลผล (Software)

2.3.1 เป็นโปรแกรมที่ใช้งานบนระบบปฏิบัติการไมโครซอฟวินโดวส์ 10 (Microsoft windows 10)

2.3.2 โปรแกรมสามารถควบคุมการทำงานของตัวเครื่อง ประมวลผลการวัด และบันทึกผลการวัดโดยผ่านคอมพิวเตอร์

2.3.3 โปรแกรมสามารถกำหนดการวัดเพื่อหาค่าดังต่อไปนี้ จุดเค้นตัว (Yield stress), ค่าความหนืด (Viscosity), ค่าความเป็นทริโซโทรปี (thixotropy) และค่าความเป็นวิสโคอีลาสติก (visco-elasticity)


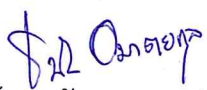
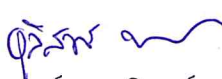
2.3.4 สามารถกำหนดการวัดในแบบ Amplitude sweep, Frequency sweep และ Time sweep ได้

2.3.5 มีรูปแบบการเลือกวิธีทดลองพื้นฐาน (Predefine mode) เพื่อความสะดวกในออกแบบการทดลอง พร้อมคำอธิบาย ในเชิงทฤษฎี และคำแนะนำต่างๆในการใช้งาน

2.3.6 มีโปรแกรมการคำนวณช่วงความหนืดและช่วง Shear rate ที่ใช้งานได้ เมื่อเลือกประเภทเครื่อง และชนิดของแกนหมุน

2.3.7 มีระบบขดเชยระยะห่างของชุดหัววัดให้คงที่เมื่อมีการเพิ่มหรือลดอุณหภูมิของสารตัวอย่าง

2.3.8 สามารถตรวจสอบข้อมูลการทดสอบสำหรับการวิเคราะห์แบบ Oscillatory mode อย่างน้อยดังต่อไปนี้ Sine wave, Higher harmonics และ Lissajous plot ในทุกจุดข้อมูลที่บันทึก




 (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นวดล เพ็ชรวัฒนา) (อาจารย์ ดร.นิต อมตยกุล) (อาจารย์ ดร.อุลีสาน พาศีรีพาวล)
 ประธานกรรมการ กรรมการ กรรมการ

2.3.9 สามารถปรับปรุงโปรแกรมการวิเคราะห์ให้ทันสมัย จากการ download จาก website ของผู้ผลิตเครื่อง โดยไม่เสียค่าใช้จ่าย จนกว่าระบบปฏิบัติการ (Operating System) ของคอมพิวเตอร์จะไม่สามารถใช้งาน ร่วมกับรุ่นของ software ได้

2.4 ชุดอุปกรณ์หัววัดและแกนหมุน (Measuring head และ Rotor)

2.4.1 ฐานรองรับสารตัวอย่าง (Lower Plate) โดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 60 มิลลิเมตร จำนวน 1 ชิ้น

2.4.2 จานหมุน (Plate rotor) ซึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 35 มิลลิเมตร เป็นวัสดุทำจากไทเทเนียมหรือวัสดุที่ดีกว่า แกนทำด้วยเซรามิกหรือวัสดุที่ดีกว่า สามารถวัดค่าความหนืดของสารตัวอย่างได้ในช่วงตั้งแต่ 1.0 mPas จนถึง 10^7 mPas หรือช่วงกว้างกว่า โดยใช้ปริมาตรสารตัวอย่างในการวัดได้ไม่เกิน 1.0 cm^3 จำนวน 1 ชิ้น

2.4.3 โคนหมุน (Cone rotor) ซึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 60 มิลลิเมตร มุมเอียง 1 องศา เป็นวัสดุทำจากไทเทเนียมหรือวัสดุที่ดีกว่า แกนทำด้วยเซรามิกหรือวัสดุที่ดีกว่า สามารถวัดค่าความหนืดของสารตัวอย่างได้ในช่วงตั้งแต่ 1.0 mPas จนถึง 10^6 mPas หรือช่วงกว้างกว่า โดยใช้ปริมาตรสารตัวอย่างในการวัดไม่มากกว่า 1.0 cm^3 จำนวน 1 ชิ้น

2.4.4 โคนหมุนสองหน้า (Double Cone rotor) ซึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 60 มิลลิเมตร มุมเอียง 2 องศา เป็นวัสดุทำจากไทเทเนียมหรือวัสดุที่ดีกว่า แกนทำด้วยเซรามิกหรือวัสดุที่ดีกว่า สามารถวัดค่าความหนืดของสารตัวอย่างได้ตั้งแต่ 1.0 mPas จนถึง 10^5 mPas หรือช่วงกว้างกว่า โดยใช้ปริมาตรสารตัวอย่างในการวัดไม่เกิน 5.4 cm^3 จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชิ้น

2.4.5 ฐานรองรับสารตัวอย่างแบบมีขอบ (Base Plate for Double cone) โดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 65.0 มิลลิเมตร จำนวน 1 ชิ้น

2.5 ชุดอุปกรณ์ประกอบ (Accessories)

2.5.1 ปัมลมแบบไม่ใช้น้ำมัน (oil-free) มีจำนวนมอเตอร์ไม่น้อยกว่า 2 ตัว มอเตอร์แต่ละตัวมีกำลังไม่น้อยกว่า 1.5 HP มีความจุถึงไม่น้อยกว่า 50 ลิตร สามารถสร้างแรงดัน (working pressure) ได้ไม่น้อยกว่า 7 kg/cm^2 พร้อมระบบระบายน้ำในถังแบบอัตโนมัติ (Autodrain) จำนวน 1 เครื่อง

2.5.2 เครื่องทำความเย็นแบบไหลวน (Circulator) สามารถทำอุณหภูมิได้ในช่วงตั้งแต่ -10 องศาเซลเซียส จนถึง 80 องศาเซลเซียส หรือช่วงกว้างกว่า จำนวน 1 เครื่อง

2.5.3 อุปกรณ์สำหรับกรองฝุ่นละออง น้ำมัน และความชื้น พร้อมชุดควบคุมแรงดัน จำนวน 1 ชิ้น

2.5.4 เครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับงานประมวลผล จำนวน 1 เครื่อง

- มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ไม่น้อยกว่า 4 แกนหลัก (4 Core) จำนวน 1 หน่วย โดยมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือดีกว่า ดังนี้




 (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นวดล เพ็ชรวัฒนา) (อาจารย์ ดร.นัท อมตยกุล) (อาจารย์ ดร.อุลิสาน์ พาชีศรีพาพล)
 ประธานกรรมการ กรรมการ กรรมการ

1) ในกรณีที่มีหน่วยความจำแบบ Cache Memory ขนาดไม่น้อยกว่า 2 MB โดยมีความเร็วสัญญาณนาฬิกาพื้นฐานไม่น้อยกว่า 3.8 GHz และมีหน่วยประมวลผลด้านกราฟิก (Graphics Processing Unit) ไม่น้อยกว่า 8 แกน หรือดีกว่า

2) ในกรณีที่มีหน่วยความจำแบบ Cache Memory ขนาดไม่น้อยกว่า 6 MB ต้องมีความเร็วสัญญาณนาฬิกาพื้นฐานไม่น้อยกว่า 2.7 GHz

- มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพ โดยมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือดีกว่า ดังนี้

1) เป็นแผงวงจรเพื่อแสดงภาพแยกจากแผงวงจรหลักที่มีหน่วยความจำขนาดไม่น้อยกว่า 1 GB หรือดีกว่า

2) มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพติดตั้งอยู่ภายในหน่วยประมวลผลกลาง แบบ Graphics Processing Unit ที่สามารถใช้หน่วยความจำหลักในการแสดงภาพขนาดไม่น้อยกว่า 1 GB หรือดีกว่า

3) มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพติดตั้งอยู่บนแผงวงจรหลัก แบบ Onboard Graphics ที่มีความสามารถในการใช้หน่วยความจำหลักในการแสดงภาพขนาดไม่น้อยกว่า 1 GB

- มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด DDR3 หรือดีกว่า มีขนาดไม่น้อยกว่า 4 GB

- มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล (Hard Drive) ชนิด SATA หรือ ดีกว่า ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 1 TB หรือชนิด Solid State Disk ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 120 GB จำนวน 1 หน่วย

- มี DVD-RW หรือดีกว่า จำนวน 1 หน่วย

- มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100/1000 Base-T หรือ ดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง

- มีแป้นพิมพ์และเมาส์

- มีจอภาพแบบ LCD หรือดีกว่า มี Contrast Ratio ไม่น้อยกว่า 600 : 1 และมีขนาดไม่น้อยกว่า 19 นิ้ว จำนวน 1 หน่วย

2.5.5 โต๊ะหน้าหินแกรนิต ขาทำด้วยเหล็ก มีความแข็งแรง สามารถรองรับตัวเครื่องมือพร้อมด้วยชุดคอมพิวเตอร์ ขนาดไม่น้อยกว่าความยาว 150 เซนติเมตร ความลึก 75 เซนติเมตร ความสูง 75 เซนติเมตร จำนวน 1 ตัว

3. รายละเอียดและเงื่อนไขอื่นๆ

3.1 รับประกันเครื่องพร้อมค่าบริการและอะไหล่ เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี

3.2 บริการติดตั้งเครื่องและอุปกรณ์ประกอบจนสามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3.3 บริการฝึกอบรมทั้งในแง่หลักการ, วิธีใช้และการบำรุงรักษา จนผู้ใช้สามารถใช้เครื่องได้เป็นอย่างดี

3.4 บริการตรวจเช็คสภาพเครื่องและสอบเทียบอย่างน้อย 1 ครั้ง ภายในระยะเวลารับประกัน



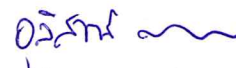
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นวดล เพ็ชรวัฒนา)

ประธานกรรมการ



(อาจารย์ ดร.สนธิ อมาตยกุล)

กรรมการ



(อาจารย์ ดร.อุลีสาน พาศิครีพพ)

กรรมการ

3.5 ในกรณีที่เครื่องมือและอุปกรณ์มีปัญหา ผู้ขายต้องส่งเจ้าหน้าที่เข้ามาตรวจเช็คความเสียหายเบื้องต้น โดยไม่มีค่าใช้จ่าย ณ สถานที่ตั้ง

3.6 บริการเคลื่อนย้ายเครื่องพร้อมสอบเทียบโดยไม่มีค่าใช้จ่ายอย่างน้อย 1 ครั้ง

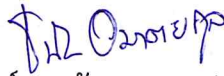
3.7 มีคู่มือการใช้งาน สำหรับโปรแกรมการควบคุมการทำงานและสำหรับตัวเครื่อง เป็นภาษาอังกฤษและภาษาไทย จำนวนไม่น้อยกว่า 3 ชุด และคู่มือการใช้งานฉบับย่อจำนวนไม่น้อยกว่า 3 ชุด

3.9 เป็นเครื่องที่ได้รับการรับรองมาตรฐานสากล



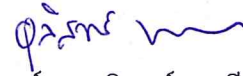
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นวดล เพ็ชรวัฒนา)

ประธานกรรมการ



(อาจารย์ ดร.นันท อมาตยกุล)

กรรมการ



(อาจารย์ ดร.อุติสันธ์ พาศีศรีพาด)

กรรมการ