

รายละเอียดคุณลักษณะ

ครุภัณฑ์เครื่องวิเคราะห์คุณสมบัติการไหล (Rheometer) จำนวน 1 ชุดพร้อมติดตั้ง

คุณลักษณะทั่วไป

เครื่องมือศึกษาคุณสมบัติและการวิเคราะห์หาสมบัติด้านการไหลของวัสดุ (rheology) ในสถานะต่างๆ เช่น เวลาและอุณหภูมิ โดยเครื่องสามารถทำงานได้ทั้งแบบ rotation และ oscillation ซึ่งสามารถกำหนดการทำงานของเครื่องได้ทั้งแบบกำหนดความเร็วรอบ (shear rate) ความเครียด (shear stress) และความเค้น (shear strain) โดยตัวเครื่องสามารถต่อกับหัววัดแบบ , Concentric Cylinder , Parallel Plate และ Cone & Plate ได้ โดยการทำงานของเครื่องจะสั่งงานโดยโปรแกรมจากเครื่องคอมพิวเตอร์

รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะครุภัณฑ์

1. เครื่องวัดสมบัติการไหล

- 1.1 ตัวเครื่องมีมอเตอร์ซึ่งเหมาะสำหรับการวัดตัวอย่างที่มีความหนืดต่ำและความหนืดสูง โดยสามารถควบคุมแรงบิดได้อย่างแม่นยำ ไม่ทำให้เกิดความร้อนในขณะใช้งานที่เวลานานๆ
- 1.2 มีระบบควบคุมระยะห่าง (Gap) อัตโนมัติเพื่อป้องกันไม่ให้ Gap ระหว่างการทดสอบเกิดการคลาดเคลื่อนเนื่องจากการขยายตัวของโลหะ
- 1.3 สามารถควบคุมอุณหภูมิของการวัดตัวอย่างได้ โดยจะทำการวัดตัวอย่างเมื่ออุณหภูมิได้ค่าตามที่กำหนดไว้
- 1.4 ตัวเครื่องสามารถกำหนดและวัดค่าต่างๆ ได้ดังต่อไปนี้เป็นอย่างน้อย
 - 1.4.1 ค่าแรงหมุน (Torque Rotation) เท่ากับ 2 นาโนนิวตันเมตร (nNm) หรือต่ำกว่า ถึง 200 นาโนนิวตันเมตร (nNm) หรือมากกว่า สำหรับโหมด Rotation
 - 1.4.2 ค่าแรงบิด (Torque Oscillation) เท่ากับ 0.5 นาโนนิวตันเมตร (nNm) หรือต่ำกว่า ถึง 200 นาโนนิวตันเมตร (nNm) หรือมากกว่า สำหรับโหมด Oscillation
 - 1.4.3 ค่า Torque Resolution 0.1 นาโนนิวตันเมตร (nNm) หรือต่ำกว่า

ผู้กำหนดคุณลักษณะ

นพภ ดิชา

(อาจารย์นริศรา วิจิต)

นพภ ดิชา

(ผศ.ดร.นภลธิ์ ปัญญาใหญ่)

ผู้ตรวจสอบคุณลักษณะ

ดร.รังสรรค์

(รองศาสตราจารย์ นายสัตวแพทย์ศุภชัย ศรีธวังค์)

- 1.4.4 ค่า Angular Deflection setting 0.5 ไมโครเรเดียน (μrad) หรือต่ำกว่า ถึง ∞
- 1.4.5 ค่า Angular Velocity 10^{-9} เรเดียนต่อวินาที (rad/s) หรือต่ำกว่า ถึง 314 เรเดียนต่อวินาที (rad/s) หรือสูงกว่า
- 1.4.6 ค่า Angular Frequency 10^{-7} เรเดียนต่อวินาที (rad/s) หรือต่ำกว่า ถึง 628 เรเดียนต่อวินาที (rad/s) หรือสูงกว่า
- 1.4.7 ค่า Normal Force 0.005 นิวตัน (N) หรือต่ำกว่า ถึง 50 นิวตัน (N) หรือสูงกว่า
- 1.4.8 ค่า Normal Force Resolution 0.5 มิลลินิวตัน (mN) หรือต่ำกว่า
- 1.5 มีช่องติดต่อใช้งานร่วมกับคอมพิวเตอร์ได้อย่างน้อย 2 แบบ ได้แก่ USB และ Ethernet (LAN)

2. โปรแกรมควบคุมและวิเคราะห์ผล จำนวนอย่างน้อย 1 ชุด

- 2.1 มีโปรแกรมเฉพาะสำหรับการศึกษวัสดุทางด้านอาหาร
- 2.2 สามารถกำหนดการวัดได้ทั้งแบบควบคุมความเค้นเฉือน (Controlled shear stress ; CSS) และควบคุมอัตราเฉือน (Controlled shear rate ; CSR) สำหรับหา Flow curve และ Viscosity curve ของตัวอย่างได้
- 2.3 สามารถกำหนดการวัดเพื่อหาค่า Yield point ได้
- 2.4 สามารถกำหนดการวัดแบบ Creep and recovery เพื่อศึกษาคุณสมบัติ Elastic ของตัวอย่างได้
- 2.5 สามารถกำหนดการวัดแบบพลวัต ในแบบ Amplitude sweep , Frequency sweep , Time sweep และ Temperature sweep ได้
- 2.6 สามารถออกแบบการวัดแบบผสมผสานทั้ง Rotation และ Oscillation สำหรับในการทำงานแบบต่อเนื่องได้
- 2.7 สามารถกำหนดอัตราการเพิ่มหรือลดอุณหภูมิ (Heating rate or cooling rate) สำหรับชุดควบคุมอุณหภูมิได้

ผู้กำหนดคุณลักษณะ

.....
(อาจารย์นริศรา วิจิต)

.....
(ผศ.ดร.นงลักษณ์ ปัญญใหญ่)

ผู้ตรวจสอบคุณลักษณะ

.....
(รองศาสตราจารย์ นายสัตวแพทย์ศุภชัย ศรีธีวงศ์)

3. อุปกรณ์ประกอบ

3.1 ชุดควบคุมอุณหภูมิด้านล่าง พร้อมหัววัดแบบ Parallel Plate และ Measuring Cone ประกอบด้วย

3.1.1 ชุดควบคุมอุณหภูมิ พร้อมชุดให้ความร้อนแบบ Peltier จำนวนอย่างน้อย 1 ชุด โดยสามารถควบคุมอุณหภูมิได้ตั้งแต่ -40 องศาเซลเซียส หรือต่ำกว่า ถึง +200 องศาเซลเซียส หรือสูงกว่า

3.1.2 หัววัดแบบ Parallel Plate ชนิด stainless steel เคลือบด้วยผง magnetic ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ไม่น้อยกว่า 20 มิลลิเมตร จำนวนอย่างน้อย 1 อัน

3.1.3 หัววัดแบบ Parallel Plate ชนิด stainless steel เคลือบด้วยผง magnetic ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ไม่น้อยกว่า 40 มิลลิเมตร จำนวนอย่างน้อย 1 อัน

3.1.4 หัววัดแบบ Parallel Plate ชนิด stainless steel เคลือบด้วยผง magnetic ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ไม่น้อยกว่า 60 มิลลิเมตร จำนวนอย่างน้อย 1 อัน

3.1.5 หัววัดแบบ Cone ชนิด stainless steel ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ไม่น้อยกว่า 20 มิลลิเมตร มุมอย่างน้อย 2 องศา จำนวนอย่างน้อย 1 อัน

3.1.6 หัววัดแบบ Cone ชนิด stainless steel ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ไม่น้อยกว่า 40 มิลลิเมตร มุมอย่างน้อย 2 องศา จำนวนอย่างน้อย 1 อัน

3.2 ชุดควบคุมอุณหภูมิด้านบน (Hood) จำนวนอย่างน้อย 1 ชุด เป็นชุดความร้อนแบบ Peltier สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ตั้งแต่ -40 องศาเซลเซียส หรือต่ำกว่า ถึง +200 องศาเซลเซียสหรือสูงกว่า

3.3 ชุดควบคุมอุณหภูมิพร้อมหัววัดแบบ Concentric Cylinder และหัววัด Starch Cell ประกอบด้วย

3.3.1 ชุดควบคุมอุณหภูมิ พร้อมชุดให้ความร้อนแบบ Electrical จำนวนอย่างน้อย 1 ชุด โดยสามารถควบคุมอุณหภูมิได้ตั้งแต่ 0 องศาเซลเซียส หรือต่ำกว่า ถึง +150 องศาเซลเซียส หรือสูงกว่า

3.3.2 หัววัดแบบ Cylinder ชนิด stainless steel ขนาดไม่น้อยกว่า 24 มิลลิเมตร พร้อมถ้วยใส่ตัวอย่าง อย่างน้อย 1 ชุด

ผู้กำหนดคุณลักษณะ

.....
.....
(อาจารย์นริศรา วิจิต)

.....
.....
(ผศ.ดร.นักสิทธิ์ ปัญญาใหญ่)

ผู้ตรวจสอบคุณลักษณะ

.....
(รองศาสตราจารย์ นายสัตวแพทย์ศุภชัย ศรีธีวงศ์)

- 3.3.3 หัววัดสำหรับแป้ง (Starch cell) อย่างน้อย 1 อัน พร้อมถ้วยใส่ตัวอย่างชนิด aluminium พร้อมฝาปิดอย่างน้อย 1 ชุด และชนิด stainless steel พร้อมฝาปิดอย่างน้อย 1 ชุด
- 3.4 ชุดป้องกันการระเหยของ Solvent ในตัวอย่าง (Solvent Trap) จำนวนอย่างน้อย 1 ชุด
- 3.5 ระบบอัดอากาศแบบไร้น้ำมัน เป็นชุดกรองอากาศให้แห้งและสะอาด จำนวนอย่างน้อย 1 ชุด ประกอบด้วย
- 3.5.1 Oil free air compressor จำนวนอย่างน้อย 1 ตัว
- 3.5.2 Membrane air dryer จำนวนอย่างน้อย 1 ตัว
- 3.5.3 Activated carbon จำนวนอย่างน้อย 1 ตัว
- 3.6 ชุดควบคุมอุณหภูมิแบบไหลเวียน จำนวนอย่างน้อย 1 ชุด โดยมีระบบทำความร้อนและเย็น อยู่ภายในเครื่อง เพื่อให้ของเหลวในตัวเครื่องมีอุณหภูมิตามต้องการ มีระบบจ่ายและรับ ของเหลวให้เข้าและออกสำหรับอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิของชุดควบคุมอุณหภูมิ เพื่อระบายความร้อน และทำให้อุณหภูมิของชุดควบคุมอุณหภูมิเป็นไปตามที่กำหนด พร้อมสารหล่อเย็น
- 3.7 สาร Standard สำหรับการ Calibrate จำนวนอย่างน้อย 1 ชุด ประกอบด้วย สาร Standard สำหรับ Newtonian และสาร Standard สำหรับ Non-Newtonian อย่างละ 1 ชุด

4. อุปกรณ์ประกอบอื่นๆ

- 4.1 เครื่องคอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ จำนวนอย่างน้อย 1 ชุด มีคุณลักษณะ ดังนี้
- 4.1.1 ระบบปฏิบัติการไม่ต่ำกว่า core i7 มีความเร็วในการประมวลผลไม่ต่ำกว่า 3.30 กิกะเฮิร์ต (GHz)
- 4.1.2 มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด DDR3 หรือดีกว่า มีขนาดไม่น้อยกว่า 4 กิกะไบต์ (GB)
- 4.1.3 มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล (Hard Drive) ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 1 TB
- 4.1.4 มีจอภาพแบบ LED ขนาดไม่น้อยกว่า 19 นิ้ว
- 4.1.5 รับประกันเครื่องคอมพิวเตอร์ไม่น้อยกว่า 3 ปี
- 4.2 เครื่องพิมพ์ชนิดเลเซอร์สี จำนวนอย่างน้อย 1 เครื่อง พร้อมหมึกพิมพ์จำนวนอย่างน้อย 2 ชุด

ผู้กำหนดคุณลักษณะ

..... นริศรา จิรัชิต
(อาจารย์นริศรา จิรัชิต)

..... *พิชญ์ ปญโญใหญ่*
(ผศ.ดร.นักสิทธิ์ ปญโญใหญ่)

ผู้ตรวจสอบคุณลักษณะ

..... *ดร. ศิริวิวงศ์*
(รองศาสตราจารย์ นายสัตวแพทย์ศุภชัย ศรีวิวงศ์)

- 4.3 โต๊ะสำหรับวางเครื่องคอมพิวเตอร์ และเครื่องพิมพ์ พร้อมเก้าอี้ จำนวนอย่างน้อย 1 ชุด
- 4.4 เครื่องสำรองไฟ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 เครื่อง ขนาดไม่ต่ำกว่า 3 กิโลโวลต์แอมแปร์ (KVA)
- 4.5 โต๊ะสำหรับวางเครื่องวิเคราะห์คุณสมบัติการไหล มีฐานรองเครื่องเป็นหินแกรนิต ชนิดป้องกันการสั่นสะเทือน จำนวนอย่างน้อย 1 ตัว
- 4.6 ตู้เหล็กเก็บอุปกรณ์เคลือบสีกันสนิมบานเลื่อนกระจก ขนาดกว้างไม่น้อยกว่า 150 เซนติเมตร ลึกไม่น้อยกว่า 40 เซนติเมตร สูงไม่น้อยกว่า 80 เซนติเมตร มีชั้นวางจำนวนไม่น้อยกว่า 2 ชั้น จำนวนไม่น้อยกว่า 4 ตู้
- 4.7 โต๊ะปฏิบัติการสำหรับเตรียมตัวอย่างประกอบเครื่องวิเคราะห์คุณสมบัติการไหล มีขนาดความกว้างไม่น้อยกว่า 80 เซนติเมตร ความยาวไม่น้อยกว่า 2 เมตร ความสูงไม่น้อยกว่า 80 เซนติเมตร พื้นโต๊ะปฏิบัติการทำจากวัสดุที่มีความคงทนต่อการกัดกร่อนสารเคมี โครงสร้างขาเป็นเหล็กกล่อง ขนาดไม่น้อยกว่า 1x2 นิ้ว ความหนา 2 มิลลิเมตร ชูด้วยชิงค์พอสเฟต เคลือบกันสนิมและพ่นทับด้วยสีอีพอกซี (epoxy) โดยทนต่อการกัดกร่อนของสารเคมี มีปลั๊กไฟฟ้าสามสาย 2 เต้าเสียบ สามารถเสียบปลั๊กไฟฟ้า ได้ทั้งกลมและแบบแบนในตัวเดียวพร้อมติดตั้งจนสามารถใช้งานได้ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ตัว
- 4.8 รถเข็นสำหรับนำตัวอย่างมาทดสอบกับเครื่องมือ เป็นสแตนเลสสตีล แบบ 2 ชั้น ขนาดกว้าง x ยาว x สูง ไม่น้อยกว่า 40x50x80 เซนติเมตร (ความสูงรวมล้อ) โครงสร้างทั้งหมดทำจากสแตนเลสสตีลหนาไม่น้อยกว่า 1.2 มิลลิเมตร ซึ่งทนต่อความร้อน การเกิดสนิมและการกัดกร่อนของสารเคมี ด้านบนมีขอบสูงไม่น้อยกว่า 5 เซนติเมตร 4 ด้าน ทั้ง 2 ชั้น มีที่จับเข็น 1 ด้าน ล้อเป็นล้อยางหมุนได้รอบ จำนวน 4 ล้อ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ตัว
- 4.9 มีเครื่องชั่งไฟฟ้า (Analytical Balance) ทดนิยมน้อยกว่า 4 ตำแหน่ง จำนวน 1 เครื่อง
- มีคุณลักษณะ ดังนี้
- 4.9.1 เป็นเครื่องชั่งไฟฟ้าระบบอิเล็กทรอนิกส์แสดงผลเป็นตัวเลขไฟฟ้าเรืองแสง ควบคุมการทำงานโดยระบบไมโครโปรเซสเซอร์
- 4.9.2 ชั่งน้ำหนักได้สูงสุดไม่ต่ำกว่า 220 กรัม

ผู้กำหนดคุณลักษณะ

..... น.ส.วิภา วิชา
(อาจารย์นริศรา วิชา)

..... น.ส.นันทิยา ปิณฑะ
(ผศ.ดร.นันทิยา ปิณฑะ)

ผู้ตรวจสอบคุณลักษณะ

..... ร.ร. นริศ
(รองศาสตราจารย์ นายสัตวแพทย์ศุภชัย ศรีวิวงศ์)

- 4.9.3 ความละเอียดในการอ่านไม่น้อยกว่า 0.1 มิลลิกรัม หรือ 0.0001 กรัม โดยมีค่าเบี่ยงเบนของผลการชั่งจากน้ำหนักที่ถูกต้อง (Linearity) ไม่เกิน 0.2 มิลลิกรัม และความผิดพลาดจากการชั่งน้ำหนักซ้ำ (Repeatability) ไม่เกิน 0.1 มิลลิกรัม
- 4.9.4 มีลูกน้ำสำหรับปรับระดับของเครื่องชั่ง และมีระบบการปรับน้ำหนักโดยใช้ลูกตุ้มน้ำหนักภายในเครื่อง (Internal calibration)
- 4.9.5 รับประกันไม่น้อยกว่า 1 ปี
- 4.9.6 เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับมาตรฐาน ISO 9001 หรือเทียบเท่า
- 4.9.7 มีคู่มือการใช้งานเป็นภาษาไทย และอังกฤษ อย่างน้อยจำนวน 1 ชุด
5. รายละเอียดและเงื่อนไขอื่น ๆ
- 5.1 รับประกันคุณภาพอย่างน้อย 2 ปี และบริการสอบเทียบ 2 ครั้ง (ปีละ 1 ครั้ง) หลังจากการติดตั้งเครื่องมือ
- 5.2 จัดอบรมสอนการใช้งานเครื่องอย่างน้อย 4 ครั้ง โดยไม่จำกัดระยะเวลา
- 5.3 มีคู่มือการใช้งาน สำหรับโปรแกรมการควบคุมทำงานและสำหรับตัวเครื่อง เป็นภาษาอังกฤษและภาษาไทย จำนวนไม่น้อยกว่า 3 ชุด และคู่มือการใช้งานฉบับย่อ จำนวนไม่น้อยกว่า 3 ชุด
- 5.4 ผู้เสนอราคาต้องรับผิดชอบในการติดตั้งครุภัณฑ์เครื่องวิเคราะห์คุณสมบัติการไหล จำนวน 1 ชุด พร้อมอุปกรณ์ให้สามารถใช้งานตามที่มหาวิทยาลัยกำหนด รวมทั้งติดตั้งเครื่องปรับอากาศ ขนาดไม่น้อยกว่า 18,000 บีทียู จำนวนอย่างน้อย 2 ชุด และติดตั้งมาปรับแสงเพื่อให้เครื่องมือสามารถใช้งานได้ภายในอุณหภูมิและสภาวะที่เหมาะสมกับการทำงาน

ผู้กำหนดคุณลักษณะ

..... นริศ จิต
(อาจารย์นริศรา จิต)

..... นกสกล ธีระกุล
(ผศ.ดร.นกสกล ธีระกุล)

ผู้ตรวจสอบคุณลักษณะ

..... น.ส. น.ส. -
(รองศาสตราจารย์ นายสัตวแพทย์ศุภชัย ศรีธิวงศ์)