การกำหนดรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะพัสดุ (ครุภัณฑ์)

ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2564

รายการ เครื่องศึกษาการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของสารตัวอย่างโดยอาศัยคุณสมบัติทางความร้อน (Thermogravimetric Analyzer)

คุณลักษณะทั่วไป

เป็นเครื่องศึกษาการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของสารตัวอย่างโดยอาศัยสมบัติทางความร้อน และใช้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงเชิงพลังงานความร้อน (heat flux) ของสารตัวอย่าง ภายใต้สภาวะที่ถูกควบคุมเทียบกับเวลาและอุณหภูมิ เพื่อวิเคราะห์ความเสถียรต่อความร้อน (thermal stability) การวิเคราะห์องค์ประกอบของวัสดุ (composition analysis) ความเสถียรต่อก๊าซออกซิเจน (oxidative stability) วิเคราะห์อุณหภูมิคล้ายแก้ว (glass transition temperature) อุณหภูมิเกิดผลึก (crystallization temperature) อุณหภูมิหลอม (melting temperature) อุณหภูมิการสลายตัว (degradation temperature) การเปลี่ยนแปลงพลังงานจากการดูดหรือคายพลังงาน (endothermic and exothermic transition) ความจุความร้อน (heat capacity) เป็นต้น ใช้ได้ทั้งกับตัวอย่างประเภทพอลิเมอร์ ยาง คอมโพสิต สิ่งทอ เรซิน กาว สารอินทรีย์ และอนินทรีย์ ทั้งสภาวะของเหลวและของแข็ง สามารถควบคุมการทดสอบและแสดงผลการทดสอบบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ ในรูปแบบสัญญาณและกราฟแบบ real time โดยสามารถใช้งานได้กับก๊าซอย่างน้อย 2 ชนิด เช่น ฮีเลี่ยม, ไนโตรเจน, ออกซิเจน, อากาศ, อาร์กอน หรือคาร์บอนไดออกไซด์

คุณลักษณะเฉพาะทางเทคนิค

1. **เครื่องศึกษาการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของสารตัวอย่างโดยอาศัยคุณสมบัติทางความร้อน (Thermogravimetric Analyzer)**

เป็นเครื่องสำหรับวิเคราะห์องค์ประกอบของสารตัวอย่าง โดยศึกษาน้ำหนักที่เปลี่ยนแปลงภายใต้การควบคุมอุณหภูมิ และบรรยากาศในการเกิดปฏิกิริยาของสารตัวอย่าง มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.1 ส่วนชั่งน้ำหนัก (balance) ประกอบด้วย

1.1.1 เครื่องชั่งน้ำหนักในแนวดิ่ง (vertical balance) หรือระบบอื่นซึ่งสามารถชั่งน้ำหนักได้เทียบเท่า หรือดีกว่า

1.1.2 มีระบบการสั่งงานให้ค่าน้ำหนักของภาชนะชั่งสารตัวอย่างเป็นศูนย์ การยอมรับค่าน้ำหนักของตัวอย่าง รวมถึงระบบการควบคุมการชั่งน้ำหนักอื่นๆ โดยใช้โปรแกรมควบคุมการทำงานผ่านทางคอมพิวเตอร์ และผ่านหน้าจอระบบสัมผัสของตัวเครื่องฯ

(อาจารย์สุจินดา จิตต์ใจฉ่ำ)	(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พัชรกมน หนูเอียด)	(อาจารย์ ดร.เฉลา เทพเฉลิม)
ประธานกรรมการ	กรรมการ	กรรมการ

1.1.3 เครื่องชั่งสามารถชั่งน้ำหนักได้สูงสุด (maximum sample weight) 1,000 มิลลิกรัม หรือมากกว่า

1.1.4 ความละเอียดของเครื่องชั่ง (resolution) ไม่เกิน 0.1 ไมโครกรัม หรือดีกว่า

1.1.5 ความเที่ยงตรงสำหรับการชั่งน้ำหนัก (weighing precision) ไม่เกิน ± 0.01 % หรือดีกว่า

1.1.6 การเปลี่ยนแปลงของเส้นฐานแบบพลวัต (weight baseline drift) เมื่อทดสอบด้วย Platinum pan ความจุ 100 ไมโครลิตร ที่ว่างเปล่า ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส จนถึง 1,000 องศาเซลเซียส ไม่เกิน 25 ไมโครกรัม

1.2 เตาเผา (furnace) ประกอบด้วย

1.2.1 การจัดวางเตาเผาในแนวตั้ง (vertical balance) หรือรูปแบบอื่นที่สามารถทำงานได้เทียบเท่า หรือดีกว่า

1.2.2 สามารถควบคุมการเปิดและปิดโดยใช้โปรแกรมควบคุมการทำงานผ่านทางคอมพิวเตอร์ และผ่านหน้าจอระบบสัมผัสของตัวเครื่องฯ

1.2.3 เตาเผาต้องสามารถทำอุณหภูมิอยู่ในช่วงอุณหภูมิห้องถึง 1,000 องศาเซลเซียส หรือกว้างกว่า

1.2.4 เตาเผาสามารถควบคุมอัตราการเพิ่มความร้อนด้วยอัตราคงที่ (linear heating rate) ครอบคลุมช่วงตั้งแต่ 0.1 ถึง 100 องศาเซลเซียสต่อนาที หรือดีกว่า และมีระบบที่สามารถควบคุมอัตราการเพิ่มความร้อนแบบฉับพลัน (ballistic heating rate) มากกว่า 600 องศาเซลเซียสต่อนาที หรือดีกว่า

1.2.5 ความแม่นยำของอุณหภูมิ (temperature accuracy) ไม่เกิน ± 1.0 องศาเซลเซียส หรือดีกว่า

1.2.6 ความเที่ยงตรงของอุณหภูมิ (temperature precision) ไม่เกิน ± 0.1 องศาเซลเซียส หรือดีกว่า

1.2.7 มีระบบระบายความร้อนแบบอากาศอัด (forced air cooling) ที่สามารถลดอุณหภูมิจาก 1,000 องศาเซลเซียส ลงไปถึง 50 องศาเซลเซียส โดยใช้เวลาไม่เกิน 12 นาที ณ สภาวะอุณหภูมิห้อง 25 องศาเซลเซียส หรือดีกว่า

1.2.8 มีระบบแลกเปลี่ยนความร้อน (heat exchanger) ที่ใช้ระบบน้ำหมุนวนในระบบเตาเผา ป้องกันไม่ให้ความร้อนกระทบต่อระบบเครื่องชั่ง หรือดีกว่า

(อาจารย์สุจินดา จิตต์ใจฉ่ำ)	(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พัชรกมน หนูเอียด)	(อาจารย์ ดร.เฉลา เทพเฉลิม)
ประธานกรรมการ	กรรมการ	กรรมการ

1.3 ระบบแก๊ส

1.3.1 สามารถทดลองภายใต้สภาวะเฉื่อย (inert) หรืออ๊อกซิเดชั่น (oxidation) โดยมีระบบควบคุมและป้อนก๊าซเข้าสู่เตาเผา ที่สามารถเลือกชนิดของก๊าซ ปริมาณของก๊าซ และปรับอัตราการไหลของก๊าซ รวมถึงระยะเวลาที่ต้องการ purge gas โดยอัตโนมัติผ่านโปรแกรม

1.3.2 มีระบบป้อนก๊าซเข้าสู่เตาเผาที่ออกแบบมาเพื่อลดผลกระทบจากการไหลของก๊าซที่มีต่อการชั่งน้ำหนักภาชนะและน้ำหนักตัวอย่างทั้งก่อนเริ่มการทดสอบและในระหว่างการทดสอบ

1.3.3 มีระบบควบคุมการไหลของก๊าซที่ออกแบบเพื่อป้องกันสารระเหยจากการเผาไหม้ของตัวอย่างในเตาเผา เข้าปนเปื้อนเครื่องชั่ง

1.4 การสอบเทียบ (Calibration)

1.4.1 มีโปรแกรมการสอบเทียบอุณหภูมิ (temperature calibration) แบบใช้อุณหภูมิคูรี่ (Curie temperature) ด้วยสารมาตรฐาน (สารอ้างอิงความบริสุทธิ์สูง เช่น Indium, Zinc, Aluminium, Nikel หรือ Gold) อย่างน้อยหนึ่งชนิด

1.4.2 การสอบเทียบน้ำหนัก (weight calibration) สามารถสอบเทียบน้ำหนักในช่วงน้ำหนักที่ต้องการ โดยใช้ตุ้มน้ำหนักมาตรฐานที่มีใบรับรองการสอบเทียบ หรือดีกว่า

1.5 โปรแกรมควบคุมการทำงานและประมวลผล

1.5.1 มีโปรแกรมควบคุมการทำงานและสอบเทียบสำหรับเครื่องศึกษาการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของสารตัวอย่างโดยอาศัยคุณสมบัติทางความร้อน

1.5.2 มีโปรแกรมลิขสิทธิ์ของบริษัทผู้ผลิต (licensed software) และไม่มีค่าใช้จ่ายสำหรับการอัพเดตโปรแกรมตลอดชีพ หรือเทียบเท่า และมีโปรแกรมวิเคราะห์ผลที่ไม่จำกัดจำนวนผู้ใช้ (unlicensed software) ที่สามารถดาวน์โหลดได้จากบริษัทผู้ผลิต

1.5.3 ซอฟท์แวร์สามารถทำงานได้ภายใต้ระบบปฏิบัติการ Windows 10

1.5.4 สามารถตั้งโปรแกรมอุณหภูมิที่แตกต่างกันและต่อเนื่อง เพื่อการทดลองแบบ Dynamic และ Isothermal

1.5.5 สามารถปรับลดหรือเพิ่มอัตราการให้ความร้อนอัตโนมัติ เมื่อเข้าสู่ช่วงที่มีการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของสารตัวอย่างเนื่องจากความร้อน เพื่อศึกษาและประมวลผล over lapping step, complex reaction

1.5.6 สามารถวิเคราะห์การทดสอบเชิงคุณภาพ (DTA signal) ในการหาปฏิกิริยาดูด-คายความร้อน (endothermic – exothermic reactions)

1.5.7 สามารถวิเคราะห์ค่าพลังงานกระตุ้น (activation energy) ของสารตัวอย่าง

(อาจารย์สุจินดา จิตต์ใจฉ่ำ)	(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พัชรกมน หนูเอียด)	(อาจารย์ ดร.เฉลา เทพเฉลิม)
ประธานกรรมการ	กรรมการ	กรรมการ

1.5.8 สามารถแก้ไขหรือปรับเปลี่ยนคำสั่งในขณะที่เครื่องศึกษาการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักฯ ทำการทดสอบสารตัวอย่าง

1.5.9 สามารถดู online curve ขณะทำการทดสอบได้

1.5.10 สามารถทำ curve overlay เพื่อการเปรียบเทียบผลการทดสอบได้

1.5.11 สามารถทำ derivative curve เพื่อให้เห็นการเปลี่ยนแปลงของกราฟได้ชัดเจนขึ้น

1.5.12 สามารถบันทึกผลที่ได้จากการทดสอบเป็นไฟล์ชนิด Microsoft excel, PDF file รูปภาพ และอื่นๆ ได้โดยตรง

2. อุปกรณ์ประกอบสำหรับศึกษาการเปลี่ยนแปลงเชิงพลังงานความร้อนของสารตัวอย่าง (Differential Scanning Calorimeter)

ใช้สำหรับวิเคราะห์สมบัติทางความร้อนที่ใช้หลักการ heat flux หรือ heat flow โดยวัดการเปลี่ยนแปลงความร้อน หรืออุณหภูมิของสารตัวอย่างที่เพิ่มขึ้น หรือลดลงเปรียบเทียบกับสารอ้างอิง เพื่อการวิเคราะห์พลังงานจากการดูดหรือคายความร้อน (endothermic and exothermic reaction) อุณหภูมิคล้ายแก้ว (Glass transition temperature) อุณหภูมิหลอมเหลว (melting temperature) ความเป็นผลึก (crystallization) ความจุความร้อน (heat capacity) เวลาของการต้านทานการกัดกร่อนของออกซิเจน (oxidative induction time) ของสารตัวอย่าง เป็นต้น โดยมีรายละเอียดต่อไปนี้

2.1 ระบบตรวจวัดพลังงาน

2.1.1 ช่วงอุณหภูมิที่ใช้ในการทดสอบ (temperature range) ของเครื่องสามารถรองรับได้ตั้งแต่ -85 ไปจนถึง 450 องศาเซลเซียส หรือดีกว่า

2.1.2 ค่าความถูกต้องแม่นยำของอุณหภูมิ (temperature accuracy) ไม่เกิน ± 0.1 องศาเซลเซียสหรือดีกว่า

2.1.3 ความเที่ยงตรงของการวัดอุณหภูมิ (temperature precision) ไม่เกิน ± 0.01 องศาเซลเซียสหรือดีกว่า

2.1.4 ช่วงอัตราเร็วของการเพิ่มอุณหภูมิ (heating rate range) อยู่ในช่วง 0.01 ถึง 200 องศาเซลเซียสต่อนาที หรือดีกว่า

2.1.5 ความเที่ยงตรงของการวัดค่าเอนทาลปี (enthalpy precision) ไม่เกิน ± 0.1 เปอร์เซ็นต์ หรือดีกว่า

2.1.6 ความสามารถในการวัดซ้ำของเส้นฐาน (baseline repeatability) โดยทำการวัดในช่วงอุณหภูมิ -50 ถึง 300 องศาเซลเซียส มีค่าไม่เกิน 40 ไมโครวัตต์ หรือดีกว่า

(อาจารย์สุจินดา จิตต์ใจฉ่ำ)	(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พัชรกมน หนูเอียด)	(อาจารย์ ดร.เฉลา เทพเฉลิม)
ประธานกรรมการ	กรรมการ	กรรมการ

2.1.7 ความเรียบของเส้นฐาน (baseline flatness) โดยทำการวัดในช่วงอุณหภูมิ -50 ถึง 300 องศาเซลเซียส มีค่าไม่เกิน 100 ไมโครวัตต์ หรือดีกว่า

2.1.8 มีหน้าจอระบบสัมผัสประกอบกับตัวเครื่อง (touch screen) และสามารถแสดงสัญญาณและกราฟแบบ real time ผ่านทางหน้าจอระบบสัมผัสได้

2.1.9 สามารถแสดงสภาวะขององค์ประกอบหลักภายในตัวเครื่อง (system health) ผ่านทางหน้าจอระบบสัมผัสได้

2.2 ระบบควบคุมสภาพบรรยากาศ (atmosphere control)

2.2.1 ส่วนให้ความร้อน (furnace) ทำจากวัสดุเงิน (Ag) หรือดีกว่า

2.2.2 สามารถทดลองภายใต้สภาวะเฉื่อย (inert) หรืออ๊อกซิเดชั่น (oxidation) มีอุปกรณ์ควบคุมการไหลของก๊าซอัตโนมัติอยู่ภายในตัวเครื่อง เพื่อควบคุมอัตราการไหลของก๊าซที่ป้อนเข้าสู่ระบบให้มีความถูกต้องและแม่นยำ รวมถึงการสลับเปลี่ยนชนิดของก๊าซที่ใช้ระหว่างการทดสอบโดยการควบคุมจากโปรแกรม

2.2.3 สามารถสอบเทียบอุณหภูมิและค่าความร้อน (heat flow) ด้วยสารมาตรฐาน (สารอ้างอิงความบริสุทธิ์สูง) เช่น Indium

2.3 โปรแกรมควบคุมการทำงานและประมวลผล

2.3.1 มีโปรแกรมควบคุมการทำงานและสอบเทียบสำหรับเครื่องศึกษาการเปลี่ยนแปลงเชิงพลังงานฯ เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงเชิงพลังงานความร้อนของสารตัวอย่าง

2.3.2 มีโปรแกรมลิขสิทธิ์ของบริษัทผู้ผลิต (licensed software) และไม่มีค่าใช้จ่ายสำหรับการอัพเดตโปรแกรมตลอดชีพ หรือเทียบเท่า และมีโปรแกรมวิเคราะห์ผลที่ไม่จำกัดจำนวนผู้ใช้ (unlicensed software) ที่สามารถดาวน์โหลดได้จากบริษัทผู้ผลิต

2.3.3 ซอฟท์แวร์สามารถทำงานได้ภายใต้ระบบปฏิบัติการ Windows 10

2.3.4 มีโปรแกรมที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์ผล (analysis) การเปลี่ยนแปลงเชิงพลังงาน (DSC) โดยสามารถหาค่า onset, endset, normalized, integral, melting temperature, glass transition temperature, crystallinity, conversion curve, enthalpy, การเกิด curing, ค่าพลังงานที่ได้จากการดูดหรือคายความร้อน (endothermic or exothermic reactions), ความจุความร้อน (heat capacity), เวลาของการต้านทานการกัดกร่อนของออกซิเจน (oxidative induction time) และสามารถทำ derivative curve เพื่อช่วยให้เห็นการเปลี่ยนแปลงของกราฟได้ชัดเจนยิ่งขึ้น ด้วยการใช้งานผ่านจอคอมพิวเตอร์ หรือที่เครื่องมือฯ

(อาจารย์สุจินดา จิตต์ใจฉ่ำ)	(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พัชรกมน หนูเอียด)	(อาจารย์ ดร.เฉลา เทพเฉลิม)
ประธานกรรมการ	กรรมการ	กรรมการ

2.3.5 มีเทคโนโลยี Modulated DSC (MDSC) สามารถแยกแยะการเปลี่ยนแปลง (transition) ของตัวอย่างที่ซับซ้อนหรือเกิดใกล้เคียงกัน หรือตัวอย่างที่หลอมเล็กน้อยได้ รวมทั้งสามารถแยกแยะค่าการไหลผ่านทางความร้อน (heat flow) ที่ได้จากการทดสอบตัวอย่างออกเป็นส่วนที่ผันกลับได้ (reversing heat flow) และส่วนที่ผันกลับไม่ได้ (non-reversing heat flow) และหาค่าความจุความร้อน (Cp measurement) ได้

2.3.6 มีโปรแกรมที่ใช้ปรับค่าต่างๆ ทั้งหมด (total calibration) ที่ทำให้สามารถทำการทดลองได้ทันที เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงอัตราการเพิ่มอุณหภูมิ, ชนิดของ crucible, ชนิดของก๊าซของการทดลอง โดยไม่ต้องทำการสอบเทียบ ณ อัตราการเพิ่มอุณหภูมินั้นใหม่

2.3.7 สามารถแก้ไขหรือปรับเปลี่ยนคำสั่งขณะที่เครื่องมือกำลังทำงานอยู่เพื่อเปลี่ยนแปลงการทำงานของเครื่องมือโดยไม่ต้องหยุดการทำงานของเครื่องมือ

2.3.8 สามารถทำ curve overlay เพื่อการเปรียบเทียบผลการทดสอบได้

2.3.9 สามารถบันทึกผลการทดสอบ และส่งออกข้อมูลที่ได้จากการทดสอบเป็นไฟล์ Microsoft Word, Microsoft Excel, PDF, รูปภาพ โดยตรง หรือไฟล์ที่เปิดได้ในรูปแบบ Excel

3. อุปกรณ์ประกอบ

3.1 คอมพิวเตอร์สำหรับควบคุมและวิเคราะห์ผลการทดสอบ จำนวน 2 ชุด ซึ่งมีคุณสมบัติไม่ต่ำกว่าดังนี้

- Intel Core i7 Processor, ความเร็ว 3.0 GHz
- มีหน่วยความจำ (RAM) ขนาด 8 GB
- มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล (Hard disk) ความจุ 1TB
- มีจอแสดงภาพขนาด 21.5 นิ้ว, wide
- DVD-RW, LAN port, Keyboard และ Mouse
- Licensed Windows ® 10 Professional 64 bit

3.2 อุปกรณ์สำรองไฟฟ้า (UPS) ขนาดไม่น้อยกว่า 3000 VA จำนวน 2 เครื่อง

3.3 เครื่องพิมพ์สีระบบเลเซอร์ จำนวน 2 เครื่อง

3.4 มีอุปกรณ์นำตัวอย่างเข้าเครื่องอัตโนมัติ (autosampler) สำหรับเครื่องศึกษาการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักฯ 1 ชุด และสำหรับเครื่องศึกษาการเปลี่ยนแปลงเชิงพลังงานฯ 1 ชุด

3.5 มีกล่องอุปกรณ์สอบเทียบซึ่งประกอบด้วย Nikel ความบริสุทธิ์สูงเป็นสารอ้างอิง สำหรับทวนสอบอุณหภูมิ เครื่องศึกษาการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของสารตัวอย่างโดยอาศัยคุณสมบัติทางความร้อน จำนวน 1 ชุด

(อาจารย์สุจินดา จิตต์ใจฉ่ำ)	(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พัชรกมน หนูเอียด)	(อาจารย์ ดร.เฉลา เทพเฉลิม)
ประธานกรรมการ	กรรมการ	กรรมการ

3.6 มีกล่องอุปกรณ์สอบเทียบซึ่งประกอบด้วย Indium ความบริสุทธิ์สูงเป็นสารอ้างอิง สำหรับทวนสอบอุณหภูมิอุปกรณ์ประกอบสำหรับศึกษาการเปลี่ยนแปลงเชิงพลังงานความร้อนของสารตัวอย่าง จำนวน 1 ชุด

3.7 อุปกรณ์ทำความเย็นแบบอัดอากาศ (air compressor) สำหรับเครื่องศึกษาการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของสารตัวอย่างโดยอาศัยคุณสมบัติทางความร้อน จำนวน 1 เครื่อง

3.8 อุปกรณ์ทำความเย็น (refrigerated cooling system) ในช่วง -85 ถึง 450 องศาเซลเซียส หรือดีกว่า สำหรับเครื่องศึกษาการเปลี่ยนแปลงเชิงพลังงาน จำนวน 1 เครื่อง

3.9 มี Arm Hood สำหรับระบายอากาศระหว่างการทดสอบของเครื่องศึกษาการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของสารตัวอย่างโดยอาศัยคุณสมบัติทางความร้อน 1 เครื่อง

3.10 อุปกรณ์อัดภาชนะบรรจุตัวอย่าง (sample press and die) ไม่น้อยกว่า 1 ชุด ประกอบด้วยหัวอัดชนิดต่างๆ ไม่น้อยกว่า 5 ชนิด

3.11 ภาชนะอลูมินัม (Aluminum pan) สำหรับบรรจุตัวอย่างชนิดก้นเรียบพร้อมฝาปิด จำนวนไม่น้อยกว่า 300 คู่

3.12 ถ้วยใส่สารตัวอย่างชนิดแพลตตินัม (Platinum crucible pan) ขนาดไม่น้อยกว่า 70 ไมโครลิตร จำนวนไม่น้อยกว่า 9 ชิ้น

3.13 ก๊าซที่ใช้ในการทดสอบ มีดังนี้

- ก๊าซไนโตรเจนบริสุทธิ์สูง พร้อมถัง จำนวนอย่างน้อย 4 ถัง
- ก๊าซออกซิเจนบริสุทธิ์ พร้อมถัง จำนวนอย่างน้อย 2 ถัง
- หัวควบคุมแรงดัน จำนวนอย่างน้อย 3 หัว

3.14 โต๊ะหินชนิดป้องกันการสั่นสะเทือนทำจากหินแกรนิตสำหรับวางเครื่องมือ จำนวน 2 ตัว

3.15 โต๊ะสำหรับวางคอมพิวเตอร์และเครื่องพิมพ์ ขนาด 120 เซ็นติเมตร จำนวน 2 ตัว

3.16 เครื่องศึกษาการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของสารตัวอย่าง โดยอาศัยคุณสมบัติทางความร้อน (Thermogravimetric Analysis) และอุปกรณ์ประกอบสำหรับศึกษาการเปลี่ยนแปลงเชิงพลังงานความร้อนของสารตัวอย่าง (Differential Scanning Calorimeter) เป็นผลิตภัณฑ์จากโรงงานผลิตที่ได้รับมาตรฐาน ISO, FCC หรือเทียบเท่าหรือดีกว่า, UL หรือเทียบเท่าหรือดีกว่า พร้อมแนบเอกสารรับรองที่สามารถตรวจสอบได้

4. เงื่อนไขประกอบ

4.1 รับประกันเครื่องศึกษาการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักฯ และอุปกรณ์ประกอบสำหรับศึกษาการเปลี่ยนแปลงเชิงพลังงานฯ เป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 2 ปี นับจากวันตรวจรับสินค้า

(อาจารย์สุจินดา จิตต์ใจฉ่ำ)	(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พัชรกมน หนูเอียด)	(อาจารย์ ดร.เฉลา เทพเฉลิม)
ประธานกรรมการ	กรรมการ	กรรมการ

- หากกรณีเครื่องและอุปกรณ์ที่ส่งมอบเกิดขัดข้องในสภาพการใช้งานปกติทางบริษัทฯ จะต้องดำเนินการแก้ไขหรือเปลี่ยนใหม่ให้ เพื่อให้สามารถใช้งานได้โดยไม่คิดค่าอะไหล่และค่าบริการภายในระยะประกัน
- มีการสอบเทียบ/บำรุงรักษาเครื่อง (calibration/ preventive maintenance) จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ครั้ง/ปี ภายในระยะเวลาการรับประกัน และไม่น้อยกว่า 3 ครั้งหลังหมดระยะประกัน

4.2 มีการรับประกัน DSC Cell และเตา (Furnace) จากบริษัทผู้ผลิตเป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 5 ปี

4.3 มีคู่มือประกอบการใช้งานเครื่องศึกษาการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักฯ และอุปกรณ์ประกอบสำหรับศึกษาการเปลี่ยนแปลงเชิงพลังงานฯ เป็นภาษาไทยและภาษาอังกฤษฉบับย่อ จำนวนอย่างละ 2 ชุด

4.4 บริษัทฯ จะต้องทำการติดตั้งเครื่องศึกษาการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักฯ และเครื่องศึกษาการเปลี่ยนแปลงเชิงพลังงานฯ พร้อมอุปกรณ์ประกอบ และระบบไฟฟ้าให้เครื่องมือทำงานได้เป็นอย่างดีและทำการสอบเทียบ (calibrate) เครื่องมือโดยช่างผู้ชำนาญการที่มีใบรับรองการสอบเทียบจากผู้ผลิต และส่งมอบรายงานผลการติดตั้งและผลการสอบเทียบตามระบบคุณภาพ พร้อมใบรับรองการติดตั้ง (installation certificate) และใบรับรองการสอบเทียบ (Calibration certificate)

4.5 เครื่องมือและอุปกรณ์ไฟฟ้าทุกชิ้นสามารถใช้กับไฟฟ้า 220 V 50/60 Hz ได้

4.6 เครื่องมือและอุปกรณ์ทุกชิ้นเป็นของใหม่ที่ไม่ผ่านการใช้งานหรือสาธิตการใช้งานมาก่อน

4.7 โปรแกรมคอมพิวเตอร์ทั้งหมดต้องมี License สำหรับการติดตั้ง และต้องปรับปรุงเพิ่มเติมโปรแกรมการทำงานของเครื่องให้มีความก้าวหน้า (software upgrade) ตลอดอายุการใช้งานตามบริษัทผู้ผลิต โดยไม่คิดค่าใช้จ่าย

4.8 ทำการฝึกอบรมการใช้เครื่องมือให้กับผู้ใช้ (on-site training) จนสามารถใช้งานได้ โดยครอบคลุมหัวข้อต่อไปนี้เป็นอย่างน้อย ความรู้เบื้องต้นการใช้งานทั้งเครื่องมือและโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (hardware และ software) การวิเคราะห์ผลจาก thermogram และ การดูแลรักษาเครื่องมือ (routine maintenance)

4.9 ในกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงสถานที่ติดตั้ง บริษัทยินดีที่จะดำเนินการขนย้าย สอบเทียบและติดตั้งจนใช้งานได้เป็นอย่างดี โดยไม่คิดค่าใช้จ่าย 2 ครั้ง

4.10 หลังการรับประกัน ถ้าเครื่องมือและอุปกรณ์ประกอบมีปัญหา ผู้ขายต้องส่งเจ้าหน้าที่เข้ามาดำเนินการตรวจเช็คความเสียหายเบื้องต้น โดยไม่มีค่าใช้จ่ายในการเข้ามาดำเนินการตรวจเช็ค ณ สถานที่ตั้ง

(อาจารย์สุจินดา จิตต์ใจฉ่ำ)	(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พัชรกมน หนูเอียด)	(อาจารย์ ดร.เฉลา เทพเฉลิม)
ประธานกรรมการ	กรรมการ	กรรมการ