

ตารางแสดงวงเงินงบประมาณที่ได้รับจัดสรรและรายละเอียดค่าใช้จ่าย  
การจัดซื้อจัดจ้างที่มีใช้งานก่อสร้าง

๑. ชื่อโครงการ จัดซื้อครุภัณฑ์ ชุดเครื่องวัดการขยายตัวเชิงความร้อน จำนวน ๑ รายการ
๒. หน่วยงานเจ้าของโครงการ ภาควิชาเคมีอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
๓. วงเงินงบประมาณที่ได้รับจัดสรร ๒,๕๐๐,๐๐๐.- บาท (สองล้านห้าแสนบาทถ้วน)
๔. วันที่กำหนดราคากลาง (ราคาอ้างอิง) ณ วันที่ ๒๗/ สิงหาคม ๒๕๖๔  
เป็นเงิน ๒,๕๐๐,๐๐๐.- บาท (สองล้านห้าแสนบาทถ้วน)  
ราคา/หน่วย
๕. แหล่งที่มาของราคากลาง (ราคาอ้างอิง)
  - ๕.๑ สืบราคาจากท้องตลาด จำนวน ๓ ราย ดังนี้
    ๑. บริษัท ไคนetikส์ คอร์ปอเรชั่น จำกัด
    ๒. บริษัท ชาญนภัส จำกัด
    ๓. บริษัท ไทยยูเนี่ยน เทคโนโลยี จำกัด
  ๖. รายชื่อผู้รับผิดชอบกำหนดราคากลาง
    - ๖.๑ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรพงษ์ เทียมสอน
    - ๖.๒ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.แสนคำ นุเสน
    - ๖.๓ อาจารย์ ดร. โยชิน นิมอุปละ

รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของครุภัณฑ์  
ชุดเครื่องวัดการขยายตัวเชิงความร้อน จำนวน ๑ ชุด

ชุดเครื่องวัดการขยายตัวเชิงความร้อน (Dilatometer) ประกอบด้วย

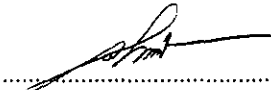
- ๑ อุปกรณ์ระบบเครื่องวัด (Measuring instrument system) ประกอบด้วยคุณลักษณะดังต่อไปนี้
  - ๑.๑ เป็นระบบที่ออกแบบในลักษณะแนวนอน (horizontal setup)
  - ๑.๒ มีระบบการทำอุณหภูมิ (temperature) ประกอบด้วยคุณลักษณะดังต่อไปนี้
    - ๑.๒.๑ มีเตาเผาที่มี heating element เป็นชนิด Silicon Carbide (SiC)
    - ๑.๒.๒ มีช่วงอุณหภูมิในการใช้งาน (temperature range) ตั้งแต่อุณหภูมิห้องถึงสูงสุดไม่น้อยกว่า ๑๖๐๐ องศาเซลเซียส
    - ๑.๒.๓ มีอัตราการทำความร้อน (heating rate) ตั้งแต่ ๐.๐๑ ถึงสูงสุดไม่น้อยกว่า ๕๐ องศาเซลวิน ต่อนาที
    - ๑.๒.๔ มีระบบช่วยควบคุมอุณหภูมิเป็นระบบน้ำหล่อเย็นแบบวนปิด (closed-loop water cooling unit)
    - ๑.๒.๕ มีจอแสดงค่าบนตัวเครื่อง (display) สามารถแสดงค่าอุณหภูมิของเตาเผา (furnace temperature) และอุณหภูมิของตัวอย่าง (sample temperature) ได้
  - ๑.๓ มีระบบการทำให้บรรยากาศทดสอบ (test atmosphere) ประกอบด้วยคุณลักษณะดังต่อไปนี้
    - ๑.๓.๑ ระบบเครื่องมีการออกแบบที่สามารถทนต่อการทำให้บรรยากาศสุญญากาศ (vacuum-tight construction) ได้สูงสุดถึงไม่มากกว่า  $10^{-4}$  มิลลิบาร์ ขึ้นกับชนิดของปั๊มสุญญากาศที่เลือกใช้ เพื่อสร้างสภาวะทดสอบที่บริสุทธิ์ พร้อมปั๊มสุญญากาศแบบชนิดโรตารี (two-stage rotary pump)
    - ๑.๓.๒ มีอุปกรณ์ควบคุมอัตราการไหล (mass flow controller) สามารถทำการตั้งค่าอัตราการไหลของก๊าซ (gas flow rate) ผ่านซอฟต์แวร์ มีจำนวนช่องสามารถรองรับการเชื่อมต่อกับก๊าซไม่น้อยกว่า ๓ ช่อง
  - ๑.๔ มีระบบการวัด (measuring system) ประกอบด้วยคุณลักษณะดังต่อไปนี้
    - ๑.๔.๑ เป็นระบบวัดด้วยเซนเซอร์ชนิด Linear Variable Displacement Transducer (LVDT)
    - ๑.๔.๒ มีช่วงการวัดการเปลี่ยนแปลง (measuring range) ไม่น้อยกว่า  $\pm 2500$  ไมครอน
    - ๑.๔.๓ มีค่าความละเอียด (resolution) ในการวัดไม่มากกว่า ๐.๑๒๕ นาโนเมตร
    - ๑.๔.๔ สามารถรองรับการทดสอบกับตัวอย่างที่มีขนาดใหญ่ที่สุด (max. sample size) เส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า ๒๐ มิลลิเมตร ขึ้นกับชนิดของอุปกรณ์วางตัวอย่าง (sample holder) ที่เลือกใช้
  - ๑.๕ มีชุดอุปกรณ์วางตัวอย่าง (sample holder) ประกอบด้วย
    - ๑.๕.๑ อุปกรณ์วางตัวอย่าง (sample holder) ทำจากวัสดุอะลูมินา สามารถรองรับตัวอย่างที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางสูงสุด (max sample diameter) ไม่น้อยกว่า ๗ มิลลิเมตร และความยาวสูงสุด (max sample length) ไม่มากกว่า ๕๐ มิลลิเมตร
    - ๑.๕.๒ ก้านกด (push-rod) ทำจากวัสดุอะลูมินา
    - ๑.๕.๓ อุปกรณ์สำหรับการวัดอุณหภูมิของตัวอย่าง เป็นเทอร์โมคัปเปิล (thermocouple) ชนิด type S
    - ๑.๕.๔ ชุดอุปกรณ์วางตัวอย่างมีจำนวนไม่น้อยกว่า ๒ ชุด

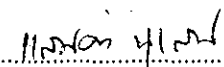
- ๑.๖ มีระบบควบคุมแรงสัมผัสในการกด (contact force control) ประกอบด้วยคุณลักษณะดังต่อไปนี้
  - ๑.๖.๑ สามารถควบคุมแรงกดได้สูงสุด (max. contact force) ไม่น้อยกว่า ๑ นิวตัน
  - ๑.๖.๒ มีค่าความละเอียดในการควบคุมแรงกด (force resolution) ไม่มากกว่า ๐.๐๐๑ นิวตัน
  - ๑.๖.๓ มีระบบการขยับก้านกดซ้ำ (Multi-Nudge) เพื่อจัดตำแหน่งของตัวอย่างให้เข้าที่พอดี
  - ๑.๖.๔ มีระบบป้องกันการลอมติดของตัวอย่างกับอุปกรณ์วางตัวอย่างและก้านวัด โดยระบบสามารถทำการสั่งตัดการทำงานโดยอัตโนมัติ เมื่อตัวอย่างมีเปอร์เซ็นต์ของการหดตัวลงตามที่กำหนดโดยผู้ใช้ (softening point detection feature)
- ๑.๗ เป็นสินค้าที่ผลิตโดยผู้ผลิตที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO ๙๐๐๑:๒๐๑๕ และมีการรับรองมาตรฐานความปลอดภัย CE
- ๑.๘ มีอุปกรณ์สำรองไฟฟ้า (uninterrupted back-up power supply) ขนาดไม่น้อยกว่า ๓ kVA สำหรับรองรับการทำงานของระบบน้ำวนปิดกรณีไฟดับฉุกเฉิน เพื่อป้องกันความเสียหายต่อระบบเครื่องมือจากการลดของอุณหภูมิอย่างฉับพลัน จำนวน ๑ ชุด
- ๒ ระบบควบคุม เก็บข้อมูล และวิเคราะห์ผล (Control, data acquisition and evaluation system) ประกอบด้วย
  - ๒.๑ ชุดคอมพิวเตอร์ จำนวน ๑ ชุด ประกอบด้วยคุณลักษณะดังต่อไปนี้
    - ๒.๑.๑ เป็นแบบชนิดตั้งโต๊ะ (desktop computer)
    - ๒.๑.๒ มีหน่วยประมวลผลกลาง (processor) ไม่น้อยกว่า Intel Core i๕
    - ๒.๑.๓ มีระบบเก็บข้อมูล (storage) ขนาดไม่น้อยกว่า ๑๐๐๐ GB (๑ TB)
    - ๒.๑.๔ มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ขนาดไม่น้อยกว่า ๔ GB
    - ๒.๑.๕ มีระบบปฏิบัติการ (OS) แบบชนิด Windows
  - ๒.๒ จอแสดงผล (monitor) เทคโนโลยี LED ขนาดไม่น้อยกว่า ๒๔ นิ้ว จำนวน ๑ ชุด
  - ๒.๓ อุปกรณ์ควบคุม (controller) ประกอบด้วย เม้าส์และคีย์บอร์ด จำนวน ชุด
  - ๒.๔ ชุดซอฟต์แวร์ Microsoft Office จำนวน ๑ ชุด
  - ๒.๕ ชุดซอฟต์แวร์ วิเคราะห์เชิงความร้อน (Thermal Analysis) สำหรับการควบคุมการวัด เก็บข้อมูล และประมวลวิเคราะห์ผล จำนวน ๑ ชุด ประกอบด้วยคุณสมบัติความสามารถขั้นต่ำดังต่อไปนี้
    - ๒.๕.๑ สามารถทำการตั้งโปรแกรมแผนการเปลี่ยนอุณหภูมิ (programming of temperature profile) สำหรับการทดสอบได้
    - ๒.๕.๒ สามารถทำการตั้งโปรแกรมแผนการปล่อยก๊าซ (programming of gas profile) สำหรับการทดสอบได้
    - ๒.๕.๓ สามารถทำการตั้งตารางการทดสอบอัตโนมัติได้ (setting of automatic test schedule)
    - ๒.๕.๔ สามารถทำการตั้งค่าศูนย์ก่อนเริ่มการวัดได้ (zero-point adjustment)
    - ๒.๕.๕ สามารถทำการวัดการเปลี่ยนแปลงในความยาวของวัสดุ (length change) คู่กับเวลาและอุณหภูมิได้
    - ๒.๕.๖ สามารถทำการวิเคราะห์คำนวณหาคุณสมบัติต่างๆได้ ดังต่อไปนี้
      - ๒.๕.๖.๑ ค่าการเปลี่ยนแปลงความยาวสัมพัทธ์ (Relative length change, %)
      - ๒.๕.๖.๒ ค่าสัมประสิทธิ์ในการขยายตัวด้วยความร้อน (Coefficient of Thermal Expansion, CTE)
      - ๒.๕.๖.๓ ค่าปริมาตร (Volume)
      - ๒.๕.๖.๔ ค่าความหนาแน่น (Density)

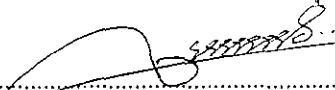
- ๒.๕.๖.๕ อุณหภูมิเปลี่ยนสถานะคล้ายแก้ว (Glass transition temperature, Tg)
- ๒.๕.๖.๖ กระบวนการเผาที่มีประสิทธิภาพสูงสุด (Optimal sinter process) โดยการหาเส้นอุณหภูมิที่เหมาะสมที่สุด และเวลาเผาที่สั้นที่สุด (Optimal temperature/time profile) จากความยาวหรือความหนาแน่นที่ต้องการ อ้างอิงตามทฤษฎีของ Palmour III
- ๒.๕.๗ สามารถทำการวิเคราะห์ผลในขณะที่ยังวัดได้
- ๒.๕.๘ สามารถทำการส่งข้อมูลออกไปยัง Microsoft Excel ได้
- ๒.๖ อุปกรณ์เครื่องพิมพ์สี (printer) ขนาด A๔ สำหรับพิมพ์รายงานผลทดสอบ จำนวน ๑ ชุด
- ๒.๗ อุปกรณ์สำรองไฟฟ้า (uninterrupted back-up power supply) ขนาดไม่น้อยกว่า ๑ kVA เพื่อป้องกันการสูญเสียของข้อมูลกรณีไฟดับฉุกเฉิน จำนวน ๑ ชุด
- ๓ อุปกรณ์ประกอบ (Accessories) ประกอบด้วย
  - ๓.๑ โต๊ะสำหรับวางอุปกรณ์เครื่องมือวัด ออกแบบให้มีความเสถียร จำนวน ๑ ชุด
  - ๓.๒ โต๊ะสำหรับวางชุดคอมพิวเตอร์ พร้อมเก้าอี้สำนักงานล้อเลื่อน จำนวน ๑ ชุด
  - ๓.๓ ตัวอย่างและวัสดุอ้างอิงมาตรฐาน (standard reference samples and materials)
    - ๓.๓.๑ สำหรับการสอบเทียบอุณหภูมิ (temperature) เป็นชุดกระบอกทำจากวัสดุอะลูมินา พร้อมวัสดุโลหะชนิด In (๑๕๖.๖), Pb (๓๒๗.๕), Al (๖๖๐.๓), Ag (๙๖๑.๘) และ Ni (๑๔๕๕) จำนวนอย่างน้อย ๒ ชุด
    - ๓.๓.๒ สำหรับการสอบเทียบการวัดการขยายตัว (CTE) ชนิดวัสดุอะลูมินา ขนาดความยาวไม่น้อยกว่า ๒๐ มิลลิเมตร จำนวนอย่างน้อย ๒ ชิ้น
    - ๓.๓.๓ สำหรับการสอบเทียบระบบการวัดระยะ (delta L) เป็นอุปกรณ์แผ่นโลหะมาตรฐาน (standard gauge block) ความหนาไม่มากกว่า ๑๐๐๐ ไมครอน จำนวนอย่างน้อย ๑ กล่อง
  - ๓.๔ อุปกรณ์ใส่ตัวอย่างสำหรับตัวอย่างชนิดผง (powder sample adapter) ทำจากวัสดุอะลูมินา จำนวนอย่างน้อย ๑ ชุด
  - ๓.๕ อุปกรณ์แผ่นรองตัวอย่าง (spacer) ทำจากวัสดุอะลูมินา เพื่อป้องกันการหลอมติดของตัวอย่าง จำนวนอย่างน้อย ๑ ชุด
  - ๓.๖ คู่มือการใช้งาน ภาษาอังกฤษหรือภาษาไทย จำนวนอย่างน้อย ๒ ชุด
- ๔ ระบบก๊าซ (Gas supply) ประกอบด้วย
  - ๔.๑ ชุดอุปกรณ์สำหรับวางถังก๊าซ ชนิดแบบ ๒ ถัง จำนวนอย่างน้อย ๑ ชุด
  - ๔.๒ ก๊าซไนโตรเจน พร้อมถังและอุปกรณ์ควบคุมความดัน จำนวนอย่างน้อย ๑ ชุด
  - ๔.๓ ก๊าซออกซิเจน พร้อมถังและอุปกรณ์ควบคุมความดัน จำนวนอย่างน้อย ๑ ชุด
  - ๔.๔ มีการเดินระบบก๊าซด้วยท่อเหล็กกล้าไร้สนิมในระยะไม่มากกว่า ๓ เมตร และคลังสายโซ่ยึดถัง อย่างเรียบร้อย
- ๕ ผู้ยื่นข้อเสนอจะต้องทำการอบรมวิธีการใช้งานข้อควรระวังต่างๆให้แก่ผู้ใช้งานสามารถใช้งานได้อย่างสมบูรณ์
- ๖ ผู้ยื่นข้อเสนอต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย
- ๗ ผู้ยื่นข้อเสนอต้องมีวิศวกรที่ได้ผ่านการฝึกอบรมจากผู้ผลิตอย่างเป็นทางการ (officially trained engineer)
- ๘ บริษัทตัวแทนจำหน่ายต้องได้รับการรับรองคุณภาพมาตรฐานสากล ISO ๙๐๐๑:๒๐๑๕ และ ISO ๑๗๐๒๕
- ๙ รับประกันสินค้าไม่น้อยกว่า ๒ ปี

หลักเกณฑ์การพิจารณาคัดเลือก โดยพิจารณาเกณฑ์ราคา

ขอรับรองว่าการกำหนดคุณลักษณะเฉพาะของพัสดุข้างต้นเป็นไป ตามพระราชบัญญัติการจัดซื้อ จัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐ พ.ศ.๒๕๖๐ มาตรา ๙ และมติคณะรัฐมนตรี ตามหนังสือที่ สร.๐๒๐๓/ว.๑๓๗ ลงวันที่ ๒๗ ธันวาคม ๒๕๖๙

ลงชื่อ..........ประธานกรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรวงษ์ เพียมสอน)

ลงชื่อ..........กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. แสนคำ นุเสน)

ลงชื่อ..........กรรมการ  
(อาจารย์ ดร.โยธิน นิมอุปละ)