

ขอบเขตงาน (Terms of Reference :TOR)
ชุดห้องปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล ตำบลบางพระ อำเภอศรีราชา
จังหวัดชลบุรี

๑.ความเป็นมา

เนื่องจาก สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตรและเทคโนโลยี คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ มีการเรียนการสอนด้านวิศวกรรมเครื่องจักรกลเกษตร เพื่อเป็นการเตรียมความพร้อมสำหรับการจัดทำหลักสูตรด้านวิศวกรรมศาสตร์สาขาต่างๆ จึงจำเป็นต้องมีการจัดเตรียมครุภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องตามเกณฑ์มาตรฐานการเรียนการสอนด้านงานวิศวกรรมของกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม และสภาวิศวกร ตลอดจนรองรับการเปิดหลักสูตรใหม่และงานสนับสนุนการวิจัยและทดสอบทางด้านวิศวกรรมของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก

ใช้สำหรับการเรียนการสอนและวิจัยทางด้าน วัสดุวิศวกรรม กลศาสตร์วิศวกรรม กระบวนการผลิต หลักการเทอร์โมไดนามิกส์ กลศาสตร์วัสดุ หลักการกลศาสตร์ของไหล หลักการกลศาสตร์ของไหล กลไกและพลศาสตร์เครื่องจักรกลสำหรับวิศวกรรมเครื่องจักรกลเกษตร การถ่ายเทความร้อนสำหรับวิศวกรรมเครื่องจักรกลเกษตร การสันดาปเชื้อเพลิงสำหรับวิศวกรรมเครื่องจักรกลเกษตร การวัดและเครื่องมือวัดสำหรับเกษตรอัจฉริยะ วิศวกรรมเครื่องจักรกลเกษตรสำหรับสมาร์ทฟาร์ม การออกแบบเครื่องจักรกลสำหรับวิศวกรรมเครื่องจักรกลเกษตร การควบคุมกำลังของไหลสำหรับวิศวกรรมเครื่องจักรกลเกษตร ตลอดจนรายวิชาและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องอื่นๆ

๒. วัตถุประสงค์

๑. เพื่อพัฒนาห้องปฏิบัติการวิศวกรรมในการเรียนการสอนในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์และสาขาอื่นๆ
๒. สนับสนุนงานวิจัยและบริการวิชาการของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก

๓. คุณสมบัติเสนอราคา

- ๓.๑ มีความสามารถตามกฎหมาย
 - ๓.๒ ไม่เป็นบุคคลล้มละลาย
 - ๓.๓ ไม่อยู่ระหว่างเลิกกิจการ
 - ๓.๔ ไม่เป็นบุคคลซึ่งอยู่ระหว่างถูกระงับการยื่นข้อเสนอหรือทำสัญญากับหน่วยงานของรัฐไว้ชั่วคราว
- เนื่องจากเป็นผู้ที่ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินผลการปฏิบัติงานของผู้ประกอบการตามระเบียบที่รัฐมนตรีว่าการกระทรวงการคลังกำหนดตามที่ประกาศเผยแพร่ในระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมบัญชีกลาง



(นายรังสรรค์ กุณาสำโรง)
ประธานกรรมการ



นายอนุวัฒน์ ภาชนะวรรณ
กรรมการ



(นายเกรียงไกร رایณะสุข)
กรรมการและเลขานุการ

๓.๕ ไม่เป็นบุคคลซึ่งถูกระบุชื่อไว้ในบัญชีรายชื่อผู้ทำงานและได้แจ้งเวียนชื่อให้เป็นผู้ทำงานของหน่วยงานของรัฐในระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมบัญชีกลาง ซึ่งรวมถึงนิติบุคคลที่ผู้ทำงานเป็นหุ้นส่วน ผู้จัดการ กรรมการผู้จัดการ ผู้บริหาร ผู้มีอำนาจในการดำเนินงานในกิจการของนิติบุคคลนั้นด้วย

๓.๖ มีคุณสมบัติและไม่มีลักษณะต้องห้ามตามที่คณะกรรมการนโยบายการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐกำหนดในราชกิจจานุเบกษา

๓.๗ เป็นนิติบุคคลผู้มีอาชีพขายพัสดุที่ประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ดังกล่าว

๓.๘ ไม่เป็นผู้มีผลประโยชน์ร่วมกันกับผู้ยื่นข้อเสนอรายอื่น หรือกระทำการอันเป็นการขัดขวางการแข่งขันราคาอย่างเป็นธรรม

๓.๙ ไม่เป็นผู้ได้รับเอกสิทธิ์หรือความคุ้มกันซึ่งอาจปฏิเสธไม่ยอมขึ้นศาลไทย เว้นแต่รัฐบาลของผู้เสนอราคาได้มีคำสั่งให้สละเอกสิทธิ์และความคุ้มกันเช่นนั้น

๓.๑๐ ผู้ยื่นข้อเสนอต้องมีผลงานขายประเภทเดียวกันกับงาน ที่ประกวดราคาขายชุดทดลองหรือทดสอบทางด้านวิศวกรรม ในวงเงินไม่น้อยกว่า ๗,๐๐๐,๐๐๐.๐๐บาท (เจ็ดล้านบาทถ้วน)เป็นผลงานที่เป็นคู่สัญญาโดยตรงกับหน่วยงานของรัฐ หรือหน่วยงานเอกชนที่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก เชื้อถือ โดยต้องแสดงหลักฐานสำเนาหนังสือรับรองผลงานหรือสำเนาสัญญาของโครงการในวันยื่นข้อเสนอราคา

๓.๑๑ ผู้ยื่นข้อเสนอที่ยื่นข้อเสนอในรูปแบบของ "กิจการร่วมค้า" ต้องมีคุณสมบัติ ดังนี้

กรณีที่ข้อตกลงฯ กำหนดให้ผู้เข้าร่วมค้ารายใดรายหนึ่งเป็นผู้เข้าร่วมค้าหลัก ข้อตกลงฯ จะต้องมีการกำหนดสัดส่วนหน้าที่ และความรับผิดชอบในปริมาณงาน สิ่งของ หรือมูลค่าตามสัญญาของผู้เข้าร่วมค้าหลักมากกว่าผู้เข้าร่วมค้ารายอื่นทุกราย

กรณีที่ข้อตกลงฯ กำหนดให้ผู้เข้าร่วมค้ารายใดรายหนึ่งเป็นผู้เข้าร่วมค้าหลัก กิจการร่วมค่านั้นต้องใช้ผลงานของผู้เข้าร่วมค้าหลักรายเดียวเป็นผลงานของกิจการร่วมค้าที่ยื่นข้อเสนอ

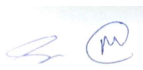
กรณีที่ข้อตกลงฯ กำหนดให้ผู้เข้าร่วมค้ารายใดรายหนึ่งเป็นผู้เข้าร่วมค้าหลัก ผู้เข้าร่วมค้าหลักจะต้องเป็นผู้ประกอบการที่ขึ้นทะเบียนไว้กับกรมบัญชีกลาง ในส่วนของผู้เข้าร่วมค้าที่ไม่ใช่ผู้เข้าร่วมค้าหลักจะเป็นผู้ประกอบการที่ขึ้นทะเบียนในสาขางานก่อสร้างไว้กับกรมบัญชีกลางหรือไม่ก็ได้

สำหรับข้อตกลงฯ ที่ไม่ได้กำหนดให้ผู้เข้าร่วมค้ารายใดเป็นผู้เข้าร่วมค้าหลัก ผู้เข้าร่วมค้าทุกรายจะต้องมีคุณสมบัติครบถ้วนตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ในเอกสารเชิญชวน

๓.๑๒ ผู้ยื่นข้อเสนอต้องลงทะเบียนในระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Government Procurement: e-GP) ของกรมบัญชีกลาง

๔. การเสนอราคา

๔.๑ ข้อกำหนดการจัดทำเอกสารข้อเสนอโครงการ



(นายรังสรรค์ กุณฺสาโรง)
ประธานกรรมการ



นายอนุวัฒน์ ภาชนะวรรณ
กรรมการ



(นายเกรียงไกร رایณะสุข)
กรรมการและเลขานุการ

๔.๑.๑ ผู้เสนอราคาจะต้องจัดทำตารางเปรียบเทียบรายละเอียด ต่อข้อกำหนดและรายละเอียดต่าง ๆ (Specification) เป็นรายข้อทุกข้อ (Statement of Compliance) ของเอกสารประกวดราคา รายการครุภัณฑ์ ชุดห้องปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล ตำบลบางพระ อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี จำนวน ๑ ชุด โดยใช้ตัวอย่างแบบฟอร์มการเปรียบเทียบตามตารางที่ ๔.๑ ในการเปรียบเทียบรายการดังกล่าว หากมีกรณีที่ต้องมีการอ้างอิงข้อความหรือเอกสารในส่วนอื่นที่จัดทำเสนอมาผู้เสนอราคาจะต้องระบุให้เห็นอย่างชัดเจนสามารถตรวจสอบได้ง่ายไว้ในเอกสารเปรียบเทียบด้วยว่าสิ่งที่ต้องการอ้างอิงถึงนั้นอยู่ในส่วนตำแหน่งใดของเอกสารอื่น ๆ ที่จัดทำเสนอมา สำหรับเอกสารที่อ้างอิงถึงให้หมายเหตุหรือขีดเส้นใต้หรือระบายสีพร้อมเขียนหัวข้อกำกับไว้ เพื่อให้สามารถไปตรวจสอบกับเอกสารเปรียบเทียบได้ง่ายและตรงกันด้วย หากผู้เสนอราคาไม่ดำเนินการตามข้อนี้ คณะกรรมการพิจารณาผลประกวดราคาซื้อรายการครุภัณฑ์ชุดห้องปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล ตำบลบางพระ อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี จำนวน ๑ ชุด จะขอสงวนสิทธิในการไม่พิจารณาข้อเสนอของผู้เสนอราคารายนั้น เว้นแต่เป็นข้อผิดพลาดหรือหลงผิดเพียงเล็กน้อย หรือที่ผิดแยกไปจากเงื่อนไขของเอกสารประกวดราคาในส่วนที่มีใช้สาระสำคัญทั้งนี้เฉพาะในกรณีที่พิจารณาเห็นว่าจะเป็นประโยชน์ต่อมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออกเท่านั้น

ตารางที่ ๔.๑ ตารางเปรียบเทียบคุณสมบัติข้อกำหนดและรายละเอียดข้อเสนอโครงการ

รายการที่	อ้างอิงข้อ	ข้อกำหนด/ อุปกรณ์ที่ต้องการ	ข้อกำหนด/ อุปกรณ์ที่เสนอ	เอกสารอ้างอิง
ระบุเลขข้อ รายการ	ระบุหัวข้อให้ตรงกับ หัวข้อที่ระบุ ในเอกสาร ประกวดราคา	ให้คัดลอก คุณลักษณะ เฉพาะที่กำหนดมา กรอกในช่องนี้	ให้ระบุคุณลักษณะ เฉพาะที่บริษัทฯ เสนอ	ระบุหมายเลขหน้า ของเอกสารอ้างอิง ของบริษัทฯ

๔.๑.๒ ผู้เสนอราคาต้องส่งแคตตาล็อกและรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของทุกรายการที่ผู้เสนอราคาเสนอเพื่อประกอบการพิจารณาหลักฐานดังกล่าวมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออกจะเก็บไว้เป็นเอกสารของทางราชการสำหรับเอกสารที่ยื่นมาหาก เป็นสำเนารูปถ่ายจะต้องรับรองสำเนาถูกต้องโดยผู้มีอำนาจทำนิติกรรมแทนนิติบุคคล

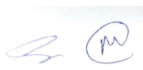
หากคณะกรรมการประกวดราคาฯ มีความประสงค์จะขอต้นฉบับแคตตาล็อกผู้เสนอราคาจะต้องนำต้นฉบับมาให้คณะกรรมการพิจารณาผลประกวดราคาฯ ตรวจสอบ ภายใน ๓ (สาม) วันทำการ

๕. คุณลักษณะเฉพาะประกอบไปด้วย

๕.๑ รายการประกอบที่ ๑ ชุดทดลองการสมดุลแบบสถิติกส์และไดนามิก จำนวน ๑ ชุด

๑. รายละเอียดทั่วไป

ชุดทดลองการสมดุลแบบสถิติกส์และไดนามิก เป็นสำหรับใช้ในการศึกษาหลักการถ่วงสมดุล เพื่อใช้เป็นกรณีศึกษาแบบต่าง ๆ ซึ่งถูกตรวจจับโดยตัวตรวจจับความสั่นสะเทือนและถูกแปลงสัญญาณเป็นแบบดิจิตอล



(นายรังสรรค์ กุฎสำโรง)
ประธานกรรมการ



นายอนุวัฒน์ ภาชนะวรรณ
กรรมการ



(นายเกรียงไกร رایณะสุข)
กรรมการและเลขานุการ

ความเร็วสามารถปรับความเร็วรอบได้ และสัญญาณความเร็วถูกวัดโดยเซ็นเซอร์ ขนาดและมุมของความไม่สมดุล ในแต่ละระนาบถูกวิเคราะห์บนซอฟต์แวร์และแสดงค่าออกบนชุดประมวลผล ซึ่งชุดตรวจจับสัญญาณความ สั่นสะเทือนและวัดความเร็วรอบ ชุดทดลองมีฝาครอบแบบใสเพื่อการมองเห็นและความปลอดภัย

๒. คุณลักษณะเฉพาะ

๒.๑. เป็นเครื่องสำหรับใช้ในการสาธิตหลักการ การสร้างสมดุลของแกนหมุน (balancing) ดังหัวข้อต่อไปนี้

๒.๑.๑. การปรับสมดุลระนาบเดียว (Single plane balancing)

๒.๑.๒. การปรับสมดุลหลายระนาบ (Multiple plane balancing)

๒.๑.๓. การทำถ่วงสมดุลพลวัต (dynamic balancing) สำหรับความไม่สมดุลในระนาบเดียวในทิศทาง ตามแกน (axial direction)

๒.๑.๔. การใช้วิธี static couple method ในการทำถ่วงสมดุล ให้ความไม่สมดุลที่ไม่ทราบค่า

๒.๒. มีชุดระบบสร้างสมดุล (balancing unit) ประกอบด้วย

๒.๒.๑. ตัวหมุน (rotor) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่ต่ำกว่า ๒๐๐ มิลลิเมตร ความหนาระหว่าง ๘ ถึง ๑๐ มิลลิเมตร จำนวนไม่ต่ำกว่า ๔ ชิ้น

๒.๒.๒. ตั้มน้ำหนักเสริม (additional weights) ขนาดน้ำหนัก ๒.๕ กรัม, ๕ กรัม, ๗.๕ กรัม และ ๑๐ กรัม จำนวนอย่างละไม่ต่ำกว่า ๑๐ ชิ้น

๒.๒.๓. ตัวหมุน (rotor) แต่ละชิ้นมีการวางตำแหน่งคงที่ (fixed position) โดยมีระยะห่างระหว่างแต่ละ ตัวเท่ากันที่ระยะไม่ต่ำกว่า ๗๐ มิลลิเมตร สามารถจำลองเป็นตัวหมุน (rotor) ขนาดใหญ่ ๑ ชิ้น ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่ต่ำกว่า ๒๐๐ มิลลิเมตร และยาว ๒๑๐ มิลลิเมตร สามารถเพิ่มน้ำหนัก เสริมเพื่อสร้างสถานะสมดุลหรือไม่สมดุลได้

๒.๒.๔. ครอบครอบบริเวณทดสอบเพื่อป้องกันความปลอดภัย (safety cover)

๒.๓. มีระบบขับเคลื่อน (drive system) พร้อมสมบัติดังนี้

๒.๓.๑. มอเตอร์ขับเคลื่อนขนาดไม่น้อย ๐.๓๗ กิโลวัตต์

๒.๓.๒. สามารถหมุนได้ด้วยความเร็ว (rotation speed) ในช่วงไม่ต่ำกว่า ๓๐๐ ถึง ๑๕๐๐ รอบต่อนาที

๒.๔. อุปกรณ์วัด (measurement instrument) ประกอบด้วย

๒.๔.๑. เซนเซอร์สำหรับวัดขนาดของการแกว่ง (amplitude) ชนิด velocity transducer จำนวนไม่ต่ำกว่า ๒ ตัว พร้อมสมบัติดังนี้

๒.๔.๑.๑. มีช่วงการวัด (measuring range) ไม่ต่ำกว่า ๐ ถึง ๒๕๔ มิลลิเมตรต่อวินาที

๒.๔.๑.๒. มีช่วงการตอบสนองความถี่ (frequency response range) ไม่ต่ำกว่า ๕ ถึง ๗๐๐๐ เฮิรตซ์

๒.๔.๑.๓. มีความไว (sensitivity) ไม่ต่ำกว่า ๕๐๐ มิลลิโวลต์ต่อนิ้วต่อวินาที

๒.๔.๒. เซนเซอร์สำหรับวัดความเร็วรอบ (rotor speed) ชนิด incremental encoder มีความละเอียด ในการวัด ไม่ต่ำกว่า ๑๐๐๐ สัญญาณไฟฟ้าต่อรอบ (pulse per revolution)

๒.๕. มีปุ่มหยุดการทำงานกรณีฉุกเฉิน (emergency stop button)

(นายรังสรรค์ กุฎสำโรง)
ประธานกรรมการ

นายอนุวัฒน์ ภาชนะวรรณ
กรรมการ

(นายเกรียงไกร رایณะสุข)
กรรมการและเลขานุการ

- ๒.๖. ชุดคอมพิวเตอร์แบบพกพา (notebook computer) พร้อมซอฟต์แวร์สำหรับเก็บและประมวลผลข้อมูล จำนวน ๑ ชุด พร้อมสมบัติขั้นต่ำดังนี้
- ๒.๖.๑. มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ชนิด IntelCore i๔
 - ๒.๖.๒. มีหน่วยความจำ (RAM) ขนาด ๘ GB
 - ๒.๖.๓. มีความเร็วสัญญาณนาฬิกาไม่น้อยกว่า ๕ GHz (กิกะเฮิรตซ์)
 - ๒.๖.๔. มีหน่วยเก็บข้อมูล (Storage) ชนิด Solid State Drive (SSD) ขนาด ๒๕๖ GB
 - ๒.๖.๕. มีระบบปฏิบัติการ (OS) ชนิด Windows ๑๑ หรือทำงานได้ดีกับชุดครุภัณฑ์
 - ๒.๖.๖. ซอฟต์แวร์เก็บข้อมูลและประมวลผล (data acquisition and evaluation software) พร้อมความสามารถดังต่อไปนี้
 - ๒.๖.๖.๑. สามารถวิเคราะห์ค่านวนค่าขนาด (amplitude) และมุม (phase) ของการสั่น ในรูปแบบตัวเลขและกราฟ
 - ๒.๖.๖.๒. สามารถส่งออกข้อมูล (data export) ในรูปแบบไฟล์ .xls และส่งออกรูปภาพกราฟ (curve image export) ในรูปแบบไฟล์ .jpg
- ๒.๗. มีโต๊ะขาเหล็ก แข็งแรงและเสถียร สำหรับวางชุดอุปกรณ์เครื่องมือจำนวน ๑ ชุด

๓. รายละเอียดอื่นๆ

- ๓.๑. ต้องเป็นผลิตภัณฑ์จากบริษัทที่ได้รับการรับรองระบบคุณภาพมาตรฐาน ISO ๙๐๐๑
- ๓.๒. ผู้เสนอราคาต้องเป็นตัวแทนจำหน่ายโดยตรงจากบริษัทผู้ผลิต หรือเป็นผู้ผลิตโดยตรงในประเทศไทย
- ๓.๓. ต้องแนบแค็ตตาล็อก ที่แสดงรายละเอียดทางเทคนิคครบมาพร้อมการเสนอราคา
- ๓.๔. ต้องมีคู่มือวิธีการใช้และทดลอง ๑ ชุด และ เป็น CD ๑ แผ่น
- ๓.๕. ต้องรับประกันคุณภาพจากการใช้งานปกติ ๑ ปี
- ๓.๖. มีการสาธิตการใช้งานเครื่องทดลองให้แก่ผู้ใช้
- ๓.๗. มีฝักคลุมเครื่องมีขนาดเหมาะสมกับชุดทดลอง จำนวน ๑ ชุด


5.2 รายการประกอบที่ ๒ ชุดทดลองการสั่นสะเทือน จำนวน ๑ ชุด

๑. รายละเอียดทั่วไป

เป็นชุดทดลองเพื่อการศึกษาการสั่นสะเทือนแบบต่างๆ ซึ่งได้แก่ เพนดูลัม (Pendulum) มวลและสปริง (Mass/Spring) การสั่นสะเทือนแบบอิสระและแบบบังคับ (Free and Force Vibration) การสั่นสะเทือนที่เกิดจากการบิดตัวที่มีตัวหน่วงและไม่มีตัวหน่วงการสั่นสะเทือน (Torsional vibration with and without Damping) โดยมีโครง (Frame) ทดลองทำจากวัสดุที่ไม่เป็นสนิม ทำการทดลองได้ทั้งสี่ด้าน และมีซอฟต์แวร์สำหรับการเรียนการสอนสามารถทำงานได้บนโปรแกรม Window ที่นำเสนอต้องสอดคล้องและทำงานได้ดีกับครุภัณฑ์

๒. รายละเอียดทางเทคนิค

- ๒.๑. เป็นเครื่องสำหรับใช้ในการสาธิตหลักการของระบบการสั่นชนิดต่างๆ ผ่านการทดลองดังหัวข้อต่อไปนี้
 - ๒.๑.๑. การทดลองลูกตุ้ม (Pendulum experiments) ประกอบด้วย
 - ๒.๑.๑.๑. Simple pendulum



(นายรังสรรค์ กุณฺสาโรง)
ประธานกรรมการ

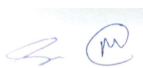


นายอนุวัฒน์ ภาชนะวรรณ
กรรมการ



(นายเกรียงไกร رایณะสุข)
กรรมการและเลขานุการ

- ๒.๑.๑.๒. Compound pendulum
- ๒.๑.๑.๓. Kater's pendulum
- ๒.๑.๑.๔. Bifilar suspension
- ๒.๑.๑.๕. Center of percussion
- ๒.๑.๒. ระบบมวลและสปริง (mass-spring system)
- ๒.๑.๓. การแกว่งแบบบิด (torsional oscillation)
- ๒.๑.๔. การสั่นทางขวาง (transverse vibration)
- ๒.๑.๕. การดูดซับการสั่น (vibration absorption)
- ๒.๑.๖. การสั่นแบบอิสระและแบบบังคับ (free and forced vibration)
- ๒.๑.๗. การศึกษาสมบัติเฉพาะการสั่น (vibrational characteristics) เช่น ขนาด (amplitude) ความถี่ (frequency) และจังหวะ (phase) ของการสั่นในระบบการสั่นชนิดต่างๆ
- ๒.๒. มีชุดโครงหลัก (main frame) สำหรับรองรับการทดลองชนิดต่างๆ
- ๒.๓. มีตู้เก็บอุปกรณ์ (storage cabinet for components) ขนาดไม่ต่ำกว่า กว้าง ๑๐๐ ลีท ๕๐ สูง ๗๐ เซนติเมตร
- ๒.๔. มีชุดควบคุม (control unit) พร้อมสมบัติดังนี้
 - ๒.๔.๑. สามารถควบคุมความเร็วมอเตอร์หมุนของตัวกระตุ้น (exciter) และความเร็วมอเตอร์หมุนของอุปกรณ์บันทึกแบบม้วน (drum recorder)
 - ๒.๔.๒. สามารถแสดงค่าความถี่ (frequency)
- ๒.๕. มีชุดทดลองลูกตุ้ม (pendulum experiment set) สำหรับการสาธิต
 - ๒.๕.๑. การทดลอง simple pendulum ประกอบด้วย
 - ๒.๕.๑.๑. ลูกตุ้มทรงกลม (spherical pendulum) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่ต่ำกว่า ๕๐ มิลลิเมตร วัสดุไม้ จำนวนไม่ต่ำกว่า ๑ ชิ้น
 - ๒.๕.๑.๒. ลูกตุ้มทรงกลม (spherical pendulum) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่ต่ำกว่า ๕๐ มิลลิเมตร วัสดุโลหะ จำนวนไม่ต่ำกว่า ๑ ชิ้น
 - ๒.๕.๒. การทดลอง compound pendulum ประกอบด้วยลูกตุ้มก้านเดี่ยว (rod pendulum) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่ต่ำกว่า ๑๒.๗ มิลลิเมตร ขนาดความยาวไม่ต่ำกว่า ๘๐๐ มิลลิเมตร วัสดุโลหะ จำนวนไม่ต่ำกว่า ๑ ชิ้น
 - ๒.๕.๓. การทดลอง Kater's pendulum ประกอบด้วย
 - ๒.๕.๓.๑. ลูกตุ้มก้านเดี่ยว (rod pendulum) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่ต่ำกว่า ๑๒.๗ มิลลิเมตร ขนาดความยาวไม่ต่ำกว่า ๑๓๐๐ มิลลิเมตร วัสดุโลหะ จำนวนไม่ต่ำกว่า ๑ ชิ้น
 - ๒.๕.๓.๒. ตั้มน้ำหนักเสริมทรงกลม (spherical weight) จำนวนไม่ต่ำกว่า ๑ ชิ้น
 - ๒.๕.๓.๓. ตั้มน้ำหนักเสริมทรงกระบอก (cylindrical weight) จำนวนไม่ต่ำกว่า ๑ ชิ้น
 - ๒.๕.๔. การทดลอง bifilar suspension ประกอบด้วย



(นายรังสรรค์ กุฎสำโรง)
ประธานกรรมการ



นายอนุวัฒน์ ภาชนะวรรณ
กรรมการ



(นายเกรียงไกร رایณะสุข)
กรรมการและเลขานุการ

- ๒.๕.๔.๑. ด้ามแขวน ๒ ด้าน (bifilar suspension) จำนวนไม่ต่ำกว่า ๑ ชุด
- ๒.๕.๔.๒. ต้มน้ำหนักเสริม (additional weights) จำนวนไม่ต่ำกว่า ๒ ชิ้น
- ๒.๕.๕. การทดลอง center of percussion ประกอบด้วยลูกตุ้มบล็อก (block pendulum) วัสดุไม้ พร้อมน้ำหนักเลื่อนตำแหน่งได้ (sliding weight) จำนวนไม่ต่ำกว่า ๑ ชุด
- ๒.๖. มีชุดทดลองมวลและสปริง (mass-spring experiment set) ประกอบด้วย
- ๒.๖.๑. สปริงที่มีความแข็งต่างกัน จำนวนไม่ต่ำกว่า ๓ ชิ้น
- ๒.๖.๒. มวลขนาดน้ำหนัก ๔๐๐ กรัม จำนวนไม่ต่ำกว่า ๑๐ ชิ้น
- ๒.๖.๓. มวลขนาดน้ำหนัก ๘๐๐ กรัม จำนวนไม่ต่ำกว่า ๕ ชิ้น
- ๒.๗. มีชุดทดลองการดูดซับการสั่น (vibration absorber experiment) ประกอบด้วย
- ๒.๗.๑. สปริงแผ่น (leaf spring) ขนาดความยาวไม่ต่ำกว่า ๓๒ มิลลิเมตร ความหนา ๑ มิลลิเมตร จำนวนไม่ต่ำกว่า ๑ ชิ้น
- ๒.๗.๒. มวลขนาดน้ำหนัก ๘๐ กรัม จำนวนไม่ต่ำกว่า ๒ ชิ้น
- ๒.๗.๓. มวลขนาดน้ำหนัก ๒๘๐ กรัม จำนวนไม่ต่ำกว่า ๒ ชิ้น
- ๒.๘. มีชุดทดลองการแกว่งแบบบิด (torsional oscillation experiment set) ประกอบด้วย
- ๒.๘.๑. แท่งโลหะ (steel shaft) ขนาดความยาวไม่ต่ำกว่า ๑๐๐๐ มิลลิเมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง ๓, ๔, ๕ และ ๖ มิลลิเมตร จำนวนไม่ต่ำกว่าอย่างละ ๑ ชิ้น
- ๒.๘.๒. ตัวหมุน (rotor) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่ต่ำกว่า ๒๕๐ มิลลิเมตร จำนวนไม่ต่ำกว่า ๑ ชิ้น
- ๒.๘.๓. ตัวหมุน (rotor) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่ต่ำกว่า ๑๕๐ มิลลิเมตร จำนวนไม่ต่ำกว่า ๑ ชิ้น
- ๒.๙. มีชุดทดลองการสั่นแบบอิสระและแบบบังคับ (free and forced vibration experiment set) ประกอบด้วยคานแบบแข็ง (rigid beam) ขนาดไม่ต่ำกว่า ยาว ๗๓๐ กว้าง ๒๕.๔ มิลลิเมตร สูง ๑๒.๗ มิลลิเมตร จำนวนไม่ต่ำกว่า ๑ ชิ้น
- ๒.๑๐. ชุดทดลองการสั่นแบบแนวขวาง (transverse vibration experiment set) ประกอบด้วยคานแบบยืดหยุ่น (elastic beam) ขนาดไม่ต่ำกว่า ยาว ๘๑๐ กว้าง ๒๕.๔ มิลลิเมตร สูง ๔.๘ มิลลิเมตร จำนวนไม่ต่ำกว่า ๑ ชิ้น
- ๒.๑๑. มีชุดระบบกระตุ้นการสั่น (vibration exciter) จำนวน ๑ ชุด พร้อมสมบัติดังนี้
- ๒.๑๑.๑. ประกอบด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า (electric motor) ขนาดกำลังมอเตอร์ (motor power) ไม่ต่ำกว่า ๓๐ วัตต์
- ๒.๑๑.๒. สามารถสร้างการสั่นได้ในช่วงความถี่ (vibration frequency range) ไม่ต่ำกว่า ๐ ถึง ๑๐ เฮิรตซ์
- ๒.๑๒. มีชุดอุปกรณ์บันทึกข้อมูลแบบม้วน (drum recorder) สำหรับการบันทึกข้อมูลขนาด (amplitude) และความถี่ (frequency) ของการสั่น จำนวน ๑ ชุด พร้อมสมบัติดังนี้
- ๒.๑๒.๑. ประกอบด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า (electric motor) ขนาดกำลังมอเตอร์ (motor power) ไม่ต่ำกว่า ๓๐ วัตต์

(นายรังสรรค์ กุณฺสาโรง)
ประธานกรรมการ

นายอนุวัฒน์ ภาชนะวรรณ
กรรมการ

(นายเกรียงไกร رایณะสุข)
กรรมการและเลขานุการ

- ๒.๑๒.๒. มีตัวม้วนบันทึก (drum recorder) ขนาดความยาวไม่ต่ำกว่า ๘๐ มิลลิเมตร
- ๒.๑๒.๓. สามารถหมุนได้ด้วยความเร็ว (rotation speed range) ในช่วงไม่ต่ำกว่า ๐ ถึง ๒๐ มิลลิเมตรต่อวินาที
- ๒.๑๓. มีชุดอุปกรณ์บันทึกข้อมูลแบบแผนภูมิโพลาร์ (polar chart recorder) สำหรับการบันทึกข้อมูลขนาด (amplitude) และจังหวะ (phase) ของการสั่นแบบบังคับ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่ต่ำกว่า ๑๐๐ มิลลิเมตร จำนวน ๑ ชุด
- ๒.๑๔. มีอุปกรณ์วัดขนาด (amplitude) ของการสั่น ชนิด inductive linear distance sensor จำนวน ๑ ชิ้น
- ๒.๑๕. มีอุปกรณ์วัดความถี่ (frequency) และจังหวะ (phase) ของการสั่น ชนิด optical sensor จำนวน ๑ ชิ้น
- ๒.๑๖. มีชุดคอมพิวเตอร์แบบพกพา (notebook computer) พร้อมซอฟต์แวร์สำหรับเก็บและประมวลผลข้อมูล จำนวน ๑ ชุด พร้อมสมบัติขั้นต่ำดังนี้
 - ๒.๑๖.๑. มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ชนิด Intel Core i๕ หรือทำงานได้ดีกับชุดครุภัณฑ์
 - ๒.๑๖.๒. มีความเร็วสัญญาณนาฬิกาไม่น้อยกว่า ๕ GHz (กิกะเฮิร์ตซ์)
 - ๒.๑๖.๓. มีหน่วยความจำ (RAM) ขนาด ๘ GB
 - ๒.๑๖.๔. มีหน่วยเก็บข้อมูล (Storage) ชนิด Solid State Drive (SSD) ขนาด ๒๕๖ GB
 - ๒.๑๖.๕. มีระบบปฏิบัติการ (OS) ชนิด Windows ๑๑ หรือทำงานได้ดีกับชุดครุภัณฑ์
 - ๒.๑๖.๖. มีการ์ดเก็บข้อมูลความเร็วสูง (high-speed data acquisition card)
- ๒.๑๗. มีซอฟต์แวร์สำหรับการเรียนการสอนสามารถทำงานได้บนโปรแกรม Window ที่นำเสนอต้องสอดคล้องและทำงานได้ดีกับครุภัณฑ์ผลิตจากผู้ผลิตเดียวกันกับชุดทดลองการสั่นสะเทือน เก็บข้อมูลและประมวลผล (data acquisition and evaluation software) พร้อมความสามารถดังต่อไปนี้
 - ๒.๑๗.๑. สามารถวิเคราะห์คำนวณค่าดังต่อไปนี้
 - ๒.๑๗.๑.๑. ขนาดของการสั่น (amplitude)
 - ๒.๑๗.๑.๒. ความถี่การสั่น (frequency)
 - ๒.๑๗.๑.๓. มุมการสั่น (phase)
 - ๒.๑๗.๑.๔. กราฟขนาดการสั่นต่อมุมการสั่น (amplitude/phase curve) โดยสามารถแสดงกราฟขนาดการสั่นต่อมุมการสั่นของการกระตุ้น (excitation curve) และกราฟขนาดการสั่นต่อมุมการสั่นของการตอบสนอง (response curve) เปรียบเทียบได้ในหน้าเดียวกัน
 - ๒.๑๗.๒. สามารถส่งออกข้อมูล (data export) ในรูปแบบไฟล์ .xls
 - ๒.๑๗.๓. มีโต๊ะขาเหล็กแข็งแรงและเสถียรสำหรับวางชุดอุปกรณ์เครื่องมือจำนวน ๑ ชุด

๓. รายละเอียดอื่นๆ

- ๓.๑. ต้องเป็นผลิตภัณฑ์จากบริษัทที่ได้รับการรับรองระบบคุณภาพมาตรฐาน ISO ๙๐๐๑
- ๓.๒. ผู้เสนอราคาต้องเป็นตัวแทนจำหน่ายโดยตรงจากบริษัทผู้ผลิต หรือเป็นผู้ผลิตโดยตรงในประเทศไทย



(นายรังสรรค์ กุฎสำโรง)
ประธานกรรมการ



นายอนุวัฒน์ ภาชนะวรรณ
กรรมการ



(นายเกรียงไกร رایณะสุข)
กรรมการและเลขานุการ

- ๓.๓. ต้องแนบแค็ตตาล็อก ที่แสดงรายละเอียดทางเทคนิคครบมาพร้อมการเสนอราคา
- ๓.๔. ต้องมีคู่มือวิธีการใช้และทดลอง ๑ ชุด และเป็น CD ๑ แผ่น
- ๓.๕. ต้องรับประกันคุณภาพจากการใช้งานปกติ ๑ ปี
- ๓.๖. มีการสาธิตการใช้งานเครื่องทดลองให้แก่ผู้ใช้เครื่องจนผู้ใช้สามารถใช้งานได้
- ๓.๗. มีผ้าคลุมเครื่องตัดเย็บอย่างดี ขนาดเหมาะสมกับชุดทดลอง จำนวน ๑ ชุด

5.3 รายการประกอบที่ ๓ ชุดทดลองใจโรสโคป จำนวน ๑ ชุด

๑. รายละเอียดทั่วไป

ชุดทดลองนี้ใช้สำหรับการหาความสัมพันธ์ระหว่างแรงบิดของใจโรสโคป, ความเร็วรอบของโรเตอร์และความเร็วรอบในการควงหมุน (Precession speed) อุปกรณ์ประกอบด้วยโรเตอร์เหล็กพร้อมมอเตอร์ น้ำหนักถ่วงมอเตอร์สำหรับการควงหมุน เครื่องมือสำหรับวัดความเร็ว และระยะของน้ำหนักถ่วง โรเตอร์วางบนโครงสร้างแนวนอน บนโครงสร้างมีสกรูในแนวนอนสำหรับติดน้ำหนักถ่วงเพื่อทำให้เกิดแรงบิด โครงนี้วางบนเพลานแนวตั้งซึ่งขับเคลื่อนด้วยสายพานจากมอเตอร์ สำหรับการควงหมุนมีฝาครอบใส่ป้องกันเพื่อความปลอดภัย

๒. รายละเอียดทางเทคนิค

- ๒.๑. เป็นเครื่องสำหรับใช้ในการสาธิตหลักการการทำงานของระบบใจโรสโคป สามารถใช้ในการศึกษาดังหัวข้อต่อไปนี้
 - ๒.๑.๑. ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแรงบิด (torque) ความเร็วในการหมุน (rotational speed) และอัตราการหมุนควงรอบตัวเอง (precession rate) ของวัตถุ
 - ๒.๑.๒. ศึกษาพฤติกรรมการหมุนควงรอบแกนของตัวเอง (precession)
 - ๒.๑.๓. ศึกษาพฤติกรรมการหมุนแกว่ง (nutation)
- ๒.๒. มีระบบขับเคลื่อน (drive system) พร้อมสมบัติดังนี้
 - ๒.๒.๑. มอเตอร์ไฟฟ้า (electric motor) ขนาดกำลังมอเตอร์ (motor power) ไม่ต่ำกว่า ๘๐ วัตต์
 - ๒.๒.๒. สามารถหมุนได้ด้วยความเร็ว (rotation speed) ในช่วงไม่ต่ำกว่า ๐ ถึง ๓๗๐๐ รอบต่อนาที
 - ๒.๒.๓. สามารถหมุนในทิศทางตามเข็มนาฬิกา (clockwise) และทวนเข็มนาฬิกา (anti-clockwise) ได้
- ๒.๓. ระบบทดสอบ (test system) ประกอบด้วย
 - ๒.๓.๑. แท่งแกน (shaft) ขนาดความยาวไม่ต่ำกว่า ๔๐๐ มิลลิเมตร มีแผ่นจาน (disk) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ไม่ต่ำกว่า ๑๕๐ มิลลิเมตร ยึดติดที่ปลายด้าม
 - ๒.๓.๒. ตั้มน้ำหนักเสริม (additional weights) ขนาด ๕ กรัม ๓๐ กรัม และ ๓๐๐ กรัม จำนวนไม่ต่ำกว่าอย่างละ ๑ ชิ้น
 - ๒.๓.๓. ครอบครอบบริเวณทดสอบเพื่อป้องกันความปลอดภัย (safety cover)
- ๒.๔. มีระบบควบคุม (control unit) ประกอบในตัวฐานของเครื่อง สามารถควบคุมความเร็วของมอเตอร์และทิศทางการหมุนได้
- ๒.๕. มีโต๊ะขาเหล็ก แข็งแรงและเสถียรเหมาะสมสำหรับวางชุดอุปกรณ์เครื่องมือจำนวนไม่น้อยกว่า ๑ ชุด

๓. รายละเอียดอื่นๆ

(นายรังสรรค์ กุฎสำโรง)
ประธานกรรมการ

(นายอนุวัฒน์ ภาชนะวรรณ)
กรรมการ

(นายเกรียงไกร رایณะสุข)
กรรมการและเลขานุการ

- ๓.๑. ต้องเป็นผลิตภัณฑ์จากบริษัทที่ได้รับการรับรองระบบคุณภาพมาตรฐาน ISO ๙๐๐๑
- ๓.๒. ผู้เสนอราคาต้องเป็นตัวแทนจำหน่ายโดยตรงจากบริษัทผู้ผลิต หรือเป็นผู้ผลิตโดยตรงในประเทศไทย
- ๓.๓. ต้องแนบแค็ตตาล็อก ที่แสดงรายละเอียดทางเทคนิคครบมาพร้อมการเสนอราคา
- ๓.๔. ต้องมีคู่มือวิธีการใช้และทดลอง ๑ ชุด และ เป็น CD ๑ แผ่น
- ๓.๕. ต้องรับประกันคุณภาพจากการใช้งานปกติ ๑ ปี
- ๓.๖. มีการสาธิตการใช้งานเครื่องทดลองให้แก่ผู้ใช้เครื่องจนผู้ใช้สามารถใช้งานได้
- ๓.๗. มีผ้าคลุมเครื่องตัดเย็บอย่างดี ขนาดเหมาะสมกับชุดทดลอง จำนวน ๑ ชุด

๕.๔ รายการประกอบที่ ๔ เครื่องทดสอบแรงกดวัสดุ จำนวน ๑ ชุด

๑. รายละเอียดทั่วไป

เป็นเครื่องทดสอบความต้านทานต่อแรงกดอัดของวัสดุ ชนิดกดด้วยระบบไฮดรอลิก (hydraulic) มีโครงสร้างแบบลักษณะ ๔ เส้า สามารถกดอัดได้ด้วยแรงขนาดไม่ต่ำกว่า ๓๐๐๐ กิโลนิวตัน ค่าแรงที่ได้จะแสดงผลแบบตัวเลข โดยเครื่องทดสอบสามารถทดสอบแรงกดอัดของวัสดุต่าง เช่น โลหะ ไม้ คอนกรีต เป็นต้น สามารถแสดงผลและพิมพ์รายงานผลทางคอมพิวเตอร์ได้

๒. รายละเอียดทางเทคนิค

- ๒.๑. เป็นเครื่องสำหรับใช้ในการทดสอบความต้านทานต่อแรงกดอัดของวัสดุเช่น คอนกรีต ไม้ เป็นต้น
- ๒.๒. สามารถกดอัดได้ด้วยแรงขนาดไม่ต่ำกว่า ๓๐๐๐ กิโลนิวตัน
- ๒.๓. สามารถเลือกหน่วยการทดสอบ เป็น kN, MPa และ KSC ได้
- ๒.๔. มีโครงสร้างแบบลักษณะ ๔ เส้า
- ๒.๕. เป็นระบบที่ทำงานด้วยระบบไฮดรอลิก (hydraulic)
- ๒.๖. มีช่วงการยกกระบอกกด (piston stroke) ไม่ต่ำกว่า ๗๐ มิลลิเมตร
- ๒.๗. สามารถรองรับตัวอย่างคอนกรีตอัด รูปทรงกระบอก (cylinder) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ๑๕๐ มิลลิเมตร สูง ๓๐๐ มิลลิเมตร และรูปทรงลูกบาศก์ (cube) ขนาด ๑๕๐ x ๑๕๐ x ๑๕๐ มิลลิเมตร
- ๒.๘. มีกรอบครอบบริเวณตัวอย่างทดสอบ เพื่อป้องกันความปลอดภัยของผู้ใช้
- ๒.๙. มีระบบตัดการทำงานกรณีฉุกเฉิน
- ๒.๑๐. มีระบบควบคุมเป็นแบบระบบหน้าจอสัมผัส (touch-screen control) ขนาดหน้าจอไม่ต่ำกว่า ๑๗ นิ้ว
- ๒.๑๑. มีโต๊ะวางชุดครุภัณฑ์ใช้งานได้ดี แข็งแรงและเสถียร จำนวนไม่น้อยกว่า ๑ ชุด

๓. รายละเอียดอื่น ๆ

- ๓.๑. ต้องเป็นผลิตภัณฑ์จากบริษัทที่ได้รับการรับรองระบบคุณภาพมาตรฐาน ISO ๙๐๐๑
- ๓.๒. ผู้เสนอราคาต้องเป็นตัวแทนจำหน่ายโดยตรงจากบริษัทผู้ผลิต หรือเป็นผู้ผลิตโดยตรงในประเทศไทย
- ๓.๓. ต้องแนบแค็ตตาล็อก ที่แสดงรายละเอียดทางเทคนิคครบมาพร้อมการเสนอราคา
- ๓.๔. ต้องมีคู่มือวิธีการใช้และทดลอง ๑ ชุด และ เป็น CD ๑ แผ่น
- ๓.๕. ต้องรับประกันคุณภาพจากการใช้งานปกติ ๑ ปี

(นายรังสรรค์ กุญสำโรง)
ประธานกรรมการ

นายอนุวัฒน์ ภาชนะวรรณ
กรรมการ

(นายเกรียงไกร رایณะสุข)
กรรมการและเลขานุการ

๓.๖. มีการสาธิตการใช้งานเครื่องทดลองให้แก่ผู้ใช้เครื่องจนผู้ใช้สามารถใช้งานได้

๓.๗. มีผ้าคลุมเครื่องตัดเย็บอย่างดี ขนาดเหมาะสมกับชุดทดลอง จำนวน ๑ ชุด

5.5 รายการประกอบที่ ๕ เครื่องทดสอบแรงบิด จำนวน ๑ ชุด

๑. รายละเอียดทั่วไป

เครื่องทดสอบแรงบิดนี้ใช้สำหรับทดสอบชิ้นงานที่มีขนาดไม่น้อยกว่า ๓๐ นิวตันเมตร ประกอบด้วยระบบทดสอบใช้ในการสาธิตทดสอบแรงบิดของวัสดุเช่น ศึกษาการหาค่าโมดูลัสของแรงเฉือน (shear modulus) การศึกษาสมบัติพฤติกรรมของวัสดุชนิดต่างๆ เป็นต้น มีชุดคอมพิวเตอร์แบบพกพาและซอฟต์แวร์สำหรับเก็บและประมวลผลค่าต่างๆของการทดลอง เช่น ค่าแรงบิด (torque) และค่าองศาการบิด (twisted angle) เป็นต้น โดยชุดทดลองสามารถเชื่อมต่อเพื่อแสดงผลทางคอมพิวเตอร์ได้

๒. รายละเอียดทางเทคนิค

๒.๑. เป็นเครื่องสำหรับใช้ในการสาธิตหลักการ การทดสอบแรงบิดของวัสดุ สามารถใช้ในการศึกษา ดังหัวข้อต่อไปนี้

๒.๑.๑. ศึกษาการหาค่าโมดูลัสของแรงเฉือน (shear modulus) หรือโมดูลัสของความคงรูป (modulus of rigidity) และความเค้นแรงเฉือน (shear stress) ของวัสดุต่างๆ

๒.๑.๒. ศึกษาผลกระทบเบาซิงเงอร์ (Bauschinger effect) เมื่อชิ้นงานถูกให้แรงสลับทิศทาง

๒.๑.๓. ศึกษาสมบัติพฤติกรรมของวัสดุชนิดต่างๆ ภายใต้การเปลี่ยนรูปแบบพลาสติก (plastic deformation) การเพิ่มความแข็งแรงในงาน (work hardening) และผลกระทบจากการเปลี่ยนอัตราความเค้น (strain rate)

๒.๑.๔. ศึกษาการวิเคราะห์โมดูลัสการแตกร้าว (modulus of rupture) ในการทดสอบแรงบิด

๒.๒. ระบบทดสอบ (test system) ประกอบด้วย

๒.๒.๑. ระบบให้แรงเป็นชนิดเกียร์ตรอบ (worm gear) อัตราการส่ง (transmission ratio) ไม่ต่ำกว่า ๖๐ ต่อ ๑ สามารถสร้างแรงบิดได้สูงสุด (max. torque) ไม่ต่ำกว่า ๓๐ นิวตันเมตร

๒.๒.๒. ชุดหัวจับชิ้นงาน (sample holder) สามารถจับหัวชิ้นงานตัวอย่างรูปทรงหกเหลี่ยมขนาด ๑๗ มิลลิเมตร

๒.๒.๓. อุปกรณ์อ่านค่าแรงบิด (torque transducer) มีช่วงการวัด (measuring range) ไม่ต่ำกว่า ๐ ถึง ๕๐ นิวตันเมตร โดยมีค่าความละเอียดในการวัด (resolution) ไม่มากกว่า ๐.๑ นิวตันเมตร และค่าความแม่นยำ (accuracy) ไม่ต่ำกว่าร้อยละ ๐.๕ ของสเกลเต็ม

๒.๒.๔. อุปกรณ์นับองศาการบิด เป็นชนิด incremental encoder สามารถอ่านมุมที่บิดของชิ้นงานทดสอบได้ในช่วงไม่ต่ำกว่า ๐ ถึง ๓๒๐๐ องศา โดยมีค่าความละเอียดในการวัด (resolution) ไม่มากกว่า ๐.๑ องศา

๒.๒.๕. กรอบครอบบริเวณทดสอบเพื่อป้องกันความปลอดภัย (safety cover)

๒.๓. มีชุดคอมพิวเตอร์แบบพกพา (notebook computer) พร้อมซอฟต์แวร์สำหรับเก็บและประมวลผลข้อมูล จำนวน ๑ ชุด พร้อมสมบัติขั้นต่ำดังนี้

(นายรังสรรค์ กุณฺสาโรง)
ประธานกรรมการ

นายอนุวัฒน์ ภาชนะวรรณ
กรรมการ

(นายเกรียงไกร رایณะสุข)
กรรมการและเลขานุการ

- ๒.๔. มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ชนิด IntelCore i๕ หรือทำงานได้ดีกับชุดครุภัณฑ์
- ๒.๕. มีหน่วยความจำ (RAM) ขนาด ๘ GB
- ๒.๖. มีความเร็วสัญญาณนาฬิกาไม่น้อยกว่า ๕ GHz (กิกะเฮิร์ตซ์)
- ๒.๗. มีหน่วยเก็บข้อมูล (Storage) ชนิด Solid State Drive (SSD) ขนาด ๒๕๖ GB
- ๒.๘. มีระบบปฏิบัติการ (OS) ชนิด Windows ๑๑หรือทำงานได้ดีกับชุดครุภัณฑ์
- ๒.๙. ซอฟต์แวร์เก็บข้อมูลและประมวลผล (data acquisition and evaluation software) พร้อมความสามารถดังต่อไปนี้
- ๒.๙.๑. สามารถใส่ค่าสมบัติของตัวอย่าง รวมถึงชนิดวัสดุและขนาดของตัวอย่าง
 - ๒.๙.๒. สามารถแสดงค่าวัดต่างๆ (data display) ประกอบด้วย
 - ๒.๙.๓. ค่าขนาดของตัวอย่างทดสอบ (specimen dimension)
 - ๒.๙.๔. ค่าแรงบิด (torque) และค่าองศาการบิด (twisted angle)
 - ๒.๙.๕. ค่าความเค้นเฉือน (shear stress) และความเครียดเฉือน (shear strain)
 - ๒.๙.๖. สามารถวิเคราะห์คำนวณค่าดังต่อไปนี้
 - ๒.๙.๗. ค่าความเครียดสูงสุดที่รับได้ (ultimate strength)
 - ๒.๙.๘. โมดูลัสของความคงรูป (modulus of rigidity)
 - ๒.๙.๙. ค่าความสามารถในการทนต่อแรงบิด (torsion yield strength)
 - ๒.๙.๑๐. สามารถส่งออกข้อมูล (data export) ในรูปแบบไฟล์ .xls
- ๒.๑๐. มีชิ้นงานตัวอย่างทดสอบ (test sample) ประกอบด้วย
- ๒.๑๐.๑. ตัวอย่างวัสดุเหล็ก (steel)
 - ๒.๑๐.๑.๑. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ๖ มิลลิเมตร ยาว ๗๕ มิลลิเมตร จำนวนไม่ต่ำกว่า ๔ ชิ้น
 - ๒.๑๐.๑.๒. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ๖ มิลลิเมตร ยาว ๑๗๕ มิลลิเมตร จำนวนไม่ต่ำกว่า ๒ ชิ้น
 - ๒.๑๐.๑.๓. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ๖ มิลลิเมตร ยาว ๓๕๐ มิลลิเมตร จำนวนไม่ต่ำกว่า ๒ ชิ้น
 - ๒.๑๐.๑.๔. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ๖ มิลลิเมตร ยาว ๗๐๐ มิลลิเมตร จำนวนไม่ต่ำกว่า ๒ ชิ้น
 - ๒.๑๐.๒. ตัวอย่างวัสดุอะลูมิเนียม (aluminium) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ๖ มิลลิเมตร ยาว ๗๕ มิลลิเมตร จำนวนไม่ต่ำกว่า ๔ ชิ้น
 - ๒.๑๐.๓. ตัวอย่างวัสดุทองเหลือง (brass) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ๖ มิลลิเมตร ยาว ๗๕ มิลลิเมตร จำนวนไม่ต่ำกว่า ๔ ชิ้น
- ๒.๑๑. ชุดอุปกรณ์สอบเทียบ (calibration set) สำหรับอุปกรณ์อ่านค่าแรงบิด จำนวน ๑ ชุด ประกอบด้วย
- ๒.๑๑.๑. ตุ่มขนาด ๑ กิโลกรัม จำนวนไม่ต่ำกว่า ๑ ชิ้น และ
 - ๒.๑๑.๒. ตุ่มขนาด ๒ กิโลกรัม จำนวนไม่ต่ำกว่า ๓ ชิ้น
- ๒.๑๒. โต้ะขาเหล็ก แข็งแรงและเสถียร สำหรับวางชุดอุปกรณ์เครื่องมือจำนวนไม่น้อยกว่า ๑ ชุด

๓. รายละเอียดอื่น ๆ

(นายรังสรรค์ กุณาสำโรง)
ประธานกรรมการ

นายอนุวัฒน์ ภาชนะวรรณ
กรรมการ

(นายเกรียงไกร رایณะสุข)
กรรมการและเลขานุการ

- ๓.๑. ต้องเป็นผลิตภัณฑ์จากบริษัทที่ได้รับการรับรองระบบคุณภาพมาตรฐาน ISO ๙๐๐๑
- ๓.๒. ผู้เสนอราคาต้องเป็นตัวแทนจำหน่ายโดยตรงจากบริษัทผู้ผลิต หรือเป็นผู้ผลิตโดยตรงในประเทศไทย
- ๓.๓. ต้องแนบแค็ตตาล็อก ที่แสดงรายละเอียดทางเทคนิคครบมาพร้อมการเสนอราคา
- ๓.๔. ต้องมีคู่มือวิธีการใช้และทดลอง ๑ ชุด และ เป็น CD ๑ แผ่น
- ๓.๕. ต้องรับประกันคุณภาพจากการใช้งานปกติ ๑ ปี
- ๓.๖. มีการสาธิตการใช้งานเครื่องทดลองให้แก่ผู้ใช้เครื่อง
- ๓.๗. มีผ้าคลุมเครื่อง ขนาดเหมาะสมกับชุดทดลอง จำนวน ๑ ชุด

๕.๖ รายการประกอบที่ ๖ ชุดทดลองการนำความร้อน จำนวน ๑ ชุด

๑. รายละเอียดทั่วไป

ชุดทดลองการนำความร้อนเป็นเครื่องสำหรับใช้ในการสาธิตหลักการถ่ายเทความร้อนโดยการนำความร้อน เพื่อศึกษาทฤษฎีต่างๆเช่น สมการอัตราฟูเรียร์ (fourier rate equation) การวิเคราะห์ค่าการนำความร้อนของวัสดุชนิดต่างๆ ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังทำความร้อนที่ใส่ (heating power input) เป็นต้น มีอุปกรณ์ทำความร้อนระบบหล่อเย็น ระบบตรวจวัด มีระบบประมวลผลและแสดงผลการทดลองแบบต่างๆ

๒. รายละเอียดทางเทคนิค

- ๒.๑. สามารถสาธิตหลักการถ่ายเทความร้อนโดยการนำความร้อน สามารถใช้ในการศึกษาดังหัวข้อต่อไปนี้
 - ๒.๑.๑. ศึกษาสมการอัตราฟูเรียร์ (fourier rate equation)
 - ๒.๑.๒. ศึกษาการวิเคราะห์ค่าการนำความร้อนของวัสดุชนิดต่างๆ
 - ๒.๑.๓. ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างกำลังทำความร้อนที่ใส่ (heating power input) และอุณหภูมิ
 - ๒.๑.๔. ศึกษาความต้านทานความร้อนของตัวอย่าง (sample's thermal resistance) จากการกระจายอุณหภูมิในเชิงเส้น (linear temperature distribution)
 - ๒.๑.๕. ศึกษาพฤติกรรมกระจายอุณหภูมิในการนำความร้อนแบบเชิงรัศมี (radial temperature distribution)
 - ๒.๑.๖. ศึกษาประสิทธิภาพของสารนำความร้อน (thermal paste) ในการลดความต้านทานการนำความร้อน (thermal contact resistance)
- ๒.๒. มีชุดศึกษาการนำความร้อน แบบเชิงเส้น (linear heat conduction experiment set) ประกอบด้วย
 - ๒.๒.๑. ระบบทำความร้อน (heater) กำลังไม่ต่ำกว่า ๖๐ วัตต์
 - ๒.๒.๒. อุปกรณ์วัดอุณหภูมิ เทอร์โมคัปเปิลชนิด K (thermocouple type K) ช่วงการวัดไม่ต่ำกว่า ๐ ถึง ๒๐๐ องศาเซลเซียส จำนวนอย่างน้อย ๘ จุด ติดตั้งในตำแหน่งต่างดังนี้
 - ๒.๒.๒.๑. ตำแหน่งข้างร้อน (hot side) อย่างน้อย ๓ จุด
 - ๒.๒.๒.๒. ตำแหน่งตัวอย่าง (sample) อย่างน้อย ๒ จุด
 - ๒.๒.๒.๓. ตำแหน่งข้างเย็น (cold side) อย่างน้อย ๓ จุด
 - ๒.๒.๓. มีตัวอย่างวัสดุนำความร้อน (test sample) ไม่ต่ำกว่า ๔ ตัวอย่าง ประกอบด้วย



(นายรังสรรค์ กุณาสำโรง)
ประธานกรรมการ



นายอนุวัฒน์ ภาชนะวรรณ
กรรมการ



(นายเกรียงไกร رایณะสุข)
กรรมการและเลขานุการ

- ๒.๒.๓.๑. วัสดุทองเหลือง (brass) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ๑๖ มิลลิเมตร ความหนา ๓๐ มิลลิเมตรหรือเทียบเท่า จำนวนไม่น้อยกว่า ๑ ชิ้น
- ๒.๒.๓.๒. วัสดุทองเหลือง (brass) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ๒๕ มิลลิเมตร ความหนา ๓๐ มิลลิเมตรหรือเทียบเท่า จำนวนไม่น้อยกว่า ๑ ชิ้น
- ๒.๒.๓.๓. วัสดุเหล็กกล้าไร้สนิม (stainless steel) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ๒๕ มิลลิเมตร ความหนา ๓๐ มิลลิเมตรหรือเทียบเท่า จำนวนไม่น้อยกว่า ๑ ชิ้น
- ๒.๒.๓.๔. วัสดุอลูมิเนียม (aluminium) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ๒๕ มิลลิเมตร ความหนา ๓๐ มิลลิเมตรหรือเทียบเท่า จำนวนไม่น้อยกว่า ๑ ชิ้น
- ๒.๓. มีชุดศึกษาการนำความร้อน แบบเชิงรัศมี (radial heat conduction experiment set) ประกอบด้วย
- ๒.๓.๑. ระบบทำความร้อน (heater) กำลังไม่ต่ำกว่า ๑๐๐ วัตต์
- ๒.๓.๒. อุปกรณ์วัดอุณหภูมิ เทอร์โมคัปเปิลชนิด K (thermocouple type K) ช่วงการวัดไม่ต่ำกว่า ๐ ถึง ๒๐๐ องศาเซลเซียส จำนวนอย่างน้อย ๖ จุด กระจายจากจุดกลางที่ให้ความร้อนไปสู่ขอบนอก โดยแต่ละจุดห่างกันไม่ต่ำกว่า ๑๐ มิลลิเมตร
- ๒.๓.๓. ตัวอย่างวัสดุนำความร้อน (test sample) ไม่ต่ำกว่า ๑ ตัว ประกอบด้วยวัสดุทองเหลือง (brass) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ๑๐๐ มิลลิเมตร ความหนา ๓.๒ มิลลิเมตร จำนวน ๑ ชิ้น
- ๒.๔. มีระบบทำความเย็นใช้น้ำแบบวนปิด (closed-loop water cooling) สามารถปรับอัตราการไหล (flow rate) ในช่วง ไม่ต่ำกว่า ๐.๑๕ ถึง ๑.๕ ลิตรต่อนาที
- ๒.๕. มีเซนเซอร์ชนิดทรานเซียนทอฮบริดจ สำหรับการวัดสมบัติการนำความร้อน จำนวน ๑ ตัว
- ๒.๖. มีชุดคอมพิวเตอร์แบบพกพา (notebook computer) พร้อมซอฟต์แวร์สำหรับเก็บและประมวลผล ข้อมูล จำนวน ๑ ชุด พร้อมสมบัติขั้นต่ำดังนี้
- ๒.๖.๑. มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ชนิด IntelCore i๕หรือทำงานได้ดีกับชุดครุภัณฑ์
- ๒.๖.๒. มีหน่วยความจำ (RAM) ขนาด ๘ GB
- ๒.๖.๓. มีความเร็วสัญญาณนาฬิกาไม่น้อยกว่า ๕ GHz (กิกะเฮิร์ตซ์)
- ๒.๖.๔. มีหน่วยเก็บข้อมูล (Storage) ชนิด Solid State Drive (SSD) ขนาด ๒๕๖ GB
- ๒.๖.๕. มีระบบปฏิบัติการ (OS) ชนิด Windows ๑๑หรือทำงานได้ดีกับชุดครุภัณฑ์
- ๒.๖.๖. ซอฟต์แวร์เก็บข้อมูลและประมวลผล (data acquisition and evaluation software) พร้อมความสามารถดังต่อไปนี้
- ๒.๖.๖.๑. สามารถแสดงค่าอุณหภูมิ (temperature) ในรูปแบบตัวเลขและกราฟได้ในขณะทำการวัด (real-time measurement and display)
- ๒.๖.๖.๒. สามารถกำหนดค่ากำลังทำความร้อนของตัวทำความร้อน (heater power)
- ๒.๖.๖.๓. สามารถวิเคราะห์คำนวณค่าการนำความร้อน (thermal conductivity)
- ๒.๖.๖.๔. สามารถส่งออกข้อมูล (data export) ในรูปแบบไฟล์ .xls
- ๒.๖.๗. มีโต๊ะเหล็ก แข็งแรงและเสถียร สำหรับวางชุดอุปกรณ์เครื่องมือจำนวนไม่น้อยกว่า ๑ ชุด

(นายรังสรรค์ กุญสำโรง)
ประธานกรรมการ

นายอนุวัฒน์ ภาชนะวรรณ
กรรมการ

(นายเกรียงไกร رایณะสุข)
กรรมการและเลขานุการ

๓. รายละเอียดอื่นๆ

- ๓.๑. ต้องเป็นผลิตภัณฑ์จากบริษัทที่ได้รับการรับรองระบบคุณภาพมาตรฐาน ISO ๙๐๐๑
- ๓.๒. ผู้เสนอราคาต้องเป็นตัวแทนจำหน่ายโดยตรงจากบริษัทผู้ผลิต หรือเป็นผู้ผลิตโดยตรงในประเทศไทย
- ๓.๓. ต้องแนบแค็ตตาล็อก ที่แสดงรายละเอียดทางเทคนิคครบมาพร้อมการเสนอราคา
- ๓.๔. ต้องมีคู่มือวิธีการใช้และทดลอง ๑ ชุด และ เป็น CD หรือ Flash drive ๑ ชุด
- ๓.๕. ต้องรับประกันคุณภาพจากการใช้งานปกติ ๑ ปี
- ๓.๖. มีการสาธิตการใช้งานเครื่องทดลองให้แก่ผู้ใช้เครื่อง
- ๓.๗. มีฟ้่าคลุมเครื่องขนาดเหมาะสมกับชุดทดลอง จำนวน ๑ ชุด

๕.๗ รายการประกอบที่ ๗ ชุดทดลองการพาความร้อนแบบอิสระและบังคับ จำนวน ๑ ชุด

๑. รายละเอียดทั่วไป

เป็นชุดทดลองที่ใช้สำหรับศึกษาเรื่องการส่งถ่ายกำลังร้อนโดยการพาแบบอิสระและบังคับในท่อ มีตัวทำความร้อนและพื้นผิวส่งถ่ายความร้อนแบบต่าง ๆ ติดอยู่บริเวณกลางท่อ มีช่องหน้าต่างสำหรับดูชนิดของพื้นผิวทำความร้อน ท่อตั้งมีทางเข้าของอากาศอยู่ทางด้านล่างและทางออกอยู่ทางด้านบน โดยมีพัดลมติดตั้งอยู่ทางปลายด้านหนึ่งของท่อ สำหรับการพาความร้อนแบบบังคับ ความเร็วของลมวัดด้วยเครื่องวัดความเร็วลมแบบความร้อน มีหัววัดอุณหภูมิแบบเทอร์โมคัปเปิล สำหรับวัดอุณหภูมิ ที่ผิวของตัวทำความร้อน กล้องควมคุมและแสดงผลประกอบด้วยจอแสดงแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และอุณหภูมิ มีชุดคอมพิวเตอร์แบบพกพา (notebook computer) พร้อมซอฟต์แวร์สำหรับเก็บและประมวลผลข้อมูลต่างของการทดลอง

๒. รายละเอียดทางเทคนิค

- ๒.๑. สามารถสาธิตหลักการพาความร้อนแบบอิสระและบังคับในการศึกษา ดังหัวข้อต่อไปนี้
 - ๒.๑.๑. ศึกษาหลักการการพาความร้อนแบบอิสระ (free convection) และแบบบังคับ (forced convection)
 - ๒.๑.๒. ศึกษาการคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนโดยการพาความร้อน (convection heat transfer coefficient) ของตัวอย่างพื้นผิวยูนิฟอร์มต่างๆ
 - ๒.๑.๓. ศึกษาการหาค่าเลขเรย์โนลด์ (Reynolds number) และเลขนัสเซลท์ (Nusselt number) จากการทดลอง
 - ๒.๑.๔. ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วของอากาศ (air velocity) และอุณหภูมิของผิวตัวอย่าง (sample's surface temperature)
 - ๒.๑.๕. ศึกษาสมบัติเฉพาะการกระจายอุณหภูมิ (temperature distribution) บนตัวอย่างที่มีส่วนพื้นผิวยื่นขยายออกไป (extended surface)
 - ๒.๑.๖. ศึกษากระบวนการการถ่ายเทความร้อนชั่วคราว (transient heat transfer process) หรือการถ่ายเทความร้อนในสถานะที่ไม่คงที่ (unsteady-state heat transfer)
- ๒.๒. มีท่อลม (air duct) ทำจากวัสดุโลหะเคลือบด้วยอีพ็อกซี ขนาดพื้นที่หน้าตัดไม่ต่ำกว่า 125×75 มิลลิเมตร ความยาวไม่ต่ำกว่า ๑ เมตรหรือดีกว่า



(นายรังสรรค์ กุญสำโรง)
ประธานกรรมการ



นายอนุวัฒน์ ภาชนะวรรณ
กรรมการ



(นายเกรียงไกร رایณะสุข)
กรรมการและเลขานุการ

- ๒.๓. มีพัดลมแบบไหลตามแนวแกนหมุน (axial flow fan) พร้อมมอเตอร์ สามารถทำความเร็วลม (air velocity) ในช่วงไม่ต่ำกว่า ๐ ถึง ๒ เมตรต่อวินาที
- ๒.๔. มีอุปกรณ์วัดความเร็วของอากาศ (air velocity probe) ช่วงการวัดไม่ต่ำกว่า ๐ ถึง ๕ เมตรต่อวินาที
- ๒.๕. อุปกรณ์วัดอุณหภูมิเทอร์โมคัปเปิลชนิด K (thermocouple type K) ช่วงการวัดไม่ต่ำกว่า ๐ ถึง ๒๐๐ องศาเซลเซียสหรือดีกว่า ติดตั้งที่จำนวนอย่างน้อย ๓ จุดของท่อดังนี้
- ๒.๕.๑. ส่วนตอนบนของท่อ จำนวน ๑ จุด
- ๒.๕.๒. ส่วนตอนกลางของท่อ จำนวน ๑ จุด และ
- ๒.๕.๓. ส่วนตอนล่างของท่อ จำนวน ๑ จุด
- ๒.๖. มีตัวอย่างทดสอบ (test sample) ไม่ต่ำกว่า ๓ ชนิด ประกอบด้วย
- ๒.๖.๑. ตัวอย่างชนิดแผ่นเรียบ (flat plate)
- ๒.๖.๑.๑. ทำด้วยวัสดุอลูมิเนียมขนาดไม่น้อยกว่า ๑๒๐ x ๑๐๐ มิลลิเมตร
- ๒.๖.๑.๒. มีอุปกรณ์ทำความร้อนประกอบในตัว (integrated heater) ขนาดกำลังไม่ต่ำกว่า ๑๕๐ วัตต์หรือดีกว่า
- ๒.๖.๑.๓. มีอุปกรณ์วัดอุณหภูมิเทอร์โมคัปเปิลชนิด K (thermocouple type K) ช่วงการวัดไม่ต่ำกว่า ๐ ถึง ๒๐๐ องศาเซลเซียส จำนวนไม่ต่ำกว่า ๒ ตัว เพื่อวัดอุณหภูมิของตัวอย่างหรือดีกว่า
- ๒.๖.๒. ตัวอย่างชนิดแผ่นเรียบมีเข็ม (pinned surface)
- ๒.๖.๒.๑. ทำด้วยวัสดุอลูมิเนียม
- ๒.๖.๒.๒. ขนาดแผ่นฐาน (base plate) ๑๒๐ x ๑๐๐ มิลลิเมตร มีจำนวนเข็ม (pin) ไม่ต่ำกว่า ๒๓ เข็ม แต่ละเข็มมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ๑๐ มิลลิเมตร ยาว ๖๐ มิลลิเมตรหรือดีกว่า
- ๒.๖.๒.๓. มีอุปกรณ์ทำความร้อนประกอบในตัว (integrated heater) ขนาดกำลังไม่ต่ำกว่า ๑๕๐ วัตต์หรือดีกว่า
- ๒.๖.๒.๔. มีอุปกรณ์วัดอุณหภูมิเทอร์โมคัปเปิลชนิด K (thermocouple type K) ช่วงการวัดไม่ต่ำกว่า ๐ ถึง ๒๐๐ องศาเซลเซียส จำนวนไม่ต่ำกว่า ๕ ตัวหรือดีกว่า เพื่อวัดอุณหภูมิของตัวอย่าง และส่วนที่ยื่นขยายออกไป
- ๒.๖.๓. ตัวอย่างชนิดแผ่นเรียบมีครีป (finned surface)
- ๒.๖.๓.๑. ทำด้วยวัสดุอลูมิเนียม
- ๒.๖.๓.๒. ขนาดแผ่นฐาน (base plate) ๑๒๐ x ๑๐๐ มิลลิเมตร มีจำนวนครีป (fin) ไม่ต่ำกว่า ๘ ครีป แต่ละแผ่นครีปมีขนาดกว้าง ๙๖ มิลลิเมตร ยาว ๖๐ มิลลิเมตร ความหนา ๖ ถึง ๓ มิลลิเมตรหรือดีกว่า
- ๒.๖.๓.๓. มีอุปกรณ์ทำความร้อนประกอบในตัว (integrated heater) ขนาดกำลังไม่ต่ำกว่า ๑๕๐ วัตต์หรือดีกว่า

(นายรังสรรค์ กุฎสำโรง)
ประธานกรรมการ

นายอนุวัฒน์ ภาชนะวรรณ
กรรมการ

(นายเกรียงไกร رایณะสุข)
กรรมการและเลขานุการ

๒.๖.๓.๔. มีอุปกรณ์วัดอุณหภูมิเทอร์โมคัปเปิลชนิด K (thermocouple type K) ช่วงการวัดไม่ต่ำกว่า ๐ ถึง ๒๐๐ องศาเซลเซียสหรือดีกว่า จำนวนไม่ต่ำกว่า ๕ ตัว เพื่อวัดอุณหภูมิของตัวอย่าง และส่วนที่ยื่นขยายออกไป

๒.๗. มีชุดคอมพิวเตอร์แบบพกพา (notebook computer) พร้อมซอฟต์แวร์สำหรับเก็บและประมวลผล ข้อมูล จำนวน ๑ ชุด พร้อมสมบัติขั้นต่ำหรือทำงานได้ดีกับชุดครุภัณฑ์ดังนี้

๒.๗.๑. มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ชนิด Intel Core i๕ หรือทำงานได้ดีกับชุดครุภัณฑ์

๒.๗.๒. มีหน่วยความจำ (RAM) ขนาด ๘ GB

๒.๗.๓. มีความเร็วสัญญาณนาฬิกาไม่น้อยกว่า ๕ GHz (กิกะเฮิร์ตซ์)

๒.๗.๔. มีหน่วยเก็บข้อมูล (Storage) ชนิด Solid State Drive (SSD) ขนาด ๒๕๖ GB

๒.๗.๕. มีระบบปฏิบัติการ (OS) ชนิด Windows ๑๑หรือทำงานได้ดีกับชุดครุภัณฑ์

๒.๗.๖. ซอฟต์แวร์เก็บข้อมูลและประมวลผล (data acquisition and evaluation software) พร้อมความสามารถดังต่อไปนี้

๒.๗.๖.๑. สามารถแสดงค่าอุณหภูมิ (temperature) และความเร็วอากาศ (air velocity) ในรูปแบบตัวเลขและกราฟได้ในขณะทำการวัด (real-time measurement and display)

๒.๗.๖.๒. สามารถกำหนดค่ากำลังทำความร้อนของตัวทำความร้อน (heater power)

๒.๗.๖.๓. สามารถวิเคราะห์คำนวณค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อน (convection heat transfer coefficient) และประสิทธิภาพของส่วนครีป (fin efficiency) ของตัวอย่างชนิดแผ่นเรียบมีครีป

๒.๗.๖.๔. สามารถส่งออกข้อมูล (data export) ในรูปแบบไฟล์ .xls

๒.๘. มีโต๊ะขาเหล็ก แข็งแรงและเสถียร สำหรับวางชุดอุปกรณ์เครื่องมือจำนวนไม่น้อยกว่า ๑ ชุด

๓. รายละเอียดอื่นๆ

๓.๑. ต้องเป็นผลิตภัณฑ์จากบริษัทที่ได้รับการรับรองระบบคุณภาพมาตรฐาน ISO ๙๐๐๑

๓.๒. ผู้เสนอราคาต้องเป็นตัวแทนจำหน่ายโดยตรงจากบริษัทผู้ผลิต หรือเป็นผู้ผลิตโดยตรงในประเทศไทย

๓.๓. ต้องแนบแค็ตตาล็อก ที่แสดงรายละเอียดทางเทคนิคครบมาพร้อมการเสนอราคา

๓.๔. ต้องมีคู่มือวิธีการใช้และทดลองจำนวนไม่น้อยกว่า ๑ ชุด

๓.๕. ต้องรับประกันคุณภาพจากการใช้งานปกติ ๑ ปี

๓.๖. มีการสาธิตการใช้งานเครื่องทดลองให้แก่ผู้ใช้

๕.๘ รายการประกอบที่ ๘ ชุดทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์ จำนวน ๑ ชุด

๑. รายละเอียดทั่วไป

ชุดการศึกษาและทดสอบนี้ใช้สำหรับการทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์สันดาปภายใน โดยเครื่องยนต์ติดตั้งโดยมีฐานแท่นรองรับบนแท่นของชุดเครื่องยนต์ซึ่งสามารถปรับได้ เพื่อให้เหมาะสมกับเครื่องยนต์ที่มีขนาดแตกต่างกัน มีไดนาโมมิเตอร์พร้อมอุปกรณ์วัดความเร็วรอบและแรงบิดติดตั้งที่อีกด้านหนึ่งของแท่นของชุดเครื่องยนต์ การ

(นายรังสรรค์ กุญสำโรง)
ประธานกรรมการ

นายอนุวัฒน์ ภาชนะวรรณ
กรรมการ

(นายเกรียงไกร رایณะสุข)
กรรมการและเลขานุการ

ต่อเครื่องยนต์เข้ากับไดนาโมมิเตอร์ โดยมีฝาครอบป้องกันอันตราย มีระบบระบายความร้อนของเครื่องยนต์และไดนาโมมิเตอร์มีหีบระบายความร้อน ถังน้ำมันเชื้อเพลิงพร้อมอุปกรณ์วัดอัตราการไหลของน้ำมันเชื้อเพลิง และอุปกรณ์วัดอัตราการไหลของอากาศและค่าอื่นๆ มีชุดคอมพิวเตอร์ประมวลผลและควบคุมการทดลอง การวิเคราะห์ผลการทดลอง และการแสดงผลการทดลอง

๒. รายละเอียดทางเทคนิค

๒.๑. สามารถสาธิตหลักการ การทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ชนิดสันดาปภายใน ประกอบด้วยเครื่องยนต์ (engine) ระบบทดสอบเครื่องยนต์ชนิดกระแสไฟฟ้าไหลวน (eddy-current dynamometer) พร้อมเซนเซอร์และอุปกรณ์วัดต่างๆ เพื่อการศึกษาประเมินประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องยนต์ โดยการศึกษาค่าสำคัญต่างๆ เช่น ค่าความเร็วเครื่องยนต์ (engine speed) ค่าแรงบิดเครื่องยนต์ (engine torque) และการใช้เชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ (fuel consumption) เป็นต้น

๒.๒. มีเครื่องยนต์ (engine) สำหรับการทดสอบ พร้อมสมบัติดังนี้

๒.๒.๑. เป็นเครื่องยนต์ชนิดดีเซล ๔ สูบ (๔-stroke diesel engine)

๒.๒.๒. มีขนาดกำลัง (power) ไม่ต่ำกว่า ๓๕ กิโลวัตต์ ๓ ความเร็ว ๒๕๐๐ รอบต่อนาที

๒.๒.๓. มีปริมาตรความจุกระบอกสูบ (displacement volume) ไม่ต่ำกว่า ๒๐๐๐ ซีซี

๒.๒.๔. มีระบบระบายความร้อนด้วยน้ำ (water-cooled)

๒.๓. มีระบบทดสอบเครื่องยนต์ (dynamometer) พร้อมสมบัติดังนี้

๒.๓.๑. เป็นระบบทดสอบชนิดใช้กระแสไฟฟ้าไหลวน (eddy-current dynamometer)

๒.๓.๒. มีขนาดกำลัง (rated power) ไม่ต่ำกว่า ๖๓ กิโลวัตต์

๒.๓.๓. มีแรงบิด (rated torque) ไม่ต่ำกว่า ๒๕๐ นิวตันเมตร

๒.๓.๔. มีความเร็วสูงสุด (max. speed) ไม่ต่ำกว่า ๑๐,๐๐๐ รอบต่อนาที

๒.๓.๕. มีอุปกรณ์สอบเทียบแรง (load calibration) สำหรับเครื่องทดสอบ

๒.๔. มีระบบทำความเย็นให้กับเครื่องยนต์แบบแนวตั้ง (engine cooling column) ขนาดความจุถัง (tank capacity) ไม่ต่ำกว่า ๔๐ ลิตร พร้อมสวิทช์ควบคุมอุณหภูมิ (thermostat switch) ที่ ๙๐ องศาเซลเซียส

๒.๕. มีถังเชื้อเพลิง (fuel tank) ขนาดความจุถัง (tank capacity) ไม่ต่ำกว่า ๓๐ ลิตร

๒.๖. มีระบบขับเคลื่อนลิ้นควบคุม (throttle actuator) ขนาดกำลังแรงบิด (torque) ไม่ต่ำกว่า ๑๓ นิวตันเมตร

๒.๗. มีระบบทำความเย็นน้ำมัน (returned oil cooler) ชนิดท่อ (shell and tube) ขนาดกำลังทำความเย็น (cooling capacity) ไม่ต่ำกว่า ๓ กิโลวัตต์

๒.๘. มีระบบทำความเย็น (cooling system) ประกอบด้วยสมบัติดังนี้

๒.๘.๑. เป็นระบบหอทำความเย็น (cooling tower) ชนิดอากาศและน้ำเคลื่อนที่ตัดกัน (cross-flow)

๒.๘.๒. มีขนาดกำลังทำความเย็น (cooling capacity) ไม่ต่ำกว่า ๘๐ ตัน

๒.๘.๓. มีอัตราการไหลของน้ำหมุนเวียน (circulating water flow rate) ไม่ต่ำกว่า ๕๐ ลิตรต่อนาที

๒.๘.๔. มีปั๊มน้ำหมุนเวียน (circulating water pump) ขนาดกำลัง ไม่ต่ำกว่า ๐.๗๕ กิโลวัตต์

(นายรังสรรค์ กุณาสำโรง)
ประธานกรรมการ

นายอนุวัฒน์ ภาชนะวรรณ
กรรมการ

(นายเกรียงไกร رایณะสุข)
กรรมการและเลขานุการ

๒.๙. มีระบบตรวจวัด (measurement system) ประกอบด้วย

๒.๙.๑. อุปกรณ์วัดอุณหภูมิ ชนิด RTD (resistance temperature detector) ช่วงการวัดไม่ต่ำกว่า ๐ ถึง ๒๐๐ องศาเซลเซียส สำหรับการวัด

๒.๙.๑.๑. อุณหภูมิอากาศขาเข้า (inlet air temperature)

๒.๙.๑.๒. อุณหภูมิน้ำยาทำความเย็นขาเข้า (inlet coolant temperature)

๒.๙.๑.๓. อุณหภูมิน้ำยาทำความเย็นขาออก (outlet coolant temperature)

๒.๙.๑.๔. อุณหภูมิน้ำมัน (oil temperature)

๒.๙.๒. อุปกรณ์วัดอุณหภูมิไอเสีย (exhaust temperature measurement) เทอร์โมคัปเปิลชนิด K (thermocouple type K) ช่วงการวัดไม่ต่ำกว่า ๐ ถึง ๑๐๐๐ องศาเซลเซียส

๒.๙.๓. อุปกรณ์วัดความดัน (pressure transmitter) สำหรับการวัดความดันบรรยากาศ (atmospheric pressure) ช่วงการวัดไม่ต่ำกว่า ๘๐ ถึง ๑๒๐ กิโลปาสคาล

๒.๙.๔. อุปกรณ์วัดความดัน (pressure transmitter) สำหรับการวัดความดันน้ำมันเครื่องยนต์ (engine oil pressure) ช่วงการวัดถึงไม่ต่ำกว่า ๑๐๐๐ กิโลปาสคาล

๒.๙.๕. อุปกรณ์วัดความดัน (pressure transmitter) สำหรับการวัดความดันภายในท่อร่วมเครื่องยนต์ (engine manifold vacuum) ช่วงการวัดไม่ต่ำกว่า -๑๐๐ ถึง ๑๐๐ กิโลปาสคาล

๒.๙.๖. เครื่องวัดการใช้เชื้อเพลิง (fuel consumption measurement device) โดยวิธีการวัดการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักช่วงการวัด (gravimetric measurement range) ไม่ต่ำกว่า ๐ ถึง ๙๐ กิโลกรัมต่อชั่วโมง

๒.๙.๗. ระบบวัดการไหลอากาศขาเข้า (inlet air flow measurement) ประกอบด้วยถังพักอากาศ (damping tank) ขนาดความจุ (capacity) ไม่ต่ำกว่า ๑๕๐๐ ลิตร พร้อมแผ่นออริฟิส (orifice plate) และอุปกรณ์วัดความแตกต่างความดัน (differential pressure sensor) มีช่วงการวัด ไม่ต่ำกว่า -๑๒๕๐ ถึง ๑๒๕๐ พาสคาล

๒.๙.๘. อุปกรณ์วัดการไหลน้ำทำความเย็น (cooling water flow measurement) ประกอบด้วยท่อเวนทูรี (venturi tube) และอุปกรณ์วัดความแตกต่างความดัน (differential pressure sensor) มีช่วงการวัด ไม่ต่ำกว่า -๕๐๐ ถึง ๕๐๐ พาสคาล

๒.๙.๙. อุปกรณ์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของห้อง (temperature and humidity sensor)

๒.๙.๙.๑. มีช่วงการวัดอุณหภูมิ (temperature measurement range) ไม่ต่ำกว่า ๐ ถึง ๕๐ องศาเซลเซียส

๒.๙.๙.๒. มีช่วงการวัดความชื้นสัมพัทธ์ (relative humidity measurement range) ไม่ต่ำกว่า ร้อยละ ๐ ถึง ๙๙

๒.๑๐. มีระบบควบคุม (control system) พร้อมสมบัติดังนี้

๒.๑๐.๑. มีระบบควบคุมเป็นแบบชนิดดิจิทัลพีไอดี (digital PID control system) หรือดีกว่า

๒.๑๐.๒. สามารถควบคุมค่าและตั้งค่าต่างๆได้ดังนี้

(นายรังสรรค์ กุญสำโรง)
ประธานกรรมการ

นายอนุวัฒน์ ภาชนะวรรณ
กรรมการ

(นายเกรียงไกร رایณะสุข)
กรรมการและเลขานุการ

- ๒.๑๐.๒.๑. แรงบิดและความเร็วของไดนาโม (dynamometer torque and speed)
- ๒.๑๐.๒.๒. แรงบิดและความเร็วของเครื่องยนต์ (engine torque and speed)
- ๒.๑๐.๒.๓. ระบบขับเคลื่อนลิ้นควบคุมอากาศ (throttle actuator)
- ๒.๑๐.๓. สามารถควบคุมระบบทดสอบในโหมดต่างๆ (control modes) ได้ดังนี้
 - ๒.๑๐.๓.๑. สามารถควบคุมระบบวัดของไดนาโม (dynamometer) ให้มีแรงบิดหรือความเร็วคงที่ (constant torque or speed) ในขณะที่ทำการปรับการตั้งค่าลิ้นจ่ายเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ด้วยมือได้
 - ๒.๑๐.๓.๒. สามารถควบคุมระบบวัด (dynamometer) ให้มีแรงบิดคงที่ (constant torque) ในขณะที่ทำการควบคุมความเร็วเครื่องยนต์ให้คงที่ โดยการปรับการตั้งค่าลิ้นจ่ายเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ได้
 - ๒.๑๐.๓.๓. สามารถควบคุมระบบวัด (dynamometer) ให้มีความเร็วคงที่ (constant speed) ในขณะที่ทำการควบคุมแรงบิดเครื่องยนต์ให้คงที่ โดยการปรับการตั้งค่าลิ้นจ่ายเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ได้
- ๒.๑๐.๔. สามารถควบคุมตั้งค่าความปลอดภัย (safety setting) ได้ดังนี้
 - ๒.๑๐.๔.๑. ความเร็วสูงสุด ของเครื่องยนต์ (max. speed of engine)
 - ๒.๑๐.๔.๒. อุณหภูมิสูงสุด ของน้ำยาทำความเย็น (max. temperature of coolant)
 - ๒.๑๐.๔.๓. อุณหภูมิสูงสุด ของไอเสีย (max. temperature of exhaust)
 - ๒.๑๐.๔.๔. อุณหภูมิสูงสุด ของน้ำมันหล่อลื่น (max. temperature of lubricating oil)
 - ๒.๑๐.๔.๕. ความดันขั้นต่ำ ของน้ำมันหล่อลื่น (min. pressure of lubricating oil)
 - ๒.๑๐.๔.๖. สามารถตั้งค่าระดับความปลอดภัย (safety levels) ได้ในอย่างน้อย ๓ ระดับดังนี้
 - ๒.๑๐.๔.๖.๑. ระดับเตือน : ส่งเสียงเตือนอย่างเดียว
 - ๒.๑๐.๔.๖.๒. ระดับป้องกัน : เตือนให้ลดความเร็ว
 - ๒.๑๐.๔.๖.๓. ระดับฉุกเฉิน : ตัดการทำงานเครื่องยนต์
- ๒.๑๑. มีระบบคอมพิวเตอร์อุตสาหกรรม (industrial computer) ทำงานได้ดีกับชุดครุภัณฑ์พร้อมสมบัติขั้นต่ำดังนี้
 - ๒.๑๑.๑. มีหน่วยความจำ (RAM) ขนาดไม่ต่ำกว่า ๑๖ GB
 - ๒.๑๑.๒. มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ชนิด IntelCore i๗ หรือทำงานได้ดีกับชุดครุภัณฑ์
 - ๒.๑๑.๓. มีความเร็วสัญญาณนาฬิกาไม่น้อยกว่า ๒.๕ GHz (กิกะเฮิร์ตซ์)
 - ๒.๑๑.๔. มีหน่วยเก็บข้อมูล (Storage) ชนิด Hard Disk Drive (HDD) ขนาดไม่ต่ำกว่า ๑๐๐๐ GB
 - ๒.๑๑.๕. มีระบบปฏิบัติการ (OS) ชนิด Windows ๑๐หรือทำงานได้ดีกับชุดครุภัณฑ์
 - ๒.๑๑.๖. มีระบบสื่อสารข้อมูลแบบ Controller Area Network (CAN) (Advanced CAN fieldbus communication protocol) ตามระบุนมาตรฐานสากล ISO ๑๑๘๙๘
 - ๒.๑๑.๗. สามารถทำการเก็บข้อมูลและแสดงผลการวัดได้ในขณะทำการวัด (real-time data acquisition and display) ประกอบด้วย

(นายรังสรรค์ กุณาสำโรง)
ประธานกรรมการ


นายอนุวัฒน์ ภาชนะวรรณ
กรรมการ

(นายเกรียงไกร رایณะสุข)
กรรมการและเลขานุการ

- ๒.๑๑.๗.๑. ค่าความเร็วเครื่องยนต์ (engine speed)
- ๒.๑๑.๗.๒. ค่าแรงบิดเครื่องยนต์ (engine torque)
- ๒.๑๑.๗.๓. ค่าอัตราการใช้เชื้อเพลิง (fuel consumption rate)
- ๒.๑๑.๗.๔. ค่าอุณหภูมิไอเสีย (exhaust temperature)
- ๒.๑๑.๗.๕. ค่าอุณหภูมิอากาศขาเข้า (air inlet temperature)
- ๒.๑๑.๗.๖. ค่าความดันอากาศขาเข้า (air inlet pressure)
- ๒.๑๑.๗.๗. ค่าความต่างความดันอากาศ (air differential pressure)
- ๒.๑๑.๗.๘. ค่าอุณหภูมิน้ำยาทำความเย็นขาเข้า (coolant inlet temperature)
- ๒.๑๑.๗.๙. ค่าอุณหภูมิน้ำยาทำความเย็นขาออก (coolant outlet temperature)
- ๒.๑๑.๗.๑๐. ค่าอัตราการไหลน้ำยาทำความเย็น (coolant flow rate)
- ๒.๑๑.๗.๑๑. ค่าอุณหภูมิน้ำมัน (oil temperature)
- ๒.๑๑.๗.๑๒. ความดันน้ำมัน (oil pressure)
- ๒.๑๑.๗.๑๓. ค่าอุณหภูมิบรรยากาศ (atmospheric temperature)
- ๒.๑๑.๗.๑๔. ค่าความดันบรรยากาศ (atmospheric pressure)
- ๒.๑๑.๗.๑๕. ค่าความชื้นสัมพัทธ์ (relative humidity)
- ๒.๑๑.๘. สามารถวิเคราะห์คำนวณค่าและแสดงผลดังต่อไปนี้
 - ๒.๑๑.๘.๑. กำลังของเครื่องยนต์ที่วัด(power)
 - ๒.๑๑.๘.๒. อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรก(power brake specific fuel consumption)
 - ๒.๑๑.๘.๓. ความดันยังผลเฉลี่ยเบรก(power brake mean effective pressure)
 - ๒.๑๑.๘.๔. ประสิทธิภาพเชิงความร้อนจำเพาะเบรก(power brake thermal efficiency)
 - ๒.๑๑.๘.๕. อัตราส่วนอากาศและเชื้อเพลิง (air-fuel ratio)
 - ๒.๑๑.๘.๖. อัตราการไหลอากาศ (air flow rate)
 - ๒.๑๑.๘.๗. อัตราปริมาตรการไหลของอากาศ (theoretical volumetric flow rate)
- ๒.๑๑.๙. สามารถส่งออกข้อมูล (data export) ในรูปแบบไฟล์ .xls

๓. รายละเอียดอื่นๆ

- ๓.๑. เป็นผลิตภัณฑ์จากบริษัทที่ได้รับการรับรองระบบคุณภาพมาตรฐาน ISO ๙๐๐๑
- ๓.๒. ผู้เสนอราคาเป็นผู้ผลิตและจัดจำหน่ายโดยตรงในประเทศไทย
- ๓.๓. ผู้เสนอราคาได้รับรองมาตรฐานทางด้านบริการหลังการขาย
- ๓.๔. แนบแค็ตตาล็อก ที่แสดงรายละเอียดทางเทคนิคครบมาพร้อมการเสนอราคา
- ๓.๕. มีคู่มือวิธีการใช้และทดลอง ๒ ชุด
- ๓.๖. รับประกันคุณภาพจากการใช้งานปกติ ๑ ปี
- ๓.๗. มีการสาธิตการใช้งานเครื่องทดลองให้แก่ผู้ใช้



(นายรังสรรค์ กุณาสำโรง)
ประธานกรรมการ



นายอนุวัฒน์ ภาชนะวรรณ
กรรมการ



(นายเกรียงไกร رایณะสุข)
กรรมการและเลขานุการ

๓.๘. มีผ้าคลุมเครื่องตัดเย็บอย่างดี ขนาดเหมาะสมกับชุดทดลอง จำนวน ๑ ชุด
๕.๙ รายการประกอบที่ ๙ ชุดทดสอบหาประสิทธิภาพปั้มน้ำแบบต่าง ๆ จำนวน ๑ ชุด

๑. รายละเอียดทั่วไป

ชุดทดสอบหาประสิทธิภาพปั้มน้ำ ศึกษาหลักการทำงานพื้นฐานประสิทธิภาพของปั้มโดยการหากราฟสมบัติเฉพาะ ศึกษาปรากฏการณ์การเกิดโพรงอากาศ (cavitation) ในเครื่องสูบน้ำเหวี่ยง เป็นต้น มีชุดอุปกรณ์วัดค่าต่างๆเช่น วัดอัตราการไหล วัดแรงดัน วัดแรงบิดของปั้ม เป็นต้น มีตัวอย่างสาธิตไปกักหน้ไม่น้อยกว่า๓ ชนิดมีชุดคอมพิวเตอร์แบบพกพา (notebook computer) พร้อมซอฟต์แวร์สำหรับเก็บและประมวลผลข้อมูล

๒. รายละเอียดทางเทคนิค

๒.๑. สาธิตหลักการทำงานของปั้มน้ำชนิดแรงเหวี่ยง สามารถใช้ในการศึกษา ดังหัวข้อต่อไปนี้

๒.๑.๑. ศึกษาหลักการทำงานพื้นฐาน (fundamental operating principle) ของปั้มน้ำชนิดปั้มน้ำสูบน้ำแรงเหวี่ยงแบบขั้นเดียว (single-stage centrifugal pump)

๒.๑.๒. ศึกษาประสิทธิภาพของปั้มน้ำที่ความเร็วสม่ำเสมอ โดยการหากราฟสมบัติเฉพาะ (characteristic curves) ประกอบด้วย

๒.๑.๒.๑. กราฟแรงดันสูงสุดในแนวตั้ง (pump total head) ต่อ อัตราการไหลเชิงปริมาตร (volumetric flow rate)

๒.๑.๒.๒. กราฟกำลังขาเข้าปั้มน้ำ (pump input power) ต่อ อัตราการไหลเชิงปริมาตร (volumetric flow rate)

๒.๑.๒.๓. กราฟกำลังขาออกปั้มน้ำ (pump output power) ต่อ อัตราการไหลเชิงปริมาตร (volumetric flow rate)

๒.๑.๒.๔. กราฟประสิทธิภาพปั้มน้ำ (pump efficiency) ต่อ อัตราการไหลเชิงปริมาตร (volumetric flow rate)

๒.๑.๓. ศึกษาปรากฏการณ์การเกิดโพรงอากาศ (cavitation) ในเครื่องสูบน้ำเหวี่ยง

๒.๑.๔. ศึกษาผลกระทบจากรูปแบบของใบพัดที่เลือกใช้ (impeller blade profile)

๒.๒. มีเครื่องสูบน้ำเหวี่ยง (centrifugal pump) จำนวน ๑ ชุด พร้อมสมบัติดังนี้

๒.๒.๑. มีอัตราการไหลสูงสุด (max. flow rate) ไม่ต่ำกว่า ๕๕ ลิตรต่อนาที

๒.๒.๒. มีแรงดันสูงสุดในแนวตั้ง (max. pump head) ไม่ต่ำกว่า ๑๐ เมตร

๒.๒.๓. มีความเร็วปั้มน้ำสูงสุด (max. pump speed) ไม่ต่ำกว่า ๒๖๐๐ รอบต่อนาที

๒.๒.๔. มีขนาดอัตรากำลังมอเตอร์ (motor power rating) ไม่ต่ำกว่า ๐.๓๗ กิโลวัตต์

๒.๓. มีถังเก็บน้ำ (water reservoir) ทำจากวัสดุอะคริลิก (acrylic) ความจุ (capacity) ไม่ต่ำกว่า ๕๐ ลิตร จำนวน ๑ ชุด

๒.๔. มีชุดอุปกรณ์วัด (measurement instruments) ประกอบด้วย

๒.๔.๑. อุปกรณ์วัดอัตราการไหล (flow transmitter) สามารถวัดอัตราการไหล (flow rate) ในช่วงไม่ต่ำกว่า ๕ ถึง ๑๐๐ ลิตรต่อนาที

(นายรังสรรค์ กุณฺสาโรง)
ประธานกรรมการ

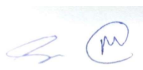
นายอนุวัฒน์ ภาชนะวรรณ
กรรมการ

(นายเกรียงไกร رایณะสุข)
กรรมการและเลขานุการ

- ๒.๔.๒. อุปกรณ์วัดแรงดัน (pressure transducer) สำหรับวัดแรงดัน (pressure)
- ๒.๔.๒.๑. ณ จุดขาเข้าระบบปั๊ม (inlet) ในช่วงไม่ต่ำกว่า -๑ ถึง ๑ บาร์ และ
- ๒.๔.๒.๒. ณ จุดขาออกจากระบบปั๊ม (outlet) ในช่วงไม่ต่ำกว่า ๐ ถึง ๒.๕ บาร์
- ๒.๔.๓. อุปกรณ์วัดแรง (load cell) สำหรับวัดแรงบิดของปั๊ม (pump torque) สามารถวัดค่าแรงในช่วงไม่ต่ำกว่า ๐ ถึง ๓ กิโลกรัม
- ๒.๕. มีชุดคอมพิวเตอร์แบบพกพา (notebook computer) พร้อมซอฟต์แวร์สำหรับเก็บและประมวลผลข้อมูล จำนวน ๑ ชุด พร้อมสมบัติขั้นต่ำดังนี้
- ๒.๖. มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ชนิด Intel Core i๕ หรือทำงานได้ดีกับชุดครุภัณฑ์
- ๒.๗. มีหน่วยความจำ (RAM) ขนาด ๘ GB
- ๒.๘. มีหน่วยเก็บข้อมูล (Storage) ชนิด Solid State Drive (SSD) ขนาด ๒๕๖ GB
- ๒.๙. มีระบบปฏิบัติการ (OS) ชนิด Windows ๑๑หรือทำงานได้ดีกับชุดครุภัณฑ์
- ๒.๑๐. ซอฟต์แวร์เก็บข้อมูลและประมวลผล (data acquisition and evaluation software) พร้อมความสามารถดังต่อไปนี้
- ๒.๑๐.๑. สามารถแสดงค่าวัดต่างๆได้ในขณะทำการวัด (real-time data display) ประกอบด้วย
- ๒.๑๐.๑.๑. ค่าแรงดันขาเข้า (pump inlet pressure)
- ๒.๑๐.๑.๒. ค่าแรงดันขาออก (pump outlet pressure)
- ๒.๑๐.๑.๓. ค่าความเร็วปั๊ม (pump speed)
- ๒.๑๐.๑.๔. ค่าอัตราการไหล (flow rate)
- ๒.๑๐.๑.๕. ค่าแรงบิด (torque)
- ๒.๑๐.๑.๖. ค่าแรงดันสูงสุดในแนวตั้ง (pump head)
- ๒.๑๐.๑.๗. ค่ากำลังขาเข้า (input power)
- ๒.๑๐.๒. สามารถวิเคราะห์คำนวณค่าประสิทธิภาพของปั๊ม (pump efficiency)
- ๒.๑๐.๓. สามารถส่งออกข้อมูล (data export) ในรูปแบบไฟล์ .xls

๓. รายละเอียดอื่นๆ

- ๓.๑. เป็นผลิตภัณฑ์จากบริษัทที่ได้รับการรับรองระบบคุณภาพมาตรฐาน ISO ๙๐๐๑
- ๓.๒. ผู้เสนอราคาต้องเป็นตัวแทนจำหน่ายโดยตรงจากบริษัทผู้ผลิต หรือเป็นผู้ผลิตโดยตรงในประเทศไทย
- ๓.๓. บริษัทฯ ได้แนบแค็ตตาล็อก ที่แสดงรายละเอียดทางเทคนิคครบมาพร้อมการเสนอราคา
- ๓.๔. มีคู่มือวิธีการใช้และทดลอง ๑ ชุด และ เป็น CD ๑ แผ่น
- ๓.๕. รับประกันคุณภาพจากการใช้งานปกติ ๑ ปี
- ๓.๖. มีการอบรมและสาธิตการใช้งานเครื่องทดลองให้แก่ผู้ใช้
- ๓.๗. มีผ้าคลุมเครื่องตัดเย็บอย่างดี ขนาดเหมาะสมกับชุดทดลอง จำนวน ๑ ชุด



(นายรังสรรค์ กุฎสำโรง)
ประธานกรรมการ



(นายอนุวัฒน์ ภาชนะวรรณ)
กรรมการ



(นายเกรียงไกร رایณะสุข)
กรรมการและเลขานุการ

๕.๑๐ รายการประกอบที่ ๑๐ ชุดอากาศยานไร้คนขับ จำนวน ๑ ชุด

๑. รายละเอียดทั่วไป

ชุดศึกษาอากาศยานไร้คนขับนี้ จะต้องสามารถนำมาใช้เพื่อการเรียนรู้พื้นฐานขององค์ประกอบ อุปกรณ์ ระบบที่สำคัญภายในอากาศยานไร้คนขับ ซึ่งจะช่วยให้เข้าใจถึงหน้าที่การทำงานและความสัมพันธ์กันของอุปกรณ์ และระบบต่าง ๆ ใช้เรียนรู้ลักษณะการควบคุมการบินสำหรับอากาศยานไร้คนขับ ระบบนักบินกล (Auto Pilot) การควบคุมการบินโดยผ่านอุปกรณ์ควบคุมภาคพื้นดิน (Ground Control Station) การสื่อสารและแสดงข้อมูล การบินของอากาศยานไร้คนขับบนคอมพิวเตอร์ควบคุมภาคพื้นดิน ทั้งยังสามารถนำมาใช้ในการวิจัยและพัฒนา ระบบต่าง ๆ ของอากาศยานไร้คนขับ เช่น พัฒนาระบบควบคุมการบิน(Control Algorithm) ระบบนักบินกล (Auto Pilot) และยังสามารถใช้ในการบริการวิชาการได้อีกด้วย

๒. รายละเอียดทางเทคนิค

- ๒.๑. เป็นระบบโดรนแบบมี ๖ ใบพัด ขนาดตัวเครื่องขณะกางปีกออก ไม่มากกว่า ๘๐๐ x ๘๐๐ มิลลิเมตร
- ๒.๒. มีน้ำหนักตัว ไม่มากกว่า ๔ กิโลกรัม
- ๒.๓. สามารถบรรทุกน้ำหนักได้สูงสุด ไม่ต่ำกว่า ๔.๖ กิโลกรัม
- ๒.๔. สามารถบินได้ด้วยความเร็วสูงสุด ไม่ต่ำกว่า ๒๐ เมตรต่อวินาที
- ๒.๕. สามารถขึ้นลงได้ด้วยความเร็วสูงสุด ไม่ต่ำกว่า ๕ เมตรต่อวินาที
- ๒.๖. มีอัตราความต้านทานลม ไม่มากกว่า ๑๐ เมตรต่อวินาที
- ๒.๗. มีระดับความสูงในการทำงานสูงสุด ไม่ต่ำกว่า ๑๒๐๐ เมตร
- ๒.๘. มีระยะเวลาการทำงานได้สูงสุด ไม่ต่ำกว่า ๔๐ นาที
- ๒.๙. สามารถควบคุมการทำงานได้แบบอัตโนมัติหรือแบบบังคับด้วยตนเอง
- ๒.๑๐. มีซอฟต์แวร์ควบคุม แอปพลิเคชันวางแผนการบิน
- ๒.๑๑. มีรีโมท สามารถทำงานในช่วงความถี่ ๒๔๐๐ ถึง ๒๔๕๐ กิโลเฮิรตซ์ และมีระยะในการควบคุม สูงสุด ไม่ต่ำกว่า ๓.๕ กิโลเมตร ภายใต้สภาวะที่ไม่มีสิ่งกีดขวางหรือรบกวน
- ๒.๑๒. มีแบตเตอรี่ประเภทลิเทียมพอลิเมอร์ ขนาดน้ำหนักไม่มากกว่า ๒ กิโลกรัม และมีความจุไม่ต่ำกว่า ๑๖,๐๐๐ มิลลิแอมป์ชั่วโมง
- ๒.๑๓. มีอุปกรณ์เครื่องชาร์จแบตเตอรี่ สามารถชาร์จแบตเตอรี่ประเภทลิเทียมพอลิเมอร์ พร้อมกันครั้ง ละไม่ต่ำกว่า ๒ ก้อน และมีระบบป้องกันความเสียหายต่างๆ จากการลัดวงจร จากการเสียบสายสลับขั้ว หรือจากการเกิดความร้อนเกิน
- ๒.๑๔. กล้องถ่ายภาพวิเคราะห์พืช พร้อมสมบัติลักษณะดังนี้
 - ๒.๑๔.๑. มีน้ำหนักไม่มากกว่า ๓๕๐ กรัม
 - ๒.๑๔.๒. มีอัตราการจับภาพ ไม่ต่ำกว่า ๓ ครั้งต่อวินาที
 - ๒.๑๔.๓. มีเซนเซอร์ ความละเอียดไม่ต่ำกว่า ๑๔๕๖ x ๑๐๘๘ พิกเซล
 - ๒.๑๔.๔. มีการออกแบบการป้องกันน้ำและฝุ่น ระดับมาตรฐาน IP๔X
 - ๒.๑๔.๕. สามารถใช้งานร่วมกับอากาศยานไร้คนขับ ดังระบุในข้อ ๑.๑ ได้

(นายรังสรรค์ กุฎสำโรง)
ประธานกรรมการ

(นายอนุวัฒน์ ภาชนะวรรณ)
กรรมการ

(นายเกรียงไกร رایณะสุข)
กรรมการและเลขานุการ

- ๒.๑๔.๖. มีชุดอุปกรณ์ประกอบ (accessories) ประกอบด้วย
 - ๒.๑๔.๖.๑. ฝาครอบเลนส์
 - ๒.๑๔.๖.๒. กระเป๋ากันกระแทก
 - ๒.๑๔.๖.๓. แผงสะท้อนแสง
 - ๒.๑๔.๖.๔. เซนเซอร์วัดแสง DLS๒ พร้อม GPS ในตัว
 - ๒.๑๔.๖.๕. สายเคเบิล RedEdge-P และ DLS๒
 - ๒.๑๔.๖.๖. เครื่องอ่านการ์ด CFexpress

๓. รายละเอียดอื่นๆ

- ๓.๑. ผู้เสนอราคาต้องเป็นตัวแทนจำหน่ายโดยตรงจากบริษัทผู้ผลิต หรือเป็นผู้ผลิตโดยตรงในประเทศไทย
- ๓.๒. บริษัทฯ ได้แนบแค็ตตาล็อก ที่แสดงรายละเอียดทางเทคนิคครบมาพร้อมการเสนอราคา
- ๓.๓. มีคู่มือวิธีการใช้และทดลอง ๑ ชุด และ เป็น CD ๑ แผ่น
- ๓.๔. รับประกันคุณภาพจากการใช้งานปกติ ๑ ปี
- ๓.๕. มีการอบรมและสาธิตการใช้งานเครื่องทดลองให้แก่ผู้ใช้

๕.๑๑ รายการประกอบที่ ๑๑ ชุดเครื่องสาธิตหลักการทำงานระบบทำความเย็น จำนวน ๑ ชุด

๑. รายละเอียดทั่วไป

ชุดสาธิตระบบทำความเย็น ติดตั้งบนแผงสาธิตแสดงระบบการทำงานของระบบเสมือนจริง มีระบบอัดอากาศ ระบบคอยล์ร้อนและพัดลม มีเครื่องมือวัดแสดงผล ชุดอุปกรณ์ควบคุม น้ำยาทำความเย็น และอุปกรณ์ประกอบอื่นๆ

๒. รายละเอียดทางเทคนิค

- ๒.๑. สามารถสาธิตหลักการทำงานของระบบทำความเย็น ประกอบด้วยชิ้นส่วนและอุปกรณ์ต่างๆ ดังนี้
 - ๒.๑.๑. ระบบคอยล์ร้อนและพัดลม (condenser system with fan) ประกอบด้วยอุปกรณ์วัดดังนี้
 - ๒.๑.๑.๑. อุปกรณ์วัดความดันขาออก (outlet pressure) ช่วงไม่ต่ำกว่า -๑ ถึง ๕๕ บาร์
 - ๒.๑.๑.๒. อุปกรณ์วัดอุณหภูมิขาเข้า (inlet temperature) ช่วงไม่ต่ำกว่า -๒๐ ถึง ๘๐ องศาเซลเซียส
 - ๒.๑.๑.๓. อุปกรณ์วัดอุณหภูมิขาออก (outlet temperature) ช่วงไม่ต่ำกว่า -๒๐ ถึง ๘๐ องศาเซลเซียส
 - ๒.๑.๒. ระบบคอยล์เย็นและพัดลม (evaporator system and fan) ประกอบด้วยอุปกรณ์วัดดังนี้
 - ๒.๑.๒.๑. อุปกรณ์วัดความดันขาเข้า (inlet pressure) ช่วงไม่ต่ำกว่า -๑ ถึง ๓๕ บาร์
 - ๒.๑.๒.๒. อุปกรณ์วัดอุณหภูมิขาเข้า (inlet temperature) ช่วงไม่ต่ำกว่า -๒๐ ถึง ๘๐ องศาเซลเซียส
 - ๒.๑.๒.๓. อุปกรณ์วัดอุณหภูมิขาออก (outlet temperature) ช่วงไม่ต่ำกว่า -๒๐ ถึง ๘๐ องศาเซลเซียส
 - ๒.๑.๓. ระบบอัดอากาศ (compressor system) ประกอบด้วยอุปกรณ์วัดดังนี้

(นายรังสรรค์ กุณาสำโรง)
ประธานกรรมการ


(นายอนุวัฒน์ ภาชนะวรรณ)
กรรมการ

(นายเกรียงไกร رایณะสุข)
กรรมการและเลขานุการ

- ๒.๑.๓.๑. อุปกรณ์วัดความดันขาเข้า (inlet pressure) ช่วงไม่ต่ำกว่า -๑ ถึง ๓๕ บาร์
- ๒.๑.๓.๒. อุปกรณ์วัดความดันขาออก (outlet pressure) ช่วงไม่ต่ำกว่า -๑ ถึง ๕๕ บาร์
- ๒.๑.๓.๓. อุปกรณ์วัดอุณหภูมิขาเข้า (inlet temperature) ช่วงไม่ต่ำกว่า -๒๐ ถึง ๘๐ องศาเซลเซียส
- ๒.๑.๓.๔. อุปกรณ์วัดอุณหภูมิขาออก (outlet temperature) ช่วงไม่ต่ำกว่า -๒๐ ถึง ๘๐ องศาเซลเซียส
- ๒.๑.๔. ชุดอุปกรณ์ควบคุมน้ำยาทำความเย็น (refrigerant control) ประกอบด้วย
 - ๒.๑.๔.๑. ท่อแคพิลลารี (capillary tube)
 - ๒.๑.๔.๒. วาล์วขยายความร้อนแบบเทอร์โมสแตติก (thermostatic expansion valve)
 - ๒.๑.๔.๓. วาล์วควบคุมด้วยมือ (hand expansion valve)
- ๒.๑.๕. อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิ (temperature control)
- ๒.๑.๖. อุปกรณ์ควบคุมความดันคู่ (dual pressure control switches)
 - ๒.๑.๖.๑. ช่วงความดันต่ำ (low pressure switch) ไม่ต่ำกว่า ๐.๒ ถึง ๗.๕ บาร์
 - ๒.๑.๖.๒. ช่วงความดันสูง (high pressure switch) ไม่ต่ำกว่า ๘ ถึง ๓๒ บาร์
- ๒.๑.๗. อุปกรณ์ป้องกันสารทำความเย็นดูดกลับ (accumulator)
- ๒.๑.๘. วาล์วควบคุมการไหลย้อนกลับ (reversing valve)
- ๒.๑.๙. พัดลม/วาล์วควบคุมการทำงานย้อนกลับ (fan and reversing valve control)
- ๒.๑.๑๐. อุปกรณ์วัดอัตราการไหลของสารทำความเย็น (rotameter) ช่วงไม่ต่ำกว่า ๐.๐๔ ถึง ๐.๓๔ ลิตรต่อนาที
- ๒.๑.๑๑. กระจกมองสารทำความเย็น (sight glass)
- ๒.๑.๑๒. ถังพักสารทำความเย็น (liquid receiver)
- ๒.๑.๑๓. ไฟแสดงสถานะ (power indicator)
- ๒.๑.๑๔. แผนผังระบบ (schematic diagram)
- ๒.๑.๑๕. สารทำความเย็น (refrigerant) ชนิด R๑๓๔a

๓. รายละเอียดอื่นๆ

- ๓.๑. เป็นผลิตภัณฑ์จากบริษัทที่ได้รับการรับรองระบบคุณภาพมาตรฐาน ISO ๙๐๐๑
- ๓.๒. ผู้เสนอราคาต้องเป็นตัวแทนจำหน่ายโดยตรงจากบริษัทผู้ผลิต หรือเป็นผู้ผลิตโดยตรงในประเทศไทย
- ๓.๓. บริษัทฯ ได้แนบแค็ตตาล็อก ที่แสดงรายละเอียดทางเทคนิคครบมาพร้อมการเสนอราคา
- ๓.๔. มีคู่มือวิธีการใช้และทดลอง ๑ ชุด และ เป็น CD ๑ แผ่น
- ๓.๕. รับประกันคุณภาพจากการใช้งานปกติ ๑ ปี
- ๓.๖. มีการอบรมและสาธิตการใช้งานเครื่องทดลองให้แก่ผู้ใช้
- ๓.๗. มีผ้าคลุมเครื่องตัดเย็บอย่างดี ขนาดเหมาะสมกับชุดทดลอง จำนวน ๑ ชุด



(นายรังสรรค์ กุญสำโรง)
ประธานกรรมการ



นายอนุวัฒน์ ภาชนะวรรณ
กรรมการ



(นายเกรียงไกร رایณะสุข)
กรรมการและเลขานุการ

๖. เกณฑ์การพิจารณาคัดเลือกข้อเสนอ

การพิจารณาคัดเลือกข้อเสนอ โดยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก จะดำเนินการใช้เกณฑ์การประเมินค่าประสิทธิภาพต่อราคา (Price Performance) โดยมีรายละเอียดการพิจารณาด้านราคาร้อยละ ๓๐ ด้านเทคนิคหรือประสิทธิภาพร้อยละ ๗๐ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

๖.๑ การพิจารณาด้านราคาร้อยละ ๓๐

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก ดำเนินการประเมินราคาจากผู้เสนอราคาที่ย่ำสุดหรือเหมาะสมที่สุดเพื่อความเป็นไปได้ในการดำเนินโครงการ เพื่อให้โครงการสามารถดำเนินได้อย่างมีประสิทธิภาพ

๖.๒ ด้านเทคนิคหรือประสิทธิภาพร้อยละ ๗๐

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก ดำเนินการปรับเพิ่มข้อกำหนดสำหรับการให้คะแนนทางด้านเทคนิคหรือประสิทธิภาพนอกเหนือจาก ข้อกำหนดในคุณสมบัติผู้เสนอราคา ข้อที่ ๓ และข้อกำหนดรายละเอียดคุณลักษณะ ๕.๘ ข้างต้น เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อมหาวิทยาลัยฯ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ลำดับ	เรื่องของการให้คะแนน	หลักการข้อกำหนดการให้คะแนน	เกณฑ์คะแนน	คะแนน	หมายเหตุ
๑	เป็นผู้ประกอบการวิสาหกิจกลางและขนาดย่อม (SMEs) (๕ คะแนน)	ไม่เป็นผู้ประกอบการวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม	๐		
		เป็นผู้ประกอบการวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมหรือดีกว่า	๕		
๒	คุณสมบัติตามข้อ ๕.๘ รายการประกอบที่ ๘	ไม่เป็นไปตามข้อกำหนด	๐		

(นายรังสรรค์ กุญสำโรง)
ประธานกรรมการ

นายอนุวัฒน์ ภาชนะวรรณ
กรรมการ

(นายเกรียงไกร ราชณะสุข)
กรรมการและเลขานุการ

	เป็นไปตามข้อกำหนดตามระบบมาตรฐานสากล ISO ๑๑๘๙๘ เป็นไปตามข้อกำหนดและสามารถบริหารจัดการทุกฟังก์ชันตามข้อที่ ๒.๑๑.๗ (๑๐ คะแนน)	เป็นไปตามกำหนดข้อกำหนด	๑๐		
๓	ได้รับรองมาตรฐานสากล ISO ๙๐๐๑:๒๐๑๕ เพื่อเป็นการรับรองคุณภาพการให้บริการ (๑๐ คะแนน)	ไม่เป็นไปตามกำหนดข้อกำหนด	๐		
		เป็นไปตามกำหนดข้อกำหนด	๑๐		
๔	แสดงผลงานโครงการออกแบบติดตั้งระบบทดสอบเครื่องยนต์ (Engine Test Sytem) ตามคุณสมบัติตามข้อ ๕.๘ รายการประกอบที่ ๘ โดยมีเอกสารแสดงผลงานไม่น้อยกว่า ๑ โครงการพร้อมแนบแบบและแสดงขั้นตอนการทำงาน (๑๕ คะแนน)	ไม่เป็นไปตามกำหนดข้อกำหนด	๐		
		เป็นไปตามกำหนดข้อกำหนด	๑๐		
		ดีกว่าเกณฑ์กำหนด	๑๕		



(นายรังสรรค์ กุณาสำโรง)
ประธานกรรมการ

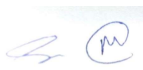


นายอนุวัฒน์ ภาชนะวรรณ
กรรมการ



(นายเกรียงไกร ราชณะสุข)
กรรมการและเลขานุการ

๕	<p>คุณสมบัติตามข้อ ๕.๘ รายการประกอบที่ ๑,๒,๔ และรายการประกอบที่ ๖</p> <p>มีชุดคอมพิวเตอร์แบบพกพา (notebook computer) พร้อมซอฟต์แวร์สำหรับเก็บและประมวลผลข้อมูล จำนวน ๑ ชุด พร้อมสมบัติน้ำหนักหรือทำงานได้ดีกับชุดครุภัณฑ์ดังนี้มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ชนิด IntelCore i๕ หรือทำงานได้ดีกับชุดครุภัณฑ์ มีหน่วยความจำ (RAM) ขนาด ๘ GB มีความเร็วสัญญาณนาฬิกาไม่น้อยกว่า ๕ GHz (กิกะเฮิร์ตซ์) มีหน่วยเก็บข้อมูล (Storage) ชนิด Solid State Drive (SSD) ขนาด ๒๕๖ GB มีระบบปฏิบัติการ (OS) ชนิด Windows ๑๑ หรือทำงานได้ดีกับชุดครุภัณฑ์ (๑๐ คะแนน)</p>	เป็นไปตามกำหนดข้อกำหนด	๕		
		<p>มีชุดคอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะพร้อมซอฟต์แวร์สำหรับเก็บและประมวลผลข้อมูล จำนวน ๑ ชุด พร้อมสมบัติน้ำหนักหรือทำงานได้ดีกับชุดครุภัณฑ์ดังนี้มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ชนิด IntelCore i๗หรือดีกว่า มีหน่วยความจำ (RAM) ไม่น้อยกว่า ๘ GB มีความเร็วสัญญาณนาฬิกาไม่น้อยกว่า ๕ GHz (กิกะเฮิร์ตซ์)มีหน่วยเก็บข้อมูล (Storage) ชนิด Solid State Drive (SSD) ขนาดไม่น้อยกว่า ๕๑๒ GB มีระบบปฏิบัติการ (OS) ชนิด Windows ๑๑ หรือทำงานได้ดีกับชุดครุภัณฑ์</p>	๑๐		
๖	<p>คุณสมบัติตามข้อ ๕.๘ รายการประกอบที่ ๔ ต้องมีมาตรฐาน</p>	ไม่เป็นไปตามกำหนดข้อกำหนด	๐		



(นายรังสรรค์ กุลสำโรง)
ประธานกรรมการ



นายอนุวัฒน์ ภาชนะวรรณ
กรรมการ



(นายเกรียงไกร ราชณะสุข)
กรรมการและเลขานุการ

	ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก) หรือเทียบเท่า (๕ คะแนน)	เป็นไปตามกำหนด ข้อกำหนด	๕		
๗	คุณสมบัติตามข้อ ๕.๘ รายการ ประกอบที่ ๑๐ ต้องมีมาตรฐาน ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก) หรือเทียบเท่า (๕ คะแนน)	ไม่เป็นไปตามกำหนด ข้อกำหนด	๐		
		เป็นไปตามกำหนด ข้อกำหนด	๕		
๘	ข้อเสนอที่เป็นประโยชน์ต่อส่วน ราชการ (๑๐ คะแนน)	มีข้อเสนอที่เป็น ประโยชน์กับการใช้ ประโยชน์จากตัว โครงการ และการ ดำเนินงานของหน่วย ราชการสูงสุด รองลงมา เป็นอันดับ ๒	๑		
		มีข้อเสนอที่เป็น ประโยชน์กับการใช้ ประโยชน์จากตัว โครงการ และการ ดำเนินงานของหน่วย ราชการสูงสุด รองลงมา เป็นอันดับ ๑	๕		
		มีข้อเสนอที่เป็น ประโยชน์กับการใช้ ประโยชน์จากตัว โครงการ และการ ดำเนินงานของหน่วย ราชการสูงสุด	๑๐		



(นายรังสรรค์ กุลสำโรง)
ประธานกรรมการ



นายอนุวัฒน์ ภาชนะวรรณ
กรรมการ



(นายเกรียงไกร ราชณะสุข)
กรรมการและเลขานุการ

๗. เงื่อนไขหรือเอกสารอื่น ๆ

- ๖.๑ สำเนาใบขึ้นทะเบียนผู้ประกอบการวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (SMEs) (ถ้ามี)
- ๖.๒ สำเนาหนังสือรับรองสินค้า Made in Thailand ของสภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย (ถ้ามี)
- ๖.๓ ผู้เสนอราคาต้องเป็นบริษัทที่ได้รับรองมาตรฐานสากล ISO ๙๐๐๑:๒๐๑๕ เพื่อเป็นการรับรองคุณภาพมาตรฐานการให้บริการ
- ๖.๔ ผู้ที่ได้รับการคัดเลือก จะต้องทำการติดตั้งรายการครุภัณฑ์ทุกรายการแล้วเสร็จจนสามารถใช้งานได้

๖.๕ ผู้ที่ได้รับการคัดเลือก จะต้องมีหนังสือคู่มือการใช้งาน และการบำรุงรักษาเป็นภาษาอังกฤษหรือภาษาไทย จำนวน ๑ ชุด

๖.๖ ผู้ที่ได้รับการคัดเลือก จะต้องจัดฝึกอบรม จำนวน ๑๕ วัน หรือ ๑๒๐ ชั่วโมง และสาธิตการใช้งานให้แก่เจ้าหน้าที่เกี่ยวข้องหรือผู้ที่รับผิดชอบจนสามารถเข้าใจใช้งานได้เป็นอย่างดี

๘. วงเงินที่จะใช้ในการจัดซื้อ

เงินงบประมาณ จำนวนเงิน ๑๕,๐๐๐,๐๐๐.๐๐ บาท (สิบห้าล้านบาทถ้วน)

๙. ระยะเวลารับประกัน

รับประกันเป็นเวลา ๑ ปี นับถัดจากวันที่ได้รับมอบงานเสร็จสิ้นในงวดสุดท้าย

๑๐. การซ่อมแซมแก้ไข

ผู้ขายจัดการซ่อมแซมแก้ไขงานดังกล่าวให้ใช้งานได้ดีดังเดิมภายใน ๑๔ วัน นับถัดจากวันที่ได้รับแจ้งความชำรุด

๑๑. กำหนดส่งมอบ สถานที่ส่งมอบ และการจ่ายเงิน

๑๑.๑ ผู้ขายจะต้องส่งมอบพัสดุให้ถูกต้องครบถ้วนและตามเงื่อนไขสัญญาที่กำหนด ให้แล้วเสร็จ ภายใน ๓๐๐ วัน นับถัดจากวันลงนามในสัญญา และผู้ขายต้องดำเนินการจัดทำแผนการส่งมอบพัสดุทุกรายการ ภายใน ๗ วันนับถัดจากลงนามในสัญญา โดยเสนอต่อคณะกรรมการตรวจรับพัสดุ เพื่อเห็นชอบแผนของผู้ขาย

๑๑.๒ สถานที่ส่งมอบ ณ คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก สัญญา

๑๑.๓ การจ่ายเงิน แบ่งงวดเงิน งวดงาน ออกเป็น ๓ งวดโดยมีเงื่อนไขดังนี้
งวดที่ ๑ จ่ายเงินคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ เท่ากับ ๒๐% ตามมูลค่าของสัญญา
เมื่อผู้ขายดำเนินการการส่งมอบครุภัณฑ์รายการที่ ๔ และ รายการที่ ๑๐ พร้อมติดตั้งแล้วเสร็จ ภายใน ๖๐ วันนับถัดจากวันที่ลงนามในสัญญา

งวดที่ ๒ จ่ายเงินคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ เท่ากับ ๕๐% ตามมูลค่าของสัญญา

(นายรังสรรค์ กุฎสำโรง)
ประธานกรรมการ

นายอนุวัฒน์ ภาชนะวรรณ
กรรมการ

(นายเกรียงไกร رایณะสุข)
กรรมการและเลขานุการ

เมื่อ ผู้ขายดำเนินการส่งมอบครุภัณฑ์รายการแล้วรายการที่๑,๒,๓,๕,๖,๗,๘ และรายการที่ ๑๑ พร้อมติดตั้งแล้วเสร็จภายใน ๑๘๐ วันนับถัดจากวันที่ลงนามในสัญญา

งวดที่ ๓ จ่ายเงินคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ เท่ากับ ๓๐% ตามมูลค่าของสัญญา

เมื่อ ผู้ขายดำเนินการส่งมอบครุภัณฑ์รายการที่ ๘ พร้อมติดตั้งแล้วเสร็จ ภายใน ๓๐๐ วันนับถัดจากวันที่ลงนามในสัญญา ผู้ขายส่งรูปเล่มหรือ Flash drive หรือ CD การใช้งานของครุภัณฑ์ทุกรายการ รวมถึงการอบรมการใช้งานครุภัณฑ์ทุกรายการ

๑๒. ค่าปรับ

ค่าปรับตามแบบสัญญาซื้อขายหรือข้อตกลงซื้อขายเป็นหนังสือให้คิดในอัตราร้อยละ ๐.๒๐ ของราคาค่าสิ่งของที่ยังไม่ได้รับมอบต่อวัน

๑๓. หน่วยงานรับผิดชอบดำเนินการ

คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก

๑๔. สถานที่ติดต่อเพื่อขอทราบข้อมูลเพิ่มเติม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก ๔๓ หมู่ ๖ ต.บางพระ อ.ศรีราชา จ.ชลบุรี ๒๐๑๑๐
โทรศัพท์: ๐๓๓-๑๓๖๐๕๕ ต่อ ๑๐๗๘ <http://www.rmutto.ac.th> หรือ อีเมลล์ purchase@rmutto.ac.th

๑๕. ระยะเวลาการเผยแพร่ประกาศและเอกสารซื้อหรือจ้างโดยวิธีประกาศเชิญชวนทั่วไป

ตามหนังสือกรมบัญชีกลางมีหนังสือด่วนที่สุด ที่ กค(กวจ) ๐๔๐๕.๔/ว๔๑ ลงวันที่ ๒๔ มกราคม ๒๕๖๗ เรื่อง แนวทางปฏิบัติในการเตรียมการจัดซื้อจัดจ้างและการเร่งรัดการใช้จ่ายเงินงบประมาณ พ.ศ. ๒๕๖๗

ดำเนินการเผยแพร่ประกาศและเอกสารซื้อหรือจ้างด้วยวิธีประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์สำหรับการซื้อชุดห้องปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล ตำบลบางพระ อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี เป็นระยะเวลา ๕ วัน ทั้งนี้ ได้คำนึงถึงระยะเวลาในการให้ผู้ประกอบการเตรียมการจัดทำเอกสารเพื่อยื่นข้อเสนอ

ลงชื่อ

(นายรังสรรค์ กุฎสำโรง)

ประธานกรรมการ

ลงชื่อ

(นายอนุวัฒน์ ภาชนะวรรณ)

กรรมการ

ลงชื่อ

(นายเกรียงไกร رایณะสุข)

กรรมการและเลขานุการ

(นายรังสรรค์ กุฎสำโรง)
ประธานกรรมการ

นายอนุวัฒน์ ภาชนะวรรณ
กรรมการ

(นายเกรียงไกร رایณะสุข)
กรรมการและเลขานุการ



(นายรังสรรค์ กุศลสำโรง)
ประธานกรรมการ



นายอนุวัฒน์ ภาชนะวรรณ
กรรมการ



(นายเกรียงไกร رایณะสุข)
กรรมการและเลขานุการ