

รายละเอียดประกอบการจัดซื้อครุภัณฑ์

1. รายการ ชุดฝึกอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์และการทดสอบวัสดุ

2. จำนวนที่ต้องการ 1 ชุด

3. คุณสมบัติเฉพาะ (Specification)

3.1 ชุดฝึกการทำงานของเกียร์ธรรมดา 1 ชุด

3.1.1 คุณสมบัติทั่วไป

เกียร์ธรรมดา แบบขับเคลื่อนล้อหน้าและขับเคลื่อนล้อหลัง ติดตั้งบนแท่นฝึกเป็นเกียร์ผ่าสามารถมองเห็นชิ้นส่วนภายในได้อย่างชัดเจน พร้อมชุดคันเข้าเกียร์ สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก

3.1.1.1. มีแท่นยึดเกียร์ ทำจากวัสดุที่แข็งแรง พร้อมพ่นสีเรียบร้อยสวยงาม มีล้อสามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก

3.1.1.2. เป็นชุดเกียร์ธรรมดา 5 ความเร็ว ขับเคลื่อนล้อหลัง ผ่าให้เห็นชิ้นส่วนภายในอย่างชัดเจน จำนวน 1 ลูก

3.1.1.3. ชิ้นส่วนและแนวการตัด พ่นสีให้เห็นความแตกต่างของชิ้นส่วนอย่างชัดเจน

3.1.1.4. ผ่าให้เห็นชิ้นส่วนประกอบของขบวนเฟืองเกียร์ทุกตำแหน่ง

3.1.1.5. ผ่าให้เห็นชิ้นส่วนประกอบของกลไกเข้าเกียร์ทุกตำแหน่ง

3.1.1.6. ชุดเกียร์ผ่าสามารถเข้าเกียร์ได้ทุกตำแหน่ง

3.1.1.7. สามารถหมุนดูการทำงานของขบวนเฟืองเกียร์ได้

3.1.1.8. มีคู่มือประกอบการใช้และใบงานประกอบการสอน ชุดฝึกเกียร์ธรรมดา 5 ความเร็ว จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด

3.1.1.9. มีผ้าคลุมชุดฝึกทำด้วยผ้าอย่างดี อย่างละ 1 ผืน

3.1.1.10. รับประกันคุณภาพสินค้า 1 ปี

3.2 ชุดฝึกเครื่องปรับอากาศรถยนต์ 1 ชุด

3.2.1 คุณสมบัติทั่วไป

เป็นชุดฝึกระบบปรับอากาศรถยนต์ที่มีใช้ในปัจจุบันชนิดใช้สารทำความเย็น R134a

ควบคุมการทำงานด้วยสวิตช์กัญญ์แอร์รถยนต์ ขับเคลื่อนคอมเพรสเซอร์ด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า กระแสสลับ อุปกรณ์ทั้งหมดเป็นอุปกรณ์จริง ติดตั้งอยู่ในโครงโต๊ะ มีล้อสามารถเคลื่อนที่ได้สะดวก

3.2.2. รายละเอียดทางเทคนิค

3.2.2.1. มอเตอร์ไฟฟ้าสำหรับขับเคลื่อนคอมเพรสเซอร์ขนาด 3 แรงม้า 220 โวลต์ 50 เฮิร์ต

พร้อมอุปกรณ์ควบคุมความเร็วของมอเตอร์ จำนวน 1 ชุด

3.2.2.2. คอมเพรสเซอร์แบบโรตารีพร้อมสายพานและฝาครอบป้องกันสายพาน จำนวน 1 ชุด

3.2.2.3. แผงคอนเดนเซอร์ระบายความร้อนของสารทำความเย็น พร้อมพัดลมระบายความร้อน จำนวน 1 ชุด

3.2.2.4. อุปกรณ์กรองสิ่งสกปรกและความชื้น จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด

3.2.2.5. ชุดควบคุมคุณภาพลมเย็น จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด ประกอบด้วย

3.2.2.5.1 ชุดคอยล์เย็น จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ตัว

3.2.2.5.2 ชุดเทอร์โมสตัทควบคุมการทำงานด้วยอิเล็กทรอนิกส์ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ตัว

3.2.2.5.3 ชุดพัดลมระบายลมเย็น ชนิด 4 ความเร็ว หรือมากกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ตัว

3.2.2.5.4 ชุดวาล์วควบคุมละอองสารทำความเย็น จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ตัว

3.2.2.6. ท่อทางสารทำความเย็น ติดตั้งอย่างเรียบร้อย สวยงาม จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด

3.2.2.7. อุปกรณ์ประกอบการใช้งาน

3.2.2.7.1 โตะสำหรับติดตั้งอุปกรณ์ระบบปรับอากาศรถยนต์ ขนาด 1200 มิลลิเมตร

จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ตัว

3.2.2.7.2 โครงสำหรับติดตั้งแผงวงจรและอุปกรณ์ ควบคุมระบบปรับอากาศรถยนต์ จำนวน 1 โครง

3.2.2.8. รายละเอียดอื่นๆ

3.2.2.8.1 มีคู่มือใบงานประกอบการเรียนการสอน จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด

3.2.2.8.2 ฝัากลุ่มชุดฝึกทำจากฝัาร่มอย่างดี จำนวน 1 ฝืน

3.2.2.8.3 มีการแนะนำและสาธิตการใช้งานชุดฝึกให้กับบุคลากรของสถานศึกษา จนสามารถใช้งานได้อย่างถูกต้อง

3.2.2.8.4 รับประกันคุณภาพสินค้า 1 ปี

3.3 ชุดทดลองเครื่องวิเคราะห์ก๊าซไอเสีย 1 เครื่อง

เป็นชุดวัดที่สามารถติดตั้งบนยานพาหนะและมีชุดบันทึกผลข้อมูล สามารถวัดค่าปริมาณของแก๊สที่เกิดจากการเผาไหม้ขณะที่ยานพาหนะทำงานอยู่ มีรายละเอียดการวัดดังต่อไปนี้

- O₂ ช่วงการวัด 0-25% ค่าความแม่นยำ 0.1% ค่าความละเอียด 0.01% Vol หรือดีกว่า
- CO ช่วงการวัด 0-10% ค่าความแม่นยำ 0.06% ค่าความละเอียด 0.01% Vol หรือดีกว่า
- CO₂ ช่วงการวัด 0-20% ค่าความแม่นยำ 0.3% ค่าความละเอียด 0.1% Vol หรือดีกว่า
- HC ช่วงการวัด 0-2000 ppm ค่าความแม่นยำ 4 ppm HC ค่าความละเอียด 1 ppm Vol หรือดีกว่า
- NO ช่วงการวัด 0-5000 ppm ค่าความแม่นยำ 25 ppm ค่าความละเอียด 1 ppm หรือดีกว่า

สามารถเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์เพื่อบันทึกผลการวัดและมีโปรแกรมช่วยในการแสดงผล มีปั๊มในตัว และ

“Sniffer” probe ทำมาจาก Stainless steel

- หน้าจอแสดงผล LCD ขนาด 3”x 5” แสดงผลทั้ง 5 ค่า และค่า AFR หรือ LAMDA ได้ หรือสูงกว่า
- มีค่า Zero และ Span Drift ขนาดน้อยกว่า $\pm 0.6\%$ of full scale หรือดีกว่า
- ขนาดของ Sample hose ยาวไม่น้อยกว่า 7 เมตร

มีอุปกรณ์ประกอบด้วย

1. ตัว Smoke Opacity Meter หน้าจอแสดงผลแบบ Real Time สามารถเชื่อมต่อการทำงานผ่านคอมพิวเตอร์ได้โดยผ่าน Software จำนวน 1 ชุด

2. ตัว Air Flow Meter Turbine มีช่วงการวัด 10 ถึง 800 cfm หรือดีกว่า จำนวน 1 ชุด

3. ตัว Fuel Flow Transducers จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ชุด

4. ตัว Weather Station Module สำหรับวัดหาค่า air temperature, barometric pressure, relative humidity หรือมากกว่า แบบ Real Time จำนวน 1 ชุด

5. ตัว Pressure Transducers ขนาด 0.8 ถึง 1.5 bar หรือดีกว่า จำนวน 1 ชุด

6. ตัว Optical RPM Pickup Kit เป็นแบบ infrared sensor เพื่อวัดค่าความเร็วของเครื่องยนต์ ตัวฐานเป็นแบบ magnetic หรือดีกว่า เพื่อง่ายต่อการยึดและติดตั้งจำนวน 1 ชุด

7. ตัว Propeller Shaft RPM Pick-Up Transducer Kit จำนวน 1 ชุด

8. ตัว Air Temperature Thermistor สำหรับวัดค่าอุณหภูมิของ intake air ขณะทำการวัด จำนวน 1 ชุด
9. ตัว Engine Temperature Thermistor สำหรับวัดอุณหภูมิของ Coolant temperature จำนวน 1 ชุด
10. ตัว Oil Temperature Dipstick สำหรับวัดอุณหภูมิของน้ำมัน จำนวน 1 ชุด
11. ตัว Three Exhaust Gas Temperature สำหรับวัดอุณหภูมิของ Exhaust Gas จำนวน 1 ชุด
12. CCTV 1 Set สำหรับบันทึกผลการทดสอบ
13. เครื่องวิเคราะห์ก๊าซไอเสีย 1 เครื่อง มีรายละเอียดดังนี้

เป็นชุดวัดที่สามารถวัดค่าปริมาณของก๊าซที่เกิดจากการเผาไหม้ของอุปกรณ์ หม้อต้มไอน้ำ หัวเผาของเตาเผา และ เครื่องยนต์สันดาปภายใน มีรายละเอียดการวัดดังต่อไปนี้

- O₂ ช่วงการวัด 0-20.9 Vol.% ค่าความแม่นยำ ± 0.2 Vol.% ค่าความละเอียด 0.1 Vol.% หรือดีกว่า
- CO ช่วงการวัด 0-10/20 Vol.% ค่าความแม่นยำ 0-20 % ค่าความละเอียด 0.001% Vol.% หรือดีกว่า
- CO₂ ช่วงการวัด 0-20 Vol.% ค่าความแม่นยำ ± 0.2 Vol.% ค่าความละเอียด 0.01% Vol.% หรือดีกว่า
- HCl ช่วงการวัด 0-200 ppm ค่าความแม่นยำ 0-20 % ค่าความละเอียด 1 ppm หรือดีกว่า
- NO ช่วงการวัด 0-2000 ppm ค่าความแม่นยำ 0-20 % ค่าความละเอียด 1 ppm หรือดีกว่า
- SO₂ ช่วงการวัด 0-4000 ppm ค่าความแม่นยำ 0-20 % ค่าความละเอียด 1 ppm หรือดีกว่า
- สามารถวัด N₂O, CL₂, H₂, NH₃, HC หรือ H₂S หรือมากกว่า
- สามารถวัดย่านอุณหภูมิได้สูงถึง 2732°F/1500°C หรือมากกว่า

มีอุปกรณ์ประกอบด้วย

1. มีตัวเซ็นเซอร์ CO₂, CH₄/HC และ N₂O หรือมากกว่า
2. มีชุดวัดอัตราเร็ว จำนวน 1 ชุด
3. มีตัว Probes วัดก๊าซตัวอย่าง
4. มีชุดอุปกรณ์วัดเขม่าจากการเผาไหม้ จำนวน 1 ชุด
5. มีชุดอุปกรณ์ Pitot Tube จำนวน 1 ชุด

3.4 ชุดเครื่องยนต์ดีเซล 1 ชุด

3.4.1 คุณสมบัติทั่วไป

เป็นเครื่องยนต์ดีเซล ชนิด 4 สูบ 4 จังหวะ ใช้ระบบระบายความร้อนด้วยน้ำ ฝาให้เห็นการทำงานของชิ้นส่วนภายในเครื่องยนต์ได้อย่างชัดเจนเพื่อใช้ศึกษาระบบการทำงานของเครื่องยนต์ดีเซล ตัวเครื่องติดตั้งอยู่บนแท่นสามารถหมุนให้เห็นการทำงานของเครื่องยนต์ได้

3.4.2. รายละเอียดทางเทคนิค

3.4.2.1. เครื่องยนต์ดีเซล ชนิด 4 สูบ 4 จังหวะ ความจุกระบอกสูบ ไม่น้อยกว่า 2,000 CC.
ใช้ระบบระบายความร้อนด้วยน้ำ

3.4.2.2. ส่วนประกอบของเครื่องยนต์ที่ฝาให้เห็นชิ้นส่วนภายในมีดัง ต่อไปนี้

- 3.4.2.2.1 ชุดฝาสูบฝาให้เห็นการทำงานของ กลไกลิ้นไอดีและลิ้นไอเสีย
- 3.4.2.2.2 เสื้อสูบฝาให้เห็นการทำงานของลูกสูบพร้อมห้องเพลาค้อเหวี่ยง
- 3.4.2.2.3 ฝาครอบชุดสายพานไทม์มิ่ง

- 3.4.2.2.4 ฝาครอบวาล์ว
- 3.4.2.2.5 อ่างน้ำมันหล่อลื่น
- 3.4.2.2.6 ท่อร่วมไอดีและไอเสีย
- 3.4.2.2.7 เรือนลิ้นเร่ง
- 3.4.2.2.8 เทอร์โมสตัท
- 3.4.2.2.9 ใส์กรองน้ำมันหล่อลื่น
- 3.4.2.2.10 ปัมน์น้ำเชื้อเพลิงแรงดันสูง
- 3.4.2.2.11 ปัมน์น้ำ
- 3.4.2.2.12 พัดลมระบายความร้อน
- 3.4.2.2.13 อัลเตอร์เนเตอร์
- 3.4.2.2.14 คอมเพรสเซอร์พร้อมคลัทช์แม่เหล็ก
- 3.4.2.3. เครื่องยนต์ที่ผ่าสามารถหมุนให้เห็นการทำงานได้ โดยใช้มอเตอร์ 220 V. 50 Hz พร้อมชุดเกียร์ทดและอุปกรณ์ส่งกำลัง
- 3.4.2.4. ชิ้นส่วนที่ถูกผ่ามีการทำสีให้เห็นความแตกต่างของชิ้นส่วนอย่างชัดเจนสวยงาม
 - 3.4.2.4.1. มีคู่มือการใช้งานและการบำรุงรักษา จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
 - 3.4.2.4.2. มีผ้าคลุมชุดฝึกทำด้วยผ้าอย่างดี จำนวน 1 ผืน
 - 3.4.2.4.3. รับประกันคุณภาพสินค้า 1 ปี

3.5 ชุดฝึกทดลองระบบเกียร์อัตโนมัติ 1 ชุด

3.5.1 คุณสมบัติทั่วไป

เกียร์อัตโนมัติแบบขับเคลื่อนล้อหน้า ติดตั้งบนแท่นฝึกเป็นเกียร์ผ่า สามารถมองเห็นชิ้นส่วนภายในได้อย่างชัดเจน พร้อมชุดทอร์คคอนเวอร์เตอร์สามารถเคลื่อนย้าย ได้สะดวก

3.5.2. รายละเอียดทางเทคนิค

- 3.5.2.1. มีแท่นยึดเกียร์ทำจากวัสดุที่แข็งแรง พร้อมพ่นสีเรียบร้อยสวยงาม มีล้อสามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก
- 3.5.2.2. เป็นชุดเกียร์อัตโนมัติขับเคลื่อนล้อหน้า ผ่าให้เห็นชิ้นส่วนภายในอย่างชัดเจน จำนวน 1 ลูก
- 3.5.2.3. ชิ้นส่วนและแนวการตัด พ่นสีให้เห็นความแตกต่างของชิ้นส่วนอย่างชัดเจน
- 3.5.2.4. ผ่าให้เห็นชิ้นส่วนประกอบของทอร์คคอนเวอร์เตอร์สามารถหมุนสาธิตการทำงานได้
- 3.5.2.5. ผ่าให้เห็นชิ้นส่วนประกอบของชุดแผ่นคลัทช์
- 3.5.2.6. ผ่าให้เห็นชิ้นส่วนประกอบของชุดเพนเนทตารีเกียร์
- 3.5.2.7. ผ่าให้เห็นชิ้นส่วนประกอบของชุดเบรกแบนและชุดควบคุม
- 3.5.2.8. ผ่าให้เห็นชิ้นส่วนประกอบของชุดกัฟเวอร์เนอร์
- 3.5.2.9. มีคู่มือประกอบการใช้และใบงานประกอบการสอน ชุดฝึกฯ จำนวน 1 ชุด
- 3.5.2.10. มีผ้าคลุมชุดฝึกทำด้วยผ้าอย่างดี อย่างละ 1 ผืน
- 3.5.2.11. รับประกันคุณภาพสินค้า 1 ปี

3.6 ชุดฝึกทดลองระบบเฟืองท้ายรถ 1 ชุด

3.6.1 คุณสมบัติทั่วไป

เป็นชุดสาธิตการทำงานของเฟืองท้ายและเพลากลางชนิดขับเคลื่อนหลังล้อ พร้อมชุดเบรกซึ่งทำให้เห็นส่วนประกอบโครงสร้างภายในทุกชิ้นส่วน ติดตั้งบนแท่นสามารถหมุนให้เห็นการทำงานได้ด้วยมอเตอร์

3.6.2. รายละเอียดทางเทคนิค

- 3.6.2.2.1 เป็นชุดสาธิตการทำงานของเฟืองท้ายและเพลากลางชนิดขับเคลื่อนหลังล้อพร้อมเบรก
- 3.6.2.2.2 เป็นชุดเฟืองท้ายล้อให้เห็นส่วนประกอบโครงสร้างภายในชัดเจน
- 3.6.2.2.3 ส่วนประกอบทุกชิ้น สามารถหมุนได้เหมือนจริง โดยใช้มอเตอร์หมุนให้เห็นการทำงานที่ความเร็วรอบต่ำ
- 3.6.2.2.4 มีแท่นรองรับ สามารถยึดชุดเฟืองท้ายและเพลากลางพร้อมชุดเบรกได้ แข็งแรงมั่นคง
- 3.6.2.2.5 ส่วนที่ผ่าทาสีหรือพ่นสีให้สวยงามและเด่นชัด
- 3.6.2.2.6 สามารถปรับความเร็วรอบของมอเตอร์โดยชุดควบคุม
- 3.6.2.2.7 มีคู่มือการใช้งานชุดฝึกเฟืองท้าย ไม่น้อยกว่า 1 ชุด

3.7 ชุดฝึกระบบเบรกกาลังแบบใช้แรงดันลม 1 ชุด

3.7.1 คุณสมบัติทั่วไป

เป็นชุดฝึกระบบเบรกกาลังที่ติดตั้งบนแผง สามารถทดลองให้เห็นการทำงานของระบบเบรกกาลังแบบใช้แรงดันลม(Air Brake System) ได้เหมือนของจริง แผงชุดฝึก มีล้อที่แข็งแรง สามารถเคลื่อนที่ได้สะดวก

3.7.2 รายละเอียดทางเทคนิค

- 3.7.2.1 มีถังลมสำรอง (Reservoir) จำนวน 1 ถัง
- 3.7.2.2 มีวาล์วควบคุมแรงดันลมจำนวน 1 ตัว
- 3.7.2.3 มีวาล์วแรงดันลมระหว่างลูกสูบล้อหน้าและล้อหลัง
- 3.7.2.4 มีวาล์วแป้นเบรกลม (Brake Pedal Valve) จำนวน 1 ตัว
- 3.7.2.5 มีชุดลูกสูบ (Brake Chamber) ที่ประกอบไปด้วยลูกสูบเบรกหน้า 2 ตัว พร้อมชุดดรัมเบรกทำด้วยโลหะหล่อ และ ลูกสูบเบรกหลัง 2 ตัว พร้อมชุดดรัมเบรกทำด้วยโลหะหล่อ
- 3.7.2.6 วาล์วเบรกมือ จำนวน 1 ตัว
- 3.7.2.7 มีเกจวัดแรงดันลมในระบบเบรก จำนวน 3 ตัว หรือมากกว่า
- 3.7.2.8 มีรอกดันน้ำมันหล่อลื่นออกจากลม จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- 3.7.2.9 มีท่อทางต่ออุปกรณ์ต่าง ๆ เข้าด้วยกัน โดยติดตั้งอย่างเรียบร้อยสวยงาม
- 3.7.2.10 มีอุปกรณ์ติดตั้งอยู่บนแผงที่ทำการพ่นสีเพื่อป้องกันสนิม มีล้อรองรับที่แข็งแรง เพื่อสามารถทำการเคลื่อนย้ายได้สะดวกพร้อมทั้งสามารถถอดและประกอบล้อได้
- 3.7.2.12 สามารถทดลองการทำงานของระบบได้

3.7.3 รายละเอียดอื่นๆ

- 3.7.3.1 มีคู่มือประกอบการใช้งานและใบงานประกอบการสอน ไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- 3.7.3.2 มีการสาธิตการใช้งานชุดฝึกระบบเบรกกำลังแบบใช้แรงดันลมจนสามารถใช้งานได้ถูกต้อง
- 3.7.3.3 มีผ้าคลุมชุดฝึกแบบผ้าร่มที่สามารถคลุมชุดการทดลองได้หมด 1 ผืน
- 3.7.3.4 รับประกันคุณภาพสินค้า 1 ปี

3.8 ชุดฝึกพวงมาลัยกำลังควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ 1 ชุด

3.8.1 คุณสมบัติทั่วไป

เป็นชุดฝึกพวงมาลัยกำลังควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ ที่มีใช้ในรถยนต์อย่างแพร่หลายภายในประเทศ มีระบบจำลองสัญญาณความเร็วรถเพื่อสังเกตผลกระทบที่เกิดขึ้นกับระบบบังคับเลี้ยว

3.8.2 รายละเอียดทางเทคนิค

- 3.8.2.1 เป็นชุดฝึกพวงมาลัยกำลังมีอุปกรณ์ประกอบครบ จำนวน 1 ชุด
- 3.8.2.2 เป็นชุดควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ที่สามารถใช้งานได้ตามมาตรฐานของบริษัทผู้ผลิต
- 3.8.2.3 เป็นชุดฝึกที่สามารถใช้ฝึกสภาพการทำงานได้เหมือนกับสถานการณ์จริงภายในรถยนต์
- 3.8.2.4 มีระบบรองรับน้ำหนักด้านหน้า และมีมอเตอร์ขับสำหรับสร้างแรงดันน้ำมันพาวเวอร์
- 3.8.2.5 มีชุดส่งสัญญาณควบคุมพวงมาลัยที่สามารถทำงานได้จริง
- 3.8.2.6 มีชุดจำลองโหลดเพื่อสร้างแรงต้านให้กับระบบบังคับเลี้ยว
- 3.8.2.7 ชุดฝึกประกอบอยู่บนแผงติดตั้งอยู่บนแท่นโดยที่มีล้อรองรับเพื่อสามารถเคลื่อนที่ได้สะดวก

3.8.3 รายละเอียดอื่นๆ

- 3.8.3.1 มีคู่มือประกอบการใช้งานและใบงานประกอบการสอน ไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- 3.8.3.2 มีการสาธิตการใช้งานจนสามารถใช้งานได้ถูกต้อง
- 3.8.3.3 มีผ้าคลุมชุดฝึกแบบผ้าร่มที่สามารถคลุมชุดการทดลองได้หมด อย่างละ 1 ผืน
- 3.8.3.4 ได้รับการรับรองมาตรฐานสากล
- 3.8.3.5 รับประกันคุณภาพสินค้า 1 ปี

3.9 ชุดฝึกระบบสันสะท้อนของรถยนต์ 1 ชุด

3.9.1 คุณสมบัติทั่วไป

เป็นชุดฝึกเพื่อการศึกษากระบวนการรับแบบแออร์ซิสเพนชั่น โดยอุปกรณ์ประกอบเป็นอุปกรณ์จากรถยนต์เดียวกัน สามารถทดลองให้เห็นการทำงานได้เหมือนของจริง

3.9.2. รายละเอียดทางเทคนิค

- 3.9.2.1. มีอุปกรณ์ระบบรองรับน้ำหนักด้วยถุงลมแออร์ซิสเพนชั่น ครบ 4 ล้อ
- 3.9.2.2. มีเครื่องต้นกำลังเป็นเครื่องยนต์ดีเซล
- 3.9.2.3. มีระบบบังคับเลี้ยวที่ใช้ร่วมกับระบบรองรับน้ำหนักแบบแออร์ซิสเพนชั่น
- 3.9.2.4. มีระบบเบรกที่ใช้ร่วมกับระบบรองรับน้ำหนักแบบแออร์ซิสเพนชั่น
- 3.9.2.5. เครื่องอัดอากาศสามารถสร้างแรงดันสูงสุดได้ 350 ปอนด์ ต่อตารางนิ้ว หรือสูงกว่า
- 3.9.2.6. ถังลม รักษาระดับความดันได้คงที่ 300 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว และมีSafety Valve หรือดีกว่า

- 3.9.2.7. สามารถทดสอบการทำงานของระบบรองรับน้ำหนักจริง
- 3.9.2.8. มีเกจวัดแรงดันลม (Pressure Gauge) แสดงผลให้เห็นขณะทำงานจริงได้
- 3.9.2.9. มีลิ้นควบคุมแรงดัน (Pressure Regulator) สามารถปรับความดันการใช้งานได้
- 3.9.2.10. รายละเอียดอื่น ๆ
- 3.9.2.10.1 มีคู่มือและใบงานประกอบการสอนครอบคลุมเนื้อหาบบรองรับ อย่างละไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- 3.9.2.10.2 รับประกันคุณภาพสินค้า 1 ปี

3.10 เครื่องตั้งศูนย์เพลลาแบบเลเซอร์ จำนวน 2 ชุด

1.คุณสมบัติทั่วไป

เป็นเครื่องมือตั้งศูนย์เพลลาแบบเลเซอร์ โดยมีฟังก์ชันตั้ง *Alignment* แนวนอน และฟังก์ชันตั้ง *Alignment* แนวตั้งรวมทั้งฟังก์ชันหา *Soft foot* และสามารถบันทึกค่าภายในเครื่องและสามารถถ่ายโอนข้อมูลไปยัง คอมพิวเตอร์ด้วยสาย *USB*

2.คุณสมบัติพิเศษ

- วัสดุตัวเครื่อง พลาสติกทนแรงกระแทกสูง *ABS* และยาง *TPE*
- อุณหภูมิใช้งาน -10 to 50°C (14 to 122°F) หรือสูงกว่า
- อุณหภูมิในการเก็บ -20 to 70°C (-4 to 158°F) หรือสูงกว่า
- ความชื้นสัมพัทธ์ 10 – 90% หรือสูงกว่า
- น้ำหนักตัวเครื่อง 0.7 kg (1.54 lbs) รวมแบตเตอรี่
- ขนาด 205 mm x 116 mm x 56 mm (8.1 in x 4.6 in x 2.2 in)
- การป้องกันสิ่งแวดล้อม IP 54
- หน่วยความจำแฟลชที่จัดเก็บ 4 Mb หรือมากกว่า
- ขนาดของหน้าจอ 4” (80 x 60 mm) หรือดีกว่า
- เชื่อมต่อสื่อสาร ปุ่มกดแบบ *Membrane*
2 RS-485 หรือดีกว่า
- อุปกรณ์ต่อพ่วง 1 USB slave port
- แหล่งจ่ายไฟ 3 x 1.5V LR-14 (C) Alkaline batteries
- เวลาในการทำงาน 15 ชั่วโมงการใช้งานทั่วไป หรือมากกว่า
- LED แสดงผล เขียว, สีส้ม, สีแดงสำหรับแสดงสถานะ การ *Alignment* หรือดีกว่า

3.อุปกรณ์ประกอบรวม

อุปกรณ์ประกอบด้วย

- กล่อง 1 ชิ้น
- ก้านขัน 1 ชิ้น
- เซ็นเซอร์ฝั่ง TDS 1 ชิ้น

- เซ็นเซอร์ฝัง TDM	1 ชิ้น
- ตลับเมตร	1 ชิ้น
- หน้าจอ (control Unit)	1 ชิ้น
- ชุดยึดแกนเลา, ขึ้น ก้านขนาด 150mm, โซ้ยึดเพลลา470mm	2 ชุด
- แบตเตอรี่	3 ก้อน
- สาย USB	1 เส้น
- คู่มือการใช้งาน ภาษาอังกฤษ / ภาษาไทย	1 เล่ม
- CD คู่มือการใช้งาน	1 แผ่น

3.11 ชุดการทดลองระบบเฟืองท้าย จำนวน 1 ชุด

3.11.1 คุณสมบัติทั่วไป

เป็นชุดเฟืองท้ายที่ใช้คลัทช์แบบกรวยหรือแบบแผ่นสำหรับล็อกเพลลาทั้งสองข้างเพื่อให้ออกเกิดการขับเคลื่อนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ติดตั้งบนแท่น มีล้อเคลื่อนที่ได้สะดวก

3.11.2. รายละเอียดทางเทคนิค

- 3.11.2.1. เป็นชุดเฟืองท้ายแบบลิมิตเต็ดสลลิป (LIMITED-SLIP DIFFERENTIAL) สามารถป้องกันการลื่นไถล
- 3.11.2.2. มีอุปกรณ์ประกอบครบสภาพพร้อมที่จะใช้งานได้ทันที
- 3.11.2.3. เป็นชุดเฟืองท้ายเก่าที่ไม่เคยปรับปรุงสภาพมาก่อน
- 3.11.2.4. เป็นชุดเฟืองท้ายที่มีใช้กับรถยนต์ในประเทศ
- 3.11.2.4. มีคู่มือใบงานประกอบการเรียนการสอน ชุดฝึกเฟืองท้าย ไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- 3.11.2.5. มีผ้าคลุมชุดฝึกฯ จำนวน 1 ผืน

3.12 เครื่องตรวจวิเคราะห์ความสั่นสะเทือนของเครื่องจักร จำนวน 1 ชุด

3.12.1 คุณสมบัติทั่วไป

เป็นเครื่องตรวจวัดความสั่นสะเทือนชนิดมือถือ จอสี พร้อมหัววัดความสั่นสะเทือนของวัตถุและหัววัดความเร็วรอบแบบแสง ทำงานด้วยแบตเตอรี่แบบประจุใหม่ได้ สะดวกในงานตรวจวัดนอกสถานที่ บรรจุในกระเป๋าสะพายจากผู้ผลิตเดียวกัน

3.12.2 คุณสมบัติเฉพาะ

เครื่องวัดมีขนาดจับถือสะดวก มีสายคล้องมือ และสายคล้องคอ ด้านข้างเป็นวัสดุยางกระชับมือ ไม่ลื่น ด้านหน้าเป็นจอแสดงผลสี ด้านข้างจอเป็นปุ่มกดและปุ่มหมุนสั่งการเครื่อง ด้านบนเครื่องเป็นฝาปิดช่องเสียบหัววัดและอุปกรณ์ต่อพ่วงต่างๆ และมีคุณสมบัติดังนี้

- การแยกความถี่	แบบ FFT (Fast Fourier Transform)
- ความละเอียดแกนความถี่	800 lines หรือดีกว่า
- ความกว้างแกนความถี่	20000Hz หรือดีกว่า
- การแสดงหน่วยของแกนความถี่	Hz, Orders, CPM หรือมากกว่า
- การแสดงหน่วยของแกนความสั่น	inch/sec, mm/sec หรือมากกว่า
- A/D converter	4 channels, 24 bit หรือดีกว่า
- Dynamic range	128dB หรือดีกว่า

- Signal to Noise ratio 100dB หรือดีกว่า
- อัตราสุ่มสัญญาณ 2.5 to 50 kHz หรือดีกว่า
- ช่องต่อหัววัดความสั่น IEPE input, M12 type
- ช่องต่อหน่วยความจำภายนอก SD memory card,
- ช่องต่อ Tachometer mini DIN 6 pin connector
- อัตราทดเกียร์ สามารถโปรแกรมได้
- ย่านการแสดงผล RPM ตั้งแต่ 200 ถึง 12000 RPM
- ภาคแสดงผล 320 X 240 dot matrix TFT with LED backlight
- โหมดตัดสินผลอัตโนมัติ Unbalance, Looseness, misalignment, bearing failure ของ Motors, fans, blowers, belts and chain drives, gearboxes, couplings, centrifugal pumps, piston pumps, sliding vane pumps, propeller pumps, screw pumps, rotary thread/gear/lobe pumps, piston compressors, centrifugal compressors, screw compressors, closed coupled machines, spindles
- ช่องต่อคอมพิวเตอร์ USB

3.12.3 มีอุปกรณ์ประกอบดังนี้

- หัววัดความสั่นสะเทือนชนิดสามแกน มีความไวในการวัด 100 mV/G พร้อมสายเคเบิลยาวไม่น้อยกว่า 1.5 เมตร พร้อมอุปกรณ์ช่วยยึดแบบแม่เหล็ก 1 ชุด
- หัววัดความเร็วรอบแบบแสงเลเซอร์ พร้อมช่องผ้าเหน็บเอา และแถบการสะท้อนแสง 1 ชุด
- กระเป๋าสะพายยี่ห้อเดียวกับเครื่องวัดที่เสนอ มีช่องใส่อุปกรณ์อยู่ด้านใน 1 ใบ
- ซอฟต์แวร์สำหรับต่อเครื่องวัดกับคอมพิวเตอร์ 1 ชุด
- คู่มือใช้งานภาษาอังกฤษ ไม่น้อยกว่า 1 ชุด

3.13 ชุดฝึกเครื่องยนต์แก๊สโซลีนผ่า จำนวน 1 ชุด

3.13.1. รายละเอียดทั่วไป

เป็นเครื่องยนต์แก๊สโซลีน ชนิด 4 สูบ 4 จังหวะ ใช้ระบบระบายความร้อนด้วยน้ำ ผ่าให้เห็นการทำงานของชิ้นส่วนภายในเครื่องยนต์ได้อย่างชัดเจน เพื่อใช้ศึกษาระบบ การทำงานของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน ตัวเครื่องติดตั้งอยู่บนแท่นสามารถหมุนให้เห็นการทำงานของเครื่องยนต์ได้

3.13.2. รายละเอียดทางเทคนิค

1. เครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 สูบ 4 จังหวะ ความจุกระบอกสูบไม่น้อยกว่า 1,400 CC. ใช้ระบบระบายความร้อนด้วยน้ำ
2. ส่วนประกอบของเครื่องยนต์ที่ผ่าให้เห็นชิ้นส่วนภายใน มีรายละเอียดดังนี้
 - 2.1 จานจ่าย
 - 2.2 มอเตอร์สตาร์ท
 - 2.3 ฝาครอบสายพานไทมมิ่ง
 - 2.4 ฝาครอบวาล์ว
 - 2.5 เสือสูบ จำนวน 4 กระบอกสูบ พร้อมห้องเพลาค้อเหวี่ยง

- 2.6 ผ่าสับผ่าให้เห็นการทำงานของกลไก ควบคุมลื่นไอดี , ไอเสีย
- 2.7 ท่อร่วมไอดี และไอเสีย
- 2.8 เรือนลื่นเร่ง
- 2.9 ท่อจ่ายน้ำมันหัวฉีด
- 2.10 หัวฉีดจำนวน 2 หัว
- 2.11 ปั๊มน้ำ
- 2.12 อ่างน้ำมันหล่อลื่น
- 2.13 วาล์วควบคุมรอบเดินเบาแบบโรตารี
- 2.14 เซนเซอร์ตำแหน่งลื่นเร่ง
- 2.15 เทอร์โมสตัท
- 2.16 ใส์กรองน้ำมันเครื่อง
- 2.17 คอมเพรสเซอร์พร้อมคลัตช์แม่เหล็ก
- 2.18 ปั๊มพวงมาลัยเพาเวอร์
- 2.19 อัลเตอร์เนเตอร์

3. ชิ้นส่วนของเครื่องยนต์ที่ถูกล่า ทำสีแสดงการตัดให้เห็นความแตกต่างอย่างชัดเจนสวยงาม

4. เครื่องยนต์ผ่าติดตั้งบนแท่น มีล้อไถล่อน ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 นิ้ว สามารถเคลื่อนที่ได้สะดวก ล้อสามารถล็อกตำแหน่งได้

3.13.3. รายละเอียดอื่นๆ

1. มีคู่มือการใช้งานและการบำรุงรักษา จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
2. มีผ้าคลุมชุดฝึกทำด้วยผ้าร่มอย่างดี จำนวน 1 ผืน

3.14 .เครื่องมือทดสอบความแข็งแรงแบบบริเนล จำนวน 1 ชุด

3.14.1 คุณสมบัติทั่วไป

เป็นเครื่องมือที่มีความแข็งแรง และทนทานสามารถใช้แรงได้ โดยใช้แรงได้สูงสุด 30 กิโลกรัม ของระบบบริเนล มีความเที่ยงตรงและแม่นยำ ใช้เทคโนโลยี Close loop load และมีกล้องไมโครสโคปสำหรับส่องชิ้นงานพร้อมสเกลตาสำหรับวัดค่า

3.14.2 รายละเอียดทางเทคนิค

-บริเนลสเกล HBW10/3000, HBW 10/1500, HBW 10/1000, HBW 10/500, HBW 10/250 HBW 10/125, HBW 10/100, HBW 5/750, HBW 5/250, HBW 5/62.5, HBW 2.5/187.5 และขนาดอื่นๆ โดยมีความละเอียด 0.1 หน่วย ถ้าโหลดน้อยกว่า 500 นิวตัน และ1.0 หน่วยถ้า โหลดมากกว่า 500 นิวตัน

- โหลด ช่วงการทดสอบ 62.5 นิวตัน – 3,000 นิวตัน หรือมากกว่า
- หน้าจอแสดงผลมีรูปแบบให้เลือก : แรงทดสอบขณะนี้ และ Dwell time
- หลักการทำงานเป็นแบบ Closed loop ควบคุมด้วยมอเตอร์
- มีค่าความแม่นยำตามมาตรฐานสากล
- ขนาดของชิ้นงานที่เหมาะสม แกนตั้งไม่ต่ำกว่า 220 มิลลิเมตร แกนนอน(จากจุดกึ่งกลาง) 135 มิลลิเมตร
- ผิวของชิ้นงานทดสอบมีค่า Ra น้อยกว่า 21.6 ไมโครเมตร
- กล้องไมโครสโคป แบบวัดค่าได้ มีกำลังขยายอย่างต่ำ 20 เท่า และค่าความละเอียดไม่ต่ำกว่า 5 ไมโครเมตร
- ชุดอุปกรณ์มาตรฐานประกอบด้วย เครื่องวัดความแข็งแรงแบบบริเนล กล้องไมโครสโคปแบบวัดค่าได้ หัวกด

- ชุดหัวกดแบบลูกบอลไม่ต่ำกว่า 3 ขนาด โดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 มิลลิเมตร, 5 มิลลิเมตร, 10 มิลลิเมตร และขนาดอื่นตามมาตรฐานสากล
- ฐานรองชิ้นงานรูปตัว V , ฐานรองชิ้นงานขนาดใหญ่ , ฐานรองชิ้นงานแบบเรียบ
- ก้อนทดสอบความแข็ง 150-250 HBW 10/3000
- ก้อนทดสอบความแข็ง 75-125 HBW 10/1000
- ก้อนทดสอบความแข็ง 150-250 HBW 2.5/187.5
- ฟิวส์ 2A จำนวนไม่ต่ำกว่า 5 ชิ้น

3.15.เครื่องถอดใส่ยางรถยนต์ จำนวน 1 ชุด

รายละเอียดโดยทั่วไป

- เป็นเครื่องถอดใส่ยางรถยนต์ ประกอบด้วยตัวแทนรองรับระบบควบคุมการทำงานของเครื่องด้วยไฟฟ้าและลม จานรองกะทะปรับระยะได้
- ปากกาจับยึดกะทะล้อ เป็นแบบ 4 ปาก เลื่อนเข้าออกพร้อมกันและทำงานด้วยกระบอกลูกสูบลม
- หัวกดขอบกะทะล้อเลื่อนขึ้นลงด้วยลม
- แท่นหมุนสามารถหมุนได้สองทาง ด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 0.41 HP
- มีชุดเติมลมพร้อมเกจวัดแรงดันลม

คุณสมบัติทางเทคนิค

- สามารถจับกะทะล้อ (จับนอก) ได้ 10-22 นิ้วหรือดีกว่า
- สามารถจับกะทะล้อ (จับใน) ได้ 10-22 นิ้วหรือดีกว่า
- ขนาดความโตของยางสูงสุด 35 นิ้วหรือดีกว่า
- ขนาดความกว้างของขอบยางสูงสุด 12 นิ้วหรือดีกว่า
- ขนาดกำลังมอเตอร์ 0.75 – 1.0 kWหรือดีกว่า
- ขนาดแรงดันลมใช้งาน 8 บาร์หรือดีกว่า
- มีแรงดันสูงสุดในระบบไม่น้อยกว่า 3 บาร์

3.16.เครื่องวัดค่าความหนาแน่นแบบอัตโนมัติ จำนวน 1 ชุด

- 3.16.1 ใช้สำหรับหาค่าความหนาแน่นในน้ำมันตัวอย่างตามมาตรฐาน ASTM D4052 หรือมากกว่า
- 3.16.2 ใช้หลักการสั้นใน U Tube ในการคำนวณค่าความหนาแน่น
- 3.16.3 สามารถวัดค่าความหนาแน่นในช่วง 0-3 g/cm³ หรือดีกว่า
- 3.16.4 ใช้ระบบ Peltier ในการควบคุมอุณหภูมิภายในเครื่องและสามารถวัดอุณหภูมิได้ในช่วง 0-93 c หรือกว้างกว่า
- 3.16.5 ตัวเครื่องมีค่าความแม่นยำ (Accuracy) สำหรับค่าความหนาแน่น 0.0001 g/cm³ และ 0.05 c สำหรับอุณหภูมิ หรือดีกว่า
- 3.16.6 ใช้ปริมาณตัวอย่างในการทดสอบ (เฉพาะช่วงการวัด) ประมาณ 2 mL หรือดีกว่า เมื่อใช้ Pump ระบบควบคุมการทำงานเป็นแบบ Touch Screen

- 3.16.7 มีหน้าจอแสดงผลเป็นแบบ LCD ขนาด 5.7” สามารถแสดงค่า Density หรือ SG, Oscillation, Temp หรือมากกว่าได้พร้อมกัน
- 3.16.8 สามารถเลือกวิธีฉีดตัวอย่างเข้าเครื่องโดยใช้ Syringe หรือ Pump
- 3.16.9 ภายในตัวเครื่องประกอบด้วย Pump เพื่อใช้ในการดูด Sample และ Solvent
- 3.16.10 มีระบบเป่าแห้ง U tube แบบอัตโนมัติ
- 3.16.11 สามารถสอบเทียบด้วยน้ำและอากาศที่อุณหภูมิใดอุณหภูมิหนึ่งก่อนการใช้งาน และสามารถใช้ได้กับทุกอุณหภูมิที่ต้องการทดสอบ
- 3.16.12 สามารถบันทึกวิธีการทดสอบได้ไม่น้อยกว่า 100 วิธี
- 3.16.13 มี Interface ประกอบด้วย LAN, USB, RS232 ในตัวเครื่อง
- 3.16.14 ใช้กับระบบไฟฟ้า 220V 50Hz

3.17 .อ่างควบคุมอุณหภูมิสำหรับทดสอบค่าความหนืด จำนวน 1 ชุด

- 3.17.1 ใช้สำหรับหาค่าความหนืดในน้ำมันตัวอย่างตามมาตรฐาน ASTM D445
- 3.17.2 สามารถทดสอบตัวอย่างได้พร้อมกันไม่น้อยกว่า 7 ตัวอย่าง
- 3.17.3 มีช่วงอุณหภูมิใช้งานจากอุณหภูมิห้อง จนถึง 150 °C หรือสูงกว่า ความแม่นยำ ± 0.01 °C (ณ อุณหภูมิไม่เกิน 100°C)
- 3.17.4 ควบคุมอุณหภูมิโดยใช้ระบบ Microprocessor และมี Thermometer PT-100 อยู่ด้านในอ่าง
- 3.17.5 มีหน้าจอแบบ 4 บรรทัดเพื่อแสดงค่าตัวเลขอุณหภูมิจริงและ Set Point หรือมากกว่า
- 3.17.6 สามารถตั้งค่าอุณหภูมิที่ต้องการใช้งานได้จาก Keypad ที่อยู่ทางด้านหน้าเครื่อง
- 3.17.7 สามารถปรับแก้ค่า Offset อุณหภูมิได้จาก Keypad ที่หน้าเครื่อง
- 3.17.8 ตัวเครื่องมีระบบ Self Test อัตโนมัติเมื่อทำการเปิดเครื่อง
- 3.17.9 มีช่องใส่ Thermometer อ้างอิงจำนวน 2 ช่องทางด้านบน หรือมากกว่า
- 3.17.10 ภายในอ่างประกอบด้วยขดลวดให้ความร้อน จำนวน 2 ชุด และหลอดไฟเพื่อช่วยในการมองเห็น
- 3.17.11 ตัวอ่างทำจากแก้วมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 300 มม. X สูง 300 มม. หรือดีกว่า
- 3.17.12 มีแผ่นสแตนเลสสีขาวอยู่ภายในตัวอ่างเพื่อให้มองเห็นได้ชัดเจนยิ่งขึ้น
- 3.17.13 ระบบ Electronics ของตัวเครื่องจะบรรจุอยู่ในลิ้นชักด้านล่างของตัวเครื่องเพื่อ่ายต่อการบำรุงรักษา
- 3.17.14 มีระบบความปลอดภัย ดังนี้
- ตัดการทำงานของระบบเมื่ออุณหภูมิสูงเกินไปจากค่าที่กำหนดไว้
 - ตัดการทำงานของระบบเมื่อระดับของเหลวใน Bath ต่ำกว่าปกติ
- 3.17.15 อุปกรณ์การใช้งานประกอบด้วย
- | | |
|------------------------------|------------------------|
| - อ่างควบคุมอุณหภูมิ | จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด |
| - Thermometer | จำนวนไม่น้อยกว่า 1 อัน |
| - หลอดวัดความหนืดไม่น้อยกว่า | จำนวน 7 อัน |
| - อุปกรณ์จับหลอดไม่น้อยกว่า | จำนวน 7 อัน |
| - นาฬิกาจับเวลา | จำนวนไม่น้อยกว่า 2 อัน |

3.18. เครื่องมือวิเคราะห์จุดวาบไฟ จำนวน 1 เครื่อง จำนวน 1 ชุด

คุณลักษณะทั่วไป

เครื่องทดสอบหาจุดวาบไฟของน้ำมันเชื้อเพลิงแบบกึ่งอัตโนมัติ (Semi-Automatic) สามารถใช้ทดสอบน้ำมันดีเซล และน้ำมันเตาได้ และมีลักษณะการทำงานเป็นไปตามมาตรฐาน ASTM D93-11 หรือมากกว่ามีการใช้งานที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อน เหมาะกับการใช้งานประจำ รายละเอียดดังนี้

คุณลักษณะเฉพาะ

- 1.คุณลักษณะเฉพาะของเครื่องหาจุดวาบไฟแบบอัตโนมัติของน้ำมันเชื้อเพลิง
 - 1.1 เป็นเครื่องมือทดสอบจุดวาบไฟ Pensky-Martens Closed Cup มีลักษณะการทำงานเป็นแบบกึ่งอัตโนมัติ (Semi-Automatic) มีองค์ประกอบและการทำงานเป็นไปตามมาตรฐาน ASTM D 93-11 ทั้ง Procedure A และ B สำหรับทดสอบจุดวาบไฟของน้ำมันดีเซลและ น้ำมันเตาได้
 - 1.2 สามารถวัดค่าจุดวาบไฟของตัวอย่างได้ตั้งแต่ 40-360 °C หรือกว้างกว่า
 - 1.3 มีมอเตอร์กวนตัวอย่าง ที่ควบคุมความเร็วรอบการกวนได้ในช่วงที่ระบุในมาตรฐาน ASTM D93-11 (ตาม Procedure A = 90 - 120 rpm และ B = 250 ± 10 rpm) หรือมากกว่า
 - 1.4 มีอุปกรณ์ไฟฟ้า ควบคุมการทำงานแบบมือหมุนปรับ
 - 1.5 มีพัดลมหรือระบบระบายความร้อนชุดทดสอบหลังการทดสอบเสร็จ
 - 1.6 สามารถหยุดมอเตอร์กวนชั่วคราว ในระหว่างจุ่มลูกไฟทดสอบลงไปในถ้วยทดสอบ
 - 1.7 ลูกไฟทดสอบใช้เป็นแบบ ไฟฟ้า และ ระบบก๊าซ โดยขนาดลูกไฟสามารถปรับได้ตามมาตรฐาน ASTM D93-11 หรือมากกว่า
 - 1.8 ตัวเครื่องทำจากวัสดุปลอดภัยสนิมพ่นทับด้วยสี
- 2.อุปกรณ์ประกอบของเครื่องหาจุดวาบไฟแบบอัตโนมัติของน้ำมันเชื้อเพลิง
 - 2.1 ถ้วยทดสอบทำจากทองเหลือง จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชิ้น
 - 2.2 เทอร์โมมิเตอร์ ASTM 9C จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชิ้น
 - 2.3 เทอร์โมมิเตอร์ASTM 10C จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชิ้น
 - 2.4 หัวจุดไฟแบบไฟฟ้า จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชิ้น
 - 2.5 หัวจุดไฟแบบใช้ก๊าซ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชิ้น
 - 2.6 มีชุดวัดค่าอุณหภูมิเป็นแบบ ดิจิตอล จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชิ้น
 - 2.7 มีน้ำยามาตรฐานสำหรับทดสอบจุดวาบไฟพร้อมใบรับรองค่าตามมาตรฐาน ISO 17025 ขนาด 80 มิลลิลิตร จำนวนไม่น้อยกว่า 3 ขวด
 - 2.8 stirrer coupling จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชิ้น
 - 2.9 handle for cup จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชิ้น
- 3.รับประกันคุณภาพ 1 ปี หลังการติดตั้งและสอนการใช้งานจนสามารถใช้งานได้

3.19. เครื่องหาจุดไหลเท จำนวน 1 เครื่อง จำนวน 1 ชุด

รายละเอียดทางเทคนิค

1. เป็นเครื่องทดสอบค่าจุดไหลเท (Pour Point) และจุดขุ่นมัว (Cloud Point) ตามวิธีการทดสอบมาตรฐาน ASTM D97 และ ASTM D2500 หรือมากกว่า
 2. มีอ่างสำหรับการทดสอบตัวอย่างแบบสุญญากาศจำนวน 1 อ่าง
 3. อ่างควบคุมความเย็นมีขนาด 4 ลิตร หรือมากกว่า พร้อมฝาปิด
 4. มีเครื่องทำความเย็นแบบหมุนเวียนจากภายนอก มีความจุ 10 ลิตร หรือมากกว่า
 - 4.1 สามารถทำอุณหภูมิได้ต่ำสุด - 20 องศาเซลเซียส หรือน้อยกว่า
 - 4.2 มีปุ่มเปิด-ปิดเครื่อง พร้อมไฟสัญญาณแสดงการทำงานของเครื่อง
 - 4.3 สามารถตั้งค่าอุณหภูมิและแสดงค่าอุณหภูมิในการทดสอบแบบตัวเลขดิจิทัล ความละเอียด 0.1 องศาเซลเซียส หรือดีกว่า
 - 4.4 มีระบบมอเตอร์กวนของเหลวภายในอ่างและหมุนเวียนของเหลวไปสู่อ่างภายนอกได้
 - 4.5 ใช้ระบบไฟฟ้าขนาด 230 โวลต์ 50 เฮิร์ตซ์
 5. รับประกันคุณภาพ 1 ปี หลังการติดตั้งและสอนการใช้งานจนสามารถใช้งานได้
- ชุดทดสอบประกอบไปด้วย
- อ่างอะคลิลิกใสป้องกันการรั่วซึม
 - หลอดวัดค่าจุดไหลเท
 - แผ่นฉนวน
 - ยางวงแหวนครอบหลอดทดสอบ
 - จุกปิดพร้อมที่เสียบเทอร์โมมิเตอร์
 - เทอร์โมมิเตอร์ ASTM 6C

3.20 ชุดทดลองอุโมงค์ลมแบบวงจรเปิด 1 ชุด

3.20.1. คุณสมบัติทั่วไป

อุโมงค์ลมแบบวงจรเปิดเหมาะสำหรับห้องเรียนของมหาวิทยาลัยและการวิจัย มีพัดลมอยู่ในตำแหน่ง Upstream ของ Test section ของอุโมงค์ เราเรียกอุโมงค์ลมแบบนี้ว่าแบบ "ตัน" ซึ่งชุดทดลองนี้เป็นอุโมงค์ลมแบบตันโดยอุโมงค์ลมแบบนี้ความดันสถิตที่เกิดขึ้นใน Test section จะสูงกว่าความดันบรรยากาศภายนอกและด้วยการที่ส่วนของ Test section อยู่ใกล้กับทางออกจึงสามารถเข้าถึงชิ้นงานทดสอบได้ง่ายจากช่องทางออกของอุโมงค์ลม

3.20.2. คุณสมบัติเฉพาะ

- เป็นระบบเปิด
- ช่วงการทดสอบมีพื้นที่หน้าตัดขนาดไม่น้อยกว่า 300 x 300 มิลลิเมตร
- ช่วงทดสอบมีความยาวไม่น้อยกว่า 1000 มิลลิเมตร
- ช่วงทดสอบเป็นผนังใสสามารถมองเห็นวัตถุทดสอบได้ 2 ด้าน หรือมากกว่า
- ใส่วัตถุทดสอบโดยการเลื่อนช่วงทดสอบหรือโดยการเปิดผนังช่วงทดสอบ

- ประกอบด้วยอุปกรณ์การวัดดังนี้

1. ชุดสำหรับวัดแรงยก,แรงต้าน, แรงโมเมนต์ จำนวน 1 ชุด
 - 1.1 สามารถวัดแรงยก ได้ 0 - 100 N หรือมากกว่า
 - 1.2 สามารถวัดแรงต้านได้ 0 - 50 N หรือมากกว่า
 - 1.3 สามารถวัดแรงโมเมนต์: 0 - 2.4 Nm หรือมากกว่า
 - 1.4 สามารถส่งผ่านข้อมูลสัญญาณของโหลดเซลล์จากสัญญาณ อนุาล็อกไปดิจิตอลด้วยความเร็ว 24 bit หรือดีกว่าเพื่อความแม่นยำในการวัดแรงและแรงโมเมนต์ที่เกิดขึ้นจะแสดงที่หน้าจอ LCD สามารถส่งถ่ายข้อมูลไปยังคอมพิวเตอร์โดยผ่านทางซอฟต์แวร์
2. ชุดหัววัดพิตอตแบบมีเทอร์โมคัปเปิลในตัว พร้อมกับเครื่องวัดความเร็วการไหลของอากาศแบบไมโครมาโนมิเตอร์แบบดิจิตอล ซึ่งมีคุณสมบัติดังนี้
 - 2.1 สามารถวัดความเร็วลมได้ถึง ถึง 85 เมตรต่อวินาทีหรือดีกว่า
 - 2.2 สามารถวัดความดันได้ถึง 4.977 kPa (-4 to 20 in H₂O) หรือสูงกว่า
 - 2.3 มีความแม่นยำในการอ่านค่า : $\pm 0.22\%$ F S ของค่าที่อ่านได้ หรือดีกว่า
 - 2.4 สามารถแสดงข้อมูลแบบดิจิตอลทั้งค่าความเร็วและความดัน
- 3.ชุดดิจิตอลไมโครมาโนมิเตอร์มีรายละเอียดดังนี้
 - 3.1 สามารถอ่านค่าความดันได้ -10 กิโลปาสกาลและ + 10 กิโลปาสกาล หรือดีกว่า
 - 3.2 มีค่าความถูกต้องในการอ่าน $\pm 0.22\%$ FS หรือดีกว่า
 - 3.3 สามารถแสดงผลเป็นแบบดิจิตอลในหน่วยมิลลิบาร์ กิโลปาสกาล ได้เป็นอย่างดีน้อย
 - 3.4 สามารถส่งข้อมูลการวัดจากอุปกรณ์ไปสู่คอมพิวเตอร์ได้
4. มีชุดติดตั้งหัววัดแบบพิตอต เคลื่อนที่ได้สองทิศทางแบบปรับด้วยมือ (2D Transverse)
5. มีชุดมัลติเพลกซ์เพื่อวัดความดันและแสดงผลการวัดเป็นตัวเลขได้ 20 ช่อง หรือมากกว่า
6. มีแผ่นมาโนมิเตอร์ 20 ท่อ ย่านการวัดไม่น้อยกว่า 350 มิลลิเมตรน้ำ หรือมากกว่า
7. มีชุดสร้างควันเพื่อดูเส้นทางการไหลของอากาศในช่วงทดสอบได้
8. หน้าจอแสดงผลเป็นแบบ LCD พร้อม key pad HMI (Human Machine Interface) ใช้สำหรับคอนโทรลความเร็วของพัดลมและยังใช้ในการส่งผ่านข้อมูลของความเร็วการไหลของอากาศ, อุณหภูมิของอากาศ, แรงและโมเมนต์จาก 3 component balance, สัญญาณจาก pressure transducers 2 ตัว โดยข้อมูลทั้งหมดจะแสดงในหน้าจอ LCD ข้อมูลทั้งหมดจะถูกเก็บไว้ใน HMI unit และส่งผ่านไปยังคอมพิวเตอร์ รวมทั้งมีซอฟต์แวร์ซึ่งสามารถดึงข้อมูลจากHMI เข้ามาจัดการในคอมพิวเตอร์ได้
- 9.คุณลักษณะเฉพาะของระบบ
 - 9.1 สามารถทดสอบที่ความเร็วลม: 2 to 35 m/s หรือสูงกว่า
 - 9.2 มีขนาดมอเตอร์ขับ 11 kW หรือมากกว่าพร้อมปรับสปีดได้
 - 9.3 แหล่งจ่าย Voltage 380 ถึง 415 V A/C, 3 Phase, 50 Hz, 15 kW
10. มีชุดโมเดลดังต่อไปนี้
 - 10.1 แบบลูกกลม 1 ลูก ครึ่งลูกกลม 1 ลูก แผ่นแบบ 1 ชิ้น ครึ่งทรงกระบอก 1 ชิ้น หรือมากกว่า
 - 10.2 แบบ 2D Air Foil พร้อมติดตั้งแถบวัดความดัน 20 ตำแหน่ง หรือมากกว่า
 - 10.2 แบบ 2D Air Foil พร้อมแฟลปที่สามารถปรับมุมได้
 - 10.3 Air Foil แบบ NACA ต่างค่า aspect ratio 3 ชิ้น หรือมากกว่า

10.4 ทรงกระบอกเส้นผ่านศูนย์กลาง 150 มิลลิเมตร หรือดีกว่า

10.5 ใบพัดขับลม จำนวนไม่น้อยกว่า 1 อัน

10.6 มี Wake survey rake 18 ท่อ หรือมากกว่า

11. สามารถทดลองตามหัวข้อการทดลอง ได้ดังนี้

1. การสอบเทียบความเร็วของอุโมงค์ลมโดยใช้ท่อ Pitot static
2. การวัดการกระจายตัวของความเร็วและความดันโดยใช้ท่อ Pitot static
3. การไหลของเส้นstream ผ่านวัตถุโดยวัดจากความเร็วและความดันด้านหลังวัตถุ
4. แรงต้านที่เกิดขึ้นกับวัตถุ
5. เรียนรู้คุณลักษณะเฉพาะของโมเดลโดยการวัดแรงยก
6. เรียนรู้คุณลักษณะของaerofoil 3 มิติ โดยการวัดแรงต้าน,แรงยก และ pitching moment
7. เรียนรู้คุณลักษณะเฉพาะของโมเดลโดยการวัดแรงต้าน

3.21 Comsol Software 1 ชุด

- เป็นซอฟต์แวร์ สำหรับวิเคราะห์แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ทางด้านวิศวกรรมด้วยระเบียบวิธี Finite Element โดยอาศัยพื้นฐานสมการ Partial Differential Equations : PDE ในการวิเคราะห์แบบจำลองแบบ Multi-physics Modeling Analysis โดยที่สามารถสร้างและ วิเคราะห์ปัญหาทาง Modeling ได้โดยไม่ต้องอาศัย Software อื่น ซึ่งมีการทำงานตามลักษณะดังนี้คือ สร้างแบบจำลองเรขาคณิต (Create the Geometry model) กำหนดคุณลักษณะทางฟิสิกส์ (Define the Physics) - Software กำหนด Meshing แบบอัตโนมัติในรูปแบบ Triangular หรือ Tetrahedral หรือ Quadrilateral Meshes ได้ เพื่อใช้ทำการวิเคราะห์แบบจำลองทางคณิตศาสตร์อย่างละเอียด ทำการคำนวณวิเคราะห์ผลในลักษณะ Multi-physics ด้วยระเบียบวิธี Finite Element และเก็บผลการวิเคราะห์มาแสดงผลในลักษณะกราฟิกแบบต่างๆ ของตัวแปรที่ศึกษาแต่ละตัวได้ เช่น กราฟความสัมพันธ์เชิงเส้น หรือ ภาพแสดงเฉดสี รวมถึงไฟล์วิดีโอ ได้

เงื่อนไข License มีทั้งในส่วนของ ClassKit License ที่ใช้สำหรับการเรียนการสอนอย่างน้อย 30 User หรือมากกว่า และ Academic Research License ที่ใช้สำหรับงานวิจัย อย่างน้อยหรือ 1 User หรือมากกว่า โดยมีเงื่อนไขโมดูลดังต่อไปนี้

ClassKit License

- ประกอบด้วยโมดูลต่างๆ ดังนี้
 - Comsol Multiphysics
 - CFD Module
 - Heat Transfer Module
- หรือมากกว่าโมดูลที่กล่าวมาข้างต้น

Academic Research License

- ประกอบด้วยโมดูลต่างๆ ดังนี้
 - Comsol Multiphysics
 - CFD Module
 - Heat Transfer Module
 - Plasma Module

-RF Module

-Livelink for AutoCAD

หรือมากกว่าโมดูลที่กล่าวมาข้างต้น

3.22. Microwave Heating System for Theoretical Analysis 1 ชุด

- เป็นระบบไมโครเวฟระบบ Single mode ให้กำเนิดค่าความถี่ถึง 2450 MHz และไม่น้อยกว่า 1 kW
- ใช้ Magnetron เป็นแหล่งกำเนิด และระบายความร้อนในระบบกำเนิดคลื่นแบบ Air Cool
- ชุดกำเนิดคลื่นไมโครเวฟมีระบบ over current , over voltage และใช้ไฟขนาด 3 เฟส
- มีชุด Isolator ขนาดไม่น้อยกว่า 1,000 วัตต์ 1 ชุด
- มีชุดสำหรับอ่านค่ากำลัง (Power Monitor) เป็นแบบดิจิทัล พร้อมตัว monitor waveguide ไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- เป็นสินค้าใหม่ ที่มีความแข็งแรง สามารถใช้ได้ทั้งงานวิจัยและงานจริง
- ประกอบด้วยอุปกรณ์อื่นๆ ไม่น้อยกว่า ดังนี้ wave guide แบบ H Corner 2 ชิ้น, wave guide แบบ E Corner 2 ชิ้น, wave guide แบบ Straight L=150 4 ชิ้น, Water load และ stand , Cooling Tower, ชุดอุปกรณ์วัดอุณหภูมิขนาดไม่น้อยกว่า 4 ช่องสัญญาณ และมีสาย Fiber optic ที่สามารถวัดอุณหภูมิได้ไม่น้อยกว่า 200 องศาเซลเซียส พร้อมมีโปรแกรมสำหรับจัดเก็บและบันทึกข้อมูล
- ชุดคอมพิวเตอร์ 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้
 - CPU แบบ Core i7 Duo 3.2 GHz หรือสูงกว่า
 - มีหน่วยความจำไม่น้อยกว่า 16 GB RAM DDR3
 - มี Hard Disk ความจุไม่น้อยกว่า 1 TB
 - มีหน่วยประมวลผลกราฟิก (Graphic System) หน่วยความจำไม่น้อยกว่า 1 GB GDDR5
 - มีจอภาพชนิด LCD แบบขนาดความกว้างจออย่างน้อย 21 นิ้ว
 - มีชุด DVD-RW ติดตั้งภายในเครื่อง
 - มีระบบปฏิบัติการไม่ต่ำกว่า Windows 7

3.23. Dielectric Measurements Kit 1 ชุด

- เป็นเครื่องวัดหาค่าไดอิเล็กตริกที่มีความถี่ใช้งานในช่วง 9 kHz ถึง 8.5 GHz หรือความถี่ในช่วงที่กว้างกว่า และบรรจุในกล่องที่แข็งแรงทนทาน
- มีค่า dielectric constant < 100 และมีค่าความละเอียด 1 % หรือดีกว่า
- สามารถวัดหาค่าไดอิเล็กตริกและค่า Permittivity จากวัสดุต่างๆได้ทั้งตัวอย่างที่เป็นของเหลวและของแข็ง
- มีชุดของหัววัด ซึ่งประกอบด้วยหัววัด (Probe) เป็นแบบ High Temperature (-20°C ถึง +150°C หรือช่วงที่กว้างกว่า), Flexible cable และ Software ที่สามารถเชื่อมต่อการทำงานเพื่ออ่านค่าและบันทึกค่าที่ได้จากการทดลองเข้าสู่คอมพิวเตอร์สำหรับการวิเคราะห์ผลได้ โดยทำงานผ่าน USB หรือ RS232
- มีชุด Calibration 1 ชุด
- เป็นสินค้าใหม่ ที่มีความแข็งแรง สามารถใช้ได้ทั้งงานวิจัยและงานจริง
- มีคู่มือการใช้งาน 1 ชุด

- ชุดคอมพิวเตอร์ Notebook 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้
 - CPU แบบ Intel Core i7 (1.50 GHz) หรือสูงกว่า
 - มีหน่วยความจำไม่น้อยกว่า 8 GB RAM DDR3
 - มี Hard Disk ความจุไม่น้อยกว่า 500 GB 5400 RPM + 32 GB SSD หรือสูงกว่า
 - มีจอภาพชนิด LED แบบขนาดความกว้างจอ 14 นิ้ว หรือดีกว่า
 - มีชุด DVD ติดตั้งภายในเครื่อง
 - มีระบบปฏิบัติการไม่ต่ำกว่า Windows 7

3.24 ชุดอิเล็กทรอนิกส์ทดสอบรอยร้าวและรอยบกพร่องในชิ้นงาน จำนวน 1 ชุด

รายละเอียดทั่วไป

- 1.1 ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีมาตรฐานรองรับ มีคุณภาพเป็นที่ยอมรับระดับสากลสำหรับงานตรวจสอบ NDT Standard
- 1.2 ผู้เสนอราคาจะต้องยื่นแคตตาล็อกตัวจริงจากบริษัทผู้ผลิต พร้อมขีดเครื่องหมายชี้แจงรายการตามคุณสมบัติข้อกำหนดทางเทคนิค

ข้อกำหนดทางเทคนิค

2.1 ชุดหัวกำเนิดรังสีเอ็กซ์

- สามารถตรวจสอบโดยการฉายรังสีเอ็กซ์ผ่านวัสดุต่างๆ ได้ เช่น แผ่นอิเล็กทรอนิกส์, ชิ้นส่วนพลาสติก, กล่องไม้, ท่อพลาสติก, ท่อโลหะ โดยสามารถเทียบกับความหนาเหล็ก (Steel) ไม่น้อยกว่า 20 มม.
- ชนิดของรังสีเป็นแบบ DC Pulse สามารถใช้กับงานตรวจสอบด้าน NDT (Non Destructive Testing) และเหมาะสำหรับการเรียนการสอน
- สามารถให้พลังงาน Photon ได้ไม่น้อยกว่า 250 Kvp
- มีอายุการใช้งานไม่ต่ำกว่า 99,000 pulses
- มีประสิทธิภาพในการฉายกำลังรังสีเอ็กซ์ไม่น้อยกว่า 12 pulse/per second
- ทำงานด้วยแบตเตอรี่โดยสามารถใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 3800 pulses per hour
- การกระจายของรังสีเอ็กซ์จะไม่เป็นอันตรายต่อผู้ใช้งาน โดยมีระยะความปลอดภัยห่างจากด้านหลังหัวฉายรังสีเอ็กซ์ไม่มากกว่า 5 เมตร และระยะด้านหน้าขณะทำการฉายรังสีเอ็กซ์ไม่มากกว่า 35 เมตร
- มีรอบการทำงาน (Duty Cycle) สูงสุด 3000 pulses per hour หรือดีกว่า
- มีระดับความปลอดภัยการรั่วไหลของรังสี (Radiation Leak) ไม่มากกว่า 30mR เทียบกับระยะห่างด้านข้างของหัวฉายที่ 3 นิ้ว และไม่มากกว่า 2.5mR เทียบกับระยะห่างด้านหลังของ หัวฉายที่ 2 นิ้ว หรือดีกว่า

- มีเอกสารรับรองจากบริษัทผู้ผลิต สำหรับผลการทดสอบความละเอียดภาพ / resolution test report เทียบกับชิ้นงานเหล็ก 8 Step wedge ที่ความหนา 1 มม., 2 มม., 3 มม., 4 มม., 5 มม., 6 มม., 7 มม., 8 มม. และ เทียบกับชิ้นงานเหล็ก 5 Step wedge ที่ความหนา 2.5 มม., 5 มม., 7.5 มม., 10 มม., 12.5 มม. หรือมากกว่า

2.2 อุปกรณ์ประกอบการใช้งาน

2.2.1 ชุดเตือนภัยทางรังสี

- สามารถวัดรังสีแกมมา โดยใช้หัววัดแบบ G.M.
- สามารถอ่านค่าได้ 2 หน่วย คือ มิลลิเรนต์เกินและไมโครซีเวิร์ต ต่อ ชั่วโมง หรือมากกว่า
- สามารถเลือกช่วงการอ่านได้ 2 ช่วง คือ 0-50 mR/hr และ 0-5 mR/Hr หรือ 0-500 μ Sv / hr และ 0-50 μ Sv / hr หรือมากกว่า
- มีลำโพงขนาดเล็กในตัว หรือดีกว่า
- ใช้แรงดันไฟฟ้าสูง 500 โวลต์ สำหรับวัดและสามารถปรับได้จาก 350 - 800 โวลต์ หรือดีกว่า
- มีความผิดพลาดไม่เกิน ± 20 % หรือดีกว่า
- มีมิเตอร์ แสดงค่าที่วัดได้
- ใช้แบตเตอรี่ขนาด “C” 1.5 โวลต์ จำนวน 4 ก้อน หรือดีกว่า
- อายุแบตเตอรี่ที่ใช้งานประมาณ 80 ชั่วโมง หรือมากกว่า
- มีขนาดไม่มากกว่า 9x18.5x9.5 ซม. (กxยxส) มีน้ำหนักไม่มากกว่า 1.5 กิโลกรัม

2.2.2 ชุดคำนวณปริมาณรังสีส่วนบุคคล

- สามารถมองประมาณรังสีผ่านเลนส์เป็นแบบสเกล (0, 50, 100, 150, 200mR) หรือมากกว่า
- สามารถบันทึกวันและเวลา
- ปริมาณรังสีช่วงทดสอบ 0-200mR หรือช่วงกว้างกว่า
- ค่าความแม่นยำ $\pm 10\%$ หรือดีกว่า

ชุดอุปกรณ์อื่น ๆ

- 3.1 ชุดสอบเทียบคุณภาพการถ่ายภาพรังสีเอ็กซ์ มาตรฐาน ASTM E 747 เซ็ต A,B,C,D หรือมากกว่า
- 3.2 ชุดสอบเทียบคุณภาพการถ่ายภาพรังสีเอ็กซ์ มาตรฐาน EN 462-1 ขนาด W1, W6, W10, W13 ตั้งแต่ 0.05 มม. ถึง 3.2 มม. หรือมากกว่า
- 3.3 กระเป๋ابรรจุเครื่องอ่านภาพรังสีเอ็กซ์
- 3.4 กระเป๋ابรรจุอุปกรณ์อื่นๆ ทั้งหมด

3.5 หนังสือทางเทคนิคประกอบการใช้งานทางรังสี

(Radiography Technical Book) โดยครอบคลุมเนื้อหาสาระสำคัญอย่างน้อยดังนี้

- Background of Ionising Radiation
- Radiation Sources
- Defect discernibility and image quality
- Digital Radiography (DR)

3.25 เครื่องวิเคราะห์ส่วนผสมทางเคมีของโลหะ จำนวน 1 ชุด

คุณสมบัติทั่วไป

เป็นเครื่องที่ใช้ในการวิเคราะห์หาธาตุในตัวอย่างโลหะของแข็งนำไฟฟ้าได้ โดยใช้หลักการ Optical Emission Spectroscopy (OES) เพื่อการวิเคราะห์เชิงคุณภาพ (Qualitative Analysis) และเชิงปริมาณ (Quantitative Analysis)

คุณสมบัติเฉพาะ

1. มีโปรแกรมที่สามารถวิเคราะห์ธาตุในโลหะกลุ่มเหล็กดังนี้
 - 1.1 Low Alloy Steels โดยสามารถวิเคราะห์ธาตุ C, Si, Mn, P, S, Cr, Mo, Ni, Al, B, Co, Cu, Nb, Sn, Ti, V, W, Ca, Pb ได้ หรือมากกว่า
 - 1.2 Cast Irons โดยสามารถวิเคราะห์ธาตุ C, Si, Mn, P, S, Cr, Mo, Ni, Al, B, Co, Cu, Nb, Sn, Ti, V, Mg, Zn, Pb ได้ หรือมากกว่า
 - 1.3 Stainless Steels โดยสามารถวิเคราะห์ธาตุ C, Si, Mn, P, S, Cr, Mo, Ni, V, Nb, Cu, Ti, Al, W, N ได้ หรือมากกว่า
2. มีห้องรับแสงจำนวน 3 ห้อง โดยแบ่งเป็น UV Optic 1 ห้อง และ Air Optic 2 ห้อง หรือมากกว่า ทุกห้องรับแสงจากการสปาร์คโดยตรงไม่ใช่ใยแก้วนำแสง
3. แต่ละห้องแสงใช้ CCD (Charge-Coupled Device) เป็นตัวตรวจรับสัญญาณ
4. ชุดสร้างกระแสไฟฟ้าสำหรับสปาร์คเป็นระบบ Condensed Arc
5. ใช้คอมพิวเตอร์ควบคุมการทำงานของเครื่องผ่านระบบปฏิบัติการ Windows XP หรือสูงกว่า
6. สามารถตรวจสอบการทำงานของเครื่องโดยใช้ตัวอย่างโลหะมาตรฐาน (CRM) หรือมากกว่า ซึ่งได้รับการรับรองจากบริษัทผู้ผลิต
7. สามารถแสดงเกรดของชิ้นงานที่ตรวจสอบว่าตรงกับเกรดของโลหะมาตรฐานในฐานข้อมูลที่รวบรวมไว้ได้
8. สามารถแสดงค่าเฉลี่ยและค่าทางสถิติของผลวิเคราะห์ และสามารถเก็บบันทึกผลวิเคราะห์และเรียกดูผลวิเคราะห์ย้อนหลังจากฐานข้อมูลได้
9. สามารถตรวจสอบชิ้นงานที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 13 มม. ขึ้นไปและมีความหนา 1 มม. ขึ้นไปได้
10. มีระบบประหยัดก๊าซที่ใช้ในการสปาร์คชิ้นงาน
11. สามารถถอดเลนส์ออกมาทำความสะอาดได้
12. แสตนด์วางตัวอย่างเป็นแบบเปิด (Open Spark Stand) ไม่มีฝาครอบสามารถทดสอบชิ้นงานที่มีขนาดใหญ่ได้

อุปกรณ์ประกอบเครื่อง

1. คอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะพร้อมเมาส์และคีย์บอร์ดโดยมีรายละเอียดดังนี้
 - CPU แบบ Core i7 Duo 3.2 GHz หรือสูงกว่า
 - มีหน่วยความจำไม่น้อยกว่า 16 GB RAM DDR3
 - มี Hard Disk ความจุไม่น้อยกว่า 1 TB
 - มีหน่วยประมวลผลกราฟิก (Graphic System) หน่วยความจำไม่น้อยกว่า 1 GB GDDR5
 - มีจอภาพชนิด LCD แบบขนาดความกว้างจออย่างน้อย 21 นิ้ว
 - มีชุด DVD-RW ติดตั้งภายในเครื่อง
 - มีระบบปฏิบัติการไม่ต่ำกว่า Windows 7
2. เครื่องพิมพ์สีจำนวน 1 เครื่อง
3. เครื่องขัดกระดาษทรายระบบสายพาน ไม่น้อยกว่า 1 ชุด
4. ก๊าซอาร์กอนชนิด 99.999% (UHP) หรือดีกว่า พร้อมถังมาตรฐานขนาด 7 คิวหรือมากกว่า โดยมีจำนวนไม่น้อยกว่า 1 ถัง
5. ก๊าซไนโตรเจนชนิด 99.999% (UHP) หรือดีกว่า พร้อมถังมาตรฐานขนาด 7 คิว หรือมากกว่า โดยมีจำนวน ไม่น้อยกว่า 1 ถัง
6. เกจปรับแรงดันก๊าซอาร์กอนและก๊าซไนโตรเจน ไม่น้อยกว่าอย่างละ 1 ชุด
7. ตัวอย่างโลหะมาตรฐาน (CRM) สำหรับตรวจสอบหาความเที่ยงตรงของเครื่องจำนวน 3 ก้อน หรือดีกว่า
8. Voltage Stabilizer 1.5 KVA หรือดีกว่า เพื่อปรับแรงดันไฟให้คงที่และช่วยสำรองไฟให้กับตัวเครื่องและคอมพิวเตอร์
9. ชุดอะไหล่และอุปกรณ์สิ้นเปลืองประกอบด้วย โอริง, เลนส์, ผ้าทำความสะอาดเลนส์, ไส้กรองอากาศ, ไส้กรองก๊าซอาร์กอน, อิเล็กโทรดทำจากทั้งสแตน, แปรงขัดอิเล็กโทรด หรือมากกว่า

รายละเอียดอื่น ๆ

1. ผู้ขายต้องรับประกันสินค้า ไม่น้อยกว่า 1 ปี
2. มีคู่มือการใช้งานและการบำรุงรักษาทั้งภาษาไทยและอังกฤษ
3. มีการสาธิตแนะนำวิธีการใช้งานตลอดจนการบำรุงรักษา
4. รายละเอียดอื่นๆ
 - 4.1 บริษัทที่เสนอราคาได้รับการแต่งตั้งเป็นตัวแทนจำหน่ายสินค้าในประเทศไทยหรือมีประสบการณ์ในการผลิตเครื่องมือให้กับทางหน่วยงานการศึกษา โดยมีเอกสารแนบเป็นหลักฐานในการเสนอราคา
 - 4.2 รับประกันการใช้งานไม่น้อยกว่า 1 ปีและมีกล่องเก็บเครื่องมือมาตรฐานมาด้วย
 - 4.3 มีคู่มือการใช้งานไม่น้อยกว่า 1 ชุด
 - 4.4 มีการติดตั้งอุปกรณ์และมีการจัดฝึกอบรมการใช้งานให้กับเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการจนสามารถทำการใช้งานได้
 - 4.5 ส่งมอบครุภัณฑ์ภายใน 180 วัน
 - 4.6 บริษัทต้องทำการสำรวจสถานที่ สภาพพื้นที่ เตรียมความพร้อม และปรับปรุงพื้นที่ของห้องที่กำหนดส่งมอบครุภัณฑ์พร้อมติดตั้งอุปกรณ์ที่จำเป็นก่อนนำครุภัณฑ์มาติดตั้ง

- 4.7 ติดตั้งระบบไฟฟ้าให้อุปกรณ์สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- 4.8 ติดตั้งเครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ พร้อมสาธิตและบันทึกวิธีที่ทัศนการใช้งานของเครื่องที่อยู่ในสภาพพร้อมใช้งานอย่างเรียบร้อยสมบูรณ์
- 4.9 หลังการส่งมอบหรือมีการตรวจรับเรียบร้อยแล้วผู้ขายจะต้องจัดอบรมหลักสูตรการสอนหรือการใช้งานเครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ พร้อมบันทึกวิธีที่ทัศนให้กับผู้สอนของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ ศาลายา นครปฐม
- 4.10 ทำการส่งมอบเครื่องมือที่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ ศาลายา นครปฐม
