บทที่ 3

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 บทนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงวัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการทดสอบทั้งด้านสมรรถนะของเครื่องยนต์ การสึกหรอ มลพิษที่เกิดจากการเผาไหม้ของน้ำมันเชื้อเพลิง ตลอดจนคุณสมบัติของน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้รวมไปถึงวิธีการทดสอบคุณสมบัติของน้ำมันที่นำมาเป็นเชื้อเพลิงและวิธีการทดสอบในด้านของสมรรถนะของเครื่องยนต์ มลพิษจากการเผาไหม้ และการหาค่าหารสึกหรอที่เกิดขึ้นจากการใช้น้ำมันผสม

3.2 วัสดุ และอุปกรณ์

3.2.1 เครื่องยนต์ดีเซล KUBOTA ET 80 H ขนาด 8 แรงม้า ห้องเผาไหม้เป็นแบบ indirect injection มีความจุกระบอกสูบ 465 CC จำนวน 4 เครื่องโดยแต่ละเครื่องใช้น้ำมันเชื้อเพลิงดังต่อไปนี้

เครื่องยนต์เครื่องที่ 1 ใช้น้ำมันดีเซล

เครื่องยนต์เครื่องที่ 2 ใช้น้ำมันผสม W20% (น้ำมันพืชใช้แล้ว20% : น้ำมันดีเซล80%) โดยปริมาตร

เครื่องยนต์เครื่องที่ 3 ใช้น้ำมันผสม W50% (น้ำมันพืชใช้แล้ว50% : น้ำมันดีเซล50%) โดยปริมาตร

เครื่องยนต์เครื่องที่ 4 ใช้น้ำมันผสม W70% (น้ำมันพืชใช้แล้ว70% : น้ำมันดีเซล30%) โดยปริมาตร

3.2.2 ไดนาโมมิเตอร์ ขนาด 12 แรงม้ายี่ห้อ PLINT & PARTNERS ความเร็วรอบ 750 – 2500 รอบ/นาที โดยกำลังเบรกของไดนาโมมิเตอร์หาได้จากแรงม้า โดยที่W คือ น้ำหนักที่อ่านได้จากตาชั่ง N คือ ความเร็วรอบของเครื่องยนต์ (รอบ/นาที) และมีอุปกรณ์สำหรับวัดการสิ้นเปลืองของเชื้อเพลิง ไดนาโมมิเตอร์นี้ใช้สำหรับการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ทุกเครื่องที่ 0 hr , 100 hr, 200 hr, 300 hr, 400 hr และ 500 hr

3.2.3 เครื่องกำเนิดไฟฟ้า ขนาด 7.5 กิโลวัตต์ 230 โวลต์ 32.6 แอมแปร์ 50 เฮิทร์ ความเร็วรอบ 1500-1800 รอบ/นาที ประสิทธิภาพเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 80 % ยี่ห้อ MINDONG YANAN ELECTRIC MACHINE จำนวน 2 ชุด ใช้เป็น ภาระ ของเครื่องยนต์

3.2.4 แผงภาระแบบหลอดไฟ จำนวน 2 ชุด แต่ละชุดประกอบด้วยจำนวนหลอดไฟฟ้าบนแผง 50 หลอด ใช้หลอดไฟขนาด 100 และ 200 วัตต์ แต่ละตัวมีสวิทช์เปิดปิด และมีการติดตั้งมิเตอร์วัดกำลังไฟฟ้า มิเตอร์วัดเวลาการทำงานของเครื่องยนต์แผงภาระต่อกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าใช้เป็นภาระของเครื่องยนต์ในการทดสอบการใช้งานเพื่อหาค่าการสึกหรอของเครื่องยนต์

3.2.5 เครื่องชั่ง ยี่ห้อ AND พิกัด 300 กรัม ความละเอียด 0.0001 กรัมใช้สำหรับชั่งน้ำหนักชิ้นส่วนของเครื่องยนต์เพื่อหาค่าการสึกหรอ

3.2.6 เครื่องวัดความเร็วรอบแบบใช้แสง ยี่ห้อ DIGICON ย่านการวัด 5-100,000 รอบต่อนาที ใช้สำหรับวัดความเร็วรอบ ของเครื่องยนต์ในขณะทดสอบบนแท่นไดนาโมมิเตอร์ และการทดสอบการใช้งานของเครื่องยนต์

3.2.7 เครื่องวัดอุณหภูมิแบบตัวเลข ชนิด K-Type thermocouple ย่านการวัด -200 – 1,370 องศาเซลเซียส ยี่ห้อ FLUKE ใช้วัดอุณหภูมิไอเสียของเครื่องยนต์ และอุณหภูมิน้ำมันเครื่องของเครื่องยนต์ขณะทดสอบบนแท่นไดนาโมมิเตอร์

3.2.8 เครื่องวัดปริมาณควันดำ HBN – 1500 ช่วงการวัด 0-100% ยี่ห้อ HESHIBON MACHINERY ใช้วัดปริมาณควันดำในขณะทดสอบบนแท่นไดนาโมมิเตอร์

3.2.9 เครื่องวัดองค์ประกอบไอเสีย TESTO 350 ใช้วัดองค์ประกอบของไอเสียในขณะทดสอบบนแท่นไดนาโมมิเตอร์โดยมีช่วงการวัด CO 0 – 10,000 ppm HC 100 – 4000 ppm NO_X 0 – 500 ppm SO_2 0 – 500 ppm

3.2.10 เครื่องวัดอุณหภูมิจุดวาบไฟและจุดติดไฟ FLASHPOINT TESTER AF3 วัดอุณหภูมิได้สูงสุด 399 องศาเซลเซียส ยี่ห้อ SUNYO ใช้หาค่าอุณภูมิจุดวาบไฟ

3.2.11 เครื่องวัดค่าความร้อนของเชื้อเพลิง OSK 150 VACUUM FLASK ADIABATIC OXYGEN BOMB CALORIMETER ยี่ห้อ OGOWA SEIKI ใช้ในการหาค่าความร้อนสูงของน้ำมัน

3.2.12 เครื่องวัดความถ่วงจำเพาะ Hydrometer ใช้หาค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำมันที่ใช้เป็นเชื้อเพลิง

3.2.13 เตาเผา ยี่ห้อ thermo สามารถทำอุณหภูมิได้สูงสุด 1,000 องศาเซลเซียส ใช้ในการทดสอบหาปริมาณขี้เถ้า กากถ่านและยางเหนียว

3.2.14 ถ้วยเซรามิก สำหรับใช้เป็นภาชนะใส่น้ำมันเพื่อใช้ในการทดสอบ การหาค่ายางเหนียว ปริมาณกากถ่านและขี้เถ้า

3.2.15 นาฬิกาจับเวลา ความละเอียด 1/100 นาที

3.2.16 ถัง สำหรับใส่น้ำมันพืชใช้แล้ว ขนาด 1,000 ลิตร

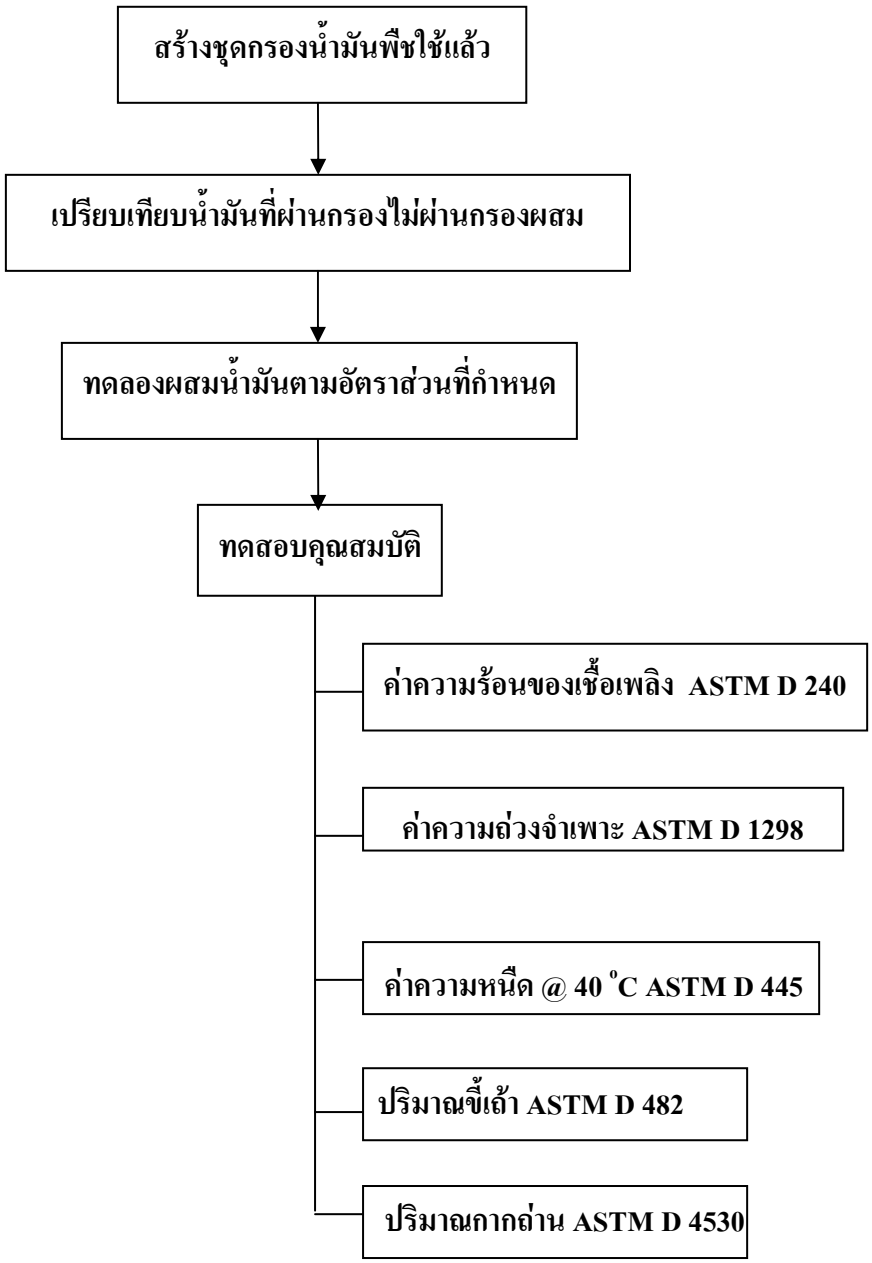
3.2.17 น้ำมันดีเซล

3.2.18 น้ำมันพืชใช้แล้ว

3.2.19 ชุดกรองน้ำมันพืชใช้แล้ว

3.3 การเตรียมน้ำมันพืชใช้แล้ว

น้ำมันพืชใช้แล้วที่นำมาทดสอบจะนำมาจาก ร้านอาหาร ภัตตาคารของโรงแรม ร้านอาหารตามห้างสรรพสินค้า ซึ่งมีการใช้งานที่แตกต่างกัน โดยในการทดสอบมีวิธีการเตรียมและทดสอบคุณสมบัติดังนี้



รูปที่ 30 แสดงชุดกรองละเอียดของน้ำมันพืชใช้แล้ว

รูปที่ 31 แสดงลักษณะของน้ำมันที่ผ่านกรองและไม่ผ่านกรอง

รูปที่ 32 แสดงถังเก็บน้ำมัน

สำหรับการเตรียมน้ำมันก่อนที่จะนำไปผสมจะต้องทิ้งให้ตกตะกอน (ดังรูปที่31) หลังจากนั้นกรองน้ำมันด้วยกรองหยาบโดยใช้ผ้า ต่อจากนั้นใช้ชุดกรองละเอียด (ดังรูปที่ 30) ซึ่งตัวกรองละเอียดได้ใช้กรองน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลที่มีใช้อยู่ในรถยนต์ทั่วไป หลังจากนั้นนำไปเก็บในถังเก็บน้ำมัน (ดังรูปที่ 32) เพื่อให้คุณสมบัติของน้ำมันมีความใกล้เคียงกัน

3.4 วิธีการทดสอบ

ในการทดสอบครั้งนี้ ใช้เชื้อเพลิงทั้งหมด 4 ชนิด คือ

ก. น้ำมันดีเซล

ข. น้ำมันผสม W 20% (น้ำมันพืชใช้แล้ว 20% : น้ำมันดีเซล 80%)โดยปริมาตร

ค. น้ำมันผสม W 50% (น้ำมันพืชใช้แล้ว 50% : น้ำมันดีเซล 50%) โดยปริมาตร

ง. น้ำมันผสม W 70% (น้ำมันพืชใช้แล้ว 70% : น้ำมันดีเซล 30%) โดยปริมาตร

ทำการศึกษาสมบัติของน้ำมันเชื้อเพลิงและทดสอบใช้กับเครื่องยนต์เพื่อศึกษาผลกระทบในด้านสมรรถนะ การสึกหรอ มลภาวะ เมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล

3.5 การศึกษาสมบัติของเชื้อเพลิง

การทดสอบสมบัติของเชื้อเพลิงแบ่งได้เป็น 2 ส่วน คือ

ก. การทดสอบในห้องปฏิบัติการภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ทำการทดสอบสมบัติความเป็นเชื้อเพลิง 7 ค่า ดังนี้คือ ความถ่วงจำเพาะ อุณหภูมิจุดวาบไฟและจุดติดไฟ ค่าความหนืด ค่าความร้อนของเชื้อเพลิง ปริมาณกากถ่าน ปริมาณขี้เถ้า ปริมาณยางเหนียว

ข. ส่งตัวอย่างเชื้อเพลิงไปทดสอบยังศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ เพื่อทดสอบคุณสมบัติปริมาณกากถ่านในน้ำมันเชื้อเพลิง

3.6 การทดสอบเครื่องยนต์

ทำการทดสอบในห้องปฏิบัติการ โดยการนำน้ำมันเชื้อเพลิงทั้งน้ำมันดีเซลและน้ำมันผสมในอัตราส่วนต่าง ๆ มาทดสอบใช้กับเครื่องยนต์เพื่อศึกษา 3 ประเด็นหลัก คือ การสึกหรอ สมรรถนะ มลพิษ โดยใช้เครื่องยนต์ ยี่ห้อคูโบต้า รุ่น ET 80 เป็นเครื่องทดสอบ โดยมีลำดับขั้นการทดสอบดังต่อไปนี้

3.6.1 การรันอินเครื่องยนต์ 50 ชั่งโมง ทำการรันอินเครื่องยนต์ เพื่อการตรวจหาข้อบกพร่องของเครื่องยนต์ก่อนทำการทดสอบ

ก. เดินเครื่องทั้ง 4 ตัว ด้วยน้ำมันดีเซล ในช่วงรอบเดินเบาประมาณ 1000 รอบ/นาที โดยไม่มีภาร จำนวน 50 ชั่วโมง

ข. ถอดชิ้นส่วนของเครื่องยนต์ ได้แก่ แหวนอัด แหวนน้ำมัน ลิ้นไอดี ลิ้นไอเสีย กระเดื่องไอดี กระเดื่องไอเสีย ลูกสูบ ชุดหัวฉีด ชุดลิ้นกันกลับ ชุดปั๊มแรงดันสูง มาทำความสะอาด แล้วชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่ง ที่มีความละเอียด 0.0001 กรัม เพื่อเก็บเป็นข้อมูลเริ่มต้น

ค. ทำการวัดระยะปากแหวน ประกอบด้วย แหวนอัดเบอร์ 1 แหวนอัดเบอร์ 2 แหวนอัดเบอร์ 3 และแหวนน้ำมัน หลังจากนั้นประกอบเครื่องกลับเข้าที่เดิม

ง. ทำการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์บนแท่นไดนาโมมิเตอร์ เพื่อวัดค่าอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงจำเพาะ specific fuel consumption ประสิทธิภาพเชิงความร้อน thermal efficiency ปริมาณควันดำของก๊าซไอเสีย black smoke in exhaust gas องค์ประกอบไอเสีย อุณหภูมิก๊าซไอเสีย

3.6.2 การเดินเครื่องยนต์ในช่วง 100 ชั่วโมงแรก

ก. นำเครื่องยนต์ทั้ง 4 เครื่อง ประกอบเข้ากับแท่นของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า จ่ายกระแสไฟฟ้า ให้กับแผงภาระโดยใช้สายพาน เป็นตัวถ่ายทอดกำลังระหว่างเครื่องยนต์กับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า โดยเดินเครื่องยนต์ทั้ง 4 เครื่องด้วยความเร็ว 2200 รอบต่อนาที ภาระเครื่องยนต์ 75 % ของภาระสูงสุดที่เครื่องยนต์สามารถทำได้โดยเดินเครื่องยนต์แบบต่อเนื่อง

ข. เมื่อเดินเครื่องยนต์ครบ 100 ชั่วโมง ทำการถอดชิ้นส่วนของเครื่องยนต์เพื่อชั่งน้ำหนักดูการสึกหรอที่เกิดขึ้นกับชิ้นส่วน และตรวจวัดระยะปากแหวน

ค. ประกอบเครื่องยนต์กลับแล้วนำไปทดสอบ สมรรถนะเครื่องยนต์บนแท่นไดนาโมมิเตอร์ หลังจากนั้นนำไปประกอบกลับบนแท่นเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และเดินเครื่องจนครบ 100 ชั่วโมงทำเช่นเดียวกับ ข้อ ข. จนกระทั้งครบ 500 ชั่วโมง

3.7 รายละเอียดในการทดสอบ

3.7.1 การหาค่าความหนืดของน้ำมัน

วัดค่าความหนืดของน้ำมันโดยทำการทดสอบตามมาตรฐาน ASTM D445 ใช้เครื่องมือที่เรียกว่า capillary tube viscometer ทำการควบคุมอุณหภูมิที่ 40 องศาเซลเซียสในขณะทดลองและปล่อยให้ของเหลวที่มีค่าความหนืดไหลผ่าน รูเล็ก ๆ ของ capillary tube viscometer ทำการจับเวลา เป็นวินาทีขณะที่ของเหลวมีปริมาตรตามกำหนดซึ่งไหลผ่านรูเล็ก ๆ อุปกรณ์การทดลองมีหน่วยวัดเป็น เรดวูด กำหนดว่าน้ำมันที่ทดลองไหลเต็มกระบอกตวง ขนาด 50 ซีซี จำนวนเวลาเป็นวินาทีทั้งหมด คือค่าความหนืดเป็น เรดวูด

ในการแปลงค่าความหนืดจาก เรดวูด เป็นค่าความหนืดจลน์ซึ่งมีหน่วยเป็น เซ็นติสโตก (centistokes) หาได้จากสูตร empirical

$$V = 0.260\,t - \frac{179}{t}$$ เมื่อ t อยู่ระหว่าง 34-100 วินาที

และ $$V = 0.247\,t - \frac{50}{t}$$ เมื่อ t มากกว่า 100 วินาที

3.7.2 การหาค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำมัน

วัดค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำมันเชื้อเพลิงที่ทดสอบตามมาตรฐาน ASTM D 1298 โดยใช้ไฮโดรมิเตอร์ เริ่มต้นโดยการนำภาชนะที่บรรจุน้ำมัน ตัวอย่าง แช่ลงในน้ำแข็งใช้แท่งแก้วกวนเพื่อให้อุณหภูมิมีค่าใกล้เคียงกันทุกจุด ใช้เทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิรอจนกว่าอุณหภูมิของน้ำมันตัวอย่างต่ำกว่า 15.6 °C เล็กน้อยจากนั้นเทน้ำมันตัวอย่างลงในกระบอกตวง ขนาด 500 CC. ให้ได้น้ำมัน 500 CC. พอดี ใช้เทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิอีกครั้ง เมื่อได้อุณหภูมิของน้ำมัน

ตัวอย่าง 15.6 °C จึงหย่อนไฮโดรมิเตอร์ ที่เหมาะสมลงไปและอ่านค่าที่ได้ โดยค่าที่ได้จะมีหน่วยเป็น API

$$API = \frac{141.5}{\text{ความถ่วงจำเพาะ } 60/60\ ^{o}F} - 131.5$$

หากน้ำมันที่มีค่าความถ่วง API สูงจะมีค่าความถ่วงจำเพาะต่ำ

หากน้ำมันที่มีค่าความถ่วง API ต่ำจะมีค่าความถ่วงจำเพาะสูง

3.7.3 การหาจุดวาบไฟ และจุดติดไฟของน้ำมัน

เมื่อน้ำมันเชื้อเพลิงเหลวถูกทำให้ร้อนขึ้น จะกลายเป็นไอ หากมีการจุดไฟ จะเกิดเปลวไฟแลบขึ้นแล้วก็ดับไปเมื่อไอน้ำมันนั้นหมดลง ซึ่งสามารถสังเกตได้ด้วยตา อุณหภูมิจุดวาบไฟเรียกว่า flash point ถ้าให้ความร้อนมากเพิ่มขึ้นอีก ปริมาณไอน้ำมันที่ระเหยจะมีมากพอที่จะทำให้เกิดติดไฟเป็นไปอย่างต่อเนื่อง หรืออาจเรียกว่าเกิดการเผาไหม้ที่อุณหภูมินี้ เรียกว่า fire point ค่าของอุณหภูมิทั้งสองนี้ จำเป็นจะต้องทราบเพื่อป้องกันไม่ให้อุปกรณ์เกิดความเสียหาย เนื่องจากการติดไฟ เมื่อยังไม่ถึงเวลาที่กำหนด น้ำมันที่มีค่า flash point ต่ำกว่า 33 ^{0}C ถือว่าเป็นเชื้อเพลิงที่อันตราย ในทางตรงกันข้ามถ้าค่า flash point และ fire point สูงเกินไป จะทำให้เกิดการติดไฟยากในอุปกรณ์การเผาไหม้

ในการทดสอบทำการทดสอบตามมาตรฐาน ASTM D 93 โดยนำน้ำมันตัวอย่างไปใส่ใน oil bath ให้ถึงขีดกำหนด หลังจากนั้น เปิด heater เพื่อเพิ่มอุณหภูมิน้ำมันตัวอย่างให้น้ำมันระเหยตัวกลายเป็นไอ หลังจากนั้นนำเปลวไฟไปจุด สังเกตลักษณะของเปลวไฟว่าเป็นจุดวาบไฟหรือติดไฟ โดยอุณหภูมิดังกล่าวมีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส

3.7.4 การหาค่าความร้อนของเชื้อเพลิง

การสันดาปเป็นปฏิกิริยาทางเคมีระหว่างเชื้อเพลิงและออกซิเจน ปฏิกิริยาเคมีดังกล่าวเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว ให้พลังงานความร้อนออกมา ถ่ายเทความร้อนให้แก่สารตัวกลาง และจะมีความร้อนส่วนหนึ่งสูญเสียแก่สิ่งแวดล้อม ในการทดสอบทำการทดสอบตามมาตรฐาน ASTM D 240 โดยนำน้ำมันตัวอย่างที่ต้องการทดสอบ ทดสอบด้วยออกซิเจน บอมบ์ โดยน้ำมันตัวอย่างใส่ลงไปในกระดาษที่รู้ค่า น้ำหนักและค่าความร้อน ความร้อนที่ได้จากการสันดาปจะถ่ายเทให้กับน้ำ ทำให้น้ำมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น นำค่าน้ำหนัก และค่าความร้อนของกระดาษ, น้ำหนักของน้ำมันตัวอย่างที่ใช้ทดสอบน้ำหนักของน้ำและอุณหภูมิของน้ำที่เพิ่มขึ้น มาคำนวณหาค่าความร้อนตามสมการ โดยค่าความร้อนที่ได้จากการทดลองเป็นค่าความร้อนสูง

HHV สาร = ((W+w) Cp□t – m_1 HHVp) / m_2

W = น้ำหนักของน้ำเท่ากับ 1500 กรัม

w = น้ำหนักสมมูลของน้ำจากอุปกรณ์ภายในบอมบ์เท่ากับ 335.4 กรัม

Cp = ความถ่วงจำเพาะของน้ำเท่ากับ 1 Cal /g ^{0}C

□t = ความแตกต่างของอุณหภูมิน้ำเป็น ^{0}C

m_1 = มวลของกระดาษเป็นกรัม

m_2 = มวลของสาร (น้ำมัน) เป็นกรัม

HHVp = ค่าความร้อนของกระดาษ 3600 Cal/g

3.7.5 การหาปริมาณเถ้า

เถ้าเป็นสารที่ไม่ไหม้ไฟ ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปของ ของแข็ง หรือสบู่ โลหะ ที่ละลายได้ในน้ำมันเชื้อเพลิง เถ้าเป็นตัวที่เป็นอันตรายต่อการสึกหรอของเครื่องยนต์ ในการทดสอบทำการทดสอบตามมาตรฐาน ASTM D 482 สามารถทำได้โดยนำตัวอย่างน้ำมันไปใส่ในภาชนะเซรามิกที่ผ่านการไล่ความชื้น และนำไปชั่งน้ำหนักหลังจากนั้นนำเข้าเตาเผาที่อุณหภูมิ 800 ^{0}C แล้วทำการชั่งน้ำหนักเปรียบเทียบก่อนและหลังการเผาไหม้

3.7.6 การหาปริมาณกากถ่าน

กากถ่าน คือ กากคาร์บอน หรือเขม่าที่เหลือตกค้างในน้ำมันเชื้อเพลิง จากการระเหยตัวของน้ำมันและการเผาไหม้ของสารที่ระเหยตัวได้เสร็จสิ้นไปแล้ว ในการทดสอบทำการทดสอบตามมาตรฐาน ASTM D 4530

3.7.8 การทดสอบหาค่ายางเหนียว

ยางเหนียวจะเป็นตัวที่จะทำให้ชิ้นส่วนของเครื่องยนต์เกิดการเหนียวติด ทำให้เป็นอันตรายกับชิ้นส่วน สามารถทำการทดสอบโดยนำน้ำมันไปเผาที่อุณหภูมิ 500 ^{0}C แล้วลดอุณหภูมิลงทันทีเปรียบเทียบน้ำหนักของน้ำมันทั้งก่อนและหลังเผา

3.7.9 การทำความสะอาดชิ้นส่วนและอุปกรณ์

ในการนำชิ้นส่วนของเครื่องยนต์ ไปทำการชั่งน้ำหนักชิ้นส่วนของเครื่องยนต์จะต้องมีความสะอาด เริ่มจากนำชิ้นส่วนทั้งหมดแช่ลงในน้ำมันดีเซลประมาณ 1 ชั่วโมง จากนั้นนำชิ้นส่วนที่มีการสัมผัสกับน้ำมันเชื้อเพลิงภายในห้องเผาไหม้ ได้แก่ ลิ้นไอดี ลิ้นไอเสีย เสื้อหัวฉีด และแหวนลูกสูบ ซึ่งมีคราบเขม่าติดแน่นบนผิวของชิ้นส่วนและอุปกรณ์นั้นๆ ทำการขูดทำความสะอาดอุปกรณ์ ดังกล่าวด้วยวัสดุที่มีความแข็งน้อยกว่า แล้วใช้แปรงทองเหลืองทำความสะอาดซ้ำอีกครั้งจนถึงผิวของโลหะ จากนั้นล้างชิ้นส่วนด้วยน้ำมันดีเซลอีกครั้ง เป่าลมให้แห้ง ส่วนอุปกรณ์

ชิ้นอื่น ๆ ได้แก่ ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง ลิ้นส่งน้ำมันเชื้อเพลิง เข็มหัวฉีด และ แบริ่งก้านสูบ ทำความสะอาดด้วยน้ำมันดีเซลแล้วใช้ลมเป่าให้แห้ง จากนั้นนำไปชั่งน้ำหนักและประกอบต่อไป

3.7.10 การทดสอบเครื่องยนต์บนแท่นไดนามิเตอร์

ทำการติดตั้งเครื่องยนต์บนแท่นไดนามิเตอร์ ต่อท่อน้ำมันเข้ากับกรองน้ำมันเชื้อเพลิง ประกอบท่อไอเสียที่มีรูสอดเทอร์โมคัปเปิลวัดอุณหภูมิก๊าซไอเสีย ติดเทปสะท้อนแสงลงบนล้อช่วยแรงเพื่อวัดความเร็วรอบของเครื่องยนต์ ตรวจสภาพความเรียบร้อยแล้วจึงเปิดสวิทช์ ควบคุมการทำงานของไดนาโมมิเตอร์ ทำการทดสอบเครื่องยนต์ตามมาตรฐาน JIS B 8018 (1989) โดยเริ่มจาก สตาร์ทเครื่องยนต์ แล้วเดินเครื่องแบบไม่มีภาระที่ความเร็วรอบ 1800 รอบ/นาที เป็นเวลา 10 นาที จากนั้นเพิ่มเป็น 2000 รอบ/นาที อีก 10 นาที แล้วทำการเพิ่มความเร็วรอบเป็น 2200 รอบ/นาที จากนั้นปรับตั้งสเกลของเครื่องชั่ง ให้อยู่ในตำแหน่งศูนย์ เปิดสวิทช์ จ่ายกระแสไฟให้กับขดลวดความร้อน เพื่อจ่ายภาระให้กับเครื่องยนต์ตามแรงบิดที่ต้องการ ซึ่งสามารถอ่านได้จากตาชั่ง ทำการบันทึกเวลาในการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงที่ปริมาตร 50 ซีซี ความเร็วรอบของเครื่องยนต์, อุณหภูมิก๊าซไอเสีย, แรงบิด,ปริมาณควันดำ, ปริมาณก๊าซไนโตรเจนออกไซด์, ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนน๊อกไซด์, ปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์, ปริมาณสารไฮโดรคาร์บอน ที่ออกมากับไอเสียของเครื่องยนต์ ทำการบันทึกค่าทุก ๆ 10 นาที จนกระทั่งถึงนาที ที่ 180 หลังจากนั้นปลดภาระให้เครื่องเดินเบา เป็นเวลา 5 นาที ต่อจากนั้นทำการทดสอบโดยการเปลี่ยนภาระทุก 5 นาที บันทึกข้อมูลเช่นเดียวกับการทดสอบที่ภาระคงที่ หลังจากเสร็จการทดลองทำการปลดภาระเครื่องยนต์ ออกทั้งหมดแล้วให้เครื่องเดินเบาเป็นเวลา 10 นาที จึงดับเครื่องยนต์ปิดสวิทช์ควบคุมการทำงานไดนาโมมิเตอร์

3.7.11 การทดสอบเดินเครื่องในสภาพการใช้งานจริง

ในการทดสอบดังกล่าวได้เลือกค่าความสามารถสูงสุดที่เครื่องยนต์ สามารถทำได้โดยการเดินเครื่องยนต์ด้วยภาระสูงสุด และความเร็วรอบสูงสุด ตามข้อกำหนดของเครื่องยนต์ คือ 75% ของภาระสูงสุดที่เครื่องยนต์สามารถทำได้มีค่าเท่ากับ 5.88 กิโลวัตต์ที่ความเร็วรอบ 2200 รอบ/นาที โดยภาระของแผงไฟฟ้า ได้จากการคำนวณกำลังสูงสุดของเครื่องยนต์ คูณด้วย 75% คูณด้วยประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า คือ 80% เท่ากับ 3.53 กิโลวัตต์ ในทางปฏิบัติใช้หลอดไฟขนาด 200 วัตต์ จำนวน 16 หลอด ได้ค่า 3.2 กิโลวัตต์ ค่าส่วนต่างที่เหลือเพื่อชดเชยการสูญเสียที่เกิดขึ้น หลังจากเช็คความเรียบร้อยทำการสตาร์ทเครื่องยนต์เดินเบาเครื่องยนต์เป็นเวลา 10 นาทีหลังจากนั้นปรับความเร็วเครื่องยนต์ให้ได้ 2200 รอบ/นาที เปิดหลอดไฟจ่ายภาระให้กับเครื่องจนครบ 100 ชั่วโมง จำนวน 5 ครั้งรวม 500 ชั่วโมง

3.7.12 การบันทึกค่าที่ได้จากการทดสอบบนแท่นไดนาโมมิเตอร์

ก. ความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงจำเพาะ (specific fuel consumption หรือ sfc) คือ ปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ไปต่อ 1 หน่วยเวลา ต่อ 1 หน่วยกำลังงานเบรกของเครื่องยนต์มีหน่วยเป็นกรัม / กิโลวัตต์ – ชั่วโมง ในการหาอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงโดยจับเวลาที่เครื่องยนต์ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงปริมาตร 50 CC นำค่าที่ได้ไปคำนวณกับค่าความหนาแน่นของน้ำมันเชื้อเพลิงจะได้ความสิ้นเพลิงน้ำมันเชื้อเพลิง มีหน่วยเป็นกรัม / ชั่วโมง ส่วนกำลังงานเบรกของเครื่องยนต์หาได้จากค่าที่กำหนดมากับตัวไดนาโมมิเตอร์ คือแรงที่อ่านได้จากตาชั่ง คูณ กับความเร็วรอบของเครื่องยนต์ที่อ่านได้จากเครื่องมือวัดความเร็วรอบ หารด้วย 5000 มีหน่วยเป็นแรงม้า หาร 0.46 เพื่อแปลงหน่วยเป็นกิโลวัตต์ นำค่าที่ได้ไปหาความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงที่หาได้ข้างต้น จะได้ความสิ้นเปลืองจำเพาะตามต้องการ

ข. ประสิทธิภาพเชิงความร้อน (thermal efficiency (%)) หมายถึง กำลังงานเบรกที่เครื่องยนต์ผลิตได้ หารด้วยกำลังงานของน้ำมันเชื้อเพลิงที่ถูกใช้ไป กำลังงานเบรกที่เครื่องยนต์ผลิตได้หาได้จากขั้นตอนข้างต้น ส่วนกำลังงานของน้ำมันเชื้อเพลิงที่ถูกใช้ไป หาได้จากความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง คูณ กับค่าความร้อนต่ำของน้ำมันเชื้อเพลิงเป็นกิโลวัตต์ โดยหาค่าได้จาก

$LHV = HHV - (m\ H_2O \times 2.4425)$ โดย

$$m\ H_2O = \frac{9H + x\ H_2O}{100}$$

H = weight percent of hydrogen in the fuel

xH_2O = weight percent of physically bound water in the fuel

HHV = ค่าความร้อนสูงของน้ำมันที่ได้จากการทดสอบ

ค. อุณหภูมิก๊าซไอเสีย exhaust gas temperature (^oC) ไอเสียที่ทำการวัดเป็นจุดที่ออกมาจากลิ้นไอเสียทำการวัดโดยสอดสาย เทอร์โมคัปเปิลทางรูที่เจาะบนท่อไอเสียตรงกับช่องทางออกไอเสียที่ฝาสูบในการวัดจะทำการบันทึกค่าอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดในช่วงเวลา 30 วินาที ดังนั้นค่าที่ใช้จึงเป็นค่าอุณหภูมิสูงสุด บวก อุณหภูมิต่ำสุด หาร 2

ง. อุณหภูมิน้ำมันหล่อลื่น (oil temperature (^oC)) อุณหภูมิน้ำมันหล่อลื่นได้จากการสอดสาย เทอร์โมคัปเปิล ทางรูของเหล็กวัดน้ำมันและทำการอ่านค่าอุณหภูมิน้ำมันหล่อลื่น

จ. ปริมาณควันดำในก๊าซไอเสีย (black smoke density (%)) ปริมาณควันดำในก๊าซไอเสียของเครื่องยนต์หาได้จากการดูดเอาก๊าซไอเสียผ่านกระดาษกรองด้วยเครื่องวัดควันดำ ก๊าซไอเสียมีวิธีการโดยสังเขปตามคู่มือการใช้เครื่องวัดควันดำดังนี้ สอดโพรบของเครื่องวัดควันดำ

ลงในท่อไอเสีย จากนั้นดูดก๊าซไอเสียผ่านกระดาษกรอง นำกระดาษกรองซึ่งมีเขม่าจับวัดหาค่าปริมาณควันดำมีหน่วยเป็น (%)

ฉ. ปริมาณก๊าซไอเสีย หาได้โดยการสอดโพรบของเครื่องมือวัดลงในท่อไอเสีย จากนั้นดูดก๊าซไอเสียผ่านเซ็นเซอร์ ค่าจะแสดงที่เครื่องมือวัด มีค่าต่าง ๆ ดังนี้ CO HC SO_2 NO_X