

การปรับปรุงพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อการประหยัดน้ำมันดีเซล

The Improvement of Diesel Economizer

ศราวุฒิ สิ้นปรุ , ธนายศ ภารแผ้ว และ พนมกร ขวาชอง*

ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

E-mail : pankwa@kku.ac.th

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของโครงการนี้ คือ การปรับปรุงคุณภาพการใช้งานของอุปกรณ์เพื่อการประหยัดน้ำมันดีเซลให้มีความทนทานต่อการกัดกร่อนให้มากขึ้นโดยการเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสมในการนำมาผลิตเป็นชิ้นงาน โดยชิ้นงานเดิมนั้นผลิตจากเหล็กจึงทกเกิดปัญหาสนิม จึงได้เลือก Stainless Steel 304L ซึ่งทนต่อการกัดกร่อนได้ดีแต่มีค่าการนำความร้อน (Thermal Conductivity) ที่น้อยกว่าจึงต้องมีการออกแบบพื้นที่การแลกเปลี่ยนความร้อนเพิ่มเติม ผลการทดสอบการใช้งานของอุปกรณ์เพื่อการประหยัดน้ำมันดีเซลที่ปรับปรุงแล้ว นั้นจะมีประสิทธิภาพไม่ต่างจากเดิมนักแต่จะมีความต้านทานการกัดกร่อนสูงกว่า ผลการทดสอบการใช้อุปกรณ์เพื่อการประหยัดน้ำมันดีเซลจะสามารถประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิงได้ 7-15% ลดมลพิษ และไม่มีผลเสียต่อประสิทธิภาพของเครื่องยนต์

คำสำคัญ : อุปกรณ์เพื่อการประหยัดน้ำมันดีเซล , การกัดกร่อน , ประสิทธิภาพเครื่องยนต์ , ไอเสียรถยนต์

บทนำ

หลักการทำงานของอุปกรณ์เพื่อการประหยัดน้ำมันดีเซล (Diesel Economizer) นั้นอยู่บนพื้นฐานของกระบวนการแตกตัวด้วยความร้อน(Thermal Cracking) โดยทำหน้าที่เป็นเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน (Heat Exchanger) คอยแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างน้ำมันดีเซลกับน้ำร้อนจากระบบระบายความร้อนของเครื่องยนต์ เพื่อให้โมเลกุลของไฮโดรคาร์บอนของน้ำมันดีเซลสลายตัวให้มีขนาดเล็กลงทำให้มีค่าความหนาแน่นและค่าความหนืดลดลง ส่งผลให้หัวฉีดเครื่องยนต์สามารถพ่นน้ำมันได้เป็นละอองได้ดีขึ้นส่งผลให้สามารถรวมตัวกับออกซิเจนได้ดีขึ้นทำให้เกิดการเผาไหม้สมบูรณ์ขึ้น สามารถลดควันดำและประหยัดเชื้อเพลิง

อุปกรณ์เพื่อการประหยัดน้ำมันดีเซลจะติดตั้งระหว่างตัวกรองเชื้อเพลิงกับปั๊มฉีดเชื้อเพลิง น้ำมันดีเซลจะไหลจากถังน้ำมันผ่านที่กรองน้ำมันและไหลผ่านอุปกรณ์เพื่อการประหยัดน้ำมันดีเซล เพื่อแลกเปลี่ยน

ความร้อน น้ำมันดีเซลที่ผ่านการแลกเปลี่ยนความร้อนก็จะไหลเข้าสู่ปั๊มแล้วไปที่หัวฉีดเพื่อฉีดเข้าห้องเผาไหม้ต่อไป

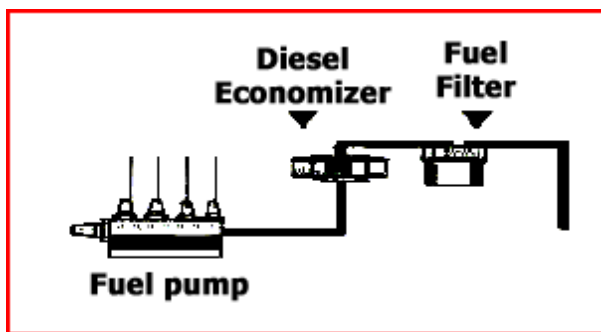
อุปกรณ์เพื่อการประหยัดน้ำมันดีเซล (Diesel Economizer) ผลิตขึ้นโดยใช้เหล็กผ่านการชุบโครเมียมเพื่อป้องกันสนิมในผลิตเป็นอุปกรณ์ จากการใช้งานของที่ผ่านมาพบว่ายังคงมีปัญหาในเรื่องของสนิมที่จะเกิดขึ้นบริเวณข้อต่อและจุดโค้งต่างๆของอุปกรณ์เมื่อใช้งานไปนานๆเพราะเป็นจุดที่รับแรงจากการไหลของน้ำมันดีเซลทำให้โครเมียมที่เคลือบไว้หลุดออกไปทำให้เกิดสนิม จึงต้องแก้ไขปัญหการเกิดสนิมของอุปกรณ์เพื่อยืดอายุการใช้งานของอุปกรณ์ให้ยาวนานขึ้น

Stainless Steel 304L เป็นวัสดุที่เราเลือกใช้ในการปรับปรุงการผลิตเนื่องจากมีอัตราการกัดกร่อนต่ำ ถึงแม้จะมีราคาสูงกว่าเหล็ก แต่ก็จะช่วยลดปัญหาการกัดกร่อนได้อย่างมาก แต่เนื่องด้วยมีค่าการนำความร้อนน้อยกว่าเหล็ก จึงต้องมีการออกแบบพื้นที่แลกเปลี่ยน

ความร้อนเพิ่มเติมให้มีพื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อนเพิ่มขึ้น



รูปที่ 1. การติดตั้งอุปกรณ์เพื่อการประหยัดน้ำมันดีเซล



รูปที่ 2. ไดอะแกรมการติดตั้งอุปกรณ์



รูปที่ 3. อุปกรณ์เพื่อการประหยัดน้ำมันดีเซลก่อนการปรับปรุง (ใช้เหล็กในการผลิต)



รูปที่ 4. อุปกรณ์เพื่อการประหยัดน้ำมันดีเซลหลังการปรับปรุง (ใช้ Stainless Steel 304L ในการผลิต)

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

ในการทดสอบการใช้งานเราจะทำการทดสอบกันทั้งหมด 7 เรื่องคือ

1. การทดสอบการประหยัดน้ำมันโดยการใช้งานจริงกับรถยนต์
2. การทดสอบการวัดอุณหภูมิของ Diesel Economizer ณ จุดต่างๆ
3. การทดสอบผลของ Diesel Economizer ต่อประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ (Dynamometer Test)
4. การทดสอบผลของอุณหภูมิน้ำมันต่อประสิทธิภาพการหล่อลื่น
5. การทดสอบผลของ Diesel Economizer ต่อ Emission ในไอเสียของรถยนต์
6. การทดสอบผลของ Diesel Economizer ต่อปริมาณควันไอเสียของรถยนต์
7. การทดสอบอัตราการกัดกร่อนของอุปกรณ์ที่ผ่านการปรับปรุงแล้ว

1. การทดสอบการประหยัดน้ำมันโดยการใช้งานกับรถยนต์

การทดสอบการใช้งานของอุปกรณ์เพื่อการประหยัดน้ำมันดีเซลในแง่ของอัตราการประหยัดน้ำมันดีเซล เราจะเลือกใช้รถยนต์ 2 ประเภทคือ รถบรรทุก และรถปิคอัพ ประเภทละ 2 คัน (ต่างยี่ห้อกัน) ในกรณีของรถบรรทุกเราเลือก Hino, 1994, 195 hp, 625401 km และ Scania, 1989, type 113h/310, 310 hp, 524100 km และในกรณีรถปิคอัพเราเลือก Toyota Hilux Tiger, 2002, 15000 km และ Mitsubishi Stadra, 2001, 32401 km

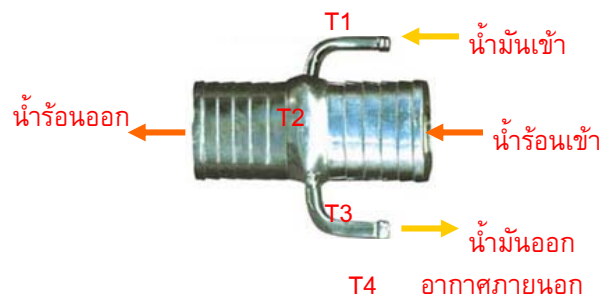
วิธีการทดลอง

1. นำรถที่จะใช้ทดสอบทั้ง 4 คันที่ยังไม่ได้ติดตั้งอุปกรณ์เพื่อการประหยัดน้ำมันดีเซลเติมน้ำมันเชื้อเพลิงเต็มถังที่สถานีบริการ ปตท. ขอนแก่น
2. ขับรถไปตามเส้นทางถนนมิตรภาพเดินทางไปยังจังหวัดนครราชสีมา เดินทางถึงอำเภอโนนสูง จังหวัดนครราชสีมา รวมระยะทาง 162 กิโลเมตรสำหรับรถบรรทุก ส่วนรถปิคอัพใช้ระยะทาง 175 กิโลเมตร บันทึกความเร็วและความเร็วรอบของรถตลอดระยะเส้นทาง
3. ทำการติดตั้งอุปกรณ์เพื่อการประหยัดน้ำมันดีเซล
4. เติมน้ำมันเชื้อเพลิงเต็มถังที่สถานีบริการ ปตท. โนนสูง บันทึกปริมาตรของน้ำมันเชื้อเพลิงที่เติม นั่นคือปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ถูกใช้ไปเมื่อรถยังไม่ถูกติดตั้งอุปกรณ์เพื่อการประหยัดน้ำมันดีเซล
5. ขับรถเดินทางกลับมายังขอนแก่นในระยะทางที่เท่ากับตอนแรก บันทึกความเร็วและความเร็วรอบตลอดระยะเส้นทาง (โดยระยะทางที่ทั้งไปและกลับนั้นถือว่าเป็นระยะทางที่มีความลาดเอียงเท่ากัน)
6. เติมน้ำมันเชื้อเพลิงเต็มถังที่สถานีบริการ ปตท. ขอนแก่น บันทึกปริมาตรของน้ำมันเชื้อเพลิงที่เติม นั่นคือปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ถูกใช้ไปเมื่อรถถูกติดตั้งอุปกรณ์เพื่อการประหยัดน้ำมันดีเซล

2. การวัดอุณหภูมิ ณ จุดต่าง ๆ ของอุปกรณ์เพื่อการประหยัดน้ำมันดีเซลในการถ่ายเทความร้อน

วิธีการทดลอง

1. ติดตั้งอุปกรณ์เพื่อการประหยัดน้ำมันดีเซลในรถยนต์
2. สตาร์ทรถที่จะใช้ในการทดสอบก่อนเพื่ออุ่นเครื่องประมาณ 15 นาที แล้วดับเครื่องจอด
3. ต่อสายวัดอุณหภูมิของเครื่องวัดอุณหภูมิแบบดิจิตอลเข้าสู่จุดต่าง ๆ ดังนี้คือ
จุด T1 เพื่อวัดอุณหภูมิของน้ำมันขาเข้า
จุด T2 เพื่อวัดอุณหภูมิของน้ำร้อนของหม้อน้ำ
จุด T3 เพื่อวัดอุณหภูมิของน้ำมันขาออก
จุด T4 เพื่อวัดอุณหภูมิของอากาศภายนอก (บริเวณหน้ารถ)
4. สตาร์ทรถ เริ่มทำการทดลอง บันทึกอุณหภูมิทั้ง 4 จุด ทุกๆ 1 นาที พร้อมกับบันทึกความเร็วรอบของเครื่องยนต์ พยายามให้ความเร็วรอบคงที่ที่ประมาณ 3,000 รอบต่อนาที ใช้เส้นทางถนนมิตรภาพจากขอนแก่นถึงเขาสวนกวางรวมระยะทางไปและกลับ 100 กิโลเมตร



รูปที่ 5. จุดที่ทำการวัดอุณหภูมิของอุปกรณ์เพื่อการประหยัดน้ำมันดีเซล

3. การทดสอบผลของอุปกรณ์เพื่อการประหยัดน้ำมันดีเซลต่อประสิทธิภาพของเครื่องยนต์

เครื่องยนต์ที่ใช้ในการทดสอบ

TATA 4 WD Double Cab ,เครื่องยนต์รุ่น 483 DL – Forced Aspirated Engine ,ชนิดเครื่องยนต์ 4 จังหวะ ไดเรคอินเจคชั่น ,จำนวนกระบอกสูบ 4 กระบอกสูบ ความกว้างกระบอกสูบ 76.2 mm. ,ระยะชัก88.9 mm. อัตราส่วนการอัด 20 : 1

การทดสอบจะทดสอบในเรื่องของแรงบิด (Torque) กำลังงาน(Power) และการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะ (Specific Fuel Consumption) เป็นการทดสอบตามมาตรฐานการทดสอบ ISO 1585 ใช้ความเร็วรอบที่แตกต่างกัน 4 ระยะ ระหว่าง 800 rpm ถึง 2000 rpm ในกระบวนการทดสอบเราจะใช้อัตราการไหลของเชื้อเพลิงที่ต่างกัน 2 ระดับคือ 0.3 และ 0.5

4. การทดสอบผลของอุณหภูมิน้ำมันต่อประสิทธิภาพการหล่อลื่น

ทดสอบตามมาตรฐาน CEC F-06-A-96 ด้วยเครื่องเอชเอฟอาร์อาร์ (HFRR; High Frequency Reciprocating Rig) ซึ่ง Wear Scar Diameter (WSD) ต้องไม่สูงกว่า 460 μm

เชื้อเพลิงที่ใช้ทดสอบ

น้ำมันดีเซลจำนวน 3 ตัวอย่าง ที่เก็บมาจากสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง แห่งละ 1 ตัวอย่าง ในเดือนพฤศจิกายน 2546

วิธีการทดลอง

1. ทดสอบตามมาตรฐาน CEC F-06-A-96 ซึ่งควบคุมอุณหภูมิของน้ำมันดีเซลตัวอย่างไว้ที่ 60 ° C
2. ประยุกต์วิธีการ CEC F-06-A-96 โดยควบคุมอุณหภูมิของน้ำมันดีเซลตัวอย่างไว้ที่ 80 ° C และ 100 ° C ตามลำดับ

5. การทดสอบผลของอุปกรณ์เพื่อการประหยัดน้ำมันดีเซลต่อมลพิษในไอเสียของรถยนต์

อุปกรณ์

เครื่องวิเคราะห์ไอเสีย Pollution Control and analysis apparatus , CUSSONS TECHNOLOGY MANCHESTER M79RH ENGLAND

เครื่องยนต์ดีเซลที่ใช้ในการทดสอบ

รถยนต์ MITSUBISHI รุ่น Strada G-Wagon GLX แบบเครื่องยนต์ ดีเซล 4 สูบ 4 จังหวะแถวเรียง รุ่นเครื่องยนต์ 4M40 ,ปริมาตรกระบอกสูบ 2835 CC , ความกว้างกระบอกสูบ 95.0 mm ,ระยะชักลูกสูบ 100.0 mm ,อัตราส่วนการอัด 21.0 : 1 ,ระยะห่างวาล์ว วาล์วไอดี 0.25 mm ,วาล์วไอเสีย 0.35 mm , กำลังสูงสุด(DIN) 71 กิโลวัตต์ (kw)/4,000 (rpm) แรงบิดสูงสุด (DIN)198 (Nm)/2,000(rpm) ,ความเร็วสูงสุด 138 km/hr ,ความเร็วรอบเดินเบา 750 rpm

วิธีการทดลอง

1. สตาร์ทรถยนต์ที่นำมาใช้ในการทดสอบ (ยังไม่ได้ติดตั้งอุปกรณ์เพื่อการประหยัดน้ำมันดีเซล) เพื่ออุ่นเครื่องประมาณ 15 นาที
2. นำแท่งตรวจสอบปริมาณมลพิษเสียบเข้าไปในท่อไอเสียรถยนต์เพื่อตรวจสอบปริมาณมลพิษ เริ่มต้นที่ความเร็วรอบของเครื่องยนต์ 750 rpm ทำการตรวจสอบและบันทึกปริมาณมลพิษ จากนั้นเพิ่มความเร็วรอบอีกครั้งละ 250 rpm ไปเรื่อยๆจนถึง 2,500 rpm
3. ดับเครื่องยนต์แล้วติดตั้งอุปกรณ์เพื่อการประหยัดน้ำมันดีเซลในรถยนต์
4. สตาร์ทรถที่จะใช้ในการทดสอบก่อนเพื่ออุ่นเครื่องประมาณ 15 นาที เพื่อให้ระบบระบายความร้อนเริ่มถ่ายเทความร้อนให้น้ำมัน
5. นำแท่งตรวจสอบปริมาณมลพิษเสียบเข้าไปในท่อไอเสียรถยนต์เพื่อตรวจสอบปริมาณมลพิษ เริ่มต้นที่ความเร็วรอบของเครื่องยนต์นั้นคือ 750 rpm ตรวจสอบและบันทึกปริมาณมลพิษ จากนั้นเพิ่มความเร็วรอบอีกครั้งละ 250 rpm ไปเรื่อยๆจนถึง 2,500 rpm

6. การทดสอบผลของอุปกรณ์เพื่อการประหยัดน้ำมันดีเซลต่อปริมาณควันไอเสียของรถยนต์

อุปกรณ์

เครื่องวัดควันดำแบบกระดาศกรอง Diesel Smoke Meter Model DS-2000 Air 6 Bar

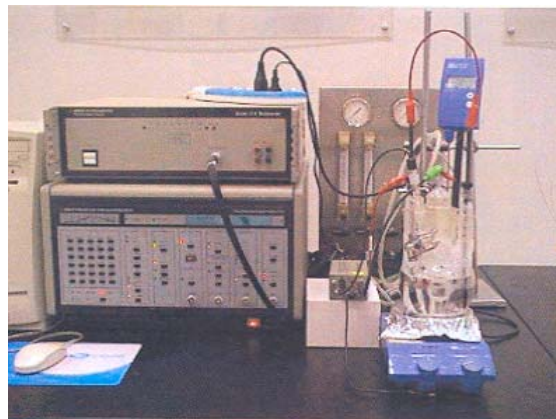
วิธีการทดลอง

1. ทำความสะอาดเครื่องตรวจสอบและทำการปรับเครื่องตรวจสอบให้ถูกต้อง
2. จอดรถในตำแหน่งเกียร์ว่าง ปิดเครื่องปรับอากาศ
3. เดินเครื่องยนต์ให้อยู่ในอุณหภูมิใช้งาน
4. ทดลองเหยียบคันเร่งอย่างช้าๆจนสุดคันเร่ง
5. สอดหัววัดเข้าไปในท่อไอเสีย
6. เร่งเครื่องยนต์อย่างรวดเร็วจนสุดคันเร่งและเก็บตัวอย่างควันดำเมื่อเริ่มเหยียบคันเร่ง
7. ทำการวัด 2 ครั้ง ใช้ค่าที่วัดได้สูงสุดเป็นเกณฑ์ตัดสิน
8. กรณีค่าควันดำที่วัด 2 ค่า แตกต่างกันเกินร้อยละ 5 ให้ทำการวัดใหม่

7. การทดสอบอัตราการกัดกร่อนของอุปกรณ์ที่ผ่านการปรับปรุงแล้ว

การหาค่าประกอบของวัสดุที่ใช้ในการผลิตอุปกรณ์เพื่อการประหยัดน้ำมันดีเซลนั้นจะใช้เครื่อง XRF Spectrometer (X-Ray Fluorescences Spectrometer) ในการวิเคราะห์หาองค์ประกอบในวัสดุ

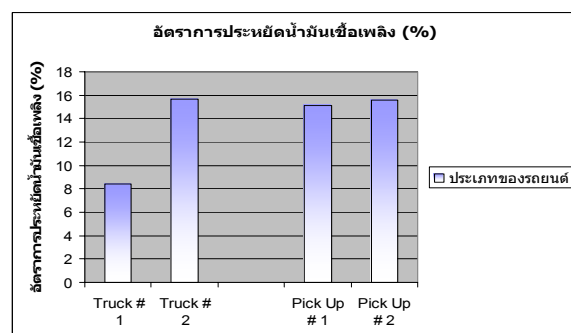
การหาอัตราการกัดกร่อนของวัสดุที่ใช้ในการผลิตอุปกรณ์เพื่อการประหยัดน้ำมันดีเซล นั้นจะใช้เครื่อง Potentiostat/Galvanostat Electrochemical Analysis ในการวิเคราะห์หาอัตราการกัดกร่อนของวัสดุในสภาวะของหม้อน้ำที่มีอุณหภูมิสูงสุดประมาณ 90 °C โดยใช้ของเหลว 3 ชนิดคือ น้ำ น้ำเกลือความเข้มข้น 10% และ น้ำยาระบายความร้อนของหม้อน้ำ (Coolant)



รูปที่ 6. เครื่อง Potentiostat/Galvanostat Electrochemical Analysis

ผลการทดลองและวิเคราะห์ผล

1. การทดสอบการประหยัดน้ำมันโดยการใช้งานกับรถยนต์



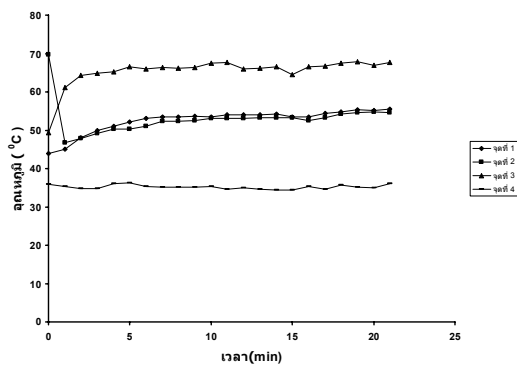
รูปที่ 7. แผนภูมิแสดงผลการทดสอบอัตราการประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิงของรถยนต์แต่ละประเภท

จากผลการทดลองจะเห็นว่า ในกรณีของรถบรรทุกนั้นจะสามารถประหยัดน้ำมัน 8.45% และ 15.45% อันเนื่องมาจากน้ำมันเมื่อขยายตัวจากความร้อน จะทำให้หัวฉีดสามารถพ่นน้ำมันเป็นละอองได้ดียิ่งขึ้นใช้น้ำมันน้อยลง น้ำมันผสมกับอากาศได้ดีขึ้น ส่งผลให้เกิดการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ขึ้น ผลการประหยัดน้ำมันที่ต่างกันของรถบรรทุกทั้ง 2 ยี่ห้อนี้น่าจะมาจากการออกแบบ

ขนาดเครื่องยนต์ที่แตกต่างกันของบริษัทผู้ผลิตและอายุการใช้งานของเครื่องยนต์

ในกรณีรถยนต์ปิคอัพนั้นจะสามารถประหยัดน้ำมันได้ 15.15% และ 15.62% ถือว่ามีค่าใกล้เคียงกันเนื่องจากอายุการใช้งานของเครื่องยนต์ใกล้เคียงกัน

2. การวัดอุณหภูมิ ณ จุดต่าง ๆ ของอุปกรณ์เพื่อการประหยัดน้ำมันดีเซลในการถ่ายเทความร้อน



รูปที่ 8. กราฟแสดงอุณหภูมิ ณ จุดต่าง ๆ ของอุปกรณ์เพื่อการประหยัดน้ำมันดีเซล

จากผลการทดสอบจะเห็นว่าอุณหภูมิของน้ำร้อนที่เวลาเริ่มต้นนั้นมีค่าประมาณ 70 °C เนื่องจากการอุ่นเครื่องยนต์ให้ร้อนก่อนการทดสอบ พอเริ่มการทดลองอุณหภูมิจะลดลงเหลือประมาณ 46 °C จากนั้นจะเริ่มเพิ่มขึ้นสูงขึ้นเรื่อยๆจนมีค่าสูงสุดประมาณ 77 °C และจะเริ่มคงที่ อันเนื่องมาจากการระบายความร้อนจากเครื่องยนต์

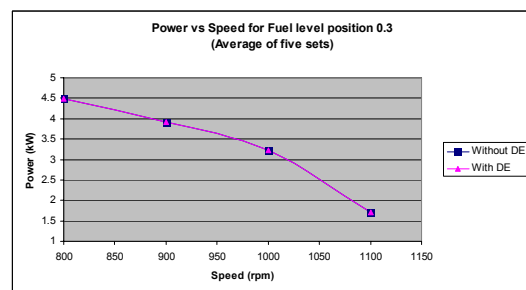
อุณหภูมิของน้ำมันขาเข้านั้นเริ่มต้นการทดลองจะมีค่าประมาณ 44 °C และจะค่อยๆมีค่าสูงขึ้นจนมีค่าสูงสุดประมาณ 60 °C อันเนื่องมาจากการแผ่ความร้อนของเครื่องยนต์ขณะทำงาน

อุณหภูมิของน้ำมันขาออกนั้นเริ่มต้นจะมีค่าประมาณ 50 °C อันเนื่องมาจากการถ่ายเทความร้อนจากน้ำร้อนเพราะได้ทำการอุ่นเครื่องยนต์มาก่อนทำการทดลอง และเมื่อทำการทดลองจะเริ่มมีการถ่ายเทความร้อนระหว่างน้ำร้อนกับน้ำมันทำให้น้ำมันมีค่าสูงขึ้นเรื่อยๆ จนจะมีค่าคงที่อยู่ที่ประมาณ 65 -68 °C เมื่อ

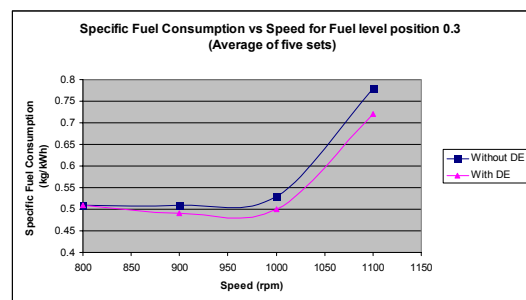
เวลาผ่านไปประมาณ 5 นาที อุณหภูมินี้ถือว่าไม่เกินจุดวาบไฟของน้ำมันดีเซลซึ่งปกติแล้วจะมีค่าประมาณ 75 - 78 °C

อุณหภูมิของอากาศภายนอกจะมีอยู่ระหว่าง 34-38 °C ตลอดการทดลอง อาจมีบ้างที่สูงถึง 41 °C อันเนื่องมาจากจอตลอดไฟแดง เครื่องยนต์จึงแผ่ความร้อนมาถึงและไม่ได้มีลมพัดเข้ามาลดความร้อนลงเหมือนตอนที่รถวิ่ง

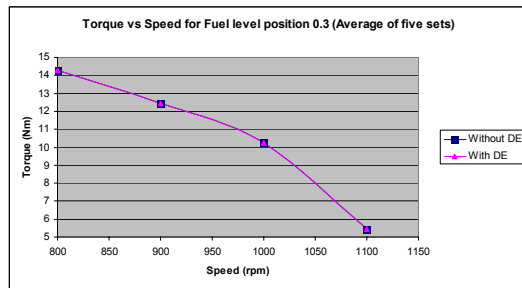
3. การทดสอบผลของอุปกรณ์เพื่อการประหยัดน้ำมันดีเซลต่อประสิทธิภาพของเครื่องยนต์



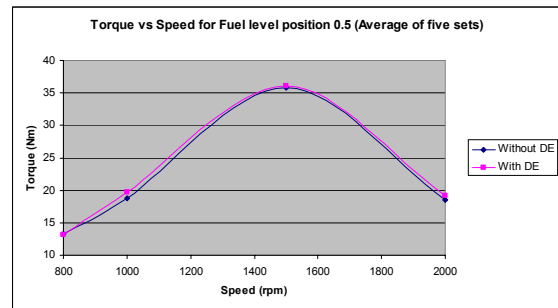
รูปที่ 9. กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำลังงานกับความเร็รรอบอัตราไหลน้ำมัน 0.3



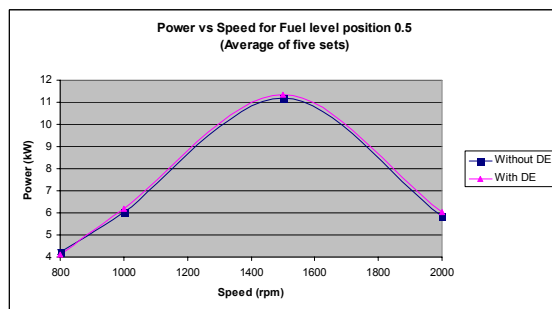
รูปที่ 10. กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะกับความเร็รรอบอัตราไหลน้ำมัน 0.3



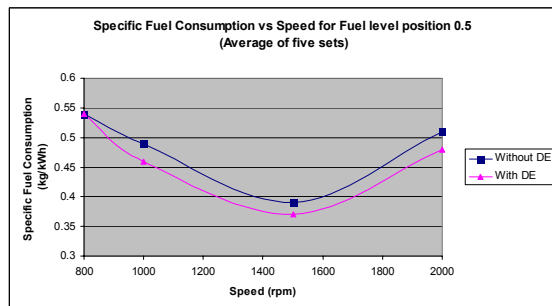
รูปที่ 11. กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงบิดกับความเร็วยรอบอัตราไหลน้ำมัน 0.3



รูปที่ 14. กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงบิดกับความเร็วยรอบอัตราไหลน้ำมัน 0.5



รูปที่ 12. กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำลังงานกับความเร็วยรอบอัตราไหลน้ำมัน 0.5



รูปที่ 13. กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะกับความเร็วยรอบอัตราไหลน้ำมัน 0.5

วิเคราะห์ผลการทดสอบ

ผลต่อกำลังของเครื่องยนต์ จากกราฟจะเห็นว่า กำลังงานของเครื่องยนต์จะลดลงเมื่อรอบของเครื่องยนต์สูงขึ้นเนื่องจากเมื่อรอบสูงขึ้นเครื่องยนต์ไม่ต้องใช้กำลังมากขึ้นเนื่องจากมีแรงเสริมจากช่วงความเร็วยรอบต่ำ การติดตั้งอุปกรณ์เพื่อการประหยัดน้ำมันดีเซลและไม่ติดตั้งนั้นจะได้อะไรทดลองไปแนวทางเดียวกันเมื่ออัตราการไหลของน้ำมัน 0.3 และเมื่อเปลี่ยนอัตราการไหลของน้ำมันเป็น 0.5 จะเห็นว่าเมื่อติดตั้งอุปกรณ์เพื่อการประหยัดน้ำมันดีเซลจะให้ค่ากำลังงานสูงกว่าเล็กน้อยและค่ากำลังของเครื่องยนต์จะมีค่าสูงสุดประมาณ 11 กิโลวัตต์ที่ความเร็วยรอบประมาณ 1,500 รอบต่อนาที แล้วจะค่อยๆลดลง

ผลต่ออัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะ จากกราฟทั้งที่อัตราการไหลของน้ำมันที่ 0.3 และ 0.5 จะเห็นว่าเมื่อติดตั้งอุปกรณ์เพื่อการประหยัดน้ำมันดีเซลแล้วจะมีอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะที่ต่ำกว่าอันเนื่องมาจากขยายตัวของน้ำมันส่งผลให้เกิดการเผาไหม้ที่สมบูรณ์กว่า โดยอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะจะมีค่าต่ำสุดที่ความเร็วยรอบประมาณ 975 รอบต่อนาทีสำหรับอัตราการไหลของน้ำมัน 0.3 และ 1,500 รอบต่อนาทีสำหรับอัตราการไหลของน้ำมัน 0.5

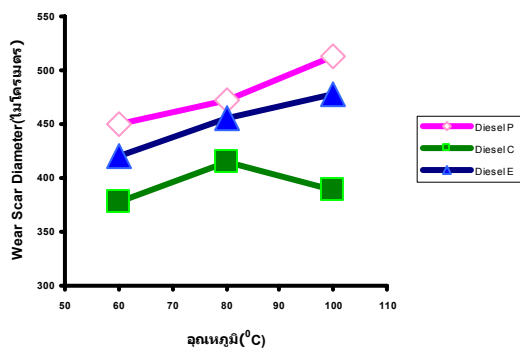
ผลต่อแรงบิดของเครื่องยนต์ จากกราฟจะเห็นว่า แรงบิดของเครื่องยนต์จะลดลงเมื่อรอบของเครื่องยนต์สูงขึ้นเนื่องจากเมื่อรอบสูงขึ้นเครื่องยนต์ไม่ต้องใช้แรงบิดมากขึ้นเนื่องจากมีแรงเสริมจากช่วงความเร็วยรอบต่ำ

การติดตั้งอุปกรณ์เพื่อการประหยัดน้ำมันดีเซลและไม่ติดตั้งนั้นจะได้ผลการทดลองไปแนวทางเดียวกันเมื่ออัตราการไหลของน้ำมัน 0.3 และเมื่อเปลี่ยนอัตราการไหลของน้ำมันเป็น 0.5 จะเห็นว่าเมื่อติดตั้งอุปกรณ์เพื่อการประหยัดน้ำมันดีเซลจะให้ค่าแรงบิดสูงกว่าเล็กน้อย และค่าแรงบิดของเครื่องยนต์จะมีค่าสูงสุดประมาณ 36 นิวตัน-เมตร ที่ความเร็วรอบประมาณ 1,500 รอบต่อนาที แล้วจะค่อยๆลดลง

4. การทดสอบผลของอุณหภูมิน้ำมันต่อประสิทธิภาพการหล่อลื่น

วิเคราะห์ผลการทดสอบ

จากกราฟจะเห็นว่า ที่อุณหภูมิประมาณ 70 °C ซึ่งเป็นอุณหภูมิของน้ำมันดีเซลที่ไหลผ่านอุปกรณ์เพื่อการประหยัดน้ำมันดีเซลนั้นค่า Wear Scar Diameter จะมีค่าน้อยกว่า 460 ไมโครเมตร ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานของ ASTM ดังนั้นการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิของน้ำมันจึงไม่มีผลต่อประสิทธิภาพการหล่อลื่น



รูปที่ 15. กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า Wear Scar Diameter กับอุณหภูมิ

5. การทดสอบผลของอุปกรณ์เพื่อการประหยัดน้ำมันดีเซลต่อมลพิษในไอเสียของรถยนต์

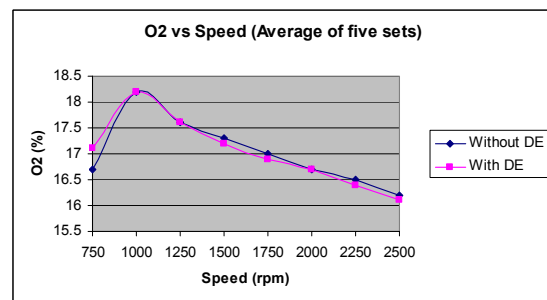
วิเคราะห์การทดสอบ

ผลต่อออกซิเจน (O₂) จากกราฟจะเห็นว่าเมื่อติดตั้งอุปกรณ์เพื่อการประหยัดน้ำมันดีเซลนั้นจะมีปริมาณ

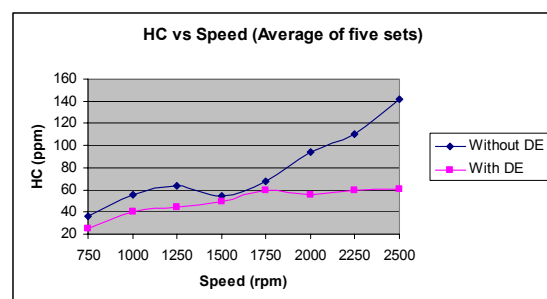
ออกซิเจนที่น้อยกว่าน่าจะเนื่องมาจากออกซิเจน ไปรวมตัวกับน้ำมันเพื่อใช้ในการเผาไหม้มากขึ้น

ผลต่อไฮโดรคาร์บอน (HC) จากกราฟจะเห็นว่าติดตั้งอุปกรณ์เพื่อการประหยัดน้ำมันดีเซลนั้นจะมีปริมาณไฮโดรคาร์บอนที่น้อยกว่า น่าจะเนื่องมาจากเชื้อเพลิงถูกเผาไหม้ได้มากกว่าที่ไม่ได้ติดตั้งอุปกรณ์ โดยเฉพาะในความเร็วรอบสูงๆจะเห็นความแตกต่างได้อย่างชัดเจน

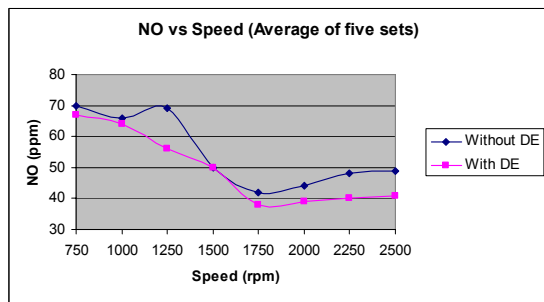
ผลต่อออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) จากกราฟจะเห็นว่าติดตั้งอุปกรณ์เพื่อการประหยัดน้ำมันดีเซลนั้นจะมีปริมาณออกไซด์ของไนโตรเจนที่น้อยกว่า น่าจะเนื่องมาจากออกซิเจนถูกใช้ไปในการเผาไหม้มากขึ้นจึงไม่ได้ไปรวมตัวกับไนโตรเจนเพื่อเกิดเป็นออกไซด์ของไนโตรเจน เมื่อมีการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ขึ้นการเกิดออกไซด์ของไนโตรเจนจึงน้อยลง



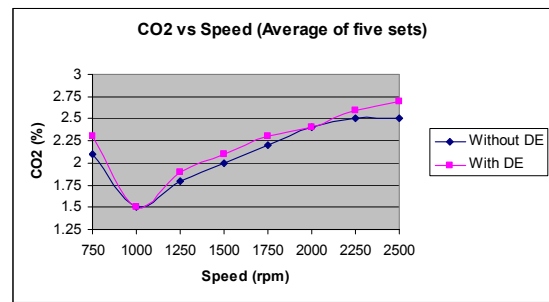
รูปที่ 16. ความสัมพันธ์ระหว่าง O₂ กับความเร็วรอบ



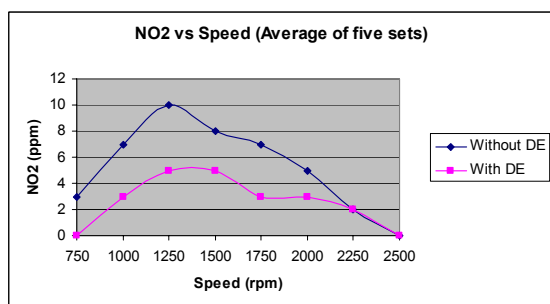
รูปที่ 17. ความสัมพันธ์ระหว่าง HC กับความเร็วรอบ



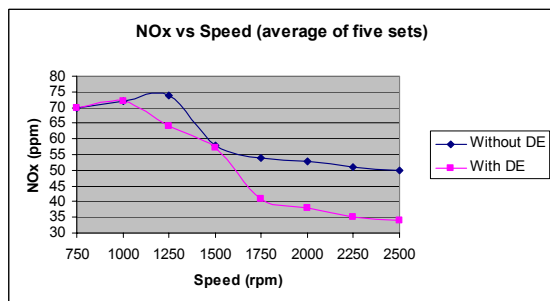
รูปที่ 18. ความสัมพันธ์ระหว่าง NO กับความเร็วรอบ



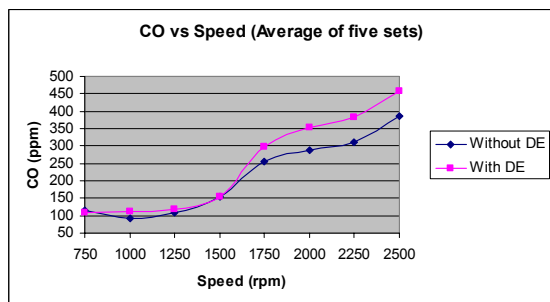
รูปที่ 22. ความสัมพันธ์ระหว่าง CO₂ กับความเร็วรอบ



รูปที่ 19. ความสัมพันธ์ระหว่าง NO₂ กับความเร็วรอบ



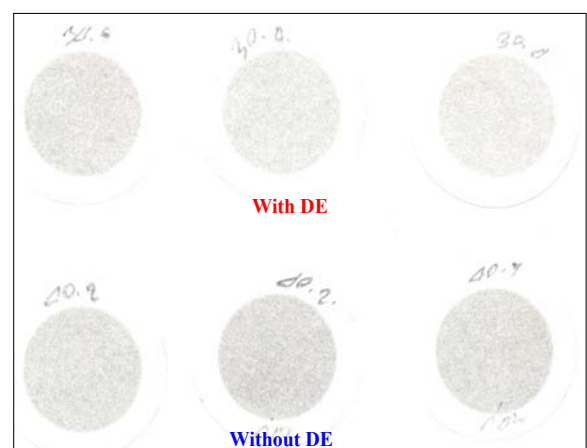
รูปที่ 20. ความสัมพันธ์ระหว่าง NO_x กับความเร็วรอบ



รูปที่ 21. ความสัมพันธ์ระหว่าง CO กับความเร็วรอบ

ผลต่อคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) และคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) จากกราฟจะเห็นว่าติดตั้งอุปกรณ์เพื่อการประหยัดน้ำมันดีเซลนั้นจะมีปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์ที่มากกว่าเล็กน้อยน่าจะเนื่องมาจากเมื่อมีการเผาไหม้มากขึ้นออกซิเจนจะไปจับตัวกับคาร์บอนมากกว่าที่จะจับตัวกับไนโตรเจน ดังนั้นจะเห็นว่าปริมาณของออกไซด์ของไนโตรเจนจะลดลงแต่คาร์บอนมอนอกไซด์และคาร์บอนไดออกไซด์จะเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเนื่องจาก CO และ CO₂ นั้นจะเกิดขึ้นได้ง่ายกว่าการเกิด NO_x

6. การทดสอบผลของอุปกรณ์เพื่อการประหยัดน้ำมันดีเซลต่อปริมาณควันไอเสียของรถยนต์



รูปที่ 23. ผลของการวัดควันดำ

วิเคราะห์ผลการทดสอบ

จากรูปจะเห็นว่า เมื่อติดตั้งอุปกรณ์เพื่อการประหยัดน้ำมันดีเซลแล้วปริมาณควันดำจะลดลงประมาณ 20-30% น่าจะเนื่องมาจากการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ขึ้นทำให้เกิดควันดำที่ลดลง

7. การทดสอบอัตราการกัดกร่อนของอุปกรณ์ที่ผ่านการปรับปรุงแล้ว

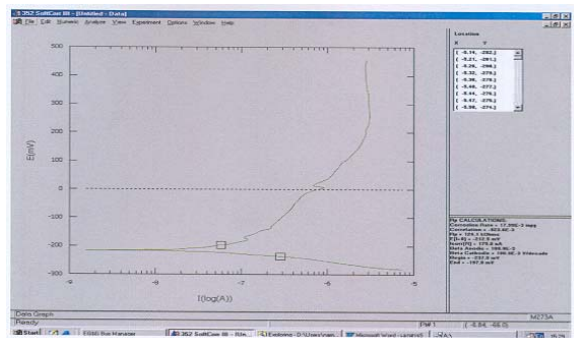
ผลที่ได้จากการใช้เครื่อง XRF Spectrometer วิเคราะห์องค์ประกอบในโลหะที่ใช้ในการผลิต

Average of 3 sets

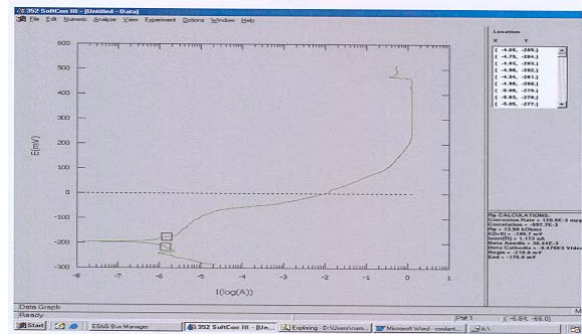
Fe 46.57	C 0.088	Si 0.834	Mn 1.103
S 0.055	Ni >9.00	Cr >12.00	Mo 0.306
Ti 0.024	V 0.125		

ตารางที่ 1. ผลการวิเคราะห์หาองค์ประกอบโลหะของวัสดุที่ใช้ผลิต

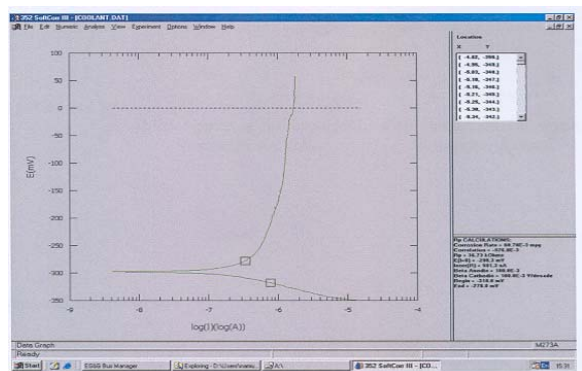
ผลการวิเคราะห์อัตราการกัดกร่อน



รูปที่ 24. กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า Potential กับ Current Density ในน้ำอุณหภูมิ 90 °C



รูปที่ 25. กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า Potential กับ Current Density ในน้ำเกลือความเข้มข้น 10% อุณหภูมิ 90 °C



รูปที่ 26. กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า Potential กับ Current Density ในน้ำยาระบายความร้อนอุณหภูมิ 90 °C

Electrolytes	Corrosion Rate (mpy)
Tap Water	0.02
10% NaCl	0.12
Coolant	0.06

ตารางที่ 2. ผลการทดสอบอัตราการกัดกร่อนของวัสดุในสารอิเล็กโทรไลต์ชนิดต่างๆ

จากการทดลองหาองค์ประกอบของวัสดุที่ใช้ในการผลิตนั้นจะมีองค์ประกอบดังแสดงในตารางที่ 1. ซึ่งในส่วนของ นิเกิล และ โครเมียม นั้นมีค่ามากเกินกว่าที่เครื่องจะวิเคราะห์ผลออกมาได้ ซึ่งเมื่อนำองค์ประกอบ

เหล่านี้ไปเทียบเคียงกับองค์ประกอบของ Stainless Steel จะมียอดประกอบที่ใกล้เคียงกัน

จากการทดลองจะเห็นว่าค่าอัตราการกัดกร่อนของวัสดุในน้ำเกลืออุณหภูมิ 90 °C จะมีอัตราการกัดกร่อน 0.12 mpy ซึ่งสูงกว่าสารอิเล็กโตรไลต์ชนิดอื่น และที่ในน้ำอุณหภูมิ 90 °C จะมีอัตราการกัดกร่อนต่ำที่สุดคือ 0.02 mpy ส่วนในสารระบายความร้อนจะมีอัตราการกัดกร่อน 0.06 mpy

สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองทั้ง 7 ประการ สามารถสรุปผลการทดลองได้ดังนี้

1. อุปกรณ์เพื่อการประหยัดน้ำมันดีเซลสามารถช่วยให้ประหยัดน้ำมันดีเซลได้ 7-15% โดยขึ้นอยู่กับอายุการใช้งานของเครื่องยนต์ และการออกแบบเครื่องยนต์ (ยี่ห้อ)
2. อุปกรณ์เพื่อการประหยัดน้ำมันดีเซลที่ผลิตจาก Stainless Steel 304L ที่มีการออกแบบพื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อนใหม่ มีอัตราการถ่ายเทความร้อนได้ใกล้เคียงอุปกรณ์เพื่อการประหยัดน้ำมันดีเซลแบบเดิมที่ผลิตจากเหล็ก สืบเนื่องจากการวัดอุณหภูมิของน้ำมันเชื้อเพลิงขาออกจากอุปกรณ์เพื่อการประหยัดน้ำมันดีเซล
3. การติดตั้งอุปกรณ์เพื่อการประหยัดน้ำมันดีเซลในรถยนต์แทบไม่มีผลเสียใดๆกับเครื่องยนต์ ทั้งในส่วนของการกำลังของเครื่องยนต์ และแรงบิด และจะมีอัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะน้อยกว่าที่ไม่ได้ติดตั้ง
4. การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิของน้ำมันดีเซลประมาณ 20-30 °C ก่อนเข้าสู่ห้องเผาไหม้ไม่ส่งผลเสียต่อประสิทธิภาพการหล่อลื่น
5. การติดตั้งอุปกรณ์เพื่อการประหยัดน้ำมันดีเซลในรถยนต์จะช่วยลดสารมลพิษประเภท NO_x ส่วน CO และ CO₂ จะเพิ่มขึ้นเล็กน้อย

6. การติดตั้งอุปกรณ์เพื่อการประหยัดน้ำมันดีเซลในรถยนต์จะช่วยลดควันดำลงประมาณ 20-30%

7. อุปกรณ์เพื่อการประหยัดน้ำมันดีเซลที่ผ่านการปรับปรุงมีคุณสมบัติด้านทานการกัดกร่อนได้ดีกว่าเดิม

กิตติกรรมประกาศ

โครงการ “การปรับปรุงพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อการประหยัดน้ำมันดีเซล” สามารถสำเร็จได้ด้วยความกรุณา ยิ่งจาก ผศ.พนมกร ขาวของ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ คุณรุ่งศักดิ์ วิเศษศักดิ์ ประธานบริษัทโปรอาร์กรุ๊ป เจ้าหน้าที่ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ และเจ้าหน้าที่ภาควิชาชีพวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยขอนแก่น และ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่เอื้อเฟื้อและอำนวยความสะดวกในการทดลองต่างๆ

เอกสารอ้างอิง

Gebhart Benjamin, “Heat conduction and mass diffusion”, New York : McGraw – Hill, 1993.

Kausen Helmuth, “Heat transfer in counter flow , parallel flow and cross flow”, New York : McGraw – Hill, 1983.

Pludek V.R., “Design and corrosion control”, London : The Macmillan Press LTD., 1977.

จำนง ถนอม และ อุดม ล้อมวงศ์พานิช , เทคโนโลยีดีเซล , ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด , 2521

ธนศรี เสนิงส์ ณ อยุธยา , “ดีเซล เบนซิน เรื่องหมุ่” , พิมพ์ครั้งที่ 2 , สำนักพิมพ์มติชน , 2545

ประเสริฐ เทียนนิมิตร , ขวัญชัย สันททรัพย์สมบูรณ์ , ปานเพชร ชินินทร. “เชื้อเพลิงและสารหล่อลื่น” , บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด, กรุงเทพฯ , 2544

ปราโมทย์ ไชยเวช และ นุรักษ์ กฤษฎานุรักษ์ ,
“ปิโตรเลียมเทคโนโลยี” , จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ,
2543

วีระศักดิ์ กรัยวิเชียร , หลักการทำงานเบื้องต้นของ
เครื่องยนต์ดีเซล ; บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด , 2536

สุรสิทธิ์ แก้วพระอินทร์. “โลหะวิทยา” , บริษัท ซีเอ็ด
ยูเคชั่น จำกัด , กรุงเทพฯ , 2541

อุตส่าห์ จิรากร และ เชื้อ ชูคำ , เครื่องยนต์สันดาป
ภายใน ; ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด , 2535