

AEC-109

อิทธิพลของการเผาไหม้เชื้อเพลิงไบโอเอทานอลที่ส่งผลต่อการทำงานของตัวเร่งปฏิกิริยาชนิดไฮโดรคาร์บอนเอสซีอาร์ในการลดปริมาณไนโตรเจนออกไซด์ Bio-ethanol Fuel Combustion Effects on a HC-SCR catalyst Activity in Reducing Nitrogen Oxide

ณัฐพล ผ่องราศรี และ กัมปนาท เทียนน้อย*

ศูนย์วิจัยเทคโนโลยีการเผาไหม้และพลังงานทางเลือก (CTAE) วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ 1518 ถนนประชาชื่น 1 เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

*ติดต่อ: E-mail: ktn@kmutnb.ac.th โทรศัพท์: 022 555 2000 ext. 6442

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เพื่อศึกษาการทำงานของ Ag/Al_2O_3 แคตทาลิสต์ในการลดปริมาณไนโตรเจนออกไซด์จากเครื่องยนต์ดีเซลด้วยไฮโดรคาร์บอนเอสซีอาร์ (HC-SCR) โดยที่ไม่มีฉีดไฮโดรคาร์บอนเพิ่มเข้าไปในระบบ ในการศึกษาจะใช้เอทานอลผสมไบโอดีเซลในอัตราส่วน 10:90 20:80 และ 30:70 โดยปริมาตรเป็นเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องยนต์ดีเซล เพื่อศึกษาอิทธิพลของภาระงานของเครื่องยนต์ ความเร็วรอบ และปริมาณไฮโดรเจนที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพในการลดไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x) ของไฮโดรคาร์บอนเอสซีอาร์ จากการศึกษาพบว่าประสิทธิภาพการทำงานของระบบไฮโดรคาร์บอนเอสซีอาร์จะขึ้นอยู่กับช่วงอุณหภูมิการทำงานและปริมาณไฮโดรคาร์บอนต่อไนโตรเจนออกไซด์ในไอเสีย สำหรับการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของแคตทาลิสต์ในช่วงอุณหภูมิการทำงานต่ำ ($<250^\circ C$) ได้ทำการฉีดปริมาณไฮโดรเจนที่เหมาะสมในไอเสีย เพื่อช่วยส่งเสริมประสิทธิภาพในการลดไนโตรเจนออกไซด์ของ Ag/Al_2O_3 แคตทาลิสต์ที่อุณหภูมิการทำงานไม่สูง ซึ่งการศึกษานี้จึงเป็นตัวแทนในการขยายช่วงอุณหภูมิการทำงานของ Ag/Al_2O_3 แคตทาลิสต์ให้กว้างขึ้น เพื่อครอบคลุมการทำงานในการลดปริมาณมลพิษจากเครื่องยนต์ดีเซลเมื่อใช้งานร่วมกับเชื้อเพลิงทางเลือกเพื่อรองรับมาตรฐานการควบคุมมลพิษของเครื่องยนต์ดีเซลที่เข้มงวดขึ้นในอนาคต

คำหลัก: Ag/Al_2O_3 , ไบโอเอทานอล, HC:NO_x ratio, HC-SCR, ไนโตรเจนออกไซด์

Abstract

This research is an experiment of an Ag/Al_2O_3 catalyst operation to decrease nitrogen concentration from a diesel engine by using HC-SCR without injecting hydrogen into a system. The engine used biodiesel-ethanol fuel blend in ratio of 10:90 20:80 and 30:70 by volume, and experiment the effect of engine load, engine speed and hydrogen concentration which effect to nitrogen oxide reducing efficiency of the HC-SCR. According to the experiments, The HC-SCR operation efficiency correlate with operation temperature and HC:NO_x ratio of the engine exhaust gas. The appropriate concentration of hydrogen injecting into the engine exhaust gas is able to increase the operation efficiency of the catalyst in low range temperature ($<250^\circ C$). The experiment represents a solution of the operation temperature range

AEC-109

extending of Ag/Al₂O₃ catalyst, operate with alternative fuel, to support the tricter Diesel Engine Pollution Control Standard in the upcoming future.

Keywords: Ag/Al₂O₃, Bio-ethanol, HC:NOx ratio, HC-SCR, Nitrogen Oxide

1. บทนำ

ในปัจจุบันปริมาณการใช้เครื่องยนต์ดีเซลเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องส่งผลให้อัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงสูงขึ้น จากปัญหาดังกล่าวจึงมีความพยายามหาเชื้อเพลิงทางเลือก อาทิ น้ำมันไบโอดีเซล หรือการนำเอทานอลผสมกับไบโอดีเซล เพื่อมาทดแทนการใช้ น้ำมันดีเซลในเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยการอัด นอกจากเชื้อเพลิงดังกล่าวสามารถทำงานได้ดีในเครื่องยนต์แล้ว ปริมาณมลพิษที่เกิดจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงทางเลือกยังเป็นสิ่งสำคัญที่ต้องคำนึงถึง โดยเฉพาะอย่างยิ่งปริมาณมลพิษที่เกิดขึ้นจากรถยนต์มีปริมาณที่สูงขึ้นที่เป็นอันตรายต่อมนุษย์และส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม จากปัญหาดังกล่าวส่งผลให้มีการกำหนดมาตรฐานเพื่อควบคุมปริมาณมลพิษ ได้แก่ มาตรฐานยุโรป (EURO) มาตรฐานอเมริกา (FTP) และมาตรฐานญี่ปุ่น (JAPAN) เป็นต้น มลพิษที่เกิดจากการเผาไหม้ของเครื่องยนต์ดีเซล ประกอบด้วย ไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x), ฝุ่นละออง (Particulate Matter :PM), ไฮโดรคาร์บอน (HC) และคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) [1-3]

จากเหตุดังกล่าวข้างต้นนั้น การลดมลพิษของเครื่องยนต์ดีเซลโดยใช้เทคโนโลยีน้ำมันเชื้อเพลิงเช่น การนำน้ำมันเชื้อเพลิงไบโอดีเซลผสมเอทานอล จึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่น่าสนใจในการลดมลพิษอันเนื่องมาจากอุบัติเหตุในการผลิตน้ำมันเชื้อเพลิงทางเลือกสามารถหาได้ง่าย อันเนื่องจากประเทศไทยมีการทำเกษตรกรรมเป็นหลัก และผลผลิตที่ได้นั้นสามารถนำมาผลิตเป็นน้ำมันไบโอดีเซล และเอทานอลได้ ซึ่งเชื้อเพลิงที่ได้มีส่วนช่วยในการลดมลพิษและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม[4]

มลพิษหลักที่เกิดจากการเผาไหม้ของเครื่องยนต์ดีเซล ได้แก่ ไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x) และฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM) ซึ่งไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x) นั้น

สามารถบำบัดหรือลดปริมาณได้โดยเทคโนโลยีการลดมลพิษ (Aftertreatment) ได้แก่ Exhaust Gas Recirculation-EGR, HC-SCR, Lean NOx trapped เป็นต้น

การลดมลพิษด้วยวิธี HC-SCR นั้นเป็นระบบที่มิใช่การทำงานที่ไม่ซับซ้อน โดยวิธีนี้จะใช้ HC ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักของเครื่องยนต์ดีเซลเป็นตัวรีดักแทนซ์เพื่อทำปฏิกิริยากับแคตตาลิสต์ ในการลดปริมาณ NO_x ที่เป็นมลพิษหลักจากการเผาไหม้ของเครื่องยนต์ดีเซล ซึ่งจะมีจุดด้อยคือในช่วงอุณหภูมิการทำงานที่ต่ำ (<250 °C) แคตตาลิสต์เกิดการ Coking ทำให้ไม่สามารถทำปฏิกิริยาในการลด NO_x ได้ดีเท่าที่ควร แต่อย่างไรก็ตาม การฉีด H₂ เข้าไปช่วยในระบบเพื่อเป็นตัวช่วยในการเร่งการเกิดปฏิกิริยาในการลดปริมาณ NO_x ก็เป็นอีกวิธีหนึ่งที่จะช่วยให้แคตตาลิสต์สามารถทำงานได้ดีขึ้น [5-7]

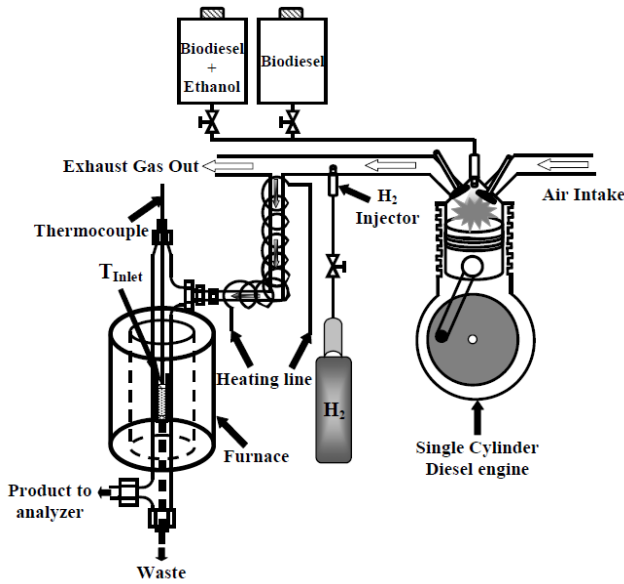
งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาวิธีการลดปริมาณ NO_x ของเครื่องยนต์ดีเซลที่ใช้เชื้อเพลิงไบโอดีเซลผสมเอทานอล โดยผสมในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน ร่วมกับระบบ HC-SCR เพื่อลดมลพิษที่เกิดขึ้นจากรถยนต์ดีเซล โดยทำการศึกษาอิทธิพลที่ส่งผลต่อการทำปฏิกิริยาการลด NO_x ได้แก่ช่วงอุณหภูมิการทำงานของแคตตาลิสต์ ส่วนประกอบของไอเสียโดยทำการปรับเปลี่ยนความเร็วรอบ และภาระงานของเครื่องยนต์

2. อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

งานวิจัยนี้ทำการศึกษาผลกระทบต่อกระบวนการเผาไหม้และปริมาณมลพิษที่เกิดขึ้นในเครื่องยนต์ดีเซล และทำการติดตั้งระบบ HC-SCR เพื่อการลดปริมาณมลพิษ NO_x ของเครื่องยนต์ดีเซล โดยทำการทดสอบเครื่องยนต์ที่ภาระงานร้อยละ 25 และ 50 ของภาระงานสูงสุดของเครื่องยนต์ที่ความเร็วรอบ

AEC-109

เครื่องยนต์คงที่ นอกจากนี้ทำการศึกษาอิทธิพลของความเร็วยานที่ 1200, 1500 และ 1800 รอบต่อนาที โดยที่น้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้สำหรับการทดสอบจะทำการผสมระหว่างน้ำมันไบโอดีเซลและเอทานอลในอัตราส่วนที่ 90%:10%, 80%:20% และ 70%:30% โดยปริมาตร นอกจากนี้ยังศึกษาอิทธิพลของปริมาณ H_2 ที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการลด NO_x โดยทำการฉีด H_2 ในปริมาณ 1000, 2000, และ 3000 ppm บริเวณทางออกของไอเสียก่อนที่จะเข้า HC-SCR ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 แผนผังแสดงอุปกรณ์การทดสอบ

2.1 แท่นทดสอบ

ตารางที่ 1 ข้อมูลจำเพาะของเครื่องยนต์

| รุ่นเครื่องยนต์ | YANMAR L100V |
|------------------------|---------------------|
| ชนิดเครื่องยนต์ | ดีเซล 4 จังหวะ |
| ปริมาตรกระบอกสูบ | 0.435 ลิตร |
| จำนวนกระบอกสูบ | 1 |
| ระบบระบายความร้อน | อากาศ |
| กระบอกสูบ × ช่วงชัก | 86 × 75 มิลลิเมตร |
| ชนิดการฉีดเชื้อเพลิง | ฉีดเชื้อเพลิงแบบตรง |
| อัตราส่วนการอัด | 21.2:1 |
| กำลังสูงสุด | 6.8 kW @ 3600 RPM |
| จังหวะการฉีดเชื้อเพลิง | 15.5° CA BTDC |
| หัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง | P-size, VCO |

เครื่องยนต์ที่ใช้ในการทดสอบยี่ห้อ Yanmar รุ่น L100V (ตารางที่ 1) เป็นเครื่องยนต์ดีเซล 1 สูบ 4 จังหวะ โดยมีระบบฉีดเชื้อเพลิงโดยตรงและใช้อากาศในการระบายความร้อน ใช้เชื้อเพลิงไบโอดีเซลและไบโอดีเซลผสมเอทานอล เครื่องยนต์ทำการติดตั้งอยู่บนแท่นทดสอบต่อเข้ากับไดนาโมมิเตอร์แบบเหนี่ยวนำไฟฟ้า (Eddy Current Engine Dynamometer) และมีการติดตั้งอุปกรณ์วัดอุณหภูมิแบบ Thermocouple ชนิด K ใช้สำหรับการตรวจวัดอุณหภูมิไอเสีย อุณหภูมิน้ำมันหล่อลื่นและอุณหภูมิอากาศเข้าเครื่องยนต์

ชุดปฏิกรณ์ HC-SCR ขนาดเล็กได้ทำการติดตั้งอยู่ในเตาเผาทรงกระบอกเพื่อควบคุมอุณหภูมิของแคทาลิสต์ และมีการติดตั้งระบบฉีดไฮโดรเจน โดย H_2 จะผสมกับแก๊สไอเสีย โดยที่ไอเสียบางส่วนจะต่อออกจากท่อไอเสียหลักซึ่งเป็นระยะ 1.5 เมตรจากเครื่องยนต์และถูกป้อนเข้าสู่ Al_2O_3/Al_2O_3 แคทาลิสต์ (2%wt.) อุณหภูมิของไอเสียก่อนเข้าแคทาลิสต์จะถูกควบคุมโดยใช้ชุดลดความร้อนเพื่อรักษาอุณหภูมิก่อนเข้าเตาปฏิกรณ์ให้เท่ากัน อุณหภูมิเฉลี่ยของไอเสียที่ออกจากเครื่องยนต์ โดยเครื่องมือวิเคราะห์มลพิษถูกติดตั้งอยู่บริเวณทางออกของแคทาลิสต์ โดยห่างจากเตาปฏิกรณ์ 20 เซนติเมตร ดังรูปที่ 1

2.2 เครื่องมือวิเคราะห์การเผาไหม้และมลพิษ

เครื่องมือที่ใช้วัดมลพิษจากการเผาไหม้ Horiba รุ่น MEXA 584L ใช้วัดปริมาณ HC, CO, CO_2 โดยมีหลักการทำงานด้วยวิธี Non - Dispersive Infra-Red (NDIR) ปริมาณ NO_x - NO ใช้วิธีการวัดด้วยวิธี Chemiluminescence และ ออกซิเจนวัดด้วยวิธี electrochemical ซึ่งค่าที่วัดได้นั้นจะเชื่อมต่อกับซอฟต์แวร์ของระบบคอมพิวเตอร์เพื่อบันทึกผล โดยการวัดค่าเพื่อเป็นข้อมูลในการพิจารณาถึงปริมาณ NO_x ที่ลดลง และ ปริมาณ NO ที่ถูกออกซิเดชัน เพื่อพิจารณาผลของการเปลี่ยนปริมาณ NO_x ไปเป็น N_2

2.3 ประสิทธิภาพเชิงความร้อน

AEC-109

ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเครื่องยนต์ได้จากสมการที่ 1 และ 2

$$\eta_{th} = \frac{P}{Q_f} \quad (1)$$

Q_f คือ ค่าความร้อนจากการเผาไหม้ของน้ำมันเชื้อเพลิง (kW)

$$Q_f = \dot{m}_f \times LHV \quad (2)$$

LHV คือ ค่าความร้อนต่อหนึ่งหน่วยมวล (Lower Heating Value, kJ/kg)

2.4. เชื้อเพลิง

เชื้อเพลิงที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ น้ำมันไบโอดีเซล เอทานอล และไบโอเอทานอล ซึ่งมีคุณสมบัติทางเคมีที่สำคัญดังตารางที่ 2

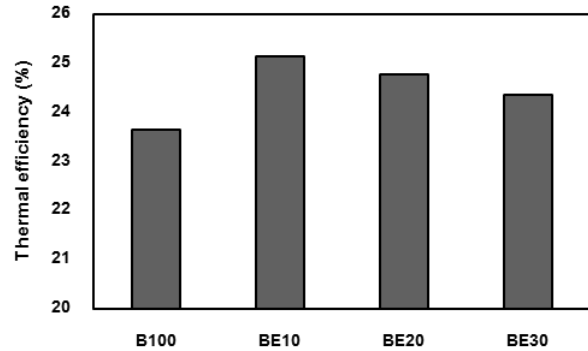
ตารางที่ 2 สมบัติทางเคมีและสมบัติทางกายภาพของน้ำมันที่ใช้ทดสอบ

| Fuel Analysis | Method | Biodiesel | Ethanol | Bioethanol |
|---------------------------------------|------------|-----------|---------|------------|
| Cetane Number | ASTM D613 | 54.7 | <5 | <15 |
| Density at 15°C (kg m ⁻³) | ASTM D4052 | 883.7 | 792 | 795 |
| Viscosity at 40°C (cSt) | ASTM D445 | 4.478 | 1.13 | 1.65 |
| Boiling Point (°C) | ASTM D86 | 219-358 | 78 | - |
| LCV (MJ kg ⁻¹) | | 39 | 25.2 | 27 |
| Sulphur (mg kg ⁻¹) | ASTM D2622 | 5 | 0 | - |
| AROMATICS (% wt) | | ~0 | 0 | - |
| C (% wt) | | 77.2 | 52.17 | - |
| H (% wt) | | 12 | 13.04 | - |
| O (% wt) | | 10.8 | 34.79 | 34.8 |

3. ผลการทดลอง

3.1. อิทธิพลของเชื้อเพลิงที่ส่งผลต่อการเผาไหม้ของเครื่องยนต์

จากการทดสอบที่ภาระงานเครื่องยนต์เท่ากับ 50 เปอร์เซ็นต์ และความเร็รรอบเท่ากับ 1,500 รอบต่อนาที โดยใช้น้ำมันเชื้อเพลิง B100, BE10, BE20 และ BE30 ตามลำดับเพื่อทำการทดสอบหาประสิทธิภาพเชิงความร้อน ตามรูปที่ 1

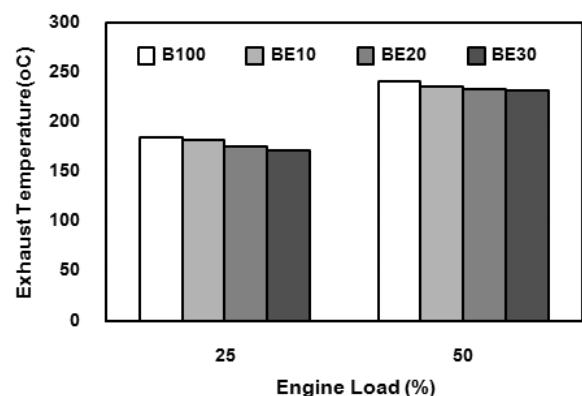


รูปที่ 1 อิทธิพลของเชื้อเพลิงต่อประสิทธิภาพเชิงความร้อนที่ความเร็วรอบ 1,500 รอบต่อนาที ภาระงาน 50 เปอร์เซ็นต์

เมื่อพิจารณาปริมาณการผสมเอทานอลในน้ำมันไบโอดีเซลพบว่าเมื่ออัตราส่วนผสมที่สูงขึ้นทำให้ปริมาณค่าความร้อนของเชื้อเพลิงที่ลดต่ำลง โดยพบว่า BE10 มีค่าความร้อนสูงสุด จะส่งผลให้ต่อประสิทธิภาพเชิงความร้อน และเมื่อพิจารณาอัตราส่วนผสมเอทานอลในอัตราส่วนที่สูงขึ้น ค่าความร้อนจะลดลงแนวโน้มประสิทธิภาพเชิงความร้อนคือ BE10>BE20>BE30

3.2. อิทธิพลของเชื้อเพลิงที่ส่งผลต่อการเกิดไนโตรเจนออกไซด์และความสามารถในการลดไนโตรเจนออกไซด์ของแคตตาไลสต์

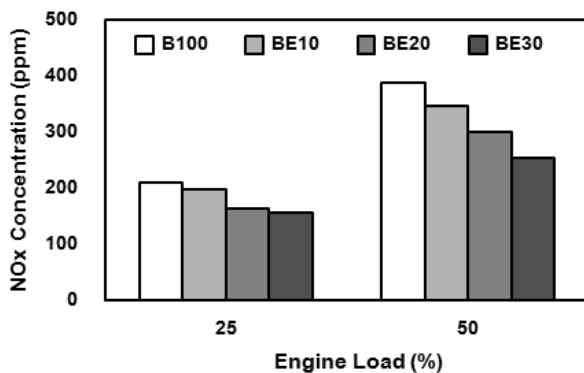
เนื่องจากน้ำมันเชื้อเพลิงแต่ละชนิดมีค่าคุณสมบัติเฉพาะตัวที่แตกต่างกัน ส่งผลทำให้การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงแต่ละชนิดนั้นมีความแตกต่างกัน และมลพิษที่ได้จากการเผาไหม้นั้นย่อมแตกต่างกันตามไปด้วย โดยปริมาณ NO_x ที่ได้จากการเผาไหม้ B100, BE10, BE20 และ BE30 มีดังต่อไปนี้



AEC-109

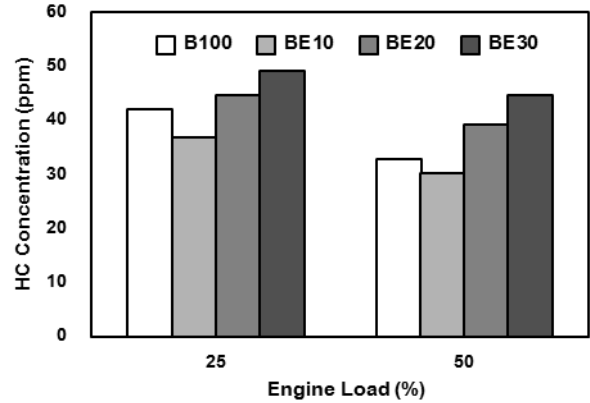
รูปที่ 2 อิทธิพลของเชื้อเพลิงที่ส่งผลต่ออุณหภูมิไอเสียที่ได้จากการเผาไหม้ ที่ความเร็วรอบ 1,500 รอบต่อนาที

เมื่อผสมเอทานอลในอัตราส่วนที่เพิ่มมากขึ้น จะส่งผลให้ปริมาณ NO_x ที่ได้จากการเผาไหม้มีค่าที่ลดลงเฉลี่ย 11 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้ค่าที่ลดลงนั้นเป็นผลจากค่าความร้อนจำเพาะของเอทานอลมีค่า 29.85 MJ/kg ที่ต่ำกว่าน้ำมันไบโอดีเซลซึ่งมีค่า 40.29 MJ/kg ดังนั้นเมื่อผสมเอทานอลในอัตราส่วนที่เพิ่มมากขึ้นจะส่งผลให้ความดันและอุณหภูมิที่ได้จากการเผาไหม้ในกระบอกสูบมีค่าลดต่ำลงดังผลการทดลองก่อนหน้านี้ [3] ซึ่งส่งผลให้กลไกการเกิด Thermal NO มีปริมาณที่ลดต่ำลงตามไปด้วย จึงทำให้ปริมาณ NO_x ลดต่ำลงดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 ปริมาณไนโตรเจนออกไซด์ที่ได้จากการเผาไหม้เชื้อเพลิง ที่ความเร็วรอบ 1,500 รอบต่อนาที ภาระงาน 25 และ 50 เปอร์เซ็นต์

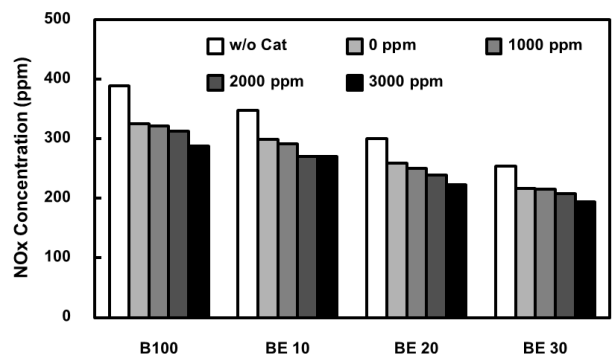
การเผาไหม้ของเชื้อเพลิง B100, BE10, BE20 และ BE30 มีแนวโน้มการปลดปล่อยปริมาณ HC ที่สูงขึ้นตามอัตราส่วนผสมของเชื้อเพลิงเอทานอลที่เพิ่มมากขึ้น ซึ่งเป็นผลเนื่องมาจากประสิทธิภาพการเผาไหม้ที่ลดลงสังเกตได้จากอุณหภูมิการเผาไหม้ที่ต่ำลง ซึ่งเป็นผลจากค่าความร้อนจำเพาะของเชื้อเพลิงที่ลดลงตามอัตราส่วนของเอทานอลที่สูงขึ้น แต่ที่อัตราส่วนผสมไบโอดีเซล 10 เปอร์เซ็นต์จะสามารถลดการปล่อยมลพิษ HC ลดลงได้ ดังรูปที่ 4 ซึ่งเป็นผลมาจากเมื่อผสมเอทานอล 10 เปอร์เซ็นต์ ช่วยส่งเสริมประสิทธิภาพการเผาไหม้ในกระบอกสูบให้ดีขึ้น



รูปที่ 4 ปริมาณมลพิษไฮโดรคาร์บอนที่ได้จากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงทั้ง 4 ชนิด ที่ความเร็วรอบ 1,500 รอบต่อนาที ภาระงาน 25 และ 50 เปอร์เซ็นต์

3.3. อิทธิพลของปริมาณไฮโดรเจนที่ส่งผลต่อระบบ HC-SCR

ในการทดลองทำการควบคุมสภาวะการทำงานของเครื่องยนต์ให้คงที่ ที่ภาระงานปานกลาง (50% load) ซึ่งในการทำงานของแคตตาลิสต์ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 250°C มีอิทธิพลของการ coking เข้ามาเป็นส่วนหลัก ดังนั้นการฉีด H_2 เข้าไปในระบบไอเสีย จะช่วยลดการ coking จึงเป็นแนวทางหนึ่งในการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของแคตตาลิสต์ให้ดีขึ้น จากการทดสอบพบว่าการฉีด H_2 เข้าไปในระบบไอเสียที่ปริมาณ 1000, 2000 และ 3000 ppm ช่วยลดปริมาณการสูญเสียสภาวะการทำงานของแคตตาลิสต์ในการลด NO_x ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 การเปรียบเทียบผลของการฉีดไฮโดรเจนกับการเกิดไนโตรเจนออกไซด์ที่ 1,500 รอบต่อนาที ภาระงาน 50 เปอร์เซ็นต์

AEC-109

โดยที่ปริมาณการฉีด H_2 ประมาณ 3,000 ppm ช่วยส่งเสริมการทำงานในการลด NO_x ที่อุณหภูมิต่ำได้ดี ซึ่งเป็นไปตามการทดลองกลุ่มวิจัยของ Houel [8] ซึ่งไฮโดรเจนจะช่วยส่งเสริมปฏิกิริยาการเผาไหม้ให้แคตตาไลสต์สะอาด โดยการเผาไหม้ไฮโดรคาร์บอนซึ่งอยู่ในรูปของเขม่าในสภาวะอุณหภูมิของไอเสียต่ำซึ่งเป็นสาเหตุที่สำคัญในการทำให้แคตตาไลสต์สูญเสียการทำงาน โดยที่ผลการทดลองเป็นไปในแนวทางเดียวกันสำหรับทุกน้ำมันเชื้อเพลิงและเมื่อพิจารณาการฉีด H_2 เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการลด NO_x พบว่าเมื่อฉีด H_2 ในปริมาณที่เพิ่มมากขึ้นจะส่งผลต่อการเกิด NO_x ที่มีปริมาณลดลง เนื่องมาจากการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันระหว่างก๊าซไอเสียกับ H_2 ทำให้เมื่อฉีด H_2 ผสมกับไอเสียและเกิดการเผาไหม้อีกครั้งส่งผลให้อุณหภูมิสูงขึ้นและเร่งการเกิดปฏิกิริยาของ Ag/Al_2O_3 แคตตาไลสต์ส่งผลให้ปริมาณ NO_x ลดลง

4. สรุป

จากการศึกษาของเครื่องยนต์ดีเซล โดยการใช้เชื้อเพลิงน้ำมันไบโอดีเซลผสมกับเอทานอลส่งผลให้ค่าความร้อนของเชื้อเพลิงผสมมีค่าลดต่ำลง เมื่อพิจารณาอัตราส่วนผสมของเอทานอลที่เพิ่มมากขึ้นพบว่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนลดลงตามส่วนผสมที่เพิ่มขึ้น ซึ่งส่งผลให้ปริมาณการเกิด NO_x ลดลง ซึ่งเป็นผลจากเนื่องจากอุณหภูมิการเผาไหม้ที่ลดลง

เมื่อมีการฉีด H_2 เข้าไปผสมกับไอเสียพบว่าช่วยส่งเสริมการทำปฏิกิริยาของ Ag/Al_2O_3 แคตตาไลสต์ในการลด NO_x ที่อุณหภูมิการทำงานต่ำ โดยทั่วไปการทำงานของ Ag/Al_2O_3 แคตตาไลสต์ที่อุณหภูมิต่ำพบว่าการเกิด Coking บริเวณผิว ทำให้ไม่สามารถเร่งปฏิกิริยาการลด NO_x ได้ดีเท่าที่ควร ดังนั้นการฉีดฉีด H_2 เข้าไปกับไอเสียจึงช่วยส่งเสริมประสิทธิภาพในการลดปริมาณ NO_x ได้ตามอัตราส่วนการฉีดที่เหมาะสม

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการพัฒนาคุณสมบัติของน้ำมันเชื้อเพลิงโดยการนำเอทานอลมาผสมร่วมกับระบบ HC-SCR และการฉีด H_2 ในการลดปริมาณมลพิษจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการเพิ่มประสิทธิภาพของ

เครื่องยนต์และลดปริมาณมลพิษโดยเฉพาะอย่างยิ่ง NO_x ที่เกิดขึ้นการเผาไหม้

5. กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยนี้ได้รับเงินอุดหนุนบางส่วนจากทุนอุดหนุนการวิจัยเพื่อทำวิทยานิพนธ์สำหรับนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] Kwanchareon, P., Luengnaruemitchai, A., and Jai-In, S., "Solubility of a diesel-biodiesel-ethanol blend, its fuel properties, and its emission characteristics from diesel engine", Fuel, 86, 1053-1061, 2007.
- [2] กัมปนาท เทียนน้อย, "การควบคุมมลพิษจากเครื่องยนต์ดีเซลด้วยกระบวนการซีแล็คทีฟแคตตาไลสต์รีดักชัน", วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์, ปีที่ 4, ฉบับที่ 3, 124-139.
- [3] กัมปนาท เทียนน้อย และ ธวัชชัย วงศ์ช่าง "การศึกษาอิทธิพลของเชื้อเพลิงผสมเอทานอลที่ส่งผลต่อสมรรถนะและการปล่อยมลพิษของเครื่องยนต์ดีเซล", การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 25, AEC 45, 2554.
- [4] Hirao O. and Pefley K., Present and Future Automotive Fuels: By John Wiley & Son, Inc, 1988.
- [5] Sitshebo S., Tsolakis A., Theinnoi K., Rodríguez-Fernández J. and Leung P. "Improving the low temperature NO_x reduction activity over a $Ag-Al_2O_3$ catalyst" Chemical Engineering Journal 158, 402-410, 2010.
- [6] Sitshebo S., Tsolakis A., and Theinnoi K. "Promoting hydrocarbon-SCR of NO_x in diesel engine exhaust by hydrogen and fuel

AEC-109

reforming.” International Journal of Hydrogen Energy, 34, 7842-7850, 2009.

- [7] Theinnoi K., Tsolakis A., Sitshebo S., Cranknell R.F., and Clark R.H. “Fuels combustion effect on a passive mode silver/alumina HC-SCR catalyst activity in reducing NO_x” Chemical Engineering Journal, 158, 468-473, 2010.
- [8] Houel, V., Millington, P., Rajaram, R.R. and Tsolakis, A., “Promoting functions of H₂ in diesel-SCR over silver catalyst”. Applied Catalysis B: Environmental, 77(1-2): 29-34, 2007.