

ศึกษาประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ 2 จังหวะแบบฉีดตรงเมื่อใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิงทดแทน

โดย นางสาวชลธิชา เหลวกุล
นางสาวปิยฉัตร โพธิ
นางสาวอาภาพร พิมโคตร

บทคัดย่อ

โครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ 2 จังหวะแบบฉีดตรง โดยใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าต่อเข้ากับเครื่องยนต์เพื่อทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานกลให้เป็นพลังงานไฟฟ้า จากนั้นต่อเข้ากับหลอดไฟสปอร์ตไลท์ ขนาด 500 W จำนวน 10 ดวง และทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ ได้แก่ อัตราการสิ้นเปลืองของน้ำมันเชื้อเพลิง ประสิทธิภาพเชิงความร้อน รวมทั้งมลพิษไอเสีย ประกอบด้วย คาร์บอนมอนอกไซด์ ไฮโดรคาร์บอน คาร์บอนไดออกไซด์ และไนโตรเจนออกไซด์ ทดสอบที่รอบของเครื่องยนต์ 5,500 รอบต่อนาที ที่ภาระ 1-4 kW โดยใช้ น้ำมันเชื้อเพลิงแก๊สโซลีน 95 และเอทานอล(E85) เปรียบเทียบระหว่างเครื่องยนต์ 2 จังหวะแบบฉีดตรง กับเครื่องยนต์ 2 จังหวะแบบคาร์บูเรเตอร์ จากผลการทดลองพบว่าเมื่อใช้น้ำมันเชื้อเพลิงแก๊สโซลีน 95 อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ 2 จังหวะแบบฉีดตรงลดลงร้อยละ 22.64 ประสิทธิภาพเชิงความร้อนเพิ่มขึ้นร้อยละ 24.46 ขณะที่ CO, HC, CO₂ และ NO_x ลดลงร้อยละ 83.04 74.65 80.89 และ 98.1 ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบเครื่องยนต์ 2 จังหวะแบบฉีดตรงที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงเอทานอล(E85) กับเครื่องยนต์แบบคาร์บูเรเตอร์ที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงแก๊สโซลีน 95 ที่ความเร็วรอบ และภาระเครื่องยนต์เท่ากัน พบว่าอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงลดลงร้อยละ 3.22 ประสิทธิภาพเชิงความร้อนเพิ่มขึ้นร้อยละ 49.96 ขณะที่ CO, HC, CO₂ และ NO_x ลดลงร้อยละ 59.26 58.81 54.65 และ 99.05 ตามลำดับ

Study of a two stroke direct injection engine using ethanol as an alternative fuel

By Miss.Chonticha Lewkul
Miss.Piyachat Pothi
Miss.Apaporn Pimkod

ABSTRACT

This project aims to study the efficiency of two-stroke direct injection engine by connecting the generator to the engine for convert mechanical energy to electrical energy. Then, connect it to a 500 W 10 units spot light bulb. The engine performance test include fuel consumption, thermal efficiency, and exhaust emissions test include carbon monoxide, hydrocarbon, carbon dioxide, and nitrogen oxides. Test at 5,500 RPM and 1-4 kW of load by using gasoline 95 and ethanol (E85) as fuel compare between two-stroke direct injection engine and 2-stroke carburetor engine. The results showed that when using gasoline 95 the fuel consumption of direct injection 2-stroke engine decreased around 22.64%. The thermal efficiency increased around 24.46% while CO, HC, CO₂ and NO_x decreased around 83.04%, 74.65%, 80.89%, and 98.1% respectively.

When compare between two-stroke direct injection engine using ethanol (E85) as fuel and carburetor engine using gasoline 95 same engine speed and engine load. The fuel consumption decreased around 3.22%, the thermal efficiency increased around 49.96%, while CO, HC, CO₂ and NO_x decreased around 59.26%, 58.81%, 54.65% and 99.05% respectively.

กิตติกรรมประกาศ

โครงการนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประชาสันติ ไตรยสุทธิ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการที่ได้ให้คำแนะนำ แนวคิด ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ มาโดยตลอด จนโครงการเล่มนี้สมบูรณ์ ผู้ศึกษาจึงกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบคุณอาจารย์เซวณศักดิ์ แก้วเนตร อาจารย์วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในการทำโครงการเล่มนี้

และขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ผู้ปกครอง และเพื่อนๆ ที่คอยให้คำปรึกษาในเรื่องราวต่างๆ รวมทั้งเป็นกำลังที่ดีเสมอมา จนสามารถทำโครงการสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

นางสาวชลธิชา เหลวกุล

นางสาวปิยฉัตร โปธิ

นางสาวอาภาพร พิมโคตร

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญตาราง	ฅ
สารบัญรูปภาพ	ญ
รายการสัญลักษณ์	ฎ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 หลักการและเหตุผล	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตของโครงการ	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.5 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย	2
1.6 ขั้นตอนการดำเนินงานของโครงการ	3
1.7 แผนการดำเนินงานวิจัย	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 หลักการทำงานของเครื่องยนต์ 2 จังหวะ	4
2.2 วัฏจักรเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยประกายไฟ 2 จังหวะ	6
2.3 การทำงานของเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยประกายไฟ	7
2.4 การคำนวณหาค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเครื่องยนต์	8
2.5 การเปรียบเทียบระหว่างเครื่องยนต์เบนซิน 2 จังหวะ กับเครื่องยนต์เบนซิน 4 จังหวะ	10
2.6 ระบบฉีดเชื้อเพลิงเข้าสู่ห้องเผาไหม้โดยตรง	10
2.7 ระบบเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์	11
2.8 ประสิทธิภาพการเผาไหม้ของเครื่องยนต์เผาไหม้ภายใน	12
2.9 ก๊าซมลพิษที่ออกมาจากเครื่องยนต์	13
2.10 การทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์	15
2.11 บทความ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	16

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 เชื้อเพลิงและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง	
3.1 เชื้อเพลิงที่ใช้ในการทดลอง	17
3.2 เครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง	17
3.3 เงื่อนไขการทดลอง	23
3.4 วิธีการทดลอง	24
บทที่ 4 ผลการทดลอง	
4.1 ผลการทดลอง	25
4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	31
บทที่ 5 ข้อสรุปและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการทดลอง	36
5.2 ข้อเสนอแนะ	36
บรรณานุกรม	37
ภาคผนวก	38
ภาคผนวก ก ตัวอย่างการวิเคราะห์ข้อมูล	39
ภาคผนวก ข ขั้นตอนการออกแบบ/สร้าง/ทดลอง	46

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินการวิจัย	3
ตารางที่ 3.1 คุณสมบัติน้ำมันเชื้อเพลิง	17
ตารางที่ 3.2 ข้อมูลทางเทคนิคของเครื่องยนต์ 2 จังหวะ จุติระเบิดด้วยประกายไฟแบบเดิม	18
ตารางที่ 3.3 ข้อมูลทางเทคนิคของเจเนอเรเตอร์ยี่ห้อ DSTAR รุ่น ST-5	20
ตารางที่ 3.4 ข้อมูลทางเทคนิคของเครื่องมือวัดไอเสีย ยี่ห้อ Infrared industries รุ่น HM5000	32
ตารางที่ 4.1 การวัดอัตราการไหลของเชื้อเพลิง (g/s)	25
ตารางที่ 4.2 วัดมลภาวะคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) %	27
ตารางที่ 4.3 วัดมลภาวะไฮโดรคาร์บอน (HC) ppm	28
ตารางที่ 4.4 มลภาวะคาร์บอนไดออกไซด์ (CO ₂) %	29
ตารางที่ 4.5 มลภาวะไนโตรเจนออกไซด์ (NO _x) ppm	30
ตารางที่ 4.6 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยประกายไฟ 2 จังหวะ แบบเดิมโดยใช้เชื้อเพลิงแก๊สโซลีน 95	31
ตารางที่ 4.7 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยประกายไฟ 2 จังหวะ แบบฉีดตรงโดยใช้เชื้อเพลิงแก๊สโซลีน 95	32
ตารางที่ 4.8 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยประกายไฟ 2 จังหวะ แบบฉีดตรงโดยใช้เชื้อเพลิง (E85)	33
ตารางที่ 4.9 เปรียบเทียบอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรก (g/kWh)	34
ตารางที่ 4.10 เปรียบเทียบประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเครื่องยนต์ (%)	35

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 2.1 หลักการทำงานของเครื่องยนต์ 2 จังหวะ	4
รูปที่ 2.2 จังหวะดูดและจังหวะอัด	5
รูปที่ 2.3 จังหวะจุดระเบิดและจังหวะคาย	6
รูปที่ 2.4 วัฏจักรอากาศมาตรฐานเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยประกายไฟ 2 จังหวะทั่วไป	6
รูปที่ 2.5 ลำดับของเหตุการณ์ในระหว่างการขยายตัว การแลกเปลี่ยนแก๊ส และการอัดในเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยการอัดสองจังหวะ ทำให้ไอติเข้าไปไอเสียออกเป็นวง	8
รูปที่ 2.6 เครื่องยนต์เบนซินรุ่นใหม่ใช้ระบบฉีดเชื้อเพลิงเข้าสู่ห้องเผาไหม้โดยตรง(GDI)	11
รูปที่ 2.7 ปริมาณควบคุมรอบรอบเครื่องยนต์	12
รูปที่ 2.8 มลพิษที่ออกมาจากไอเสียของเครื่องยนต์	15
รูปที่ 3.1 เครื่องยนต์ 2 จังหวะ จุดระเบิดด้วยประกายไฟแบบเดิม	18
รูปที่ 3.2 เครื่องยนต์ 2 จังหวะ จุดระเบิดด้วยประกายไฟแบบฉีดตรง	19
รูปที่ 3.3 เจเนอเรเตอร์ ยี่ห้อ DSTAR รุ่น ST-5	19
รูปที่ 3.4 สปอร์ตไลท์ ยี่ห้อ SYLVANIA ขนาด 500 วัตต์	20
รูปที่ 3.5 กล่อง ECU	21
รูปที่ 3.6 เครื่องมือวัดความเร็วรอบ Tachometer ยี่ห้อ CEM รุ่น DT-6234B	21
รูปที่ 3.7 เครื่องมือวัดไอเสีย ยี่ห้อ Infrared industries รุ่น HM5000	22
รูปที่ 3.8 อุปกรณ์วัดอัตราการสิ้นเปลืองของน้ำมันเชื้อเพลิง รุ่น Fuel Consumption BE-512	23
รูปที่ 4.1 ข้อมูลแผนภูมิการวัดอัตราการไหลของเชื้อเพลิง	26
รูปที่ 4.2 ข้อมูลแผนภูมิมลภาวะคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) %	27
รูปที่ 4.3 ข้อมูลแผนภูมิมลภาวะไฮโดรคาร์บอน (HC) ppm	28
รูปที่ 4.4 ข้อมูลแผนภูมิมลภาวะคาร์บอนไดออกไซด์ (CO ₂) %	29
รูปที่ 4.5 ข้อมูลแผนภูมิมลภาวะไนโตรเจนออกไซด์ (NOx) ppm	30
รูปที่ 4.6 ข้อมูลแผนภูมิเปรียบเทียบอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรก (kg/kWh)	34
รูปที่ 4.7 ข้อมูลแผนภูมิเปรียบเทียบประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเครื่องยนต์ (%)	35

รายการสัญลักษณ์

τ	=	Torque	[N-m]
F	=	Force	[N]
r	=	Radius	[m]
P	=	Power	[W]
N	=	Engine speed	[rpm]
\dot{m}_f	=	Mass flow rate of exhaust gas recycle	[kg/s]
\dot{V}_f	=	Volume flow rate of fuel	[m ³ /s]
ρ_f	=	Density of fuel	[kg/m ³]
$bsfc$	=	Brake specific fuel consumption	[g/kWh]
η_{th}	=	Thermal efficiency	[%]
\dot{Q}_f	=	Heat transfer rate of fuel	[kW]
LHV	=	Low heating value	[kJ/kg]
Vol	=	Voltage	[V]
I	=	Electric Current	[Amp]
P _b	=	Brake power	[kW]