สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การศึกษาและพัฒนาเครื่องยนต์แก๊สโซลีนที่ใช้ในการเกษตรกับเชื้อเพลิงแก๊ส LPG

CASE STUDY AND DEVELOP OF LIQUEFIED PETROLEUM GAS FUEL IN AGRICULTURAL GASOLINE ENGINE

T103117

นายสุจยศ วรรณางกูร
นายสุรสิงห์ วรฤทธิ์
นายอัสนันท์ รัศมีโกศิล

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 103117
วัน,เดือน,ปี 28 ส.ค. 2552
.b.....
.i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต
สาขาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาและพัฒนาเครื่องยนต์แก๊สโซลีนที่ใช้ในการเกษตรกับเชื้อเพลิงแก๊ส LPG

CASE STUDY AND DEVELOP OF LIQUEFIED PETROLEUM GAS FUEL IN AGRICULTURAL GASOLINE ENGINE

โดย

นายสจยศ วรรณางกูร

นายสุรสิงห์ วรฤทธิ์

นายอัสนันท์ รัศมีโกศิล

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

สาขาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2551

ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การศึกษาและพัฒนาเครื่องยนต์แก๊สโซลีนที่ใช้ในการเกษตรกับเชื้อเพลิงแก๊ส LPG

Case study and develop of Liquefied Petroleum Gas fuel in agricultural gasoline engine

ผู้จัดทำ

1. นายสจยศ วรรณางกูร รหัสประจำตัว 48010927
2. นายสุรสิงห์ วรฤทธิ์ รหัสประจำตัว 48011024
3. นายอัสนันท์ รัตมีโกศิล รหัสประจำตัว 48011112

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(ดร. สุดาภัทร แคว้นเขาเมือง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาและพัฒนาเครื่องยนต์แก๊สโซลีนที่ใช้ในการเกษตรกับเชื้อเพลิงแก๊ส LPG

นายสจยศ วรรณางกูร 48010927
นายสุรสิงห์ วรฤทธิ์ 48011024
นายอัสนันท์ รัศมีโกศิล 48011112
ดร. สุตาภัทร แคว้นเขาเม็ง อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2551

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันพลังงานทางเลือกหลายรูปแบบได้ถูกนำมาใช้กับเครื่องยนต์ เนื่องจากวิกฤตการณ์ของราคาน้ำมันเชื้อเพลิง ซึ่งในทางการเกษตรเครื่องยนต์แก๊สโซลีนได้ถูกนำไปอย่างแพร่หลายภายในประเทศ โครงงานนี้จึงมีจุดประสงค์เพื่อศึกษาหาสมรรถนะของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนขนาดเล็กที่ใช้ทางการเกษตรกับเชื้อเพลิงก๊าซ LPG ดังนั้นจึงได้ทำการปรับปรุงเครื่องยนต์แก๊สโซลีนเพื่อให้สามารถใช้ได้ทั้งเชื้อเพลิง LPG และน้ำมันเชื้อเพลิง จากการใช้เชื้อเพลิง LPG เมื่อวัดค่าไอเสียพบว่าค่าของคาร์บอนมอนนอกไซด์ที่ได้ใช้เชื้อเพลิงก๊าซ LPG นั้น มีค่าอยู่ที่ 0.02 – 0.09%vol ส่วนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์นั้นอยู่ที่ 1.42 – 2.17%vol และค่าของไฮโดรคาร์บอนนั้นอยู่ที่ 371.5 – 1786.5 ppm Vol ในขณะที่ใช้น้ำมันแก๊สโซลีนมีค่าคาร์บอนมอนนอกไซด์อยู่ที่ 0.10 – 1.49%vol มีค่าคาร์บอนไดออกไซด์อยู่ที่ 2.34 – 2.82 %vol และค่าไฮโดรคาร์บอนอยู่ที่ 165.0 – 754.4 ppm Vol นอกจากนี้ค่าของแรงบิดและแรงม้าสุทธิของเครื่องยนต์เมื่อใช้เชื้อเพลิง LPG มีค่าที่น้อยกว่าเครื่องยนต์เมื่อใช้น้ำมันเชื้อเพลิง ประมาณ 25% และ 24% ตามลำดับ จากผลการทดลองนี้ได้แสดงให้เห็นว่าเครื่องยนต์เมื่อใช้เชื้อเพลิง LPG นั้นจะมีการเผาไหม้ที่สมบูรณ์, มีมลพิษไอเสียและแรงบิดที่น้อยกว่าน้ำมันเชื้อเพลิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Case study and develop of Liquefied Petroleum Gas fuel in agricultural gasoline engine

Sajayos Vannangkul 48010927
Surasing Worarit 48011024
Asanan Rasamegosilp 48011112
Dr. Sutapat Kwankaomeng advisor

ABSTRACT

Now many engines use alternative fuels as other choices according to fuel price crisis. In agriculture, gasoline engines are widely used as prime movers. This project presents an investigation on using Liquefied Petroleum Gas (LPG) and gasoline with a small gasoline engine. Therefore the gasoline engine has been modified and developed for running with LPG and gasoline. The engine characteristics and performances has been tested and compared between LPG and gasoline. The engine emitted carbon monoxide (CO) of 0.02-0.09%vol, carbon dioxide (CO2) of 1.42-2.17%vol and HC of 371.5-1786.5 ppm vol when utilizing LPG as a fuel. While using gasoline, the engine gave CO of 0.10-1.49 %vol, carbon dioxide (CO2) of 2.34-2.82%vol and HC of 165.0-754.4 ppm vol. Furthermore, the engine provided torque and net horse power from LPG less than gasoline about 25 % and 24%, respectively. The experimental results showed that utilizing LPG as fuel provided more complete combustion, less emission and lower torque than using gasoline.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ประการแรกขอกราบขอบพระคุณ ดร.สุตาภัทร แคว้นเขาเม็ง และ ผศ.พิชิต กิดตินนท์ ที่เป็นที่ปรึกษาในการทำปริญญานิพนธ์ครั้งนี้พร้อมกับคำแนะนำและข้อเสนอแนะต่างๆที่เป็นประโยชน์มากมาย ที่ทำให้ปริญญานิพนธ์นี้เกิดขึ้นและสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี อีกทั้งต้องขอขอบคุณพี่ๆภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คุณชัยณรงค์ จากบริษัทไทยฮอนด้าแมนูแฟคเจอริ่ง จำกัด ที่ช่วยสนับสนุนรวมถึงให้ความช่วยเหลือและคำปรึกษา

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณบุคคลอันเป็นที่สำคัญยิ่งคือ บิดา มารดา และบุพการีที่ได้เลี้ยงดู พร้อมทั้งให้โอกาสที่ดีต่างๆมากมาย อีกทั้งกำลังใจและความช่วยเหลือเสมอมา ที่หาสิ่งเปรียบมิได้ จึงขอกราบขอบพระคุณมา ณ ที่นี้

คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้าที่

บทคัดย่อภาษาไทย ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ข
กิตติกรรมประกาศ ค
สารบัญ ง
สารบัญตาราง ฉ
สารบัญภาพ ช
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 กล่าวนำ 1
1.2 ที่มาและความสำคัญของงานวิจัย 1
1.3 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 2
1.4 ขอบเขตของงานวิจัย 2
1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน 2
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี 4
2.1 การทำงานของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวะ 4
2.2 การเผาไหม้ 5
2.2.1 การเผาไหม้ที่สมบูรณ์ 6
2.2.2 การเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ 6
2.3 มลพิษจากเครื่องยนต์เบนซิน 7
2.3.1 องค์ประกอบที่ทำให้เกิดมลพิษจากเครื่องยนต์เบนซิน 9
2.4 คุณสมบัติของเชื้อเพลิง LPG 11
2.4.1 คุณสมบัติของเชื้อเพลิง LPG ในสถานะของเหลว 11
2.4.2 คุณสมบัติของเชื้อเพลิง LPG ในสถานะของก๊าซ 13
2.5 ความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง 13
2.6 พลังงานของเครื่องยนต์สันดาปภายใน 14
2.7 การทดสอบเครื่องยนต์ 14
2.8 การไหลในท่อ 14
2.8.1 การไหลของอากาศ 15
2.9 หลักการออกแบบระบบผสมเชื้อเพลิงแก๊ส LPG 16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10 ชิ้นส่วนต่างๆของเครื่องยนต์ 17
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง 18
3.1 อุปกรณ์และสถานที่ทำการทดลอง 18
3.2 ลักษณะการติดตั้งอุปกรณ์ 23
3.3 ลักษณะการติดตั้งในการออกแบบ 24
3.4 วิธีการทดลอง 24
บทที่ 4 ผลการทดลอง 26
4.1 สมรรถนะเครื่องยนต์ 26
4.2 อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง 27
4.3 ปริมาณมลพิษไอเสีย 28
4.4 การทดลองใช้งานจริง 36
บทที่ 5 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง 37
5.1 สรุปผลการทดลอง 37
5.2 วิจารณ์ผลการทดลอง 38
5.3 ข้อเสนอแนะการทดลอง 38

ภาคผนวก ก. ข้อมูลทางเทคนิคของเครื่องยนต์ฮอนด้า รุ่น G200
ภาคผนวก ข. การเปลี่ยนหน่วย
เอกสารอ้างอิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้าที่

ตารางที่ 2-1 การเปรียบเทียบคุณสมบัติของเชื้อเพลิง 11
ตารางที่ 3-1 ข้อมูลเครื่องยนต์แก๊สโซลีนขนาดเล็ก Honda G200 19
ตารางที่ 4-1 แสดงสมรรถนะเครื่องยนต์ใช้น้ำมันเชื้อเพลิง 26
ตารางที่ 4-2 แสดงสมรรถนะเครื่องยนต์ใช้แก๊ส LPG 26
ตารางที่ 4-3 แสดงอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงเครื่องยนต์ 27
ตารางที่ 4-4 ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ 28
ตารางที่ 4-5 ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 28
ตารางที่ 4-6 ปริมาณก๊าซไฮโดรคาร์บอน 29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

หน้าที่

รูปที่ 2-1 ไดอะแกรมแสดงการเปิดปิดลิ้นไอดีไอเสียและการหมุนตามจังหวะต่างๆ ของเพลาข้อเหวี่ยง 5

รูปที่ 2-2 ความเข้มข้นไนโตรเจนออกไซด์ต่ออัตราส่วนของส่วนผสมที่ปริมาตรคงที่ 8

รูปที่ 2-3 ความเข้มข้นไนโตรเจนออกไซด์แปรตามเวลา 9

รูปที่ 2-4 ความสัมพันธ์ของอัตรามลพิษ สมรรถนะและส่วนผสม 9

รูปที่ 2-5 ความดันไอกับอุณหภูมิ 12

รูปที่ 2-6 ภาพแสดงส่วนประกอบต่างๆของเครื่องยนต์ Honda G200 17

รูปที่ 3-1 เครื่องยนต์แก๊สโซลีนขนาดเล็ก Honda G200 18

รูปที่ 3-2 เครื่องวัดค่ามลพิษ 19

รูปที่ 3-3 ไดนาโมมิเตอร์ 20

รูปที่ 3-4 หลักการของไดนาโมมิเตอร์ 20

รูปที่ 3-5 รูปแบบตัวผสมเชื้อเพลิงด้านหน้า 21

รูปที่ 3-6 รูปแบบตัวผสมเชื้อเพลิงด้านข้าง 21

รูปที่ 3-7 เกจวัดแรงดัน 21

รูปที่ 3-8 เครื่องวัดกำลังอัดเครื่องยนต์ 22

รูปที่ 3-9 แสดงการติดตั้งอุปกรณ์เข้ากับเครื่องยนต์ 23

รูปที่ 3-10 รูปแบบแสดงการติดตั้งในการทดลอง 24

รูปที่ 4-1 แสดงกำลังม้าเครื่องยนต์ 30

รูปที่ 4-2 แสดงแรงบิดเครื่องยนต์ 31

รูปที่ 4-3 แสดงอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงเครื่องยนต์ 32

รูปที่ 4-4 แสดงปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ 33

รูปที่ 4-5 แสดงปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 34

รูปที่ 4-6 แสดงปริมาณก๊าซไฮโดรคาร์บอน 35

รูปที่ 4-7 ภาพจากการนำไปทดลองใช้งานจริงกับเครื่องสูบน้ำ 36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 กล่าวนำ

ในปัจจุบัน ได้มีการนำพลังงานทางเลือกหลากหลายรูปแบบเข้ามาทดแทน และถูกเลือกใช้กับเครื่องยนต์มากมาย เนื่องจากสาเหตุของราคาน้ำมันเชื้อเพลิงที่มีราคาสูงที่ส่งผลกระทบไม่ว่าจะเป็นประชาชนทั่วไปหรือแม้กระทั่งอุตสาหกรรม ซึ่งทำให้แก๊ส LPG เป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่ถูกหยิบยกและนำไปใช้อย่างแพร่หลาย ด้วยคุณสมบัติที่นอกเหนือจากราคาที่ถูกกว่าน้ำมันเชื้อเพลิงแล้วนั้น ยังมีค่าเลขออกเทนที่สูงกว่า รวมทั้งมีปริมาณมลภาวะน้อยกว่าน้ำมันเชื้อเพลิง (Bayraktar 2004) ซึ่งในการวิจัยหลายฉบับของต่างประเทศที่ได้มีการศึกษาถึงเรื่องนี้ และโดยส่วนมากแล้วนั้นก็ได้ทำการทดลองกับเครื่องยนต์ขนาดใหญ่หรือเครื่องยนต์ที่ระบายความร้อนด้วยน้ำเป็นหลัก อีกทั้งประเทศไทยเป็นประเทศที่มีเกษตรกรรมเป็นหลัก ซึ่งต้องใช้เครื่องยนต์เครื่องยนต์ขนาดเล็กเข้ามาช่วยในการทำการเกษตรเป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นจึงเป็นเหตุผลที่ทำให้เกิดความคิดที่จะทำการศึกษาและทดลองกับเครื่องยนต์ขนาดเล็กที่ระบายความร้อนด้วยอากาศ เพื่อเป็นประโยชน์กับเกษตรและผู้ที่ใช้เครื่องยนต์เล็กโดยตรง

1.2 ที่มาและความสำคัญของงานวิจัย

เนื่องจากในปัจจุบันน้ำมันเชื้อเพลิงได้มีราคาสูงมาก ทำให้ส่งผลกระทบต่อเกษตรกรที่ใช้เครื่องยนต์เพื่อใช้ในทางการเกษตร ไม่ว่าจะเป็นทางการเพาะปลูก หรือเก็บเกี่ยวผลผลิต ซึ่งทำให้เกิดเป็นภาระทางด้านต้นทุนที่เพิ่มสูงขึ้น ซึ่งไม่คุ้มค่ากับค่าการลงทุนที่ได้ทำไป รวมทั้งราคาของน้ำมันเชื้อเพลิงก็มิได้มีทีท่าว่าจะสามารถลดลงมาได้และถึงแม้ว่าจะสามารถลดลงได้นั้นก็อาจยังมีราคาที่สูงกว่าเช่นเดิม อีกทั้งเชื้อเพลิงที่ได้จากก๊าซหุงต้ม หรือ แก๊สLPG นั้นสามารถหาได้ง่ายตามท้องตลาดทั่วไปอีกทั้งยังมีราคาที่ถูกกว่า ดังนั้นจึงทำให้เกิดความคิดที่จะปรับปรุงและศึกษาเพื่อเป็นหนทางในการแก้ไขต่อวิกฤตการณ์ที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน และเพื่อเป็นการพัฒนาปรับปรุงแก้ไขระบบเชื้อเพลิงแก๊ส LPG นั้นให้มีประสิทธิภาพสูงสุดต่อเครื่องยนต์แก๊สโซลีนที่ใช้ในทางการเกษตรอีกประการหนึ่งด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.1.1 เพื่อทำการศึกษาเครื่องยนต์แก๊สโซลีนที่ใช้ในการเกษตรกับเชื้อเพลิงแก๊ส LPG

1.1.2 เพื่อทำการศึกษาสมรรถนะของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนที่ใช้กับเชื้อเพลิงแก๊ส LPG

1.1.3 เพื่อปรับปรุงระบบการจ่ายเชื้อเพลิงแก๊ส LPG ให้สามารถใช้ได้ง่าย เกิดประสิทธิภาพและเหมาะสมกับเครื่องยนต์ทางการเกษตร

1.4 ขอบเขตของงานวิจัย

ขอบเขตของงานวิจัยนี้จะทำการศึกษาและติดตั้งระบบเชื้อเพลิงแก๊ส LPG เข้ากับเครื่องยนต์แก๊สโซลีนขนาดเล็กที่ใช้ในการเกษตร ให้มีความสะดวกแก่ผู้ใช้งาน ที่จะได้ไม่ต้องดัดแปลงให้เกิดความเสียหายต่อเครื่องยนต์ที่มีอยู่

ซึ่งงานวิจัยนี้จะทำการออกแบบตัวผสมเชื้อเพลิงเพิ่มเข้ามา อีกทั้งได้เพิ่มตัวควบคุมปริมาณการไหลของเชื้อเพลิงเพื่อความปลอดภัยแก่ผู้ใช้งาน นอกจากนี้งานวิจัยนี้ยังเป็นเพียงก้าวแรกในการพัฒนาที่จะให้เกิดการปรับปรุงต่อไปในอนาคต ซึ่งอาจมีข้อมูลบางอย่างที่ยังไม่ครอบคลุม แต่อย่างไรก็เป็นที่เพียงพอแก่การทดสอบเบื้องต้น

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาถึงประสิทธิภาพเบื้องต้นของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนขนาดเล็กที่ใช้ในการ เกษตรกับแก๊ส LPG โดยสามารถแยกออกได้ 2 ส่วนคือ 1.) การศึกษาสมรรถนะเบื้องต้นของเครื่องยนต์ 2.) การศึกษาค่ามลพิษไอเสียของเครื่องยนต์ โดยทั้ง 2 ส่วนจะถูกนำมาเปรียบเทียบระหว่างการใช้เชื้อเพลิงที่เป็นน้ำมันและเชื้อเพลิงที่เป็นก๊าซ LPG ซึ่งก่อนที่จะทดลองใช้กับแก๊ส LPG นั้นจะทำการวัดค่าต่างๆที่ได้ในส่วนของน้ำมันเชื้อเพลิงก่อน อีกทั้งออกแบบตัวผสมเชื้อเพลิงเพื่อใช้ในการทดลองกับแก๊ส LPG ให้เหมาะสมกับเครื่องยนต์ แล้วจึงนำไปทดสอบกับเครื่องยนต์พร้อมทั้งเก็บผลการทดลอง ทั้ง 2 ส่วนมาวิเคราะห์ผล เพื่อสรุปอภิปรายพร้อมข้อเสนอแนะที่น่าจะมีการศึกษาต่อไปในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

เนื่องจากงานวิจัยนี้มีความคิดที่จะช่วยแก้ปัญหาจากผลกระทบในด้านราคาของน้ำมันเชื้อเพลิง จึงคาดว่าน่าจะสามารถช่วยลดภาระต้นทุนต่อผู้ใช้เครื่องยนต์แก๊สโซลีนขนาดเล็กและเกษตรได้ในส่วนหนึ่ง อีกทั้ง ยังสามารถที่จะช่วยในด้านของความสะดวกทั้งในการติดตั้ง ใช้งาน เนื่องจากไม่ต้องปรับแต่ง หรือ ตัดเจาะส่วนใดของเครื่องยนต์เพื่อที่จะให้สามารถใช้กับแก๊ส LPG ได้ เพียงแต่ให้ผู้ใช้และเกษตรสามารถนำเอาไปติดตั้งกับเครื่องยนต์ที่มีใช้อยู่ได้จริง โดยไม่ยุ่งยากและซับซ้อน

อีกทั้งในส่วนของความรับผิดชอบต่อสภาพแวดล้อมงานวิจัยนี้ยังมุ่งหวังถึงประโยชน์จากการใช้พลังงานทางเลือกเชื้อเพลิงแก๊ส LPG เพื่อช่วยลดมลพิษที่ส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศน์ของโลกเพื่อแสดงถึงการมีส่วนร่วมและแสดงเจตนารมณ์อันดีต่อมนุษยชาติที่จะเป็นส่วนหนึ่งในการสร้างแบบอย่างที่ดีแก่คนรุ่นหลังต่อๆไป อีกทั้งงานวิจัยนี้ยังมุ่งหวังที่จะเป็นแบบอย่างการริเริ่มการศึกษาค้นคว้าพลังงานทางเลือกเพื่อการเกษตรที่พัฒนาไปพร้อมกับจิตสำนึกที่ดีในความใส่ใจต่อส่วนรวมและสิ่งแวดล้อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

หลักการและทฤษฎี

ปัจจุบันงานค้นคว้าและวิจัยเครื่องยนต์ชนิดแก๊สโซลีนที่ติดตั้งระบบเชื้อเพลิงทางเลือกเกิดขึ้นอย่างแพร่หลายโดยเฉพาะในสถานการณ์ปัจจุบันที่ราคาน้ำมันมีราคาสูงมาก ทำให้ผู้บริโภคหันไปใช้เชื้อเพลิงทางเลือกมากขึ้น เพื่อเป็นการลดภาระราคาน้ำมันที่แบกรับไว้ งานวิจัยชิ้นนี้จึงมีจุดประสงค์เพื่อศึกษาพัฒนาและปรับปรุงให้เครื่องยนต์แก๊สโซลีนขนาดเล็กสามารถใช้คู่กับแก๊ส LPG ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีและหลักการของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวะ ส่วนประกอบเชื้อเพลิง LPG และทฤษฎีของไหลซึ่งเป็นหลักการที่สนับสนุนงานวิจัยชิ้นนี้

2.1 การทำงานของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวะ

เครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวะจังหวะการทำงานใน 1 กลวัตรประกอบไปด้วยจังหวะดูด จังหวะอัด จังหวะระเบิด และจังหวะคาย โดยมีกลไกการเปิด-ปิดของลิ้นไอเสียในเพื่อเป็นการประจุไอดีและการคายไอเสีย ซึ่งถ้าเครื่องยนต์ชนิดนี้ทำงานครบการทำงานก็ต่อเมื่อเพลาข้องเหวี่ยงหมุน 2 รอบ ต่อการจุดระเบิด 1 ครั้ง

จังหวะการทำงานของเครื่องยนต์ 4 จังหวะมีดังนี้

(1.) จังหวะดูด เป็นจังหวะที่ลูกสูบที่อยู่ในตำแหน่งบนสุด (ศูนย์ตายบน) เคลื่อนที่ลงอย่างรวดเร็วทำให้เกิดสุญญากาศภายในกระบอกสูบ ในขณะที่ลิ้นไอดีถูกเปิดออกเพื่อทำการประจุไอดีเข้ามาสู่กระบอกสูบ ซึ่งเมื่อลูกสูบเคลื่อนที่ลงจนถึงตำแหน่งต่ำสุด (ศูนย์ตายล่าง) เพลาข้อเหวี่ยงจะหมุนไปได้ครึ่งรอบ

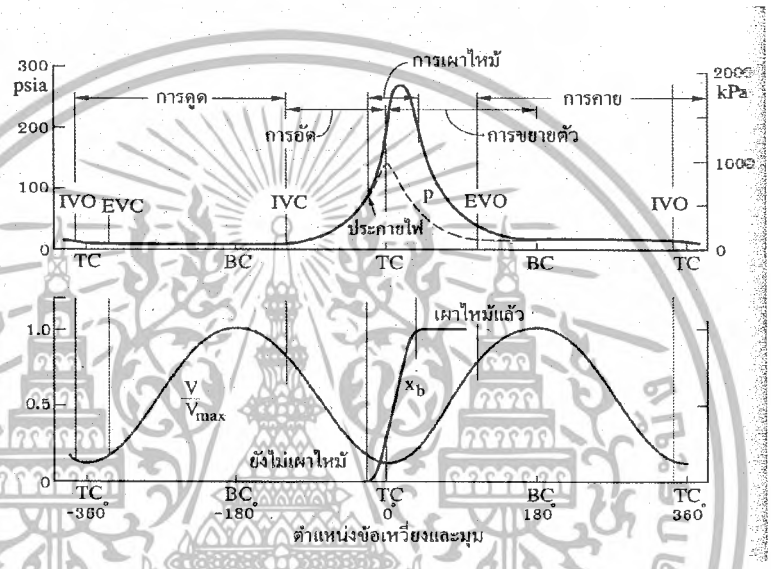
(2.) จังหวะอัด เป็นจังหวะที่ลิ้นไอดี และลิ้นไอเสียปิด ลูกสูบจะเคลื่อนขึ้นจากตำแหน่งต่ำสุดไปยังตำแหน่งสูงสุด ทำให้ไอดีถูกอัดตัวจนมีปริมาตรเล็กลงหลายเท่า ซึ่งถ้าอัตราส่วนการอัดยิ่งมีค่ามาก อุณหภูมิหลังการเผาไหม้ยิ่งสูงขึ้น โดยในระหว่างจังหวะอัด เพลาข้อเหวี่ยงจะหมุนอีกครึ่งรอบทำให้ ดังนั้นในจังหวะดูดและจังหวะอัดเพลาข้อเหวี่ยงจะหมุนครบหนึ่งรอบพอดี

(3.) จังหวะระเบิด เป็นจังหวะที่ลูกสูบอยู่ที่ตำแหน่งสูงสุดพอดี จะเกิดประกายไฟที่หัวเทียนและเริ่มการเผาไหม้เชื้อเพลิง แรงที่ได้จากการเผาไหม้จะดันให้ลูกสูบเคลื่อนที่ลงอีกครั้งหนึ่งจนกระทั่งถึงตำแหน่งที่เคลื่อนที่ต่ำสุดก็เป็นอันสิ้นสุดจังหวะระเบิด ในจังหวะนี้เพลาข้อเหวี่ยงจะหมุนเพิ่มอีกครึ่งรอบ และลิ้นไอดี ไอเสีย ยังคงปิดอยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(4.) จังหวะคาย เป็นจังหวะที่ลูกสูบเคลื่อนที่ขึ้นอีกครั้งหนึ่ง พร้อมกับลิ้นไอเสียที่เปิดออก เพื่อให้ไอเสียถูกขับออกจากกระบอกสูบ และเมื่อลูกสูบเคลื่อนที่จนถึงตำแหน่งสูงสุดลิ้นไอเสียก็จะปิด ซึ่งจังหวะนี้เพลาข้อเหวี่ยงจะหมุนอีกครึ่งรอบ

ดังนั้นการทำงานของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวะ ในหนึ่งวัฏจักร จะทำให้ลูกสูบเคลื่อนที่ขึ้นและลงอย่างละสองครั้ง รวมเป็นสี่ครั้ง และเพลาข้อเหวี่ยงก็จะหมุนครบสองรอบพอดี (รูปที่ 2-1)



รูปที่ 2-1 ไดอะแกรมแสดงการเปิดปิดลิ้นไอดีไอเสียและการหมุนตามจังหวะต่างๆของเพลาข้อเหวี่ยง

2.2 การเผาไหม้

การเผาไหม้ภายในห้องเผาไหม้ของเครื่องยนต์จะเกิดขึ้นในระยะเวลาอันสั้นซึ่งความสัมพันธ์ของเชื้อเพลิงกับอากาศจะต้องมีค่าที่เหมาะสมกันซึ่งทั้งนี้จะขึ้นอยู่กับปริมาตรของห้องเผาไหม้ซึ่งค่าของคาร์บอนในเชื้อเพลิงเมื่อเกิดการเผาไหม้แล้วนั้นจะทำการรวมตัวกับออกซิเจนได้เป็นคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา

ดังสมการ

$$C + O_2 \longrightarrow CO_2 + \text{ความร้อน}$$

ส่วนสารไฮโดรเจนในเชื้อเพลิงนั้นจะทำปฏิกิริยากับออกซิเจนได้เป็นน้ำดังสมการ

$$2H_2 + O_2 \longrightarrow 2H_2O + \text{ความร้อน}$$

ซึ่งถ้าเกิดการเผาไหม้อย่างสมบูรณ์จะได้ดังสมการนี้

$$C_3H_8 + 5O_2 \longrightarrow 3CO_2 + 4H_2O \qquad \text{(โพรเพน)}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$C_4H_{10} + 6.5O_2 \longrightarrow 4CO_2 + 5H_2O \qquad \text{(บิวเทน)}$$

$$C_8H_{18} + 12.5O_2 \longrightarrow 8CO_2 + 9H_2O \qquad \text{(เบนซิน)}$$

ซึ่งจากการเผาไหม้ที่ได้เห็นจากสมการนั้นจะเห็นได้ว่าค่าการใช้ออกซิเจนในการเผาไหม้นั้น เบนซินจะต้องใช้จำนวนออกซิเจนมากที่สุด และเนื่องจากในอากาศทั่วไปมีปริมาณออกซิเจนอยู่ ประมาณร้อยละ 21 ดังนั้นถ้าจะเผาไหม้ให้เบนซินมีความสมบูรณ์จำเป็นต้องใช้อากาศถึง 59.5 หน่วยปริมาตร ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับ โพรเพนที่ใช้เพียง 23.81 หน่วยปริมาตรทำให้มีค่าความต่างถึง 35.71 หน่วยปริมาตร

การเผาไหม้ในเครื่องยนต์แก๊สโซลีนนั้นสามารถจัดลำดับขั้นตอนการเผาไหม้จากปริมาตรของเชื้อเพลิงและอากาศได้ดังนี้

2.2.1 การเผาไหม้ที่สมบูรณ์

เป็นการเผาไหม้ที่เริ่มขึ้นตั้งแต่ส่วนผสมไอดีที่ถูกอัดเข้าไปให้มีอุณหภูมิสูงขึ้น และจุดระเบิดโดยหัวเทียนแล้วแผ่ขยายออกไปจนสุดห้องเผาไหม้อีกด้านหนึ่ง ซึ่งทำให้เกิดเป็นแรงดันที่ผลักให้ลูกสูบเกิดการเคลื่อนที่ลงในจังหวะจุดระเบิด

2.2.2 การเผาไหม้ไม่สมบูรณ์

เป็นการเผาไหม้ที่ผิดปกติซึ่งจะมีผลต่อเครื่องยนต์ คือ ถ้ารุนแรงก็อาจทำให้เกิดความเสียหายได้ และแม้ว่าจะไม่รุนแรงก็อาจทำให้เกิดเสียงดังขึ้นได้ โดยการเผาไหม้แบบผิดปกตินี้จะสามารถแบ่งออกหลักๆ ได้ 2 ประเภท ได้แก่

(1.) การดิโทเนชัน หรือการน็อคจากประกายไฟ (Spark Knock) เป็นการเกิดขึ้นโดยเชื้อเพลิงที่ไกลที่สุดจากหัวเทียนเกิดการจุดระเบิดพร้อมกับเชื้อเพลิงที่อยู่ข้างหน้าหัวเทียน ทำให้มีการปล่อยพลังงานออกมาอย่างรวดเร็ว เป็นผลให้เกิดคลื่นความดันที่มีแอมพลิจูดสูงเกิดในห้องเผาไหม้ จึงทำให้เกิดเสียงดังขึ้น ซึ่งสามารถควบคุมได้ด้วยจังหวะการจุดระเบิด ซึ่งถ้าตั้งให้จังหวะการจุดระเบิดล่วงหน้ามากขึ้น ความรุนแรงการน็อคก็จะแรงขึ้น แต่ถ้าตั้งให้จังหวะจุดช้าลงความรุนแรงของการน็อคก็จะน้อยลงตาม

(2.) การจุดระเบิดโดยผิวร้อน หรือการชิงจุด (Surface Ignition) สามารถเกิดขึ้นได้โดยจุดร้อนบนห้องเผาไหม้เช่นลิ้น หรือ หัวเทียนที่ร้อนเกินไป ซึ่งจะเกิดการจุดระเบิดก่อนที่หัวเทียนให้ประกายไฟออกมา การจุดระเบิดโดยผิวร้อนนี้ยังสามารถแบ่งต่อไปได้อีกโดยเป็น การจุดระเบิดโดยผิวร้อนที่มีการน็อค ซึ่งเกิดมาจากสารตกค้างที่ติดอยู่ในห้องเผาไหม้ที่ทำให้ความดันและอุณหภูมิของแก๊สสุดท้ายเพิ่มเร็วกว่าปกติ ซึ่งการน็อคจากการจุดระเบิดเช่นนี้ไม่สามารถแก้ไขได้ด้วยการควบคุมจังหวะจุดระเบิด และการจุดระเบิดโดยผิวร้อนที่ไม่มีการน็อค ที่เกิดจากการเผาไหม้ที่ผิดปกติในวัฏจักรการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2.1 ปัจจัยเกี่ยวกับเชื้อเพลิงที่มีผลต่อการน็อค

-การน็อคเป็นปรากฏการณ์ที่ถูกควบคุมโดยทั้งปัจจัยที่เกี่ยวกับเครื่องยนต์และเชื้อเพลิง ดังนั้นการเกิดหรือไม่เกิดการน็อคในเบื้องต้นจึงขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของเชื้อเพลิง โดยสารประกอบไฮโดรคาร์บอนแต่ละชนิดจะมีสมบัติการต้านการน็อคที่แตกต่างกันไป โดยทั่วไปแล้วนั้นสมบัติการต้านการน็อคจะถูกกำหนดโดย **เลขออกเทน (octane number)** ซึ่งหมายความว่าถ้าเลขออกเทนเชื้อเพลิงมีค่ามากก็จะมีความต้านการน็อคที่มากตาม ซึ่งถ้าเลขออกเทนมีค่ามากก็ยิ่งทำให้การเผาไหม้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้นและสามารถทำให้การเกิดสารตกค้างให้ห้องเผาไหม้ลดลง โดยถ้าสารตกค้างนี้มีมากก็จะไปเพิ่มอัตราส่วนการอัดขึ้นบ้างแต่ผลกระทบที่มากที่สุดคือการเพิ่มอุณหภูมิของผิวด้านนอกของห้องเผาไหม้ซึ่งทำการถ่ายเทความร้อนไปยังไอดีในช่วงจังหวะการดูดเป็นผลให้อุณหภูมิแก๊สสุดท้ายเพิ่มขึ้นตามและมีแนวโน้มที่จะเกิดการน็อคง่ายขึ้น

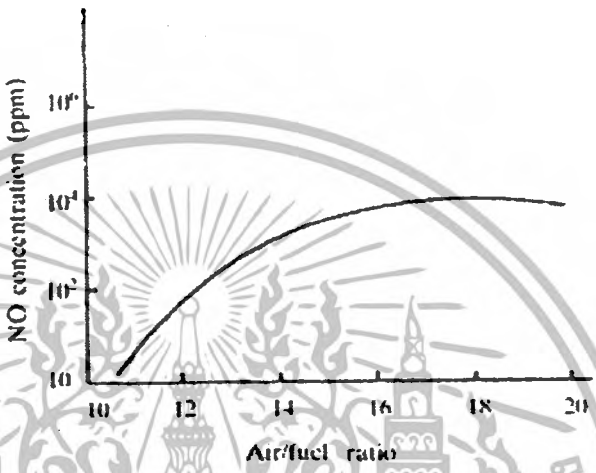
2.3 มลพิษจากเครื่องยนต์เบนซิน

เชื้อเพลิงที่ใช้ในเครื่องยนต์เบนซินนั้นจะถูกดูดเข้าไปในคาร์บูเรเตอร์ผสมกับอากาศเป็นอย่างดีแล้วจึงจ่ายออกต่อไปยังห้องเผาไหม้ ซึ่งในกระบวนการเผาไหม้นั้น คาร์บอนไดออกไซด์และน้ำจะเกิดขึ้นอย่างแน่นอน แต่เนื่องจากอากาศนั้นมีปริมาณของ N_2 อยู่ด้วยร้อยละ 79 จึงสามารถทำให้เกิดเป็นคาร์บอนมอน-
นอกไซด์ได้ซึ่งมาจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์และถูกปล่อยออกมาในจังหวะคายโดยไอเสียจะมีส่วนประกอบต่างกันขึ้นอยู่กับกระบวนการการเผาไหม้และแฟกเตอร์อื่นที่มีความสัมพันธ์กัน

1.) คาร์บอนมอนนอกไซด์ เกิดขึ้นโดยตรงกับอัตราส่วนอากาศและเชื้อเพลิงที่มีสัดส่วนน้อยกว่า 16 ซึ่งความเข้มของคาร์บอนมอนนอกไซด์จะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเมื่อส่วนผสมนั้นไม่เป็นเนื้อเดียวกันดีแต่จะลดลงได้หากเพิ่มอัตราส่วนอากาศต่อเชื้อเพลิง ซึ่งจะเป็นผลทำให้อุณหภูมิของก๊าซที่เผาไหม้นั้นลดลงไปด้วย
2.) ไนโตรเจนออกไซด์ ส่วนใหญ่นั้นจะมีเพียงเล็กนั้นโดยความเข้มของไนโตรเจนออกไซด์จะขึ้นกับอุณหภูมิของกันสันดาปและอัตราส่วนอากาศต่อเชื้อเพลิงโดยตรง ซึ่งความเข้มข้นเมื่ออยู่ในสภาวะสมดุล และมีปริมาตรคงที่จะสูงสุดที่อัตราส่วนอากาศต่อเชื้อเพลิงเท่ากับ 16 ซึ่งถ้ามีส่วนผสมที่หนาก็จะทำให้ค่าไนโตรเจนออกไซด์นั้นลดลงเรื่อยๆ โดยการเกิดของไนโตรเจนออกไซด์จะเกิดขึ้นเมื่อส่วนผสมนั้นบางและอยู่ในสภาวะที่อุณหภูมิสูงนานๆ ซึ่งปริมาณของไนโตรเจนออกไซด์ขึ้นสูงสุดแล้วก็จะไม่ลดลงอีกต่อไป เนื่องมาจากไนโตรเจนออกไซด์แตกตัวช้าจึงทำให้มีความเข้มข้นที่คงที่ กระบวนการการเกิดไนโตรเจนไดออกไซด์ในห้องเผาไหม้นั้นยังต้องทำการศึกษาและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

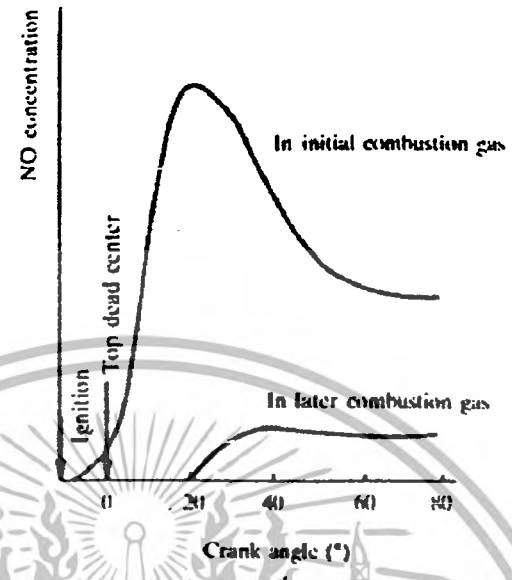
วิจัยอีกมากและยังมีอีกหลายส่วนที่ยังไม่สามารถอธิบายได้ชัดเจน ซึ่งที่พิสูจน์ได้นั้นคือ ความเข้มข้นของไนโตรเจนออกไซด์สูงสุดเมื่ออัตราส่วนผสมมีค่าเท่ากับ 16 (รูปที่ 2-2)



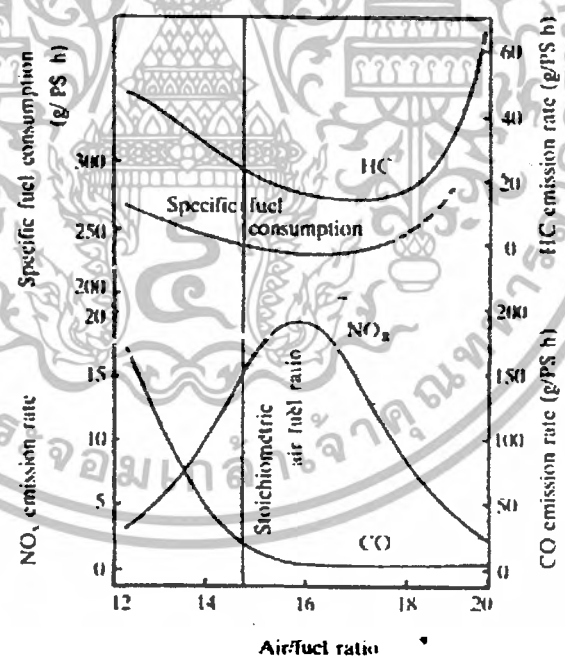
รูปที่ 2-2 ความเข้มข้นไนโตรเจนออกไซด์ต่ออัตราส่วนของส่วนผสมที่ปริมาตรคงที่

3.) ไฮโดรคาร์บอน เกิดจากการสันดาปที่ไม่หมดหรือไม่สมบูรณ์เนื่องจากผนังห้องเผาไหม้จะมีอุณหภูมิต่ำ และเปลวไฟจะไม่ลามไปถึงส่วนนั้นทำให้เชื้อเพลิงที่หนาเกินไปจะถูกเผาไหม้ไม่หมด ทำให้ไฮโดรคาร์บอนที่ยังไม่มีการเผาไหม้นั้นเคลื่อนที่ออกผสมกับก๊าซที่เผาไหม้แล้วออกมาในจังหวะคาย ซึ่งถ้ายังมีปริมาณของออกซิเจนที่เหลือพอในกระบอกสูบ รวมทั้งมีอุณหภูมิของไอเสียที่สูงก็จะทำให้เผาไหม้ต่อไปได้เรื่อยๆจนลิ้นไอเสียนั้นเปิดออก ซึ่งอย่างไรก็ดีถ้าในกรณีของส่วนผสมที่บางมากเกินไปก็อาจทำให้เกิดไฮโดรคาร์บอนได้สูงเช่นกัน นอกจากว่าส่วนผสมนั้นเป็นเนื้อเดียวกันดีมากก็จะลดปริมาณไฮโดรคาร์บอนได้บ้าง (รูปที่ 2-4)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2-3 ความเข้มข้นไนโตรเจนออกไซด์แปรตามเวลา



รูปที่ 2-4 ความสัมพันธ์ของอัตรามลพิษ สมรรถนะและส่วนผสม

2.3.1 องค์ประกอบที่ทำให้เกิดมลพิษจากเครื่องยนต์เบนซิน

1.) อัตราส่วนผสมของเชื้อเพลิงและอากาศ ซึ่งไอเสียส่วนใหญ่จะแปรตามปริมาณของคาร์บอน-มอนนอกไซด์ โดยแปรตามอัตราส่วนผสม มีผลมาจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.) เวลาการจุดระเบิด ซึ่งจะมีผลต่อค่าไนโตรเจนออกไซด์ ซึ่งถ้าในเครื่องยนต์ที่ไม่มีอุปกรณ์ควบคุมมลพิษ หากทำการตั้งเวลาให้ช้าไป 10° ค่าของไนโตรเจนออกไซด์ก็จะลดลงประมาณร้อยละ 30-40 ซึ่งมีผลทำให้กำลังขาออกที่ได้นั้นก็จะลดลงประมาณร้อยละ 20 เช่นกัน นอกจากนี้จะสามารถลดปริมาณของไฮโดรคาร์บอนได้เนื่องจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงไม่ทัน ทำให้อาจเผาไหม้ต่อในท่อไอเสียละทำให้อุณหภูมิไอเสียเพิ่มขึ้น ดังนั้นหากส่วนผสมบางปริมาณของไฮโดรคาร์บอนจะน้อยแม้จะชุดระเบิดช้าไปก็ตาม

3.) สภาวะไอดี ถ้าสภาวะไอดีมีอุณหภูมิสูงก็จะสามารถเพิ่มปริมาณของไนโตรเจนออกไซด์ได้ ทำให้กำลังเครื่องยนต์ตกลง แต่มีผลต่อปริมาณของไฮโดรคาร์บอนน้อยมาก แต่ถ้าความดันไอดีต่ำก็จะทำให้ไฮโดรคาร์บอนเพิ่มขึ้นแต่จะลดไนโตรเจนออกไซด์ลง อีกทั้งความชื้นในอากาศก็มีผลต่อค่าไนโตรเจน-ออกไซด์ เนื่องจากอุณหภูมิเปลวนั้นต่ำซึ่งสามารถเห็นได้ชัดหากส่วนผสมนั้นบาง

4.) ก๊าซค้าง ถ้ามีก๊าซค้างอยู่ในกระบอกสูบมากจะทำให้อุณหภูมิก๊าซในห้องเผาไหม้นั้นต่ำ ปริมาณของไฮโดรคาร์บอนก็จะเพิ่มขึ้นรวมทั้งเกิดไนโตรเจนออกไซด์ในเครื่องยนต์ด้วย

5.) ความดันกลับไอเสีย เนื่องจากการระบายไอเสียที่ไม่ทันทำให้เกิดความดันกลับขึ้น ทำให้เกิดก๊าซค้างในกระบอกสูบมากขึ้นมีผลต่อไนโตรเจนออกไซด์ทำให้ลดลง

6.) อุณหภูมิน้ำหล่อเย็น จะทำการช่วยลดไฮโดรคาร์บอนได้เล็กน้อย แต่ในทางกลับกันก็จะทำให้ปริมาณของไนโตรเจนออกไซด์เพิ่มขึ้น

7.) ข้อมูลของเครื่องยนต์ โดยทั่วไปห้องเผาไหม้ที่มีอัตราส่วนพื้นที่ผิวของผนังต่อปริมาตรห้องเผาไหม้เล็กน้อย จะทำให้ไฮโดรคาร์บอนน้อย และปริมาณไนโตรเจนออกไซด์เพิ่ม แต่ก็ขึ้นอยู่กับการวางตำแหน่งของหัวเทียนด้วย ซึ่งถ้าอัตราส่วนกำลังอัดสูง จะทำให้กำลังดีและประสิทธิภาพสูง แต่บางทีในกรณีอัตราส่วนกำลังสูงก็สามารถเพิ่มไฮโดรคาร์บอน และจะลดปริมาณของไนโตรเจนออกไซด์ได้

8.) สภาพการใช้งาน ความเร็วรอบมีผลต่อปริมาณคาร์บอนมอนนอกไซด์ ไฮโดรคาร์บอน และไนโตรเจนออกไซด์ โดนถ้าเครื่องยนต์ภาระสูงปริมาณของไนโตรเจนออกไซด์ก็จะมีมาก แต่ถ้าภาระเครื่องยนต์ต่ำก็จะให้ คาร์บอนมอนนอกไซด์และไฮโดรคาร์บอนสูง ซึ่งความเข้มข้นของไนโตรเจนออกไซด์ จะเปลี่ยนแปลงตามความเร็วรอบและกำลังเพลาที่ได้ อีกทั้งแปรผันตามส่วนผสมและเวลาจุดระเบิดด้วย

9.) ชนิดของเชื้อเพลิง โดยเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงที่มีค่าออกเทนสูงนั้น จะมีปริมาณของไฮโดรคาร์บอนต่ำกว่าเชื้อเพลิงที่มีค่าออกเทนต่ำ ทั้งนี้เนื่องมาจาก เชื้อเพลิงที่มีค่าออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เทนสูงสามารถเผาไหม้ได้สมบูรณ์กว่า จึงมีปริมาณไฮโดรคาร์บอนเหลือไม่มากนักแต่ก็ทำให้ก๊าซที่เผาไหม้นั้นมีอุณหภูมิสูงตามซึ่งจะส่งผลต่อปริมาณของไนโตรเจนออกไซด์ที่เพิ่มขึ้น

2.4 คุณสมบัติของเชื้อเพลิง LPG

เชื้อเพลิง LPG คือก๊าซที่อยู่ในสถานะไอซึ่งมีส่วนประกอบเป็นสารไฮโดรคาร์บอนและสามารถเปลี่ยนสถานะเป็นของเหลวได้ภายใต้ความดันไม่สูงนักที่ความดันบรรยากาศปกติ โดยในส่วนประกอบที่เป็นโพรเพนนั้นจะมีความหนาแน่นต่ำและมีค่า stoichiometric fuel-air ratio น้อยกว่าน้ำมันเชื้อเพลิงทั่วไป(ตารางที่ 2-1) จึงสามารถที่จะลดอัตราการใช้น้ำมันและค่ามลพิษทางไอเสียได้ (Bayraktar 2004) อย่างไรก็ตาม LPG เป็นผลผลิตที่ได้มาจากการแยกส่วนของก๊าซธรรมชาติและน้ำมันดิบอีกทั้งยังสามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มหลักๆได้คือ กลุ่มอิ่มตัว (Saturated) และกลุ่มไม่อิ่มตัว (Unsaturated) ซึ่งจะเป็นกลุ่มใดก็ตามนั้นเราจะแบ่งได้จากการจับตัวของอะตอมคาร์บอน

โดยกลุ่มอิ่มตัวได้แก่ โพรเพน นอร์มอลบิวเทน ไอโซบิวเทน และกลุ่มไม่อิ่มตัวได้แก่ โพรพิลีน นอร์มอลบิวทิลีน ไอโซบิวทิลีน ซึ่งในกลุ่มนี้ส่วนใหญ่จะได้มาจากการแยกส่วนของกระบวนการกลั่น

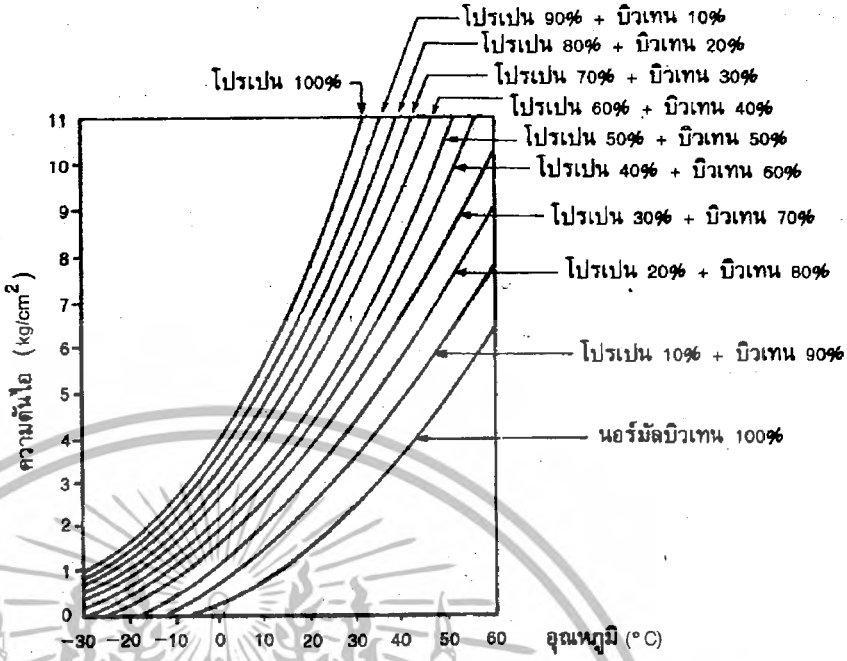
2.4.1 คุณสมบัติของเชื้อเพลิง LPG ในสถานะของเหลว

ในขณะที่เป็นสถานะของเหลวนั้นจุดเดือดของ LPG นั้นจะต่ำมาก ดังนั้นจึงทำให้ LPG มีสถานะเป็นก๊าซที่ความดันบรรยากาศ นอกเสียจากถูกอัดเป็นของเหลวอยู่ในภาชนะปิดด้วยความดัน ค่าความดันของ LPG ที่เป็นของเหลวคือค่าความดันไอ โดยถ้าอุณหภูมิของ LPG สูงขึ้นก็จะต้องใช้ความดันสูงมากขึ้นเช่นกันทั้งนี้เนื่องจากความดันไอของ LPG ก็จะเพิ่มขึ้นไปด้วย

ตารางที่ 2-1 การเปรียบเทียบคุณสมบัติของเชื้อเพลิง

คุณสมบัติ	โพรเพน	เอทานอล	น้ำมันแก๊สโซลีน
สูตรโมเลกุล	C_3H_8	C_2H_5OH	C_7H_{17}
น้ำหนักโมเลกุล (Kg/Kmol)	44.10	46.07	101.213
ความหนาแน่นที่ 15 องศาเซลเซียส (Kg/m^3)	507	785	690
ค่า Lower Heating Value (MJ/Kg)	46.4	26.90	44
ค่าความร้อนที่กลายเป็นไอ (MJ/Kg)	0.426	0.84	0.35
ค่า Stiochiometric fuel-air ratio	0.0638	0.111	0.0659
เลขออกเทน	112	107	91

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2-5 ความดันไอกับอุณหภูมิ

ความหนาแน่นของโพรเพนนั้นมีอยู่เท่ากับ 500 Kg/m^3 ดังนั้นที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส โพรเพนจะมีปริมาตรจำเพาะเท่ากับ 1/500 m^3/Kg หรือประมาณ 2 m^3/ton ซึ่งทำให้สามารถออกแบบภาชนะปิดที่บรรจุ LPG ได้ อีกทั้งเมื่อ LPG มีสถานะเป็นของเหลวนั้นจะมีความถ่วงจำเพาะเมื่อเทียบกับน้ำที่ 15 องศา-เซลเซียสและ 4 องศาเซลเซียสตามลำดับ ได้เป็นโพรเพนเหลวเท่ากับ 0.508 และนอร์มอลบิวเทนเท่ากับ 0.584 จึงเห็นได้ว่า LPG มีน้ำหนักเบากว่าน้ำเมื่อมีปริมาตรเท่ากัน โดยน้ำ 1 ลิตรมีมวลประมาน 1 กิโลกรัม แต่ถ้าเป็นโพรเพนเหลวจะมีน้ำหนักเพียงแค่ 0.508 กิโลกรัม

ความร้อนแฝงในการระเหยที่ความดันบรรยากาศนั้น โพนเพนมีความร้อนแฝงอยู่ที่ 101.76 กิโล-แคลอรี่ต่อกิโลกรัม หมายถึง ถ้าโพรเพนเหลวที่อุณหภูมิ -42 องศาเซลเซียส ต้องใช้ปริมาณความร้อน 101.76 กิโลแคลอรี่ ต่อโพรเพน 1 กิโลกรัม และสำหรับความร้อนแฝงของนอร์มอลบิวเทนเท่ากับ 92.06 กิโลแคลอรี่ต่อกิโลกรัมซึ่งความร้อนแฝงที่ใช้สำหรับ LPG นั้นมีค่าน้อยกว่าน้ำมากจึงทำให้ LPG สามารถระเหยเป็นไอได้ง่ายกว่าน้ำ โดยเมื่อปล่อย LPG ออกจากภาชนะบรรจุสู่ความดันบรรยากาศ LPG จะเปลี่ยนสถานะเป็นก๊าซโดยดึงความร้อนจากบริเวณใกล้เคียง ทำให้สูญเสียความร้อนออกไปอย่างรวดเร็วจนกระทั่งเย็นจัด เช่นถ้า LPG รั่วมาถูกผิวหนัง ผิวหนังส่วนนั้นอาจจะไหม้ได้เช่นเดียวกับถูกไอร้อนเนื่องจากถูกดึงความร้อนออกไปอย่างรวดเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 คุณสมบัติของเชื้อเพลิง LPG ในสถานะของก๊าซ

ความถ่วงจำเพาะของ LPG ในสถานะก๊าซนั้นมีค่าเท่ากับ 1.55 และ2.0 ที่เป็นของโพรเพนและบิวเทนตามลำดับ ดังนั้นในสถานะก๊าซ LPG จึงมีน้ำหนักมากกว่าอากาศ ซึ่งเวลารั่วออกมาจะไหลสะสมอยู่ในที่ต่ำ จึงจำเป็นต้องระมัดระวังในการใช้ แต่อุณหภูมิในการติดไฟของ LPG นั้นมีค่าสูงกว่าน้ำมันเชื้อเพลิงซึ่งอุณหภูมิของ LPG ที่จุดติดไฟได้นั้นอยู่ประมาณ 410-580 องศาเซลเซียส ส่วนของน้ำมันเชื้อเพลิงนั้นมีค่าอยู่ประมาณ 280-430 องศาเซลเซียส จึงทำให้สรุปได้ว่าการที่แม้ว่า LPG จะหนักกว่าอากาศแต่ก็มีอุณหภูมิที่จุดติดไฟสูงกว่าน้ำมันเชื้อเพลิงจึงทำให้ LPG มีความปลอดภัยสูงกว่าน้ำมันเชื้อเพลิงนั่นเอง อีกทั้งช่วงของการลุกไหม้มีอัตราส่วนเป็นเปอร์เซ็นต์ของอากาศ ซึ่ง LPG มีอัตราส่วนอยู่ประมาณ 2-9 เปอร์เซ็นต์ ส่วนน้ำมันเชื้อเพลิงนั้น มีอยู่ประมาณ 1.5-4.7 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งหมายความว่าถ้ามีอากาศ 100 ส่วน จะต้องมี LPG อยู่ประมาณ 2-9 ส่วน จึงทำให้ลุกติดไฟได้แต่ถ้ามีน้อยกว่าหรือมากกว่าก็ไม่สามารถติดไฟได้ แต่ถ้าเป็นน้ำมันเชื้อเพลิง เพียงแค่มี 1.5 -5 ส่วนก็สามารถติดไฟได้แล้วค่าความร้อนของ LPG นั้นมีค่าประมาณ 12,000 กิโลแคลอรี่ต่อกิโลกรัม ซึ่งเมื่อเทียบกับ น้ำมัน-เชื้อเพลิงแล้วนั้นมีค่ามากกว่าอยู่ประมาณ 600-800 กิโลแคลอรี่ต่อกิโลกรัม อีกทั้ง LPG เองก็ไม่มีความเป็นพิษแต่อย่างใดเพียงแค่ใส่กลิ่นลงไปเพื่อทำให้ทราบถึงการรั่วไหลเท่านั้น แต่การเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ก็อาจเกิดก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ขึ้นได้ ซึ่งอย่างไรก็ตาม เนื่องจากไม่มีสารพิษร้ายแรง เช่น Tetraethyl Lead ซึ่งมีอยู่ในน้ำมันเชื้อเพลิง เพราะฉะนั้นไอเสียที่ได้จากเชื้อเพลิง LPG จึงมีความสะอาดกว่าการสันดาปของน้ำมันเชื้อเพลิง

2.5 ความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง

ความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงเป็นตัวบ่งชี้ให้เห็นถึงสมรรถนะของเครื่องยนต์ซึ่งกำหนดในรูปแบบของความสิ้นเปลืองจำเพาะ (Specific fuel consumption) คือการสิ้นเปลืองต่อหนึ่งหน่วยแรงม้าต่อหนึ่งหน่วยเวลา โดยสามารถแบ่งออกได้เป็นสองแบบดังนี้

1.) ความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะของแรงม้าเบรก (Break Specific Fuel Consumption) หรือ BSFC ได้เป็นสมการดังนี้

$$BSFC = \text{ปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ไป} / BHP \times Hr \qquad (1)$$

2.) ความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะของแรงม้าอินดิเคต (Indicated Specific Fuel Consumption) หรือ ISFC ได้เป็นสมการดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ISFC = ปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ไป / IHP x Hr (2)

เมื่อ BHP (Break Horse Power) คือ แรงม้าเบรก

IHP (Indicated Horse Power) คือ แรงม้าอินดิเคต

Hr (Hour) คือ เวลา มีหน่วยเป็นชั่วโมง

2.6 พลังงานของเครื่องยนต์สันดาปภายใน

พลังงานที่จ่ายให้กับเครื่องยนต์นั้นได้จากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงกับอากาศในรูปของพลังงานเคมีซึ่งเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อน ซึ่งค่าพลังงานความร้อนนั้นจะต้องเกิดจากการสันดาปของเครื่องยนต์โดยมีอากาศและเชื้อเพลิงเป็นเป็นส่วนประกอบหลัก ในกรณีที่เกิดการเผาไหม้ภายในกระบอกสูบหรือห้องเผาไหม้นั้น อัตราส่วนผสมนี้จะถูกเรียกว่าน้ำหนักของเชื้อเพลิงต่อน้ำหนักของอากาศ (Fuel / Air Ratio) หรือเรียกกลับกันเป็น น้ำหนักของอากาศต่อน้ำหนักของเชื้อเพลิง (Air / Fuel Ratio) จึงได้เป็นสมการดังนี้

อัตราส่วนเชื้อเพลิงต่ออากาศ = W_f / W_a (3)

เมื่อ W_f คือ น้ำหนักของเชื้อเพลิงที่หมดไปต่อเวลา (ชั่วโมง)

W_a คือ น้ำหนักของอากาศที่หมดไปต่อเวลา (ชั่วโมง)

ซึ่งค่าความร้อนที่ถ่ายเทไปกับไอเสียมีอยู่ประมาณ 25-40 เปอร์เซ็นต์ และถือเป็นความร้อนที่สูญเสียมากที่สุดสำหรับเครื่องยนต์สันดาปภายใน นอกเหนือจากนั้นก็เป็นจำพวกความร้อนที่สูญเสียไปกับน้ำหล่อเย็นหรืออากาศภายนอกรอบๆ หรือความร้อนที่สูญเสียไปจากการเอาชนะแรงฝืดต่างๆ ดังนั้นความร้อนที่เหลือจากที่กล่าวมาแล้วนั้นก็จะเป็นพลังงานที่สามารถนำไปใช้ได้เพื่อใช้ในการทำงาน ซึ่งก็คือ ประสิทธิภาพทางความร้อนของเครื่องยนต์ นั่นเอง

2.7 การทดสอบเครื่องยนต์

เหตุผลของการทดสอบ คือ

— เพื่อหากำลังของเครื่องยนต์

— เพื่อทดสอบหาข้อมูลที่เหมาะกับเครื่องยนต์ติดตั้งก๊าซ LPG

การทดสอบเพื่อข้อมูลในภาวะปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- กำลังม้าสุทธิ
- อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง
- มลภาวะที่ถูกปล่อยจากไอเสีย
- ความเชื่อถือได้ของเครื่องยนต์

2.8 การไหลในท่อ

การไหลในท่อนี้เป็นการไหลไหลในท่อรันเนอร์เพื่อทำการผสมระหว่างอากาศกับเชื้อเพลิง ซึ่งหลักการออกแบบท่อที่สำคัญคือ

- ความต้านทานต่อการไหลของอากาศต่ำ
- ความยาวท่อมีความเหมาะสมเพื่อให้ได้ประโยชน์จากผลของการกระทุ้งและผลของการปรับคลื่น
- เพิ่มอัตราความร้อนอย่างพอเพียงเพื่อให้เชื้อเพลิงกลายเป็นไอ

ในกรณีที่มีการไหลของทั้งอากาศและเชื้อเพลิงในท่อ การไหลของเชื้อเพลิงจะไม่มีผลต่อการไหลของอากาศ แต่ตรงข้ามกัน การไหลของอากาศมีผลต่อการไหลของเชื้อเพลิง ดังนั้นจึงแยกพิจารณาได้ออกเป็น 2 ส่วน คือ การไหลของอากาศ และการไหลของเชื้อเพลิง

2.8.1 การไหลของอากาศ

การไหลของอากาศนั้นมีทั้งการไหลที่เข้าจากลิ้นคันเร่ง และการไหลออกไปสู่กระบอกสูบ รวมไปถึงการไหลกลับ (Back Flow) ซึ่งการไหลนี้จะเป็นไปตามช่วงของจังหวะดูดของสูบสูบต่างๆ การไหลของอากาศที่เข้าสู่ในแต่ละกระบอกสูบ แม้อยู่ภายใต้สภาวะที่คงตัวก็จะไม่เหมือนกัน (ในกรณีของเครื่องยนต์หลายสูบ) ทั้งนี้เนื่องจากความยาวที่เข้าไปถึงในแต่ละท่อมีความยาวแตกต่างกัน นอกจากนี้เมื่อภาระของเครื่องยนต์เปลี่ยนแปลงไป มวลอากาศจะต้องมีเวลาปรับเข้ากับสภาวะใหม่จึงทำให้เมื่อเปิดลิ้นคันเร่งอย่างกะทันหัน จะทำให้ความดันที่ทางเข้าและทางออกของลิ้นคันเร่งมีความแตกต่างเกิดขึ้น

โดยอัตราการไหลของอากาศที่เข้าและออกนั้นจะถูกสมมุติให้มีความดันในท่อที่มีค่าคงที่เสมอ เป็นไปดังสมการความต่อเนื่องของอากาศเป็น

$$dm_{a,m} / dt = \dot{m}_{a,th} - \sum \dot{m}_{a,cyl} \qquad (4)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดย $m_{a,m}$ เป็นมวลข้าวของอากาศ และ $\dot{m}_{a,th}$ กับ $\sum \dot{m}_{a,cyl}$ เป็นอัตราการไหลของอากาศที่ผ่านลิ้นคันเร่งและที่ไหลเข้าในแต่ละกระบอกสูบตามลำดับ โดยถ้าสมมุติให้การไหลเข้ากระบอกสูบมีสภาวะคงตัวก็จะได้เป็น

$$\sum \dot{m}_{a,cyl} = \eta_v \rho_{a,m} V_d N / 2 \qquad (5)$$

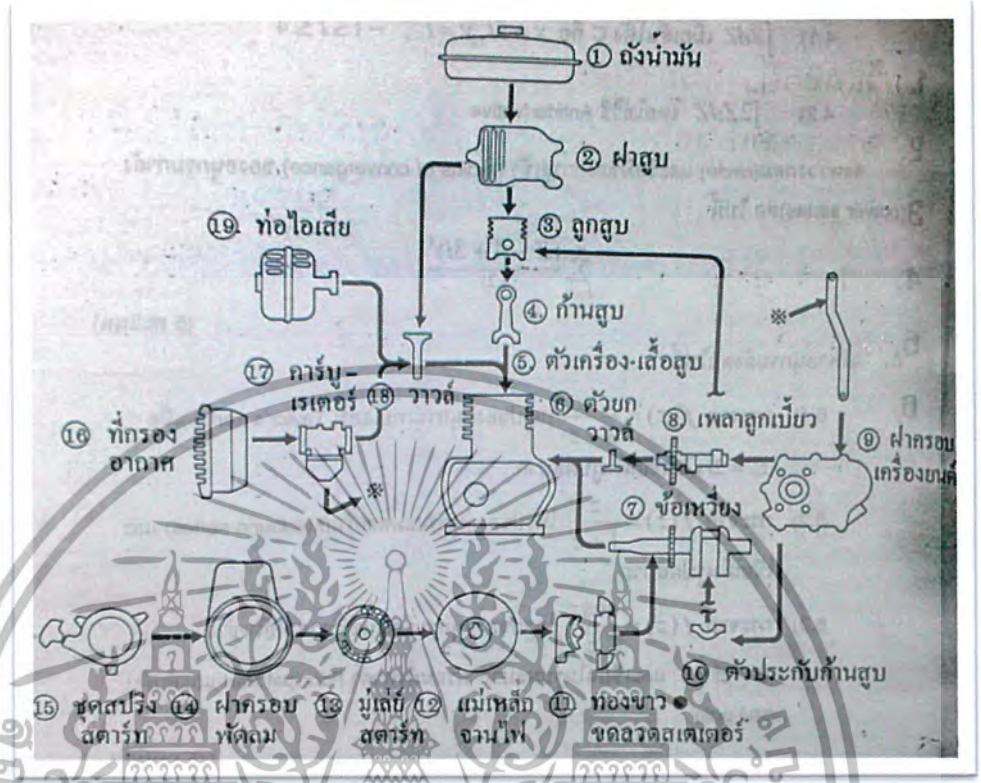
2.9 หลักการออกแบบระบบผสมเชื้อเพลิงแก๊ส LPG

ในส่วนของหลักการออกแบบอุปกรณ์ตัวผสมเชื้อเพลิงแก๊ส LPG กับอากาศ คือนำแก๊ส LPG มาผสมกับอากาศให้ได้กับค่าความต้องการอากาศในการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงแก๊ส LPG ที่อัตราส่วนของอากาศต่อเชื้อเพลิงแก๊ส LPG ที่ อากาศ 15 ส่วน ต่อ เชื้อเพลิงแก๊ส LPG 1 ส่วน ตามข้อมูลจำเพาะของเชื้อเพลิงแก๊ส LPG โดยในการออกแบบเราจะทำการเจาะช่องทางเข้า 2 รู ด้วยกันคือรูเข้าของอากาศกับรูเข้าของเชื้อเพลิงแก๊ส LPG ซึ่งเจาะมาบรรจบกันเพื่อทำการผสม โดยที่ขนาดของรูทั้งสองต้องมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ไม่มากจนเกินไปซึ่งข้อมูลในส่วนนี้ได้แสดงไว้ในบทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง เนื่องด้วยเราต้องการแรงดูดจากเครื่องยนต์ในการดูดเชื้อเพลิงแก๊ส LPG ผ่านอุปกรณ์ Regurator เพื่อเปิดสปริงค์ไดอะเฟรมส่งเชื้อแก๊ส LPG ให้กับเครื่องยนต์ โดยเราจะติดตั้งอุปกรณ์นี้คร่อมปากทางเข้าของท่อไอดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

2.10 ชิ้นส่วนต่างๆของเครื่องยนต์



รูปที่ 2-6 ภาพแสดงส่วนประกอบต่างๆของเครื่องยนต์ Honda G200

จากรูปที่ 2-6 เป็นรูปแสดงอุปกรณ์ชิ้นส่วนประกอบของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนขนาดเล็กที่ใช้ในการทำการศึกษาซึ่งมีส่วนประกอบต่างๆดังนี้

1. ถังน้ำมัน
2. ฝาสูบ
3. ลูกสูบ
4. ก้านสูบ
5. ตัวเครื่อง-เสื้อสูบ
6. ตัวยกวาวล์
7. ข้อเหวี่ยง
8. เพลาลูกเบี้ยว
9. ฝาครอบเครื่อง
10. ตัวประกับก้านสูบ
11. ทองขาวขดลวดสเตเตอร์
12. แม่เหล็กจานไฟ
13. มู่เล่ย์สตาร์ท
14. ฝาครอบพัดลม
15. ชุดสปริงสตาร์ท
16. ที่กรองอากาศ
17. คาร์บูเรเตอร์
18. วาล์ว
19. ท่อไอเสีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
103117

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

โครงงานนี้มีจุดประสงค์เพื่อแสดงถึงสมรรถนะของเครื่องยนต์ ซึ่งสิ่งที่แสดงถึงสมรรถนะของเครื่องยนต์นั้นก็คือค่าแรงบิด ค่ามลพิษไอเสีย และอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง ซึ่งใน ณ ที่นี้จะกล่าวถึงอุปกรณ์และขั้นตอนที่ได้นำมาใช้วัดและวิเคราะห์สมรรถนะเครื่องยนต์ รวมทั้งการติดตั้งอุปกรณ์เพื่อทำการทดสอบ

3.1 อุปกรณ์และสถานที่ทำการทดลอง

3.1.1 อุปกรณ์

(1.) เครื่องยนต์แก๊สโซลีนขนาดเล็ก

เครื่องยนต์แก๊สโซลีนขนาดเล็ก ยี่ห้อฮอนด้า รุ่น G200 ขนาดความจุเครื่องยนต์ที่ 197 ซีซีกำลังม้าสุทธิที่ 5.5 แรงม้า เป็นเครื่องยนต์ 4 จังหวะ วาล์วด้านข้าง ระบายความร้อนด้วยอากาศ

รูปที่ 3-1 เครื่องยนต์แก๊สโซลีนขนาดเล็ก Honda G200

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3-1 ข้อมูลเครื่องยนต์แก๊สโซลีนขนาดเล็ก Honda G200

ขนาดความจุของเครื่องยนต์	197 cc.
แรงม้า	5.5 แรงม้า
ชนิดเครื่องยนต์	4 จังหวะ วาล์วด้านข้าง
การระบายความร้อน	อากาศ
ขนาดลูกสูบ x ช่วงชัก	67 x 56 mm.
อัตราส่วนกำลังอัด	6.5 : 1
กำลังสุทธิ	3.7 kW (5 PS) ที่ 3600 รอบ/นาที
แรงบิดสูงสุด	10.4 Nm (1.06kg-m) ที่ 2500 รอบ/นาที
อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง	390 g/kWh (290g/PS-hr)
ขนาดมิติ (ยาว x กว้าง x สูง)	327 x 375 x 438 mm.
น้ำหนักเปล่า	15 กก.

(2.) เครื่องวัดมลพิษไอเสีย

เครื่องวัดค่ามลพิษยี่ห้อ SUN : The Modulas Gas Analyser รุ่น MGA 1200 สามารถวัดค่ามลพิษของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนได้ทั้งชนิดเครื่องยนต์ 2 จังหวะ และ 4 จังหวะ โดยสามารถเลือกชนิดของเชื้อเพลิงที่จะใช้วัดค่ามลพิษได้ คือ น้ำมันแก๊สโซลีน และแก๊ส LPG ซึ่งจะให้ผลของค่ามลพิษ ดังนี้ คือ

-ค่าคาร์บอนไดออกไซด์ (carbon dioxide) หน่วย % vol CO_2

-ค่าคาร์บอนมอนอ็อกไซด์ (carbon monoxide) หน่วย % vol CO

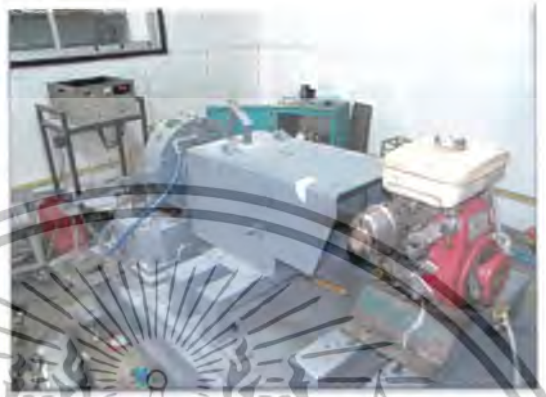
-ค่าไฮโดรคาร์บอน (hydrocarbon) หน่วย ppm HC

รูปที่ 3-2 เครื่องวัดค่ามลพิษ

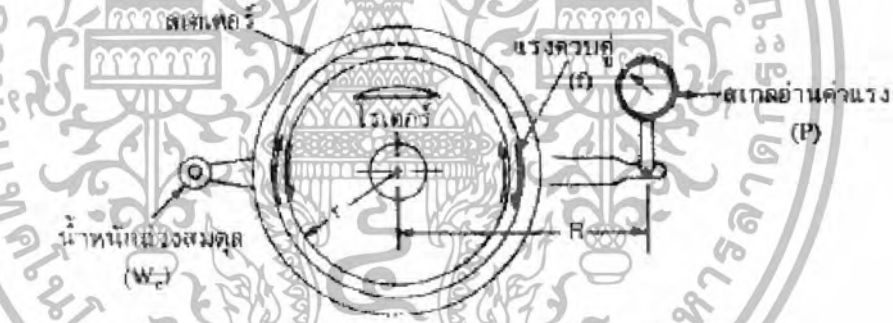
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(3.) ไดนาโมมิเตอร์

เป็นอุปกรณ์ใช้วัดค่าแรงบิดที่จากเครื่องยนต์เพื่อนำค่าที่ได้มาคำนวณหาค่าแรงม้าต่อไป ซึ่งในส่วนนี้ไม่สามารถที่จะเปิดเผยรุ่นของเครื่องทดสอบที่ใช้ได้ ส่วนที่เห็นในรูปที่ 3-3 เป็นรูป เครื่องไดนาโมตัวอย่างจากภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล



รูปที่ 3-3 ไดนาโมมิเตอร์



รูปที่ 3-4 หลักการของไดนาโมมิเตอร์

หลักการทำงานของไดนาโมมิเตอร์ แสดงรูปที่ 3-4 เมื่อเครื่องยนต์ขับให้โรเตอร์หมุนไป แรงคู่ควบ ระหว่างโรเตอร์กับสเตเตอร์จะเกิดขึ้นเนื่องจากวิธีการหนึ่งดังต่อไปนี้คือ วิธีการทางกล ไฮโดรลิกส์ แม่เหล็กและไฟฟ้า

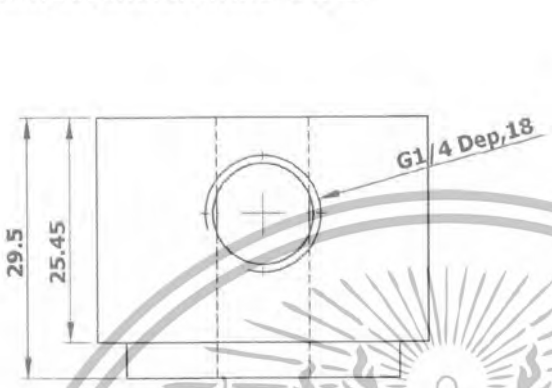
แรงคู่ควบจะทำให้เกิดโมเมนต์การหมุน ($M = f.r$) แต่โมเมนต์การหมุน-โมเมนต์ที่มากระทำให้หมุน (PR)-แรงบิดของเครื่องยนต์ (T) แรงคู่ควบจะทำให้เราสามารถคำนวณค่าแรงบิดของเครื่องยนต์ได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$T = (P-W_c)R \qquad (5.1)$$

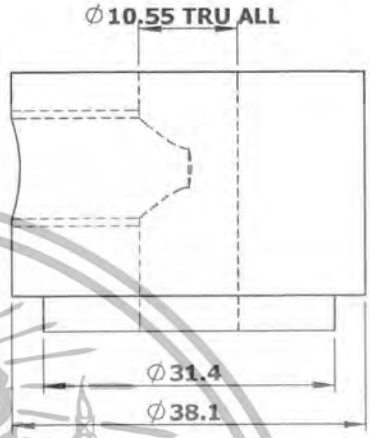
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(4.) ตัวผสมเชื้อเพลิงแก๊ส LPG

ซึ่งตัวผสมเชื้อเพลิงแก๊สนั้นได้ทำการสร้างและออกแบบให้มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับ 38.1ม.ม. โดยมีฐานประกบกับปากทางเข้ารันเนอร์เท่ากับ 31.4ม.ม. มีขนาดทางเข้าของอากาศเท่ากับ 10.55 ม.ม. และมีขนาดทางเข้าของแก๊ส LPG เป็นด้านเกลียวเพื่อใส่ตัวย่อขนาดให้มีขนาดลดลงเท่ากับ 5 ม.ม.



รูปที่ 3-5 รูปแบบตัวผสมเชื้อเพลิงด้านหน้า



รูปที่ 3-6 รูปแบบตัวผสมเชื้อเพลิงด้านข้าง

(5.) เกจวัดความดันอย่างละเอียด

เป็นเกจวัดแรงดัน ยี่ห้อ "Marshalltown" Series 23K ย่านวัด 0-15 psi ใช้เพื่อวัดค่าความดัน แก๊ส LPG ที่ปล่อยออกมาจากถังซึ่งแรงดันที่ใช้ในการทดลองเป็นแรงดันที่ต่ำจึงต้องเลือกใช้ตัวเกจวัดแรงดันที่ความละเอียดเหมาะสมกับย่านความดันที่ต่ำ

รูปที่ 3-7 เกจวัดแรงดัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(6.) อุปกรณ์วัดกำลังอัดเครื่องยนต์แก๊สโซลีน

เป็นอุปกรณ์ที่วัดค่ากำลังอัดในกระบอกสูบ ยี่ห้อ EQUUS PRO Compression Tester เพื่อวัดค่ากำลังอัดของกระบอกสูบที่เครื่องสามารถให้ได้ว่ามีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของเครื่องหรือไม่ โดยกำลังอัดมาตรฐานของ เครื่องยนต์เล็ก Honda G200 นี้มีค่ากำลังอัดมาตรฐานที่ค่าต่ำสุดที่ 6 กก./ซม.^{2} (85 ปอนด์/นิ้ว^2)

รูปที่ 3-8 เครื่องวัดกำลังอัดเครื่องยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 สถานที่ดำเนินการทดลอง

(1.) อาคารปฏิบัติการ ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
(เป็นสถานที่ในการจัดเตรียมอุปกรณ์และทำการเก็บค่าในส่วนของค่ามลพิษที่ได้จากเครื่องยนต์)

(2.) บริษัท ไทยฮอนด้า แมนูแฟคเจอริ่งจำกัด
(เป็นสถานที่ที่ใช้ในการทดสอบค่าสมรรถนะของเครื่องยนต์)

3.2 ลักษณะการติดตั้งอุปกรณ์

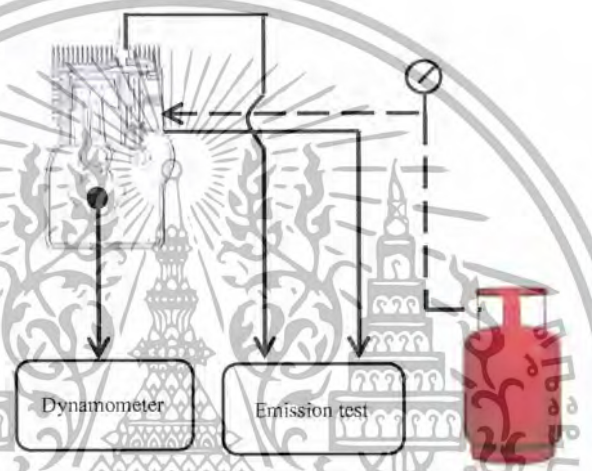
การติดตั้งอุปกรณ์เข้ากับเครื่องยนต์นั้นจะสามารเห็นได้ดังรูปที่ 3-9 โดยได้ทำการออกแบบอุปกรณ์ผสมเชื้อเพลิงแก๊ส LPG (หมายเลข 1) เข้ากับปากทางเข้าช่องรันเนอร์ของเครื่องยนต์ โดยมีตัวควบคุมการจ่ายเชื้อเพลิง (หมายเลข 2) เป็นตัวควบคุมการปล่อยของเชื้อเพลิงตามจังหวะดูดของเครื่องยนต์ นอกเหนือจากจะเป็นตัวควบคุมการจ่ายเชื้อเพลิงแล้วนั้นยังเป็นตัวที่เพิ่มความปลอดภัยให้แก่ระบบเพราะถ้าเครื่องยนต์ดับกะทันหันโดยไม่มีผู้ใช้อยู่ควบคุม แก๊ส LPG ก็จะถูกตัดการจ่ายออกไม่ให้สามารถรั่วออกมาภายนอกระบบได้

รูปที่ 3-9 แสดงการติดตั้งอุปกรณ์เข้ากับเครื่องยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ลักษณะการติดตั้งในการทดลอง

เพลา PTO นั้นจะยึดติดอยู่กับเครื่องวัดแรงบิด เพื่อทำการวัดค่าแรงม้าและแรงบิดที่ได้ออกมา ส่วนปลายท่อไอเสียได้นำหัววัดปริมาณไอเสียใส่เข้าไปเพื่อวัดหาค่า ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์, ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และก๊าซไฮโดรคาร์บอน และมีเกจ์วัดความดันอย่างละเอียดโดยมีย่านการวัด 0-15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว คร่อมสายแก๊สก่อนที่จะเข้าตัวปรับแรงดัน



รูปที่ 3-10 รูปแบบแสดงการติดตั้งในการทดลอง

3.4 วิธีการทดลอง

หลังจากทำการติดตั้งอุปกรณ์ทั้งหมดเสร็จเรียบร้อยแล้วนั้น ทำการทดลองดังต่อไปนี้

3.4.1 การทดลองสมรรถนะเครื่องยนต์ ซึ่งได้ทำการทดสอบที่ บริษัท ไทยฮอนด้า แมนูแฟคเจอริ่ง จำกัด

(1.) ติดเครื่องยนต์ไว้ที่รอบเดินเบา ประมาณ 10-15 นาที เพื่อให้มีอุณหภูมิเหมาะสม

(2.) เปิดโช๊คน้ำมันให้กว้างจนสุดที่ 100% แล้วทำการเร่งเครื่องยนต์ขึ้นไปตามรอบ 2,000 2,500 3,000 3,600 และ จนกระทั่งถึง 4,000 รอบต่อนาที

(3.) สลับเชื้อเพลิงจากน้ำมันเชื้อเพลิงเป็น แก๊ส LPG และทำการทดลองในขั้นตอนที่ 2 ซ้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(4.) เครื่องไดนาโมจะทำการเก็บและคำนวณค่ากำลังม้า แรงบิด และอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง ซึ่งในส่วนของแก๊ส LPG นั้นจะทำการวัดจากน้ำหนักของถังบรรจุแก๊ส LPG ก่อนทดลอง และหลังการทดลอง

(5.) นำผลการทดลองที่ได้มาวิเคราะห์

3.4.2 การทดลองวัดปริมาณมลพิษไอเสีย

(1.) ติดเครื่องยนต์ไว้ที่รอบเดินเบา ประมาณ 10-15 นาที เพื่อให้มีอุณหภูมิเหมาะสม

(2.) เมื่ออุณหภูมิเหมาะสมแล้วทำการใส่หัววัดปริมาณไอเสียเข้าไปในท่อไอเสีย และนำที่วัดรอบคีบที่สายหัวเทียนเพื่อทำการวัดรอบเครื่องยนต์

(3.) เปิดโช๊คน้ำมันให้กว้างจนสุดที่ 100% แล้วทำการเร่งเครื่องยนต์ขึ้นโดยเครื่องยนต์จะถูกวัดที่รอบต่ำสุดที่ 2,000 รอบต่อนาทีและเพิ่มขึ้นทีละ 500 รอบต่อนาที ไปจนถึงกระทั่ง 4,000 รอบต่อนาที

(4.) สังเกตค่าและเก็บผลข้อมูลที่ได้ตามรอบต่างๆของเครื่องยนต์

(5.) จากนั้นสลับเชื้อเพลิงจากน้ำมันเชื้อเพลิงเป็น แก๊ส LPG แล้วทำตามขั้นตอนที่ 3 และ4 เช่นกัน

(6.) ถ้าเป็นการทดลองโดยใช้แก๊ส LPG จะทำการวัดปริมาณการใช้โดยใช้เครื่องชั่งอย่างละเอียดชั่งน้ำหนักถังแก๊สบรรจุ LPG ก่อนทดลอง และหลังทดลองเสร็จสิ้น

(7.) ทำการทดสอบสลับระหว่างน้ำมันเชื้อเพลิงกับแก๊ส LPG ไปมา อย่างละ 5 ครั้งจนครบ

(8.) นำผลการทดลองที่ได้มาวิเคราะห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดสอบและผลการทดลอง

จากที่ได้ทำการติดตั้งอุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆครบแล้วนั้น จึงได้เริ่มทำเก็บผลการทดลองเพื่อนำมาวิเคราะห์ตามจุดประสงค์ที่ได้คาดไว้ ซึ่งผลของการทดลองนั้นจะแบ่งได้ออกมาเป็น 3 ส่วนหลักๆได้แก่ 1. สมรรถนะเครื่องยนต์ 2. อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง และ 3. ปริมาณมลพิษไอเสีย ซึ่งค่าของการวัดที่ได้ออกมานั้นมีค่าไม่คงที่จึงทำการวัดค่าทั้งหมดอย่างละ 5 ครั้งแล้วจึงนำมาหาค่าเฉลี่ยเพื่อบันทึกใส่ลงในตารางข้อมูลและนำมาวิเคราะห์ผลที่เกิดขึ้นต่อไป

4.1 สมรรถนะเครื่องยนต์

การวัดสมรรถนะของเครื่องยนต์ได้ทำการวัดออกมาเพื่อการเปรียบเทียบจากเครื่องยนต์ที่ได้ใช้นั้นโดยได้ทำการจากแบ่งการใช้เชื้อเพลิงโดยจากตารางที่ 4-1 เป็นสมรรถนะเครื่องยนต์เมื่อใช้น้ำมันเชื้อเพลิงและจากตาราง 4-2 เป็นสมรรถนะเครื่องยนต์เมื่อใช้แก๊ส LPG

ตารางที่ 4-1 แสดงสมรรถนะเครื่องยนต์ใช้น้ำมันเชื้อเพลิง

รอบเครื่องยนต์ (รอบต่อนาที)	กำลังม้า (กิโลวัตต์)	แรงบิด (นิวตัน.เมตร)
2000	1.71	8.15
2500	2.25	8.61
3000	2.70	8.61
3600	3.21	8.53
4000	3.33	7.96

ตารางที่ 4-2 แสดงสมรรถนะเครื่องยนต์ใช้แก๊ส LPG

รอบเครื่องยนต์ (รอบต่อนาที)	กำลังม้า (กิโลวัตต์)	แรงบิด (นิวตัน.เมตร)
2000	1.28	6.11
2500	1.42	5.42
3000	1.46	4.64
3600	1.44	3.83
4000	1.36	3.24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

เครื่องวัดจะวัดกำลังบิดและคำนวณหากำลังสุทธิ ซึ่งค่ากำลังบิดและกำลังม้าสุทธิที่วัดได้จากน้ำมันเชื้อเพลิงได้เท่ากับ 8.6 นิวตัน.เมตร ที่ 3000 รอบต่อนาทีและ 3.3 กิโลวัตต์ ที่ 4000 รอบต่อนาที จากนั้นได้ทำการวัดหาค่าจากเชื้อเพลิงก๊าซ LPG ได้เท่ากับ 6.11 นิวตัน.เมตร ที่ 2,000 รอบต่อนาที และ 1.46 กิโลวัตต์ ที่ 3,000 รอบต่อนาที

4.2 อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง

การวัดหาค่าของอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงของน้ำมันเชื้อเพลิงนั้นได้ทำการวัดจาก บริษัท ไทยฮอนด้า แมนูแฟคเจอริ่ง จำกัดโดยได้ทำการแก้หน่วยจาก ลิตรต่อชั่วโมงเป็นกิโลกรัมต่อชั่วโมง ส่วนแก๊ส LPG ได้ทำการชั่งถังแก๊สบนเครื่องชั่งละเอียดทั้งก่อนใช้และหลังใช้งาน

ตารางที่ 4-3 แสดงอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงเครื่องยนต์

รอบเครื่องยนต์ (รอบต่อนาที)	อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง (กิโลกรัมต่อชั่วโมง)	อัตราการสิ้นเปลืองแก๊ส LPG (กิโลกรัมต่อชั่วโมง)
2000	0.81	0.55
2500	1.05	0.55
3000	1.16	0.55
3600	1.29	0.55
4000	1.36	0.55

ผลการทดลอง

การสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง (ตารางที่ 4-3) ที่ได้ทำการวัดออกมานั้นมีอัตราการสิ้นเปลืองของน้ำมันเชื้อเพลิงเท่ากับ 0.81-1.36 กิโลกรัมต่อชั่วโมงและสูงสุดที่ 4,000 รอบต่อนาที ส่วนอัตราการสิ้นเปลืองของเชื้อเพลิงก๊าซ LPG นั้นวัดได้เท่ากับ 0.55 กิโลกรัมต่อชั่วโมงและเท่ากันทุกรอบเครื่องยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ปริมาณมลพิษไอเสีย

การวัดหาปริมาณมลพิษจากไอเสียนั้นได้แบ่งการวัดโดยแยกจากชนิดของก๊าซที่ถูกปล่อยออกมา ได้ 3 ชนิด ได้แก่ 1.) ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ 2.) ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และ 3.) ก๊าซไฮโดรคาร์บอน ซึ่งแยกออกดังตารางที่ 4-4 , 4-5 และ 4-6 ตามลำดับ

ตารางที่ 4-4 ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์

รอบเครื่องยนต์ (รอบต่อนาที)	ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ (น้ำมันเชื้อเพลิง) , (%Vol)	ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ (แก๊ส LPG) , (%Vol)
2000	0.102	0.02
2500	0.158	0.05
3000	0.424	0.07
3600	1.482	0.09
4000	1.488	0.09

ผลการทดลอง

ปริมาณของก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ (ตารางที่ 4-4) ของเชื้อเพลิงก๊าซ LPG นั้น มีค่าลดลงกว่าน้ำมันเชื้อเพลิงมาก โดยที่เชื้อเพลิงน้ำมันมีแนวโน้มของค่าสูงขึ้นเรื่อยตั้งแต่ 0.10-1.49 %Vol แต่ค่าของเชื้อเพลิงก๊าซ LPG นั้นมีค่า 0.02-0.09 %Vol โดยมีค่าใกล้เคียงกันตั้งแต่รอบที่ต่ำที่สุดไปจนถึงรอบที่สูงที่สุด และจะมีปริมาณค่าสูงสุดที่รอบประมาณ 4,000 รอบต่อนาทีที่ประมาณ 0.09 %Vol

ตารางที่ 4-5 ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

รอบเครื่องยนต์ (รอบต่อนาที)	ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (น้ำมันเชื้อเพลิง) , (%Vol)	ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (แก๊ส LPG) , (%Vol)
2000	2.344	1.42
2500	2.588	1.63
3000	2.772	1.77
3600	2.570	1.95
4000	2.828	2.17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

ปริมาณของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (ตารางที่ 4-5) ของน้ำมันเชื้อเพลิงมีค่าเท่ากับ 2.34 - 2.82 %Vol แต่ปริมาณของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ได้ใช้เชื้อเพลิง LPG นั้นมีค่าต่ำกว่าน้ำมันเชื้อเพลิงโดยจะอยู่ที่ประมาณ 1.42 - 2.17 %Vol ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง LPG มีความสมบูรณ์น้อยกว่าของน้ำมันเชื้อเพลิง ตั้งแต่ต่ำสุดจนกระทั่งรอบสูงสุดตามลำดับ

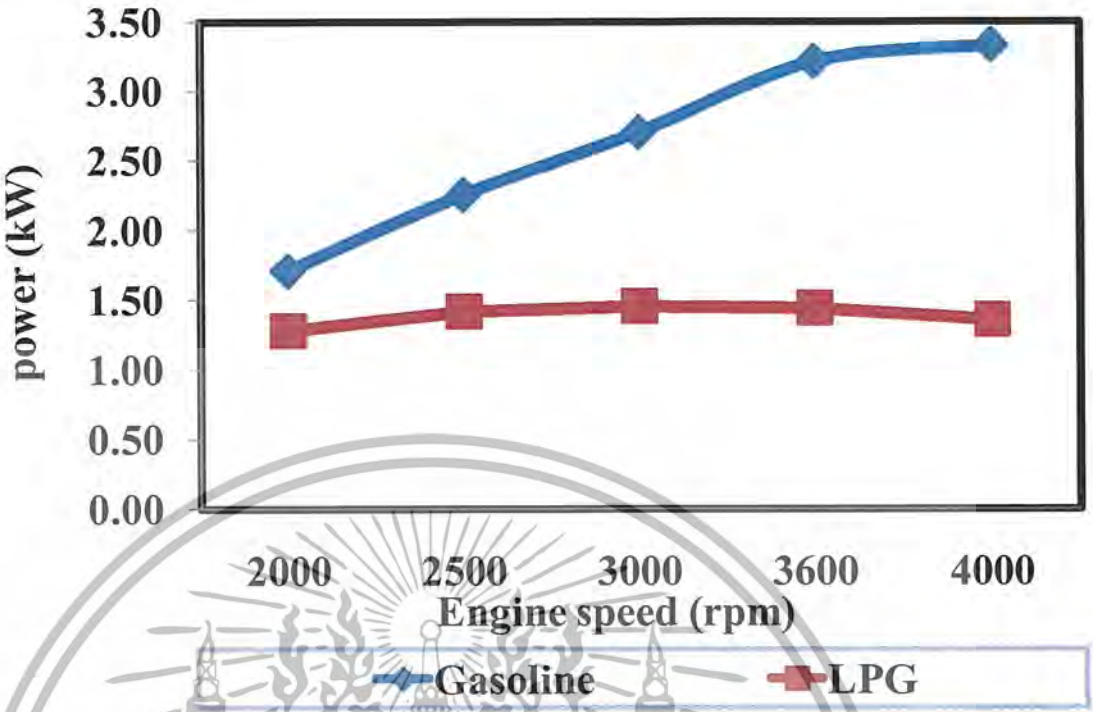
ตารางที่ 4-6 ปริมาณก๊าซไฮโดรคาร์บอน

รอบเครื่องยนต์ (รอบต่อนาที)	ปริมาณก๊าซไฮโดรคาร์บอน (น้ำมันเชื้อเพลิง) , (ppm Vol)	ปริมาณก๊าซไฮโดรคาร์บอน (แก๊ส LPG) , (ppm Vol)
2000	754.40	1768.50
2500	441.00	1403.75
3000	257.20	1070.25
3600	199.00	538.75
4000	165.00	371.50

ผลการทดลอง

ปริมาณค่าก๊าซไฮโดรคาร์บอน (ตารางที่ 4-6) จะเป็นตัวบ่งชี้ทั้งความสมบูรณ์ของการเผาไหม้เครื่องยนต์ และอัตราเชื้อเพลิงที่เหลือจากการเผาไหม้ที่ไม่หมด จากผลของการทดลองจะสามารถเห็นได้ว่าปริมาณค่าก๊าซไฮโดรคาร์บอนที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงจะมีค่าอยู่ที่ 165.0 – 754.4 ppm Vol และค่าของเชื้อเพลิงก๊าซ LPG นั้นจะมีค่าอยู่ที่ 371.5 – 1768.5 ppm Vol

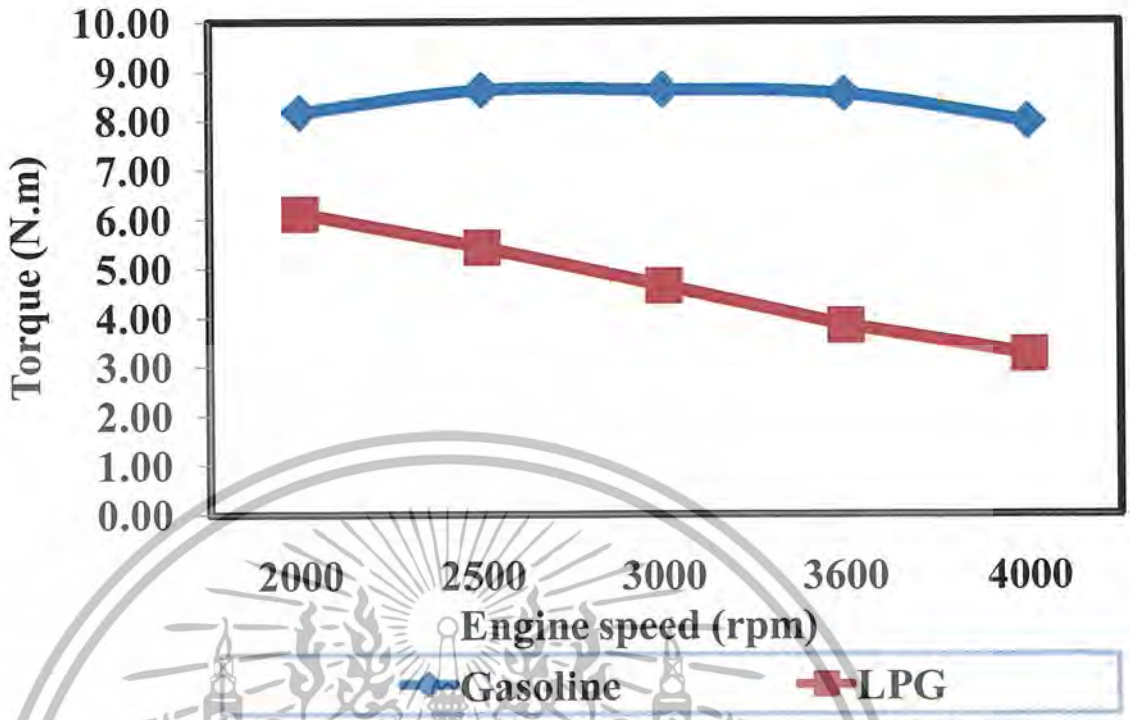
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4-1 แสดงกำลังม้าเครื่องยนต์

จากรูปที่ 4-1 จากกราฟแสดงค่ากำลังม้าของเครื่องยนต์ ณ ความเร็วรอบเครื่องยนต์ต่างๆ จะเห็นว่า ค่ากำลังม้าที่ได้เชื้อเพลิงแก๊ส LPG มีค่าลดลงอย่างมาก อีกทั้งยังมีแนวโน้มของกำลังม้าคงที่แตกต่างจากกำลังม้าที่ได้จากน้ำมันเชื้อเพลิงซึ่งให้ค่ากำลังม้าของเครื่องยนต์ที่สูงกว่าอีกทั้งมีกำลังที่เพิ่มขึ้นแปรผันตามรอบของเครื่องยนต์ที่สูงขึ้น สาเหตุน่าจะเกิดจากส่วนของระบบการผสมเชื้อเพลิงแก๊ส LPG กับอากาศนั้นยังทำการผสมได้ไม่สมบูรณ์พอที่จะทำให้เกิดการเผาไหม้ในเครื่องยนต์อย่างสมบูรณ์เหมือนน้ำมันเชื้อเพลิง ด้วยคุณสมบัติจำเพาะของเชื้อเพลิงทั้งสองชนิดที่แตกต่างกันในส่วนของจุดวาบไฟซึ่งเชื้อเพลิงแก๊ส LPG จะมีจุดวาบไฟที่สูงกว่าของน้ำมันเชื้อเพลิงซึ่งทำให้ติดไฟได้ยากกว่าน้ำมันเชื้อเพลิงซึ่งจะต้องศึกษาเพิ่มเติมเพื่อปรับปรุงในการออกแบบระบบผสมเชื้อเพลิงแก๊ส LPG กับอากาศต่อไป

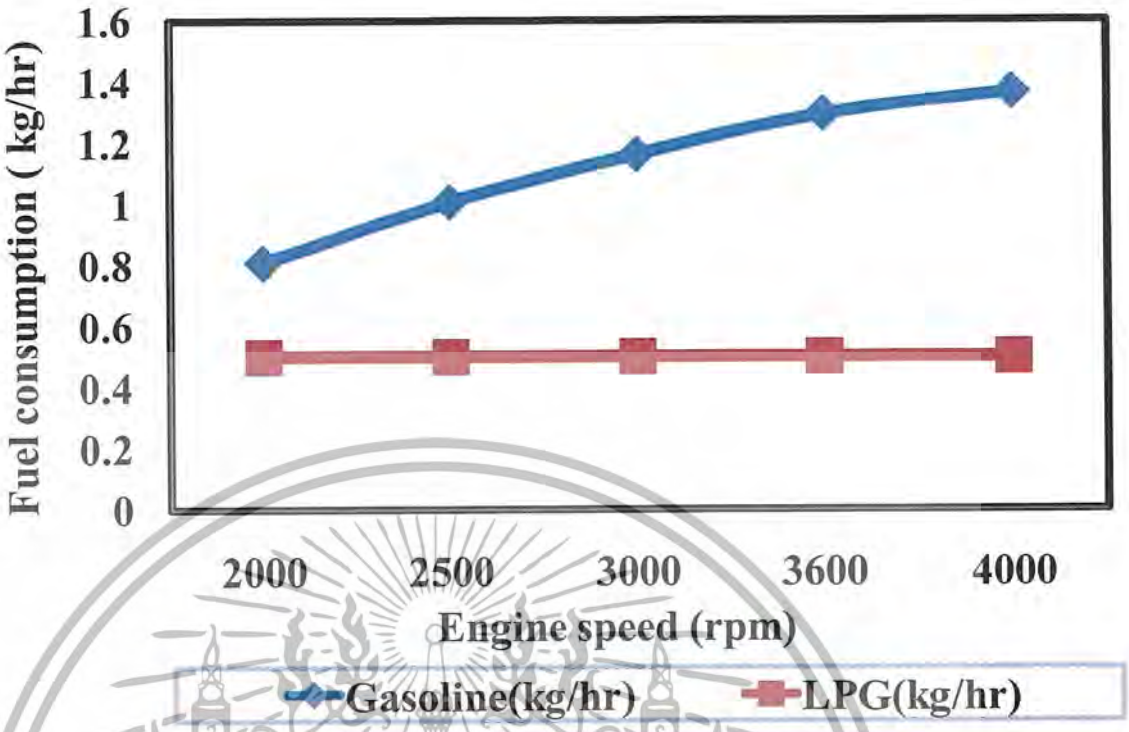
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4-2 แสดงแรงบิดเครื่องยนต์

จากรูปที่ 4-2 กราฟแสดงค่าแรงบิดของเครื่องยนต์ ณ ความเร็วรอบเครื่องยนต์ต่างๆ ซึ่งมีความสอดคล้องกันกับ รูปที่ 4-1 ในส่วนของกราฟแสดงกำลังม้าของเครื่องยนต์ ซึ่งในส่วนของค่าแรงบิดที่ทำการทดสอบจากกราฟจะเห็นว่า ค่าแรงบิดที่ได้ของเชื้อเพลิงแก๊ส LPG มีค่าลดลงแปรผกผันกับความเร็วรอบของเครื่องยนต์ที่เพิ่มขึ้น แต่ในส่วนของน้ำมันเชื้อเพลิงค่าแรงบิดจะมีที่ค่อนข้างคงที่ในทุกๆความเร็วรอบเครื่องยนต์ ซึ่งค่าแรงบิดที่ลดลงนั้นเกิดมาจากค่าของกำลังม้าที่ค่อนข้างคงที่จากการใช้เชื้อเพลิงแก๊ส LPG ทำให้ค่าของแรงบิดที่เกิดขึ้นมีค่าลดลงเมื่อความเร็วรอบเพิ่มขึ้น โดยเกิดจากสาเหตุในส่วนของระบบการผสมเชื้อเพลิงแก๊ส LPG กับอากาศ เช่นเดียวกันกับค่าที่เกิดขึ้นในส่วนของกำลังม้า

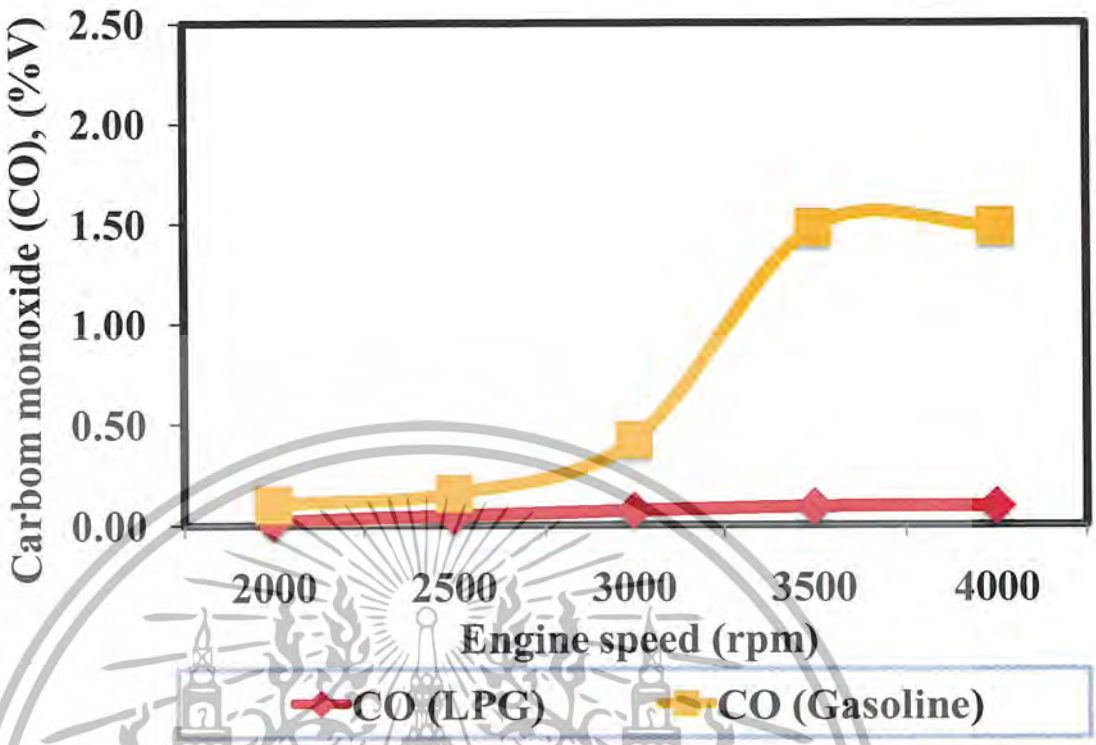
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4-3 แสดงอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงเครื่องยนต์

จากรูปที่ 4-3 กราฟแสดงอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงเครื่องยนต์ ณ ความเร็วรอบเครื่องยนต์ต่างๆ ซึ่งแสดงให้เห็นถึงอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงของเชื้อเพลิงทั้งสองชนิด ซึ่งค่าอัตราการสิ้นเปลืองของเชื้อเพลิงเปรียบเทียบในหน่วยของกิโลกรัมต่อชั่วโมง เชื้อเพลิงแก๊ส LPG จะมีอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงที่ต่ำกว่าของน้ำมันเชื้อเพลิงมาก โดยอัตราการสิ้นเปลืองของแก๊ส LPG มีค่าค่อนข้างคงที่ในทุกค่าความเร็วรอบเครื่องยนต์ ส่วนของน้ำมันเชื้อเพลิงจะมีอัตราการสิ้นเปลืองที่สูงกว่าอีกทั้งยังมีค่าสิ้นเปลืองที่เพิ่มขึ้นแปรผันตามความเร็วรอบเครื่องยนต์ที่เพิ่มขึ้นต่างจากเชื้อเพลิงแก๊ส LPG สาเหตุเกิดจากการเปลี่ยนสถานะเป็นก๊าซของแก๊ส LPG มีการขยายตัวเมื่อออกจากถังปริมาตรจากการเปลี่ยนสถานะจึงสูงกว่าของน้ำมันเชื้อเพลิงมากเนื่องด้วยเชื้อเพลิงแก๊ส LPG จะถูกบรรจุใส่ถังเหล็กกล้าด้วยแรงดันที่สูง ต่างกันกับน้ำมันเชื้อเพลิงที่ไม่ถูกเก็บด้วยแรงดัน

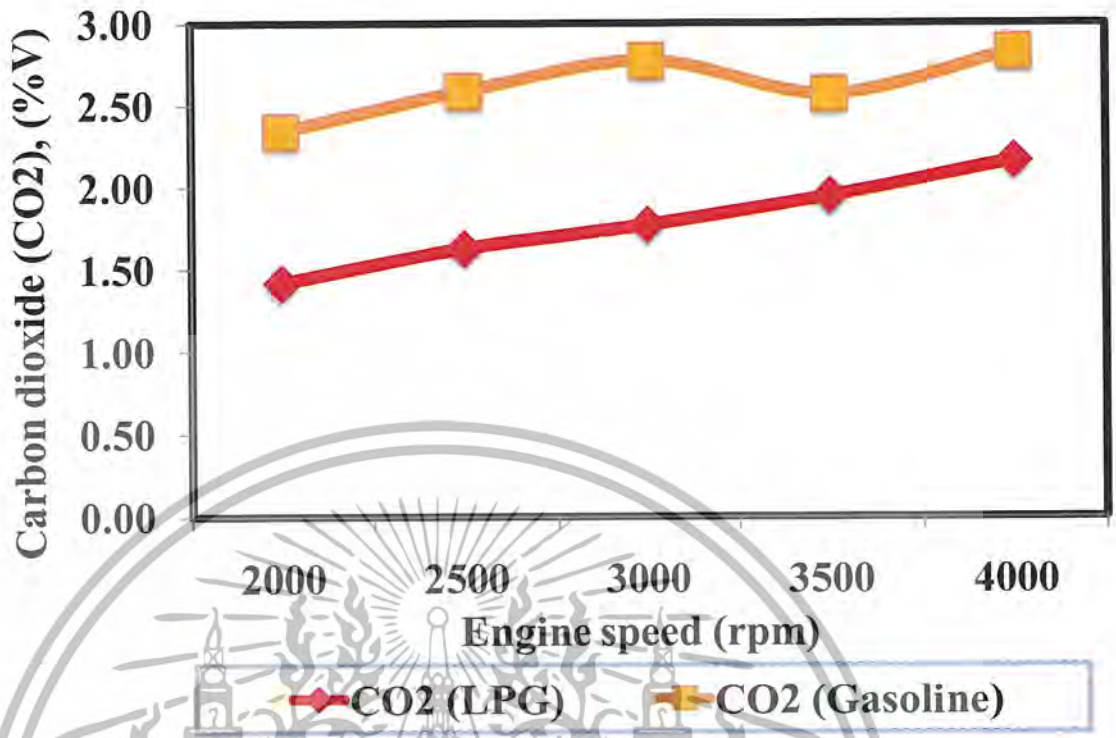
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4-4 แสดงปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์

จากรูปที่ 4-4 กราฟแสดงค่าปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ ณ ความเร็วรอบเครื่องยนต์ต่างๆ ในหน่วยของเปอร์เซ็นต์ของปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ จะเห็นว่าค่าปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ของเชื้อเพลิงแก๊ส LPG มีค่าที่ต่ำมากและมีค่าที่คงที่เมื่อเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงซึ่งมีค่าก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ที่มีค่าเพิ่มขึ้นแปรผันตามความรอบเครื่องยนต์ที่เพิ่มขึ้น ซึ่งจากผลการทดลองแสดงให้เห็นถึงข้อดีของเชื้อเพลิงแก๊ส LPG ที่ช่วยลดการปล่อยก๊าซพิษสู่สิ่งแวดล้อมได้เป็นอย่างมาก

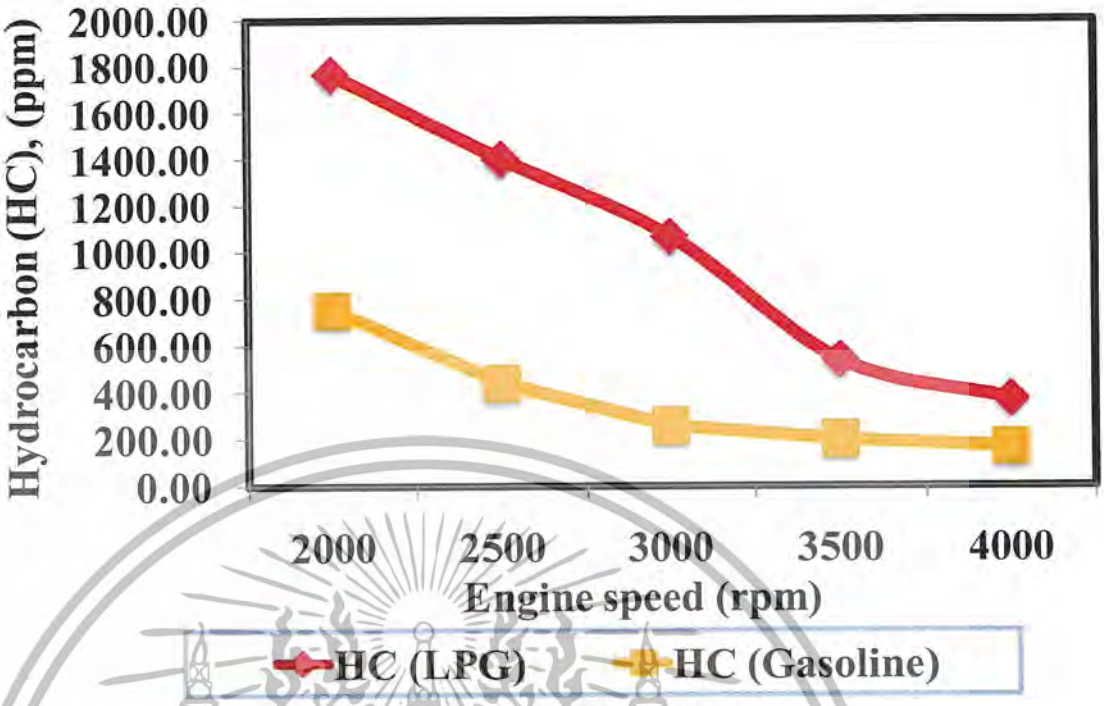
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4-5 แสดงปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

จากรูปที่ 4-5 กราฟแสดงค่าปริมารก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ณ ความเร็วรอบเครื่องยนต์ต่างๆ ในหน่วยเปอร์เซ็นต์ของปริมาตรก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ แสดงให้เห็นถึงการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของเชื้อเพลิงทั้งสองชนิดและยังเป็นค่าที่จะใช้บอกถึงความสามารถในการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงได้ จากกราฟค่าแนวโน้มการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของเชื้อเพลิงทั้งสองมีค่าในลักษณะเดียวกันคือมีค่าสูงเพิ่มขึ้นตามความเร็วรอบเครื่องยนต์ ซึ่งในค่าของเชื้อเพลิงแก๊ส LPG มีค่าการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่น้อยกว่าน้ำมันเชื้อเพลิงซึ่งแสดงถึงการเผาไหม้ที่ยังไม่สมบูรณ์เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันเชื้อเพลิงที่มีค่าของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่มากกว่า โดยในส่วนของเชื้อเพลิงแก๊ส LPG น่าจะมีสาเหตุในมาจากระบบการผสมเชื้อเพลิงแก๊ส LPG กับอากาศดังกรณีข้างต้นที่ได้กล่าวไว้แล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4-6 แสดงปริมาณก๊าซไฮโดรคาร์บอน

จากรูปที่ 4-6 กราฟแสดงปริมาณก๊าซไฮโดรคาร์บอน ณ ความเร็วรอบเครื่องยนต์ต่างๆ ในหน่วยของหนึ่งส่วนในหนึ่งล้านส่วนของก๊าซไฮโดรคาร์บอน ซึ่งเป็นค่าซึ่งบอกถึงความสามารถในการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงเช่นเดียวกันกับปริมารก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งทั้งสองค่านี้จะความสัมพันธ์ในเชิงของความสามารถในการเผาไหม้ดังที่ได้กล่าวไปแล้ว โดยค่าปริมาณก๊าซไฮโดรคาร์บอนจะค่าที่ลดลงแปรผกผันกับความเร็วรอบของเครื่องยนต์ ค่าปริมาณก๊าซไฮโดรคาร์บอนของเชื้อเพลิงแก๊ส LPG มีค่าที่สูงกว่าของน้ำมันเชื้อเพลิง ซึ่งมีค่าของปริมาณก๊าซไฮโดรคาร์บอนที่ต่ำกว่าของเชื้อเพลิงแก๊ส LPG แสดงให้เห็นความสามารถในการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงแก๊ส LPG ยังทำได้ไม่สมบูรณ์ สาเหตุของผลที่ได้นั้นก็ยังคงน่าจะเกิดจากระบบการผสมเชื้อเพลิงแก๊ส LPG กับอากาศดังที่ได้กล่าวไว้แล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 การทดลองใช้งานจริง

เนื่องจากงานวิจัยนี้มีจุดประสงค์ต้องการที่จะสามารถนำเครื่องยนต์ที่ได้ทำการปรับปรุง ไปใช้งานได้จริง จึงได้ทำการทดสอบกับเครื่องยนต์ของผู้ใช้งานที่มีอยู่โดยเพียงนำอุปกรณ์ที่ออกแบบไปติดตั้งและใช้งานจริงกับเครื่องสูบน้ำซึ่งได้ทำการวัดอัตราการใช้จริงร่วมด้วย ซึ่งผลปรากฏว่าเครื่องยนต์ที่ได้ติดตั้งชุดอุปกรณ์ใช้กับแก๊ส LPG นั้นสามารถมีกำลังที่จะใช้งานได้ แต่จะมีกำลังที่ตกลงไปซึ่งถ้าถือว่าการใช้งานนั้นเป็นเพียงงานที่มีภาระไม่มากเกินไปก็สามารถใช้งานได้จริงรวมทั้งประหยัดกว่าการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง

(ก.) (ข.) (ค.)

รูปที่ 4-7 ภาพจากการนำไปทดลองใช้งานจริงกับเครื่องสูบน้ำ

(ก.) รูปแสดงการชั่งน้ำหนักหาอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง

(ข.) และ (ค.) ภาพจากการติดตั้งและทดลองใช้งานจริงกับเครื่องสูบน้ำ

จากรูปที่ 4-7 แสดงภาพจากการนำไปทดลองใช้จริงกับเครื่องสูบน้ำดังในภาพ (ก.) เป็นภาพแสดงอุปกรณ์ที่ใช้ในการชั่งน้ำหนักเพื่อหาค่าอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงของแก๊ส LPG โดยใช้เครื่องชั่งน้ำหนักแบบดิจิตอล ภาพ (ข.) เป็นภาพการติดตั้งอุปกรณ์เชื้อเพลิงแก๊ส LPG กับเครื่องยนต์แก๊สโซลีนขนาดเล็กซึ่งเป็นเครื่องรุ่นเดียวกันกับที่ใช้ในการศึกษาโครงงานครั้งนี้ ส่วนในภาพ (ค.) แสดงให้เห็นผลที่ได้จากการสูบน้ำโดยใช้เชื้อเพลิงแก๊ส LPG ซึ่งความสามารถในการสูบน้ำก็เป็นที่น่าพอใจเนื่องด้วยภาระที่นำไปใช้มีค่าไม่สูงนักอีกทั้งยังช่วยประหยัดค่าน้ำมันเชื้อเพลิงได้เป็นอย่างมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองนั้น เราสามารถสรุปผลได้ดังนี้

- ค่าที่ได้จากการวัดมลพิษไอเสีย ในส่วนของก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ ซึ่งเป็นก๊าซพิษ ของแก๊ส LPG มีค่าน้อยกว่า ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ของน้ำมันเชื้อเพลิงมาก โดยที่ 3,000 และ 4,000 รอบต่อนาที มีปริมาณของก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์แตกต่างถึง 83.49% และ93.95% ตามลำดับ ซึ่งช่วยลดการปล่อยก๊าซพิษต่อสิ่งแวดล้อม
- อัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงมากขึ้นตามรอบที่สูงขึ้นเรื่อยๆ แตกต่างจากแก๊ส LPG ที่มีปริมาณคงที่
- ปริมาณก๊าซไฮโดรคาร์บอนของน้ำมันเชื้อเพลิงยังมีค่าที่ต่ำกว่า เมื่อเปรียบเทียบจากการใช้แก๊ส LPG โดยที่ 3,000 และ 4,000 รอบต่อนาที มีปริมาณของก๊าซไฮโดรคาร์บอนแตกต่างเท่ากับ 75.96% และ 55.59% ตามลำดับ
- ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เมื่อใช้แก๊ส LPG ที่มีค่าต่ำนั้นน่าจะมาจากส่วนผสมแก๊ส LPG ที่ยังไม่สมบูรณ์และเหลือออกมาพร้อมกับเสียในรูปของก๊าซไฮโดรคาร์บอน
- สมรรถนะเครื่องยนต์ของแรงม้าสุทธิและแรงบิด ที่ได้ทำการเปรียบเทียบระหว่างน้ำมันเชื้อเพลิงและแก๊ส LPG ผลที่ได้นั้นสมรรถนะเครื่องยนต์ของแก๊ส LPG มีสมรรถนะที่ลดลงจากน้ำมันเชื้อเพลิงมาก

จากผลทั้ง 2 ส่วนที่ได้ออกมา แสดงให้เห็นข้อดีของการใช้เชื้อเพลิงแก๊ส LPG คือช่วยลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ สู่สิ่งแวดล้อม แต่ในส่วนที่ต้องศึกษาต่อจากผลทดลองนี้คือค่าสมรรถนะของเครื่องโดยรวมมีที่ประสิทธิภาพลดลง เนื่องจากไม่ได้ปรับแต่งอุปกรณ์ ใดๆของเครื่องยนต์โดยทั้งสิ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 วิจารณ์ผลการทดลอง

เนื่องจากการทำโครงงานนี้จะต้องทำการบันทึกค่าใน 2 ส่วนหลักคือในเรื่องค่ามลพิษของไอเสีย และในส่วนของสมรรถนะเครื่อง ซึ่งในส่วนของไอเสียนั้น สามารถวัดได้ที่ภาควิชาซึ่งสามารถบอกผลออกมาได้ทันที แต่ในส่วนของค่าแรงม้า สุทธิ และแรงบิด ที่มีค่าลดลงจากน้ำมันเชื้อเพลิงมากนั้นน่าจะเกิดมาจากส่วนของการออกแบบอุปกรณ์ผสมแก๊ส และการปรับแรงดันของแก๊สที่เหมาะสมในการใช้งาน ที่ต้องทำการทดสอบเพื่อศึกษาถึงผลที่ออกมาเพิ่มเติม และด้วยข้อจำกัดของเครื่องวัดสมรรถนะที่ต้องทำการวัดที่บริษัท ไทยฮอนด้า แมนูแฟคเจอริ่ง จำกัด แต่จากการที่ได้ติดต่อกับทางบริษัทและได้การตอบรับเป็นอย่างดี คณะผู้จัดทำโครงงานหวังว่า จะสามารถศึกษาเพิ่มเติมในส่วนที่ทำให้สมรรถนะของเครื่องยนต์ลดลง รวมทั้งน่าจะสามารถพัฒนาให้ดีได้ยิ่งขึ้น ให้ได้ตามวัตถุประสงค์ที่ได้หวังไว้ต่อไป

5.3 ข้อเสนอแนะการทดลอง

เนื่องจากผลการทดลองที่ยังไม่เป็นที่น่าพอใจนัก อีกทั้งการศึกษาครั้งนี้เพียงแต่ต้องการใช้กับเครื่องยนต์ที่ติดตั้งอยู่กับที่ จึงคิดว่าน่าจะมีการพัฒนาและปรับปรุงในส่วนของ ตัวผสมเชื้อเพลิงแก๊ส LPG ให้สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น โดยคาดว่าน่าจะลดขนาดของช่องทางเข้าของแก๊ส LPG ให้เล็กลงอีกเพื่อจำกัดปริมาณของแก๊ส LPG ให้น้อยลง รวมไปถึงทำเครื่องยนต์ให้สามารถใช้ร่วมกับรถกระเช้า หรือเครื่องปั่นไฟ ได้ ซึ่งน่าจะมีการพัฒนาและปรับปรุงต่อไปให้ดียิ่งขึ้นเพื่อที่จะสามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

ข้อมูลทางเทคนิคของเครื่องยนต์ฮอนด้า รุ่น G200

ขนาดความจุของเครื่องยนต์	197 cc.
แรงม้า	5.5 แรงม้า
ชนิดเครื่องยนต์	4 จังหวะ วาล์วด้านข้าง
การระบายความร้อน	อากาศ
ขนาดลูกสูบ x ช่วงชัก	67 x 56 mm.
อัตราส่วนกำลังอัด	6.5 : 1
กำลังสุทธิ	3.7 kW (5 PS) ที่ 3600 รอบ/นาที
แรงบิดสูงสุด	10.4 Nm (1.06kg-m) ที่ 2500 รอบ/นาที
อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง	390 g/kWh (290g/PS-hr)
ขนาดมิติ (ยาว x กว้าง x สูง)	327 x 375 x 438 mm.
น้ำหนักเปล่า	15 กก.
การระบายความร้อน	พัดลมดูดอากาศ
ระบบจุดระเบิด	ไฟฟ้าแรงสูง
จังหวะจุดระเบิด	20 องศา ก่อนศูนย์ตายบน (ตายตัว)
มาตรฐานหัวเทียน	(NGK) B-4H หรือ BR-4HS
คาร์บูเรเตอร์	แบบนอน, ลิ้นปีกผีเสื้อ
การกรองอากาศ	แบบใช้น้ำมันเครื่อง
กาวานา	แบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์
ระบบหล่อลื่น	แบบวิดสาด
ความจุน้ำมันเครื่องที่ใช้	0.7 ลิตร
ระบบสตาร์ท	เชือกสตาร์ทสปริงรั้งกลับ
การดับเครื่องยนต์	ตัดวงจรไฟฟ้าลงดิน
ความจุถังน้ำมันเชื้อเพลิง	3.5 ลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

การเปลี่ยนหน่วย

ในการคำนวณนั้นจำเป็นจะต้องทำให้หน่วยการวัดมีค่าที่เหมือนกันเพื่อการเปรียบเทียบ ซึ่งการวัดอัตราสิ้นเปลืองของเชื้อเพลิงมีหน่วยที่แตกต่างกันอยู่ โดยน้ำมันเชื้อเพลิงนั้นมีหน่วยเป็นลิตรต่อชั่วโมง แต่ แก๊ส LPG นั้นมีหน่วยเป็นกิโลกรัมต่อชั่วโมงจึงได้ทำการเปลี่ยนหน่วยการวัดให้เป็นหน่วยกิโลกรัมต่อชั่วโมงทั้งหมด ซึ่งทำได้ดังนี้

ลิตรต่อชั่วโมง x 0.73722 = กิโลกรัมต่อชั่วโมง

โดย 0.73722 เป็นค่าของน้ำมันที่มีการวัดที่ 60 องศาฟาเรนไฮต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

หนังสือทั่วไป

เชื้อ ขำ, ธีระยุทธ สุวรรณประทีป. หลักการทำงานและเทคนิคการติดตั้งอุปกรณ์เชื้อเพลิงก๊าซรถยนต์. บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด.

รองศาสตราจารย์วีระศักดิ์ กรัยวิเชียร. เครื่องยนต์เผาไหม้ภายใน ทฤษฎีและการคำนวณ. บริษัท วิทยพัฒน์ จำกัด

สื่ออิเล็กทรอนิกส์

Fuel management system for variable ethanol octane enhancement of gasoline engines. [Online]. Availble : http://www.patentstrom.us/patents/7314033/discription.html.

งานวิจัยต่างประเทศ

H. Bayraktar, O.Durgun. 2004. Investigating the effect of LPG on spark ignition engine combustion and performance. Journal of Energy Conversion and Management.

S. Murillo, J.L. Miguez, J. Porteiro, L.M. Lopez Gonzalez, E. Granada, J.C. Moran. 2005. LPG: Pollutant emission and performance enhancement foe spark-ignition four strokes outboard engines. Journal of Applied Thermal Engineering.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้