การศึกษาสมรรถนะของเครื่องยนต์ดีเซลที่ใช้เชื้อเพลิงร่วมกับก๊าซ LPG

Studying of the machine diesel efficiency used fuel and LPG gas

นาย ขวัญชัย เหลืองอะร่าม
นาย วุฒิชัย ภู่ระหงษ์
นาย วันชัย จรุ่มเครือ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การศึกษาสมรรถนะของเครื่องยนต์ดีเซลที่ใช้เชื้อเพลิงร่วมกับก๊าซ LPG

Studying of the machine diesel efficiency used fuel and LPG gas

โดย

นาย ขวัญชัย เหลืองอะร่าม

นาย วุฒิชัย ภู่ระหงษ์

นาย วันชัย จรุ่มเครือ

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ.พงษ์ศักดิ์ คำมูล

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 82197
วัน,เดือน,ปี - 9 ก.ค. 2551

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2550

b 11900992
i

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2550

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การศึกษาสมรรถนะของเครื่องยนต์ดีเซลที่ใช้เชื้อเพลิงร่วมกับก๊าซ LPG

Studying of the machine diesel efficiency used fuel and LPG gas

ผู้จัดทำ

1. นาย ขวัญชัย	เหลืองอะร่าม	รหัสประจำตัว	48015370
2. นาย วุฒิชัย	ภู่ระหงษ์	รหัสประจำตัว	48015396
3. นาย วันชัย	จรุ่มเครือ	รหัสประจำตัว	48015432

อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ.พงษ์ศักดิ์ ดำมูล)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาสมรรถนะของเครื่องยนต์ดีเซลที่ใช้เชื้อเพลิงร่วมกับก๊าซ LPG

นาย ขวัญชัย เหลืองอะร่าม 48015370
นาย วุฒิชัย ภู่ระหงษ์ 48015396
นาย วันชัย จรุ่มเครือ 48015432
ผศ.พงษ์ศักดิ์ คำมูล อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2550

บทคัดย่อ

ปัจจุบันก๊าซ LPG ถูกใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทนเพิ่มมากขึ้น ฉะนั้นการศึกษาเพื่อพัฒนาโดยใช้พลังงานให้เกิดประโยชน์สูงสุดจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง ซึ่งในส่วนนี้ได้นำก๊าซ LPG กับน้ำมันดีเซล เป็นเชื้อเพลิงร่วมและใช้การจุดระเบิดแบบการอัดอากาศในเครื่องยนต์ดีเซลซึ่งจะทำการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะของเครื่องยนต์ดีเซลระหว่างเชื้อเพลิงดีเซลกับเชื้อเพลิงร่วม แล้วเปรียบเทียบกำลังของเครื่องยนต์ แรงบิดของเครื่องยนต์ อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง และมลพิษจากการเผาไหม้ เพื่อวิเคราะห์หาความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Studying of the machine diesel efficiency used fuel and LPG gas

Mr. Kwanchai luangalam
Mr. vutticahi purahong
Mr. wanchai jaroomkhruc
Assist.Prof. Phongsak Khammoon Advisor
2007

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ABSTRACT

Present , LPG gas get to bring instead the fuel :study to developed for the best benefits . This part , LPG gas and Diesel are collectived , called DDF (Diesel Dual Fuel) . In the Diesel machine used pheumatic firing which compare efficiency of thc machine diesel between diesel and DDF .compare power engine, torque ,consumption fuel ratc, and thc pollution that is born from the combustion For variable economics analysis.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ดี ด้วยความช่วยเหลือจากบุคคลหลายๆฝ่ายด้วยกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ผศ.พงษ์ศักดิ์ คำมูล ซึ่งให้แนะนำและคำปรึกษามาโดยตลอด ข้าพเจ้ารู้สึกซาบซึ้งในความอนุเคราะห์จากท่านและขอขอบพระคุณอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณ บิดา-มารดา ที่ได้อบรมสั่งสอนและได้อุปการะให้ข้าพเจ้ามีโอกาสในการศึกษาอย่างเต็มที่และดูแลเอาใจใส่เสมอจนวันนี้

ขอขอบคุณ พี่ป๊อด ร้านวิทยาการช่างที่เอื้อเฟื้ออุปกรณ์ติดตั้งก๊าซและให้คำปรึกษาในการติดตั้งและเทคนิคในการจูนหม้อต้มพร้อมกับอธิบายรายระเอียดของอุปกรณ์ทุกอย่างโดยละเอียด

ขอขอบพระคุณท่านอาจารย์และเจ้าหน้าที่ของภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกลทุกท่านที่ได้ให้ความกรุณาช่วยเหลือเครื่องมือที่ใช้ในการปฏิบัติงาน ตลอดจนให้คำปรึกษาจนสำเร็จสมบูรณ์

คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้าที่

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญตาราง IV

สารบัญรูป IV

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ที่มาและความสำคัญ 1

1.2 วัตถุประสงค์การศึกษา 2

1.3 ขอบเขตการศึกษา 2

1.4 วิธีการดำเนินงาน 2

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2

บทที่ 2 วรรณกรรมปริทัศน์ 3

2.1 ก๊าซ 3

2.2 คุณสมบัติ LPG 4

2.2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนผสมกับอุณหภูมิและความดันไอ 4

2.2.2 การขยายตัวของก๊าซในสภาวะที่เป็นของเหลวมีมาก 4

2.2.3 ความถ่วงจำเพาะ 4

2.2.4 คุณสมบัติการสันดาป 5

2.2.5 จุดวาบไฟ 5

2.2.6 ค่าออกเทน (Octane Number) 6

2.2.7 สี กลิ่น และความเป็นพิษ (Toxicity) 6

2.2.8 คุณสมบัติทางปฏิกิริยาเคมี 6

2.3 ส่วนประกอบของ LPG 6

2.4 ความแตกต่างของ NGV กับ LPG 6

2.5 คุณสมบัติที่ใช้กับงานรถยนต์ 8

2.6 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับเครื่องยนต์ติดก๊าซ 9

2.7 การปฏิบัติเมื่อรถใช้ก๊าซเกิดอุบัติเหตุ 13

2.8 การดูแลรักษารถยนต์ติดก๊าซ 15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9 ราคาการติดตั้ง 16
2.10 ขนาดถังบรรจุก๊าซ 17
2.11 ความเป็นอันตราย 17
บทที่ 3 เครื่องยนต์ดีเซล 18
3.1 หลักการทำงานของเครื่องยนต์ดีเซล 19
3.2 การทำงานของปั๊มดีเซล 20
3.2.1 ปั๊มแรงดันสูง 20
3.2.2 ส่วนประกอบของชุดลูกปั๊ม 20
3.2.3 การทำงานของปั๊มแรงดันสูง 21
3.2.4 การเพิ่มและลดปริมารการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง 22
3.2.5 ลิ้นส่งน้ำมันเชื้อเพลิง 23
3.2.6 หัวฉีด 24
3.3 การตรวจสอบเครื่องยนต์ก่อนใช้งาน 25
3.4 ความปลอดภัยในการใช้เครื่องยนต์ดีเซล 27
3.5 การบำรุงรักษาและเหตุขัดข้อง 27
3.6 ขั้นตอนการบำรุงรักษาเครื่องยนต์ 28
3.6.1 การตรวจสอบปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง 28
3.6.2 การตรวจสอบหัวฉีด 29
บทที่ 4 ส่วนประกอบหลักและการทดลอง 30
4.1 ส่วนประกอบหลักของการทดสอบ 30
4.1.1 เครื่องยนต์ประกอบกับแชสซิสไดนาโมมิเตอร์ 30
4.1.2 หม้อต้ม 31
4.1.3 โซลีนอยด์วาล์ว 32
4.1.4 ถังก๊าซ 33
4.1.5 ตัวจูนก๊าซ 33
4.1.6 อุปกรณ์เชื่อมต่อการส่งก๊าซ 34
4.1.7 เครื่องชั่งน้ำหนัก 34
4.1.8 นาฬิกาจับเวลา 35
4.2 ขั้นตอนการติดตั้ง 36
4.2.1 การติดตั้งอุปกรณ์การใช้ก๊าซ LPG ร่วมกับน้ำมันดีเซล 36
4.2.2 การติดตั้งอุปกรณ์ก๊าซ 36
4.3 เครื่องทดสอบไอเสีย 40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5 การทดลองและผลการทดลอง 41

5.1 การปรับแต่งเครื่องยนต์ก่อนการใช้ร่วมกับ LPG 41

5.2 วัสดุอุปกรณ์ 41

5.3 ขั้นตอนการทดลอง 41

5.4 เทคนิคการปรับแต่งเครื่องยนต์ 42

5.5 ผลการทดลอง 42

5.6 สูตรที่ใช้ในการคำนวณ 53

5.7 ตัวอย่างการคำนวณ 53

บทที่ 6 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ 57

6.1 สรุปผลการทดลอง 57

6.2 ข้อเสนอแนะ 57

บรรณานุกรม 58

ภาคผนวก ก. 59

ภาคผนวก ข. 60

ภาคผนวก ค. 63

ภาคผนวก ง. 64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

	หน้าที่
ตารางที่ 2.1 ตารางเปรียบเทียบ คุณสมบัติของ LPG และ NGV	7
ตารางที่ 2.2 ข้อแตกต่างด้านเคมีของ LPG และ NGV	8
ตารางที่ 3.1 ข้อขัดข้องของปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง	28
ตารางที่ 3.2 ข้อขัดข้องของหัวฉีด	29
ตารางที่ 5.1 แสดงผลการทดสอบน้ำมันดีเซล	42
ตารางที่ 5.2 แสดงผลการทดสอบการใช้เชื้อเพลิงร่วม	43
ตารางที่ 5.3 แสดงราคาเมื่อใช้น้ำมันดีเซล	43
ตารางที่ 5.4 แสดงราคาเมื่อใช้เชื้อเพลิงร่วม	43
ตารางที่ 5.5 แสดงอัตราความร้อนจากการสันดาปน้ำมันดีเซล	44
ตารางที่ 5.6 แสดงอัตราความร้อนจากการสันดาปเชื้อเพลิงร่วม	44
ตารางที่ 5.7 แสดงการเปรียบราคา และ ความประหยัด	45
ตารางที่ 5.8 แสดง bsfc ของเชื้อเพลิง	45
ตารางที่ 5.9 ประสิทธิภาพของเครื่องยนต์เมื่อใช้น้ำมันดีเซล	51
ตารางที่ 5.10 ประสิทธิภาพของเครื่องยนต์เมื่อใช้เชื้อเพลิงร่วม	51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

หน้าที่

รูปที่ 2.1 การดับเครื่องยนต์ 13
รูปที่ 2.2 การตรวจสอบถังก๊าซ 14
รูปที่ 2.3 การดึงฟิวส์ 14
รูปที่ 2.4 น้ำมันเครื่องของรถใช้ก๊าซ 15
รูปที่ 2.5 การตรวจสอบรอยรั่ว 16
รูปที่ 3.1 แสดงการทำงานของเครื่องยนต์ดีเซล 4 จังหวะ 19
รูปที่ 3.2 แสดงส่วนประกอบต่าง ๆ ของลูกปั๊ม 20
รูปที่ 3.3 แสดงชุดลูกปั๊มละส่วนประกอบ 21
รูปที่ 3.4 แสดงการทำงานของชุดลูกของปั๊มแรงดันสูง 22
รูปที่ 3.5 แสดงตำแหน่งต่าง ๆ ของการจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิง 23
รูปที่ 3.6 แสดงการทำงานของลิ้นส่งน้ำมันเชื้อเพลิง 24
รูปที่ 3.7 แสดงภาพตัดโครงสร้างของหัวฉีด 24
รูปที่ 3.8 แสดงชนิดของหัวฉีด 25
รูปที่ 4.1.1.1 เครื่องยนต์ประกอบกับแชสซิส ไดนาโมมิเตอร์ (Chassisdynamometer) 30
รูปที่ 4.1.1.2 ส่วนแสดงผลของเครื่องทดสอบ 31
รูปที่ 4.1.2 หม้อต้ม 31
รูปที่ 4.1.3 โซลินอยด์วาล์ว 32
รูปที่ 4.1.4 ถังก๊าซ 33
รูปที่ 4.1.5 ตัวจูนก๊าซ 33
รูปที่ 4.1.6 อุปกรณ์เชื่อมต่อการส่งก๊าซ 34
รูปที่ 4.1.7 เครื่องชั่งน้ำหนัก 34
รูปที่ 4.1.8 นาฬิกาจับเวลา 35
รูปที่ 4.1.9 วงจรการติดตั้งชุดก๊าซ 36
รูปที่ 4.1.10 การติดตั้งหม้อต้ม 37
รูปที่ 4.1.11 แสดงภาพการติดตั้งโซลินอยด์ 37
รูปที่ 4.1.12 แสดงภาพการติดตั้งเกจวัดแรงดัน 38
รูปที่ 4.1.13 แสดงภาพการติดตั้งมิกเซอร์ 38
รูปที่ 4.1.14 การเดินท่อก๊าซแรงดันสูง 39
รูปที่ 4.1.15 การเดินท่อก๊าซแรงดันต่ำ 39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.1.16 แสดงเครื่องทดสอบไอเสีย DX-210 40
รูปที่ 4.1.17 แสดงหัวเก็บตัวอย่างไอเสีย 40
รูปที่ 5.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง กำลัง กับ ความเร็ว 46
รูปที่ 5.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง แรงบิด กับ ความเร็ว 47
รูปที่ 5.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง อัตราความร้อนจากการสันดาปกับความเร็ว 48
รูปที่ 5.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง bsfc กับ ความเร็ว 49
รูปที่ 5.5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ราคาเชื้อเพลิง กับ ความเร็ว 50
รูปที่ 5.6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ประสิทธิภาพเครื่องยนต์ กับ ความเร็ว 52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

"น้ำมัน" สิ่งจำเป็นของคนในยุคนี้ จาก สิ่งที่เคยนำมาซึ่งความสะดวกสบาย แต่ในวันนี้กลับกลายเป็นสิ่งที่ทำให้เกิดความลำบากในทุกครัวเรือนและยังลุกลามไปถึงภาคเศรษฐกิจระดับประเทศ ไม่ว่าจะเป็นประชาชนที่ต้อง รับสภาพราคาสินค้าที่ต่างปรับราคาสูงขึ้นตามราคาน้ำมันที่เดินหน้าไม่หยุด ผู้ผลิตและอุตสาหกรรมต่างๆ ที่ต้องเผชิญกับภาระต้นทุนที่เพิ่มขึ้น และระบบขนส่งที่ได้รับผลกระทบโดยตรงจากราคาน้ำมันที่ขึ้นสูงสุดเป็นประวัติการณ์

LPG (liquefied petroleum gas) หรือก๊าซปิโตรเลียมเหลว เป็นก๊าซหุงต้มที่มีใช้อยู่ตามครัวเรือนต่างๆ นอกจากจะมีคุณสมบัติเป็นเชื้อเพลิงให้ความร้อนในการปรุงอาหารแล้ว ยังมีความสามารถในการเผาไหม้เป็นพลังงานในการขับเคลื่อนรถยนต์ได้ด้วย โดย LPG หรือก๊าซหุงต้มเป็นเชื้อเพลิงที่ได้มาจากกระบวนการกลั่นน้ำมันดิบ อันเป็นกระบวนการเดียวกับการกลั่นน้ำมันเบนซินและดีเซล จึงมีคุณสมบัติใกล้เคียงกับน้ำมันเบนซินและดีเซล โดย LPG จะมีโครงสร้างโมเลกุลที่เบากว่าน้ำมัน องค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นก๊าซโพเพนและบิวเทน ซึ่งเมื่อในภาวะอุณหภูมิ ปกติจะมีสถานะเป็นของเหลวที่ระเหยได้ง่าย และไม่ได้มีสถานะเป็นก๊าซตามที่ประชาชนส่วนใหญ่เข้าใจ

คุณสมบัติของ LPG ที่แตกต่างจากน้ำมันเพียงเล็กน้อย จึงทำให้เครื่องยนต์ที่ออกแบบมาเพื่อใช้น้ำมันสามารถใช้เชื้อเพลิง LPG ได้โดยไม่ต้องปรับแต่งแก้ไขเครื่องยนต์มากนัก แต่อาจทำให้สมรรถนะในการขับเคลื่อนลดลงบ้างเล็กน้อย โดยเมื่อเปรียบเทียบขณะรถใช้กำลังเครื่องสูงสุด เช่น การขึ้นที่สูงชันที่ต้องเร่งเครื่องสูงสุด รถที่ใช้เชื้อเพลิง LPG จะมีสมรรถนะต่ำลงประมาณ 2-3% ของการใช้เชื้อเพลิงชนิดเดิม ซึ่งโดยทั่วไปจะมีการปรับจูนเครื่องเพื่อแก้ไขคุณสมบัติที่ผิดเพี้ยนไปเล็กน้อย และต้องมีการบำรุงรักษาเพิ่มเติมในบางส่วน โดยเฉพาะการหล่อลื่นเครื่องยนต์เพราะ LPG จะมีลักษณะแห้ง และมีความหล่อลื่นที่น้อย เครื่องจะเกิดการสึกหรอได้มากกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์การศึกษา

1. ทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ดีเซลเมื่อใช้เชื้อเพลิงก๊าซ LPG + น้ำมันดีเซล เปรียบเทียบกับการใช้น้ำมันดีเซลอย่างเดียว โดยหาค่า แรงบิด กำลัง และอัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์หาความประหยัดระหว่างเครื่องยนต์ดีเซลกับเครื่องยนต์ผสม

2. ศึกษาวิเคราะห์มลภาวะที่เกิดขึ้นเมื่อใช้เชื้อเพลิง LPG + น้ำมันดีเซล เปรียบเทียบกับการใช้น้ำมันดีเซลเพียงอย่างเดียว

1.3 ขอบเขตการศึกษา

1. ติดตั้งอุปกรณ์ก๊าซ LPG

2 ทดสอบเครื่องยนต์ดีเซลเมื่อใช้เชื้อเพลิงก๊าซ LPG + น้ำมันดีเซลและเครื่องยนต์ดีเซลอย่างเดียวเพื่อหาค่า แรงบิด (Torque) กำลัง (Power) และอัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง (bsfc) ที่ความเร็วรอบต่างๆ

3 ทดสอบมลภาวะที่เกิดจากไอเสีย วิเคราะห์ผลแล้วปรับปรุงหาค่าที่เหมาะสมให้ได้แรงบิดมาก ได้กำลังมาก และใช้เชื้อเพลิงเหมาะสม

4 วิเคราะห์ข้อมูลเชิงเศรษฐกิจโดยเปรียบเทียบเครื่องยนต์ผสมกับเครื่องยนต์ดีเซล

1.4 วิธีการดำเนินงาน

1. ศึกษาหาข้อมูลเครื่องยนต์ที่นำก๊าซธรรมชาติมาใช้งาน
2. ศึกษาการทำงานของเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซ LPG ร่วมกับน้ำมันดีเซล
3. ศึกษาอุปกรณ์ต่างๆที่ใช้กับเครื่องยนต์รวมทั้งศึกษาการติดตั้งอุปกรณ์เข้ากับเครื่องยนต์
4. จัดซื้ออุปกรณ์การติดตั้ง
5. ติดตั้งอุปกรณ์เข้ากับเครื่องยนต์
6. ทดสอบเครื่องยนต์เมื่อนำก๊าซ LPG มาใช้ร่วมกับน้ำมันดีเซล
7. แก้ไขและปรับปรุงปริมาณการใช้น้ำมันดีเซลกับก๊าซ LPG
8. วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

การทดลองการทำงานของเครื่องยนต์ดีเซลที่ใช้ร่วมกับก๊าซ LPG เป็นการทดลองเพื่อหาอัตราส่วนของการใช้น้ำมันดีเซลและก๊าซ LPG เพื่อนำค่าที่ได้มาเปรียบเทียบเพื่อหาอัตราส่วนที่ประหยัดที่สุด จากการศึกษาดังกล่าวทำให้ได้ทราบถึงการทำงานและการติดตั้งชุดอุปกรณ์ที่ใช้ก๊าซ LPG เมื่อได้ผลการทดลองมาเปรียบเทียบกันก็จะได้รู้ว่าการที่นำก๊าซ LPG มาใช้ร่วมกับน้ำมันดีเซลมีความคุ้มค่าแค่ไหนและก็จะได้ปรับปรุงแก้ไขกันต่อไป

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
วรรณกรรมปริทัศน์

2.1 ก๊าซ

ก๊าซคือเชื้อเพลิงชนิดหนึ่งที่มีองค์ประกอบของไฮโดรคาร์บอน เป็นสารเชื้อเพลิงที่อยู่ในรูปของไอระเหย โดยก๊าซจะเป็นเชื้อเพลิงที่มีสภาพเป็นไอระเหยหรือก๊าซเมื่ออุณหภูมิปกติ และก๊าซที่ใช้อยู่ทุกวันนี้มีอยู่ 2 ชนิดคือ ก๊าซ NGV และก๊าซ LPG แต่ก๊าซที่เป็นที่นิยมและใช้กันอย่างแพร่หลายคือ ก๊าซ LPG

LPG คือคำย่อซึ่งได้มาจากอักษรตัวหน้าของก๊าซปิโตรเลียมเหลว (Liquefied Petroleum Gas) และเป็นส่วนประกอบที่เบาที่สุดที่มีอยู่ในน้ำมันปิโตรเลียม LPG เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนมีอยู่หลายชนิดด้วยกันขึ้นอยู่กับการรวมตัวของคาร์บอนอะตอมและไฮโดรเจนอะตอม ได้แก่ โพรเพน(C_3H_8)

โพรพิลีน(C_3H_6) , บิวเทน(C_4H_{10}) , บิวทิลีน(C_4H_8) เป็นต้น โดยมีส่วนประกอบสำคัญคือ โพรเพน (Propane) และ (Butane) ก๊าซเหล่านี้มีคุณสมบัติพิเศษที่ว่าเมื่อได้รับความเย็นหรือความดันจะเปลี่ยนสภาพเป็นของเหลวได้โดยง่าย อนึ่งในทางกลับกัน เมื่อให้ความร้อนหรือลดความดันก็จะกลายเป็นก๊าซซึ่งจะมีน้ำหนักประมาณ 1.5-2 เท่าของอากาศ โดยปกติ LPG จะถูกทำให้เป็นของเหลวโดยได้รับความดัน และถูกเก็บในภาชนะความดันสูง

LPG มี 2 ชนิดคือ ชนิดก๊าซบ่อน้ำมัน(oil field gas) ที่ได้จากการแยกและกลั่นธรรมชาติ กับชนิด ก๊าซโรงกลั่นน้ำมันที่ได้จากการแยกก๊าซ อันเป็นผลพลอยได้ซึ่งเกิดจากการกลั่นน้ำมันดิบ เนื่องจาก LPG มีสภาพเป็นก๊าซที่อุณหภูมิและความดันปกติ จึงต้องทำให้เป็นของเหลวอยู่เสมอโดยการอัดความดันหรือแช่แข็ง แล้วต้องขนส่งด้วยเรือที่ใช้บรรทุก LPG โดยเฉพาะกระบวนการที่กล่าวมาแล้ว

เนื่องจาก LPG ลุกไหม้ได้ง่าย (ช่วงที่เกิดการลุกไหม้คือเมื่อมี LPG อยู่ประมาณ 2-9% ในอากาศ) อนึ่งเนื่องจากเป็นก๊าซที่หนักกว่าอากาศด้วย จึงมีอันตรายมาก ดังนั้นจึงจำเป็นต้องระมัดระวังในการใช้ให้มาก ตัว LPG เองไม่มีสีและไม่มีกลิ่น แต่เพื่อป้องกันอันตรายเมื่อเกิดการรั่วไหลจึงมีการใส่กลิ่นไว้ในระดับที่สามารถรู้สึกได้ อนึ่ง LPG นั้นแตกต่างจาก Town Gas ตรงที่ว่าไม่มีคาร์บอนมอนนอกไซด์อยู่เลย จึงไม่มีพิษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 คุณสมบัติ LPG

2.2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนผสมกับอุณหภูมิและความดันไอ

LPG ที่บรรจุอยู่ในถังจะมีโมเลกุลของโพรเพนและบิวเทนเคลื่อนตัวอยู่ และจะไปชนกับผนังของถัง ความแข็งแรงของภาชนะจะเป็นกี่กิโลกรัมต่อ 1 ตารางเซนติเมตร นั้นคือว่า "ความดันไอของอากาศ" ซึ่งสามารถถือได้ว่าเป็นความดันของ LPG ในถังนั่นเอง

ก.เมื่ออุณหภูมิสูง ความดันก็สูงด้วย

เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นการเคลื่อนไหวของโมเลกุลจะกระฉับกระเฉงขึ้น โมเลกุลจะชนกับฝาผนังของภาชนะแรงขึ้น ผลก็คือความดันจะสูงขึ้น อนึ่งในทางกลับกัน ถ้าอุณหภูมิลดต่ำลง การเคลื่อนไหวจะช้าลงเรื่อยๆ เมื่อทำให้อุณหภูมิต่ำมากขึ้น การเคลื่อนไหวจะช้าลงไปอีก

ข.ถ้ามีส่วนประกอบของโพรเพนมากความดันจะสูงขึ้น

เนื่องจากโมเลกุลของโพรเพนเคลื่อนไหวกระฉับกระเฉงกว่าโมเลกุลของบิวเทน ดังนั้นในกรณีที่อุณหภูมิเท่ากัน LPG ที่มีส่วนประกอบของโพรเพนมากกว่าจะมีความดันสูงกว่า

ค.ปริมาณมากน้อยของของเหลวไม่มีความสัมพันธ์กับความดัน

ไม่ว่าจะมี LPG อยู่เต็มถัง หรือมีเหลืออยู่เพียงเล็กน้อยก็ตาม ถ้าอุณหภูมิและองค์ประกอบไม่เปลี่ยนแปลงแล้ว ความดันก็ไม่เปลี่ยน ดังนั้นสิ่งที่จะทำให้ความดันภายในถังเปลี่ยนไปจะมีแค่อุณหภูมิและอัตราส่วนผสมของโพรเพน และบิวเทนเท่านั้น เนื่องจากโดยทั่วไปอุณหภูมิจะเป็นอุณหภูมิของบรรยากาศ ฉะนั้นสิ่งที่จะเปลี่ยนแปลงได้โดยฝีมือคนก็คืออัตราส่วนผสมเท่านั้น

2.2.2 การขยายตัวของก๊าซในสภาวะที่เป็นของเหลวมีมาก

เนื่องจาก LPG มีอัตราการขยายตัวในสภาวะที่เป็นของเหลวสูงเมื่อเทียบกับน้ำ ดังนั้นในการบรรจุใส่ภาชนะ จำเป็นต้องทิ้งไว้ในระดับน้ำที่คงที่เผื่อการขยายตัว

2.2.3 ความถ่วงจำเพาะ

LPG มีค่าความถ่วงจำเพาะ 2 ชนิดคือ ในสภาพที่เป็นของเหลวและก๊าซ ความถ่วงเฉพาะในสภาพของเหลวจะเปรียบเทียบกับน้ำ 4°C ซึ่งให้ความถ่วงจำเพาะเป็น 1 ส่วนความถ่วงจำเพาะในสภาพของก๊าซจะเปรียบเทียบกับอากาศที่ 0°C ความดัน 1บรรยากาศ ซึ่งให้มีความถ่วงจำเพาะเป็น 1

ก.ความถ่วงจำเพาะในสภาวะที่เป็นของเหลว

ความถ่วงจำเพาะในสภาวะที่เป็นของเหลวมีค่าเปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิ ถ้าสัมประสิทธิ์ของการขยายตัวตามอุณหภูมิมีค่ายิ่งสูง ค่าความถ่วงจำเพาะก็ยิ่งลดลงที่อุณหภูมิปกติ (15°C) โพรเพนเหลวมีค่าความถ่วงจำเพาะเป็น 0.508 ส่วนบิวเทนเหลวมีความถ่วงจำเพาะเป็น 0.584 ลักษณะของการเปลี่ยนแปลงของความถ่วงจำเพาะในสภาวะที่เป็นของเหลวตามอุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข.ความถ่วงจำเพาะในสภาวะที่เป็นก๊าซ

ความถ่วงจำเพาะในสภาวะที่เป็นก๊าซของโพรเพนเป็น 1.55 และของบิวเทนเป็น 2.07 ซึ่งหนักเกือบเป็น 2 เท่าของอากาศ ก๊าซที่รั่วออกมาจะสะสมอยู่ในที่ต่ำ ฉะนั้นจำเป็นต้องระมัดระวังให้มาก

2.2.4 คุณสมบัติการสันดาป

ก.ค่าความร้อน

ค่าความร้อนเป็นตัวเลขสำคัญที่บอกให้รู้ถึงคุณค่า และสมรรถนะของเชื้อเพลิง ค่าความร้อนของ LPG มีประมาณ 12,000 kcal/kg เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันเบนซินแล้ว จะมากกว่าอยู่ประมาณ 600-800 kcal/kg เพื่อให้เกิดพลังงานจำนวนเท่ากัน ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงต่อหน่วยน้ำหนักของLPG จะน้อยกว่าของน้ำมันเบนซิน จึงอาจพูดได้ว่าประหยัดกว่า

ข.ปริมาณอากาศที่ใช้ในการสันดาป

ถ้าสันดาป LPG อย่างสมบูรณ์ทั้งหมดจะกลายเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และไอน้ำ การเปลี่ยนแปลงนี้เขียนเป็นสมการเคมีได้ดังต่อไปนี้

โพรเพน $C_3H_8 + 5O_2 \longrightarrow 3CO_2 + 4H_2O$

บิวเทน $C_4H_{10} + 6.5O_2 \longrightarrow 4CO_2 + 5H_2O$

ดังเห็นได้จากสมการเหล่านี้ ปริมาณออกซิเจนที่จำเป็นต่อการสันดาปอย่างสมบูรณ์จะเป็น 5 เท่าในกรณีของโพรเพน และ 6.5 เท่าในกรณีของบิวเทน เนื่องจากปริมาณออกซิเจนในอากาศมีประมาณ 21% ฉะนั้นในการสันดาปโพรเพนอย่างสมบูรณ์จะต้องใช้อากาศ 24 m^3 ต่อโพรเพน 1 m^3 และอากาศ 31 m^3 ต่อบิวเทน 1 m^3 ดังนั้นเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันเบนซินแล้ว LPG ต้องการปริมาณอากาศมากกว่าเล็กน้อย

ค.ช่วงการลุกไหม้

ก๊าซที่สันดาปได้จะมีช่วงส่วนผสมกับอากาศเพียงช่วงเดียวที่จุดไฟแล้วลุกไหม้ได้ เพราะมีอากาศผสมอยู่ในปริมาณที่พอเหมาะ ช่วงการลุกไหม้จะแสดงค่าเป็นอัตราส่วนร้อยละ(%) ของปริมาณก๊าซต่ออากาศ

2.2.5 จุดวาบไฟ

ดังที่ได้กล่าวมาแล้วช่วงการลุกไหม้จะมีค่าคงที่สำหรับเชื้อเพลิงแต่ละชนิด ตัวอย่างเช่น ในกรณีของ น้ำมันเบนซิน อุณหภูมิที่สูงพอที่ทำให้เกิดไอจากน้ำมันเบนซินไปผสมกับอากาศกลายเป็นก๊าซผสมในช่วงการลุกไหม้ เรียกว่า จุดวาบไฟ (Flash Point) แต่ถ้าไม่มีสาเหตุให้เกิดการติดไฟ เชื้อเพลิงที่จุดวาบไฟก็จะไม่เกิดการลุกไหม้หรือติดไฟขึ้น อาจกล่าวได้ว่า LPG ที่อุณหภูมิปกติอยู่เหนือจุดวาบไฟเสมอ

อนึ่งเมื่อค่อยๆเพิ่มอุณหภูมิให้กับเชื้อเพลิงจนเลยอุณหภูมิค่าหนึ่งแล้ว แม้จะไม่มีสาเหตุของการติดไฟ เชื้อเพลิงก็จะเริ่มลุกไหม้ตามธรรมชาติ อุณหภูมิต่ำที่สุดที่เริ่มเกิดการลุกไหม้ตาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ธรรมชาตินี้เรียกว่า จุดติดไฟ(Ignition Point) เนื่องจากจุดติดไฟของโพรเพนคือ 490-550°C และของบิวเทนคือ 470-540°C LPG จึงติดไฟได้ยากเมื่อเทียบกับน้ำมันเบนซิน ซึ่งมีจุดติดไฟ 360-380° C เมื่อคิดรวมเรื่องนี้กับช่วงการลุกไหม้แล้ว จึงพูดได้ว่า LPG มีความปลอดภัยค่อนข้างสูง

2.2.6 ค่าอ๊อกเทน(Octane Number)

LPG มีค่าสูงเมื่อวัดโดยวิธีงานวิจัย (Research Method) จะได้ค่าอ๊อกเทนของโพรเพนเท่ากับ 111.4 ไอโซบิวเทนเท่ากับ 94.0 ซึ่งสูงกว่าของน้ำมันเบนซินโดยทั่วไปประมาณ 10-20 ฉะนั้น LPG จึงเหมาะกับการใช้เป็นเชื้อเพลิงของรถยนต์มาก

2.2.7 สี กลิ่น และความเป็นพิษ (Toxicity)

LPG บริสุทธิ์ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น เนื่องจากเกิดอันตรายจากการรั่วไหลของก๊าซเป็นต้น จึงต้องใส่กลิ่นลงไปเพื่อให้สามารถทราบได้ ถ้ามี LPG ปนอยู่ในอากาศประมาณ 1 ใน 200

ตัว LPG เองเป็นสารไม่มีพิษ แต่ในกรณีที่เกิดการสันดาปอย่างไม่สมบูรณ์ก็จะเกิดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ได้เช่นกัน อย่างไรก็ตาม เนื่องจากไม่มีสารพิษร้ายแรง เช่น Tetraethyl Lead ซึ่งมีอยู่ในน้ำมันเบนซิน ฉะนั้นก๊าซเสีย ของ LPG จึงสะอาดเมื่อเทียบกับการสันดาปของน้ำมันเบนซิน

2.2.8 คุณสมบัติทางปฏิกิริยาเคมี

เนื่องจาก LPG มีคุณสมบัติละลายสารจำพวกยางธรรมชาติได้ดี ฉะนั้นจึงควรใช้สารที่มีความทนต่อ LPG อนึ่งถ้าเก็บ LPG ซึ่งมีโพรพิลีนและบิวทิลีน ผสมอยู่ไว้ในถัง อาจเกิดสารพวกยางหรือน้ำมันดิน (TAR) ขึ้นได้

2.3 ส่วนประกอบของ LPG

ถ้าทราบอุณหภูมิและความดัน ก็จะสามารถบอกส่วนประกอบของ LPG ได้อย่างคร่าวๆ อนึ่งเพื่อให้ส่วนประกอบของ LPG เป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน มาตรฐานอุตสาหกรรมของญี่ปุ่น (JIS-K-2240) ได้กำหนดมาตรฐานคุณภาพของ LPG

2.4 ความแตกต่างของ NGV กับ LPG

NGV หรือ Natural Gas Vehicles คือ ก๊าซธรรมชาติสำหรับยานยนต์ เกิดขึ้นจากการนำก๊าซธรรมชาติ ซึ่งเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนซึ่งมีองค์ประกอบของก๊าซมีเทนมาอัดจนมีความดันสูง ประมาณ 3,000 ปอนด์/ตารางนิ้ว แล้วนำไปเก็บไว้ในถัง ที่มีความแข็งแรงทนทานสูงเป็นพิเศษ เช่น เหล็กกล้า เพื่อนำมาเป็นเชื้อเพลิงใช้ทดแทนน้ำมันเบนซินหรือดีเซลในรถยนต์ประเภทต่างๆ ซึ่งสากลเรียกว่า Compressed Natural Gas (CNG) หรือ ก๊าซธรรมชาติอัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG) หรือ "ก๊าซหุงต้ม" เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอน ซึ่งมีองค์ประกอบของ ก๊าซโพรเพน (Propane) เป็นส่วนใหญ่ จึงเป็นก๊าซที่หนักกว่าอากาศ โดยตัว LPG เองไม่มีสี ไม่มีกลิ่นเช่นเดียวกับก๊าซธรรมชาติ แต่เนื่องจากเป็นก๊าซที่หนักกว่าอากาศจึงมีการสะสมและลุกไหม้ได้ง่าย ดังนั้น จึงมีข้อกำหนดให้เติมสารมีกลิ่น เพื่อเป็นการเตือนภัยหากเกิดการรั่วไหล LPG ส่วนใหญ่จะใช้เป็นเชื้อเพลิงในครัวเรือนและกิจการอุตสาหกรรม โดยบรรจุเป็นของเหลวใส่ถังที่ทนความดันเพื่อให้ขนถ่ายง่าย นอกจากนี้ยังนิยมใช้แทนน้ำมันเบนซินในรถยนต์ เนื่องจากราคาถูกกว่า และมีค่าออกเทนสูงถึง 105 RON LPG เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการแยกน้ำมันดิบในโรงกลั่นน้ำมัน หรือการแยกก๊าซธรรมชาติในโรงแยกก๊าซ มีสถานะเป็นของเหลว ต้องทำให้เป็นก๊าซก่อนนำไปใช้งาน ส่วน NGV มีสถานะเป็นก๊าซเพียงผ่านความดันก็นำไปใช้ได้เลย

ตารางที่ 2.1 ตารางเปรียบเทียบ คุณสมบัติของ LPG และ NGV

คุณสมบัติ		NGV	LPG
สถานะปกติ		ก๊าซ (เบากว่าอากาศ)	ก๊าซ (หนักกว่าอากาศ)
จุดเดือด(องศาเซลเซียส)		-162	-50 ถึง 0
อุณหภูมิระเบิดในอากาศ (องศาเซลเซียส)		540	400
ช่วงติดไปในอากาศ (ร้อนละโดยปริมาตร)	ค่าสูง	15	15
	ค่าต่ำ	5	1.5
ค่าออกเทน/1	RON/2	120	105
	MON/3	120	97

*1.ค่าออกเทน (Octane number) หมายถึง หน่วยการวัดความสามารถ ในการต้านทานการน็อคของเครื่องยนต์

*2. RON (Research Octane Number) เป็นค่าออกเทนที่มีประสิทธิภาพต่อต้านการน็อคในเครื่องยนต์หลายสูบ ที่ทำงานอยู่ในรอบของช่วงหมุนต่ำ โดยใช้เครื่องยนต์ทดสอบมาตรฐานภายใต้สภาวะมาตรฐาน 600 รอบ ต่อนาที

*3. MON (Motor Octane Number) เป็นค่าออกเทนที่มีประสิทธิภาพต่อต้านการน็อคในเครื่องยนต์หลายสูบ ในขณะทำงานที่รอบสูง โดยใช้เครื่องยนต์ทดสอบมาตรฐาน ภายใต้สภาวะมาตรฐาน 900 รอบต่อนาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 ข้อแตกต่างด้านเคมีของ LPG และ NGV

ลำดับ	คุณสมบัติ	NGV	LPG
1	ด้านความปลอดภัย	มีความปลอดภัยสูงเนื่องจากเบากว่าอากาศ เมื่อเกิดการรั่วไหลจะลอยขึ้นสู่อากาศทันที	มีความปลอดภัยน้อยเนื่องจากหนักกว่าอากาศ เมื่อเกิดการรั่วไหลจะกระจายอยู่ตามพื้นรบ
2	ความพร้อมในการนำมาใช้งาน	สถานะเป็นก๊าซนำไปใช้งานได้ทันที เพียงผ่านความดัน	สถานะเป็นของเหลว ต้องทำให้เป็นก๊าซก่อนนำไปใช้งาน
3	ประสิทธิภาพการเผาไหม้	เผาไหม้ได้สมบูรณ์	เผาไหม้ได้สมบูรณ์
4	คุณลักษณะของเชื้อเพลิง	ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น เผาไหม้ปราศจากเขม่าและกำมะถัน	ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น แต่โดยทั่วไปจะเติมสารเคมีเพื่อความปลอดภัย

ปัจจุบันก๊าซปิโตรเลี่ยมเหลว (LPG) สามารถนำมาเป็นเชื้อเพลิงหุงต้มในครัวเรือน ในโรงงานอุตสาหกรรม และในยานพานะได้ แต่ก๊าซธรรมชาติ (NGV) ในประเทศไทยยังไม่มีการนำมาใช้ในครัวเรือนโดยตรง อย่างไรก็ตาม แม้ก๊าซทั้งสองประเภทจะมีความแตกต่างกัน แต่ก็มีคุณสมบัติเป็นเชื้อเพลิงที่ติดไฟ เพราะฉะนั้นผู้ใช้ต้องใส่ใจปฏิบัติตามกฎความปลอดภัยอย่างเคร่งครัด

2.5 คุณสมบัติที่ใช้งานกับรถยนต์

ในการเลือก LPG เพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงในรถยนต์ คุณสมบัติต่อไปนี้เป็นสิ่งจำเป็น

ก.มีค่าความดันไอที่เหมาสม ($1kg/cm^2$-$10kg/cm^2$)

ข.มีคุณสมบัติเยี่ยมในเรื่องของ Antiknock

ค.มีไฮโดรคาร์บอนจำพวกโอลีฟีนน้อย (Olefins)

ง.มีปริมาณกำมะถันน้อย

จ.มีสารพวกน้ำมันดิน (tar) เจือปนอยู่น้อย เป็นต้น

ความดันไอที่เหมาะสมหมายถึงคุณสมบัติการระเหยที่จำเป็นในการติดเครื่องและเดินเครื่องยนต์ รถยนต์ที่ใช้ LPG ไม่มีปั๊มส่งเชื้อเพลิง แต่อาศัยความดันของก๊าซเองในการไหลออกจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถังเก็บไปยังหม้อต้ม (vaporizer) ในเวลาอากาศหนาวจัด ความดันอากาศในถังเก็บก็จะลดลง ทำให้ไม่สามารถส่งเชื้อเพลิงออกมาได้ จะไม่สามารถติดเครื่องได้ นั่นคือ LPG ต้องมีความดันไอเพียงพอที่ไม่เกิดอุปสรรคในการเดินเครื่องแม้แต่ในดอนเช้าของฤดูหนาวที่มีอุณหูมิต่ำสุด ส่วนในฤดูร้อน LPG ที่ประด้วยบิวเทน 100% ก็ยังมีความดันไอเพียงพอที่จะติดเครื่องยนต์ได้ แต่ในฤดูหนาว LPG ซึ่งมีแต่บิวเทนจะมีความดันต่ำ ฉะนั้นจึงต้องผสมโพรเพนเข้าไปใน LPG เพื่อเพิ่มความดันไอให้สูงขึ้น

หากลดไฮโตรคาร์บอนจำพวกโอลีฟีนใน LPG ให้น้อยลง คุณสมบัติ antiknock จะสูงขึ้น และการเกิดของสารจำพวกน้ำมันดินและยางก็จะน้อยลงด้วย ไฮโดรคาร์บอนจำพวกโอลีฟีน เช่น โทรพีลีน บิวทีลีน เป็นต้น มีคุณสมบัติในการเกิดปฏิกิริยาสูง จึงเกิดโพลิเมอไรเซชัน (polymerization) ได้ง่าย และให้สารจำพวกน้ำมันดินและยาง ซึ่งเป็นสาเหตุไม่เพียงแต่ทำให้หม้อต้มก๊าซเกิดความเสียหายเท่านั้น แต่ยังมีฤทธิ์กัดกร่อนสูงและทำให้ไดอะแฟรม (diaphragm) เสียหาย ผลก็คือ อายุการใช้งานของอุปกรณ์จะสั้นลง

สิ่งเจือปนใน LPG ได้แก่ ความชื้นและสารประกอบของกำมะถัน ซึ่งมีฤทธิ์กัดกร่อนอุปกรณ์ หรือทำให้ไอเสียมีก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ดังนั้นจึงเป็นสิ่งไม่พึงปรารถนา

การตรวจสอบคุณภาพของ LPG อย่างง่ายๆทำได้โดยการดวงน้ำมันดินที่ไหลออกมาเพื่อเปิดก๊อกระบาย (drain cock) ที่อยู่ด้านล่างของหม้อต้ม (regulator) ในขณะที่หม้อต้ม (เครื่องควบคุม) ยังอุ่นอยู่หลังจากที่ให้เครื่องยนต์วิ่งมาเป็นระยะทางหนึ่งที่กำหนดให้ทุกครั้ง ถ้ายิ่งมีน้ำมันดินอยู่น้อยเท่าใด ก็แสดงว่าเป็น LPG ที่ดี

2.6 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับเครื่องยนต์ติดก๊าซ

การดัดแปลงเครื่องยนต์ดีเซลให้ใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงเพื่อลดมลพิษและประหยัดค่าใช้จ่ายประกอบไปด้วย การดัดแปลงเครื่องยนต์จากที่เป็นเครื่องยนต์ดีเซลให้เป็นเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติเพื่อที่สามารถลดค่าใช้จ่ายในส่วนของเครื่องยนต์ได้ เครื่องยนต์ที่ปรับเปลี่ยนเป็นเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติแล้วจะต้องสามารถรับสภาพการใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงได้โดยไม่เกิดความเสียหาย มีประสิทธิภาพการใช้เชื้อเพลิงสูงสมรรถนะสูงเทียบเท่าของเครื่องยนต์เดิม และมลพิษที่เกิดขึ้นในไอเสียต้องอยู่ในระดับต่ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งฝุ่นละอองที่เกิดจากการเผาไหม้

1) อัตราส่วนอัด (Compression ratio) อัตราส่วนอัดของเครื่องยนต์ดีเซลสูงกว่าอัตราส่วนอัดของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติ เพราะลักษณะการเผาไหม้ของเครื่องยนต์ดีเซลเป็นการเผาไหม้แบบส่วนผสมไม่สม่ำเสมอ ใช้อุณหภูมิที่เกิดจากการอัดตัวของอากาศเป็นปัจจัยในการจุดระเบิด และการเผาไหม้จะเริ่มขึ้นหลังจากจังหวะฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง จึงไม่เสี่ยงต่อการชิงจุดระเบิดเหมือนเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติ ซึ่งใช้จังหวะการเกิดประกายไฟที่เขี้ยวหัวเทียนกำหนดจังหวะการจุดระเบิด เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพการเชื้อเพลิงสูงสุด เครื่องยนต์ดีเซลจึงมีอัตราส่วนอัดระหว่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

17:1-22:1 แต่สำหรับเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติ อัตราส่วนอัดต้องไม่เกิน 11:1-13:1 ขึ้นอยู่กับสมบัติเฉพาะของเครื่องยนต์และส่วนประกอบย่อยของก๊าซธรรมชาติที่ใช้เป็นเชื้อเพลิง ว่ามีสมบัติต้านทานการชิงจุดระเบิดได้ดีหรือไม่ คุณสมบัติดังกล่าวเรียกว่า Methane Number ซึ่งสามารถคำนวณได้เมื่อรู้ส่วนประกอบของก๊าซธรรมชาติ สำหรับก๊าซธรรมชาติที่มีใช้ในประเทศไทย ค่า Methane Number มีค่าอยู่ประมาณ 80 ซึ่งสำหรับก๊าซธรรมชาติที่มีค่า Methane Number ดังกล่าวทำให้ค่าอัตราส่วนอัดสูงสุดที่จะเป็นไปได้โดยเครื่องยนต์ไม่ชิงจุดระเบิดอยู่ที่ 11:1 ดังนั้นการปรับเปลี่ยนเครื่องยนต์จึงต้องลดอัตราส่วนอัดของเครื่องยนต์จากเดิมเป็น 11:1 จึงจะใช้ก๊าซธรรมชาติได้โดยเครื่องยนต์ไม่ชิงจุดระเบิด

3) ระบบป้อนเชื้อเพลิง เครื่องยนต์ดีเซลป้อนเชื้อเพลิงโดยการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง ซึ่งเป็นของเหลวตรงเข้าไปในห้องเผาไหม้ที่ปลายจังหวะอัดด้วยความดันสูง ควบคุมอัตราการป้อนเชื้อเพลิงโดยการปรับระยะชักของกระบอกฉีดตามภาระงานของเครื่องยนต์ ในขณะที่อัตราการป้อนอากาศขึ้นกับความเร็วรอบของเครื่องยนต์ ส่วนเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติป้อนก๊าซเชื้อเพลิงเป็นปฏิภาคโดนตรงกับอัตราการป้อนอากาศ โดยที่ก๊าซเชื้อเพลิงผสมคลุกเคล้ากับอากาศอย่างสม่ำเสมอก่อนที่จะป้อนส่วนผสมเข้าไปให้ห้องเผาไหม้ และอัตราการป้อนส่วนผสมเป็นไปตามภาระงานของเครื่องยนต์ ความแตกต่างที่สำคัญของการป้อนเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ทั้งสองแบบคือเครื่องยนต์ดีเซลป้อนน้ำมันเชื้อเพลิง แต่เครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติป้อนก๊าซเชื้อเพลิงอย่างแม่นยำอาจจะโดยวิธีเชิงกลหรือวิธีอิเล็กโทรนิกส์ก็ได้ จะเห็นได้ว่าการปรับเปลี่ยนเครื่องยนต์จากดีเซลเป็นเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาตินอกจากจะต้องเปลี่ยนชนิดเชื้อเพลิงแล้วยังต้องเปลี่ยนระบบการป้อนเชื้อเพลิงใหม่โดยสิ้นเชิงอีกด้วย

5) อัตราการระบายความร้อนของเครื่องยนต์ เนื่องจากเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติมีอัตราส่วนอัดต่ำกว่าเครื่องยนต์ดีเซล ประสิทธิภาพการใช้พลังงานความร้อนจากเชื้อเพลิงเป็นพลังงานกลจึงต่ำกว่า ซึ่งหมายถึงพลังงานความร้อนสูญเสียให้กับน้ำหล่อเย็นและไอเสียย่อมสูงขึ้นกว่าเครื่องยนต์ดีเซลด้วย หม้อน้ำที่ใช้กับเครื่องยนต์ดีเซลจึงไม่พอเพียงที่จะระบายความร้อนจากเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติ จึงต้องมีการขยายขนาดของหม้อน้ำแล้วยังต้องมีการขยายหรือดัดแปลงรูน้ำในเครื่องยนต์เพื่อให้มีการไหลอย่างสะดวกอีกด้วย ทางด้านน้ำมันหล่อลื่นของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติก็จะพบว่ามีอุณหภูมิสูงขึ้นกว่าเครื่องยนต์ดีเซล เนื่องจากอุณหภูมิของส่วนต่างๆของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติโดยเฉลี่ยสูงขึ้นกว่าเครื่องยนต์ดีเซล น้ำมันหล่อลื่นจึงต้องรับความร้อนสูงขึ้น ส่งผลให้อุณหภูมิโดยเฉลี่ยของน้ำมันหล่อลื่นสูงขึ้นกว่าเครื่องยนต์ดีเซล

6) ยางกันน้ำมันปลอกวาล์วไอดี ที่ปลอกวาล์วไอดีจะมียางกันน้ำมันหล่อลื่นไม่ให้รั่วซึมเข้าไปในห้องเผาไหม้ในจังหวะดูด สำหรับเครื่องยนต์ดีเซล ระหว่างจังหวะดูดจะมีความดันในห้องเผาไหม้ไม่ต่ำมากเหมือนเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติ ยางกันน้ำมันหล่อลื่นดังกล่าวจึงไม่มีความจำเป็นต้องกันน้ำมันหล่อลื่นได้ดีมากเหมือนเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10) ความปั่นป่วนในห้องเผาไหม้ เนื่องจากเครื่องยนต์ดีเซล มีการผสมคลุกเคล้าระหว่างอากาศในห้องเผาไหม้กับเชื้อเพลิงในช่วงเวลาสั้นๆในจังหวะเผาไหม้ จึงต้องมีระดับการปั่นป่วนในห้องเผาไหม้ระหว่างการอัดฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงอย่างรุนแรงพอที่จะทำให้ส่วนผสมสม่ำเสมอในระหว่างการเผาไหม้ ความปั่นป่วนในห้องเผาไหม้เกิดจากการบังคับให้เกิดการเคลื่อนตัวของอากาศในระหว่างจังหวะดูดและอัด และต้องสูญเสียพลังงานที่ได้จากเครื่องยนต์ส่วนหนึ่งเพื่อใช้ในการทำให้เกิดความปั่นป่วนดังกล่าว แต่เครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติไม่ต้องการความปั่นป่วนอย่างรุนแรงในห้องเผาไหม้เหมือนเครื่องยนต์ดีเซล เนื่องจากอากาศและก๊าซเชื้อเพลิงมีการผสมกันอย่างดีก่อนที่จะจ่ายส่วนผสมดังกล่าวเข้าไปในห้องเผาไหม้ ดังนั้น เพื่อประหยัดพลังงานของเครื่องยนต์ที่ใช้ในการให้กำเนิดความปั่นป่วน จึงต้องดัดแปลงแก้ไขรูปร่างเชิงเรขาคณิตของระบบป้อนอากาศ รวมทั้งรูปร่างของหลุมห้องเผาไหม้บนหัวลูกสูบเพื่อลดระดับความปั่นป่วนไม่ให้สูงเหมือนเมื่อใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง วิธีโดยทั่วไปจะออกแบบหลุมห้องเผาไหม้ให้เกิดความปั่นป่วนในระดับพอสมควร รวมทั้งดัดแปลงแก้ไขรูปร่างเชิงเรขาคณิตของท่อนำไอดีใหม่ให้เกิดการไหลโดยมีแรงต้านต่ำโดยไม่จำเป็นต้องทำให้เกิดการไหลแบบปั่นป่วนในท่อไอดี ในการแก้ไขรูปแบบของท่อไอดีดังกล่าวมักจะมีผลกระทบในทางลบต่อการกระจายของส่วนผสมที่เข้าไปในแต่ละสูบ นอกจากนั้นการเปลี่ยนแปลงความยาวและขนาดของท่อไอดี จะมีผลกระทบต่อความเร็วกำทอนของเครื่องยนต์ซึ่งจะช่วยเพิ่มอัตราการไหลของส่วนผสมเข้าไปในกระบอกสูบ ดังนั้นเพื่อไม่ให้เกิดผลกระทบต่อสมบัติการไหลของไอดี การดัดแปลงท่อไอดีเพื่อลดการปั่นป่วนของการไหลจะต้องไม่ทำให้มีระยะทางการไหลของส่วนผสมและขนาดของช่องทางไหลแตกต่างจากเดิม

คุณภาพของการปรับเปลี่ยนเครื่องยนต์ดีเซลให้ใช้ก๊าซธรรมชาติขึ้นอยู่กับจำนวนรายการสมบัติกายภาพดังกล่าวว่าเปลี่ยนแปลงให้เหมาะสมกับก๊าซธรรมชาติหรือไม่และการเปลี่ยนแปลงอย่างไร สมบัติทางกายภาพที่จำเป็นที่จะทำให้สามารถเครื่องยนต์ทำงานได้คือรายการ 3 รายการแรก ส่วนรายการลำดับต่อมาไม่จำเป็นต้องทำก็ได้ แต่ถ้ามีการปรับเปลี่ยนรายการต่อมาก็จะทำให้เครื่องยนต์มีคุณภาพใช้งานได้ดีขึ้น เช่น การเลือกตำแหน่งหัวเทียนที่เหมาะสมก็จะทำให้การเผาไหม้และประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ดีขึ้น การปรับปรุงระบบระบายความร้อนให้ระบายได้มากขึ้นก็จะทำให้ใช้งานเครื่องยนต์ที่ภาระสูงได้โดยอุณหภูมิเครื่องยนต์ไม่สูงเกินไป และการเปลี่ยนบ่าวาล์วไอเสียโดยใช้วัสดุที่ทนอุณหภูมิและการสึกหรอสูงขึ้น ก็จะทำให้อายุการใช้งานของเครื่องยนต์ยาวนานเทียบเท่ากับเครื่องยนต์ดีเซลเดิม เป็นต้น รายการดังกล่าวเหล่านี้จะต้องทำการปรับเปลี่ยนหรือไม่ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์การใช้งานเครื่องยนต์

ก๊าซธรรมชาติจะลุกไหม้เองโดยไม่มีประกายไฟได้เมื่อ

1. มีความเข้มข้นในอากาศร้อยละ 5 ถึง 15
2. อุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 650 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นจึงต้องมีประกายไฟ หรือเปลวไฟ มาเป็นตัวจุดนำการเผาไหม้ ซึ่งทำได้ 2 วิธีคือ

1. ใช้หัวเทียนจุดประกาย

2. ฉีดน้ำมันดีเซลเพื่อจุดนำการเผาไหม้

วิธีหลังเป็นวิธีที่เราเรียกเป็นระบบ DDF หรือระบบ เชื้อเพลิงร่วม เพราะเป็นระบบที่ใช้ทั้งก๊าซธรรมชาติและน้ำมันดีเซลเผาไหม้ร่วมกัน เครื่องยนต์เชื้อเพลิงร่วมก็คือเครื่องยนต์ดีเซลที่เรารู้จักกันดีแล้วนั่นเอง เพียงแต่เพิ่มเติมระบบจ่ายก๊าซเชื้อเพลิง (ก๊าซธรรมชาติหรือแอลพีจีก็ได้) เข้ากับเครื่องยนต์ดีเซลที่ว่านี้ ก็จะเป็นเครื่องยนต์ DDFตามต้องการ

เนื่องจากมีเชื้อเพลิงสองชนิดเข้าไปเผาไหม้ร่วมกัน จึงใช้น้ำมันดีเซลลดลง และส่วนที่ลดลงก็คือส่วนที่ทดแทนด้วยก๊าซธรรมชาตินั่นเอง

ในหลักการเราต้องการจะทดแทนน้ำมันดีเซลด้วยก๊าซธรรมชาติมากที่สุดเท่าที่จะมากได้ แต่ถูกจำกัดด้วยการที่ก๊าซธรรมชาติจะลุกไหม้เองก่อนที่เราต้องการ (ชิงจุดระเบิด) จึงต้องจำกัดสัดส่วนของก๊าซธรรมชาติเท่าที่เครื่องยนต์จะไม่ชิงจุดระเบิดเท่านั้น ซึ่งจะมากหรือน้อยเท่าใดนั้นขึ้นอยู่กับความเร็วรอบและภาระงานของเครื่องยนต์

ที่ความเร็วต่ำ และภาระงานไม่มี ก๊าซที่ป้อนมีปริมาณต่ำเมื่อเทียบกับปริมาณอากาศทำให้ก๊าซเชื้อเพลิงไม่ถูกเผาไหม้ เนื่องจากเจือจางมากเกินไป ดังนั้นในสภาวะเดินเบาต้องไม่ป้อนก๊าซเพราะจะเป็นการสิ้นเปลืองและเกิดมลพิษในอากาศ

ที่สภาวะภาระงานสูง เช่นขับขึ้นสะพานพระราม 9 หรือบรรทุกของหนัก อุณหภูมิในห้องเผาไหม้สูง ทำให้เกิดการชิงจุดระเบิดได้ง่าย จึงต้องจำกัดการป้อนก๊าซเพื่อไม่ให้เกิดการชิงจุดระเบิดซึ่งทำให้เครื่องยนต์เสียหายจากลูกสูบติด หรือลูกสูบละลาย โดยทั่วไปสัดส่วนก๊าซต่อน้ำมันดีเซลอาจจะต้องจำกัดอยู่ไม่เกินร้อยละ 30 ทั้งนี้ขึ้นกับแบบของเครื่องยนต์ และสภาวะสิ่งแวดล้อม เช่น อุณหภูมิอากาศ เป็นต้น

ที่สภาวะภาระงานปานกลาง เช่นขับเส้นทางต่างจังหวัดช้าๆ อุณหภูมิห้องเผาไหม้ไม่สูงมาก สามารถป้อนก๊าซเป็นสัดส่วนที่สูงได้โดยเครื่องยนต์ไม่ชิงจุดระเบิด โดยอัตราส่วนก๊าซต่อน้ำมันดีเซลอาจจะสูงถึงร้อยละ 90 ก็ได้

ดังนั้น อัตราการทดแทนน้ำมันดีเซลด้วยก๊าซขึ้นอยู่กับ

1. สภาพการจราจรซึ่งหมายถึงภาระงาน และความเร็วรอบการหมุนของเครื่องยนต์

2. อุณหภูมิของอากาศภายนอก ซึ่งมีผลโดยตรงต่ออุณหภูมิห้องเผาไหม้

3. คุณสมบัติความต้านทานการชิงจุดระเบิดของก๊าซเชื้อเพลิงที่ใช้

4. แบบของเครื่องยนต์ เช่นอัตราส่วนอัด จังหวะการฉีดน้ำมันดีเซลและใช้เทอร์โบชาร์ทเจอร์หรือไม่

สิ่งหนึ่งที่สำคัญต่อคุณภาพการขับขี่เมื่อใช้ระบบเชื้อเพลิงร่วม คือแบบของการควบคุมการฉีดน้ำมันดีเซล เพื่อควบคุมความเร็ว ซึ่งมีอยู่ 4 แบบ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. แบบควบคุมความเร็วสุดท้าย ทำหน้าที่จำกัดความเร็วสุดท้ายเท่านั้น

2. แบบควบคุมความเร็วเดินเบาสุดท้าย นอกจากจะจำกัดความเร็วสุดท้ายแล้ว ยังควบคุมความเร็วเดินเบาด้วย

3. แบบควบคุมความเร็วทุกระดับความเร็ว ทำหน้าที่ควบคุมความเร็วเดินเบา ความเร็วสุดท้ายและควบคุมความเร็วในระหว่างขอบเขตนั้นด้วย

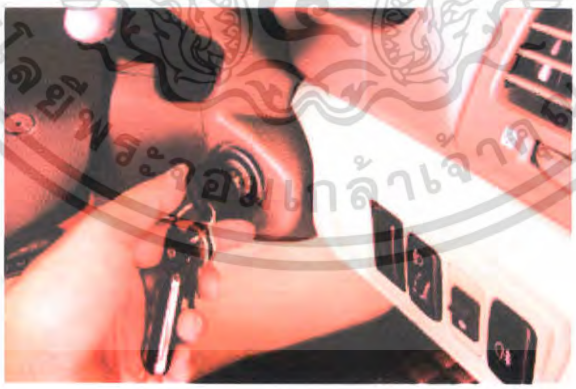
4. แบบควบคุมความเร็วเป็นขั้นความเร็ว เป็นแบบผสมของเครื่องควบคุมความเร็วแบบเดินเบา แบบควบคุมความเร็วสุดท้ายและแบบทุกระดับความเร็ว

ระบบควบคุมความเร็วจะทำการจำกัดการฉีดน้ำมันดีเซลเพื่อรักษาระดับความเร็ว เช่น แบบควบคุมความเร็วสุดท้าย ก็จะมีผลในการควบคุมเฉพาะในช่วงความเร็วสูงสุดเท่านั้น โดยไม่ตอบสนองที่ความเร็วอื่น ดังนั้น ที่ความเร็วเดินเบาปั๊มหัวฉีดก็จะฉีดน้ำมันปริมาณเดิม ถึงแม้ว่าจะมีก๊าซป้อนเข้ามาช่วยแล้วก็ตาม การป้อนก๊าซจึงจะทำให้ความเร็วรอบเดินเบาสูงขึ้น แต่ถ้าแบบการควบคุมเป็นแบบควบคุมความเร็วเดินเบาด้วย ความเร็วเดินเบาก็จะคงที่แม้ว่าจะมีการป้อนก๊าซเข้าไปเท่าไหร่ก็ตาม เพราะอุปกรณ์ชุดควบคุมความเร็ว (กัฟเวอร์เนอร์) จะลดปริมาณการฉีดน้ำมันโดยอัตโนมัติเมื่อมีการป้อนก๊าซเข้าไปช่วยการเผาไหม้

2.7 การปฏิบัติเมื่อรถใช้ก๊าซเกิดอุบัติเหตุ

1. อุบัติเหตุจากการชน

- จอดรถ ดึงเบรคมือ เปิดกระจกรถ



รูปที่ 2.1 การดับเครื่องยนต์

- ลงจากรถนำของมีค่า และถังดับเพลิง (ถ้ามี) ออกมาด้วย

- เปิดฝากระโปรงหน้า และหลัง เพื่อสังเกตดูอาการผิดปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- (กรณีเป็นถังรุ่นวาล์วเขียว แดง ธรรมดา แบบใช้มือหมุน) ให้ปิดวาล์วมือหมุนที่ถังก๊าซ แล้วเปิดฝากระโปรงท้าย (ถ้าปิดวาล์วไม่ได้ให้ปฏิบัติหัวข้อต่อไป)

รูปที่ 2.2 การตรวจสอบถังก๊าซ

*ในกรณีที่เป็นถังก๊าซที่ใช้มัลติวาล์วโทมาเซทโต้ อิตาลี (TOMASETTO, ITALY) ไม่จำเป็นต้องปิด วาล์วด้วยตนเองเพราะมัลติวาล์วจะปิดวาล์วเอง โดยอัตโนมัติทันทีที่ปิดสวิทช์กุญแจเครื่องยนต์ (หากเป็นกรณีต่อวงจรของสวิทช์แก๊สผ่านวงจรสวิทช์กุญแจรถยนต์ – IGN)

- ดึงฟิวส์ของระบบก๊าซ ข้างแบตเตอรี่ออก เพื่อตัดการทำงานของระบบก๊าซ

รูปที่ 2.3 การดึงฟิวส์

- หากมีกลิ่นก๊าซหรือน้ำมันเชื้อเพลิง ให้รีบออกห่างพอสังเกตเห็นได้
- หากมีเพลิงไหม้ให้รีบดับเพลิงที่ต้นเพลิงทันที หรือแจ้งเหตุฉุกเฉิน
- หลังเกิดอุบัติเหตุ ก่อนจะใช้รถยนต์ ด้วยระบบก๊าซอีก ควรนำรถของท่านเข้ารับการตรวจเช็คจากช่างผู้มีความ ชำนาญในระบบก๊าซก่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. อุบัติเหตุจากการกระแทกช่วงล่างหรือใต้ท้องรถยนต์

- จอดรถ ดึงเบรคมือ ดับเครื่องยนต์ แล้วดึงกุญแจออออก
- ลงจากรถพร้อมสังเกตกลิ่นรั่วของเชื้อเพลิงทั้งสองชนิด (ทั้งก๊าซ และ น้ำมัน) แล้วรีบปิดวาล์วมือหมุนถังก๊าซ (กรณีใช้ถังวาล์วมือ หมุนแบบธรรมดา)
- ถ้าเชื้อเพลิงรั่วให้แจ้งเหตุฉุกเฉิน และไม่ควรสตาร์ทเครื่องยนต์อีก เพราะอาจเกิดเพลิงลุกไหม้ได้
- ให้สังเกตกลิ่นเชื้อเพลิงรั่วประมาณ 5 นาที
- ถ้าไม่มีกลิ่นเชื้อเพลิงรั่วให้ทดลองสตาร์ทเครื่องยนต์ (ปกติระบบจะสตาร์ทเครื่องยนต์ด้วยน้ำมัน ด้วยตัวระบบ อยู่แล้วทุกครั้ง) สังเกตกลิ่นอีกครั้ง ประมาณ 3 นาที
- ทดลองเปิดวาล์วที่ถังก๊าซ แล้วสวิทช์เข้าระบบก๊าซ สังเกตกลิ่นก๊าซอีกครั้ง ถ้าไม่มีกลิ่นผิดปกติก็ขับต่อไปได้ แต่ถ้ายังมีกลิ่นแก๊สอยู่ ให้ยกเลิกระบบก๊าซ แล้วขับด้วยระบบน้ำมันแทน (ควรนำรถของท่านเข้า ศูนย์บริการรถยนต์และศูนย์บริการก๊าซรถยนต์โดยเร็ว)

2.8 การดูแลรักษารถยนต์ใช้ก๊าซ

1. ตรวจเช็ครถตามระยะกำหนดของรถรุ่นนั้นๆ
   - น้ำหล่อเย็น
   - ควรใช้น้ำยาหล่อเย็นตามคู่มือกำหนด
2. น้ำมันเครื่อง
   - อาจเลือกใช้น้ำมันเครื่องสำหรับรถยนต์ที่ใช้ระบบก๊าซ (LPG หรือ NGV) เป็นเชื้อเพลิง เช่น PTT PERFORMA สำหรับรถ Hybrid NGV/LPG

รูปที่ 2.4 น้ำมันเครื่องของรถใช้ก๊าซ

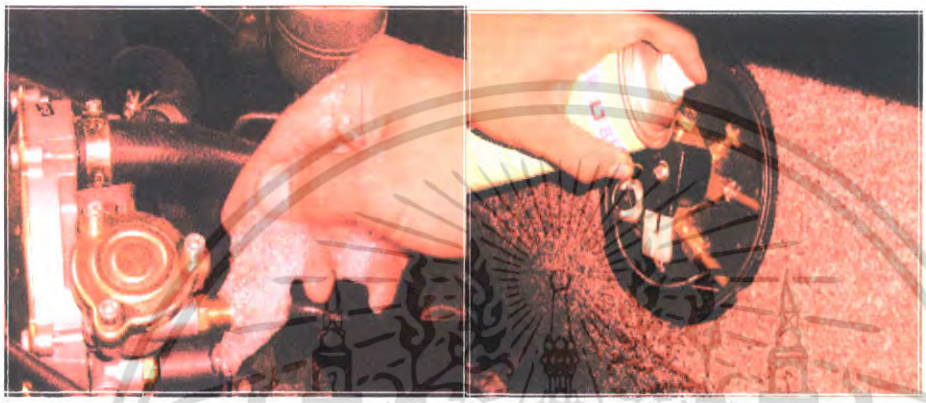
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. กรองอากาศ

- ความสะอาดไส้กรองอากาศตามคู่มือกำหนด

4. ข้อต่อก๊าซทุกจุด

- ตรวจการรั่วโดยใช้น้ำสบู่ หยอดที่ข้อต่อก๊าซ ทุกจุดที่สามารถทำได้เอง (ตรวจขณะเปิดใช้ระบบก๊าซ)



รูปที่ 2.5 การตรวจสอบรอยรั่ว

5. ระดับน้ำมันเชื้อเพลิงควรมีอยู่ในถังอย่างน้อย 1/4 ถัง เพื่อ

5.1. มีน้ำมันสำรองกรณีก๊าซหมด หรือระบบจ่ายก๊าซขัดข้อง

5.2. ช่วยลดการเกิดสนิมในถังน้ำมัน

5.3. ป้องกันปั๊มจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงเสียหายในกรณีที่ระบบก๊าซนั้นไม่ได้ตัดการทำงานของปั๊มจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิง

6. เข้ารับบริการตรวจเช็คระบบก๊าซตามระยะเวลาที่อู่หรือศูนย์ติดตั้งก๊าซนั้นๆกำหนด

2.9 ราคาการติดตั้ง

การติดตั้งระบบ LPG เป็นการติดตั้งถังก๊าซและต่อทางเดินเชื้อเพลิงเข้าสู่เครื่องยนต์ได้โดยไม่ต้องมีการปรับแต่งเครื่องยนต์ใหม่ จึงมีราคาติดตั้งเริ่มต้นอยู่ที่ประมาณ 15,000-30,000 บาท ขึ้นอยู่กับขนาดของถังในด้านความสะดวกในการหาจุดเติมเชื้อเพลิงจัดว่า LPG จะมีความสะดวกมาก เนื่องจากปั๊มน้ำมันเกือบทุกแห่งมีจุดเติมเชื้อเพลิง LPG และด้านราคา LPG ในขณะนี้อยู่ที่ 10.83 บาท/กิโลกรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

2.10 ขนาดถังบรรจุก๊าซ

ถังบรรจุแก๊ส LPG จะเป็นถังมาตรฐาน มอก. ทุกใบมีขนาดตั้งแต่ 25-96 ลิตร โดยอุปกรณ์ต่างๆ และการติดตั้งเป็นไปตามมาตรฐานกรมการขนส่ง และมีใบรับรองออกให้เพื่อนำไปรับรองกับขนส่งได้

ถังขนาด 25 L วิ่งได้ 500 km

ถังขนาด 36 L วิ่งได้ 700 km

ถังขนาด 48 L วิ่งได้ 850 km

ถังขนาด 58 L วิ่งได้ 1000 km

ถังขนาด 75 L วิ่งได้ 1500 km (รถหกล้อวิ่งได้ประมาณ 700 – 900 km)

ถังขนาด 96 L วิ่งได้ 2000 km (รถสิบล้อวิ่งได้ประมาณ 800 – 900 km)

อัตราการประหยัดขึ้นอยู่กับสภาพเครื่องยนต์ และน้ำหนักบรรทุก และวิธีการขับ โดยเฉลี่ยในรถปิ๊กอัพและรถบรรทุกทั่วๆไปน้ำมันดีเซลจะประหยัด 25 – 30 % จะมีการใช้แก๊สร่วมอีก 10 – 20 %

2.11 ความเป็นอันตราย

เนื่องจาก LPG มีความดันสูงจึงรั่วง่าย ในกรณีที่เกิดการรั่วไหลในสภาพที่เป็นของเหลว ก็จะกลายเป็นก๊าซที่มีปริมาตรมากกว่าเดิมประมาณ 250 เท่า และหนักกว่าอากาศประมาณ 2 เท่า จึงมีอันตราย เนื่องจากการสะสมอยู่ที่ต่ำได้ง่าย จึงต้องระมัดระวังให้มาก ในระหว่างการทำงานต้องคอยดูแลให้อากาศหมุนเวียนถ่ายเทอย่างเพียงพอ

ในกรณีที่มีการตรวจสอบในห้องเครื่องยนต์ หรือห้องเก็บของท้ายรถ ในตอนกลางคืนจะต้องใช้ไฟฉายเสมอ ห้ามใช้ไม้ขีดไฟหรือไฟแช็คอย่างเด็ดขาด นอกจากนี้การที่ LPG มีความดันสูงขึ้นตามอุณหภูมิที่สูงขึ้น ฉะนั้นจำเป็นต้องป้องกันภาชนะบรรจุมิให้สัมผัสแสงอาทิตย์โดยตรงหรือทำให้ร้อนเกินไป

82197

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
เครื่องยนต์ดีเซล

เครื่องยนต์ดีเซลเป็นเครื่องยนต์สันดาปภายในประเภทหนึ่ง มีหลักการทำงานโดยการอัดอากาศเข้าไปในกระบอกสูบเพื่อให้เกิดการสันดาปภายของเชื้อเพลิง ซึ่งเป็นคุณลักษณะของเครื่องยนต์ดีเซล อากาศที่ถูกอัดเข้าไปในกระบอกสูบด้วยกำลังอัดที่สูงขึ้น จะทำให้เกิดอุณหภูมิของอากาศในกระบอกสูบสูงขึ้น ดังนั้นเมื่อหัวฉีดฉีดเชื้อเพลิงเป็นละอองฝอยเข้าไปกระทบกับอากาศร้อนที่ถูกอัดอยู่ในกระบอกสูบจะเกิดการเผาไหม้ขึ้น แรงดันจากการขยายตัวของก๊าซที่เกดจากการเผาไหม้จะผลักหัวลูกสูบให้เลื่อนลงเป็นกำลังถ่ายทอดออกมา ปัจจุบันเครื่องยนต์ดีเซลได้นำไปใช้อย่างแพร่หลายในงานประเภทที่ต้องกำลังงานมาก ๆ

ข้อดีของเครื่องยนต์ดีเซล

1.ราคาของน้ำมันดีเซลถูกกว่าน้ำมันเบนซิน

2.เครื่องยนต์ดีเซลไม่ต้องใช้อุปกรณ์ไฟจุดระเบิดซึ่งยุ่งยาก

3.ชิ้นส่วนของเครื่องยนต์มีความแข็งแรง มีอายุการใช้งานที่ยาวนาน

4.สามารถรับ (load) ได้ดี

5. น้ำมันดีเซลไม่ไวไฟเหมือนน้ำมันเบนซินทำให้มีความปลอดภัยมากกว่าในเรื่องการจุติด

ปัจจัยสำคัญที่ทำให้เครื่องยนต์ดีเซลทำงานได้

1.อากาศ เชื้อเพลิง การเผาไหม้ คือจะต้องมีการผสมกันระหว่างเชื้อเพลิงกับอากาศในอัตราส่วนที่พอเหมาะ เพื่อให้เกิดการจุดระเบิดทำให้เกิดการเผาไหม้ระหว่างเชื้อเพลิงกับอากาศ

2. การอัดอากาศเพื่อเพิ่มอุณภูมิของอากาศในกระบอกสูบให้สูงขึ้นจนทำให้มีการจุดระเบิดและเผาไหม้ขึ้นอย่างรวดเร็ว

3.การเคลื่อนที่ขึ้น-ลงของลูกสูบเป็นการถ่ายทอดพลังงานที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้เป็นพลังงานกลที่นำไปใช้งาน ผลจาการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงและอากาศจะดันส่วนบนของลูกสูบทำให้ลูกสูบเคลื่อนทีถ่ายทอดเป็นกำลังเพลาข้อเหวี่ยง

4.การทำงานเป็นวงจรเพื่อให้เกิดเป็นพลังงานและเป็นกำลังอย่างต่อเนื่องซึ่งในที่นี้จะขอกล่าวเฉพาะการทำงาของเครื่องยนต์ 4 จังหวะคือ การเคลื่อนที่ของลูกสูบ 2 ครั้ง และการเคลื่อนที่ลง 2 ครั้ง เ ท่ากับ 2 รอบหมุนของเครื่องยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

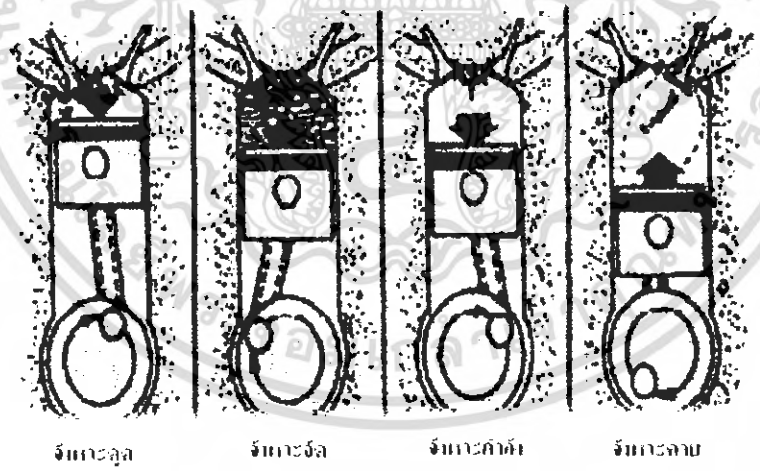
3.1 หลักการทำงานของเครื่องยนต์ดีเซล 4 จังหวะ

1. จังหวะดูด (Sustion Stroke) ลิ้นไอดีจะเปิดตั้งแต่ลูกสูบศูนย์ตายบน เพลาข้อเหวี่ยงหมุนพาลูกสูบลงสู่ศูนย์ตายล่าง เพื่อให้อากาศถูกดูดเข้ากระบอกสูบซึ่งเรียกว่า ไอดี

2. จังหวะอัด (Compression Stroke) ลิ้นไอดีจะปิดและลิ้นไอเสียปิดสนิท เพื่อไม่ให้อากาศที่ถูกดูดเข้ากระบอกสูบรั่วออกไปในขณะที่ลูกสูบเคลื่อนที่ขึ้นเพื่ออัดอากาศในกระบอกสูบ ทำให้ความดันและอุณหภูมิในกระบอกสูบเพิ่มสูงขึ้น

3. จังหวะระเบิด (Power Stroke) ในจังหวะนี้ลิ้นไอดีและลิ้นเสียยังคงปิดสนิท เมื่อลูกสูบเคลื่อนที่ในจังหวะอัดเกือบถึงจุดสูงสุด หัวฉีดจะเริ่มฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าไปปะทะกับอากาศที่ถูกอัดจนเกิดอุณหภูมิสูง ทำให้เกิดการเผาไหม้ขึ้นอย่างรวดเร็ว อากาศที่ขยายตัวจากการเผาไหม้จะผลักดันให้ลูกสูบเคลื่อนที่ลง ส่งกำลังต่อไปยังเพลาข้อเหวี่ยง

4. จังหวะคาย (Exhaust Stroke) เมื่อลูกสูบเคลื่อนที่ลงเกือบถึงตำแหน่งต่ำสุด ลิ้นไอเสียจะเริ่มเปิดลูกสูบจะเคลื่อนที่ขึ้นเพื่อไล่อากาศเสียออกจากกระบอกสูบทางลิ้นไอเสีย จนถึงตำแหน่งสูงสุด และเมื่อลูกสูบเริ่มเคลื่อนที่ลงอีกครั้ง ลิ้นไอเสียจะปิด ลิ้นไอดีจะเปิด เพื่อดูดอากาศเข้า ซึ่งจะเป็นการเริ่ม จังหวะดูดใหม่ ลูกสูบจะทำงานหมุนเวียนครบ 4 จังหวะ เช่นนี้ตลอดไปทำให้เกิดพลังงานที่ขับเคลื่อนการทำงานของเครื่องจักรที่ต่อกับเครื่องยนต์ดีเซลนั้น ๆ



รูปที่ 3.1 แสดงการทำงานของเครื่องยนต์ดีเซล 4 จังหวะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การทำงานของปั้มดีเซลเครื่องยนต์ดีเซล

3.2.1ปั้มแรงดันสูง

ปั้มแรงดันสูงทำหน้าที่สร้างแรงดันสูง และแบ่งปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงให้มากน้อยตามสภาวะเครื่องยนต์ไปยังหัวฉีด ซึ่งแรงดันที่สูงมากนี้สามารถทำให้เข็มหัวฉีดยกขึ้นเปิด เกิดน้ำมันเป็นฝอยละอองละเอียดที่ปลายหัวฉีด แรงดันน้ำมันเชื้อเพลิงจากปั้มแรงดันสูงที่จะไปยกเข็มหัวฉีดจะมีแรงดันประมาณ120 ถึง 125 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตรแล้วน้ำมันบางส่วนที่เหลือจาการฉีดก็จะไหลกลับถังผ่านทางท่อน้ำมันไหลกลับ

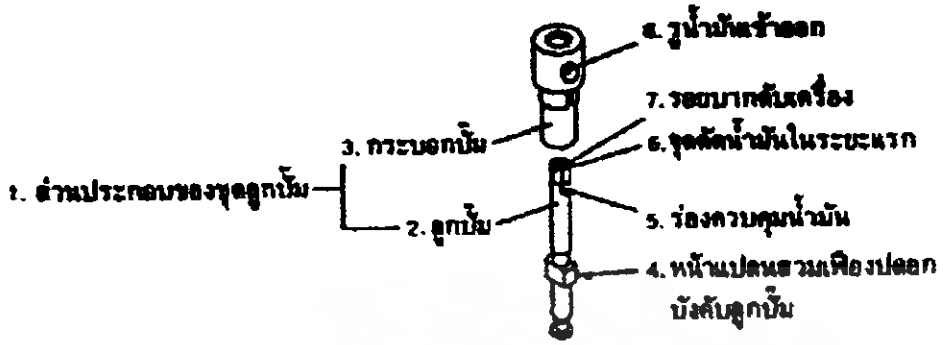
รูปที่ 3.2 แสดงส่วนประกอบต่างๆ ของลูกปั้ม

การควบคุมปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ฉีดเข้าไปในห้องเผาไหม้ของเครื่องยนต์ ในปัจจุบันนิยมใช้แบบระยะชักของปั้มคงที่ โดยปั้มแบบนี้จะใช้ควบคุมปริมาณของน้ำมันเชื้อเพลิงที่เข้าไปในปั้ม แล้วส่งไปยังหัวฉีดมากหรือน้อยก็ด้วยการให้ร่องน้ำมันหมุนเปิด-ปิดช่องทางของน้ำมันเชื้อเพลิงที่เข้าไปในปั้ม และลูกปั้มจะมีระยะชักคงที่ตลอดการทำงาน

3.2.2 ส่วนประกอบของชุดลูกปั้ม

ชุดลูกปั้มจะประกอบด้วยกระบอกปั้มและลูกปั้ม ลูกปั้มขณะเคลื่อนที่ขึ้นลงและหมุนอยู่ภายในกระบอกปั้ม ลูกปั้มและกระบอกปั้มจะสวมกันพอดี ซึ่งเมื่อลูกปั้มเคลื่อนที่ขึ้นอัดน้ำมันเชื้อเพลิงในกระบอกปั้มก็จะมีแรงดันสูงไม่ต่ำกว่า 140 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร ตัวลูกปั้มจะมีร่องควบคุมน้ำมันเชื้อเพลิงหมายเลข 5 ซึ่งเป็นร่องเวียนทางซ้ายมือ จุดตัดน้ำมันในระยะแรกหมายเลขที่ 6 ร่องบากดับเครื่อง หมายเลข 7 และทางด้านล่างของลูกปั้มจะเป็นแกนสวมเฟืองปลอกบังคับลูกปั้ม หมายเลข 4 ซึ่งจะสวมพอดีกับปลอกบังคับลูกปั้ม เมื่อเลื่อนเฟืองฟันหวีลูกปั้มก็จะหมุนไปในตำแหน่งจ่ายน้ำมันมากหรือน้อยก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 แสดงชุดลูกปั๊มและส่วนประกอบ

3.2.3 การทำงานของปั๊มแรงดันสูง

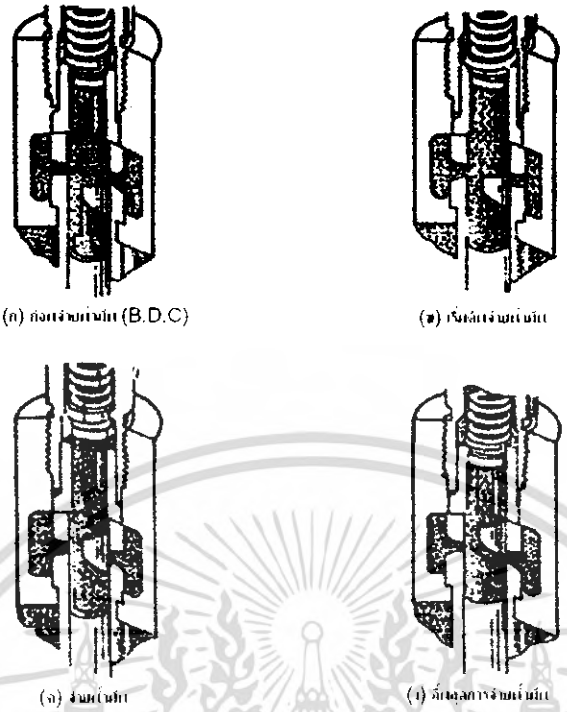
1. เมื่อเพลาลูกเบี้ยวหมุนลูกเบี้ยวจะไปเตะชุดลูกถ้วยดันลูกปั๊มเลื่อนขึ้นอัดน้ำมันเชื้อเพลิงแรงดันสูงของน้ำมันเชื้อเพลิงก็จะไปดันลิ้นส่งน้ำมันเชื้อเพลิงเปิด น้ำมันจะไหลไปยังหัวฉีด

2. เมื่อลูกปั๊มอยู่ในจุดล่างสุดของช่วงชัก น้ำมันเชื้อเพลิงจะไหลเข้าไปในช่องว่างเหนือหัวลูกปั๊มและร่องควบคุมน้ำมันเชื้อเพลิง แสดงในรูปที่ 3.4 (ก)

3. เมื่อเพลาลูกเบี้ยวหมุน ลูกเบี้ยวจะไปดันทำให้ลูกปั๊มเลื่อนขึ้น ลูกปั๊มจะเปิดช่องทางน้ำมันเข้า และภายในห้องปั๊มก็จะมีแรงดันสูงเกิดขึ้น น้ำมันเชื้อเพลิงที่มีแรงดันสูงนี้จะไปดันลิ้นส่งน้ำมันเชื้อเพลิงให้เปิดและไหลเข้าไปหัวฉีด รูปที่ 3.4 (ข) (ค)

4. เมื่อลูกปั๊มเลื่อนขึ้นจนร่องบากของลูกปั๊มไปตรงกับรูน้ำมันเข้า น้ำมันเชื้อเพลิงจากห้องปั๊มจะไหลผ่านร่องบากของลูกปั๊มกลับไปยังช่องทางน้ำมันเข้า ทำให้แรงดันที่ห้องปั๊มลดลง เป็นการสิ้นสุดการจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงแรงดันสูงไปยังหัวฉีด แสดงในรูปที่ 3.4 (ง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 แสดงการทำงานของชุดลูกปั้มของปั้มแรงดันสูง

3.2.4 การเพิ่มและลดปริมาณการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง

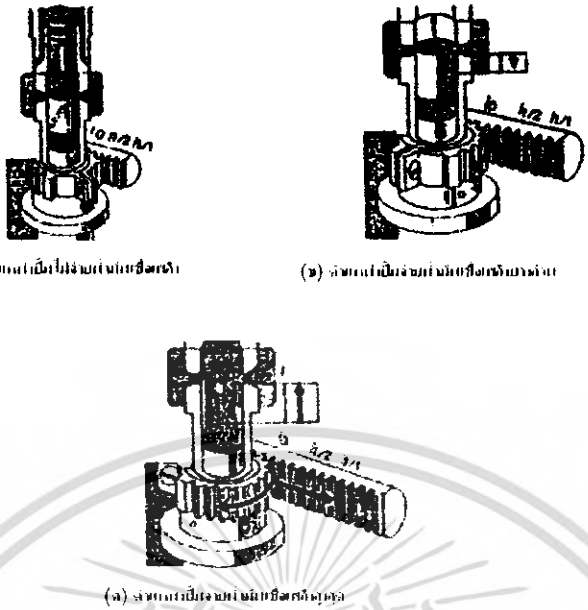
ตำแหน่งของลูกปั้มจะแบ่งการทำงานออกเป็น 3 ตำแหน่ง คือ ตำแหน่งไม่จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิง ตำแหน่งจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงบางแห่ง และตำแหน่งจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงสูงสุด

1. ตำแหน่งไม่จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิง ตำแหน่งนี้จะเกิดขึ้นเมื่อลูกปั้มถูกเฟืองฟันหวีหมุนให้ร่องเพลิงของลูกปั้มมาตรงกับช่องทางน้ำมันเข้า ลูกปั้มไม่สามารถสร้างแรงดันสูงได้ น้ำมันเชื้อเพลิงก็ไม่มีแรงดันที่จะเข้าไปยกเข็มหัวฉีดได้ แสดงในรูปที่ 3.5 (ก)

2. ตำแหน่งจ่ายน้ำมันบางส่วน ตำแหน่งนี้จะเกิดขึ้นเมื่อลูกปั้มถูกเฟืองฟันหวีหมุนร่องบากของลูกปั้มออกไปจากช่องทางน้ำมันเข้า โดยหมุนไปประมาณ 1/4 รอบ เมื่อลูกปั้มเลื่อนขึ้นการจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงก็จะเริ่มขึ้น จนกระทั่งร่องบากตรงกับช่องน้ำมันเข้า ก็จะเป็นการสิ้นสุดการจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิง แสดงในรูปที่ 3.5. (ข)

3. ตำแหน่งจ่ายน้ำมันสูงสุด ตำแหน่งนี้จะเกิดขึ้นเมื่อลูกปั้มถูกเฟืองฟันหวีหมุนร่องบากของลูกปั้มออกไปจากช่องทางน้ำมันเข้ามากขึ้น เมื่อลูกปั้มเลื่อนขึ้นการจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงจะจ่ายได้มากขึ้น เนื่องจากระยะที่ร่องบากจะมาตรงกับช่องทางน้ำมันเข้ามีระยะชักยาวขึ้น รูปที่ 3.5 (ค)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



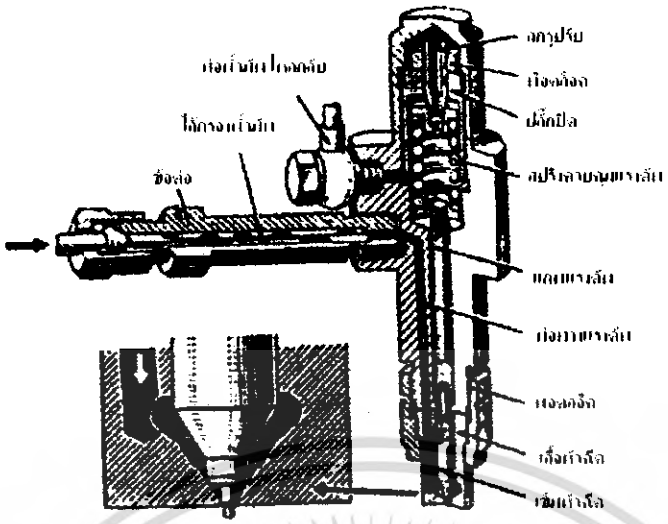
รูปที่ 3.5 แสดงตำแหน่งต่างๆ ของการจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิง

3.2.5 ลิ้นส่งน้ำมันเชื้อเพลิง

ลิ้นส่งน้ำมันเชื้อเพลิง (delivery valve) ทำหน้าที่ป้องกันไม่ให้น้ำมันเชื้อเพลิงไหลกลับเข้าไปในห้องปั๊ม ซึ่งจะทำให้ในท่อจากปั๊มแรงดันสูงไปยังหัวฉีดมีแรงดันอยู่ตลอดเวลา ลิ้นส่งน้ำมันเชื้อเพลิงจะประกอบด้วย ตัวลิ้นส่งน้ำมันเชื้อเพลิง เรือนลิ้นส่งน้ำมันเชื้อเพลิง และสปริงกดลิ้นส่ง โดยสปริงจะเป็นตัวกดให้ลิ้นส่งสนิทกับบ่าของเรือนลิ้นส่ง เมื่อเกิดแรงดันสูงภายในห้องปั๊ม แรงดันน้ำมันนี้จะไปดันให้ลิ้นส่งยกขึ้นจากบ่าเรือนลิ้นส่ง ทำให้น้ำมันเชื้อเพลิงสามารถไหลออกจากห้องปั๊มไปยังหัวฉีดได้

และเมื่อสิ้นสุดการจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิง แรงดันในห้องปั๊มจะตกลงอย่างทันทีทันใด แรงดันของน้ำมันเชื้อเพลิงในท่อทางเดินน้ำมัน และแรงดันของสปริงจะกดลิ้นส่งน้ำมันเชื้อเพลิงให้นิ่งสนิทกับบ่าเรือนลิ้นส่ง เป็นการรักษาแรงดันในท่อทางให้อยู่ตลอดเวลา แต่แรงดันไม่สูงพอที่จะยกเข็มหัวฉีดให้ฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงได้

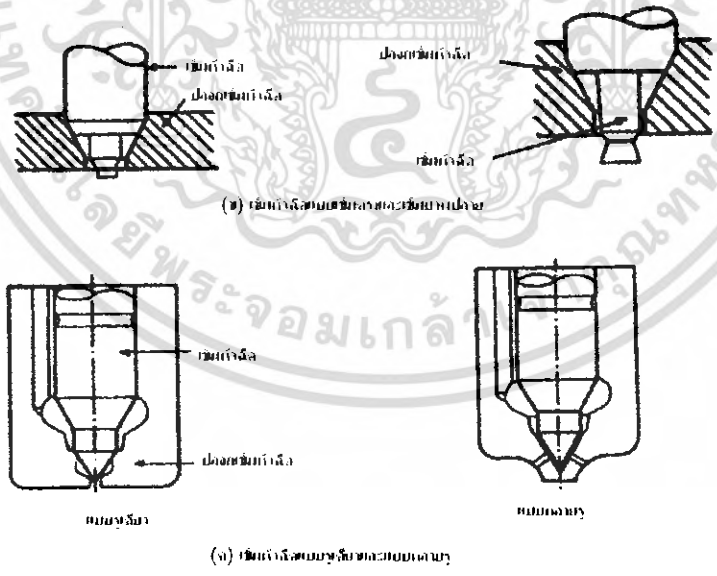
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 แสดงการทำงานของลิ้นส่งน้ำมันเชื้อเพลิง

3.2.6 หัวฉีด

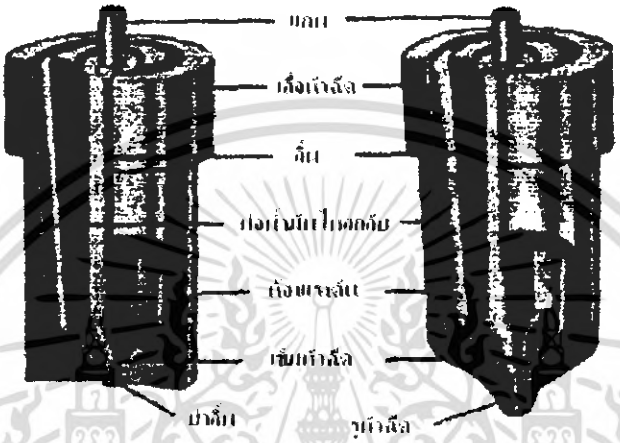
หัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงให้แตกกระจายออกเป็นฝอยละออง ทำให้เกิดการเผาไหม้ในห้องเผาไหม้ ภายในระยะเวลาและปริมาณที่ถูกต้องกับความต้องการของเครื่องยนต์และที่จะขาดไม่ได้คือ หัวฉีด



รูปที่ 3.7 แสดงภาพตัดโครงสร้างของหัวฉีด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวฉีดที่ดีจะต้องฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเป็นฝอยละอองละเอียด ทำงานภายใต้กำลังแรงดันสูงมากๆ ได้ดี ทนต่ออุณหภูมิสูงๆ ได้ดี ทำงานได้รวดเร็วและมีความทนทานแข็งแรง การทำงานของหัวฉีดจะใช้ระบบไฮดรอลิก คือหัวฉีดจะยกเข็มเปิดด้วยแรงดันของเชื้อเพลิง เมื่อน้ำมันเชื้อเพลิงจากปั๊มแรงดันสูง ผ่านท่อทางและกรองเชื้อเพลิงเข้ามายังกระบอกหัวฉีด น้ำมันเชื้อเพลิงที่อยู่ในกระบอกฉีดจะมีแรงงดันสูง



(ก) เข็มหัวฉีดแบบหลายรู

รูปที่ 3.8 แสดงชนิดของหัวฉีด

3.3 การตรวจสอบเครื่องยนต์ก่อนการใช้งาน

ก่อนใช้งานควรตรวจสอบเครื่องยนต์เพื่อให้เครื่องยนต์อยู่ในสภาพที่พร้อมใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีข้อควรปฏิบัติดังต่อไปนี้

1. ตรวจเช็คน้ำมันเชื้อเพลิง น้ำมันเชื้อเพลิงควรจะเต็มถัง ถ้าพบว่ามีปริมาณเชื้อเพลิงในถังน้อยควรเติมให้เต็มถังเสียก่อน การเติมน้ำมันเชื้อเพลิงควรเติมอย่างระมัดระวังไม่ให้มากเกินจนล้นจากถัง โดยการใช้กรวยและผ้านกรองก่อนเพื่อกรองสิ่งสกปรกที่เจือปนมากับน้ำมันเชื้อเพลิง ซึ่งอาจจะทำให้เกิดการอุดตันในท่อทางเดินน้ำมันได้ และควรตั้งเครื่องยนต์ให้อยู่ในแนวราบในขณะเติมน้ำมันเชื้อเพลิง

2. ตรวจเช็คน้ำมันหล่อลื่น (น้ำมันเครื่อง) น้ำมันหล่อลื่นในอ่างน้ำมันหล่อลื่นควรอยู่ในระดับที่พอดีของก้านวัด เมื่อดึงก้านวัดน้ำมันขึ้นมา ถ้าปรากฏว่ามีน้ำมันหล่อลื่นต่ำกว่าระดับ ควรเติมน้ำมันให้ได้ระดับพอดีและควรระวังอย่าให้เกินขีดที่กำหนด เพราะถ้าปริมาณน้ำมันหล่อลื่นมีไม่พอหรือน้อยเกินไป ปั๊มน้ำมนหล่อลื่นก็ไม่สารถฉีดน้ำมันหล่อเลี้ยงชิ้นส่วนต่างๆ ภายในเครื่องยนต์ได้ เช่น แบริ่งเพลาข้อเหวี่ยง กระบอกสูบ ลูกเบี้ยว ราวลิ้น ฯลฯ ได้เต็มที่ ซึ่งมีผลเสียต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องยนต์อย่างมาก อาจทำให้ลูกสูบติดและแบริ่งละลายได้ ฉะนั้นน้ำมันหล่อลื่นจึงเป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นมากสำหรับเครื่องยนต์น้ำมันหล่อลื่นที่ใช้สำหรับเครื่องยนต์ น้ำมันหล่อลื่นเป็นส่วนที่ต้องทำงานหนัก เพื่อให้เครื่องยนต์เดินไปเป็นปกติ จึงจำเป็นต้องใช้น้ำมันหล่อลื่นที่มีคุณภาพ และถูกกับประเภทของเครื่องยนต์

สำหรับเครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็กทั่วไปมักใช้ CA, CB, CC, SAE 30

CA เหมาะสำหรับเครื่องยนต์ดีเซล ประเภทงานเบา

CB เหมาะสำหรับเครื่องยนต์ดีเซล ประเภทงานปานกลาง

CC เหมาะสำหรับเครื่องยนต์ดีเซล ประเภทงานหนัก

การเลือกซื้อน้ำมันหล่อลื่น ควรซื้อเป็นแกลลอน เลือกจากยี่ห้อที่มีชื่อเสียงและใช้กันทั่วไป และฝาปิดแกลลอนผนึกอย่างเรียบร้อย อย่าเห็นแก่ของถูกเพราะอาจได้น้ำมันหล่อลื่นปลอม ซึ่งเป็นอันตรายต่อเครื่องยนต์อย่างยิ่ง

3. ตรวจเช็คระบบหล่อลื่น เครื่องยนต์ประเภทที่ระบายความร้อนด้วยน้ำ ควรเปิดดูน้ำในหม้อน้ำให้เต็มอยู่เสมอ เพราะการหมุนเวียนของน้ำจะไปหล่อเลี้ยงตามผนังด้านนอกของกระบอกสูบเพื่อไม่ให้เครื่องร้อนจัด เนื่องจากเครื่องยนต์เมื่อใช้งานไปนานๆ ติดต่อกันหลายๆ ชั่วโมง ชิ้นส่วนของเครื่องยนต์ส่วนที่เคลื่อนไหวเสียดสีกัน เช่น การเคลื่อนที่ขึ้นลงของลูกสูบในกระบอกสูบจะเกิดความร้อนขึ้น ถ้าไม่มีน้ำช่วยระบายความร้อนจะทำให้เครื่องร้อนจัด ฝาสูบอาจแตกร้าวได้

4. ตรวจเช็คกรองอากาศ กรองอากาศมีหน้าที่ดักฝุ่นละอองที่มีอยู่ไปในอากาศที่จะผ่านเข้าไปในกระบอกสูบ ถ้าฝุ่นละอองสามารถเข้าไปในกระบอกสูบได้ เมื่อเครื่องยนต์ทำงานฝุ่นละอองเหล่านั้นจะขัดถูกระบอกสูบ ลูกสูบ และแหวนลูกสูบ ตลอดจนปลอกก้านลิ้นให้สึกหรอได้อย่างรวดเร็ว กรองอากาศแบบมีอ่างน้ำมันเครื่อง ควรตรวจดูระดับน้ำมันในหม้อกรองอากาศ และทำความสะอาด ถ้าพบว่าหม้อกรองอากาสกปรก

5. ตรวจตั้งความตึงของสายพาน ความตึงของสายพานสามารถตั้งได้ โดยเอามือกดตรงกึ่งกลางของสายพานระหว่างมูเล่ย์ของพัดลมกับมูเล่ย์ของเพลาข้อเหวี่ยง ให้สายพานยุบตัวได้ประมาณนิ้ว เมื่อเปลี่ยนสายพานใหม่ หลังจากใช้งานระยะหนึ่งแล้ว ควรตั้งสายพานใหม่ ความตึงของสายพานมีความสำคัญ เพราะถ้าสายพานตึงเกินไปจำทำให้ลูกปืนพัดลมหลวมได้ และทำให้สายพานเสียเร็ว แต่ถ้าหย่อนเกินไปจำทำให้เครื่องยนต์ร้อนได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 ความปลอดภัยในการใช้เครื่องยนต์ดีเซล

1. ไม่ควรเติมน้ำมันเชื้อเพลิงขณะเครื่องยนต์กำลังทำงานอยู่

2. ไม่ควรเปิดฝาหม้อน้ำระบายความร้อนขณะยังร้อนอยู่ หรือขณะเครื่องยนต์กำลังทำงาน เพราะน้ำร้อนอาจลวกทำให้ได้รับบาดเจ็บได้

3. ห้ามใช้เครื่องยนต์ทำงานหนักเกินไป

4. สังเกตเครื่องวัดแรงดันน้ำมันเครื่อง ในขณะที่เครื่องยนต์กำลังทำงาน ถ้าเครื่องวัดชี้ที่มีสีแดง แสดงว่าระดับน้ำมันเครื่องต่ำกว่ากำหนด แรงดันน้ำมันเครื่องจึงน้อย ควรดับเครื่องยนต์ทันที ห้ามติดเครื่องยนต์ต่อไปอย่างเด็ดขาด

3.5 การบำรุงรักษาและเหตุขัดข้อง

เครื่องยนต์สันดาปภายในมีชิ้นส่วนยุ่งยากซับซ้อน ฉะนั้นควรต้องระวังรักษาให้อยู่ในสภาพดี เพื่อให้สามารถใช้งานได้เป็นระยะเวลายาวนาน และคุ้มค่ากับราคาการบำรุงรักษาจะเป็นสิ่งจำเป็นและสำคัญ การตรวจสอบภายในเครื่องอาจกระทำเป็นบางชิ้นส่วน หรืออาจรื้อเครื่องออกทั้งหมด รวมถึงการทำความสะอาดเปลี่ยนช่วงระยะของการทำงาน

1. การตรวจสอบประจำวัน
    1. ตรวจระดับน้ำมันเครื่อง
    2. ตรวจระดับน้ำในหม้อน้ำ
    3. ตรวจหารอยรั่วของน้ำมันเชื้อเพลิง
    4. ตรวจระดับน้ำมันเชื้อเพลิง
2. การตรวจเป็นช่วงระยะของการทำงาน
    1. ข้อควรปฏิบัติทุก 50 ชั่วโมงของการทำงาน
        - ทำความสะอาดกรองอากาศ
        - ตรวจความตึงของสายพาน
        - ถ่ายถังน้ำมันเชื้อเพลิงเพื่อกำจัดขี้ตะกอนและน้ำออก
    2. ข้อควรปฏิบัติทุก 100 ชั่วโมงของการทำงาน
        - เปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่อง
        - ทำความสะอาดกรองน้ำมันเชื้อเพลิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ข้อควรปฏิบัติทุก 250-50 ชั่วโมงของการทำงาน

- ตรวจสอบระยะเบียดของลิ้นไอดี-ไอเสีย ปรับตั้งใหม่ถ้าจำเป็น
- ถอดทำความสะอาดกรองน้ำมันเครื่องหรือเปลี่ยนไส้กรอง
- ตรวจสอบหัวฉีด นอกจากจะทำการบำรุงรักษาเครื่องยนต์ตามกำหนดแล้วก็ตาม
- ชิ้นส่วนต่างๆ เมื่อใช้งานไปนานๆ ก็ต้องมีการสึกหรอตามอายุ จึงควรยกเครื่องใหม่ (Over houl) เพื่อให้เครื่องยนต์อยู่ในสภาพที่ดี

3.6 ขั้นตอนการบำรุงรักษาเครื่องยนต์

การตั้งลิ้นทำได้โดยการหมุนเครื่องยนต์ในจังหวะอัดสุด ในขณะที่ลิ้นทั้งคู่ปิดสนิทจะมีระยะห่างของกระเดื่องกดลิ้นกับตีนลิ้น จากนั้นใช้แผ่นฟิลเลอร์เกจสอดเข้าไปตรงระยะห่างนี้ ถ้าปรากฏว่าหลวมควรปรับตั้งให้พอดี

3.6.1 การตรวจสอบปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง

ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงจะต้องได้รับน้ำมันที่สะอาดเสมอ ไส้กรองต้องสะอาด ระบบปั๊มฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงจึงจะมีประสิทธิภาพที่ดี และจะช่วยให้ปั๊มมีอายุการใช้งานได้นาน ถ้าปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงเกิดขัดข้องหรือเสียหาย จะส่งผลกระทบถึงการทำงานของเครื่องยนต์ได้ทันที ข้อขัดข้องของปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงเกิดได้หลายกรณี

ตารางที่ 3.1 ข้อขัดข้องของปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง

ข้อบกพร่อง	สาเหตุที่อาจเป็นได้และวิธีแก้ไข
1. ปั๊มไม่ส่งน้ำมันเชื้อเพลิงเลย	1. ท่อทางน้ำมันตัน 2. มีอากาศในท่อทางน้ำมัน ควรไล่ลมเสียก่อน 3. ลูกสูบปั๊มหลวม ต้องเปลี่ยนใหม่ 4. ลูกกระทุ้งกับปลอกหลวม ต้องเปลี่ยนใหม่
2. ปั๊มส่งน้ำมันไม่ส่งน้ำมันตามจังหวะ	1. ตั้งจังหวะฉีดน้ำมันผิด ควรตั้งให้ถูกต้อง 2. สปริงลูกลูกปั๊มอ่อนหรือหัก ควรเปลี่ยนใหม่ 3. ลูกกลิ้งบกลูกกระทุ้งลึก ควรเปลี่ยนใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.2 การตรวจสอบหัวฉีด

หัวฉีดเป็นอุปกรณ์ที่ต้องเอาใจใส่เป็นพิเศษ ตามระยะเวลาที่กำหนดอยู่เสมอ เพื่อเป็นการรักษาให้มีอายุการใช้งานได้นาน นอกจากจะปรับแต่งและตั้งแรงดันให้ได้ตามที่กำหนดแล้วจะต้องดูลักษณะการฉีดน้ำมันให้เป็นละอองฝอยด้วย สิ่งสำคัญคือหัวฉีดเมื่อใช้ไปนานๆ เข็มอาจสึกหรอหรือหลวมกับตัวเรือนหัวฉีด หรือเกิดเขม่าอุดตัน ถ้าปรากฏว่าเกิดการรั่วที่ปลายหัวฉีด ควรจะต้องบดเข็มหัวฉีดให้นั่งบ่าได้แนบสนิท ถ้าทำการบดแล้วปรากฏว่ารั่วอีก ควรเปลี่ยนใหม่
ข้อขัดข้องของหัวฉีดอาจเกิดขึ้นได้หลายลักษณะดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 ข้อขัดข้องของหัวฉีด

ข้อบกพร่อง	สาเหตุ	วิธีแก้ไข
1. น้ำมันหยดที่ปลายหัวฉีด	1. เข็มหัวฉีดสึกหรอมีเขม่าอุดตัน	1. บดเข็มหัวฉีด
2. การฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงให้เป็นละอองฝอยไม่ถูกต้อง	2.หัวฉีดสกปรกเข็มหัวฉีดชำรุด	2.เปลี่ยนเข็มหัวฉีดใหม่
3.กำลังดันหัวฉีดต่ำจ่ายน้ำมันออกมาน้อย	3.สปริงหัวฉีดอ่อนหรือหัก	3. เปลี่ยนสปริงและปรับตั้งให้ถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ส่วนประกอบและหลักการทำงานของการนำก๊าซ LPG ร่วมกับน้ำมันดีเซล

4.1 ส่วนประกอบหลักของการทดลอง

4.1.1 เครื่องยนต์ประกอบกับแชสซิสไดนาโมมิเตอร์ (Chassisdynamometer)

รูปที่ 4.1.1.1 เครื่องยนต์ประกอบกับแชสซิสไดนาโมมิเตอร์ (Chassisdynamometer)

ข้อมูลเทคนิคดังนี้

เครื่องยนต์	2L-T 4 สูบ 8 วาล์ว
กระบอกสูบ	92 mm x 92 mm
ปริมาตรกระบอกสูบ	2446 CC
อัตราส่วนกำลังอัด	18.4 : 1
แรงม้าสูงสุด	89 PS/4200 rpm
แรงบิด	18 kg-m/2400 rpm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.1.1.2 ส่วนแสดงผลของเครื่องทดสอบแชสซิสไดนาโมมิเตอร์ (Chassisdynamometer)

4.1.2 หม้อต้ม

รูปที่ 4.1.2 หม้อต้ม

หม้อต้มเป็นองค์ประกอบที่ทำหน้าที่ที่สำคัญสำหรับ LPG และมีหน้าที่ลดความดันแล้วทำก๊าซที่เป็นของเหลวให้เป็นไอปรับความดัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงสร้างของหม้อต้มประกอบด้วยห้องลดความดันปฐมภูมิซึ่งระเหย LPG เหลวให้เป็นไอ พร้อมๆกับลดความดันทุติยภูมิที่ลดความดันอีกครั้งและควบคุมความดันให้ใกล้เคียงกับความดันบรรยากาศ และ หมุนเวียนน้ำระบายความร้อนจากเครื่องยนต์มาใช้เป็นแหล่งความร้อนสำหรับระเหย LPG

ก๊าซ LPG ซึ่งไหลเข้าไปในหม้อต้มจะดันวาล์วให้เปิดออกด้วยความดันไอของมันเองแล้วไหลเข้าไปในห้องลดความดันเพื่อลดความดันและกลายเป็นไอ โดยความร้อนที่ได้จากน้ำร้อนจากเครื่องยนต์

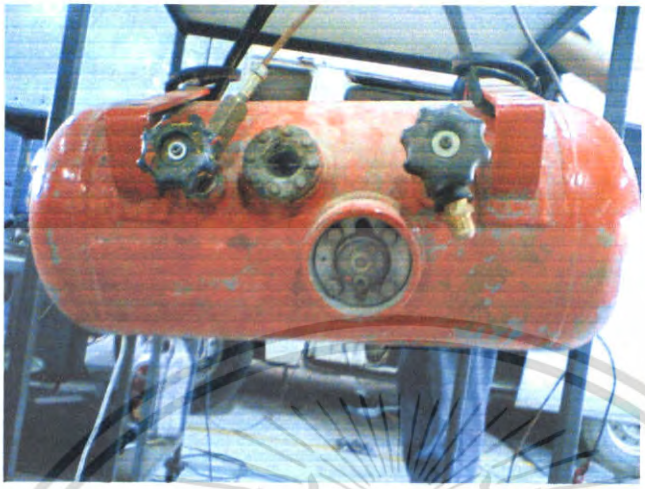
4.1.3 โซลีนอยด์วาล์ว

รูปที่ 4.1.3 โซลีนอยด์วาล์ว

โซลีนอยด์วาล์ว เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ตัดต่อระบบไหลเวียนของก๊าซจากถังก๊าซเข้าสู่หม้อต้ม โดยให้แม่เหล็กไฟฟ้า 12 โวลต์ เป็นตัวทำงาน รวมทั้งมีตัวกรองก๊าซเพื่อเพิ่มความสะอาดของก๊าซที่จะเข้าไปสู่หม้อต้มทำให้หม้อต้มมีอายุการใช้งานที่ยาวนาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.4 ถังก๊าซ



รูปที่ 4.1.4 ถังแก๊ส

4.1.5 ตัวจูนก๊าซ

รูปที่ 4.1.5 ตัวจูนก๊าซ

ตัวจูนก๊าซ เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการจูนก๊าซจากหม้อต้มก่อนที่จะเข้าสู่ตัวจ่ายก๊าซเพื่อปรับปริมาณการใช้ก๊าซของเครื่องยนต์เพื่อให้เหมาะสมกับการทำงานของเครื่องยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.6 อุปกรณ์เชื่อมต่อการส่งก๊าซ

รูปที่ 4.1.6 อุปกรณ์เชื่อมต่อการส่งก๊าซ

อุปกรณ์เชื่อมต่อการส่งก๊าซเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการติดตั้งระบบเพื่อการส่งก๊าซจากถังไปยังเครื่องยนต์ โดยจะมีอุปกรณ์หลักๆ คือท่อขนาดต่างๆ และเข็มขัดรัดสายป้องกันการรั่วซึม

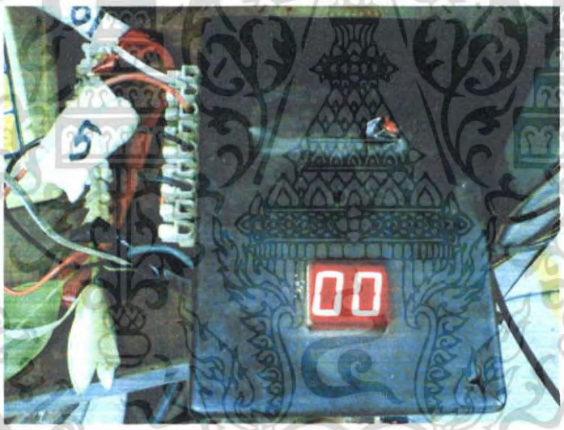
4.1.7 เครื่องชั่งน้ำหนัก

รูปที่ 4.1.7.1 แสดงเครื่องชั่งน้ำมัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่4.1.7.2 แสดงเครื่องชั่งแก๊ส

4.1.8 นาฬิกาจับเวลา



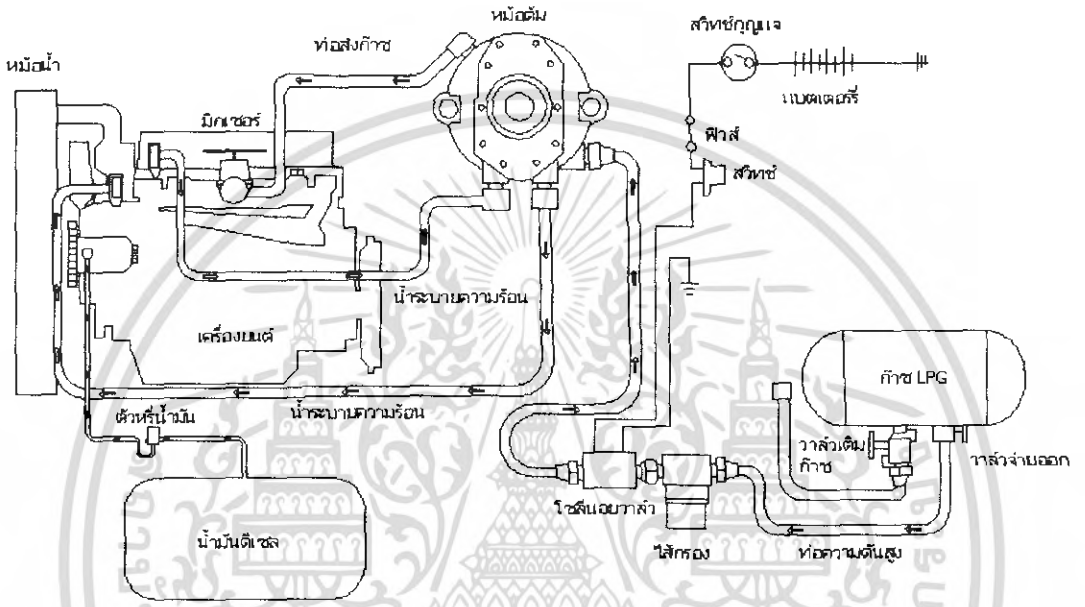
รูปที่4.1.8 แสดงนาฬิกาจับเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ขั้นตอนการติดตั้ง

4.2.1 การติดตั้งอุปกรณ์การใช้ก๊าซ LPG ร่วมกับน้ำมันดีเซล

การติดตั้งเป็นขั้นตอนที่สำคัญมากโดยนำองค์ประกอบหลายอย่างมาคำนึงถึงในการติดตั้ง เช่น ความปลอดภัยเมื่อใช้งาน ตำแหน่งของอุปกรณ์ในการติดตั้ง และงบประมาณในการตีตตั้ง ซึ่งการติดตั้งได้แสดงไว้ในรูปที่ 4.1.9



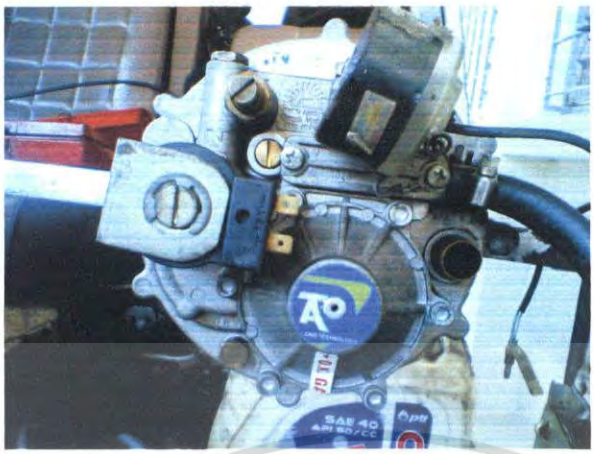
รูปที่ 4.1.9 แสดงวงจรการติดตั้งชุดก๊าซ

4.2.2 การติดตั้งอุปกรณ์ก๊าซ

1. ทำการติดตั้งเรกกูเลเตอร์ (หม้อต้ม)โดย

- ห้ามยึดกับตัวเครื่องยนต์ให้ยึดกับตัวรถ
- ต้องอยู่ห่างจากเครื่องยนต์และท่อไอเสียอย่างน้อย 10 cm
- ต้องอยู่ห่างจากจุดกำเนิดประกายไฟ (แบตเตอรี่,จานจ่าย) อย่างน้อย 10 cm
- ต้องทำการติดตั้งให้มีความแข็งแรง

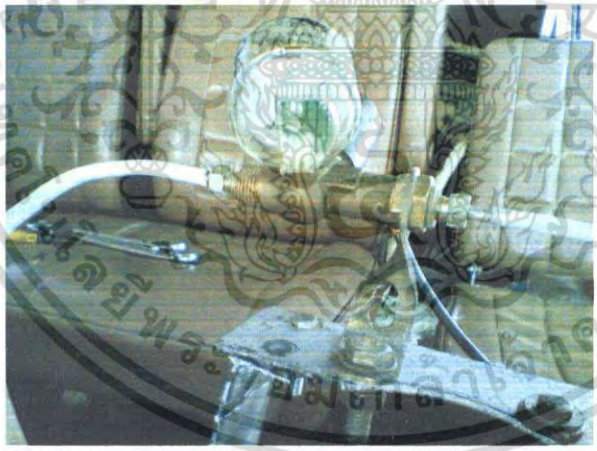
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1.10 แสดงภาพการติดตั้งเรกกูเลเตอร์ (หม้อต้ม)

2.ทำการติดตั้ง โซลีนอยด์ก๊าซแรงดันสูง (Solenoid High Pressure)

- ตำแหน่งการติดตั้งอยู่บริเวณท่อก๊าซแรงดันสูง ควรที่จะติดตั้งในห้องเครื่องยนต์ เพื่อง่ายต่อการตรวจสอบ
- ต้องทำการติดตั้งให้มีความแข็งแรง

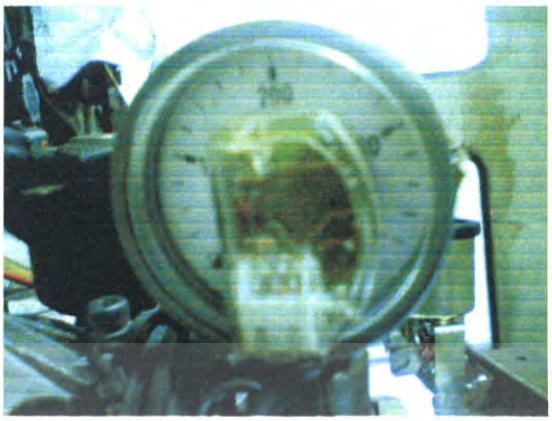


รูปที่ 4.1.11 แสดงภาพการติดตั้งโซลีนอยด์ก๊าซแรงดันสูง (Solenoid High Pressure)

3. ทำการติดตั้ง เกจวัดความดัน

- ควรติดตั้งในตำแหน่งที่มองเห็นได้ง่าย
- การติดตั้งควรหลีกเลี่ยงจุดที่มีการสั่นสะเทือนสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1.12 แสดงภาพการติดตั้งเกจวัดความดัน (Pressure Gauge)

4. ทำการติดตั้ง หัวเติมก๊าซ (Manual Valve)

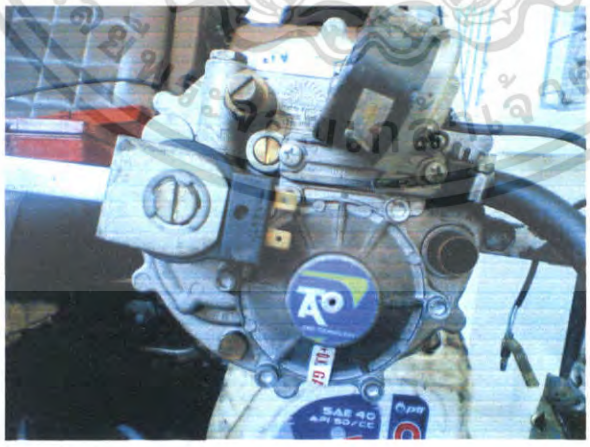
- ควรติดตั้งในตำแหน่งที่เหมาะสมในตัวรถยนต์ที่สามารถเข้าถึงง่าย และใช้ทำงานได้โดยปลอดภัย หัวเติมก๊าซที่ติดตั้งในห้องเครื่องยนต์จะต้องติดตั้งกับตัวถังรถ โดยจะต้องติดตั้งห่างจากแบตเตอรี่หรือวงจรไฟฟ้าแรงดันสูงอย่างเพียงพอ (อย่างน้อย 10 cm)

- ต้องติดตั้งให้มีความแข็งแรง โดนต้องสามารถทนแรงกระทำไม่น้อยกว่า 67 kg ทุกทิศทาง

5. ทำการติดตั้ง Mixer (มิกเซอร์)

- ติดตั้ง Mixer เข้ากับท่อไอดีบริเวณหน้าลิ้นเร่ง

- ทำการยึด Mixer กับท่อไอดีให้แน่น



รูปที่ 4.1.13 แสดงภาพการติดตั้งมิกเซอร์

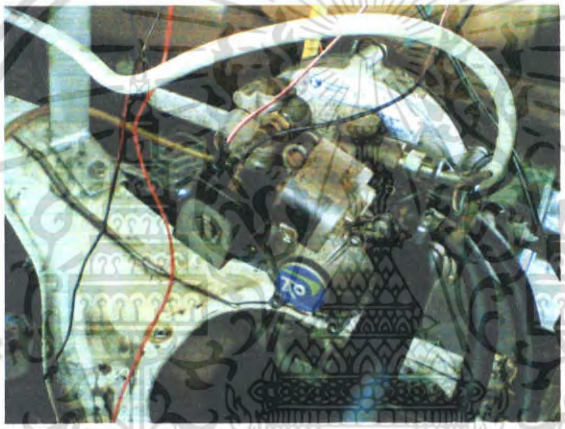
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. การเดินท่อก๊าซ

6.1 การเดินท่อก๊าซแรงดันสูง

- ทำการติดตั้งท่อก๊าซแรงดันสูงผ่านใต้ท้องรถ ท่อก๊าซแรงดันสูงต้องไม่อยู่ต่ำกว่าจุดต่ำสุดของรถและต้องสูงกว่าจุดต่ำสุดของรถไม่ต่ำกว่า 2 cm ให้ใช้แคลมป์ยึดท่อก๊าซกับแชสซีรถ ระยะห่างระหว่างแคลมป์ประมาณ 50 cm (ตามความเห็นของวิศวกร) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับหลักการโดยไม่ให้เกิดการสั่นไหวและต้องไม่มีการสั่นสะเทือนของท่อ และการยึดแคลมป์ต้องห่างกันไม่เกิน 1 เมตร (ตามกฎหมายระบุ)

-การยึดท่อก๊าซแรงดันสูงโดยใช้แคลมป์ยึดจะต้องมียางรองในกรณีที่ท่อก๊าซแรงดันสูงไม่มีฉนวนหุ้ม



รูปที่ 4.1.14 การเดินท่อก๊าซแรงดันสูง

6.2 การเดินท่อก๊าซแรงดันต่ำ

- ทำการเดินท่อก๊าซแรงดันต่ำจากเรกกลูเรเตอร์ (หม้อต้ม) เข้ามิกเซอร์ และติดตั้งวาล์วปรับกลางสายระหว่างเรกกลูเรเตอร์กับมิกเซอร์

รูปที่ 4.1.15 แสดงภาพการเดินท่อก๊าซแรงดันต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 เครื่องทดสอบไอเสีย

เครื่องทดสอบไอเสียรุ่น DX 210 เป็นเครื่องทดสอบไอเสียที่ใช้งานกันอยู่ทั่วไปเพราะมีการใช้งานที่ง่าย สะดวกค่าความแม่นยำในการประมวลสูง เครื่องทดสอบไอเสียรุ่น DX 210 สามารถใช้งานได้หลายอย่างไม่ใช่แค่วัดปริมาณไอเสียพียงอย่างเดียว แต่ยังสามารถวัดความเร็วรอบเครื่องวัดอุณภูมิน้ำมันเครื่องและอื่นๆ

รูปที่ 4.1.16 แสดงเครื่องทดสอบไอเสียรุ่น DX 210

รูปที่ 4.1.17 แสดงหัวเก็บตัวอย่างไอเสีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
การทดลองและผลการทดลอง

5.1 การปรับแต่งเครื่องยนต์ก่อนการใช้ร่วมกับก๊าซ LPG

1. ลดปริมาณการจ่ายน้ำมันดีเซลโดยวิธีจูนที่ตัวหรี่น้ำมัน ก่อนการปรับต้องทำเครื่องหมายเอาไว้ก่อนเพื่อป้องกันการผิดพลาด
2. การจูนน้ำมันต้องกระทำในขณะที่เครื่องยนต์ทำงาน เพื่อที่จะได้ฟังเสียงการทำงานของเครื่องยนต์
3. ฟังเสียงเครื่องยนต์ให้ทำงานปกติเครื่องสามารถเดินเบาปกติ
4. เมื่อทำการจูนน้ำมันแล้วก็ทำการปล่อยก๊าซโดยปล่อยทีละน้อยที่ตัวจูนก๊าซที่ติดอยู่กับหม้อต้มพร้อมกับฟังเสียงเครื่องยนต์ไปด้วยพร้อมกับการลองเร่งเครื่องดูว่าการตอบสนองของเครื่องยนต์ต่อการเร่งเป็นปกติหรือไม่
5. ทำการปรับแต่งเครื่องยนต์จนกว่าเครื่องยนต์จะทำงานเป็นปกติ จากนั้นก็เก็บข้อมูลที่ความเร็วต่าง ๆ

5.2 วัสดุอุปกรณ์

1. น้ำมันดีเซลและก๊าซ LPG
2. แชสซิสไดนาโมมิเตอร์
3. นาฬิกาจับเวลา
4. ตาชั่ง
5. อื่น ๆ

5.3 ขั้นตอนการทดลอง

1. ขั้นแรกทำการนำรถที่จะทดลองเข้ามาใน แชสซิสไดนาโมมิเตอร์(Chassisdynamometer)
2. ทำการยึดรถเข้ากับอุปกรณ์จับยึด เพื่อให้รถไม่เคลื่อนที่ออกนอกเครื่องทดสอบขณะทดลอง
3. ติดเครื่องยนต์แล้วเดินเครื่องยนต์จนได้อุณหภูมิการทำงาน คือ 80-90 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิไดนาโมมิเตอร์อยู่ที่ 50 องศา เซลเซียส
4. เร่งเครื่องยนต์โดยการปรับตำแหน่งลิ้นเร่งจนได้ค่าของความเร็วเครื่องยนต์สูงสุด แล้วอ่านค่าที่ได้จากหน้าจอแชสซิสไดนาโมมิเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ปรับโหลดที่ต้องการจากชุดควบคุมของไดนาโมมิเตอร์เพื่อดูกำลังม้าสูงสุด และแรงบิด

6. จากนั้นทำการบันทึกค่าการใช้น้ำมันและก๊าซ LPG โดยการจับเวลา 1 นาที ทำซ้ำอย่างนี้ 3 ถึง 5 ครั้งในแต่ละจุดของการทดสอบ

7. ทำซ้ำข้อ 5 และ 6 โดยการปรับโหลดที่ความเร็ว 70 km/hr, 80 km/hr, 90 km/hr, 100 km/hr km/hr, 110 km/hr

8. นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์ผลพล็อตกราฟเปรียบเทียบระหว่างเชื้อเพลิงน้ำมันดีเซล กับ เชื้อเพลิงร่วม

5.4 เทคนิคการปรับแต่งเครื่องยนต์

1. ตั้งปั๊มให้จ่ายน้ำมันให้จ่ายน้อยที่สุดเท่าที่เครื่องจะสามารถทำงานเพื่อลดการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง

2. ปรับองศาการจุดระเบิดของลูกสูบเพื่อจะได้การจุดที่มีการเผาไหม้สมบูรณ์ที่สุด หลังจากการเติมก๊าซ LPG เข้าไป

3. ปรับแต่งองศาการจุดระเบิดโดยเพิ่ม-ลงทีละน้อย แล้วก็ทดสอบการทำงานของเครื่องยนต์ในแต่ละความเร็ว แล้วบันทึกค่าต่าง ๆ ที่ได้ในแต่ละองศาแล้วนำค่ามาเปรียบเทียบกันเพื่อดูว่าจุดไหนที่เครื่องทำงานได้สมบูรณ์

5.5 ผลการทดลอง

ตารางที่ 5.1 แสดงผลการทดสอบน้ำมันดีเซล (ทดสอบที่อัตราทด 1:1 โดยใช้เกียร์ 4)

ความเร็ว (km/hr)	ความเร็วรอบ (rpm)	กำลัง (kW)	แรงบิด (N-m)	น้ำมันดีเซล (g/min)	bsfc (g/kW-hr)
70	2600	36.41	133.73	181.5	299.09
80	2950	40.60	131.44	211.1	312.56
90	3400	41.36	116.18	232.4	337.14
100	3750	38.86	98.95	249.9	385.84
110	4200	36.54	83.08	284.4	466.99

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.2 แสดงผลการทดสอบการใช้เชื้อเพลิงร่วม (ทดสอบที่อัตราทด 1:1 โดยใช้เกียร์ 4)

ความเร็ว (km/hr)	ความเร็วรอบ (rpm)	กำลัง (kW)	แรงบิด (N-m)	น้ำมันดีเซล (g/min)	bsfc(Diesel) (g/kW-hr)	แก๊ส LPG (g/min)	bsfc(LPG) (g/kW-hr)	% แก๊ส LPG
70	2650	37.17	143.69	174.6	281.95	6.8	10.97	3.76
80	2980	42.12	139.17	202.8	288.97	8.2	11.68	3.91
90	3434	43.65	121.39	218.7	300.62	13.2	18.12	5.93
100	3773	41.34	104.63	230.2	334.11	19.6	28.44	7.85
110	4250	38.29	86.04	260.1	402.7	24.2	37.92	8.52

ตารางที่ 5.3 แสดงราคาเมื่อใช้น้ำมันดีเซล (ทดสอบที่อัตราทด 1:1 โดยใช้เกียร์ 4)

ความเร็ว (km/hr)	น้ำมันดีเซล (L/hr)	ราคา (บาท/hr)
70	12.80	396.03
80	14.88	460.38
90	16.38	506.79
100	17.62	545.16
110	20.05	620.35

ตารางที่ 5.4 แสดงราคาเมื่อใช้เชื้อเพลิงร่วม (ทดสอบที่อัตราทด 1:1 โดยใช้เกียร์ 4)

ความเร็ว (km/hr)	น้ำมันดีเซล (L/hr)	ราคา (บาท/hr)	แก๊ส LPG (L/hr)	ราคา (บาท/hr)	ราคา รวม (บาท/hr)
70	12.06	373.14	0.725	7.88	381.02
80	13.78	426.35	0.882	9.58	435.93
90	14.61	452.03	1.372	14.91	466.94
100	15.26	472.14	2.024	22.00	494.14
110	17.50	541.45	2.604	28.30	569.75

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.5 แสดงอัตราความร้อนจากการสันดาปน้ำมันดีเซล (ทดสอบที่อัตราทด 1:1 โดยใช้เกียร์4)

ความเร็ว (km/hr)	น้ำมันดีเซล (g/min)	อัตราความร้อนจากการสันดาป (kcal/hr)
70	181.5	118483.20
80	211.1	137806.08
90	232.4	151710.72
100	249.9	163134.72
110	284.4	185656.32

ตารางที่ 5.6 แสดงอัตราความร้อนจากการสันดาปเชื้อเพลิงร่วม
(ทดสอบที่อัตราทด 1:1 โดยใช้เกียร์ 4)

ความเร็ว (km/hr)	น้ำมันดีเซล (g/min)	อัตราความร้อนจากการสันดาป (kcal/hr)	ก๊าซ LPG (g/min)	อัตราความร้อนจากการสันดาป (kcal/hr)	อัตราความร้อนจากการสันดาป รวม (kcal/hr)
70	174.6	113978.88	6.8	4859.28	118838.16
80	202.8	132387.84	8.2	5859.72	138247.56
90	218.7	142767.36	13.2	9432.72	152200.08
100	230.2	150274.56	19.6	14006.16	164280.72
110	260.1	169858.56	24.2	17293.32	187151.88

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.7 แสดงการเปรียบราคา และ ความประหยัด (ทดสอบที่อัตราทด 1:1 โดยใช้เกียร์ 4)

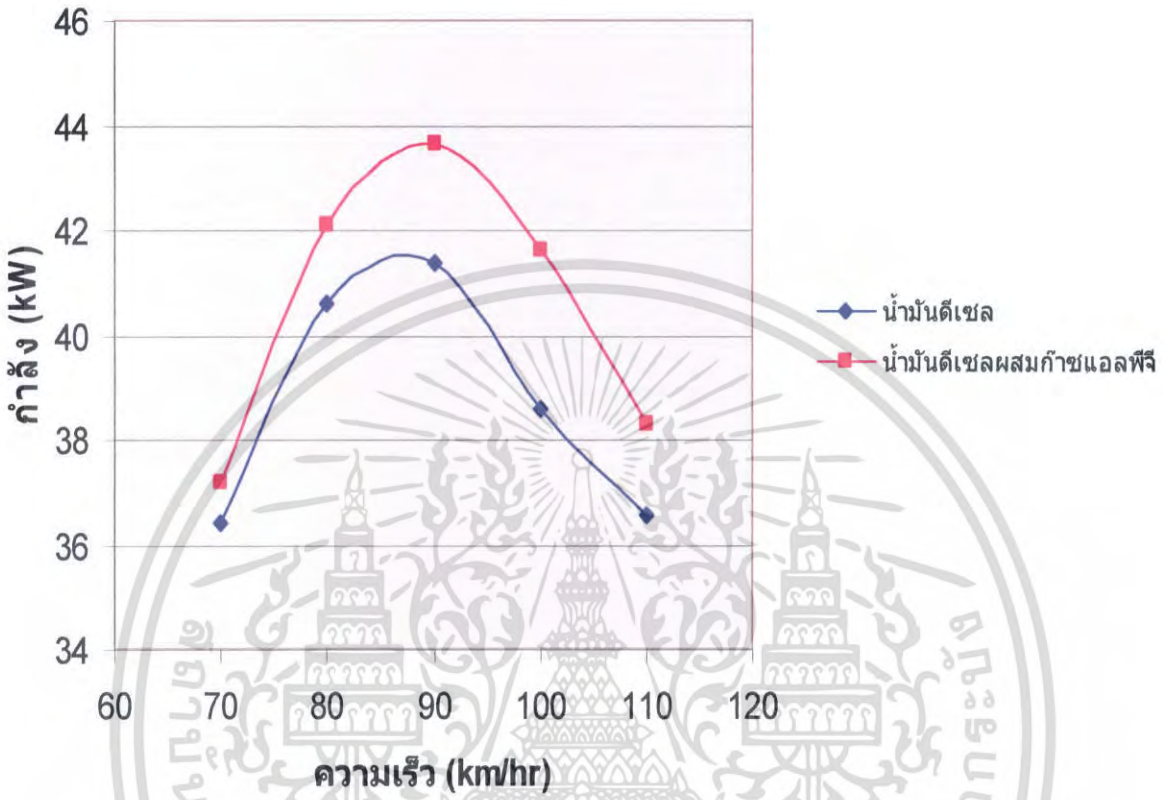
ความเร็ว (km/hr)	ราคาน้ำมันดีเซล (บาท/hr)	ราคาเชื้อเพลิงร่วม (บาท/hr)	เชื้อเพลิงร่วมประหยัดกว่า น้ำมันดีเซล (บาท/hr)
70	396.03	381.02	15
80	460.38	435.93	24
90	506.79	466.94	40
100	545.16	494.14	51
110	620.35	569.75	51
เฉลี่ย	505.74	469.55	36

ตารางที่ 5.8 แสดง bsfc ของเชื้อเพลิง (ทดสอบที่อัตราทด 1:1 โดยใช้เกียร์ 4)

ความเร็ว (km/hr)	bsfc ของน้ำมันดีเซล (kcal/kW-hr)	bsfc ของเชื้อเพลิงร่วม (kcal/kW-hr)
70	3254.14	3197.15
80	3394.24	3282.23
90	3668.05	3486.83
100	4198.01	3973.89
110	5080.90	4887.75

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

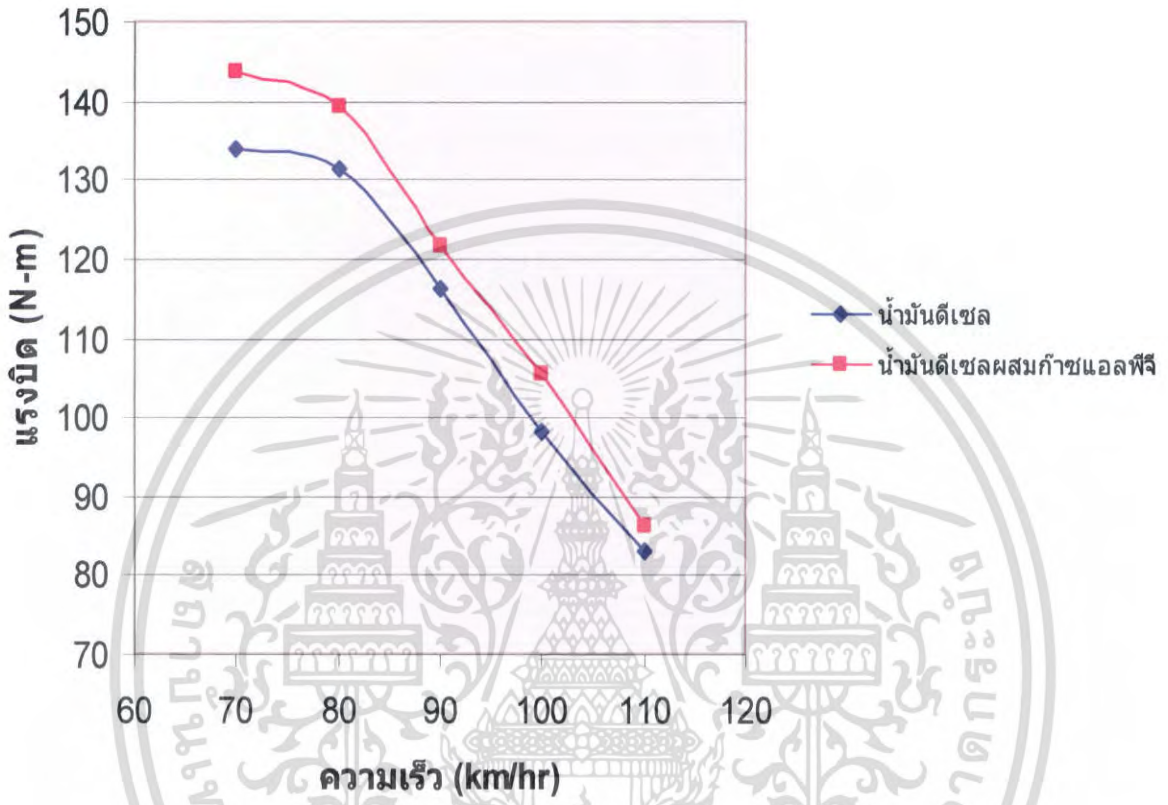
รูปที่ 5.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง กำลัง กับ ความเร็ว
(ทดสอบที่อัตราทด 1:1 โดยใช้เกียร์ 4)



จากกราฟ ความสัมพันธ์ระหว่าง กำลัง กับ ความเร็ว จะเห็นว่าเส้นกราฟมีแนวโน้มเหมือนกันทั้งเส้นกราฟน้ำมันดีเซลและเส้นกราฟเชื้อเพลิงร่วม เมื่อใช้น้ำมันดีเซลอย่างเดียวมี กำลังสูงสุดอยู่ที่ 90 km/hr ซึ่งมีค่าเท่ากับ 41.36 kW และเชื้อเพลิงร่วมก็มี กำลังสูงสุดอยู่ที่ตำแหน่งเดียวกัน โดยมีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อยคือ 43.65 kW เมื่อคิดค่าเฉลี่ยเชื้อเพลิงร่วมจะมีกำลังเพิ่มขึ้น 5.5 % เนื่องจากเชื้อเพลิงมีค่าความร้อนเพิ่มขึ้นจากเดิมโดยสามารถดูได้จากกราฟอัตราความร้อนจากการสันดาป กับ ความเร็วซึ่งจะเห็นว่าเชื้อเพลิงร่วมมีค่าความร้อนเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

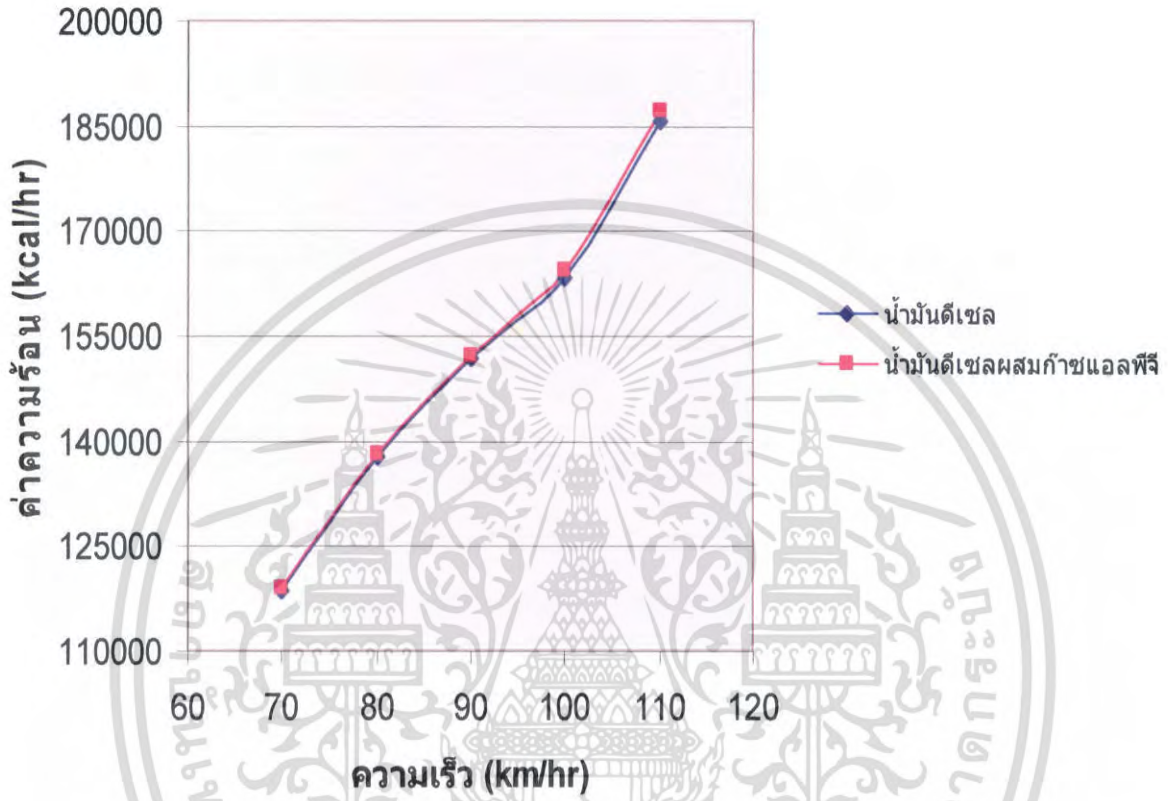
รูปที่ 5.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง แรงบิด กับ ความเร็ว
(ทดสอบที่อัตราทด 1:1 โดยใช้เกียร์ 4)



จากกราฟ ความสัมพันธ์ระหว่าง แรงบิด กับ ความเร็ว จะเห็นว่าเส้นกราฟมีแนวโน้มเหมือนกันทั้งเส้นกราฟน้ำมันดีเซลและเส้นกราฟเชื้อเพลิงร่วม เมื่อใช้น้ำมันดีเซลอย่างเดียวมีแรงบิดสูงสุดอยู่ที่ 70 km/hr ซึ่งมีค่าเท่ากับ 133.73 N-m และเชื้อเพลิงร่วมก็มี แรงบิด สูงสุดอยู่ที่ตำแหน่งเดียวกันโดยมีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อยคือ 143.69 N-m เมื่อคิดค่าเฉลี่ยเชื้อเพลิงร่วมจะมีแรงบิดเพิ่มขึ้น 7 % เนื่องจากเชื้อเพลิงมีค่าความร้อนเพิ่มขึ้นจากเดิมโดยสามารถดูได้จากกราฟอัตราความร้อนจากการสันดาปกับความเร็วซึ่งจะเห็นว่าเชื้อเพลิงร่วมมี่ค่าความร้อนเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

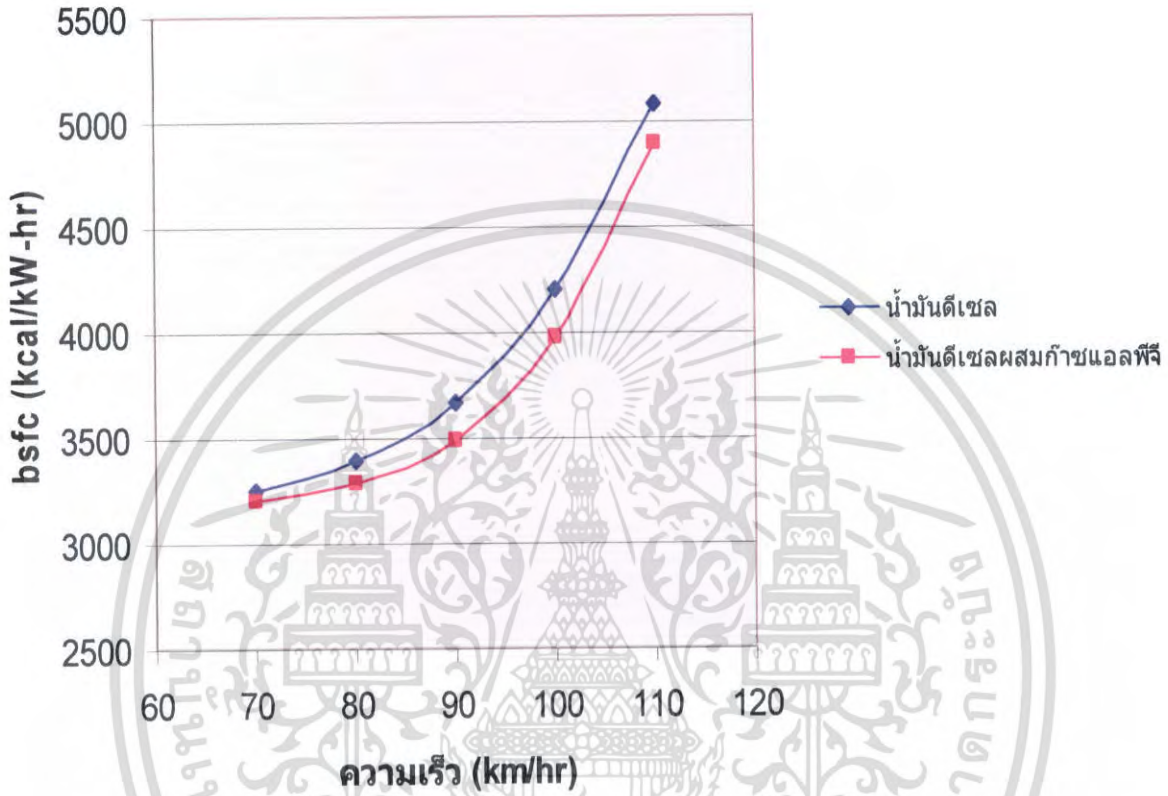
รูปที่ 5.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง อัตราความร้อนจากการสันดาป กับ ความเร็ว
(ทดสอบที่อัตราทด 1:1 โดยใช้เกียร์ 4)



จากกราฟ ความสัมพันธ์ระหว่าง อัตราความร้อนจากการสันดาป กับ ความเร็วจะเห็นว่าเส้นกราฟมีแนวโน้มเหมือนกันทั้งเส้นกราฟน้ำมันดีเซลและเส้นกราฟเชื้อเพลิงร่วม เมื่อใช้น้ำมันดีเซลอย่างเดียวมี อัตราความร้อนจากการสันดาปสูงสุดอยู่ที่ 110 km/hr ซึ่งมีค่าเท่ากับ 185656.32 kcal/hr และเชื้อเพลิงร่วมก็มีอัตราความร้อนจากการสันดาปสูงสุดอยู่ที่ตำแหน่งเดียวกันโดยมีค่าเพิ่มขึ้นคือ 187151.88 kcal/hr เมื่อคิดค่าเฉลี่ยเชื้อเพลิงร่วมจะมีอัตราความร้อนจากการสันดาปเพิ่มขึ้น 0.5 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

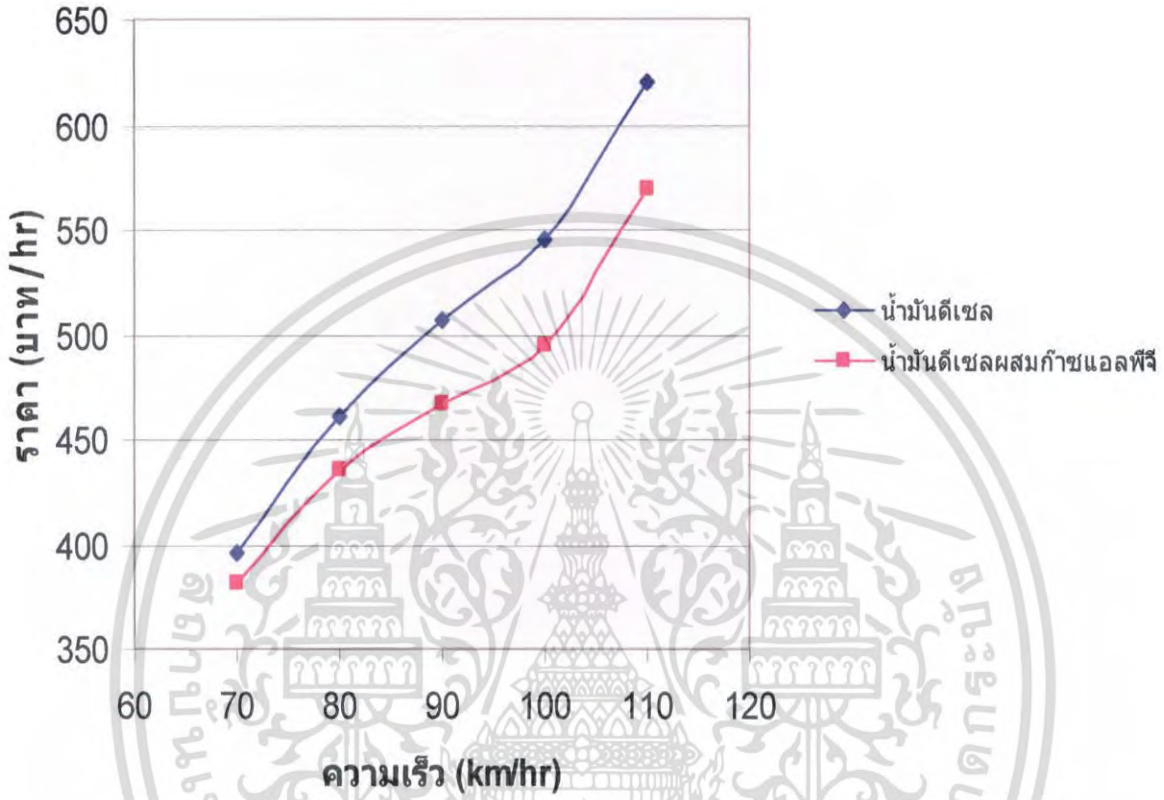
รูปที่ 5.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง bsfc กับ ความเร็ว
(ทดสอบที่อัตราทด 1:1 โดยใช้เกียร์ 4)



จากกราฟ ความสัมพันธ์ระหว่าง bsfc กับ ความเร็วจะเห็นว่าเส้นกราฟมีแนวโน้มเหมือนกันทั้งเส้นกราฟน้ำมันดีเซลและเส้นกราฟเชื้อเพลิงร่วม เมื่อใช้น้ำมันดีเซลอย่างเดียวมี bsfc สูงสุดอยู่ที่ 110 km/hr ซึ่งมีค่าเท่ากับ 5080.9 kcal/kW-hr และเชื้อเพลิงร่วมก็มี bsfc สูงสุดอยู่ที่ตำแหน่งเดียวกันโดยลดลงเล็กน้อยคือ 4887.75 kcal/kW-hr เมื่อคิดค่าเฉลี่ยเชื้อเพลิงร่วมจะมี bsfc ลดลง 4 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5.5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ราคาเชื้อเพลิง กับ ความเร็ว
(ทดสอบที่อัตราทด 1:1 โดยใช้เกียร์ 4)



จากกราฟ ความสัมพันธ์ระหว่าง ราคาเชื้อเพลิง กับ ความเร็วจะเห็นว่าเส้นกราฟมีแนวโน้มเหมือนกันทั้งเส้นกราฟน้ำมันดีเซลและเส้นกราฟเชื้อเพลิงร่วม เมื่อใช้น้ำมันดีเซลอย่างเดียวมีราคาเชื้อเพลิงสุดอยู่ที่ 110 km/hr ซึ่งมีค่าเท่ากับ 620.35 บาท/hr และเชื้อเพลิงร่วมก็มีราคาเชื้อเพลิงสูงสุดอยู่ที่ตำแหน่งเดียวกัน โดยลดลงเล็กน้อยคือ 569.75 บาท/hr เมื่อคิดค่าเฉลี่ยเชื้อเพลิงร่วมจะมีราคาถูกลง 8 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.9 ประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ เมื่อใช้น้ำมันดีเซล
(ทดสอบที่อัตราทด 1:1 โดยใช้เกียร์ 4)

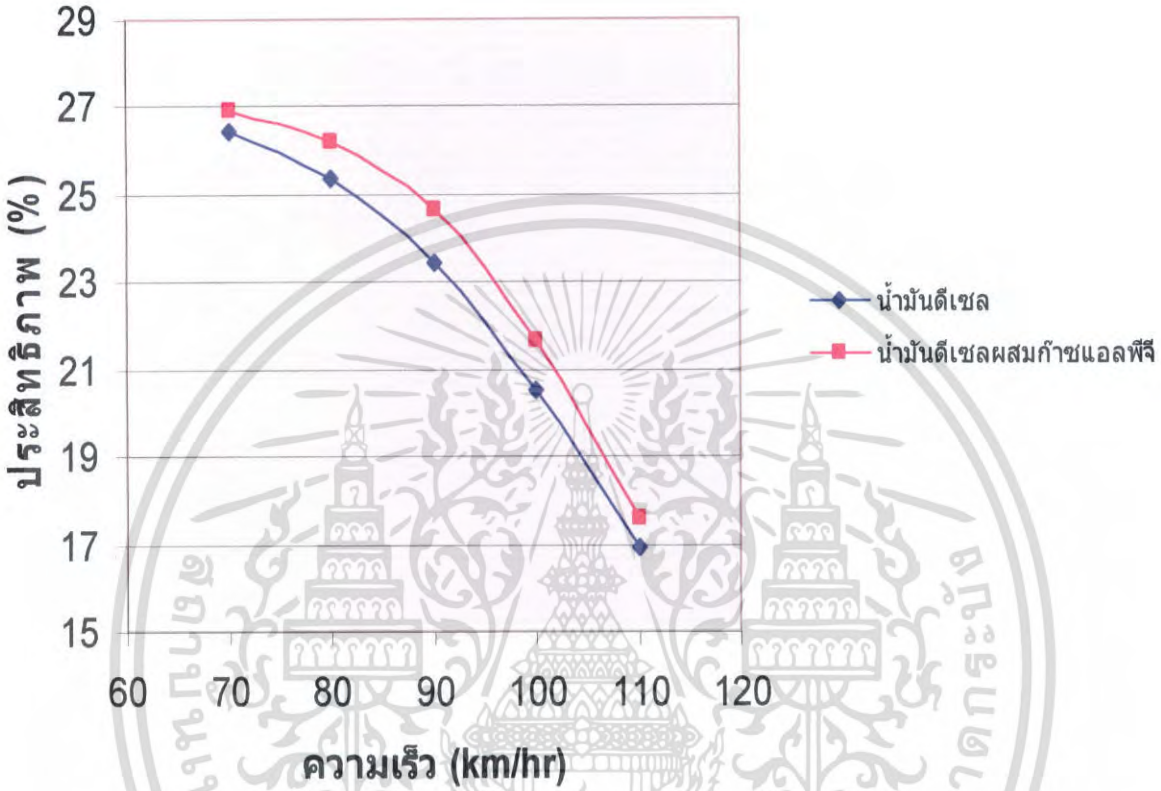
ความเร็ว (km/hr)	กำลังของเครื่องยนต์ (kW)	กำลังของน้ำมันดีเซล (kW)	ประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ (%)	อัตราความร้อนจากการสันดาป (kcal/h)
70	36.41	137.80	26.42	1974.72
80	40.60	160.27	25.33	2296.97
90	41.36	176.45	23.44	2528.51
100	38.86	189.73	20.48	2718.91
110	36.54	215.93	16.92	3094.27

ตารางที่ 5.10 ประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ เมื่อใช้เชื้อเพลิงร่วม
(ทดสอบที่อัตราทด 1:1 โดยใช้เกียร์4)

ความเร็ว (km/hr)	กำลังของเครื่องยนต์ (kW)	กำลังของเชื้อเพลิงร่วม (kW)	ประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ (%)	อัตราความร้อนจากการสันดาป (kcal/h)
70	37.17	138.21	26.89	1980.63
80	42.12	160.78	26.19	2304.12
90	43.65	176.99	24.66	2536.42
100	41.34	191.06	21.64	2738.01
110	38.29	217.59	17.59	3118.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5.6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ประสิทธิภาพเครื่องยนต์ กับ ความเร็ว
(ทดสอบที่อัตราทด 1:1 โดยใช้เกียร์ 4)



จากกราฟ ความสัมพันธ์ระหว่าง ประสิทธิภาพเครื่องยนต์ กับ ความเร็ว เห็นว่าเส้นกราฟมีแนวโน้มเหมือนกันทั้งเส้นกราฟน้ำมันดีเซลและเส้นกราฟเชื้อเพลิงร่วม เมื่อใช้น้ำมันดีเซลอย่างเดียวมีประสิทธิภาพเครื่องยนต์สูงสุดอยู่ที่ 70 km/hr ซึ่งมีค่าเท่ากับ 26.42 % และเชื้อเพลิงร่วมก็มีประสิทธิภาพภาพเครื่องยนต์สูงสุดอยู่ที่ตำแหน่งเดียวกันโดยเพิ่มขึ้นเล็กน้อยคือ 26.89 % เมื่อคิดค่าเฉลี่ยเชื้อเพลิงร่วมจะมีประสิทธิภาพเครื่องยนต์เพิ่มขึ้น 1.78 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.6 สูตรที่ใช้ในการคำนวณ

5.8.1 กำลังงาน

$$p = \left(p_{output} + p_{loss}\right) \times k \quad \text{(kW)}$$

5.8.2 แรงบิด

$$\text{T} = \frac{p}{2\pi N} \times 60 \qquad \text{(N-m)}$$

5.8.3 อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงตามทฤษฎี

$$\text{bsfc} = \frac{\dot{m}_f}{p} \times 60 \qquad \text{(g/kW-hr)}$$

5.8.4 อัตราความร้อนจากการสันดาป

$$\dot{Q}_{in} = \dot{mf} \bullet Q_{LV} \times 60 \quad \text{(kcal/hr)}$$

5.7 ตัวอย่างการคำนวณ

1. ตัวอย่างการคำนวณกำลังจริง ที่โหลดความเร็ว 90 km/hr โดยใช้เชื้อเพลิงน้ำมันดีเซล จากการทดสอบ อ่านค่ากำลังจากหน้าปัทเครื่องแชสซิสไดนาโมมิเตอร์ p_{output} เท่ากับ 30.6 kW มีความเร็วรอบเท่ากับ 3400 rpm เครื่องแชสซิสไดนาโมมิเตอร์มะมีกำลังสูญเสีย p_{loss} เท่ากับ 25 % แลค่า k คือค่าคงที่ ที่ได้จากกราฟหาความสัมพันธ์ค่า k จากการทดสอบอ่านค่า k ได้ 1.015 ดังนั้นคิดกำลัง จริงที่ได้ดังนี้

สูตร

$$p = \left(p_{output} + p_{loss}\right) \times k \quad \text{(kW)}$$

$$p = \left[30.6 + (30.6 \times 0.25)\right] \times 1.015 \quad \text{kW}$$

$$p = 41.36 \quad \text{kW}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ตัวอย่างการคำนวณแรงบิด ที่โหลดความเร็ว 90 km/hr โดยใช้เชื้อเพลิงน้ำมันดีเซล จากการคำนวณกำลัง เราได้กำลังจริง เท่ากับ 41.36 kW มีความเร็วรอบเท่ากับ 3400 rpm ดังนั้นคิดแรงบิดได้ดังนี้

สูตร

$$T = \frac{p}{2\pi N} \times 60 \qquad \text{(N-m)}$$

$$T = \frac{41.36}{2 \times \pi \times 3400} \frac{kW}{rpm} \times 60 \frac{\text{sec}}{\text{min}}$$

$$T = \frac{41.36}{2 \times \pi \times 3400} \times 10^{3} \frac{J/\text{sec}}{rpm} \times 60 \frac{\text{sec}}{\text{min}}$$

$$T = 116.18 \quad \text{N-m}$$

3. ตัวอย่างการคำนวณอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง bsfc ที่โหลดความเร็ว 90 km/hr โดยใช้เชื้อเพลิงน้ำมันดีเซล

จากการทดสอบเราวัดค่า อัตราการไหลของเชื้อเพลิง $\dot{m}f$ ได้เท่ากับ 232.4 g/min กำลังเราได้จากการคำนวณกำลังจริง เท่ากับ 41.36 kW ดังนั้นคิดอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง bsfc ได้ดังนี้

สูตร

$$\text{bsfc} = \frac{\dot{m}_f}{p} \times 60 \qquad \text{(g/kW-hr)}$$

$$\text{bsfc} = \frac{232.4}{41.36} \frac{g/\text{min}}{kW} \times 60 \frac{\text{min}}{hr}$$

$$\text{bsfc} = 337.14 \qquad \text{g/kW-hr}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ตัวอย่างการคำนวณอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง bsfc ในรูปของพลังงานความร้อนที่โหลดความเร็ว 90 km/hr โดยใช้เชื้อเพลิงน้ำมันดีเซล

สูตร

bsfc = ความร้อนจากการสันดาปของเชื้อเพลิง / กำลังที่ได้

$$\text{bsfc} = \frac{152200.08 \ kcal/hr}{43.65 \ kW}$$

5. ตัวอย่างการคำนวณอัตราความร้อนจากการสันดาปของเชื้อเพลิง ที่โหลดความเร็ว 90 km/hr โดยใช้เชื้อเพลิงน้ำมันดีเซล

จากการทดสอบเราวัดค่า อัตราการไหลของเชื้อเพลิง $\dot{m}f$ ได้เท่ากับ 232.4 g/min Q_{LV} จากตารางความร้อนขนของเชื้อเพลิง เท่ากับ 10.88 kcal/g ดังนั้นคิดอัตราความร้อนจากการสันดาปของเชื้อเพลิงได้ดังนี้

สูตร

$$\dot{Q}_{in} = \dot{m}f \bullet Q_{LV} \times 60 \ \text{(kcal/hr)}$$

$$\dot{Q}_{in} = 232.4 \frac{g}{\min} \times 10.88 \ 10.88 \frac{kcal}{g} \times 60 \frac{\min}{hr}$$

$$\dot{Q}_{in} = 151710.72 \ \text{(kcal/hr)}$$

6. ตัวอย่างการคำนวณประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ ที่โหลดความเร็ว 90 km/hr โดยใช้เชื้อเพลิงน้ำมันดีเซล

จากการทดสอบได้กำลัง $p = 41.36$ kW อัตราความร้อนของน้ำมันเท่ากับ 2528.51 kcal/min ดังนั้นคิดประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ ได้ดังนี้

สูตร

ประสิทธิภาพเครื่องยนต์ = กำลังงานที่ได้จากเครื่องยนต์ / กำลังงานของเชื้อเพลิงที่ใช้ $\times 100\%$

กำลังงานที่ได้จากเครื่อง = 41.36 kW

กำลังงานของเชื้อเพลิง = อัตราความร้อนของเชื้อเพลิง $\frac{kcal}{\min} \times \frac{1 \min}{60 \sec} \times 4.187 \frac{kJ}{kcal}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำลังงานของเชื้อเพลิง = $2528.51\frac{kcal}{\min} \times \frac{1\min}{60\sec} \times 4.187\frac{kJ}{kcal}$

กำลังงานของเชื้อเพลิง = 176.45 kW

ประสิทธิภาพเครื่องยนต์ = $\frac{41.36kW}{176.45kW} \times 100\,\%$

ประสิทธิภาพเครื่องยนต์ = 23.44 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการทดลอง

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างการใช้เชื้อเพลิงร่วม หรือน้ำมันดีเซลผสมก๊าซ LPG กับ การใช้น้ำมันดีเซลอย่างเดียวจะพบว่า

- เมื่อใช้เชื้อเพลิงร่วมมีกำลังสูงสุด 43.65 kW เมื่อใช้น้ำมันดีเซลมีกำลังสูงสุด 41.36 kW ที่ความเร็ว 90 km/hr เชื้อเพลิงร่วมมีกำลังโดยเฉลี่ยสูงขึ้น 1.76 kW หรือมีกำลังเพิ่มขึ้น 5.5 %

- เมื่อใช้เชื้อเพลิงร่วมมีแรงบิดสูงสุ 143.69 N-m เมื่อใช้น้ำมันดีเซลมีแรงบิดสูงสุด 133.73 N-m ที่ความเร็ว 90 km/hr เชื้อเพลิงร่วมมีแรงบิดโดยเฉลี่ยสูงขึ้น 31.54 N-m หรือมีแรงบิดเพิ่มขึ้น 7 %

- เชื้อเพลิงร่วมมีอัตราความร้อนจากการสันดาปโดยเฉลี่ย 152143.68 kcal/hr น้ำมันดีเซลมีอัตราความร้อนจากการสันดาปโดยเฉลี่ย 151358.208 kcal/hr เชื้อเพลิงร่วมมีอัตราความร้อนจากการสันดาปโดยเฉลี่ยสูงขึ้น 785.47 kcal/hr หรือมีอัตราความร้อนจากการสันดาปโดยเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 0.5 %

- เชื้อเพลิงร่วมมี bsfc โดยเฉลี่ย 3765.57 kcal/kW-hr น้ำมันดีเซลมี bsfc โดยเฉลี่ย 3919.07 kcal/kW-hr เชื้อเพลิงร่วมมี bsfc โดยเฉลี่ยลดลง 153.5 kcal/kW-hr หรือเชื้อเพลิงร่วมมี bsfc ลดลง 4 %

- เมื่อเปรียบเทียบราคาโดยเฉลี่ยเชื้อเพลิงร่วมถูกลง 36 บาท/hr ที่ความเร็วเฉลี่ย 90 km/hr หรือเชื้อเพลิงร่วมถูกกว่าน้ำมันดีเซล 8 % ราคาการอุปกรณ์และการติดตั้งประมาณ 35000 บาท ความคุ้มทุนจะอยู่ที่การใช้งาน 1000 hr หรือ 90000 km ซึ่งนะประหยัดได้ 36000 บาท

- เมื่อเปรียบเทียบปริมาณไอเสียเชื้อเพลิงร่วมมีปริมาณไอเสียลด 18.58 %

6.2 ข้อเสนอแนะ

1. ควรทดสอบโดยควบคุมการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงด้วยระบบ อิเล็กทรอนิค ECU เพราะจะทำให้การใช้น้ำมันเชื้อเพลิงในการเผาไหม้เมื่อผสมกับก๊าซ LPG ในแต่ละความเร็วในการทดสอบหรือแต่ละภาระงานมีความละเอียด สมบูรณ์ขึ้น เนื่องจากระบบควบคุมการฉีดเชื้อเพลิงด้วยระบบอิเล็กทรอนิค จะทำงานได้เที่ยงตรงและมีประสิทธิภาพในการทำงานสูง

2.ควรใช้หม้อต้มก๊าซที่เป็น 2 State หรือเป็นชนิดที่ใช้สำหรับก๊าซ LPG โดยเฉพาะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

(1) สมาคมส่งเสริม (ไทย - ญี่ปุ่น) " มาตรฐานของโครงสร้างและการใช้รถ LPG "

(2) ปกรณ์ สรรพิทักษ์เสรี , ผดุงศักดิ์ สุระรัมย์ ., "การใช้ก๊าซ LPG ในเครื่องยนต์ระบบหัวฉีด" ., สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง , 2539

(3) คู่มือการใช้และทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์

(4) คู่มือฝึกอบรมการติดตั้งแก๊ส (กรมธุรกิจพลังงาน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

P = กำลังงาน (kW)

N = จำนวนรอบ (rpm)

T = แรงบิด (N-m)

$\dot{m}_f$ = อัตราการไหลมวลของเชื้อเพลิง (g/min)

bsfc = อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะ (g/kW-hr)

$\dot{Q}_{in}$ = อัตราความร้อนจากการสันดาป

Q_{HV} = ค่าความร้อนของเชื้อเพลิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

ตารางที่ ข.1 คุณสมบัติของ LPG

ชื่อ / คุณสมบัติ		LPG				น้ำมันดีเซล
		PROPANE	PROPYLENE	N-BUTANE	ISO-BUTANE	
สูตรโมเลกุล		C_3H_8	C_3H_6	C_4H_{10}	C_4H_{10}	
จุดเดือด (°c)		-42.07	-47.70	-0.5	-11.73	200-315
ความดันไอ (kg/cm², 20°c)		8.0	9.8	2.0	2.95	-
ถ.พ.	ของเหลว น้ำ = 1 (15°c)	0.508	0.522	0584	0.563	0.82-.0.95
	ก๊าซ อากาศ = 1 (15°c)	1.548	1.453	2.071	2.067	-
จุดติดไฟ (°c)		481	458	441	544	-
ค่าความร้อน (kcal/kg)		12,034	11,692	11,832	11,797	10882.1
ช่วงการลุกไหม้ (% ในอากาศ)		2.37-9.50	2.0-11.10	1.86-8.41	1.8-8.44	-
ความเร็วสูงสุดของเปลวไฟ		0.81	1.01	0.825	1.825	1.9
ปริมาณอากาศที่ใช้ในการสันดาปอย่างสมบูรณ์ (kg/kg)		15.71	14.80	15.49	15.49	14.4
ความร้อนแฝงของการระเหย(kcal/kg)		101.8	104.6	62.09	87.56	-
ค่าอ๊อกเทน (Octane no.)		125	85	91	99	81

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.2 มาตรฐานของ LPG ที่ใช้กับเครื่องยนต์

หัวข้อ		เบอร์ 1 (ใช้ในฤดูหนาว) (1 พ.ย. – ปลาย มี.ค.)	เบอร์ 2 (ใช้ในฤดูร้อน) (1 เม.ย. – ปลาย ต.ค.)
ความถ่วงจำเพาะ(ของเหลว) 15/4c		0.55-0.56	0.56-0.58
อุณหภูมิที่	95 %	ต่ำกว่า 0	ต่ำกว่า 0
ระเหย °c	100%	ต่ำกว่า +2	ต่ำกว่า +2
ความดันไอ(37.8°c) kg/cm²		5.0-8.5	3.0-5.5
ปริมาณกำมะถัน (นน.) %		ต่ำกว่า 0.01	ต่ำกว่า 0.01
ปริมาณความชื้น		ไม่พบ	ไม่พบ
การกัดกร่อนแผ่นทองแดง 50°c 1 h		ต่ำกว่า 1 มม.	ต่ำกว่า 1 มม.
ส่วนประกอบ (นน.) %	โพรเพน	20-60	0-20
	บิวเทน (N-BUTANE และ ISO-BUTANE 6:4)	80-40	100-60
	บิวทิลีนและอื่นๆ	ต่ำกว่า 5	ต่ำกว่า 5
ส่วนที่เหลือ (residuc) %		ต่ำกว่า 0.5	ต่ำกว่า 0.5

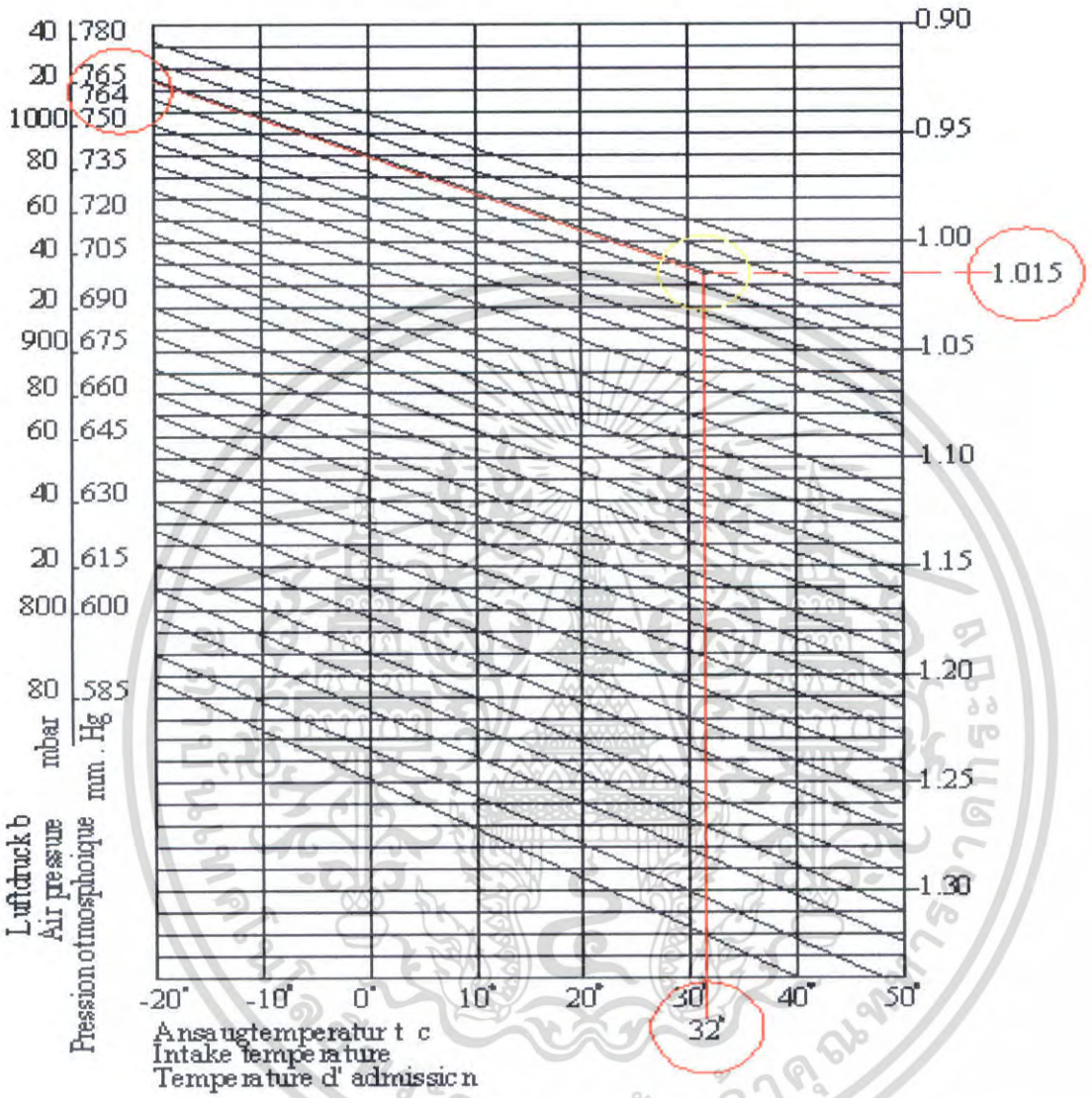
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.3 ส่วนประกอบของก๊าซเสียที่ภาวการณ์ทำงานต่างๆ

เชื้อเพลิง	สภาวะการทำงาน	คาร์บอนมอนอกไซด์ CO (%)	ไฮโดรคารบอน HC (ppm)	ไนโตรเจนออกไซด์ NO_x (ppm)	ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ SO_2(ppm)
น้ำมันเบนซิน	เครื่องเดินเบา	4.0 - 15.0	300 - 2,000	50 - 1,000	0
	ความเร็ว (0-40 km/h)	0.7 - 5.0	300 - 800	1,000 - 4,000	0
	ความเร็วคงที่ (40 km/h)	0.5 - 4.0	200 - 400	1,000 - 3,000	0
	ลดความเร็ว (40-0 km/h)	1.5 - 4.5	1,000 - 3,000	5 - 50	0
LPG	เครื่องเดินเบา	2.0 - 5.0	150 - 1,000	40	0
	เร่งความเร็ว	0.7 - 2.0	100 - 350	1,200 - 2,000	0
	ความเร็วคงที่	0.4 - 1.0	120 - 200	4,500	0
	ลดความเร็ว	1.5 - 4.0	2,000 - 4,000	60	0
น้ำมันดีเซล	เครื่องเดินเบา	0	300 - 500	50 - 70	20 - 100
	เร่งความเร็ว	0 - 0.1	200	800 - 1,070	20 - 100
	ความเร็วคงที่	0	90 - 150	200 - 1,000	20 - 100
	ลดความเร็ว	0	300 - 400	30 - 90	20 - 100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

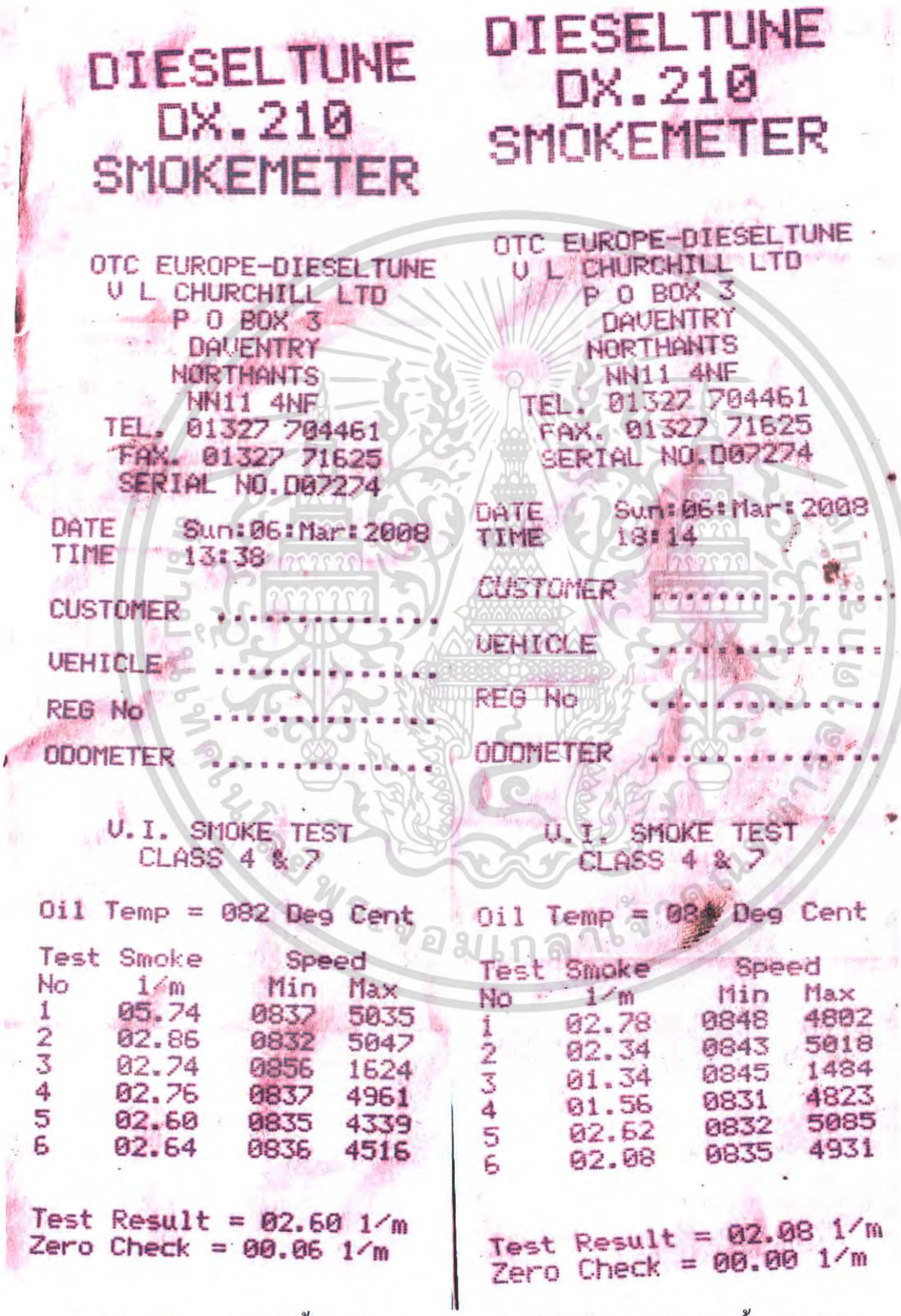
ภาคผนวก ค.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง.

เปอร์เซ็นต์ปริมาณไอเสีย



DIESELTUNE
DX.210
SMOKEMETER

OTC EUROPE-DIESELTUNE
V L CHURCHILL LTD
P O BOX 3
DAVENTRY
NORTHANTS
NN11 4NF
TEL. 01327 704461
FAX. 01327 71625
SERIAL NO.D07274

DATE Sun:06:Mar:2008
TIME 13:38

CUSTOMER .....

VEHICLE .....

REG No .....

ODOMETER .....

V.I. SMOKE TEST
CLASS 4 & 7

Oil Temp = 082 Deg Cent

Test No	Smoke 1/m	Speed Min	Max
1	05.74	0837	5035
2	02.86	0832	5047
3	02.74	0856	1624
4	02.76	0837	4961
5	02.60	0835	4339
6	02.64	0836	4516

Test Result = 02.60 1/m
Zero Check = 00.06 1/m

DIESELTUNE
DX.210
SMOKEMETER

OTC EUROPE-DIESELTUNE
V L CHURCHILL LTD
P O BOX 3
DAVENTRY
NORTHANTS
NN11 4NF
TEL. 01327 704461
FAX. 01327 71625
SERIAL NO.D07274

DATE Sun:06:Mar:2008
TIME 13:14

CUSTOMER .....

VEHICLE .....

REG No .....

ODOMETER .....

V.I. SMOKE TEST
CLASS 4 & 7

Oil Temp = 08[illegible] Deg Cent

Test No	Smoke 1/m	Speed Min	Max
1	02.78	0848	4802
2	02.34	0843	5018
3	01.34	0845	1484
4	01.56	0831	4823
5	02.62	0832	5085
6	02.08	0835	4931

Test Result = 02.08 1/m
Zero Check = 00.00 1/m

เปอร์เซ็นต์ปริมาณไอเสียน้ำมันดีเซล เปอร์เซ็นต์ปริมาณไอเสียเชื้อเพลิงร่วม

รูปที่ 5.6 แสดงเปอร์เซ็นต์ปริมาณไอเสียที่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CONVERSION CHART

Conversion chart for k, HSU, FSN and mg/m³.
(Extracted from MIRA Report No. 1965/10, Nuneaton 1965, AG Dodd and Z Holubecki.)

k coefficient of light absorption m^{-1}	Hartridge Smoke Units HSU	Filter Smoke Number FSN	mg/m³	Cal % *
0,25	10	1,10	33	6.1
0,27	11	1,20	38	6.5
0,30	12	1,30	42	7.2
0,32	13	1,40	47	7.7
0,35	14	1,48	52	8.4
0,38	15	1,57	57	9.1
0,41	16	1,67	62	9.7
0,43	17	1,75	66	10.2
0,46	18	1,84	71	10.9
0,49	19	1,93	76	11.5
0,52	20	2,02	81	12.2
0,55	21	2,10	86	12.8
0,58	22	2,18	91	13.5
0,61	23	2,26	96	14.1
0,64	24	2,34	101	14.8
0,67	25	2,42	106	15.4
0,70	26	2,50	111	16.1
0,73	27	2,57	117	16.7
0,76	28	2,64	122	17.3
0,80	29	2,71	127	18.1
0,83	30	2,77	133	18.7
0,86	31	2,83	138	19.3
0,90	32	2,89	144	20.1
0,93	33	2,96	150	20.7
0,97	34	3,02	156	21.5
1,00	35	3,08	162	22.1
1,04	36	3,14	168	22.9
1,07	37	3,20	174	23.5
1,11	38	3,26	181	24.2
1,15	39	3,31	187	25.0
1,19	40	3,37	193	25.7
1,23	41	3,42	199	26.5
1,27	42	3,47	206	27.2
1,31	43	3,53	213	27.9
1,35	44	3,59	220	28.6
1,39	45	3,64	227	29.4
1,43	46	3,70	234	30.1
1,48	47	3,75	241	30.9
1,52	48	3,80	248	31.6
1,57	49	3,86	256	32.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CONVERSION CHART

k coefficient of light absorption m^{-1}	Hartridge Smoke Units HSU	Filter Smoke Number FSN	mg/m^3	Cal %
1,61	50	3,91	264	33.1
1,66	51	3,96	272	34.0
1,71	52	4,01	281	34.8
1,76	53	4,07	290	35.6
1,81	54	4,12	299	36.4
1,86	55	4,17	308	37.2
1,91	56	4,22	317	38.0
1,96	57	4,27	326	38.7
2,02	58	4,32	335	39.6
2,07	59	4,37	345	40.4
2,13	60	4,42	355	41.3
2,19	61	4,47	365	42.2
2,25	62	4,52	375	43.0
2,31	63	4,57	385	43.9
2,38	64	4,62	395	44.8
2,44	65	4,67	406	45.7
2,51	66	4,72	416	46.6
2,58	67	4,76	428	47.5
2,65	68	4,81	439	48.4
2,72	69	4,86	450	49.3
2,80	70	4,91	462	50.3
2,88	71	4,96	475	51.3
2,96	72	5,01	489	52.3
3,04	73	5,07	501	53.2
3,13	74	5,12	514	54.3
3,22	75	5,17	529	55.3
3,32	76	5,23	544	56.4
3,42	77	5,28	559	57.5
3,52	78	5,34	575	58.5
3,63	79	5,40	591	59.6
3,74	80	5,45	609	60.7
3,86	81	5,51	626	61.9
3,99	82	5,57	648	63.1
4,12	83	5,65	669	64.3
4,26	84	5,72	691	65.5
4,41	85	5,80	712	66.8
4,57	86	5,87	737	68.1
4,74	87	5,95	760	69.4
4,93	88	6,04	786	70.8
5,13	89	6,13	815	72.3
5,35	90	6,22	844	73.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สืบค้นข้อมูลออนไลน์ของบทความและปริญญานิพนธ์ได้ที่
www.kmitl.info PS02.2550

บทความประกอบวิชา 01054025 Project 2 ภาคเรียนที่ 2/ 2550 วันพฤหัสบดีที่ 13 มีนาคม พ.ศ. 2551

การศึกษาสมรรถนะของเครื่องยนต์ดีเซลที่ใช้เชื้อเพลิงร่วมกับก๊าซ LPG[1]

ขวัญชัย เหลืองอะร่าม[2], วุฒิชัย ภู่ระหงษ์[2], วันชัย จรุ่มเครือ[2]

....

ผศ.พงษ์ศักดิ์ คำมูล[3]

บทคัดย่อ

ปัจจุบันก๊าซ LPG ถูกใช้ทดแทนน้ำมันเชื้อเพลิงมากขึ้น ฉะนั้นการศึกษาเพื่อพัฒนาโดยใช้พลังงานให้เกิดประโยชน์สูงสุดจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง ซึ่งในส่วนนี้ได้นำก๊าซ LPG กับน้ำมันดีเซล เป็นเชื้อเพลิงร่วมและใช้การจุดระเบิดแบบการอัดอากาศในเครื่องยนต์ดีเซลซึ่งจะทำการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะของเครื่องยนต์ดีเซลระหว่างเชื้อเพลิงดีเซลกับเชื้อเพลิงร่วม แล้วเปรียบเทียบกำลังของเครื่องยนต์ แรงบิดของเครื่องยนต์ อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง และมลพิษจากการเผาไหม้ เพื่อวิเคราะห์หาความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจ

Abstract

Present , LPG gas get to bring instead the fuel :study to developed for the best benefits . This part , LPG gas and Diesel are collectived , called DDF (Diesel Dual Fuel) . In the Diesel machine used pheumatic firing which compare efficiency of the machine diesel between diesel and DDF . limits in the experiment will value temple, the efficiency of a engine, consuming fuel rate, and the pollution that is born from the combustion For worth-whiteness in the real working.

© 2006 Department of Mechanical Engineering, KMITL. All rights reserved

Keywords: Cantilever beam; Saturation control; Modal coupling; Perturbation method; Active control; Piezoelectrics

1. บทนำ

ราคาของเชื้อเพลิงได้ขยับตัวสูงขึ้นไม่ว่าจะเป็นน้ำมันแก๊สโซลีน 91 , 95 แม้กระทั่งน้ำมันดีเซล ผู้ใช้ยานยนต์จึงหวังจะใช้เชื้อเพลิงที่ราคาถูกให้ประสิทธิภาพกับเครื่องยนต์เทียบเท่าเชื้อเพลิงเดิมไม่มีผลเสียต่อเครื่องยนต์ ก๊าซ LPG + น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิงอีกทางเลือกหนึ่ง ซึ่งจะช่วยลดต้นทุนของราคาเชื้อเพลิงเพราะก๊าซ LPG ที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงร่วมกับน้ำมันดีเซลมีราคาถูกกว่าน้ำมันดีเซล ในปัจจุบันน้ำมันเชื้อเพลิงมีปริมาณลดน้อยลงทุกขณะ และขณะเดียวกันมีการหันมาใช้ก๊าซ LPG เพิ่มมากขึ้น เพื่อเป็นประโยชน์จึงทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิง ก๊าซ LPG + น้ำมันดีเซลเพื่อเป็นข้อมูล ข้อมูลหลักๆที่ต้องนำมาบันทึกวิเคราะห์ คือ กำลังที่ได้ แรงบิดที่ได้ อัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง มลพิษจากก๊าซไอเสีย ในอนาคตถ้าก๊าซธรรมชาติถูกนำมาเป็นเชื้อเพลิงมากขึ้นดังนั้นเครื่องยนต์ที่สามารถใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงก็ย่อมมีความจำเป็น

---

[1] ชื่ออังกฤษ " Studying of the machine diesel efficiency used fuel and LPG gas "

[2] นักศึกษาภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล สจล. ห้อง 3Q/1และ3Q/2 รหัส 48015370, 48015396 และ 48015432 ตามลำดับ

[3] อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล สจล., โทร. 0 2326 4197, อีเมล .

ให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

bsfc = อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะ (g/kW-hr)

P = กำลังงาน (kW)

T = แรงบิด (N-m)

N = จำนวนรอบ (rpm)

$\dot{m}_f$ = อัตราการไหลมวลของเชื้อเพลิง (g/min)

$\dot{Q}_{in}$ = อัตราความร้อนจากการสันดาป

Q_{HV} = ค่าความร้อนของเชื้อเพลิง

2. วัตถุประสงค์

1 ทดสอบเปรียบเทียบสมรรถนะของเครื่องยนต์ดีเซลเมื่อใช้ก๊าซ LPG ร่วมกับน้ำมันดีเซลและเปรียบเทียบกับการใช้น้ำมันดีเซลอย่างเดียว โดยหาค่า แรงบิด กำลัง และอัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์หาความประหยัดระหว่างเครื่องยนต์ดีเซลกับเครื่องยนต์ใช้เชื้อเพลิงร่วม

2 ศึกษาวิเคราะห์มลภาวะที่เกิดขึ้นเมื่อใช้ก๊าซ LPG ร่วมกับน้ำมันดีเซลและเปรียบเทียบกับการใช้น้ำมันดีเซลเพียงอย่างเดียว

3. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

การทดลองการทำงานของเครื่องยนต์ดีเซลที่ใช้ร่วมกับก๊าซ LPG เป็นการทดลองเพื่อหาอัตราส่วนของการใช้น้ำมันดีเซลและก๊าซ LPG เพื่อนำค่าที่ได้มาเปรียบเทียบเพื่อหาอัตราส่วนที่ประหยัดที่สุดจากการศึกษาดังกล่าวทำให้ได้ทราบถึงการทำงานและการติดตั้งชุดอุปกรณ์ที่ใช้ก๊าซ LPG เมื่อได้ผลการทดลองมาเปรียบเทียบกันก็จะได้รู้ว่าการที่นำแก๊ส LPG มาใช้ร่วมกับน้ำมันดีเซลมีความคุ้มค่าขนาดไหนกับการลงทุนติดตั้งเพื่อจะได้ปรับปรุงแก้ไขกันต่อไป

4. ขอบเขต

1 ติดตั้งอุปกรณ์ก๊าซ LPG

2 ทดสอบเปรียบเทียบระหว่างเครื่องยนต์ดีเซลเมื่อใช้เชื้อเพลิงก๊าซ LPG + น้ำมันดีเซลและเครื่องยนต์ดีเซลอย่างเดียวเพื่อหาค่าแรงบิด (Torque) กำลัง (Power) และอัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง (bsfc) ที่ความเร็วรอบต่างๆ

3 ทดสอบมลภาวะที่เกิดจากไอเสีย

4 วิเคราะห์ข้อมูลเชิงเศรษฐกิจโดยเปรียบเทียบเครื่องยนต์ผสมกับเครื่องยนต์ดีเซล

5. อุปกรณ์ที่ใช้ทดสอบ

5.1 ขนาดเครื่องยนต์ที่ใช้ทดสอบ

เครื่องยนต์	2L-T 4 สูบ 8 วาล์ว
กระบอกสูบ	92 mm x 92 mm
ปริมาตรกระบอกสูบ	2446 CC
อัตราส่วนกำลังอัด	18.4 : 1
แรงม้าสูงสุด	89 PS/4200 rpm
แรงบิด	18 kg-m/2400 rpm

5.2 แชสซิสไดนาโมมิเตอร์(Chassisdynamometer)

5.3 ตาชั่ง

5.4 นาฬิกาจับเวลา

5.5 อุปกรณ์ต่างๆที่ใช้ในระบบก๊าซ LPG

-ถังก๊าซ (Tank)

-เกจวัดแรงดัน

-ท่อแรงดันสูง

-โซลีนอยด์วาล์ว (Solenoid Valve)

-หม้อต้ม(Reducer)

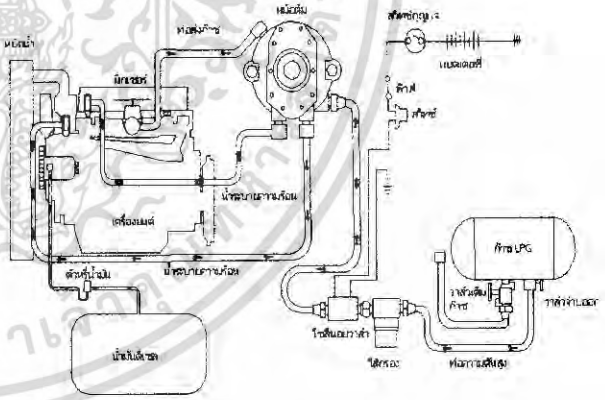
-ท่อแรงดันต่ำ

-มิกเซอร์ (Gas Mixer)

-สวิตช์ก๊าซ

-อื่น ๆ

5.6 การติดตั้งอุปกรณ์



รูปที่1แสดงหลักการทำงานของเครื่องยนต์ ดีเซล กับ ก๊าซ LPG

5.7 ผลการทดสอบ

ตารางที่ 1 แสดงผลการทดสอบน้ำมันดีเซล

ความเร็ว (km/hr)	ความเร็วรอบ (rpm)	กำลัง (kW)	แรงบิด (N-m)	น้ำมันดีเซล (g/min)	bsfc (g/kW-hr)
70	2600	36.41	133.73	181.5	299.09
80	2950	40.60	131.44	211.1	312.56
90	3400	41.36	116.18	232.4	337.14
100	3750	38.86	98.95	249.9	385.84
110	4200	36.54	83.08	284.4	466.99

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 แสดงผลการทดสอบการใช้เชื้อเพลิงร่วม

ความเร็ว (km/hr)	ความเร็วรอบ (rpm)	กำลัง (kW)	แรงบิด (N-m)	น้ำมันดีเซล (g/min)	bsfc(Diesel) (g/kW-hr)	แก๊ส LPG (g/min)	bsfc(LPG) (g/kW-hr)	%แก๊สLPG
70	2650	37.17	143.69	174.6	281.95	6.8	10.97	3.76
80	2980	42.12	139.17	202.8	288.97	8.2	11.68	3.91
90	3434	43.65	121.39	218.7	300.62	13.2	18.12	5.93
100	3773	41.34	104.63	230.2	334.11	19.6	28.44	7.85
110	4250	38.29	86.04	260.1	402.7	24.2	37.92	8.52

ตารางที่ 3 แสดงราคาเมื่อใช้น้ำมันดีเซล

ความเร็ว (km/hr)	น้ำมันดีเซล (L/hr)	ราคา (บาท/hr)
70	12.80	396.03
80	14.88	460.38
90	16.38	506.79
100	17.62	545.16
110	20.05	620.35

ตารางที่ 4 แสดงราคาเมื่อใช้เชื้อเพลิงร่วม

ความเร็ว (km/hr)	น้ำมันดีเซล (L/hr)	ราคา (บาท/hr)	แก๊ส LPG (L/hr)	ราคา (บาท/hr)	ราคารวม (บาท/hr)
70	12.06	373.14	0.725	7.88	381.02
80	13.78	426.35	0.882	9.58	435.93
90	14.61	452.03	1.372	14.91	466.94
100	15.26	472.14	2.024	22.00	494.14
110	17.50	541.45	2.604	28.30	569.75

ตารางที่ 5 แสดงอัตราความร้อนจากการสันดาปน้ำมันดีเซล

ความเร็ว (km/hr)	น้ำมันดีเซล (g/min)	อัตราความร้อนจากการสันดาป (kcal/hr)
70	181.5	118483.20
80	211.1	137806.08
90	232.4	151710.72
100	249.9	163134.72
110	284.4	185656.32

ตารางที่ 6 แสดงอัตราความร้อนจากการสันดาปเชื้อเพลิงร่วม

ความเร็ว (km/hr)	น้ำมันดีเซล (g/min)	อัตราความร้อนจากการสันดาป (kcal/hr)	ก๊าซ LPG (g/min)	อัตราความร้อนจากการสันดาป (kcal/hr)	อัตราความร้อนจากการสันดาป รวม (kcal/hr)
70	174.6	113978.88	6.8	4859.28	118838.16
80	202.8	132387.84	8.2	5859.72	138247.56
90	218.7	142767.36	13.2	9432.72	152200.08
100	230.2	150274.56	19.6	14006.16	164280.72
110	260.1	169858.56	24.2	17293.32	187151.88

ตารางที่ 7 แสดงการเปรียบราคา และ ความประหยัด

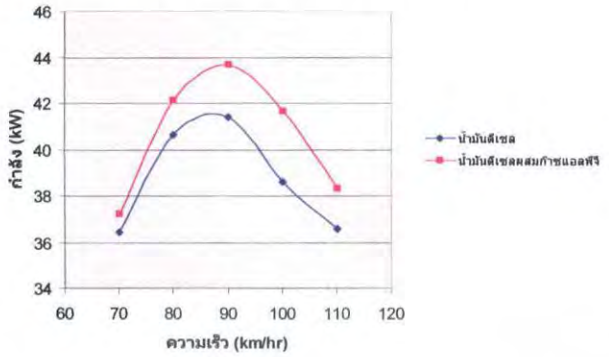
ความเร็ว (km/hr)	ราคา น้ำมันดีเซล (บาท/hr)	ราคา เชื้อเพลิงร่วม (บาท/hr)	เชื้อเพลิงร่วมประหยัดกว่าน้ำมันดีเซล (บาท/hr)
70	396.03	381.02	15
80	460.38	435.93	24
90	506.79	466.94	40
100	545.16	494.14	51
110	620.35	569.75	51
เฉลี่ย			36

ตารางที่ 8 แสดง bsfc ของเชื้อเพลิง

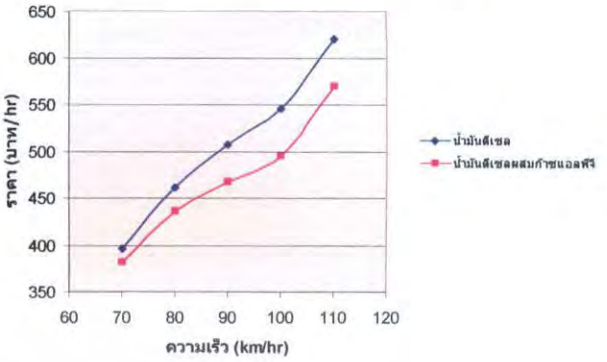
ความเร็ว (km/hr)	bsfc ของน้ำมันดีเซล (kcal/kW-hr)	bsfc ของเชื้อเพลิงร่วม (kcal/kW-hr)
70	3254.14	3197.15
80	3394.24	3282.23
90	3668.05	3486.83
100	4198.01	3973.89
110	5080.90	4887.75

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

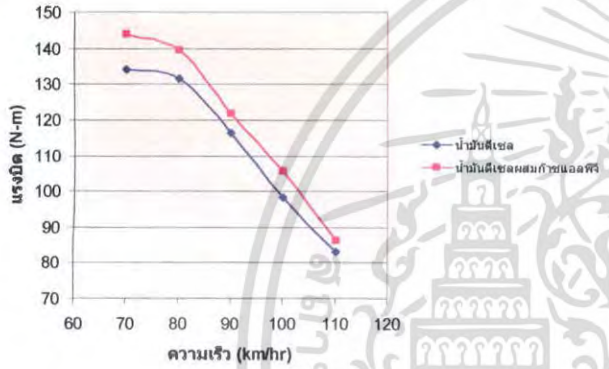
กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง กำลัง กับ ความเร็ว



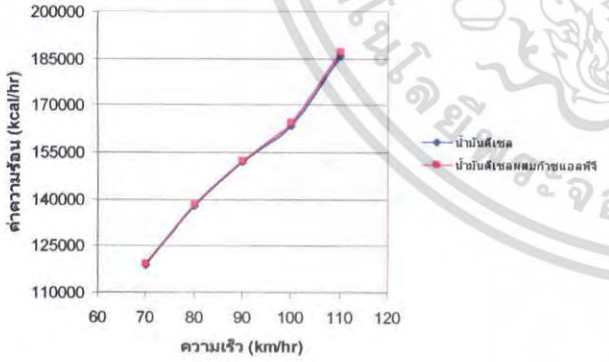
กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ราคาเชื้อเพลิง กับ ความเร็ว



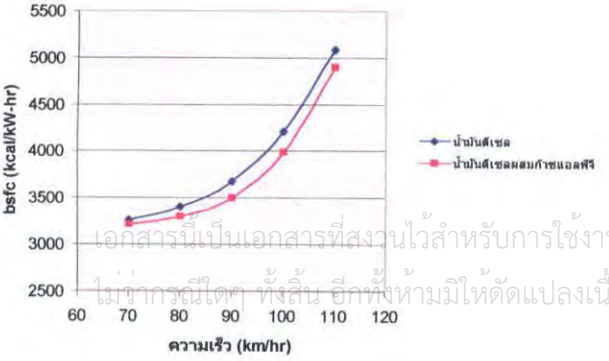
กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง แรงบิด กับ ความเร็ว



กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง อัตราความร้อนจากการสันดาป กับ ความเร็ว



กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง bsfc กับ ความเร็ว



5.8 ทฤษฎีในการคำนวณ

5.8.1 กำลังงาน

$$p = \left(p_{output} + p_{loss}\right) \times k \quad \text{(kW)}$$

5.8.2 แรงบิด

$$\mathrm{T} = \frac{p}{2\pi N} \times 60 \quad \text{(N-m)}$$

5.8.3 อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงตามทฤษฎี

$$\text{bsfc} = \frac{\dot{m}_f}{p} \times 60 \quad \text{(g/kW-hr)}$$

5.8.4 อัตราความร้อนจากการสันดาป

$$\dot{Q}_{in} = \dot{mf} \bullet Q_{LV} \times 60 \quad \text{(kcal/hr)}$$

6. ปัญหาและการแก้ไข

1 ปัญหาของการซ่อมแซมเครื่องยนต์เนื่องจากเป็นเครื่องยนต์รุ่นเก่าจึงมักเจอปัญหาของเครื่องยนต์ชิ้นส่วนต่างๆหมดอายุและเสียอยู่บ่อยๆ ทำให้เสียเงินและเวลาในการซ่อมแซมเป็นจำนวนมาก

2 ปัญหาเรื่องของไดชาร์ทไม่ทำงานจึงต้องเปลี่ยนแบตเตอร์รี่อยู่บ่อยๆ ทำให้เสียเวลาในการทดสอบ

3 การจูนน้ำมันและก๊าซทำได้ลำบากเนื่องจากอุปกรที่ใช้ต้องอาศัยความชำนาญและประสบการณ์ ถ้าใช้อุปกรณ์ที่ควบคุมด้วยระบบอิเล็กทรอนิคจะมีความแม่นยำกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. สรุป

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างการใช้เชื้อเพลิงร่วม หรือน้ำมันดีเซลผสมก๊าซ LPG กับ การใช้น้ำมันดีเซลอย่างเดียวจะพบว่า

-เชื้อเพลิงร่วมมีกำลังโดยเฉลี่ยสูงขึ้น 1.76 kW

-เชื้อเพลิงร่วมมีแรงบิดโดยเฉลี่ยสูงขึ้น 31.54 N-m

-เชื้อเพลิงร่วมมีอัตราความร้อนจากการสันดาปโดยเฉลี่ยสูงขึ้น 785.47 kcal/hr

-เชื้อเพลิงร่วมมี bsfc โดยเฉลี่ยลดลง 153.5 kcal/kW-hr

-เมื่อเปรียบเทียบราคาโดยเฉลี่ยเชื้อเพลิงร่วมถูกลง 36 บาท/hr

8. กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ดี ด้วยความช่วยเหลือจากบุคคลหลายๆฝ่ายด้วยกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ผศ.พงษ์ศักดิ์ คำมูล ซึ่งให้แนะนำและคำปรึกษามาโดยตลอด ข้าพเจ้ารู้สึกซาบซึ้งในความอนุเคราะห์จากท่านและขอขอบพระคุณอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณ บิดา-มารดา ที่ได้อบรมสั่งสอนและได้อุปการะ ให้ข้าพเจ้ามีโอกาสในการศึกษาอย่างเต็มที่และดูแลเอาใจใส่เสมอจนวันนี้

ขอขอบคุณ พี่ป๊อด ร้านวิทยาการช่างที่เอื้อเฟื้ออุปกรณ์ติดแก๊สและให้คำปรึกษาในการติดตั้งและเทคนิคในการจูนหม้อต้มพร้อมกับอธิบายรายระเอียดของอุปกรณ์ทุกอย่างโดยละเอียด

ขอขอบพระคุณท่านอาจารย์และเจ้าหน้าที่ของภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกลทุกท่านที่ได้ให้ความกรุณาช่วยเหลือเครื่องมือที่ใช้ในการปฏิบัติงาน ตลอดจนให้คำปรึกษาจนสำเร็จสมบูรณ์

9. เอกสารอ้างอิง

(1) สมาคมส่งเสริม (ไทย - ญี่ปุ่น) " มาตรฐานของโครงสร้างและการใช้รถ LPG "

(2) ปกรณ์ สรรพิทักษ์เสรี , ผดุงศักดิ์ สุระรัมย์ ., "การใช้ก๊าซ LPG ในเครื่องยนต์ระบบหัวฉีด" ., สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง , 2539

(3) คู่มือการใช้และทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์

(4) คู่มือฝึกอบรมการติดตั้งแก๊ส (กรมธุรกิจพลังงาน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้