สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การศึกษาการใช้ก๊าซLPGร่วมกับน้ำมันดีเซลในเครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็ก

STUDY ON USING LPG WITH DIESEL IN A SMALL DIESEL ENGINE

T103092

นายปริวรรต บุญเมือง
นายอนุวัฒน์ หาญคำอุ้ย
นายอภิชาติ สุนทรวิภาต

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 103092
วัน,เดือน,ปี 27 ส.ค. 2552
b 12100219
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2551

ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การศึกษาการใช้ก๊าซLPGร่วมกับน้ำมันดีเซลในเครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็ก

STUDY ON USING LPG WITH DIESEL IN A SMALL DIESEL ENGINE

ผู้จัดทำ

1 นายปริวรรต บุญเมือง รหัสประจำตัว 48010253

2. นายอนุวัฒน์ หาญคำอุ้ย รหัสประจำตัว 48011057

3.นายอภิชาติ สุนทรวิภาต รหัสประจำตัว 48011060

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(อ.ธีรพงศ์ ผลโพธิ์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาการใช้ก๊าซLPGร่วมกับน้ำมันดีเซลในเครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็ก

นายปริวรรต บุญเมือง 48010253
นายอนุวัฒน์ หาญคำอุ้ย 48011057
นายอภิชาติ สุนทรวิภาต 48011060
อ.ธีรพงศ์ ผลโพธิ์ อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2551

บทคัดย่อ

ในโครงงานนี้จะศึกษาการเอาก๊าซLPGมาใช้ร่วมกับน้ำมันดีเซล ในเครื่องยนต์ดีเซล 1 สูบ 4 จังหวะรวมทั้งศึกษามลพิษ อัตราส่วนการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง และกำลังเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล และเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซLPGร่วมกับน้ำมันดีเซล เพื่อทำการเปรียบเทียบผลการทดสอบที่วัดได้ โดยในการทดสอบแบ่งออกเป็นสองส่วนคือทำการทดสอบด้วยน้ำมันดีเซลและทดสอบด้วยก๊าซLPGร่วมกับน้ำมันดีเซลโดยทดสอบที่ความเร็วรอบระหว่าง 1400-2000 rpm แล้วเปรียบเทียบกำลังของเครื่องยนต์ แรงบิดของเครื่องยนต์ อัตราความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงและมลพิษจากการเผาไหม้ เพื่อวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

STUDY ON USING LPG WITH DIESEL IN A SMALL DIESEL ENGINE

Pariwat Boonmuang 48010523

Anuwat Hankamui 48011057

Apichat Soonthornwiphat 48011060

Mr.Teerapong Pholpho Advisor

2008

Abstract

This project was to studies on using LPG with diesel in a small diesel engine. Nowadays , fuel price increased as a factor of economy and continue to be critical every day. Consequently, research and development in searching for new resourse instead of fuel also finding cheaper price than current. This experimental study on using LPG with diesel in a small diesel engine. This also includes studying in air pollution and engine power for diesel oil vs LPG with diesel oil fuel. Experiment will be testing on engine with LPG and diesel fuel at 1400-2000 rpm. Compare power engine, torque, consumption fuel rate and the pollution that is born from the combustion for variable economics analysis.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้คงไม่อาจเสร็จได้ด้วยดี หากไม่ได้รับความช่วยเหลือ และร่วมมือจากหลาย ๆ ฝ่ายด้วยกัน บุคคลแรกที่ต้องกล่าวถึงเพราะเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้วิทยานิพนธ์นี้เสร็จลงได้ก็คือ อาจารย์ ธีรพงศ์ ผลโพธิ์ และอาจารย์พิชิต กิตตินนท์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ให้ความเอาใจใส่ แนะนำ และช่วยเหลือเสมอมา ซึ่งต้องขอขอบพระคุณเป็นอย่างมาก

และต้องขอขอบพระคุณบุคคลสำคัญที่สุดที่ทำให้ข้าพเจ้ามีวันนี้ ก็คือ บิดา มารดา อันเป็นที่เคารพรักยิ่ง ซึ่งได้เลี้ยงดูผู้เขียนมาเป็นอย่างดี พร้อมทั้งให้โอกาสในการศึกษาอย่างเต็มที่ และยังให้กำลังใจ เอาใจใส่เสมอมา ในทุก ๆ ด้านอันหาที่เปรียบมิได้ ข้าพเจ้าขอระลึกในพระคุณอันสุดประมาณ และขอกราบขอบพระคุณมา ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณ บริษัท ยันมาร์ เอส พี จำกัด เป็นอย่างสูงที่ได้ให้ความช่วยเหลือเครื่องยนต์ที่ใช้ในการทำโครงงาน ตลอดจนให้คำแนะนำการใช้งานและการทดสอบต่างๆเป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณอาจารย์และเจ้าหน้าที่ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกลที่ได้ให้ความช่วยเหลือในการทดสอบเครื่องยนต์

ขอขอบพระคุณท่านอาจารย์และเจ้าหน้าที่โดยเฉพาะ พี่แอ๋ พี่ติ๊ก ที่ได้ให้ความกรุณาช่วยเหลือและคำปรึกษาในการปฏิบัติงานเป็นอย่างดียิ่ง

คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญตาราง	VI
สารบัญรูป	VII
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ที่มาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตการศึกษา	1
1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.5 ทฤษฎีที่ใช้ในการศึกษา	2
บทที่ 2 ทฤษฎี	
2.1 สมบัติของน้ำมันดีเซล	3
2.2 ประเภทของก๊าซ	6
2.3 กระบวนการผลิตก๊าซ LPG	6
2.4 คุณสมบัติของก๊าซ LPG	7
2.5 ส่วนประกอบของก๊าซLPG	8
2.6 วัฏจักรดวบ	8
2.7 วัฏจักรเครื่องยนต์สี่จังหวะจุดระเบิดด้วยการอัด	10
2.8 ระบบหล่อเย็น	11
2.9 เครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็ก	12
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดสอบ	
3.1 ไดนาโมมิเตอร์	19
3.2 ชุดคอนโทรล	20
3.3 เครื่องวัดควันดำ	20
3.4 เครื่องชั่งน้ำหนัก	21
3.5 อุปกรณ์ในการติดตั้งแก๊ส LPG เครื่องยนต์ดีเซล	21
3.6 ขั้นตอนการติดตั้ง	26
3.7 วิธีการทดลอง	26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการทดลอง	
4.1 การปรับเครื่องยนต์ก่อนใช้ร่วมกับก๊าซLPG	27
4.2 วัสดุอุปกรณ์	27
4.3 ขั้นตอนการทดลอง	27
4.4 ผลการทดลอง	28
บทที่ 5 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง	
5.1 สรุปผลการทดลอง	33
5.2 ข้อเสนอแนะ	34
ภาคผนวก	35
บรรณานุกรม	54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 กำหนดมาตรฐานคุณภาพของก๊าซ LPG	8
ตารางที่ 3.1 ข้อมูลจำเพาะของเครื่องยนต์ทดสอบ (เครื่องยนต์ยันมาร์ รุ่น TF 85)	18
ตารางที่ 4.1 แสดงสมรรถนะเครื่องยนต์	31
ตารางที่ 4.2 แสดงแรงบิดของเครื่องยนต์ที่รอบต่างๆเมื่อใช้น้ำมันดีเซล และน้ำมันดีเซลร่วมกับLPG	31
ตารางที่ 4.3 แสดงแรงม้าของเครื่องยนต์ที่รอบต่างๆเมื่อใช้น้ำมันดีเซล และน้ำมันดีเซลร่วมกับLPG	32
ตารางที่ 4.4 แสดงความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ที่รอบต่างๆเมื่อใช้น้ำมันดีเซล และน้ำมันดีเซลร่วมกับLPG	32
ตารางที่ 4.5 แสดง%ควันดำของเครื่องยนต์ที่รอบ1800เมื่อใช้น้ำมันดีเซล และน้ำมันดีเซลร่วมกับLPG	32
ตารางที่ 6.1 DATA TEST RECECORD(1)	52
ตารางที่ 6.1 DATA TEST RECECORD(1)	53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 2.1 แสดงกราฟ P-V ของเครื่องยนต์จุดระเบิด	9
รูปที่ 2.2 แสดงแผนภาพ P-V และ T-S ของวัฏจักรดีซล	9
รูปที่ 2.3 วัฏจักรทำงานของเครื่องยนต์สี่จังหวะ	11
รูปที่ 2.4 ระบบหล่อเย็นด้วยของเหลว	12
รูปที่ 2.5 ส่วนประกอบของระบบน้ำมันเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็ก	12
รูปที่ 2.6 ทิศทางการไหลของน้ำมันเชื้อเพลิง	13
รูปที่ 2.7 ส่วนประกอบของปั๊มฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง	14
รูปที่ 2.8 การทำงานของปั๊มหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง	14
รูปที่ 2.9 การปรับปริมาณการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง	15
รูปที่ 2.10 ส่วนประกอบของหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง	16
รูปที่ 3.1 เครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็กที่นำมาทดสอบ	18
รูปที่ 3.2 ไดนาโมมิเตอร์	19
รูปที่ 3.3 ชุดคอนโทรล Eddy Current Dynamometer	20
รูปที่ 3.4 เครื่องวัดควันดำ	20
รูปที่ 3.5 เครื่องชั่งน้ำหนัก	21
รูปที่ 3.6 หม้อต้ม	22
รูปที่ 3.7 เพาเวอร์วาล์ว	22
รูปที่ 3.8 ถังบรรจุแก๊ส LPG	23
รูปที่ 3.9 ท่อก๊าซ	24
รูปที่ 3.10 มิกเซอร์	24
รูปที่ 3.11 อุปกรณ์ปรับความดันก๊าซ	25
รูปที่ 3.12 แสดงการติดตั้งชุดแก๊ส	25
รูปที่ 4.1 แสดงกราฟระหว่างแรงบิดกับความเร็วรอบ	28
รูปที่ 4.2 แสดงกราฟระหว่างแรงม้ากับความเร็วรอบ	29
รูปที่ 4.3 แสดงกราฟระหว่างอัตราความสิ้นเปลืองกับความเร็วรอบ	29
รูปที่ 4.4 แสดงกราฟค่าใช้จ่ายกับความเร็วรอบ	30
รูปที่ 4.5 แสดงกราฟอัตราควันดำ	30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่6.1 โบชัวร์เครื่องยนต์ที่นำมาทดสอบ(1)	48
รูปที่6.2 โบชัวร์เครื่องยนต์ที่นำมาทดสอบ(2)	49
รูปที่6.3 โบชัวร์เครื่องยนต์ที่นำมาทดสอบ(3)	50
รูปที่6.4 โบชัวร์เครื่องยนต์ที่นำมาทดสอบ(4)	51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1. ที่มาและความสำคัญ

ปัจจุบันทั่วโลกกำลังประสบปัญหาขาดแคลนพลังงาน รวมไปถึงปัญหามลพิษที่เกิดจากการเผาไหม้ของเครื่องยนต์และกำลังทวีความรุนแรงขึ้นเรื่อยๆ ซึ่งส่งผลกระทบต่อหลายๆด้านรวมทั้งเรื่องการเกษตรด้วย เมื่อพลังงานลดลงความต้องการก็สูงขึ้นราคาจึงสูงตามไปด้วย ผลผลิตที่ได้จึงไม่คุ้มค่ากับการลงทุน จึงจำเป็นต้องมีการศึกษา วิจัย หาพลังงานทางเลือกใหม่ เพื่อทดแทนพลังงานที่ขาดแคลนและลดค่าใช้จ่าย แก๊สเป็นพลังงานอีกทางที่สามารถนำมาทดแทนน้ำมันเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ได้ และยังมีมลพิษต่ำเมื่อเทียบกับน้ำมัน(ราคาแก๊ส ณ วันที่ 5 กุมภาพันธ์ 2552 11.50 บาท/ลิตรและราคาน้ำมันดีเซล 19.39 บาท/ลิตร) [11] ในปัจจุบันผู้ผลิตรถยนต์ต่างๆ และนักวิจัยทั่วโลก ต่างกำลังวิจัยและพัฒนาเครื่องยนต์แก๊สกันอย่างแพร่หลาย ทั้งเครื่องยนต์ดีเซลและเบนซิน อย่างไรก็ตามเครื่องยนต์แก๊สยังมีความจำเป็นต้องศึกษาอย่างมาก และพัฒนาให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นกว่าปัจจุบันเพื่อให้เกิดประโยชน์จากการใช้พลังงานสูงสุด

2. วัตถุประสงค์

1) เพื่อศึกษาการใช้ก๊าซLPGกับเครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็ก
2) เพื่อออกแบบเครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็กติดตั้งก๊าซLPG

3. ขอบเขตการศึกษา

1) ศึกษาผลกระทบต่อสมรรถนะของเครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็ก
2) ศึกษาด้านค่าใช้จ่ายในการติดตั้งและความสิ้นเปลืองของก๊าซLPGเทียบกับน้ำมันดีเซล
3) เพื่อเป็นทางเลือกในการใช้พลังงานในสภาวะปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1) เป็นทางเลือกหนึ่งสำหรับเกษตรกรที่ต้องการลดภาระค่าใช้จ่ายน้ำมัน
2) เป็นพื้นฐานการพัฒนาเครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็กกับพลังงานอื่นๆ
3) เพื่อเป็นความรู้พื้นฐานในการศึกษาและพัฒนาต่อไป

5. ทฤษฎีที่ใช้ในการศึกษา

การศึกษาใช้หลักและทฤษฎีของเครื่องยนต์สันดาปภายใน(Internal Combustion Engine)[1, 2] ตามหลักการวัฏจักรดีเซล (Diesel Cycle) [3, 4] ซึ่งรวมถึงการวัดกำลังของเครื่องยนต์ (Power of Engine) [7, 8] อัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง (Fuel Consumption) มลพิษจากการเผาไหม้ (Emission of Combustion) [9, 10] ประสิทธิภาพเครื่องยนต์ (Engine Efficiency) [7, 8]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎี

2.1 สมบัติของน้ำมันดีเซล [7]

2.1.1 ซีเทนนัมเบอร์

ซีเทนนัมเบอร์(Cetane number) คือการวัดคุณภาพของการจุดระเบิดโดยการชี้บอกเป็นตัวเลข ซีเทนนัมเบอร์มีอิทธิพลต่อความสะดวกในการสตาร์ทและการสันดาปในเครื่องยนต์ เครื่องยนต์ดีเซลหมุนเร็วในปัจจุบันต้องการค่าซีเทนประมาณ 50 ค่าซีเทน ค่าซีเทนคือจำนวนเปอร์เซ็นของซีเทน โดยปริมาตรในสารผสมของซีเทน ($C_{16}H_{34}$) กับ อัลฟาเมธิลแนพธาลีน ($C_{11}H_{10}$) ซึ่งมีคุณสมบัติมีคุณสมบัติการจุดระเบิดเหมือนกับน้ำมันที่นำมาตรวจสอบทั้งซีเทนและอัลฟาเมธิลแนพธาลีน ต่างก็เป็นไฮโดรคาร์บอนที่ผลิตมาจากน้ำมันดำโดยทางเคมี ซีเทนมีคุณสมบัติจุดระเบิดดีมากแต่อัลฟาเมธิลแนพธาลีนมีคุณสมบัติจุดระเบิดที่ไม่ดี สเกลจะแบ่งได้จาก0-100 อัลฟาเมธิลแนพธาลีน บริสุทธิ์จะมีค่าซีเทนเป็น 100 ค่าซีเทน 48 หมายถึงน้ำมันเชื้อเพลิงที่มีคุณสมบัติจุดระเบิดเท่ากับสารผสมที่ประกอบด้วยซีเทน48%กับอัลฟาเมธิลแนพธาลีน52% ค่าซีเทนของน้ำมันตัวอย่างหาได้โดยทดลองใช้กับเครื่องยนต์พิเศษสูตรเดียวกับที่สร้างสำหรับทดลองโดยเฉพาะซึ่งเปลี่ยนอัตราส่วนได้ตามต้องการ วิธีการทดลองขึ้นอยู่กับหลักที่ว่าระยะเวลาล่าช้าในการจุดระเบิดเครื่องยนต์เครื่องหนึ่งที่ความเร็วจำนวนหนึ่ง จะลดน้อยลงเมื่อเพิ่มอัตราส่วนการอัดมากขึ้น ระยะเวลาล่าช้านี้วัดได้จาก จากขณะที่ลิ้นเร่งน้ำมันเชื้อเพลิงยกขึ้นจากเบาะลิ้น จนกระทั่งการลุกไหม้ของน้ำมันเชื้อเพลิงได้แสดงค่ากำลังดันภายในกระบอกสูบที่วัดได้สูงขึ้นระยะเวลาล่าในการจุดระเบิดที่ถือเป็นมาตรฐานในการทดลอง ระยะเท่ากับ 13 องศาของมุมที่เหวี่ยงหมุนไป น้ำมันเชื้อเพลิงที่ทดลองถูกเผาไหม้ในเครื่องยนต์และอัตราส่วนความอัดของกระบอกสูบถูกเพิ่มให้สูงขึ้น จนได้ระยะเวลาล่าช้าเท่ากับองศา ซึ่งจะวัดได้จากเครื่องมือพิเศษชนิดหนึ่ง แล้วจดอัตราส่วนการอัดไว้ต่อไป เดินเครื่องยนต์อีกสองครั้ง โดยใช้เชื้อเพลิงที่เป็นสารผสมของซีเทนกับอัลฟาเมธิลแนพธาลีนที่มีส่วนต่างกันสองอย่าง อย่างหนึ่งมีค่าซีเทนสูงกว่าค่าซีเทนที่คาดคะเนของน้ำมันเชื้อเพลิงที่นำมาทดลองประมาณ5% และอีกอย่างหนึ่งที่มีค่าซีเทนต่ำกว่าที่คาดคะเนของน้ำมันเชื้อเพลิงนั้นประมาณ 5% ขั้นต่อไปให้หาค่าอัตราส่วนความอัดสำหรับคำนวณหาค่าซีเทนของน้ำมันเชื้อเพลิงที่นำมาทดลองได้โดยเปรียบเทียบเกณฑ์ตามผลส่วนหาผลเฉลี่ยจากอัตราส่วนความอัดที่หาไว้ได้ น้ำมันเชื้อเพลิงที่มีคุณสมบัติจุดระเบิดดี ย่อมต้องการอัตราส่วนความอัดที่ต่ำสำหรับความล่าช้าในการจุดระเบิด 13 องศา และมีค่าซีเทนสูงส่วนน้ำมันเชื้อเพลิงที่มีคุณสมบัติจุดระเบิดแล้วก็ต้องการอัตราส่วนความสูงสำหรับความล่าช้าในการติดไฟ13องศา และมีค่าซีเทนต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 ดัชนีซีเทน

เนื่องจากการหาค่าซีเทนโดยการทดลองด้วยเครื่องมือพิเศษสิ้นเปลืองเวลา และค่าใช้จ่าย จึงมีการพัฒนาวิธีการที่ใช้ประมาณค่าซีเทน จากคุณสมบัติของน้ำมันดีเซลหมุนเร็ว ซึ่งโรงกลั่นใช้ในการควบคุมคุณภาพของน้ำมันวิธีการหนึ่ง ใช้กันอย่างแพร่หลายคือสูตรของ การคำนวณดัชนีซีเทน ซึ่งสูตรนี้ใช้ในการประมาณค่าซีเทนของน้ำมันใสจากความหนาแน่นและจุดกลางของการเดือดแต่เนื่องจากสูตรซับซ้อน เพื่อให้ง่ายขึ้น จึงมีการพัฒนาโนโมกราฟ ขึ้นสำหรับการหาค่าดัชนีซีเทนนั้นสามารถที่จะประมาณค่าได้ด้วยความแม่นยำยกเว้นกรณีดังต่อไปนี้

1. เชื้อเพลิงที่เติมสารเพิ่มค่าซีเทน

2. สารไฮโดรคาร์บอนบริสุทธิ์, เชื้อเพลิงสังเคราะห์จากพวกอัลคิลเลท, Tar Sands, Shale Oil หรือ Coal tar

3. น้ำมันดิบ, น้ำมันเตา หรือน้ำมันเชื้อเพลิงที่มีจุดเดือดสุดท้ายต่ำกว่า 260 C

เนื่องจากการวัดหาค่าซีเทนต้องใช้เครื่องยนต์ดีเซลพิเศษ โดยเฉพาะเปรียบเทียบในการจุดระเบิดกับเชื้อเพลิงมาตรฐาน แต่วิธีนี้ต้องลงทุนมาก ปัจจุบันจึงใช้วิธีประมาณค่าซีเทน ซึ่งคำนวณได้จากการวัดค่าความถ่วงจำเพาะ เอพีไอ และอุณหภูมิการกลั่นที่50%หรือใช้ดูจากแผ่นโมโนกราฟ

2.1.3 ความหนืด

ความหนืด (viscosity) หรือความข้นใสเป็นค่าแสดงค่าแรงต้านทานการไหลของของเหลวมีความสำคัญมากโดยเฉพาะผลิตภัณฑ์น้ำมันปิโตรเลียมที่ฉีดให้เป็นฝอยละออง ขณะเดียวกันก็ต้องใช้หล่อลื่นเชื้อเพลิงแรงดันสูงด้วย ในกรณีที่น้ำมันเชื้อเพลิงมีความดันต่ำเกินไปก็จะเป็นอันตรายต่อปั๊มฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงที่ทำงาน จะเกิดการเสียดสีระหว่างลูกสูบปั๊มกับกระบอกปั๊มจึงจำเป็นต้องเอาความหนืดของน้ำมันเข้าไปใช้เป็นฟิล์มกั้นเอาไว้เพื่อลดการเสียดสี ดังนั้นน้ำมันเชื้อเพลิงที่มีความหนืดต่ำเกินไป จะทำให้ลูกสูบปั๊มและกระบอกปั๊มสึกเร็วน้ำมันเชื้อเพลิงจะรั่วผ่านข้างๆลูกสูบปั๊มความหนืดของน้ำมันเชื้อเพลิงมีอิทธิพลต่อรูปร่างของละอองน้ำมันที่ฉีดออกจากหัวฉีดเช่นกัน หากความหนืดสูงจะทำให้การฉีดเป็นฝอยไม่ดี ละอองน้ำมันมีขนาดใหญ่น้ำมันจะพุ่งไปไกล นอกจากนี้น้ำมันจะพุ่งเป็นสายแทนที่จะเป็นละอองเล็กๆผลก็คือการรวมตัวกับอากาศไม่ดี ทำให้การสันดาปไม่สมบูรณ์ส่งผลให้กำลังเครื่องยนต์และประสิทธิภาพตกในที่สุด และยิ่งเป็นเครื่องยนต์ขนาดเล็กแล้ว น้ำมันจะพุ่งไปกระทบกระบอกสูบ ชะล้างฟิล์มน้ำมันหล่อลื่นลงสู่ก้นอ่างทำให้เครื่องยนต์สึกหรอมาก และน้ำมันเครื่องสกปรกเร็วน้ำมันเชื้อเพลิงที่มีความหนืดต่ำไปจะทำให้น้ำมันเชื้อเพลิงที่พ่นออกมา เป็นฝอยละเอียดมากขึ้นจึงไม่พุ่งไปไกลเท่าที่ควรการสันดาปจะไม่ดีนักกำลังเครื่องยนต์และประสิทธิภาพตกเช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.4 ความถ่วงจำเพาะ

ความถ่วงจำเพาะ (Specific gravity) ของน้ำมันคือ มวลของน้ำมันในหนึ่งหน่วยปริมาตรต่อมวลของน้ำบริสุทธ์ในปริมาตรเท่ากัน การกำหนดวิธีวัดความถ่วงจำเพาะของของเหลวตามความมุ่งหมายของสถาบันการปีโตรเลียมของสหรัฐอเมริกา (American Petroleum Institute,API) ได้กำหนดการวัดความถ่วงจำเพาะเอพีไอของน้ำมันเชื้อเพลิง เพื่อเป็นการชี้ให้เห็นความหนืดของน้ำมัน คุณลักษณะในการกลั่น และค่าความร้อนที่มีในเชื้อเพลิงนั้น และยังเป็นการบอกให้ทราบถึงเกรดน้ำมันเชื้อเพลิงโดยประมาณ อย่างไรก็ตามน้ำมันเชื้อเพลิงหนักจะให้ค่าความร้อนบีทียูต่อแกลอนสูง แต่ก็อาจจะทำให้มีควันมาก และมีกลิ่นเหม็นของไอเสีย เนื่องจากการสันดาปไม่หมด

ดังนั้นน้ำมันที่มีความหนาแน่นสูงจะมีค่าความถ่วงจำเพาะเอพีไอต่ำ และอาจมีค่าติดลบได้ ขณะที่น้ำมันส่วนใหญ่มีความหนาแน่นต่ำกว่าน้ำจะมีค่าความถ่วงจำเพาะเอพีไอสูง

ความถ่วงจำเพาะเอพีไอ เป็นค่าที่วิเคราะห์ได้สะดวกโดยใช้เครื่องมือไฮโดรมิเตอร์ชนิดพิเศษที่คล้ายกับเทอร์โมมิเตอร์จุ่งลงในของเหลวและอ่านสเกลที่ก้านที่ระดับของเหลวเป็นค่าความถ่วงจำเพาะเอพีไอ

2.1.5 จุดวาบไฟและจุดติดไฟ

จุดวาบไฟ (Flash point and Fire point) หมายถึง จุดที่น้ำมันมีอุณหภูมิต่ำที่สุดที่เกิดไอระเหยขึ้น และเมื่อนำเปลวไฟเข้าใกล้จะเกิดการลุกไหม้ขึ้นเป็นเปลวไฟ ซึ่งน้ำมันที่มีจุดวาบไฟต่ำจะเป็นอันตรายต่อการเก็บรักษาเนื่องจากติดไฟง่าย น้ำมันดีเซลโดยทั่วๆ ไปจะมีจุดวาบไฟประมาณ 650 ° C และจุดติดไฟหมายถึงจุดที่น้ำมันมีอุณหภูมิต่ำสุดที่เกิดไอระเหยขึ้นและเมื่อนำเปลวไฟเข้าใกล้จะติดไฟขึ้นอย่างต่อเนื่องนานอย่างน้อย 5 วินาที น้ำมันดีเซลปกติ จะมีอุณหภูมิจุดติดไฟประมาณ 70 – 85 C

2.1.6 จุดแข็งตัว

จุดแข็งตัว (Cloud Point) หมายถึง อุณหภูมิสูงสุดที่ขี้ผึ้ง (Wax) แยกตัวออกมาเป็นของแข็ง ของแข็งที่เป็นไขหรือขี้ผึ้งนี้จะไปอุดทางเดินในระบบน้ำมันเชื้อเพลิง

2.1.7 จุดไหลเท

จุดไหลเท (Pour Point) หมายถึง จุดที่น้ำมันแข็งตัวหรือหยุดไหล มีความสำคัญมากในขณะสตาร์ทเครื่องยนต์ที่มีอุณหภูมิต่ำๆ น้ำมันจะไหลจากถังเก็บไปยังเครื่องยนต ์ยากทำให้สตาร์ทเครื่องยนต์ไม่ติด โดยทั่วๆ ไปจุดไหลเทจะต่ำกว่าจุดแข็งตัวประมาณ 5-10 C

2.1.8 ความล่าช้าในการจุดระเบิด

ความล่าช้าในการจุดระเบิด (Ignition Delay) เกิดขึ้นได้ 2 กรณี คือ

- ทางฟิสิกส์หรือกายภาพ เช่น อัตราส่วนผสมระหว่างอากาศต่อน้ำมัน ชนิดของห้องเผาไหม้ ความดันของน้ำมันที่หัวฉีด คุณสมบัติของน้ำมันเชื้อเพลิง และการตั้งเวลาการฉีด (Timing)
- ทางเคมีเกิดจากอุณหภูมิและความดันขณะน้ำมันเพลิงเกิด การรวมตัวกับออกซิเจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.9 ปริมาณกำมะถัน

ปริมาณกำมะถัน (Sulfur) เมื่อน้ำมันเชื้อเพลิงเกิดการเผาไหม้ อ๊อกไซด์จากการเผาไหม้กำมะถันที่มีอยู่ในเชื้อเพลิง จะไปรวมกับความชื้นในอากาศ ทำให้เกิดกรดกำมะถัน (Sulfuric Acid) กรดนี้จะกัดกร่อนชิ้นส่วนต่างๆ ของเครื่องยนต์ให้สึกหรอ และเมื่อรวมตัวกับน้ำมันหล่อลื่น จะทำให้น้ำมันหล่อลื่นเสื่อมคุณภาพเกิดยางเหนียวๆ (Gum) จับตามกระบอกสูบและชิ้นส่วนต่างๆ ในห้องเผาไหม้ของเครื่องยนต์ตามมาตรฐานจะกำหนดกำมะถันในน้ำมันดีเซลไม่ควรเกิน 0.25 เปอร์เซ็นต์

2.2 ประเภทของก๊าซ

ก๊าซที่นำมาเป็นเชื้อเพลิงมีหลายชนิดและมีชื่อเรียกแตกต่างกันไป บางชนิดมีส่วนประกอบคล้ายคลึงกันแต่มีชื่อเรียกแตกต่างกัน[8]

1. ก๊าซชีวมวล (Bio mass) เป็นก๊าซเชื้อเพลิงที่ได้จากการผลิตโดยใช้ถ่านหินเป็นวัตถุดิบ

2. ก๊าซชีวภาพ (Bio gas) คือก๊าซที่เกิดจากการหมัก และการย่อยสลายของสารอินทรีย์ เช่นมูลสัตว์ประเภทต่างๆ ตลอดจนวัตถุเหลือใช้ทางการเกษตร

3. ก๊าซธรรมชาติ (Natural gas) เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนชนิดหนึ่ง โดยที่ธาตุคาร์บอนกับไฮโดรเจนจับตัวกันเป็นโมเลกุลเช่นเดียวกับน้ำมันแต่มีสถานะในรูปของแก๊ส

4. ก๊าซน้ำมัน (Oil gas) เป็นก๊าซเชื้อเพลิงที่ได้จากการผลิต โดยใช้น้ำมันหรือก๊าซจากการเผาโดยมีอากาศและไอน้ำเป็นตัวสำคัญในการผลิต

5. ก๊าซที่ได้จากการกลั่นน้ำมันดิบ หรือเรียกย่อๆว่า ก๊าซLPG (liquefied petroleum gas) หรือก๊าซหุงต้ม

ปัจจุบันนี้เชื้อเพลิงก๊าซได้เข้ามามีบทบาททดแทนน้ำมันเชื้อเพลิงมากขึ้น อันเนื่องมาจากได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีเกี่ยวกับอุปกรณ์และเครื่องควบคุมก๊าซ จึงทำให้ผู้ใช้มีความสะดวกและปลอดภัยมากขึ้น โดยเฉพาะก๊าซที่ได้จากการกลั่นน้ำมันปิโตรเลียม ซึ่งประกอบไปด้วยก๊าซ โพรเพน และก๊าซบิวเทนก๊าซหุงต้มที่ใช้ในปัจจุบันเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการกลั่นน้ำมันดิบหรือที่เรียกว่าก๊าซปิโตรเลียมเหลว อันเป็นส่วนประกอบของก๊าซโพรเพนและก๊าซบิวเทนในอัตราส่วน 30:70 ก๊าซทั้งสองชนิดดังกล่าวนี้ สามารถนำมาแยกเป็นก๊าซหุงต้มได้ โดยนำก๊าซธรรมชาติมาแยกก๊าซในโรงแยกก๊าซคำว่าLPGเป็นศัพท์ทางการที่ใช้ในการเรียกก๊าซปิโตรเลียมเหลว แต่ที่เรารู้จักกันทั่วไปคือก๊าซหุงต้มก๊าซชนิดนี้จะมีสถานะเป็นไอแต่ถ้าอยู่ภายใต้ความดันสูงก๊าซจะมีลักษณะเป็นของเหลว

2.3 กระบวนการผลิตก๊าซ LPG

ก๊าซLPGมี2ชนิด คือ ชนิดก๊าซบ่อน้ำมัน ที่ได้จากการแยกและกลั่นก๊าซธรรมชาติกับชนิดก๊าซโรงกลั่นน้ำมัน ที่ได้จากการแยกก๊าซ ซึ่งเป็นผลพลอยได้ ที่เกิดจากการกลั่นน้ำมันดิบ [7] เนื่องจากก๊าซLPGมีสภาพเป็นก๊าซที่อุณหภูมิสูงและความดันปกติ จึงต้องทำให้เป็นของเหลวอยู่เสมอ โดยการอัดความดันหรือแช่แข็ง และต้องขนส่งด้วยเรือที่ทำขึ้นเพื่อบรรจุก๊าซ LPG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 คุณสมบัติของก๊าซ LPG

2.4.1 สี ก๊าซLPGจะไม่มีสีเมื่อก๊าซเกิดการรั่วจากถังเราจึงไม่สามารถเห็นก๊าซที่รั่วออกมาจากถังได้ นอกจากก๊าซจะรั่วออกมามาก เราจึงจะเห็นเป็นละอองขาว ซึ่งละอองขาวนี้ก็คือไอน้ำที่มีอยู่ในอากาศ ทำการกลั่นตัวเมื่อได้รับความเย็นจัด จากการระเหยตัวของก๊าซ

2.4.2 ความเป็นพิษ ก๊าซชนิดนี้จะไม่มีพิษ เมื่อนำไปเผาอย่างสมบูรณ์ จะไม่ทำให้เกิดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์หรือก๊าซพิษเนื่องจากก๊าซนี้มีน้ำหนักมากกว่าอากาศ ดังนั้นเมื่อรั่วรั่วภายในห้องแคบแล้ว มันจะเข้าไปแทนที่อากาศ ทำให้ออกซิเจนบริเวณนั้นไม่พอ ผู้ที่สูดดมก๊าซเข้าไปอาจจะมีอาการวิงเวียนและเป็นลมได้

2.4.3 กลิ่น เป็นก๊าซไม่มีกลิ่น เนื่องจากก๊าซไม่มีกลิ่นจึงจำเป็นต้องใส่กลิ่นลงไปเพื่อเป็นการเตือนเมื่อก๊าซรั่ว สารที่เติมส่วนมากจะใช้ เอทิลเมอร์แคปแทน (C_2H_5SH)

2.4.4 น้ำหนัก เป็นก๊าซที่เบากว่าน้ำและหนักกว่าอากาศ เมื่อก๊าซอยู่ในสภาวะที่เป็นของเหลว ก๊าซจะมีน้ำหนักครึ่งหนึ่งของน้ำ ดังนั้นก๊าซจะลอยอยู่เหนือน้ำ หากก๊าซรั่วลงใต้ผิวน้ำ ท่อน้ำ หรือแม่น้ำ มันอาจลอยไปติดไฟ ณ จุดที่ห่างออกไป แล้วลุกลามมายังจุดที่ก๊าซรั่วได้อย่างรวดเร็ว เมื่ออยู่ในสถานะที่เป็นไอ ไอก๊าซจะหนักเกือบ 2 เท่าของอากาศ ดังนั้น เมื่อก๊าซรั่ว ก๊าซจะเคลื่อนตัวไหลไปรวมตัวในที่ที่ต่ำกว่า

2.4.5 จุดเดือด จุดเดือดของก๊าซจะต่ำ มีจุดเดือดประมาณ 0 องศาเซลเซียส แต่อุณหภูมิในบ้านเราเฉลี่ย 20 องศาเซลเซียส ดังนั้น เมื่อก๊าซถูกปล่อยออกจากภาชนะบรรจุก็อาจจะเดือดโดยมีการเปลี่ยนสถานะจากของเหลวไปเป็นไอทันที ทำให้จำเป็นต้องดูดความร้อนบริเวณข้างเคียง ซึ่งจะทำให้บริเวณข้างเคียงมีน้ำแข็งมาเกาะจนทำให้ท่อตันได้

2.4.6 ความข้นใส ก๊าซ LPG มีความข้นใสต่ำจึงทำให้ก๊าซรั่วได้ง่าย ดังนั้น อุปกรณ์ที่ใช้กับก๊าซต้องออกแบบให้แข็งแรง ทนต่อความดันสูง ดังนั้นการใช้ภาชนะ เช่นถังบรรจุก๊าซที่ไม่ได้มาตรฐานอาจเกิดอุบัติเหตุร้ายแรงขึ้นได้

2.4.7 อัตราการขยายตัว ก๊าซ LPG มีอัตราการขยายตัวสูง ดังนั้น การเติมก๊าซลงในภาชนะไม่ควรเติมให้เต็ม ต้องมีช่องว่างในการขยายตัวด้วย เมื่อก๊าซ ได้รับความร้อน อัตราการขยายตัวของก๊าซที่สถานะของเหลวกลายเป็นก๊าซที่สถานะไอ คือ ก๊าซเหลว 1 หน่วยปริมาณจะเปลี่ยนเป็นไอก๊าซได้ประมาณ 250 หน่วยปริมาณ ดังนั้น เมื่อก๊าซเหลวรั่วจะมีอันตรายมากกว่าไอก๊าซรั่ว

2.4.8 ส่วนผสมของก๊าซกับอากาศที่ติดไฟได้ อัตราส่วนของก๊าซกับอากาศที่ติดไฟได้คือประมาณ1.5-9 ส่วนในส่วนผสม 100 ส่วน จะเห็นได้ว่าหากมีอากาศน้อยกว่าหรือมากกว่าสัดส่วนดังกล่าวก๊าซจะไม่ติดไฟ

2.4.9 ค่าออกเทนนัมเบอร์ ก๊าซ LPG มีค่าออกเทนนัมเบอร์ของโพรเพน 111.4 ไอโซบิวเทนเท่ากับ 102.4 และนอร์มอลบิวเทนเท่ากับ 94 ซึ่งสูงกว่าน้ำมันเบนซินทั่วไปประมาณ 10-20 ฉะนั้นก๊าซLPGจึงเหมาะกับการใช้งานเป็นเชื้อเพลิงในรถยนต์มาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.10 คุณสมบัติทางปฏิกิริยาเคมี เนื่องจากก๊าซLPG มีคุณสมบัติละลายสารจำพวกยางธรรมชาติได้ ฉะนั้นจึงควรใช้สารที่มีความทนทานต่อก๊าซLPG

2.5 ส่วนประกอบของก๊าซLPG

ถ้าทราบอุณหภูมิและความดัน ก็จะสามารถบอกส่วนประกอบของก๊าซLPG ได้อย่างคร่าวๆ อนึ่ง เพื่อให้ส่วนประกอบของก๊าซLPGเป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน มาตรฐานอุตสาหกรรมของญี่ปุ่นได้กำหนดค่ามาตรฐานไว้ดังตารางที่2.1

ตารางที่ 2.1 กำหนดมาตรฐานคุณภาพของก๊าซ LPG

ประเภท	ลักษณะส่วนประกอบ	การใช้งานส่วนใหญ่
เบอร์1	โพรเพนเป็นองค์ประกอบหลัก	เชื้อเพลิงในอุตสาหกรรม
เบอร์2	โพรเพนและโพรพีลีนเป็นองค์ประกอบหลัก	เชื้อเพลิงในอุตสาหกรรม
เบอร์3	ปริมาณของโพรเพนและโพรพีลีนมีมากกว่าของบิวเทนและบิวทิลีน	เชื้อเพลิงในครัวเรือน เชื้อเพลิงในสำนักงาน
เบอร์4	ปริมาณของโพรเพนและโพรพีลีนมีมากกว่าของบิวเทนและบิวทิลีนมาก	เชื้อเพลิงใช้กับรถยนต์
เบอร์5	บิวเทนและบิวทีลีนเป็นองค์ประกอบหลัก	เชื้อเพลิงในอุตสาหกรรม เชื้อเพลิงใช้กับรถยนต์
เบอร์6	บิวเทนเป็นองค์ประกอบหลัก	เชื้อเพลิงในอุตสาหกรรม เชื้อเพลิงใช้กับรถยนต์

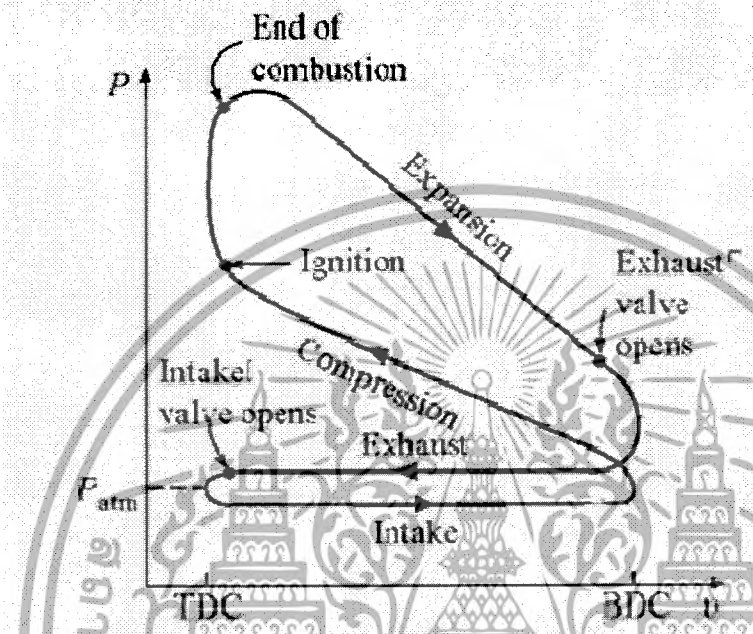
หากส่วนประกอบของก๊าซ LPG มีเพียงตัวเดียว ความดันไอของก๊าซ LPGในภาชนะ จะไม่เปลี่ยนแปลง ไม่ว่าจะมีปริมาณของของเหลวในถังมากน้อยเท่าไรก็ตาม แต่โดยทั่วไปเนื่องจากก๊าซ LPG เป็นสารผสม การระเหยจะเริ่มจากสารที่ระเหยง่าย ดังนั้นความดันไอของก๊าซLPGที่เหลือจะค่อยๆลดลง อย่างไรก็ดีในกรณีที่ของเหลวถูกทำให้กลายเป็นก๊าซดังเช่นในรถยนต์ องค์ประกอบของเหลวที่เหลือในภาชนะจะไม่เปลี่ยนแปลง

2.6 วัฏจักรควบ (DUAL CYCLE)

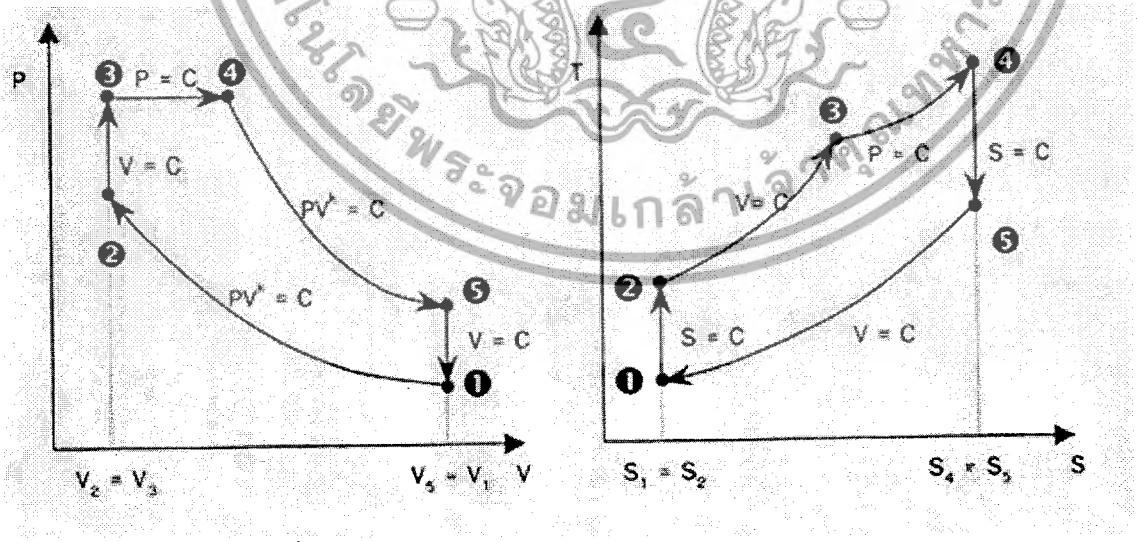
เครื่องยนต์ดีเซลในปัจจุบัน ทำงานแตกต่างกับเครื่องยนต์ดีเซลยุคก่อน และมีความใกล้เคียงกับวัฏจักรควบนี้ [1]โดยฉีดเชื้อเพลิงล่วงหน้ามากขึ้น ประมาณ 20° ก่อนศูนย์ตายบน เชื้อเพลิงส่วนแรกจะลุกไหม้ช่วงปลายของจังหวะอัด และส่วนที่เหลือถูกเผาไหม้ในช่วงศูนย์ตายบน ใกล้เคียงกับการเผาไหม้ในช่วงปริมาตรคงที่ของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน(ดังรูป 2.1) ช่วงความดันสูงสุดอยู่ถัดศูนย์ตายบนมาสมควร เนื่องจากการเผาไหม้ของเครื่องยนต์กินเวลานานกว่า เชื้อเพลิงส่วนหลังยังคงถูกฉีดออกมา ขณะลูกสูบอยู่ที่ศูนย์ตายบนวัฏจักร จึงเป็นการผสมผสานกันระหว่างวัฏจักรดีเซลและวัฏจักรออทโทเราเรียกวัฏจักรอากาศมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์เครื่องยนต์ดีเซลสมัยใหม่นี้ว่า วัฏจักร

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ควบ (Dual Cycle) หรือ วัฏจักรจำกัดความดัน (Limited Pressure Cycle) (ดังรูป2.2)วัฏจักรผสมจะมีประสิทธิภาพทางความร้อนต่ำกว่าวัฏจักรออตโต แต่สูงกว่าวัฏจักรดีเซลและยังประหยัดเชื้อเพลิงได้มากกว่าวัฏจักรดีเซลวัฏจักรผสมประกอบด้วย 5กระบวนการ (ดังรูป2.2)



รูปที่ 2.1 แสดงกราฟ P-V ของเครื่องยนต์จุดระเบิดระเบิดด้วยการอัด 4 จังหวะ ยุคใหม่



รูปที่ 2.2 แสดงแผนภาพ P-V และ T-S ของวัฏจักรควบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 วัฏจักรเครื่องยนต์สี่จังหวะจุดระเบิดด้วยการอัด (เครื่องยนต์ดีเซล)[1, 3]

1. จังหวะแรก: จังหวะดูด เช่นเดียวกับเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยประกายไฟยกเว้นตรงที่เป็นการดูดแต่อากาศเท่านั้นไม่มีการผสมเชื้อเพลิง

2. จังหวะที่สอง : จังหวะอัดเช่นเดียวกับเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยประกายไฟ แต่เป็นการอัดที่ความดัน และอุณหภูมิสูงกว่า ในช่วงสุดท้ายของจังหวะนี้ เชื้อเพลิงจะถูกฉีดเป็นฝอยตรงเข้าห้องเผาไหม้ และผสมกับอากาศร้อนจัด เชื้อเพลิงจะถูกฉีดเป็นฝอย ตรงเข้าห้องเผาไหม้ และผสมกับความร้อนจัดเชื้อเพลิงจะระเหยอย่างรวดเร็วและลุกไหม้ขึ้นเองเป็นการเริ่มต้นการเผาไหม้

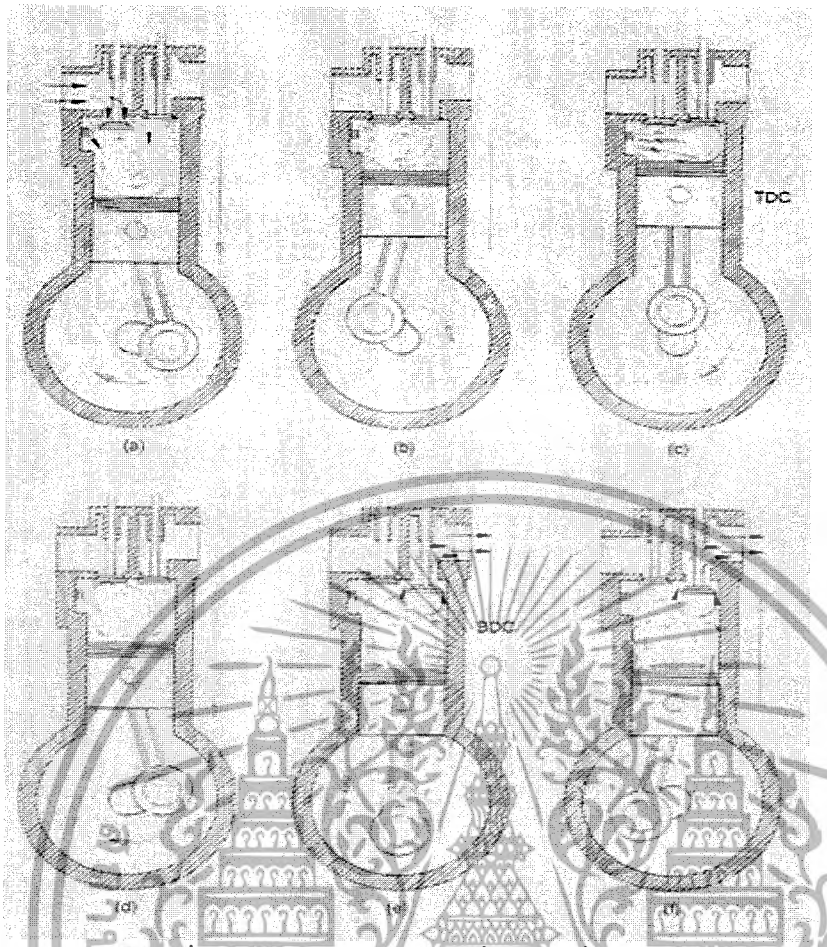
3. การเผาไหม้ การเผาไหม้ของไอดี : (ส่วนผสมระหว่างเชื้อเพลิงและอากาศ) เป็นการเผาไหม้ในห้องเผาไหม้ปริมาตรค่อนข้างคงที่ และสิ้นสุดเมื่อลูกสูบผ่านศูนย์ตายบนไปเล็กน้อย การเผาไหม้เปลี่ยนแปลงส่วนประกอบของกาซให้กลายเป็นไอเสีย พร้อมกับเพิ่มอุณหภูมิของการให้สูงขึ้นมากทำให้ความดันของกาซในห้องเผาไหม้สูงมากตามไปด้วย

4. จังหวะที่สาม : จังหวะกำลัง หรือจังหวะขยายตัว (Power Stroke หรือ Expansion Stroke) ขณะที่ลิ้นทุกตัวปิด กาซความดันสูงให้ห้องเผาไหม้ จะดันลูกสูบเคลื่อนที่ลงจากศูนย์ตายล่าง เป็นจังหวะที่เครื่องยนต์ให้กำลังและงาน การขยายตัวของห้องเผาไหม้ ทำให้ความดันและอุณหภูมิลดลง

5. การระบายไอเสีย : ช่วงท้ายของจังหวะกำลังลิ้นไอเสียจะเปิดเพื่อระบายไอ เสีย ความดันและอุณหภูมิของไอเสียในกระบอกสูบ ยังสูงมากอยู่เมื่อเทียบกับบรรยากาศภายนอกกระบอกสูบ ทำให้ไอเสียส่วนใหญ่ถูกขับออกจากกระบอกสูบตั้งแต่ลูกสูบยังไม่ถึงศูนย์ตายล่าง เป็นไอเสียที่ยังมีปริมาณแอนธาลพีอยู่สูงทำให้ประสิทธิภาพของวัฏจักรลดลงการเปิดลิ้นไอเสียก่อนลูกสูบถึงศูนย์ล่างทำให้งานที่เครื่องยนต์ลดน้อยลง แต่เป็นความจำเป็น เพราะการระบายไอเสียออกต้องใช้เวลา

6. จังหวะที่สี่ : จังหวะคายไอเสีย (Eshaust Stroke) ขณะที่ลูกสูบเคลื่อนที่ถึงศูนย์ตายล่าง ในกระบอกสูบยังเต็มไปด้วยไอเสียความดันต่ำ ใกล้เคียงกับความดันบรรยากาศลูกสูบเคลื่อนตัวขึ้นจากศูนย์ตายล่างในขณะที่ลิ้นไอเสียยังเปิดอยู่ ไอเสียจะถูกไล่ออกจากกระบอกสูบ จนเหลือตกค้างเพียงปริมาตรอัด (clearance volume) เมื่อลูกสูบจากกระบอกสูบ จนเหลือตกค้างเพียงปริมาตรอัด (clearance volume) เมื่อลูกสูบถึงศูนย์ตายบน ก่อนลูกสูบจะถึงศูนย์ตายบนลิ้นไอดีจะเริ่มเปิด และเปิดสุดที่หลังศูนย์ตายบน เป็นการเริ่มต้นจังหวะแรกของวัฏจักรต่อไป ส่วนลิ้นไอเสียจะเริ่มปิดก่อนศูนย์ตายบน และปิดสนิทหลังศูนย์ตายบนเล็กน้อย ช่วงก่อนและหลังศูนย์ตายบนเล็กน้อยในช่วงสุดท้ายของจังหวะคายไอเสีย และช่วงเริ่มต้นของจังหวะดูด จึงเป็นช่วงที่ลิ้นไอดีและไอเสียเปิดอยู่ด้วยกัน เราเรียกช่วงนี้ว่า มุมลิ้นซ้อนเหลื่อม (valve overlap)(ดังรูปที่2.3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 วัฏจักรทำงานของเครื่องยนต์สี่จังหวะ

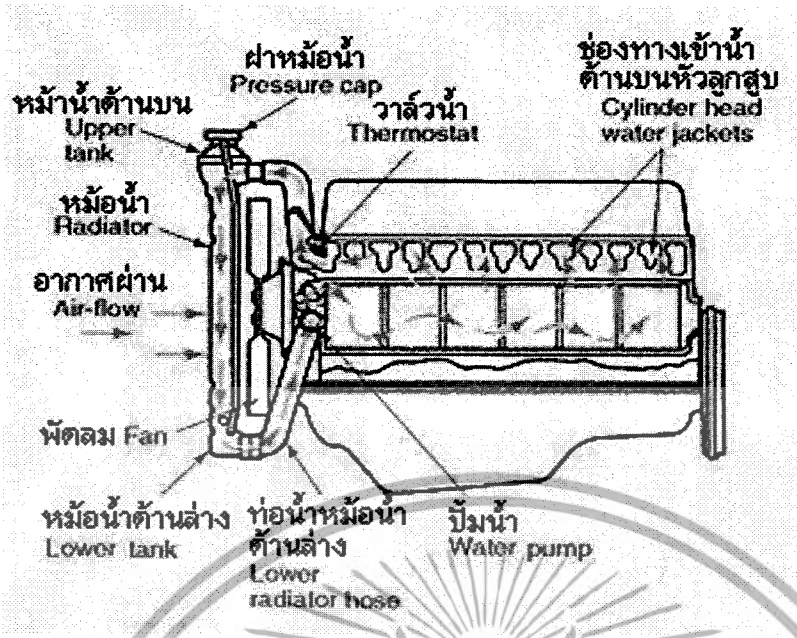
2.8 ระบบหล่อเย็น

ระบบหล่อเย็น(Cooling system) ทำหน้าที่ 2 ประการคือ ป้องกันไม่ให้เครื่องยนต์ร้อนเกินไป และควบคุมอุณหภูมิของเครื่องยนต์ไว้ที่ระดับซึ่งเหมาะสมที่สุด ระบบหล่อเย็นที่นิยมนำมาใช้กันมี 2 ระบบคือ

2.8.1 ระบบหล่อเย็นด้วยอากาศ จะใช้อากาศไหลผ่านโดยรอบเครื่องยนต์ในการระบายความร้อนชิ้นส่วนที่สำคัญของระบบคือ พัดลม

2.8.2 ระบบหล่อเย็นด้วยของเหลว จะใช้ของเหลว (น้ำหรือน้ำผสมน้ำยา) ไหลโดยรอบเครื่องยนต์เพื่อระบายความร้อน[6] ระบบนี้ประกอบไปด้วยชิ้นส่วนที่สำคัญคือ หม้อน้ำ ปั๊มน้ำ พัดลม และเทอร์มอสแตต (ดังรูปที่2.4)

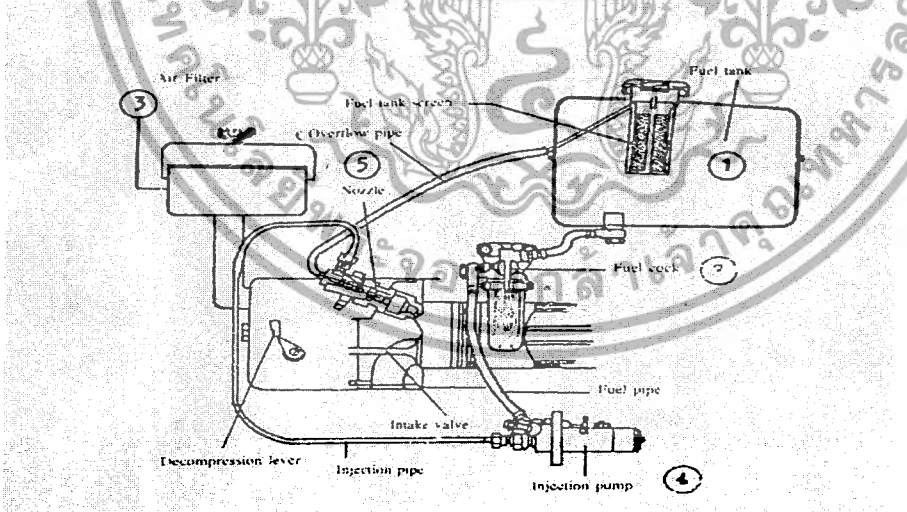
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 ระบบหล่อเย็นด้วยของเหลว

2.9 เครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็ก(Small Diesel Engine)

2.9.1 ระบบน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็ก (Small Diesel Engine Fuel System) ระบบน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็กทำหน้าที่จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงให้กับเครื่องยนต์เพื่อให้เกิดการเผาไหม้ ถ่ายทอดกำลังงานและนำไปใช้งานในที่สุด[4] ระบบน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็กประกอบด้วยส่วนต่างๆดังรูปที่2.5



รูปที่ 2.5 ส่วนประกอบของระบบน้ำมันเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็ก

จากรูป2.5แสดงส่วนต่างๆของระบบน้ำมันเชื้อเพลิงดังนี้

1. ถังน้ำมันเชื้อเพลิง
2. ท่อทาง ก๊อกและไส้กรอง

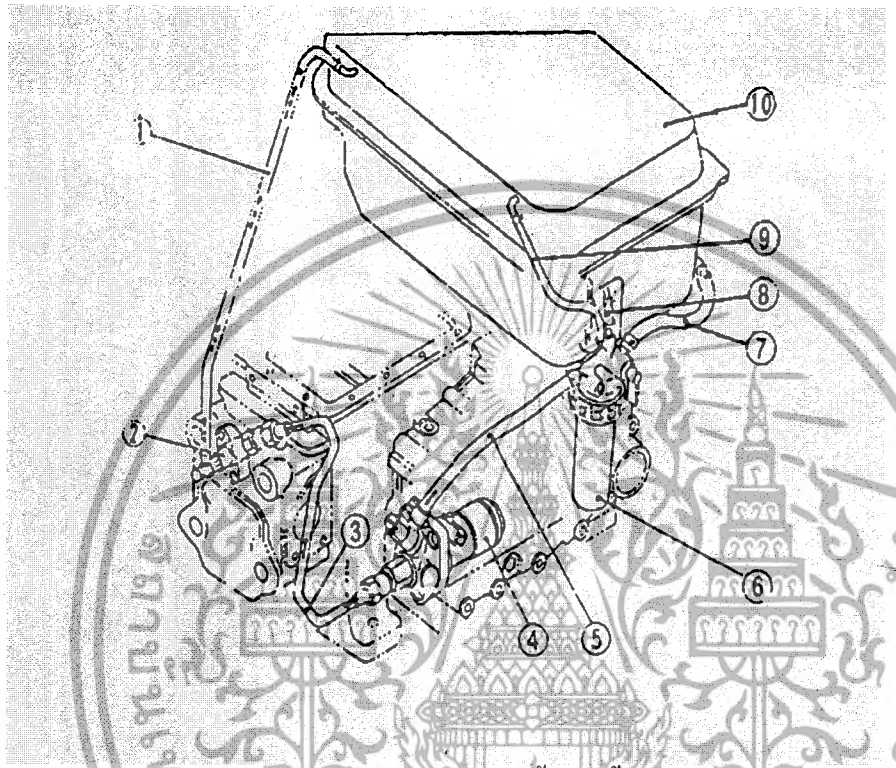
เอกสารนี้สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ไส้กรองอากาศ

4. ปั๊มหัวฉีด

5. หัวฉีด

2.9.2 ทิศทางการไหลของน้ำมันเชื้อเพลิง (Fuel Flow)



รูปที่ 2.6 ทิศทางการไหลของน้ำมันเชื้อเพลิง

จากรูปที่2.6 ระบบเชื้อเพลิงน้ำมันดีเซลของเครื่องยนต์ขนาดเล็ก เริ่มต้นจากถังน้ำมันเชื้อเพลิงหมายเลข 10 ไหลผ่านกรองน้ำมันเชื้อเพลิงหมายเลข 6 เข้าไปยังปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงหมายเลข 4 ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงก็จะอัดน้ำมันแรงดันสูง แบ่งปริมาณน้ำมันมากหรือน้อยไปยังหัวฉีดหมายเลข 2 และน้ำมันที่เหลือจากการฉีดก็จะไหลไปตามท่อหมายเลข 1 ไหลกลับถัง ก่อนที่น้ำมันเชื้อเพลิงจะเข้าไปยังปั๊มต้องผ่านกรองก่อนเพื่อเอาสิ่งสกปรกที่ติดมากับน้ำมัน เช่น น้ำ ผง หรือฝุ่นละออง เป็นต้น[4] แรงดันน้ำมันจากปั๊มจะไปยกหัวฉีดและฉีดเข้าไปยังห้องเผาไหม้ ให้มีความดันประมาณ 120 ถึง 125 บาร์ น้ำมันส่วนที่เหลือจากการฉีดจะมาหล่อลื่นเข็มหัวฉีดและไหลกลับถังโดยผ่านท่อน้ำมันกลับถัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9.3 ปั๊มฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง (Fuel injection Pump)

จากรูปที่2.7 มีส่วนประกอบของปั๊มหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงดังนี้

1.ลิ้นดูด

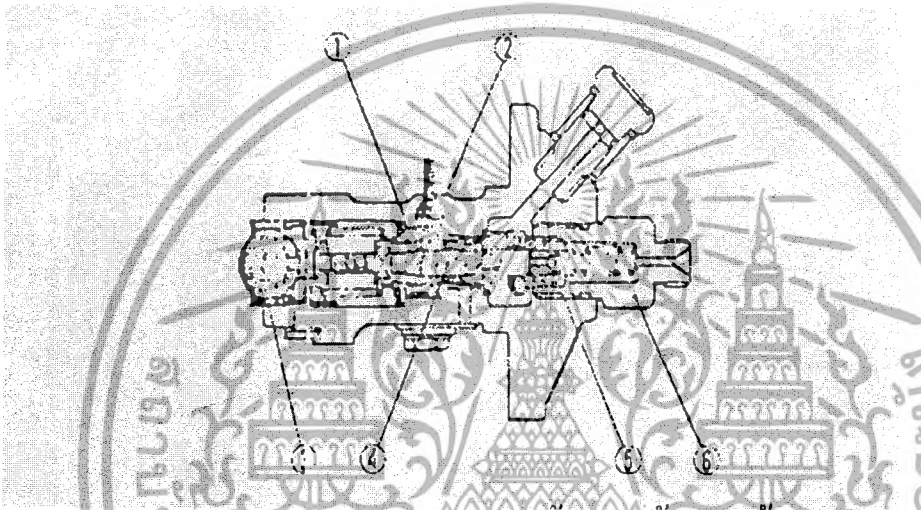
2.สปริงลูกสูบ

3.ลูกกลิ้ง

4.ลิ้นระบาย

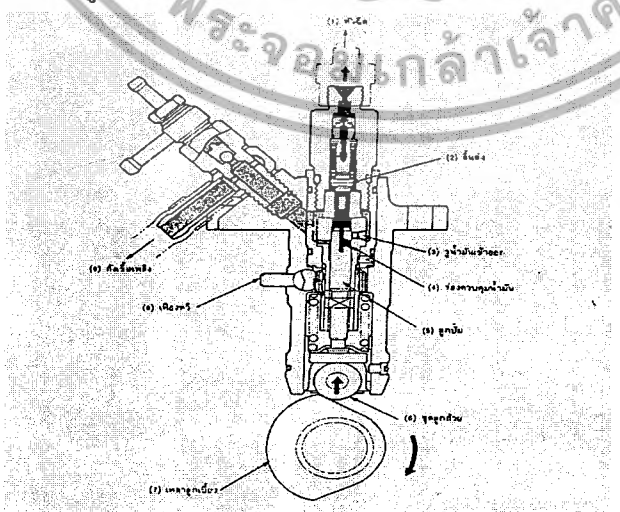
5.นมหนู

6.หัวฉีด



รูปที่ 2.7 ส่วนประกอบของปั๊มฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง

จากรูปที่ 2.8 เครื่องยนต์ดีเซลใช้ปั๊มแบบปั๊มบ๊อชขนาดเล็ก [4] เมื่อเพลาลูกเบี้ยวหมุนลูกเบี้ยวก็จะไปเตะชุดลูกถ้วยซึ่งจะไปดันให้ปั๊มเลื่อนขึ้นลูกปั๊มก็จะไปดันให้น้ำมันไหลผ่านลิ้นส่ง ไปยังหัวฉีดปั๊มฉีดไปยังน้ำมันเชื้อเพลิงมีท่อต่อไปยังหัวฉีด เพื่อจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงที่เหมาะสมกับภาระงานผ่านหัวฉีดเข้าสู่ห้องเผาไหม้ดังรูปที่2.8



รูปที่ 2.8 การทำงานของปั๊มหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงแบบปั๊มบ๊อช

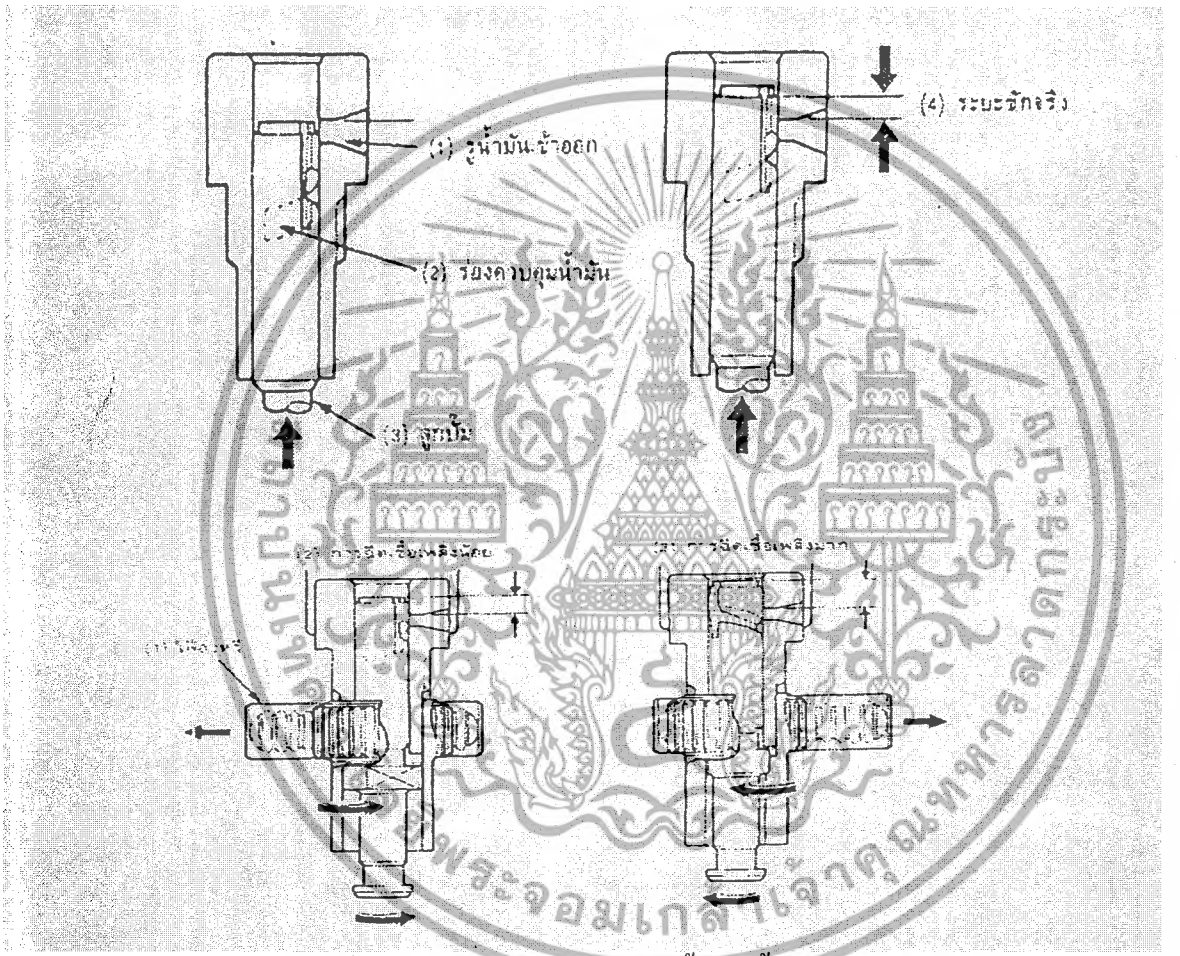
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลูกปั๊มมีการเคลื่อนที่ 2 ลักษณะคือ

1. การเลื่อนขึ้นลง (Up and Down)

2. การบิดตัว (Rotate)

การเลื่อนขึ้นลง เป็นการประจุน้ำมันเข้ากระบอกปั๊มและทำให้น้ำมันมีแรงดันสูง ระยะที่รูน้ำมันเข้าออก ถูกปิดจนกระทั่งเปิด เรียกว่าระยะชักจริง หรือระยะที่มีการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง(Effective Stroke) การปรับปริมาณการฉีดเชื้อเพลิงแสดงดังรูปที่2.9



รูปที่ 2.9 การปรับปริมาณการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง

2.9.4 หัวฉีด (Nozzle)

หัวฉีดน้ำมัน[4]เป็นลิ้นหรืออุปกรณ์ที่ใช้สำหรับกระจาย (Atomizing or Cracking) น้ำมันเชื้อเพลิงให้แตกออกเป็นฝอยเล็กๆและฉีดเข้าไปในกระบอกสูบเครื่องยนต์ เมื่อน้ำมันเชื้อเพลิงจากปั๊มเข้ามายังกระบอกเข็มหัวฉีด โดยผ่านตัวกรองน้ำมัน ซึ่งเป็นตัวที่ทำให้น้ำมันไหลเข้าได้อย่างสม่ำเสมอ เมื่อน้ำมันที่อยู่ในกระบอกหัวฉีดแรงดันเกินกว่า 120 ถึง 125 บาร์ แรงดันของน้ำมันเชื้อเพลิง ก็จะทำให้เข็มหัวฉีดถูกยกขึ้น โดยชนะแรงดันของสปริงน้ำมันก็จะฉีดออกจากปลายหัวฉีด และน้ำมัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เชื้อเพลิงบางส่วนก็จะไปหล่อลื่นระหว่างเข็มหัวฉีดและกระบอกเข็มหัวฉีดและไหลกลับถังโดยผ่านท่อน้ำมันไหลกลับถัง ส่วนประกอบของหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงมีดังนี้(ดังรูปที่ 2.10)

1.ลิ้นดูด

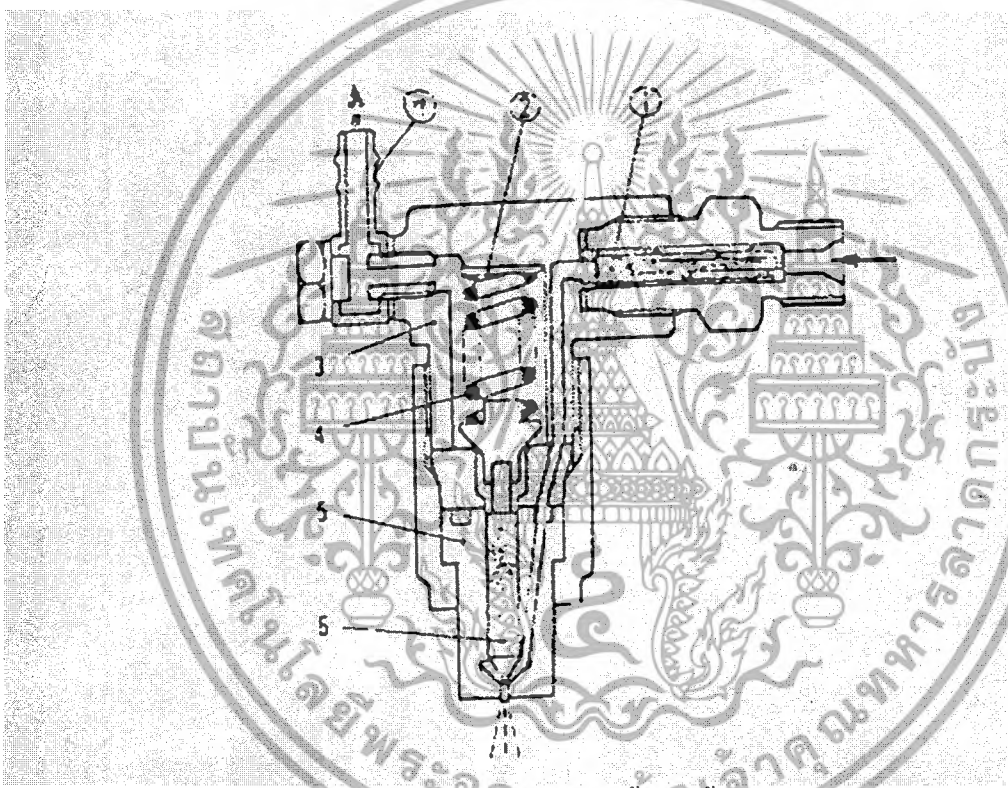
2.สปริงลูกสูบ

3.ลูกกลิ้ง

4.ลิ้นระบาย

5.นมหนู

6.หัวฉีด



รูปที่ 2.10 ส่วนประกอบของหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง

การเผาไหม้ที่ในหนึ่งวัฏจักรของเครื่องยนต์ดีเซล[4, 6] เป็นช่างเวลาที่สั้นมากเพื่อการเผาไหม้อย่างสมบูรณ์ หัวฉีดจึงมีหน้าที่ดังนี้

การเป็นฝอยละออง(Atomization) การเป็นฝอยละอองที่เล็กกว่าของน้ำมันเชื้อเพลิง จะทำให้น้ำมันเชื้อเพลิงระเหยเป็นไอและเผาไหม้ได้ดีกว่า ขนาดของละอองน้ำมันถูกกำหนดโดยปัจจัยต่างๆ เช่น แรงดันการฉีดน้ำมัน เส้นผ่านศูนย์กลางหัวฉีดและรูปร่าง อุณหภูมิภายในห้องเผาไหม้ และคุณสมบัติของน้ำมันเชื้อเพลิง

การแทรกซึมของละอองน้ำมัน(Spray Penetration) ถ้าละอองน้ำมันอยู่นิ่งเฉยจะขัดขวางการเผาไหม้อย่างสมบูรณ์ของมันเอง เนื่องจากน้ำมันเชื้อเพลิงจะถูกเผาไหม้อย่างสมบูรณ์ก็ต่อเมื่อ มีอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

อยู่รอบๆเท่านั้น ดังนั้นละอองน้ำมันจะต้องมีความดันเพียงพอทีจะเคลื่อนแทรกเข้าไปในอากาศที่อัดตัวได้ จนกระทั้งเผาไหม้เสร็จสมบูรณ์ ความสามารถนี้เรียกว่า การแทรกซึมของละอองน้ำมันซึ้งจะถูกกำหนดโดยความหนืดของน้ำมันเชื้อเพลิง แรงดันการฉีด เป็นต้น ละอองน้ำมันที่มีขนาดใหญ่กว่าสามารถที่จะไปได้ไกลกว่า อย่างไรก็ตามถ้ามีขนาดใหญ่เกินไป มันจะไปชนผนังห้องเผาไหม้และกรายเป็นของเหลวขัดขวางการเผาไหม้อย่างสมบูรณ์

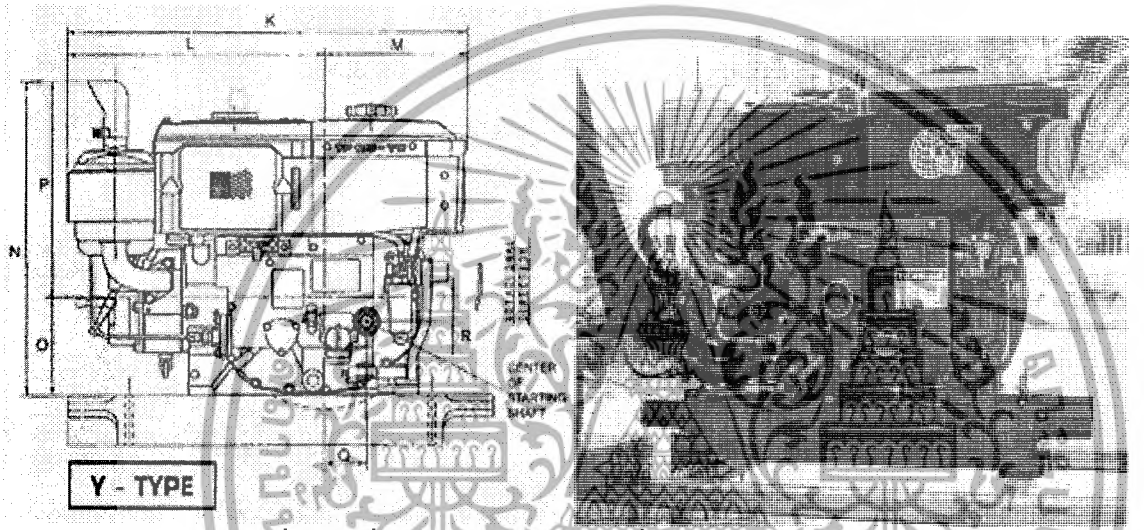
การกระจายของละอองน้ำมัน(Spray Distribution) เป็นกุญแจสำคัญที่จะเพิ่มพูนประสิทธิภาพทางความร้อนให้ได้สูงสุด ด้วยการใช้อากาศภายในห้องเผาไหม้ ระบบการเผาไหม้ในเครื่องยนต์เบนซีนมีความเกี่ยวข้องกับสิ่งนี้มากเนื่องจากน้ำมันเชื้อเพลิงถูกผสมกับอากาศอย่างทั่วถึงเมื่อเข้าไปในห้องเผาไหม้ แต่ในเครื่องยนต์ดีเซลมักใช้อากาศแต่ในบริเวณใกล้เคียงกับหัวฉีดเท่านั้น เป็นผลทำให้การเผาไหม้ไม่สมบูรณ์เกิดขึ้นในบริเวณนี้ ในขณะที่อากาศที่คงอยู่ในห้องเผาไหม้ถูกขับออกเป็นไอเสียโดยเปล่าประโยชน์ ดังนั้นการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง จึงจำเป็นต้องทำให้ละอองน้ำมันกระจายไปในห้องเผาไหม้อย่างถั่วถึง

103092

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการทดสอบ

เครื่องยนต์ที่นำมาทดสอบ ถูกนำมาจากโรงงานผู้ผลิตโดยตรง และไม่มีการปรับแต่งใดๆ ทั้งสิ้น โดยนำมาติดตั้งกับชุดทดสอบและทำการทดสอบดีเซล 100% จากนั้นนำแก๊ส LPG ผสมกับน้ำมันดีเซลแล้วเปรียบเทียบอัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงที่ความเร็วรอบต่างๆโดยใช้ไดนาโมมิเตอร์ เครื่องยนต์นี้เป็นเครื่องยนต์Yanmar รุ่น TF-85มีข้อมูลจำเพาะดังตารางที่3.1และมีลักษณะเครื่องยนต์ดังรูปที่3.1



รูปที่ 3.1 เครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็กที่นำมาทดสอบ

ตารางที่ 3.1 ข้อมูลจำเพาะของเครื่องยนต์ทดสอบ (เครื่องยนต์ยันมาร์ รุ่น TF 85)

ชนิด	ดีเซล4จังหวะ ระบายความร้อนด้วยน้ำ
ระบบเผาไหม้	มีห้องเผาไหม้ช่วย
จำนวนสูบ	1 สูบ
ความโตกระบอกสูบ×ช่วงชัก	85x87 มม.
ความจุ	0.493 ลิตร
กำลังม้าต่อเนื่อง	7.5/2200แรงม้า/รอบต่อนาที
กำลังม้าสูงสุด	8.5/2200แรงม้า/รอบต่อนาที
แรงบิดสูงสุด	3.10/1600กิโลกรัมเมตร/รอบต่อนาที
อัตราส่วนการอัด	22.4
ระยะเวลาการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง	13 องศาก่อนถึงศูนย์ตายบน

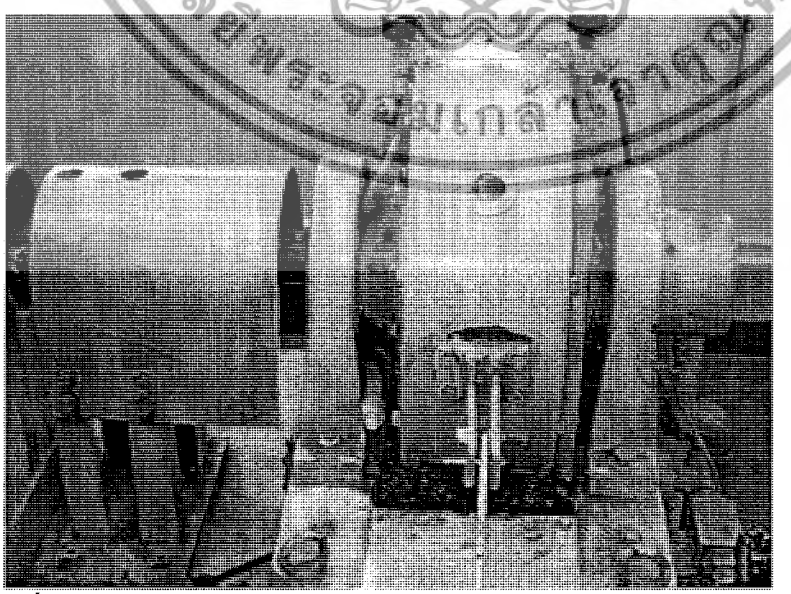
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1 ไดนาโมมิเตอร์ (DYNAMOMETERS)

ไดนาโมมิเตอร์ [3]คือ อุปกรณ์วัดแรงบิดและกำลังของเครื่องยนต์ ที่โหลดและความเร็วรอบต่างๆ โดยใช้หลังสร้างโหลดต้านกับพลังงานที่เครื่องยนต์ให้ โดยพลังงานนี้จะถูกเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อนในที่สุด

ไดนาโมมิเตอร์แบบที่ทำงานง่ายที่สุดคือแบบที่ใช้แรงเสียดทานเชิงกลในการเบรคการหมุนของเพลาข้อเหวี่ยง (Prony brake) แต่ไม่มีความแม่นยำมากเพียงพอสำหรับเครื่องยุคนี้ไดนาโมมิเตอร์ของเหลว (ดังรูป3.2) หรือ ไดนาโมมิเตอร์ไฮดรอลิค จะดูดซับพลังงานเครื่องยนต์ จะดูดซับหลังงานจากเครื่องยนต์ โดยให้ของเหลว เช่น น้ำหรือน้ำมัน ไหลผ่านช่องแคบ หรือไม่ก็อาศัยแรงเสียดทานของการหมุนใบพัดในของเหลว จึงสามารถรับพลังงานค่าสูงได้ เหมาะสำหรับเครื่องยนต์ขนาดใหญ่ ไดนาโมมิเตอร์กระแสเหนี่ยวนำ(Eddy current dynamometer) ใช้พลังงานของเครื่องยนต์ที่ต้องการวัดหมุนจานกลมในสนามแม่เหล็กที่ควบคุมความเข้มได้ จานที่หมุนทำหน้าที่ตัวนำไฟฟ้า ที่เคลื่อนที่ตัดเส้นแรงแม่เหล็ก ทำให้มีกระแสไฟฟ้าไหลวนในจาน โดยไม่มีการต่อกับวงจรภายนอกและถูกแปลงสภาพเป็นพลังงานความร้อนในที่สุด

ไดนาโมมิเตอร์ที่ถูกจัดว่าดีที่สุดแบบหนึ่ง คือ ไดนาโมมิเตอร์ไฟฟ้า(Electric dynamometer) ซึ่งดูดซับพลังงานจากเครื่องยนต์ ด้วยเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (generator) นอกจากสามารถวัดค่าพลังงานได้อย่างแม่นยำแล้ว ยังสามารถปรับโหลดได้ง่าย โดยปรับค่าความต้านทานในวงจรไฟฟ้า ที่ต่อกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ไดนาโมมิเตอร์ไฟฟ้าส่วนใหญ่สามารถทำงานในทางตรงกันข้ามได้ โดยให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าทำหน้าที่เป็นมอเตอร์ ขับเคลื่อนเครื่องยนต์โดยไม่มีการจุดระเบิด ช่วยให้เราวัดแรงเสียดทานเชิงกลและแรงเสียดทานจากการดูดและคายก๊าซของเครื่องยนต์ซึ่งค่านี้วัดจากขณะที่เครื่องยนต์ทำงานปกติได้ยากมาก

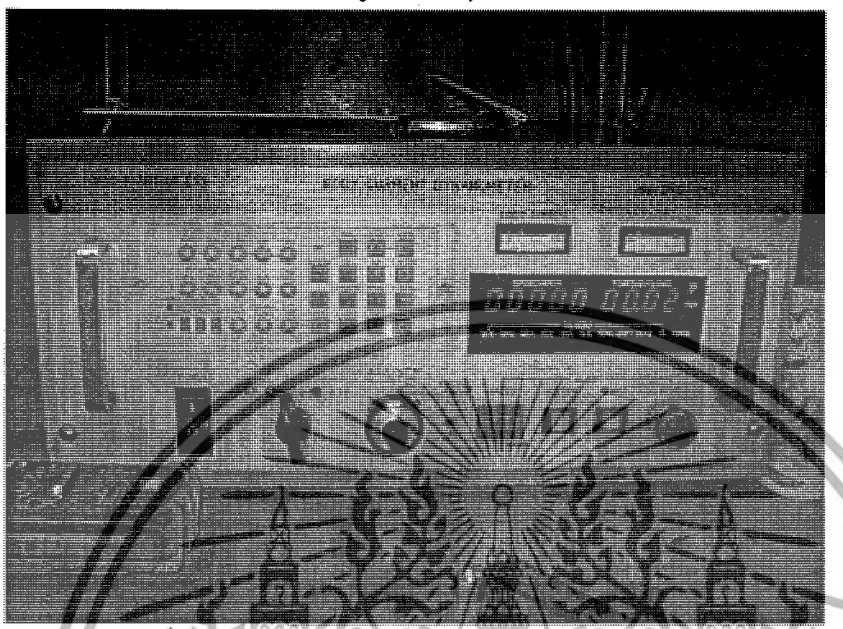


รูปที่ 3.2 ไดนาโมมิเตอร์แบบ Water Brake Eddy current dynamometer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 ชุดคอนโทรล (Control Unit)

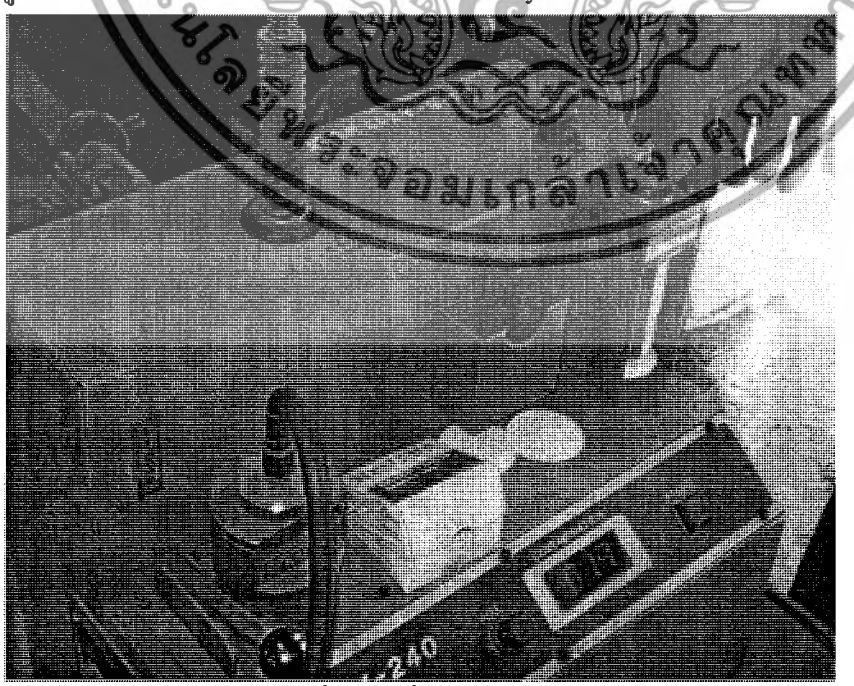
สำหรับควบคุมโหลดหรือภาระงานที่ให้กับเครื่อง โดยการปรับที่ตัวต้านทานปรับค่าได้ซึ่งจะปรับกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กับไดนาโมดังรูปที่ 3.3 ชุดคอนโทรล Eddy Current Dynamometer



รูปที่ 3.3 ชุดคอนโทรล Eddy Current Dynamometer

3.3 เครื่องวัดควันดำ (Smoke Meter)

ใช้สำหรับวัดปริมาณควันดำ ที่เกิดขึ้นขณะทำการทดสอบเครื่องยนต์ โดยดูดไอเสียขนาดทำการวัดผ่านกระดาษกรอง จากนั้นนำกระดาษกรองเขาเครื่องวัดความเข้มไอเสีย หน่วยที่วัดได้เป็นเปอร์เซ็นต์ดังรูปที่3.4เครื่องวัดควันดำยี่ห้อ BOSCH Germany

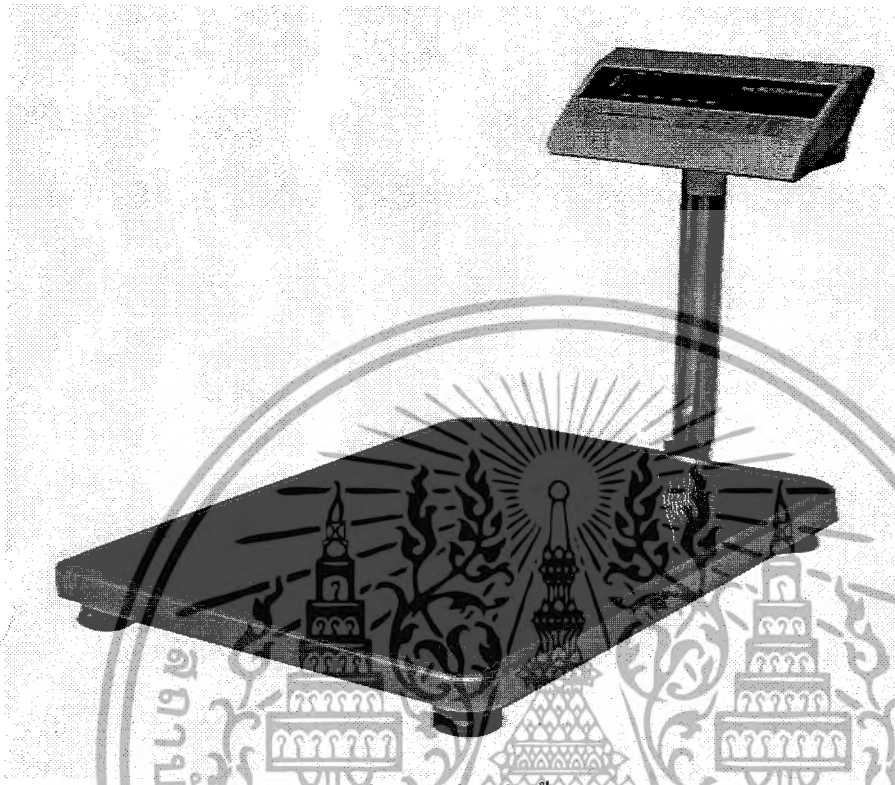


รูปที่ 3.4 เครื่องวัดควันดำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 เครื่องชั่งน้ำหนัก (Electronic Weight)

ใช้ในการวัดปริมาณของน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ไปในช่วงเวลาการทดสอบยี่ห้อ ISHIDA, Japan ดังรูปที่3.5



รูปที่ 3.5 เครื่องชั่งน้ำหนัก

3.5 อุปกรณ์ในการติดตั้งแก๊ส LPG เครื่องยนต์ดีเซล [4, 5]

ระบบที่ใช้งานนี้เป็นระบบควบคุมแบบธรรมดาหรือการจ่ายแก๊สแบบคงตัว มีหลักการทำงานคือ แก๊ส LPG ที่มีความดันสูงจากถังบรรจุไหลผ่านมายังอุปกรณ์ลดความดันก่อนที่จะทำการลดความดันอีกครั้งโดยมีหม้อต้มเป็นตัวลดความดันและจะใช้แรงดูดจากเครื่องยนต์ จ่ายแก๊ส LPG ไปผสมกับอากาศที่บริเวณท่อร่วมไอดี โดยมีอุปกรณ์ผสมก๊าซกับอากาศ (Gas Mixer) และผ่านเข้าสู่ห้องเผาไหม้ปริมาณการจ่ายแก๊สLPG นั้นจะขึ้นอยู่การปรับตั้งสกรูปรับก๊าซ ขณะเดียวกันระบบจ่ายน้ำมันดีเซลเข้าห้องเผาไหม้เพื่อเป็นตัวจุดระเบิดนำการเผาไหม้ก่อนการเผาไหม้แก๊ส LPG จะระเบิดตามมาจากผลการทดลองนั้นอัตราส่วนการใช้งานแก๊ส LPG เปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซลนั้น จะเท่ากับ 50:50 ซึ่งจะสามารถค่าใช้จ่ายกว่าการใช้น้ำมันดีเซลแบบเต็มๆ และที่สำคัญยังจะช่วยทำให้ลดปริมาณควันดำลงด้วยเนื่องจากเผาไหม้ได้สะอาดและหมดจดขึ้นสำหรับโครงงานนี้อุปกรณ์ที่ใช้ติดตั้งประกอบด้วยอุปกรณ์ดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

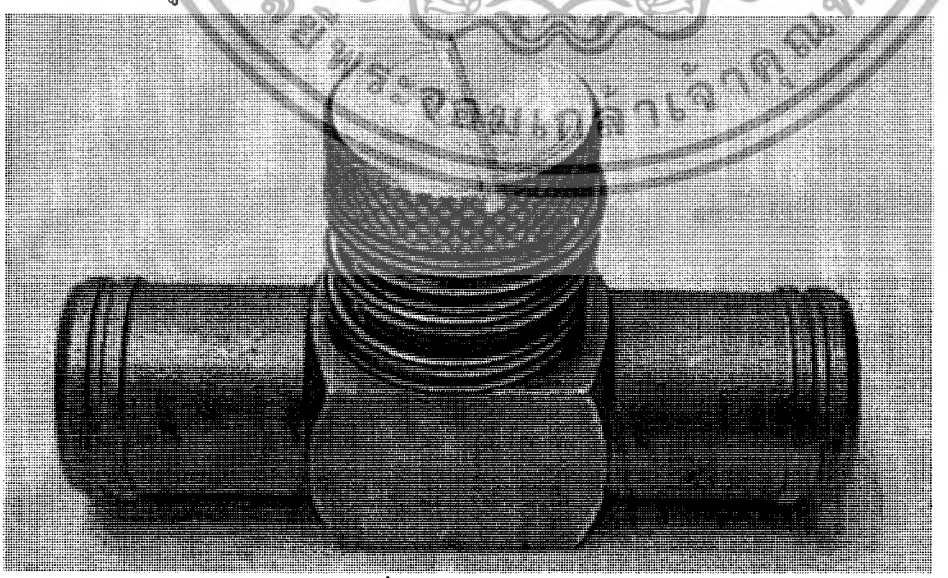
3.5.1 หม้อต้ม (Reducer)

เป็นอุปกรณ์เปลี่ยนสถานะของก๊าซจากของเหลวเป็นก๊าซเข้าสู่ระบบเครื่องยนต์ เนื่องจากก๊าซ LPG นั้นมีแรงดันสูง จึงต้องปรับให้มีปริมาณ และความดันที่เหมาะสมก่อนที่จะถูกดูดเข้าเครื่องยนต์มีลักษณะดังรูปที่3.6หม้อต้มยี่ห้อ Tomaseto Italy

รูปที่ 3.6 หม้อต้ม

3.5.2 เพาเวอร์วาล์ว (มิเนียมปรับแก๊ส)

อุปกรณ์นี้ติดตั้งระหว่างหม้อต้มและมิกเซอร์เพื่อช่วยปรับปริมาณแก๊สในการส่งแก๊สจากหม้อต้มไปยังมิกเซอร์ทำให้การทำงานของเครื่องยนต์เหมาะสมและมีประสิทธิภาพดีขึ้นและสามารถที่จะความปรับละเอียดได้ดังรูปที่3.7เพาเวอร์วาล์วยี่ห้อSHAP Korea



รูปที่ 3.7 เพาเวอร์วาล์ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.3 ถังบรรจุแก๊ส LPG

คือถังที่ใช้จัดเก็บก๊าซที่มีแรงดันสูงจะทำจากเหล็กแผ่นหนาราวๆ 2.5 - 2.8 มิลลิเมตร ส่วนหัวถังและก้นถัง จะถูกปั้นขึ้นรูปจากเหล็กที่ผ่านกระบวนการตัดเข้ารูปให้เป็นวงกลม จากนั้นจะนำเข้าเครื่องปั๊มเพื่อให้ได้ทรงออกมาตามแบบของแม่พิมพ์ จึงนำส่วนหัวและก้นมาประกอบเป็นตัวถังตัดขอบ และรีดขอบถังจากนั้นจะถูกทำความสะอาดและส่งเข้าสู่ลายน์เชื่อมประกอบ หลังจากเครื่ององประกอบที่ต้องการของถังครบทั้งหมดถังจะถูกส่งเข้าเตาเผาเพื่อคลายความเครียดของเหล็กจากนั้นจะเข้าเครื่องทดสอบแรงดันน้ำ (Hydrostatic Test) ที่แรงดัน 480 PSI(Pound per square inch) ถ้าถังไม่มีการรั่วซึมจะถูกส่งเข้าเครื่องยิงทรายเพื่อทำความสะอาดผิวเหล็กและพ้นสีเป็นลำดับต่อมา หลังจากได้ถังออกมาแล้วถังจะถูกอัดด้วยลมแรงดันสูง ประมาณ 220 PSI เพื่อหารอยรั่วเป็นครั้งสุดท้าย (Air Test) ดังรูปที่ 3.8 ถังบรรจุแก๊ส LPG ยี่ห้อFEMA, Turkey

ก่อนส่งมอบถังสำหรับการตรวจสอบคุณภาพ ถังจะถูกสุ่มขึ้นมาเพื่อตรวจสอบ 4 ชนิด คือ

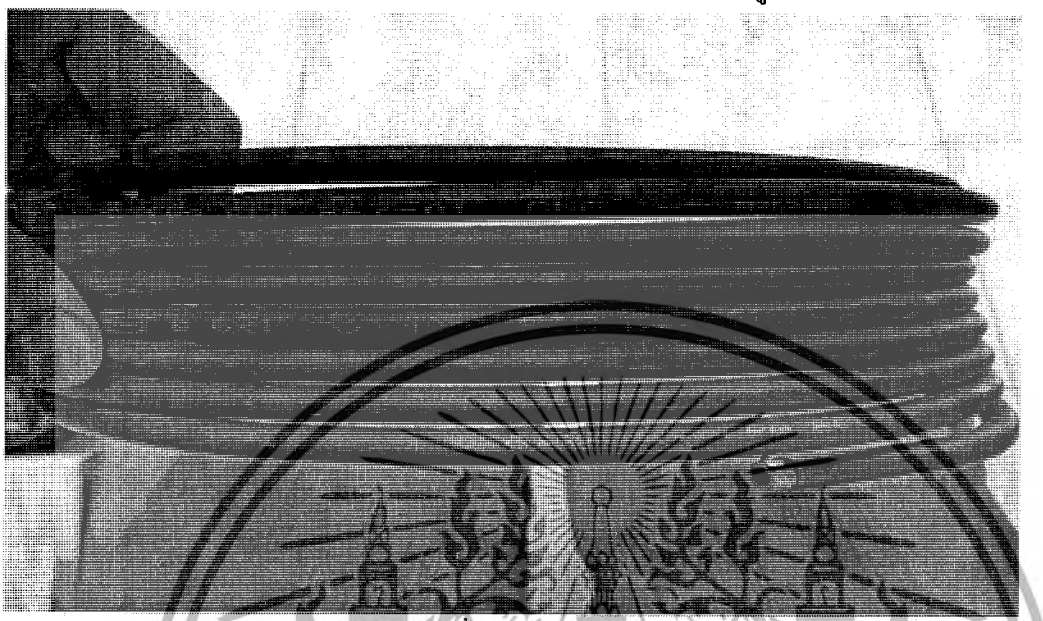
1. ตรวจสอบมาตรฐานแรงดึงของเหล็ก (Tensine test)
2. ตรวจสอบการขยายตัวด้วยน้ำ (Expention test)\
3. ตรวจสอบการระเบิดของถังด้วยแรงดันน้ำ (Burst test)
4. ตรวจสอบด้วยการ X-Ray เฉพาะจุดแนวเชื่อม

รูปที่ 3.8 ถังบรรจุแก๊ส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.4 ท่อก๊าซ (Water Hose)

ทำหน้าที่เป็นในการส่งก๊าซ LPG ที่แรงดันต่ำและจะเป็นท่อน้ำร้อนที่ส่งเข้าหม้อต้ม โดยมาตรฐานจะทนแรงดันได้ 40 bar แต่แรงดันที่ใช้งานจริงไม่เกิน 8 bar ดังรูปที่3.9



รูปที่ 3.9 ท่อก๊าซ

3.5.5 มิกเซอร์

ทำมาจากวัสดุที่เป็นอะลูมิเนียมที่ขึ้นรูปโดยการกลึงให้มีขนาดเท่ากับช่องไอดีของเครื่องยนต์ ทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์ช่วยปรับปริมาณก๊าซผสมกับอากาศก่อนฉีดเข้าเครื่องยนต์ดังรูป3.10 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 46 มม.

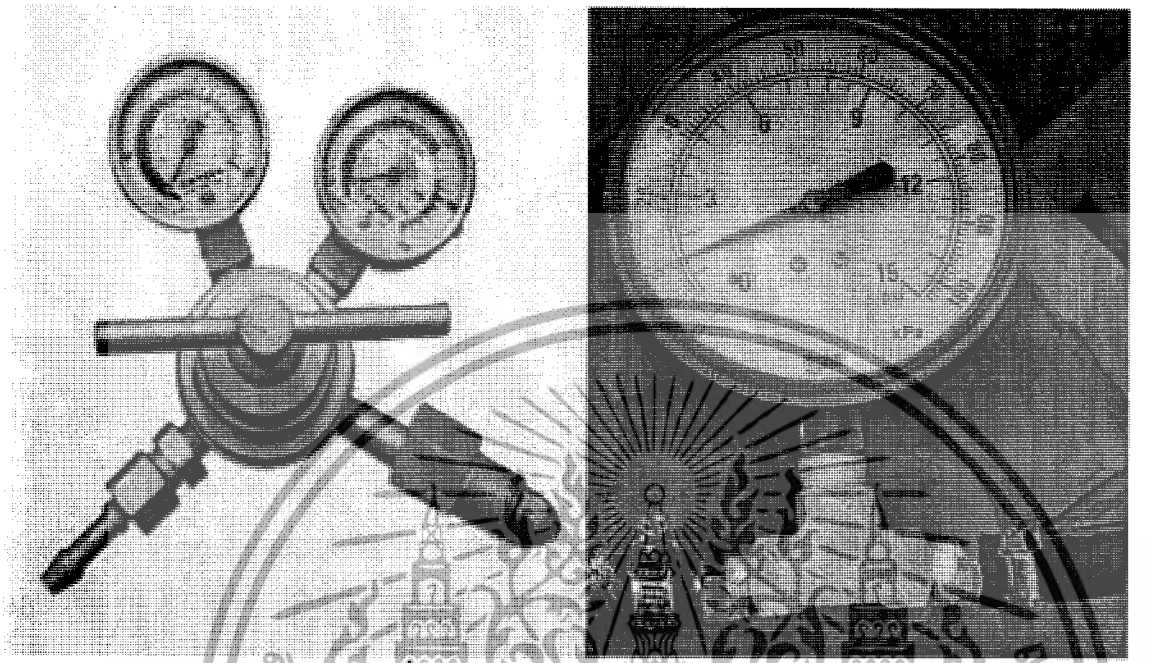
รูปที่ 3.10 มิกเซอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.6 อุปกรณ์ปรับความดันก๊าซ

ทำหน้าที่ปรับความดันการไหลของก๊าซก่อนที่จะถูกส่งไปยังหม้อต้มดังรูป 3.11

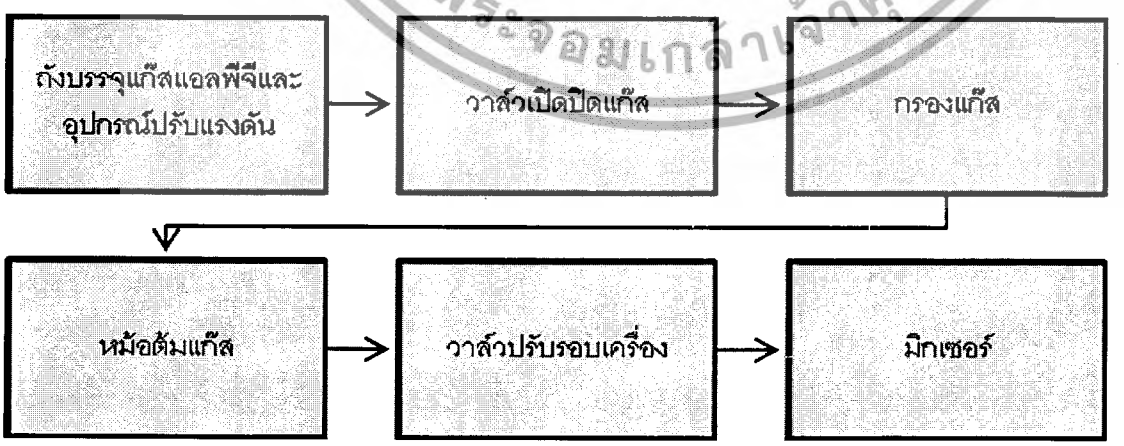
ก.อุปกรณ์ลดแรงดัน SUMO, Taiwan ข.เกจน์วัดแรงดัน ยี่ห้อ Marshalltown, USA



รูปที่ 3.11 อุปกรณ์ปรับความดันก๊าซ

3.6 ขั้นตอนการติดตั้ง

การติดตั้งเป็นขั้นตอนที่สำคัญมาก โดยนำอุปกรณ์ต่างๆมาประกอบร่วมกันและต้องคำนึงถึงความปลอดภัยต่างๆ [5]บริเวณที่ติด รวมถึงงบประมาณที่ใช้ โดยแสดงวงจรการติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆดังรูปที่ 3.12



รูปที่ 3.12 แสดงการติดตั้งชุดแก๊ส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7 วิธีการทดลอง

3.7.1 กรณีใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิงหลักเพียงอย่างเดียว

ขั้นตอนที่ 1 สตาร์ทเครื่องยนต์

ขั้นตอนที่ 2 ปรับความเร็วรอบเครื่องยนต์ไปที่รอบ 1400, 1600, 1800, 2000

ขั้นตอนที่ 3 แล้วบันทึกค่าต่างที่ใช้แล้วนำมาคำนวณค่าสมรรถนะเครื่องยนต์

3.7.2 กรณีใช้น้ำมันดีเซลร่วมกับแก๊สแอลพีจี

ขั้นตอนที่ 1 สตาร์ทเครื่องยนต์

ขั้นตอนที่ 2 ปรับความเร็วรอบเครื่องยนต์ไปที่รอบ 1400, 1600, 1800, 2000 ควบคุมโดยเพิ่มแก๊สอัตราการไหลของแก๊สแอลพีจีเข้าท่อไอดี ส่วนอัตราการไหลของน้ำมันดีเซลมีค่าคงที่ที่รอบ 750 rpm

ขั้นตอนที่ 3 แล้วบันทึกค่าต่างที่ใช้แล้วนำมาคำนวณค่าสมรรถนะเครื่องยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลอง

4.1 การปรับเครื่องยนต์ก่อนใช้ร่วมกับก๊าซLPG

1.ลดการจ่ายน้ำมันดีเซลโดยปรับความเร็วรอบไปที่รอบเดินเบาที่750rpmแล้วทำเครื่องหมายไว้ที่คันเร่งเพื่อสะดวกในการปรับความเร็วรอบครั้งต่อไป

2. ฟังเสียงเครื่องยนต์ที่รอบเดินเบาว่าเป็นปกติหรือไม่

3.เมื่อปรับความเร็วรอบเดินเบาการฉีดน้ำมันแล้วก็ปล่อยก๊าซที่ละน้อยๆที่ตัวจูนที่ติดอยู่กับหม้อต้มพร้อมกับฟังเสียงเครื่องยนต์ว่าเป็นปกติหรือไม่

4. ทำการปรับแต่งจนเครื่องยนต์ทำงานเป็นปกติ

4.2 วัสดุอุปกรณ์

1. น้ำมันดีเซลและแก๊สLPG
2. ไดนาโมมิเตอร์
3. นาฬิกาจับเวลา
4. เครื่องชั่ง
5. เครื่องวัดความเร็วรอบ

4.3 ขั้นตอนการทดลอง

4.3.1 กรณีใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิงหลักเพียงอย่างเดียว

1. ขั้นแรกนำเครื่องยนต์ทดสอบเข้ามาติดตั้งที่ไดนาโมมิเตอร์
2. ทำการยึดตัวเครื่องให้แน่นเพื่อไม่ให้เครื่องยนต์เคลื่อนที่ขณะทำการทดสอบ
3.สตาร์ทเครื่องยนต์แล้วเดินเครื่องทิ้งไว้ 20-30 นาที เพื่ออุ่นเครื่องยนต์ให้เครื่องมีอุณหภูมิเหมาะสมกับการทำงาน
4. ทำการCalibrateค่าของไดนาโมมิเตอร์
4. ปรับรอบเครื่องยนต์ไปที่รอบสูงสุดแล้วอ่านค่าที่ได้จากหน้าจอไดนาโมมิเตอร์
5. ปรับโหลดเพื่อให้ความเร็วรอบลดลงตามรอบที่ต้องการทดสอบ
6. บันทึกผลการทดลองที่ความเร็วรอบ 1400, 1600, 1800, 2000 ซึ่งเป็นรอบที่เกษตรกรใช้งาน

4.3.2 กรณีใช้น้ำมันดีเซลร่วมกับแก๊สแอลพีจี

1. ขั้นแรกนำเครื่องยนต์ทดสอบเข้ามาติดตั้งที่ไดนาโมมิเตอร์
2. ทำการยึดตัวเครื่องให้แน่นเพื่อไม่ให้เครื่องยนต์เคลื่อนที่ขณะทำการทดสอบ
3.สตาร์ทเครื่องยนต์แล้วเดินเครื่องทิ้งไว้ 20-30 นาที เพื่ออุ่นเครื่องยนต์ให้เครื่องมีอุณหภูมิเหมาะสมกับการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ทำการCalibrateค่าของไดนาโมมิเตอร์

5. ปรับความเร็วรอบเครื่องยนต์ไปที่ความเร็วรอบ 750 rpm

6. ปรับแก๊สเพื่อให้ความเร็วรอบสูงขึ้นที่รอบสูงสุด

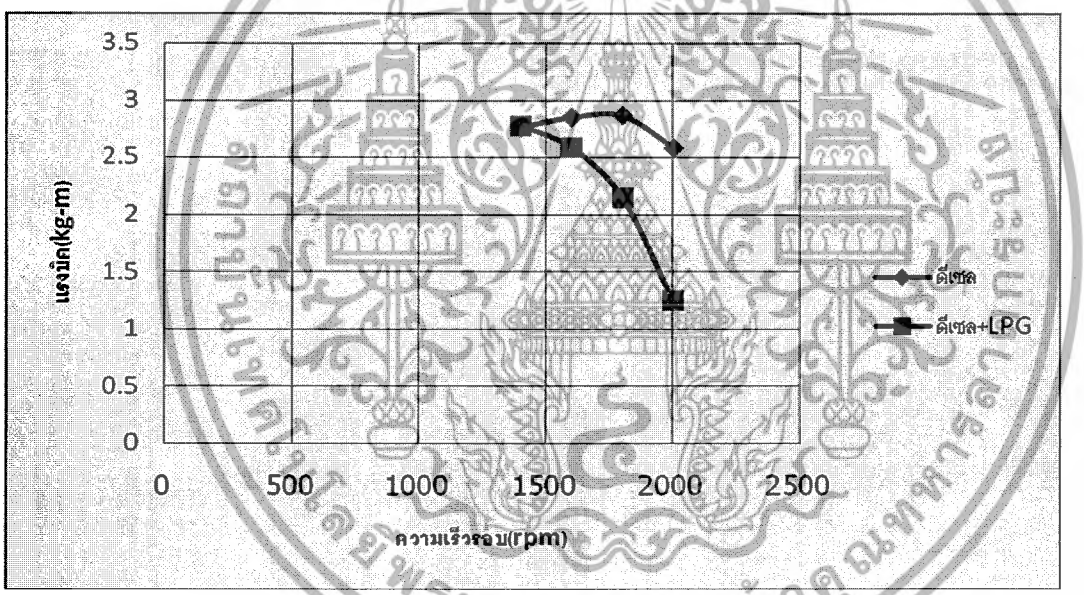
7. ปรับโหลดเพื่อให้ความเร็วรอบลดลงตามรอบที่ต้องการทดสอบ

8. บันทึกผลการทดลองที่ความเร็วรอบ 1400, 1600, 1800, 2000 ซึ่งเป็นรอบที่เกษตรกรใช้งาน

9. ชั่งน้ำหนักถังและจับเวลาที่รอบต่างๆแล้วบันทึกผล

4.4 ผลการทดลอง

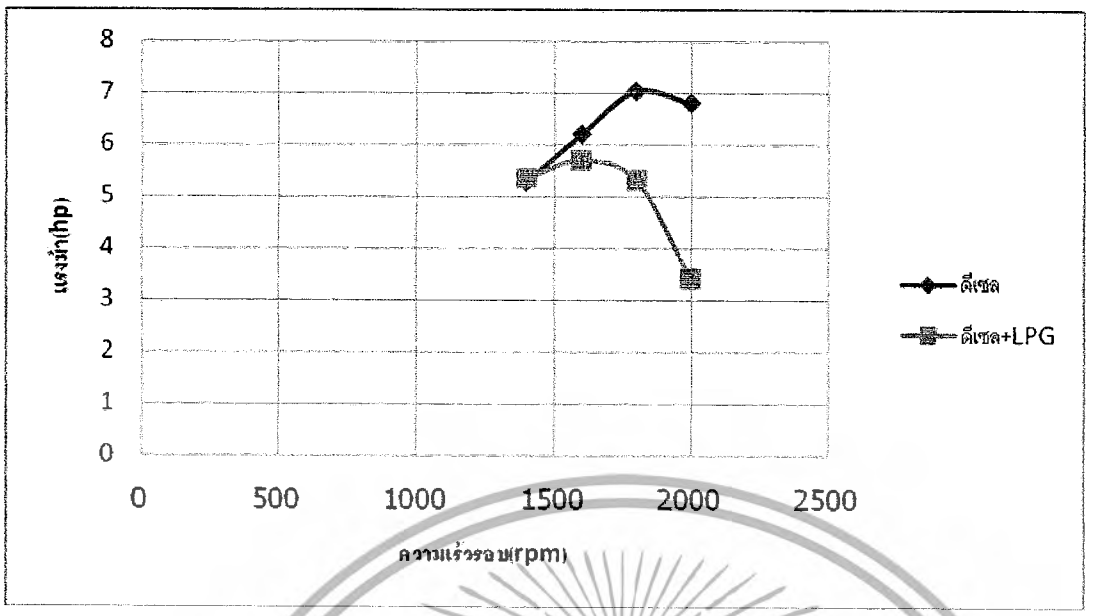
ผลการทดลองจะเปรียบเทียบระหว่างเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซลเพียงอย่างเดียวกับใช้ก๊าซ LPGร่วมกับน้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง ในความเร็วรอบตั้งแต่1400-2000รอบต่อนาที ผลการทดลองจะได้แรงบิด แรงม้า อัตราการสิ้นเปลือง และเปอร์เซ็นต์ควันดำ แล้วนำค่าที่ได้มาเปรียบเทียบ



รูปที่ 4.1 แสดงกราฟระหว่างแรงบิดกับความเร็วรอบเปรียบเทียบระหว่างน้ำมันดีเซลกับก๊าซLPG ร่วมกับน้ำมันดีเซล

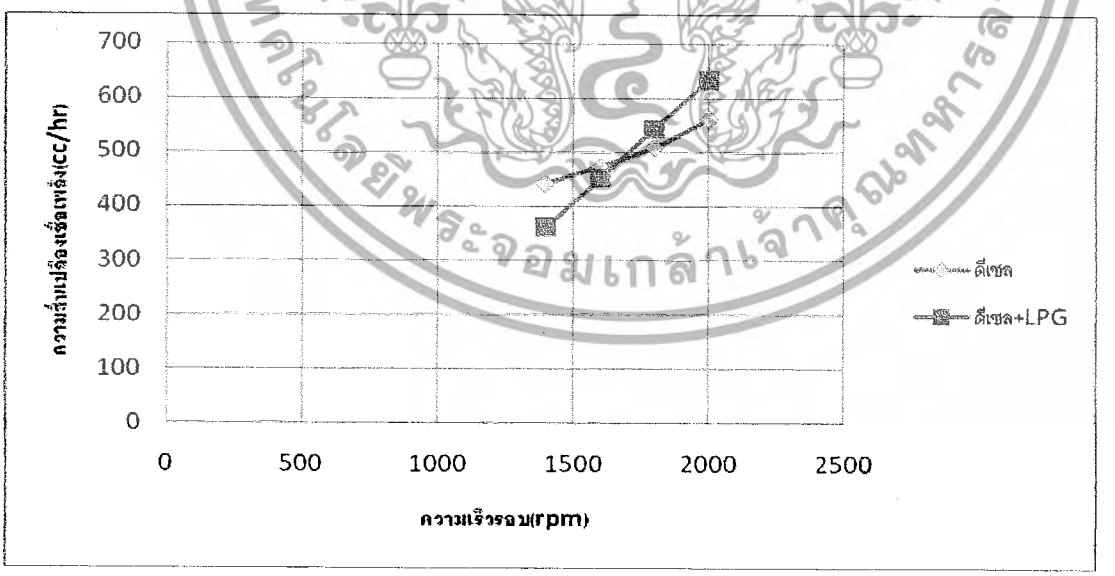
จากข้อมูลที่ได้พบว่ากราฟมีแนวโน้มที่เหมือนกัน เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิงเพียงอย่างเดียว ให้แรงบิดสูงกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซ LPG ร่วมกับน้ำมันดีเซล ในรอบสูงที่ ส่วนรอบที่ต่ำลงมาค่าแรงบิดที่ได้มีค่าใกล้เคียงกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 แสดงกราฟระหว่างแรงม้ากับความเร็วรอบเปรียบเทียบระหว่างน้ำมันดีเซลกับก๊าซLPG ร่วมกับน้ำมันดีเซล

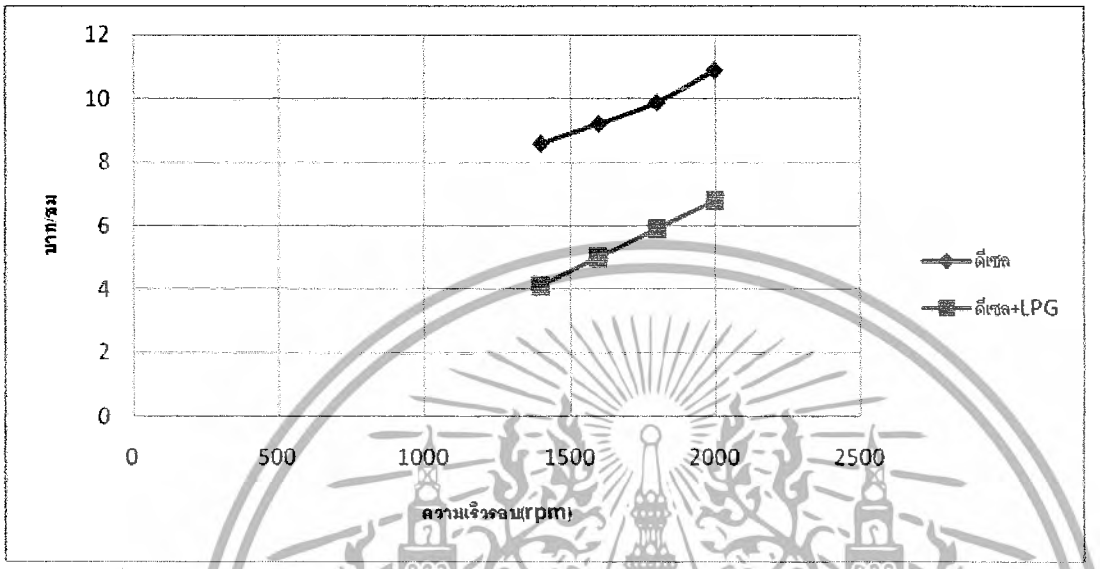
จากข้อมูลที่ได้พบว่า เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิงเพียงอย่างเดียว ให้แรงม้าสูงกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซ LPG ร่วมกับน้ำมันดีเซล ในรอบสูงที่ 1800 - 2000 รอบต่อนาที ส่วนรอบที่ต่ำลงมาค่าแรงม้าที่ได้มีค่าใกล้เคียงกัน



รูปที่ 4.3 แสดงกราฟระหว่างอัตราความสิ้นเปลืองกับความเร็วรอบเปรียบเทียบระหว่างน้ำมันดีเซลกับก๊าซLPGร่วมกับน้ำมันดีเซล

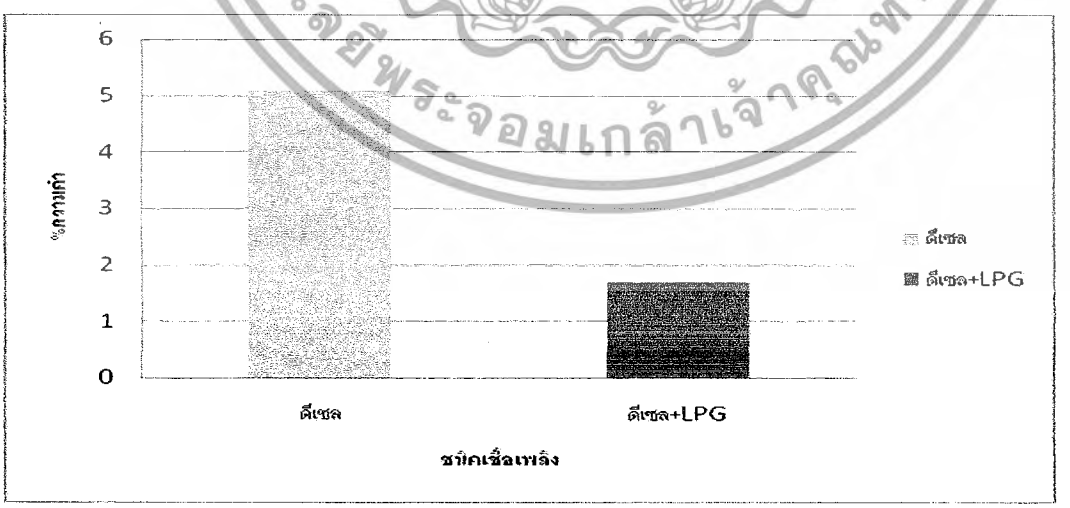
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงพบว่าในรอบสูงที่ 1800 - 2000 รอบต่อนาทีเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซ LPGร่วมกับน้ำมันดีเซล ใช้เชื้อเพลิงมากกว่าเล็กน้อย โดยอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ทั้งสองมีค่าใกล้เคียงกัน



รูปที่ 4.4 แสดงกราฟค่าใช้จ่ายกับความเร็วรอบเปรียบเทียบระหว่างน้ำมันดีเซลกับก๊าซLPGร่วมกับน้ำมันดีเซล

จากการคำนวณค่าใช้จ่ายเชื้อเพลิงพบว่าเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซLPGร่วมกับน้ำมันดีเซลใช้ค่าใช้จ่ายถูกกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซลเพียงอย่างเดียวเฉลี่ยชั่วโมงละ 3 บาท



รูปที่ 4.5 แสดงกราฟอัตราควันดำที่รอบ1800เปรียบเทียบระหว่างน้ำมันดีเซลกับก๊าซLPGร่วมกับน้ำมันดีเซล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าเปอร์เซ็นต์ควันดำที่วัดได้ที่ความเร็ว 1800 รอบต่อนาที พบว่าเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซ LPG ร่วมกับน้ำมันดีเซล ให้ค่าเปอร์เซ็นต์ควันดำต่ำกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซลเพียงอย่างเดียว โดยเครื่องยนต์ดีเซลที่ใช้ก๊าซ LPG ร่วมกับน้ำมันดีเซลวัด เปอร์เซ็นต์ ควันดำได้ 1.7% ส่วนเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซลเพียงอย่างเดียววัดค่าความดำได้ 5.1 %

ตารางที่ 4.1 แสดงสมรรถนะเครื่องยนต์

รอบ Rpm	แรงบิด Kg-m		แรงม้า hp		อัตราความสิ้นเปลือง cc/hr	
	ดีเซล	ดีเซล+lpg	ดีเซล	ดีเซล+lpg	ดีเซล	ดีเซล+lpg
2000	2.577	1.24	7.04	3.415	560.49	633.45
1800	2.861	2.142	7.035	5.309	508.64	542.50
1600	2.846	2.583	6.195	5.691	474.07	451.63
1400	2.756	2.772	5.27	5.344	441.97	360.72

ตารางที่ 4.2 แสดงแรงบิดของเครื่องยนต์ที่รอบต่างๆเมื่อใช้น้ำมันดีเซลและน้ำมันดีเซลร่วมกับLPG

ความเร็วรอบ (rpm)	แรงบิด(kg-m) ดีเซล	แรงบิด(kg-m) ดีเซล+LPG
1400	2.756	2.772
1600	2.846	2.583
1800	2.861	2.142
2000	2.577	1.24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 แสดงแรงม้าของเครื่องยนต์ที่รอบต่างๆเมื่อใช้น้ำมันดีเซลและน้ำมันดีเซลร่วมกับLPG

ความเร็วรอบ (rpm)	แรงม้า(hp) ดีเซล	แรงม้า(hp) ดีเซล+LPG
1400	5.27	5.344
1600	6.195	5.691
1800	7.035	5.309
2000	6.805	3.415

ตารางที่ 4.4 แสดงความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ที่รอบต่างๆเมื่อใช้น้ำมันดีเซลและน้ำมันดีเซลร่วมกับLPG

ความเร็วรอบ (rpm)	ความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง (cc/hr) ดีเซล	ความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง (cc/hr) ดีเซล+LPG
1400	441.97	360.72
1600	474.07	451.63
1800	508.64	542.5
2000	560.49	633.45

ตารางที่ 4.5 แสดง%ควันดำของเครื่องยนต์ที่รอบ1800เมื่อใช้น้ำมันดีเซลและน้ำมันดีเซลร่วมกับLPG

ความเร็วรอบ (rpm)	%ควันดำของดีเซล	%ควันดำของดีเซล+LPG
1800	5.1	1.7
1800	5.0	1.7
1800	5.1	1.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็กเพื่อเปรียบเทียบระหว่างเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซลเพียงอย่างเดียวกับเครื่องยนต์ดีเซลที่ใช้ก๊าซLPGร่วมกับน้ำมันดีเซลโดยการป้อนก๊าซLPGเข้าทางท่อร่วมไอดี และทดสอบโดยเครื่องไดนาโมมิเตอร์ที่ความเร็ว 1400 1600 1800 2000 รอบต่อนาที จากการทดสอบสามารถสรุปสาระสำคัญตามวัตถุประสงค์พบว่า

1.ในด้านกำลังของเครื่องยนต์จากผลการทดสอบสมรรถนะที่ได้จากเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซลเพียงอย่างเดียวเมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซLPGร่วมกับน้ำมันดีเซลพบว่าแนวโน้มของกำลังเครื่องยนต์ค่อนข้างแตกต่างกันพอสมควรเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิงเพียงอย่างเดียว กำลังของเครื่องยนต์ ในรอบสูงลดลงเล็กน้อย ส่วนเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซLPGร่วมกับน้ำมันดีเซลในรอบสูงนั้น กำลังของเครื่องยนต์ ลดลงค่อนข้างมากเมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซลเพียงอย่างเดียวส่วนในรอบที่ต่ำลงมานั้นค่ากำลังของเครื่องยนต์ที่ได้มีค่าใกล้เคียงกัน โดยเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซลเพียงอย่างเดียวให้กำลังสูงกว่าเล็กน้อย โดยแรงบิดสูงสุดของเครื่องยนต์ที่ใช้ดีเซลอย่างเดียวอยู่ที่รอบ 1800 มีค่า 2.861kg-m ส่วนแรงบิดสูงสุดของเครื่องยนต์ที่ใช้ดีเซลร่วมกับก๊าซLPGอยู่ที่รอบ 1400 มีค่า 2.772kg-mcJและแรงม้าสูงสุดของเครื่องยนต์ที่ใช้ดีเซลอย่างเดียวอยู่ที่รอบ 1800 มีค่า 7.035hpและแรงม้าสูงสุดของเครื่องยนต์ที่ใช้ดีเซลร่วมกับก๊าซLPGอยู่ที่รอบ 1600มีค่า 5.691hp

2.ในด้านอัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงนั้น ค่าที่วัดได้พบว่าเครื่องยนต์ทั้งสองแบบ มีอัตราสิ้นเปลืองค่อนข้างใกล้เคียงกัน ในรอบสูงนั้นเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซLPGร่วมกับน้ำมันดีเซลมีอัตราสิ้นเปลืองที่สูงกว่าเล็กน้อย ส่วนในรอบต่ำเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซลเพียงอย่างเดียวมีอัตราสิ้นเปลืองที่ต่ำกว่าเล็กน้อยอัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงสูงสุดของเครื่องยนต์ที่ใช้ดีเซลอย่างเดียวอยู่ที่รอบ 2000 มีค่า 560.49 cc/hr ส่วนอัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงสูงสุดของเครื่องยนต์ที่ใช้ดีเซลร่วมกับก๊าซLPGอยู่ที่รอบ 2000 มีค่า 633.45cc/hr

3.ในการคำนวณค่าใช้จ่ายเชื้อเพลิงพบว่าเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซLPGร่วมกับน้ำมันดีเซลสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายลงได้เฉลี่ยชั่วโมงละ 3 บาท เมื่อเทียบกับเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซลเพียงอย่างเดียว (ราคาเชื้อเพลิง ณ วันที่ 5 กุมภาพันธ์ 2552)

4.เปอร์เซ็นต์ควันดำที่วัดได้ที่ความเร็วรอบ 1800 พบว่าค่าที่ได้แตกต่างกันค่อนข้างมากโดยพบว่า เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซลเพียงอย่างเดียวให้เปอร์เซ็นต์ควันดำที่ 5.1% ส่วนเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซLPGร่วมกับน้ำมันดีเซลพบว่าให้ค่าเปอร์เซ็นต์ควันดำที่ 1.7%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ควรปรับมุมองศาการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงให้เหมาะกับการใช้ก๊าซLPGเป็นเชื้อเพลิงผสม

2.ควรวัดอัตราการสึกหรอและหาปริมาณเหล็กในน้ำมันเครื่องเพื่อนำมาเปรียบเทียบกับระหว่างเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล กับเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงผสม

3.การศึกษาครั้งนี้ทดสอบกับเครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็กเพราะฉะนั้นจึงควรศึกษากับเครื่องยนต์ดีเซลขนาดใหญ่ขึ้น

4. ควรใช้ถังที่ได้มาตรฐานที่ได้รับการยอมรับว่าสามารถใช้กับรถได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6

ภาคผนวก ก

6.1 การคำนวณสมรรถนะเครื่องยนต์ [1, 8]

6.1 แรงบิด (Torque)

$$\tau = Fr \qquad (1)$$

โดยที่ F = load ที่ใช้ในการทดสอบแต่ละสภาวะ (kg.m)

r = แขนของไดนาโมมิเตอร์ (m)

6.2 พลังงานที่คำนวณได้จากเครื่องยนต์ (Power of engine (kw))

$$W_b = 2\pi\tau N / 60 \times 1000 \qquad (2)$$

โดยที่ N=จำนวนรอบ (rev/min)

6.3 อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง (Brake Specific Fuel Consumption (g/kw.h))

$$sfc = m_f^{\bullet} / W_b \qquad (3)$$

โดยที่ $m_f^{\bullet}$ = อัตราการไหลของเชื้อเพลิง (g/min)

W_b = พลังงานที่คำนวณได้จากเครื่องยนต์ (Power of engine (kw))

6.4 ประสิทธิภาพเชิงความร้อน (Thermal efficiency)

$$\eta_t = W_b / W_f \qquad (4)$$

$$\eta_t = 3600 \times 100 / sfcQ_{HV} \qquad (5)$$

โดยที่ W_b = พลังงานที่คำนวณได้จากเครื่องยนต์ (Power of engine (kw))

W_f = พลังงานที่คำนวณได้จากเชื้อเพลิง (Power of Fuel (kw))

Sfc = อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง

Q_{HV} = ค่าความร้อนของเชื้อเพลิง(MJ/kg)

6.2 การติดตั้งแก๊สรถยนต์ LPG ตามข้อกำหนดของกรมขนส่งทางบก

6.2.1 ข้อกำหนดการติดตั้งถังก๊าซภายในตัวถังรถยนต์

1. ถังที่ติดตั้งในห้องเก็บของต้องไม่มีก๊าซรั่วซึม

2. ถังที่ติดตั้งในห้องโดยสารต้องบรรจุกล่องหรือมีฝาครอบและท่อหุ้มโดยให้แน่ใจว่าก๊าซระบาย-ออกนอกตัวรถได้

3. ห่างจากท้ายสุดของตัวถังรถต้องไม่น้อยกว่า 35 ซ.ม.

4. มองเห็นป้ายรายละเอียดของถังอย่างชัดเจน

5. ต้องยึดถังกับตัวรถให้แน่นหนาและแข็งแรงทนทาน

6. ต้องไม่เชื่อมถังเพิ่มเติมยกเว้นที่เชื่อมมาจากบริษัทผู้ผลิต

7. ท่อระบายก๊าซห่างจากท่อไอเสียไม่น้อยกว่า 25 ซ.ม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. ไม่มีฝาครบแต่มีกล่องบรรจุ กล่องจะต้องเป็นวัสดุไม่ติดไฟสามารถมองเห็นแผ่นป้ายของถัง ที่จุดต่ำสุดต้องมีท่อระบายไอก๊าซได้

9. ถ้ามีมากกว่า 1 ถัง ในแต่ละถังจะต้องมี ลิ้นเปิดปิดและจ่ายแก๊สแยกจากกัน

6.2.2 ข้อกำหนดในการติดตั้งถังก๊าซไว้ใต้ท้องรถ

1. ถังก๊าซที่ใช้จะมีหรือไม่มีฝาครอบก็ได้

2. ส่วนล่างสุดของถังต้องอยู่สูงกว่าจุดที่ต่ำสุดของรถไม่น้อยกว่า 5 ซ.ม.

3. ถังที่ติดตั้งหลังเพลาอยู่ห่างจากพื้นถนน ต้องไม่น้อยกว่า 5 ซ.ม. และต้องสูงอย่างน้อยมากกว่า 1/6ของระยะห่างระหว่างแกนของถังกับแกนของเพลาล้อ

4. ถังที่ติดตั้งใต้ท้องรถต้องห่างจากท่อไอเสียอย่างน้อย 10 ซ.ม. หากน้อยกว่าจะต้องมีวัสดุป้องกันความร้อนกันระหว่าง ถังกับท่อไอเสีย

5. อุปกรณ์ส่วนควบของถังต้องไม่เสียดสีกับตัวรถ

6. ต้องมีแผ่นโลหะหนาพอสมควรป้องกันเศษหินหรือวัสดุต่างๆป้องกันจากด้านหน้า

6.2.3 การติดตั้งท่อบรรจุก๊าซ

1. ท่อรับก๊าซทั้งที่ติดตั้งถังในตัวรถและนอกตัวรถ ต้องเป็นท่ออ่อน

2. ตำแหน่งท่อรับก๊าซต้องไม่ยื่นออกนอกตัวรถ และอยู่ห่างจากท่อไอเสียอย่างน้อย 35 ซ.ม.

3. ต้องมีลิ้นเติม กันกลับ ขายึดวาล์วเติมต้องยึดกับตัวรถอย่างแน่นหนาและแข็งแรง ฝาปิดและลิ้นกันกลับที่ต่อจากวาล์วที่ถัง

6.2.4 ข้อกำหนดในการติดตั้งท่อจ่ายก๊าซ

1. ตำแหน่งท่อส่งก๊าซต้องอยู่สูงกว่าจุดต่ำสุดของเพลาไม่น้อยกว่า5 ซ.ม.

2. ตำแหน่งท่อสงก๊าซต้องอยู่สูงกว่าพื้นถนนไม่น้อยกว่า1/6 ของระยะห่างระหว่างแกนของถังกับแกนของเพลาล้อท้ายสุด

3. ตำแหน่งท่อต้องไม่เสียดสีกับตัวรถต้องเดินและยึดท่อกับช่องตัวถังรถใกล้กับท่อน้ำมันเติมและต้องยึดให้แน่นหนาด้วยสายรัดโลหะแต่ละช่วงไม่เกิน 50 ซ.ม.

4. ตำแหน่งท่อต้องห่างจากท่อไอเสียอย่างน้อย 10 ซ.ม. หาไม่ถึงต้องมีวัสดุกันความร้อนป้องกัน

5. ท่อจ่ายแก๊สต้องเป็นท่อทองแดงที่ได้มาตรฐาน เส้นเดียวไม่มีรอยเชื่อมและตะเข็บ ต้องหุ้ม6 ด้วยวัสดุชนิดอ่อน ป้องกันการเสียดสี ข้อต่อต้องมีตาไก่ +นอตขันตาไก่ หรือการใช้แฟร์น็อต

6. ถ้าตำแหน่งเดินท่อต้องลากผ่านในห้องโดยสารจะต้องมีปลอกโลหะหุ้มและต้องมีรูระบายหากเกิดแก๊สรั่ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.2.5 ข้อกำหนดการติดตั้งอุปกรณ์ส่วนควบในห้องเครื่องยนต์

1. ต้องมีลิ้นปิด-เปิดไฟฟ้าและตัวกรองแก๊ส (ติ๊กแก๊ส)

2. เครื่องทำและปรับความดันไอก๊าซ ต้องไม่ยึดกับตัวเครื่องยนต์ ต้องยึดกับตัวถังของรถที่แข็งแรงแน่นหนา ห่างจากท่อไอเสียอย่างน้อย 10 ซ.ม. ต้องใช้น้ำร้อนจากเครื่องผ่านเครื่องทำไอเท่านั้น และมีตำแหน่งที่สามารถปรับจูนได้สะดวก ลิ้นควบคุมไม่จ่ายก๊าซพุ่งเข้าตัวรถ

3. ท่อส่งไอก๊าซต้องเป็นท่ออ่อน และต้องหุ้มด้วยปอกเกลียวกันการเสียดสี

4. ท่อสุญญากาศ/ เครื่องผสมอากาศกับก๊าซ

6.2.6 ข้อกำหนดในการติดตั้งระบบควบคุม รถใช้ก๊าซ-น้ำมัน 2 ระบบ

1. ลิ้นควบคุมจะต้องไม่จ่ายก๊าซที่มีทิศทางเข้าตัวรถ ต้องห่างจากท่อไอเสียอย่างน้อย10 ซ.ม.

2. ลิ้นควบคุมจะต้องปิดอัตโนมัติเมื่อกลับมาใช้ระบบน้ำมัน ระบบไฟฟ้าที่นำมาใช้ควบคุมจะต้องมีฟิวส์ป้องกันอุปกรณ์เกิดการเสียหาย

3.ติดตั้งติ๊กแก๊สควบคุมการเปิดปิดที่ถัง ทำงานด้วยระบบไฟฟ้า

4. ถ้าติดตั้งติ๊กตัดน้ำมันจะต้องปิดอัตโนมัติเมื่อเปลี่ยนมาใช้ก๊าซ ท่อน้ำมันที่เชื่อมต่อจะต้องเป็นท่ออ่อนบิดงอได้ และระบบไฟฟ้าที่นำมาใช้งานจะต้องมีวงจรแยกต่างหากและมีฟิวส์

6.2.7 การทดสอบรถใช้ก๊าซที่ติดตั้งอุปกรณ์แล้วและทดสอบถังมอก.ที่มีอายุเกิน 10 ปี

1. ทดสอบระบบท่อก่อนการบรรจุก๊าซ ทดสอบระบบท่อรับส่งด้วยการตรวจสอบรอยรั่ว ด้วยแก๊สดีเทคเตอร์ / น้ำยาตรวจสอบรอยรั่ว

2. น้ำหนักถังที่มีอายุเกิน 10 ปีต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 95 ของน้ำหนักถังเดิม

3. หากมีหลุมต้องไม่ลึกเกินร้อยละ 50 ของความหนาเดิม

4. หากมีรอยผุกร่อนเป็นแนวยาวจะต้องไม่เกิน 75 ม.ม. หรือลึกเกิน ร้อยละ 25 ของความหนาเดิม

5. มีรอยผุกร่อนทั่วไป ต้องไม่ผุกร่อนเกินร้อยละ50 ของผนังเดิม

6. มีรอยบุบเว้าที่รอยเชื่อม ต้องลึกไม่เกิน 6 ม.ม. รอยบุบเว้าต้องไม่เกินร้อยละ10 ของความกว้างเฉลี่ยของรอบบุบเว้า

7. หากมีรอยชำรุดที่เกิดจากการทิ่มแทงต้องไม่ลึกเกินร้อยละ 50 ของผนังเดิม

8. ต้องไม่มีรอยดังต่อไปนี้ /รอยรั่ว ร้าว หักพับ บวมผิดรูป / เกลียวที่ลิ้นกัดกร่อนมีก๊าซรั่วและลิ้นเอียง/ ฝาครอบอุปกรณ์ถังชำรุด เสียรูป ก๊าซรั่วได้ /

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เล่ม ๑๒๕ ตอนพิเศษ ๒๐ ง ราชกิจจานุเบกษา ๒๙ มกราคม ๒๕๕๑

ประกาศกรมการขนส่งทางบก

เรื่อง กำหนดหลักเกณฑ์ วิธีการติดตั้ง และการออกหนังสือรับรองการติดตั้งส่วนควบและเครื่องอุปกรณ์ของรถที่ใช้ก๊าซธรรมชาติอัดเป็นเชื้อเพลิงตามกฎหมายว่าด้วยรถยนต์

พ.ศ. ๒๕๕๐

อาศัยอำนาจตามความในข้อ ๖ และข้อ ๗ แห่งกฎกระทรวงกำหนดส่วนควบและเครื่องอุปกรณ์ของรถที่ใช้ก๊าซธรรมชาติอัดเป็นเชื้อเพลิง พ.ศ. ๒๕๕๐ ออกตามความในพระราชบัญญัติรถยนต์ พ.ศ. ๒๕๒๒ อธิบดีกรมการขนส่งทางบกประกาศกำหนดหลักเกณฑ์ วิธีการติดตั้ง และการออกหนังสือรับรองการติดตั้งส่วนควบและเครื่องอุปกรณ์ของรถที่ใช้ก๊าซธรรมชาติอัดเป็นเชื้อเพลิงไว้ดังต่อไปนี้

ข้อ ๑ ให้ยกเลิกประกาศกรมการขนส่งทางบก เรื่อง การให้ความเห็นชอบมาตรฐานและการกำหนดหลักเกณฑ์ วิธีการ และเงื่อนไขการติดตั้ง การตรวจและทดสอบส่วนควบและเครื่องอุปกรณ์ของรถยนต์ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติอัดเป็นเชื้อเพลิง ลงวันที่ ๑๘ ธันวาคม พ.ศ. ๒๕๔๘

ข้อ ๒ ในประกาศนี้"การติดตั้ง" หมายความว่า การติดตั้งส่วนควบและเครื่องอุปกรณ์ของรถที่ใช้ก๊าซธรรมชาติอัดเป็นเชื้อเพลิงตามกฎหมายว่าด้วยรถยนต์"ผู้ติดตั้ง" หมายความว่า ผู้ได้รับหนังสือให้ความเห็นชอบให้เป็นผู้ติดตั้งส่วนควบและเครื่องอุปกรณ์ของรถที่ใช้ก๊าซธรรมชาติอัดเป็นเชื้อเพลิง

ข้อ ๓ การติดตั้งต้องเป็นไปตามมาตรฐานอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังนี้

(๑) ข้อกำหนดของคณะกรรมาธิการเศรษฐกิจของยุโรปแห่งสหประชาชาติ เลขที่ ECE R ๑๑๐

(๒) มาตรฐานความปลอดภัยที่กำหนดไว้ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ระบบการใช้ก๊าซธรรมชาติอัดเป็นเชื้อเพลิงในยานยนต์ มาตรฐานเลขที่ มอก. ๒๓๓๗ ดังนี้

(ก) เล่ม ๑ ข้อกำหนดด้านความปลอดภัย

(ข) เล่ม ๒ วิธีทดสอบ

(๓) มาตรฐานขององค์การระหว่างประเทศว่าด้วยการมาตรฐาน เลขที่ ISO ๑๕๕๐๑

ข้อ ๔ การติดตั้งถังหรือภาชนะบรรจุก๊าซธรรมชาติอัด (Cylinder or container) ให้ปฏิบัติตามวิธีการ ดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(๑) ต้องยึดถังให้แน่นกับตัวรถในบริเวณที่มีความแข็งแรง เมื่อรถสั่นสะเทือนถังต้องไม่ขยับเขยื้อนและสามารถทนต่อแรงกระชากของถังในขณะบรรจุก๊าซเต็มถังเมื่อรถเกิดความเร่งหรือความหน่วงได้เท่ากับจำนวนเท่าของอัตราเร่งที่เกิดจากแรงโน้มถ่วงของโลกตามที่มาตรฐานกำหนด

(๒) กรณีที่ติดตั้งถังขนานกับความยาวของตัวรถ ให้ติดตั้งอุปกรณ์ยึดหรือยันด้านหัวและด้านท้ายถังเพื่อป้องกันถังเคลื่อนตัวในแนวนอน

(๓) ห้ามเชื่อมถังกับสิ่งอื่นใด เว้นแต่เป็นการเชื่อมจากโรงงานผู้ผลิต

(๔) ถังที่ติดตั้งต้องไม่รับน้ำหนักหรือภาระอย่างหนึ่งอย่างใดของรถ

(๕) ถังที่ติดตั้งภายในห้องผู้โดยสาร ห้องผู้ขับรถ ห้องเก็บสัมภาระหรือที่ซึ่งอากาศถ่ายเทไม่สะดวกต้องมีเรือนกักก๊าซ (gas tight housing) ที่ติดอยู่ที่ถังเพื่อป้องกันก๊าซรั่วซึมออกสู่บริเวณห้องที่ติดตั้ง และต้องมีท่อระบายก๊าซ (ventilation hose) สำหรับระบายก๊าซที่รั่วซึมออกนอกตัวรถ

(๖) ถังที่ติดตั้งควรยึดด้วยวิธีหนึ่งวิธีใด ดังนี้

(ก) ใช้สายรัดทำด้วยเหล็กรัดถังอย่างน้อย ๒ สาย สายรัดแต่ละสายควรมีขนาดความกว้างไม่น้อยกว่า ๓๐ มิลลิเมตร ความหนาไม่น้อยกว่า ๗ มิลลิเมตร และใช้สกรูยึดสายรัดถังที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า ๑๐ มิลลิเมตร และในกรณีที่ถังมีความจุเกินกว่า ๑๐๐ ลิตร

สายรัดแต่ละสายควรมีขนาดความกว้างไม่น้อยกว่า ๕๐ มิลลิเมตร ความหนาไม่น้อยกว่า ๖ มิลลิเมตรและใช้สกรูยึดสายรัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า ๑๒ มิลลิเมตร

(ข) ใช้สกรูยึดขาถังอย่างน้อย ๔ ตัว สกรูแต่ละตัวควรมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า๑๐ มิลลิเมตร และในกรณีที่ถังมีความจุเกินกว่า ๑๐๐ ลิตร สกรูแต่ละตัวควรมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า ๑๒ มิลลิเมตร

(๗) ในกรณีที่ถังติดตั้งอยู่ห่างจากท่อไอเสียหรือเครื่องยนต์น้อยกว่า ๑๐๐ มิลลิเมตร ต้องมีเครื่องป้องกันความร้อนกั้นระหว่างถังกับท่อไอเสียและเครื่องยนต์

(๘) ห้ามบรรจุก๊าซธรรมชาติอัดลงในถังจนมีความดันสูงเกินกว่า ๒๐.๖๘ เมกาปาสกาล

ข้อ ๕ ห้ามนำถังที่มีข้อบกพร่องอย่างหนึ่งอย่างใดดังต่อไปนี้ มาติดตั้ง

(๑) เครื่องหมายประจำถังลบเลือนจนอ่านไม่ออก มีการแก้ไขโดยไม่ถูกต้อง หรือมีข้อความไม่ถูกต้องตามมาตรฐาน

(๒) ถังที่ถูกไฟไหม้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(๓) มีรอยรั่ว ซึม รอยร้าว หรือบวม

(๔) มีรอยสึกลึกตั้งแต่ ๐.๒๕ มิลลิเมตรขึ้นไป

(๕) มีรอยบาด รอยขูดขีด รอยเซาะ ลึกตั้งแต่ ๐.๒๕ มิลลิเมตรขึ้นไป

(๖) มีรอยบุบเว้าลึกตั้งแต่ ๑.๖ มิลลิเมตรขึ้นไป หรือเส้นผ่าศูนย์กลางหรือความยาวสูงสุดของรอยบุบเว้ามากกว่า ๕๐ มิลลิเมตร

(๗) มีรอยผุกร่อนทั่วไปลึกตั้งแต่ร้อยละ ๑๕ ของความหนาถังเดิม หรือเป็นพื้นที่ตั้งแต่ร้อยละ ๒๕ ของพื้นที่ผิวของถังขึ้นไป

(๘) มีรอยผุกร่อนเป็นแนวยาวตั้งแต่ ๑๐๐ มิลลิเมตร หรือมีความลึกตั้งแต่ร้อยละ ๑๐ ของความหนาถังเดิมขึ้นไป

(๙) มีรอยผุกร่อนเป็นหลุมลึกตั้งแต่ร้อยละ ๒๕ ของความหนาถังเดิมขึ้นไป

(๑๐) ถังบิดเบี้ยวไม่ได้รูปทรง

(๑๑) ลิ้นหัวถังเอียงจนเห็นได้ชัด หรือเมื่อขันเกลียวแน่นแล้วก๊าซยังรั่วอยู่

(๑๒) มีการดัดแปลงหรือต่อเติมถัง

(๑๓) อุปกรณ์ระบายความดันเสียหาย หรือเสียรูป หรือไม่ตรงตามที่ผู้ผลิตกำหนด

ข้อ ๖ เมื่อผู้ติดตั้งทำการติดตั้งครบถ้วนและถูกต้องแล้วให้ดำเนินการ ดังนี้

(๑) ออกหนังสือรับรองการติดตั้ง

(๒) มอบเครื่องหมายแสดงการใช้ก๊าซธรรมชาติอัดเป็นเชื้อเพลิงให้แก่เจ้าของรถหรือผู้ครอบครองรถ เว้นแต่เป็นรถที่ได้รับการติดตั้งโดยผู้ติดตั้งที่เป็นผู้ผลิต และได้มีการติดตัวอักษรตัวเลข หรือสัญลักษณ์อื่นใดที่แสดงการใช้ก๊าซธรรมชาติอัดเป็นเชื้อเพลิงไว้ที่ด้านท้ายของตัวรถอย่างชัดเจนและถาวรแล้ว

(๓) มอบเอกสารคำแนะนำการใช้งานเกี่ยวกับส่วนควบและเครื่องอุปกรณ์สำหรับการใช้ก๊าซธรรมชาติอัด โดยให้มีรายละเอียดเกี่ยวกับวันที่ถังหรือภาชนะบรรจุก๊าซหมดอายุให้เจ้าของรถหรือผู้ครอบครองรถทราบ

(๔) ต้องจัดเก็บสำเนาหนังสือรับรองการติดตั้งส่วนควบและเครื่องอุปกรณ์พร้อมรายละเอียดการติดตั้งของรถที่ได้รับการบริการไว้ที่สถานที่ประกอบกิจการให้พร้อมสำหรับการตรวจสอบของกรมการขนส่งทางบก เป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า ๓ ปี

ข้อ ๗ หนังสือรับรองการติดตั้งให้เป็นไปตามแบบที่กำหนดท้ายประกาศนี้ และให้มีรายละเอียดแนบท้ายหนังสือรับรองการติดตั้งที่มีรายการอย่างน้อย ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เล่ม ๑๒๕ ตอนพิเศษ ๒๐ ง ราชกิจจานุเบกษา ๒๙ มกราคม ๒๕๕๑

(๑) ชื่อผู้ติดตั้ง

(๒) เลขที่หนังสือรับรอง

(๓) สถานที่ติดตั้ง (เฉพาะกรณีที่สถานที่ติดตั้งแตกต่างไปจากที่อยู่ของผู้ได้รับความเห็นชอบ)

(๔) หมายเลขทะเบียนรถ หรือหมายเลขประจำรถ (Vehicle Identity Number : VIN)

(๕) ประเภทของเครื่องยนต์ที่ติดตั้ง

(๖) แบบหรือระบบการใช้ก๊าซที่ติดตั้ง

(๗) มาตรฐานการติดตั้ง

(๘) รายละเอียดส่วนควบและเครื่องอุปกรณ์แต่ละชิ้นที่นำมาติดตั้ง ที่ระบุถึง ยี่ห้อ รุ่นหรือ
แบบ หมายเลข (ถ้ามี) และมาตรฐาน

(๙) ลายมือชื่อช่างผู้ทำการติดตั้ง (เฉพาะกรณีผู้ติดตั้งทั่วไป)

ทั้งนี้ ตั้งแต่บัดนี้เป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ ๕ พฤศจิกายน พ.ศ. ๒๕๕๐

ศิลปชัย จารุเกษมรัตนะ

อธิบดีกรมการขนส่งทางบก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เล่ม ๑๒๕ ตอนที่ ๕๕ ก ราชกิจจานุเบกษา ๒๒ สิงหาคม ๒๕๕๑

กฎกระทรวง

กำหนดเครื่องอุปกรณ์และส่วนควบของรถที่ใช้ในการขนส่ง

ที่ใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลวเป็นเชื้อเพลิง

พ.ศ. ๒๕๕๑

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๗ และมาตรา ๗๑ วรรคหนึ่ง แห่งพระราชบัญญัติการขนส่งทางบก พ.ศ. ๒๕๒๒ อันเป็นกฎหมายที่มีบทบัญญัติบางประการเกี่ยวกับการจำกัดสิทธิและเสรีภาพของบุคคล ซึ่งมาตรา ๒๙ ประกอบกับมาตรา ๓๒ มาตรา ๓๓ มาตรา ๓๔ มาตรา ๔๑ และมาตรา ๔๓ ของรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย บัญญัติให้กระทำได้โดยอาศัยอำนาจตามบทบัญญัติแห่งกฎหมาย รัฐมนตรีว่าการกระทรวงคมนาคมออกกฎกระทรวงไว้ ดังต่อไปนี้

ข้อ ๑ กฎกระทรวงนี้ให้ใช้บังคับเมื่อพ้นกำหนดหกสิบวันนับแต่วันประกาศในราชกิจจานุเบกษาเป็นต้นไป

ข้อ ๒ ให้ยกเลิกกฎกระทรวง ฉบับที่ ๒๐ (พ.ศ. ๒๕๒๕) ออกตามความในพระราชบัญญัติการขนส่งทางบก พ.ศ. ๒๕๒๒

ข้อ ๓ ในกฎกระทรวงนี้ "ก๊าซปิโตรเลียมเหลว" (Liquefied Petroleum Gas (LPG)) หมายความว่า ก๊าซไฮโดรคาร์บอนเหลวซึ่งประกอบด้วย โปรเปน โปรพีนหรือโปรปีลีน นอร์มัลบิวเทน ไอโซบิวเทน ไอโซบิวทีลีน บิวทีนหรือบิวทิลีน หรืออีเทนอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างผสมกัน "เครื่องอุปกรณ์และส่วนควบ" หมายความว่า เครื่องอุปกรณ์และส่วนควบที่ใช้ติดตั้งในรถที่ใช้ในการขนส่งที่ใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลวเป็นเชื้อเพลิง "ผู้ติดตั้ง" หมายความว่า ผู้ติดตั้งเครื่องอุปกรณ์และส่วนควบ "ผู้ตรวจและทดสอบ" หมายความว่า ผู้ตรวจและทดสอบเครื่องอุปกรณ์และส่วนควบและการติดตั้งเครื่องอุปกรณ์และส่วนควบ

ข้อ ๔ รถที่ใช้ในการขนส่งที่ใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลวเป็นเชื้อเพลิง ต้องมีเครื่องอุปกรณ์และส่วนควบ ดังต่อไปนี้

(๑) ถังหรือภาชนะบรรจุก๊าซปิโตรเลียมเหลว (cylinder or container)

(๒) ลิ้นบรรจุ (filling valve)

(๓) ลิ้นระบายความดัน (pressure relief valve)

(๔) ลิ้นกันกลับ (check valve or non return valve)

(๕) ลิ้นเปิดปิด (shut-off valve)

(๖) อุปกรณ์วัดระดับก๊าซเหลว (level indicator or fixed liquid level gauge)

(๗) อุปกรณ์ป้องกันการบรรจุเกิน (overfill protection device)

(๘) อุปกรณ์ระบายความดัน (pressure relief device)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(๙) อุปกรณ์ควบคุมการเปิดปิดลิ้นระยะไกลพร้อมด้วยลิ้นป้องกันการไหลเกิน (remotely controlled service valve with excess flow valve)

(๑๐) อุปกรณ์ทำไอก๊าซและปรับความดันก๊าซ (vaporizer and pressure regulator)

(๑๑) อุปกรณ์ฉีดก๊าซ จ่ายก๊าซ หรือผสมก๊าซ (injector or gas injection device or gas mixing piece)

(๑๒) อุปกรณ์รับเติมก๊าซ (filling unit or receptacle)

(๑๓) ตัวกรองก๊าซ (filter)

(๑๔) ท่อนำก๊าซ (fuel line)

(๑๕) ข้อต่อ (fitting)

(๑๖) เรือนกักก๊าซ (gas tight housing) สำหรับกรณีที่มีการติดตั้งถังหรือภาชนะบรรจุก๊าซในห้องผู้โดยสาร ห้องผู้ขับรถ หรือที่ซึ่งอากาศถ่ายเทไม่สะดวก

(๑๗) ท่อระบายก๊าซ (ventilation hose) สำหรับกรณีที่มีการติดตั้งเรือนกักก๊าซ หรือข้อต่อสำหรับท่อนำก๊าซในห้องผู้โดยสาร ห้องผู้ขับรถ หรือที่ซึ่งอากาศถ่ายเทไม่สะดวกเครื่องอุปกรณ์และส่วนควบตามวรรคหนึ่งต้องเป็นไปตามมาตรฐานที่อธิบดีประกาศกำหนด

ข้อ ๕ ในกรณีที่มีการติดตั้งเครื่องอุปกรณ์และส่วนควบดังต่อไปนี้เพิ่มเติม นอกจากที่กำหนดตามข้อ ๔ เครื่องอุปกรณ์และส่วนควบนั้นต้องเป็นไปตามมาตรฐานที่อธิบดีประกาศกำหนด

(๑) อุปกรณ์ตรวจวัดความดันหรืออุณหภูมิ (pressure or temperature sensor/indicator)

(๒) อุปกรณ์ควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ (electronic control unit)

(๓) อุปกรณ์ระบบการเลือกเชื้อเพลิง (fuel selection system)

(๔) ปั๊มก๊าซ (fuel pump)

(๕) ข้อต่อบริการ (service coupling)

(๖) อุปกรณ์เกี่ยวกับระบบการทำงานและความปลอดภัยอื่น ๆ

ข้อ ๖ การติดตั้งเครื่องอุปกรณ์และส่วนควบตามข้อ ๔ และข้อ ๕ ต้องเป็นไปตามหลักเกณฑ์และวิธีการที่อธิบดีประกาศกำหนด และต้องติดตั้งโดยผู้ติดตั้งที่ได้รับความเห็นชอบจากอธิบดีตามข้อ ๑๐

ข้อ ๗ เมื่อผู้ติดตั้งได้ติดตั้งเครื่องอุปกรณ์และส่วนควบตามข้อ ๔ หรือข้อ ๕ ครบถ้วนถูกต้องแล้ว ให้ผู้ติดตั้งออกหนังสือรับรองการติดตั้งตามแบบที่อธิบดีประกาศกำหนดแก่รถที่ผ่านการติดตั้ง

ข้อ ๘ การตรวจและทดสอบเครื่องอุปกรณ์และส่วนควบตามข้อ ๔ และข้อ ๕ รวมทั้งการตรวจและทดสอบการติดตั้งเครื่องอุปกรณ์และส่วนควบตามข้อ ๖ ต้องเป็นไปตามหลักเกณฑ์วิธีการเงื่อนไข และระยะเวลาที่อธิบดีประกาศกำหนด และต้องกระทำโดยผู้ตรวจและทดสอบที่ได้รับความเห็นชอบจากอธิบดีตามข้อ ๑๐

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อ ๙ เมื่อผู้ตรวจและทดสอบได้ตรวจและทดสอบเครื่องอุปกรณ์และส่วนควบ รวมทั้งการติดตั้งเครื่องอุปกรณ์และส่วนควบแล้วเห็นว่า เครื่องอุปกรณ์และส่วนควบ รวมทั้งการติดตั้งถูกต้องและเป็นไปตามมาตรฐาน ให้ผู้ตรวจและทดสอบออกหนังสือรับรองการตรวจและทดสอบตามแบบที่อธิบดีประกาศกำหนดแก่รถที่ผ่านการตรวจและทดสอบ

ข้อ ๑๐ ผู้ติดตั้งและผู้ตรวจและทดสอบต้องได้รับความเห็นชอบเป็นหนังสือจากอธิบดี หลักเกณฑ์ วิธีการ และเงื่อนไขในการให้ความเห็นชอบและการยกเลิกการให้ความเห็นชอบการเป็นผู้ติดตั้งหรือผู้ตรวจและทดสอบ ให้เป็นไปตามที่อธิบดีประกาศกำหนด

หนังสือให้ความเห็นชอบการเป็นผู้ติดตั้งหรือผู้ตรวจและทดสอบตามวรรคหนึ่ง ให้มีอายุสามปีนับแต่วันที่ออกหนังสือ

ข้อ ๑๑ เจ้าของรถหรือผู้ได้รับใบอนุญาตประกอบการขนส่งต้องติดหรือแสดงเครื่องหมายแสดงการใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลวที่รถที่ผ่านการตรวจและทดสอบตามข้อ ๙ ลักษณะของเครื่องหมายแสดงการใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลวและวิธีการติดหรือแสดงเครื่องหมายแสดงการใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลวตามวรรคหนึ่ง ให้เป็นไปตามที่อธิบดีประกาศกำหนด

ข้อ ๑๒ ภายในระยะเวลาหนึ่งร้อยแปดสิบวันนับแต่วันที่กฎกระทรวงนี้ใช้บังคับ ให้ผู้ติดตั้งที่ยังไม่ได้รับความเห็นชอบตามข้อ ๑๐ ยังคงติดตั้งเครื่องอุปกรณ์และส่วนควบต่อไปได้เท่าที่ไม่ขัดหรือแย้งกับกฎกระทรวงนี้ และมิให้นำความในข้อ ๗ มาใช้บังคับ

ข้อ ๑๓ ผู้ตรวจและทดสอบที่ได้รับความเห็นชอบจากอธิบดีก่อนวันที่กฎกระทรวงนี้ใช้บังคับให้ถือว่าเป็นผู้ตรวจและทดสอบที่ได้รับความเห็นชอบตามกฎกระทรวงนี้ต่อไปจนครบสามปีนับแต่วันที่ได้รับความเห็นชอบ

ข้อ ๑๔ รถที่ได้ติดตั้งเครื่องอุปกรณ์และส่วนควบตามข้อกำหนดในกฎกระทรวง ฉบับที่ ๒๐ (พ.ศ. ๒๕๒๕) ออกตามความในพระราชบัญญัติการขนส่งทางบก พ.ศ. ๒๕๒๒ ก่อนวันที่กฎกระทรวงนี้ใช้บังคับ ให้ถือว่าเป็นรถที่ติดตั้งเครื่องอุปกรณ์และส่วนควบถูกต้องตามกฎกระทรวงนี้ และให้ใช้รถนั้นได้ต่อไป แต่ต้องนำรถเข้าตรวจและทดสอบตามหลักเกณฑ์ วิธีการ เงื่อนไขและระยะเวลาที่อธิบดีประกาศกำหนด

ข้อ ๑๕ บรรดาประกาศหรือระเบียบที่ออกตามกฎกระทรวง ฉบับที่ ๒๐ (พ.ศ. ๒๕๒๕) ออกตามความในพระราชบัญญัติการขนส่งทางบก พ.ศ. ๒๕๒๒ ให้คงใช้บังคับได้ต่อไปเพียงเท่าที่ไม่ขัดหรือแย้งกับกฎกระทรวงนี้ จนกว่าจะมีประกาศหรือระเบียบตามกฎกระทรวงนี้ใช้บังคับ

ให้ไว้ ณ วันที่ ๑๑ สิงหาคม พ.ศ. ๒๕๕๑

ทรงศักดิ์ ทองศรี

รัฐมนตรีช่วยว่าการกระทรวงคมนาคม ปฏิบัติราชการแทน

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงคมนาคม

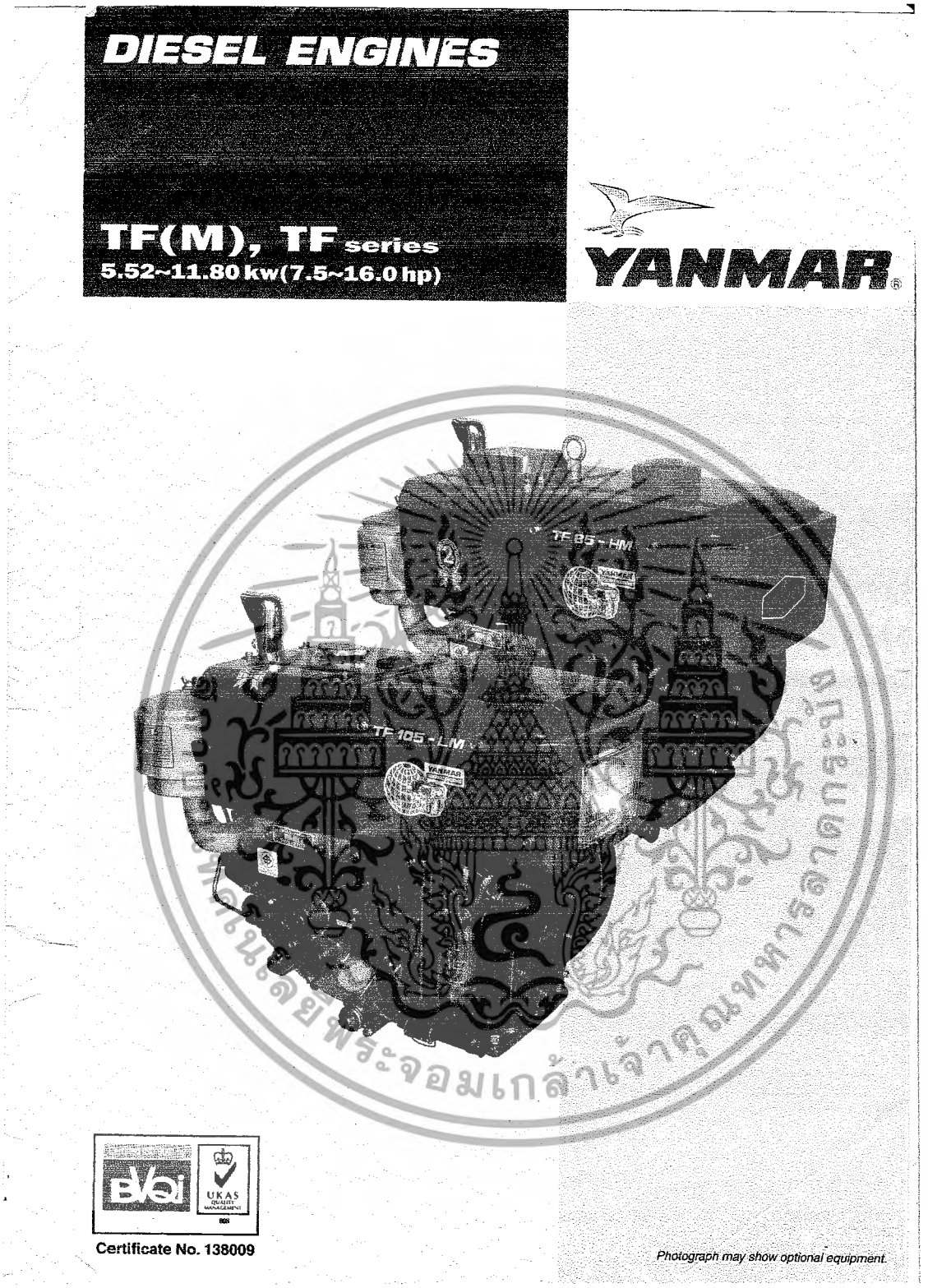
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ เหตุผลในการประกาศใช้กฎกระทรวงฉบับนี้ คือ เนื่องจากกฎกระทรวง ฉบับที่ ๒๐ (พ.ศ. ๒๕๒๕)ออกตามความในพระราชบัญญัติการขนส่งทางบก พ.ศ. ๒๕๒๒ ที่กำหนดเครื่องอุปกรณ์และส่วนควบของรถที่ใช้ในการขนส่งที่ใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลวเป็นเชื้อเพลิงได้ใช้บังคับมาเป็นเวลานาน ทำให้บทบัญญัติเกี่ยวกับเครื่องอุปกรณ์และส่วนควบของรถที่ใช้ในการขนส่งที่ใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลวเป็นเชื้อเพลิงที่กำหนดในกฎกระทรวงดังกล่าวยังไม่เพียงพอและไม่สอดคล้องกับเครื่องอุปกรณ์และส่วนควบที่ได้รับการพัฒนาขึ้น สมควรปรับปรุงการกำหนดเครื่องอุปกรณ์และส่วนควบ มาตรฐานเกี่ยวกับเครื่องอุปกรณ์และส่วนควบ และการติดตั้งและการตรวจและทดสอบเครื่องอุปกรณ์และส่วนควบดังกล่าวเสียใหม่ รวมทั้งปรับปรุงข้อกำหนดให้ผู้ติดตั้งและผู้ตรวจและทดสอบเครื่องอุปกรณ์และส่วนควบดังกล่าวต้องได้รับความเห็นชอบจากกรมการขนส่งทางบกทุกสามปี เพื่อให้รถที่ใช้ในการขนส่งที่ใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลวเป็นเชื้อเพลิงได้รับการติดตั้งและการตรวจและทดสอบที่มีมาตรฐานมากยิ่งขึ้น จึงจำเป็นต้องออกกฎกระทรวงนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



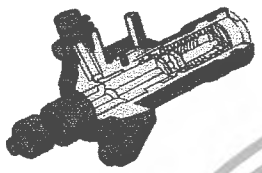
รูปที่ 6.1 โบชัวร์เครื่องยนต์ยันมาร์ที่นำมาทดสอบ (1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Yanmar: Compact, Dependable

Yanmar— the Complete Diesel Maker

From the basic blocks to the sophisticated fuel systems, Yanmar builds the complete diesel engine. It's a level of integration few other makers can claim.



Durability

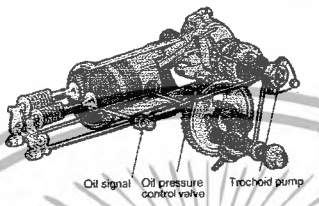
- Using Yanmar's advanced technology, cylinder liners are made from extra durable material resulting in longer life.
- *Maximizing the size and number of* crankshaft ball bearings means strength is up, wear is down. Again, service life is extended.
- Bigger crankshaft improves overall robustness.
- An oil pump that is large for this class of engine ensures generous quantities of lube oil feed and spray all vital parts, guarding against any damaging metal to *metal contact.*

Smooth Running

- Dual Balancers, fine tolerances on all parts, generous sized fly wheel, advanced engine mount design - all these cut vibration and make for an exceptionally smooth running engine.

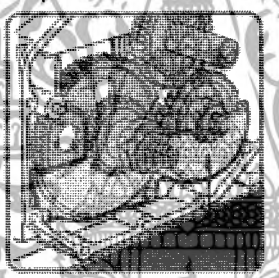
Better Lube System Improves Reliability

*A crankshaft-coupled trochoid pump circulates, lube oil, increasing it life and effectiveness.
*Oil pressure continuously monitored and corrected automatically. Alarm signals for large pressure drops.



Dramatic Drop in Oil Consumption

A special separator keeps gear oil and crankcase oil independent, effectively controlling temperature increases. This and other unique features help the TF achieve its remarkably low lube oil consumption.



Fuel Injection and Swirl Combustion Chamber

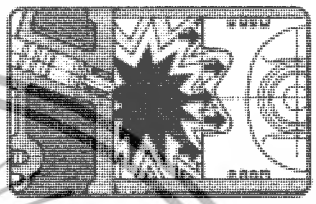
In case of I.D.I

- Indirect fuel injection plus efficient shape of the swirl combustion chamber assists in releasing more of the energy contained in the fuel.
- High pressure fuel injection coupled with advanced design injectors add further to efficiency, improve exhaust color, ease starting, and ensure a smoother running engine.

Direct Fuel Injection Produces Dynamic Power

In case of D.I.

Combustion power acts directly on the toroidal piston crown, boosting energy, decreasing thermal losses. Extra high output creates the tough torque needed for heavy duty jobs.

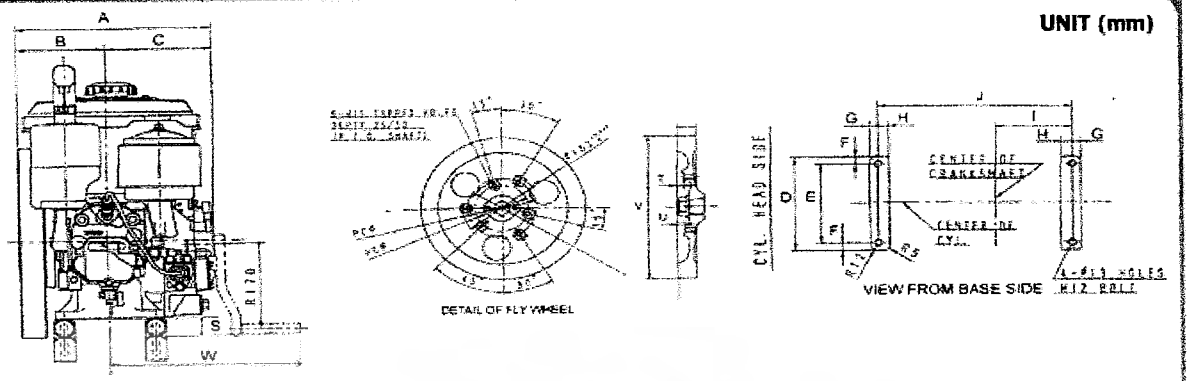


รูปที่ 6.2 โบชัวร์เครื่องยนต์ยันมาร์ที่นำมาทดสอบ (2)

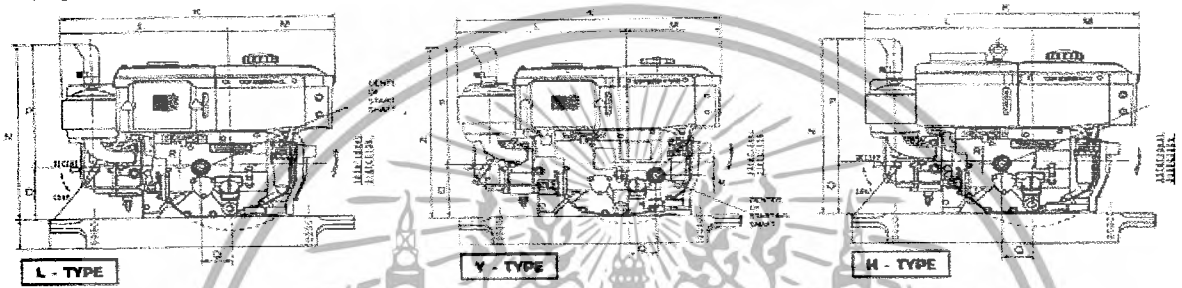
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DIMENSION

UNIT (mm)



CYL HEAD SIDE



Model	Description	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W
TF75, 85	LM, HM	339.5	154.0	185.5	190.0	160.0	15.0	15.0	20.0	135.0	340.0	676.5	415.5	261.0	498.0	152.0	346.0	75.1	7.3	37.3	16.0	18.0	378.0	334.5
TF105, 115	LM, HM	352.5	162.0	190.5	200.0	170.0	15.0	15.0	25.0	150.0	370.0	700.0	450.0	253.0	528.0	166.0	393.0	84.1	10.2	27.2	19.0	21.0	384.0	339.5
	VM	351.5	↑	189.5	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	74.4	48.5	58.5	↑	↑	↑	338.5
TF140, 160	L, H	384.0	177.5	206.5	215.0	185.0	15.0	15.0	25.0	170.0	420.0	826.0	488.0	338.0	639.0	180.0	459.0	87.0	19.0	21.0	25.0	-	424.0	354.0

MODEL	TF75-LM	TF75-HM	TF85-LM	TF85-HM	TF105-LM	TF105-HM	TF105-VM	TF115-LM	TF115-HM	TF115-VM	TF140-L	TF140-H	TF160-L	TF160-H
Type	Horizontal water cooled diesel engine													
Combustion system	Indirect injection (I.D.I.)										Direct injection (D.I.)			
Number of cylinder	1													
Bore x stroke mm.	80 x 8		85 x 87		88 x 96			92 x 96			96 x 105		102 x 105	
Displacement lit.	0.437		0.493		0.583			0.638			0.760		0.857	
Rated cont.output hp/rpm(kw)	6.5/2200 (4.78)		7.5/2200 (5.52)		8.5/2400 (6.99)			10.0 / 2400 (7.36)			12.5 / 2400 (9.2)		14.0 / 2400 (10.3)	
At- 1 hr.rated output hp/rpm(kw)	7.5/2200 (5.52)		8.5/2200 (6.26)		10.5 / 2400 (7.72)			11.5 / 2400 (8.46)			14.0 / 2400 (10.30)		16.0 / 2400 (11.8)	
Max.torque kg m/rpm	2.70 / 1600		3.10 / 1600		3.60 / 1800			3.90 / 1800			4.70 / 1800		5.60 / 1600	
Compression ratio	23.0		22.5		21.7			20.8			17.7		17.8	
Applicable fuel oil	Diesel													
Fuel injection pump	Bosch type													
Injection timing deg.	bTDC 13.0										bTDC 17.0			
Injection pressure kg/cm²	120										200			
F.O. tank capacity lit.	10.6				11.0						14.3			
Lubrication system	Fully sealed forced lubrication with trochoid pump & hydraulic regulator valve													
Lubrication oil	SAE NO. 40 / API GRADE CD / SF													
Lubricating oil capacity (oil pan) lit.	2.2				2.8						3.0			
Lighting System	w/ lamp	w/o lamp	w/ lamp	w/o lamp	w/ lamp	w/ lamp	w/o lamp	w/ lamp	w/ lamp	w/o lamp	w/ lamp	w/o lamp	w/ lamp	w/o lamp
Cooling system	Radiator	Hopper	Radiator	Hopper	Radiator	Radiator	Hopper	Radiator	Radiator	Hopper	Radiator	Hopper	Radiator	Hopper
Cooling water capacity lit.	1.6	9.4	1.6	9.4	2.1	2.1	11.8	2.1	2.1	11.8	3.0	13.0	3.0	13.0
Starting System	Hand starting													
Engine Dry Weight kgs.	92.0	88.5	93.0	89.5	106.5	106.5	103.5	107.5	107.5	105.5	145.0	140.0	145.0	140.0

รูปที่6.3 โบชัวร์เครื่องยนต์ยันมาร์ที่นำมาทดสอบ (3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

STANDARD ACCESSORIES & TOOLS

	Name	No. of Unit
1	Tool bag	1
2	Wrench 10 x 12	1
3	Wrench 14 x 17	1
4	Wrench 19 x 22	1
5	Screw driver	1
6	Bolt M 12 x 35	3
7	Spring washer 12	3
8	Bolt, engine lift	1

STANDARD SPARE PARTS

	Name	No. of unit
1	Operation Manual (English)	1
2	Lubrication oil 3 lits. (for TF75 - 115 LM, YM, HM)	1
	Lubrication oil 5 lits. (for TF140, 160 L, H)	1
3	Powder Coolant (for TF75 - 115 LM, YM)	1

SIZE OF V - PULLEY (Optional)

Model						
Belt type x Diameter (mm)	3B x 75	3B x 85	3B x 101	3B x 101	3B x 115	3B x 125
Installation Pitch (mm)	70 to 124	80 to 134	70 to 124	80 to 134	90 to 144	100 to 154

EXPORT SHIPMENT

Model	TF75		TF85		TF105		TF115		TF140		TF160	
No. of packing and size (mm)	1 - 440 x 850 x 660		1 - 440 x 850 x 660		1 - 440 x 850 x 660		1 - 440 x 850 x 660		1 - 500 x 920 x 700		1 - 500 x 920 x 700	
m^3 (ft^3)	0.247 (9.16)		0.247 (9.16)		0.247 (9.16)		0.247 (9.16)		0.322 (11.93)		0.322 (11.93)	
Gross weight (Kgs)	115	110	113	110	131	127	129	125	178	173	178	173
No. of Engine in 20 ft. Container	90 Units								72 Units			
No. of Engine in 40 ft. Container	210 Units								144 Units			

Manufactured by Yanmar S.P. Co.,Ltd. under the license of Yanmar Co.,Ltd.,JAPAN

YANMAR

Note : All data subject to alteration without notice.

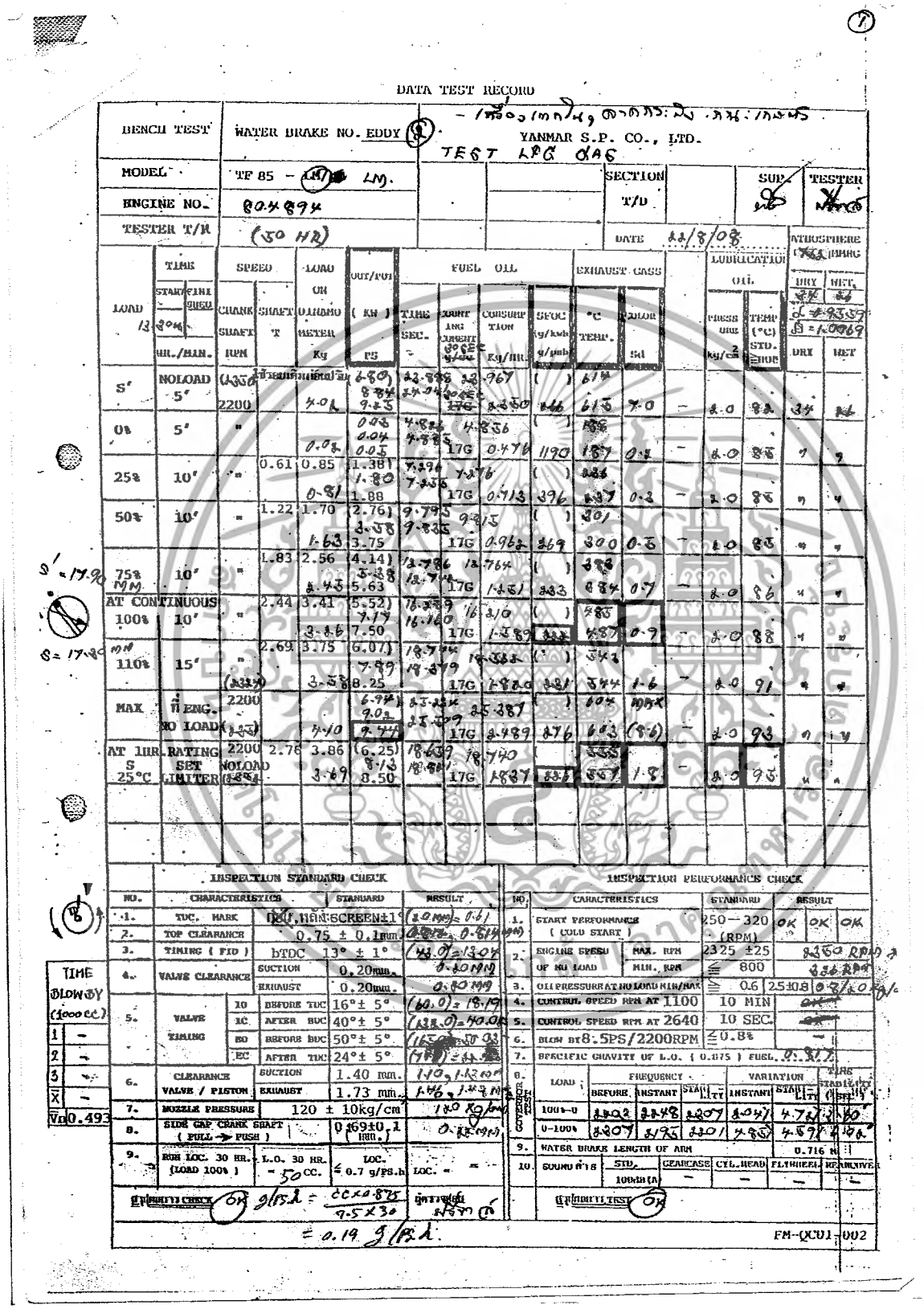
YANMAR S.P. CO.,LTD.
LAD KRABANG INDUSTRIAL ESTATE
109 MOO 9, CHALONG KRUNG RD.,
LAD KRABANG, BANGKOK 10520 THAILAND
TEL : +662-326-0700-7 FAX : +662-326-0709
e-mail : slad@yanmarsp.com
Website : www.yanmarsp.com

YSP - 05 - 2549

รูปที่6.4 โบชัวร์เครื่องยนต์ยันมาร์ที่นำมาทดสอบ (4)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6.1 DATA TEST RECORD



DATA TEST RECORD

BENCH TEST — WATER BRAKE NO. EDDY — YANMAR S.P. CO., LTD. — TEST LPG GAS

MODEL: TF 85 — LM — SECTION T/D — SUP. — TESTER

ENGINE NO.: 804894

TESTER T/R: (50 HZ) — DATE: 22/8/08

LOAD	TIME START/FINISH / HR./MIN.	SPEED CRANK SHAFT RPM	SPEED SHAFT T	LOAD ON DYNAMO METER Kg	OUT/PUT (KW) PS	FUEL OIL TIME SEC.	FUEL OIL CONSUMPTION Kg/HR.	FUEL OIL SPEC. g/kwh g/psh	EXHAUST GAS °C TEMP.	EXHAUST GAS COLOR	LUBRICATION OIL PRESSURE kg/cm²	LUBRICATION OIL TEMP (°C) STD. 80±5	ATMOSPHERE DRY	ATMOSPHERE WET
S'	NOLOAD 5'	2200		4.0	6.80 8.24 9.23	22.88 23.94 17G	3.767 3.450	( ) 446	614 615	7-0	–	4.0	93	34
0%	5'	"		0.05	0.03 0.04 0.05	4.88 4.88 17G	4.836 0.476	( ) 1190	486 487	0-5	–	4.0	86	7
25%	10'	"	0.61	0.85 0.91	1.38 1.80 1.88	7.396 7.336 17G	7.376 0.713	( ) 396	486 487	0-2	–	4.0	86	7
50%	10'	"	1.22	1.70 1.63	2.76 3.68 3.75	9.795 9.835 17G	9.815 0.962	( ) 369	301 300	0-3	–	4.0	85	7
75% MM.	10'	"	1.83	2.56 2.43	4.14 5.38 5.63	13.736 13.764 17G	13.764 1.451	( ) 383	484 484	0-7	–	4.0	86	7
AT CONTINUOUS 100%	10'	"	2.44	3.41 3.46	5.52 7.19 7.50	16.360 16.360 17G	16.360 1.589	( ) 419	487 487	0-9	–	4.0	88	7
110%	15'	"	2.69	3.75 3.83	6.07 7.89 8.25	18.784 19.379 17G	19.082 1.980	( ) 521	534 534	1-6	–	4.0	91	8
MAX	ที่ ENG. NO LOAD	2200		3.40	6.94 9.03 9.44	25.224 25.387 17G	25.387 2.439	( ) 876	604 603	(9-6)	–	4.0	93	9
AT 1HR. RATING S 25°C	SET NOLOAD LIMITER	2200	2.76	3.86 3.69	(6.25) 8.43 8.50	18.437 18.740 17G	18.740 1.837	( ) 833	556 556	1-8	–	4.0	95	8

TIME (1000 cc.)

1	–
2	–
3	–
X	–
Vo	0.493

INSPECTION STANDARD CHECK

NO.	CHARACTERISTICS		STANDARD	RESULT
1.	TDC. MARK		ปิดฝา, ที่มีก SCREEN±1°	(10 mm) = 0.61
2.	TOP CLEARANCE		0.75 ± 0.1mm.	0.80 mm. 0.81 mm.
3.	TIMING (FID)		bTDC 13° ± 1°	(13.0) = 13.04
4.	VALVE CLEARANCE	SUCTION	0.20mm.	0.20 mm
		EXHAUST	0.20mm.	0.20 mm
5.	VALVE TIMING	IO BEFORE TDC	16° ± 5°	(16.0) = 16.19
		IC AFTER BDC	40° ± 5°	(43.0) = 43.04
		EO BEFORE BDC	50° ± 5°	(46.0) = 46.04
		EC AFTER TDC	24° ± 5°	(24.0) = 24.04
6.	CLEARANCE VALVE / PISTON	SUCTION	1.40 mm.	1.40 mm. 1.42 mm.
		EXHAUST	1.73 mm.	1.46 mm. 1.47 mm.
7.	NOZZLE PRESSURE		120 ± 10kg/cm²	180 kg/cm²
8.	SIDE GAP CRANK SHAFT (PULL → PUSH)		0.69±0.1 mm.	0.69 mm.
9.	ENG LOC. 30 HR. (LOAD 100%)	L.O. 30 HR. = 50 cc.	LOC. ≤ 0.7 g/PS.h	LOC. = –

ผู้ตรวจสอบ CHECK OK — $g/PS.h = \frac{cc \times 0.875}{9.5 \times 30}$ — ผู้ทดสอบ

$= 0.19\ g/PS.h$

INSPECTION PERFORMANCE CHECK

NO.	CHARACTERISTICS		STANDARD	RESULT
1.	START PERFORMANCE (COLD START)		250 – 320 (RPM)	OK OK OK
2.	ENGINE SPEED	MAX. RPM	2325 ±25	2350 RPM
	OF NO LOAD	MIN. RPM	≧ 800	856 RPM
3.	OIL PRESSURE AT NO LOAD MIN/MAX		≧ 0.6	2.5/0.8 0.9/1.0 kg/cm²
4.	CONTROL SPEED RPM AT 1100		10 MIN	OK
5.	CONTROL SPEED RPM AT 2640		10 SEC.	OK
6.	BLOW BY 8.5PS/2200RPM		≦ 0.8%	–
7.	SPECIFIC GRAVITY OF L.O. (0.875) FUEL			0.817

GOVERNOR

NO.	LOAD	FREQUENCY BEFORE	FREQUENCY INSTANT	FREQUENCY STA. LTY	VARIATION INSTANT	VARIATION STA. LTY	STABILITY (%)
8.	100%–0	3902	3948	3807	4.03%	4.78%	1.50
	0–100%	3807	3925	3801	4.98%	4.87%	2.06
9.	WATER BRAKE LENGTH OF ARM						0.716 m.
10.	SOUND ค่า dB	STD. 100dB(A)	GEARCASE –	CYL. HEAD –	FLYWHEEL –	REARMOVE –	

ผู้ทดสอบ TEST OK

FM-QCU1-002

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6.1 DATA TEST RECORD(2)

-เครื่องเทสไม่ตามรอบ ลม เสมอ
-TEST เครื่อง ต่ำ.

DATA TEST RECORD

BENCH TEST	W/B EDDY (2).	YANMAR S.P. CO., LTD.												
MODEL	TF85-LM.				SECTION		SUP.	TESTER
ENGINE NO.	NO 804894				T/D			
TESTER T/R	(หลัง 50 HR)				DATE 22/8/08			ATHOSPHERE

LOAD	TIME START	TIME FINISHED	SPEED CRANK SHAFT RPM	SPEED T TORQUE Kg-m	W LOAD ON DINAMO METER Kg.	OUT/PUT (KW) PS	FUEL OIL TIME SEC.	FUEL OIL COUNTING COMENT 50 cc g/cc	FUEL OIL CONSUMP TION Kg/HR.	FUEL OIL SFOC. g/kwh g/ps.h	EXHAUST GAS TEMP. Exh. °c	EXHAUST GAS COLOR Sd		LUBRICATION OIL PRESSURE Kg/cm²	LUBRICATION OIL TEMP. (°C) STD. ° ≥80 c	(753) mmHg DRY	(753) mmHg WET
		HR./MIN														α = 0.9859	
LOAD 14.304.																B = 10069	
S			2200	2,767	(3.69)	(8.13) 8.50	19.035 19.054	19.046 30 SEC	1.861	889	563	1.8	–	8.2	98	84	86
	(NOLOAD)		(2350) 2350		(0.04)	(0.09) 0.10	5.311 5.455	5.383 "	0.578	( ) 1.861	209 208	0.2	–	8.1	98	.	.
			2300		(1.22)	(5.11) 5.34	13.134 13.199	13.177 "	1.292	( ) 1.853	266 268	0.6	–	8.1	97	.	.
S=1730 mm			2250		(3.38)	(8.06) 8.42	19.258 19.299	19.277 "	1.890	( ) 1.825	548 551	1.3	–	8.1	97	.	.
S			2200		(3.69)	(8.13) 8.50	18.592 18.607	18.600 "	1.834	( ) 1.834	570 569	1.7	–	8.2	97	.	.
			2100		(3.52)	(7.39) 7.73	17.687 17.701	17.694 "	1.735	( ) 1.835	560 561	2.2	–	8.1	98	.	.
			2000		(3.44)	(6.88) 7.38	16.643 16.691	16.667 "	1.680	( ) 1.837	552 552	2.4	–	8.1	98	.	.
			1900		(2.30)	(6.65) 6.96	13.341 13.399	13.380 "	1.302	( ) 1.836	538 539	2.6	–	8.1	98	.	.
			1800		(2.82)	(6.88) 7.19	16.746 16.784	16.770 "	1.641	( ) 1.887	574 573	2.1	–	8.1	99	.	.
			1600		(3.80)	(6.08) 6.36	16.760 16.769	16.770 "	1.644	( ) 1.870	557 556	max 2.3	–	8.0	97	.	.
			1400		(3.68)	(5.15) 5.39	21.283 21.329	21.287 "	2.087	( ) 1.905	476 474	max –	–	8.0	96	.	.
			1200		(–)	(–)	–	"	–	( ) –	–	"	–	–	–	.	.
			1000		(–)	(–)	–	"	–	( ) –	–	"	–	–	–	.	.
S	(NOLOAD) RECHECK		(2350) 2200		(3.69)	(8.13) 8.50	18.796 18.847	18.746 "	1.838	( ) 1.836	566 567	1.8	–	8.1	98	.	.
						( )				( )						.	.
						( )				( )						.	.
	TORQUE = W × 11/4×703 w/B ค่า 0.716															.	.
	T = W × 0.716					(ค่า 0.9859)				( )						.	.
	PS = W×N / 1000		0.9859 / 9		(PS)	= W × 2200 / 1000				( )						.	.
					( )	( )				( )						.	.
					( )	( )				( )						.	.
					( )	( )				( )						.	.
					( )	( )				( )						.	.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] Willard W.Pulkrabek. 2546. Engineering Fundamentals of the Internal Combustion Engine. กรุงเทพฯ : เพียร์สัน เอ็ดดูเคชั่น อินโดไชน่า

[2] จอห์น บี. เฮย์วูด. 2544. เครื่องยนต์เผาไหม้ภายใน ทฤษฎีและการคำนวณ. กรุงเทพฯ: วิทยพัฒน์

[3] เวลลิงตัน เนร์รี่. 2542. เครื่องยนต์ดีเซลและระบบน้ำมันเชื้อเพลิง. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น

[4] ประณต กุลประสูตร. 2538. เครื่องยนต์เล็ก(แก๊สโซลีน ดีเซล และแก๊สเหลว). พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: บริษัท ประชาชน จำกัด

[5] เชื้อ ชูขำ, ธีระยุทธ สุวรรณประทีป. 2535. หลักการทำงานและเทคนิคการติดตั้งอุปกรณ์ติดตั้งก๊าซรถยนต์. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น

[6] ชัยสวัสดิ์ เทียนวิบูลย์. 3539. เครื่องยนต์เล็ก. กรุงเทพฯ: ก.วิวรรธน์

[7] ขวัญชัย เหลืองอะหร่าม, วุฒิชัย ภู่ระหงษ์, วันชัย จรุ่มเครือ. 2550. "การศึกษาสมรรถนะของเครื่องยนต์ดีเซลที่ใช้เชื้อเพลิงร่วมกับก๊าซLPG" ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต วิศวกรรมเครื่องกล, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

[8] ปรีชา การินทร์, จินดา เจริญพรพาณิชย์. 2549. "การศึกษาการใช้เชื้อเพลิงแก๊สผสมกับน้ำมันดีเซลในเครื่องยนต์" สาขาวิศวกรรมเครื่องกล, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

[9] Mohamed Y.E. Selim (2003) Sensitivity of dual fuel engine_combustion and knocking limits to gaseous fuel combustion

[10]Jin Kusaka and Takashi Okamoto (2000) Combustion and Exhaust Gas Emission Characteristics of a Diesel Engine Dual fueled with Natural gas

[11] หนังสือพิมพ์ไทยรัฐ ฉบับวันที่ 5 กุมภาพันธ์ 2552

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้