สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การทดสอบน้ำมันไบโอดีเซลกับเครื่องยนต์เรือประมงแบบลากเดี่ยว

Laboratory Test of Using Bio-diesel as the Fuel for Single Trawl Boat Engine

T103089

โดย

นาย จิรวัฒน์ วงศ์ษา

นาย ชานนท์ มงคลสารโสภณ

นาย วิชชวัช คงสวัสดิ์

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....103089
วัน,เดือน,ปี.....27 ส.ค. 2552

.b.....
.i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2551

ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร

คณะวิศวกรรมศาตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การทดสอบน้ำมันไบโอดีเซลกับเครื่องยนต์เรือประมงแบบลากเดี่ยว

Laboratory Test of Using Bio-diesel as the Fuel for Single Trawl Boat Engine

ผู้จัดทำ

1. นาย จิรวัฒน์ วงศ์ษา รหัสประจำตัว 49015606
2. นาย ชานนท์ มงคลสารโสภณ รหัสประจำตัว 49015607
3. นาย วิชธวัช คงสวัสดิ์ รหัสประจำตัว 49015631

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(รศ.ดร. วัชระ เพิ่มชาติ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดสอบน้ำมันไบโอดีเซลกับเครื่องยนต์เรือประมงแบบลากเดี่ยว

Laboratory Test of Using Bio-diesel as the Fuel for Single Trawl Boat Engine

นาย จิรวัฒน์	**วงศ์ษา**	**49015606**
นาย ชานนท์	**มงคลสารโสภณ**	**49015607**
นาย วิชธวัช	**คงสวัสดิ์**	**49015631**
รศ. ดร. วัชระ	**เพิ่มชาติ**	**อาจารย์ที่ปรึกษา**

บทคัดย่อ

โครงงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการศึกษาวิจัยและทดสอบการใช้น้ำไบโอดีเซล ตั้งแต่ร้อยละ 20 ขึ้นไป กับเรือประมงรอบเดินกลาง ของสำนักเชื้อเพลิงชีวภาพ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ) กระทรวงพลังงาน ปีงบประมาณ 2551 โดยในโครงงานนี้ ได้ทำการศึกษาทดสอบในห้องปฏิบัติการที่ ม. เทคโนโลยีสุรนารี จ. นครราชสีมา โดยมุ่งศึกษาสมรรถนะของเครื่องยนต์เรือประมง 3 ยี่ห้อ ได้แก่ 1) Hino, 2) Komatsu และ 3) Cummins กับน้ำมันไบโอดีเซล B-20, B-50 และ B-100 เปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซลหมุนช้า (D-2) โดยตัวแปรที่ทำการศึกษาได้แก่ 1) กำลังของเครื่องยนต์, 2) อัตราการใช้เชื้อเพลิง และ 3) ปริมาณไอเสียจากการเผาไหม้ ผลการทดสอบ พบว่า น้ำมันไบโอดีเซลสามารถใช้งานกับเครื่องยนต์เรือประมงได้ทุกยี่ห้อ โดยเครื่องยนต์ Cummins จะให้กำลังเครื่องยนต์ดีที่สุด รองลงมาเป็น Hino และ Komatsu แต่อัตราการใช้เชื้อเพลิงนั้น เครื่องยนต์ Cummins จะใช้เชื้อเพลิงมากที่สุด รองลงมาเป็น Komatsu และ Hino ดังนั้นในด้านความคุ้มค่าของการใช้งานแล้ว การนำเครื่องยนต์ Hino มาใช้มีความเหมาะสมมากกว่า เนื่องจากมีอัตราการใช้เชื้อเพลิงน้อยกว่ามาก ในขณะที่ให้กำลังเครื่องยนต์ไม่แตกต่างจากเครื่อง Cummins มากนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดสอบน้ำมันไบโอดีเซลกับเครื่องยนต์เรือประมงแบบลากเดี่ยว

Laboratory Test of Using Bio-diesel as the Fuel for Single Trawl Boat Engine

Jirawat	**Wongsa**	**49015606**
Chanon	**Mongkonsalsopon**	**49015607**
Vittawat	**Kongsawatt**	**49015631**
Assoc. Prof. Dr. Watchara	**Permchart**	**Advisor**

Abstract

This project is a part of the research work "Using Bio-diesel from 20% of Blending Ratio as the Fuel for Medium Speed Boat", which is organized by Bio-fuel Office, Department of Alternative Energy Development and Energy Conservation (DEDE), Ministry of Energy. The laboratory tests were done at Suranaree University, Nakornratchasima Province. Three boat engines, namely 1) Hino, 2) Komatsu, and 3) Cummins were selected to use as the chief engine by using B-20, B-50 and B-100 as the fuel compared to that of low speed diesel (D-2). A study was focused on 1) power of engine, 2) fuel consumption, and 3) emissions. The results were shown that bio-diesel can be used as the fuel for these boat engines. Cummins was found not only to have the maximum power but also to use the most fuel consumption whereas the next was Hino and Komatsu as well as Komatsu and Hino, respectively. Therefore, in economical practice, Hino should be selected as the chief engine of the fishery boat with lower fuel consumption. Meanwhile, the power of engine of Hino was found to be slightly difference from that of Cummins.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี คณะผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณ 1) รศ.ดร.วัชระ เพิ่มชาติ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา 2) คณะนักศึกษาปริญญาโทวิศวกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง 3) นักศึกษาปริญญาโทวิศวกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี รวมถึงอาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมเกษตรทุกๆ ท่านที่ให้แนวคิด พร้อมคำแนะนำในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ตลอดจนแก้ไขปัญหาต่างๆ และการช่วยเหลือในด้านอื่นๆ อย่างดียิ่ง อันประโยชน์ในการจัดทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบคุณ ภาควิชาวิศวกรรมเกษตรคณะวิศวกรรมศาสตร์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ได้ให้ความช่วยเหลือทางเครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ

อีกทั้งคณะผู้จัดทำขอขอบคุณเพื่อนๆ ทุกคน และผู้ที่เกี่ยวข้องในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ไม่ว่าจะเป็นที่ปรึกษาและช่วยเหลือ รวมถึงเป็นกำลังใจให้แก่กลุ่มผู้จัดทำจนทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ได้ด้วยดี

สุดท้ายนี้ทางคณะผู้จัดทำ ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ที่ได้เป็นกำลังใจในการทำงานปริญญานิพนธ์จนสำเร็จได้ด้วยดี ซึ่งทางคณะผู้จัดทำรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณท่านทั้งสองไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย

นาย จิรวัฒน์ วงศ์ษา
นาย ชานนท์ มงคลสารโสภณ
นาย วิชชวัช คงสวัสดิ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

		หน้า
	บทคัดย่อภาษาไทย	ก
	บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
	กิตติกรรมประกาศ	ค
	สารบัญ	ง
	สารบัญตาราง	ฉ
	สารบัญรูป	ช
บทที่ 1	บทนำ	1
	1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน	1
	1.2 วัตถุประสงค์	2
	1.3 ขอบเขตของโครงงาน	2
	1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน	2
	1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2	ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
	2.1 ไบโอดีเซล	3
	2.2 ข้อดี ข้อเสียของไบโอดีเซล	4
	2.3 น้ำมันปาล์ม	4
	2.4 คุณสมบัติของน้ำมันเชื้อเพลิง	6
	2.5 หลักการทำงานของเครื่องยนต์ดีเซล	11
	2.6 ประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ดีเซลและปัญหาที่เกี่ยวข้องกับน้ำมันเชื้อเพลิง	14
	2.7 สารหล่อลื่น	17
	2.8 ปริมาณและการเกิดมลพิษไอเสียในเครื่องยนต์ดีเซล	18
	2.9 การเสื่อมสภาพของเครื่องจักร	21
	2.10 การปนเปื้อนและการเสื่อมสภาพของน้ำมันหล่อลื่น	27
	2.11 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
บทที่ 3	ขั้นตอนการดำเนินงาน	36
	3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง	36
	3.2 ขั้นตอนการทดลอง	41
บทที่ 4	ผลการทดลองและวิเคราะห์ผล	44
	4.1 ผลการทดลองที่ได้จากการทดสอบสมรรถนะ	44
	4.2 ผลการทดลองแสดงค่าองค์ประกอบไอเสีย	48
บทที่ 5	สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ	51
	5.1 สรุปผลการศึกษา	51
	5.2 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม	52
	เอกสารอ้างอิง	53
	ภาคผนวก	
	ก.	
	ข.	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

ตารางที่ 2.1 คุณลักษณะของน้ำมันปาล์มดิบ 6

ตารางที่ 3.1 ข้อมูลเบื้องต้นของเครื่องยนต์ที่ใช้ทดลอง 38

ตารางที่ 3.2 ตัวอย่างตารางเก็บข้อมูลองค์ประกอบไอเสีย 42

ตารางที่ 4.1 แสดงค่า (Opacity) ของไอเสียเมื่อนำมาเปรียบเทียบระหว่างเครื่องยนต์ Hino กับ Cummins 48

ตารางที่ 4.2 แสดงค่าองค์ประกอบของไอเสียเมื่อนำมาเปรียบเทียบระหว่างเครื่องยนต์ Hino กับ Cummins เมื่อใช้ น้ำมันดีเซล D2 49

ตารางที่ 4.3 แสดงค่าองค์ประกอบของไอเสียเมื่อนำมาเปรียบเทียบระหว่างเครื่องยนต์ Hino กับ Cummins เมื่อใช้ น้ำมัน B100 49

ตารางที่ 4.4 แสดงค่าองค์ประกอบของไอเสียเมื่อนำมาเปรียบเทียบระหว่าง B20, B50, B100, และดีเซล D2 ของเครื่องยนต์ Hino 50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

รูปที่ 2.1 ลักษณะห้องเผาไหม้ของเครื่องยนต์ชนิด IDI แบบมีห้องเผาไหม้ช่วย 12
รูปที่ 2.2 แสดงระบบเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ 14
รูปที่ 2.3 แสดงการเสื่อมสภาพตามเวลา 22
รูปที่ 2.4 แสดงการเสื่อมสภาพที่ไม่ขึ้นกับเวลา 23
รูปที่ 2.5 แสดงการสึกหรอแบบต่างๆ 23
รูปที่ 2.6 แสดงพื้นผิวที่แท้จริงในระดับจุลภาค 24
รูปที่ 2.7 แสดงลักษณะการสึกหรอแบบยึดติด 25
รูปที่ 2.8 แสดงลักษณะการสึกหรอแบบขูดขีด 25
รูปที่ 2.9 แสดงลักษณะการสึกหรอแบบล้าตัว 26
รูปที่ 3.1 เครื่องยนต์ดีเซลขนาดกลาง แบบ 6 สูบ Hino - HO7C 36
รูปที่ 3.2 เครื่องยนต์ดีเซลขนาดกลาง แบบ 6 สูบ Komatsu – S4D105 37
รูปที่ 3.3 เครื่องยนต์ดีเซลขนาดกลาง แบบ6สูบ Cummins – 6B59 37
รูปที่ 3.4 ไดนาโมมิเตอร์ที่ใช้ทดสอบ AW Dynamometer 38
รูปที่ 3.5 เครื่องอ่าน rpm, torque, power, อัตราการใช้เชื้อเพลิง 39
รูปที่ 3.6 อุปกรณ์สำหรับตรวจวัดความเข้มของไอเสีย และ อุณหภูมิ Opacity 39
รูปที่ 3.7 แหล่งน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ทดสอบรสมรรถนะของเครื่องยนต์ 40
รูปที่ 3.8 Cooling Tower 40
รูปที่ 3.9 ตัวอย่างกราฟเมื่อได้ค่าจากการทดสอบกำลังของเครื่องยนต์ 41
รูปที่ 3.10 ตัวอย่างกราฟเมื่อได้ค่าจากการทดสอบอัตราการสิ้นเปลือง 42
รูปที่ 3.11 แผนผังอุปกรณ์ และการติดตั้งสำหรับการทดสอบ 43
รูปที่ 4.1 แสดงเปรียบเทียบค่ากำลังของเครื่องยนต์ Hino 44
รูปที่ 4.2 แสดงการเปรียบเทียบอัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ Hino 45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
รูปที่	4.3 แสดงการเปรียบเทียบค่ากำลังของเครื่องยนต์ Cummins	45
รูปที่	4.4 แสดงการเปรียบเทียบอัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ Cummins	46
รูปที่	4.5 แสดงการเปรียบเทียบค่ากำลังของเครื่องยนต์ Komatsu	47
รูปที่	4.6 แสดงการเปรียบเทียบอัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ Komatsu	47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน

เชื้อเพลิงมีความสำคัญต่อโลกปัจจุบันมาก เพราะเชื้อเพลิงเป็นปัจจัยหลักทางด้านเศรษฐกิจ อุตสาหกรรมต่างๆ การเกษตรกรรมและอื่นๆอีกมากมาย ทั้งยังเป็นต้นกำลังในการขับเคลื่อนชิ้นส่วนภายในเครื่องยนต์กลไกลต่างๆ แต่แหล่งเชื้อเพลิงที่เราใช้กันอยู่ทุกวันนั้นได้มาจากน้ำมันดิบใต้พื้นโลกที่มีอยู่อย่างจำกัดในธรรมชาติ ซึ่งอาจจะหมดไปในเวลาไม่เกิน 100 ปีนับจากนี้ เนื่องด้วยจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้นทำให้ความต้องการทางด้านพลังงานสูงขึ้นเป็นเงาตามตัว

จากปัญหาดังกล่าวทำให้น้ำมันดิบมีราคาสูงขึ้นเรื่อยๆ ส่งผลกระทบต่อประเทศต่างๆทั่วโลกโดนเฉพาะ ประเทศไทยที่เป็นประเทศนำเข้าน้ำมันดิบจากต่างประเทศเป็นหลัก ปัญหาอีกอย่างหนึ่งที่เกิดจากการ ใช้น้ำมันดิบเป็นน้ำมันเชื้อเพลิง คือ ปัญหาด้านมลพิษทางอากาศ เพราะมลพิษทั้งหลายเกิดจาก การเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ปล่อยผ่านทางท่อไอเสีย เช่น ไนโตรเจนออกไซด์ คาร์บอนมอนอไซด์ ไฮโดรคาร์บอน เป็นต้น ทั้งนี้ยังมีส่วนทำให้เกิดปรากฏการณ์โลกร้อน

จากการสำรวจสิ่งแวดล้อมโลกพบวา ในปัจจุบันโลกมีอุณหภูมิสูงขึ้นมากจากในอดีต และในอากาศก็มีสารพิษสะสมอยู่ในปริมาณที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ โดยเฉพาะอากาศในเขตเมือง ปัญหาต่างๆเหล่านี้นับเป็นปัญหาสำคัญที่ทั่วโลกให้ความสำคัญและพยายามคิดหา พลังงานชนิดอื่นมาทดแทน อาทิ พลังงานแสงอาทิตย์โดยใช้โซลาเซลล์ พลังงานไบโอแก๊ส การผลิตแอลกอฮอล์จากกากน้ำตาล เพื่อใช้ผสมน้ำมันเบนซินให้เป็นแก๊สโซฮอล์ เพื่อใช้แทนน้ำมันเบนซินที่มีราคาสูงอยู่ในขณะนี้ ทางเลือกหนึ่ง คือ การนำน้ำมันที่ได้ จากพืชมาใช้กับเครื่องยนต์ดีเซล เช่น น้ำมันมะพร้าว, น้ำมันปาล์ม, น้ำมันเล็ดสบู่ดำ และน้ำมันพืช ที่ผ่านการประกอบอาหารมาผ่านกรรมวิธีผลิตเป็นไบโอดีเซล เป็นต้น เนื่องจากพืชเหล่านี้เป็นวัตถุดิบที่หาได้ง่าย และเป็นแหล่งพลังงานหมุนเวียนภายในประเทศ ข้อดีของน้ำมันเชื้อเพลิงที่ได้ จากพืชเหล่านี้ คือ มีราคาถูกกว่าน้ำมันดีเซล ต้นทุนการผลิตต่ำ และให้สมรรถนะที่ใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซลเมื่อผสมในสัดส่วนที่พอเหมาะ และปรับแต่เครื่องยนต์ให้ง่ายเหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1. ศึกษาและทำการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ก่อนและหลังโดยใช้ น้ำมันดีเซล, ไบโอดี B20, ไบโอดีเซล B50 และน้ำมันไบโอดีเซลเป็นน้ำมันเชื้อเพลิง

2. ศึกษาผลกระทบที่เกิดกับชิ้นส่วนภายในเครื่องยนต์ดีเซล ภายหลังการนำดีเซล, ไบโอดีเซล B20, ไบโอดีเซล B50 และน้ำมันไบโอดีเซลมาใช้ทดแทนน้ำมันดีเซล

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

ทดสอบสมรรถนะ และผลกระทบที่เกิดกับชิ้นส่วนหลักๆ ภายในเครื่องยนต์ ได้แก่ กระบอบสูบ,ลูกสูบ, แหวนลูกสูบ, หัวฉีด, และน้ำมันเครื่อง โดยทดสอบกับเครื่องยนต์ดีเซลขนาดกลางเปรียบเทียบระหว่าง น้ำมันดีเซล, ไบโอดีB20, ไบโอดีเซลB50 และน้ำมันไบโอดีเซล

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

ทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ดีเซล โดยใช้น้ำมันดีเซล, ไบโอดีB20, ไบโอดีเซลB50 และน้ำมันไบโอดีเซลเป็นน้ำมันเชื้อเพลิง โดยศึกษาค่ากำลังของเครื่องยนต์, ค่าอุณหภูมิไอเสีย, อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง และปริมาณมลพิษไอเสียที่ปล่อยออกจากเครื่องยนต์

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สร้างทางเลือกสำหรับนำพลังงานทดแทนมาใช้งานอีกทางหนึ่ง

2. เป็นแนวทางสำหรับการค้นคว้าวิจัยอย่างต่อเนื่อง เพื่อนำไปพัฒนาคุณสมบัติต่างๆของน้ำมันปาล์มดิบผสม และน้ำมันไบโอดีเซลให้เหมาะสมกับเครื่องยนต์

3. ทราบถึงผลกระทบของชิ้นส่วนต่างๆของเครื่องยนต์ดีเซล เมื่อใช้น้ำมันดีเซล, ไบโอดีเซล B20, ไบโอดีเซล B50 และน้ำมันไบโอดีเซล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีพื้นฐานและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ไบโอดีเซล

ไบโอดีเซล คือ การนำน้ำมันจากพืช หรือไขมันสัตว์ หรือแม้แต่น้ำมันที่ใช้แล้วอย่างน้ำมันทอดไก่ มาใช้เป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ดีเซล ซึ่งเราอาจแบ่งไบโอดีเซลตามประเภทของน้ำมันที่นำมาใช้ ได้ออกเป็น 3 ประเภท

2.1.1 ไบโอดีเซล แบบน้ำมันพืช หรือน้ำมันสัตว์

ไบโอดีเซลประเภทนี้ก็คือน้ำมันพืชแท้ๆ เช่น น้ำมันมะพร้าว, น้ำมันปาล์ม, เป็นต้น หรือน้ำมันจากไขมันสัตว์ เช่น น้ำมันจากหมู เป็นต้น ซึ่งเราสามารถนำมาใช้ได้เลยกับเครื่องยนต์โดนไม่ต้องผสม หรือเติมสารเคมีอื่นใด หรือไม่ต้องนำมาเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติให้เปลืองเวลาเปลืองทรัพยากรณ์อีก การใช้ไบโอดีเซลชนิดนี้ต้องมาอุ่นน้ำมันทุกๆจุดที่น้ำมันไหลผ่านได้แก่ ถังน้ำมัน, ท่อทางเดินน้ำมัน, ชุดกรองน้ำมัน อุณหภูมิของน้ำมันที่ใช้อุ่นอย่างน้อย 70 องศาเซลเซียส การนำน้ำมันพืชที่ยังไม่ผ่านกระบวนการกลั่นมาใช้อย่างเหมาะสมจำเป็นต้องอาศัยความร้อนในการหลอมเหลวไขแข็งและลดความหนืด

2.1.2 ไบโอดีเซล แบบลูกผสม

ไบโอดีเซลชนิดนี้เป็นลูกผสมระหว่างน้ำมันพืชกับน้ำมันก๊าด น้ำมันดีเซล หรืออะไรก็ได้เพื่อให้ไบโอดีเซลที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซลให้มากที่สุด อย่างเช่น ไบโอดีเซลที่ อ.ทับสะแก ประจวบคีรีขันธ์ ซึ่งเป็นการผสมระหว่างน้ำมันมะพร้าวกับน้ำมันก๊าด หรือปาล์มดีเซล เป็นการผสมระหว่างน้ำมันปาล์มกับน้ำมันดีเซล

2.1.3 ไบโอดีเซล แบบเอสเทอร์

ไบโอดีเซลชนิดนี้เป็นไบโอดีเซลอย่างแท้จริง คือ เป็นไบโอดีเซลที่ผ่านกระบวนการแปรรูปด้วยกระบวนการทางเคมีที่เรียกว่า ทรานส์เอสเทอริฟิเคชั่นก่อน นั่นคือการนำเอาน้ำมันพืชหรือสัตว์ที่มีกรดไขมันไปทำปฏิกิริยากับแอลกอฮอล์ โดยใช้กรดหรือด่างเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ทำให้ได้เอสเทอร์โดยจะเรียกชนิดของไบโอดีเซลแบบเอสเทอร์ตามแต่ชนิดของแอลกอฮอล์ที่เป็นตัวทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปฏิกิริยา ไบโอดีเซลชนิดเอสเทอร์นี้มีคุณสมบัติเหมือนกับน้ำมันดีเซลมากที่สุด วัตถุประสงค์ของกระบวนการดังกล่าวคือ ช่วยปรับปรุงคุณสมบัติของน้ำมันในเรื่องความหนืดให้เหมาะสมกับการใช้งาน กับเครื่องยนต์ดีเซลและเพิ่มค่าซีเทนนัมเบอร์ ทำให้ไม่มีปัญหากับเครื่องยนต์

2.2 ข้อดี ข้อเสียของไบโอดีเซล

2.2.1 ไบโอดีเซล แบบน้ำมันพืช หรือน้ำมันสัตว์

ไบโอดีเซลชนิดนี้มีปัญหามาก เนื่องจากคุณสมบัติของน้ำมันแตกต่างกับน้ำมันดีเซลค่อนข้างมาก อย่างที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ก็เลยมีปัญหาเรื่องการสันดาบที่ไม่สมบูรณ์ เครื่องสะดุดมีผลต่อลูกสูบวาล์ว ตะกรันขาวหลงหาทางออกไม่ได้อยู่ในถังน้ำมันและหนืด ความหนืดสูงที่อุณหภูมิต่ำ ทำให้เครื่องสตาร์ติดยาก แต่มีข้อดีคือราถูก พอใช้ได้กับเครื่อง แต่ไม่ค่อยนิยม

2.2.2 ไบโอดีเซล แบบลูกผสม

เนื่องจากไบโอดีเซลประเภทนี้เกิดจาก การผสมระหว่างน้ำมันพืชและน้ำมันปิโตรเลียม ทำให้ลดปัญหาเรื่องความหนืดลงไปได้บ้าง แต่ก็ยังมีปัญหาตอนที่อากาศเย็นอยู่ดี แล้วก็เรื่องการอุดตันของเครื่องยนต์ คือไส้กรองจะอุดตันเร็วกว่าปกติ ส่วนเรื่องคุณสมบัติจะเหมือนกับน้ำมันดีเซลมาก เครื่องเดินเรียบไม่มีปัญหาเรื่องเครื่องสะดุดเหมือนน้ำมันไบโอดีเซลชนิดแรก เหมาะสำหรับใช้กับเครื่องยนต์รอบต่ำ หรือเครื่องจักรกลการเกษตร

2.2.3 ไบโอดีเซล แบบเอสเทอร์

ข้อดีอย่างแรกก็คือ ค่าซีเทนสูงกว่าน้ำมันดีเซล นั่นคือจุดติดง่ายกว่าน้ำมันดีเซล ทำให้การจุดระเบิดทำได้ดี การสันดาปสมบูรณ์ คาร์บอนมอนน็อกไซด์น้อย ไม่มีควันดำและซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ความหนืดคงที่ แต่ข้อเสียก็คือ ราคาแพง ต้นทุนสูงกว่าไบโอดีเซลแบบอื่นๆ เครื่องยนต์ให้กำลังต่ำกว่าน้ำมันดีเซล

2.3 น้ำมันปาล์ม

น้ำมันปาล์ม หมายถึง น้ำมันที่ได้จากเนื้อของผลปาล์ม สามารถแบ่งเป็น 2 ชนิด คือน้ำมันปาล์มสำหรับบริโภค และน้ำมันปาล์มสำหรับอุตสาหกรรม โดยน้ำมันปาล์มสำหรับบริโภคสามารถแบ่งได้อีก 2 ชนิด คือน้ำมันปาล์มธรรมชาติ และน้ำมันปาล์มรีไฟร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำมันปาล์มธรรมชาติ หมายถึง น้ำมันปาล์มสำหรับบริโภคที่ได้จากการบีบ อัด หรือการใช้ความร้อน อาจทำให้สะอาดโดยการล้าง การตั้งไว้ให้ตกตะกอน การกรองและการหมุนเหวี่ยงเท่านั้น ส่วนน้ำมันปาล์มรีไฟร์ผ่านกรรมวิธีการกำจัดกรด น้ำมันปาล์มที่ใช้ในงานวิจัยนี้เป็นน้ำมันปาล์มธรรมชาติหรือน้ำมันปาล์มดิบ ซึ่งได้จากการสกัดผลปาล์มสด โดยน้ำมันปาล์มดิบเป็นน้ำมันจากเส้นใยของผลปาล์มมีลักษณะเป็นน้ำมันข้น มีสีส้มขุ่น ณ อุณหภูมิปกติ เมื่ออุ่นด้วยความร้อนน้ำมันจะใสและมีสีส้มอมแดง

2.3.1 สารเจือปนที่พบในน้ำมันปาล์ม

สารเจือปนที่พบในน้ำมันปาล์มแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มใหญ่ๆคือ

1. กลุ่มไฮโดรไลติค ประกอบด้วยความชื้น สิ่งสกปรก กรดไขมันอิสระ กรีเซอไรด์ และเอนไซด์ต่างๆ

2. กลุ่มออกซิเดทีฟ ประกอบด้วยเศษผงโลหะ สารออกซิเดชั่นต่างๆ เม็ดสีโทเฟอรอล และฟอสฟาไทด์

3. สารที่เป็นตัวเร่งให้เกิดสารพิษ ได้แก่ สารประกอบพวกไนโตรเจน, กำมะถัน, และเฮโลเจน ตลอดจนฟอลฟาไทด์ และสารออกซิเดชั่นต่างๆ

น้ำมันปาล์มดิบเป็นผลผลิตที่ได้จากกระบวนการสกัดจากผลปาล์มซึ่งจัดเป็นพืชน้ำมันที่ให้ผลผลิตมากที่สุดสำหรับประเทศไทย ตามนิยามใน มอก. 288-2535 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม น้ำมันปาล์มสำหรับบริโภค น้ำมันปาล์มดิบมีคุณลักษณะทางเคมี และทางกายภาพ ดังตารางที่ 3.1

น้ำมันปาล์มดิบที่ทางโรงงานสกัดได้ ส่วนใหญ่จะให้กับโรงงานทำสบู่, มาการีน และกลั่นเป็นน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ จากความไม่แน่นอนของสถานการณ์ตลาดปาล์มน้ำมันในประเทศที่มีผลทำให้ราคาปาล์มสด และน้ำมันปาล์มดิบ มีแนวโน้มลดต่ำลงจากในอดีตที่ผ่านมา ทำให้เกิดแนวคิดที่จะนำน้ำมันปาล์มดิบมาใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทนน้ำมันดีเซลเพิ่มมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 คุณลักษณะของน้ำมันปาล์มดิบ

คุณลักษณะ	วิธีการทดสอบ	ข้อกำหนด
ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (Relative Density) ที่ 50 °C	CAA/RM9	0.891-0.899
ดัชนีหักเห (Refractive Index) ที่ 50 °C	IUPAC(1979)	1.455-1.456
น้ำและสารระเหยได้อุณหภูมิ 105 °C (%wt)	IUPAC(1979)	≤0.2
สารอื่นที่ไม่ละลาย (Insoluble Impurities) (%wt)	IUPAC(1979)	≤0.05
ค่าไอโอดีบแบบวิจส์ (Iodine Value, Wijis)	IUPAC(1979)	≤50-55
ค่าสะปอนนิฟิเคชั่น (Saponnification Value) มิลลิกรัมโพทัสเซียมไฮดรอกไซด์ต่อตัวอย่าง 1 กรัม	IUPAC(1979)	190-209
สารที่สะปอนนิฟายไม่ได้ (Unsaponifiable Metter) กรัมต่อตัวอย่าง 1 กิโลกรัม	IUPAC(1979)	≤12
ค่าของกรด (Acid value) มิลลิกรัมโพทัสเซียมไฮดรอกไซด์ต่อตัวอย่าง 1 กรัม	IUPAC(1979)	≤4
ค่าเพอร์ออกไซด์ (Peroxide Value) มิลลิกรัมสมมูลเพอร์ออกไซด์ออกซิเจนตัวอย่าง 1 กิโลกรัม	IUPAC(1979)	≤10
บีตาแคโรทีน (Beta Carotene) มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม	AOAC(1984)	500-2000

2.4 คุณสมบัติของน้ำมันเชื้อเพลิง

การทดสอบคุณสมบัติของน้ำมันจะใช้มาตรฐานของน้ำมันดีเซล หรืออาจจะใช้มาตรฐานของเมทิเอสเทอร์ของกรดไขมัน เป็นตัวเปรียบเทียบ โดยคุณสมบัติของน้ำมันที่ใช้ในการทดสอบจะบ่งบอกถึงความยากง่ายในการติดไฟ อัตราการเผาไหม้ของน้ำมันเชื้อเพลิง และความเหมาะสมกับการนำมาใช้กับเครื่องยนต์ดีเซล ซึ่งคุณสมบัติทางกายภาพของน้ำมันพืชได้แก่ ความถ่วงจำเพาะ ความหนาแน่น จุดติดไฟ ความร้อนจำเพาะ ความร้อนแฝง จุดเดือด จุดวาบไฟ จุดติดไฟ ค่าความร้อน เลขซีเทน จุดไหลเท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1 ค่าความหนาแน่น (g/cm^3)

ความหนาแน่นของเชื้อเพลิงดีเซลให้ประโยชน์ในการบ่งชี้องค์ประกอบ และคุณลักษณะที่สัมพันธ์กับประสิทธิภาพ เช่น คุณภาพของการจุดระเบิด, กำลัง, การประหยัดเชื้อเพลิง, คุณสมบัติที่อุณหภูมิต่ำ และแนวโน้มของควัน ค่าความหนาแน่น หมายถึง หน่วยของน้ำหนักต่อปริมาตรที่อุณหภูมิที่เป็นมาตรฐาน คือ 15 องศาเซลเซียส เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบค่าความหนาแน่นของน้ำมัน เรียกว่าไฮโดรมิเตอร์ น้ำมันแต่ละชนิดจะมีความหนาแน่นไม่เท่ากัน ค่าความหนาแน่นของน้ำมันดีเซลที่ 15 องศาเซลเซียส ควรอยู่ในช่วง 0.81-0.83 g/cm^3 น้ำมันที่มีความหนาแน่นต่ำกว่า 0.81 g/m^3 จะทำให้เครื่องยนต์มีกำลังตกขณะที่น้ำมันมีความหนาแน่นสูงกว่า 0.87 g/cm^3 จะมีผลต่อปัญหาการเกิดควันดำ

2.4.2 ค่าความถ่วงจำเพาะ

ค่าความถ่วงจำเพาะ คือ หน่วยของน้ำหนักต่อปริมาตรของเหลวที่ค่าอุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส เมื่อเทียบกับน้ำหนักของน้ำต่อปริมาณของน้ำที่อุณหภูมิเดียวกัน โดยปกติจะมีการรายงานผลจะมีอุณหภูมิกำกับด้วย เช่น 60/60 องศาฟาเรนไฮต์เป็นต้น

2.4.3 ค่าความร้อนจำเพาะ

ค่าความร้อนจำเพาะปริมาณความร้อนที่ทำให้น้ำมันหนึ่งหน่วยมวลนั้นมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น 1 องศาเซลเซียส ที่สภาวะความดันคงที่หรือปริมาณคงที่

2.4.4 ค่าความร้อนแฝง

ค่าความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอ หมายถึง ปริมาณความร้อนที่ทำให้สารหนึ่งหน่วยมวลเปลี่ยนสถานะจากของเหลวกลายเป็นไอที่อุณหภูมิและความดันคงที่

2.4.5 จุดเดือด

จุดเดือด หมายถึง อุณหภูมิของเชื้อเพลิงที่ความดันไอของเชื้อเพลิงเหลวเท่ากับความดันบรรยากาศที่กรทำที่ผิวหน้าของเชื้อเพลิงเหลวเนื่องจากน้ำมันดีเซล และน้ำมันพืชประกอบด้วยสารหลายชนิด แซะมีช่วงการเดือดกว้าง ค่าจุดเดือดสามารถหาค่าได้จากค่าเฉลี่ยโดยน้ำมันตัวอย่างปริมาณ 100 มิลลิลิตร มากลั่นตามมาตรฐาน ASTM D86 บันทึกอุณหภูมิที่ปริมาตรการกลั่น จาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หยดแลกของการกลั่นและทุก 10% ปริมาตรการกลั่นได้ นำข้อมูลที่ได้มาเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับปริมาตรที่กลั่นได้ นำปริมาตรทั้งหมดไปหาพื้นที่เฉลี่ยใต้กราฟจะได้อุณหภูมิจุดเดือดเฉลี่ยของน้ำมัน

2.4.6 จุดวาบไฟ

จุดวาบไฟ คือ อุณหภูมิต่ำสุดของน้ำมันที่ทำให้เกิดไอน้ำมันเป็นปริมาณมากพอและเมื่อสัมผัสเปลวไฟก็จะทำให้เกิดการลุกไหม้ขึ้นในทันที จุดวาบไฟมีผลต่อคุณภาพการใช้งานโดยตรงและเป็นข้อกำหนดทางกฎหมายเพื่อความปลอดภัยจากการเกิดอัคคีภัยในการเก็บรักษาและการขนส่ง เพราะถ้าอุณหภูมิเลยจุดนี้แล้วจะกลายเป็นเปลวไฟได้ จุดวาบมีความสัมพันธ์กับอัตราการระเหยกลายเป็นไอของน้ำมัน เช่นน้ำมันเบนซินติดไฟง่ายเพราะระเหยได้ที่อุณหภูมิต่ำข้อสังเกตอีกอย่างหนึ่งคือ น้ำมันเบามักมีจุดวาบไฟต่ำ นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับโครงสร้างของน้ำมัน

จุดวาบไฟ มีความสำคัญในการผลิตน้ำมันหล่อลื่นไม่น้อย ส่วนมากจะบอกถึงน้ำมันบางชนิดอื่นที่ติดมาจากกระบวนการกลั่น น้ำมันเครื่องที่มีจุดวาบไฟต่ำทำให้เกิดการสิ้นเปลืองเพราะมีการระเหยได้ง่ายเมื่อไปเกาะอยู่ตามผนังกระบอกสูบ จุดวาบไฟสามารถบอกถึงการรั่วซึมของน้ำมันเชื้อเพลิงที่เข้าไปปนอยู่ในน้ำมันเครื่อง หรืออาจเกิดการแตกตัวของน้ำมันเองเมื่อได้รับความร้อนสูง ส่วนการที่น้ำมันเครื่องมีจุดวาบไฟสูงขึ้นหลังจากผ่านการใช้งานมาแล้วนั้น อาจเป็นเพราะอุณหภูมิของเครื่องยนต์ขณะที่ทำงานสูงมากจนส่วนที่เบาระเหยไป ทำให้น้ำมันมีความหนืดมากขึ้น เราสามารถทดสอบหาจุดวาบไฟในน้ำมันหล่อลื่นได้โดยวิธี ASTM D92 ซึ่งใช้เครื่องมือพิเศษเรียกว่า Pensky Martin Closed Cup ซึ่งใช้สำหรับน้ำมันดีเซลและน้ำมันเตา สำหรับน้ำมันเบา เช่น น้ำมันก๊าด จะใช้เครื่อง Tag Close Tested ASTM D56 ส่วนน้ำมันหนัก เช่น น้ำมันหล่อลื่นจะใช้เครื่อง Cleveland Open Cup ซึ่งจุดวาบไฟจะไม่มีผลต่อคุณภาพหรือการใช้งานโดยตรง แต่เป็นข้อกำหนดทางกฎหมายเพื่อความปลอดภัยจากการเกิดอัคคีภัยในการเก็บรักษาและการขนถ่ายเพราะถ้าเลยอุณหภูมิจุดนี้ไปก็จะจุดติดไฟ

2.4.7 จุดติดไฟ

จุดติดไฟ คือ จุดที่อุณหภูมิต่ำสุดของน้ำมันที่เกิดไอน้ำมันขึ้นและทำให้มีเปลวไฟลุกขึ้นอย่างต่อเนื่องไม่ต่ำกว่า 5 วินาที โดยทั่วไปจุดติดไฟจะสูงกว่าจุดวาบไฟประมาณ 5-35 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.8 เลขซีเทน

ค่าซีเทนเป็นสมบัติอย่างหนึ่งของน้ำมันดีเซล มีผลต่อคุณสมบัติต่างๆของเชื้อเพลิง เช่น คุณสมบัติการสตาร์ทเครื่อง, มลภาวะ, ความดันในห้องเผาไหม้สูงสุด และเสียงเครื่องยนต์โดยตัวเลขที่มาใช้บอกคุณภาพของน้ำมันดีเซลเป็นตัวเลขที่แสดงถึงร้อยละโดยมวลของซีเทนในการผสมระหว่างนอร์มัลซีเทน กับ แอลฟาเมทิลแนฟทาลีน ซึ่งเกิดการเผาไหม้เรียกว่า Ignition Delay ของน้ำมันที่ได้จากการทดสอบกับเครื่องยนต์มาตรฐาน CLR ซึ่งเลขซีเทนคือตัวเลขจำนวนเต็มที่คำนวณจากอัตราส่วนผสมเป็นเปอร์เซ็นต์ ดังสมการ (3.1)

$$\text{เลขซีเทน} = \%\ \text{Normal Cetane} + 0.15(\%\text{ของเฮปตาเมทิลโนเนน}) \qquad (3.1)$$

เลขซีเทนเป็นตัวเลขที่แสดงผลจากการทดสอบน้ำมันดีเซล ในเครื่องยนต์ที่ออกแบบมาโดยเฉพาะเพื่อประเมินค่าความล่าช้าในการจุดระเบิด โดยใช้น้ำมันเชื้อเพลิงอ้างอิง 2 ชนิดคือ ซีเทน ซึ่งมีคุณสมบัติในการจุดระเบิดดีมาก คือมีความล่าช้าในการจุดระเบิดยาว ให้เลขซีเทนเท่ากับ 100 และแอลฟาเมทิลแนฟทาลีน ซึ่งมีความล่าช้าในการจุดระเบิดยาว ให้เลขซีเทนเป็นศูนย์ การทดสอบจะกระทำโดยวัดความล่าช้าในการจุดระเบิดของเชื้อเพลิงที่ทดสอบเปรียบเทียบกับน้ำมันผสมระหว่างน้ำมันอ้างอิงทั้งสอง ตามวิธีทดสอบ ASTM 613 เนื่องจากการหาเลขซีเทนจำเป็นต้องใช้เครื่องยนต์และเสียเวลามาก จึงมีการนำผลจากวิธีทดสอบอื่นมาใช้คำนวณเลขซีเทนจำเป็นต้องใช้เครื่องยนต์และเสียเวลามาก จึงมีการนำผลจากวิธีทดสอบอื่นมาใช้คำนวณเลขซีเทน วิธีที่นิยมมากที่สุดคือ การคำนวณเลขซีเทน ซึ่งจะประมาณค่าความถ่วงจำเพาะAPI และจุดกลั่นกลางของน้ำมัน ค่าที่ประมาณได้เรียกว่า “เลขซีเทน”(ASTM 976) ซึ่งจะมีความใกล้เคียงกับเลขซีเทนมากสามารถใช้แทนกันได้ วิธีทดสอบเลขซีเทนโดยใช้วิธีทดสอบตาม ASTM D976 ค่าเลขซีเทนสามารถหาได้จากสมการ (3.2)หรือสมการ(3.3)

$$\text{Calculate Cetane Index} = -420.34 + 0.016(G)^2 + 0.192(G)(\log M) + 65.01(\log M) - 0.0001809(M)^2 \qquad (3.2)$$

$$\text{Cetane Index} = 454.74 - 1641.416(D) + 774.74(D)^2 - 0.554(B) - 97.803(\log B)^2 \qquad (3.3)$$

เมื่อ G = ความถ่วง API

M = อุณหภูมิ ณ จุดกลั่นกลาง หน่วนเป็น องศาฟาเรนไฮต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

D = ความหนาแน่นที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส หน่วยเป็น กรัมต่อมิลลิลิตร

B = อุณหภูมิ ณ จุดกลั่นกลาง หน่วยเป็นองศาเซลเซียส

หากค่าความล่าช้าในการจุดระเบิดสั้น ค่าเลขซีเทนของน้ำมันจะยิ่งสูงขึ้น ปริมาณเชื้อเพลิงที่สะสมในห้องเผาไหม้จะลดลงก่อนการลุกติดไฟ ดังนั้นน้ำมันดีเซลที่มีเลขซีเทนสูงจะทำให้การควบคุมการเผาไหม้ทำได้ดียิ่งขึ้นเป็นผลทำให้ประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ยิ่งสูงขึ้น ซึ่งผลดีของการที่น้ำมันเชื่อเพลิงมีเลขซีเทนสูง ได้แก่ เครื่องยนต์มีประสิทธิภาพสูง, เพิ่มคุณสมบัติการสตาร์ทเครื่องในขณะเย็น, ลดควันดำในช่วงการอุ่นเครื่องยนต์, ลดเสียงดัง , ลดอัตราการสึนเปลืองเชื้อเพลิงและมลพิษ

2.4.9 ค่าความหนืด

ค่าความหนืดของของไหลบ่งบอกถึง ค่าความต้านทานการไหลของของไหล ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่สำคัญอย่างหนึ่งของน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล เนื่องจากมีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพของการฉีดเชื้อเพลิงโดยเฉพาะอย่างยิ่งที่อุณหภูมิต่ำ เมื่อความหนืดเพิ่มขึ้นมุมกรวยสเปรย์ของหัวฉีดจะลดลง, การกระจายเชื้อเพลิง และการพุ่งของสเปรย์ก็จะลดลงไปด้วย ในขณะที่ขนาดของละอองน้ำมันเชื้อเพลิงใหญ่ขึ้นและละอองพ่นได้ไม่ไกลจะมีลักษณะเป็นสาย ทำให้เกิดการรวมตัวกับอากาศได้ไม่ดี และส่งผลให้เครื่องยนต์เผาไหม้ได้ไม่สมบูรณ์มีผลให้กำลังของเครื่องยนต์ตก ส่วนน้ำมันเชื้อเพลิงที่มีค่าความหนืดต่ำไปจะทำให้ลักษณะเชื้อเพลิงที่ฉีดพ่นออกมามีลักษณะเป็นฝอยมากเกินไป การโปรยตัวของละอองน้ำมันเชื้อเพลิงจะไปได้ไม่ไกลส่งผลให้การผสมน้ำมันกับอากาศไม่ทั่วถึงการเผาไหม้ของน้ำมันเชื้อเพลิงก็จะไม่สมบูรณ์ส่งผลให้เครื่องยนต์มีกำลังและประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ลดลง

ดังนั้นความหนืดจะมีผลต่อระยะเวลาในการจุดระเบิดที่เหมาะสมสำหรับรูปร่างหัวฉีดและความดันการฉีดเชื้อเพลิงหนึ่งๆ นอกจากนี้ความหนืดจะมีอิทธิพลต่อปริมาณที่ฉีดด้วยค่าความหนืดจึงเป็นตัวบอกถึงความต้านทานการไหลของน้ำมัน และบอกถึงคุณสมบัติในการหล่อลื่นพื้นผิว ความหนืด เป็นคุณสมบัติที่สำคัญมากอีกอย่างหนึ่งของผลิตภัณฑ์ปิโตเลี่ยมที่จำเป็นต้องคำนึงถึงโดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนผลิตภัณฑ์ชนิดหนัก เช่น น้ำมันดีเซล น้ำมันเตา รวมทั้งน้ำมันหล่อลื่น ความหนืดมีผลต่อการทำงานของเครื่องยนต์ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- คุณภาพการฉีดเป็นฝอย
- การหล่อลื่นระบบหัวฉีด
- การสึกหลอของระบบหัวฉีด

การกำหนดค่าความหนืด นั้นต้องกำหนดทั้งค่าต่ำสุดและค่าสูงสุด และเนื่องจากความหนืดเป็นปฏิภาคผกผันกับอุณหภูมิ ในการกำหนดค่าความหนืดจึงระบุอุณหภูมิควบคู่กันไปด้วยเสมอ ด้วยเหตุนี้แต่ละประเทศจึงกำหนดค่าความหนืดของน้ำมันที่ใช้กับเครื่องยนต์ประเภทเดียวกันหรือน้ำมันชนิดเดียวกันไว้ต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับภูมิอากาศของประเทศนั้นๆ

2.4.10 อะโรมาติก

อะโรมาติก คือ สารประกอบไฮโดรคาร์บอนซึ่งมีลักษณะทางเคมีคล้ายน้ำมันเบนซิน ปริมาณอะโรมาติกในน้ำมันเป็นตัวบ่งชี้ถึงคุณภาพของผลิตภัณฑ์น้ำมัน และบ่งชี้ถึงการป้องกันอันตรายต่อสุขภาพของผู้ใช้ อะโรมาติกเป็นสารก่อมะเร็ง เมื่อมีการเผาไหม้น้ำมันที่มีอะโรมาติกสูงจะทำให้เกิดไอเสียที่เป็นอะโรมาติกและควันเขม่าในปริมาณสูงเป็นมลพิษทางอากาศ

ส่วนประกอบอะโรมาติก ในเชื้อเพลิงดีเซลเป็นปัญหาที่สำคัญเพราะว่าทำให้เกิดการปล่อยมลพิษในอากาศ แต่อย่างไรก็ตามอะโรมาติกมีส่วนช่วยในการหล่อลื่นของเชื้อเพลิง ดังนั้นการกำจัดสารเหล่านี้จะทำให้เกิดอัตราการสึกหรอของปั๊มหัวฉีดสูงอย่างผิดปกติ

2.4.11 ปริมาณน้ำและตะกอน

เราไม่สามารถที่จะกำจัดน้ำออกจากน้ำมันดีเซลได้หมด เนื่องจากขั้นตอนแรกที่มีน้ำเข้ามาคือกระบวนการผลิต นอกจากนี้ยังมีความเสี่ยงของการมีน้ำปะปนมาระหว่างการขนส่งและการเก็บในถัง การเกิดขึ้นของน้ำในถังเก็บอาจำให้เกิดการเจริญเติบโตของราและแบคทีเรีย เกิดการปนเปื้อนจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดปัญหาสำคัญต่อเครื่องยนต์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระบบเชื้อเพลิง เช่น เกิดการอุดตันที่ไส้กรอง ตะกอนที่พบในเชื้อเพลิงดีเซลส่วนใหญ่เป็นสารอนินทรีย์โดยกำเนิด เช่น สนิท อนุภาคโลหะ และฝุ่นละออง บางส่วนสามารถเป็นสารอินทรีย์จากการเสื่อมสภาพขององค์ประกอบเชื้อเพลิงที่ไม่เสถียร การกระทำของแบคทีเรียที่รอยต่อของน้ำมัน-น้ำ หรือไขจากเชื้อเพลิง ตะกอนสามารถนำไปสู่การอุดตันไส้กรองในยานพาหนะ และน้ำยังช่วยเพิ่มสภาวะกรดทำให้เกิด ปัญหาเนื่องมาจากการกัดกร่อน และสึกหรอในเครื่องยนต์และระบบฉีดเชื้อเพลิง การทดสอบ มาตรฐานสำหรับปริมาณน้ำและตะกอนทำได้โดยวิธีการเหวี่ยง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 หลักการทำงานของเครื่องยนต์ดีเซล

2.5.1 หลักการทำงานของเครื่องยนต์ดีเซล

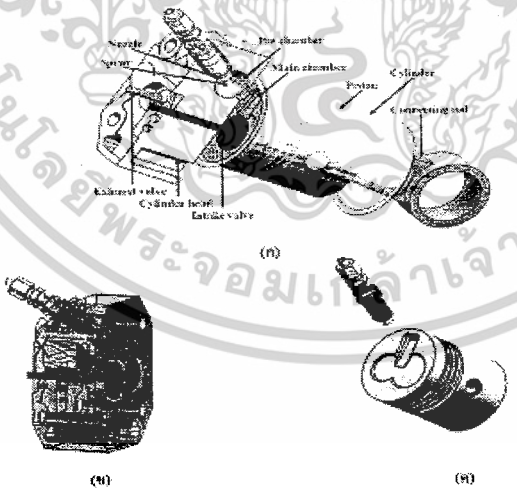
เครื่องยนต์ดีเซลเป็นเครื่องยนต์แรงอัดสูงและจุดระเบิดเอง และเป็นเครื่องยนต์แบบเผาไหม้ภายใน การจุดระเบิดของเครื่องยนต์ใช้ความร้อนที่เกิดจากการอัดอากาศอย่างมากภายในกระบอกสูบแล้วฉีดเชื้อเพลิงเข้าไปเพื่อทำเกิดการเผาไหม้ ไม่ใช่เป็นการจุดระเบิดจากหัวเทียนเหมือนในเครื่องยนต์เบนซิน โดยทั่วไปแล้วเครื่องยนต์ดีเซลได้มีการแบ่งประเภทตามระบบการทำงานออกเป็น 3 ชนิด

- ชนิดรอบต่ำ คือ ความเร็วรอบน้อยกว่า 300 รอบต่อนาที สำหรับงานหนักต่อเนื่องโดยมีรอบเครื่องยนต์คงที่ เช่น การขับเคลื่อนเรื่องเดินทะเล การผลิตกระแสไฟฟ้าเป็นต้น

- ชนิดรอบปานกลาง คือ ความเร็วรอบ ระหว่าง 300 – 1000 รอบต่อนาที สำหรับงานที่ค่อนข้างหนักและรอบค่อนข้างคงที่ เช่น สถานีผลิตกระแสไฟฟ้า สถานีสูบน้ำ เป็นต้น

- ชนิดรอบสูง คือ ความเร็วรอบ 1000 รอบต่อนาทีขึ้นไป ใช้สำหรับงานที่มีการเปลี่ยนแปลงความเร็วรอบบ่อยๆ และความเร็วเปลี่ยนแปลงมาก เช่น รถขนส่ง รถบรรทุก รถไฟ เป็นต้น

2.5.2 ลักษณะของห้องเผาไหม้ของเครื่องยนต์จุดระเบิดแบบอัดชนิด IDI



รูปที่ 2.1 ลักษณะห้องเผาไหม้ของเครื่องยนต์ชนิด IDI แบบมีห้องเผาไหม้ช่วย (ก) Overall combustion chamber IDI engine (ข) ห้องเผาไหม้ช่วยในส่วนที่อยู่กับฝาสูบ (ค) ห้องเผาไหม้หลักในส่วนที่อยู่กับลูกสูบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.3 การทำงานของเครื่องยนต์ดีเซล 4 จังหวะ

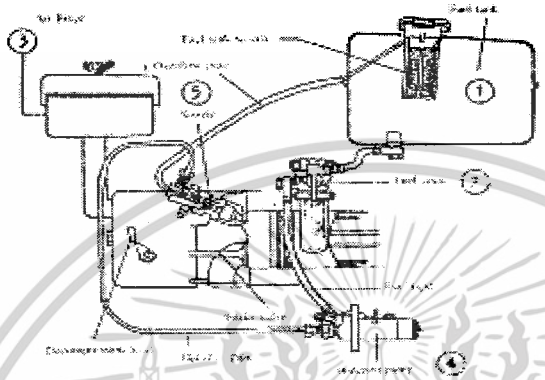
หลักการทำงานของเครื่องยนต์ดีเซล 4 จังหวะ เกิดจากหลักการที่ว่าการจุดระเบิดของเชื้อเพลิงด้วยความร้อนจากแรงอัดสูงของบรรยากาศในกระบอกสูบโดยไม่ใช้หัวเทียน ซึ่งเป็นข้อแตกต่างจากเครื่องยนต์เบนซิน และเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงจะจุดระเบิดโดยอาศัยประกายไฟ ซึ่งอากาศจะถูกอัดในกระบอกสูบจนกระทั่งมีอุณหภูมิสูงก่อนที่ลูกสูบจะถึงศูนย์ตายบน น้ำมันดีเซลจะถูกฉีดออกจากหัวฉีดด้วยความดันสูงและความเร็วสูง ทำให้น้ำมันกระจายเป็นฝอยละออง เนื่องจากไม่มีแหล่งความร้อนจากภายนอกอากาศต้องถูกอัดตัวจนร้อนเพื่อที่จะทำให้ไอน้ำมันติดเอง ได้ น้ำมันที่ออกจากปั๊มหัวฉีดจะมีแรงดันประมาณ 100 – 200 kg/cm2 จะพุ่งเข้าไปในห้องเผาไหม้ซึ่งมีแรงดันประมาณ 30 – 40 kg/cm2 และมีอุณหภูมิประมาณ 450 – 550 องศาเซลเซียส ความร้อนจากอากาศในห้องเผาไหม้ที่ถ่ายเทให้กับละอองน้ำมันทำให้ละอองน้ำมันกลายเป็นไอ ส่วนอากาศที่ถ่ายเทความร้อนออกจะเย็นลง ความร้อนที่ถ่ายเทในช่วงนี้ถ้าไม่มากพอที่จะทำให้อุณหภูมิของไอน้ำมันถึง จุดติดไฟ การเผาไหม้ก็จะไม่เกิดขึ้น น้ำมันที่อยู่ตามผิวนอกของลำน้ำมันจะระเหยออกไป ทำให้ แกนในเย็นลงและยังคงเป็นของเหลว ความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้น้ำมันที่อยู่รอบผิวนอกจะช่วย ทำให้น้ำมันที่อยู่ถัดไปกลายเป็นไอและเผาไหม้เร็วขึ้นเมื่อมีการระเบิดเกิดขึ้น และในการเผาไหม้จะ เสร็จสิ้นเร็วหรือช้าขึ้นอยู่กับการผสมผสานกันของน้ำมันกับออกซิเจนในห้องเผาไหม้ ถ้าการ ผสมผสานของน้ำมันกับออกซิเจนในห้องเผาไหม้มีการผสมผสานเป็นไปอย่างรวดเร็วและทั่วถึง การ เผาไหม้จะเกิดขึ้นและเสร็จอย่างรวดเร็ว

2.5.4 ระบบเชื้อเพลิง

น้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ดีเซลจะถูกส่งจากถังไปยังเครื่องยนต์ด้วยปั๊ม ซึ่งอาจจะติดอยู่กับปั๊มหัวฉีดของระบบจ่ายเชื้อเพลิง โดยปั๊มจะทำหน้าที่ป้อนน้ำมันให้กับระบบด้วยอัตราสูงแต่ความดันไม่มากนัก เพื่อให้ปั๊มหัวฉีดสร้างแรงดันขึ้นส่งต่อแก่หัวฉีดในแต่ละกระบอกสูบ ส่วนถังน้ำมันเชื้อเพลิงจะมีกรองตาข่ายโลหะหยาบๆ ติดอยู่ในท่อเติมน้ำมันระหว่างปากทางเติมน้ำมัน และถังน้ำมันมีปลั๊กถ่ายน้ำมันอยู่ตอนล่างของถัง และมีชุดวัดระดับน้ำมันเพื่อบอกปริมาณน้ำมันในถัง ส่งสัญญาณไปปรากฏเป็นระดับน้ำมันที่มาตรวัดบนหน้าปัดของผู้ขับขี่ นอกจากนั้นก็มีท่อส่งน้ำมันที่อยู่ในถังมักจะมีตะแกรงกรองค่อนข้างละเอียดเพื่อป้องกันฝุ่นผง ก่อนเชื้อเพลิงจะถูกดูดผ่านปั๊มน้ำมันและ ส่งต่อไประหว่างทางเดินของน้ำมัน จากปั๊มตัวแรกไปสู่เครื่องยนต์นั้นน้ำมันดีเซลจะต้องผ่านกรองน้ำมันสองตัว เพื่อให้น้ำมันสะอาด ไม่มีผงหรือตะกอนไปทำให้หัวฉีดอุดตัน หัวฉีดน้ำมัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดีเซลมีรูให้ เชื้อเพลิงผ่านขนาดเล็กมาก ผงเล็กๆ อาจทำให้หัวฉีดตันได้ กรองน้ำมันดีเซลจึงเป็นจุดสำคัญที่ควร ได้รับการดูแลรักษา เปลี่ยนใหม่เมื่อถึงกำหนด หรืออาจตรวจสอบเมื่อพบว่าเครื่องยนต์มีอาการเร่งไม่ออก รอบตก



รูปที่ 2.2 ระบบเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์

จากรูปที่ 2.2

1. ถังน้ำมันเชื้อเพลิง (Fuel Tank)
2. ท่อทาง ก๊อกและไส้กรอง
3. ไส้กรองอากาศ
4. ปั๊มหัวฉีด
5. หัวฉีด

2.6 ประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ดีเซล และปัญหาที่เกี่ยวข้องกับน้ำมันเชื้อเพลิง

2.6.1 ประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ดีเซล

กำลังงานที่เกี่ยวข้องกับเครื่องยนต์ ซึ่งจะเป็นตัวบ่งชี้ถึงสมรรถนะหรือความสามารถของเครื่องยนต์ดังกล่าว ในการแปรียบเทียบ และวิเคราะห์การทำงานของเครื่องยนต์เราจะใช้การวัดประสิทธิภาพ ซึ่งก็คืออัตราส่วนของส่วนที่ได้รับต่อส่วนที่เข้าไป แล้วทำเป็นเปอร์เซ็นต์จะเป็นตัวชี้สำคัญ ประสิทธิภาพต่างๆที่เกี่ยวข้องกับเครื่องยนต์ดีเซลดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ประสิทธิภาพเชิงกล หมายถึง อัตราส่วนของส่วนที่ได้รับก็คือ กำลังเบรกต่อกำลังงานฟลายวีล หรือกำลังงานเบรกต่อกำลังที่กระบอกสูบ วัดได้จากกำลัง หรือแรงบิด

- ประสิทธิภาพเชิงความร้อน คือ อัตราส่วนของกำลังงานที่ได้รับของเครื่องยนต์ ซึ่งอาจจะเป็นกำลังงานเบรกต่อความร้อนที่เกิดจากการเผาไหม้ ประสิทธิภาพของความร้อนจะเป็นตัวเลขที่บ่งบอกปริมาณการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง

2.6.2 ความสัมพันธ์ของตัวแปรที่ใช้กำหนดประสิทธิภาพของเครื่องยนต์

ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ ได้แก่ กำลังเบรก แรงบิดเบรกและอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง

กำลังเบรกของเครื่องยนต์สามารถแสดงได้ดังสมการ

$$P_b = T_b \omega = \frac{2\pi N T_b}{6000} \tag{3.4}$$

Brake Fuel Conversion Efficiency

$$\eta_{f_b} = \frac{P_b}{m_f Q_{HV}} \tag{3.5}$$

อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจะเพาะเบรก

$$bsfc = \frac{m_f}{P_b} \tag{3.6}$$

ความดันยังผลเฉลี่ยเบรกสำหรับเครื่องยนต์ 4 จังหวะ

$$bmep = 4\pi T_b / V_d \tag{3.7}$$

Volumetric Efficiency

$$\eta_v = \frac{2m_a \times 10^3}{60 \rho_{a,i} V_d N} \tag{3.8}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่ P_b = กำลังเบรก (kW)

T_b = แรงบิดเบรก (N-m)

$bmep$ = Brake Mean Effective Pressure (kPa)

N = ความเร็วรอบของเครื่องยนต์ (rev/min)

V_d = Displacement Volume (dm^3)

Q_{HV} = ค่าความร้อนของเชื้อเพลิง (kJ/kg)

m_f = อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง (g/s)

$\rho_{a,i}$ = ความหนาแน่นของอากาศที่ไหลเข้าเครื่องยนต์ (kg/m^3)

$bsfc$ = อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรก (kg/m3)

η_{f_b} = Brake Fule Conversion Efficiency

ω = ความเร็วเชิงมุม (rad/s)

2.6.3 ปัจจัยที่สำคัญสำหรับเครื่องยนต์

เครื่องยนต์ดีเซลจะทำงานได้มิใช่เพียงกลไกลอย่างสมบูรณ์เท่านั้น แต่ต้องมีปัจจัยต่างๆ ในการใช้งานที่มีคุณภาพและปริมาณที่กำหนด ปัจจัยสำคัญเหล่านั้นย่อมมีความสำคัญ เช่นกันเพื่อเป็นการถนอมเครื่องยนต์ให้ใช้งานได้นาน และทำงานได้เต็มประสิทธิภาพ ได้แก่

- อากาศ จำเป็นจะต้องมีปริมาณเพียงพอ และสะอาด เพื่อนำไปผสมกับน้ำมันให้เกิดการเผาไหม้ ถ้าอากาศมีปริมาณไม่เพียงพอจะทำให้มีควันดำ เครื่องยนต์เดินไม่เรียบ มีการสูญเสียกำลังและเครื่องติดยาก ถ้าอากาศสกปรกจะทำให้เกิดการสึกหรอของแหวน กระบอกสูบ เบรกอย่างรวดเร็ว เป็นผลให้อายุการใช้งานของเครื่องลดลง

- น้ำมันเชื้อเพลิง จำเป็นต้องสะอาดปราศจากน้ำและสิ่งสกปรก และจะต้องมีคุณภาพตามมาตรฐานที่กำหนด ถ้าเชื้อเพลิงมีน้ำและสิ่งสกปรกจะทำให้ปั๊มฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงชำรุดอย่างรวดเร็ว มีผลต้อกำลังของเครื่องยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

- น้ำมันหล่อลื่น จะต้องมีคุณสมบัติตามมาตรฐานที่กำหนด ซึ่งการที่จะต้องมีคุณสมบัติตามมาตรฐานใดก็ขึ้นอยู่กับลักษณะการนำไปใช้งานของเครื่องยนต์ดีเซล ว่าจะนำไปใช้งานหนักหรืองานเบา และจะต้องมีความหนืดตามที่กำหนดเช่นกัน โดยจะใช้น้ำมันหล่อลื่นที่มีความหนืดเท่าใดหรือเกรดใดนั้น จะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิในขณะใช้งานเครื่องยนต์ ถ้าอุณหภูมิสูงก็จะใช้น้ำมันหล่อลื่นที่มีความหนืดสูง และถ้าอุณหภูมิต่ำก็จะใช้น้ำมันหล่อลื่นที่มีความหนืดต่ำ และควรมีการเปลี่ยนถ่ายตามระยะเวลาที่กำหนด คือ ให้ทำการตรวจเช็คทุกระยะ 5000 กิโลเมตร เพื่อลดการสึกหรอของเครื่องยนต์

- น้ำสำหรับระบบหล่อเย็น ใช้สำหรับเครื่องยนต์ที่ต้องหล่อเย็นด้วยน้ำ จะต้องมีปริมาณที่เพียงพอ และจะต้องสะอาดไม่ทำให้เกิดตะกรัน มิฉะนั้นแล้วทำให้ทางเดินของน้ำในระบบหล่อเย็นอุดตัน เป็นผลทำให้เครื่องยนต์ดีเซลร้อยผิดปกติ และต้องทำการตรวจเช็คดูทุกอาทิตย์

2.7 สารหล่อลื่น

องค์ประกอบซึ่งเป็นหน้าที่หลักประการสำคัญของสารหล่อลื่น คือ ลดแรงเสียดทาน ซึ่งมีผลต่อเนื่อง คือ เป็นการลดการสึกหรอ ประหยัดพลังงาน ลดความร้อน และเป็นการช่วยให้เกิดฟิลม์น้ำมันที่รองรับภาชนะการใช้งาน

หน้าที่สำคัญของสารหล่อลื่นยังรวมไปถึง

- ทำหน้าที่เสมือนสารหล่อเย็นที่นำพาความร้อนออกไปจากชิ้นส่วนที่มีการเคลื่อนที่

- ทำหน้าที่เสมือนซีลป้องกันสิ่งสกปรกเข้าสู่ชิ้นส่วนที่เคลื่อนที่

- ป้องกันการกัดกร่อนและสนิม

สิ่งที่สำคัญที่สุด คือ สารหล่อลื่นจะต้องถูกออกแบบมาให้ใช้งานในช่วงการทำงานของเครื่องจักรโดยที่มีการเสื่อมหรือสึกหรอ และการสูญเสียคุณสมบัติของสารหล่อลื่นให้เกิดขึ้นน้อยที่สุด และคุณสมบัติของสารหล่อลื่น ประกอบด้วย ค่าความหนืด

สารหล่อลื่นที่มีใช้ในเครื่องยนต์ หรือที่เรียกกันว่าน้ำมันหล่อลื่น เมื่อน้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านการใช้งานแล้ว และน้ำมันที่อยู่ระหว่างการใช้งานมาวิเคราะห์ จะทำให้ทราบว่าน้ำมันหล่อลื่นยังอยู่ในเกณฑ์ที่ใช้งานหรือไม่ และทำให้ทราบถึงช่วงเวลาสำหรับการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
103089

จะสามารถบ่งชี้สภาวะที่น่าจะทำให้เกิดอันตรายแก่เครื่องยนต์ รวมทั้งระยะเวลาที่เหมาะสมในการเปลี่ยนถ่าย และทำให้ทราบถึงสาเหตุของปัญหาของความเสียหายที่เกิดขึ้นและทำให้แก้ปัญหาและป้องกันได้อย่างถูกต้อง สำหรับในน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์นั้นเมื่อมีคราบสิ่งสกปรกหรือสารประกอบที่เกิดจากการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน จะทำให้น้ำมันหล่อลื่นมีค่าความหนืดสูงขึ้น หากมีการปะปนเข้ามาด้วยสิ่งสกปรกแขวนลอยที่เป็นของแข็งในน้ำมันหล่อลื่น เครื่องยนต์ก็จะทำให้ค่าความหนืดของน้ำมันหล่อลื่นเพิ่มสูงขึ้น ตัวอย่างเช่น ของแข็งแขวนลอยที่มีปริมาณเกินกว่า 5% โดนน้ำหนัก ในน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ดีเซลจะทำให้น้ำมันมีความหนืดสูงมากทำให้เกิดปัญหาในการสตาร์ท การอุดตันในไส้กรองและส่งผลต่อการขาดสารหล่อลื่นจนทำให้เครื่องยนต์ชำรุดได้ หรือในกรณีที่ความหนืดลดลง เนื่องมาจากน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ถูกเจือจางด้วยน้ำมันเชื้อเพลิง จะทำให้มีการลดค่าความหนืดของน้ำมันหล่อลื่นลงเป็นอย่างมาก หรือการเกิดตัดเฉือนตัวของสายใยพอลิเมอร์ ในน้ำมันหล่อลื่นชนิดเกรดรวม ในกรณีการใช้งานของเครื่องยนต์หนัก ก็จะมีผลในการที่ทำให้ความ หนืดของน้ำมันลดลงได้เช่นกัน

2.8 ปริมาณและการเกิดมลพิษไอเสียในเครื่องยนต์ดีเซล

ไอเสียของเครื่องยนต์โดยทั่วไป ประกอบด้วยสารที่ถือว่าเป็นมลพิษอย่างคล้ายๆ กับของเครื่องยนต์ที่จุดระเบิดด้วยประกายไฟ แต่ปริมาณของมลพิษบางตัวจะแตกต่างจากเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยประกายไฟ โดยในไอเสียของเครื่องยนต์ดีเซลนั้นมีความเข้มข้นของ ไนโตรเจนออกไซด์จะใกล้เคียงกับในไอเสียของเครื่องยนต์ที่จุดระเบิดด้วยประกายไฟ ส่วนไฮโดรคาร์บอนที่ออกมากับไอเสียของเครื่องยนต์ดีเซล จะต่ำกว่าในไอเสียของเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยประกายไปประมาณ 5 เท่า ซึ่งไฮโดรคาร์บอนในไอเสียนี้อาจควบแน่นเกิดเป็นควันขาวในช่วงการติดและอุ่นเครื่องยนต์ได้ นอกจากนี้สารประกอบไฮโดรคาร์บอนบางชนิดในไอเสียยังเป็นแหล่งของกลิ่นไอเสียอีกด้วย สำหรับ คาร์บอนมอนน็อกไซด์ ที่ออกมากับไอเสียของเครื่องยนต์ดีเซลนั้นน้อยมาก ทั้งนี้เนื่องจากเครื่องยนต์ดีเซลตามปกติแล้วทำงานด้วยสารผสม แต่ในไอเสียของเครื่องยนต์ดีเซลมีสารละอองที่เป็นอนุภาคขนาดเล็กราวร้อยละ 0.2 ถึงร้อยละ 0.5 ของมวลเชื้อเพลิง สารละอองนี้ประกอบด้วยเขม่าเป็นส่วนใหญ่และมีสารประกอบไอโดรคาร์บอนที่ถูกดูดซับไว้อยู่บ้าง

การเกิดมลพิษในเครื่องยนต์ดีเซล จะขึ้นอยู่กับการกระจายเชื้อเพลิงและลักษณะของการกระจายที่แปรผันกับเวลาอันเนื่องจากการผสม เนื่องจากในเครื่องยนต์ดีเซลนั้นเชื้อเพลิงจะถูกฉีดเข้าไปในกระบอกสูบก่อนการเผาไหม้เริ่มต้นเล็กน้อย การกระจายของเชื้อเพลิงจึงไม่สม่ำเสมอ เมื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พิจารณาถึงแก๊สไอเสียจากเครื่องยนต์ดีเซล จะต้องแยกกันระหว่างส่วนประกอบที่เป็นอนุภาคและส่วนประกอบที่เป็นแก๊ส ซึ่งส่วนประกอบที่เป็นอนุภาค ส่วนใหญ่จะเป็นเขม่าที่อนุภาคของคาร์บอน แก๊สที่เป็นพิษที่สำคัญในไอเสีย ได้แก่ ไฮโดรคาร์บอน, คาร์บอนมอนน็อกไซด์, ไนโตรเจนออกไซด์ และซัลเฟอร์ไดออกไซด์

2.8.1 เขม่า

เขม่า หมายถึง อนุภาคขนาดเล็กมากของคาร์บอน หรืออนุภาคที่มีคาร์บอนอยู่ในปริมาณสูงรวมตัวอยู่ มักเกิดจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงไม่สมบูรณ์ จากการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าไปในห้องเผาไหม้ของเครื่องยนต์จะเข้าไปผสมกับอากาศ ซึ่งการผสมจะไม่สมบูรณ์ในทุกบริเวณนั้น หมายความว่าในบริเวณนั้นมีน้ำมันเชื้อเพลิงมากเกินไป ดังนั้น บริเวณที่อุณหภูมิสูงและมีการขาดออกซิเจน การกลั่นแห้งของไฮโดรคาร์บอนในน้ำมันเชื้อเพลิงจะเกิดขึ้น เนื่องจากแยกตัวของไฮโดรเจน ผลที่ได้ก็คือคาร์บอน เมื่อการเผาไหม้เกิดขึ้นต่อไปคาร์บอนก็จะทำปฏิกิริยากับออกซิเจนได้คาร์บอนมอนน็อกไซด์ถ้ามีออกซิเจนเพียงพอและอุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 1000 องศาเซลเซียส ถ้าออกซิเจนไม่เพียงพอ หรืออุณหภูมิต่ำเกินไปอนุภาคของคาร์บอนจะยังคงเป็นอนุภาคและออกไปกับไอเสียซึ่งเห็นเป็นควันดำนั้นเอง อนุภาคจะรวมตัวกันเป็นเม็ดเล็กๆ แต่มีรายงานระบุว่า ควันดำไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพแต่อาจสามารถทำหน้าที่เป็นตัวจับสารที่เป็นอันตราย แต่อย่างไนก็ตาม ควันดำจะเป็นสาเหตุของการเคืองตา เพราะเป็นเหตุทำให้การมองเห็นลดลงและทำให้พื้นที่มีเขม่าโดยรอบเป็นสีดำ และทางราชการได้กำหนดค่าควันดำไว้ ตามประกาศของกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ให้ค่าควันดำของรถยนต์ที่ค่าควันดำของรถยนต์ที่เดินด้วยกำลังเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล ต้องไม่เกินร้อยละห้าสิบเมื่อรถยนต์จอดอยู่กับที่ หรือเนื่องรถยนต์แล่นอยู่บนทางเดินรถ หรือไม่เกินร้อยละสี่สิบเมื่อรถยนต์อยู่ในเครื่องทดสอบ

2.8.2 ไนโตรเจนออกไซด์

ไนโตรเจนออกไซด์ ที่พบมากที่สุด คือ ไนตริกออกไซด์ และ ไนโตรเจนไดออกไซด์ นักเคมีจึงรวมเอาก๊าซทั้ง 2 ชนิดดังกล่าวนี้เข้าไว้ด้วยกัน และไนโตรเจนออกไซด์นี้ยังอาจแบ่งเป็น 2 พวกตามกระบวนการที่ทำให้เกิด คือ พวกที่เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงที่มีสารไนโตรเจนเป็นส่วนประกอบอยู่ และพวกที่เกิดจากเผาไหม้ของเชื้อเพลิงที่มีอุณหภูมิสูงเกินกว่า 1100 องศาเซลเซียส ซึ่งจะพบการเกิดไนตริกออกไซด์ มากที่สุดถึง 90%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไนตริกออกไซด์ เป็นก๊าซไม่มีสี ไม่มีรส ไม่มีกลิ่น มีความเสถียรภาพต่อความร้อนมากที่สุด ที่อุณหภูมิปกติทำปฏิกิริยากับออกซิเจนจะได้ไนโตรเจนไดออกไซด์ เป็นก๊าซสีน้ำตาลแดง ระคายเคือง ถ้ามีสารอินทรีย์ปนอยู่ด้วยจะทำให้มีกลิ่นคล้ายปลาเน่า ถือว่าเป็นสารมลพิษ เมื่อรวมตัวกับน้ำหรือไอน้ำ จะได้เป็นกรดไนตรัส และกรดไนตริก ซึ่งจะอยู่ในรูปของละอองไอไนเตรต ไนโตรเจนออกไซด์ละลายน้ำได้ยากและสามารถหายใจเข้าสู่ร่างกายได้ทางช่องปอดจะมีความไวต่อการตอบสนองของช่องหลอดลมใหญ่ตีบแคบมากกว่าในแต่ละบุคคล ด้วยการเกิดโรคหอบหืด ซึ่งปฏิกิริยานี้ขึ้นอยู่กับสภาวะที่เกิดขึ้นในห้องเผาไหม้คือ อุณหภูมิสูงหรือ ความดันสูงที่มีออกซิเจนอยู่

2.8.3 คาร์บอนมอนน็อกไซด์

คาร์บอนมอนน็อกไซด์ ไม่มีกลิ่น ไม่มีสี เบากว่าอากาศเล็กน้อย ไม่เกิดการระคายเคือง แต่เป็นก๊าซที่มีอันตรายต่อสุขภาพมาก เพราะเมื่อหายใจเข้าไปในร่างกายจะถูกปอดดูดซับ และทำปฏิกิริยากับฮีโมโกลบินของเม็ดเลือดแดง เพราะคาร์บอนมอนน็อกไซด์จะสามารถรวมตัวกับฮีโมโกลบินได้ดีกว่าออกซิเจน ทำให้ร่างกายขาดออกซิเจนไปเลี้ยงส่วนต่างๆของร่างกาย และทำให้หานใจไม่ออก ก๊าซคาร์บอนมอนน็อกไซด์จะเกิดขึ้นระหว่างช่วงเผาไหม้หลังจากนั้น ก็จะรวมตัวกับออกซิเจนทำให้กลายเป็นคาร์บอนไดออกไซด์ ที่ไม่เป็นพิษ

คาร์บอนมอนน็อกไซด์จะเกิดในไอเสีย ถ้าการเผาไหม้มีออกซิเจนไม่เพียงพอเท่านั้น ผลเนื่องจากเครื่องยนต์ดีเซลทำงานมีการเผาไหม้โดนมีอากาศ คือปริมาณออกซิเจนมากเกินพอ ปริมาณไอเสียในที่มีคาร์บอนมอนน็อกไซด์ในไอเสียจึงมีต่ำ

2.8.4 คาร์บอนไดออกไซด์

เป็นก๊าซที่ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ไม่เกิดความระคายเคือง มีน้ำหนักหว่าอากาศประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ มีอากาศร้อนเพราะคาร์บอนไดออกไซด์ มีความสามารถในการดูดซับแสงแดดได้ดีจึงทำให้บรรยากาศมีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์อยู่ค่อนข้างมาก ไม่ถือว่าเป็นสารมลพิษ แต่กลับเป็นก๊าซที่มีประโยชน์ต่อพืชและสัตว์ แต่ถ้ามีปริมาณความเข้มข้นสูงกว่าปกติอาจทำให้เกิดผลเสีย ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ส่วนใหญ่การสันดาปเชื้อเพลิง หากมีการสันดาปมากปริมาณก็มากขึ้นด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.5 ไฮโดรคาร์บอน

ไฮโดรคาร์บอน ที่มีไอเสียอยู่ในเครื่องยนต์เกิดขึ้นจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ของน้ำมันเชื้อเพลิง รวมไปถึงน้ำมันเชื้อเพลิงที่ระเหยออกมาจากระบบน้ำมันเชื้อเพลิง ก๊าซไฮโดรคาร์บอนเป็นก๊าซที่ไม่มีอันตรายต่อสุขภาพ แต่มีกลิ่นฉุน และอาจจะทำให้ระคายเคืองต่อดวงตาและระบบทางเดินหายใจได้ และอาจทำปฏิกิริยาทางแสงทำให้เกิดสม็อก ในการเผาไหม้นั้นหากห้องเผาไหม้มีอุณหภูมิสูงก็จะเกิดก๊าซไฮโดรคาร์บอนต่ำ ซึ่งวิธีหนึ่งที่ลดปริมาณก๊าซไฮโดรคาร์บอน

2.8.6 ซัลเฟอร์ไดออกไซด์

เกิดจาก 2 กรณี เกิดจากการสันดาปเชื้อเพลิงที่มีซัลเฟอร์เจือปนอยู่ ปกติแล้วจะเกิดซัลเฟอร์ไดออกไซด์ มากกว่า ซัลเฟอร์ไตรออกไซด์ในสัดส่วน 40 - 80 ต่อ 1 หรือ 95 เปอร์เซ็นต์ของทั้งหมด หรือมักจะเกิดในกรณีที่สภาวะในการสันดาปเชื้อเพลิงไม่ปกติ

ซัลเฟอร์ไดออกไซด์เป็นก๊าซไม่ติดไฟ ไม่มีสี ถ้ามีความเข้มข้นประมาณ 0.3 - 1 ppm จะมีรสชาติ มีกลิ่นฉุนชวนสำลัก ทำให้ระคายเคือง มีความเป็นพิษ ละลายน้ำกลายเป็นกรดซัลฟูรัสและมักทำปฏิกิริยากับอากาศ เป็นก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ซึ่งมีความเป็นพิษ มีฤทธิ์ในการกัดกร่อนสูงสุด มีความไวมาก สามารถรวมตัวกับไอน้ำที่อุณหภูมิต่ำกลายเป็นละอองไอกรด

2.9 การเสื่อมสภาพของเครื่องจักร

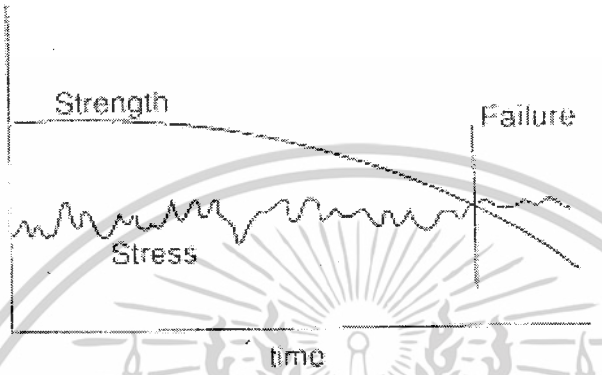
เมื่อมีการเคลื่อนที่ของชิ้นส่วนเกิดขึ้น ทำให้ชิ้นส่วนหนึ่งสัมผัสกับอีกชิ้นส่วนหนึ่งจะเกิดความเสียทานขึ้น ไม่ว่าจะเป็นความเสียดทานจากการลื่นไถล หรือความเสียดทานแบบกลิ้งตัว แม้จะเป็นการลดความเสียดทานเหล่านี้ด้วยการใช้สารหล่อลื่น ซึ่งจะส่งผลให้สัมประสิทธิแรงเสียดทานต่ำลงและลดความร้อนที่เกิดขึ้นจากแรงเสียดทาน แต่สุดท้ายตามกฎเกณฑ์ของธรรมชาติสิ่งของต่างๆ ยังคงเกิดการสึกหรอเสื่อมสภาพ เพื่อให้เข้าใจถึงลักษณะของการเสื่อมสภาพและสาเหตุหลักของการเสื่อมสภาพเพื่อทำการแก้ไข จึงต้องศึกษาเพื่อให้ทราบถึงประเภทของการเสื่อมสภาพและลดกลไกของการสึกหรอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9.1 ประเภทของการเสื่อมสภาพ

ประเภทของการเสื่อมสภาพอาจแบ่งได้ตามลักษณะของการชำรุดได้ดังนี้

- การเสื่อมสภาพตามเวลา



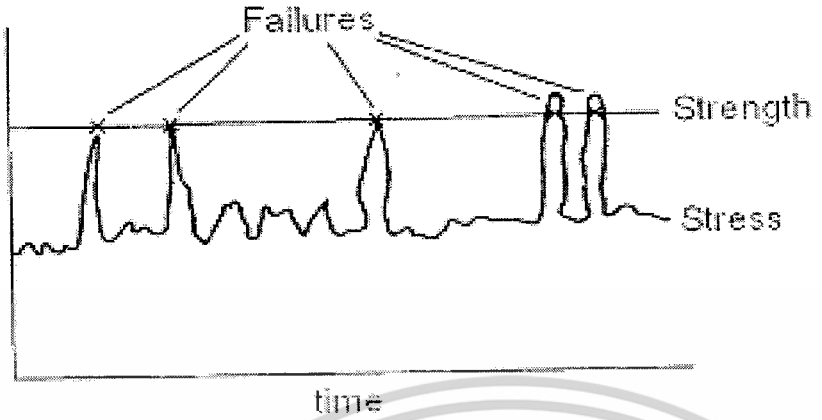
รูปที่ 2.3 การเสื่อมสภาพตามเวลา

จากในรูปที่ 2.3 แสดงให้เห็นถึงลักษณะการเสื่อมสภาพของชิ้นส่วนอุปกรณ์ตามระยะเวลาการใช้งาน ซึ่งมีผลทำให้มิติ หรือขนาดของชิ้นส่วนเปลี่ยนแปลงไม่มีผลทำให้ความแข็งแรงของชิ้นส่วนดังกล่าวมีค่าลดลงไปตามเวลาใช้งาน และสุดท้ายเมื่อค่าความแข็งแรงลดลงจนใกล้ หรือต่ำกว่าค่าภาระการใช้งาน ก็จะเป็นจุดที่เส้นกราฟ 2 เส้นมาบรรจบกันซึ่งเป็นจุดที่ชิ้นส่วนชำรุด หรือแตกหักเสียหาย

- การเสื่อมสภาพที่ขึ้นกับเวลา

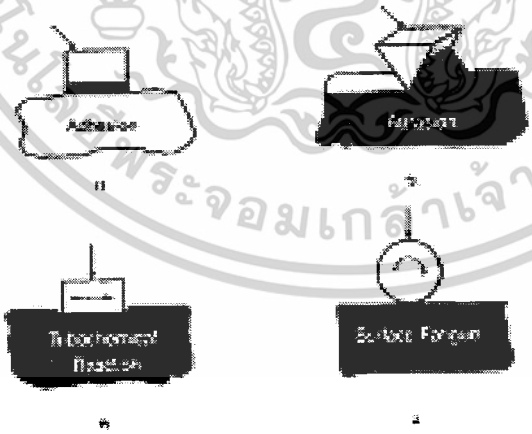
ในการเสื่อมสภาพจนชำรุดในลักษณะนี้เป็นการชำรุด โดยไม่เกี่ยวกับช่วงระยะเวลาที่ใช้งาน อาจจะเป็นช่วงเวลาสั้นๆ ก็มีผลทำให้เกิดการชำรุดได้ (การชำรุดแบบทันทีทันใด) ซึ่งกรณีนี้ตรงข้างกับกรณีแรก หากดูจากราฟรูป 3.4 จะเห็นว่าค่าอัตราระหว่างค่าความแข็งแรงของวัสดุต่อภาระใช้งานซึ่งเรียกว่า “ปัจจัยความปลอดภัย” โดยทั่วไปวิศวกรออกแบบมักกำหนดให้มีค่ามากกว่า 1 หากแต่ว่าเมื่อใดที่มีการใช้เครื่องจักรผิดวิธี ก็จะทำให้ภาระที่กระทำต่อชิ้นส่วนดังกล่าว พุ่งขึ้นสูงมากจนไปบรรจบกับค่าความแข็งแรงของวัสดุ จนทำให้วัสดุทนภาระดังกล่าวไม่ได้ และเกิดการชำรุดหรือแตกหักในที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 การเสื่อมสภาพที่ไม่ขึ้นกับเวลา

จากทั้งสองหัวข้อ คือ การชำรุดหรือการเสื่อมสภาพตามเวลา มักจะเกี่ยวข้องกับการสึกหรอ ส่วนการชำรุดแบบไม่ขึ้นกับเวลา จะเกี่ยวข้องกับการแตกหัก ในการป้องกันการสึกหรอจำเป็นที่วิศวกรบำรุงรักษาต้องเข้าใจเสียก่อนว่า การสึกหรอของชิ้นส่วนเครื่องจักรมีรูปแบบหรือกลไกการสึกหรออย่างใดบ้าง แล้วจึงสามารถหาแนวทางดำเนินการป้องกันการเสื่อมสภาพได้ ตามมาตรฐานด้านอุตสาหกรรมของประเทศเยอรมันหมายเลข 50320 (DIN 50320) ซึ่งเป็นที่ยอมรับกันว่าแบ่งกลไกการสึกหรอไว้อย่างเหมาะสม 4 รูปแบบดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 การสึกหรอแบบต่างๆ

2.9.2 การจำแนกกลไกลการสึกหรอ

ก่อนจะกล่าวถึงกลไกการสึกหรอ จะอธิบายโดยสังเขปว่าเพราะเหตุใดจึงเกิดการสึกหรอขึ้น ทั้งๆที่มีบางคนแย้งว่าเครื่องจักรหรือชิ้นส่วนเครื่องจักรไม่ควรเกิดการสึกหรอเพราะไม่ได้ใช้งานให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาระหรือความเค้น ไม่มากเกินไปกว่าความแข็งแรงของวัสดุซึ่งก็คือ วิศวกรออกแบบไว้ให้มีค่าปัจจัยความปลอดภัย แต่สุดท้ายชิ้นส่วนก็ยังสึกหรอและแตกหักตามเวลา เหตุที่สามารถอธิบายได้คือการที่วิศวกรออกแบบคำนวณค่าความเค้นไว้คือ

$$\text{ความเค้น} = \frac{\text{แรงที่กระทำ}}{\text{พื้นที่รับแรงกระทำ}}$$

โดยที่พื้นที่รับแรงกระทำ จะเป็นการใช้ค่าพื้นที่รับแรงกระทำเรามองเห็น หรือวัดได้แต่แท้จริงแล้วพื้นที่ดังกล่าวอยู่บนสมมติฐานที่ว่า พื้นผิวชิ้นงานมีความเรียบ และรับสัมผัสเต็มหน้าสัมผัส หากทว่าในระดับจุลภาคแล้วมนุษย์ไม่สามารถทำให้ผิวเรียบของผิวดังกล่าวได้ในรูปที่ 2.6

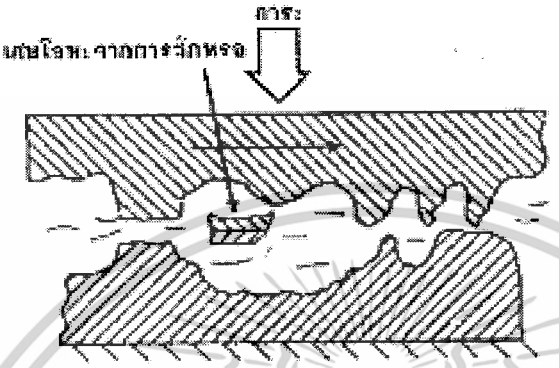
รูปที่ 2.6 พื้นผิวที่แท้จริงในระดับจุลภาค

จะเห็นได้ว่าเมื่อหาค่าความเค้นในระดับจุลภาค จะให้ค่าความเค้นที่แท้จริงที่เกิดขึ้นมีค่าสูงมากเกินค่าความแข็งแรงของวัสดุ โดยที่ยอดแหลมๆที่เห็นจากภาพขยายของผิวงาน เมื่อมีการสัมผัสกันของชิ้นงานจุดที่รับภาระจริงในระดับจุลภาคคือ Aserties ซึ่งมีพื้นที่เล็กๆ และเมื่อค่าภาระสูงเกินค่าความแข็งแรง เหล่านี้จะเสียรูปและยุบตัวโดยถาวรขณะที่ชิ้นส่วนเหล่านั้นหยุดนิ่ง เมื่อเริ่มมีการเคลื่อนที่ Asperitires ที่เสียรูปโดยถาวรดังกล่าวจะถูกเฉือนออกไป และกลายไปเป็นเศษโลหะจากการสึกหรอที่ปะปนอยู่ในน้ำมันหล่อลื่นนั้นเอง ดังนั้นไม่ว่าจะใช้ภาระต่ำหรือสูง ก็จะทำให้เกิดการสึกหรอเสอมโดยทั่วไปเราสามารถจำแนกการสึกหรอได้เป็น 4 กลไก คือ

1. กลไกการสึกหรอแบบยึดติด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

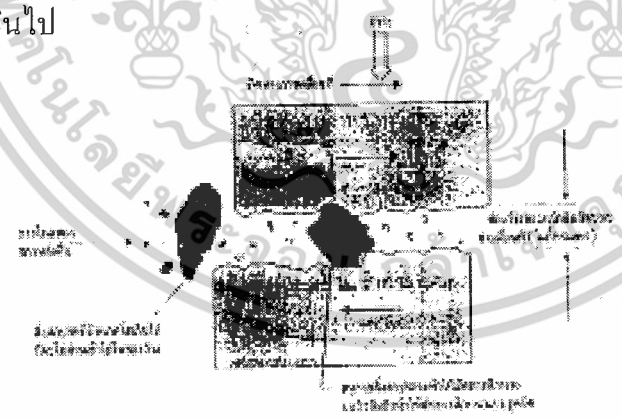
เป็นกลไกที่เกิดขึ้นจากการเกิดการพันธะยึดติดกันเอง และมีการฉีกขาดตัวออกไปของพันธะที่เกิดขึ้นในขณะที่ชิ้นงานมีการเคลื่อนที่ ลักษณะการเกิดการสึกหรอแบบยึดติดแสดง ในรูปที่ 2.7 โดยสาเหตุที่เร่งให้เกิดการสึกหรอแบบยึดติด คือ สารหล่อลื่นมีความหนืดน้อยเกินไปภาระมีค่าสูงมากเกินไปจนสารหล่อลื่นรับไม่ได้หรือใช้ความเร็วต่ำเกินไป



รูปที่ 2.7 ลักษณะการสึกหรอแบบยึดติด

2. การสึกหรอแบบขูดขีด

เป็นการสึกหรอที่เกิดขึ้นจากการที่เนื้อวัสดุถูกเฉือนออไปจากการถูกขีด โดยสสารที่มีความแข็งสูกมาก เช่น ฝุ่นละออง หรือกากเพชร เป็นต้อน ลักษณะของการสึกหรอประเภทนี้ดังรูปที่ 2.8 การเร่งให้เกิดการสึกหรอประเภทนี้ คือ การใช้สารสึกหรอที่สกปรก การชุบแข็งผิวสัมผัสที่มความแข็งแตกต่างกันมากเกินไป



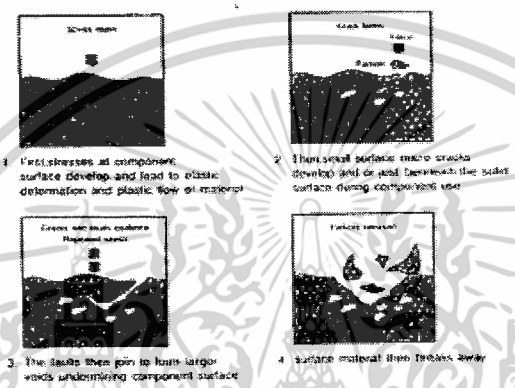
รูปที่ 2.8 ลักษณะการสึกหรอแบบขูดขีด

3. การสึกหรอจากการล้าตัวของวัสดุ

เป็นการล้าตัวและเกิดรอยแตกหรือเป็นหลุมบนผิวหน้าสุดของบริเวณที่มีการล้าตัว ทั้งนี้เนื่องมาจากว่าชิ้นงานมีการับภาระเป็นวงรอบ การล้าตัวของวัสดุจะมีโอกาสเกินขึ้นน้อยมาก หาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชิ้นงานรับภาระเพียงการกดหรือการดึงเพียงอย่างใดอย่างหนึ่ง แต่จะมีโอกาสเกิดการล้าตัวได้เร็วมากๆหากมีการรับภาระสลับไปมาระหว่างการดึงกับการกด ซึ่งผลท้ายสุดจะส่งผลให้ผิววัสดุหลุดร่อนออกไปและทำให้มีรอยการสึกหรอหลงเหลือไว้บนชิ้นงาน ลักษณะการเกิดการล้าตัวอีกแบบหนึ่ง เกิดจากการมีสิ่งสกปรกอยู่ในสารหล่อลื่นและทำให้เกิดรอยกดขึ้นบนผิวชิ้นงานก่อนและเมื่อใช้ไปนานๆ รอยแตกจะค่อยๆแพร่กระจายออกไปเป็นรอยแตก เนื่องจากน้ำมันหล่อลื่นเข้าไปอยู่ในรอยกดนั้นๆ ครั้งแล้วครั้งเล่า และเกิดเป็นหลุมในที่สุดดังแสดงในรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 ลักษณะการสึกหรอแบบล้าตัว

4. การสึกหรอแบบปฏิกิริยาไทรโบเคมี

บางครั้งถูกเรียกว่า" การสึกหรอแบบไปๆ กลับๆหรือเฟรตติ้ง " มีความหมายเบื้องต้นคือการที่ชิ้นงานต้องมีการขัดสี และเกิดผลพวงจากปฏิกิริยาเคมี โดยเฉพาะอย่างยิ่ง "ปฏิกิริยาออกซิเดชั่น" สามารถอธิบายได้โดยง่ายๆ จากการเกิดไทรโบเคมิคอลรีแอคชั่นที่ข้อต่อโซ่ จะมีผลให้บริเวณข้อต่อโซ่ดังกล่าวมีการสึกหรอแบบยึดติด เมื่อมีการใช้งานจะทำให้บริเวณข้อต่อโซ่มีการเสียดสีกัน ก่อให้เกิดเศษเหล็กตรงจุดนั้น ผนวกเข้ากับเกิดคสามร้อนจากการเสียดสี ซึ่งจะทำหน้าที่เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาเคมี โดยที่ผงเหล็กที่เกิดขึ้นก็เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาเช่นกัน เพราะเป็นการเพิ่มพื้นที่ผิวให้ออกซิเจนในอากาศ สามารถทำปฏิกิริยาได้ง่ายขึ้น เมื่อมีองค์ประกอบหลักคือ เศษเหล็ก ความร้อน ความชื้น และออกซิเจน ซึ่งทำให้เกิดสนิมเหล็ก และสนิมเหล็กจะมีคุณสมบัติคล้ายๆกับฝุ่นละอองคือ มีความแข็งแต่เปราะและจะทำให้เกิดรอยขูด ตรงบริเวณข้อต่อโซ่ตามมาจนทำให้ข้อต่อมีขนาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลดลงและทนภาระไม่ได้ในที่สุดก็จะขาดชำรุด นอกจากโซ่แล้วอาจจะเกิดขึ้นกับกลไกเกี่ยวกับเพลาได้ เฟืองแบบเลื้อย เป็นต้น

2.10 การปนเปื้อนและการเสื่อมสภาพของน้ำมันหล่อลื่น

2.10.1 การปนเปื้อนของน้ำมันหล่อลื่น

การปนเปื้อน หมายถึง การที่มีวัสดุที่ไม่ต้องการหรือสารปนเปื้อนในน้ำมันหล่อลื่น สารปนเปื้อนที่พบโดยทั่วไปมี 7 ชนิดคือ

1. สารสึกหรอ หมายถึงสารซึ่งถ้ามีอยู่จะแสดงการสึกหรอของชิ้นส่วน สารสึกหรอเหล่านี้รวมถึง ทองแดง, เหล็ก, โครเมียม, อะลูมิเนียม, ตะกั่ว, ดีบุก, โมลิบดินัม, นิกเกิล และแมกนีเซียม
2. ฝุ่นผงและเขม่า ฝุ่นผงสามารถเข้าไปในห้องเพลาข้อเหวี่ยงของเครื่องยนต์โดยที่อากาศสกปรกเข้าไปในกระบอกสูบที่ซึ่งฝุ่นผงจะเข้าไปติดกับแผ่นฟิล์มของน้ำมัน และถูกขูดลงจากผนังกระบอกสูบ ฝุ่นผงยังคงสามารถเข้าไปโยผ่านทางช่องทางระบายอากาศของห้องเพลาข้อเหวี่ยงที่บกพร่องหรือดูแลไม่ดี เขม่าเป็นเชื้อเพลิงที่ถูกเผาไหม้บางส่วน ไส้กรองอากาศที่สกปรก และต่อมามีควันดำจากไอเสียแสดงว่ามรเขม่าเกิดขึ้น เมื่อเขม่าผ่านแหวนและเข้าไปในอ่างน้ำมันก็จะทำให้น้ำมันเครื่องมีสีดำ
3. น้ำมันเชื้อเพลิง การสึกหรอของปั๊มหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงหรือรูปร่างของน้ำมันที่ฉีดจากหัวฉีกบกพร่อง สามารถทำให้น้ำมันเชื้อเพลิงเข้าไปในห้องเพลาข้อเหวี่ยงของเครื่องยนต์ได้และไป เจือจางในน้ำมันหล่อลื่น
4. น้ำ เป็นผลของการเผาไหม้ และโดยทั่วไปแล้วจะถูกขับออกจากเครื่องยนต์โดยผ่านทางท่อไอเสียหรือไอนำออกไปทางช่องระบายของเพลาข้อเหวี่ยง แต่อย่างไรก็ตามถ้าอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิทำงานตามปกติ ภาระที่ลดลงหรือช่วงเดินเบาที่ยาวจะทำให้เปอร์เซ็นต์ของน้ำในน้ำมันหล่อลื่นเพิ่มขึ้น
5. เอทิลกลีโคลหรือสารกันเยือกแข็ง การรั่วภายในระบบ หล่อเย็นจะทำให้สารหล่อเย็นที่มีสารกันเยือกแข็งเข้าไปในน้ำมันหล่ออื่นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ผลที่เกิดจากการเผาไหม้กำมะถัน กำมะถันที่มีอยู่ในเชื้อเพลิงหลังการกลั่น และเมื่อเผาไหม้ในกระบวนการเผาไหม้จะทำให้เกิดซัลเฟอร์ไทรออกไซด์ และน้ำซึ่งเป็นผลของการเผาไหม้เช่นเดียวกันเข้าไปในห้องเพลาข้อเหวี่ยง ซึ่งจะผสมกับซัลเฟอร์ไทรออกไซด์กลายสภาพเป็นกำมะถัน
7. ผลที่เกิดจากการออกซิเดชัน การเกิดออกซิเดชัน การเกิดออกซิเดชันในน้ำมันจะเกิดเร็วขึ้นในอุณหภูมิการทำงานของเครื่องยนต์สูง ซึ่งทำให้น้ำมันข้นขึ้น และทำให้เกิดสารตกค้างในรูปของวาร์นิชและแลกเกอร์

2.10.2 การเสื่อมสภาพของน้ำมันหล่อลื่น

นอกจากสารปนเปื้อนแล้ว ยังมีปัจจัยอื่นในการทำงานซึ่งไปลดประสิทธิผลโดยรวมของน้ำมันหล่อลื่น ซึ่งปัจจัยเหล่านี้ไม่ได้ทำให้น้ำมันปนเปื้อนโดยตรง แต่จะทำให้เกิดการเสื่อมสภาพหรือทำให้น้ำมันเสีย โดยจะแบ่งเป็นปัจจัยต่างๆดังนี้

1. อุณหภูมิสารหล่อเย็นเครื่องยนต์ต่ำ อุณหภูมิสารหล่อเย็นต่ำมีผลต่อการเกิดกรดที่กัดกร่อนในห้องเพลาะข้อเหวี่ยงของเครื่องยนต์ อุณหภูมิการทำงานของเครื่องยนต์ต่ำจะไปลดปริมาณของไอน้ำที่ออกมาจากห้องเพลาข้อเหวี่ยง จึงเป็นสาเหตุของการเพิ่มปริมาณน้ำที่ไปทำให้กรดกำมะถันในน้ำมันหล่อลื่น เมื่อใช้น้ำมันเชื้อเพลิงที่มีปริมาณกำมะถัน 0.5% หรือน้อยกว่า และอุณหภูมิทำงานของเครื่องยนต์ต่ำกว่า 80องศาเซลเซียส จะทำให้เกิดกรดและทำให้เกิดการกัดกร่อน
2. ความชื้นสูง เมื่อเครื่องยนต์ทำงานภายใต้สภาวะความชื้นสูงก็จะมีปริมาณน้ำในอากาศซึ่งสามารถเพิ่มกรดในน้ำมันหล่อลื่นได้
3. ภาระของเครื่องยนต์ ภาระของเครื่องยนต์จะมีบทบาทที่สำคัญในการเสื่อมสภาพของน้ำมันหล่อลื่น เครื่องยนต์ที่ทำงานด้วยความเร็วรอบ และภาระที่มีความเหมาะสมจะทำให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดสำหรับระบบหล่อลื่น และระบบหล่อเย็นของของเครื่องยนต์ ถ้าภาระถูกลดลงในขณะที่เครื่องยนต์ยังทำงานด้วยความเร็วรอบที่กำหนดระบบหล่อลื่น และระบบหล่อเย็นก็จะยังคงทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ แต่เครื่องยนต์อาจถูกหล่อเย็นมากเกินไป ซึ่งมีผลต่ออัตราการสึกหรอของลูกสูบ, แหวนและปลอกสูบ ทำให้การรั่วของแก๊สผ่านลูกสูบหรือโบลว์บายมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. น้ำมันเชื้อเพลิงเกรดต่ำ น้ำมันเชื้อเพลิงที่ไม่ได้ผ่านการกลั่นมาอย่างดีสามารถทำให้เครื่องยนต์เสียหายได้ เนื่องจากส่วนที่หนักของเชื้อเพลิงไม่สามารถเผาไหม้ได้หมดในวงจรการทำงานของเครื่องยนต์ดีเซลหมุนเร็ว จึงทำให้เกิดเขม่าและสารตกค้างในน้ำมันหล่อลื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

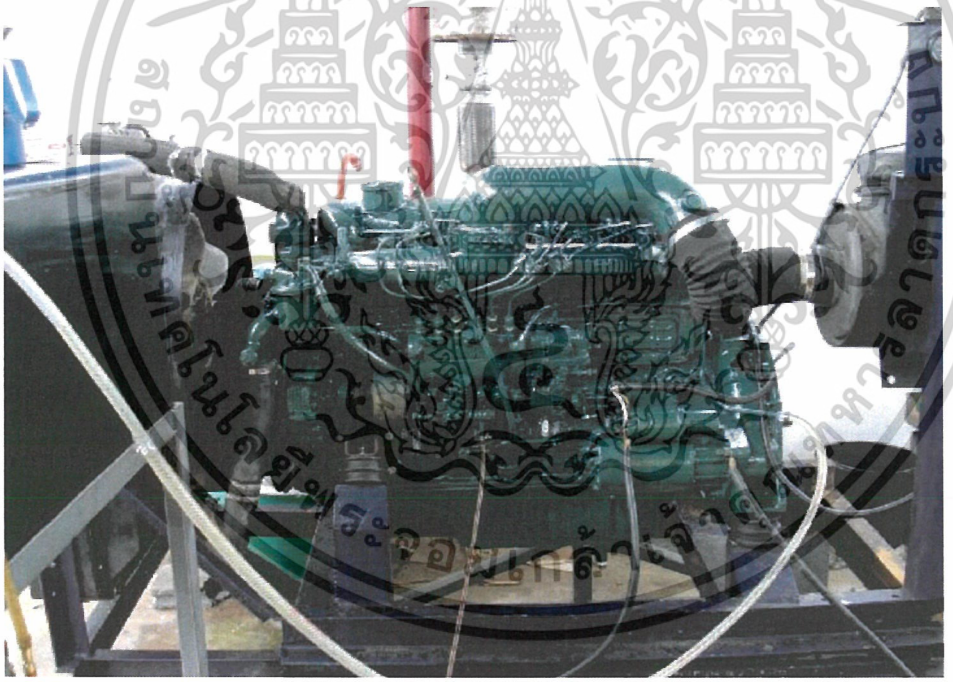
บทที่ 3

ขั้นตอนการดำเนินงาน

ในบทนี้จะกล่าวถึงรายละเอียดที่เกี่ยวกับอุปกรณ์ และอุปกรณ์อื่นๆ ที่ใช้ในการทดลอง รวมทั้งวิธีการทดลองหาค่าต่างๆ ทางด้านสมรรถนะของเครื่องยนต์ดีเซลทั้งก่อนและหลังทดลองให้เครื่องยนต์ทำงาน ซึ่งใช้น้ำมันดีเซล แล ะไบโอดีเซลในสัดส่วนการผสมต่างๆดังนี้ B20, B50, B100 เป็นเชื้อเพลิงในการทดลอง

3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

3.1.1 เครื่องยนต์ดีเซลที่ใช้ทดสอบคือเครื่องยนต์ดีเซล Hino รุ่น HO7C แสดงดังรูป 3.1



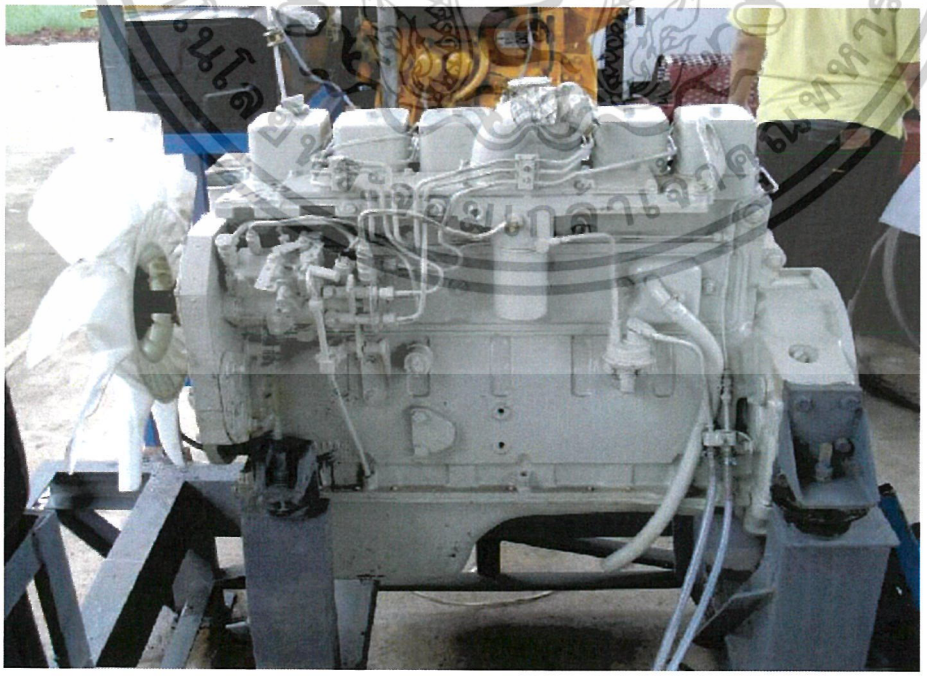
รูปที่ 3.1 เครื่องยนต์ดีเซลขนาดกลาง แบบ 6 สูบ Hino - HO7C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 เครื่องยนต์ดีเซลที่ใช้ทดสอบคือเครื่องยนต์ดีเซล Komatsu รุ่น S4D105 แสดงดังรูปที่ 3.2

รูปที่ 3.2 เครื่องยนต์ดีเซลขนาดกลาง แบบ 6 สูบ Komatsu – S4D105

3.1.3 เครื่องยนต์ดีเซลที่ใช้ทดสอบคือเครื่องยนต์ดีเซล Cummins รุ่น 6B59 แสดงดังรูปที่ 3.3



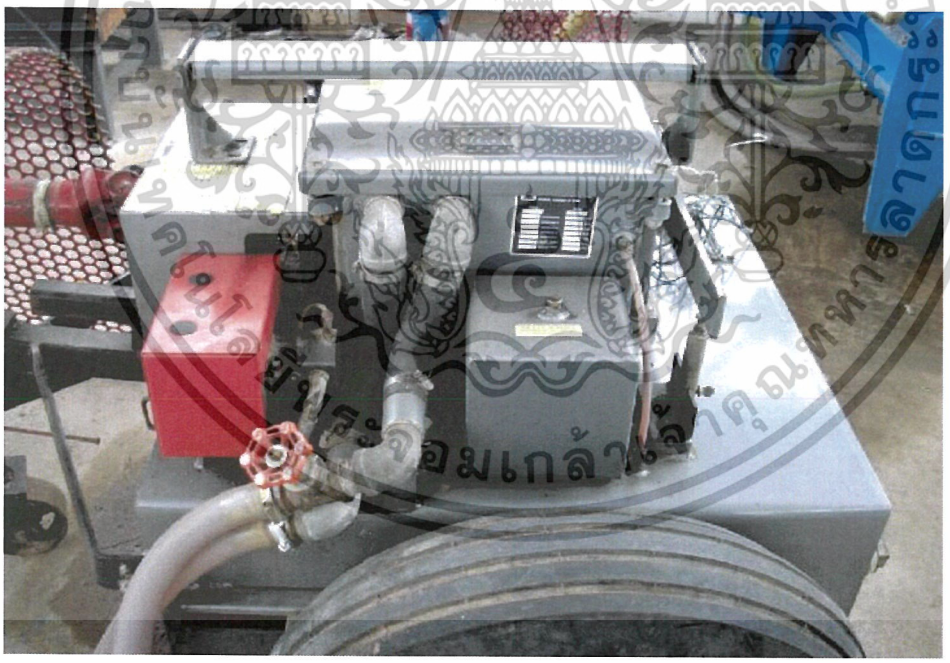
รูปที่ 3.3 เครื่องยนต์ดีเซลขนาดกลาง แบบ6สูบ Cummins – 6B59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 ข้อมูลเบื้องต้นของเครื่องยนต์ที่ใช้ทดลอง

เครื่องยนต์	Hino	Komatsu	Cummins
รุ่นเครื่องยนต์	HO7C	S4D105	6B59
จำนวนลูกสูบ	6 สูบ	6 สูบ	6 สูบ
ขนาดเครื่องยนต์	180 hp ที่ 3000 rpm	110 hp ที่ 2400 rpm	115 hp ที่ 2500 rpm

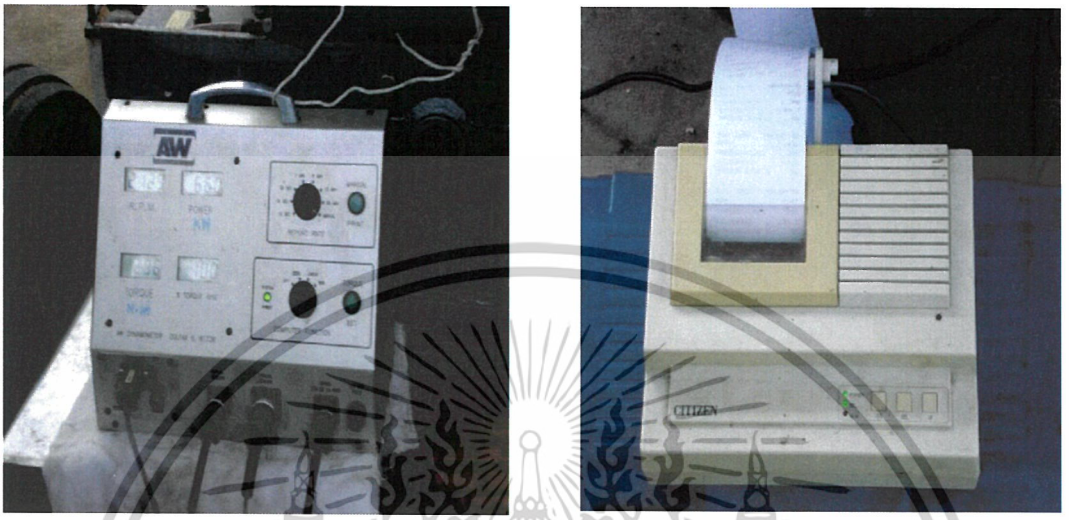
3.1.4 ไดนาโมมิเตอร์ ชนิด AW Dynamometer แสดงดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 ไดนาโมมิเตอร์ที่ใช้ทดสอบ AW Dynamometer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.5 เครื่องอ่านข้อมูลสมรรถนะเครื่องยนต์ซึ่งต่อเข้ากับเครื่อง AW Dynamometer แสดงดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 เครื่องอ่าน rpm, torque, power, อัตราการใช้เชื้อเพลิง

3.1.6 เครื่องวัดไอเสีย Opacity แสดงดังรูปที่ 3.6

รูปที่ 3.6 อุปกรณ์สำหรับตรวจวัดความเข้มของไอเสีย และ อุณหภูมิ Opacity

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.7 น้ำมันเชื้อเพลิงสำหรับใช้ทดลอง

แบ่งออกเป็น 4ชนิด คือ ดีเซล, B20, B50, B100

รูปที่ 3.7 แหล่งน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ทดสอบรสมรรถนะของเครื่องยนต์

3.1.8 Cooling Tower แสดงดังรูปที่ 3.8

รูปที่ 3.8 Cooling Tower

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 ขั้นตอนการทดลอง

ทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์แบบ (Shot Term Performance Test) การทดสอบระยะสั้นๆนั้นคือ การใช้น้ำมันดีเซลD2, Bio-diesel B-20, B-50, B-100 ใช้ทดสอบในช่วงสั้นๆซึ่งประกอบด้วยการทดสอบดังนี้

ทดสอบแรงบิดของเครื่องยนต์ (SAE Torque Test) โดยใช้มาตรฐานในการทดสอบ SAE J1349 , 1990 ซึ่งมีวิธีการดังนี้

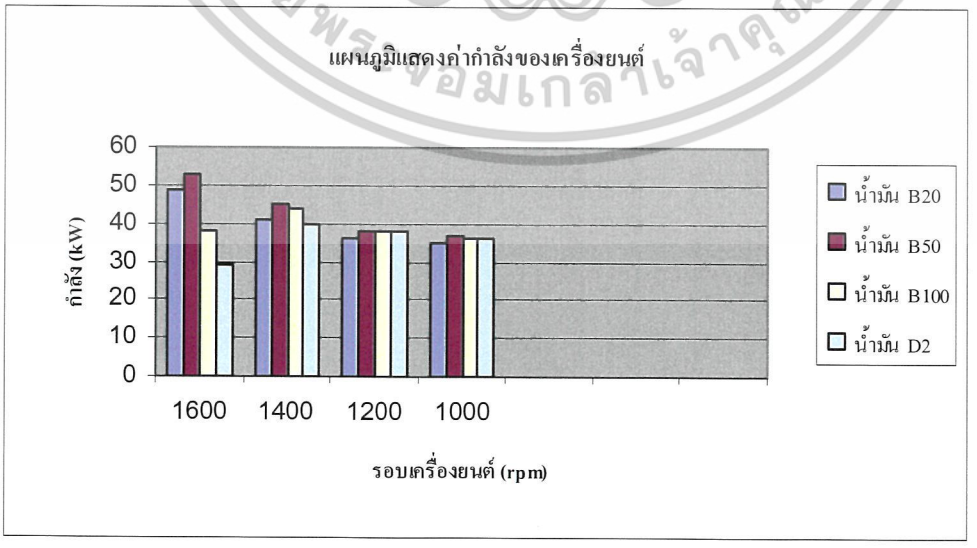
เร่งเครื่องเต็มที่ (Full throttle) แล้วเพิ่มภาระ (แรงบิด) โดยใช้ dynamometer ให้รอบเครื่องลดลงครั้งละ 100 รอบจนกระทั่งรอบเครื่องยนต์ลดลงเหลือครึ่งหนึ่งของรอบเครื่องยนต์สูงสุด เช่น (ถ้ารอบเครื่องยนต์ เร่งเต็มที่เท่ากับ 2600 รอบ/นาที จะต้องเพิ่มภาระจนกระทั่งรอบเครื่องยนต์ลดลงเหลือเพียงครึ่งหรือ 1300 รอบ/นาที โดยเพิ่มภาระให้รอบเครื่องยนต์ลดลงครั้งละ 100 รอบ/นาที)

ในแต่ละครั้งที่เครื่องยนต์ลดลง 100 รอบ เก็บข้อมูลดังต่อไปนี้

- แรงบิด
- กำลัง
- ค่าของไอเสีย
- อัตราการสิ้นเปลือง

โดยเก็บข้อมูลทุกๆ 90 วินาที ใช้เวลาในการเก็บข้อมูลครั้งละ 30 วินาที นำข้อมูลดังกล่าวไปวิเคราะห์ทางสถิติ เพื่อหาความแตกต่างของข้อมูลดังกล่าวของการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงต่างๆ

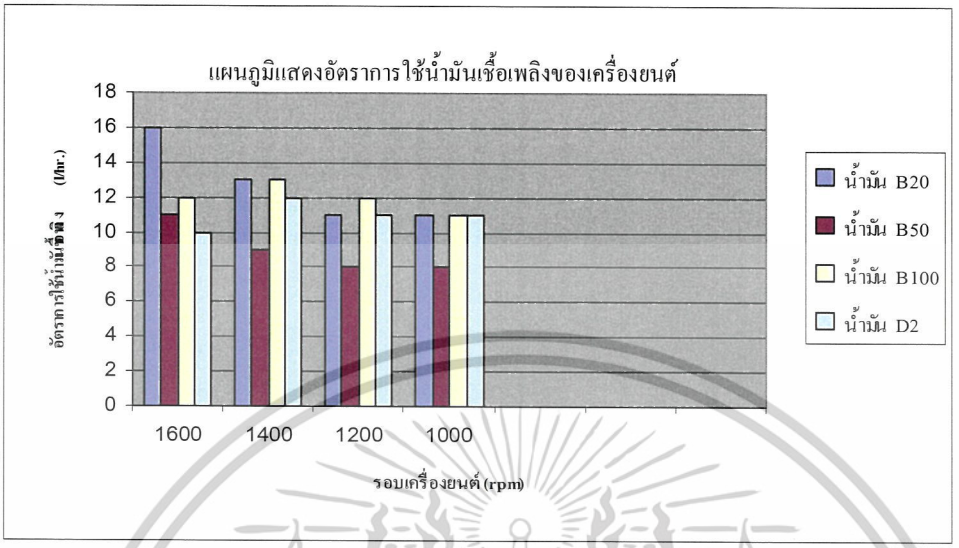
3.2.1 เก็บข้อมูลกำลังของเครื่องยนต์ ดังแสดงในรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 ตัวอย่างกราฟเมื่อได้ค่าจากการทดสอบกำลังของเครื่องยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 เก็บข้อมูลของอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง ดังแสดงในรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.10 ตัวอย่างกราฟเมื่อได้ค่าจากการทดสอบอัตราการสิ้นเปลือง

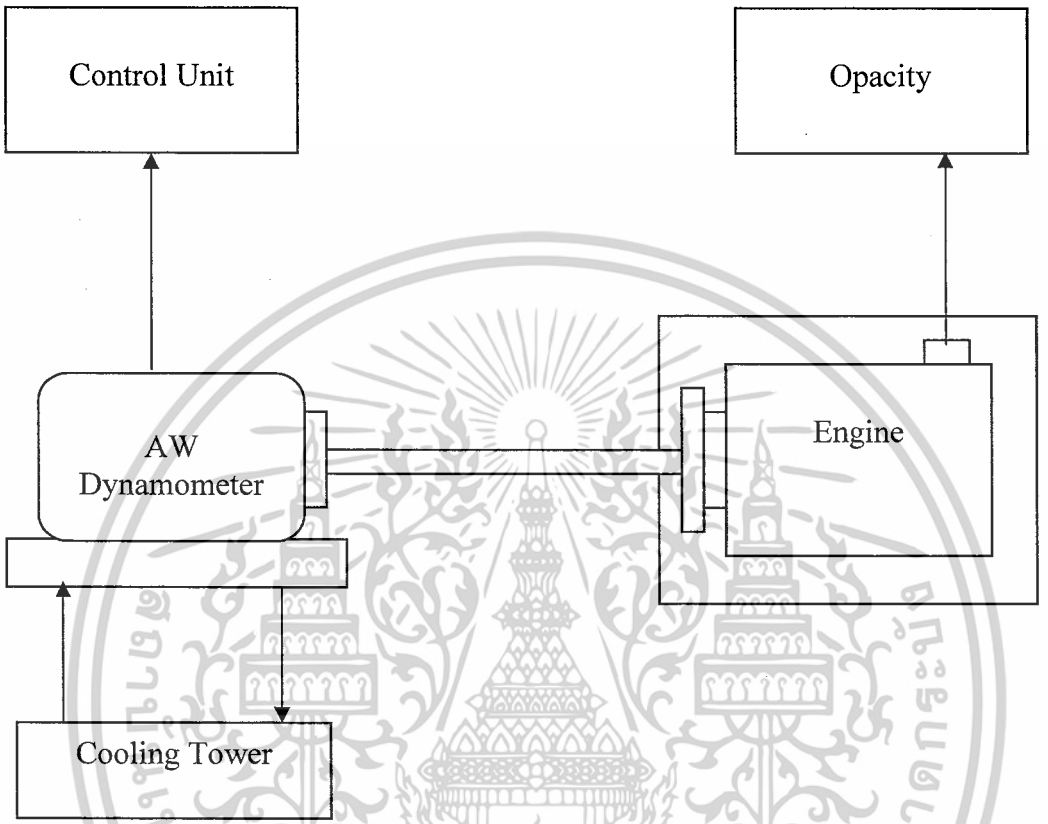
3.2.3 เก็บข้อมูลขององค์ประกอบของไอเสีย

ตารางที่ 3.2 ตัวอย่างตารางเก็บข้อมูลองค์ประกอบไอเสีย

องค์ประกอบไอเสีย								
1600 rpm	O_2	CO	CO_2	NO	NO_2	Nox	SO_2	H_2
	%	ppm	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Cummins	-	-	-	-	-	-	-	-
Komatsu	-	-	-	-	-	-	-	-
Hino	-	-	-	-	-	-	-	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4 แผนผังอุปกรณ์ และการติดตั้ง



รูปที่ 3.11 แผนผังอุปกรณ์ และการติดตั้งสำหรับการทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

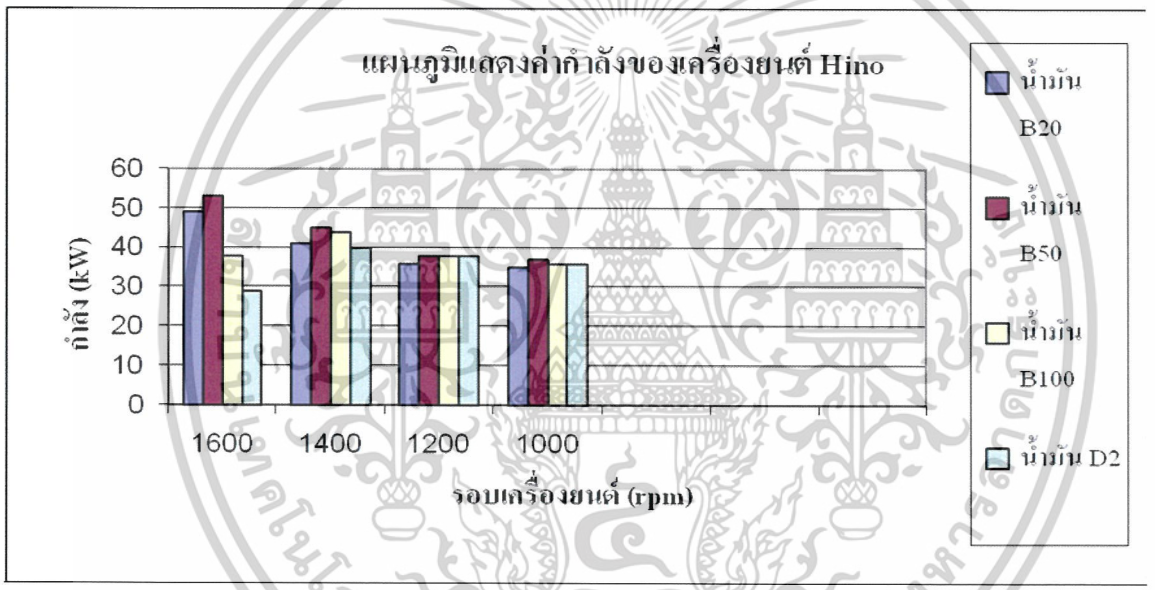
บทที่ 4

ผลการทดลองและการวิเคราะห์ผล

ผลการทดลองจะแบ่งออกเป็นสองส่วน ส่วนแรกเป็นส่วนของผลการทดลองทางด้านสมรรถนะของเครื่องยนต์ และอัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ ส่วนที่สององค์ประกอบประกอบของไอเสีย

4.1 ผลการทดลองที่ได้จากการทดสอบสมรรถนะ

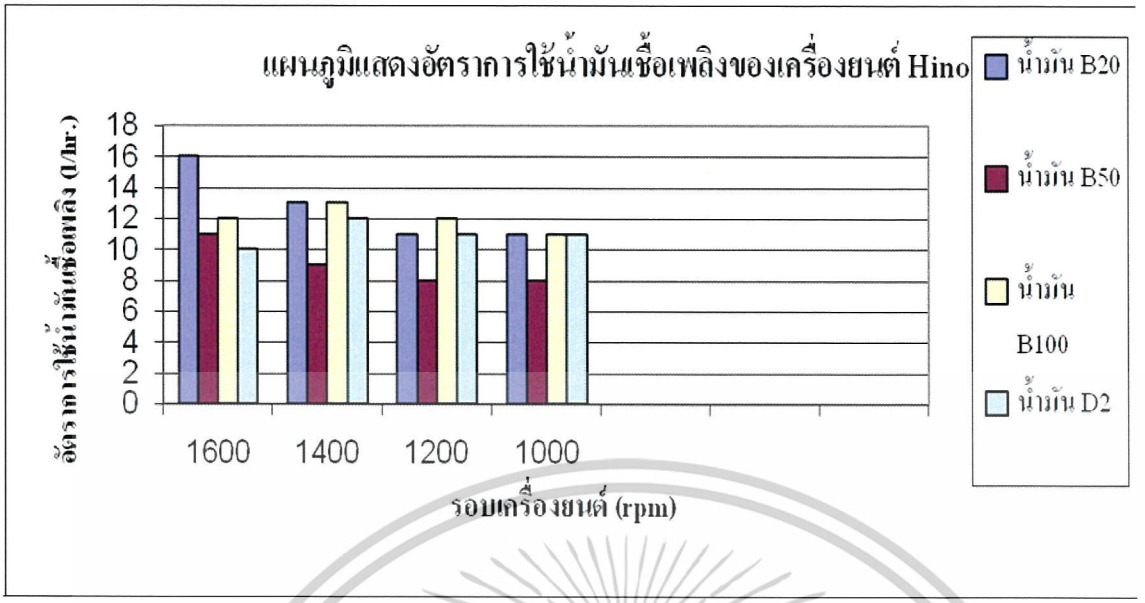
4.1.1 ผลการทดลองเปรียบเทียบสมรรถนะของเครื่องยนต์ Hino ระหว่างน้ำมัน D2,B20,B50,B100



รูปที่ 4.1 เปรียบเทียบค่ากำลังของเครื่องยนต์ Hino

จากรูปที่ 4.1 พบว่าค่ากำลังของเครื่องยนต์ Hino ที่ได้ในความเร็วรอบ 100 -1200 rpm มีค่ากำลังใกล้เคียงกัน และมีอัตรากำลังแตกต่างกันมากขึ้นเมื่อความเร็วรอบเพิ่มเป็น 1400 และ 1600 rpm การเปรียบเทียบกำลังของน้ำมันไบโอดีเซล B50 ให้กำลังมากที่สุดเมื่อเทียบกับเชื้อเพลิงชนิดอื่น รองลงมา คือ น้ำมันไบโอดีเซล B100, B20, D2 ตามลำดับ ด้านอัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ Hino

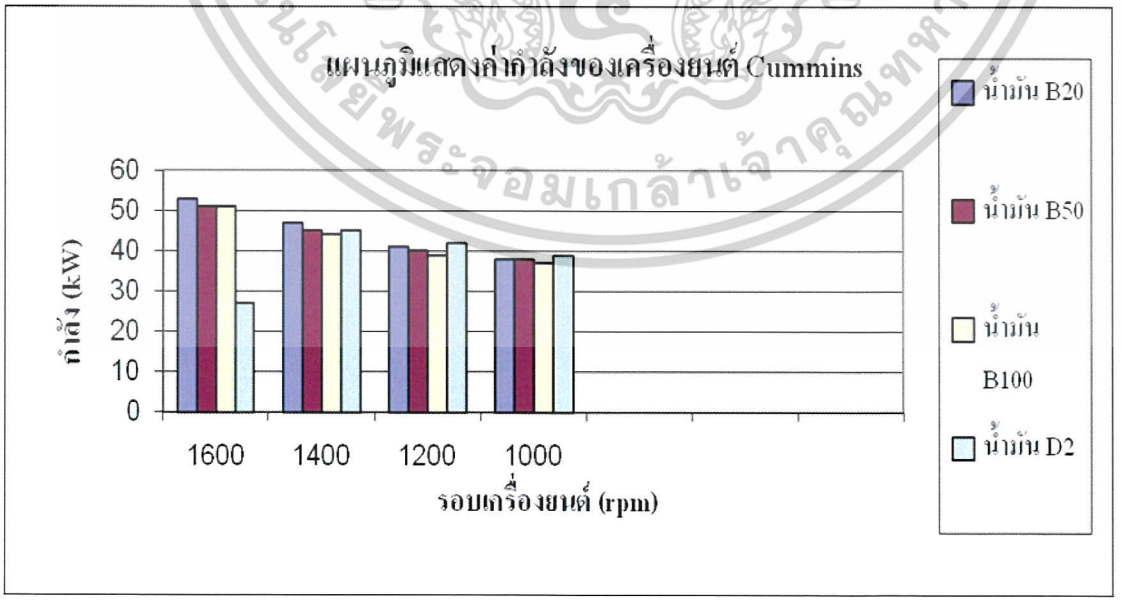
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 การเปรียบเทียบอัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ Hino

จากรูปที่ 4.2 พบว่าแนวโน้มอัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงของน้ำมันไบโอดีเซล B50 ใช้น้อยที่สุดเมื่อกับน้ำมันชนิดอื่น และน้ำมันไบโอดีเซล B20 มีอัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงมากที่สุด

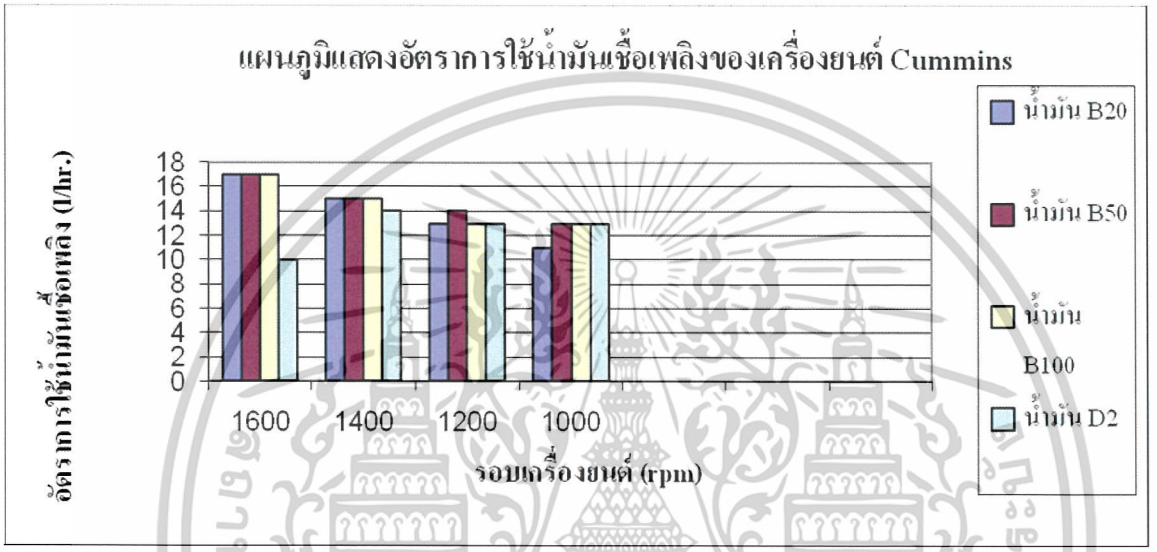
4.1.2 ผลการทดลองเปรียบเทียบสมรรถนะของเครื่องยนต์ Cummins ระหว่างน้ำมัน D2,B20,B50,B100



รูปที่ 4.3 แสดงการเปรียบเทียบค่ากำลังของเครื่องยนต์ Cummins

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.3 การเปรียบเทียบค่ากำลังของเครื่องยนต์ Cummins พบว่าน้ำมันไบโอดีเซล B20 มีแนวโน้มให้ค่ากำลังมากที่สุด และมีอัตรากำลังเพิ่มขึ้นตามความเร็วรอบ การเปรียบเทียบกำลังที่ความเร็วรอบ 1000 - 1400 rpm พบว่าน้ำมันไบโอดีเซล B100 ให้กำลังน้อยที่สุด และที่ความเร็วรอบ 1600 rpm น้ำมันดีเซล D2 กำลังของเครื่องยนต์ตกลงอย่างมากและมีกำลังน้อยที่สุดที่ความเร็วรอบนี้

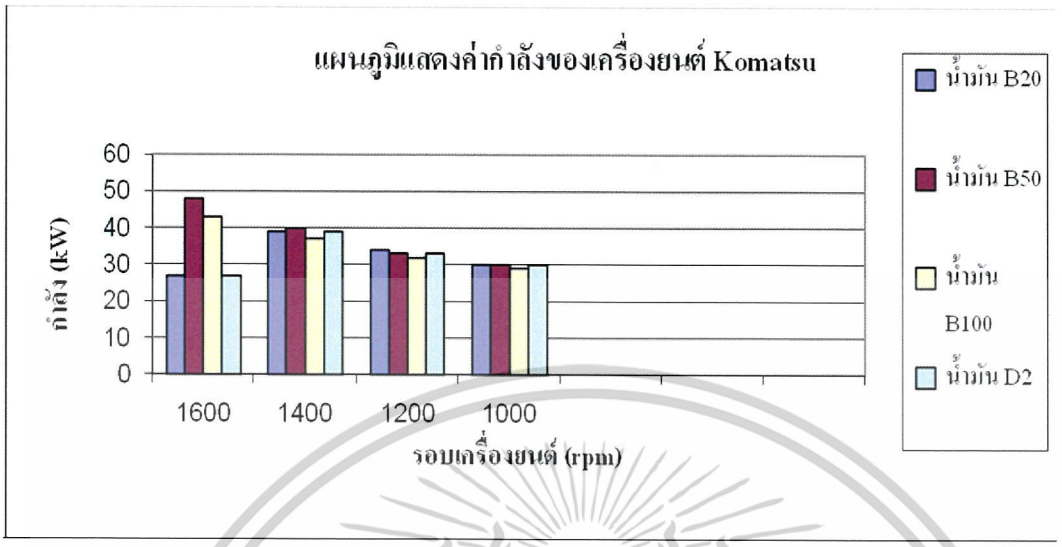


รูปที่ 4.4 แสดงการเปรียบเทียบอัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ Cummins

จากรูปที่ 4.4 แสดงการเปรียบเทียบอัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ Cummins พบว่า น้ำมันดีเซล D2 มีแนวโน้มอัตราการใช้เชื้อเพลิงน้อยที่สุดและจะเห็นได้ชัดเจนที่ความเร็วรอบ 1600 rpm และน้ำมันไบโอดีเซล B50 มีแนวโน้มอัตราการใช้เชื้อเพลิงมากที่สุด และเพิ่มขึ้นตามความเร็วรอบ

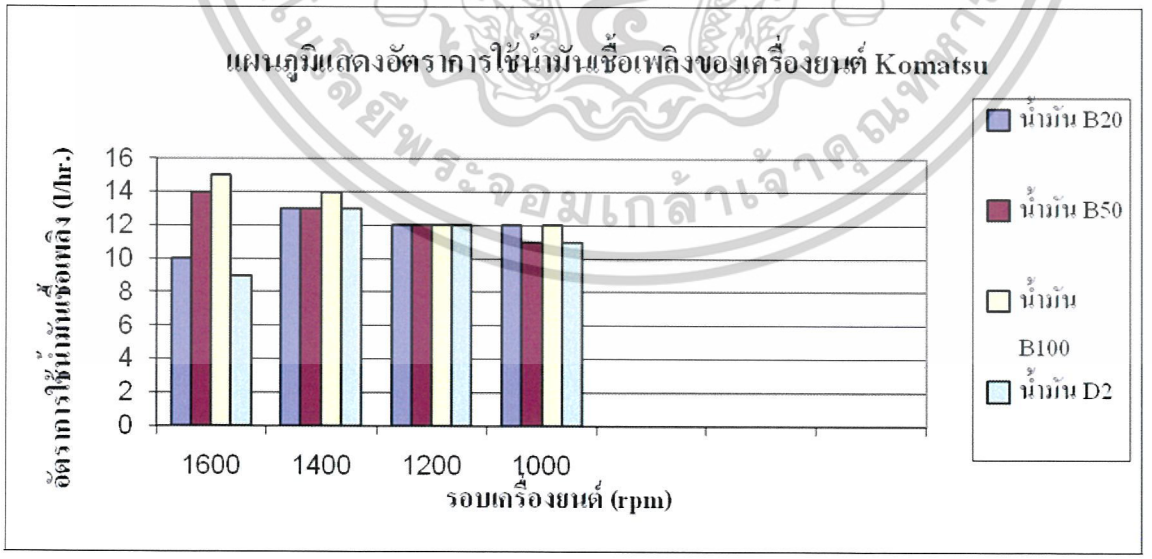
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3 ผลการทดลองเปรียบเทียบสมรรถนะของเครื่องยนต์ Komatsuระหว่างน้ำมันD2,B20,B50,B100



รูปที่ 4.5 การเปรียบเทียบค่ากำลังของเครื่องยนต์ Komatsu

จากรูปที่ 4.5 แสดงการเปรียบเทียบค่ากำลังของเครื่องยนต์ Komatsu พบว่าน้ำมันไบโอดีเซล B100 มีค่ากำลังเครื่องยนต์มากที่สุดเมื่อเทียบกับเชื้อเพลิงชนิดอื่นและมีค่ามากขึ้นตามความเร็วรอบ ที่ความเร็วรอบ 100 – 1400 rpm พบว่าน้ำมันไบโอดีเซลB100 ค่ากำลังเครื่องยนต์น้อยที่สุด และที่ความเร็วรอบ 1600 rpm น้ำมันไบโอดีเซลB20 และน้ำมันดีเซล D2 กำลัง มีค่ากำลังน้อยที่สุด



รูปที่ 4.6 การเปรียบเทียบอัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ Komatsu

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษา

1. จากกราฟกำลังและแรงบิด และแรงบิดของเครื่องยนต์พบว่าน้ำมันเชื้อเพลิงไบโอดีเซลในสัดส่วนตั้งแต่ B20, B50, B100, ดีเซล D2 ในช่วงรอบของการใช้งานจริงของเรือประมงอยู่ที่ 1400 rpm – 1600 rpm

Hino จะให้กำลังสูงสุดคือ น้ำมันไบโอดีเซล B20 และ B50 รองลงมาคือ B100 และ ดีเซล D2 โดยกำลังสูงสุดที่ทำได้คือ 40 kW ถึง 60 kW

Cummins จะให้กำลังสูงสุดคือ น้ำมันไบโอดีเซล B20 และ B50 รองลงมาคือ B100 และ ดีเซล D2โดยกำลังสูงสุดที่ทำได้คือ 40 kW ถึง 60 kW

Komutsu จะให้กำลังสูงสุดคือ น้ำมันไบโอดีเซล B20 และ B100 รองลงมาคือ B50 และ ดีเซล D2โดยกำลังสูงสุดที่ทำได้คือ 40 kW ถึง 60 kW

เมื่อนำกำลังของเครื่องยนต์ทั้ง 3 ยี่ห้อมาเปรียบเทียบกัน จะพบว่าเครื่องยนต์ Hino กับ Cummins จะให้กำลังมากที่สุดรองลงมาคือ เครื่องยนต์ Komutsu

2. อัตราการสิ้นเปลืองของน้ำมันเชื้อเพลิงพบว่าน้ำมันเชื้อเพลิงไบโอดีเซลใน สัดส่วนตั้งแต่ B20, B50, B100, ดีเซล D2 ในช่วงรอบของการใช้งานจริงของเรือประมงอยู่ที่ 1400 rpm – 1600 rpm

Hino จะมีอัตราการสิ้นเปลืองของน้ำมันเชื้อเพลิงสูงสุดคือน้ำมันไบโอดีเซล B20 และ B50 รองลงมาคือ B100 และ ดีเซล D2โดยกำลังสูงสุดที่ทำได้คือ 40 kW ถึง 60 kW

Cummins จะมีอัตราการสิ้นเปลืองของน้ำมันเชื้อเพลิงสูงสุดคือ น้ำมันไบโอดีเซล B20 และ B50 รองลงมาคือ B100 และ ดีเซล D2โดยกำลังสูงสุดที่ทำได้คือ 40 kW ถึง 60 kW

Komutsu จะมีอัตราการสิ้นเปลืองของน้ำมันเชื้อเพลิงสูงสุดคือ น้ำมันไบโอดีเซล B20 และ B100 รองลงมาคือ B50 และ ดีเซล D2โดยกำลังสูงสุดที่ทำได้คือ 40 kW ถึง 60 kW

เมื่อนำกำลังของเครื่องยนต์ทั้ง 3 ยี่ห้อมาเปรียบเทียบกัน จะพบว่าเครื่องยนต์ Cummins จะมีอัตราการสิ้นเปลืองของน้ำมันเชื้อเพลิงมากที่สุดรองลงมาคือ เครื่องยนต์ Komutsu กับ Hino

3. ค่าองค์ประกอบของไอเสียโดยที่เราสนใจจะเน้นค่า CO และ No_x ซึ่งเป็นค่ามลพิษทางสิ่งแวดล้อมที่สำคัญโดยจะนำเครื่องยนต์ที่มีกำลังมากที่สุดมาเปรียบเทียบกับเครื่องยนต์ที่เหมาะกับการใช้งานมากที่สุด คือ Cummins กับ Hino โดยจะเปรียบเทียบที่ 1600 rpm

น้ำมันดีเซล D2 จะพบว่าค่า CO (คาร์บอนมอนอกไซด์) มีค่าใกล้เคียงกันที่ 440-460 ppm และค่า NO_X (ออกไซด์ของไนโตรเจน) ของ Cummins มีค่าเท่ากับ 572 ppm และของ Hino มีค่าเท่ากับ 490 ppm ซึ่งแตกต่างกันอยู่ 22 ppm สรุปแล้วมีค่าใกล้เคียงกันมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำมันไบโอดีเซล B100 จะพบว่าค่า CO (คาร์บอนมอนอกไซด์) ของเครื่องยนต์ Cummins มีค่าเท่ากับ 2,032 ppm และของเครื่องยนต์ Hino มีค่าเท่ากับ 413 ppm ซึ่งแตกต่างกันมาก ค่า NO_X (ออกไซด์ของไนโตรเจน) ของ Cummins มีค่าเท่ากับ 2,348 ppm และของเครื่องยนต์ Hino มีค่าเท่ากับ 717 ppm สรุปแล้วเมื่อใช้น้ำมันไบโอดีเซล B100 จะพบว่าค่า CO (คาร์บอนมอนอกไซด์) และค่า NO_X (ออกไซด์ของไนโตรเจน) จะมีความแตกต่างกันมาก ระหว่างเครื่องยนต์ Cummins กับ Hino

4. ค่าองค์ประกอบของไอเสียของเครื่องยนต์ Hino เนื่องจากเครื่องยนต์ Hino เป็นเครื่องยนต์ที่เหมาะกับการใช้งานจริง เมื่อนำค่า CO (คาร์บอนมอนอกไซด์) และค่า NO_X (ออกไซด์ของไนโตรเจน) มาเปรียบเทียบที่ 1600 rpm ในสัดส่วนน้ำมันตั้งแต่ไบโอดีเซล B20,B50,B100 และดีเซล D2 พบว่า ค่า CO (คาร์บอนมอนอกไซด์) จะมีมากที่สุดที่น้ำมันไบโอดีเซล B20 และ B50 รองลงมาคือ B100 และ D2 ซึ่งน้ำมันไบโอดีเซล B20 และ B50 มีค่า CO (คาร์บอนมอนอกไซด์) ใกล้เคียงกันมาก ซึ่งสอดคล้องกับค่ากำลังของเครื่องยนต์และอัตราการสิ้นเปลืองของเครื่องยนต์ที่ได้จากผลการทดลอง และค่า NO_X (ออกไซด์ของไนโตรเจน) จะมีมากที่สุดที่น้ำมันไบโอดีเซล B20 และ B50 รองลงมาคือ B100 และ D2 ซึ่งน้ำมันไบโอดีเซล B20 และ B50 มีค่า CO (คาร์บอนมอนอกไซด์) ใกล้เคียงกันมาก ซึ่งสอดคล้องกับค่ากำลังของเครื่องยนต์และอัตราการสิ้นเปลืองของเครื่องยนต์ที่ได้จากผลการทดลอง เช่นเดียวกับค่า CO (คาร์บอนมอนอกไซด์)

5. ค่าควันดำ (Opacity,%) โดยจะนำเครื่องยนต์ที่มีกำลังมากที่สุดมาเปรียบเทียบกับเครื่องยนต์ที่เหมาะกับการใช้งานมากที่สุด คือ Cummins กับ Hino โดยจะเปรียบเทียบที่ 1600 rpm จะพบว่าน้ำมันไบโอดีเซล B20 และ B50 ของทั้ง 2 ยี่ห้อ จะมีค่า Opacity มากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลอง ค่า Opacity อยู่ในช่วง 10-20% แต่เครื่องยนต์ Hino มีค่า Opacity มากกว่าเครื่องยนต์ Cummins

5.2 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

น้ำมันไบโอดีเซล สามารถใช้งานกับเครื่องยนต์เรือประมงได้ทุกยี่ห้อ โดยเครื่องยนต์ Cummins จะให้กำลังเครื่องยนต์ดีที่สุด รองลงมาเป็น Hino และ Komatsu แต่อัตราการใช้เชื้อเพลิงนั้นเครื่องยนต์ Cummins จะใช้เชื้อเพลิงมากที่สุด รองลงมาเป็น Komatsu และ Hino ดังนั้นในด้านความคุ้มค่าของการใช้งานแล้ว การนำเครื่องยนต์ Hino มาใช้มีความเหมาะสมมากกว่า เนื่องจากมีอัตราการใช้เชื้อเพลิงน้อยกว่ามาก ในขณะที่ให้กำลังเครื่องยนต์ไม่แตกต่างจากเครื่อง Cummins มากนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก (ก)

Cummins(21 พ.ย. 51)_B20

รอบเครื่องยนต์	แรงบิด	กำลัง	อัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงเฉลี่ย					Opacity
(rpm)	(N-m)	(kW)	sec/7 ml.	cc/sec	l/sec	l/hr.	gm/kW-hr	%
2001	158	33.1	1.79667	0.00958	0.00001	0.03449	361.62436	1.01
1951	223	45.5	1.54667	0.00946	0.00001	0.03406	305.59416	
1900	277	55.1	1.31333	0.00941	0.00001	0.03387	297.18481	3.57
1852	310	60.1	1.22000	0.00945	0.00001	0.03402	293.30460	
1799	325	61.2	1.22000	0.00961	0.00001	0.03460	288.03279	7.16
1747	326	59.6	1.25000	0.00985	0.00001	0.03545	288.66685	
1701	328	58.3	1.28667	0.01006	0.00001	0.03622	286.69398	7.87
1652	329	56.7	1.35000	0.01031	0.00001	0.03710	280.95473	
1601	330	55.3	1.37333	0.01057	0.00001	0.03806	283.17316	3.05
1552	330	53.7	1.45667	0.01085	0.00001	0.03906	274.92783	
1497	332	52	1.51667	0.01116	0.00001	0.04019	272.68402	1.5
1449	330	50	1.57333	0.01148	0.00001	0.04133	273.37729	
1401	332	48.8	1.62000	0.01179	0.00001	0.04243	272.03097	2.07
1353	333	47	1.65333	0.01212	0.00001	0.04362	276.75463	
1303	334	45.5	1.72000	0.01248	0.00001	0.04493	274.79785	7.79
1247	337	43.9	1.74000	0.01290	0.00001	0.04644	281.53955	
1198	337	42.2	1.80333	0.01331	0.00001	0.04793	282.59516	3.21
1151	340	41	1.85667	0.01371	0.00001	0.04935	282.51101	
1102	338	38.5	1.95333	0.01420	0.00001	0.05113	285.96711	10.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Cummins(21 พ.ย. 51)_B50

รอบเครื่องยนต์	แรงบิด	กำลัง	อัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงเฉลี่ย					Opacity
(rpm)	(N-m)	(kW)	sec/7 ml.	cc/sec	l/sec	l/hr.	gm/kW-hr	%
2200	187	43.1	810.03333	0.00864	0.00001	0.03111	401.16009	1.15
2151	241	54.3	815.43333	0.00858	0.00001	0.03090	349.88758	
2101	269	59.1	809.70000	0.00865	0.00001	0.03112	341.31416	5.48
2050	276	59.3	795.10000	0.00880	0.00001	0.03169	345.49472	
2000	284	59.5	781.16667	0.00896	0.00001	0.03226	331.85001	4.42
1953	290	59.3	767.43333	0.00912	0.00001	0.03284	318.53415	
1898	296	58.8	750.93333	0.00932	0.00001	0.03356	307.04420	2.12
1849	302	58.4	736.46667	0.00950	0.00001	0.03422	296.06164	
1802	307	58	722.33333	0.00969	0.00001	0.03489	296.53448	2.52
1750	310	56.7	705.56667	0.00992	0.00001	0.03572	297.07904	
1702	313	55.8	690.26667	0.01014	0.00001	0.03651	295.02722	5.28
1650	317	54.8	673.93333	0.01039	0.00001	0.03739	291.59692	
1602	319	53.6	658.20000	0.01064	0.00001	0.03829	293.10868	5.28
1552	321	52.1	641.70000	0.01091	0.00001	0.03927	290.37908	
1500	321	50.5	623.83333	0.01122	0.00001	0.04040	290.82746	7.45
1454	321	48.8	607.93333	0.01151	0.00001	0.04145	291.77917	
1400	322	47.2	589.73333	0.01187	0.00001	0.04273	292.12347	5.39
1351	322	45.6	572.86667	0.01222	0.00001	0.04399	288.38028	
1299	324	44.2	555.73333	0.01260	0.00001	0.04535	289.36342	0.707
1249	325	42.5	538.83333	0.01299	0.00001	0.04677	287.97621	
1200	326	41.1	522.36667	0.01340	0.00001	0.04824	293.39026	6.62
1149	328	39.4	505.46667	0.01385	0.00001	0.04985	295.15779	
1101	326	37.7	488.23333	0.01434	0.00001	0.05161	299.92841	8.96

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Cummins(24 พ.ย. 51)_B100

รอบเครื่องยนต์	แรงบิด	กำลัง	อัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงเฉลี่ย					Opacity
(rpm)	(N-m)	(kW)	sec/7 ml.	cc/sec	l/sec	l/hr.	gm/kW-hr	%
2200	199	45.9	1.25667	0.00859	0.00001	0.03092	385.77001	2.50
2151	248	55.9	1.09333	0.00855	0.00001	0.03080	364.08002	
2100	267	58.7	1.07000	0.00866	0.00001	0.03117	354.27407	6.32
2051	275	59.0	1.07000	0.00881	0.00001	0.03170	352.47268	
2001	283	59.3	1.10667	0.00896	0.00001	0.03226	339.07028	4.76
1952	286	58.7	1.15667	0.00914	0.00001	0.03292	327.72904	
1900	292	58.0	1.16667	0.00933	0.00001	0.03360	328.84138	7.10
1849	299	57.2	1.23667	0.00952	0.00001	0.03428	314.56657	
1800	299	56.3	1.27333	0.00974	0.00001	0.03508	310.39216	2.58
1749	302	55.3	1.29333	0.00997	0.00001	0.03589	311.11836	
1700	309	55.1	1.30000	0.01017	0.00001	0.03663	310.64638	4.49
1651	311	53.7	1.41667	0.01042	0.00001	0.03751	292.49556	
1600	314	52.7	1.45333	0.01068	0.00001	0.03844	290.52626	1.78
1551	315	51.6	1.43667	0.01095	0.00001	0.03942	300.16187	
1499	315	49.8	1.45333	0.01127	0.00001	0.04056	307.44446	4.46
1453	317	48.4	1.52000	0.01155	0.00001	0.04158	302.46303	
1399	317	46.5	1.55000	0.01191	0.00001	0.04289	308.72841	3.55
1347	317	44.7	1.63333	0.01229	0.00001	0.04424	304.77469	
1300	319	43.5	1.65000	0.01263	0.00001	0.04547	310.01881	4.39
1249	319	41.5	1.72000	0.01305	0.00001	0.04697	311.73438	
1204	321	40.2	1.82000	0.01342	0.00001	0.04830	304.13318	5.64
1149	319	38.6	1.94000	0.01394	0.00001	0.05018	297.14759	
1100	318	36.7	1.98333	0.01444	0.00001	0.05197	305.70284	6.72

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

องค์ประกอบไอเสีย(2 ม.ค. 52) Cummins B100								
รอบเครื่องยนต์	O_2	CO	CO_2	NO	NO_2	Nox	SO_2	H_2
(rpm)	%	ppm	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
2200	9.89	415	7.35	2542	107.3	2650	0	0
2151								
2100	5.61	1487	10.12	3313	111	3424	0	0
2051								
2001	5.13	2065	10.41	2994	90.7	3085	0	0
1952								
1900	5.21	2076	10.33	2790	84.4	2875	0	0
1849								
1800	5.28	2031	10.31	2525	71.6	2597	0	0
1749								
1700	5.17	2131	10.2	2358	69.5	2428	3	0
1651								
1600	5.18	2032	10.08	2279	68.9	2348	3	0
1551								
1499	5.3	2139	10.03	2282	70.2	2353	3	0
1453								
1399	5.13	2347	10.26	2415	71.8	2487	4	0
1347								
1300	4.9	3025	10.43	2510	71.1	2581	0	0
1249								
1204	4.88	3003	10.47	2649	76.9	2726	0	0
1149								
1100	5.38	3274	10.11	2622	83.4	2705	0	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Cummins(28 พ.ย. 51)_D2

รอบเครื่องยนต์	แรงบิด	กำลัง	อัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงเฉลี่ย				
(rpm)	(N-m)	(kW)	sec/7 ml.	cc/sec	l/sec	l/hr.	gm/kW-hr
1603	92	15.4	3.24333	0.01228	0.00001	0.04420	426.83360
1550	147	23.9	2.77333	0.01220	0.00001	0.04393	321.64065
1500	204	32	2.28333	0.01210	0.00001	0.04355	291.77737
1452	253	38.5	2.05333	0.01204	0.00001	0.04336	269.68123
1401	295	43.3	1.89333	0.01207	0.00001	0.04347	260.04944
1352	329	46.5	1.70333	0.01216	0.00001	0.04376	269.16483
1301	333	45.4	1.72000	0.01250	0.00001	0.04502	273.01506
1250	337	44.2	1.76000	0.01287	0.00001	0.04635	274.05389
1202	340	42.8	1.86000	0.01325	0.00001	0.04770	267.80223
1151	341	41	1.90667	0.01370	0.00001	0.04932	272.71704
1101	340	39.4	1.94000	0.01419	0.00001	0.05107	278.91569

องค์ประกอบไอเสีย Cummins_D2								
รอบเครื่องยนต์	O_2	CO	CO_2	NO	NO_2	Nox	SO_2	H_2
(rpm)	%	ppm	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
1603	15.62	468	1.47	549	22.5	572	1	42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Hino(4 ธ.ค. 51)_B20

รอบเครื่องยนต์	แรงบิด	กำลัง	อัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงเฉลี่ย					Opacity
(rpm)	(N-m)	(kW)	sec/7 ml.	cc/sec	l/sec	l/hr.	gm/kW-hr	%
2200	225	51.8	825.60000	0.00848	0.00001	0.03052	278.63595	6.64
2151	276	62.2	829.73333	0.00844	0.00001	0.03037	259.96277	18.5
2099	309	67.9	825.30000	0.00848	0.00001	0.03053	252.03642	14.9
2054	319	68.7	813.90000	0.00860	0.00001	0.03096	255.19366	19.1
2001	322	67.4	796.80000	0.00879	0.00001	0.03163	253.23442	18.5
1951	322	65.8	779.60000	0.00898	0.00001	0.03232	252.05710	
1902	324	64.5	763.50000	0.00917	0.00001	0.03301	253.23144	
1850	322	62.3	744.76667	0.00940	0.00001	0.03384	260.19762	
1804	319	60.3	727.76667	0.00962	0.00001	0.03463	262.23881	23.8
1748	319	58.4	708.46667	0.00988	0.00001	0.03557	270.10852	
1699	315	55.8	689.93333	0.01015	0.00001	0.03653	268.26435	
1651	310	53.6	671.53333	0.01042	0.00001	0.03753	275.44076	
1599	309	51.7	653.23333	0.01072	0.00001	0.03858	270.69670	19.9
1549	307	49.8	635.26667	0.01102	0.00001	0.03967	275.64317	
1503	306	47.5	618.83333	0.01131	0.00001	0.04072	278.90215	
1454	303	46.1	601.03333	0.01165	0.00001	0.04193	278.23100	
1399	300	44.0	581.00000	0.01205	0.00001	0.04337	274.58733	16.5
1350	299	42.2	563.73333	0.01242	0.00001	0.04470	275.96386	
1297	298	40.5	545.16667	0.01284	0.00001	0.04622	278.49883	
1253	299	39.1	530.36667	0.01320	0.00001	0.04751	270.50036	
1203	294	37.2	511.40000	0.01369	0.00001	0.04928	273.55348	15.5
1148	292	35.5	491.83333	0.01423	0.00001	0.05124	267.26197	
1100	302	34.9	478.96667	0.01461	0.00001	0.05261	271.45753	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

องค์ประกอบไอเสีย(2 ธ.ค. 51) Hino B20								
รอบเครื่องยนต์	O_2	CO	CO_2	NO	NO_2	Nox	SO_2	H_2
(rpm)	%	ppm	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
2200	11.58	670		817	13.8	831	1	0
2151								
2099	7.63	2353		1032	18.7	1051	0	2
2054								
2001	6.14	4058		991	17.8	1008	0	183
1951								
1902	5.99	4577		947	16.6	963	0	325
1850								
1804	6.01	4763		903	15.3	919	0	367
1748								
1699	6.09	5007		915	15.5	931	0	417
1651								
1599	6.42	4587		928	15.9	944	0	374
1549								
1503	6.63	4664		921	16.1	937	0	442
1454								
1399	7	3929		913	15	928	0	386
1350								
1297	7.18	3704		924	16	940	1	310
1253								
1203	7.01	3684		965	16.1	981	0	349
1148								
1100	6.48	4603		875	17.4	890	0	669

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Hino(24 ม.ค. 52)_B50

รอบเครื่องยนต์	แรงบิด	กำลัง	อัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงเฉลี่ย					Opacity
(rpm)	(N-m)	(kW)	sec/7 ml.	cc/sec	l/sec	l/hr.	gm/kW-hr	%
1801	101	19	640.33333	0.01093	0.00001	0.03935	362.84810	2.36
1748	199	36.4	661.13333	0.01059	0.00001	0.03812	231.67742	
1702	264	47	671.00000	0.01043	0.00001	0.03756	189.96686	
1652	303	52.3	669.10000	0.01046	0.00001	0.03766	180.06348	
1602	322	54.2	659.40000	0.01062	0.00001	0.03822	175.26656	14.7
1550	337	54.8	647.26667	0.01081	0.00001	0.03893	176.42476	
1500	338	53.2	630.40000	0.01110	0.00001	0.03997	173.51695	
1450	338	51.7	613.23333	0.01141	0.00001	0.04109	175.33192	
1400	332	48.5	593.50000	0.01179	0.00001	0.04246	178.01196	17.6
1348	328	46.1	574.03333	0.01219	0.00001	0.04390	182.22429	
1302	321	44.4	555.80000	0.01259	0.00001	0.04534	180.61184	
1249	315	40.7	534.90000	0.01309	0.00001	0.04711	190.48677	
1196	315	39.5	516.83333	0.01354	0.00001	0.04876	187.59494	11.7
1154	311	37.4	500.80000	0.01398	0.00001	0.05032	185.11568	
1098	318	36.7	484.23333	0.01446	0.00001	0.05204	193.14782	

องค์ประกอบไอเสีย Hino B50								
รอบเครื่องยนต์	O_2	CO	CO_2	NO	NO_2	Nox	SO_2	H_2
(rpm)	%	ppm	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
1801	12.39	399	5.32	708	11.1	719	1	4
1702	9.07	1219	7.44	988	16.5	1005	1	2
1602	7.17	2961	8.56	963	14.7	978	1	416
1500	6.74	3452	8.83	923	14.7	938	0	540
1400	6.96	3318	8.75	878	13.6	892	0	552
1302	7.14	2791	8.61	875	13.7	889	0	410
1196	7.13	2881	8.69	887	14.2	901	0	443
1098	6.59	3812	9.03	864	13.8	878	0	708

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Hino(22 ธ.ค. 51)_B100

รอบเครื่องยนต์	แรงบิด	กำลัง	อัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงเฉลี่ย					Opacity
(rpm)	(N-m)	(kW)	sec/7 ml.	cc/sec	l/sec	l/hr.	gm/kW-hr	%
1600	176	29.5	2.54333	0.01163	0.00001	0.04187	296.57596	1.77
1551	239	38.7	2.06667	0.01148	0.00001	0.04134	278.21455	
1499	263	41.3	1.96667	0.01165	0.00001	0.04192	273.95576	
1450	280	42.5	1.90333	0.01185	0.00001	0.04265	275.07902	
1399	307	45.1	1.85000	0.01199	0.00001	0.04317	266.69383	6.59
1349	322	45.9	1.79333	0.01223	0.00001	0.04403	270.32583	
1304	318	43.8	1.94000	0.01261	0.00001	0.04538	261.86979	
1248	318	42.0	1.98667	0.01306	0.00001	0.04701	266.67785	
1199	315	39.8	2.05333	0.01352	0.00001	0.04865	272.28186	7.61
1150	309	37.2	2.15667	0.01404	0.00001	0.05053	277.35454	
1101	319	36.7	2.17667	0.01442	0.00001	0.05190	278.55006	

องค์ประกอบไอเสีย Hino B100								
รอบเครื่องยนต์	O_2	CO	CO_2	NO	NO_2	Nox	SO_2	H_2
(rpm)	%	ppm	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
1600	13.15	413	5.41	707	9.5	717	1	59
1551								
1499	10.16	851	7.19	1026	15.5	1042	2	155
1450								
1399	8.47	1497	8.13	1066	15.6	1082	2	335
1349								
1304	7.57	2287	8.54	1013	14.8	1028	1	512
1248								
1199	7.65	2229	8.36	963	13.8	977	1	468
1150								
1101	7.02	2901	8.63	923	12.7	936	1	555

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

HINO(1 ธ.ค. 51)_D2

รอบเครื่องยนต์	แรงบิด	กำลัง	อัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงเฉลี่ย					Opacity
(rpm)	(N-m)	(kW)	sec/7 ml.	cc/sec	l/sec	l/hr.	gm/kW-hr	%
1601	96	16.1	3.56667	0.01226	0.00001	0.04413	3.56667	2.14
1553	177	28.8	2.60667	0.01194	0.00001	0.04298	2.60667	
1499	219	34.4	2.29333	0.01198	0.00001	0.04314	2.29333	3.59
1447	246	37.3	2.24333	0.01214	0.00001	0.04369	2.24333	
1400	265	38.9	2.13000	0.01232	0.00001	0.04437	2.13000	5.97
1352	286	40.5	2.09000	0.01251	0.00001	0.04504	2.09000	
1299	307	41.8	2.00333	0.01274	0.00001	0.04588	2.00333	14.7
1248	310	40.6	2.07333	0.01314	0.00001	0.04729	2.07333	
1198	309	38.7	2.24667	0.01359	0.00001	0.04891	2.24667	21.1
1153	307	37.1	2.33667	0.01403	0.00001	0.05050	2.33667	
1100	313	36.1	2.34333	0.01449	0.00001	0.05217	2.34333	23.1

องค์ประกอบไอเสีย(18 ธ.ค. 51) Hino_D2								
รอบเครื่องยนต์	O_2	CO	CO_2	NO	NO_2	Nox	SO_2	H_2
(rpm)	%	ppm	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
1601	15.27	443	3.65	478	12.2	490	1	0
1553								
1499	10.11	1095	6.94	1027	20.9	1048	1	0
1447								
1400	8.71	1827	7.81	1057	20.8	1077	1	0
1352								
1299	7.46	3318	8.56	992	18.2	1010	1	9
1248								
1198	7.27	3363	8.67	981	18.5	999	1	47
1153								
1100	6.6	4398	9.08	946	16.7	963	1	283

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Komatsu(6 ม.ค. 52)_B20

รอบเครื่องยนต์	แรงบิด	กำลัง	อัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงเฉลี่ย				
(rpm)	(N-m)	(kW)	sec/7 ml.	cc/sec	l/sec	l/hr.	gm/kW-hr
1601	120	20.1	3.22667	2.16942	0.00217	7.80992	331.59122
1550	157	25.5	2.70667	2.58621	0.00259	9.31034	311.58621
1502	188	29.6	2.46667	2.83784	0.00284	10.21622	294.54456
1452	227	34.4	2.22667	3.14371	0.00314	11.31737	280.76278
1401	260	38.3	2.01667	3.47107	0.00347	12.49587	278.43273
1346	288	40.2	1.80333	3.88170	0.00388	13.97412	296.65462
1303	287	39.3	1.86000	3.76344	0.00376	13.54839	294.20340
1245	282	36.6	1.89667	3.69069	0.00369	13.28647	309.79976
1204	279	35.6	1.98000	3.53535	0.00354	12.72727	305.09704
1146	269	31.6	2.06000	3.39806	0.00340	12.23301	330.36869
1100	260	29.7	2.11667	3.30709	0.00331	11.90551	342.09306

Komatsu(31 ธ.ค. 51)_D2

รอบเครื่องยนต์	แรงบิด	กำลัง	อัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงเฉลี่ย				
(rpm)	(N-m)	(kW)	sec/7 ml.	cc/sec	l/sec	l/hr.	gm/kW-hr
1602	103	17.3	3.40667	2.05479	0.00205	7.39726	361.73886
1546	158	25.6	2.76000	2.53623	0.00254	9.13043	301.73234
1504	187	29.5	2.48333	2.81879	0.00282	10.14765	291.01399
1451	230	34.9	2.21667	3.15789	0.00316	11.36842	275.57834
1404	263	38.7	2.01000	3.48259	0.00348	12.53731	274.07150
1349	287	40.5	1.87000	3.74332	0.00374	13.47594	281.49733
1304	286	39.1	1.85000	3.78378	0.00378	13.62162	294.72869
1250	279	36.3	1.89667	3.69069	0.00369	13.28647	309.65156
1200	276	34.6	1.98667	3.52349	0.00352	12.68456	310.14858
1153	264	31.7	2.09667	3.33863	0.00334	12.01908	320.76151
1103	257	29.7	2.29333	3.05233	0.00305	10.98837	313.00211

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Komatsu(7 ม.ค. 52)_B50

รอบเครื่องยนต์	แรงบิด	กำลัง	อัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงเฉลี่ย				
(rpm)	(N-m)	(kW)	sec/7 ml.	cc/sec	l/sec	l/hr.	gm/kW-hr
2200	170	39.2	1.85667	3.77020	0.00377	13.57271	299.32675
2148	225	50.6	1.68000	4.16667	0.00417	15.00000	256.27470
2101	268	58.9	1.52667	4.58515	0.00459	16.50655	242.27356
2048	292	62.7	1.43000	4.89510	0.00490	17.62238	242.97521
2000	294	61.6	1.47667	4.74041	0.00474	17.06546	239.49826
1948	295	60.1	1.51000	4.63576	0.00464	16.68874	240.05686
1901	296	59	1.54000	4.54545	0.00455	16.36364	239.76888
1852	302	58.4	1.55667	4.49679	0.00450	16.18844	239.63876
1799	303	57.1	1.57667	4.43975	0.00444	15.98309	241.98561
1752	307	56.3	1.59000	4.40252	0.00440	15.84906	243.36606
1701	310	55.1	1.65333	4.23387	0.00423	15.24194	239.14071
1652	309	53.6	1.66667	4.20000	0.00420	15.12000	243.86642
1602	303	50.8	1.67333	4.18327	0.00418	15.05976	256.28274
1553	302	49.2	1.70000	4.11765	0.00412	14.82353	260.46628
1499	302	47.4	1.75667	3.98482	0.00398	14.34535	261.63620
1449	295	44.9	1.78333	3.92523	0.00393	14.13084	272.07377
1401	296	43.5	1.82333	3.83912	0.00384	13.82084	274.66936
1352	294	41.5	1.87000	3.74332	0.00374	13.47594	280.72160
1299	290	39.1	1.90667	3.67133	0.00367	13.21678	292.22274
1250	287	37.5	1.97667	3.54132	0.00354	12.74874	293.90084
1197	286	34.5	2.05333	3.40909	0.00341	12.27273	307.52964
1150	271	32.5	2.10333	3.32805	0.00333	11.98098	318.69414
1098	269	30.4	2.22333	3.14843	0.00315	11.33433	322.32009

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

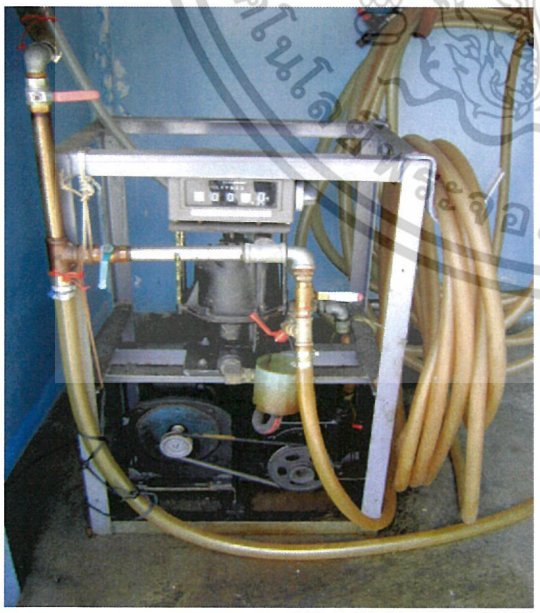
Komatsu(7 ม.ค. 52)_B100

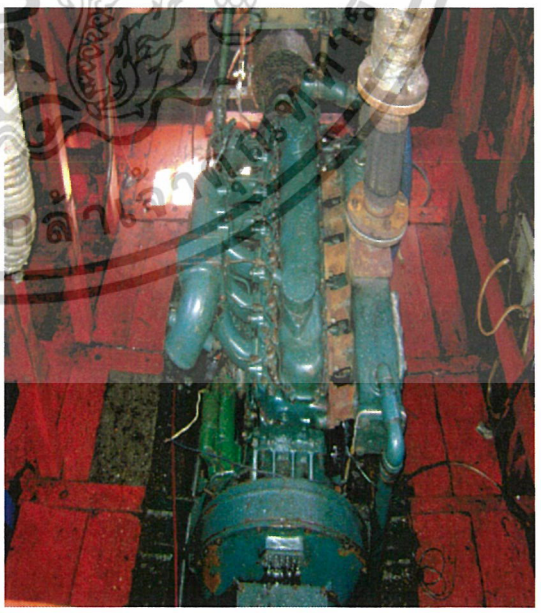
รอบเครื่องยนต์	แรงบิด	กำลัง	อัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงเฉลี่ย				
(rpm)	(N-m)	(kW)	sec/7 ml.	cc/sec	l/sec	l/hr.	gm/kW-hr
2200	161	36.6	1.81333	3.86029	0.00386	13.89706	335.27604
2148	202	45.4	1.58667	4.41176	0.00441	15.88235	308.90127
2101	239	53	1.43667	4.87239	0.00487	17.54060	292.23307
2052	260	55.9	1.37000	5.10949	0.00511	18.39416	290.55535
1999	258	54	1.38000	5.07246	0.00507	18.26087	298.59903
1951	258	53.3	1.39333	5.02392	0.00502	18.08612	299.62566
1902	260	52.3	1.44000	4.86111	0.00486	17.50000	295.45889
1851	267	51.8	1.46333	4.78360	0.00478	17.22096	293.55415
1800	271	51.1	1.50667	4.64602	0.00465	16.72566	289.01685
1749	271	48.8	1.52000	4.60526	0.00461	16.57895	299.98382
1701	267	48.4	1.52333	4.59519	0.00460	16.54267	301.80118
1648	269	46.8	1.56667	4.46809	0.00447	16.08511	303.48609
1601	268	45.2	1.60000	4.37500	0.00438	15.75000	307.68252
1551	268	43.7	1.65667	4.22535	0.00423	15.21127	307.35811
1499	267	42.1	1.66333	4.20842	0.00421	15.15030	317.76046
1448	268	40.7	1.72667	4.05405	0.00405	14.59459	316.63457
1401	267	39.3	1.73333	4.03846	0.00404	14.53846	326.65297
1352	268	38	1.77000	3.95480	0.00395	14.23729	330.82962
1298	267	36.3	1.79667	3.89610	0.00390	14.02597	341.18278
1249	263	34.6	1.87667	3.73002	0.00373	13.42806	342.68730
1198	264	33.1	1.96000	3.57143	0.00357	12.85714	342.98662
1153	253	30.9	2.06000	3.39806	0.00340	12.23301	349.57112
1100	248	28.8	2.14333	3.26594	0.00327	11.75739	360.47823

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก (ข)

(ระยอง)

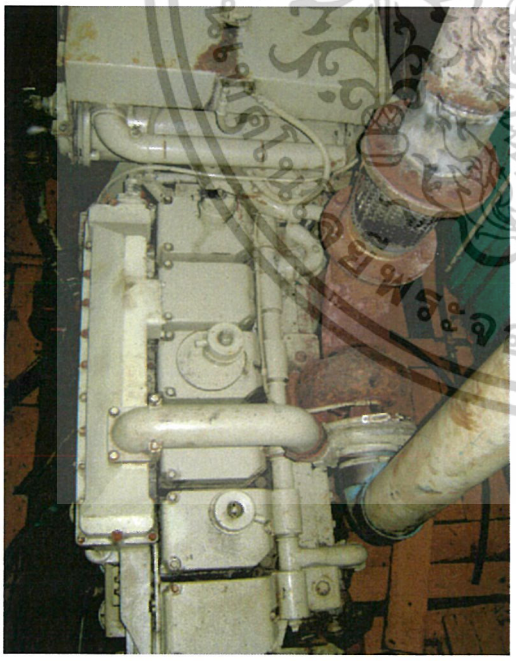


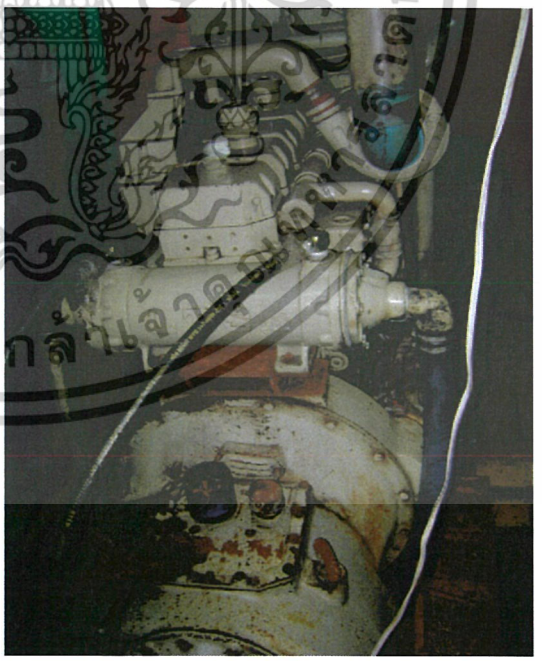


ภาพ การลงพื้นที่เพื่อตรวจสอบจำนวนเรือประมงลักษณะการใช้งาน และเครื่องยนต์ที่ได้รับความนิยมมากที่สุด 3 ยี่ห้อเพื่อเลือกนำมาทดสอบในห้อง Lab (ระยอง) เครื่องยนต์ Hino

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(คลองด่าน)





ภาพ การลงพื้นที่เพื่อตรวจสอบจำนวนเรือประมงลักษณะการใช้งาน และเครื่องยนต์ที่ได้รับความนิยมมากที่สุด 3 ยี่ห้อเพื่อเลือกนำมาทดสอบในห้อง Lab (คลองด่าน) เครื่องยนต์ Cummins

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] โครงงานวิจัยและทดสอบการใช้ไบโอดีเซลตั้งแต่ร้อยละ 20 ขึ้นไปกับเรือประมง. 2551. กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) กระทรวงพลังงาน

[2] Cummins. 2007. Sustain Report. [Online]. Available : http://www.cummins.com/cmi/content.jsp?siteId=l&langId=1033&overviewId=7&menuIndex=6

[3] Bari S., Lim T.H. and Yu C.W. (2002). "Effects and Preheating 0f Crude Palm Oil (CPO) Injection System, Performance and Emission of a Diesel Engine," Renewable Energy Journal. 27 (2002):339-351.

[4] Bari S., Yu C.W. and Lim T.h. (2002). "Performance deterioration and durability Issues while running a Dissel Engine with Crude Palm Oil,"Proc. I.MECH. E. part D Journal of Autom0mile Engineering. Vol.216 (2002):785-351

[5] Bose, P.K,Beg, R.A., Ghosh, B.B., Chakrabirti, R.K. and Saha. (2001)."Performance and Emission Characteristics of a Naturally Aspirated Diesel Engine with Esterified"

[6] Canakci, M. and J. Ven Gerper. (1999). "Comparison of Acid and Base Catalysts for Biodiesel Transeterfication," Carmen Stavarache and other . "Fatty acids methyl esters from vegetable oil by means of ultrasonic energy, "Applied Meterrial science, College of Engineering, Osaka, Japan. 2004 : 367-372

[7] Jones S.andCharles Peterson L.. (2004). "Using Unmodified Vegtable Oil as a Diesel Fuel Extender-a Literature review," http://www.uidaho.edu/biodiesel/vegetable%20oils_literature%20review.doc.

[8] Ramadhas A.S., Muraleedharan C. and Jayaraj S. (2005). "Performance and emission evaluation of a diesel engine fuled rith methyl esters of rubber seed oid," Mechanical Engineering, National Institute of Technology Calicat, India.

[9] Shaheed A.and Swain E.(1999). "Combustion analysis of coconut oil and its Methylester in a diesel engine ," Mechanical Engineering, Loughboroogh, UK.

[10] กุลฑล ทองศรี (2525)."การทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ดีเซลเล็กที่ใช้ไขมันปาล์มไบโอดีเซล,"วารสารนนทรี:(กรกฎาคม-กันยายน2546), 89-96.

[11] คณิต กฤษณังกูร."การใช้น้ำมันพืชเป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ดีเซล"เทคโนโลยีชีวภาพ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, วารสาร สจ.ธ: ปีที่ 14 ฉบับที่ 1 มิถุนายน 2534

[12] ทบวงมหาวิทยาลัย."โครงการวิจัยการใช้น้ำมันปาล์มเป็นเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องยนต์ดีเซล,"รายงาน.ทม 0204(5)25498: 3 ธันวาคม 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[13] ปรีชา อ่องอารีย์ และคณะ."การใช้น้ำมันปาล์มเป็นเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องยนต์ดีเซล,"วิทยาลัยเทคโลโยอุตสาหกรรม, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ:2546

[14] พิชญ์ ปริญญาจารย์ (2546)."ผลของการใช้น้ำมันปาล์มดีเซลในเครื่องยนต์ CI ขนาดเล็กที่ใช้ในการเกษตร,"วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล, วิศวกรรมเครื่องกล,คณะวิศวกรรมศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,กรุงเทพฯ.

[15] มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม.มอก. 28/8-2535. "น้ำมันปาล์มสำหรับบริโภคม. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม

[16] มานพ ปลื้มยุทธ์ (2547). "การผลิตเมทิลเอสเทอร์ของกรดไขมันจากน้ำมันปาล์ม ที่ใช้แล้วสองขั้นตอนเพื่อให้สำหรับบเครื่องยนต์ดีเซล,'วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา,มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร,กรุงเทพฯ.

[17] วัชระ ลอยสมุทร, อุฬารวิศว์ ครองยุทธ, สุรชัย ฟั่นแก้ว, ศิริกุล จันทร์สว่าง. "การปรับปรุงน้ำมันพืชที่ใช้แล้วเป็นนเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ดีเซล," สาขาวิศวกรรมเครื่องกลภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกลและอุตสาหการ กลุ่มคณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี(กวท.) มหาวิทยาลัยรังสิต RSU JET VOL. NO.3 ,1999

[18] วัสสวรรษ นิโรภาส สุธิดา ตันติศรีสุข และอลงกรณ์ ไทรทอง (2547)."เครื่องยนต์น้ำมันพืชดิบ," ปริญญานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิตต์,ภาควิศวกรรมเครื่องกล,คณะวิศวกรรมศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ.

[19] วีระศักดิ์ กรัยวิเชียร. "เครื่องยนต์ดีเซล และระบบน้ำมันเชื้อเพลิง," กรงเทพมหานคร. ซีเอ็ดยูเคชั่น: 2542

[20] สุรพล ราษฎร์นุ้ย. "วิศวกรรมการบำรุงรักษา. กรงเทพมหานคร. ซีเอ็ดยูเคชั่น: 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้