สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เครื่องยนต์น้ำมันพืชดิบ

CRUDE VEGETABLE OIL ENGINE

T061528

โดย

นายวัสสวรรษ นิโรภาส

นางสาวสุธิดา ตันติศรีสุข

นายอลงกรณ์ ไทรทอง

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ.ดร. จินดา เจริญพรพาณิชย์

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 61528
วัน,เดือน,ปี 18 ก.ค. 2549

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

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2547

ภาควิชา วิศวกรรมเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง เครื่องยนต์น้ำมันพืชดิบ

CRUDE VEGETABLE OIL ENGINE

ผู้จัดทำ

1. นายวัสสวรรษ	นิโรภาส	รหัสประจำตัว	44010824
2. นางสาวสุธิดา	ตันติศรีสุข	รหัสประจำตัว	44010870
3. นายอลงกรณ์	ไทรทอง	รหัสประจำตัว	44010891

อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ.ดร. จินดา เจริญพรพาณิชย์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องยนต์น้ำมันพืชดิบ

นายวัสสวรรษ นิโรภาส 44010824
นางสาวสุธิดา ตันติศรีสุข 44010870
นายอลงกรณ์ ไทรทอง 44010891
ผศ.ดร. จินดา เจริญพรพาณิชย์
อาจารย์ที่ปรึกษา ปีการศึกษา 2547

บทคัดย่อ

โครงงานนี้นำเสนอการทดสอบเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันพืชดิบ ทั้งด้านสมรรถนะ และการสึกหรอ ซึ่งเราจะทำการผสมน้ำมันที่อัตราส่วนน้ำมันพืช(ปาล์มดิบ,มะพร้าวดิบ,สบู่ดำดิบ) 10%,20%และ30%มาใช้เป็นน้ำมันเชื้อเพลิง เพื่อนำมาทดสอบหาค่าอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงจำเพาะเบรก อุณหภูมิไอเสีย อุณหภูมิน้ำมันเครื่อง เปอร์เซ็นต์ความดันที่ภาระของเครื่องยนต์ 200 400 และ 600 kPa และทำการทดสอบการสึกหรอที่เกิดขึ้นกับเครื่องยนต์ โดยการเดินเครื่องที่ใช้น้ำมันดีเซล 100% น้ำมันปาล์มดิบ น้ำมันมะพร้าวดิบ และน้ำมันดีเซลผสมน้ำมันปาล์ม 30% เป็นเวลา 300 ชั่วโมง จากการทดสอบที่ความเร็วรอบ 2200 rpm ที่ BMEP = 600 kPa เปรียบเทียบน้ำมันดีเซลกับน้ำมันมะพร้าวผสม น้ำมันปาล์มผสม และน้ำมันสบู่ดำผสม ที่ 30% โดยปริมาตร อัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะของดีเซลจะน้อยกว่าน้ำมันมะพร้าว น้ำมันปาล์มดิบ และน้ำมันสบู่ดำอยู่ 9.4% , 7% , 4.2% ตาม ความหนาแน่นของไอเสียที่ความเร็วรอบ 2000 rpm ที่BMEP=600 kPa จะของดีเซลมากกว่าอยู่ 27% , 7.7% และ 21.1% ตามลำดับ ด้านการสึกหรอของเครื่องยนต์เมื่อเราดูจากปริมาณโลหะที่พบในน้ำมันเครื่องของเครื่องยนต์ที่ทดสอบด้วยน้ำมันดีเซลจะมีปริมาณมากกว่าน้ำมันเครื่องที่ได้จากเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันมะพร้าวดิบ ปาล์มดิบ และปาล์มดิบผสมอยู่ 62.6%,32.5%,11.9% ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Crude vegetable oil engine

Wassawat Niropas 44010824
Suthida Tantisrisuk 44010870
Alongkorn Saithong 44010891
Asst.Prof.Dr.Chinda Charoenpornpanich

Abstract

This experimental study presents the use of crude vegetable oils in CI engine. The engine performance and durability test were carried out. The neat crude vegetable oil and blended vegetable crude oils (coconut , crude palm and physic nut) 10% 20% 30% were used as fuels in the engine. Brake specific fuel consumption, exhaust temperature, oil temperature, smoke density at BMEP = 200, 400, and 600 kPa were measured. For 300 hours long-run testing at BMEP 600 kPa and 2200 rpm, diesel fuel, neat crude palm oil, neat coconut oil and blended 30% crude palm oil were used. The results show BSFC in case of diesel is less than coconut, palm and physic nut for 9.4%, 7%, 4.2% respectively. The smoke density at 2000 rpm BMEP= 600 kPa is greater than coconut, palm and physic nut for 27 % 7.7% 21.1% respectively. The wear of the engine was indicated by the quantity of iron particle in the engine oil. The iron particle in engine oil in case of diesel is greater than one in case of coconut, palm and 30% palm for 62.6%, 32.5% and 11.9% respectively.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญตาราง	IV
สารบัญรูป	V
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความสำคัญและที่มา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	2
1.3 ขอบเขตการศึกษา	2
1.4 ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	2
1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎี	
2.1 เครื่องยนต์เผาไหม้ภายใน	3
2.2 หลักการทำงานของเครื่องยนต์ดีเซล	3
2.3 ส่วนสำคัญของเครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็ก	4
2.4 น้ำมันดีเซล	11
2.5 ไบโอดีเซล	16
2.6 ข้อดีข้อเสียของไบโอดีเซล	16
บทที่ 3 อุปกรณ์และขั้นตอนการทดลอง	
3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ทำการทดสอบ	19
3.2 ขั้นตอนการทดสอบ	23
บทที่ 4 ผลการทดลอง	24
4.1 ผลการทดลองที่ได้จากการทดสอบสมรรถนะ	27
4.2 ผลการทดลองที่ได้จากการทดสอบการสึกหรอ	34
บทที่ 5 สรุปและวิเคราะห์ผลการทดลอง	
5.1 สรุปผลการทดลองในส่วนของสมรรถนะของน้ำมันชนิดต่างๆ ในเครื่องยนต์	52
5.2 สรุปผลการทดลองในส่วนของการสึกหรอของเครื่องยนต์	53
5.3 ปัญหาที่พบจากการใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิง	53
ข้อเสนอแนะ	54
ภาคผนวก	55
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	64
บรรณานุกรม	66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

2.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าซีเทนกับดัชนีซีเทน 13
2.2 แสดงคุณสมบัติโดยทั่วไปของน้ำมันดีเซล (ข้อมูลจากบริษัทเอสโซ่) 15
2.3 แสดงคุณสมบัติของน้ำมันพืชชนิดต่างๆกับดีเซล 18
2.4 แสดงคุณสมบัติของน้ำมันปาล์มดิบผสมกับดีเซล 18
2.5 แสดงจำนวนคาร์บอนที่มีอยู่ในน้ำมัน 18
3.1 ข้อมูลของเครื่องยนต์ Yanmar TF 85 LM 19
4.2.1 แสดงความหนาของแหวนลูกสูบ 1 35
4.2.2 แสดงความกว้างของแหวนลูกสูบ 1 35
4.2.3 แสดงระยะห่างระหว่างแหวนลูกสูบ 1 35
4.2.4 แสดงความหนาของแหวนลูกสูบ 2 36
4.2.5 แสดงความกว้างของแหวนลูกสูบ 2 36
4.2.6 แสดงระยะห่างระหว่างแหวนลูกสูบ 2 36
4.2.7 แสดงความหนาของแหวนลูกสูบ 3 37
4.2.8 แสดงความกว้างของแหวนลูกสูบ 3 37
4.2.9 แสดงระยะห่างระหว่างแหวนลูกสูบ 3 37
4.2.10 แสดงความหนาของแหวนลูกสูบ 4 38
4.2.11 แสดงความกว้างของแหวนลูกสูบ 4 38
4.2.12 แสดงระยะห่างระหว่างแหวนลูกสูบ 4 38
4.2.13 แสดงการสึกหรอของกระบอกสูบในแกน x 39
4.2.13 แสดงการสึกหรอของกระบอกสูบในแกน y 40
4.2.13 แสดงการสึกหรอของกระบอกสูบในแกน m 41
4.2.13 แสดงการสึกหรอของกระบอกสูบในแกน n 42
4.2.18 แสดงค่าความดันหัวฉีดก่อนและหลังการทดสอบ 44
4.2.19 แสดงปริมาณโลหะที่พบในน้ำมันเครื่อง (Part Per Million) 48
6.1 แสดงมะพร้าว เนื้อที่เก็บเกี่ยว ผลผลิต ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ ราคา
และมูลค่าของผลผลิตตามราคาที่เกษตรกรขายได้ปีเพาะปลูก 2535 – 2544 60
6.2 แสดงปาล์มน้ำมัน เนื้อที่เก็บเกี่ยว ผลผลิต ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ ราคา
และมูลค่าของผลผลิตตามราคาที่เกษตรกรขายได้ปีเพาะปลูก 2535 – 2544 61
6.3 แสดงการเปรียบเทียบสมบัติทางเชื้อเพลิงของน้ำมันดีเซลและน้ำมันมะพร้าวผสม 62
6.4 แสดงการเปรียบเทียบสมบัติทางเชื้อเพลิงของน้ำมันดีเซล และน้ำมันปาล์มผสม 62
6.5 สมบัติทางเชื้อเพลิงของน้ำมันดีเซล มะพร้าว และน้ำมันปาล์ม 62
6.6 สมบัติทางเชื้อเพลิงของน้ำมันผสมดีเซล - น้ำมันมะพร้าว และดีเซล – น้ำมันปาล์ม 63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

	หน้า
2.1 แสดงการทำงานของเครื่องยนต์ดีเซล 4 จังหวะ	3
2.2 วาล์วไอดี และวาล์วไอเสีย ซึ่งวาล์วไอดีจะมีขนาดใหญ่กว่า	4
2.3 แสดงชนิดของกระบอกสูบทั้ง 2 ชนิด	5
2.4 แสดงชิ้นส่วนต่างๆ ของลูกสูบ	6
2.5 แสดงลูกสูบและกระบอกสูบแบบต่างๆ	6
2.6 แสดงแหวนอัดแบบต่างๆ	7
2.7 แสดงแหวนน้ำมัน	7
2.8 ลักษณะที่สำคัญของก้านสูบ	8
2.9 แสดงหลักการทำงานของหัวฉีดทำงานโดยกลไก	9
2.10 แสดงหัวฉีดทำงานโดยกลไก	9
2.11 แสดงหัวฉีดทำงานโดยแรงดันน้ำมัน	10
2.12 แสดงส่วนประกอบของหัวฉีดแบบเปิด	10
2.13 แสดงส่วนประกอบของหัวฉีดแบบปิด	11
3.1 เครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็ก Yanmar รุ่น TF 85 LM	19
3.2 แสดงไดนาโมมิเตอร์แบบ Eddy current	20
3.3 แสดงชุดอุปกรณ์วัดควันดำและกระดาษวัดควันดำ	20
3.4 แสดงถังน้ำมันและเครื่องชั่งละเอียดสำหรับวัดอัตราการไหลของน้ำมัน	21
3.5 แสดงเครื่องวัดอุณหภูมิไอเสียและอุณหภูมิน้ำมันเครื่อง	21
3.6 แสดงเครื่องยนต์และแท่นที่ใช้ทดสอบการสึกหรอ	22
3.7 แสดงมะพร้าวที่นำมาบีบน้ำมัน	22
3.8 แสดงปาล์มที่นำมาบีบน้ำมัน	22
3.9 แสดงเมล็ดสบู่ดำที่นำมาบีบน้ำมัน	22
4.1 แสดงการสเปรย์ของน้ำมันดีเซล	24
4.2 แสดงการสเปรย์น้ำมันปาล์มดิบ	24
4.3 แสดงการสเปรย์ของน้ำมันมะพร้าวดิบ	25
4.1.1 แสดงกราฟ BSFC ของน้ำมันดีเซลเปรียบเทียบกับน้ำมันผสมชนิดต่างๆ ในอัตราส่วน 10%	27
4.1.2 แสดงกราฟ BSFC ของน้ำมันดีเซลเปรียบเทียบกับน้ำมันผสมชนิดต่างๆ ในอัตราส่วน 20%	27
4.1.3 แสดงกราฟ BSFC ของน้ำมันดีเซลเปรียบเทียบกับน้ำมันผสมชนิดต่างๆในอัตราส่วน 30%	28
4.1.4 แสดงกราฟอุณหภูมิไอเสียของน้ำมันดีเซลเปรียบเทียบกับน้ำมันผสมชนิดต่างๆ ในอัตราส่วน 10%	29
4.1.5 แสดงกราฟอุณหภูมิไอเสียของน้ำมันดีเซลเปรียบเทียบกับน้ำมันผสมชนิดต่างๆ ในอัตราส่วน 20 %	29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

	หน้า
2.1 แสดงการทำงานของเครื่องยนต์ดีเซล 4 จังหวะ	3
2.2 วาล์วไอดี และวาล์วไอเสีย ซึ่งวาล์วไอดีจะมีขนาดใหญ่กว่า	4
2.3 แสดงชนิดของกระบอกสูบทั้ง 2 ชนิด	5
2.4 แสดงชิ้นส่วนต่างๆ ของลูกสูบ	6
2.5 แสดงลูกสูบและกระบอกสูบแบบต่างๆ	6
2.6 แสดงแหวนอัดแบบต่างๆ	7
2.7 แสดงแหวนน้ำมัน	7
2.8 ลักษณะที่สำคัญของก้านสูบ	8
2.9 แสดงหลักการทำงานของหัวฉีดทำงานโดยกลไก	9
2.10 แสดงหัวฉีดทำงานโดยกลไก	9
2.11 แสดงหัวฉีดทำงานโดยแรงดันน้ำมัน	10
2.12 แสดงส่วนประกอบของหัวฉีดแบบเปิด	10
2.13 แสดงส่วนประกอบของหัวฉีดแบบปิด	11
3.1 เครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็ก Yanmar รุ่น TF 85 LM	19
3.2 แสดงไดนาโมมิเตอร์แบบ Eddy current	20
3.3 แสดงชุดอุปกรณ์วัดควันดำและกระดาษวัดควันดำ	20
3.4 แสดงถังน้ำมันและเครื่องชั่งละเอียดสำหรับวัดอัตราการไหลของน้ำมัน	21
3.5 แสดงเครื่องวัดอุณหภูมิไอเสียและอุณหภูมิน้ำมันเครื่อง	21
3.6 แสดงเครื่องยนต์และแท่นที่ใช้ทดสอบการสึกหรอ	22
3.7 แสดงมะพร้าวที่นำมาบีบน้ำมัน	22
3.8 แสดงปาล์มที่นำมาบีบน้ำมัน	22
3.9 แสดงเมล็ดสบู่ดำที่นำมาบีบน้ำมัน	22
4.1 แสดงการสเปรย์ของน้ำมันดีเซล	24
4.2 แสดงการสเปรย์น้ำมันปาล์มดิบ	24
4.3 แสดงการสเปรย์ของน้ำมันมะพร้าวดิบ	25
4.1.1 แสดงกราฟ BSFC ของน้ำมันดีเซลเปรียบเทียบกับน้ำมันผสมชนิดต่างๆ ในอัตราส่วน 10%	27
4.1.2 แสดงกราฟ BSFC ของน้ำมันดีเซลเปรียบเทียบกับน้ำมันผสมชนิดต่างๆ ในอัตราส่วน 20%	27
4.1.3 แสดงกราฟ BSFC ของน้ำมันดีเซลเปรียบเทียบกับน้ำมันผสมชนิดต่างๆในอัตราส่วน 30%	28
4.1.4 แสดงกราฟอุณหภูมิไอเสียของน้ำมันดีเซลเปรียบเทียบกับน้ำมันผสมชนิดต่างๆ ในอัตราส่วน 10%	29
4.1.5 แสดงกราฟอุณหภูมิไอเสียของน้ำมันดีเซลเปรียบเทียบกับน้ำมันผสมชนิดต่างๆ ในอัตราส่วน 20 %	29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มา

เนื่องมาจากในช่วง 2 ปีนี้ ราคาน้ำมันได้สูงขึ้น อันเป็นผลมาจากการที่กลุ่มผู้ผลิตน้ำมันรายใหญ่อย่างโอเปกได้สร้างกลไกการรักษาเสถียรภาพราคาน้ำมันดิบไม่ให้ต่ำจนเกินไป รวมทั้งค่าเงินบาทที่ปรับตัวอ่อนลงโดยทุกๆ 1 บาท ที่อ่อนตัวลงจะทำให้ราคาน้ำมันแพงขึ้นลิตรละ 30 สตางค์ ดังนั้นขณะที่ประเทศไทยจำต้องนำเข้าน้ำมันในแต่ละปีเป็นจำนวนมหาศาลจึงจำเป็นที่เราต้องเร่งแสวงหาแหล่งเชื้อเพลิงและพลังงานจากทรัพยากรภายในประเทศเพื่อมาทดแทนการนำเข้าน้ำมันจากต่างประเทศโดยเฉพาะพลังงานชีวภาพ (Bio-fuels) ในรูปของไบโอดีเซลซึ่งเป็นส่วนผสมของน้ำมันพืชชนิดต่างๆกับน้ำมันดีเซล

ในต่างประเทศมีการผลิตและจำหน่ายไบโอดีเซล เช่น สหรัฐอเมริกา เบลเยี่ยม สวีเดน ฝรั่งเศส ออสเตรีย เยอรมัน ฯลฯ โดยนิยมนำไปผสมเป็นสูตรต่างๆ เช่น B2 (ไบโอดีเซล 2%:ดีเซล 98%) มีจำหน่ายในมลรัฐมินนิโซตา และ B20 (ไบโอดีเซล 20%:ดีเซล 80%) มีจำหน่ายในรัฐไอโอวา ประเทศสหรัฐอเมริกา B5 (ไบโอดีเซล 5%:ดีเซล 95%) มีจำหน่ายในประเทศฝรั่งเศส B100 (ไบโอดีเซล 100%) ใช้ในประเทศเยอรมันและออสเตรีย เป็นต้น ไบโอดีเซลที่ผลิตและจำหน่ายเป็นการค้าในต่างประเทศต้องมีคุณภาพตามมาตรฐานกำหนด ปัจจุบันประเทศสหรัฐอเมริกาได้กำหนดมาตรฐาน ASTM D 6751 สหภาพยุโรปได้กำหนดมาตรฐาน EN 14214 ประเทศเยอรมันได้กำหนดมาตรฐาน DIN 51606

ประเทศไทยมีการเพาะปลูกพืชน้ำมันหลายชนิดใช้ในการบริโภค เช่น ถั่วเหลือง ปาล์ม-น้ำมัน ถั่วลิสง มะพร้าว ละหุ่ง งา ฯลฯ ในบรรดาพืชน้ำมันทั้งหมด ปาล์มน้ำมันมีปริมาณผลผลิตสูงและราคาถูก จึงเหมาะสมในการนำมาผลิตไบโอดีเซล แต่ในการผลิตควรคำนึงถึงปริมาณและความต้องการใช้น้ำมันในการบริโภคและในอุตสาหกรรมด้วย เช่น ในปี 2545 มีผลผลิตปาล์มน้ำมัน 4 ล้านตัน หรือน้ำมันปาล์ม 68,000 ตันต่อเดือน ตลาดมีความต้องการใช้ 55,000 ตันต่อเดือน จะเหลือน้ำมันปาล์มส่วนเกิน 13,000 ตันต่อเดือน นั่นคือปริมาณของน้ำมันที่จะนำมาผลิตเป็นไบโอดีเซลในเชิงพาณิชย์ไม่มากนัก ดังนั้นจึงต้องมีการวางแผนให้รอบคอบ เพื่อให้คุ้มค่าที่สุดในเชิงเศรษฐศาสตร์ ในประเทศไทยมีการผลิตไบโอดีเซลในระดับโรงงาน ที่อำเภอคอนสัก จังหวัดสุราษฎร์ธานี มีกำลังผลิต 30,000 ลิตรต่อวัน โดยใช้น้ำมันมะพร้าวและน้ำมันพืชใช้แล้วเป็นวัตถุดิบ ซึ่งเป็นการผลิตเพื่อใช้ในกิจการตนเอง โดยใช้กับเรือเฟอรี่ และใช้ในการศึกษาวิจัย

สำหรับงานวิจัยชิ้นนี้จะเป็นการนำน้ำมันที่ได้มาจากพืช 3 ชนิดคือ ปาล์ม มะพร้าว และว่านสบู่ดำ โดยการนำน้ำมันพืชแต่ละชนิดไปผสมกับน้ำมันดีเซลด้วยอัตราส่วนต่างๆเพื่อหาค่าที่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการทดสอบเครื่องยนต์ดีเซลแบบ 1 สูบสี่จังหวะ แบบ Indirect injection

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.2.1 เพื่อหาน้ำมันพืชชนิดใหม่มาเป็นส่วนผสมของเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ดีเซล

1.2.2 เพื่อทดสอบน้ำมันพืชผสมและศึกษาการทำงาน สมรรถนะและควันดำที่เกิดขึ้นจากเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันพืชผสม

1.2.3 เพื่อศึกษาผลกระทบของน้ำมันพืชผสมที่มีต่อชิ้นส่วนต่างๆ ของเครื่องยนต์ดีเซล โดยเปรียบเทียบระหว่างน้ำมันดีเซลและน้ำมันพืช

1.3 ขอบเขตการศึกษา

ทำการทดสอบหาประสิทธิภาพและควันดำที่เกิดจากเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันพืชผสมโดยทำการทดลองกับเครื่องยนต์ Yanmar TF-85 LM 1 สูบสี่จังหวะแบบ Indirect injection โดยเปรียบเทียบระหว่างน้ำมันดีเซล 100% กับน้ำมันพืชผสม (ปาล์ม มะพร้าว และว่านสบู่ดำ) ที่อัตราส่วน 10% 20% และ 30% งานวิจัยนี้ยังสนใจในเรื่องผลกระทบบนชิ้นส่วนต่างๆ ของเครื่องยนต์ที่เกิดขึ้นโดยเปรียบเทียบระหว่างน้ำมันดีเซล น้ำมันมะพร้าวดิบ และน้ำมันปาล์มดิบ

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

แบ่งการทดสอบออกเป็น 2 ส่วน

1.4.1 การทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ดีเซล Yanmar ที่ใช้น้ำมันดีเซลและน้ำมันพืชผสมแต่ละชนิดในอัตราส่วน 10 % 20% 30% โดยการทดสอบจะกำหนดให้แรงบิดมีค่าคงที่ที่ BMEP = 200,400 และ 600 kPa ทำการหาอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะ ค่าความเข้มไอเสีย อุณหภูมิน้ำมันเครื่อง อุณหภูมิไอเสีย และกำลังของเครื่องยนต์ที่ได้รับภาระ 25% 50% 75% 100% และ110%

1.4.2 การทดสอบการสึกหรอ ทำการวัดขนาดลูกสูบ แหวน กระบอกสูบ และทำการทดสอบโดยใช้น้ำมันดีเซล น้ำมันมะพร้าวดิบ 100% และน้ำมันปาล์มดิบ 100% เดินเครื่องยนต์ไป 300 ชั่งโมงในแต่ละชนิดของน้ำมันที่ภาระ 100% หลังจากทดสอบ ทำการวัดชิ้นส่วนภายในเครื่องยนต์ข้างต้นอีกครั้งเพื่อเปรียบเทียบกับขนาดก่อนทดสอบ และเปลี่ยนชุดใหม่เข้าไป เมื่อทำจนครบทั้ง 3 ชนิด แล้วนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบกัน

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ได้เชื้อเพลิงชนิดใหม่ที่สามารถนำมาใช้แทนน้ำมันดีเซล

1.5.2 ทราบถึงผลกระทบที่จะเกิดขึ้นบนชิ้นส่วนของเครื่องยนต์ เมื่อเราใช้น้ำมันดีเซล และน้ำมันพืชดิบ

1.5.3 สามารถลดการนำเข้าน้ำมันดิบจากต่างประเทศได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎี

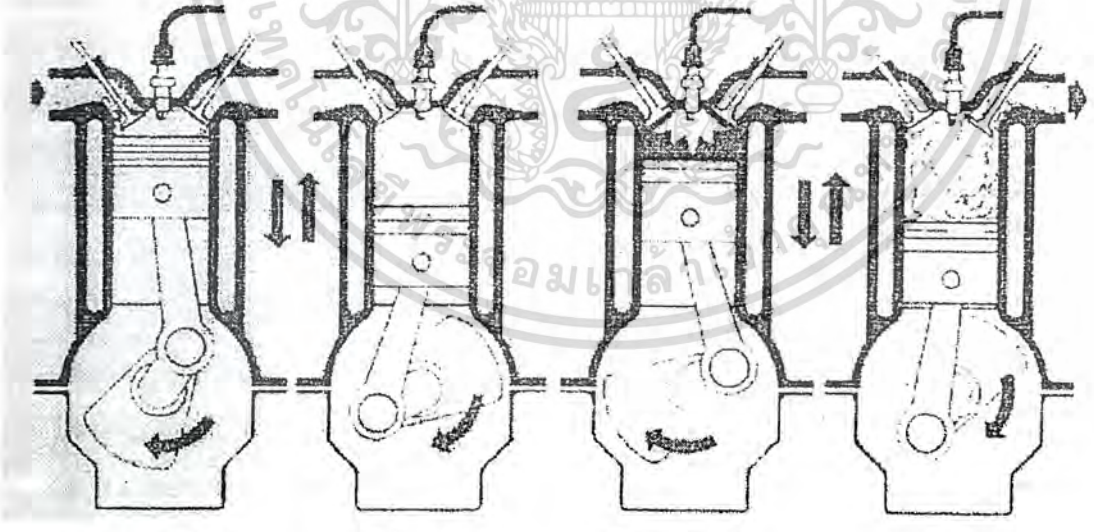
2.1 เครื่องยนต์เผาไหม้ภายใน มี 2 ประเภท

1. เครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยประกายไฟ น้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้จะต้องระเหยกลายเป็นไอได้ง่าย เช่น แก๊สโซลีน หรือแก๊สโซฮอล์ โดยน้ำมันเชื้อเพลิงจะผสมกับอากาศก่อนเข้าห้องเผาไหม้ ส่วนผสมของอากาศและเชื้อเพลิงหรือไอดีจะถูกอัดตัวในจังหวะอัด แล้วเกิดประกายไฟที่หัวเทียน เป็นการจุดระเบิด

2. เครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยการอัด อากาศจะถูกดูดเข้าภายในกระสูบแล้วจึงฉีดเชื้อเพลิงเข้าไปในกระบอกสูบ อากาศจะถูกอัดในจังหวะอัดจนมีอุณหภูมิ 538 องศาเซลเซียส หรือสูงกว่า หลังจากนั้นน้ำมันดีเซลจะถูกฉีดเข้ากระบอกสูบและสัมผัสอากาศร้อน และเริ่มการจุดระเบิดเผาไหม้เชื้อเพลิง

2.2 หลักการทำงานของเครื่องยนต์ดีเซล

การทำงานของเครื่องยนต์ที่จุดระเบิดด้วยการอัด แบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน ได้แก่ จังหวะดูด จังหวะอัด จังหวะจุดระเบิด และจังหวะคาย ซึ่งเครื่องยนต์จะต้องหมุน 2 รอบเพื่อให้ทำงานครบทั้ง 4 จังหวะ หรือวัฏจักร และจะเริ่มต้นวัฏจักรใหม่ต่อไป เครื่องยนต์ที่ทำงาน 4 จังหวะดังกล่าวเรียกว่า เครื่องยนต์วัฏจักร 4 จังหวะ (four-stroke-cycle engine) หรือเรียกว่า เครื่องยนต์ 4 จังหวะ ดังแสดงในรูปที่ 2.1



จังหวะดูดไอดี จังหวะอัด จังหวะระเบิด จังหวะคาย

รูปที่ 2.1 แสดงการทำงานของเครื่องยนต์ดีเซล 4 จังหวะ

จังหวะการทำงานของเครื่องยนต์ 4 จังหวะ

1. *จังหวะดูด (Intake storke)*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อลูกสูบเริ่มเคลื่อนลงจากจุดศูนย์ตายบน (Top Dead Center) เป็นขณะที่ลิ้นไอดีเปิด ลูกสูบจะทำหน้าที่ดูดอากาศผ่านลิ้นไอดีเข้ากระบอกสูบ ความดันของอากาศภายในกระบอกสูบจะต่ำกว่าความดันบรรยากาศ จนถึงระยะเลื่อนลงของกระบอกสูบ

2. *จังหวะอัด (Compression stroke)*

เมื่อลูกสูบเลื่อนผ่านศูนย์ตายล่าง (Bottom Dead center) และเริ่มเคลื่อนขึ้น เป็นขณะที่ลิ้นไอดีปิด เป็นการอัดอากาศให้มีความร้อนและความดันสูง (ประมาณ 400-500 เซลเซียส และ 400-500 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว)

3. *จังหวะกำลัง (Power stroke)*

ก่อนที่ลูกสูบจะเลื่อนก่อนถึงศูนย์ตายบนในตำแหน่งที่เหมาะสม ชุดอุปกรณ์ฉีดเชื้อเพลิงจะฉีดเชื้อเพลิงที่เป็นฝอยละอองเข้าไปในกระบอกสูบ ฝอยละอองเชื้อเพลิงจะคลุกเคล้ากับอากาศที่ร้อนและเกิดการสันดาป ก๊าซที่เกิดจากการสันดาปจะมีอุณหภูมิสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว ทำให้กำลังดันสูงขึ้นและส่งกำลังงานดันลูกสูบและก้านสูบไปยังเพลาข้อเหวี่ยงเป็นการให้งานกับวัฏจักร

4. *จังหวะคาย (Exhuast stroke)*

เมื่อลูกสูบเลื่อนลงในจังหวะกำลังจนถึงตำแหน่งที่เหมาะสม ก่อนที่จะถึงศูนย์ตายล่าง ลิ้นไอเสียจะเปิด ก๊าซที่เกิดจากการเผาไหม้ที่มีความร้อนและกำลังดันสูง ก็จะพุ่งออกจากกระบอกสูบสู่ภายนอก ซึ่งเป็นการลดกำลังดันของไอเสีย (เป็นการคายไอเสียในช่วงแรก) หลังจากนั้นเมื่อลูกสูบเลื่อนผ่านศูนย์ตายล่างและเริ่มเคลื่อนขึ้น ลูกสูบจะเป็นตัวไล่ไอเสียออกจากกระบอกสูบ ทำให้ความดันของกาซไอเสียสูงกว่าความดันบรรยากาศ และเมื่อลูกสูบเลื่อนขึ้นจนเกือบถึงศูนย์ตายบน ลิ้นไอดีก็จะเริ่มปิดเพื่อเตรียมทำงานในวัฏจักรต่อไป

2.3 ส่วนสำคัญของเครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็ก

2.3.1 *วาล์ว (Valve)*

วาล์วจะทำหน้าที่ปิดและเปิดช่องไอดีและไอเสียที่จะเข้ากระบอกสูบ ซึ่งวาล์วไอดีจะมีขนาดโตกว่าไอเสียดังรูป 2.2

รูปที่ 2.2 วาล์วไอดี และวาล์วไอเสีย ซึ่งวาล์วไอดีจะมีขนาดใหญ่กว่า

2.3.2 *กระบอกสูบ (Cylinders)*

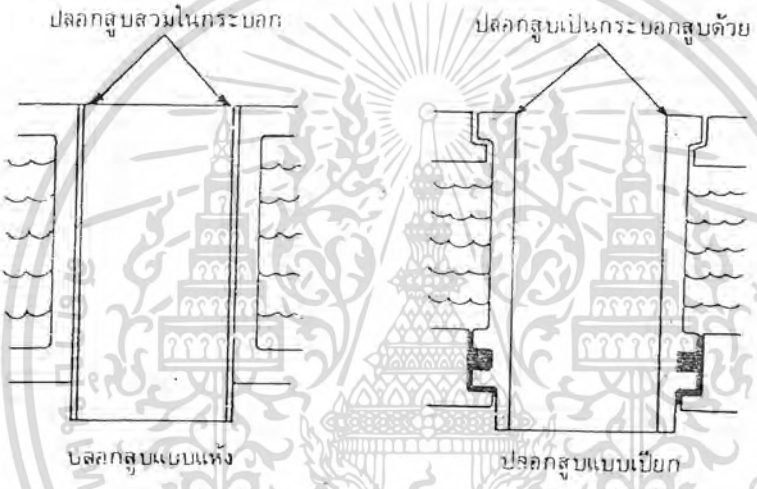
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระบอกสูบจะทำหน้าที่เป็นตัวนำให้ลูกสูบเคลื่อนที่ขึ้น ลง และส่วนบนจะทำหน้าที่เป็นส่วนหนึ่งของห้องเผาไหม้ด้วย กระบอกสูบมีลักษณะเป็นกระบอกกลวงซึ่งจะต้องสามารถรับความดันที่เกิดจากการเผาไหม้ และจะต้องถ่ายเทความร้อนได้ดีด้วย

เครื่องยนต์ที่เราใช้ทำการทดสอบนี้จะใช้กระบอกสูบแบบแยกหรือแบบที่ใช้ปลอกสูบ ข้อดีของกระบอกสูบแบบนี้ คือ กระบอกสูบสามารถเปลี่ยนได้ และมีราคาถูก สำหรับกระบอกสูบชนิดนี้จะมี 2 ชนิด คือ

2.3.2.1 ชนิดแห้ง (Dry cylinder liner) ซึ่งผิวด้านนอกจะไม่สัมผัสกับของเหลวที่ใช้ในการหล่อเย็น

2.3.2.2 ชนิดเปียก (Wet cylinder liner) ปลอกสูบแบบนี้ผิวด้านนอกจะสัมผัสกับของเหลวที่ใช้ในการหล่อเย็น ดังแสดงในรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 แสดงชนิดของกระบอกสูบทั้ง 2 ชนิด

2.3.3 *ลูกสูบและแหวน (Piston and Piston ring)*

ลูกสูบจะทำหน้าที่ 3 ประการ คือ รับแรงที่เกิดจากการเผาไหม้ ถ่ายทอดแรงไปยังข้อเหวี่ยงโดยผ่านก้านสูบ และมีร่องสำหรับใส่แหวนเพื่อทำหน้าที่กันก๊าซรั่ว และควบคุมการหล่อลื่นระหว่างผนังกระบอกสูบกับลูกสูบ ซึ่งลูกสูบจะต้องมีขนาดและน้ำหนักที่แน่นอน รวมทั้งจะต้องสร้างขึ้นอย่างแข็งแรงเพียงพอที่จะรับแรง และความร้อนที่เกิดจากการเผาไหม้ของน้ำมันเชื้อเพลิงได้ ดังแสดงในรูปที่ 2.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.4 แสดงชิ้นส่วนต่างๆ ของลูกสูบ

รูปที่ 2.5 แสดงลูกสูบและกระบอกสูบแบบต่างๆ

ส่วนสำคัญๆ ของลูกสูบจะมีชื่อเรียกต่างกัน คือ ส่วนบนสุดเรียกว่าหัวสูบ (Piston head) ร่องสำหรับใส่แหวนเรียกว่า ร่องแหวน (Ring groove) บ่าระหว่างร่องแหวนเรียกว่า Land และด้านล่างของลูกสูบเรียกว่า Skirt ดังแสดงในรูป 2.5

แหวนลูกสูบจะทำหน้าที่ 3 ประการเช่นเดียวกับลูกสูบ คือ ทำหน้าที่เป็นซีลกันก๊าซรั่วระหว่างลูกสูบและกระบอกสูบ ทำหน้าที่ถ่ายเทความร้อนจากลูกสูบไปยังกระบอกสูบ และทำหน้าที่ควบคุมการหล่อลื่นระหว่างลูกสูบและผนังของกระบอกสูบ แหวนลูกสูบที่ใช้สำหรับลูกสูบกระบอกหนึ่งมีอยู่ 2 ชนิดด้วยกัน คือ

1. แหวนอัด (Compression ring) ทำหน้าที่กันก๊าซรั่ว และถ่ายเทความร้อน แหวนอัดนี้แบ่งออกเป็นแบบต่างๆ ตามรูปร่างของพื้นที่หน้าตัดของแหวน ดังแสดงในรูป 2.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. แหวนน้ำมัน (Oil control ring) ทำหน้าที่ควบคุมการหล่อลื่นระหว่างลูกสูบและผนังเสื้อสูบ โดยทั่วไปจะติดตั้งแหวนประเภทนี้ไว้เป็นแหวนอันล่างสุด แหวนน้ำมันนี้จะคอยกวาดน้ำมันเครื่องให้ออกจากผนังกระบอกสูบ เพื่อให้น้ำมันเครื่องไหลคืนสู่อ่างน้ำมันเครื่อง ดังแสดงในรูป 2.7

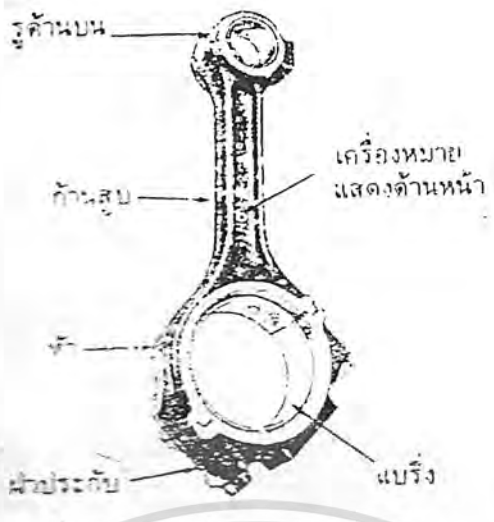
รูปที่ 2.6 แสดงแหวนอัดแบบต่างๆ

รูปที่ 2.7 แสดงแหวนน้ำมัน

2.3.4 *ก้านสูบ (Connecting rod)*

ก้านสูบซึ่งเป็นส่วนที่เชื่อมระหว่างลูกสูบและข้อเหวี่ยง ทำหน้าที่ในการถ่ายทอดกำลังขับดันจากลูกสูบไปยังข้อเหวี่ยง และทำหน้าที่เป็นชิ้นส่วนหนึ่งของกลไกที่จะเปลี่ยนการเคลื่อนที่ขึ้นลงของลูกสูบให้เป็นการหมุนของเพลาข้อเหวี่ยง ก้านสูบประกอบด้วยส่วนสำคัญ คือ รูด้านบนเรียกว่า eye สวมอยู่บนสลักลูกสูบ (Piston ring) รูด้านล่างจะสวมกับเพลาข้อเหวี่ยง โดยแยกออกเป็น 2 ชิ้น มีฝาปะกับ และแบริ่งรองรับ ดังแสดงในรูป 2.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.8 ลักษณะที่สำคัญของก้านสูบ

2.3.5 *หัวฉีด (Nozzle)*

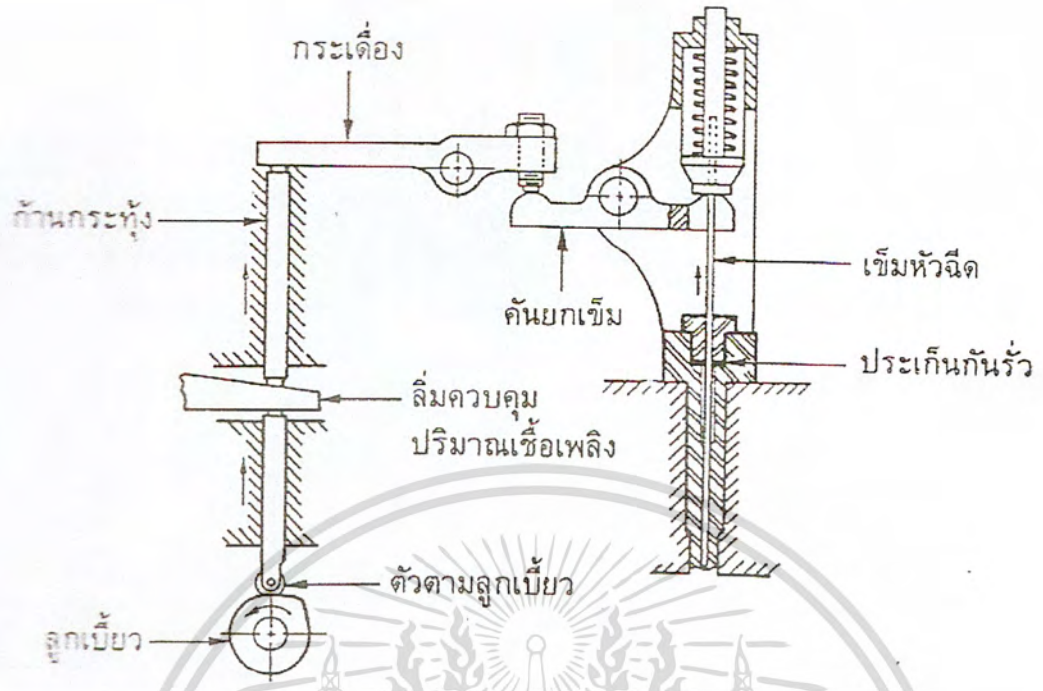
หัวฉีดเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการกระจายน้ำมันเชื้อเพลิงให้แตกตัวเป็นฝอยละอองเล็กๆ และฉีดเข้าไปในห้องสันดาปภายในกำหนดเวลาและปริมาณอันถูกต้อง หัวฉีดจะต้องทำงานภายใต้กำลังอัดดันที่สูงมาก สามารถกระจายเชื้อเพลิงออกเป็นฝอยละอองละเอียดเพื่อการจุดระเบิดได้ง่าย และยังจะต้องทำงานได้รวดเร็ว

ชนิดการทำงานของหัวฉีดแยกได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. หัวฉีดทำงานโดยกลไก (Mechanical injection valve) จะมีลูกเบี้ยวเป็นตัวปิดเปิดเข็มโดยที่มีแรงดันน้ำมันเท่ากับแรงดันการฉีดมารออยู่ที่หัวฉีด เมื่อถึงตำแหน่งฉีด กลไกก็จะยกให้เข็มนมหนู (Needle valve) พ้นจากบ่า น้ำมันก็จะฉีดเข้าไปยังห้องเผาไหม้ ดังแสดงในรูป 2.9

2. หัวฉีดทำงานโดยแรงน้ำมัน (Hydraulic injection valve) ความต้องการของหัวฉีดแบบนี้คือ แรงดันของน้ำมันเชื้อเพลิงจะกระทำลงบนบ่าของเข็มนมหนู เมื่อแรงดันสูงพอที่จะเอาชนะแรงดันของสปริงที่กดเข็มไว้ เข็มนมหนูก็จะถูกยกตัวขึ้น น้ำมันที่มีแรงดันสูงนี้ก็จะผ่านรูหัวฉีดออกไปเข้าห้องเผาไหม้ ดังแสดงในรูป 2.11

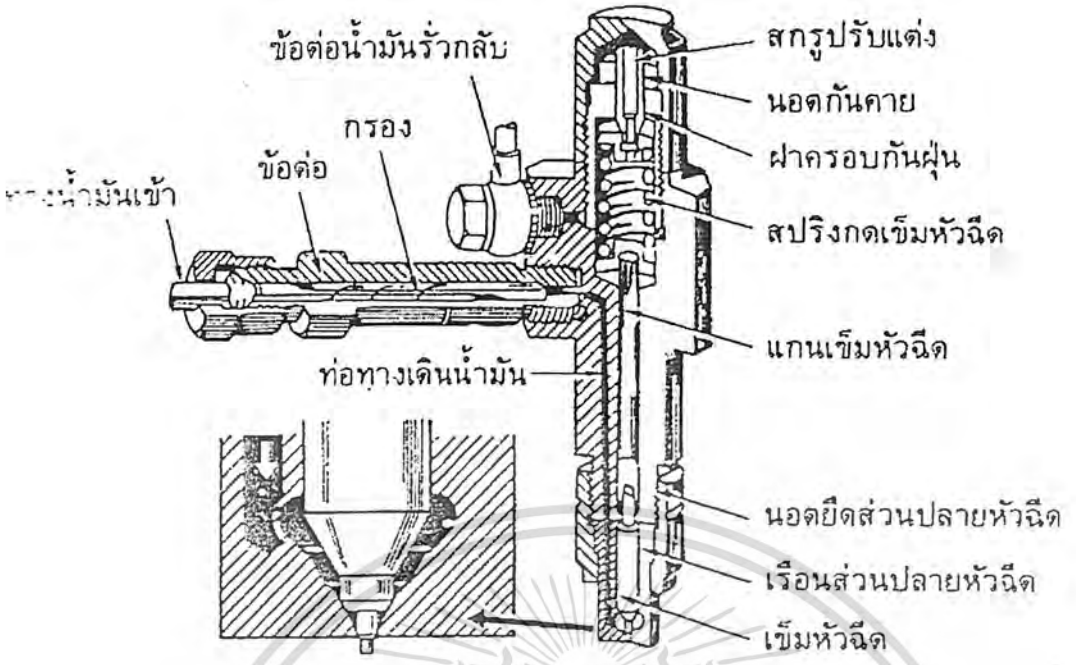
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.9 แสดงหลักการทำงานของหัวฉีดทำงานโดยกลไก

รูปที่ 2.10 แสดงหัวฉีดทำงานโดยกลไก

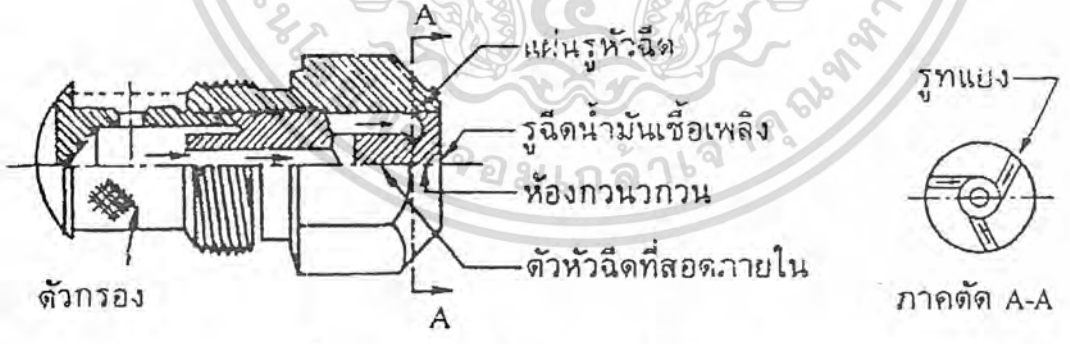
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.11 แสดงหัวฉีดทำงานโดยแรงดันน้ำมัน

ชนิดของหัวฉีดแบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ

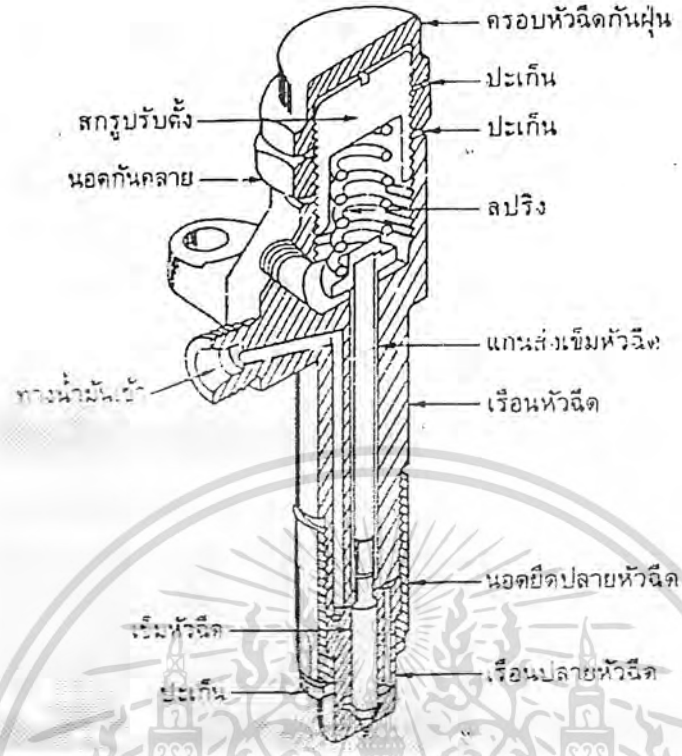
1. หัวฉีดแบบเปิด (Open injection nozzle) คือ หัวฉีดแบบที่ไม่ใช้เข็มควบคุมหรือหยุดการฉีดของเชื้อเพลิง หัวฉีดชนิดนี้จะเจาะรูให้น้ำมันผ่านออกไปยังเตาเผาหรือภายในห้องสันดาปตลอดเวลา ไม่มีเข็มปิดเปิด แต่อาจจะต้องใช้ลิ้นกันกลับใส่ไว้ 2 หรือ 3 ตัว เพื่อป้องกันก๊าซสันดาปย้อนกลับเข้าไปในท่อทางเดินน้ำมัน ดังแสดงในรูป 2.12



รูปที่ 2.12 แสดงส่วนประกอบของหัวฉีดแบบเปิด

2. หัวฉีดแบบปิด (Close injection nozzle) หัวฉีดชนิดที่ใช้อยู่ทั่วๆ ไปกับเครื่องยนต์ดีเซล จัดว่าเป็นแบบปิด ประกอบด้วยสปริงกดให้เข็มหัวฉีดปิด และอาจจะบังคับให้เข็มหัวฉีดเปิดได้ด้วยกลไกทางกล หรือแรงดันของน้ำมันเองก็ได้ดังแสดงในรูป 2.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.13 แสดงส่วนประกอบของหัวฉีดแบบปิด

2.4 น้ำมันดีเซล

น้ำมันดีเซลเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการกลั่นปิโตรเลียม แต่จะมีช่วงจุดเดือดและความข้นใสสูงกว่าน้ำมันเบนซิน และเนื่องจากเครื่องยนต์ดีเซลต้องใช้ความร้อนจากการอัดตัวของอากาศเป็นตัวจุดระเบิดน้ำมันเชื้อเพลิง ดังนั้นน้ำมันดีเซลที่เหมาะสมจึงต้องเป็นน้ำมันที่มีคุณภาพดี จึงจำเป็นต้องมีการปรับปรุงคุณภาพให้เหมาะสมกับการใช้งาน

2.4.1 *คุณสมบัติที่สำคัญของน้ำมันดีเซล*

2.4.1.1 การติดไฟ (Ignition quality) คุณสมบัติในการติดไฟของน้ำมันดีเซลจะแสดงถึงความสามารถในการติดเครื่องยนต์ได้เร็วเมื่อเครื่องยนต์มีอุณหภูมิต่ำ การป้องกันการน็อคในเครื่องยนต์ระหว่างการเผาไหม้เชื้อเพลิงภายในกระบอกสูบ การเผาไหม้อย่างรวดเร็ว และมีประสิทธิภาพในการเผาไหม้สูง คุณสมบัติต่างๆ เหล่านี้อาจแสดงออกมาเป็นค่าดัชนีซีเทน หรือค่าจากซีเทนนัมเบอร์

2.4.1.2 ความสะอาด (Cleanliness) เป็นคุณสมบัติที่สำคัญ น้ำมันดีเซลจะต้องมีความสะอาดทั้งก่อนและหลังการเผาไหม้ เช่น จะต้องมีตะกอน น้ำ กากถ่าน หรือเขม่าให้น้อยที่สุดที่จะทำได้ สำหรับน้ำมันดีเซล เนื่องจากระบบเครื่องยนต์ดีเซลจะต้องใช้ปั๊มและหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าไปในห้องเผาไหม้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1.3 การกระจายเป็นฝอย (Fluidity-Atomization) คุณสมบัติอันนี้อยู่ที่ความหนืดหรือความข้นใสของน้ำมันดีเซล ความหนืดที่พอเหมาะจะทำให้การกระจายน้ำมันเป็นฝอยดี ในขณะที่หัวฉีดจะฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงในช่วงเริ่มการเผาไหม้ นอกจากนี้ความหนืดของน้ำมันดีเซลยังมีผลต่อระบบปั๊มความดันสูงของเชื้อเพลิงด้วย เพราะน้ำมันจะทำหน้าที่หล่อลื่นลูกสูบปั๊มไปในตัว

2.4.1.4 การระเหยตัว (Volatility) ความสามารถในการระเหยของน้ำมันดีเซลจะมีผลต่อจุดเดือด (boiling point) จุดวาบไฟ (flash point) และจุดติดไฟ (fire point) ของน้ำมันดีเซล ถ้าน้ำมันมีอุณหภูมิสูง การระเหยตัวของน้ำมันจะมากกว่าที่อุณหภูมิคงที่

2.4.1.5 ซีเทนนัมเบอร์ (Cetane number) จะแสดงค่าออกมาเป็นตัวเลขหรือที่เรียกว่า ซีเทนนัมเบอร์ หรือ ดัชนีซีเทน คือค่าที่ใช้วัดคุณภาพของน้ำมันดีเซล ในด้านของคุณสมบัติในการติดไฟ ค่าซีเทนนัมเบอร์ควรให้สูงพอกับความเร็วรอบของเครื่องยนต์ ซึ่งจะทำให้การติดเครื่องยนต์ง่าย ไม่เกิดการน็อคในเครื่องยนต์ และเป็นการประหยัดเชื้อเพลิงด้วย

ค่าซีเทน คือ ตัวเลขจำนวนเต็มที่คำนวณจากอัตราส่วนผสมเป็นเปอร์เซ็นต์โดยปริมาตรของนอร์มัลซีเทน กับเฮปตาเมทิลโนเนน ที่มีคุณสมบัติในการติดไฟเทียบเท่ากับน้ำมัน ตัวอย่างที่ต้องการหาค่าซีเทน โดยใช้เครื่องทดสอบมาตรฐาน การคำนวณนั้นใช้สมการ ที่ 2-1 โดยแทนค่าเปอร์เซ็นต์ส่วนผสมละเอียดถึงทศนิยมตำแหน่งที่หนึ่งดังนี้

ค่าซีเทน = % นอร์มัลซีเทน + 0.15 (% เฮปตาเมทิลโนเนน) ---------- (2-1)

หากค่า ignition delay สั้น ค่าซีเทนของน้ำมันดีเซลยิ่งสูง จะทำให้การควบคุมการเผาไหม้ทำได้ดีขึ้น เป็นผลให้ประสิทธิภาพของเครื่องยนต์เพิ่มขึ้น

2.4.1.6 ดัชนีดีเซล (Diesel Index ; DI) ในการหาค่าซีเทนของน้ำมันดีเซลโดยวิธีเดินเครื่องยนต์มาตรฐานทำให้สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายมาก ในการนี้อาจจะหาค่าซีเทนของน้ำมันดีเซลโดยวิธีที่ง่ายกว่า แล้วนำผลที่ได้ไปเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานที่มีอยู่แล้ว และค่าที่ได้ก็นับว่าเป็นค่าที่ใกล้เคียงกับความจริง

ดัชนีซีเทนสามารถหาได้จากสมการ 2-2

$$DI = AG/100 \quad \text{---------- (2-2)}$$

เมื่อ DI คือ ค่าดัชนีดีเซล

A คือ จุดอะนิลีน (Aniline point ; F)

G คือ ความถ่วงจำเพาะ API ที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส (60 องศาฟาเรนไฮต์)

ความสัมพันธ์ระหว่างค่าซีเทนกับค่าดัชนีซีเทน สามารถเปรียบเทียบได้ตามตารางที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าซีเทนกับดัชนีซีเทน

ค่าซีเทน	ดัชนีซีเทน
30	26
35	34
40	42
45	49
50	56
55	64
60	72

2.4.1.7 จุดอะนิลีน (Aniline point) คือ อุณหภูมิต่ำสุดที่สารอะนิลีนและตัวอย่างน้ำมันที่มีปริมาณเท่ากันรวมตัวกันได้หมด ผลิตภัณฑ์ที่มีจุดอะนิลีนสูงจะมีสารอะโรมาติกและแนพธีนน้อย โดยทั่วไปสารอะโรมาติกจะทำให้ยางพอง พวกพาราฟินจะมีจุดอะนิลีนสูง ส่วนโอลีฟินจะมีจุดอะนิลีนปานกลาง

2.4.1.8 ดัชนีซีเทน (Cetane Index) เป็นค่าที่แสดงคุณภาพในการติดไฟของน้ำมันดีเซลเพื่อทำให้การเผาไหม้มีความเหมาะสม

ดัชนีซีเทนหาได้จากค่าความถ่วงจำเพาะ API และอุณหภูมิของการกลั่นที่ 50 เปอร์เซ็นต์หรือจุดกลางเดือด (Mid boiling point) ค่าทั้ง 2 นี้หาได้จากสมการ 2-3

$$CCI = 97.833 (\log T) + 2.2088(G) (\log T) + 0.01247^2 + 423.51(\log T) + 4.7808(G) + 419.59 \quad \text{---- (2-3)}$$

เมื่อ CCI คือ ค่าคำนวณดัชนีซีเทน

G คือ ความถ่วงจำเพาะ API

T คือ อุณหภูมิของการกลั่นที่ 50 % ของความดันบรรยากาศ หาได้โดยวิธี ASTM D86 หรือ D158

2.4.1.9 จุดวาบไฟ (Flash point) คือ อุณหภูมิที่น้ำมันดีเซลจะต้องถูกทำให้ร้อน เพื่อให้เกิดส่วนผสมของไอน้ำมันกับอากาศที่จะจุดติดไฟได้เหนือผิวหน้าของน้ำมันเมื่อมีเปลวไฟเป็นตัวล่อ จุดวาบไฟมีความสำคัญในด้านอันตรายจากอัคคีภัย ในการเก็บรักษาและใช้งานเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1.10 จุดเริ่มไหล (Pour point) คือ อุณหภูมิต่ำสุดที่น้ำมันยังเป็นของเหลวพอที่จะไหลได้เมื่อได้รับความเย็น โดยจุดเริ่มไหลมีความสำคัญสำหรับการใช้น้ำมันในที่ที่มีอุณหภูมิต่ำมาก ต้องใช้น้ำมันที่มีจุดเริ่มไหลต่ำกว่าอุณหภูมินั้น

2.4.1.11 เถ้า คือ สารอนินทรีย์ (Inorganic matter) ที่เหลืออยู่หลังจากการเผาไหม้ผลิตภัณฑ์น้ำมัน ถ้ามีเถ้ามากอาจทำให้เกิดการสึกหรอในส่วนต่างๆ ของเครื่องยนต์

2.4.1.12 ความถ่วงจำเพาะ (Specific gravity) คือ อัตราความหนาแน่นของสารต่อความหนาแน่นของน้ำมันบริสุทธิ์ที่มีปริมาตรเท่ากัน และที่อุณหภูมิเดียวกัน ได้มีการตั้งมาตราความถ่วง API ขึ้นเพื่อใช้วัดคุณภาพของน้ำมันโดยเทียบกับความถ่วงจำเพาะ ดังสมการ 2-4

ความถ่วงหรือองศา API = (141.5 / ความถ่วงจำเพาะ 60/60 องศาฟาเรนไฮต์) -131.5 ----------(2-4)

2.4.1.13 ปริมาณกำมะถันในน้ำมันดีเซล การกัดกร่อนของกำมะถันมี 2 ลักษณะ คือ เกิดจากการกัดกร่อนของสารประกอบที่เกิดจากการเผาไหม้ของกำมะถัน และเกิดจากการกระทำของกำมะถันในน้ำมันเชื้อเพลิงโดยตรง คือ จะกัดกร่อนชิ้นส่วนของระบบหัวฉีดเครื่องยนต์ดีเซล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 2.2 แสดงคุณสมบัติโดยทั่งไปของน้ำมันดีเซล (ข้อมูลจากบริษัทเอสโซ่)

คุณสมบัติ	น้ำมันดีเซลหมุนเร็ว			น้ำมันดีเซลหมุนช้า		
	ข้อกำหนด		ค่าจากการทดสอบ	ข้อกำหนด		ค่าจากการทดสอบ
	ต่ำสุด	สูงสุด		ต่ำสุด	สูงสุด	
1.ความถ่วง API ที่ 15.6 ° C	-	-	35.8	-	-	31.5
2.ความถ่วงจำเพาะ @ 15.6 ° C/15.6 ° C	0.82	0.9	0.8458	-	0.92	0.8681
3.สภาพน้ำมัน	-	-	ใสสะอาด	-	-	ใสสะอาด
4.ค่าซีเทน	47	-	51	45	-	47
5.ความข้นใส @ 40 ° C (cst)	1.8	5	3.6	-	8	5.9
6.จุดไหลเท (° C)	-	10	10	-	16	14
7.ปริมาณกำมะถัน (% โดยน้ำหนัก)	-	1	0.5	-	1.5	1
8.การกัดกร่อนทองแดง	-	1	1a	-	-	-
9.กากคาร์บอน (% โดยน้ำหนัก)	-	0.05	0.005	-	0.2	0.09
10.เถ้า (% โดยน้ำหนัก)	-	0.01	0.0015	-	0.02	0.001
11.จุดวาบไฟ	52	-	75	66	-	78
12.สี ASTM	-	4	1.5	4.5	7.5	6
13.การกลั่น 90% (° C)	-	370	366	-	-	-
14.น้ำมันและตะกอน (% โดยปริมาตร)	-	0.05	เล็กน้อย	-	0.2	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 ไบโอดีเซล

ไบโอดีเซลก็คือ การนำน้ำมันจากพืชหรือไขมันสัตว์หรือแม้แต่น้ำมันที่ใช้แล้วอย่างน้ำมันที่ทอดไก่ หรือปาท่องโก๋มาใช้เป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ดีเซล ซึ่งเราอาจแบ่งไบโอดีเซลตามประเภทของน้ำมันที่นำมาใช้ได้ออกเป็น 3 ประเภท

2.5.1 *น้ำมันพืชหรือน้ำมันสัตว์* ไบโอดีเซลประเภทนี้ก็คือน้ำมันพืชแท้ๆ (เช่น น้ำมันมะพร้าว, น้ำมันปาล์ม, น้ำมันถั่วลิสง, น้ำมันถั่วเหลือง) หรือน้ำมันจากไขมันสัตว์ (เช่น น้ำมันหมู) ซึ่งเราสามารถเอามาใช้ได้เลยกับเครื่องยนต์ดีเซลโดยไม่ต้องผสม หรือเติมสารเคมีอื่นใด หรือไม่ต้องนำมาเปลี่ยนแปลงคุณ สมบัติของน้ำมันให้เปลืองเวลา เปลืองทรัพยากรอีก การใช้ไบโอดีเซลชนิดนี้ต้องมีการอุ่นน้ำมันทุกๆจุดที่น้ำมันผ่าน ได้แก่ ถังน้ำมัน ท่อทางเดินน้ำมัน ชุดกรองน้ำมัน อุณหภูมิของน้ำมันที่ใช่อุ่นอย่างน้อย 70 องศาเซลเซียส การนำน้ำมันพืชที่ยังไม่ผ่านกระบวนการกลั่นมาใช้อย่างเหมาะสมจำเป็นต้องอาศัยความร้อนในการหลอมเหลวไขแข็งและลดความหนืดของน้ำมัน

2.5.2 *ไบโอดีเซลแบบลูกผสม* ไบโอดีเซลชนิดนี้เป็นลูกผสมระหว่างน้ำมันพืช (หรือสัตว์) กับ น้ำมันก๊าด น้ำมันดีเซล หรืออะไรก็ได้เพื่อให้ไบโอดีเซลที่ได้มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซลให้มากที่สุด อย่างเช่น โคโคดีเซล (Coco – diesel) ที่ อ.ทับสะแก ประจวบคีรีขันธ์ ซึ่งเป็นการผสมกันระหว่างน้ำมันมะพร้าวกับน้ำมันก๊าด หรือปาล์มดีเซล(Palm - diesel) เป็นการผสมระหว่างน้ำมันปาล์มกับน้ำมันดีเซล

2.5.3 *ไบโอดีเซลแบบเอสเทอร์* เป็นความหมายของไบโอดีเซลที่แท้จริง อย่างเช่น ในเยอรมัน สหรัฐอเมริกา หรือแม้แต่มาเลเซีย ดังนั้น ถ้าพูดถึงคำว่า "ไบโอดีเซล" ในความหมายสากลจะหมายถึงไบโอดีเซลแบบเอสเทอร์ สำหรับไบโอดีเซลประเภทนี้ต้องผ่านกระบวนการแปรรูปด้วยกระบวนการทางเคมีที่เรียกว่า ทรานส์เอสเทอริฟิเคชั่น (Transesterification)ก่อน นั่นคือ การนำเอาน้ำมันพืชหรือสัตว์ที่มีกรดไขมันไปทำปฏิกิริยากับแอลกอฮอล์โดยใช้กรดหรือด่างเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ทำให้ได้เอสเทอร์ โดยจะเรียกชนิดของไบโอดีเซลแบบเอสเทอร์ตามชนิดของแอลกอฮอล์ที่ใช้ในการทำปฏิกิริยา ไบโอดีเซลชนิดเอสเทอร์นี้มี คุณสมบัติที่เหมือนกับน้ำมันดีเซลมากที่สุดวัตถุประสงค์ของกระบวนการดังกล่าวคือ ช่วยปรับปรุงคุณสมบัติของน้ำมันในเรื่องความหนืดให้เหมาะสมกับการใช้งานกับเครื่องยนต์ดีเซลและเพิ่มค่า Cetane number ทำให้ไม่มีปัญหากับเครื่องยนต์ เราสามารถนำมาใช้กับรถยนต์ได้ แต่ปัญหาที่จะมีก็คือต้นทุนการผลิตที่แพงนั่นเอง

2.6 ข้อดีข้อเสียของไบโอดีเซล (เมื่อเทียบกับน้ำมันดีเซล)

2.6.1 *ไบโอดีเซล* แต่ละชนิดมีข้อดีข้อเสียแตกต่างกันไปเมื่อเทียบกับการใช้น้ำมันดีเซลปกติ น้ำมันพืชหรือสัตว์ พวกน้ำมันพืชหรือ 100 % จะมีปัญหามากเนื่องจากคุณสมบัติของมันต่างกับดีเซลค่อนข้างมาก อย่างที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ก็เลยมีปัญหาเรื่องการสันดาปไม่สมบูรณ์ เครื่องสะดุด มีผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ต่อลูกสูบและวาล์ว มีตะกรันขาวหลงหาทางออกไม่ได้อยู่ในถังน้ำมันและหนืด ความหนืดสูงที่อุณหภูมิต่ำลงทำให้ จากที่สตาร์ทไม่ค่อยจะติด กลายเป็นไม่ติดไปเลยในที่อากาศเย็นๆ แต่มีข้อดีก็คือมีราคาถูก พอใช้ได้กับเครื่องยนต์รอบต่ำ แต่ก็ไม่ค่อยนิยมใช้กัน

2.6.2 *ไบโอดีเซลลูกผสม* เนื่องจากไบโอดีเซลประเภทนี้เกิดจากการผสมกันระหว่างน้ำมันพืชและน้ำมันปิโตรเลียม ทำให้ลดปัญหาเรื่อง ความหนืดลงไปได้บ้าง แต่ก็ยังมีปัญหาตอนที่อากาศเย็นๆ อยู่ดี แล้วก็ปัญหาเรื่องการอุดตันของเครื่องยนต์คือ ไส้กรองจะอุดตันเร็วกว่าปกติ แต่สำหรับปัญหาอื่นๆ ไม่มีคุณสมบัติส่วนมากจะเหมือนกับน้ำมันดีเซล เครื่องจะเดินเรียบไม่มีปัญหาเรื่องสะดุดเหมือนแบบแรก เครื่องสตาร์ทติดง่าย (แต่อาจต้องมีการอุ่นน้ำมันก่อน) เหมาะสำหรับการใช้กับเครื่องยนต์รอบต่ำ หรือเครื่องจักรกลการเกษตร

2.6.3 *ไบโอดีเซลแบบเอสเทอร์* ข้อดีอันแรกคือค่าซีเทน (Cetane ค่าดัชนีการจุดติดไฟ) สูงกว่าน้ำมันดีเซล นั่นคือจุดติดไฟได้ง่ายกว่าน้ำมันดีเซล ทำให้การจุดระเบิดทำได้ดี การสันดาปสมบูรณ์ คาร์บอนมอนอกไซด์เลยน้อย ไม่มีควันดำและซัลเฟอร์ไดออกไซด์ซ้ำเติมสิ่งแวดล้อม ความหนืดคงที่ แต่ข้อเสียก็คือแพง ต้นทุนสูงกว่าไบโอดีเซลแบบอื่นๆ เครื่องยนต์ให้กำลังต่ำกว่าน้ำมันดีเซล มีการสร้างแก๊สไนโตรเจนออกไซด์ (NOx) เพิ่มขึ้น แล้วก็อาจต้องดัดแปลงส่วนประกอบของเครื่องยนต์ที่เป็นยาง (rubber) ซึ่งอาจถูกทำลายโดยไบโอดีเซล แต่ไบโอดีเซลแบบเอสเทอร์นี้ใช้กับเครื่องยนต์รอบสูงอย่างรถยนต์ได้

โดยรวมแล้ว การใช้ไบโอดีเซลสามารถลดมลพิษทางอากาศ ซึ่งเป็นผลจากการเผาไหม้ในเครื่องยนต์ได้ส่วนหนึ่ง เนื่องจากองค์ประกอบของไบโอดีเซลไม่มีธาตุกำมะถัน แต่มีออกซิเจนเป็นองค์ประกอบประมาณ 10 % โดยน้ำหนัก จึงช่วยการเผาไหม้ได้ดีขึ้นและลดมลพิษซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ไฮโดรคาร์บอน คาร์บอนมอนนอกไซด์ ฝุ่นละออง ฯลฯ นอกจากนี้ไบโอดีเซลมีคุณสมบัติในการหล่อลื่นดีกว่าน้ำมันดีเซล จึงมีการนำไบโอดีเซลมาใช้ผสมน้ำมันดีเซลในสัดส่วนต่างๆ กัน หรือใช้โดยไม่ต้องผสมกับน้ำมันดีเซลเลยก็ได้ แต่ไบโอดีเซลเป็นตัวทำละลายที่ดี จึงอาจทำให้ท่อทางเดินน้ำมัน ซึ่งทำจากยางและพลาสติกบวมและรั่วได้

ในเชิงเศรษฐศาสตร์ก็คือ ราคาถูก ช่วยพยุงราคาพืชผลทางการเกษตรของไทย ลดการนำเข้าน้ำมันจากต่างประเทศ ข้อดีในด้านสิ่งแวดล้อมและคุณภาพชีวิตก็คือ ช่วยลดมลพิษในอากาศ ทำให้ลดการสูญเสียจากการรักษาพยาบาลผู้ป่วยที่ได้รับมลพิษจากอากาศ เป็นต้น ที่น่าสนใจอีกอย่างคือบริษัทผลิตรถยนต์ชั้นนำของโลก หลาย ๆ ค่าย ออกมาประกาศรับรองว่าสามารถใช้ไบโอดีเซลกับรถที่ออกมาจากค่ายนั้น ๆ ได้โดยไม่มีปัญหากับเครื่องยนต์

61528

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 2.3 แสดงคุณสมบัติของน้ำมันพืชชนิดต่างๆกับดีเซล

	ดีเซล	มะพร้าว	ปาล์ม	สบู่ดำ
Specific gravity	0.82-0.84	40486	37552	0.9188
Flash point	>52	198	260	110
Cetane value	>50	33	42	51
Kinematic viscosity	1.8-5.0 cS	23.8	34.5	50.73 cS
ความหนาแน่นที่ 50 c	-	0.898	0.891	-
Heating value	44956	40486	37552	39770

ตาราง 2.4 แสดงคุณสมบัติของน้ำมันปาล์มดิบผสมกับดีเซล

	อัตราส่วนน้ำมันปาล์มดิบกรองต่อน้ำมันดีเซลโดยปริมาตร					
สมบัติทางเชื้อเพลิง	D 100%	D 90-P10	D 70-P30	D 50-P50	D 30-P70	P 100%
ค่าความร้อน(J/g)	44956	41983	41067	40207	38133	37552
Flash point	70	92	98	102	116	260
Kinematic viscosity	4.2	4.7	7.7	13.1	21.4	54.2
ความหนาแน่น	0.816	0.823	0.838	0.855	0.87	0.897

ตาราง 2.5 แสดงจำนวนคาร์บอนที่มีอยู่ในน้ำมัน

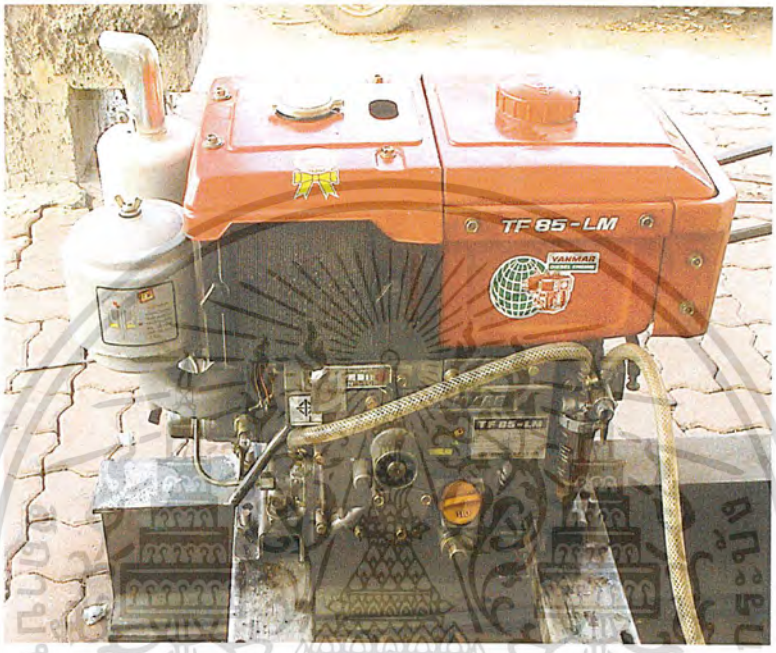
ชนิดของน้ำมัน	จำนวนคาร์บอนหลัก
ดีเซล	C13-C18
ปาล์มดิบ	C16-C18
มะพร้าวดิบ	C12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
อุปกรณ์และขั้นตอนการทดสอบ

3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ทำการทดสอบ

3.1.1 เครื่องยนต์



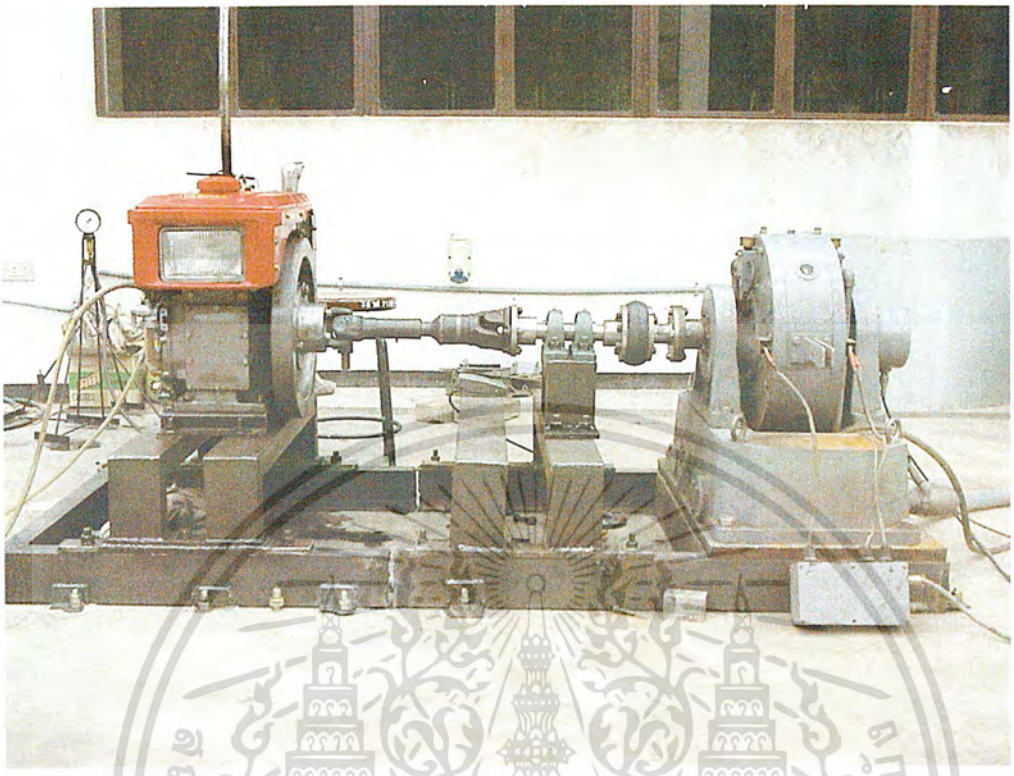
รูปที่ 3.1 เครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็ก Yanmar รุ่น TF 85 LM

ตารางที่ 3.1 ข้อมูลของเครื่องยนต์ Yanmar TF 85 LM

ระบบเผาไหม้	มีห้องเผาไหม้ช่วย
จำนวนลูกสูบ	1
ความโตกระบอกสูบX ช่วงชัก	85x87 มม.
ความจุ	0.493 ลิตร
กำลังม้าสูงสุด(แรงม้า)	8.5/2200 รอบต่อนาที
อัตราส่วนการอัด	22.4
ความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง	195 กรัม/แรงม้า-ชั่วโมง
ทิศทางการหมุนของเพลาข้อเหวี่ยง	ทวนเข็มนาฬิกาด้านล้อช่วยแรง
น้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้	น้ำมันดีเซลหมุนเร็ว
ระยะเวลาการฉีดน้ำมัน	ก่อนศูนย์ตายบน 13 องศา
ความจุน้ำมันเชื้อเพลิง	10.5 ลิตร
ระบบระบายความร้อน	หม้อน้ำรังผึ้ง

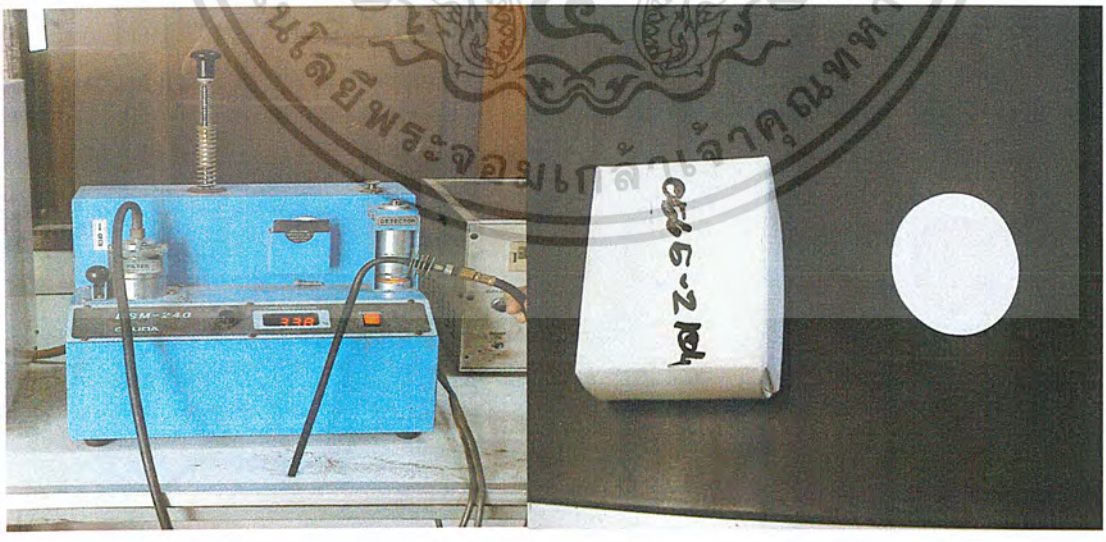
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 ไดนาโมและชุดควบคุม



รูปที่ 3.2 แสดงไดนาโมมิเตอร์แบบ Eddy current

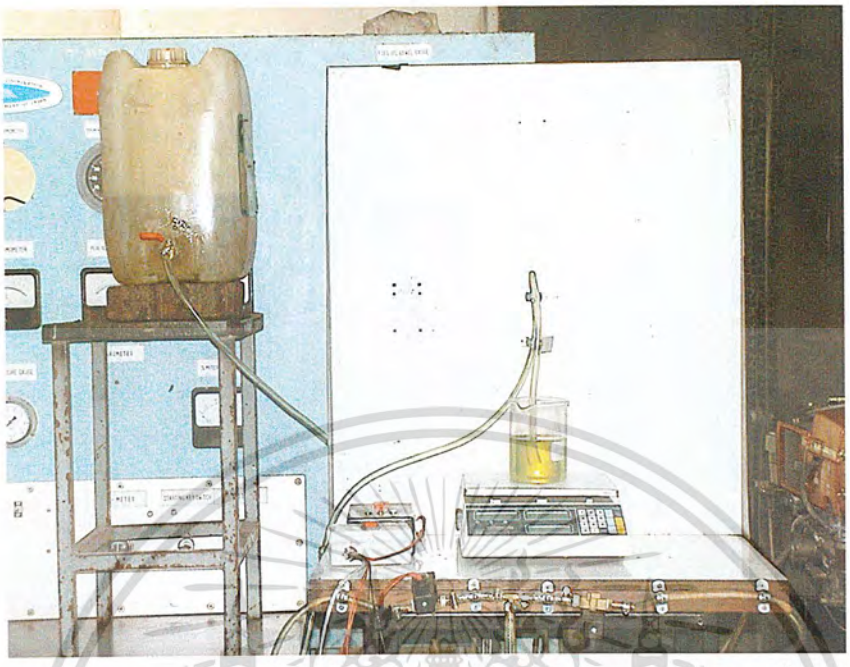
3.1.3 เครื่องวัดควันดำและกระดาษ



รูปที่ 3.3แสดงชุดอุปกรณ์วัดควันดำและกระดาษวัดควันดำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

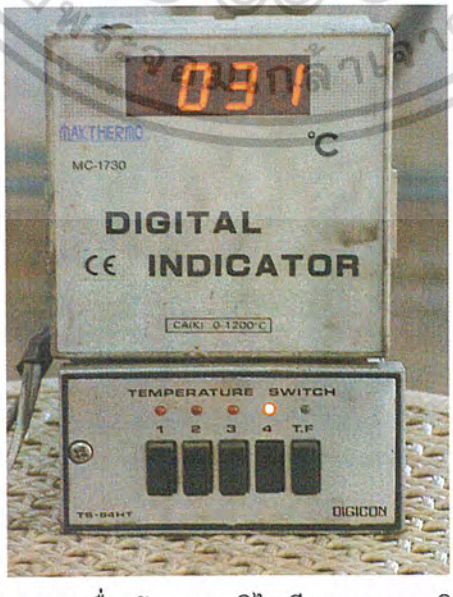
3.1.4 ชุดวัดอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง



รูปที่ 3.4 แสดงถังน้ำมันและเครื่องชั่งละเอียดสำหรับวัดอัตราการไหลของน้ำมัน

การใช้งานของอุปกรณ์ชุดนี้คือ เมื่อเราต้องการจะวัดอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง ให้กดปุ่มซ้ายมือซึ่งเป็นนาฬิกาจัดเวลา และ solenoid valve ที่ต่อกับวาล์ว 3 ทางจะปิดวาล์วที่มาจากถังน้ำมันใหญ่ แล้วจึงเปิดวาล์วที่ต่อกับท่อน้ำมันที่มาจากบีกเกอร์บนเครื่องชั่งแทน ซึ่งจะทำการจัดเวลาทั้งหมด 70 วินาที จากนั้นเราจึงอ่านค่ามวลของน้ำมันที่หายไปได้

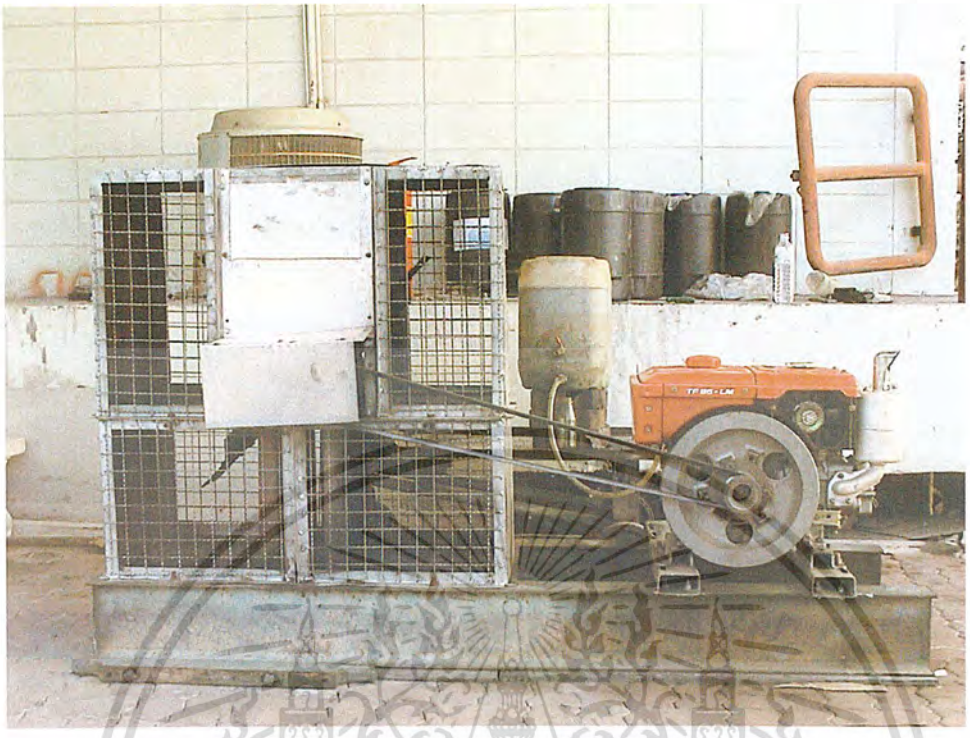
3.1.5 เครื่องวัดอุณหภูมิไอเสียและน้ำมันเครื่อง



รูปที่ 3.5 แสดงเครื่องวัดอุณหภูมิไอเสียและอุณหภูมิน้ำมันเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.6 แท่นทดสอบการสึกหรอที่ประกอบด้วย ใบพัดที่ให้ load กับเครื่องยนต์



รูปที่ 3.6 แสดงเครื่องยนต์และแท่นที่ใช้ทดสอบการสึกหรอ

3.1.7 น้ำมันที่นำมาใช้ในการทดสอบมี 3ชนิด ได้แก่ น้ำมันมะพร้าวดิบ น้ำมันปาล์มดิบ และน้ำมันสบู่ดำ

รูปที่ 3.7 แสดงมะพร้าวที่นำมาบีบน้ำมัน

รูปที่ 3.8 แสดงปาล์มที่นำมาบีบน้ำมัน

รูปที่ 3.9 แสดงเมล็ดสบู่ดำที่นำมาบีบน้ำมัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.8 เครื่องมือวัดขนาดที่ประกอบด้วยไมโครมิเตอร์ และบอร์เกจใช้วัดกระบอกสูบ

3.2 ขั้นตอนการทดสอบ แบ่งออกเป็น 2 ส่วน

3.2.1 *การทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์*

3.2.1.1 ทำการผสมน้ำมันพืชกับน้ำมันดีเซลที่อัตราส่วน 10% 20% และ30% โดยปริมาตร

3.2.1.2 คำนวณหาค่าแรงบิดจากค่าภาระของเครื่องยนต์โดยจะกำหนดไว้ที่ BMEP 200 400 และ 600 kPa

3.2.1.3 นำน้ำมันดีเซลและน้ำมันพืชผสมแต่ละชนิดมาทดสอบกับเครื่องยนต์ทดสอบใส่ load ที่คำนวณไว้ทั้ง 3 ค่า ที่ความเร็วรอบ 1400 1600 1800 2000 2200 rpm

3.2.1.4 วัดอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันนำมาคำนวณหาค่า BSFC อุณหภูมิน้ำมันเครื่อง อุณหภูมิไอเสีย และsmoke density (%) จากนั้นนำมาคำนวณหาค่า BSFC แล้วสร้างกราฟ

3.2.2 *การทดสอบการสึกหรอของเครื่องยนต์ติดต่อกัน 300 ชั่วโมง* การทดสอบนี้เราจะใช้น้ำมันดีเซล น้ำมันมะพร้าวดิบ 100% และน้ำมันปาล์มดิบ 100% เพื่อเปรียบเทียบการสึกหรอของเครื่องยนต์

3.2.2.1 ติดเครื่องยนต์ที่มีน้ำมันที่จะใช้ในการทดสอบ เร่งความเร็วรอบเครื่องยนต์ไปที่ 2200 rpm ใส่ค่า load 100 % จากนั้นวัดค่าอุณหภูมิไอเสียของเครื่องยนต์

3.2.2.2นำน้ำมันที่จะใช้ในการทดสอบการสึกหรอมาต่อเข้ากับเครื่องยนต์บนแท่นทดสอบการสึกหรอ ติดเครื่องยนต์แล้ววัดอุณหภูมิไอเสียปรับจนได้อุณหภูมิที่วัดได้ที่ 2200 rpm load 100 % ทำการเดินเครื่องยาวตลอด 300 ชั่วโมง (โดยใน 1 วันจะเดินเครื่อง 23 ชั่วโมงและหยุดเครื่อง 1ชั่วโมง เพื่อพักเครื่องและเติมน้ำหล่อเย็น) โดยจะเปลี่ยนน้ำมันเครื่องทุก 150 ชั่วโมง

3.2.2.3 ทำการเปลี่ยนลูกสูบ กระบอกสูบ และแหวนลูกสูบชุดใหม่ เพื่อนำชุดเก่าไปวัดหาการสึกหรอที่เกิดขึ้น แล้วนำไปเปรียบเทียบกันระหว่างค่าที่วัดตั้งแต่ยังไม่ได้ใช้งานและหลังจากใช้งานกับน้ำมันทั้ง 3 ชนิด

3.2.2.4 เปลี่ยนน้ำมันเครื่องและน้ำมันที่จะใช้ในการทดสอบต่อไป

3.2.2.5นำตัวอย่างน้ำมันเครื่องที่เอามาจากเครื่องยนต์ที่ทำการทดสอบการสึกหรอไปตรวจหาปริมาณเศษโลหะที่อยู่ในน้ำมันเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

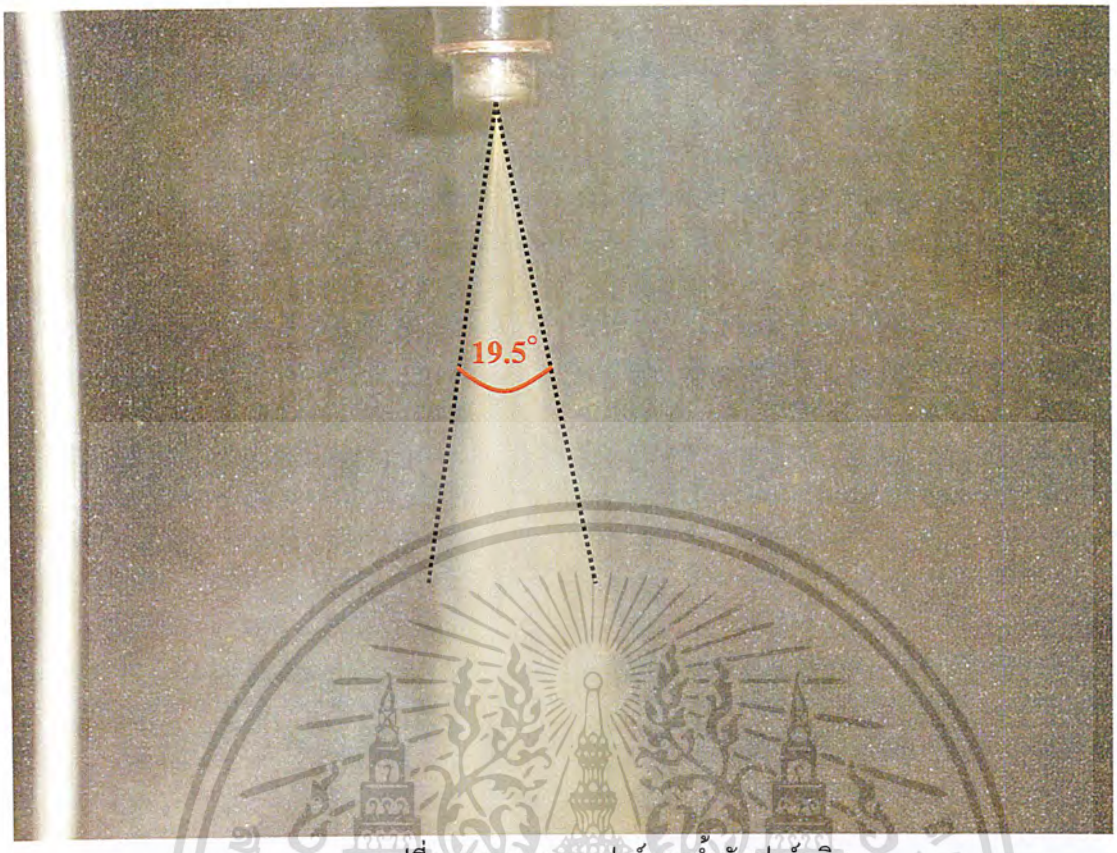
บทที่ 4
ผลการทดลอง

ผลการทดลองจะแบ่งออกเป็นสองส่วน ส่วนแรกคือส่วนของการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันพืชผสมชนิดต่าง

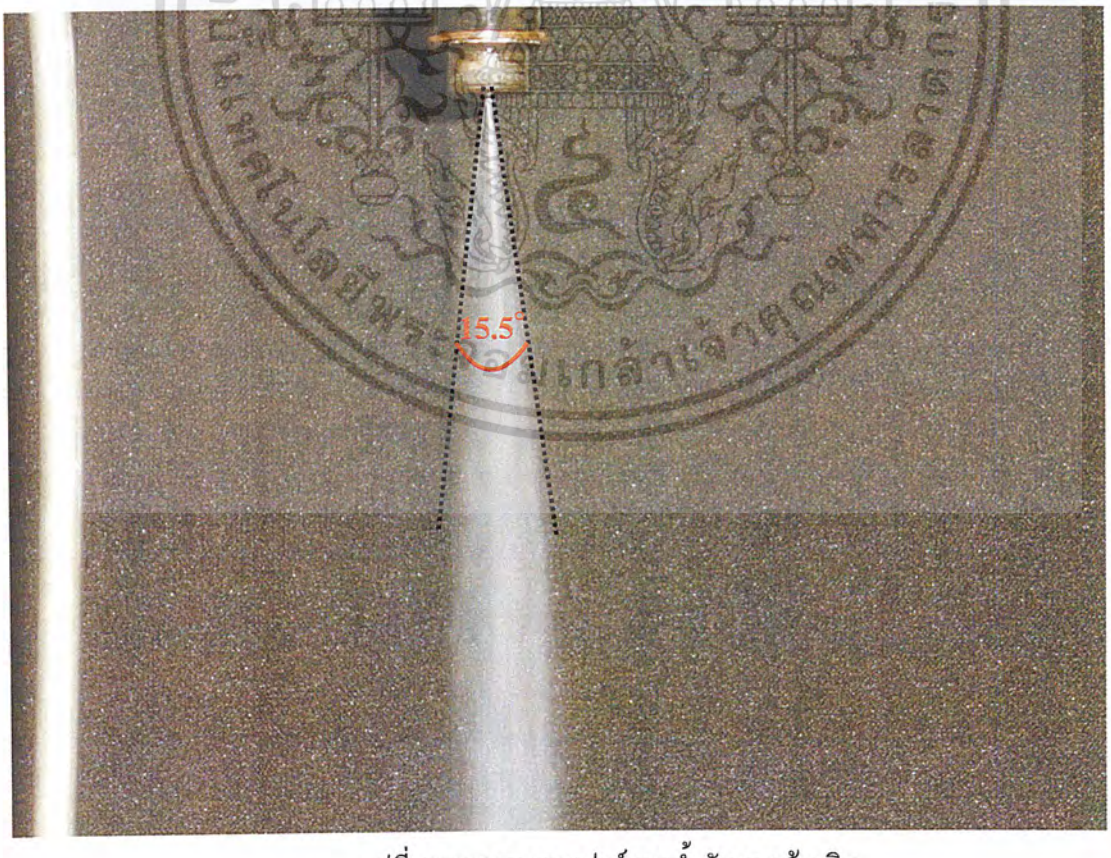
ภาพการสเปรย์ของน้ำมันชนิดต่างๆ

รูปที่ 4.1 การสเปรย์น้ำมันดีเซล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 แสดงการสเปรย์ของน้ำมันปาล์มดิบ



รูปที่ 4.3 แสดงการสเปรย์ของน้ำมันมะพร้าวดิบ

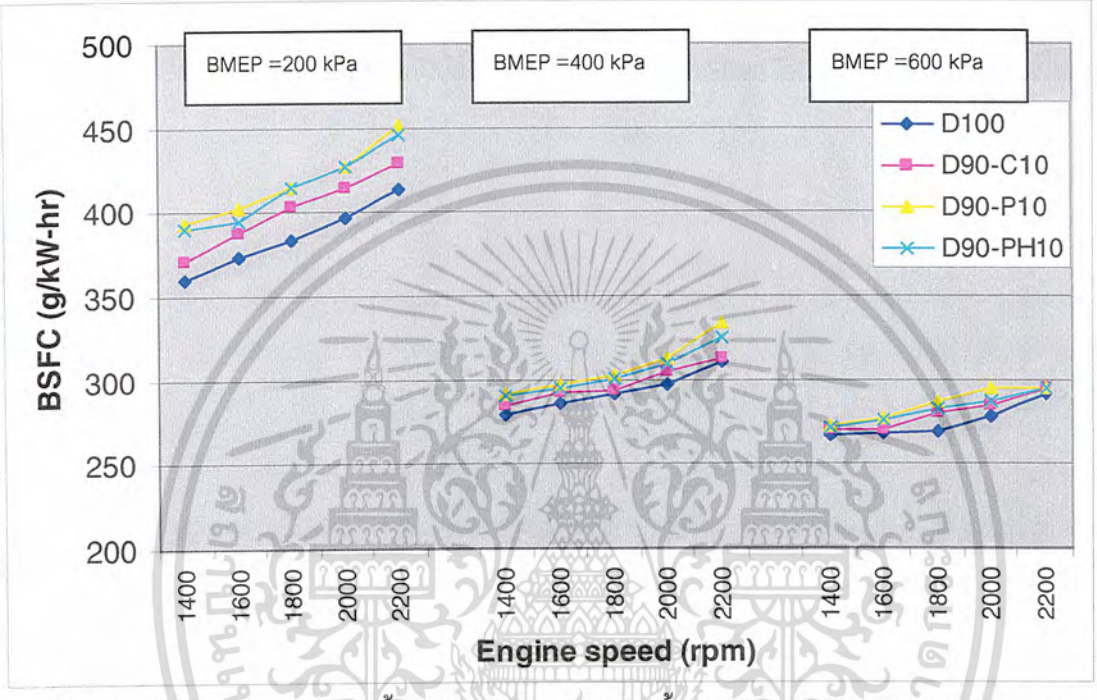
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้าเราเปรียบเทียบการสเปรย์ของน้ำมันดีเซล น้ำมันมะพร้าวดิบและน้ำมันปาล์มดิบแล้วจะเห็นได้ชัดว่าองศาการสเปรย์ของน้ำมันดีเซลนั้นกระจายดีที่สุด 24.5° รองลงมาคือน้ำมันปาล์มดิบ 19.5° และการสเปรย์ที่แย่ที่สุดคือน้ำมันมะพร้าวดิบ 15.5°

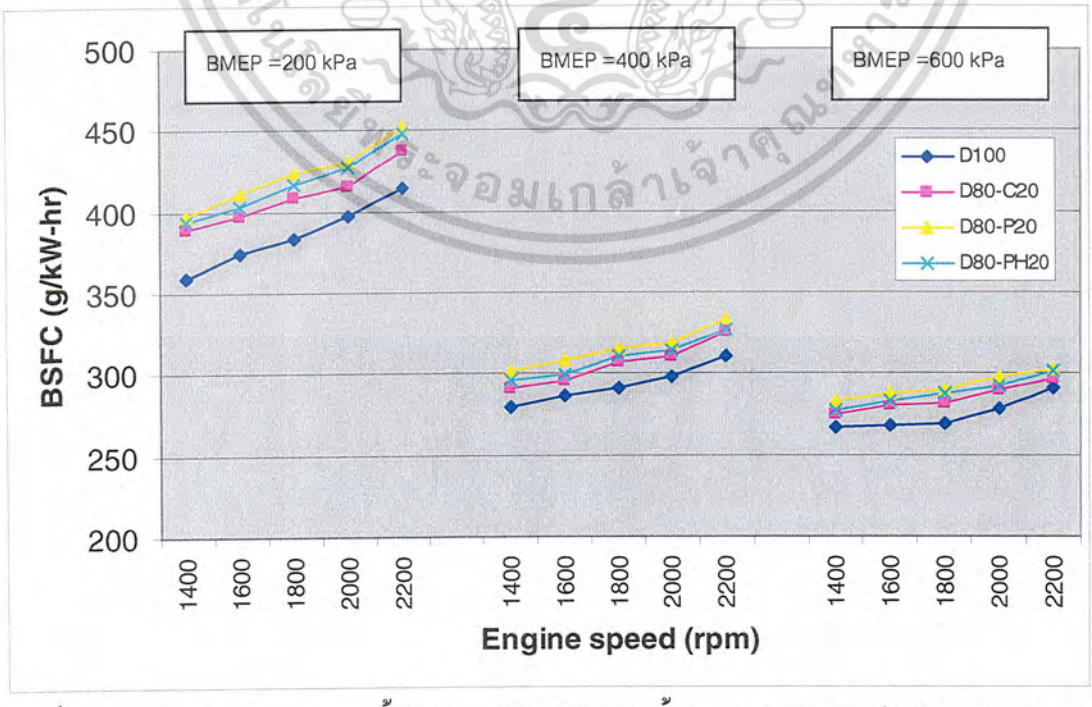
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1 ผลการทดลองที่ได้จากการทดสอบสมรรถนะ

อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะของน้ำมันพืชผสมที่ทุกอัตราส่วนจะมีค่าเพิ่มขึ้นตามอัตราส่วนผสมที่เพิ่มขึ้นของน้ำมันพืชผสม แต่เป็นปริมาณที่มากกว่าเพียงเล็กน้อย และเมื่อใส่ภาระให้เครื่องยนต์ยิ่งมาก อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงจำเพาะก็จะมากขึ้นตามลำดับ ซึ่งอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงของน้ำมันปาล์มดิบผสมจะมีค่ามากที่สุด

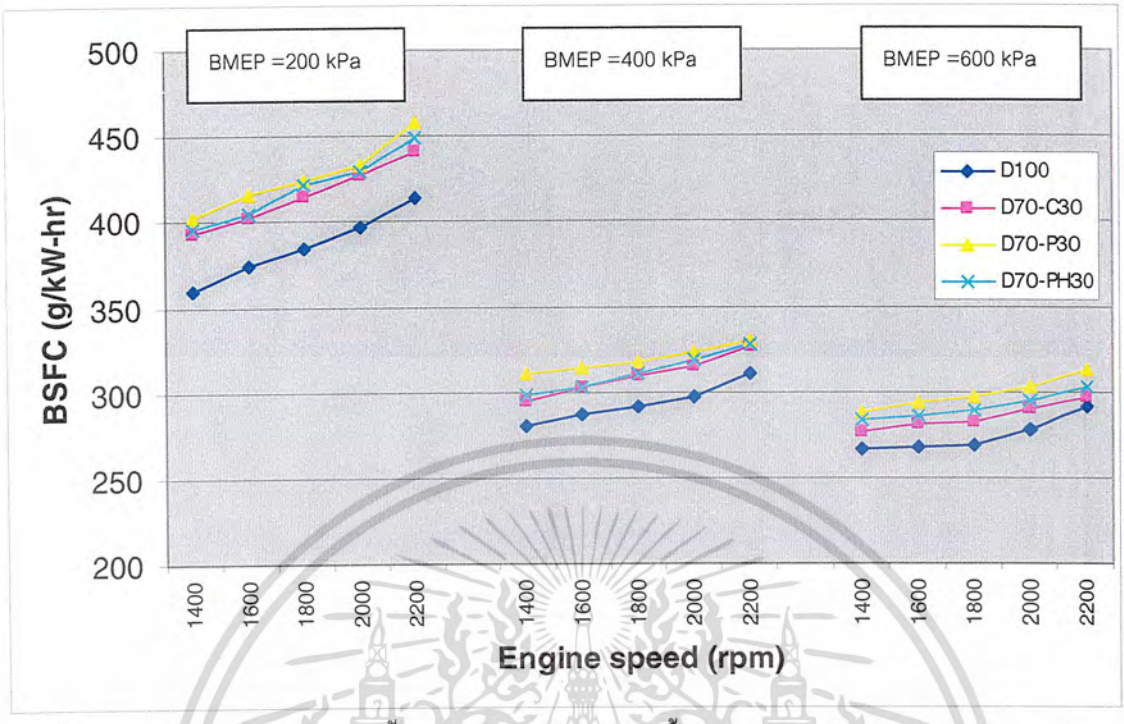


รูปที่ 4.1.1 แสดงกราฟ BSFC ของน้ำมันดีเซลเปรียบเทียบกับน้ำมันผสมชนิดต่างๆ ในอัตราส่วน 10%



รูปที่ 4.1.2 แสดงกราฟ BSFC ของน้ำมันดีเซลเปรียบเทียบกับน้ำมันผสมชนิดต่างๆ ในอัตราส่วน 20%

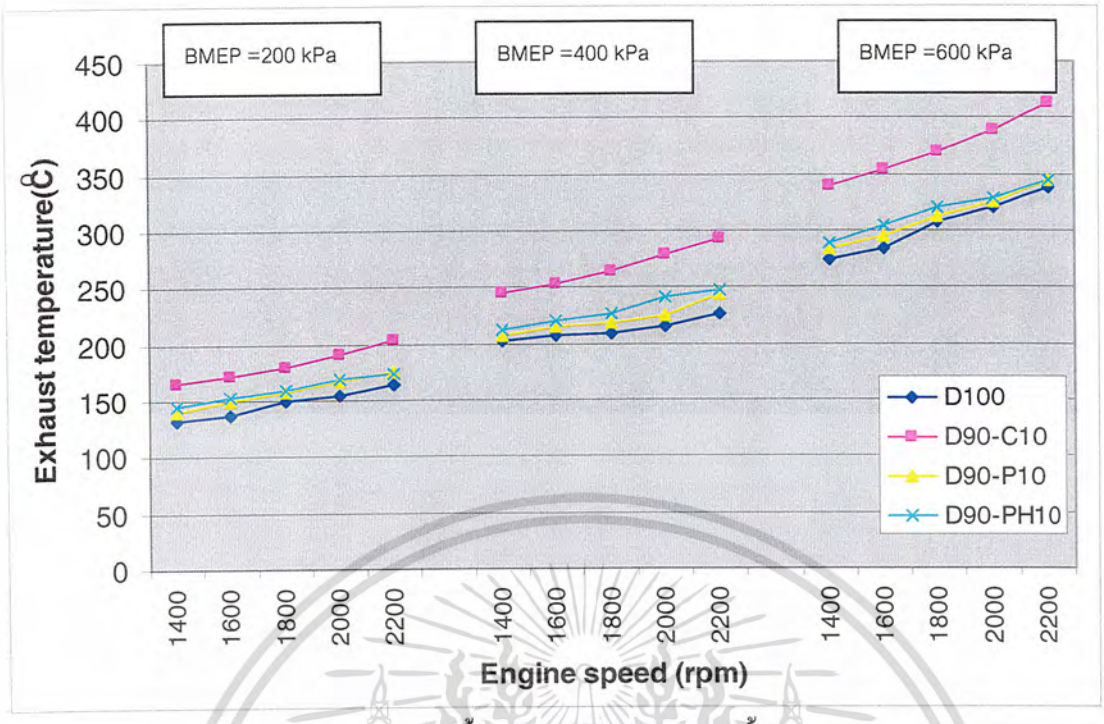
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



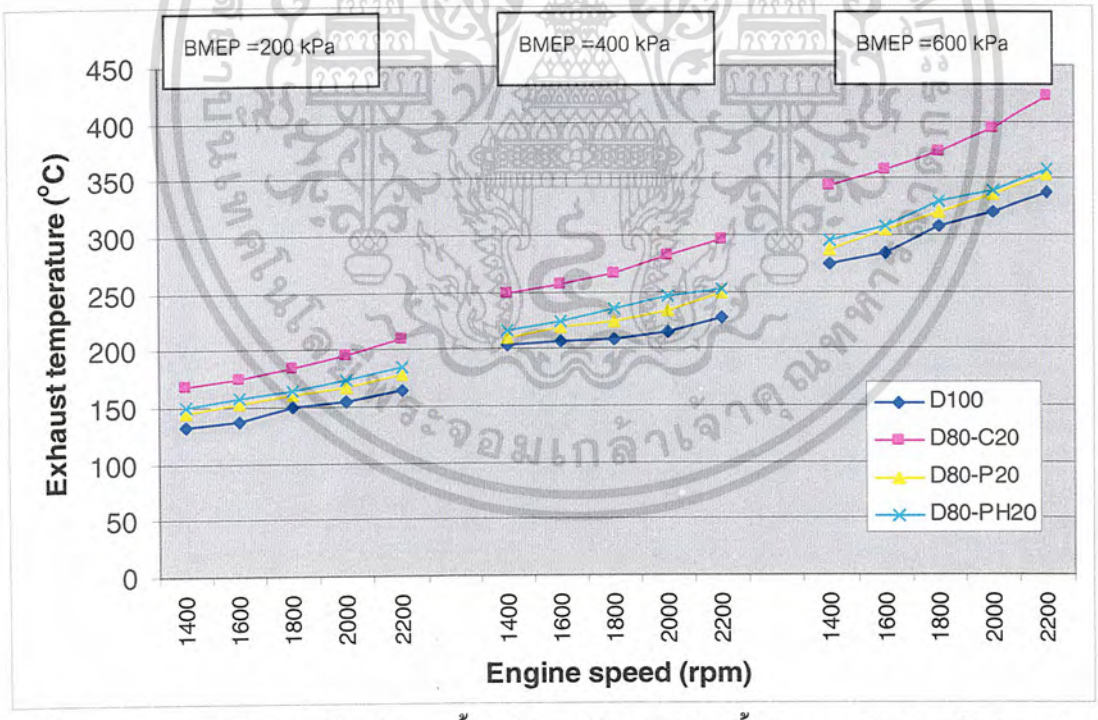
รูปที่ 4.1.3 แสดงกราฟ BSFC ของน้ำมันดีเซลเปรียบเทียบกับน้ำมันผสมชนิดต่างๆ ในอัตราส่วน 30%

จากกราฟทั้ง 3 อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะของน้ำมันพืชผสมที่ทุกภาระและทุกความเร็วรอบของเครื่องยนต์จะมีค่ามากกว่าของน้ำมันดีเซล โดยน้ำมันปาล์มผสมจะมีอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรกมากที่สุด ตามด้วยสบู่ดำผสมและมะพร้าวผสม ตามลำดับ จากการทดสอบที่ความเร็วรอบ 2200 rpm BMEP = 600 kPa จะได้ค่าอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงจำเพาะเบรกของน้ำมันดีเซลเปรียบเทียบกับน้ำมันมะพร้าวผสม น้ำมันปาล์มผสม และน้ำมันสบู่ดำผสม 30% โดยปริมาตรคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างได้ 9.4% , 7% , 4.2% ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

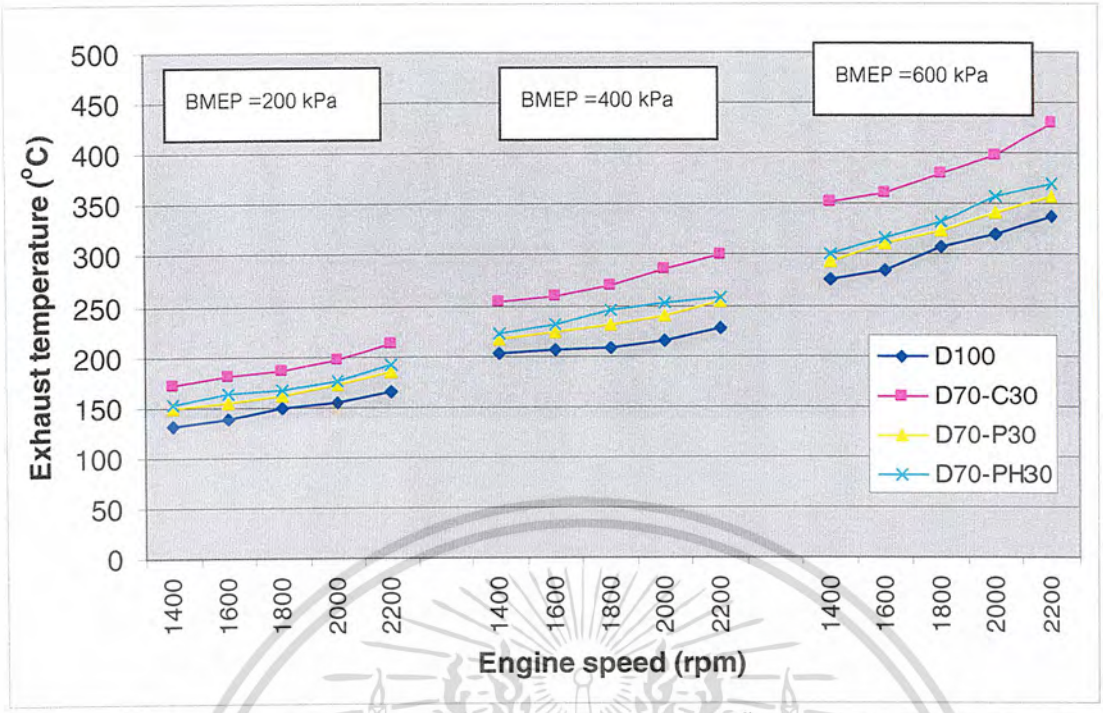


รูปที่ 4.1.4 แสดงกราฟอุณหภูมิไอเสียของน้ำมันดีเซลเปรียบเทียบกับน้ำมันผสมชนิดต่างๆในอัตราส่วน 10%



รูปที่ 4.1.5 แสดงกราฟอุณหภูมิไอเสียของน้ำมันดีเซลเปรียบเทียบกับน้ำมันผสมชนิดต่างๆ ในอัตราส่วน 20%

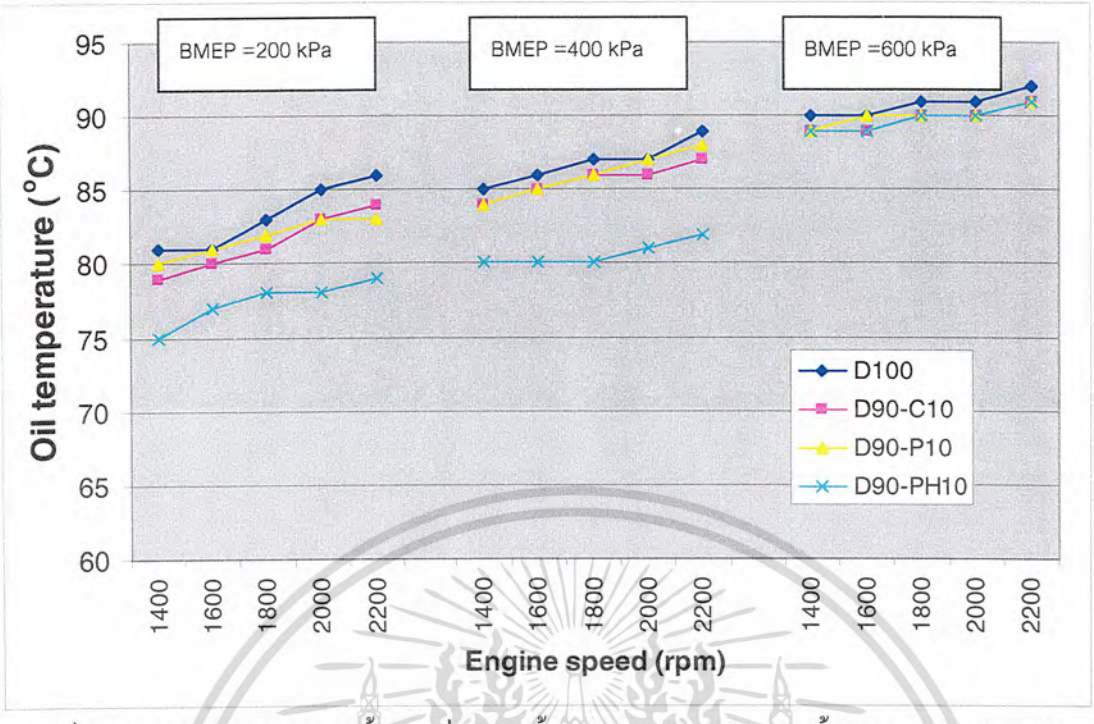
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



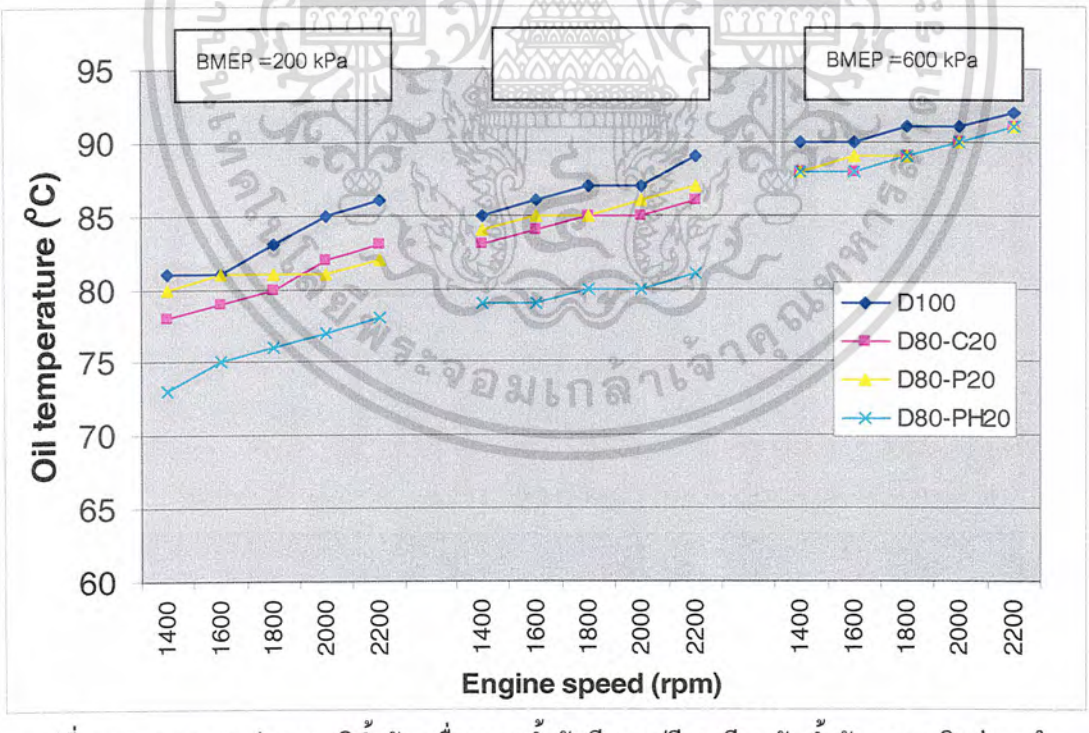
รูปที่ 4.1.6 แสดงกราฟอุณหภูมิไอเสียของน้ำมันดีเซลเปรียบเทียบกับน้ำมันผสมชนิดต่างๆ ในอัตราส่วน 30%

อุณหภูมิไอเสียของน้ำมันพืชผสมที่ทุกภาระและทุกความเร็วรอบของเครื่องยนต์จะมีค่ามากกว่าของน้ำมันดีเซล โดยที่น้ำมันมะพร้าวผสมจะมีค่าสูงที่สุด ตามด้วยน้ำมันสบู่ดำผสมและน้ำมันปาล์มผสม ซึ่งเราพิจารณาจากจุดเดียวกับ BSFC จะได้ค่าความแตกต่างระหว่างน้ำมันดีเซลและน้ำมันมะพร้าวผสม 30% เป็น 4.9% น้ำมันปาล์มผสม 30% เป็น 6.5% และน้ำมันสบู่ดำผสม 30% เป็น 9.4%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

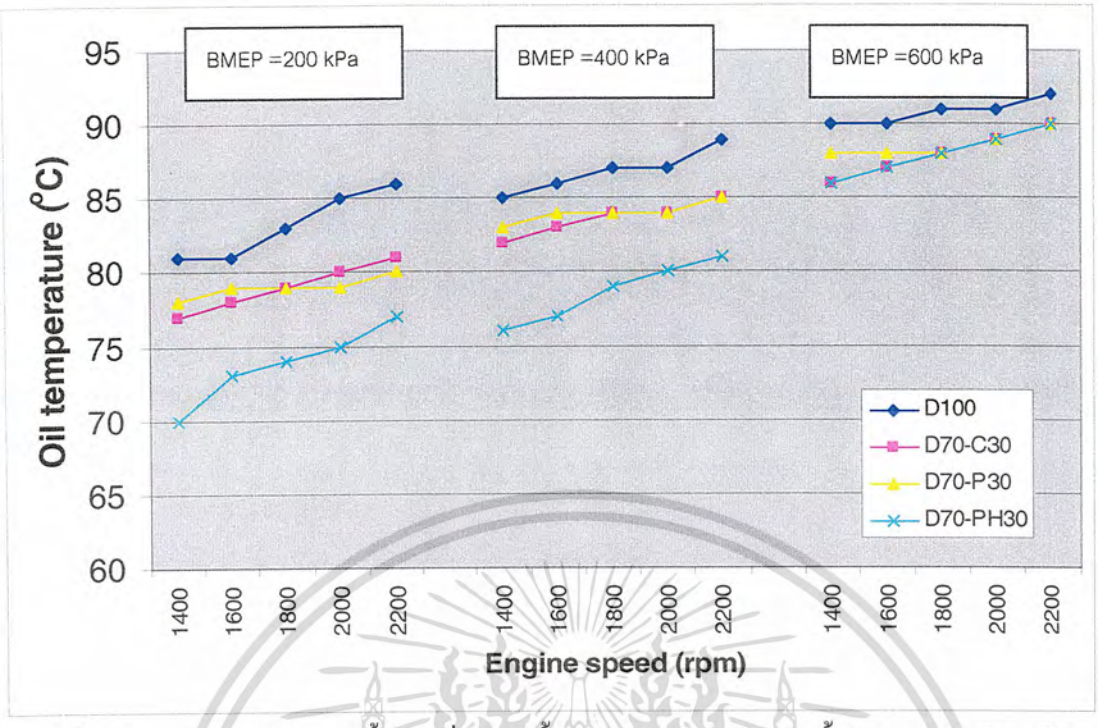


รูปที่ 4.1.7 แสดงกราฟอุณหภูมิน้ำมันเครื่องของน้ำมันดีเซลเปรียบเทียบกับน้ำมันผสมชนิดต่างๆ ในอัตราส่วน 10%



รูปที่ 4.1.8 แสดงกราฟอุณหภูมิน้ำมันเครื่องของน้ำมันดีเซลเปรียบเทียบกับน้ำมันผสมชนิดต่างๆ ในอัตราส่วน 20%

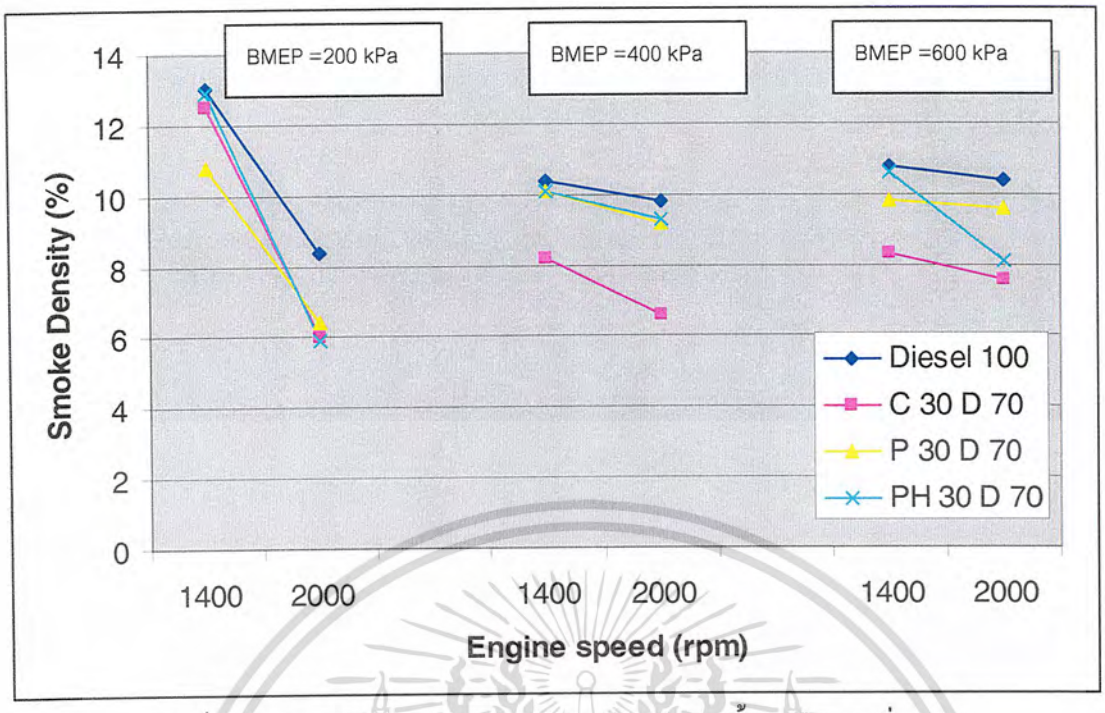
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1.9 แสดงกราฟอุณหภูมิน้ำมันเครื่องของน้ำมันดีเซลเปรียบเทียบกับน้ำมันผสมชนิดต่างๆ ในอัตราส่วน 30%

อุณหภูมิน้ำมันเครื่องของน้ำมันพืชผสมที่ทุกภาระและทุกความเร็วรอบของเครื่องยนต์จะมีค่าน้อยกว่าของน้ำมันดีเซล โดยของน้ำมันสบู่ดำผสมจะมีค่าน้อยที่สุด และของน้ำมันมะพร้าวผสมและน้ำมันปาล์มผสมจะมีค่าใกล้เคียงกัน ซึ่งความแตกต่างที่เราวัดจากจุดเดียวกับ BSFC คือ ต่างกันเพียง 2 องศาเซลเซียสเท่ากันในทุกๆจุด หรือคิดเป็น 2.3%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

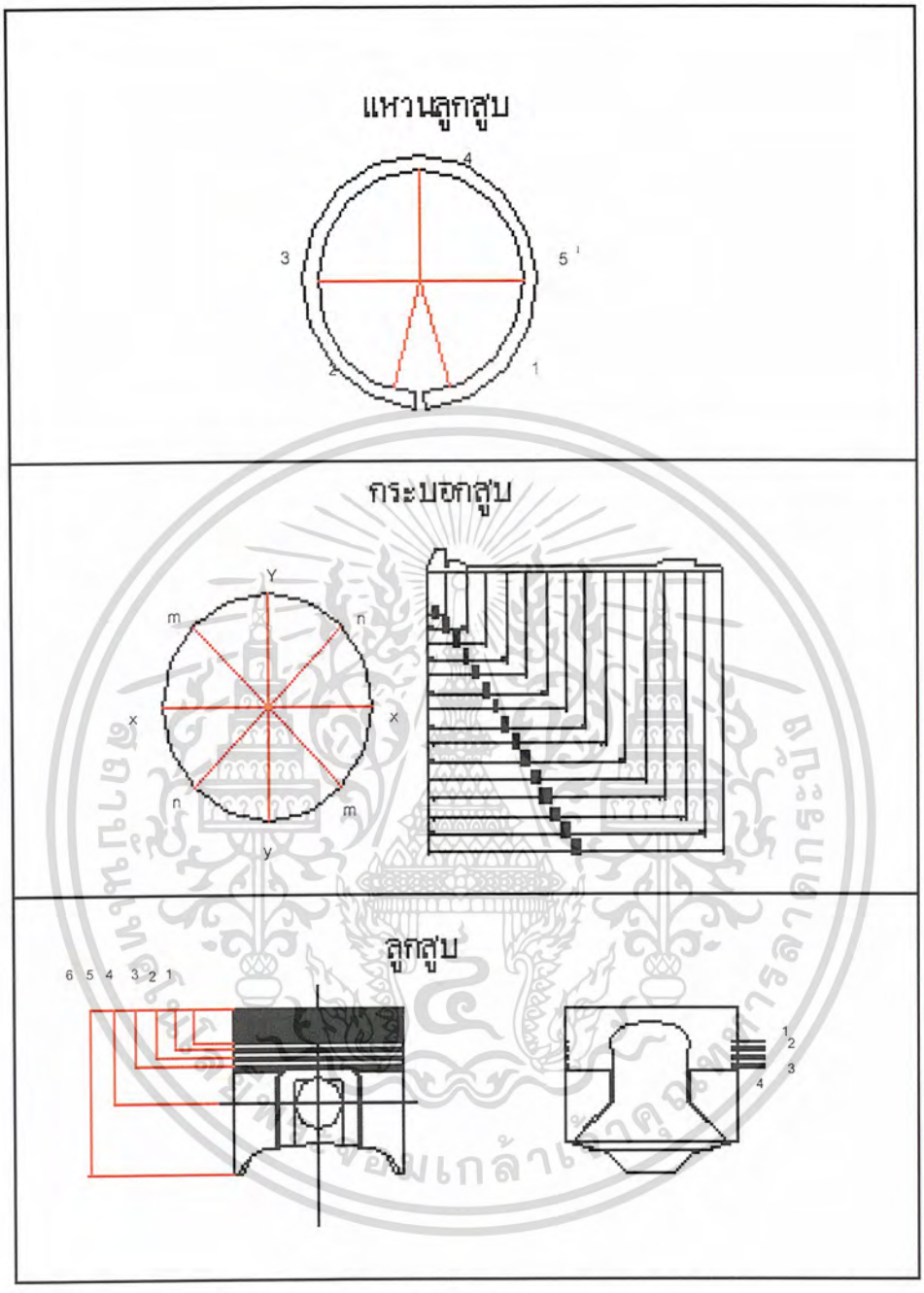


รูปที่ 4.1.10 แสดงกราฟความหนาแน่นของไอเสียของน้ำมันพืชผสมที่ 30 % เปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซล

เปอร์เซ็นต์ควันดำของน้ำมันพืชผสมที่ทุกภาระของเครื่องยนต์จะมีค่าน้อยกว่าของน้ำมันดีเซล ถ้าเราทำการวัดที่ความเร็วรอบเท่ากับ 2000 rpm BMEP = 600 kPa จะได้ความแตกต่างเมื่อเปรียบเทียบระหว่างน้ำมันดีเซลกับน้ำมันมะพร้าวผสม 30% น้ำมันปาล์มผสม 30% และน้ำมันสบู่ดำผสม 30% เป็น 27% , 7.7% และ 21.1% ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลการทดลองที่ได้จากการทดสอบการสึกหรอ



รูปที่ 4.2.1 แสดงจุดที่ทำการวัดการสึกหรอของแหวนสูบ กระบอกสูบและลูกสูบ

จากรูปที่ 4.2.1 แหวนสูบจุดที่ 1- 5 เป็นจุดที่ทำการวัดความหนาของกระบอกสูบสูบ ที่กระบอกสูบหน้าตัดขวางจะเห็นแกน m , n , x , y เป็นแกนที่ใช้วัดความโตของกระบอกสูบ และรูปด้านข้างคือหน้าตัดขวางตามยาวของกระบอกสูบแสดงจุดต่างๆตามความยาวของกระบอกสูบที่ใช้วัดความโต และรูปลูกสูบ จุดที่ 1 – 6 ในรูปแรกเป็นระยะที่วัดความโตของกระบอกสูบ ส่วนรูปด้านข้าง จุดที่ 1 – 4 คือจุดที่วัดร่องแหวนสูบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2.1 แสดงความหนาของแหวนลูกสูบ I

No.	ดีเซล (mm)	มะพร้าว (mm)	ปาล์มดิบ (mm)
1	0.005	0.006	0
2	0.000	0.002	0.003
3	0.000	0.004	0
4	0.000	0.002	0.003
5	0.000	0.002	0.001

ตารางที่ 4.2.2 แสดงความกว้างของแหวนลูกสูบ I

No.	ดีเซล) (mm)	มะพร้าว (mm)	ปาล์มดิบ (mm)
1	0.005	0.014	0.008
2	0.000	0.008	0
3	0.014	0.008	0.011
4	0.005	0.008	0
5	0.007	0.023	0.015

ตารางที่ 4.2.3 แสดงระยะห่างระหว่างแหวนลูกสูบ 1

No.	ดีเซล (mm)	มะพร้าว (mm)	ปาล์มดิบ (mm)
1	0	0	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2.4 แสดงความหนาของแหวนลูกสูบ 2

No.	ดีเซล (mm)	มะพร้าว (mm)	ปาล์มดิบ (mm)
1	0	0	0
2	0	0	0
3	0	0.005	0.006
4	0	0	0
5	0	0	0

ตารางที่ 4.2.5 แสดงความกว้างของแหวนลูกสูบ 2

No.	ดีเซล) (mm)	มะพร้าว (mm)	ปาล์มดิบ (mm)
1	0.01	0.02	0.022
2	0.01	0.022	0.014
3	0.005	0	0.021
4	0	0.03	0.020
5	0.01	0.03	0.020

ตารางที่ 4.2.6 แสดงระยะห่างระหว่างแหวนลูกสูบ 2

No.	ดีเซล (mm)	มะพร้าว (mm)	ปาล์มดิบ (mm)
1	0	0	0.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2.7 แสดงความหนาของแหวนลูกสูบ 3

No.	ดีเซล (mm)	มะพร้าว (mm)	ปาล์มดิบ (mm)
1	0	0	0
2	0	0	0
3	0	0	0
4	0	0	0
5	0	0	0

ตารางที่ 4.2.8 แสดงความกว้างของแหวนลูกสูบ 3

No.	การสึกหรอ(ดีเซล) (mm)	การสึกหรอ(มะพร้าว) (mm)	ปาล์มดิบ (mm)
1	0.005	0.003	0.004
2	0.002	0.001	0.001
3	0.02	0.019	0.018
4	0.015	0.01	0.01
5	0	0.001	0.001

ตารางที่ 4.2.9 แสดงระยะห่างระหว่างแหวนลูกสูบ 3

No.	ดีเซล (mm)	มะพร้าว (mm)	ปาล์มดิบ (mm)
10	0.01	0.02	0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2.10 แสดงความหนาของแหวนลูกสูบ 4

No.	ดีเซล (mm)	มะพร้าว (mm)	ปาล์มดิบ (mm)
1	0.020	0.006	0.004
2	0.010	0.001	0.003
3	0.002	0.003	0.004
4	0.010	0.003	0.003
5	0.012	0.004	0.005

ตารางที่ 4.2.11แสดงความกว้างของแหวนลูกสูบ 4

No.	ดีเซล (mm)	มะพร้าว (mm)	ปาล์มดิบ (mm)
1	0.005	0.003	0.002
2	0	0.002	0.001
3	0.023	0.01	0.015
4	0.015	0.02	0.003
5	0.02	0.02	0.02

ตารางที่ 4.2.12 แสดงระยะห่างระหว่างแหวนลูกสูบ 4

No.	ดีเซล (mm)	มะพร้าว (mm)	ปาล์มดิบ (mm)
10	0.01	0.01	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2.13 แสดงการสึกหรอของกระบอกสูบในแกน x

No. แกน x	ดีเซล (mm)	มะพร้าว (mm)	ปาล์มดิบ (mm)
1	0.003	0.002	0
2	0.001	0	0
3	0.002	0.002	0
4	0	0	0
5	0	0	0
6	0	0.004	0
7	0.001	0.003	0
8	0.002	0.001	0.002
9	0.003	0.003	0.002
10	0.002	0.002	0.002
11	0.002	0.001	0.002
12	0.003	0.002	0.002
13	0.002	0.001	0.002
14	0.003	0.002	0.002
15	0	0.002	0.003

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2.14 แสดงการสึกหรอของกระบอกสูบในแกน y

No. แกน Y	ดีเซล (mm)	มะพร้าว (mm)	ปาล์มดิบ (mm)
1	0.003	0.008	0.006
2	0	0	0.007
3	0.005	0.004	0.005
4	0.006	0.006	0.005
5	0.003	0.002	0.002
6	0.002	0.001	0.001
7	0.001	0.001	0.001
8	0	0.001	0
9	0	0	0
10	0.001	0.003	0
11	0.003	0.002	0
12	0	0.001	0
13	0	0	0
14	0	0	0
15	0.002	0	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2.15 แสดงการสึกหรอของกระบอกสูบในแกน m

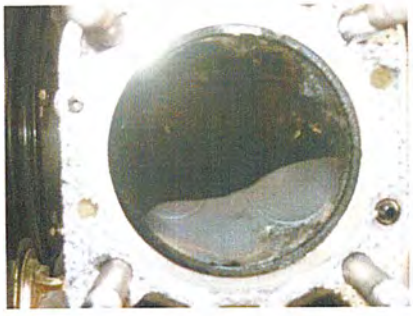
No. แกน M	ดีเซล (mm)	มะพร้าว (mm)	ปาล์มดิบ (mm)
1	0.002	0.003	0.001
2	0.001	0.002	0.001
3	0.003	0.003	0.002
4	0.005	0.004	0.003
5	0.003	0.003	0.002
6	0.002	0.002	0.002
7	0	0.001	0.001
8	0.003	0.002	0.002
9	0.003	0.003	0.002
10	0.003	0.001	0.002
11	0.003	0.003	0.002
12	0.003	0.003	0.002
13	0.004	0.004	0.003
14	0.003	0.002	0.001
15	0.003	0.003	0.003

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

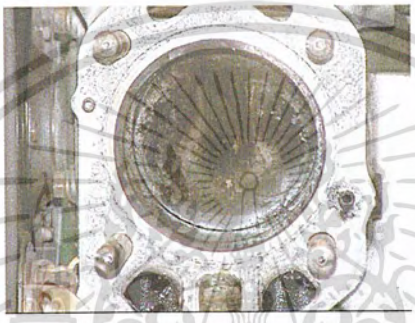
ตารางที่ 4.2.16 แสดงการสึกหรอของกระบอกสูบในแกน n

No. แกน N	ดีเซล (mm)	มะพร้าว (mm)	ปาล์มดิบ (mm)
1	0.003	0	0.001
2	0.002	0.002	0.001
3	0.001	0.001	0.001
4	0	0	0.001
5	0.002	0.001	0.001
6	0.001	0	0.001
7	0.002	0.002	0.001
8	0.003	0.002	0.002
9	0	0	0.001
10	0.001	0.002	0
11	0.001	0.003	0.002
12	0.002	0.001	0.001
13	0.004	0.004	0.003
14	0.003	0.002	0.003
15	0	0.001	0.001

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2.2 แสดงภาพถ่ายปากกระบอกสูบน้ำมันดีเซลหลังการเดินเครื่อง



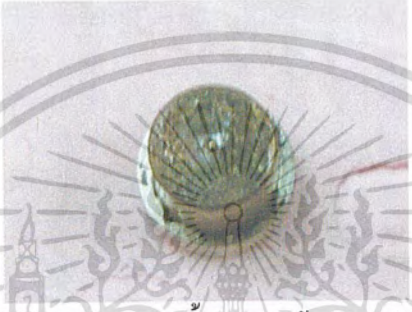
รูปที่ 4.2.3 แสดงภาพถ่ายปากกระบอกสูบน้ำมันมะพร้าวดิบหลังการเดินเครื่อง

รูปที่ 4.2.4 แสดงภาพถ่ายปากกระบอกสูบน้ำมันปาล์มดิบหลังการเดินเครื่อง

จากรูป จะเห็นได้ว่าปากกระบอกสูบของเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันแต่ละชนิดเมื่อเดินเครื่องไปแล้ว 300 ชั่วโมง เขม่าของน้ำมันดีเซลจะเปียก มีสีดำสนิท ส่วนของน้ำมันมะพร้าว และของน้ำมันปาล์มจะเป็นเขม่าแห้ง ในส่วนของชิ้นส่วนอื่นๆ เช่นพวก ตัวกระบอกสูบ แหวน กระบอกสูบ จะไม่พบยางเหนียวมาเกาะบริเวณชิ้นส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.2.5 แสดงภาพถ่ายหัวฉีดน้ำมันดีเซลหลังการเดินเครื่อง



รูปที่ 4.2.6 แสดงภาพถ่ายหัวฉีดน้ำมันมะพร้าวดิบหลังการเดินเครื่อง

รูปที่ 4.2.7 แสดงภาพถ่ายหัวฉีดน้ำมันปาล์มดิบหลังการเดินเครื่อง

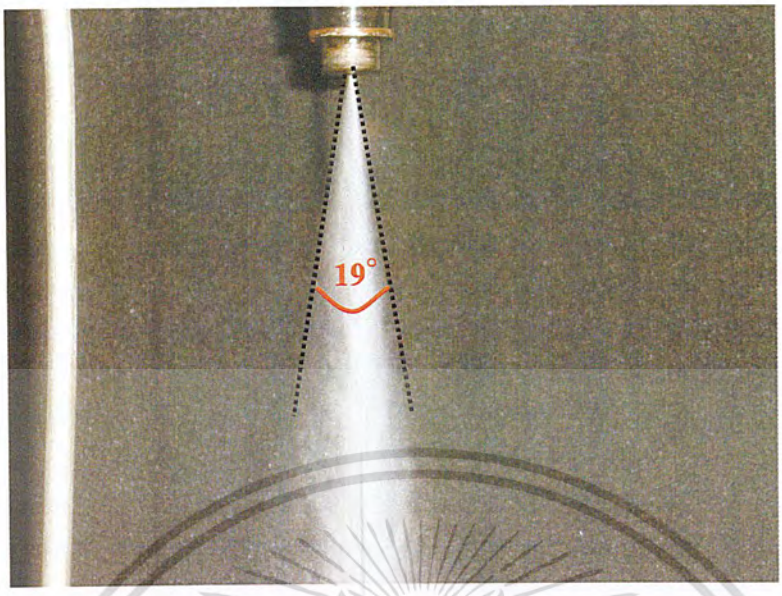
ตารางที่ 4.2.18 แสดงค่าความดันหัวฉีดก่อนและหลังการทดสอบ

น้ำมัน	ก่อนการทดสอบ (kg/cm^2)	หลังการทดสอบ (kg/cm^2)
ดีเซล	130	120
มะพร้าว	130	100
ปาล์ม	130	100

จากรูป จะเห็นว่าที่หัวฉีดของน้ำมันปาล์มจะมีเขม่าแข็งของคาร์บอนมาเกาะอยู่มากที่สุด และที่เกาะอยู่น้อยที่สุดจนเกือบจะไม่มีเขม่าเลยคือน้ำมันดีเซล ซึ่งทำให้ค่าความดันของหัวฉีดที่ใช้น้ำมันปาล์มและน้ำมันมะพร้าวลดลงมากกว่าของน้ำมันดีเซล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพการสเปรย์ของน้ำมันชนิดต่างๆก่อนและหลังการเดินเครื่อง 300 ชั่วโมง

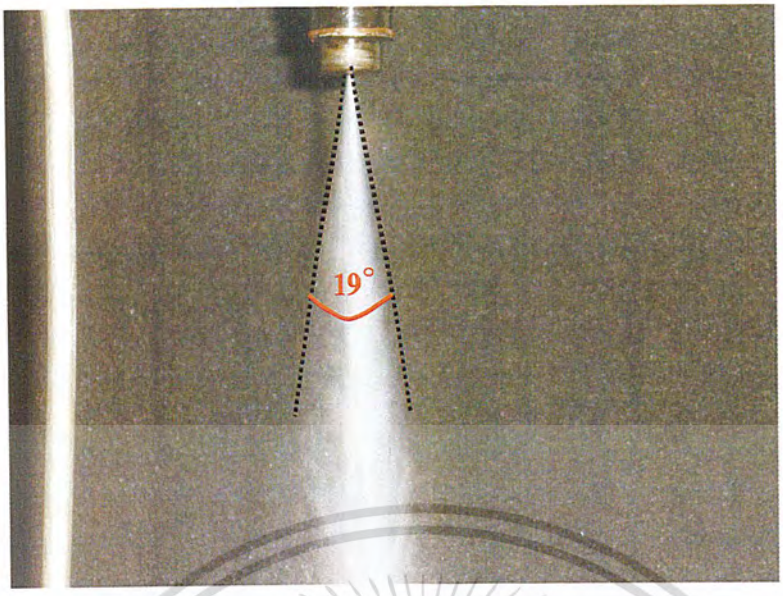


รูปที่ 4.2.8 การสเปรย์น้ำมันก่อนการเดินเครื่อง 300 ชั่วโมงด้วยน้ำมันดีเซล

รูปที่ 4.2.9 การสเปรย์น้ำมันหลังการเดินเครื่อง 300 ชั่วโมงด้วยน้ำมันดีเซล

จากรูป 4.2.8 และ 4.2.9 หลังการเดินเครื่อง 300 ชั่วโมงด้วยน้ำมันดีเซล องศาการสเปรย์ของหัวฉีดลดลง 1.5 ° ตามแรงดันหัวฉีดที่ลดลงเล็กน้อยตามตารางที่ 4.2.18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

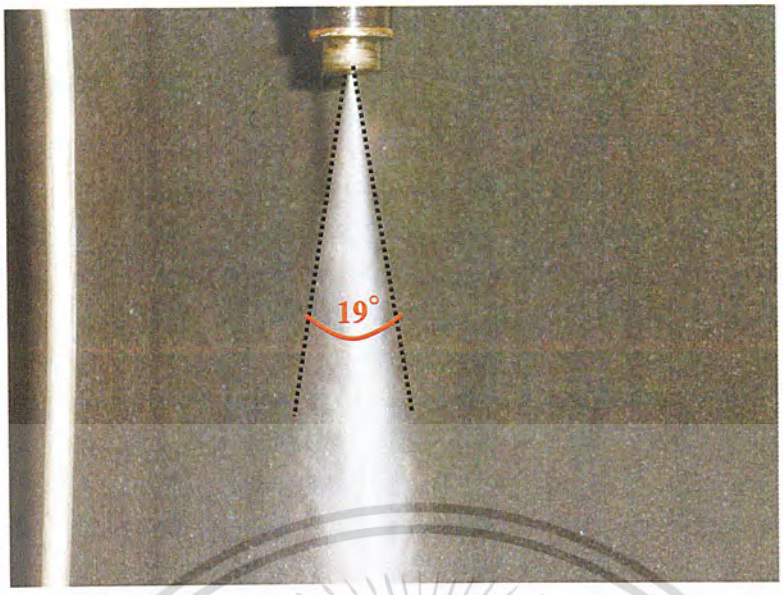


รูปที่ 4.2.10 การสเปรย์น้ำมันก่อนการเดินเครื่อง 300 ชั่วโมงด้วยน้ำมันมะพร้าว

รูปที่ 4..2.11 การสเปรย์น้ำมันหลังการเดินเครื่อง 300 ชั่วโมงด้วยน้ำมันมะพร้าว

จากรูปที่ 4.2.10 และ 4.2.11 จะเห็นได้ว่า หลังทำการเดินเครื่อง 300 ชั่วโมงด้วยน้ำมันมะพร้าว การสเปรย์น้ำมันของหัวฉีดลดลงมีการเปลี่ยนแปลงมากกว่าของน้ำมันดีเซล คือ องศาของการสเปรย์จะลดลง 5° ซึ่งสอดคล้องกับค่าความดันหัวฉีดที่ลดลง จากตารางที่ 4.2.18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2.12 การสเปรย์น้ำมันก่อนการเดินเครื่อง 300 ชั่วโมงด้วยน้ำมันปาล์ม

รูปที่ 4.2.13 การสเปรย์น้ำมันหลังการเดินเครื่อง 300 ชั่วโมงด้วยน้ำมันปาล์ม

จากรูปที่ 4.2.13 และ จะเห็นได้ว่าหลังจากการเดินเครื่อง 300 ชั่วโมงด้วยน้ำมันปาล์ม การสเปรย์น้ำมันของหัวฉีดจะมีการเปลี่ยนแปลงชัดเจน คือ องศาของการสเปรย์จะลดลง 4° ซึ่งสอดคล้องกับค่าความดันหัวฉีดที่ลดลง จากตารางที่ 4.2.18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.2.14 แสดงภาพถ่ายลูกปั๊มของน้ำมันดีเซล

รูปที่ 4.2.15 แสดงภาพถ่ายลูกปั๊มของน้ำมันมะพร้าว

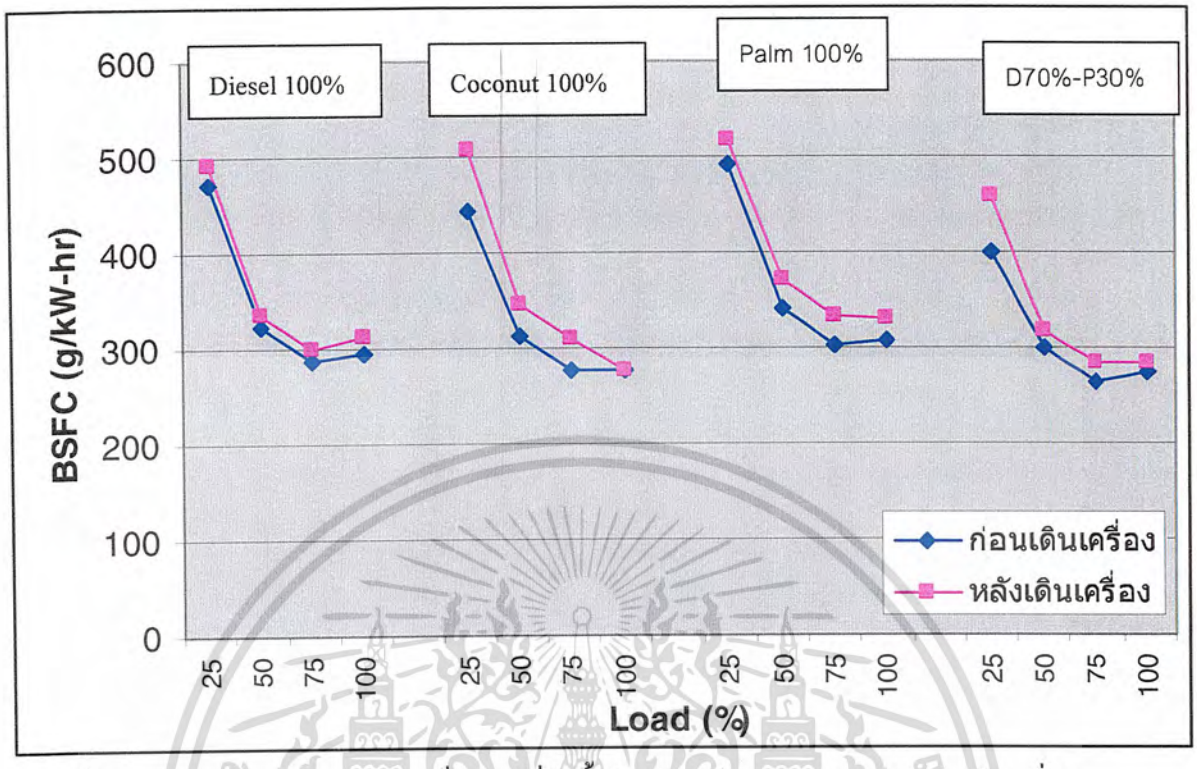
รูปที่ 4.2.16 แสดงภาพถ่ายลูกปั๊มของน้ำมันปาล์มดิบ

จากรูป จะเห็นว่าลูกปั๊มของน้ำมันดีเซลและน้ำมันมะพร้าวไม่ค่อยมีไขหรือสิ่งสกปรกอื่นๆ เกาะอยู่เลยถ้าเทียบกับของน้ำมันปาล์มซึ่งจะเห็นได้ชัดเจนว่ามีไขของน้ำมันปาล์มดิบมาเกาะอยู่มาก

ตารางที่ 4.2.19 แสดงปริมาณโลหะที่พบในน้ำมันเครื่อง (Part Per Million)

	Diesel 100%	Crude Coconut 100%	Crude Palm 100%	Diesel 70% Crude Palm30%
ปริมาณผงเหล็กที่พบ (ppm)	83	31	56	73

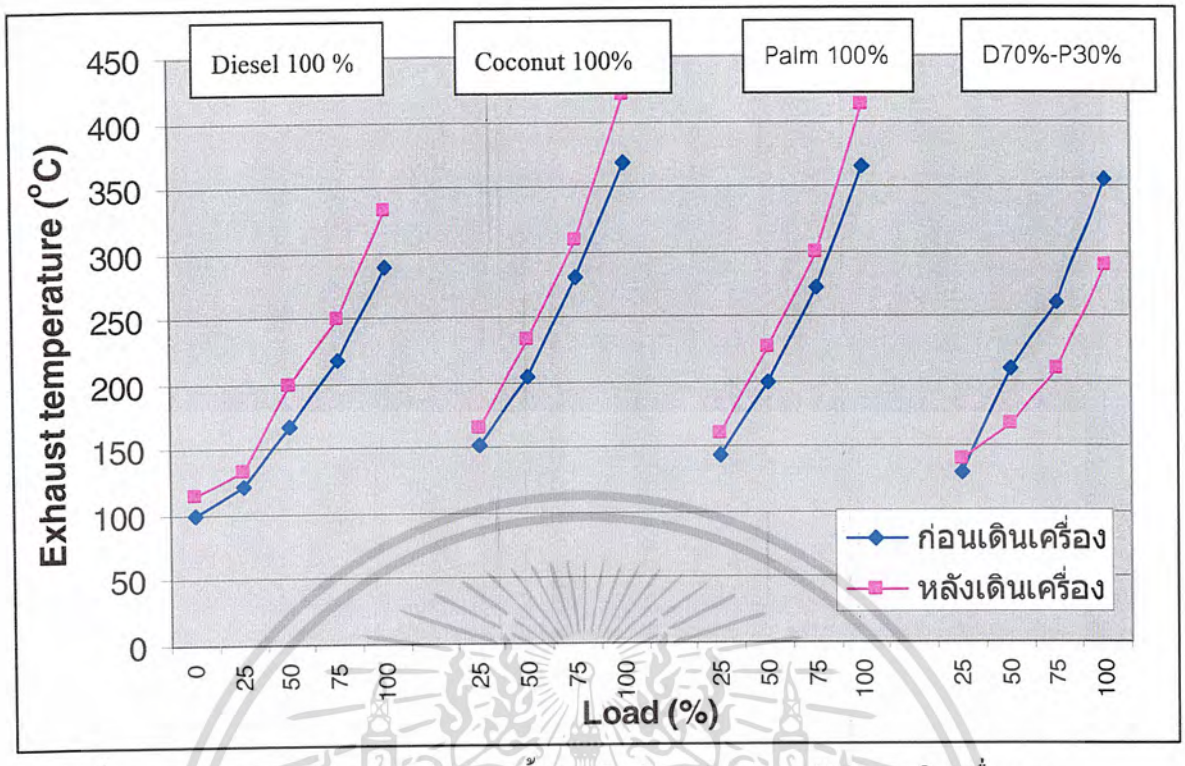
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2.17 แสดงกราฟ BSFC ของเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันชนิดต่างๆ ก่อนและหลังทำการเดินเครื่อง 300 ชั่วโมง ที่ความเร็ว 2200 rpm

อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงจำเพาะเบรกก่อนและหลังการเดินเครื่องของเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันพืชดิบจะมีการเปลี่ยนแปลงมากกว่าของน้ำมันดีเซล คือ จะมีการสิ้นเปลืองน้ำมันเพิ่มขึ้น โดยของน้ำมันมะพร้าวดิบจะเพิ่มขึ้นเฉลี่ยประมาณ 8.3 % ของน้ำมันปาล์มดิบจะเพิ่มขึ้นเฉลี่ยประมาณ 5 % และของน้ำมันปาล์มผสม 30% จะเพิ่มขึ้นเฉลี่ยประมาณ 2.4% ซึ่งจะมีค่าใกล้เคียงกับของน้ำมันดีเซล

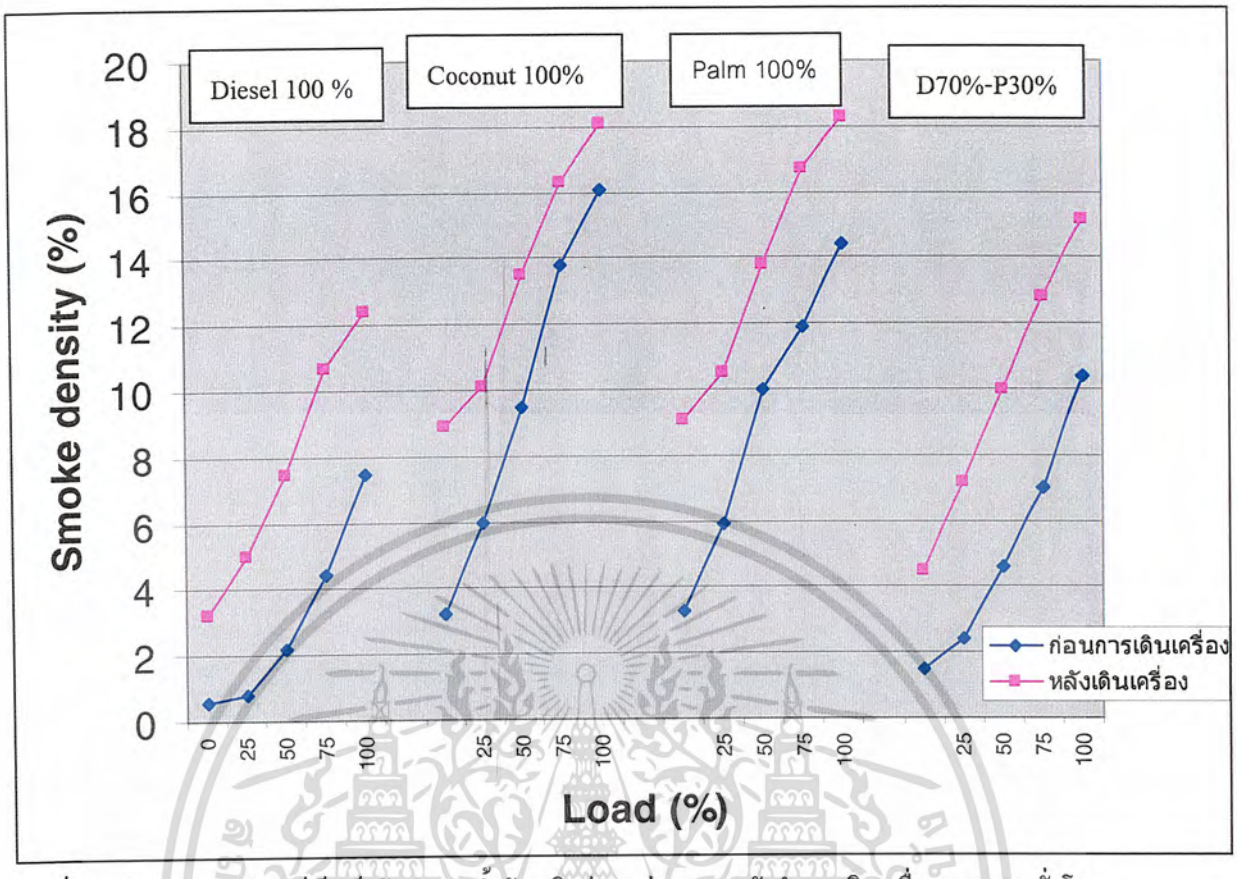
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2.18 แสดงกราฟอุณหภูมิไอเสียของน้ำมันชนิดต่างๆ ก่อนและหลังทำการเดินเครื่องนาน 300ชั่วโมงที่ ความเร็ว2200 rpm

อุณหภูมิไอเสียของเครื่องยนต์ก่อนทำการเดินเครื่องเมื่อเปรียบเทียบกับหลังการเดินเครื่องระหว่างน้ำมันดีเซลกับน้ำมันมะพร้าวดิบ น้ำมันปาล์มดิบ น้ำมันปาล์มดิบ 30% มีค่าแตกต่างกันเฉลี่ยประมาณ 13 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2.19 แสดงกราฟเปอร์เซ็นต์ควันดำของน้ำมันชนิดต่างๆ ก่อนและหลังทำการเดินเครื่องนาน 300 ชั่วโมง ที่ ความเร็ว2200 rpm

ค่าความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์ควันดำของน้ำมันชนิดต่างๆ ก่อนการเดินเครื่อง และหลังการเดินเครื่องค่อนข้างแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด โดยของน้ำมันดีเซลมีค่า 61.8% น้ำมันมะพร้าวดิบมีค่า 12.42% น้ำมันปาล์มดิบมีค่า 28.17% และน้ำมันปาล์มดิบ 30%ผสมกับดีเซล70% มีค่า 49%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปและวิเคราะห์ผลการทดลอง

5.1 สรุปผลการทดลองในส่วนของสมรรถนะของน้ำมันชนิดต่างๆ ในเครื่องยนต์

1.อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรกของน้ำมันพืชผสมที่ทุกภาระและความเร็วรอบของเครื่องยนต์จะมีค่ามากกว่าของน้ำมันดีเซล และเพิ่มขึ้นตามอัตราส่วนผสมที่เพิ่มขึ้นของน้ำมันพืช จากการทดสอบที่ความเร็วรอบ 2200 rpm ที่ BMEP = 600 kPa จะได้ค่าอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงจำเพาะเบรกของน้ำมันดีเซลเปรียบเทียบกับน้ำมันมะพร้าวผสม น้ำมันปาล์มผสม และน้ำมันสบู่ดำผสม 30% โดยปริมาตรคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างได้ 9.4% , 7% , 4.2% ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องมาจากค่าความร้อนของน้ำมันพืชผสมมีค่าน้อยกว่าของน้ำมันดีเซล ทำให้ค่าความร้อนที่ได้ของน้ำมันพืชผสมน้อยกว่า เพราะฉะนั้นถ้าต้องการให้ได้กำลังที่เท่ากันจะต้องใช้น้ำมันพืชผสมมากกว่า และน้ำมันพืชมีความหนาแน่นมากกว่าน้ำมันดีเซล ทำให้มวลของน้ำมันที่ฉีดออกมาของน้ำมันพืชมากกว่าของน้ำมันดีเซลในแต่ละครั้งการฉีด

2.อุณหภูมิไอเสียของน้ำมันพืชผสมที่ทุกภาระและทุกความเร็วรอบของเครื่องยนต์จะมีค่ามากกว่าของน้ำมันดีเซล และจะเพิ่มขึ้นตามอัตราส่วนที่เพิ่มขึ้นของน้ำมันพืชที่ใช้ผสมลงไป จากการทดสอบที่ความเร็วรอบ 2200 rpm ที่ BMEP= 600 kPa จะได้ค่าความแตกต่างระหว่างน้ำมันดีเซลและน้ำมันมะพร้าวผสม 30% เป็น 4.9 น้ำมันปาล์มผสม 30% เป็น 6.5% และน้ำมันสบู่ดำผสม 30% เป็น 9.4% ซึ่งเกิดจากการล่าช้าในการจุดระเบิดของน้ำมันพืชผสมมีมากกว่า ทำให้น้ำมันพืชผสมเกิดการเผาไหม้นอกนอกห้องเผาไหม้ ไอเสียที่ออกมาจึงมีอุณหภูมิสูงกว่า

3.อุณหภูมิน้ำมันเครื่องของน้ำมันพืชผสมที่ทุกภาระและทุกความเร็วรอบของเครื่องยนต์จะมีค่าน้อยกว่าของน้ำมันดีเซล และจะลดลงตามอัตราส่วนที่เพิ่มขึ้นของน้ำมันพืชที่ใช้ผสมลงไป จากการทดสอบที่ความเร็วรอบ 2200 rpm ที่ BMEP= 600 kPa ต่างกันเพียง 2 องศาเซลเซียสเท่ากันในทุกๆจุด หรือคิดเป็น 2.3% เนื่องมาจากน้ำมันพืชผสมมีคุณสมบัติในการหล่อลื่นดีกว่าน้ำมันดีเซล ทำให้เวลาที่เดินเครื่องโดยน้ำมันพืชผสมจะทำให้เครื่องร้อนน้อยกว่าเดินเครื่องโดยน้ำมันดีเซล

4.เปอร์เซ็นต์ควันดำของน้ำมันพืชผสมที่ทุกภาระและทุกความเร็วรอบของเครื่องยนต์จะมีค่าน้อยกว่าของน้ำมันดีเซล และจะลดลงตามอัตราส่วนที่เพิ่มขึ้นของน้ำมันพืชที่ใช้ผสมลงไป จากการทดสอบที่ความเร็วรอบ 2000 rpm ที่ BMEP = 600 kPa จะได้ความแตกต่างเมื่อเปรียบเทียบระหว่างน้ำมันดีเซลกับน้ำมันมะพร้าวผสม 30% น้ำมันปาล์มผสม 30% และน้ำมันสบู่ดำผสม 30% เป็น 27% , 7.7% และ 21.1% ตามลำดับ เนื่องมาจากน้ำมันพืชมีส่วนประกอบของออกซิเจนอยู่ประมาณ 10% โดยน้ำหนัก ทำให้การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงเกิดได้ดีขึ้น เขม่าที่เหลือจากการเผาไหม้ส่วนหนึ่งจะอยู่ในรูปของ deposite มีลักษณะแข็ง จะไปเกาะตามชิ้นส่วนภายในห้องเผาไหม้ เช่น หัวฉีด เป็นต้น ส่วนของน้ำมันดีเซลจะอยู่ในรูป soot มีลักษณะเป็นเขม่าสีดำ และจะหลุดออกมากับไอเสีย

5.ในด้านกำลังของเครื่องยนต์ จากการทดสอบที่ได้จากเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันพืชผสมและน้ำมันดีเซลล้วน มีค่าใกล้เคียงกันมากคือ ดีเซล 6.33 kW และค่าเฉลี่ยของกำลังของน้ำมันพืชผสมคือ 6.2 kW

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทั้งๆที่น้ำมันดีเซลมีค่าความร้อนมากกว่า ค่าที่แตกต่างกันไม่มากนี้เนื่องมาจากความหนาแน่นของน้ำมันพืชมีมากกว่าน้ำมันดีเซล ทำให้เมื่อฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าไปแล้วมีมวลน้ำมันมากกว่าจึงทำให้ค่าที่ได้ออกมาใกล้เคียงกัน

5.2 สรุปผลการทดลองในส่วนของการสึกหรอของเครื่องยนต์

ในเรื่องของการสึกหรอของเครื่องยนต์ในเครื่องยนต์ โดยดูจากค่าที่วัดชิ้นส่วนต่างๆจะมีการสึกหรอเกิดขึ้นไม่แตกต่างกันมากนัก เนื่องจากเวลาที่ใช้ในการเดินเครื่องยนต์แค่ 300 ชั่วโมง ชิ้นส่วนต่างๆของเครื่องยนต์ยังไม่มีการสึกหรอมาก ทำให้เห็นความแตกต่างไม่ชัดเจน แต่ถ้าดูจากปริมาณเหล็กที่พบในน้ำมันเครื่อง พบว่าน้ำมันเครื่องที่ใช้น้ำมันดีเซลจะพบเหล็กในน้ำมันเครื่องมากกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันพืช ซึ่งน่าจะเป็นชิ้นส่วนอื่นของเครื่องยนต์เช่น ก้านสูบ เพลาข้อเหวี่ยง เป็นต้น แสดงให้เห็นว่าการใช้น้ำมันพืชจะทำให้ชิ้นส่วนของเครื่องยนต์สึกหรอน้อยกว่าการใช้น้ำมันดีเซลเนื่องมาจากน้ำมันพืชจะมีคุณสมบัติในการหล่อลื่นดีกว่าน้ำมันดีเซล และในด้านของประสิทธิภาพก่อนและหลังการใช้จะพบว่าประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันพืชดิบทุกชนิดจะลดลง มากกว่าของเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล

5.3 ปัญหาที่พบจากการใช้น้ำมันพืชเป็นเชื้อเพลิง

1. น้ำมันพืชทำให้ไส้กรองอุดตันเร็วกว่าน้ำมันดีเซล ลักษณะของการอุดตันของน้ำมันมะพร้าวคือ จะเกิดการอุดตันเนื่องจากเศษชิ้นส่วนของมะพร้าวที่ผ่านการกรองน้ำมันจะไปอุดตันที่ไส้กรองแต่มีจำนวนทำไม่มาก แต่ปัญหาไส้กรองที่ใช้น้ำมันปาล์ม 100% จะเกิดเป็นไขไปจับที่ไส้กรองดังรูป ที่ 5.1 และเกิดเร็วมากลักษณะเหมือนก้อนเนยติดอยู่บนไส้กรองซึ่งก่อให้เกิดการอุดตัน น้ำมันเชื้อเพลิงไม่สามารถไหลผ่านได้

2. การสตาร์ทเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันมะพร้าวจะทำได้ยากกว่า เพราะค่า Flash point ของน้ำมันพืชจะมีค่ามากกว่าของน้ำมันดีเซลมาก

3. เมื่อเดินเครื่องยนต์ไประยะหนึ่งรอบของเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันพืชจะเริ่มตกเพราะจะมีเขม่าไปเกาะที่หัวฉีด ทำให้แรงดันที่หัวฉีดลดลงการฉีดน้ำมัน

รูปที่ 5.1 แสดงไส้กรองน้ำมันเชื้อเพลิงเมื่อใช้น้ำมันปาล์มดิบเป็นเชื้อเพลิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสนอแนะ

1. ทำการปรับ valve timing ของวาล์วไอดีและไอเสียให้เหมาะสมกับค่า Cetane number (Ignition delay) ของน้ำมันแต่ละชนิด
2. ในการศึกษาด้านการสึกหรอของเครื่องยนต์ควรเดินเครื่องประมาณ 1000 ชั่วโมงหรือมากกว่าเพื่อให้เห็นผลของการสึกหรอได้ชัดเจน
3. ควรมีการอุ่นน้ำมันพืชที่จะใช้ทดสอบก่อนเข้าเครื่องเพื่อป้องกันการอุดตันของไส้กรอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
ภาคผนวก

6.1 การเผาไหม้ในเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยการอัด

ลักษณะที่สำคัญของกระบวนการเผาไหม้ในเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยการอัดหรือเครื่องยนต์ดีเซลนั้นพอสรุปได้คือ เชื้อเพลิงถูกฉีดเชื้อเพลิงที่ปลายของจังหวะอัดก่อนการเริ่มต้นการเผาไหม้ที่ต้องการเล็กน้อย ตามปกติแล้วเชื้อเพลิงจะถูกฉีดเข้าไปด้วยความเร็วสูงโดยผ่านรูหัวฉีดรูเดียวหรือหลายรู เมื่อเชื้อเพลิงผ่านพ้นปลายของหัวฉีดก็จะแตกเป็นละอองฝอยและพุ่งเข้าไปในห้องเผาไหม้ แล้วจะระเหยและผสมกับอากาศที่มีอุณหภูมิและความดันสูงที่อยู่ในกระบอกสูบ เนื่องจากอุณหภูมิและความดันสูงที่อยู่ในกระบอกสูบสูงกว่าจุดของการจุดระเบิดเชื้อเพลิง การจุดระเบิดเองของส่วนที่เป็นสารผสมเชื้อเพลิงกับอากาศ ก็จะเกิดขึ้นหลังช่วงล่าช้าไม่กี่องศาของมุมข้อเหวี่ยง เมื่อการเผาไหม้ของสารผสมเชื้อเพลิงกับอากาศเกิดขึ้น ความดันกระบอกสูบก็จะเพิ่มขึ้นเป็นผลให้เกิดการอัดส่วนที่ยังไม่เผาไหม้ ซึ่งทำให้ช่วงล่าช้าก่อนการจุดระเบิดของสารผสมเชื้อเพลิงกับอากาศที่ได้ผสมกันโดยมีสัดส่วนอยู่ในขีดจำกัดที่สามารถเผาไหม้ได้นั้นสั้นลง การเผาไหม้ก็จะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว นอกจากนี้เมื่อเกิดการเผาไหม้แล้วเวลาในการระเหยของเชื้อเพลิงที่เหลือก็จะลดลงด้วย สำหรับการฉีดเชื้อเพลิงก็จะมีต่อเนื่องไปจนกระทั่งปริมาณเชื้อเพลิงที่ต้องการได้เข้าไปในกระบอกสูบแล้ว ส่วนกระบวนการแตกเป็นละอองฝอย การระเหย การผสมระหว่างเชื้อเพลิงกับอากาศ และการเผาไหม้ ก็จะเกิดขึ้นต่อเนื่องไปจนกระทั่งเชื้อเพลิงทั้งหมดได้ผ่านแต่ละกระบวนการดังกล่าว (การแตกเป็นละอองฝอย การระเหย การผสม และการเผาไหม้) แล้ว นอกจากนี้การผสมของอากาศที่เหลือในกระบอกสูบกับแก๊สที่กำลังเผาไหม้ และที่เผาไหม้แล้วก็จะเกิดขึ้นต่อไปอีกตลอดกระบวนการเผาไหม้และกระบวนการขยายตัว พบว่ากระบวนการเผาไหม้ในเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยการอัดค่อนข้างซับซ้อน โดยรายละเอียดของกระบวนการจะขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของเชื้อเพลิง การออกแบบห้องเผาไหม้ ระบบฉีดเชื้อเพลิง และสภาวะการทำงานของเครื่องยนต์ สำหรับผลกระทบที่สำคัญของกระบวนการเผาไหม้ที่มีต่อการทำงานของเครื่องยนต์มีดังต่อไปนี้

1) เนื่องจากการฉีดเชื้อเพลิงเกิดก่อนการเริ่มต้นเผาไหม้เล็กน้อย ดังนั้นจึงไม่มีข้อจำกัดของการน็อกเหมือนในเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยประกายไฟ ซึ่งเป็นผลมาจากการจุดระเบิดของเชื้อเพลิงและอากาศที่ผสมกันก่อนแล้วในก๊าซส่วนสุดท้าย ดังนั้นเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยการอัดจึงสามารถใช้อัตราส่วนการอัดสูงกว่าได้ เป็นผลให้ประสิทธิภาพการเปลี่ยนพลังงานเชื้อเพลิงสูงกว่าเมื่อเทียบกับเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยประกายไฟ

2) เนื่องจากจังหวะการฉีดเชื้อเพลิงถูกใช้การควบคุมจังหวะการเผาไหม้ ช่วงล่าช้าระหว่างการเริ่มฉีดเชื้อเพลิงและการเริ่มต้นการเผาไหม้จะต้องสั้น ซึ่งช่วงล่าช้าที่สั้นนี้ยังจำเป็นต่อการรักษาความดันกระบอกสูบสูงสุดไว้ให้ต่ำกว่าค่าสูงสุดที่เครื่องยนต์จะทนได้ ดังนั้นคุณสมบัติการจุดระเบิดเองของสารผสมเชื้อเพลิงกับอากาศจึงต้องอยู่ภายในช่วงที่กำหนด ซึ่งกระทำได้โดยใช้น้ำมันดีเซลที่มีเลขซีเทน (การวัดความง่ายของการจุดระเบิดของเชื้อเพลิง) สูงกว่าค่าที่กำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) เนื่องจากแรงบิดของเครื่องยนต์ เปลี่ยนแปลงโดยการเปลี่ยนแปลงปริมาณเชื้อเพลิงที่ถูกฉีดเข้าไปต่อวัฏจักรโดยที่การไหลของอากาศเข้าเครื่องยนต์เกือบจะไม่เปลี่ยนแปลงเลย ทำให้เครื่องยนต์ดีเซลสามารถทำงานโดยไม่ต้องมีลิ้นแรง ดังนั้นงานในการปั๊มจึงต่ำเป็นผลให้ประสิทธิภาพเชิงกลที่ภาระบางส่วนสูงกว่าเมื่อเทียบกับเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยประกายไฟ

4) เมื่อปริมาณเชื้อเพลิงที่ถูกฉีดเข้าไปต่อวัฏจักรเพิ่มขึ้น ปัญหาการใช้อากาศระหว่างการเผาไหม้จะเกิดขึ้น ซึ่งนำไปสู่การเกิดปริมาณองเขม่า (Soot) จำนวนมากที่ไม่สามารถเผาไหม้ได้หมดก่อนการคายไอเสียออก ดังนั้นเขม่าจำนวนมากหรือควันดำของไอเสียจึงเป็นตัวจำกัดอัตราส่วนระหว่างเชื้อเพลิงต่ออากาศที่กำลังสูงสุดไว้ที่ค่า 20% (หรือมากกว่า) ซึ่งบางกว่าส่วนผสมพอดีเป็นผลให้ความดันยังผลเฉลี่ยบ่งชี้ (ของเครื่องยนต์ที่นำอากาศเข้าโดยธรรมชาติ) ต่ำกว่าของเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยประกายไฟที่สมมูลกัน

5) เนื่องจากเครื่องยนต์ดีเซลทำงานด้วยอัตราส่วนระหว่างเชื้อเพลิงต่ออากาศที่บางเสมอ (และที่ภาระบางส่วนจะทำงานที่อัตราส่วนระหว่างเชื้อเพลิงต่ออากาศที่เบาบางมาก) ทำให้ค่ายังผลของ γ (= c_p/c_v) ในช่วงกระบวนการขยายตัวสูงกว่าเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยประกายไฟสำหรับอัตราส่วนขยายตัวหนึ่ง ๆ

6.2 รูปแบบของการเผาไหม้เครื่องยนต์ดีเซล

รูปแบบของกระบวนการเผาไหม้ที่เกิดขึ้นในเครื่องยนต์ดีเซลสามารถกำหนดและอธิบายได้จากการศึกษาภาพถ่ายของกระบวนการเผาไหม้ และการวิเคราะห์ข้อมูลความดันกระบอกสูบในช่วงการเผาไหม้ที่เกิดขึ้น โดยทั่วไปแล้วจะใช้อัตราการปล่อยความร้อน (Heat - Release Rate) ที่คำนวณมาจากข้อมูลความดันกระบอกสูบที่มุมข้อเหวี่ยงต่าง ๆ เป็นตัวกำหนดรูปแบบของการเผาไหม้ ซึ่งอัตราการปล่อยความร้อนก็คืออัตราที่ซึ่งพลังงานเคมีของเชื้อเพลิงถูกปล่อยออกมาโดยกระบวนการเผาไหม้นั่นเอง

รูปแบบของอัตราการปล่อยความร้อนแสดงให้เห็นว่าไม่มีการปล่อยความร้อนจนกระทั่งปลายของจังหวะอัด จะเห็นได้ว่ามีการสูญเสียความร้อนเล็กน้อยในระหว่างช่วงล่าช้า (เนื่องจากการถ่ายเทความร้อนสู่ผนังห้องเผาไหม้ และเพื่อการระเหยและการทำให้เชื้อเพลิงร้อนขึ้น) ในระหว่างกระบวนการเผาไหม้นั้นจะเห็นว่าการเผาไหม้เกิดขึ้นเป็น 3 ระยะที่ต่างกันคือในระยะแรกอัตราการเผาไหม้โดยทั่วไปจะสูงมากและเกิดขึ้นในช่วงไม่กี่องศาของมุมข้อเหวี่ยง ซึ่งตรงกับช่วงของการเพิ่มความดันกระบอกสูบอย่างรวดเร็ว ระยะที่สองจะเป็นช่วงของอัตราการปล่อยความร้อนที่ค่อย ๆ ลดลง (แม้ว่าในช่วงต้นอาจเพิ่มขึ้นไปยังค่าสูงสุดที่สองแต่จะต่ำกว่าค่าแรกมาก) ช่วงการเผาไหม้นี้จะเป็นช่วงการปล่อยความร้อนหลักโดยทั่วไปจะเกิดขึ้นในช่วง 40 องศา และตามปกติประมาณร้อยละ 80 ของพลังงานเชื้อเพลิงทั้งหมดถูกปล่อยออกมาในสองระยะแรก ระยะที่สามเป็นช่วงท้ายของการปล่อยความร้อนซึ่งอัตราการปล่อยความร้อนจะน้อยและเกิดขึ้นไปตลอดจังหวะขยายตัวส่วนใหญ่ การปล่อยความร้อนในช่วงสุดท้ายนี้ตามปกติจะมีปริมาณร้อยละ 20 ของพลังงานทั้งหมดของเชื้อเพลิงโดยประมาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการศึกษารูปแบบของอัตราการฉีดเชื้อเพลิงและอัตราการปลดปล่อยความร้อน ได้สรุปผลการศึกษาไว้ 3 ข้อคือ

1) ช่วงการเผาไหม้ทั้งหมดยาวกว่าช่วงการฉีดเชื้อเพลิงมาก

2) อัตราการเผาไหม้สัมบูรณ์เพิ่มขึ้นเป็นสัดส่วนโดยตรงกับอัตราเร็วเครื่องยนต์ที่เพิ่มขึ้น ดังนั้นเมื่อคิดเป็นมุมข้อเหวี่ยงช่วงการเผาไหม้ก็คงตัว

3) ขนาดของค่าสูงสุดของรูปแบบของอัตราการเผาไหม้จะขึ้นอยู่กับช่วงล่าช้าในการจุดระเบิดซึ่งสูงขึ้นเมื่อช่วงล่าช้ายาวขึ้น

กระบวนการเผาไหม้ในเครื่องยนต์ดีเซลแบบฉีดเชื้อเพลิงโดยตรงพอจะสรุปได้จากรูปแบบของอัตราการปล่อยความร้อนแบ่งออกเป็น

1) ช่วงล่าช้าในการจุดระเบิด (Ignition Delay Period) เป็นช่วงระหว่างการเริ่มต้นของการฉีดเชื้อเพลิงเข้าไปในห้องเผาไหม้และการเริ่มต้นของการเผาไหม้

2) ช่วงการเผาไหม้สารผสมที่ผสมไว้ก่อนแล้ว หรือช่วงการเผาไหม้อย่างรวดเร็ว (Premixed Combustion Phase หรือ Rapid Combustion Phase) ในช่วงนี้เป็นการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงที่ได้ผสมกับอากาศ เป็นสารผสมที่อยู่ในขีดจำกัดของการเผาไหม้ในช่วงล่าช้าในการจุดระเบิด ซึ่งเมื่อเกิดการเผาไหม้ก็จะเผาไหม้เกือบพร้อมกัน ทำให้การเผาไหม้เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงไม่กี่องศามุมข้อเหวี่ยง และเป็นผลให้อัตราการปล่อยความร้อนในช่วงนี้สูง จุดสิ้นสุดของช่วงนี้คืออัตราการเพิ่มความดันสูงสุด ($dp/d\theta$ = max)

3) ช่วงการเผาไหม้ที่ถูกควบคุมโดยการผสม (Mixing Controlled Combustion Phase) เมื่อเชื้อเพลิงและอากาศซึ่งผสมกันไว้ก่อนแล้ว ในช่วงล่าช้าในการจุดระเบิดได้ถูกเผาไหม้หมดไป อัตราการเผาไหม้ (หรืออัตราการปล่อยความร้อน) จะถูกควบคุมโดยอัตราการเกิดสารผสมที่พร้อมเผาไหม้ (อัตราการผสมระหว่างเชื้อเพลิงกับอากาศ) อัตราการปลดปล่อยความร้อนในช่วงนี้อาจไปถึงค่าสูงสุดค่าที่สอง (โดยทั่วไปจะต่ำกว่าค่าแรก) หรืออาจไม่ถึงก็ได้ แต่จะลดลงเมื่อกระบวนการเผาไหม้ดำเนินต่อไป จุดสิ้นสุดของช่วงนี้คืออัตราการเพิ่มของอุณหภูมิการเผาไหม้สูงสุด
($dT/d\theta$ = max)

4) ช่วงท้ายของการเผาไหม้ (Late Combustion Phase) เป็นช่วงที่การปล่อยความร้อนเกิดขึ้นต่อไปที่อัตราต่ำในจังหวะขยายตัว ซึ่งเป็นการเผาไหม้เชื้อเพลิงส่วนที่เหลืออยู่เล็กน้อย และเป็นการเผาไหม้ต่อไปของเขม่าและสารที่เกิดจากการเผาไหม้สารผสมหนาเช่น CO, H_2O ฯลฯ จุดสิ้นสุดของช่วงนี้คือเมื่อวาล์วไอเสียปิด

6.3 การวิเคราะห์การปลดปล่อยความร้อน

การวิเคราะห์การปลดปล่อยความร้อน (Heat Release Rate, HRR) ก็คืออัตราที่พลังงานเคมีถูกปลดปล่อยออกมาโดยกระบวนการเผาไหม้ สามารถคำนวณเนื่องจากความดันที่เพิ่มขึ้นจากการเผาไหม้ซึ่งเป็นสัดส่วนกับพลังงานเคมีของเชื้อเพลิงที่ถูกปลดปล่อยออกมามากกว่าที่จะเป็นสัดส่วนกับมวลของสารผสมที่เผาไหม้แล้ว และนอกจากนี้เมื่อรวมเอาผลของการถ่ายเทความร้อนไปผนังกระบอกสูบมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลความดันด้วยแล้ว วิธีการวิเคราะห์ความร้อนที่ปล่อยออกมาโดยใช้กฎข้อที่หนึ่งของเทอร์

เอกสารนี้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โมไดนามิกส์โดยไม่พิจารณาสมดุลเคมีของการเผาไหม้ (Chemical Equilibrium) และวิเคราะห์การเผาไหม้แบบ 1 โซน สามารถทำได้ง่ายโดยมีข้อสมมติฐานดังต่อไปนี้

- คุณสมบัติของก๊าซในห้องเผาไหม้มีค่าเท่ากันตลอดห้องเผาไหม้
- ค่าความร้อนจำเพาะของอากาศขึ้นอยู่กับอุณหภูมิภายในห้องเผาไหม้
- การถ่ายเทความร้อนสู่ผนังห้องเผาไหม้ กำหนดให้มีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนเท่ากันตลอดห้องเผาไหม้
- กำหนดให้มีอุณหภูมิเท่ากันตลอดทุกพื้นที่ของการถ่ายเทความร้อน
- ไม่มีการแยกตัวออก (Dissociation) ของก๊าซที่เผาไหม้
- ไม่คิดการรั่วผ่านรองแหวนหรือรอยแยกอื่น ๆ

6.4 ปริมาณและการเกิดมลพิษในเครื่องยนต์ดีเซล

ไอเสียของเครื่องยนต์ดีเซลโดยทั่วไปประกอบด้วยสารที่ถือว่าเป็นมลพิษกล้าย ๆ กับเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยประกายไฟโดยไอเสียในเครื่องยนต์นั้นความเข้มข้นของ NO_x ใกล้เคียงกับเครื่องยนต์ที่จุดระเบิดด้วยประกายไฟ ส่วนไฮโดรคาร์บอนที่ออกมากับไอเสียของเครื่องยนต์ดีเซลต่ำกว่าเครื่องยนต์ที่จุดระเบิดด้วยประกายไฟ 5 เท่า ซึ่งไฮโดรคาร์บอนของไอเสียอาจเกิดการควบแน่นเป็นควันขาวในช่วงการติดและอุ่นเครื่องได้ นอกจากนี้สารประกอบไฮโดรคาร์บอนบางชนิดก่อให้เกิดกลิ่นไอเสียอีกด้วย สำหรับ CO ที่ออกมากับไอเสียของเครื่องยนต์ดีเซลนั้นน้อยมาก ทั้งนี้เพราะเครื่องยนต์ดีเซลตามปกติแล้วจะทำงานด้วยสารผสมบางแต่ในไอเสียของเครื่องยนต์ดีเซลจะมีสารละอองที่เป็นอนุภาคสารขนาดเล็ก (เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.1 μm) ราวร้อยละ 0.2 ถึงร้อยละ 0.5 ของมวลเชื้อเพลิง สารละอองนี้ประกอบด้วยเขม่าเป็นส่วนใหญ่ และมีสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่ถูกดูดซับไว้บ้าง การเกิดมลพิษในเครื่องยนต์ดีเซลจะขึ้นอยู่กับ การกระจายเชื้อเพลิงและลักษณะของการกระจายที่แปรผันกับเวลาอันเนื่องจากการผสม ทั้งนี้เนื่องจากในเครื่องยนต์ดีเซลนั้นเชื้อเพลิงจะถูกฉีดเข้าไปในกระบอกสูบก่อนการเผาไหม้เริ่มต้นเล็กน้อย การกระจายของเชื้อเพลิงจึงไม่สม่ำเสมอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.5 น้ำมันมะพร้าว

มะพร้าวจัดเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่งของไทย นอกจากจะใช้บริโภคและปรุงอาหารโดยตรงแล้ว เนื้อมะพร้าวแห้งยังสามารถนำมาสกัดน้ำมันได้ด้วย โดยสกัดจากเนื้อมะพร้าวแห้งจะได้น้ำมันประมาณ 60 - 80%

น้ำมันมะพร้าวจะแตกต่างกับน้ำมันพืชส่วนใหญ่คือมีกรดลอริกสูง ซึ่งจะแข็งตัวได้ง่ายเมื่ออากาศเย็น เนื่องจากมีกรดไขมันอิ่มตัวอยู่มากถึง 90% น้ำมันมะพร้าวที่ผ่านกรรมวิธีกลั่นใสอย่างดีจึงไม่เหม็นหืนง่ายเมื่อเก็บไว้เป็นเวลานาน แต่น้ำมันมะพร้าวที่ยังไม่ผ่านกรรมวิธีกลั่นใสจะมีเอนไซม์ที่จะทำให้น้ำมันแตกตัวเป็นกรดไขมันอิสระอย่างรวดเร็ว จึงทำให้เหม็นหืนง่ายและเสื่อมคุณภาพเร็ว

6.5.1 สมบัติโดยทั่วไป

Chemical composition (seed)

Moisture	4 - 6%
Oil	60 - 68%

Chemical and physical characteristics (oil)

Iodine value	7 -11
Acid Value	15 (edible 0.02)
Saponification value	246 - 264
Unsaponifiable matter	1.0 %
Specific gravity (25/25°C)	0.907 - 0.917
Refractive Index at 25°C	1.447 - 1.450
Color (Lovibond)	50Y: 6R (Crude) 7Y: 0.7R (Refine)

6.5.2 แหล่งผลิตและฤดูกาลผลิต

แม้ว่ามะพร้าวจะปลูกได้ทุกภาคของประเทศแต่จะปลูกได้ดีในเมืองแถบชายทะเล ดังนั้นจึงมีแหล่งผลิตที่สำคัญอยู่ทางภาคใต้ และในบางท้องที่ของภาคกลางและภาคตะวันออกโดยจะให้ผลผลิตได้ตลอดทั้งปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6.1 แสดงมะพร้าว เนื้อที่เก็บเกี่ยว ผลผลิต ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ ราคา และมูลค่าของผลผลิตตาม ราคาที่เกษตรกรขายได้ปีเพาะปลูก 2535 - 2544

ปีเพาะปลูก	เนื้อที่ปลูก (1,000 ไร่)	เนื้อที่เก็บเกี่ยว (1,000 ไร่)	ผลผลิต (1,000 ตัน)	ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ (กก.)	ราคาที่เกษตรกรขายได้ (บาท/ตัน)*	มูลค่าที่เกษตรกรขายได้ (ล้านบาท)
2535	2,427	2,103	1,411	671	2,704	3,815
2536	2,426	2,153	1,462	679	2,856	4,175
2537	2,384	2,116	1,435	678	2,704	3,880
2538	2,362	2,096	1,413	674	2,208	3,120
2539	2,351	2,087	1,419	680	3,312	4,700
2540	3,330	2,066	1,386	671	3,900	3,604
2541	-	2,066	1,372	664	4,168	5,718
2542	-	2,048	1,381	674	4,464	6,165
2543	-	2,034	1,400	688	2,016	2,822
2544	-	2,037	1,396	685	1,984	2,770

* ราคามะพร้าวสดทั้งผล โดยมะพร้าวสด 1 ผลหนัก 1.25 กก.

6.6 น้ำมันปาล์ม

การสกัดน้ำมันปาล์มเฉลี่ยตามมาตรฐานสากล เนื้อนอกผลจะให้น้ำมันประมาณร้อยละ 20 สำหรับเม็ดปาล์มจะให้น้ำมันประมาณร้อยละ 45 - 50 อย่างไรก็ตามผลตามที่ยังไม่แก่พอจะให้น้ำมันน้อย แต่ผลที่แก่เกินไปจะมีกรดไขมันอิสระ (Free Fatty Acid) สูงจึงจำเป็นต้องนำผลปาล์มจากต้นไปเข้าโรงงานสกัดน้ำมันภายในเวลาไม่เกิด 24 ชั่วโมง เพื่อมิให้มีกรดไขมันอิสระสูง

6.6.1 สมบัติโดยทั่วไป

Chemical composition (Fruit)

Moisture	25%
Oil	56%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Chemical and physical characteristics (oil)

	Palm kernel oil	Palm oil
Iodine value	14 - 20	43 - 59
Acid Value	20	15
Saponification value	240 - 257	195 - 210
Unsaponifiable matter	1%	1%
Specific gravity (25/25°C)	0.900 - 0.9452	0.893 - 0.905
Refractive Index at 25°C	1.449 - 1.452	1.449 - 1.445
Color (Lovibond)	10Y:1R	25Y:2.5R

6.6.2 แหล่งผลิตและฤดูกาลผลิต

ปาล์มน้ำมันเป็นพืชที่ชอบอากาศในเขร้อน ฝนตกชุก การเพาะปลูกปาล์มน้ำมันของไทยจึงมีที่จังหวัดต่าง ๆ โดยในปีพ.ศ. 2533 มีเนื้อที่เพาะปลูกมากที่สุดอยู่ในจังหวัดกระบี่ รองลงมาได้แก่จังหวัดสุราษฎร์ธานี ชุมพร สตูล ตรัง และประจวบคีรีขันธ์เป็นต้น

6.6.3 ปริมาณการผลิต

ตารางที่ 6.2 แสดงปาล์มน้ำมัน เนื้อที่เก็บเกี่ยว ผลผลิต ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ ราคา และมูลค่าของผลผลิตตามราคาที่เกษตรกรขายได้ปีเพาะปลูก 2535 - 2544

ปีเพาะปลูก	เนื้อที่ปลูก (1,000 ไร่)	เนื้อที่เก็บเกี่ยว (1,000 ไร่)	ผลผลิต (1,000 ตัน)	ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ (กก.)	ราคาที่เกษตรกรขายได้ (บาท/กก.)	มูลค่าที่เกษตรกรขายได้ (ล้านบาท)
2535	958	675	1,352	2,003	1.78	2,380
2536	968	833	1,827	2,193	1.70	3,108
2537	1,014	870	1,923	2,210	1.82	3,500
2538	1,051	919	2,255	2,454	2.05	4,623
2539	-	1,023	2,688	2,628	3.02	5,430
2540	-	1,097	2,681	2,444	2.17	5,818
2541	-	1,129	3,485	2,183	3.37	8,307
2542	-	1,247	3,514	2,818	2.20	7,731
2543	-	1,303	3,250	2,500	1.66	5,405
2544	-	1,457	4,089	2,807	1.19	4,868

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6.3 แสดงการเปรียบเทียบสมบัติทางเชื้อเพลิงของน้ำมันดีเซล และน้ำมันมะพร้าวผสม

สมบัติทางเชื้อเพลิง	น้ำมันพืช	น้ำมันดีเซล	ร้อยละโดยปริมาตร						
			5%	10%	15%	20%	30%	40%	50%
°API	21.70	36.50	35.80	34.90	34.20	33.30	31.80	30.30	28.90
จุดวาบไฟ,°C	221.30	54.00	56.00	57.20	57.30	58.00	61.30	62.00	68.50
ค่าความหนืด 40°C,cSt	27.59	3.38	3.79	4.08	4.72	5.32	5.97	7.80	9.58
ค่าความร้อน MJ/kg	37.12	45.70	44.97	44.40	43.40	43.05	42.71	42.07	41.84

ตารางที่ 6.4 แสดงการเปรียบเทียบสมบัติทางเชื้อเพลิงของน้ำมันดีเซล และน้ำมันปาล์มผสม

สมบัติทางเชื้อเพลิง	น้ำมันพืช	น้ำมันดีเซล	ร้อยละโดยปริมาตร						
			5%	10%	15%	20%	30%	40%	50%
°API	21.00	36.50	35.80	35.00	34.20	33.40	31.90	30.40	29.00
จุดวาบไฟ,°C	177.30	54.00	55.50	58.00	58.70	59.50	61.50	64.00	66.00
ค่าความหนืด 40°C,cSt	30.08	3.38	3.69	3.95	4.65	4.98	6.54	7.72	10.67
ค่าความร้อน MJ/kg	37.72	45.70	45.14	43.80	43.06	43.23	42.40	42.20	41.69

ตารางที่ 6.5 สมบัติทางเชื้อเพลิงของน้ำมันดีเซล มะพร้าว และน้ำมันปาล์ม

Items	Diesel oil	Coconut oil	Palm oil
High Heating Value (MJ/kg)	45.52	37.63	39.54
Low Heating Value (MJ/kg)	42.43	35.02	36.92
API Gravity at 15.6/15.6°C	34.4	21.2	23.10
Specific Gravity at 15.6/15.6°C	0.853	0.927	0.915
Kinematic Viscosity at 40°C (cSt.)	5.68	28.26	23.96
Sulfur content (% wt.)	0.35	-	Traces

ตารางที่ 6.6 สมบัติทางเชื้อเพลิงของน้ำมันผสมดีเซล - น้ำมันมะพร้าว และดีเซล - น้ำมันปาล์ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6.6 สมบัติทางเชื้อเพลิงของน้ำมันผสมดีเซล - น้ำมันมะพร้าว และดีเซล - น้ำมันปาล์ม

Items	Percent coconut oil			Percent palm oil		
	20	40	80	20	40	80
High Heating Value (MJ/kg)	43.40	41.47	39.46	43.49	42.82	40.45
Low Heating Value (MJ/kg)	40.41	38.82	36.76	40.50	39.92	37.54
API Gravity at 15.6/15.6°C	31.90	29.10	24.8	32.50	30.50	25.40
Kinematic Viscosity at 40°C (cSt.)	-	8.56	21.6	5.90	9.72	21.89
Specific Gravity at 15.6/15.6°C	0.866	0.881	0.905	0.863	0.874	0.902
Sulfur content (% wt.)	0.25	0.18	0.12	0.30	0.25	0.15

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Masjuki และ Supuon ได้ศึกษาการใช้น้ำมันปาล์มที่ทำเป็นเมธิลเอสเตอร์หรือเรียกว่า Palm Oil Diesel (POD) ผสมกับน้ำมันพืชในอัตราส่วนร้อยละ 0, 25, 50, และ 75 ทำการทดลองกับเครื่องยนต์ดีเซลสูบเดียว 4 จังหวะ ขนาด 7 แรงม้า โดยใช้เวลาการทดสอบ 30 ชั่วโมง ที่ความเร็วรอบ 2000 rpm พบว่า ที่อัตราส่วนผสมร้อยละ 50 ให้กำลังสูงสุด 2 kW และผลการทดสอบด้านการสึกหรอพบว่าน้ำมันดีเซลส่งผลให้ความหนืดของน้ำมันหล่อลื่นลดลงมากที่สุดและพบปริมาณโลหะเช่น อลูมิเนียม เหล็ก ปนอยู่ในน้ำมันหล่อลื่นมากที่สุด แสดงว่าน้ำมันดีเซลทำให้เครื่องยนต์สึกหรอมากที่สุด เนื่องจาก POD ทำหน้าที่เป็นสารหล่อลื่นในตัว

EI-Awad และคณะ ได้ศึกษาการใช้น้ำมันปาล์มดิบ (CPO) เป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ดีเซล เพื่อศึกษาสมรรถนะ และมลพิษไอเสีย โดยได้ทำการทดสอบกับเครื่องยนต์ 4 สูบ 4 จังหวะ ฉีดเชื้อเพลิงเข้าห้องเผาไหม้โดยตรง ทดสอบที่ความเร็วรอบ 1000 - 3000 rpm น้ำมันที่ใช้มีส่วนผสมของ CPO ร้อยละ 25 / 50 และ 75 ผลการทดสอบเมื่อให้ลิ้นปีกผีเสื้อคงที่แล้วเปลี่ยนแปลงความเร็วรอบพบว่าที่ความเร็วรอบต่ำกว่า 2000 rpm กำลังของเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซลผสมน้ำมันปาล์มมีค่าสูงกว่าทุกอัตราส่วนผสม ส่วนค่าคาร์บอนมอนอกไซด์มีค่าเพิ่มขึ้นแต่ไนโตรเจนออกไซด์มีค่าต่ำกว่า เมื่อเทียบกับการใช้น้ำมันดีเซลสำหรับที่ความเร็วรอบสูงกว่า 2000 rpm กำลังของเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซลผสมน้ำมันปาล์มมีค่าต่ำกว่าเล็กน้อยทุกอัตราส่วนผสม สวนค่ามลพิษ CO และ NO มีค่าต่ำกว่าเมื่อเทียบกับการใช้น้ำมันดีเซล อุณหภูมิไอเสียที่ความเร็วรอบต่ำมีค่าสูงกว่าการใช้ดีเซลเป็นเชื้อเพลิง แต่เมื่อความเร็วรอบสูงอุณหภูมิไอเสียมีค่าใกล้เคียงหรือต่ำกว่าเล็กน้อยการใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง

Thaddeus ได้ศึกษาการใช้น้ำมันมะพร้าวผสมกับน้ำมันดีเซล เพื่อศึกษาถึงสมรรถภาพและมลพิษไอเสีย โดยทำการทดสอบกับเครื่องยนต์ดีเซล 1 สูบ 4 จังหวะ ฉีดเชื้อเพลิงเข้าห้องเผาไหม้โดยตรง ทดสอบที่ความเร็วรอบคงที่ 2800 rpm ผลการทดสอบพบว่าค่า BSFC มีค่าเพิ่มขึ้นตามอัตราส่วนผสมของเชื้อเพลิงและภาระงาน ประสิทธิภาพเชิงกลมีค่าใกล้เคียงกัน ปริมาณสารมลพิษของ NO x ลดลงร้อยละ 12 ควันดำลดลงร้อยละ 36 สำหรับ CO และ HC มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอัตราส่วนผสมของน้ำมันมะพร้าว การปลดปล่อยความร้อนสูงสุดในกรณีใช้น้ำมันมะพร้าวมีค่าต่ำกว่าการใช้น้ำมันดีเซล และช่วงการเผาไหม้สารผสมที่ผสมไว้ล่วงหน้าเกิดขึ้นสั้นกว่าเมื่อใช้น้ำมันดีเซลผสมน้ำมันมะพร้าว

สถาพร บุญสมบัติ และคณะได้ทำการทดสอบน้ำมันปาล์มดิบ (CPO) และน้ำมันปาล์มกลั่น (RPO) ผสมกับน้ำมันดีเซลที่อัตราส่วนผสมร้อยละ 10 - 100 โดยใช้เครื่องยนต์ดีเซล 1 สูบ 4 จังหวะ ผลการทดสอบเมื่อใช้ CPO ผสมกับน้ำมันดีเซลในอัตราส่วนผสมต่างกัน เมื่อเทียบกับการใช้น้ำมันดีเซล พบว่า ค่า BSFC เพิ่มขึ้นร้อยละ 2.65 - 11.64 และควันดำมีค่าลดลงร้อยละ 19 - 24 ตามอัตราส่วนผสมที่เพิ่มขึ้น สำหรับ CO ลดลงมากที่สุดร้อยละ 33.7 และ HC ลดลงมากที่สุดร้อยละ 25 เมื่อใช้ RPO ผสมกับน้ำมันดีเซลในอัตราส่วนผสมต่างกัน เมื่อเทียบกับการใช้น้ำมันดีเซล ค่า BSFC เพิ่มขึ้นร้อยละ 3.65 - 11.22 และควันดำมีค่าลดลงร้อยละ 16 - 29 ตามอัตราส่วนผสมที่เพิ่มขึ้นสำหรับ CO ลดลงมากที่สุดร้อยละ 28.6 และ HC ลดลงมากที่สุดร้อยละ 10.7 และจากการทดสอบน้ำมันดีเซลผสมทั้ง 2 แบบ การติดเครื่องยนต์ง่ายแม้ที่อุณหภูมิต่ำการทำงานที่รอบเดินเบาปกติเหมือนการใช้น้ำมันดีเซล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำมันดีเซลในอัตราส่วนผสมต่างกัน เมื่อเทียบกับการใช้น้ำมันดีเซล ค่า BSFC เพิ่มขึ้นร้อยละ 3.65 - 11.22 และควันดำมีค่าลดลงร้อยละ 16 - 29 ตามอัตราส่วนผสมที่เพิ่มขึ้นสำหรับ CO ลดลงมากที่สุดร้อยละ 28.6 และ HC ลดลงมากที่สุดร้อยละ 10.7 และจากการทดสอบน้ำมันดีเซลผสมทั้ง 2 แบบ การติดเครื่องยนต์ง่าย แม้ที่อุณหภูมิต่ำการทำงานที่รอบเดินเบาปกติเหมือนการใช้น้ำมันดีเซล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] จารุวัฒน์ มงคลธนทเรศ และคณะ " การศึกษาการใช้น้ำมันมะพร้าวเดินเครื่องยนต์ดีเซล " กองเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร : 1982

[2] ปริญญา มาตราช " การใช้น้ำมันปาล์มเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงเสริมในรถยนต์ " มหาวิทยาลัยสยาม 2538 N 974-8140-91-1

[3] รศ.พลูพร แสงบางปลา " การใช้ Biodiesel กับเครื่องยนต์มีผลอย่างไร " เอกสารประกอบการสัมมนา 29 พฤษภาคม 2544

[4] สหมิตร โฉมเฉลา และรัตนพงศ์ วงศ์พิมพ์รัศมี " การศึกษาเชื้อเพลิงทดแทนน้ำมันดีเซล " สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเก้า ธนบุรี : 2527

[5] Willard W. Pulkrabek, "Engineering Fundamentals of the Internal combustion Engine" Prentice Hall 1997.

[6] สำนักคุณภาพน้ำมันเชื้อเพลิง กรมธุรกิจแรงงาน มิถุนายน 2546

[7] ศูนย์ส่งเสริมการเกษตรจังหวัดพิษณุโลก

[8] Masjuki, H.H. and Supuon, M.S., 1995, "Performance and Wear Analysis of Small Diesel Engine Fulled by Oil Blend", Energy Conference Traning Program, July, Malaysia, 9p.

[9] EI-Awad, M.M., 1999, "Crude Palm Oil As Fuel Extender", Proceedings of the Word Reneable Energy congress, October, Malaysia, 7p.

[10] Thaddeus, H., et al., 2001 " The Effect of Coconut Oil and Diesel Fuel Blends on Diesel Engine Performance and Exhaust Emissions", JSAE paper, No. 20014335.

[11] สถาพร บุญสมบัติและคณะ, 2544, "การวิจัยใช้น้ำมันปาล์มเป็นเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องยนต์ดีเซล", เอกสารประกอบการประชุมระดมความคิดเห็นเรื่อง แนวทางการวิจัยและพัฒนาไบโอดีเซล ไปสู่เชิงพาณิชย์, 18 มิถุนายน 2544, กรุงเทพฯ, 7 หน้า.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้