

การศึกษาหัวฉีดเพื่อนำมาใช้กับน้ำมันพืชผสมโดยการฉีดตรงเข้าห้องเผาไหม้

A STUDY OF INJECTOR NOZZLE OF DI DIESEL ENGINE FOR BLENDED
VEGETABLE OILS

อภิชาติ เสมศรี
APHICHIT SEMSRI

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2546

ISBN 074-324-101-4

การศึกษาหัวฉีดเพื่อนำมาใช้กับน้ำมันพืชผสมโดยการฉีดตรงเข้าห้องเผาไหม้

A STUDY OF INJECTOR NOZZLE OF DI DIESEL ENGINE FOR BLENDED
VEGETABLE OILS



อภิชาติ เสมศรี

APHICHIT SEMSRI

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน..... 45878
วัน, เดือน, ปี..... 19 ก.พ. 2546

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

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2546

ISBN 974-324-191-4

A STUDY OF INJECTOR NOZZLE OF DI DIESEL ENGINE FOR BLENDED
VEGETABLE OILS

APHICHIT SEMSRI

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF ENGINEERING IN MECHANICAL ENGINEERING
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2003

ISBN 974-324-191-4

COPYRIGHT 2003

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การศึกษาหัวฉีดเพื่อนำมาใช้กับน้ำมันพืชผสมโดยการฉีดตรงเข้าห้องเผาไหม้
A STUDY OF INJECTOR NOZZLE OF DI DIESEL ENGINE FOR
BLENDED VEGETABLE OILS

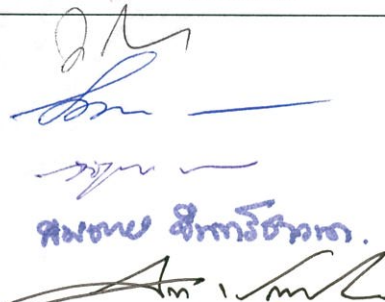
ชื่อนักศึกษา นายอภิชาติ เสมศรี

รหัสประจำตัว 43062033

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกล

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ดร.จินดา เจริญพรพาณิชย์

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์		ลายมือชื่อ
รศ.ดร.มงคล	มงคลวงศ์โรจน์	 สมชาย อภิรักษ์กุล.
ผศ.ธวัชชัย	นาคพิพัฒน์	
ผศ.ดร.จารุวัตร	เจริญสุข	
รศ.ดร.สมชาย	จันทร์ชานา	
ดร.จินดา	เจริญพรพาณิชย์	

วัน/เดือน/ปี ที่สอบ 23 ธันวาคม 2545 เวลา 9.30-11.30 น.

สถานที่สอบ ณ อาคาร 12 ชั้น ชั้น 4 (ห้อง E12-402)

บัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว

(รศ.ดร.บุญวัฒน์ อัครชู)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่.....3.....เดือน.....ธันวาคม.....พ.ศ.....๒๕๔๖.....

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การศึกษาหัวฉีดเพื่อนำมาใช้กับน้ำมันพืชผสมโดยการฉีดตรงเข้าห้องเผาไหม้
ชื่อนักศึกษา	นายอภิชาติ เสมศรี
รหัสประจำตัว	43062033
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมเครื่องกล
พ.ศ.	2546
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	ดร.จินดา เจริญพรพาณิชย์

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอถึงการศึกษาหัวฉีดเพื่อนำมาใช้กับน้ำมันพืชผสมโดยการฉีดตรงเข้าห้องเผาไหม้ ซึ่งโดยทั่วไปในประเทศไทยงานวิจัยต่าง ๆ ส่วนใหญ่เป็นการศึกษาปรับปรุงถึงคุณภาพของน้ำมันผสมเพื่อให้เหมาะสมกับการนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงกับเครื่องยนต์ดีเซล ซึ่งเป็นการยากที่จะทำให้เครื่องยนต์มีประสิทธิภาพสูงสุด เนื่องจากเครื่องยนต์เหล่านั้นไม่ได้ถูกออกแบบมาใช้สำหรับน้ำมันพืชผสม ในบทความนี้จะปรับปรุงเครื่องยนต์โดยเน้นที่หัวฉีด โดยจะศึกษาอิทธิพลของการสเปรย์ของน้ำมันเชื้อเพลิงซึ่งมีผลมาจาก จำนวนรูของหัวฉีดต่อประสิทธิภาพและไอเสียของเครื่องยนต์ การทดสอบจะใช้เชื้อเพลิงเป็นน้ำมันดีเซล 100% น้ำมันปาล์มผสมและน้ำมันมะพร้าวผสมที่อัตราส่วน 10%, 20%, 30%, 60% และ 80% สัดส่วนโดยปริมาตร ทดสอบกับหัวฉีดแบบเดิมที่เป็นแบบชนิด 4 รู และทำการทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู และ 3 รู จากการทดลองพบว่า หัวฉีดแบบ 3 รู สามารถนำน้ำมันพืชผสมมาใช้กับเครื่องยนต์ได้ พิจารณาได้จากค่าวันดำที่วัดออกมาจะมีค่าน้อย กำลังที่ได้มีความใกล้เคียงกันแต่จะสูงมากที่ความเร็วรอบสูง ๆ อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงจะมีค่าน้อยลง และประสิทธิภาพความร้อนค่อนข้างสูง

Thesis Title	A STUDY OF INJECTOR NOZZLE OF DI DIESEL ENGINE FOR BLENDED VEGETABLE OILS
Student	Mr.Aphichit Semsri
Student ID	43062033
Degree	Master of Engineering
Programme	Mechanical Engineering
Year	2003
Thesis Advisor	Dr.Chinda Charoenphonphanich

ABSTRACT

This paper presents, the study of the injector nozzle, use with the blended of diesel with palm oils and coconut oils by used as alternative fuels. In Thailand many researches have studied to formulate the blended vegetable oils to be used with conventional diesel engines. One problem occurs because those engines were designed for diesel fuel not for blended vegetable oils. So it is very difficult to obtain the highest engine performance when blended vegetable oils were used. In this study the injector of DI engine was modified for blended vegetable oils. The palm and coconut oils were blended with diesel oil with mixing at the ratio of 10%, 20%, 30%, 60% and 80% by volume. The conventional injector nozzle with 4-holes and modified injector nozzle with 3-holes and 2-holes were installed on the small DI engine. The effects of fuel spray based on the number of injector nozzle hole and mixing ratio of blended fuel on engine performance and emissions were examined. The results show that the engine works well with using the modified 3-holes injector nozzle in terms of engine performance and emissions. The smoke emission is lower. The power is approximately similar to using diesel oil at high engine speed. The fuel consumption is lower and the thermal efficiency is higher.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างดี ด้วยคำแนะนำและคำปรึกษาเกี่ยวกับการศึกษาหัวข้อนี้เพื่อนำมาใช้กับน้ำมันพืชผสมโดยการฉีดตรงเข้าห้องเผาไหม้ ตลอดจนได้ทำการตรวจสอบผลการทดสอบและผลการวิเคราะห์โดย ดร.จินดา เจริญพรพาณิชย์ ซึ่งเป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ผู้วิจัยรู้สึกทราบซึ่งในความอนุเคราะห์จากท่านและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณ บิดา-มารดา ที่ได้อบรมสั่งสอน และได้อุปการะ ให้กระผมได้มีโอกาสจัดทำวิทยานิพนธ์เล่มนี้ขึ้นมาได้ ผู้วิจัยรู้สึกทราบซึ่งในความอนุเคราะห์จากท่านและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณท่านอาจารย์และเจ้าหน้าที่ของภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกลที่ได้ให้ความกรุณาช่วยเหลือเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบรวมถึงห้องปฏิบัติการในการทดสอบ ตลอดจนให้คำปรึกษาจนสำเร็จสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณโรงเรียนเทคโนโลยีเทคโนโลยีกรุงเทพ และอาจารย์แผนกช่างยนต์ที่ให้ความอนุเคราะห์ทางด้านเครื่องมือทดสอบแรงดันน้ำมันของหัวฉีด รวมถึงการให้คำแนะนำบางจุดที่ผู้วิจัยคิดปัญหาบางอย่าง ซึ่งมีส่วนช่วยทำให้ผู้วิจัยเข้าใจในปัญหานั้น

ขอขอบพระคุณเพื่อน ๆ นักศึกษาปริญญาโท ที่ช่วยเหลือในการหาข้อมูลและตรวจสอบข้อมูลและช่วยแนะนำบางสิ่งบางอย่างให้เกิดความเข้าใจจนสำเร็จสมบูรณ์ยิ่งขึ้น และน้อง ๆ ปริญญาตรี ที่ช่วยเหลือในการช่วยทดสอบ

สุดท้ายขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัยที่ได้ให้ทุนสนับสนุนการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอบพระคุณผู้มีพระคุณทุกท่าน

อภิชาติ เสมศรี

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VII
สารบัญรูป.....	VIII
สัญลักษณ์และตัวย่อ.....	X
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ.....	1
1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	2
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย.....	2
1.4 วิธีการดำเนินงาน.....	2
บทที่ 2 การวิเคราะห์ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	3
บทที่ 3 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	7
3.1 เครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยแรงอัด.....	7
3.1.1 การทำงานของเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยแรงอัด.....	7
3.1.2 การเผาไหม้ในเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยการอัด.....	7
3.1.3 ชนิดของระบบการเผาไหม้ของเครื่องยนต์ดีเซล.....	10
3.1.4 การเผาไหม้ในระบบฉีดเชื้อเพลิงโดยตรงที่ใช้หัวฉีดหลายรู.....	11
3.1.5 โครงสร้างของเชื้อเพลิงที่ถูกฉีดพ่นเข้าห้องเผาไหม้.....	15
3.1.6 การแตกตัวเป็นละอองฝอย.....	16
3.1.7 การพุ่งของสเปรย์.....	17
3.2 หัวฉีด.....	19
3.2.1 หัวฉีดแบบรู.....	20
3.2.2 หัวฉีดแบบเดือย.....	21
3.2.3 การคำนวณหาปริมาณน้ำมันที่ฉีดและพื้นที่ของรูหัวฉีด.....	22

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 การติดตั้งอุปกรณ์เครื่องยนต์ที่ใช้ในการทดสอบและเงื่อนไขในการทดสอบ.....	23
4.1 อุปกรณ์การทดลอง.....	23
4.1.1 เครื่องยนต์.....	23
4.1.2 หัวฉีด.....	26
4.1.3 น้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ในการทดสอบ.....	27
4.2 เงื่อนไขในการทดลอง.....	28
บทที่ 5 ผลการทดลอง.....	29
5.1 ผลการทดลองที่ได้จากการถ่ายภาพ.....	29
5.1.1 ผลการทดลองที่ได้จากภาพถ่ายลักษณะการสเปรย์ ของหัวฉีดที่ทำการเจาะรูใหม่.....	29
5.1.1 ผลการทดลองที่ได้จากภาพถ่ายลักษณะการสเปรย์ ของหัวฉีดที่ทำการอุดรู.....	30
5.2 ผลการทดลองที่ได้จากเครื่องยนต์.....	35
5.2.1 ผลการทดลองจากการวัดค่าควันดำ.....	35
5.2.2 ผลการทดลองที่มีผลต่อกำลัง.....	42
5.2.3 ผลการทดลองที่มีผลต่ออัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง.....	48
5.2.4 ผลการทดลองที่มีผลต่อประสิทธิภาพความร้อน.....	54
บทที่ 6 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	59
6.1 สรุปผลการวิจัย.....	59
6.1.2 ผลที่ได้จากภาพถ่ายลักษณะการสเปรย์ของหัวฉีด.....	59
6.1.3 ผลที่ได้จากการทดสอบกับเครื่องยนต์.....	59
6.2 ข้อเสนอแนะ.....	60
ภาคผนวก ก ผลการทดสอบจากการใช้น้ำมันดีเซลเปรียบเทียบกับน้ำมันมะพร้าว.....	61
ภาคผนวก ข แสดงข้อมูลสมรรถนะของเครื่องยนต์ที่ใช้ในการทดสอบ รุ่น EDI 120	70
ภาคผนวก ค ENGINE POWER AT STANDARD CONDITION.....	71

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
เอกสารอ้างอิง.....	72
ประวัติผู้เขียน.....	80

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 แสดงลักษณะที่สำคัญของระบบการเผาไหม้แบบต่าง ๆ ของเครื่องยนต์ดีเซล.....	14
4.1 แสดงข้อมูลของเครื่องยนต์ที่ใช้ในการทดสอบ.....	23
4.2 แสดงคุณสมบัติของน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลกับน้ำมันปาล์มผสมที่อัตราส่วนต่าง ๆ	27
4.3 แสดงคุณสมบัติของน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลกับน้ำมันมะพร้าวผสมที่อัตราส่วนต่าง ๆ	27
4.4 แสดงคุณสมบัติของน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล น้ำมันปาล์มผสมและน้ำมันมะพร้าวผสม ที่อัตราส่วนต่าง ๆ	27
4.5 แสดงเงื่อนไขการทดลอง.....	28

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
3.1 แสดงลำดับของเหตุการณ์ในระหว่างการอัด การเผาไหม้ และการขยายตัวของวัฏจักรการทำงานของเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยการอัดที่นำอากาศโดยธรรมชาติ.....9	
3.2 แสดงถึงระบบฉีดเชื้อเพลิงโดยตรงของเครื่องยนต์ดีเซล.....10	
3.3 แสดงระบบฉีดเชื้อเพลิงโดยเข้าห้องเผาไหม้ช่วยของเครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็กแบบที่ใช้กันทั่วไป.....12	
3.4 แสดงความดันกระบอกสูบ (P) ระยะยกของวาล์วเข็มในหัวฉีด (λ_n) และความดันเชื้อเพลิงในท่อส่ง (P_λ) ที่เป็นฟังก์ชันของมุมเพลลาข้อเหวี่ยงของเครื่องยนต์ดีเซลระบบฉีดเชื้อเพลิงโดยตรงขนาดเล็ก.....12	
3.5 แสดงความดันกระบอกสูบ (P), อัตราการฉีดเชื้อเพลิงและอัตราการปล่อยความร้อน (Q_n) ที่คำนวณจากความดันกระบอกสูบของเครื่องยนต์ดีเซลระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงโดยตรงขนาดเล็กทำงานที่อัตราเร็ว 1000 rev/min จังหวะการฉีดตามปกติและ bmep =620 kpa13	
3.6 แสดงพารามิเตอร์สำคัญที่ใช้กำหนด โครงสร้างของเชื้อเพลิงที่ถูกฉีดพ่นเข้าไปในห้องเผาไหม้.....16	
3.7 แสดงโครงสร้างของสเปรย์ซึ่งเป็นผลมาจากการฉีดเชื้อเพลิงในแนวรัศมีออกจากแกนของกระบอกสูบเข้าไปในการไหลวนของอากาศรวมทั้งแสดงการกระจายของอัตราส่วนสมมูล (ϕ).....17	
3.8 แสดงการพุ่งของปลายสเปรย์ที่เวลาต่าง ๆ ที่ความดันโดยรอบ (P_n) และความดันการฉีด (P_i) ต่าง ๆ เชื้อเพลิงถูกฉีดเข้าไปในอากาศหนึ่งที่อุณหภูมิห้อง.....19	
3.9 แสดงพื้นที่ป่าลินที่น้ำมันไหลผ่าน.....20	
3.10 แสดงหัวฉีดแบบปิดทำงานด้วยแรงดันน้ำมัน ชนิดหลายรู21	
3.11 แสดงโครงสร้างของหัวฉีดแบบเค็ย21	
4.1 แสดงแผนผังการติดตั้งอุปกรณ์การทดลอง.....24	
4.2 แสดงการติดตั้งอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง.....25	
4.3 แสดงลักษณะของหัวฉีดที่ใช้ในการทดสอบ.....26	
5.1 เปรียบเทียบลักษณะการสเปรย์ของน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล 100% โดยทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู, 3 รู และ 4 รู.....29	

สารบัญญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
5.2 เปรียบเทียบลักษณะการสเปรย์ของน้ำมันปาล์มผสมที่อัตราส่วน 30 % โดยทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู, 3 รู และ 4 รู.....	29
5.3 เปรียบเทียบลักษณะการสเปรย์ของน้ำมันมะพร้าวผสมที่อัตราส่วน 30 % โดยทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู, 3 รู และ 4 รู.....	30
5.4 แสดงลักษณะการสเปรย์ของน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลและน้ำมันปาล์มผสม โดยทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู.....	30
5.5 แสดงลักษณะการสเปรย์ของน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลและน้ำมันมะพร้าวผสม โดยทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู.....	30
5.6 แสดงลักษณะการสเปรย์ของน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลและน้ำมันปาล์มผสม โดยทดสอบกับหัวฉีดแบบ 3 รู.....	31
5.7 แสดงลักษณะการสเปรย์ของน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลและน้ำมันมะพร้าวผสม โดยทดสอบกับหัวฉีดแบบ 3 รู.....	31
5.8 แสดงลักษณะการสเปรย์ของน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลและน้ำมันปาล์มผสม โดยทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู.....	31
5.9 แสดงลักษณะการสเปรย์ของน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลและน้ำมันมะพร้าวผสม โดยทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู.....	32
5.10 เปรียบเทียบลักษณะการสเปรย์ของน้ำมันปาล์มผสมที่อัตราส่วน 30% โดยทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู, 3 รู และ 4รู.....	32
5.11 เปรียบเทียบลักษณะการสเปรย์ของน้ำมันมะพร้าวผสมที่อัตราส่วน 30% โดยทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู, 3 รู และ 4รู.....	32
5.12 เปรียบเทียบลักษณะการสเปรย์ของน้ำมันปาล์มที่อัตราส่วน 100% โดยทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู, 3 รู และ 4รู.....	33
5.13 เปรียบเทียบลักษณะการสเปรย์ของน้ำมันมะพร้าวที่อัตราส่วน 100% โดยทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู, 3 รู และ 4รู.....	33
5.14 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าวันค่าที่เป็นฟังก์ชันกับความเร็วรอบเปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลกับน้ำมันปาล์มผสม ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ.....	35

สารบัญญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
5.15 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าวันค่าที่เป็นฟังก์ชันกับความเร็วรอบเปรียบเทียบ น้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันปาล์มผสมที่ทดสอบ กับหัวฉีดแบบ 3 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ.....	35
5.16 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าวันค่าที่เป็นฟังก์ชันกับความเร็วรอบเปรียบเทียบน้ำมัน เชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันปาล์มผสมทดสอบกับหัวฉีด แบบ 2 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ.....	36
5.17 แสดงค่าวันค่าของน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลและน้ำมันปาล์มผสมเปรียบเทียบกับ หัวฉีดแบบ 2 รู, 3 รู และ 4 รูที่ความเร็วรอบ 1900 รอบ/นาที ที่กำลัง 6.6 KW.....	36
5.18 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าวันค่าที่เป็นฟังก์ชันกับความเร็วรอบเปรียบเทียบ น้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลที่ใช้หัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันปาล์มผสมที่อัตราส่วน 30% ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู, 3 รู และ 4 รู	37
5.19 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าวันค่าที่เป็นฟังก์ชันกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบ น้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลกับน้ำมันปาล์มผสมและน้ำมันมะพร้าวผสม ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ.....	37
5.20 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าวันค่าที่เป็นฟังก์ชันกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบ น้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันปาล์มผสมและ น้ำมันมะพร้าวผสม ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 3 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ.....	38
5.21 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าวันค่าที่เป็นฟังก์ชันกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบ น้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันปาล์มผสมและ น้ำมันมะพร้าวผสม ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ	38
5.22 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังที่เป็นฟังก์ชันกับความเร็วรอบเปรียบเทียบ น้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล และน้ำมันปาล์มผสมทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ.....	42
5.23 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังที่เป็นฟังก์ชันกับความเร็วรอบเปรียบเทียบ น้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันปาล์มผสมทดสอบกับหัวฉีด แบบ 3 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ.....	42

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
5.24 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังที่เป็นฟังก์ชันกับความเร็วรอบเปรียบเทียบ น้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันปาล์มผสมทดสอบกับหัวฉีด แบบ 2 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ.....	43
5.25 ความสัมพันธ์ระหว่างค่ากำลังที่เป็นฟังก์ชันกับความเร็วรอบเปรียบเทียบ น้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันปาล์มผสมที่อัตราส่วน 30% ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู, 3 รู และ 4 รู	43
5.26 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังที่เป็นฟังก์ชันกับความเร็วรอบเปรียบเทียบ น้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลกับน้ำมันปาล์มผสมและน้ำมันมะพร้าวผสม ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ.....	44
5.27 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังที่เป็นฟังก์ชันกับความเร็วรอบเปรียบเทียบ น้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันปาล์มผสม และน้ำมันมะพร้าวผสมทดสอบกับหัวฉีดแบบ 3 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ.....	44
5.28 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังที่เป็นฟังก์ชันกับความเร็วรอบเปรียบเทียบ น้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันปาล์มผสม และน้ำมันมะพร้าวผสมทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ.....	45
5.29 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงที่เป็นฟังก์ชันกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลและน้ำมันปาล์มผสมทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ.....	48
5.30 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงที่เป็นฟังก์ชัน กับความเร็วรอบเปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีด แบบ 4 รู กับน้ำมันปาล์มผสมทดสอบกับหัวฉีดแบบ 3 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ.....	48
5.31 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงที่เป็นฟังก์ชัน กับความเร็วรอบเปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีด แบบ 4 รู กับน้ำมันปาล์มผสมทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ.....	49
5.32 แสดงค่าอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงของน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล และน้ำมันปาล์มผสม ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู, 3 รู และ 4 รู ที่ความเร็วรอบ 1900 รอบ/นาที ที่กำลัง 6.6 KW.....	49

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
5.33 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงที่เป็นฟังก์ชันกับความเร็วรอบเปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รูกับน้ำมันปาล์มผสมที่อัตราส่วน 30% ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู, 3 รู และ 4 รู	50
5.34 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงที่เป็นฟังก์ชันกับความเร็วรอบเปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลกับน้ำมันปาล์มผสมและน้ำมันมะพร้าวผสมทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู ที่ อัตราส่วนผสมต่าง ๆ.....	50
5.35 ความสัมพันธ์ระหว่าง อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงที่เป็นฟังก์ชันกับความเร็วรอบเปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รูกับน้ำมันปาล์มผสมและน้ำมันมะพร้าวผสมทดสอบกับหัวฉีดแบบ 3 รูที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ.....	51
5.36 ความสัมพันธ์ระหว่าง อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงที่เป็นฟังก์ชันกับความเร็วรอบเปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รูกับน้ำมันปาล์มผสมและน้ำมันมะพร้าวผสมทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รูที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ.....	51
5.37 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพความร้อนที่เป็นฟังก์ชันกับความเร็วรอบเปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลและน้ำมันปาล์มผสม ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รูที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ.....	54
5.38 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพความร้อนที่เป็นฟังก์ชันกับความเร็วรอบเปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันปาล์มผสมทดสอบกับหัวฉีดแบบ 3 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ.....	54
5.39 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพความร้อนที่เป็นฟังก์ชันกับความเร็วรอบเปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันปาล์มผสมทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ.....	55
5.40 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพความร้อนที่เป็นฟังก์ชันกับความเร็วรอบเปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันปาล์มผสมที่อัตราส่วน 30% ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู, 3 รู และ 4 รู	55

สารบัญญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
5.41 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพความร้อนที่เป็นฟังก์ชันกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลกับน้ำมันปาล์มผสมและน้ำมันมะพร้าวผสม ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ.....	56
5.42 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพความร้อนที่เป็นฟังก์ชันกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันปาล์มผสม ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 3 รู ที่ อัตราส่วนผสมต่าง ๆ.....	56
5.43 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพความร้อนที่เป็นฟังก์ชันกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันปาล์มผสม ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู ที่ อัตราส่วนผสมต่าง ๆ.....	57

สัญลักษณ์และตัวย่อ

P	ความดันกระบอกสูบ
λ_N	ระยะยกของวาล์วเข็มในหัวฉีด
P_λ	ความดันเชื้อเพลิงในท่อส่งเชื้อเพลิง
\dot{M}_f	อัตราการฉีดเชื้อเพลิง
Q_n	อัตราการปล่อยความร้อน
ρ_g	ความหนาแน่นของแก๊ส
ρ_c	ความหนาแน่นของเหลว
T_g	อุณหภูมิของแก๊ส
S	ไม่มีการไหลวนของอากาศ
S_s	การไหลวนของอากาศ
d_n	เส้นผ่านศูนย์กลางกลางหัวฉีด
ΔP	ความดันที่ผ่านหัวฉีด
P_a	ความดันโดยรอบ
P_o	ความดันการฉีด
R_s	อัตราส่วนการไหลวน
N	ความเร็วของเครื่องยนต์
V_j	ความเร็วเริ่มต้น
t	เวลาหลังการเริ่มต้นการฉีด
A_s	พื้นที่บ่าลิ้น
L	ระยะยกของลิ้น
θ	มุมรวมของบ่าลิ้น
d	เส้นผ่านศูนย์กลางของห้องปลายหัวฉีด
Q	ปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิง
C_d	สัมประสิทธิ์ในการฉีดของรูหัวฉีด
V	ความเร็วของน้ำมันเชื้อเพลิงที่ฉีด
A	พื้นที่ของรูหัวฉีด
g	อัตราเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก
h	ความดันของน้ำมันเชื้อเพลิงที่ฉีดออกไปจะอยู่ในรูปของความสูง

สัญลักษณ์และตัวย่อ (ต่อ)

γ	น้ำหนักจำเพาะของน้ำมันเชื้อเพลิง
α	ระยะเวลาของการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงคิดเป็นองศาเพลาลูกเบี้ยว
p	ความดันน้ำมันเชื้อเพลิง
ρ	ความหนาแน่นของน้ำ

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมา และความสำคัญ

ปัจจุบันได้มีการวิจัยกันอย่างต่อเนื่องที่จะนำน้ำมันพืชมาเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงทดแทนน้ำมันดีเซล และได้มีการผลิตน้ำมันพืชสูตรต่าง ๆ เช่น น้ำมันพืชผสมกับน้ำมันดีเซลหรือน้ำมันก๊าด เพื่อให้มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซล จากงานวิจัย รศ.พูลพร แสงบางปลา[1] เป็นการทดสอบโดยการนำน้ำมันพืชที่เป็นน้ำมันมะพร้าวผสมกับน้ำมันดีเซลและน้ำมันปาล์มผสมกับน้ำมันดีเซล ที่อัตราส่วนผสม 20%, 40% และ 80% ผลการทดสอบพบว่าถ้าส่วนผสมน้ำมันพืชเพิ่มมากขึ้น จะทำให้การกินน้ำมันเชื้อเพลิงเพิ่มขึ้น โดยที่น้ำมันมะพร้าวที่ผสมกับน้ำมันดีเซลจะน้อยกว่าเล็กน้อย เมื่อเทียบกับน้ำมันปาล์มที่ผสมกับน้ำมันดีเซล ประสิทธิภาพเชิงความร้อนก็จะลดลงด้วย และจากงานวิจัย Herchel Thaddeus และคณะ[9] เป็นการศึกษาถึงผลกระทบของน้ำมันมะพร้าวผสมกับน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล ที่อัตราส่วนผสม 20%, 40%, 60% และ 80% พบว่าค่าควันจะลดน้อยลงที่ส่วนผสมของน้ำมันมะพร้าวเพิ่มมากขึ้น ค่าการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงเพิ่มมากขึ้นที่ส่วนผสมน้ำมันมะพร้าวมากขึ้น จากการทดสอบที่ผ่านมาพบว่าน้ำมันพืชผสมสามารถนำมาใช้เป็นน้ำมันเชื้อเพลิงแทนน้ำมันดีเซลได้ แต่จะต้องมีการปรับปรุงถึงส่วนผสมหรือจะต้องมีการปรับปรุงเครื่องยนต์ เพื่อให้มีประสิทธิภาพการทำงานที่ดี ในงานวิจัยที่กำลังศึกษาอยู่นี้เป็นการปรับปรุงเครื่องยนต์โดยเน้นที่หัวฉีด จะศึกษาอิทธิพลของจำนวนรูที่มีผลต่อการสเปรย์ของน้ำมันเชื้อเพลิงและประสิทธิภาพของเครื่องยนต์รวมถึงค่าควันดำที่เกิดขึ้น โดยที่หัวฉีดแบบเดิมที่ใช้กับเครื่องยนต์เป็นแบบชนิด 4 รู นำมาเปรียบเทียบกับหัวฉีดชนิด 2 รู และ 3 รู จากการทดสอบพบว่าหัวฉีดที่มีความเหมาะสมกับการนำไปใช้น้ำมันพืชผสมเป็นแบบชนิด 3 รู เพราะจะทำให้ค่าควันดำที่น้อยออกมา กำลังที่ได้มีความใกล้เคียงกับหัวฉีดที่ใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงน้อยลง ประสิทธิภาพความร้อนค่อนข้างสูง

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 เพื่อศึกษาถึงอิทธิพลของลักษณะการสเปรย์ของน้ำมันพืชผสมโดยการเปลี่ยนจำนวนรูของหัวฉีดสำหรับเครื่องยนต์ที่ใช้ น้ำมันพืชผสมเป็นน้ำมันเชื้อเพลิง

1.2.2 เพื่อศึกษาสมรรถนะและมลพิษที่เกิดขึ้นของเครื่องยนต์ที่ใช้ น้ำมันพืชผสม

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1.3.1 ถ่ายภาพสเปรย์ของหัวฉีดเพื่อใช้ในการศึกษาลักษณะการสเปรย์ ของน้ำมันเชื้อเพลิงแต่ละชนิดโดยการสร้างชุดห้องจำลอง แล้วใช้หัวฉีดชนิด 2 รู , 3 รู และ 4 รู เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.2 mm ทดสอบการสเปรย์กับน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลล้วน, น้ำมันปาล์มผสมและน้ำมันมะพร้าวผสม

1.3.2 ทดสอบกับเครื่องยนต์ที่เป็นระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงแบบ DI จำนวนกระบอก 1 สูบระบายความร้อนด้วยน้ำ ติดตั้งด้วยชุดไคนาโมมิเตอร์และชุดวัดอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง โดยแบ่งการทดสอบออกเป็น 3 ครั้ง ครั้งที่ 1 จะทดสอบแบบยังไม่มีภาระมากกระทำที่ความเร็วรอบ 2400, 2200, 2000, 1800, 1600 และ 1400 รอบ/นาที เพื่อวัดค่าควันดำที่เกิดขึ้น โดยยังไม่ติดตั้งชุดไคนาโมมิเตอร์ ครั้งที่ 2 จะทดสอบแบบมีภาระมากกระทำโดยจะติดตั้งชุดไคนาโมมิเตอร์ ทดสอบที่ความเร็วรอบ 2000, 1900, 1800, 1700, 1600 และ 1500 รอบ/นาที เพื่อหาค่ากำลังที่เกิดขึ้น, อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง และประสิทธิภาพความร้อน ครั้งที่ 3 จะทดสอบที่กำลังคงที่ 6.6 KW ที่ความเร็วรอบ 1900 รอบ/นาที เพื่อหาค่าควัน และอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง

1.4 วิธีการดำเนินงาน

1.4.1 การศึกษาข้อมูล ได้มีการศึกษาข้อมูลจากงานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศที่เกี่ยวกับการนำน้ำมันพืชมาเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงทดแทนในรูปแบบต่าง ๆ และศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวกับลักษณะการสเปรย์ของหัวฉีด อีกส่วนหนึ่งก็ได้ศึกษาจากผู้ชำนาญงานทางด้านนี้ โดยตรง

1.4.2 การเตรียมอุปกรณ์ในการถ่ายภาพสเปรย์น้ำมันเชื้อเพลิง

1.4.2.1 ติดตั้งหัวฉีดเข้ากับเครื่องทดสอบความดันหัวฉีด

1.4.2.2 ติดตั้งชุดอุปกรณ์ที่ใช้ในการถ่ายภาพและทำการถ่ายภาพ

1.4.3 ทำการทดลองเก็บผลข้อมูลที่ได้จากการทดลอง

1.4.4 การสรุปผลการทดลอง

1.4.4.1 ผลที่ได้จากลักษณะการสเปรย์ของน้ำมันเชื้อเพลิงแต่ละชนิดที่ใช้กับหัวฉีด

ในแต่ละแบบ

1.4.4.2 ผลที่ได้จากการทดสอบกับเครื่องยนต์

บทที่ 2

การวิเคราะห์ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การทดสอบเครื่องยนต์ดีเซลเมื่อน้ำมันมะพร้าวเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงเทียบกับดีเซล (นายเกียรติไกร อายุวัฒน์ ตามเอกสารอ้างอิงหมายเลข 1)

2.1.1 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เปรียบเทียบประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ที่ใช้ น้ำมันมะพร้าวและใช้น้ำมันดีเซล
2. เปรียบเทียบการสึกหรอของเครื่องยนต์ที่ใช้ น้ำมันมะพร้าวและใช้น้ำมันดีเซล

2.1.2 สรุปผลงานวิจัย

1. อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ที่ใช้ น้ำมันมะพร้าวจะสูงกว่า
2. ประสิทธิภาพเชิงความร้อนเบรกของเครื่องยนต์ที่ใช้ น้ำมันมะพร้าวจะสูงกว่า
3. การสึกหรอของชิ้นส่วนมีความแตกต่างกันน้อยมาก แต่พบว่าเครื่องยนต์ที่ใช้ น้ำมันมะพร้าวมีมากกว่า
4. พบปัญหาการอุดตันของระบบน้ำมันเชื้อเพลิง
5. เครื่องยนต์สามารถเดินเรียบและไม่เกิดการน็อคของเครื่องยนต์

2.2 การศึกษาเชื้อเพลิงทดแทน (นายสมมิตร โฉมเฉลา ตามเอกสารอ้างอิงหมายเลข 2)

2.2.1 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. ศึกษาเกี่ยวกับคุณสมบัติของอัตราส่วนผสมของน้ำมันดีเซลกับเชื้อเพลิงอื่น
2. ศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้เชื้อเพลิงอื่นทดแทนการใช้น้ำมันดีเซล

2.2.2 สรุปผลงานวิจัย

1. น้ำมันพืชสามารถผสมกับน้ำมันดีเซลจะไม่มีผลกระทบต่อประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ที่ความเร็วรอบต่ำ
2. ประสิทธิภาพจะลดลงขณะที่ความเร็วรอบสูงขึ้น
3. น้ำมันดีเซลที่มีส่วนผสมของน้ำมันพืชที่สูง จะทำให้ประสิทธิภาพของน้ำมันลดลงโดยพิจารณาจากกำลังงานและทอร์ค
4. ปริมาณเขม่าไอเสียของเครื่องยนต์จะมากขึ้นเมื่อมีส่วนผสมของน้ำมันพืชในปริมาณที่สูง

2.3 การศึกษาการใช้น้ำมันมะพร้าวเดินเครื่องยนต์ดีเซล (นายจรรูวัฒน์ มงคลชนทเรศ และคณะ ตามเอกสารอ้างอิงหมายเลข 3)

2.3.1 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อศึกษาถึงส่วนผสมของน้ำมันมะพร้าวกับน้ำมันอื่น ๆ
2. เพื่อศึกษาสภาพการสึกหรอของส่วนประกอบของห้องสันดาปและหัวฉีดน้ำมัน

2.3.2 สรุปผลงานวิจัย

1. น้ำมันมะพร้าวผสมกับน้ำมันก๊าดในอัตราส่วน 20 : 1 สามารถเดินเครื่องยนต์ไกล่เคียงกับน้ำมันดีเซลมาก
2. การสึกหรอของส่วนต่าง ๆ เช่น ลูกสูบ แหวนลูกสูบ ป้อนหัวฉีด มีสภาพไม่แตกต่างกัน

2.4 การทดสอบน้ำมันพืชกับเครื่องยนต์ดีเซล (รศ.พุดพร แสงบางปลา ตามเอกสารอ้างอิงหมายเลข 4)

2.4.1 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อศึกษาสมรรถนะของเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันพืชแต่ละชนิด
2. เพื่อศึกษาการสันเปลืองของน้ำมันเชื้อเพลิงและมลพิษที่เกิดขึ้น

2.4.2 สรุปผลงานวิจัย

1. การใช้น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันมะพร้าว น้ำมันปาล์ม น้ำมันทิพย์ เดินเครื่องยนต์ดีเซลมีผล กระทบต่อสมรรถนะของเครื่องยนต์น้อยมาก
2. เมื่อกำลังเท่ากันอัตราการกินน้ำมันจะเพิ่มมากขึ้นเล็กน้อย
3. ค่าควันดำจะเพิ่มมากขึ้นเล็กน้อย
4. ปัญหาคาดว่าจะเกิดขึ้นคือ GUM DEPOSIT ในปั้ม, หัวฉีด และกระบอกสูบ

2.5 การใช้น้ำมันปาล์มเป็นเชื้อเพลิงเสริมในรถยนต์ (นายปริญญา มาตราช และคณะ ตาม เอกสารอ้างอิงหมายเลข 5)

2.5.1 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อศึกษาถึงส่วนผสมของน้ำมันดีเซลกับน้ำมันปาล์มที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ ที่ดีที่สุดกับเครื่องยนต์ดีเซล
2. เพื่อศึกษาสมรรถนะของน้ำมันดีเซลกับน้ำมันปาล์มที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ เมื่อใช้ กับรถยนต์ดีเซลแล้วเป็นอย่างไร

3. เพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะของเครื่องยนต์เมื่อใช้น้ำมันดีเซลผสมกับน้ำมันปาล์มที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ

2.5.2 สรุปผลงานวิจัย

1. การเติมน้ำมันลงไปผสมกับน้ำมันดีเซลจะมีผลทำให้คุณภาพของน้ำมันผสมต่ำกว่าน้ำมันดีเซลล้วน
2. เชื้อเพลิงผสมจะมีระดับความสูงของเปลวไฟต่ำกว่าของน้ำมันดีเซล
3. ความดันจะมีความแตกต่างกันมาก เมื่อเติมน้ำมันปาล์มลงไปในอัตราส่วนเพิ่มขึ้น
4. น้ำมันปาล์มผสมกับน้ำมันดีเซลทำให้ค่าซีเทนต่ำลง
5. เชื้อเพลิงผสมสามารถนำมาใช้กับเครื่องยนต์ได้แต่จะน้อยกว่าเชื้อเพลิงดีเซล
6. เชื้อเพลิงจะมีความสิ้นเปลืองมากกว่าน้ำมันดีเซลเพียงเล็กน้อย
7. เชื้อเพลิงดีเซลจะให้สมรรถนะดีกว่าเชื้อเพลิงผสม

2.6 การใช้ Biodiesel กับเครื่องยนต์มีผลอย่างไร (รศ.พุดพร แสงบางปลา ตามเอกสารอ้างอิงหมายเลข 6)

2.6.1 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลการใช้ส่วนผสมของน้ำมันพืชกับน้ำมันดีเซล
2. เพื่อศึกษาสมรรถนะของเครื่องยนต์

2.6.2 สรุปผลงานวิจัย

1. ถ้าเพิ่มส่วนของน้ำมันพืชมากขึ้น การกินน้ำมันจะเพิ่มมากขึ้นถ้าส่วนผสมน้ำมันพืช 20%, 40%, 80% การกินน้ำมันจะเพิ่มมากขึ้นประมาณ 6%, 12% และ 24%
2. สำหรับน้ำมันปาล์ม ถ้าเพิ่มปริมาณผสมของน้ำมันปาล์มการกินน้ำมันจะมากขึ้น
3. ประสิทธิภาพความร้อนจะลดลง 2- 6% เมื่อส่วนผสมของน้ำมันมะพร้าวและน้ำมันปาล์มมากขึ้น
4. เครื่องยนต์จะไม่เกิดการ Knock ที่ส่วนผสมน้ำมัน 60% ของน้ำมันพืช แต่ถ้าเพิ่มขึ้น 80% ที่ภาระต่ำสามารถได้ยินเสียง Knock จากเครื่องยนต์ถ้า 100% Knock จะเกิดรุนแรงมากขึ้น แต่ถ้า Load สูงขึ้นเสียง Knock จะลดลง

2.7 ศึกษาการใช้ไขมันเมล็ดทานตะวันทดแทนและเสริมน้ำมันดีเซล (Bruwer. et al. ตามเอกสารอ้างอิงหมายเลข 7)

2.7.1 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อศึกษาถึงส่วนผสมของน้ำมันเมล็ดทานตะวันกับน้ำมันดีเซล
2. เพื่อศึกษาปัญหาที่จะเกิดขึ้นกับระบบน้ำมันเชื้อเพลิงและห้องเผาไหม้

2.7.2 สรุปผลงานวิจัย

1. พบว่าการใช้น้ำมันเมล็ดทานตะวันจำเป็นต้องใส่ยางเหนียวออกจากน้ำมันและทำให้น้ำมันใสขึ้นด้วยน้ำมันดีเซล
2. ลดปัญหาเกี่ยวกับหม้อกรองและหัวฉีดเกิดการอุดตัน
3. การผสมน้ำมันที่ดีเซลร้อยละ 80 ทานตะวันร้อยละ 20 จะไม่มีปัญหาเกี่ยวกับความสกปรกในห้องเผาไหม้
4. การใช้เมล็ดทานตะวันโดยตรงจะทำให้เกิดการจับเกาะของคาร์บอนที่หัวฉีด การติดของแหวนลูกสูบ และปัญหาการปะปนของน้ำมันหล่อลื่นกับน้ำมันเชื้อเพลิง

2.8 ศึกษาการใช้ไขมันจากพืช และจากสัตว์มาใช้เป็นน้ำมันเชื้อเพลิงทดแทนน้ำมันดีเซล (Lipinsky et al. ตามเอกสารอ้างอิงหมายเลข 8)

2.8.1 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อศึกษาถึงการใช้ไขมันจากพืชและจากสัตว์เป็นเชื้อเพลิงทดแทนน้ำมันดีเซล
2. เพื่อศึกษาถึงความเป็นไปได้กับการนำมาใช้กับเครื่องยนต์

2.8.2 สรุปผลงานวิจัย

1. น้ำมันจากพืชและจากสัตว์นำมาเป็นเชื้อเพลิงทดแทนน้ำมันดีเซลได้ในระยะยาว ถ้าได้มีการพัฒนาระบบการฉีดน้ำมันของเครื่องยนต์
2. น้ำมันทั้งสองชนิดนี้สามารถใช้ได้ในสถานะฉุกเฉินเท่านั้น
3. น้ำมันพืชมีความหนืดสูงทำให้ต้องมีการลงทุนสูงในการแก้ไข
4. น้ำมันพืชที่อยู่ในรูปของ Methyl ester นำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ดีเซลได้

บทที่ 3

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

3.1 เครื่องยนต์จรวดระเบิดด้วยแรงอัด

3.1.1 การทำงานของเครื่องยนต์จรวดระเบิดด้วยแรงอัด

ในเครื่องยนต์จรวดระเบิดด้วยแรงอัด มีอากาศเพียงอย่างเดียวที่ถูกนำเข้าไปในกระบอกสูบ ส่วนเชื้อเพลิงจะถูกฉีดโดยตรงเข้าห้องเผาไหม้ก่อนการเริ่มต้นการเผาไหม้ที่ต้องการการควบคุมภาระ (Load) จะทำได้โดยการเปลี่ยนแปลงปริมาณเชื้อเพลิงที่ถูกฉีดในแต่ละวัฏจักรการทำงาน ส่วนการไหลของอากาศที่อัตราเร็วเครื่องยนต์หนึ่ง ๆ โดยทั่วไปแล้วจะไม่เปลี่ยนแปลง

การทำงานของเครื่องยนต์จรวดระเบิดด้วยการอัดสี่จังหวะที่นำอากาศเข้าโดยธรรมชาติแสดงได้ด้วยลำดับของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในกระบอกสูบแสดงจากรูปที่ 3.1 ซึ่งอากาศที่ความดันใกล้เคียงกับความดันบรรยากาศถูกนำเข้าไปในกระบอกสูบในช่วงจังหวะดูดและถูกอัดจนกระทั่งความดันมีค่าประมาณ 4 mpa และมีอุณหภูมิประมาณ 800 K ในช่วงจังหวะอัด อัตราส่วนการอัดของเครื่องยนต์ดีเซลจะสูงกว่าเครื่องยนต์จรวดระเบิดด้วยประกายไฟทั่วไปพอสมควร กล่าวคือ จะอยู่ในช่วง 12-24 ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของเครื่องยนต์

เมื่อลูกสูบอยู่ที่ประมาณ 20° ก่อน TC เชื้อเพลิงจะถูกฉีดเข้าไปในห้องเผาไหม้ซึ่งมีอัตราการฉีดโดยทั่วไปดังรูป 3.1 (ข) เชื้อเพลิงจะแตกเป็นละอองฝอยแล้วระเหยผสมกับอากาศที่มีอุณหภูมิและความดันที่สูงกว่าจุดระเบิดของเชื้อเพลิง ดังนั้นหลังช่วงเวลาสั้น ๆ ที่เรียกว่าช่วงล่าช้า (delay period) ก็จะมีการจุดระเบิดด้วยตัวเองของสารผสมเชื้อเพลิงกับอากาศ ซึ่งเป็นการเริ่มต้นกระบวนการเผาไหม้ทำให้ความดันกระบอกสูบ (เส้นเต็มในภาพ 3.1 (ค)) สูงกว่าระดับความดันที่ไม่มีการเผาไหม้ (เส้นประในภาพ 3.1 (ค)) เปลวไฟก็จะกระจายออกอย่างรวดเร็วผ่านเข้าไปในส่วนของเชื้อเพลิงที่ถูกฉีดซึ่งได้ผสมกับอากาศที่เพียงพอกับการเผาไหม้

การผสมระหว่างเชื้อเพลิง อากาศ และแก๊สที่เผาไหม้ รวมถึงการเผาไหม้เพิ่มเติมจะเกิดขึ้นต่อไปในจังหวะขยายตัว จนกระทั่งเชื้อเพลิงที่ถูกฉีดเผาไหม้หมด (จากรูปที่ 3.1 (ง)) และก่อนที่ลูกสูบจะถึง BC วาล์วไอเสียจะเปิด ไอเสียจะไหลออก โดยกระบวนการคาย (Exhaust Process) ที่เกิดขึ้นก็จะเหมือนกับที่เกิดขึ้นในเครื่องยนต์จรวดระเบิดด้วยประกายไฟสี่จังหวะ

3.1.2 การเผาไหม้ในเครื่องยนต์จรวดระเบิดด้วยการอัด

ลักษณะที่สำคัญของกระบวนการเผาไหม้ในเครื่องยนต์จรวดระเบิดด้วยการอัดหรือเครื่องยนต์ดีเซล เชื้อเพลิงจะถูกฉีดเข้าไปในกระบอกสูบโดยระบบฉีดเชื้อเพลิงที่ปลายของจังหวะ

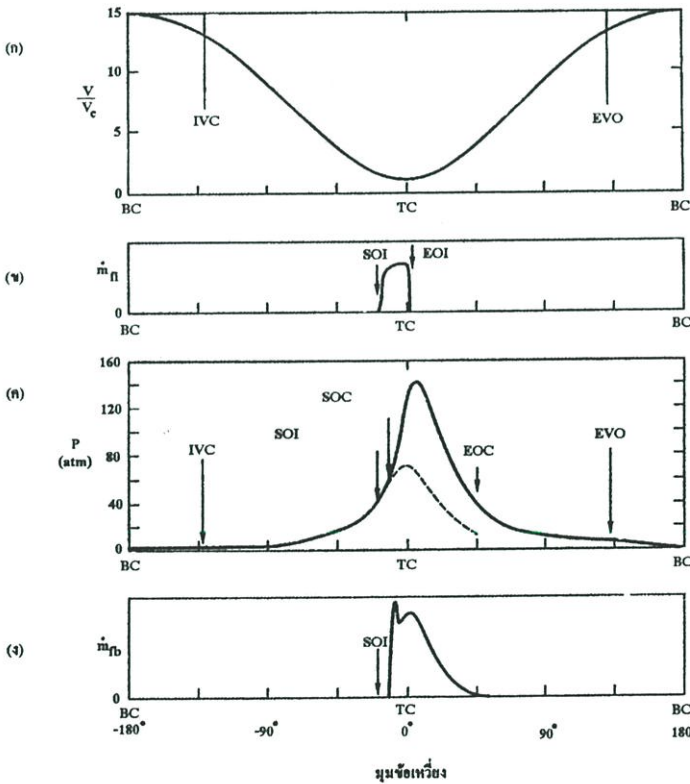
อัตราก่อนการเริ่มต้นการเผาไหม้ที่ต้องการเล็กน้อย ตามปกติแล้วเชื้อเพลิงจะถูกฉีดเข้าไปด้วยความเร็วสูงโดยผ่านหัวฉีดเดี่ยวหรือหลายหัว เมื่อเชื้อเพลิงผ่านพื้นปลายของหัวฉีดก็จะแตกเป็นฝอยละอองและพุ่งเข้าไปในห้องเผาไหม้แล้วจะระเหยและผสมกับอากาศที่มีอุณหภูมิและความดันสูงที่อยู่ในกระบอกสูบ เนื่องจากอุณหภูมิและความดันของอากาศสูงกว่าจุดระเบิดของเชื้อเพลิง การจุดระเบิดเองของส่วนที่เป็นสารผสมเชื้อเพลิงกับอากาศก็จะเกิดขึ้นหลังช่วงล่าช้าไม่กี่องศาหรือเพียงเมื่อมีการเผาไหม้ของสารผสมเชื้อเพลิงกับอากาศเกิดขึ้น ความดันกระบอกสูบก็จะเพิ่มขึ้น เป็นผลให้เกิดการอัดส่วนที่ยังไม่เผาไหม้ ซึ่งทำให้ช่วงล่าช้าก่อนการจุดระเบิดของสารผสมเชื้อเพลิงกับอากาศที่ได้ผสมกัน โดยมีสัดส่วนอยู่ในขีดที่สามารถเผาไหม้ได้นั้นสั้นลง การเผาไหม้ก็จะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว นอกจากนี้ เมื่อเกิดการเผาไหม้แล้วเวลาในการระเหยของเชื้อเพลิงที่เหลือก็จะลดลง สำหรับการฉีดเชื้อเพลิงก็จะมีต่อเนื่องไปจนกระทั่งปริมาณเชื้อเพลิงที่ต้องการได้เข้าไปในกระบอกสูบแล้ว ส่วนกระบวนการแตกเป็นละอองฝอย การระเหย การผสมระหว่างเชื้อเพลิงกับอากาศ และการเผาไหม้ ก็จะมีต่อเนื่องไปจนกระทั่งเชื้อเพลิงทั้งหมดได้ผ่านแต่ละกระบวนการดังกล่าวแล้ว นอกจากนี้ การผสมของอากาศที่จะเหลือในกระบอกสูบกับแก๊สที่กำลังเผาไหม้แล้วก็จะเกิดขึ้นต่อไปตลอดกระบวนการเผาไหม้และกระบวนการขยายตัว

จะเห็นได้ว่ากระบวนการเผาไหม้ในเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยการอัดค่อนข้างซับซ้อน โดยรายละเอียดของกระบวนการจะขึ้นอยู่กับสมบัติของเชื้อเพลิง การออกแบบห้องเผาไหม้และระบบฉีดเชื้อเพลิงและสภาวะการทำงานของเครื่องยนต์ สำหรับผลที่สำคัญของกระบวนการเผาไหม้ที่มีต่อการทำงานของเครื่องยนต์ต่อไปนี้

1. เนื่องจากการฉีดเชื้อเพลิงเกิดก่อนการเริ่มต้นการเผาไหม้เล็กน้อย ดังนั้นจึงไม่มีข้อจำกัดของการน็อกเหมือนในเครื่องยนต์ที่จุดระเบิดด้วยประกายไฟซึ่งเป็นผลมาจากการจุดระเบิดเองของเชื้อเพลิงและอากาศที่ผสมกันก่อนแล้วในแก๊สส่วนสุดท้าย ดังนั้นเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยการอัดจึงสามารถใช้อัตราส่วนการอัดสูงได้ เป็นผลให้ประสิทธิภาพการเปลี่ยนแปลงพลังงานเชื้อเพลิงสูงกว่าเมื่อเทียบกับเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยประกายไฟ
2. เนื่องจากจังหวะการฉีดเชื้อเพลิงถูกใช้ในการควบคุมจังหวะการเผาไหม้ ช่วงล่าช้าระหว่างการเริ่มฉีดเชื้อเพลิงและการเริ่มต้นการเผาไหม้จะต้องสั้น ซึ่งช่วงล่าช้าที่สั้นนี้ยังจำเป็นต่อการรักษาความดันกระบอกสูบสูงสุดไว้ให้ต่ำกว่าค่าสูงสุดที่เครื่องยนต์จะทนได้ ดังนั้นสมบัติในการจุดระเบิดเองของสารผสมเชื้อเพลิงกับอากาศจึงต้องอยู่ภายในช่วงที่กำหนด ซึ่งกระทำได้โดยใช้น้ำมันดีเซลที่มีเลขซีเทนสูงกว่าค่าที่กำหนด
3. เนื่องจากทอร์คของเครื่องยนต์เปลี่ยนแปลงโดยการเปลี่ยนแปลงปริมาณเชื้อเพลิงที่ถูกฉีดเข้าไปต่อวัฏจักร โดยที่การไหลของอากาศเข้าเครื่องยนต์เกือบจะไม่เปลี่ยนแปลงเลย ทำให้เครื่องยนต์ดีเซลสามารถทำงานได้โดยไม่ต้องมีลิ้นเร่ง ดังนั้นงานในการบีบอัดจึงต่ำ เป็นผลให้ประสิทธิภาพเชิงกลที่ภาระบางส่วนสูงกว่าเมื่อเทียบกับเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยประกายไฟ

4. เมื่อปริมาณของเชื้อเพลิงที่ถูกฉีดเข้าไปต่อวัฏจักรเพิ่มขึ้น ปัญหาการใช้อากาศในระหว่างการเผาไหม้จะเกิดขึ้น ซึ่งนำไปสู่การเกิดปริมาณของเขม่า (Soot) จำนวนมากที่ไม่สามารถเผาไหม้ได้หมดก่อนการคายไอเสียออก ดังนั้นเขม่าจำนวนมากหรือควันทำของไอเสียจึงเป็นตัวจำกัดอัตราส่วนระหว่างเชื้อเพลิงต่ออากาศที่กำลังสูงสุดไว้ที่ค่า 20% (หรือมากกว่า) ซึ่งบางกว่าสารพอดี เป็นผลให้ความดันยังผลเฉลี่ยบ่งชี้ (ของเครื่องยนต์ที่นำอากาศเข้าโดยธรรมชาติ) ต่ำกว่าของเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยประกายไฟที่สมมูลกัน

5. เนื่องจากเครื่องยนต์ดีเซลทำงานด้วยอัตราส่วนระหว่างเชื้อเพลิงต่ออากาศที่บางเสมอ (และภาระบางส่วนจะทำงานที่อัตราส่วนระหว่างเชื้อเพลิงต่ออากาศที่บางมาก) ทำให้ค่าเฉลี่ยผลของ γ (C_p/C_v) ในช่วงกระบวนการขยายตัวสูงกว่าในเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยประกายไฟ เป็นผลให้ประสิทธิภาพการเปลี่ยนแปลงพลังงานเชื้อเพลิงสูงกว่าของเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยประกายไฟ สำหรับอัตราส่วนการขยายตัวหนึ่ง ๆ



SOI = Start of Injection (เริ่มต้นการฉีดเชื้อเพลิง)

SOC = Start of Combustion (เริ่มต้นการเผาไหม้)

EOI = End of Injection (สิ้นสุดการฉีดเชื้อเพลิง)

EOC = End of Combustion (สิ้นสุดการเผาไหม้)

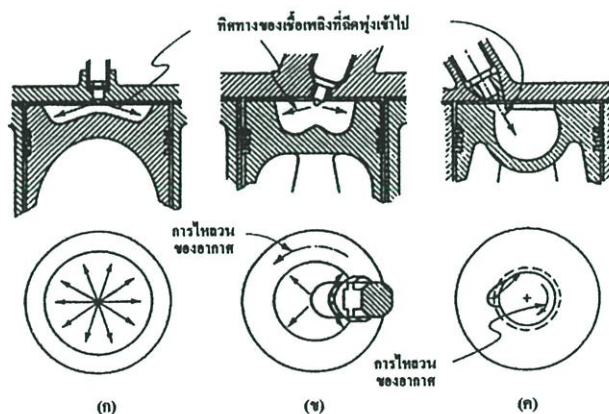
รูปที่ 3.1 แสดงลำดับของเหตุการณ์ในระหว่างการอัด การเผาไหม้ และการขยายตัวของวัฏจักรการทำงานของเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยการอัดที่นำอากาศโดยธรรมชาติ

3.1.3 ชนิดของระบบการเผาไหม้ของเครื่องยนต์ดีเซล

ระบบการเผาไหม้ของเครื่องยนต์ดีเซลแบ่งการออกแบบห้องเผาไหม้เป็น 2 ชนิด คือ ระบบฉีดเชื้อเพลิงโดยตรง (Direct – injection System, DI System) ซึ่งมีห้องเผาไหม้เปิดห้องเดียว และเชื้อเพลิงจะถูกฉีดเข้าไปโดยตรงในห้องเผาไหม้นั้น อีกระบบหนึ่งคือ ระบบฉีดเชื้อเพลิงโดยมีห้องเผาไหม้ช่วย (Indirect – Injection System, IDI System) ซึ่งมีห้องเผาไหม้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน และเชื้อเพลิงถูกฉีดเข้าไปห้องเผาไหม้ก่อนซึ่งต่อกับห้องเผาไหม้หลัก (Main Chamber ที่อยู่บนหัวลูกสูบ) โดยผ่านทางรูเดียวหรือหลายรู

3.1.3.1 ระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงแบบโดยตรง

ระบบฉีดเชื้อเพลิงโดยตรงที่นิยมใช้กันยังแบ่งออกเป็นหลายแบบ (ตามรูปร่างของห้องเผาไหม้ จำนวนรูหัวฉีด และตำแหน่งหัวฉีด) จากรูปที่ 3.2 โดยภาพ 3.2 (ก) แสดงห้องเผาไหม้แบบหนึ่งใช้หัวฉีดแบบหลายรูที่ใช้กับเครื่องยนต์ดีเซลขนาดใหญ่ที่สุด ระบบนี้ไม่ต้องการการเคลื่อนที่ของอากาศในกระบอกสูบเนื่องจากโมเมนตัมและพลังงานของเชื้อเพลิงที่ฉีดพุ่งเข้าไปในห้องเผาไหม้เพียงพอที่จะกระจายและผสมกับอากาศได้ดี รูปร่างของห้องเผาไหม้มักจะเป็นหลุมตื้น ๆ บนหัวลูกสูบและใช้หัวฉีดแบบหลายรูติดตั้งไว้ตรงกลาง เมื่อขนาดของเครื่องยนต์ดีเซลเล็กลงก็มักจะต้องเพิ่มการไหลวนเพื่อให้ได้อัตราผสมระหว่างเชื้อเพลิงกับอากาศเร็วขึ้น การไหลวนจะถูกทำให้เกิดขึ้นโดยการออกแบบช่องไอดีให้เหมาะสมและมีการเพิ่มการไหลวนขึ้นอีกเมื่อลูกสูบเข้าใกล้ TC โดยบังคับให้อากาศไหลเข้าไปสู่แกนของกระบอกสูบเข้าไปในหลุมในลูกสูบ



รูปที่ 3.2 แสดงถึงระบบฉีดเชื้อเพลิงโดยตรงของเครื่องยนต์ดีเซล

- (ก) แสดงห้องเผาไหม้แบบหนึ่ง ใช้หัวฉีดแบบหลายรู
- (ข) แสดงห้องเผาไหม้แบบหลุมในลูกสูบ มีการไหลวนและใช้หัวฉีดแบบหลายรู
- (ค) แสดงห้องเผาไหม้แบบหลุมในลูกสูบ มีการไหลวน และใช้หัวฉีดแบบรูเดียว

จากรูป 3.2 (ข) และ (ค) แสดงระบบฉีดเชื้อเพลิงโดยตรงที่ใช้กันทั่วไปมี 2 แบบที่มีไหลวนพิจารณาจากรูป 3.2 (ข) แสดงห้องเผาไหม้แบบหลุมในลูกสูบใช้หัวฉีดแบบรูคดตั้งไว้ตรงกลางซึ่งมีวัตถุประสงค์ที่จะให้ปริมาณเชื้อเพลิงที่ไปกระทบผนังของหลุมในลูกสูบน้อยที่สุด และภาพที่ 3.2 (ค) แสดงระบบที่เรียกว่าเอ็ม (M.A.N M System) ซึ่งเป็นระบบที่มีห้องเผาไหม้แบบหลุมในลูกสูบใช้หัวฉีดแบบรูเดียวซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อให้เชื้อเพลิงส่วนใหญ่ไปกระทบและติดบนผนังของหลุมในลูกสูบ ระบบนี้ได้ถูกนำไปใช้ในเครื่องยนต์ดีเซลขนาดกลาง (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางกระบอกสูบ 10 cm ถึง 15 cm) และในเครื่องยนต์ขนาดเล็ก (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางกระบอกสูบ 8 cm ถึง 10 cm) โดยการเพิ่มการไหลวนให้มากขึ้น

3.1.3.2 ระบบฉีดเชื้อเพลิงโดยมีห้องเผาไหม้ช่วย

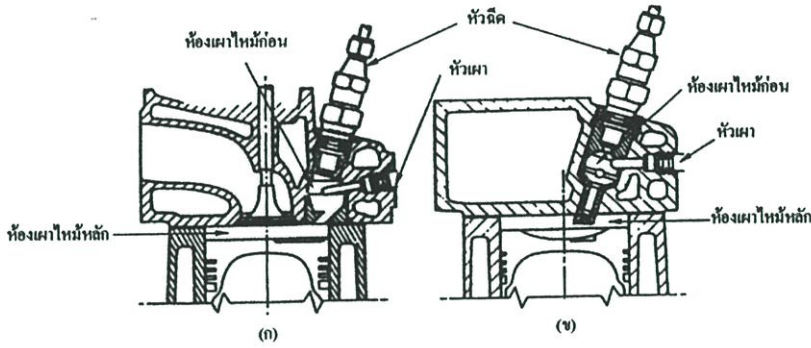
ระบบฉีดเชื้อเพลิงโดยมีห้องเผาไหม้ช่วยมักถูกนำมาใช้ในกรณีที่มีการไหลวนของระบบฉีดเชื้อเพลิงโดยตรงไม่สามารถให้อัตราการผสมระหว่างเชื้อเพลิงกับอากาศที่พอเพียงแก่เครื่องยนต์ดีเซลอัตราเร็วสูงขนาดเล็ก โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับเครื่องยนต์ที่ใช้กับรถยนต์ ระบบฉีดเชื้อเพลิงโดยมีห้องเผาไหม้ช่วยซึ่งจะแบ่งเป็นห้องเผาไหม้ก่อนและห้องเผาไหม้หลัก โดยห้องเผาไหม้ก่อนสามารถทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของแก๊สอย่างรุนแรงได้ระหว่างจังหวะอัดในช่วงการฉีดเชื้อเพลิง แบบของระบบฉีดเชื้อเพลิงโดยผ่านห้องเผาไหม้ช่วยที่นิยมใช้กันมี 2 แบบ คือ แบบห้องเผาไหม้ก่อนไหลวนและแบบห้องเผาไหม้ก่อนปั่นป่วน ดังแสดงในรูป 3.3 (ก) และ (ข) ตามลำดับ โดยทั้งสองแบบนี้ในช่วงการอัดอากาศจากห้องเผาไหม้หลักที่อยู่ด้านบนของลูกสูบจะถูกดันเข้าไปในห้องเผาไหม้ก่อนโดยผ่านรูเล็ก ๆ ดังนั้นเมื่อใกล้สิ้นสุดการอัด การไหลอย่างรุนแรงของแก๊สในห้องเผาไหม้ก่อนก็จะเกิดขึ้น

สำหรับห้องเผาไหม้ก่อนไหลวน ช่องที่ต่อและห้องเผาไหม้ก่อนจะทำให้มีรูปทรงเพื่อที่การไหลของแก๊สภายในห้องเผาไหม้ก่อนจะไหลวนได้อย่างรวดเร็ว แล้วเชื้อเพลิงตามปกติจะถูกฉีดเข้าไปในห้องเผาไหม้ก่อนที่ความดันในการฉีดต่ำกว่าในระบบฉีดเชื้อเพลิงโดยตรง และการเผาไหม้จะเริ่มขึ้นในห้องเผาไหม้ก่อนทำให้ความดันในห้องเผาไหม้ก่อนเพิ่มขึ้นดันให้แก๊สไหลกลับเข้าไปในห้องเผาไหม้หลักโดยแก๊สจะพุ่งผ่านรูเข้าไปผสมกับอากาศในห้องเผาไหม้หลัก และมีการเผาไหม้ต่อไปอีก

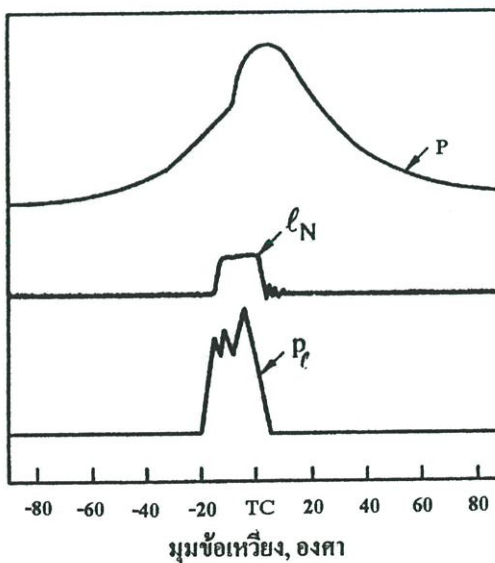
3.1.4 การเผาไหม้ในระบบฉีดเชื้อเพลิงโดยตรงที่ใช้หัวฉีดหลายรู

จากรูปที่ 3.4 แสดงข้อมูลของความดันกระบอกสูบ (P) ระยะยกของวาล์วเข็มในหัวฉีด (Injector Needle Lift, λ_w) และความดันเชื้อเพลิงในท่อส่งเชื้อเพลิง (P_λ) ที่มุมข้อเหวี่ยงต่าง ๆ ตลอดจังหวะอัดและจังหวะขยายตัวของเครื่องยนต์ดีเซลแบบฉีดเชื้อเพลิงโดยตรง ซึ่งถือได้ว่าเป็นข้อมูลเบื้องต้นที่จะใช้ในการวิเคราะห์กระบวนการเผาไหม้ที่เกิดขึ้น โดยอัตราการฉีดเชื้อเพลิงสามารถหาได้จากความดันเชื้อเพลิงในท่อส่ง ความดันกระบอกสูบ ขนาดของรูหัวฉีด

และระยะยกของวาล์วเข็มในหัวฉีด และตามกราฟจากรูปที่ 3.4 ดังกล่าวพบว่ามีช่วงล่าช้าระหว่างการเริ่มต้นของการฉีดเชื้อเพลิงกับการเริ่มต้นของการเผาไหม้ (จุดของการเปลี่ยนความชันของกราฟ $P(\theta)$) เท่ากับ 9 องศา เมื่อมีการเผาไหม้แล้วความดันจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงไม่กี่องศาของมุมข้อเหวี่ยง หลังจากนั้นจะเพิ่มอย่างช้า ๆ และจะมีค่าสูงสุดที่ประมาณ 5° หลัง TC

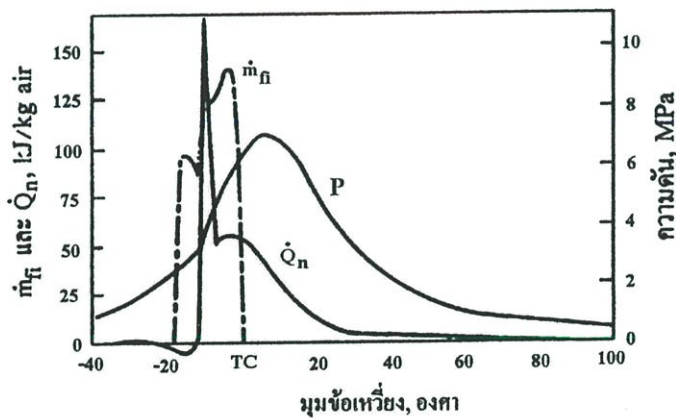


รูปที่ 3.3 แสดงระบบฉีดเชื้อเพลิงโดยเข้าห้องเผาไหม้ช่วยของเครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็กแบบที่ใช้กันทั่วไป (ก) แบบห้องเผาไหม้ก่อนการไหลวน (ข) แบบห้องเผาไหม้ก่อนการปั่นป่วน



รูปที่ 3.4 แสดงความดันกระบอกสูบ (P) ระยะยกของวาล์วเข็มในหัวฉีด (λ_N) และความดันเชื้อเพลิงในท่อส่ง (P_λ) ที่เป็นฟังก์ชันของมุมเพลาคือข้อเหวี่ยงของเครื่องยนต์ดีเซลระบบฉีดเชื้อเพลิงโดยตรงขนาดเล็ก

สำหรับกราฟของอัตราการปล่อยความร้อนกับมุมเพลลาข้อเหวี่ยงที่สอดคล้องกับอัตราการฉีดเชื้อเพลิงและข้อมูลความดันกระบอกสูบตามกราฟในภาพที่ 3.4 ได้แสดงไว้ในภาพ 3.5 ซึ่งเป็นรูปแบบของกราฟอัตราการปล่อยความร้อนของเครื่องยนต์ระบบฉีดเชื้อเพลิงโดยตรงชนิดนี้ตลอดช่วงภาระและอัตราเร็วเครื่องยนต์ กราฟอัตราการปล่อยความร้อนแสดงให้เห็นว่าไม่มีการปล่อยความร้อนจนกระทั่งปลายของจังหวะอัด จะเห็นได้ว่าการสูญเสียความร้อนเล็กน้อยในระหว่างช่วงลำช้า (เนื่องจากการถ่ายเทความร้อนสู่ผนังห้องเผาไหม้ และเพื่อการระเหยและการทำให้เชื้อเพลิงร้อนขึ้น) ในระหว่างกระบวนการเผาไหม้นั้นจะเห็นว่าการเผาไหม้เกิดขึ้นเป็น 3 ระยะที่ต่างกัน คือในระยะแรก อัตราการเผาไหม้โดยทั่วไปจะสูงมากและเกิดขึ้นในช่วงไม่กี่องศาของมุมข้อเหวี่ยง ซึ่งตรงกับช่วงของการเพิ่มความดันกระบอกสูบอย่างรวดเร็ว ระยะที่สองจะเป็นช่วงของอัตราการปล่อยความร้อนที่ค่อย ๆ ลดลง (แม้ว่าในช่วงต้นอาจเพิ่มขึ้นไปยังค่าสูงสุดค่าที่สองแต่จะต่ำกว่าค่าแรกมาก ช่วงการเผาไหม้นี้จะเป็นช่วงการปล่อยความร้อนหลัก โดยทั่วไปจะเกิดขึ้นในช่วง 40 องศา และตามปกติประมาณร้อยละ 80 ของพลังงานเชื้อเพลิงทั้งหมดถูกปล่อยออกมาในสองระยะแรก ระยะที่สามเป็นช่วงท้ายของการปล่อยความร้อนซึ่งอัตราการปล่อยความร้อนในช่วงสุดท้ายนี้ตามปกติจะมีปริมาณร้อยละ 20 ของพลังงานทั้งหมดของเชื้อเพลิงโดยประมาณ



รูปที่ 3.5 แสดงความดันกระบอกสูบ (P), อัตราการฉีดเชื้อเพลิง (\dot{m}_n) และอัตราการปล่อยความร้อน (\dot{Q}_n) ที่คำนวณจากความดันกระบอกสูบของเครื่องยนต์ดีเซลระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงโดยตรงขนาดเล็กทำงานที่อัตราเร็ว 1000 rev/min, จังหวะการฉีดตามปกติ และ $b_{mep} = 620$ kpa

ตารางที่ 3.1 แสดงลักษณะที่สำคัญของระบบการเผาไหม้แบบต่าง ๆ ของเครื่องยนต์ดีเซล

ระบบ	ฉีดเชื้อเพลิงโดยตรง				ฉีดเชื้อเพลิงโดยมีห้องเผาไหม้ช่วย	
	นึ่ง	การไหลวนปานกลาง	การไหลวนสูง (ระบบเอ็ม)	การไหลวนสูงใช้หัวฉีดแบบรู	ห้องเผาไหม้ก่อนไหลวน	ห้องเผาไหม้ก่อนปั่นป่วน
ขนาด	ใหญ่ที่สุด	ปานกลาง	ปานกลาง-เล็ก	ปานกลาง-เล็ก	เล็กสุด	เล็กสุด
วัฏจักรการทำงาน	2 และ 4 จังหวะ	4 จังหวะ	4 จังหวะ	4 จังหวะ	4 จังหวะ	4 จังหวะ
เทอร์โบชาร์จ/ซูเปอร์ชาร์จ/เข้าโดยธรรมชาติ	TC/S	TC/NA	TC/NA	NA/TC	NA/TC	NA/TC
อัตราเร็วสูงสุด (rev/min)	120-2100	1800-3500	2500-5000	3500-4300	3600-4800	4500
เส้นผ่านศูนย์กลางบอกระบาย (mm)	900-150	150-100	130-80	100-80	95-70	95-70
ระยะชัก/เส้นผ่านศูนย์กลางกระบอกสูบ	3.5-1.2	1.3-1.0	1.2-0.9	1.1-0.9	1.1-0.9	1.1-0.9
อัตราส่วนการอัด	12-15	15-16	16-18	16-22	20-24	22-24
ห้องเผาไหม้	แบบเปิดหรือหลุมคั่น	หลุมในลูกสูบ	หลุมลึกในลูกสูบ	หลุมลึกในลูกสูบ	ห้องเผาไหม้ก่อนไหลวน	ห้องเผาไหม้ก่อนปั่นป่วน
รูปแบบการไหลของอากาศ	นึ่ง	การไหลวนปานกลาง	การไหลวนสูง	การไหลวนสูงสุด	การไหลวนสูงมาก	การไหลปั่นป่วน
จำนวนรูหัวฉีด	หลายรู	หลายรู	รูเดียว	หลายรู	รูเดียว	รูเดียว
ความดันในการฉีด	สูงมาก	สูง	ปานกลาง	สูง	ต่ำสุด	ต่ำสุด

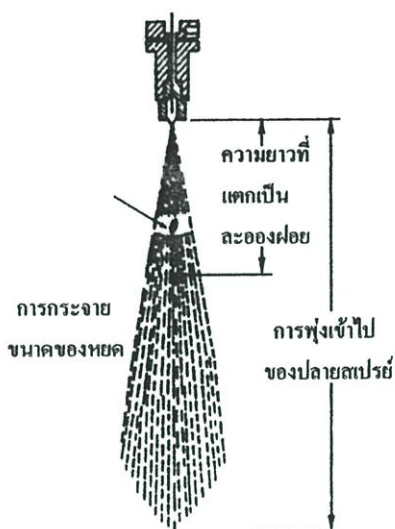
จากการศึกษากราฟของอัตราการฉีดเชื้อเพลิงและอัตราการปล่อยความร้อนดังแสดงไว้ในภาพ 3.5 ตลอดช่วงของภาระ อัตราเร็วเครื่องยนต์ และจังหวะการฉีดเชื้อเพลิง ลิ้น (Lyn) ได้สรุปผลการศึกษาไว้ 3 ข้อคือ

1. ช่วงการเผาไหม้ทั้งหมดจะยาวกว่าช่วงการฉีดเชื้อเพลิงมาก
2. อัตราการเผาไหม้สัมบูรณ์เพิ่มขึ้นเป็นสัดส่วนโดยตรงกับอัตราเร็วเครื่องยนต์เพิ่มขึ้น ดังนั้นเมื่อคิดเป็นมุมข้อเหวี่ยง ช่วงการเผาไหม้ก็จะคงตัว
3. ขนาดของค่าสูงสุดของกราฟอัตราการเผาไหม้จะขึ้นอยู่กับช่วงล่าช้าในการจุดระเบิดซึ่งจะสูงขึ้นเมื่อล่าช้ายาวขึ้น

3.1.5 โครงสร้างของเชื้อเพลิงที่ถูกฉีดพ่นเข้าห้องเผาไหม้

เชื้อเพลิงถูกส่งเข้าไปในห้องเผาไหม้ของเครื่องยนต์ดีเซลผ่านทางรูหัวฉีดเดี่ยวหรือหลายรูด้วยความดันระหว่างความดันในท่อหัวฉีดและกระบอกสูบที่แตกต่างกันมาก หัวฉีดของเครื่องยนต์ดีเซลตามปกติจะทำงานที่ความดันของการฉีดระหว่าง 200-1700 atm เมื่อเกิดการฉีดอากาศในกระบอกสูบลมมีความดัน 50-100 atm อุณหภูมิ 1000 K และความหนาแน่นระหว่าง 15-25 kg/m³ โดยรูหัวฉีดจะมีขนาด 0.2-1 mm และมีอัตราส่วนระหว่างความยาวต่อเส้นผ่านศูนย์กลางอยู่ในช่วง 2-8 ส่วนคุณสมบัติของน้ำมันดีเซลที่ใช้กันทั่วไปมีความถ่วงจำเพาะประมาณ 0.8 มีความหนืดระหว่าง 3-10 kg/m.s และความตึงผิวประมาณ 3×10^{-2} N/m (ที่ 300 K)

จากรูปที่ 3.6 แสดงโครงสร้างของเชื้อเพลิงที่ถูกฉีดพ่นเข้าไปในห้องเผาไหม้ของเครื่องยนต์ระบบฉีดเชื้อเพลิงโดยตรงทั่วไป เมื่อเชื้อเพลิงพุ่งออกจากหัวฉีดก็จะปั่นป่วนและกระจายออกไปผสมกับอากาศโดยรอบ โดยความเร็วเริ่มต้นของการพุ่งเข้าไปจะมากกว่า 100 m/s ผิวด้านนอกของเชื้อเพลิงที่พุ่งออกจากหัวฉีดจะแตกเป็นหยดหรือละอองขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 10 μ m ที่ใกล้กับทางออกของหัวฉีด แกนของเหลว (แกนของสเปรย์) ที่ออกจากหัวฉีดและเข้าไปในห้องเผาไหม้จะแตกเป็นหยดขนาดต่าง ๆ เมื่อเข้าไปได้ระยะทางช่วงหนึ่งที่เรียกว่า ความยาวที่แตกเป็นละอองฝอย (breakup length) เมื่อมวลเชื้อเพลิงเคลื่อนที่ออกห่างจากหัวฉีด มวลของอากาศภายในสเปรย์จะเพิ่มมากขึ้น สเปรย์จะบานออกทำให้ความกว้างเพิ่มและความเร็วลดลง ปลายของสเปรย์จะพุ่งไปในห้องเผาไหม้ใกล้ขึ้นเมื่อมีการฉีดต่อไปแต่ด้วยอัตราของการพุ่งเข้าไปที่น้อยลง



รูปที่ 3.6 แสดงพารามิเตอร์สำคัญที่ใช้กำหนดโครงสร้างของเชื้อเพลิงที่ถูกฉีดพ่นเข้าไปในห้องเผาไหม้

หยดของเชื้อเพลิงที่อยู่ขอบนอกของสเปรย์จะระเหยก่อน ทำให้เกิดสารผสมระหว่างไอเชื้อเพลิงกับอากาศห่อหุ้มรอบแกนของเหลว จึงเป็นผลให้อัตราส่วนสมมูลมีค่าสูงสุดที่แนวกึ่งกลางและลดลงเป็นศูนย์ (อากาศที่ยังไม่ได้ผสม) ที่ขอบของสเปรย์ก็จะถูกบังคับให้ไหลเลียบไปตามผนังและสุดท้ายสเปรย์ที่ถูกฉีดจากหัวฉีดหลายรูก็พบกัน จากรูปที่ 3.7 แสดงถึงลักษณะของสเปรย์เมื่อพบกับผนังด้านนอกทรงกระบอกของห้องเผาไหม้ทำงานในเครื่องอัดเร็วในสภาวะการฉีดเชื้อเพลิงทั่วไปของเครื่องยนต์ดีเซล ซึ่งจะพบว่าผนังทรงกระบอกจะทำให้สเปรย์แยกเป็น 2 ส่วน (2 ทิศทาง) ไหลตามเส้นรอบวงในแต่ละทิศทาง

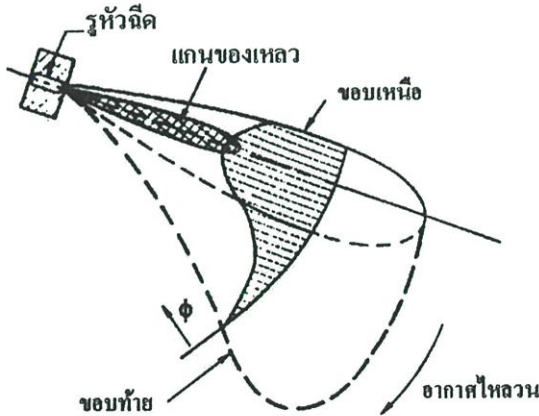
3.1.6 การแตกตัวเป็นละอองฝอย

ตามสภาวะการฉีดเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ดีเซลนั้น เชื้อเพลิงที่พุ่งเข้าไปจะเกิดเป็นสเปรย์รูปกรวยขึ้นที่ทางออกของหัวฉีด ซึ่งเป็นรูปแบบของการแตกเป็นละอองฝอย (atomization) ที่เกิดหยดเชื้อเพลิงที่มีขนาดเล็กกว่าเส้นผ่านศูนย์กลางของรูหัวฉีดมาก รูปแบบของการทำให้ของเหลวที่ฉีดพุ่งแตกเป็นหยดมีหลายรูปแบบ คือ ที่ความเร็วของของเหลวที่ฉีดพุ่งต่ำ การแตกเป็นหยดจะเกิดจากลูกคลื่นที่ผิวของเหลวซึ่งจะใหญ่ขึ้นและไม่เสถียรอันเป็นผลมาจากแรงตึงผิว ผลที่ได้คือหยดเชื้อเพลิงจะมีขนาดใหญ่กว่าเส้นผ่านศูนย์กลางของรูหัวฉีด เมื่อความเร็วที่ฉีดพุ่งสูงขึ้นแรงเนื่องจากการเคลื่อนที่ของของเหลวที่พุ่งและอากาศโดยรอบจะไปเพิ่มแรงตึงผิวของของเหลวซึ่งเป็นผลให้ขนาดของหยดมีขนาดพอ ๆ กับเส้นผ่านศูนย์กลางของรูหัวฉีด

การเพิ่มความเร็วที่ฉีดพุ่งสูงขึ้นไปอีกจะทำให้ของเหลว (เชื้อเพลิง) แยกออกโดยสเปรย์จะบานออกหลังจากของเหลวพุ่งออกไปได้ช่วงความยาวหนึ่ง ในสภาวะเช่นนี้ผิวของเหลวที่พุ่งฝ่าอากาศจะเกิดเป็นลูกคลื่นที่มีความยาวคลื่นสั้น ๆ ซึ่งลูกคลื่นเหล่านี้จะไม่เสถียรและจะแตกเป็นหยดที่มีขนาดเล็กกว่าเส้นผ่านศูนย์กลางของรูฉีดมาก และเมื่อเพิ่มความเร็วที่ฉีดพุ่งให้สูงขึ้นอีก การแตกออกของผิวด้านนอกของของเหลวที่ฉีดพุ่งจะเกิดขึ้นที่ระนาบทางออกของหัวฉีด เป็นผลให้เกิดหยดที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กกว่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรูฉีดยิ่งขึ้นไปอีกซึ่งเรียกว่าการทำให้แตกเป็นละอองฝอย เมื่อมีการแตกตัวเป็นฝอย จะได้มุมสเปรย์ตามสมการดังนี้คือ

$$\tan \frac{\theta}{2} = \frac{1}{A} 4\pi \left(\frac{\rho_g}{\rho_\lambda} \right)^{1/2} \frac{\sqrt{3}}{6} \tag{3.1}$$

โดยที่ ρ_g และ ρ_λ เป็นความหนาแน่นของแก๊สและของของเหลวตามลำดับ ส่วน A เป็นค่าคงที่สำหรับหัวฉีด (สมการของ A คือ $A = 3.0 + 0.28 (L_n/d_n)$ โดย L_n/d_n เป็นอัตราส่วนระหว่างความยาวต่อเส้นผ่านศูนย์กลางของหัวฉีด) จากรูปที่ 3.14 แสดงมุมสเปรย์เริ่มต้นที่เป็นฟังก์ชันของอัตราส่วนความหนาแน่นระหว่างความหนาแน่นของแก๊สกับความหนาแน่นของของเหลวสำหรับหัวฉีดที่มีอัตราส่วนความยาวต่อเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 4



รูปที่ 3.7 แสดง โครงสร้างของสเปรย์ซึ่งเป็นผลมาจากการฉีดเชื้อเพลิงในแนวรัศมีออกจากแกนของกระบอกสูบเข้าไปในการไหลวนของอากาศรวมทั้งแสดงการกระจาย ของอัตราส่วนสมมูล (ϕ)

3.1.7 การพุ่งของสเปรย์

ความเร็วและระยะที่พุ่งเข้าไปในห้องเผาไหม้ของสเปรย์ จะมีผลสำคัญต่อการใช้อากาศและอัตราการผลิตระหว่างเชื้อเพลิงกับอากาศ ในเครื่องยนต์บางแบบที่ผนังห้องเผาไหม้ร้อน

และมีกาไหลวนสูงก็จะต้องการให้เชื้อเพลิงฉีดพุ่งเข้าไปกระทบผนัง แต่ในเครื่องยนต์ระบบฉีดเชื้อเพลิงโดยตรงที่ใช้หัวฉีดหลายรู การพุ่งของสเปรย์ (Spray Penetration) เข้าไปมากเกินไปก็จะทำให้เชื้อเพลิงไปกระทบผนังที่เย็นและโดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อไม่มีการไหลวนอากาศหรือมีการไหลวนของอากาศเพียงเล็กน้อย ก็จะทำให้อัตราการผสมต่ำลงและจะไปเพิ่มมลพิษ (สารที่ยังไม่เผาไหม้และสารที่เผาไหม้บางส่วน) อย่างไรก็ตามการพุ่งของสเปรย์น้อยเกินไปก็จะทำให้การใช้อากาศไม่ดีเนื่องจากอากาศที่ขอบนอกของห้องเผาไหม้จะไม่ได้สัมผัสกับเชื้อเพลิง จึงได้มีการศึกษาถึงการพุ่งของสเปรย์เชื้อเพลิงภายใต้สภาวะทั่วไปที่เกิดขึ้นในเครื่องยนต์ดีเซลกันอย่างกว้างขวาง

เดน (J.C. Dent) ได้ให้สมการของการพุ่งของสเปรย์ (S) เป็น

$$S = 3.07 \left(\frac{\Delta P}{\rho_g} \right)^{1/4} (td_n)^{1/2} \left(\frac{294}{T_g} \right)^{1/4} \quad (3.2)$$

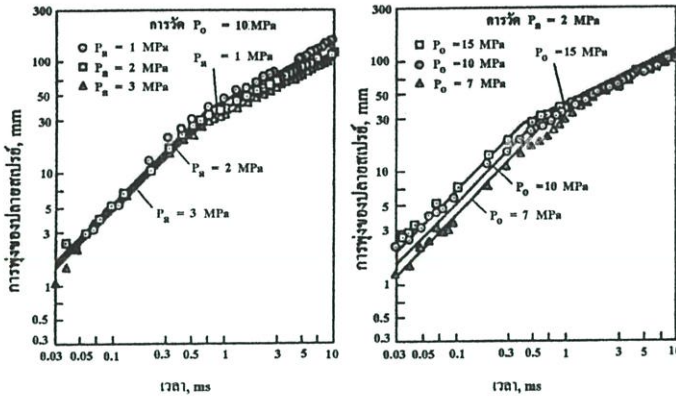
โดย ΔP เป็นความดันที่ผ่านหัวฉีด, t เป็นเวลาหลังการเริ่มต้นการฉีดและ d_n เป็นเส้นผ่านศูนย์กลางของรูหัวฉีด t มีหน่วยเป็นวินาที, S และ d_n มีหน่วยเป็นเมตร, ΔP มีหน่วยเป็นปาสคาล ρ_g มีหน่วยเป็นกิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และ T_g มีหน่วยเป็นเคลวิน สมการของเดนครั้งนี้ใช้ได้ในการคาดคะเนการพุ่งของสเปรย์เข้าไปในห้องเผาไหม้ที่มีอากาศนิ่งที่เกิดขึ้นในเครื่องยนต์ระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงโดยตรงขนาดใหญ่และสำหรับหัวฉีดที่มีอัตราส่วนระหว่างความยาวต่อเส้นผ่านศูนย์กลาง (L_n/d_n) อยู่ในช่วง 2 ถึง 4 และเมื่อ $t > 0.5$ ms

นอกจากนี้ยังมีการศึกษาเกี่ยวกับตำแหน่งของปลายสเปรย์ที่เวลาต่าง ๆ ในรายละเอียดเพิ่มเติมอีก โดยแสดงจากรูปที่ 3.15 แสดงผลการศึกษาดังกล่าวของฮิโรยาสุ (Hiroyasu) และคณะ ซึ่งเป็นกราฟของตำแหน่งปลายสเปรย์กับเวลาที่ความดันโดยรอบ (P_a) และความดันการฉีด (P_o) ต่าง ๆ เมื่อเชื้อเพลิงถูกฉีดเข้าไปในอากาศนิ่งที่อุณหภูมิห้อง จากข้อมูลเหล่านี้พบว่า การพุ่งของปลายสเปรย์ในช่วงเริ่มต้นจะแปรผันโดยตรงกับเวลา (ความเร็วของสเปรย์คงตัว) และเมื่อแตกตัว \sqrt{t} เป็นฟอยละออกแล้วจะแปรผันตาม โดยความดันการฉีดจะมีผลมากต่อการเคลื่อนที่ในช่วงเริ่มต้นก่อนการแตกเป็นฟอยละออก แต่เมื่อแตกเป็นฟอยละออกแล้วความหนาแน่นของแก๊สจะมีผลมากต่อการเคลื่อนที่ ฮิโรยาสุได้ให้สมการของการพุ่งของสเปรย์เป็น

$$t_{break} = \left(\frac{29 \rho_\lambda d_n}{(\rho_g \Delta P)^{1/2}} \right) \quad (3.3)$$

$$t < t_{break} : S = 0.39 \left(\frac{2\Delta p}{\rho_\lambda} \right)^{1/2} t \quad (3.4)$$

$$t > t_{break} : S = 2.95 \left(\frac{\Delta p}{\rho_\lambda} \right)^{1/4} (d_n t)^{1/2} \quad (3.5)$$



รูปที่ 3.8 แสดงการพุ่งของปลายสเปร์ย์ที่เวลาต่าง ๆ ที่ความดัน โคโรรอบ (P_a) และความดันการฉีด (P_o) ต่าง ๆ เชื้อเพลิงถูกฉีดเข้าไปในอากาศนิ่งที่อุณหภูมิห้อง

โดยที่ ΔP เป็นความดันที่ตกผ่านหัวฉีด (pa), ρ_λ และ ρ_g เป็นความหนาแน่นของของเหลวและแก๊สตามลำดับ (กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร), d_n เป็นเส้นผ่านศูนย์กลางหัวฉีด (เมตร) และ t เป็นเวลา (วินาที) ซึ่งภายใต้ความดันการฉีดสูงและรูหัวฉีดมีอัตราส่วนระหว่างความยาวต่อเส้นผ่านศูนย์กลางน้อย ความยาวที่แตกเป็นละอองฝอยจะสั้นมากและการแตกเป็นฝอยสามารถเกิดขึ้นได้ที่ระนาบทางออกของหัวฉีด

ผลของการไหลวนของอากาศที่มีต่อการพุ่งของสเปร์ย์ ความสัมพันธ์ระหว่างการพุ่งของปลายสเปร์ย์เมื่อมีการไหลวนของอากาศ (S_s) กับเมื่อไม่มีการไหลวนของอากาศ (S) ไว้ตามสมการคือ

$$\frac{S_s}{S} = \left(1 + \frac{\pi R_s N S}{30 v_j} \right)^{-1} \quad (3.6)$$

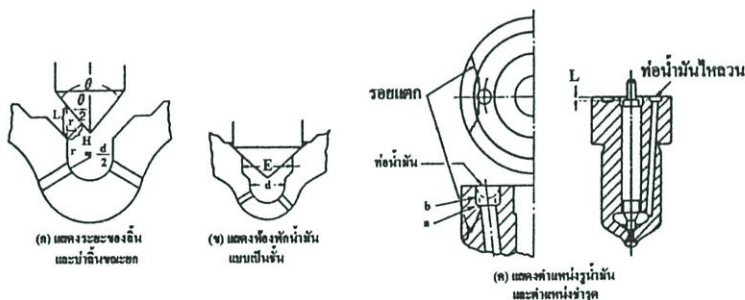
โดยที่ R_s เป็นอัตราส่วนการไหลวนซึ่งเท่ากับอัตราการไหลวนเป็นรอบต่อนาทีหารด้วยอัตราเร็วเครื่องยนต์ (N) เป็นรอบต่อนาที และ v_j เป็นความเร็วเริ่มต้นของเชื้อเพลิงที่ฉีดพุ่งเข้าไป (เมตรต่อวินาที) ซึ่งพบว่าการไหลวนจะทำให้การพุ่งของสเปร์ย์ลดลงแต่จะทำให้การกระจายออกของสเปร์ย์รวดเร็วขึ้น

3.2 หัวฉีด

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงให้แตกตัวเป็นฝอยละอองเข้าไปในห้องเผาไหม้ให้ถูกต้องตามจังหวะการทำงานของเครื่องยนต์ ซึ่งทำให้เกิดการสันดาปในห้องเผาไหม้ได้ง่าย การออกแบบหัวฉีดทำได้หลายวิธีดังนี้

3.2.1 หัวฉีดแบบรูป

หัวฉีดแบบหลายรูเหมาะสำหรับห้องเผาไหม้แบบเปิด เพราะสามารถกระจายเชื้อเพลิงไปได้ทั่วห้องเผาไหม้ ขนาดของรูมีตั้งแต่ 0.127 มิลลิเมตร ถึงขนาดใหญ่ 0.86 มิลลิเมตร และจะมีรูตั้งแต่ 1 รู ถึง 10 รู และระยะระหว่างรูฉีดต้องไม่ต่ำกว่า 0.20 มิลลิเมตร มิฉะนั้นจะทำให้การกระจายของละอองน้ำมันซ้อนกัน ความลึกของรูฉีดน้อยที่สุด คือ 0.50 มิลลิเมตร (0.020 นิ้ว) ทั้งนี้เพื่อความแข็งแรงของนมหนูหัวฉีด แรงดันในการเปิดปิดจะต้องสูงพอที่จะต้านแรงดันของก๊าซไอเสียในห้องเผาไหม้ ถ้าหากแรงดันของก๊าซไอเสียในห้องเผาไหม้เข้าไปในหัวฉีดได้ จะทำให้เกิดเขม่าจับและอุดตันที่รูหัวฉีด หรือทำให้เข้มนมหนูใหม่และติดตาย จากรูปที่ 3.17 แสดงหัวฉีดแบบรูปบ่าลิ้นของหัวฉีด พื้นที่บ่าลิ้นอย่างน้อยจะต้องเป็น 2 เท่า ของพื้นที่หน้าตัดของรูหัวฉีด โดยการวัดช่วงที่แคบที่สุด แต่ก็มีบางบริษัทสร้างให้โตกว่าพื้นที่หน้าตัดรูหัวฉีด เพียง 30 % เท่านั้น ถ้าเล็กเกินไป จะมีผลทำให้น้ำมันไหลไม่ทันจึงฉีดไม่เป็นฝอย จากรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 แสดงพื้นที่บ่าลิ้นที่น้ำมันไหลผ่าน

พื้นที่ของบ่าคือ

$$A_s = \pi L \sin \frac{\theta}{2} \left[d - L \sin \frac{\theta}{2} \cos \frac{\theta}{2} \right] \quad (3.7)$$

โดยที่ L = ระยะยกของลิ้น (mm)

θ = มุมรวมของบ่าลิ้น (องศา)

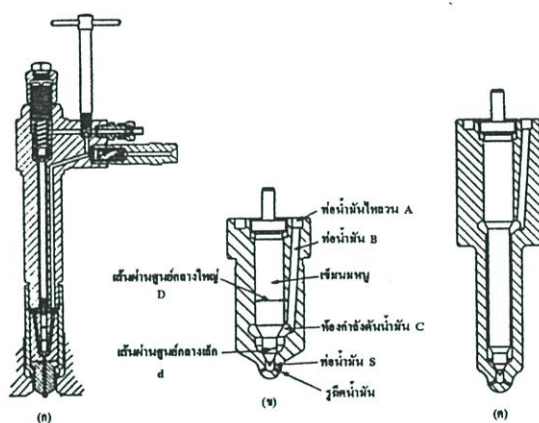
d = เส้นผ่านศูนย์กลางกลางของห้องปลายหัวฉีด (mm)

จากสมการข้างต้น การหาพื้นที่สำหรับให้น้ำมันผ่าน นั่นคือ การยกตัวของลิ้น (Valve lift) เพื่อลดความเค้นจากการกระแทก การยกตัวของลิ้นเข้มนมหนูจะต้องเล็กที่สุดเท่าที่จะเล็กได้ มุมที่ใช้กันทั่วไปคือ 60 องศา แต่จะหันมานิยมมุม 90 องศา เพราะจะทำให้พื้นที่หน้าตัดเพิ่มขึ้นอีก 39% ในลิ้นขนาดเดียวกัน การเป็นฝอยละอองของน้ำมันเป็นเรื่องที่จำเป็นมากใน

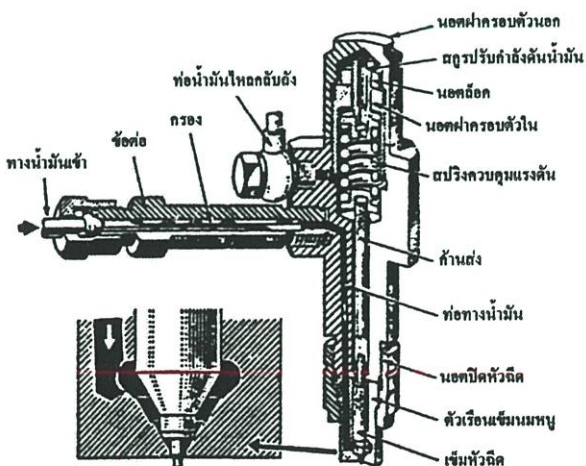
เครื่องยนต์ดีเซล เพราะจะทำให้การเผาไหม้เป็นไปอย่างถูกต้อง และเผาไหม้น้ำมันอย่างหมดจด ซึ่งการเป็นฝอยละอองละเอียดนี้ เพื่อจะได้มีพื้นที่ผิวที่จะสัมผัสกับอากาศได้มาก ทำให้เกิดการลุกเคล้าน้ำมันกับอากาศได้ดี

3.2.2 หัวฉีดแบบเดี่ยว

หัวฉีดชนิดนี้จะมีเคื่อยื่นออกมาจากตัวเรือนนมหนู รูปร่างของเคื่อยจะถูกกำหนด ปริมาตรของรูฉีดขณะเข็มยกตัวขึ้น พื้นที่หัวฉีดจะเปลี่ยนแปลงซึ่งจะมีอยู่ 2 ชนิด ได้แก่ หัวฉีดแบบเคื่อยสั้นรูปทรงกรวย และหัวฉีดแบบเคื่อยยาวรูปทรงกรวย จากรูปที่ 3.11 แสดงถึงโครงสร้างของหัวฉีดแบบเคื่อย



รูปที่ 3.10 แสดงหัวฉีดแบบปิดทำงานด้วยแรงดันน้ำมัน ชนิดหลายรู



รูปที่ 3.11 แสดงโครงสร้างของหัวฉีดแบบเคื่อย

3.2.3 การคำนวณหาปริมาณน้ำมันที่ฉีดและพื้นที่ของรูหัวฉีด

ปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ฉีดเข้าสู่ห้องเผาไหม้ต่อการฉีด 1 ครั้ง สามารถหาได้จากสมการต่อไปนี้

$$Q = C_d * V * A * t \quad (3.8)$$

โดยที่ Q = ปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ฉีด (m^3)

C_d = สัมประสิทธิ์ในการฉีดของรูหัวฉีด

= 0.60 สำหรับรูหัวฉีดที่มีขอบรูรูปกรวย

= 0.70 สำหรับรูหัวฉีดที่มีขอบกลม

= 0.65 ค่าเฉลี่ยที่นิยมใช้

V = ความเร็วของน้ำมันเชื้อเพลิงที่ฉีด (mm/sec)

A = พื้นที่ของรูหัวฉีด (mm^2)

t = เวลาที่ใช้ในการฉีด (sec)

$$= \frac{\alpha}{6N}$$

โดยที่ α = ระยะเวลาของการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงคิดเป็นองศาเพลาลูกเบี้ยว

N = ความเร็วรอบของเพลาลูกเบี้ยว (RPM)

จากสมการ $Q = C_d * V * A * t$ สามารถเขียนใหม่ได้ดังนี้

$$A = \frac{Q}{C_d * V * t} \quad (3.9)$$

โดยที่ $V = \sqrt{2gh}$

g = อัตราเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก = $9.81 (m/s^2)$

h = ความดันของน้ำมันเชื้อเพลิงที่ฉีดในรูปของความสูง (mm)

$$= \frac{P}{\gamma} = \frac{P}{\rho g}$$

P = ความดันของน้ำมันเชื้อเพลิง (bar)

γ = น้ำหนักจำเพาะของน้ำมันเชื้อเพลิง (N/mm^3)

$$= Sp. gr \text{ น้ำมัน} \times \gamma \text{ น้ำ}$$

โดยที่ $Sp. gr$ ของน้ำมันมีค่าประมาณ 0.85

$$\gamma \text{ น้ำ} = 9.81 (KN/M^3)$$

ρ = ความหนาแน่นของน้ำมันเชื้อเพลิง (kg/mm^3)

บทที่ 4

การติดตั้งอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองและเงื่อนไขในการทดลอง

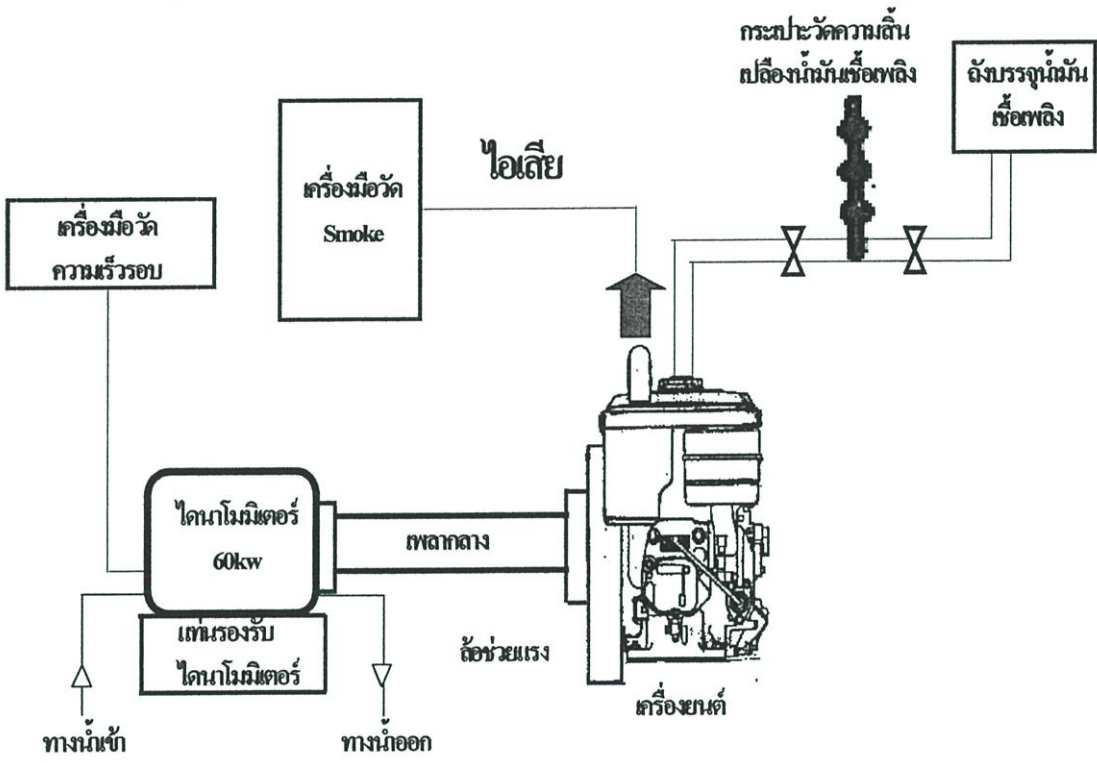
4.1 อุปกรณ์การทดลอง

4.1.1 เครื่องยนต์

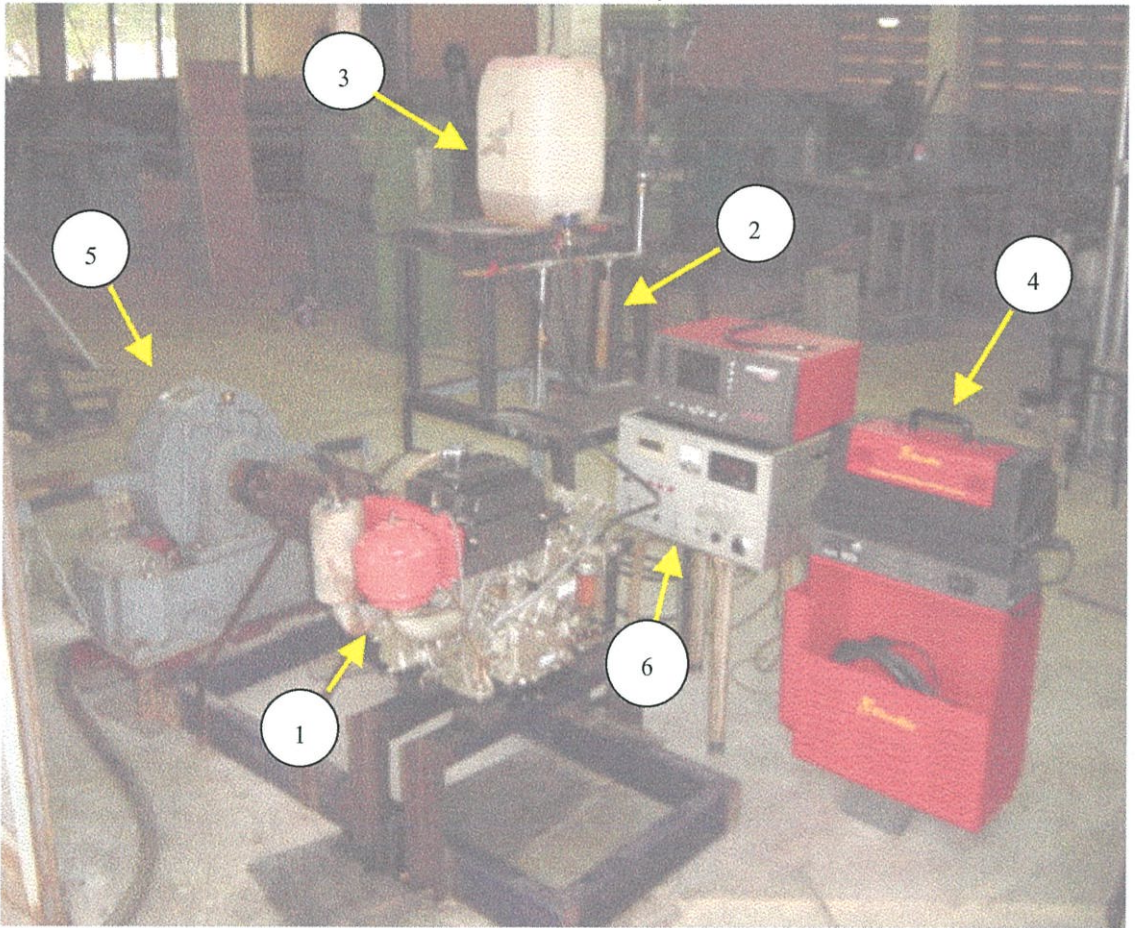
เครื่องยนต์ที่ใช้ในการทดสอบเป็นเครื่องยนต์สี่เสล 4 จังหวะ รุ่น EDI 120 ขนาด 12 แรงม้า เป็นเครื่องยนต์ 1 กระบอกสูบ ระบายความร้อนด้วยน้ำ ซึ่งแสดงข้อมูลจำเพาะของเครื่องยนต์จากตารางที่ 4.1 และรูปที่ 4.1 จะแสดงแผนผังการติดตั้งอุปกรณ์การทดลอง และรูปที่ 4.2 แสดงการติดตั้งอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง ในการติดตั้งจะนำเครื่องยนต์ติดตั้งที่แท่นและนำชุดไดนาโมมิเตอร์ต่อเข้ากับเครื่องยนต์โดยใช้เพลากลางเป็นตัวต่อเชื่อมโยงกัน

ตารางที่ 4.1 แสดงข้อมูลของเครื่องยนต์ที่ใช้ในการทดสอบ

Type	EDI 120
Combustion chamber	Direct injection
No. of cylinders	1
Valve arrangement	OHV
No. of strokes per cycle	4
Cooling system	Water-cooled
Compression ratio	18.1:1
Bore x stroke	94 x 90 mm
Stroke volume	120 cc
Injection nozzle	4-Hole nozzle
Injection timing	21 °BTDC
Nozzle opening pressure	210 kg/cm ²



รูปที่ 4.1 แสดงแผนผังการติดตั้งอุปกรณ์การทดลอง

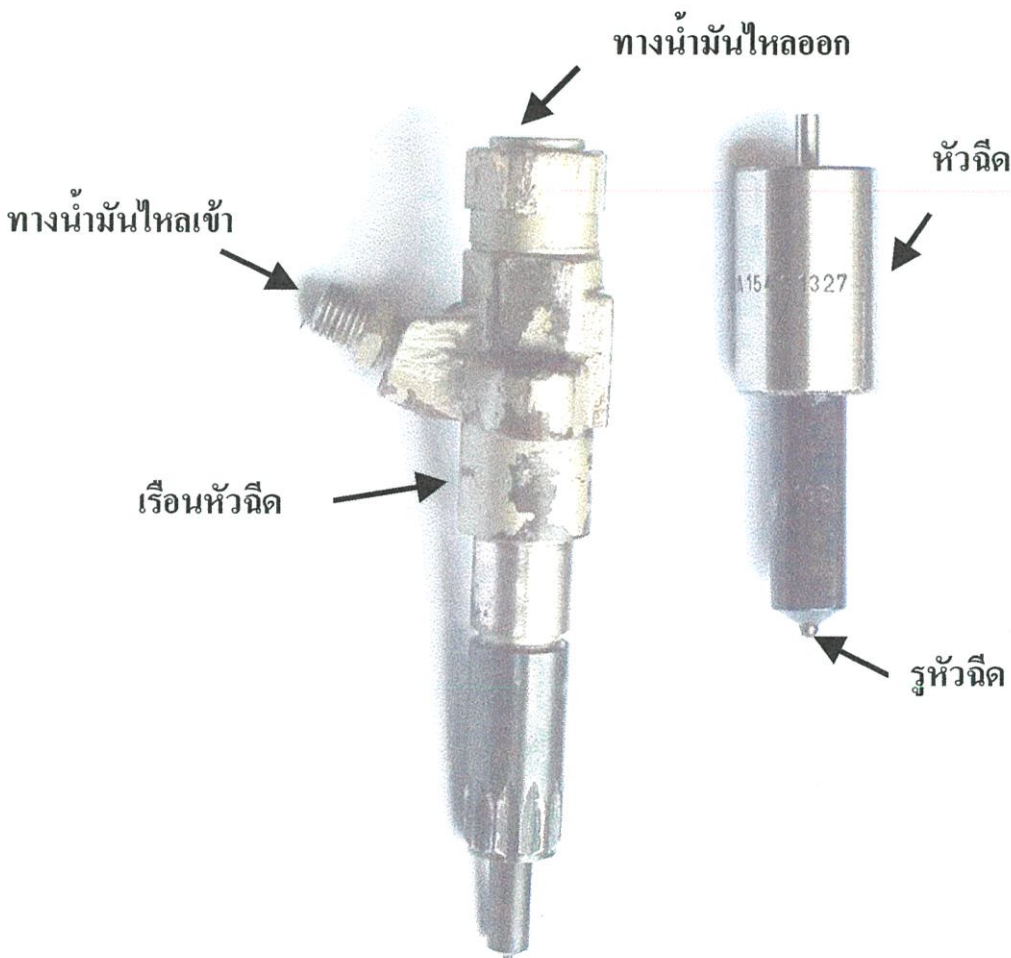


รูปที่ 4.2 แสดงการติดตั้งอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. เครื่องยนต์
2. อุปกรณ์วัดอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง
3. ถังบรรจุน้ำมันเชื้อเพลิง
4. เครื่องมือวัดค่าวินด้า
5. ไคนาโมมิเตอร์
6. หน่วยควบคุม

4.1.2 หัวฉีด

หัวฉีดที่ใช้ในการทดสอบแบ่งออกเป็น 2 ชุด หัวฉีดชุดที่ 1 เป็นหัวฉีดที่ทำการเจาะรูขึ้นมาใหม่ เป็นหัวฉีดแบบ 2 รู, 3 รู และ 4 รู ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.2 mm หัวฉีดชุดที่ 2 เป็นหัวฉีด Standrad ที่เป็นหัวฉีดแบบ 4 รู ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.2 mm แล้วทำการอุดรูให้เป็นแบบ 2 รู และ 3 รู นำหัวฉีดทั้ง 2 ชุด มาทดสอบการสเปรย์กับน้ำมันเชื้อเพลิงในแต่ละชนิด เพื่อดูผลความแตกต่างจากการสเปรย์ ในการทดสอบกับเครื่องยนต์จะใช้หัวฉีดชุดที่ 2 ทำการทดสอบและนำผลที่ได้จากการวัดค่ามาเปรียบเทียบกัน สำหรับหัวฉีดชุดที่ 1 จะไม่นำมาทดสอบกับเครื่องยนต์ เนื่องจากมีปัญหาเกี่ยวกับการติดตั้งที่เครื่องยนต์ จึงไม่สามารถนำมาทดสอบได้ จากรูปที่ 4.3 แสดงลักษณะของหัวฉีดที่ใช้ในการทดสอบกับเครื่องยนต์



รูปที่ 4.3 แสดงลักษณะของหัวฉีดที่ใช้ในการทดสอบ

4.1.3 น้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ในการทดสอบ

น้ำมันปาล์มผสม, น้ำมันมะพร้าวผสม และน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล โดยที่น้ำมันปาล์มและน้ำมันมะพร้าวเป็นน้ำมันที่ผ่านขบวนการกรรมวิธีแล้ว ซึ่งก่อนที่จะนำไปทดสอบต้องมีการหาคุณสมบัติของน้ำมันก่อน ซึ่งสามารถพิจารณาได้จากตารางที่ 4.2 แสดงถึงคุณสมบัติของน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลกับปาล์มผสมที่อัตราส่วนต่าง ๆ ตารางที่ 4.3 แสดงถึงคุณสมบัติของน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลกับน้ำมันมะพร้าวผสมที่อัตราส่วนต่าง ๆ สำหรับและตารางที่ 4.4 แสดงถึงคุณสมบัติของน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล น้ำมันปาล์มผสมและน้ำมันมะพร้าวผสมที่อัตราส่วนต่าง ๆ สำหรับน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล จะใช้น้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลของ ป.ต.ท. ในการทดสอบ

ตารางที่ 4.2 แสดงคุณสมบัติของน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลกับน้ำมันปาล์มผสมที่อัตราส่วนต่าง ๆ

Items	Diesel Oil	Percent palm Oil		
		10%	20%	30%
Heating Value (MJ/kg)	45.32	44.5	43.48	43.15
API Gravity (@15.5 C)	34.7	33.9	32.4	31.6
Kinematic Viscosity(cSt @ 40 C)	5.48	5.77	5.87	7.5
Specific Gravity (@ 15.6 C)	0.843	0.858	0.864	0.869

ตารางที่ 4.3 แสดงคุณสมบัติของน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลกับน้ำมันมะพร้าวผสมที่อัตราส่วนต่าง ๆ

Items	Diesel Oil	Percent Coconut Oil		
		10%	20%	30%
Heating Value (MJ/kg)	45.32	44.46	43.3	42.43
API Gravity (@15.5 C)	34.7	33.4	31.8	30.1
Kinematic Viscosity(cSt @ 40 C)	5.48	6.39	7.3	8.43
Specific Gravity (@ 15.6 C)	0.843	0.857	0.865	0.872

ตารางที่ 4.4 แสดงคุณสมบัติของน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล น้ำมันปาล์มผสมและน้ำมันมะพร้าวผสมที่อัตราส่วนต่าง ๆ

Items	Diesel Oil	Percent palm Oil			Percent Coconut Oil		
		10%	20%	30%	10%	20%	30%
Heating Value (MJ/kg)	45.32	44.5	43.48	43.15	44.46	43.3	42.43
API Gravity (@15.5 C)	34.7	33.9	32.4	31.6	33.4	31.8	30.1
Kinematic Viscosity(cSt @ 40 C)	5.48	5.77	5.87	7.5	6.39	7.3	8.43
Specific Gravity (@ 15.6 C)	0.843	0.858	0.864	0.869	0.857	0.865	0.872

4.2 เงื่อนไขในการทดลอง

เงื่อนไขในการทดลอง พิจารณาได้จากตารางที่ 4.5 ในการทดลองจะใช้น้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล 100% น้ำมันมะพร้าวผสมและน้ำมันปาล์มผสมที่อัตราส่วน 10%, 20%, 30%, 60% และ 80% ทดสอบกับเครื่องยนต์ที่ใช้หัวฉีดแบบเดิมคือเป็นชนิดแบบ 4 รู หลังจากนั้นทำการเปลี่ยนหัวฉีดที่ปรับปรุงให้เป็นแบบชนิด 2 รู และ 3 รู ทดสอบกับน้ำมันพืชผสมที่อัตราส่วนต่าง ๆ และทำการวัดค่าตัวแปรต่าง ๆ ที่ต้องการแล้วนำผลที่ได้นำมาเปรียบเทียบกัน

การทดสอบกับเครื่องยนต์จะแบ่งการทดสอบออกเป็น 3 ครั้ง โดยก่อนการทดสอบในแต่ละครั้งจะทำการอุ่นเครื่องยนต์วัดต่าง ๆ เพื่อให้ชิ้นส่วนต่าง ๆ โดยเฉพาะชิ้นส่วนที่เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์มีอุณหภูมิคงที่ ที่อุณหภูมิทำงานเสียก่อน เปิดไว้อย่างน้อย 1-2 ชั่วโมง และก่อนทำการทดสอบเครื่องยนต์ทุกครั้ง เครื่องยนต์ที่ทดสอบจะถูกติดเครื่องและปล่อยให้ทำงานที่รอบเดินเบา ทิ้งไว้ประมาณ 30 นาที เพื่อให้อุณหภูมิของน้ำหล่อเย็น น้ำมันหล่อลื่นและชิ้นส่วนต่าง ๆ มีอุณหภูมิอยู่ที่อุณหภูมิทำงาน โดยการทดสอบครั้งที่ 1 จะทดสอบโดยที่ยังไม่มีภาระมากระทำ ความเร็วของเครื่องยนต์ที่ใช้ในการทดสอบจะตั้งความเร็วที่ 2400 รอบ/นาที และลดความเร็วของเครื่องยนต์ลงที่ความเร็วรอบ 2200, 2000, 1800, 1600 และ 1400 รอบ/นาที เพื่อหาค่าวันค่าที่เกิดขึ้น การทดสอบครั้งที่ 2 จะทำการทดสอบกับเครื่องยนต์ที่มีภาระมากระทำโดยติดตั้งชุดโคเนาโมมิเตอร์ ตั้งความเร็วรอบในการทำงานที่ความเร็ว 2100 รอบ/นาที แล้วจากนั้นทำการเบรกเพื่อลดความเร็วของเครื่องยนต์ลงที่ความเร็วรอบ 2000, 1900, 1800, 1700, 1600 และ 1500 รอบ/นาที เพื่อหาค่าของกำลัง อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง และประสิทธิภาพความร้อน การทดสอบครั้งที่ 3 จะทดสอบที่กำลังเท่า ๆ กัน กำลังเท่ากับ 6.6 KW ที่ความเร็วรอบ 1900 รอบ/นาที เพื่อหาค่าวันค่าและอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง การวัดผลการทดสอบของแต่ละครั้งจะกระทำซ้ำอย่างน้อย 5 ครั้ง เพื่อให้ได้ผลการทดสอบที่น่าเชื่อถือยิ่งขึ้น

ตารางที่ 4.5 แสดงเงื่อนไขการทดลอง

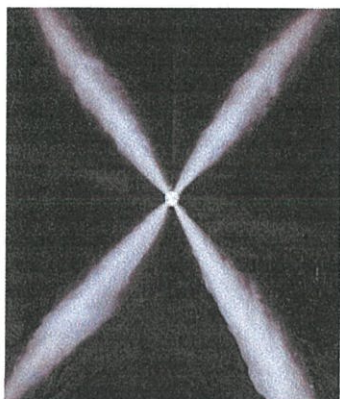
Engine Speed (without load)	2400, 2200, 2000, 1800, 1600 and 1400 RPM
Engine Speed (with load)	2000, 1900, 1800, 1700, 1600 and 1500 RPM
Power constant	6.6 KW
Injection nozzle	2-Hole, 3-Hole and 4-Hole nozzle
Nozzle diameter	0.2 mm
Diesel Fuel	100%
Coconut oil blended and Palm oil blended	10%, 20%, 30%, 60% and 80%
Injection timing	21 ⁰ BTDC

บทที่ 5

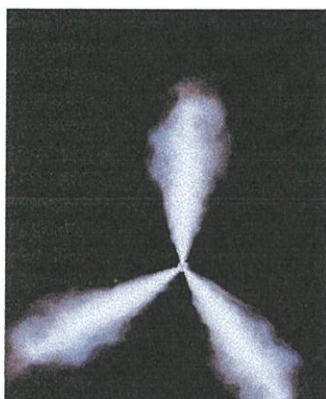
ผลการทดลอง

5.1 ผลการทดลองที่ได้จากการถ่ายภาพ

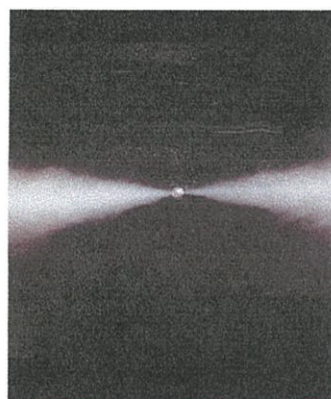
5.1.1 ผลการทดลองที่ได้จากภาพถ่ายลักษณะการสเปร์ย์ของหัวฉีดที่ทำการเจาะรูใหม่



(ก) หัวฉีดแบบ 4 รู

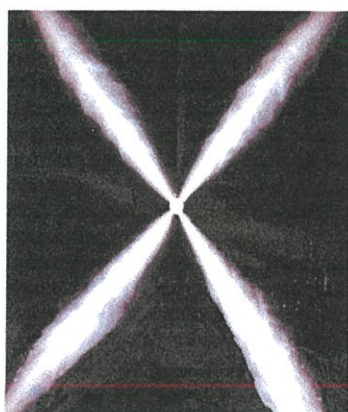


(ข) หัวฉีดแบบ 3 รู

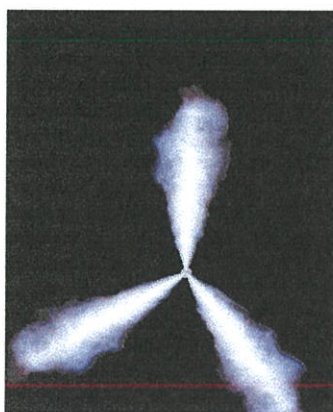


(ค) หัวฉีดแบบ 2 รู

รูปที่ 5.1 เปรียบเทียบลักษณะการสเปร์ย์ของน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล 100% โดยทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู, 3 รู และ 4 รู



(ก) หัวฉีดแบบ 4 รู

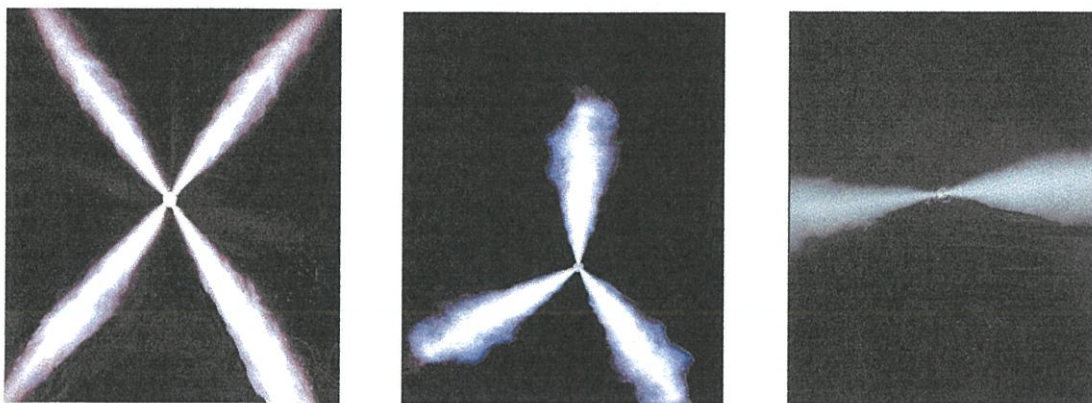


(ข) หัวฉีดแบบ 3 รู



(ค) หัวฉีดแบบ 2 รู

รูปที่ 5.2 เปรียบเทียบลักษณะการสเปร์ย์ของน้ำมันปาล์มผสมที่อัตราส่วน 30 % โดยทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู, 3 รู และ 4 รู



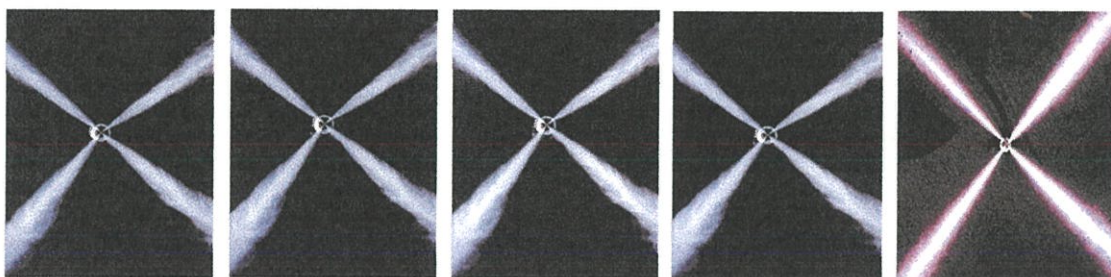
(ก) หัวฉีดแบบ 4 รู

(ข) หัวฉีดแบบ 3 รู

(ค) หัวฉีดแบบ 2 รู

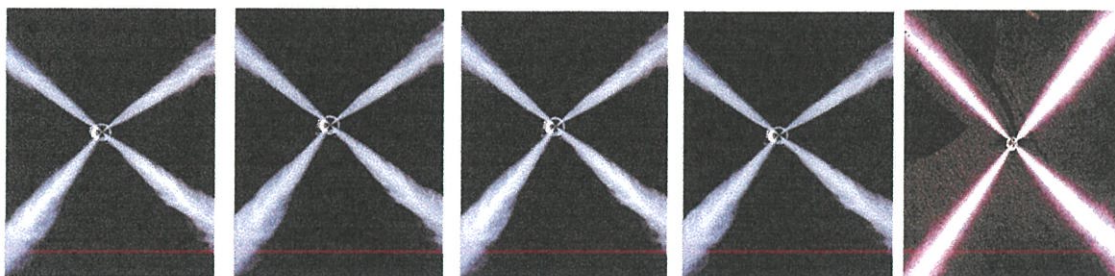
รูปที่ 5.3 เปรียบเทียบลักษณะการสเปรย์ของน้ำมันมะพร้าวผสมที่อัตราส่วน 30 % โดยทดสอบกับ หัวฉีดแบบ 2 รู, 3 รู และ 4 รู

5.1.2 ผลการทดลองที่ได้จากภาพถ่ายลักษณะการสเปรย์ของหัวฉีดที่ทำการอุดรู

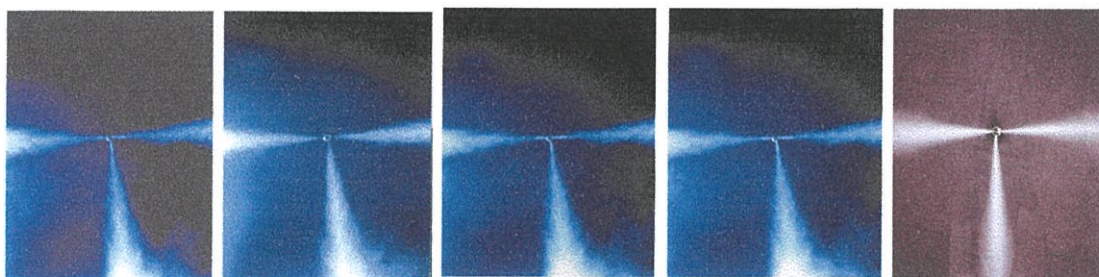
(ก) น้ำมันเชื้อเพลิง
ดีเซล 100%(ข) น้ำมันปาล์ม
ผสม 10%(ค) น้ำมันปาล์ม
ผสม 20%(ง) น้ำมันปาล์ม
ผสม 30%

(จ) น้ำมันปาล์ม 100%

รูปที่ 5.4 แสดงลักษณะการสเปรย์ของน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลและน้ำมันปาล์มผสม โดยทดสอบกับ หัวฉีดแบบ 4 รู

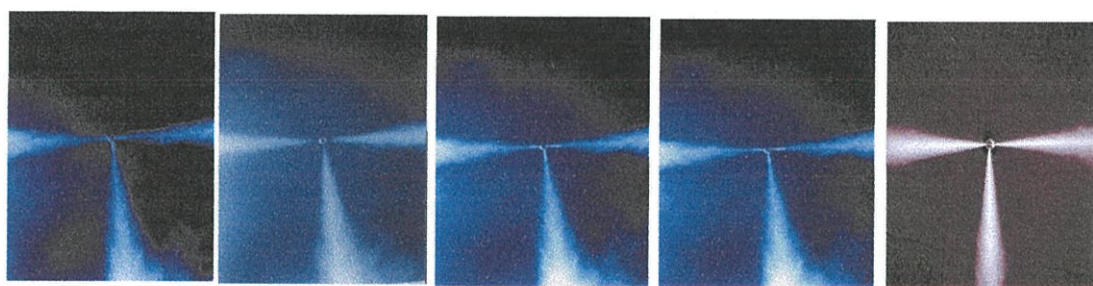
(ก) น้ำมันเชื้อเพลิง
ดีเซล 100%(ข) น้ำมันมะพร้าว
ผสม 10%(ค) น้ำมันมะพร้าว
ผสม 20%(ง) น้ำมันมะพร้าว
ผสม 30%(จ) น้ำมันมะพร้าว
100%

รูปที่ 5.5 แสดงลักษณะการสเปรย์ของน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลและน้ำมันมะพร้าวผสม โดยทดสอบกับ หัวฉีดแบบ 4 รู



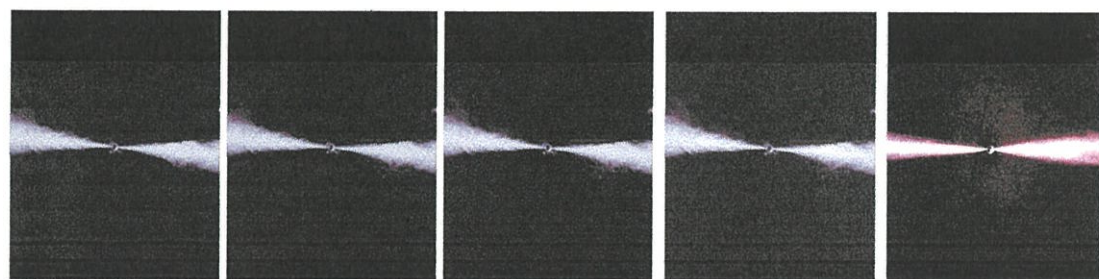
(ก) น้ำมันเชื้อเพลิง ดีเซล 100% (ข) น้ำมันปาล์ม ผสม 10% (ค) น้ำมันปาล์ม ผสม 20% (ง) น้ำมันปาล์ม ผสม 30% (จ) น้ำมันปาล์ม 100%

รูปที่ 5.6 แสดงลักษณะการสเปรย์ของน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลและน้ำมันปาล์มผสม โดยทดสอบกับ หัวฉีดแบบ 3 รู



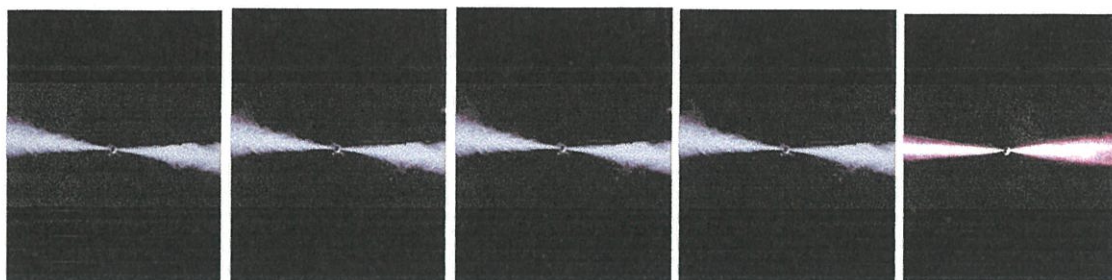
(ก) น้ำมันเชื้อเพลิง ดีเซล 100% (ข) น้ำมันมะพร้าว ผสม 10% (ค) น้ำมันมะพร้าว ผสม 20% (ง) น้ำมันมะพร้าว ผสม 30% (จ) น้ำมันมะพร้าว 100%

รูปที่ 5.7 แสดงลักษณะการสเปรย์ของน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลและน้ำมันมะพร้าวผสม โดยทดสอบกับ หัวฉีดแบบ 3 รู



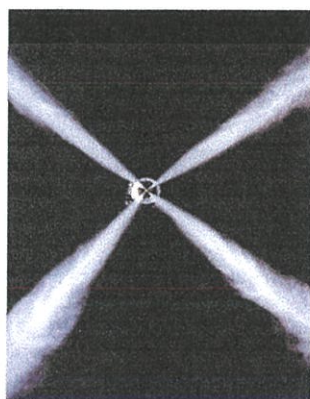
(ก) น้ำมันเชื้อเพลิง ดีเซล 100% (ข) น้ำมันปาล์ม ผสม 10% (ค) น้ำมันปาล์ม ผสม 20% (ง) น้ำมันปาล์ม ผสม 30% (จ) น้ำมันปาล์ม 100%

รูปที่ 5.8 แสดงลักษณะการสเปรย์ของน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลและน้ำมันปาล์มผสม โดยทดสอบกับ หัวฉีดแบบ 2 รู



(ก) น้ำมันเชื้อเพลิง ดีเซล 100% (ข) น้ำมันมะพร้าว ผสม 10% (ค) น้ำมันมะพร้าว ผสม 20% (ง) น้ำมันมะพร้าว ผสม 30% (จ) น้ำมันมะพร้าว 100%

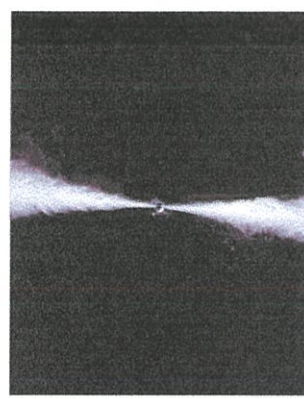
รูปที่ 5.9 แสดงลักษณะการสเปรย์ของน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลและน้ำมันมะพร้าวผสม โดยทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู



(ก) หัวฉีดแบบ 4 รู

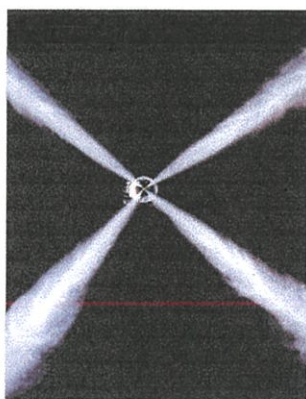


(ข) หัวฉีดแบบ 3 รู

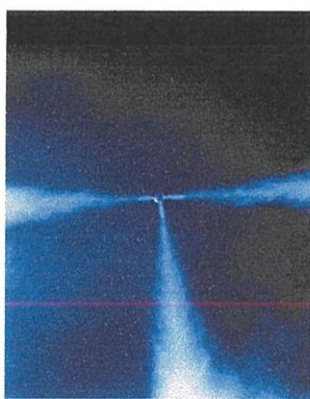


(ค) หัวฉีดแบบ 2 รู

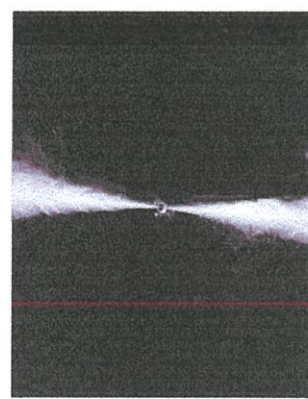
รูปที่ 5.10 เปรียบเทียบลักษณะการสเปรย์ของน้ำมันปลาส้มผสมที่อัตราส่วน 30 % โดยทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู, 3 รู และ 4 รู



(ก) หัวฉีดแบบ 4 รู

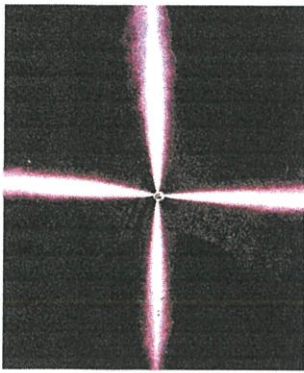


(ข) หัวฉีดแบบ 3 รู

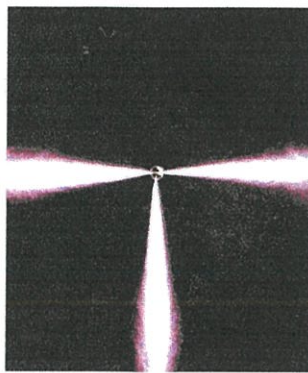


(ค) หัวฉีดแบบ 2 รู

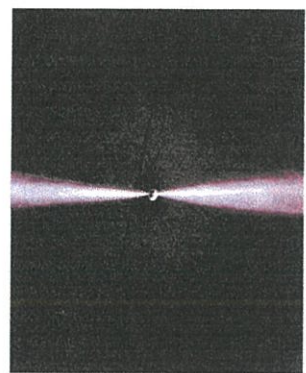
รูปที่ 5.11 เปรียบเทียบลักษณะการสเปรย์ของน้ำมันมะพร้าวผสมที่อัตราส่วน 30 % โดยทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู, 3 รู และ 4 รู



(ก) หัวฉีดแบบ 4 รู

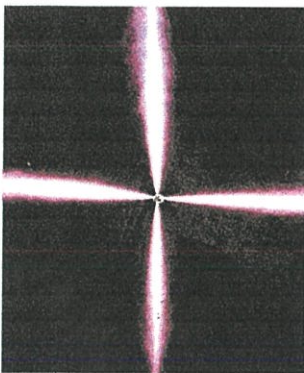


(ข) หัวฉีดแบบ 3 รู

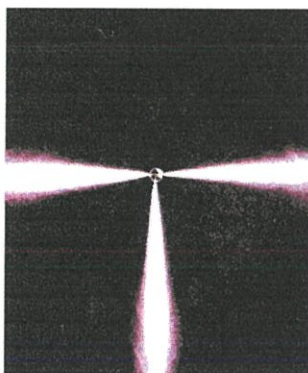


(ค) หัวฉีดแบบ 2 รู

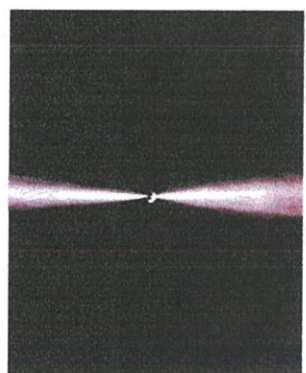
รูปที่ 5.12 เปรียบเทียบลักษณะการสเปร์ย์ของน้ำมันปาล์มที่อัตราส่วน 100 % โดยทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู, 3 รู และ 4 รู



(ก) หัวฉีดแบบ 4 รู



(ข) หัวฉีดแบบ 3 รู



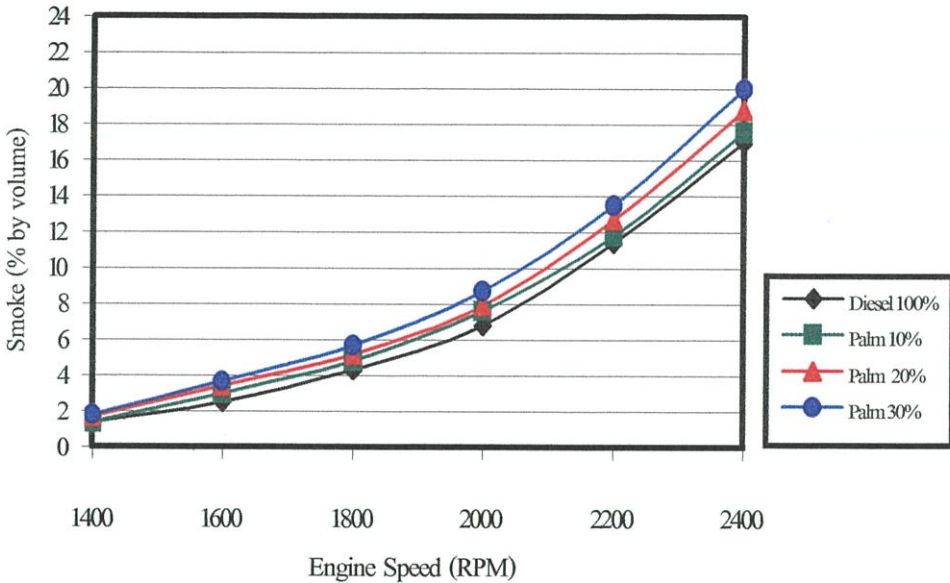
(ค) หัวฉีดแบบ 2 รู

รูปที่ 5.13 เปรียบเทียบลักษณะการสเปร์ย์ของน้ำมันมะพร้าวที่อัตราส่วน 100 % โดยทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู, 3 รู และ 4 รู

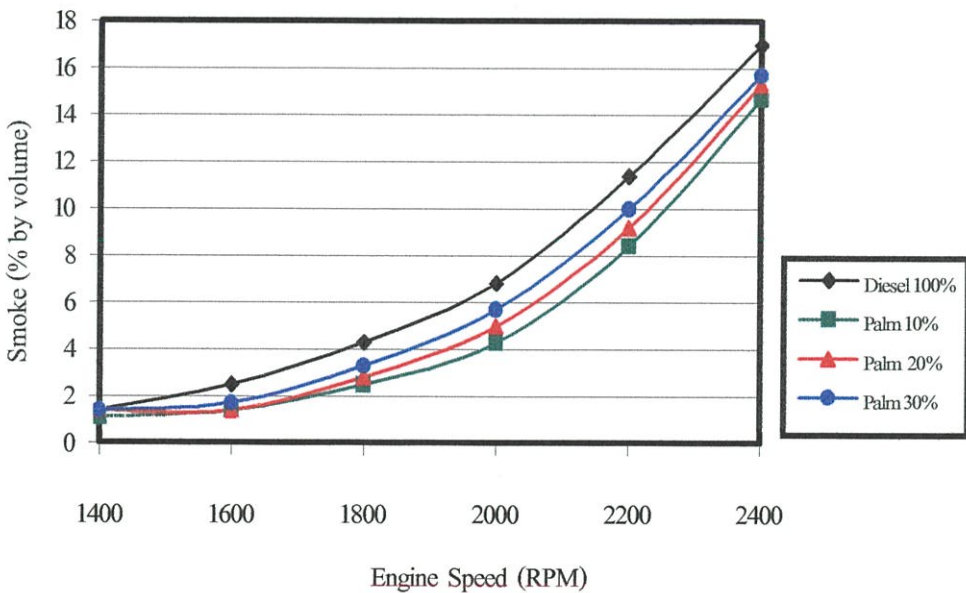
จากรูปที่ 5.1 เปรียบเทียบลักษณะการสเปร์ย์ของน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล 100% จากรูปที่ 5.2 เปรียบเทียบลักษณะการสเปร์ย์ของน้ำมันปาล์มผสมที่อัตราส่วน 30 % และจากรูปที่ 5.3 เปรียบเทียบลักษณะการสเปร์ย์ของน้ำมันมะพร้าวผสมที่อัตราส่วน 30 % โดยทดสอบกับหัวฉีดที่ทำการเจาะรูใหม่แบบ 2 รู, 3 รู และ 4 รู ที่ความดันของหัวฉีด 210 kg/cm^2 ผลที่ได้จากการถ่ายภาพการสเปร์ย์ของหัวฉีดพบว่า การสเปร์ย์ของหัวฉีดแบบ 2 รู จะมีการเป็นฝอยละเอียดได้ดี มุมองศาของการสเปร์ย์จะมีความกว้างที่มากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับหัวฉีดแบบ 3 รู และ 4 รู ตามลำดับ จากรูปที่ 5.4 แสดงลักษณะการสเปร์ย์ของน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลและน้ำมันปาล์มผสม จากรูปที่ 5.5 แสดงลักษณะการสเปร์ย์ของน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลและน้ำมันมะพร้าวผสม โดยทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู ที่ความดันของหัวฉีด 210 kg/cm^2 ผลที่ได้จากลักษณะการสเปร์ย์ของหัวฉีดพบว่า การสเปร์ย์ของหัวฉีดที่ใช้

5.2 ผลการทดลองที่ได้จากเครื่องยนต์

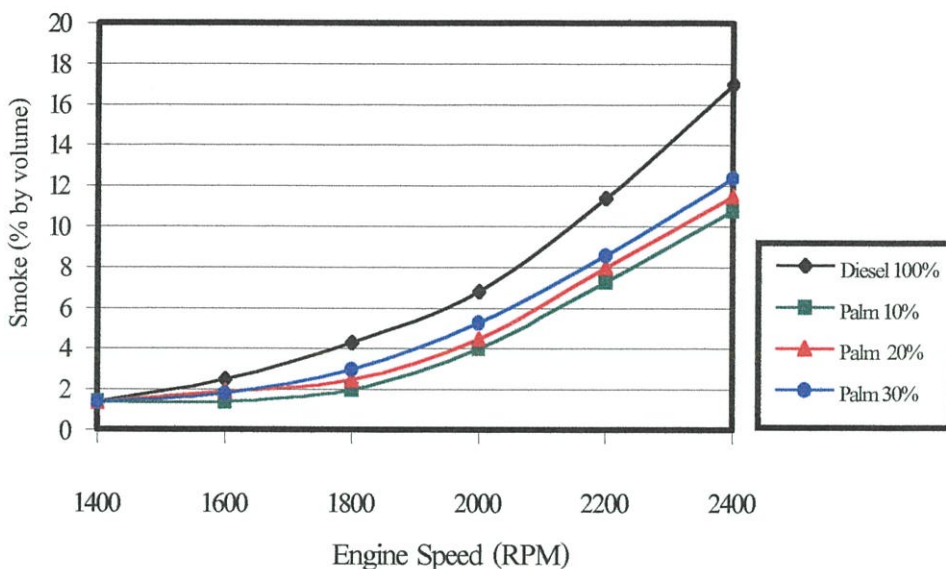
5.2.1 ผลการทดลองจากการวัดค่าควันดำ (Smoke) ที่เกิดขึ้น



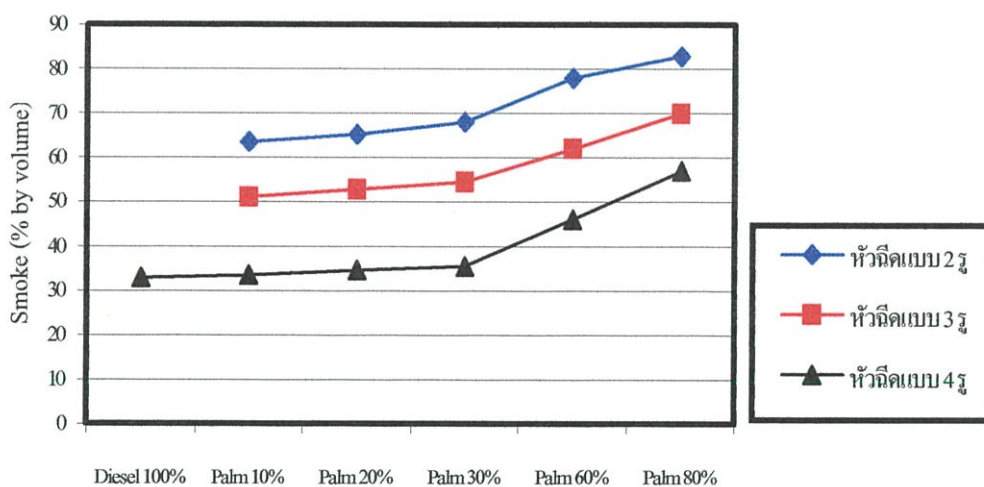
รูปที่ 5.14 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าควันดำที่เป็นฟังก์ชันกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลกับน้ำมันปาล์มผสม ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ



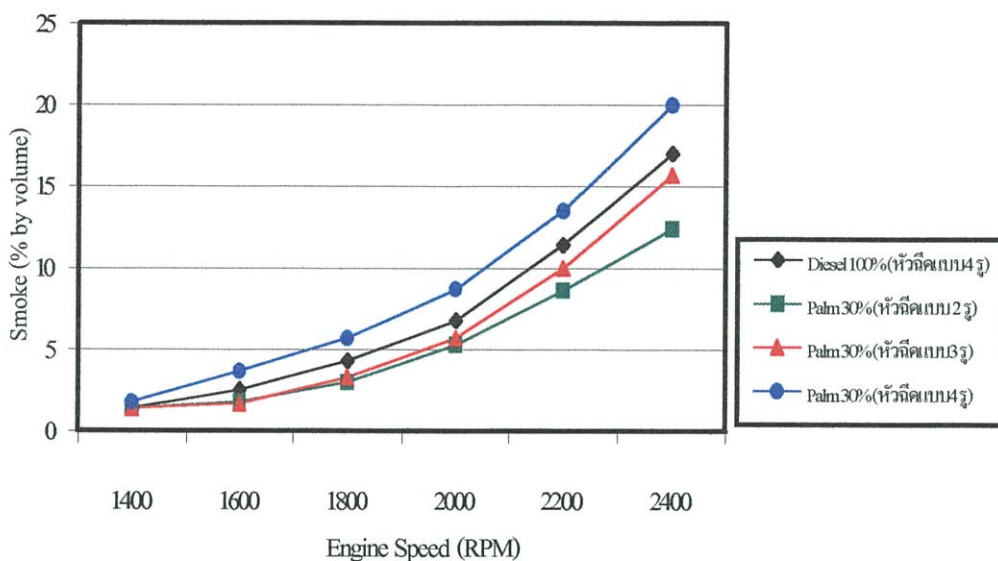
รูปที่ 5.15 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าควันดำที่เป็นฟังก์ชันกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันปาล์มผสมที่ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 3 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ



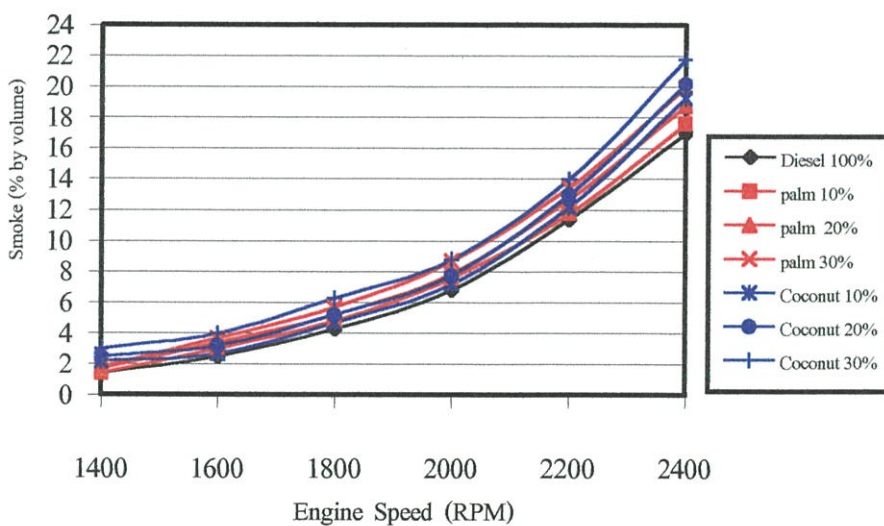
รูปที่ 5.16 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าควันค่าที่เป็นฟังก์ชันกับความเร็วรอบเปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันปาล์มผสมที่ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ



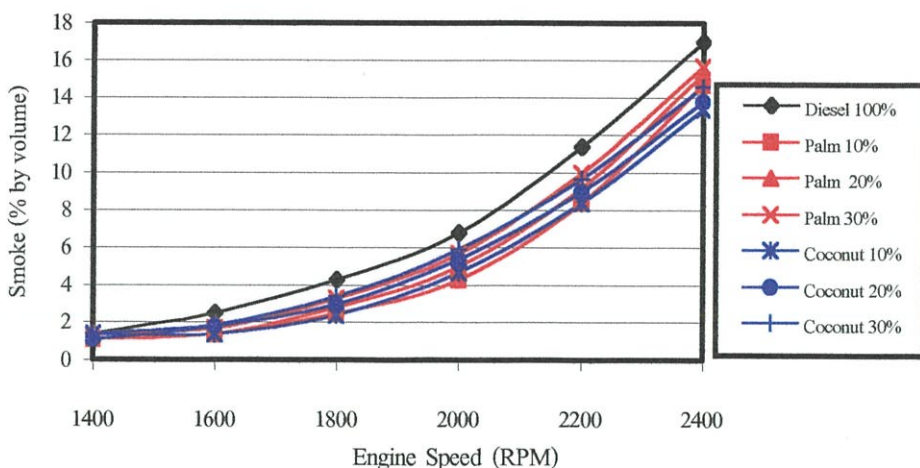
รูปที่ 5.17 แสดงค่าควันของน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลและน้ำมันปาล์มผสม เปรียบเทียบกับหัวฉีดแบบ 2 รู, 3 รู และ 4 รู ที่ความเร็วรอบ 1900 รอบ/นาที ที่กำลัง 6.6 KW



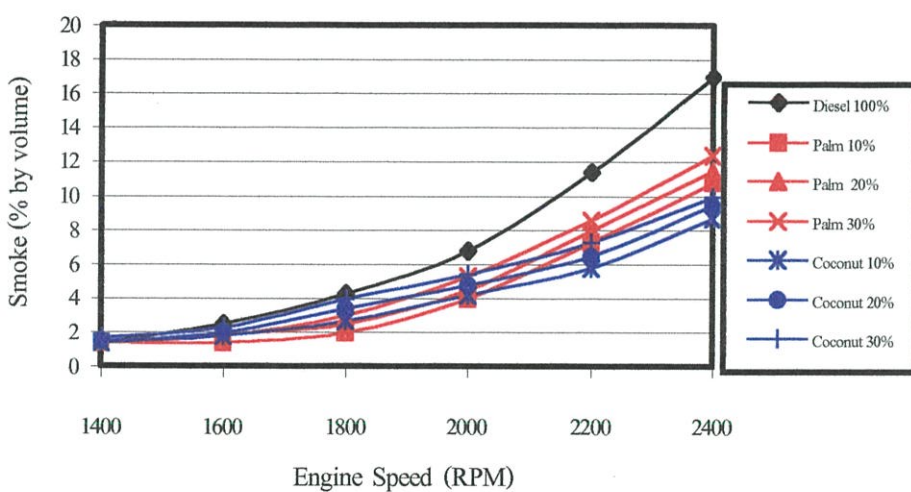
รูปที่ 5.18 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าควันดำที่เป็นฟังก์ชันกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลที่ใช้หัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันปาล์มผสมที่อัตราส่วน 30 % ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู, 3 รู และ 4 รู



รูปที่ 5.19 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าควันดำที่เป็นฟังก์ชันกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลกับน้ำมันปาล์มผสมและน้ำมันมะพร้าวผสม ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ



รูปที่ 5.20 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าควันดำที่เป็นฟังก์ชันกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันปาล์มผสมและน้ำมันมะพร้าวผสมทดสอบกับหัวฉีดแบบ 3 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ



รูปที่ 5.21 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าควันดำที่เป็นฟังก์ชันกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันปาล์มผสมและน้ำมันมะพร้าวผสมทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ

จากรูปที่ 5.14 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าวันค่าที่เป็นฟังก์ชันกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบ น้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลกับน้ำมันปาล์มผสมที่อัตราส่วนผสมทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู จากการทดสอบผลของการใช้น้ำมันปาล์มผสมจะให้ค่าวันค่าที่สูงกว่าน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลเพียงเล็กน้อย ค่าวันค่าจะเพิ่มมากขึ้นถ้าส่วนผสมของน้ำมันปาล์มมากขึ้น[6] สาเหตุที่ทำให้ น้ำมันปาล์มผสมมีค่าวันค่ามาก ก็เนื่องมาจากน้ำมันพืชจะมีค่าความหนืดสูงกว่าและมีน้ำหนักของโมเลกุลที่มากกว่าน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล รวมถึงขนาดของหยดน้ำมันพืชจะมีขนาดที่ใหญ่กว่าทำให้การฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงจากหัวฉีดเข้าสู่ห้องเผาไหม้อาจจะไม่เป็นฝอยละเอียดดี และการระเหยตัวได้ช้า ทำให้การเผาไหม้ที่เกิดขึ้นอาจจะยังไม่หมดจดสมบูรณ์เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล[12] ถ้าพิจารณาจากลักษณะการสเปรย์จากรูปที่ 5.4 ผลของการสเปรย์กับหัวฉีดชนิดเดียวกันอาจจะไม่มีความแตกต่างกันเท่าไร แต่ถ้าเพิ่มปริมาณน้ำมันพืชมาก ๆ จะทำให้มุมการสเปรย์ลดน้อยลง การเป็นฝอยละเอียดก็น้อยลงด้วย

จากรูปที่ 5.15 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าวันค่าที่เป็นฟังก์ชันกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบ น้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันปาล์มผสมที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 3 รู จากการทดสอบผลของการใช้น้ำมันปาล์มผสมที่ใช้หัวฉีดแบบ 3 รู จะให้ค่าวันค่าที่ต่ำกว่าน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู สาเหตุที่ทำให้ น้ำมันปาล์มผสมมีค่าวันค่าที่ต่ำกว่าก็เนื่องจากหัวฉีดแบบ 3 รู จะมีมุมของการสเปรย์ที่กว้างกว่ารวมถึงมีความเป็นฝอยละเอียดดีกว่า และมีการระเหยตัวได้ดีทำให้การเผาไหม้เป็นไปอย่างหมดจด[12] ค่าวันค่าจึงออกมาน้อยกว่าซึ่งลักษณะการสเปรย์สามารถพิจารณาได้จากรูปที่ 5.10

จากรูปที่ 5.16 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าวันค่าที่เป็นฟังก์ชันกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบ น้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันปาล์มผสม ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู จากการทดสอบผลของการใช้น้ำมันปาล์มผสมทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู จะให้ค่าวันค่าที่ต่ำกว่าน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลที่ใช้หัวฉีดแบบ 4 รู สาเหตุที่ทำให้ น้ำมันปาล์มผสมมีค่าวันค่าที่ต่ำกว่าก็เนื่องจากหัวฉีดแบบ 2 รู จะมีมุมของการสเปรย์ที่กว้างกว่ารวมถึงมีความเป็นฝอยละเอียดดีกว่า และมีการระเหยตัวได้ดีทำให้การเผาไหม้เป็นไปอย่างหมดจด[12] ค่าวันค่าจึงออกมาน้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับหัวฉีดแบบ 4 รู ซึ่งลักษณะการสเปรย์สามารถพิจารณาได้จากรูปที่ 5.10

จากรูปที่ 5.17 แสดงค่าวันค่าของน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลและน้ำมันปาล์มผสม เปรียบเทียบกับกับหัวฉีดแบบ 2 รู, 3 รู และ 4 รู ที่ความเร็วรอบ 1900 รอบ/นาที ที่กำลัง 6.6 KW จากการทดสอบค่าวันค่าของน้ำมันปาล์มผสมจะมีมากกว่าน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล และเมื่อนำมาใช้กับหัวฉีดในแต่ละแบบพบว่าหัวฉีดแบบ 2 รู จะให้ค่าวันค่าที่มากกว่าหัวฉีดแบบ 3 รู และ 4 รู ตามลำดับ ค่าวันค่าจะเพิ่มมากขึ้นถ้าส่วนผสมของน้ำมันพืชมากขึ้น สาเหตุที่ทำให้ค่าวันค่าของน้ำมันปาล์มผสมมีมาก ก็เนื่องมาจากน้ำมันปาล์มจะมีค่าความหนืดสูงและมีน้ำหนักของโมเลกุลที่มากกว่าน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล ขนาดของหยดน้ำมันที่ฉีดออกมาจะมีขนาดที่ใหญ่กว่าทำให้มีการเผาไหม้อาจจะยังไม่ดีพอเมื่อเทียบ

กับน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล[12] และเมื่อนำมาทดสอบกับหัวฉีดที่มีจำนวนรูน้อยกว่าก็พบว่าจะมีค่าวัน
 คำนวณก็เนื่องจาก น้ำมันเชื้อเพลิงที่ฉีดออกมาต้องมีปริมาณที่เพียงพอต่อกำลังที่เกิดขึ้น เมื่อเทียบกับ
 น้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลที่ใช้หัวฉีดแบบ 4 รู ปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ฉีดออกมาจะมีปริมาณที่เพียงพอต่อ
 กำลังที่เกิดขึ้นจึงทำให้น้ำมันที่ฉีดออกมาจึงมีน้อยกว่าทำให้ค่าวันคำนวณที่เกิดขึ้นน้อยลงด้วย

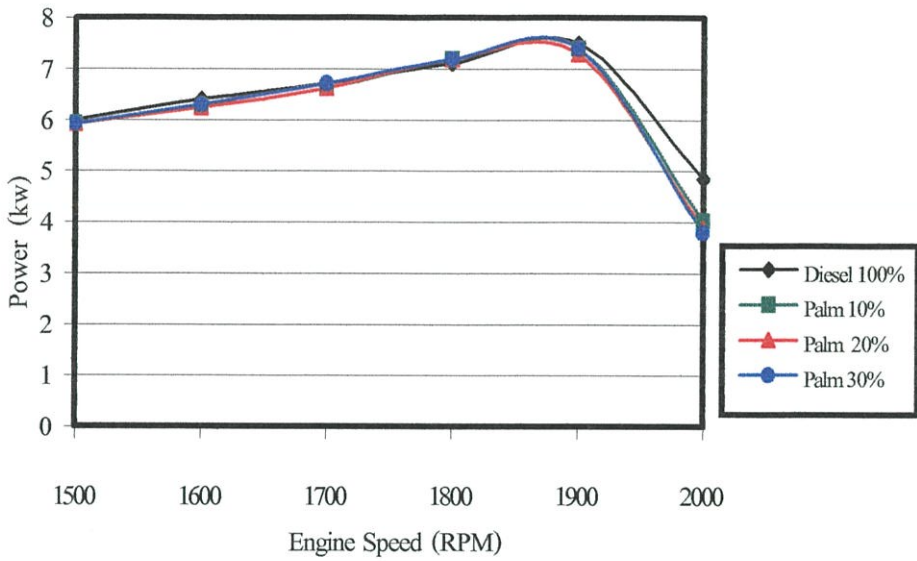
จากรูปที่ 5.18 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าวันที่เป็นฟังก์ชันกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำ
 มันเชื้อเพลิงดีเซลที่ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันปาล์มผสมที่อัตราส่วน 30% ทดสอบกับหัว
 ฉีดแบบ 2 รู, 3 รู และ 4 รู จากการทดสอบค่าวันคำนวณของน้ำมันปาล์มผสมที่ใช้หัวฉีดแบบ 4 รู จะมี
 มากกว่าน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลที่ใช้หัวฉีดแบบ 4 รู สำหรับน้ำมันปาล์มผสมที่ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 3
 รู และ 2 รู จะมีค่าวันคำนวณที่น้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลที่ใช้หัวฉีดแบบ 4 รู

จากรูปที่ 5.19 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าวันคำนวณที่เป็นฟังก์ชันกับความเร็วรอบเปรียบเทียบน้ำมัน
 เชื้อเพลิงดีเซลกับน้ำมันปาล์มผสมและน้ำมันมะพร้าวผสม ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู ที่อัตราส่วน
 ผสมต่าง ๆ จากการทดสอบผลของการใช้น้ำมันพืชผสมจะให้ค่าวันคำนวณที่สูงกว่าน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล
 สาเหตุที่ทำให้น้ำมันพืชผสมมีค่าวันคำนวณที่สูงกว่าก็เนื่องมาจากน้ำมันพืชจะมีค่าความหนืดสูงกว่าและ
 มีน้ำหนักของโมเลกุลที่มากกว่าน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล รวมถึงขนาดของหยดน้ำมันพืชจะมีขนาดที่
 ใหญ่กว่าทำให้การฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงจากหัวฉีดเข้าสู่ห้องเผาไหม้อาจจะไม่ใช่ผลของดี และการ
 ระเหยตัวได้ช้า ทำให้การเผาไหม้ที่เกิดขึ้นอาจจะยังไม่หมดจดสมบูรณ์เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันเชื้อ
 เพลิงดีเซล[12] แต่ถ้าพิจารณาค่าวันคำนวณระหว่างน้ำมันปาล์มผสมกับน้ำมันมะพร้าวผสม ค่าวันคำนวณ
 จะมีความใกล้เคียงกันที่ความเร็วรอบต่ำ ๆ แต่ที่ความเร็วรอบสูง ๆ น้ำมันมะพร้าวผสมจะให้ค่าวัน
 คำนวณที่มาก สาเหตุอาจจะเกิดจากที่ความเร็วรอบสูง ๆ ออกซิเจนที่เกิดขึ้นกับน้ำมันปาล์มผสมอาจจะมี
 มากกว่าน้ำมันมะพร้าวผสม รวมถึงค่าความหนืดจะต่ำด้วย ทำให้น้ำมันปาล์มมีการสเปรย์และมีการ
 เผาไหม้ได้ดีกว่าน้ำมันมะพร้าวจึงทำให้ค่าวันคำนวณที่ออกมาจึงมีค่าต่ำกว่า

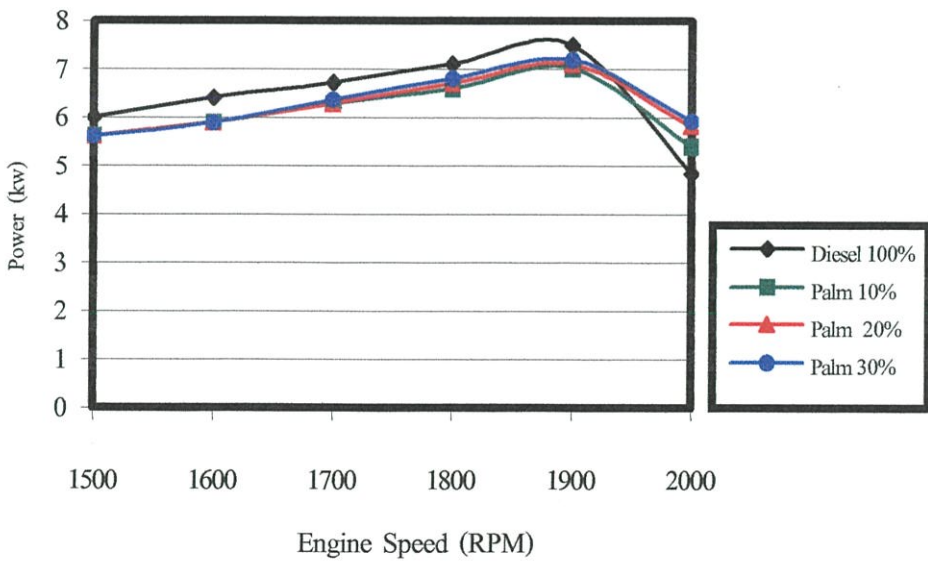
จากรูปที่ 5.20 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าวันคำนวณที่เป็นฟังก์ชันกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำ
 มันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันปาล์มผสมและน้ำมันมะพร้าวผสมทดสอบกับ
 หัวฉีดแบบ 3 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ จากการทดสอบผลของการใช้น้ำมันพืชผสมทดสอบกับหัวฉีด
 แบบ 3 รู จะให้ค่าวันคำนวณที่ต่ำกว่าน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลที่ใช้หัวฉีดแบบ 4 รู สาเหตุที่ทำให้น้ำมันพืช
 ผสมมีค่าวันคำนวณที่ต่ำกว่าก็เนื่องจากหัวฉีดแบบ 3 รู จะมีมุมของการสเปรย์ที่กว้างกว่ารวมถึงมีความ
 เป็นผลของดีได้ดีกว่า และมีการระเหยตัวได้ดีทำให้การเผาไหม้เป็นไปอย่างหมดจด[12] ค่าวัน
 คำนวณจึงออกมาน้อยกว่า แต่ถ้าพิจารณาค่าวันคำนวณระหว่างน้ำมันปาล์มผสมกับน้ำมันมะพร้าวผสม ค่า
 วันคำนวณจะมีความใกล้เคียงกันที่ความเร็วรอบต่ำ ๆ แต่ที่ความเร็วรอบสูง ๆ น้ำมันปาล์มผสมจะให้ค่า
 วันคำนวณที่มาก สาเหตุอาจจะเกิดจากที่ความเร็วรอบสูง ๆ ออกซิเจนที่เกิดขึ้นกับน้ำมันปาล์มผสมอาจ
 จะมีน้อยกว่าน้ำมันมะพร้าวผสม และมีช่วงเวลาการเผาไหม้ที่นานกว่า ค่าวันคำนวณที่ออกมาจึงมีค่าที่
 สูงกว่าเมื่อเทียบกับน้ำมันมะพร้าวผสม

จากรูปที่ 5.21 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าวันค่าที่เป็นฟังก์ชันกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบ น้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันปาล์มผสมและน้ำมันมะพร้าวผสมทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ จากการทดสอบผลของการใช้น้ำมันพืชผสมที่ใช้หัวฉีดแบบ 2 รู จะให้ค่าวันค่าที่ต่ำกว่าน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลที่ใช้หัวฉีดแบบ 4 รู สาเหตุที่ทำให้ น้ำมันปาล์มผสมมีค่าวันค่าที่ต่ำกว่าก็เนื่องจากหัวฉีดแบบ 2 รู จะมีมุมของการสเปรย์ที่กว้างกว่ารวมถึงมี ความเป็นฝอยละอองได้ดีกว่า และมีการระเหยตัวได้ดีทำให้การเผาไหม้เป็นไปอย่างหมดจด[12] ค่าวันค่าจึงออกมาน้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับหัวฉีดแบบ 4 รู แต่ถ้าพิจารณาค่าวันค่าระหว่างน้ำมันปาล์มผสมกับน้ำมันมะพร้าวผสม ค่าวันค่าจะมีความใกล้เคียงกันที่ความเร็วรอบต่ำ ๆ แต่ที่ความเร็วรอบสูง ๆ น้ำมันปาล์มผสมจะให้ค่าวันค่าที่มาก สาเหตุอาจจะเกิดจากที่ความเร็วรอบสูง ๆ ออกซิเจนที่เกิดขึ้นกับน้ำมันปาล์มผสมอาจจะมีน้อยกว่าน้ำมันมะพร้าวผสม และมีช่วงเวลาการเผาไหม้ที่นานกว่า ค่าวันค่าที่ออกมาจึงมีค่าที่สูงกว่าเมื่อเทียบกับน้ำมันมะพร้าวผสม

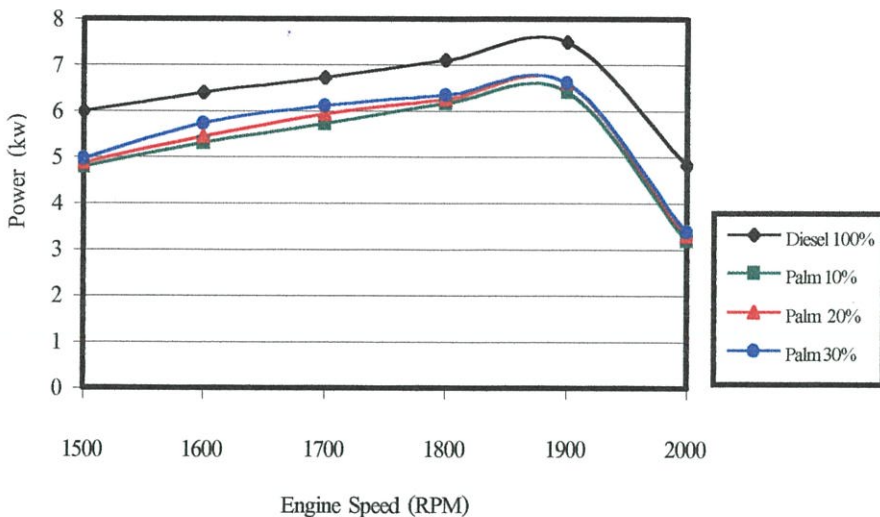
5.2.2 ผลการทดลองที่มีผลต่อกำลัง (Power) ที่เกิดขึ้น



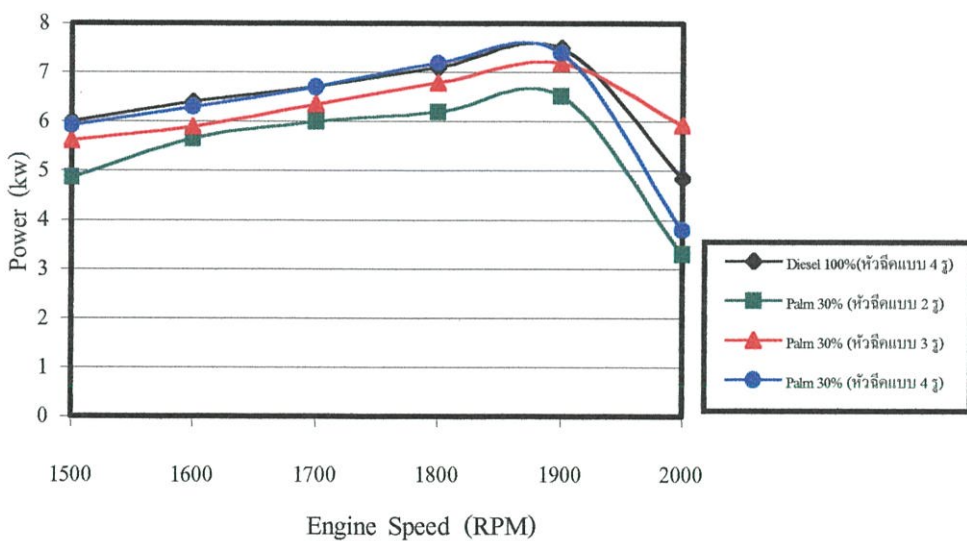
รูปที่ 5.22 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังที่เป็นฟังก์ชันกับความเร็วรอบเปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล และน้ำมันปาล์มผสมทดสอบกับหัวฉีดชนิดแบบ 4 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ



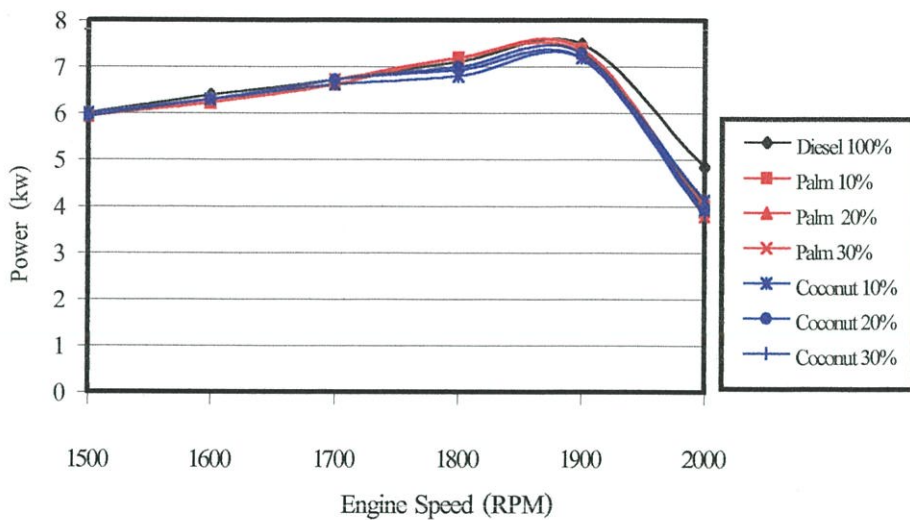
รูปที่ 5.23 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังที่เป็นฟังก์ชันกับความเร็วรอบเปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันปาล์มผสมทดสอบกับหัวฉีดแบบ 3 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ



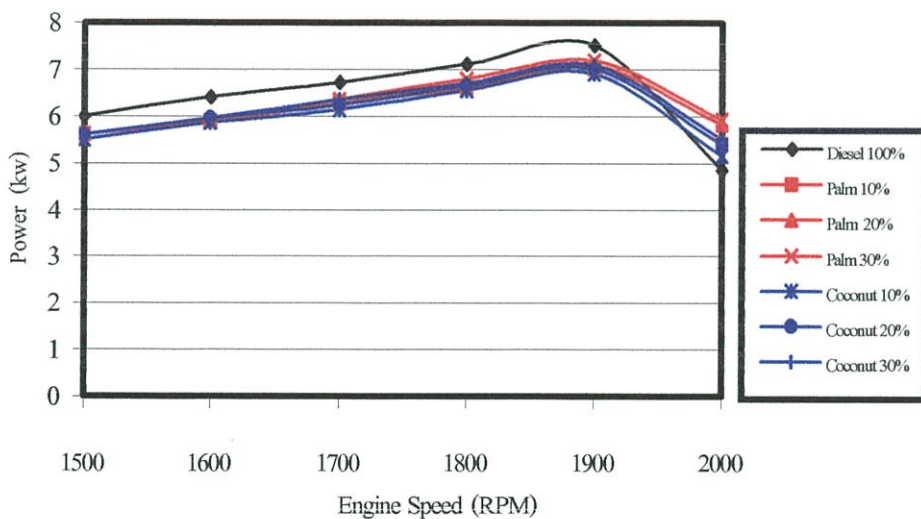
รูปที่ 5.24 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังที่เป็นฟังก์ชันกับความเร็วรอบเปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันปาล์มผสม ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ



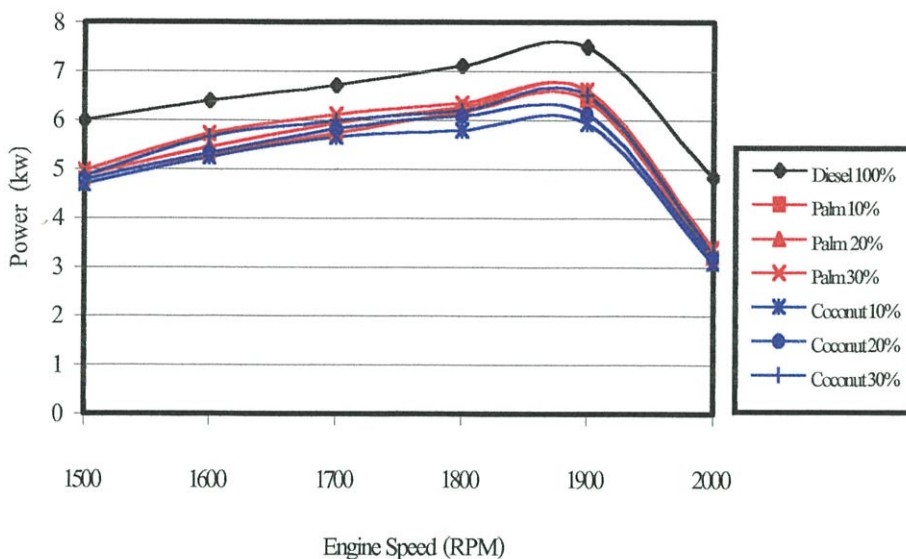
รูปที่ 5.25 ความสัมพันธ์ระหว่างค่ากำลังที่เป็นฟังก์ชันกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันปาล์มผสมที่อัตราส่วน 30 % ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู, 3 รู และ 4 รู



รูปที่ 5.26 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังที่เป็นฟังก์ชันกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลกับน้ำมันปาล์มผสมและน้ำมันมะพร้าวผสมทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ



รูปที่ 5.27 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังที่เป็นฟังก์ชันกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันปาล์มผสมและน้ำมันมะพร้าวผสมทดสอบกับหัวฉีดแบบ 3 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ



รูปที่ 5.28 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังที่เป็นฟังก์ชันกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันปาล์มผสมและน้ำมันมะพร้าวผสมทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ

จากรูปที่ 5.22 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังที่เป็นฟังก์ชันกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลกับน้ำมันปาล์มผสม ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู ผลการทดสอบน้ำมันปาล์มผสมจะให้ค่ากำลังที่มีความใกล้เคียงกับน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล ซึ่งมีผลเนื่องมาจากน้ำมันพืชผสมที่ฉีดออกมาปริมาณที่เพียงพอต่อการเผาไหม้ทำให้มีผลต่อกำลังที่มีความใกล้เคียงกัน ซึ่งสามารถพิจารณาได้จากรูป ที่ 5.4 แสดงลักษณะการสเปรย์ของน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลกับน้ำมันปาล์มผสมที่อัตราส่วนต่าง ๆ ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู ผลที่ได้คือมุมความกว้างของสเปรย์จะไม่มี ความแตกต่างกัน

จากรูปที่ 5.23 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังที่เป็นฟังก์ชันกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันปาล์มผสม ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 3 รู ผลการทดสอบน้ำมันปาล์มผสมจะให้ค่ากำลังที่น้อยกว่าเพียงเล็กน้อยที่ความเร็วรอบต่ำ และจะให้ค่ากำลังที่มากกว่าที่ความเร็วรอบสูง เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล ซึ่งมีผลเนื่องมาจากน้ำมันพืชผสมที่ใช้กับหัวฉีดแบบ 3 รู จะมีมุมความกว้างของสเปรย์ที่มากกว่าหัวฉีดแบบ 4 รู (พิจารณาได้จากรูปที่ 5.10) ทำให้มีปริมาณน้ำมันพืชผสมที่ฉีดออกมาจากหัวฉีดมีปริมาณที่เพียงพอต่อการเผาไหม้ แต่หัวฉีดแบบ 3 รู จะมีช่วงเวลาการเผาไหม้ที่นานกว่าจึงทำให้มีผลต่อกำลังเกิดขึ้นน้อยกว่า สำหรับที่ความเร็วรอบสูง ๆ น้ำมันพืชผสมจะให้กำลังที่สูงกว่าเนื่องจากน้ำมันพืชจะมียางออกซิเจนอยู่ในตัวของมันเองและออกซิเจนจะมีมากที่ความเร็วรอบสูง ๆ จึงทำให้น้ำมันพืชผสมมีการเผาไหม้ได้ดีที่ความเร็วรอบสูง

จากรูปที่ 5.24 ความสัมพันธ์ระหว่างค่ากำลังที่เป็นฟังก์ชันกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันปาล์มผสม ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู ผลการทดสอบน้ำมันปาล์มผสมจะให้ค่ากำลังที่น้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล ซึ่งมีผลเนื่องมาจากน้ำมันพืชผสมที่ใช้กับหัวฉีดแบบ 2 รู จะมีมุมความกว้างของสเปรย์ที่มากกว่าหัวฉีดแบบ 4 รู (พิจารณาได้จากรูปที่ 5.10) ทำให้มีปริมาณน้ำมันพืชผสมที่ฉีดออกมาจากหัวฉีดมีปริมาณที่เพียงพอต่อการเผาไหม้ แต่หัวฉีดแบบ 2 รู จะมีช่วงเวลาการเผาไหม้ที่นานกว่า จึงทำให้มีการเผาไหม้ไม่หมดจด กำลังที่ได้จึงมีค่าที่น้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลที่ใช้หัวฉีดแบบ 4 รู

จากรูปที่ 5.25 ความสัมพันธ์ระหว่างค่ากำลังที่เป็นฟังก์ชันกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันปาล์มผสมที่อัตราส่วน 30% ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู, 3 รู และ 4 รู จากการทดสอบผลของน้ำมันปาล์มผสมที่ใช้หัวฉีดแบบ 4 รู จะมีกำลังที่มีความใกล้เคียงกันกับน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลที่ใช้หัวฉีดแบบ 4 รู สำหรับน้ำมันปาล์มผสมที่ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 3 รู จะมีกำลังที่เกิดขึ้นต่ำกว่าที่ความเร็วรอบต่ำ ๆ และจะสูงมากขึ้นที่ความเร็วรอบสูง ๆ และหัวฉีดแบบ 2 รู จะมีกำลังที่ต่ำกว่า

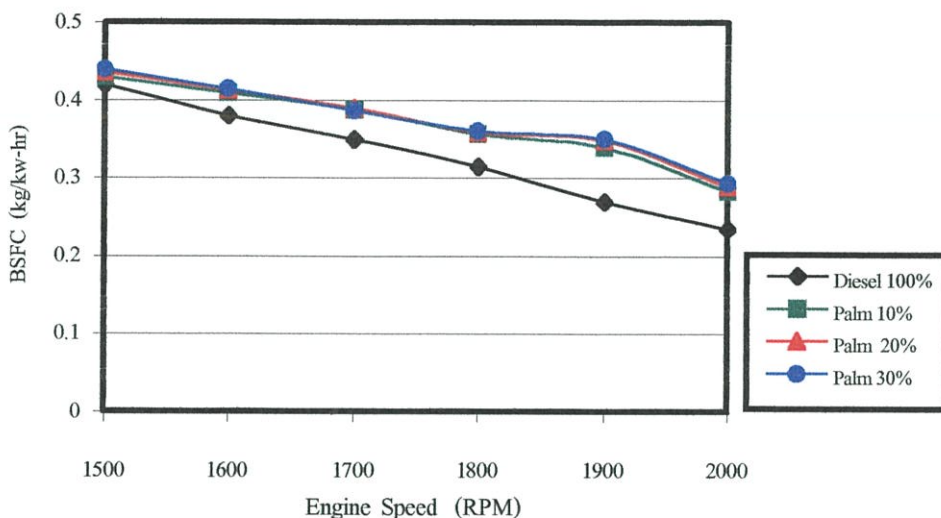
จากรูปที่ 5.26 ความสัมพันธ์ระหว่างค่ากำลังที่เป็นฟังก์ชันกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลกับน้ำมันปาล์มผสมและน้ำมันมะพร้าวผสมทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ ผลการทดสอบน้ำมันพืชผสมจะให้ค่ากำลังที่มีความใกล้เคียงกับน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล ซึ่งมีผลเนื่องมาจากน้ำมันพืชผสมที่ฉีดออกมามีปริมาณที่เพียงพอต่อการเผาไหม้ทำให้มีผลต่อกำลังที่มีความใกล้เคียงกัน แต่ถ้าพิจารณาค่ากำลังระหว่างน้ำมันปาล์มผสมกับน้ำมันมะพร้าวผสม ค่ากำลังจะมีความใกล้เคียงกัน

จากรูปที่ 5.27 ความสัมพันธ์ระหว่างค่ากำลังที่เป็นฟังก์ชันกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับ หัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันปาล์มผสมและน้ำมันมะพร้าวผสมทดสอบกับหัวฉีดแบบ 3 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ ผลการทดสอบน้ำมันพืชผสมจะให้ค่ากำลังที่น้อยกว่าเพียงเล็กน้อยที่ความเร็วรอบต่ำและจะให้ค่ากำลังที่มากกว่าที่ความเร็วรอบสูง เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล ซึ่งมีผลเนื่องมาจากน้ำมันพืชผสมที่ใช้กับหัวฉีดแบบ 3 รู จะมีมุมความกว้างของสเปรย์ที่มากกว่าหัวฉีดแบบ 4 รู ทำให้มีปริมาณน้ำมันพืชผสมที่ฉีดออกมาจากหัวฉีดมีปริมาณที่เพียงพอต่อการเผาไหม้ แต่หัวฉีดแบบ 3 รู จะมีช่วงเวลาการเผาไหม้ที่นานกว่าจึงทำให้การเผาไหม้อาจจะไม่ดีพอ จึงทำให้มีผลต่อกำลังเกิดขึ้นน้อยกว่า สำหรับที่ความเร็วรอบสูง ๆ น้ำมันพืชผสมจะให้กำลังที่สูงกว่าเนื่องจากน้ำมันพืชจะมีออกซิเจนอยู่ในตัวของมันเองและออกซิเจนจะมีมากที่ความเร็วรอบสูง ๆ จึงทำให้ น้ำมันพืชผสมมีการเผาไหม้ได้ดีที่ความเร็วรอบสูง แต่ถ้าพิจารณาค่ากำลังระหว่างน้ำมันปาล์มผสมกับน้ำมันมะพร้าวผสม กำลังที่ได้จะมีความใกล้เคียงกัน

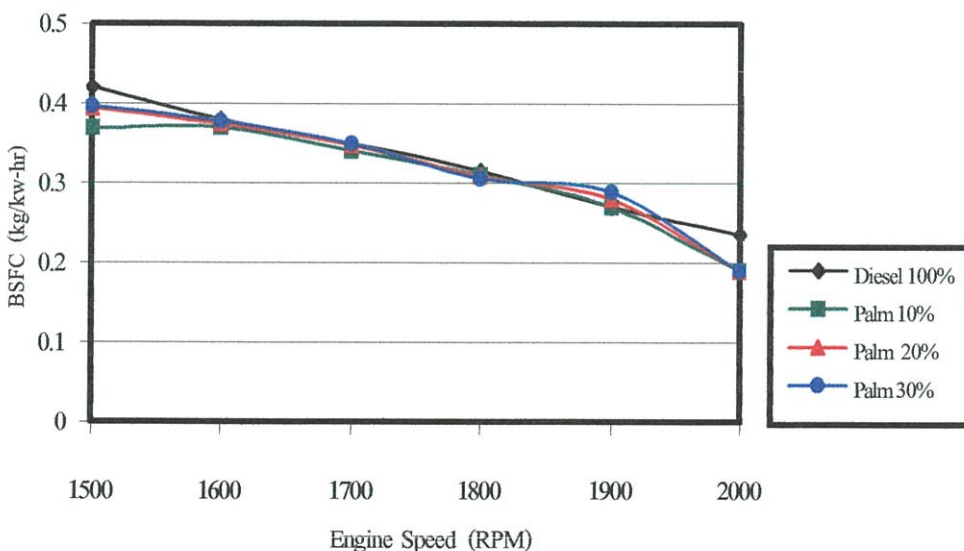
ซึ่งอาจจะเกิดจากน้ำมันปาล์มผสมจะมีความหนืดน้อยกว่าน้ำมันมะพร้าวผสม จึงทำให้มีการสเปรย์ของน้ำมันปาล์มเป็นฝอยละเอียดได้ดีกว่าและมีการเผาไหม้ได้ดีกว่ากำลังที่ได้จึงมากกว่าที่รอบสูง ๆ

จากรูปที่ 5.28 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังที่เป็นฟังก์ชันกับกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันปาล์มผสมและน้ำมันมะพร้าวผสมทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ ผลการทดสอบน้ำมันพืชผสมจะให้ค่ากำลังที่น้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล ซึ่งมีผลเนื่องมาจากน้ำมันพืชผสมที่ใช้กับหัวฉีดแบบ 2 รู จะมีความกว้างของสเปรย์ที่มากกว่าหัวฉีดแบบ 4 รู (พิจารณาได้จากรูปที่ 5.10) ทำให้มีปริมาณน้ำมันพืชผสมที่ฉีดออกมาจากหัวฉีดมีปริมาณที่เพียงพอต่อการเผาไหม้ แต่หัวฉีดแบบ 2 รู จะมีช่วงเวลาการเผาไหม้ที่นานกว่า จึงทำให้มีการเผาไหม้ไม่หมดจด กำลังที่ได้จึงมีค่าที่น้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลที่ใช้หัวฉีดแบบ 4 รู แต่ถ้าพิจารณาค่ากำลังระหว่างน้ำมันปาล์มผสมกับน้ำมันมะพร้าวผสม น้ำมันผสมจะให้กำลังที่มากกว่าที่ความเร็วรอบสูง

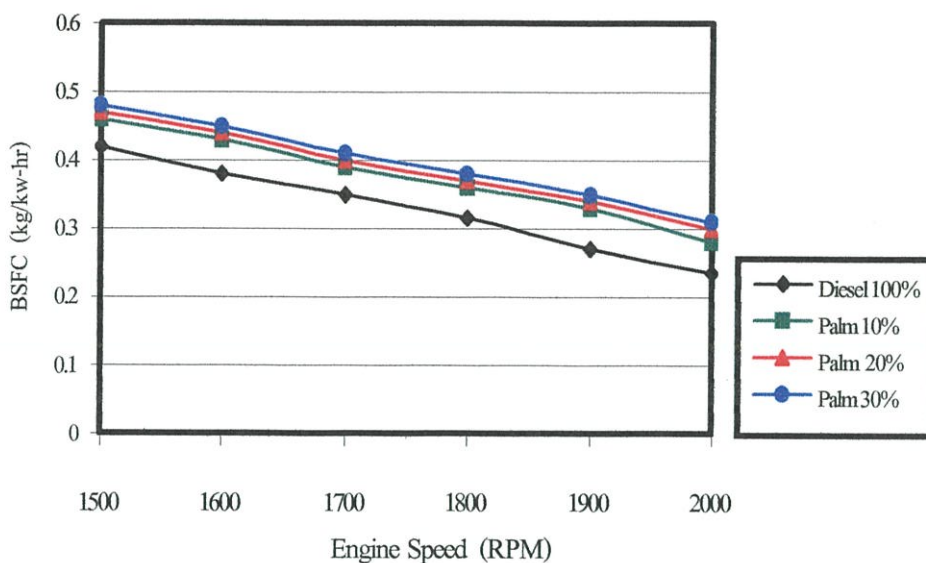
5.2.3 ผลการทดลองที่มีผลต่ออัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง (Brake specific fuel consumption) ที่เกิดขึ้น



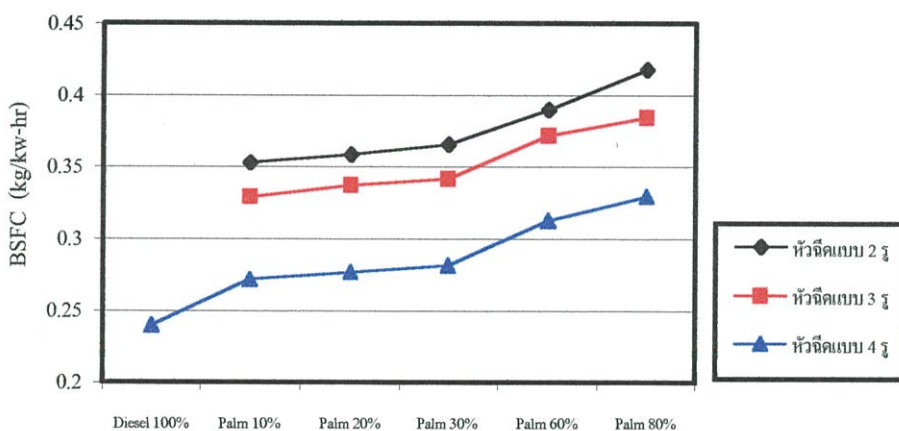
รูปที่ 5.29 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงที่เป็นฟังก์ชันกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลและน้ำมันปาล์มผสม ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ



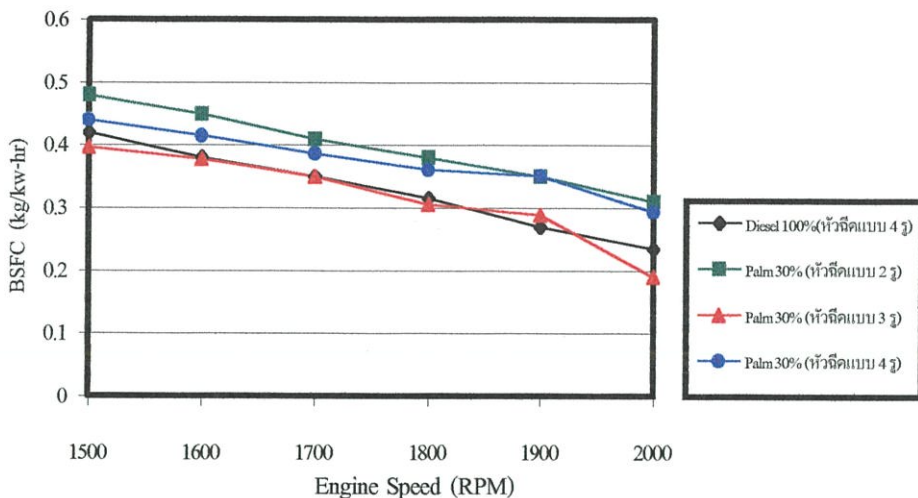
รูปที่ 5.30 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงที่เป็นฟังก์ชันกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันปาล์มผสม ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 3 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ



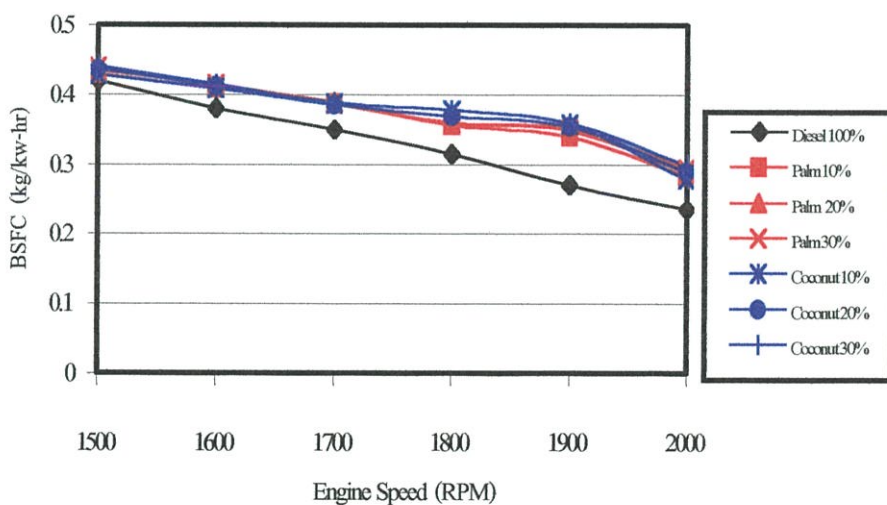
รูปที่ 5.31 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงกับความเร็วยรอบเปรียบเทียบ น้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันปาล์มผสม ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ



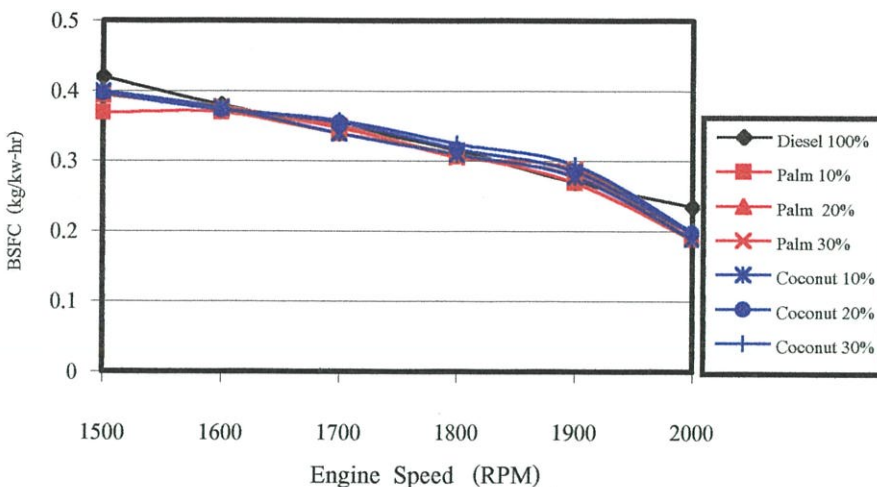
รูปที่ 5.32 แสดงค่าอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงของน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลและน้ำมันปาล์มผสม ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู, 3 รู และ 4 รู ที่ความเร็วยรอบ 1900 รอบ/นาที ที่กำลัง 6.6 KW



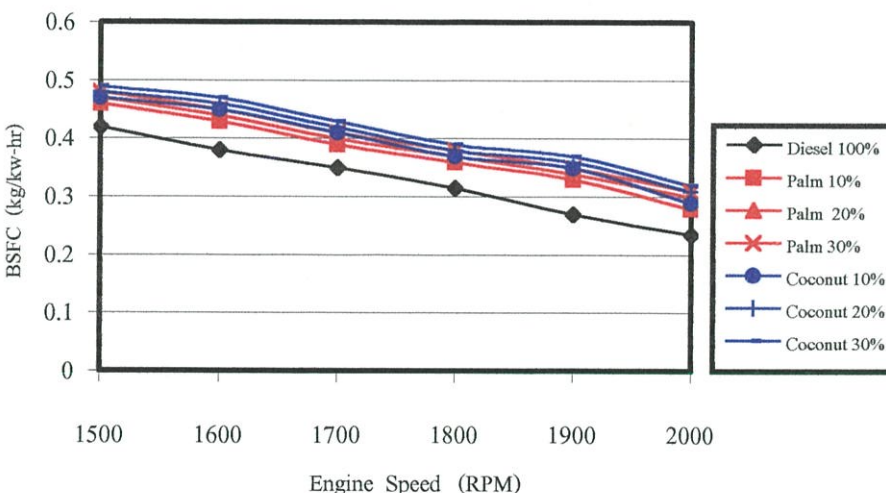
รูปที่ 5.33 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงที่เป็นฟังก์ชันกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 ฐ กับน้ำมันปาล์มผสมที่อัตราส่วน 30 % ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 ฐ, 3 ฐ และ 4 ฐ



รูปที่ 5.34 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลกับน้ำมันปาล์มผสมและน้ำมันมะพร้าวผสมทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 ฐ ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ



รูปที่ 5.35 ความสัมพันธ์ระหว่าง อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบ น้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันปาล์มผสมและน้ำมันมะพร้าวผสมทดสอบกับหัวฉีดแบบ 3 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ



รูปที่ 5.36 ความสัมพันธ์ระหว่าง อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง กับความเร็วรอบ เปรียบเทียบ น้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลที่ใช้หัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันปาล์มผสมและน้ำมันมะพร้าวผสมทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ

จากรูปที่ 5.29 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงที่เป็นฟังก์ชันกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลกับน้ำมันปาล์มผสมที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู จากการทดสอบน้ำมันปาล์มผสมจะให้อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงที่มากกว่าน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล พิจารณาได้จากการทดสอบกับเครื่องทดสอบความดันใช้ทดสอบกับหัวฉีดชนิดเดียวกันแล้วตรวจสอบปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ด้วยดวง ผลจากการทดสอบพบว่าถ้ามีการเพิ่มน้ำมันพืชมากขึ้นปริมาณน้ำมันที่ฉีดออกมาจะมีปริมาณที่เพิ่มมากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล เมื่อนำมาทดสอบกับเครื่องยนต์จึงเป็นสาเหตุที่ทำให้ปริมาณน้ำมันพืชผสมที่ฉีดออกมาจากหัวฉีดมีมากกว่าน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล เพื่อให้ปริมาณที่ฉีดออกมามีปริมาณที่เพียงพอต่อการเผาไหม้และกำลังที่เกิดขึ้น

จากรูปที่ 5.30 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงที่เป็นฟังก์ชันกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันปาล์มผสมที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 3 รู จากการทดสอบน้ำมันปาล์มผสมจะให้อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงที่มีความใกล้เคียงกับน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล ซึ่งมีผลเนื่องมาจากน้ำมันพืชผสมที่ใช้กับหัวฉีดแบบ 3 รู จะมีมุมความกว้างของสเปรย์ที่มากกว่าหัวฉีดแบบ 4 รู (พิจารณาได้จากรูปที่ 5.10) และมีการเป็นฝอยละเอียดได้ดีกว่า ปริมาณน้ำมันพืชผสมที่ฉีดออกมาจากหัวฉีดจึงมีปริมาณที่เพียงพอต่อการเผาไหม้และกำลังที่เกิดขึ้น

จากรูปที่ 5.31 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงที่เป็นฟังก์ชันกับความเร็วรอบต่าง เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันปาล์มผสมที่อัตราส่วนต่าง ๆ ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู จากการทดสอบน้ำมันปาล์มผสมจะให้ค่าอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงที่มีมากกว่าน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล ซึ่งมีผลเนื่องมาจากน้ำมันพืชผสมที่ใช้กับหัวฉีดแบบ 2 รู จะมีมุมความกว้างของสเปรย์ที่มากกว่าหัวฉีดแบบ 4 รู (พิจารณาได้จากรูปที่ 5.10) ทำให้มีปริมาณน้ำมันพืชผสมที่ฉีดออกมาจากหัวฉีดต้องมีปริมาณที่มากพอต่อการเผาไหม้และกำลังที่เกิดขึ้น

จากรูปที่ 5.32 แสดงค่าอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงของน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลและน้ำมันปาล์มผสมโดยทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู 3 รู และ 4 รู ที่ความเร็วรอบ 1900 รอบ/นาที ที่กำลัง 6.6 KW จากการทดสอบพบว่าแสดงค่าอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงของน้ำมันปาล์มผสมจะมีมากกว่าน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล และเมื่อนำมาใช้กับหัวฉีดในแต่ละแบบพบว่าที่หัวฉีดแบบ 2 รู จะให้ค่าอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงที่มากกว่าหัวฉีดแบบ 3 รู และ 4 รู อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงจะเพิ่มมากขึ้นถ้าส่วนผสมของน้ำมันพืชมากขึ้น สาเหตุที่ทำให้อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงของน้ำมันปาล์มผสมมีมาก ก็เนื่องมาจากน้ำมันปาล์มจะมีค่าความหนืดสูงกว่าน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ฉีดออกมาจะมีขนาดที่ใหญ่และมีต้องมีปริมาณที่มากพอต่อการเผาไหม้

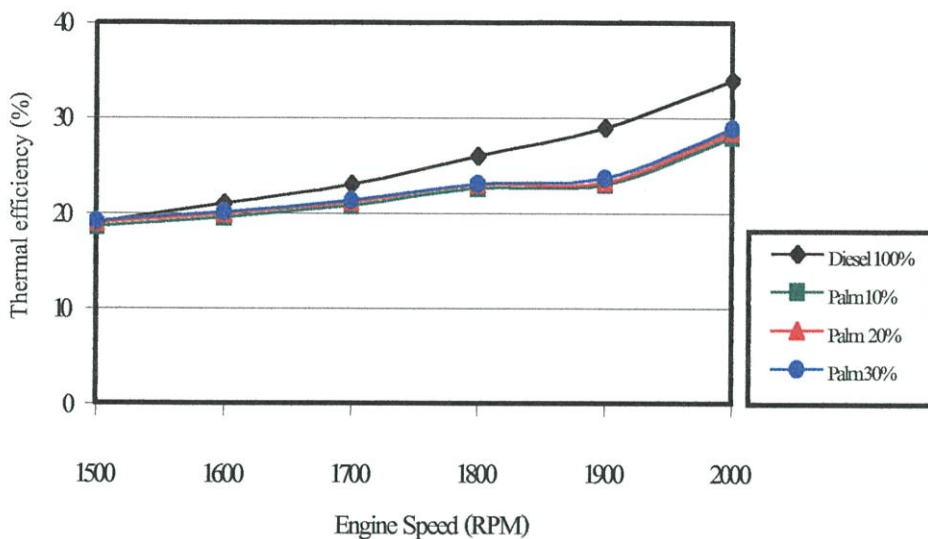
และเมื่อนำมาทดสอบกับหัวฉีดที่มีจำนวนรูน้อยกว่า และพบว่าค่าอัตราการสิ้นเปลืองจะมีค่าที่มากกว่าหัวฉีดแบบ 3 รู และ 4 รู ก็เนื่องจาก น้ำมันเชื้อเพลิงที่ฉีดออกมาต้องมีปริมาณที่เพียงพอต่อกำลังที่เกิดขึ้น จากรูปที่ 5.33 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงที่เป็นฟังก์ชันกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันปาล์มผสมที่อัตราส่วน 30% ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู, 3 รู และ 4 รู จากการทดสอบผลของน้ำมันปาล์มผสมที่ใช้หัวฉีดแบบ 4 รู จะมีกำลังที่มีความใกล้เคียงกันกับน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลที่ใช้หัวฉีดแบบ 4 รู สำหรับน้ำมันปาล์มผสมที่ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 3 รู จะมีกำลังที่เกิดขึ้นต่ำกว่าที่ความเร็วรอบต่ำ ๆ และจะสูงมากขึ้นที่ความเร็วรอบสูง ๆ และหัวฉีดแบบ 2 รู จะมีกำลังที่ต่ำกว่า

จากรูปที่ 5.34 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงกับความเร็วยรอบ เปรียบเทียบ น้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลกับน้ำมันปาล์มผสมและน้ำมันมะพร้าวผสมทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ จากการทดสอบน้ำมันพืชผสมจะให้อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงที่มากกว่าน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล ซึ่งอาจจะมีผลเนื่องจากกำลังที่ได้จากการใช้น้ำมันพืชผสมจะมีค่าที่ต่ำกว่าน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล จึงจำเป็นที่จะต้องเพิ่มปริมาณน้ำมันให้มากขึ้นเพื่อให้เพียงพอต่อกำลังที่เกิดขึ้น แต่ถ้าพิจารณาค่าอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงระหว่างน้ำมันปาล์มผสมกับน้ำมันมะพร้าวผสม จะมีความใกล้เคียงกัน

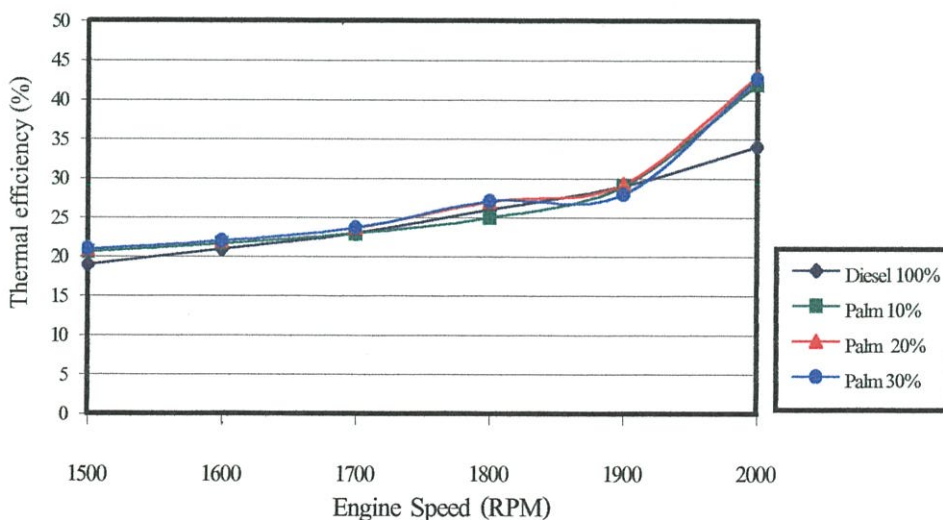
จากรูปที่ 5.35 ความสัมพันธ์ระหว่าง อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงกับความเร็วยรอบ เปรียบเทียบ น้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันปาล์มผสมและน้ำมันมะพร้าวผสมทดสอบกับหัวฉีดแบบ 3 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ จากการทดสอบน้ำมันพืชผสมจะให้อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงที่มีความใกล้เคียงกับน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล ซึ่งมีผลเนื่องมาจากน้ำมันพืชผสมที่ใช้กับหัวฉีดแบบ 3 รู จะมีมุมความกว้างของสเปรย์ที่มากกว่าหัวฉีดแบบ 4 รู และมีการเป็นฝอยละอองได้ดีกว่า ปริมาณน้ำมันพืชผสมที่ฉีดออกมาจากหัวฉีดจึงมีปริมาณที่เพียงพอต่อการเผาไหม้และกำลังที่เกิดขึ้น แต่ถ้าพิจารณาอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงระหว่างน้ำมันปาล์มผสมกับน้ำมันมะพร้าวผสม จะมีความใกล้เคียงกัน

รูปที่ 5.36 ความสัมพันธ์ระหว่าง อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง กับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลที่ใช้หัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันปาล์มผสมและน้ำมันมะพร้าวผสม ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ จากการทดสอบน้ำมันพืชผสมจะให้ค่าอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงที่มีมากกว่าน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล ซึ่งมีผลเนื่องมาจากน้ำมันพืชผสมที่ใช้กับหัวฉีดแบบ 2 รู จะมีมุมความกว้างของสเปรย์ที่มากกว่าหัวฉีดแบบ 4 รู ทำให้มีปริมาณน้ำมันพืชผสมที่ฉีดออกมาจากหัวฉีดต้องมีปริมาณที่มากพอต่อการเผาไหม้และกำลังที่เกิดขึ้น แต่ถ้าพิจารณา ระหว่างน้ำมันปาล์มผสมกับน้ำมันมะพร้าวผสม ผลของการใช้น้ำมันมะพร้าวผสมจะมีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงมากกว่าเนื่องจากขนาดของหยดน้ำมันที่ฉีดออกมาจะมีขนาดที่ใหญ่กว่าจึงทำให้ปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ฉีดออกมาจึงมีมากกว่า

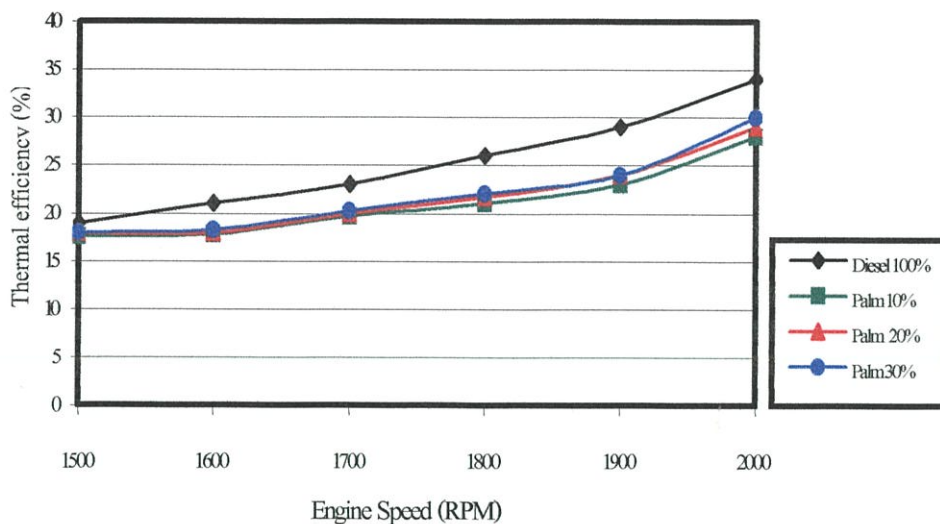
5.2.4 ผลการทดลองที่มีผลต่อประสิทธิภาพความร้อน (Thermal efficiency) ที่เกิดขึ้น



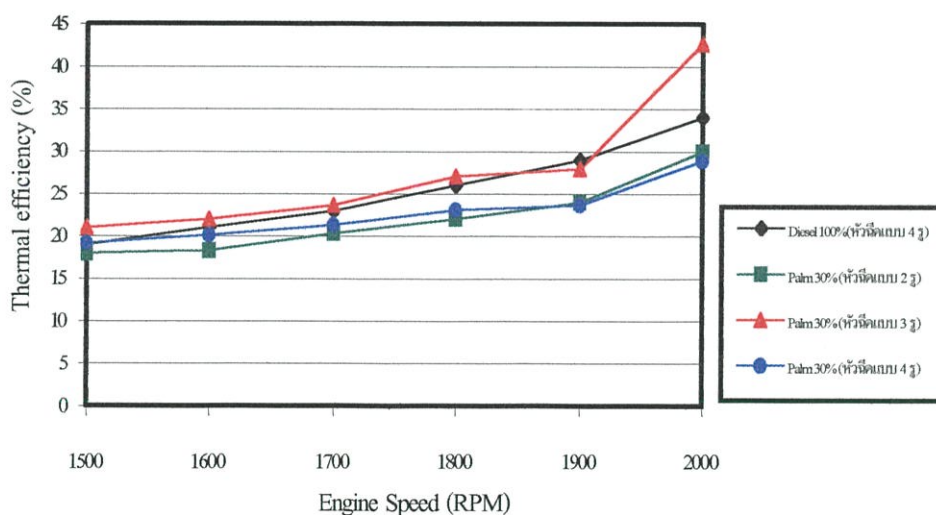
รูปที่ 5.37 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพความร้อนที่เป็นฟังก์ชันกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล และน้ำมันปาล์มผสม ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ



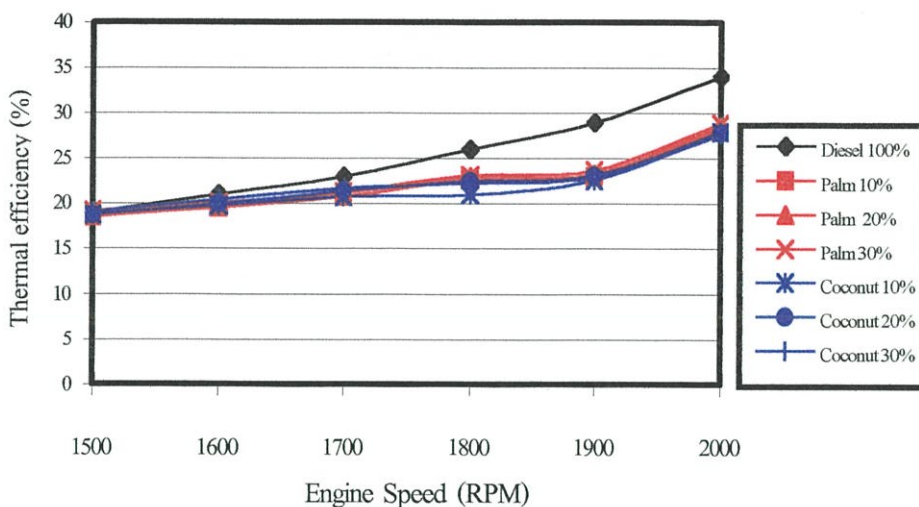
รูปที่ 5.38 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพความร้อนที่เป็นฟังก์ชันกับความเร็วรอบเปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันปาล์มผสม ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 3 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ



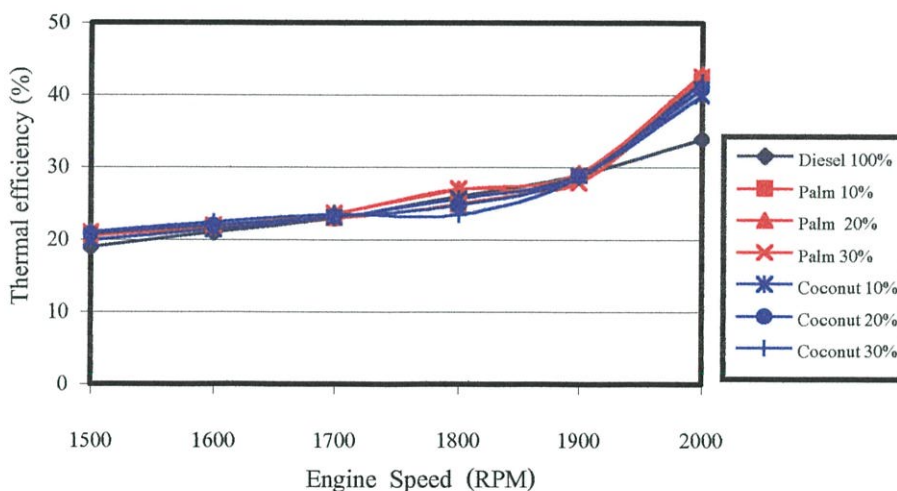
รูปที่ 5.39 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพความร้อนที่เป็นฟังก์ชันกับความเร็วรอบเปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล ทดสอบกับหัวฉีดชนิดแบบ 4 รู กับน้ำมันปาล์มผสม ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ



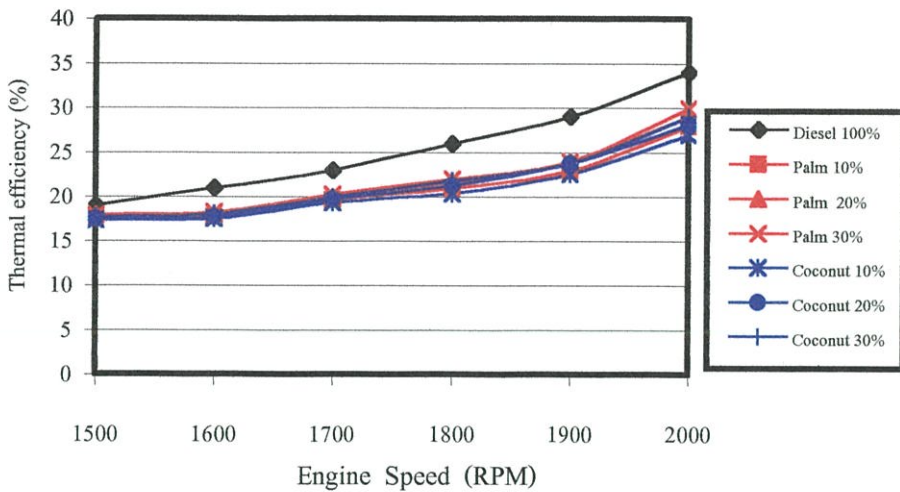
รูปที่ 5.40 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพความร้อนที่เป็นฟังก์ชันกับความเร็วรอบเปรียบเทียบ น้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันปาล์มผสมที่อัตราส่วน 30 % ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู, 3 รู และ 4 รู



รูปที่ 5.41 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพความร้อนกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลกับน้ำมันปาล์มผสมและน้ำมันมะพร้าวผสมทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู ที่อัตราส่วนผสมต่างๆ



รูปที่ 5.42 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพความร้อนกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันปาล์มผสมทดสอบกับหัวฉีดแบบ 3 รู ที่อัตราส่วนผสมต่างๆ



รูปที่ 5.43 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพความร้อนกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันปาล์มผสมทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ

จากรูปที่ 5.37 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพความร้อนที่เป็นฟังก์ชันกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันปาล์มผสมที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ จากการทดสอบน้ำมันปาล์มผสมจะให้ค่าประสิทธิภาพความร้อนที่มีความใกล้เคียงกันที่ความเร็วรอบต่ำ และที่ความเร็วรอบสูง ๆ ประสิทธิภาพความร้อนจะต่ำลงเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล

จากรูปที่ 5.38 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพความร้อนที่เป็นฟังก์ชันกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันปาล์มผสมที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 3 รู จากการทดสอบน้ำมันปาล์มผสมจะให้ค่าประสิทธิภาพความร้อนที่ใกล้เคียงกันที่ความเร็วรอบต่ำและจะเพิ่มมากขึ้นที่ความเร็วรอบสูง ๆ

จากรูปที่ 5.39 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพความร้อนที่เป็นฟังก์ชันกับความเร็วรอบต่าง เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันปาล์มผสมที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู จากการทดสอบน้ำมันปาล์มผสมจะให้ค่าประสิทธิภาพความร้อนที่ต่ำออกมา

จากรูปที่ 5.40 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพความร้อนที่เป็นฟังก์ชันกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันปาล์มผสมที่อัตราส่วน 30% ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู, 3 รู และ 4 รู จากการทดสอบผลของน้ำมันปาล์มผสมที่ใช้หัวฉีดแบบ 4 รู จะมีประสิทธิภาพความร้อนที่ต่ำกว่าน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลที่ใช้หัวฉีดแบบ 4 รู สำหรับน้ำมันปาล์ม

ผสมที่ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 3 รู ประสิทธิภาพความร้อนจะมีความใกล้เคียงกันและจะสูงมากขึ้นที่ความเร็วรอบสูง ๆ สำหรับหัวฉีดแบบ 2 รู จะมีประสิทธิภาพความร้อนที่ต่ำกว่า

จากรูปที่ 5.41 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพความร้อนกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลกับน้ำมันปาล์มผสมและน้ำมันมะพร้าวผสมทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ จากการทดสอบน้ำมันปาล์มผสมจะให้ค่าประสิทธิภาพความร้อนที่มีความใกล้เคียงกันที่ความเร็วรอบต่ำ และที่ความเร็วรอบสูง ๆ ประสิทธิภาพความร้อนจะค่าน้อยลงเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล แต่ถ้าพิจารณาระหว่างน้ำมันปาล์มผสมกับน้ำมันมะพร้าวผสมประสิทธิภาพความร้อนจะมีความใกล้เคียงกัน

จากรูปที่ 5.42 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพความร้อนกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันปาล์มผสมทดสอบกับหัวฉีดแบบ 3 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ จากการทดสอบน้ำมันปาล์มผสมจะให้ค่าประสิทธิภาพความร้อนที่ใกล้เคียงกันที่ความเร็วรอบต่ำและจะเพิ่มมากขึ้นที่ความเร็วรอบสูง ๆ แต่ถ้าพิจารณาระหว่างน้ำมันปาล์มผสมกับน้ำมันมะพร้าวผสมประสิทธิภาพความร้อนจะมีความใกล้เคียงกัน

จากรูปที่ 5.43 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพความร้อนกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันปาล์มผสมทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ จากการทดสอบน้ำมันปาล์มผสมจะให้ค่าประสิทธิภาพความร้อนที่ต่ำออกมา แต่ถ้าพิจารณาระหว่างน้ำมันปาล์มผสมกับน้ำมันมะพร้าวผสมประสิทธิภาพความร้อนจะมีความใกล้เคียงกัน

บทที่ 6

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากที่ได้มีการศึกษาหัวฉีดเพื่อนำมาใช้กับน้ำมันพืชผสมโดยการฉีดตรงเข้าห้องเผาไหม้ โดยศึกษาอิทธิพลของจำนวนรูที่มีผลต่อการสเปรย์ของน้ำมันเชื้อเพลิงและประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ รวมถึงค่าควันดำที่เกิดขึ้น จากการทดลองสามารถสรุปผลได้ดังนี้

6.1 สรุปผลการวิจัย

6.1.1 ผลที่ได้จากการถ่ายภาพสเปรย์ของหัวฉีด

จากการทดสอบโดยใช้หัวฉีดแบบ 2 รู, 3 รู และ 4 รู ทดสอบกับน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล 100% น้ำมันปาล์มผสมและน้ำมันมะพร้าวผสมที่อัตราส่วนต่าง ๆ ทำการสเปรย์แล้วทำการถ่ายภาพพบว่า น้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล และน้ำมันพืชผสม เมื่อนำมาทดสอบกับหัวฉีดชนิดเดียวกันจะมีความแตกต่างของมุมมองจากการสเปรย์ที่ฉีดออกมาจากหัวฉีดเพียงเล็กน้อยซึ่งมองด้วยสายตาแล้วจะมองไม่เห็นความแตกต่างกันเท่าไร แต่เมื่อนำมาทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู, 3 รู และ 4 รู แล้วนำมาเปรียบเทียบกันพบว่า หัวฉีดที่เป็นแบบ 2 รู นั้นจะมีมุมการสเปรย์ที่กว้างมากกว่าลงมาเป็นหัวฉีดแบบ 3 รู และ 4 รู ตามลำดับ และยังพบว่าหัวฉีดแบบ 2 รู และ 3 รู ทางด้านส่วนปลายของลำหัวฉีดที่ฉีดออกจะมีความเป็นฝอยละอองได้ดี

6.1.2 ผลที่ได้จากการทดสอบกับเครื่องยนต์

1. ค่าควันดำของการใช้น้ำมันพืชผสมกับเครื่องยนต์ที่ไม่มีการปรับแต่งที่ปั๊ม ที่ใช้หัวฉีดแบบ 4 รู มีมากกว่าน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล แต่เมื่อนำมาใช้กับหัวฉีดแบบ 3 รู และ 2 รู จะให้ค่าควันที่น้อยออกมา (กรณีที่ไม่มีการระมากระทำ)
2. ทดสอบที่กำลังเท่ากันค่าควันดำของหัวฉีดแบบ 2 รู จะมีมาก และค่าควันดำจะเพิ่มมากขึ้นที่ส่วนผสมของน้ำมันพืชมากขึ้นลงมาเป็นหัวฉีดแบบ 3 รู และ 4 รู ตามลำดับ
3. กำลังที่ได้ของการใช้น้ำมันพืชผสมที่ใช้หัวฉีดแบบ 4 รู จะมีค่าที่ใกล้เคียงกัน แต่เมื่อนำมาใช้กับหัวฉีดแบบ 3 รู จะมีกำลังที่ต่ำกว่าที่ความเร็วรอบต่ำ ๆ และจะสูงเพิ่มขึ้นที่ความเร็วรอบสูง ๆ สำหรับหัวฉีดแบบ 2 รู จะมีค่ากำลังที่ต่ำกว่า
4. อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงที่ได้ของการใช้น้ำมันพืชผสมที่ใช้หัวฉีดแบบ 4 รู จะมีค่าที่สูง แต่เมื่อนำมาใช้กับหัวฉีดแบบ 3 รู จะมีความใกล้เคียงกัน สำหรับหัวฉีดแบบ 2 รู จะมีค่าที่สูง

5. ทดสอบที่กำลังเท่ากัน อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงของหัวฉีดแบบ 2 รู จะมีมากกว่าและจะเพิ่มมากขึ้นที่ส่วนผสมของน้ำมันพืชมากขึ้น ลองลงมาจะเป็นหัวฉีดแบบ 3 รู และ 4 รู ตามลำดับ

6. ประสิทธิภาพความร้อนที่ได้ของการใช้น้ำมันพืชผสมที่ใช้หัวฉีดแบบ 4 รู จะมีค่าที่ต่ำ แต่เมื่อนำมาใช้กับหัวฉีดแบบ 3 รู จะมีความใกล้เคียงกันที่ความเร็วรอบต่ำและจะมีค่าสูงในช่วงความเร็วรอบสูง ๆ สำหรับหัวฉีดแบบ 2 รู จะมีค่าต่ำ

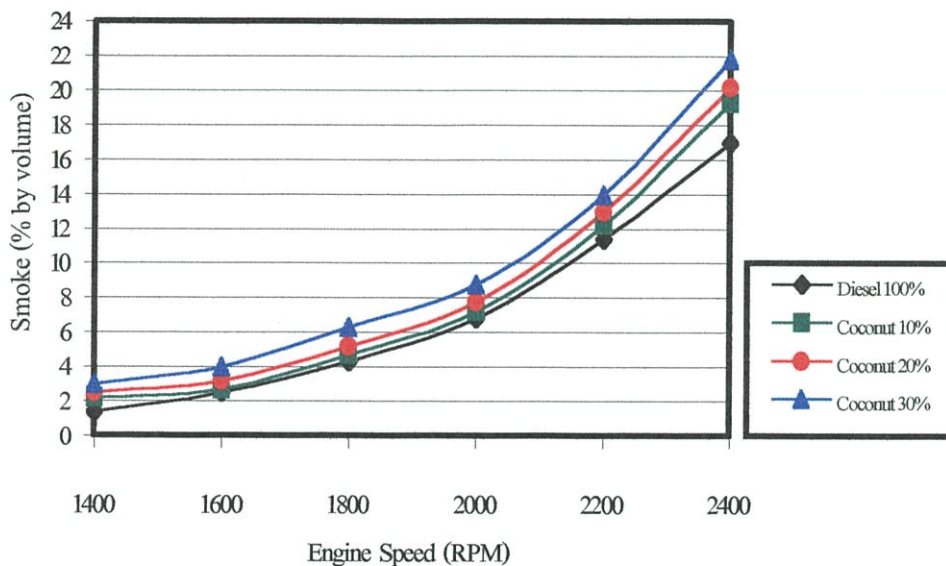
6.2 ข้อเสนอแนะ

จากการทดลองนี้พึงเป็นจุดเริ่มต้นของการศึกษาหัวฉีดเพื่อนำมาใช้กับน้ำมันพืชผสม โดยฉีดตรงเข้าห้องเผาไหม้ และได้ทำการศึกษาในช่วงสั้น ๆ เพื่อความเป็นไปได้ว่าเมื่อนำน้ำมันพืชผสมมาใช้กับหัวฉีดที่มีการเปลี่ยนแปลงจำนวนรู แล้วจะมีผลอย่างไรบ้าง ซึ่งสามารถพิจารณาได้จากภาพถ่ายลักษณะการสเปรย์ของหัวฉีด และการทดสอบกับเครื่องยนต์ ซึ่งจากผลการทดสอบทำให้เราทราบว่าน้ำมันพืชผสมสามารถนำมาใช้กับหัวฉีดที่มีจำนวนรูน้อย ๆ ได้ แต่อาจจะต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น ผู้วิจัยจึงมีข้อเสนอแนะเพื่อเป็นทางในการศึกษาวิจัยและพัฒนาต่อไป

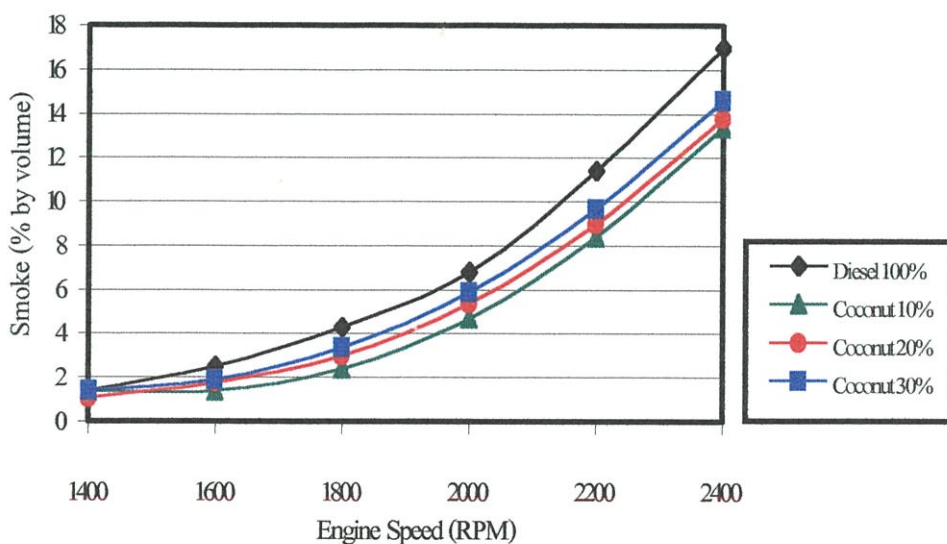
1. ทำการทดสอบที่ชั่วโมงการทำงานสูง ๆ
2. สร้างหัวฉีดขึ้นมาใหม่โดยศึกษาเกี่ยวกับขนาดรูและตำแหน่งของรูที่มีผลต่อการสเปรย์
3. ศึกษาถึงความดันของหัวฉีดที่มีผลต่อการสเปรย์
4. ศึกษาถึงการเปลี่ยนมุมมองศาการฉีดน้ำมันเพื่อหามุมองศาการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงที่เหมาะสม
5. ศึกษาถึงการสึกหรอของชิ้นส่วนเครื่องยนต์

ภาคผนวก ก

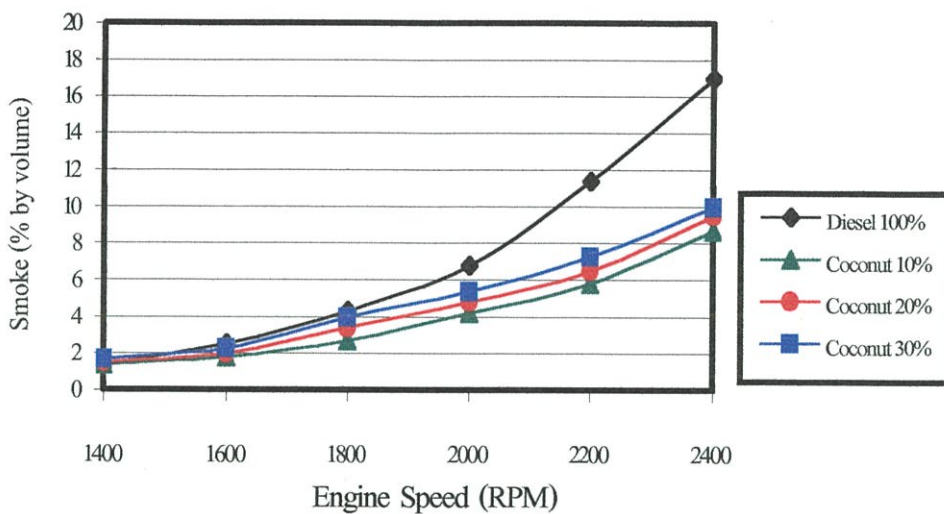
ผลการทดสอบกับเครื่องยนต์ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลกับน้ำมันมะพร้าวผสม



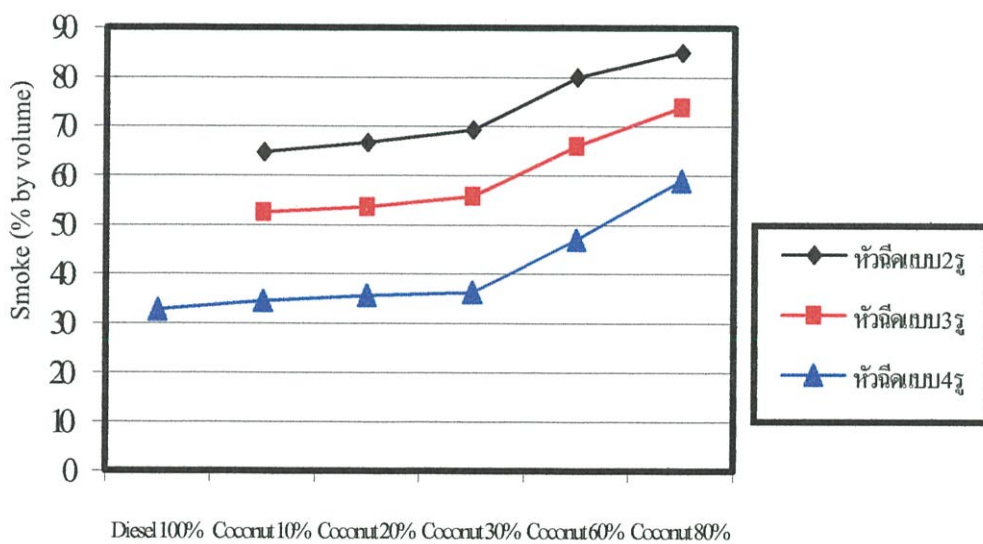
รูปที่ ก-1 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าควันดำที่เป็นฟังก์ชันกับความเร็วรอบเปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลกับน้ำมันมะพร้าวผสม ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ



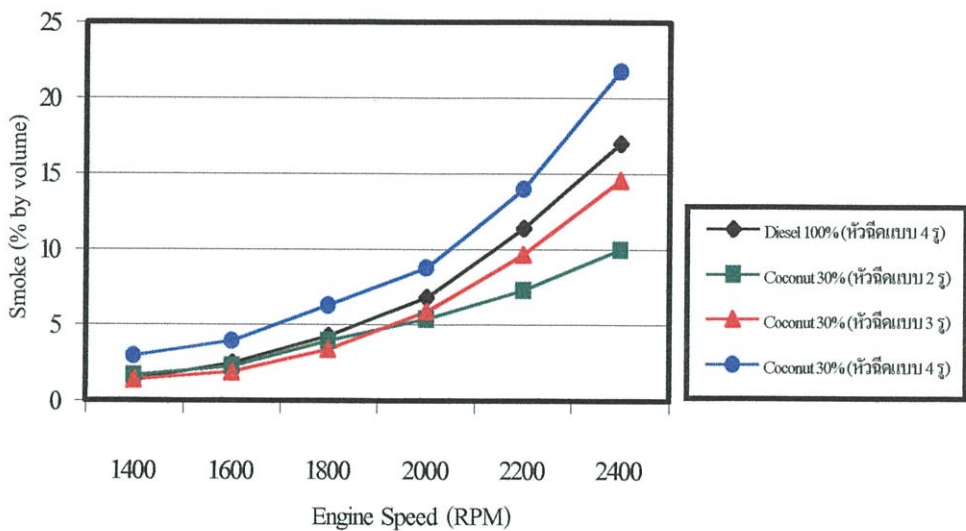
รูปที่ ก-2 ความสัมพันธ์ระหว่างควันดำที่เป็นฟังก์ชันกับความเร็วรอบเปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลที่ใช้หัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันมะพร้าวผสมทดสอบกับหัวฉีดแบบ 3 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ



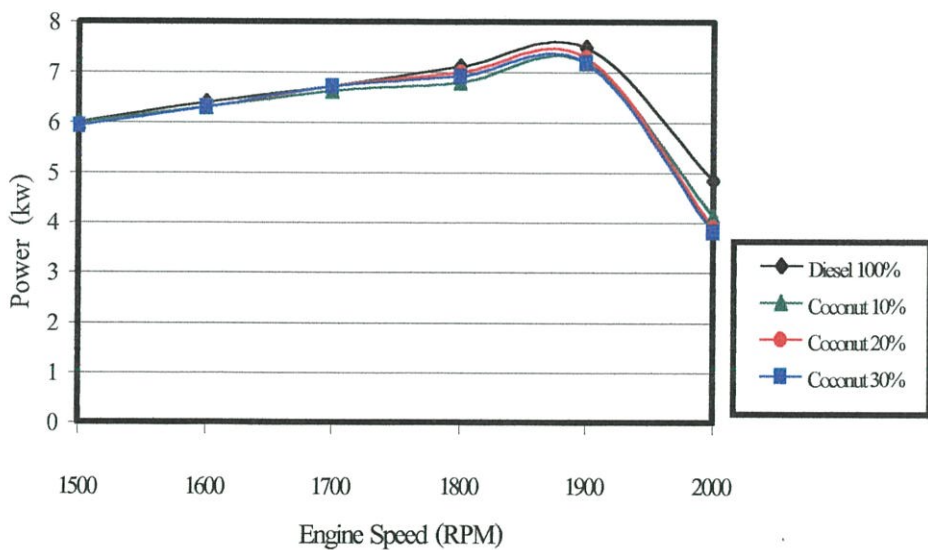
รูปที่ ก-3 ความสัมพันธ์ระหว่างควันทาที่เป็นฟังก์ชันกับความเร็วรอบเปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันมะพร้าวผสม ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ



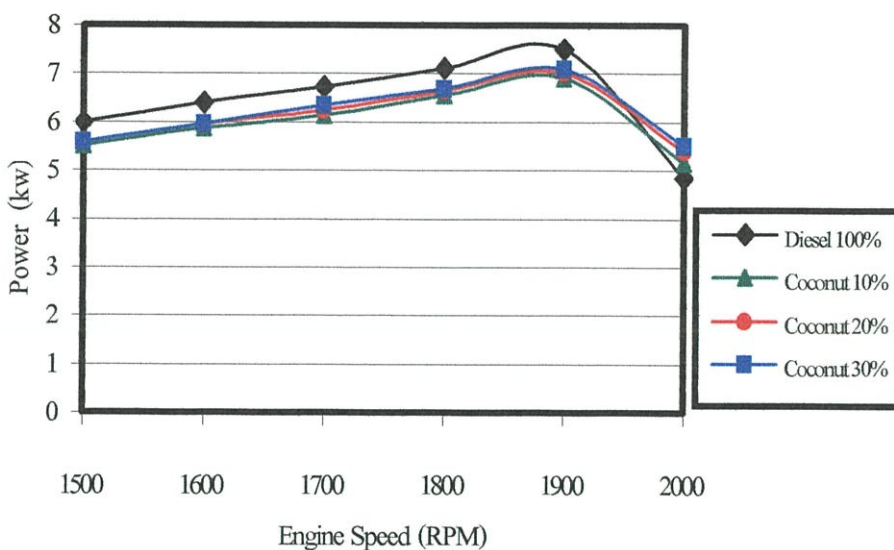
รูปที่ ก-4 แสดงค่าควันทาของน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลและน้ำมันมะพร้าวผสม ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู, 3 รู และ 4 รู ที่ความเร็วรอบ 1900 รอบ/นาที ที่กำลัง 6.6 KW



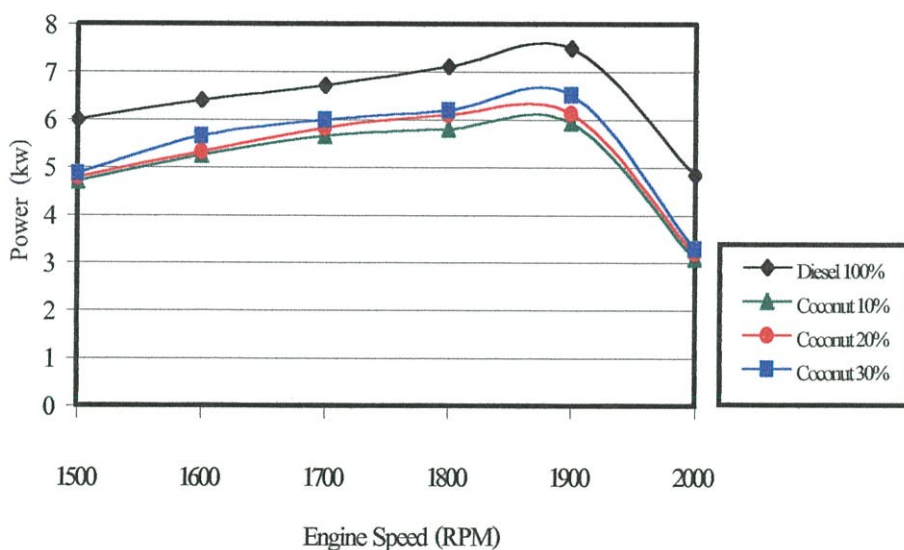
รูปที่ ก-5 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าวันค่าที่เป็นฟังก์ชันกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันมะพร้าวผสมที่อัตราส่วน 30 % ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู, 3 รู และ 4 รู



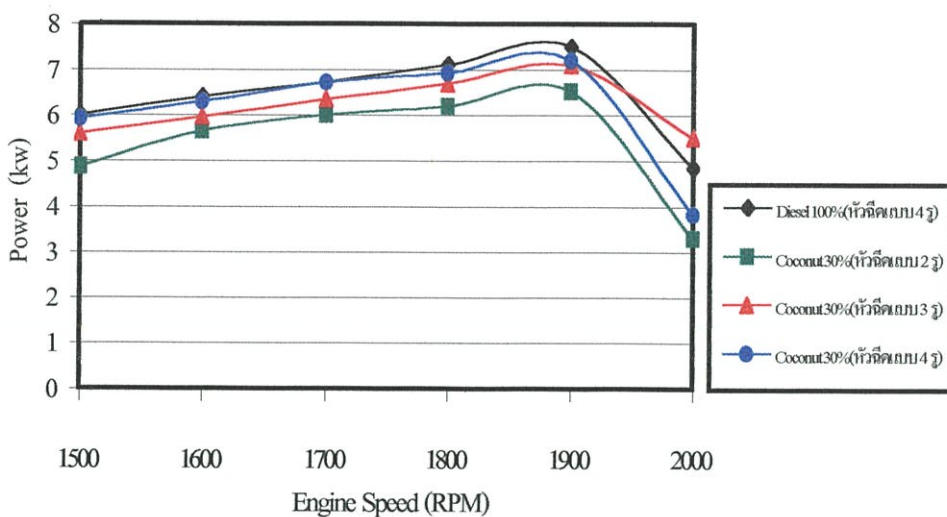
รูปที่ ก-6 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังที่เป็นฟังก์ชันกับความเร็วรอบเปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลกับน้ำมันมะพร้าวผสมทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ



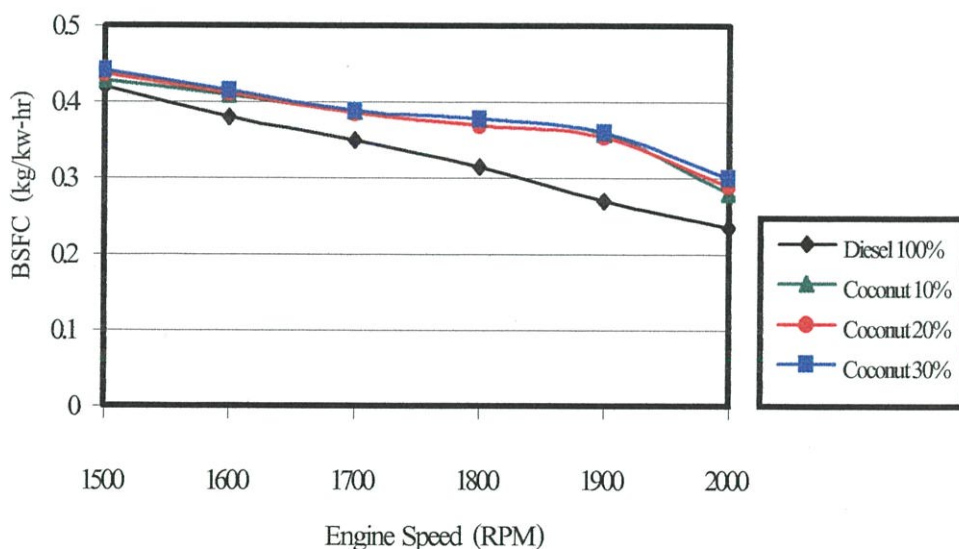
รูปที่ ก-7 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังที่เป็นฟังก์ชันกับความเร็วรอบเปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันมะพร้าวผสม ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 3 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ



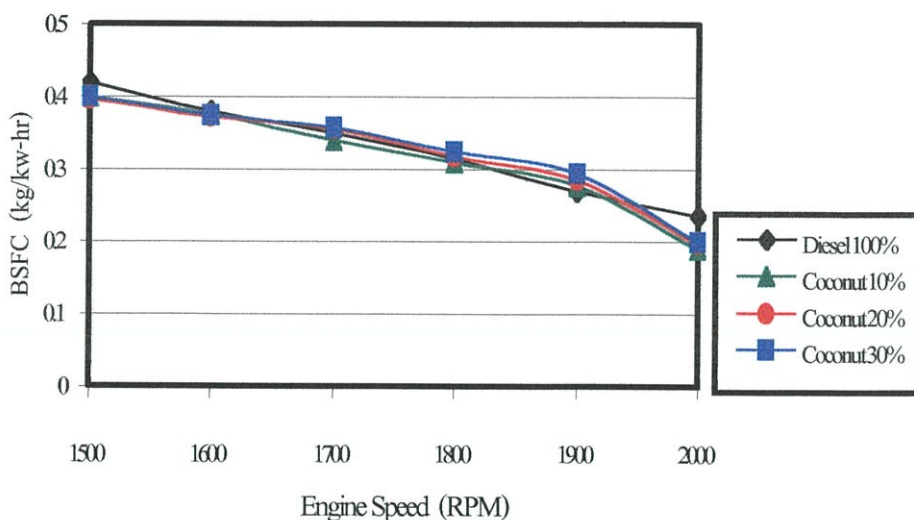
รูปที่ ก-8 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังที่เป็นฟังก์ชันกับความเร็วรอบเปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันมะพร้าวผสม ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ



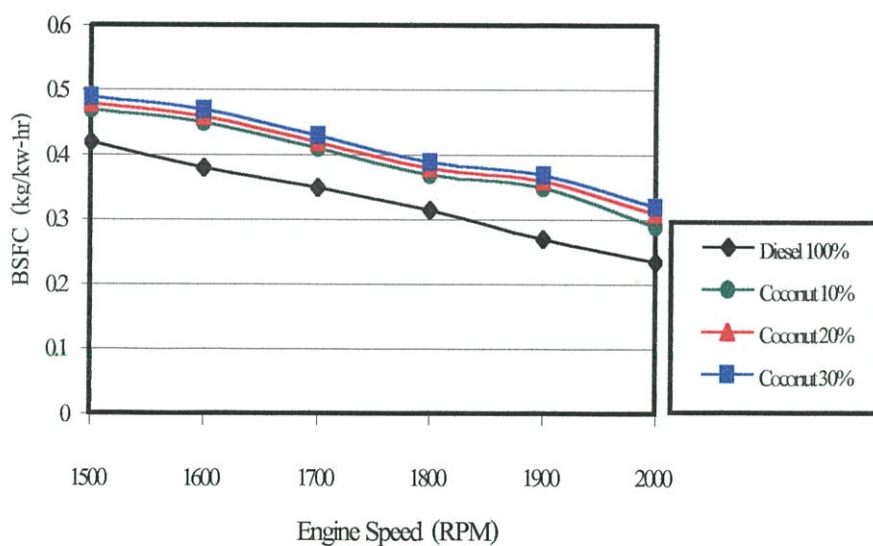
รูปที่ ก-9 ความสัมพันธ์ระหว่างค่ากำลังที่เป็นฟังก์ชันกับกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันมะพร้าวผสมที่อัตราส่วน 30 % ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู, 3 รู และ 4 รู



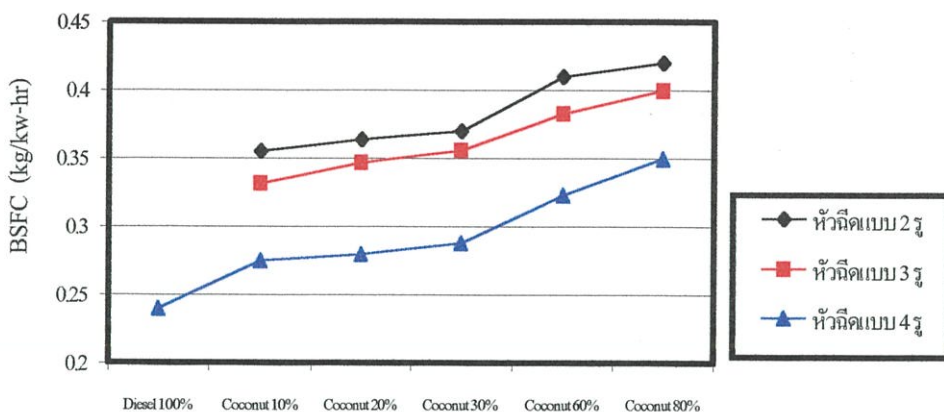
รูปที่ ก-10 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงที่เป็นฟังก์ชันกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลกับน้ำมันมะพร้าวผสม ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ



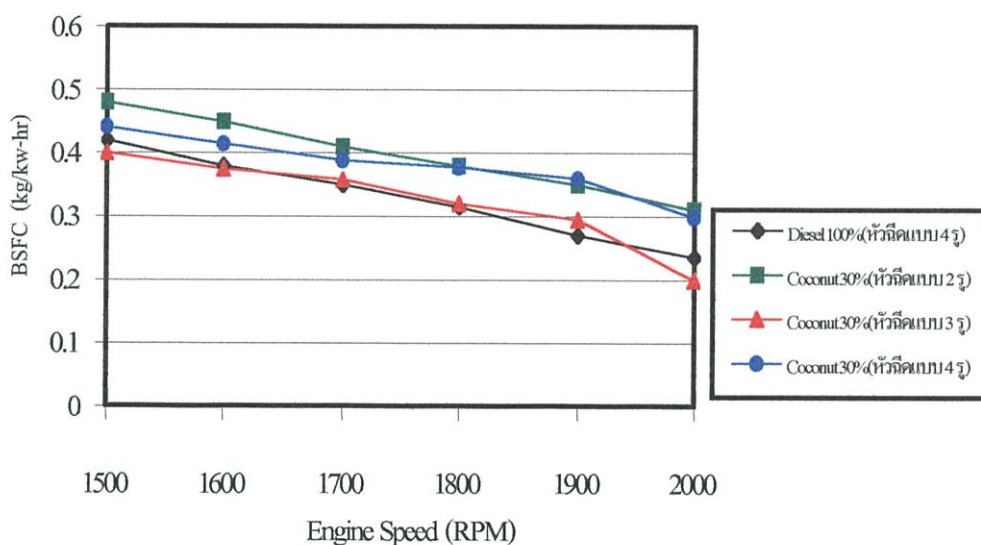
รูปที่ ก-11 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงที่เป็นฟังก์ชันกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันมะพร้าวผสม ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 3 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ



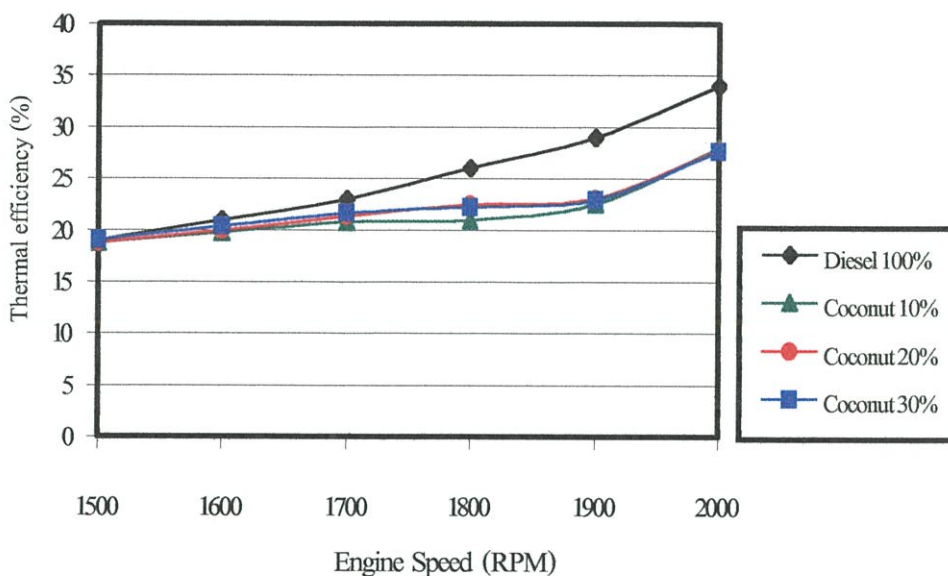
รูปที่ ก-12 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงที่เป็นฟังก์ชันกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันมะพร้าวผสม ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ



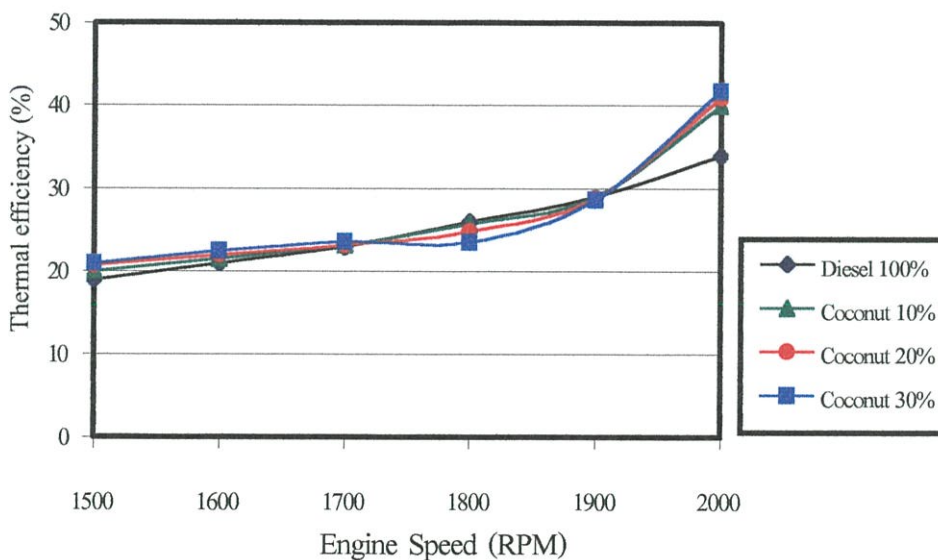
รูปที่ ก-13 แสดงค่าอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงของน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลและน้ำมันมะพร้าวผสมโดยทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู, 3 รู และ 4 รู ที่ความเร็วรอบ 1900 รอบ/นาที ที่กำลัง 6.6 KW



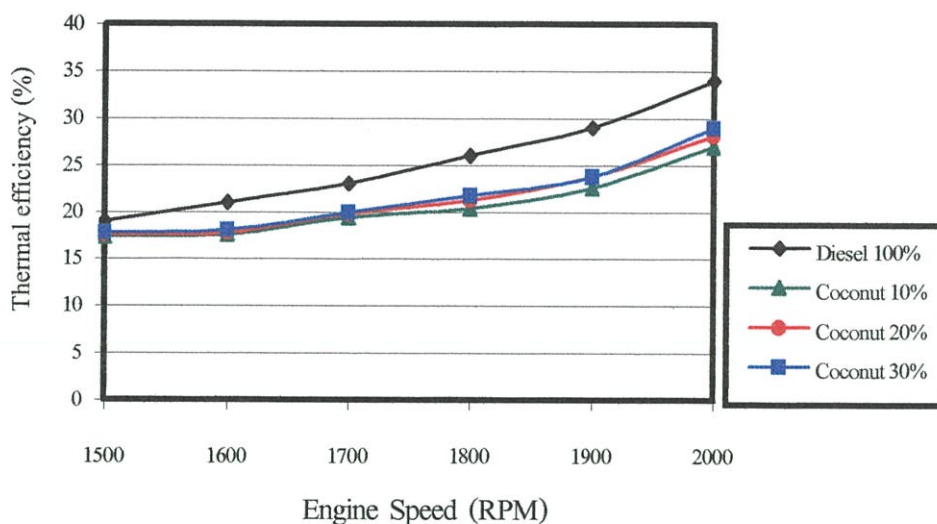
รูปที่ ก-14 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงที่เป็นฟังก์ชันกับความเร็วรอบเปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันมะพร้าวผสมที่อัตราส่วนผสม 30 % โดยใช้หัวฉีดแบบ 2 รู, 3 รู และ 4 รู



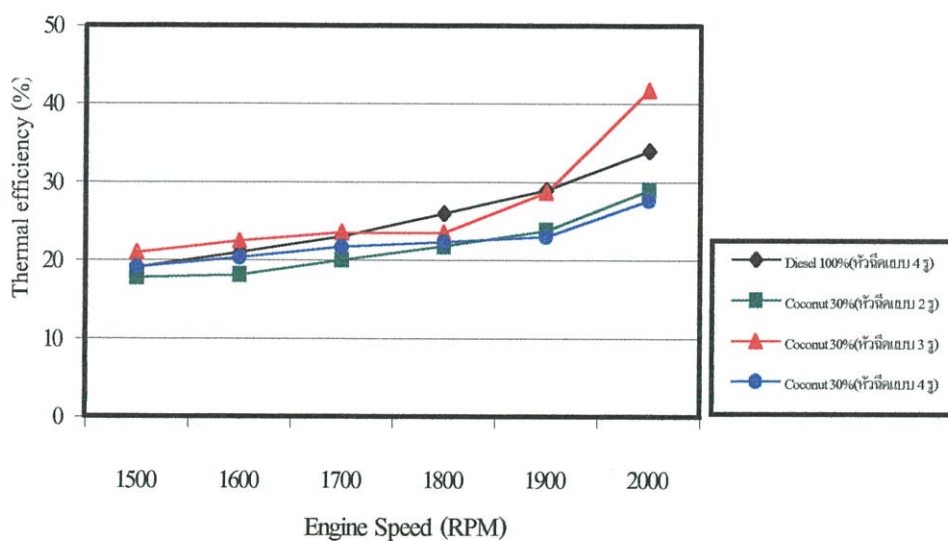
รูปที่ ก-15 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพความร้อนที่เป็นฟังก์ชันกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลกับน้ำมันมะพร้าวผสม ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู ที่อัตราส่วนผสมต่างๆ



รูปที่ ก-16 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพความร้อนที่เป็นฟังก์ชันกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันมะพร้าวผสม ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 3 รู ที่อัตราส่วนผสมต่างๆ



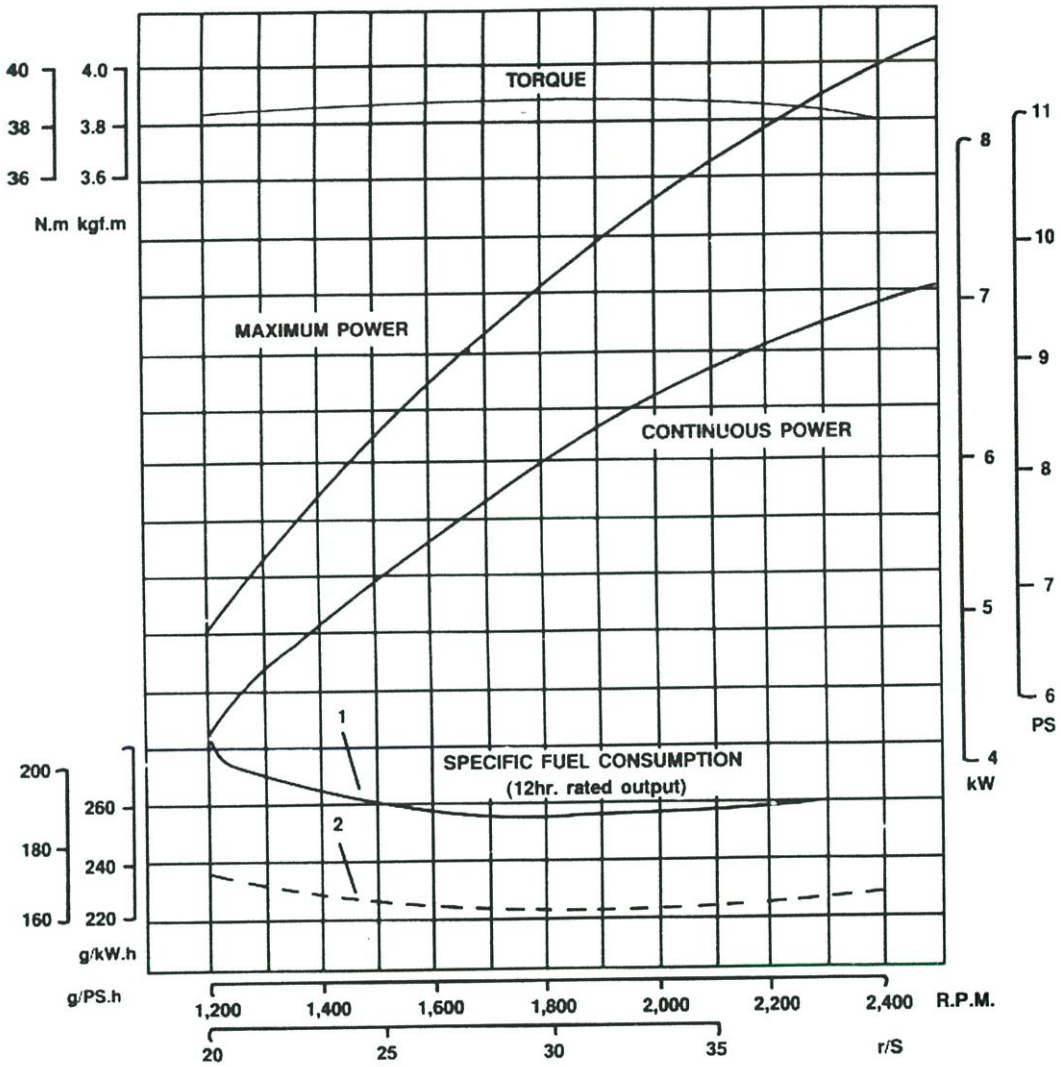
รูปที่ ก-17 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพความร้อนที่เป็นฟังก์ชันกับความเร็วรอบเปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันมะพร้าวผสม ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ



รูปที่ ก-18 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพความร้อนที่เป็นฟังก์ชันกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันมะพร้าวผสมที่อัตราส่วน 30 % ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู, 3 รู และ 4 รู

ภาคผนวก ข

แสดงข้อมูลสมรรถนะของเครื่องยนต์ที่ใช้ในการทดสอบ รุ่น EDI 120



ภาคผนวก ก

ENGINE POWER AT STANDARD CONDITION

ตามมาตรฐานของ SAE J 1349 JUN 85

จากสมการ $P_C = P_e * K$

โดยที่ $P_C =$ Power at standard condition (kw)

$P_e =$ Power at test condition (kw)

$K =$ Conversion factor

Standard condition

$T = 298$ (K)

$P = 100$ (kpa)

$P_S = 99$ (kpa)

$P_V = 1$ (kpa)

โดยที่ $T =$ Temperature (K)

$P =$ Pressure (kpa)

$P_S =$ Dry pressure (kpa)

$P_V =$ Vapor pressure (kpa)

จาก $K = f_u * f_m$

$$f_u = (99/P_S)/(T/298)^{0.7}$$

$$f_m = 0.036 * [Q_1/(P_2/P_1)]$$

$P_2 = P_1 = 1$ (กรณีที่ไม่ใช่ Turbo)

โดยที่ $f_u =$ Atmospheric coefficient

$f_m =$ Air fuel ratio coefficient

จากการทดสอบอุณหภูมิปกติภายนอกที่วัดได้จากการทดสอบจะอยู่ระหว่างที่ 31-32 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 92% เมื่อนำไปคำนวณหาค่า K ในช่วงอุณหภูมิดังกล่าวแล้วนำไปแทนค่าในสมการเพื่อหาค่าของ Power at standard condition เมื่อนำเปรียบเทียบกับผลการทดลองแล้วจะมีความแตกต่างอยู่ที่ประมาณ 1 % จึงเห็นว่าผลของค่ากำลังที่วัดได้จากการทดสอบนำมาเป็นค่าที่ใช้ในการเปรียบเทียบกับผลการทดลองได้ เพราะว่ามี ความแตกต่างกันไม่มาก

เอกสารอ้างอิง

- [1] เกียรติไกร อายุวัฒน์ " การทดสอบเครื่องยนต์ดีเซลเมื่อน้ำมันมะพร้าวเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงเทียบกับน้ำมันดีเซล " สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าวิทยาเขตธนบุรี : 2527
- [2] สหมิตร โฉมเฉลาและรัตนพงศ์ วงศ์พิมพ์รัมย์ " การศึกษาเชื้อเพลิงทดแทนน้ำมันดีเซล " สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าวิทยาเขตธนบุรี : 2527
- [3] จารุวัฒน์ มงคลธนเทศ และคณะ " การศึกษาการใช้น้ำมันมะพร้าวเติมเครื่องยนต์ดีเซล " กองเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร : 1982
- [4] พูลพร แสงบางปลา " การทดสอบน้ำมันพืชกับเครื่องยนต์ดีเซล " วิศวกรรมสารประจำเดือนพฤศจิกายน : 2525 หน้า 19-23
- [5] ปรีญา มาตราช " การใช้น้ำมันปาล์มเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงเสริมในรถยนต์ " มหาวิทยาลัยสยาม : 2538 ISBN 974-8140-91-1
- [6] รศ.พูลพร แสงบางปลา " การใช้ Biodiesel กับเครื่องยนต์มีผลอย่างไร " เอกสารประกอบการสัมมนา 29 พฤษภาคม 2544.
- [7] Bruwer, J.J., B.Van D.Boshoff, F.J.C.Hugo, L.M.du plessis, J.Fuls, C.Hawins, A.N.Van der walt and A Engelbrecht. 1980 "Sunflower seed oil as an extender for diesel fuel in agricultural tractors" Presentation at the 1980 Symposium of the South African Institute of Agricultural Engineers
- [8] Lipinsky, E.S. , T.A.Mcclure, S.Kresovich, J.L.otis, C.X.Wagner, D.A.Trayser and H.R.Appelbaum.1982 "Vegetable oil and animal fats for diesel fuels" A System study. Vegetable oil fuels. Proceeding of the Internation Conference on Plants and Vegetable oils as fuels America Society of Agricultural Engineering P. 11-13
- [9] Herchel Thaddeus C. Machacon, Yutaka Matsumoto, Chihro Ohkawara, Seiichi Shiga Takao Karasawa, Hisao Nakamura " The effect of coconut oil and diesel fuel blends on diesel engine performance and exhaust emissions" Society of Automotive Engineers of Japan . JSAE Review 22 (2001) 349-355
- [10] Nichida M.et.al " Observation of high pressure spray with laser light sheet method " SAE paper 920459:1992
- [11] จำนง ถนอม, อุคม ล้อมวงศ์พานิช " เทคโนโลยีดีเซล " สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตเทคนิค กรุงเทพมหานครและวิทยาเขตเทคนิคภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พิมพ์ที่ หจก.เอช-เอน การพิมพ์ 2535

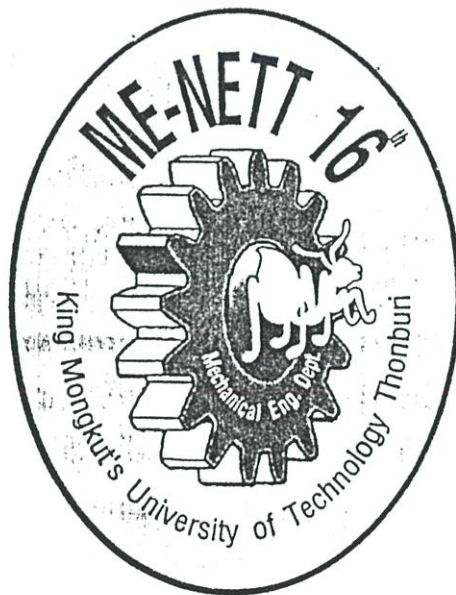
- [12] Heywood, B.J., 1988 " Internal Combustion Engine Fundamentals " Singapore: McGraw-Hill
- [13] Pulkrabek, W.W. 1997 " Engineering Fundamentals of The Internal Combustion Engine " Singapore: Prentice Hall
- [14] Kenzo Nagasaka, Takaaki Takagi, Kazuaki Koyanagi, Toshihiko Yamauchi " The development of fine atomization injector " Society of Automotive Engineers of Japan . JSAE Review 21 (2000) 309-313
- [15] Naoya Ishikawa, Long Zhang " A new observation technique for measuring air flow motion around the diesel fuel spray " Society of Automotive Engineers of Japan . JSAE Review 20 (1999) 421-438
- [16] ทวิช จิตรสมบูรณ์ " โอกาสและปัญหาจากการใช้น้ำมันพืชแทนน้ำมันดีเซลในประเทศไทย " การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทยครั้งที่ 16: หน้า EM20 – EM28

การประชุมวิชาการ
เครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย
ครั้งที่ 16

14 – 16 ตุลาคม 2545
ณ โรงแรมกะตะบิชิรีสอร์ท จังหวัดภูเก็ต

Mechanical Engineering Network of Thailand the 16th Conference

October 14 – 16, 2002



ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทยครั้งที่ 16
14-16 ตุลาคม 2545 จังหวัดภูเก็ต

การใช้น้ำมันพืชผสมสำหรับเครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็กแบบฉีดตรงเข้าห้องเผาไหม้

The Blended Vegetable Oils for Small DI Diesel Engine

อภิชาติ เสมศรี มณฑล ใจกุล และ ชินดา เจริญพรพาณิชย์
ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เลขที่ 3 ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520
โทร 0-2326-4197 โทรสาร 0-2326-4198 E-mail:s3062033@kmitl.ac.th

Aphichit SEMSRI , Monthon JAIKUSOL and Chinda CHAROENPHONPHANICH
Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, King Mongkut's University of Technology Ladkrabang
3 Chalongkrung Rd. Ladkrabang Bangkok 10520 Thailand
Tel: 0-2326-4197 Fax: 0-2326-4198 E-mail:s3062033@kmitl.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยที่นำเสนอเกี่ยวกับการใช้น้ำมันพืชผสมสำหรับเครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็กแบบฉีดตรงเข้าห้องเผาไหม้ ซึ่งโดยปกติแล้วน้ำมันพืชผสมสามารถนำมาใช้กับเครื่องยนต์ดีเซลได้แต่จะต้องมีการปรับปรุงถึงส่วนผสมหรือมีการปรับปรุงเครื่องยนต์ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องยนต์ ในการทดสอบโดยการฉีดตรงเข้าห้องเผาไหม้เป็นอีกทางหนึ่งที่น่าจะมีการศึกษา เพราะในการฉีดตรงเข้าห้องเผาไหม้ มีผลทำให้มีการประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิงและให้กำลังมากขึ้น รวมถึงการควบคุมการสเปรย์ที่ดียิ่งขึ้น การทดสอบจะใช้น้ำมันมะพร้าวและน้ำมันปาล์มผสมกับน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลที่อัตราส่วน 10%, 20% และ 30 % นำมาทดสอบเพื่อหาค่าควันท่อ, อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง, ประสิทธิภาพความร้อนและกำลัง จากการทดสอบพบว่าน้ำมันปาล์มผสมและน้ำมันมะพร้าวผสมจะมีค่าควันท่อที่ค่อนข้างสูงกว่า อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงเพิ่มมากขึ้น มีประสิทธิภาพความร้อนที่ต่ำ แต่จะให้กำลังที่ใกล้เคียงกับน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล

Abstract

Presently, the blends of diesel and palm or coconut oils are used as alternative fuels in Thailand. Most of researches in Thailand are concerned about using blended fuel for a small IDI engine for agriculture only. A small DI diesel engine is interested because of its higher efficiency. In this study, the blended vegetable oils, palm diesel and coconut diesel, at mixing ratio 10%, 20% and 30% are tested in the

small DI diesel engine. The effects of mixing ratio on engine performances and emissions are examined. Engine has higher smoke emission, lower thermal efficiency. when using palm and coconut diesel. The power is approximately same.

1. บทนำ

ปัจจุบันได้มีการวิจัยกันอย่างต่อเนื่องที่จะนำน้ำมันพืชมาเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงทดแทนน้ำมันดีเซล และได้มีการผลิตน้ำมันพืชสูตรต่าง ๆ เช่น น้ำมันพืชผสมกับน้ำมันดีเซลหรือน้ำมันก๊าด เพื่อให้มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซล จากงานวิจัย รศ.พุดพร แสงบางปลา[1] เป็นการทดสอบโดยการนำน้ำมันพืชที่เป็นน้ำมันมะพร้าวผสมกับน้ำมันดีเซลและน้ำมันปาล์มผสมกับน้ำมันดีเซล ที่อัตราส่วนผสม 20%, 40% และ 80% ผลการทดสอบพบว่าถ้าส่วนผสมน้ำมันพืชเพิ่มมากขึ้น จะทำให้การกินน้ำมันเชื้อเพลิงเพิ่มขึ้น โดยที่น้ำมันมะพร้าวที่ผสมกับน้ำมันดีเซลจะน้อยกว่าเล็กน้อย เมื่อเทียบกับน้ำมันปาล์มที่ผสมกับน้ำมันดีเซล ประสิทธิภาพเชิงความร้อนก็จะลดลงด้วย และจากงานวิจัย Herchel Thaddous และคณะ [2] เป็นการศึกษาถึงผลกระทบของน้ำมันมะพร้าวผสมกับน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล ที่อัตราส่วนผสม 20%, 40%, 60% และ 80% พบว่าค่าควันท่อจะลดน้อยลงที่ส่วนผสมของน้ำมันมะพร้าวเพิ่มมากขึ้น ค่าการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงเพิ่มมากขึ้นที่ส่วนผสมน้ำมันมะพร้าวมากขึ้น จากการทดสอบที่ผ่านมามีรายงานว่าน้ำมันพืชผสมสามารถนำมาใช้เป็นน้ำมันเชื้อเพลิงแทนน้ำมันดีเซลได้ แต่จะต้องมีการปรับปรุงถึงส่วนผสมหรือจะต้องมีการปรับปรุงเครื่องยนต์ เพื่อให้มีประสิทธิภาพการทำงานที่ดี ในงานวิจัยที่กำลังศึกษาอยู่นี้เป็นการนำน้ำมัน

พืชผสมที่อัตราส่วนต่างๆ ทดสอบกับเครื่องยนต์ขนาดเล็กโดยการฉีดตรงเข้าห้องเผาไหม้ จากงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่า เครื่องยนต์ที่ใช้ในการทดสอบเป็นระบบการฉีดเชื้อเพลิงโดยการผ่านห้องเผาไหม้ช่วยก่อนแล้วค่อยไปเผาไหม้ในกระบอกสูบ หัวฉีดที่ใช้จะเป็นแบบเดือย จะมีหัวฉีด 1 รู เพราะฉะนั้นในการสเปรย์ของน้ำมันพืชอาจจะยังไม่ดีพอ ซึ่งอาจจะมีผลมาจากความหนืดของน้ำมันพืชที่มีความหนืดสูงกว่าน้ำมันดีเซล จึงทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องยนต์ยังไม่ดีขึ้น สำหรับในระบบการฉีดตรงเข้าห้องเผาไหม้ หัวฉีดที่ใช้กับเครื่องยนต์เป็นแบบ 4 รู ซึ่งจะมีผลที่ทำให้เกิดการสเปรย์ของน้ำมันพืชที่ดีขึ้นกว่าแบบเดือย เพราะในการฉีดตรงเข้าห้องเผาไหม้มีผลทำให้ ประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิง และได้กำลังมากขึ้น รวมถึงการควบคุมการสเปรย์ที่ดีด้วย จากการทดสอบพบว่า น้ำมันปาล์มผสมและน้ำมันมะพร้าวผสมจะมีค่าควันดำที่ค่อนข้างสูงกว่า อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงเพิ่มมากขึ้น มีประสิทธิภาพความร้อนที่ต่ำ แต่จะให้กำลังที่ใกล้เคียงกับน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล

2. การติดตั้งอุปกรณ์การทดลองและเงื่อนไขการทดสอบ

เครื่องยนต์ที่ใช้ในการทดสอบเป็นเครื่องยนต์ดีเซลรุ่น EDI 120 ชนิด 12 แรงม้า เป็นเครื่องยนต์ 1 กระบอกสูบ ระบายความร้อนด้วยน้ำ จากตารางที่ 1 แสดงข้อมูลจำเพาะของเครื่องยนต์ที่ใช้ในการทดลอง และรูปที่ 1 จะแสดงการติดตั้งอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

Table 1 Test engine specifications

Type	EDI 120
Combustion chamber	Direct injection
No. of cylinders	1
Valve arrangement	OHV
No. of strokes per cycle	4
Cooling system	Water-cooled
Compression ratio	18.1:1
Bore x stroke	94 x 90 mm
Stroke volume	120 cc
Injection nozzle	4-Hole nozzle
Injection timing	21 °BTDC
Nozzle opening pressure	210 bar

เงื่อนไขในการทดสอบ พิจารณาได้จาก ตารางที่ 2 ในการทดสอบครั้งที่ 1 จะทดสอบโดยยังไม่มีติดตั้งไดนาโมมิเตอร์ ปรับความเร็วรอบของเครื่องยนต์ที่ 2400, 2200, 2000, 1800, 1600 และ 1400 รอบต่อนาที ตัวแปรที่ต้องการคือค่าควันดำ การทดสอบครั้งที่ 2 จะทดสอบโดยมีการติดตั้งชุดไดนาโมมิเตอร์ ปรับความเร็วรอบของเครื่องยนต์ที่ 2100 รอบ/นาที หลังจากนั้นทำการเบรกเพื่อลดรอบเพื่อให้ความเร็วที่ 2000, 1900 1800, 1700

1600 และ 1500 รอบ/นาที ตัวแปรที่ต้องการคือกำลัง, อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง และ ประสิทธิภาพความร้อน น้ำมันที่นำมาทดสอบได้แก่ น้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล 100% น้ำมันมะพร้าวผสมกับน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล ในอัตราส่วน 10%, 20% และ 30% น้ำมันปาล์มผสมกับน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล ในอัตราส่วน 10%, 20% และ 30% ตามสัดส่วนโดยปริมาตร จาก ตารางที่ 3 แสดงคุณสมบัติของน้ำมันในแต่ละชนิด [1]

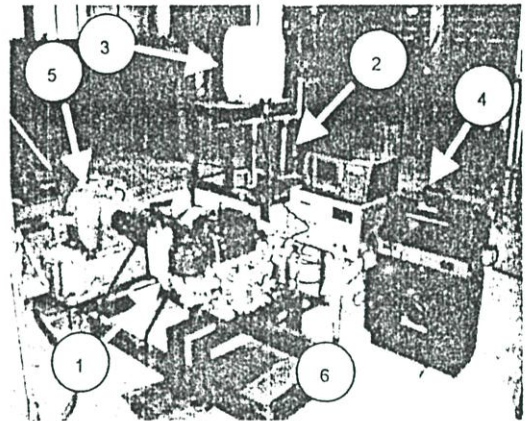


Fig.1. The experimental set-up

- อุปกรณ์หมายเลข 1 เครื่องยนต์
- อุปกรณ์หมายเลข 2 อุปกรณ์วัดความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง
- อุปกรณ์หมายเลข 3 ถังบรรจุน้ำมันเชื้อเพลิง
- อุปกรณ์หมายเลข 4 เครื่องมีวัดค่าควันดำ
- อุปกรณ์หมายเลข 5 ไดนาโมมิเตอร์
- อุปกรณ์หมายเลข 6 Control Unit

Table 2 The operating conditions

Injection timing	21° BTDC
Engine Speed (without load)	2400, 2200, 2000 1800, 1600 and 1400 rpm
Engine Speed (with load)	2000, 1900, 1800, 1700 1600 and 1500 rpm
Diesel Fuel	100%
Coconut oil in diesel fuel blend	10% 20% 30%
Palm oil in diesel fuel blend	10% 20% 30%
Injection nozzle	4-Hole nozzle

Table 3 Properties of diesel fuel, coconut oil and palm oil

Fuel	diesel	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 (@15.5°C)	34.40	21.20	23.10
Kinematic Viscosity (cSt @ 40°C)	5.68	28.26	23.96
Specific Gravity (@15.6°C)	0.853	0.927	0.915
Sulfur Content (% by weight)	0.35	-	Traces

3. การวิเคราะห์ผลการทดลอง

พิจารณาจากรูปที่ 2 แสดงค่าควันดำที่เกิดขึ้นเปรียบเทียบกับความเร็วรอบต่าง ๆ จากผลการทดลองพบว่าน้ำมันมะพร้าวผสมจะมีค่าควันดำสูงกว่าน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล ค่าควันดำจะเพิ่มขึ้นตามความเร็วรอบของเครื่องยนต์ ที่ส่วนผสมของน้ำมันมะพร้าวมากขึ้นจะทำให้ค่าควันดำที่ออกมามีค่าเพิ่มมากขึ้นด้วย

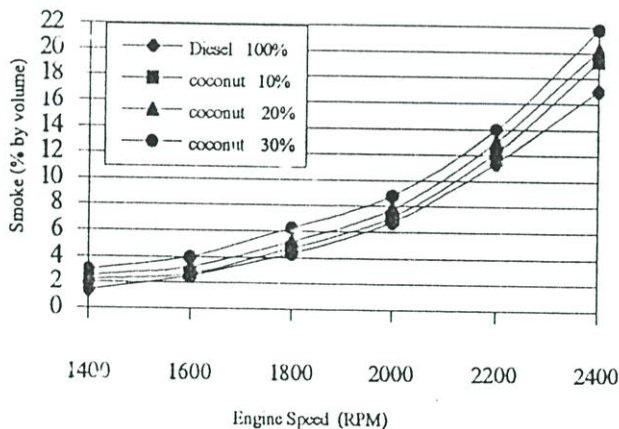


Fig.2 The effect of the volume of coconut oil in the fuel blend and diesel fuel on smoke

พิจารณาจากรูปที่ 3 แสดงค่าควันดำที่เกิดขึ้นเปรียบเทียบกับความเร็วรอบต่าง ๆ จากผลการทดลองพบว่าน้ำมันปาล์มผสมจะมีค่าควันดำสูงกว่าน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล ค่าควันดำจะเพิ่มขึ้นตามความเร็วรอบของเครื่องยนต์ ที่ส่วนผสมของน้ำมันปาล์มมากขึ้นจะทำให้ค่าควันดำที่ออกมามีค่าเพิ่มมากขึ้นด้วย

พิจารณาจากรูปที่ 4 แสดงค่าอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง เปรียบเทียบกับความเร็วรอบต่าง ๆ ผลการทดลองพบว่าน้ำมันมะพร้าวผสมจะมีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงสูงกว่าน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล ที่ส่วนผสมของน้ำมันมะพร้าวมากขึ้นก็จะทำให้อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงมากขึ้นเพียงเล็กน้อย

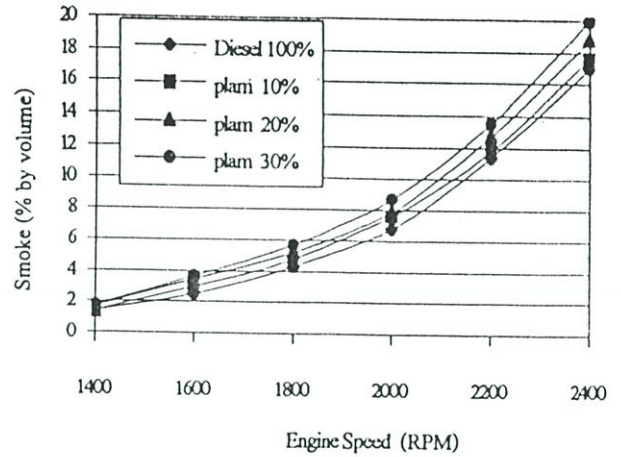


Fig.3 The effect of the volume of palm oil in the fuel blend and diesel fuel on smoke

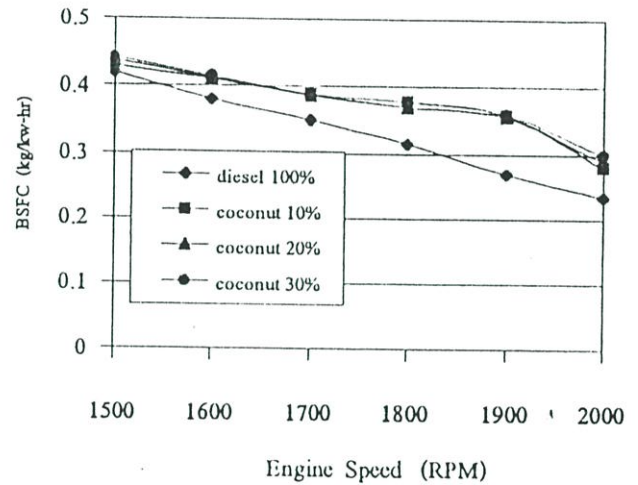


Fig.4 The effect of the volume of coconut oil in the fuel blend and diesel fuel on the BSFC

พิจารณาจากรูปที่ 5 แสดงค่าอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง เปรียบเทียบกับความเร็วรอบต่าง ๆ ผลการทดลองพบว่าน้ำมันปาล์มผสมจะมีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงสูงกว่าน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล ที่ส่วนผสมของน้ำมันปาล์มมากขึ้นก็จะทำให้อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงมากขึ้นเพียงเล็กน้อย

พิจารณาจากรูปที่ 6 แสดงค่าประสิทธิภาพความร้อน เปรียบเทียบกับความเร็วรอบต่าง ๆ ผลการทดลองพบว่าน้ำมันมะพร้าวผสมจะให้ประสิทธิภาพความร้อนต่ำกว่าน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลที่ความเร็วรอบสูง ๆ และที่ความเร็วรอบต่ำ ๆ จะให้ประสิทธิภาพความร้อนที่มีค่าที่ใกล้เคียงกัน

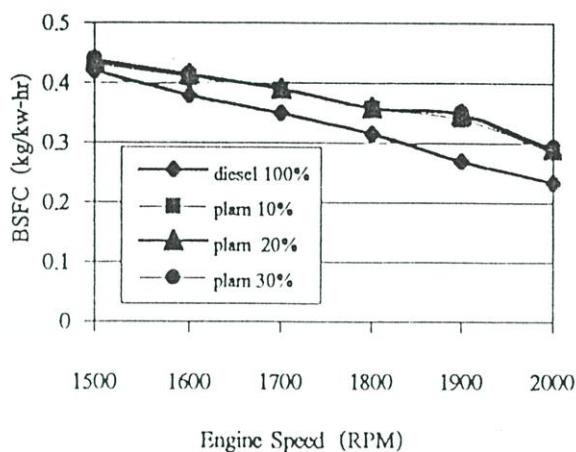


Fig.5 The effect of the volume of palm oil in the fuel blend and diesel fuel on the BSFC

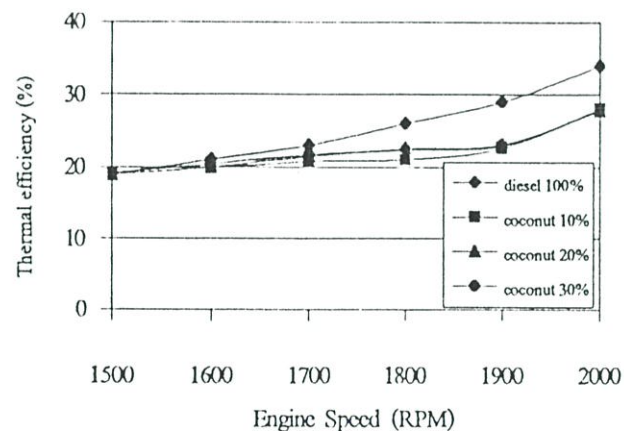


Fig.6 The effect of the volume of coconut oil in the fuel blend and diesel fuel on Thermal Efficiency

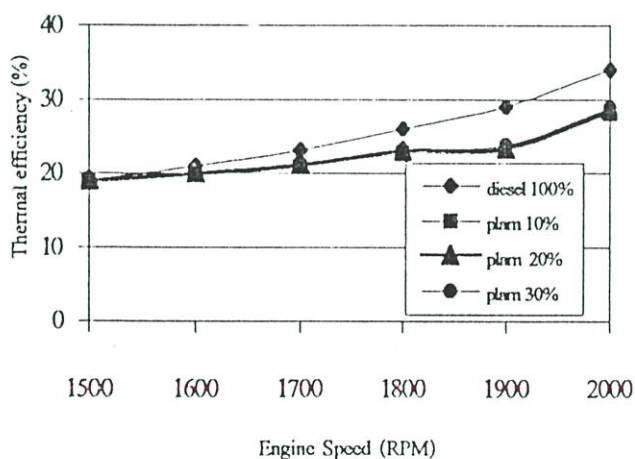


Fig.7 The effect of the volume of palm oil in the fuel blend and diesel fuel on Thermal Efficiency

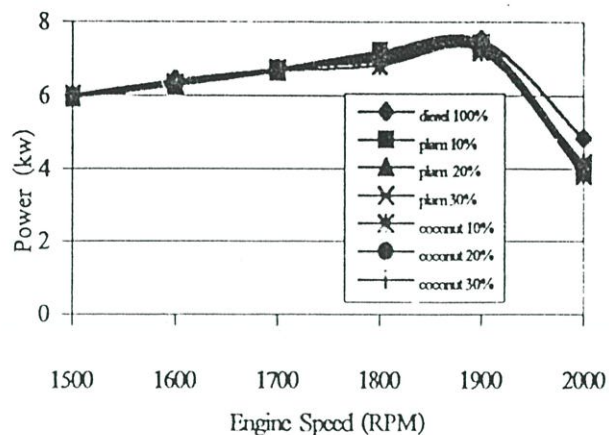


Fig.8 The effect of the volume of coconut oil and palm oil in the fuel blend and diesel fuel on power

พิจารณาจากรูปที่ 7 แสดงค่าประสิทธิภาพความร้อนเปรียบเทียบกับที่ความเร็วรอบต่าง ๆ ผลการทดลองพบว่าน้ำมันปาล์มผสมจะให้ประสิทธิภาพความร้อนต่ำกว่าน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลที่ความเร็วรอบสูง ๆ และที่ความเร็วรอบต่ำ ๆ จะให้ประสิทธิภาพความร้อนที่มีค่าที่ใกล้เคียงกัน

พิจารณาจากรูปที่ 8 แสดงกำลังที่เกิดขึ้นเปรียบเทียบกับที่ความเร็วรอบต่าง ๆ ผลการทดลองพบว่าน้ำมันปาล์มผสมและน้ำมันมะพร้าวผสม จะได้ค่าของกำลังออกมาที่มีความใกล้เคียงกับน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล ที่ความเร็วรอบต่ำ ๆ กำลังจะมีความใกล้เคียงกัน แต่ที่ความเร็วรอบสูง ๆ กำลังจะน้อยกว่าเพียงเล็กน้อย

4. สรุปผลการทดลอง

ในการทดสอบโดยการนำน้ำมันพืชมาผสมกับน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลในอัตราส่วนที่แตกต่างกันไป สามารถที่จะนำมาใช้กับเครื่องยนต์ดีเซลได้ซึ่ง จากผลการทดลองสามารถสรุปผลการทดลองได้ดังต่อไปนี้

1. น้ำมันพืชผสมที่อัตราส่วนต่าง ๆ ปริมาณแคว้นค่าที่วัดออกมาจะมีค่าที่มากกว่าน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล ถ้าส่วนผสมยิ่งมากก็จะทำให้ค่าแคว้นค่าเพิ่มมากขึ้น
2. อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงของน้ำมันพืชผสมจะมีค่าสูงกว่าน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล จะมีการเพิ่มขึ้นถ้าส่วนผสมของน้ำมันพืชมากขึ้น
3. ประสิทธิภาพความร้อนของน้ำมันพืชผสมจะมีค่าที่ต่ำกว่าน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลที่ความเร็วรอบสูง และที่ความเร็วรอบต่ำ ๆ จะมีค่าประสิทธิภาพความร้อนที่มีความใกล้เคียงกัน
4. กำลังที่เกิดขึ้นของน้ำมันพืชผสมจะมีค่าที่ใกล้เคียงกับน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลที่ความเร็วรอบต่ำ และที่ความเร็วรอบสูงจะมีค่าของกำลังที่น้อยกว่าเพียงเล็กน้อย

เอกสารอ้างอิง

- [1] รศ.พุดพร แสงบางปลา "การใช้ Biodiesel กับเครื่องยนต์มีผลอย่างไร" เอกสารประกอบการสัมมนา 29 พฤษภาคม 2544.

- [2] Herchel Thaddeus C. Machacon , Yutaka Matsumoto , Chihro Ohkawara , Seiichi Shiga , Takao Karasawa , Hisao Nakamura " The effect of coconut oil and diesel fuel blends on diesel engine performance and exhaust emissions" Society of Automotive Engineers of Japan . JSAE Review 22 (2001) 349-355
- [3] เกียรติไกร อายุวัฒน์ " การทดสอบเครื่องยนต์ดีเซลเมื่อใช้น้ำมันมะพร้าวเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงเทียบกับน้ำมันดีเซล" สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าวิทยาเขตธนบุรี : 2527
- [4] จารุวัฒน์ มงคลชนนเรศ และคณะ " การศึกษาการใช้น้ำมันมะพร้าวเดินเครื่องยนต์ดีเซล " กองเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการ เกษตร : 1982

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ นายอภิชาติ เสมศรี
 เกิดวันที่ 26 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2516
 สถานที่เกิด กรุงเทพมหานคร
 สถานที่อยู่ปัจจุบัน 4/2 หมู่ที่ 5 ต.บางแก้ว อ.บางพลี จ.สมุทรปราการ 10540
 สถานที่ทำงาน โรงเรียนเทคโนโลยีกรุงเทพ แผนกช่างยนต์ ตั้งอยู่เลขที่ 2425 ถ. สุขุมวิท 97/1 บางจาก พระโขนง กรุงเทพมหานคร 10260
 โทร. 3112521, 3112491 ต่อ 202

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2527 ชั้นประถมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนสันเสริมวิทย์
 พ.ศ. 2530 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบางพลีราษฎร์บำรุง
 พ.ศ. 2533 ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นต่ำ (ป.ว.ช.) โรงเรียนเทคโนโลยีกรุงเทพ สาขาวิชา ช่างยนต์
 พ.ศ. 2535 ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ป.ว.ส.) โรงเรียนเทคโนโลยีกรุงเทพ สาขาวิชา เทคนิคยานยนต์
 พ.ศ. 2538 การศึกษาระดับปริญญาตรีอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต (อ.ส.บ.) มหาวิทยาลัยเซนจอห์น สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกล
 พ.ศ. 2546 การศึกษามหาบัณฑิต (วิชาเอก วิศวกรรมเครื่องกล) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ประวัติการทำงาน

พ.ศ. 2535-2539 โรงเรียนเทคโนโลยีกรุงเทพ
 พ.ศ. 2539-2541 บริษัท ไทยโครสเลอร์อโต โมทอป
 พ.ศ. 2541-2543 วิทยาลัยเทคนิคกาญจนาภิเษกสมุทรปราการ
 พ.ศ. 2543 จนถึงปัจจุบัน โรงเรียนเทคโนโลยีกรุงเทพ