สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

อิทธิพลของหัวฉีดต่อสมรรถนะและควันดำของเครื่องยนต์ดีเซลโดยใช้น้ำมันพืชผสม

Effects of the Injection Nozzle of Diesel Engine on Engine Performance and Smoke Emission using Blended Vegetable Oil

นาย ธวัช แก้วปราณี

นาย โชคชัย แสงคีรีเขต

นาย ตะวัน หนูทราย

อาจารย์ที่ปรึกษา

อ. จินดา เจริญพรพาณิชย์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2545

ปพ.
ส3ทล
2545

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 50178
วัน,เดือน,ปี 21 เม.ย. 2547

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2545

ภาควิชา วิศวกรรมเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง อิทธิพลของหัวฉีดต่อสมรรถนะและควันดำของเครื่องยนต์ดีเซลโดยใช้น้ำมันพืชผสม

Effects of the Injection Nozzle of Diesel Engine on Engine Performance and Smoke Emission using Blended Vegetable Oil.

ผู้จัดทำ

1.นาย ธวัช	แก้วปราณี	รหัสนักศึกษา	43015424
2.นาย ตะวัน	หนูทราย	รหัสนักศึกษา	43015418
3.นาย โชคชัย	แสงคีรีเขต	รหัสนักศึกษา	43015416

อาจารย์ที่ปรึกษา

(ดร.จินดา เจริญพรพาณิชย์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อิทธิพลของหัวฉีดต่อสมรรถนะและควันดำของเครื่องยนต์ดีเซลโดยใช้น้ำมันพืชผสม

นาย ธวัช แก้วปราณี 43015424
นาย ตะวัน หนูทราย 43015418
นาย โชคชัย แสงคีรีเขต 43015416
ดร.จินดา เจริญพรพาณิชย์ อาจารย์ที่ปรึกษา

บทคัดย่อ

บทความนี้เป็นการนำเสนอ อิทธิพลของหัวฉีดต่อสมรรถนะและควันดำของเครื่องยนต์ดีเซลโดยใช้น้ำมันพืชผสม ซึ่งโดยปกติน้ำมันพืชผสมสามารถนำมาใช้กับเครื่องยนต์ดีเซลได้ แต่จะต้องมีการปรับปรุงส่วนผสมหรือมีการปรับปรุงเครื่องยนต์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องยนต์ ในที่นี้จะทำการเปลี่ยนชนิดของหัวฉีด โดยเปลี่ยนจากหัวฉีดมาตรฐาน 4 รู มาเป็น 3 รู และ 2 รู การทดสอบจะใช้น้ำมันมะพร้าวและน้ำมันปาล์มผสมกับน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล ที่อัตราส่วน 10%, 20% และ 30% นำมาทดสอบเพื่อหาค่าควันดำ,อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง,ประสิทธิภาพความร้อนและกำลังของเครื่องยนต์ที่เกิดขึ้นและศึกษาลักษณะการสเปรย์ของหัวฉีดที่ใช้น้ำมันพืชผสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Effects of the Injection Nozzle of Diesel Engine on Engine Performance and Smoke Emission using Blended Vegetable Oil

Thawach Keawpranee
Tawan Noosai
Chokchai Sangkiriket
Dr.Chinda Charoenphonphanich Advisor

Abstract

This paper presents effects of the injection nozzle of diesel engine on engine performance and smoke emission using blended vegetable oil. Most of researches in Thailand are concerned about using blended fuel for a small diesel enging. In this study ,the blended vegetable oils,palm diesel and coconut diesel,at ratio of 10%,20% and 30%,are tested in the small diesel engine.The study indicates the engine efficiency, smoke emissions , power and study spray injection of nozzle using blended vegetable oils.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ดี ด้วยคำแนะนำและคำปรึกษาเกี่ยวกับการศึกษาอิทธิพลของหัวฉีดต่อสมรรถนะและควันดำของเครื่องยนต์ดีเซลโดยใช้น้ำมันพืชผสม ตลอดจนได้ทำการตรวจสอบผลการทดสอบและผลการวิเคราะห์โดย ดร.จินดา เจริญพรพาณิชย์ ซึ่งเป็นอาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์ ข้าพเจ้ารู้สึกทราบซึ้งในความอนุเคราะห์จากท่านและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณ บิดา-มารดา ที่ได้อบรมสั่งสอน และได้อุปการะ ให้กระผมได้มีโอกาสในการศึกษาอย่างเต็มที่และยังให้กำลังใจเอาใจใส่เสมอมา ข้าพเจ้ารู้สึกทราบซึ้งในความอนุเคราะห์จากท่านและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณท่านอาจารย์และเจ้าหน้าที่ของภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกลที่ได้ให้ความกรุณาช่วยเหลือเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบรวมถึงห้องปฏิบัติการในการทดสอบ ตลอดจนให้คำปรึกษาจนสำเร็จสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณพี่ๆนักศึกษาปริญญาโท ที่ช่วยเหลือในการหาข้อมูล ตรวจสอบข้อมูลและช่วยเหลือในการช่วยทดสอบ รวมทั้งแนะนำบางสิ่งบางอย่างให้เกิดความเข้าใจจนสำเร็จสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ธวัช แก้วปราณี
ตะวัน หนูทราย
โชคชัย แสงคีรีเขต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VII
สารบัญรูปภาพ	VIII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย	2
1.4 วิธีการดำเนินงาน	2
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 เครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยแรงอัด	3
2.1.1 การทำงานของเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยแรงอัด	3
2.1.2 การเผาไหม้ในเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยการอัด	3
2.1.3 ชนิดของระบบการเผาไหม้ของเครื่องยนต์ดีเซล	4
2.1.4 การเผาไหม้ในระบบฉีดเชื้อเพลิงโดยตรงที่ใช้หัวฉีดหลายรู	7
2.1.5 โครงสร้างของเชื้อเพลิงที่ถูกฉีดพ่นเข้าห้องเผาไหม้	10
2.1.6 การแตกตัวเป็นละอองฝอย	11
2.1.7 การพุ่งของสเปรย์	13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

2.2 หัวฉีด 15
2.2.1 หัวฉีดแบบรู 15
2.2.2 หัวฉีดแบบเดือย 16
2.2.3 การคำนวณหาปริมาณน้ำมันที่ฉีดและพื้นที่ของรูหัวฉีด 17
2.3 คุณสมบัติของน้ำมันพืช 18
2.3.1 ประวัติการใช้น้ำมันพืช 18
2.3.2 งานวิจัยการใช้น้ำมันพืชกับเครื่องยนต์ 20
2.3.3 น้ำมันมะพร้าว 21
2.3.4 น้ำมันปาล์ม 22
บทที่ 3 การติดตั้งอุปกรณ์เครื่องยนต์ที่ใช้ในการทดสอบและเงื่อนไขในการทดสอบ 23
3.1 อุปกรณ์การทดลอง 23
3.1.1 เครื่องยนต์ 23
3.1.2 หัวฉีด 25
3.1.3 น้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ในการทดสอบ 25
3.2 เงื่อนไขในการทดลอง 26
บทที่ 4 ผลการทดลอง 28
4.1 ผลการทดลองที่ได้จากการถ่ายภาพ 28
4.1.1 ผลการทดลองที่ได้จากการสเปรย์กับหัวฉีดที่ทำการเจาะรูใหม่ 28
4.1.2 ผลการทดลองที่ได้จากการสเปรย์กับหัวฉีดที่ทำการอุดรู 30
4.2 ผลการทดลองที่ได้จากเครื่องยนต์ 34
4.2.1 ผลการทดลองจากการวัดค่าควันดำ 34
4.2.2 ผลการทดลองที่มีผลต่อกำลัง 43
4.2.3 ผลการทดลองที่มีผลต่ออัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง 51
4.2.4 ผลการทดลองที่มีผลต่อประสิทธิภาพความร้อน 61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 70
5.1 สรุปผลการวิจัย 70
5.1.1 ผลที่ได้จากถ่ายภาพลักษณะการสเปรย์ของหัวฉีด 70
5.1.2 ผลที่ได้จากการทดสอบกับเครื่องยนต์ 70
5.2 ข้อเสนอแนะ 71

ภาคผนวก
ภาคผนวก ก แสดงข้อมูลสมรรถนะของเครื่องยนต์ที่ใช้ในการทดสอบ รุ่น EDI 120 72
ภาคผนวก ข ENGINE POWER AT STANDARD CONDITION 73
ภาคผนวก ค สัญลักษณ์และตัวย่อ 74
ภาคผนวก ง ลักษณะการสเปรย์ของเชื้อเพลิงแต่ละชนิด 76
บรรณานุกรม 85

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 แสดงลักษณะที่สำคัญของระบบการเผาไหม้แบบต่าง ๆ ของเครื่องยนต์ดีเซล	10
3.1 แสดงข้อมูลของเครื่องยนต์ที่ใช้ในการทดสอบ	23
3.2 แสดงคุณสมบัติของน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลกับน้ำมันปาล์มผสมที่อัตราส่วนต่าง ๆ	26
3.3 แสดงคุณสมบัติของน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลกับน้ำมันมะพร้าวผสมที่อัตราส่วนต่าง ๆ	26
3.4 แสดงคุณสมบัติของน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล น้ำมันปาล์มผสมและน้ำมันมะพร้าวผสม ที่อัตราส่วนต่าง ๆ	26
3.5 แสดงเงื่อนไขการทดลอง	27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

รูปที่	หน้า
2.1 แสดงลำดับของเหตุการณ์ในระหว่างการอัด การเผาไหม้ และการขยายตัว ของวัฏจักรการทำงานของเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยการอัดที่นำอากาศโดยธรรมชาติ	5
2.2 แสดงถึงระบบฉีดเชื้อเพลิงโดยตรงของเครื่องยนต์ดีเซล	6
2.3 แสดงระบบฉีดเชื้อเพลิงโดยเข้าห้องเผาไหม้ช่วยของเครื่องยนต์ดีเซลขนาด เล็กแบบที่ใช้กันทั่วไป	7
2.4 แสดงความดันกระบอกสูบ (P) ระยะยกของวาล์วเข็มในหัวฉีด (ℓ_N) และความดันเชื้อเพลิงในท่อส่ง (P_ℓ) ที่เป็นฟังชั่นก์ของมุมเพลาข้อเหวี่ยง ของเครื่องยนต์ ดีเซลระบบฉีดเชื้อเพลิงโดยตรงขนาดเล็ก	8
2.5 แสดงความดันกระบอกสูบ (P), อัตราการฉีดเชื้อเพลิงและอัตราการปล่อย ความร้อน (Q_n) ที่คำนวณจากความดันกระบอกสูบของเครื่องยนต์ดีเซล ระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงโดยตรงขนาดเล็กทำงานที่อัตราเร็ว 1000 rev/min จังหวะการฉีดตามปกติและ bmep =620 kpa	9
2.6 แสดงพารามิเตอร์สำคัญที่ใช้กำหนดโครงสร้างของเชื้อเพลิงที่ถูกฉีดพ่นเข้า ไปในห้องเผาไหม้	11
2.7 แสดงโครงสร้างของสเปรย์ซึ่งเป็นผลมาจากการฉีดเชื้อเพลิงในแนวรัศมีออก จากแกนของกระบอกสูบเข้าไปในการไหลวนของอากาศรวมทั้งแสดงการ กระจายของอัตราส่วนสมมูล (ϕ)	13
2.8 แสดงการพุ่งของปลายสเปรย์ที่เวลาต่าง ๆ ที่ความดันโดยรอบ (P_a) และความดันการฉีด (P_o) ต่าง ๆ เชื้อเพลิงถูกฉีดเข้าไปในอากาศนิ่งที่อุณหภูมิห้อง	14
2.9 แสดงพื้นที่บ่าลิ้นที่น้ำมันไหลผ่าน	16
2.10 แสดงหัวฉีดแบบปิดทำงานด้วยแรงดันน้ำมัน ชนิดหลายรู	17
2.11 แสดงโครงสร้างของหัวฉีดแบบเดือย	17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1 แสดงแผนผังการติดตั้งอุปกรณ์การทดลอง 24
3.2 แสดงการติดตั้งอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง 24
3.3 แสดงลักษณะของหัวฉีดที่ใช้ในการทดสอบ 25
4.1 เปรียบเทียบลักษณะการสเปรย์ของน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล 100% โดยทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู, 3 รู และ 4 รู 28
4.2 เปรียบเทียบลักษณะการสเปรย์ของน้ำมันปาล์มผสมที่อัตราส่วน 30 % โดยทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู, 3 รู และ 4 รู 28
4.3 เปรียบเทียบลักษณะการสเปรย์ของน้ำมันมะพร้าวผสมที่อัตราส่วน 30 % โดยทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู, 3 รู และ 4 รู 29
4.4 แสดงลักษณะการสเปรย์ของน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลและน้ำมันปาล์มผสม โดยทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู 29
4.5 แสดงลักษณะการสเปรย์ของน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลและน้ำมันมะพร้าวผสม โดยทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู 29
4.6 แสดงลักษณะการสเปรย์ของน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลและน้ำมันปาล์มผสม โดยทดสอบกับหัวฉีดแบบ 3 รู 30
4.7 แสดงลักษณะการสเปรย์ของน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลและน้ำมันมะพร้าวผสม โดยทดสอบกับหัวฉีดแบบ 3 รู 30
4.8 แสดงลักษณะการสเปรย์ของน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลและน้ำมันปาล์มผสม โดยทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู 30
4.9 แสดงลักษณะการสเปรย์ของน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลและน้ำมันมะพร้าวผสม โดยทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู 31
4.10 เปรียบเทียบลักษณะการสเปรย์ของน้ำมันปาล์มผสมที่อัตราส่วน 30% โดยทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู, 3 รู และ 4รู 31
4.11 เปรียบเทียบลักษณะการสเปรย์ของน้ำมันมะพร้าวผสมที่อัตราส่วน 30% โดยทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู, 3 รู และ 4รู 31
4.12 เปรียบเทียบลักษณะการสเปรย์ของน้ำมันปาล์มที่อัตราส่วน 100% โดยทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู, 3 รู และ 4รู 32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.13 เปรียบเทียบลักษณะการสเปรย์ของน้ำมันมะพร้าวที่อัตราส่วน 100% โดยทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู, 3 รู และ 4รู 32

4.14 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าควันดำที่เป็นฟังก์ชั่นกับความเร็วรอบเปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลกับน้ำมันปาล์มผสม ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ 34

4.15 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าควันดำที่เป็นฟังก์ชั่นกับความเร็วรอบเปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล กับน้ำมันมะพร้าวผสม ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ 34

4.16 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าควันดำที่เป็นฟังก์ชั่นกับความเร็วรอบเปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันปาล์มผสมทดสอบกับหัวฉีดแบบ 3 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ 35

4.17 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าควันดำที่เป็นฟังก์ชั่นกับความเร็วรอบเปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันมะพร้าวผสมทดสอบกับหัวฉีดแบบ 3 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ 35

4.18 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าควันดำที่เป็นฟังก์ชั่นกับความเร็วรอบเปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันปาล์มผสมที่ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ 36

4.19 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าควันดำที่เป็นฟังก์ชั่นกับความเร็วรอบเปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันมะพร้าวผสมที่ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ 36

4.20 แสดงค่าควันของน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลและน้ำมันปาล์มผสม เปรียบเทียบกับหัวฉีดแบบ 2 รู, 3 รู และ 4 รู ที่ความเร็วรอบ 1900 รอบ/นาที ที่กำลัง 6.6 KW 37

4.21 แสดงค่าควันของน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลและน้ำมันมะพร้าวผสม เปรียบเทียบกับหัวฉีดแบบ 2 รู, 3 รู และ 4 รู ที่ความเร็วรอบ 1900 รอบ/นาที ที่กำลัง 6.6 KW 37

4.22 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าควันดำที่เป็นฟังก์ชั่นกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลที่ใช้หัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันปาล์มผสมที่อัตราส่วน 30 % ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู, 3 รู และ 4 รู 38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.23 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าควันดำที่เป็นฟังก์ชั่นกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันมะพร้าวผสมที่อัตราส่วน 30 % ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู, 3 รู และ 4 รู 38

4.24 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าควันดำที่เป็นฟังก์กับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลกับน้ำมันปาล์มผสมและน้ำมันมะพร้าวผสม ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ 39

4.25 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าควันดำที่เป็นฟังก์กับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันปาล์มผสมและน้ำมันมะพร้าวผสมทดสอบกับหัวฉีดแบบ 3 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ 39

4.26 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าควันดำที่เป็นฟังก์กับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันปาล์มผสมและน้ำมันมะพร้าวผสมทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ 40

4.27 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังที่เป็นฟังก์ชั่นกับความเร็วรอบเปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล และน้ำมันปาล์มผสมทดสอบกับหัวฉีดชนิดแบบ 4 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ 43

4.28 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังที่เป็นฟังก์ชั่นกับความเร็วรอบเปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลกับน้ำมันมะพร้าวผสมทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ 44

4.29 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังที่เป็นฟังก์ชั่นกับความเร็วรอบเปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันปาล์มผสมทดสอบกับหัวฉีดแบบ 3 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ 44

4.30 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังที่เป็นฟังก์ชั่นกับความเร็วรอบเปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันมะพร้าวผสม ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 3 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ 45

4.31 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังที่เป็นฟังก์ชั่นกับความเร็วรอบเปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันปาล์มผสม ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ 45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.32 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังที่เป็นฟังก์ชั่นกับความเร็วรอบเปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันมะพร้าวผสม ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ 46

4.33 ความสัมพันธ์ระหว่างค่ากำลังที่เป็นฟังก์ชั่นกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันปาล์มผสมที่อัตราส่วน 30 % ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู, 3 รู และ 4 รู 46

4.34 ความสัมพันธ์ระหว่างค่ากำลังที่เป็นฟังก์ชั่นกับกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันมะพร้าวผสมที่อัตราส่วน 30 % ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู, 3 รู และ 4 รู 47

4.35 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังที่เป็นฟังก์ชั่นกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลกับน้ำมันปาล์มผสมและน้ำมันมะพร้าวผสมทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ 47

4.36 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังที่เป็นฟังก์ชั่นกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันปาล์มผสมและน้ำมันมะพร้าวผสมทดสอบกับหัวฉีดแบบ 3 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ 48

4.37 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังที่เป็นฟังก์ชั่นกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันปาล์มผสมและน้ำมันมะพร้าวผสมทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ 48

4.38 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงที่เป็นฟังก์ชั่นกับความเร็วรอบเปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลและน้ำมันปาล์มผสม ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ 52

4.39 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงที่เป็นฟังก์ชั่นกับความเร็วรอบเปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลกับน้ำมันมะพร้าวผสม ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ 52

4.40 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงที่เป็นฟังก์ชั่นกับความเร็วรอบเปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันปาล์มผสม ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 3 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ 53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.41 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงที่เป็นฟังก์ชั่นกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันมะพร้าวผสม ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 3 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ 53

4.42 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงกับความเร็วรอบเปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันปาล์มผสม ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ 54

4.43 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงที่เป็นฟังก์ชั่นกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันมะพร้าวผสม ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ 54

4.44 แสดงค่าอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงของน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลและน้ำมันปาล์มผสม ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู, 3 รู และ 4 รู ที่ความเร็วรอบ 1900 รอบ/นาที ที่กำลัง 6.6 KW 55

4.45 แสดงค่าอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงของน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลและน้ำมันมะพร้าวผสมโดยทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู, 3 รู และ 4 รู ที่ความเร็วรอบ 1900 รอบ/นาที ที่กำลัง 6.6 KW 55

4.46 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงที่เป็นฟังก์ชั่นกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันปาล์มผสมที่อัตราส่วน 30 % ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู, 3 รู และ 4 รู 56

4.47 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงที่เป็นฟังก์ชั่นกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันมะพร้าวผสมที่อัตราส่วนผสม 30 % โดยใช้หัวฉีดแบบ 2 รู, 3 รู และ 4 รู 56

4.48 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลกับน้ำมันปาล์มผสมและน้ำมันมะพร้าวผสมทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ 57

4.49 ความสัมพันธ์ระหว่าง อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันปาล์มผสมและน้ำมันมะพร้าวผสมทดสอบกับหัวฉีดแบบ 3 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ 57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.50 ความสัมพันธ์ระหว่าง อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง กับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลที่ใช้หัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันปาล์มผสมและน้ำมันมะพร้าวผสม ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ 58

4.51 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพความร้อนที่เป็นฟังก์ชั่นกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล และน้ำมันปาล์มผสม ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ 61

4.52 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพความร้อนที่เป็นฟังก์ชั่นกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลกับน้ำมันมะพร้าวผสม ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ 62

4.53 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพความร้อนที่เป็นฟังก์ชั่นกับความเร็วรอบเปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันปาล์มผสม ทดสอบกับหัวฉีด แบบ 3 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ 62

4.54 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพความร้อนที่เป็นฟังก์ชั่นกับความเร็วรอบเปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันมะพร้าวผสม ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 3 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ 63

4.55 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพความร้อนที่เป็นฟังก์ชั่นกับความเร็วรอบเปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล ทดสอบกับหัวฉีดชนิดแบบ 4 รู กับน้ำมันปาล์มผสมทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ 63

4.56 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพความร้อนที่เป็นฟังก์ชั่นกับความเร็วรอบเปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันมะพร้าวผสม ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ 64

4.57 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพความร้อนที่เป็นฟังก์ชั่นกับความเร็วรอบเปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันปาล์มผสมที่อัตราส่วน 30 % ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู, 3 รู และ 4 รู 64

4.58 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพความร้อนที่เป็นฟังก์ชั่นกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันมะพร้าวผสมที่อัตราส่วน 30 % ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู, 3 รู และ 4 รู 65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.59 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพความร้อนกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลกับน้ำมันปาล์มผสมและน้ำมันมะพร้าวผสมทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ 65

4.60 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพความร้อนกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันปาล์มผสมและน้ำมันมะพร้าวผสมทดสอบกับหัวฉีดแบบ 3 รู ที่ อัตราส่วนผสมต่าง ๆ 66

4.61 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพความร้อนกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันปาล์มผสมทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ 66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 แต่จะต้องมีการปรับปรุงถึงส่วนผสมหรือจะต้องมีการปรับปรุงเครื่องยนต์เพื่อให้มีประสิทธิภาพการทำงานที่ดี ในงานวิจัยที่กำลังศึกษาอยู่นี้เป็นการปรับปรุงเครื่องยนต์โดยเน้นที่หัวฉีด จะศึกษาอิทธิพลของจำนวนรูที่มีผลต่อการสเปรย์ของน้ำมันเชื้อเพลิงและประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ รวมถึงค่าควันดำที่เกิดขึ้น โดยที่หัวฉีดแบบเดิมที่ใช้กับเครื่องยนต์เป็นแบบชนิด 4 รู นำมาเปรียบเทียบกับหัวฉีดชนิด 2 รู และ 3รู หากมีการพัฒนาหัวฉีดต่อไปอย่างจริงจังเชื่อได้ว่าจะสามารถนำมาใช้กับน้ำมันพืชผสมได้ใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซล จะเป็นการช่วยลดการนำเข้าน้ำมันดิบได้มหาศาล

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาถึงอิทธิพลของลักษณะการสเปรย์ของน้ำมันพืชผสมโดยการเปลี่ยนจำนวนรูของหัวฉีดสำหรับเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันพืชผสมเป็นน้ำมันเชื้อเพลิง

1.2.2 เพื่อศึกษาสมรรถนะและมลพิษที่เกิดขึ้นของเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันพืชผสม

1.2.3 ศึกษาสเปรย์การฉีดของหัวฉีดเพื่อเป็นแนวทางที่จะนำมาพัฒนาหัวฉีดให้เหมาะสมกับน้ำมันพืชผสม

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

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

เอกสารนี้สงวนลิขสิทธิ์สำหรับใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของลิขสิทธิ์ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3.2 ทดสอบกับเครื่องยนต์ที่เป็นระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงแบบ DI จำนวนกระบอก 1 สูบ ระบายความร้อนด้วยน้ำ ติดตั้งด้วยชุดไดนาโมมิเตอร์และชุดวัดอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง โดยแบ่งการทดสอบออกเป็น 3 ครั้ง ครั้งที่ 1 จะทดสอบแบบยังไม่มีภาระมากระทำที่ความเร็วรอบ 2400, 2200, 2000, 1800, 1600 และ 1400 รอบ/นาที เพื่อวัดหาค่าควันดำที่เกิดขึ้น โดยยังไม่ติดตั้งชุดไดนาโมมิเตอร์ ครั้งที่ 2 จะทดสอบแบบมีภาระมากระทำโดยจะติดตั้งชุดไดนาโมมิเตอร์ ทดสอบที่ความเร็วรอบ 2000, 1900, 1800, 1700, 1600 และ 1500 รอบ/นาที เพื่อหาค่ากำลังที่เกิดขึ้น, อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง และประสิทธิภาพทางความร้อน ครั้งที่ 3 จะทดสอบที่กำลังคงที่ 6.6 KW ที่ความเร็วรอบ 1900 รอบ/นาที เพื่อหาค่าควัน และอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง

1.4 วิธีการดำเนินงาน

1.4.1 การศึกษาข้อมูล ได้มีการศึกษาข้อมูลจากงานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศที่ เกี่ยวกับการนำน้ำมันพืชมาเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงทดแทนในรูปแบบต่าง ๆ และศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวกับลักษณะการสเปรย์ของหัวฉีด อีกส่วนหนึ่งก็ได้ศึกษาจากผู้ชำนาญงานทางด้านนี้ โดยตรง

1.4.2 การเตรียมอุปกรณ์ในการถ่ายภาพสเปรย์น้ำมันเชื้อเพลิง

- ติดตั้งหัวฉีดเข้ากับเครื่องทดสอบความดันหัวฉีด
- ติดตั้งชุดอุปกรณ์ที่ใช้ในการถ่ายภาพและทำการถ่ายภาพ

1.4.3 ทำการทดลองเก็บผลข้อมูลที่ได้จากการทดสอบกับเครื่องยนต์

1.4.4 การสรุปผลการทดลอง

- ผลที่ได้จากลักษณะการสเปรย์ของน้ำมันเชื้อเพลิงแต่ละชนิดที่ใช้กับหัวฉีดในแต่ละแบบ
- ผลที่ได้จากการทดสอบกับเครื่องยนต์ของน้ำมันเชื้อเพลิงแต่ละชนิดที่ใช้กับหัวฉีดในแต่ละแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีเครื่องยนต์ดีเซล

2.1 เครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยแรงอัดหรือเครื่องยนต์ดีเซล

2.1.1 การทำงานของเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยแรงอัด

ในเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยแรงอัด มีอากาศเพียงอย่างเดียวที่ถูกนำเข้าไปในกระบอกสูบ ส่วนเชื้อเพลิงจะถูกฉีดโดยตรงเข้าห้องเผาไหม้ก่อนการเริ่มต้นการเผาไหม้ที่ต้องการ การควบคุมภาระ (Load) จะทำได้โดยการเปลี่ยนแปลงปริมาณเชื้อเพลิงที่ถูกฉีดในแต่ละวัฏจักรการทำงาน ส่วนการไหลของอากาศที่อัตราเร็วเครื่องยนต์หนึ่ง ๆ โดยทั่วไปแล้วจะไม่เปลี่ยนแปลง

การทำงานของเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยการอัดสี่จังหวะที่นำอากาศเข้าโดยธรรมชาติแสดงได้ด้วยลำดับของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในกระบอกสูบแสดงจากรูปที่ 2.1 ซึ่งอากาศที่ความดันใกล้กับความดันบรรยากาศถูกนำเข้าในกระบอกสูบในช่วงจังหวะดูดและถูกอัดจนกระทั้งความดันมีค่าประมาณ 4 mpa และมีอุณหภูมิประมาณ 800 K ในช่วงจังหวะอัด อัตราส่วนการอัดของเครื่องยนต์ดีเซลจะสูงกว่าเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยประกายไฟทั่วไปพอสมควร กล่าวคือ จะอยู่ในช่วง 12-24 ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของเครื่องยนต์

เมื่อลูกสูบอยู่ที่ประมาณ 20^0 ก่อน TC เชื้อเพลิงจะถูกฉีดเข้าไปในห้องเผาไหม้ซึ่งมีอัตราการฉีดโดยทั่วไปดังรูป 2.1 (ข) เชื้อเพลิงจะแตกเป็นละอองฝอยแล้วระเหยผสมกับอากาศที่มีอุณหภูมิและความดันที่สูงกว่าจุดระเบิดของเชื้อเพลิง ดังนั้นหลังช่วงเวลาสั้น ๆ ที่เรียกว่าช่วงล่าช้า (delay period) ก็จะมีการจุดระเบิดด้วยตัวเองของสารผสมเชื้อเพลิงกับอากาศ ซึ่งเป็นการเริ่มต้นกระบวนการเผาไหม้ทำให้ความดันกระบอกสูบ (เส้นเต็มในภาพ 2.1 (ค)) สูงกว่าระดับความดันที่
ไม่มีการเผาไหม้ (เส้นประในภาพ 2.1 (ค)) เปลวไฟก็จะกระจายออกอย่างรวดเร็วผ่านเข้าไปในส่วนของเชื้อเพลิงที่ถูกฉีดซึ่งได้ผสมกับอากาศที่เพียงพอกับการเผาไหม้

การผสมระหว่างเชื้อเพลิง อากาศ และแก๊สที่เผาไหม้ รวมถึงการเผาไหม้เพิ่มเติมจะเกิดขึ้นต่อไปในจังหวะขยายตัว จนกระทั่งเชื้อเพลิงที่ถูกฉีดเผาไหม้หมด (จากรูปที่ 2.1 (ง)) และก่อนที่ลูกสูบจะถึง BC วาล์วไอเสียจะเปิด ไอเสียจะไหลออก โดยกระบวนการคาย (Exhaust Process) ที่เกิดขึ้นก็จะเหมือนกับที่เกิดขึ้นในเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยประกายไฟสี่จังหวะ

2.1.2 การเผาไหม้ในเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยการอัด

ลักษณะที่สำคัญของกระบวนการเผาไหม้ในเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยการอัดหรือเครื่องยนต์ดีเซล เชื้อเพลิงจะถูกฉีดเข้าไปในกระบอกสูบโดยระบบฉีดเชื้อเพลิงที่ปลายของจังหวะอัดก่อนการเริ่มต้นการเผาไหม้ที่ต้องการเล็กน้อย ตามปกติแล้วเชื้อเพลิงจะถูกฉีดเข้าไปด้วยความเร็วสูงโดยผ่านรูหัวฉีดรูเดียวหรือหลายรู เมื่อเชื้อเพลิงผ่านพ้นปลายของหัวฉีดก็จะแตกเป็นฝอยละอองและพุ่งเข้าไปในห้องเผาไหม้แล้วจะระเหยและผสมกับอากาศที่มีอุณหภูมิและความดันสูงที่อยู่ในกระบอกสูบ เนื่องจากอุณหภูมิและความดันของอากาศสูงกว่าจุดระเบิดของเชื้อเพลิง การจุดระเบิด

เอกสารนี้จะเผยแพร่ เพื่อการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. เนื่องจากการฉีดเชื้อเพลิงเกิดก่อนการเริ่มต้นการเผาไหม้เล็กน้อย ดังนั้นจึงไม่มีข้อจำกัดของการน็อกเหมือนในเครื่องยนต์ที่จุดระเบิดด้วยประกายไฟซึ่งเป็นผลมาจากการจุดระเบิดเองของเชื้อเพลิงและอากาศที่ผสมกันก่อนแล้วในแก๊สส่วนสุดท้าย ดังนั้นเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยการอัดจึงสามารถใช้อัตราส่วนการอัดสูงได้ เป็นผลให้ประสิทธิภาพการเปลี่ยนแปลงพลังงานเชื้อเพลิงสูงกว่าเมื่อเทียบกับเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยประกายไฟ

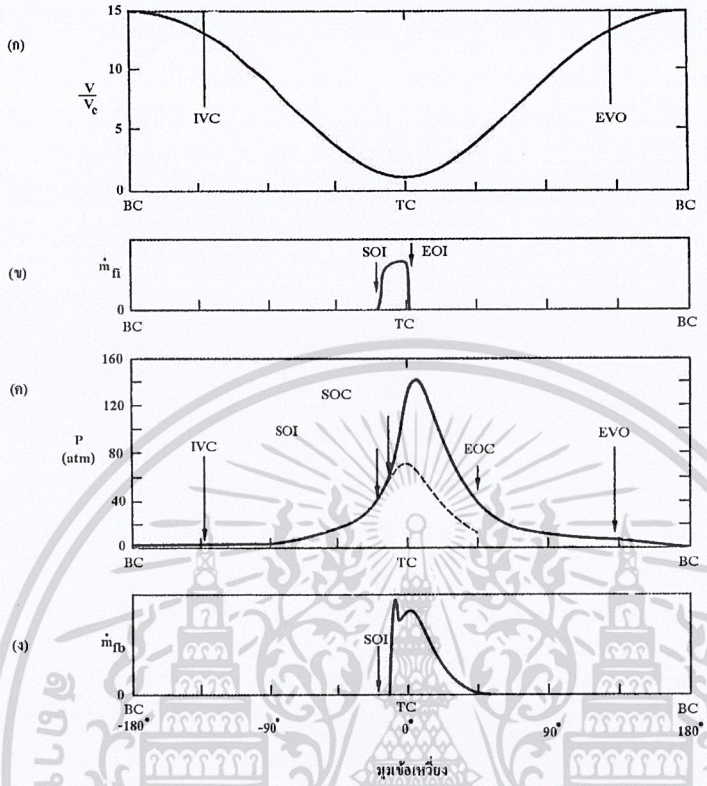
2. เนื่องจากจังหวะการฉีดเชื้อเพลิงถูกใช้ในการควบคุมจังหวะการเผาไหม้ ช่วงล่าช้าระหว่างการเริ่มฉีดเชื้อเพลิงและการเริ่มต้นการเผาไหม้จะต้องสั้น ซึ่งช่วงล่าช้าที่สั้นนี้ยังจำเป็นต่อการรักษาความดันกระบอกสูบสูงสุดไว้ให้ต่ำกว่าค่าสูงสุดที่เครื่องยนต์จะทนได้ ดังนั้นสมบัติในการจุดระเบิดเองของสารผสมเชื้อเพลิงกับอากาศจึงต้องอยู่ภายในช่วงที่กำหนด ซึ่งกระทำได้โดยใช้น้ำมันดีเซลที่มีเลขซีเทนสูงกว่าค่าที่กำหนด

3. เนื่องจากทอร์กของเครื่องยนต์เปลี่ยนแปลงโดยการเปลี่ยนแปลงปริมาณเชื้อเพลิงที่ถูกฉีดเข้าไปต่อวัฏจักร โดยที่การไหลของอากาศเข้าเครื่องยนต์เกือบจะไม่เปลี่ยนแปลงเลย ทำให้เครื่องยนต์ดีเซลสามารถทำงานได้โดยไม่ต้องมีลิ้นเร่ง ดังนั้นงานในการปั๊มจึงต่ำ เป็นผลให้ประสิทธิภาพเชิงกลที่ภาระบางส่วนสูงกว่าเมื่อเทียบกับเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยประกายไฟ

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

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



SOI = Start of Injection (เรมตนการฉดเชอเพลง)

SOC = Start of Combustion (เริ่มต้นการเผาไหม้)

EOI = End of Injection (สิ้นสุดการฉีดเชื้อเพลิง)

EOC = End of Combustion (สิ้นสุดการเผาไหม้)

รูปที่ 2.1 แสดงลำดับของเหตุการณ์ในระหว่างการอัด การเผาไหม้ และการขยายตัวของวัฏจักรการทำงานของเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยการอัดที่นำอากาศโดยธรรมชาติ

2.1.3 ชนิดของระบบการเผาไหม้ของเครื่องยนต์ดีเซล

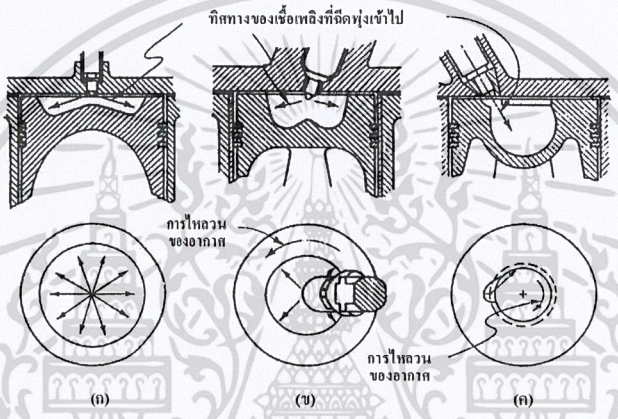
ระบบการเผาไหม้ของเครื่องยนต์ดีเซลแบ่งการออกแบบห้องเผาไหม้เป็น 2 ชนิด คือระบบฉีดเชื้อเพลิงโดยตรง (Direct – injection System, DI System) ซึ่งมีห้องเผาไหม้เปิดห้องเดียวและเชื้อเพลิงจะถูกฉีดเข้าไปโดยตรงในห้องเผาไหม้นั้น อีกระบบหนึ่งคือ ระบบฉีดเชื้อเพลิงโดยมีห้องเผาไหม้ช่วย (Indirect – Injection System, IDI System) ซึ่งมีห้องเผาไหม้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน และเชื้อเพลิงถูกฉีดเข้าไปห้องเผาไหม้ก่อนซึ่งต่อกับห้องเผาไหม้หลัก (Main Chamber ที่อยู่บนหัวลูกสูบ) โดยผ่านทางรูเดียวหรือหลายรู

2.1.3.1 ระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงแบบโดยตรง

ระบบฉีดเชื้อเพลิงโดยตรงที่นิยมใช้กันยังแบ่งออกเป็นหลายแบบ (ตามรูปร่างของห้องเผาไหม้ จำนวนรูหัวฉีด และตำแหน่งหัวฉีด) จากรูปที่ 2.2 โดยภาพ 2.2 (ก) แสดงห้องเผาไหม้แบบนิ่งใช้หัวฉีดแบบหลายรูที่ใช้กับเครื่องยนต์ดีเซลขนาดใหญ่ที่สุด ระบบนี้ไม่ต้องการการเคลื่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ของอากาศในกระบอกสูบเนื่องจากโมเมนตัมและพลังงานของเชื้อเพลิงที่ฉีดพุ่งเข้าไปในห้องเผาไหม้เพียงพอที่จะกระจายและผสมกับอากาศได้ดี รูปร่างของห้องเผาไหม้มักจะเป็นหลุมตื้น ๆ บนหัวลูกสูบและใช้หัวฉีดแบบหลายรูติดตั้งไว้ตรงกลาง เมื่อขนาดของเครื่องยนต์ดีเซลเล็กลงก็มักจะต้องเพิ่มการไหลวนเพื่อให้ได้อัตราผสมระหว่างเชื้อเพลิงกับอากาศเร็วขึ้น การไหลวนจะถูกทำให้เกิดขึ้นโดยการออกแบบช่องไอดีให้เหมาะสมและมีการเพิ่มการไหลวนขึ้นอีกเมื่อลูกสูบเข้าใกล้ TDC โดยบังคับให้อากาศไหลเข้าไปสู่แกนของกระบอกสูบเข้าไปในหลุมในลูกสูบ



รูปที่ 2.2 แสดงถึงระบบฉีดเชื้อเพลิงโดยตรงของเครื่องยนต์ดีเซล

(ก) แสดงห้องเผาไหม้แบบนิ่ง ใช้หัวฉีดแบบหลายรู

(ข) แสดงห้องเผาไหม้แบบหลุมในลูกสูบ มีการไหลวนและใช้หัวฉีดแบบหลายรู

(ค) แสดงห้องเผาไหม้แบบหลุมในลูกสูบ มีการไหลวน และใช้หัวฉีดแบบรูเดียว

จากรูป 2.2 (ข) และ (ค) แสดงระบบฉีดเชื้อเพลิงโดยตรงที่ใช้กันทั่วไปมี 2 แบบที่มีไหลวน พิจารณาจากรูป 2.2 (ข) แสดงห้องเผาไหม้แบบหลุมในลูกสูบใช้หัวฉีดแบบรูติดตั้งไว้ตรงกลางซึ่งมีวัตถุประสงค์ที่จะให้ปริมาณเชื้อเพลิงที่ไปกระทบผนังของหลุมในลูกสูบน้อยที่สุด และภาพที่ 2.2 (ค) แสดงระบบที่เรียกว่าเอ็ม (M.A.N M System) ซึ่งเป็นระบบที่มีห้องเผาไหม้แบบหลุมในลูกสูบ ใช้หัวฉีดแบบรูเดียวซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อให้เชื้อเพลิงส่วนใหญ่ไปกระทบและติดบนผนังของหลุมในลูกสูบ ระบบนี้ได้ถูกนำไปใช้ในเครื่องยนต์ดีเซลขนาดกลาง (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กระบอกสูบ 10 cm ถึง 15 cm) และในเครื่องยนต์ขนาดเล็ก (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางกระบอกสูบ 8 cm ถึง 10 cm) โดยการเพิ่มการไหลวนให้มากขึ้น

2.1.3.2 ระบบฉีดเชื้อเพลิงโดยมีห้องเผาไหม้ช่วย

ระบบฉีดเชื้อเพลิงโดยมีห้องเผาไหม้ช่วยมักถูกนำมาใช้ในกรณีที่การไหลวนของระบบฉีดเชื้อเพลิงโดยตรงไม่สามารถให้อัตราการผสมระหว่างเชื้อเพลิงกับอากาศที่พอเพียงแก่เครื่องยนต์ดีเซลอัตราเร็วสูงขนาดเล็ก โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับเครื่องยนต์ที่ใช้กับรถยนต์ ระบบฉีดเชื้อเพลิงโดยมีห้องเผาไหม้ช่วยซึ่งจะแบ่งเป็นห้องเผาไหม้ก่อนและห้องเผาไหม้หลัก โดยห้องเผาไหม้ก่อนสามารถทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของแก๊สอย่างรุนแรงได้ระหว่างจังหวะอัดในช่วงการฉีดเชื้อเพลิง แบบของระบบฉีดเชื้อเพลิงโดย

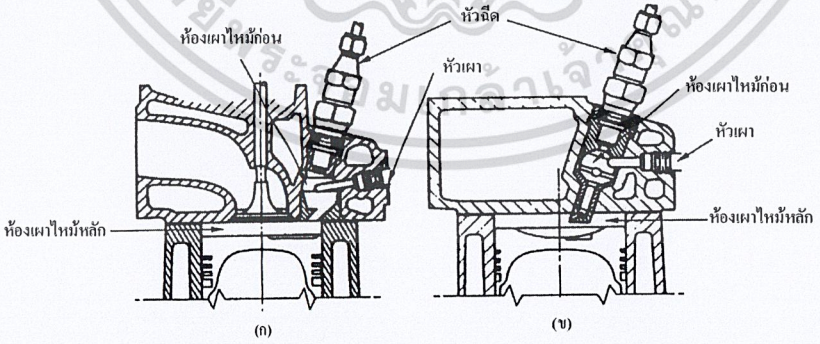
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผ่านห้องเผาไหม้ช่วยที่นิยมใช้กันมี 2 แบบ คือ แบบห้องเผาไหม้ก่อนไหลวนและแบบห้องเผาไหม้ก่อนปั่นป่วน ดังแสดงในรูป 2.3 (ก) และ (ข) ตามลำดับ โดยทั้งสองแบบนั้นในช่วงการอัดอากาศจากห้องเผาไหม้หลักที่อยู่ด้านบนของลูกสูบจะถูกดันเข้าไปในห้องเผาไหม้ก่อนโดยผ่านรูเล็ก ๆ ดังนั้นเมื่อใกล้สิ้นสุดการอัดการไหลอย่างรุนแรงของแก๊สในห้องเผาไหม้ก่อนก็จะเกิดขึ้น

สำหรับห้องเผาไหม้ก่อนไหลวน ช่องที่ต่อและห้องเผาไหม้ก่อนจะทำให้มีรูปทรงเพื่อที่การไหลของแก๊สภายในห้องเผาไหม้ก่อนจะไหลวนได้อย่างรวดเร็ว แล้วเชื้อเพลิงตามปกติจะถูกฉีดเข้าไปในห้องเผาไหม้ก่อนที่ความดันในการฉีดต่ำกว่าในระบบฉีดเชื้อเพลิงโดยตรง และการเผาไหม้จะเริ่มดันในห้องเผาไหม้ก่อนทำให้ความดันในห้องเผาไหม้ก่อนเพิ่มขึ้นดันให้แก๊สไหลกลับเข้าไปในห้องเผาไหม้หลักโดยแก๊สจะพุ่งผ่านรูเข้าไปผสมกับอากาศในห้องเผาไหม้หลัก และมีการเผาไหม้ต่อไปอีก

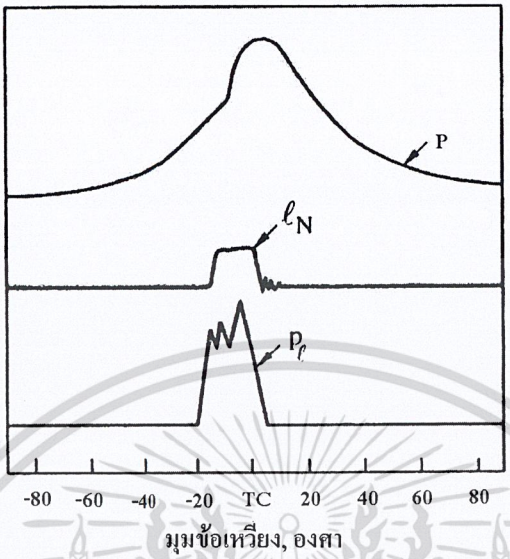
2.1.4 การเผาไหม้ในระบบฉีดเชื้อเพลิงโดยตรงที่ใช้หัวฉีดหลายรู

จากรูปที่ 2.4 แสดงข้อมูลของความดันกระบอกสูบ (P) ระยะยกของวาล์วเข็มในหัวฉีด (Injector Needle Lift, ℓ_N) และความดันเชื้อเพลิงในท่อส่งเชื้อเพลิง (P_ℓ) ที่มุมข้อเหวี่ยงต่าง ๆ ตลอดจังหวะอัดและจังหวะขยายตัวของเครื่องยนต์ดีเซลแบบฉีดเชื้อเพลิงโดยตรง ซึ่งถือได้ว่าเป็นข้อมูลเบื้องต้นที่จะใช้ในการวิเคราะห์กระบวนการเผาไหม้ที่เกิดขึ้น โดยอัตราการฉีดเชื้อเพลิงสามารถหาได้จากความดันเชื้อเพลิงในท่อส่ง ความดันกระบอกสูบ ขนาดของรูหัวฉีด และระยะยกของวาล์วเข็มในหัวฉีด และตามกราฟจากรูปที่ 2.4 ดังกล่าวพบว่ามีช่วงล่าช้าระหว่างการเริ่มต้นของการฉีดเชื้อเพลิงกับการเริ่มต้นของการเผาไหม้ (จุดของการเปลี่ยนความชันของกราฟ P(θ)) เท่ากับ 9 องศา เมื่อมีการเผาไหม้แล้วความดันจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงไม่กี่องศามุมข้อเหวี่ยง หลังจากนั้นจะเพิ่มอย่างช้า ๆ และจะมีค่าสูงสุดที่ประมาณ 5^0 หลัง TDC



รูปที่ 2.3 แสดงระบบฉีดเชื้อเพลิงโดยเข้าห้องเผาไหม้ช่วยของเครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็กแบบที่ใช้กันทั่วไป (ก) แบบห้องเผาไหม้ก่อนการไหลวน (ข) แบบห้องเผาไหม้ก่อนการปั่นป่วน

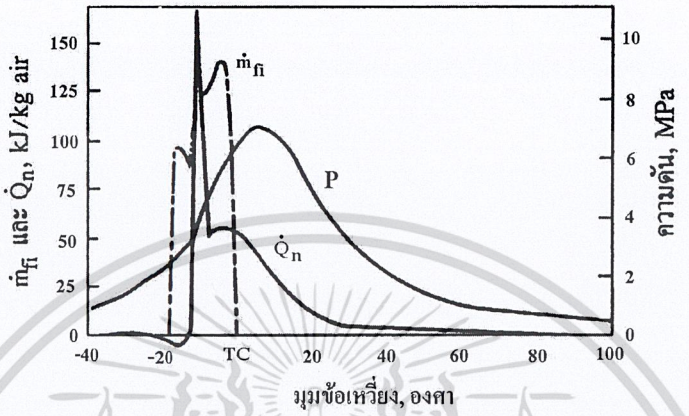
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 แสดงความดันกระบอกสูบ (P) ระยะยกของวาล์วเข็มในหัวฉีด (ℓ_N) และความดันเชื้อเพลิงในท่อส่ง (P_ℓ) ที่เป็นฟังชั่นก์ของมุมเพลาข้อเหวี่ยงของเครื่องยนต์ ดีเซลระบบฉีดเชื้อเพลิงโดยตรงขนาดเล็ก

สำหรับกราฟของอัตราการปล่อยความร้อนกับมุมเพลาข้อเหวี่ยงที่สอดคล้องกับอัตราการฉีดเชื้อเพลิงและข้อมูลความดันกระบอกสูบตามกราฟในภาพที่ 2.4 ได้แสดงไว้ในภาพ 2.5 ซึ่งเป็นรูปแบบของกราฟอัตราการปล่อยความร้อนของเครื่องยนต์ระบบฉีดเชื้อเพลิงโดยตรงชนิดนี้ตลอดช่วงภาระและอัตราเร็วเครื่องยนต์ กราฟอัตราการปล่อยความร้อนแสดงให้เห็นว่าไม่มีการปล่อยความร้อนจนกระทั่งปลายของจังหวะอัด จะเห็นได้ว่ามีการสูญเสียความร้อนเล็กน้อยในระหว่างช่วงล้าช้า (เนื่องจากการถ่ายเทความร้อนสู่ผนังห้องเผาไหม้ และเพื่อการระเหยและการทำให้เชื้อเพลิงร้อนขึ้น) ในระหว่างกระบวนการเผาไหม้นั้นจะเห็นว่าการเผาไหม้เกิดขึ้นเป็น 3 ระยะที่ต่างกัน คือในระยะแรก อัตราการเผาไหม้โดยทั่วไปจะสูงมากและเกิดขึ้นในช่วงไม่กี่องศามุมข้อเหวี่ยง ซึ่งตรงกับช่วงของการเพิ่มความดันกระบอกสูบอย่างรวดเร็ว ระยะที่สองจะเป็นช่วงของอัตราการปล่อยความร้อนที่ค่อย ๆ ลดลง (แม้ว่าในช่วงต้นอาจเพิ่มขึ้นไปยังค่าสูงสุดค่าที่สองแต่จะต่ำกว่าค่าแรกมาก ช่วงการเผาไหม้นี้จะเป็นช่วงการปล่อยความร้อนหลัก โดยทั่วไปจะเกิดขึ้นในช่วง 40 องศา และตามปกติประมาณร้อยละ 80 ของพลังงานเชื้อเพลิงทั้งหมดถูกปล่อยออกมาในสองระยะแรก ระยะที่สามเป็นช่วงท้ายของการปล่อยความร้อนซึ่งอัตราการปล่อยความร้อนในช่วงสุดท้ายนี้ตามปกติจะมีปริมาณร้อยละ 20 ของพลังงานทั้งหมดของเชื้อเพลิงโดยประมาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 แสดงความดันกระบอกสูบ (P), อัตราการฉีดเชื้อเพลิง ($\dot{m}_{fi}$) และอัตราการปล่อยความร้อน ($\dot{Q}_n$) ที่คำนวณจากความดันกระบอกสูบของเครื่องยนต์ดีเซลระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงโดยตรงขนาดเล็กทำงานที่อัตราเร็ว 1000 rev/min, จังหวะการฉีดตามปกติ และ bmep = 620 kpa

จากการศึกษากราฟของอัตราการฉีดเชื้อเพลิงและอัตราการปล่อยความร้อนดังแสดงไว้ในภาพ 2.5 ตลอดช่วงของภาระ อัตราเร็วเครื่องยนต์ และจังหวะการฉีดเชื้อเพลิง ลิน (Lyn) ได้สรุปผลการศึกษาไว้ 3 ข้อคือ

1. ช่วงการเผาไหม้ทั้งหมดจะยาวกว่าช่วงการฉีดเชื้อเพลิงมาก
2. อัตราการเผาไหม้สัมบูรณ์เพิ่มขึ้นเป็นสัดส่วนโดยตรงกับอัตราเร็วเครื่องยนต์เพิ่มขึ้น ดังนั้นเมื่อคิดเป็นมุมข้อเหวี่ยง ช่วงการเผาไหม้ก็จะคงตัว
3. ขนาดของค่าสูงสุดของกราฟอัตราการเผาไหม้จะขึ้นอยู่กับช่วงล่าช้าในการจุดระเบิดซึ่งจะสูงขึ้นเมื่อล่าช้ายาวขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 แสดงลักษณะที่สำคัญของระบบการเผาไหม้แบบต่าง ๆ ของเครื่องยนต์ดีเซล

ระบบ	ฉีดเชื้อเพลิงโดยตรง				ฉีดเชื้อเพลิงโดยมีห้องเผาไหม้ช่วย	
	นิ่ง	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
เส้นผ่านศูนย์กระบอกสูบ (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	แบบเปิดหรือหลุมตื้น	หลุมในลูกสูบ	หลุมลึกในลูกสูบ	หลุมลึกในลูกสูบ	ห้องเผาไหม้ก่อนไหลวน	ห้องเผาไหม้ก่อนปั่นป่วน
รูปแบบการไหลของอากาศ	นิ่ง	การไหลวนปานกลาง	การไหลวนสูง	การไหลวนสูงสุด	การไหลวนสูงมาก	การไหลปั่นป่วน
จำนวนรูหัวฉีด	หลายรู	หลายรู	รูเดียว	หลายรู	รูเดียว	รูเดียว
ความดันในการฉีด	สูงมาก	สูง	ปานกลาง	สูง	ต่ำสุด	ต่ำสุด

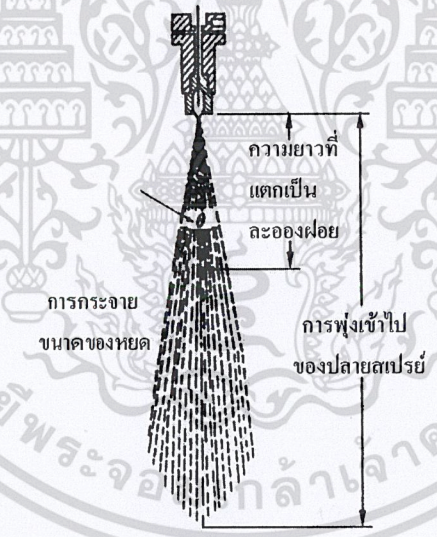
2.1.5 โครงสร้างของเชื้อเพลิงที่ถูกฉีดพ่นเข้าห้องเผาไหม้

เชื้อเพลิงถูกส่งเข้าไปในห้องเผาไหม้ของเครื่งยนต์ดีเซลผ่านทางรูหัวฉีดรูเดียวหรือหลายรูด้วยความดันระหว่างความดันในท่อหัวฉีดและกระบอกสูบที่แตกต่างกันมาก หัวฉีดของเครื่องยนต์ดีเซลตามปกติจะทำงานที่ความดันของการฉีดระหว่าง 200-1700 atm เมื่อเกิดการฉีด อากาศในกระบอกสูบมีความดัน 50-100 atm อุณหภูมิ 1000 K และความหนาแน่นระหว่าง 15-25 kg/m^3 โดยรูหัวฉีดจะมีขนาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0.2-1 mm และมีอัตราส่วนระหว่างความยาวต่อเส้นผ่านศูนย์กลางอยู่ในช่วง 2-8 ส่วนคุณสมบัติของน้ำมันดีเซลที่ใช้กันทั่วไปมีความถ่วงจำเพาะประมาณ 0.8 มีความหนืดระหว่าง 3-10 kg/m.s และความตึงผิวประมาณ $3x10^{-2}$ N/m (ที่ 300 K)

จากรูปที่ 2.6 แสดงโครงสร้างของเชื้อเพลิงที่ถูกฉีดพ่นเข้าไปในห้องเผาไหม้ของเครื่องยนต์ระบบฉีดเชื้อเพลิงโดยตรงทั่วไป เมื่อเชื้อเพลิงพุ่งออกจากหัวฉีดก็จะปั่นป่วนและกระจายออกเข้าไปผสมกับอากาศโดยรอบ โดยความเร็วเริ่มต้นของการพุ่งเข้าไปจะมากกว่า 100 m/s ผิวด้านนอกของเชื้อเพลิงที่พุ่งออกจากหัวฉีดจะแตกเป็นหยดหรือละอองขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 10 μm ที่ใกล้กับทางออกของหัวฉีด แกนของเหลว (แกนของสเปรย์) ที่ออกจากหัวฉีดและเข้าไปในห้องเผาไหม้จะแตกเป็นหยดขนาดต่าง ๆ เมื่อเข้าไปได้ระยะทางช่วงหนึ่งที่เรียกว่า ความยาวที่แตกเป็นละอองฝอย (breakup length) เมื่อมวลเชื้อเพลิงเคลื่อนที่ออกห่างจากหัวฉีด มวลของอากาศภายในสเปรย์จะเพิ่มมากขึ้น สเปรย์จะบานออกทำให้ความกว้างเพิ่มและความเร็วลดลง ปลายของสเปรย์จะพุ่งไปในห้องเผาไหม้ไกลขึ้นเมื่อมีการฉีดต่อไปแต่ด้วยอัตราของการพุ่งเข้าไปที่น้อยลง



รูปที่ 2.6 แสดงพารามิเตอร์สำคัญที่ใช้กำหนดโครงสร้างของเชื้อเพลิงที่ถูกฉีดพ่นเข้าไปในห้องเผาไหม้

หยดของเชื้อเพลิงที่อยู่ขอบนอกของสเปรย์จะระเหยก่อน ทำให้เกิดสารผสมระหว่างไอเชื้อเพลิงกับอากาศห่อหุ้มรอบแกนของเหลว จึงเป็นผลให้อัตราส่วนสมมูลมีค่าสูงสุดที่แนวกึ่งกลาง และลดลงเป็นศูนย์ (อากาศที่ยังไม่ได้ผสม) ที่ขอบของสเปรย์ก็จะถูกบังคับให้ไหลเลียบไปตามผนัง และสุดท้ายสเปรย์ที่ถูกฉีดจากหัวฉีดหลายรูก็พบกัน จากรูปที่ 3.7 แสดงถึงลักษณะของสเปรย์เมื่อพบกับผนังด้านนอกทรงกระบอกของห้องเผาไหม้ทรงจานในเครื่องอัดเร็วในสภาวะการฉีดเชื้อเพลิงทั่วไปของเครื่องยนต์ดีเซล ซึ่งจะพบว่าผนังทรงกระบอกจะทำให้สเปรย์แยกเป็น 2 ส่วน (2 ทิศทาง) ไหลตามเส้นรอบวงในแต่ละทิศทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ในเชิงการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.6 การแตกตัวเป็นละอองฝอย

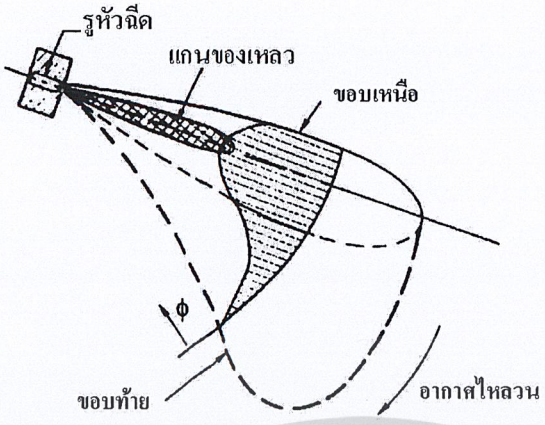
ตามสภาวะการฉีดเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ดีเซลนั้น เชื้อเพลิงที่พุ่งเข้าไปจะเกิดเป็นสเปรย์รูปกรวยขึ้นที่ทางออกของหัวฉีด ซึ่งเป็นรูปแบบของการแตกเป็นละอองฝอย (atomization) ที่เกิดหยดเชื้อเพลิงที่มีขนาดเล็กกว่าเส้นผ่านศูนย์กลางของรูหัวฉีดมาก รูปแบบของการทำให้ของเหลวที่ฉีดพุ่งแตกเป็นหยดมีหลายรูปแบบ คือ ที่ความเร็วของของเหลวที่ฉีดพุ่งต่ำ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

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

$$\tan\frac{\theta}{2}=\frac{1}{A}4\pi\left(\frac{\rho_g}{\rho_\ell}\right)^{1/2}\frac{\sqrt{3}}{6} \qquad (2.1)$$

โดยที่ ρ_g และ ρ_ℓ 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 แสดงมุมสเปรย์เริ่มต้นที่เป็นฟังก์ชั่นของอัตราส่วนความหนาแน่นระหว่างความหนาแน่นของแก๊สกับความหนาแน่นของของเหลว สำหรับรูหัวฉีดที่มีอัตราส่วนความยาวต่อเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 แสดงโครงสร้างของสเปรย์ซึ่งเป็นผลมาจากการฉีดเชื้อเพลิงในแนวรัศมีออกจากแกนของกระบอกสูบเข้าไปในการไหลวนของอากาศรวมทั้งแสดงการกระจาย ของอัตราส่วนสมมูล (ϕ)

2.1.7 การพุ่งของสเปรย์

ความเร็วและระยะที่พุ่งเข้าไปในห้องเผาไหม้ของสเปรย์ จะมีผลสำคัญต่อการใช้ อากาศและอัตราการผสมระหว่างเชื้อเพลิงกับอากาศ ในเครื่องยนต์บางแบบที่ผนังห้องเผาไหม้ร้อน และมีการไหลวนสูงก็จะต้องการให้เชื้อเพลิงฉีดพุ่งเข้าไปกระทบผนัง แต่ในเครื่องยนต์ระบบฉีดเชื้อเพลิงโดยตรงที่ใช้หัวฉีดหลายรู การพุ่งของสเปรย์ (Spay Penetration) เข้าไปมากเกินไปก็จะทำให้เชื้อเพลิงไปกระทบผนังที่เย็นและโดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อไม่มีการไหลวนอากาศหรือมีการไหลวนของอากาศเพียงเล็กน้อย ก็จะทำให้อัตราการผสมต่ำลงและจะไปเพิ่มมลพิษ (สารที่ยังไม่เผาไหม้และสารที่เผาไหม้บางส่วน) อย่างไรก็ตามการพุ่งของสเปรย์น้อยเกินไปก็จะทำให้การใช้อากาศไม่ดีเนื่องจากอากาศที่ขอบนอกของห้องเผาไหม้จะไม่ได้สัมผัสกับเชื้อเพลิง จึงได้มีการศึกษาถึงการพุ่งของสเปรย์เชื้อเพลิงภายใต้สภาวะทั่วไปที่เกิดขึ้นในเครื่องยนต์ดีเซลกันอย่างกว้างขวาง

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

$$S = 3.07\left(\frac{\Delta P}{\rho_g}\right)^{1/4}(td_n)^{1/2}\left(\frac{294}{T_g}\right)^{1/4} \qquad (2.2)$$

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

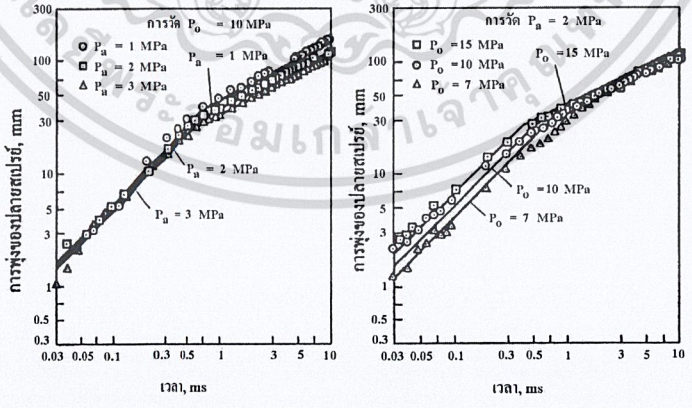
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนี้ยังมีการศึกษาเกี่ยวกับตำแหน่งของปลายสเปรย์ที่เวลาต่าง ๆ ในรายละเอียดเพิ่มเติมอีก โดยแสดงจากรูปที่ 2.15 แสดงผลการศึกษาดังกล่าวของฮิโรยาสุ (Hiroyasu) และคณะ ซึ่งเป็นกราฟของตำแหน่งปลายสเปรย์กับเวลาที่ความดันโดยรอบ (P_a) และความดันการฉีด (P_o) ต่าง ๆ เมื่อเชื้อเพลิงถูกฉีดเข้าไปในอากาศนิ่งที่อุณหภูมิห้อง จากข้อมูลเหล่านี้พบว่าการพุ่งของปลายสเปรย์ในช่วงเริ่มต้นจะแปรผันโดยตรงกับเวลา (ความเร็วของสเปรย์คงตัว) และเมื่อแตกตัว $\sqrt{t}$ เป็นฝอยละอองแล้วจะแปรผันตาม โดยความดันการฉีดจะมีผลมากต่อการเคลื่อนที่ในช่วงเริ่มต้นก่อนการแตกเป็นละอองฝอย แต่เมื่อแตกเป็นละอองฝอยแล้วความหนาแน่นของแก๊สจะมีผลมากต่อการเคลื่อนที่ ฮิโรยาสุได้ให้สมการของการพุ่งของสเปรย์เป็น

$$t_{break} = \left(\frac{29\ \rho_\ell d_n}{(\rho_g \Delta p)^{1/2}} \right) \tag{2.3}$$

$$t < t_{break} : S = 0.39 \left(\frac{2\Delta p}{\rho_\ell} \right)^{1/2} t \tag{2.4}$$

$$t > t_{break} : S = 2.95 \left(\frac{\Delta p}{\rho_\ell} \right)^{1/4} (d_n t)^{1/2} \tag{2.5}$$



รูปที่ 2.8 แสดงการพุ่งของปลายสเปรย์ที่เวลาต่าง ๆ ที่ความดันโดยรอบ (P_a) และความดันการฉีด (P_o) ต่าง ๆ เชื้อเพลิงถูกฉีดเข้าไปในอากาศนิ่งที่อุณหภูมิห้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

ผลของการไหลวนของอากาศที่มีต่อการพุ่งของสเปรย์ ความสัมพันธ์ระหว่างการพุ่งของปลายสเปรย์เมื่อมีการไหลวนของอากาศ (S_s) กับเมื่อไม่มีการไหลวนของอากาศ (S) ไว้ตามสมการ คือ

$$\frac{S_s}{S} = \left(1 + \frac{\pi R_s NS}{30\, v_j}\right)^{-1} \tag{2.6}$$

โดยที่ R_S เป็นอัตราส่วนการไหลวนซึ่งเท่ากับอัตราการไหลวนเป็นรอบต่อนาทีหารด้วยอัตราเร็วเครื่องยนต์ (N) เป็นรอบต่อนาที และ v_j เป็นความเร็วเริ่มต้นของเชื้อเพลิงที่ฉีดพุ่งเข้าไป (เมตรต่อวินาที) ซึ่งพบว่าการไหลวนจะทำให้การพุ่งของสเปรย์ลดลงแต่จะทำให้การกระจายออกของสเปรย์รวดเร็วขึ้น

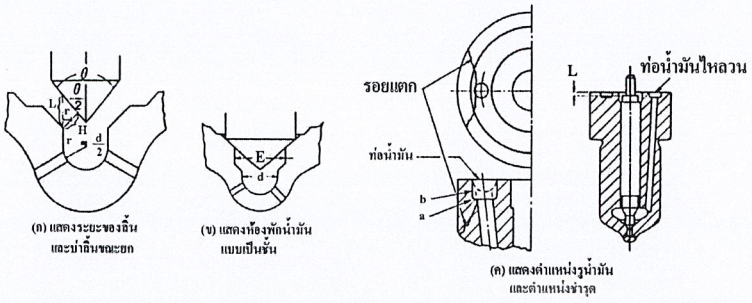
2.2 หัวฉีด

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงให้แตกตัวเป็นฝอยละอองเข้าไปในห้องเผาไหม้ให้ถูกต้องตามจังหวะการทำงานของเครื่องยนต์ ซึ่งทำให้เกิดการสันดาปในห้องเผาไหม้ได้ง่าย การออกแบบหัวฉีดทำได้หลายวิธีดังนี้

2.2.1 หัวฉีดแบบรู

หัวฉีดแบบหลายรูเหมาะสำหรับห้องเผาไหม้แบบเปิด เพราะสามารถกระจายเชื้อเพลิงไปได้ทั่วห้องเผาไหม้ ขนาดของรูมีตั้งแต่ 0.127 มิลลิเมตร ถึงขนาดใหญ่ 0.86 มิลลิเมตร และจะมีรูตั้งแต่ 1 รู ถึง 10 รู และระยะระหว่างรูฉีดต้องไม่ต่ำกว่า 0.20 มิลิเมตร มิฉะนั้นจะทำให้การกระจายของละอองน้ำมันซ้อนกัน ความลึกของรูฉีดน้อยที่สุด คือ 0.50 มิลลิเมตร (0.020 นิ้ว) ทั้งนี้เพื่อความแข็งแรงของนมหนูหัวฉีด แรงดันในการเปิดปิดจะต้องสูงพอที่จะต้านแรงดันของก๊าซไอเสียในห้องเผาไหม้ ถ้าหากแรงดันของก๊าซไอเสียในห้องเผาไหม้เข้าไปในหัวฉีดได้ จะทำให้เกิดเขม่าจับและอุดตันที่รูหัวฉีด หรือทำให้เข็มนมหนูไหม้และติดตาย จากรูปที่ 2.17 แสดงหัวฉีดแบบรู บ่าลิ้นของหัวฉีด พื้นที่บ่าลิ้นอย่างน้อยจะต้องเป็น 2 เท่า ของพื้นที่หน้าตัดของรูหัวฉีดโดยการวัดช่วงที่แคบที่สุด แต่ก็มีบางบริษัทสร้างให้โตกว่าพื้นที่หน้าตัดรูหัวฉีด เพียง 30 % เท่านั้น ถ้าเล็กเกินไปจะมีผลทำให้น้ำมันไหลไม่ทันจึงฉีดไม่เป็นฝอย จากรูปที่ 2.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.9 แสดงพื้นที่บ่าลิ้นที่น้ำมันไหลผ่าน

พื้นที่ของบ่าคือ

$$A_S = \pi L \sin\frac{\theta}{2}\left[d - L\sin\frac{\theta}{2}\cos\frac{\theta}{2}\right] \qquad (2.7)$$

โดยที่ L = ระยะยกของลิ้น (mm)

θ = มุมรวมของบ่าลิ้น (องศา)

d = เส้นผ่านศูนย์กลางของห้องปลายหัวฉีด (mm)

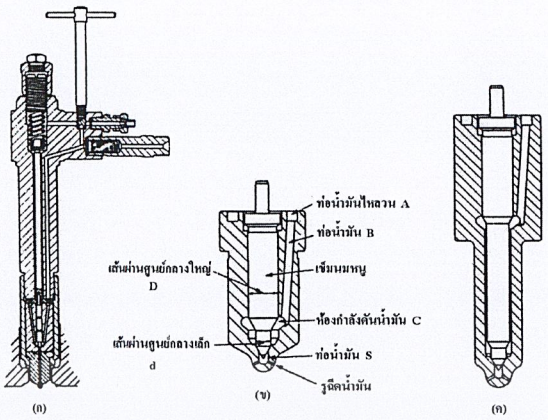
จากสมการข้างต้น การหาพื้นที่สำหรับให้น้ำมันผ่าน นั่นคือ การยกตัวของลิ้น (Valve lift) เพื่อลดความเค้นจากการกระแทก การยกตัวของลิ้นเข็มนมหนูจะต้องเล็กที่สุดเท่าที่จะเล็กได้ มุมที่ใช้กันทั่วไปคือ 60 องศา แต่จะหันมานิยมมุม 90 องศา เพราะจะทำให้พื้นที่หน้าตัดเพิ่มขึ้นอีก 39% ในลิ้นขนาดเดียวกัน การเป็นฝอยละอองของน้ำมันเป็นเรื่องที่จำเป็นมากในเครื่องยนต์ดีเซล เพราะจะทำให้การเผาไหม้เป็นไปอย่างถูกต้อง และเผาไหม้น้ำมันอย่างหมดจด ซึ่งการเป็นฝอยละอองละเอียดนี้ เพื่อจะได้มีพื้นที่ผิวที่จะสัมผัสกับอากาศได้มาก ทำให้เกิดการคลุกเคล้าน้ำมันกับอากาศได้ดี

2.2.2 หัวฉีดแบบเดือย

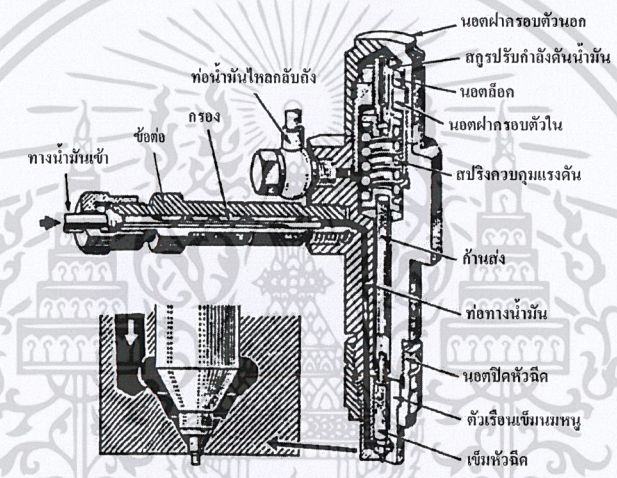
หัวฉีดชนิดนี้จะมีเดือยยื่นออกมาจากตัวเรือนนมหนู รูปร่างของเดือยจะถูกกำหนดปริมาตรของรูฉีดขณะเข็มยกตัวขึ้น พื้นที่รูหัวฉีดจะเปลี่ยนแปลงซึ่งจะมีอยู่ 2 ชนิด ได้แก่ หัวฉีดแบบเดือยสั้นรูปทรงกรวย และหัวฉีดแบบเดือยยาวรูปทรงกรวย จากรูปที่ 2.11 แสดงถึงโครงสร้างของหัวฉีดแบบเดือย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



รูปที่ 2.10 แสดงหัวฉีดแบบปิดทำงานด้วยแรงดันน้ำมัน ชนิดหลายรู



รูปที่ 2.11 แสดงโครงสร้างของหัวฉีดแบบเดือย

2.2.3 การคำนวณหาปริมาณน้ำมันที่ฉีดและพื้นที่ของรูหัวฉีด

ปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ฉีดเข้าสู่ห้องเผาไหม้ต่อการฉีด 1 ครั้ง สามารถหาได้จากสมการต่อไปนี้

$$Q = C_d * V * A * t \qquad (2.8)$$

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

50178

โดยที่ α = ระยะเวลาของการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงคิดเป็นองศาเพลาลูกเบี้ยว

N = ความเร็วรอบของเพลาลูกเบี้ยว (RPM)

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

$$A = \frac{Q}{C_d * V * t} \tag{2.9}$$

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)

2.3 คุณสมบัติของน้ำมันพืช

2.3.1 ประวัติการใช้น้ำมันพืช

การนำน้ำมันพืชมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์นั้น ได้มีการวิจัยมาตั้งแต่ปี 1960 โดยมีผลงานวิจัยต่างๆทั้งในประเทศมาเลเซีย ไทย ฟิลิปปินส์ อินเดีย อินโดนีเซีย สวิตเซอร์แลนด์ อังกฤษและฝรั่งเศส มีการนำมาใช้งานเป็นครั้งคราว แต่ที่ได้นิยมใช้เป็นประจำก็เนื่องจากการผลิตน้ำมันพืชไม่แน่นอน ส่วนใหญ่จะเป็นการผลิตเพื่อบริโภค และนำไปทำอาหารเท่านั้น ที่ผลิตจริงๆก็มีประเทศ มาเลเซียที่ตั้งเป็นสถาบัน PORIM (Palm Oil Research Institute of Malaysia) มีการวิจัยอย่างจริงจังทั้งกระบวนการผลิตและการทดสอบกับเครื่องยนต์และยานยนต์ต่างๆ ผลการทดสอบเป็นที่น่าพอใจแต่ยังไม่ใช้น้ำมันพืชอย่างจริงจังก็เนื่องจากว่าน้ำมันพืชยังขายได้ราคาดีในการบริโภคมากกว่าจะนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิง

2.3.2 งานวิจัยการใช้น้ำมันพืชกับเครื่องยนต์

ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2524 ประเทศไทยมีงานวิจัยในเรื่องการใช้น้ำมันถั่วลิสง น้ำมันเมล็ดสบู่ดำ น้ำมันมะพร้าว น้ำมันปาล์ม รวมถึงเอสเตอร์ของน้ำมันปาล์ม เป็นพลังงานทดแทนในเครื่องยนต์ดีเซล ได้มีการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ศึกษา และทดสอบการใช้น้ำมันมะพร้าวเปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซลในเครื่องยนต์ดีเซลโดยใช้น้ำมันมะพร้าวผสมกับน้ำมันดีเซลและน้ำมันก๊าดในอัตราส่วนต่างๆกล่าวคือ น้ำมันมะพร้าว 100%,น้ำมันมะพร้าวผสมน้ำมันดีเซลในอัตราส่วน 98 ต่อ 2,น้ำมันมะพร้าวผสมน้ำมันก๊าดในอัตราส่วน 10 ต่อ1,20ต่อ1,30ต่อ1ฒ40ต่อ1 โดยปริมาตร ผลการทดสอบสรุปได้ดังนี้

1. ในสัดส่วนน้ำมันที่ทำการทดสอบนั้นพบว่าน้ำมันที่ใช้ได้ดีที่สุดและเหมาะสมที่สุดคือ น้ำมันมะพร้าวผสมน้ำมันก๊าดในอัตราส่วน 20ต่อ1 จึงได้นำไปทดลองใช้กับเครื่องยนต์
2. ถึงแม้ว่าสัดส่วน 20ต่อ1 จะเป็นน้ำมันที่มีคุณสมบัติดีที่สุดในการทดลองครั้งนี้ก็ตาม แต่จะพบปัญหาในการเดินเครื่องยนต์ กล่าวคือน้ำมันมีความหนืดสูงไหลไม่สะดวกและเครื่องยนต์เกิดอาการสะดุดเมื่อใช้งานที่อุณหภูมิต่ำ ทั้งนี้เนื่องจากน้ำมันมะพร้าวมีความหนืดสูงมากเมื่ออุณหภูมิต่ำกว่า 25 °C และจะมีจุดแข็งตัวที่อุณหภูมิ 15-17°C
3. การทดลองกับเครื่องยนต์ดีเซลต้องทำการดัดแปลงและเพิ่มอุปกรณ์การเพิ่มความร้อนให้กับน้ำมันเชื้อเพลิงก่อนป้อนน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าสู่ปั้มน้ำมันเชื้อเพลิง
4. ผลการทดลองกับเครื่องยนต์ 4จังหวะ สูบเดียว 10 แรงม้าโดยใช้น้ำมันมะพร้าวผสมกับน้ำมันก๊าดที่สัดส่วน 20 ต่อ 1 เปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซลพบว่า
   - เมื่อทดลองที่ ไม่มีภาระมากระทำ เป็นระยะเวลา 350 ชั่วโมง มีการศึกหรอของชิ้นส่วนเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันมะพร้าวผสมกับน้ำมันก๊าดใกล้เคียงกับการใช้น้ำมันดีเซล
   - เมื่อทดลองกับเครื่องสูบน้ำ สูบจากบ่อน้ำลึกกว่า 1 เมตรท่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10นิ้ว พบว่าต้องทำการอุ่นน้ำมันก่อนส่งเข้าสู่ปั้ม
   - ติดตั้งทางเดินน้ำมันเชื้อเพลิงให้สามารถสลับใช้น้ำมันดีเซลและน้ำมันมะพร้าวผสมน้ำมันก๊าด ต้องใช้เวลาในการทำงาน 100 ชม.

   - เมื่อทดสอบกับการขนส่ง : รถบรรทุกใช้เครื่องยนต์โตโยต้า 3 สูบ 24 แรงม้า ความจุ กระบอกสูบ 115 ลบ.ซม.น้ำหนักรถ 1800 กก.ทดสอบที่ระยะทาง 6000 กม.ความเร็ว สูงสุด 70 กม./ชม.
   - ใช้น้ำมันมะพร้าวผสมกับน้ำมันกาดสลับกับน้ำมันดีเซล
   - ใส้กรองน้ำมันเชื้อเพลิงทำงานได้ 125-130 ชม.ใส้กรองตันเร็วกว่าน้ำมันดีเซล
   - หม้อต้มน้ำที่ใช้ในการอุ่นน้ำมันก่อนป้อนเข้าปั้มน้ำมันเชื้อเพลิงไม่สามารถควบคุมให้อยู่ในระหว่าง 60-70°Cได้ เมื่ออุณหภูมิน้ำมันเชื้อเพลิงสูงเกิน 80°Cจะเกิด Vapor Lock ทำให้เครื่องยนต์ดับ

5.การตรวจสภาพชิ้นส่วนของเครื่องยนต์ หลังจากใช้น้ำมันมะพร้าวผสมกับน้ำมันก๊าดเปรียบเทียบกับเมื่อใช้เครื่องยนต์ดีเซลพบว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ลูกสูบ ฝาสูบ และหัวฉีด มีเขม่าสีดำปนเทามีปริมาณมากกว่าเล็กน้อยเมื่อเปรียบเทียบ กับการใช้น้ำมันดีเซล
- มีการสึกหรอของเสื้อสูบและแหวนใกล้เคียงกันกับเมื่อใช้ดีเซล

2.3.2.1 การทดสอบเครื่องยนต์ดีเซลเมื่อใช้น้ำมันมะพร้าวเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงเทียบกับดีเซล โดย นายเกียรติไกร อายุวัฒน์

- วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เปรียบเทียบประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันมะพร้าวและใช้น้ำมันดีเซล
2. เปรียบเทียบการสึกหรอของเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันมะพร้าวและใช้น้ำมันดีเซล

- สรุปผลงานวิจัย

1. อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันมะพร้าวจะสูงกว่า
2. ประสิทธิภาพเชิงความร้อนเบรกของเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันมะพร้าวจะสูงกว่า
3. การสึกหรอของชิ้นส่วนมีความแตกต่างกันน้อยมาก แต่พบว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันมะพร้าวมีมากกว่า
4. พบปัญหาการอุดตันของระบบน้ำมันเชื้อเพลิง
5. เครื่องยนต์สามารถเดินเรียบและไม่เกิดการน็อคของเครื่องยนต์

2.3.2.2 การศึกษาเชื้อเพลิงทดแทน โดย นายสหมิตร โฉมเฉลา

- วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. ศึกษาเกี่ยวกับคุณสมบัติของอัตราส่วนผสมของน้ำมันดีเซลกับเชื้อเพลิงอื่น
2. ศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้เชื้อเพลิงอื่นทดแทนการใช้น้ำมันดีเซล

- สรุปผลงานวิจัย

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

2.3.2.3 การใช้ Biodiesel กับเครื่องยนต์มีผลอย่างไร โดย รศ.พูลพร แสงบางปลา

- วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลการใช้ส่วนผสมของน้ำมันพืชกับน้ำมันดีเซล
2. เพื่อศึกษาสมรรถนะของเครื่องยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **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% ที่ภาระต่ำสามารถจะได้ยินเสียง Knock จากเครื่องยนต์ถ้า 100% Knock จะเกิดรุนแรงมากขึ้น แต่ถ้า Load สูงขึ้นเสียง Knock จะลดลง

2.3.2.4 ศึกษาการใช้น้ำมันจากพืช และจากสัตว์มาใช้เป็นน้ำมันเชื้อเพลิงทดแทนน้ำมันดีเซล โดย Lipinsky et al.

- **วัตถุประสงค์ของงานวิจัย**

1. เพื่อศึกษาถึงการใช้น้ำมันจากพืชและจากสัตว์เป็นเชื้อเพลิงทดแทนน้ำมันดีเซล
2. เพื่อศึกษาถึงความเป็นไปได้กับการนำมาใช้กับเครื่องยนต์

- **สรุปผลงานวิจัย**

1. น้ำมันจากพืชและจากสัตว์นำมาเป็นเชื้อเพลิงทดแทนน้ำมันดีเซลได้ในระยะยาว ถ้าได้มีการพัฒนาระบบการฉีดน้ำมันของเครื่องยนต์
2. น้ำมันทั้งสองชนิดนี้สามารถใช้ได้ในสภาวะฉุกเฉินเท่านั้น
3. น้ำมันพืชมีความหนืดสูงทำให้ต้องมีการลงทุนสูงในการแก้ไข
4. น้ำมันพืชที่อยู่ในรูปของ Methylester นำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ดีเซลได้

2.3.3 คุณสมบัติของน้ำมันมะพร้าว

น้ำมันมะพร้าวได้มาจากการบีบเนื้อมะพร้าวซึ่งมีกรรมวิธีการผลิตหลายอย่างที่ให้ผลและคุณสมบัติที่แตกต่างกันออกไปประเทศที่มีการผลิตน้ำมันมะพร้าวมากๆได้แก่ ฟิลิปปินส์ ศรีลังกา มาเลเซีย นิวกินี อินโดนีเซีย เป็นต้น น้ำมันมะพร้าวจะมีสีน้ำตาลเหลือง จุดละลายอยู่ระหว่าง 20°C ถึง 26°C มีกลิ่นบ้างความหนาแน่น (Density)และความหนืด (Viscosity) จะแสดงตามตารางที่ 3.4

การละลายน้ำมันมะพร้าวจะไม่ละลายในน้ำที่อุณหภูมิสูงกว่าจุดละลายมันจะผสมกันได้อย่างสมบูรณ์กับสารละลายจำพวก Non-Hydroxylic เช่น น้ำมันปิโตเลี่ยม,เบนซิน และในแอลกอฮอน้ำมันมะพร้าวจะละลายได้ดีกว่าพวกไขมันธรรมดาหรือน้ำมัน น้ำมันมะพร้าวเมื่อวิเคราะห์กรดไขมันที่เป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนประกอบ จะพบว่ามี กรดไขมัน Lauric 44%-51% ซึ่งแยกเป็นกรดไขมันที่เป็น Satureted ประมาณ 91 %และเป็น Unsaturated 9 %

2.3.4 น้ำมันปาล์ม

การสกัดน้ำมันปาล์มจะสกัดในโรงงานด้วยเครื่องมือที่ทันสมัยและสะอาด โดยการผ่านกระบวนการการอบนึ่งด้วยไอน้ำเพื่อทำลายเอนไซม์มิให้มีน้ำมันในผลปาล์มแตกตัวเป็นกรดไขมันอิสระเพิ่มมากขึ้น และยังทำให้สิ่งเจือปนและสารยางที่มัวอยู่ในน้ำมันตกตะกอน สามารถแยกน้ำมันที่บริสุทธิ์ได้สะดวกเมื่อเสร็จสิ้นการอบแล้วจะถูกนำมาเข้าเครื่องนวดแยกผลปาล์มออกจากทลายผลปาล์มจะแหลกในถังอบด้วยความร้อนและน้ำผลปาล์มจะไหลออกมา

การกลั่นใสจำเป็นต้องอาศัยวิธีการหลายๆวิธีเพื่อกำจัดสิ่งที่ไม่บริสุทธิ์ที่มีอยู่ในน้ำมันดิบเช่น กรดไขมันอิสระ ฟอสฟอไทด์ แป้ง ส่วนของโปรตีน สารคล้ายยาง สารสีและองค์ประกอบสารไฮโดรคาร์บอนที่ทำให้เกิดกลิ่น ดังนั้นจำเป็นต้องผ่านกระบวนการต่างๆ

การกำจัดกรดไขมันอิสระ เป็นส่วนสำคัญในการควบคุมคุณภาพของน้ำมันปาล์ม น้ำมันที่มีกรดไขมันอิสระสูงจะมีการสูญเสียปริมาณน้ำมันเป็นอย่างมากในกระบวนการการกลั่นใสน้ำมัน น้ำมันดิบที่มีคุณภาพต่ำมากควรจะนำไปกลั่นใสด้วยกระบวนการทางเคมี ซึ่งย่อมก่อให้เกิดปัญหาของมลภาวะขึ้นจากการล้างสารด่างส่วนเกินในกระบวนการ Neutralization

การกำจัดกลิ่นหรือการกลั่นน้ำมันภายใต้สูญญากาศ โดยการใช้ไอน้ำเป็นตัวไล่กลิ่นที่อยู่ในรูปองค์ประกอบของสารไฮโดรคาร์บอน สำหรับน้ำมันปาล์มจะอยู่ในช่วง 250-260 °C เป็นระยะเวลาที่นานเพื่อจะกำจัดสิ่งเหล่านี้ให้หมดออกไปโดยทั่วไปแล้วจะใช้เวลาประมาณ 1.5-3 ชม. ขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพของเครื่อง

การกลั่นใสด้วยวิธีฟิสิกส์ เป็นการกลั่นใสที่ผ่านขั้นตอนการแยกสิ่งเจือปน การฟอกสีจะมาผ่านขบวนการกำจัดกลิ่นด้วยความดันที่ต่ำกว่า 2 มิลลิเมตรปรอท และใช้ระยะเวลานานกว่าปกติ สำหรับคุณสมบัติของน้ำมันปาล์มที่ผ่านการกลั่นด้วยวิธีเคมีจะแสดงดังตารางที่ 3.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การติดตั้งอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองและเงื่อนไขในการทดลอง

3.1 อุปกรณ์การทดลอง

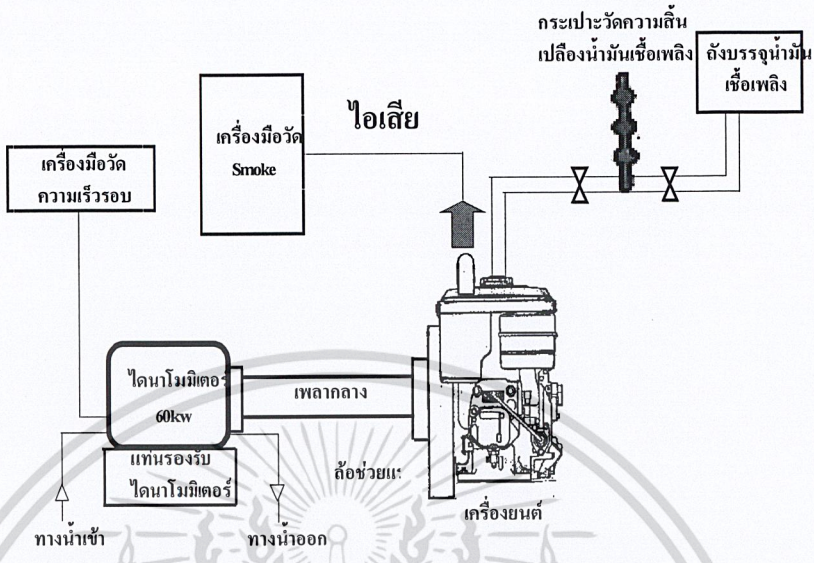
3.1.1 เครื่องยนต์

เครื่องยนต์ที่ใช้ในการทดสอบเป็นเครื่องยนต์ดีเซล 4 จังหวะ รุ่น EDI 120 ขนาด 12 แรงม้า เป็นเครื่องยนต์ 1 กระบอกสูบ ระบายความร้อนด้วยน้ำ ซึ่งแสดงข้อมูลจำเพาะของเครื่องยนต์จากตารางที่ 3.1 และรูปที่ 3.1 จะแสดงแผนผังการติดตั้งอุปกรณ์การทดลอง และรูปที่ 3.2 แสดงการติดตั้งอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง ในการติดตั้งคือจะนำเครื่องยนต์ติดตั้งที่แท่นและนำชุดไดนาโมมิเตอร์ต่อเข้ากับเครื่องยนต์โดยใช้เพลากลางเป็นตัวต่อเชื่อมโยงกัน

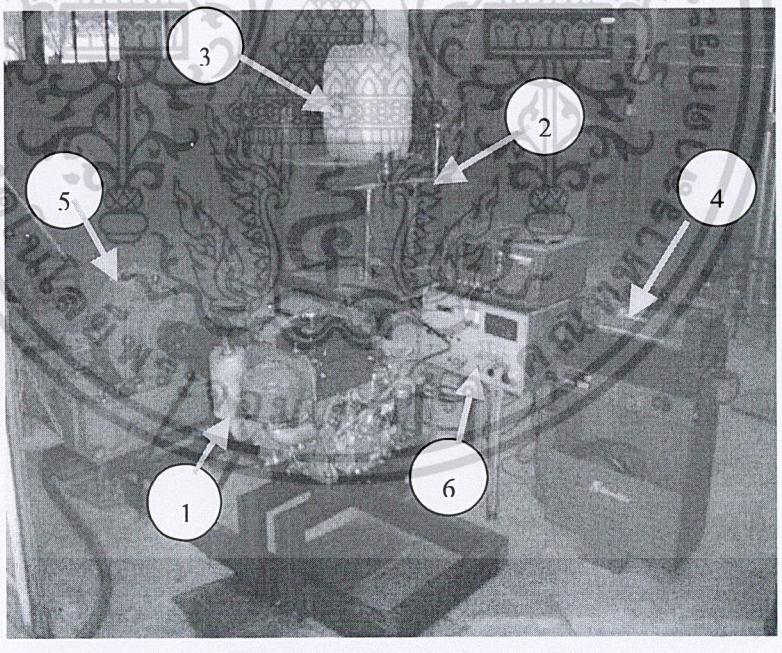
ตารางที่ 3.1 แสดงข้อมูลของเครื่องยนต์ที่ใช้ในการทดสอบ

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 ^{0}BTDC
Nozzle opening pressure	210 kg/cm^{2}

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1 แสดงแผนผังการติดตั้งอุปกรณ์การทดลอง



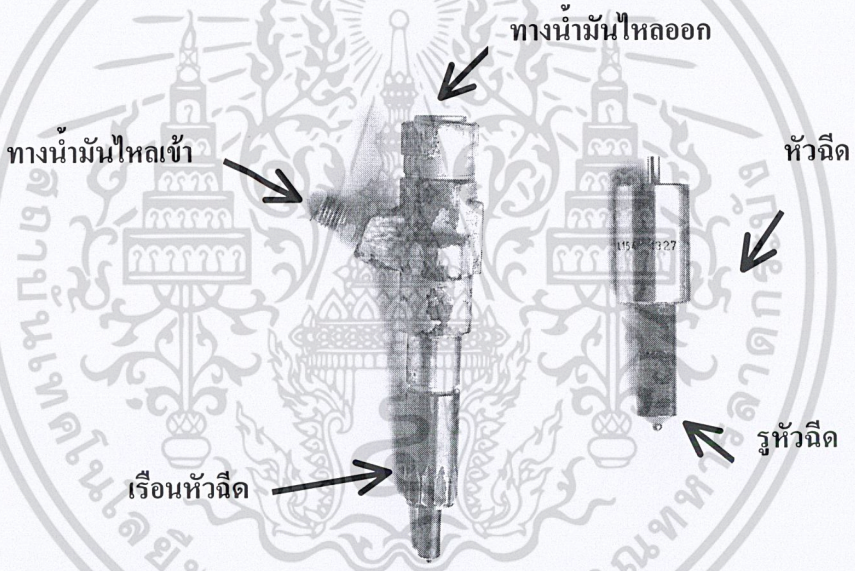
รูปที่ 3.2 แสดงการติดตั้งอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. เครื่องยนต์
2. อุปกรณ์วัดอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง
3. ถังบรรจุน้ำมันเชื้อเพลิง
4. เครื่องมือวัดค่าควันดำ
5. ไดนาโมมิเตอร์
6. หน่วยควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 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 เนื่องจากมีปัญหากับการติดตั้งที่เครื่องยนต์ จึงไม่สามารถนำมาทดสอบได้ จากรูปที่ 3.3 แสดงลักษณะของหัวฉีดที่ใช้ในการทดสอบกับเครื่องยนต์



รูปที่ 3.3 แสดงลักษณะของหัวฉีดที่ใช้ในการทดสอบ

3.1.3 น้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ในการทดสอบ

น้ำมันปาล์มผสม, น้ำมันมะพร้าวผสม และน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล โดยที่น้ำมันปาล์มและน้ำมันมะพร้าวเป็นน้ำมันที่ผ่านขบวนการกรรมวิธีแล้ว ซึ่งก่อนที่จะนำไปทดสอบต้องมีการหาคุณสมบัติของน้ำมันก่อน ซึ่งสามารถพิจารณาได้จากตารางที่ 3.2 แสดงถึงคุณสมบัติของน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลกับปาล์มผสมที่อัตราส่วนต่าง ๆ ตารางที่ 3.3 แสดงถึงคุณสมบัติของน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลกับน้ำมันมะพร้าวผสมที่อัตราส่วนต่าง ๆ สำหรับและตารางที่ 3.4 แสดงถึงคุณสมบัติของน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล น้ำมันปาล์มผสมและน้ำมันมะพร้าวผสมที่อัตราส่วนต่าง ๆ สำหรับน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล จะใช้น้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลของ ป.ต.ท. ในการทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 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 3.3 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 3.4 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

3.2 เงื่อนไขในการทดลอง

เงื่อนไขในการทดลอง พิจารณาได้จากตารางที่ 3.5 ในการทดลองจะใช้น้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล 100% น้ำมันมะพร้าวผสมและน้ำมันปาล์มผสมที่อัตราส่วน 10%, 20%, 30%, 60% และ 80% ทดสอบกับเครื่องยนต์ที่ใช้หัวฉีดแบบเดิมคือเป็นชนิดแบบ 4 รู หลังจากนั้นทำการเปลี่ยนหัวฉีดที่ปรับปรุงให้เป็นแบบชนิด 2 รู และ 3 รู ทดสอบกับน้ำมันพืชผสมที่อัตราส่วนต่าง ๆ และทำการวัดค่าตัวแปรต่าง ๆ ที่ต้องการแล้วนำผลที่ได้นำมาเปรียบเทียบกัน

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดสอบกับเครื่องยนต์จะแบ่งการทดสอบออกเป็น 3 ครั้ง โดยก่อนการทดสอบในแต่ละครั้งจะทำการอุ่นเครื่องมือวัดต่าง ๆ เพื่อให้ชิ้นส่วนต่าง ๆ โดยเฉพาะชิ้นส่วนที่เป็นอุปกรณ์อิเลคทรอนิกส์มีอุณหภูมิคงที่ 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 เพื่อหาค่าควันดำที่เกิดขึ้น การทดสอบครั้งที่ 2 จะทำการทดสอบกับเครื่องยนต์ที่มีภาระมากระทำโดยติดตั้งชุดไดนาโมมิเตอร์ 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 เพื่อหาค่าควันดำและอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง การวัดผลการทดสอบของแต่ละครั้งจะกระทำซ้ำอย่างน้อย 5 ครั้ง เพื่อให้ได้ผลการทดสอบที่น่าเชื่อถือยิ่งขึ้น

ตารางที่ 3.5 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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

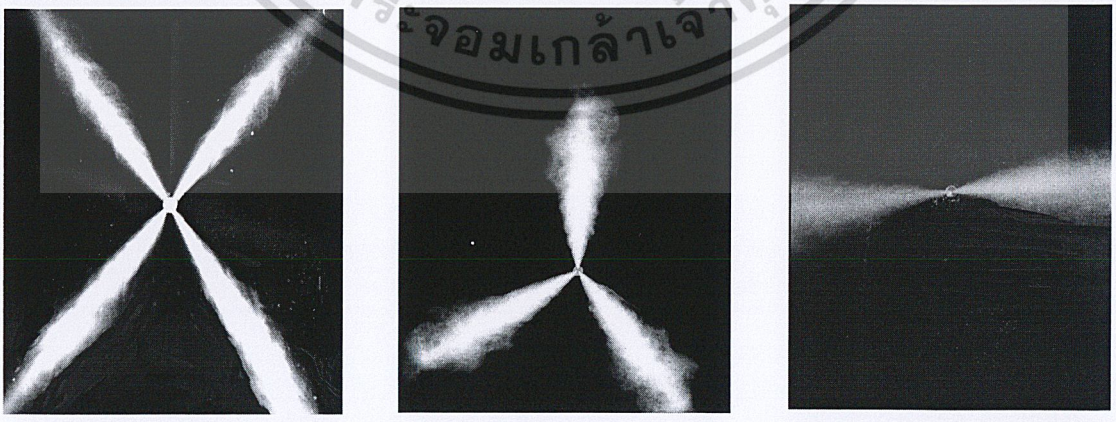
บทที่ 4
ผลการทดลอง

4.1 ผลการทดลองที่ได้จากการถ่ายภาพ

4.1.1 ผลการทดลองที่ได้จากภาพถ่ายลักษณะการสเปรย์ของหัวฉีดที่ทำการเจาะรูใหม่

(ก) หัวฉีดแบบ 4รู (ข) หัวฉีดแบบ 3รู (ค) หัวฉีดแบบ 2รู

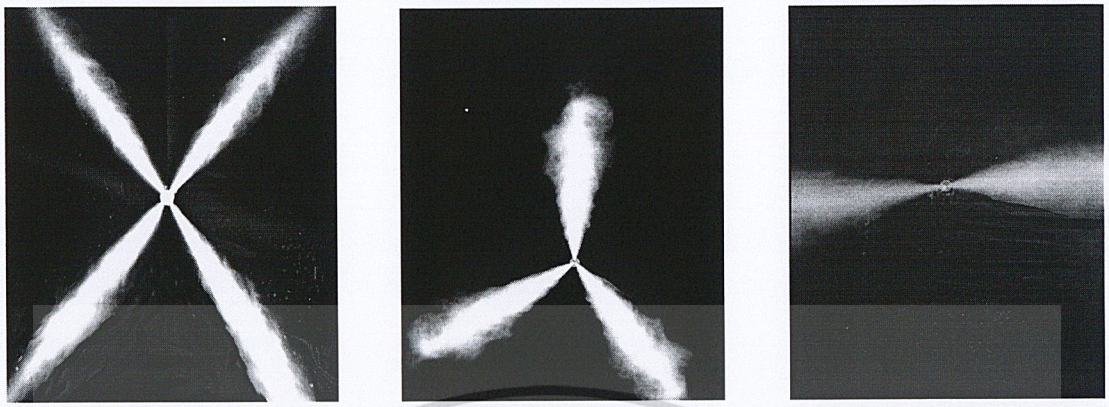
รูปที่ 4.1 เปรียบเทียบลักษณะการสเปรย์ของน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล 100% โดยทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู, 3 รู และ 4 รู



(ก) หัวฉีดแบบ 4รู (ข) หัวฉีดแบบ 3รู (ค) หัวฉีดแบบ 2รู

รูปที่ 4.2 เปรียบเทียบลักษณะการสเปรย์ของน้ำมันปาล์มผสมที่อัตราส่วน 30 % โดยทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู, 3 รู และ 4 รู

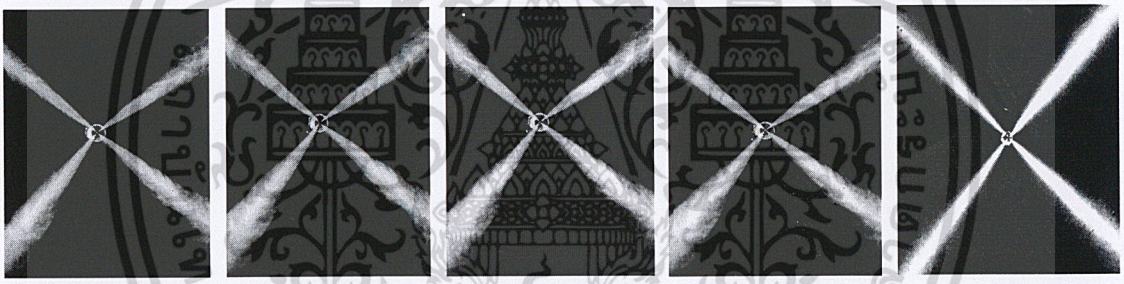
เอกสารนี้เป็นลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ห้ามมิให้ทำซ้ำ ดัดแปลง หรือนำไปใช้ในการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) หัวฉีดแบบ 4รู (ข) หัวฉีดแบบ 3รู (ค) หัวฉีดแบบ 2รู

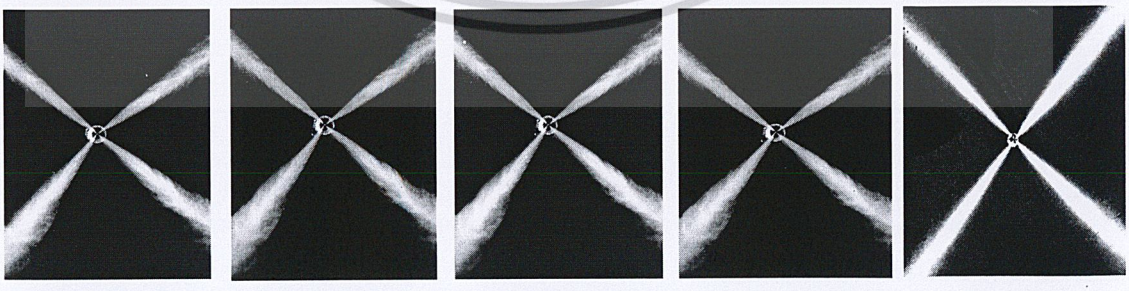
รูปที่ 4.3 เปรียบเทียบลักษณะการสเปรย์ของน้ำมันมะพร้าวผสมที่อัตราส่วน 30 % โดยทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู, 3 รู และ 4 รู

4.1.2 ผลการทดลองที่ได้จากภาพถ่ายลักษณะการสเปรย์ของหัวฉีดที่ทำการอุดรู



(ก) น้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล 100% (ข) น้ำมันปาล์มผสม 10% (ค) น้ำมันปาล์มผสม 20% (ง) น้ำมันปาล์มผสม 30% (จ) น้ำมันปาล์ม100%

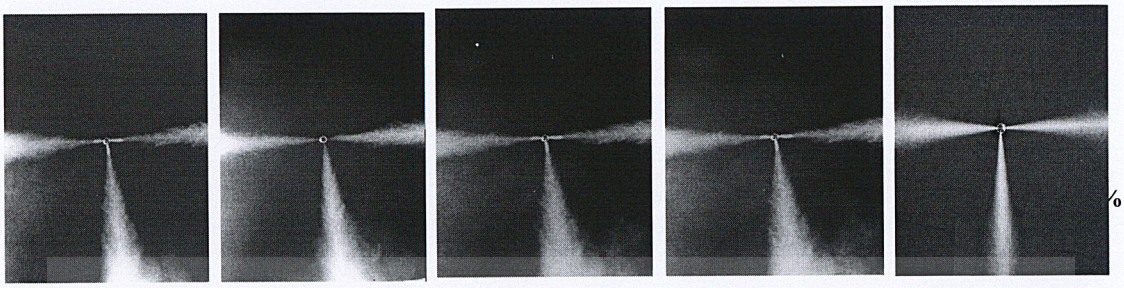
รูปที่ 4.4 แสดงลักษณะการสเปรย์ของน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลและน้ำมันปาล์มผสม โดยทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู



(ก) น้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล 100% (ข) น้ำมันมะพร้าวผสม 10% (ค) น้ำมันมะพร้าวผสม 20% (ง) น้ำมันมะพร้าวผสม 30% (จ) น้ำมันมะพร้าว 100%

รูปที่ 4.5 แสดงลักษณะการสเปรย์ของน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลและน้ำมันมะพร้าวผสม โดยทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู

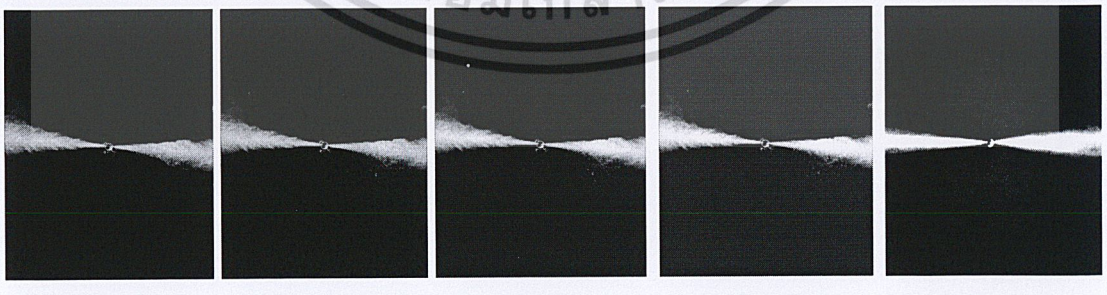
เอกสารนี้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 แสดงลักษณะการสเปรย์ของน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลและน้ำมันปาล์มผสม โดยทดสอบกับหัวฉีดแบบ 3 รู

(ก) น้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล 100% **(ข) น้ำมันมะพร้าวผสม 10%** **(ค) น้ำมันมะพร้าวผสม 20%** **(ง) น้ำมันมะพร้าวผสม 30%** **(จ) น้ำมันมะพร้าว 100%**

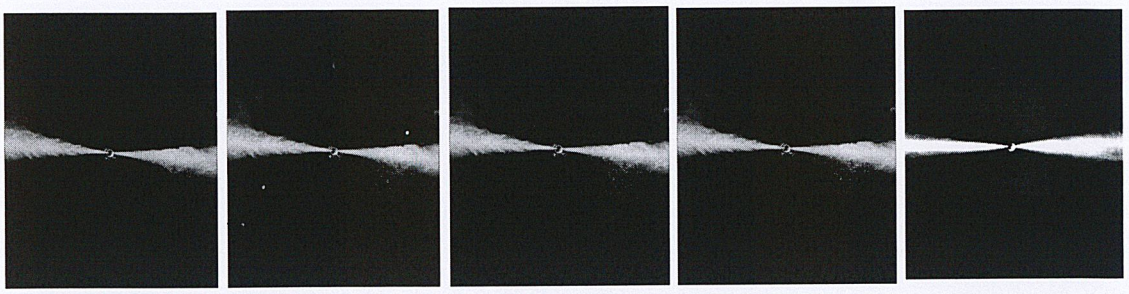
รูปที่ 4.7 แสดงลักษณะการสเปรย์ของน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลและน้ำมันมะพร้าวผสม โดยทดสอบกับหัวฉีดแบบ 3 รู



(ก) น้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล 100% **(ข) น้ำมันปาล์มผสม 10%** **(ค) น้ำมันปาล์มผสม 20%** **(ง) น้ำมันปาล์มผสม 30%** **(จ) น้ำมันปาล์ม100%**

รูปที่ 4.8 แสดงลักษณะการสเปรย์ของน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลและน้ำมันปาล์มผสม โดยทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) น้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล 100% (ข) น้ำมันมะพร้าวผสม 10% (ค) น้ำมันมะพร้าวผสม 20% (ง) น้ำมันมะพร้าวผสม 30% (จ) น้ำมันมะพร้าว 100%

รูปที่ 4.9 แสดงลักษณะการสเปรย์ของน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลและน้ำมันมะพร้าวผสม โดยทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู

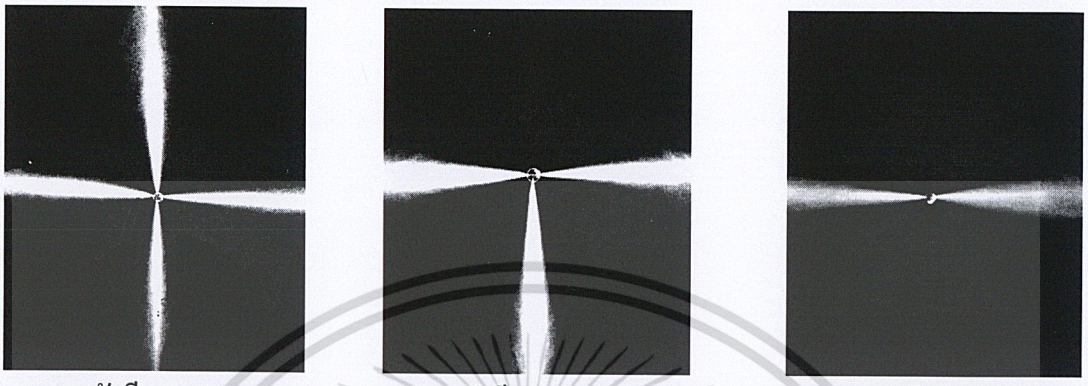
(ก) หัวฉีดแบบ 4รู (ข) หัวฉีดแบบ 3รู (ค) หัวฉีดแบบ 2รู

รูปที่ 4.10 เปรียบเทียบลักษณะการสเปรย์ของน้ำมันปาล์มผสมที่อัตราส่วน 30 % โดยทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู, 3 รู และ 4 รู

(ก) หัวฉีดแบบ 4รู (ข) หัวฉีดแบบ 3รู (ค) หัวฉีดแบบ 2รู

รูปที่ 4.11 เปรียบเทียบลักษณะการสเปรย์ของน้ำมันมะพร้าวผสมที่อัตราส่วน 30 % โดยทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู, 3 รู และ 4 รู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) หัวฉีดแบบ 4รู (ข) หัวฉีดแบบ 3รู (ค) หัวฉีดแบบ 2รู

รูปที่ 4.12 เปรียบเทียบลักษณะการสเปรย์ของน้ำมันปาล์มที่อัตราส่วน 100 % โดยทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู, 3 รู และ 4 รู

(ก) หัวฉีดแบบ 4รู (ข) หัวฉีดแบบ 3รู (ค) หัวฉีดแบบ 2รู

รูปที่ 4.13 เปรียบเทียบลักษณะการสเปรย์ของน้ำมันมะพร้าวที่อัตราส่วน 100 % โดยทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู, 3 รู และ 4 รู

จากรูปที่ 4.1 เปรียบเทียบลักษณะการสเปรย์ของน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล 100% จากรูปที่ 4.2 เปรียบเทียบลักษณะการสเปรย์ของน้ำมันปาล์มผสมที่อัตราส่วน 30 % และจากรูปที่ 4.3 เปรียบเทียบลักษณะการสเปรย์ของน้ำมันมะพร้าวผสมที่อัตราส่วน 30 % โดยทดสอบกับหัวฉีดที่ทำการเจาะรูใหม่แบบ 2 รู, 3 รู และ 4 รู ที่ความดันของหัวฉีด 210 kg/cm^2 ผลที่ได้จากการถ่ายภาพการสเปรย์ของหัวฉีดพบว่า การสเปรย์ของหัวฉีดแบบ 2 รู จะมีการเป็นฝอยละอองได้ดี มุมองศาของการสเปรย์จะมีความกว้างที่มากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับหัวฉีดแบบ 3 รู และ 4 รู ตามลำดับ จากรูปที่ 4.4 แสดงลักษณะการสเปรย์ของน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลและน้ำมันปาล์มผสม จากรูปที่ 4.5 แสดงลักษณะการสเปรย์ของน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลและน้ำมัน

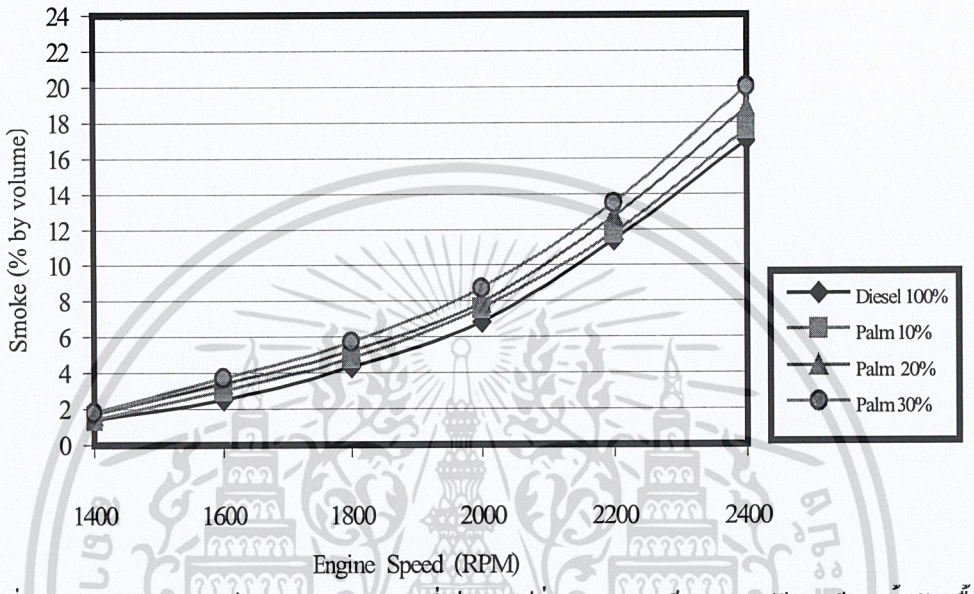
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มะพร้าวผสม โดยทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู ที่ความดันของหัวฉีด 210 kg/cm^2 ผลที่ได้จากลักษณะการสเปรย์ของหัวฉีดพบว่า การสเปรย์ของหัวฉีดที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลล้วนจะไม่มีความแตกต่างกันกับน้ำมันปาล์มผสมและน้ำมันมะพร้าวผสมที่อัตราส่วนต่าง ๆโดยพิจารณาจากมุมของการสเปรย์ที่ออกมาจากหัวฉีดและลักษณะการสเปรย์จะไม่มีความแตกต่างกัน แต่เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับลักษณะการสเปรย์ที่ใช้น้ำมันพืช 100% พบว่าน้ำมันพืช 100% มีความเป็นฝอยละอองน้อย และมุมองศาของการสเปรย์ก็น้อยด้วยเมื่อเทียบกับลักษณะการสเปรย์ของน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลและน้ำมันพืชผสม จากรูปที่ 4.6 แสดงลักษณะการสเปรย์ของน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลและน้ำมันปาล์มผสม และจากรูปที่ 4.7 แสดงลักษณะการสเปรย์ของน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลและน้ำมันมะพร้าวผสม โดยทดสอบกับหัวฉีดแบบ 3 รู ที่ความดันของหัวฉีด 210 kg/cm^2 ผลที่ได้จากการถ่ายภาพการสเปรย์ของหัวฉีดพบว่า การสเปรย์ของหัวฉีดที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลล้วนจะไม่มีความแตกต่างกันกับน้ำมันปาล์มผสมและน้ำมันมะพร้าวผสมที่อัตราส่วนต่าง ๆ โดยพิจารณาจากมุมของการสเปรย์ที่ออกมาจากหัวฉีดและลักษณะการสเปรย์จะไม่มีความแตกต่างกัน แต่เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับลักษณะการสเปรย์ที่ใช้น้ำมันพืช 100% พบว่าน้ำมันพืช 100% มีความเป็นฝอยละอองน้อย และมุมองศาของการสเปรย์ก็น้อยด้วยเมื่อเทียบกับลักษณะการสเปรย์ของน้ำมันดีเซลและน้ำมันพืชผสม จากรูปที่ 4.8 แสดงลักษณะการสเปรย์ของน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลและน้ำมันปาล์มผสม และจากรูปที่ 4.9 แสดงลักษณะการสเปรย์ของน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลและน้ำมันมะพร้าว ผสม โดยทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู ที่ความดันของหัวฉีด 210 kg/cm^2 ผลที่ได้จากการถ่ายภาพการสเปรย์ของหัวฉีดพบว่า การสเปรย์ของหัวฉีดที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลล้วนจะไม่มีความแตกต่างกันกับน้ำมันปาล์มผสมและน้ำมันมะพร้าวผสมที่อัตราส่วนต่าง ๆ โดยพิจารณาจากมุมของการสเปรย์ที่ออกมาจากหัวฉีดและลักษณะการสเปรย์จะไม่มีความแตกต่างกัน แต่เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับลักษณะการสเปรย์ที่ใช้น้ำมันพืช 100% พบว่าน้ำมันพืช 100% มีความเป็นฝอยละอองน้อย และมุมองศาของการสเปรย์ก็น้อยด้วยเมื่อเทียบกับลักษณะการสเปรย์ของน้ำมันดีเซลและน้ำมันพืชผสม จากรูปที่ 4.10 เปรียบเทียบลักษณะการสเปรย์ของน้ำมันปาล์มผสมที่อัตราส่วน 30 % และจากรูปที่ 4.11 เปรียบเทียบลักษณะการสเปรย์ของน้ำมันมะพร้าวผสมที่อัตราส่วน 30 % โดยทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู3 รู และ 4 รู ที่ความดันของหัวฉีด 210 kg/cm^2 ผลที่ได้จากการถ่ายภาพการสเปรย์ของหัวฉีดพบว่าการสเปรย์ของหัวฉีดที่เป็นแบบ 2 รู จะมีการเป็นฝอยละอองได้ดี มุมองศาของการสเปรย์จะมีความกว้างที่มากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับหัวฉีดแบบ 3 รู และ 4 รู ตามลำดับ จากรูปที่ 4.12 เปรียบเทียบลักษณะการสเปรย์ของน้ำมันปาล์ม 100 % และจากรูปที่ 4.13 เปรียบเทียบลักษณะการสเปรย์ของน้ำมันมะพร้าว 100 % โดยทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู, 3 รู และ 4 รู ที่ความดันของหัวฉีด 210 kg/cm^2 ผลที่ได้จากการถ่ายภาพการสเปรย์ของหัวฉีดพบว่า ลักษณะการสเปรย์ของการใช้น้ำมันปาล์มกับน้ำมันมะพร้าวที่ 100% จะไม่มีความแตกต่างกัน แต่เมื่อมาเปรียบเทียบกับหัวฉีดในแต่ละแบบ พบว่าหัวฉีดที่เป็นแบบ 2 รู จะมีการเป็นฝอยละอองได้ดี มุมองศาของการสเปรย์จะมีความกว้างที่มากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับหัวฉีดแบบ 3 รู และ 4 รู

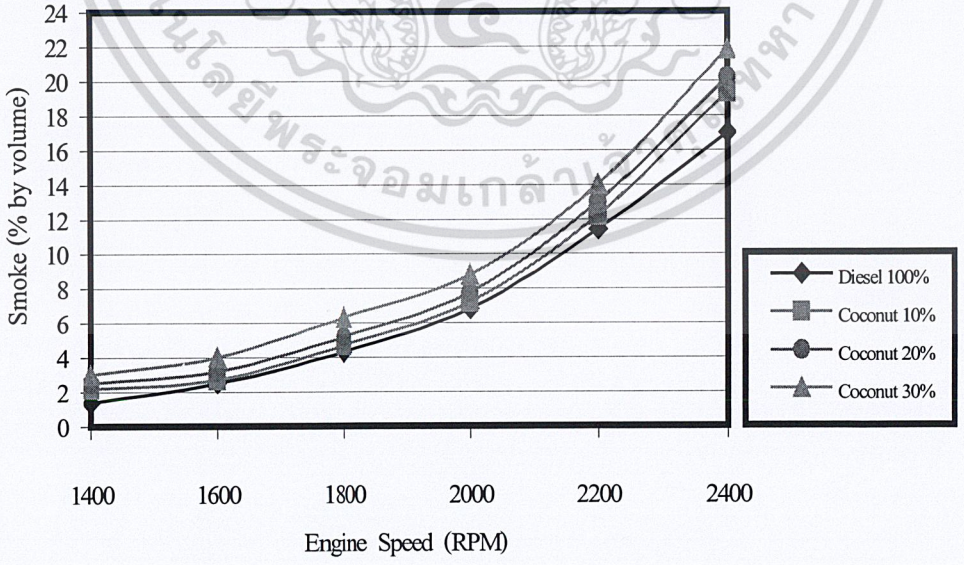
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลการทดลองที่ได้จากเครื่องยนต์

4.2.1 ผลการทดลองจากการวัดค่าควันดำ (Smoke)ที่เกิดขึ้น

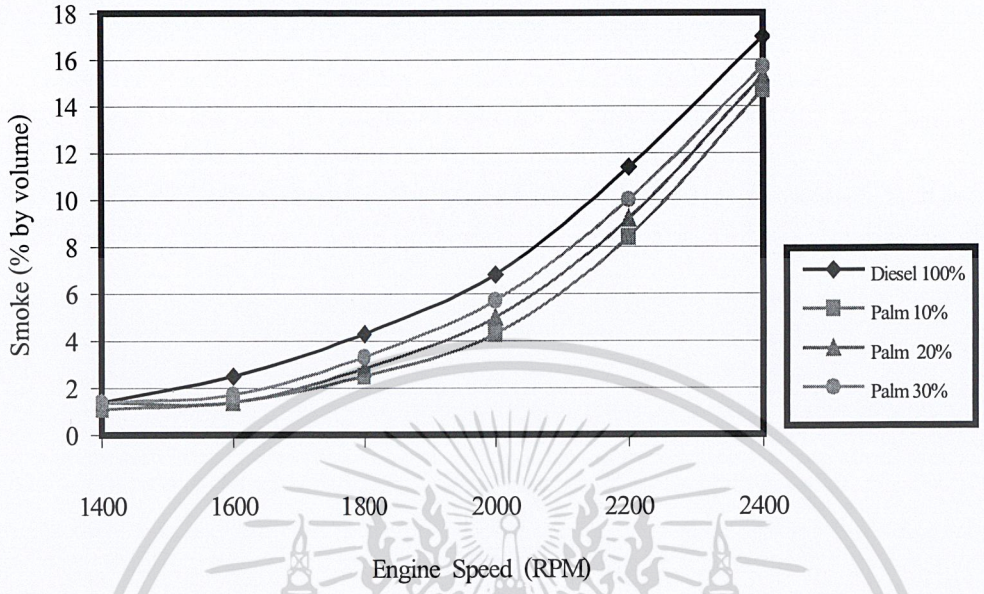


รูปที่ 4.14 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าควันดำที่เป็นฟังก์ชั่นกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลกับน้ำมันปาล์มผสม ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ

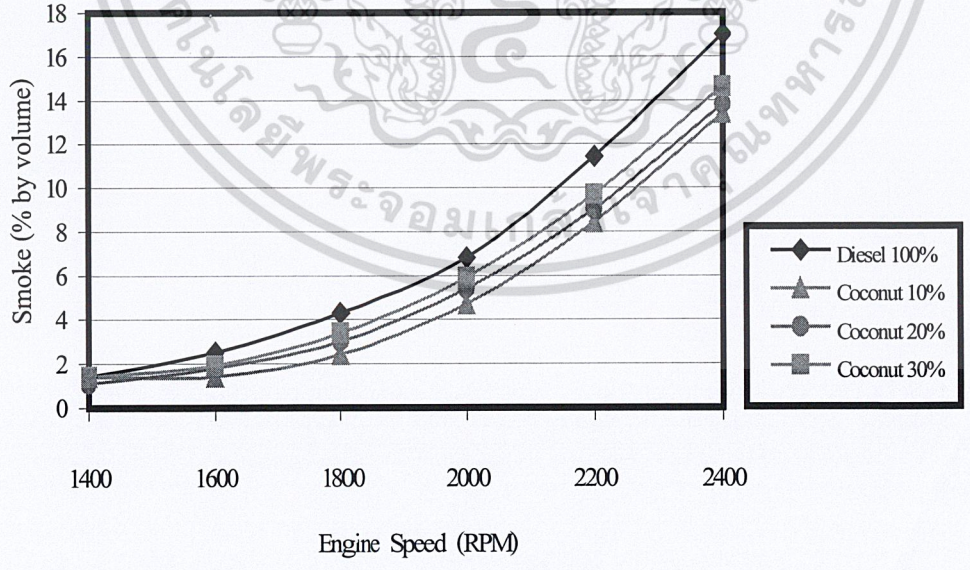


รูปที่ 4.15 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าควันดำที่เป็นฟังก์ชั่นกับความเร็วรอบเปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลกับน้ำมันมะพร้าวผสม ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น รวมถึงไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

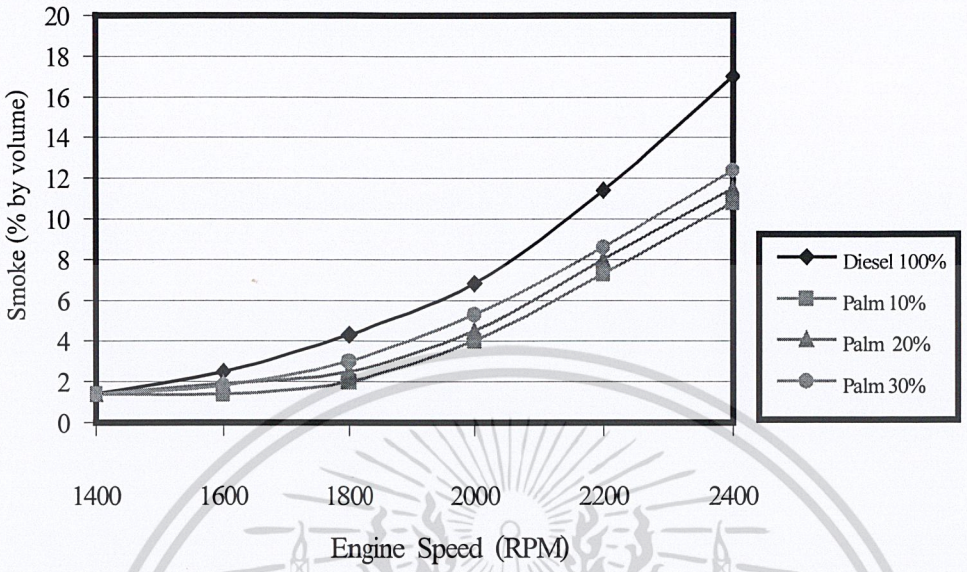


รูปที่ 4.16 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าควันดำที่เป็นฟังก์ชั่นกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันปาล์มผสมที่ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 3 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ

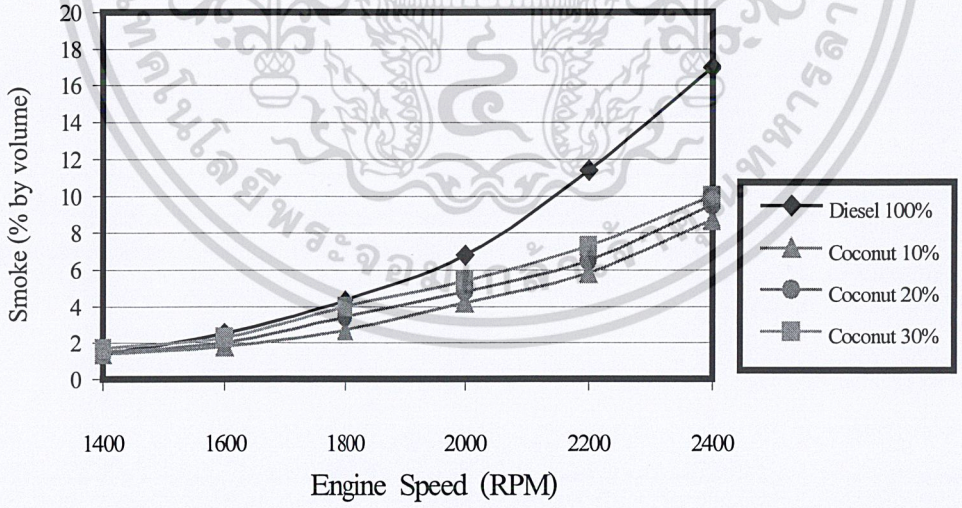


รูปที่ 4.17 ความสัมพันธ์ระหว่างควันดำที่เป็นฟังก์ชั่นกับความเร็วรอบเปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลที่ใช้หัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันมะพร้าวผสมทดสอบกับหัวฉีดแบบ 3 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

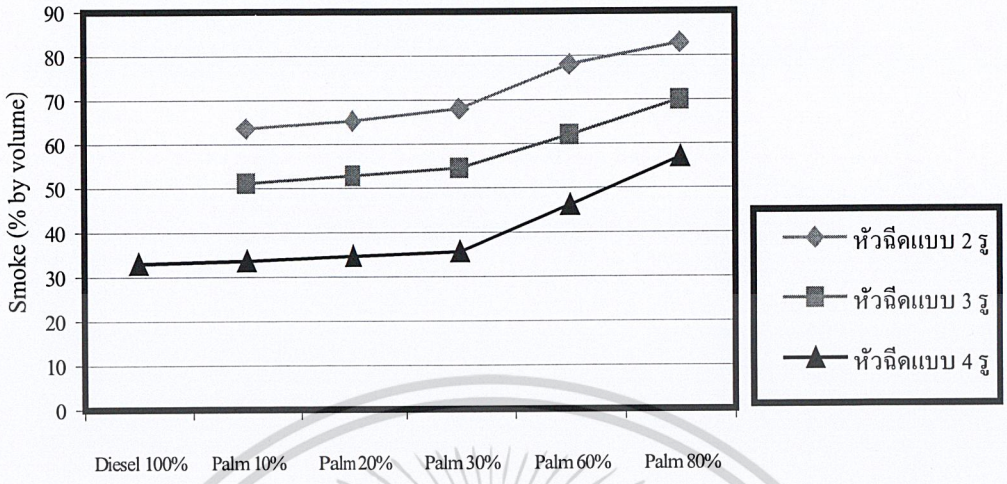


รูปที่ 4.18 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าควันดำที่เป็นฟังก์ชั่นกับความเร็วรอบเปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันปาล์มผสมที่ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ

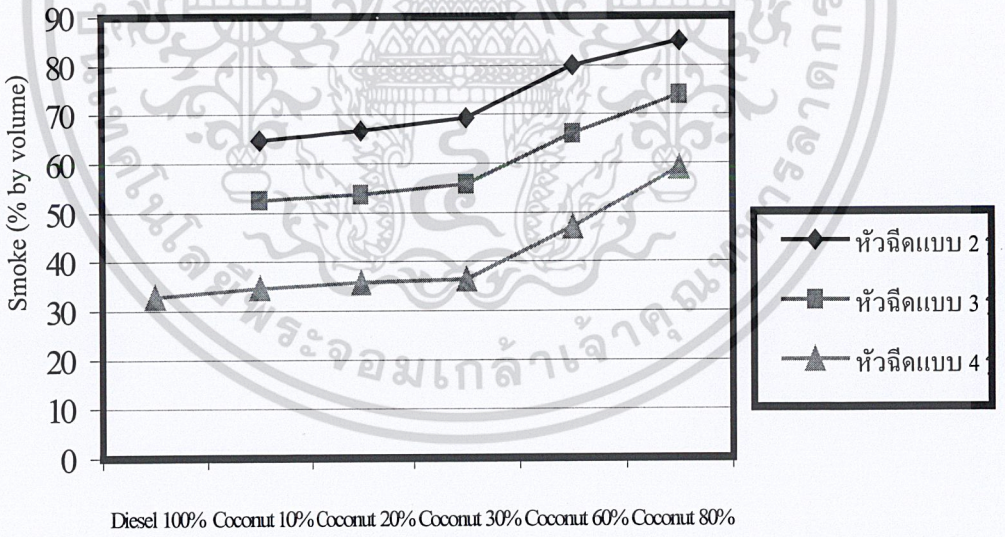


รูปที่ 4.19 ความสัมพันธ์ระหว่างควันดำที่เป็นฟังก์ชั่นกับความเร็วรอบเปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันมะพร้าวผสม ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

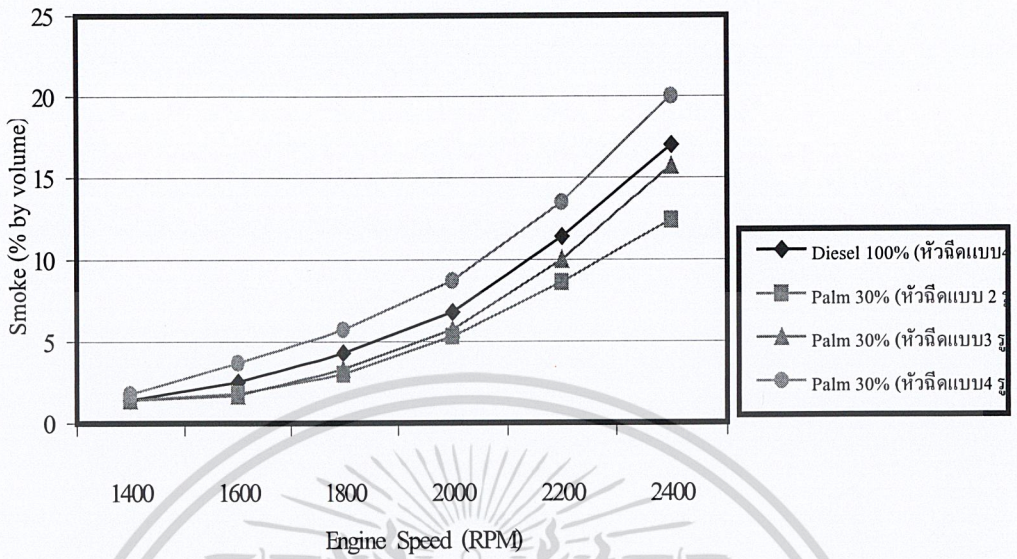


รูปที่ 4.20 แสดงค่าควันของน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลและน้ำมันปาล์มผสม เปรียบเทียบกับหัวฉีดแบบ 2 รู, 3 รู และ 4 รู ที่ความเร็วรอบ 1900 รอบ/นาที ที่กำลัง 6.6 KW

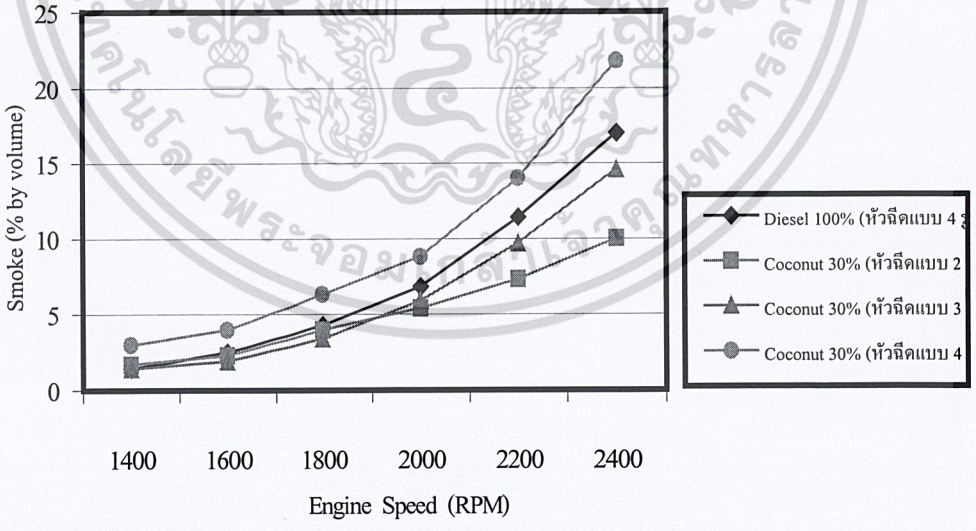


รูปที่ 4.21 แสดงค่าควันของน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลและน้ำมันมะพร้าวผสม ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู, 3 รู และ 4 รู ที่ความเร็วรอบ 1900 รอบ/นาที ที่กำลัง 6.6 KW

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

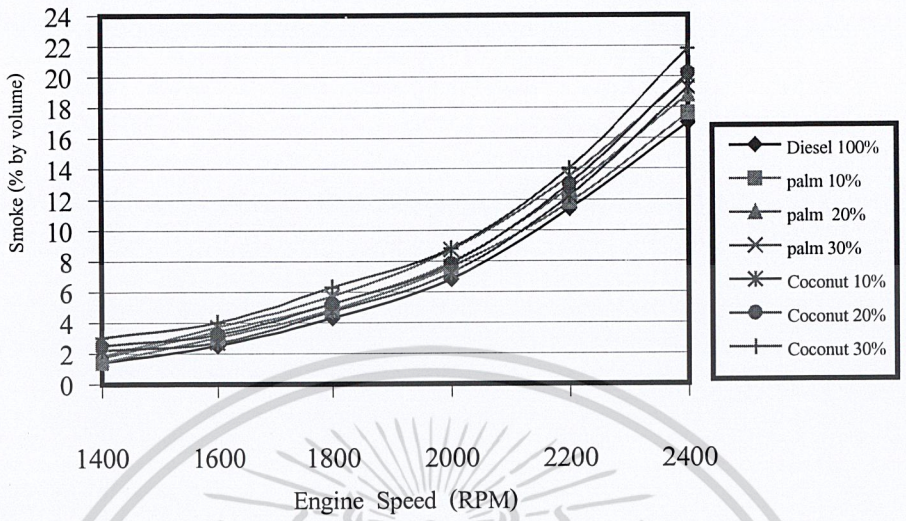


รูปที่ 4.22 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าควันดำที่เป็นฟังก์ชั่นกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลที่ใช้หัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันปาล์มผสมที่อัตราส่วน 30 % ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู, 3 รู และ 4 รู

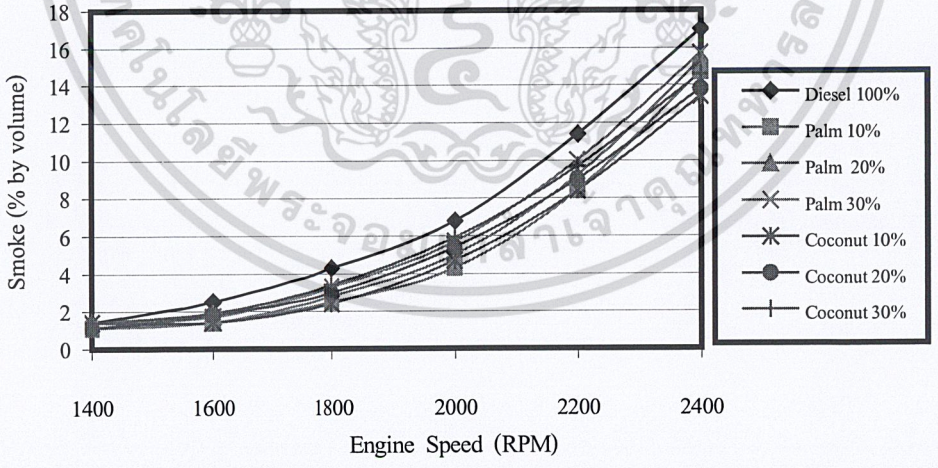


รูปที่ 4.23 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าควันดำที่เป็นฟังก์ชั่นกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันมะพร้าวผสมที่อัตราส่วน 30 % ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู, 3 รู และ 4 รู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

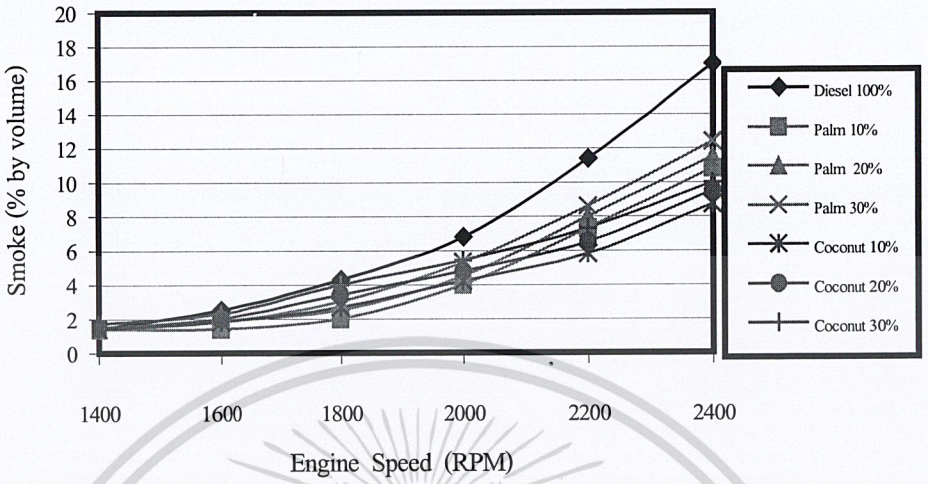


รูปที่ 4.24 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าควันดำที่เป็นฟังก์กับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลกับน้ำมันปาล์มผสมและน้ำมันมะพร้าวผสม ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ



รูปที่ 4.25 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าควันดำที่เป็นฟังก์กับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันปาล์มผสมและน้ำมันมะพร้าวผสมทดสอบกับหัวฉีดแบบ 3 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.26 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าควันดำที่เป็นฟังก์ชั่นกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันปาล์มผสมและน้ำมันมะพร้าวผสมทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ

จากรูปที่ 4.14 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าควันดำที่เป็นฟังก์ชั่นกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลกับน้ำมันปาล์มผสมที่อัตราส่วนผสมต่างๆ ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู จากการทดสอบผลของการใช้น้ำมันปาล์มผสมจะให้ค่าควันดำที่สูงกว่าน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลเพียงเล็กน้อย ค่าควันดำจะเพิ่มมากขึ้นถ้าส่วนผสมของน้ำมันปาล์มมากขึ้น สาเหตุที่ทำให้น้ำมันปาล์มผสมมีค่าควันมาก ก็เนื่องมาจากน้ำมันพืชจะมีค่าความหนืดสูงกว่าและมีน้ำหนักของโมเลกุลที่มากกว่าน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล รวมถึงขนาดของหยดน้ำมันพืชจะมีขนาดที่ใหญ่กว่าทำให้การฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงจากหัวฉีดเข้าสู่ห้องเผาไหม้อาจจะไม่เป็นฝอยละอองดี และการระเหยตัวได้ช้า ทำให้การเผาไหม้ที่เกิดขึ้นอาจจะยังไม่หมดจดสมบูรณ์เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล ถ้าพิจารณาจากลักษณะการสเปรย์จากรูปที่ 4.4 ผลของการสเปรย์กับหัวฉีดชนิดเดียวกันอาจจะไม่มีความแตกต่างกันเท่าไหร่ แต่ถ้าเพิ่มปริมาณน้ำมันพืชมาก ๆ จะทำให้มุมองศาการสเปรย์ลดน้อยลง การเป็นฉีดเป็นฝอยละอองก็น้อยลงด้วย

จากรูปที่ 4.15 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าควันดำที่เป็นฟังก์ชั่นกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลกับน้ำมันมะพร้าวผสมที่อัตราส่วนผสมต่างๆ ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู จากการทดสอบผลของการใช้น้ำมันมะพร้าวผสมจะให้ค่าควันดำที่สูงกว่าน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล ค่าควันดำจะเพิ่มมากขึ้นถ้าส่วนผสมของน้ำมันพืชมากขึ้น สาเหตุที่ทำให้น้ำมันมะพร้าวผสมมีค่าควันมาก ก็เนื่องมาจากน้ำมันพืชจะมีค่าความหนืดสูงกว่าและมีน้ำหนักของโมเลกุลที่มากกว่าน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล รวมถึงขนาดของหยดน้ำมันพืชจะมีขนาดที่ใหญ่กว่าทำให้การฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงจากหัวฉีดเข้าสู่ห้องเผาไหม้อาจจะไม่เป็นฝอยละอองดี และการระเหยตัวได้ช้า ทำให้การเผาไหม้ที่เกิดขึ้นอาจจะยังไม่หมดจดสมบูรณ์เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.16 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าควันดำที่เป็นฟังก์ชั่นกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันปาล์มผสมที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 3 รู จากการทดสอบผลของการใช้น้ำมันปาล์มผสมที่ใช้หัวฉีดแบบ 3 รู จะให้ค่าควันดำที่ต่ำกว่าน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู สาเหตุที่ทำให้น้ำมันปาล์มผสมมีค่าควันดำที่ต่ำกว่าก็เนื่องจากหัวฉีดแบบ 3 รู จะมีปริมาณของน้ำมันเชื้อเพลิงที่ถูกฉีดออกมาน้อยกว่าหัวฉีดแบบ มาตราฐานตามจำนวนรูของหัวฉีด ค่าควันดำจึงออกมาน้อยกว่าซึ่งลักษณะการสเปรย์สามารถพิจารณาได้จากรูปที่ 4.10

จากรูปที่ 4.17 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าควันดำที่เป็นฟังก์ชั่นกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันมะพร้าวผสมที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 3 รู จากการทดสอบผลของการใช้น้ำมันมะพร้าวผสมที่ใช้หัวฉีดแบบ 3 รู จะให้ค่าควันดำที่ต่ำกว่าน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู ก็เนื่องจากหัวฉีดแบบ 3 รู จะมีปริมาณของน้ำมันเชื้อเพลิงที่ถูกฉีดออกมาน้อยกว่าหัวฉีดแบบ มาตราฐานตามจำนวนรูของหัวฉีด ค่าควันดำจึงออกมาน้อยกว่า

จากรูปที่ 4.18 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าควันดำที่เป็นฟังก์ชั่นกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันปาล์มผสม ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู จากการทดสอบผลของการใช้น้ำมันปาล์มผสมทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู จะให้ค่าควันดำที่ต่ำกว่าน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลที่ใช้หัวฉีดแบบ 4 รู สาเหตุที่ทำให้น้ำมันปาล์มผสมมีค่าควันดำที่ต่ำกว่าก็เนื่องจากหัวฉีดแบบ 2 รู ปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ฉีดเข้าไปในห้องเผาไห้มน้อยลงตามจำนวนรูของหัว ค่าควันดำจึงออกมาน้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับหัวฉีดแบบ 4 รู ซึ่งลักษณะการสเปรย์สามารถพิจารณาได้จากรูปที่ 4.10

จากรูปที่ 4.19 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าควันดำที่เป็นฟังก์ชั่นกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันมะพร้าวผสม ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู จากการทดสอบผลของการใช้น้ำมันมะพร้าวผสมทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู จะให้ค่าควันดำที่ต่ำกว่าน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลที่ใช้หัวฉีดแบบ 4 รู เนื่องจากหัวฉีดแบบ 2 รู ปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ฉีดเข้าไปในห้องเผาไห้มน้อยลงตามจำนวนรูของหัว ค่าควันดำจึงออกมาน้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับหัวฉีดแบบ 4 รู

จากรูปที่ 4.20,4.21 แสดงค่าควันของน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลและน้ำมันพืชผสม เปรียบเทียบกับกับหัวฉีดแบบ 2 รู, 3 รู และ 4 รู ที่ความเร็วรอบ 1900 รอบ/นาที ที่กำลัง 6.6 KW จากการทดสอบค่าควันดำของน้ำมันพืชผสมจะมีมากกว่าน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล และเมื่อนำมาใช้กับหัวฉีดในแต่ละแบบพบว่าหัวฉีดแบบ 2 รู จะให้ค่าควันดำที่มากกว่าหัวฉีดแบบ 3 รู และ 4 รู ตามลำดับ ค่าควันจะเพิ่มมากขึ้นถ้าส่วนผสมของน้ำมันพืชมากขึ้น สาเหตุที่ทำให้ค่าควันดำของน้ำมันพืชผสมมีมาก ก็
เนื่องมาจากหัวฉีดแบบ 2รู จะให้ค่ากำลังที่น้อยกว่าหัวฉีดมาตราฐาน ดังนั้นเพื่อให้ได้กำลังที่เท่ากันหัวฉีดแบบ 2รูจึงต้องเร่งการฉีดให้มากขึ้น รวมทั้งความยาวของลำสเปรย์แบบ 2รู จะมากว่าแบบ มาตรฐาน ส่งผลให้การเผาไหม้ไม่ดี ทำให้ค่าควันดำที่เกิดขึ้นมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.22 ,4.23 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าควันที่เป็นฟังก์ชั่นกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลที่ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันพืชผสมที่อัตราส่วน 30% ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู, 3 รู และ 4 รู จากการทดสอบค่าควันดำของน้ำมันพืชผสมที่ใช้หัวฉีดแบบ 4 รู จะมีมากกว่าน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลที่ใช้หัวฉีดแบบ 4 รู สำหรับน้ำมันพืชผสมที่ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 3 รู และ 2 รู จะมีค่าควันดำที่น้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลที่ใช้หัวฉีดแบบ 4 รู

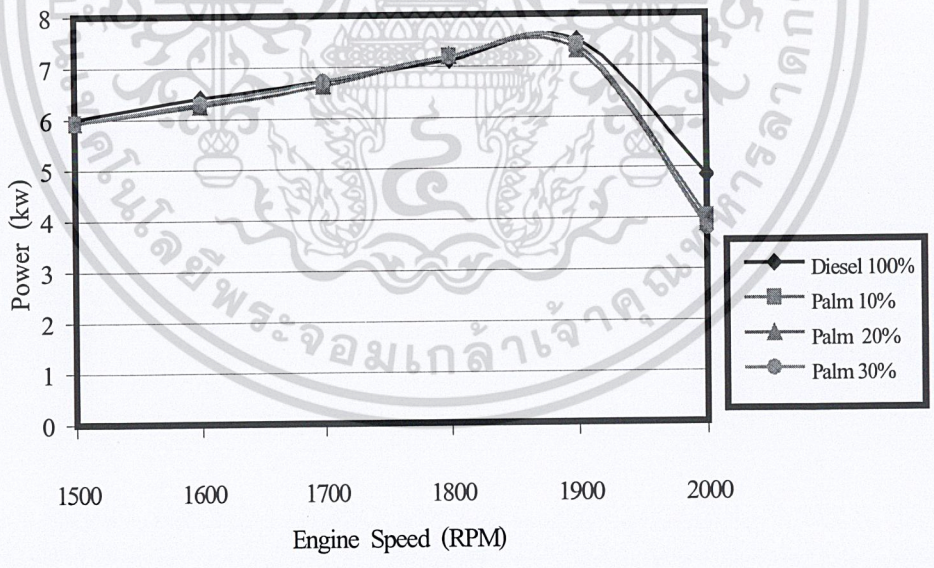
จากรูปที่ 4.24 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าควันดำที่เป็นฟังก์กับความเร็วรอบเปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลกับน้ำมันปาล์มผสมและน้ำมันมะพร้าวผสม ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ จากการทดสอบผลของการใช้น้ำมันพืชผสมจะให้ค่าควันดำที่สูงกว่าน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล สาเหตุที่ทำให้น้ำมันพืชผสมมีค่าควันดำที่สูงกว่าก็เนื่องมาจากน้ำมันพืชจะมีค่าความหนืดสูงกว่าและมีน้ำหนักของโมเลกุลที่มากกว่าน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล รวมถึงขนาดของหยดน้ำมันพืชจะมีขนาดที่ใหญ่กว่าทำให้การฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงจากหัวฉีดเข้าสู่ห้องเผาไหม้อาจจะไม่เป็นฝอยละอองดี และการระเหยตัวได้ช้า ทำให้การเผาไหม้ที่เกิดขึ้นอาจจะยังไม่หมดจดสมบูรณ์เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล แต่ถ้าพิจารณาค่าควันดำระหว่างน้ำมันปาล์มผสมกับน้ำมันมะพร้าวผสม ค่าควันดำจะมีความใกล้เคียงกันที่ความเร็วรอบต่ำ ๆ แต่ที่ความเร็วรอบสูง ๆ น้ำมันมะพร้าวผสมจะให้ค่าควันดำที่มาก สาเหตุอาจจะเกิดจากที่ความเร็วรอบสูง ๆ ออกซิเจนที่เกิดขึ้นกับน้ำมันปาล์มผสมอาจจะมีมากกว่าน้ำมันมะพร้าวผสม รวมถึงค่าความหนืดจะต่ำด้วย ทำให้น้ำมันปาล์มมีการสเปรย์และมีการเผาไหม้ได้ดีกว่าน้ำมันมะพร้าวจึงทำให้ค่าควันดำที่ออกมาจึงมีค่าต่ำกว่า

จากรูปที่ 4.25 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าควันดำที่เป็นฟังก์กับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันปาล์มผสมและน้ำมันมะพร้าวผสมทดสอบกับหัวฉีดแบบ 3 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ จากการทดสอบผลของการใช้น้ำมันพืชผสมทดสอบกับหัวฉีดแบบ 3 รู จะให้ค่าควันดำที่ต่ำกว่าน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลที่ใช้หัวฉีดแบบ 4 รู สาเหตุที่ทำให้น้ำมันพืชผสมมีค่าควันดำที่ต่ำกว่าก็เนื่องจากหัวฉีดแบบ 3 รู จะมีปริมาณของน้ำมันเชื้อเพลิงที่ถูกฉีดออกมาน้อยกว่าหัวฉีดแบบ มาตราฐานลดลงตามจำนวนรูของหัวฉีด ค่าควันดำจึงออกมาน้อยกว่า แต่ถ้าพิจารณาค่าควันดำระหว่างน้ำมันปาล์มผสมกับน้ำมันมะพร้าวผสม ค่าควันดำจะมีความใกล้เคียงกันที่ความเร็วรอบต่ำ ๆ แต่ที่ความเร็วรอบสูง ๆ น้ำมันปาล์มผสมจะให้ค่าควันดำที่มาก สาเหตุอาจจะเกิดจากที่ความเร็วรอบสูง ๆ หัวฉีดจะมีการฉีดเชื้อเพลิงเร็วขึ้น เมื่อน้ำมันมะพร้าวมีค่าความหนืดมากกว่าปาล์มมาก อาจส่งผลให้เกิดการต้านทานการไหลเกิดขึ้นภายในหัวฉีดที่รอบการทำงานสูงๆ ทำให้ปริมาณน้ำมันที่ฉีดออกมามีน้อยกว่าน้ำมันปาล์มผสม ค่าควันดำที่ออกมาจึงมีค่าที่ต่ำกว่าเมื่อเทียบกับน้ำมันปาล์มผสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

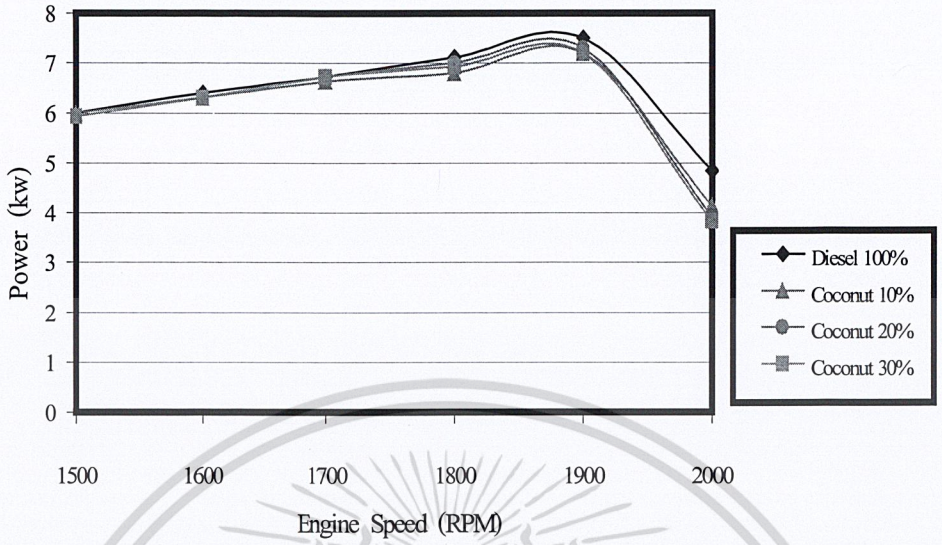
จากรูปที่ 4.26 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าควันดำที่เป็นฟังก์ชั่นกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันปาล์มผสมและน้ำมันมะพร้าวผสมทดสอบ กับหัวฉีดแบบ 2 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ จากการทดสอบผลของการใช้น้ำมันพืชผสมที่ใช้หัวฉีดแบบ 2 รู จะให้ค่าควันดำที่ต่ำกว่าน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลที่ใช้หัวฉีดแบบ 4 รู สาเหตุที่ทำให้น้ำมันปาล์มผสมมีค่าควันดำที่ต่ำกว่าก็เนื่องจากหัวฉีดแบบ 2 รู จะมีปริมาณของน้ำมันเชื้อเพลิงที่ถูกฉีดออกมาน้อยกว่าหัวฉีดแบบ มาตราฐานลดลงตามจำนวนรูของหัวฉีด ค่าควันดำจึงออกมาน้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับหัวฉีดแบบ 4 รู แต่ถ้าพิจารณาค่าควันดำระหว่างน้ำมันปาล์มผสมกับน้ำมันมะพร้าวผสม ค่าควันดำจะมีความใกล้เคียงกันที่ความเร็วรอบต่ำ ๆ แต่ที่ความเร็วรอบสูง ๆ น้ำมันปาล์มผสมจะให้ค่าควันดำที่มาก สาเหตุอาจจะเกิดจากที่ความเร็วรอบสูง ๆ หัวฉีดจะมีการฉีดเชื้อเพลิงเร็วขึ้น เมื่อน้ำมันมะพร้าวมีค่าความหนืดมากกว่าปาล์มมาก อาจส่งผลให้เกิดการต้านทานการไหลเกิดขึ้นภายในหัวฉีดที่รอบการทำงานสูงๆ ทำให้ปริมาณน้ำมันที่ฉีดออกมามีน้อยกว่าน้ำมันปาล์มผสม ค่าควันดำที่ออกมาจึงมีค่าที่สูงกว่าเมื่อเทียบกับน้ำมันมะพร้าวผสม

4.2.2 ผลการทดลองที่มีผลต่อกำลัง (Power) ที่เกิดขึ้น

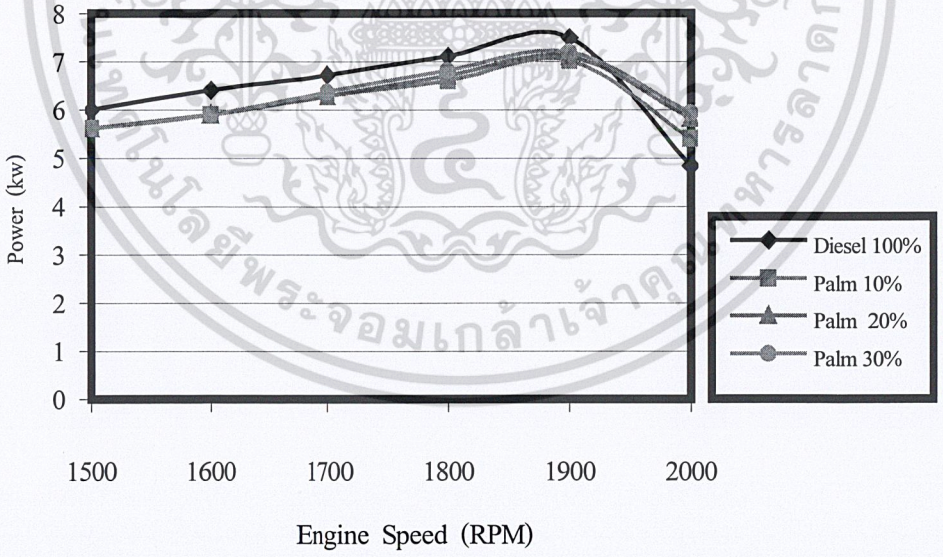


รูปที่ 4.27 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังที่เป็นฟังก์ชั่นกับความเร็วรอบเปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล และน้ำมันปาล์มผสมทดสอบกับหัวฉีดชนิดแบบ 4 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

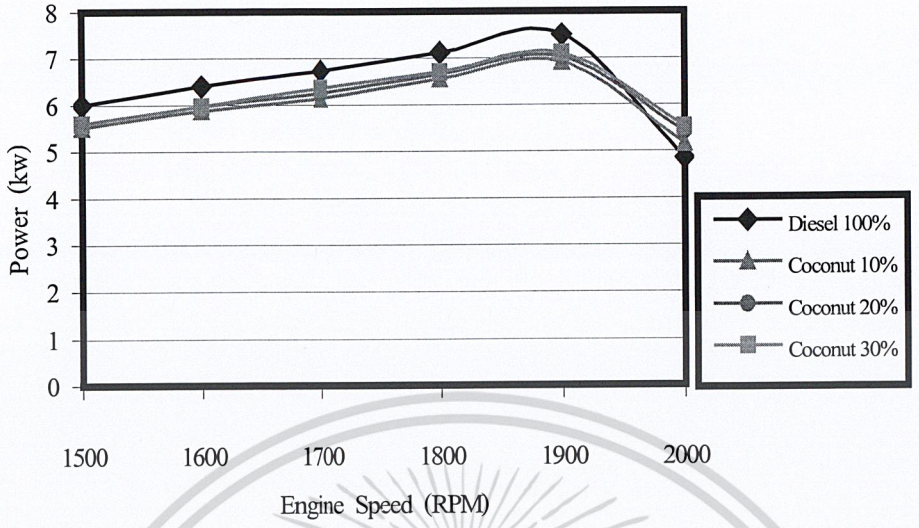


รูปที่ 4.28 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังที่เป็นฟังก์ชั่นกับความเร็วรอบเปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลกับน้ำมันมะพร้าวผสมทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ

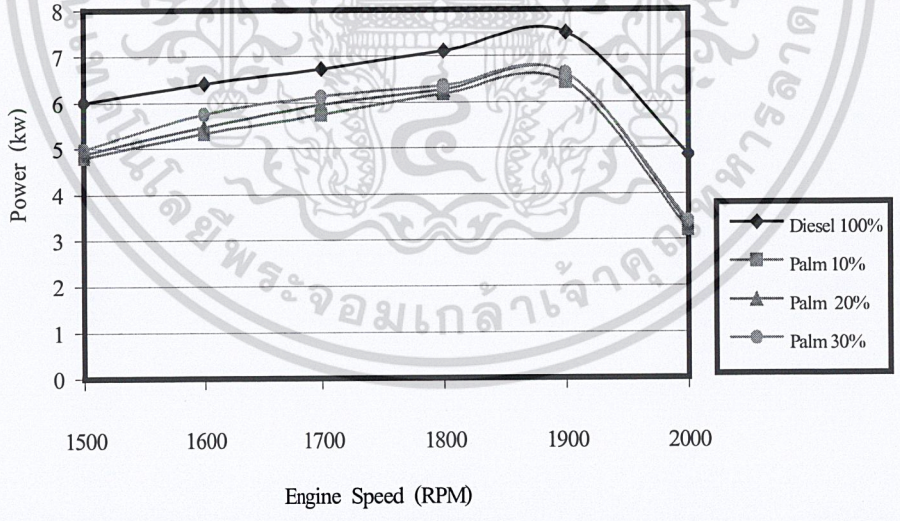


รูปที่ 4.29 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังที่เป็นฟังก์ชั่นกับความเร็วรอบเปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันปาล์มผสมทดสอบกับหัวฉีดแบบ 3 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

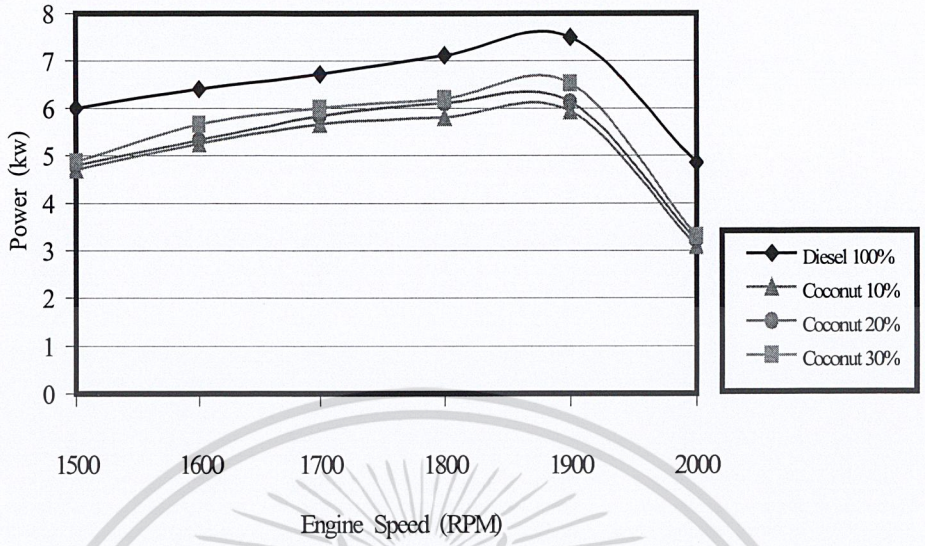


รูปที่ 4.30 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังที่เป็นฟังก์ชั่นกับความเร็วรอบเปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันมะพร้าวผสม ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 3 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ

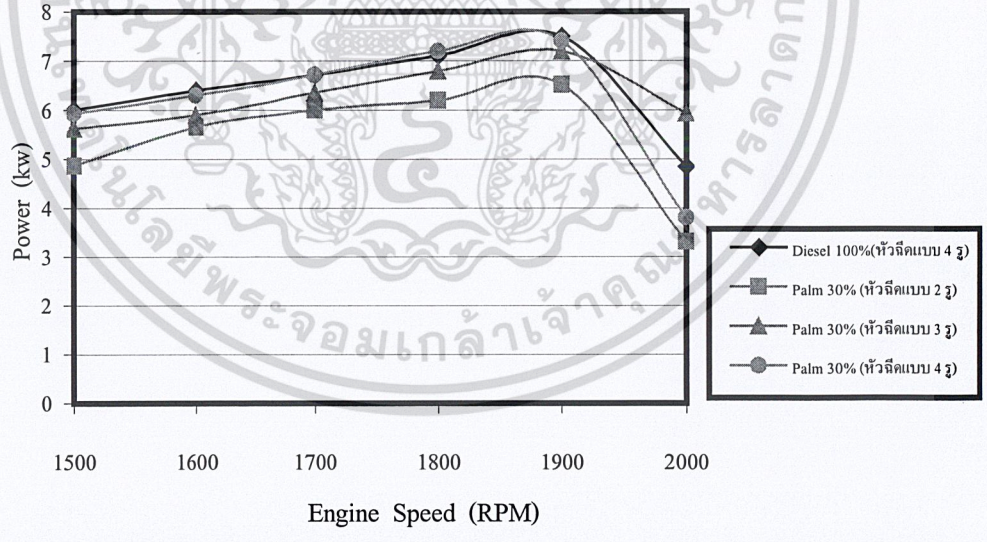


รูปที่ 4.31 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังที่เป็นฟังก์ชั่นกับความเร็วรอบเปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันปาล์มผสม ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

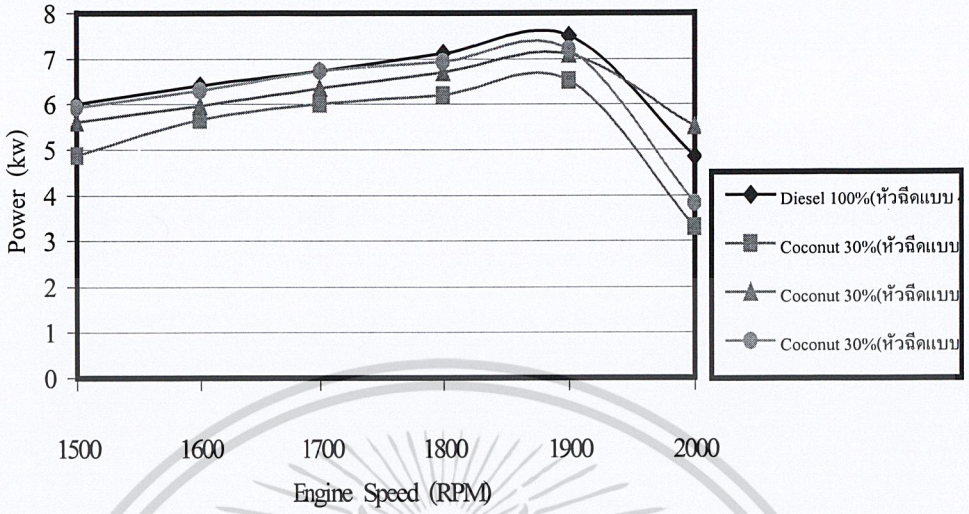


รูปที่ 4.32 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังที่เป็นฟังก์ชั่นกับความเร็วรอบเปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันมะพร้าวผสม ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ

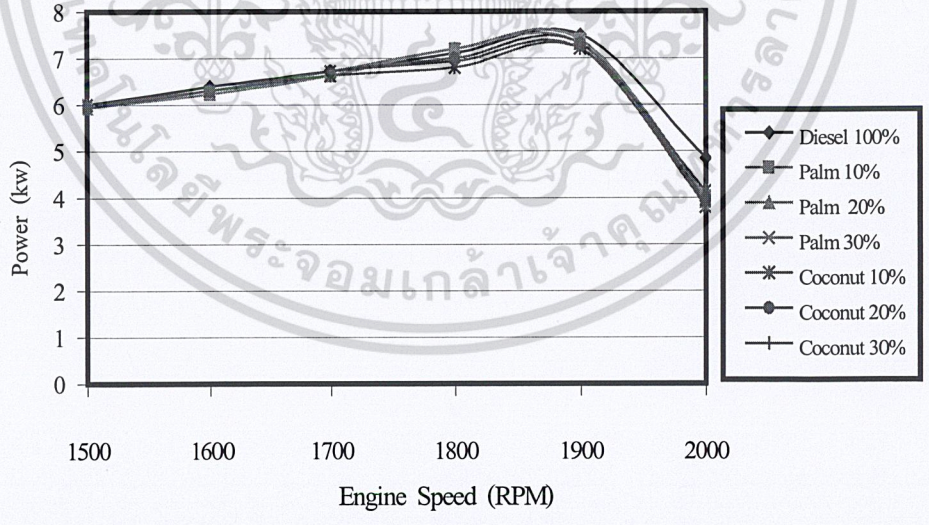


รูปที่ 4.33 ความสัมพันธ์ระหว่างค่ากำลังที่เป็นฟังก์ชั่นกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันปาล์มผสมที่อัตราส่วน 30 % ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู, 3 รู และ 4 รู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

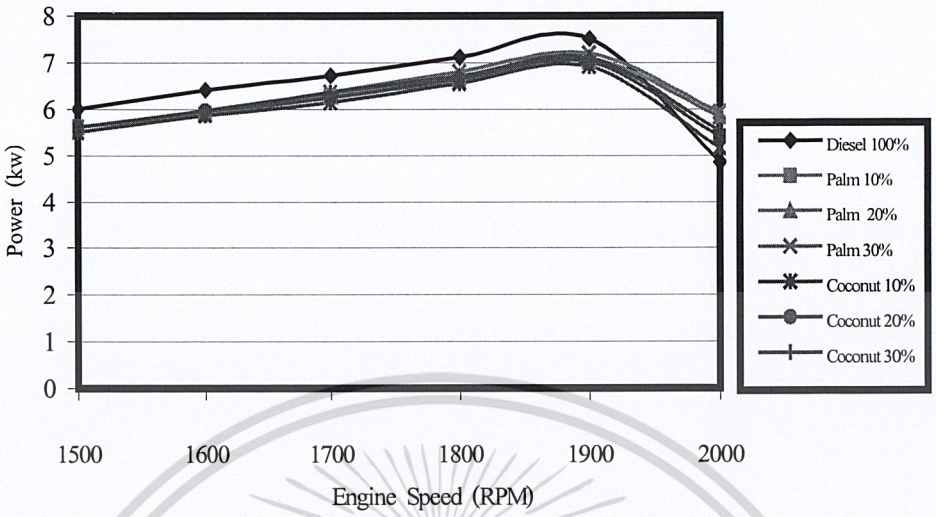


รูปที่ 4.34 ความสัมพันธ์ระหว่างค่ากำลังที่เป็นฟังก์ชั่นกับกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันมะพร้าวผสมที่อัตราส่วน 30 % ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู, 3 รู และ 4 รู

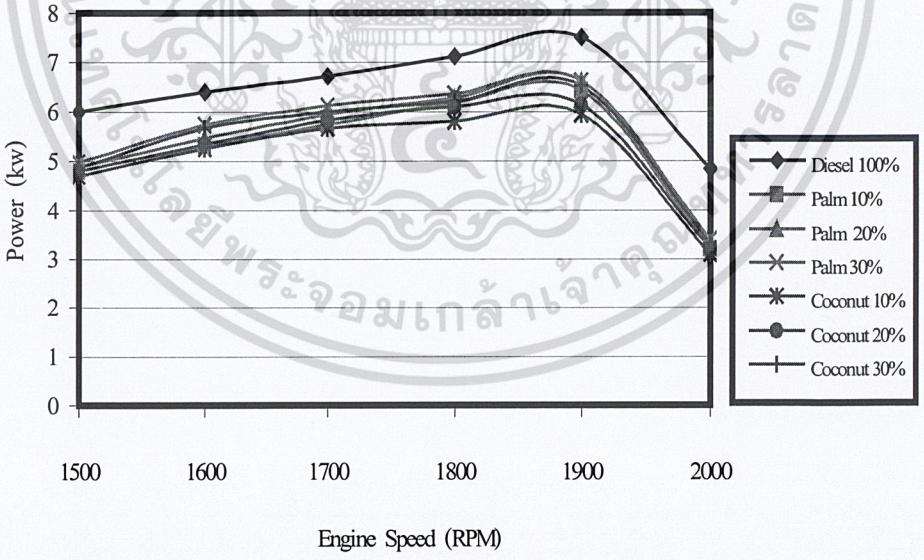


รูปที่ 4.35 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังที่เป็นฟังก์ชั่นกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลกับน้ำมันปาล์มผสมและน้ำมันมะพร้าวผสมทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.36 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังที่เป็นฟังก์ชั่นกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันปาล์มผสมและน้ำมันมะพร้าวผสมทดสอบกับหัวฉีดแบบ 3 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ



รูปที่ 4.37 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังที่เป็นฟังก์ชั่นกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันปาล์มผสมและน้ำมันมะพร้าวผสมทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.27 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังที่เป็นฟังก์ชั่นกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลกับน้ำมันปาล์มผสม ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู ผลการทดสอบน้ำมันปาล์มผสมจะให้ค่ากำลังที่มีน้อยกว่าน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลเล็กน้อย ซึ่งเนื่องมาจากน้ำมันพืชผสมจะมีค่าความหนืดมากกว่าน้ำมันดีเซลทำให้การฉีดเป็นฝอยละอองได้ไม่ดี รวมทั้งขนาดของหยดละอองน้ำมันที่ถูกฉีดออกมามีขนาดที่โตกว่าน้ำมันดีเซล การระเหยไม่ดีส่งผลให้การเผาไหม้ไม่ดี เมื่อเทียบกับน้ำมันดีเซล

จากรูปที่ 4.28 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังที่เป็นฟังก์ชั่นกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลกับน้ำมันมะพร้าวผสม ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู ผลการทดสอบน้ำมันมะพร้าวผสมจะให้ค่ากำลังที่มีน้อยกว่าน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลเล็กน้อย ซึ่งเนื่องมาจากน้ำมันพืชผสมจะมีค่าความหนืดมากกว่าน้ำมันดีเซลทำให้การฉีดเป็นฝอยละอองได้ไม่ดี รวมทั้งขนาดของหยดละอองน้ำมันที่ถูกฉีดออกมามีขนาดที่โตกว่าน้ำมันดีเซล การระเหยไม่ดีส่งผลให้การเผาไหม้ไม่ดี เมื่อเทียบกับน้ำมันดีเซล

จากรูปที่ 4.29 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังที่เป็นฟังก์ชั่นกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันปาล์มผสม ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 3 รู ผลการทดสอบน้ำมันปาล์มผสมจะให้ค่ากำลังที่น้อยกว่า ที่ความเร็วรอบต่ำและจะให้ค่ากำลังที่มากกว่าที่ความเร็วรอบสูง เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล ซึ่งมีผลเนื่องมาจากน้ำมันพืชผสมที่ใช้กับหัวฉีดแบบ 3 รู จะมีปริมาณของน้ำมันเชื้อเพลิงที่ถูกฉีดออกมาน้อยกว่าหัวฉีดแบบ มาตราฐานลดลงตามจำนวนรูของหัวฉีด ที่รอบการทำงานต่ำ แต่ที่รอบการทำงานสูง หัวฉีดแบบมาตราฐานจะมีปริมาณการฉีดเชื้อเพลิงที่มากขึ้นแต่อากาศเข้าไปในห้องเผาไห้มน้อยทำให้ การเผาไห้มไม่ดี แต่หัวฉีดแบบ 3 รู จะมีปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ฉีดออกมาจากหัวฉีด เพียงพอต่อการเผาไหม้ รวมทั้งในน้ำมันพืชจะมีออกซิเจนอยู่ในตัวของมันเองและออกซิเจนจะมีมากที่ความเร็วรอบสูง ๆ จึงทำให้น้ำมันพืชผสมมีการเผาไหม้ได้ดีที่ความเร็วรอบสูง

จากรูปที่ 4.30 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังที่เป็นฟังก์ชั่นกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันมะพร้าวผสม ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 3 รู ผลการทดสอบน้ำมันมะพร้าวผสมจะให้ค่ากำลังที่น้อยกว่า ที่ความเร็วรอบต่ำและจะให้ค่ากำลังที่มากกว่าที่ความเร็วรอบสูง เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล ซึ่งมีผลเนื่องมาจากน้ำมันพืชผสมที่ใช้กับหัวฉีดแบบ 3 รู จะมีปริมาณของน้ำมันเชื้อเพลิงที่ถูกฉีดออกมาน้อยกว่าหัวฉีดแบบ มาตราฐานลดลงตามจำนวนรูของหัวฉีด ที่รอบการทำงานต่ำ แต่ที่รอบการทำงานสูง หัวฉีดแบบมาตราฐานจะมีปริมาณการฉีดเชื้อเพลิงที่มากขึ้นแต่อากาศเข้าไปในห้องเผาไห้มน้อยทำให้ การเผาไห้มไม่ดี แต่หัวฉีดแบบ 3 รู จะมีปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ฉีดออกมาจากหัวฉีด เพียงพอต่อการเผาไหม้ รวมทั้งในน้ำมันพืชจะมีออกซิเจนอยู่ในตัวของมันเองและออกซิเจนจะมีมากที่ความเร็วรอบสูง ๆ จึงทำให้น้ำมันพืชผสมมีการเผาไหม้ได้ดีที่ความเร็วรอบสูง

จากรูปที่ 4.31 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังที่เป็นฟังก์ชั่นกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันปาล์มผสม ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู ผลการทดสอบน้ำมันปาล์มผสมจะให้ค่ากำลังที่น้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล ซึ่งมีผลเนื่องมาจากน้ำมันพืชผสมที่ใช้กับหัวฉีดแบบ 2 รู จะมีปริมาณของน้ำมันเชื้อเพลิงที่ถูกฉีดออกมาน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กว่าหัวฉีดแบบ มาตราฐานลดลงตามจำนวนรูของหัวฉีด ทำให้มีปริมาณน้ำมันพืชผสมที่ฉีดออกมาจากหัวฉีดมีปริมาณที่ น้อยลงทำให้ กำลังที่ได้มีค่าที่น้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลที่ใช้หัวฉีดแบบ มาตราฐาน

จากรูปที่ 4.32 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังที่เป็นฟังก์ชั่นกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันมะพร้าวผสม ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู ผลการทดสอบน้ำมันมะพร้าวผสมจะให้ค่ากำลังที่น้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล ซึ่งมีผลเนื่องมาจากน้ำมันพืชผสมที่ใช้กับหัวฉีดแบบ 2 รู จะมีปริมาณของน้ำมันเชื้อเพลิงที่ถูกฉีดออกมาน้อยกว่าหัวฉีดแบบ มาตราฐานลดลงตามจำนวนรูของหัวฉีด ทำให้มีปริมาณน้ำมันพืชผสมที่ฉีดออกมาจากหัวฉีดมีปริมาณที่ น้อยลงทำให้ กำลังที่ได้มีค่าที่น้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลที่ใช้หัวฉีดแบบ มาตราฐาน

จากรูปที่ 4.33 ความสัมพันธ์ระหว่างค่ากำลังที่เป็นฟังก์ชั่นกับความเร็วรอบ 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 และจะสูงมากขึ้นที่ความเร็วรอบสู ง ๆ และหัวฉีดแบบ 2 รู จะมีกำลังที่ต่ำกว่า

จากรูปที่ 4.34 ความสัมพันธ์ระหว่างค่ากำลังที่เป็นฟังก์ชั่นกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันมะพร้าวผสมที่อัตราส่วน 30% ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู, 3 รู และ 4 รู จากการทดสอบผลของน้ำมันมะพร้าวผสมที่ใช้หัวฉีดแบบ 4 รู จะมีกำลังที่มีความใกล้เคียงกันกับน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลที่ใช้หัวฉีดแบบ 4 รู สำหรับน้ำมันมะพร้าวผสมที่ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 3 รู จะมีกำลังที่เกิดขึ้นต่ำกว่าที่ความเร็วรอบต่ำ ๆ และจะสูงมากขึ้นที่ความเร็วรอบสู ง ๆ และหัวฉีดแบบ 2 รู จะมีกำลังที่ต่ำกว่า

จากรูปที่ 4.35 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังที่เป็นฟังก์ชั่นความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลกับน้ำมันปาล์มผสมและน้ำมันมะพร้าวผสมทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ ผลการทดสอบน้ำมันพืชผสมจะให้ค่ากำลังที่มีค่าน้อยกว่าน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล ซึ่งเนื่องมาจากน้ำมันพืชผสมจะมีค่าความหนืดมากกว่าน้ำมันดีเซลทำให้การฉีดเป็นฝอยละอองได้ไม่ดี รวมทั้งขนาดของหยดละอองน้ำมันที่ถูกฉีดออกมามีขนาดที่โตกว่าน้ำมันดีเซล การระเหยไม่ดีส่งผลให้การเผาไหม้ไม่ดี เมื่อเทียบกับน้ำมันดีเซล

จากรูปที่ 4.36 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังที่เป็นฟังก์ชั่นกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับ หัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันปาล์มผสมและน้ำมันมะพร้าวผสมทดสอบกับหัวฉีดแบบ 3 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ ผลการทดสอบน้ำมันพืชผสมจะให้ค่ากำลังที่น้อยกว่าเพียงเล็กน้อยที่ความเร็วรอบต่ำและจะให้ค่ากำลังที่มากกว่าที่ความเร็วรอบสูง เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล ซึ่งมีผลเนื่องมาจากน้ำมันพืชผสมที่ใช้กับหัวฉีดแบบ 3 รู จะมีปริมาณของน้ำมันเชื้อเพลิงที่ถูกฉีดออกมาน้อยกว่าหัวฉีด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

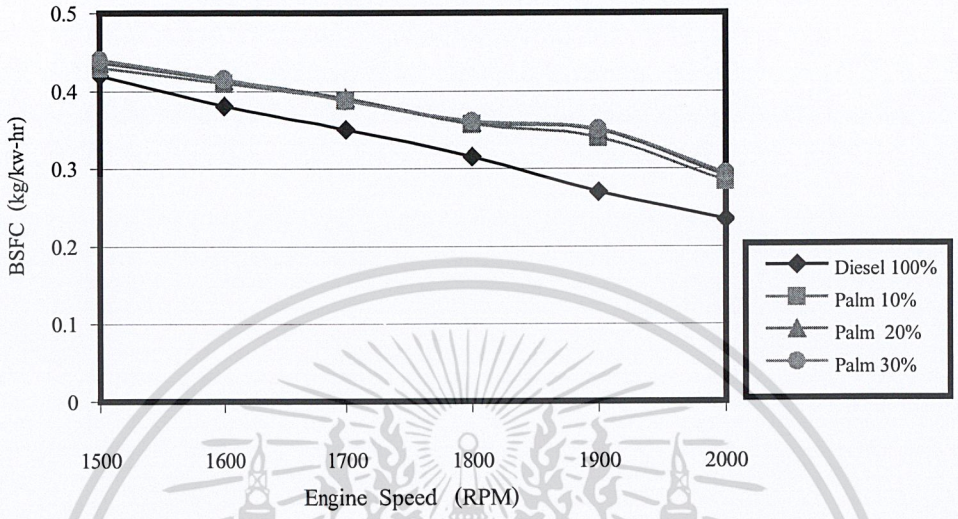
แบบ มาตราฐานลดลงตามจำนวนรูของหัวฉีด ทำให้มีปริมาณน้ำมันพืชผสมที่ฉีดออกมาจากหัวฉีดมีปริมาณที่ น้อยลงทำให้ กำลังที่ได้มีค่าที่น้อยกว่าเล็กน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลที่ใช้หัวฉีดแบบมาตรฐาน แต่ที่รอบการทำงานสูง หัวฉีดแบบมาตราฐานจะมีปริมาณการฉีดเชื้อเพลิงที่มากขึ้นแต่อากาศเข้าไปในห้องเผาไห้มน้อยทำให้ การเผาไห้มไม่ดี แต่หัวฉีดแบบ 3 รู จะมีปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ฉีดออกมาจากหัวฉีด เพียงพอต่อการเผาไหม้ รวมทั้งในน้ำมันพืชจะมีออกซิเจนอยู่ในตัวของมันเองและออกซิเจนจะมีมากที่ความเร็วรอบสูง ๆ จึงทำให้น้ำมันพืชผสมมีการเผาไหม้ได้ดีที่ความเร็วรอบสูง

เมื่อพิจารณาค่ากำลังระหว่างน้ำมันปาล์มผสมกับน้ำมันมะพร้าวผสม กำลังที่ได้จะมีความใกล้เคียงกัน ซึ่งอาจจะเกิดจากน้ำมันปาล์มผสมจะมีความหนืดน้อยกว่าน้ำมันมะพร้าวผสม จึงทำให้มีการสเปรย์ของน้ำมันปาล์มเป็นฝอยละอองได้ดีกว่าและมีการเผาไหม้ได้ดีกว่ากำลังที่ได้จึงมากกว่าที่รอบสูง ๆ

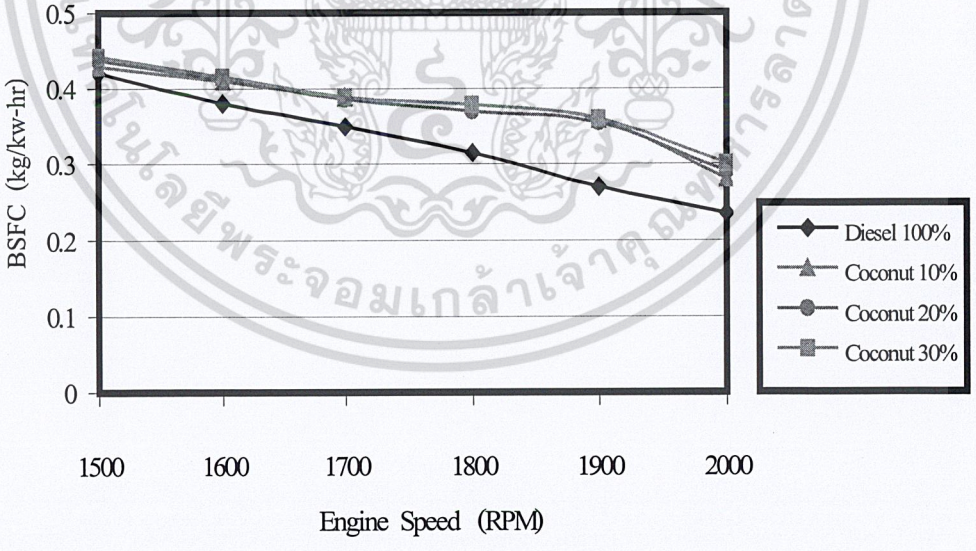
จากรูปที่ 4.37 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังที่เป็นฟังก์ชั่นกับกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันปาล์มผสมและน้ำมันมะพร้าวผสมทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ ผลการทดสอบน้ำมันพืชผสมจะให้ค่ากำลังที่น้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล ซึ่งมีผลเนื่องมาจาก น้ำมันพืชผสมที่ใช้กับหัวฉีดแบบ 2 รู จะมีปริมาณของน้ำมันเชื้อเพลิงที่ถูกฉีดออกมาน้อยกว่าหัวฉีดแบบ มาตราฐานลดลงตามจำนวนรูของหัวฉีด ทำให้มีปริมาณน้ำมันพืชผสมที่ฉีดออกมาจากหัวฉีดมีปริมาณที่ น้อยลงทำให้ กำลังที่ได้มีค่าที่น้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลที่ใช้หัวฉีดแบบ มาตราฐาน จึงทำให้ กำลังที่ได้มีค่าที่น้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลที่ใช้หัวฉีดแบบ 4 รู แต่ถ้าพิจารณาค่ากำลังระหว่างน้ำมันปาล์มผสมกับน้ำมันมะพร้าวผสม พบว่า น้ำมันปาล์มผสมจะให้กำลังที่มากกว่า ซึ่งอาจจะเกิดจากน้ำมันปาล์มผสมจะมีความหนืดน้อยกว่าน้ำมันมะพร้าวผสม จึงทำให้มีการสเปรย์ของน้ำมันปาล์มเป็นฝอยละอองได้ดีกว่า ทำให้มีการเผาไหม้ได้ดีกว่ากำลังที่ได้จึงมากกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3 ผลการทดลองที่มีผลต่ออัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง (Brake specific fuel consumption) ที่เกิดขึ้น

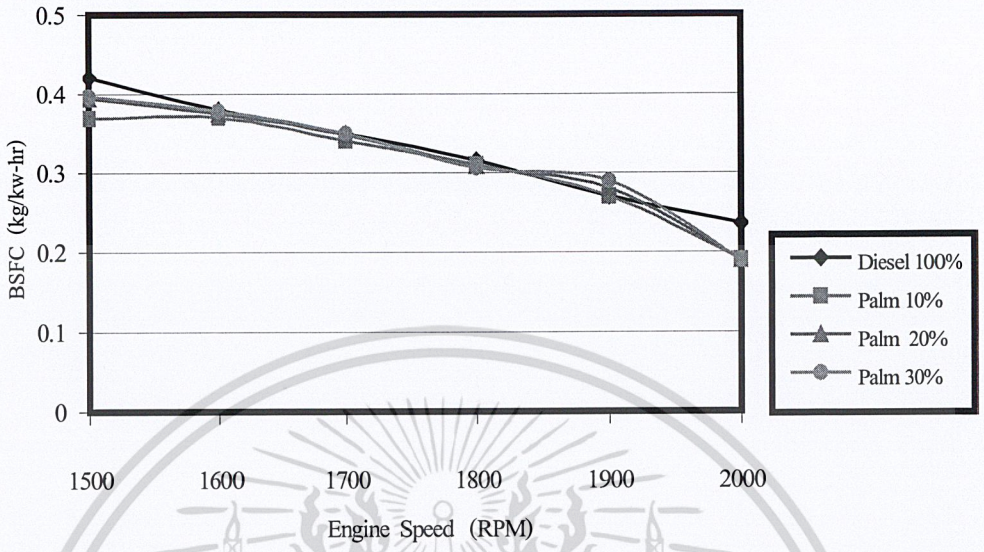


รูปที่ 4.38 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงที่เป็นฟังก์ชั่นกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลและน้ำมันปาล์มผสม ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ

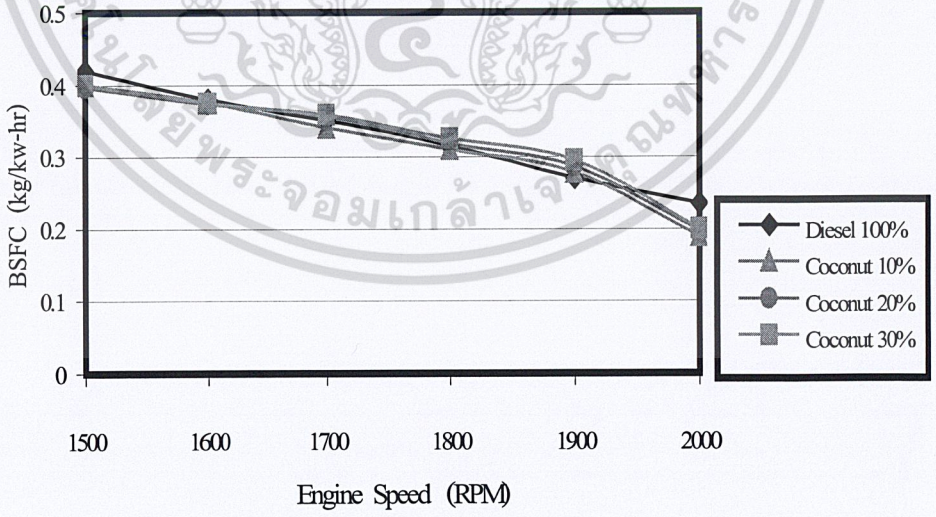


รูปที่ 4.39 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงที่เป็นฟังก์ชั่นกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลกับน้ำมันมะพร้าวผสม ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

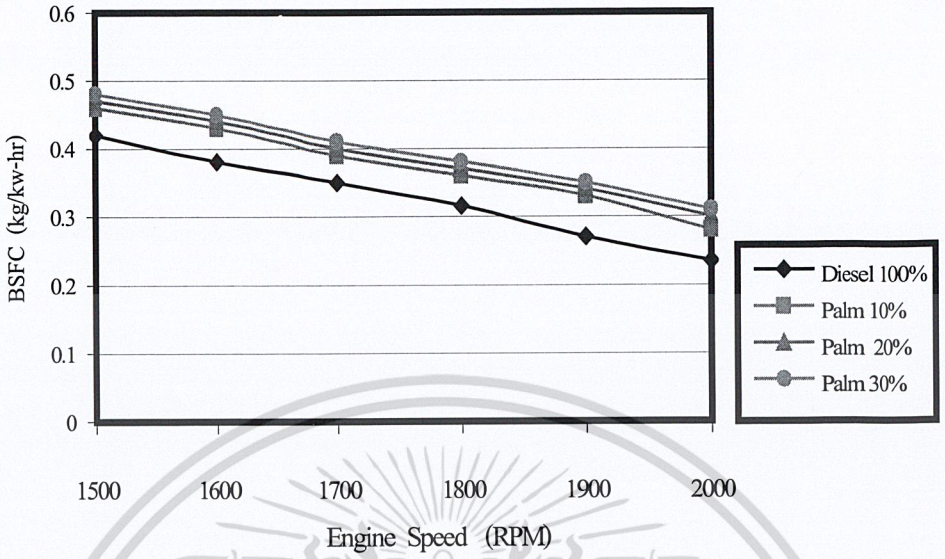


รูปที่ 4.40 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงที่เป็นฟังก์ชั่นกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันปาล์มผสม ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 3 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ

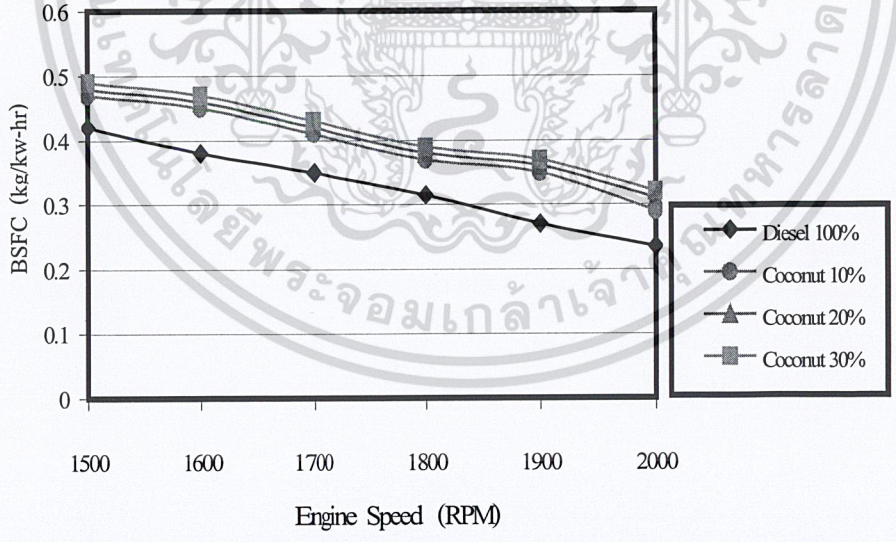


รูปที่ 4.41 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงที่เป็นฟังก์ชั่นกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันมะพร้าวผสม ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 3 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสาร... ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้าม... เอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

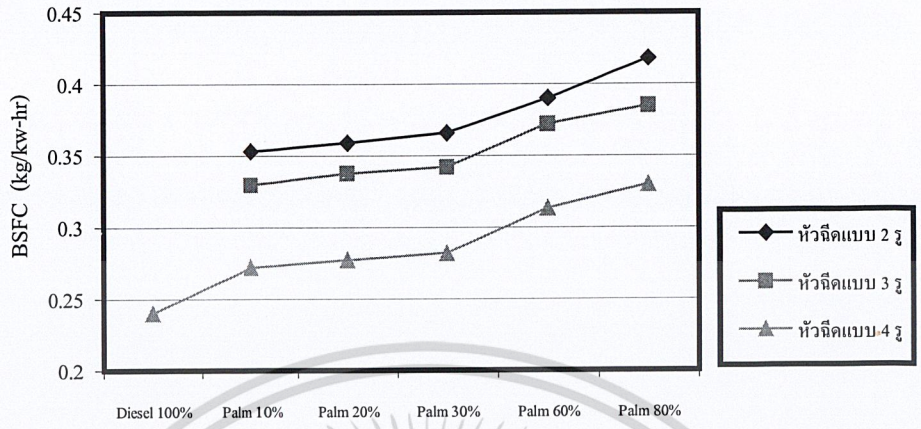


รูปที่ 4.42 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงกับความเร็วรอบเปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันปาล์มผสม ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ

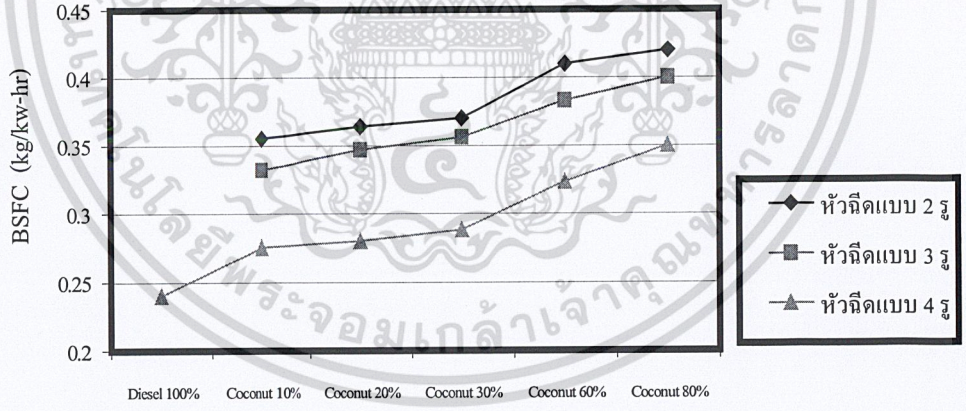


รูปที่ 4.43 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงที่เป็นฟังก์ชั่นกับความเร็วรอบเปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันมะพร้าวผสม ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

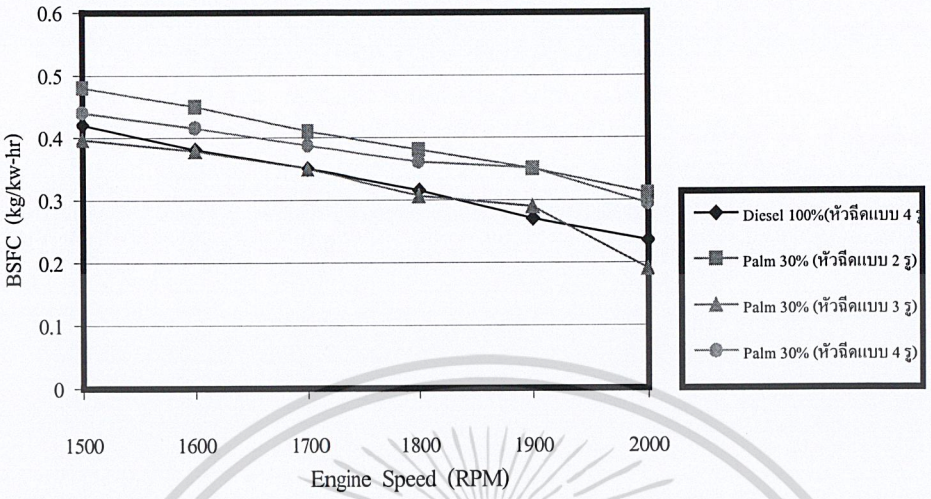


รูปที่ 4.44 แสดงค่าอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงของน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลและน้ำมันปาล์มผสม ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู, 3 รู และ 4 รู ที่ความเร็วรอบ 1900 รอบ/นาที ที่กำลัง 6.6 KW

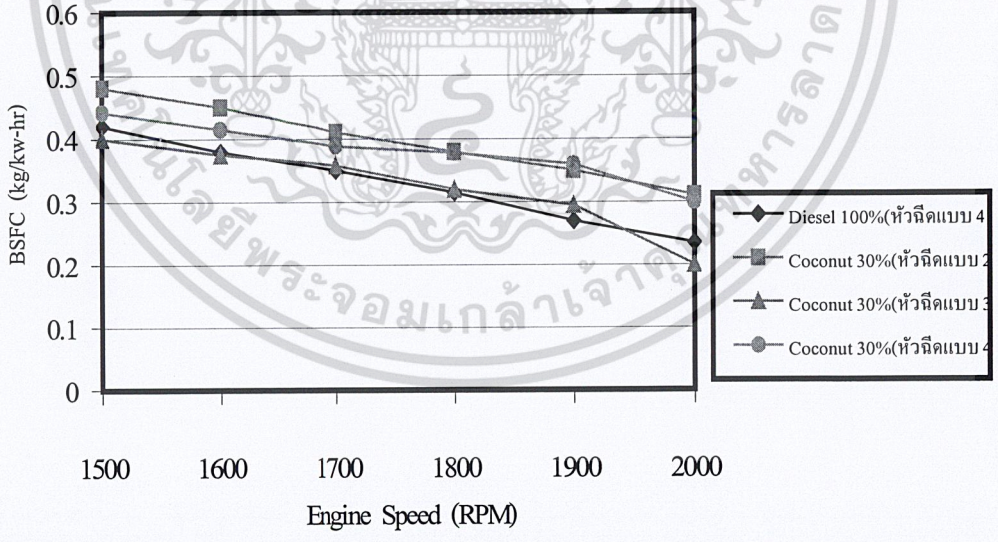


รูปที่ 4.45 แสดงค่าอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงของน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลและน้ำมันมะพร้าว ผสมโดยทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู, 3 รู และ 4 รู ที่ความเร็วรอบ 1900 รอบ/นาที ที่ กำลัง 6.6 KW

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

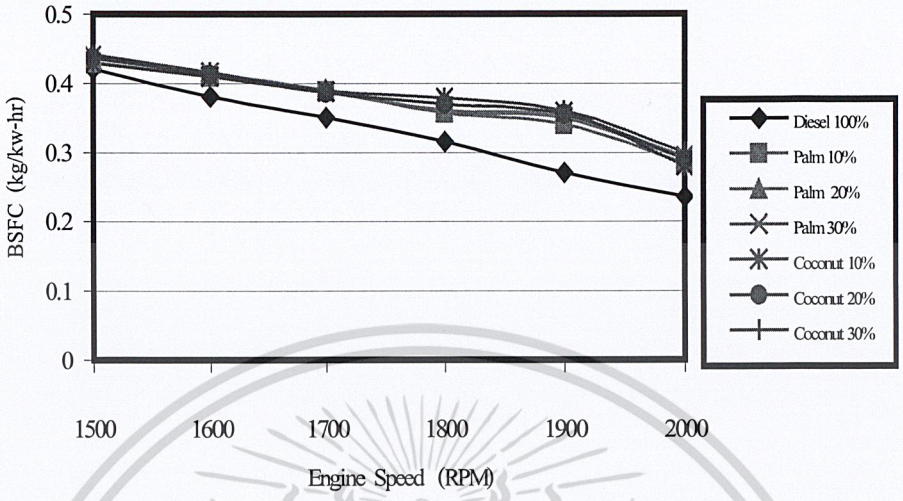


รูปที่ 4.46 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงที่เป็นฟังก์ชั่นกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันปาล์มผสมที่อัตราส่วน 30 % ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู, 3 รู และ 4 รู

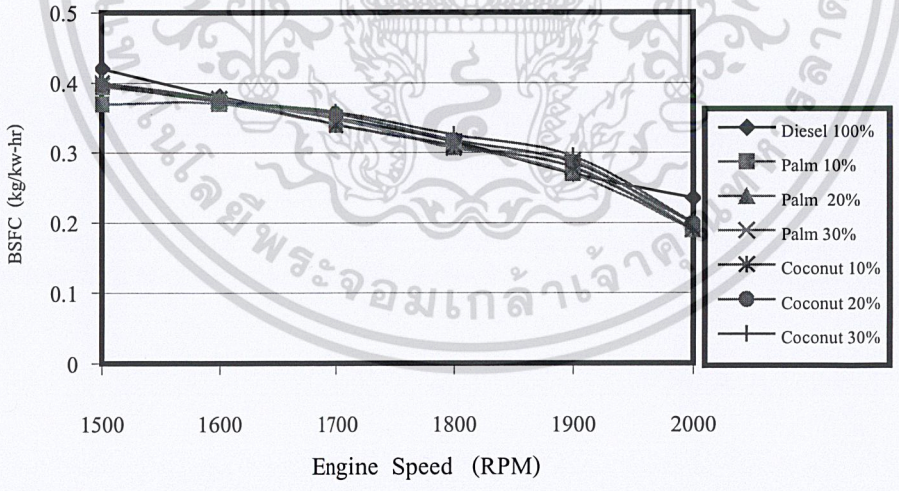


รูปที่ 4.47 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงที่เป็นฟังก์ชั่นกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันมะพร้าวผสมที่อัตราส่วนผสม 30 % โดยใช้หัวฉีดแบบ 2 รู, 3 รู และ 4 รู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

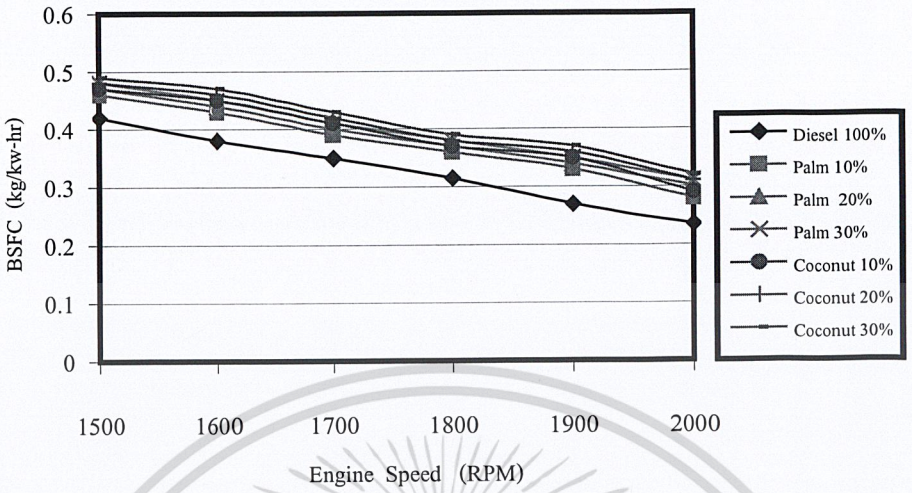


รูปที่ 4.48 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลกับน้ำมันปาล์มผสมและน้ำมันมะพร้าวผสมทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ



รูปที่ 4.49 ความสัมพันธ์ระหว่าง อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันปาล์มผสมและน้ำมันมะพร้าวผสมทดสอบกับหัวฉีดแบบ 3 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.50 ความสัมพันธ์ระหว่าง อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง กับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลที่ใช้หัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันปาล์มผสมและน้ำมันมะพร้าวผสม ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ

จากรูปที่ 4.38 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงที่เป็นฟังก์ชั่นกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลกับน้ำมันปาล์มผสมที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู จากการทดสอบน้ำมันปาล์มผสมจะให้อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงที่มากกว่าน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล อันเนื่องมาจากน้ำมันพืชผสมจะมีค่าความหนืดที่มากกว่าน้ำมันดีเซล ทำให้สเปรย์การฉีดเป็นฝอยละอองไม่ดี ส่งผลให้การเผาไหม้ไม่ดีกำลังตกในขณะที่ปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซล

จากรูปที่ 4.39 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงที่เป็นฟังก์ชั่นกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลกับน้ำมันมะพร้าวผสมที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู จากการทดสอบน้ำมันมะพร้าวผสมจะให้อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงที่มากกว่าน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล อันเนื่องมาจากน้ำมันพืชผสมจะมีค่าความหนืดที่มากกว่าน้ำมันดีเซล ทำให้สเปรย์การฉีดเป็นฝอยละอองไม่ดี ส่งผลให้การเผาไหม้ไม่ดีกำลังตกในขณะที่ปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซล

จากรูปที่ 4.40 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงที่เป็นฟังก์ชั่นกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันปาล์มผสมที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 3 รู จากการทดสอบน้ำมันปาล์มผสมจะให้อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงที่มีความใกล้เคียงกับน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล ซึ่งมีผลเนื่องมาจากน้ำมันพืชผสมที่ใช้กับหัวฉีดแบบ 3 รู จะมีมุมความกว้างของสเปรย์ที่มากกว่าหัวฉีดแบบ 4 รู (พิจารณาได้จากรูปที่ 5.10) และมีการเป็นฝอยละอองได้ดีกว่า ปริมาณน้ำมันพืชผสมที่ฉีดออกมาจากหัวฉีดจึงมีปริมาณที่เพียงพอต่อการเผาไหม้และกำลังที่เกิดขึ้น

จากรูปที่ 4.41 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงที่เป็นฟังก์ชั่นกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันมะพร้าวผสมที่อัตราส่วนผสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่าง ๆ ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 3 รู จากการทดสอบน้ำมันมะพร้าวผสมจะให้อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงที่มีความใกล้เคียงกับน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล ซึ่งมีผลเนื่องมาจากน้ำมันพืชผสมที่ใช้กับหัวฉีดแบบ 3 รู จะมีมุมความกว้างของสเปรย์ที่มากกว่าหัวฉีดแบบ 4 รู (พิจารณาได้จากรูปที่ 4.10) และมีการเป็นฝอยละอองได้ดีกว่า ปริมาณน้ำมันพืชผสมที่ฉีดออกมาจากหัวฉีดจึงมีปริมาณที่เพียงพอต่อการเผาไหม้และกำลังที่เกิดขึ้น

จากรูปที่ 4.42 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงที่เป็นฟังก์ชั่นกับความเร็วรอบต่าง เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันปาล์มผสมที่อัตราส่วนต่าง ๆ ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู จากการ ทดสอบน้ำมันปาล์มผสมจะให้ค่าอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงที่มีมากกว่าน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล มาก ซึ่งมีผลเนื่องมาจากน้ำมันพืชผสมที่ใช้กับหัวฉีดแบบ 2 รู จะมีมุมความกว้างของสเปรย์ที่มากกว่าหัวฉีดแบบ 4 รู(พิจารณาได้จากรูปที่ 4.10) และมีลำสเปรย์การฉีดที่ยาวกว่าหัวฉีดแบบมาตราฐาน ทำให้มีปริมาณน้ำมันพืชผสมที่ฉีดออกมาจากหัวฉีดมีปริมาณที่มาก แต่กำลังต่ำทำให้อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงมากขึ้น

จากรูปที่ 4.43 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงที่เป็นฟังก์ชั่นกับความเร็วรอบต่าง เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันมะพร้าวผสมที่อัตราส่วนต่าง ๆ ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู จากการทดสอบน้ำมันมะพร้าวผสมจะให้ค่าอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงที่มีมากกว่าน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล มาก ซึ่งมีผลเนื่องมาจากน้ำมันพืชผสมที่ใช้กับหัวฉีดแบบ 2 รู จะมีมุมความกว้างของสเปรย์ที่มากกว่าหัวฉีดแบบ 4 รู(พิจารณาได้จากรูปที่ 4.10) และมีลำสเปรย์การฉีดที่ยาวกว่าหัวฉีดแบบมาตราฐาน ทำให้มีปริมาณน้ำมันพืชผสมที่ฉีดออกมาจากหัวฉีดมีปริมาณที่มาก แต่กำลังต่ำทำให้อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงมากขึ้น

จากรูปที่ 4.44 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 แบบมาตราฐาน ก็เนื่องจาก หัวฉีดแบบ 2 รู จะมีค่ากำลังที่น้อยกว่าหัวฉีดแบบมาตราฐานและเพื่อให้ได้กำลังที่เท่ากัน หัวฉีดแบบ 2 รูจึงต้องมีการเร่งการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงให้มากขึ้น ทำให้อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงของหัวฉีดแบบ 2รู มากกว่าแบบมาตราฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.45 แสดงค่าอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงของน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลและน้ำมันมะพร้าวผสมโดยทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู 3 รู และ 4 รู ที่ความเร็วรอบ 1900 รอบ/นาที ที่กำลัง 6.6 KW จากการทดสอบพบว่าแสดงค่าอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงของน้ำมันมะพร้าวผสมจะมีมากกว่าน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล และเมื่อนำมาใช้กับหัวฉีดในแต่ละแบบพบว่าที่หัวฉีดแบบ 2 รู จะให้ค่าอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงที่มากกว่าหัวฉีดแบบ 3 รู และ 4 รู อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงจะเพิ่มมากขึ้นถ้าส่วนผสมของน้ำมันพืชมาก ก็เนื่องมาจากน้ำมันพืชจะมีค่าความหนืดสูงกว่าน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ฉีดออกมาจะมีขนาดที่ใหญ่และมีต้องมีปริมาณที่มากพอต่อการเผาไหม้ และเมื่อนำมาทดสอบกับหัวฉีดที่มีจำนวนรูน้อยกว่า และพบว่าค่าอัตราการสิ้นเปลืองจะมีค่าที่มากกว่าหัวฉีดแบบ 3 รู และ แบบมาตราฐาน ก็เนื่องจาก หัวฉีดแบบ 2 รู จะมีค่ากำลังที่น้อยกว่าหัวฉีดแบบมาตราฐานและเพื่อให้ได้กำลังที่เท่ากัน หัวฉีดแบบ 2 รูจึงต้องมีการเร่งการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงให้มากขึ้น ทำให้อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงของหัวฉีดแบบ 2รู มากกว่าแบบมาตราฐาน

จากรูปที่ 4.46 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงที่เป็นฟังก์ชั่นกับความเร็วรอบ 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 4.47 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงที่เป็นฟังก์ชั่นกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันมะพร้าวผสมที่อัตราส่วน 30% ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู, 3 รู และ 4 รู จากการทดสอบผลของน้ำมันมะพร้าวผสมที่ใช้หัวฉีดแบบ 4 รู จะมีกำลังที่มีความใกล้เคียงกันกับน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลที่ใช้หัวฉีดแบบ 4 รู สำหรับน้ำมันมะพร้าวผสมที่ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 3 รู จะมีกำลังที่เกิดขึ้นต่ำกว่าที่ความเร็วรอบต่ำ ๆ และจะสูงมากขึ้นที่ความเร็วรอบสูง ๆ และหัวฉีดแบบ 2 รู จะมีกำลังที่ต่ำกว่า

จากรูปที่ 4.48 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำ มันเชื้อเพลิงดีเซลกับน้ำมันปาล์มผสมและน้ำมันมะพร้าวผสมทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ จากการทดสอบน้ำมันพืชผสมจะให้อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงที่มากกว่าน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล ซึ่งอาจจะมีผลเนื่องจาก น้ำมันพืชผสมจะมีค่าความหนืดที่มากกว่าน้ำมันดีเซล ทำให้สเปรย์การฉีดเป็นฝอยละอองไม่ดี ส่งผลให้การเผาไหม้ไม่ดีกำลังตกในขณะที่ปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซล ทำให้อัตราการสิ้นเปลืองมากกว่า

จากรูปที่ 4.49 ความสัมพันธ์ระหว่าง อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงกับความเร็วรอบเปรียบเทียบ น้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันปาล์มผสมและน้ำมันมะพร้าว

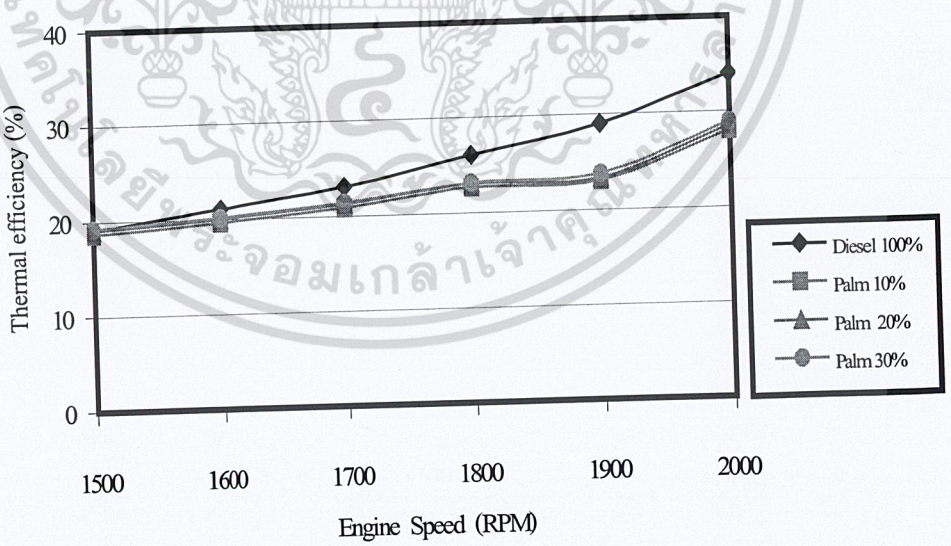
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผสมทดสอบกับหัวฉีดแบบ 3 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆจากการทดสอบน้ำมันพืชผสมจะให้อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงที่มีความใกล้เคียงกับน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล ซึ่งมีผลเนื่องมาจากน้ำมันพืชผสมที่ใช้กับหัวฉีดแบบ 3 รู จะมีมุมความกว้างของสเปรย์ที่มากกว่าหัวฉีดแบบ 4 รู และมีการเป็นฝอยละอองได้ดีกว่า ปริมาณน้ำมันพืชผสมที่ฉีดออกมาจากหัวฉีดจึงมีปริมาณที่เพียงพอต่อการเผาไหม้และกำลังที่เกิดขึ้น แต่ถ้าพิจารณาค่าอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงระหว่างน้ำมันปาล์มผสมกับน้ำมันมะพร้าวผสม จะมีความใกล้เคียงกัน

รูปที่ 4.50 ความสัมพันธ์ระหว่าง อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง กับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลที่ใช้หัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันปาล์มผสมและน้ำมันมะพร้าวผสม

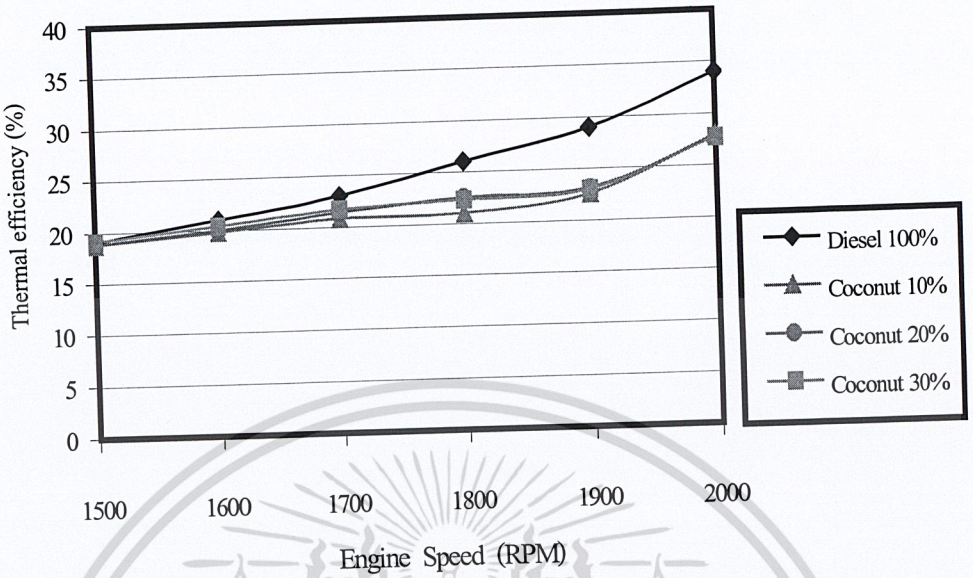
ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ จากการทดสอบน้ำมันพืชผสมจะให้ค่าอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงที่มีมากกว่าน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล ซึ่งมีผลเนื่องมาจากน้ำมันพืชผสมที่ใช้กับหัวฉีดแบบ 2 รู จะมีมุมความกว้างของสเปรย์ที่มากกว่าหัวฉีดแบบ 4 รู และมีลำสเปรย์การฉีดที่ยาวกว่าหัวฉีดแบบมาตราฐาน ทำให้มีปริมาณน้ำมันพืชผสมที่ฉีดออกมาจากหัวฉีดมีปริมาณที่มาก การเผาไหม้ไม่ดี กำลังตก ทำให้อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงมากขึ้น เมื่อพิจารณาระหว่างน้ำมันปาล์มผสมกับน้ำมันมะพร้าวผสม ผลของการใช้น้ำมันมะพร้าวผสมจะมีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงมากกว่าเนื่องจากขนาดของหยดน้ำมันที่ฉีดออกมาจะมีขนาดที่ใหญ่กว่าจึงทำให้ปริมาณน้ำมันเชื้อพลิงที่ฉีดออกมาจึงมีมากกว่า

4.2.4 ผลการทดลองที่มีผลต่อประสิทธิภาพความร้อน (Thermal efficiency) ที่เกิดขึ้น

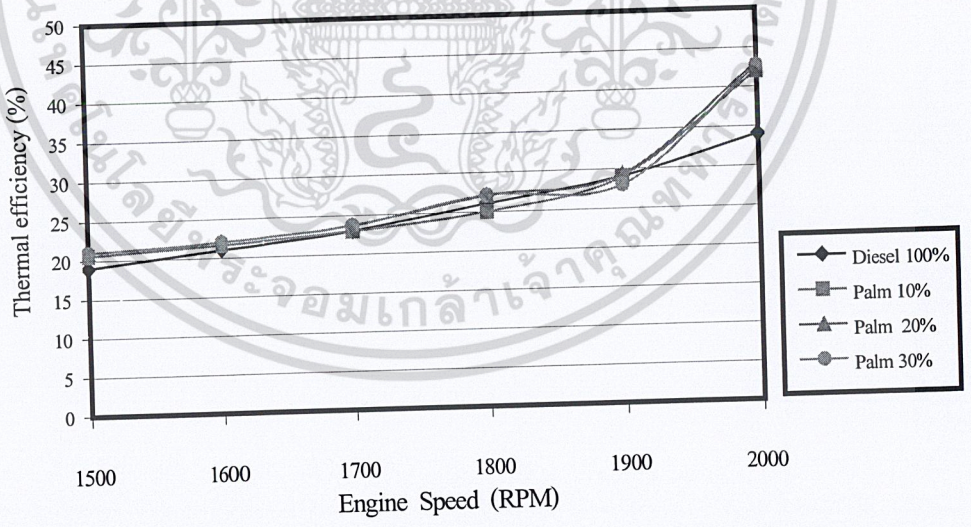


รูปที่ 4.51 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพความร้อนที่เป็นฟังก์ชั่นกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล และน้ำมันปาล์มผสม ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

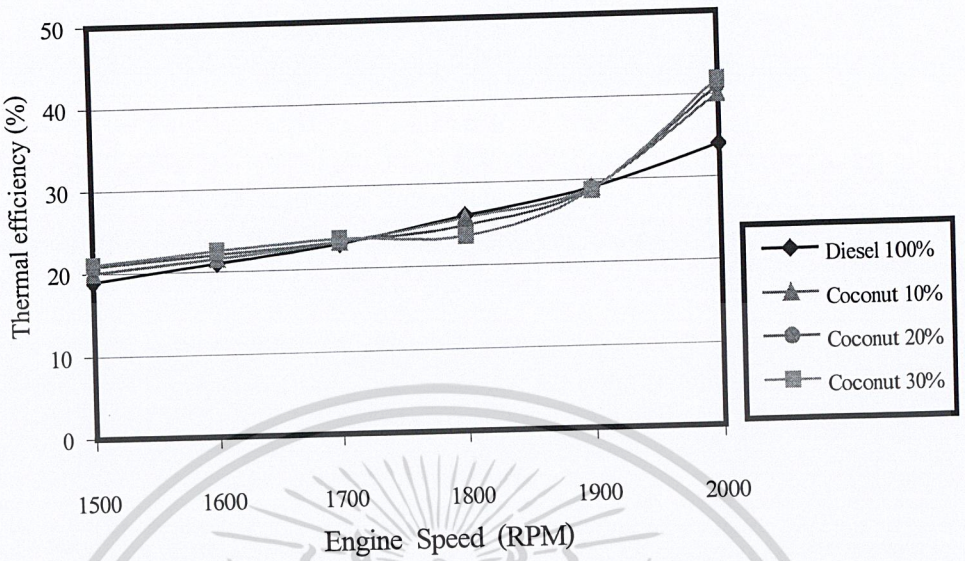


รูปที่ 4.52 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพความร้อนที่เป็นฟังก์ชันกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลกับน้ำมันมะพร้าวผสม ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ

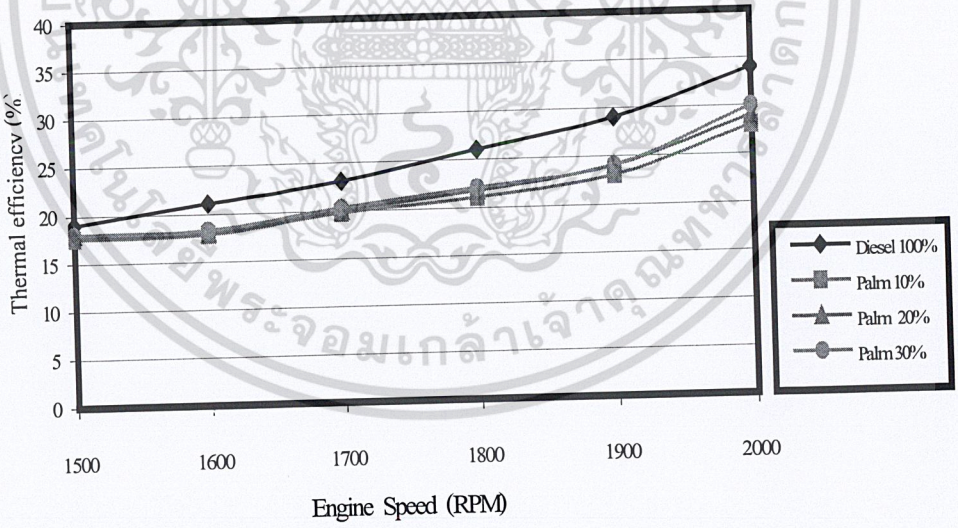


รูปที่ 4.53 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพความร้อนที่เป็นฟังก์ชั่นกับความเร็วรอบเปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันปาล์มผสม ทดสอบกับหัวฉีด แบบ 3 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

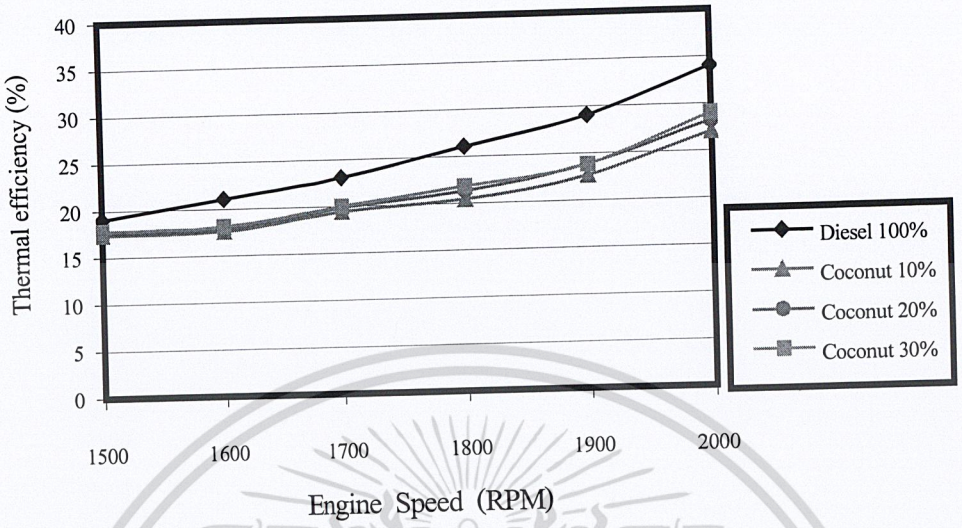


รูปที่ 4.54 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพความร้อนที่เป็นฟังก์ชั่นกับความเร็วรอบเปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันมะพร้าวผสม ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 3 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ

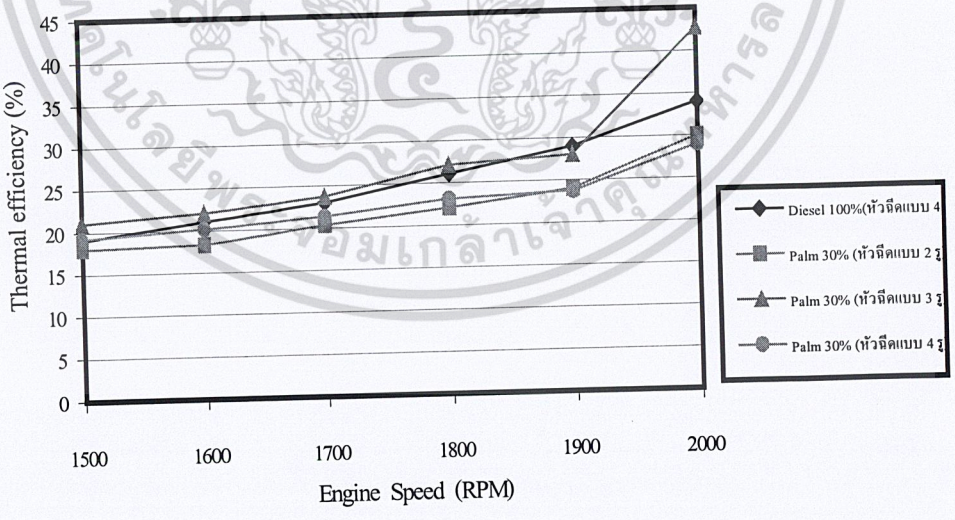


รูปที่ 4.55 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพความร้อนที่เป็นฟังก์ชั่นกับความเร็วรอบเปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล ทดสอบกับหัวฉีดชนิดแบบ 4 รู กับน้ำมันปาล์มผสมทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

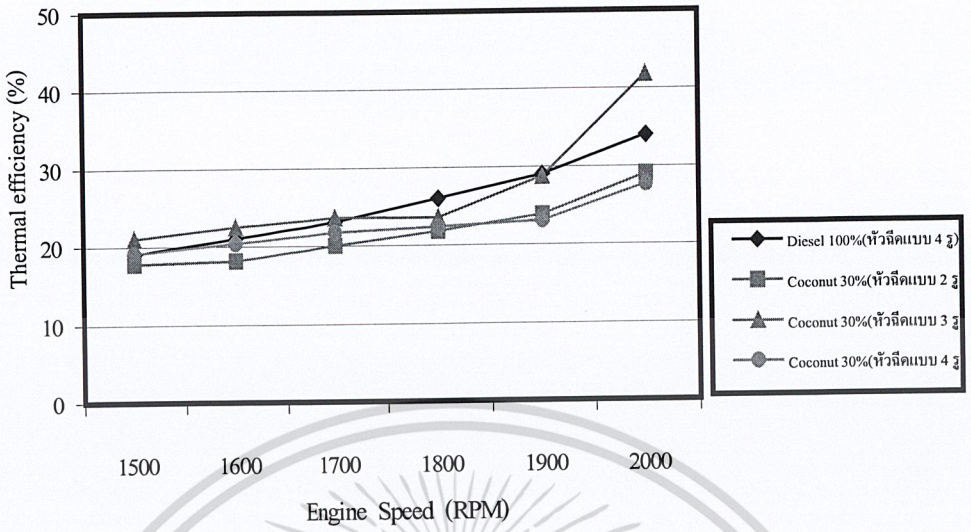


รูปที่ 4.56 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพความร้อนที่เป็นฟังก์ชั่นกับความเร็วรอบเปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันมะพร้าวผสม ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ

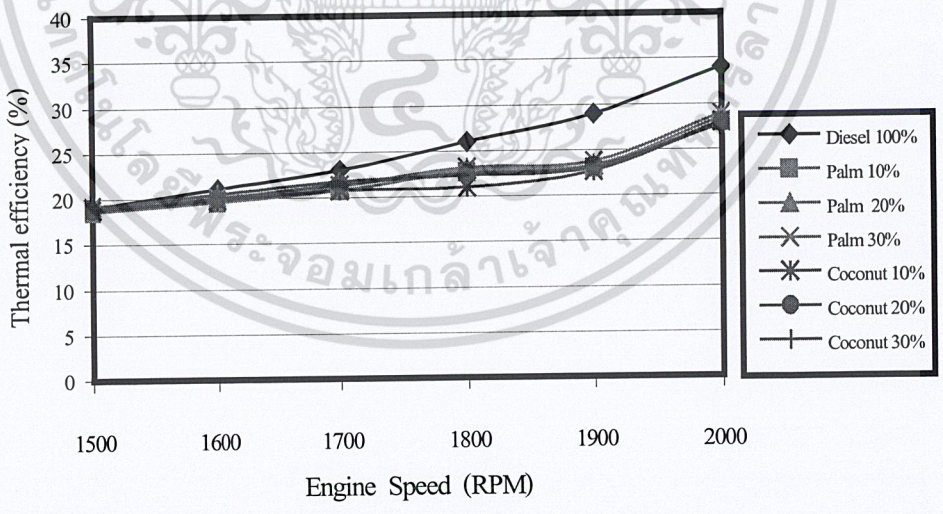


รูปที่ 4.57 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพความร้อนที่เป็นฟังก์ชั่นกับความเร็วรอบเปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันปาล์มผสมที่อัตราส่วน 30 % ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู, 3 รู และ 4 รู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

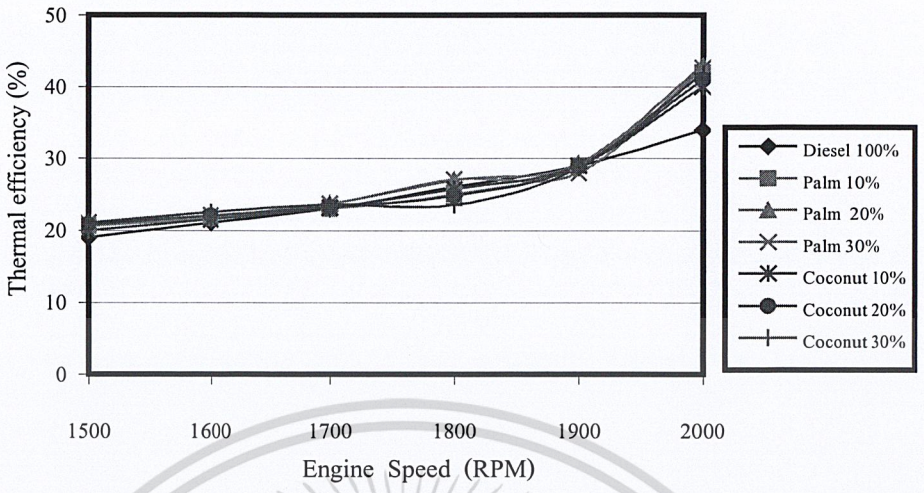


รูปที่ 4.58 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพความร้อนที่เป็นฟังก์ชั่นกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันมะพร้าวผสมที่อัตราส่วน 30 % ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู, 3 รู และ 4 รู

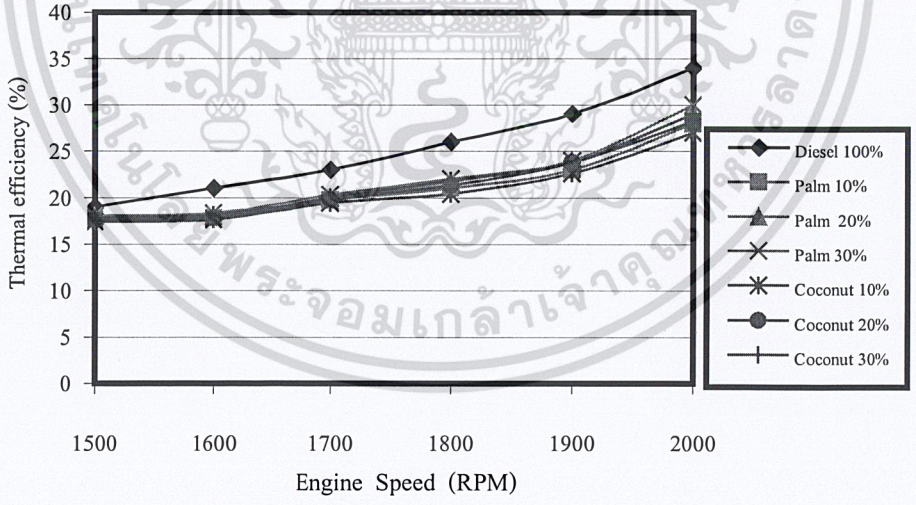


รูปที่ 4.59 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพความร้อนกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลกับน้ำมันปาล์มผสมและน้ำมันมะพร้าวผสมทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.60 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพความร้อนกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันปาล์มผสมและน้ำมันมะพร้าวผสมทดสอบกับหัวฉีดแบบ 3 รู ที่ อัตราส่วนผสมต่าง ๆ



รูปที่ 4.61 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพความร้อนกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันปาล์มผสมทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู ที่ อัตราส่วนผสมต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.51 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพความร้อนที่เป็นฟังชั่นกับความ เร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันปาล์มผสมที่อัตราส่วนผสม ต่าง ๆ จากการทดสอบน้ำมันปาล์มผสมจะให้ค่าประสิทธิภาพความร้อนที่น้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล เนื่องจากน้ำมันพืชผสมจะมีค่าความหนืดมากกว่าน้ำมันดีเซลทำให้ขนาดของหยดละอองน้ำมันที่ถูกฉีดของมาจากหัวฉีดมีขนาดที่ใหญ่กว่าน้ำมันดีเซลทำให้การระเหยช้า ช่วงเวลาในการเผาไหม้มนานกว่าน้ำมันดีเซล ส่งผลให้เกิดการสูญเสียทางความร้อนมากค่าประสิทธิภาพความร้อนจึงต่ำกว่าน้ำมันดีเซล

จากรูปที่ 4.52 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพความร้อนที่เป็นฟังชั่นกับความ เร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันมะพร้าวผสมที่อัตราส่วนผสม ต่าง ๆ จากการทดสอบน้ำมันมะพร้าวผสมจะให้ค่าประสิทธิภาพความร้อนที่น้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล เนื่องจากน้ำมันพืชผสมจะมีค่าความหนืดมากกว่าน้ำมันดีเซลทำให้ขนาดของหยดละอองน้ำมันที่ถูกฉีดของมาจากหัวฉีดมีขนาดที่ใหญ่กว่าน้ำมันดีเซลทำให้การระเหยช้า ช้วงเวลาในการเผาไหม้นานกว่าน้ำมันดีเซล ส่งผลให้เกิดการสูญเสียทางความร้อนมากค่าประสิทธิภาพความร้อนจึงต่ำกว่าน้ำมันดีเซล

จากรูปที่ 4.53 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพความร้อนที่เป็นฟังก์ชั่นกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันปาล์มผสมที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 3 รู จากการทดสอบน้ำมันปาล์มผสมจะให้ค่าประสิทธิภาพความร้อนที่ใกล้เคียงกันที่ความเร็วรอบต่ำ อาจจะเนื่องมาจากหัวฉีดแบบ 3 รู มีมุมสเปรย์ที่กว้างกว่าทำให้การฉีดเป็นฝอยละอองดี การเผาไหม้จึงเกิดขึ้นในช่วงเวลาที่สั้น ทำให้เกิดการสูญเสียทางความร้อนน้อย แต่ที่ความเร็วรอบการทำงานสูงๆหัวฉีดแบบ 3 รู จะมีประสิทธิภาพทางความร้อนสูงกว่าหัวฉีด แบบมาตรฐาน เนื่องจากที่รอบการทำงานสูงหัวฉีดแบบ 3รู จะมีมุมสเปรย์การฉีด และปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่พอเพียงต่อการเผาไหม้

จากรูปที่ 4.54 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพความร้อนที่เป็นฟังก์ชั่นกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันมะพร้าวผสมที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 3 รู จากการทดสอบน้ำมันมะพร้าวผสมจะให้ค่าประสิทธิภาพความร้อนที่ใกล้เคียงกันที่ความเร็วรอบต่ำ อาจจะเนื่องมาจากหัวฉีดแบบ 3 รู มีมุมสเปรย์ที่กว้างกว่าทำให้การฉีดเป็นฝอยละอองดี การเผาไหม้จึงเกิดขึ้นในช่วงเวลาที่สั้น ทำให้เกิดการสูญเสียทางความร้อนน้อย แต่ที่ความเร็วรอบการทำงานสูงๆหัวฉีดแบบ 3 รู จะมีประสิทธิภาพทางความร้อนสูงกว่าหัวฉีด แบบมาตรฐาน เนื่องจากที่รอบการทำงานสูงหัวฉีดแบบ 3รู จะมีมุมสเปรย์การฉีด และปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่พอเพียงต่อการเผาไหม้

จากรูปที่ 4.55 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพความร้อนที่เป็นฟังก์ชั่นกับความเร็วรอบต่าง เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันปาล์มผสมที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู จากการทดสอบน้ำมันปาล์มผสมจะให้ค่าประสิทธิภาพความร้อนที่ต่ำออกมาอาจจะเนื่องมาจากหัวฉีดแบบ 2 รูมีความยาวของลำสเปรย์ที่ยาวกว่าแบบมาตราฐาน มุมองศาการสเปรย์ก็มากกว่า ทำให้ปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ฉีดออกมามากกว่า ช่วงเวลาในการเผาไหม้ยาวนาน ทำให้การสูญเสียทางความร้อนมากกว่า ประสิทธิภาพทางความร้อนจึงน้อยกว่า หัวฉีดแบบมาตราฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.56 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพความร้อนที่เป็นฟังก์ชั่นกับความเร็วรอบต่าง เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันมะพร้าวผสมที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู จากการทดสอบน้ำมันมะพร้าวผสมจะให้ค่าประสิทธิภาพความร้อนที่ต่ำออกมา อาจจะเนื่องมาจากหัวฉีดแบบ 2 รูมีความยาวของลำสเปรย์ที่ยาวกว่าแบบมาตราฐาน มุมองศาการสเปรย์ก็มากกว่า ทำให้ปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ฉีดออกมามากกว่า ช่วงเวลาในการเผาไหม้ยาวนาน ทำให้การสูญเสียทางความร้อนมากกว่า ประสิทธิภาพทางความร้อนจึงน้อยกว่า หัวฉีดแบบมาตราฐาน

จากรูปที่ 4.57 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพความร้อนที่เป็นฟังก์ชั่นกับความเร็วรอบ 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 4.58 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพความร้อนที่เป็นฟังก์ชั่นกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันมะพร้าวผสมที่อัตราส่วน 30% ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู, 3 รู และ 4 รู จากการทดสอบผลของน้ำมันมะพร้าวผสมที่ใช้หัวฉีดแบบ 4 รู จะมีประสิทธิภาพความร้อนที่ต่ำกว่าน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลที่ใช้หัวฉีดแบบ 4 รู สำหรับน้ำมันมะพร้าว ผสมที่ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 3 รู ประสิทธิภาพความร้อนจะมีความใกล้เคียงกันและจะสูงมากขึ้นที่ความเร็วรอบสูง ๆ สำหรับหัวฉีดแบบ 2 รู จะมีประสิทธิภาพความร้อนที่ต่ำกว่า

จากรูปที่ 4.59 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพความร้อนกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลกับน้ำมันปาล์มผสมและน้ำมันมะพร้าวผสมทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ จากการทดสอบน้ำมันพืชผสมจะให้ค่าประสิทธิภาพทางความร้อนที่น้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล เนื่องจากน้ำมันพืชผสมจะมีค่าความหนืดมากกว่าน้ำมันดีเซลทำให้ขนาดของหยดละอองน้ำมันที่ถูกฉีดของมาจากหัวฉีดมีขนาดที่ใหญ่กว่าน้ำมันดีเซลทำให้การระเหยช้า ช่วงเวลาในการเผาไหม้นานกว่าน้ำมันดีเซล ส่งผลให้เกิดการสูญเสียทางความร้อนมากกว่าค่าประสิทธิภาพความร้อนจึงต่ำกว่าน้ำมันดีเซล แต่เมื่อพิจารณาระหว่างน้ำมันปาล์มผสมกับน้ำมันมะพร้าวผสมประสิทธิภาพความร้อนจะมีความใกล้เคียงกัน

จากรูปที่ 4.60 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพความร้อนกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันปาล์มผสมและน้ำมันมะพร้าวผสม ทดสอบกับหัวฉีดแบบ 3 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ จากการทดสอบน้ำมันพืชผสมจะให้ค่าประสิทธิภาพความร้อนที่ใกล้เคียงกันที่ความเร็วรอบต่ำ อาจจะเนื่องมาจากหัวฉีดแบบ 3 รู มีมุมสเปรย์ที่กว้างกว่าทำให้การฉีดเป็นฝอยละอองดี การเผาไหม้จึงเกิดขึ้นในช่วงเวลาที่สั้น ทำให้เกิดการสูญเสียทางความร้อนน้อย แต่ที่ความเร็วรอบการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำงานสูงๆหัวฉีดแบบ 3 รู จะมีประสิทธิภาพทางความร้อนสูงกว่าหัวฉีด แบบมาตรฐาน เนื่องจากที่รอบการทำงานสูงหัวฉีดแบบ 3รู จะมีมุมสเปรย์การฉีด และปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่พอเพียงต่อการเผาไห้ม

จากรูปที่ 4.61 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพความร้อนกับความเร็วรอบ เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทดสอบกับหัวฉีดแบบ 4 รู กับน้ำมันปาล์มผสมทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ จากการทดสอบน้ำมันพืชผสมจะให้ค่าประสิทธิภาพความร้อนที่ต่ำออกมา อาจจะเนื่องมาจากหัวฉีดแบบ 2 รูมีความยาวของลำสเปรย์ที่ยาวกว่าแบบมาตราฐาน มุมองศาการสเปรย์ก็มากกว่า ทำให้ปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ฉีดออกมามากกว่า ช่วงเวลาในการเผาไห้มยาวนาน ทำให้การสูญเสียทางความร้อนมากกว่า ประสิทธิภาพทางความร้อนจึงน้อยกว่า หัวฉีดแบบมาตราฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากที่ได้มีการศึกษาหัวฉีดเพื่อนำมาใช้กับน้ำมันพืชผสมโดยการฉีดตรงเข้าห้องเผาไหม้ โดยศึกษาอิทธิพลของจำนวนรูที่มีผลต่อการสเปรย์ของน้ำมันเชื้อเพลิงและประสิทธิภาพของเครื่องยนต์รวมถึงค่าควันดำที่เกิดขึ้น จากการทดลองสามารถสรุปได้ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 ผลที่ได้จากการถ่ายภาพสเปรย์ของหัวฉีด

จากการทดสอบโดยใช้หัวฉีดแบบ 2 รู, 3 รู และ 4 รู ทดสอบกับน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล 100% น้ำมันปาล์มผสมและน้ำมันมะพร้าวผสมที่อัตราส่วนต่าง ๆ ทำการสเปรย์แล้วทำการถ่ายภาพ พบว่า น้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล และน้ำมันพืชผสม เมื่อนำมาทดสอบกับหัวฉีดชนิดเดียวกันจะมีความแตกต่างของมุมมองศาการสเปรย์ที่ฉีดออกมาจากหัวฉีดเพียงเล็กน้อยซึ่งมองด้วยสายตาแล้วจะมองไม่เห็นความแตกต่างกันเท่าไหร่ แต่เมื่อนำมาทดสอบกับหัวฉีดแบบ 2 รู, 3 รู และ 4 รู แล้วนำมาเปรียบเทียบกันพบว่า หัวฉีดที่เป็นแบบ 2 รู นั้นจะมีมุมการสเปรย์ที่กว้างมากกว่าลองลงมาจะเป็นหัวฉีดแบบ 3 รู และ 4 รู ตามลำดับ และยังพบว่าหัวฉีดแบบ 2 รู และ 3 รู ทางด้านส่วนปลายของลำหัวฉีดที่ฉีดออกจะมีความเป็นฝอยละอองได้ดี

5.1.2 ผลที่ได้จากการทดสอบกับเครื่องยนต์

1. ค่าควันดำของการใช้น้ำมันพืชผสมกับเครื่องยนต์ที่ไม่มีการปรับแต่งที่ปั๊ม ที่ใช้หัวฉีดแบบ 4 รู มีมากกว่าน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล แต่เมื่อนำมาใช้กับหัวฉีดแบบ 3 รู และ 2รู จะให้ค่าควันที่น้อยออกมา (กรณีที่ไม่มีภาระมากระทำ)
2. ทดสอบที่กำลังเท่ากันค่าควันดำของหัวฉีดแบบ 2 รู จะมีมาก และค่าควันดำจะเพิ่มมากขึ้นที่ส่วนผสมของน้ำมันพืชมากขึ้นลองลงมาเป็นหัวฉีดแบบ 3 รู และ 4 รู ตามลำดับ
3. กำลังที่ได้ของการใช้น้ำมันพืชผสมที่ใช้หัวฉีดแบบ 4 รู จะมีค่าที่ใกล้เคียงกัน แต่เมื่อนำมาใช้กับ หัวฉีดแบบ 3 รู จะมีกำลังที่ต่ำกว่าที่ความเร็วรอบต่ำ ๆ และจะสูงเพิ่มขึ้นที่ความเร็วรอบสูง ๆ สำหรับหัวฉีดแบบ 2 รู จะมีค่ากำลังที่ต่ำกว่า
4. อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงที่ได้ของการใช้น้ำมันพืชผสมที่ใช้หัวฉีดแบบ 4 รู จะมีค่าที่สูง แต่เมื่อนำมาใช้กับหัวฉีดแบบ 3 รู จะมีความใกล้เคียงกัน สำหรับหัวฉีดแบบ 2 รู จะ มีค่าที่สูง
5. ทดสอบที่กำลังเท่ากัน อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงของหัวฉีดแบบ 2 รู จะมีมากว่าและจะเพิ่มมากขึ้นที่ส่วนผสมของน้ำมันพืชมากขึ้น ลองลงมาจะเป็นหัวฉีดแบบ 3 รู และ 4 รู ตามลำดับ
6. ประสิทธิภาพความร้อนที่ได้ของการใช้น้ำมันพืชผสมที่ใช้หัวฉีดแบบ 4 รู จะมีค่าที่ต่ำ แต่เมื่อนำมาใช้กับหัวฉีดแบบ 3 รู จะมีความใกล้เคียงกันที่ความเร็วรอบต่ำและจะมีค่าสูงที่ช่วงความเร็วรอบสูง ๆ สำหรับหัวฉีดแบบ 2 รู จะมีค่าต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ข้อเสนอแนะ

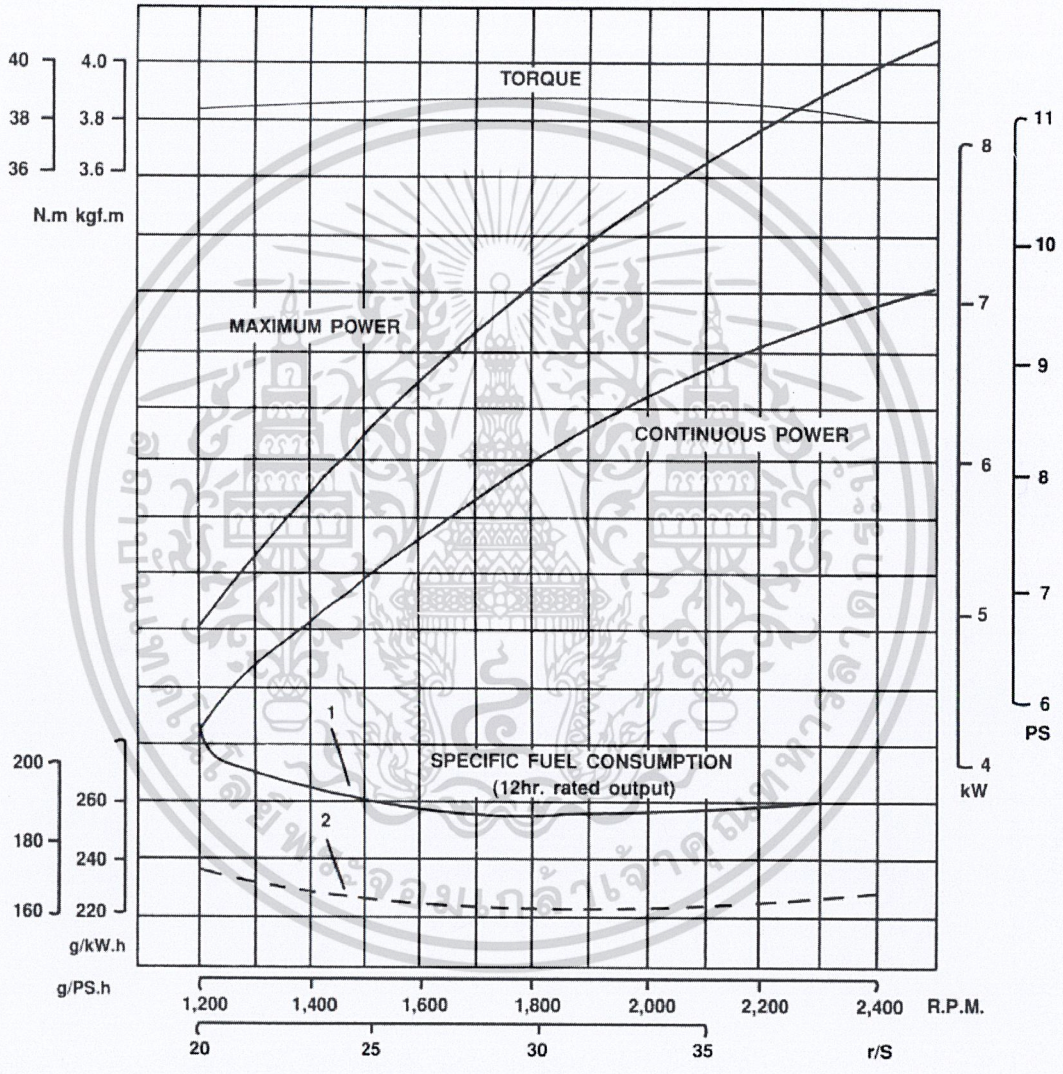
จากการทดลองนี้พึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของการศึกษาหัวฉีดเพื่อนำมาใช้กับน้ำมันพืชผสมโดยการฉีดตรงเข้าห้องเผาไหม้ และได้ทำการศึกษาในช่วงสั้น ๆ เพื่อดูความเป็นไปได้ว่าเมื่อนำน้ำมันพืชผสมมาใช้กับหัวฉีดที่มีการเปลี่ยนแปลงจำนวนรู แล้วจะมีผลอย่างไรบ้าง ซึ่งสามารถพิจารณาได้จากภาพถ่ายลักษณะการสเปรย์ของหัวฉีด และการทดสอบกับเครื่องยนต์ ซึ่งจากผลการทดสอบทำให้เราทราบว่าน้ำมันพืชผสมสามารถนำมาใช้กับหัวฉีดที่มีจำนวนรูน้อย ๆ ได้ แต่อาจจะต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อให้มีประสิทธิภาพดีมากขึ้น ผู้วิจัยจึงมีข้อเสนอแนะเพื่อเป็นทางในการศึกษาวิจัยและพัฒนาต่อไป

1. ทำการทดสอบที่ชั่วโมงการทำงานที่ยาวนาน เพื่อศึกษาผลกระทบต่อหัวฉีด
2. ออกแบบหัวฉีดขึ้นมาใหม่โดยศึกษาเกี่ยวกับขนาดรูและตำแหน่งของรูที่มีผลต่อการสเปรย์
3. ศึกษาถึงความดันของหัวฉีดที่มีผลต่อการสเปรย์
4. ศึกษาถึงการเปลี่ยนมุมองศาการฉีดน้ำมันเพื่อหามุมองศาการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงที่เหมาะสม
5. ศึกษาถึงการสึกหรอของชิ้นส่วนเครื่องยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

แสดงข้อมูลสมรรถนะของเครื่องยนต์ที่ใช้ในการทดสอบ รุ่น EDI 120



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ENGINE POWER AT STANDARD CONDITION

ตามมาตราฐานของ 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 $K = f_u * f_m$

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

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

$P_2 = P_1 = 1$ (กรณีที่ไม่มี Turbo)

โดยที่ f_u = Atomospheric coefficient

f_m = Air fuel ratio coefficient

จากการทดสอบอุณหภูมิปกติภายนอกที่วัดได้จากการทดสอบจะอยู่ระหว่างที่ 31-32 ^{0}C ความชื้นสัมพัทธ์ 92% เมื่อนำไปคำนวณหาค่า K ในช่วงอุณหภูมิดังกล่าวแล้วนำไปแทนค่าในสมการเพื่อหาค่าของ Power at standard condition เมื่อนำเปรียบเทียบกับผลการทดลองแล้วจะมีความแตกต่างอยู่ที่ประมาณ 1 % จึงเห็นว่าผลของค่ากำลังที่วัดได้จากการทดสอบนำมาเป็นค่าที่ใช้ในการเปรียบเทียบกับผลการทดลองได้ เพราะว่ามีความแตกต่างกันไม่มาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค
สัญลักษณ์และตัวย่อ

P	ความดันกระบอกสูบ
λ_N	ระยะยกของวาล์วเข็มในหัวฉีด
$P\lambda$	ความดันเชื้อเพลิงในท่อส่งเชื้อเพลิง
$\dot{M}_{fi}$	อัตราการฉีดเชื้อเพลิง
Q_n	อัตราการปล่อยความร้อน
ρ_g	ความหนาแน่นของแก๊ส
ρ_e	ความหนาแน่นของเหลว
T_g	อุณหภูมิของแก๊ส
S	ไม่มีการไหลวนของอากาศ
S_S	การไหลวนของอากาศ
d_n	เส้นผ่านศูนย์กลางหัวฉีด
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	เส้นผ่านศูนย์ของห้องปลายหัวฉีด
Q	ปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิง
C_d	สัมประสิทธิ์ในการฉีดของรูหัวฉีด
V	ความเร็วของน้ำมันเชื้อเพลิงที่ฉีด
A	พื้นที่ของรูหัวฉีด
g	อัตราเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก
h	ความดันของน้ำมันเชื้อเพลิงที่ฉีดออกไปจะอยู่ในรูปของความสูง

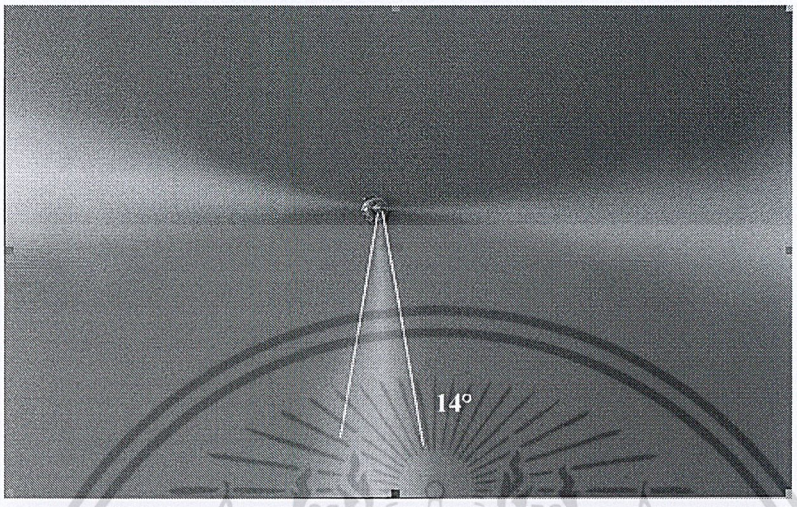
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

γ	น้ำหนักจำเพาะของน้ำมันเชื้อเพลิง
α	ระยะเวลาของการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงคิดเป็นองศาเพลาลูกเบี้ยว
p	ความดันน้ำมันเชื้อเพลิง
ρ	ความหนาแน่นของน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

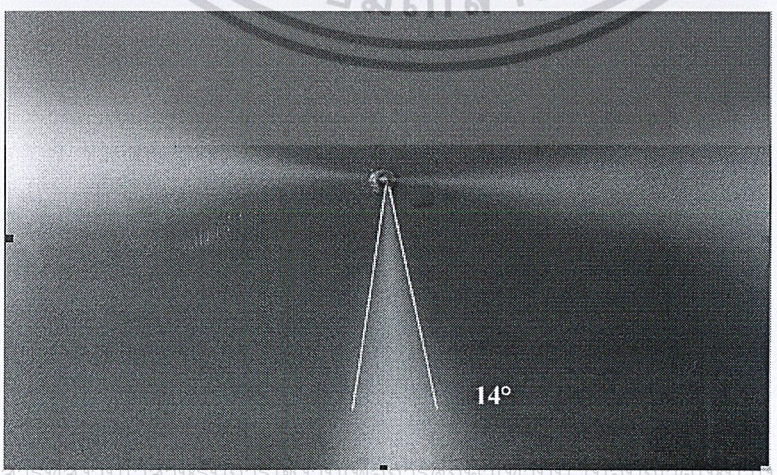
ภาคผนวก ง

ลักษณะการสเปรย์เปรียบเทียบน้ำมันเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ



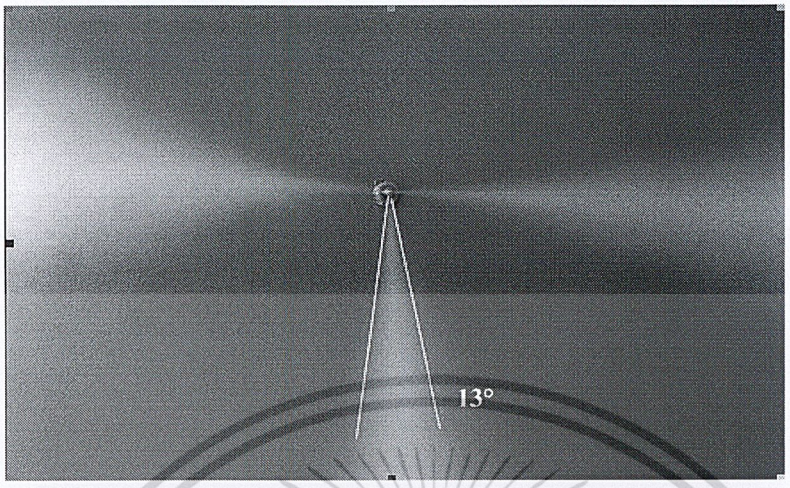
ปาล์ม 10 %

ปาล์ม 20 %

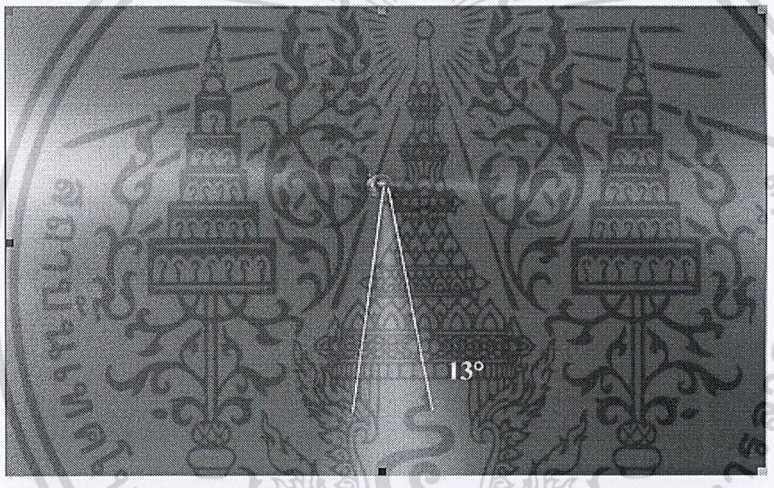


ปาล์ม 30%

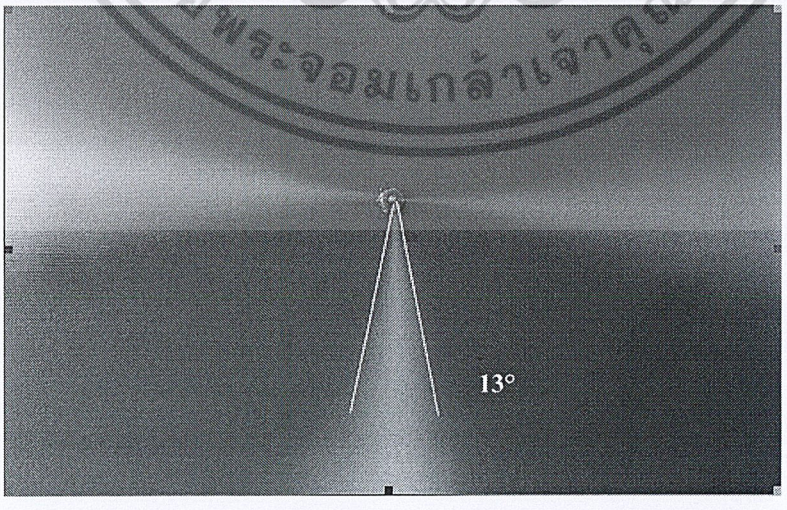
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ปาล์ม 40%

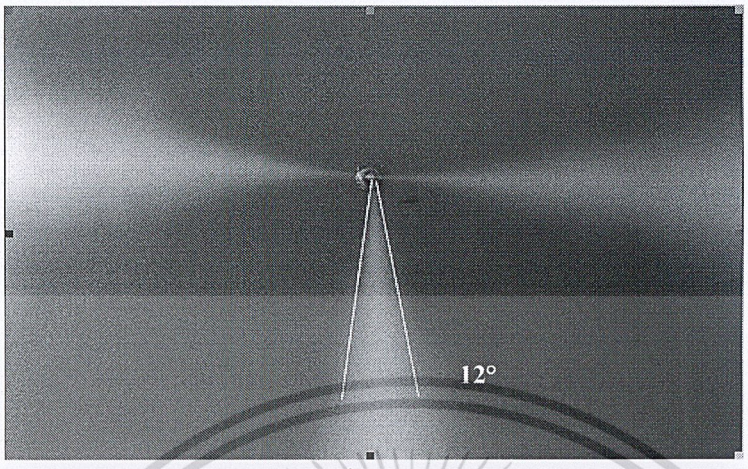


ปาล์ม 50 %

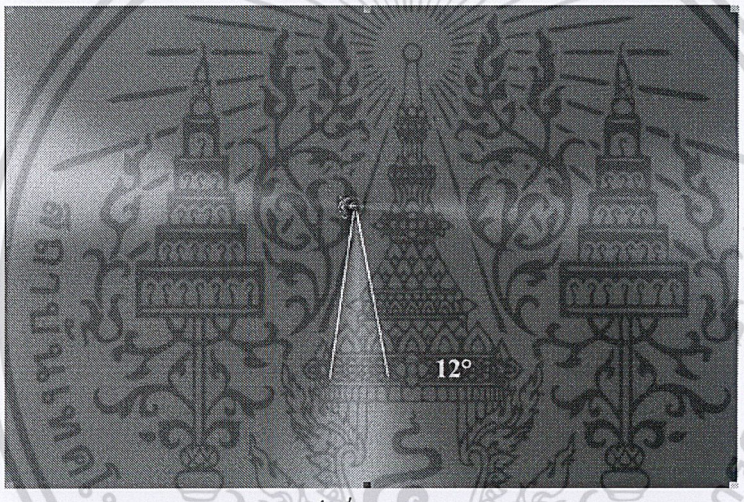


ปาล์ม 60%

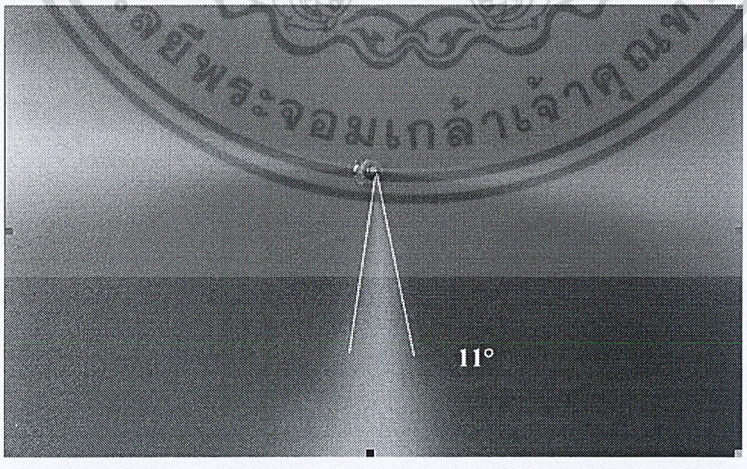
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ปาล์ม 70%

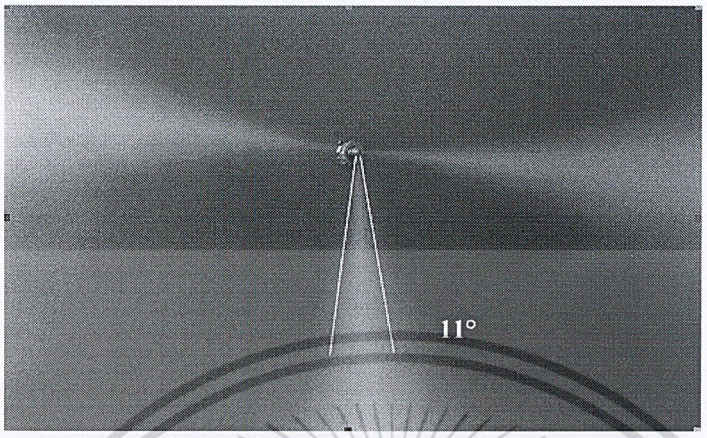


ปาล์ม 80%

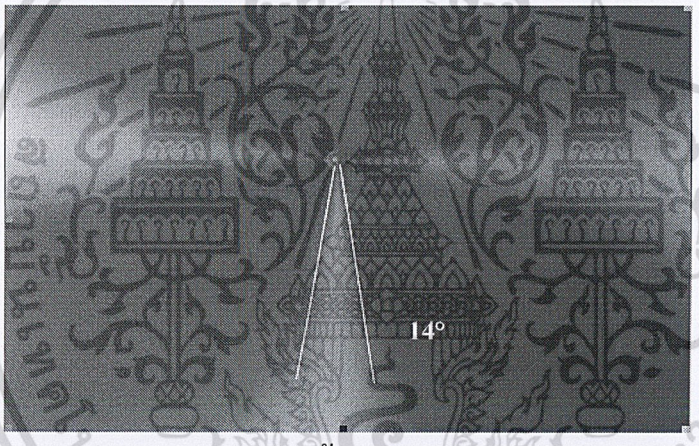


ปาล์ม 90%

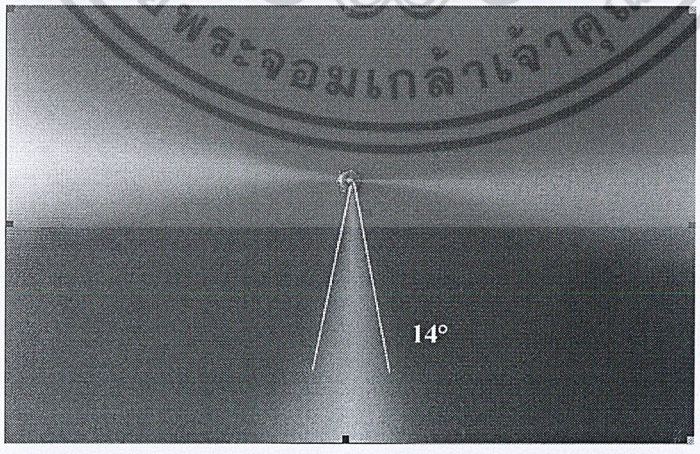
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ปาล์ม 100%

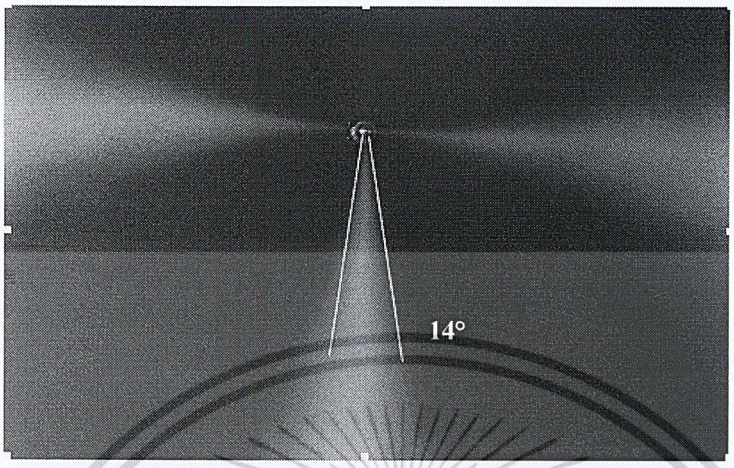


มะพร้าว 10%

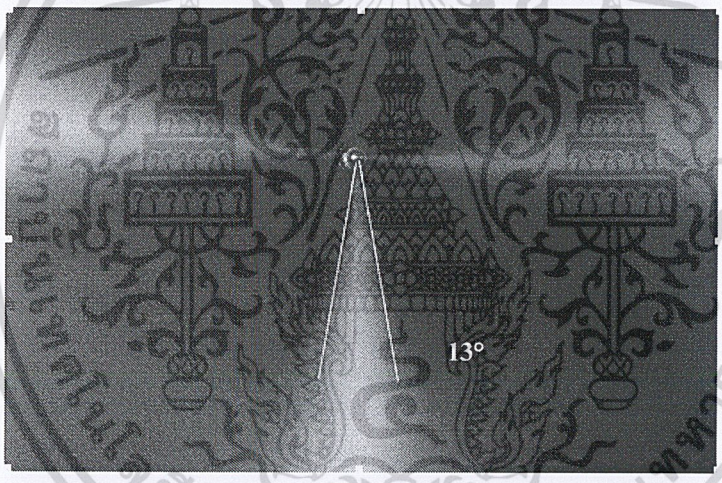


มะพร้าว 20%

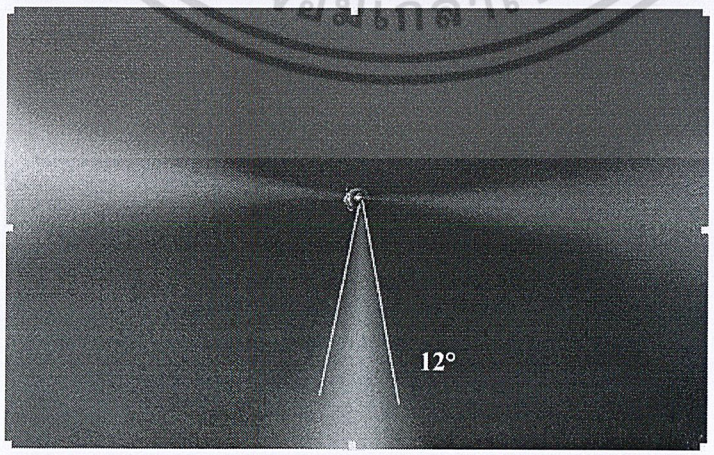
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



มะพร้าว 30%

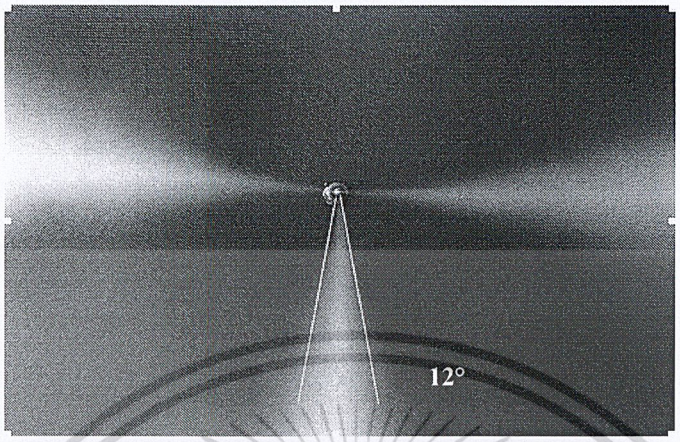


มะพร้าว 40%



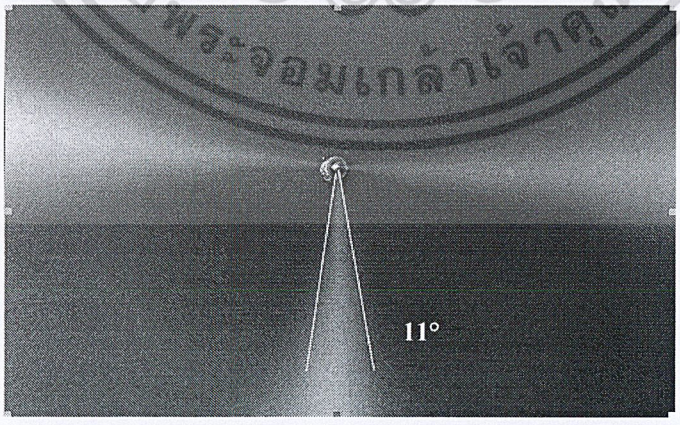
มะพร้าว 50%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



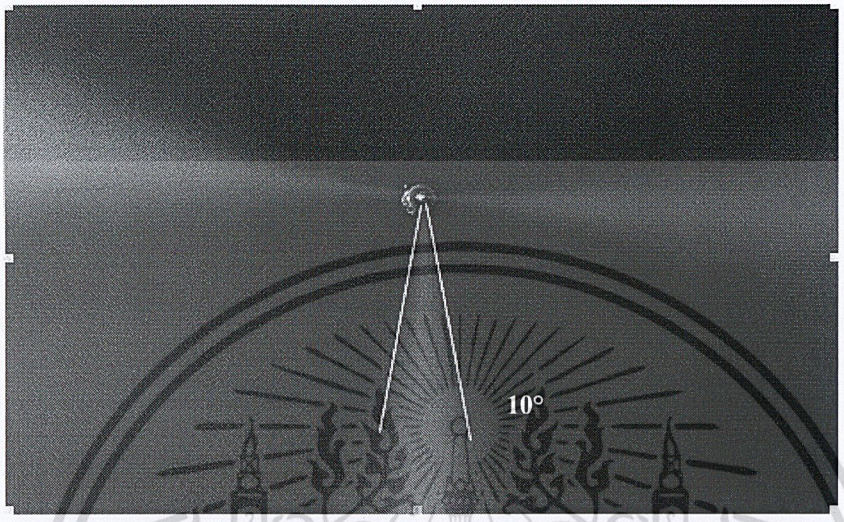
มะพร้าว 60%

มะพร้าว 70%

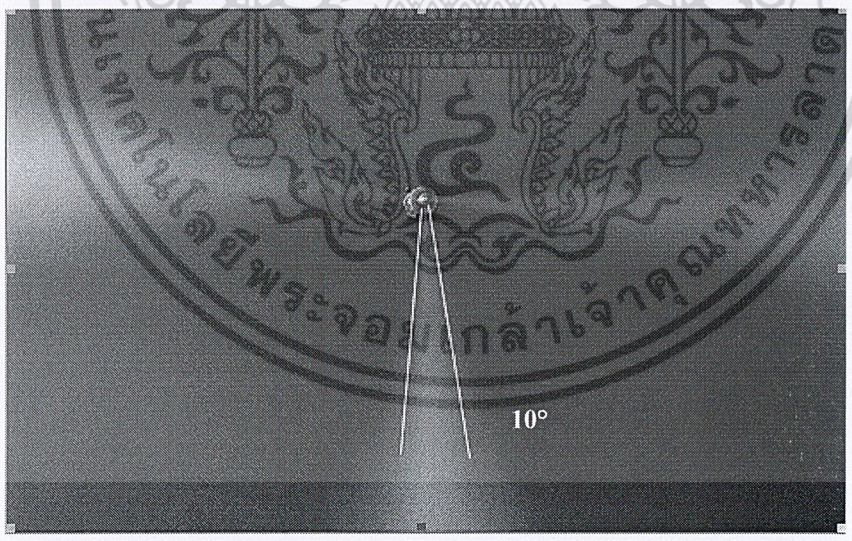


มะพร้าว 80%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

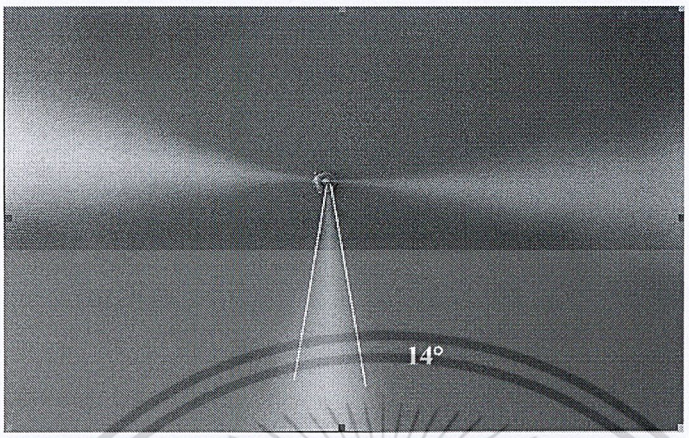


มะพร้าว 90%

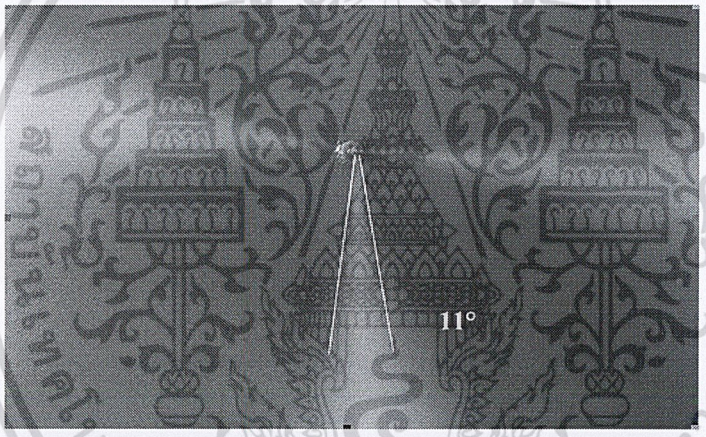


มะพร้าว 100%

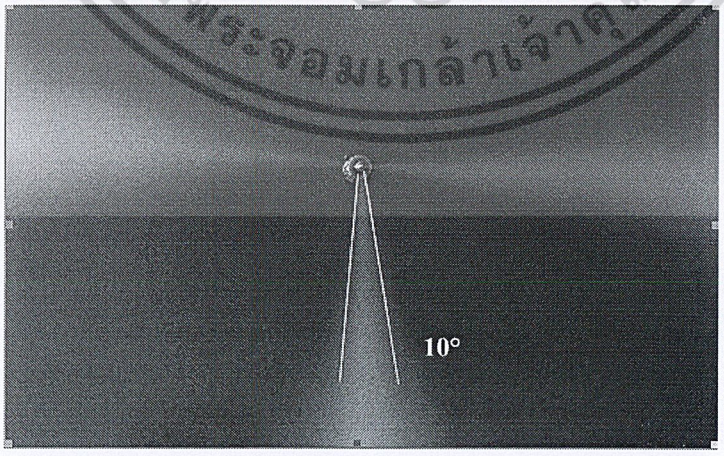
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ดีเซล 100%



ปาล์ม 100%



มะพร้าว 100%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาคผนวก ง เป็นลักษณะของการสเปรย์ของหัวฉีดแบบ 3 รู โดยใช้น้ำมันดีเซล,ปาล์มผสมและมะพร้าวผสมที่อัตราส่วนผสม 10%,20%,30%,40%,50%,60%,70%,80%,90% และ 100% พบว่าที่ดีเซลปกติจะมีมุมองศาการสเปรย์ประมาณ 14 องศา การแตกเป็นฝอยละอองดี เมื่อทดสอบกับน้ำมันปาล์มผสมที่ 10%,20%,30% พบว่ามุมการสเปรย์ยังมีค่าใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซล เนื่องมาจากอัตราส่วนผสมของน้ำมันพืชยังน้อยอยู่ค่าความหนืดจึงยังไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก เมื่อทดสอบที่อัตราส่วนผสมปาล์มกับดีเซล 40% และ 50% พบว่ามุมองศาการสเปรย์จะน้อยกว่าดีเซลปกติวัดได้ 13 องศา การแตกเป็นฝอยละอองก็จะด้อยลงเนื่องมาจากส่วนผสมของน้ำมันพืชที่มากขึ้น ค่าความหนืดก็จะมากขึ้นตามด้วย จึงทำให้มุมสเปรย์น้อยกว่า รวมถึงการแตกเป็นฝอยละอองก็ไม่ดีเท่าน้ำมันดีเซลปกติ และเมื่อทดสอบที่อัตราส่วนผสมปาล์ม 60%, 70% และ 80% พบว่ามุมองศาการสเปรย์ก็น้อยลงอีกเป็น 12 องศาการแตกเป็นฝอยละอองก็จะด้อยลงไปอีก และเมื่อเพิ่มอัตราส่วนผสมของปาล์มเป็น 90%และ 100% มุมการสเปรย์ก็จะลดลงมาที่ 11 องศา ส่วนน้ำมันมะพร้าวผสมดีเซลที่อัตราส่วนมะพร้าว 10%,20%,30% ได้มุมสเปรย์ 14 องศา และที่อัตราส่วนผสมมะพร้าว 40% ได้มุมสเปรย์ 13 องศา ที่อัตราส่วนผสมมะพร้าว 50% และ 60% ได้มุมสเปรย์ 12 องศา ที่อัตราส่วนผสมมะพร้าว 70% และ 80% ได้มุมสเปรย์ 11 องศา และที่อัตราส่วนผสมมะพร้าว 90% และ100% ได้มุมสเปรย์ 10 องศา ดังนั้นจึงทำให้ทราบว่ายิ่งเพิ่มอัตราส่วนผสมน้ำมันพืชมากขึ้นจะมีผลทำให้มุมการสเปรย์ลดลงและยังมีผลในการแตกเป็นฝอยละอองด้อยลงด้วย ส่วนที่น้ำมันมะพร้าวมีมุมสเปรย์น้อยกว่าน้ำมันปาล์มที่อัตราส่วนผสม 100% เพราะน้ำมันมะพร้าวมีความหนืดมากกว่าน้ำมันปาล์ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] เกียรติไกร อายุวัฒน์ " การทดสอบเครื่องยนต์ดีเซลเมื่อใช้น้ำมันมะพร้าวเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงเทียบกับน้ำมันดีเซล " สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าวิทยาเขตธนบุรี : 2527

[2] สหมิตร โฉมเฉลา และรัตนพงศ์ วงศ์พิมพ์รัศมี " การศึกษาเชื้อเพลิงทดแทนน้ำมันดีเซล " สถาบัน เทคโนโลยีพระจอมเกล้าวิทยาเขตธนบุรี : 2527

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

[4] พูลพร แสงบางปลา " การทดสอบน้ำมันพืชกับเครื่องยนต์ดีเซล " วิศวกรรมสารประจำเดือน พฤศจิกายน : 2525 หน้า 19-23

[5] ปริญญา 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 agricultral tracfors" 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 Conferrence 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 , อุดม ล้อมวงศ์พานิช " เทคโนโลยีดีเซล " สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตเทคนิค กรุงเทพและวิทยาเขตเทคนิคภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พิมพ์ที่ หจก.เอช-เอน การพิมพ์ 2535

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้