

สารบัญ

| | หน้า |
|-------------------------------------------|------|
| ใบรับรองโครงการ | ก |
| บทคัดย่อภาษาไทย | ข |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ (Abstrat) | ค |
| กิตติกรรมประกาศ | ง |
| สารบัญ | จ |
| สารบัญตาราง | ช |
| สารบัญรูปภาพ | ญ |
| สารบัญกราฟ | ฎ |
| ลำดับและสัญลักษณ์ | ฏ |
| บทที่ 1 บทนำ | |
| 1.1 ที่มาและความสำคัญของ โครงการงาน | 1 |
| 1.2 วัตถุประสงค์ของ โครงการงาน | 2 |
| 1.3 ขอบข่ายของ โครงการงาน | 2 |
| 1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน | 3 |
| 1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ | 4 |
| 1.6 งบประมาณที่ใช้ | 4 |
| บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี | |
| 2.1 คุณสมบัติของน้ำมันเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ | |
| 2.1.1 น้ำมันดีเซล | 5 |
| 2.1.2 น้ำมันก๊าด | 12 |
| 2.1.3 น้ำมันป่าถัม | 12 |
| 2.1.4 น้ำมันมะพร้าว | 13 |
| 2.1.5 ไหม้นและน้ำมัน | 13 |
| 2.2 ระบบน้ำมันเชื้อเพลิง | |
| 2.2.1 ถังน้ำมันเชื้อเพลิง | 17 |
| 2.2.2 กรองน้ำมันเชื้อเพลิง | 18 |

สารบัญ (ต่อ)

| | หน้า |
|--------------------------------------------------------|------|
| 2.2.3 ป้อน้ำมันเชื้อเพลิง | 20 |
| 2.2.4 ท่อน้ำมันเชื้อเพลิง | 21 |
| 2.2.5 หัวฉีด | 21 |
| 2.2.6 ป้อนน้ำมันเชื้อเพลิง | 25 |
| 2.2.7 ส่วนที่ทำงานร่วมกับปั๊มหัวฉีด | 28 |
| 2.2.8 ส่วนประกอบภายในปั๊มเชื้อเพลิง | 29 |
| 2.2.9 การควบคุมปริมาณส่งน้ำมัน | 33 |
| 2.2.10 การหล่อลื่นปั๊มหัวฉีด | 36 |
| 2.3 การค้นคว้าวิจัยน้ำมันไบโอดีเซล | |
| 2.3.1 งานวิจัยของต่างประเทศ | 38 |
| 2.3.2 งานวิจัยภายในประเทศ | 47 |
| บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน | |
| 3.1 ศึกษาคุณสมบัติพื้นฐานของน้ำมัน | 53 |
| 3.2 ศึกษาหลักการทำงานของระบบจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิง | 54 |
| 3.3 ศึกษาและรวบรวมโครงการงานวิจัยที่ผ่านมา | 54 |
| 3.4 ทำการทดลองหาค่าคุณสมบัติพื้นฐานของน้ำมันเชื้อเพลิง | 55 |
| 3.4.1 การทดสอบหาค่าความหนาแน่น | 57 |
| 3.4.2 การทดสอบหาค่าความร้อน | 58 |
| 3.4.3 การทดสอบหาค่าความหนืด | |
| 3.5 หลักในการพิจารณาเลือกแนวโน้มของกราฟ | 67 |
| บทที่ 4 ผลการทดลองและการวิเคราะห์ผลการทดลอง | |
| 4.1 ผลการทดลองความหนาแน่น | 68 |
| 4.2 ผลการทดลองค่าความหนืด | 72 |
| 4.3 ผลการทดลองการวัดค่าความร้อนจากการเผาไหม้ | 82 |
| บทที่ 5 การวิเคราะห์และสรุปผล โครงการงาน | |
| 5.1 สรุปคุณสมบัติของน้ำมันเชื้อเพลิงจากการทดลอง | 87 |
| 5.2 วิเคราะห์ผลจากการรวบรวมโครงการงานวิจัย | 90 |
| 5.3 สรุปผลจากการรวบรวมโครงการงานวิจัย | 95 |

สารบัญตาราง

| | หน้า | |
|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ตารางที่ 2.1 | เปรียบเทียบเลขชี้เทนของน้ำมันดีเซลกับน้ำมันพืช จากเมล็ดของพาราที่อัตราส่วนผสมต่างๆ | 6 |
| ตารางที่ 2.2 | เปรียบเทียบจุดวาบไฟของน้ำมันดีเซลกับน้ำมันพืช จากเมล็ดของพาราที่อัตราส่วนผสมต่างๆ | 6 |
| ตารางที่ 2.3 | เปรียบเทียบความหนาแน่นของน้ำมันดีเซลกับน้ำมันพืช จากเมล็ดของพาราที่อัตราส่วนผสมต่างๆ | 7 |
| ตารางที่ 2.4 | เปรียบเทียบความหนืดเชิงจลน์ของน้ำมันดีเซลกับน้ำมันพืช จากเมล็ดของพาราที่อัตราส่วนผสมต่างๆ | 9 |
| ตารางที่ 2.5 | เปรียบเทียบค่าความร้อนของน้ำมันดีเซลกับน้ำมันพืช จากเมล็ดของพาราที่อัตราส่วนผสมต่างๆ | 10 |
| ตารางที่ 2.6 | แสดงค่ากำหนดคุณภาพของน้ำมันดีเซลสำหรับใช้กับ เครื่องยนต์หมุนเร็ว (ทดสอบด้วยวิธี ASTM D) | 11 |
| ตารางที่ 2.7 | แสดงค่าคุณสมบัติของน้ำมันก๊าด | 12 |
| ตารางที่ 2.8 | แสดงปริมาณกรดไขมันชนิดต่างๆที่มีอยู่ในน้ำมันปาล์ม และน้ำมันมะพร้าว | 14 |
| ตารางที่ 2.9 | แสดงคุณสมบัติของน้ำมันปาล์มและน้ำมันมะพร้าว | 14 |
| ตารางที่ 2.10 | แสดงคุณสมบัติของน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ในการทดสอบ | 40 |
| ตารางที่ 2.11 | แสดงผลการทดสอบน้ำมันดีเซลที่มีซัลเฟอร์ต่ำ/อะโรแมติกต่ำ, น้ำมันดีเซลที่มีซัลเฟอร์ต่ำ/อะโรแมติกสูง และน้ำมันดีเซลที่ผสมน้ำมัน ไบโอดีเซล | 40 |
| ตารางที่ 2.12 | แสดงผลการทดสอบความหล่อลื่น โดยใช้วิธี HFRR ของน้ำมันดีเซลเบอร์ 1 และน้ำมันดีเซลเบอร์ 2 ผสมกับน้ำมัน ไบโอดีเซลที่อัตราส่วนต่างๆ | 42 |
| ตารางที่ 2.13 | เปรียบเทียบคุณสมบัติบางประการของน้ำมัน | 52 |
| ตารางที่ 3.1 | แสดงปุ่มเลือกการทำงานของเครื่อง Thermostat Bath | 64 |
| ตารางที่ 3.2 | แสดงตำแหน่งส่วนต่างๆของหลอด Cannon-Franke Tube | 65 |
| ตารางที่ 4.1 | แสดงค่าความหนาแน่นของน้ำมันมะพร้าว | 67 |

สารบัญตาราง (ต่อ)

| | หน้า |
|-------------------------------------------------------------------------------|------|
| ตารางที่ 4.2 แสดงค่าความหนาแน่นของน้ำมันปาล์ม | 68 ✓ |
| ตารางที่ 4.3 แสดงค่าความหนาแน่นของน้ำมันดีเซล | 68 |
| ตารางที่ 4.4 แสดงค่าความหนาแน่นของน้ำมันก๊าด | 68 |
| ตารางที่ 4.5 แสดงค่าความหนาแน่นของน้ำมันดีเซล 20 ส่วน ต่อ น้ำมันปาล์ม 80 ส่วน | 69 |
| ตารางที่ 4.6 แสดงค่าความหนาแน่นของน้ำมันดีเซล 50 ส่วน ต่อ น้ำมันปาล์ม 50 ส่วน | 69 |
| ตารางที่ 4.7 แสดงค่าความหนาแน่นของน้ำมันดีเซล 80 ส่วน ต่อ น้ำมันปาล์ม 20 ส่วน | 69 |
| ตารางที่ 4.8 แสดงค่าความหนาแน่นของน้ำมันมะพร้าว 20 ส่วน ต่อ น้ำมันก๊าด 1 ส่วน | 70 |
| ตารางที่ 4.9 แสดงค่าความหนืดของน้ำมันปาล์ม | 73 ✓ |
| ตารางที่ 4.10 แสดงค่าความหนืดของน้ำมันมะพร้าว | 74 |
| ตารางที่ 4.11 แสดงค่าความหนืดของน้ำมันดีเซล | 75 |
| ตารางที่ 4.12 แสดงค่าความหนืดของน้ำมันก๊าด | 76 |
| ตารางที่ 4.13 แสดงค่าความหนืดน้ำมันดีเซล 20 ส่วน ต่อ น้ำมันปาล์ม 80 ส่วน | 77 |
| ตารางที่ 4.14 แสดงค่าความหนืดของน้ำมันดีเซล 80 ส่วน ต่อ น้ำมันปาล์ม 20 ส่วน | 78 |
| ตารางที่ 4.15 แสดงค่าความหนืดของน้ำมันดีเซล 50 ส่วน ต่อ น้ำมันปาล์ม 50 ส่วน | 79 |
| ตารางที่ 4.16 แสดงค่าความหนืดของน้ำมันมะพร้าว 20 ส่วน ต่อ น้ำมันก๊าด 1 ส่วน | 80 |
| ตารางที่ 4.17 สรุปคุณสมบัติน้ำมันชนิดต่างๆ | 82 |
| ตารางที่ 4.18 สรุปคุณสมบัติน้ำมันชนิดต่างๆ | 83 |
| ตารางที่ 5.1 สรุปคุณสมบัติจากการทดลอง | 89 |
| ตารางที่ ข.1 แสดงงานวิจัยเรื่องไบโอดีเซลทั้งหมดตั้งแต่ปี ค.ศ. 1982-1993 | 108 |

สารบัญรูปลูกภาพ

| | | | หน้า |
|--------|------|---------------------------------------------------------------------------------------|------|
| รูปที่ | 2.1 | ระบบน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ดีเซล | 15 |
| รูปที่ | 2.2 | แสดงถึงน้ำมันเชื้อเพลิง Mitsubishi Heavy Industries Ltd | 18 |
| รูปที่ | 2.3 | แสดงกรองน้ำมันเชื้อเพลิง | 18 |
| รูปที่ | 2.4 | แสดงหม้อกรองน้ำมันเชื้อเพลิงแบบอนุกรม | 19 |
| รูปที่ | 2.5 | แสดงปั้มน้ำมันเชื้อเพลิงแบบ โคอะเฟรม | 20 |
| รูปที่ | 2.6 | แสดงลักษณะของหัวฉีดแบบรู | 22 |
| รูปที่ | 2.7 | แสดงการทำงานของหัวฉีดแบบรู | 22 |
| รูปที่ | 2.8 | แสดงการทำงานของหัวฉีดแบบหลายรู | 22 |
| รูปที่ | 2.9 | แสดง โครงสร้างของหัวฉีดแบบเดี่ยว | 23 |
| รูปที่ | 2.10 | แสดงการทำงานของหัวฉีดแบบเดี่ยว | 23 |
| รูปที่ | 2.11 | ลักษณะของหัวฉีดแบบเดี่ยวมีรูช่วย | 24 |
| รูปที่ | 2.12 | แสดงตำแหน่งและลักษณะของปั้มหัวฉีด | 25 |
| รูปที่ | 2.13 | แสดงปั้มฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงแบบเรียง | 26 |
| รูปที่ | 2.14 | แสดงส่วนประกอบภายในปั้มฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงแบบเรียง | 27 |
| รูปที่ | 2.15 | แสดงปั้มฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงแบบจานจ่าย | 28 |
| รูปที่ | 2.16 | แสดงการทำงานของลิ้นวาล์ว | 30 |
| รูปที่ | 2.17 | แสดงส่วนประกอบของลิ้นวาล์ว | 31 |
| รูปที่ | 2.18 | แสดงลักษณะของลูกปั้ม | 32 |
| รูปที่ | 2.19 | แสดงการทำงานในแต่ละจังหวะของลูกปั้ม | 32 |
| รูปที่ | 2.20 | แสดงจุดต่อสำหรับควบคุมปั้ม | 33 |
| รูปที่ | 2.21 | แสดงส่วนประกอบและชิ้นส่วนของลูกปั้ม | 34 |
| รูปที่ | 2.22 | แสดงลักษณะการควบคุมปริมาณการส่งน้ำมันของลูกปั้ม เมื่อมีการจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิง | 34 |
| รูปที่ | 2.23 | แสดงลักษณะการควบคุมปริมาณการส่งน้ำมันของลูกปั้ม เมื่อจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงปกติ | 35 |
| รูปที่ | 2.24 | แสดงลักษณะการควบคุมปริมาณการส่งน้ำมันของลูกปั้ม เมื่อจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงมากที่สุด | 35 |

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

| | | หน้า |
|------------------------|--------------------------------------------------------------------------|---------------|
| รูปที่ 2.25 | แสดงการหล่อลื่นของปั๊มเชื้อเพลิงจากเครื่องยนต์ | 36 |
| รูปที่ 2.26 | แสดงตำแหน่งอุปกรณ์ต่างๆของระบบจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิง กับรถที่ทำการทดสอบ | 44 |
| รูปที่ 2.27 | แสดงชุดการทดลอง | 50 |
| รูปที่ 3.1 | แสดงอุปกรณ์ในการดวง | 55 |
| รูปที่ 3.2 | แสดงการผสมน้ำมันในแต่ละอัตราส่วน | 55 |
| รูปที่ 3.3 | แสดงน้ำมันมะพร้าว | 56 |
| รูปที่ 3.4 | แสดงน้ำมันปาล์ม | 56 |
| รูปที่ 3.5 | แสดงน้ำมันก๊าด | 56 |
| รูปที่ 3.6 | แสดงน้ำมันดีเซล | 56 |
| รูปที่ 3.7 | แสดงน้ำมันปาล์ม 20:ดีเซล 80 | 56 |
| รูปที่ 3.8 | แสดงน้ำมันปาล์ม 50:ดีเซล 50 | 56 |
| รูปที่ 3.9 | แสดงน้ำมันปาล์ม 80:ดีเซล 20 | 57 |
| รูปที่ 3.10 | แสดงน้ำมันสุครำเออทับสะแก | 57 |
| รูปที่ 3.11 | แสดงเครื่องชั่ง | 57 |
| รูปที่ 3.12 | แสดงปิเปต | 57 |
| รูปที่ 3.13 | แสดง Isoperibol Bomb Calorimeter | 58 |
| รูปที่ 3.14 | แสดง Oxygen Combustion Bomb | 59 |
| รูปที่ 3.15 | แสดงเครื่องชั่งน้ำหนักและ Pellet Press | 59 |
| รูปที่ 3.16 | แสดงการชั่งน้ำหนักสารตัวอย่าง | 60 |
| รูปที่ 3.17 | แสดงการใส่สารตัวอย่างลงใน Bomb Head | 60 |
| รูปที่ 3.18 | แสดงการอัดออกซิเจนเข้า Oxygen Combustion Bomb | 61 |
| รูปที่ 3.19 | แสดงการบรรจุน้ำกลั่นและลูกบอมบ์ลงใน Colorimeter Bucket | 61 |
| รูปที่ 3.20 | แสดงเครื่องพิมพ์ | 62 |
| รูปที่ 3.21 | แสดงตัวอย่างผลการทดลองที่พิมพ์ได้ | 62 |
| รูปที่ 3.22 | แสดงเครื่อง Thermostat Bath | 63 |
| รูปที่ 3.23 | แสดงหลอดทดลอง | 63 |

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

| | หน้า |
|--------------------------------------------------------|------|
| รูปที่ 3.24 แสดงน้ำมันที่จะทำการทดสอบ | 63 |
| รูปที่ 3.25 แสดงภาพด้านหน้าของ Thermostat Bath | 64 |
| รูปที่ 3.26 แสดงหลอด Cannon-Fenske Tube | 65 |
| รูปที่ 3.27 แสดงหน้าจอของเครื่อง | 66 |
| รูปที่ 3.28 แสดงการปรับอุณหภูมิของน้ำมันภายในหลอดทดลอง | 66 |
| รูปที่ ก.1 แสดงเครื่องทดสอบการหล่อลื่น แบบ B.O.C.L.E | 100 |
| รูปที่ ก.2 แสดงเครื่องทดสอบการหล่อลื่น แบบ H.F.R.R | 100 |
| รูปที่ ก.3 แสดงเครื่องทดสอบการหล่อลื่น แบบ B.O.T.S | 101 |
| รูปที่ ก.4 แสดงเครื่องทดสอบความเสียดทานแบบ PLINT | 101 |
| รูปที่ ก.5 แสดงเครื่องทดสอบความเสียดทานแบบ Cylinder | 102 |

สารบัญกราฟ

| | หน้า |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| กราฟที่ 4.1 แสดงค่าความหนาแน่นเมื่อเปรียบเทียบ อัตราส่วนของน้ำมันก๊าดกับน้ำมันมะพร้าว | 71 |
| กราฟที่ 4.2 แสดงค่าความหนาแน่นเมื่อเปรียบเทียบ อัตราส่วนของน้ำมันดีเซลกับน้ำมันปาล์ม | 72 |
| กราฟที่ 4.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนืดกับอุณหภูมิของน้ำมันปาล์ม | 73 |
| กราฟที่ 4.4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนืดกับอุณหภูมิของน้ำมันมะพร้าว | 74 |
| กราฟที่ 4.5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนืดกับอุณหภูมิของน้ำมันดีเซล 100 เปอร์เซ็นต์ | 75 |
| กราฟที่ 4.6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนืดกับอุณหภูมิของน้ำมันดีเซล 20 ส่วน ต่อ น้ำมันปาล์ม 80 ส่วน | 77 |
| กราฟที่ 4.7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนืด กับอุณหภูมิของน้ำมันดีเซล 80 ส่วน ต่อ น้ำมันปาล์ม 20 ส่วน | 78 |
| กราฟที่ 4.8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนืด กับอุณหภูมิของน้ำมันดีเซล 50 ส่วน ต่อ น้ำมันปาล์ม 50 ส่วน | 79 |
| กราฟที่ 4.9 แสดงค่าหนืดที่ 28°C , 40°C และ 100 °C เมื่อเปรียบเทียบ อัตราส่วนผสมระหว่างน้ำมันก๊าดกับน้ำมันมะพร้าว | 80 |
| กราฟที่ 4.10 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนืดกับอุณหภูมิ ที่ 28°C, 40°C และ 100 °C ของน้ำมันผสมแบบต่างๆ | 81 |
| กราฟที่ 4.11 แสดงค่าความร้อนของน้ำมันเชื้อเพลิงก่อนผสมชนิดต่าง ๆ | 83 |
| กราฟที่ 4.12 แสดงค่าความร้อนของน้ำมันเชื้อเพลิงชนิดต่าง ๆ | 84 |

ลำดับสัญลักษณ์

| สัญลักษณ์ | ความหมาย | หน่วย |
|----------------|-----------------------------------------|-------------------|
| A | พื้นที่หน้าตัดของแผ่นที่เคลื่อนที่ | m ² |
| F | แรงที่ใช้ในการเลื่อนแผ่นที่เคลื่อนที่ | N |
| H _c | ค่าความร้อนจากการเผาไหม้ | cal/g |
| k | ค่าคงที่ของหลอด Canon-Fenske | cSt/s |
| m | มวลของสารตัวอย่าง | kg |
| P | ความดันบรรยากาศ | kPa |
| T | อุณหภูมิของสาร | °C |
| t | เวลา | s |
| U | ความเร็วของแผ่นที่เคลื่อนที่ | m/s |
| V | ปริมาตรของสาร | m ³ |
| W | ค่าคงที่ซึ่งหาได้จากการเผา Bensoic acid | cal/g |
| y | ระยะห่างของแผ่นราบทั้งสอง | m |
| ρ | ความหนาแน่นของสาร | kg/m ³ |
| τ | ความเค้นเฉือน | N/m ² |
| μ | ความหนืดสัมบูรณ์ | centipoise (cP) |
| ν | ความหนืดเชิงจลน์ | centistoke (cSt) |