# บทที่ 4

# ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

## 4.1 บทนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึง ผลการทดสอบคุณสมบัติความเป็นเชื้อเพลิงของน้ำมันผสมในอัตราส่วนต่าง ๆ เปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซล และจะกล่าวถึงผลการทดสอบเครื่องยนต์ในด้านสมรรถนะ ที่ภาระคงที่และภาระเปลี่ยนแปลง การสึกหรอของเครื่องยนต์ทั้งวิธีการชั่งน้ำหนักโดยตรงและการวัดระยะปากแหวนในกระบอกสูบ และองค์ประกอบของไอเสียรวมทั้งการวิจารณ์ผลการทดลองที่เกิดขึ้น

## 4.2 ผลการทดสอบคุณสมบัติที่สำคัญของน้ำมันผสม (น้ำมันพืชใช้แล้ว : น้ำมันดีเซล)ที่อัตราส่วนต่างๆ

### 4.2.1 ความถ่วงจำเพาะ (specific gravity)

เป็นอัตราส่วนระหว่างความหนาแน่นของสารกับความหนาแน่นมาตรฐาน ความหนาแน่นมาตรฐานที่ใช้เปรียบเทียบกับความหนาแน่นของของเหลวคือ ความหนาแน่นของน้ำบริสุทธิ์ที่ 4 องศาเซลเซียส ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1000 $kg/m^3$ จากผลการทดสอบดังตารางที่ 1 น้ำมันผสม W 20% มีความถ่วงจำเพาะมากกว่าน้ำมันดีเซล 1.85 เท่า น้ำมันผสม W 50% มีค่ามีความถ่วงจำเพาะมากกว่าน้ำมันดีเซล 4.56 เท่า และน้ำมันผสม W 70% มีค่าความถ่วงจำเพาะมากกว่าน้ำมันดีเซล 9.5 เท่า

### 4.2.2 ความหนืด (viscosity)

ความหนืดเป็นคุณสมบัติอย่างหนึ่ง ของน้ำมันที่จะเป็นตัวบอกได้ว่า เมื่อน้ำมันเชื้อเพลิงผ่านหัวฉีดแล้วความเป็นฝอยละอองของน้ำมัน สามารถจะเป็นละอองได้ขนาดเล็กเท่าใดยิ่งน้ำมันผสมที่มีความหนืดใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซลจะทำให้ การคลุกเคล้ากันระหว่างละอองน้ำมันกับอากาศมีความใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซล ความหนืดมีผลต่อการแตกตัว และลักษณะการเป็นฝอยของเชื้อเพลิง ทำให้การเผาไหม้ของเครื่องยนต์เผาไหม้ได้สมบูรณ์หรือไม่ จากผลการทดสอบดังตารางที่ 1 น้ำมันดีเซลมีความหนืดที่ 40 องศาเซลเซียส เท่ากับ 3.7 cSt น้ำมันผสม W 20 % มีค่ามากกว่าดีเซล 3.8 เท่า และน้ำมันผสม W 50 % มากกว่าดีเซล 5.7 เท่า และน้ำมันผสม W 70 % มากกว่าดีเซลอยู่ 7.7 เท่า จากผลดังกล่าวนั้นเป็นการคาดคะเนได้ว่าความเป็นฝอยละอองที่เกิดขึ้นซึ่งจะส่งผลในด้านกาคลุกเคล้ากับอากาศ และทำให้การเผาไหม้สมบูรณ์ ยิ่งส่วนผสมที่ใช้

น้ำมันดีเซลน้อยลง ก็จะทำให้การคลุกเคล้ากับอากาศได้ไม่ดีเท่าที่ควรทำให้การเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ เป็นผลให้เกิดความร้อนสะสมให้ห้องเผาไหม้

**4.2.3 อุณหภูมิจุดวาบไฟ (flash point)**

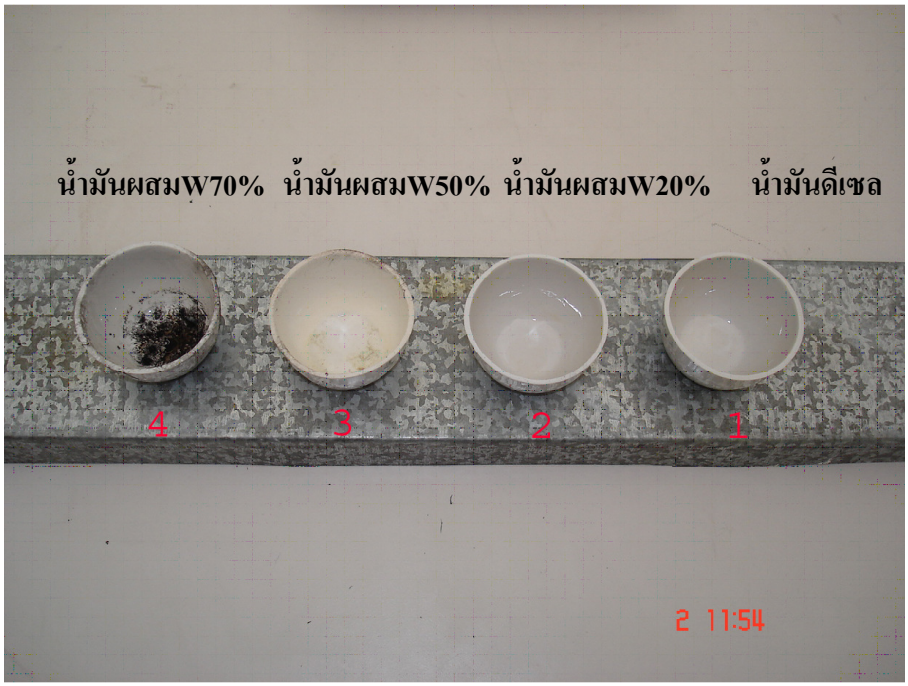
จุดวาบไฟจะเป็นตัวบอกได้ว่าน้ำมันที่นำมาใช้นั้น สามารถสตาร์ทเครื่องยนต์ได้ง่ายหรือยาก เพราะจุดวาบไฟจะเป็นตัวบอกว่าน้ำมันจะเริ่มระเหยตัวกลายเป็นไอที่อุณหภูมิเท่าใด ซึ่งหากน้ำมันมีจุดวาบไฟที่ต่ำก็จะทำให้การสตาร์ทเครื่องยนต์สามารถทำได้ง่าย นอกจากนี้จุดวาบไฟยังเป็นตัวบอกถึงค่าความปลอดภัยในการเก็บรักษาน้ำมัน หรือขนส่งเพราะถ้าหากจุดวาบไฟมีอุณหภูมิสูงก็จะทำให้เกิดความปลอดภัย จากผลการทดสอบดังตารางที่ 1 น้ำมันผสม W 20 % มีจุดวาบไฟสูงกว่าน้ำมันดีเซล 15.38 % น้ำมันผสม W 50 % มีจุดวาบไฟสูงกว่าน้ำมันดีเซล 53.84 % น้ำมันผสม W 70% มีจุดวาบไฟสูงกว่าน้ำมันดีเซล 69.23 % น้ำมันผสมมีจุดวาบไฟสูงกว่าน้ำมันดีเซล ทำให้การสตาร์ทเครื่องยนต์ในช่วงแรกนั้นน้ำมันผสม W 70% จะสตาร์ทได้ยากที่สุด

**4.2.4 ค่าความร้อนสูง (high heating value)**

จากผลการทดสอบดังตารางที่ 1 น้ำมันผสม W20% มีค่าความร้อนน้อยกว่าน้ำมันดีเซล 4.1 % น้ำมันผสม W50% มีค่าความร้อนน้อยกว่าน้ำมันดีเซล 10.3 % น้ำมันผสม W70% มีค่าความร้อนน้อยกว่าน้ำมันดีเซล 13.07% สาเหตุมาจากองค์ประกอบของน้ำมันดีเซลมีสารไฮโดรคาร์บอนที่ประกอบด้วย ธาตุคาร์บอน และไฮโดรเจน เป็นส่วนประกอบหลักแต่น้ำมันพืชใช้แล้วที่นำมาผสมมีพันธะทางเคมีของออกซิเจน ซึ่งเป็นธาตุที่ไม่ติดไฟในโครงสร้างของโมเลกุล และถ้าน้ำมันพืชใช้แล้วนำมาผสม มีองค์ประกอบคาร์บอนน้อยกว่าส่งผลให้ค่าความร้อนของเชื้อเพลิงน้อยกว่า ทำให้การสิ้นเปลืองน้ำมันผสมทุกอัตราส่วน สิ้นเปลืองกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล เป็นเชื้อเพลิง

**4.2.5 ปริมาณขี้เถ้า (ash)**

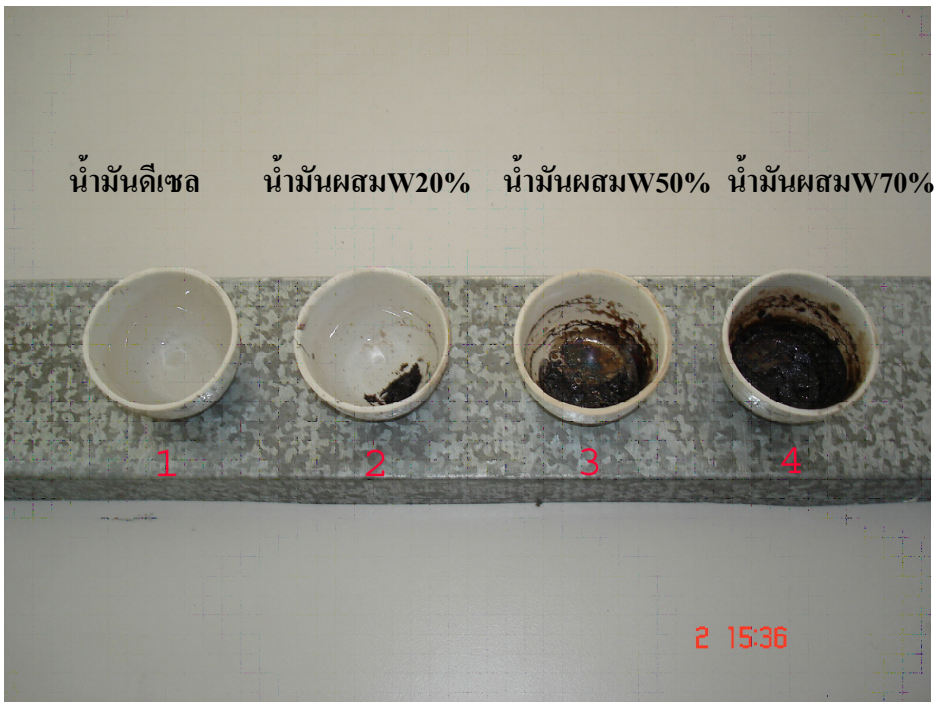
ปริมาณขี้เถ้าจะเป็นตัวบอกได้ว่าหลังจากการเผาไหม้แล้วสิ่งที่หลงเหลือจากการเผาไหม้มีปริมาณมากหรือน้อยเพียงใด จากผลการทดสอบดังตารางที่ 1 น้ำมันผสม W20% มีค่าเท่ากับข้อกำหนดของน้ำมันดีเซล น้ำมันผสม W50% มีค่ามากกว่าข้อกำหนด 85 เท่า และน้ำมันผสม W70% มีค่ามากกว่าข้อกำหนด 115 เท่า น้ำมันผสม W70 % จะมีปริมาณขี้เถ้ามากที่สุด (ดังรูปที่ 33) ขี้เถ้าที่เกิดขึ้นอาจตกไปในน้ำมันหล่อลื่นทำให้น้ำมันหล่อลื่นสกปรกและเสื่อมสภาพเร็วกว่ากำหนด




รูปที่ 33 แสดงตัวอย่างน้ำมันหลังจากเข้าเตาอบเพื่อหาปริมาณขี้เถ้า

**4.2.6 ปริมาณกากถ่าน (carbon)**

กากถ่านหากมีปริมาณมากจะส่งผลต่อการสึกหรอของชิ้นส่วนในระบบเผาไหม้ จากการทดสอบดังตารางที่ 1 น้ำมันผสม W20% มีปริมาณกากถ่านมากกว่าน้ำมันดีเซล 1.74 เท่า น้ำมันผสม W50% มีปริมาณกากถ่านมากกว่าน้ำมันดีเซล 6.61 เท่า และน้ำมันผสม W70% มีปริมาณกากถ่านมากกว่าน้ำมันดีเซล 12.41 เท่า น้ำมันผสม W70% จะมีปริมาณขี้เถ้ามากที่สุด (รูปที่ 34) ซึ่งจะเป็นสิ่งสกปรกที่อาจตกไปในน้ำมันหล่อลื่นทำให้น้ำมันหล่อลื่นสกปรกและเสื่อมสภาพเร็วกว่ากำหนด




รูปที่ 34 แสดงตัวอย่างน้ำมันหลังจากเข้าเตาอบเพื่อหาค่ากากถ่าน

**4.2.7 ปริมาณยางเหนียว**

หากยางเหนียวมีมากจะเป็นตัวที่จะทำให้ชิ้นส่วน ของเครื่องยานยนต์อาทิเช่น แหวนอัด เข็มหัวฉีด เกิดการติดทำให้ไม่สามารถทำงานตามหน้าที่ของชิ้นส่วนได้ จากการสอบยางเหนียวดังตารางที่ 1 น้ำมันผสม W20% มีปริมาณยางเหนียวมากกว่าน้ำมันดีเซล 4.6 เท่า น้ำมันผสม W50% มีปริมาณยางเหนียวมากกว่าน้ำมันดีเซล 16.61 เท่า และน้ำมันผสม W70% มีปริมาณยางเหนียวมากกว่าน้ำมันดีเซล 25.42 เท่า

รูปที่ 35 แสดงตัวอย่างน้ำมันหลังจากเข้าเตาอบเพื่อหาค่ายางเหนียว

**ตารางที่ 1 แสดงคุณสมบัติความเป็นเชื้อเพลิงของน้ำมันที่ใช้ในการทดสอบ**

| สมบัติของน้ำมัน | น้ำมันดีเซล | น้ำมันผสม W20% | น้ำมันผสม W50% | น้ำมันผสม W70% | วิธีการทดสอบ ASTM | ข้อกำหนด |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ความหนืด @ $40^0$C (cSt) | 3.7 | 14 | 21.129 | 28.472 | D-445 | 1.8-4.1 |
| ค่าความร้อนสูง (MJ/kgเชื้อเพลิง) | 48.5 | 46.51 | 43.50 | 42.16 | D-240 | 48.5-49.5 |
| ค่าความร้อนต่ำ (MJ/kgเชื้อเพลิง) | 44 | 43.4 | 41 | 39.4 | - | - |
| จุดวาบไฟ ($^0$C) | 65 | 75 | 100 | 110 | D-93 | ไม่ต่ำกว่า 52 |
| ควาถ่วงจำเพาะ@ 15.6 $^0$C | 0.811 | 0.826 | 0.848 | 0.888 | D-1298 | 0.81-0.87 |
| ปริมาณขี้เถ้า % wt | 0 | 0.001 | 0.0085 | 0.015 | D-482 | ไม่สูงกว่า0.001 |
| ปริมาณกากถ่าน % wt | - | 0.08 | 0.24 | 0.40 | D-4530 | ไม่สูงกว่า0.05 |

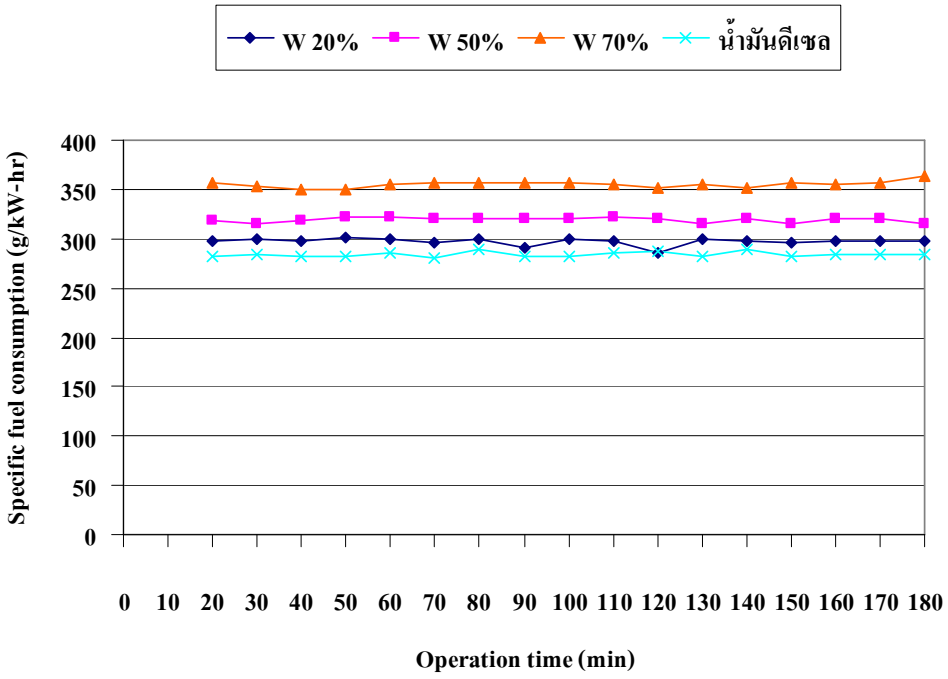
## 4.3 ผลการทดสอบเครื่องยนต์ในห้องปฏิบัติการ

ในการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ทำการทดสอบตามมาตรฐาน JIS B 8018 (1989) : Small size water cooled diesel engines in land use จะเป็นการทดสอบที่ ภาระคงที่ และภาระเปลี่ยนแปลงโดยที่ความเร็วรอบคงที่

### 4.3.1 สมรรถนะของเครื่องยนต์ที่ เริ่มใช้งาน

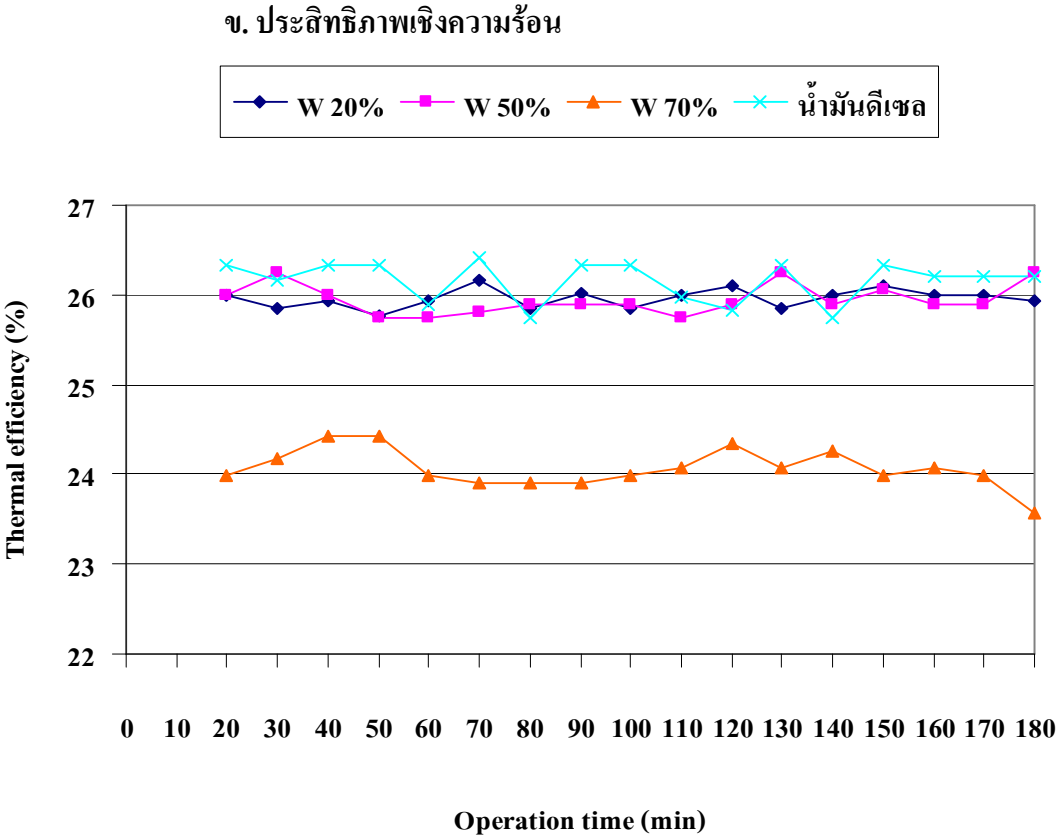
#### 4.3.1.1 การทดสอบสมรรถนะที่ภาระคงที่ 4.4 kW ความเร็ว 2200 รอบต่อนาที

**ก. อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงจำเพาะ**



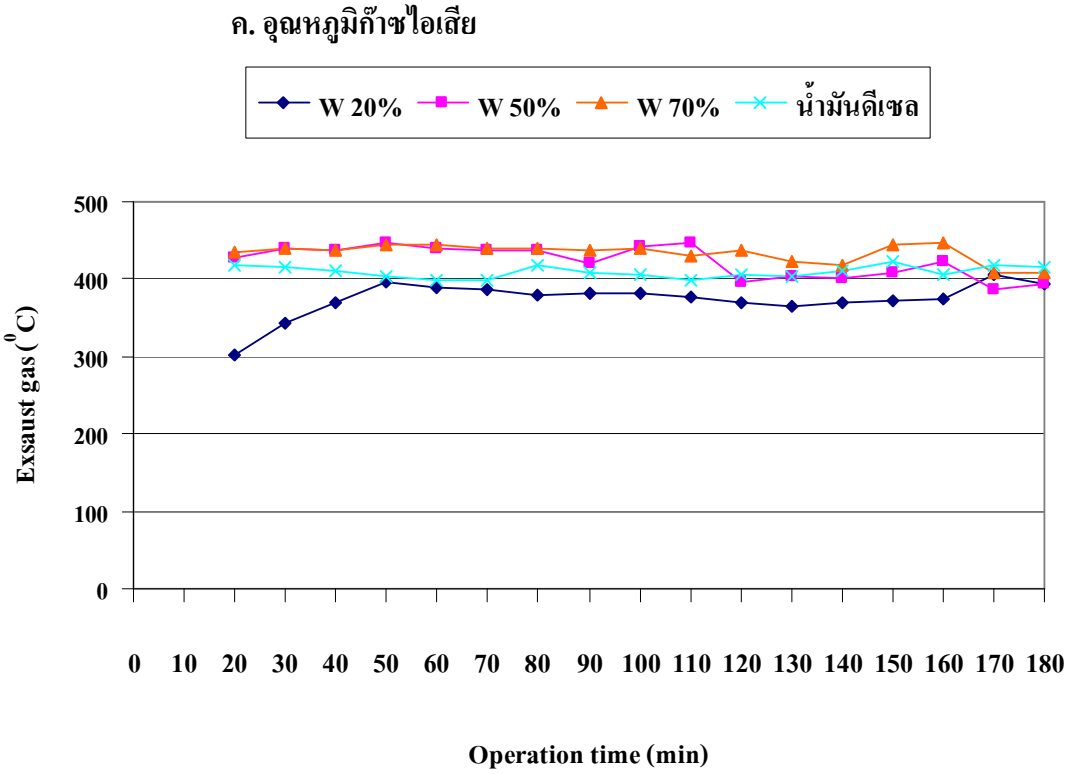

รูปที่ 36 แสดงอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงจำเพาะที่เริ่มใช้งาน ภาระคงที่ 4.4 kW ความเร็ว 2200 รอบ /นาที

รูปที่ 36 แสดงอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงจำเพาะที่เริ่มใช้งาน เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W20% มีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงมากกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 4.7% เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W50% มีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงมากกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 12.4 % และเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W70% มีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงมากกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 25% เป็นผลมาจากค่าความร้อนของน้ำมันเชื้อเพลิงที่มีค่าแตกต่างกัน




รูปที่ 37 แสดงประสิทธิภาพทางความร้อนที่เริ่มใช้งาน ภาระคงที่ 4.4 kW ความเร็ว 2200 รอบ /นาที

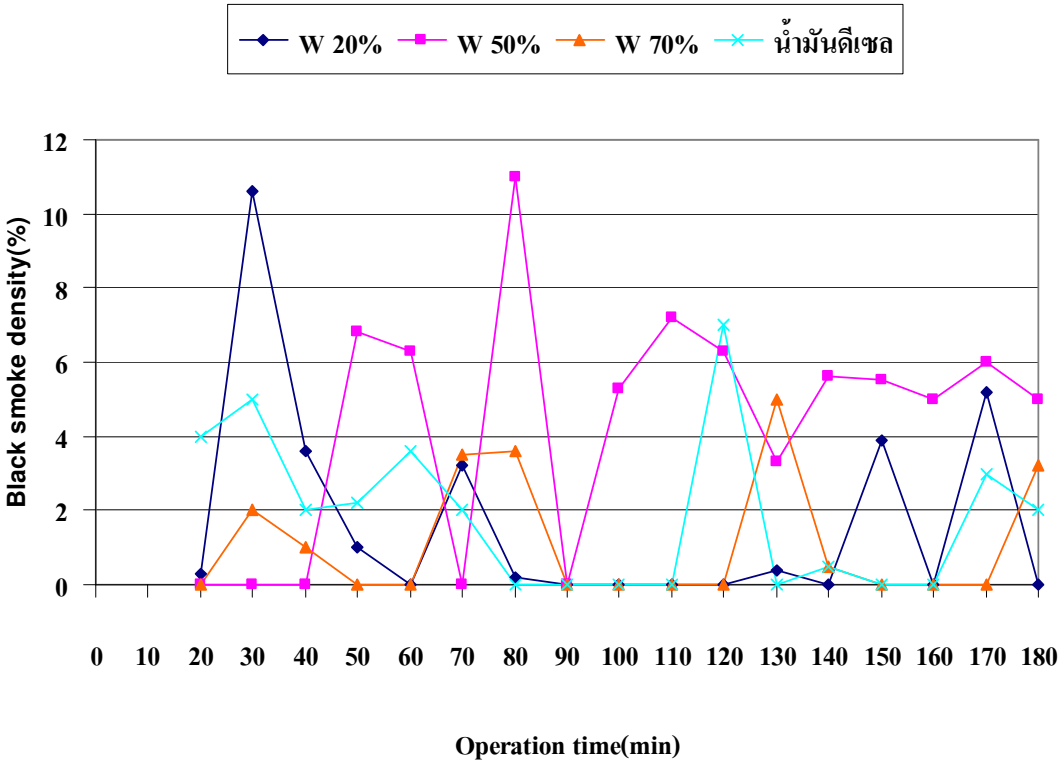
รูปที่ 37 แสดงประสิทธิภาพทางความร้อนที่เริ่มใช้งาน เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W20% มีประสิทธิภาพเชิงความร้อนน้อยกว่า เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 1.42 % เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W50% มีประสิทธิภาพเชิงความร้อนน้อยกว่า เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 1.61 % และเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W70% มีประสิทธิภาพเชิงความร้อนน้อยกว่า เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 8.65 % เนื่องจากน้ำมันดีเซลเมื่อเกิดการสันดาปแล้วสามารถเปลี่ยนเป็นพลังงานกลได้มากที่สุด ไม่เกิดความร้อนสะสม ส่วนเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสมนั้นเอาพลังจากการสันดาปแล้วมาแปลงเป็นพลังงานกลได้น้อยกว่า




รูปที่ 38 แสดง อุณหภูมิก๊าซไอเสีย ที่ภาระคงที่ 4.4 kW ความเร็ว 2200 รอบ / นาที

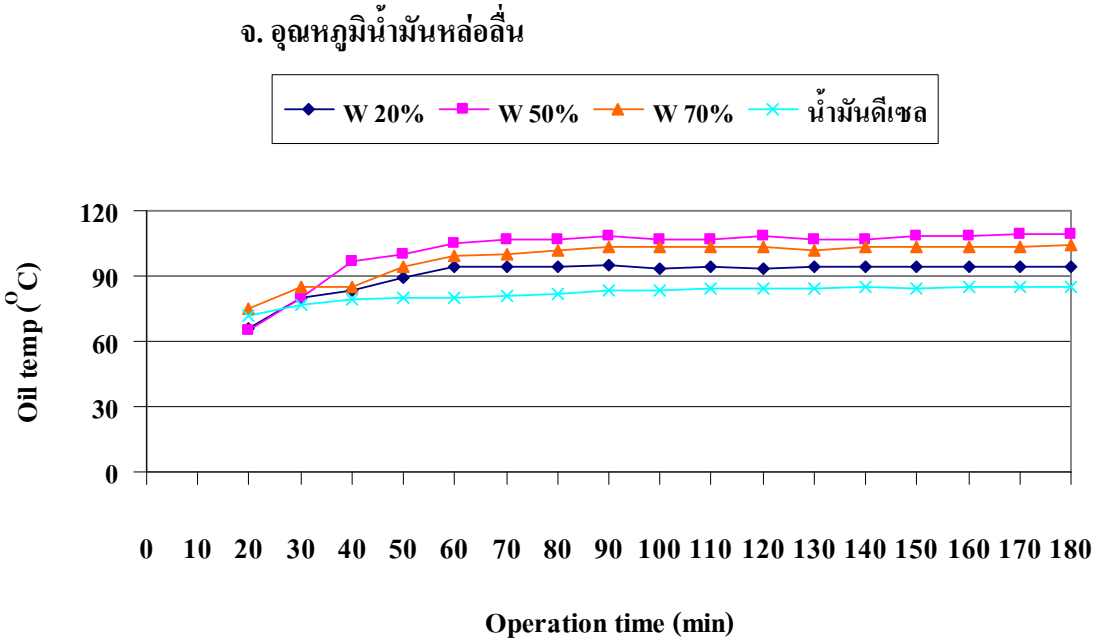
รูปที่ 38 แสดง อุณหภูมิก๊าซไอเสียที่เริ่มต้นใช้งานเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W20% มีอุณหภูมิก๊าซไอเสียต่ำกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 8.6 % เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W50% มีอุณหภูมิก๊าซไอเสียสูงกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 3.35 % เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W70% มีอุณหภูมิก๊าซไอเสียสูงกว่ากว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 5.87 % ซึ่งอุณหภูมิที่แตกต่างกันอาจเกิดจากการเผาไหม้ที่เกิดขึ้นว่ามีความสมบูรณ์เพียงใด

**ง. ปริมาณควันดำในก๊าซไอเสีย**



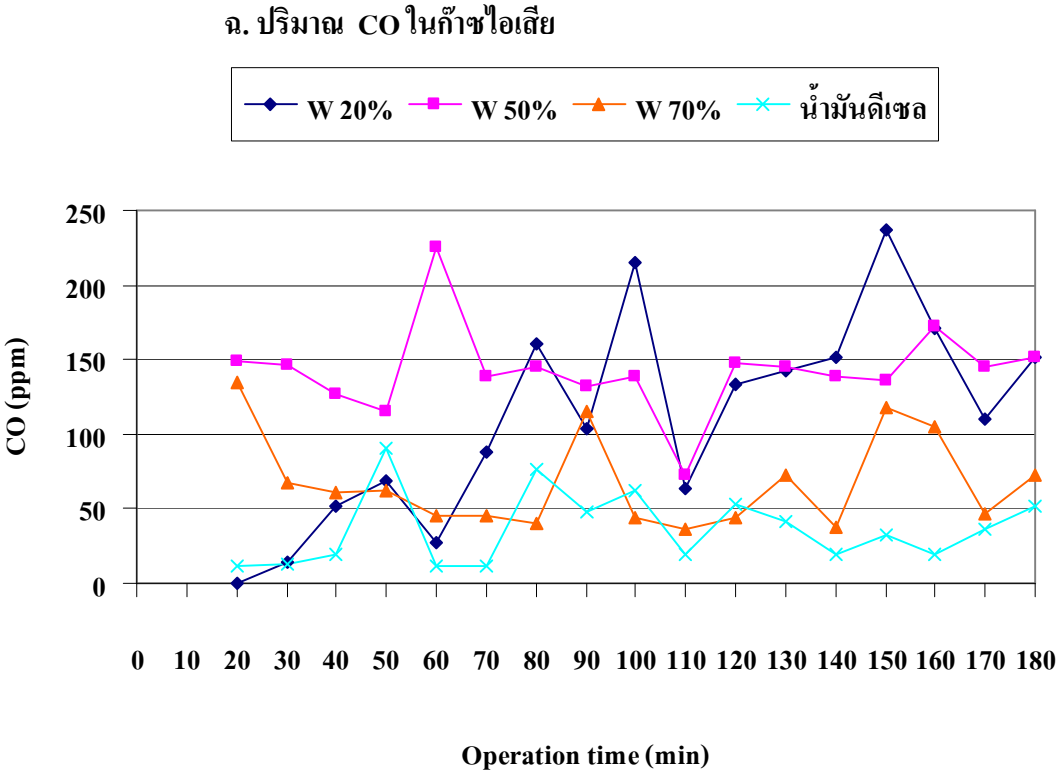

รูปที่ 39 แสดงปริมาณควันดำที่เริ่มใช้งาน ที่ภาระคงที่ 4.4 kW ความเร็ว 2200 รอบ / นาที

รูปที่ 39 แสดงปริมาณควันดำที่เริ่มใช้งาน เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W20% มีปริมาณควันดำน้อยกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 1.1 เท่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W50% มีปริมาณควันดำมากกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 2.3 เท่า และเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W70% มีปริมาณควันดำน้อยกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 1.6 เท่า




รูปที่ 40 แสดง อุณหภูมิน้ำมันหล่อลื่น ที่เริ่มใช้งาน ที่ภาระคงที่ 4.4 kW ความเร็ว 220 รอบ / นาที

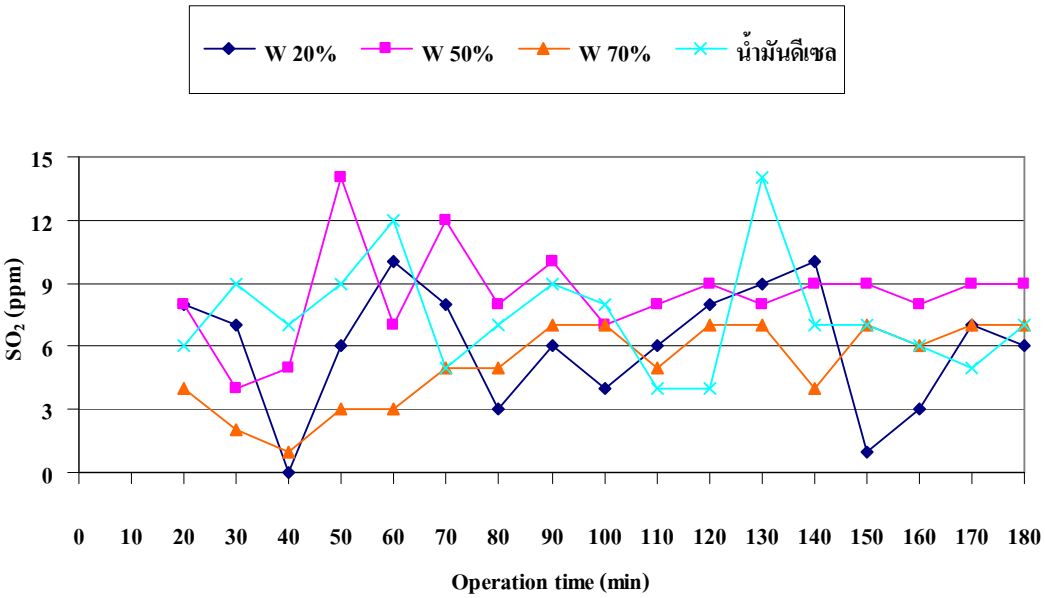
รูปที่ 40 แสดงอุณหภูมิน้ำมันหล่อลื่นที่เริ่มใช้งาน เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W20% มีอุณหภูมิน้ำมันหล่อลื่นสูงกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 10.7 % เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W50% มีอุณหภูมิน้ำมันหล่อลื่นสูงกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 27.8 % เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W70% มีอุณหภูมิน้ำมันหล่อลื่นสูงกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 31.3 % ค่าอุณหภูมิน้ำมันหล่อลื่นที่แตกต่างอาจเกิดจากความสกปรกของน้ำมันหล่อลื่น การเผาไหม้ของเครื่องยนต์ตลอดจนระบบระบายความร้อนของเครื่องยนต์




รูปที่ 41 แสดงปริมาณ CO ในก๊าซไอเสีย ที่เริ่มใช้งาน ที่ภาระคงที่ 4.4 kW ความเร็ว 2200 รอบ / นาที

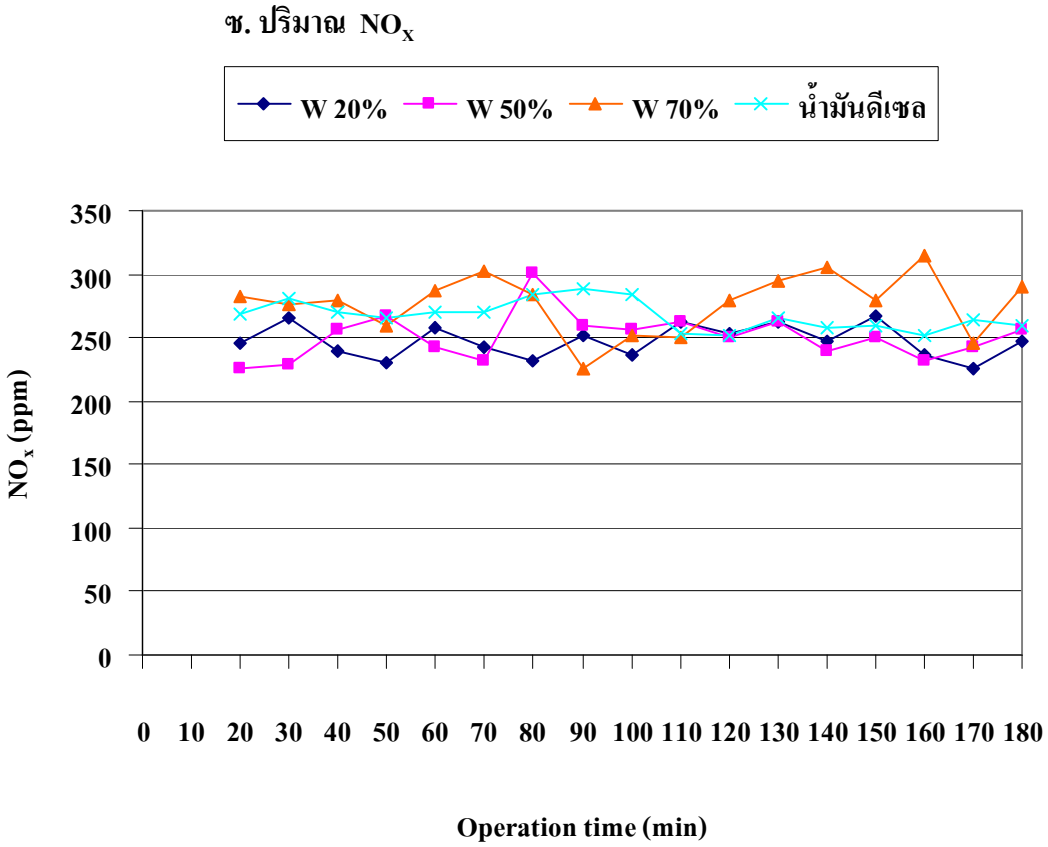
รูปที่ 41 แสดงปริมาณ CO ในก๊าซไอเสีย ที่เริ่มใช้งาน เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W20% มีปริมาณ COในก๊าซไอเสียมากกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 3 เท่า เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W50% มีปริมาณ COในก๊าซไอเสียมากกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 4 เท่า เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W70% มีปริมาณ COในก๊าซไอเสียมากกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 1.87 เท่า การเกิด CO นั้นจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับการคลุกเคล้าระหว่างน้ำมันกับอากาศหากมีการคลุกเคล้ากันได้ดี การเผาไหม้ที่ได้จะสมบูรณ์ส่งผลให้ค่า CO มีค่าน้อย หรือในบางครั้งการเกิด CO ที่อาจจะมีสาเหตุมาจาก CO มีระยะสั้นเกินไปที่จะอยู่ในสภาวะสมดุลเคมีเนื่องจากคุณลักษณะเฉพาะของการเผาไหม้ ที่จะต้องระบายก๊าซไอเสียทันที อุณหภูมิและความดันเปลี่ยนแปลง (ลดลง) อย่างทันทีทันใด จึงเป็นการยากที่จะทำให้ค่า CO ของส่วนผสมใดส่วนผสมหนึ่งมีค่าคงที่

**ช. ปริมาณ $SO_2$**



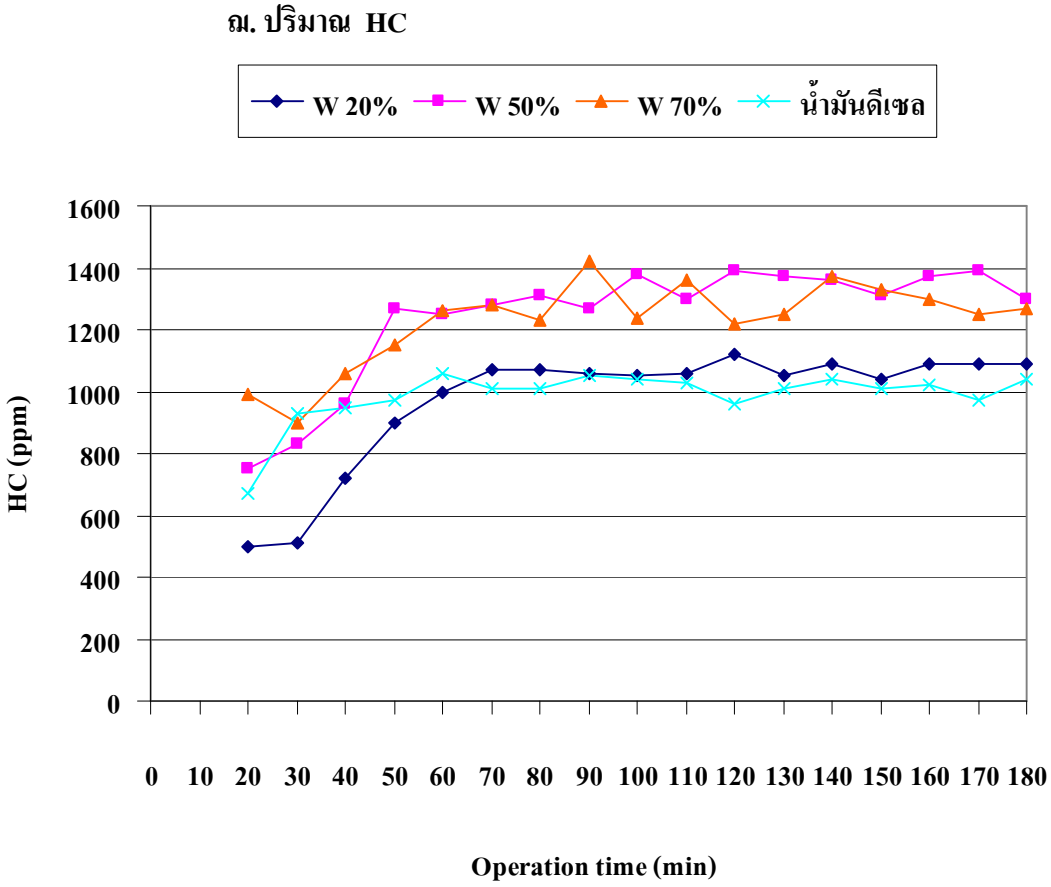

รูปที่ 42 แสดงปริมาณ $SO_2$ในก๊าซไอเสีย ที่เริ่มใช้งาน ที่ภาระคงที่ 4.4 kW ความเร็ว 2200 รอบ / นาที

รูปที่ 42 แสดงปริมาณ $SO_2$ในก๊าซไอเสีย ที่เริ่มใช้งาน เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W20% มีปริมาณ $SO_2$ในก๊าซไอเสียน้อยกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 19% เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W50% มีปริมาณ $SO_2$ในก๊าซไอเสียมากกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 14.7% เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W70% มีปริมาณ $SO_2$ในก๊าซไอเสียน้อยกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 31%




รูปที่ 43 แสดงปริมาณ $NO_x$ ในก๊าซไอเสีย ที่เริ่มใช้งาน ที่ภาระคงที่ 4.4 kW ความเร็ว 2200รอบ / นาที

รูปที่ 43 แสดงปริมาณ $NO_x$ ในก๊าซไอเสีย ที่เริ่มใช้งาน เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W20% มีปริมาณ $NO_X$ ในก๊าซไอเสียน้อยกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 6.8 % เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W50% มีปริมาณ $NO_X$ ในก๊าซไอเสียน้อยกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 5.7% เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W70% มีปริมาณ $NO_X$ ในก๊าซไอเสียมากกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 4.5%

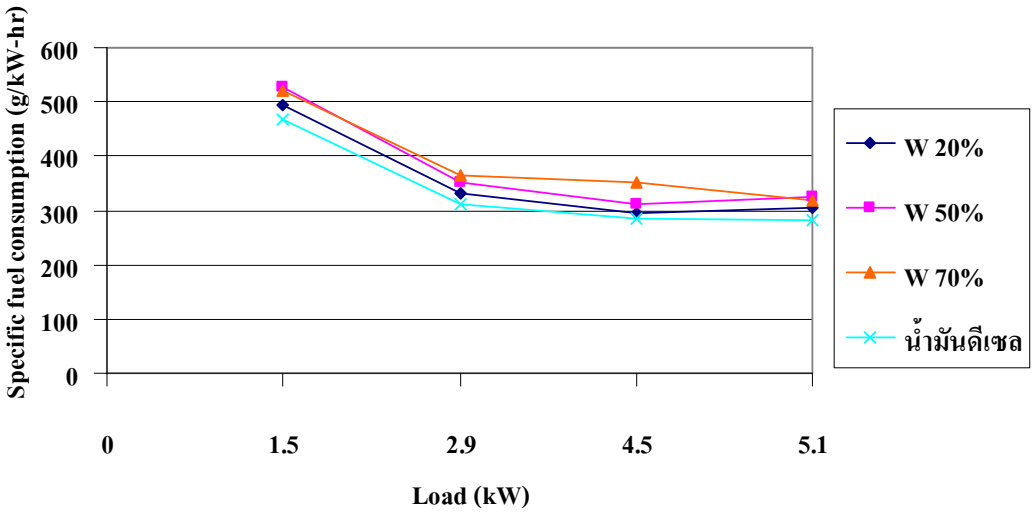



รูปที่ 44 แสดงปริมาณ HC ในก๊าซไอเสีย ที่เริ่มใช้งาน ที่ภาระคงที่ 4.4 kW ความเร็ว 2200 รอบ / นาที

รูปที่ 44 แสดงปริมาณ HC ในก๊าซไอเสีย ที่เริ่มใช้งาน เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W20% มีปริมาณ HC ในก๊าซไอเสียน้อยกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 1.5% เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W50% มีปริมาณ HC ในก๊าซไอเสียมากกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 28% เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W70% มีปริมาณ HC ในก๊าซไอเสียมากกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 26.8% HC ที่เกิดจากการเผาไหม้ส่วนใหญ่ มาจากสามทางคือ จากเชื้อเพลิงที่ไม่ได้เผาไหม้ จากการแยกสลายด้วยความร้อนของเชื้อเพลิง และประการสุดท้ายมาจากก๊าซไอเสียที่ถูกออกมาจากออกซิไดซ์บางส่วน ซึ่งสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดสาร HC ในระบบการเผาไหม้คือการดับของเปลวไฟเฉพาะจุดทำให้เชื้อเพลิงบางส่วนไม่เกิดการเผาไหม้ หรืออาจเกิดจากการลดอุณหภูมิเฉพาะจุด โดยมีการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงไปกระทบผนังที่เย็นทำให้เชื้อเพลิงไม่เกิดการเผาไหม้ก็จะทำให้มีสาร HC ออกมาทางท่อไอเสียได้เช่นกัน

**4.3.1.2 การทดสอบสมรรถนะที่ ภาระเปลี่ยนแปลง ความเร็ว 2200 รอบต่อนาที**

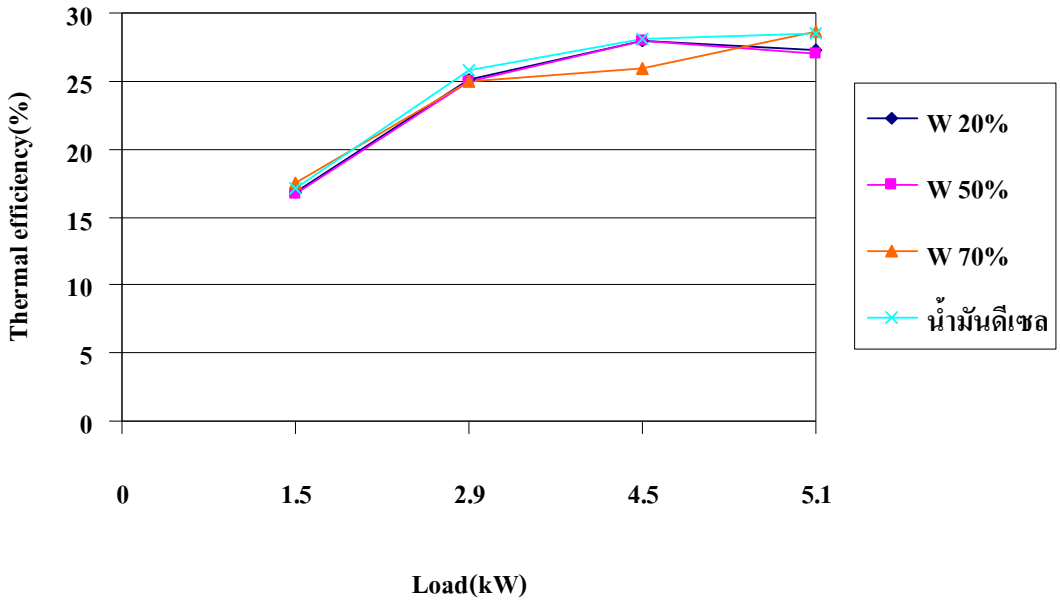
ก. อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะ




รูปที่ 45 แสดงอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะ ที่ภาระเปลี่ยนแปลง ความเร็ว 2200 รอบ / นาที

รูปที่ 45 แสดงอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะ ที่ภาระเปลี่ยนแปลง เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W20% มีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงมากกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 4.1% เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W50% มีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงมากกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 11.5% เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W70% มีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงมากกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 16% เป็นผลมาจากค่าความร้อนของน้ำมันเชื้อเพลิงที่มีค่าแตกต่างกัน

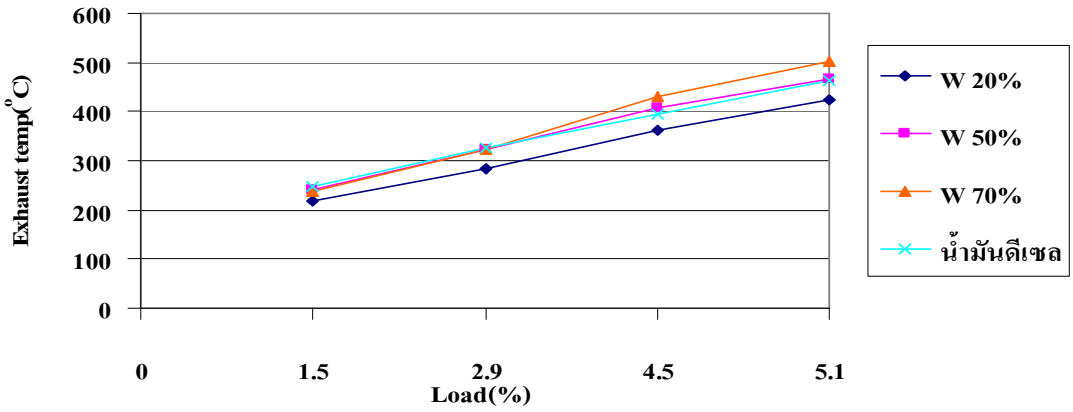
**ข. ประสิทธิภาพเชิงความร้อน**




รูปที่ 46 แสดงประสิทธิภาพทางความร้อน ที่ภาระเปลี่ยนแปลง ความเร็ว 2200 รอบ / นาที

รูปที่ 46 แสดงประสิทธิภาพทางความร้อน ที่ภาระเปลี่ยนแปลง เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W20% มีประสิทธิภาพเชิงความร้อนน้อยกว่า เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 2.3% เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W50% มีประสิทธิภาพเชิงความร้อนน้อยกว่า เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 2.47% และเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W70% มีประสิทธิภาพเชิงความร้อนน้อยกว่า เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 3% เนื่องจากน้ำมันดีเซลเมื่อเกิดการสันดาปแล้วสามารถเปลี่ยนเป็นพลังงานกลได้มากที่สุด ไม่เกิดความร้อนสะสม ส่วนเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสมนั้นเอาพลังจากการสันดาปแล้วมาแปลงเป็นพลังงานกลได้น้อยกว่า

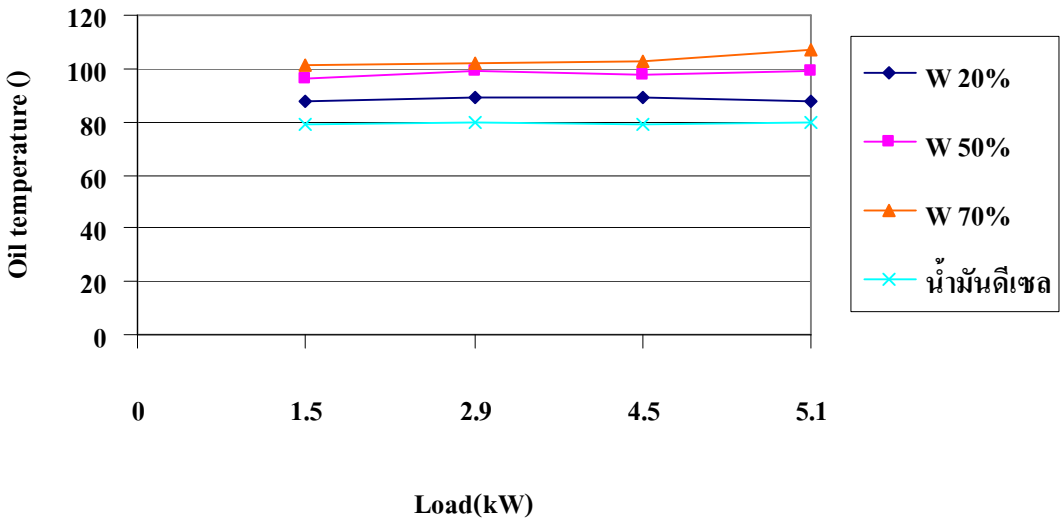
**ค. อุณหภูมิก๊าซไอเสีย**




รูปที่ 47 แสดงอุณหภูมิไอเสีย ที่ภาระเปลี่ยนแปลง ความเร็ว 2200 รอบ / นาที

รูปที่ 47 แสดงอุณหภูมิไอเสีย ที่ภาระเปลี่ยนแปลง เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W20% มีอุณหภูมิก๊าซไอเสียต่ำกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 9.8% เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W50% มีอุณหภูมิก๊าซไอเสียสูงกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 0.56% เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W70% มีอุณหภูมิก๊าซไอเสียสูงกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 4.5% ซึ่งอุณหภูมิที่แตกต่างกันอาจเกิดจากการเผาไหม้ที่เกิดขึ้นว่ามีความสมบูรณ์เพียงใด

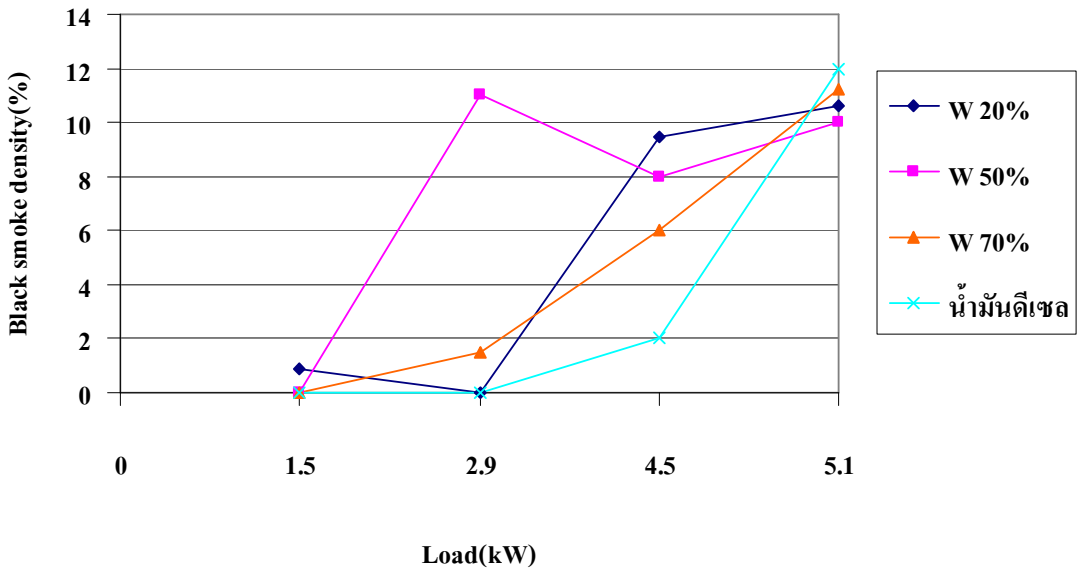
**ง. อุณหภูมิน้ำมันหล่อลื่น**




รูปที่ 48 แสดงอุณหภูมิน้ำมันหล่อลื่น ที่ภาระเปลี่ยนแปลง ความเร็ว 2200 รอบ / นาที

รูปที่ 48 แสดงอุณหภูมิน้ำมันหล่อลื่น ที่ภาระเปลี่ยนแปลง เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W20% มีอุณหภูมิน้ำมันหล่อลื่นสูงกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 11% เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W50% มีอุณหภูมิน้ำมันหล่อลื่นสูงกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 29% เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W70% มีอุณหภูมิน้ำมันหล่อลื่นสูงกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 23.3% ค่าอุณหภูมิน้ำมันหล่อลื่นที่แตกต่างอาจเกิดจากความสกปรกของน้ำมันหล่อลื่น การเผาไหม้ของเครื่องยนต์ตลอดจนระบบระบายความร้อนของเครื่องยนต์

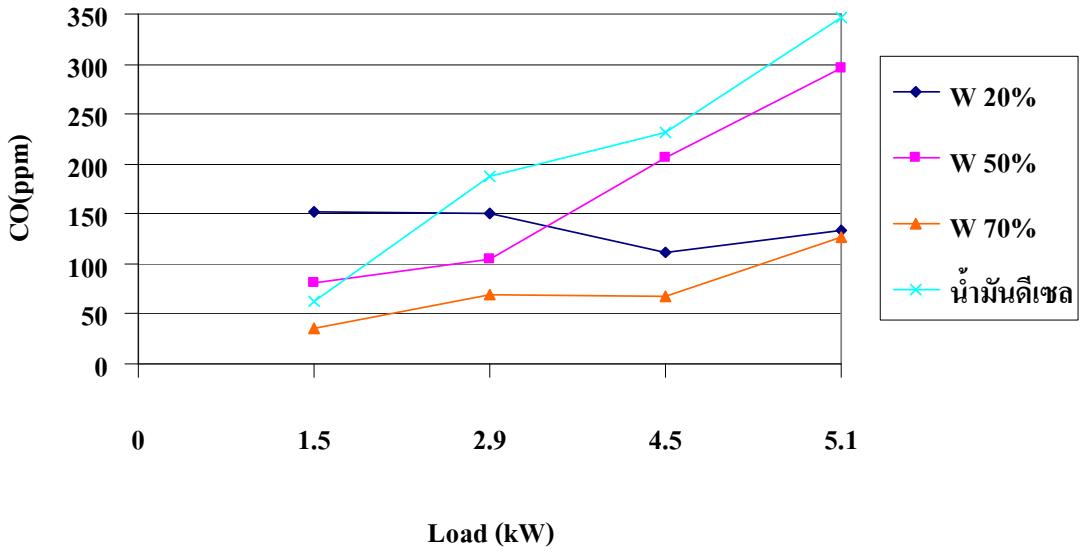
**จ. ปริมาณควันดำในก๊าซไอเสีย**




รูปที่ 49 แสดงปริมาณควันดำในก๊าซไอเสีย ที่ภาระเปลี่ยนแปลง ความเร็ว 2200 รอบ / นาที

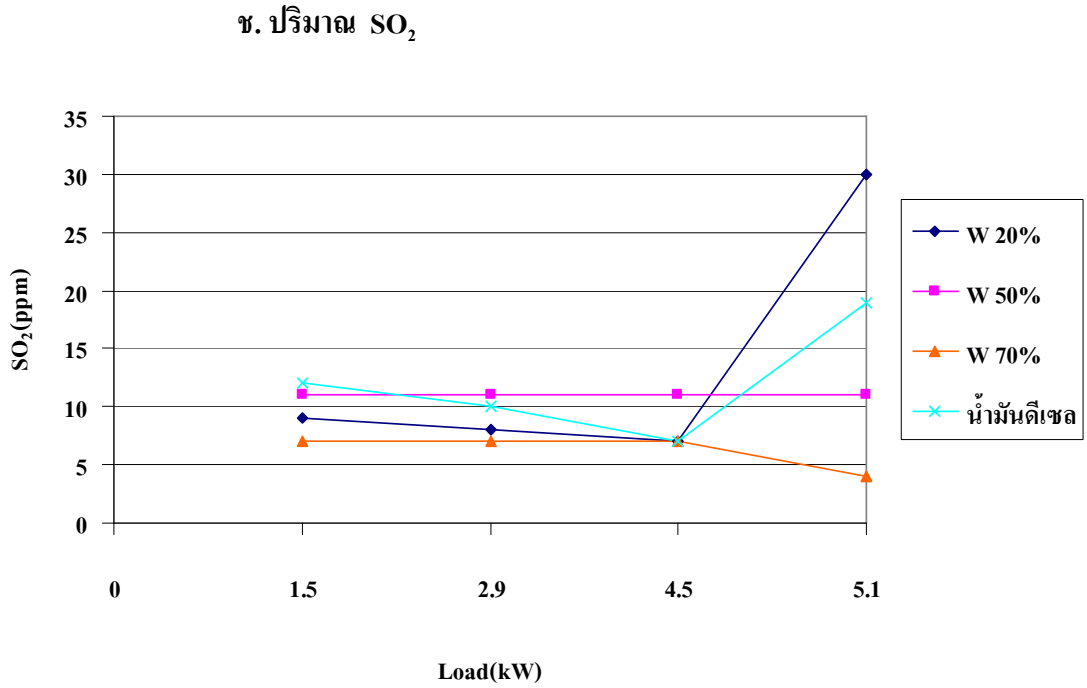
รูปที่ 49 แสดงปริมาณควันดำในก๊าซไอเสีย ที่ภาระเปลี่ยนแปลง เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W20% มีปริมาณควันดำน้อยกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 1.5 เท่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W50% มีปริมาณควันดำมากกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 2.1 เท่า และเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W70% มีปริมาณควันดำน้อยกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 1.3 เท่า

**ฉ. ปริมาณ CO ในก๊าซไอเสีย**




รูปที่ 50 แสดงปริมาณ CO ในก๊าซไอเสีย ที่ภาระเปลี่ยนแปลง ความเร็ว 2200 รอบ / นาที

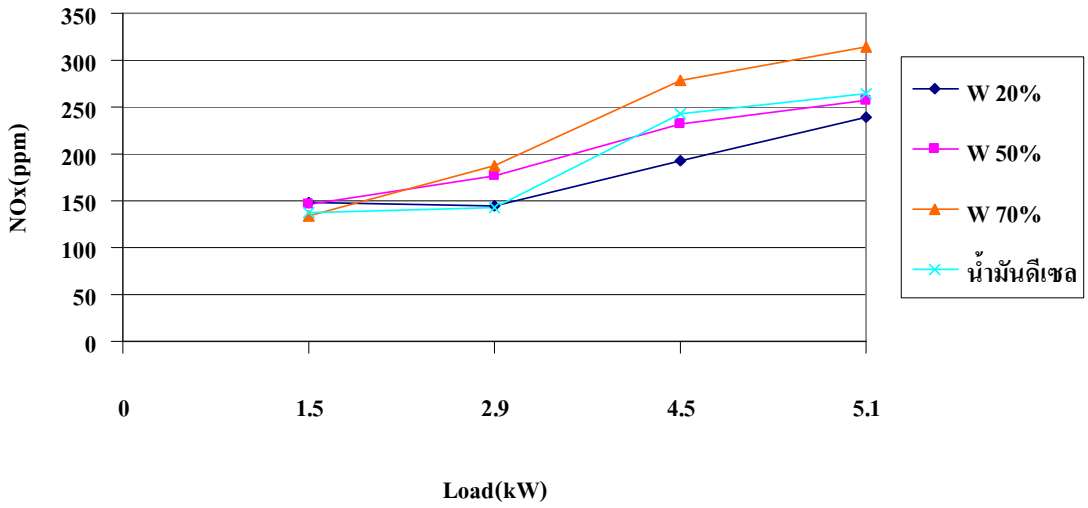
รูปที่ 50 แสดงปริมาณ CO ในก๊าซไอเสีย ที่ภาระเปลี่ยนแปลง เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W20% มีปริมาณ COในก๊าซไอเสียมากกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 3 เท่า เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W50% มีปริมาณ COในก๊าซไอเสียมากกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 4 เท่า เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W70% มีปริมาณ COในก๊าซไอเสียมากกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 1.87 เท่า การเกิด CO นั้นจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับการคลุกเคล้าระหว่างน้ำมันกับอากาศหากมีการคลุกเคล้ากันได้ดี การเผาไหม้ที่ได้จะสมบูรณ์ส่งผลให้ค่า CO มีค่าน้อย หรือในบางครั้งการเกิด CO ที่อาจจะมีสาเหตุมาจาก CO มีระยะสั้นเกินไปที่จะอยู่ในสภาวะสมดุลเคมีเนื่องจากคุณลักษณะเฉพาะของการเผาไหม้ ที่จะต้องระบายก๊าซไอเสียทันที อุณหภูมิและความดันเปลี่ยนแปลง (ลดลง) อย่างทันทีทันใด จึงเป็นการยากที่จะทำให้ค่า CO ของส่วนผสมใดส่วนผสมหนึ่งมีค่าคงที่




รูปที่ 51 แสดงปริมาณ $SO_2$ ในก๊าซไอเสีย ที่ภาระเปลี่ยนแปลง ความเร็ว 2200 รอบ / นาที

รูปที่ 51 แสดงปริมาณ $SO_2$ ในก๊าซไอเสีย ที่ภาระเปลี่ยนแปลง เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W20% มีปริมาณ $SO_2$ในก๊าซไอเสียมากกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 12.5 % เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W50% มีปริมาณ $SO_2$ในก๊าซไอเสียน้อยกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 8.3% เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W70% มีปริมาณ $SO_2$ในก๊าซไอเสียน้อยกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 48 %

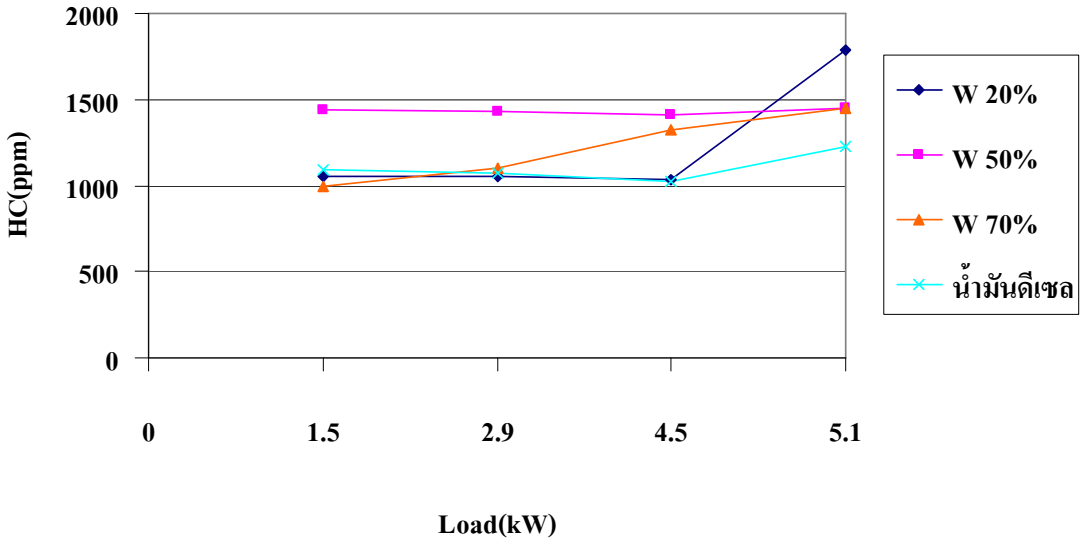
ซ. ปริมาณ $NO_X$




รูปที่ 52 แสดงปริมาณ $NO_X$ ในก๊าซไอเสีย ที่ภาระเปลี่ยนแปลง ความเร็ว 2200 รอบ / นาที

รูปที่ 52 แสดงปริมาณ $NO_X$ ในก๊าซไอเสีย เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W20% มีปริมาณ $NO_X$ ในก๊าซไอเสียน้อยกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 7.6 % เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W50% มีปริมาณ $NO_X$ ในก๊าซไอเสียมากกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 3.3% เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W70% มีปริมาณ $NO_X$ ในก๊าซไอเสียมากกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 16.28%

ฌ. ปริมาณ HC



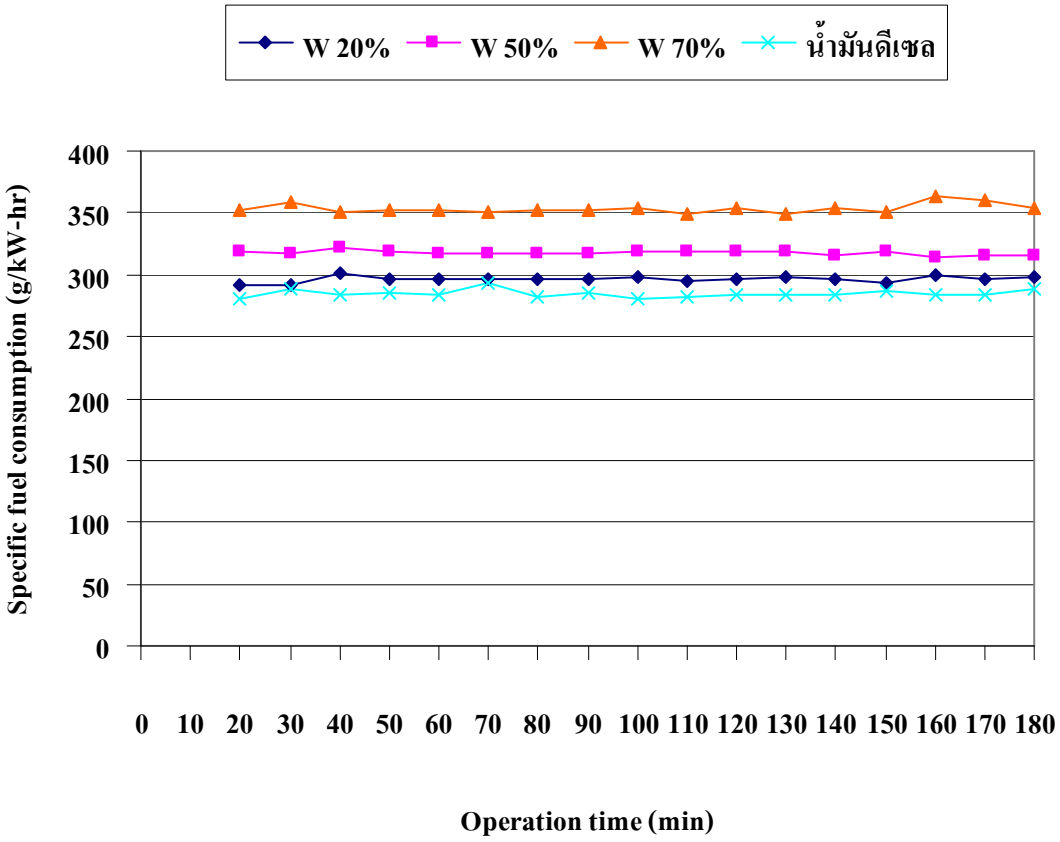

รูปที่ 53 แสดงปริมาณ HC ในก๊าซไอเสีย ที่ภาระเปลี่ยนแปลง ความเร็ว 2200 รอบ / นาที

รูปที่ 53 แสดงปริมาณ HC ในก๊าซไอเสีย ที่ภาระเปลี่ยนแปลง เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W20% มีปริมาณ HC ในก๊าซไอเสียมากกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 11.56% เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W50% มีปริมาณ HC ในก๊าซไอเสียมากกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 30% เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W70% มีปริมาณ HC ในก๊าซไอเสียมากกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 30% HC ที่เกิดจากการเผาไหม้ส่วนใหญ่ มาจากสามทางคือ จากเชื้อเพลิงที่ไม่ได้เผาไหม้จากการแยกสลายด้วยความร้อนของเชื้อเพลิง และประการสุดท้ายมาจากก๊าซไอเสียที่ถูกออกมาจากออกซิไดซ์บางส่วน ซึ่งสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดสาร HC ในระบบการเผาไหม้คือการดับของเปลวไฟเฉพาะจุดทำให้เชื้อเพลิงบางส่วนไม่เกิดการเผาไหม้ หรืออาจเกิดจากการลดอุณหภูมิเฉพาะจุดโดยมีการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงไปกระทบผนังที่เย็นทำให้เชื้อเพลิงไม่เกิดการเผาไหม้ ก็จะทำให้มีสาร HC ออกมาทางท่อไอเสียได้เช่นกัน

**4.3.2 สมรรถนะของเครื่องยนต์ที่ 500 hr**

**4.3.2.1 การทดสอบสมรรถนะที่ภาระคงที่ 4.4 kW ความเร็ว 2200 รอบต่อนาที**

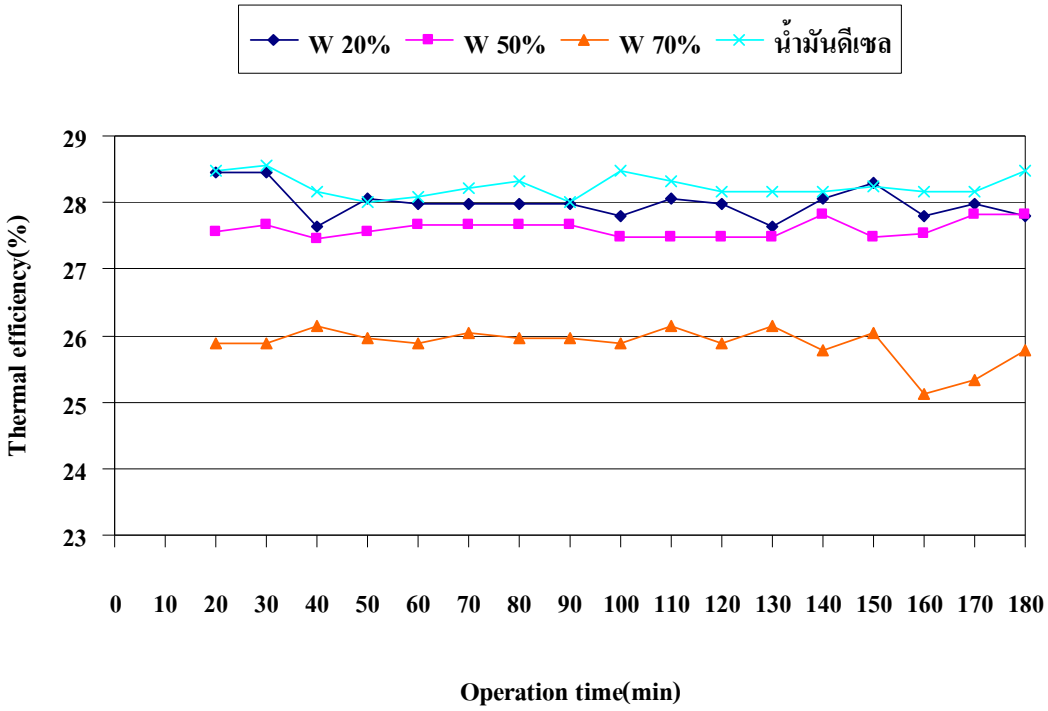
**ก. อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงจำเพาะ**




รูปที่ 54 แสดงอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงจำเพาะ ที่ 500 ชั่วโมงภาระคงที่ 4.4 kW ความเร็ว รอบ 2200 รอบ / นาที

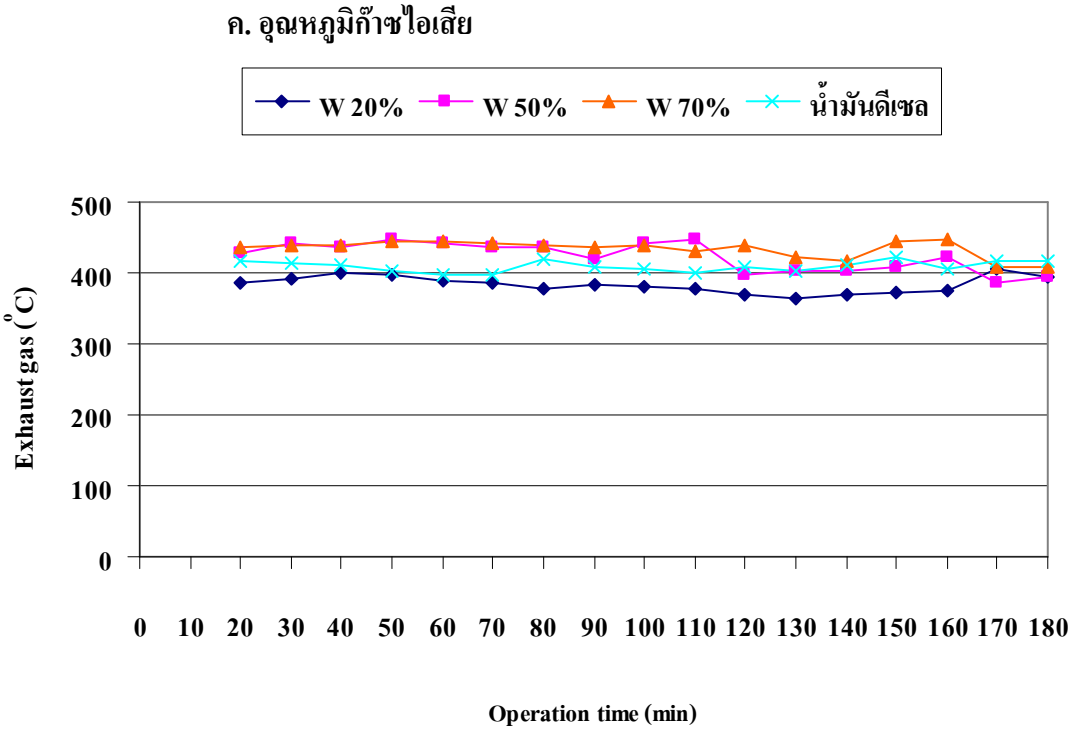
รูปที่ 54 แสดงอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงจำเพาะ ที่ 500 ชั่วโมง เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W20% มีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงมากกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 3.8% เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W50% มีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงมากกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 11.4% เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W70% มีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงมากกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 23.8% เป็นผลมาจากค่าความร้อนของน้ำมันเชื้อเพลิงที่มีค่าแตกต่างกัน

**ข. ประสิทธิภาพเชิงความร้อน**




รูปที่ 55 แสดงประสิทธิภาพเชิงความร้อน ที่ 500 ชั่วโมงภาระคงที่ 4.4 kW ความเร็ว 2200 รอบ / นาที

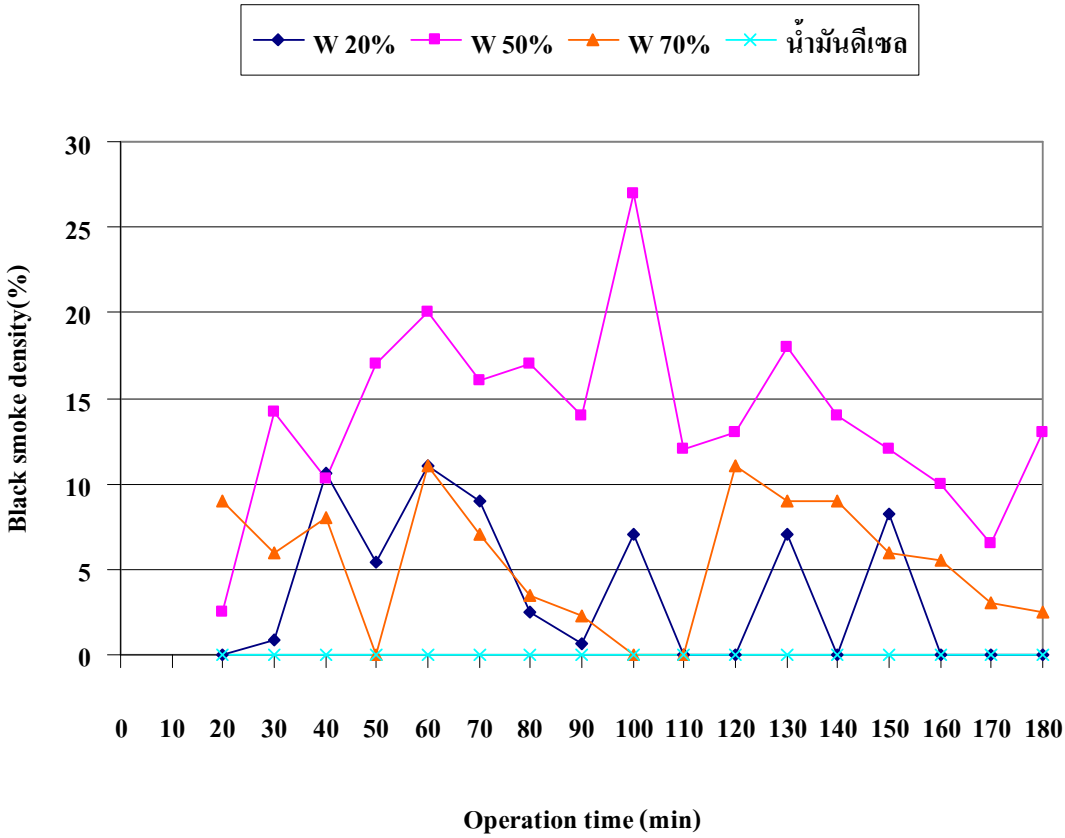
รูปที่ 55 แสดงประสิทธิภาพเชิงความร้อน ที่ 500 ชั่วโมง เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W20% มีประสิทธิภาพเชิงความร้อนมากกว่า เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 0.61% เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W50% มีประสิทธิภาพเชิงความร้อนน้อยกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 2 % และเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W70% มีประสิทธิภาพเชิงความร้อนน้อยกว่า เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 8.14 % เนื่องจากน้ำมันดีเซลเมื่อเกิดการสันดาปแล้วสามารถเปลี่ยนเป็นพลังงานกลได้มากที่สุด ไม่เกิดความร้อนสะสม ส่วนเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสมนั้นเอาพลังจากการสันดาปแล้วมาแปลงเป็นพลังงานกลได้น้อยกว่า




รูปที่ 56 แสดงอุณหภูมิก๊าซไอเสีย ที่ 500 ชั่วโมงภาระคงที่ 4.4 kW ความเร็ว 2200 รอบ/นาที

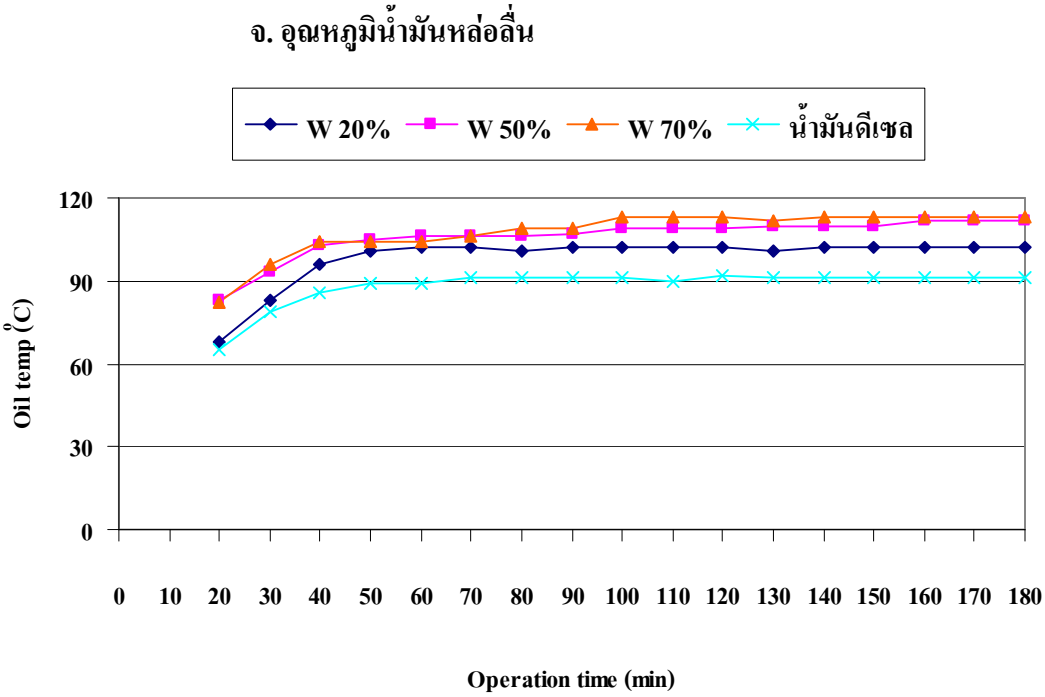
รูปที่ 56 แสดงอุณหภูมิก๊าซไอเสีย ที่ 500 ชั่วโมง เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W20% มีอุณหภูมิก๊าซไอเสียน้อยกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 12.15 % เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W50% มีอุณหภูมิก๊าซไอเสียน้อยกว่ากว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 1.8% เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W70% มีอุณหภูมิก๊าซไอเสียน้อยกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 1.6 %

**ง. ปริมาณควันดำในก๊าซไอเสีย**



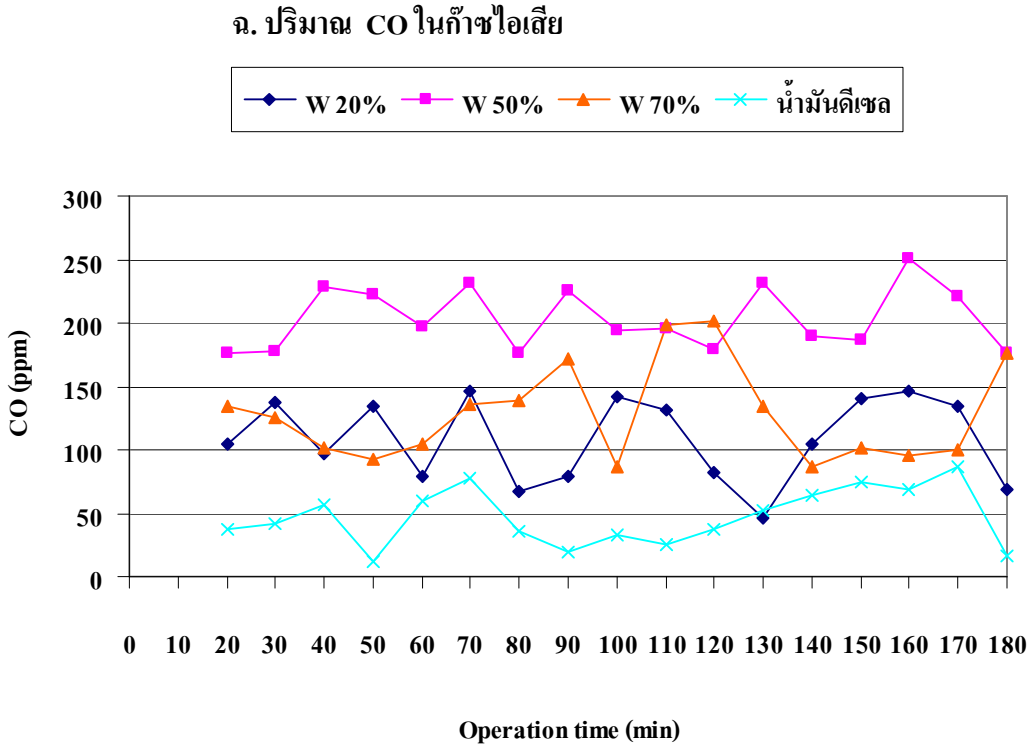

รูปที่ 57 แสดงปริมาณควันดำในก๊าซไอเสีย ที่ 500 ชั่วโมงภาระคงที่ 4.4 kW ความเร็ว 2200 รอบ / นาที

รูปที่ 57 แสดงปริมาณควันดำในก๊าซไอเสีย ที่ 500 ชั่วโมง เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W20% มีปริมาณควันดำมากกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 3.65 เท่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W50% มีปริมาณควันดำมากกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 14 เท่า และเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W70% มีปริมาณควันดำน้อยกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 5.5 เท่า




รูปที่ 58 แสดง อุณหภูมิน้ำมันหล่อลื่นที่ 500 ชั่วโมงภาระคงที่ 4.4 kW ความเร็ว 2200 รอบ / นาที

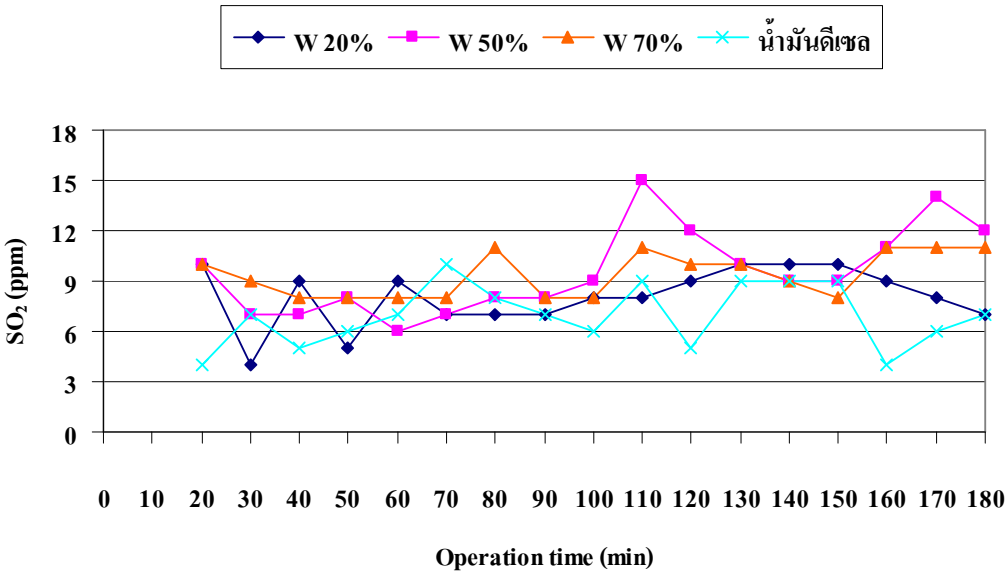
รูปที่ 58 แสดง อุณหภูมิน้ำมันหล่อลื่นที่ 500 ชั่วโมง เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W20% มีอุณหภูมิน้ำมันหล่อลื่นสูงกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 11.36% เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W50% มีอุณหภูมิน้ำมันหล่อลื่นสูงกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 20.45 % เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W70% มีอุณหภูมิน้ำมันหล่อลื่นสูงกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 21.6% ค่าอุณหภูมิน้ำมันหล่อลื่นที่แตกต่างอาจเกิดจากความสกปรกของน้ำมันหล่อลื่น การเผาไหม้ของเครื่องยนต์ตลอดจนระบบระบายความร้อนของเครื่องยนต์




รูปที่ 59 แสดงปริมาณ CO ในก๊าซไอเสีย ที่ 500 ชั่วโมงภาระคงที่ 4.4 kW ความเร็ว 2200 รอบ / นาที

รูปที่ 59 แสดงปริมาณ CO ในก๊าซไอเสีย ที่ 500 ชั่วโมง เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W20% มีปริมาณ COในก๊าซไอเสียมากกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 2.37 เท่า เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W50% มีปริมาณ COในก๊าซไอเสียมากกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 4.3 เท่า เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W70% มีปริมาณ COในก๊าซไอเสียมากกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 2.7 เท่า การเกิด CO นั้นจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับการคลุกเคล้าระหว่างน้ำมันกับอากาศหากมีการคลุกเคล้ากันได้ดี การเผาไหม้ที่ได้จะสมบูรณ์ส่งผลให้ค่า CO มีค่าน้อย หรือในบางครั้งการเกิด CO ที่อาจจะมีสาเหตุมาจาก CO มีระยะสั้นเกินไปที่จะอยู่ในสภาวะสมดุลเคมีเนื่องจากคุณลักษณะเฉพาะของการเผาไหม้ ที่จะต้องระบายก๊าซไอเสียทันที อุณหภูมิและความดันเปลี่ยนแปลง (ลดลง) อย่างทันทีทันใด จึงเป็นการยากที่จะทำให้ค่า CO ของส่วนผสมใดส่วนผสมหนึ่งมีค่าคงที่

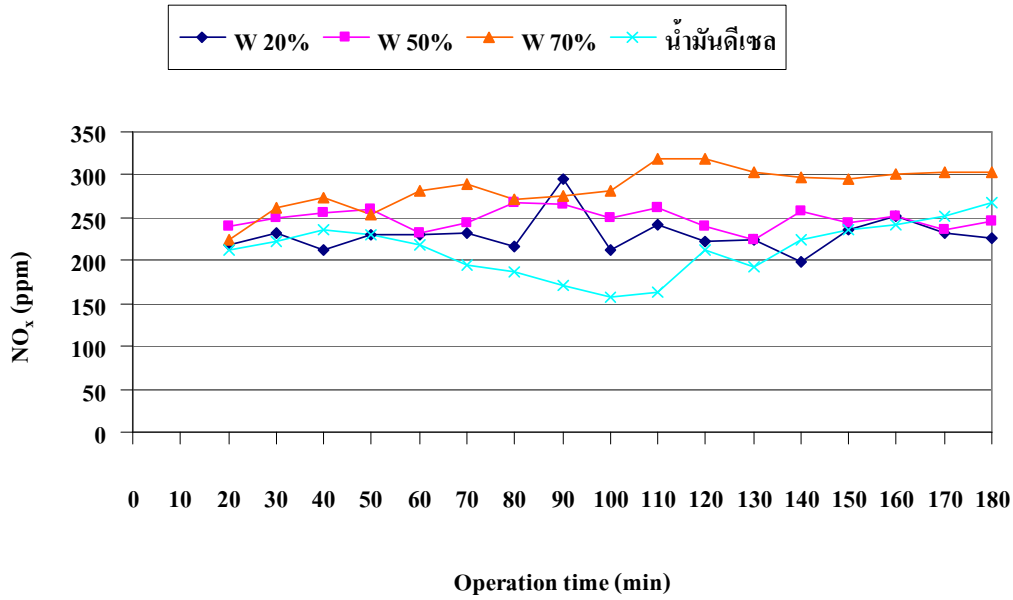
**ช. ปริมาณ $SO_2$**




รูปที่ 60 แสดงปริมาณ $SO_2$ ในก๊าซไอเสีย ที่ 500 ชั่วโมงภาระคงที่ 4.4 kW ความเร็ว 2200 รอบ / นาที

รูปที่ 60 แสดงปริมาณ $SO_2$ ในก๊าซไอเสีย ที่ 500 ชั่วโมง เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W20% มีปริมาณ $SO_2$ในก๊าซไอเสียมากกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 15.9% เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W50% มีปริมาณ $SO_2$ในก๊าซไอเสียน้อยกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 37.7% และเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W70% มีปริมาณ $SO_2$ในก๊าซไอเสียน้อยกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 35.5 %

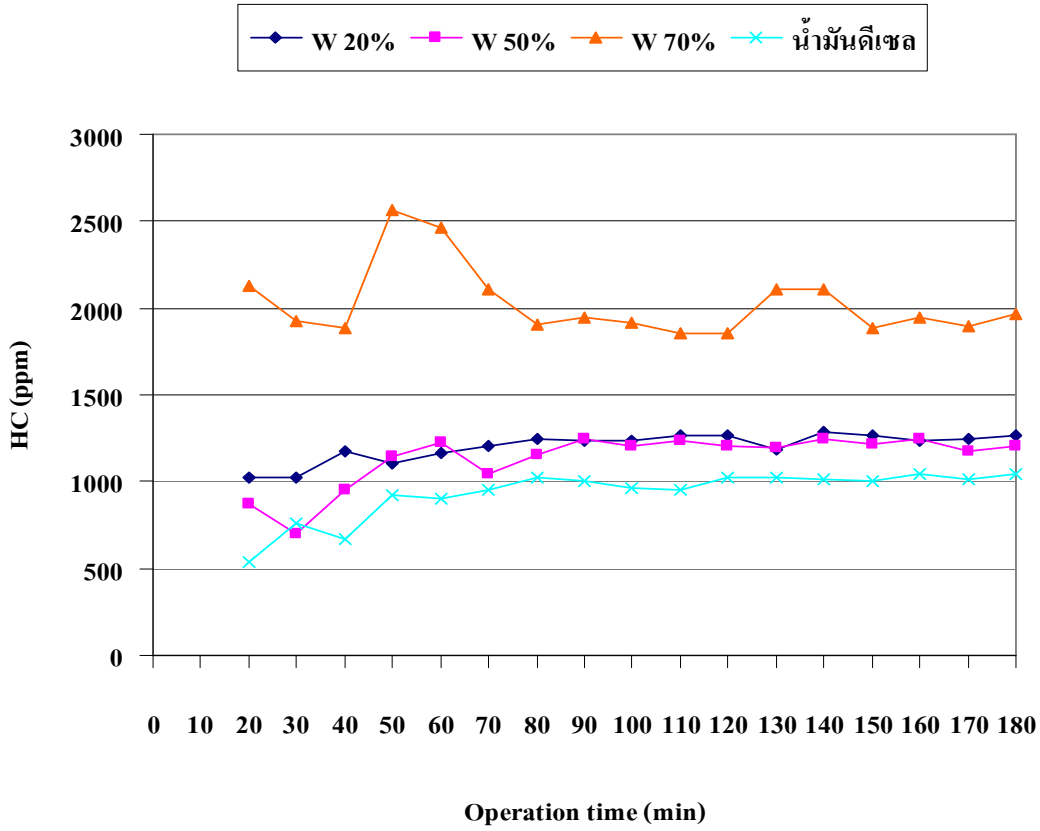
**ซ. ปริมาณ $NO_X$**




รูปที่ 61 แสดงปริมาณ $NO_X$ ในก๊าซไอเสีย ที่ 500 ชั่วโมงภาระคงที่ 4.4 kW ความเร็ว 2200 รอบ / นาที

รูปที่ 61 แสดงปริมาณ $NO_X$ ในก๊าซไอเสีย ที่ 500 ชั่วโมงเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W20% มีปริมาณ $NO_X$ ในก๊าซไอเสียน้อยกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 8 % เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W50% มีปริมาณ $NO_X$ ในก๊าซไอเสียมากกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 16.4 % เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W70% มีปริมาณ $NO_X$ ในก๊าซไอเสียมากกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 33.8 %

ฌ. ปริมาณ HC

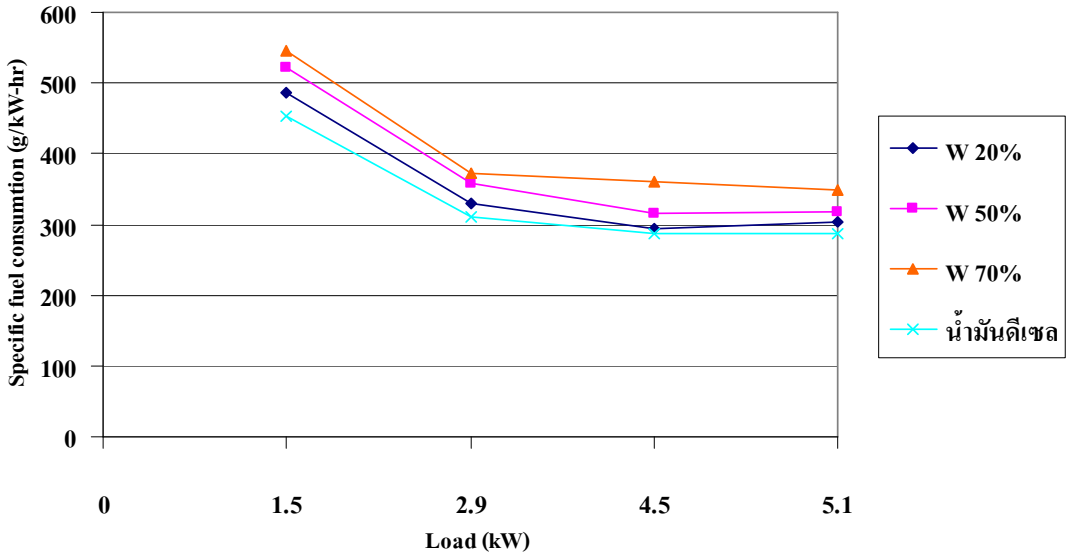



รูปที่ 62 แสดงปริมาณ HC ในก๊าซไอเสีย ที่ 500 ชั่วโมงภาระคงที่ 4.4 kW ความเร็ว 2200 รอบ / นาที

รูปที่ 62 แสดงปริมาณ HC ในก๊าซไอเสีย ที่ 500 ชั่วโมง เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W20% มีปริมาณ HC ในก๊าซไอเสียมากกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 30.4% เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W50% มีปริมาณ HC ในก๊าซไอเสียมากกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 23.1% เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W70% มีปริมาณ HC ในก๊าซไอเสียมากกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 119.8%

**4.3.2.2 การทดสอบสมรรถนะที่ 500 ชั่วโมง ภาระเปลี่ยนแปลง ความเร็ว 2200 รอบต่อนาที**

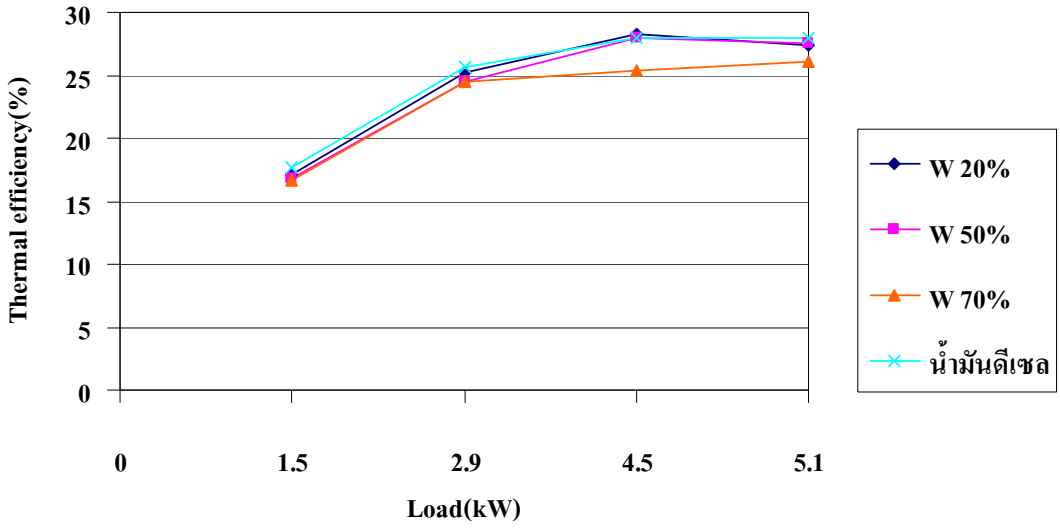
**ก. อัตราการสิ้นเปลือง**




รูปที่ 63 แสดงอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงจำเพาะที่ 500 ชั่วโมงภาระเปลี่ยนแปลง ความเร็ว รอบ 2200 รอบ / นาที

รูปที่ 63 แสดงอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงจำเพาะที่ 500 ชั่วโมงภาระเปลี่ยนแปลง เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W20%มีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงมากกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 5.52% เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W50% มีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงมากกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 13.12 % เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W70% มีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงมากกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 21.8 % เป็นผลมาจากค่าความร้อนของน้ำมันเชื้อเพลิงที่มีค่าแตกต่างกัน

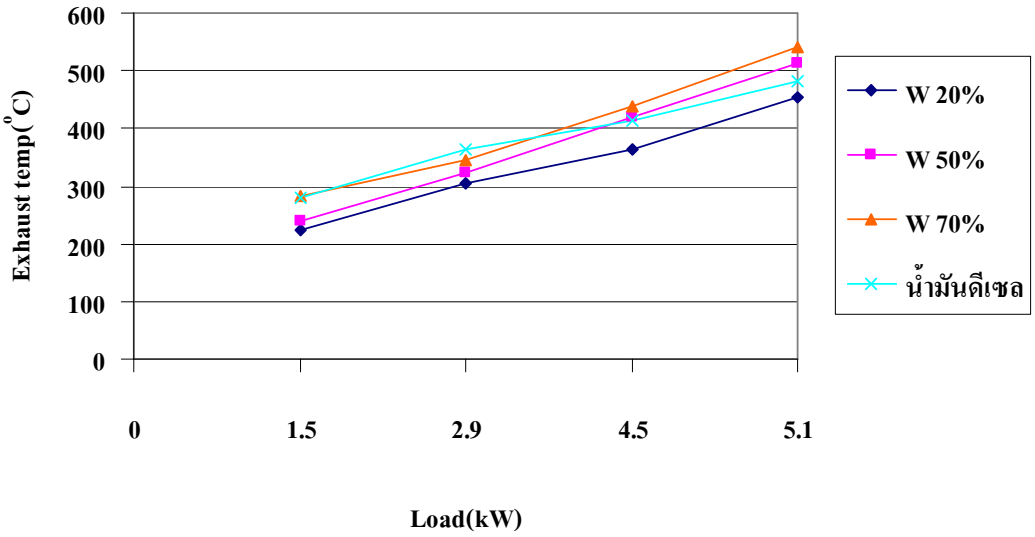
**ข. ประสิทธิภาพเชิงความร้อน**




รูปที่ 64 แสดงประสิทธิภาพทางความร้อนที่ 500 ชั่วโมงภาระเปลี่ยนแปลง ความเร็ว 2200 รอบ / นาที

รูปที่ 64 แสดงประสิทธิภาพทางความร้อนที่ 500 ชั่วโมงภาระเปลี่ยนแปลง เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W20% มีประสิทธิภาพเชิงความร้อนมากกว่า เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 1.35% เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W50% มีประสิทธิภาพเชิงความร้อนน้อยกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 2.5 % และเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W70% มีประสิทธิภาพเชิงความร้อนน้อยกว่า เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 7 % เนื่องจากน้ำมันดีเซลเมื่อเกิดการสันดาปแล้วสามารถเปลี่ยนเป็นพลังงานกลได้มากที่สุด ไม่เกิดความร้อนสะสม ส่วนเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสมนั้นเอาพลังจากการสันดาปแล้วมาแปลงเป็นพลังงานกลได้น้อยกว่า

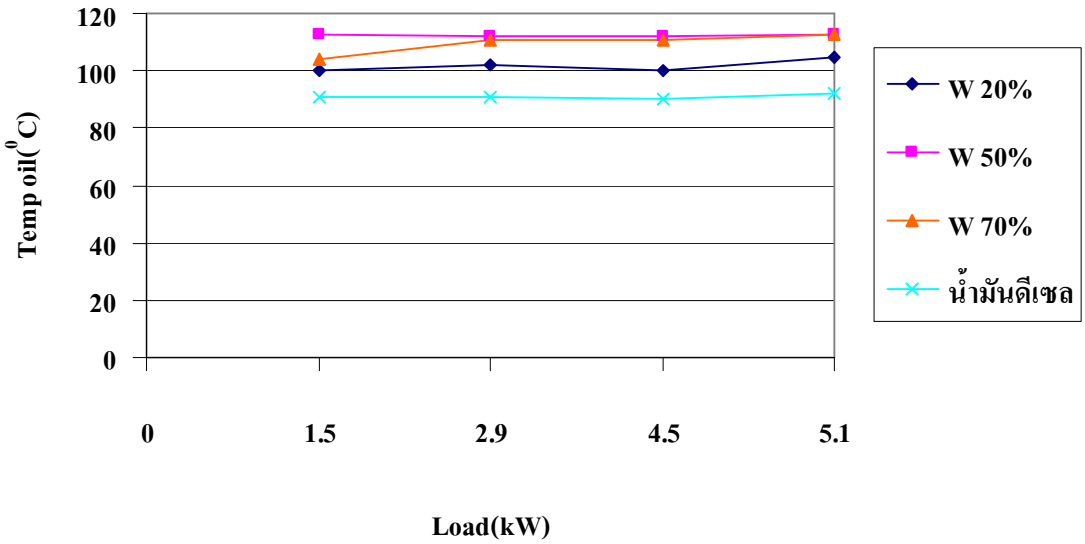
**ค. อุณหภูมิก๊าซไอเสีย**




รูปที่ 65 แสดงอุณหภูมิไอเสีย ที่ 500 ชั่วโมงภาระเปลี่ยนแปลง ความเร็ว 2200 รอบ / นาที

รูปที่ 65 แสดงอุณหภูมิไอเสีย ที่ 500 ชั่วโมงภาระเปลี่ยนแปลง เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W20% มีอุณหภูมิก๊าซไอเสียน้อยกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 12.47% เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W50% มีอุณหภูมิก๊าซไอเสียมากกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 3.90 % เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W70% มีอุณหภูมิก๊าซไอเสียมากกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 4.31 %

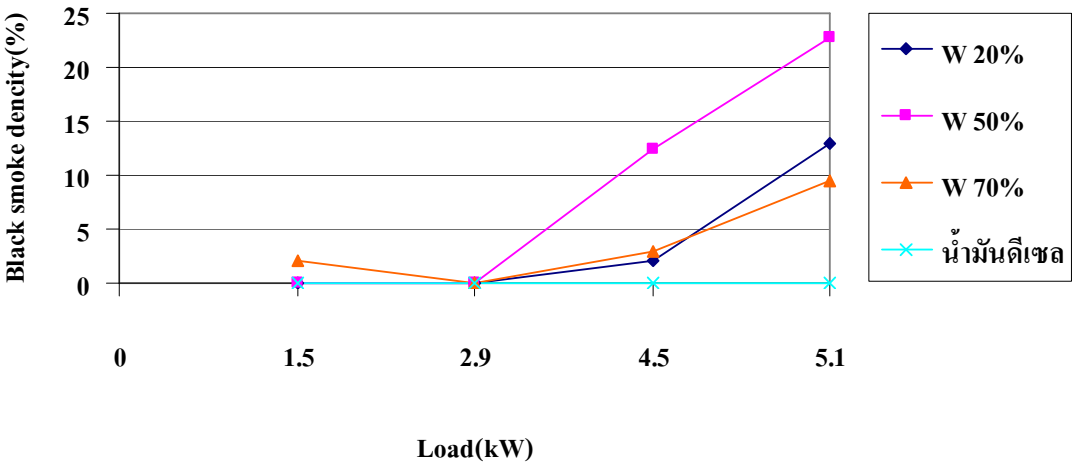
**ง. อุณหภูมิน้ำมันหล่อลื่น**




รูปที่ 66 แสดงอุณหภูมิน้ำมันหล่อลื่น ที่ 500 ชั่วโมงภาระเปลี่ยนแปลง ความเร็ว 2200 รอบ / นาที

รูปที่ 66 แสดงอุณหภูมิน้ำมันหล่อลื่น ที่ 500 ชั่วโมงภาระเปลี่ยนแปลง เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W20% มีอุณหภูมิน้ำมันหล่อลื่นสูงกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 11% เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W50% มีอุณหภูมิน้ำมันหล่อลื่นสูงกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 23.63% เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W70% มีอุณหภูมิน้ำมันหล่อลื่นสูงกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 22.25% ค่าอุณหภูมิน้ำมันหล่อลื่นที่แตกต่างอาจเกิดจากความสกปรกของน้ำมันหล่อลื่น การเผาไหม้ของเครื่องยนต์ตลอดจนระบบระบายความร้อนของเครื่องยนต์

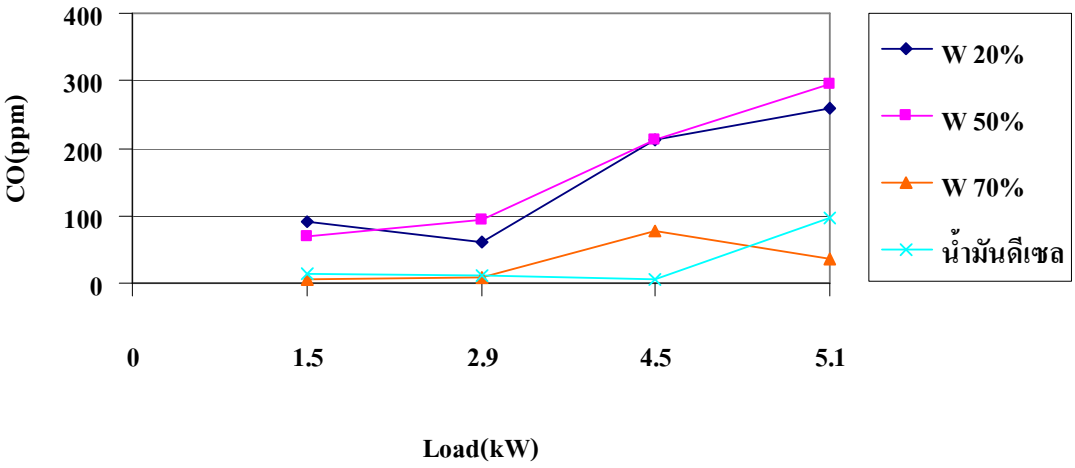
**จ. ปริมาณควันดำในก๊าซไอเสีย**




รูปที่ 67 แสดงปริมาณควันดำ ที่ 500 ชั่วโมงภาระเปลี่ยนแปลง ความเร็ว 2200 รอบ / นาที

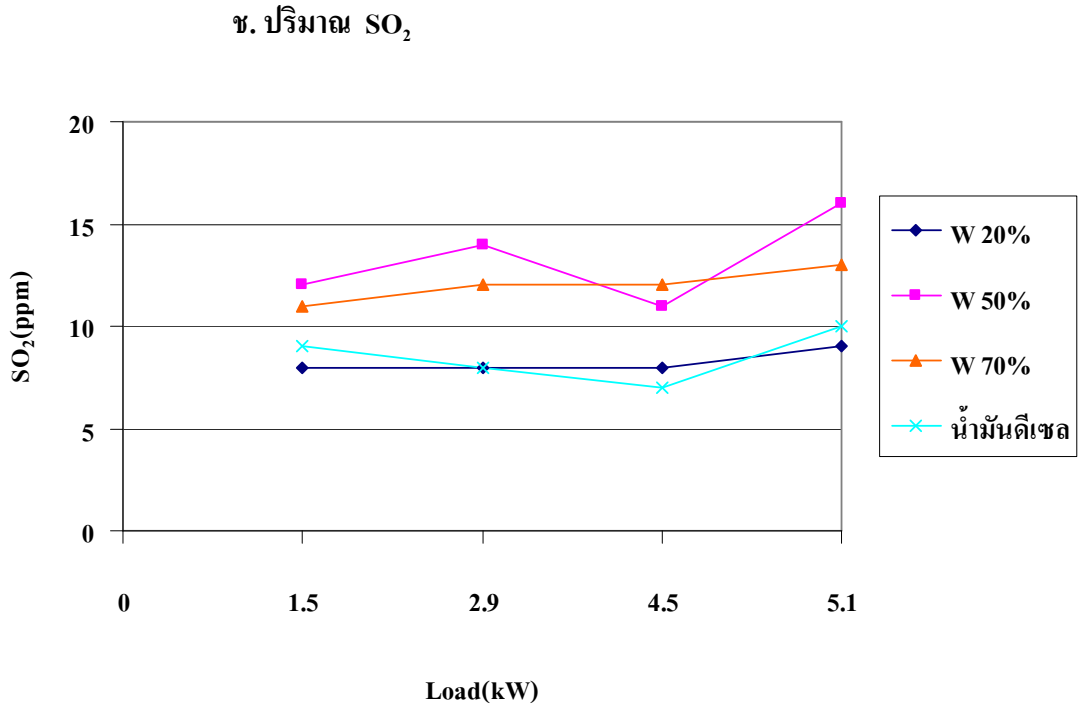
รูปที่ 67 แสดงปริมาณควันดำ ที่ 500 ชั่วโมงภาระเปลี่ยนแปลง เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W20% มีปริมาณควันดำมากกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 3.77 เท่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W50% มีปริมาณควันดำมากกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 8.8 เท่า และเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W70% มีปริมาณควันดำน้อยกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 3.6 เท่า

**ฉ. ปริมาณ CO ในก๊าซไอเสีย**




รูปที่ 68 แสดงปริมาณ CO ที่ 500 ชั่วโมงภาระเปลี่ยนแปลง ความเร็ว 2200 รอบ / นาที

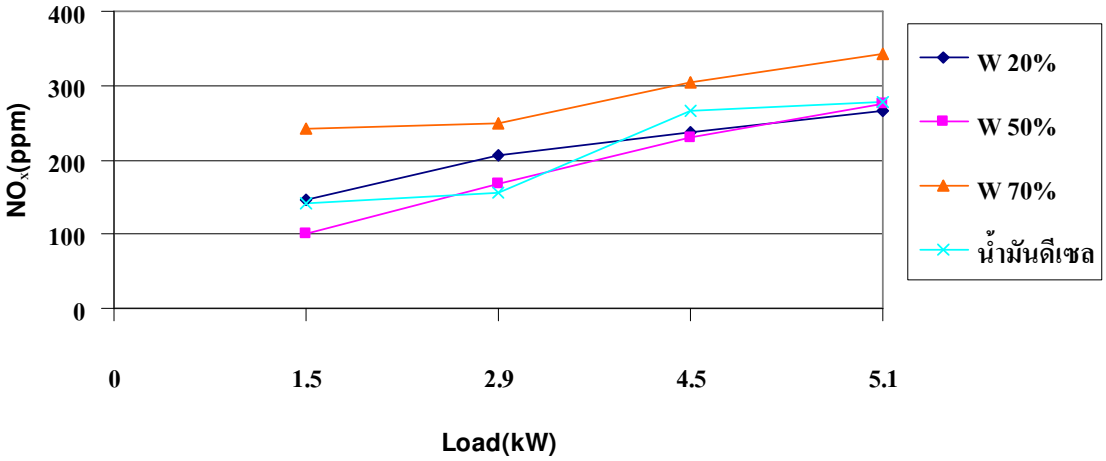
รูปที่ 68 แสดงปริมาณ CO ที่ 500 ชั่วโมงภาระเปลี่ยนแปลง เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W20% มีปริมาณ COในก๊าซไอเสียมากกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 5 เท่า เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W50% มีปริมาณ COในก๊าซไอเสียมากกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 5.36 เท่า เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W70% มีปริมาณ COในก๊าซไอเสียเท่ากับเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล การเกิด CO นั้นจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับการคลุกเคล้าระหว่างน้ำมันกับอากาศหากมีการคลุกเคล้ากันได้ดี การเผาไหม้ที่ได้จะสมบูรณ์ส่งผลให้ค่า CO มีค่าน้อย หรือในบางครั้งการเกิด CO ที่อาจจะมีสาเหตุมาจาก CO มีระยะสั้นเกินไปที่จะอยู่ในสภาวะสมดุลเคมีเนื่องจากคุณลักษณะเฉพาะของการเผาไหม้ ที่จะต้องระบายก๊าซไอเสียทันที อุณหภูมิและความดันเปลี่ยนแปลง (ลดลง) อย่างทันทีทันใด จึงเป็นการยากที่จะทำให้ค่า CO ของส่วนผสมใดส่วนผสมหนึ่งมีค่าคงที่




รูปที่ 69 แสดงปริมาณ $SO_2$ ที่ 500 ชั่วโมงภาระเปลี่ยนแปลง ความเร็ว 2200 รอบ / นาที

รูปที่ 69 แสดงปริมาณ $SO_2$ ที่ 500 ชั่วโมงภาระเปลี่ยนแปลง เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W20% มีปริมาณ $SO_2$ในก๊าซไอเสียน้อยกว่ากว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล2.9 %เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W50% มีปริมาณ $SO_2$ในก๊าซไอเสียมากกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 55.9 % และเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W70% มีปริมาณ $SO_2$ในก๊าซไอเสียมากกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 41.18 %

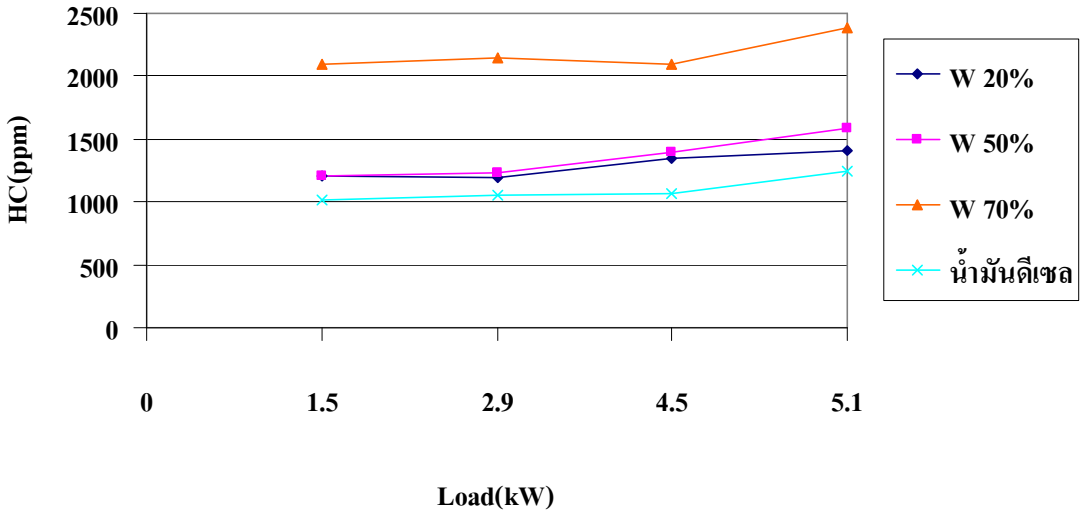
**ซ. ปริมาณ $NO_X$**




รูปที่ 70 แสดงปริมาณ $NO_X$ ที่ 500 ชั่วโมงภาระเปลี่ยนแปลง ความเร็ว 2200 รอบ / นาที

รูปที่ 70 แสดงปริมาณ $NO_X$ ที่ 500 ชั่วโมงภาระเปลี่ยนแปลง เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W20% มีปริมาณ $NO_X$ ในก๊าซไอเสียมากกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 1.4 % เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W50% มีปริมาณ $NO_X$ ในก๊าซไอเสียน้อยกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 8.2 % เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W70% มีปริมาณ $NO_X$ ในก๊าซไอเสียมากกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 35.1 %

ฌ. ปริมาณ HC




รูปที่ 71 แสดงปริมาณ HC ที่ 500 ชั่วโมงภาระเปลี่ยนแปลง ความเร็ว 2200 รอบ / นาที

รูปที่ 71 แสดงปริมาณ HC ที่ 500 ชั่วโมงภาระเปลี่ยนแปลง เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W20% มีปริมาณ HC ในก๊าซไอเสียมากกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 17.53% เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W50% มีปริมาณ HC ในก๊าซไอเสียมากกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 23.47% เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W70% มีปริมาณ HC ในก๊าซไอเสียมากกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 99.5%

**4.4 ผลการสึกหรอของเครื่องยนต์**

ผลการทดสอบการสึกหรอของเครื่องยนต์ ได้มาจากการนำเครื่องยนต์ไปขับกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าโดยใช้หลอดไฟเป็น ภาระ มีขนาด 200 วัตถ์ จำนวน 16 หลอด เดินเครื่องยนต์บนแท่นเครื่องกำเนิดไฟฟ้า จ่ายไฟฟ้าให้กับ แผงไฟซึ่งได้ติดตั้งมิเตอร์วัดกำลังไฟฟ้าที่ใช้ และมิเตอร์วัดชั่วโมงการทำงานของเครื่องยนต์ โดยจะเป็นการเดินเครื่องแบบต่อเนื่อง ครั้งละ 100 ชั่วโมงที่ความเร็ว 2200 รอบต่อนาที ในการทดสอบการสึกหรอแบ่งได้เป็น 2 วิธี คือ

1. วิธีการชั่งน้ำหนักโดยตรง
2. วิธีการวัดระยะปากแหวน

**4.4.1 ผลการสึกหรอของเครื่องยนต์โดยวิธีการชั่งน้ำหนัก**

**4.1.1.1 การสึกหรอของเครื่องยนต์ในชิ้นส่วนที่มีการสัมผัสกับน้ำมันเชื้อเพลิงและชิ้นส่วนที่มีการสัมผัสกันน้ำมันหล่อลื่นโดยตรง**

**ก. ปั๊มแรงดันสูง** (ตารางที่ 2 ) พบว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W20% มีการสึกหรอของปั๊มแรงดันสูงมากกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 1.1 % เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W50% มีการสึกหรอของปั๊มแรงดันสูงมากกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 10.25 % และเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W70% มีการสึกหรอของปั๊มแรงดันสูงมากกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 19 %

**ตารางที่ 2 แสดงน้ำหนักของปั๊มแรงดันสูงที่ก่อนใช้งานและหลังใช้งาน 500 ชั่วโมง**

| น้ำมันเชื้อเพลิง | น้ำหนักก่อนใช้งาน (g) | น้ำหนักหลังใช้งาน 500 ชั่วโมง (g) | ผลต่าง (g) | ผลต่าง (%) |
|---|---|---|---|---|
| น้ำมันดีเซล | 35.1108 | 35.0835 | 0.0273 | - |
| น้ำมันผสม W20% | 35.1184 | 35.0908 | 0.0276 | 1.1 |
| น้ำมันผสม W50% | 35.0116 | 34.9866 | 0.0300 | 10.25 |
| น้ำมันผสม W70% | 35.1175 | 35.0846 | 0.0325 | 19 |

**ข. ชุดหัวฉีด** (ตารางที่ 3 ) พบว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W20% มีการสึกหรอของชุดหัวฉีดมากกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 12.7 % เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม

W50% มีการสึกหรอของชุดหัวฉีดมากกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 17.76 % และเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W70% มีการสึกหรอของปั๊มแรงดันสูงมากกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 24.8 %

**ตารางที่ 3 แสดงน้ำหนักของชุดหัวฉีดที่ก่อนใช้งานและหลังใช้งาน 500 ชั่วโมง**

| น้ำมันเชื้อเพลิง | น้ำหนักก่อนใช้งาน (g) | น้ำหนักหลังใช้งาน 500 ชั่วโมง (g) | ผลต่าง (g) | ผลต่าง (%) |
|---|---|---|---|---|
| น้ำมันดีเซล | 33.0398 | 33.0201 | 0.0197 | - |
| น้ำมันผสม W20% | 33.8037 | 33.7815 | 0.0222 | 12.7 |
| น้ำมันผสม W50% | 33.9711 | 33.9479 | 0.0232 | 17.76 |
| น้ำมันผสม W70% | 33.6563 | 33.6317 | 0.0246 | 24.8 |

**ค. แบริ่งก้านสูบ** (ตารางที่ 4 ) พบว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W20% มีการสึกหรอของแบริ่งก้านสูบมากกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 11 % เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W50% มีการสึกหรอของแบริ่งก้านสูบมากกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 17 %เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W70% มีการสึกหรอของแบริ่งก้านสูบมากกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 20 %

**ตารางที่ 4 แสดงน้ำหนักของแบริ่งก้านสูบที่ก่อนใช้งานและหลังใช้งาน 500 ชั่วโมง**

| น้ำมันเชื้อเพลิง | น้ำหนักก่อนใช้งาน (g) | น้ำหนักหลังใช้งาน 500 ชั่วโมง (g) | ผลต่าง (g) | ผลต่าง (%) |
|---|---|---|---|---|
| น้ำมันดีเซล | 30.8453 | 30.8295 | 0.0158 | - |
| น้ำมันผสม W20% | 30.8063 | 30.7887 | 0.0176 | 11 |
| น้ำมันผสม W50% | 30.6588 | 30.5492 | 0.0186 | 17 |
| น้ำมันผสม W70% | 30.5370 | 30.5139 | 0.0191 | 20 |

**4.1.1.2 การสึกหรอของแหวนลูกสูบ**

**ก. แหวนอัดตัวที่ 1** (ตารางที่ 5 ) พบว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W20% มีการสึกหรอของแหวนอัดตัวที่ 1 มากกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 7.3 % เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W50% มีการสึกหรอของแหวนอัดตัวที่ 1 มากกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 17 % เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W70% มีการสึกหรอของแหวนอัดตัวที่ 1 มากกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 23.7 %

**ตารางที่ 5 แสดงน้ำหนักของแหวนอัดตัวที่ 1 ก่อนใช้งานและหลังใช้งาน 500 ชั่วโมง**

| น้ำมันเชื้อเพลิง | น้ำหนักก่อนใช้งาน (g) | น้ำหนักหลังใช้งาน 500 ชั่วโมง (g) | ผลต่าง (g) | ผลต่าง (%) |
|---|---|---|---|---|
| น้ำมันดีเซล | 12.6736 | 12.6082 | 0.0654 | - |
| น้ำมันผสม W20% | 12.6012 | 12.5310 | 0.0702 | 7.3 |
| น้ำมันผสม W50% | 12.7532 | 12.6767 | 0.0765 | 17 |
| น้ำมันผสม W70% | 12.7299 | 12.6490 | 0.0809 | 23.7 |

**ข. แหวนอัดตัวที่ 2** (ตารางที่ 6 ) พบว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W20% มีการสึกหรอของแหวนอัดตัวที่ 2 มากกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 5.51 % เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W50% มีการสึกหรอของแหวนอัดตัวที่ 2 มากกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 15.11 % เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W70% มีการสึกหรอของแหวนอัดตัวที่ 2 มากกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 32.43 %

**ตารางที่ 6 แสดงน้ำหนักของแหวนอัดตัวที่ 2 ก่อนใช้งานและหลังใช้งาน 500 ชั่วโมง**

| น้ำมันเชื้อเพลิง | น้ำหนักก่อนใช้งาน (g) | น้ำหนักหลังใช้งาน 500 ชั่วโมง (g) | ผลต่าง (g) | ผลต่าง (%) |
|---|---|---|---|---|
| น้ำมันดีเซล | 12.9953 | 12.8014 | 0.1939 | - |
| น้ำมันผสม W20% | 12.9152 | 12.7106 | 0.2046 | 5.51 |
| น้ำมันผสม W50% | 12.9290 | 12.7058 | 0.2232 | 15.11 |
| น้ำมันผสม W70% | 12.9402 | 12.6834 | 0.2580 | 32.43 |

**ค. แหวนอัดตัวที่ 3** (ตารางที่ 7 ) พบว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W20% มีการสึกหรอของแหวนอัดตัวที่ 3 มากกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 11 % เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W50% มีการสึกหรอของแหวนอัดตัวที่ 3 มากกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 13.8 % เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W70% มีการสึกหรอของแหวนอัดตัวที่ 3 มากกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 24 %

**ตารางที่ 7 แสดงน้ำหนักของแหวนอัดตัวที่ 3 ก่อนใช้งานและหลังใช้งาน 500 ชั่วโมง**

| น้ำมันเชื้อเพลิง | น้ำหนักก่อนใช้งาน (g) | น้ำหนักหลังใช้งาน 500 ชั่วโมง (g) | ผลต่าง (g) | ผลต่าง (%) |
|---|---|---|---|---|
| น้ำมันดีเซล | 12.1046 | 11.9883 | 0.1063 | - |
| น้ำมันผสม W20% | 12..2720 | 12.1538 | 0.1182 | 11 |
| น้ำมันผสม W50% | 11.9660 | 11.8450 | 0.1210 | 13.8 |
| น้ำมันผสม W70% | 11.9451 | 11.8131 | 0.1320 | 24 |

**ง. แหวนน้ำมัน** (ตารางที่ 8 ) พบว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W20%มีการสึกหรอของแหวนน้ำมัน มากกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 13.4 % เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W50% มีการสึกหรอของแหวนน้ำมัน มากกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 16.7 % เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W70% มีการสึกหรอของแหวนน้ำมัน มากกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 21.5 %

**ตารางที่ 8 แสดงน้ำหนักของแหวนน้ำมัน ก่อนใช้งานและหลังใช้งาน 500 ชั่วโมง**

| น้ำมันเชื้อเพลิง | น้ำหนักก่อนใช้งาน (g) | น้ำหนักหลังใช้งาน 500 ชั่วโมง (g) | ผลต่าง (g) | ผลต่าง (%) |
|---|---|---|---|---|
| น้ำมันดีเซล | 21.2960 | 26.2630 | 0.0330 | - |
| น้ำมันผสม W20% | 20.8638 | 20.8262 | 0.0376 | 13.4 |
| น้ำมันผสม W50% | 21.0596 | 21.0211 | 0.0385 | 16.7 |
| น้ำมันผสม W70% | 21.1620 | 21.1219 | 0.0401 | 21.5 |

**4.4.2 ผลการสึกหรอของปากแหวนโดยวิธีวัดระยะห่างของปากแหวน**

โดยมาตรฐานของเครื่องยนต์ คูโบต้า ET 80 ที่ใช้ในการทดสอบครั้งนี้นั้นกำหนดระยะปากแหวนของเครื่องจะต้องไม่เกิน 1.2 มิลลิเมตร ซึ่งตัวระยะปากแหวนจะเป็นตัวบอกถึงกำลังอัดของเครื่องยนต์ ในการทดสอบทำการทดสอบประมาณ 500 hr

**ตารางที่ 9 แสดงระยะของปากแหวนของเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซลและน้ำมันผสม W20% เมื่อครบ 500 ชั่วโมง**

| **แหวนลูกสูบ** | **ค่ามาตรฐาน (มิลลิเมตร)** | **สึกหรอไม่เกิน (มิลลิเมตร)** | **เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล (มิลลิเมตร)** | **เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม1 (มิลลิเมตร)** |
|---|---|---|---|---|
| แหวนอัดตัวที่ 1 | 0.2-0.4 | 1.2 | 0.482 | 0.508 |
| แหวนอัดตัวที่ 2 | 0.2-0.4 | 1.2 | 0.711 | 0.732 |
| แหวนอัดตัวที่ 3 | 0.2-0.4 | 1.2 | 0.711 | 0.756 |
| แหวนน้ำมัน | 0.2-0.4 | 1.2 | 0.586 | 0.612 |

**ตารางที่ 10 แสดงระยะของปากแหวนของเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W50% และน้ำมันผสม W70% เมื่อครบ 500 ชั่วโมง**

| แหวนลูกสูบ | ค่ามาตรฐาน (มิลลิเมตร) | สึกหรอไม่เกิน (มิลลิเมตร) | เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม2 (มิลลิเมตร) | เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม3 (มิลลิเมตร) |
|---|---|---|---|---|
| แหวนอัดตัวที่ 1 | 0.2-0.4 | 1.2 | 0.533 | 0.552 |
| แหวนอัดตัวที่ 2 | 0.2-0.4 | 1.2 | 0.797 | 0.837 |
| แหวนอัดตัวที่ 3 | 0.2-0.4 | 1.2 | 0.788 | 0.811 |
| แหวนน้ำมัน | 0.2-0.4 | 1.2 | 0.621 | 0.621 |

จากตารางที่ 9 จะเห็นว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W20% แหวนอัดตัวที่ 1 สึกหรอมากกว่าเครื่องยนต์ดีเซล 5.4 % แหวนอัดตัวที่ 2 สึกหรอมากกว่าเครื่องยนต์ดีเซล 3 % แหวนอัดตัวที่ 3 สึกหรอมากกว่าเครื่องยนต์ดีเซล 6.3 % แหวนน้ำมันสึกหรอมากกว่าเครื่องยนต์ดีเซล 4.4 %

จากตารางที่ 10 จะเห็นว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W50% แหวนอัดตัวที่ 1 สึกหรอมากกว่าเครื่องยนต์ดีเซล 10.6 % แหวนอัดตัวที่ 2 สึกหรอมากกว่าเครื่องยนต์ดีเซล 12.1 % แหวนอัดตัวที่ 3 สึกหรอมากกว่าเครื่องยนต์ดีเซล 10.8 % แหวนน้ำมันสึกหรอมากกว่าเครื่องยนต์ดีเซล 6 %

จากตารางที่ 10 จะเห็นว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W70% แหวนอัดตัวที่ 1 สึกหรอมากกว่าเครื่องยนต์ดีเซล 14.5 % แหวนอัดตัวที่ 2 สึกหรอมากกว่าเครื่องยนต์ดีเซล 18 % แหวนอัดตัวที่ 3 สึกหรอมากกว่าเครื่องยนต์ดีเซล 14 % แหวนน้ำมันสึกหรอมากกว่าเครื่องยนต์ดีเซล 6 %

จากผลการทดสอบจะเห็นได้ว่าการสึกหรอที่เกิดขึ้นกับปากแหวนนั้นพบว่าแหวนตัวที่ 1 จะมีการสึกหรอน้อยที่สุดเนื่องจากแหวนตัวที่ 1 มีการเคลือบผิวเพื่อลดแรงเสียดทานและป้องกันการสึกหรอจากการเสียดสี ส่วนแหวนตัวที่ 2 และ ตัวที่ 3 จะมีการสึกหรอของปากแหวนมากที่สุด

**4.5 การเดินเครื่องยนต์ในสภาพใช้งานเพื่อหาการสึกหรอ**

โดยนำเครื่องยนต์ไปขับเครื่องกำเนิดไฟ ที่ 75% ของกำลังสูงสุดที่เครื่องยนต์ทำได้ โดยมีความเร็ว 2200 รอบต่อนาที

**4.5.1 การเดินเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิงในช่วง 0-500 ชั่วโมง**

การสตาร์ท การเดินเครื่องความเร็วของรอบเครื่องมีความราบเรียบการเดินเครื่องเดินได้เป็นปกติ

**4.5.2 การเดินเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W20% ในช่วง 0 - 500 ชั่วโมง**

การสตาร์ท ความเร็วของเครื่องยนต์ มีความราบเรียบเช่นเดียวกับดีเซล

**4.5.3 การเดินเครื่องที่ใช้น้ำมันผสม W50% ในช่วง 0 – 500 ชั่วโมง**

การสตาร์ท ต้องใช้ความเร็วในการสตาร์ทมากกว่าดีเซล ส่วนในด้านรอบของเครื่องยนต์ไม่เรียบเหมือนดีเซล

**4.5.4 การเดินเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสม W70% ในช่วง 0 - 500 ชั่วโมง**

การสตาร์ท สตาร์ทค่อนข้างยาก ต้องใช้ความเร็วที่สูงกว่าน้ำมันผสม 2 ความราบเรียบของเครื่องไม่ราบเรียบมีการกระตุกบ้างบางครั้ง และในบางครั้งก็มีควันขาวออกมาเป็นก้อน แต่เครื่องก็สามารถทำงานจนครบตามกำหนดทุกครั้ง