บทที่ 6

สรุปผล และข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผล

จากผลการทดสอบส่วนผสมสรุปได้ว่าส่วนผสมที่เหมาะสมที่สุด สำหรับน้ำมันดีเซลทางเลือกอยู่ที่อัตราส่วนน้ำมันเตา ร้อยละ30 ซึ่งผ่านการอุ่นให้มีอุณหภูมิ 70°C ผสมกับเคโรซีน ร้อยละ 70 ซึ่งเป็นอัตราส่วนผสมที่น้ำมันเป็นเนื้อเดียวกัน ปริมาณการเกิดไขและตะกอนน้อย อีกทั้งยังสามารถใช้ได้เป็นระยะเวลายาว

6.1.1 เปรียบเทียบผลระหว่างการใช้น้ำมันดีเซลทางเลือกกับน้ำมันดีเซลต่อสมรรถนะของเครื่องยนต์ IDI

1. การใช้น้ำมันดีเซลทางเลือกให้ค่าแรงบิดเบรกสูงสุดในแต่ละความเร็วรอบใกล้เคียงกับค่าแรงบิดสูงสุดที่ได้จากการใช้น้ำมันดีเซล โดยมีค่าแรงบิดเบรกต่างกันสูงสุด ร้อยละ2.50
2. ที่สภาวะภาระสูงสุด น้ำมันดีเซลทางเลือกให้อัตราสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะที่สูงกว่าค่าที่ได้จากน้ำมันดีเซล ในทุกความเร็วรอบ
3. ที่สภาวะภาระบางส่วน ค่าอัตราสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะมีค่าที่สูงกว่าค่าที่ได้จากการใช้น้ำมันดีเซลในหลายจุดทดสอบ
4. ที่สภาวะภาระสูงสุด พบว่าประสิทธิภาพการเปลี่ยนพลังงานเชื้อเพลิงจำเพาะที่ได้จากการใช้น้ำมันดีเซลทางเลือกมีค่าใกล้เคียงกับค่าจากการใช้น้ำมันดีเซล โดยในบางจุดทดสอบมีค่าต่ำกว่าค่าประสิทธิภาพจากการใช้น้ำมันดีเซลเล็กน้อย
5. ที่สภาวะภาระบางส่วน พบว่าประสิทธิภาพการเปลี่ยนพลังงานเชื้อเพลิงจำเพาะที่ได้จากการใช้น้ำมันดีเซลทางเลือกมีค่าต่ำกว่าค่าจากการใช้น้ำมันดีเซลอย่างชัดเจน โดยเฉพาะในช่วงภาระสูง
6. อุณหภูมิไอเสียจากการใช้น้ำมันดีเซลทางเลือก พบว่ามีค่าใกล้เคียงกับค่าจากการใช้น้ำมันดีเซล ทั้งที่สภาวะภาระสูง และ สภาวะภาระบางส่วน
7. ค่าควันดำจากการใช้น้ำมันดีเซลทางเลือกมีค่าสูงกว่าค่าควันดำจากการใช้น้ำมันดีเซลทั้งที่สภาวะภาระสูง และ สภาวะภาระบางส่วน โดยเชื้อเพลิงทั้งสองมีแนวโน้มคล้ายกันคือที่สภาวะภาระบางส่วนค่าควันดำมีค่าเพิ่มขึ้นตามแรงบิดเบรกที่เพิ่มขึ้นและน้อยลงตามความเร็วรอบที่เพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน

6.1.2 ผลจากการนำน้ำมันดีเซลทางเลือกมาใช้ในเครื่องยนต์อย่างต่อเนื่องภายใต้ภาระจำลอง

1. ค่าแรงบิดเบรกหลังผ่านการทดสอบความทนทานนาน 320 ชั่วโมง มีค่าลดลงในทุกความเร็วรอบ โดยมีค่าลดลงระหว่าง 1.37 - 5.92 N-m คิดเป็นร้อยละความแตกต่างอยู่ที่ร้อยละ 3.79 - 14.6
2. อัตราสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะหลังผ่านการทดสอบความทนทานนาน 320 ชั่วโมง พบว่าสูงขึ้นอย่างชัดเจนในทุกความเร็วรอบ โดยมีค่าเพิ่มขึ้นระหว่าง 0.22 – 1.85 MJ/kW-hr คิดเป็นร้อยละความแตกต่างอยู่ที่ ร้อยละ1.59 - 12.95
3. ประสิทธิภาพการเปลี่ยนพลังงานเชื้อเพลิงเบรกหลังผ่านการทดสอบความทนทานนาน 320 ชั่วโมงมีค่าลดลง โดยแนวโน้มเดียวกับค่าอัตราสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ
4. อุณหภูมิไอเสียหลังผ่านการทดสอบความทนทานมีค่าสูงขึ้นในทุกความเร็วรอบที่สภาวะภาระบางส่วน และมีค่าใกล้เคียงกับค่าก่อนการทดสอบความทนทานที่สภาวะภาระสูงสุด
5. ค่าควันดำระหว่างการทดสอบความทนทานมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นตามอายุการใช้งานที่เพิ่มขึ้น ส่วนค่าควันดำหลังทดสอบความทนทานพบว่า มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนที่ทุกความเร็วรอบ โดยเฉพาะในช่วงที่ภาระต่ำ ค่าควันดำจะสูงกว่าก่อนการทดสอบความทนทานมาก
6. หลังผ่านการทดสอบความทนทานที่ 320 ชั่วโมง พบว่าค่าความดันที่ใช้ในการฉีดเชื้อเพลิงลดลง อีกทั้งลักษณะสเปรย์หลังผ่านการทดสอบความทนทานมีมุมของสเปรย์ที่แคบลงซึ่งอาจส่งผลต่อการเผาไหม้ที่ด้อยลงและปริมาณควันดำที่เพิ่มขึ้น

6.1.3 ผลการวิเคราะห์น้ำมันหล่อลื่น

1. ปริมาณการปนเปื้อนของเขม่ามีปริมาณสูงมาก ซึ่งเป็นผลมาจากการเผาไหม้ของน้ำมันดีเซลทางเลือก และ น้ำมันหล่อลื่น ซึ่งปริมาณเขม่าที่มากนี้ เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้น้ำมันหล่อลื่นมีความหนืดเพิ่มสูงขึ้น ส่งผลให้เกิดการสึกหรอของโลหะที่มากขึ้น
2. ค่าความหนืดของน้ำมันหล่อลื่นจากเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซลทางเลือกมีอัตราการเพิ่มขึ้นที่สูง เนื่องมาจากปริมาณการปนเปื้อนของเขม่าและน้ำมันเชื้อเพลิงที่สูง อีกทั้งค่าความหนืดมีค่าเกินค่าระดับการเตือนขั้นวิกฤต ที่หลังชั่วโมงการทำงานของเครื่องยนต์ที่ 50, 145, และ 300 (อายุน้ำมันหล่อลื่น 100 และ 110 ชั่วโมง) โดยแนวโน้มการเพิ่มของค่าความหนืดเช่นเดียวกับแนวโน้มการเพิ่มของการสิ้นเปลืองน้ำมันหล่อลื่น
3. ปริมาณการเกิด ออกซิเดชัน ไนเตรชัน มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ในแต่ละอายุการใช้งานของน้ำมันหล่อลื่น ส่งผลให้ค่าความหนืดสูงขึ้น

4. จากการใช้น้ำมันหล่อลื่นเกรด SAE 40 API CF พบว่าค่า ZDDP พบว่า มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ระดับการเตือนขั้นวิกฤตอยู่ที่ประมาณชั่วโมงการทำงานที่ 25 และ ค่า Ruler พบว่า มีแนวโน้มลดลง ระดับการเตือนขั้นวิกฤตอยู่ที่ประมาณชั่วโมงการทำงานที่ 75
5. จากค่าความหนืด ค่า ZDDP และค่า Ruler ทำให้ทราบว่าหากใช้น้ำมันหล่อลื่นเกรด SAE 40 API CF ควรเปลี่ยนถ่ายน้ำมันหล่อลื่นให้เร็วขึ้นประมาณชั่วโมงการทำงานที่ 50
6. ปริมาณโลหะเหล็ก โครเมี่ยม อลูมิเนียม และนิกเกิล สะสมในปริมาณสูงเกินค่าระดับการเตือนขั้นวิกฤต เนื่องจากค่าความหนืดที่สูงของน้ำมันหล่อลื่น ทำให้ประสิทธิภาพในการหล่อลื่นต่ำลง
7. ผลจากเฟอร์โรแกรมพบว่า มีอนุภาคโลหะสะสมอยู่มากในแต่ละช่วงการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันหล่อลื่น อีกทั้งยังพบการเกิด black oxide ในหลายๆช่วงของการทดสอบ ซึ่งมีสาเหตุมาจากการหล่อลื่นไม่เพียงพอ
8. จากเฟอร์โรแกรม พบว่าหลังชั่วโมงการทำงานของเครื่องยนต์ที่ 210 ซึ่งชั่วโมงใช้งานของน้ำมันหล่อลื่น 110 ชั่วโมง พบว่า เกิด sliding wear เนื่องมาจากการขาดแคลนการหล่อลื่น และ ที่ชั่วโมงการทำงานของเครื่องยนต์ที่ 320 ซึ่งชั่วโมงใช้งานของน้ำมันหล่อลื่นมีค่า 110 ชั่วโมงเช่นกัน พบว่า มีอนุภาคที่เป็นทองแดงขนาด 5-10 micron ปนเปื้อนออกมาอีกด้วย

6.1.4 ผลกระทบจากการใช้น้ำมันดีเซลทางเลือกต่อชิ้นส่วนภายใน

1. หลังการทดสอบความทนทานพบว่ามีเขม่าปริมาณมาก ที่ลูกสูบ ,แหวน และกระบอกสูบ อีกทั้งยังมีคราบเขม่าเกาะติดอยู่ที่ก้านวาล์วไอดีเป็นปริมาณมาก
2. ผนังกระบอกสูบมีลักษณะเรียบเป็นเงาเนื่องมาจากการสึกหรอ ซึ่งทำให้เกิดการรั่วระหว่างแหวนกับผนังกระบอกสูบ
3. ฝาสูบมีเถ้าสีแดงส้มเข้มติดอยู่บริเวณฝาสูบ และ ด้านหลังวาล์วไอเสีย
4. ก้านวาล์วไอดี และไอเสีย พบว่าเกิดการสึกหรออย่างมากในบริเวณที่ก้านวาล์วสัมผัสกับปลอกนำวาล์ว
5. หัวฉีดมีก้อนเขม่าขนาดใหญ่ติดอยู่ที่ปลายหัวฉีดและบริเวณรอบส่วนปลายหัวฉีด พบปริมาณเขม่าหนาในปริมาณที่มาก อย่างเห็นได้ชัด
6. หลังการทดสอบความทนทานพบรอยขูดขีดและคราบการสึกหรอที่แบริ่งก้านสูบในปริมาณที่มาก

6.1.5 ผลการชั่งน้ำหนักชิ้นส่วนภายหลังผ่านการทดสอบความทนทาน

1. น้ำหนักแหวนอัด, บุชก้านสูบ, ลูกสูบและสลักลูกสูบ มีค่าลดลงสูงกว่าเมื่อเทียบกับน้ำหนักชิ้นส่วนของเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซลที่ผ่านการทดสอบความทนทาน
2. ไม่พบความผิดปกติที่เกิดขึ้นภายในหัวฉีด น้ำหนักของชิ้นส่วนหัวฉีดมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมากภายหลังผ่านการทดสอบความทนทาน
3. น้ำหนักของชิ้นส่วนปั๊มเชื้อเพลิง พบว่าน้ำหนักของลูกสูบปั๊มเชื้อเพลิงมีค่าลดลงสูงกว่าเมื่อเทียบกับน้ำหนักชิ้นส่วนของเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซลที่ผ่านการทดสอบความทนทาน
4. จากการวัดขนาดของก้านวาล์วและปลอกนำวาล์ว ทั้งไอดีและไอเสีย พบว่าเกิดการสึกหรอที่ก้านวาล์วมากกว่าที่ปลอกนำวาล์ว โดยเฉพาะบริเวณที่ก้านวาล์วสัมผัสกับปลอกนำวาล์ว

6.1.6 ผลการเปรียบเทียบราคาเชื้อเพลิง

1. จากการเปรียบเทียบราคา ประจำเดือนมีนาคม พ.ศ.2550 พบว่า น้ำมันดีเซลทางเลือกมีราคาลิตรละ 17.67 บาท น้ำมันดีเซลมีราคาลิตรละ 23.49 บาท นั่นคือน้ำมันดีเซลทางเลือกมีราคาต่ำกว่าน้ำมันดีเซลลิตรละ 5.08 บาท หรือ ร้อยละ24.8 ของราคาน้ำมันดีเซล
2. จากการประมาณต้นทุนเชื้อเพลิงที่ใช้ในการทดสอบความทนทาน 320 ชั่วโมง พบว่า ต้นทุนราคาน้ำมันดีเซลทางเลือก ถูกกว่า น้ำมันดีเซล อยู่ที่ 4,133.74 บาท คิดเป็นร้อยละ 18.5 ของราคาต้นทุนน้ำมันดีเซล

6.1.7 ปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการทดสอบ

ไม่พบปัญหาที่รุนแรงกับเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซลทางเลือก ระหว่างการทดสอบเครื่องยนต์สามารถเดินเครื่องได้ตามปกติ ไม่พบปัญหาของการสตาร์ทติดยากขณะเครื่องยนต์มีอุณหภูมิต่ำ พบปริมาณตะกอนที่ก้นกระบอกไส้กรองในปริมาณที่มาก ซึ่งสามารถทำความสะอาดและใช้งานไส้กรองเดิมได้ต่อไปจึงไม่พบปัญหาการอุดตันของไส้กรองน้ำมันเชื้อเพลิงตามอายุการใช้งานของไส้กรอง (100 ชั่วโมง)

เนื่องจากน้ำมันดีเซลทางเลือกมีความหนืดที่สูง เมื่อนำไปใช้งานอาจเกิดความไม่สะดวกต่อผู้ใช้ เช่น คราบไขที่ติดอยู่บริเวณถังน้ำมันเชื้อเพลิงและอุปกรณ์บรรจุน้ำมัน ในการทำความสะอาดคราบของน้ำมันจึงยากกว่าน้ำมันดีเซล

6.2 ข้อเสนอแนะ

1. การนำน้ำมันดีเซลทางเลือกมาใช้กับเครื่องยนต์การเกษตรขนาดเล็กชนิดห้องเผาไหม้ล่วงหน้า หากใช้น้ำมันหล่อลื่นเกรด SAE 40 API CF จะต้องกำหนดช่วงการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันหล่อลื่นให้สั้นลงประมาณ เปลี่ยนทุก 50 ชั่วโมงการทำงานของน้ำมันหล่อลื่น และทำความสะอาดไส้กรองน้ำมันหล่อลื่นทุกครั้งเมื่อเปลี่ยนถ่ายน้ำมันหล่อลื่น เพื่อลดอัตราการสึกหรอที่สูงกว่าปกติ และไม่ให้ความหนืดของน้ำมันหล่อลื่นสูงกว่าค่าระดับการเตือนสิ่งผิดปกติ
2. อาจเลือกใช้น้ำมันหล่อลื่นที่มีค่าความหนืดต่ำกว่าปกติ ประมาณSAE30 เนื่องจากพบว่าการใช้น้ำมันดีเซลทางเลือกส่งผลให้ความหนืดสูงขึ้นมากซึ่งสาเหตุมาจากปริมาณการปนเปื้อนของเขม่าและน้ำมันเชื้อเพลิง
3. เพื่อเป็นการป้องกันการอุดตันของระบบเชื้อเพลิงเมื่อทำการใช้น้ำมันดีเซลทางเลือกเป็นระยะเวลานาน ควรนำน้ำมันดีเซลมาใช้กับเครื่องยนต์บ้างเพื่อเป็นการล้างระบบเชื้อเพลิง

6.3 ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยต่อเนื่อง

ในส่วนนี้จะกล่าวถึงการเสนอแนะและความคิดเห็นต่องานวิจัยที่จะพัฒนาต่อไปซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. หากต้องการความชัดเจนของผลกระทบที่เกิดขึ้นมากกว่านี้ควรมีการทดสอบที่ระยะเวลาที่ยาวนานขึ้น
2. ควรมีการศึกษาถึงน้ำมันหล่อลื่นเกรดอื่นที่จะเหมาะสมกับเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซลทางเลือกเป็นเชื้อเพลิง
3. ควรมีการศึกษาถึงสารเติมแต่ง (Additive) ที่ใช้ผสมกับน้ำมันดีเซลทางเลือกที่เหมาะสมเพื่อช่วยให้น้ำมันดีเซลทางเลือกสามารถใช้ได้เป็นระยะเวลานานขึ้น
4. ควรมีการศึกษาถึงสารชะล้าง (Detergent) ที่ใช้ผสมกับน้ำมันดีเซลทางเลือกที่เหมาะสมเพื่อช่วยลดคราบเขม่าและตะกอนในห้องเผาไหม้
5. อาจทดลองเลือกใช้น้ำมันเตาที่มี sulfer content สูงขึ้นประมาณ 5000 ppm ซึ่งอาจแก้ปัญหาของการสึกหรอ และ ต้นทุนจะลดลง