

การศึกษาการสึกหรอของเครื่องยนต์ที่ใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิง ในสภาวะการใช้งานจริง

A Study of Ethanol Fueled SI Engine on the Engine Wear

ลิขิต ไสหนู¹ สมมาส แก้วล้วน² และ พิชัย อัญมมงคล³

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาถึงการสึกหรอของเครื่องยนต์เมื่อใช้เชื้อเพลิงเอทานอลบริสุทธิ์ 95% ในเครื่องยนต์แก๊สโซลีนเปรียบเทียบกับเชื้อเพลิงแก๊สโซลีน เครื่องยนต์ที่ใช้ในการทดสอบคือเครื่องยนต์แก๊สโซลีนเล็กสูบเดียว 4 จังหวะ HONDA รุ่น GX160 K1QT จำนวน 2 เครื่อง โดยเครื่องหนึ่งใช้กับเชื้อเพลิงแก๊สโซลีนและอีกเครื่องหนึ่งใช้กับเชื้อเพลิงเอทานอล ซึ่งในเครื่องยนต์ที่ใช้กับเชื้อเพลิงเอทานอลมีการดัดแปลงเครื่องยนต์เพื่อให้สามารถใช้กับเชื้อเพลิงเอทานอลได้ คือเพิ่มขนาดของ Main jet ในคาร์บูเรเตอร์จากเบอร์ 72 เป็น 75 และปรับใช้คออากาศให้เปิดที่ 25% การทดสอบการสึกหรอของเครื่องยนต์ ทำการทดสอบที่ความเร็วรอบคงที่ที่ 3000 รอบต่อนาที และที่ภาระงาน 50% ของภาระงานสูงสุด (1.20 กิโลวัตต์) เป็นเวลา 460 ชั่วโมง วิเคราะห์ผลจากสภาพการทำงานและการวัดขนาดของชิ้นส่วนของเครื่องยนต์ก่อนและหลังการทดสอบ

จากผลการทดสอบสรุปได้ว่าการสึกหรอของเครื่องยนต์จากการวัดขนาดของชิ้นส่วนหลักของเครื่องยนต์ทั้งสองมีนัยสำคัญเดียวกัน เพราะฉะนั้นโดยภาพรวมแล้วเอทานอลสามารถใช้กับเครื่องยนต์แก๊สโซลีนขนาดเล็กได้ในสภาวะงานจริง โดยดัดแปลงเครื่องยนต์เพียงเล็กน้อย

คำสำคัญ : การสึกหรอของเครื่องยนต์ เชื้อเพลิงเอทานอล

Abstract

The objective of this project was to investigate the wear of a spark-ignition engine when using 95% ethanol as a sole fuel. The test engines were 4-stroke small gasoline engines (HONDA model GX16K1QT). The control study was performed using gasoline as a fuel without engine modification. However, in the engine wear study using ethanol, engine modifications were made i.e. changing a main jet size from No. 72 to No. 75 in the carburetor and altering an air choke to 25% of fully open. The engines were run at a speed of 3000 rpm with a half load of 1.2 kW. The running period was 450 hours. The method of evaluating engine wear was to measure the dimension of the engine components before and after the test.

The results show that they were no significant difference in dimension of the two test engines main parts. Therefore, ethanol can be used as a substitute fuel for small engines with some engine modifications.

Keywords: engine wear, ethanol fuel

¹ อาจารย์, ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

² อาจารย์, ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

³ อาจารย์, ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

1. บทนำ

ปัญหาในด้านพลังงานและเชื้อเพลิงเป็นปัญหาที่สำคัญในปัจจุบันที่ทุกประเทศกำลังประสบอยู่โดยเฉพาะอย่างยิ่งประเทศไทยซึ่งมีแหล่งทรัพยากรธรรมชาติด้านพลังงานและเชื้อเพลิงน้อย จึงทำให้มีการแสวงหาแหล่งพลังงานทดแทน เพื่อทดแทนพลังงานและเชื้อเพลิงที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน สิ่งที่กำลังได้รับความสนใจประการหนึ่งในปัจจุบันก็คือเชื้อเพลิงเอทานอล เป็นเชื้อเพลิงที่ผลิตได้จากพืชผลทางการเกษตร ที่มีอยู่ในปริมาณที่มากภายในประเทศ การนำเอทานอลมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์สันดาปภายในนั้นเท่าที่ผ่านมามีเห็นได้ว่าส่วนมากจะใช้แบบผสมกับแก๊สโซลีนหรือดีเซลในอัตราส่วนตั้งแต่ 10-35% ซึ่งสามารถใช้กับเครื่องยนต์เดิมได้โดยไม่ต้องมีการดัดแปลงเครื่องยนต์แต่อย่างใด และไม่มีผลกระทบต่อการทำงานของเครื่องยนต์ แต่สำหรับการใช้เอทานอลบริสุทธิ์ เข้ามาแทนเชื้อเพลิงเดิมจำเป็นต้องมีการดัดแปลงเครื่องยนต์เพื่อให้เกิดความเหมาะสมเพราะคุณสมบัติ ของเชื้อเพลิงที่เข้าสู่เครื่องยนต์ต่างไปจากเดิมและยังส่งผลถึงการทำงานของเครื่องยนต์ที่เปลี่ยนไปด้วย

เพราะฉะนั้นวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อศึกษาประเมินการสึกหรอของเครื่องยนต์ที่ใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิง เปรียบเทียบกับเครื่องยนต์เดิมที่ใช้แก๊สโซลีน ซึ่งในการศึกษาวิจัยครั้งนี้มุ่งเน้นศึกษาเครื่องยนต์ทางกลขนาดเล็กเท่านั้น

2. เชื้อเพลิงเอทานอล

เอทานอล (ethanol) เป็นแอลกอฮอล์ชนิดหนึ่งที่สามารถบริโภคได้ มีชื่อทางเคมีคือ เอทิล-แอลกอฮอล์ (ethyl alcohol) ซึ่งมีสูตรทางเคมีเป็น C_2H_5OH เกิดจากการแปรรูปพืชจำพวกแป้งและน้ำตาลรวมทั้งเซลลูโลสและเฮมิเซลลูโลส โดยผ่านกระบวนการหมัก (fermentation) วัตถุดิบที่สามารถนำมาใช้ผลิตเอทานอลมีอยู่ด้วยกันหลากหลายชนิด เช่น อ้อย, ข้าว, ข้าวโพด, ข้าวฟ่าง, มันสำปะหลัง เป็นต้น

เอทานอลสามารถนำมาเป็นเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องยนต์สันดาปภายใน เช่น เครื่องยนต์แก๊สโซลีน และเครื่องยนต์ดีเซลได้ ซึ่งการนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์นั้นทั้งแบบที่ผสมกับเชื้อเพลิงเดิม และใช้เอทานอลอย่างเดียว การผสมกับเชื้อเพลิงเดิม ถ้าผสมกับน้ำมันแก๊สโซลีนก็จะได้เป็น แก๊สโซฮอล์ (gasohol) และถ้าผสมกับน้ำมันดีเซลก็จะได้เป็น ดีโซฮอล์ (diesohol) คุณสมบัติของเชื้อเพลิงเอทานอลแสดงดังในตารางที่ 1 เปรียบเทียบกับเชื้อเพลิงแก๊สโซลีน เนื่องจากเอทานอลมีคุณสมบัติที่แตกต่างจากแก๊สโซลีนเพราะฉะนั้นการจะนำเชื้อเพลิงเอทานอลมาใช้แทนน้ำมันแก๊สโซลีนนั้นจะต้องพิจารณาถึงคุณสมบัติที่แตกต่างเพื่อที่จะให้เครื่องยนต์ทำงานได้เหมาะสมนั้นคือ

1. จากสมการเคมีของเอทานอล C_2H_5OH จะเห็นว่านอกเหนือจากอะตอมของไฮโดรเจน (H) และคาร์บอน (C) ที่มีอยู่เหมือนในน้ำมันแก๊สโซลีนแล้วในเอทานอลยังมีอะตอมของออกซิเจน (O) เป็นองค์ประกอบอยู่ด้วย ซึ่งอะตอมของออกซิเจนจะจับตัวอยู่ในรูปของอนุมูลไฮดรอกซิล (Hydroxy - OH) ทำให้โมเลกุลของเอทานอลมีคุณสมบัติเป็นโพลาร์ (polar) ซึ่งมีปฏิกิริยาสูงกว่าน้ำมันแก๊สโซลีน จึงทำให้มีอำนาจในการกัดกร่อนสูงกว่าน้ำมันแก๊สโซลีน ซึ่งจะส่งผลการกัดกร่อนต่อชิ้นส่วนที่

เป็นโลหะและพลาสติก ดังนั้นการที่จะนำเอทานอลมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์แก๊สโซลีนจึงจำเป็นต้องมีการปรับเปลี่ยนวัสดุหรือการเคลือบสารที่ต้านทานการกัดกร่อนของเอทานอลในชิ้นส่วนที่ต้องสัมผัสกับเอทานอล

2. ค่าความจุพลังงาน (energy content) จากตารางที่ 1 จะเห็นว่าค่าความร้อนต่อหน่วยน้ำหนักของเอทานอลนั้นมีค่าน้อยกว่าแก๊สโซลีนประมาณ 30% ดังนั้นเมื่อใช้เอทานอลแทนแก๊สโซลีน จะต้องใช้ปริมาณเชื้อเพลิงที่มากขึ้นเพื่อให้เครื่องยนต์ สามารถทำงานได้เช่นเดิม และจากการสมดุลสมการทางเคมีเชื้อเพลิง ทั้งสองที่การเผาไหม้สมบูรณ์ (stoichiometric combustion) แก๊สโซลีนจะได้ A/F ประมาณ 14.6 ในขณะที่เอทานอลมีค่าเพียง 9 เพราะฉะนั้นถ้าเอทานอลใช้อัตราส่วนเดียวกับแก๊สโซลีนก็จะทำให้ส่วนผสมของเอทานอล กับอากาศที่ไต่บางมาก ทำให้การเผาไหม้เป็นไปอย่างยากลำบากและทำให้การสตาร์ทติดยาก เพราะฉะนั้นจะต้องเพิ่มปริมาณเชื้อเพลิงที่เข้าโดยการเพิ่มขนาดของ Main Jet น้ำมันในคาร์บูเรเตอร์

3. ค่าความร้อนแฝงของการระเหยตัว (latent heat of vaporization) จากตารางที่ 1 คุณสมบัติของเชื้อเพลิงจะเห็นได้ว่าเอทานอลมีค่าความร้อนแฝงของการระเหยตัวสูงกว่า แก๊สโซลีนประมาณ 3 เท่า ซึ่งแสดงว่าเมื่อใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิงแทนเชื้อเพลิงแก๊สโซลีน เอทานอลจะมีการดึงความร้อนเพื่อการระเหยตัวในท่อไอดีมากกว่าจะทำให้อุณหภูมิในท่อไอดีต่ำกว่า ซึ่งส่งผลต่อการทำงานของเครื่องยนต์ดังนี้

3.1 เมื่ออุณหภูมิในท่อไอดีต่ำกว่าอากาศที่ถูกดูดเข้ามาก็จะมีความหนาแน่นสูงขึ้นทำให้ลูกสูบสามารถดึงอากาศเข้ามาได้มากขึ้น ทำให้มีประสิทธิภาพเชิงปริมาตรสูงขึ้น และให้กำลังของเครื่องยนต์มากขึ้น

3.2 จากการที่เอทานอลต้องใช้ความร้อนในการระเหยตัวที่มากกว่าทำให้สภาวะที่อุณหภูมิสิ่งแวดล้อมต่ำการระเหยตัวของเอทานอลเป็นไปได้น้อย ทำให้มีปัญหาในการสตาร์ทเครื่องในขณะอากาศเย็น ซึ่งเอทานอลสามารถกลายเป็นไอเพื่อการเผาไหม้ได้ที่อุณหภูมิต่ำประมาณ $10^{\circ}C$ และจะมีปัญหาต่อการสตาร์ทในสภาวะอากาศเย็นที่อุณหภูมิต่ำประมาณ $4^{\circ}C$

ตารางที่ 1 คุณสมบัติของเชื้อเพลิง

คุณสมบัติต่าง ๆ	Gasoline	Ethanol
Chemical Formula	C_8H_{18}	C_2H_5OH
Specific Gravity	0.72 - 0.78	0.785
Higher Heating Value (kJ/kg)	47,300	29,700
Lower Heating Value (kJ/kg)	44,000	26,900
Heat of Vaporization (kJ/kg)	305	840
Research Octane Number (RON)	92 - 98	107
Motor Octane Number (MON)	80-90	89
Cetane Number	< 10	3
Stoichiometric A/F ratio	14.6	9

4. ค่าออกเทน (octane) ค่าออกเทนเป็นตัวเลขที่บอกคุณสมบัติต้านทานการน็อคของเชื้อเพลิงที่ใช้ในเครื่องยนต์ จากตารางที่ 1 จะเห็นว่าเชื้อเพลิงเอทานอลมีค่าออกเทนที่สูงกว่าแก๊สโซลีน ซึ่งทำให้สามารถที่จะเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ได้โดยการเพิ่มอัตราส่วนกำลังอัดได้ ซึ่งจากการศึกษาทดลองใช้ในบราซิล พบว่าในเครื่องยนต์แก๊สโซลีนที่ใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิง สามารถเพิ่มอัตราส่วนกำลังอัดของเครื่องยนต์

ได้ถึง 18 : 1 (สำหรับเอทานอล 99.5%) แต่ในการใช้งานจริงจะอยู่ที่ประมาณ 12 : 1

3. อุปกรณ์และวิธีการทดสอบ

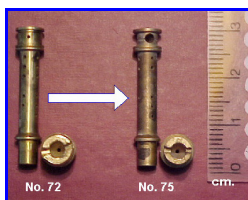
การทดสอบใช้เครื่องยนต์แก๊สโซลีนเล็ก HONDA รุ่น GX160 K1QT โดยมีรายละเอียดดังแสดงในรูปที่ 1 และตารางที่ 2 จำนวน 2 เครื่อง โดยเครื่องที่ 1 จะใช้กับเชื้อเพลิงแก๊สโซลีนและเครื่องที่ 2 จะใช้กับเชื้อเพลิงเอทานอล ซึ่งเครื่องยนต์ที่ 2 จะต้องทำการดัดแปลงเพื่อที่ใช้กับเชื้อเพลิงเอทานอล โดยทำการเพิ่มขนาดของ Main jet ในคาร์บูเรเตอร์จากเดิมที่ใช้เบอร์ 72 เป็นเบอร์ 75 และเปิดใช้ดอกอากาศเพียงแค่ประมาณ 25% ของทั้งหมด ดังแสดงในรูปที่ 2



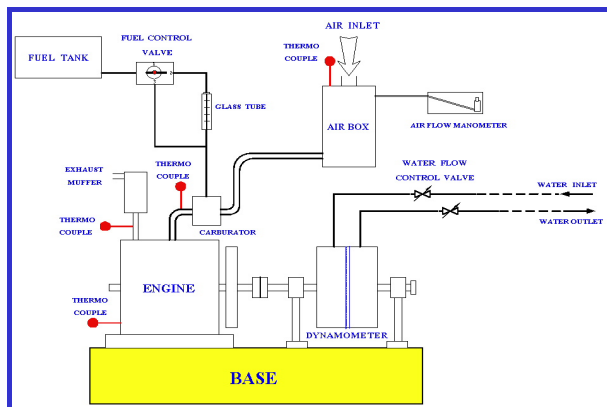
รูปที่ 1 ลักษณะของเครื่องยนต์ที่ใช้ในการทดสอบ

ตารางที่ 2 รายละเอียดของเครื่องยนต์ HONDA รุ่น GX160 K1QT

แบบ	เครื่องยนต์แก๊สโซลีนเล็ก สูบเดียว 4 จังหวะ OHV
ขนาดกระบอกสูบระยะชัก	68 x 45 mm
ปริมาตรกระบอกสูบ	163 cm ³
กำลังงานเบรคสูงสุด	4.1 kW / 3600 rpm
แรงบิดสูงสุด	10.8 N.m / 2500 rpm
องศาการจุดระเบิด	25 องศา ก่อนศูนย์ตายบน
อัตราส่วนกำลังอัด	8.5 : 1



รูปที่ 2 การดัดแปลงเครื่องยนต์ที่ใช้กับเอทานอล



รูปที่ 3 โดอะแกรมการทดสอบการสึกหรอของเครื่องยนต์



รูปที่ 4 เครื่องยนต์ในขณะทดสอบสมรรถนะ

การทดสอบการสึกหรอ

กระทำโดยติดตั้งเครื่องยนต์กับปั้มน้ำ ขนาด 1.2 kW ที่ความเร็วรอบ 9000 rpm ดังแสดงในรูปที่ 3 และรูปที่ 4 วิเคราะห์การสึกหรอโดยการวัดขนาดของชิ้นส่วนของเครื่องยนต์โดยเครื่องมือวัดละเอียดเช่น Micrometer, Vernier digital, Bore gauge, Thickness gauge เป็นต้น

เงื่อนไขในการทดสอบคือทำการทดสอบพร้อมกันทั้ง 2 เครื่องทดสอบที่ความเร็วรอบคงที่ 3,000 rpm ภาระงาน 1.20 kW ทดสอบวันละ 10 ชั่วโมง เป็นเวลา 450 ชั่วโมง (45 วัน) วิธีการทดสอบคือก่อนการทดสอบจะตรวจวัดขนาดของชิ้นส่วนของเครื่องยนต์ด้วยเครื่องมือวัดละเอียด ในระหว่างการทดสอบจะวัดอุณหภูมิบรรยากาศ, อากาศเข้า, ไอ้ดี, ไอเสียและน้ำมันเครื่องทุก ๆ 2 ชั่วโมง ถ่ายน้ำมันเครื่องทุก ๆ 100 ชั่วโมง สังเกตลักษณะของน้ำมันเครื่อง วัดปริมาณเชื้อเพลิงและน้ำมันเครื่องที่ใช้ไป

หลังการทดสอบจะตรวจวัดชิ้นส่วนของเครื่องยนต์อีกครั้งเปรียบเทียบกับก่อนการทดสอบ

4. ผลการทดสอบการสึกหรอของเครื่องยนต์

จากการทดสอบการสึกหรอของเครื่องยนต์ที่ใช้แก๊สโซลีน และเอทานอล เป็นเชื้อเพลิง ซึ่งทดสอบที่ความเร็วรอบ 3,000 rpm ภาระงาน 1.2 kW ทดสอบเป็นเวลา 450 ชั่วโมง โดยได้ทดสอบเครื่องยนต์พร้อมกันทั้ง 2 เครื่อง ได้ผลจากการทดลองมีดังนี้

4.1 ลักษณะการทำงานของเครื่องยนต์ตลอดการทดลอง

จากการสังเกตลักษณะการทำงานของเครื่องยนต์ในระหว่างทดสอบ ทั้งสองเครื่อง สรุปได้ว่า

1. เครื่องยนต์ที่ใช้เอทานอลการทำงานของเครื่องยนต์ จะเรียกว่า โดยสังเกตได้จากความเร็วรอบของเครื่องยนต์ จะมีค่าการเปลี่ยนแปลงที่ น้อยมากเมื่อเทียบกับเครื่องยนต์แก๊สโซลีน
2. อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงทั้งหมดในการทดสอบ 450 ชั่วโมง เครื่องยนต์เอทานอลจะมีค่าสูงกว่าประมาณ 60% คือ เครื่องยนต์ เอทานอล ใช้ไป 678.35 ลิตร ในขณะที่เครื่องยนต์แก๊สโซลีนใช้ไป 417.80 ลิตร
3. อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเครื่องทั้งหมดในการทดสอบทั้ง 450 ชั่วโมง เครื่องยนต์เอทานอลจะมีค่าสูงกว่าประมาณ 47% คือ เครื่องยนต์เอทานอลใช้ไป 1.518 ลิตร ในขณะที่เครื่องยนต์แก๊สโซลีน ใช้ไป 1.03 ลิตร ทั้งนี้อาจจะเป็นเพราะว่าคุณสมบัติของเอทานอล สามารถแทรกซึมชั้นฟิล์มของน้ำมันหล่อลื่นที่ผนังกระบอกสูบได้ทำให้เกิดการรวมตัวและถูกเผาไหม้ออกไปด้วย จึงเป็นสาเหตุให้อัตราการ สิ้นเปลืองน้ำมันเครื่องมากกว่า

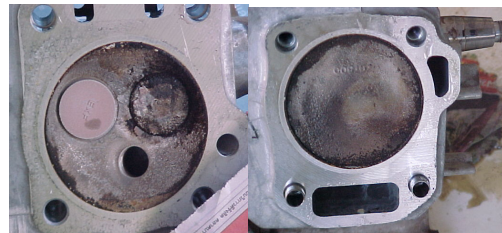
4.2 ผลการสังเกตลักษณะโดยทั่วไปของชิ้นส่วนของเครื่องยนต์

จากผลการตรวจสอบโดยทั่วไปของชิ้นส่วนของเครื่องยนต์หลังการ ทดสอบการสึกหรอครบ 450 ชั่วโมง โดยการถอดแยกชิ้นส่วนและสังเกต ลักษณะภายนอกของชิ้นส่วนต่างๆ ผลที่ได้คือในเครื่องยนต์เอทานอลนั้น จะพบว่ามีคราบเขม่าเกาะอยู่บริเวณหัวลูกสูบ ฝาสูบด้านวาล์วไอดีและหน้า วาล์วไอดี มีลักษณะสีเทาถึงดำและแข็งในปริมาณที่ค่อนข้างมาก ดังแสดง ในรูปที่ 6-7 ซึ่งต่างจากเครื่องยนต์แก๊สโซลีนที่มีคราบเขม่าบางๆ ไม่เกาะ แน่นหลุดล่อนได้ง่ายและมีลักษณะสีน้ำตาลเข้ม ทั้งนี้เนื่องจาก ในเอทานอลนั้นซึ่งเป็นเชื้อเพลิงที่ผลิตขึ้นมาจากพืชประเภทแป้งและน้ำตาล เมื่อเผาไหม้แล้วอาจจะมีสารบางตัวที่เผาไหม้ไม่หมด เช่นประเภทสารอินทรีย์ ที่มีอยู่ในพืช จึงเหลือตกค้างในห้องเผาไหม้และจับตัวกับเป็นเขม่าหนา

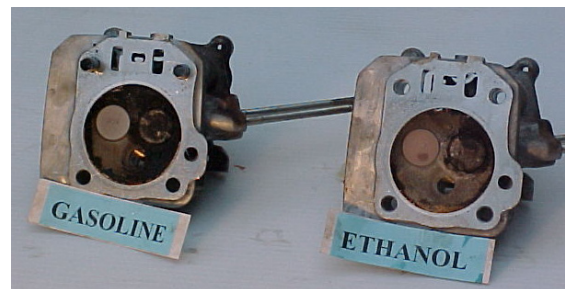
ในส่วนอื่นของเครื่องยนต์ที่พบการสึกหรอ คือในคาร์บูเรเตอร์ของ เครื่องยนต์เอทานอล ที่เกิดการกัดกร่อนขึ้นในชิ้นส่วนที่สัมผัสกับเชื้อเพลิง เอทานอลโดยตรง เช่นในฝาคอครอบห้องลูกลอยทำให้เกิดการกัดกร่อน จากเชื้อเพลิงเอทานอล และตัวลูกลอยซึ่งเป็นพลาสติกซึ่งเกิดการกัด กร่อนจากเอทานอลจนกระทั่งเปลี่ยนสี ดังแสดงในรูปที่ 8-9



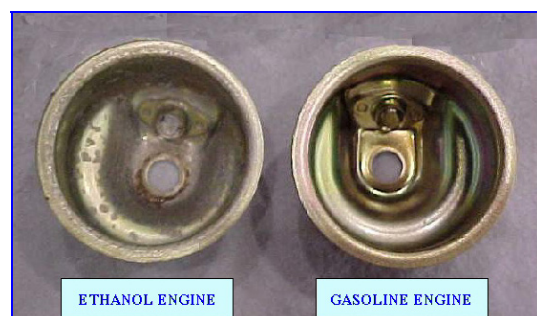
รูปที่ 5 ลูกสูบของเครื่องยนต์ เอทานอลและเครื่องยนต์แก๊สโซลีน หลังการทดสอบ



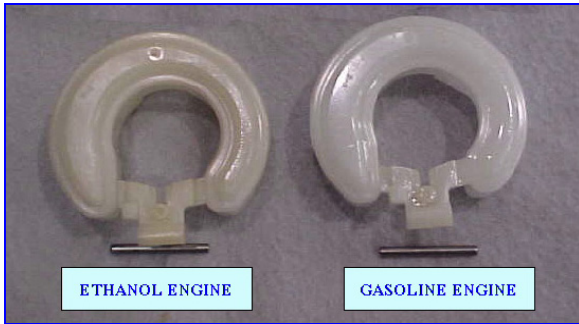
รูปที่ 6 ลักษณะของฝาสูบและลูกสูบของเครื่องยนต์เอทานอล หลังการทดสอบ



รูปที่ 7 ลักษณะของฝาสูบของเครื่องยนต์เอทานอลและ เครื่องยนต์แก๊สโซลีนหลังการทดสอบ



รูปที่ 8 ลักษณะของฝาคอครอบห้องลูกลอยในคาร์บูเรเตอร์ของเครื่องยนต์ เอทานอลและเครื่องยนต์แก๊สโซลีนหลังการทดสอบ



รูปที่ 9 ลักษณะของลูกกลิ้งในคาร์บูเรเตอร์ของเครื่องยนต์เอทานอล และเครื่องยนต์แก๊สโซลีนหลังการทดสอบ

4.3 ผลจากการวัดขนาดชิ้นส่วนของเครื่องยนต์ด้วยเครื่องมือวัดละเอียด

การวัดขนาดชิ้นส่วนของเครื่องยนต์จะวัดเปรียบเทียบกันเครื่องยนต์แก๊สโซลีน และเครื่องยนต์เอทานอลก่อนและหลังการทดสอบการสึกหรอ 450 ชั่วโมง ซึ่งได้รับความอนุเคราะห์การวัดขนาดชิ้นส่วนของเครื่องยนต์ด้วยเครื่องมือวัดละเอียดโดย บริษัท สยาม แซนนิทรี ฟิตติง จำกัด มหาชน

ผลที่ได้จากการวัดขนาดในแต่ละชิ้นส่วนในเครื่องยนต์แก๊สโซลีน และเครื่องยนต์เอทานอลนั้นมีความแตกต่างกันน้อยมาก ประมาณ 0.01-0.05 มม. และค่าที่วัดได้นั้นในบางชิ้นส่วนไม่มีความแตกต่างที่ชัดเจนในระหว่างเครื่องยนต์ทั้งสอง กล่าวคือ ในชิ้นส่วนเดียวกันแต่ในตำแหน่งวัดที่ต่างกัน บางตำแหน่งเครื่องยนต์แก๊สโซลีนมีค่ามากกว่า แต่อีกตำแหน่งหนึ่งเครื่องยนต์เอทานอลมีค่ามากกว่า เช่นในรูสลักลูกสูบ ที่จุดที่ 4 ตำแหน่ง X-X ของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนมีค่ามากกว่า 0.02 มม. ส่วนในตำแหน่ง Y-Y เครื่องยนต์เอทานอลจะมีค่ามากกว่า 0.04 มม. เพราะฉะนั้นไม่สามารถสรุปได้ว่าในชิ้นส่วนดังกล่าวในเครื่องยนต์ใดให้ค่าการสึกหรอที่มากกว่ากัน

ค่าแตกต่างที่เกิดขึ้นนี้ไม่ถือว่าเป็นนัยสำคัญที่จะพิจารณาถึงการสึกหรอที่เกิดขึ้นแตกต่างกันในเครื่องยนต์ทั้งสอง เพราะฉะนั้นโดยสรุปจากการทดสอบการสึกหรอของเครื่องยนต์จากการวัดขนาดของชิ้นส่วนของเครื่องยนต์ด้วยเครื่องมือวัดละเอียดในครั้งนี้ การสึกหรอในเครื่องยนต์ทั้งสองมีนัยสำคัญเดียวกัน

5. สรุป

สรุปโดยรวมได้จากการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ พบว่าเชื้อเพลิงเอทานอลสามารถนำมาใช้ในเครื่องยนต์แก๊สโซลีนได้เพียงแต่ดัดแปลงเครื่องยนต์เล็กน้อยเท่านั้น การสึกหรอกับเครื่องยนต์น้อยมาก ไม่แตกต่างกับเชื้อเพลิงแก๊สโซลีน แต่สิ่งที่ต้องพิจารณาเพิ่มเติมที่พบจากการศึกษาในครั้งนี้ คือคราบเขม่าที่เกาะอยู่บริเวณหัวลูกสูบและหนวาล์วไอดีในเครื่องยนต์เอทานอล ซึ่งเป็นสิ่งที่ต้องศึกษากันต่อไปว่าเกิดจากอะไรและมีวิธีการที่จะลดได้อย่างไร เพราะไม่เช่นนั้นแล้วจะเป็นปัญหาต่อการทำงานของเครื่องยนต์ได้อย่างมาก

6. กิตติกรรมประกาศ

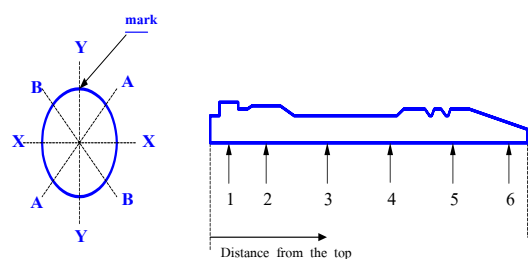
ผู้เขียนขอขอบคุณ คุณปัญญาภูมิ ปานเนียม คุณยุทธนา นาคาม และคุณสำรวย หลานเด็น นักศึกษา ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ที่ได้ช่วยในการเก็บข้อมูลในงานวิจัยนี้ และมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒที่ให้ทุนสนับสนุนการทำวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] อธิภัทร ศรีนครุต, “เชื้อเพลิงเอทานอลจากวัสดุการเกษตร : แหล่งพลังงานทางเลือกใหม่ของคนไทย”, วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, ปีที่ 5, ฉบับที่ 3, กันยายน-ธันวาคม, 2543, หน้า 5-8.
- [2] อนนต์ ช่วยเกิด, “การศึกษาและปรับปรุงสมรรถนะของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนที่ใช้แก๊สโซลีนเป็นเชื้อเพลิง”, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต คณะพลังงานและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2545.
- [3] ลิขิต ไสหนู, “ผลกระทบของเครื่องยนต์ ที่ใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิง”, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต คณะพลังงานและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2544.
- [4] U.S. Department of Energy, 1999, Guidebook for Handling, Storing and Dispensing Fuel Ethanol, Center for Transportation Research, Chicago, pp. 11-13. (www.afdc.doe.gov)
- [5] Brinkman, N.D., 1981, "Ethanol Fuel a Single-cylinder Engine Study of Efficiency and Exhaust Emissions," Paper 810345 presented at the International Congress and Exposition, Detroit, Michigan, pp. 191-205.
- [6] Duck, J.T. and Bruce, C.S., 1945, "Utilization of Non-Petroleum Fuels in Automotive Engines", Natl Bur. Stand. J. Res., Vol. 35, pp. 439 - 445.

ภาคผนวก ตัวอย่างการวัดขนาดของเครื่องยนต์

1 CYLINDER LINER



		1	2	3	4	5	6
Distance (mm)		5	15	30	50	70	80
Standard (mm)		Ø68.00					
X-X	New	68.01	68.01	68.01	68.01	68.01	68.01
	Gasoline	68.07	68.06	68.05	68.04	68.03	68.03
	Ethanol	68.05	68.05	68.05	68.02	68.00	68.00
Y-Y	New	68.01	68.01	68.01	68.01	68.01	68.01
	Gasoline	68.04	68.04	68.04	68.03	68.04	68.04
	Ethanol	68.03	68.03	68.02	68.02	68.02	68.03
A-A	New	68.01	68.01	68.01	68.01	68.01	68.01
	Gasoline	68.03	68.04	68.04	68.04	68.03	68.03
	Ethanol	68.02	68.02	68.02	68.01	68.01	68.02
B-B	New	68.01	68.01	68.01	68.01	68.01	68.01
	Gasoline	68.05	68.05	68.04	68.04	68.04	68.05
	Ethanol	68.03	68.03	68.03	68.02	68.02	68.03

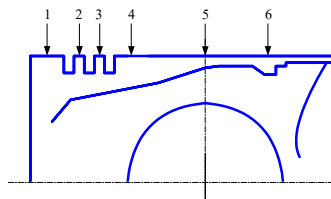
เครื่องมือวัด : BORE GAUGE ขนาด 50 –100 mm

ความละเอียด 0.01 mm

: DIAL INDICATOR ขนาด 0 – 10 mm

ค่าความละเอียด 0.01 mm

2. PISTON

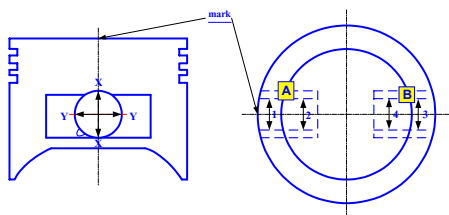


		1	2	3	4	5	6
Standard (mm)		Ø 67.98					
Parallel Pin	New	67.56	67.56	67.18	67.82	67.95	67.97
	Gasoline	67.69	67.68	67.16	67.90	67.92	68.00
	Ethanol	67.69	67.69	67.21	67.93	67.99	67.98
Right Angle Pin	New	67.56	67.56	67.17	67.80	67.93	67.96
	Gasoline	67.68	67.68	67.18	67.73	67.87	67.94
	Ethanol	67.68	67.70	67.21	67.89	67.90	67.87

เครื่องมือวัด : VERNIER DIGITAL ขนาด 0 –150 mm

ค่าความละเอียด 0.01 mm

3. PISTON PIN HOLE



		A		B	
		1	2	3	4
Standard (mm)		Ø 18.002			
X-X	New	18.015	18.016	18.014	18.014
	Gasoline	18.020	18.019	18.025	18.026
	Ethanol	18.027	18.025	18.028	18.027
Y-Y	New	18.015	18.016	18.014	18.014
	Gasoline	18.018	18.018	18.025	18.024
	Ethanol	18.018	18.025	18.025	18.025

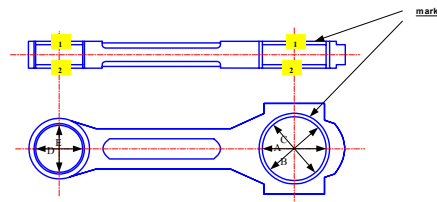
เครื่องมือวัด : BORE GAUGE ขนาด 18 - 35 mm

ค่าความละเอียด 0.001 mm

: DIAL INDICATOR ขนาด 0 - 1.000

ค่าความละเอียด 0.001 mm

4. CONNECTING ROD



		Crank Pin Metal			Piston Pin Bush	
		A	B	C	D	E
Standard (mm)		Ø 30.02			Ø 18.02	
1	New	30.03	30.03	30.02	18.03	18.02
	Gasoline	30.04	30.03	30.03	18.03	18.02
	Ethanol	30.04	30.04	30.03	18.03	18.02
2	New	30.03	30.03	30.02	18.02	18.02
	Gasoline	30.04	30.04	30.02	18.02	18.03
	Ethanol	30.04	30.03	30.04	18.03	18.02

เครื่องมือวัด : BORE GAUGE ขนาด 18 – 35 mm

ค่าความละเอียด 0.01 mm