

ธีรพงศ์ บริรักษ์ นาดยา เจริญสุข, สุนิสา บุคคา, อภิเชษฐ์ บุญพิมพ์, นิพนธ์ สว่างภพ.

การทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์รถจักรยานยนต์ 4 จังหวะโดยใช้น้ำมัน

เบนซินแก๊สโซฮอล์ E 20

Testing the Performance of Motorcycle 4 Stroke Engine

by Using Gasohol E 20

บทคัดย่อ

โครงการวิศวกรรมเครื่องกลนี้นำเสนอการศึกษาสมรรถนะของเครื่องยนต์รถจักรยานยนต์ขนาดความจุกระบอกสูบ 100 ซีซี ใช้รถจักรยานยนต์ Honda รุ่น Wave 100 เป็นรถจักรยานยนต์ทดสอบ โดยใช้เชื้อเพลิงต่างชนิดกัน ได้แก่ น้ำมันเบนซินแก๊สโซฮอล์ 95 และน้ำมันเบนซินแก๊สโซฮอล์ E20 เปรียบเทียบกับน้ำมันที่ผู้ผลิตแนะนำคือน้ำมันเบนซินออกเทน 91 ขับขี่เป็นระยะทาง 1,000 กิโลเมตร เพื่อศึกษาการสึกหรอของชิ้นส่วนภายในเครื่องยนต์และอัตราการสิ้นเปลืองของน้ำมันเชื้อเพลิง จากการศึกษาพบว่า เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันเบนซินแก๊สโซฮอล์ E20 มีการสึกหรอมากที่สุด รองลงมาคือน้ำมันเบนซินแก๊สโซฮอล์ 95 และน้ำมันเบนซินออกเทน 91 น้อยที่สุด

จากการทดสอบอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงพบว่า เชื้อเพลิงที่มีอัตราการสิ้นเปลืองน้อยที่สุดคือน้ำมันเบนซินออกเทน 91 มีค่าเท่ากับ 47.6 กิโลเมตร/ลิตร รองลงมาคือน้ำมันเบนซินแก๊สโซฮอล์ 95 มีค่าเท่ากับ 44.3 กิโลเมตร/ลิตร และท้ายสุดคือน้ำมันเบนซินแก๊สโซฮอล์ E20 มีค่าเท่ากับ 40.2 กิโลเมตร/ลิตร และเมื่อเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายต่อลิตรแล้วพบว่ารถจักรยานยนต์ 4 จังหวะใช้น้ำมันเบนซินแก๊สโซฮอล์ 95 มีค่าใช้จ่ายต่อลิตรต่ำสุด ส่วนน้ำมันเบนซินออกเทน 91 มีค่าใช้จ่ายต่อลิตรมากที่สุด

คำสำคัญ: การทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์รถจักรยานยนต์ 4 จังหวะ, น้ำมันเบนซินแก๊สโซฮอล์ E20

Abstract

The objective of this research is to study the performance of small gasoline engine by using different fuels. In the experiments, engine with gasohol E10 and engine with gasohol E20 are tested to find their performances. Then the obtained performances were compared to the performance of engine with gasoline octane 91. The study started with testing the motorcycle, Honda Wave 100 run to 1000 kilometers and study to be worn out of components engine and fuel consumption. As the results, engine with gasohol E20 is the most to be worn out, then is gasohol E10 and the last one is less than other is gasoline octane 91.

As the experiment of fuel consumption, fuel at least consumption is gasoline octane 91 that is 47.6 kilometers per litter then is gasohol E10 that is 44.3 kilometers per litter and last is gasohol E20 that is 40.2

kilometers per litter. Then compared cost per litter, motorcycle 4 T using gasohol E10 have a lower cost and high cost is gasoline octane 91.

Keywords: Testing the performance of motorcycle 4 stroke engine by using gasohol E20

ความนำ

ปัจจุบันราคาน้ำมันเบนซินออกเทน 91 และน้ำมันเบนซินออกเทน 95 ที่สูงขึ้นส่งผลให้ประชาชนต้องรับภาระการใช้จ่ายที่สูงขึ้นทั้งทางตรงและทางอ้อมไม่ว่าจะเป็นการขนส่งหรือการเดินทาง ดังนั้นรัฐบาลจึงหันมาสนับสนุนให้ใช้น้ำมันเบนซินแก๊สโซฮอล์ 95 ทดแทนน้ำมันเบนซินออกเทน 95 มากขึ้น รัฐบาลจึงแนะนำให้ประชาชนใช้น้ำมันเบนซินแก๊สโซฮอล์มากขึ้น โดยเริ่มให้มีการจำหน่ายน้ำมันเบนซินแก๊สโซฮอล์ E20 ขึ้นในต้นปี พ.ศ.2551 จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ประชาชนควรได้ทราบถึงข้อแตกต่างของน้ำมันเบนซินแก๊สโซฮอล์ 95 กับน้ำมันเบนซินแก๊สโซฮอล์ E20 รวมถึงคุณสมบัติต่าง ๆ และผลกระทบที่มีต่อเครื่องยนต์

ดังนั้นโครงการนี้จึงเห็นถึงความสำคัญของการใช้น้ำมันเบนซินแก๊สโซฮอล์ 95 และน้ำมันเบนซินแก๊สโซฮอล์ E20 กับเครื่องยนต์ขนาดเล็ก 4 จังหวะ โดยนำรถจักรยานยนต์มาใช้ในการทดสอบโดยเชื้อเพลิงที่ใช้ในการทดสอบเปรียบเทียบนั้นคือน้ำมันเบนซินออกเทน 91 ซึ่งเป็นเชื้อเพลิงพื้นฐาน น้ำมันเบนซินแก๊สโซฮอล์ 95 และ น้ำมันเบนซินแก๊สโซฮอล์ E20

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาคุณสมบัติของเชื้อเพลิงที่ส่งผลต่อการสึกหรอของชิ้นส่วนต่าง ๆ ในเครื่องยนต์เล็ก 4 จังหวะ
2. เพื่อเปรียบเทียบการสึกหรอของชิ้นส่วนภายในของเครื่องยนต์เล็ก 4 จังหวะ เมื่อใช้น้ำมัน

เบนซินออกเทน 91 น้ำมันเบนซินแก๊สโซฮอล์ 95 และน้ำมันเบนซินแก๊สโซฮอล์ E20

กรอบแนวคิดการวิจัย

แก๊สโซลีน (gasoline) (ประสานพงษ์หาเรือนชีพ, 2539) แก๊สโซลีนได้มาจากการนำน้ำมันองค์ประกอบ ที่ได้จากกระบวนการกลั่นน้ำมันนำมาผสมสารเพิ่มคุณภาพ และสารเติมแต่ง เช่น MTBE เอทานอล และสีย้อม เอทานอล หรือเอทิลแอลกอฮอล์ มีสูตรทางเคมี $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ ซึ่งเป็นสารเคมีที่มีออกซิเจนเป็นองค์ประกอบ มีคุณสมบัติช่วยเพิ่มค่าออกเทนในน้ำมันเบนซิน ทำให้การเผาไหม้เชื้อเพลิงสมบูรณ์ยิ่งขึ้น โดยทั่วไปผลิตได้จากพืชผลทางการเกษตร เช่น อ้อย มันสำปะหลัง ฯลฯ โดยผ่านกระบวนการหมัก แก๊สโซลีน (gasoline) แบ่งเป็น 2 ประเภท ดังนี้ (1) ออกเทน 91 ซึ่งมีค่าออกเทนไม่ต่ำกว่า 87 % (2) ออกเทน 95 ซึ่งมีค่าออกเทนไม่ต่ำกว่า 89 %

น้ำมันเบนซินแก๊สโซฮอล์ E10

น้ำมันเบนซินแก๊สโซฮอล์ E10 คือ น้ำมันเชื้อเพลิงสำหรับรถยนต์ ที่เกิดจากการผสมระหว่างน้ำมันเบนซิน 90% กับ แอลกอฮอล์ 10% (ได้แก่เอทานอล) ในภาษาอังกฤษไม่เรียกน้ำมันเชื้อเพลิงว่าเบนซิน แต่จะเรียกว่า แก๊สโซลีน (gasoline) ดังนั้นจึงเป็นที่มาของคำศัพท์ว่า แก๊สโซฮอล์ นั่นคือ Gasohol ได้รับการพัฒนาขึ้นเพื่อเป็นพลังงานทางเลือกทดแทนน้ำมันเบนซิน น้ำมันผสมชนิดนี้มิใช้กันในหลายประเทศทั่วโลก ข้อดีของแก๊สโซฮอล์คือ การ

เผาไหม้ที่สมบูรณ์ขึ้น เนื่องจากโครงสร้างทางเคมีของแอลกอฮอล์ ทำให้ลดมลพิษในอากาศ และในขณะเดียวกันราคาของน้ำมันแก๊สโซฮอล์ มีราคาต่ำกว่า น้ำมันเบนซินโดยทั่วไป

สำหรับน้ำมันแก๊สโซฮอล์นั้นมีองค์ประกอบต่างกับน้ำมันเบนซิน คือน้ำมันเบนซินมี MTBE เป็นตัวเพิ่มออกเทน ส่วนน้ำมันแก๊สโซฮอล์ใช้เอทานอล เป็นตัวเพิ่มออกเทนเอทานอลให้พลังงานน้อยกว่าเอมทีบีอี (MTBE) โดยต่างกันอยู่ร้อยละ 1.6-1.8 การใช้แก๊สโซฮอล์นั้นออกซิเจนที่เป็นส่วนประกอบอยู่ในเอทานอลจะช่วยให้การเผาไหม้ภายในห้องเครื่องสมบูรณ์ขึ้นและลดปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ที่จะปล่อยออกมาจากท่อไอเสีย

น้ำมันเบนซินแก๊สโซฮอล์ E20

น้ำมันเบนซินแก๊สโซฮอล์ E20 คือ น้ำมันแก๊สโซฮอล์ที่ได้จากการผสมน้ำมันเบนซินกับเอทานอลในสัดส่วน 80 ต่อ 20 โดยปริมาตร มี 1 ประเภทคือน้ำมันเบนซินแก๊สโซฮอล์ E20 ออกเทน 95 ซึ่งสามารถใช้ได้กับรถยนต์ที่ออกแบบมาเพื่อรองรับน้ำมันเบนซินแก๊สโซฮอล์ E20 โดยเฉพาะแต่รถที่ใช้ น้ำมันเบนซินแก๊สโซฮอล์ E20 สามารถใช้น้ำมันเบนซินแก๊สโซฮอล์ออกเทน 95 หรือน้ำมันเบนซิน 95 ได้เหมือนกัน

น้ำมันเบนซินแก๊สโซฮอล์ E85

น้ำมันเบนซินแก๊สโซฮอล์ E85 เป็นน้ำมันเชื้อเพลิงที่มีส่วนผสมของแอลกอฮอล์ 85% โดยปริมาตรกับน้ำมันเบนซิน โดยแอลกอฮอล์ที่นำมาใช้เป็นส่วนผสมของน้ำมันเบนซินแก๊สโซฮอล์ E85 มักเป็นไบโอแอลกอฮอล์ที่ได้จากธรรมชาติ เช่น จากข้าวโพดในสหรัฐอเมริกา จากอ้อยและมันสำปะหลังในประเทศไทย น้ำมันเบนซินแก๊สโซฮอล์ E85 จะมี

ค่าออกเทนอยู่ที่ 100 ถึง 105 สูงกว่าน้ำมันเบนซินทั่วไปซึ่งมีค่าออกเทน 87 ถึง 95 รถยนต์ที่ใช้น้ำมันเบนซินแก๊สโซฮอล์ E85 จะมีอัตราการใช้เชื้อเพลิงสูงกว่ารถที่ใช้น้ำมันเบนซิน ประมาณ 28% พาหนะที่ใช้น้ำมันเบนซินแก๊สโซฮอล์ E85 จะต้องใช้เครื่องยนต์ที่ได้รับการออกแบบเป็นพิเศษ ลดชิ้นส่วนที่เป็นยาง แมกนีเซียม และอะลูมิเนียม

คุณลักษณะและคุณสมบัติที่สำคัญของน้ำมันเบนซิน

น้ำมันเบนซินเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องยนต์เบนซิน ได้มาจากการกลั่นน้ำมันดิบในโรงกลั่น โดยนำส่วนที่เบาพอเหมาะมาผสมกันแล้วเติมสารเคมีเพิ่มคุณภาพเพื่อให้เหมาะสมในการใช้เป็นเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์เบนซินซึ่งเครื่องยนต์ในปัจจุบันได้ออกแบบให้มีกำลังสูงและทำงานหนักมาก

ค่าออกเทน

ค่าออกเทน (octane number) ของน้ำมันเบนซินบ่งบอกถึงคุณภาพในการต้านทานการน็อกหรือความสามารถของน้ำมันเบนซินที่จะเผาไหม้โดยปราศจากการน็อกในเครื่องยนต์ ซึ่งในสภาพการทำงานอย่างธรรมดาของเครื่องยนต์ เมื่อส่วนผสมของอากาศและน้ำมันเบนซินถูกจุดระเบิดจากประกายไฟของหัวเทียน จะติดไฟและเกิดเปลวไฟลูกกลมเผาไหม้ไปจนหมด แต่ถ้าบางส่วนของไอที่ติดไฟยังไม่ถึง เกิดจุดระเบิดขึ้นด้วยตัวของมันเอง (self ignition) อันเนื่องมาจากความร้อนและกำลังอัดจะทำให้เกิดการน็อกขึ้น ซึ่งสามารถได้ยินอย่างชัดเจนในตอนที่กำลังเร่งเครื่องยนต์อย่างกะทันหัน หรือเมื่อเครื่องทำงานหนักผิดปกติ เช่น บรรทุกของหนักหรือรถขณะขึ้นเขา หรือการขับที่ไม่ถูกต้อง คือ ไม่เปลี่ยนเกียร์ต่ำในขณะเดียว เป็นต้น

การนี้อาจจะทำให้เครื่องยนต์สูญเสียกำลัง และหากเกิดบ่อย ๆ ก็จะทำให้เครื่องยนต์ร้อนจัดขึ้นและอาจทำให้ลูกสูบทะลุได้

คุณสมบัติที่สำคัญของน้ำมันเบนซิน

1. Volatility คือ ความง่ายในการระเหยของของเหลว ของเหลวใดที่ระเหยง่ายในอุณหภูมิต่ำเรียกว่ามี High Volatility ผลของ Volatility ในน้ำมันจะทำให้เครื่องยนต์เป็นดังนี้

1) เครื่องติดง่ายเมื่ออุณหภูมิตัวน้ำมันจะต้องเป็นชนิด High Volatility

2) ถ้าน้ำมันแก๊สโซลีนเป็นชนิด High Volatility มากเกินไปความร้อนจะทำให้ตัวน้ำมันกลายเป็นไอในท่อตัวน้ำมันและในปั๊มได้ทำให้เกิด Vapourlock

3) เครื่องยนต์ร้อนเร็ว เครื่องยนต์จะร้อนถึงอุณหภูมิการทำงานเร็วเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับเปอร์เซ็นต์ที่ตัวน้ำมันระเหยเร็ว คุณสมบัติของตัวน้ำมันในท่อนั้นควรจะอยู่ในเกณฑ์ High Volatility แต่ไม่ควรให้สูงเกินไป

4) เร่งไม่เรียบเมื่อเร่งเครื่องยนต์จะทำให้ลิ้นเร่งเปิดและในขณะที่เดียวกันจำนวนน้ำมันที่เข้าเครื่องจะมากขึ้น เนื่องจากปั๊มเร่งในคาร์บูเรเตอร์ทำงานถ้าน้ำมันไม่ระเหยในทันทีทันใดซึ่งระยะหนึ่งนั้นส่วนผสมของอากาศกับน้ำมันจะมากเกินไป มีผลให้เครื่องยนต์หยุดชะงักและหลังจากนั้นเพียงเล็กน้อยเมื่อน้ำมันระเหยกลายเป็นไอแล้ว ส่วนผสมจะหนาขึ้น ทำให้การเผาไหม้เลวลงจึงมีผลทำให้เครื่องยนต์เกิดการสะดุดเช่นเดียวกัน ฉะนั้นน้ำมันจะต้องมี Volatility สูงพอเพื่อให้การเร่งเรียบและไม่มีการชะงัก

5) ไม่ทำให้เกิด Crank Case Dilution ที่เกิดจากมีบางส่วนของน้ำมันไหลลงไปตามผนังกระบอกสูบและลงไปสู่อ่างน้ำมันเครื่องซึ่งจะล้าง

น้ำมันเครื่องที่จับอยู่ตามผนังสูบออกไป ทำให้เพิ่มการสึกหรอให้แก่กระบอกสูบและลูกสูบ นอกจากนั้นยังทำให้ตัวน้ำมันเครื่องใส (ลดความหนืด) ซึ่งเป็นการลดคุณสมบัติของตัวน้ำมันเครื่องให้น้อยลงเพื่อที่จะให้ Crank Case Dilution น้อยลงแก๊สโซลีนจะมี High Volatility

2. Antiknock Value พบว่า แก๊สโซลีนบางชนิดจะทำให้เกิดการเผาไหม้อย่างรวดเร็วและบางชนิดจะให้การเผาไหม้ช้า ซึ่งจะทำให้เกิดการ Knock ได้ การป้องกันในเครื่องยนต์แก๊สโซลีน กำหนดโดยค่าของ Octane Number ค่าออกเทนยิ่งสูงจะป้องกันการ Knock ได้ดี

3. Vapour Lock เกิดจากคุณสมบัติของตัวน้ำมันและความร้อนที่ได้รับจากภายนอก ทำให้ตัวน้ำมันกลายเป็นไอและมีฟองอากาศอยู่ภายในทางเดินของตัวน้ำมัน

4. Detonation คือ การ Knock ของเครื่องยนต์เนื่องจากการใช้ตัวน้ำมันไม่ได้มาตรฐานการเกิด Detonation เกิดได้ดังนี้

- เมื่อส่วนผสมที่มีอุณหภูมิสูงขึ้นจะทำให้คุณสมบัติทางเคมีของตัวน้ำมันเปลี่ยนแปลงไปทำให้เกิด Detonation ได้

1. Detonation เกิดขึ้นเมื่อเครื่องยนต์ต้องการกำลังสูงสุด

2. Detonation มักจะเกิดเมื่อส่วนผสมบางมากกว่าส่วนผสมหนา

3. Detonation มักเกิดกับเครื่องยนต์ที่ตึงไฟมากเกินไป

การที่เครื่องยนต์มีอัตราส่วนการอัดสูงเนื่องจากการใส่ฝาสูบให้บางลงหรือใช้ปะเก็นฝาสูบชนิดบางเกินไป การเกิด Detonation ด้านข้างของห้องเผาไหม้ส่วนที่อยู่ตรงข้ามกับหัวเทียน เพราะฉะนั้นด้านหรือริมของหัวลูกสูบที่อยู่ตรงข้าม

กับหัวเทียนจะแตกหรือฉีกขาดโดยเฉพาะแถว ๆ RING LAND จะแตกลงไปโดยตลอด

5. Pre Ignition ระบบระบายความร้อนไม่ดี พอมารถร้อนไม่สามารถระบายออกไปได้รวดเร็วเท่าที่ควร ทำให้อุณหภูมิในห้องเผาไหม้เพิ่มขึ้นจนทำให้ส่วนที่ยื่นออกมาในห้องเผาไหม้ เช่น เจ็วหัวเทียนเขม่าที่จับในห้องจะร้อนจัดและจุดส่วนผสมที่อัดขึ้นไปก่อนที่หัวเทียนจะจุดเกิดระเบิดอย่างรุนแรง ฉะนั้นสาเหตุที่สำคัญที่ทำให้เกิด Preignition มีดังนี้

- 1) การจุดระเบิดล่าช้า
- 2) เครื่องยนต์เกิด Detonation
- 3) ส่วนผสมบางหรือหนาเกินไป
- 4) มีเขม่าตกค้างอยู่ในห้องเผาไหม้มาก
- 5) มีส่วนที่มีคมยื่นออกไปในห้องเผาไหม้ ซึ่งจะทำให้เกิดร้อนแดงตลอดเวลา
- 6) เกิด Hot Spot เนื่องจากระบบหล่อเย็นชำรุดหรือบกพร่อง
- 7) ใช้หัวเทียนชนิดร้อนมากเกินไป
- 8) ลื่นไอดีร้อนจัดเกินไปเนื่องจากได้รับการหล่อเย็นไม่เพียงพอ

ค่าความร้อน

ในกรณีที่ทราบส่วนประกอบที่แน่นอนของเชื้อเพลิง เอนทัลปีของสารที่ได้จากการเผาไหม้ก็ไม่สามารถหาได้จากเอนทัลปีของการรวมตัวของสารที่ได้จากการเผาไหม้แต่ละตัว ทั้งนี้เนื่องจากไม่ทราบทั้งปริมาณและชนิดของสารที่ได้จากการเผาไหม้ จึงต้องทำการวัดค่าความร้อนของเชื้อเพลิงนั้นโดยตรง

ค่าความร้อน (heating value หรือ calorific value, Q_{HV}) ของเชื้อเพลิงเป็นค่าความร้อนของปฏิกิริยาการเผาไหม้ที่ความดันคงตัว (Q_{HVP}) หรือที่ปริมาตรคงตัว (Q_{HVV}) ที่อุณหภูมิมาตรฐาน

(โดยทั่วไปเป็น 25°C) สำหรับการเผาไหม้สมบูรณ์ของหนึ่งหน่วยของเชื้อเพลิง ดังนี้

$$Q_{HVP} = -(\Delta H)_{P, T_0} \quad (1)$$

$$Q_{HVV} = -(\Delta U)_{V, T_0} \quad (2)$$

การเผาไหม้ที่สมบูรณ์หมายความว่าคาร์บอนทั้งหมดถูกเปลี่ยนไปเป็นคาร์บอนไดออกไซด์ ไฮโดรเจนทั้งหมดถูกเปลี่ยนไปเป็นน้ำ และซัลเฟอร์ที่มีอยู่ทั้งหมดถูกเปลี่ยนไปเป็นซัลเฟอร์ไดออกไซด์ หน่วยของค่าความร้อนเป็นจูลต่อกิโลกรัมหรือจูลต่อกิโลโมลของเชื้อเพลิง

สำหรับเชื้อเพลิงที่มีไฮโดรเจนจะมีน้ำในสารที่ได้จากการเผาไหม้โดยเป็นได้ทั้งของเหลวและก๊าซ ซึ่งจะมีผลต่อค่าความร้อนของปฏิกิริยา จึงมีการกำหนดค่าความร้อนออกเป็น 2 ค่า คือ ค่าความร้อนสูง (higher heating value, Q_{HHV}) เป็นค่าความร้อนเมื่อน้ำที่เกิดขึ้นถูกควบแน่นเป็นของเหลวทั้งหมด และค่าความร้อนต่ำ (lower heating value, Q_{LHV}) เป็นค่าความร้อนเมื่อน้ำที่เกิดขึ้นอยู่ในสถานะเป็นไอทั้งหมด ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความร้อนที่ความดันคงตัวทั้งสองสามารถแสดงได้ด้วยสมการ

$$Q_{HHVP} = Q_{LHVP} + \left(\frac{m_{H_2O}}{m_f} \right) h_{fgH_2O} \quad (3)$$

โดย (m_{H_2O}/m_f) เป็นอัตราส่วนของมวลของน้ำที่เกิดขึ้นต่อมวลของเชื้อเพลิงที่เผาไหม้

ในทำนองเดียวกัน ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความร้อนที่ปริมาตรคงตัวทั้งสองสามารถเขียนได้เป็น

$$Q_{HHVv} = Q_{LHVv} + \left(\frac{m_{H_2O}}{m_f} \right) u_{fgH_2O} \quad (4)$$

ค่าความร้อนของเชื้อเพลิงถูกวัดโดยเครื่องมือที่เรียกว่า แคลอริมิเตอร์ (calorimeter) ซึ่งมี 2 แบบ คือ แบบไหลต่อเนื่องที่ความดันบรรยากาศ

(แบบความดันคงตัว) ซึ่งนิยมใช้กับเชื้อเพลิงก๊าซและแบบปริมาตรคงตัวภายใต้ความดันที่เรียกว่า บอมบ์แคลอรีมิเตอร์ (bomb calorimeter) นิยมใช้กับเชื้อเพลิงที่เป็นของเหลวและของแข็ง

ตาราง 1

ค่าความร้อนต่ำของเชื้อเพลิงแต่ละชนิด (lower heating value, Q_{LHV})

เชื้อเพลิง	ค่าความร้อนต่ำ (MJ/kg)
ออกเทน 91	44.3
เอทานอล	26.9

ตาราง 2

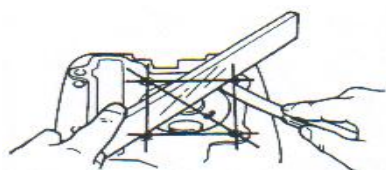
ค่าความร้อนสูงของเชื้อเพลิงแต่ละชนิด (higher heating value, Q_{HHV})

เชื้อเพลิง	ค่าความร้อนสูง (MJ/kg)
ออกเทน 91	52.213
เอทานอล	31.296
แก๊สโซฮอล์ E10	50.1213
แก๊สโซฮอล์ E20	48.0296

$$h_{fg} \text{ ของน้ำที่อุณหภูมิ } 25^{\circ}\text{C} = 2442.3 \text{ kJ/kg}$$

วิธีดำเนินการวิจัย

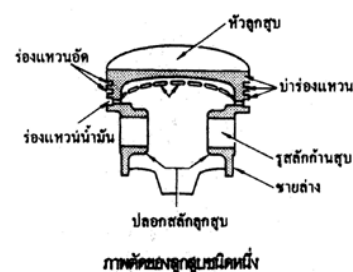
การตรวจสอบความโค้งของฝาสู่วัดความโค้งโดยใช้ไม้มบรรทัดเหล็กและฟิลเลอร์เกจของผิวหน้าสับที่สัมผัสกับเสื้อสูบและด้านท่อร่วม โดยค่าความโค้งสูงสุด 0.085 มิลลิเมตร (0.002 นิ้ว) ถ้าความโค้งมากให้เปลี่ยนฝาสู่



ภาพ 1 การตรวจสอบความโค้งของฝาสู่

การตรวจสอบความโค้งส่วนบนของเสื้อสูบ วัดความโค้งผิวส่วนบนของเสื้อสูบใช้วิธีการวัดวิธีเดียวกับการวัดฝาสู่ โดยค่าความโค้งไม่ควรเกิน 0.05 มิลลิเมตร การตรวจสอบก้านลิ้นและปลอกลิ้น

1. ใช้ไมโครมิเตอร์วัดความโตของก้านลิ้น
2. ใช้คาลิเปอร์วัดความโตด้านในของปลอกลิ้น
3. นำค่าที่วัดได้ของลิ้นลบค่าที่วัดได้ของปลอกลิ้นจะเป็นระยะช่องว่างน้ำมันหล่อลื่นค่ามาตรฐานลิ้นไอดี 0.08 มิลลิเมตร (0.0031 นิ้ว) ลิ้นไอเสีย 0.1 มิลลิเมตร (0.0039 นิ้ว)



ภาพ 2 ส่วนประกอบของลูกสูบ

การตรวจสอบลูกสูบ

วัดความโตของเส้นผ่านศูนย์กลางโดยวัดให้ห่างจากลูกสูบ 38.5 มิลลิเมตร (1.576 นิ้ว)

การตรวจสอบระยะห่างร่องแหวนลูกสูบ ใช้ฟิลเลอร์เกจวัดระยะห่างระหว่างแหวนลูกสูบตัวใหม่กับร่องแหวนลูกสูบค่าระยะมาตรฐานของระยะห่างแหวนลูกสูบ

- 1) ตัวที่ 1 0.04 ถึง 0.08 มิลลิเมตร (0.0016 ถึง 0.0031 นิ้ว)
- 2) ตัวที่ 2 0.03 ถึง 0.07 มิลลิเมตร (0.0012 ถึง 0.0028 นิ้ว) การตรวจสอบระยะห่างปากแหวนลูกสูบ

1. ใส่แหวนลูกสูบที่จะวัดลงในกระบอกสูบ และใช้ลูกสูบดันให้แหวนลูกสูบเลื่อนลงไป

กระบอกสูบประมาณ 87 มิลลิเมตร (3.4 นิ้ว) จาก
ผิวหน้าเสื้อสูบ

2. ใช้ฟิลเลอร์เกจวัดระยะห่างของปาก
แหวนลูกสูบแต่ละตัว ค่าระยะห่างปากแหวนลูกสูบ
มาตรฐาน

1) แหวนตัวที่ 1 ประมาณ 0.25 ถึง 0.35
มิลลิเมตร (0.0098 ถึง 0.0138 นิ้ว)

2) แหวนตัวที่ 2 ประมาณ 0.15 ถึง 0.30
มิลลิเมตร (0.0059 ถึง 0.0118 นิ้ว)

3) แหวนกวาดน้ำมัน ประมาณ 0.10 ถึง
0.60 มิลลิเมตร (0.0039 ถึง 0.0236 นิ้ว)

ถ้าระยะห่างกว่าค่าที่กำหนดไว้ให้คว้าน
กระบอกสูบและเปลี่ยนแหวนลูกสูบเป็นขนาดโอ
เวอร์ไซส์ได้



ภาพ 3 การตรวจสอบเพลาคือเหวี่ยง

การตรวจสอบเพลาคือเหวี่ยง
การตรวจสอบเพลาคือเหวี่ยงเป็นการ
ตรวจวัดความคงของความโตของข้อหลักและข้อก้าน
สูบซึ่งเป็นการตรวจวัดด้วยเครื่องมือวัดละเอียดที่มี
ความแม่นยำ ดังนั้นการตรวจวัดจึงควรที่จะต้อง
ปฏิบัติอย่างระมัดระวัง

การตรวจวัดความคงของเพลาคือเหวี่ยง
การตรวจวัดความคงของเพลาคือเหวี่ยง
สามารถทำได้ด้วยเครื่องมือวัดละเอียดดังนี้ วาง
เพลาคือเหวี่ยงลงบนวี-บล็อก และใช้ไดอัลเกจวัด
ความคงที่จุดกึ่งกลางและหมุนเพลาลงไปรอบ ๆ

และอ่านค่าที่ได้จากเข็มวัดจะได้ไม่เกิน 0.6
มิลลิเมตร หรือ 0.0024 นิ้ว

การตรวจวัดความโตของข้อหลักและข้อ
ก้านสูบของเพลาคือเหวี่ยงสามารถปฏิบัติได้ดังนี้

1. ใช้ไมโครมิเตอร์วัดแบบละเอียดวัดเส้น
ผ่านศูนย์กลางของข้อหลักและข้อก้านสูบแต่ละข้อ

2. วัดค่าความเร็วของข้อหลักและข้อก้าน
สูบแต่ละข้อ ค่าความเร็วสูงสุดไม่เกิน 0.02 มิลลิเมตร
(0.0008 นิ้ว)

มาตรฐานการทดสอบหลักคือ มาตรฐาน
การทดสอบของ CAFÉ Program มาตรฐานการ
ทดสอบ EU NEDC และมาตรฐานการทดสอบของ
ประเทศญี่ปุ่น Japan 10-15 เช่นเดียวกันกับวัฏจักร
การขับขี่ที่ใช้ทดสอบตามมาตรฐานต่างๆ นั้น
โดยรวมแล้วจะอ้างอิงจากวัฏจักรการขับขี่เพียง 4 วัฏ
จักรเท่านั้นคือ

1. วัฏจักรการขับขี่ของประเทศ
สหรัฐอเมริกาขับขี่ในเมือง (US city cycle) อ้างอิง
โดยมาตรฐานการทดสอบประสิทธิภาพพลังงานใน
รถยนต์ของประเทศสหรัฐอเมริกา

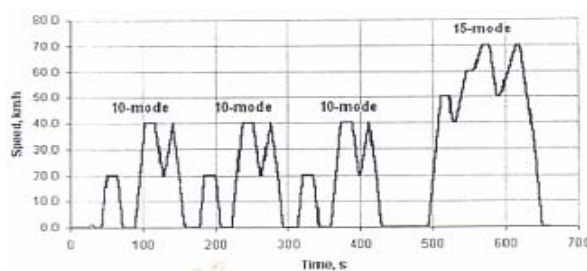
2. วัฏจักรการขับขี่ของประเทศ
สหรัฐอเมริกาแบบรวม (US combined mode) โดย
รวมวัฏจักรการขับขี่ในเมือง (US city cycle) กับ
วัฏจักรการขับขี่บนทางด่วน (US HWY cycle)
อ้างอิงโดยมาตรฐานการทดสอบประสิทธิภาพ
พลังงานในรถยนต์ของประเทศสหรัฐอเมริกา
ประเทศแคนาดา ประเทศไต้หวัน และมลรัฐคาลิ -
ฟอร์เนีย ประเทศสหรัฐอเมริกา

3. วัฏจักรการขับขี่ของกลุ่มประเทศ
ประชาคมยุโรป (NEDC) อ้างอิงโดยมาตรฐานการ
ทดสอบประสิทธิภาพพลังงานในรถยนต์ของ
ประเทศออสเตรเลีย ประเทศสาธารณรัฐประชาชน
จีน และกลุ่มประเทศประชาคมยุโรป

4. วัฏจักรการขับขี่ของประเทศญี่ปุ่น (10-15 Mode) อ้างอิงโดยมาตรฐานการทดสอบประสิทธิภาพพลังงานในรถยนต์ของประเทศญี่ปุ่น

วัฏจักรการขับขี่แบบ 10-15 Mode

ในการทดสอบนี้เราได้อ้างอิงมาตรฐานการทดสอบแบบวัฏจักร 10-15 Mode ซึ่งใช้ในการกำหนดมาตรฐานการใช้พลังงานของรถยนต์ในประเทศญี่ปุ่น โดยในหนึ่งรอบจะประกอบด้วย การอุ่นเครื่อง 15 นาทีที่ความเร็วประมาณ 60 กิโลเมตรต่อชั่วโมงและตามด้วยวัฏจักร Mode 15 หนึ่งรอบ Mode 10 สามรอบและจบด้วย Mode 15 อีกหนึ่งรอบ การทดสอบครอบคลุมระยะทางรวมทั้งหมดประมาณ 4.6 กิโลเมตร ประกอบด้วยการวิ่งด้วย ECE ที่ช่วง EUDC หนึ่งช่วง โดยในแต่ละช่วงของการขับเคลื่อนจะแสดงถึงการขับเคลื่อนบนถนนรอบเมืองและทางด่วนระหว่างเมืองโดยกำหนดมีความเร็วเฉลี่ยที่ 22.7 กิโลเมตรต่อชั่วโมง รูปที่ 4 แสดงรูปแบบของวัฏจักรการขับขี่นี้



ภาพ 4 รูปแบบของวัฏจักรการขับขี่

การอภิปรายผล

จากการทดสอบรถจักรยานยนต์ฮอนด้า รุ่น wave 100 ด้วยการใช้น้ำมัน 3 ชนิดในการทดสอบ ได้แก่ น้ำมันเบนซินออกเทน 91 น้ำมันเบนซินแก๊สโซฮอล์ 95 และน้ำมันแก๊สโซฮอล์ E20 ทำให้ได้ผลการทดสอบดังนี้

ตาราง 5

การเปรียบเทียบผลการทดลอง

รายการ	ออกเทน 91	แก๊สโซฮอล์ 95	แก๊สโซฮอล์ E20
อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมัน (ลิตรต่อกิโลเมตร)	47.6	44.3	40.2
การสึกหรอของชิ้นส่วนต่างๆ ภายในเครื่องยนต์ (เปอร์เซ็นต์)	0.87	1.054	2.12

จากการศึกษาพบว่า เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันเบนซินแก๊สโซฮอล์ E20 มีการสึกหรอมากที่สุดโดยคิดเป็น 2.12 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือน้ำมันเบนซินแก๊สโซฮอล์ 95 มีค่าเท่ากับ 1.054 เปอร์เซ็นต์ และสุดท้ายคือน้ำมันเบนซินออกเทน 91 คิดเป็น 0.87 เปอร์เซ็นต์

จากการทดสอบอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงพบว่า เชื้อเพลิงที่มีอัตราการสิ้นเปลืองน้อยที่สุดคือ น้ำมันเบนซินออกเทน 91 มีค่าเท่ากับ 47.6 กิโลเมตร/ลิตร รองลงมาคือ น้ำมันเบนซินแก๊สโซฮอล์ 95 มีค่าเท่ากับ 44.3 กิโลเมตร/ลิตร และท้ายสุดคือน้ำมันเบนซินแก๊สโซฮอล์ E20 มีค่าเท่ากับ 40.2 กิโลเมตร/ลิตร และเมื่อเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายต่อลิตรแล้วพบว่า รถจักรยานยนต์ 4 จังหวะใช้น้ำมันเบนซินแก๊สโซฮอล์ E10 มีค่าใช้จ่ายต่อลิตรต่ำสุด ส่วนน้ำมันเบนซินออกเทน 91 มีค่าใช้จ่ายต่อลิตรมากที่สุด

การใช้น้ำมันเบนซินแก๊สโซฮอล์ E20 ส่งผลต่อการขยายตัวของวัสดุประเภทพลาสติกและยางสังเคราะห์มากที่สุดโดยคิดเป็น 12 เปอร์เซ็นต์

รองลงมาคือน้ำมันเบนซินแก๊สโซฮอล์ 95 มีค่าเท่ากับ 8.17เปอร์เซ็นต์ และน้ำมันเบนซินออกเทน 91 มีผลกระทบน้อยที่สุดคิดเป็น 5.83 เปอร์เซ็นต์ ระบบท่อทางที่ทำจากยางถ้ามีชิ้นส่วนที่ใช้ยางธรรมชาติอาจจะเกิดการขยายตัวได้เร็วขึ้น ทำให้ต้องเปลี่ยนอะไหล่ดังกล่าวเร็วขึ้นกว่ากำหนด ในระบบถังเก็บน้ำมันสำหรับรถจักรยานยนต์รุ่นเก่าซึ่งวัสดุทำจากโลหะประเภทเหล็ก (รถสมัยใหม่ปัจจุบันนิยมใช้พลาสติก) จากการทดสอบพบว่าน้ำมันเบนซินแก๊สโซฮอล์ไม่เกิดการกัด-กร่อน แต่จะเกิดสนิมในถังเก็บน้ำมันสาเหตุจากน้ำมันเบนซินแก๊สโซฮอล์มีส่วนผสมของเอทานอล ซึ่งในเอทานอลมีน้ำผสมอยู่ประมาณ 0.5 เปอร์เซ็นต์

ในน้ำมันเบนซินแก๊สโซฮอล์ จะมีปริมาณออกซิเจนอยู่มากกว่าในน้ำมันเบนซินอื่นเนื่องมาจากเอทานอลที่เติมลงไป 10% ดังนั้นเครื่องยนต์รุ่นเก่าที่ใช้ระบบคาร์บูเรเตอร์ซึ่งไม่มีระบบอิเล็กทรอนิกส์ควบคุมปริมาณอากาศเข้าห้องเผาไหม้เหมือนรถที่ใช้ระบบหัวฉีด ในบางกรณีอาจจะต้องปรับตั้งคาร์บูเรเตอร์ เพื่อให้อัตราส่วนของอากาศและน้ำมันมีความเหมาะสมแต่จากที่ได้ทำการทดสอบพบว่ารถที่เป็นระบบคาร์บูเรเตอร์ส่วนใหญ่สามารถใช้น้ำมันเบนซินแก๊สโซฮอล์ได้โดยไม่ต้องปรับแต่งเครื่องยนต์

เอกสารอ้างอิง

- ชาญชัย ทองประสิทธิ์ และอำพล ชื่อดรง. (2545). *เครื่องยนต์เล็กและจักรยานยนต์*. กรุงเทพฯ: ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ.
- ตระการ ก้าวกลิกรรม. (2539). *คู่มือปะเก็นแก๊สเก้ด*. กรุงเทพฯ: เอ็มแอนคี่อี
- ธีรยุทธ สุวรรณประทีป. (2544). *วิศวกรรมยานยนต์*. (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: วิทยพัฒน์.
- ประสานพงษ์ หาเรือนชีพ. (2539). *ทฤษฎีและปฏิบัติเครื่องยนต์แก๊สโซลีน*. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.
- มนตรี พิรุณเกษตร. (2544). *เครื่องยนต์เผาไหม้ภายใน*. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.
- เสมอขวัญ ดันติกุล. (2544). *เครื่องยนต์สันดาปภายใน*. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: ศูนย์ส่งเสริมอาชีพ.
- สุระเชษฐ์ รุ่งวัฒนพงษ์. (2536). *กลศาสตร์ของแข็ง*. (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.
- อำพล ชื่อดรง. (2536). *ทฤษฎีระบบควบคุมและส่งจ่ายเชื้อเพลิง*. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ.