

การเปรียบเทียบสมรรถนะและมลพิษไอเสียระหว่างเครื่องยนต์แก๊สโซลีน
ที่ใช้น้ำมันเบนซิน กับ แก๊สโซฮอลล์ ที่มีค่าออกเทนต่างกัน

Comparison of the Performances and Emissions between the Usages of Benzene and
Gasohol with Different Octane Number on SI Engine

สถิตย์ เนียมสูงเนิน¹ อุทัย อึ้งเจริญ²
ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330
โทรศัพท์ 02-2193862

Sathid Niamsungnoen¹ Uthai Aoungcharoen²

Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Pathumwan Institute of Technology, Bangkok 10330,
Thailand
Tel: 02-2193862

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการเปรียบเทียบสมรรถนะและมลพิษไอเสียระหว่างเครื่องยนต์แก๊สโซลีนที่ใช้ น้ำมันเบนซินกับแก๊สโซฮอลล์ที่มีค่าออกเทนต่างกัน ทำการทดสอบกับเครื่องยนต์ TOYOTA 5A-FE ปริมาตรความจุ 1,498 cc. อัตราส่วนการอัด 9.8:1 ระบบการจ่ายเชื้อเพลิงเป็นแบบหัวฉีด เปรียบเทียบสมรรถนะได้แก่ แรงบิด กำลังเบรกและอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรกรวมทั้งมลพิษไอเสียซึ่งประกอบด้วย คาร์บอนมอนอกไซด์ และไฮโดรคาร์บอน ทดสอบที่ความเร็วรอบ 1500, 2000, 2500, 3000, 3500 และ 4000 รอบต่อนาที ผลการทดสอบแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ 1.เชื้อเพลิงชนิดเดียวกันแต่ค่าออกเทนต่างกันซึ่งเปรียบเทียบค่าออกเทนระหว่าง 95 กับ 91 พบว่าแรงบิดและกำลังเบรกของเชื้อเพลิงที่มีค่าออกเทน 95 นั้นมีค่าสูงกว่าประมาณ 0.75 และ 0.76% ตามลำดับ อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรกของเชื้อเพลิงที่มีค่าออกเทน 95 มีค่าต่ำกว่าประมาณ 0.22% ส่วนปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์และไฮโดรคาร์บอนพบว่าไม่มีความแตกต่างกัน 2.เชื้อเพลิงต่างชนิดกันแต่ค่าออกเทนเท่ากันพบว่าแรงบิดและกำลังเบรกของเบนซินมีค่าสูงกว่าแก๊สโซฮอลล์ประมาณ 1.39 และ 1.67% ตามลำดับ อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรกพบว่าแก๊สโซฮอลล์มีค่าสูงกว่าประมาณ 3.32% ส่วนปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์และไฮโดรคาร์บอนพบว่าแก๊สโซฮอลล์มีปริมาณต่ำกว่าประมาณ 17.95 และ 17.28% ตามลำดับ

คำสำคัญ: เบนซิน/ แก๊สโซฮอลล์/ เอทานอล/ ออกเทน

Abstract

This research was the comparison of the performances and emissions between the usage of benzene and gasohol with different octane number on SI engine. The test was operated on Toyota 5A-FE, 1498 cc, compression ratio 9.8:1 and the electronic fuel injection system. It indicated comparative performance of brake torque, brake power, brake specific fuel consumption and the emissions which consist of the carbon monoxide and hydrocarbon. The experiment was tested by varying the speed of engine at 1500, 2000, 3000, 3500 and 4000 rpm. The result was divided by two parts. First, the identical fuel with different octane number shown that the brake torque and power of the 95 octane number was respectively higher than 0.75 and 0.76 percent. The brake specific fuel consumption was lower than 0.22 percent. In addition, the carbon monoxide and hydrocarbon were not different. Second, the identical octane number with different fuel shown that the brake torque and power of benzene was respectively higher than 1.39 and 1.67 percent. The brake specific fuel consumption was higher than 3.32 percent. In addition, the carbon monoxide and hydrocarbon of gasohol was respectively lower than 17.95 and 17.28 percent.

Keywords : Benzene / Gasohol / Ethanol / Octane Number

1. บทนำ

ปัจจุบันในประเทศไทยได้มีการนำแก๊สโซฮอล์ 95, 91 มาเป็นเชื้อเพลิงทดแทนน้ำมันเบนซินเดิมที่ใช้กันอยู่ตามเป้าหมายของรัฐบาล จากการสอบถามประชาชนส่วนใหญ่พบว่า ยังมีความเคลงใจเกี่ยวกับเชื้อเพลิงทดแทนว่ามีผลต่อการสึกหรอของเครื่องยนต์หรือทำให้สมรรถนะของเครื่องยนต์ต่ำกว่าปกติหรือไม่อย่างไร อีกทั้งยังมีความเชื่อว่าเชื้อเพลิงที่มีค่าออกเทนสูงนั้นทำให้เครื่องยนต์มีสมรรถนะที่ดีกว่า ด้วยแนวคิดดังกล่าวนำไปสู่การวิจัยเกี่ยวกับเรื่องนี้ โดยสุราษฎร์ แสงธรรมรัตน์ [1] ศึกษาผลกระทบของของคุณภาพน้ำมันเบนซินต่อสมรรถนะเครื่องยนต์และปริมาณมลสาร ควันพิษ ท้องแค้นและคณนะ[2] ได้วิเคราะห์กระบวนการเผาไหม้ในเครื่องยนต์ที่ใช้ น้ำมันที่มีค่าออกเทนต่ำเบอร์สูงกว่าความต้องการ มานิดา ทองรุณ [3] ศึกษากระบวนการเผาไหม้ในเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงเอทานอล วิเชียร เอี่ยมอารีรัตน์ [4] วิเคราะห์ความดันในกระบอกสูบเครื่องยนต์เมื่อใช้น้ำมันเบนซินที่มีตัวเลขค่าออกเทนสูงกว่าความต้องการ จากงานวิจัยดังกล่าวมุ่งเน้นในเชิงวิเคราะห์ ส่วนงานวิจัยนี้แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างระหว่างเบนซินและแก๊สโซฮอล์ทั้ง 95 และ 91 โดยการเปรียบเทียบสมรรถนะและปริมาณสารมลพิษของเครื่องยนต์ ซึ่งเป็นการเพิ่มเติมข้อมูลและเนื้อหาให้เข้าใจได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

2. ทฤษฎี

2.1 ค่าออกเทนต่ำเบอร์ของเชื้อเพลิงที่มีผลต่อการน็อค

การน็อคเป็นปรากฏการณ์ที่ถูกควบคุมโดยปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับเครื่องยนต์และเชื้อเพลิงแนวโน้มของการน็อค ขึ้นอยู่กับการออกแบบของเครื่องยนต์และสภาวะการทำงานซึ่งมีอิทธิพลต่ออุณหภูมิและความดันของก๊าซส่วนสุดท้ายช่วงเวลาที่ยังมีส่วนสุดท้ายมีอุณหภูมิและความดันสูงก่อนเปลวไฟจะมาถึง ดังนั้นเหตุผลหลักที่จะทำให้เกิดการน็อคหรือไม่เกิดการน็อคนั้น ขึ้นอยู่กับคุณภาพของเชื้อเพลิงเป็นหลัก [5]

ในทางปฏิบัติต้องมีการวัดค่าความต้านทานการน็อคของเชื้อเพลิง ค่าความต้านทานการน็อคของเชื้อเพลิงเราจะเรียกว่า ค่าออกเทนต่ำเบอร์ (Octane Number) ของเชื้อเพลิง ซึ่งหาได้โดยการทดสอบที่สภาวะการทำงานที่ทำให้เกิดการน็อค ถ้าเชื้อเพลิงมีค่าออกเทนสูงก็จะมีคุณสมบัติต้านทานการน็อคสูงค่าออกเทนต่ำเบอร์ (ON) ถูกกำหนดโดยการเปรียบเทียบกับสารประกอบไฮโดร - คาร์บอน 2 ชนิดคือ นอร์มอลเฮปเทน (NormalHeptane, n-C₇H₁₆) มีค่าออกเทนต่ำเบอร์เป็น 0 และ ไอโซออกเทน (Isooctane ,C₈H₁₈) มีค่าออกเทนต่ำเบอร์เท่ากับ 100 เหตุที่ใช้สารประกอบ

ไฮโดรคาร์บอนดังกล่าวเป็นเชื้อเพลิงอ้างอิงเพราะเชื้อเพลิงทั้ง 2 ชนิดมีค่าความต้านทานการน็อคแตกต่างกันอย่างมาก

2.2 เชื้อเพลิงเอทานอล [3]

เอทานอลหรือเอทิลแอลกอฮอล์มีสูตรโมเลกุลคือ C₂H₅OH เป็นแอลกอฮอล์ชนิดหนึ่งที่ได้ผลิตได้จากพืช ซึ่งนำไปหมักและกลั่นตามลำดับจนได้เอทานอลที่มีความบริสุทธิ์ต่างๆ กันขึ้นอยู่กับกระบวนการกลั่น "แก๊สโซฮอล์" ที่ออกจำหน่ายเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงที่ได้จากการผสมระหว่างเอทานอลหรือที่เรียกว่า "เอทิลแอลกอฮอล์" ซึ่งเป็นแอลกอฮอล์บริสุทธิ์ 99.5% โดยปริมาตรผสมกับน้ำมันเบนซินไร้สารตะกั่วออกเทน 91 ในอัตราส่วนเบนซิน 9 ส่วน เอทานอล 1 ส่วน จึงได้เป็นน้ำมันแก๊สโซฮอล์ออกเทน 95

ตารางที่ 1 คุณสมบัติของน้ำมันเบนซินและเอทานอล[9]

Property	Gasoline	Ethanol
Chemical Formula	C ₈ H ₁₅	C ₂ H ₅ OH
Molecular Weight	111	46
Stoichiometric Air–Fuel Ratio	14.6	9.0
Stoichiometric Fuel–Air Ratio	0.068	0.111
Heating Value HHV (kJ/kg)	47300	29710
Heating Value LHV (kJ/kg)	43000	26950
Octane Number		
Research (RON)	92 – 99	107
Motor (MON)	80 – 91	89
Heat of Vaporization	307	873

2.1 การวัดและทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์ [6,7]

2.1.1 แรงบิดของเครื่องยนต์

$$T = \frac{FR}{2\pi}$$

โดย T = แรงบิด (N.m)
 F = แรงตามแนวเส้นสัมผัส (N)
 R = แขนของแรงหรือความยาวคาน (m)

2.1.2 กำลังเบรกของเครื่องยนต์ (Brake power)

$$P = 2\pi NT$$

เมื่อ T = แรงบิด (N.m)
 P = กำลังเบรก (W)
 N = รอบการหมุนของเพลาข้อเหวี่ยง หน่วยเป็น (rpm)

2.1.3 อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงจำเพาะเบรก (bsfc)

หมายถึงปริมาณหรือมวลเชื้อเพลิงที่ใช้หมดไปต่อแรงม้าเบรกหรือกำลังเบรกที่ได้ตั้งสมการ

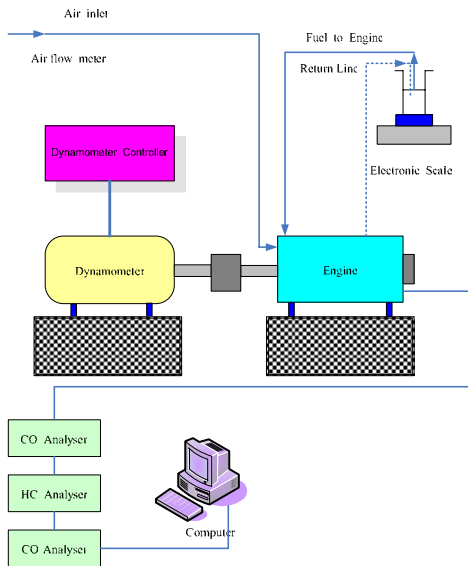
$$bsfc = \frac{m_f}{P \times hr}$$

เมื่อ bsfc = ความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรก

(kg/kW.h)
 m_f = ปริมาณหรือมวลของเชื้อเพลิงที่ใช้ (kg)
 P = กำลังเบรค (W)
 hr = หน่วยเวลา (h)

3. ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน

การดำเนินงานวิจัยนี้เป็นการทดสอบสมรรถนะและมลพิษไอเสียของเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยประกายไฟ 4 จังหวะ 4 สูบ โดยมีผังการติดตั้งเครื่องยนต์ดังรูปที่ 1 ซึ่งประกอบด้วย ไดนาโมมิเตอร์ (Fluid Dynamometer), เครื่องวิเคราะห์ไอเสีย (Exhaust Analysis) และตาชั่งอิเล็กทรอนิกส์ ในส่วนการรายงานมีสองส่วนคือ อุปกรณ์ที่ใช้ทดสอบ และวิธีการทดสอบซึ่งจะกล่าวต่อไป



รูปที่ 1 การติดตั้งอุปกรณ์ที่ใช้ทำการทดสอบ

3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ทำการทดสอบ

3.1.1 เครื่องยนต์ (Engine) ซึ่งมีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงรายละเอียดของเครื่องยนต์ที่ใช้ทำการทดสอบ

เครื่องยนต์	รายละเอียด
ยี่ห้อและรุ่น	TOYOTA รุ่น 5A – FE
การจ่ายเชื้อเพลิง	4 สูบ 16 วาล์ว หัวฉีด
กระบอกสูบ	78.7 มม.
ระยะชัก	77 มม.
ปริมาตรกระบอกสูบ	1498 ซีซี
ความยาวก้านสูบ	120 มม.

อัตราส่วนการอัด	9.8 : 1
-----------------	---------

3.1.2 ไดนาโมมิเตอร์ (Dynamometer)

เป็นอุปกรณ์วัดความเร็วจุดรอบ, ภาระของเครื่องยนต์ ซึ่งในการทดสอบนี้ใช้ Dynamometer แบบ Hydraulic หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าแบบ Fluid Dynamometer ซึ่งอาศัยของเหลวในการสร้างภาระ (Load) ให้กับเครื่องยนต์ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 ไฮดรอลิกไดนาโมมิเตอร์

3.1.3 อุปกรณ์วิเคราะห์ไอเสีย (Exhaust Analysis)

เป็นอุปกรณ์วัดค่ามลพิษไอเสียซึ่งสามารถวัดปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์, ไฮโดรคาร์บอนและคาร์บอนไดออกไซด์ดังแสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 3 อุปกรณ์วิเคราะห์ไอเสีย

3.2 การดำเนินการทดสอบ

การทดสอบจะกระทำโดยติดตั้งเครื่องยนต์เข้ากับไดนาโมมิเตอร์ดังรูปที่ 1 โดยทดสอบกับน้ำมันเบนซิน 2 ชนิดที่มีค่าออกเทน 91 และ 95 รวมทั้งเบนซินแก๊สโซฮอล์ 91 กับ 95 ตามลำดับ ทำการศึกษาตัวแปรที่สนใจคือสมรรถนะของเครื่องยนต์ อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง และปริมาณมลพิษไอเสีย ซึ่งทดสอบที่รอบของเครื่องยนต์ 1500, 2000, 2500, 3000 3500 และ 4000 รอบต่อนาที ที่มุมมองการจุดระเบิด 20 องศา ซึ่งมีการทดสอบดังนี้

การทดสอบหาค่าพลังงานที่ให้เครื่องยนต์ เมื่ออุณหภูมิต่าง ๆ ของชิ้นส่วนเครื่องยนต์มีอุณหภูมิคงที่ที่อุณหภูมิทำงานแล้ว ทำการเพิ่มภาระลงไปด้วยใช้น้ำเป็นภาระเพิ่มเข้าไปที่ 16 ลิตรต่อนาที แล้วปรับความเร็วรอบเครื่องยนต์ 1500 รอบต่อนาที ทำการบันทึกค่าของแรงบิดที่ได้จากหน้าจอแสดงผล แล้วทำการเพิ่มความเร็วรอบของเครื่องยนต์ 2000, 2500 3000, 3500, 4000 รอบต่อนาที ทำการบันทึกค่าของแรงบิดที่ได้ในแต่ละความเร็วรอบ ซึ่งค่าที่ได้จากการบันทึกนำไปคำนวณหาค่าของเครื่องยนต์ แล้วทำซ้ำขั้นตอนเดิมแต่เปลี่ยนน้ำมันเชื้อเพลิงเป็นน้ำมันเบนซินออกเทน 95 และเบนซินแก๊สโซฮอล์ 91 กับ 95

การทดสอบหาอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง โดยทำตามขั้นตอนเดิม แล้วบันทึกค่ามวลของน้ำมันเชื้อเพลิงที่หายไปจากตาชั่งอิเล็กทรอนิกส์ โดยจับเวลา 30 วินาที

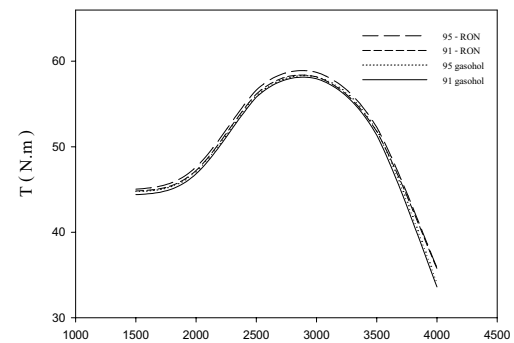
การทดสอบหามลพิษไอเสีย ทำการทดสอบเช่นเดียวกันกับการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ ทำการบันทึกค่าของมลพิษที่ได้จากอุปกรณ์วิเคราะห์ไอเสียในแต่ละความเร็วรอบ

4. ผลการทดสอบและวิเคราะห์ผล

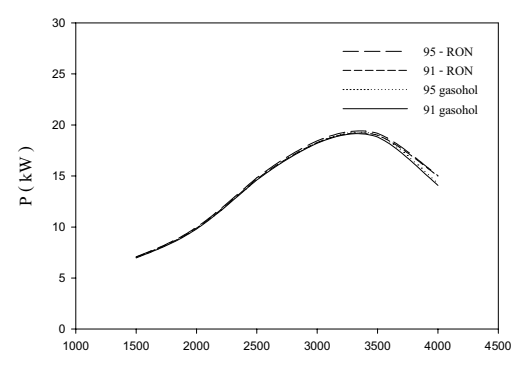
4.1 แรงบิดและกำลังเบรกของเครื่องยนต์

การทดสอบทำการเปรียบเทียบใช้น้ำมันเชื้อเพลิงต่างชนิดกัน โดยทดสอบกับเครื่องยนต์แก๊สโซลีนระบบจ่ายเชื้อเพลิงเป็นแบบหัวฉีด ผลของแรงบิดเมื่อใช้น้ำมันเชื้อเพลิงต่างชนิดกันพบว่าผลของแรงบิดจะแตกต่างกันไม่มากนัก [8,11] เมื่อพิจารณาจากกราฟพบว่าน้ำมันเชื้อเพลิงชนิดเดียวกันค่าออกเทนต่างกัน แรงบิดและกำลังเบรกเมื่อใช้น้ำมันเบนซินออกเทน 95 มากกว่าน้ำมันเบนซินออกเทน 91 ประมาณ 0.75% และ 0.76% เบนซินแก๊สโซฮอล์ 95 มีค่ามากกว่าเบนซินแก๊สโซฮอล์ 91 ประมาณ 0.67% และ 0.74% แต่เมื่อใช้เชื้อเพลิงต่างชนิดกันค่าออกเทนเท่ากันผลของแรงบิดและกำลังเบรกพบว่าน้ำมันเบนซินออกเทน 91 มากกว่าเบนซินแก๊สโซฮอล์ 91 ประมาณ 1.36% และ 1.65% น้ำมันเบนซินออกเทน 95 มีค่ามากกว่าเบนซินแก๊สโซฮอล์ 95 ประมาณ 1.43% และ 1.68% ซึ่งสามารถสรุปได้ว่า ผลของแรงบิดและกำลังเบรกไม่แตกต่างกันดังแสดงในรูปที่ 4-5 จากกราฟพบว่าผลของแรงบิดเพิ่มขึ้นและมีค่าสูงสุดที่ความเร็ว 3000 รอบต่อนาที และผลของแรงบิดจะลดลงเมื่อความเร็วรอบสูงกว่า 3000 รอบต่อนาที เหตุที่เป็นเช่นนี้เพราะมีภาระกระทำกับเครื่องยนต์ และเมื่อเพิ่มความเร็วรอบของเครื่องยนต์ให้สูงขึ้น จะทำให้เกิดแรงต้านเพิ่มมากขึ้นส่งผลให้ค่าของแรงบิดเพิ่มมากขึ้นจนกระทั่งค่าของแรงบิดสูงสุดที่ความเร็ว 3000 รอบต่อนาที ต่อจากนั้น เมื่อความเร็วรอบของเครื่องยนต์สูงขึ้นค่าของแรงบิดก็จะลดลง ส่วนผลของกำลังเบรกพบว่า เป็นไปตามผลของแรงบิดคือที่ความเร็วรอบต่ำค่าของกำลังเบรกต่ำ แต่เมื่อความเร็วรอบของเครื่อง

ยนต์เพิ่มขึ้นผลของกำลังเบรกก็เพิ่มขึ้นตามไปด้วยและมีค่ามากที่สุดที่ความเร็ว 3500 รอบต่อนาที ต่อจากนั้นเมื่อเพิ่มความเร็วยิ่งขึ้นมากขึ้นผลของแรงบิดมีค่าลดลง จะสังเกตเห็นได้ว่าจุดที่มีค่าของแรงบิดมากที่สุด จะแตกต่างจากจุดที่มีผลของกำลังเบรกมากที่สุด เหตุที่เป็นเช่นนั้น อาจเป็นเพราะจุดที่มีค่ากำลังเบรกมากที่สุดเป็นจุดที่เกิดขึ้นภายหลังจากเครื่องยนต์สามารถเอาชนะภาระที่มากกระทำกับเครื่องยนต์ซึ่งเป็นผลทำให้แรงบิดมีค่าลดลง เมื่อค่าของแรงบิดเริ่มลดลงนั้นเป็นจุดที่เครื่องยนต์ให้กำลังเบรกมากที่สุด และผลของกำลังเบรกมีค่าลดลง เพราะที่ความเร็วรอบสูงนั้นการสันดาปเกิดขึ้นใช้เวลาสั้นมากทำให้กำลังที่ได้ลดลง



รูปที่ 4 ผลของแรงบิดเมื่อใช้น้ำมันเชื้อเพลิงต่างชนิดกัน

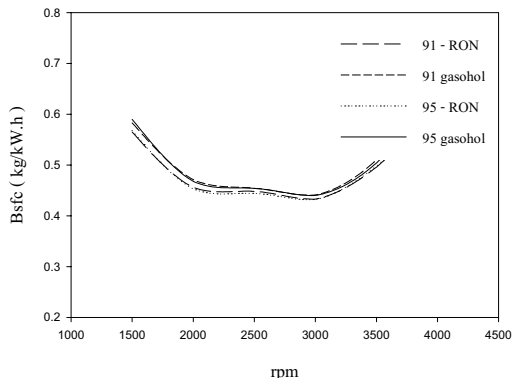


รูปที่ 5 ผลของกำลังเบรกเมื่อใช้น้ำมันเชื้อเพลิงต่างชนิดกัน

4.2 อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์

การทดสอบอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรกของเครื่องยนต์ จะทำการทดสอบเครื่องยนต์โดยใช้น้ำมันเชื้อเพลิงแต่ละชนิดมาทำการทดสอบ จากผลการทดสอบจะเห็นได้ว่าอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรก เมื่อใช้น้ำมันเบนซินที่มีค่าออกเทนต่างกัน พบว่าระหว่างน้ำมันเบนซินออกเทน 91 กับ 95 ผลของอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรกมีค่าไม่แตกต่างกัน หรือหมายความว่า การบริโภคน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ไม่แตกต่างกันเพื่อให้ได้กำลังออกมาเท่ากัน เช่นเดียวกันเมื่อใช้เบนซินแก๊สโซฮอล์ที่มีค่า

ออกแทนต่างกัน เห็นได้ว่าอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรคไม่แตกต่างกันระหว่างการใช้เบนซินแก๊สโซฮอล์ 91 กับ 95 เป็นเชื้อเพลิงแต่เมื่อพิจารณาระหว่างน้ำมันเบนซินกับเบนซินแก๊สโซฮอล์ จะพบว่าเบนซินแก๊สโซฮอล์มีค่าอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะ - เบรคมากกว่าน้ำมันเบนซินในทุกความเร็วรอบ ประมาณ 3.32 % ที่เป็นเช่นนั้นเพราะเบนซินแก๊สโซฮอล์มีเอทานอลเป็นส่วนผสม ซึ่งเอทานอลให้ค่าพลังงานความร้อนต่ำกว่าน้ำมันเบนซิน ดังนั้นในการที่เครื่องยนต์ให้กำลังงานออกมาเท่า ๆ กันจึงต้องใช้ปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงมากกว่าน้ำมันเบนซิน



รูปที่ 6 อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงเมื่อใช้น้ำมันเชื้อเพลิงต่างชนิดกัน

4.3 กราฟแสดงประสิทธิภาพทางสมรรถนะของเครื่องยนต์ (Performance Curve)

กราฟแสดงสมรรถนะของเครื่องยนต์ประกอบไปด้วยกราฟแสดงผลของ แรงบิดกำลังเบรคและอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง ดังแสดงในรูปที่ 7-10 จากกราฟเห็นได้ว่าทุกเชื้อเพลิงที่ใช้ทำการทดสอบจะมีผลใกล้เคียงกัน และลักษณะของเส้นกราฟเป็นไปในทำนองเดียวกัน โดยที่ผลของแรงบิดของเครื่องยนต์มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อความเร็วรอบของเครื่องยนต์เพิ่มขึ้น และผลของแรงบิดมีค่ามากที่สุดที่ความเร็ว 3000 รอบต่อนาที แต่เมื่อทำการเพิ่มความเร็วยิ่งขึ้น ผลของแรงบิดจะมีค่าลดลงตามความเร็วรอบที่เพิ่มขึ้นเหตุที่เป็นเช่นนั้นเพราะเมื่อความเร็วรอบของเครื่องยนต์ต่ำลง เครื่องยนต์จะมีแรงต้านน้อยลงต่อภาระที่มากกระทำภายในตัวเรือนไดนาโมมิเตอร์ แต่เมื่อเพิ่มความเร็วยิ่งขึ้น จะทำให้เกิดแรงต้านภายในตัวเรือนของไดนาโมมิเตอร์เพิ่มขึ้น จึงส่งผลให้แรงบิดมีค่าเพิ่มขึ้น จากนั้นเมื่อความเร็วรอบของเครื่องยนต์สูงขึ้น เครื่องยนต์จะสามารถหลุดพ้นจากภาระที่มากกระทำจึงเป็นอิทธิพลให้เกิดแรงต้านภายในตัวเรือนไดนาโมมิเตอร์ลดลงทำให้แรงบิดมีค่าลดลงตามไปด้วย

ผลของกำลังเบรค เมื่อความเร็วรอบของเครื่องยนต์ต่ำลงของกำลังเบรค จะมีค่าต่ำแต่เมื่อเพิ่มความเร็วยิ่งขึ้นของเครื่องยนต์ให้สูงขึ้นผลของกำลังเบรคจะเพิ่มขึ้นตามไปด้วย และมีค่าสูงสุดที่ความ

เร็ว 3500 รอบต่อนาที ต่อจากนั้นเมื่อความเร็วรอบของเครื่องยนต์สูงยิ่งขึ้นจะมีอิทธิพลให้กำลังเบรคมีค่าต่ำลง นั้นหมายความว่าเมื่อเครื่องยนต์สามารถหลุดพ้นจากภาระที่มากกระทำแล้วทำให้กำลังเบรคมีค่าเพิ่มขึ้นและมีค่าสูงสุด กำลังเบรคที่มีค่าลดลงนั้นอาจเป็นเพราะผลของแรงบิดมีค่าลดลง

อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง เมื่อความเร็วรอบของเครื่องยนต์ต่ำ ส่งผลให้อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงมีค่าสูงขึ้นและอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงลดลงเมื่อความเร็วรอบของเครื่องยนต์เพิ่มสูงขึ้น อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนมีค่าสูงสุดที่ความเร็วรอบ 4000 รอบต่อนาที เหตุที่เป็นเช่นนั้นเป็นเพราะภาระที่มากกระทำกับเครื่องยนต์ เมื่อความเร็วรอบของเครื่องยนต์ต่ำ การจ่ายเชื้อเพลิงจะจ่ายในปริมาณที่สูงเพื่อที่รักษาสภาพของเครื่องยนต์ไม่ให้ดับหรือหยุดการทำงานแต่เมื่อความเร็วรอบของเครื่องยนต์เพิ่มสูงขึ้น จนทำให้อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงมีค่าสูงขึ้น จุดที่มีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงมากที่สุดนั้น อาจเป็นเพราะผลของอัตราส่วนผสมระหว่างอากาศ - เชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ โดยที่ความเร็วรอบสูงนั้นมีอัตราส่วนผสมระหว่างอากาศ - เชื้อเพลิงต่ำ นั้นหมายความว่าอัตราส่วนผสมของเชื้อเพลิงที่หนาจะมีอิทธิพลให้อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงมีค่าสูงสุด

4.4 ปริมาณมลพิษไอเสีย

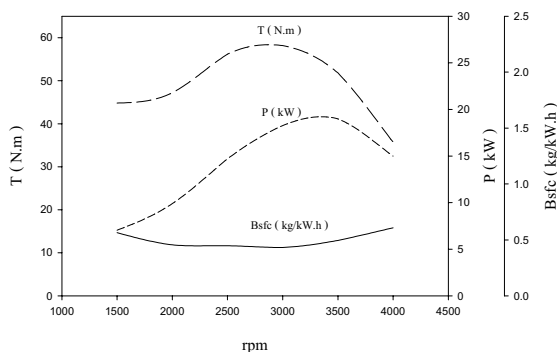
4.4.1 ปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์

ผลของปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์ดังรูปที่ 11 จะพบว่าปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์ของทุกเชื้อเพลิงที่ใช้ทำการทดสอบ พบว่าเมื่อความเร็วรอบของเครื่องยนต์เพิ่มสูงขึ้น ปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์จะเพิ่มขึ้นตามไปด้วย [8,11] เมื่อพิจารณาจากกราฟเห็นได้ว่าปริมาณของคาร์บอนมอนอกไซด์มีความแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด ระหว่างน้ำมันเบนซินกับเบนซินแก๊สโซฮอล์ ซึ่งพบว่าเมื่อใช้ เบนซิน แก๊สโซฮอล์ เป็นเชื้อเพลิง ปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์น้อยกว่าน้ำมันเบนซินประมาณ 17.95 % เมื่อทำการพิจารณาค่าออกแทนที่ต่างกันของน้ำมันเบนซินและเบนซินแก๊สโซฮอล์ พบว่าค่าออกแทนที่ต่างกันไม่ส่งผลให้ปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์มีความแตกต่างกันมากนัก เหตุที่ทำให้ปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์แตกต่างกัน ซึ่งเป็นเพราะผลของ Equivalence ratio โดยที่เบนซินแก๊สโซฮอล์มีค่า Equivalence ratio ต่ำกว่าของน้ำมันเบนซินนั้นแสดงให้เห็นว่าเบนซินแก๊สโซฮอล์มีส่วนผสมที่บางกว่า จึงส่งผลให้ปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์ออกมาน้อยกว่าและมีอีกปัจจัยคือค่าของอัตราส่วนผสมระหว่างอากาศ - เชื้อเพลิงโดยเบนซินแก๊สโซฮอล์มีค่าอัตราส่วนผสมระหว่างอากาศ - เชื้อเพลิงมากกว่าน้ำมันเบนซิน ซึ่งค่าของอัตราส่วนผสมระหว่างอากาศ - เชื้อเพลิงเป็นตัวบ่งบอกถึงอัตราส่วนผสมของเชื้อเพลิง ซึ่งค่าอัตรา

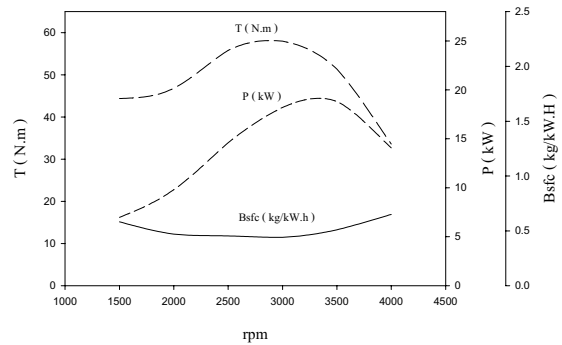
ส่วนผสมระหว่างอากาศ – เชื้อเพลิงมีค่ามาก นั้นแสดงว่ามีส่วนผสม
 บางทำให้ปริมาณอากาศที่ผสมกับเชื้อเพลิงมีปริมาณที่มากกว่า ทำ
 ให้ปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์น้อยกว่านั่นเอง ดังแสดงในรูปที่ 11

4.4.2 ปริมาณไฮโดรคาร์บอน

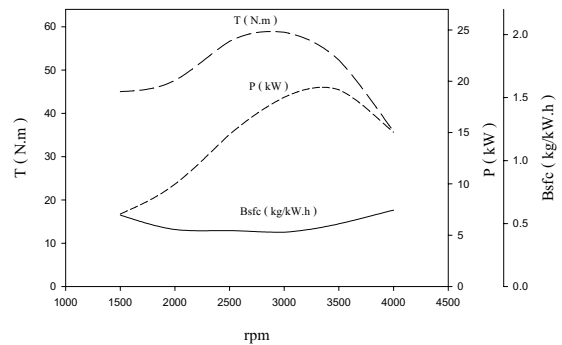
จากกราฟพบว่าเมื่อใช้เชื้อเพลิงชนิดเดียวกันแต่ออก
 เทนต่างกันไม่ส่งผลให้ปริมาณไฮโดรคาร์บอนแตกต่างกัน แต่เมื่อ
 เชื้อเพลิงต่างชนิดกันออกเทนเท่ากัน พบว่าเมื่อใช้เบนซินแก๊ส
 โซฮอลล์ มีผลให้ปริมาณไฮโดรคาร์บอนมีค่าลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับ
 น้ำมันเบนซินประมาณ 17.28% การลดลงของปริมาณ
 ไฮโดรคาร์บอนเนื่องมาจากผลของค่า Equivalence ratio โดย
 ปริมาณไฮโดรคาร์บอนจะมีค่ามากขึ้นเมื่อ Equivalence ratio มีค่า
 มากขึ้นและปริมาณไฮโดรคาร์บอนจะลดลงเมื่อ Equivalence ratio มี
 ค่าลดลง ซึ่งจะเห็นว่าเมื่อใช้เบนซินแก๊สโซฮอลล์ มีอิทธิพลให้ปริมาณ
 ไฮโดรคาร์บอนน้อยกว่าน้ำมันเบนซินเหตุที่เป็นเช่นนี้เพราะเบนซิน
 แก๊สโซฮอลล์มีค่าของ Equivalence ratio ต่ำกว่าน้ำมันเบนซินในทุก
 ความเร็วรอบ ซึ่งเป็นผลให้ปริมาณไฮโดรคาร์บอนของเบนซินแก๊ส
 โซฮอลล์ต่ำกว่าและอาจมีอีกปัจจัยที่เป็นผลทำให้ปริมาณ
 ไฮโดรคาร์บอนมีค่าแตกต่างกันระหว่างการใช้น้ำมันเบนซินและ
 เบนซินแก๊สโซฮอลล์ นั่นก็คืออัตราส่วนผสมระหว่างอากาศ –
 เชื้อเพลิงที่สภาวะจริง ซึ่งเห็นได้ว่าเมื่อใช้เบนซินแก๊สโซฮอลล์มีอัตรา
 ส่วนผสมระหว่างอากาศ - เชื้อเพลิง สูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้
 น้ำมันเบนซินออกเทน 91 และ 95 นั้นหมายความว่าเมื่อใช้
 เบนซินแก๊สโซฮอลล์ 91 และ 95 เป็นเชื้อเพลิง จะมีส่วนผสมที่บางกว่า
 ซึ่งส่วนผสมที่บางกว่านั้น จะมีปริมาณของออกซิเจนหรือมีปริมาณ
 อากาศเป็นส่วนผสมที่มากกว่า จึงเป็นผลให้เกิดการเผาไหม้ที่
 สมบูรณ์กว่า ปริมาณไฮโดรคาร์บอนจึงมีปริมาณน้อยกว่า ดังแสดง
 ในรูปที่ 12



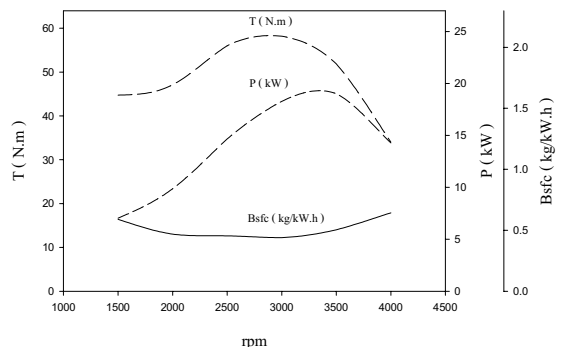
รูปที่ 7 กราฟแสดงประสิทธิภาพทางสมรรถนะของเครื่องยนต์เมื่อ
 ใช้น้ำมันเบนซินออกเทน 91



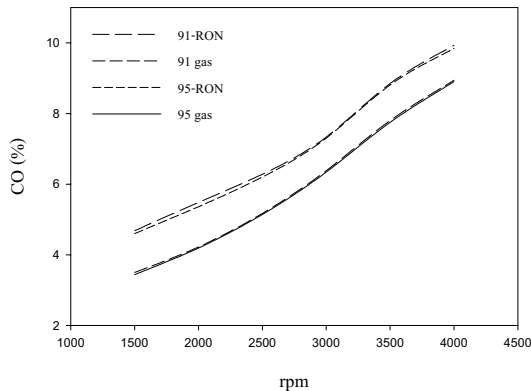
รูปที่ 8 กราฟแสดงประสิทธิภาพทางสมรรถนะของเครื่องยนต์เมื่อ
 ใช้น้ำมันเบนซินแก๊สโซฮอลล์ 91



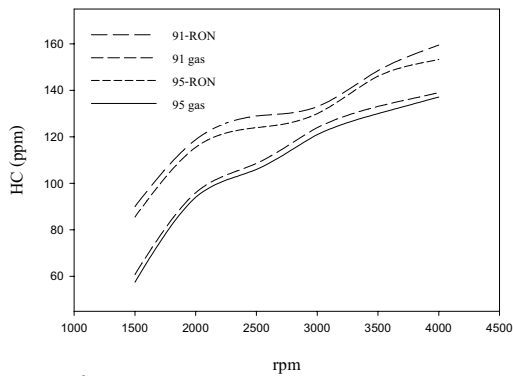
รูปที่ 9 กราฟแสดงประสิทธิภาพทางสมรรถนะของเครื่องยนต์เมื่อ
 ใช้น้ำมันออกเทน 95



รูปที่ 10 กราฟแสดงประสิทธิภาพทางสมรรถนะของเครื่องยนต์เมื่อ
 ใช้น้ำมันแก๊สโซฮอลล์ 95



รูปที่ 11 ปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์ที่ทุกสภาวะความเร็วรอบ



รูปที่ 12 ปริมาณไฮโดรคาร์บอนที่ทุกสภาวะความเร็วรอบ

5. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สมรรถนะของเครื่องยนต์

ผลการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ จะพิจารณาเชื้อเพลิงเป็น 2 กรณีคือ เชื้อเพลิงชนิดเดียวกันแต่ค่าออกเทนต่างกัน และ เชื้อเพลิงต่างชนิดกันแต่ค่าออกเทนเท่ากัน โดยผลการทดสอบทางด้านสมรรถนะสามารถสรุปได้ว่า เมื่อใช้เชื้อเพลิงชนิดเดียวกันแต่ค่าออกเทนต่างกันพบว่าผลของแรงบิด และกำลังเบรกมีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก แต่เมื่อพิจารณาเป็นเปอร์เซ็นต์จะพบว่า ผลของแรงบิดและกำลังเบรกเมื่อใช้น้ำมันเบนซินออกเทน 95 ให้แรงบิดและกำลังเบรกมากกว่าน้ำมันเบนซินออกเทน 91 ประมาณ 0.75 และ 0.76% และเมื่อใช้เบนซินแก๊สโซฮอล์ 95 ให้แรงบิดและกำลังเบรกมากกว่าเบนซินแก๊สโซฮอล์ 91 ประมาณ 0.67 และ 0.74% ส่วนการใช้เชื้อเพลิงต่างชนิดกันแต่ค่าออกเทนเท่ากัน พบว่าผลของแรงบิดและกำลังเบรกเมื่อใช้น้ำมันเบนซินออกเทน 91 มากกว่าเบนซินแก๊สโซฮอล์ 91 ประมาณ 1.36 และ 1.65% เมื่อใช้น้ำมันเบนซินออกเทน 95 จะให้แรงบิดและกำลังเบรกมากกว่าเบนซินแก๊สโซฮอล์ 95 ประมาณ 1.43 และ 1.68%

ผลการทดสอบอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงสามารถสรุปได้ว่า เมื่อใช้เชื้อเพลิงชนิดเดียวกันแต่ค่าออกเทนต่างกันพบว่า

เมื่อใช้น้ำมันเบนซินออกเทน 91 มีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงมากกว่าน้ำมันเบนซินออกเทน 95 ประมาณ 0.13% และเมื่อใช้เบนซินแก๊สโซฮอล์ 91 จะมีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงมากกว่าเบนซินแก๊สโซฮอล์ 95 ประมาณ 0.32% ส่วนการใช้เชื้อเพลิงต่างชนิดกันแต่ค่าออกเทนเท่ากัน พบว่าเมื่อใช้เบนซินแก๊สโซฮอล์ 91 จะมีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงมากกว่าน้ำมันเบนซินออกเทน 91 ประมาณ 3.42% และเมื่อใช้เบนซินแก๊สโซฮอล์ 95 มีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงมากกว่าน้ำมันเบนซินออกเทน 95 ประมาณ 3.23% ซึ่งจะเห็นได้ว่าอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงเมื่อใช้เบนซินแก๊สโซฮอล์ 91 จะมีค่าสูงสุด

5.2 ปริมาณสารมลพิษ

ผลการทดสอบปริมาณสารมลพิษซึ่งประกอบไปด้วยคาร์บอนมอนอกไซด์และไฮโดรคาร์บอน ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้ เมื่อใช้เชื้อเพลิงชนิดเดียวกันแต่ค่าออกเทนต่างกัน พบว่าปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์และไฮโดรคาร์บอนไม่แตกต่างกัน แต่เมื่อเชื้อเพลิงต่างชนิดกันค่าออกเทนเท่ากัน ปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์ของเบนซินแก๊สโซฮอล์ 91 ต่ำกว่าน้ำมันเบนซินออกเทน 91 ประมาณ 18.16% เมื่อใช้เบนซินแก๊สโซฮอล์ 95 มีปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์ต่ำกว่าน้ำมันเบนซินออกเทน 95 ประมาณ 17.75% และปริมาณไฮโดรคาร์บอนเมื่อใช้เบนซินแก๊สโซฮอล์ 91 ต่ำกว่าน้ำมันเบนซินออกเทน 91 ประมาณ 17.73% เบนซินแก๊สโซฮอล์ 95 ต่ำกว่าน้ำมันเบนซินออกเทน 95 ประมาณ 16.84%

5.3 ข้อเสนอแนะ

1. ศึกษาผลกระทบของการใช้เบนซินแก๊สโซฮอล์ที่มีผลต่อสภาพของเครื่องยนต์ในระยะยาว
2. ศึกษาการทดสอบอัตราเร่งของเครื่องยนต์เมื่อใช้น้ำมันเบนซินและเบนซินแก๊สโซฮอล์ที่มีค่าออกเทนนับเบร์ต่างกัน
3. ศึกษาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของเครื่องยนต์เมื่อใช้น้ำมันเบนซินและเบนซินแก๊สโซฮอล์ที่มีค่าออกเทนนับเบร์แตกต่างกันเพื่อนำมาเปรียบเทียบกับผลการทดสอบที่ได้

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] สรายุทธ์ แสงธรรมรัตน์, 2538, "ผลกระทบของของคุณภาพน้ำมันเบนซินต่อสมรรถนะเครื่องยนต์และปริมาณมลสาร", วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
- [2] ศราวุธ ทองแก้ว และคณะ, 2542 "การวิเคราะห์กระบวนการเผาไหม้ในเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันที่มีค่าออกเทนนับเบร์สูงกว่าความต้องการ", วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
- [3] นางสาวมานิดา ทองรุ่ง, 2544, "การศึกษาระบวนการเผาไหม้ที่ในเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงเอทานอล", วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์

มหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

[4] วิเชียร เอี่ยมอารีรัตน์, 2544 “การวิเคราะห์ความดันในกระบอกสูบเครื่องยนต์เมื่อใช้น้ำมันเบนซินที่มีตัวเลขค่าออกเทนสูงกว่าความต้องการ”, วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิตสาขาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

[5] N.J. Esterhuysen and A.D.B. Yates, 2002, “A study to Assess the Effect of Octane on Vehicle Emission” SAE Paper 2002-01-1664

[6] เสมอขวัญ ตันติกุล, 2544, “เครื่องยนต์สันดาปภายใน”, 1 – 30

[7] Willard W. Pulkrabek, “Engineering Fundamentals of The Internal Combustion Engine”, pp.55-62,123-145,

[8] www.pttplc.com/ht/ptt.core.asp? สถาบันวิจัยและเทคโนโลยี ปตท. “ผลของแก๊สโซฮอล์ต่อสมรรถนะและมลพิษ”

[9] www.bangchak.co.th/th/gasohol, ข้อกำหนดลักษณะและคุณภาพของน้ำมันแก๊สโซฮอล์ (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2547 ลงวันที่ 8 มิถุนายน 2547”

[10] นกอด เวชวิฐาน, 2537, “เครื่องยนต์หัวฉีด EFI”, สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย – ญี่ปุ่น) 2544 ฉบับปรับปรุง: 9 – 12

[11] คำพล ยนต์พนธ์, จิต สุนทรสวัสดิ์, 2545, “การศึกษามลพิษจากไอเสียและสมรรถนะของเครื่องยนต์ 4 จังหวะที่ใช้เชื้อเพลิงแก๊สโซฮอล์”, วิทยานิพนธ์ปริญญา