

ศึกษามรรณณะเครื่องยนต์แก๊สโซลีนขนาดเล็กที่ใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิงหลัก



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาอุตสาหกรรมศึกษา

เมษายน 2550

ศึกษามรรณณะเครื่องยนต์แก๊สโซลีนขนาดเล็กที่ใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิงหลัก



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาอุตสาหกรรมศึกษา

เมษายน 2550

วิฑูร หวนโคกสูง. (2550). *ศึกษาสมรรถนะเครื่องยนต์แก๊สโซลีนขนาดเล็กที่ใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิงหลัก*.

ปริญญาานิพนธ์ กศ.ม. (อุตสาหกรรมศึกษา). กรุงเทพฯ:บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม :ดร. อุปวิทย์ สุวคันธกุล,

อาจารย์ โสภา สุธรวาน

การวิจัยครั้งนี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาสมรรถนะเครื่องยนต์แก๊สโซลีนขนาดเล็กที่ใช้เอทานอลเป็นส่วนผสมเชื้อเพลิงหลัก โดยการหาจุดที่เหมาะสมของการใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิงหลักระหว่างเอทานอลต่อแก๊สโซลีน มีอัตราส่วนผสม จำนวน 5 ส่วนผสม ได้แก่ 100 : 0, 95 : 5, 90 : 10, 85 : 15, 80 : 20 ซึ่งเครื่องยนต์ที่ใช้ทดสอบเป็นเครื่องยนต์แก๊สโซลีนขนาดเล็กสูบเดียว 4 จังหวะ Honda รุ่น GX 120 T1 ทำการปรับแต่งเครื่องยนต์แก๊สโซลีน โดยเปิดใช้ไคร์ร้อยละ 25 และปรับองศาการจุดระเบิดก่อนศูนย์ตายบน 27 องศา และ 29 องศา พิจารณาสมรรถนะดี

ผลของการทดสอบพบว่า อัตราส่วนผสมเอทานอลต่อแก๊สโซลีน 80 : 20 องศาการจุดระเบิดก่อนศูนย์ตายบน 29 องศา และ 25 องศา ให้กำลังงานเบรคสูงสุด 1.73 kW และมีประสิทธิภาพเชิงปริมาตร ร้อยละ 74.55 มีอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะเบรคต่ำสุด 18,631 kJ/kW.hr อัตราส่วนผสมเอทานอลต่อแก๊สโซลีน 85 : 15 องศาการจุดระเบิดก่อนศูนย์ตายบน 29 องศา มีอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรคต่ำสุด 0.56 kg/kW.hr และอัตราส่วนผสมเอทานอลต่อแก๊สโซลีน 100 : 0 องศาการจุดระเบิดก่อนศูนย์ตายบน 25 องศา ให้ประสิทธิภาพเชิงความร้อนเบรคสูงสุด ร้อยละ 21.31 เพราะฉะนั้นโดยภาพรวมควรเลือกใช้อัตราส่วนผสม 80 : 20 องศาการจุดระเบิดก่อนศูนย์ตายบน 29 องศา มีสมรรถนะดี

THE PERFORMANCE OF SMALL GASOLINE ENGINE USING MIXED ETHANOL FUEL



Presented in partial fulfillment of the requirements
for the Master of Education degree in industrial Education
at Srinakharinwirot University

April 2007

Witoon Huankoksung. (2007). *The Performance of Small Gasoline Engine Using Mixed Ethanol Fuel*. Master thesis, M.Ed. (Industrial Education). Bangkok :
Graduate School. Srinakharinwirot University. Advisor Committee : Dr. Upawit
Suwakantagul Mr. Ophast Sukwan

The purpose of this thesis was to study The Performance of Small Gasoline Engine Using Mixed Ethanol Fuel. by adjusting with using mixed ethanol per gasoline fuel 5 ratios were 100 : 0, 95 : 5, 90 : 10, 85 :15, 80 : 20. This experiment using small gasoline engine Honda models GX 120 T1. The researcher adjust air choke 25% open at carburetor and adjust before top dead center spark - ignition timing 27 degree and 29 degree. Consideration to the best performance.

The result that experiment was found 80 : 20 ratio before top dead center spark - ignition timing 29 degree and 25 degree for brake power maximum about 1.73 kW. volumetric efficiency 74.55% brake specific energy consumption minimum about 18,631 kJ/kW.hr. At 85 :15 ratio before top dead center spark - ignition timing 29 degree for brake specific fuel consumption minimum about 0.56 kg/kW.hr. And 100 : 0 ratio before top dead center spark - ignition timing 25 degree for brake thermal efficiency maximum about 12.31%. Therefore we should use 80 : 20 ratio to the best performance.

ศึกษามรรณณะเครื่องยนต์แก๊สโซลีนขนาดเล็กที่ใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิงหลัก



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาอุตสาหกรรมศึกษา

เมษายน 2550

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ประกาศคุณูปการ

การทำปริญญานิพนธ์ครั้งนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.อุปวิทย์ สุวคันธกุล ประธานกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ อาจารย์ โอบาส สุขหวาน กรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ อาจารย์ ดร.ไพรัช วงศ์ยุทธไกร ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วิชิต บัวแก้ว อาจารย์วิโรจน์ เอ็งสุโกณ อาจารย์สุดใจ เหง้าสีไพร และอาจารย์อานนท์ ช่วยเกิด คณะพลังงานและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ที่กรุณาให้แนวความคิดและคำแนะนำในการดำเนินการทำปริญญานิพนธ์ ตลอดจนแก้ไขปัญหา และให้คำปรึกษาต่างๆ อันเป็นประโยชน์ต่อการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

นอกจากนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย สำหรับให้ความอนุเคราะห์เชื้อเพลิงเอทานอล บริษัทบางจากปิโตรเลียม มหาชน (จำกัด) สำหรับให้ความอนุเคราะห์ เชื้อเพลิงแก๊สโซลีน (น้ำมันเบนซิน 91) และภาควิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ สำหรับเชื้อเพลิงสถานที่ และอุปกรณ์เครื่องมือ เครื่องทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์ที่ใช้ในการวิจัยมาตลอด

ท้ายสุดนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ คุณพ่อโต๊ะ หวนโคกสูง คุณแม่สมพร หวนโคกสูง และทุกท่านที่ให้การกำลังใจที่ดี ระหว่างการศึกษาและทำการวิจัยในครั้งนี้ สำเร็จได้ด้วยดี

วิฑูร หวนโคกสูง

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	3
ความสำคัญของการวิจัย.....	3
ขอบเขตของการวิจัย.....	3
ตัวแปรที่ศึกษา.....	4
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	4
กรอบความคิดในการวิจัย.....	6
สมมติฐานของการวิจัย.....	6
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	7
หลักการทำงานของเครื่องยนต์เล็ก.....	7
การประเมินสมรรถนะของเครื่องยนต์เล็ก.....	20
ทฤษฎีเกี่ยวกับเอทานอล.....	25
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	35
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	38
วัสดุ เครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย.....	38
สถานที่ และระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย.....	39
การดำเนินการวิจัย.....	39
4 ผลการทดลอง.....	45
5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	88

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
บรรณานุกรม.....	94
ภาคผนวก.....	97
ภาคผนวก ก ผลการทดสอบ.....	98
ภาคผนวก ข ตัวอย่างการคำนวณ.....	115
ภาคผนวก ค เชื้อเพลิง เครื่องมือ และอุปกรณ์.....	121
ภาคผนวก ง หนังสือขอความอนุเคราะห์.....	124
ประวัติผู้วิจัย.....	128



บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 แสดงคุณสมบัติบางประการของแอลกอฮอล์.....	27
2 แสดงคุณสมบัติที่สำคัญทางกายภาพ ทางเคมีของเชื้อเพลิงเอทานอลและ สารไฮโดรคาร์บอน.....	28
3 แสดงเปรียบเทียบคุณสมบัติของแก๊สโซลีนและเอทิลแอลกอฮอล์.....	29
4 แสดงปริมาณเอทานอลที่ได้จากการใช้วัตถุดิบชนิดต่างๆ.....	32
5 แสดงต้นทุนผลิตเอทานอลจากวัตถุดิบชนิดต่างๆ.....	32
6 แสดงการใช้แอลกอฮอล์เป็นพลังงานในการขับเคลื่อนรถยนต์ของประเทศต่างๆ	34
7 แสดงคุณสมบัติเอทานอลกับแก๊สโซลีน.....	40
8 แสดงรายละเอียดข้อมูลเทคนิคเครื่องยนต์สำหรับทดสอบ HONDA GX 120 T1.....	41
9 แสดงค่าออกเทน, ค่าความร้อนเชื้อเพลิง และอัตราส่วนผสมอากาศต่อเชื้อเพลิง.....	42
10 แสดงผลการคำนวณสมรรถนะของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนขนาดเล็กที่ใช้เอทานอลเป็น เชื้อเพลิงหลัก ยังมีได้ทำการปรับแต่งส่วนผสมระหว่างอากาศต่อเชื้อเพลิง และ องศาการจุดระเบิด.....	99
11 แสดงผลการคำนวณสมรรถนะของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนขนาดเล็กที่ใช้เอทานอลเป็น เชื้อเพลิงหลัก 100 : 0 ได้ทำการปรับแต่งส่วนผสมระหว่างอากาศต่อเชื้อเพลิง...	100
12 แสดงผลการคำนวณสมรรถนะของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนขนาดเล็กที่ใช้เอทานอลเป็น เชื้อเพลิงหลัก 100 : 0 ได้ทำการปรับแต่งองศาการจุดระเบิดที่ 27°	101
13 แสดงผลการคำนวณสมรรถนะของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนขนาดเล็กที่ใช้เอทานอลเป็น เชื้อเพลิงหลัก 100 : 0 ได้ทำการปรับแต่งองศาการจุดระเบิดที่ 29°	102
14 แสดงผลการคำนวณสมรรถนะของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนขนาดเล็กที่ใช้เอทานอลเป็น เชื้อเพลิงหลัก 95 : 5 ได้ทำการปรับแต่งส่วนผสมระหว่างอากาศต่อเชื้อเพลิง.....	103
15 แสดงผลการคำนวณสมรรถนะของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนขนาดเล็กที่ใช้เอทานอลเป็น เชื้อเพลิงหลัก 95 : 5 ได้ทำการปรับแต่งองศาการจุดระเบิดที่ 27°	104
16 แสดงผลการคำนวณสมรรถนะของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนขนาดเล็กที่ใช้เอทานอลเป็น เชื้อเพลิงหลัก 95 : 5 ได้ทำการปรับแต่งองศาการจุดระเบิดที่ 29°	105

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
17 แสดงผลการคำนวณสมรรถนะของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนขนาดเล็กที่ใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิงหลัก 90 : 10 ได้ทำการปรับแต่งส่วนผสมระหว่างอากาศต่อเชื้อเพลิง...	106
18 แสดงผลการคำนวณสมรรถนะของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนขนาดเล็กที่ใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิงหลัก 90 : 10 ได้ทำการปรับแต่งองศาการจุดระเบิดที่ 27°	107
19 แสดงผลการคำนวณสมรรถนะของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนขนาดเล็กที่ใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิงหลัก 90 : 10 ได้ทำการปรับแต่งองศาการจุดระเบิดที่ 29°	108
20 แสดงผลการคำนวณสมรรถนะของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนขนาดเล็กที่ใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิงหลัก 85 :15 ได้ทำการปรับแต่งส่วนผสม ระหว่างอากาศต่อเชื้อเพลิง...	109
21 แสดงผลการคำนวณสมรรถนะของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนขนาดเล็กที่ใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิงหลัก 85 :15 ได้ทำการปรับแต่งองศาการจุดระเบิดที่ 27°	110
22 แสดงผลการคำนวณสมรรถนะของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนขนาดเล็กที่ใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิงหลัก 85 :15 ได้ทำการปรับแต่งองศาการจุดระเบิดที่ 29°	111
23 แสดงผลการคำนวณสมรรถนะของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนขนาดเล็กที่ใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิงหลัก 80 : 20 ได้ทำการปรับแต่งส่วนผสมระหว่างอากาศต่อเชื้อเพลิง...	112
24 แสดงผลการคำนวณสมรรถนะของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนขนาดเล็กที่ใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิงหลัก 80 : 20 ได้ทำการปรับแต่งองศาการจุดระเบิดที่ 27°	113
25 แสดงผลการคำนวณสมรรถนะของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนขนาดเล็กที่ใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิงหลัก 80 : 20 ได้ทำการปรับแต่งองศาการจุดระเบิดที่ 29°	114
26 แสดงการหาโมล เอทานอล ร้อยละ 95 แก๊สโซลีน ร้อยละ 5	117

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 แสดงกรอบแนวคิดการวิจัย.....	6
2 แสดงส่วนประกอบเครื่องยนต์เล็ก.....	11
3 แสดงจังหวะดูด.....	12
4 แสดงจังหวะอัด.....	13
5 แสดงจังหวะระเบิด.....	13
6 แสดงจังหวะคาย.....	14
7 แสดงไดอะแกรมจังหวะการทำงานของลิ้น.....	14
8 แสดงอัตราส่วนผสมอากาศและน้ำมันเชื้อเพลิง.....	15
9 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนผสมของเชื้อเพลิงต่อความดันเปลี่ยน น้ำมันเชื้อเพลิงและกำลังงานของเครื่องยนต์.....	16
10 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนผสมของเชื้อเพลิงต่อส่วนประกอบของ ไอเสีย.....	17
11 แสดงการน็อคจากการเชิงจุด (Pre - ignition).....	19
12 แสดงการน็อคจากการแย่งจุด (Detonation).....	19
13 แสดงไดนาโมมิเตอร์ (Dynamometer).....	21
14 แสดงขั้นตอนการดำเนินการวิจัย.....	39
15 แสดงเครื่องยนต์สำหรับทดสอบ.....	41
16 แสดงกราฟเปรียบเทียบแรงบิดเครื่องยนต์ อัตราส่วนผสม 100 : 0.....	46
17 แสดงกราฟเปรียบเทียบแรงบิดเครื่องยนต์ อัตราส่วนผสม 95 : 5.....	47
18 แสดงกราฟเปรียบเทียบแรงบิดเครื่องยนต์ อัตราส่วนผสม 90 : 10.....	48
19 แสดงกราฟเปรียบเทียบแรงบิดเครื่องยนต์ อัตราส่วนผสม 85 : 15.....	49
20 แสดงกราฟเปรียบเทียบแรงบิดเครื่องยนต์ อัตราส่วนผสม 80 : 20.....	50
21 แสดงกราฟเปรียบเทียบแรงบิดของเครื่องยนต์ที่ใช้เอทานอลที่ อัตราส่วน 5 ส่วนผสม กับความเร็วรอบของเครื่องยนต์.....	51
22 แสดงกราฟเปรียบเทียบกำลังงานเบรคเครื่องยนต์ อัตราส่วนผสม 100 : 0.....	53
23 แสดงกราฟเปรียบเทียบกำลังงานเบรคเครื่องยนต์ อัตราส่วนผสม 95 : 5.....	54
24 แสดงกราฟเปรียบเทียบกำลังงานเบรคเครื่องยนต์ อัตราส่วนผสม 90 : 10.....	55

บัญชีภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
25 แสดงกราฟเปรียบเทียบกำลังงานเบรคเครื่องยนต์ อัตราส่วนผสม 85 : 15.....	56
26 แสดงกราฟเปรียบเทียบกำลังงานเบรคเครื่องยนต์ อัตราส่วนผสม 80 : 20.....	57
27 แสดงกราฟเปรียบเทียบกำลังงานเบรคที่ใช้เอทานอลที่อัตราส่วน 5 ส่วนผสมกับ ความเร็วรอบของเครื่องยนต์.....	58
28 แสดงกราฟเปรียบเทียบอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรคเครื่องยนต์ อัตราส่วนผสม 100 : 0.....	60
29 แสดงกราฟเปรียบเทียบอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรคเครื่องยนต์ อัตราส่วนผสม 95 : 15.....	61
30 แสดงกราฟเปรียบเทียบอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรคเครื่องยนต์ อัตราส่วนผสม 90 : 10.....	62
31 แสดงกราฟเปรียบเทียบอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรคเครื่องยนต์ อัตราส่วนผสม 85 : 15.....	63
32 แสดงกราฟเปรียบเทียบอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรคเครื่องยนต์ อัตราส่วนผสม 80 : 20.....	64
33 แสดงกราฟเปรียบเทียบอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรคที่ใช้ เอทานอลที่ อัตราส่วน 5 ส่วนผสม กับความเร็วรอบของเครื่องยนต์.....	65
34 แสดงกราฟเปรียบเทียบอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะเบรคเครื่องยนต์ อัตราส่วนผสม 100 : 0.....	67
35 แสดงกราฟเปรียบเทียบอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะเบรคเครื่องยนต์ อัตราส่วนผสม 95 : 15.....	68
36 แสดงกราฟเปรียบเทียบอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะเบรคเครื่องยนต์ อัตราส่วนผสม 90 : 10.....	69
37 แสดงกราฟเปรียบเทียบอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะเบรคเครื่องยนต์ อัตราส่วนผสม 85 : 15.....	70
38 แสดงกราฟเปรียบเทียบอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะเบรคเครื่องยนต์ อัตราส่วนผสม 80 : 20.....	71

บัญชีภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
39 แสดงกราฟเปรียบเทียบอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะเบรคที่ใช้ เอทานอลที่ อัตราส่วน 5 ส่วนผสม กับความเร็วรอบของเครื่องยนต์.....	72
40 แสดงกราฟเปรียบเทียบประสิทธิภาพเชิงความร้อนเบรคเครื่องยนต์ อัตราส่วนผสม 100 : 0.....	74
41 แสดงกราฟเปรียบเทียบประสิทธิภาพเชิงความร้อนเบรคเครื่องยนต์ อัตราส่วนผสม 95 : 15.....	75
42 แสดงกราฟเปรียบเทียบประสิทธิภาพเชิงความร้อนเบรคเครื่องยนต์อัตราส่วนผสม 90 : 10.....	76
43 แสดงกราฟเปรียบเทียบประสิทธิภาพเชิงความร้อนเบรคเครื่องยนต์อัตราส่วนผสม 85 : 15.....	77
44 แสดงกราฟเปรียบเทียบประสิทธิภาพเชิงความร้อนเบรคเครื่องยนต์อัตราส่วนผสม 80 : 20.....	78
45 แสดงกราฟเปรียบเทียบประสิทธิภาพเชิงความร้อนเบรคที่ใช้เอทานอล ที่อัตราส่วน 5 ส่วนผสม กับความเร็วรอบของเครื่องยนต์.....	79
46 แสดงกราฟเปรียบเทียบประสิทธิภาพเชิงปริมาตรเครื่องยนต์ อัตราส่วนผสม 100 : 0.....	81
47 แสดงกราฟเปรียบเทียบประสิทธิภาพเชิงปริมาตรเครื่องยนต์ อัตราส่วนผสม 95 : 5.....	82
48 แสดงกราฟเปรียบเทียบประสิทธิภาพเชิงปริมาตรเครื่องยนต์ อัตราส่วนผสม 90 : 10.....	83
49 แสดงกราฟเปรียบเทียบประสิทธิภาพเชิงปริมาตรเครื่องยนต์ อัตราส่วนผสม 85 : 15.....	84
50 แสดงกราฟเปรียบเทียบประสิทธิภาพเชิงปริมาตรเครื่องยนต์ อัตราส่วนผสม 80 : 20.....	85
51 แสดงกราฟเปรียบเทียบที่ใช้เอทานอลประสิทธิภาพเชิงปริมาตร ที่อัตราส่วน 5 ส่วนผสม กับความเร็วรอบของเครื่องยนต์.....	86
52 แสดงเชื้อเพลิงเอทานอลส่วนผสมแก๊สโซลีนอัตราส่วนต่างๆ.....	122

บัญชีภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
53 แสดงเครื่องทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์เล็กไดนาโมมิเตอร์ (Dynamometer).....	122
54 แสดงเครื่องทดสอบสมรรถนะประกอบเข้ากับเครื่องยนต์เล็ก.....	123
55 แสดงเครื่องมือวัดความเร็วรอบติดตั้งเครื่องทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์เล็ก.....	123



บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

สภาพราคาน้ำมันในตลาดโลกที่ปรับตัวสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว ชี้ให้เห็นถึงปัญหาวิกฤติประการหนึ่งของประเทศ เนื่องจากประเทศไทยใช้พลังงานเชื้อเพลิงคิดเป็นน้ำมันดิบประมาณ 210 ล้านลิตรต่อวัน ซึ่งเป็นวัตถุดิบเชื้อเพลิงส่วนที่ต้องนำเข้าจากต่างประเทศ คิดเป็นน้ำมันดิบประมาณ 150 ล้านลิตรต่อวัน เป็นผลทำให้เศรษฐกิจของชาติต้องตกอยู่ภายใต้อิทธิพลของปัจจัยที่ชาวไทยไม่สามารถควบคุมได้ เชื้อเพลิงที่นำเข้ามา นำมาใช้ในด้านคมนาคมและขนส่งเป็นหลัก อีกทั้งใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้า และในกิจการอื่นๆ เช่น การประมงและการเกษตร ซึ่งการใช้เชื้อเพลิงในกิจการต่างๆ นอกจากจะมีความสิ้นเปลืองเงินตราต่างประเทศ ยังก่อให้เกิดมลภาวะ ทั้งมลภาวะทางอากาศ และมลภาวะทางเสียง (เจษฎา ศิริรัฐนิมม. 2547 : 1) น้ำมันเชื้อเพลิงเป็นสิ่งที่นำมาใช้ในการผลิตพลังงานที่ได้รับควาามนิยมมากที่สุด จนทำให้ภาวะความต้องการใช้เชื้อเพลิงมากขึ้น จนมีผลทำให้ราคาน้ำมันในตลาดโลกขยับตัวสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ประเทศไทยมีการนำเข้าน้ำมันถึงร้อยละ 60 ของปริมาณการใช้พลังงานทั้งหมด โดยปี 2547 มีการนำเข้าปริมาณ เชื้อเพลิงมากกว่า 4 แสนล้านบาท และปี 2548 สูงถึง 5 แสนล้านบาท ซึ่งเปรียบเทียบจากการส่งออกพืชผลเกษตรที่เป็นสินค้าหลักประมาณ 5 แสนล้านบาท ซึ่งเสียเงินตราจากการนำเข้าน้ำมันมากกว่าครึ่งของรายได้จากการส่งออกสินค้าเกษตร (เทคนิค. 2548 : 154)

จากการประมาณการพบว่า ปริมาณสำรองของน้ำมันเท่าที่สามารถใช้ได้อีก 42 ปี แก๊สธรรมชาติ 64 ปี และถ่านหินอีก 220 ปี สำหรับประเทศไทยมีน้ำมันสำรองใช้ได้ก็เพียง 13 ปี แก๊สธรรมชาติ 14.4 ปี และลิกไนต์ 76 ปี ดังนั้นการแสวงหาแหล่งเชื้อเพลิงและพลังงานจากทรัพยากรภายในประเทศ เพื่อทดแทนการนำเข้า นั้นนับว่าหากสามารถทดแทนการนำเข้าน้ำมันเชื้อเพลิงได้ แม้เพียงบางส่วนก็ยังมีประโยชน์มหาศาลแก่ประเทศ การใช้แก๊สธรรมชาติจาก อ่าวไทย ทดแทนน้ำมันเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้าเป็นอีกทางเลือกหนึ่ง แต่สิ่งที่น่าสนใจอีกประการหนึ่งก็คือ การผลิตเชื้อเพลิงจากผลิตผลทางการเกษตร โดยการนำผลผลิตทางการเกษตรที่มีปัญหาราคาตกต่ำมาแปรรูปมาเป็นเชื้อเพลิง หรือสารเติมแต่งเพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำมันเชื้อเพลิง เอทานอล (Ethanol) ก็เป็นเชื้อเพลิงอีกทางเลือกหนึ่ง (สมัย ใจอินทร์ อภิรมย์ เงินบำรุง และองอาจ ผ่องลักษณ์. 2544 : 59) ซึ่งจะเป็นเชื้อเพลิงที่มีความยั่งยืนตลอดไป หรือเป็นเชื้อเพลิงที่เรียกกันว่าเป็นชนิดสามารถเกิดขึ้นใหม่ได้ (Renewable Energy) ไม่เหมือนกับเชื้อเพลิงจากซากฟอสซิลซึ่งขุดมาใช้แล้วหมดไป การนำเอาวัตถุดิบจากชีวภาพมาหมักจะเกิดเอทานอลซึ่งเป็นแอลกอฮอล์นำมาเป็นพลังงานทดแทนน้ำมันได้ เอทานอลสามารถผลิต

จากวัตถุดิบทางการเกษตรทุกอย่าง โดยนำมาผ่านกระบวนการการเปลี่ยนเป็นแป้งและหมักด้วยยีสต์ ก็จะได้น้ำและแอลกอฮอล์และกากที่เหลือก็นำเอาแอลกอฮอล์ที่มีน้ำผสมมา กลั่น หากกลั่นเป็น แอลกอฮอล์ ร้อยละ 95 สามารถนำมาใช้สำหรับดื่มและใช้ทางการแพทย์ หรือใช้ในอุตสาหกรรม แต่ถ้ากลั่นเป็น แอลกอฮอล์ ร้อยละ 99.5 จะสามารถนำมาผสมในน้ำมันเชื้อเพลิงได้ (อาณัติ ประภาสวัสดี. 2545 : 16)

การนำเอทานอลมาใช้สำหรับรถยนต์ ในแง่ของค่าออกเทน แก๊สโซลีน หรือเรียกกันว่า น้ำมันเบนซินโดยธรรมชาติมีค่าออกเทนต่ำกว่าเอทานอล แก๊สโซลีนมีค่าออกเทนต่างๆ เช่น 89, 90, 91, 95 เป็นผลที่เกิดจากการปรับปรุงคุณภาพของน้ำมันให้สูงขึ้นด้วยสารตะกั่วซึ่งเป็นพิษต่อมนุษย์ ต่อมาได้มีการตื่นตัวในด้านสิ่งแวดล้อม และใช้ MTBE (Methyl Tertiary Butyl Ether คือ สารที่ได้จาก เมทานอล ซึ่งเป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะกับน้ำใต้ดิน ใช้เป็นสารเพิ่มออกเทนสารประกอบของ ตะกั่ว) เป็นสารเพิ่มออกเทนทดแทนตะกั่วทำให้เกิดน้ำมันไร้สารตะกั่วต่างจากเอทานอล เมื่อกลั่นออกมาได้สามารถนำไปใช้ได้เพราะมีค่าออกเทนสูง ในแง่ของการเผาไหม้ อัตราส่วนอากาศต่อเชื้อเพลิง (Air –Fuel Ratio) ของแก๊สโซลีนมีค่าประมาณ 15 ต่อ 1 สำหรับการเผาไหม้ที่สมบูรณ์โดยมีปริมาณ มลพิษต่ำ แต่ถ้าพื้นที่ช่วงนี้จะก่อให้เกิดมลพิษจากการเผาไหม้เป็นปริมาณมาก ในขณะที่เอทานอล มีการเผาไหม้ที่สะอาดโดยปราศจากคราบเขม่าและมีเสถียรภาพ มีคุณสมบัติการเผาไหม้ต่ำกว่า ช่วยป้องกันการน็อคของเครื่องยนต์ (นวพันธ์ นุตคำแหง. 2545 : 22)

โดยปกติเชื้อเพลิงเอทานอลจะสามารถเผาไหม้ได้สมบูรณ์กว่าแก๊สโซลีน เพราะเอทานอล มีอะตอมของออกซิเจนอยู่ในตัว ขณะที่แก๊สโซลีนไม่มี เช่นประเทศ บราซิล สหรัฐอเมริกา เยอรมนี และ ญี่ปุ่น เริ่มใช้เอทานอลทดแทนแก๊สโซลีนบางส่วน หรือทั้งหมด รวมทั้งกฎหมายควบคุมมลพิษในแก๊สไอเสียให้มีค่ามลพิษต่ำ จะเห็นว่าประเทศไทยเป็นประเทศทางด้านการเกษตรเป็นหลัก อีกทั้งคนไทยยังมี อาชีพเกษตร มีความจำเป็นต้องพึ่งพาเครื่องจักรกลเป็นเครื่องทุ่นแรงในการผลิตพืชผลทางการเกษตร เท่ากับเป็นการเพิ่มต้นทุนในการผลิตและต้องซื้อเชื้อเพลิงมาเป็นพลังงานกับเครื่องยนต์ ซึ่งเครื่องยนต์ เล็ก เกษตรกรส่วนใหญ่นิยมใช้เป็นส่วนมาก เพราะสะดวกต่อการใช้งานแต่ในสภาวะ น้ำมันเชื้อเพลิงมี ราคาที่สูงขึ้นทุกวันตามกระแสโลก จึงเกิดปัญหาเพิ่มต้นทุนในการผลิตของเกษตรกรเป็นอย่างมาก อีกทั้งพืชผลทางการเกษตรก็มีราคาตกต่ำ

การนำเชื้อเพลิงเอทานอลมาใช้กับเครื่องยนต์สันดาปภายใน ที่ผ่านมาจะเห็นได้ว่าการนำ เอทานอลผสมกับแก๊สโซลีน หรือดีเซล ในอัตราส่วนตั้งแต่ ร้อยละ 10 - 20 โดยไม่มีการดัดแปลง เครื่องยนต์ ส่วนการใช้เอทานอล ร้อยละ 100 เป็นเชื้อเพลิงจะมีความสิ้นเปลืองมากกว่าเครื่องยนต์ใช้ แก๊สโซลีน ประมาณร้อยละ 20 โดยทำการดัดแปลงเครื่องยนต์ เพื่อให้เกิดความเหมาะสมใน การเผาไหม้ เนื่องจากคุณสมบัติเฉพาะของเอทานอลแตกต่างจากแก๊สโซลีน หรือดีเซล การที่จะนำเอา

เอทานอลมาเป็นเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องยนต์แก๊สโซลีน ต้องศึกษาถึงสมรรถนะของเครื่องยนต์ รวมทั้งการปรับแต่งเครื่องยนต์ให้เหมาะสมต่อการใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิง

ดังนั้นผู้วิจัยมีความสนใจ ศึกษาสมรรถนะเครื่องยนต์แก๊สโซลีนขนาดเล็กที่ใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิงหลัก โดยการหาจุดที่เหมาะสมของการใช้เอทานอล เป็นเชื้อเพลิงหลัก ระหว่างเอทานอลต่อแก๊สโซลีน อัตราส่วน จำนวน 5 ส่วนผสม ได้แก่ 100 : 0, 95 : 5, 90 : 10, 85 : 15, 80 : 20 พิจารณาสมรรถนะที่ให้งานเบรค, อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรค, อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะเบรค, ประสิทธิภาพเชิงความร้อนเบรค, ประสิทธิภาพเชิงปริมาตร, อัตราส่วนอากาศต่อเชื้อเพลิง ที่แนวโน้มที่ดีที่สุด เพื่อเป็นการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการปรับแต่งเครื่องยนต์ และสมรรถนะของเครื่องยนต์ ในการพัฒนาสู่เครื่องยนต์อิเล็กทรอนิกส์ควบคุมการป้อนเชื้อเพลิง และเครื่องยนต์ดีเซลที่จะใช้ เอทานอลเป็นเชื้อเพลิงในอนาคตต่อไป

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ดังนี้

เพื่อศึกษาสมรรถนะเครื่องยนต์แก๊สโซลีนขนาดเล็กที่ใช้เอทานอลเป็นส่วนผสมเชื้อเพลิงหลัก

ความสำคัญของการวิจัย

ผลการวิจัยครั้งนี้ ได้ศึกษาสมรรถนะเครื่องยนต์แก๊สโซลีนขนาดเล็กที่ใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิงหลัก และได้แนวทางในการใช้พลังงานหมุนเวียนที่สามารถทดแทน การนำเข้าน้ำมันเชื้อเพลิงจากต่างประเทศ และได้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนา การใช้เอทานอลมาเป็นเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องยนต์อิเล็กทรอนิกส์ควบคุมการป้อนเชื้อเพลิง และเครื่องยนต์ดีเซลในอนาคตต่อไป

ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง เพื่อให้การวิจัยครั้งนี้บรรลุตามความมุ่งหมายที่ตั้งไว้ ผู้วิจัยกำหนดขอบเขตในการ ศึกษาสมรรถนะเครื่องยนต์แก๊สโซลีนขนาดเล็กที่ใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิงหลัก ไว้ดังนี้

1. ใช้เครื่องยนต์แก๊สโซลีนขนาดเล็กเป็นเครื่องยนต์ใหม่ ลักษณะเป็นเครื่องยนต์เล็กสูบน้ำแบบ 4 จังหวะ ขนาดความจุ 120 cc ยี่ห้อ HONDA รุ่น GX 120 T1 แรงม้าสูงสุด 4.0 แรงม้าและความเร็วรอบสูงสุด 4,000 รอบต่อนาที ใช้คาร์บูเรเตอร์เป็นอุปกรณ์จ่ายเชื้อเพลิง
2. ทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์เล็ก ที่ความเร็วรอบตามข้อมูลทางเทคนิคของเครื่องยนต์เล็กที่ใช้ในการทดลอง 1,500 2,000 2,500 3,000 3,600 รอบต่อนาที

3. ทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์เล็กในห้องทดสอบ อุณหภูมิ $25^{\circ}\text{C} - 30^{\circ}\text{C}$
4. ใช้เชื้อเพลิง เอทานอลที่ใช้ในเชิงพาณิชย์มีความบริสุทธิ์ ร้อยละ 99.5 ต่อแก๊สโซลีน 91 อัตราส่วนผสมจำนวน 5 ส่วนผสม ได้แก่ 100 : 0, 95 : 5, 90 : 10, 85 : 15, 80 : 20
5. การจัดเก็บเอทานอลและแก๊สโซลีน โดยใส่ภาชนะรักษาอุณหภูมิปกติที่ $25^{\circ}\text{C} - 30^{\circ}\text{C}$ และป้องกันความร้อน จัดเก็บไว้สถานที่อากาศถ่ายเทได้สะดวก รักษาอุณหภูมิของห้องจัดเก็บ

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ แบ่งเป็นดังนี้

1.1 อัตราส่วนผสมระหว่างเอทานอลต่อแก๊สโซลีน

1.1.1 เอทานอล 100 ต่อ แก๊สโซลีน 0

1.1.2 เอทานอล 95 ต่อ แก๊สโซลีน 15

1.1.3 เอทานอล 90 ต่อ แก๊สโซลีน 10

1.1.4 เอทานอล 85 ต่อ แก๊สโซลีน 15

1.1.5 เอทานอล 80 ต่อ แก๊สโซลีน 20

1.2 การปรับแต่งเครื่องยนต์แก๊สโซลีนขนาดเล็ก

1.2.1 การปรับแต่งส่วนผสมระหว่างอากาศต่อเชื้อเพลิง

1.2.2 การปรับแต่งองศาการจุดระเบิด

2. ตัวแปรตาม ได้แก่ สมรรถนะเครื่องยนต์แก๊สโซลีนขนาดเล็กที่ใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิง

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. **เครื่องยนต์แก๊สโซลีนขนาดเล็ก** หมายถึง เครื่องยนต์สูบน้ำ กระบอกสูบเดี่ยว แบบ 4 จังหวะ ขนาดความจุ 120 cc ยี่ห้อ HONDA รุ่น GX 120 T1 แรงม้าสูงสุด 4.0 แรงม้า มีความเร็วรอบสูงสุด 4,000 รอบต่อนาที ใช้คาร์บูเรเตอร์เป็นอุปกรณ์ป้อนเชื้อเพลิง

2. **แก๊สโซลีน** หมายถึง เชื้อเพลิงเหลวเป็นน้ำมันเบนซิน 91 จากโรงกลั่นบางจาก สุขุมวิท 64 บางจาก พระโขนง กรุงเทพมหานคร

3. **เอทานอล** หมายถึง เอทิลแอลกอฮอล์ที่ใช้ในเชิงพาณิชย์มีความบริสุทธิ์ ร้อยละ 99.5 จากโรงกลั่นสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย 35 เทคโนโลยี คลองห้า ปทุมธานี

4. อัตราส่วนผสมระหว่างเอทานอลต่อแก๊สโซลีน หมายถึง เอทานอลที่ใช้เป็นส่วนผสมหลักต่อการใช้แก๊สโซลีนในสัดส่วนที่กำหนด

5. การปรับแต่งเครื่องยนต์แก๊สโซลีน หมายถึง การปรับแต่งส่วนผสมระหว่างอากาศต่อน้ำมันเชื้อเพลิงและช่วงเวลาการจุดระเบิดของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนขนาดเล็กใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิงหลัก

1. การปรับแต่งส่วนผสมระหว่างอากาศต่อน้ำมันเชื้อเพลิง หมายถึง การปรับแต่งคาร์บูเรเตอร์ให้มีส่วนผสมระหว่างอากาศต่อน้ำมันเชื้อเพลิงตามทฤษฎีจากการคำนวณ

2. การปรับแต่งองศาการจุดระเบิด หมายถึง การปรับแต่งองศาไฟจุดระเบิดก่อนศูนย์ตายบนที่จนวนไฟ 27° และ 29° ก่อนถึงศูนย์ตายบน (BTDC)

6. สมรรถนะเครื่องยนต์เล็ก หมายถึง กำลังงานเบรค, อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรค, อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะเบรค, ประสิทธิภาพเชิงความร้อนเบรค, ประสิทธิภาพเชิงปริมาตร

1. กำลังงานเบรค (Brake Power) หมายถึง กำลังงานที่ได้จากเพลาคู่มือเครื่องยนต์

2. อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรค (Brake Specific Fuel Consumption) หมายถึง ปริมาณของเชื้อเพลิงที่ใช้ไปต่อหนึ่งหน่วยเวลาต่อกำลังงานเบรคของเครื่องยนต์

3. อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะเบรค (Brake Specific Energy Consumption) หมายถึง จำนวนของพลังงานที่ได้จากเชื้อเพลิงต่อหนึ่งหน่วยเวลาต่อกำลังงานเบรคของเครื่องยนต์

4. กำลังงานเชื้อเพลิง (Fuel Power) หมายถึง กำลังงานเชื้อเพลิง เป็นการคิดค่ากำลังงานที่ได้จากเชื้อเพลิง จากอัตราการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์

5. ประสิทธิภาพเชิงความร้อนเบรค (Brake Thermal Efficiency) หมายถึง อัตราส่วนของพลังงานที่เครื่องยนต์ผลิตได้ ต่อค่าของพลังงานทั้งหมดที่ถูกใช้ไปในเครื่องยนต์

6. ประสิทธิภาพเชิงปริมาตร (Volumetric Efficiency) หมายถึง ปริมาตรของอากาศหรือไอดีที่เข้ามาในระบบสูบจริงในจังหวะดูดต่อปริมาตรที่ถูกสูบถูกแทนที่

7. อัตราส่วนอากาศต่อเชื้อเพลิง (Air-Fuel Ratio) หมายถึง ปริมาณระหว่างอากาศที่ใช้ในการเผาไหม้ต่อปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ในหนึ่งมวล

กรอบความคิดในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีกรอบความคิด การวิจัยดังนี้

ตัวแปรอิสระ

1. อัตราส่วนผสมระหว่างเอทานอล ต่อแก๊สโซลีน	ตัวแปรตาม
E100 : 0 E95 : 5 E90 : 10 E85 : 15 E80 : 20	
2. การปรับแต่งเครื่องยนต์แก๊สโซลีน ขนาดเล็ก	
- ส่วนผสมระหว่างอากาศต่อเชื้อเพลิง - องศาการจุดระเบิด	สมรรถนะเครื่องยนต์แก๊สโซลีน ขนาดเล็กที่ใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิง 1. กำลังงานเบรค 2. อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรค 3. อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะเบรค 4. ประสิทธิภาพเชิงความร้อนเบรค 5. ประสิทธิภาพเชิงปริมาตร

ภาพประกอบ 1 แสดงกรอบแนวคิดการวิจัย

สมมุติฐานของการวิจัย

เครื่องยนต์แก๊สโซลีนขนาดเล็กที่ใช้เชื้อเพลิงระหว่างเอทานอลต่อแก๊สโซลีน อัตราส่วนผสมจำนวน 5 ส่วนผสม ได้แก่ 100 : 0, 95 : 5, 90 : 10, 85 : 15, 80 : 20 มีสมรรถนะดี

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้นำเสนอตามหัวข้อดังต่อไปนี้

1. หลักการทำงานของเครื่องยนต์เล็ก
2. การประเมินสมรรถนะของเครื่องยนต์เล็ก
3. ทฤษฎีเกี่ยวกับเอทานอล
4. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. หลักการทำงานของเครื่องยนต์เล็ก

เครื่องยนต์โดยทั่วไป จะใช้กำลังจากการเผาไหม้ของส่วนผสมระหว่างอากาศกับน้ำมันเชื้อเพลิง เพื่อดันให้ลูกสูบเคลื่อนที่ ตำแหน่งของลูกสูบจะติดกับเพลาคือเหวี่ยง และเมื่อเคลื่อนที่ลงจะทำให้เพลาคือเหวี่ยงหมุน แรงบิดที่เกิดจากการหมุนของเพลาคือเหวี่ยงสามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้ โดยส่วนใหญ่การทำงานของเครื่องยนต์เล็กจะมีทั้งเครื่องยนต์ 4 จังหวะ เครื่องยนต์ 2 จังหวะ

สมชัย เถาสมบัติ. (2531 : 36) ได้กล่าวถึง เครื่องยนต์เผาไหม้ที่ใช้ในปัจจุบันทั่วไปมี 2 แบบ คือ เครื่องยนต์แบบลูกสูบ ซึ่งมักจะเรียกว่า “เครื่องยนต์แบบสลับ” (Reciprocation) เนื่องจากลูกสูบเคลื่อนขึ้นลงในกระบอกสูบตรงไปตรงมา และแบบที่สองคือ เครื่องยนต์โรตารี (Rotary) ซึ่งแบบออกเป็น 2 ชนิด คือ เครื่องยนต์กังหัน (Turbine Engine) ใช้กับเครื่องบินไอพ่น และเครื่องยนต์แวนเกล (Wankel Engine) เฉพาะรถยนต์ใช้แต่เครื่องยนต์แบบลูกสูบ เป็นแบบที่ใช้กับเครื่องมือทางการเกษตรในปัจจุบัน

1.1 ความหมายของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน

บุญธรรม ภัทราจารกุล. (2543 : 9) ได้กล่าวถึง เครื่องยนต์แก๊สโซลีน หรือเรียกว่า เครื่องยนต์กลวัตรออตโต (Otto Cycle) หรือเครื่องยนต์ S.I. (Spark – Ignition engine) เป็นเครื่องยนต์สันดาปภายใน ที่มีการจุดระเบิด โดยการใช้ประกายไฟและใช้เชื้อเพลิงเบา มีการระเหยง่าย หรือก๊าซธรรมชาติ เช่น แก๊สโซลีน (น้ำมันเบนซิน) แก๊สโซฮอลล์ เมทานอล มีเทน และก๊าซปิโตรเลียมเหลว

เดชัย ด้านวรรณกิจ. (ม.ป.ป : 36) ได้กล่าวถึง เครื่องยนต์แก๊สโซลีน หรือเครื่องยนต์เบนซิน คือ เครื่องยนต์ประเภทสันดาปภายในเปลี่ยนพลังงานความร้อนเป็นพลังงานกล ซึ่งใช้เป็นต้นกำลังในรถยนต์ทั่วไป

ชัยสวัสดิ์ เทียนวิบูลย์. (2524 : 5) ได้กล่าวถึง เครื่องยนต์แก๊สโซลีน หมายถึง เครื่องยนต์ที่ใช้ แก๊สโซลีนเป็นเชื้อเพลิง จุดระเบิดด้วยประกายไฟ เกิดจากไฟฟ้ากระโดดข้ามขั้วหัวเทียน

ประกอบ ยาหมื่นไวย. (ม.ป.ป : 1) ได้กล่าวถึง เครื่องยนต์ คือ เครื่องกลอย่างหนึ่งที่สามารถ เปลี่ยนพลังงานความร้อนให้เป็นพลังงานกลได้

ธีระยุทธ สุวรรณประทีป. (2541 : 10) ได้กล่าวถึง เครื่องยนต์เป็นเครื่องจักรกลที่เปลี่ยนพลังงานความร้อนจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงไปเป็นพลังงานกล เช่น ในเครื่องยนต์แก๊สโซลีน เมื่อนำเชื้อเพลิงเผาไหม้เกิดความร้อนขึ้น และความร้อนที่ถูกเปลี่ยนไปเป็นกำลัง และกำลังถูกนำไปใช้งานต่อไป

อร่าม เริงฤทธิ์. (2540 : 15) ได้กล่าวถึง เครื่องยนต์ คือ เครื่องจักรกลประกอบด้วยกลุ่มชิ้นส่วน เฉพาะอย่างประกอบกันขึ้นอย่างเหมาะสม เพื่อให้สามารถเปลี่ยนพลังงานความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงเป็นพลังงานกล (การหมุน) นำไปเป็นเครื่องต้นกำลังได้ ส่วนเครื่องยนต์สันดาปภายใน คือ เครื่องยนต์ที่ใช้แก๊สโซลีนเป็นเชื้อเพลิงในการเผาไหม้ในกระบอกสูบ ทำให้เกิดพลังงานความร้อนขึ้น และแก๊สจากการเผาไหม้ขยายตัวดันลูกสูบเลื่อนลง และให้พลังงานกลออกมา เครื่องยนต์สันดาปภายในนำไปเป็นเครื่องต้นกำลังในรถยนต์ เรือเดินทะเล รถจักรยานยนต์ เครื่องจักรกล ในการก่อสร้าง เครื่องยนต์เล็กวงการเกษตรและเครื่องจักรกลในอุตสาหกรรมอื่นๆ

สมชัย เกษมบัณฑิต. (2531 : 34) ได้กล่าวถึง เครื่องยนต์ หมายถึง เครื่องจักรที่สามารถให้กำลังงานได้ เป็นอิสระจากแหล่งพลังงานภายนอก เครื่องยนต์เผาไหม้ภายใน สามารถจะเปลี่ยนพลังงานความร้อนซึ่งได้จากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงภายในห้องเผาไหม้เป็นกำลังหมุน เมื่อจ่ายเชื้อเพลิงให้ อย่างเพียงพอ เครื่องยนต์ก็ให้กำลังงาน แก่รถบรรทุก รถแทรกเตอร์ และเครื่องจักรกลทางการเกษตร

สรุปได้ว่า เครื่องยนต์แก๊สโซลีน หมายถึง เครื่องยนต์ที่เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง ได้แก่ แก๊สโซลีน (น้ำมันเบนซิน) แก๊สโซฮอลล์ เมทานอล มีเทน และก๊าซปิโตรเลียมเหลว โดยจุดระเบิดด้วยประกายไฟ ทำให้เกิดการเผาไหม้ภายในกระบอกสูบ แล้วทำให้เกิดพลังงานความร้อน เปลี่ยนรูปของพลังงานเป็นพลังงานกลจากหมุนของเพลาช้อเหวี่ยง สามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้

1.2 ความหมายของเครื่องยนต์เล็ก

ประณต กุลประสูตร. (2542 : 1) ได้กล่าวถึง เครื่องยนต์เล็ก ก็คือเครื่องยนต์ชนิดต่างๆ สามารถจัดส่งกำลังให้กับส่วนประกอบและอุปกรณ์เครื่องทุ่นแรงต่างๆ เพื่อให้เกิดการขับเคลื่อนหรือทำงานจึงถือได้เป็นเครื่องยนต์ แต่ที่เรียกว่าเครื่องยนต์เล็ก เนื่องมาจากตัวเครื่องมีขนาดเล็ก เครื่องยนต์เล็กทั่วไป จะมีจำนวนสูบไม่เกิน 2 สูบ ทั้งนี้เพื่อประโยชน์ต่อการขนย้ายและใช้งาน เครื่องยนต์ชนิดนี้จะมีทั้งเครื่องยนต์แก๊สโซลีนและเครื่องยนต์ดีเซล ทั้ง 4 จังหวะและ 2 จังหวะ ทั้งชนิดระบายความร้อนด้วยของเหลวและน้ำ และทั้งระบายความร้อนด้วยอากาศ ในปัจจุบันได้มีการปรับปรุงและดัดแปลงให้เครื่องยนต์เหล่านี้สามารถใช้เชื้อเพลิงชนิดอื่นได้

สมชัย เกษมสมบัติ. (2531 : 34) ได้กล่าวถึง เครื่องยนต์เล็ก เป็นเครื่องยนต์เผาไหม้ภายในเล็กๆ ที่ระบายความร้อนด้วยอากาศ เป็นแหล่งกำลังงานที่สำคัญทางการเกษตร ปกติเครื่องยนต์เหล่านี้ จะมี 1 กระบอกสูบ หรือ 2 กระบอกสูบ ใช้เป็นแหล่งกำลังงานสนับสนุน การทำงานของปั๊มฉีดเป็นฝอย เครื่องยกเมล็ดพืช เครื่องตัดหญ้า รถแทรกเตอร์ และเครื่องมือรักษาพื้นดินชนิดต่างๆ ตลอดจนเครื่องยนต์จักรชนิดเบาๆ

บุญธรรม ภัทราจารุกุล. (2537 : 13) ได้กล่าวถึง เครื่องยนต์เล็ก คือ เครื่องยนต์เผาไหม้ภายใน ขนาดเล็ก เป็นเครื่องยนต์จักรต้นกำลังที่มีการนำไปใช้งานกันอย่างแพร่หลาย เช่น เครื่องตัดหญ้า เครื่องสูบน้ำ เครื่องจักรกลทางการเกษตร และงานสนามอื่นๆ เครื่องยนต์เล็กมีทั้งเครื่องยนต์แก๊สโซลีน และเครื่องยนต์ดีเซล

ธีระยุทธ สุวรรณประทีป. (2541 : 10) ได้กล่าวถึง เครื่องยนต์เล็ก คือ เครื่องยนต์ที่สามารถทำงานได้หลายอย่างในด้านต่างๆ เช่น ใช้กับเครื่องตัดหญ้า รถยนต์จักรยานยนต์ เครื่องกำเนิดไฟฟ้า ปั๊มน้ำ เป็นต้น

สรุปได้ว่า เครื่องยนต์เล็ก คือ เครื่องยนต์ที่เผาไหม้ภายในกระบอก มีจำนวนของกระบอกสูบ ไม่เกิน 2 กระบอกสูบ มีทั้งเครื่องยนต์แก๊สโซลีนและเครื่องยนต์ดีเซล ทั้ง 4 จังหวะและ 2 จังหวะที่สามารถขนย้ายได้สะดวก ส่วนมากจะใช้งานทางด้านเกษตรกร ใช้เป็นเครื่องทุ่นแรงคนในการเกษตร เช่น เครื่องตัดหญ้า เครื่องสูบน้ำ เป็นต้น

1.3 ส่วนประกอบของเครื่องยนต์

เครื่องยนต์แต่ละเครื่องจะประกอบด้วยชิ้นส่วนต่างๆ มากมายชิ้นส่วนเหล่านี้แต่ละชิ้นก็จะมีรูปร่างลักษณะ ขนาด และวัตถุประสงค์ในการใช้งานแตกต่างกันออกไป ตามความจำเป็นของเครื่องยนต์แต่ละเครื่อง สำหรับชิ้นส่วนสำคัญอันเป็นชิ้นส่วนหลักของเครื่องยนต์ จะจำแนกออกได้ 2 ลักษณะด้วยกันคือ 1. ชิ้นส่วนที่อยู่กับที่ 2. ชิ้นส่วนที่เคลื่อนไหว (ประณต กุลประสูตร. 2542 : 20)

เครื่องยนต์เผาไหม้ภายใน มีส่วนประกอบสำคัญ 5 ส่วน คือ เล็อกสูบ (Cylinder Block) ลูกสูบ (Piston) ก้านสูบ (Connection Rod) เพลาข้อเหวี่ยง (Crankshaft) และล้อช่วยแรง (Flywheel)

1.3.1 เล็อกสูบ (Cylinder Block) ซึ่งประกอบด้วยกระบอกสูบ และตัวเรือนเล็อกสูบหรือห้องเพลาข้อเหวี่ยง ตัวกระบอกสูบจะเล็อกสูบ ประกอบด้วยกระบอกสูบ และตัวเรือนสูบหรือห้องเพลาข้อเหวี่ยง ตัวกระบอกสูบมักจะทำด้วยเหล็กหล่อคุณภาพสูงหรือโลหะผสมอลูมิเนียมในเครื่องยนต์ที่ใช้ระบายความร้อนด้วยน้ำ แผ่นครีปจะหล่อติดผิวด้านนอกกระบอกสูบเพื่อเพิ่มผิวให้มาก อากาศจะได้ระบายความร้อนได้ดี ขนาดของรูชั้นในของกระบอกสูบจะกลึงให้ได้เส้นผ่าศูนย์กลางขนาดพอดี และมีฝาสูบครอบทำหน้าที่เป็นห้องเผาไหม้ระหว่างฝาสูบ และกระบอกสูบอัดประเก็นกันรั่วส่วนของ

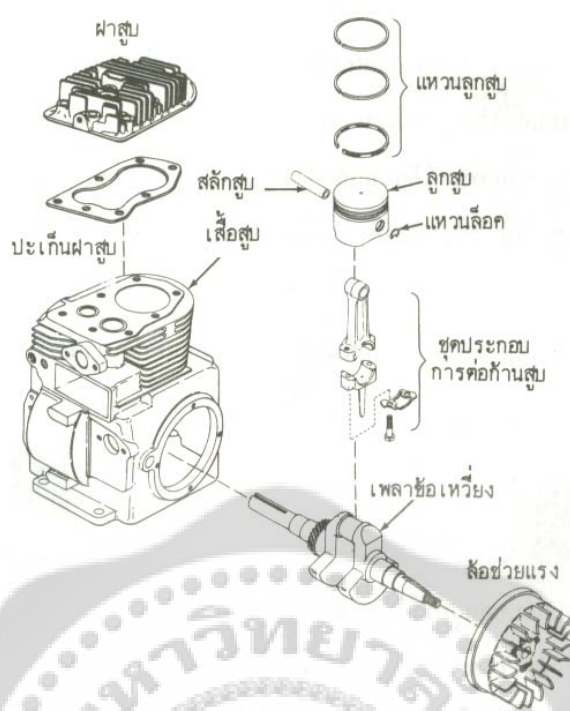
ห้องเพลาช้อเหวี่ยงมีไว้ทำหน้าที่เป็นส่วนติดตั้งแบร้งของเพลาช้อเหวี่ยงและเป็นห้องเก็บน้ำมันหล่อลื่นในเครื่องยนต์บางชนิด

1.3.2 ลูกสูบ (Piston) เป็นส่วนที่เคลื่อนไหวภายในห้องเผาไหม้ ซึ่งทำหน้าที่สำคัญในการถ่ายพลังงานความร้อนให้เป็นการเคลื่อนไหว กลับไป-มา ปกติลูกสูบจะทำด้วยโลหะผสม น้ำหนักเบา สวมพอดีกับกระบอกสูบเพื่อจะได้เคลื่อนไหวสะดวก แหวนลูกสูบจะสวมพอดีร่องวงแหวนเพื่อป้องกันการรั่วระหว่างผนังกระบอกสูบ กับลูกสูบ แหวนลูกสูบที่ใกล้ส่วนบนของลูกสูบมากที่สุด เรียกว่า “แหวนอัด” (Compression Ring) ในระหว่าง ขบวนการเผาไหม้ แหวนอัดจะป้องกันไม่ให้แก๊สที่มีความอัดสูงวิ่งผ่านลูกสูบออกมาได้ และยังช่วยลดการเสียดสีให้น้อยที่สุด แหวนลูกสูบที่อยู่ต่ำลงมา คือ “แหวนน้ำมัน” (Oil Ring) อยู่ตรงร่องที่กว้างกว่า ต่ำลงมาจากแหวนอัด แหวนน้ำมัน ออกแบบมาเพื่อควบคุมปริมาณน้ำมันเครื่องบนผนังกระบอกสูบ สลักลูกสูบ (Piston Pin) จะสวมอยู่ในแบร้งทั้งสอง ในกระโปรงลูกสูบแล้วล๊อคปลายสลักลูกสูบทั้งสองด้านด้วยแหวนล๊อค

1.3.3 ก้านสูบ (Connecting Rod) ทำหน้าที่รับกำลังงานจากลูกสูบ และส่งถ่ายให้กับเพลาช้อเหวี่ยง ก้านสูบจะทำด้วยโลหะผสมอลูมิเนียมหรือเหล็กเหนียว ปลายด้านเล็กของก้านสูบยึดติดกับลูกสูบโดยสลักลูกสูบส่วนปลายด้านใหญ่ จะยึดติดกับเพลาช้อเหวี่ยงโดยผ่านแบร้งที่เพลาช้อเหวี่ยง

1.3.4 เพลาช้อเหวี่ยง (Crankshaft) ทำหน้าที่แปลงรับแรงการเคลื่อนขึ้นลงของลูกสูบมาเป็นการเคลื่อนที่ในทางหมุน เพลาช้อเหวี่ยงจะทำด้วยเหล็กหล่อเหนียว หรือเหล็กกล้าตีขึ้นรูป ส่วนที่ยื่นออกมาลักษณะเป็นแผ่นเหล็ก เรียกว่า “Crank throw” การส่งผ่านกำลังจากลูกสูบ ทำให้เกิดการเคลื่อนไหว ลักษณะการหมุนบิดและส่งกำลังต่อไปยังส่วนปลายของเพลาช้อเหวี่ยง ซึ่งเรียกว่า “Power take off”

1.3.5 ล้อช่วยแรง (Flywheel) ติดที่ปลายข้างหนึ่งของเพลาช้อเหวี่ยง มีหน้าทำให้กำลังงานส่งผ่านไปยังเพลาช้อเหวี่ยงอย่างเรียบเสมอ โดยต้านทานการเปลี่ยนแปลงความเร็วขณะหมุน ในเครื่องยนต์ขนาดเล็กที่มีสูบเดียว ล้อช่วยแรงจะมีน้ำหนักตามสัดส่วนมากกว่าเครื่องยนต์ที่มีหลายสูบ เนื่องจากจังหวะระเบิดเป็นจังหวะให้กำลังงาน ทำให้เพลาช้อเหวี่ยงหมุน ล้อช่วยแรงมีน้ำหนักมากสามารถเก็บสะสมพลังงานการหมุนไว้นาน ล้อช่วยแรงในเครื่องยนต์ขนาดเล็ก ส่วนมากจะมีใบพัดเพื่อระบายความร้อนด้วยอากาศ จะใช้ล้อช่วยแรงเป็นที่ติดตั้งแม่เหล็ก สำหรับระบบจุดระเบิดด้วยเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ผู้ผลิตบางรายออกแบบล้อช่วยแรงให้ทำหน้าที่เป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าหรือไดนาโม (สมชัย เกษมบัติ. 2531 : 37)



ภาพประกอบ 2 แสดงส่วนประกอบเครื่องยนต์เล็ก (สมชัย เกษมสมบัติ. 2531 : 38)

1.4 กลวัตรการทำงานของเครื่องยนต์

การทำงานของเครื่องยนต์ (Engine Operation) เครื่องยนต์ระบบจุดระเบิดด้วยหัวเทียนทำงานดังต่อไปนี้

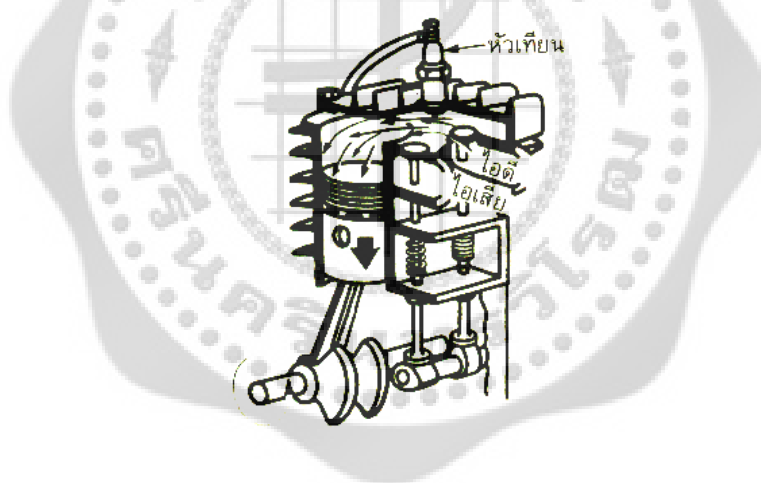
1. น้ำมันเชื้อเพลิงกับอากาศผสมกันถูกดูดเข้าไปในห้องเผาไหม้ของกระบอกสูบ ส่วนผสมระหว่างเชื้อเพลิงกับอากาศ จะถูกอัดตัวให้ปริมาตรเล็กลง
3. แก๊สที่ถูกอัดจะเกิดการจุดระเบิดที่ตำแหน่งที่ถูกตั้งของลูกสูบในกระบอกสูบ แก๊สเผาไหม้จะขยายตัว ผลักดันให้ลูกสูบเคลื่อนลงด้วยแรงสูงมาก
4. เมื่อลูกสูบเคลื่อนลงใกล้จะสุด ลิ่มก็จะเปิดออกให้แก๊สที่เผาไหม้ระบายออกไปจากกระบอกสูบและพร้อมที่จะปฏิบัติซ้ำเช่นเดิมอีก

เครื่องยนต์จะทำงานสมบูรณ์ครบวงจร ต้องประกอบด้วย 4 จังหวะ คือ จังหวะดูด (Intake stroke) จังหวะอัด (Compression Stroke) จังหวะกำลัง (Power Stroke) และจังหวะคาย (Exhaust Stroke) เมื่อจังหวะการทำงานครบ 4 ขั้นตอน เกิดขึ้นซ้ำๆ ตามลำดับ เครื่องยนต์ก็จะทำงาน ตามวัฏจักรการทำงาน เครื่องยนต์แบบลูกสูบ แบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ เครื่องยนต์ 4 จังหวะ และเครื่องยนต์ 2 จังหวะ เครื่องยนต์ทั้ง 2 แบบต่างกันในจำนวนครั้งที่ลูกสูบเคลื่อนตัวภายในกระบอกสูบ

เพื่อให้ครบวัฏจักรการทำงาน 4 ขั้นตอน 1 จังหวะ ก็คือการทำงานที่ลูกสูบเคลื่อนที่สู่ระยะกระบอกสูบ 1 ครั้ง (สมชัย เกษมบัณฑิต. 2531 : 40)

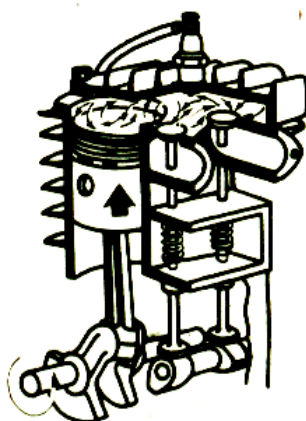
ประณต กุลประสูตร. (2542 : 47) ได้กล่าวว่า เครื่องยนต์ 4 จังหวะ จะมีลักษณะในการทำงาน ดังต่อไปนี้คือ ใน 1 รอบหรือ 1 วัฏจักรของการทำงาน ลูกสูบจะต้องเคลื่อนที่ขึ้น – ลง 4 ครั้ง คือเคลื่อนที่ขึ้น 2 ครั้ง เคลื่อนที่ลง 2 ครั้ง หรือกล่าวได้ว่า เฟลาข้อเหวี่ยงหมุน 2 รอบ จะได้งาน 1 ครั้ง จังหวะการทำงานจะหมุนเวียนกันอยู่เช่นนี้ตลอดไปจนกว่าเครื่องยนต์จะหยุดหมุน โดยทำงานดังนี้

1. จังหวะที่ 1 จังหวะดูด (Intake Stroke) ลูกสูบจะเคลื่อนที่จากศูนย์ตายบน (TDC) ลงสู่ศูนย์ตายล่าง (BDC) ลิ้นไอดีเปิด ส่วนผสมของน้ำมันเชื้อเพลิงกับอากาศสำหรับเครื่องยนต์ แก๊สโซลีน หรือส่วนผสมของก๊าซเหลวกับอากาศสำหรับเครื่องยนต์ก๊าซเหลว จะถูกดูดเข้ามาบรรจุภายในกระบอกสูบโดยผ่านทางลิ้นไอดี จังหวะนี้จะติดต่อกันไปเรื่อยๆ จนกระทั่งลูกสูบเคลื่อนที่ลงถึงศูนย์ตายล่างจึงจะหมดจังหวะดูด ขณะนี้ส่วนผสมของน้ำมันเชื้อเพลิงกับอากาศหรือส่วนผสมของก๊าซเหลวกับอากาศ จะถูกดูดเข้าบรรจุอยู่เต็มภายในกระบอกสูบ ตามภาพประกอบ 3



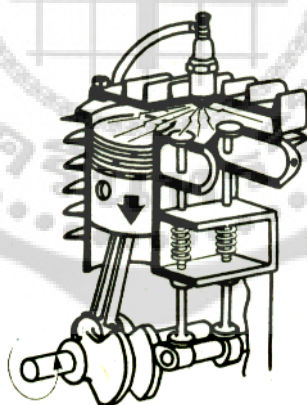
ภาพประกอบ 3 แสดงจังหวะดูด (ธีระยุทธ สุวรรณประทีป. 2541 : 54)

2. จังหวะที่ 2 จังหวะอัด (Compression Stroke) จังหวะนี้จะต่อเนื่องมาจากจังหวะดูด เมื่อลูกสูบเคลื่อนที่ถึงศูนย์ตายล่างแล้ว จะเริ่มเคลื่อนที่สู่ศูนย์ตายบน ขณะนี้ทั้งลิ้นไอดีและลิ้นไอเสียจะปิดสนิท ส่วนผสมของน้ำมันเชื้อเพลิงกับอากาศหรือส่วนผสมของก๊าซเหลวกับอากาศภายในกระบอกสูบ จะถูกอัดตัวขึ้นไปเรื่อยๆ ตามการเคลื่อนที่ของลูกสูบ จังหวะนี้จะสิ้นสุดก่อนที่ลูกสูบจะเคลื่อนที่ถึงศูนย์ตายบนเพียงเล็กน้อย ตามภาพประกอบ 4



ภาพประกอบ 4 แสดงจังหวะอัด (ธีระยุทธ สุวรรณประทีป. 2541 : 54)

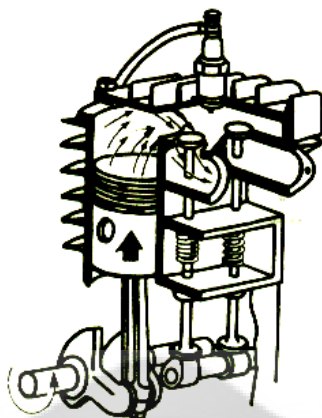
3. จังหวะที่ 3 จังหวะระเบิด (Expansion Stroke) จังหวะนี้ บางทีเรียกว่าจังหวะงาน (Power Stroke) จังหวะนี้จะเกิดขึ้นในตอนปลายจังหวะอัด โดยส่วนผสมของน้ำมันเชื้อเพลิงกับอากาศ หรือส่วนผสมของก๊าซเหลวกับอากาศจะถูกจุดด้วยประกายไฟจากหัวเทียน จึงทำให้เกิดการเผาไหม้ และการระเบิดอย่างรุนแรง ผลักดันให้ลูกสูบเคลื่อนที่ลง จึงได้งานจากจังหวะนี้ ตามภาพประกอบ 5



ภาพประกอบ 5 แสดงจังหวะระเบิด (ธีระยุทธ สุวรรณประทีป. 2541 : 54)

4. จังหวะที่ 4 จังหวะคาย (Exhaust Stroke) หลังจากลูกสูบเคลื่อนที่ลงเนื่องจากแรงระเบิดจนถึงศูนย์ตายล่างแล้ว ลิ้นไอเสียจะเปิดปล่อยให้ไอเสียอันเกิดจากการเผาไหม้ออกไปจากกระบอกสูบ และจะยังคงเปิดอยู่จนกระทั่งลูกสูบเคลื่อนที่ขึ้น ซึ่งการเคลื่อนที่ขึ้นของลูกสูบในจังหวะนี้

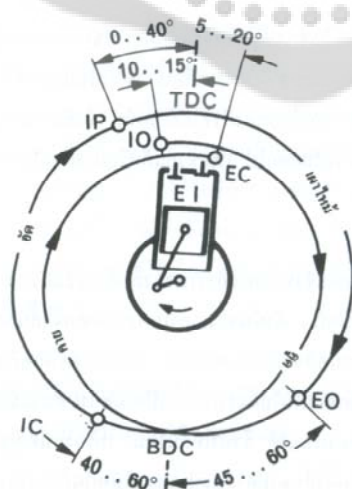
จะเป็นการช่วยในการขับไล่ไอเสียออกอีกครั้งหนึ่ง จากนั้นจึงเวียนเข้าหาจังหวะดูดอีก และจะเป็นเช่นนี้ตลอดเวลาที่เครื่องทำงานอยู่ ตามภาพประกอบ 6



ภาพประกอบ 6 แสดงจังหวะคาย (ธีระยุทธ สุวรรณประทีป. 2541 : 54)

1.5 ไตอะแกรมจังหวะการทำงานของลิ้น

ไตอะแกรมจังหวะการทำงานของลิ้น จะเป็นเครื่องหมายแสดงตำแหน่งหรือองศาในการเปิด-ปิดของลิ้นที่สัมพันธ์กับการเคลื่อนที่ของลูกสูบของเครื่องยนต์ วัตถุประสงค์หลักที่สำคัญ คือ ต้องการบรรจุไอดีเข้ากระบอกสูบ การจัดเวลาในการจุดเชื้อเพลิง หรือการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง และการขับไล่ไอเสียออกจากกระบอกสูบเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อให้เครื่องยนต์มีสมรรถนะในการทำงานสูงสุดตามต้องการ ไตอะแกรมจังหวะการทำงานของลิ้น สำหรับเครื่องยนต์ 4 จังหวะ แสดงภาพประกอบ 7



- | | |
|----|----------------------|
| I | - ลิ้นไอดี |
| E | - ลิ้นไอเสีย |
| IO | - ลิ้นไอดีเปิด |
| IC | - ลิ้นไอดีปิด |
| IP | - ตำแหน่งจุดประกายไฟ |
| EO | - ลิ้นไอเสียเปิด |
| EC | - ลิ้นไอเสียปิด |

ภาพประกอบ 7 แสดงไตอะแกรมจังหวะการทำงานของลิ้น (ประณต กุลประสูตร. 2542 : 57)

1.6 ความต้องการน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์

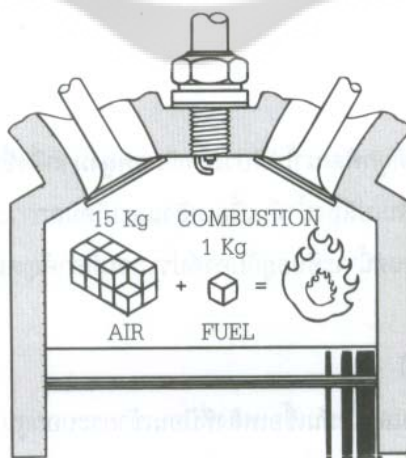
นภดล เวชวิฐาน. (2544 : 1 – 7) ได้กล่าวถึง ความสิ้นเปลืองที่จะเกิดการเผาไหม้และเกิดมลภาวะเป็นพิษจากก๊าซไอเสียน้อยที่สุด ซึ่งประสิทธิภาพของเครื่อง จะขึ้นอยู่กับองค์ประกอบที่สำคัญหลายประการด้วยกัน คือ

1. อัตราส่วนการอัด
2. กระบวนการในการเผาไหม้
3. อัตราส่วนผสมของอากาศและน้ำมันเชื้อเพลิงที่ป้อนเข้ากระบอกสูบ
4. การออกแบบชิ้นส่วนต่างๆ

อัตราส่วนผสมของอากาศและน้ำมันเชื้อเพลิง นับเป็นสิ่งที่สำคัญอย่างยิ่งที่จะมีผลต่อประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ หากอัตราส่วนผสมของเชื้อเพลิงที่ป้อนเข้ากระบอกสูบไม่เหมาะสมจะเป็นเหตุให้เครื่องยนต์กำลังงานตก สิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง และเกิดแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) มากซึ่งจะเป็นอันตรายต่อร่างกายมนุษย์

1.5.1 อัตราส่วนผสมอากาศและน้ำมันเชื้อเพลิง ที่ใช้กับเครื่องยนต์จะประกอบด้วย ส่วนผสม 3 แบบ คือ

1.อัตราส่วนผสมของอากาศและน้ำมันเชื้อเพลิงตามทฤษฎี (Theoretical air-fuel ratio) หมายถึง อัตราส่วนผสมของอากาศและน้ำมันเชื้อเพลิงที่จำเป็นสำหรับการเผาไหม้อย่างสมบูรณ์ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 14.7 : 1 หรือประมาณ 15 : 1 เมื่อคิดโดยน้ำหนัก กล่าวคือ จะต้องใช้อากาศหนัก 14.7 กิโลกรัม ต่อน้ำมันเบนซิน 1 กิโลกรัม หรือถ้าคิดโดยประมาณจะต้องใช้อากาศจำนวน 1,000 ลิตร ต่อน้ำมันเบนซิน 1 ลิตร ตามภาพประกอบ 8



ภาพประกอบ 8 แสดงอัตราส่วนผสมอากาศและน้ำมันเชื้อเพลิง (นภดล เวชวิฐาน. 2544 : 2)

2. อัตราส่วนผสมหนา (Rich mixture) อัตราส่วนผสมอากาศและน้ำมันเชื้อเพลิงตามทฤษฎี ถือว่าเป็นอัตราส่วนที่พอดีการเผาไหม้อย่างสมบูรณ์ ถ้าอัตราส่วนผสมน้อยกว่า 14.7 : 1 เช่น 12 : 1 ซึ่งเป็นส่วนผสมที่ใช้อากาศน้อยกว่าทฤษฎี จะเรียกว่าส่วนผสมหนา (Rich mixture)

3. อัตราส่วนผสมบาง (Lean mixture) สำหรับส่วนผสมที่มีค่ามากกว่า 14.7 : 1 เช่น 16 : 1 ซึ่งเป็นส่วนผสมที่ใช้อากาศมากกว่าทฤษฎี จะเรียกว่าส่วนผสมบาง (Lean mixture)

1.5.2 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนผสมของเชื้อเพลิงต่อความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงและกำลังงานของเครื่องยนต์ ตามภาพประกอบ 9



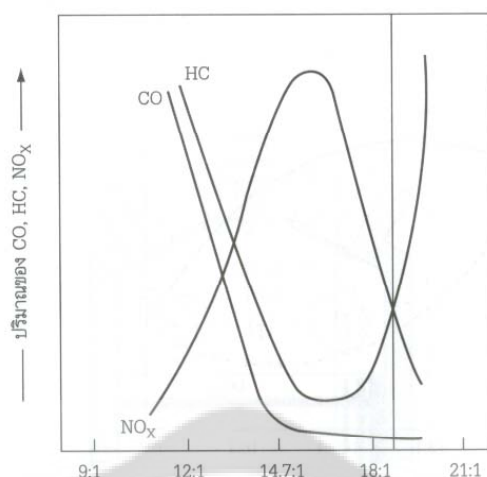
ภาพประกอบ 9 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนผสมของเชื้อเพลิงต่อความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงและกำลังงานของเครื่องยนต์ (นกดล เวชวิฐาน. 2544 : 3)

จากภาพประกอบ อัตราส่วนผสมของเชื้อเพลิงที่ประมาณ 16 : 1 (be_{min}) เป็นอัตราส่วนที่มีความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงน้อยที่สุด และที่อัตราส่วนผสมของเชื้อเพลิงประมาณ 12-13 : 1 (Ne_{min}) จะมีอัตราส่วนผสมที่ทำให้กำลังงานสูงสุด และในช่วงส่วนผสมที่หนากว่าอัตราส่วนตามทฤษฎี จะเป็นช่วงที่ให้อัตราการเร่งดีเนื่องจากกราฟพุ่งขึ้นสู่ค่าสูงสุด

1.5.3 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนผสมของเชื้อเพลิงต่อส่วนประกอบของไอเสียในแก๊สไอเสียของรถยนต์ จะประกอบด้วยสารประกอบต่างๆ ที่เป็นพิษต่อร่างกายมนุษย์

1. แก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ (Carbon Monoxide : CO)
2. ออกไซด์ของไนโตรเจน (Oxide of Nitrogen : NO, NO₂)

3. ไฮโดรคาร์บอน (Hydro Carbons : HC)



ภาพประกอบ 10 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนผสมของเชื้อเพลิงต่อส่วนประกอบของไอเสีย (นภดล เวชวิฐาน. 2544 : 4)

จากแสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนผสมของเชื้อเพลิงต่อส่วนประกอบของไอเสีย จะเห็นว่าที่อัตราส่วนผสมหนาจะเกิดแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ (Carbon Monoxide : CO) และไฮโดรคาร์บอน (Hydro Carbons : HC) มาก และที่ใกล้เคียงกับส่วนผสมตามทฤษฎี จะเกิดออกไซด์ของไนโตรเจน (Oxide of Nitrogen : NO, NO₂)

1.5.4 ข้อจำกัดในการทำงานของคาร์บูเรเตอร์ เนื่องจากเครื่องยนต์ต้องทำงานอยู่ได้สภาวะการทำงานต่างๆ ที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาตามสภาพการขับขี่ของรถยนต์นั้น คาร์บูเรเตอร์ที่นำมาใช้จะต้องถูกออกแบบให้สามารถจ่ายส่วนผสมของเชื้อเพลิงได้อย่างถูกต้องและรวดเร็วทันต่อการเปลี่ยนแปลงสภาวะการทำงานของเครื่องยนต์ คาร์บูเรเตอร์จะมีกลไกต่างๆ ประกอบเข้าด้วยกันจำนวนมาก เครื่องยนต์ที่ใช้คาร์บูเรเตอร์ก็ยังไม่สามารถทำงานอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดตามต้องการได้ เนื่องจากยังมีข้อจำกัดอยู่หลายประการ คือ

1. คาร์บูเรเตอร์จะมีกลไกต่างๆ ประกอบเข้าด้วยกันจำนวนมากทำให้การจ่ายส่วนผสมมีความล่าช้าส่งผลทำให้การตอบสนองการเร่งไม่ดีเท่าที่ควร

2. จากการที่คาร์บูเรเตอร์ประกอบด้วยวงจรในการจ่ายส่วนผสมหลายวงจร เช่น วงจรความเร็วรอบเดินเบา วงจรความเร็วรอบปกติ วงจรบี้มเร่ง วงจรความเร็วรอบสูง เป็นต้น ในขณะที่มีการเปลี่ยนแปลงวงจการทำงาน จำเป็นต้องมีการจ่ายส่วนผสมที่หนาไว้ เพื่อป้องกันไม่ให้เครื่องยนต์สะดุด ซึ่งเป็นการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง

3. ประสิทธิภาพในการผสมของอากาศและน้ำมันเชื้อเพลิง จะขึ้นอยู่กับความเร็วของอากาศที่ไหลผ่านคอคอด (Venture) ของคาร์บูเรเตอร์ เช่น ในขณะความเร็วรอบเครื่องยนต์ต่ำ ความเร็วของอากาศจะต่ำ การผสมของอากาศกับน้ำมันไม่ค่อยดี (เป็นฝอยละอองได้ไม่ดี) ทำให้สิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง

4. กรณีที่เครื่องยนต์มีคาร์บูเรเตอร์ตัวเดียว ความยาวของท่อไอดีแต่ละสูบจะไม่เท่ากันกระบอกสูบที่มีความยาวท่อไอดีหรือมีความโค้งของท่อไอดีมาก จะมีความล่าช้าในการบรรจุส่วนผสม และมีการตกค้างของน้ำมันในท่อไอดีมาก ทำให้ส่วนผสมที่บรรจุเข้าไปในแต่ละกระบอกสูบไม่เท่ากัน ซึ่งมีผลต่อกำลังของเครื่อง

5. ขณะทำการลดอัตราเร่งของเครื่องยนต์ลงทันทีทันใด ซึ่งเป็นสภาวะที่เครื่องยนต์ไม่ต้องการน้ำมันเชื้อเพลิง แต่เครื่องยนต์ยังได้รับน้ำมันเชื้อเพลิงจากทางวงจรความเร็วรอบเดินเบา และน้ำมันที่ตกค้างติดผนังท่อไอดี ซึ่งขณะลิ้นเร่งปิดจะเกิดสุญญากาศในท่อไอดีมาก เนื่องจากความเร็วรอบของเครื่องยนต์ยังสูงอยู่ ทำให้น้ำมันที่ตกค้างกลายเป็นฝอยละอองถูกดูดเข้ากระบอกสูบ จึงเป็นการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง

6. ในขณะที่ยกคันเร่งบนถนนที่มีความลาดเอียง ระดับน้ำมันในห้องลูกลอยของคาร์บูเรเตอร์จะเปลี่ยนแปลงไป ซึ่งเป็นเหตุให้คาร์บูเรเตอร์จ่ายส่วนผสมของเชื้อเพลิงหนาหรือบางจากที่เครื่องยนต์ต้องการ

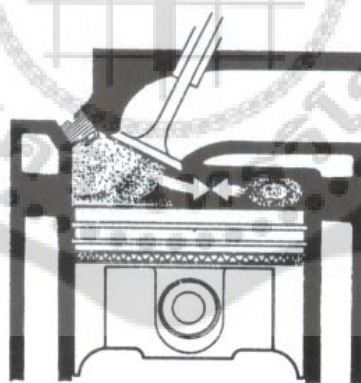
1.5.5 การระเหยเป็นไอ (Vaporization) การระเหยของแก๊สโซลีน ที่ใช้กับเครื่องยนต์ จะมีอัตราการระเหยเป็นไอที่ถูกต้องเหมาะสม ทั้งนี้เพื่อให้ส่วนผสมของน้ำมันกับอากาศ ที่จ่ายเข้าไปในกระบอกสูบอยู่ในรูปของไอได้สมบูรณ์ อัตราการระเหยของแก๊สโซลีน ซึ่งเครื่องยนต์ต้องการ แก๊สโซลีน ระเหยเป็นไอร้อยละ 10 ของปริมาตรเดิมที่ 51.1°C และอุณหภูมิ 103.86°C ระเหยเป็นไอร้อยละ 50 เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น 171.1°C จะระเหยเป็นไอร้อยละ 90 ส่วนที่เหลือจะระเหยเป็นไหมดที่ 208.9°C

1.5.6 ค่าด้านการน็อค ลักษณะการน็อคของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน มีการน็อคเกิดขึ้นในกระบอกสูบ ทั้งแบบการน็อคจากการชิงจุด (Pre - ignition) ถ้าอุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นอย่างมากอุณหภูมิของแก๊สจะเกิดการลุกเป็นไฟขึ้น ด้วยความร้อนจากจุดความร้อนที่มีอยู่ในกระบอกสูบ ก่อนเปลวนำอันเกิดจากประกายไฟ (ภาพประกอบ 11) และการน็อคจากการแย่งจุด (Detonation) จากการแย่งจุดขึ้นจากการมีจุดที่จุดให้ลุกติดไฟขึ้นนอกเหนือจากประกายไฟของหัวเทียนอีกจุดหนึ่งหรือหลายจุด เช่น มีจุดร้อน (Hot Point) ที่ตำแหน่งใดตำแหน่งหนึ่ง จึงทำให้เกิดเปลวนำเปลวที่สองขึ้นในห้องสูบที่อยู่ตรงกันข้ามกับเปลวนำจุดติดไฟโดยประกายจุดระเบิดของหัวเทียน ซึ่งการน็อคจะมีเสียงคล้ายค้อนเคาะที่ผนังกระบอกสูบ ในขณะที่เครื่องยนต์ทำงาน เป็นสาเหตุให้ประสิทธิภาพเครื่องยนต์ลดลง ความร้อนภายใน

กระบอกสูบสูงขึ้นทันทีทันใด ลูกสูบและชิ้นส่วนอื่นจะมีความร้อนสูง กำลังของเครื่องยนต์ก็จะตกต่ำ (ภาพประกอบ 12) ดังนั้นคุณภาพของเชื้อเพลิงที่ป้องกันการน็อคได้ คือ เชื้อเพลิงต้องการเกิดการลุกไหม้ช้าๆ ซึ่งได้ชื่อน้ำมันมีออกเทนสูง เชื้อเพลิงที่มีคุณสมบัติป้องกันการน็อคได้ดี คือ มีค่าออกเทนเท่ากับ 100



ภาพประกอบ 11 แสดงการน็อคจากการชิงจุด (Pre - ignition) (เจียรชัย บุญยะกุล. 2544 : 69)



ภาพประกอบ 12 แสดงการน็อคจากการแย่งจุด (Detonation) (เจียรชัย บุญยะกุล. 2544 : 69)

1.5.7 ค่าความร้อน (Heating Value) เชื้อเพลิงที่ให้ค่าความร้อนสูง ย่อมเปลี่ยนกำลังหรืองานได้มากกว่าเชื้อเพลิงที่มีค่าความร้อนต่ำ เช่น เอทิลแอลกอฮอล์ ให้ค่าความร้อน 21,180 กิโลจูล / ลิตร มีค่าออกเทนเกิน 100 แต่ถ้านำมาเป็นเชื้อเพลิง 100 % เครื่องยนต์จะวิ่งได้ไกลกว่าใช้แก๊สโซลีน เพราะแก๊สโซลีน มีค่าร้อน 31,770 กิโลจูล / ลิตร

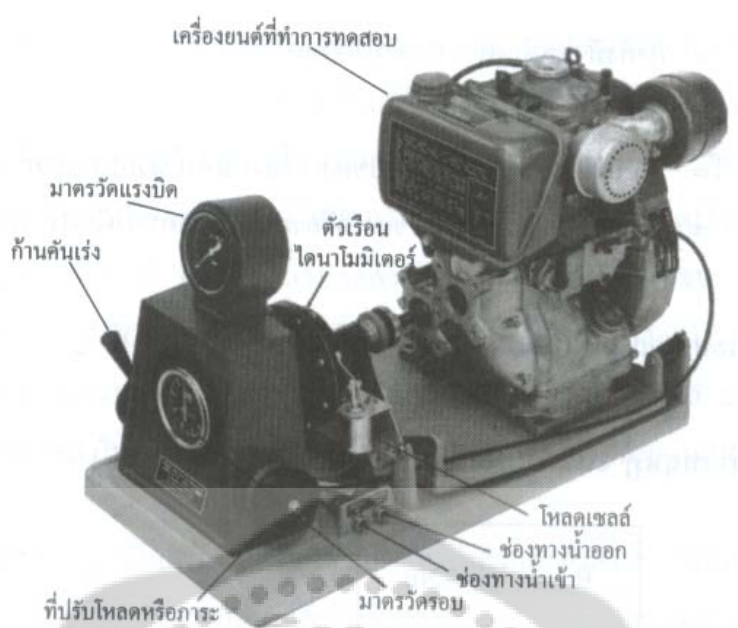
1.5.8 ปราศจากสิ่งเจือปนไม่ต้องการ (Free form in jurous meter) แก๊สโซลีน ถ้ามีคาร์บอน, กำมะถัน, ยางเหนียว ปะปนอยู่เป็นจำนวนมากจะก่อให้เกิดอันตราย หลังเชื้อเพลิงถูกเผาไหม้เพราะจะทำให้อายุของเครื่องยนต์สั้นลง โลหะถูกกัดกร่อน เกิดความผิดปกติและสึกหรอ น้ำมันเชื้อเพลิงแก๊สโซลีนจะต้องให้มีสิ่งเจือปนน้อยที่สุด (อร่าม เริงฤทธิ์. 2540 : 135-136)

2. การประเมินสมรรถนะของเครื่องยนต์เล็ก

ลิขิต ไสหนู. (2544 : 16 – 19) ได้กล่าวถึง สมรรถนะของเครื่องยนต์ หมายถึง ความสามารถในการทำงานของเครื่องยนต์เป็นเครื่องบ่งบอกให้ทราบถึงคุณลักษณะเฉพาะตัวของเครื่องยนต์นั้น อันสามารถจะนำมาใช้เป็นข้อพิจารณา ในการเลือกและใช้เครื่องยนต์ได้อย่างถูกต้องตามวัตถุประสงค์

2.1 พารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับสมรรถนะเครื่องยนต์

สมรรถนะของเครื่องยนต์ คือ ความสามารถในการทำงานเครื่องยนต์ ซึ่งถูกกำหนดโดยพารามิเตอร์ต่าง ๆ เช่น ประสิทธิภาพ แรงบิด กำลังงาน ความเร็ว ความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง เป็นต้น การที่จะศึกษาเรื่องดังกล่าวนี้จำเป็นต้องใช้เครื่องมือทดสอบและวิธีการต่าง ๆ อย่างถูกต้องเหมาะสม ประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ คือ อัตราส่วนของพลังงานที่เครื่องยนต์ผลิตได้ ต่อค่าของพลังงานทั้งหมดที่ถูกใช้ไปในเครื่องยนต์นั้น ๆ ขณะที่แรงบิดของเครื่องยนต์แสดงถึง ความสามารถในการทำงานของเครื่องยนต์ ว่าขณะนั้นเครื่องยนต์กำลังทำงานมากหรือน้อย กำลังงานของเครื่องยนต์จะบอกถึงความสามารถของเครื่องยนต์นั้น ๆ ว่าสามารถทำงานดังกล่าวได้เร็วหรือช้าเพียงใด เครื่องมือที่ใช้ทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ คือ ไดนาโมมิเตอร์ (Dynamometer) ภาพประกอบ 13 ซึ่งเครื่องมือชนิดนี้ จะวัดแรงบิดของเครื่องยนต์ จากนั้นจึงนำค่าแรงบิดนี้ไปคำนวณหาค่าต่าง ๆ ได้



ภาพประกอบ 13 แสดงไดนาโมมิเตอร์ (Dynamometer) (ประณต กุลประสูตร. 2542 : 98)

2.2 สมรรถนะการทำงานของเครื่องยนต์

ประณต กุลประสูตร. (2542 : 107) ได้กล่าวว่า สมรรถนะการทำงานของเครื่องยนต์ หมายถึง ความสามารถในการทำงานของเครื่องยนต์ ซึ่งบอกสมรรถนะของเครื่องยนต์ ให้ทราบถึงคุณลักษณะเฉพาะตัวของเครื่องยนต์นั้นๆ อันสามารถจะนำมาเป็นข้อพิจารณา ในการเลือกใช้เครื่องยนต์ได้อย่างถูกต้องตามวัตถุประสงค์ ประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องยนต์

2.2.1. กำลังงานเบรค (Brake Power) เป็นกำลังงานที่ได้จากเพลลาเครื่องยนต์ สามารถคำนวณได้จาก

$$BP = \frac{2\pi TN}{60 \times 1000}$$

และ

$$T = F.L = W.L$$

เมื่อ

BP คือ กำลังงานเบรค, kW

T คือ แรงบิดที่วัดได้จากเพลลาเครื่องยนต์, N.m

N คือ ความเร็วรอบของเครื่องยนต์, rpm

F คือ แรงดึงหรือกดที่แขนไดนาโมมิเตอร์, N

W คือ แรงที่อ่านได้จากตาชั่งสปริง, N

L คือ ความยาวของแกนไดนาโมมิเตอร์, m

ถ้าคิดกำลังงานที่ส่งออกเป็นแรงม้า (Horse Power) โดยที่ $1 \text{ hp} = 746 \text{ W}$ ดังนั้น

$$\text{BHP} = \frac{\text{TN}}{7123.8}$$

$$\text{หรือ} = \frac{\text{BP}}{0.746}$$

เมื่อ BHP คือ กำลังม้าเบรกของเครื่องยนต์, hp

2.2.2 อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรก (Brake Specific Fuel Consumption)

อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรก คือ ปริมาณของเชื้อเพลิงที่ใช้ไปต่อหนึ่งหน่วยเวลาต่อกำลังงานเบรกของเครื่องยนต์ หาได้จากสมการ

$$\text{bsfc} = \frac{\dot{m}_f \times 3600}{\text{BP}}$$

เมื่อ

bsfc คือ อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรก, kg/kW.hr

$\dot{m}_f$ คือ

อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง, kg/hr

และสามารถหาอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงได้โดย

$$\dot{m}_f = \frac{W_f}{t} \times 3600$$

เมื่อ

W_f คือ มวลของเชื้อเพลิง, kg

t คือ

เวลาที่เชื้อเพลิงถูกใช้ไป, sec.

2.2.3 อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะเบรก (Brake Specific Energy Consumption)

อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะเบรกของเครื่องยนต์ คือ จำนวนของพลังงานที่ได้จากเชื้อเพลิงต่อหนึ่งหน่วยเวลาต่อกำลังงานเบรกของเครื่องยนต์ ซึ่งเป็นตัวบ่งบอกถึงความสามารถในการเปลี่ยนพลังงานที่ได้จากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงเป็นกำลังงานเบรก ของเชื้อเพลิง หาได้จากสมการ

$$\text{bsec} = Q_{H,V} \times \text{bsfc}$$

เมื่อ

bsec คือ อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะเบรก, kJ/kW.hr

2.2.4 กำลังงานเชื้อเพลิง (Fuel Power) กำลังงานเชื้อเพลิง เป็นการคิดค่ากำลังงาน

ที่ได้จากเชื้อเพลิง จากอัตราการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ ซึ่งหาได้จาก

$$\text{FP} = \dot{m}_f \times Q_{H,V}$$

เมื่อ

FP คือ กำลังงานเชื้อเพลิง, kW

 $Q_{H.V}$ คือ ค่าความร้อนของเชื้อเพลิง, kJ / kg**2.2.5 ประสิทธิภาพเชิงความร้อนเบรค (Brake Thermal Efficiency) เป็นอัตรา**

ส่วนของพลังงานที่เครื่องยนต์ผลิตได้ ต่อค่าของพลังงานทั้งหมดที่ถูกใช้ไปในเครื่องยนต์นั้น ๆ

$$\eta_{bth} = \frac{BP}{FP} \times 100$$

เมื่อ

 η_{bth} คือ ประสิทธิภาพเชิงความร้อนเบรค, ร้อยละ**2.2.6 ประสิทธิภาพเชิงปริมาตร (Volumetric Efficiency) เป็นปริมาตรของ**

อากาศหรือไอดีที่เข้ามาในระบบสูบจริงในจังหวะดูดต่อปริมาตรที่ถูกสูบถูกแทนที่

$$\eta_{vol} = \frac{2(m_a + m_f)}{60 \rho_{AIR} V_d N} \times 100$$

เมื่อ

 η_{vol} คือ ประสิทธิภาพเชิงปริมาตร, ร้อยละ ρ_{AIR} คือ ความหนาแน่นของอากาศ, kg/m³ V_d คือ ปริมาตรของกระบอกสูบ, m³**2.2.7 อัตราส่วนอากาศต่อเชื้อเพลิง (Air-Fuel Ratio) การเผาไหม้ของเชื้อเพลิง**

ในระบบสูบของเครื่องยนต์จะสมบูรณ์เพียงใดขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ เช่น ระยะเวลาในการเผาไหม้ การคลุกเคล้าระหว่างอากาศกับเชื้อเพลิงในระบบสูบ และปัจจัยที่สำคัญประการหนึ่งคือ ปริมาณอากาศที่ประจุเข้ากระบอกสูบมากน้อยเพียงใด

$$A/F = \frac{\dot{m}_a}{\dot{m}_f}$$

เมื่อ

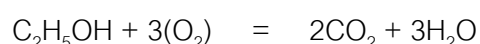
A/F คือ อัตราส่วนอากาศต่อเชื้อเพลิง

 $\dot{m}_a$ คือ ปริมาณอากาศเข้ากระบอกสูบ, kg / hr $\dot{m}_f$ คือ อัตราความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง, kg / hr

อัตราส่วนอากาศต่อเชื้อเพลิงตามทฤษฎี (Stoichiometric Air Fuel Ratio) ของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนที่ต้องการเพื่อการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ ทราบได้จากคุณสมบัติทางเคมีของเชื้อ

เพลิง สำหรับแก๊สโซลีนมีค่าเท่ากับ 14.6 : 1 และเอทานอลมีค่าเท่ากับ 9 : 1 แต่สำหรับการทำงานจริงของเครื่องยนต์ที่ใช้แก๊สโซลีน จะมีค่าประมาณ 12-18 : 1

โดยทั่วไปอากาศประกอบด้วยออกซิเจน (O) ประมาณ ร้อยละ 23 โดยน้ำหนัก หรือ ร้อยละ 21 โดยปริมาตร ดังนั้น อากาศที่ต้องใช้ผสมกับเชื้อเพลิงจึงมีปริมาณที่มากกว่าเชื้อเพลิงมาก ปริมาณความต้องการอากาศในทางทฤษฎีสำหรับการเผาไหม้ที่สมบูรณ์หรือเรียกว่า Stoichiometric Air Fuel Ratio สำหรับเอทานอลซึ่งมีสมการเคมี C_2H_5OH สมการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ของเอทานอล คือ



คิดในหน่วยโมล

เชื้อเพลิง 1 โมลใช้ออกซิเจน 3 โมล จะได้ คาร์บอนไดออกไซด์ 2 โมลและน้ำ 3 โมล

คิดในหน่วยน้ำหนัก

$$46 + 3(16 \times 2) = (2 \times 44) + (3 \times 18)$$

$$46 + 96 = 88 + 54$$

ในอากาศ 100 kg มี $O_2 = 23$ kg และมี $N_2 = 77$ kg เพราะฉะนั้น $O_2 = 96$ kg จะมี N_2

เท่ากับ

$$N_2 = \frac{77 \times 96}{23} = 321.391 \text{ kg}$$

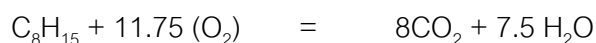
อากาศ ($O_2 + N_2$) เท่ากับ $96 + 321.391 = 417.391$ kg

เพราะฉะนั้น อากาศที่ใช้ต่อเอทานอล 1 kg

$$(A/F)_s = \frac{417.391}{46.07} = 9.07$$

นั่นคือ เอทานอล 1 kg จะต้องใช้อากาศ 9.07 kg จึงจะทำให้เกิดการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ในทางทฤษฎี

สำหรับแก๊สโซลีน สมการการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ของแก๊สโซลีน คือ



คิดในหน่วยโมล

เชื้อเพลิง 1 โมล ใช้ออกซิเจน 11.75 โมล จะได้คาร์บอนไดออกไซด์ 8 โมล และน้ำ 9 โมล

คิดในหน่วยน้ำหนัก

$$112 + 11.75 (16 \times 2) = (8 \times 44) + (9 \times 18.00)$$

$$112 + 376 = 352 + 162$$

ในอากาศ 100 kg มี $O_2 = 23$ kg และมี $N_2 = 77$ kg เพราะฉะนั้น $O_2 = 376$ kg จะมี N_2 เท่ากับ

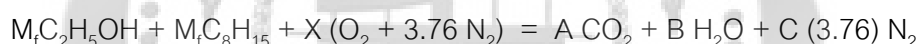
$$N_2 = \frac{77 \times 376}{23} = 1258.78 \text{ kg}$$

อากาศ ($O_2 + N_2$) เท่ากับ $376 + 1258.78 = 1634.78$ kg เพราะฉะนั้นอากาศที่ใช้ต่อแก๊สโซลีน 1 kg

$$(A/F)_s = \frac{1634.78}{112} = 14.59$$

นั่นคือแก๊สโซลีน 1 kg จะต้องใช้อากาศ 14.6 kg จึงจะทำให้เกิดการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ในทางทฤษฎี

สำหรับแก๊สโซลล์ สมการการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ของแก๊สโซลล์ คือ อัตราส่วนผสมระหว่าง
อากาศกับเชื้อเพลิง $(A/F)_{\text{gasohol}}$



3. ทฤษฎีเกี่ยวกับเอทานอล

ประเสริฐ เทียนนิมิตร ขวัญชัย สันทิพย์สมบูรณ์ และปานเพชร ชินินทร. (2547 :132) ได้กล่าวถึง เชื้อเพลิงความสำคัญของพลังงาน พลังงานจัดว่าเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดในการดำรงอยู่ของโลก ทั้งในระบบนิเวศวิทยาของสิ่งที่มีชีวิตทั้งสิ้น และในระบบที่มนุษย์สร้างขึ้น ดวงอาทิตย์เป็นต้นกำเนิดของพลังงาน ไม่ว่าจะเป็นการสังเคราะห์แสง หรือการให้ความร้อนแก่มนุษย์ในยุคต้น ๆ และเป็นต้นกำเนิดอารยธรรมของมนุษยชาติ วิวัฒนาการด้านพลังงานมีอย่างต่อเนื่องมาตลอดเวลาหลายร้อยปี และซับซ้อนมากขึ้นเป็นลำดับ ผลการวิจัยคิดค้นและประดิษฐ์กรรมมากมายทำให้เรามีพลังงานใช้จากแหล่งกำเนิดต่าง ๆ หลายรูปแบบ ในปัจจุบัน แหล่งพลังงานได้จากแสงอาทิตย์ แรงแผ่นดินของโลก การขับเคลื่อนทางกล ปฏิริยาเคมี หรือปฏิริยานิวเคลียร์

รูปแบบที่สำคัญของพลังงาน คือ พลังงานเคมี ความร้อน ทางกล และไฟฟ้า พลังงานทั้งสี่รูปแบบและการแปรรูปไปมาระหว่าง แต่ละรูปแบบนี้ มีความสำคัญอย่างยิ่ง แหล่งกำเนิดสำคัญที่ให้พลังงานทั้งสี่รูปแบบ คือ เชื้อเพลิง เราใช้เชื้อเพลิงเมื่อต้องการพลังงาน เช่น ความร้อนในการหุงต้ม การขับเคลื่อนทางกลและยานพาหนะ กระแสไฟฟ้าเพื่อความสะดวกสบายในลักษณะต่าง ๆ เป็นต้น แหล่งเชื้อเพลิงธรรมชาติที่ประเทศต่างๆ ใช้ผลิตพลังงานทุกรูปแบบ เช่น จากแหล่งหินน้ำมันและก๊าซธรรมชาติ

ชาติ เมื่อรวมกันแล้วจะมีสัดส่วนเกินกว่า ร้อยละ 90 ของความต้องการใช้พลังงานทั้งหมดของโลก เชื้อเพลิงเหลวเป็นเชื้อเพลิงที่นิยมใช้กันมากทั้งตามโรงงานอุตสาหกรรมยานพาหนะเพราะสะดวกในการใช้และให้ค่าความร้อนทางเชื้อเพลิงสูง เชื้อเพลิงเหลวที่ใช้ส่วนใหญ่จะได้จากผลิตภัณฑ์การกลั่นน้ำมันปิโตรเลียม ส่วนเชื้อเพลิงเหลวที่ได้จากกรรมวิธีการผลิตจากหินน้ำมันหรือพืชทางการเกษตร เช่น จากการผลิตแอลกอฮอล์ หรือการสกัดน้ำมันจากเมล็ดสบู่ดำ ซึ่งยังขึ้นตอนการใช้งานอยู่

ประกอบ ยาหมื่นไวย. (ม.ป.ป : 193) ได้กล่าวถึง แอลกอฮอล์ โดยเฉพาะเอทิลแอลกอฮอล์ เป็นผลิตผลจากวัสดุ สามารถจะนำแอลกอฮอล์มาใช้ทดแทนน้ำมันได้ โดยใช้อัตราส่วนการผสมแอลกอฮอล์กับน้ำมันแก๊สโซลีนเหมาะสมในเครื่องยนต์เบนซินทางด้านเทคนิคการใช้ไม่มีปัญหาพอจะแก้ไขโดยเฉพาะขึ้นสวนในเครื่องยนต์ที่เป็นยางและพลาสติกบางชนิด

3.1 ความหมายของเอทานอล

สำนักงานโครงการเอทานอลแห่งประเทศไทย. (2544 : 65) ได้กล่าวถึง เอทานอล หมายถึง แอลกอฮอล์ชนิดหนึ่งที่สามารถรับประทานได้ มีชื่อทางเคมีคือ เอทิลแอลกอฮอล์ (Ethyl alcohol) ซึ่งสมการทางเคมี คือ C_2H_5OH เกิดการหมักพืช เศษซากพืชหรือของเสียเพื่อเปลี่ยนแป้งจากพืชให้เป็นน้ำตาลเปลี่ยนจากน้ำตาลเป็นแอลกอฮอล์อีกครั้ง

นาตยา งามโรจนวิชัย และคณะ. (2547 : 141) ได้กล่าวถึง แอลกอฮอล์ เป็นสารประกอบที่มีหมู่ไฮดรอกซิล (Hydroxyl, - OH) ต่อกันกับหมู่แอลคิล มีสูตรทั่วไปเป็น $R - OH$ แอลกอฮอล์แบ่งตามชนิดของคาร์บอนในหมู่แอลคิลที่ต่อกันอยู่กับหมู่ไฮโดรอกซิล ออกเป็น 3 ชนิด ได้แก่ โพรพานอล แอลกอฮอล์ เซคันดารีแอลกอฮอล์ และเทอร์เชียรีแอลกอฮอล์

พิชิต เดชะนิรนาท. (2546 : 67) ได้กล่าวถึง เอทานอลเป็นแอลกอฮอล์ชนิดซึ่งสามารถรับประทานได้ มีชื่อทางเคมี เอทิลแอลกอฮอล์ (Ethyl alcohol) เกิดจากการหมักพืช เศษซากพืชหรือของเสียเพื่อเปลี่ยนแป้งจากพืชให้เป็นน้ำตาลแล้วเปลี่ยนจากน้ำตาลให้เป็นแอลกอฮอล์ ที่ทำให้บริสุทธิ์ตั้งแต่ ร้อยละ 95 ขึ้นไปเรียกว่า เอทานอล (Ethanol) วัตถุดิบที่สามารถนำมาหมัก เพื่อผลิตแอลกอฮอล์ ได้แก่ อ้อย น้ำตาล กากน้ำตาล กากอ้อย บีทรูท (หัวผักกาดหวาน) แป้ง มันสำปะหลัง มันเทศ ธัญพืชต่างๆ เช่น ข้าวโพด ข้าว ข้าวสาลี ข้าวบาร์เลย์ ข้าวฟ่าง เป็นต้น

ประเสริฐ เทียนนิมิตร ขวัญชัย สันทิพย์สมบูรณ์ และปานเพชร ชินินทร. (2547 :187) ได้กล่าวถึง เอทานอลสามารถผลิตแอลกอฮอล์ (Alcohol) ได้ถูกนำไปใช้แทนพลังงานรูปแบบมาเป็นเวลานานแล้ว ปัจจุบันเนื่องจากเชื้อเพลิงที่ได้จากปิโตรเลียมมีราคาสูงขึ้นและหายาก จึงได้มีการนำเอาเชื้อเพลิงแบบใหม่ ๆ มาทดลองใช้กับเครื่องยนต์ทุกรูปแบบเท่าที่จะทำได้ ดังนั้น จึงมีการนำเอาแอลกอฮอล์มาเป็นเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องยนต์แก๊สโซลีน โดยอาจจะผสมกับแก๊สโซลีนแล้วจึงนำไปใช้

งาน แอลกอฮอล์สามารถผลิตขึ้นจากชีวมวล (biomass) และจากสารไฮโดรคาร์บอน (น้ำมันหรือก๊าซ) ชนิดของแอลกอฮอล์ แอลกอฮอล์แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1. เอทิลแอลกอฮอล์ (ethyl alcohol) หรือที่เรียกว่าเอทานอล (ethanol) มีสูตรทางเคมี คือ C_2H_5OH ผลิตได้จากผลิตผลทางการเกษตร
2. เมทิลแอลกอฮอล์ (methyl alcohol) หรือที่เรียกว่าเมทานอล (methanol) มีสูตรทางเคมี คือ CH_3OH ผลิตได้จากปิโตรเลียม ถ่านหิน และไม้ เป็นต้น

สรุปได้ว่า เอทานอล หรือแอลกอฮอล์ เป็นแอลกอฮอล์ที่ผลิตได้จากพืชผลทางการเกษตร เกิดจากการหมักพืช ได้แก่ อ้อย น้ำตาล กากน้ำตาล กากอ้อย และธัญพืชต่างๆ เช่น ข้าวโพด ข้าว ข้าวสาลี ข้าวบาร์เลย์ ข้าวฟ่าง หรือของเสียเพื่อเปลี่ยนแป้งจากพืชให้เป็นน้ำตาลแล้วเปลี่ยนจากน้ำตาลให้เป็นแอลกอฮอล์ บริสุทธิ์ตั้งแต่ร้อยละ 95 เรียกว่า เอทานอล (Ethanol) หรือทางเคมี เรียกว่า เอทิลแอลกอฮอล์ (Ethyl alcohol)

3.2 คุณสมบัติของแอลกอฮอล์

ประเสริฐ เทียนนิมิตร ขวัญชัย สันทิพย์สมบุญ และปานเพชร ชินินทร. (2547 :188 - 189) ได้กล่าวถึง คุณสมบัติของแอลกอฮอล์บางประการ แอลกอฮอล์ชนิดบริสุทธิ์ ร้อยละ 100 หรือที่ปราศจากน้ำจะละลายได้ดีกับแก๊สโซลีน ไม่ว่าอัตราส่วนหรืออุณหภูมิใด ๆ แต่ความสามารถในการละลายลดลงเมื่อน้ำปนอยู่ด้วย ดังนั้น ถ้าน้ำยิ่งมากก็จะทำให้เกิดการแยกตัวของแอลกอฮอล์และแก๊สโซลีนง่ายขึ้น ทั้งนี้การแยกตัวจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและชนิดของแก๊สโซลีนด้วย ปริมาณของน้ำถ้ามีเพียงเล็กน้อย ก็จะก่อให้เกิดการแยกตัวขึ้นอย่างรวดเร็ว และผลของน้ำที่เกิดขึ้นจะมีโทษกับอุปกรณ์ต่าง ๆ และก่อให้เกิดปัญหาตามสถานีเติมเชื้อเพลิง สารช่วยละลาย (blending agents) สามารถช่วยให้แอลกอฮอล์และแก๊สโซลีนละลายเข้ากันได้โดยไม่แยกตัวจากกัน เช่น อะซีโตน เบนเซนต์ นอร์มัลบิวทิล ไอโซบิวทิล แอลกอฮอล์ กรดไขมัน เฮปทาลินหรือไฮโดรจีเนตครีซอล เฮคาลินหรือเฮกซะไฮโดรฟีนอล (ตาราง 1-4)

ตาราง 1 แสดงคุณสมบัติบางประการของแอลกอฮอล์

คุณสมบัติ	ความถ่วง จำเพาะ	HHV (kJ / kg)	LHV (kJ / kg)	อากาศที่ใช้ทาง ทฤษฎี (m^3 / kg)
เอทานอล	0.80	27,200	21,760	7.4
เมทานอล	0.78	19,250	15,480	5.3

(ประเสริฐ เทียนนิมิตร ขวัญชัย สันทิพย์สมบุญ และปานเพชร ชินินทร. 2547 : 188 - 189)

ตาราง 2 แสดงคุณสมบัติที่สำคัญทางกายภาพ ทางเคมีของเชื้อเพลิงเอทานอลและสารไฮโดรคาร์บอน

คุณสมบัติ	เอทานอล	เมทานอล	แก๊สโซลีน	ดีเซล	น้ำมันเชื้อเพลิง
สูตรโมเลกุล	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$	CH_3OH	$\text{C}_4 - \text{C}_{12}$	$\text{C}_{14} - \text{C}_{19}$	C_{19+}
น้ำหนักโมเลกุล	46.1	31.0	100 – 150	240 agv.	-
agv.					
ส่วนประกอบ					
% (โดยน้ำหนัก)					
คาร์บอน	52.2	12.5	85 – 88	85 – 88	85 – 87
ไฮโดรคาร์บอน	13.1	12.5	12 – 15	12 – 15	10 – 11
ออกซิเจน	34.7	50.0	เนกาทีฟ	เนกาทีฟ	เนกาทีฟ
ความถ่วงจำเพาะ	0.79	0.79	0.72 – 0.78	0.83 – 0.88	0.88 – 0.98
จุดเดือด ($^{\circ}\text{C}$)	78	65	27 – 225	240 – 360	360 +
จุดวาบไฟ ($^{\circ}\text{C}$)	13	-	-43	38	66
อุณหภูมิที่ลุกไหม้ได้ด้วยตัวเอง					
($^{\circ}\text{C}$)	423	878 $^{\circ}\text{F}$	257	-	-
ปริมาณการเผาไหม้ โดยปริมาณ					
ต่ำกว่า	4.3	-	1.4	-	-
สูงกว่า	19.0	-	7.6	-	-
ออกเทนนัมเบอร์					
ในห้องทดลอง	106 – 111	106 – 115	79 – 98	-	ไม่เป็น
ในเครื่องยนต์	89 – 100	82 – 92	71 – 90	-	ไม่เป็น
ซีเทนนัมเบอร์	0.5	ไม่เป็น	5 – 10	45 – 55	ไม่เป็น
ละลายน้ำ	ไม่จำกัด	ไม่จำกัด	0	0	0

(ประเสริฐ เทียนนิมิตร ขวัญชัย สันทิพย์สมบุญ และปานเพชร ชินินทร. 2547 : 362)

ตาราง 3 แสดงเปรียบเทียบคุณสมบัติของแก๊สโซลีนและเอทิลแอลกอฮอล์

คุณสมบัติ			แก๊สโซลีน	เอทิลแอลกอฮอล์
1. สูตรโมเลกุล			C_8H_{18}	C_2H_5OH
2. ชื่อ			ไฮโซออกเทน	เอทานอล
3. น้ำหนักโมเลกุล			114.22	46.06
4. ความถ่วงจำเพาะ			0.682	0.785
5. ความหนืด abs. (P)			0.00525	0.01730
6. จุดหลอมเหลวที่ความดัน 1 บรรยากาศ ($^{\circ}F$)			-161	-170
7. จุดเดือดที่ความดัน 1 บรรยากาศ ($^{\circ}F$)			211	172
8. ความดันไอ (RVP) ที่ $100^{\circ}F$ (psia)			1.72	2.25
9. ค่าความร้อนจำเพาะของก๊าซที่ $60^{\circ}F$ (Btu / lb. $^{\circ}F$)			0.380	-
10. ค่าความร้อนจำเพาะของเหลวที่ $60^{\circ}F$ (Btu / lb. $^{\circ}F$)			0.489	-
11. อุณหภูมิจุดติดไฟที่ความดัน 1 บรรยากาศ ($^{\circ}F$)			837	-
12. ค่าความร้อนความดันคงที่				
HHV ที่ $77^{\circ}F$ (Btu / lb)			20,556	12,780
LHV ที่ $77^{\circ}F$ (Btu / lb)			19,065	11,604
13. ค่าความร้อนของการกลายเป็นไอ (Btu / lb)			117	396
14. อัตราส่วนอากาศต่อเชื้อเพลิง			15.1	9.0
15. ค่าออกเทน	(F-1)	0 ml TEL / gal	100	107
	116	3 ml TEL / gal	116	102
	100 (F-1)	0 ml TEL / gal	100	-
	116	3 ml TEL / gal	116	-

(ประเสริฐ เทียนนิมิตร ขวัญชัย สันทิพย์สมบุรณ์ และปานเพชร ชินินทร. 2547 : 190)

อานนท์ ช่วยเกิด. (2545 : 14 – 16) ได้กล่าวถึง คุณสมบัติของเอทานอล มีความแตกต่างจากแก๊สโซลีน เพราะฉะนั้นการนำเอทานอลมาใช้แทนแก๊สโซลีนนั้นจะต้องพิจารณาถึงคุณสมบัติที่แตกต่าง เพื่อให้เครื่องยนต์ทำงานได้เหมาะสม

2.2.1 จากสมการเคมีของเอทานอล (C_2H_5OH) จะเห็นได้ว่านอกเหนือจากอะตอมของไฮโดรเจน (H) และคาร์บอน (C) ที่มีอยู่เหมือนในแก๊สโซลีน ในเอทานอลยังมีอะตอมของออกซิเจน (O_2) เป็นองค์ประกอบอยู่ด้วย ซึ่งอะตอมของออกซิเจนจะจับตัวอยู่ในรูปของอนุมูลไฮดรอกซิล (Hydroxy-OH) ทำให้โมเลกุลของเอทานอลมีคุณสมบัติเป็น โพลาร์ (Polar) ซึ่งมีปฏิกิริยาสูงกว่าแก๊สโซลีน จึงทำให้มีอำนาจในการกัดกร่อนสูงกว่าแก๊สโซลีน ซึ่งจะส่งผลการกัดกร่อนต่อชิ้นส่วนที่เป็นโลหะและพลาสติก เพราะฉะนั้นการที่จะนำเอทานอลมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์แก๊สโซลีนจึงจำเป็นต้องมีปรับเปลี่ยนวัสดุหรือการเคลือบสารที่ต้านทานการกัดกร่อนของเอทานอลในชิ้นส่วนที่ต้องสัมผัสกับเอทานอล

2.2.2 ค่าความจุพลังงาน (Energy content) ค่าความร้อนต่อหน่วยน้ำหนักของเอทานอลมีค่าน้อยกว่าแก๊สโซลีนประมาณร้อยละ 39 ดังนั้น เมื่อใช้เอทานอลผสมกับแก๊สโซลีน จะต้องทำการดัดแปลงให้ปริมาณเชื้อเพลิงมากขึ้นเพื่อให้เครื่องยนต์สามารถทำงานได้เช่นเดิม จากการสมมูลสมการทางเคมีเชื้อเพลิงทั้งสองที่การเผาไหม้สมมูล (Stoichiometric) แก๊สโซลีน จะได้อากาศต่อเชื้อเพลิง (A/F) 14.6 : 1 ในขณะที่เอทานอลมีค่าเท่ากับ 9 : 1 เพราะฉะนั้น ถ้าเอทานอลใช้อัตราส่วนเดียวกับแก๊สโซลีนก็จะทำให้ส่วนผสมของ เอทานอลกับอากาศที่ได้บางมาก อาจทำให้การเผาไหม้เกิดขึ้นได้ยากมากขึ้น และทำให้การสตาร์ทเครื่องยนต์ยาก เพราะฉะนั้น จะต้องเพิ่มปริมาณเชื้อเพลิงที่เข้าโดยการเพิ่มขนาดของนมหนู (Main Jet) ในคาร์บูเรเตอร์ หรือลดขนาดของคอคออด (Venturi) ในคาร์บูเรเตอร์เพื่อลดอัตราการไหลของอากาศ แต่ทั้งนี้ต้องขึ้นอยู่กับการออกแบบของเครื่องยนต์ด้วย

2.2.3 ค่าความร้อนแฝงของการระเหยการกลายเป็นไอ (Latent heat of vaporization) เอทานอลมีค่าความร้อนแฝงของการระเหยการกลายเป็นไอ สูงกว่าแก๊สโซลีน ประมาณ 3 เท่า ซึ่งแสดงว่าเมื่อใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิงทดแทนแก๊สโซลีน เอทานอลจะมีการดึงความร้อนเพื่อการระเหยกลายเป็นไอในท่อไอดีมากกว่าจะทำให้อุณหภูมิในท่อไอดีต่ำกว่า ซึ่งส่งผลต่อการทำงานของเครื่องยนต์ ดังนี้ เมื่ออุณหภูมิในท่อไอดีต่ำ ไอดีที่ถูกดูดเข้ามาก็จะมีความหนาแน่นสูงขึ้น ทำให้ลูกสูบสามารถดูดไอดีเข้ามาได้มากขึ้น ทำให้มีประสิทธิภาพเชิงปริมาตรสูงขึ้น และให้กำลังของเครื่องยนต์มากขึ้น มีงานวิจัยที่ผ่านมารายงานว่ากำลังงานที่ได้ (Power output) จากเครื่องยนต์ที่ใช้เอทานอลบริสุทธิ์ร้อยละ 95 เป็นเชื้อเพลิง มีค่าสูงกว่าการใช้แก๊สโซลีนเป็นเชื้อเพลิงประมาณร้อยละ 3 ที่อัตราส่วนการอัดเดียวกันจากการที่เอทานอลต้องใช้ความร้อนในการระเหยกลายเป็นไอที่มากกว่าทำให้สภาวะที่อุณหภูมิในบรรยากาศต่ำ การระเหยตัวของเอทานอลเป็นไปได้ยาก ทำให้มีปัญหาในการสตาร์ทเครื่องยนต์ในขณะอุณหภูมิต่ำ ซึ่งเอทานอลสามารถกลายเป็นไอเพื่อการเผาไหม้ได้ที่อุณหภูมิต่ำ ประมาณ $10^{\circ}C$ และจะมีปัญหาต่อการสตาร์ทเครื่องยนต์ในสภาวะที่อุณหภูมิต่ำประมาณ $4^{\circ}C$ ได้มีการศึกษา แก้ปัญหาโดยทดลองใช้ อีเทอร์ (Ether) และอะซีโตน (Acetone) ผสมลงไป

ประมาณร้อยละ 21 ในเอทานอลซึ่งจากผลการทดลองปรากฏว่าสามารถสตาร์ทเครื่องได้ที่อุณหภูมิต่ำถึง (-18°C)

2.2.4 ค่าออกเทนัมเบอร์ (Octane Number, Oc.) เป็นตัวเลขที่ใช้คุณสมบัติด้านการน็อคของเชื้อเพลิงที่ใช้ในเครื่องยนต์ เอทานอลมีค่าออกเทนัมเบอร์ 111 และแก๊สโซลีนมีค่าออกเทนัมเบอร์ 94 ซึ่งสามารถที่จะเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ได้โดยการเพิ่มอัตราส่วนกำลังอัดได้ซึ่งจากการศึกษาทดลองใช้ในประเทศบราซิล พบว่าในเครื่องยนต์แก๊สโซลีนที่ใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิงสามารถเพิ่มอัตราส่วนกำลังอัดของเครื่องยนต์ได้ถึง 18 : 1 (สำหรับเอทานอลความบริสุทธิ์ร้อยละ 99.5) แต่ในการใช้งานจริงจะอยู่ที่ประมาณ 12 : 1

ค่าออกเทนัมเบอร์ ของแก๊สโซลีน ได้จาก

$$\frac{\text{RON} + \text{MON}}{2}$$

ค่าออกเทนัมเบอร์ ของน้ำมันผสม ได้จาก

$$O_{\text{MIX}} = O_A \times m_{\text{fA}} + O_B \times m_{\text{fB}} + \dots$$

2.2.5 การเผาไหม้เชื้อเพลิงเอทานอล กระบวนการเผาไหม้เชื้อเพลิงในเครื่องยนต์จะเกิดจากปฏิกิริยาทางเคมีระหว่างออกซิเจนในอากาศและในเชื้อเพลิงกับคาร์บอน (C) และไฮโดรเจน (H) ในเชื้อเพลิงทำให้ได้พลังงานในรูปของความร้อนออกมาและจะทำให้ความดันภายในกระบอกสูบเพิ่มสูงขึ้น ผลจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงภายในห้องเผาไหม้นี้ จะเกิดขึ้นระหว่างจังหวะระเบิดหรือจังหวะงาน จึงทำให้สามารถนำกำลังงานที่ได้รับไปใช้งานได้ตามต้องการ

3.3 การผลิตเอทานอล

ประเสริฐ เทียนนิมิตร ขวัญชัย สันทิพย์สมบูรณ์ และปานเพชร ชินินทร. (2547 :187) ได้กล่าวถึง กระบวนการผลิตแอลกอฮอล์เพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทนน้ำมันเชื้อเพลิงนั้นมีอยู่ 2 กระบวนการ คือ กระบวนการผลิตเอทิลแอลกอฮอล์ และกระบวนการผลิตเมทิลแอลกอฮอล์

3.3.1 กระบวนการผลิตเอทิลแอลกอฮอล์ หรือเอทานอล

ผลิตได้จากวัสดุทางการเกษตร ซึ่งจัดแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ประเภทที่มีสารน้ำตาล เช่น อ้อย ข้าวฟ่างหวาน และกากน้ำตาล เป็นต้น ส่วนอีกประเภทหนึ่งเป็นประเภทที่มีสารแป้ง เช่น มันสำปะหลัง ข้าวเหนียว ข้าวเจ้า ข้าวโพด เป็นต้น พืชเศรษฐกิจที่นับว่ามีศักยภาพสูงพอที่จะนำ

มาพัฒนาเพื่อใช้ผลิตเอทิลแอลกอฮอล์แทนน้ำมันเชื้อเพลิง ได้แก่ อ้อย มันสำปะหลัง ข้าวฟ่าง
ดังแสดงตาราง 4 ปริมาณเอทานอลที่ได้จากการใช้วัตถุดิบชนิดต่างๆ และตาราง 5 ต้นทุนการผลิต

ตาราง 4 แสดงปริมาณเอทานอลที่ได้จากการใช้วัตถุดิบชนิดต่างๆ

ลำดับ	ชนิดวัตถุดิบที่ใช้ (1ตัน)	ได้เอทานอล (ลิตร)
1.	ธัญพืชฯ ข้าว, ข้าวโพด	375
2.	กากน้ำตาล	260
3.	หัวมันสด	180
4.	น้ำมันมะพร้าว	83
5.	อ้อย	70
6.	ข้าวฟ่าง	70

ตาราง 5 แสดงต้นทุนผลิตเอทานอลจากวัตถุดิบชนิดต่างๆ

ลำดับ	ชนิดวัตถุดิบที่ใช้	ต้นทุนการผลิต(บาท / ลิตร)
1.	หัวมันสำปะหลังสด	8.94
2.	มันสำปะหลังเส้น	9.41
3.	แป้งมันสำปะหลัง	13.50
4.	อ้อย	10.54
5.	ข้าวโพด	10.65

(ส่งเสริมการลงทุน. 2546 : 67)

3.3.2 กระบวนการผลิตเมทิลแอลกอฮอล์หรือเมทานอล

เป็นแอลกอฮอล์อีกชนิดหนึ่งที่สามารถนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงได้ แต่ต้องอาศัยกรรมวิธีการผลิตที่แตกต่างไปจากการผลิตเอทิลแอลกอฮอล์ สำหรับศักยภาพทางวัตถุดิบในประเทศที่สามารถนำมาใช้ผลิตเมทิลแอลกอฮอล์ได้คือ ถ่านหินลิกไนต์ ไม้ และก๊าซธรรมชาติ

3.4 ประโยชน์จากเอทานอล

ประเสริฐ เทียนนิมิตร ขวัญชัย สันทิพย์สมบุญ และปานเพชร ชินินทร. (2547 :187) ได้กล่าวถึง ประโยชน์จากเอทานอล เอทานอลเป็นสารอินทรีย์เคมีที่นำไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมประเภทต่าง ๆ ที่สำคัญ เช่น

1. ใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องยนต์แก๊สโซลีน
2. ใช้เป็นสารเคมีโดยตรง เช่น ใช้เป็นตัวทำละลาย (solvent)
3. ใช้ในการผลิตเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์
4. ใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตสารเคมีประเภทอื่นๆ เช่น ผลิตน้ำหอม เครื่องสำอาง

อาหาร ยา สารเคลือบผิว

วัลลภ มากมี. (2545 : 57) ได้กล่าวถึง ประโยชน์ของเอทานอลไว้ ดังนี้

1. ใช้เป็นพลังงานทดแทนแก๊สโซลีนได้ในปริมาณที่มากกว่า
2. ลดมลพิษจากการเผาไหม้ของเครื่องยนต์
3. เสียค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนแปลงของระบบไม่มาก
4. ลดการสูญเสียเงินตราไปต่างประเทศ
5. ช่วยเหลือเกษตรกรให้มีรายได้สูงขึ้น จากการเป็นผู้ผลิตวัตถุดิบที่เป็นพลังงาน
6. สามารถพัฒนาไปสู่เชิงพาณิชย์

3.5 การใช้แอลกอฮอล์เป็นเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องยนต์

การค้นคว้าวิจัย เกี่ยวกับการใช้เอทิลแอลกอฮอล์เพื่อใช้กับเครื่องยนต์ พบว่าเอทิลแอลกอฮอล์บริสุทธิ์ ร้อยละ 95 โดยปริมาตร เมื่อนำมาผสมกับแก๊สโซลีนชนิดพิเศษ หรือธรรมดาสามารถใช้กับเครื่องยนต์แก๊สโซลีนได้ดี โดยใช้ส่วนผสมของเอทิลแอลกอฮอล์ ร้อยละ 15 - 20 โดยไม่ต้องดัดแปลงเครื่องยนต์แต่ประการใด และผลการทดสอบกับเครื่องยนต์พบว่า ถ้าเติมเอทิลแอลกอฮอล์ ร้อยละ 10 ลงไปในแก๊สโซลีนแล้วนำไปเดินเครื่องยนต์ จะมีผลกระทบกระเทือนต่อเครื่องยนต์น้อยมาก จนอาจกล่าวได้ว่าสมรรถนะของเครื่องยนต์เหมือนกับการใช้น้ำมันแก๊สโซลีนล้วน ๆ แต่ไม่สามารถนำเอทิลแอลกอฮอล์ล้วน ๆ มาเดินเครื่องยนต์ให้มีสมรรถนะเหมือนเดิมได้ นอกจากจะต้องมีการปรับปรุงหรือออกแบบเครื่องยนต์ใหม่เพื่อให้เหมาะกับการใช้แอลกอฮอล์โดยเฉพาะวิธีการใช้เชื้อเพลิงแอลกอฮอล์กับเครื่องยนต์นั้น อาจจำแนกได้เป็น 3 ลักษณะ คือ

1. ใช้ผสมโดยตรงสำหรับในต่างประเทศใช้แอนไฮดรัสเอทิลแอลกอฮอล์ (anhydrous ethyl alcohol) ร้อยละ 99.5 ผสมในแก๊สโซลีนเพื่อใช้กับรถยนต์ในอัตราส่วนของแอนไฮดรัส ร้อยละ 11-20 ได้เหมือนเชื้อเพลิงปกติ (แสดงตาราง 6) แต่สำหรับประเทศไทยพบว่า ถ้าใช้แอนไฮดรัสผสม

น้ำมันดีเซลในอัตราส่วนของแอนไฮดรัส ร้อยละ 20 สามารถใช้กับเครื่องยนต์ดีเซลได้ แต่อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจะสูงกว่าปกติ

ตาราง 6 แสดงการใช้แอลกอฮอล์เป็นพลังงานในการขับเคลื่อนรถยนต์ของประเทศต่างๆ

ประเทศ	ผลิตภัณฑ์	อัตราส่วนผสมระหว่างเอทานอลกับแก๊สโซลีน
บราซิล	โพรแอลคูล	20 : 80
สหรัฐอเมริกา	แก๊สโซฮอลล์	10 : 90
ออสเตรเลีย	ปีตรานอล	10 : 90
ฟิลิปปินส์	แอลโคก้าซ	20 : 80
ไทย	เบนโซฮอลล์	15 : 85

(ประเสริฐ เทียนนิมิตร ขวัญชัย สันทิพย์สมบูรณ์ และปานเพชร ชินินทร. 2547 : 362)

2. ใช้วิธีป้อนเชื้อเพลิงเข้าทั้งสองทาง โดยการเพิ่มวงจรถัดแอลกอฮอล์ในระบบเชื้อเพลิงจะสามารถใช้เอทิลแอลกอฮอล์ที่มีความบริสุทธิ์ต่ำร่วมกับน้ำมันเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์แก๊สโซลีนและเครื่องยนต์ดีเซลได้

3. ใช้เอทิลแอลกอฮอล์อย่างเดียว แต่ต้องทำการปรับแต่งเครื่องยนต์เบนซิน เช่น เพิ่มแรงอัดในกระบอกสูบ โดยการเพิ่มอัตราส่วนการอัด (compression ratio) ปรับแต่งส่วนผสมของเชื้อเพลิงกับอากาศและปรับจังหวะการจุดระเบิด วิธีการนี้ทำให้สิ้นเปลืองเชื้อเพลิงมากกว่าปกติถึงร้อยละ 20 ของการใช้แก๊สโซลีนโดยตรง

สรุปได้ว่า เอทานอล หรือเอทิลแอลกอฮอล์ มีคุณสมบัติที่เหมาะสมแก่เป็นเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องยนต์แก๊สโซลีนเพราะว่า ทางด้านคุณสมบัติเอทานอลมีคุณสมบัติแตกต่างจากแก๊สโซลีนเพียงเล็กน้อยส่วนในด้านของการให้ความร้อนเอทานอลจะให้ความร้อนที่น้อยกว่าแก๊สโซลีน ในทางกลับกันเอทานอลมีการเผาไหม้ที่สมบูรณ์กว่าแก๊สโซลีน รวมทั้งด้านอัตราส่วนอากาศต่อเชื้อเพลิงที่มีความแตกต่างกัน และส่วนด้านการกัดกร่อนจะเห็นได้ว่าเอทานอลจะมีปฏิกิริยากับวัสดุจำพวกยางและเหล็กเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งในปัจจุบันในการผลิตวัสดุจำพวกยางและเหล็ก มีคุณภาพต่อการกัดกร่อนอย่างมาก ดังนั้นเอทานอลสามารถที่จะนำมาเป็นเชื้อเพลิงทดแทนน้ำมันต่อไปในอนาคต

4. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้แบ่งงานวิจัยที่เกี่ยวข้องออกเป็น 2 ส่วน

4.1 งานวิจัยในประเทศ

ลิขิต ไสหนู. (2544 : ไม่ปรากฏเลขหน้า) ได้ศึกษาผลกระทบของเครื่องยนต์ที่ใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิง ผลการทดสอบปรากฏว่าเครื่องยนต์ที่ใช้เอทานอล ให้ค่าแรงบิดและกำลังงานต่ำกว่าเล็กน้อยประมาณ ร้อยละ 3 – 4 ในขณะที่มีประสิทธิภาพทางความร้อนที่สูงกว่า ร้อยละ 10 – 20 แต่มีอัตราการสิ้นเปลืองสูงกว่าประมาณ ร้อยละ 30 – 40 การสึกหรอที่เกิดขึ้นกับชิ้นส่วนของเครื่องยนต์ ทั้งสองไม่แตกต่างกัน ทั้งจากการวัดขนาดของชิ้นส่วนเครื่องยนต์และจากการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะที่ผสมอยู่ในน้ำมันเครื่อง เพราะฉะนั้นโดยภาพรวมแล้วเอทานอลสามารถใช้กับเครื่องยนต์แก๊สโซลีนได้ โดยดัดแปลงเครื่องยนต์เพียงเล็กน้อย

อานนท์ ช่วยเกิด. (2545 : ไม่ปรากฏเลขหน้า) ได้ทำการศึกษาและปรับปรุงสมรรถนะเครื่องยนต์แก๊สโซลีนที่ใช้แก๊สโซฮอลล์เป็นเชื้อเพลิง ผลการทดสอบพบว่าที่อัตราส่วน E30 ให้แรงบิดสูงสุด 96 นิวตัน - เมตร กำลังงานเบรคสูงสุด 45.5 กิโลวัตต์ และมีคาร์บอนมอนอกไซด์ต่ำสุดเฉลี่ย ร้อยละ 2.28 และไฮโดรคาร์บอนต่ำสุดเฉลี่ย 272 ppm. จึงเลือกอัตราส่วน E30 เพราะมีแนวโน้มให้สมรรถนะสูงสุดและมลพิษต่ำที่สุดและได้นำเครื่องยนต์มาดัดแปลง โดยการดัดแปลงเครื่องยนต์ได้เปลี่ยน Main Jet ในคาร์บูเรเตอร์จากเบอร์ 102 และ 155 เพิ่มขึ้นเป็น 115 และ 160 ตามลำดับ เพื่อให้อัตราส่วนอากาศกับเชื้อเพลิงเฉลี่ยประมาณ 12.85 : 1 และปรับตั้งองศาการจุดระเบิดที่ 12 องศา ก่อนศูนย์ตายบนที่ 850 รอบต่อนาที

ฐเกียรติ คุปตานนท์. (2523 : ไม่ปรากฏเลขหน้า) ได้ทำการศึกษาวิจัยการใช้แอลกอฮอล์เป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ โดยการพิจารณาเปรียบเทียบสมรรถนะ และไอเสียจากเครื่องยนต์เมื่อเดินเครื่องยนต์ดีเซลอย่างเดียวและเมื่อทำงานโดยใช้แอลกอฮอล์ผสมกับน้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง แอลกอฮอล์ที่ใช้เป็นเอทานอล ร้อยละ 95 จากผลการทดลองปรากฏว่า การใช้แอลกอฮอล์เป็นเชื้อเพลิงผสมทำให้ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเครื่องยนต์ลดลงในขณะที่อัตราการกินน้ำมันเชื้อเพลิงต่อหน่วยพลังงานเพิ่มขึ้น เมื่อส่วนผสมของเชื้อเพลิงมีปริมาณแอลกอฮอล์เพิ่มขึ้นตามลำดับ ส่วนไอเสียของรถยนต์ทั้งไฮโดรคาร์บอนและคาร์บอนมอนอกไซด์จะเพิ่มขึ้นตามลำดับเช่นกัน นอกจากนี้เครื่องยนต์จะมีเสียงดังกว่าเมื่อใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิงเพียงอย่างเดียว

จิรศักดิ์ จิระวารี. (2529 : ไม่ปรากฏเลขหน้า) ได้ทำการศึกษาการใช้แอลกอฮอล์เป็นเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องยนต์ดีเซลซึ่งเป็นการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ที่ใช้แอลกอฮอล์ ผสมกับสารเสริม Iso - buty Nitrate ในอัตราส่วนต่างๆ กันและน้ำมันละหุ่ง ร้อยละ 1 ทุกๆ อัตราส่วน (เพื่อช่วยในการหล่อเย็น) ผลจากการทดลองปรากฏว่าที่ ร้อยละ 27 โดยปริมาตรของ Iso - buty Nitrate ที่ผสมกับ

เอทานอล เครื่องยนต์สามารถสตาร์ทได้ดีและมีสมรรถนะดีโดยไม่มีการน็อค และเมื่อทดสอบที่ความเร็วรอบต่างๆ และแปรเปลี่ยนภาระ (Load) เครื่องยนต์ที่ใช้เอทานอลผสมกับสารเสริม Iso - buty Nitrate ให้ประสิทธิภาพทางความร้อนสูงกว่าการใช้น้ำมันดีเซล อุณหภูมิแก๊สไอเสียมีค่าปริมาณต่ำกว่าเล็กน้อย ปริมาณ CO มีค่าใกล้เคียงกันและค่า Unburned Hydrocarbon มีค่าสูงกว่ากรณีที่ใช้ น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง ในด้านเศรษฐศาสตร์การใช้เอทานอลผสมกับสารเสริม Iso - buty Nitrate เป็นเชื้อเพลิงจะทำให้เสียค่าใช้จ่ายประมาณ 4 เท่าของการใช้น้ำมันดีเซล ทั้งนี้เป็นการเปรียบเทียบราคาต่อหน่วยหนึ่งพลังงาน

4.2 งานวิจัยต่างประเทศ

คิง และชุย. (King and Chui. 1984 : 242-251) ได้ทำการศึกษาการผลการศึกษาการสึกหรอของเครื่องยนต์ที่ใช้เมทานอล ร้อยละ 95 เปรียบเทียบกับเครื่องยนต์ที่ใช้แก๊สโซลีน ซึ่งใช้กับเครื่องยนต์ Ford OHC 3.2L ทดสอบ ทดสอบที่ความเร็วรอบคงที่ 2,500 rpm ภาระ 24.8 KW และ Equivalence Ratio เท่ากับ 1 ทำการทดสอบวันละ 7 ชั่วโมงเป็นเวลา 14 วัน หรือ 98 ชั่วโมง ซึ่งได้ผลการทดสอบ ดังนี้ ลักษณะของการสึกหรอโดยทั่วไปของกระบอกสูบของเครื่องยนต์ที่ใช้เมทานอล มีลักษณะเป็นการสึกหรอตามแนวเส้นรอบวงของลูกสูบเป็นวงรี และการสึกหรอจะเกิดขึ้นมากที่สุดที่ลูกสูบที่ 1 และ 4 ส่วนลูกสูบที่ 2 และ 3 ร่องลงมา การสึกหรอของกระบอกสูบของเครื่องยนต์ที่ใช้เอทานอล มีค่าสูงกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้แก๊สโซลีน ประมาณ 6 เท่า และเครื่องยนต์ที่ใช้เอทานอลใช้น้ำมันหล่อลื่นประมาณ 6.15 ลิตร ในขนาดที่เครื่องยนต์ที่ใช้แก๊สโซลีนใช้น้ำมันหล่อลื่นเพียงประมาณ 1.1 ลิตร ซึ่งมากกว่าประมาณ 6 เท่า ซึ่งผู้วิจัยตั้งข้อสรุปว่า เกิดจากเมทานอลสามารถแทรกซึมชั้นฟิล์มของน้ำมันหล่อลื่นที่ผนังกระบอกสูบได้ทำให้เกิดการรวมตัวกันและถูกเผาไหม้ออกไปด้วย จึงทำให้มีการใช้น้ำมันหล่อลื่นและมีการสึกหรอที่มากกว่า

เบอร์เรล. (Birrell. 1982 : 59-63) ได้ศึกษาผลการสึกกร่อนของส่วนเครื่องยนต์ที่ใช้เอทานอลผสมกับแก๊สโซลีนในเครื่องยนต์ SI ซึ่งเชื้อเพลิงใช้เอทานอล ร้อยละ 20 และแก๊สโซลีน ร้อยละ 80 โดยใช้เครื่องยนต์ 6 ลูกสูบ ปริมาตรกระบอกสูบรวม 4.1 ลิตร ทดสอบที่ ความเร็วรอบ 4,000 รอบต่อนาทีเป็นเวลา 100 ชั่วโมง ซึ่งผลการทดสอบได้ดังนี้ แหวนลูกสูบตัวบน รัศมีลดลง 0.001 มิลลิเมตร แหวนลูกสูบตัวที่สองลดลง 0.006 มิลลิเมตร แหวนน้ำมันเครื่องรัศมีลดลง 0.020 มิลลิเมตร ระยะระหว่างวาล์วและบ่าวาล์วเพิ่มขึ้น วาล์วไอเสีย 0.343 มิลลิเมตร วาล์วไอดี 0.066 มิลลิเมตร

ดักท์ และบรูซ. (Duck and Bruce. 1945 : 439-445) ได้ทำการศึกษาสมรรถนะของเครื่องยนต์ที่ใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิงที่ความเข้มข้นต่างๆ เป็นเชื้อเพลิง ซึ่งทำการทดสอบจากเอทานอลที่ความเข้มข้นตั้งแต่ ร้อยละ 35 - 100 (70 - 200 proof) โดยเงื่อนไขในการทดสอบคือ ดันเร่งเปิดเต็มที่ และองศาการจุดระเบิด และอัตราส่วนผสมอากาศกับเชื้อเพลิงปรับที่ให้ง่ายที่สุด

(best power) มีการติดอุปกรณ์ช่วยอุ่นไอดีที่ท่อร่วมไอดี และใช้หัวเทียนแบบร้อน (Hotter plugs) ซึ่งผลการทดลองที่ได้ ที่ความเข้มข้นตั้งแต่ ร้อยละ 40 - 100 การทำงานของเครื่องยนต์ ราบเรียบ สมบูรณ์ แต่ที่ความเข้มข้น ร้อยละ 35 การทำงานของเครื่องยนต์จะไม่ราบเรียบมีบางช่วงที่ดับไป ในส่วนกำลังของเครื่องยนต์ (Brake horsepower) จะลดลงตามความเข้มข้นของเอทานอล ที่ลดลงซึ่ง ในช่วงความเข้มข้น ร้อยละ 100-40 ค่ากำลังของเครื่องยนต์ที่ได้แตกต่างกันประมาณ ร้อยละ 1 - 5 ซึ่งไม่มากนัก แต่ที่ความเข้มข้น ร้อยละ 35 ค่ากำลังของเครื่องยนต์ลดลงถึง ร้อยละ 18 จากที่ความเข้มข้น ร้อยละ 40 ประสิทธิภาพทางความร้อนของเครื่องยนต์ (Thermal efficiency) มีค่าสูงสุดที่ความเข้มข้น ร้อยละ 100 ซึ่งมีค่าประมาณ ร้อยละ 21.2 ตามความเข้มข้นที่ลดลงซึ่งในช่วงความเข้มข้น ร้อยละ 40 - 100 ประสิทธิภาพความร้อนลดลงถึงประมาณ ร้อยละ 27 จากความเข้มข้น ร้อยละ 40 เพราะฉะนั้นความเข้มข้นของเอทานอลที่เหมาะสมกับเครื่องยนต์ ร้อยละ 40 - 100

สรุปได้ว่า จากงานวิจัยเกี่ยวกับเอทานอล เป็นงานวิจัยเชิงทดลอง และสามารถนำไปใช้ได้จริง เอทานอลที่ใช้ในเครื่องยนต์มีผลกระทบต่อดังกล่าวเครื่องยนต์ค่อนข้างจะน้อย แต่จะเป็นในลักษณะผลกระทบทางด้าน การใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิงผลที่เกิดขึ้น คือ อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงที่มากกว่าเครื่องยนต์ปกติ และผลกระทบที่เกิดจากเอทานอลในส่วนของการสึกหรอ จากการวิจัย คือ การสึกหรอของเครื่องยนต์ที่ใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิงผสมกับแก๊สโซลีน เป็นการสึกหรอจากสภาพการทำงานปกติของเครื่องยนต์มากกว่า ที่จะสรุปผลของการใช้เอทานอลมีผลต่อการสึกหรอมากที่สุด แต่เอทานอลมีผลต่อชิ้นส่วนของเครื่องยนต์จริง เช่น ยาง หรือเหล็กที่เป็นชิ้นส่วนของเครื่องยนต์ ส่วนในเรื่องของสมรรถนะนั้นเอทานอลให้สมรรถนะที่ไม่แตกต่างจากการใช้แก๊สโซลีน ส่วนด้านมลพิษเอทานอลมีมลพิษที่ต่ำกว่าการใช้แก๊สโซลีน จะเห็นได้ว่าเอทานอลถ้านำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงโดยตรงต้องสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงมาก จึงต้องมีความจำเป็นในการปรับแต่งเครื่องยนต์ให้เกิดความเหมาะสมกับการใช้เชื้อเพลิง อีกทั้งถ้านำแก๊สโซลีนมาผสมในอัตราส่วนที่แตกต่างกันอาจจะมีผลต่อสมรรถนะของเครื่องยนต์ก็เป็นไปได้

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยศึกษาสมรรถนะเครื่องยนต์แก๊สโซลีนขนาดเล็กที่ใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิงหลัก ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. วัสดุ เครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย
2. สถานที่ และระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย
3. การดำเนินการวิจัย

1. วัสดุ เครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

วัสดุ เครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มีดังต่อไปนี้

1.1 เครื่องมือสำหรับการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ใช้เครื่องมือสำหรับการทดสอบ คือ เครื่องยนต์เล็กสูบน้ำ ยี่ห้อ HONDA รุ่น GX 120 T1 จำนวน 1 เครื่อง

1.2 อุปกรณ์ทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์เล็ก

อุปกรณ์ทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์เล็กที่ใช้ในการทดสอบ คือ เครื่องทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์เล็ก ไดนาโมมิเตอร์ (Dynamometer) ขนาด Engine Power Range 2.5 – 7.5 KW. Maximum Torque 12 N.m และ Maximum Speed 6,000 rpm โดยใช้อุปกรณ์ดังนี้

1.2.1 อุปกรณ์วัดกำลังงานเบรค ใช้แบบไฮดรอลิกส์ไดนาโมมิเตอร์ ใช้น้ำเป็นตัวกลางทำงาน ปรับเพิ่มลดภาระ (Load)

1.2.2 ตาชั่งสปริงขนาด 5 กิโลกรัม ใช้วัดแรงบิดที่เกิดจากเครื่องยนต์

1.2.3 อุปกรณ์วัดอัตราการไหลของอากาศที่เข้าสู่เครื่องยนต์

1.2.4 อุปกรณ์วัดอัตราความดันเปลี่ยนแปลงเชื้อเพลิง โดยใช้หลอดแก้ววัดเทียบเวลา

1.3 อุปกรณ์ประกอบอื่นๆ

1.3.1 เครื่องมือเบื้องต้นสำหรับการถอด - ประกอบ เครื่องยนต์เล็ก เพื่อใช้ในการปรับแต่งเครื่องยนต์

1.3.2 นาฬิกาจับเวลา สำหรับวัดอัตราการไหลของเชื้อเพลิง

1.3.3 หลอดแก้วชมพูและกระบอกตรง

1.3.4 ปรอทวัดอุณหภูมิ

1.3.5 เครื่องมือวัดความเร็วรอบ

2. สถานที่ และระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

2.1 สถานที่สำหรับศึกษาสมรรถนะเครื่องยนต์แก๊สโซลีนขนาดเล็กที่ใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิงหลัก ผู้วิจัยได้ใช้สถานที่ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (องครักษ์) เป็นสถานที่ทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์เล็ก

2.2 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้ระยะเวลาระหว่างเดือน มกราคม พ.ศ. 2549 ถึง ธันวาคม พ.ศ. 2549 รวมระยะเวลาการวิจัยทั้งสิ้น 12 เดือน

3. การดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัย ดังต่อไปนี้



ภาพประกอบ 14 แสดงขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

3.1 ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับคุณสมบัติต่างๆ ของเอทานอลกับแก๊สโซลีน (แสดงตาราง 7) และการทำงานของเครื่องยนต์เล็กตามข้อมูลทางเทคนิค (แสดงตาราง 8) และ(ภาพประกอบ 15)

ตาราง 7 แสดงคุณสมบัติเอทานอลกับแก๊สโซลีน

คุณสมบัติ	เอทานอล	แก๊สโซลีน
1. สูตรโมเลกุล	C_2H_5OH	C_8H_{18}
2. น้ำหนักโมเลกุล	46	114
3. ความถ่วงจำเพาะ	0.785	0.72-0.78
4. ออกซิเจนโดยน้ำหนัก	34.5	-
5. จุดเดือด ($^{\circ}C$)	27-225	78
6. จุดวาบไฟ	13	-43
7. ค่าความร้อนที่ $25^{\circ}C$ (kJ/kg)		
สูงสุด	29,662	47,710
ต่ำสุด	26,932	44,249
8. ค่าความร้อนจำเพาะ (KJ/kg.k)		
ของเหลว	2.5	2.4
ไอ	1.93	1.7
9. ออกเทนัมเบอร์ (Oc.)		
จากการวิจัยในห้องทดลอง (RON)	106 - 111	79 - 98
จากการทดลองกับรถยนต์ (MON)	89 - 100	71 - 90
10. อัตราส่วนระหว่างอากาศต่อเชื้อเพลิง	9.07 : 1	14.59 : 1

ตาราง 8 แสดงรายละเอียดข้อมูลทางเทคนิคเครื่องยนต์สำหรับทดสอบ ยี่ห้อ HONDA รุ่น GX 120 T1

รายการ	รายละเอียด
แบบ	เครื่องยนต์แก๊สโซลีนเล็กแบบ 4 จังหวะ (OHC) สูบเดี่ยววางเอียง 25 องศา
ขนาดกระบอกสูบ	60 mm.
ระยะชัก	42 mm.
ปริมาตรกระบอกสูบ	118 m ³
แรงม้าสูงสุด	2.9 kW (4.0 hp) ที่ 4,000 รอบต่อนาที
แรงบิดสูงสุด	7.5 N.m (0.75 kg-m) ที่ 2,500 รอบต่อนาที
ระบบระบายความร้อน	อากาศ
น้ำมันหล่อลื่น	SAE 40 (ความจุ 0.6 ลิตร)
ระบบจุดระเบิด	ทรานซิลเตอร์ - แมกนีโต
องศาจุดระเบิด	25 องศา (แบบคงที่) ก่อนศูนย์ตายบน (BTDC)
อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง	310 g/kW.hr (230 g/hp.hr)
อัตราส่วนการอัด	8.5 : 1
ขนาดถังบรรจุเชื้อเพลิง	2.5 ลิตร
เชื้อเพลิง	แก๊สโซลีนไร้สารตะกั่ว (ค่าออกเทน 86 ขึ้นไป)



ภาพประกอบ 15 แสดงเครื่องยนต์สำหรับทดสอบ (<http://www.trupower.com/honda/gx120.htm>)

3.2 คำนวณส่วนผสมระหว่างเอทานอลกับแก๊สโซลีน อัตราส่วนผสมจำนวน 5 ส่วนผสม ได้แก่ 100 : 0, 95 : 5, 90 : 10, 85:15, 80 : 20 ตามทางทฤษฎี ได้แก่ ค่าออกเทนัมเบอร์ (Oc), อัตราส่วนอากาศต่อเชื้อเพลิง (A/F), ค่าความร้อนของเชื้อเพลิงที่ผสมกันแต่ละอัตราส่วน (HHV) แสดงตาราง 9

ตาราง 9 แสดงค่าออกเทน, ค่าความร้อนเชื้อเพลิง และอัตราส่วนผสมอากาศต่อเชื้อเพลิง

อัตราส่วนผสมเอทานอลต่อแก๊สโซลีน	Oc.	HHV	A/F
100 : 0	106.0	26,932 kJ/kg	9.07 : 1
95 : 5	105.2	27,797 kJ/kg	9.2 : 1
90 : 10	104.5	28,663 kJ/kg	9.5 : 1
85 : 15	103.7	29,529 kJ/kg	9.8 : 1
80 : 20	103.0	30,345 kJ/kg	10.1 : 1

3.3 ปรับแต่งเครื่องยนต์ ที่ส่วนผสมระหว่างอากาศต่อเชื้อเพลิงที่คาร์บูเรเตอร์และช่วงเวลาการจุดระเบิด เนื่องจากส่วนผสมของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน มีอัตราส่วนผสมประมาณ 14.6 : 1 ที่จะทำให้การเผาไหม้สมบูรณ์ แต่สำหรับอัตราส่วนผสมของอากาศกับเชื้อเพลิงของเอทานอล ประมาณ 9 : 1 และค่าความร้อนของเอทานอล น้อยกว่าแก๊สโซลีน แต่ค่าออกเทนัมเบอร์มากกว่าแก๊สโซลีน จึงจำเป็นต้องมี การปรับแต่งคาร์บูเรเตอร์การไหลเข้าของอากาศและการจ่ายเชื้อเพลิง และช่วงเวลาการจุดระเบิด

3.4 การทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์เล็กที่อัตราส่วนผสม 5 ส่วนผสม ได้แก่ 100 : 0, 95 : 5, 90 : 10, 85 : 15, 80 : 20 โดยใช้เครื่องไดนามิโอมิเตอร์ทดสอบ ในการทดสอบเครื่องยนต์เล็กจะเปิดลิ้นเร่งในตำแหน่งเปิดสุด และทำการทดสอบเพิ่มภาระ (Load) ด้วยน้ำและทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ที่ความเร็วรอบ 1,500 2,000 2,500 3,000 3,600 รอบต่อนาที มีขั้นตอนการทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์เล็ก ดังนี้

3.4.1 ติดตั้งเครื่องยนต์เล็กเข้ากับเครื่องไดนามิโอมิเตอร์พร้อมติดตั้งกับอุปกรณ์ต่างๆ

3.4.2อุ่นเครื่องยนต์เล็ก เพื่อให้เครื่องยนต์ปรับสภาวะการทำงานให้พร้อมก่อนการทดสอบประมาณ 15 นาที เครื่องยนต์อยู่ในตำแหน่งเดินเบาประมาณ 1,400 รอบต่อนาที

3.4.3 ทดสอบเครื่องยนต์เล็กโดยการใช้แก๊สโซลีน เป็นเชื้อเพลิงหลัก เปิดลิ้นเร่งในตำแหน่งเปิดสุดและทดสอบโดยการเพิ่มภาระ (Load) ขึ้นเรื่อยๆ เมื่อรอบเครื่องยนต์อยู่ที่ 1,500 2,000 2,500 3,000 3,600 รอบต่อนาที ให้จดบันทึกค่าต่างๆ ได้แก่

1. อุณหภูมิอากาศ
2. ความเร็วรอบ
3. ค่าจากตาชั่งสปริง
4. ค่าความเร็วลม
5. เวลาที่ใช้เชื้อเพลิง

3.4.4 ทำการปรับแต่งเครื่องยนต์เล็กที่คาร์บูเรเตอร์ให้อัตราส่วนผสมระหว่างอากาศต่อเชื้อเพลิงให้เกิดความเหมาะสมอยู่ระหว่าง 9 : 1 และช่วงเวลาการจุดระเบิด ที่ 27° และ 29° โดยใช้เอทานอล เป็นเชื้อเพลิงหลัก

3.4.5 ทดสอบเครื่องยนต์เล็กโดยการใช้เอทานอล เป็นเชื้อเพลิงหลัก อัตราส่วนผสม 5 ส่วนผสม ได้แก่ 100 : 0, 95 : 5, 90 : 10, 85 : 15, 80 : 20 โดยทดสอบที่ อัตราส่วนผสม 100 : 0 มีวิธีดังนี้

1. ปรับแต่งคาร์บูเรเตอร์อัตราส่วนผสมอากาศต่อเชื้อเพลิง จะต้องเพิ่มปริมาณเชื้อเพลิงที่เข้าโดยการเพิ่มขนาดของนมหนู (Main Jet) ในคาร์บูเรเตอร์ หรือลดขนาดของคอคอด (Venturi) ในคาร์บูเรเตอร์เพื่อลดอัตราการไหลของอากาศ
2. ปรับช่วงเวลาการจุดระเบิด ที่ 27° และ 29° ที่จ่ายไฟจุดระเบิด
3. สตาร์ทเครื่องยนต์เล็กเร่งลิ้นเร่งอยู่ในตำแหน่งเปิดสุด
4. เพิ่มภาระ (Load) ให้รอบเครื่องยนต์ที่ 1,500 2,000 2,500 3,000 3,600 รอบต่อนาที เทียบการใช้เอทานอล ที่ 20 ซีซี เทียบเวลา และจดบันทึกค่าต่างๆ จากการทดสอบและทดสอบแต่ละช่วงความเร็วรอบ

3.4.6 นำค่าที่ได้จากการทดสอบในแต่ละอัตราส่วนผสม ที่ความเร็วรอบไปคำนวณค่าต่างๆ

1. แรงบิด
2. กำลังงานเบรค
3. อัตราการไหลของอากาศ
4. อัตราการไหลของเชื้อเพลิง
5. ความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะ
6. ประสิทธิภาพทางความร้อนเบรค
7. ประสิทธิภาพเชิงปริมาตร
8. อัตราส่วนผสมอากาศกับเชื้อเพลิง

3.4.7 นำค่าที่ได้จากการคำนวณมาเขียนกราฟและวิเคราะห์ค่าที่ได้เพื่อหาสมรรถนะที่แนวโน้มดีที่สุดจากอัตราส่วนผสมระหว่างเอทานอลต่อแก๊สโซลีน ที่เลือกนำไปใช้ต่อไป



บทที่ 4

ผลการทดลอง

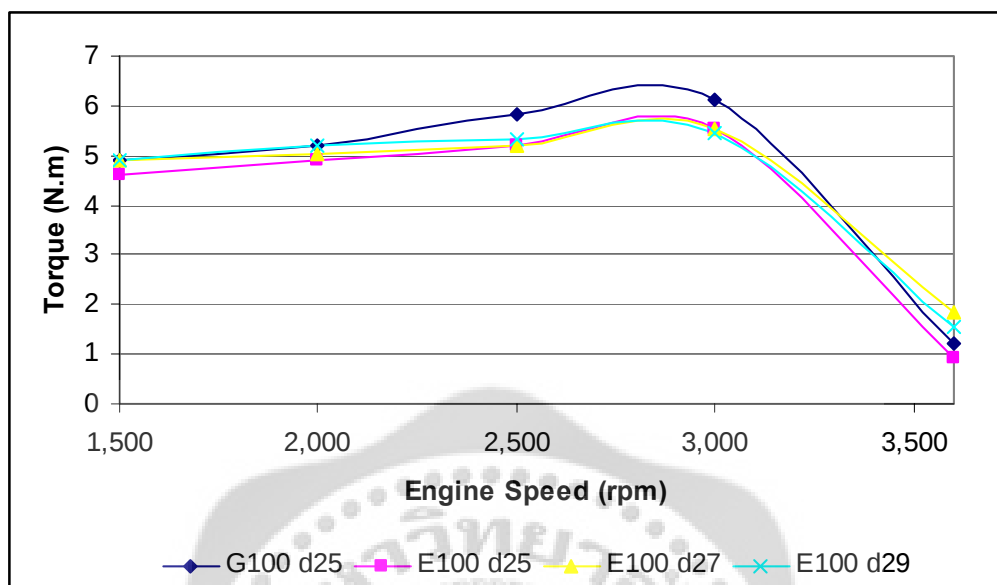
ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาค้นคว้าตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ เพื่อศึกษาสมรรถนะเครื่องยนต์แก๊สโซลีนขนาดเล็กที่ใช้เอทานอลเป็นส่วนผสมเชื้อเพลิงหลัก รายละเอียดผลการทดลองดังต่อไปนี้

ผลการทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์แก๊สโซลีนขนาดเล็กที่ใช้เอทานอลเป็นส่วนผสมเชื้อเพลิงหลัก ทดสอบการใช้แก๊สโซลีน ร้อยละ 100 เพื่อให้ได้เป็นค่ามาตรฐานในการทดสอบ และทำการทดสอบส่วนผสมที่ใช้เอทานอลเป็นส่วนผสมหลักอยู่ด้วยกัน 5 ส่วนผสม คือ 100 : 0 , 95 : 5 , 90 : 10 , 85 : 15 , 80 : 10 ใช้เครื่องมือสำหรับการทดสอบ คือ เครื่องยนต์เล็กสูบน้ำ ยี่ห้อ HONDA รุ่น GX 120 T1 จำนวน 1 เครื่อง ซึ่งมีข้อมูลที่แสดง ในตาราง 8 สำหรับการทดสอบในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้แบ่งช่วงการทดสอบอยู่ด้วยกัน 2 ช่วงการทดสอบ โดยการปรับแต่งเครื่องยนต์แก๊สโซลีนขนาดเล็ก คือ

1. ทำการปรับแต่งส่วนผสมระหว่างอากาศต่อเชื้อเพลิงที่คาร์บูเรเตอร์ โดยทำการเปิดใช้คอกอากาศประมาณร้อยละ 25 ในการทดสอบ เพื่อให้ส่วนผสมเหมาะสมกับความต้องการของเครื่องยนต์ ที่ 9 : 1 ตามทฤษฎี เพราะว่าเครื่องยนต์ที่ใช้เอทานอลต้องการอากาศน้อยกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงแก๊สโซลีน
2. ทำการปรับแต่งองศาการจุดระเบิด โดยปรับจูนไฟจุดระเบิดไปที่ 27 องศา และ 29 องศาจนถึงศูนย์ตายบน

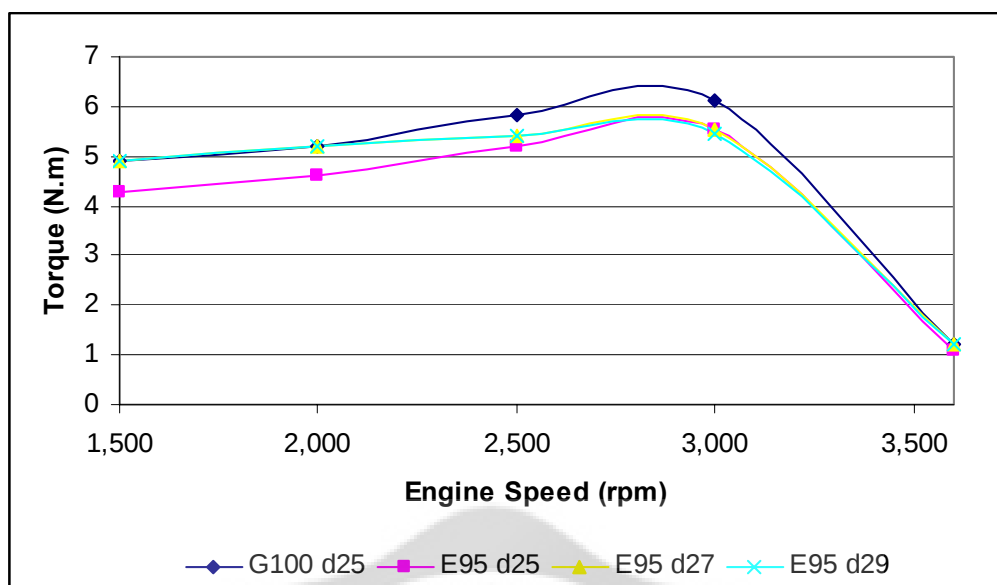
ในการทดสอบครั้งนี้ เป็นทดสอบที่ความเร็วรอบเปลี่ยนภาระงานเต็มที่ โดยเปิดลิ้นเร่งเต็มที่ โดยการเพิ่มภาระให้แก่เครื่องยนต์ ที่ความเร็วรอบ 3,600 3,000 2,500 2,000 และ 1,500 รอบต่อนาที ซึ่งได้ผลการทดสอบแสดงไว้ในภาคผนวก ก. ผลการทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์แก๊สโซลีนขนาดเล็กที่ใช้เอทานอลเป็นส่วนผสมเชื้อเพลิงหลักที่ส่วนผสม 100 : 0 , 95 : 5 , 90 : 10 , 85 : 15 , 80 : 10 โดยผลการทดสอบจากการคำนวณแล้วนำมาเขียนกราฟมีดังนี้ คือ

1. แรงบิดของเครื่องยนต์



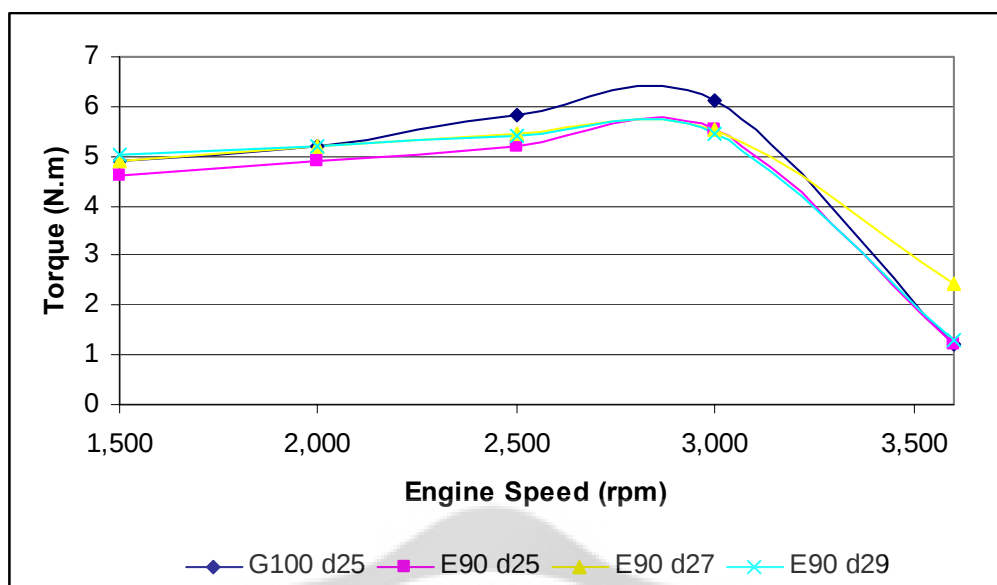
ภาพประกอบ 16 แสดงกราฟเปรียบเทียบแรงบิดเครื่องยนต์ อัตราส่วนผสม 100 : 0

จากภาพประกอบ 16 จะเห็นได้ว่าการใช้เอทานอลต่อแก๊สโซลีนเป็นเชื้อเพลิงในการทดสอบ ที่อัตราส่วนผสม 100 : 0 จากกราฟความเร็วรอบที่ให้แรงบิดสูงสุด คือ ที่ 3,000 รอบต่อนาที แรงบิด 5.51 N.m และที่ความเร็วรอบ 3,600 รอบต่อนาที ให้แรงบิดน้อยสุดที่ 0.91 N.m แรงบิดโดยเฉลี่ยมีค่าลดลงจากการใช้แก๊สโซลีน ร้อยละ 10



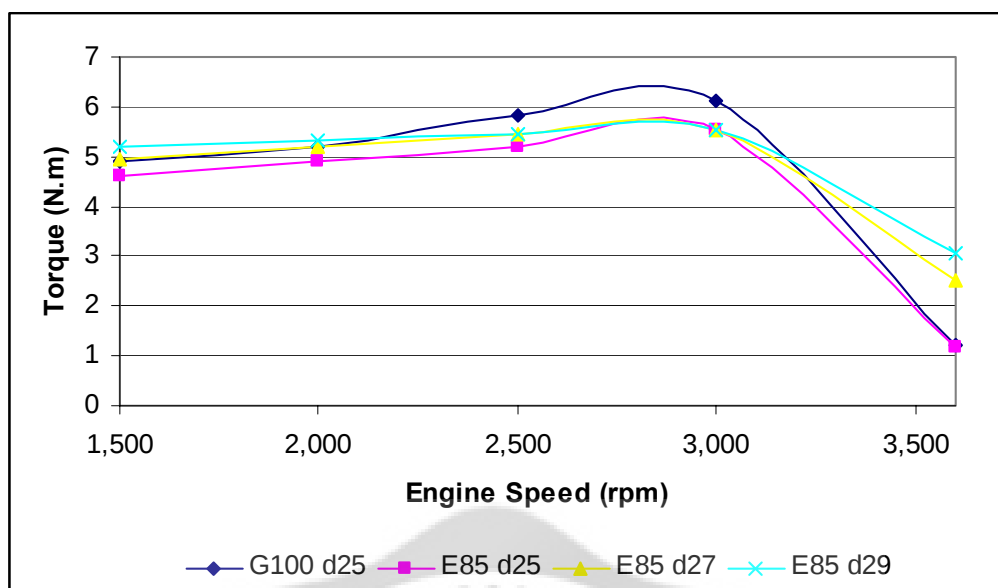
ภาพประกอบ 17 แสดงกราฟเปรียบเทียบแรงบิดเครื่องยนต์ อัตราส่วนผสม 95 : 5

จากภาพประกอบ 17 จะเห็นได้ว่าการใช้เอทานอลต่อแก๊สโซลีนเป็นเชื้อเพลิงในการทดสอบ ที่อัตราส่วนผสม 95 : 5 จากกราฟความเร็วรอบที่ให้แรงบิดสูงสุด คือ ที่ 3,000 รอบต่อนาที แรงบิด 5.51 N.m และที่ความเร็วรอบ 3,600 รอบต่อนาที ให้แรงบิดน้อยสุดที่ 1.10 N.m แรงบิดโดยเฉลี่ยมีค่าลดลงจากการใช้แก๊สโซลีน ร้อยละ 10



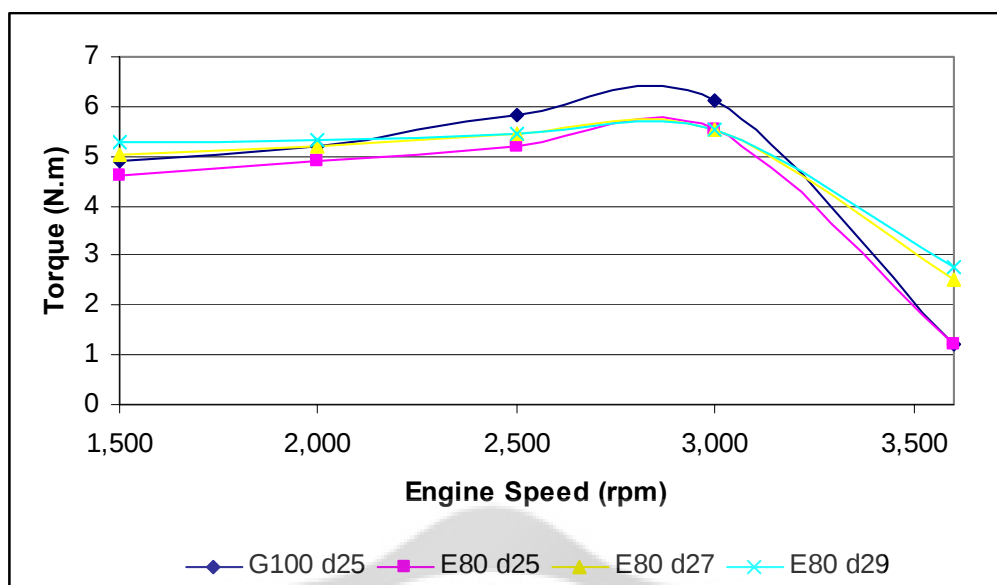
ภาพประกอบ 18 แสดงกราฟเปรียบเทียบแรงบิดเครื่องยนต์ อัตราส่วนผสม 90 : 10

จากภาพประกอบ 18 จะเห็นได้ว่าการใช้เอทานอลต่อแก๊สโซลีนเป็นเชื้อเพลิงในการทดสอบ ที่อัตราส่วนผสม 90 : 10 จากกราฟความเร็วรอบที่ให้แรงบิดสูงสุด คือ ที่ 3,000 รอบต่อนาที แรงบิด 5.51 N.m และที่ความเร็วรอบ 3,600 รอบต่อนาที ให้แรงบิดน้อยสุดที่ 1.22 N.m แรงบิดโดยเฉลี่ยมีค่าลดลงจากการใช้แก๊สโซลีน ร้อยละ 10



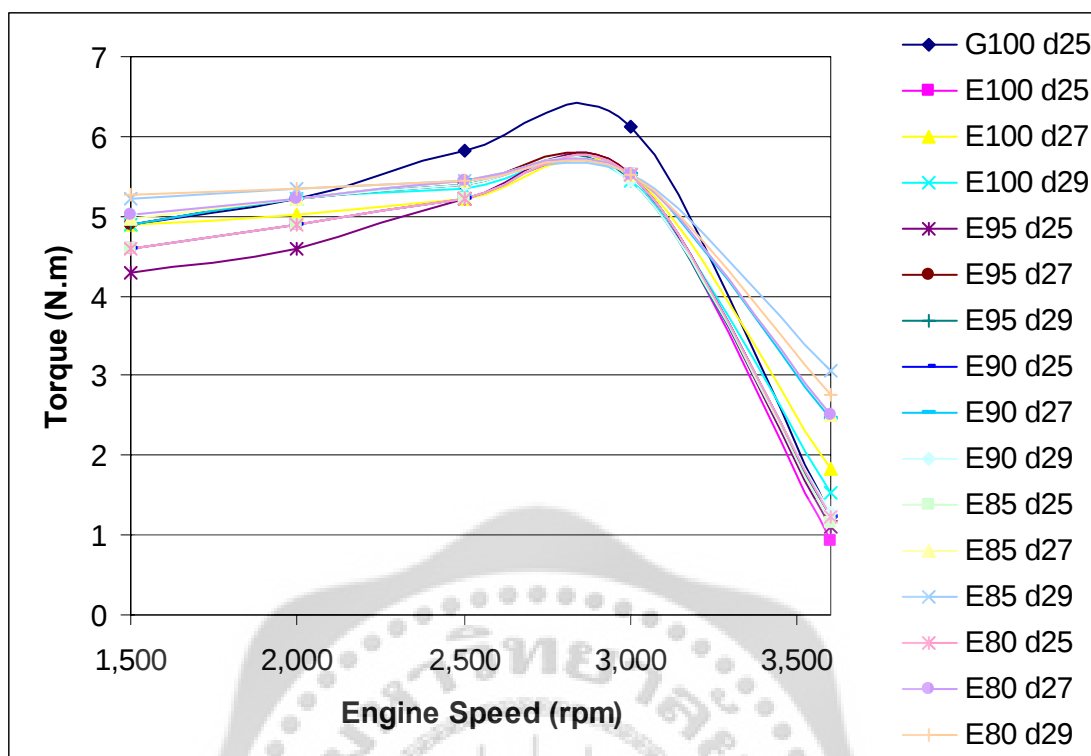
ภาพประกอบ 19 แสดงกราฟเปรียบเทียบแรงบิดเครื่องยนต์ อัตราส่วนผสม 85 : 15

จากภาพประกอบ 19 จะเห็นได้ว่าการใช้เอทานอลต่อแก๊สโซลีนเป็นเชื้อเพลิงในการทดสอบ ที่อัตราส่วนผสม 85 : 15 จากกราฟความเร็วรอบที่ให้แรงบิดสูงสุด คือ ที่ 3,000 รอบต่อนาที แรงบิด 5.51 N.m และที่ความเร็วรอบ 3,600 รอบต่อนาที ให้แรงบิดน้อยสุดที่ 1.16 N.m แรงบิดโดยเฉลี่ยมีค่าลดลงจากการใช้แก๊สโซลีน ร้อยละ 10



ภาพประกอบ 20 แสดงกราฟเปรียบเทียบแรงบิดเครื่องยนต์ อัตราส่วนผสม 80 : 20

จากภาพประกอบ 20 จะเห็นได้ว่าการใช้เอทานอลต่อแก๊สโซลีนเป็นเชื้อเพลิงในการทดสอบ ที่อัตราส่วนผสม 80 : 20 จากกราฟความเร็วรอบที่ให้แรงบิดสูงสุด คือ ที่ 3,000 รอบต่อนาที แรงบิด 5.51 N.m และที่ความเร็วรอบ 3,600 รอบต่อนาที ให้แรงบิดน้อยสุดที่ 1.22 N.m แรงบิดโดยเฉลี่ยมีค่าลดลงจากการใช้แก๊สโซลีน ร้อยละ 10



ภาพประกอบ 21 แสดงกราฟเปรียบเทียบแรงบิดของเครื่องยนต์ที่ใช้เอทานอลที่อัตราส่วน 5 ส่วนผสม กับความเร็วรอบของเครื่องยนต์

จากภาพประกอบ 21 ผลการทดสอบการใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิงหลักที่อัตราส่วน 5 ส่วนผสม แรงบิดของเครื่องยนต์มีความแตกต่างกันทุกความเร็วรอบของเครื่องยนต์ แต่จะมีช่วงหนึ่งที่อัตราส่วนผสมต่างๆ ที่ให้แรงบิดเท่ากัน คือ ช่วงการทำงานของเครื่องยนต์ที่มีความเร็วประมาณ 2,500 – 3,000 รอบต่อนาที แต่ถ้าเปรียบเทียบกับการใช้แก๊สโซลีนเป็นเชื้อเพลิง เอทานอลให้แรงบิดที่น้อยกว่าแก๊สโซลีนเล็กน้อย แต่มีบางช่วงของการใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิงให้แรงบิดเท่ากับแก๊สโซลีนเป็นเชื้อเพลิง อาจมีผลมาจากที่อัตราส่วนมีแก๊สโซลีนผสมอยู่ในสัดส่วนที่มากกว่าส่วนผสมอื่น

จากข้อมูลการทดลองหาแรงบิดกับความสัมพันธ์ความเร็วรอบ (ช่วงความเร็วรอบที่ 1,500 – 3,000 รอบต่อนาที) ส่วนผสมเชื้อเพลิง (E100, E95, E90, E85, E80) และองศาการจุดระเบิด สามารถวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ในรูปของสมการเชิงเส้นไว้ดังนี้

$$\text{Torque} = 4.4066 + 0.4698N$$

$$-0.536E_{100} - 0.5517E_{95} - 0.4853E_{90} - 0.4444E_{85} - 0.4342E_{80}$$

$$+ 0.2289d_{27} + 0.2757d_{29}$$

โดยมี Torque (T) = แรงบิด, N.m, N = ความเร็วรอบของเครื่องยนต์, 1,000 รอบต่อนาที

E_{100} = การใช้เชื้อเพลิงเอทานอลร้อยละ 100 (0 เมื่อไม่ใช้ E_{100} , 1 เมื่อใช้ E_{100})

E_{95} = การใช้เชื้อเพลิงเอทานอลร้อยละ 95 (0 เมื่อไม่ใช้ E_{95} , 1 เมื่อใช้ E_{95})

E_{90} = การใช้เชื้อเพลิงเอทานอลร้อยละ 90 (0 เมื่อไม่ใช้ E_{90} , 1 เมื่อใช้ E_{90})

E_{85} = การใช้เชื้อเพลิงเอทานอลร้อยละ 85 (0 เมื่อไม่ใช้ E_{85} , 1 เมื่อใช้ E_{85})

E_{80} = การใช้เชื้อเพลิงเอทานอลร้อยละ 80 (0 เมื่อไม่ใช้ E_{80} , 1 เมื่อใช้ E_{80})

$E_{100} = E_{95} = E_{90} = E_{85} = E_{80} = 0$ = ใช้เชื้อเพลิงแก๊สโซลีน

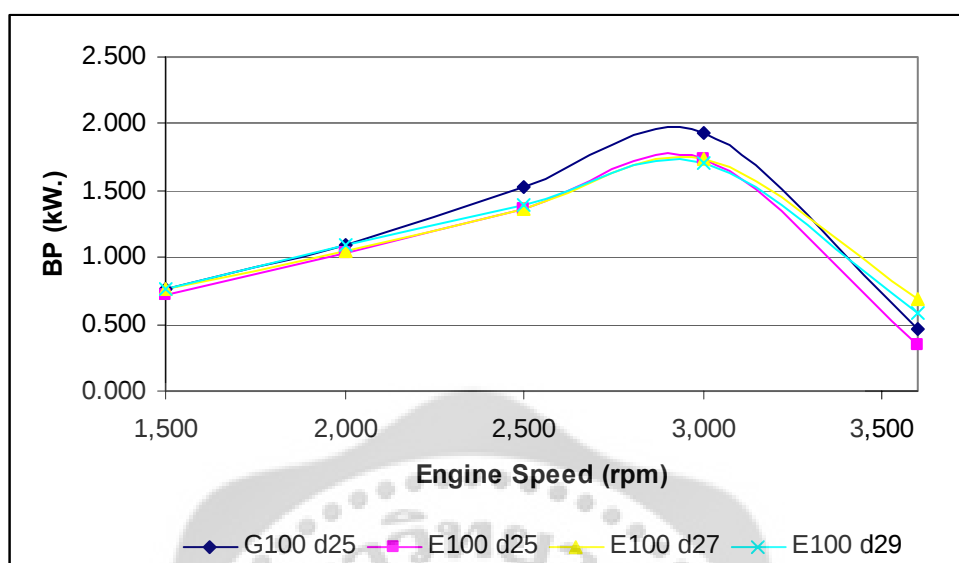
D_{27} = การปรับองศาการจุดระเบิดที่ 27 องศา (1 เมื่อใช้ 27 องศา, 0 เมื่อไม่ใช้)

D_{29} = การปรับองศาการจุดระเบิดที่ 29 องศา (1 เมื่อใช้ 29 องศา, 0 เมื่อไม่ใช้)

$D_{27} = d_{29} = 0$ = การปรับองศาการจุดระเบิดที่ 25 องศา

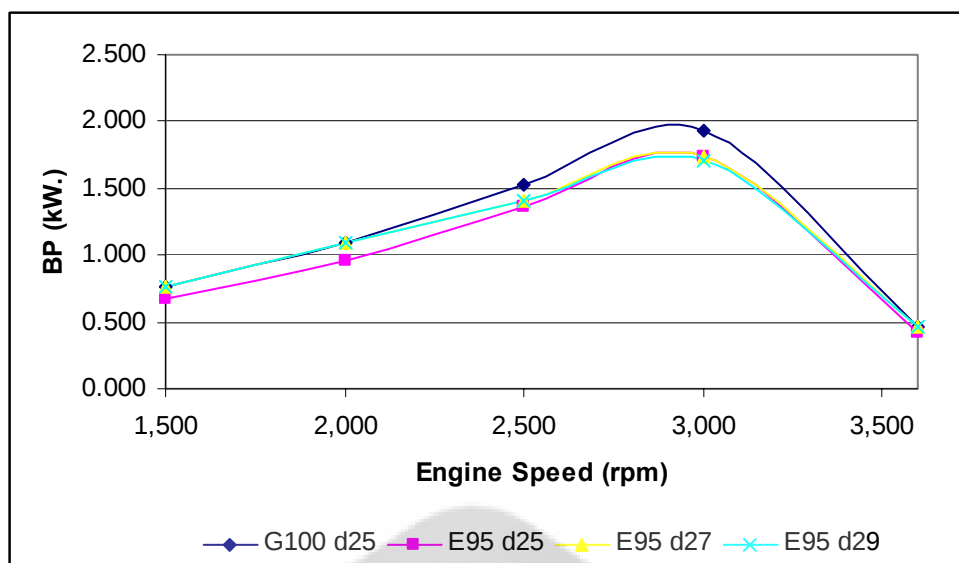
ซึ่งผลจากการเชิงเส้นดังกล่าวสามารถสรุปได้ว่า แรงบิดที่ดีที่สุดของการใช้เอทานอลเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้แก๊สโซลีนได้แก่ E_{80} และมีองศาการจุดระเบิดก่อนศูนย์ตายบน 29 องศา ซึ่งจากผลการทดลองให้ค่าแรงบิดที่ความเร็วรอบ 1,500 รอบต่อนาที เท่ากับ 5.27 N.m ที่ 2,000 รอบต่อนาที เท่ากับ 5.33 N.m ที่ 2,500 รอบต่อนาที เท่ากับ 5.45 N.m ที่ 3,000 รอบต่อนาที เท่ากับ 5.51 N.m ที่ 3,600 รอบต่อนาที เท่ากับ 2.75 N.m มีค่าลดลงเฉลี่ย ประมาณร้อยละ 9.98 ของการใช้แก๊สโซลีน

2. กำลังงานเบรค



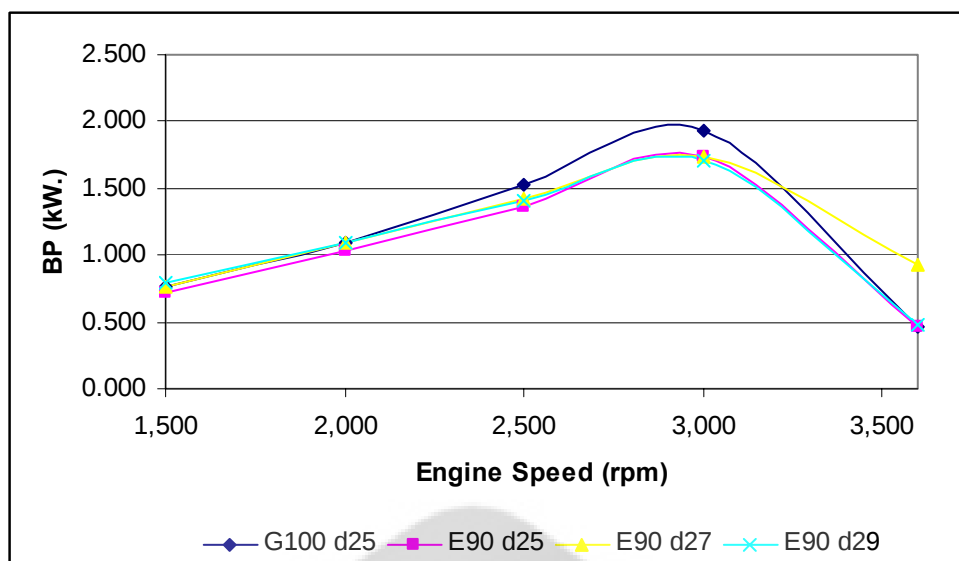
ภาพประกอบ 22 แสดงกราฟเปรียบเทียบกำลังงานเบรคเครื่องยนต์ อัตราส่วนผสม 100 : 0

จากภาพประกอบ 22 จะเห็นได้ว่าการใช้เอทานอลต่อแก๊สโซลีนเป็นเชื้อเพลิงในการทดสอบ ที่อัตราส่วนผสม 100 : 0 จากกราฟความเร็วรอบที่ให้กำลังงานเบรคสูงสุด คือ ที่ 3,000 รอบต่อนาที กำลังงานเบรค 1.17 kW. และที่ความเร็วรอบ 3,600 รอบต่อนาที ให้กำลังงานเบรคน้อยสุดที่ 0.34 kW. กำลังงานเบรค โดยเฉลี่ยมีค่าลดลงจากการใช้แก๊สโซลีน ร้อยละ 39



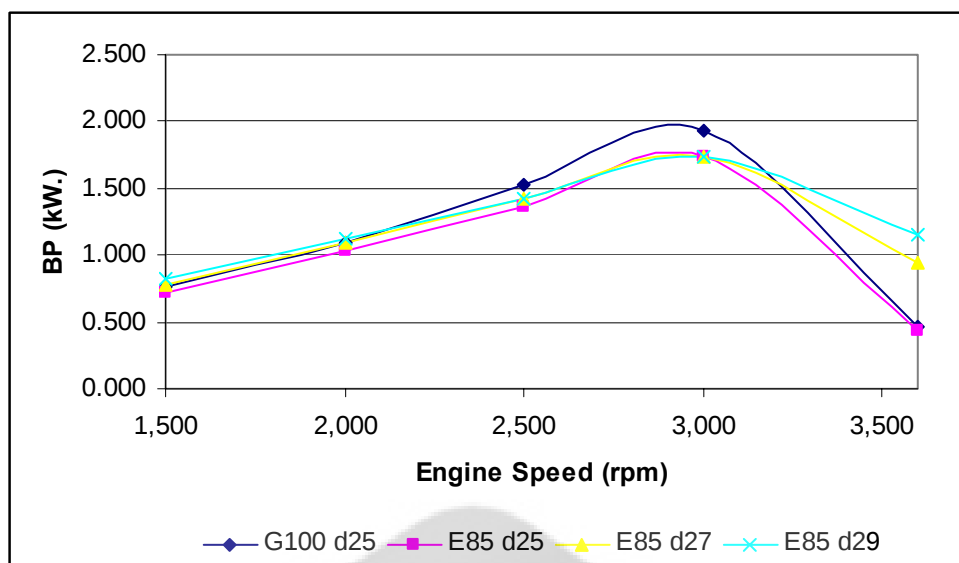
ภาพประกอบ 23 แสดงกราฟเปรียบเทียบกำลังงานเบรคเครื่องยนต์ อัตราส่วนผสม 95 : 5

จากภาพประกอบ 23 จะเห็นได้ว่าการใช้เอทานอลต่อแก๊สโซลีนเป็นเชื้อเพลิงในการทดสอบ ที่อัตราส่วนผสม 95 : 5 จากกราฟความเร็วรอบที่ให้กำลังงานเบรคสูงสุด คือ ที่ 3,000 รอบต่อนาที กำลังงานเบรค 1.73 kW. และที่ความเร็วรอบ 3,600 รอบต่อนาที ให้กำลังงานเบรคน้อยสุดที่ 0.45 kW. กำลังงานเบรค โดยเฉลี่ยมีค่าลดลงจากการใช้แก๊สโซลีน ร้อยละ 9



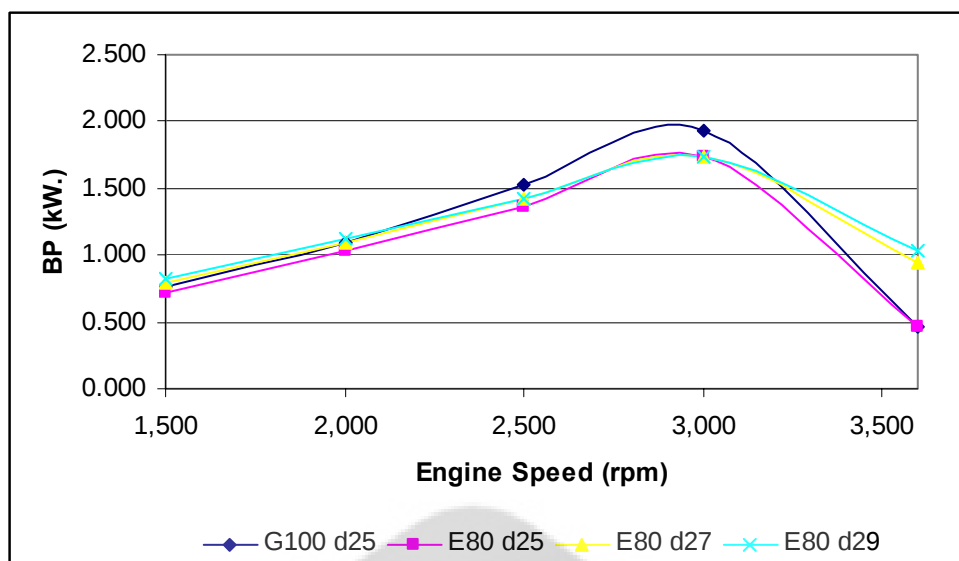
ภาพประกอบ 24 แสดงกราฟเปรียบเทียบกำลังงานเบรคเครื่องยนต์ อัตราส่วนผสม 90 : 10

จากภาพประกอบ 24 จะเห็นได้ว่าการใช้เอทานอลต่อแก๊สโซลีนเป็นเชื้อเพลิงในการทดสอบ ที่อัตราส่วนผสม 90 : 10 จากกราฟความเร็วรอบที่ให้กำลังงานเบรคสูงสุด คือ ที่ 3,000 รอบต่อนาที กำลังงานเบรค 1.73 kW. และที่ความเร็วรอบ 3,600 รอบต่อนาที ให้กำลังงานเบรคน้อยสุดที่ 0.46 kW. กำลังงานเบรค โดยเฉลี่ยมีค่าลดลงจากการใช้แก๊สโซลีน ร้อยละ 9



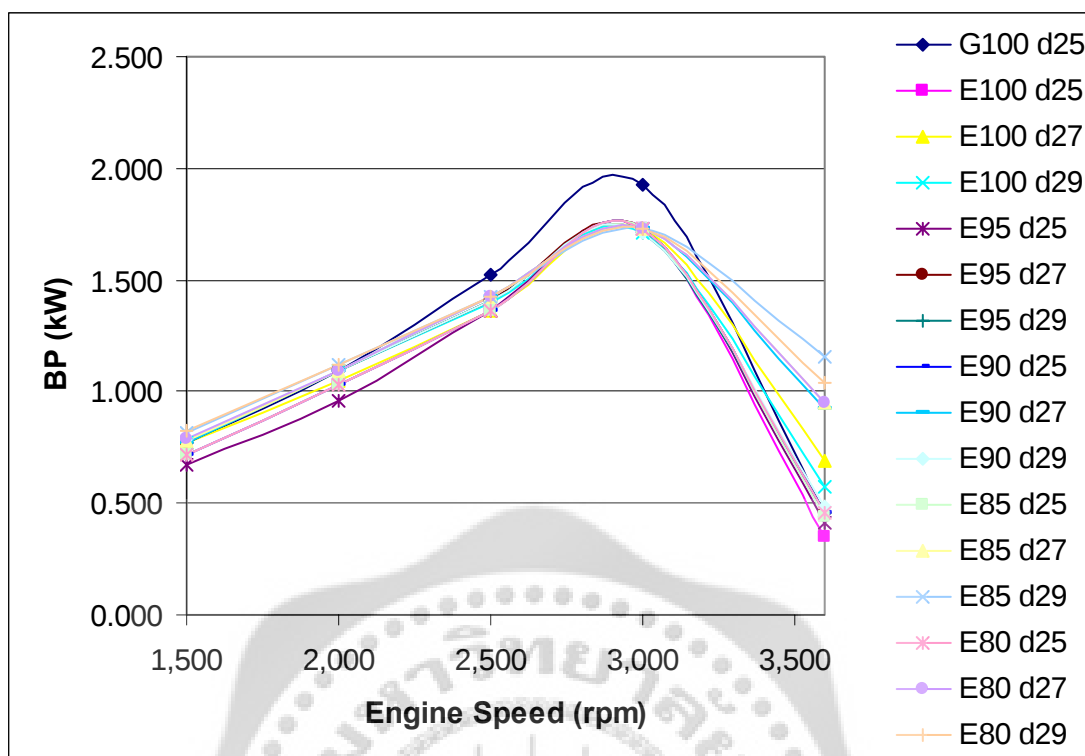
ภาพประกอบ 25 แสดงกราฟเปรียบเทียบกำลังงานเบรคเครื่องยนต์ อัตราส่วนผสม 85 : 15

จากภาพประกอบ 25 จะเห็นได้ว่าการใช้เอทานอลต่อแก๊สโซลีนเป็นเชื้อเพลิงในการทดสอบ ที่อัตราส่วนผสม 85 : 5 จากกราฟความเร็วรอบที่ให้กำลังงานเบรคสูงสุด คือ ที่ 3,000 รอบต่อนาที กำลังงานเบรค 1.73 kW. และที่ความเร็วรอบ 3,600 รอบต่อนาที ให้กำลังงานเบรคน้อยสุดที่ 0.43 kW. กำลังงานเบรค โดยเฉลี่ยมีค่าลดลงจากการใช้แก๊สโซลีน ร้อยละ 9



ภาพประกอบ 26 แสดงกราฟเปรียบเทียบกำลังงานเบรคเครื่องยนต์ อัตราส่วนผสม 80 : 20

จากภาพประกอบ 26 จะเห็นได้ว่าการใช้เอทานอลต่อแก๊สโซลีนเป็นเชื้อเพลิงในการทดสอบ ที่อัตราส่วนผสม 80 : 20 จากกราฟความเร็วรอบที่ให้กำลังงานเบรคสูงสุด คือ ที่ 3,000 รอบต่อนาที กำลังงานเบรค 1.73 kW. และที่ความเร็วรอบ 3,600 รอบต่อนาที ให้กำลังงานเบรคน้อยสุดที่ 0.46 kW. กำลังงานเบรค โดยเฉลี่ยมีค่าลดลงจากการใช้แก๊สโซลีน ร้อยละ 9



ภาพประกอบ 27 แสดงกราฟเปรียบเทียบกำลังงานเบรกที่ใช้เอทานอลที่อัตราส่วน 5 ส่วนผสมกับ ความเร็วรอบของเครื่องยนต์

จากภาพประกอบ 27 ผลการทดสอบการใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิงหลักที่อัตราส่วน 5 ส่วนผสม มีความแตกต่างของกำลังงานเบรก ซึ่งแตกต่างกันเล็กน้อย แต่มีช่วงหนึ่งที่ทำให้กำลังงานเบรกที่ จะเท่ากันช่วงระหว่างความเร็วรอบ ประมาณ 2,500 – 3,000 รอบต่อนาที ซึ่งช่วงนี้ให้กำลังงานเบรกสูง สุดถ้าเปรียบเทียบกับการใช้แก๊สโซลีนเป็นเชื้อเพลิง เอทานอลให้กำลังงานเบรกที่น้อยกว่าแก๊สโซลีน แต่อาจจะมีส่วนอัตราส่วนผสมและมีการปรับแต่ง เอทานอลให้กำลังงานเบรกจะเท่ากับแก๊สโซลีน

จากข้อมูลการทดลองหาแรงบิดกับความสัมพันธ์ความเร็วรอบ (ช่วงความเร็วรอบที่ 1,500 – 3,000 รอบต่อนาที) ส่วนผสมเชื้อเพลิง (E100, E95, E90, E85, E80) และองศาการจุดระเบิด สามารถวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ในรูปของสมการเชิงเส้นไว้ดังนี้

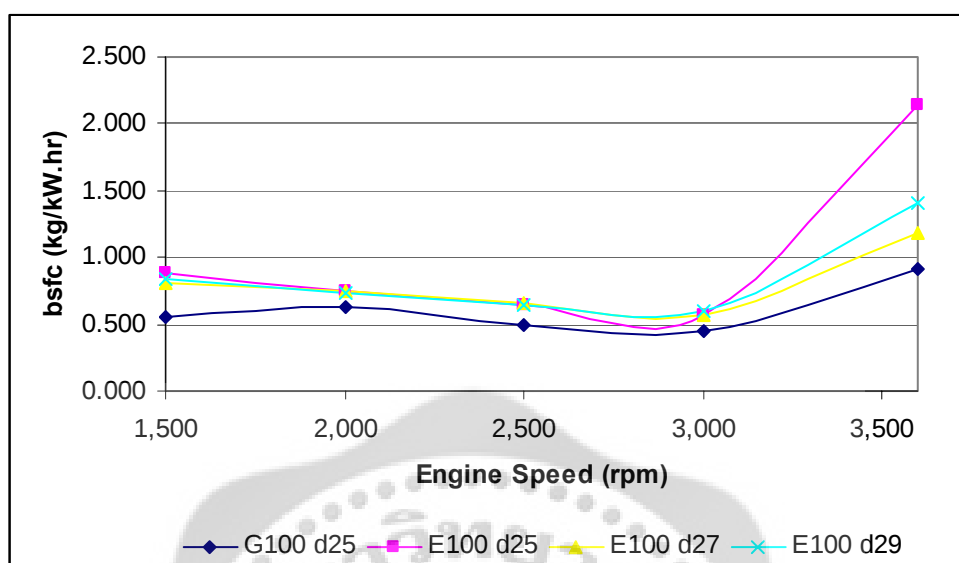
$$\begin{aligned} \text{Brake Power} = & -0.1467 + 0.655N \\ & -0.1324E_{100} - 0.1332E_{95} - 0.1209E_{90} - 0.1127E_{85} - 0.1111E_{80} \\ & + 0.0453d_{27} + 0.0526d_{29} \end{aligned}$$

โดยมี Brake Power (BP) = กำลังงานเบรก, kW, hp

ซึ่งผลจากการเชิงเส้นดังกล่าวสามารถสรุปได้ว่า กำลังงานเบรคที่ดีที่สุดของการใช้เอทานอลเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้แก๊สโซลีนได้แก่ E80 และมีองศาการจุดระเบิดก่อนศูนย์ตายบน 29 องศา ซึ่งจากผลการทดลองให้กำลังงานเบรคที่ความเร็วรอบ 1,500 รอบต่อนาที เท่ากับ 0.82 kW. ที่ 2,000 รอบต่อนาที เท่ากับ 1.11 kW. ที่ 2,500 รอบต่อนาที เท่ากับ 1.42 kW. ที่ 3,000 รอบต่อนาที เท่ากับ 1.73 kW. ที่ 3,600 รอบต่อนาที เท่ากับ 1.03 kW. มีค่าลดลงเฉลี่ย ประมาณร้อยละ 10 ของการใช้แก๊สโซลีน



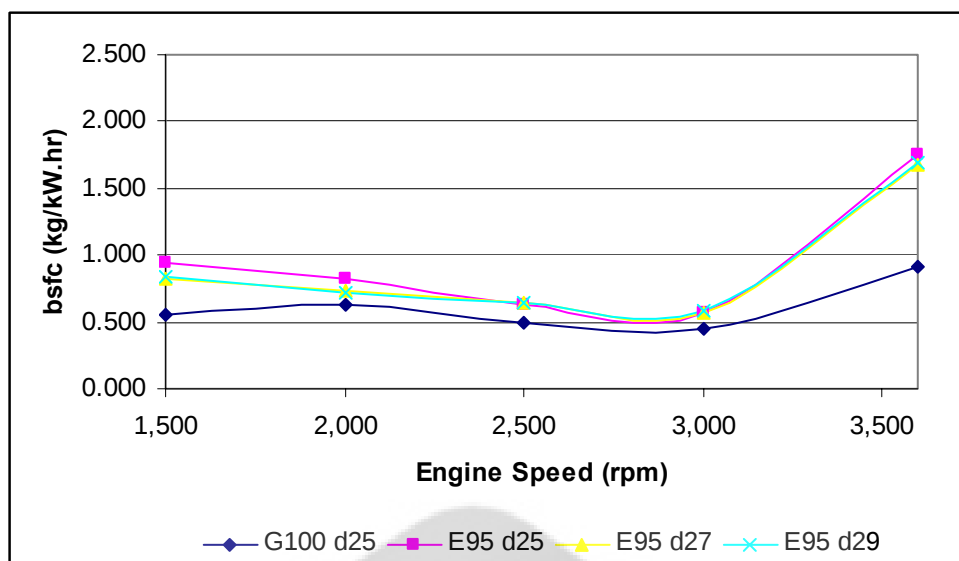
3. อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรค



ภาพประกอบ 28 แสดงกราฟเปรียบเทียบอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรคเครื่องยนต์

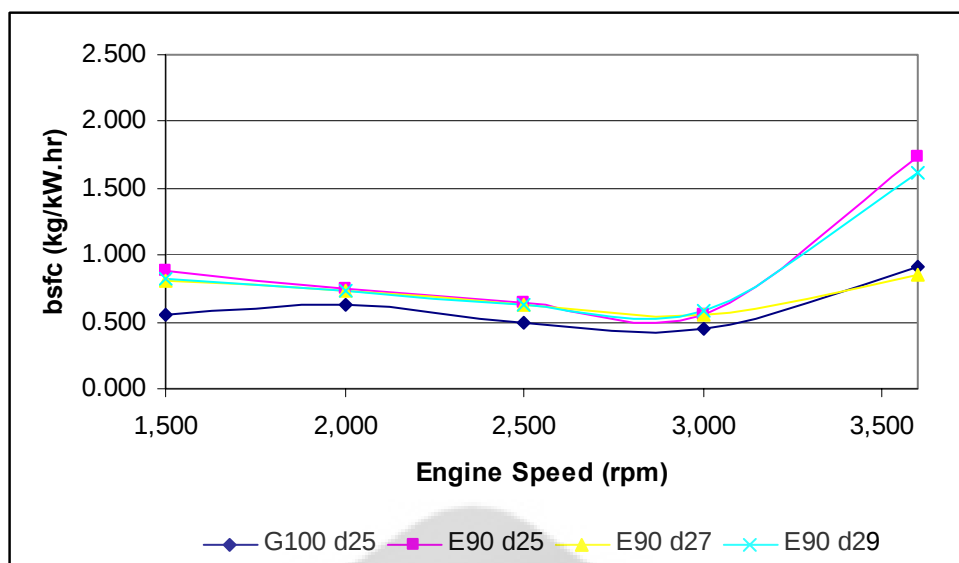
อัตราส่วนผสม 100 : 0

จากภาพประกอบ 28 จะเห็นได้ว่าการใช้เอทานอลต่อแก๊สโซลีนเป็นเชื้อเพลิงในการทดสอบ ที่อัตราส่วนผสม 100 : 0 จากกราฟความเร็วรอบที่ให้อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรคต่ำสุด คือ ที่ 3,000 รอบต่อนาที อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรค 0.56 kg/kW.hr และที่ความเร็วรอบ 3,600 รอบต่อนาที ให้อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรคสูงสุดที่ 2.14 kg/kW.hr อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรค โดยเฉลี่ยมีค่ามากกว่าการใช้แก๊สโซลีนร้อยละ 24



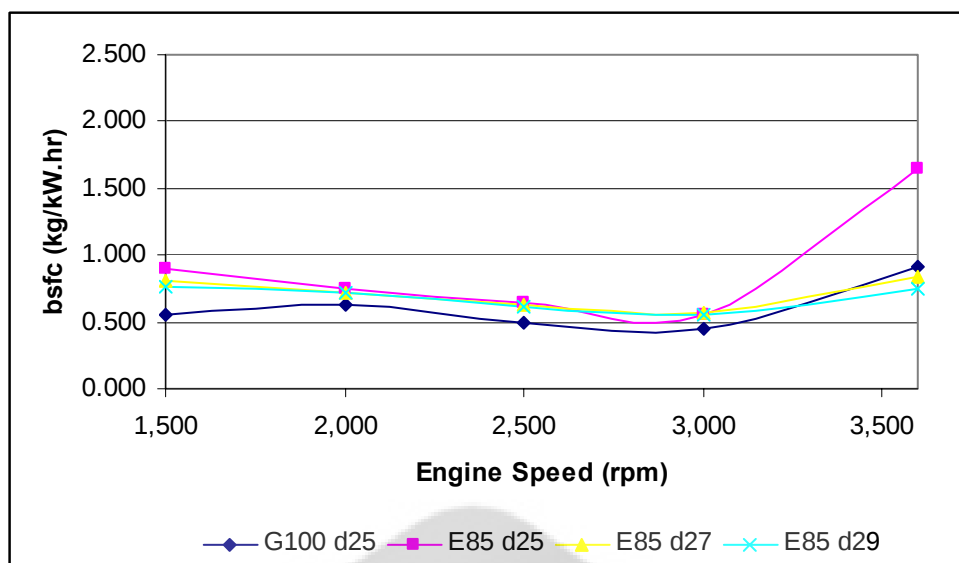
ภาพประกอบ 29 แสดงกราฟเปรียบเทียบอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรคเครื่องยนต์
อัตราส่วนผสม 95 : 15

จากภาพประกอบ 29 จะเห็นได้ว่าการใช้เอทานอลต่อแก๊สโซลีนเป็นเชื้อเพลิงในการทดสอบ ที่อัตราส่วนผสม 95 : 5 จากกราฟความเร็วรอบที่ให้อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรคต่ำสุด คือ ที่ 3,000 รอบต่อนาที อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรค 0.56 kg/kW.hr และที่ความเร็วรอบ 3,600 รอบต่อนาที ให้อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรคสูงสุดที่ 1.68 kg/kW.hr อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรค โดยเฉลี่ยมีค่ามากกว่าการใช้แก๊สโซลีนร้อยละ 24



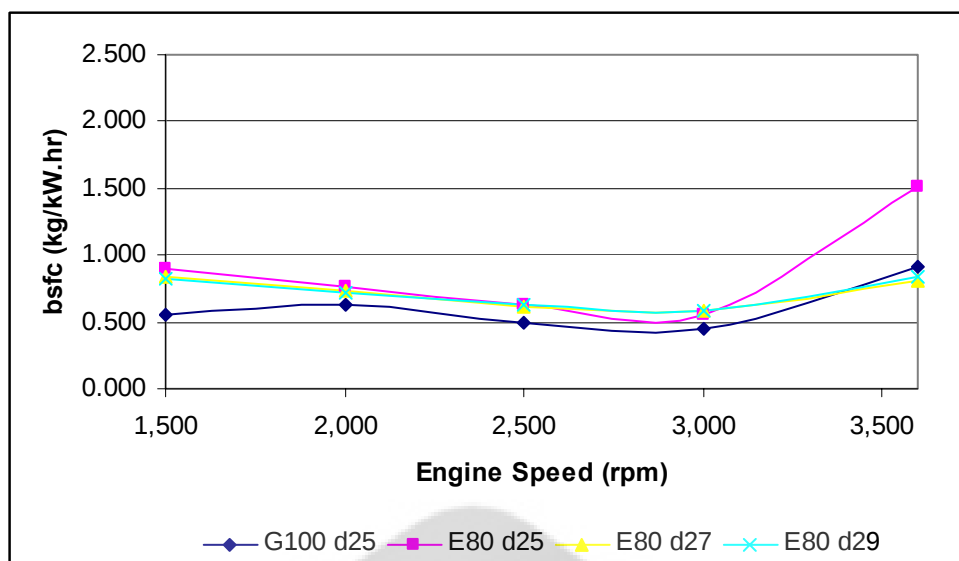
ภาพประกอบ 30 แสดงกราฟเปรียบเทียบอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรคเครื่องยนต์
อัตราส่วนผสม 90 : 10

จากภาพประกอบ 30 จะเห็นได้ว่าการใช้เอทานอลต่อแก๊สโซลีนเป็นเชื้อเพลิงในการทดสอบ ที่อัตราส่วนผสม 90 : 10 จากกราฟความเร็วรอบที่ให้อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรคต่ำสุด คือ ที่ 3,000 รอบต่อนาที อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรค 0.56 kg/kW.hr และที่ความเร็วรอบ 3,600 รอบต่อนาที ให้อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรคสูงสุดที่ 1.61 kg/kW.hr อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรค โดยเฉลี่ยมีค่ามากกว่าการใช้แก๊สโซลีนร้อยละ 24



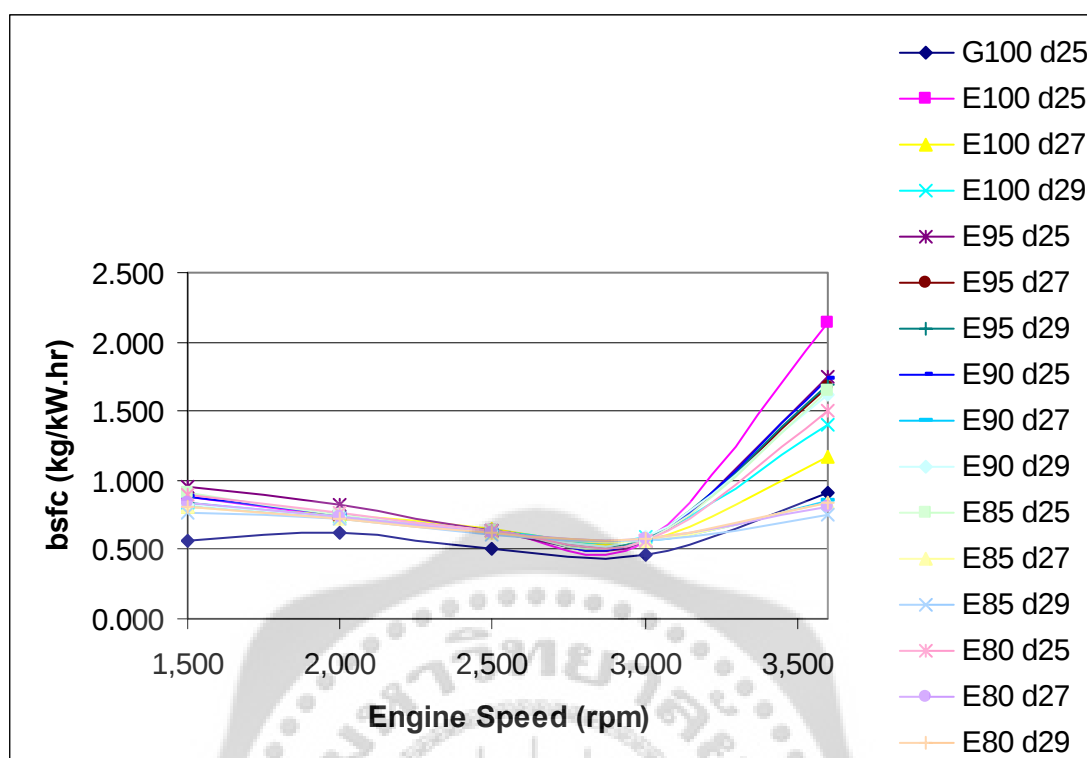
ภาพประกอบ 31 แสดงกราฟเปรียบเทียบอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรคเครื่องยนต์
อัตราส่วนผสม 85 : 15

จากภาพประกอบ 31 จะเห็นได้ว่าการใช้เอทานอลต่อแก๊สโซลีนเป็นเชื้อเพลิงในการทดสอบ ที่อัตราส่วนผสม 85 : 15 จากกราฟความเร็วรอบที่ให้อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรคต่ำสุด คือ ที่ 3,000 รอบต่อนาที อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรค 0.56 kg/kW.hr และที่ความเร็วรอบ 3,600 รอบต่อนาที ให้อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรคสูงสุดที่ 0.75 kg/kW.hr อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรค โดยเฉลี่ยมีค่ามากกว่าการใช้แก๊สโซลีนร้อยละ 24



ภาพประกอบ 32 แสดงกราฟเปรียบเทียบอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรคเครื่องยนต์
อัตราส่วนผสม 80 : 20

จากภาพประกอบ 32 จะเห็นได้ว่าการใช้เอทานอลต่อแก๊สโซลีนเป็นเชื้อเพลิงในการทดสอบ ที่อัตราส่วนผสม 80 : 20 จากกราฟความเร็วรอบที่ให้อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรคต่ำสุด คือ ที่ 3,000 รอบต่อนาที อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรค 0.56 kg/kW.hr และที่ความเร็วรอบ 3,600 รอบต่อนาที ให้อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรคสูงสุดที่ 0.80 kg/kW.hr อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรค โดยเฉลี่ยมีค่ามากกว่าการใช้แก๊สโซลีนร้อยละ 24



ภาพประกอบ 33 แสดงกราฟเปรียบเทียบอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรกที่ใช้เอทานอลที่อัตราส่วน 5 ส่วนผสม กับความเร็วรอบของเครื่องยนต์

จากภาพประกอบ 33 ผลการทดสอบการใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิงหลักที่อัตราส่วน 5 ส่วนผสมมีอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะที่แตกต่างกัน ตามความเร็วรอบของเครื่องยนต์ มีช่วงหนึ่งที่อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรกจะต่ำกับการใช้แก๊สโซลีน ที่ความเร็วรอบประมาณ 2,500 – 3,000 รอบต่อนาที ซึ่งมีอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรกที่ใกล้เคียงกับการใช้แก๊สโซลีนมากที่สุด แต่ถ้าเปรียบเทียบอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรก ระหว่างแก๊สโซลีนเอทานอลมีอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรก มากกว่าการใช้แก๊สโซลีนเป็นบางช่วงของการใช้งาน

จากข้อมูลการทดลองหาแรงบิดกับความสัมพันธ์ความเร็วรอบ (ช่วงความเร็วรอบที่ 1,500 – 3,000 รอบต่อนาที) ส่วนผสมเชื้อเพลิง (E100, E95, E90, E85, E80) และองศาการจุระเบิดสามารถวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ในรูปของสมการเชิงเส้นไว้ดังนี้

Brake Specific Fuel Consumption

$$= 0.9415 - 0.180N + 0.1857E_{100} + 0.1940E_{95} + 0.1803E_{90} + 0.1705E_{85} + 0.1806E_{80}$$

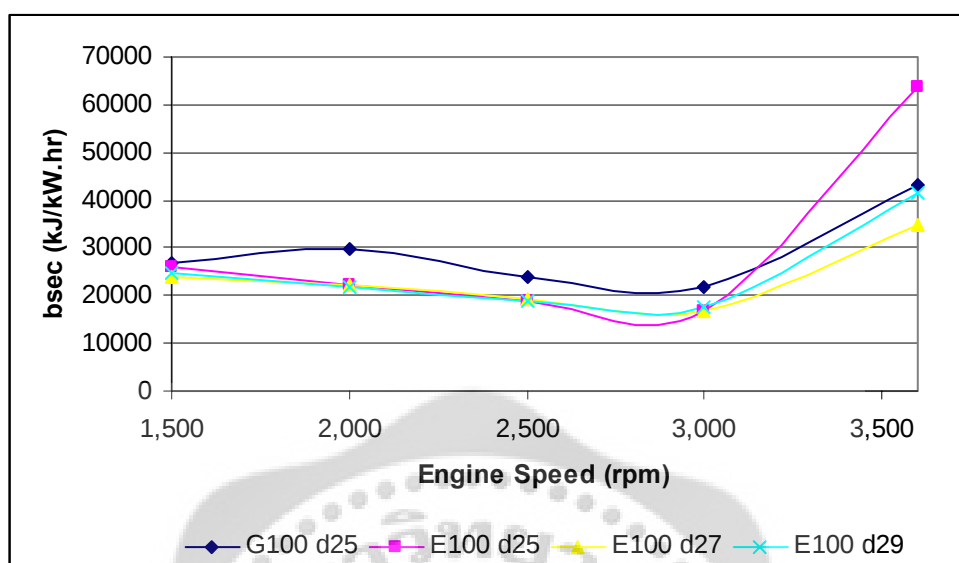
$$-0.0309d_{27} \quad -0.0317d_{29}$$

โดยมี Brake Specific Fuel Consumption (bsfc) = อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรค, kg/kW.hr

ซึ่งผลจากการแข่งเส้นดังกล่าวสามารถสรุปได้ว่า อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรคที่ดีที่สุด ของการใช้เอทานอลเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้แก๊สโซลีนได้แก่ E85 และมีองศาการจุดระเบิดก่อนศูนย์ตายบน 29 องศา ซึ่งจากผลการทดลองให้อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรคที่ความเร็วรอบ 1,500 รอบต่อนาที เท่ากับ 0.76 kg/kW.hr ที่ 2,000 รอบต่อนาที เท่ากับ 0.71 kg/kW.hr ที่ 2,500 รอบต่อนาที เท่ากับ 0.60 kg/kW.hr ที่ 3,000 รอบต่อนาที เท่ากับ 0.56 kg/kW.hr ที่ 3,600 รอบต่อนาที เท่ากับ 0.75 kg/kW.hr มีค่าเพิ่มเฉลี่ย ประมาณร้อยละ 22.80 ของการใช้แก๊สโซลีน



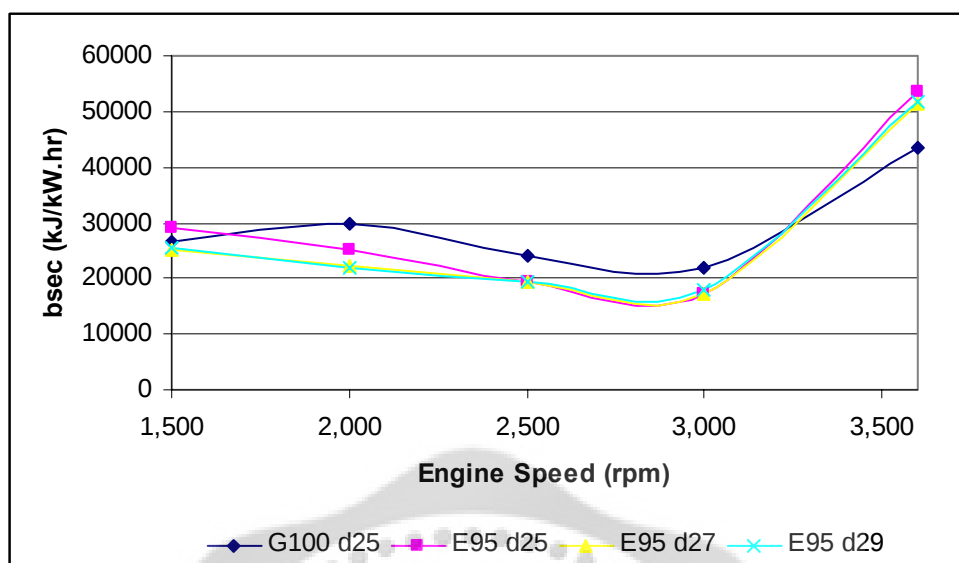
4. อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะเบรค



ภาพประกอบ 34 แสดงกราฟเปรียบเทียบอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะเบรคเครื่องยนต์

อัตราส่วนผสม 100 : 0

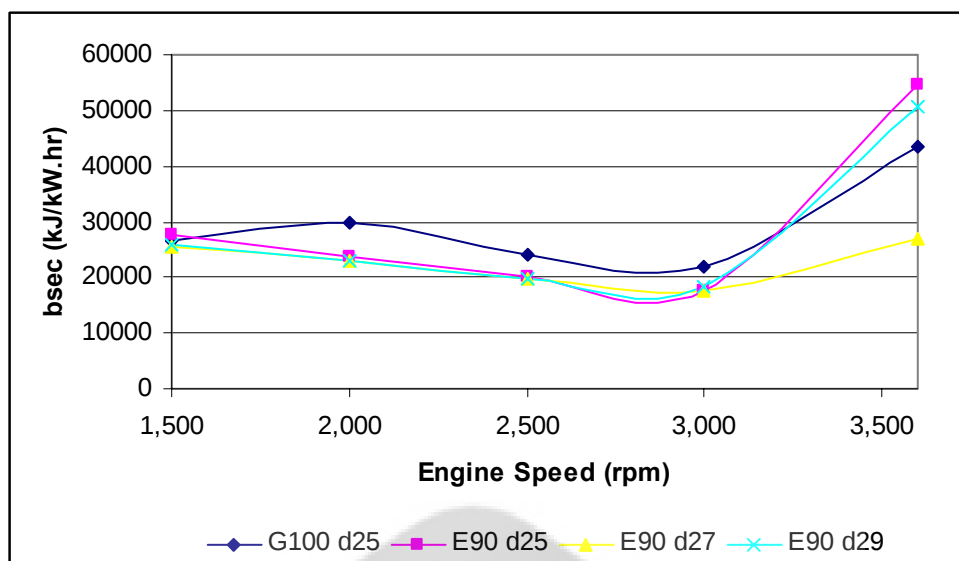
จากภาพประกอบ 34 จะเห็นได้ว่าการใช้เอทานอลต่อแก๊สโซลีนเป็นเชื้อเพลิงในการทดสอบ ที่อัตราส่วนผสม 100 : 0 จากกราฟความเร็วรอบที่ให้อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะเบรคต่ำสุด คือ ที่ 3,000 รอบต่อนาที อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะเบรค 16,877 kJ/kW.hr และที่ความเร็วรอบ 3,600 รอบต่อนาที ให้อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะเบรคสูงสุดที่ 63,536 kJ/kW.hr อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะเบรค โดยเฉลี่ยมีค่าลดลงจากการใช้แก๊สโซลีนร้อยละ 22



ภาพประกอบ 35 แสดงกราฟเปรียบเทียบอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะเบรคเครื่องยนต์

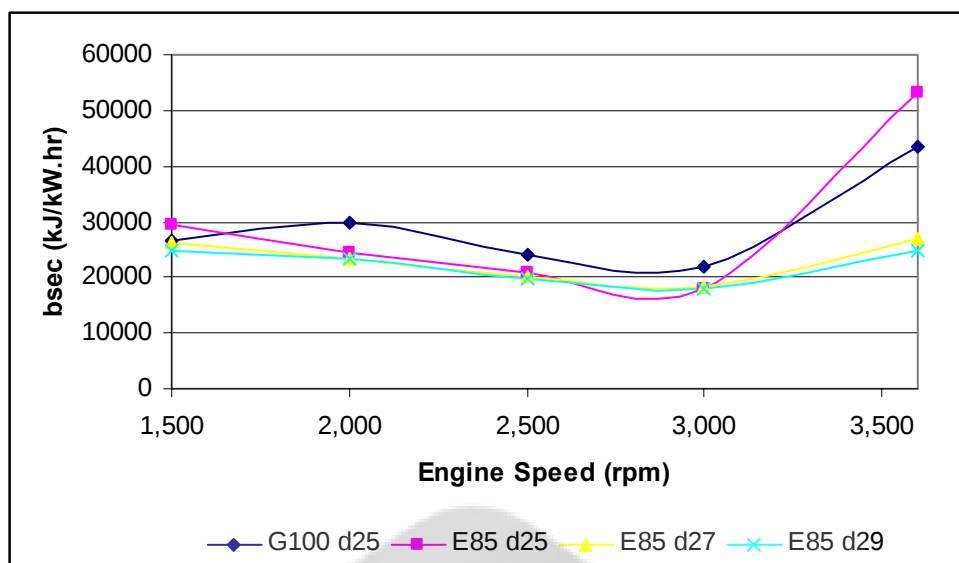
อัตราส่วนผสม 95 : 15

จากภาพประกอบ 35 จะเห็นได้ว่าการใช้เอทานอลต่อแก๊สโซลีนเป็นเชื้อเพลิงในการทดสอบ ที่อัตราส่วนผสม 95 : 5 จากกราฟความเร็วรอบที่ให้อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะเบรคต่ำสุด คือ ที่ 3,000 รอบต่อนาที อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะเบรค 17,390 kJ/kW.hr และที่ความเร็วรอบ 3,600 รอบต่อนาที ให้อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะเบรคสูงสุดที่ 51,387 kJ/kW.hr อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะเบรค โดยเฉลี่ยมีค่าลดลงจากการใช้แก๊สโซลีนร้อยละ 20



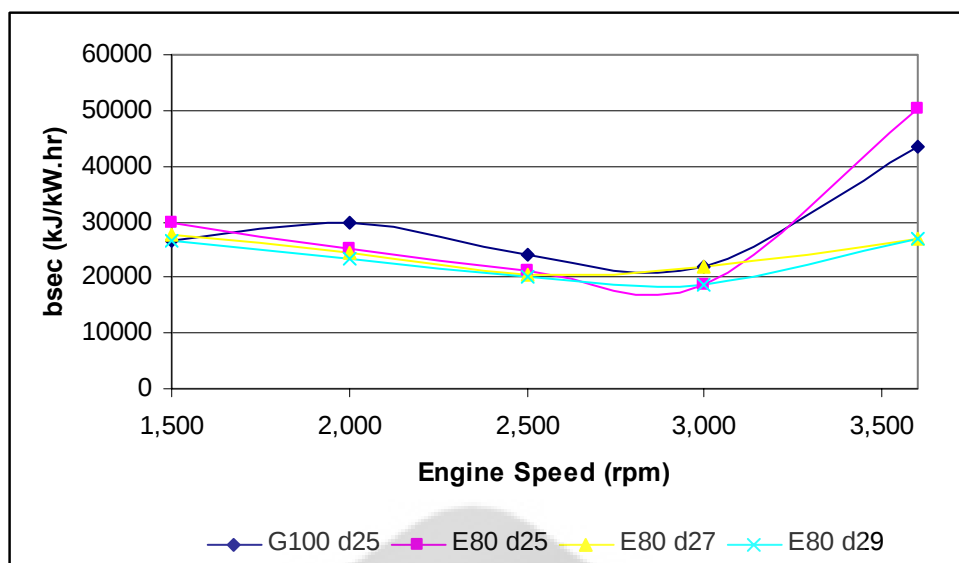
ภาพประกอบ 36 แสดงกราฟเปรียบเทียบอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะเบรคเครื่องยนต์
อัตราส่วนผสม 90 : 10

จากภาพประกอบ 36 จะเห็นได้ว่าการใช้เอทานอลต่อแก๊สโซลีนเป็นเชื้อเพลิงในการทดสอบ ที่อัตราส่วนผสม 90 : 10 จากกราฟความเร็วรอบที่ให้อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะเบรคต่ำสุด คือ ที่ 3,000 รอบต่อนาที อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะเบรค 17,620 kJ/kW.hr และที่ความเร็วรอบ 3,600 รอบต่อนาที ให้อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะเบรคสูงสุดที่ 26,840 kJ/kW.hr อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะเบรค โดยเฉลี่ยมีค่าลดลงจากการใช้แก๊สโซลีนร้อยละ 19



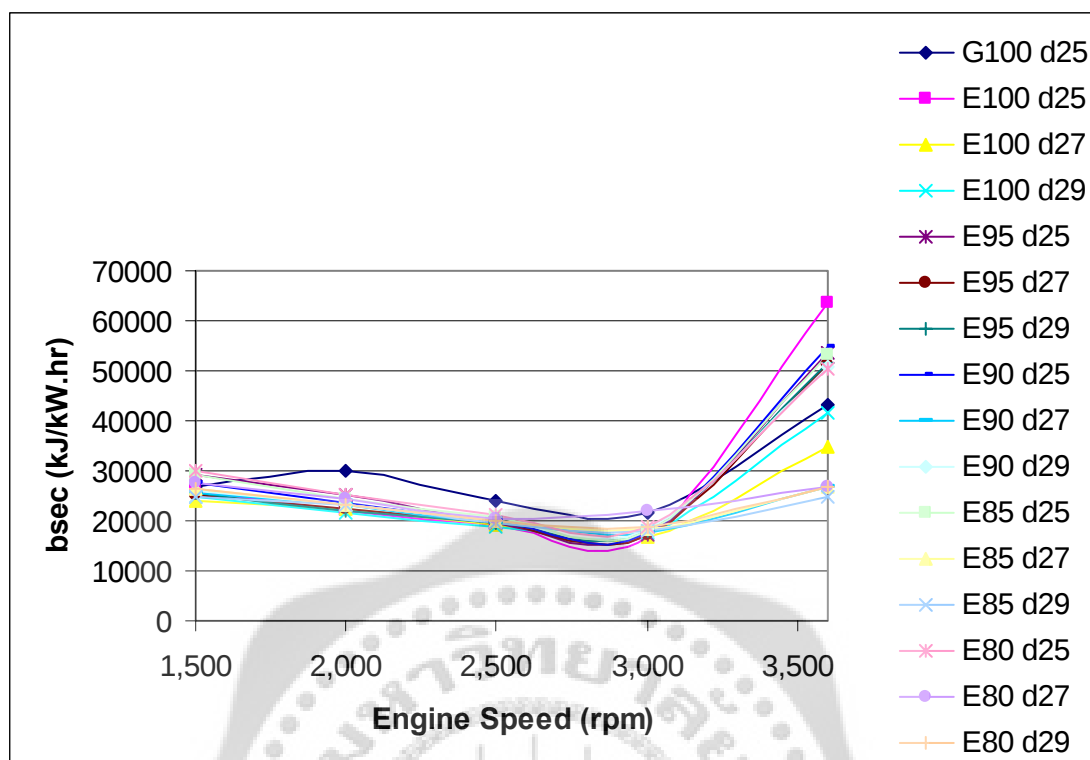
ภาพประกอบ 37 แสดงกราฟเปรียบเทียบอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะเบรคเครื่องยนต์
อัตราส่วนผสม 85 : 15

จากภาพประกอบ 37 จะเห็นได้ว่าการใช้เอทานอลต่อแก๊สโซลีนเป็นเชื้อเพลิงในการทดสอบ ที่อัตราส่วนผสม 85 : 15 จากกราฟความเร็วรอบที่ให้อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะเบรคต่ำสุด คือ ที่ 3,000 รอบต่อนาที อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะเบรค 18,126 kJ/kW.hr และที่ความเร็วรอบ 3,600 รอบต่อนาที ให้อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะเบรคสูงสุดที่ 24,676 kJ/kW.hr อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะเบรค โดยเฉลี่ยมีค่าลดลงจากการใช้แก๊สโซลีนร้อยละ 16



ภาพประกอบ 38 แสดงกราฟเปรียบเทียบอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะเบรคเครื่องยนต์
อัตราส่วนผสม 80 : 20

จากภาพประกอบ 38 จะเห็นได้ว่าการใช้เอทานอลต่อแก๊สโซลีนเป็นเชื้อเพลิงในการทดสอบ ที่อัตราส่วนผสม 80 : 20 จากกราฟความเร็วรอบที่ให้อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะเบรคต่ำสุด คือ ที่ 3,000 รอบต่อนาที อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะเบรค 18,631 kJ/kW.hr และที่ความเร็วรอบ 3,600 รอบต่อนาที ให้อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะเบรคสูงสุดที่ 26,816 kJ/kW.hr อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะเบรค โดยเฉลี่ยมีค่าลดลงจากการใช้แก๊สโซลีนร้อยละ 14



ภาพประกอบ 39 แสดงกราฟเปรียบเทียบอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะเบรกที่ใช้เอทานอลที่อัตราส่วน 5 ส่วนผสม กับความเร็วรอบของเครื่องยนต์

จากภาพประกอบ 39 ผลการทดสอบการใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิงหลักที่อัตราส่วน 5 ส่วนผสมมีอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะเบรก ที่แตกต่างกันและช่วงประมาณ 2,000 – 3,000 รอบต่อนาที มีอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะเบรก เท่ากับการใช้แก๊สโซลีนเป็นเชื้อเพลิง อาจจะมีผลจากที่อัตราส่วนผสมมีแก๊สโซลีนสัดส่วนของการผสมอยู่มากจึงทำให้มีอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะเบรก เท่ากับแก๊สโซลีนเพียงเล็กน้อยของอัตราส่วนผสม แต่ถ้าเปรียบเทียบกับแก๊สโซลีนมีอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะเบรกมากกว่าเอทานอล

จากข้อมูลการทดลองหาแรงบิดกับความสัมพันธ์ความเร็วรอบ (ช่วงความเร็วรอบที่ 1,500 – 3,000 รอบต่อนาที) ส่วนผสมเชื้อเพลิง (E100, E95, E90, E85, E80) และองศาการจุดระเบิด สามารถวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ในรูปแบบของสมการเชิงเส้นไว้ดังนี้

Brake Specific Energy Consumption

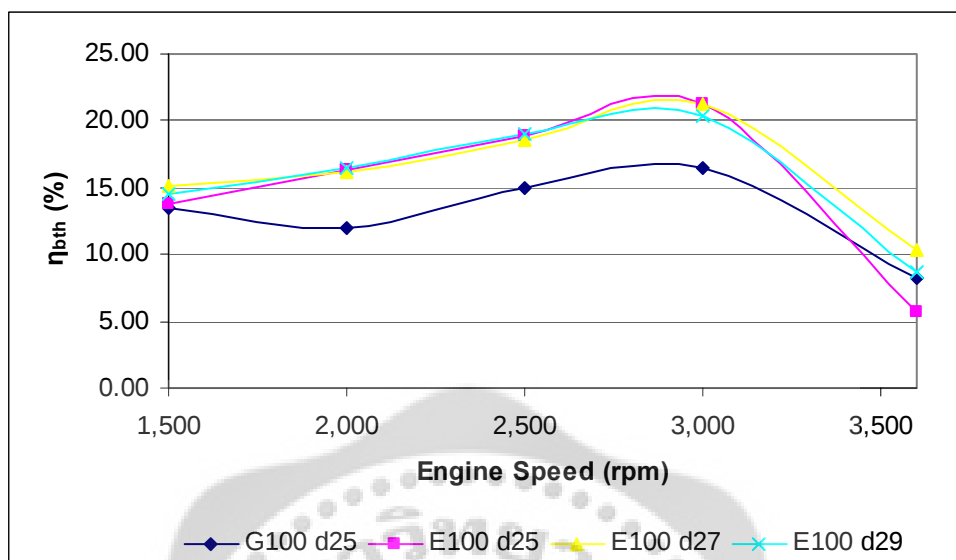
$$\begin{aligned}
 &= 38289 - 5647N \\
 &\quad -4133E_{100} \quad -3246E_{95} \quad -3039E_{90} \quad -2726E_{85} \quad -1751E_{80} \\
 &\quad -835d_{27} \quad -1130d_{29}
 \end{aligned}$$

โดยมี Brake Specific Energy Consumption (bsec) = อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะเบรค, kJ/kW.hr

ซึ่งผลจากการแข่งเส้นดังกล่าวสามารถสรุปได้ว่า อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะเบรคที่ดีที่สุด ของการใช้ เอทานอลเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้แก๊สโซลีนได้แก่ E80 และมีองศาการจุดระเบิดก่อนศูนย์ตายบน 25 องศา ซึ่งจากผลการทดลองให้อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะเบรค ที่ความเร็วรอบ 1,500 รอบต่อนาที เท่ากับ 29,877 kJ/kW.hr ที่ 2,000 เท่ากับ 25,319 kJ/kW.hr ที่ 2,500 รอบต่อนาที เท่ากับ 21,160 kJ/kW.hr ที่ 3,000 รอบต่อนาที เท่ากับ 18,631 kJ/kW.hr ที่ 3,600 รอบต่อนาที เท่ากับ 50,205 kJ/kW.hr มีค่าลดลงเฉลี่ย ประมาณร้อยละ 14.35 ของการใช้ แก๊สโซลีน



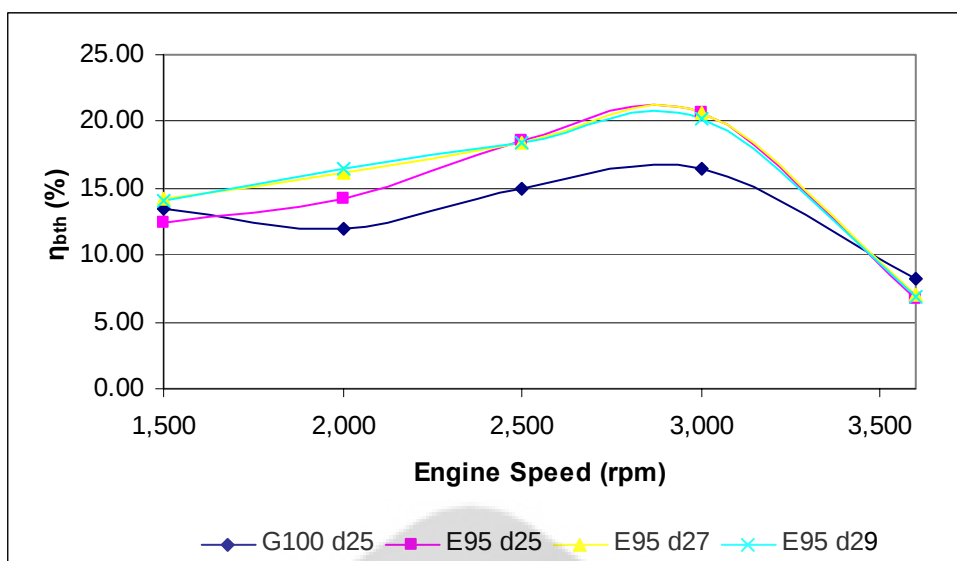
5. ประสิทธิภาพเชิงความร้อน



ภาพประกอบ 40 แสดงกราฟเปรียบเทียบประสิทธิภาพเชิงความร้อนเครื่องยนต์

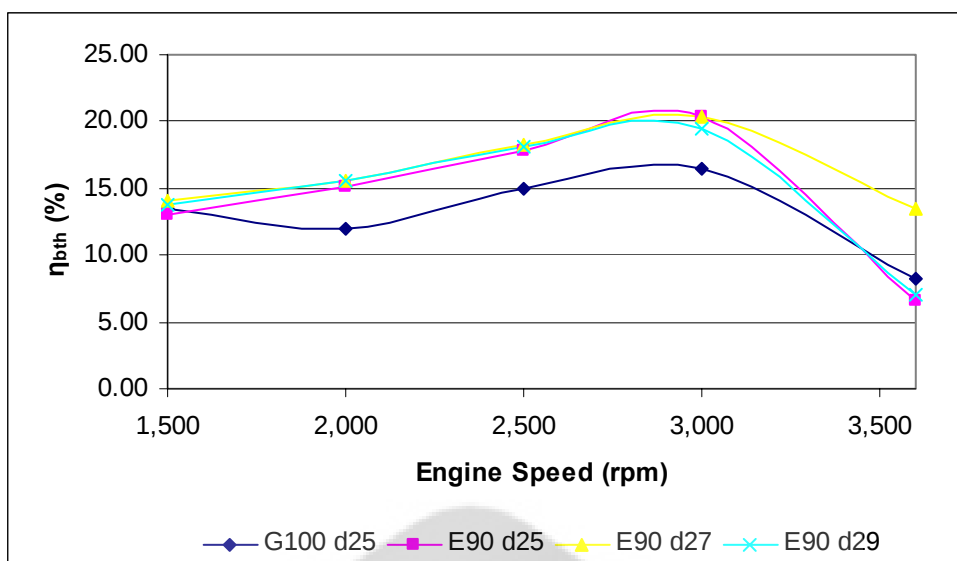
อัตราส่วนผสม 100 : 0

จากภาพประกอบ 40 จะเห็นได้ว่าการใช้เอทานอลต่อแก๊สโซลีนเป็นเชื้อเพลิงในการทดสอบ ที่อัตราส่วนผสม 100 : 0 จากกราฟความเร็วรอบที่ให้ประสิทธิภาพเชิงความร้อนสูงสุด คือ ที่ 3,000 รอบต่อนาที ประสิทธิภาพเชิงความร้อน ร้อยละ 21.31 และที่ความเร็วรอบ 3,600 รอบต่อนาที ให้ประสิทธิภาพเชิงความร้อนต่ำสุด ร้อยละ 5.66 ประสิทธิภาพเชิงความร้อนโดยเฉลี่ยมีค่ามากกว่าจากการใช้แก๊สโซลีน ร้อยละ 28



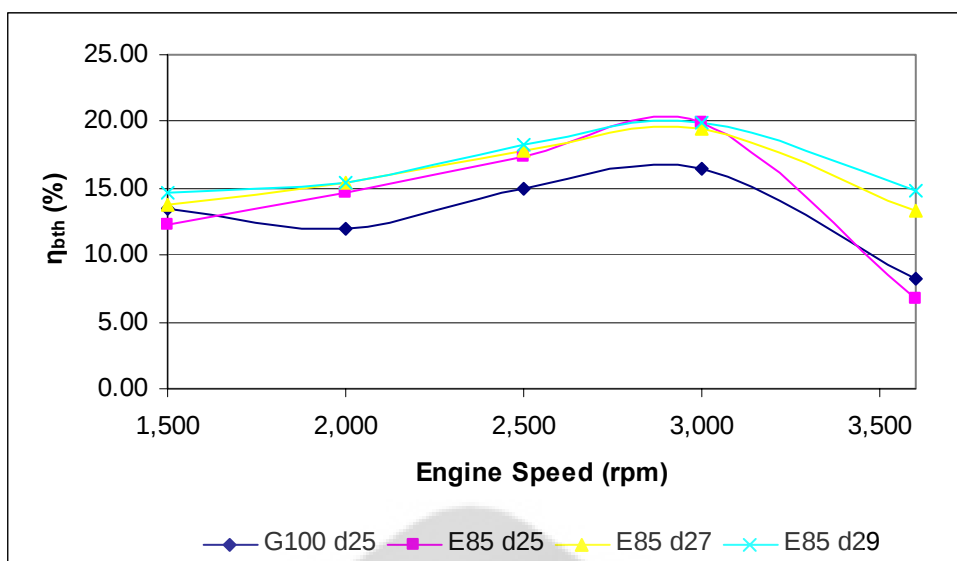
ภาพประกอบ 41 แสดงกราฟเปรียบเทียบประสิทธิภาพเชิงความร้อนเบรคเครื่องยนต์
อัตราส่วนผสม 95 : 15

จากภาพประกอบ 41 จะเห็นได้ว่าการใช้เอทานอลต่อแก๊สโซลีนเป็นเชื้อเพลิงในการทดสอบ ที่อัตราส่วนผสม 95 : 5 จากกราฟความเร็วรอบที่ให้ประสิทธิภาพเชิงความร้อนเบรคสูงสุด คือ ที่ 3,000 รอบต่อนาที ประสิทธิภาพเชิงความร้อนเบรค ร้อยละ 20.17 และที่ความเร็วรอบ 3,600 รอบต่อนาที ให้ประสิทธิภาพเชิงความร้อนเบรคต่ำสุด ร้อยละ 6.71 ประสิทธิภาพเชิงความร้อนเบรคโดยเฉลี่ยมีค่ามากกว่าจากการใช้แก๊สโซลีน ร้อยละ 21



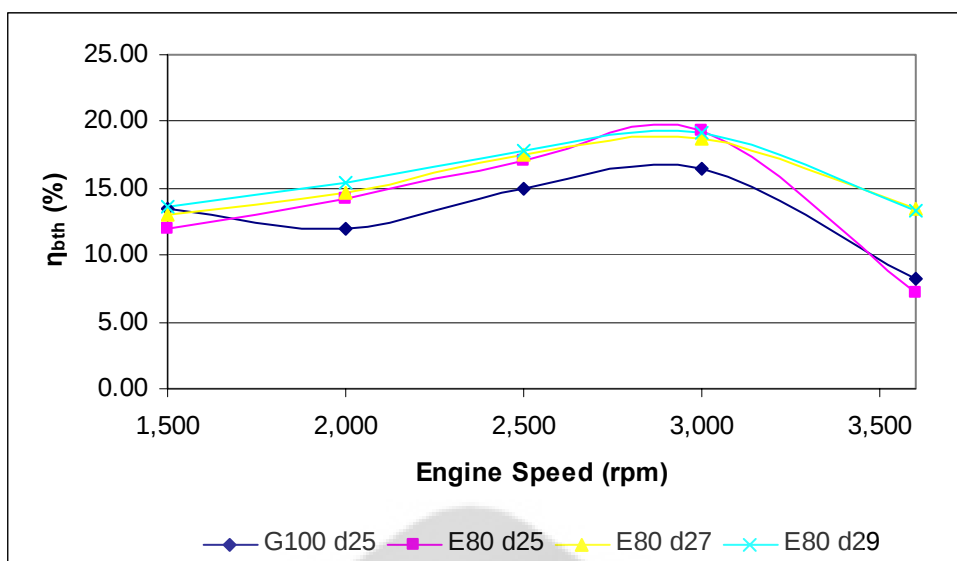
ภาพประกอบ 42 แสดงกราฟเปรียบเทียบประสิทธิภาพเชิงความร้อนเบรคเครื่องยนต์
อัตราส่วนผสม 90 : 10

จากภาพประกอบ 42 จะเห็นได้ว่าการใช้เอทานอลต่อแก๊สโซลีนเป็นเชื้อเพลิงในการทดสอบ ที่อัตราส่วนผสม 90 : 10 จากกราฟความเร็วรอบที่ให้ประสิทธิภาพเชิงความร้อนเบรคสูงสุด คือ ที่ 3,000 รอบต่อนาที ประสิทธิภาพเชิงความร้อนเบรค ร้อยละ 19.52 และที่ความเร็วรอบ 3,600 รอบต่อนาที ให้ประสิทธิภาพเชิงความร้อนเบรคต่ำสุด ร้อยละ 6.58 ประสิทธิภาพเชิงความร้อนเบรคโดยเฉลี่ยมีค่ามากกว่าจากการใช้แก๊สโซลีน ร้อยละ 18



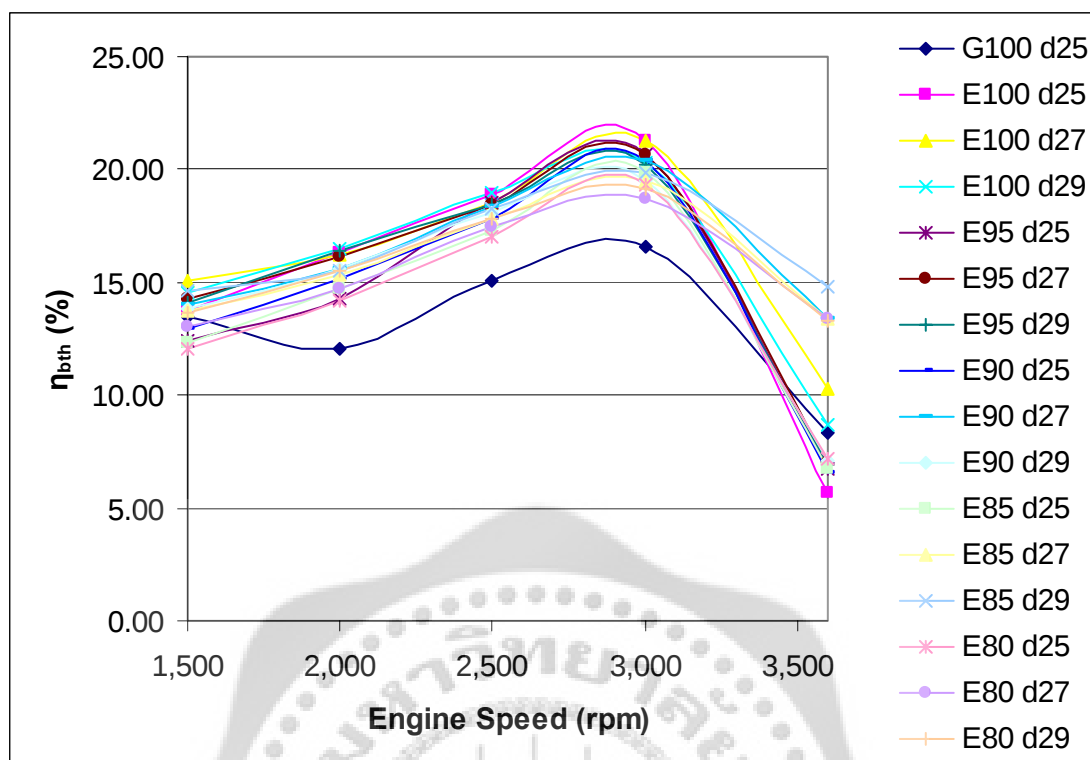
ภาพประกอบ 43 แสดงกราฟเปรียบเทียบประสิทธิภาพเชิงความร้อนเบรคเครื่องยนต์
อัตราส่วนผสม 85 : 15

จากภาพประกอบ 43 จะเห็นได้ว่าการใช้เอทานอลต่อแก๊สโซลีนเป็นเชื้อเพลิงในการทดสอบ ที่อัตราส่วนผสม 85 : 15 จากกราฟความเร็วรอบที่ให้ประสิทธิภาพเชิงความร้อนเบรคสูงสุด คือ ที่ 3,000 รอบต่อนาที ประสิทธิภาพเชิงความร้อนเบรค ร้อยละ 19.53 และที่ความเร็วรอบ 3,600 รอบต่อนาที ให้ประสิทธิภาพเชิงความร้อนเบรคต่ำสุด ร้อยละ 6.74 ประสิทธิภาพเชิงความร้อนเบรคโดยเฉลี่ยมีค่ามากกว่าจากการใช้แก๊สโซลีน ร้อยละ 18



ภาพประกอบ 44 แสดงกราฟเปรียบเทียบประสิทธิภาพเชิงความร้อนเบรคเครื่องยนต์
อัตราส่วนผสม 80 : 20

จากภาพประกอบ 44 จะเห็นได้ว่าการใช้เอทานอลต่อแก๊สโซลีนเป็นเชื้อเพลิงในการทดสอบ ที่อัตราส่วนผสม 80 : 20 จากกราฟความเร็วรอบที่ให้ประสิทธิภาพเชิงความร้อนเบรคสูงสุด คือ ที่ 3,000 รอบต่อนาที ประสิทธิภาพเชิงความร้อนเบรค ร้อยละ 18.74 และที่ความเร็วรอบ 3,600 รอบต่อนาที ให้ประสิทธิภาพเชิงความร้อนเบรคต่ำสุด ร้อยละ 7.16 ประสิทธิภาพเชิงความร้อนเบรคโดยเฉลี่ยมีค่ามากกว่าจากการใช้แก๊สโซลีน ร้อยละ 13



ภาพประกอบ 45 แสดงกราฟเปรียบเทียบประสิทธิภาพเชิงความร้อนเบรกที่ใช้เอทานอลที่อัตราส่วน 5 ส่วนผสม กับความเร็วรอบของเครื่องยนต์

จากภาพประกอบ 45 ผลการทดสอบการใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิงหลักที่อัตราส่วน 5 ส่วนผสมมีประสิทธิภาพเชิงความร้อนเบรกที่แตกต่างกัน จากกราฟจะเห็นว่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนเบรกของเอทานอล ช่วงระหว่างความเร็วรอบ ประมาณ 2,000 – 3,000 รอบต่อนาที จะค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนเบรกสูงกว่าแก๊สโซลีนเล็กน้อย มีผลมาจากคุณสมบัติของการเผาไหม้ของเอทานอลที่ต่ำ ทำให้การสูญเสียความร้อนที่เกิดจากการนำและการแผ่รังสีของเครื่องยนต์น้อย ทำให้มีประสิทธิภาพเชิงความร้อนเบรกมากกว่าแก๊สโซลีน

จากข้อมูลการทดลองหาแรงบิดกับความสัมพันธ์ความเร็วรอบ (ช่วงความเร็วรอบที่ 1,500 – 3,000 รอบต่อนาที) ส่วนผสมเชื้อเพลิง (E100, E95, E90, E85, E80) และองศาการจุดระเบิด สามารถวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ในรูปของสมการเชิงเส้นไว้ดังนี้

Brake Thermal Efficiency

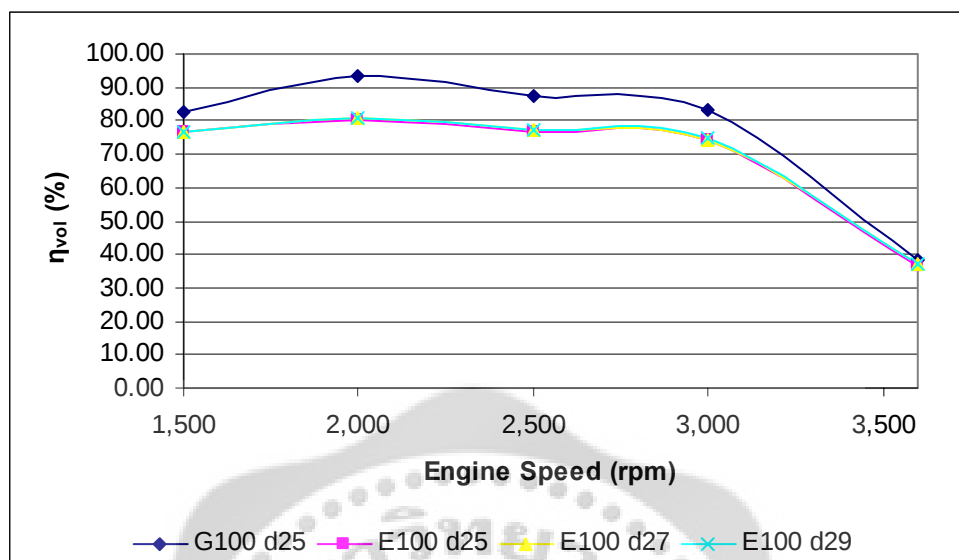
$$\begin{aligned}
 &= 4.595 + 4.295N \\
 &\quad + 3.0253E_{100} + 2.4203E_{95} + 2.1845E_{90} + 1.9486E_{85} + 1.4261E_{80} \\
 &\quad + 0.5115d_{27} + 0.5825d_{29}
 \end{aligned}$$

โดยมี Brake Thermal Efficiency (η_{bth}) = ประสิทธิภาพเชิงความร้อนเบรค, ร้อยละ

ซึ่งผลจากการเชิงเส้นดังกล่าวสามารถสรุปได้ว่า ประสิทธิภาพเชิงความร้อนเบรคที่ดีที่สุดของการใช้ เอทานอลเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้แก๊สโซลีนได้แก่ E100 และมีองศาการจุดระเบิดก่อนศูนย์ตายบน 25 องศา ซึ่งจากผลการทดลองให้ประสิทธิภาพเชิงความร้อนเบรค ที่ความเร็วรอบ 1,500 รอบต่อนาที เท่ากับ ร้อยละ 13.75 ที่ 2,000 รอบต่อนาที เท่ากับ ร้อยละ 16.32 ที่ 2,500 รอบต่อนาที เท่ากับ ร้อยละ 18.90 ที่ 3,000 รอบต่อนาที เท่ากับ ร้อยละ 21.31 ที่ 3,600 รอบต่อนาที เท่ากับ ร้อยละ 5.66 มีค่าเพิ่มเฉลี่ย ประมาณร้อยละ 28.83 ของการใช้แก๊สโซลีน



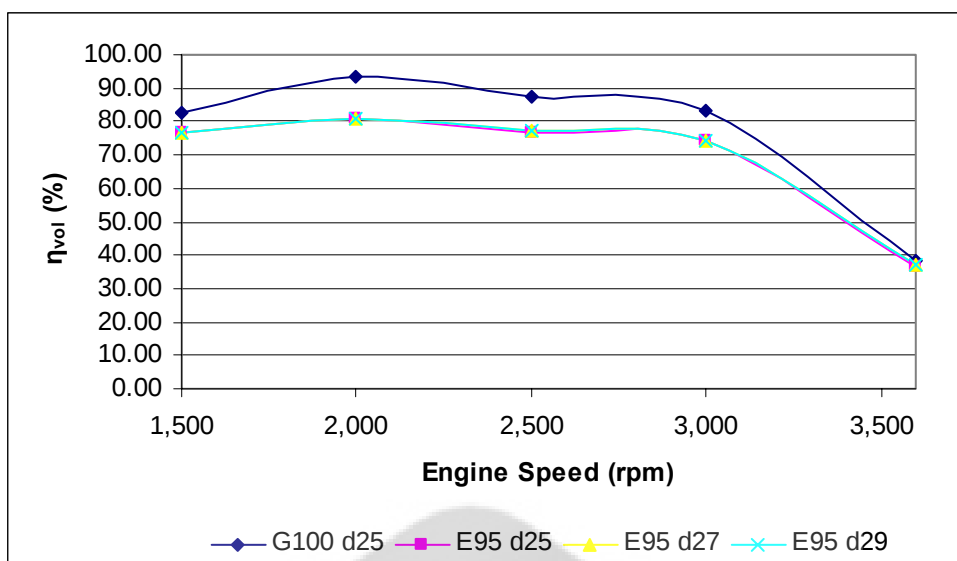
6. ประสิทธิภาพเชิงปริมาตร



ภาพประกอบ 46 แสดงกราฟเปรียบเทียบประสิทธิภาพเชิงปริมาตรเครื่องยนต์

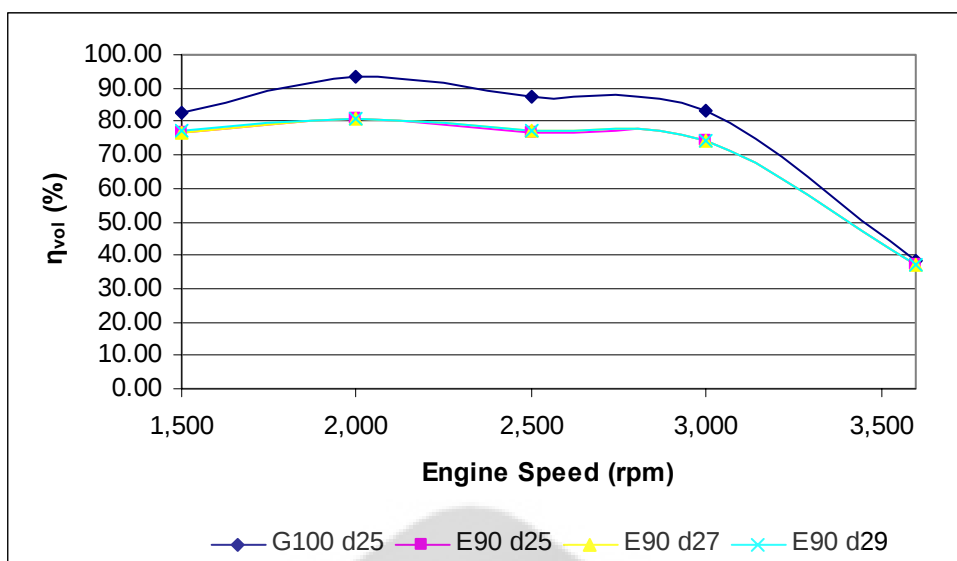
อัตราส่วนผสม 100 : 0

จากภาพประกอบ 46 จะเห็นได้ว่าการใช้เอทานอลต่อแก๊สโซลีนเป็นเชื้อเพลิงในการทดสอบ ที่อัตราส่วนผสม 100 : 0 จากกราฟความเร็วรอบที่ให้ประสิทธิภาพเชิงปริมาตรสูงสุด คือ ที่ 2,000 รอบต่อนาที ประสิทธิภาพเชิงปริมาตร ร้อยละ 80.89 และที่ความเร็วรอบ 3,600 รอบต่อนาที ให้ประสิทธิภาพเชิงปริมาตรต่ำสุด ร้อยละ 36.61 ประสิทธิภาพเชิงปริมาตรโดยเฉลี่ยมีค่าลดลงจากการใช้แก๊สโซลีน ร้อยละ 13



ภาพประกอบ 47 แสดงกราฟเปรียบเทียบประสิทธิภาพเชิงปริมาตรเครื่องยนต์
อัตราส่วนผสม 95 : 5

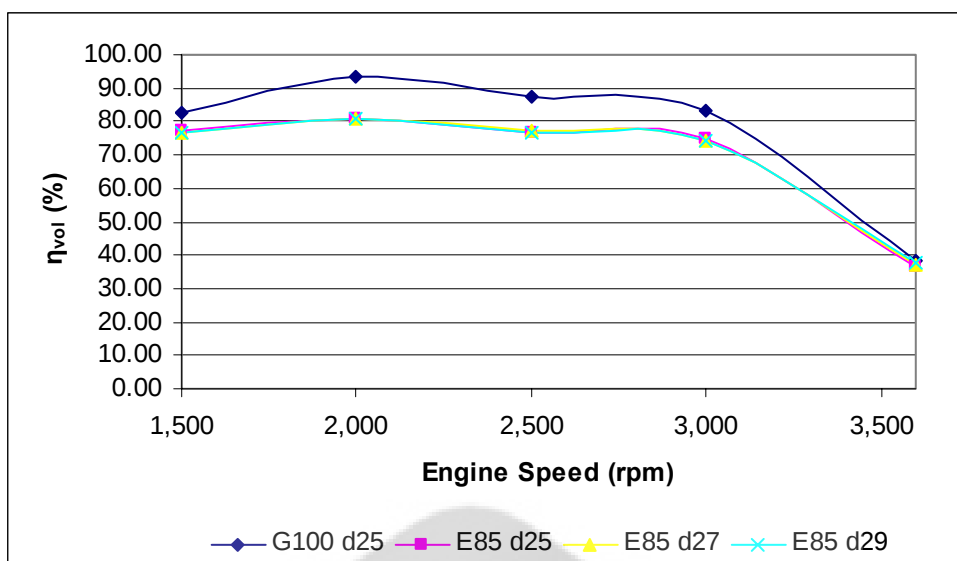
จากภาพประกอบ 47 จะเห็นได้ว่าการใช้เอทานอลต่อแก๊สโซลีนเป็นเชื้อเพลิงในการทดสอบ ที่อัตราส่วนผสม 95 : 5 จากกราฟความเร็วรอบที่ให้ประสิทธิภาพเชิงปริมาตรสูงสุด คือ ที่ 2,000 รอบต่อนาที ประสิทธิภาพเชิงปริมาตร ร้อยละ 80.81 และที่ความเร็วรอบ 3,600 รอบต่อนาที ให้ประสิทธิภาพเชิงปริมาตรต่ำสุด ร้อยละ 36.53 ประสิทธิภาพเชิงปริมาตรโดยเฉลี่ยมีค่าลดลงจากการใช้แก๊สโซลีน ร้อยละ 13



ภาพประกอบ 48 แสดงกราฟเปรียบเทียบประสิทธิภาพเชิงปริมาตรเครื่องยนต์

อัตราส่วนผสม 90 : 10

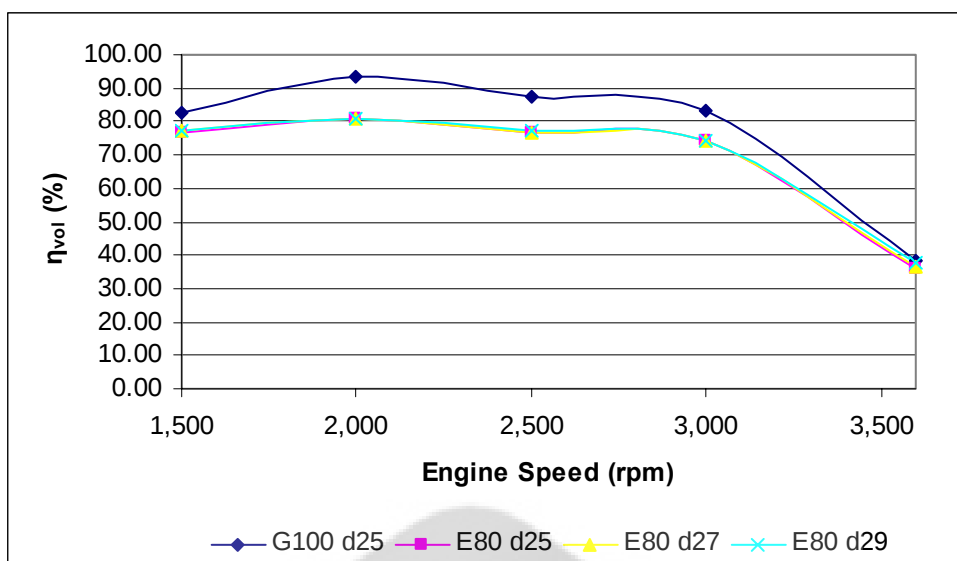
จากภาพประกอบ 48 จะเห็นได้ว่าการใช้เอทานอลต่อแก๊สโซลีนเป็นเชื้อเพลิงในการทดสอบ ที่อัตราส่วนผสม 90 : 10 จากกราฟความเร็วรอบที่ให้ประสิทธิภาพเชิงปริมาตรสูงสุด คือ ที่ 2,000 รอบต่อนาที ประสิทธิภาพเชิงปริมาตร ร้อยละ 80.89 และที่ความเร็วรอบ 3,600 รอบต่อนาที ให้ประสิทธิภาพเชิงปริมาตรต่ำสุด ร้อยละ 36.89 ประสิทธิภาพเชิงปริมาตรโดยเฉลี่ยมีค่าลดลงจากการใช้แก๊สโซลีน ร้อยละ 13



ภาพประกอบ 49 แสดงกราฟเปรียบเทียบประสิทธิภาพเชิงปริมาตรเครื่องยนต์

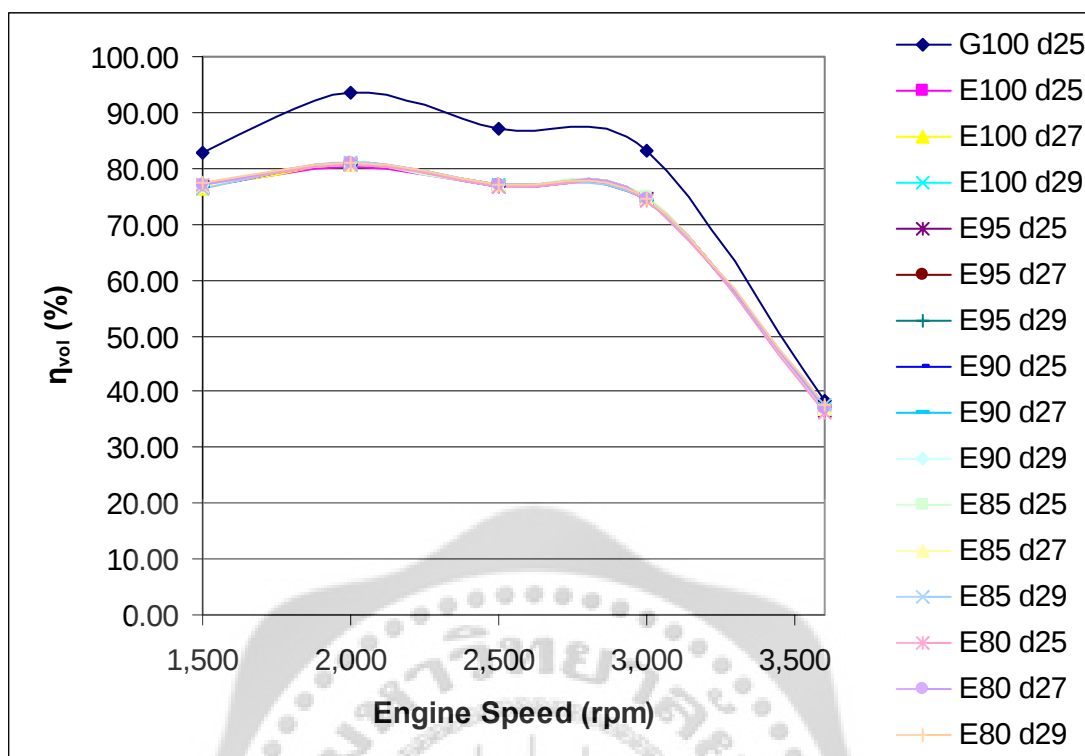
อัตราส่วนผสม 85 : 15

จากภาพประกอบ 49 จะเห็นได้ว่าการใช้เอทานอลต่อแก๊สโซลีนเป็นเชื้อเพลิงในการทดสอบ ที่อัตราส่วนผสม 85 : 15 จากกราฟความเร็วรอบที่ให้ประสิทธิภาพเชิงปริมาตรสูงสุด คือ ที่ 2,000 รอบต่อนาที ประสิทธิภาพเชิงปริมาตร ร้อยละ 80.89 และที่ความเร็วรอบ 3,600 รอบต่อนาที ให้ประสิทธิภาพเชิงปริมาตรต่ำสุด ร้อยละ 36.49 ประสิทธิภาพเชิงปริมาตร โดยเฉลี่ยมีค่าลดลงจากการใช้แก๊สโซลีน ร้อยละ 13



ภาพประกอบ 50 แสดงกราฟเปรียบเทียบประสิทธิภาพเชิงปริมาตร เครื่องยนต์
อัตราส่วนผสม 80 : 20

จากภาพประกอบ 50 จะเห็นได้ว่าการใช้เอทานอลต่อแก๊สโซลีนเป็นเชื้อเพลิงในการทดสอบ ที่อัตราส่วนผสม 80 : 20 จากกราฟความเร็วรอบที่ให้ประสิทธิภาพเชิงปริมาตรสูงสุด คือ ที่ 2,000 รอบต่อนาที ประสิทธิภาพเชิงปริมาตร ร้อยละ 80.89 และที่ความเร็วรอบ 3,600 รอบต่อนาที ให้ประสิทธิภาพเชิงปริมาตรต่ำสุด ร้อยละ 36.20 ประสิทธิภาพเชิงปริมาตรโดยเฉลี่ยมีค่าลดลงจากการใช้แก๊สโซลีน ร้อยละ 13



ภาพประกอบ 51 แสดงกราฟเปรียบเทียบที่ใช้เอทานอลประสิทธิภาพเชิงปริมาตร ที่อัตราส่วน 5 ส่วนผสม กับความเร็วรอบของเครื่องยนต์

จากภาพประกอบ 51 ผลการทดสอบการใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิงหลักที่อัตราส่วน 5 ส่วนผสมมีประสิทธิภาพเชิงปริมาตรที่ต่ำกว่า การใช้แก๊สโซลีนและมีประสิทธิภาพเชิงปริมาตร แตกต่างกัน ทุกความเร็วรอบของเครื่องยนต์ มีผลมาจากการเปิดไค์ ร้อยละ 25 ปิดกั้นทางเดินของอากาศ ทำให้ปริมาตรของอากาศเข้าได้น้อยกว่าปกติ อีกทั้งในอัตราส่วนแต่ละอัตราส่วน มีแก๊สโซลีนผสมอยู่ในสัดส่วนที่แตกต่างกันออกไป จากกราฟจะเห็นว่าประสิทธิภาพเชิงปริมาตรของการใช้เอทานอลสูงสุดประมาณ 2,000 รอบต่อนาที และจะลดน้อยลงของความเร็วรอบที่สูงขึ้น ถ้าเปรียบเทียบระหว่างแก๊สโซลีนมีประสิทธิภาพเชิงปริมาตรสูงกว่าเอทานอลเล็กน้อย

จากข้อมูลการทดลองหาแรงบิดกับความสัมพันธ์ความเร็วรอบ (ช่วงความเร็วรอบที่ 1,500 – 3,000 รอบต่อนาที) ส่วนผสมเชื้อเพลิง (E100, E95, E90, E85, E80) และองศาการจุดระเบิด สามารถวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ในรูปของสมการเชิงเส้นไว้ดังนี้

Volumetric Efficiency

$$= \begin{matrix} 91.464 & -2.122N \\ -9.5662E_{100} & -9.5270E_{95} & -9.5504E_{90} & -9.5637E_{85} & -9.4562E_{80} \end{matrix}$$

$$+0.057d_{27} \quad +0.138d_{29}$$

โดยมี Volumetric Efficiency (η_{vol}) = ประสิทธิภาพเชิงปริมาตร, ร้อยละ

ซึ่งผลจากการเชิงเส้นดังกล่าวสามารถสรุปได้ว่า ประสิทธิภาพเชิงปริมาตร ที่ดีที่สุดของการใช้ เอทานอลเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้แก๊สโซลีนได้แก่ E80 และมีองศาการจุดระเบิดก่อนศูนย์ตายบน 29 องศา ซึ่งจากผลการทดลองให้ประสิทธิภาพเชิงปริมาตร ที่ความเร็วรอบ 1,500 รอบต่อนาที เท่ากับ ร้อยละ 77.28 ที่ 2,000 รอบต่อนาที เท่ากับ ร้อยละ 80.89 ที่ 2,500 รอบต่อนาที เท่ากับ ร้อยละ 76.97 ที่ 3,000 รอบต่อนาที เท่ากับ ร้อยละ 74.55 ที่ 3,600 รอบต่อนาที เท่ากับ ร้อยละ 37.47 มีค่าลดลงเฉลี่ย ประมาณร้อยละ 13.67 ของการใช้แก๊สโซลีน



บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ศึกษาสมรรถนะเครื่องยนต์แก๊สโซลีนขนาดเล็กที่ใช้เอทานอลเป็นส่วนผสมเชื้อเพลิงหลักในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายเพื่อศึกษาสมรรถนะเครื่องยนต์แก๊สโซลีนขนาดเล็กที่ใช้เอทานอลเป็นส่วนผสมเชื้อเพลิงหลัก

ผลของการวิจัยครั้งนี้ได้ศึกษาสมรรถนะเครื่องยนต์แก๊สโซลีนขนาดเล็กที่ใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิงหลัก และได้แนวทางในการใช้พลังงานหมุนเวียนที่สามารถทดแทน การนำเข้าน้ำมันเชื้อเพลิงจากต่างประเทศ และได้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนา การใช้เอทานอลมาเป็นเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องยนต์อโตเลททรอนิกส์ควบคุมการป้อนเชื้อเพลิง และเครื่องยนต์ดีเซลในอนาคตต่อไป

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งสมมุติฐานของการวิจัยเครื่องยนต์แก๊สโซลีนขนาดเล็กที่ใช้เชื้อเพลิงระหว่างเอทานอลต่อแก๊สโซลีน อัตราส่วนผสม จำนวน 5 ส่วนผสม ได้แก่ 100 : 0, 95 : 5, 90 : 10, 85 : 15, 80 : 20 มีสมรรถนะดี

สรุปผลการวิจัย

จากการทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์แก๊สโซลีนขนาดเล็กที่ใช้เอทานอลเป็นส่วนผสมเชื้อเพลิงหลัก โดยใช้อัตราส่วนระหว่างเอทานอลกับแก๊สโซลีน 5 ส่วนผสม คือ 100 : 0, 95 : 5, 90 : 10, 85 : 15, 80 : 20 ผู้วิจัยได้ทำการปรับแต่งเครื่องยนต์แก๊สโซลีนขนาดเล็ก ได้แก่ 1. ปรับแต่งผสมส่วนระหว่างอากาศต่อเชื้อเพลิงที่คาร์บูเรเตอร์ โดยการเปิดไชค์ ประมาณร้อยละ 25 เพื่อลดปริมาตรของอากาศ เพราะว่าในเอทานอลมีส่วนประกอบของออกซิเจนเป็นองค์ประกอบ ปกติเอทานอลมีอัตราส่วนอากาศต่อเชื้อเพลิงทางทฤษฎีประมาณ 9 : 1 ทำให้เกิดการเผาไหม้สมบูรณ์ 2. ปรับแต่งองศาการจุดระเบิด เนื่องจากเอทานอล มีจุดวาบไฟที่ต่ำกว่าแก๊สโซลีนจึงจำเป็นต้องปรับองศาการจุดระเบิดให้เหมาะสมกับการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ ผู้วิจัยได้ปรับองศาการจุดระเบิดไว้ 2 ช่วง ได้แก่ 1. ปรับองศาการจุดระเบิดก่อนศูนย์ตายบนที่ 27 องศา 2. ปรับองศาการจุดระเบิดก่อนศูนย์ตายบนที่ 29 องศา เพื่อนำมาในการพิจารณาสมรรถนะเครื่องยนต์แก๊สโซลีนขนาดเล็กที่ใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิงหลัก ซึ่งสรุปผลการวิจัยดังนี้

1. กำลังงานเบรค

แรงบิดที่ดีที่สุดของการใช้เอทานอล เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้แก๊สโซลีนได้แก่ E80 และมีองศาการจุดระเบิดก่อนศูนย์ตายบน 29 องศา ซึ่งจากผลการทดลองให้ค่าแรงบิด ที่ความเร็วรอบ 1,500 รอบต่อนาที เท่ากับ 5.27 N.m ที่ 2,000 รอบต่อนาที เท่ากับ 5.33 N.m ที่ 2,500 รอบต่อนาที

เท่ากับ 5.45 N.m ที่ 3,000 รอบต่อนาที เท่ากับ 5.51 N.m ที่ 3,600 รอบต่อนาที เท่ากับ 2.75 N.m มีค่าลดลงเฉลี่ย ประมาณร้อยละ 9.98 ของการใช้แก๊สโซลีน มีผลมาจากการปรับแต่งเครื่องยนต์ แก๊สโซลีน โดยทำการปรับแต่งส่วนผสมระหว่างอากาศต่อเชื้อเพลิงและองศาการจุดระเบิด 29 องศา ทำให้การเผาไหม้เหมาะสมที่อัตราส่วนผสม 80 : 20 ดีที่สุดกว่าอัตราส่วนผสมอื่น

กำลังงานเบรคที่ดีที่สุดของการใช้เอทานอลเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้แก๊สโซลีน ได้แก่ E80 และมีองศาการจุดระเบิดก่อนศูนย์ตายบน 29 องศา ซึ่งจากผลการทดลองให้กำลังงานเบรค ที่ความเร็วรอบ 1,500 รอบต่อนาที เท่ากับ 0.82 kW. ที่ 2,000 รอบต่อนาที เท่ากับ 1.11 kW. ที่ 2,500 รอบต่อนาที เท่ากับ 1.42 kW. ที่ 3,000 รอบต่อนาที เท่ากับ 1.73 kW. ที่ 3,600 รอบต่อนาที เท่ากับ 1.03 kW. มีค่าลดลงเฉลี่ย ประมาณร้อยละ 10 ของการใช้แก๊สโซลีน

สรุปได้ว่า จากการทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์แก๊สโซลีนขนาดเล็ก อัตราส่วนผสม 5 ส่วนผสม ที่อัตราส่วนผสม 80 : 20 องศาการจุดระเบิดก่อนศูนย์ตายบนที่ 29 องศา กำลังงานเบรคสูงสุด ประมาณ 1.73 kW. หรือประมาณ 2.32 hp ที่ 3,000 รอบต่อนาที และแรงบิดสูงสุด ประมาณ 5.51 N.m. ที่ 3,000 รอบต่อนาที ได้กำลังงานเบรคต่ำกว่า ประมาณร้อยละ 10 และแรงบิดต่ำกว่า ประมาณ ร้อยละ 9.98 ของการใช้แก๊สโซลีน

2. อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรค

อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรคที่ดีที่สุด ของการใช้เอทานอล เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้แก๊สโซลีนได้แก่ E85 และมีองศาการจุดระเบิดก่อนศูนย์ตายบน 29 องศา ซึ่งจากผลการทดลองให้อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรค ที่ความเร็วรอบ 1,500 รอบต่อนาที เท่ากับ 0.76 kg/kW.hr ที่ 2,000 รอบต่อนาที เท่ากับ 0.71 kg/kW.hr ที่ 2,500 รอบต่อนาที เท่ากับ 0.60 kg/kW.hr ที่ 3,000 รอบต่อนาที เท่ากับ 0.56 kg/kW.hr ที่ 3,600 รอบต่อนาที เท่ากับ 0.75 kg/kW.hr มีค่าเพิ่มเฉลี่ย ประมาณร้อยละ 22.80 ของการใช้แก๊สโซลีน มีผลมาจากที่อัตราส่วนผสม เอทานอลต่อแก๊สโซลีน มีการปรับแต่งส่วนผสมระหว่างอากาศต่อเชื้อเพลิงที่เกิดความเหมาะสมใน อัตราส่วนผสม และองศาการจุดระเบิด 29 องศา

สรุปได้ว่า จากการทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์แก๊สโซลีนขนาดเล็ก อัตราส่วนผสม 5 ส่วนผสม ที่อัตราส่วนผสม 85 : 15 องศาการจุดระเบิดก่อนศูนย์ตายบนที่ 29 องศา อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรค ต่ำสุดประมาณ 0.56 kg/kW.hr ที่ 3,000 รอบต่อนาที ได้อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรค สูงกว่าประมาณร้อยละ 22.80 ของการใช้แก๊สโซลีน

3. อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะเบรค

อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะเบรคที่ดีที่สุด ของการใช้ เอทานอล เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้แก๊สโซลีนได้แก่ E80 และมีองศาการจุดระเบิดก่อนศูนย์ตายบน 25 องศา

ซึ่งจากผลการทดลองให้อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะเบรค ที่ความเร็วรอบ 1,500 รอบต่อนาที เท่ากับ 29,877 kJ/kW.hr ที่ 2,000 เท่ากับ 25,319 kJ/kW.hr ที่ 2,500 รอบต่อนาที เท่ากับ 21,160 kJ/kW.hr ที่ 3,000 รอบต่อนาที เท่ากับ 18,631 kJ/kW.hr ที่ 3,600 รอบต่อนาที เท่ากับ 50,205 kJ/kW.hr มีค่าลดลงเฉลี่ย ประมาณร้อยละ 14.35 ของการใช้แก๊สโซลีน มีผลมาจากที่อัตราส่วนผสมระหว่างเอทานอลต่อแก๊สโซลีนในสัดส่วนแก๊สโซลีนมากขึ้นกว่าอัตราส่วนผสมอื่น อีกทั้งมีการปรับแต่งส่วนผสมระหว่างอากาศต่อเชื้อเพลิงและองศาการจุดระเบิด

สรุปได้ว่า จากการทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์แก๊สโซลีนขนาดเล็ก อัตราส่วนผสม 5 ส่วนผสม ที่อัตราส่วนผสม 80 : 20 องศาการจุดระเบิดก่อนศูนย์ตายบนที่ 25 องศา อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะเบรค ต่ำสุดประมาณ 18,631 kJ/kW.hr ที่ 3,000 รอบต่อนาที ได้อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะเบรค ต่ำกว่าประมาณร้อยละ 14.35 ของการใช้แก๊สโซลีน

4. ประสิทธิภาพเชิงความร้อนเบรค

ประสิทธิภาพเชิงความร้อนเบรคที่ดีที่สุด ของการใช้ เอทานอลเมื่อเปรียบเทียบกับ การใช้แก๊สโซลีนได้แก่ E100 และมีองศาการจุดระเบิดก่อนศูนย์ตายบน 25 องศา ซึ่งจากผลการทดลองให้ ประสิทธิภาพเชิงความร้อนเบรค ที่ความเร็วรอบ 1,500 รอบต่อนาที เท่ากับ ร้อยละ 13.75 ที่ 2,000 รอบต่อนาที เท่ากับ ร้อยละ 16.32 ที่ 2,500 รอบต่อนาที เท่ากับ ร้อยละ 18.90 ที่ 3,000 รอบต่อนาที เท่ากับ ร้อยละ 21.31 ที่ 3,600 รอบต่อนาที เท่ากับ ร้อยละ 5.66 มีค่าเพิ่มเฉลี่ย ประมาณร้อยละ 28.83 ของการใช้แก๊สโซลีน มีผลมาจากที่อัตราส่วนผสมระหว่างเอทานอลต่อแก๊สโซลีน ที่อัตราส่วนผสม 100 : 0 มีเอทานอลร้อยละ 100 และมีการปรับแต่งส่วนผสมระหว่างอากาศต่อเชื้อเพลิง

สรุปได้ว่า จากการทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์แก๊สโซลีนขนาดเล็ก อัตราส่วนผสม 5 ส่วนผสม ที่อัตราส่วนผสม 100 : 0 องศาการจุดระเบิดก่อนศูนย์ตายบนที่ 25 องศา ประสิทธิภาพเชิงความร้อนเบรค สูงสุด ประมาณ ร้อยละ 21.31 ที่ 3,000 รอบต่อนาที ได้ประสิทธิภาพเชิงความร้อนเบรค สูงกว่าประมาณร้อยละ 28.83 ของการใช้แก๊สโซลีน

5. ประสิทธิภาพเชิงปริมาตร

ประสิทธิภาพเชิงปริมาตร ที่ดีที่สุดของการใช้ เอทานอลเมื่อเปรียบเทียบกับ การใช้แก๊สโซลีนได้แก่ E80 และมีองศาการจุดระเบิดก่อนศูนย์ตายบน 29 องศา ซึ่งจากผลการทดลองให้ประสิทธิภาพเชิงปริมาตร ที่ความเร็วรอบ 1,500 รอบต่อนาที เท่ากับ ร้อยละ 77.28 ที่ 2,000 รอบต่อนาที เท่ากับ ร้อยละ 80.89 ที่ 2,500 รอบต่อนาที เท่ากับ ร้อยละ 76.97 ที่ 3,000 รอบต่อนาที เท่ากับ ร้อยละ 74.55 ที่ 3,600 รอบต่อนาที เท่ากับ ร้อยละ 37.47 มีค่าลดลงเฉลี่ย ประมาณร้อยละ 10.20 ของการใช้แก๊สโซลีน มีผลมาจากที่อัตราส่วนผสมระหว่างเอทานอลต่อแก๊สโซลีน อีกทั้งมีการปรับแต่งส่วนผสมระหว่างอากาศต่อเชื้อเพลิงและองศาการจุดระเบิด

สรุปได้ว่า จากการทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์แก๊สโซลีนขนาดเล็ก อัตราส่วนผสม 5 ส่วนผสม ที่อัตราส่วนผสม 80 : 20 องศาการจุดระเบิดก่อนศูนย์ตายบนที่ 29 องศา ประสิทธิภาพเชิงปริมาตร ประมาณ ร้อยละ 74.55 ที่ 3,000 รอบต่อนาที ได้ประสิทธิภาพเชิงปริมาตร ต่ำกว่าประมาณ ร้อยละ 13.67 ของการใช้แก๊สโซลีน

อภิปรายผลการวิจัย

1. กำลังงานเบรค

จากการทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์แก๊สโซลีนขนาดเล็ก ที่อัตราส่วนผสม 80 : 20 องศาการจุดระเบิดก่อนศูนย์ตายบนที่ 29 องศา ให้กำลังงานเบรค และแรงบิดสูงสุด ที่ 3,000 รอบต่อนาที เนื่องจากอัตราส่วนผสมระหว่างเอทานอลต่อแก๊สโซลีน มีสัดส่วนที่มากของแก๊สโซลีน ประมาณร้อยละ 20 ซึ่งเป็นสัดส่วนที่ทำให้เกิดการเผาไหม้สมบูรณ์ และปริมาณค่าความร้อนของแก๊สโซลีนที่สูง ผลที่ได้ คือ ได้ค่าความร้อนที่สูง จึงเกิดการเผาไหม้อย่างรุนแรง ทำให้มีกำลังงานเบรคที่ดี เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้แก๊สโซลีนเป็นเชื้อเพลิง จะให้กำลังงาน และแรงบิดที่ต่ำกว่าการใช้แก๊สโซลีนเป็นเชื้อเพลิง จากงานวิจัยที่ผ่านมาได้ศึกษาผลกระทบของเครื่องยนต์ที่ใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิง ผลจากการทดลองปรากฏว่าเครื่องยนต์ที่ใช้เอทานอลให้ค่าแรงบิดและกำลังงานเบรคต่ำกว่าการใช้แก๊สโซลีนเป็นเชื้อเพลิง (ลิขิต ไสหนู. 2544 : ไม่ปรากฏเลขหน้า)

2. อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรค

จากการทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์แก๊สโซลีนขนาดเล็ก ที่อัตราส่วนผสม 85 : 15 องศาการจุดระเบิดก่อนศูนย์ตายบนที่ 29 องศา ให้อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรคต่ำสุด เมื่อเทียบกับอัตราส่วนผสมอื่น เนื่องจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงในสัดส่วนที่พอเหมาะระหว่างเอทานอลกับแก๊สโซลีน จะเห็นว่าในอัตราส่วนผสม 85 : 15 เอทานอลร้อยละ 85 เมื่อเปรียบเทียบกับค่าแก๊สโซลีนร้อยละ 15 จากเอทานอลมีประมาณร้อยละ 85 เอทานอล เมื่อเกิดการเผาไหม้จะมีลักษณะมีจุดวาบไฟที่ช้ากว่าแก๊สโซลีน แต่เผาไหม้ได้เร็วและการเผาไหม้ในสภาวะสมบูรณ์กว่าจึงใช้พลังงานการเผาไหม้มากกว่า อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรค ทำให้เกิดการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงมากกว่าปกติ และที่สำคัญ เอทานอลเมื่อเกิดการเผาไหม้ ต้องใช้จำนวนเชื้อเพลิงมาก เพื่อให้ค่าความพลังงานความร้อนออกมาเท่ากัน ในส่วนนี้ซึ่งแก๊สโซลีน ผสมอยู่ในส่วนผสมร้อยละ 15 จึงทำให้การเผาไหม้เชื้อเพลิงที่มากกว่าปกติ จากเอทานอลร้อยละ 100 ลดปริมาณเอทานอลลงมีผลทำให้อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรคในอัตราส่วนผสม 85 : 15 ประหยัดเชื้อเพลิงมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับอัตราส่วนผสมอื่น จากงานวิจัยที่ผ่านมาได้ศึกษาการใช้แอลกอฮอล์เป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ โดยการพิจารณาเปรียบเทียบสมรรถนะ ผลจากการทดลองปรากฏว่าเครื่องยนต์มีอัตราการกิน

น้ำมันเชื้อเพลิงต่อหน่วยพลังงานเพิ่มขึ้น เมื่อส่วนผสมของเชื้อเพลิงมีปริมาณแอลกอฮอล์ที่เพิ่มขึ้น (ชูเกียรติ คุปตานนท์. 2523 : ไม่ปรากฏเลขหน้า)

3. อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะเบรค

จากการทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์แก๊สโซลีนขนาดเล็ก ที่อัตราส่วนผสม 80 : 20 องศาการจุดระเบิดก่อนศูนย์ตายบนที่ 25 องศา ให้อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะเบรคต่ำสุด เนื่องจากอัตราส่วนผสมระหว่างเอทานอลต่อแก๊สโซลีนมีสัดส่วนที่มากกว่าสัดส่วนอื่น คือ มีเอทานอลร้อยละ 80 ซึ่งมีค่าความร้อนเชื้อเพลิงของเอทานอลต่ำ แต่ค่าความร้อนของแก๊สโซลีนที่มีประมาณร้อยละ 20 ถ้าคิดที่อัตราส่วนผสมอื่น อัตราส่วนผสม 80 : 20 ค่าความร้อนสูงกว่าอัตราส่วนผสมอื่น จึงทำให้เกิดอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะเบรคที่ใกล้เคียงกับการใช้แก๊สโซลีนเป็นเชื้อเพลิง จะเห็นจากกราฟพบว่า การใช้งานจริงของทำงานเครื่องยนต์ปกติ จะทำงานอยู่ช่วงประมาณ 2,500 – 3,000 รอบต่อนาที เพราะฉะนั้นอัตราส่วนผสม 80 : 20 มีค่าพลังงานความร้อนที่สูง และค่าอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะเบรค จะเป็นตัวบอกค่าจำนวนของพลังงานความร้อนของเชื้อเพลิงที่ได้จากการเผาไหม้เพื่อมาเปลี่ยนให้เป็นงาน ความสามารถในการเปลี่ยนพลังงานความร้อนเป็นงานได้ของเชื้อเพลิง ซึ่งเชื้อเพลิงที่ใช้พลังงานความร้อนที่น้อยกว่า ในการเปลี่ยนให้เป็นงานที่เท่ากันย่อมดีกว่า

4. ประสิทธิภาพเชิงความร้อนเบรค

จากการทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์แก๊สโซลีนขนาดเล็ก ที่อัตราส่วนผสม 100 : 0 องศาการจุดระเบิดก่อนศูนย์ตายบนที่ 25 องศา ให้ประสิทธิภาพเชิงความร้อนเบรคสูงกว่าอัตราส่วนผสมอื่น เนื่องจากเชื้อเพลิง เอทานอลมีค่าอุณหภูมิเปลวไฟที่ต่ำกว่าแก๊สโซลีน ซึ่งมีผลมาจากการสูญเสียความร้อนจากการนำและการแผ่รังสีของเครื่องยนต์ออกสู่บรรยากาศแวดล้อมน้อยกว่า ทำให้ประสิทธิภาพเครื่องยนต์สูงขึ้น จากคุณสมบัติของเอทานอลมีจุดวาบไฟที่ต่ำกว่าแก๊สโซลีนแต่เผาไหม้ได้เร็วกว่าแก๊สโซลีน ทำให้การสูญเสียความร้อนสู่บรรยากาศได้น้อย เนื่องจากที่ท่อไอเสียมีอุณหภูมิที่ต่ำกว่าปกติ จึงเกิดความหนาแน่นของอากาศทำให้การเผาไหม้ที่ความดันสูง ส่งผลให้มีประสิทธิภาพเชิงความร้อนสูง จากงานวิจัยที่ผ่านมาได้ทำการศึกษาการใช้แอลกอฮอล์เป็นเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องยนต์ดีเซลซึ่งเป็นการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ที่ใช้แอลกอฮอล์ ผลจากการทดลองปรากฏว่าเครื่องยนต์ที่ใช้เอทานอลผสม ให้ประสิทธิภาพเชิงความร้อนเบรคสูงกว่าการใช้น้ำมันดีเซล (จิรศักดิ์ จิระวาริ. 2529 : ไม่ปรากฏเลขหน้า)

5. ประสิทธิภาพเชิงปริมาตร

จากการทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์แก๊สโซลีนขนาดเล็ก ที่อัตราส่วนผสม 80 : 20 องศาการจุดระเบิดก่อนศูนย์ตายบนที่ 29 องศา ให้ประสิทธิภาพเชิงปริมาตร เทียบกับแก๊สโซลีน มีประสิทธิภาพเชิงปริมาตรต่ำกว่าแก๊สโซลีน มีผลมาจากเชื้อเพลิงที่ผสมเอทานอลต่อแก๊สโซลีน

ในสัดส่วน 80 : 20 เอทานอลร้อยละ 80 ซึ่งในตัวเอทานอลมีความสามารถดึงเอาความร้อนแฝงของการระเหยตัวมากกว่า แก๊สโซลีนแต่ในส่วนผสม 80 : 20 มีแก๊สโซลีนร้อยละ 20 จึงเกิดความร้อนแฝงที่น้อยกว่าส่วนผสมอื่น จึงทำให้อุณหภูมิในท่อไอเสียต่ำมาก และในการทดสอบยังมีการเปิดใช้ค ร้อยละ 25 ทำให้อากาศไหลเข้าได้ช้า จึงส่งผลให้ประสิทธิภาพเชิงปริมาตรลดลงกว่าการใช้แก๊สโซลีน

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

จากการทดลองเครื่องยนต์ใช้เอทานอลเป็นส่วนผสมหลักโดยหาค่าแรงบิด, กำลังงานเบรค, อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรค, อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะเบรค, ประสิทธิภาพเชิงความร้อนเบรค, ประสิทธิภาพเชิงปริมาตร สามารถสรุปได้ว่า

อัตราส่วนผสมเชื้อเพลิงที่สามารถให้สมรรถนะของเครื่องยนต์ได้ใกล้เคียงกับการใช้แก๊สโซลีน (น้ำมันเบนซิน) คือ การใช้เอทานอลอัตราส่วนผสม 80 : 20 องศาการจุดระเบิดก่อนศูนย์ ตายบนที่ 29 องศา และมีการปรับแต่งคาร์บูเรเตอร์ โดยการเปิดใช้ค ประมาณร้อยละ 25 ข้อควรพิจารณาในการนำไปใช้เพิ่มเติม ควรพิจารณาประเด็นดังต่อไปนี้

1.1 ราคาของเอทานอลที่ใช้เป็นเชื้อเพลิง เพราะว่าเอทานอลที่ผลิตได้มีปริมาณจำกัด ทำให้ราคาของเอทานอลมีราคาที่สูงกว่าแก๊สโซลีน (เอทานอล ราคาขีดละ 30 บาทต่อขีด, แก๊สโซลีน ราคาขีดละ 27.40 บาทต่อขีด ณ. วันที่ 29 พฤษภาคม พ.ศ. 2549)

1.2 เอทานอลที่ใช้ ควรเป็นเอทานอลที่มีความบริสุทธิ์สูง

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรทดสอบเครื่องยนต์แก๊สโซลีนขนาดเล็ก ที่ใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิงหลัก อัตราส่วนผสม 5 ส่วนผสม ในสภาวะการใช้งานของเครื่องยนต์จริง (ไม่ใช่ห้องทดสอบ)

2.2 ควรทดสอบเครื่องยนต์แก๊สโซลีนขนาดเล็ก ที่ใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิงหลัก อัตราส่วนผสม 5 ส่วนผสม โดยใช้เครื่องยนต์ต่างยี่ห้อ

2.3 ที่อัตราส่วนผสม 80 : 20 เป็นอัตราส่วนผสมเชื้อเพลิงที่ให้สมรรถนะของเครื่องยนต์ได้ใกล้เคียงกับการใช้แก๊สโซลีน ควรศึกษาต่อเกี่ยวกับการสึกหรอของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนขนาดเล็กที่ใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิงหลัก



บรรณานุกรม

- กัญญา บุญเกียรติ. (2544). *เชื้อเพลิงและการเผาไหม้*. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- จิรศักดิ์ จิระวาริ. (2529). *การใช้แอลกอฮอล์เป็นเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องยนต์ดีเซล*. วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (เทคโนโลยีพลังงาน). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. อัดสำเนา.
- เจษฎา ศิริรัฐนิม. (2547). *การประดิษฐ์คิดค้นเพื่อสร้างรถนั่งขนาดเล็กใช้พลังงานไฟฟ้าพร้อมส่งอำนวยความสะดวก ครอบคลุมเพื่อการเดินทางในเมืองที่มีการจราจรคับคั่ง*. กรุงเทพฯ : กองส่งเสริมการวิจัย สำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ. อัดสำเนา.
- ชัยสวัสดิ์ เทียนวิบูลย์. (2524). *ทฤษฎีเครื่องยนต์เล็ก*. กรุงเทพฯ : ม.ป.พ.
- ฐเกียรติ คุปตานนท์. (2523). *สมรรถนะของเครื่องยนต์เมื่อใช้แอลกอฮอล์ผสมน้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง*. วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (เทคโนโลยีพลังงาน). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. อัดสำเนา.
- เดชัย ด้านวรรณกิจ. (ม.ป.ป). *เครื่องยนต์แก๊สโซลีน 1*. กรุงเทพฯ : ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ. (2548, ธันวาคม). *ไบโอดีเซล – พลังงานทดแทนช่วยชาติ*. เทคนิค. 22(256): 154.
- เกียรติ บุญยะกุล. (2544). *ทฤษฎีช่างเทคนิคยานยนต์ 4 เครื่องยนต์เบนซิน*. พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพฯ : ส. เอเซียเพรส.
- ธีระยุทธ สุวรรณประทีป. (2541). *หลักการทำงานและการบำรุงรักษาเครื่องยนต์เล็ก*. กรุงเทพฯ : เอช.เอ็น.กรุ๊ป.
- นวนันท์ นุตคำแหง. (2545, 2 เมษายน - มิถุนายน). *เอทานอลเชื้อเพลิงสะอาดสำหรับรถทุกคัน*. สื่อพลัง. 10(2): 22.
- นาคด เวชวิฐาน. (2544). *เครื่องยนต์หัวฉีด EFI*. พิมพ์ครั้งที่ 23 กรุงเทพฯ : ที.เอส.บี.โปรดักส์.
- บุญธรรม ภัทราจารุกุล. (2543). *เครื่องยนต์แก๊สโซลีน*. กรุงเทพฯ : เอช.เอ็น.กรุ๊ป.
- บุญธรรม ภัทราจารุกุล. (2537). *ทฤษฎีและปฏิบัติเครื่องยนต์เล็ก*. กรุงเทพฯ : เอช.เอ็น.กรุ๊ป.
- ประเสริฐ เทียนนิมิตร ขวัญชัย สันทิพย์สมบูรณ์ และปานเพชร ชินนทร. (2547). *เชื้อเพลิงและสารหล่อลื่น*. กรุงเทพฯ : เม็ดทรายพรินติ้ง.
- ประกอบ ยามื่นไวย. (ม.ป.ป). *ทฤษฎีเครื่องยนต์แก๊สโซลีน*. กรุงเทพฯ : ม.ป.พ.
- ประณต กุลประสูตร. (2542). *ทฤษฎีเครื่องยนต์เล็ก(แก๊สโซลีน แก๊สเหลว และดีเซล)*. กรุงเทพฯ : ม.ป.พ.
- พิชิต เดชนิรนาท. (2546, 4 เมษายน). *เอทานอลแหล่งพลังงานใหม่ของไทย*. ส่งเสริมการลงทุน. 14(4): 67.
- ลิขิต ไสหนู. (2544). *ผลกระทบของเครื่องยนต์ต่อการใช้อีทานอลเป็นเชื้อเพลิง*. วิทยานิพนธ์ วศ.ม.

(เทคโนโลยีพลังงาน). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. อัดสำเนา.

สมชัย เกษมบัณฑิต. (2531). *ระบบขับเคลื่อนเครื่องจักรกลการเกษตร*. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ยูไนเต็ดบุ๊กส์
สมัย ใจอินทร์ อภิรมย์ เงินบำรุง และองอาจ ผ่องลักขณ์. (2544, เมษายน - มิถุนายน). แนวทางการ
พัฒนาการใช้เชื้อเพลิงชีวมวลสำหรับประเทศไทย. วารสารโลกพลังงาน. 4(11): 59.

อร่าม เริงฤทธิ์. (2540). *เครื่องยนต์แก๊สโซลีน*. พิมพ์ครั้งที่ 8 กรุงเทพฯ : ศิลปสนองการพิมพ์.

อาณัติ ประภาสวัสดิ. (2545, มีนาคม). เอทานอลพลังงานอนาคตของชาติ. ไอเอฟซีที รีวิว. 21(8): 16.

อานนท์ ช่วยเกิด. (2545). *การศึกษาและปรับปรุงสมรรถนะของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนที่ใช้แก๊สโซฮอล์เป็น
เชื้อเพลิง*. วิทยานิพนธ์ วศ.ม.(เทคโนโลยีพลังงาน). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย
เทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. อัดสำเนา.

Birrell, J.T.(1982). Paper 825026 presented at the XIX international Fisita Congress. *Ethanol
as a Petrol Extender in Spark Ignition Engines*, V.1. pp. 59 – 63. Australia :
Melbourne

Duck, J.T. and Bruce, C.S. (1945). Natl Bur. Stand. J. Res. *Utilization of Non-Pertroleum Fuels in
Automotive Engines*, V.35. pp. 439 – 445.

[Http://www.trupower.com/honda/gx120.htm](http://www.trupower.com/honda/gx120.htm)

King, E.T. and Chui, G.K. (1984). VI International Symposium on Alcohol Fuel Technology.
Hardware effects on the wear of methanol fueled Engine, May 21 – 25, 1984, pp.
242 – 251. Canada : Ottawa





ตาราง 10 แสดงผลการคำนวณสมรรถนะของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนขนาดเล็กที่ใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิงหลัก ยังมิได้ทำการปรับแต่งส่วนผสมระหว่างอากาศต่อเชื้อเพลิง และองศาการจุดระเบิด

Gasoline	N	T	BP	$\dot{m}_f$	bsfc	bsec	$\dot{m}_a$	A/F	η_{BTH}	η_{Vol}
100%	rpm	N.m	kW	kg/hr	kg/kW.hr	kJ/kW.hr	kJ/hr		(%)	(%)
1	1,500	4.905	0.770	0.432	0.561	26,765	4.70	10.87	13.44	82.91
2	2,000	5.211	1.090	0.680	0.627	29,914	7.05	10.29	12.02	93.70
3	2,500	5.824	1.523	0.764	0.501	23,902	8.22	10.75	15.04	87.13
4	3,000	6.131	1.925	0.878	0.456	21,755	9.39	10.69	16.54	83.02
5	3,600	1.226	0.460	0.419	0.908	43,358	5.28	12.61	8.30	38.41

ปริมาณเชื้อเพลิง 20 ml.*

ตาราง 11 แสดงผลการคำนวณสมรรถนะของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนขนาดเล็กที่ใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิงหลักได้ทำการปรับแต่งส่วนผสม ระหว่างอากาศต่อเชื้อเพลิง

Ethanol	N	T	BP	$\dot{m}_f$	bsfc	bsec	$\dot{m}_a$	A/F	η_{BTH}	η_{Vol}
100%	rpm	N.m	kW	kg/hr	kg/kW.hr	kJ/kW.hr	kJ/hr		(%)	(%)
1	1,500	4.598	0.721	0.363	0.882	26,161	4.11	6.46	13.75	76.71
2	2,000	4.905	1.026	0.763	0.743	22,038	5.87	7.69	16.32	80.42
3	2,500	5.211	1.363	0.875	0.641	19,013	7.05	8.05	18.90	76.81
4	3,000	5.518	1.732	0.986	0.569	16,877	8.22	8.33	21.31	74.40
5	3,600	0.919	0.345	0.739	2.142	63,536	4.70	6.35	5.66	36.61

ปริมาณเชื้อเพลิง 20 ml.*

ตาราง 12 แสดงผลการคำนวณสมรรถนะของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนขนาดเล็กที่ใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิงหลัก ได้ทำการปรับแต่งองศาการจุดระเบิดที่ 27°

Ethanol	N	T	BP	$\dot{m}_f$	bsfc	bsec	$\dot{m}_a$	Air/Fuel	η_{BTH}	η_{Vol}
100%	rpm	N.m	kW	kg/hr	kg/kW.hr	kJ/kW.hr	kJ/hr		(%)	(%)
1	1500	4.905	0.770	0.619	0.803	23818	4.11	6.63	15.09	76.44
2	2000	5.027	1.052	0.788	0.749	22216	5.87	7.45	16.20	80.73
3	2500	5.211	1.363	0.891	0.653	19369	7.05	7.90	18.56	76.97
4	3000	5.518	1.732	0.986	0.569	16877	8.22	8.33	21.31	74.40
5	3600	1.839	0.692	0.815	1.177	34912	4.70	5.76	10.30	37.12

ปริมาณเชื้อเพลิง 20 ml.*

ตาราง 13 แสดงผลการคำนวณสมรรถนะของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนขนาดเล็กที่ใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิงหลัก ได้ทำการปรับแต่งองศาการจุดระเบิดที่ 29°

Ethanol	N	T	BP	$\dot{m}_f$	bsfc	bsec	$\dot{m}_a$	A/F	η_{BTH}	η_{Vol}
100%	rpm	N.m	kW	kg/hr	kg/kW.hr	kJ/kW.hr	kJ/hr		(%)	(%)
1	1,500	4.905	0.770	0.644	0.836	24,797	4.11	6.38	14.51	76.84
2	2,000	5.211	1.090	0.801	0.734	21,771	5.87	7.32	16.51	80.89
3	2,500	5.334	1.395	0.891	0.638	18,924	7.04	7.90	19.00	76.97
4	3,000	5.456	1.713	1.022	0.596	17,678	8.22	8.04	20.34	74.69
5	3,600	1.532	0.577	0.808	1.400	41,526	4.69	5.81	8.66	37.07

ปริมาณเชื้อเพลิง 20 ml.*

ตาราง 14 แสดงผลการคำนวณสมรรถนะของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนขนาดเล็กที่ใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิงหลัก ได้ทำการปรับแต่งส่วนผสมระหว่างอากาศต่อเชื้อเพลิง

Ethanol 95%	N	T	BP	$\dot{m}_f$	bsfc	bsec	$\dot{m}_a$	A/F	η_{BTH}	η_{Vol}
Gasoline 5%	rpm	N.m	kW	kg/hr	kg/kW.hr	kJ/kW.hr	kJ/hr		(%)	(%)
1	1,500	4.291	0.673	0.640	0.950	29,035	4.11	6.42	12.38	76.78
2	2,000	4.598	0.962	0.795	0.826	25,245	5.87	7.38	14.25	80.81
3	2,500	5.211	1.363	0.867	0.636	19,438	7.04	8.12	18.51	76.73
4	3,000	5.518	1.732	0.986	0.569	17,390	8.22	8.33	20.69	74.40
5	3,600	1.103	0.415	0.728	1.754	53,609	4.69	6.45	6.71	36.53

ปริมาณเชื้อเพลิง 20 ml.*

ตาราง 15 แสดงผลการคำนวณสมรรถนะของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนขนาดเล็กที่ใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิงหลัก ได้ทำการปรับแต่งองศาการจุดระเบิดที่ 27°

Ethanol 95%	N	T	BP	$\dot{m}_f$	bsfc	bsec	$\dot{m}_a$	A/F	η_{BTH}	η_{Vol}
Gasoline 5%	rpm	N.m	kW	kg/hr	kg/kW.hr	kJ/kW.hr	kJ/hr		(%)	(%)
1	1500	4.905	0.770	0.636	0.825	25215	4.11	6.46	14.26	76.71
2	2000	5.211	1.090	0.795	0.729	22281	5.871	7.38	16.15	80.81
3	2500	5.395	1.411	0.900	0.637	19469	7.045	7.82	18.46	77.05
4	3000	5.518	1.732	0.986	0.569	17390	8.22	8.33	20.69	74.40
5	3600	1.226	0.461	0.775	1.681	51387	4.697	6.06	7.00	36.85

ปริมาณเชื้อเพลิง 20 ml.*

ตาราง 16 แสดงผลการคำนวณสมรรถนะของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนขนาดเล็กที่ใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิงหลัก ได้ทำการปรับแต่งองศาการจุดระเบิดที่ 29°

Ethanol 95%	N	T	BP	$\dot{m}_f$	bsfc	bsec	$\dot{m}_a$	A/F	η_{BTH}	η_{Vol}
Gasoline 5%	rpm	N.m	kW	kg/hr	kg/kW.hr	kJ/kW.hr	kJ/hr		(%)	(%)
1	1,500	4.905	0.770	0.644	0.836	25,551	4.11	6.38	14.08	76.84
2	2,000	5.211	1.090	0.781	0.716	21,883	5.87	7.51	16.44	80.64
3	2,500	5.395	1.411	0.900	0.637	19,469	7.04	7.82	18.46	77.05
4	3,000	5.456	1.713	1.000	0.583	17,818	8.22	8.22	20.17	74.52
5	3,600	1.226	0.461	0.781	1.694	51,775	4.69	6.01	6.95	36.89

ปริมาณเชื้อเพลิง 20 ml.*

ตาราง 17 แสดงผลการคำนวณสมรรถนะของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนขนาดเล็กที่ใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิงหลัก ได้ทำการปรับแต่งส่วนผสม ระหว่างอากาศต่อเชื้อเพลิง

Ethanol 90%	N	T	BP	$\dot{m}_f$	bsfc	bsec	$\dot{m}_a$	A/F	η_{BTH}	η_{Vol}
Gasoline10%	rpm	N.m	kW	kg/hr	kg/kW.hr	kJ/kW.hr	kJ/hr		(%)	(%)
1	1,500	4.598	0.721	0.636	0.882	27,753	4.11	6.46	12.97	76.71
2	2,000	4.905	1.026	0.775	0.755	23,756	5.87	7.57	15.14	80.57
3	2,500	5.211	1.363	0.875	0.641	20,169	7.04	8.05	17.82	76.81
4	3,000	5.518	1.732	0.970	0.560	17,620	8.22	8.47	20.42	74.27
5	3,600	1.226	0.461	0.801	1.737	54,656	4.69	5.86	6.58	37.03

ปริมาณเชื้อเพลิง 20 ml.*

ตาราง 18 แสดงผลการคำนวณสมรรถนะของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนขนาดเล็กที่ใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิงหลัก ได้ทำการปรับแต่งองศาการจุดระเบิดที่ 27°

Ethanol 90%	N	T	BP	$\dot{m}_f$	bsfc	bsec	$\dot{m}_a$	A/F	η_{BTH}	η_{Vol}
Gasoline 10%	rpm	N.m	kW	kg/hr	kg/kW.hr	kJ/kW.hr	kJ/hr		(%)	(%)
1	1,500	4.905	0.770	0.627	0.814	25,613	4.11	6.55	14.05	76.57
2	2,000	5.211	1.090	0.801	0.734	23,096	5.87	7.32	15.56	80.89
3	2,500	5.456	1.427	0.891	0.624	19,634	7.05	7.90	18.32	76.97
4	3,000	5.518	1.732	0.970	0.560	17,620	8.22	8.47	20.42	74.27
5	3,600	2.452	0.923	0.788	0.853	26,840	4.70	5.96	13.40	36.94

ปริมาณเชื้อเพลิง 20 ml.*

ตาราง 19 แสดงผลการคำนวณสมรรถนะของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนขนาดเล็กที่ใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิงหลัก ได้ทำการปรับแต่งองศาการจุดระเบิดที่ 29°

Ethanol 90%	N	T	BP	$\dot{m}_f$	bsfc	bsec	$\dot{m}_a$	A/F	η_{BTH}	η_{Vol}
Gasoline 10%	rpm	N.m	kW	kg/hr	kg/kW.hr	kJ/kW.hr	kJ/hr		(%)	(%)
1	1,500	5.027	0.789	0.653	0.827	26,022	4.11	6.29	13.82	76.99
2	2,000	5.211	1.090	0.801	0.734	23,096	5.87	7.32	15.56	80.89
3	2,500	5.395	1.411	0.891	0.631	19,855	7.04	7.90	18.11	76.97
4	3,000	5.456	1.713	1.000	0.586	18,439	8.22	8.18	19.52	74.55
5	3,600	1.287	0.484	0.781	1.613	50,754	4.69	6.01	7.09	36.89

ปริมาณเชื้อเพลิง 20 ml.*

ตาราง 20 แสดงผลการคำนวณสมรรถนะของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนขนาดเล็กที่ใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิงหลัก ได้ทำการปรับแต่งส่วนผสม ระหว่างอากาศต่อเชื้อเพลิง

Ethanol 85%	N	T	BP	$\dot{m}_f$	bsfc	bsec	$\dot{m}_a$	A/F	η_{BTH}	η_{Vol}
Gasoline15%	rpm	N.m	kW	kg/hr	kg/kW.hr	kJ/kW.hr	kJ/hr		(%)	(%)
1	1,500	4.598	0.721	0.653	0.905	29,293	4.11	6.29	12.28	76.99
2	2,000	4.905	1.026	0.775	0.755	24,438	5.87	7.57	14.72	80.57
3	2,500	5.211	1.363	0.875	0.641	20,748	7.04	8.05	17.32	76.81
4	3,000	5.518	1.732	0.97	0.56	18,126	8.22	8.47	19.86	74.81
5	3,600	1.164	0.438	0.722	1.648	53,344	4.69	6.50	6.74	36.49

ปริมาณเชื้อเพลิง 20 ml.*

ตาราง 21 แสดงผลการคำนวณสมรรถนะของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนขนาดเล็กที่ใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิงหลัก ได้ทำการปรับแต่งองศาการจุดระเบิดที่ 27°

Ethanol 85%	N	T	BP	$\dot{m}_f$	bsfc	bsec	$\dot{m}_a$	A/F	η_{BTH}	η_{Vol}
Gasoline15%	rpm	N.m	kW	kg/hr	kg/kW.hr	kJ/kW.hr	kJ/hr		(%)	(%)
1	1,500	4.966	0.779	0.631	0.810	26,218	4.11	6.51	13.73	76.63
2	2,000	5.211	1.090	0.788	0.722	23,370	5.87	7.45	15.38	80.73
3	2,500	5.456	1.427	0.891	0.624	20,198	7.05	7.90	17.81	76.97
4	3,000	5.518	1.732	0.986	0.569	18,417	8.22	8.33	19.53	74.40
5	3,600	2.513	0.946	0.788	0.832	26,931	4.70	5.96	13.35	36.94

ปริมาณเชื้อเพลิง 20 ml.*

ตาราง 22 แสดงผลการคำนวณสมรรถนะของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนขนาดเล็กที่ใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิงหลัก ได้ทำการปรับแต่งองศาการจุดระเบิดที่ 29°

Ethanol 85%	N	T	BP	$\dot{m}_f$	bsfc	bsec	$\dot{m}_a$	A/F	η_{BTH}	η_{Vol}
Gasoline15%	rpm	N.m	kW	kg/hr	kg/kW.hr	kJ/kW.hr	kJ/hr		(%)	(%)
1	1,500	5.211	0.818	0.623	0.761	24,632	4.11	6.59	14.60	76.50
2	2,000	5.334	1.116	0.801	0.717	23,208	5.87	7.32	15.49	80.89
3	2,500	5.456	1.427	0.867	0.607	19,647	7.04	8.12	18.30	76.73
4	3,000	5.518	1.732	0.970	0.560	18,126	8.22	8.47	19.86	74.27
5	3,600	3.065	1.154	0.867	0.753	24,676	4.69	5.40	14.77	37.48

ปริมาณเชื้อเพลิง 20 ml.*

ตาราง 23 แสดงผลการคำนวณสมรรถนะของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนขนาดเล็กที่ใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิงหลัก ได้ทำการปรับแต่งส่วนผสม ระหว่างอากาศต่อเชื้อเพลิง

Ethanol 80%	N	T	BP	$\dot{m}_f$	bsfc	bsec	$\dot{m}_a$	A/F	η_{BTH}	η_{Vol}
Gasoline20%	rpm	N.m	kW	kg/hr	kg/kW.hr	kJ/kW.hr	kJ/hr		(%)	(%)
1	1,500	4.598	0.721	0.648	0.898	29,877	4.11	6.34	12.04	76.91
2	2,000	4.905	1.026	0.781	0.761	25,319	5.87	7.51	14.21	80.64
3	2,500	5.211	1.363	0.867	0.636	21,160	7.04	8.12	17.01	76.73
4	3,000	5.518	1.732	0.970	0.560	18,631	8.22	8.47	19.32	74.27
5	3,600	1.226	0.461	0.696	1.509	50,205	4.69	6.72	7.16	36.20

ปริมาณเชื้อเพลิง 20 ml.*

ตาราง 24 แสดงผลการคำนวณสมรรถนะของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนขนาดเล็กที่ใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิงหลัก ได้ทำการปรับแต่งองศาการจุดระเบิดที่ 27°

Ethanol 80%	N	T	BP	$\dot{m}_f$	bsfc	bsec	$\dot{m}_a$	A/F	η_{BTH}	η_{Vol}
Gasoline 20%	rpm	N.m	kW	kg/hr	kg/kW.hr	kJ/kW.hr	kJ/hr		(%)	(%)
1	1,500	5.027	0.789	0.657	0.832	27,681	4.11	6.25	12.99	77.05
2	2,000	5.211	1.090	0.801	0.734	24,420	5.87	7.32	14.72	80.89
3	2,500	5.456	1.427	0.883	0.618	20,561	7.05	7.97	17.48	76.89
4	3,000	5.518	1.732	1.004	0.577	21,919	8.22	8.22	18.74	74.52
5	3,600	2.513	0.946	0.763	0.805	26,816	4.70	6.15	13.41	36.77

ปริมาณเชื้อเพลิง 20 ml.*

ตาราง 25 แสดงผลการคำนวณสมรรถนะของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนขนาดเล็กที่ใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิงหลัก ได้ทำการปรับแต่งองศาการจุดระเบิดที่ 29°

Ethanol 80%	N	T	BP	$\dot{m}_f$	bsfc	bsec	$\dot{m}_a$	A/F	η_{BTH}	η_{Vol}
Gasoline20%	rpm	N.m	kW	kg/hr	kg/kW.hr	kJ/kW.hr	kJ/hr		(%)	(%)
1	1,500	5.272	0.827	0.671	0.816	26,413	4.11	6.12	13.62	77.28
2	2,000	5.334	1.116	0.801	0.717	23,208	5.87	7.32	15.49	80.89
3	2,500	5.456	1.427	0.891	0.624	20,198	7.04	7.90	17.81	76.97
4	3,000	5.518	1.732	1.004	0.579	18,741	8.22	8.18	19.18	74.55
5	3,600	2.759	1.039	0.867	0.834	26,995	4.69	5.41	13.32	37.47

ปริมาณเชื้อเพลิง 20 ml.*



ภาคผนวก ข.
ตัวอย่างการคำนวณ

ตัวอย่าง การคำนวณสมรรถนะเครื่องยนต์แก๊สโซลีนที่ใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิง

1. อุณหภูมิห้องทดสอบ	30	°C
2. ความยาวของแขนแรงบิด (L)	0.25	m.
3. ความเร็วรอบเครื่องยนต์ (N)	3,000	rpm
4. ปริมาตรเชื้อเพลิงที่ใช้ (V)	20	m ³
5. ปริมาตรความจุระบบสูบ (V _d)	118 X 10 ⁻⁶	m ³
6. ความหนาแน่นของอากาศ ณ อุณหภูมิ 30 °C (ρ _{air})	1.165	kg/m ³
7. ส่วนผสม เอทานอลต่อแก๊สโซลีน	95 : 5	
8. ภาระ (W)	2.25	kg
9. เวลาที่ใช้เชื้อเพลิง (t)	78.6	sec
10. ความเร็วลม (v)	0.4	m/sec
11. ความหนาแน่นของเอทานอล ณ อุณหภูมิ 30 °C (ρ _{ethanol})	0.795	kg/L
12. ค่าความร้อนของเชื้อเพลิงสูงสุด (HHV)	30,564	KJ /kg

การคำนวณหาค่าออกเทนัมเบอร์

จากสมการ ค่า Octane Number (Oc.) ของแก๊สโซลีน หาค่าออกเทนัมเบอร์ ของเอทานอล กับแก๊สโซลีนจะหาได้จาก $Oc_{mix} = (O_A \times mf_B) + (O_B \times mf_B)$ จะได้

$$Oc_{mix} = (Oc_{Ethanol} \times MASS_{fraction Ethanol}) + (Oc_{gasoline} \times MASS_{fraction gasoline})$$

$$Oc_{mix} = (106 \times 0.95) + (91 \times 0.05)$$

$$Oc_{mix} = 105.2$$

ค่าความร้อนของเชื้อเพลิงสูงสุด (HHV) ที่ผสมกันระหว่างเอทานอลกับแก๊สโซลีน

$$HHV = (HHV_{Ethanol} \times \text{ร้อยละ Ethanol}) + (HHV_{gasoline} \times \text{ร้อยละ gasoline})$$

$$HHV = (29,662 \times 0.95) + (47,710 \times 0.05)$$

$$HHV = 30,564 \text{ kJ/kg}$$

ตาราง 26 แสดงการหาโมล เอทานอล ร้อยละ 95 แก๊สโซลีน ร้อยละ 5

Fuel	Mass, m (kg)	Molar, mass (kg / kmol)	Moles, N = m/M Kmol	Moles Fraction
C ₂ H ₅ OH	0.95	46	0.0205621	0.9792
C ₈ H ₁₈	0.05	114	0.0000438	0.0207
	1		0.0216059	1

จากสมการ $M_f C_2H_5OH + M_f C_8H_{18} + X (O_2 + 3.76 N_2) = A CO_2 + B H_2O + C (3.76) N_2$

$$0.9792 C_2H_5OH + 0.0207 C_8H_{18} + 3.187 (O_2 + 3.76 N_2) = 2.118 CO_2 + 3.117 H_2O + 3.187 (3.76) N_2$$

$$\frac{A}{F} = \frac{\dot{m}_a}{\dot{m}_f}$$

$$\frac{A}{F} = \frac{3.187 (32 + 3.76 \times 28)}{(0.9792 \times 46) + (0.0207 \times 114)}$$

$$\frac{A}{F} = 9.2 : 1 \quad (\text{คำนวณทางทฤษฎี})$$

1. กำลังงานเบรค (Brake Power)

$$\begin{aligned} T &= F.L = W.L \\ &= 2.25 \times 9.81 \times 0.25 \\ &= 5.518 \text{ N.m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} BP &= \frac{2\pi TN}{60 \times 1,000} \\ &= \frac{2 \times 3.14 \times 5.518 \times 3,000}{60 \times 1,000} \end{aligned}$$

$$= 1.732 \text{ kW.}$$

$$\text{หรือ BHP} = \frac{\text{BP}}{0.746}$$

$$= \frac{1.732}{0.746}$$

$$= 2.321 \text{ hp}$$

2. อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรค (Brake Specific Fuel Consumption)

$$\dot{m}_f = \frac{W_f}{t} \times 3600$$

$$= \frac{20 \times 0.795 \times 3,600}{58 \times 1,000}$$

$$= 0.986 \text{ kg.hr}$$

$$\text{bsfc} = \frac{\dot{m}_f}{\text{BP}} \times 3600$$

$$= \frac{0.986}{1.732}$$

$$= 0.569 \text{ kg/kW.hr}$$

3. อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะเบรค (Brake Specific Energy Consumption)

$$\text{bsec} = Q_{H.V} \times \text{bsfc}$$

$$= 30,564 \times 0.569$$

$$= 17,390 \text{ kJ/kW.hr}$$

4. กำลังงานเชื้อเพลิง (Fuel Power)

$$\begin{aligned}
 FP &= \dot{m}_f \times Q_{H.V} \\
 &= \frac{0.986 \times 30,564}{3,600} \\
 &= 8.371 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

5. ประสิทธิภาพเชิงความร้อนเบรค (Brake Thermal Efficiency)

$$\begin{aligned}
 \eta_{BTH} &= \frac{BP}{FP} \times 100 \\
 &= \frac{1.732 \times 100}{8.371} \\
 &= 20.69 \%
 \end{aligned}$$

6. ประสิทธิภาพเชิงปริมาตร (Volumetric Efficiency)

$$\begin{aligned}
 \dot{m}_a &= \rho A V \\
 &= 1.165 \times 0.0028 \times 0.7 \times 3,600 \\
 &= 8.220 \text{ kg/hr}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \eta_{VOL} &= \frac{2(\dot{m}_a + \dot{m}_f)}{60 \rho_{AIR} V_d N} \times 100 \\
 &= \frac{2(8.220 + 0.986)}{60 \times 1.165 \times 118 \times 10^{-6} \times 3,000} \times 100 \\
 &= 74.40 \%
 \end{aligned}$$

7. อัตราส่วนอากาศต่อเชื้อเพลิง (Air-Fuel Ratio)

$$\begin{aligned} A/F &= \frac{\dot{m}_a}{\dot{m}_f} \\ &= \frac{8.220}{0.986} \\ &= 8.33 : 1 \quad (\text{คำนวณทางปฏิบัติ}) \end{aligned}$$



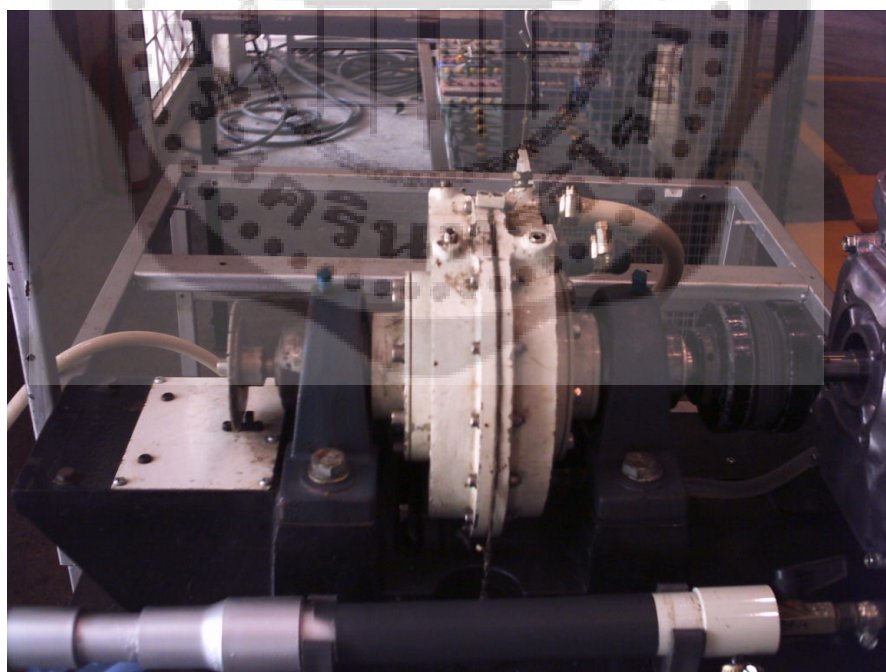


ภาคผนวก ค.

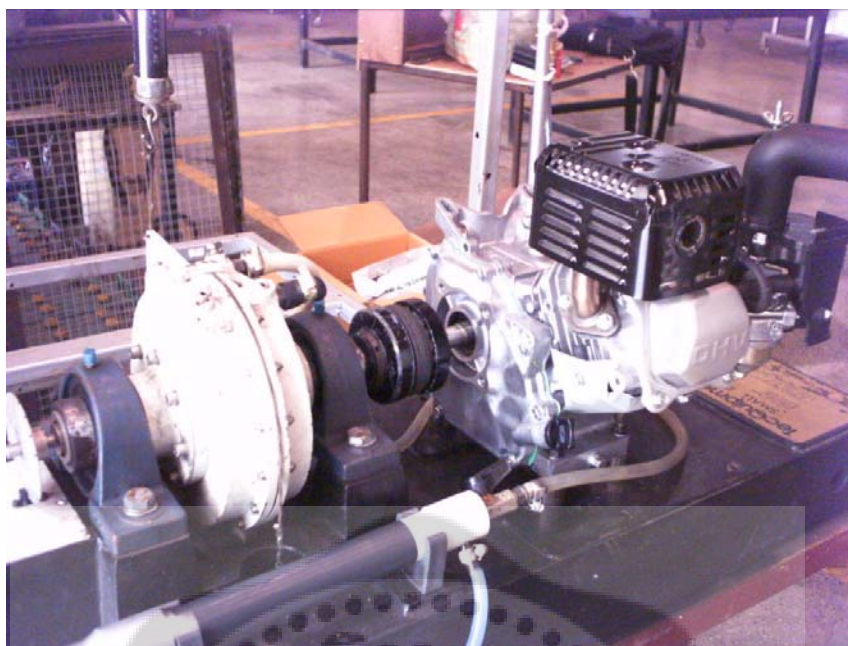
เชื้อเพลิง เครื่องมือ และอุปกรณ์



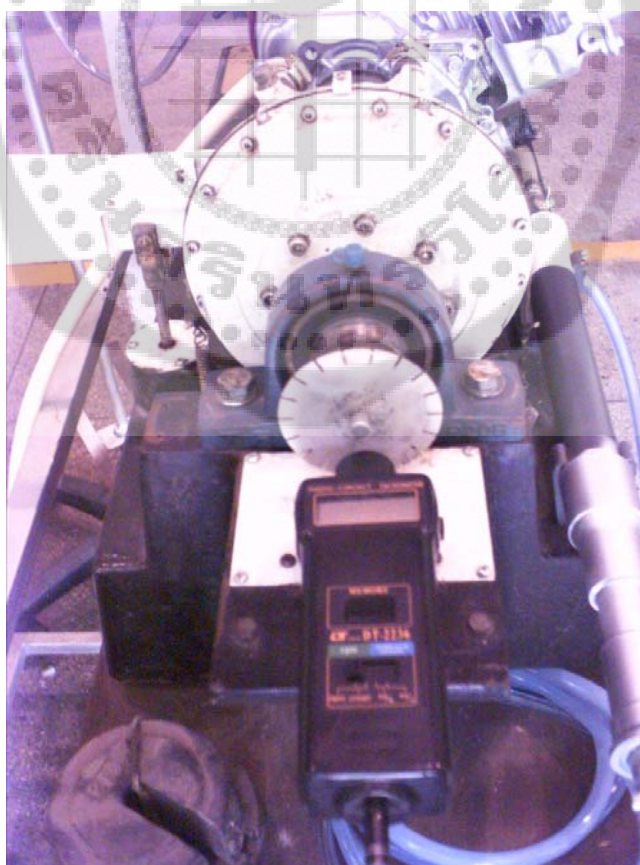
ภาพประกอบ 52 แสดงเชื้อเพลิงเอทานอลส่วนผสมแก๊สโซลีนอัตราส่วนต่างๆ



ภาพประกอบ 53 แสดงเครื่องทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์เล็ก ไดนาโมมิเตอร์ (Dynamometer)



ภาพประกอบ 54 แสดงเครื่องทดสอบสมรรถนะประกอบเข้ากับเครื่องยนต์เล็ก



ภาพประกอบ 55 แสดงเครื่องมือวัดความเร็วรอบติดตั้งเครื่องทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์เล็ก



ที่ ศธ 0519.12/38 4-4



บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

๗) เมษายน 2549

เรื่อง ขออนุญาตเคราะห้เพื่อการวิจัย

เรียน กรรมการผู้จัดการใหญ่ บริษัท บางจากปิโตรเลียม จำกัด (มหาชน)

เนื่องด้วย นายวิฑูร หวนโคกสูง นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “ศึกษาสมรรถนะเครื่องยนต์ แก๊สโซลีนขนาดเล็กที่ใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิงหลัก” โดยมี อาจารย์อุปวิทย์ สุวคันธกุล และ อาจารย์โอภาส สุขหวาน เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ นิสิตมีความประสงค์ จะขอแก๊สโซลีน 91 (น้ำมันเบนซิน 91) ที่จัดจำหน่ายทั่วไป มีส่วนผสมของสาร MTBE ที่ได้จากโรงกลั่น โดยตรง ยังไม่ผ่านกระบวนการขนส่งไปยังสถานีจำหน่าย เป็นจำนวน 10 ลิตร เพื่อนำไปใช้ในการทดลอง และเป็นส่วนผสม ในระหว่างเดือนเมษายน - พฤษภาคม 2549

จึงเรียนมาเพื่อขออนุญาตเคราะห้ ได้โปรดพิจารณาให้ นายวิฑูร หวนโคกสูง ได้เก็บข้อมูล เพื่อการวิจัย และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เพ็ญศิริ จิระเชษฐกุล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 02-664-1000 ต่อ 5731

หมายเหตุ : สอบถามข้อมูลเพิ่มเติม กรุณาติดต่อ นิสิต โทรศัพท์ มือถือ 04-136-5959

ที่ ศร 0519.12/3848



บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

๒) เมษายน 2549

เรื่อง ขออนุญาตเพื่อการศึกษาวิจัย

เรียน ผู้ว่าการสถาบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

เนื่องด้วย นายวิฑูร หวนโลกสูง นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “ศึกษาสมรรถนะเครื่องยนต์ แก๊สโซลีนขนาดเล็กที่ใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิงหลัก” โดยมี อาจารย์อุปวิทย์ สุวกันทรกุล และ อาจารย์โอภาส สุขหวาน เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ นิสิตมีความประสงค์ จะขอซื้อเอทานอลในราคาพิเศษ ที่มีความบริสุทธิ์ ร้อยละ 99.5 จากโรงงานของสถาบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย โดยไม่ผ่านกระบวนการขนส่ง จำนวน 10 ลิตร เพื่อนำไปใช้ในการทดลอง และเป็นส่วนผสมหลักของงานวิจัย ในระหว่างเดือนเมษายน - พฤษภาคม 2549

จึงเรียนมาเพื่อขออนุญาต และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เพ็ญศิริ จีระเดชากุล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 02-664-1000 ต่อ 5731

หมายเหตุ : สอบถามข้อมูลเพิ่มเติม กรุณาติดต่อ นิสิต โทรศัพท์ มือถือ 04-136-5959

ที่ ศธ 0519.12/ร.ร. 44



บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุโขทัย 23 กรุงเทพฯ 10110

๒) เมษายน 2549

เรื่อง ขออนุญาตเคราะห้เพื่อการวิจัย

เรียน คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

เนื่องด้วย นายวิฑูร หวนโลกสูง นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “ศึกษาสมรรถนะเครื่องยนต์แก๊สโซลีนขนาดเล็กที่ใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิงหลัก” โดยมี อาจารย์อุปวิทย์ สุวคันชกุล และ อาจารย์โอภาส สุขหวาน เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ นิสิตมีความประสงค์ จะขอใช้เครื่องทดสอบสมรรถนะ เครื่องยนต์เล็ก (Dynamometer) ขนาด Engine Power Range 2.5 – 7.5 KW. และเครื่องมือเบื่องค์สำหรับการถอดและประกอบเครื่องยนต์เล็ก เพื่อใช้ในการปรับแต่งเครื่องยนต์ และทดลอง ในระหว่างเดือนเมษายน - พฤษภาคม 2549

จึงเรียนมาเพื่อขออนุญาตเคราะห้ และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เพ็ญศิริ จีระเชชากุล)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 02-664-1000 ต่อ 5731

หมายเหตุ : สอบถามข้อมูลเพิ่มเติม กรุณาติดต่อ นิสิต โทรศัพท์ มือถือ 04-136-5959



ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล	นายวิฑูร หวนโคกสูง
วันเดือนปีเกิด	30 มีนาคม พ.ศ. 2520
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	59 ซอย ป่าไม้ ถนน หนองกะจะ ตำบล ปากช่อง อำเภอ ปากช่อง จังหวัด นครราชสีมา 30130

ประวัติการศึกษา

- พ.ศ. 2539 ประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาช่างยนต์
โรงเรียนเทคโนโลยีสยาม กรุงเทพฯ
- พ.ศ. 2541 ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาช่างจักรกลหนัก
สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
นครราชสีมา
- พ.ศ. 2543 ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล
สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตเทเวศร์ กรุงเทพฯ
- พ.ศ. 2550 การศึกษามหาบัณฑิต สาขาอุตสาหกรรมศึกษา
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพฯ