สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เครื่องยนต์เอทานอล

ETHANOL ENGINE

T104147

ณัฐวุฒิ ภู่สุวรรณ์
ทวีชัย จรุงพันธ์
เรวัฒน์ ไชยพลบาล

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 104147
วัน,เดือน,ปี 30 ต.ค. 2552
.b.....
.i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องยนต์เอทานอล

ETHANOL ENGINE

นายณัฐวุฒิ ภู่สุวรรณ์

นายทวีชัย จรุงพันธ์

นายเรวัฒน์ ไชยพลบาล

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ.ดร. จินดา เจริญพรพาณิชย์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2551

ภาควิชา วิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง เครื่องยนต์เอทานอล

ETHANOL ENGINE

ผู้จัดทำ

1. นายณัฐวุฒิ ภู่สุวรรณ์ รหัสประจำตัว 49015491
2. นายทวีชัย จรุงพันธ์ รหัสประจำตัว 49015515
3. นายเรวัฒน์ ไชยพลบาล รหัสประจำตัว 49015540

อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ.ดร. จินดา เจริญพรพาณิชย์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Ethanol Engine

Mr. Nattawoot Pusuwan
Mr. Taveechai Jalungpan
Mr. Rawat Chaiphonbal
Assist. Prof Dr. Chinda Charoenphonphanich Advisor
2008

Abstract

The main objective of this project is to study the possibility of using ethanol as an alternative fuel in both of injector and carburetor motorcycle engines; the modified engine for ethanol was established. One disadvantage of ethanol fuel is the high heat of vaporization that effect to poor vaporization and too lean mixture. The electric heater will be installed at intake manifold to warm the inlet air and the case for compression ratio increased. The results show almost same performance in acceleration when using gasoline or ethanol. When using ethanol fuel, emissions are lower and thermal efficiency is higher under the condition of modification of the conventional gasoline engine. Using an ethanol fuel in motorcycle engine is a possible choice.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องยนต์เอทานอล

นายณัฐวุฒิ ภู่สุวรรณ์ 49015491
นายทวีชัย จรุงพันธ์ 49015515
นายเรวัฒน์ ไชยพลบาล 49015540
ผศ.ดร.จินดา เจริญพรพาณิชย์ อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2551

บทคัดย่อ

การศึกษาโครงงานนี้ มีความประสงค์เพื่อหาความเป็นไปได้ในการใช้เชื้อเพลิงเอทานอลเพื่อทดแทนเชื้อเพลิงเบนซินในเครื่องยนต์รถจักรยานยนต์ทั้งระบบหัวฉีดและระบบคาร์บูเรเตอร์ พร้อมทั้งแนวทางในการปรับแต่งเครื่องยนต์เพื่อรองรับเชื้อเพลิงเอทานอล ซึ่งคุณสมบัติของเชื้อเพลิงเอทานอลต้องการพลังงานความร้อนในการระเหยตัวกลายเป็นไอ (Heat of Vaporization) สูงกว่าเชื้อเพลิงเบนซิน ด้วยเงื่อนไขนี้จึงมีอุปกรณ์เสริมเพิ่มมา คือ อุปกรณ์ในการอุ่นอากาศในท่อไอดี โดยอาศัยไฟฟ้าจากแบตเตอร์รี่ และอีกกรณีที่ทำการศึกษาคือการเพิ่มอัตราส่วนการอัด เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการระเหยตัวกลายเป็นไอเมื่อเปลี่ยนเป็นเชื้อเพลิงเอทานอลในรถจักรยานยนต์ จากผลการวิจัยพบว่าเชื้อเพลิงเอทานอลมีสมรรถนะไม่แตกต่างในเรื่อง อัตราเร่ง และการเปรียบเทียบผลกระทบทางมลพิษเมื่อปรับแต่งเครื่องยนต์ให้จ่ายเชื้อเพลิงอย่างเพียงพอพบว่าผลกระทบทางมลพิษ E100 ต่ำกว่า E0 และประสิทธิภาพเชิงความร้อนเฉลี่ยสูงกว่า ดังนั้นการใช้เชื้อเพลิงเอทานอลในรถจักรยานยนต์จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่ดีและสามารถใช้งานได้จริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จะไม่สามารถสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี หากไม่ได้รับการช่วยเหลือ และความร่วมมือจากหลายๆฝ่ายด้วยกัน บุคคลแรกที่ทางคณะผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงคือ ผศ.ดร จินดา เจริญพรพาณิชย์ อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ที่ให้ความเอาใจใส่ แนะนำ และช่วยเหลือเสมอมา คณะผู้จัดทำรู้สึกซาบซึ้งในความอนุเคราะห์เป็นอย่างยิ่ง นอกจากนี้ต้องขอขอบคุณพี่หนุ่ม, พี่วิทย์, พี่หนูและพี่แขกนักศึกษาปริญญาโทที่ให้ ข้อมูล คำปรึกษาแนะนำในเรื่องต่างๆเป็นอย่างดีตลอดระยะเวลาการทำปริญญานิพนธ์นี้ รวมทั้งคุณเป้า, เพื่อนๆที่ช่วยเหลือและอีกหลายๆคนที่ไม่ได้กล่าวไว้ ณ ที่นี้

สุดท้ายนี้ต้องขอกราบขอบพระคุณ บิดา และ มารดา ที่คอยห่วงใยและให้กำลังใจมาโดยตลอด คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ คณะผู้จัดทำขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน ขออำนาจคุณพระศรีรัตนตรัยอำนวยพรความสุขสวัสดีจงมีแด่ทุกท่าน

ณัฐวุฒิ ภู่สุวรรณ์
ทวีชัย จรุงพันธ์
เรวัฒน์ ไชยพลบาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VII
สารบัญรูป	VIII
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 ข้อดีของการใช้เชื้อเพลิงเอทานอล	2
1.3 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	2
1.4 ขอบเขตของโครงงาน	2
1.5 สมมุติฐานของโครงงาน	3
บทที่ 2 การใช้เชื้อเพลิงเอทานอลในประเทศและต่างประเทศ	
2.1 แนวโน้มการใช้เชื้อเพลิงเอทานอลในประเทศไทย	4
2.2 การใช้น้ำมันเบนซินผสมเอทานอลที่สัดส่วนต่างๆในต่างประเทศ	5
2.3 การวิเคราะห์การใช้เอทานอลทางการตลาดและเศรษฐศาสตร์ในประเทศไทย	8
2.3.1 การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์	9
2.3.2 กำลังการผลิตเอทานอลในประเทศไทย	9
บทที่ 3 ทฤษฎีพื้นฐานการทำงานของเครื่องยนต์	
3.1 อัตราส่วนผสมของอากาศและน้ำมันเชื้อเพลิง	11
3.2 อัตราส่วนผสมเชื้อเพลิงที่เครื่องยนต์ต้องการในสภาวะการทำงานต่างๆ	12
3.3 ข้อจำกัดในการทำงานของคาร์บูเรเตอร์	13
3.4 ระบบการจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงแบบหัวฉีด	15
3.5 การควบคุมการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง	15
บทที่ 4 เชื้อเพลิงและการเผาไหม้	
4.1 เชื้อเพลิงและการเผาไหม้	18
4.2 คุณสมบัติของเชื้อเพลิง	18
4.3 กระบวนการเผาไหม้	19
4.4 การเผาไหม้ในเครื่องยนต์แก๊สโซลีน	20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

4.5 มลพิษจากการเผาไหม้ 22

บทที่ 5 วิธีการทดสอบและอุปกรณ์การทดสอบ

5.1 วิธีการดำเนินการทดสอบ 28

5.2 การปรับแต่งปริมาณการจ่ายเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ 29

5.2.1 การปรับปริมาณการจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงระบบหัวฉีด ควบคุมด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์ 30

5.2.2 การปรับปริมาณการจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงระบบคาร์บูเรเตอร์ 31

5.3 การปรับแต่งเครื่องยนต์เพื่อรองรับเชื้อเพลิงเอทานอล 32

5.4 การทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์ 33

5.5 อุปกรณ์การทดสอบ 34

บทที่ 6 ผลการทดสอบสมรรถนะและมลพิษของเครื่องยนต์

6.1 สภาวะที่ทำการทดสอบ 36

6.2 ผลการทดสอบ 36

6.2.1 ผลทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์จ่ายเชื้อเพลิงด้วยระบบหัวฉีด 36

6.2.2 ผลทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์จ่ายเชื้อเพลิงด้วยระบบคาร์บูเรเตอร์ 43

บทที่ 7 การสตาร์ทเย็นของเครื่องยนต์เอทานอล

7.1 ทฤษฎีพื้นฐานและหลักการทำงาน 50

7.2 ขั้นตอนการทดสอบสตาร์เย็น 50

7.3 ผลการทดสอบสตาร์ทเย็น 51

7.3.1 ผลการสตาร์ทเย็นระบบคาร์บูเรเตอร์ 51

7.3.2 ผลการสตาร์ทเย็นระบบหัวฉีดควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ 53

บทที่ 8 การประเมินชิ้นส่วนรถจักรยานยนต์ในห้องปฏิบัติการ

8.1 ทฤษฎีพื้นฐานและหลักการทำงาน 55

8.2 วิธีการทดสอบและการคำนวณ 56

8.3 ผลการทดสอบลักษณะทางกายภาพและน้ำหนัก 58

บทที่ 9 สรุปผลวิจัย

9.1 สรุปผลการทดลอง 65

9.2 ผลลัพธ์ที่ให้ต่อสังคมและประเทศชาติ 69

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง 70

ภาคผนวก ข เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง 86

ภาคผนวก ค ขบวนการผลิตเอทานอลและต้นทุน 90

ภาคผนวก ง บทความเครื่องยนต์เอทานอล 99

บรรณานุกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 แสดงสัดส่วนการใช้เอทานอลในต่างประเทศ 6
ตาราง 2.2 แสดงปริมาตรผลผลิตเอทานอลจากวัตถุดิบชนิดต่าง ๆ..... 8
ตารางที่ 2.3 แสดงราคาเอทานอล 8
ตารางที่ 2.4 ประมาณการมันสำปะหลังเพื่อการผลิตเอทานอล 10
ตารางที่ 2.5 ประมาณการกากน้ำตาลเพื่อการผลิตเอทานอล 10
ตารางที่ 3.1 แสดงอัตราส่วนผสมอากาศและน้ำมันเชื้อเพลิงที่เครื่องยนต์ต้องการ 13
ตารางที่ 4.1 แสดงส่วนประกอบไอเสียเมื่อมีอัตราส่วนอากาศต่อเชื้อเพลิงพอดี 23
ตารางที่ 5.1 ตารางแสดงคุณสมบัติของเชื้อเพลิง 30
ตารางที่ 5.2 รายละเอียดข้อมูลทางเทคนิคของรถจักรยานยนต์ Honda Wave 125i..... 35
ตารางที่ 7.1 แสดงผลการทดลองเปรียบเทียบเมื่อติดตั้งฮีทเตอร์ที่คอท่อไอดี 54
ตารางที่ 8.1 สรุปวิธีการทดสอบ Fluid immersion test ของวัสดุชนิดต่างๆ..... 56
ตารางที่ 8.2 แสดงน้ำหนักเปียกวัดระหว่างทำการทดสอบชิ้นส่วนซีลวาวล์ 59
ตารางที่ 8.3 แสดงน้ำหนักเปียกวัดระหว่างทำการทดสอบชิ้นส่วนโฟลท (Float)..... 60
ตารางที่ 8.4 แสดงน้ำหนักเปียกวัดระหว่างทำการทดสอบชิ้นส่วน (Needle jet)..... 61
ตารางที่ 8.5 แสดงน้ำหนักเปียกวัดระหว่างทำการทดสอบชิ้นส่วนนมหนูเดินเบา 62
ตารางที่ 8.6 แสดงน้ำหนักเปียกวัดระหว่างทำการทดสอบชิ้นส่วนนมหนูหลัก 63
ตารางที่ 8.7 แสดงน้ำหนักเปียกวัดระหว่างทำการทดสอบชิ้นส่วนซีล 64
ตารางที่ 8.8 แสดงน้ำหนักเปียกวัดระหว่างทำการทดสอบชิ้นส่วนท่อทางน้ำมัน 65
ตารางที่ 8.9 แสดงน้ำหนักเปียกวัดระหว่างทำการทดสอบชิ้นส่วนท่อน้ำมันหัวฉีด 66
ตาราง ก.1 แสดงข้อมูลผลการทดสอบสมรรถนะและมลพิษของเครื่องยนต์ระบบหัวฉีด
ควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ 71
ตาราง ก.2 แสดงข้อมูลผลการทดสอบสมรรถนะและมลพิษของเครื่องยนต์ระบบ
คาร์บูเรเตอร์..... 77
ตาราง ก.3 แสดงข้อมูลผลการทดสอบการสตาร์ทเย็นของเครื่องยนต์ระบบหัวฉีด 83
ตาราง ก.4 แสดงข้อมูลผลทดสอบการสตาร์ทเย็นของเครื่องยนต์ระบบคาร์บูเรเตอร์ 85
ตาราง ค.1 แสดงปริมาตรผลผลิตเอทานอลจากวัตถุดิบชนิดต่าง ๆ 92
ตาราง ค.2 โครงสร้างราคาขายปลีกน้ำมันเบนซินและน้ำมันแก๊สโซฮอล์ 96

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 3.1 อัตราส่วนผสมของอากาศและเชื้อเพลิงทางทฤษฎี 11
รูปที่ 3.2 วงจรต่างๆของคาร์บูเรเตอร์ 14
รูปที่ 3.3ไดอะแกรมการควบคุมระยะเวลาในการฉีดพื้นฐาน 16
รูปที่ 3.4 ไดอะแกรมเพิ่มระยะเวลาในการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง 17
รูปที่ 4.1 แสดงปริมาณมลพิษที่สัดส่วนความเข้มข้นของเชื้อเพลิง (Equivalence Ratio) สำหรับเครื่องยนต์เบนซิน 25
รูปที่ 4.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนผสมของอากาศและน้ำมันเชื้อเพลิง ต่อส่วนประกอบของไอเสีย 25
รูปที่ 5.1 แสดงไดอะเกรมการทำงานของระบบจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิง 31
รูปที่ 5.2 กล่องขยายสัญญาณเวลาการฉีดเชื้อเพลิง 31
รูปที่ 5.3 เครื่องมือการคว้านนมหนูคาร์บูเรเตอร์ 32
รูปที่ 5.4 แสดงการเพิ่มขนาดนมหนู 32
รูปที่ 5.5 ฝาสูบเครื่องยนต์ที่ทำการปาดออก 33
รูปที่ 5.6 แสดงตำแหน่งการติดตั้งฮีทเตอร์แบบขดลวด 33
รูปที่ 5.7 แสดงไดอะแกรมการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ 34
รูปที่ 5.8 จักรยานยนต์ Honda Wave 125i ที่ใช้ในการทดสอบ 34
รูปผลการทดสอบสมรรถนะและมลพิษของเครื่องยนต์จ่ายเชื้อเพลิงระบบหัวฉีดควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์
รูปที่ 6.1 กำลังเบรกของเครื่องยนต์ (Brake Power) 36
รูปที่ 6.2 แรงบิดของเครื่องยนต์ (Torque) 37
รูปที่ 6.3 อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงเบรก (BSFC) 38
รูปที่ 6.4 อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ (BSEC) 39
รูปที่ 6.5 อุณหภูมิไอดีของเครื่องยนต์ (Air Intake Temperature) 40
รูปที่ 6.6 อุณหภูมิไอเสียของเครื่องยนต์ (Exhaust Temperature) 41
รูปที่ 6.7 ค่าแลมด้า (Lamda) 41
รูปที่ 6.8 แสดงค่าคาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO: Carbon Monoxide) 42
รูปที่ 6.9 แสดงค่าไฮโดรคาร์บอน (HC: Hydro Carbon) 42
รูปที่ 6.10 ออกไซด์ไนโตรเจน(NO_x: Oxide Nitrogen) 43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

หน้า

รูปผลการทดสอบสมรรถนะและมลพิษของเครื่องยนต์จ่ายเชื้อเพลิงด้วยระบบคาร์บูเรเตอร์

รูปที่ 6.11 กำลังเบรกของเครื่องยนต์ (Brake Power)..... 43
รูปที่ 6.12 แรงบิดของเครื่องยนต์ (Torque)..... 44
รูปที่ 6.13 อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงเบรก(BSFC)..... 44
รูปที่ 6.14 อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ(BSEC)..... 45
รูปที่ 6.15 อุณหภูมิไอดีของเครื่องยนต์ (Air Intake Temperature)..... 46
รูปที่ 6.16 อุณหภูมิไอเสียของเครื่องยนต์ (Exhaust Temperature)..... 46
รูปที่ 6.17 ค่าแลมด้า (Lamda)..... 47
รูปที่ 6.18 แสดงค่าคาร์บอนมอนนอกไซด์(CO: Carbon Monoxide)..... 48
รูปที่ 6.19 แสดงค่าไฮโดรคาร์บอน (HC: Hydro Carbon)..... 48
รูปที่ 6.20 ออกไซด์ไนโตรเจน(NO_x: Oxide Nitrogen)..... 49
รูปที่ 7.1 แสดงค่าเวลาการสตาร์ทเครื่องยนต์ที่อุณหภูมิต่างๆของเบนซิน 51
รูปที่ 7.2 แสดงค่าเวลาการสตาร์ทเครื่องยนต์ที่อุณหภูมิต่างๆของเอทานอล 52
รูปที่ 7.3 แสดงผลเปรียบเทียบเวลาการสตาร์ระหว่างเชื้อเพลิงเบนซินกับเอทานอล 52
รูปที่ 7.4 แสดงผลเปรียบเทียบเวลาการสตาร์ทระหว่างเชื้อเพลิงเบนซินกับเอทานอล..... 53
รูปที่ 8.1 แสดงชิ้นส่วนรถจักรยานยนต์ที่ถูกใช้ในการทดสอบ 58
รูปที่ 8.2 แสดงชิ้นส่วนรถจักรยานยนต์ (Seal valve)..... 59
รูปที่ 8.3 แสดงชิ้นส่วนรถจักรยานยนต์ (Float)..... 60
รูปที่ 8.4 แสดงชิ้นส่วนรถจักรยานยนต์ (Needle jet)..... 61
รูปที่ 8.5 แสดงชิ้นส่วนรถจักรยานยนต์นมหนูเดินเบา 62
รูปที่ 8.6 แสดงชิ้นส่วนรถจักรยานยนต์นมหนูหลัก 63
รูปที่ 8.7 แสดงชิ้นส่วนรถจักรยานยนต์ซีล..... 64
รูปที่ 8.8 แสดงชิ้นส่วนรถจักรยานยนต์ท่อทางน้ำมัน 65
รูปที่ 8.9 แสดงชิ้นส่วนรถจักรยานยนต์ท่อน้ำมันหัวฉีด 66
รูป ข.1 แสดงเครื่องมือทดสอบสมรรถนะและมลพิษเครื่องยนต์ 87
รูป ข.2 เครื่องมือการทดสอบคุณลักษณะสตาร์ทเย็นของเครื่องยนต์เอทานอล 88
รูป ข.3 เครื่องมือและอุปกรณ์การประเมินชิ้นส่วนในห้องปฏิบัติการ 88

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ปัจจุบันการขับเคลื่อนเศรษฐกิจของประเทศไทยนั้นอาศัยการเจริญเติบโตของอุตสาหกรรมภายในประเทศ ซึ่งพลังงานที่ใช้สนับสนุนนั้นมีด้วยการหลายรูปแบบและที่สำคัญอย่างหนึ่งคือน้ำมัน อีกทั้งเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์และยานยนต์ในประเทศไทยนั้น เกือบจะทั้งหมดเป็นการนำเข้าน้ำมันจากต่างประเทศในรูปของน้ำมันดิบและน้ำมันสำเร็จรูป กำลังผลิตน้ำมันภายในประเทศนั้นยังไม่เพียงพอ และมีแนวโน้มว่าความต้องการจะสูงขึ้นเรื่อยๆ ทำให้ขาดดุลทางการค้าสูญเสียเงินตราต่างประเทศเป็นสาเหตุสำคัญในการแก้ไขปัญหาด้านเศรษฐกิจในประเทศที่กำลังพัฒนา นอกจากนั้นหากเรามองย้อนกลับไปในอดีตจะพบว่าปัญหาวิกฤติการณ์ราคาน้ำมันนั้นประเทศไทยเคยประสบมาแล้ว นั้นเป็นการสะท้อนให้เห็นทิศทางของราคาที่สูงและความผันผวนของราคาน้ำมันที่ไม่มีความแน่นอน วิธีหนึ่งที่ใช้ตอบปัญหาเหล่านี้ได้ดีคือ การหาพลังงานทดแทน ซึ่งหมายถึงการหาพลังงานจากแหล่งอื่นที่สามารถนำมาใช้ทดแทน น้ำมันได้ ซึ่งน้ำมันเป็นพลังงานที่ใช้แล้วหมดไปในอนาคตอย่างแน่นอนไม่ช้าก็เร็ว

ในบรรดาพลังงานทางเลือกทั้งหมด เชื้อเพลิงชีวภาพ (biofuel) เป็นพลังงานที่ได้รับความสนใจมากที่สุดในปัจจุบัน เนื่องจากเป็นการผลิตพลังงานจากผลิตผลทางการเกษตร โดยเชื้อเพลิงที่ได้จะแบ่งเป็น 2 ประเภทหลัก คือ เอทานอล และไบโอดีเซล สำหรับประเทศไทย เอทานอล หรือ เอทิลแอลกอฮอล์ ส่วนใหญ่เป็นผลผลิตที่ได้จากอ้อยและมันสำปะหลัง ซึ่งในปัจจุบันประเทศไทยมีกำลังการผลิตเอทานอล 2.775 ล้านลิตรต่อวัน และมีโรงงานผลิตเอทานอลที่ได้รับใบอนุญาตแล้วจำนวน 49 ราย มีกำลังผลิตตามใบอนุญาตรวม 12.38 ล้านลิตรต่อวัน โดยปัจจุบันมีการใช้เชื้อเพลิงเบนซิน (95 / 91) ต่อวันเท่ากับ 20 ล้านลิตร เมื่อมีการผลิตเอทานอลครบ 49 ราย นั้นหมายความว่าจะสามารถรองรับการใช้เชื้อเพลิงภายในประเทศได้ถึง 61.55 % ซึ่งสามารถลดการนำเข้าน้ำมันเชื้อเพลิงได้จำนวนมหาศาล เป็นหนทางในการสร้างความมั่นคงให้กับประเทศไทยได้อย่างยั่งยืน

พลังงานทดแทน (Alternative Energy) แบ่งได้เป็น 2 อย่าง คือ พลังงานคืนรูป หรือ พลังงานหมุนเวียน (Renewable Energy) เป็นพลังงานที่ใช้แล้วหมดไป และสามารถจะหมุนเวียนมาใช้ได้อีก เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานไม้ ไบโอแมส ไบโอแก๊ส พลังงานลม และ พลังงานสิ้นเปลือง เป็นพลังงานที่ใช้หมดไป เช่น น้ำมัน ถ่านหิน ลิกไนท์ แก๊สธรรมชาติ เป็นต้น ได้มีการศึกษาวิจัย และพัฒนาพลังงานทดแทนทุกรูปแบบ เพื่อนำมาใช้เป็นพลังงานทดแทน แอลกอฮอลล์ ก็เป็นเชื้อเพลิงที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้มีการศึกษาวิจัยและพัฒนามาเรื่อยๆ ซึ่งมีประวัติการวิจัยและใช้งานมาเป็นเวลานานกว่า 50 ปี มีการพัฒนามาตลอดเพื่อที่จะนำมาใช้ทดแทนน้ำมันที่กำลังมีปัญหาอยู่ในปัจจุบัน โดยที่เอทานอลเป็นเชื้อเพลิงทดแทนแบบคืนรูปที่สามารถผลิตได้เองจากการผลิตทางการเกษตรที่มีอย่างมากมายในประเทศไทย โดยที่ผ่านมามีการใช้เอทานอลกับเครื่องเบนซินที่ส่วนผสมระหว่างน้ำมันเบนซินกับเอทานอลในสัดส่วนต่างๆ แต่ยังมิได้มีการทดลองนำเอทานอลบริสุทธิ์ 100 % โดยไม่มีส่วนผสมของเบนซินแต่อย่างใดมาเป็นเชื้อเพลิงอย่างจริงจังกับเครื่องยนต์เบนซิน ซึ่งจะเข้ามาแทนที่เครื่องยนต์เบนซินแบบเก่าในไม่ช้านี้ งานวิจัยนี้ประสงค์ที่จะประยุกต์ใช้เชื้อเพลิงเอทานอลกับเครื่องยนต์เบนซิน โดยศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้งานจริงกับเครื่องยนต์ แนวทางในการดัดแปลงเครื่องยนต์เพื่อรองรับเชื้อเพลิงเอทานอล E100 มลพิษที่เกิดจากการใช้เอทานอล พร้อมทั้งการศึกษานี้จะเป็นตัวชี้นำการประยุกต์ใช้เชื้อเพลิงเอทานอลในอุตสาหกรรมที่ใช้น้ำมันเป็นหลัก โดยหวังอย่างยิ่งว่าจะช่วยลดปัญหาทางเศรษฐกิจที่เกิดจากเชื้อเพลิงที่มีอยู่ในปัจจุบันได้ อีกทั้งมนุษย์จะได้มีอากาศที่บริสุทธิ์ไว้หายใจกันต่อไปอีกนาน

1.2 ข้อดีของการใช้เชื้อเพลิงเอทานอล

1.ช่วยลดการนำเข้าน้ำมันเชื้อเพลิงจากต่างประเทศลดการขาดดุลทางการค้า

2.ใช้ประโยชน์จากพืชผลทางการเกษตรสูงสุดและยกระดับราคาพืชผลทางการเกษตร

3.เครื่องยนต์มีการเผาไหม้ที่ดีขึ้นทำให้ช่วยลดมลพิษไอเสียทางอากาศและแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม

4.สามารถลดปริมาณไฮโดรคาร์บอนและคาบอนมอนอกไซด์ ทำให้ลดค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับสุขภาพของประชาชนภายในประเทศ และลดปัจจัยหลักที่ก่อให้เกิดสภาวะเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศ (Green House Effect) รวมทั้งควันดำ

5.ทำให้เกิดการลงทุนที่หลากหลายทั้งทางด้านการเกษตรและอุตสาหกรรม

6.ช่วยกระจายการลงทุนการจ้างงานสู่ชนบท

1.3 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1. เพื่อศึกษาการใช้เอทานอลบริสุทธ์ E 100 กับเครื่องยนต์รถจักรยานยนต์

2. เพื่อศึกษาการทำงานของระบบจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงด้วยหัวฉีดควบคุมด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์และการทำงานของระบบคาร์บูเรเตอร์ เมื่อเปลี่ยนเป็นเชื้อเพลิงเอทานอล E100

3. ศึกษาแนวทางในการปรับแต่งเครื่องยนต์และอุปกรณ์เสริมเพื่อรองรับเชื้อเพลิงเอทานอล E100 พร้อมกับการประเมินส่วนรถจักรยานยนต์เมื่อเปลี่ยนมาใช้เอทานอลบริสุทธ์เป็นเชื้อเพลิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ขอบเขตของโครงงาน

1. ใช้เครื่องยนต์รถจักรยานยนต์เวฟรุ่น 125-i ปริมาตรความจุกระบอกสูบ 125 ซีซี

2. ศึกษาและทดสอบเครื่องยนต์เบนซินด้าน มลพิษ , อัตราการสิ้นเปลื้องเชื้อเพลิง และประสิทธิภาพของเครื่องยนต์เชิงเปรียบเทียบ ระหว่างการใช้เชื้อเพลิงเบนซินและเชื้อเพลิงเอทานอลบริสุทธ์

3. ทำการทดสอบสมรรถนะทั้งระบบการจ่ายเชื้อเพลิงด้วยระบบหัวฉีดและคาร์บูเรเตอร์

4. ศึกษาแนวทางการปรับแต่งเครื่องยนต์ โดยใช้อุปกรณ์เดิมของเครื่องยนต์เป็นหลัก ทำการดัดแปลงให้น้อยที่สุด เพื่อรองรับเชื้อเพลิงเอทานอล

5. เครื่องยนต์สามารถใช้เชื้อเพลิงเบนซินออกเทน 91 จนถึง 95 และเอทานอล E 100 ได้

6. ประเมินชิ้นส่วนอุปกรณ์ที่สัมผัสกับเชื้อเพลิงเอทานอลในรถจักรยานยนต์

7. ศึกษาการสตาร์ทเครื่องยนต์ ที่สภาวะอุณหภูมิต่ำของอากาศ

8. การทดสอบทั้งหมดคำนึงถึงสภาวะการสตาร์ทเย็น

1.5 สมมุติฐานของโครงงาน

1. รถจักรยานยนต์สามารถใช้เชื้อเพลิงเอทานอล E 100 โดยมีสมรรถนะไม่แตกต่างในเรื่องอัตราเร่งและประสิทธิภาพเชิงความร้อนเฉลี่ยสูงกว่า

2. การเปรียบเทียบผลกระทบทางมลพิษเมื่อปรับแต่งเครื่องยนต์ให้จ่ายเชื้อเพลิงอย่างเพียงพอ จะมีผลกระทบทางมลพิษ E100 ต่ำกว่า E0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
การใช้เชื้อเพลิงเอทานอลในประเทศและต่างประเทศ

การใช้เอทานอลเป็นชื้อเพลิงในต่างประเทศ เช่นประเทศบราซิล ได้มีการใช้น้ำมันแก๊สโซฮอล์ที่มีส่วนผสมเอทานอลมาเป็นเวลากว่า 30 ปี อีกทั้งด้วยเทคโนโลยีในปัจจุบันของอุตสาหกรรมยานยนต์ที่สามารถพัฒนาและปรับปรุงให้ยานยนต์สามารถใช้น้ำมันแก๊สโซฮอล์ที่มีส่วนผสมเอทานอลตั้งแต่ร้อยละ 20 ขึ้นไปได้ ดังจะเห็นได้จากการใช้น้ำมันแก๊สโซฮอล์ที่มีส่วนผสมเอทานอลร้อยละ 85 ในประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งเป็นการยืนยันและสนับสนุนความเป็นไปได้ให้กับวงการยานยนต์ในประเทศไทย โดยแนวโน้มของตลาดยานยนต์ในต่างประเทศนั้น มีแนวโน้มที่จะผลิต Flex Fuel Vehicle (FFV) เพิ่มขึ้น เนื่องจากยานยนต์ชนิดนี้ถูกออกแบบมาให้สามารถใช้กับเชื้อเพลิงที่มีสัดส่วนเอทานอลตั้งแต่ 0 ถึงร้อยละ 85 ซึ่งจะทำให้ผู้ใช้มีความสะดวกในการเติมน้ำมันเชื้อเพลิงยิ่งขึ้น

กระทรวงพลังงานได้กำหนดนโยบายพลังงานทดแทนเพื่อชดเชยการนำเข้าน้ำมันดิบจากต่างประเทศ เนื่องจากราคาน้ำมันดิบได้เพิ่มสูงขึ้นทุกปี ดังนั้นพลังงานทดแทนที่สามารถผลิตได้เองในประเทศจึงมีความจำเป็นและสำคัญต่อยุทธศาสตร์และการเจริญเติบโตทางด้านเศรษฐกิจของประเทศเป็นอย่างมาก ประเทศไทยมีการใช้น้ำมันแก๊สโซฮอล์ (E10) กันอย่างแพร่หลายโดยดูได้จากแนวโน้มการขายที่เพิ่มขึ้น และแก๊สโซฮอล์(E 20) ที่พึ่งมีการใช้ในปัจุบัน โดยทั่วไปรถยนต์ที่มีระบบจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงแบบหัวฉีดสามารถใช้น้ำมันเบนซินผสมเอทานอลไม่เกินร้อยละ 10 ได้ทันที โดยไม่ต้องเปลี่ยนแปลงชิ้นส่วนยานยนต์แต่อย่างใด แต่สำหรับเครื่องยนต์ที่มีระบบจ่ายน้ำมันแบบคาร์บิวเรเตอร์ทางบริษัทผู้ผลิตยังไม่แนะนำให้ใช้ นอกจากประเทศไทยแล้วยังมีการใช้น้ำมันเบนซินผสมเอทานอลเป็นเชื้อเพลิงในรถยนต์กันอย่างกว้างขวางทั่วโลก เช่น สวีเดน สหรัฐอเมริกา แคนาดา และบราซิล เป็นต้น โดยสัดส่วนของเอทานอลที่ผสมอยู่ในน้ำมันเบนซินมีปริมาณตั้งแต่ 3% จนถึง 85% โดยปริมาตร และในบางประเทศได้มีการใช้เอทานอล 100% เป็นเชื้อเพลิงอีกด้วย นั่นหมายถึงมีเทคโนโลยียานยนต์สำหรับน้ำมันเบนซินผสมเอทานอลพร้อมอยู่แล้ว เช่นเทคโนโลยี Flexible Fuel Vehicle (FFV) จากบริษัท FORD เป็นต้น

2.1 แนวโน้มการใช้เชื้อเพลิงเอทานอลในประเทศไทย

จากสภาวะที่ประเทศไทยต้องนำเข้าพลังงานจากต่างประเทศเป็นจำนวนมากในแต่ละปี โดยเฉพาะในรูปของน้ำมันดิบซึ่งประเทศไทยต้องนำเข้าถึง 90 % ของพลังงานทั้งหมด หรือคิดเป็นมูลค่าถึง 53,440 ล้านบาทในเดือนมิถุนายน 2550 และมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นทุกปี ทั้งนี้เนื่องจากการใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พลังงานที่เพิ่มมากขึ้นในประเทศและราคาน้ำมันดิบที่เพิ่มสูงขึ้น ทำให้รัฐบาลจำเป็นที่จะต้องหาพลังงานทดแทนที่สามารถผลิตเองได้ในประเทศเพื่อลดการนำเข้าพลังงาน

หนึ่งในพลังงานทดแทนคือเอทานอล ซึ่งประเทศไทยสามารถผลิตได้เองจากผลผลิตทางการเกษตรได้แก่ อ้อย, กากน้ำตาล และมันสำปะหลัง ในความพยายามที่จะหาพลังงานทดแทนการใช้น้ำมันในรถยนต์นั้น พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ได้ทรงเล็งเห็นถึงความสำคัญนี้มาตลอด ในปี พศ. 2528 ทรงมีพระราชดำริให้นักวิชาการศึกษาความเป็นไปได้ที่จะใช้เอทานอลที่ผลิตจากอ้อยเป็นพลังงานทดแทน แต่จากการศึกษาพบว่า การผลิตเอทานอลในขณะนั้นมีราคาแพงกว่าน้ำมันเบนซิน ต่อมาในปี 2537 ได้มีการทดลองผสมเอทานอลลงในน้ำมันเชื้อเพลิง แล้วทดสอบการใช้กับเครื่องยนต์สันดาปภายใน ซึ่งผลจากการทดลองได้แสดงถึงความเป็นไปได้ในการใช้น้ำมันผสมนี้ แสดงถึงข้อมูลที่ดีและความเป็นไปได้ในการใช้น้ำมันผสมเอทานอล

จากนั้นในปี 2544 บริษัทบางจากปิโตรเลียม จำกัด (มหาชน) ได้เริ่มผลิตน้ำมันเบนซินผสมเอทานอลในสัดส่วน น้ำมันเบนซินร้อยละ 90 และเอทานอลร้อยละ 10 โดยปริมาตร โดยใช้เอทานอลที่มีความบริสุทธิ์ตั้งแต่ร้อยละ 99.5 (คือยอมให้มีน้ำผสมอยู่ได้น้อยกว่าร้อยละ 0.5) ได้น้ำมันเชื้อเพลิงที่เรียกว่า แก๊สโซฮอล์ (E10) และให้บริการแก่ลูกค้าที่สถานีบริการน้ำมันของบริษัทบางจาก จากนั้นความต้องการการใช้น้ำมันแก๊สโซฮอล์ก็เพิ่มขึ้นอย่างเป็นลำดับ โดยมีการสนับสนุนจากทางภาครัฐ ในปี 2547 บริษัทบางจากมีสถานีบริการน้ำมันแก๊สโซฮอล์เพิ่มเป็น 99 สถานี และเพิ่มขึ้นเป็น 1,000 สถานี ในปี 2548 มียอดขายกว่า 55 ล้านลิตรต่อเดือน

ในส่วนของภาครัฐได้มีมติคณะรัฐมนตรี เมื่อวันที่ 2 กันยายน 2546 ให้เพิ่มสัดส่วนการใช้พลังงานทดแทนให้มากขึ้น จากเดิมร้อยละ 0.5 ของการใช้พลังงานทั่วประเทศเป็นร้อยละ 8.0 จากนั้นเมื่อ 18 พศ. 2547 รัฐบาลได้กำหนดนโยบายให้ใช้น้ำมันผสมเอทานอล (แก๊สโซฮอล์, E10) ทดแทนน้ำมันเบนซินในบางส่วน ทั้งนี้รัฐบาลได้มีการสนับสนุนการขายในหลายๆรูปแบบ เช่น ลดภาษีกองทุนน้ำมันและภาษีสรรพสามิตให้กับน้ำมันแก๊สโซฮอล์ E10, ส่งเสริมการขายด้วยการขายน้ำมันแก๊สโซฮอล์ถูกกว่าน้ำมันเบนซิน 95 และเผยแพร่ประชาสัมพันธ์ข้อมูลเกี่ยวกับน้ำมันแก๊สโซฮอล์และรถยนต์รุ่นที่สามารถใช้น้ำมันแก๊สโซฮอล์ได้ อีกทั้งอนุญาตให้หน่วยราชการสามารถจัดซื้อยานพาหนะที่สามารถใช้น้ำมันแก๊สโซฮอล์ E10 ได้อีกด้วย

2.2 การใช้น้ำมันเบนซินผสมเอทานอลที่สัดส่วนต่างๆในต่างประเทศ

มาตรฐานเชื้อเพลิงตั้งแต่ E20 ขึ้นไปจะขึ้นอยู่กับมาตรฐานของแต่ละประเทศ โดยประเทศบราซิลมีมาตรฐานทั้งเชื้อเพลิงผสมเอทานอล และ มาตรฐานของเอทานอลที่นำมาผสมในน้ำมันเบนซิน โดยเอทานอลที่นำมาผสมกับน้ำมันเบนซินต้องเป็น Anhydrous เอทานอล เนื่องจากหากมีปริมาณน้ำในเอทานอลมากไป น้ำจะเกิดการแยกชั้นกับน้ำมันเบนซินได้ สำหรับเอทานอลเพื่อใช้เป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เชื้อเพลิง E100 นั้น เป็น hydrate ethanol คือเอทานอลบรสุทธิ์ 93% (ยอมให้มีน้ำปนอยู่ 7%) เพื่อลดต้นทุนในการกลั่นเอทานอลลง แต่ยานยนต์ที่ใช้ E100 ไม่สามารถสตาร์ทรถขณะเย็นได้เพราะเอทานอล E100 มีค่า RVP ต่ำ จึงจำเป็นต้องมีถังน้ำมันเชื้อเพลิงอีก 1 ถังเพื่อใช้สำหรับสตาร์ทเครื่องยนต์ ในหลายประเทศมีการใช้น้ำมันเบนซินผสมเอทานอลในสัดส่วนต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 แสดงสัดส่วนการใช้เอทานอลในต่างประเทศ

ประเทศ	วัตถุดิบ	น้ำมันแก๊สโซฮอล์	ส่วนผสม(โดยปริมาตร)	
			เบนซิน	เอทานอล
ออสเตรเลีย	ธัญพืช, อ้อย	E10	90%	10%
แคนาดา	ธัญพืช, ฟ่าง	E5	95%	5%
		E10	90%	10%
ญี่ปุ่น	เอทานอลนำเข้าจากบราซิล	E3	97%	3%
ไทย	กากน้ำตาล, มันสำปะหลัง	E10	90%	10%
		E20	80%	20%
ฟินแลนด์	เอทานอลนำเข้าจากสเปน	E5	95%	5%
สวีเดน	ธัญพืช	E5	95%	5%
โปแลนด์	ธัญพืช	E5	95%	5%
ฝรั่งเศส	บีทรูท, กากองุ่น	E3	97%	3%
อเมริกา	ข้าวโพด	E10	90%	10%
เปรู	ธัญพืช, มันสำปะหลัง	E10	90%	10%
ปารากวัย	ธัญพืช, มันสำปะหลัง	E7	93%	7%
โคลัมเบีย	ธัญพืช, มันสำปะหลัง	E10	90%	10%
จีน	ธัญพืช	E10	90%	10%
แคนาดา	ข้าวโพด	E85	17%-30%	70%-83%
บราซิล	อ้อย	E25	75%-78%	22%-25%
		E100	-	>96% (H_2O<4%)
สวีเดน	ธัญพืช	E85	17%-30%	70%-83%
อเมริกา	ข้าวโพด	E85	17%-30%	70%-83%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1 การใช้น้ำมันเบนซินผสมเอทานอลในประเทศบราซิล

ประเทศบราซิลเป็นประเทศแรกที่มีการใช้เอทานอลผสมในน้ำมันเบนซิน เพื่อลดการนำเข้าพลังงานจากต่างประเทศตั้งแต่ปี 1975 โดยมีการเพิ่มสัดส่วนเอทานอลในน้ำมันเบนซินขึ้นเรื่อยๆ ในขณะนี้น้ำมันเบนซินผสมเอทานอลที่ใช้อยู่มี 2 ชนิดคือ น้ำมันเบนซินผสมเอทานอลร้อยละ 25 โดยปริมาตร (E25) และ น้ำมัน E100

2.2.2 การใช้น้ำมันเบนซินผสมเอทานอลในประเทศสหรัฐอเมริกา

ในประเทศอเมริกานั้นก็ได้มีการใช้น้ำมันแก๊สโซฮอล์ E10 กันอย่างแพร่หลาย โดยมีมาตราฐานตาม ASTM D 4814 และ ASTM D 4815 เป็นหลัก ยานยนต์ทั่วไปนั้นสามารถเติมน้ำมันเบนซินและน้ำมัน E10 ได้ทันทีโดยไม่ต้องดัดแปลงเครื่องยนต์แต่อย่างใด ในขณะเดียวกันก็ได้มีการใช้น้ำมันแก๊สโซฮอล์ E85 ในหลายๆ รัฐของประเทศสหรัฐอเมริกา โดยจะต้องใช้กับรถยนต์ FFV (Flexible Fuel Vehicle) เท่านั้น ซึ่งยังมีเป็นส่วนน้อยคือประมาณ 6 ล้านคัน มาตราฐานน้ำมัน E85 จะอ้างอิงตาม ASTM

2.2.3 การใช้น้ำมันเบนซินผสมเอทานอลในประเทศสวีเดน

ประเทศสวีเดนนั้นเริ่มมีการใช้น้ำมันเบนซินผสมเอทานอลมาตั้งแต่ปี 1985 โดยเริ่มการใช้จากน้ำมันเบนซินที่มีส่วนผสมของเอทานอลร้อยละ 5 (E5) จนกระทั่งในปี 2003 รัฐบาลประเทศสวีเดนได้ตัดสินใจเพิ่มสัดส่วนเอทานอลในน้ำมันเชื้อเพลิงเป็นร้อยละ 85 ซึ่งเป็นการเพิ่มขึ้นอย่างก้าวกระโดด โดยได้เริ่มใช้ E85 ในรถยนต์ FORD รุ่น Focus และในรถโดยสาร ความนิยมในการใช้ยานยนต์ที่ใช้กับ E85 ในประเทศสวีเดนมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น โดยส่วนหนึ่งมาจากการสนับสนุนจากทางรัฐบาลของประเทศสวีเดนเช่น การลดภาษีรถยนต์ที่สามารถใช้ E85 ลงถึง 20%, รถยนต์ที่ใช้ E85 สามารถขับเข้าในตัวเมืองได้ และสามารถจอดได้ฟรี 2 ชั่วโมงในที่จอดฟรี 15 นาทีได้ ในขณะนี้ประเทศสวีเดนมีมาตราฐานน้ำมัน E85 เป็น SIS 155480 ซึ่งดัดแปลงจากมาตราฐาน ASTM D5798-99 ของอเมริกา

2.2.4 การใช้น้ำมันเบนซินผสมเอทานอลในประเทศแคนาดา

ประเทศแคนาดาเป็นอีกประเทศหนึ่งที่เริ่มมีการใช้เชื้อเพลิง E85 โดยมีสถานีเติมเพียงไม่กี่แห่ง และใช้มาตรฐาน E85 ของสหรัฐอเมริกา ASTM D5798-99

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 การวิเคราะห์การใช้เอทานอลทางการตลาดและเศรษฐศาสตร์ในประเทศไทย

การวิเคราะห์การผลิตเอทานอลจากพืชผลทางการเกษตรที่มีอยู่ในประเทศไทย โดยเปรียบเทียบวัตถุดิบในการผลิตเอทานอล แสดงตาราง 2.2

ตาราง 2.2แสดงปริมาตรผลผลิตเอทานอลจากวัตถุดิบชนิดต่าง ๆ

วัตถุดิบที่มีน้ำหนัก 1 ตัน	ปริมาตรของเอทานอลที่ผลิตได้ (ลิตร)
อ้อย	80
หัวมันสำปะหลังสด	167
มันเส้น	333
ข้าวฟ่าง	76
ธัญพืช (เช่น ข้าว ข้าวโพด)	375

ที่มา: กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน

ตารางที่ 2.3 แสดงราคาเอทานอล

ไตรมาส	ราคาเอทานอล (บาท/ลิตร)
1/2551 (ม.ค.-มี.ค.)	17.28
2/2551 (เม.ย.-มิ.ย.)	17.54
3/2551 (ก.ค.-ก.ย.)	18.01
4/2551 (ต.ค.-ธ.ค.)	22.11
1/2552 (ม.ค.-มี.ค.)	**17.18**

ที่มา:สำนักนโยบายปิโตรเลียมและแผนพลังงาน,2552

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1 การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์

กรณีนำวัตถุดิบที่ส่งออกทั้งหมดมาผลิตเอทานอล (ฤดูกาลผลิตปี 2550/51)

อ้อย ผลผลิตปีละ 70 ล้านตัน บริโภคภายใน 20 ล้านตัน ส่งออก 50 ล้านตัน นำมาผลิตเป็นเอทานอลได้ 4,000 ล้านลิตร (50 ล้านตันอ้อย x 80 ลิตร)

มันสำปะหลัง ผลผลิตปีละ 28 ล้านตัน ส่งออก 21 ล้านตัน นำมาผลิตเป็นเอทานอลได้ 3,500 ล้านลิตร (21 ล้านตัน x 167 ลิตร)

เพราะฉะนั้นอ้อยและมันสำปะหลังนำมาผลิตเอทานอลได้ปีละ 7,500 ล้านลิตร จะเทียบเท่ากับน้ำมันเบนซิน 5,250 ล้านลิตร (70 %) ณ เวลานี้ราคาน้ำมันเบนซิน 91 หน้าโรงกลั่น 16/2/52 ที่ 26.34 บาท/ลิตร มูลค่าเอทานอลเทียบกับราคาหน้าโรงกลั่นสามารถลดการนำเข้าน้ำมันได้ถึงปีละ 138,285 ล้านบาท ซึ่งสามาลดการขาดดุลทางการค้าและประกันราคาพืชผลทางการเกษตรได้

2.3.2 กำลังการผลิตเอทานอลในประเทศไทย

ในปัจจุบันได้มีโรงงานผลิตเอทานอลเพิ่มขึ้นเพื่อตอบสนองต่อความต้องการการใช้พลังงาน โดยได้รับความสนใจจากบริษัททั้งเอกชนและภาครัฐบาล ซึ่งแสดงดังต่อไปนี้

ผลิตแล้วในปัจจุบัน	9 ราย	1,255,000 ลิตร/วัน
คาดว่าจะผลิตใน Q1/2551	2 ราย	320,000 ลิตร/วัน
คาดว่าจะผลิตใน Q2-4/2551	7 ราย	1,200,000 ลิตร/วัน
กำลังการผลิตปี 2551	18 ราย	2,775,000 ลิตร/วัน
คาดว่าจะผลิตหลังปี 2551	31 ราย	9,610,000 ลิตร/วัน
กำลังการผลิตตามใบอนุญาต	49 ราย	12,385,000 ลิตร/วัน

(ที่มา:สมาคมการค้าผู้ผลิตเอทานอลไทย,2551)

ในปัจจุบันประเทศไทยมีกำลังการผลิตเอทานอล 2.775 ล้านลิตรต่อวัน และมีโรงงานผลิตเอทานอลที่ได้รับใบอนุญาตแล้ว จำนวน 49 ราย มีกำลังผลิตตามใบอนุญาตรวม 12.38 ล้านลิตรต่อวัน โดยปัจจุบันมีการใช้เชื้อเพลิงเบนซิน (95 / 91) ต่อวันเท่ากับ 20 ล้านลิตร เมื่อมีการผลิตเอทานอลครบ 49 ราย นั้นหมายความว่าจะสามารถรองรับการใช้เชื้อเพลิงภายในประเทศได้ถึง 61.55 % ซึ่งสามารถลดการนำเข้าน้ำมันเชื้อเพลิงได้จำนวนมหาศาล

ประเทศไทยผลิตเอทานอลจากกากน้ำตาลและมันสำปะหลังจึงได้มีการสำรวจความต้องการในการใช้วัตถุดิบ และส่วนที่เหลือสำหรับผลิตเอทานอล เพื่อดูแนวโน้มในการวางแผนรองรับความต้องการเชื้อเพลิงเอทานอลที่จะมากขึ้นในอนาคต สามารถประมาณการได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4 ประมาณการมันสำปะหลังเพื่อการผลิตเอทานอล

รายการ	หน่วย	2551	2552	2553
ปริมาณผลผลิต				
ที่จะได้	ตัน/ไร่	3.55	4.0	4.5
ผลผลิตมันสำปะหลัง (ไม่รวม	ล้านตัน	27.62	30.66	33.58
ความต้องการมันสำปะหลัง				
ความต้องการสำหรับโรงแป้ง	ล้านตัน	14.28	15.33	16.30
มันเส้น/ อัดเม็ด (ในประเทศ)	ล้านตัน	2.63	2.63	2.63
มันเส้น/ อัดเม็ด (ต่างประเทศ)	ล้านตัน	10.50	10.08	10.71
เหลือมันสำปะหลังสำหรับเอทานอล	ล้านตัน	0.21	2.62	3.95

หมายเหตุ

1) ข้อมูลผลผลิตเป็นการสำรวจของสมาคมมันสำปะหลัง 4 สมาคม
2) ความต้องการมันสำปะหลัง ของโรงแป้ง , มันเส้น และมันอัดเม็ด จากสมาคมแป้งมันสำปะหลังไทย

ตารางที่ 2.5 ประมาณการกากน้ำตาลเพื่อการผลิตเอทานอล

รายการ	หน่วย	2551	2552	2553
ปริมาณผลผลิต				
ผลผลิตอ้อย*	ล้านตัน	73.30	72.00	75.40
ผลผลิตกากน้ำตาล(ไม่รวมสต๊อก	ล้านตัน	3.30	3.24	3.39
ความต้องการกากน้ำตาล				
โรงงานสุรา*	ล้านตัน	1.00	1.00	1.00
อาหารสัตว์ / ผงชูรส*	ล้านตัน	0.36	0.40	0.40
ส่งออก	ล้านตัน	0.50	0.50	0.50
เหลือสำหรับผลิตเอทานอล	ล้านตัน	1.44	1.34	1.49

หมายเหตุ *ข้อมูลจากสำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่3
ทฤษฎีพื้นฐานการทำงานของเครื่องยนต์

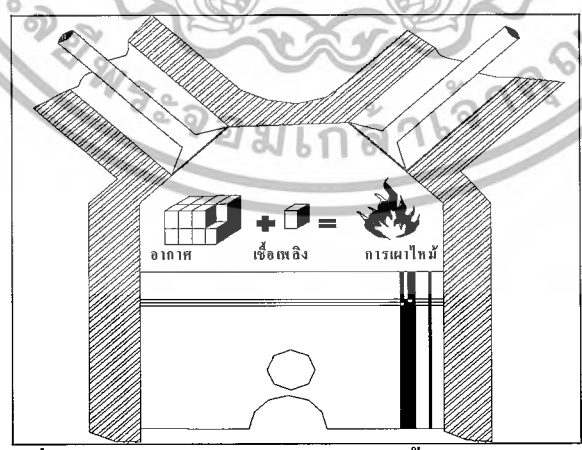
ความต้องการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ ปัจจุบันเครื่องยนต์ของแก๊สโซลีนได้ถูกพัฒนาให้มีประสิทธิภาพสูงมากยิ่งขึ้น คือนอกจากจะพยายามทำให้ได้กำลังสูงสุดแล้ว ยังต้องมีความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงและเกิดมลภาวะเป็นพิษจากแก๊สไอเสียน้อยที่สุดอีกด้วย ซึ่งประสิทธิภาพของเครื่องยนต์นี้ จะขึ้นอยู่กับองค์ประกอบที่สำคัญหลายประการด้วยกัน คือ

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

อัตราส่วนผสมของอากาศและน้ำมันเชื้อเพลิง นับเป็นสิ่งที่สำคัญมากอย่างหนึ่งที่จะมีผลต่อประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ หากอัตราส่วนผสมของเชื้อเพลิงที่ป้อนเข้ากระบอกสูบไม่เหมาะสมจะเป็นเหตุให้เครื่องยนต์มีกำลังม้าต่ำ สิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง และเกิดแก๊สคาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO) มาก ซึ่งจะเป็นอันตรายต่อร่างกายของมนุษย์

3.1 อัตราส่วนผสมของอากาศและน้ำมันเชื้อเพลิง

อัตราส่วนของอากาศและน้ำมันเชื้อเพลิง ที่ใช้กับเครื่องยนต์ จะประกอบด้วยส่วนผสม 3 แบบ คือ



รูปที่ 3.1 อัตราส่วนผสมของอากาศและเชื้อเพลิงทางทฤษฎี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.1 อัตราส่วนผสมของอากาศและน้ำมันเชื้อเพลิงตามทฤษฎี (Theoretical air-fuel ratio) หมายถึง อัตราส่วนผสมของอากาศและน้ำมันเชื้อเพลิงที่จำเป็นสำหรับการเผาไหม้อย่างสมบูรณ์ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 14.7:1 หรือประมาณ 15:1 เมื่อคิดโดยน้ำหนัก กล่าวคือจะต้องใช้อากาศน้ำหนัก 14.7 กิโลกรัม ต่อ น้ำหนักเบนซิน 1 กิโลกรัม หรือถ้าคิดโดยปริมาณจะต้องใช้อากาศจำนวน 10,000 ลิตร ต่อน้ำมันเบนซิน 1 ลิตร

3.1.2 อัตราส่วนผสมหนา (Rich mixture) อัตราส่วนของอากาศและน้ำมันเชื้อเพลิงตามทฤษฎี ถือว่าเป็นอัตราส่วนผสมที่พอดีสำหรับการเผาไหม้อย่างสมบูรณ์ ถ้าอัตราส่วนผสมน้อยกว่า 14.7:1 เช่น 12: 1 ซึ่งเป็นส่วนผสมที่ใช้อากาศน้อยกว่าทฤษฎี

3.1.3 อัตราส่วนผสมบาง (Lean mixture) สำหรับส่วนผสมที่มีค่ามากกว่า 14.7:1 เช่น 16:1ซึ่งเป็นส่วนผสมที่ใช้อากาศมากกว่าทฤษฎี

3.2 อัตราส่วนผสมของเชื้อเพลิงที่เครื่องยนต์ต้องการในสภาวะการทำงานต่างๆ

เครื่องยนต์เบนซินรุ่นแรกๆ หรือรุ่นประมาณ 10 ปีที่ผ่านมา จะมีคาร์บูเรเตอร์เป็นอุปกรณ์สำหรับทำหน้าที่จ่ายส่วนผสมของอากาศและน้ำมันเชื้อเพลิงเข้ากระบอกสูบในอัตราส่วนผสมต่างๆที่เหมาะสมกับสภาวะการทำงานของเครื่องยนต์ ดังนี้ คือ

3.2.1 ขณะทำการสตาร์ เครื่องยนต์จะต้องการส่วนผสมของเชื้อเพลิงที่ค่อนข้างหนามาก (ประมาณ 10:1) เนื่องจากในขณะสตาร์ เครื่องยนต์ยังมีความเร็วรอบต่ำเป็นต้นเหตุให้อากาศที่ไหลผ่านคอคอดของคาร์บูเรเตอร์มีความเร็วต่ำไปด้วย ทำให้น้ำมันเชื้อเพลิงไม่สามารถเป็นฝอยละอองได้ดี พร้อมทั้งเครื่องยนต์ยังมีความความฝืดสูง ดังนั้นจึงจำเป็นต้องใช้อัตราส่วนผสมของเชื้อเพลิงที่หนามากกว่าปกติ เพื่อให้ได้กำลังงานในการขับเคลื่อนชิ้นส่วนมากขึ้น และเป็นการชดเชยการเป็นชดเชยการเป็นฝอยละอองของน้ำมันที่ยังไม่ดี

3.2.2 ขณะเดินเบา เครื่องยนต์มีความเร็วรอบประมาณ 600 - 800 รอบต่อนาที ซึ่งเป็นความเร็วรอบที่ต่ำ ดังนั้นเครื่องยนต์จึงยังคงต้องการอัตราส่วนผสมที่หนา (ประมาณ10:1) เพื่อให้เครื่องยนต์สามารถทำงานอยู่ได้โดยไม่สะดุดหรือดับ ไปเนื่องจากความฝืดของชิ้นส่วน และเพื่อเป็นการชดเชยการเป็นฝอยละอองของน้ำมันที่ยังไม่ค่อยดีนัก

3.2.3 ขณะอุณหภูมิต่ำ เครื่องยนต์ต้องการอัตราส่วนที่หนาเพราะความเย็นจะทำให้ฝอยละอองของน้ำมันบางส่วนกลั่นตัวเป็นหยดน้ำมันติดตามผนังท่อไอดีและผนังกระบอกสูบ

3.2.4 ขณะใช้งานปกติ เครื่องยนต์รับภาระปานกลาง ความเร็วรอบประมาณ 2000 - 2500 รอบต่อนาที อัตราส่วนผสมของเชื้อเพลิงที่เครื่องยนต์ต้องการจะอยู่ในช่วง 15: 1 - 16:1 ซึ่งเป็นอัตราส่วนผสมที่ประหยัด และใกล้เคียงกับอัตราส่วนผสมตามทฤษฎี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.5 ขณะเร่งเครื่อง อัตราส่วนผสมของเชื้อเพลิงที่เครื่องยนต์ต้องการจะหนากว่าปกติเพื่อให้ได้กำลังสำหรับเพิ่มความเร็วรอบได้อย่างทันทีทันใด

3.2.6 ขณะใช้กำลังงานสูงสุด เช่น ขณะบรรทุก เครื่องยนต์จะต้องการส่วนผสมที่หนาประมาณ 12.5: 1 -13.5:1 เพื่อให้ได้กำลังงานสูงสุด

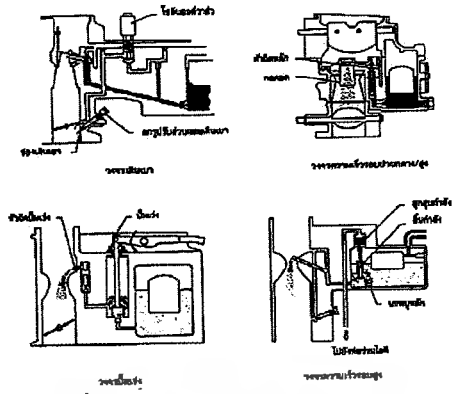
3.3 ข้อจำกัดในการทำงานของคาร์บูเรเตอร์

เนื่องจากเครื่องยนต์ต้องทำงานอยู่ภายใต้สภาวะการทำงาต่างๆ ที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาตามสภาพขับขี่ของผู้ใช้รถยนต์ ดังนั้นคาร์บูเรเตอร์จึงถูกออกแบบให้มีอุปกรณ์หรือกลไกลต่างๆ ประกอบเข้าด้วยกันมากมาย เพื่อให้สามารถจ่ายส่วนผสมของเชื้อเพลิงได้อย่างถูกต้องและราดเร็วทันต่อการเปลี่ยนแปลงสภาวะการทำงานของเครื่องยนต์ซึ่งในรถยนต์บางรุ่นได้นำเอาระบบอิเล็กทรอนิกส์เข้ามาควบคุมการทำงานของคาร์บูเรเตอร์เพื่อใช้จ่ายส่วนผสมของเชื้อเพลิงเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ แต่เครื่องยนต์ที่ใช้คาร์บูเรเตอร์ก็ยังไม่สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดตามต้องการได้ เนื่องจากคาร์บูเรเตอร์ยังมีข้อจำกัดในการทำงานอยู่หลายประการ คือ

ตารางที่ 3.1 ตารางแสดงอัตราส่วนผสมของอากาศและน้ำมันเชื้อเพลิงที่เครื่องยนต์ต้องการ

สภาวะการทำงานและผลกระทบ	AFR
เชื้อเพลิงหนาสุดที่กำหนด	6.0 :1
กำลังเครื่องยนต์น้อย และมีควันดำ	9.0 :1
กำลังเครื่องยนต์ที่ดีที่สุด (เชื้อเพลิงหนา) ณ ลิ้นเร่งเปิดสุด	11.5 :1
กำลังเครื่องยนต์ที่ดีที่สุด (ค่าปลอดภัย) ณ ลิ้นเร่งเปิดสุด	12.5 :1
กำลังเครื่องยนต์ที่ดีที่สุด (เชื้อเพลิงบาง) ณ ลิ้นเร่งเปิดสุด	13.2 :1
เชื้อเพลิงบาง ใช้ช่วงภาระน้อย หรือ ภาระครึ่งหนึ่ง	15.5 :1
ค่าประหยัดที่สุด และใช้ภาระครึ่งหนึ่ง	16.2 :1
สตาร์เครื่องยนต์	8-10 :1
รอบเดินเบา	10 :1
เครื่องยนต์เย็น	9-11 :1
ใช้งานปกติ	14.5-16 :1
ขณะเครื่องเร่ง	12.5 :1
ขณะเหยียบคันเร่งสุด	12-13 :1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 วงจรต่างๆของคาร์บูเรเตอร์

3.3.1 คาร์บูเรเตอร์ประกอบไปด้วยอุปกรณ์ที่เป็นกลไกลอยู่จำนวนมาก ทำให้การจ่ายเชื้อมีความล้าช้าส่งผลให้การตอบเสนองการเร่งไม่ดีเท่าที่ควร

3.3.2 เนื่องจากคาร์บูเรเตอร์ประกอบด้วยวงจรในการจ่ายส่วนผสมหลายวงจร เช่น วงจรความเร็วรอบเดินเบา วงจรความเร็วรอบปกติ วงจรปั้มเร่ง วงจรความเร็วรอบสูง ฯลฯ ในขณะที่มีการเปลี่ยนแปลงวงจรการทำงาน จำเป็นต้องมีการจ่ายส่วนผสมที่หนาไว้ เพื่อป้องกันไม่ให้เครื่องสะดุด ซึ่งเป็นการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง

3.3.3 ประสิทธิภาพในการผสมของอากาศ และน้ำมันเชื้อเพลิง จะขึ้นอยู่กับความเร็วของอากาศไหลผ่านคอคอด (Venturi) ของคาร์บูเรเตอร์ เช่น ในขณะความเร็วรอบเครื่องยนต์ต่ำสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง

3.3.4 กรณีที่เครื่องยนต์มีคาร์บูเรเตอร์ตัวเดียว ความหมายของท่อไอดีในแต่ละสูบจะไม่เท่ากัน กระบอกสูบที่มีท่อไอดียาวหรือมีความโค้งงอของท่อดีมากจะมีความล้าช้าในการบรรจุส่วนผสม และมีการตกค้างของน้ำมันในท่อไอดีมาก ทำให้ส่วนผสมที่บรรจุเข้าในแต่ละกระบอกสูบไม่เท่ากันซึ่งมีผลต่อกำลังของเครื่องยนต์

3.3.5 ขณะทำการลดอัตรากาเร่งของเครื่องยนต์ลงทันทีทันใด (ปล่อยคันเร่ง) ซึ่งเป็นสภาวะที่เครื่องยนต์ไม่ต้องการน้ำมันเชื้อเพลิง แต่เครื่องยนต์ยังได้รับน้ำมันเชื้อเพลิงจากทางวงจรความเร็วรอบเดินเบา (เฉพาะในคาร์บูเรเตอร์แบบธรรมดา) และน้ำมันที่ตกค้างติดกับผนังท่อไอดี ซึ่งขณะลิ้นเร่งเปิดจะเกิดสุญญากาศในท่อไอดีมาก เนื่องจากความเร็วรอบของเครื่องยนต์ยังสูงอยู่ทำให้น้ำมันที่ตกค้างอยู่กลายเป็นฝอยละอองถูกดูดเข้ากระบอกสูบ จึงเป็นการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง

3.3.6 ในขณะที่รถยนต์วิ่งบนท้องถนนที่มีความลาดเอียง ระดับน้ำมันในห้องลูกลอยของคาร์บูเรเตอร์จะเปลี่ยนแปลงไป ซึ่งเป็นสาเหตุให้คาร์บูเรเตอร์จ่ายส่วนผสมของเชื้อเพลิงหนาหรือบางไป จากที่เครื่องยนต์ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากข้อที่จำกัดในการทำงานของคาร์บูเรเตอร์ทำให้มีการพัฒนาอุปกรณ์สำหรับจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงให้กับเครื่องยนต์แบบใหม่ที่เรียกว่า “ระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง” มาใช้แทนคาร์บูเรเตอร์

3.4 ระบบการจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงแบบหัวฉีด (Fuel Injection System)

หลักการของระบบการจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงแบบหัวฉีด จะใช้หัวฉีด (Injection) ทำการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าไปผสมกับอากาศในท่อไอดี (Intake manifold หรือ Intake tube) โดยปริมาณ และช่วงเวลาการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงจะได้มาจากการวิเคราะห์ของ ECU ซึ่งทำหน้าที่รับสัญญาณมาจากตัวตรวจจับต่าง ๆ เช่น ความเร็วรอบเครื่องยนต์ อุณหภูมิน้ำหล่อเย็น ปริมาณการไหลของอากาศ เป็นต้น ระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง โดยทั่วไปจะมีอยู่ด้วยกัน 2 แบบใหญ่ด้วยกันคือ

1. ระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ แบบ D-Jetronic หรือ EFI แบบ D
2. ระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ แบบ L-Jetronic หรือ EFI แบบ L

3.5 การควบคุมการฉีดน้ำมัน

เนื่องจากเครื่องยนต์ที่ทำการทดสอบมีระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์แบบ D-Jetronic เป็นระบบที่มีการควบคุมระยะเวลาการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงของหัวฉีดโดยวิธีการวัดแรงดันของอากาศในท่อร่วมไอดีด้วยตัวจับความดันในท่อไอดี แล้วแปลงเป็นสัญญาณไฟฟ้าส่งเข้ากล่องควบคุม เพื่อกำหนดระยะเวลาในการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงของหัวฉีดให้เหมาะสมกับปริมาณอากาศที่เข้ากระบอกสูบ

หลักการทำงาน

ขณะที่เครื่องยนต์มีความเร็วรอบต่ำ ลิ้นเร่งจะเปิดให้อากาศไหลเข้ากระบอกสูบน้อยเป็นผลให้ความดันในท่อไอดีต่ำ ตัวตรวจจับความดันในท่อไอดี จะส่งสัญญาณไฟฟ้าที่สัมพันธ์กับความดันอากาศในท่อไอดีในขณะนั้น เข้าไปที่กล่องควบคุม ในสภาวะแบบนี้กล่องควบคุม จะสั่งจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงน้อย และในทางกลับกันหากบิดคันเร่งมากขึ้นจะทำให้มีอากาศไหลเข้ากระบอกสูบมากขึ้นเป็นผลให้ความดันในท่อไอดีสูงขึ้นในสภาวะแบบนี้กล่องควบคุม จะสั่งจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงมากขึ้น

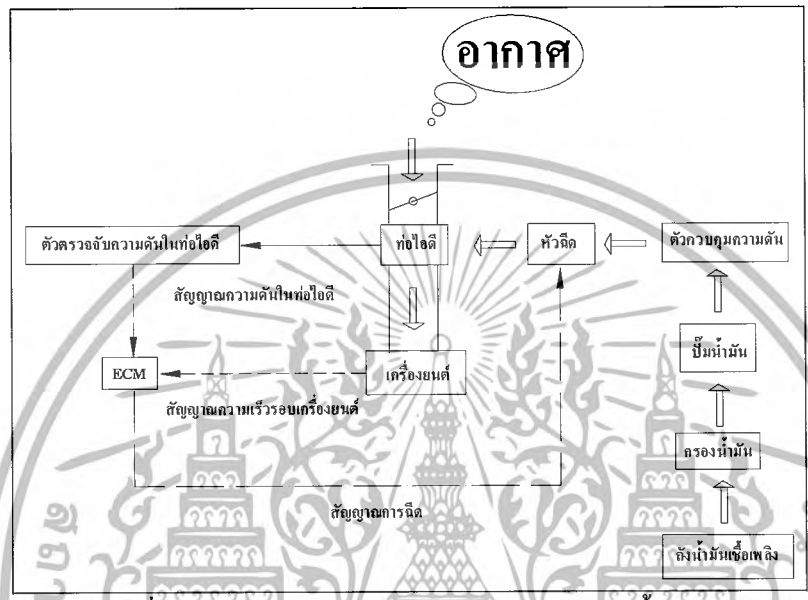
การควบคุมเวลาในการฉีดเชื้อเพลิง

ระบบจะมีการควบคุมระยะเวลาในการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงออกเป็น 2 ส่วนด้วยกันคือ การควบคุมระยะเวลาการฉีดพื้นฐาน และการเพิ่มระยะเวลาในการฉีดตามสภาวะการทำงานของเครื่องยนต์ โดยมีรายละเอียดการควบคุมดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การควบคุมระยะเวลาการฉีดพื้นฐาน

กล่องควบคุมจะได้รับสัญญาณไฟฟ้าจากตัวตรวจจับความดันในท่อไอดี และสัญญาณความเร็วรอบของเครื่องยนต์ สัญญาณไฟฟ้าทั้งสองจะเป็นสัญญาณที่ใช้สำหรับ กำหนดระยะเวลาในการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงของหัว ฉีดระยะเวลาในการฉีดที่ได้จากสัญญาณทั้งสองนี้เรียกว่า ระยะเวลาในการฉีดพื้นฐาน



รูปที่ 3.3 ไดอะแกรมการควบคุมระยะเวลาในการฉีดพื้นฐาน

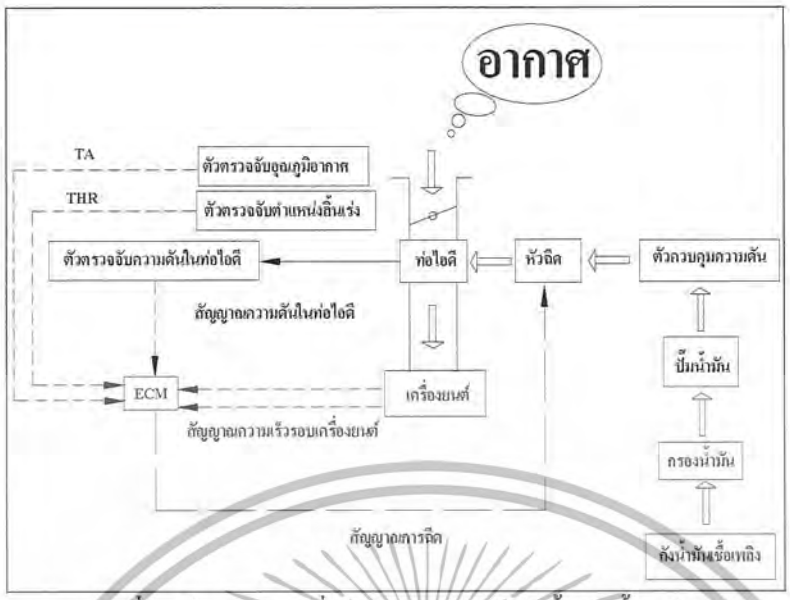
หมายเหตุ : สัญญาณความเร็วรอบของเครื่องยนต์จะใช้เป็นข้อมูลในการคำนวณหาปริมาณอากาศต่อรอบการทำงานของเครื่องยนต์ พร้อมทั้งเป็นตัวกำหนดจังหวะการจุดระเบิด และจังหวะเริ่มต้นการฉีดเชื้อเพลิงของหัวฉีด

การเพิ่มระยะเวลาในการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง

เนื่องจากเครื่องยนต์ต้องทำงานภายใต้สภาวะต่างๆ ที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาจึงทำให้อัตราส่วนผสมที่ได้จากสัญญาณการฉีดพื้นฐานไม่สามารถตอบสนองต่อความต้องการเครื่องยนต์ในทุกสภาวะการทำงานได้ ดังนั้นจึงต้องมีตัวตรวจจับสภาวะการทำงานของเครื่องยนต์เป็นตัวส่งข้อมูลสภาวะการทำงานต่างๆของเครื่องยนต์ให้กล่องควบคุมทราบเพื่อที่กล่องจะได้นำข้อมูลเหล่านั้นไปประมวลผลคำนวณหาปริมาณเชื้อเพลิงที่เครื่องยนต์ต้องการในสภาวะนั้นๆ แล้วสั่งให้หัวฉีดฉีดน้ำมันออกมาผสมกับอากาศให้ได้สัดส่วนที่พอเหมาะที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



รูปที่ 3.4 ไดอะแกรมเพิ่มระยะเวลาในการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
104147

บทที่ 4
เชื้อเพลิงและการเผาไหม้

4.1 เชื้อเพลิงและการเผาไหม้

เชื้อเพลิงสำหรับเครื่องยนต์เปาไหม้ภายในเป็นสารผสมไฮโดรคาร์บอน ที่มีโมเลกุลและน้ำหนักต่างๆกัน สารผสมไฮโดรคาร์บอนนี้ได้จากการกลั่นน้ำมันดิบปิโตรเลียม ซึ่งสามารถแบ่งน้ำมันดิบเป็น 2 ชนิด คือ เป็น Paraffin base หรือ Naptha base ในการกลั่นแยกส่วนต่างๆออกจากกันนั้น อาศัยสารไฮโดรคาร์บอนที่มีจุดเดือดต่างกัน ส่วนเบาที่มีจุดเดือดต่ำกว่า เช่น C_4H_{10} (butane) C_3H_8 (propane) C_2H_6 (ethane) จะแยกออกมาก่อน แล้วต่อมาก็จะเป็นแก๊สโซลีน แนปทา คีโรซีน ดีเซล น้ำมันหล่อลื่น และขี้ผึ้งหรือยางมะตอย

4.2 คุณสมบัติของเชื้อเพลิง

4.2.1 ค่าความร้อนเชื้อเพลิง (Heating Value)

คือ ปริมาณความร้อนที่เชื้อเพลิงให้หลังจากการเผาไหม้ต่อหนึ่งหน่วยน้ำหนักซึ่งอาจหาค่าได้โดยใช้แก๊สแคลอรี่มิเตอร์ หรือบอมบ์แคลอรี่มิเตอร์ก็ได้ ค่าความร้อนที่ทดลองได้จากแคลอรี่มิเตอร์จะเป็นค่าความร้อนสูงกว่า (Higher heating value) สำหรับในการใช้งานมักจะใช้ค่าความร้อนต่ำกว่า (Lower heating value) มาใช้ในการคำนวณ

ค่าความร้อนจากเชื้อเพลิงอาจจะคำนวณจากสูตรได้

$GCV = (33800 \times C) + (144000 \times H) + (9300 \times S)$ kJ/kg

GCV = Gross Calorific Valve

1 kg C เผาเป็น CO_2 หมดจะให้ความร้อน = 33800 kg

1 kg C เผาเป็น O_2 กลายเป็นไอให้ความร้อน = 144000kg

1 kg C เผาเป็น O_2 กลายเป็น SO_2 ให้ความร้อน = 9300 kg

4.2.2 ความสามารถในการระเหย (Volatility)

คือ ความสามารถในการระเหยต่ออุณหภูมิของเชื้อเพลิงไฮโดรคาร์บอน และคุณสมบัติของการระเหยต่ออุณหภูมินี้ มีความสำคัญต่อการใช้งาน คือ เชื้อเพลิงส่วนที่ระเหยเท่านั้นจึงจะเกิดการสันดาปอุณหภูมิในการใช้งานของเครื่องยนต์มีค่าต่างๆกัน จึงจำเป็นต้องเลือกเชื้อเพลิงที่เหมาะสมกับอุณหภูมินั้นๆ เพื่อให้เกิดการสันดาปที่สมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3 ออกเทนนัมเบอร์ (Octance Number)

คือ ตัวเลขบอกความต้านทานต่ออุณหภูมิ และความดันในการติดไฟ ถ้าความดันและอุณหภูมิสูง เชื้อเพลิงยังไม่ติดไฟ ก็เรียกว่า เชื้อเพลิงนั้นมีนัมเบอร์ออกเทนสูงโดยเทียบกับเชื้อเพลิง Iso-octane C_8H_{18} ซึ่งมีนัมเบอร์ออกเทนเท่ากับ 100 และเชื้อเพลิง Normal heptane C_7H_{16} ซึ่งมีนัมเบอร์ออกเทนเท่ากับ 0

ในการทำให้น้ำมันเบนซิน หรือที่เรียกว่า แก๊สโซลีน นั้นมีนัมเบอร์ออกเทนสูงขึ้น มักจะใช้สารตัวเดิม $C_8H_{20}Pb$ tetra-ethyl-lead ปริมาณที่เติมต้องไม่เกิน 4 cc/gallon เพราะมากไปจะไม่เพิ่มนัมเบอร์ออกเทน นอกจากนั้น ยังเกิดมลพิษเนื่องจากไอตะกั่ว หลังการเผาไหม้อีกด้วย

4.2.4 จุดวาบไฟ (Flash Point)

คือ อุณหภูมิที่เชื้อเพลิงสามารถจะให้ไอ และติดวาบไฟขึ้นได้

4.2.5 จุดติดไฟ (Fire Point)

คือ อุณหภูมิที่เชื้อเพลิงสามารถจะให้ไอ และติดไฟต่อไปได้เอง

4.2.6 ความถ่วงจำเพาะ

คือ น้ำหนักของน้ำมันต่อปริมาตรของน้ำที่อุณหภูมิเดียวกัน ธรรมดาทั่วไปนิยมใช้เป็น API Gravity (American Petroleum Institute) ซึ่งโดยทั่วไป ถ้า API Gravity สูง น้ำมันนั้นจะมีค่าซีเทนสูงด้วย

4.3 กระบวนการเผาไหม้

การเกิดการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง อาจเป็นเชื้อเพลิงแข็ง เหลว หรือก๊าซก็ได้ หลังจากการเผาไหม้แล้วก็จะให้พลังความร้อนออกมา ซึ่งจะนำไปแปลงเป็นพลังงานรูปอื่นตามต้องการได้ ในกระบวนการสันดาป ต้องหาวิธีที่ทำได้ง่าย และหลังการสันดาปแล้วให้พลังงานมาก และสามารถจะควบคุมพลังงานนั้นได้ด้วย ในการเกิดการสันดาปนั้น เป็นการเกิดปฏิกิริยาทางเคมีของสารขึ้น ซึ่งมี 2 แบบ คือ

Exothermic Reaction คือ การเกิดปฏิกิริยาทางเคมีแล้วมีการคายหรือถ่ายพลังงานออกจากกระบวนการ

Endothermic Reaction คือ การเกิดปฏิกิริยาทางเคมีโดยมีการดูดพลังงานความร้อนเข้าไป เพื่อทำปฏิกิริยา

1. อากาศในการเกิดการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงนั้น จำเป็นต้องมีออกซิเจนเข้าช่วยในการทำปฏิกิริยา ออกซิเจนที่นำมาใช้ในกระบวนการก็มักจะเป็นออกซิเจนจากอากาศธรรมดา ในอากาศทั่วไปนั้นนอกจากจะมีออกซิเจนแล้วยังมีสารอื่นเป็นส่วนประกอบอยู่ด้วย คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไนโตรเจน อาร์กอน ฮีเลียม คริปตอน ซีนอน คาร์บอนไดออกไซด์ และไอน้ำ แต่ส่วนผสมส่วนใหญ่จะเป็น O_2 และ N_2 ส่วนสารอื่นๆดังกล่าวข้างต้นนั้นมีน้อยมาก

2. สมการของการเผาไหม้ การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงก็ใช้ปฏิกิริยาเคมีธรรมดา โดยเขียนสมการเคมีขึ้นแล้วก็ Balance สมการให้เกิดการสมดุลกัน เช่น

$$C + O_2 \longrightarrow CO_2$$

$$2H_2 + O_2 \longrightarrow 2H_2O$$

$$CH_4 + O_2 \longrightarrow CO_2 + 2H_2O$$

$$C_6H_{14} + O_2 \longrightarrow 6CO_2 + 7H_2O$$

4.4 การเผาไหม้ในเครื่องยนต์แก๊สโซลีน

การสันดาปในเครื่องยนต์แก๊สโซลีนจะมีประสิทธิภาพดีและให้มลพิษที่เป็นพิษน้อยนั้น มีแฟกเตอร์ที่จะต้องควบคุมหลายตัว และบางตัวจะมีความสัมพันธ์หรือผลกระทบต่อกัน นอกจากนั้น รูปแบบห้องเผาไหม้ จังหวะการจุดระเบิด และตัวแปรต่างๆของเครื่องยนต์ยังมีผลกระทบต่อการสันดาปด้วย ซึ่งในทางปฏิบัติ จะต้องพิจารณาแต่ละค่าให้เหมาะสม (Optimum) เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุด โดยมีมลพิษที่อยู่ในขีดจำกัดด้วย

4.4.1 อัตราส่วนอากาศและน้ำมัน

การจุดระเบิดและการสันดาปที่ดีนั้น จะมีผลเนื่องมาจากอัตราส่วนของอากาศและเชื้อเพลิงมากโดยเฉพาะต้องอยู่ในช่วงที่เหมาะสม ซึ่งมีผลกระทบโดยตรงต่อการลามของเปลวและอุณหภูมิของเปลว

การลามของเปลวในเครื่องยนต์แก๊สโซลีนที่เหมาะสมนั้น จะต้องมีอัตราส่วนอากาศต่อเชื้อเพลิงในช่วง 10-17 อุณหภูมิเปลวสูงสุดนั้นจะเกิดเมื่อส่วนผสมหนาเล็กน้อย คือ อยู่ในช่วงประมาณ 13.2 หรือ 14 (ส่วนผสมที่พอดี หรือ Stroichiometric ratio นั้น ประมาณ 14.6 ขึ้นอยู่กับกระบวนการกลั่นของน้ำมันจากโรงกลั่น) และอุณหภูมิเปลวจะลดลงเมื่อส่วนผสมหนาขึ้นหรือบางลง และอุณหภูมิจะต่ำสุดเมื่อถึงอัตราส่วนของสารผสมน้ำมันและอากาศที่เปลวไม่สามารถจะลามต่อไป

ความเร็วสูงสุดของเปลวจะเกิดที่อัตราส่วนของอากาศและเชื้อเพลิงต่ำกว่า อยู่ในช่วงประมาณ 12 หรือ 13 และจะลดลงไม่ว่าอัตราส่วนจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงตามแบบกราฟของอุณหภูมิ สำหรับกำลังจากเครื่องยนต์นั้นจะเพิ่มหรือลดตามกราฟของความเร็วของอุณหภูมิเปลว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อย่างไรก็ดี ประสิทธิภาพเชิงความ ร้อนตะมีค่าสูงสุดเมื่ออัตราส่วนอากาศต่อเชื้อเพลิงมีค่า 16 ซึ่งเป็นค่าที่มีส่วนผสมบาง ดังนั้น อัตราการกินน้ำมันจำเพาะซึ่งเป็นส่วนกลับกับประสิทธิภาพเชิงความร้อน จึงมีค่าต่ำสุดที่อัตราส่วนอากาศต่อเชื้อเพลิง 16

สำหรับในการเร่งเครื่องยนต์ในขณะที่มีภาระสูงนั้น จะต้องเพิ่มส่วนผสมให้หนาขึ้น ซึ่งนักขับรถทราบดีก็คือ เร่งความเร็วรถโดยการเหยียบคันเร่ง ซึ่งจะเป็นผลให้เกิดคาร์บอนมอนอกไซด์ และไฮโดรคาร์บอน เนื่องจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์

4.4.2 กระบวนการลามของเปลว

การลามของเปลวในส่วนผสมต้องการเวลา ดังนั้นจึงต้องตั้งไฟให้จุดก่อนลูกสูบจะถึงจุดศูนย์ตายบน และต้องให้ไฟลามและสันดาปไปตามเวลาที่กำหนด เมื่อเริ่มจุดไฟที่หัวเทียน เปลวจะเริ่มลามออกจากปลายจุดที่หัวเทียนออกไปหาส่วนผสมดังคลื่นเคลื่อนออกไป เปลวไฟจะเคลื่อนที่ไปข้างหน้า ส่วนผสมที่เผาแล้วก็จะอัดมาด้านหลังเปลว ดังนั้น ความดันจะเพิ่มขึ้นเป็นอัตราส่วนโดยตรงกับการลามของเปลวหรืออัตราความเร็วของเปลว ซึ่งถือเป็นแฟกเตอร์ที่สำคัญที่สุดในการสันดาปในเครื่องยนต์เบนซิน

ความเร็วของเปลวขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของส่วนผสมความดัน ปริมาณแก๊สค้างในกระบอกสูบ และอัตราส่วนของส่วนผสมด้วย และที่มีผลกระทบมากคือ ความไม่แน่นอนของส่วนผสมซึ่งเปลี่ยนแปลงไปเนื่องจากความเร็วรอบบนของเครื่องยนต์ ดังนั้น จะเห็นว่า ความเร็วของการลามของเปลวจะเป็นอัตราส่วนโดยตรงกับความเร็วรอบบนของเครื่องยนต์ ส่วนผสมต่างๆกันนั้นจะถูกแจกจ่ายจากคาร์บูเรเตอร์เข้าไปตามสูบต่างๆของเครื่องยนต์ ซึ่งครอบคลุมความเร็วรอบตั้งแต่ 600-800 รอบต่อนาที ดังนั้นเพื่อให้ได้การเผาไหม้ที่มีประสิทธิภาพ ได้มีการปรับตั้งเวลาการจุดระเบิดเพื่อให้เหมาะสมกับการเปลี่ยนแปลงความเร็วรอบของเครื่องยนต์ดังกล่าว การจุดระเบิดที่เร็วเกินไปหรือล่าเกินไปจะก่อให้เกิดความดันที่ไม่เหมาะสมในกระบอกสูบ ดังนั้น เวลาการจุดระเบิดที่ถูกต้องเท่านั้นที่จะให้กำลังสูงสุดจากเครื่องยนต์ การตั้งเวลาการจุดที่ถูกต้องนั้นค่อนข้างจะทำได้ยาก เพราะขึ้นอยู่กับแฟกเตอร์หลายตัวที่มีความสัมพันธ์ต่อกันด้วย คือ อัตราส่วนอากาศต่อน้ำมัน งานที่ใช้ในการดูดไอดี ความเร็วรอบ และอื่นๆดังกล่าวมาแล้ว ที่สามารถตั้งเวลาการจุดในปัจจุบัน ทำเพียงตั้งค่าที่เหมาะสมที่สุดเท่านั้น

กำลังไฟจากหัวเทียนที่ใช้จุดระเบิดนั้น จะใช้น้อยที่สุดเมื่อส่วนผสมหนากว่าที่ควรจะเป็นเล็กน้อย และกำลังไฟจะใช้มากขึ้นหากส่วนผสมบางลง และอาจต้องขยายความห่างของเขี้ยวหัวเทียนด้วย

4.4.3 การแปรปรวนของวัฏจักรต่อวัฏจักร (Cyclic Variation)

เป็นการยากมากที่จะควบคุมให้ส่วนสมที่เข้าลูกสูบทุกครั้งคงที่ตลอด เพราะส่วนผสมแต่ละครั้งที่ถูกอัดเข้านั้นขึ้นอยู่กับการดูดของไอดี จังหวะการอัด การขยายของลูกสูบ การ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปล่อยไอเสีย ซึ่งควบคุมให้คงที่ไม่ได้ นอกจากนั้น ทั้งรูปแบบของเปลวและความเร็วในการสันดาปยังขึ้นอยู่กับปริมาณก๊าซค้างและเวลาของการผสมนั้น รวมทั้งหยดน้ำมันที่ไม่ระเหยในส่วนผสม เป็นเหตุให้ส่วนผสมไม่แน่นอน กระบวนการลามของเปลวจะเปลี่ยนแปลงไปหากแฟกเตอร์ต่างๆดังกล่าวเปลี่ยน ดังนั้นความดันในกระบอกสูบจึงแปรปรวนตลอดและในแต่ละวัฏจักรความดันก็จะเปลี่ยนแปลงและต่างกันไปด้วย

หากการเผาไหม้แปรแปรวนไปมาก สมรรถนะของเครื่องยนต์ก็จะตกและเครื่องจะไม่เรียบ สภาพของการเผาไหม้ดังกล่าวควรจะให้เกิดน้อยที่สุด การเผาไหม้ที่แปรปรวนไปมานี้ส่วนใหญ่จะเกิดเมื่อส่วนผสมบาง นี่ก็คือเหตุผลอีกข้อหนึ่งที่ทำให้เครื่องยนต์เบนซินทำงานได้ไม่ดีเท่าที่ควรขณะที่ส่วนผสมบาง

4.5 มลพิษจากการเผาไหม้

4.5.1 มลพิษจากเครื่องยนต์แก๊สโซลีน

เชื้อเพลิงที่ใช้ในเครื่องยนต์แก๊สโซลีนจะเป็นเชื้อเพลิงแก๊สโซลีนหรือก๊าซหุงต้มก็ได้ ซึ่งเชื้อเพลิงจะถูกดูดเข้าไปในคาร์บูเรเตอร์ผสมกับอากาศเป็นอย่างดีแล้วจึงแจกจ่ายต่อไปยังห้องเผาไหม้ ในกระบวนการเผาไหม้ คาร์บอนได้ออกไซด์และน้ำจะเกิดขึ้นแน่ แต่เนื่องจากในอากาศมีปริมาณไนโตรเจนอยู่ด้วยร้อยละ 79 ในสภาวะที่อุณหภูมิสูงก็อาจทำให้เกิดไนโตรเจนออกไซด์ (Nox) ได้ (ส่วนใหญ่จะเป็น ไนโตรเจนมอนอกไซด์ และไนโตรเจนไดออกไซด์) คาร์บอนมอนอกไซด์ก็อาจเกิดได้ เนื่องจากการสันดาปที่ไม่สมบูรณ์ แต่ถ้าได้ออกซิเจนเพิ่มขึ้น ก็จะเปลี่ยนเป็นคาร์บอนไดออกไซด์ต่อไป ในขณะเดียวกัน ไฮโดรคาร์บอนก็อาจเกิดขึ้นได้หากการสันดาปไม่สมบูรณ์ และจะปล่อยออกมาในจังหวะคาย ดังนั้น ไอเสียจะมีส่วนประกอบต่างกันขึ้นอยู่กับกระบวนการเผาไหม้และแฟกเตอร์อื่นๆที่สัมพันธ์กัน ส่วนประกอบของไอเสียในขณะที่มีอัตราส่วนอากาศต่อเชื้อเพลิงพอดี (Stroichiometric) และเผาไหม้ตามปกตินั้นอาจเป็นไปตามตารางที่ 4.1

1. คาร์บอนมอนนอกไซด์

ความเข้มข้นของคาร์บอนมอนนอกไซด์ในภาวะสมดุล (Eqrilibrium) คือ อุณหภูมิของความดันคงที่ที่ขณะหนึ่ง) จะลดลงอย่างรวดเร็วหากเพิ่มอัตราส่วนอากาศต่อเชื้อเพลิง และอุณหภูมิของก๊าซที่เผาไหม้ก็จะลดลงด้วย และหากปฏิกิริยาทางเคมีสมดุลด้วย ความเข้มข้นของคาร์บอนมอนอกไซด์ที่อุณหภูมิไอเสียจะต่ำเมื่อส่วนผสมบางและจะมีปริมาณออกซิเจนเกินความต้องการ แต่ความจริงแล้ว ความเข้มข้นของคาร์บอนมอนอกไซด์ไม่เป็นไปตามภาวะสมดุล คาร์บอนมอนอกไซด์จะเข้มข้นกว่า ทำให้อุณหภูมิและความดันของไอเสียไม่เป็นไปตามอัตราส่วนอากาศและเชื้อเพลิง เนื่องจากความเร็วในการออกซิไดซ์ของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คาร์บอนมอนอกไซด์หยุดไปเฉยๆ จึงทำให้ เกิด คาร์บอนมอนอกไซด์เข้มข้นมากในจังหวะคายของลูกสูบ ความเข้มข้นของคาร์บอนมอนอกไซด์ในไอเสียเกือบจะเป็นผลโดยตรงจากอัตราส่วนอากาศและเชื้อเพลิงที่อัตราส่วนอากาศต่อเชื้อเพลิง (เบนซิน) น้อยกว่า 16 ความเข้มข้นของคาร์บอนมอนอกไซด์จะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว และหากส่วนผสมไม่เป็นเนื้อเดียวกันดี หรือระบบหล่อเย็นทำให้การเผาไหม้หยุดชะงักจะทำให้ความเข้มข้นคาร์บอนมอนอกไซด์เพิ่มขึ้นด้วย ดังนั้น จึงต้องจัดค่าของอัตราส่วนอากาศและเชื้อเพลิงที่เหมาะสม

ตารางที่ 4.1 แสดงส่วนประกอบไอเสียเมื่อมีอัตราส่วนอากาศต่อเชื้อเพลิงพอดี

ส่วนประกอบ	ปริมาตร %
N_2	83.5
O_2 (รวม argon ด้วย)	2.22
CO_2	13
H_2	0.23
CO	0.97
HC	205 ppm
NO	2900 ppm
NO_2	18 ppm

หมายเหตุ : 1. เชื้อเพลิงเบนซินที่มีอัตราส่วนอากาศต่อเชื้อเพลิง 14.7

2. ค่าต่างๆ ไม่รวมความชื้นและน้ำ

3. 1% =10,000 ppm

2. ไฮโดรคาร์บอน

ที่อุณหภูมิสูง ความเร็วในการออกซิไดซ์ของไฮโดรคาร์บอนจะเร็วมาก โดยทั่วไปเชื่อว่าไฮโดรคาร์บอนที่เกิดในไอเสียเนื่องจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์โดยเฉพาะส่วนผสมหนา สาเหตุของไฮโดรคาร์บอนที่ไม่เผาไหม้นั้น ค่อนข้างยุ่งยาก ธรรมดาผนังห้องเผาไหม้จะมีอุณหภูมิต่ำ และเปลวจะไม่สูง และหากยังมีปริมาณออกซิเจนเหลือในกระบอกสูบมาก จะเห็นว่ายังเผาไหม้ได้ต่อไป และหากอุณหภูมิไอเสียสูง การเผาไหม้อาจเผาไปเรื่อยๆจนวาล์วไอเสียเปิดแล้วยังเผาต่อไปในท่อไปเสีย อย่างไรก็ดีปริมาณไฮโดรคาร์บอนจะเพิ่ม หากอัตราส่วนอากาศต่อเชื้อเพลิงลดลงเพราะปริมาณออกซิเจนช่วยในการเผาไหม้ไม่พอ ความหนาของส่วนผสมที่ติดผนังห้องเผาไหม้ (Flame Extinguishing Bed) จะน้อยมากหากส่วนผสมหนา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เล็กน้อย (มากกว่าที่ Stoichiometric) และ ความหนาจะเพิ่มขึ้นเมื่อส่วนผสมหนากว่าหรือบางกว่า ยิ่งกว่านั้น ความหนาของส่วนผสมที่ติดผนังยังเป็นอัตราส่วนกลับกับความดัน หากอัตราส่วนพื้นที่ต่อปริมาตร (S/V ratio) ของห้องเผาไหม้สูง อัตราการไหลของส่วนผสมเข้าผนังจะมากขึ้นและจะสูญเสียความร้อนไป เป็นผลให้อุณหภูมิของก๊าซที่เผาไหม้ลดลง ซึ่งจะทำให้ปริมาณไฮโดรคาร์บอนเพิ่มขึ้น การหยุดลามของเปลวตามช่วงที่ติดผนังห้องเผาไหม้ทั้งด้านข้างและด้านบนของลูกสูบเป็นสาเหตุของการไฮโดรคาร์บอนทั้งสิ้น ในกรณีของส่วนผสมบางมากๆจะทำให้เกิดไฮโดรคาร์บอนลงไปได้บ้าง ปริมาณของก๊าซค้างสูง ทำให้ส่วนผสมแปรปรวน จะทำให้เปลวอาจจะไม่ลามต่อไป ในเครื่องยนต์ 2 จังหวะหรือเครื่องยนต์โรตารี่ ขณะความเร็วรอบต่ำในจังหวะคายจะมีปริมาณไฮโดรคาร์บอนมากในไอเสีย

3. ไนโตรเจนออกไซด์ (NO_X)

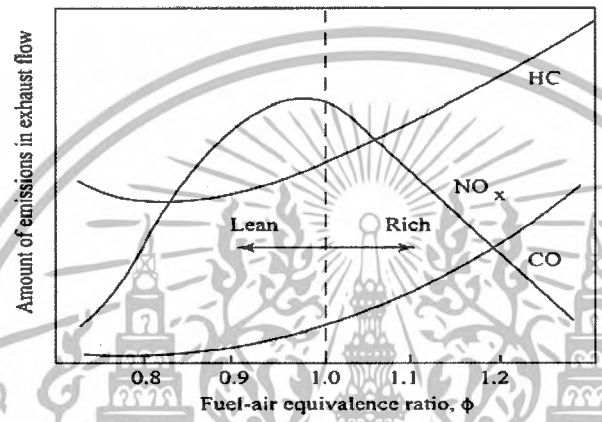
ไนโตรเจนออกไซด์จากเครื่องยนต์เบนซินส่วนใหญ่จะเป็นสารประกอบของไนโตรเจนมอนอกไซด์ และมีไนโตรเจนไดออกไซด์เล็กน้อย และหากไนโตรเจนมอนอกไซด์ถูกปล่อยออกไปในอากาศจะออกซิไดซ์ต่อไปทันทีเป็นไนโตรเจนไดออกไซด์ความเข้มข้นของไนโตรเจนมอนอกไซด์ในไอเสียขึ้นตรงกับอุณหภูมิสูงสุดของการสันดาป และอัตราส่วนอากาศต่อเชื้อเพลิง ความเข้มข้นของไนโตรเจนมอนอกไซด์ที่ภาวะสมดุลระหว่างการเผาไหม้แบบปริมาตรคงที่นั้นจะสูงสุดที่อัตราส่วนอากาศต่อเชื้อเพลิง (เบนซิน) = 18 ไม่รวมการสูญเสียความร้อนไป

หากใช้ส่วนผสมหนาจะเห็นว่า ปริมาณไนโตรเจนมอนอกไซด์ลดลงเร็วมาก ความเข้มข้นของไนโตรเจนมอนอกไซด์ในไอเสียจากเครื่องยนต์จริงจะสูงกว่ามากไม่เป็นไปตามภาวะสมดุล เป็นผลกระทบต่ออุณหภูมิความดันระหว่างจังหวะคายด้วย ความเร็วของการออกซิไดซ์ของไนโตรเจนมอนอกไซด์จะช้ามาก การเกิดไนโตรเจนมอนอกไซด์ในเครื่องยนต์เนื่องจากส่วนผสมบางส่วนอยู่ในภาวะความเข้มข้นในภาวะสมดุล หลังจากนั้นไนโตรเจนมอนอกไซด์จะแตกตัวในจังหวะคาย ความเข้มข้นจะลดลงไปเล็กน้อย อย่างไรก็ดี การแตกตัวของไนโตรเจนมอนอกไซด์เกิดขึ้นช้ามาก ความเข้มข้นลดลงน้อยมากเทียบกับอุณหภูมิที่ลดปริมาณไนโตรเจนมอนอกไซด์ที่ออกในไอเสียจึงสูง

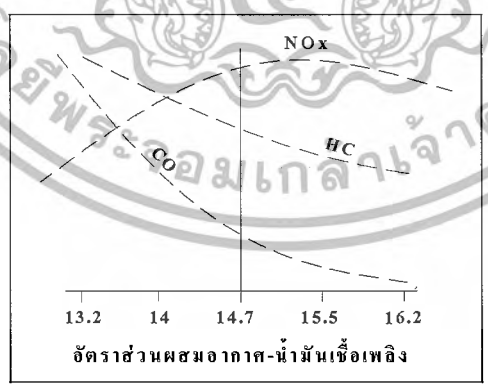
ในกรณีของส่วนผสมบางจะเห็นว่า เมื่อปริมาณไนโตรเจนมอนอกไซด์ขึ้นสูงสุดแล้วจะไม่ลดอีกต่อไป ทั้งนี้เนื่องจากหลังจากเกิดไนโตรเจนมอนอกไซด์แล้ว ความเข้มข้นของไนโตรเจนมอนอกไซด์ไม่เป็นไปตามอุณหภูมิแล้ว และไนโตรเจนมอนอกไซด์แตกตัวช้ามากเลยทำให้ความเข้มข้นของไนโตรเจนมอนอกไซด์คงที่ตลอด สำหรับส่วนผสมบางส่วนที่เผาไหม้ทีหลังนั้น เนื่องจากอุณหภูมิของการสันดาปลดลงแล้ว และเวลาของแก๊สก็อยู่ในห้องเผาไหม้ไม่นาน ปริมาณไนโตรเจนมอนอกไซด์จากแก๊สส่วนหลังจึงน้อยมาก กระบวนการเกิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไนโตรเจนมอนอกไซด์ในห้องเผาไหม้นั้น ยัง ต้องศึกษาทำการวิจัยอีกมาก กระบวนการเกิดไนโตรเจนมอนอกไซด์บางส่วนยังไม่สามารถอธิบายได้ ที่ทำมาแล้วจะพิสูจน์ได้คือ ความเข้มข้นของไนโตรเจนมอนอกไซด์ในภาวะสมดุลเท่านั้น ซึ่งทำการทดลองที่อุณหภูมิของเปลวความเข้มข้นไนโตรเจนมอนอกไซด์จะสูงสุดเมื่อการเผาไหม้เกิดที่อัตราส่วนส่วนผสม = 16 และหากส่วนผสมหนาหรือบางกว่านี้ ปริมาณไนโตรเจนมอนอกไซด์ก็จะลดลงอย่างรวดเร็ว ในภาวะสมดุลยังแสดงให้เห็นผลกระทบของอุณหภูมิต่อความเข้มข้นของไนโตรเจนมอนอกไซด์ได้ชัดเจน



รูปที่ 4.1 แสดงปริมาณมลพิษที่สัดส่วนความเข้มข้นของเชื้อเพลิง (Equivalence Ratio) สำหรับเครื่องยนต์เบนซิน



รูปที่ 4.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนผสมของอากาศและน้ำมันเชื้อเพลิงต่อส่วนประกอบของไอเสีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.2 แฟกเตอร์ที่มีผลต่อมลพิษจาก เครื่องยนต์แก๊สโซลีน

แฟกเตอร์ที่มีผลต่อมลพิษทั้งปริมาณและอัตรานั้นส่วนใหญ่จะมีความสัมพันธ์กันทั้งสิ้น ในการพิจารณาจึงจะเน้นเฉพาะส่วนที่มีผลกระทบจริงๆ สำหรับความสัมพันธ์และผลกระทบของแฟกเตอร์ต่างๆต่อกันนั้นจะสรุปพอเป็นสังเขป

1. อัตราส่วนผสม (อากาศต่อเชื้อเพลิง)

โดยทั่วไปความเข้มข้นของมลพิษจากไอเสียแปรตามส่วนผสมคาร์บอนมอนอกไซด์เกือบจะพูดได้ว่า แปรตามอัตราส่วนส่วนผสมโดยตรง แฟกเตอร์อื่นมีผลน้อยมาก แต่ปริมาณไฮโดรคาร์บอนและอัตราเชื้อเพลิงจำเพาะจะเพิ่มถ้าส่วนผสมบางไปเนื่องจากการลามของเปลวไม่สมบูรณ์ และการเผาไหม้ที่ผิดเวลา ปริมาณไนโตรเจนมอนอกไซด์จะสูงสุดที่ส่วนผสม 16 และจะลดลงอย่างรวดเร็วหากส่วนผสมหมดหรือบางกว่านี้

2. เวลาจุดระเบิด

เวลาจุดระเบิดต่ำ ความเข้มข้นของไนโตรเจนออกไซด์จะลดลงอย่างรวดเร็วจากค่าอัตราส่วนพอดี ในเครื่องยนต์ทั่วไปที่ไม่มีอุปกรณ์ควบคุมมลพิษ หากตั้งการจุดระเบิดล่าไป 10CA ความเข้มข้นของไนโตรเจนออกไซด์จะลดลงร้อยละ 30-40 และกำลังขาออกลดลงด้วย อัตราการเกิดไนโตรเจนออกไซด์จะลดลงร้อยละ 20 อัตราการเกิดไนโตรเจนออกไซด์เป็นผลจากอุณหภูมิของการสันดาปและการบำรุงรักษาระบบจุดระเบิด การเกิดไนโตรเจนออกไซด์จะลดลงเร็วกว่าทางด้านของส่วนผสมหนา

การจุดระเบิดล่าจะลดปริมาณไฮโดรคาร์บอนด้วย เนื่องมาจากเผาไหม้ไม่หัน ทำให้เผาต่อไปในจังหวะคาย และอาจเผาต่อไปในท่อไอเสีย อุณหภูมิไอเสียอาจเพิ่มขึ้น ดังนั้นหากส่วนผสมบาง ปริมาณไฮโดรคาร์บอนจะน้อย แม้ว่าจะจุดล่าไป

1. สภาวะไอดี

อุณหภูมิไอดีสูงจะทำให้เพิ่มไนโตรเจนออกไซด์และทำให้อากาศเข้าห้องเผาไหม้บางลงทำให้กำลังตกด้วย สำหรับผลกระทบของอุณหภูมิไอดีต่อไฮโดรคาร์บอนนั้นน้อยมาก แต่ความดันไอดีต่ำจะลดปริมาณไนโตรเจนออกไซด์แต่เพิ่มไฮโดรคาร์บอน ความชื้นในอากาศมากจะมีผลทำให้ไนโตรเจนออกไซด์ลดลงเนื่องจากทำให้อุณหภูมิเปลวต่ำลง จะเห็นได้ชัดขึ้นหากส่วนผสมบาง

2. ก๊าซค้าง

หากมีก๊าซค้างในกระบอกสูบมาก จะทำให้อุณหภูมิก๊าซที่เผาไหม้ต่ำลง ปริมาณไฮโดรคาร์บอนจะเพิ่ม และเกิดไนโตรเจนออกไซด์ด้วย ในเครื่องยนต์ 2 จังหวะจะเห็นว่ามีปริมาณไนโตรเจนออกไซด์น้อย เพราะการค้างจะมีมากในกระบอกสูบอยู่แล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ความดันกลับจากไอเสีย

ความดันกลับจากไอเสียเนื่องจากไอเสียออกไม่สะดวกหรือออกไม่ทัน จะทำให้เกิดความดันกลับขึ้น ทำให้มีก๊าซค้างในกระบอกสูบมากขึ้น ลดปริมาณไนโตรเจนออกไซด์แต่มีผลต่อไฮโดรคาร์บอนน้อยมาก

4. อุณหภูมิน้ำหล่อเย็น

อุณหภูมิน้ำหล่อเย็นสูงขึ้นจะช่วยลดไฮโดรคาร์บอนได้เล็กน้อย แต่ขณะเดียวกันก็เพิ่มปริมาณไนโตรเจนออกไซด์

5. ข้อมูลจำเพาะของเครื่องยนต์

โดยทั่วไป รูปแบบห้องเผาไหม้ที่มีอัตราส่วนพื้นที่ผิวของผนังต่อปริมาตรห้องเผาไหม้ (S/V ratio) น้อย จะทำให้ปริมาณไฮโดรคาร์บอนน้อย ปริมาณไนโตรเจนออกไซด์มาก ทั้งนี้ขึ้นกับตำแหน่งของการวางหัวเทียนด้วย อัตราส่วนกำลังอัดสูง จะทำให้กำลังดี และประสิทธิภาพสูง บางกรณีอัตราส่วนกำลังสูงจะเพิ่มไฮโดรคาร์บอนและลดไนโตรเจนออกไซด์ แต่หากใช้ส่วนผสมบาง ปริมาณไนโตรเจนออกไซด์จะเพิ่มขึ้น ปริมาตรช่องชักเพิ่มจะลดไฮโดรคาร์บอนและเพิ่มไนโตรเจนออกไซด์ทำนองเดียวกับอัตราส่วนช่องชักต่อเส้นผ่าศูนย์กลาง

6. สภาพการใช้งาน

ความเร็วรอบของเครื่องยนต์มีผลต่อคาร์บอนมอนอกไซด์ ไฮโดรคาร์บอน และไนโตรเจนออกไซด์น้อยมาก ภาระสูงจะให้ไนโตรเจนออกไซด์มาก ภาระต่ำ รอบต่ำจะให้ไฮโดรคาร์บอนและคาร์บอนมอนอกไซด์สูง ความเข้มข้นของไนโตรเจนออกไซด์ จะเปลี่ยนแปลงไปตามความเร็วรอบและกำลังเพลา และแปรตามส่วนผสมและเวลาจุดระเบิดด้วย

7. ชนิดของเชื้อเพลิง

เครื่องยนต์เบนซินที่ใช้ LPG เป็นเชื้อเพลิง จะให้ไฮโดรคาร์บอนต่ำกว่าเครื่องที่ใช้เบนซินมาก และไนโตรเจนจออกไซด์ก็จะสูงกว่ามาก ทั้งนี้เพราะ LPG สามารถผสมเป็นเนื้อเดียวกับอากาศได้ดี การลุกไหม้สมบูรณ์กว่า จึงไม่มีไฮโดรคาร์บอนเหลือมากนัก และการเผาไหม้ที่ดีก็จะเพิ่มอุณหภูมิก๊าซเผาไหม้ ทำให้ปริมาณไนโตรเจนออกไซด์เพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
วิธีการทดสอบและอุปกรณ์การทดสอบ

5.1 วิธีการดำเนินการทดสอบ

การทดสอบเพื่อศึกษาการประยุกต์ใช้เอทานอลกับเครื่องยนต์รถจักรยานยนต์เวฟ 125-i จะแบ่งการดำเนินงานออกเป็น 5 ส่วนคือ

1. การวิเคราะห์คุณสมบัติของเอทานอลเทียบกับเบนซิน
2. การปรับแต่งเครื่องยนต์ (ทั้งระบบหัวฉีดและระบบคาร์บูเรเตอร์)
3. การทดสอบเครื่องยนต์ (ทั้งระบบหัวฉีดและระบบคาร์บูเรเตอร์)
4. การทดสอบการสตาร์ทเย็นของเครื่องยนต์เอทานอล
4. การประเมินชิ้นส่วนรถจักรยานยนต์ในห้องปฏิบัติการ

ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

5.1.1 การวิเคราะห์คุณสมบัติของเอทานอลเทียบกับเชื้อเพลิงเบนซิน

คุณสมบัติของเชื้อเพลิงเอทานอลแสดงดังในตารางที่ 5.1 เปรียบเทียบกับเชื้อเพลิงชนิดอื่น เนื่องจากเอทานอลมีคุณสมบัติที่แตกต่างจากเบนซินเพราะฉะนั้นการนำเชื้อเพลิงเอทานอลมาใช้แทนเบนซินนั้นจะต้องพิจารณาถึงคุณสมบัติที่แตกต่างเพื่อที่จะให้เครื่องยนต์ทำงานได้เหมาะสมนั้นคือ

1. จากสมการเคมีของเอทานอล (C_2H_5OH) จะเห็นได้ว่านอกเหนือจากอะตอมของไฮโดรเจน (H) และคาร์บอน (C) ที่มีอยู่เหมือนในเบนซินแล้วในเอทานอลยังมีอะตอมของออกซิเจน (O) เป็นองค์ประกอบอยู่ด้วย ซึ่งอะตอมของออกซิเจนจะจับตัวอยู่ในรูปของอนุมูลไฮดรอซิล (Hydroey – OH) ทำให้โมเลกุลของเอทานอลมีคุณสมบัติเป็นโพลา (Polar) ซึ่งมีปฏิกิริยาสูงกว่าเบนซิน จึงทำให้มีอำนาจในการกัดกร่อนสูงกว่าเบนซิน ซึ่งจะส่งผลการกัดกร่อนต่อชิ้นส่วนที่เป็นโลหะและพลาสติก ดังนั้นการที่จะนำเอาเอทานอลมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์แก๊สโซลีนจึงจำเป็นต้องมีการปรับเปลี่ยนวัสดุหรือการเคลือบสารที่ต้านทานการกัดกร่อนของเอทานอลในชิ้นส่วนที่ต้องสัมผัสกับเอทานอล

2. ค่าความจุพลังงาน (Energy Content) จากตารางที่ 5.1 จะเห็นได้ว่าค่าความร้อนต่อหน่วยน้ำหนักของเอทานอลนั้นมีค่าน้อยกว่าเบนซินประมาณ 30% ดังนั้นเมื่อใช้เอทานอลแทนเบนซินจะต้องให้ปริมาณเชื้อเพลิงมากขึ้นเพื่อให้เครื่องยนต์สามารถทำงานได้เช่นเดิมและจาก

การสมดุลสมการทางมีเชื้อเพลิงทั้งสองที่การเผาไหม้สมบูรณ์ (Stoichiometric) เบนซินจะได้ A/F ประมาณ 14.7 ในขณะที่เอทานอลมีค่าเพียง 9 เพราะฉะนั้นถ้าเอทานอลใช้อัตราส่วนเดียวกับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เบนซินก็จะทำให้ส่วนผสมของเอทานอลกับอากาศที่ได้บางมากทำให้การเผาไหม้เป็นไปอย่างลำบาก และทำให้การสตาร์ทติดยาก เพราะฉะนั้นจะต้องเพิ่มปริมาณเชื้อเพลิงที่เข้าห้องเผาไหม้มากขึ้น

3. ค่าความร้อนแฝงของการระเหย (Latent Heat of Vaporization) จากตารางที่ 5.1 จะเห็นได้ว่าเอทานอลมีค่าความร้อนแฝงการระเหยตัวสูงกว่าเบนซินประมาณ 3 เท่า ซึ่งแสดงว่าเมื่อใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิงแทนเบนซิน เอทานอลจะมีการดึงความร้อนเพื่อการระเหยตัวในท่อไอดีมากกว่า จะทำให้อุณหภูมิในท่อไอดีต่ำกว่าซึ่งส่งผลต่อการทำงานของเครื่องยนต์ดังนี้

เมื่ออุณหภูมิในท่อไอดีต่ำ อากาศที่ถูกดูดเข้ามาก็จะมีความหนาแน่นสูงขึ้นทำให้ลูกสูบสามารถดึงอากาศเข้ามาได้มากขึ้น ทำให้ประสิทธิภาพเชิงปริมาตรสูงขึ้น และกำลังของเครื่องยนต์มากขึ้นตาม

จากการที่เอทานอลต้องใช้ความร้อนในการระเหยตัวที่มากกว่าทำให้สภาวะที่อุณหภูมิในบรรยากาศต่ำ การระเหยตัวของเอทานอลเป็นไปได้ยากทำให้มีปัญหาในการสตาร์ทเครื่องในขณะอากาศเย็น

4. ค่าออกเทน (Octane) ค่าออกเทนเป็นตัวเลขที่ใช้บอกคุณสมบัติต้านทานการน็อกของเชื้อเพลิงที่ใช้ในเครื่องยนต์ จากตารางที่ 5.1 จะเห็นว่าเชื้อเพลิงเอทานอลมีค่าออกเทนสูงกว่าเบนซิน ซึ่งสามารถที่จะเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ได้โดยการเพิ่มอัตราส่วนกำลังอัดได้

4.2 การปรับแต่งปริมาณการจ่ายเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์

จากการวิเคราะห์ที่ได้กล่าวมาในหัวข้อที่ 5.1.1 ปัญหาหลักคือเอทานอลมีค่าพลังงานความร้อนต่อหน่วยมวลที่ต่ำกว่าเบนซินประมาณ 30% และคุณสมบัติอีกประการคือเอทานอลต้องการความร้อนในการระเหยตัวสูงกว่าเบนซินประมาณ 3 เท่า จากผลดังกล่าวทำให้เครื่องยนต์สตาร์ทติดยากในขณะอากาศเย็น จึงต้องมีการปรับแต่งเครื่องยนต์ ในโครงงานนี้มีรูปแบบการปรับแต่งเครื่องยนต์ 2 รูปแบบด้วยกัน เพื่อแก้ไขปัญหาโดยการเพิ่มความร้อนกับอากาศในปริมาณที่เพียงพอต่อการระเหยตัวของเอทานอลในการเผาไหม้ขณะเริ่มสตาร์ทเครื่องยนต์ แต่ก่อนการปรับแต่งจะต้องมีการปรับปริมาณการฉีดเชื้อเพลิงเอทานอลให้เพียงพอต่อการเผาไหม้เสียก่อน ซึ่งการศึกษาโครงงานนี้ได้ทำการปรับแต่งปริมาณการฉีดเชื้อเพลิงเพิ่มในอัตราส่วนอากาศต่อเชื้อเพลิงเอทานอล 9:1 โดยประมาณ ซึ่งเป็นอัตราส่วนที่เกิดการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ (Stoichiometric) ทำการปรับโดยใช้อุปกรณ์วัดมลพิษในหมวดการวัดค่า แลมด้า เป็นตัวบ่งชี้และทำการปรับจนค่าใกล้เคียงกับค่าแลมด้าของเชื้อเพลิงเบนซิน ซึ่งได้มีการศึกษาการทำงานของระบบการจ่ายเชื้อเพลิงทั้ง 2 ระบบ ได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

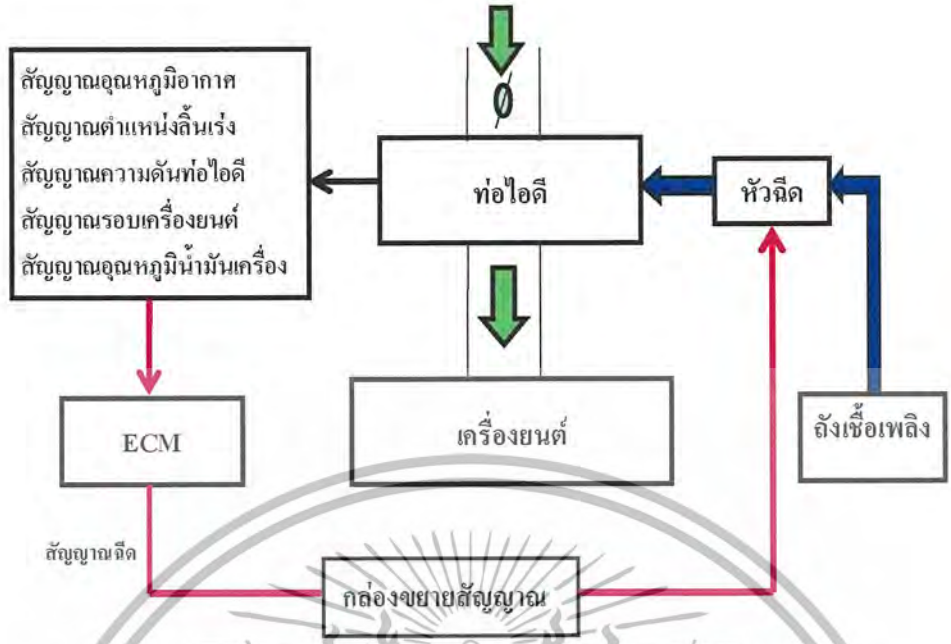
ตารางที่ 5.1 ตารางแสดงคุณสมบัติของเชื้อเพลิง (Characteristics of Fuel)

	Gasoline	Light diesel	Ethanol	Methanol
Chemical Formula *(l)*	$C_{8.26}H_{15.5}$	$C_{10.8}H_{18.7}$	C_2H_5OH	CH_3OH
Molecular Weight	114.8	148.6	46.07	32.04
Specific Gravity	0.72-0.78	0.84-0.88	0.785	0.792
Oxygen content (wt%)	-	-	34.8	50.0
Boling Point (°C)	27-225	188-343	78	65
Freezing Point (°C)	-40	(-40)-(-1)	-114	-97.5
Reid Vapor Pressure (kPa)	55-103	-	16	32
Higher Heating Value (kJ/kg)	47,300	44,800	29,700	22,700
Lower Heating Value (kJ/kg)	44,000	42,500	26,900	20,000
Heat of Vaporization (kJ/kg)[a]	305	270	840	1,103
LHV of Stoich. Mixture (kJ/kg)	2,830	2,740	2,690	2,680
Specific Heat (kJ/kg.K)				
Liquid	2.4	2.2	2.5	2.6
Vapor C_p	~1.7	~1.7	1.93	1.72
Viscosity@ 40 °C				
Centipoise	0.5	1.45	0.83	0.46
Research Octane Number (RON)	92-98	-	107	106
Motor Octane Number (RON)	80-90	-	89	92
Cetane Number	<10	45-55	3	8
Stoichometric A/F ratio	14.6	14.5	9	6.5

5.2.1 การปรับปริมาณการจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงระบบหัวฉีดควบคุมด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์

ระบบการจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงของรถจักรยานยนต์คือ ระบบหัวฉีด PGM - FI ซึ่งควบคุมด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์ ทำการปรับแต่งปริมาณการฉีดเชื้อเพลิงโดยการแปลงสัญญาณจากกล่องประมวลผล (ECM) ในตำแหน่งสัญญาณออกจากกล่องประมวลผลโดยจะมีกล่องแปลงสัญญาณเพิ่มขึ้นมา ทำหน้าที่แปลงสัญญาณการฉีดให้ยาวนานขึ้น อันเป็นผลให้ปริมาณเอทานอลที่ผสมกับอากาศเพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.1 แสดงไดอะเกรมการทำงานของระบบจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิง

รูปที่ 5.2 กล่องขยายสัญญาณเวลาการฉีดเชื้อเพลิง

5.2.2 การปรับปริมาณการจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงระบบคาร์บูเรเตอร์

เนื่องจากระบบการจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงด้วยคาร์บูเรเตอร์เป็นระบบทางกล ซึ่งยังคงมีการใช้งานอยู่บางส่วนในปัจจุบัน การปรับแต่งชิ้นส่วนภายในคาร์บูเรเตอร์เพื่อรองรับการใช้เชื้อเพลิงเอทานอลให้สามารถจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงได้อย่างเพียงพอต่อความต้องการของเครื่องยนต์ โดยทำการปรับแต่ง 2 ส่วนหลัก คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. นมหนูหลัก จากเดิมขนาดของนมหนูหลักคือเบอร์ 75 ได้ทำการปรับแต่งโดยเพิ่มขนาดรูด้วยเครื่องมือคว้านคาร์บูเรเตอร์ที่ได้มาตรฐานเปลี่ยนเป็นเบอร์ 120 แต่ขนาดของเข็มนมหนูไม่มีการปรับแต่งแต่อย่างใด

2. นมหนูเดินเบา จากเดิมขนาดของนมหนูเดินเบาคือเบอร์ 35 ได้ทำการปรับแต่งโดยเพิ่มขนาดของรูนมหนูเดินด้วยเครื่องมือคว้านคาร์บูเรเตอร์ที่ได้มาตรฐานเปลี่ยนเป็นเบอร์ 50

เมื่อทำการปรับแต่งคาร์บูเรเตอร์แล้วจะได้ค่าแลมด้าที่ใกล้เคียงกับเครื่องยนต์ที่ใช้เบนซินเป็นเชื้อเพลิง

รูปที่ 5.3 เครื่องมือการคว้านนมหนูคาร์บูเรเตอร์

รูปที่ 5.4 แสดงการเพิ่มขนาดนมหนู

5.3 การปรับแต่งเครื่องยนต์เพื่อรองรับเชื้อเพลิงเอทานอล

ต่อไปเป็นการแก้ไขปัญหาความต้องการความร้อนในการระเหยตัวของเอทานอลที่สูงกว่า มีรูปแบบการทดสอบ 2 รูปแบบด้วยกันคือ

1. การปรับแต่งอัตราส่วนการอัด (Compression ratio)

เนื่องจากเอทานอลมีค่า Octane Number สูงกว่าเบนซินคือ 107 และ 92-98 ตามลำดับ ด้วยคุณสมบัตินี้เอทานอลจึงมีอัตราการต้านทานการน็อก (Knock) สูง ทำให้สามารถเพิ่มอัตราส่วนการอัดสำหรับเครื่องยนต์เอทานอลได้ ซึ่งจะมีผลทำให้ความดันภายในห้องเผาไหม้และอุณหภูมิสูงตามไปด้วย เมื่ออุณหภูมิในห้องเผาไหม้สูงเพียงพอที่เอทานอลสามารถระเหยตัวได้จึงเกิดการเผาไหม้ขึ้น

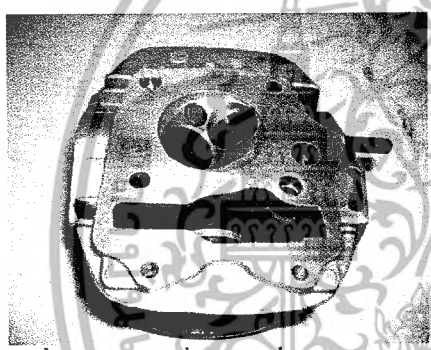
วิธีการปรับแต่งอัตราส่วนการอัดเครื่องยนต์สามารถทำได้โดยลดปริมาตรห้องเผาไหม้(Clear volume) การลดปริมาตรห้องเผาไหม้นี้ทำได้โดยการปาดฝาเสื้อสูบออกและหาปริมาตรที่เหมาะสมที่สุด ซึ่งในการศึกษานี้จะทำการปาดฝาสูบออก 0.2 มิลลิเมตร และทำการวัดกำลังอัดภายในห้องเผาไหม้โดยตรงด้วยเกจวัดความดัน ซึ่งค่าความดันที่วัดได้คือ 165 psi อัตราส่วนการอัดเท่ากับ 9.3 สำหรับห้องเผาไหม้ที่ทำการปาดฝาสูบวัดกำลังอัดได้180 psi อัตราส่วนการอัดเท่ากับ 12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ติดตั้งฮีทเตอร์ (Heater)

เป็นอุปกรณ์ทำความร้อนในอุตสาหกรรม ที่มีหลักการพื้นฐานคือ เมื่อมีกระแสไหลผ่านลวดตัวนำที่มีค่าความต้านทานสูง ลวดตัวนำจะร้อน ดังนั้น ลวดที่ใช้ผลิตฮีทเตอร์จะต้องมีคุณสมบัติเหนียวและทนอุณหภูมิได้สูง โดยในโครงงานนี้จะทำการติดตั้งฮีทเตอร์ที่บริเวณท่อไอดี

หมายเหตุ: การติดตั้งฮีทเตอร์บริเวณท่อไอดีจะทำการทดสอบในส่วนของการสตาร์ทเย็นของเครื่องยนต์เอทานอลใน บทที่ 7 เพื่อทำการทดสอบให้เห็นความแตกต่างเมื่อเปลี่ยนเชื้อเพลิงมาเป็นเอทานอลได้อย่างชัดเจน เนื่องจากที่สภาวะสภาพอุณหภูมิอากาศปกติไม่สามารถเห็นความแตกต่างระหว่างเบนซินและเอทานอลได้ชัดเจนนัก และการติดตั้งอุปกรณ์ดังกล่าวจะถูกตัดการทำงานเมื่อเครื่องยนต์สตาร์ทติดแล้วเนื่องจากความร้อนเพียงพอต่อการระเหยตัวของเอทานอลในการเผาไหม้ครั้งต่อไปทำให้เครื่องยนต์ทำงานต่อไปได้ และจากการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์เมื่อตัดการทำงานของอุปกรณ์ให้ความร้อนจะได้ค่าสมรรถนะของเครื่องยนต์ไม่แตกต่างกัน แต่มีผลทำให้การสตาร์ทเครื่องยนต์ได้ง่ายขึ้น



รูปที่ 5.5 ฝาสูบเครื่องยนต์ที่ทำการปาดออก

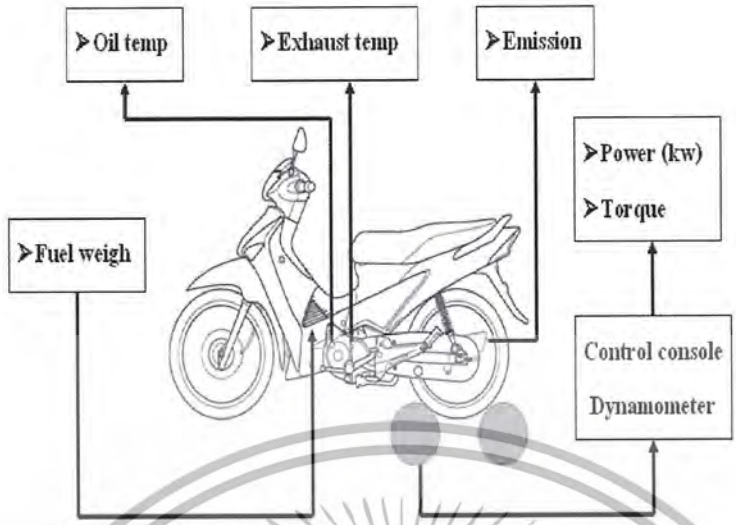
รูปที่ 5.6 แสดงตำแหน่งการติดตั้งฮีทเตอร์แบบขดลวด

5.4 การทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์

การทดสอบเครื่องยนต์นี้จะนำรถจักรยานยนต์ขึ้นบนแท่นทดสอบดังรูปที่ 5.7 แล้วทำการวัดแรงม้าที่ออกมา โดยในขณะที่วัดลิ้นปีกผีเสื้อจะเปิดสุดตลอดเวลา โดยจะทดสอบตั้งแต่รอบ 3,000-8,000 rpm ที่เกียร์ 4 ของเครื่องยนต์ แล้วบันทึกผลดังต่อไปนี้

1. กำลังเบรกและทอร์กของเครื่องยนต์
2. อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง
3. อุณหภูมิอากาศไอดีและไอเสีย
4. มลพิษจากเครื่องยนต์

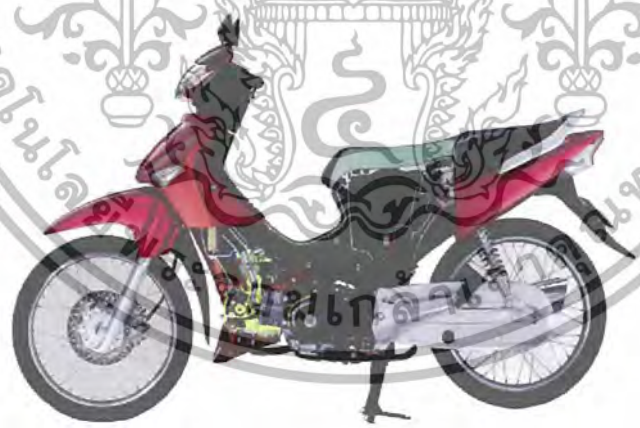
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.7 แสดงไดอะแกรมการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์

5.5 อุปกรณ์การทดสอบ

เครื่องยนต์สำหรับทำการศึกษา ในโครงงานศึกษานี้คือ เครื่องยนต์ Honda Wave 125i



รูปที่ 5.8 จักรยานยนต์ Honda Wave 125i ที่ใช้ในการทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.2 รายละเอียดข้อมูลทางเทคนิคของรถจักรยานยนต์ Honda Wave 125i

รุ่น	Wave 125i
เครื่องยนต์	4 จังหวะ แบบโอเวอร์เฮดแคมชาฟท์ ระบบหัวฉีด PGM - FI
ระบบระบายคาวร้อน	ระบายความร้อนด้วยอากาศ
ปริมาตรกระบอกสูบ	124.9 ซีซี
ระบบจ่ายน้ำมัน	ระบบหัวฉีด PGM-FI ควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์
ความกว้างกระบอกสูบ x ช่วงชัก	52.4 x 57.9 มม.
อัตราส่วนแรงอัด	9.3 :1
ระบบเกียร์	โรตารี่ (เกียร์วน 4 ระดับ)
น้ำหนักสุทธิ NF 125 C สตาร์เท้า	97 กก.
น้ำหนักสุทธิ NF 125 C สตาร์มือ	99 กก.
ระบบจุดระเบิด	CDI
ระบบห้ามล้อ หน้า	ดิสก์เบรกแบบลูกสูบคู่ (DUAL PISTON CALIPER)
ระบบห้ามล้อ หลัง	ดรัมเบรก
แบตเตอรี่ สตาร์ทเท้า	แบบแห้งขนาด 12V - 2.5 AH
แบตเตอรี่สตาร์ทมือ	แบบแห้งขนาด 12V - 3.5 AH
ความจุน้ำมันเชื้อเพลิง	4 ลิตร
น้ำมันเชื้อเพลิง	เบนซินไร้สารตะกั่ว ค่าออกเทน 91 ขึ้นไป หรือน้ำมันแก๊สโซฮอลออกเทน 95 หรือ ออกเทน 91 ที่มีส่วนผสมของเอทิลแอลกอฮอลไม่เกิน 91%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
ผลการทดสอบสมรรถนะและมลพิษของเครื่องยนต์

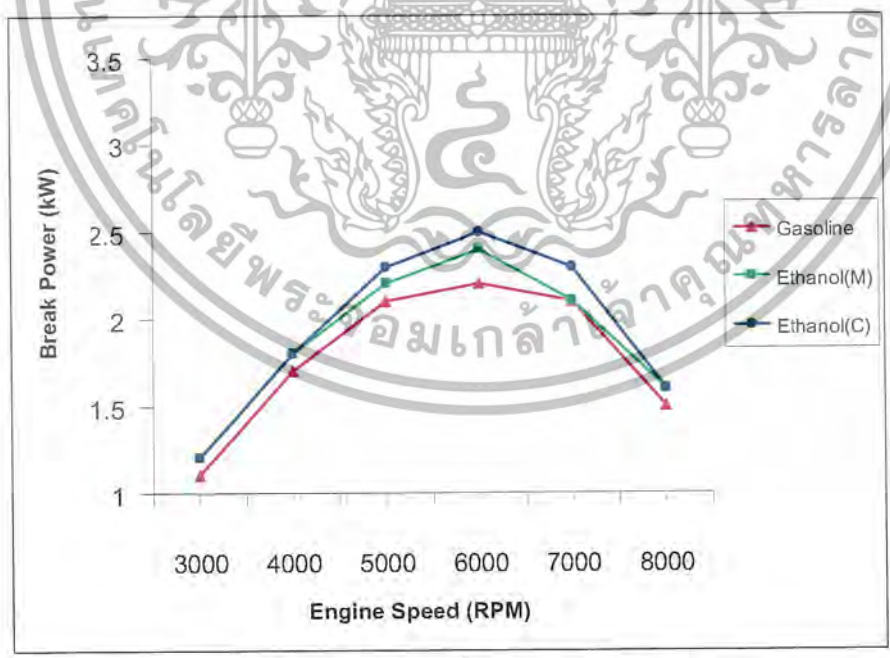
6.1 สภาวะที่ทำการทดสอบ

การทดสอบกำหนดสภาวะที่ความเร็วรอบของเครื่องยนต์ตั้งแต่ 3000 – 8000 รอบต่อนาทีโดยในขณะที่วัดลิ้นปีกผีเสื้อจะเปิดสุดตลอดเวลาที่เกียร์ 4 ของเครื่องยนต์ ซึ่งครอบคลุมรอบการใช้งานจริงในรถจักรยานยนต์ เชื้อเพลิงที่ใช้เบนซินแสดงโดยเส้นสีแดง เชื้อเพลิงเอทานอลมีการปรับแต่งปริมาณการฉีดเชื้อเพลิงอย่างเพียงพอแสดงโดยเส้นสีเขียว (Ethanol (M)) และเชื้อเพลิงเอทานอลมีการปรับแต่งปริมาณการฉีดเชื้อเพลิงอย่างเพียงพอพร้อมปรับอัตราส่วนการอัดแสดงโดยเส้นสีน้ำเงิน (Ethanol©)

6.2 ผลการทดสอบ

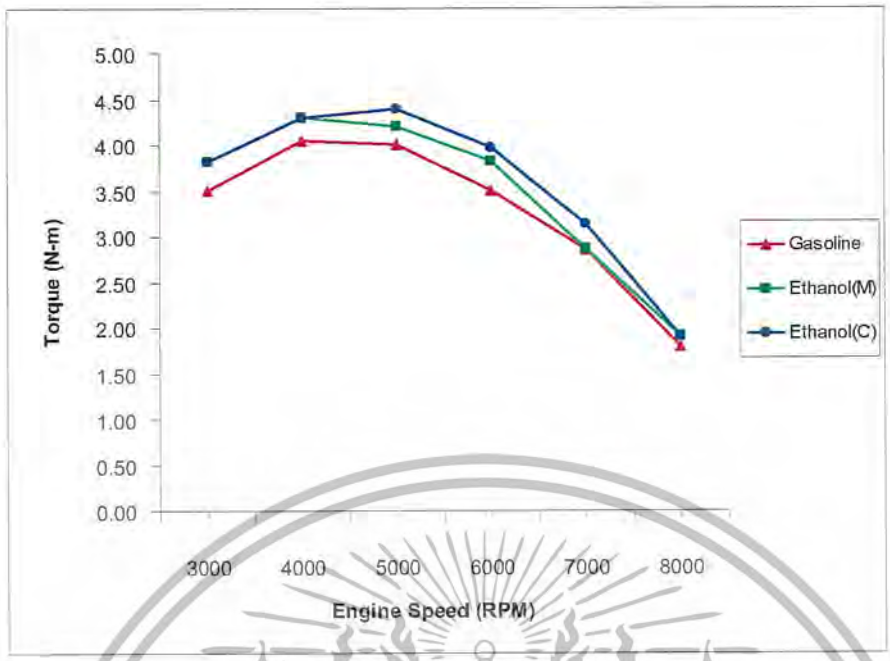
ซึ่งจะแบ่งผลการทดสอบออกเป็น 2 ส่วนดังนี้

6.2.1 ผลการทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์จ่ายเชื้อเพลิงระบบหัวฉีดควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์



รูปที่ 6.1 กำลังเบรกของเครื่องยนต์ (Brake Power)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



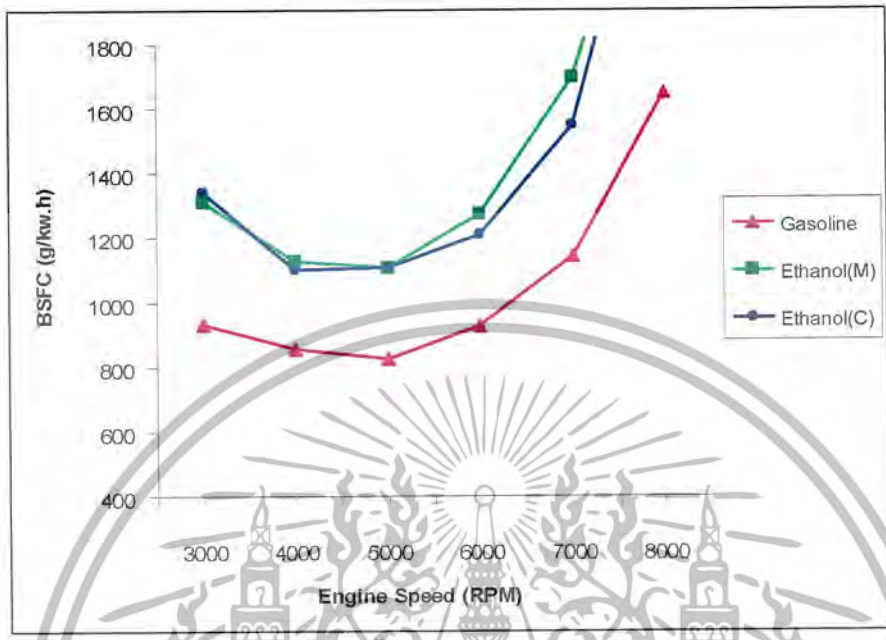
รูปที่ 6.2 แรงบิดของเครื่องยนต์ (Torque)

รูปที่ 6.1 และ 6.2 แสดงค่าแรงม้าเบรกและแรงบิดของเครื่องยนต์ หลังจากทำการปรับปริมาณฉีดเชื้อเพลิงเอทานอลอย่างเพียงพอทำให้ค่าแรงม้าเบรกและแรงบิดเพิ่มขึ้นประมาณ 1-9% สาเหตุที่ทำให้กำลังของเครื่องยนต์สูงขึ้นเมื่อใช้เอทานอลเกิดมาจากเอทานอลต้องการอากาศที่น้อยกว่าเชื้อเพลิงเบนซินในการเผาไหม้และคุณสมบัติการดูดความร้อนเพื่อจะระเหยกลายเป็นไอมากกว่าเบนซินจึงทำให้อุณหภูมิอากาศที่เข้าไปเย็นกว่าทำให้มวลของอากาศที่เข้าไปมีปริมาณที่มากกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้เบนซินเป็นเชื้อเพลิง จึงมีผลทำให้เครื่องยนต์มีค่าแรงม้าเบรกและแรงบิดของเครื่องยนต์มีค่าเพิ่มขึ้น

เมื่อทำการเปรียบเทียบการใช้เชื้อเพลิงเอทานอลมีการปรับแต่งปริมาณการฉีดเชื้อเพลิงอย่างเพียงพอพร้อมทำการเพิ่มอัตราส่วนการอัดจะมีค่าแรงม้าเบรกและแรงบิดสูงที่สุด เนื่องจากการเพิ่มอัตราส่วนการอัดจะทำประสิทธิภาพเชิงความร้อนสูงขึ้น การเปลี่ยนพลังงานความร้อนเป็นพลังงานกลได้ดีกว่า จากการวิเคราะห์กราฟจะเห็นได้ว่าในรอบเครื่องยนต์ที่ 3,000-4,000 รอบต่อนาที จะมีแรงม้าเบรกและแรงบิดที่ไม่ต่างกันเนื่องจากในช่วงการทำงานของเครื่องยนต์ที่รอบต่ำการเพิ่มอัตราส่วนการอัดจะมีความเสียดทานเกิดขึ้นมากพลังงานความร้อนที่เปลี่ยนเป็นพลังงานกลบางส่วนจะสูญเสียไประหว่างการทำงานมากกว่าไม่มีการปรับอัตราส่วนการอัด และเมื่อวัดกำลังสุทธิที่ออกมาจากล้อรถจักรยานยนต์จึงได้ค่าออกมาไม่ต่างกัน แต่เมื่อรอบการทำงานสูงกว่า 4,000 รอบต่อนาที กำลังที่ได้ออกมาจะมีค่าที่สูงขึ้นอย่างเห็นได้ เนื่องจากแรงเสียดทานที่รอบการทำงานสูงลดลง โดยมีแรงม้าเบรกเพิ่มขึ้นประมาณ 6-14 % เมื่อเทียบการใช้เชื้อเพลิงเบนซิน และวัตถุประสงค์ของการปรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

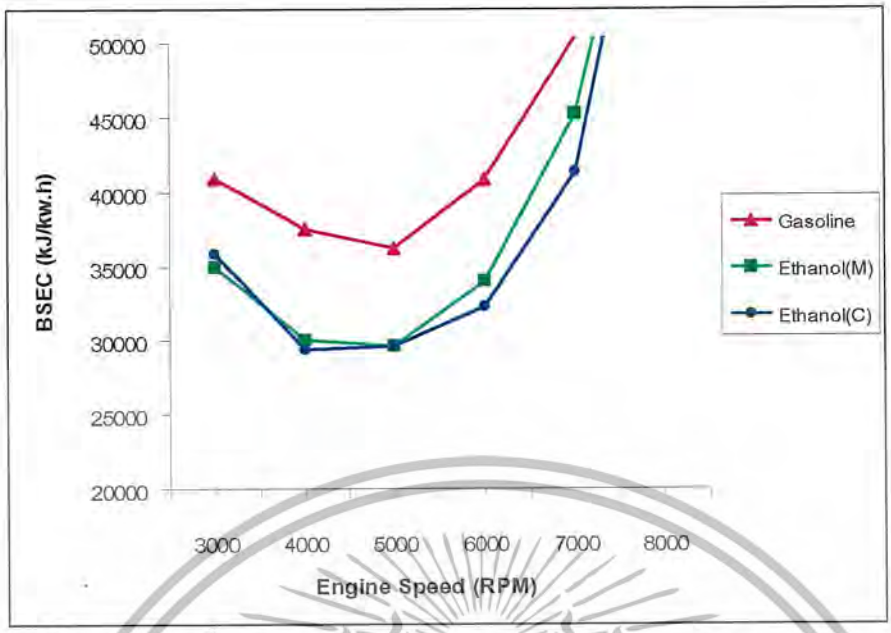
อัตราส่วนการอัดเพื่อให้อากาศภายในห้องเผาไหม้มีอุณหภูมิสูงขึ้น ส่งผลดีคือช่วยให้สามารถสตาร์เครื่องยนต์ขณะเครื่องเย็นได้ง่ายขึ้น



รูปที่ 6.3 อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงเบรก (Break Specific Fuel Consumption)

รูปที่ 6.3 แสดงอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงเบรกโดยจะวัดที่แรงม้าเทียบเท่ากับแรงม้าสูงสุดของเชื้อเพลิงเบนซินเพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะของเครื่องยนต์ในส่วนของความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงต่อกำลังที่ได้ออกมาที่ล้อรถจักรยานยนต์ เมื่อใช้เชื้อเพลิงเอทานอลแล้วจึงต้องปรับแรงม้าให้เท่ากับตอนใช้เชื้อเพลิงเบนซิน จะเห็นได้ว่าเอทานอลจะมีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงที่สูงกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้เบนซินเป็นเชื้อเพลิงเมื่อต้องงานออกมาเท่ากัน เนื่องมาจากค่าความจุพลังงานความร้อนของเอทานอลมีปริมาณที่น้อยกว่าเบนซิน จึงทำให้การใช้เชื้อเพลิงเอทานอลมีอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงที่สูงกว่าเชื้อเพลิงเบนซินประมาณ 31-37% และจากใช้หัวฉีดเดียวกันและแรงดันน้ำมันเชื้อเพลิงเท่ากันที่ 294 กิโลปาสคาล จึงทำให้การทดสอบในส่วนที่มีการปรับแต่งอัตราส่วนการอัดมีค่าไม่แตกต่างกันมากนักกับการปรับแต่งปริมาณการฉีดเชื้อเพลิงเพียงเดียวในช่วงรอบ 3,000-4,000 รอบต่อนาที แต่ในช่วงรอบการทำงานที่สูงกว่า 4,000 รอบต่อนาที จะมีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงที่น้อยกว่าเนื่องจากกำลังที่ได้จากล้อรถจักรยานยนต์มีกำลังที่สูงกว่าเมื่อเทียบกับการปรับแต่งการฉีดเชื้อเพลิงเพียงอย่างเดียว โดยอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงเมื่อทำการปรับแต่งอัตราส่วนการอัดจะมีค่ามากกว่าประมาณ 28-30% เมื่อเทียบกับเชื้อเพลิงเบนซิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

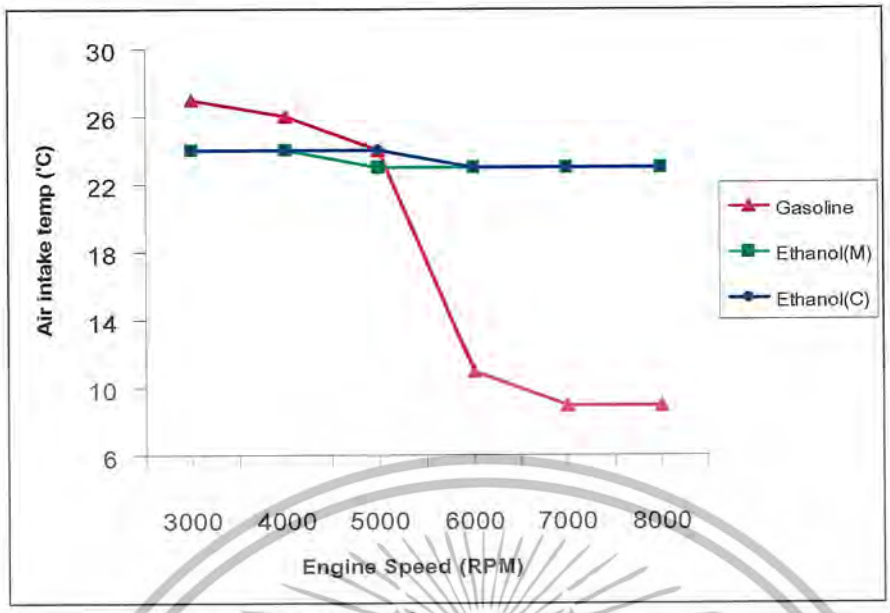


รูปที่ 6.4 อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ (Break Specific Energy Consumption)

รูปที่ 6.4 อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะของเครื่องยนต์ กราฟตัวนี้จะเป็นตัวบ่งบอกถึงความสามารถในการเปลี่ยนพลังงานความร้อนเป็นพลังงานกลของเครื่องยนต์ยิ่งมีค่าน้อยยิ่งมีประสิทธิภาพที่ดีกว่า ดังนั้นจะเห็นได้ว่าเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงเอทานอลมีประสิทธิภาพที่ดีกว่าเครื่องยนต์เบนซินประมาณ 5-20 % เมื่อมีการปรับแต่งปริมาณการฉีดเชื้อเพลิงอย่างเพียงพอ ทั้งนี้มาจากตัวคุณสมบัติของเอทานอลเองที่มีการเผาไหม้ที่เร็วกว่าเชื้อเพลิงเบนซิน จึงทำให้การสูญเสียความร้อนสู่ภายนอกน้อยกว่า และเนื่องจากอุณหภูมิของเอทานอลที่เข้าไปต่ำกว่าเชื้อเพลิงเบนซินจึงทำไอดีที่เข้าไปในห้องเผาไหม้มีความหนาแน่นมากกว่าส่งผลให้ประสิทธิภาพการนำไอดีเข้าดีกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงเบนซินเป็นเชื้อเพลิง ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงทำให้ประสิทธิภาพของเครื่องยนต์เอทานอลดีกว่าเบนซิน

เมื่อทำการปรับแต่งอัตราส่วนการอัดพร้อมปรับปริมาณการฉีดเชื้อเพลิงอย่างเพียงพอพบว่าเครื่องยนต์จะมีประสิทธิภาพดีกว่าเชื้อเพลิงเบนซินประมาณ 5-21% เมื่อเทียบกับเชื้อเพลิงเบนซิน และโดยรวมจะมีประสิทธิภาพดีกว่าการปรับแต่งปริมาณการฉีดเชื้อเพลิงเพียงอย่างเดียว เนื่องด้วยการลามของเปลวไฟเป็นไปอย่างรวดเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



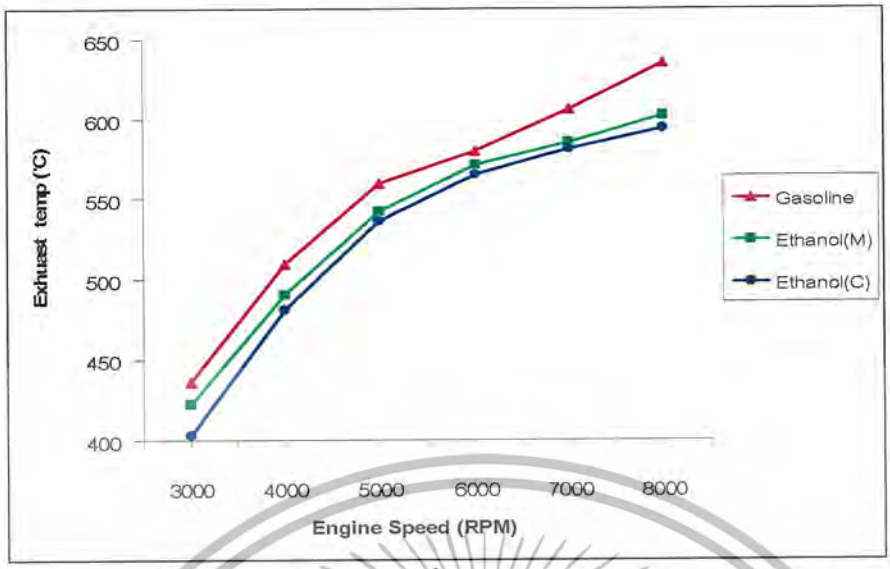
รูปที่ 6.5 อุณหภูมิไอดีของเครื่องยนต์ (Air Intake Temperature)

รูปที่ 6.5 แสดงอุณหภูมิอากาศภายในท่อไอดีช่วงรอบการทำงานต่ำของเครื่องยนต์ที่ 3,000-5,000 รอบต่อนาที เชื้อเพลิงเบนซินจะมีอุณหภูมิอากาศภายในท่อไอดีที่สูงกว่าเชื้อเพลิงเอทานอล เหตุผลจากเบนซินต้องความร้อนในการระเหยตัวน้อยกว่า ปริมาณความร้อนมีมากเกินความต้องการต่อการระเหยตัวของเบนซินแต่เมื่อรอบของเครื่องยนต์สูงกว่า 5,000 รอบต่อนาที อัตราการจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงมากขึ้นความร้อนภายในท่อไอดีจึงถูกดึงมาใช้ในการระเหยตัวมากขึ้นส่งผลให้อุณหภูมิไอดีลดลง สำหรับอุณหภูมิไอดีของเชื้อเพลิงเอทานอลจะมีค่าค่อนข้างที่จะคงที่เนื่องด้วยความต้องการความร้อนในการระเหยตัวสูงกว่าเบนซินประมาณ 3 เท่าโดยมวล จึงไม่สามารถที่จะระเหยตัวภายในท่อไอดีได้ทั้งหมด แต่จะเข้าไปดึงความร้อนจากห้องเผาไหม้แทน

รูปที่ 5.6 จะแสดงอุณหภูมิไอเสียของเครื่องยนต์โดยจะสังเกตได้ว่าเมื่อเราปรับปริมาณการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเอทานอลให้ค่าแลมด้าใกล้เคียงกับเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงเบนซิน จะสังเกตได้ว่าอุณหภูมิไอเสียของเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงเอทานอลจะต่ำกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงเบนซินประมาณ 3-5% ตั้งแต่รอบ 3,000-8,000 รอบต่อนาที เนื่องจากการลามของเปลวไฟในห้องเผาไหม้เร็วกว่าใช้เชื้อเพลิงเบนซิน ทำให้เครื่องยนต์สามารถเปลี่ยนพลังงานความร้อนเป็นพลังงานกลได้มากกว่าการใช้เบนซินเป็นเชื้อเพลิง

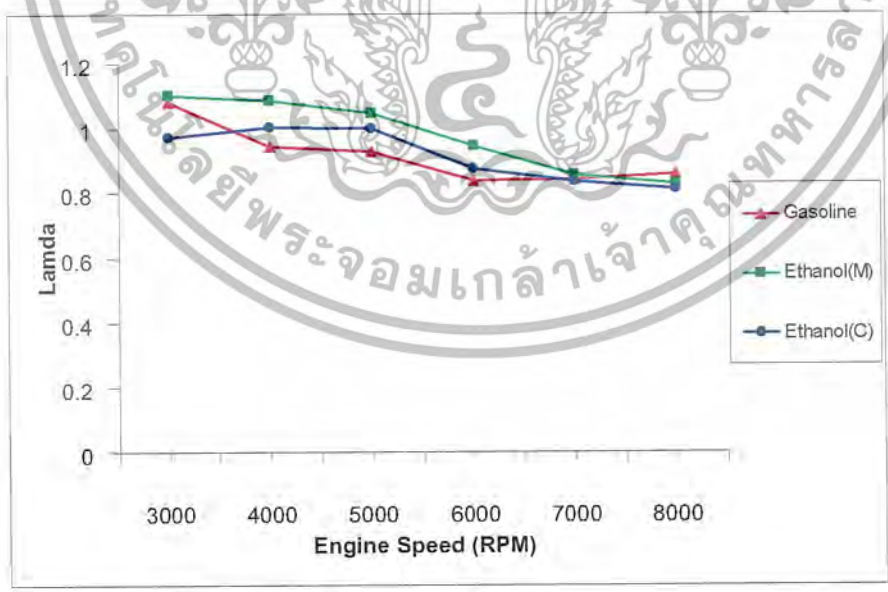
และเมื่อเราเปรียบเทียบการปรับอัตราส่วนการอัดจะมีอุณหภูมิไอเสียต่ำที่สุด เนื่องจากความดันและอุณหภูมิภายในห้องเผาไหม้ที่สูงกว่า จึงทำให้การลามของเปลวไฟนั้นเป็นอย่างรวดเร็ว การสูญเสียพลังงานความร้อนให้แก่ผนังกระบอกสูบมีปริมาณที่น้อยกว่าการใช้เชื้อเพลิงเบนซินและการปรับปริมาณเชื้อเพลิงเพียงอย่างเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6.6 อุณหภูมิไอเสียของเครื่องยนต์ (Exhaust Temperature)

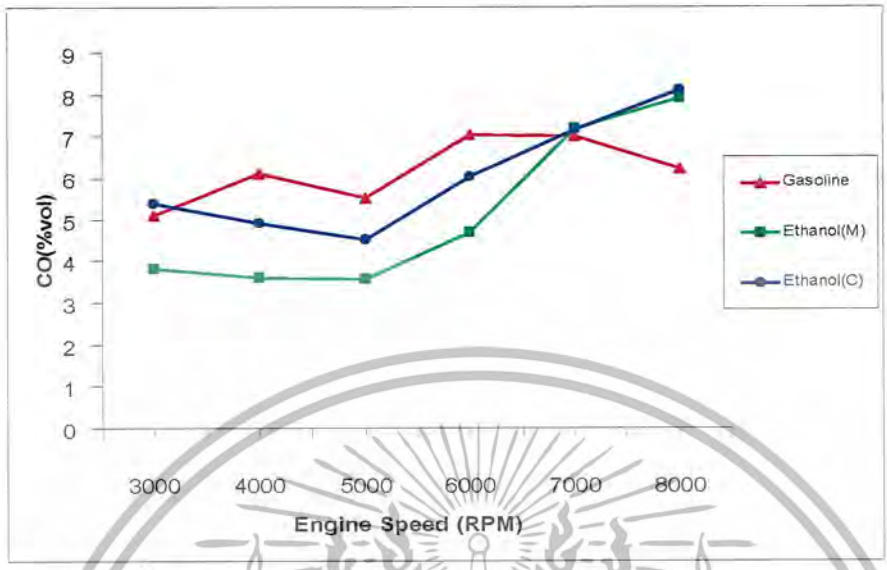
รูปที่ 6.7 จะแสดงค่าแลมด้าของเครื่องยนต์เมื่อใช้เชื้อเพลิงเอทานอลและเชื้อเพลิงเบนซิน โดยจะสังเกตได้ว่า จะต้องปรับเวลาการจ่ายปริมาณสำหรับเชื้อเพลิงเอทานอลให้มีปริมาณการจ่ายเชื้อเพลิงที่มากกว่าเชื้อเพลิงเบนซิน เพื่อให้ปริมาณเชื้อเพลิงเอทานอลเพียงพอกับความต้องการของเครื่องยนต์ ตามคุณสมบัติของเอทานอลที่มีค่าพลังงานความร้อนที่น้อยกว่าเชื้อเพลิงเบนซิน โดยการปรับปริมาณการจ่ายเชื้อเพลิงเอทานอลให้มีค่าแลมด้าใกล้เคียงกับเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงเบนซินมากที่สุด ดังแสดงในรูปที่ 5.7



รูปที่ 6.7 ค่าแลมด้า (Lamda)

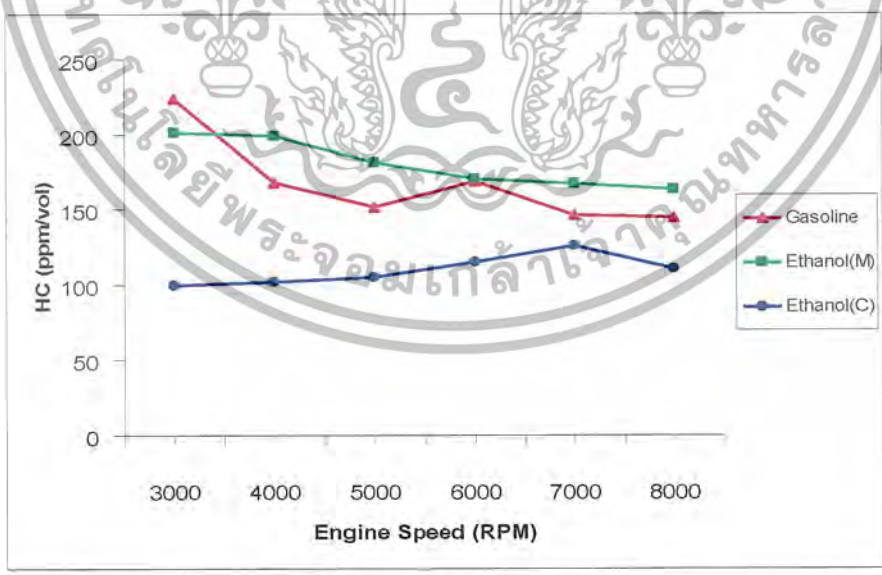
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในส่วนต่อไปจะเป็นการวิเคราะห์มลพิษที่ออกจากเครื่องยนต์ ซึ่งจะประกอบด้วยส่วนสำคัญดังนี้



รูปที่ 6.8 แสดงค่าคาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO:Carbon Monoxide)

รูปที่ 6.8 ค่าคาร์บอนมอนนอกไซด์จะเกิดในขณะที่เครื่องยนต์มีส่วนผสมหนาและที่อุณหภูมิการเผาไหม้สูง เครื่องยนต์ที่ใช้เอทานอลที่มีการปรับแต่งปริมาณการฉีดเชื้อเพลิงให้เหมาะสมกับอากาศที่เข้าไป ค่าคาร์บอนมอนนอกไซด์ ของเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงเอทานอลโดยรวมจะลดลงประมาณ 25-41 % เปรียบกับเชื้อเพลิงเบนซิน และ 5-20 % สำหรับการปรับอัตราส่วนการอัดเพิ่ม

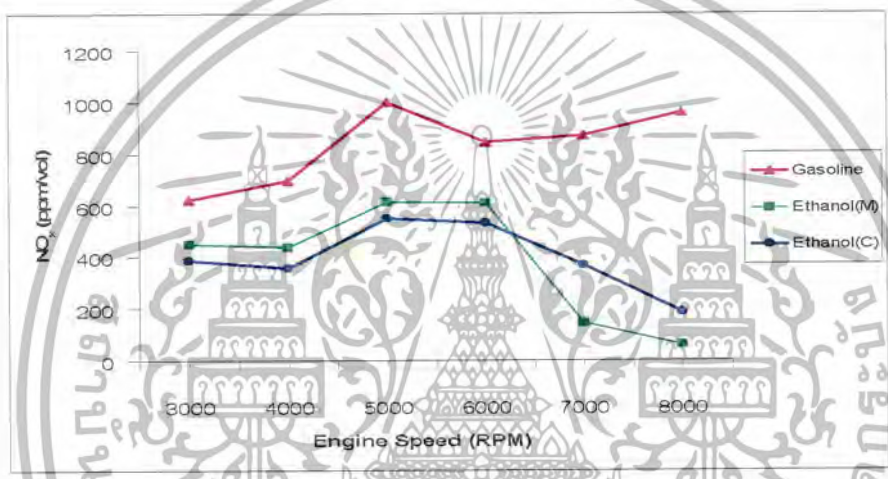


รูปที่ 6.9 แสดงค่าไฮโดรคาร์บอน (HC: Hydro Carbon)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

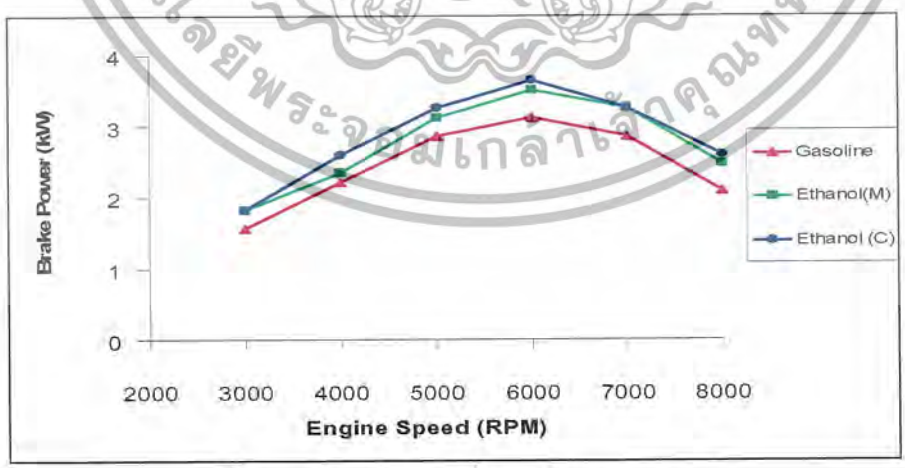
รูปที่ 6.9 แสดงค่าไฮโดรคาร์บอนจะเกิดเมื่อเชื้อเพลิงที่เผาไหม้ไม่หมดโดยจะสังเกตได้ว่าเมื่อเราใช้เชื้อเพลิงเอทานอลมีการปรับแต่งปริมาณการฉีดเชื้อเพลิงอย่างเพียงพอพร้อมปรับอัตราส่วนการอัดค่าไฮโดรคาร์บอนเมื่อเทียบกับเครื่องยนต์เบนซิน จะมีปริมาณไฮโดรคาร์บอนลดลงประมาณ 14-55 % แสดงให้เห็นว่าการเผาไหม้ของเชื้อเอทานอลมีความสมบูรณ์กว่าเชื้อเพลิงเบนซินเนื่องจากเชื้อเพลิงเอทานอลจะมีออกซิเจนผสมอยู่ในสมการเคมี

รูปที่ 6.10 แสดงค่าออกไซด์ไนโตรเจนเกิดจากการเผาไหม้อุณหภูมิสูงและการเผาไหม้ที่ใช้เวลานานจะสังเกตได้ว่าถ้าเราใส่เชื้อเพลิงเอทานอล โดยมีการปรับแต่งปริมาณการฉีดเชื้อเพลิงอย่างเพียงพอจะมีค่าออกไซด์ไนโตรเจนที่น้อยกว่าเชื้อเพลิงเบนซินประมาณ 28-83 % และเมื่อมีการปรับอัตราส่วนการอัดเพิ่มจะมีค่าน้อยกว่าประมาณ 38-80 % เมื่อเทียบกับเชื้อเพลิงเบนซิน



รูปที่ 6.10 ออกไซด์ไนโตรเจน(NO_x : Oxide Nitrogen)

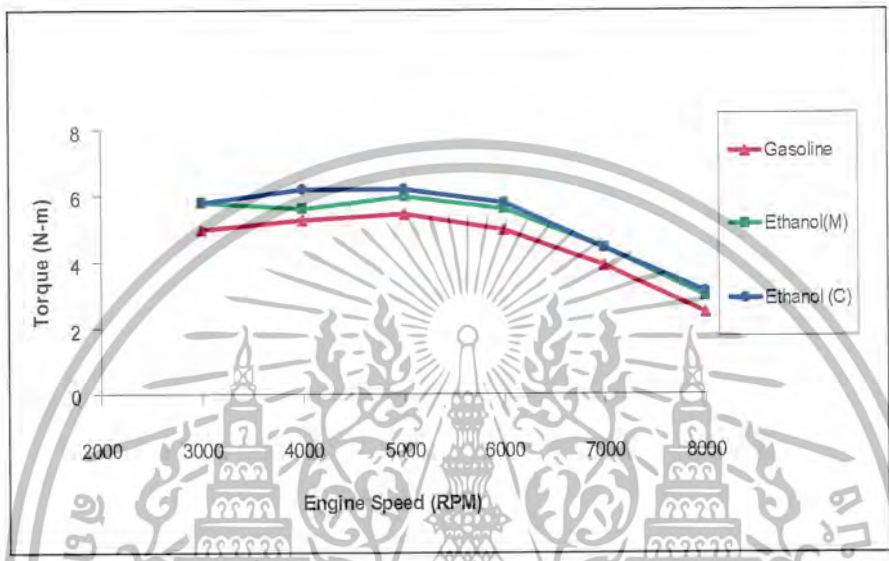
6.2.2 ผลการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์จ่ายเชื้อเพลิงด้วยระบบคาร์บูเรเตอร์



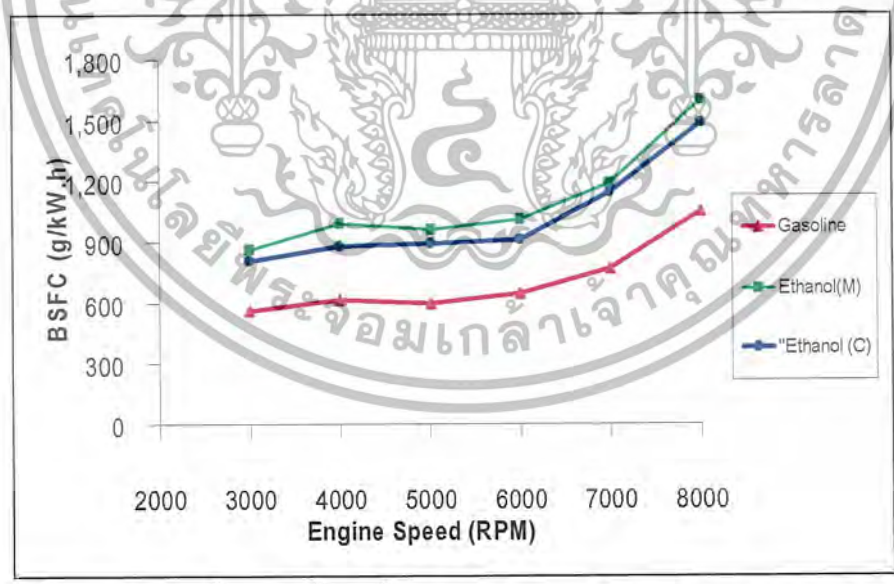
รูปที่ 6.11 กำลังเบรกของเครื่องยนต์ (Brake Power)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 6.11 และ 6.12 แสดงค่าแรงม้าเบรกและแรงบิดของเครื่องยนต์ หลังจากทำการปรับปริมาณฉีดเชื้อเพลิงเอทานอลอย่างเพียงพอทำให้ค่าแรงม้าเบรกและแรงบิดเพิ่มขึ้นประมาณ 6-18% เมื่อทำการเปรียบเทียบการใช้เชื้อเพลิงเอทานอลมีการปรับแต่งปริมาณการฉีดเชื้อเพลิงอย่างเพียงพอพร้อมการเพิ่มอัตราส่วนการอัดจะมีค่าแรงม้าเบรกและแรงบิดสูงที่สุด โดยเพิ่มขึ้นประมาณ 6-25% เมื่อเทียบการใช้เชื้อเพลิงเบนซิน



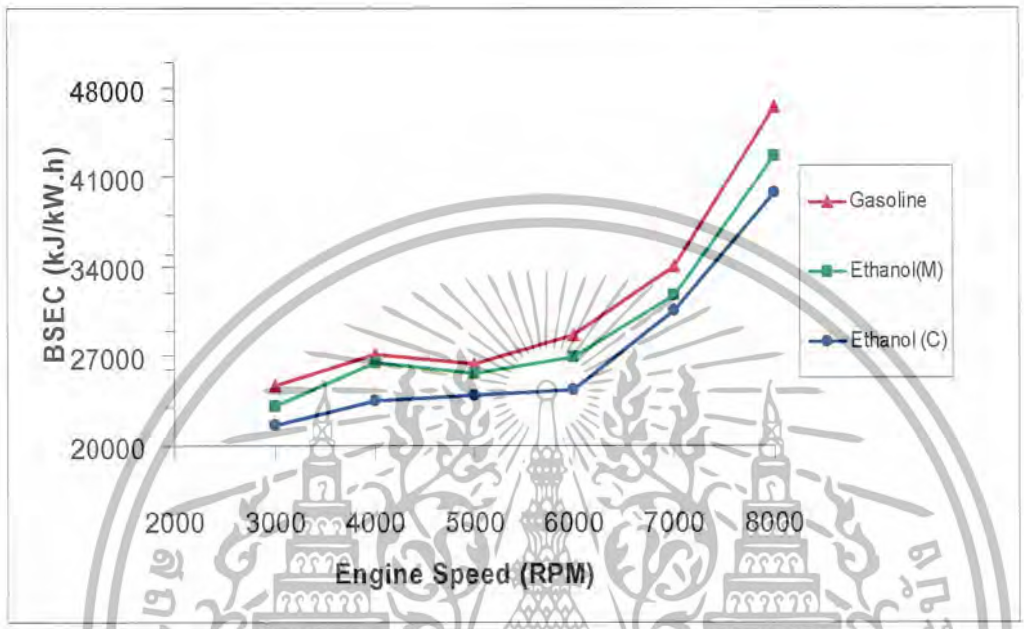
รูปที่ 6.12 แรงบิดของเครื่องยนต์ (Torque)



รูปที่ 6.13 อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงเบรก (Break Specific Fuel Consumption)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 6.13 แสดงอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงเบรก เมื่อมีการปรับปริมาณการจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงเอทานอลอย่างเพียงพอพบว่าอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงสูงกว่าเชื้อเพลิงเบนซินประมาณ 53-54% และอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงเมื่อทำการปรับแต่งอัตราส่วนการอัดด้วยจะมีค่ามากกว่าประมาณ 53-59% เมื่อเทียบกับเชื้อเพลิงเบนซิน

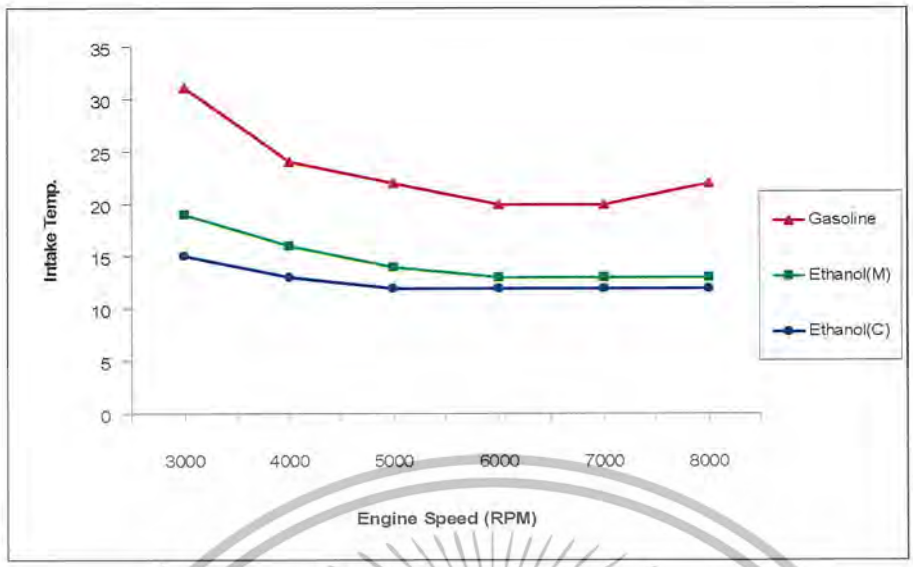


รูปที่ 6.14 อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ (Break Specific Energy Consumption)

รูปที่ 6.14 อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะของเครื่องยนต์ จะเห็นได้ว่าเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงเอทานอลมีประสิทธิภาพที่ดีกว่าเครื่องยนต์เบนซินประมาณ 3-8% เมื่อมีการปรับแต่งปริมาณการฉีดเชื้อเพลิงอย่างเพียงพอ

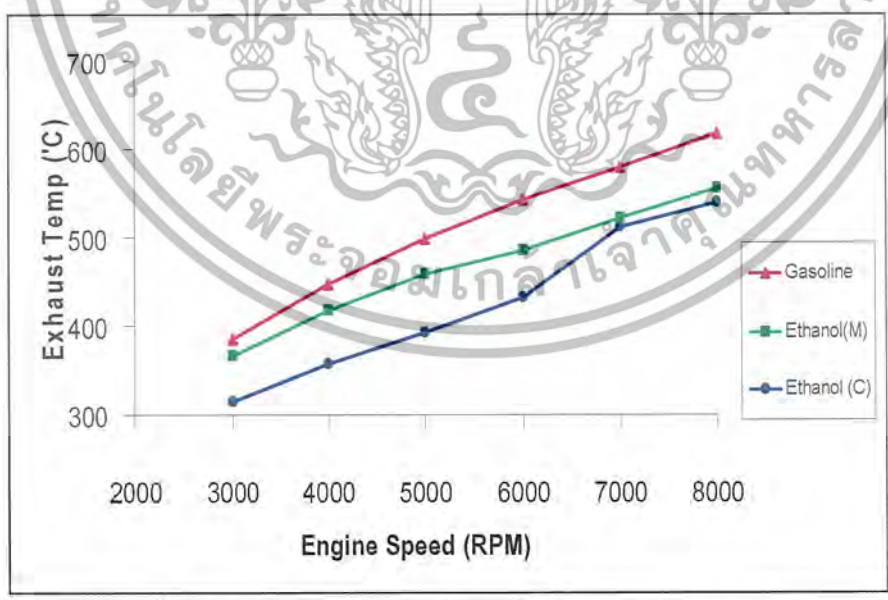
เมื่อทำการปรับแต่งอัตราส่วนการอัดพร้อมปรับปริมาณการฉีดเชื้อเพลิงอย่างเพียงพอพบว่าเครื่องยนต์จะมีประสิทธิภาพดีกว่าเชื้อเพลิงเบนซินประมาณ 9-14% เมื่อเทียบกับเชื้อเพลิงเบนซิน และมีประสิทธิภาพดีที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6.15 อุณหภูมิไอดีของเครื่องยนต์ (Air Intake Temperature)

รูปที่ 6.15 แสดงอุณหภูมิอากาศภายในท่อไอดีซึ่งในรอบการทำงานของเครื่องยนต์ตั้งแต่รอบ 3,000-8,000 รอบต่อนาที เชื้อเพลิงเอทานอลมีอุณหภูมิอากาศไอดีต่ำกว่าเชื้อเพลิงเบนซิน เนื่องจากระบบการจ่ายเชื้อเพลิงด้วยคาร์บูเรเตอร์ทำให้เชื้อเพลิงเบนซินบางส่วนไม่ระเหยตัวเพราะเชื้อเพลิงที่จ่ายออกมาไม่เป็นฝอยละอองกระจายเท่าระบบหัวฉีด สำหรับอุณหภูมิของเอทานอลจะมีแนวโน้มของกราฟค่อนข้างคงที่ เอทานอลไม่สามารถระเหยได้เนื่องจากการจ่ายเชื้อเพลิงไม่ฟุ้งกระจายทำให้เอทานอลบางส่วนเกาะตามผนังท่อไอดี ส่งผลให้อากาศภายในท่อไอดีมีอุณหภูมิต่ำ



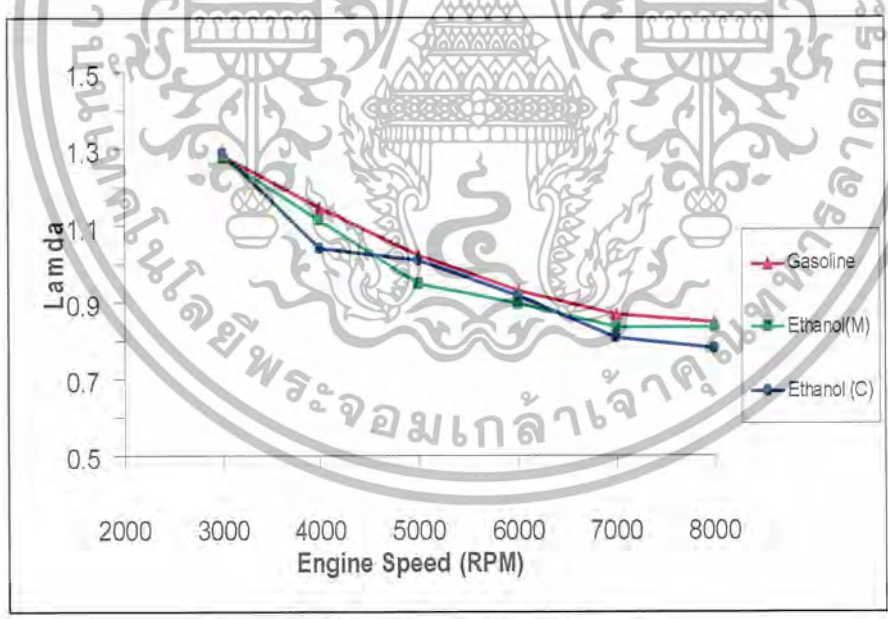
รูปที่ 6.16 อุณหภูมิไอเสียของเครื่องยนต์ (Exhaust Temperature)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 6.16 จะแสดงอุณหภูมิไอเสียของเครื่องยนต์โดยจะสังเกตได้ว่าเมื่อเราปรับปริมาณการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเอทานอลให้ค่าแลมด้าใกล้เคียงกับเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงเบนซิน จะสังเกตได้ว่าอุณหภูมิไอเสียของเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงเอทานอลจะต่ำกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงเบนซินประมาณ 10% ในตั้งแต่รอบ 3,000-8,000 รอบต่อนาที เนื่องจากการลามของเปลวไฟในห้องเผาไหม้เร็วกว่าใช้เชื้อเพลิงเบนซิน ทำให้เครื่องยนต์สามารถเปลี่ยนพลังงานความร้อนเป็นพลังงานกลได้มากกว่าการใช้เบนซินเป็นเชื้อเพลิง

และเมื่อเราเปรียบเทียบการปรับอัตราส่วนการอัดจะมีอุณหภูมิไอเสียต่ำที่สุด เนื่องจากความดันและอุณหภูมิภายในห้องเผาไหม้ที่สูงกว่า จึงทำให้การลามของเปลวไฟนั้นเป็นอย่างรวดเร็ว การสูญเสียพลังงานความร้อนให้แก่ผนังกระบอกสูบมีปริมาณที่น้อยกว่าสามารถเปลี่ยนพลังงานความร้อนเป็นพลังงานกลได้ดีกว่าการใช้เชื้อเพลิงเบนซินและการปรับปริมาณเชื้อเพลิงเพียงอย่างเดียว

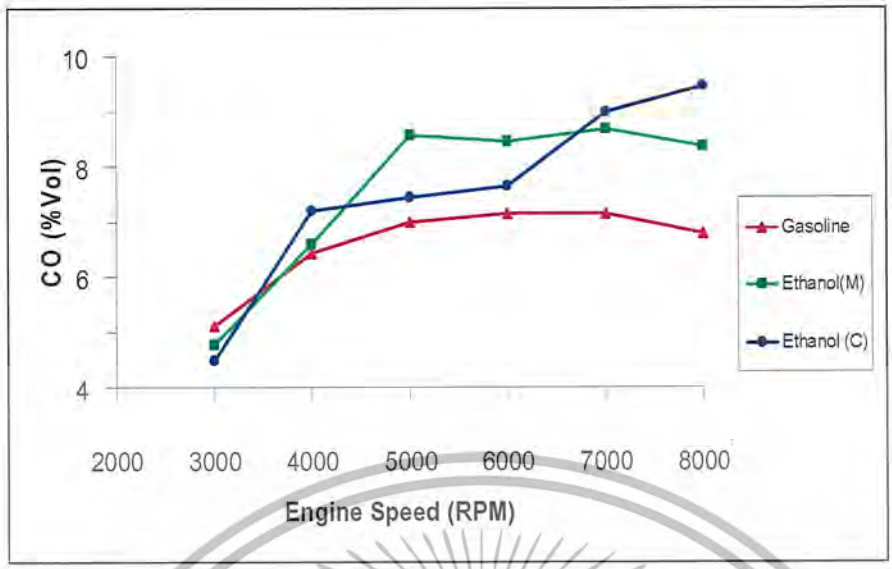
รูปที่ 6.17 จะแสดงค่าแลมด้าของเครื่องยนต์เมื่อใช้เชื้อเพลิงเอทานอลและเชื้อเพลิงเบนซิน โดยจะสังเกตได้ว่า จะต้องปรับเวลาการจ่ายปริมาณสำหรับเชื้อเพลิงเอทานอลให้มีปริมาณการจ่ายเชื้อเพลิงที่มากกว่าเชื้อเพลิงเบนซิน เพื่อให้ปริมาณเชื้อเพลิงเอทานอลเพียงพอกับความต้องการของเครื่องยนต์ ตามคุณสมบัติของเอทานอลที่มีค่าพลังงานความร้อนที่น้อยกว่าเชื้อเพลิงเบนซิน โดยการปรับปริมาณการจ่ายเชื้อเพลิงเอทานอลให้มีค่าแลมด้าใกล้เคียงกับเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงเบนซินมากที่สุด ดังแสดงในรูปที่ 6.17



รูปที่ 6.17 ค่าแลมด้า (Lamda)

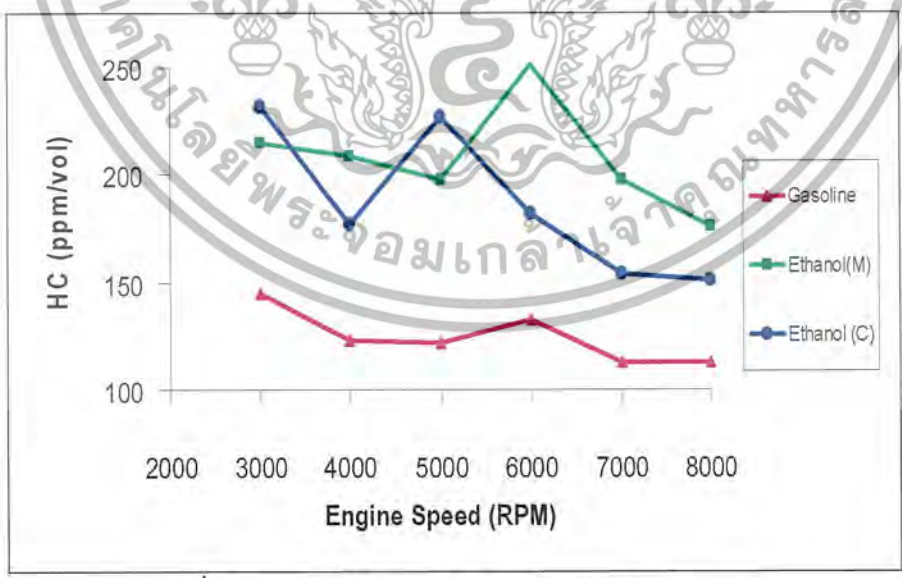
ในส่วนต่อไปจะเป็นการวิเคราะห์มลพิษที่ออกจากเครื่องยนต์ ซึ่งจะประกอบด้วยส่วนสำคัญดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6.18 แสดงค่าคาร์บอนมอนนอกไซด์(CO:Carbon Monoxide)

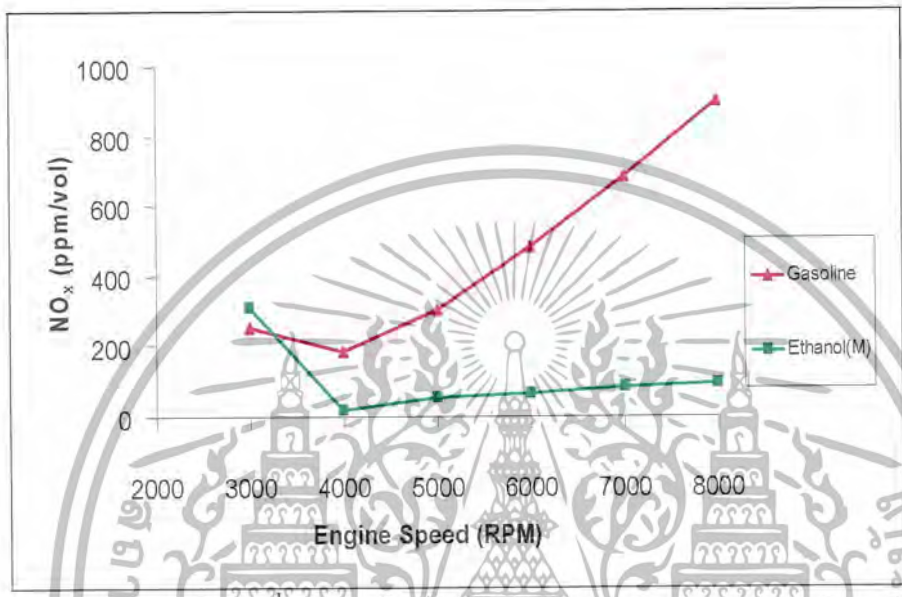
รูปที่ 6.18 ค่าคาร์บอนมอนนอกไซด์จะเกิดในขณะที่เครื่องยนต์มีส่วนผสมหนาและที่อุณหภูมิการเผาไหม้สูง เครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงเอทานอลโดยรวมจะมีค่าคาร์บอนมอนนอกไซด์ที่สูงกว่า เนื่องจากคอท่อไอดีระบบคาร์บูเรเตอร์ถูกออกแบบมาสำหรับเชื้อเพลิงเบนซินเมื่อเปลี่ยนมาใช้เชื้อเพลิงเอทานอลที่มีความต้องการความร้อนในการระเหยตัวกลายเป็นไอที่สูงกว่าจึงทำให้เชื้อเพลิงบางส่วนไม่ระเหยตัว และการจ่ายเชื้อเพลิงของระบบคาร์บูเรเตอร์ไม่ฟุ้งกระจายเท่าระบบหัวฉีดส่งผลให้เกิดการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์เกิดมลพิษสูงขึ้น ประมาณ 2-23 % เทียบกับเชื้อเพลิงเบนซิน และ 7-39 % สำหรับการปรับอัตราส่วนการอัดเพิ่ม



รูปที่ 6.19 แสดงค่าไฮโดรคาร์บอน (HC: Hydro Carbon)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 6.19 แสดงค่าไฮโดรคาร์บอนจะเกิดเมื่อเชื้อเพลิงที่เผาไหม้ไม่หมดโดยจะสังเกตได้ว่าเมื่อเราใช้เชื้อเพลิงเอทานอลมีการปรับแต่งปริมาณการฉีดเชื้อเพลิงอย่างเพียงพอ เมื่อเทียบกับเชื้อเพลิงเบนซิน จะมีปริมาณไฮโดรคาร์บอนสูงกว่าประมาณ 62-88 % และ 33-44 % สำหรับปรับอัตราส่วนการอัด เนื่องจากคอท่อไอดีและระบบการจ่ายเชื้อเพลิงของคาร์บูเรเตอร์ไม่ฟุ้งกระจายจึงเกิดการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์



รูปที่ 6.20 ออกไซด์ไนโตรเจน(NO_x : Oxide Nitrogen)

รูปที่ 6.20 แสดงค่าออกไซด์ไนโตรเจนเกิดจากการเผาไหม้อุณหภูมิสูงและการเผาไหม้ที่ใช้เวลานานจะสังเกตได้ว่าถ้าเราใส่เชื้อเพลิงเอทานอล โดยมีการปรับแต่งปริมาณการฉีดเชื้อเพลิงอย่างเพียงพอจะมีค่าออกไซด์ไนโตรเจนที่ต่ำกว่าเชื้อเพลิงเบนซิน 23-89 % โดยค่าดังกล่าวสอดคล้องกับอุณหภูมิไอเสียที่ออกมาจากเครื่องยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 7
การสตาร์ทเย็นของเครื่องยนต์เอทานอล

7.1 ทฤษฎีพื้นฐานและหลักการทำงาน

การสตาร์ทเย็นเครื่องยนต์ที่ใช้เอทานอล (E 100) เป็นเชื้อเพลิง จะมีสมรรถนะการสตาร์ทที่ต่ำกว่าเชื้อเพลิงเบนซิน เนื่องจากค่าความต้องการความร้อนเพื่อระเหยเป็นไอนั้นมีค่าสูงกว่าเบนซินประมาณ 3 เท่าโดยมวล ด้วยเหตุนี้จึงก่อให้เกิดปัญหาการสตาร์ทขณะเครื่องเย็นให้ทำงานได้อย่างลำบาก จึงได้มีการศึกษาคุณสมบัติของการสตาร์ทเครื่องยนต์เอทานอลที่อุณหภูมิต่ำ เพื่อหาวิธีแก้ไขปัญหาให้เครื่องยนต์สามารถสตาร์ทติดได้โดยใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิง ซึ่งได้มีวิธีการปัญหาด้วยกัน 2 วิธี คือ ทำการติดตั้งฮีตเตอร์บริเวณคอท่อไอดี และ ทำการติดตั้งหัวเผาในห้องเผาไหม้ เพื่อให้สามารถสตาร์ทเครื่องยนต์ให้ทำงานได้และใช้เวลาการสตาร์ทที่เหมาะสม จากข้อมูลสภาพอุณหภูมิอากาศในประเทศไทยจะเฉลี่ยอยู่ที่ 18 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิที่ต่ำที่สุดคือ -2 องศาเซลเซียสที่บริเวณภาคเหนือของประเทศไทย

หลักการทำงานของห้องทดสอบคือ จะทำการควบคุมอุณหภูมิตามที่กำหนดด้วยเซนเซอร์ระบบทำความเย็นใช้คอมเพสเซอร์ขนาด 1.5 แรงม้า ห้องภายในประกอบด้วย Polyurethane foam โดยจะนำเครื่องยนต์เข้าไปติดตั้งในห้องทดสอบและทำการจับเวลาการสตาร์ (Starting time)

ตัวแปรที่สำคัญในการทดสอบสตาร์เย็น

- จำลองอุณหภูมิสภาพแวดล้อม (-2) ถึง 25 องศาเซลเซียส
- ปริมาณการฉีดเชื้อเพลิง
- ความเร็วของมอเตอร์สตาร์ท
- อัตราส่วนการอัด
- การจับเวลาการสตาร์ติดของเครื่องยนต์จะเริ่มเมื่อกดปุ่มสตาร์และสิ้นสุดเมื่อรอบของเครื่องยนต์สูงกว่ารอบการทำงานของมอเตอร์สตาร์ (Starting time) อยู่ที่ประมาณ 912 รอบต่อนาที

7.2 ขั้นตอนการทดสอบสตาร์ทเย็น

1. นำเครื่องยนต์ทดสอบฮอนด้าเวฟ 125i ติดตั้งในห้องทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

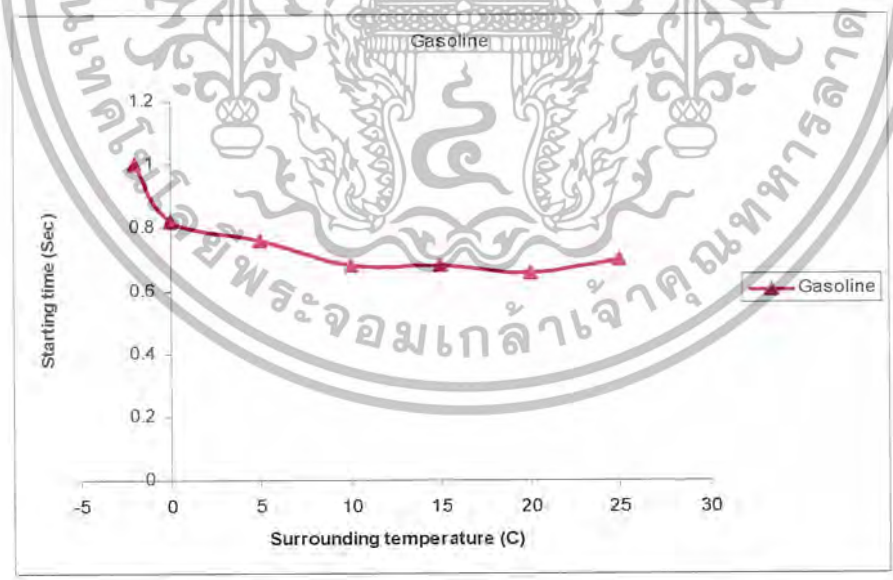
2. ปรับอุณหภูมิสภาพแวดล้อมด้วยเซนเซอร์วัดอุณหภูมิอากาศภายในห้องทดสอบ เริ่มตั้งแต่ 25 ถึง (-2) องศาเซลเซียส
3. ทำการการวัดอุณหภูมิอากาศภายในท่อไอดี,น้ำมันเครื่อง,ออกซิเจนเซนเซอร์
4. ทำการสตาร์ทเครื่องยนต์ด้วยมอเตอร์สตาร์ทแล้วทำการจับเวลาด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (Program interface) โดยรอบเดินเบาของเครื่องยนต์อยู่ที่ 1254 รอบต่อนาที แต่การจับเวลาการสตาร์ทติดของเครื่องยนต์ (Starting time) ในการทดลองนี้อยู่ที่รอบ 912 รอบต่อนาที

7.3 ผลการทดสอบสตาร์ทเย็น

7.3.1 ผลการสตาร์ทเย็นระบบคาร์บูเรเตอร์

เมื่อทำการทดสอบการสตาร์ทเย็นของเครื่องยนต์ระบบคาร์บูเรเตอร์ ทำการเปิดท่อทางน้ำมันช่วยซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่มีในคาร์บูเรเตอร์จะสามารถทำการสตาร์เย็นได้ โดยทดลองทั้งเชื้อเพลิงเบนซินและเชื้อเพลิงเอทานอล เบนซินแสดงโดยเส้นสีแดง และใช้เชื้อเพลิงเอทานอลการปรับแต่งปริมาณการฉีดเชื้อเพลิงแสดงโดยเส้นสีน้ำเงิน แสดงผลการทดลองได้ดังต่อไปนี้

รูปที่ 7.1 เป็นการแสดงค่าการทดสอบสตาร์เย็นของเครื่องยนต์เมื่อใช้เชื้อเพลิงเบนซิน จากการวิเคราะห์แนวโน้มของกราฟจะเห็นได้ว่าเมื่ออุณหภูมิของอากาศต่ำลงจะมีผลต่อการระเหยตัวของเชื้อเพลิงเบนซิน ส่งผลให้ใช้เวลาในการสตาร์เครื่องยนต์ยาวนานขึ้น โดยใช้เวลานานสุด 1 วินาที ที่ (-2) องศาเซลเซียส และค่าของเชื้อเพลิงเบนซินจะถูกใช้อ้างอิงในการทดสอบเชื้อเพลิงเอทานอลต่อไป

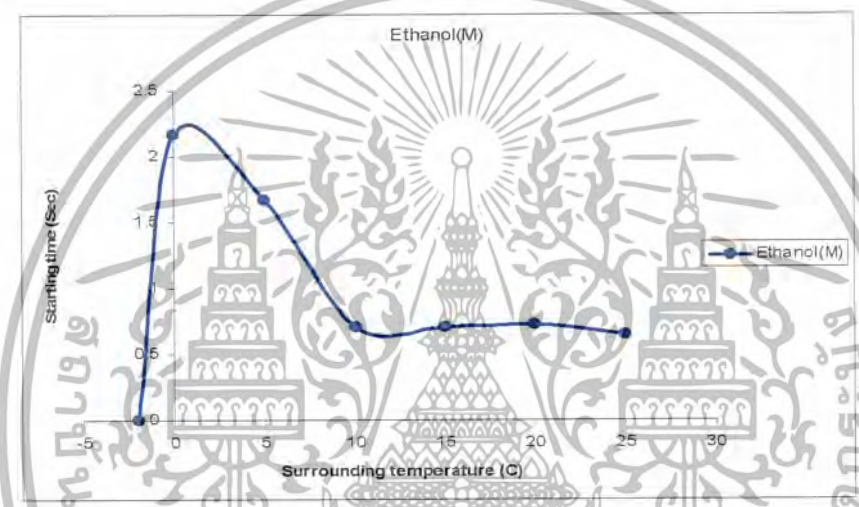


รูปที่ 7.1 แสดงค่าเวลาการสตาร์ทเครื่องยนต์ที่อุณหภูมิต่างๆของเบนซิน

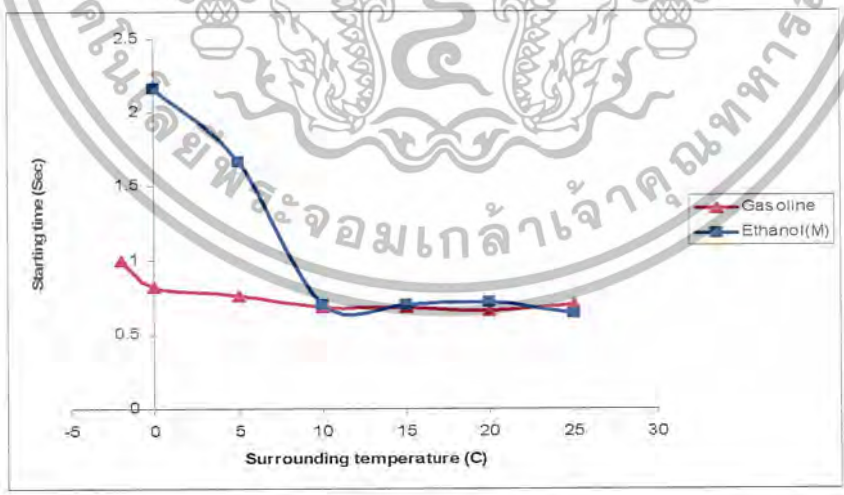
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 7.2 เป็นการแสดงค่าการทดสอบสตาร์เย็นของเครื่องยนต์เมื่อเปลี่ยนมาใช้เชื้อเพลิงเอทานอล จะเห็นได้ว่าในช่วงอุณหภูมิ 10 – 25 องศาเซลเซียส การสตาร์ทเครื่องยนต์จะใช้เวลาใกล้เคียงกับเชื้อเพลิงเบนซิน ในช่วงที่ต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส เป็นต้นไป จะเห็นได้อย่างชัดเจนว่าใช้เวลาในการสตาร์เครื่องยนต์นานกว่าเชื้อเพลิงเบนซินประมาณ 2 เท่า และในช่วงอุณหภูมิที่ติดลบเครื่องยนต์จะไม่สามารถสตาร์ติดได้ เนื่องจากอุณหภูมิอากาศไม่เพียงพอต่อการระเหยตัวของเอทานอลจึงไม่เกิดขบวนการเผาไหม้ขึ้น

รูปที่ 7.3 แสดงการเปรียบเทียบการทดสอบสตาร์เย็นของเครื่องยนต์ระบบคาร์บูเรเตอร์ระหว่างเชื้อเพลิงเบนซินและเอทานอล เพื่อให้เห็นข้อเปรียบเทียบชัดเจนยิ่งขึ้น โดยแสดงเฉพาะอุณหภูมิที่สามารถสตาร์ทเครื่องติดได้



รูปที่ 7.2 แสดงค่าเวลาการสตาร์ทเครื่องยนต์ที่อุณหภูมิต่างๆของเอทานอล



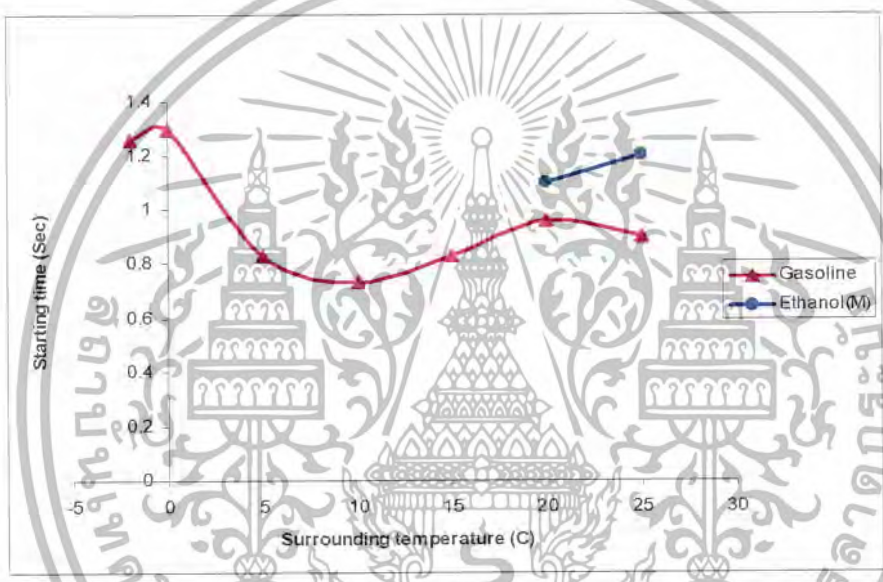
รูปที่ 7.3 แสดงผลเปรียบเทียบเวลาการสตาร์ระหว่างเชื้อเพลิงเบนซินกับเอทานอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ: ผลการทดสอบระบบคาร์บูเรเตอร์ทำการเปิดโช๊คช่วย (choke)

7.3.2 ผลการสตาร์ทเย็นระบบหัวฉีดควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์

ระบบการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงด้วยหัวฉีดสำหรับเชื้อเพลิงเบนซินจะเห็นได้ว่าที่อุณหภูมิ 10-25 องศาเซลเซียส แสดงผลด้วยเส้นสีแดงยังไม่ส่งผลกระทบมากนักแต่เมื่ออุณหภูมิต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียสจะเริ่มส่งผลกระทบโดยใช้เวลาในการสตาร์ทที่ยาวนานขึ้น แต่สำหรับการใช้เชื้อเพลิงเอทานอลเป็นเชื้อเพลิงของระบบหัวฉีดทำการปรับแต่งการฉีดเชื้อเพลิงอย่างเพียงพอเมื่อมีอุณหภูมิที่ 15-20 องศาเซลเซียส จะใช้เวลาในการสตาร์ทที่นานมาก และที่ต่ำกว่า 15 องศาเซลเซียส เครื่องยนต์จะไม่สามารถสตาร์ทได้ เนื่องจากความร้อนในการระเหยตัวของเอทานอลมีไม่เพียงพอจึงไม่เกิดการเผาไหม้แสดงเส้นสีน้ำเงิน ดังแสดงในรูปที่ 7.4



รูปที่ 7.4 แสดงผลเปรียบเทียบเวลาการสตาร์ทระหว่างเชื้อเพลิงเบนซินกับเอทานอล

เนื่องจากเครื่องยนต์ระบบหัวฉีดที่ใช้เชื้อเพลิงเอทานอลเป็นเชื้อเพลิง มีปัญหาเกิดขึ้นเมื่ออุณหภูมิสภาพแวดล้อมต่ำกว่า 15 องศาเซลเซียส จึงต้องได้หาวิธีการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นดังกล่าว โดยทำการติดตั้งฮีทเตอร์แบบขดลวดบริเวณคอท่อไอดีของเครื่องยนต์ เพื่อให้ความร้อนแก่อากาศจนกระทั่งอากาศภายในท่อไอดีมีอุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ซึ่งได้ผลการทดลองเปรียบเทียบเมื่อติดตั้งฮีทเตอร์ดังแสดงในตารางที่ 7.1

ตารางที่ 7.1 แสดงผลการทดลองเปรียบเทียบเมื่อติดตั้งฮีทเตอร์ที่บริเวณคอท่อไอดีของเครื่องยนต์ โดยอาศัยกระแสไฟฟ้าจากแบตเตอรรี่ จากการทดลองเครื่องยนต์สามารถสตาร์ทติดได้ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส โดยใช้เวลาเฉลี่ย 11.95 วินาที และจะสามารถสตาร์ทติดได้ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส แต่จะใช้เวลาในการสตาร์ที่แตกต่างกันออกไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการทดลองสามารถบอกได้ว่าถ้าใช้เชื้อเพลิงเอทานอลในเครื่องยนต์บริเวณที่มีอุณหภูมิอากาศสภาพแวดล้อมที่ต่ำกว่า 15 องศาเซลเซียส จำเป็นต้องติดตั้งฮีทเตอร์เพื่อช่วยสตาร์ทเครื่องยนต์ขณะเครื่องเย็น เมื่อเครื่องยนต์สามารถสตาร์ทติดได้แล้วก็ต้องตัดการทำงานของฮีทเตอร์ เนื่องจากความร้อนภายในเครื่องยนต์เพียงพอต่อการระเหยตัวของเอทานอลในการเผาไหม้ครั้งต่อไป

ตารางที่ 7.1 แสดงผลการทดลองเปรียบเทียบเมื่อติดตั้งฮีทเตอร์ที่คอท่อไอดี

Fuel	Surrounding	(Starting Time)			
		1	2	3	Mean
Ethanol	25	1	1.3	1.2	1.2
	20	1.1	1	1.2	1.1
	15	40.9+1.3	48+1.3	20+1.6	
	10	x > 60 sec			
	5	x			
	0	x			
	-2	x			
Ethanol with heater at 40°c	25				
	20				
	15				
	10	10+2.6	10+2.4	10+1.5	11.95
	5				
	0				
	-2				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 8
การประเมินชิ้นส่วนรถจักรยานยนต์ในห้องปฏิบัติการ

8.1 ทฤษฎีพื้นฐานและหลักการทำงาน

ปัจจุบัน น้ำมันเบนซินอี 10 ได้รับการยอมรับว่าสามารถนำมาใช้ได้กับรถยนต์และรถจักรยานยนต์ทั่วไป แต่บนสมมติฐานที่ว่าชิ้นส่วนยานยนต์จะได้รับการออกแบบมาเพื่อใช้งานได้กับเชื้อเพลิงเอทานอลอี 100 หรือไม่นั้น ยังไม่มีการศึกษาและรับรองผลการทดสอบ เมื่อผู้ขับขี่ยานยนต์มีความประสงค์ที่จะเติมเชื้อเพลิงเอทานอลอี 100 เป็นเชื้อเพลิงทดแทน อาจจะเกิดความเสียหายขึ้นได้ ดังนั้นเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ดังกล่าวชิ้นส่วนยานยนต์ที่อยู่ในทางเดินน้ำมันเชื้อเพลิง ตั้งแต่ถังน้ำมันจนถึงห้องเผาไหม้จึงได้รับการคัดเลือกจากคณะที่ปรึกษา เพื่อนำมาทดสอบความคงทนของชิ้นส่วนนั้น ต่อเชื้อเพลิงเอทานอลอี100 (E100 Material compatibility)

การทดสอบชิ้นส่วนรถยนต์และรถจักรยานยนต์

ขั้นตอนการทดสอบรวมถึงตัวแปรควบคุมได้รับการออกแบบและประยุกต์จากมาตรฐานการทดสอบต่างๆ ดังนี้

- SAE J1681 ที่กล่าวถึงน้ำมันเชื้อเพลิง (Test Fluids) ที่ใช้ในการทดสอบวัสดุ และหลักการทั่วไปในการทดสอบ
- SAE J1747 ที่กล่าวถึงวิธีการทดสอบวัสดุที่ทำจากโลหะ
- SAE J1748 ที่กล่าวถึงวิธีการทดสอบวัสดุที่ทำจากโพลิเมอร์ ได้แก่ Plastics, Elastomers, etc.
- ASTM D2240

ผลกระทบจากน้ำมันเชื้อเพลิงที่มีส่วนผสมของเอทานอลสามารถแบ่งแยกไปตามประเภทของวัสดุ ผลกระทบต่อชิ้นส่วนที่เป็นโลหะเกิดจากสารประกอบ Oxygenates ได้แก่ Ethanol หรือ Methanol เมื่อรวมกับน้ำหรือความชื้น, Aggressive alcohol ที่มีส่วนผสมของ Acid/Alcohol mixture, Water, และ Salt, หรือ Sulfuric acid จากปฏิกิริยาเคมีระหว่าง Ethanol กับ Sulfur ที่มักค้างอยู่ในน้ำมันเชื้อเพลิงในท้องตลาด

สารประกอบออกไซด์ที่เกิดจากปฏิกิริยาการกัดกร่อนอาจเข้าไปอุดตันในเส้นทางลำเลียงน้ำมันหรือแทรกที่อยู่ระหว่างชิ้นส่วนที่เคลื่อนที่ในเครื่องยนต์ นำมาซึ่งประสิทธิภาพที่ลดลงของเครื่องยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับชิ้นส่วนยานยนต์ที่เป็นโพลิเมอร์ อาจเสื่อมสภาพจากการกัดกร่อนที่เกิดจากกรดบางชนิด รวมถึงการบิดเบี้ยวจนเสียรูปร่างเดิมของชิ้นส่วนเนื่องจากการแพร่ของสารประกอบ Organics ในชิ้นส่วนนั้น และการ Swellin

อุณหภูมิ และเวลาที่ใช้ในการทดสอบ

อุณหภูมิ และเวลาที่ใช้ในการทดสอบ Materials Compatibility ของวัตถุดิบและชิ้นส่วนยานยนต์จะมีค่าแตกต่างกันไปตามประเภทของวัสดุ, มาตราฐานที่ใช้ในการทดสอบ, และผู้ทดสอบ ดังที่ได้สรุปไว้ในตารางที่ 6.1ซึ่งการทดสอบที่อุณหภูมิที่สูงขึ้น ระยะเวลาในการทดสอบจะลดลง ซึ่งการทดสอบที่อุณหภูมิ 100ºC เป็นเวลา 720 ชั่วโมงของวัสดุที่เป็นโลหะอาจเทียบเท่ากับการใช้งานจริงของวัสดุดังกล่าวถึง 15 ปี ดังนั้นเพื่อที่จะสามารถทดสอบวัสดุที่เป็นทั้งโลหะ และโพลิเมอร์ได้ในเวลาเดียวกัน และสามารถประเมินผลความคงทนของวัสดุต่อเชื้อเพลิงเอทานอล การทดสอบชิ้นส่วนรถยนต์ทั้งที่ทำจากโลหะ และโพลิเมอร์จึงดำเนินการที่อุณหภูมิ 55 ± 2ºC เป็นเวลาอย่างน้อย 1000 ชั่วโมง

ตารางที่ 8.1 ตารางสรุปวิธีการทดสอบ Fluid immersion test ของวัสดุชนิดต่างๆ

มาตรฐานการทดสอบ	ประเภทวัสดุ	อุณหภูมิ (ºC)	เวลาที่ใช้ในการทดสอบ (ชั่วโมง)
SAE J1747	โลหะ	45±2	2,000
SAE J1748	โพลิเมอร์ (Plastic, Elastomer)	55 ±2	2,000
METI FAME Conformity	Elastomer	70	760
SAE 2005-10-3710	Aluminum	100	720

8.2 วิธีการทดสอบและการคำนวณ

ในกรณีที่รถจักรยานยนต์ที่ใช้เอทานอล (E 100) เป็นเชื้อเพลิง ชิ้นส่วนที่อยู่ในเส้นทางลำเลียงน้ำมันเชื้อเพลิงจากถังน้ำมันเชื้อเพลิงถึงห้องเผาไหม้อาจได้รับความเสียหายเนื่องจากวัสดุที่ใช้ทำชิ้นส่วนดังกล่าวอาจไม่สามารถใช้กับเชื้อเพลิงเอทานอลได้ จึงได้คัดสรรชิ้นส่วนดังกล่าว มาทดสอบความคงทนของวัสดุที่ใช้ทำชิ้นส่วน (Material compatibility) ต่อเชื้อเพลิงเอทานอล วิธีการศึกษาผลกระทบของเชื้อเพลิงเอทานอลต่อชิ้นส่วนรถจักรยานยนต์ได้จากการดัดแปลงมาตราฐาน SAE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1681 สำหรับมาตรฐานน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ในการทดสอบ, SAE J1747 สำหรับการทดสอบวัสดุที่เป็นโลหะ และSAE J1748 สำหรับการทดสอบวัสดุที่เป็นโพลีเมอร์ ซึ่งสรุปไว้ดังนี้

วิธีการทดสอบ

1. นำชิ้นส่วนที่เป็นท่อต่างๆ มาตัดเพื่อ
2. แช่ชิ้นส่วนที่เลือกไว้ในน้ำมัน คือ เบนซิน 91 (E10) และ น้ำมันเบนซิน E85 และเอทานอล 100 เปอร์เซ็นต์ ที่บรรจุในขวดแก้วทนความร้อนตามขนาดของชิ้นส่วน โดยบรรจุไม่เกิน 80 เปอร์เซ็นต์ โดยปริมาตร และน้ำมันต้องอยู่เหนือชิ้นส่วนประมาณ 1-3 เซนติเมตร เผื่อการระเหยของน้ำมัน
3. นำขวดแก้วที่บรรจุตัวอย่าง มาอบในตู้อบ ที่อุณหภูมิ 55 ± 2 °C เป็นเวลาอย่างน้อย 1,000 ชั่วโมง เพื่อเร่งปฏิกิริยาทางเคมีให้เกิดขึ้นในช่วงเวลาของการทดสอบ
4. ทุกๆ 1 สัปดาห์ หรือ 168 ชั่วโมง ชิ้นส่วนยานยนต์นั้นจะถูกเป่าด้วยลมเพื่อกำจัดหยดน้ำมัน แล้วบรรจุในภาชนะปิด เพื่อที่จะดำเนินการดังต่อไปนี้
   4.1 ชั่งน้ำหนักในลักษณะเปียก (wet condition) จากเครื่องชั่ง เพื่อคำนวณค่า Apparent percent weight increase จาก (Eq.1) ที่เป็นตัวบ่งชี้ถึงความสามารถของชิ้นส่วนยานยนต์นั้น ในการต้านทานไม่ให้ Test Fluid แพร่เข้าไปในชิ้นส่วนที่ทำจากโพลิเมอร์ได้

$$Apparent\ percent\ weight\ increase = \frac{Wet\ weight - Original\ weight}{Original\ weight} \times 100 \qquad (eq.1)$$

   4.2 วัดการเปลี่ยนแปลงขนาดของท่อ โดยกล้อง Stereoscope และจดบันทึกการเปลี่ยนแปลงลักษณะภายนอกที่เกิดขึ้นของชิ้นส่วนอื่นๆ ด้วยตาเปล่า รวมถึงกล้อง Stereoscope
5. เมื่อครบกำหนดเวลา ชิ้นส่วนที่เป็นโพลิเมอร์จะถูกนำมาอบในภาชนะเปิด ที่อุณหภูมิ 55± 2 °C เป็นเวลา 48 ชั่วโมง เพื่อคำนวณหาค่า Percent weight lost (Eq.2)

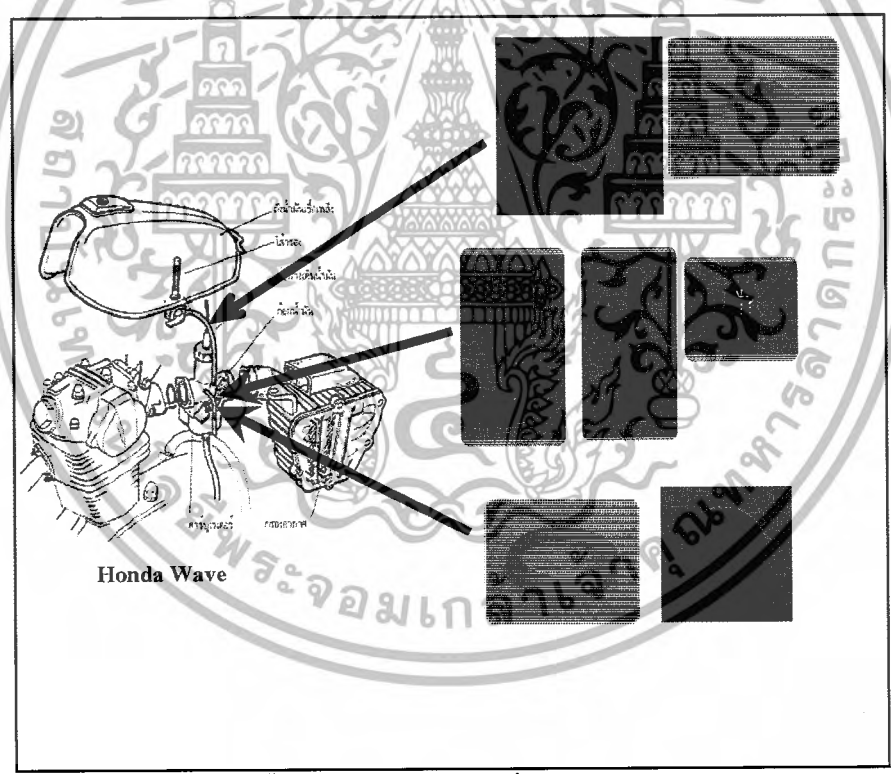
$$Percent\ weight\ lost = \frac{Dried\ weight - Original\ weight}{Original\ weight} \times 100 \qquad (eq.2)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. วัดค่า Hardness ของท่อ Polymers โดย Type A Durometer method เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่า Hardness ที่เกิดขึ้น
7. ประเมินผลกระทบของน้ำมันเชื้อเพลิงอี 100 จากความแตกต่างที่เกิดขึ้นทางกายภาพ และความแตกต่างทางปริมาณที่ได้จาก Eq.1 และ Eq.2 โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ความเบี่ยงเบนของข้อมูล

อุปกรณ์การทดสอบ

1. ขวดแก้วทนความร้อน ฝาทำด้วยโพลีโพรพิลีน ทนการกัดกร่อนของเอทานอล
2. ฐานลวดสแตนเลส
3. เตาอบที่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ 55±2 องศาเซลเซียส
4. เครื่องชั่งน้ำหนัก
5. เครื่องวัด Hardness

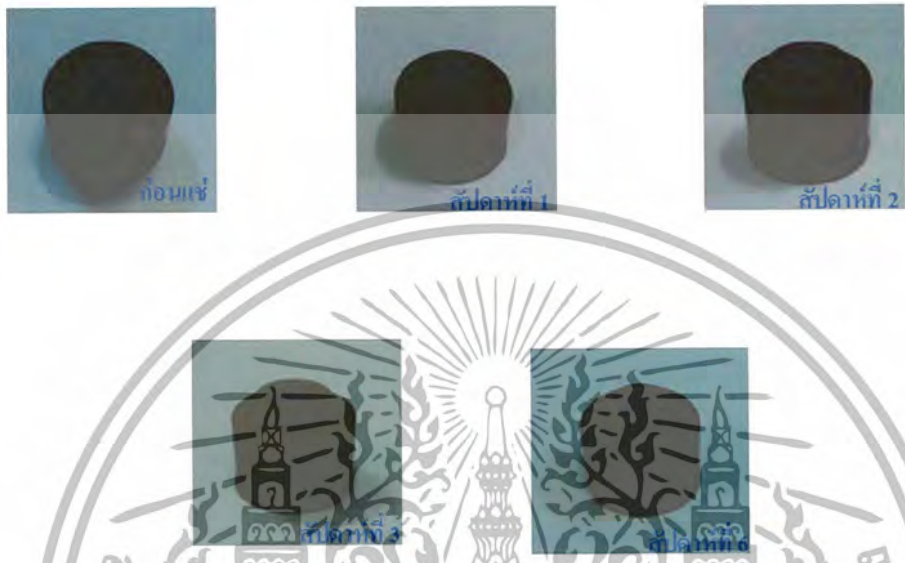


รูปที่ 8.1 แสดงชิ้นส่วนรถจักรยานยนต์ที่ถูกใช้ในการทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8.3 ผลการทดสอบ ลักษณะทางกายภาพและน้ำหนัก

1. ชิ้นส่วนรถจักรยานยนต์ Seal valve



รูปที่ 8.2 แสดงชิ้นส่วนรถจักรยานยนต์ Seal valve

ตารางที่ 8.2 แสดงน้ำหนักเปียกวัดระหว่างทำการทดสอบของชิ้นส่วนรถจักรยานยนต์ (Seal valve)

ครั้งที่ทดสอบ	น้ำหนัก (กรัม)
ก่อนแช่	0.7577
1	0.7576
2	0.7571
3	0.7543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ชิ้นส่วนรถจักรยานยนต์ฮอนด้า หมายเลข 16155-883-005/ VLV, Float

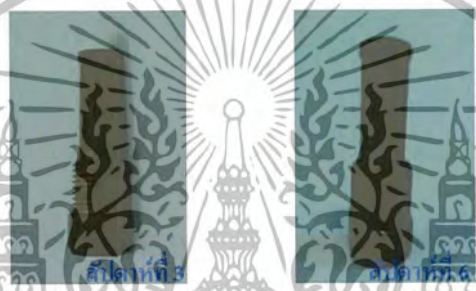
รูปที่ 8.3 แสดงชิ้นส่วนรถจักรยานยนต์ (Float)

ตารางที่ 8.3 แสดงน้ำหนักเปียก ที่วัดระหว่างทำการทดสอบของ ชิ้นส่วนรถจักรยานยนต์ (Float)

ครั้งที่ทดสอบ	น้ำหนัก (กรัม)
ก่อนแช่	0.2455
1	0.2454
2	0.2468
3	0.2461

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ชิ้นส่วนรถจักรยานยนต์ หมายเลข 16165-KPH-901/ Holder, Needle jet



รูปที่ 8.4 แสดงชิ้นส่วนรถจักรยานยนต์ (Needle jet)

ตารางที่ 8.4 แสดงน้ำหนักเปียกวัดระหว่างทำการทดสอบของชิ้นส่วนรถจักรยานยนต์ (Needle jet)

ครั้งที่ทดสอบ	น้ำหนัก (กรัม)
ก่อนแช่	4.3927
1	4.3923
2	4.3922
3	4.3921

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ชิ้นส่วนรถจักรยานยนต์ หมายเลข 99103-KPH-0350 / Jet, slow#35

รูปที่ 8.5 แสดงชิ้นส่วนรถจักรยานยนต์นมหนูเดินเบา

ตารางที่ 8.5 แสดงน้ำหนักเปียกวัดระหว่างทำการทดสอบของ ชิ้นส่วนรถจักรยานยนต์ (Slow jet)

ครั้งที่ทดสอบ	น้ำหนัก (กรัม)
ก่อนแช่	2.5578
1	2.5576
2	2.5573
3	2.5565

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ชิ้นส่วนรถจักรยานยนต์ฮอนด้า หมายเลข 99101-KPH-0780/ Jet, Main#78

รูปที่ 8.6 แสดงชิ้นส่วนรถจักรยานยนต์นมหนูหลัก

ตารางที่ 8.6 แสดงน้ำหนักเปียกวัดระหว่างทำการทดสอบของ ชิ้นส่วนรถจักรยานยนต์ (Main jet)

ครั้งที่ทดสอบ	น้ำหนัก (กรัม)
ก่อนแช่	0.5950
1	0.5945
2	0.5933
3	0.5932

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ชิ้นส่วนรถจักรยานยนต์ หมายเลข 37010-KPH-900

รูปที่ 8.7 แสดงชิ้นส่วนรถจักรยานยนต์ซีล

ตารางที่ 8.7 แสดงน้ำหนักเปียกวัดระหว่างทำการทดสอบของชิ้นส่วนรถจักรยานยนต์ ซีล

ครั้งที่ทดสอบ	น้ำหนัก (กรัม)
ก่อนแช่	2.9598
1	2.9605
2	2.9868

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ชิ้นส่วนรถจักรยานยนต์หมายเลข 17633-KPH-900

รูปที่ 8.8 แสดงชิ้นส่วนรถจักรยานยนต์ท่อทางน้ำมัน

ตารางที่ 8.8 แสดงน้ำหนักเปียกวัดระหว่างทำการทดสอบชิ้นส่วนรถจักรยานยนต์ ท่อทางน้ำมัน

ตัวอย่างที่	น้ำหนัก (กรัม)			
	ก่อนแช่	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
E100-01	0.4785	0.4564	0.4527	0.4547
E100-02	0.4952	0.4717	0.4687	0.4706
E100-03	0.4852	0.4613	0.4595	0.4607
E100-04	0.4975	0.4741	0.4712	0.472
E100-05	0.4814	0.4584	0.4564	0.4578

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. ชิ้นส่วนรถจักรยานยนต์ หมายเลข 17570-KPH-701

รูปที่ 8.9 แสดงชิ้นส่วนรถจักรยานยนต์ท่อน้ำมันหัวฉีด

ตารางที่ 8.9 แสดงน้ำหนักเปียกวัดระหว่างทำการทดสอบชิ้นส่วนรถจักรยานยนต์ ท่อน้ำมันหัวฉีด

ตัวอย่างที่	น้ำหนัก (กรัม)			
	ก่อนแช่	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
E100-01	0.0345	0.0331	0.0344	0.0345
E100-02	0.0375	0.0377	0.0372	0.0379
E100-03	0.0373	0.0371	0.0385	0.0381
E100-04	0.0387	0.0393	0.04	0.0397
E100-05	0.0394	0.0393	0.0397	0.0401

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 9
สรุปผลวิจัย

9.1 สรุปผลการทดลอง

การนำเชื้อเพลิงเอทานอลใช้แทนเชื้อเพลิงเบนซินกับเครื่องยนต์รถจักรยานยนต์ Honda Wave 125i นั้น จากผลการทดลอง พบว่าเชื้อเพลิงเอทานอลสามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทนในรถจักรยานยนต์ได้จริง โดยเครื่องยนต์จำเป็นต้องปรับแต่งปริมาณการจ่ายเชื้อเพลิงต่อวัฏจักรการทำงานของเครื่องยนต์ให้สูงขึ้น ซึ่งสามารถทำได้ด้วยกันหลายวิธีและไม่ซับซ้อนนัก โดยปรับระยะเวลาการฉีดเชื้อเพลิงด้วยวงจรแปลงสัญญาณ สำหรับระบบการจ่ายเชื้อเพลิงด้วยหัวฉีดควบคุมด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์ และระบบการจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงด้วยคาร์บูเรเตอร์เป็นระบบทางกลจำเป็นต้องปรับแต่งชิ้นส่วนภายในคาร์บูเรเตอร์ให้สามารถจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงได้อย่างเพียงพอ โดยทำการปรับแต่ง 2 ส่วนหลัก คือ นมหนูหลักและนมหนูเดินเบาเป็นเบอร์ 120 และ 50 ตามลำดับ ซึ่งจะไม่ส่งผลกระทบต่อเครื่องยนต์ ในส่วนระบบจุดระเบิดนั้น เครื่องยนต์ที่นำมาทดสอบนี้สามารถปรับองศาการจุดระเบิดล่วงหน้าให้อยู่ในสภาวะที่เครื่องยนต์สามารถให้แรงบิดสูงสุดได้ด้วยตนเอง

ผลการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์

พบว่าการใช้เชื้อเพลิงเอทานอลเหมาะกับการทำงานของเครื่องยนต์เบนซิน ให้ค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนเบรก (Brake Thermal efficiency) สูงขึ้น 36-40% สำหรับระบบหัวฉีด และ 3-6% สำหรับคาร์บูเรเตอร์ ค่าการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงจำเพาะเบรก (Break Specific Fuel Consumption) ที่สูงกว่าการใช้เชื้อเพลิงเบนซิน 31-35%

หลังจากทำการปรับแต่งปริมาณการจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิง การลามของเปลวไฟของเชื้อเพลิงเอทานอลจะเป็นไปอย่างรวดเร็วกว่าเชื้อเพลิงเบนซินทำให้อุณหภูมิไอเสียต่ำกว่า 3-5% สำหรับหัวฉีด และ 10% สำหรับคาร์บูเรเตอร์

และจากการที่อุณหภูมิห้องเผาไหม้ลดลงเป็นอย่างมากกลับส่งผลดี โดยทำให้ค่าประสิทธิภาพเชิงปริมาตร (Volume efficiency) สูงขึ้นการประจุไอดีได้มากกว่า ทำให้ได้กำลังเครื่องยนต์ที่สูงขึ้น 1-9% สำหรับหัวฉีดและ 6-18% สำหรับคาร์บูเรเตอร์

อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ (Break Specific Energy Consumption) ของเครื่องยนต์เอทานอลมีค่าต่ำกว่าเมื่อได้งานออกมาเท่ากัน นั้นแสดงให้เห็นว่าความสามารถในการเปลี่ยนพลังงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความร้อนเป็นพลังงานกลของเครื่องยนต์เอทานอลมีประสิทธิภาพที่ดีกว่าเครื่องยนต์เบนซิน 5-20% สำหรับระบบหัวฉีดและ 3-8% สำหรับระบบคาร์บูเรเตอร์

ผลการทดสอบค่ามลพิษที่เกิดจากเครื่องยนต์

พบว่าการใช้เชื้อเพลิงเอทานอลนั้น ค่ามลพิษส่วนใหญ่ลดลงตั้งแต่รอบการทำงานของเครื่องยนต์ที่ 3,000-8,000 รอบต่อนาที เมื่อทำการปรับค่าแลมด้าให้ใกล้เคียงกับเชื้อเพลิงเบนซิน สำหรับระบบหัวฉีดควบคุมด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์ ค่าคาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO) ลดลง 25-41% ค่าไฮโดรคาร์บอน (HC) ลดลง 28-83 % และค่าออกไซด์ไนโตรเจน (NO_x) ลดลง 28-83 % เมื่อเทียบกับเชื้อเพลิงเบนซิน

สำหรับค่ามลพิษส่วนใหญ่ที่ออกมาจากเครื่องยนต์เอทานอลระบบคาร์บูเรเตอร์มีปริมาณมลพิษที่สูงขึ้น เนื่องจากการจ่ายเชื้อเพลิงเอทานอลของคาร์บูเรเตอร์ไม่ฟุ้งกระจายและคอท่อไอดีถูกออกแบบมาสำหรับเชื้อเพลิงเบนซินการตอบสนองการทำงานที่สภาวะต่างๆไม่ดีเท่าระบบหัวฉีด ส่งผลให้การเผาไหม้ของเครื่องยนต์ไม่สมบูรณ์ได้แก่ ค่าคาร์บอนมอนนอกไซด์(CO) สูงขึ้น 2-23 % ค่าไฮโดรคาร์บอน (HC) สูงขึ้น 62-88 % และค่าออกไซด์ไนโตรเจน (NO_x) ลดลง 23-89 % เมื่อเทียบกับเชื้อเพลิงเบนซิน

ผลการทดลองการสตาร์ทเย็นของเครื่องยนต์

จากการทดลองเครื่องยนต์ระบบคาร์บูเรเตอร์ในช่วงอุณหภูมิ 10 – 25 องศาเซลเซียส การสตาร์ทเครื่องยนต์จะใช้เวลาใกล้เคียงกับเชื้อเพลิงเบนซิน แต่ในช่วงที่ต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส เป็นต้นไป การใช้เวลาในการสตาร์ทเครื่องยนต์เอทานอลนานกว่าเชื้อเพลิงเบนซินประมาณ 2 เท่า และในช่วงอุณหภูมิที่ติดลบเครื่องยนต์เอทานอลจะไม่สามารถสตาร์ทติดได้ เนื่องจากอุณหภูมิอากาศไม่เพียงพอต่อการระเหยตัวของเอทานอลจึงไม่เกิดขบวนการเผาไหม้ขึ้น

สำหรับการระบบการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงด้วยหัวฉีดสำหรับเชื้อเพลิงเบนซินไม่มีปัญหามากนัก เมื่ออุณหภูมิของอากาศต่ำลงเพียงใช้เวลานานกว่าเดิม แต่เมื่อเปลี่ยนมาใช้เชื้อเพลิงเอทานอลจะเกิดปัญหาการสตาร์ทเย็นขึ้นที่อุณหภูมิต่ำกว่า 20 องศาเซลเซียสและจะไม่สามารถสตาร์ทติดได้ที่อุณภูมิต่ำกว่า 15 องศาเซลเซียส เนื่องจากค่าความร้อนที่ใช้ในการระเหยตัวมีไม่เพียงพอ

เพราะฉะนั้นการใช้เชื้อเพลิงเอทานอลแทนเชื้อเพลิงเบนซินในรถจักรยานยนต์ เมื่อใดที่อุณหภูมิของอากาศต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส ทั้งระบบคาร์บูเรเตอร์และหัวฉีด จะต้องเสริมอุปกรณ์การอุ่นอากาศเสียก่อน ในโครงงานนี้ได้ทำการแก้ไขปัญหาโดยติดตั้งฮีทเตอร์บริเวณคอท่อไอดีของเครื่องยนต์ระบบหัวฉีด ให้ความร้อนจนอากาศในท่อไอดีมีอุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส จะสามารถสตาร์ทเครื่องยนต์ที่อุณหภูมิสภาพแวดล้อมต่ำกว่า 15 องศาเซลเซียส ได้เพื่อให้ความร้อนเพียงพอต่อการระเหยตัวของเอทานอลในการเกิดการเผาไหม้ขณะเครื่องเย็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการประเมินชิ้นส่วนรถจักรยานยนต์ในห้องปฏิบัติการ

ผลการประเมินชิ้นส่วนในห้องปฏิบัติการพบว่าวัสดุที่เป็นทองเหลืองซึ่งเป็นส่วนประกอบของคาร์บูเรเตอร์ เมื่อสัมผัสกับเชื้อเพลิงเอทานอลจะเกิดสนิมสีหมองกว่าวัสดุที่ใช้เบนซินเป็นเชื้อเพลิง สามารถแก้ปัญหาได้โดยนำชิ้นส่วนดังกล่าวไปชุบนิเกิล หรือเปลี่ยนเป็นวัสดุสแตนเลสแทน ในกรณีชิ้นส่วนประเภทยาง ท่อน้ำมัน โอริงเมื่อนำมาแช่ในน้ำมันเชื้อเพลิงเอทานอล พบว่า มีน้ำหนักเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเนื่องจากเชื้อเพลิงเอทานอลมีการแพร่เข้าสู่เนื้อวัสดุ สามารถแก้ปัญหาได้โดยเปลี่ยนมาใช้วัสดุ Viton (Fluoroelastomer-Terpolymer) ซึ่งเป็นมิตรต่อเอทานอล

9.2 ผลลัพธ์ที่ให้ต่อสังคมและประเทศชาติ

การใช้เชื้อเพลิงเอทานอลเป็นพลังงานทดแทนนับเป็นนวัตกรรมที่ถูกพัฒนาขึ้นจากการต้องการพลังงานที่มากขึ้น เพื่อช่วยลดปัญหาด้านราคาน้ำมันที่มีความผันผวนไม่แน่นอน และสร้างความมั่นคงให้กับประเทศไทยอย่างมั่นคง ซึ่งในปัจจุบันรัฐบาลได้สนับสนุนการใช้เอทานอลผสมกับเชื้อเพลิงเบนซินที่อัตราส่วนต่างๆ โดยงดเว้นไม่เรียกเก็บภาษีสรรพสามิตร เพื่อดึงดูดให้ประชาชนหันมาใช้เชื้อเพลิงทดแทน และงานวิจัยนี้จะเป็นตัวชี้นำการใช้พลังงานจากเอทานอลในอนาคตอย่างแน่นอน ซึ่งประเทศบราซิลได้มีการใช้เครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงผสมเอทานอลกับเบนซินอย่างกว้างขว้าง

งานวิจัยหวังว่าจะเป็นส่วนหนึ่งของการพัฒนานวัตกรรมด้านพลังงาน ช่วยเหลือสังคมและประเทศชาติลดค่าครองชีพของประชาชนในการดำรงชีวิต และจะเป็นแนวทางการประยุกต์ใช้ปรับให้เหมาะกับงานเพื่อลดต้นทุนในการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

ตารางข้อมูลที่ได้จากการทดสอบสมรรถนะและมลพิษ และการทดสอบคุณลักษณะสตาร์ทเย็นของเครื่องยนเอทานอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก.1 ข้อมูลผลการทดสอบสมรรถนะและมลพิษของเครื่องยนต์ระบบหัวฉีดควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์

• Power (kW)

RPM	Gasoline	Ethanol(M)	Ethanol:©
3000	1.1	1.2	1.2
4000	1.7	1.8	1.8
5000	2.1	2.2	2.3
6000	2.2	2.4	2.5
7000	2.1	2.1	2.3
8000	1.5	1.6	1.6

• Torque (N-m)

RPM	Gasoline	Ethanol(M)	Ethanol:©
3000	3.50	3.82	3.82
4000	4.06	4.30	4.30
5000	4.01	4.20	4.39
6000	3.50	3.82	3.98
7000	2.86	2.86	3.14
8000	1.79	1.91	1.91

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

• Fuel Consumption (g/min)

RPM	Gasoline	Ethanol(M)	Ethanol:©
3000	17.07	24	24.6
4000	24.2	31.9	31.2
5000	28.86	38.8	38.8
6000	34.03	46.7	44.4
7000	40	59.3	54.2
8000	41.25	64.8	64.8

• Brake Specific Fuel Consumption (g/kW-hr)

RPM	Gasoline	Ethanol(M)	Ethanol:©
3000	931	1309	1342
4000	854	1126	1101
5000	825	1109	1109
6000	928	1274	1211
7000	1143	1694	1549
8000	1650	2592	2592

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

• Brake Specific Energy Consumption (kJ/kW-hr)

RPM	Gasoline	Ethanol(M)	Ethanol:©
3000	40968	34953	35827
4000	37581	30061	29401
5000	36281	29599	29599
6000	40836	34006	32331
7000	50286	45237	41347
8000	72600	69206	69206

• Lamda

RPM	Gasoline	Ethanol(M)	Ethanol:©
3000	1.082	1.103	0.972
4000	0.945	1.088	1.004
5000	0.932	1.048	1.001
6000	0.841	0.945	0.877
7000	0.844	0.855	0.837
8000	0.859	0.829	0.813

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

• Intake Temperature (° C)

RPM	Gasoline	Ethanol(M)	Ethanol:©
3000	14	24	24
4000	13	24	24
5000	12	23	23
6000	10	23	23
7000	8	23	23
8000	8	23	23

• Exhaust Temperature (° C)

RPM	Gasoline	Ethanol(M)	Ethanol:©
3000	436	422	403
4000	509	490	481
5000	560	542	536
6000	580	571	565
7000	606	585	581
8000	635	602	594

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

• Carbon Monoxide

RPM	Gasoline	Ethanol(M)	Ethanol:©
3000	5.1	3.82	5.37
4000	6.12	3.58	4.91
5000	5.52	3.56	4.51
6000	7.03	4.67	6.04
7000	7	7.18	7.14
8000	6.23	7.9	8.11

• Carbon dioxide

RPM	Gasoline	Ethanol(M)	Ethanol:©
3000	8.2	8.9	9.7
4000	9.3	9.5	9.7
5000	10	10.4	10.3
6000	10.2	11.2	11.3
7000	10.4	9.9	10.9
8000	11.1	9.6	10.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

• Hydrocarbon

RPM	Gasoline	Ethanol(M)	Ethanol:©
3000	224	201	100
4000	168	199	102
5000	152	181	105
6000	169	170	115
7000	146	167	126
8000	145	163	111

• Nitrogen oxide

RPM	Gasoline	Ethanol(M)	Ethanol:©
3000	619	448	385
4000	695	439	356
5000	998	614	551
6000	842	610	531
7000	871	146	366
8000	958	58	185

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก.2 ข้อมูลผลการทดสอบสมรรถนะและมลพิษของเครื่องยนต์ระบบคาร์บูเรเตอร์

• Power (kW)

RPM	Gasoline	Ethanol(M)	Ethanol:©
3000	1.56	1.82	1.82
4000	2.21	2.34	2.6
5000	2.86	3.12	3.25
6000	3.12	3.51	3.64
7000	2.86	3.25	3.25
8000	2.08	2.47	2.6

• Torque (Nm)

RPM	Gasoline	Ethanol(M)	Ethanol:©
3000	4.97	5.79	5.79
4000	5.28	5.59	6.21
5000	5.46	5.96	6.21
6000	4.97	5.59	5.79
7000	3.90	4.43	4.43
8000	2.48	2.95	3.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

• Fuel Consumption (g/min)

RPM	Gasoline	Ethanol(M)	Ethanol:©
3000	14.6	26.2	24.5
4000	22.7	38.7	38.1
5000	28.6	50	48.5
6000	33.8	59	55.4
7000	36.8	64.5	62
8000	36.6	65.7	64.5

• Brake Specific Fuel Consumption (g/kW-hr)

RPM	Gasoline	Ethanol(M)	Ethanol:©
3000	730	1123	807.69
4000	801	1290	879.23
5000	780	1250	895.38
6000	845	1311	913.19
7000	1004	1548	1144.62
8000	1373	2075	1488.46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

• Brake Specific Energy Consumption (kJ/kW-hr)

RPM	Gasoline	Ethanol(M)	Ethanol:©
3000	32120	29980	21565
4000	35252	34443	23475
5000	34320	33375	23907
6000	37180	35007	24382
7000	44160	41332	30561
8000	60390	55395	39742

• Intake Temperature (°C)

RPM	Gasoline	Ethanol(M)	Ethanol:©
3000	31	19	15
4000	24	16	13
5000	22	14	12
6000	20	13	12
7000	20	13	12
8000	22	13	12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

• Exhaust Temperature (° C)

RPM	Gasoline	Ethanol(M)	Ethanol:©
3000	385	366	314
4000	447	418	358
5000	498	459	393
6000	543	486	433
7000	580	522	512
8000	618	556	539

• Lamda

RPM	Gasoline	Ethanol(M)	Ethanol:©
3000	1.282	1.276	1.291
4000	1.148	1.113	1.041
5000	1.023	0.948	1.012
6000	0.932	0.897	0.916
7000	0.869	0.833	0.806
8000	0.847	0.836	0.781

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

• Carbon Monoxide

RPM	Gasoline	Ethanol(M)	Ethanol:©
3000	5.1	4.77	4.48
4000	6.43	6.59	7.2
5000	7	8.56	7.43
6000	7.14	8.46	7.64
7000	7.14	8.67	9
8000	6.78	8.35	9.47

• Carbon dioxide

RPM	Gasoline	Ethanol(M)	Ethanol:©
3000	5.6	6	6.2
4000	5.6	5.2	5.6
5000	6.6	6.5	5.9
6000	7.9	6.7	7.1
7000	9	7.6	7.6
8000	9.8	7.9	7.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

• Hydrocarbon

RPM	Gasoline	Ethanol(M)	Ethanol:©
3000	145	215	232
4000	123	209	177
5000	122	198	227
6000	133	251	182
7000	113	198	154
8000	113	176	151

• Nitrogen oxide

RPM	Gasoline	Ethanol(M)
3000	252	310
4000	182	19
5000	302	53
6000	483	65
7000	683	83
8000	900	94

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก.3 ข้อมูลผลการทดสอบการสตาร์ทเย็นของเครื่องยนต์ระบบหัวฉีด

- ข้อมูลเชื้อเพลิงเบนซิน

Fuel	Temp		Starting time (sec)			
	Oil	Surrounding	1	2	3	Mean
E0	25	25	0.9	1	0.8	0.9
	20	20	0.9	0.9	1.1	0.96
	16	15	0.8	0.9	0.8	0.83
	11	10	0.7	0.6	0.9	0.73
	5	5	0.9	0.7	0.9	0.83
	0	0	1.2	1.3	1.4	1.3
	-2	-2	1.1	1.4	1.3	1.26

- ข้อมูลเชื้อเพลิงเอทานอล

Fuel	Temp		Starting time (sec)			
	Oil	Surrounding	1	2	3	Mean
E0	25	25	1	1.3	1.2	1.16
	20	20	1.1	1	1.2	1.1
	16	15	40.9+1.3	48+1.3	20+1.6	-
	11	10	-	-	-	-
	5	5	-	-	-	-
	0	0	-	-	-	-
	-2	-2	-	-	-	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

• ข้อมูลเมื่อติดตั้งฮีทเตอร์ที่บริเวณคอท่อไอดีของเครื่องยนต์

Fuel	Surrounding	(Starting Time)			
		1	2	3	Mean
Ethanol	25	1	1.3	1.2	1.2
	20	1.1	1	1.2	1.1
	15	40.9+1.3	48+1.3	20+1.6	
	10	x > 60 sec			
	5	x			
	0	x			
	-2	x			
Ethanol with heater at 40 °C	25				
	20				
	15				
	10	10+2.6	10+2.4	10+1.5	11.95
	5				
	0				
	-2				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก.4 ข้อมูลผลทดสอบการสตาร์ทเย็นของเครื่องยนต์ระบบคาร์บูเรเตอร์

• ข้อมูลเชื้อเพลิงเบนซิน

Fuel	Temp		Starting time (sec)					
	Oil	Surrounding	1	2	3	4	5	Mean
E0	25	25	0.8	0.7	0.6	0.7	0.7	0.7
	20	20	0.8	0.7	0.6	0.6	0.6	0.66
	16	15	0.8	0.7	0.7	0.6	0.6	0.68
	11	10	0.7	0.8	0.6	0.7	0.6	0.68
	5	5	0.9	0.8	0.7	0.7	0.7	0.76
	0	0	0.8	0.9	0.9	0.8	0.7	0.82
	-2	-2	1.3	1.1	0.9	0.9	0.8	1

• ข้อมูลเชื้อเพลิงเอทานอล

Fuel	Temp		Starting time (sec)					
	Oil	Surrounding	1	2	3	4	5	Mean
E100	25	25	0.8	0.7	0.6	0.6	0.5	0.64
	20	20	0.8	0.8	0.7	0.6	0.7	0.72
	15	15	0.6	0.7	0.7	0.8	0.7	0.7
	10	10	0.8	0.7	0.7	0.6	0.7	0.7
	5	5	3	2.2	1.4	0.8	0.9	1.66
	0	0	3.2	3.4	2.4	0.9	0.9	2.16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข.1 เครื่องมือทดสอบสมรรถนะและมลพิษเครื่องยนต์

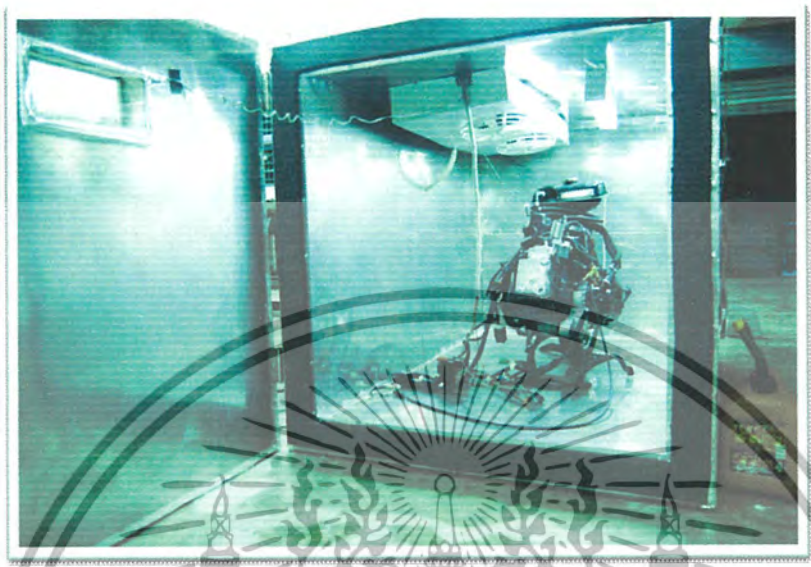
1. เครื่องควบคุมและวัดกำลังเครื่องยนต์

2. เครื่องวัดปริมาณมลพิษ

3. เครื่องวัดอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง

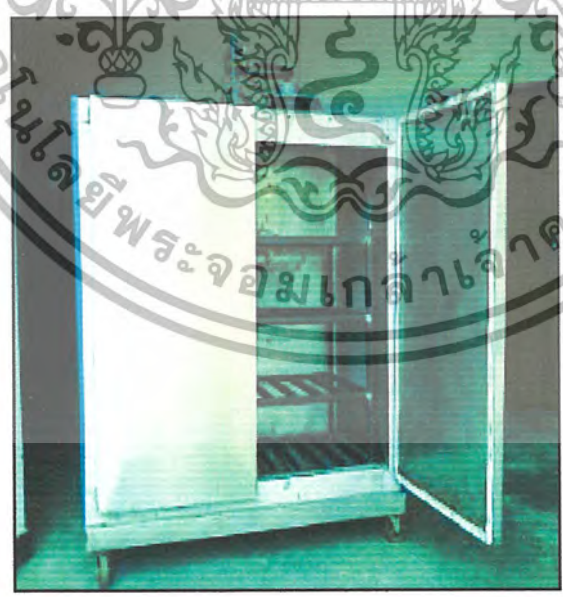
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข.2 เครื่องมือการทดสอบคุณลักษณะสตาร์ทเย็นของเครื่องยนต์เอทานอล



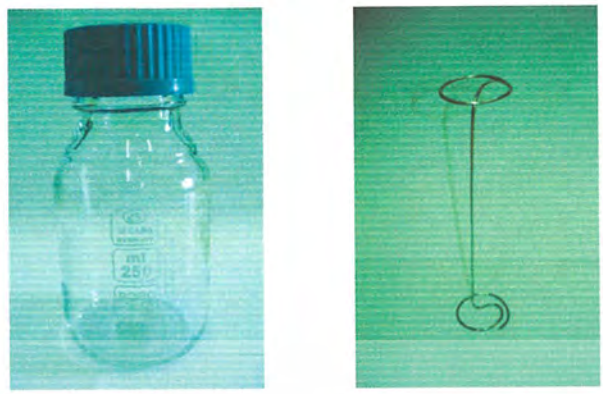
4. ห้องทดสอบการสตาร์ทเย็น

ข.3 เครื่องมือและอุปกรณ์การประเมินชิ้นส่วนในห้องปฏิบัติการ



5. ตู้อบสามารถควบคุมอุณหภูมิได้ที่ 55± 2 องศาเซลเซียล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



6. ขวดแก้วทนความร้อนและฐานลวดสแตนเลส

7. เครื่องชั่งน้ำหนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

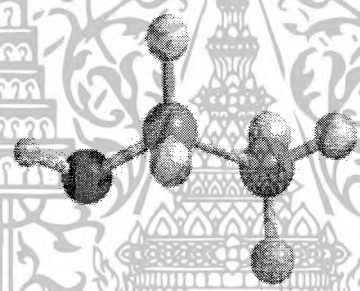
ภาคผนวก ค

ขบวนการผลิตเอทานอลและต้นทุนการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การผลิตเอทานอลจากผลผลิตทางการเกษตรและต้นทุนการผลิต

สภาวการณ์ปัจจุบันราคาน้ำมันดิบ และน้ำมันสำเร็จรูปขยับตัวสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ส่งผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ในปัจจุบัน จึงต้องพึ่งพาการนำเข้าเป็นหลัก ทำให้ประเทศไทยสูญเสียเงินตราออกนอกประเทศเพื่อนำเข้าน้ำมันเชื้อเพลิงหลายล้านบาท และในอนาคตราคาน้ำมันในโลกมีแนวโน้มจะสูงขึ้นเรื่อย ๆ ทำให้หลายประเทศหันมาให้ความสำคัญและเร่งพัฒนาอย่างจริงจัง โดยการคิดค้นหาแหล่งพลังงานทดแทนใหม่ ๆ ซึ่งที่ได้รับความนิยมในขณะนี้ คือ "เอทานอล" เพื่อเป็นการแก้ปัญหาราคาน้ำมันแพงและการขาดแคลนพลังงานเอทานอลเป็นแอลกอฮอล์ชนิดหนึ่ง ซึ่งถือว่าเป็นพลังงานสะอาด ผลิตจากกระบวนการหมัก (Fermentation) พืชทุกชนิด และผลิตภัณฑ์ของพืชบางชนิด ได้แก่ อ้อยน้ำตาล แป้ง มันสำปะหลัง มันเทศ ธัญพืชต่าง ๆ เช่นข้าวโพด ข้าวสาลี ข้าวเหนียว ข้าวฟ่าง ผลไม้ และทุก ๆส่วนของพืช สามารถผลิตแอลกอฮอล์ได้ทั้งสิ้น รวมทั้งเซลลูโลสและเฮมิเซลลูโลสของพืชทุกชนิด เอทานอล มีลักษณะเป็นของเหลวใส ไม่มีสี และ มีกลิ่นหอม มีสูตรเคมีเป็น C_2H_5OH โมเลกุลประกอบด้วย Hydroxyl(-OH) ที่ยึดเหนี่ยวกับคาร์บอนอะตอม (C)



1. ชนิดของแอลกอฮอล์

ชนิดของแอลกอฮอล์ แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

(1) เอทิลแอลกอฮอล์ (Ethyl Alcohol)

หรือที่เรียกว่า เอทานอล(Ethanol) มีสูตรทางเคมีคือ C_2H_5OH เป็นแอลกอฮอล์ประเภทรับประทานได้ ได้แก่ ผลิตได้จากการหมักพืชทุกชนิด เช่น ข้าวเหนียว อ้อย น้ำตาล มันสำปะหลัง มันเทศ ธัญพืชต่าง ๆ และผลไม้ โดยสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ได้ดังนี้

- แอลกอฮอล์ที่ใช้รับประทาน โดยตรง (Portable Alcohol) แอลกอฮอล์ชนิดนี้จะใช้ในอุตสาหกรรมผลิตสุราชนิดต่าง ๆ เช่น ไวน์ สุรา บรั่นดี ว็อดก้า เป็นต้น นอกจากนี้ ยังใช้กันมากในอุตสาหกรรมยา อุตสาหกรรมเครื่องสำอาง และอุตสาหกรรมอื่น ๆ ที่เกี่ยวกับการรับประทาน

- แอลกอฮอล์ที่ไม่ใช้รับประทานโดยตรง (Industrial Alcohol หรือ Technical Alcohol) แอลกอฮอล์ชนิดนี้จะใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตสี กรดน้ำส้ม (Acetic Acid) พลาสติกที่ย่อยสลายได้ และสารผสมในน้ำมันเครื่องยนต์ (Additive) ชนิดต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- แอลกอฮอล์ที่ใช้เป็นเชื้อเพลิง (Denatured Alcohol หรือ Fuel Alcohol) เป็นแอลกอฮอล์ความบริสุทธิ์ 95% และ 99.5 – 99.6% โดยปริมาตร

(2) เมทิลแอลกอฮอล์ (Methyl Alcohol)

หรือที่เรียกว่าเมทานอล (Methanol) มีสูตรทางเคมีคือ CH_3OH เป็นแอลกอฮอล์ประเภทรับประทานไม่ได้ ได้แก่ผลิตได้จากปิโตรเลียม ถ่านหิน และไม้ เป็นต้น

2. ชนิดของวัตถุดิบที่ใช้ผลิตเอทานอล

ทุกส่วนของพืชสามารถนำมาผลิตแอลกอฮอล์ได้ทั้งสิ้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับส่วนต่าง ๆ ของพืชและสารเคมีที่ใช้ในการย่อยสลายเส้นใยโดยวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตเอทานอลโดยสามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภทใหญ่ๆดัง

1. วัตถุดิบประเภทแป้ง ได้แก่ ผลผลิตทางการเกษตรพวกธัญพืช เช่น ข้าวเจ้า ข้าวสาลี ข้าวโพด ข้าวบาร์เลย์ ข้าวฟ่าง และพวกพืชหัว เช่น มันสำปะหลัง มันฝรั่ง มันเทศ เป็นต้น
2. วัตถุดิบประเภทน้ำตาล ได้แก่ อ้อย น้ำตาล บีทรูท เป็นต้น
3. วัตถุดิบประเภทเส้นใยส่วนใหญ่เป็นผลพลอยได้จากผลิตผลทางการเกษตร เช่น ฟางข้าว ชานอ้อย ซังข้าวโพด รำข้าว เศษไม้ เศษกระดาษ ขี้เลื่อย วัชพืช รวมทั้งของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม เช่น โรงกระดาษ เป็นต้น

ตาราง ค.1 แสดงปริมาตรผลผลิตเอทานอลจากวัตถุดิบชนิดต่าง ๆ

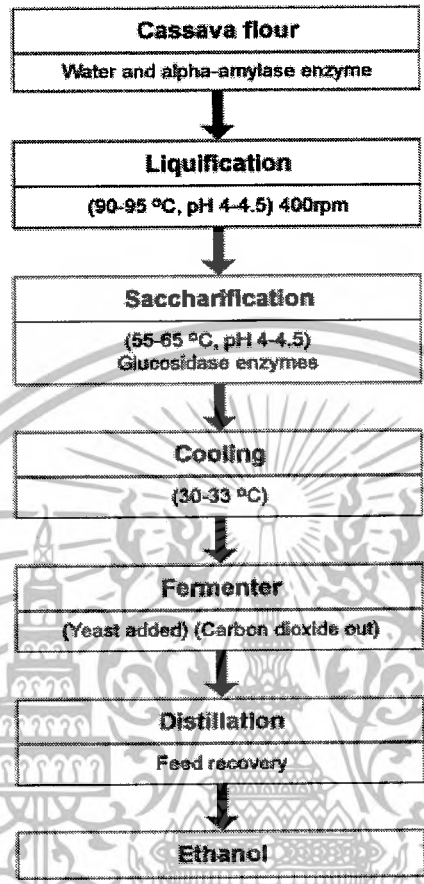
วัตถุดิบที่มีน้ำหนัก 1 ตัน	ปริมาตรของเอทานอลที่ผลิตได้ (ลิตร)
กากน้ำตาล	250
อ้อย	70
หัวมันสำปะหลังสด	165
ข้าวฟ่าง	76
ธัญพืช (เช่น ข้าว ข้าวโพด)	375

ที่มา: กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. กระบวนการผลิตเอทานอล

กระบวนการผลิต สามารถแบ่งเป็น 3 ขั้นตอน คือ



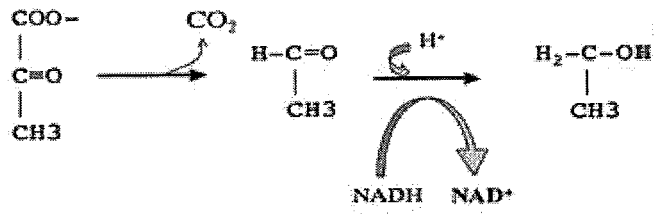
ภาพแสดงโครงสร้างขั้นตอนการผลิต

(1) ขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบ (Preparation of Feedstock) ซึ่งถ้าเป็นประเภทแป้งหรือเซลลูโลสนั้นจะต้องนำไปผ่านกระบวนการย่อยแป้งหรือเซลลูโลสให้เป็นน้ำตาลก่อน ด้วยการใช้กรดหรือเอนไซม์เมื่อปรับความเข้มข้นให้เหมาะสมแล้วสามารถนำไปหมักได้

(2) ขั้นตอนการหมัก (Fermentation) เป็นกระบวนการเปลี่ยนน้ำตาลกลูโคส (Glucose) ไปเป็นเอทานอล โดยอาศัยเอนไซน์ที่มีอยู่ในเชื้อจุลินทรีย์ตามธรรมชาติ ปฏิกิริยาการเปลี่ยนน้ำตาลกลูโคสไปเป็นเอทานอล การเปลี่ยนน้ำตาลให้เป็นแอลกอฮอล์นั้นจะใช้เชื้อจุลินทรีย์ ส่วนใหญ่จะใช้ยีสต์ที่ใช้สำหรับผลิตเอทานอลซึ่งจัดอยู่ในกลุ่ม Saccharomyces มีประสิทธิภาพในการเปลี่ยนน้ำตาลกลูโคสไปเป็นเอทานอลในสภาวะที่ ph มีค่าระหว่าง 3.0 ถึง 5.0 อุณหภูมิระหว่าง 80-90°F และมีความเข้มข้นของน้ำตาลระหว่าง 16 – 22% โดยปริมาตร ทั้งนี้ระยะเวลาในการผลิตเอทานอล จะขึ้นอยู่กับปริมาณของยีสต์ที่ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Yeast have a variation on the theme



(3) ขั้นตอนการกลั่น (Distillation) เป็นกระบวนการให้ความร้อนในการแยกเอทานอลออกจากของผสมโดยใช้กระบวนการกลั่นตามลำดับ ซึ่งสามารถแยกเอทานอลให้ได้ความบริสุทธิ์ประมาณร้อยละ 95 โดยปริมาตร

4. ประโยชน์ของเอทานอล

แอลกอฮอล์ที่นำไปผสมน้ำมัน (Fuel Alcohol หรือ Denatured Alcohol) หรือที่เรียกกันว่า "เอทานอล" นั้นเป็นแอลกอฮอล์ที่มีความบริสุทธิ์ 95% และ 99.5% -99.6% โดยปริมาตร สามารถใช้เป็นเชื้อเพลิง 3 รูปแบบดังนี้

แบบที่ 1 เอทานอล 95% (Hydrated Ethanol 95%) ใช้เป็นเชื้อเพลิงโดยตรงทดแทนน้ำมันเบนซินและน้ำมันดีเซลใช้ได้กับเครื่องยนต์ที่มีอัตราส่วนการอัดสูงสำหรับในเครื่องยนต์ดีเซลสามารถใช้เอทานอลบริสุทธิ์ 95% ผสมในน้ำมันดีเซลเรียกว่า ดีโซฮอล์ (Diesohol) ในอัตราส่วนร้อยละ 15 และเพิ่มสารปรับปรุงคุณสมบัติบางตัวในปริมาณร้อยละ 1-2

แบบที่ 2 เอทานอลบริสุทธิ์ 99.5% โดยปริมาตรผสมในน้ำมันเบนซินซึ่งจะเรียกว่า แก๊สโซฮอล์ (Gasohol) โดยทั่วไปใช้ผสมกับน้ำมันเบนซินอัตราส่วนร้อยละ 10 ในลักษณะของสารเติมแต่งเพื่อปรับปรุงค่าออกเทนของน้ำมันเบนซิน ซึ่งสามารถนำมาใช้งานกับเครื่องยนต์โดยทั่วไป ไม่ต้องดัดแปลงเครื่องยนต์แต่อย่างใด ซึ่งบราซิลก็ใช้เอทานอลผสมในน้ำมันเบนซินที่อัตราส่วนร้อยละ 22

แบบที่ 3 เป็นสารเคมีเพิ่มออกเทน (Octane) แก่เครื่องยนต์ โดยการเปลี่ยนรูปเอทานอลมาเป็นสาร ETBE (Ethyl Tertiary Butyl Ether) สามารถใช้ทดแทนสาร MTBE (Methyl Tertiary Butyl Ether) ซึ่ง MTBE เป็นสารเติมแต่งในนำมันเบนซินที่หลายประเทศประกาศห้ามใช้เนื่องจากก่อให้เกิดมลภาวะในอากาศที่สูงกว่าสารเติมแต่งอื่นๆ

5. ผลที่ได้จากกระบวนการผลิต

นอกจากเอทานอลซึ่งเป็นผลิตผลหลักแล้วผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการผลิตเอทานอลนั้น ยังประกอบด้วย คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2), Fusel Oil, ยีสต์ (Yeast) และ Stillage ออกมาด้วยดังนั้น จะเห็นได้ว่า การผลิตพลังงานทดแทน"เอทานอล" สามารถนำมาทดแทนการนำเข้าน้ำมันใต้พิภพได้ ทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้ไม่สูญเสียเงินตราออกนอกประเทศ รวมถึงการช่วยเหลือเกษตรกรที่ประสบภาวะผลผลิตล้นตลาด ทำให้ราคาตกต่ำโดยสามารถนำมาแปรรูปให้เป็นน้ำมันเชื้อเพลิงหรือเอทานอลได้

6. ต้นทุนการผลิตเอทานอล

วัตถุดิบที่นำมาผลิตเอทานอลนั้นมีความหลากหลาย ซึ่งแต่ละชนิดให้ผลของการผลิตเอทานอลที่แตกต่างกันไป โดยพืชที่มีต้นทุนการผลิตเอทานอลต่ำที่สุดในปี 2546/2547 คือ กากน้ำตาล แต่สำหรับปี 2547/2548 พืชที่มีต้นทุนเอทานอลต่ำที่สุด คือ มันสำปะหลัง เนื่องจากราคากากน้ำตาลได้สูงขึ้นมาก ทำให้ต้นทุนการผลิตเอทานอลจากกากน้ำตาลเพิ่มขึ้น

โรงงานผลิตเอทานอลหลายแห่งในประเทศไทยใช้กากน้ำตาลเป็นวัตถุดิบ หากเป็นโรงงานเอทานอลที่ตั้งอยู่ติดกับโรงงานน้ำตาลจะมีข้อได้เปรียบในการผลิต เช่น การประหยัดค่าลงทุน การเก็บสต๊อกกากน้ำตาลซึ่งสามารถแบ่งเก็บได้ที่โรงงานน้ำตาลและโรงงานเอทานอล เพื่อประหยัดค่าขนส่ง อีกทั้งยังสามารถใช้น้ำหล่อเย็นและพลังงานอื่นๆ จากโรงงานน้ำตาลร่วมกันได้ เพราะฉะนั้นการตั้งโรงงานเอทานอลติดกับโรงงานน้ำตาลจะทำให้การลงทุนลดลงมาก

โครงสร้างราคาน้ำมันแก๊สโซฮอล์

เพื่อเป็นการจูงใจให้ประชาชนเปลี่ยนมาใช้แก๊สโซฮอล์เพิ่มมากขึ้น รัฐบาลจึงใช้กลไกการเก็บเงินเข้ากองทุนน้ำมันเชื้อเพลิง ทำให้การเพิ่มส่วนต่างของราคาน้ำมันเบนซินให้สูงกว่าแก๊สโซฮอล์ ซึ่งส่วนต่างนี้ได้เพิ่มขึ้นมาโดยตลอด และเมื่อวันที่ 17 มีนาคม 2550 ได้มีการลดอัตราเงินส่งเข้ากองทุนน้ำมันเชื้อเพลิงของแก๊สโซฮอล์ลงอีก 0.50 บาท/ลิตร มีผลให้ราคาแก๊สโซฮอล์ 95 และ 91 มีราคาถูกกว่าน้ำมันเบนซิน 95 และ 91 ลิตรละ 2.50 บาทและ 2 บาท ตามลำดับ จากเดิมที่เคยมีส่วนต่างลิตรละ 2 บาท และ 1.50 บาท และเมื่อเดือนพฤษภาคม 2550 ราคาน้ำมันในตลาดโลกได้ปรับขึ้นสูง ทำให้ราคาขายปลีกน้ำมันในประเทศไทยต้องปรับขึ้นตามไปด้วย ราคาน้ำมันเบนซินถูกปรับขึ้นมากกว่าน้ำมันแก๊สโซฮอล์ เนื่องจากสาร MTBE ที่ใช้ในน้ำมันเบนซินต้องนำเข้า และด้วยนโยบายการส่งเสริมการใช้น้ำมันแก๊สโซฮอล์ ทำให้น้ำมันเบนซิน 95 และ 91 มีราคาต่างจากน้ำมันแก๊สโซฮอล์ 95 และ 91 ถึง 3.30 และ 2.80 บาท/ลิตรตามลำดับ (ตั้งแต่วันที่ 14 พฤษภาคม 2550)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ค.2 โครงสร้างราคาขายปลีกน้ำมันเบนซินและน้ำมันแก๊สโซฮอล์ วันที่ 25 เมษายน 2550

หน่วย: บาท/ลิตร

	เบนซิน 95	เบนซิน 91	แก๊สโซฮอล์ 95	แก๊สโซฮอล์ 91
ราคา ณ โรงกลั่น	19.3764	18.9397	19.4984	19.3030
ภาษีสรรพสามิต	3.685	3.685	3.3165	3.3165
ภาษีเทศบาล	0.3685	0.3685	0.3317	0.3317
กองทุนน้ำมัน	3.4600	3.2600	1.0000	1.0000
กองทุนอนุรักษ์ฯ	0.0700	0.0700	0.0630	0.0630
ราคาขายส่ง	26.9599	26.3232	24.2095	24.0141
ภาษีมูลค่าเพิ่ม	1.8872	1.8426	1.6947	1.6810
ราคาขายส่งรวม ภาษี	28.8471	28.1658	25.9042	25.6951
ค่าการตลาด	0.3205	0.2095	0.7344	0.6494
ภาษีมูลค่าเพิ่ม	0.0224	0.0147	0.0514	0.0455
ราคาขายปลีก	29.19	28.39	26.69	26.39

นโยบายการกำหนดราคาเอทานอล

- ก่อนกุมภาพันธ์ 2550

เดิมราคาจำหน่ายเอทานอลขึ้นกับการตกลงระหว่างผู้ซื้อและผู้ขาย ถึงแม้จะมีการกำหนดราคาโดยภาครัฐแต่ก็มิได้มีการควบคุมราคาจำหน่ายแต่อย่างใด ราคาที่กำหนดโดยภาครัฐจึงเป็นเพียงราคาอ้างอิงเพื่อการเจรจาต่อรองระหว่างผู้ผลิตเอทานอลและผู้ค้าน้ำมันเท่านั้น การกำหนดราคาขายเอทานอลในประเทศจะเป็นราคา ณ โรงงานผลิตเอทานอล โดยลูกค้าเป็นผู้รับผิดชอบการขนส่งเอทานอลที่ซื้อเอง ราคาจำหน่ายเอทานอลในรอบปี 2548 ที่ผ่านมามีการปรับตัวสูงขึ้นเพื่อให้สอดคล้องกับราคาวัตถุดิบกากน้ำตาลและค่าใช้จ่ายที่เพิ่มสูงขึ้น โดยราคาจำหน่ายเอทานอลได้มีการปรับตัวเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจากราคาลิตรละ 12.75 บาทในช่วงต้นปี 2548 เพิ่มขึ้นเป็นลิตรละ 19 บาท ในช่วงปลายปี 2548 และเพิ่มขึ้นเป็น 25.30 บาทต่อลิตรในช่วงปลายปี 2549

- ตั้งแต่กุมภาพันธ์ 2550 เป็นต้นไป

คณะกรรมการบริหารนโยบายพลังงาน (กบง.) เมื่อวันที่ 5 กุมภาพันธ์ 2550 ได้มีมติเห็นชอบหลักเกณฑ์การกำหนดราคาเอทานอลใหม่ เพื่อใช้เป็นเกณฑ์คำนวณอัตราเก็บเงินส่งเข้ากองทุนน้ำมันฯ ของน้ำมันแก๊สโซฮอล์ และเพื่อใช้เป็นราคาอ้างอิงของเอทานอลที่ผลิตและจำหน่ายในประเทศต่อไป โดยหลักเกณฑ์การกำหนดราคาเอทานอลใหม่ จะสะท้อนราคาตลาดโลก โดยจะอ้างอิงราคาเอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทานอลจากตลาดบราซิลคิดค่าเฉลี่ยจากไตรมาสก่อนมากำหนดราคาเฉลี่ย สำหรับไตรมาสถัดไป รวมคำนวณค่าขนส่งภายในประเทศบราซิลและค่าขนส่งทางเรือจากประเทศบราซิลมาไทย ค่าประกันภัย ค่า Loss ค่า Survey และอัตราแลกเปลี่ยน ซึ่งจากหลักเกณฑ์ข้างต้นจะทำให้ราคาซื้อขายเอทานอลในไตรมาส 1 (ม.ค.-มี.ค.) ของปี 2552 ลดลงจาก 22.11 บาทต่อลิตร เหลือเพียง 17.18 บาทต่อลิตร

สูตรราคาเอทานอล

สำหรับหลักเกณฑ์การกำหนดราคาเอทานอลที่ผลิตและจำหน่ายในประเทศ ซึ่งสะท้อนราคาตลาดโลก เป็นดังนี้

ราคาเอทานอล = ราคาเอทานอลตลาดบราซิล + Freight + Insurance + Loss + Survey

ราคาเอทานอลตลาดบราซิล	=>	อ้างอิงราคาเอทานอล FOB ตลาด Brazilian Commodity Exchange Sao Paolo ประเทศบราซิล จาก Reuters, Alcohol Fuel–Front Month Continuation ที่มีการซื้อขายในช่วงวันที่ 1–80 ในไตรมาสก่อน นำมาเฉลี่ยสำหรับกำหนดราคาในไตรมาสถัดไป
Freight	=>	1) ค่าขนส่งเอทานอลภายในประเทศบราซิลจาก Sao Paolo ไป Santos Paolo คิดราคาตามที่เกิดขึ้นจริง (ราคา FOB Santos จาก JJ&A – FOB Sao Paolo) โดยใช้ข้อมูลในช่วงวันที่ 1-80 ในไตรมาสก่อน นำมาเฉลี่ยสำหรับกำหนดราคาในไตรมาสถัดไป ค่าขนส่งเอทานอลทางเรือจากประเทศบราซิลมาไทยคิดที่ขนาดบรรทุก 30,000 ตัน ใช้ข้อมูลจาก Ship brokers จำนวน 3 ราย โดยใช้ข้อมูลของไตรมาสก่อน นำมาเฉลี่ยสำหรับกำหนดราคาในไตรมาสถัดไป
Insurance	=>	ค่าประกันภัย 0.0134% ของมูลค่า CFR
Loss	=>	ค่า Loss 0.20 % ของมูลค่า CIF
Survey	=>	ค่า Survey/Shipping/Testing = 0.008 บาท/ลิตร (คงที่)
อัตราแลกเปลี่ยน	=>	อัตราแลกเปลี่ยน Selling rate จาก 1) dollar real => US dollar เป็นรายวัน ในช่วงวันที่ 1-80 ในไตรมาสก่อน 2) US dollar => Baht เป็นรายวัน ในช่วงวันที่ 1-80 ในไตรมาสก่อน อ้างอิงธนาคารแห่งประเทศไทยนำมาเฉลี่ยสำหรับกำหนดอัตราแลกเปลี่ยนไตรมาสถัดไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.ประเด็นด้านสิ่งแวดล้อม

-เครื่องยนต์มีการเผาไหม้ที่ดีขึ้นทำให้ช่วยลดมลพิษไอเสียทางอากาศและแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม โดยสามารถลดปริมาณไฮโดรคาร์บอนและคาร์บอนมอนอกไซด์ลง ทำให้ลดค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับสุขภาพของประชาชนในประเทศ

-จากผลการวิจัยในหลายประเทศพบว่า เอทานอลช่วยลด Tail - Pipe emission จากเครื่องยนต์ได้ดังนี้ ลดปริมาณ Hydrocarbons (HC) 1 - 11% ลดปริมาณ Carbonmonoxide (CO) 11 - 17% และลดปริมาณ Aromatics 17 - 20%

-การใช้เอทานอลจึงช่วยลดค่าใช้จ่ายในการป้องกันและแก้ไขมลภาวะที่เกิดขึ้นกับอากาศและน้ำ

8.แนวโน้มและอนาคตของการใช้แก๊สโซฮอล์ในประเทศไทย

-การเลื่อนการยกเลิกเบนซิน 95 ออกไปนั้น ถึงแม้ว่าจะทำให้ผู้บริโภคบางส่วนที่ใช้รถเก่า และไม่สามารถปรับเปลี่ยนเครื่องยนต์เพื่อใช้แก๊สโซฮอล์ได้นั้น มีเวลาปรับตัว และตลาดการผลิตเอทานอลในประเทศมีความพร้อมมากยิ่งขึ้น แต่หากรัฐบาลยังไม่กำหนดเป้าหมายที่ชัดเจนว่าจะมีกำหนดเลื่อนไปถึงเมื่อใดนั้น จะทำให้ผู้ผลิตเอทานอลเดือดร้อน เนื่องจากปริมาณเอทานอลที่ล้นตลาด ส่งผลกระทบต่อทิศทางการลงทุนโรงงานผลิต เอทานอล ผู้ผลิตรายใหม่ก็ไม่กล้าลงทุน อีกทั้งสถาบันการเงินก็ย่อมไม่อนุมัติเงินกู้ให้ผู้ผลิตรายใหม่ ที่ยังไม่ทราบแน่ชัดว่าตลาดเอทานอลจะมีปริมาณเท่าใดและเมื่อใด และส่งผลกระทบโดยตรงถึงภาคเกษตรกรรม ที่เป็นผู้เพาะปลูกวัตถุดิบอีกด้วย ดังนั้นหากมีนโยบายที่ชัดเจนจะทำให้ทิศทางการลงทุนต่างๆ ชัดเจนขึ้น

-การเพิ่มผลผลิตของอ้อยและมันสำปะหลัง ควรให้มีการศึกษาวิจัยการเพิ่มผลผลิตอย่างต่อเนื่อง วิจัยพันธุ์ที่ปลูกได้ง่าย ให้ผลผลิตสูง ลดต้นทุนการปลูกพืชวัตถุดิบ ส่งเสริมให้ปลูกต่อเนื่องตลอดปี

-หากเอทานอลในประเทศมีเพียงพอกับความต้องการในประเทศแล้วก็สามารถส่งออก เพื่อเพิ่มรายได้ให้ประเทศ และเพิ่มรายได้เข้าสู่ภาคเกษตรกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

บทความเครื่องยนต์เอทานอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปลี่ยนเป็นเบอร์ 120 แต่ขนาดของเข็มนมหนูไม่มีการปรับแต่งแต่อย่างใด

2. นมหนูเดินเบา จากเดิมขนาดของนมหนูเดินเบาคือเบอร์ 35 ได้ทำการปรับแต่งโดยเพิ่มขนาดของรูนมหนูเดินเบาด้วยเครื่องมือคว้านคาร์บูเรเตอร์ที่ได้มาตรฐานเปลี่ยนเป็นเบอร์ 50

3.2.2 การแก้ไขปัญหาการสตาร์ทเย็น

เป็นการแก้ไขปัญหาความต้องการความร้อนในการระเหยตัวของเอทานอลที่สูงกว่า มีรูปแบบการทดสอบ 2 รูปแบบด้วยกันคือ

1. การปรับแต่งอัตราส่วนการอัด (Compression ratio) เนื่องจากเอทานอลมีค่า Octane Number สูงกว่าเบนซินคือ 107 และ 92-98 ตามลำดับ ด้วยคุณสมบัตินี้เอทานอลจึงมีอัตราการต้านทานการน๊อก (Knock) สูง ทำให้สามารถเพิ่มอัตราส่วนการอัดสำหรับเครื่องยนต์เอทานอลได้ ซึ่งจะมีผลทำให้ความดันภายในห้องเผาไหม้และอุณหภูมิสูงตามไปด้วย เมื่ออุณหภูมิในห้องเผาไหม้สูงพอที่เอทานอลสามารถระเหยตัวได้จึงเกิดการเผาไหม้ขึ้น

วิธีการปรับแต่งอัตราส่วนการอัดเครื่องยนต์สามารถทำได้โดยลดปริมาตรห้องเผาไหม้ (Clearance volume) การลดปริมาตรห้องเผาไหม้นี้ทำได้โดยการปาดฝาเสื้อสูบออกและหาปริมาตรที่เหมาะสมที่สุด ซึ่งในการศึกษานี้จะทำการปาดฝาสูบออก 0.2 มิลลิเมตร ดังแสดงในรูปที่ 1 และทำการวัดกำลังอัดภายในห้องเผาไหม้โดยตรงด้วยเกจวัดความดัน ซึ่งค่าความดันที่วัดได้คือ 165 psi อัตราส่วนการอัดเท่ากับ 9.3 สำหรับห้องเผาไหม้ที่ทำการปาดฝาสูบวัดกำลังอัดได้ 180 psi อัตราส่วนการอัดเท่ากับ 12

รูปที่ 1 ฝาสูบเครื่องยนต์ที่ทำการปาดออก

รูปที่ 2 แสดงตำแหน่งการติดตั้งฮีทเตอร์

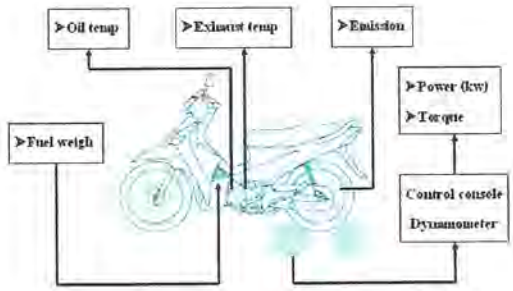
2. ติดตั้งฮีทเตอร์ (Heater) เป็นอุปกรณ์ทำความร้อนในอุตสาหกรรมที่มีหลักการพื้นฐานคือ เมื่อมีกระแสไหลผ่านลวดตัวนำที่มีค่าความต้านทานสูง ลวดตัวนำจะร้อน ดังนั้น ลวดที่ใช้ผลิตฮีทเตอร์จะต้องมีคุณสมบัติเหนียวและทนอุณหภูมิได้สูง โดยในโครงงานนี้จะเลือกใช้ฮีทเตอร์แบบขดลวดทำการติดตั้งบริเวณท่อไอดี ดังแสดงในรูปที่ 2

3.3 อุปกรณ์และวิธีการทดสอบเครื่องยนต์

เครื่องยนต์สำหรับทำการศึกษา ในโครงงานศึกษานี้เครื่องยนต์ที่ใช้สำหรับทำการทดสอบคือ เครื่องยนต์ Honda Wave 125i

การทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์

การทดสอบเครื่องยนต์นี้จะนำรถจักรยานยนต์ขึ้นบนแท่นทดสอบดังรูปที่ 3 แล้วทำการวัดแรงม้าที่ออกมา โดยในขณะที่วัดลิ้นปีกผีเสื้อจะเปิดสุดตลอดเวลา โดยจะทดสอบตั้งแต่รอบ 3,000-8,000 rpm ที่เกียร์ 4 ของเครื่องยนต์ แล้วบันทึกผล



รูปที่ 3 แสดงไดอะแกรมการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์

4. สมการที่ใช้ในการคำนวณ

4.1.สมการคำนวณความร้อนที่เกิดจากการปรับอัตราส่วนการอัด

ทำการเพิ่มอัตราส่วนการอัดโดยลดปริมาตรห้องเผาไหม้ (Clearance volume) ปาดฝาสูบออก 0.2 มิลลิเมตร จะได้อัตราส่วนการอัดเพิ่มขึ้นประมาณ 12:1

พิจารณาเป็นวัฏจักรออตโต้ (otto) สมการที่เกี่ยวข้องได้แก่

Compression Ratio

$$r = \frac{V_c + V_s}{V_c} \quad (1)$$

Air-Fuel Ratio

$$A/F = \frac{\dot{m}_a}{\dot{m}_f} \quad (2)$$

First Law of Thermodynamics

$$Q - W = \Delta U + \Delta KE + \Delta PE \quad (3)$$

The Gas Laws

$$PV = mRT \quad (4)$$

4.2.สมการคำนวณความร้อนที่เกิดจากขดลวดตัวต้านทาน

การคำนวณพลังงานจากแรงดันไฟฟ้าแบตเตอรี่เปลี่ยนเป็นรูปของพลังงานความร้อนที่เกิดจากขดลวดตัวต้านทาน จะได้ความสัมพันธ์ดังสมการที่ (5)

$$P = IV = I^2R = \frac{V^2}{R} \quad (5)$$

หมายเหตุ : แรงดันไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ คือ 12 โวลต์

จากกฎของโอห์ม (Ohm law) จะได้ค่าความต้านทาน (resistance) ซึ่งขึ้นอยู่กับรูปทรงของวัสดุและค่าสภาพความต้านทานดังสมการที่ (6)

$$R = \rho \frac{l}{A} \quad (6)$$

ตัวแปร ρ เป็นค่าวัสดุที่มีคุณสมบัติเป็นโอห์มิก ($\Omega \cdot m$) จะขึ้นอยู่กับสมบัติของวัสดุและอุณหภูมิ

4.3 สมการที่ใช้คำนวณปริมาณความร้อนในท่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากหลักการสมดุลพลังงาน (Energy Balance) พิจารการไหลด้วยอัตรามวลคงที่ (m) และมีการพาความร้อนเกิดขึ้นที่ผิวภายใน โดยประยุกต์การอนุรักษ์พลังงานต่อหน่วยปริมาตรควบคุม จะได้กำหนดเป็นสมการที่ (7)

$$dq_{conv} + \dot{m}(c_v T_m + pv) - \left[\dot{m}(c_v T_m + pv) + \dot{m}\frac{d(c_v T_m + pv)}{dx}dx\right] = 0 \quad (7)$$

รูปแบบพิเศษของสมการเกี่ยวข้องกับเงื่อนไขสำหรับท่อทั้งหมด โดยการอินทิเกรตจากทางเข้าถึงทางออกจะได้ สมการที่ (8)

$$q_{conv} = \dot{m} c_p (T_{m,o} - T_{m,i}) \quad (8)$$

4.4 สมการที่ใช้ในการคำนวณค่าที่ได้จากการทดสอบเครื่องยนต์

จากการทดสอบเครื่องยนต์จำเป็นต้องทำการคำนวณค่าต่างๆ เพื่อให้เห็นค่าที่มีผลกระทบต่อเครื่องยนต์เมื่อเปลี่ยนมาเป็นเชื้อเพลิงเอทานอลดังนี้

Break Specific Consumption (BSFC)

$$BSFC = \frac{Fuelconsomption}{Power(BP)} \quad (9)$$

Torque

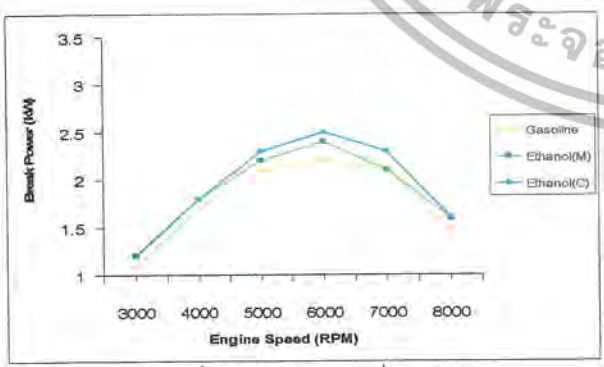
$$T = \frac{BP \times 60}{2\pi N} \quad (10)$$

5. ผลการทดสอบเครื่องยนต์

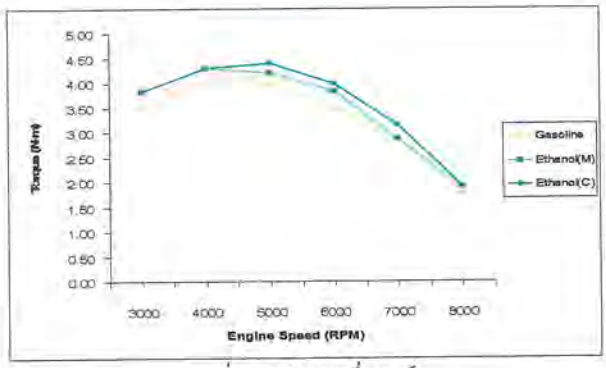
5.1 ผลการทดสอบสมรรถนะและมลพิษของเครื่องยนต์

5.1.1 ผลการทดสอบเครื่องยนต์ระบบหัวฉีด

เมื่อทำการทดสอบเครื่องยนต์โดยการใช้เชื้อเพลิงแก๊สโซลีน แสดงโดยเส้นสีแดง ใช้เชื้อเพลิงเอทานอลมีการปรับแต่งปริมาณการฉีดเชื้อเพลิงอย่างเพียงพอแสดงโดยเส้นสีเขียว (Ethanol (M)) และใช้เชื้อเพลิงเอทานอลมีการปรับแต่งปริมาณการฉีดเชื้อเพลิงอย่างเพียงพอพร้อมทำการเพิ่มอัตราส่วนการอัดเป็น 12:1 แสดงโดยเส้นน้ำเงิน (Ethanol©) สามารถแสดงผลการทดสอบได้ดังนี้



รูปที่ 4 กำลังงานเบรกของเครื่องยนต์

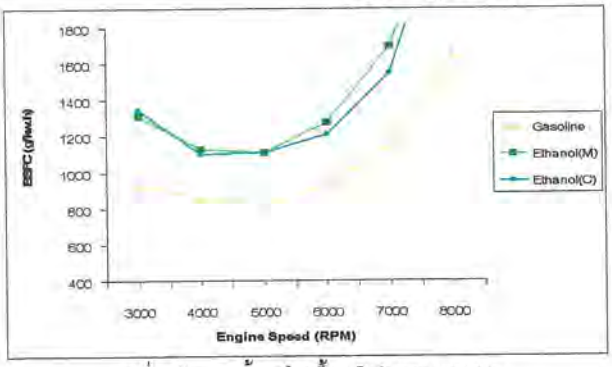


รูปที่ 5 แรงบิดของเครื่องยนต์

รูปที่ 4 และ 5 แสดงค่าแรงม้าเบรกและแรงบิดของเครื่องยนต์หลังจากทำการปรับปริมาณการฉีดเชื้อเพลิงเอทานอลอย่างเพียงพอทำให้ค่าแรงม้าเบรกและแรงบิดเพิ่มขึ้นประมาณ 1-9 % สาเหตุที่ทำให้กำลังของเครื่องยนต์สูงขึ้นเมื่อใช้เอทานอลเกิดมาจากเอทานอลต้องการอากาศที่น้อยกว่าเชื้อเพลิงเบนซินในการเผาไหม้และคุณสมบัติการดูดความร้อนเพื่อจะระเหยกลายเป็นไอมากกว่าเบนซินจึงทำให้อุณหภูมิอากาศที่เข้าไปเย็นกว่าทำให้มวลของอากาศที่เข้าไปมีปริมาณที่มากกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้เบนซินเป็นเชื้อเพลิง จึงมีผลทำให้เครื่องยนต์มีค่าแรงม้าเบรกและแรงบิดของเครื่องยนต์มีค่าเพิ่มขึ้น

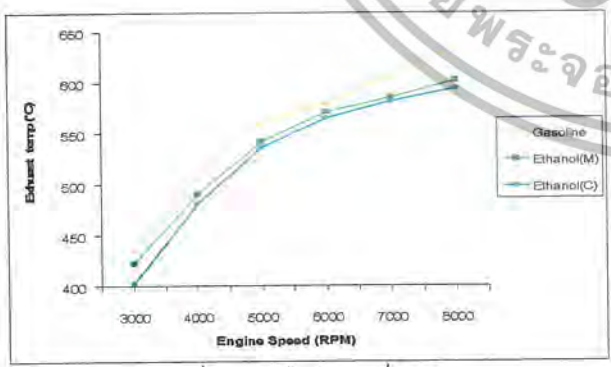
เมื่อทำการเปรียบเทียบการใช้เชื้อเพลิงเอทานอลมีการปรับแต่งปริมาณการฉีดเชื้อเพลิงอย่างเพียงพอพร้อมทำการเพิ่มอัตราส่วนการอัดจะมีค่าแรงม้าเบรกและแรงบิดสูงที่สุด เนื่องจากการเพิ่มอัตราส่วนการอัดจะทำประสิทธิภาพเชิงความร้อนสูงขึ้น การเปลี่ยนพลังงานความร้อนเป็นพลังงานกลได้ดีกว่า จากการวิเคราะห์กราฟจะเห็นได้ว่าในรอบเครื่องยนต์ที่ 3,000-4,000 รอบต่อนาที จะมีแรงม้าเบรกและแรงบิดที่ไม่ต่างกันเนื่องจากในช่วงการทำงานของเครื่องยนต์ที่รอบต่ำการเพิ่มอัตราส่วนการอัดจะมีความเสียดทานเกิดขึ้นมากพลังงานความร้อนที่เปลี่ยนเป็นพลังงานกลบางส่วนจะสูญเสียไประหว่างการทำงานมากกว่าไม่มีการปรับอัตราส่วนการอัด และเมื่อวัดกำลังสุทธิที่ออกมาจากล้อรถจักรยานยนต์จึงได้ค่าออกมาไม่ต่างกัน แต่เมื่อรอบการทำงานสูงกว่า 4,000 รอบต่อนาที กำลังที่ได้ออกมาจะมีค่าที่สูงขึ้นอย่างเห็นได้เนื่องจากแรงเสียดทานที่รอบการทำงานสูงลดลง โดยมีแรงม้าเบรกเพิ่มขึ้นประมาณ 6-14% เมื่อเทียบการใช้เชื้อเพลิงเบนซิน และวัตถุประสงค์ของการปรับอัตราส่วนการอัดเพื่อให้อากาศภายในห้องเผาไหม้มีอุณหภูมิสูงขึ้น ส่งผลดีคือช่วยให้สามารถสตาร์เครื่องยนต์ขณะเครื่องเย็นได้ง่ายขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6 อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะ (BSFC)

รูปที่ 6 แสดงอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงเบรกโดยจะวัดที่แรงม้าเทียบเท่ากับแรงม้าสูงสุดของเชื้อเพลิงเบนซินเพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะของเครื่องยนต์ในส่วนของความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงต่อกำลังที่ได้ออกมาที่ล้อรถจักรยานยนต์ เมื่อใช้เชื้อเพลิงเอทานอลแล้วจึงต้องปรับแรงม้าให้เท่ากับตอนใช้เชื้อเพลิงเบนซิน จะเห็นได้ว่าเอทานอลจะมีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงที่สูงกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้เบนซินเป็นเชื้อเพลิงเมื่อต้องงานออกมาเท่ากัน เนื่องมาจากค่าความจุพลังงานความร้อนของเอทานอลมีปริมาณที่น้อยกว่าเบนซิน จึงทำให้การใช้เชื้อเพลิงเอทานอลมีอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงที่สูงกว่าเชื้อเพลิงเบนซินประมาณ 31-37% และจากใช้หัวฉีดเดียวกันและแรงดันน้ำมันเชื้อเพลิงเท่ากันที่ 294 กิโลปาสคาล จึงทำให้การทดสอบในส่วนที่มีการปรับแต่งอัตราส่วนการอัดมีค่าไม่แตกต่างกันมากนักกับการปรับแต่งปริมาณการฉีดเชื้อเพลิงเพียงอย่างเดียวในช่วงรอบ 3,000-4,000 รอบต่อนาที แต่ในช่วงรอบการทำงานที่สูงกว่า 4,000 รอบต่อนาที จะมีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงที่น้อยกว่าเนื่องจากกำลังที่ได้จากล้อรถจักรยานยนต์มีกำลังที่สูงกว่าเมื่อเทียบกับการปรับแต่งการฉีดเชื้อเพลิงเพียงอย่างเดียว โดยอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงเมื่อทำการปรับแต่งอัตราส่วนการอัดจะมีค่ามากกว่าประมาณ 28-30% เมื่อเทียบกับเชื้อเพลิงเบนซิน

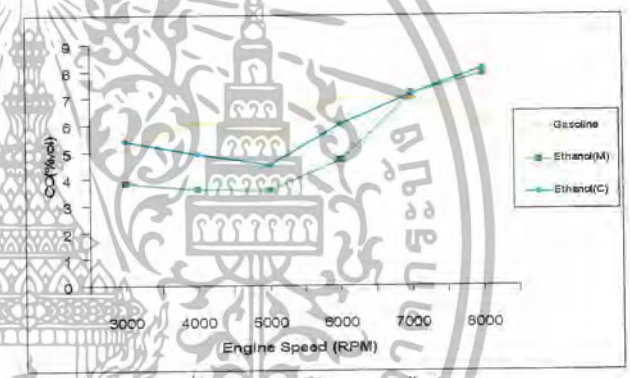


รูปที่ 7 อุณหภูมิไอเสียของเครื่องยนต์

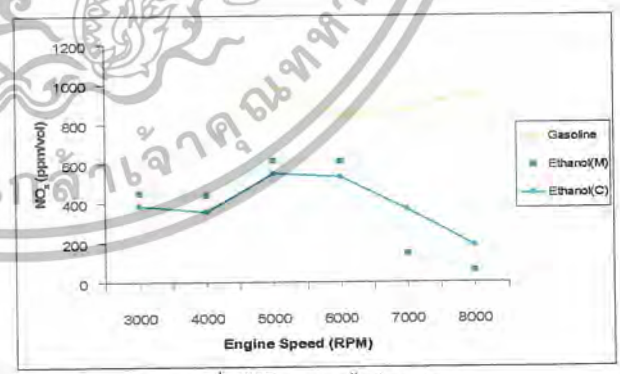
รูปที่ 7 จะแสดงอุณหภูมิไอเสียของเครื่องยนต์โดยจะสังเกตได้ว่าเมื่อเราปรับปริมาณการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเอทานอลให้ค่าแลมด้าใกล้เคียงกับเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงเบนซิน จะสังเกตได้ว่าอุณหภูมิไอเสียของเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงเอทานอลจะต่ำกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงเบนซินประมาณ 3-5% ตั้งแต่รอบ 3,000-8,000 รอบต่อนาที เนื่องจากการลามของเปลวไฟในห้องเผาไหม้เร็วกว่าใช้เชื้อเพลิงเบนซิน ทำให้เครื่องยนต์สามารถเปลี่ยนพลังงานความร้อนเป็นพลังงานกลได้มากกว่าการใช้เบนซินเป็นเชื้อเพลิง

และเมื่อเราเปรียบเทียบการปรับอัตราส่วนการอัดจะมีอุณหภูมิไอเสียต่ำที่สุด เนื่องจากความดันและอุณหภูมิภายในห้องเผาไหม้ที่สูงกว่าจึงทำให้การลามของเปลวไฟนั้นเป็นอย่างรวดเร็ว การสูญเสียพลังงานความร้อนให้แก่ผนังกระบอกสูบมีปริมาณที่น้อยกว่าการใช้เชื้อเพลิงเบนซินและการปรับปริมาณเชื้อเพลิงเพียงอย่างเดียว

รูปที่ 8 ค่าคาร์บอนมอนนอกไซด์จะเกิดในขณะที่เครื่องยนต์มีส่วนผสมหนาและที่อุณหภูมิการเผาไหม้สูง เครื่องยนต์ที่ใช้เอทานอลที่มีการปรับแต่งปริมาณการฉีดเชื้อเพลิงให้เหมาะสมกับอากาศที่เข้าไป ค่าคาร์บอนมอนนอกไซด์ ของเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงเอทานอลโดยรวมจะลดลงประมาณ 25-41 % เปรียบกับเชื้อเพลิงเบนซิน และ 5-20 % สำหรับการปรับอัตราส่วนการอัดเพิ่ม



รูปที่ 8 แสดงค่าคาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO)



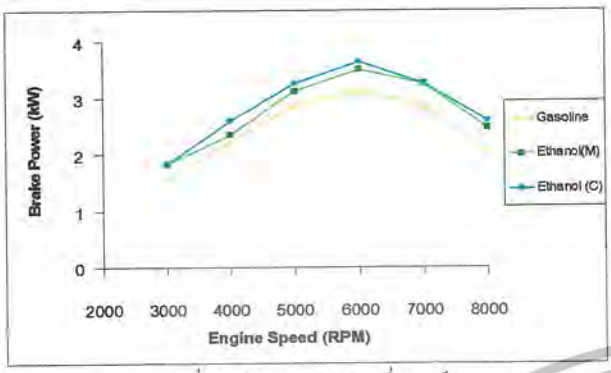
รูปที่ 9 ไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x)

รูปที่ 9 แสดงค่าไนโตรเจนออกไซด์เกิดจากการเผาไหม้ที่อุณหภูมิสูงและการเผาไหม้ที่ใช้เวลานานจะสังเกตได้ว่าถ้าเราใส่เชื้อเพลิงเอทานอลโดยมีการปรับแต่งปริมาณการฉีดเชื้อเพลิงอย่างเพียงพอจะมีค่าไนโตรเจนออกไซด์ที่น้อยกว่าเชื้อเพลิงเบนซินประมาณ 28-83% และเมื่อมีการปรับอัตราส่วนการอัดเพิ่มจะมีค่าน้อยกว่าประมาณ 38-80%

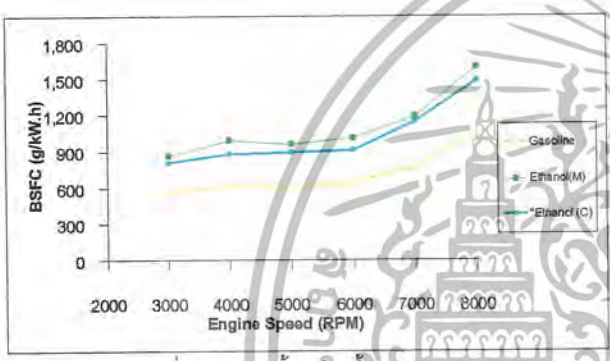
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเทียบกับเชื้อเพลิงเบนซิน โดยค่าดังกล่าวสอดคล้องกับอุณหภูมิไอเสียที่ออกมาจากเครื่องยนต์

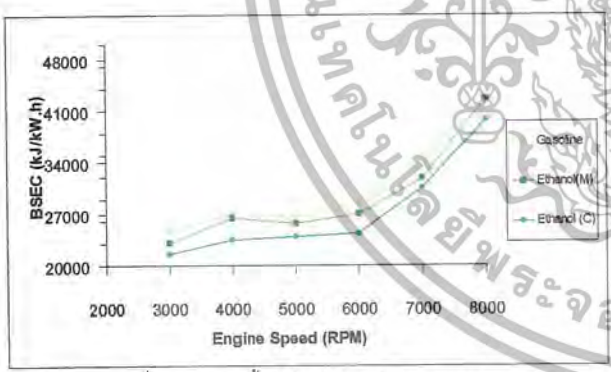
5.1.2 ผลการทดสอบเครื่องยนต์ระบบคาร์บูเรเตอร์



รูปที่ 10 กำลังงานเบรกของเครื่องยนต์

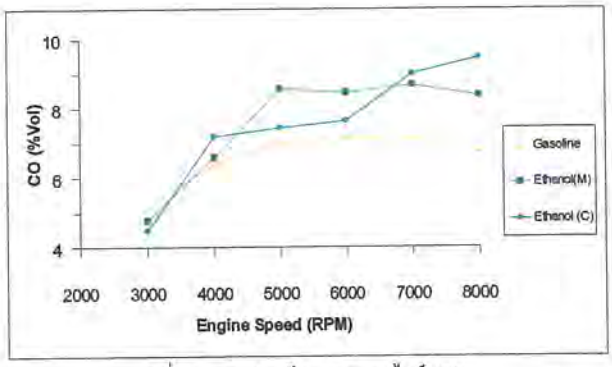


รูปที่ 11 อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะ (BSFC)



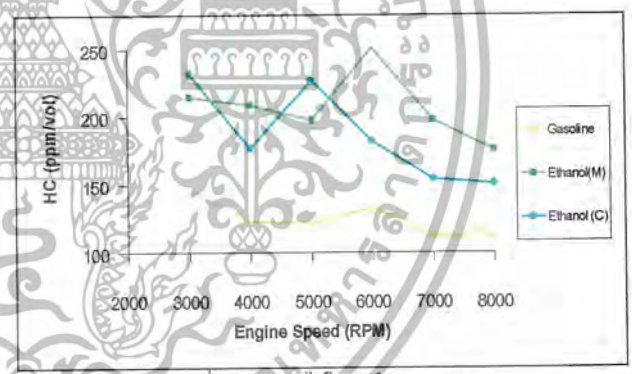
รูปที่ 12 อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ (BSEC)

รูปที่ 10,11,12 แสดงค่าสมรรถนะเครื่องยนต์ระบบคาร์บูเรเตอร์ โดยมีแนวโน้มของกราฟเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับเครื่องยนต์ระบบหัวฉีดเมื่อเปลี่ยนมาใช้เชื้อเพลิงเอทานอล และมีสาเหตุมาจากเหตุผลเช่นเดียวกัน



รูปที่ 13 แสดงค่าคาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO)

รูปที่ 13 ค่าคาร์บอนมอนนอกไซด์จะเกิดในขณะที่เครื่องยนต์มีส่วนผสมหนาและที่อุณหภูมิการเผาไหม้สูง เครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงเอทานอลโดยรวมจะมีค่าคาร์บอนมอนนอกไซด์ที่สูงกว่า เนื่องจากคอท่อไอดีระบบคาร์บูเรเตอร์ถูกออกแบบมาสำหรับเชื้อเพลิงเบนซินเมื่อเปลี่ยนมาใช้เชื้อเพลิงเอทานอลที่มีความต้องการความร้อนในการระเหยตัวกลายเป็นไอที่สูงกว่าจึงทำให้เชื้อเพลิงบางส่วนไม่ระเหยตัว และการจ่ายเชื้อเพลิงของระบบคาร์บูเรเตอร์ไม่ฟุ้งกระจายเท่าระบบหัวฉีด ส่งผลให้เกิดการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์เกิดมลพิษสูงขึ้น ประมาณ 2-23 % เทียบกับเชื้อเพลิงเบนซิน และ 7-39 % สำหรับการปรับอัตราส่วนการอัดเพิ่ม



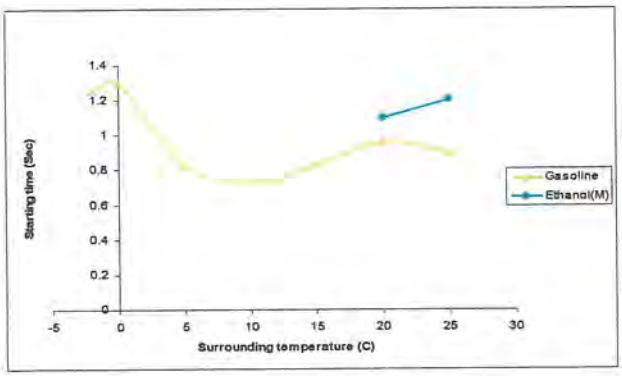
รูปที่ 14 แสดงค่าไฮโดรคาร์บอน (HC)

รูปที่ 14 แสดงค่าไฮโดรคาร์บอนจะเกิดเมื่อเชื้อเพลิงที่เผาไหม้ไม่หมดโดยจะสังเกตได้ว่าเมื่อเราใช้เชื้อเพลิงเอทานอลมีการปรับแต่งปริมาณการฉีดเชื้อเพลิงอย่างเพียงพอ เมื่อเทียบกับเชื้อเพลิงเบนซิน จะมีปริมาณไฮโดรคาร์บอนสูงกว่าประมาณ 62-88% และ 33-44% สำหรับปรับอัตราส่วนการอัด เนื่องจากคอท่อไอดีและระบบการจ่ายเชื้อเพลิงของคาร์บูเรเตอร์ไม่ฟุ้งกระจายจึงเกิดการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์

5.2 ผลการทดสอบการสตาร์ทเย็นของเครื่องยนต์เอทานอล

5.2.1 ผลการสตาร์ทเย็นระบบหัวฉีด

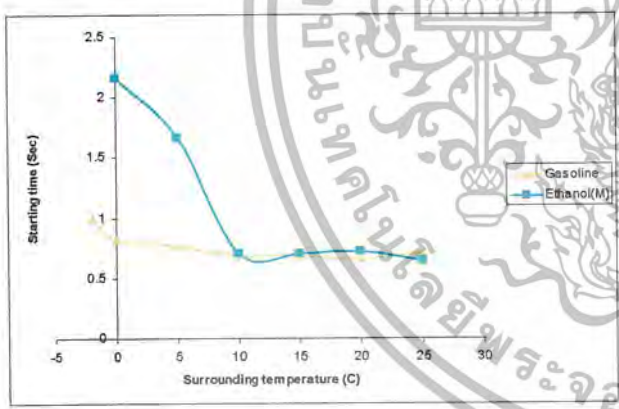
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 15 แสดงผลเปรียบเทียบการสตาร์ทระหว่างเชื้อเพลิงเบนซินกับเอทานอล

รูปที่ 15 ระบบการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงด้วยหัวฉีดสำหรับเชื้อเพลิงเบนซินจะเห็นได้ว่าที่อุณหภูมิ 10-25 องศาเซลเซียส แสดงผลด้วยเส้นสีแดงยังไม่ส่งผลกระทบมากนักแต่เมื่ออุณหภูมิต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส จะเริ่มส่งผลกระทบโดยใช้เวลาในการสตาร์ทที่ยาวนานขึ้น แต่สำหรับการใช้เชื้อเพลิงเอทานอลเป็นเชื้อเพลิงของระบบหัวฉีดทำการปรับแต่งการฉีดเชื้อเพลิงอย่างเพียงพอเมื่อมีอุณหภูมิที่ 15-20 องศาเซลเซียส จะใช้เวลาในการสตาร์ทที่นานมาก และที่ต่ำกว่า 15 องศาเซลเซียส เครื่องยนต์จะไม่สามารถสตาร์ทได้ เนื่องจากความร้อนในการระเหยตัวของเอทานอลมีไม่เพียงพอจึงไม่เกิดการเผาไหม้แสดงเส้นสีน้ำเงิน

5.2.2 ผลการสตาร์ทเย็นระบบคาร์บูเรเตอร์



รูปที่ 17 แสดงผลเปรียบเทียบการสตาร์ทระหว่างเชื้อเพลิงเบนซินกับเอทานอล

หมายเหตุ: ผลทดสอบระบบคาร์บูเรเตอร์ทำการเปิดโช้คช่วย (Choke)

รูปที่ 17 เป็นการแสดงค่าการทดสอบสตาร์ทเย็นของเครื่องยนต์เมื่อเปลี่ยนมาใช้เชื้อเพลิงเอทานอล จะเห็นได้ว่าในช่วงอุณหภูมิ 10 – 25 องศาเซลเซียส การสตาร์ทเครื่องยนต์จะใช้เวลาใกล้เคียงกับเชื้อเพลิงเบนซิน ในช่วงที่ต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส เป็นต้นไป จะเห็นได้อย่างชัดเจนว่าใช้เวลาในการสตาร์ทเครื่องยนต์นานกว่าเชื้อเพลิงเบนซินประมาณ 2 เท่า และในช่วงอุณหภูมิที่ติดลบเครื่องยนต์จะไม่สามารถสตาร์ทติดได้ เนื่องจากอุณหภูมิอากาศไม่เพียงพอต่อการระเหยตัวของเอทานอลจึงไม่เกิดขบวนการเผาไหม้ขึ้น

5.3 ผลการประเมินชิ้นส่วนรถจักรยานยนต์ในห้องปฏิบัติการ

ผลการทดสอบ ลักษณะทางกายภาพและน้ำหนัก

1. ชิ้นส่วนรถจักรยานยนต์ซีล (Seal)

ตารางที่ 1 แสดงน้ำหนักเปียกที่วัดระหว่างทำการทดสอบซีล

ครั้งที่ทดสอบ	น้ำหนัก (กรัม)
ก่อนแช่	2.9598
1	2.9605
2	2.9868

2. ชิ้นส่วนรถจักรยานยนต์นมหนูหลัก (Main jet)

ตารางที่ 2 แสดงน้ำหนักเปียกที่วัดระหว่างทำการทดสอบนมหนูหลัก

ครั้งที่ทดสอบ	น้ำหนัก (กรัม)
ก่อนแช่	0.5950
1	0.5945
2	0.5933
3	0.5932

6. สรุปผล

การนำเชื้อเพลิงเอทานอลใช้แทนเชื้อเพลิงเบนซินกับเครื่องยนต์รถจักรยานยนต์ Honda Wave 125i นั้นจากผลการทดลอง พบว่าเชื้อเพลิงเอทานอลสามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทนในรถจักรยานยนต์ได้จริงทั้งระบบหัวฉีดและคาร์บูเรเตอร์ โดยเครื่องยนต์จำเป็นต้องปรับแต่งปริมาณการจ่ายเชื้อเพลิง สามารถสรุปผลได้ดังนี้

ผลการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์

พบว่าการใช้เชื้อเพลิงเอทานอลในเครื่องยนต์เบนซิน ให้ค่าการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงจำเพาะเบรก (Break Specific Fuel Consumption) และประสิทธิภาพเชิงความร้อนเบรก (Brake Thermal

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] V GANESAN "Internal Combustion Engines" Second Edition

[2] รายงานฉบับสมบูรณ์ "การศึกษาสถานะภาพของวัตถุดิบที่นำมาใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตแก๊สโซฮอล์" สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

[3] มานิตา ทองรุณ .การศึกษากระบวนการเผาไหม้ในเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงเอทานอล. วิทยานิพนธ์ ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล. มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี

[4] เอกสารประกอบ "การประยุกต์ใช้เชื้อเพลิงเอทานอลกับเครื่องยนต์เบนซินแบบฉีดตรง" การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทยครั้งที่ 16.14-16 ตุลาคม 2545 จังหวัดภูเก็ต

[5] ภาณุเดช จินดาวงศ์, สุพัตร ศรีเจริญ, พิชัย อัษฎมงคลและลิขิต ใสหน, "สมรรถนะของเครื่องยนต์ที่ใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิง", มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2546.

[6] Huseyin Serdar Yucesu , Tolga Topgu l, Can Cinar, Melih Okur, "Effect of ethanol–gasoline blends on engine performance and exhaust emissions in different compression ratios", sciencediect, 26 2272-2278, 2006.

[7] Tolga Topgu l, Hu seyin Serdar Yu cesu, Can C- inar, Atilla Koca, "The effects of ethanol–unleaded gasoline blends and ignition timing on engine performance and exhaust emissions", Renewable Energy 31 (2006) 2534–2542.

[8] SAE Recommended Practice, (1998, January). Methods for determining physical properties of polymeric materials exposed to gasoline/oxygenate fuel mixtures. SAE J1748.

[9] SAE Recommended Practice, (2000, January). Gasoline, alcohol, and diesel fuel surrogates for materials testing. SAE J1681

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้