สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การปรับแต่งเครื่องยนต์เล็กเพื่อใช้กับก๊าซธรรมชาติในเมืองไทย

MODIFICATION OF A SMALL ENGINE FOR USING NATURAL GAS IN THAILAND

นายชัยวัฒน์ ธนวิทยากร
นายชาญวิทย์ เฟื่องฟู

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 62364
วัน,เดือน,ปี 16 ส.ค. 2549

.b.....
.i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การปรับแต่งเครื่องยนต์เล็กเพื่อใช้ก๊าซธรรมชาติในเมืองไทย

MODIFICATION OF A SMALL ENGINE FOR USING NATURAL GAS IN THAILAND

โดย

นายชัยวัฒน์ ธนวิทยากร

นายชาญวิทย์ เฟื่องฟู

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ. ดร. จินดา เจริญพรพาณิชย์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2548

ภาควิชา วิศวกรรมเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การปรับแต่งเครื่องยนต์เล็กเพื่อใช้กับก๊าซธรรมชาติในเมืองไทย

Modification of a Small Engine for Using Natural Gas in Thailand

ผู้จัดทำ

1. นายชัยวัฒน์ ธนวิทยากร รหัสประจำตัว 45010176

2. นายชาญวิทย์ เฟื่องฟู รหัสประจำตัว 45010180

อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ. ดร. จินดา เจริญพรพาณิชย์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การปรับแต่งเครื่องยนต์เล็กเพื่อใช้กับก๊าซธรรมชาติในเมืองไทย

นายชัยวัฒน์ ธนวิทยากร 45010176
นายชาญวิทย์ เฟื่องฟู 45010180
ผศ. ดร. จินดา เจริญพรพาณิชย์ อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2548

บทคัดย่อ

โครงงานนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาการควบคุมการทำงานของเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยประกายไฟ โดยใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิง โดยจะทำการทดลองโดยใช้เครื่องยนต์ขนาดเล็ก 1 สูบ ในขั้นแรกทดสอบโดยใช้น้ำมันแก๊สโซลีนเป็นเชื้อเพลิงเพื่อนำค่าที่ได้จากการทดลองมาเป็นค่าอ้างอิงเพื่อจะหาสภาวะการทำงานที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการจ่ายเชื้อเพลิงด้วยก๊าซมิกเซอร์(Gas Mixer) โดยจะมีการใช้เส้นผ่านศูนย์กลางของก๊าซมิกเซอร์ตั้งแต่ 12,16,20,25 มิลลิเมตร เมื่อได้ก๊าซมิกเซอร์ที่เหมาะสมที่สุดแล้วจะนำไปทดลองต่อโดยการปรับตำแหน่งเพลาลูกเบี้ยวก่อนตำแหน่งเดิม 5 องศา และหลังตำแหน่งเดิม 5 องศา หลังจากนั้นทำการปรับตำแหน่งจานไฟจากเดิม 26° ก่อนศูนย์ตายบนมาที่ตำแหน่ง 31°, 36° ทำการทดสอบเพื่อที่จะหาตำแหน่งการจุดระเบิดที่เหมาะสมที่สุดสำหรับแต่ละรอบเครื่องยนต์ ให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุดและยังคงมีความประหยัด โดยเราจะเปรียบเทียบโดยใช้ความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงสัมพัทธ์เพลา (Break Specific Fuel Consumption) จากการทดลองพบว่า เส้นผ่านศูนย์กลางของมิกเซอร์ที่เหมาะสมคือ 20 มิลลิเมตรเพราะมีความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงสัมพัทธ์เพลาน้อยกว่าชนิดอื่นรวมทั้งมลพิษไอเสียน้อยกว่า การทดสอบเปรียบเทียบเชื้อเพลิงน้ำมันแก๊สโซลีนกับ ก๊าซธรรมชาติพบว่าน้ำมันแก๊สโซลีนกับก๊าซธรรมชาติมีความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงสัมพัทธ์เพลาใกล้เคียงกัน แต่มลพิษไอเสียของก๊าซธรรมชาติมีระดับที่ต่ำกว่าอย่างเห็นได้ชัด การปรับองศาเพลาลูกเบี้ยวไปที่ก่อนตำแหน่งเดิม 5 องศา พบว่าความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงสัมพัทธ์เพลาและมลพิษไอเสียต่ำกว่าตำแหน่งเดิมและหลังตำแหน่งเดิมเล็กน้อย การปรับองศาการจุดระเบิด องศาที่เหมาะสมคือ 31 องศาก่อนศูนย์ตายบนเพราะความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงสัมพัทธ์เพลาน้อยกว่า ที่ 26 องศาและ 36 องศา รวมทั้งมลพิษไอเสียที่ 31 องศาน้อยกว่าตำแหน่งอื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Modification of a Small Engine for Using Natural Gas in Thailand

Chaiwat Tanawittayakorn

Chanwit Feungfoo

Assist. Prof. Chinda Charoenphonphanich Advisor

Abstract

Single cylinder gasoline engine was modified to use compressed natural gas. First, the engine was operated with gasoline in order to determine fuel consumption and the performance of the conventional engine. Then the carburetor was replaced by 4 diameters of gas mixer (12mm, 16mm, 20mm and 25mm). The most appropriate diameter of gas mixer that provides good performance and low emissions was selected. The effect of ignition timing and valve timing on engine performance was also examined. The camshaft of the engine, which gas mixer was installed with, was 5 degrees delayed and 5 degrees advanced, to find the best condition. The ignition timing was adjusted from standard timing at 26 to 31 degrees and 36 degrees advance. The result of the experiment shows that mixer with 20 millimeter of diameter give the minimum brake specific fuel consumption and low emission. The gasoline and compressed natural gas engine give the approximately same brake specific fuel consumption but the emission when using compressed natural gas obviously less than using gasoline. When camshaft was adjusted 5 degree early, brake specific fuel consumption and emissions were decreased. Suitable ignition timing is 31 degree before top dead center due to less fuel consumption and emissions.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาจากอาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.จินดา เจริญพรพาณิชย์ ที่ให้ความช่วยเหลือ ให้คำชี้แนะในการแก้ปัญหา ตลอดจนให้ความรู้และประสบการณ์ที่ดีแก่ข้าพเจ้า

ขอขอบพระคุณกรรมการสอบหัวข้อและโครงร่างปริญญานิพนธ์ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ ตลอดจนข้อชี้แนะ จนในที่สุดทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้

ขอบพระคุณอาจารย์พงษ์ศักดิ์ คำมูล ที่คอยให้คำปรึกษาและชี้แนะแนวทางการทดสอบเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติ

ขอบพระคุณอาจารย์มณฑา ที่คอยให้คำปรึกษาและชี้แนะแนวทางการทำอุปกรณ์ทดสอบเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติ

สุดท้ายต้องขอขอบคุณพี่ชัย พี่เป้า พี่หนุ่ย พี่โอม พี่นุก เพื่อนดล บอล มุ่ย เล็ก ศักดิ์ โย้ว อ้นและเพื่อน ๆ ในห้องปฏิบัติการทุกคนสำหรับความช่วยเหลือ และคำแนะนำดี ๆ

สำหรับคุณงามความดีอันใดที่เกิดจากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบให้กับบิดา มารดา ซึ่งเป็นที่รักและเคารพยิ่ง ตลอดจนครูอาจารย์ที่เคารพทุกท่านที่ได้ประสิทธิประสาทวิชาความรู้และถ่ายทอดประสบการณ์ที่ดีให้แก่ข้าพเจ้า

ชัยวัฒน์ ธนวิทยากร

ชาญวิทย์ เพื่องฟู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้าที่

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญตาราง VIII

สารบัญภาพ IX

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ 1

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 2

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย 2

บทที่ 2 วรรณกรรมปริทรรศน์

2.1 งานวิจัยการใช้ก๊าซธรรมชาติในต่างประเทศ 3

2.2 งานวิจัยการใช้ก๊าซธรรมชาติในประเทศไทย 6

บทที่ 3 เชื้อเพลิงก๊าซและก๊าซธรรมชาติสำหรับรถยนต์

3.1 ประเภทของก๊าซ 8

3.1.1 ก๊าซชีวมวล 8

3.1.2 ก๊าซชีวภาพ (Bio-gas) 8

3.1.3 ก๊าซธรรมชาติ (Natural gas) 8

3.2 ก๊าซธรรมชาติ (Natural gas) 8

3.3 ชนิดของก๊าซธรรมชาติ 9

3.3.1 ก๊าซธรรมชาติแห้ง (Dry natural gas) 9

3.3.2 ก๊าซธรรมชาติชื้น (Wet Natural gas) 9

3.4 การใช้ประโยชน์จากก๊าซธรรมชาติ 10

3.4.1 นำใช้เป็นเชื้อเพลิง 10

3.4.2 นำไปผ่านกระบวนการแยกในโรงแยกก๊าซ 10

3.5 คุณสมบัติของก๊าซธรรมชาติ 11

3.6 ก๊าซธรรมชาติอัด (Compressed Natural Gas ; CNG) 12

3.7 คุณสมบัติของก๊าซธรรมชาติอัด 12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้าที่
3.8 ข้อดีและข้อเสียในการใช้ก๊าซธรรมชาติอัด	13
3.8.1 ข้อดีในการนำก๊าซธรรมชาติอัดมาใช้กับเครื่องยนต์เบนซิน	13
3.8.2 ข้อเสียในการนำก๊าซธรรมชาติอัดมาใช้กับเครื่องยนต์เบนซิน	14
3.9 ข้อควรระวังในการใช้ก๊าซธรรมชาติ	14
3.10 แนวโน้มการใช้ก๊าซธรรมชาติอัดในประเทศไทย	14
3.11 ก๊าซธรรมชาติสำหรับยานยนต์ (Natural Gas for Vehicles)	15
3.12 รูปแบบของเครื่องยนต์ที่ใช้กับ NGV	18
3.12.1 เครื่องยนต์ที่ใช้ NGV เป็นเชื้อเพลิงเพียงอย่างเดียว (Dedicated NGV Type)	18
3.12.2 เครื่องยนต์ที่ใช้ระบบเชื้อเพลิงร่วม (Diesel Dual Fuel)	18
3.12.3 เครื่องยนต์ที่ใช้ระบบเชื้อเพลิงสองระบบ (BI-fuel)	18
3.13 การใช้ก๊าซ NGV ในโลก	19
3.14 ยานยนต์ก๊าซธรรมชาติในประเทศไทย	19
3.15 เครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติกับผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม	21
3.16 สถานีเติมก๊าซ NGV	23
3.17 ระบบโครงสร้างพื้นฐานของยานยนต์ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติ	23
3.17.1 Fast-fill CNG System	23
3.17.2 Slow–fill CNG System	24
3.18 ราคาก๊าซ NGV	24
3.19 ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งอุปกรณ์ใช้ก๊าซธรรมชาติ	25
3.20 การพัฒนายานยนต์ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติ	25
บทที่ 4 ระบบจ่ายเชื้อเพลิง	
4.1 ระบบจ่ายเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติ	27
4.1.1 เครื่องยนต์ที่ใช้ระบบจุดระเบิดด้วยประกายไฟมี 2 ระบบ	27
4.1.1.1 ระบบดูดก๊าซ (Fumigation System)	27
4.1.1.2 แบบวงจรเปิด	27
4.1.1.3 แบบวงจรปิด	27
4.1.2 ระบบหัวฉีด(Injection system)	28
4.2 เครื่องยนต์ที่ใช้ระบบจุดระเบิดด้วยการอัด	28
4.2.1 รถยนต์ใช้ก๊าซ NGV เป็นเชื้อเพลิงอย่างเดียว (Dedicated NGV)	28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้าที่
4.2.2 รถยนต์ใช้ NGV ระบบเชื้อเพลิงร่วม (Dual Fuel System, DDF)	28
4.2.2.1 แบบดูดก๊าซ (Fumigation)	28
4.2.2.2 แบบดูดก๊าซ (Fumigation)	28
4.3 ระบบจ่ายเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติสำหรับเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติระบบดูด	29
4.3.1 ถังบรรจุเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติ	29
4.3.2 อุปกรณ์ลดแรงดัน (Pressure regulator)	29
4.3.3 เรือนลิ้นเร่ง (Throttle body)	31
4.3.4 ก๊าซมิเซอร์(Gas mixer)	31
4.4 ระบบจ่ายเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติสำหรับเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติระบบหัวฉีด	33
4.4.1 หัวฉีดเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติ (Gas injectors)	33
4.4.2 เรือนลิ้นเร่ง (Throttle body)	34
4.4.3 ท่อร่วมไอดี (Manifold)	34
4.4.4 กล่องควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Computer Control)	35
4.4.5 ตัวตรวจจับมุมองศาเพลาข้อเหวี่ยง (Crank angle sensor)	37
4.4.6 ตัวตรวจจับอุณหภูมิน้ำมันเครื่อง (Oil temperature sensor)	39
4.4.7 ตัวตรวจจับอุณหภูมิอากาศ (Air temperature sensor)	40
4.4.8 ตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่ง (Throttle position sensor)	40
4.4.9 ตัวตรวจจับปริมาณออกซิเจน (Oxygen sensor)	42
4.5 เพลาลูกเบี้ยว (Camshaft)	43
บทที่ 5 อุปกรณ์การทดลองและวิธีการทดลอง	
5.1 เครื่องยนต์ทดสอบ	44
5.2 ไดนาโมมิเตอร์ (Dynamometer)	45
5.2.1 เอดดี้เคอร์เรนต์ไดนาโมมิเตอร์ (Eddy Current Dynamometer)	46
5.3 อุปกรณ์วัดอัตราการใช้เชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติ	47
5.4 อุปกรณ์วัดปริมาณมลพิษในก๊าซไอเสีย	47
5.5 อุปกรณ์วัดอุณหภูมิของก๊าซไอเสีย	48
5.6 อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิน้ำที่ไหลเวียนในชุดลดความดัน	49
5.7 อุปกรณ์วัดองศาการจุดระเบิด (Timing light)	49
5.8 ขั้นตอนในการดำเนินงาน	51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้าที่
5.9 สภาวะการทดลอง	51
บทที่ 6 ผลการทดลองและวิเคราะห์ผล	
6.1 การทดสอบหาขนาดที่เหมาะสมของก๊าซมิกเซอร์	53
6.2 การทดสอบเปรียบเทียบเชื้อเพลิงระหว่างน้ำมันแก๊สโซลีนและก๊าซธรรมชาติ	61
6.3 การทดสอบเปลี่ยนองศาเพลาลูกเบี้ยว	63
6.4 การทดสอบเปลี่ยนองศาการจุดระเบิด	69
บทที่ 7 สรุปผลการทดสอบ	77
บรรณานุกรม	79

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้าที่

ตารางที่ 3.1 เปรียบเทียบคุณสมบัติของเชื้อเพลิงที่นำไปใช้ในรถยนต์ 13

ตารางที่ 3.2 เปรียบเทียบข้อดีระหว่างก๊าซ CNG กับ ก๊าซ LPG 17

ตารางที่ 3.3 เปรียบเทียบคุณสมบัติด้านความปลอดภัยของเชื้อเพลิงแต่ละประเภท 18

ตารางที่ 3.4 ข้อดีและข้อเสียของเครื่องยนต์ที่ใช้ NGV เป็นเชื้อเพลิงเพียงอย่างเดียว 18

ตารางที่ 3.5 ข้อดีและข้อเสียของเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงร่วม Diesel Dual Fuel กับ BI – fuel 18

ตารางที่ 3.6 เปรียบเทียบมลพิษจากไอเสียของเครื่องยนต์ที่ความเร็ว 300 รอบต่อนาที 22

ตารางที่ 3.7 อัตราการสิ้นเปลืองและค่าใช้จ่ายของเชื้อเพลิงแต่ละประเภท 25

ตารางที่ 5.1 รายละเอียดของเครื่องยนต์ 44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

หน้าที่

รูปที่ 4.1 ส่วนประกอบของระบบจ่ายเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติระบบดูด 29
รูปที่ 4.2 ถังบรรจุเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติ 30
รูปที่ 4.3 อุปกรณ์ลดความดันของเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติอัดขั้นตอนแรก 30
รูปที่ 4.4 อุปกรณ์ลดความดันของเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติอัดขั้นตอนที่สอง 31
รูปที่ 4.5 ตัวเรือนลิ้นเร่งของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติ 31
รูปที่ 4.6 แบบภายในก๊าซมิเซอร์ 32
รูปที่ 4.7 ก๊าซมิเซอร์ เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 16 มิลลิเมตร 32
รูปที่ 4.8 ก๊าซมิเซอร์ เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 25 มิลลิเมตร 32
รูปที่ 4.9 ส่วนประกอบของระบบจ่ายเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติ 33
รูปที่ 4.10 การติดตั้งหัวฉีดก๊าซธรรมชาติที่ท่อไอดี 33
รูปที่ 4.11 หัวฉีดเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติและส่วนประกอบ 34
รูปที่ 4.12 ตัวเรือนลิ้นเร่งของเครื่องยนต์หัวฉีดก๊าซธรรมชาติ 35
รูปที่ 4.13 ท่อร่วมไอดีของเครื่องยนต์หัวฉีดเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติ 35
รูปที่ 4.14 กล่องควบคุมอิเล็กทรอนิกส์แบบปรับระยะเวลาการฉีดได้ 36
รูปที่ 4.15 รับส่งสัญญาณไฟฟ้าของกล่องควบคุมอิเล็กทรอนิกส์แบบปรับระยะเวลาการฉีดได้ 36
รูปที่ 4.16 จอแสดงผลค่าพารามิเตอร์ต่างๆในตัว hand controller 37
รูปที่ 4.17 ตำแหน่งการติดตั้งตัวตรวจจับมุมองศาเพลาข้อเหวี่ยงในเครื่องยนต์
หัวฉีดเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติ 38
รูปที่ 4.18 การออกแบบและติดตั้ง Photo sensor กับแผ่น Plate ของตัวตรวจจับ
มุมองศาเพลาข้อเหวี่ยง 38
รูปที่ 4.19 ตัวตรวจจับอุณหภูมิน้ำ 39
รูปที่ 4.20 การติดตั้งตัวตรวจจับอุณหภูมิน้ำมันเครื่องในเครื่องยนต์หัวฉีดเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติ 39
รูปที่ 4.21 ตัวตรวจจับอุณหภูมิอากาศ 40
รูปที่ 4.22 ตำแหน่งการติดตั้งของตัวตรวจจับอุณหภูมิอากาศที่บริเวณช่องทางอากาศไหลเข้า 40
รูปที่ 4.23 ตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่งและส่วนประกอบ 40
รูปที่ 4.24 การติดตั้งตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่งในเครื่องยนต์หัวฉีดเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติ 42
รูปที่ 4.25 ตัวตรวจจับปริมาณออกซิเจนและส่วนประกอบ 42
รูปที่ 4.26 ตำแหน่งการติดตั้งตัวตรวจจับปริมาณออกซิเจนในไอเสียของ
เครื่องยนต์หัวฉีดเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติ 42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้าที่

รูปที่ 4.27 แสดงระยะการปรับเพลาลูกเบี้ยว 43
รูปที่ 5.1 เครื่องยนต์ทดสอบ 44
รูปที่ 5.2 การติดตั้งเครื่องยนต์ทดสอบบนแท่นทดสอบ 45
รูปที่ 5.3 หลักการของไดนาโมมิเตอร์ 45
รูปที่ 5.4 ไดนาโมมิเตอร์แบบเอดดี้เคอร์เรนต์เบรก 46
รูปที่ 5.5 ไดนาโมมิเตอร์แบบเอดดี้เคอร์เรนต์ที่ใช้ในการทดลอง 46
รูปที่ 5.6 อุปกรณ์วัดอัตราการใช้เชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติ 47
รูปที่ 5.7 อุปกรณ์วัดปริมาณแก๊สพิษในไอเสีย 48
รูปที่ 5.8 หน้าปัดแสดงผลอุปกรณ์วัดอุณหภูมิก๊าซไอเสีย 49
รูปที่ 5.9 อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิน้ำที่ไหลเวียนในชุดลดความดัน 49
รูปที่ 5.10 อุปกรณ์วัดองศาการจุดระเบิด 50
รูปที่ 5.11 แผนภาพการจัดวางอุปกรณ์ทดสอบเครื่องยนต์ 50
รูปที่ 6.1 ความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงสัมพัทธ์เพลาที่ภาระงานและความเร็วรอบต่างๆ
เปรียบเทียบผลระหว่างการใช้มิกเซอร์ขนาดต่างๆ 52
รูปที่ 6.2 ความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงสัมพัทธ์เพลาที่ภาระงาน 200 kPa เมื่อใช้มิกเซอร์ขนาดต่างๆ 53
รูปที่ 6.3 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์ในไอเสียที่ความเร็วรอบและ
ภาระงานต่างๆเมื่อใช้ขนาดมิกเซอร์ที่ต่างกัน 54
รูปที่ 6.4 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์ในไอเสียที่ความเร็วรอบและ
ภาระงานต่างๆเมื่อใช้ขนาดมิกเซอร์ที่ต่างกันที่ภาระงานคงที่ 300 kPa 55
รูปที่ 6.5 ปริมาณสารคาร์บอนไดออกไซด์จากการทดสอบที่ภาระงาน
และความเร็วรอบเครื่องต่างๆ เมื่อใช้มิกเซอร์ขนาดต่างๆ 56
รูปที่ 6.6 ปริมาณสารคาร์บอนไดออกไซด์จากการทดสอบที่ภาระงานคงที่ 500 kPa
เมื่อใช้มิกเซอร์ขนาดต่างๆ 57
รูปที่ 6.7 ปริมาณสารไฮโดรคาร์บอนเปรียบเทียบที่สภาวะต่างๆ เมื่อใช้มิกเซอร์ขนาดต่างๆ กัน 57
รูปที่ 6.8 ปริมาณสารไฮโดรคาร์บอนเ มื่อใช้มิกเซอร์ขนาดต่างๆ ที่ภาระงานคงที่ 300 kPa 58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้าที่

รูปที่ 6.9 เปรียบเทียบอุณหภูมิของก๊าซไอเสีย ณ จังหวะการเปิด-ปิดวาล์วไอเสียต่างๆกัน
ที่สภาวะภาระคงที่ต่างๆ 59
รูปที่ 6.10 เปรียบเทียบความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงสัมพัทธ์เพลาระหว่าง
การติดเครื่องด้วยก๊าซธรรมชาติ และน้ำมันแก๊สโซลีน 60
รูปที่ 6.11 เปรียบเทียบปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์ในไอเสียระหว่าง
การติดเครื่องด้วยก๊าซธรรมชาติและน้ำมันแก๊สโซลีน 61
รูปที่ 6.12 เปรียบเทียบปริมาณสารไฮโดรคาร์บอนในไอเสียระหว่าง
การติดเครื่องด้วยก๊าซธรรมชาติและน้ำมันแก๊สโซลีน 61
รูปที่ 6.13 ความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงสัมพัทธ์เพลาที่ภาระงานและความเร็วรอบต่างๆ
เปรียบเทียบผลระหว่างการเดินเครื่องที่องศาเพลาลูกเบี้ยวต่างๆ 62
รูปที่ 6.14 ความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงสัมพัทธ์เพลาที่ภาระงานคงที่ 200 kPa
ที่องศาเพลาลูกเบี้ยวต่างๆ 63
รูปที่ 6.15 ปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์ที่ภาระงานและความเร็วรอบต่างๆ
เปรียบเทียบผลระหว่างการเดินเครื่องที่องศาเพลาลูกเบี้ยวต่างๆ 63
รูปที่ 6.16 ปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์ที่ภาระงานคงที่ 300 kPaที่องศาเพลาลูกเบี้ยวต่างๆ 64
รูปที่ 6.17 ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ภาระงานและความเร็วรอบต่างๆ
เปรียบเทียบผลระหว่างการเดินเครื่องที่องศาเพลาลูกเบี้ยวต่างๆ 65
รูปที่ 6.18 ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ภาระงานคงที่ 300 kPaที่องศาเพลาลูกเบี้ยวต่างๆ 65
รูปที่ 6.19 ปริมาณสารไฮโดรคาร์บอนที่ภาระงานและความเร็วรอบต่างๆ
เปรียบเทียบผลระหว่างการเดินเครื่องที่องศาเพลาลูกเบี้ยวต่างๆ 66
รูปที่ 6.20 ปริมาณสารไฮโดรคาร์บอนที่ภาระงานคงที่ 500 kPaที่องศาเพลาลูกเบี้ยวต่างๆ 67
รูปที่ 6.21 อุณหภูมิไอเสียที่ภาระงานและความเร็วรอบต่างๆ
เปรียบเทียบผลระหว่างการเดินเครื่องที่องศาเพลาลูกเบี้ยวต่างๆ 68
รูปที่ 6.22 อุณหภูมิไอเสียที่ภาระงานและความเร็วรอบต่างๆ
เปรียบเทียบผลระหว่างการเดินเครื่องที่องศาการจุดระเบิดต่างๆ 68
รูปที่ 6.23 อัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงสัมพัทธ์เพลาที่ภาระงานคงที่ 200 kPa
ที่องศาการจุดระเบิดต่างๆ 69
รูปที่ 6.24 ปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์ที่ภาระงานและความเร็วรอบต่างๆ
เปรียบเทียบผลระหว่างการเดินเครื่องที่องศาการจุดระเบิดต่างๆ 69

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้าที่

รูปที่ 6.25 ปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์ที่ภาระงานคงที่ 300 kPaที่องศาการจุดระเบิดต่างๆ 70
รูปที่ 6.26 ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ภาระงานและความเร็วรอบต่างๆ
เปรียบเทียบผลระหว่างการเดินเครื่องที่องศาการจุดระเบิดต่างๆ 71
รูปที่ 6.27 ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ภาระงานและความเร็วรอบต่างๆ
เปรียบเทียบผลระหว่างการเดินเครื่องที่องศาการจุดระเบิดต่างๆ 72
รูปที่ 6.28 ปริมาณสารไฮโดรคาร์บอนภาระงานและความเร็วรอบต่างๆ
เปรียบเทียบผลระหว่างการเดินเครื่องที่องศาการจุดระเบิดต่างๆ 72
รูปที่ 6.29 ปริมาณสารไฮโดรคาร์บอนภาระงานคงที่ 200 kPa ที่องศาการจุดระเบิดต่างๆ 73
รูปที่ 6.30 อุณหภูมิไอเสียที่ภาระงานและความเร็วรอบต่างๆ
เปรียบเทียบผลระหว่างการเดินเครื่องที่องศาการจุดระเบิดต่างๆ 74
รูปที่ 6.31 การเปรียบเทียบสมรรถนะของเครื่องยนต์เมื่อใช้น้ำมันแก๊สโซลีนและก๊าซธรรมชาติ 75
รูปที่ 6.32 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพเชิงความร้อนของ
การเปลี่ยนเส้นผ่านศูนย์กลางมิกเซอร์ที่ภาวะต่างๆ 76
รูปที่ 6.33 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพเชิงความร้อนของ
การปรับองศาเพลาลูกเบี้ยวที่ภาวะต่างๆ 76
รูปที่ 6.34 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพเชิงความร้อนของ
การปรับองศาการจุดระเบิดที่ภาวะต่างๆ 76

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

การเพิ่มจำนวนประชากรอย่างไม่มีวันสิ้นสุดประกอบกับการที่หน้าที่การงานของคนในสังคมจะต้องมีการติดต่อสื่อสารกัน เป็นผลให้มีพัฒนาของเส้นทางการคมนาคมขนส่งที่สะดวกสบาย การเพิ่มจำนวนของยานพาหนะอย่างมากมายจึงตามมา ทำให้ทรัพยากรทางด้านพลังงานถูกใช้เป็นจำนวนมากตลอดจนการใช้ในภาคธุรกิจต่างๆ และภาคการเกษตร ส่งผลให้ความต้องการใช้เชื้อเพลิงยิ่งสูงมากขึ้นไปอีก แต่เนื่องจากปริมาณ
เชื้อเพลิงที่มีอยู่อย่างจำกัด แต่ความต้องการนั้นมีอย่างไม่จำกัดแต่กลับมีเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ ทำให้ภาวะขาดแคลนเชื้อเพลิงตามมา ดังจะเห็นได้ว่าราคาของเชื้อเพลิงในท้องตลาดมีราคาสูงมาก เนื่องจากเชื้อเพลิงส่วนใหญ่ที่ประเทศไทยใช้นั้นต้องนำเข้าจากต่างประเทศ

มีปัญหาที่ตามมาจากการเพิ่มขึ้นของการใช้เชื้อเพลิงที่เพิ่มขึ้นอย่างมากมาย นอกจากปัญหาทางด้านเศรษฐกิจแล้ว ยังก่อให้เกิดผลต่อสภาพแวดล้อมโดยเฉพาะมลภาวะทางอากาศจากก๊าซที่ปนมากับไอเสีย เช่น ไฮโดรคาร์บอน สารประกอบออกไซด์ของไนโตรเจน คาร์บอนไดออกไซด์ และคาร์บอนมอนอกไซด์ โดยก๊าซเหล่านี้ก่อให้เกิดอันตรายต่อทั้งมนุษย์และสภาพแวดล้อม แม้จะมีการคิดนวัตกรรมใหม่ๆขึ้นมาเพื่อจะบำบัดไอเสียก่อนที่จะออกสู่ภายนอกนับเป็นสิ่งที่มีประโยชน์มากหากมีการใช้กันอย่างกว้างขวาง แต่ก็ต้องมาพร้อมกับความรับผิดชอบในด้านราคา
ที่เพิ่มขึ้น จะเกิดผลอย่างเห็นได้ชัดหากมีการบังคับใช้ แต่อย่างไรก็ตามก็ถือเป็นการแก้ปัญหาที่ปลายเหตุ แต่การทำให้ไอเสียที่เกิดจากเครื่องยนต์มีความสะอาดมากขึ้น การคิดค้นเชื้อเพลิงทดแทนชนิดอื่นๆก็นับเป็นทางเลือกที่น่าสนใจประการหนึ่ง

มีหน่วยงานต่างๆพยายามคิดค้นและพัฒนาในหลายๆด้าน เช่น การปรับปรุงห้องเผาไหม้ การปรับปรุงคุณภาพของเชื้อเพลิง และปรับปรุงวิธีการจ่ายเชื้อเพลิง เพื่อจะให้ได้แนวโน้มของปริมาณการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงที่ลดลงรวมทั้งสมรรถนะที่มากขึ้น นอกจากนี้ยังมีการหาพลังงานทดแทนชนิดอื่นๆ ซึ่งอีกทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจก็คือ ก๊าซธรรมชาติอัด ซึ่งสามารถผลิตได้ในประเทศไทย แม้ว่าจะมีบางส่วนที่ต้องนำเข้าจากต่างประเทศแต่ก็ยังมีราคาที่ต่ำ และมีปริมาณสำรองที่สูงมาก จึงเป็นเชื้อเพลิงทดแทนที่ได้รับความสนใจ

ปัญหาที่พบในการใช้เชื้อเพลิงชนิดนี้ ได้แก่ ปัญหาจากเรื่องความร้อน และปริมาณสารประกอบออกไซด์ของไนโตรเจนที่ปนมากับไอเสีย การทดลองนี้จึงต้องการจะลดปัญหาดังกล่าว และค้นหาวิธีหาวิธีการที่จะได้สมรรถนะของเครื่องยนต์ที่สูงขณะที่มีความประหยัด เพื่อนำผลที่ได้มาพัฒนาระบบควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ (Electronics Control Unit) ที่จะใช้ควบคุมเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติ เพื่อจะเป็นแนวทางในการพัฒนาการใช้เชื้อเพลิงชนิดนี้ต่อไปในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แม้จะมีค่าใช้จ่ายในการดัดแปลงเครื่องยนต์เพื่อจะนำมาใช้กับก๊าซธรรมชาติ จะมีค่าใช้จ่ายที่สูงมากแต่เนื่องจากก๊าซธรรมชาติมีราคาที่ค่อนข้างถูกกว่าเชื้อเพลิงชนิดอื่นจึงส่งผลให้เกิดความคุ้มค่าในระยะยาตลอดจนปัญหาในเรื่องของสถานีบริการที่ยังมีไม่ทั่วถึง รวมถึงภาระของเครื่องยนต์ในการแบกน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นจากถังบรรจุ แต่ในอนาคตหากมีการใช้ก๊าซธรรมชาติกันอย่างแพร่หลายแล้ว ปัญญาหาเหล่านี้จะได้รับการแก้ไข และในอนาคตข้างหน้านี้อาจจะมีการผลิตเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงชนิดนี้เป็นเชื้อเพลิงหลักโดยเฉพาะ

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.เปรียบเทียบประสิทธิภาพโดยที่ได้จากเครื่องยนต์รุ่นเดียวกันที่ใช้เชื้อเพลิงต่างชนิดกัน ได้แก่ ใช้ก๊าซ ธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิง และ ใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิง

2.ศึกษาทฤษฎีและวิธีการทำงานของระบบการจ่ายเชื้อเพลิงโดยใช้แก๊สมิกเซอร์แบบระบบดูด

3.ศึกษาผลกระทบที่เกิดจากการปรับองศาของเพลาลูกเบี้ยวเหนือฝาสูบโดยปรับมาที่ตำแหน่งก่อนตำแหน่ง เดิม 5 องศา และหลังตำแหน่งเดิม 5 องศา

4.เปรียบเทียบประสิทธิภาพองเครื่องยนต์ที่ทำการปรับตำแหน่งของจานไฟซึ่งเดิมทีจะอยู่ที่ตำแหน่ง 26 องศาก่อนศูนย์ตายบน ไปที่ตำแหน่ง 31 องศา และ 36 องศาก่อนศูนย์ตายบน

5.นำผลการทดลองที่ได้มาวิเคราะห์หาวิธีการควบคุมการทำงานที่ให้ประสิทธิภาพที่ดีที่สุด คือ กำลังมากที่สุด ปริมาณไอเสียน้อยที่สุด

6.ทำการทดลองต่อโดยการติดตั้งระบบหัวฉีดรวมทั้งกล่องควบคุมอิเล็กทรอนิกส์แล้วทำการปรับระยะเวลา การฉีดก๊าซ และตำแหน่งการจุดระเบิด

7ผลการทดลองที่ได้มาวิเคราะห์หาวิธีการควบคุมการทำงานที่ให้ประสิทธิภาพที่ดีที่สุด คือ ให้กำลังมากที่สุด ปริมาณไอเสียน้อยที่สุด รวมทั้งให้ความประหยัดที่สุด

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

ในการทดลองจะศึกษาการทำงานของเครื่องยนต์ในรอบที่ใช้งานจริงอันได้แก่ 3,000 ถึง 6,000 รอบ โดยทำการติดตั้งเครื่องยนต์บนแท่นทดสอบ โดยใช้ไดนาโมมิเตอร์กระแสเหนี่ยวนำในการวัดสมรรถนะของเครื่องยนต์ที่ได้ รวมทั้งปรับขนาดของภาระที่ให้กับเครื่องยนต์

1.จำลองการทำงานของเครื่องยนต์ในสภาวะต่างๆ โดยปรับเปลี่ยนความเร็วรอบและเปลี่ยนแปลงโหลดที่กระทำกับเครื่องยนต์ โดยในขั้นตอนแรกจะทำการทดสอบโดยใช้น้ำมันแก๊สโซลีนแล้วนำค่าที่ได้จากการทดลองมาเป็นข้อมูลอ้างอิง

2.หาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่เหมาะสมของแก๊สมิกเซอร์

3.หาองศาที่เหมาะสมในการจุดระเบิดสำหรับเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยประกายไฟที่ใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิง

4.หาผลที่เกิดขึ้นจากการปรับมุมของเพลาลูกเบี้ยว

5.หาตำแหน่งที่เหมาะสมที่สุดในการจุดระเบิด และระยะเวลาการจ่ายเชื้อเพลิงที่เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
วรรณกรรมปริทรรศน์

2.1 งานวิจัยการใช้ก๊าซธรรมชาติในต่างประเทศ

Mitsuhiro Maehara และคณะ [1] ได้ศึกษาถึงความเป็นไปได้ที่จะดัดแปลงพอร์ทหัวฉีดของก๊าซธรรมชาติ เข้ากับเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยประกายไฟ 2 สูบ โดยในการทดลองเบื้องต้นจะทำการปรับเปลี่ยนหลายๆวิธีการวัดอัตราการไหลของก๊าซ อันได้แก่ วิธี Wire frame ,วิธี Laminar flow และ วิธี Calibration tank จากนั้นเครื่องยนต์จะทำถูกการทดสอบที่ความเร็ว 3,000 รอบต่อนาที และลิ้นปีกผีเสื้อเปิดสุด แล้วทำการเปรียบเทียบกับก๊าซมิกเซอร์ซึ่ง หลังจากการดแปลงพอร์ทหัวฉีดแล้วนั้น ค่าความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงสัมพัทธ์เพลาลดลง 20 % ก๊าซไฮโดรคาร์บอนที่ปนมากับไอเสียลดลง 47 % เมื่ออยู่ในสภาวะที่เหมาะสม นอกจากนี้ในการทดลองยังมีวิธีการติดตั้งพอร์ทหัวฉีด 3 แบบได้แก่ 3^{rd} port, twin port และ main port และการต่อท่อน้ำมันเข้ากับหัวฉีดอีก 3 แบบ จากการทดลองนี้ได้ผลว่า ที่การเผาไหม้แบบใช้เชื้อเพลิงบาง (lean burn) มีประสิทธิภาพดีที่สุดเมื่อติดตั้งพอร์ทแบบ 3^{rd} โดยดูจากความดันผลเฉลี่ยเพลา ส่วนในเรื่องของไอเสียที่เกิดขึ้นน้อยที่สุดก็เป็นแบบ 3^{rd} เช่นกัน

M. Gupla และคณะ [2] ได้นำก๊าซธรรมชาติมาใช้กับเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยประกายไฟขนาด 2.5 ลิตร 4 สูบ 4 จังหวะ โดยใช้ระบบจ่ายเชื้อเพลิงแบบ Gas mixer งานวิจัยนี้ศึกษา สมรรถนะ และมลพิษของเครื่องยนต์เมื่อให้เครื่องยนต์ทำงานที่อัตราส่วนผสมพอดี (Stoichiometric) กับทำงานที่อัตราส่วนผสมบาง(Lean) ในการทดสอบได้กำหนดให้เปิดลิ้นเร่ง 75 เปอร์เซ็นต์ และความเร็วรอบ 3000 รอบต่อนาทีและจังหวะการจุดระเบิดตั้งเอาไว้ที่ MBT timimg จากการทดสอบผลทางด้านสมรรถนะพบว่าเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติที่ปรับตั้งองศาการจุดระเบิดที่ MBT timing จะให้ค่าประสิทธิภาพทางความร้อนสูงกว่าเครื่องยนต์แก๊สโซลีนเมื่อเทียบกันที่อัตราส่วนสมมูลเดียวกัน การนำเชื้อเพลิงในอัตราส่วนผสมพอดีเข้าไปเผาไหม้พบว่า เครื่องยนต์แก๊สธรรมชาติมีกำลังต่ำกว่าเครื่องยนต์แก๊สโซลีนอยู่ 10 - 15 เปอร์เซ็นต์ และที่อัตราส่วนสมมูลมีค่าต่ำกว่า 0.80 พบว่ากำลังของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติมีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อเทียบกับเครื่องยนต์แก๊สโซลีน สำหรับความเสถียรในการเผาไหม้เมื่อเปลี่ยนค่าอัตราส่วนสมมูลพบว่าเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติมีความเสถียรมากกว่า และขีดจำกัดในการทำงานที่ส่วนผสมบางของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติ (0.63) ต่ำกว่าเครื่องยนต์แก๊สโซลีน (0.72) ส่วนปริมาณมลพิษในเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติโดยเฉพาะอย่างยิ่งสารประกอบออกไซด์ของไนโตรเจนจะมีค่ามากสุดที่อัตราส่วนสมมูลเท่ากับ 0.9 และมลพิษของไฮโดรคาร์บอนมีค่ามากสุดที่อัตราส่วนสมมูลเท่ากับ 0.63

Toshio Shudo และคณะ [3] ได้นำเอาก๊าซธรรมชาติมาฉีดตรงเข้าห้องผาไหม้พร้อมกับนำเอาก๊าซไฮโดรเจนผสมเข้าไปในอัตราส่วนก๊าซไฮโดรเจน / ก๊าซมีเทน เท่ากับ 20 เปอร์เซ็นต์ และ 40 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งก๊าซไฮโดรเจนถูกใส่เข้าไปอย่างต่อเนื่องที่ท่อไอดีเพื่อศึกษาถึงลักษณะการเผาไหม้และปริมาณมลพิษที่เกิดขึ้นกับเครื่องยนต์ที่อัตราส่วนผสมของไฮโดรเจนในปริมาณต่าง ๆ และได้ใช้เครื่องยนต์ 4 จังหวะ สูบเดียว และอัตราส่วนการอัด 13 : 1 เชื้อเพลิงที่ฉีดเข้าไปในห้องเผาไหม้ได้อาศัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การฉีดของหัวฉีดที่ใช้แรงดันของก๊าซธรรมชาติเท่ากับ 10 MPa. และกำหนดให้ฉีดเชื้อเพลิงก่อนลูกสูบเคลื่อนที่สู่ศูนย์ตายบน 35 องศาของมุมเพลาข้อเหวี่ยงในจังหวะอัด ในการทดสอบได้ทดสอบที่ความเร็วรอบคงที่ที่ 1000 รอบต่อนาที และได้กำหนดจังหวะการจุดระเบิดเอาไว้ที่ 15 องศา ก่อนถึงศูนย์ตายบน พร้อมกับได้กำหนดค่าอัตราส่วนอากาศเกินเอาไว้ที่ 1.5 ซึ่งในสภาวะนี้เครื่องยนต์ทำงานในสภาวะการเผาไหม้ที่มีส่วนผสมบาง จากการทดสอบพบว่าความดันและค่าความร้อนที่ปล่อยออกจากการเผาไหม้ภายในกระบอกสูบมีค่าเพิ่มขึ้นตาม เปอร์เซ็นต์ของก๊าซไฮโดรเจนที่เพิ่มเข้าไป ส่วนปริมาณมลพิษของคาร์บอนมอนอกไซด์ กับไฮโดรคาร์บอนรวมมีค่าลดลงตามเปอร์เซ็นต์ของไฮโดรเจนที่เพิ่มเข้าไป แต่ค่ามลพิษของไนโตรเจนไดออกไซด์มีค่าเพิ่มขึ้น และยังทดสอบต่อไปโดยการฉีดเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติเพียงอย่างเดียว กับฉีดเชื้อเพลิงไฮโดรเจนผสมกับก๊าซธรรมชาติในอัตราส่วน 20 เปอร์เซ็นต์ เพื่อหาจังหวะการจุดระเบิดที่เหมาะสมที่ไม่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพเชิงความร้อนและปริมาณมลพิษ จากการทดสอบพบว่าที่องศาการจุดระเบิดที่ 15 องศาก่อนถึงศูนย์ตายบนเป็นค่าที่เหมาะสมที่สุด จากการศึกษาทั้งหมดสามารถสรุปได้ 3 ประการด้วยกัน คือ การนำก๊าซไฮโดรเจนเข้าไปผสมกับก๊าซธรรมชาติภายในห้องเผาไหม้จะทำให้ประสิทธิภาพทางความร้อนของเครื่องยนต์เพิ่มขึ้น และยังสามารถช่วยลดไฮโดรคาร์บอนที่ไม่เกิดการเผาไหม้ได้ เนื่องจากเป็นการเผาไหม้แบบส่วนผสมบาง ประการที่สอง การเพิ่มปริมาณไฮโดรเจนจะส่งผลทำให้ค่าไนโตรเจนไดออกไซด์เพิ่มขึ้น แต่ยังสามารถรักษาค่าให้อยู่ในระดับต่ำได้โดยการปรับตั้งองศาการจุดระเบิด ซึ่งจะไม่มีผลต่อการลดประสิทธิภาพทางความร้อน และประการสุดท้าย ผลกระทบจากการผสมไฮโดรเจนปริมาณมาก ในสภาวะที่มีการเผาไหม้แบบส่วนผสมบางสามารถเพิ่มประสิทธิภาพความร้อนและลดมลพิษของไฮโดรคาร์บอนรวมได้

Benjamin Baire และคณะ [4] ได้นำเอาเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติ, ก๊าซโพรเพน และเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติผสมกับก๊าซโพรเพนในสัดส่วน 50 เปอร์เซ็นต์ โดยมวลมาทดสอบกับเครื่องยนต์ 4 จังหวะ จุดระเบิดด้วยประกายไฟ โดยที่ไม่มีการปรับแต่งเครื่องยนต์ และลิ้นเร่งเปิดเอาไว้ที่ตำแหน่งที่เครื่องยนต์มีความเร็วรอบประมาณ 3,600 รอบต่อนาที การจ่ายเชื้อเพลิงเข้าเครื่องยนต์จะใช้ก๊าซมิกเซอร์ จากการทดลองพบว่าที่โหลดต่ำๆ ปริมาณมลพิษของไนโตรเจนออกไซด์ที่เกิดในเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงผสมระหว่างเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติ กับโพรเพนมีค่าน้อยกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติ กับเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงโพรเพนส่วนปริมาณมลพิษของคาร์บอนมอนอกไซด์ที่เกิดขึ้นในเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงผสมจะมีค่าสูงกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติ และเชื้อเพลิงโพรเพนเพียงอย่างเดียว สำหรับปริมาณมลพิษของไฮโดรคาร์บอนจะมีค่าใกล้เคียงกันและที่โหลดสูง ๆ ปริมาณมลพิษของไนโตรเจนออกไซด์ คาร์บอนมอนอกไซด์และไฮโดรคาร์บอนที่เกิดขึ้นกับเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงผสมจะมีค่าอยู่ระหว่างกลางกับค่าที่เกิดขึ้นในเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติกับเชื้อเพลิงโพรเพนเพียงอย่างเดียว

Herchel T. C. Machacon และคณะ [5] ได้นำก๊าซธรรมชาติมาใช้ในเครื่องยนต์ 2 จังหวะ 2 สูบ และได้นำก๊าซมิกเซอร์มาติดตั้งแทนคาร์บูเรเตอร์เดิมที่ท่อร่วมไอดี เพื่อจ่ายก๊าซธรรมชาติให้กับเครื่องยนต์ ซึ่งได้ตั้งองศาการจุดระเบิดเอาไว้ที่ 35 องศาก่อนถึงศูนย์ตายบน ในการทดสอบได้กำหนดอัตราส่วนการอัดเอาไว้ที่ 8.6, 11.2, 12.5 และ 13.5 โดยมีฝาสูบของแต่ละอัตราส่วนการอัดเพื่อเอาไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปลี่ยนตามค่าอัตราส่วนการอัดที่ต้องการทดสอบ และได้ทดสอบที่ตำแหน่งลิ้นเร่งเปิดเต็มที่พร้อมกับทดสอบที่ความเร็วรอบคงที่ ที่ 6300 รอบต่อนาที เพื่อศึกษาดูผลจากการใช้ก๊าซธรรมชาติ จากการทดลองพบว่าการเพิ่มอัตราส่วนการอัดทำให้สามารถเพิ่มขีดจำกัดของส่วนผสมหนาและบางได้มากขึ้น และที่เกิดจากการเผาไหม้ภายในกระบอกสูบมีค่าสูงตามอัตราส่วนการอัดที่เพิ่มขึ้นและอัตราส่วนอากาศเกินในช่วง 0.8 - 1.3 การเพิ่มอัตราส่วนการอัดไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงต่อค่าสัมประสิทธิ์การแปรผัน (ความเสถียรในการเผาไหม้)

Xu Boyan และ Mikio Furuyama [6] ได้ทำการถ่ายภาพการสเปรย์และเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติและเชื้อเพลิงแก๊สโซลีน ด้วยการถ่ายภาพแบบ Schlieren เพื่อแสดงให้ถึงกระบวนการเริ่มต้นและการขยายตัวของลำสเปรย์ของเชื้อเพลิงทั้งสองชนิดที่ถูกฉีดออกมาด้วยความดันเดียวกัน ที่มีการฉีดตรงเข้าห้องเผาไหม้และการฉีดเข้าที่ช่องทางไอดี ซึ่งเชื้อเพลิงแก๊สจะมีข้อเสียคือ การกระจายตัวของส่วนผสมระหว่างอากาศกับเชื้อเพลิงที่ไม่คงตัว จะทำให้อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงเพิ่มขึ้น จากการทดลองนี้ได้ศึกษาถึงผลกระทบของการฉีด, โครงสร้างของลำสเปรย์และรูปแบบการกระจายตัวของเชื้อเพลิง ด้วยกล้อง CCD ที่มีความเร็วในการถ่ายภาพ 1 / 1000 วินาที กล้องนี้สามารถถ่ายได้ 8 รูป ในช่วงเวลา 33 ms สำหรับหัวฉีดแก๊สโซลีนจะมีอัตราการไหล 245 cc / min และ 430 cc / min และกำหนดให้ค่าความร้อนที่ฉีดแต่ละครั้งเท่ากัน จังหวะการฉีด และความดันในการฉีดเชื้อเพลิงจะมีค่าที่ใกล้เคียงกับสภาวะของเครื่องยนต์จริง ที่ 5 ms และ 0.3 MPa. ตามลำดับ จากการทดสอบพบว่า ระยะพุ่งผ่านของลำสเปรย์ของเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติจะมีขนาดยาวกว่าเชื้อเพลิงแก๊สโซลีน และระยะการพุ่งผ่านจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วที่ 2 มิลลิเสค หลังจากนั้นจะขยายตัวอย่างช้าๆ เมื่อผ่านจุดนี้ไปแล้วในขณะที่ระยะพุ่งผ่านของเชื้อเพลิงแก๊สโซลีน จะเพิ่มขึ้นเป็นเชิงเส้น

2.2 งานวิจัยการใช้ก๊าซธรรมชาติในประเทศไทย

แสวง บุญญาสุวัฒน์ ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและเทคโนโลยี ปตท. ได้นำเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติมาทดลองใช้กับรถแท็กซี่โดยใช้ชุดอุปกรณ์ดัดแปลงระบบเชื้อเพลิงร่วมระหว่างเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติ กับเชื้อเพลิงแก๊สโซลีนในเครื่องยนต์โตโยต้า 4A - FE ซึ่งมีอุปกรณ์ Fumigation gas mixer เป็นอุปกรณ์จ่ายเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติให้กับเครื่องยนต์ในระยะแรก และระยะที่สองได้ทดลองใช้ระบบ Multi Point Port Injection (MPI) เพื่อนำข้อมูลทั้งสองระยะมาเปรียบเทียบกัน พบว่าระบบ gas mixer เป็นระบบที่ทำให้เครื่องยนต์มีสมรรถนะต่ำ และยังเกิดปัญหาเรื่องการเกิดไฟย้อนกลับไปยังท่อร่วมไอดีทำให้ตัวตรวจจับอุณหภูมิอากาศและอุปกรณ์บางชิ้นได้รับความเสียหายอย่างรุนแรง สำหรับระบบ MPI จะใช้อุปกรณ์ควบคุมก๊าซที่เรียกว่า ตัว Smast ไปติดตั้งที่ท่อไอดีใกล้ๆกับหัวฉีดน้ำมันเบนซินโดยอุปกรณ์ตัวนี้จะมี ECU เป็นตัวควบคุมปริมาณการจ่ายก๊าซธรรมชาติ ก๊าซจะถูกส่งจากตัวลดความดันไปยังอุปกรณ์ควบคุมก๊าซ Smast และเข้าไปยังท่อไอดี ภายในระยะ 50 มิลลิเมตรจากทางเข้าไอดี จากการทดสอบบนเครื่องทดสอบพบว่าเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติระบบ Gas mixer มีปริมาณมลพิษของไฮโดรคาร์บอนรวม , คาร์บอนมอนอกไซด์ และไนโตรเจนไดออกไซด์มีค่าสูงกว่าเครื่องยนต์แก๊สโซลีน และเมื่อนำเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติระบบ MPI มาทดสอบพบว่า ปริมาณมลพิษดังกล่าวข้างต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลดลง สำหรับผลทางด้านสมรรถนะของเครื่องยนต์ เช่นอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติทั้งสองระบบมีค่าสูงกว่าเครื่องยนต์แก๊สโซลีน แต่เครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติระบบ MPI จะมีกำลังสูงกว่าเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติระบบ Gas mixer และการนำระบบ MPI มาใช้พบว่าสามารถลดการเกิดไปย้อนกลับในท่อไอดีได้

วรชัย ตั้งพันธุ์เพียร,สรวีย์ เรืองทัพ, สุคเณศ แสงสุพรรณ ได้นำเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติมาทดลองใช้กับเครื่องยนต์โตโยต้า 4A – FE ใช้ระบบฉีดเชื้อเพลิงแบบ D-Jetronic ดำเนินงานโดยการปรับเปลี่ยนจังหวะการเปิด-ปิดวาล์วไอเสีย ด้วยวิธีการทดสอบ 2 วิธี ได้แก่ การควบคุมการเปิดปิด วาล์วลิ้นปีกผีเสื้อ ณ ตำแหน่ง 60% และการกำหนดให้ภาระคงที่ (BMEP = Const.) ซึ่งเริ่มจากการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ที่จังหวะการเปิด-ปิดวาล์วไอเสียมาตรฐานก่อน แล้วจึงทำการปรับวาล์วไอเสียให้เปิด-ปิดช้าลง 9° และ18° ตามลำดับ หลังจากนั้นจึงทำการปรับให้วาล์วไอเสียให้เปิด-ปิดเร็วขึ้นอีกจาก 9° มาตรฐานเดิม ก่อนทำการทดลองนั้น ได้ทำการหาตำแหน่งการเปิด-ปิดลิ้นไอดีและลิ้นไอเสียพบว่าลิ้นไอดีนั้นจะเปิดที่ตำแหน่ง 17.3°bTDC และปิดที่ตำแหน่ง 90°aBDC ส่วนลิ้นไอเสียเปิดที่ 79.6°bBDC และปิดที่ 27.7°aTDC ซึ่งจะมีจังหวะที่ลิ้นไอดี และลิ้นไอเสียเปิดอยู่พร้อมกันทั้งคู่ (Overlap) เท่ากับ 45° เมื่อปรับจังหวะการเปิด-ปิดวาล์วไอเสียช้าลง 9° แล้ว กำลังและประสิทธิภาพของเครื่องยนต์จะดีขึ้น ซึ่งมีสาเหตุมาจากไฮโดรคาร์บอนนั้นถูกเผาไหม้มากขึ้นสังเกตได้จากปริมาณไฮโดรคาร์บอนที่อยู่ในก๊าซไอเสียนั้นลดลง จึงส่งผลให้กำลังของเครื่องยนต์ดีขึ้นแต่ปริมาณสารประกอบออกไซด์ของไนโตรเจนที่ลดลงนั้นเกิดจากช่วงของ Valve overlap นั้นมีมากขึ้น ไอเสียบางส่วนจึงไหลย้อนกลับเข้ามาในท่อไอดีและจะไปแทนที่ไอดีบางส่วนที่จะเข้าสู่ห้องเผาไหม้ ปริมาณของออกซิเจนที่สามารถสันดาปได้จึงน้อยลง ปริมาณสารประกอบออกไซด์ของไนโตรเจน ก็ลดลงตามไปด้วย จังหวะการเปิด-ปิดวาล์วไอเสียที่เร็วขึ้น 9° ทำให้เครื่องยนต์มีประสิทธิภาพที่ดีขึ้นเช่นเดียวกัน และ สารประกอบออกไซด์ของไนโตรเจนในก๊าซไอเสียมีปริมาณลดลง ทั้งนี้มีผลมาจากช่วงของ Valve overlap นั้นน้อยลงกว่าเดิมการไหลย้อนของไอเสียนั้นก็จะลดลงตามไปด้วย แต่ปริมาณสารประกอบไฮโดรคาร์บอน และ คาร์บอนมอนอกไซด์ในก๊าซไอเสียนั้นกลับเพิ่มขึ้นเป็นเพราะเวลาการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงในห้องเผาไหม้นั้นมีน้อยลงกว่าเดิม ทำให้เกิดการเผาไหม้ขึ้นนอกห้องเผาไหม้ค่าอุณหภูมิไอเสียจึงเพิ่มขึ้นด้วยส่วนที่จังหวะการเปิด-ปิดวาล์วไอเสียช้าลง 18° เป็นผลให้มีอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงสูง และประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ก็ลดลงด้วย ทั้งๆที่สารประกอบไฮโดรคาร์บอน และสารประกอบออกไซด์ของไนโตรเจนในก๊าซไอเสียลดลง เป็นที่น่าสังเกตว่าเมื่อ วาล์วไอเสียเปิด-ปิดช้าลงมากขึ้นแล้วช่วงของ Valve overlap ก็มากขึ้นด้วยการไหลย้อนของไอเสียผ่านวาล์วไอดีก็มากขึ้นด้วย ทำให้ปริมาณอากาศที่มีออกซิเจนที่สามารถสันดาปได้นั้นเข้ามาน้อยลง เมื่ออากาศเข้าห้องเผาไหม้น้อยลงแล้ว ปริมาณไนโตรเจนในอากาศที่จะเข้าสู่ห้องเผาไหม้นั้นจึงลดลงด้วย สารประกอบออกไซด์ของไนโตรเจนที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงนั้นก็จะลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
เชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติสำหรับยานยนต์

เชื้อเพลิงก๊าซ หมายถึง ก๊าซทุกชนิดที่ทำปฏิกิริยากับออกซิเจนแล้วเกิดการเผาไหม้ทำให้ได้พลังงานความร้อนที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ก๊าซที่นำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงส่วนใหญ่จะเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอน ซึ่งก๊าซแต่ละชนิดจะให้ความร้อนจากการเผาไหม้ไม่เท่ากัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณของธาตุที่เป็นองค์ประกอบสำคัญ เช่น คาร์บอน ไฮโดรเจน กำมะถัน และอีกหลายๆ ปัจจัย ก๊าซที่นำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงและวัตถุดิบสำหรับผลิตภัณฑ์ต่างๆ ส่วนใหญ่ได้จากธรรมชาติ นอกจากนี้ก็สามารถได้จากกระบวนการผลิตโดยตรง เช่น พวกก๊าซสังเคราะห์ หรืออีกทางหนึ่งอาจจะเป็นผลพลอยได้มาจากกระบวนการผลิตสิ่งอื่นและได้ก๊าซมาโดยไม่ได้ตั้งใจ เช่น ก๊าซที่ได้จากการถลุงเหล็ก เป็นต้น

3.1 ประเภทของก๊าซ

ก๊าซที่นำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงมีหลายชนิดและมีชื่อเรียกแตกต่างกันออกไป บางชนิดมีส่วนประกอบคล้ายกันแต่มีชื่อเรียกแตกต่างกัน เช่น ก๊าซชีวะมวล ก๊าซชีวภาพ ก๊าซธรรมชาติ ก๊าซธรรมชาติอัด ก๊าซน้ำมันและก๊าซที่ได้จากการกลั่นน้ำมันดิบ เป็นต้น

3.1.1 ก๊าซชีวะมวล เป็นก๊าซเชื้อเพลิงที่ได้จากกระบวนการผลิตโดยใช้ถ่านหินเป็นวัตถุดิบโดยการเผาถ่านหินหรือไม้ในเตาปฏิกรณ์แบบแพ็กเบด (packed bed) หรือ เบดแบบเคลื่อนที่ (moving bed-reactor) ที่มีปริมาณอากาศจำกัด ซึ่งปริมาณอากาศที่ใช้จะต้องมีอัตราส่วนที่พอเหมาะกับก๊าซที่จะผลิต

3.1.2 ก๊าซชีวภาพ (Bio-gas) ก๊าซที่เกิดจากการหมักและการย่อยสลายของสารอินทรีย์ (organic substance) เช่น มูลสัตว์ประเภทต่างๆ ตลอดจนวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรและอุตสาหกรรม เช่น วัชพืช และเศษอาหาร

3.1.3 ก๊าซธรรมชาติ (Natural gas) เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนชนิดหนึ่ง โดยที่ธาตุคาร์บอนกับธาตุไฮโดรเจนจับตัวกันเป็นโมเลกุลเช่นเดียวกับน้ำมัน ธาตุสองชนิดนี้จะรวมตัวกันในสัดส่วนของอะตอมที่แตกต่างกันและให้สารประกอบที่ต่างกันด้วย

3.2 ก๊าซธรรมชาติ (Natural gas)

ก๊าซธรรมชาติ คือ ก๊าซชีวภาพชนิดหนึ่งที่เกิดจากการทับถมของซากสิ่งมีชีวิต ทั้งพืชและสัตว์นับหลายล้านปี ซากพืชและสัตว์เหล่านี้จะแปรสภาพเป็นก๊าซและน้ำมัน เนื่องจากความร้อนและความดันกดดันของโลกและสะสมอยู่ใต้ชั้นดิน จัดเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนชนิดหนึ่งโดยที่ธาตุคาร์บอนกับธาตุไฮโดรเจนจับตัวกันเป็นโมเลกุล เช่นเดียวกับน้ำมัน ธาตุสองชนิดนี้จะรวมตัวกันในสัดส่วนของอะตอมที่แตกต่างกันและให้สารประกอบที่ต่างกันด้วย หากเป็นก๊าซมีเทนจะประกอบด้วยคาร์บอน 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อะตอม และไฮโดรเจน 4 อะตอม ถ้าเป็นอีเทนจะมีคาร์บอน 2 อะตอม และไฮโดรเจน 6 อะตอม โดยทั่วไปก๊าซธรรมชาติจากแหล่งผลิตจะประกอบด้วยสารไฮโดรคาร์บอนหลายชนิดอันได้แก่ มีเทน โปรเทน บิวเทน เฮกเซน เป็นต้น หรือสารประกอบไฮโดรคาร์บอนอื่นๆ ปะปนอยู่บ้าง ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมของแหล่งก๊าซธรรมชาติแต่ละแห่งเป็นสำคัญ ตามปกติแล้ว ก๊าซธรรมชาติ จะประกอบด้วยก๊าซมีเทนในสัดส่วน 70 % ขึ้นไป นอกจากนี้อาจจะมีก๊าซประเภทอื่นๆ เจือปนอยู่ด้วย เช่น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2), ไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) และไนโตรเจน (N_2) เป็นต้น และอาจมีสิ่งเจือปนอื่นๆอีก เช่น น้ำ ก๊าซธรรมชาติที่ผลิตได้จากแหล่งก๊าซใต้พื้นดินโดยตรง (Non-Associated Gas) หรือก๊าซที่ติดมากับน้ำมันดิบจากหลุมน้ำมันดิบ (Associated Gas) ซึ่งทั้งสองส่วนจะมีก๊าซไฮโดรคาร์บอนอื่นๆ ติดมาด้วยดังได้กล่าวไปแล้วข้างต้น ไฮโดรคาร์บอนเหล่านี้เรียกว่า Natural Gas Liquid (NGL) เพราะอาจแยกรวมออกมาในรูปของเหลวในโรงแยกก๊าซ และไปใช้เป็นสารป้อนโรงงานปิโตรเคมี หรือนำมากลั่นต่อให้ได้เป็นอีเทน, โพรเพน และ บิวเทน กับ LPG เราอาจยอมให้มีอีเทนและโพรเพนติดอยู่ในก๊าซธรรมชาติได้บ้างแต่ตัวอื่นที่หนักกว่าต้องแยกออกเพื่อป้องกันปัญหาในการใช้และในการขนส่ง ในอนาคตคาดว่าก๊าซธรรมชาติจะเป็นแหล่งพลังงานหลัก ที่จะนำมาใช้ได้อีกประมาณ 60 ปีข้างหน้า ปริมาณสำรองที่พิสูจน์แล้วทั่วโลกเมื่อปี พ.ศ. 2541 มีปริมาณ 5,086 ล้านล้านลูกบาศก์ฟุต โดยพบมากที่สุด ในสหภาพโซเวียตเดิม มีปริมาณ 1,700 ล้านล้านลูกบาศก์ฟุต รองลงมาคืออิหร่าน 810 ล้านล้านลูกบาศก์ฟุต และกาตาร์ 300 ล้านล้านลูกบาศก์ฟุต

3.3 ชนิดของก๊าซธรรมชาติ

3.3.1 ก๊าซธรรมชาติแห้ง (Dry natural gas) ก๊าซแห้งจะมีส่วนประกอบของก๊าซมีเทนและก๊าซอีเทนประกอบกัน แต่ปริมาณของมีเทนจะมากกว่า สถานะของก๊าซแห้งที่อุณหภูมิและความดันบรรยากาศจะเป็นไอหรือแก๊ส ก่อนที่จะนำไปใช้ต้องมีการแยกสารมลทินบางชนิดออกเสียก่อน ในการขนส่งอาจใช้วิธีส่งไปตามท่อ แต่ถ้ามีปริมาณมากก็ต้องแปรสภาพจากก๊าซแห้งให้เป็นของเหลว (LNG) เสียก่อนโดยทำให้เย็นจัดถึง –160 องศาเซลเซียส แล้วบรรจุลงถังอลูมิเนียมที่ควบคุมความเย็นเป็นพิเศษ แต่วิธีนี้จะต้องสิ้นเปลืองเงินทุนอย่างมหาศาล สำหรับก๊าซธรรมชาติแห้งจะมีประโยชน์อยู่ด้วยกัน 3 ข้อคือ

1. ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตก๊าซธรรมชาติเหลว (LNG) ก็คือต้องผลิตก๊าซแห้งในปริมาณที่มากจึงจะแปรสภาพเป็นก๊าซ LNG ได้ โดยบรรจุลงถังอลูมิเนียม ซึ่งจะต้องควบคุมความเย็นเป็นพิเศษ จากนั้นขนส่งไปยังจุดต่างๆ ตามที่ต้องการ

2. ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเมทานอล, ปุ๋ยไนโตรเจนประเภทต่างๆ เช่น เกลือแอมโมเนียและผลิตภัณฑ์เคมีปิโตรเลียม

3. ใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้า แทนน้ำมันเตา และใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ

3.3.2 ก๊าซธรรมชาติชื้น (Wet Natural gas) ประกอบด้วยสารไฮโดรคาร์บอนชนิดหนัก (heavier parafin hydrocarbon) ซึ่งมีโพรเพน, บิวเทน ประมาณ 4-8 % หรือ อาจจะมีเพนเทน, เฮกเซน และเฮปเทน ก๊าซชื้นนี้จะมีสถานะเป็นไอหรือก๊าซที่อุณหภูมิและความดันบรรยากาศเหมือนกับก๊าซแห้ง แต่สามารถทำให้กลั่นตัวเป็นของเหลวได้โดยการลดความดันเหลือเพียง 120 lb/in^2 ที่อุณหภูมิปกติ เมื่อแยกออกจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก๊าซธรรมชาติได้แล้วก็อัดใส่ถังเป็นก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG) ก๊าซธรรมชาติชื้นจะมีประโยชน์อยู่ 5 ข้อด้วยกันคือ

1. ใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องยนต์
2. ใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับหุงต้มในครัวเรือน
3. ใช้กับระบบตู้เย็นและเครื่องทำความเย็น
4. ใช้เป็นวัตถุดิบป้อนโรงกลั่นแทนน้ำมันบางส่วน
5. ใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตปิโตรเลียมชนิดต่างๆ

สำหรับก๊าซธรรมชาติที่เจาะพบในอ่าวไทยนั้นก็จะประกอบไปด้วย 3 ส่วนคือ ส่วนแรกจะเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่จะนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงและพลังงานอันได้แก่ ก๊าซธรรมชาติและก๊าซธรรมชาติเหลว ในสัดส่วนสูงกว่า 70 % ในส่วนที่สองจะเป็นส่วนที่เจือปน (ที่ไม่ติดไฟและไม่เผาไหม้) ได้แก่ก๊าซเฉื่อยหรือไนโตรเจน 0.9-1 % คาร์บอนไดออกไซด์ประมาณ 5-25 % และไอน้ำ ส่วนที่สาม เป็นส่วนมลทินได้แก่ พวกไฮโดรเจนซัลไฟด์และกำมะถัน

3.4 การใช้ประโยชน์จากก๊าซธรรมชาติ

เราสามารถใช้ประโยชน์จากก๊าซธรรมชาติได้ใน 2 ลักษณะใหญ่ๆ คือ

3.4.1 ใช้เป็นเชื้อเพลิง เราสามารถใช้ก๊าซธรรมชาติได้โดยตรง ด้วยการใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับผลิตกระแสไฟฟ้า หรือในโรงงานอุตสาหกรรม เช่น อุตสาหกรรมเซรามิค อุตสาหกรรมสุขภัณฑ์ ฯลฯ และเมื่อนำไปอัดใส่ถังด้วยความดันสูงก็สามารถนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับรถยนต์ได้ เรียกว่า ก๊าซธรรมชาติสำหรับยานยนต์ (Natural Gas for Vehicles - NGV)

3.4.2 นำไปผ่านกระบวนการแยกในโรงแยกก๊าซ เพราะในตัวเนื้อก๊าซธรรมชาติ มีสารประกอบที่เป็นประโยชน์อยู่มากมาย เมื่อนำมาผ่านกระบวนการแยกที่โรงแยกก๊าซแล้ว ก็จะได้ผลิตภัณฑ์ต่างๆ มาใช้ประโยชน์ได้ดังนี้

1. ก๊าซมีเทน (C_1) ใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับผลิตกระแสไฟฟ้า ในโรงงานอุตสาหกรรม และนำไปอัดใส่ถังด้วยความดันสูง เรียกว่าก๊าซธรรมชาติอัด สามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงในรถยนต์ รู้จักกันในชื่อว่า "ก๊าซธรรมชาติสำหรับยานยนต์" (Natural Gas for Vehicles: NGV)

2. ก๊าซอีเทน (C_2) ใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมปิโตรเคมีขั้นต้น สามารถนำไปใช้ผลิตเม็ดพลาสติก เส้นใยพลาสติกชนิดต่างๆ เพื่อนำไปใช้แปรรูปต่อไป

3. ก๊าซโพรเพน (C_3) และก๊าซบิวเทน (C_4) ก๊าซโพรเพนใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมปิโตรเคมีขั้นต้นได้เช่นเดียวกัน และหากนำเอาก๊าซโพรเพนกับก๊าซบิวเทนมาผสมกัน อัดใส่ถังเป็นก๊าซปิโตรเลียมเหลว (Liquefied Petroleum Gas - LPG) หรือที่เรียกว่าก๊าซหุงต้ม สามารถนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงในครัวเรือน เป็นเชื้อเพลิงสำหรับรถยนต์ และใช้ในการเชื่อมโลหะได้ รวมทั้งยังนำไปใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมบางประเภทได้อีกด้วย

4. ไฮโดรคาร์บอนเหลว (Heavier Hydrocarbon) อยู่ในสถานะที่เป็นของเหลวที่อุณหภูมิและความดันบรรยากาศ เมื่อผลิตขึ้นมาถึงปากบ่อบนแท่นผลิต สามารถแยกจากไฮโดรคาร์บอนที่มีสถานะเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก๊าซบนแท่นผลิต เรียกว่า คอนเดนเสท (Condensate) สามารถลำเลียงขนส่งโดยทางเรือหรือทางท่อ นำไปกลั่นเป็นน้ำมันสำเร็จรูปต่อไป

5. แก๊สโซลีนธรรมชาติ แม้ว่าจะมีการแยกคอนเดนเสทออกเมื่อทำการผลิตขึ้นมาถึงปากบ่อบนแท่นผลิตแล้ว แต่ก็ยังมีไฮโดรคาร์บอนเหลวบางส่วนหลุดไปกับไฮโดรคาร์บอนที่มีสถานะเป็นก๊าซ เมื่อผ่านกระบวนการแยกจากโรงแยกก๊าซธรรมชาติแล้ว ไฮโดรคาร์บอนเหลวเหล่านี้ก็จะถูกแยกออก เรียกว่า แก๊สโซลีนธรรมชาติ หรือ NGL (natural gasoline) และส่งเข้าไปยังโรงกลั่นน้ำมัน เป็นส่วนผสมของผลิตภัณฑ์น้ำมันสำเร็จรูปได้เช่นเดียวกับคอนเดนเสท และยังเป็นตัวทำละลายซึ่งนำไปใช้ในอุตสาหกรรมบางประเภทได้เช่นกัน

6. ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เมื่อผ่านกระบวนการแยกแล้ว จะถูกนำไปทำให้อยู่ในสภาพของแข็ง เรียกว่าน้ำแข็งแห้ง นำไปใช้ในอุตสาหกรรมถนอมอาหาร อุตสาหกรรมน้ำอัดลมและเบียร์ ใช้ในการถนอมอาหารระหว่างการขนส่ง นำไปเป็นวัตถุดิบสำคัญในการทำฝนเทียม และนำไปใช้สร้างควันในอุตสาหกรรมบันเทิง อาทิ การแสดงคอนเสิร์ต หรือ การถ่ายทำภาพยนตร์

3.5 คุณสมบัติของก๊าซธรรมชาติ

ก๊าซธรรมชาติเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอน ซึ่งประกอบด้วยธาตุคาร์บอน (C) กับธาตุไฮโดรเจน (H) จับตัวกันเป็นโมเลกุล โดยเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ จากการทับถมของซากสิ่งมีชีวิตตามชั้นหิน ดิน และในทะเลหลายร้อยล้านปีมาแล้ว เช่นเดียวกับน้ำมัน และเนื่องจากความร้อนและความกดดันของผิวโลกจึงเกิดการแปรสภาพเป็นก๊าซ คุณสมบัติของก๊าซธรรมชาติ คือไม่มีสี ไม่มีกลิ่น (ยกเว้นกลิ่นที่เติมเพื่อให้รู้เมื่อเกิดการรั่วไหล) และไม่มีพิษ ในสถานะปกติมีสภาพเป็นก๊าซหรือไอที่อุณหภูมิและความดันบรรยากาศ โดยมีค่าความถ่วงจำเพาะต่ำกว่าอากาศจึงมีน้ำหนักเบากว่าอากาศ เมื่อเกิดการรั่วไหลจะฟุ้งกระจายไปตามบรรยากาศอย่างรวดเร็ว จึงไม่มีการสะสมซึ่งทำให้เกิดลุกไหม้ บนพื้นราบ ความแตกต่างระหว่างก๊าซธรรมชาติ (Natural Gas : NG) และก๊าซปิโตรเลียมเหลว (Liquefied Petroleum Gas : LPG) ก็คือ ก๊าซธรรมชาติ เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนซึ่งมีองค์ประกอบของก๊าซมีเทน (Methane) เป็น ส่วนใหญ่ จึงเป็นก๊าซที่มีน้ำหนักเบากว่าอากาศ การขนส่งไปยังผู้ใช้จะขนส่งผ่านทางท่อในรูปก๊าซภายใต้ ความดันสูง จึงไม่เหมาะสำหรับการขนส่งไกลๆ หรืออาจบรรจุใส่ถังในรูปก๊าซธรรมชาติอัดโดยใช้ความดันสูง หรือที่เรียกว่า CNG แต่ปัจจุบันมีการส่งก๊าซธรรมชาติในรูปของเหลวโดยทำก๊าซให้เย็นลงถึง –160 องศา เซลเซียส จะได้ของเหลวที่เรียกว่า Liquefied Natural Gas หรือ LNG ซึ่งสามารถขนส่งทางเรือไปที่ไกลๆ ได้ และเมื่อถึงปลายทางก่อนนำมาใช้ก็จะทำให้ของเหลวเปลี่ยนสถานะกลับเป็นก๊าซอย่างเดิม ก๊าซธรรมชาติมีค่า ออกเทนสูงถึง 120 RON จึงสามารถนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในยานยนต์ได้ สำหรับก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG) เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอน ซึ่งมีองค์ประกอบของก๊าซโพรเพน (Propane) เป็นส่วนใหญ่ จึงเป็นก๊าซที่มีน้ำหนักหนักกว่าอากาศ โดยตัว LPG เองไม่มีสี ไม่มีกลิ่นเช่นเดียวกับก๊าซธรรมชาติ แต่เนื่องจากเป็นก๊าซที่หนักกว่าอากาศจึงมีการสะสมและลุกไหม้ได้ง่าย ดังนั้น จึงมีข้อกำหนดให้เติมสารมีกลิ่น เพื่อเป็นการเตือนภัยหากเกิดการรั่วไหล LPG ส่วนใหญ่จะใช้เป็นเชื้อเพลิงในครัวเรือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และกิจการอุตสาหกรรม โดยบรรจุเป็นของเหลวใส่ถังที่ทนความดันเพื่อให้ขนถ่ายง่าย นอกจากนี้ ยังนิยมใช้แทนน้ำมันเบนซินในรถยนต์ เนื่องจากราคาถูกกว่า และมีค่าออกเทนสูงถึง 105 RON

3.6 ก๊าซธรรมชาติอัด (Compressed Natural Gas; CNG)

เป็นก๊าซที่แยกออกมาจากก๊าซธรรมชาติแห้งจะมีก๊าซมีเทน (CH_4) เป็นองประกอบหลัก นอกจากนี้ยังมีอีเทน โพรเพน บิวเทน และสารประกอบไฮโดรคาร์บอนอื่นๆ หรืออาจจะมีคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ไนโตรเจน (N_2) เจือปนบ้างเล็กน้อยเนื่องจากก๊าซมีเทนมีน้ำหนักเบากว่าอากาศ ดังนั้นจึงต้องเก็บก๊าซธรรมชาติอัดหรือ CNG ไว้ในถังที่ทนแรงดันได้สูงกว่า 2400 lb/in^2 ถึงแม้ในถังจะมีความดันสูงมาก แต่ก๊าซ CNG ก็ยังคงสภาพความเป็นก๊าซอยู่ได้ ดังนั้นเมื่อนำมาใช้จึงสะดวกและมีสภาพเป็นไอดีกว่าก๊าซหุงต้มหากนำเอาก๊าซ CNG มาใช้กับรถยนต์จะต้องใช้ถังสำหรับเก็บก๊าซ CNG ที่มีความหนาเป็นพิเศษจึงจะทนแรงดันต่อการอัดก๊าซ CNG ลงในถังบรรจุได้ และก็สามารถบรรจุก๊าซได้ในปริมาณที่มาก ในต่างประเทศได้มีการนำเอาก๊าซ CNG มาใช้กับรถยนต์นานแล้วสำหรับประเทศไทยก็ได้มีการทดลองนำเอาก๊าซ CNG มาใช้แล้ว ก๊าซ CNG เป็นก๊าซที่ไม่มีสี ไม่มีกลิ่นดังนั้นจึงเติมสารเมอร์-แคปแทนลงไปทำให้มีกลิ่นฉุนเพื่อจะได้ทราบได้จากกลิ่นเมื่อเกิดการรั่วออกมา ก๊าซ CNG จะแตกต่างจากน้ำมันเบนซินตรงที่เป็นก๊าซไม่ใช่เป็นของเหลว จึงทำให้การเผาไหม้ของก๊าซ CNG ในห้องเผาไหม้ของเครื่องยนต์เกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์และสะอาดกว่า มีเขม่าน้อยและไม่มีตะกั่วในไอเสียเนื่องจากก๊าซ CNG มีค่า octane number สูง จึงทำให้ไม่ต้องเติมสารตะกั่วลงไป และก็มีอุณหภูมิจุดติดไฟสูงถึง 704 องศาเซลเซียส ดังนั้นโอกาสที่จะทำให้เกิดการชิงจุดก่อนหรือเกิดการน็อกในเครื่องยนต์เกิดขึ้นได้ยากมาก ในการนำก๊าซ CNG มาใช้กับรถยนต์อาจจะทำให้ประสิทธิภาพและอัตราการเร่งลดลงไปกว่าเดิมเล็กน้อย เนื่องจากค่าความร้อนทางเชื้อเพลิงต่ำกว่าน้ำมันเบนซิน เมื่อคิดเทียบจากปริมาตรที่มีสภาพที่เป็นไอที่เท่ากัน ก๊าซธรรมชาติอัดเป็นก๊าซที่ไม่มีพิษ แต่ถ้าหากอยู่ในส่วนผสมของอากาศมากจะทำให้ภาวะอากาศในขณะนั้นเกิดการขาดออกซิเจนได้

3.7 คุณสมบัติของก๊าซธรรมชาติอัด

ก๊าซธรรมชาติอัดเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนชนิดหนึ่ง ที่สามารถนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงได้เช่นเดียวกับน้ำมันเบนซินและ LPG แต่วิธีใช้จะแตกต่างกัน ซึ่งก็ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของเชื้อเพลิงแต่ละประเภท และคุณสมบัติของก๊าซธรรมชาติอัดจะมีดังนี้คือ

1. ที่อุณหภูมิและความดันบรรยากาศก๊าซธรรมชาติอัดจะมีสภาพเป็นก๊าซ
2. มีค่า Octane number สูงถึง 120 จึงสามารถนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงในรถยนต์ได้เป็นอย่างดี
3. ก๊าซธรรมชาติอัด มีค่าความถ่วงจำเพาะ 0.5-0.8 ซึ่งต่ำกว่าอากาศ จึงทำให้เบากว่าอากาศเมื่อรั่วออกมาจะกระจายออกไปในบรรยากาศได้อย่างรวดเร็ว
4. ก๊าซธรรมชาติอัดเป็นก๊าซที่ไม่มีกลิ่น ไม่มีสีจึงเติมกลิ่นลงไปเพื่อให้ทราบหากมีการรั่วขึ้นมา
5. ช่วงของการติดไฟจะอยู่ในช่วง 5-15 % ของปริมาตรในอากาศหากมีน้อยกว่าหรือมากกว่านี้จะไม่ติดไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. อุณหภูมิในการติดไฟด้วยตัวเองสูงถึง 1200 องศาฟาเรนไฮต์

จากคุณสมบัติต่างๆทั้งหลายของแก๊สธรรมชาติอัด ได้นำไปเปรียบเทียบกับเชื้อเพลิงตัวอื่นที่นิยมใช้ในรถยนต์จะมีข้อแตกต่างทางด้านคุณสมบัติของเชื้อเพลิงตามตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 เปรียบเทียบคุณสมบัติของเชื้อเพลิงที่นำไปใช้ในรถยนต์

คุณสมบัติ	**Gasoline**	**Diesel**	**LPG**	**CNG**
สถานะปกติ	Liquid	Liquid	Gas	Gas
ความถ่วงจำเพาะ	0.73	0.83	0.64	0.14
จุดเดือด (องศาเซลเซียส)	25-100	150-360	-50-0	-161
ค่าความร้อนจำเพาะ (MJ/kg)	43.5	42.5	46.1	47.7
อุณหภูมิที่ระเบิดในอากาศ (องศาเซลเซียส)	220	220	400	540
ช่วงของการติดไฟในอากาศ (% โดยปริมาตร)	0.6-8	0.6-6.5	1.5-15	5-15
ปริมาตรอากาศที่ใช้สันดาป (kg Air / kg Fuel)	14.7	14.5	15.5	17.2
Octane number	91	-	105	120

3.8 ข้อดีและข้อเสียในการใช้ก๊าซธรรมชาติอัด

เนื่องจากก๊าซธรรมชาติอัดสามารถนำไปใช้ได้กับเครื่องยนต์ทั้งเครื่องยนต์เบนซินและเครื่องยนต์ดีเซล ดังนั้นควรจะทราบถึงข้อดีและข้อเสียของการนำก๊าซธรรมชาติอัดไปใช้

3.8.1 ข้อดีในการนำก๊าซธรรมชาติอัดมาใช้กับเครื่องยนต์เบนซิน

1. ประหยัดค่าน้ำมันเชื้อเพลิง จากข้อมูลของประเทศต่างๆพบว่า ราคาของก๊าซ CNG ถูกกว่าน้ำมันเบนซินประมาณ 50 % เมื่อเทียบกับค่าสมดุลทางความร้อนเท่ากันน้ำมันเบนซิน 1 ลิตร

2. ลดค่าบำรุงรักษาและเพิ่มอายุเครื่องยนต์ เนื่องจากก๊าซ CNG เป็นเชื้อเพลิงที่มีสถานะเป็นก๊าซจึงเกิดการเผาไหม้ได้สมบูรณ์กว่าน้ำมัน ไม่มีเขม่าเกาะที่ลูกสูบและไม่มีเขม่าไปรวมตัวกับน้ำมันเครื่อง พบว่าสามารถยืดอายุของน้ำมันเครื่องได้ 15000 km / ครั้ง และยืดอายุของเครื่องยนต์ได้ถึง 2 เท่า

3. ลดมลภาวะ เนื่องจากก๊าซ CNG สามารถเผาไหม้ได้อย่างสมบูรณ์และไม่มีสารตะกั่วเจือปนอยู่ในเชื้อเพลิง ดังนั้นจึงช่วยลดมลพิษได้ถึง 90 %

4. เครื่องยนต์เดินได้เรียบและติดเครื่องเดินได้ง่ายกว่าขณะที่อากาศเย็น เนื่องจากก๊าซ CNG มีสถานะเป็นก๊าซจึงทำให้ติดเครื่องได้ง่าย แม้ขณะอากาศเย็นเพราะเครื่องยนต์ไม่จำเป็นต้องใช้ความร้อนในการอุ่นเครื่อง และค่า octane number สูงจึงช่วยป้องกันการน็อกในเครื่องยนต์ได้ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. มีความปลอดภัยสูง เนื่องจากอุปกรณ์ต่างๆถูกออกแบบมาให้มีความทนทานต่อความดันสูง และหากก๊าซรั่วมันจะกระจายสู่บรรยากาศได้รวดเร็วไม่สะสมทำให้เกิดการติดไฟและมีอุณหภูมิที่จะติดไฟด้วยตัวเองสูงถึง 1200 องศาฟาเรนไฮต์

3.8.2 ข้อเสียในการนำก๊าซธรรมชาติอัดมาใช้กับเครื่องยนต์เบนซิน

1. ขีดจำกัดในระยะทางการวิ่งน้อย เมื่อเทียบปริมาตรของก๊าซ CNG กับน้ำมันเบนซิน ที่ปริมาตรเดียวกัน น้ำมันเบนซินเมื่อกลายเป็นไอจะมีปริมาตรที่มากกว่าทำให้วิ่งได้ไกลกว่า

2. ข้อจำกัดช่องว่างในการบรรทุกและน้ำหนัก เนื่องจากจะต้องติดตั้งถังเพิ่มเข้าไป ทำให้ตัวรถมีน้ำหนักมากขึ้นและเสียพื้นที่ในการบรรทุกของ

3. ปัญหาด้านความสะดวกในการหาแหล่งเติม เนื่องจากภายในประเทศยังไม่มีท่อก๊าซมากพอและมีสถานีเติมก๊าซ CNG น้อยจึงเป็นปัญหาสำหรับผู้ที่ใช้ก๊าซ CNG

4. กำลังเครื่องยนต์ลดลง 10-15 % เพราะค่าความร้อนของก๊าซ CNG เมื่อเทียบกับน้ำมันเบนซินจะต่ำกว่า 10-15 %

5. ค่าดัดแปลงและราคาอุปกรณ์สูง เนื่องจากจะต้องใช้วัสดุที่ทนแรงดันสูงและมีมาตรฐานซึ่งอุปกรณ์ต่างๆ หาได้ยากและราคาแพง

3.9 ข้อควรระวังในการใช้ก๊าซธรรมชาติ

อันตรายเนื่องจากคุณสมบัติเฉพาะตัว

1. ความไม่มีพิษ โดยทั่วไปก๊าซธรรมชาติ จะไม่เป็นพิษต่อร่างกาย แต่ในกรณีที่ก๊าซธรรมชาติมีก๊าซไข่เน่า (ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์) เจือปนอยู่มาก อาจก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้ที่ได้สัมผัสหรือสูดหายใจเอาก๊าซนั้นได้ เนื่องจากก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์จะทำลายเนื้อเยื่ออ่อน เช่น เยื่อตา เนื้อเยื่อระบบทางเดินหายใจและปอด

2. ไฟไหม้ / ระเบิด (fire / explosion) ก๊าซธรรมชาติเป็นก๊าซติดไฟ กรณีที่มีก๊าซรั่วไหลผสมกับอากาศ อาจจะก่อให้เกิดการลุกไหม้ได้ ถ้าอัตราส่วนผสมของก๊าซและอากาศพอเหมาะจะติดไฟ และมีแหล่งความร้อนหรือเปลวไฟหรือประกายไฟในบริเวณนั้น นอกจากนี้ อาจก่อให้เกิดการระเบิดได้ ถ้าเกิดการสะสมของก๊าซธรรมชาติในบริเวณใดบริเวณหนึ่ง โดยเฉพาะในบริเวณที่อับต่างๆ เช่น ภายในอาคาร สถานที่ไม่มีการระบายอากาศที่ดีพอ

3.10 แนวโน้มการใช้ก๊าซธรรมชาติอัดในประเทศไทย

ปัญหามลพิษทางอากาศเป็นปัญหาสำคัญในเมืองหลวงและเมืองใหญ่ของประเทศ โดยมีสาเหตุหลักมาจากไอเสียจากยานยนต์ และโรงงานอุตสาหกรรมซึ่งขยายจำนวนเพิ่มมากขึ้น ตามการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศ โดยเฉพาะในเขตกรุงเทพมหานครนั้น พื้นที่หลายแห่งมีปัญหามลพิษหลัก ได้แก่ ฝุ่นละออง ปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์ และสารไฮโดรคาร์บอน ซึ่งได้รับจากไอเสียของรถยนต์ และที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผ่านประเทศไทยต้องสั่งน้ำมันดิบจากต่างประเทศเข้ามาประมาณ 75 % ของปริมาณทั้งหมดที่ใช้ในประเทศ และในภาคการขนส่งเป็นภาคที่มีการใช้น้ำมันมากที่สุด ด้วยสาเหตุดังกล่าวในปัจจุบันประเทศไทยจึงให้ความสนใจในการพัฒนาและเลือกสรรเชื้อเพลิง ที่จะนำมาใช้ในยานยนต์ต่างๆ เพื่อแก้ปัญหาข้างต้น ดังนั้นจึงได้มีการพัฒนาหาเชื้อเพลิงอื่นๆ มาทดแทน เช่น LPG และแอลกอฮอล์ เป็นต้น สำหรับประเทศไทย ก๊าซธรรมชาติจึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหาเหล่านี้ โดย ปตท. เป็นผู้ริเริ่มโครงการในปี พ.ศ. 2527 ก๊าซ CNG เป็นเชื้อเพลิงอีกตัวหนึ่งที่กำลังอยู่ในขั้นศึกษาและทดสอบอยู่และคาดว่าสามารถนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทนได้ในอนาคต เนื่องจากก๊าซ CNG มีคุณสมบัติที่ดีกว่าเชื้อเพลิงตัวอื่น และยังเป็นทรัพยากรที่ขุดพบในประเทศด้วย สำหรับทางการปิโตรเลียมแห่งประเทศไทยมีโครงการที่จะทดลองใช้ก๊าซธรรมชาติอัดกับรถยนต์หรือกลุ่มรถยนต์ที่วิ่งใช้งานอยู่ตามแนวท่อก๊าซธรรมชาติ อย่างไรก็ตามการใช้ก๊าซธรรมชาติเพื่อทดแทนน้ำมันเชื้อเพลิงในรถยนต์นั้นอาจจะมีแนวโน้มบางประการคือ

1. ลักษณะของการใช้ก๊าซ CNG ในรถยนต์มุ่งที่จะพัฒนาหรือใช้ทดแทนน้ำมันเชื้อเพลิง

2. แนวทางการใช้ก๊าซ CNG ในรถยนต์นั้น ในขั้นตอนจะเริ่มในเขตกรุงเทพฯ และบริเวณใกล้เคียงก่อนทั้งนี้เพื่อความสะดวกในการตั้งสถานีบริการก๊าซ CNG อย่างไรก็ตามการที่จะตั้งสถานีบริการนั้นคงต้องพิจารณาถึงความเหมาะสมและการลงทุนเพื่อให้สอดคล้องกับลักษณะและแนวทางในการใช้ก๊าซ CNG ในรถยนต์

3. การใช้ก๊าซ CNG ในรถยนต์นั้นจะเหมาะสมกับหน่วยงานที่มีรถจำนวนมากๆ ทั้งนี้เพื่อการสะดวกในการเติมก๊าซหลังจากการใช้งานรถยนต์ในประจำวัน

4. ในการดัดแปลงรถยนต์มาใช้ก๊าซ CNG ปัจจุบันอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ดัดแปลงยังต้องสั่งซื้อจากต่างประเทศ จึงทำให้มีราคาแพง ถ้าหากต่อไปมีการใช้ก๊าซ CNG แทนน้ำมันเชื้อเพลิงให้แพร่หลายมากขึ้นราคาของอุปกรณ์ก็คงถูกลง

5. ในส่วนของรัฐบาลจะต้องให้การสนับสนุนและส่งเสริม ให้มีการนำเอาก๊าซ CNG มาใช้กันให้มากขึ้น โดยช่วยเหลือเงินทุนในการดัดแปลง หรือช่วยเหลือในด้านการลดภาษีให้แก่รถยนต์ที่ดัดแปลงมาใช้ก๊าซ CNG

3.11 ก๊าซธรรมชาติสำหรับยานยนต์ (Natural Gas for Vehicles)

ก๊าซธรรมชาติสำหรับยานยนต์ภาษาอังกฤษเรียกว่า Natural Gas Vehicles [11] หรือ เรียกย่อๆ ว่า NGV หมายถึงยานยนต์ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติอัด (Compressed Natural Gas: CNG) รูปแบบของการใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงสำหรับยานยนต์ ส่วนใหญ่เป็นก๊าซมีเทน เมื่อขนส่งก๊าซธรรมชาติมาทางท่อ จะส่งเข้าสถานีบริการ และเครื่องเพิ่มความดันก๊าซ ณ สถานีบริการจะรับก๊าซธรรมชาติที่มีความดันต่ำจากระบบท่อมาอัดเพิ่มความดันประมาณ 3,000 - 3,600 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว จากนั้น ก็จะสามารถเติมใส่ถังเก็บก๊าซของรถยนต์ต่อไป เป็นเชื้อเพลิง เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่มีก๊าซมีเทน (CH_4) เป็นองค์ประกอบหลักประมาณ 70% เป็นก๊าซที่มีน้ำหนักเบาสามารถนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงในรถยนต์แทนน้ำมันเบนซินและดีเซล ได้ดีกว่าก๊าซ LPG เพราะเผาไหม้ได้สมบูรณ์และสะอาดหมดจดกว่า มีความปลอดภัยสูง ไม่มีการสะสมบนพื้นราบจนทำให้เกิดการลุกติดไฟได้และมีปริมาณมลพิษออกปนมากับไอเสียเครื่องยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้อยมาก ยานยนต์ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติได้มีการพัฒนาและนำมาใช้ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1860 (พ.ศ. 2403) โดยชาวฝรั่งเศสชื่อ Jean Etienne Lenoir แต่ยังไม่เป็นที่นิยม จนกระทั่งในช่วงสงครามโลกครั้งที่ 2 และช่วงที่เกิดวิกฤตการณ์น้ำมันในปี ค.ศ. 1973 ซึ่งทำให้ราคาน้ำมันเพิ่มสูงขึ้น จึงส่งผลให้การใช้ก๊าซธรรมชาติในยานยนต์เริ่มแพร่หลายมากขึ้น สำหรับในต่างประเทศอย่างเช่น ญี่ปุ่น อิตาลี แคนนาดา สหรัฐอเมริกา และประเทศอื่นๆ ได้นำก๊าซธรรมชาติ NGV มาใช้กับรถยนต์กันอย่างแพร่หลายมาเป็นเวลานานแล้ว แต่สำหรับในประเทศไทยการใช้ก๊าซธรรมชาติ NGV ยังอยู่ในขอบเขตที่จำกัด โดยเฉพาะทางการปิโตรเลียมแห่งประเทศไทยได้ริเริ่มทดลองนำแก๊ส NGV มาใช้ในรถโดยสารประจำทางปรับอากาศของ ขสมก. จำนวน 82 คัน และรถยนต์นั่งส่วนบุคคลอีกกลุ่มหนึ่ง ซึ่งโครงการดังกล่าวได้รับการยอมรับและความไว้วางใจจากผู้ใช้บริการอย่างกว้างขวาง ในอนาคตอันใกล้นี้ ทางปตท. จะขยายการใช้ก๊าซธรรมชาติสำหรับยานยนต์ต่อไปโดยในขณะนี้ทางปตท. ได้ทำการศึกษาการนำระบบเชื้อเพลิงร่วม (Dual fuel) ซึ่งเป็นระบบการใช้ก๊าซธรรมชาติร่วมกับน้ำมันดีเซลกับบริษัท Alternative Fuel System ของประเทศแคนนาดา โดยทำการติดตั้งอุปกรณ์ Conversion Kit ซึ่งทำให้เครื่องยนต์สามารถใช้ได้ทั้งก๊าซธรรมชาติและน้ำมันดีเซล ช่วยให้ประหยัดค่าน้ำมันรวมทั้งลดปริมาณมลพาได้มาก

ในปัจจุบันการเลือกใช้เชื้อเพลิงที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยในยานยนต์ เช่น ก๊าซธรรมชาติกำลังได้รับการสนับสนุนมากขึ้นในหลายๆ ประเทศ อันเนื่องมาจากปัญหาคุณภาพอากาศ และปัญหาก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นทั่วโลก และด้วยคุณสมบัติทางฟิสิกส์ของก๊าซธรรมชาติ ที่ใช้ในยานยนต์พบว่ามีมลพิษ น้อยที่สุดเมื่อเทียบกับเชื้อเพลิงอื่นๆ อย่างไรก็ตาม การพัฒนาระบบควบคุมมลพิษสำหรับยานยนต์ที่ใช้ก๊าซธรรม ชาตินับว่ายังล้าหลังยานยนต์ที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิง เนื่องจากยานยนต์ที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงได้มีการพัฒนา เทคโนโลยีของเครื่องยนต์ และการปรับปรุงสูตรของน้ำมันเชื้อเพลิง เพื่อลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมานานกว่า แต่ด้วยข้อได้เปรียบทางด้านสภาพแวดล้อม ก๊าซธรรมชาติจึงเป็นทางเลือกเชื้อเพลิงหนึ่งสำหรับยานยนต์ที่จะมี การใช้แพร่หลายมากขึ้นความนิยมในการใช้ก๊าซ NGV ในต่างประเทศเพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ ปัจจุบันมีรถยนต์ใช้ก๊าซ NGV มากกว่า 1 ล้านคันแล้วทั่วโลก และพบว่ามีความปลอดภัยสูง การใช้ก๊าซ NGV ในรถโดยสารประจำทางของ ขสมก. ทั้ง 82 คัน นับเป็นจุดเริ่มต้นในการเปิดศักราชใหม่ไปสู่การใช้ก๊าซธรรมชาติในภาคการขนส่งอื่นๆต่อไปในอนาคตอันใกล้นี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 เปรียบเทียบข้อดีระหว่างก๊าซ CNG กับ ก๊าซ LPG

ข้อเปรียบเทียบ	CNG	LPG
1. ความปลอดภัย	เบากว่าอากาศเมื่อรั่วออกมาจะลอยขึ้นสู่บรรยากาศ	ปลอดภัยน้อย เนื่องจากหนักกว่าอากาศเมื่อรั่วจะสะสมอยู่ในระดับพื้นทำให้ติดไฟได้ง่าย
2. ความร้อนในการนำมาใช้	เป็นแก๊สนำไปใช้ได้เลย	เป็นของเหลวต้องทำให้เป็นก๊าซก่อนนำไปใช้
3. ประสิทธิภาพของการเผาไหม้	เผาไหม้ได้สมบูรณ์เนื่องจากมีสถานะเป็นก๊าซจึงสามารถผสมกับอากาศได้ดีกว่า	อากาศได้ดีเผาไหม้ได้สมบูรณ์สามารถผสมกับ
4. ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการเผาไหม้	เผาไหม้ได้สมบูรณ์กว่าสะอาดกว่า , ไม่มีเขม่าและไม่เกิดมลพิษ	เผาไหม้ได้สมบูรณ์ไม่มีเขม่า
5. คุณลักษณะของเชื้อเพลิง	ไม่มีสี , ไม่มีกลิ่น, แต่อาจเติมกลิ่น, ไม่เกิดผลกระทบต่อผลิตภัณฑ์, ปราศจากเขม่าและกำมะถัน	ไม่มีสี, ไม่มีกลิ่นแต่โดยทั่วไปจะเติมสารมีกลิ่นเพื่อความปลอดภัย
6. คุณสมบัติทางเคมี	มีกำมะถันน้อยมากและไม่มีวานาเดียมทำให้เกิดการกัดกร่อนอุปกรณ์น้อยกว่า	มีกำมะถันน้อยเกิดการกัดกร่อนน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าฉลาดกระบัง

ตารางที่ 3.3 เปรียบเทียบคุณสมบัติด้านความปลอดภัยของเชื้อเพลิงแต่ละประเภท

ข้อเปรียบเทียบ	ก๊าซ NGV	ก๊าซหุงต้ม	น้ำมันเบนซิน	น้ำมันดีเซล
สถานะ	เป็นก๊าซ	เป็นก๊าซและจะเก็บในรูปของเหลวที่ความดัน 7 บาร์	เป็นของเหลว	เป็นของเหลว
น้ำหนัก	เบากว่าอากาศจึงไม่มีการสะสม เมื่อเกิดการรั่วไหล	หนักกว่าอากาศจึงเกิดการสะสมซึ่งเป็นอันตราย	หนักกว่าอากาศ	หนักกว่าอากาศ
ขีดจำกัดการติดไฟ** (Flammability limit, % โดยปริมาตร)	5-15%	2.0-9.5 %	1.4-7.6 %	0.6-7.5 %
อุณหภูมิติดไฟ (Auto Ignition Temperature)	650 °C	481 °C	275 °C	250 °C

3.12 รูปแบบของเครื่องยนต์ที่ใช้กับ NGV

การนำ NGV มาใช้ทดแทนในรถยนต์ และรถบรรทุกมีอยู่ 3 แบบคือ

3.12.1 เครื่องยนต์ที่ใช้ NGV เป็นเชื้อเพลิงเพียงอย่างเดียว (Dedicated NGV Type) เป็นเครื่องยนต์ที่ออกแบบให้ใช้ก๊าซ NGV เป็นเชื้อเพลิงเพียงอย่างเดียวโดยเฉพาะโดยมีระบบการเผาไหม้เชื้อเพลิงแบบที่ต้องใช้หัวเทียนในการจุดระเบิด จะมีทั้งรถที่ผลิตออกมาจากโรงงานรถยนต์โดยตรง (OEM) และที่ทำการดัดแปลงเครื่องยนต์ภายหลัง

ตารางที่ 3.4 ข้อดีและข้อเสียของเครื่องยนต์ที่ใช้ NGV เป็นเชื้อเพลิงเพียงอย่างเดียว

ข้อดี	ข้อเสีย
1. ส่วนใหญ่ออกแบบมาจากโรงงาน มีประสิทธิภาพ/สมรรถนะดี และมีคุณภาพไอเสียดี	1. ราคาสูง
	2. ไม่มีความยืดหยุ่นในการใช้เชื้อเพลิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
62364

3.12.2 เครื่องยนต์ที่ใช้ระบบเชื้อเพลิงร่วม (Diesel Dual Fuel) เป็นเครื่องยนต์ดีเซลที่ติดตั้งอุปกรณ์ใช้ก๊าซฯและถังก๊าซ ซึ่งต้องใช้น้ำมันดีเซลร่วมกับก๊าซ NGV โดยใช้น้ำมันดีเซลเป็นตัวจุดระเบิดนำร่อง โดยมีการควบคุมการจ่ายเชื้อเพลิงทั้ง 2 ชนิด ร่วมกับอากาศที่จะนำเข้าไปในห้องเผาไหม้โดยระบบไมโครโปรเซสเซอร์เพื่อทำให้เกิดการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ สามารถใช้ก๊าซเป็นเชื้อเพลิงทดแทนน้ำมันดีเซลได้ถึง 75-80% และถ้าก๊าซหมดเครื่องยนต์ยังสามารถทำงานต่อไปได้ด้วยน้ำมันดีเซลเพียงอย่างเดียว

3.12.3 เครื่องยนต์ที่ใช้ระบบเชื้อเพลิงสองระบบ (BI-fuel) เป็นเครื่องยนต์เบนซินที่ติดตั้งอุปกรณ์ใช้ก๊าซธรรมชาติอัด ถังก๊าซเพิ่มเติม สามารถเลือกใช้เชื้อเพลิงได้ทั้ง เบนซิน และ NGV เพื่อเพิ่มความยืดหยุ่นในการใช้เชื้อเพลิง

ตารางที่ 3.5 ข้อดีและข้อเสียของเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงร่วม Diesel Dual Fuel กับ BI-fuel

ข้อดี	ข้อเสีย
1. มีความยืดหยุ่นในการใช้เชื้อเพลิง	1. ไม่สามารถปรับเครื่องยนต์ให้เหมาะสมกับ NGV ได้อย่างสมบูรณ์
2. ราคาติดตั้งอุปกรณ์ใช้ก๊าซ NGV ถูกกว่าการซื้อรถ NGV ใหม่	

3.13 การใช้ก๊าซ NGV ในโลก

ในต่างประเทศโดยเฉพาะอย่างยิ่งในทวีปยุโรปและสหรัฐอเมริกามีการใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงกันมานานนับร้อยปี โดยมีการวางท่อส่งก๊าซธรรมชาติไปตามบ้านเรือนเพื่อใช้ในการทำความร้อนในลักษณะเดียวกันกับการวาง ท่อประปา เนื่องจากเป็นประเทศหนาวและใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นก๊าซหุงต้มในครัวเรือน และการนำก๊าซธรรมชาติมาใช้เป็น เชื้อเพลิงในรถยนต์มีมากว่า 80 ปีแล้ว โดยประเทศอิตาลีเป็นประเทศแรก ซึ่งปัจจุบันมีรถยนต์ใช้ก๊าซกว่า 300,000 คัน และต่อมาความนิยมใช้ก๊าซ NGV ก็มีแพร่หลายมากขึ้นทั้งในทวีปอเมริกาเหนือ (สหรัฐอเมริกากว่าแสนคัน, แคนาดา 20,000 คัน) ในทวีปอเมริกาใต้ (เช่นประเทศอาร์เจนตินาน่ามีประมาณ 600,000 คัน) ในทวีปออสเตรเลียและนิวซีแลนด์ (ประมาณ 12,000 คัน) และในทวีปเอเชีย (มีในประเทศจีน ญี่ปุ่น เกาหลี ไต้หวัน มาเลเซีย อินโดนีเซีย อินเดีย และ ปากีสถาน) รวมถึงทวีปแอฟริกา เช่น อียิปต์ ซึ่งในปัจจุบันทั่วโลกมีรถยนต์ใช้ก๊าซธรรมชาติมากกว่า 1,000,000 คัน)

3.14 ยานยนต์ก๊าซธรรมชาติในประเทศไทย

ประเทศไทยได้มีการนำก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG) มาใช้ในยานยนต์ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2513 และเป็นที่แพร่หลายมากขึ้นในปี พ.ศ. 2523 เนื่องจากราคา LPG มีราคาถูกกว่าน้ำมัน ส่วนใหญ่จะใช้ในรถแท็กซี่และ รถสามล้อเครื่อง โดยมีการดัดแปลงเครื่องยนต์ที่นำเข้ามาจากญี่ปุ่น อย่างไรก็ตาม วิธีการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดัดแปลงยังอยู่ในขั้นพื้นฐาน และมาตรฐานทางด้านความปลอดภัยยังไม่ดีพอ รวมทั้ง กฎระเบียบในด้านความปลอดภัยยังไม่รัดกุม จึงมักก่อให้เกิดอุบัติเหตุเพลิงไหม้หรือเกิดระเบิดได้ นอกจากนี้ สถานีเติม LPG ค่อนข้างขาดแคลน เนื่องมาจาก ต้นทุนในการก่อสร้างและราคาที่ดินในกรุงเทพฯ จึงส่งผลให้ตลาดรถยนต์ที่ใช้ LPG เป็นเชื้อเพลิง ไม่ได้รับการส่งเสริมและพัฒนาเท่าที่ควร แต่ในปัจจุบันเนื่องจากราคาน้ำมันที่เพิ่มสูงขึ้น จึงมีรถแท็กซี่เปลี่ยนไปใช้ LPG เป็นเชื้อเพลิงมากขึ้นถึงร้อยละ 70 - 80 ของจำนวนแท็กซี่ที่มีอยู่ขณะนี้ประมาณ 58,000 คัน

ต่อมาองค์การขนส่งมวลชนกรุงเทพ (ขสมก.) ได้นำรถโดยสารปรับอากาศที่ใช้ก๊าซธรรมชาติอัด (Compressed Natural Gas: CNG) ยี่ห้อ BENZ และ MAN จากเยอรมัน จำนวน 82 คัน มาให้บริการแก่ประชาชนตั้งแต่เดือนตุลาคม 2536 โดยถือเป็นโครงการทดลองการใช้เชื้อเพลิงที่สะอาดและสามารถผลิตเองได้ ภายในประเทศ และหลังจากได้ดำเนินการมาระยะหนึ่งแล้ว ได้มีการประเมินผลของการใช้รถดังกล่าว โดยการ เปรียบเทียบอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง ระดับความดังของเสียงภายในห้องโดยสาร และปริมาณสารพิษ ผลการทดสอบพอจะสรุปได้ว่า รถโดยสาร CNG มีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงมากกว่ารถโดยสารที่ใช้น้ำมันดีเซลเล็กน้อย ในด้านความดังของเสียงปรากฏว่า เมื่อเทียบกันระหว่างตำแหน่งที่มีความดังของเสียงสูงที่สุด รถโดยสารที่ใช้น้ำมันดีเซลมีระดับความดังของเสียงสูงกว่ารถโดยสาร CNG (ระดับความดัง 86.4 เดซิเบล และ 80.9 เดซิเบล ตามลำดับ) ปริมาณสารมลพิษจากรถโดยสาร CNG และดีเซลในทุกความเร็วของการทดสอบ ระดับคาร์บอนมอนอกไซด์ของรถ CNG – BENZ และรถ Diesel – BENZ มีปริมาณใกล้เคียงกัน ส่วนรถ CNG – MAN มีระดับคาร์บอนมอนอกไซด์สูงกว่ารถ CNG – BENZ ในช่วงความเร็ว 10 – 60 กิโลเมตร/ชั่วโมง นอกจากนี้ยังพบว่ารถ CNG ทั้งสองยี่ห้อ มีระดับควันดำต่ำกว่ารถโดยสาร ที่ใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง อย่างเห็นได้ชัด

ปัญหาและอุปสรรคของโครงการนี้ก็คือ การขาดทุนอันเนื่องมาจากต้นทุนของรถสูงมากเมื่อเทียบกับรถดีเซล และสถานีเติมก๊าซที่สร้างขึ้นมีขนาดใหญ่เกินจำนวนรถที่มารับบริการ ทำให้มีต้นทุนสูง นอกจากนี้ยังมี ปัญหาในการเติมก๊าซของรถ ขสมก. เนื่องจากมีสถานีเติมก๊าซเพียงแห่งเดียวที่รังสิต ทำให้รถโดยสารต้องเสียเวลา เดินทางไปเติมก๊าซที่สถานีรังสิต

ในปี พ.ศ. 2537 ธนาคารโลกได้ให้ความช่วยเหลือทางวิชาการแก่กระทรวงคมนาคม และสำนักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ (สพช.) ในการว่าจ้างบริษัทที่ปรึกษาศึกษา การใช้ก๊าซธรรมชาติในยานยนต์ในเชิงพาณิชย์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดปริมาณฝุ่นละอองควันดำ (Particulate Matter: PM) ที่ออกมาจากไอเสียของยานยนต์ โดยเฉพาะในเขตกรุงเทพมหานคร ให้อยู่ในระดับที่ไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพของประชาชน โดยจะต้องลดลงร้อยละ 85 ของจำนวนฝุ่นละอองที่ออกมาในปี พ.ศ. 2536 และเพื่อศึกษาเปรียบเทียบต้นทุน ทางด้านเศรษฐศาสตร์ของรถยนต์ที่ใช้ก๊าซกับรถยนต์ดีเซล ในระดับการปล่อยมลพิษที่ใกล้เคียงกัน การศึกษานี้ได้ใช้มาตรฐานรถยนต์เครื่องดีเซลของรถโดยสาร/รถบรรทุกในระดับ 3 (Euro III) ซึ่งคาดว่าจะมีการบังคับใช้ในปี 2543 มาเปรียบเทียบต้นทุนกับรถที่จะใช้ก๊าซธรรมชาติ และผลการศึกษาได้แล้วเสร็จเมื่อกลางปี 2539

ผลการศึกษาดังกล่าวได้แนะนำว่าตลาดเป้าหมายหลักที่จะนำก๊าซธรรมชาติมาใช้ได้คุ้มค่าในเชิงพาณิชย์ ได้แก่ รถโดยสารและรถบรรทุกหนัก ซึ่งประกอบกิจการเดินรถภายในและรอบๆ จุดศูนย์กลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรุงเทพมหานคร เท่านั้น ทั้งนี้เพราะมีข้อจำกัดในด้านท่อก๊าซธรรมชาติ และเป็นแหล่งกำเนิดไอเสียที่มีปัญหากว่าพื้นที่อื่นๆ กลุ่มเป้าหมายรองลงมา ได้แก่ รถบรรทุกของ รถแท็กซี่ และรถสี่ล้อ ส่วนรถปิคอัพที่ใช้เครื่องดีเซลนั้น การศึกษานี้ แนะนำว่าการเปลี่ยนมาใช้ก๊าซจะไม่คุ้มค่าแต่ให้เปลี่ยนมาใช้เครื่องเบนซินหรือใช้ LPG จะเหมาะสมกว่า นอกจากนี้ บริษัทที่ปรึกษาได้เสนอแนวทางในการพัฒนาเพื่อให้สามารถดำเนินการด้านธุรกิจก๊าซธรรมชาติ ในยานยนต์ได้ โดยเสนอให้มีการจัดตั้งองค์กรที่สนับสนุนให้เกิดการพัฒนาเทคโนโลยี และการวิเคราะห์ตลาดก๊าซธรรมชาติ รวมทั้งควรมีการพัฒนาข้อบังคับและปรับปรุงกฎระเบียบที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้เกิดความปลอดภัย ในการใช้ก๊าซธรรมชาติ ทั้งในสถานีบริการ และในรถยนต์ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติ เป็นเชื้อเพลิง โดยโครงสร้างองค์กร ควรเป็นรูปแบบบริษัท ซึ่งการปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย (ปตท.) จะเป็นบริษัทแม่ที่เหมาะสมที่สุด และควรให้การสนับสนุนทางด้านการเงินจนกว่าธุรกิจจะมีรายได้โดยไม่ต้องรับความช่วยเหลือจากรัฐอีกต่อไป ในขณะนี้การปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย (ปตท.) ได้มีการจัดทำแผนการขยายการใช้ก๊าซธรรมชาติในยานยนต์ต่างๆ โดยในระยะแรกเป็นการดำเนินการดัดแปลงเครื่องยนต์ดีเซลเป็นระบบเชื้อเพลิงร่วม (Dual-fuel System) ซึ่งใช้ได้ทั้งน้ำมันดีเซล และก๊าซธรรมชาติ รวม 16 คัน และดัดแปลงเครื่องยนต์เบนซินเป็นระบบเชื้อเพลิงสองชนิด (Bi-fuel System) ซึ่งใช้ได้ทั้งน้ำมันเบนซินและก๊าซธรรมชาติ รวม 12 คัน ซึ่งการดัดแปลงและติดตั้งอุปกรณ์ได้แล้วเสร็จเมื่อเดือนมีนาคม 2543 และได้มีการทดสอบเครื่องยนต์บนถนนแล้ว คาดว่าจะประเมินผลการทดสอบแล้วเสร็จในเดือนสิงหาคม 2543 นอกจากนี้ ได้มีการประสานงานกับ ขสมก. และ กทม. ในการจัดทำข้อเสนอแผนงานโครงการ เพื่อรับการสนับสนุนจากกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน โดยจะนำผลการทดสอบโครงการดังกล่าว ยืนยันประโยชน์ของการใช้ก๊าซธรรมชาติ ในการลดปัญหามลพิษทางอากาศในส่วนของโครงสร้างบริการพื้นฐานการปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย (ปตท.) จะพิจารณาสร้างสถานีบริการก๊าซธรรมชาติ 6 สถานีแรก ในปี 2543 โดย 3 สถานีจะสร้างเพื่อรองรับรถโดยสารของ ขสมก. และรถเก็บขยะของกรุงเทพมหานคร ขณะนี้อยู่ระหว่างการหาสถานที่ตั้ง และอีก 3 สถานีจะสร้างที่การปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย (ปตท.) สำนักงานใหญ่ ศูนย์ปฏิบัติการชลบุรี และโรงแยกก๊าซฯ จังหวัดระยอง พร้อมกันนี้การปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย (ปตท.) ได้จัดทำแผนงานเบื้องต้นในการก่อสร้างสถานีบริการก๊าซธรรมชาติ จำนวน 30 สถานี (รวม 6 สถานีแรก) ภายในปี 2543 – 2547 เพื่อให้บริการรถโดยสาร ขสมก. รถเก็บขยะของกรุงเทพมหานคร และรถเอกชนที่จะดัดแปลงเพิ่มในอนาคต นอกจากนี้ การปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย (ปตท.) กำลังดำเนินการศึกษาความเป็นไปได้ โครงการระบบท่อจำหน่ายก๊าซธรรมชาติ รอบกรุงเทพฯ และปริมณฑล (Bangkok Ring Gas Pipeline Project) เพื่อพัฒนาโครงสร้างการบริการพื้นฐาน ในการสนับสนุนการใช้ก๊าซธรรมชาติในภาคขนส่ง รวมไปถึงภาคอุตสาหกรรม และภาคการผลิตไฟฟ้าในอนาคตอีกด้วย

3.15 เครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติกับผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

จากสภาวะที่อุณหภูมิของโลกร้อนขึ้น และประเทศต่างๆ ก็มุ่งไปสู่การลดปัญหาแก๊สเรือนกระจก และก็ให้ความสนใจเกี่ยวกับคุณภาพของอากาศในประเทศ จึงทำให้มีมาตรฐานในการกำหนดมลพิษที่ปล่อยออกมาจากเครื่องยนต์อย่างเข้มงวดมากขึ้นแต่ก็ยังไม่ดีพอ จนกว่าจะมีการนำเชื้อเพลิงที่เป็นมิตรกับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สิ่งแวดล้อมมาใช้ ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงตัวหนึ่งที่เผาไหม้สะอาดกว่าเชื้อเพลิงตัวอื่น หลายประเทศได้ส่งเสริมและสนับสนุนให้มีการใช้ยานยนต์ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิง ซึ่งเป็นเชื้อเพลิงที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ในประเทศที่มีใช้ก๊าซธรรมชาติอยู่แล้วก็มีแนวโน้มที่จะขยายให้มีใช้ให้มากขึ้นอันได้แก่ ออสเตรีย ญี่ปุ่น อินโดนีเซีย เป็นต้น ส่วนประเทศที่ยังไม่ได้เริ่มใช้รัฐบาลก็กำลังส่งเสริมให้มีการใช้ในอนาคตเช่น ไทย ฮ่องกงและสิงคโปร์ รัฐบาลในหลายประเทศที่ได้สนับสนุนให้ใช้ยานยนต์ก๊าซธรรมชาติได้มีนโยบายในการลดภาษีนำเข้าของอุปกรณ์ในการดัดแปลงเครื่องยนต์ ตลอดจนยกเว้นภาษีการค้าให้กับอุตสาหกรรมยานยนต์ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติ ปัจจุบันทั่วโลกมีการใช้เครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติประมาณ 1,250,886 คัน[12] ประเทศที่มีใช้รถยนต์ NGV มากที่สุดคือ อาร์เจนตินา อิตาลี รัสเซีย สหรัฐอเมริกา และบราซิลจากการทดสอบปริมาณการปล่อยมลสารจากไอเสียของเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงอื่นเปรียบเทียบกับก๊าซธรรมชาติของ Research and Development Institute Saibu Gas Co., Ltd. พบว่ารถยนต์NGV ปล่อย CO HC NO_x และ CO_2 น้อยกว่ารถที่ใช้น้ำมันเบนซิน โดยเฉพาะการปล่อยก๊าซไนโตรเจนออกไซด์เพียง 300 ppm [13] ในขณะที่รถเบนซินมีการปล่อยสูงถึง 1,400 ppm

ตารางที่ 3.6 เปรียบเทียบมลพิษจากไอเสียของเครื่องยนต์ที่ความเร็ว 300 รอบต่อนาที

ชนิดมลพิษ	ก๊าซธรรมชาติ (NG)	ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG)	เบนซิน (Gasoline)
คาร์บอนมอนอกไซด์ (% Vol)	0.04	0.04	0.08
ไฮโดรคาร์บอน (ppm)	1,700	1,600	2,200
ไนโตรเจนออกไซด์ (ppm)	300	900	1,400
คาร์บอนไดออกไซด์ (% Vol)	8.5	11.7	14.5

นอกจากนี้มหาวิทยาลัย West Virginia ในประเทศสหรัฐอเมริกา ได้ศึกษาเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของปริมาณมลสารจากเครื่องยนต์ CUMMINS LTA – 10 ในรถโดยสารที่ใช้ก๊าซธรรมชาติ และน้ำมันดีเซล พบว่า รถโดยสารที่ใช้ก๊าซธรรมชาติมีการปล่อยก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ไนโตรเจนออกไซด์ และฝุ่นละออง น้อยกว่ารถที่ใช้น้ำมันดีเซล โดยเฉพาะฝุ่นละอองมีค่าเฉลี่ยเพียง 0.027 g/km ในขณะที่รถดีเซลมีค่าเฉลี่ยสูงถึง 0.965 g/km อย่างไรก็ตามรถ NGV มีการปล่อยก๊าซไฮโดรคาร์บอนสูงกว่ารถดีเซล โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 5.52 g/km ในขณะที่รถดีเซลมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 1.51 g/km จากผลการศึกษาดังกล่าวข้างต้นจะพบว่าเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติ จะมีระดับการปล่อยสารพิษที่ ต่ำกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้เบนซินและดีเซล โดยเฉพาะคาร์บอนมอนอกไซด์ และไนโตรเจนออกไซด์ นอกจากนี้ ยังมี ข้อมูลสนับสนุนจาก The Australian Greenhouse Office ซึ่งเปรียบเทียบรถ NGV กับรถที่ใช้น้ำมันแก๊สโซลีนเป็นเชื้อเพลิง พบว่ารถ NGV สามารถลดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ได้ 50–80% ลดก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ได้ 60-90% ลดก๊าซไฮโดรคาร์บอนได้ 60–80% ส่วนฝุ่นละอองนั้นจะไม่ค่อยมีเลย ดังนั้น รถ NGV จึงได้รับความสนใจมากขึ้น โดยเฉพาะข้อได้เปรียบทางด้านที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.16 สถานีเติมก๊าซ NGV

มี 3 รูปแบบ ดังนี้

1. สถานีแบบที่มีท่อก๊าซ (Conventional Station) ตั้งอยู่บริเวณแนวท่อส่งก๊าซฯ สามารถจ่ายก๊าซ NGV ให้กับรถยนต์เท่านั้น

2. สถานีแบบแม่ (Mother Station) ตั้งอยู่บริเวณแนวท่อส่งก๊าซฯ สามารถจ่ายก๊าซ NGV ให้กับรถขนส่งก๊าซฯ และรถยนต์

1. สถานีแบบลูก (Daughter Station) รับก๊าซฯจากรถขนส่งก๊าซฯที่มาจากสถานีแม่ จ่ายก๊าซ NGV ให้กับรถยนต์

ปัจจุบันการปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย (ปตท.) มีสถานีเติมก๊าซ NGV รวม 21 สถานี และจะเพิ่มจำนวนสถานีเป็น 30 สถานีภายในปี 2549 เพื่อรองรับการเพิ่มขึ้นของจำนวนรถยนต์ใช้ก๊าซ NGV ในอนาคต ส่วนการขยายจำนวนรถยนต์ใช้ก๊าซ NGV การปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย (ปตท.) มีโครงการนำร่องรถแท็กซี่ใช้ก๊าซ NGV และการดัดแปลงรถยนต์ของหน่วยงานราชการโดยจะเริ่มจากรถโดยสาร ขสมก. และรถเก็บขยะของ กทม.ก่อนจากนั้นจึงขยายจำนวนไปยังรถกลุ่มอื่นต่อไป

สถานีเติมก๊าซที่ให้บริการในปัจจุบัน ได้แก่

1. สถานี NGV รังสิต อู่รถเมล์ ขสมก.
2. สถานี NGV ถนนปู่เจ้าสมิงพราย จังหวัดสมุทรปราการ
3. สถานี NGV ศรีเจริญภัณฑ์ ถนนวิภาวดีรังสิต
4. สถานี NGV กิมจีน ถนนพหลโยธิน
5. สถานี NGV สวัสดิการรถไฟ ถนนกำแพงเพชร 2
6. สถานี NGV ถนนกรุงเทพฯ-นนทบุรี
7. สถานี NGV ถนนพัฒนาการ
8. สถานี NGV ถนนพระราม 3
9. สถานี NGV ถนนประชาราษฎร์
10. สถานี NGV เพชรดีออยล์ ถนนจรัลสนิทวงศ์
11. สถานี NGV อินเตอร์ปิโตรเลียม ถนนกาญจนาภิเษก
12. สถานี NGV กัลยาปิโตรเลียม ถนนบางนา-ตราด กม.55
13. สถานี NGV หน้าโรงแยกก๊าซธรรมชาติ ปตท. ถนนสุขุมวิท จังหวัดระยอง
14. สถานี NGV เอกชัยเพิ่มทรัพย์ ถนนเอกชัย
15. สถานี NGV ถนนพหลโยธิน ขาเข้าคลองหลวง
16. สถานี NGV บางใหญ่ปิโตรเลียม
17. สถานี NGV แสงเจริญปิโตรเลียม
18. สถานี NGV ไพบูลย์ปิโตรเลียม ถนนศรีนครินทร์
19. สถานี NGV โปร73 ซอยมัยลาภ
20. สถานี NGV หลัก ถนนนิมิตรใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

21. สถานี NGV ศักดิ์ชัยเซอร์วิสออยล์ ถนนเสรีไทย

3.17 ระบบโครงสร้างพื้นฐานของยานยนต์ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติ

ปัจจัยสำคัญที่ส่งเสริมการใช้รถ NGV ก็คือ การมีระบบท่อส่งก๊าซและสถานีเติมก๊าซ โดยเฉพาะโครงสร้างพื้นฐานในการจัดตั้งสถานีเติมก๊าซซึ่งมีค่าลงทุนสูง ดังนั้น ในการจัดตั้งสถานีเติมก๊าซจึงมักคำนึงถึงการ อยู่ใกล้แหล่งที่จัดหาก๊าซธรรมชาติ หรือมีเครือข่ายระบบท่อส่งก๊าซธรรมชาติอยู่แล้ว ต้นทุนในการสร้างสถานีเติมก๊าซ สำหรับเติมรถจำนวนมากๆ จะมีค่าใช้จ่ายตั้งแต่ 250,000 – 3,000,000 เหรียญสหรัฐฯ ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับทำเลที่ตั้ง ราคาที่ดิน และปัจจัยอื่นๆ ประกอบกันระบบสถานีเติมเชื้อเพลิงยานยนต์ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติในรูปของก๊าซธรรมชาติอัด (Compressed Natural Gas: CNG) มีอยู่ 2 ระบบด้วยกัน คือ

3.17.1 Fast-fill CNG System เป็นระบบที่ออกแบบมาเพื่อให้สามารถเติมก๊าซให้กับรถได้พร้อมกันถึง 2 คัน โดยใช้เวลาเพียง 3-5 นาที ระบบนี้จะใช้คอมเพรสเซอร์ขนาดเล็กจนถึงขนาดกลาง คือ 25 ถึง 100 ลูกบาศก์ฟุต/นาที และใช้แรงดันก๊าซสูงถึง 5,000 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว โดยมีขนาดถังบรรจุก๊าซประมาณ 20,000 - 60,000 ลูกบาศก์ฟุต

3.17.2 Slow–fill CNG System เป็นระบบที่ออกแบบมาเพื่อเป็นศูนย์กลางในการเติมก๊าซให้กับรถ จำนวนมากๆ โดยใช้ระยะเวลาในการเติมประมาณ 6 - 8 ชั่วโมง (ขึ้นอยู่กับปริมาณรถที่เข้ามาเติมด้วย) ระบบนี้ ใช้คอมเพรสเซอร์แรงดันปกติทั่วไปประมาณ 3,000 – 3,600 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว และมีขนาดคอมเพรสเซอร์ ใหญ่มากประมาณ 100 – 300 ลูกบาศก์ฟุต/นาที เพื่ออัดก๊าซขึ้นสู่ถังบรรจุของรถโดยตรง

โดยทั่วไป ระบบของสถานีเติมก๊าซ จะประกอบด้วย คอมเพรสเซอร์ มอเตอร์ ระบบควบคุม และระบบช่วยอื่นๆ ปัจจุบันมีการพัฒนานำระบบไมโครคอมพิวเตอร์ มาใช้ในการควบคุมคอมเพรสเซอร์เพื่อตั้งโปรแกรมการทำงานตามที่ต้องการ และเพื่อให้คอมเพรสเซอร์มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นควรออกแบบสถานีเติมก๊าซเป็น ระบบผสมระหว่าง Fast - fill System และ Slow–fill System โดยใช้ระบบเติมเร็วในช่วงกลางวัน และใช้ระบบ เติมช้าในช่วงกลางคืนซึ่งเป็นช่วงที่มีการใช้ไฟฟ้าต่ำจะเป็นการช่วยลดต้นทุนในการดำเนินงานลง จากข้อมูลของ The International Association for Natural Gas Vehicles (IANGV) เมื่อเดือน ธันวาคม 2542 แสดงสถิติข้อมูลจำนวนสถานีเติมก๊าซทั่วโลกมีประมาณ 3,535 สถานี โดยสหรัฐอเมริกามีสถานี เติมก๊าซมากที่สุด จำนวน 1,287 สถานี รองลงมาคือ อาร์เจนตินา 744 สถานี อิตาลี 308 สถานี แคนาดา 222 สถานี และสหภาพโซเวียตเดิม 187 สถานี สำหรับประเทศไทยในขณะนี้มีเพียงสถานีเดียวอยู่ที่รังสิต

3.18 ราคาก๊าซ NGV

โดยทั่วไปก๊าซ NGV จะมีราคาต่ำกว่าน้ำมันเบนซิน สำหรับประเทศไทยราคาก๊าซ NGV ได้ถูกกำหนดโดยการปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย (ปตท.) โดยอิงกับราคาขายปลีกน้ำมันดีเซล ซึ่งปัจจุบันจะจำหน่ายที่ระดับราคา 50% ของน้ำมันดีเซล และหากเทียบเท่ากับราคาน้ำมัน เบนซินแล้ว จะอยู่ในระดับประมาณ 40% ของราคาน้ำมันเบนซิน ถูกกว่าราคาก๊าซหุงต้ม (LPG) ที่มีการชดเชยจากรัฐบาลเต็มที่ประมาณ 20% อย่างไรก็ตามเป็นที่แน่ชัดแล้วว่ารัฐบาลคงจะต้องลดการอุดหนุนการ ชดเชยราคาขายก๊าซ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หุงต้ม ซึ่งจะมีผลให้ ราคา NGV จะต่ำกว่าราคาก๊าซหุงต้ม ประมาณ 50% ถ้าหากรัฐบาลยกเลิกการชดเชยในอนาคต

ตารางที่ 3.7 อัตราการสิ้นเปลืองและค่าใช้จ่ายของเชื้อเพลิงแต่ละประเภท

เชื้อเพลิง	ปริมาณ	ผลการทดสอบไปได้ระยะทาง	ราคา (บาท)	ค่าใช้จ่ายต่อกิโลเมตร (บาท)
เบนซิน 91	1 ลิตร	11 ก.ม.	25.94	2.36
เบนซิน 95	1 ลิตร	11 ก.ม.	26.74	2.43
LPG	1 ลิตร	7.5 ก.ม.	16.81	2.24
NGV	1 กิโลกรัม	10 ก.ม.	8.50	0.85

หมายเหตุ: ราคาขายปลีก ณ วันที่ 8 มีนาคม 2549

3.19 ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งอุปกรณ์ใช้ก๊าซธรรมชาติ

ปัจจุบันอุปกรณ์ใช้ก๊าซธรรมชาติต้องนำเข้าจากต่างประเทศ เพราะยังไม่มีผู้ผลิตในประเทศ จึงมีราคาค่อนข้างสูง ซึ่งอุปกรณ์ใช้ก๊าซฯ ระบบ Diesel Dual Fuel มีราคาประมาณ 350,000 บาท และอุปกรณ์ใช้ก๊าซฯ ระบบ Bi-Fuel มีราคาประ มาณ 30,000 บาท อย่างไรก็ดี การปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย (ปตท.) ได้ประสานงานกระทรวงการคลังในการขอยกเว้น รวมทั้งลดหย่อนอากรนำเข้าอุปกรณ์ดังกล่าว และประสานงานกับสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน (BOI) ให้การสนับสนุนโดยให้สิทธิประโยชน์แก่ผู้ลงทุน / ประกอบการในธุรกิจที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์ต่างๆ ทั้งในรถยนต์ใช้ก๊าซ และสถานีบริการก๊าซ ซึ่งจะทำให้ราคาอุปกรณ์ดัง กล่าวต่ำลงในอนาคต นอกจากนี้เนื่องจากราคาก๊าซ NGV ซึ่งมีราคาถูกกว่าเชื้อเพลิงอื่น ๆ มากจึงทำให้รถที่มีการวิ่งใช้งาน มาก ๆ เช่น รถแท็กซี่ รถโดยสาร ขสมก. มีความคุ้มค่าต่อการลงทุนดัดแปลง

3.20 การพัฒนายานยนต์ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติ

อุตสาหกรรมการผลิตเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติในช่วงที่ผ่านมา จึงมีการดำเนินการใน 2 ลักษณะ คือ อุตสาหกรรมการผลิตเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติโดยเฉพาะ และอุตสาหกรรมการดัดแปลงเครื่องยนต์ที่ใช้ เบนซินหรือดีเซลมาเป็นเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นการดัดแปลงเครื่องยนต์มากกว่าผลิต ขึ้นใหม่ แต่ในปัจจุบันมีการผลิตเครื่องยนต์และโครงรถที่ใช้ก๊าซธรรมชาติโดยเฉพาะมากขึ้น ซึ่งมีตั้งแต่รถบรรทุก ขนาดเล็ก รถโดยสาร ไปจนถึงรถบรรทุกขนาดใหญ่ ในปัจจุบันมีผู้ผลิตอุปกรณ์ดัดแปลงและเครื่องยนต์ที่ใช้ ก๊าซธรรมชาติไม่มากนัก ได้แก่ Volvo, Caterpillar, Cummins, MAN, Daimler – Chrysler (Mercedes Benz), Scania และ Renault เครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติมีระบบการควบคุมเชื้อเพลิงโดยอาศัยหลักการเดียวกับระบบของ เครื่องยนต์เบนซิน ซึ่งมีการพัฒนามาตั้งแต่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบที่ใช้คาบูเรเตอร์ จนถึงระบบหัวฉีดซึ่งควบคุมด้วยระบบดิจิตอล อย่างไรก็ตาม การพัฒนาระบบควบคุมเชื้อเพลิงที่ใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นระบบหัวฉีดยังล้าหลังเครื่องยนต์ เบนซิน โดยเพิ่งจะมีผู้ผลิตเพียง 2-3 ราย ที่เริ่มดัดแปลงมาใช้ระบบหัวฉีด และเนื่องจากก๊าซธรรมชาติ มีความหนาแน่นต่ำกว่าน้ำมันเชื้อเพลิง ดังนั้น จึงยังต้องมีการปรับปรุงแก้ไขในเรื่องของกำลังเครื่องยนต์ที่ลดลงในด้านต้นทุนการผลิตรถ NGV จะสูงกว่าต้นทุนการผลิตรถที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิง จึงทำให้ตลาดรถ NGV ถูกจำกัด ต้นทุนในการดัดแปลงรถ จะขึ้นอยู่กับเทคโนโลยีที่ใช้ ขนาดของรถและถังบรรจุก๊าซ โดยรถยนต์ ขนาดเล็กจะมีต้นทุนในการดัดแปลงตั้งแต่ 900 – 3,500 เหรียญสหรัฐฯ ส่วนรถโดยสารจะมีต้นทุนตั้งแต่ 14,000 – 40,000 เหรียญสหรัฐฯ สำหรับต้นทุนในการผลิตรถใหม่ จะมีปัญหาเรื่องราคาวัตถุดิบและปริมาณการผลิตที่มีจำนวนน้อย การลดต้นทุนการผลิตโดยการเพิ่มปริมาณการผลิตให้มากขึ้น จะทำได้ต่อเมื่อสามารถขยายตลาด NGV ได้มากขึ้น โดยรัฐบาลในแต่ละประเทศที่ส่งเสริมให้มีการใช้รถ NGV เพื่อลดปัญหามลพิษทางอากาศจะ ต้องให้การสนับสนุนในรูปของเงินอุดหนุน หรือในรูปของภาษี หรือส่วนลดในการซื้ออุปกรณ์การผลิต หรือ อุปกรณ์ดัดแปลงต่างๆ เพื่อช่วยลดต้นทุนในการดำเนินงานลง ซึ่งจะส่งผลให้มีการลงทุนในอุตสาหกรรมรถ NGV เพิ่มมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ระบบจ่ายเชื้อเพลิง

4.1 ระบบจ่ายเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติ

ในปัจจุบันมีการดัดแปลงยานพาหนะให้ใช้เชื้อเพลิงชนิดที่สองนอกจากเชื้อเพลิงหลักและสามารถเลือกใช้ชนิดใดก็ได้ตามต้องการ ในการทดสอบนี้เราจะกล่าวถึงเฉพาะเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติอัดสามารถใช้ได้ทั้งในเครื่องยนต์ที่ใช้ระบบจุดระเบิดด้วยประกายไฟ และที่ใช้กับเครื่องยนต์ที่จุดระเบิดด้วยการอัด ส่วนระบบที่ได้รับความนิยมสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท

4.1.1 เครื่องยนต์ที่ใช้ระบบจุดระเบิดด้วยประกายไฟมี 2 ระบบ

4.1.1.1. ระบบดูดก๊าซ (Fumigation System) ซึ่งจะมีอุปกรณ์ผสมก๊าซและอากาศ (Gas Mixer) ทำหน้าที่ผสมอากาศที่เครื่องยนต์ดูดเข้าไปกับก๊าซธรรมชาติในอัตราส่วนที่เหมาะสมกับการเผาไหม้ก่อนที่จะจ่ายเข้าเครื่องยนต์ อุปกรณ์หลัก ๆ ประกอบด้วยอุปกรณ์ผสมก๊าซและอากาศ (Gas Mixer) ซึ่งจะทำการจ่ายเชื้อเพลิงเข้าผสมกับอากาศจากแรงดันที่ลดลงเมื่ออากาศไหลผ่านคอคอด ภายในอุปกรณ์ผสมก๊าซและอากาศ ปริมาณการจ่ายเชื้อเพลิงจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงตามความเร็วอากาศที่เข้าสู่เครื่องยนต์หรือก็คือขึ้นกับความเร็วรอบของเครื่องยนต์ โดยก่อนที่ก๊าซจะไหลเข้าสู่เครื่องยนต์จะผ่านอุปกรณ์ที่เรียกว่าหม้อต้มหรืออุปกรณ์ปรับความดันก๊าซ(Pressure Regulator) เป็นอุปกรณ์ที่จะลดความดันก๊าซจากถังก๊าซให้อยู่ในระดับที่จะใช้งานในเครื่องยนต์ โดยในการทดลองจะทำการลดความดันลงจนเท่ากับความดันบรรยากาศ เนื่องจากเมื่อลดความดันก๊าซแล้ว ก๊าซจะเย็นลงจนอาจจะทำให้เกิดน้ำแข็งเกาะหม้อต้มหรืออุดตันทางไหลของก๊าซได้ จึงต้องใช้น้ำที่ระบายความร้อน จากเครื่องยนต์มาอุ่น คนทั่วไปจึงเรียกอุปกรณ์ลดความดันนี้ว่า หม้อต้ม ในการใช้งานจริงอาจมีอุปกรณ์เพื่อทำหน้าที่ตัดต่อระบบเชื้อเพลิงที่ใช้ ซึ่งก็คือสวิทช์เลือกชนิดเชื้อเพลิง แต่สมรรถนะของเครื่องยนต์จะลดลง นอกจากนี้ อาจเกิดปัญหาการเผาไหม้ย้อนกลับ (Back Fire) ซึ่งอาจเกิดความเสียหายได้ สามารถแบ่งย่อยเป็นอีก 2 แบบดังนี้

4.1.1.2. แบบวงจรเปิด ก๊าซที่จ่ายจะเข้าไปผสมกับอากาศที่บริเวณท่อร่วมไอดี โดยอาศัยแรงดูดจากอากาศที่ป้อนเข้าสู่ห้องเผาไหม้ ทั้งนี้ปริมาณก๊าซที่จ่ายจะขึ้นอยู่กับการปรับตั้งสกรูปรับก๊าซหรือวาล์วจ่ายก๊าซที่ผู้ติดตั้งทำการปรับแต่ง ซึ่งซึ่งจะทำให้ไม่สามารถควบคุมประสิทธิภาพการเผาไหม้ของก๊าซให้สมบูรณ์ได้ในทุกช่วง

4.1.1.3 แบบวงจรปิด คล้ายกับอุปกรณ์ในระบบเปิด แต่นอกจากนี้ยังประกอบด้วยชุดควบคุมอิเล็คทรอนิคส์ (Electronic Control Unit) ชุดควบคุมการจ่ายก๊าซ (Actuator) ตัวตรวจวัดตำแหน่งปีกผีเสื้อ (Throttle Position Sensor)และตัวตรวจวัดออกซิเจน (Oxygen Sensor) แบบวงจรนี้จะควบคุมส่วนผสมแบบใช้อากาศพอดีสำหรับการเผาไหม้ (Lambda =1)ทำให้เกิดการเผาไหม้ของก๊าซสมบูรณ์ ทั้งนี้ปริมาณก๊าซที่จ่ายไปผสมกับอากาศที่บริเวณท่อไอดีจะถูกควบคุมโดยชุดควบคุมการจ่ายก๊าซ ซึ่งจะมีชุดควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อิเล็คทรอนิคส์ควบคุมการเปิด-ปิดของโซลินอยล์วาล์วอีกทีหนึ่ง ปริมาณก๊าซที่จ่ายจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณออกซิเจนที่เหลือจากการเผาไหม้ในท่อไอเสียโดยใช้ตัวตรวจวัดออกซิเจนและตำแหน่งการเปิดปิดของปีกผีเสื้อมาประมวลผลการจ่ายปริมาณก๊าซให้เหมาะกับการทำงานของเครื่องยนต์ตามสภาวะการขับขี่ต่างๆ

4.1.2 ระบบหัวฉีด(Injection system) ประกอบด้วยชุดอุปกรณ์ซึ่งส่วนใหญ่จะคล้ายกับเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติแบบระบบดูด อันได้แก่ ชุดควบคุมอิเล็คทรอนิคส์ (Electronics Control Unit) อุปกรณ์ปรับความดันก๊าซ (Pressure Regulator) อุปกรณ์ปรับเวลาการจุดระเบิดของเครื่องยนต์ (Timing Advancer) สวิตช์เลือกชนิดเชื้อเพลิง ถังบรรจุก๊าซ (CNG Cylinder) ชุดจ่ายก๊าซ(Gas Distributor)ตัวตรวจวัดออกซิเจน (Oxygen Sensor) และตัวตรวจวัดตำแหน่งของปีกผีเสื้อ (Throttle Position Sensor) แต่ในการทดลองนี้เราทำการทดสอบกับเครื่องยนต์สูบเดียวจึงทำการดัดแปลงจากการติดตั้งที่ลิ้นปีกผีเสื้อมาไว้ที่คาร์บูเรเตอร์ และควบคุมส่วนผสมแบบใช้อากาศพอดี สำหรับการเผาไหม้ (Lambda =1) แบบวงจรปิด (Close Loop) ซึ่งจะจ่ายก๊าซให้พอดีกับอากาศโดยชุดควบคุมอิเลคทรอนิคส์รับสัญญาณมาจากตัวตรวจวัดออกซิเจน (วัดปริมาณออกซิเจนที่เหลือจากการเผาไหม้ในท่อไอเสีย) ตัวตรวจวัดตำแหน่งของปีกผีเสื้อและตัวตรวจวัดอื่นๆทำการประมวลผลควบคุมการเปิด-ปิดของหัวฉีดก๊าซปล่อยก๊าซออกไป ให้เหมาะสมกับปริมาณอากาศทุกสภาวะการทำงานของเครื่องยนต์ และเกิดการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ ระบบนี้ใช้กับเครื่องยนต์ที่จ่ายน้ำมันเบนซินด้วยหัวฉีด (EFI)

4.2 เครื่องยนต์ที่ใช้ระบบจุดระเบิดด้วยการอัด

4.2.1 รถยนต์ใช้ก๊าซ NGV เป็นเชื้อเพลิงอย่างเดียว (Dedicated NGV) ส่วนใหญ่ผลิตจากโรงงานโดยตรง หรือปรับเปลี่ยนจากเครื่องยนต์ดีเซลเดิม

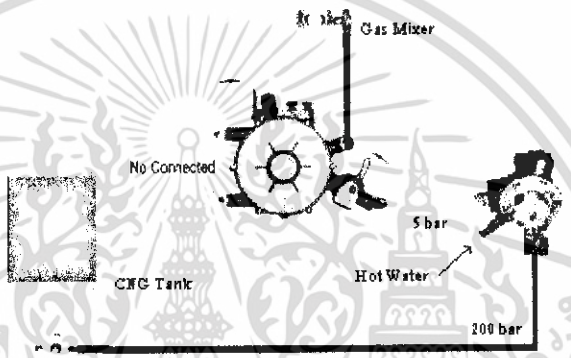
4.2.2 รถยนต์ใช้ NGV ระบบเชื้อเพลิงร่วม (Dual Fuel System, DDF) ซึ่งเป็นระบบ ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติร่วมกับน้ำมันดีเซล หรือใช้น้ำมันดีเซลอย่างเดียว อัตราส่วนก๊าซธรรมชาติต่อน้ำมันดีเซลจะขึ้นอยู่กับเครื่องยนต์นั้นๆ ประสิทธิภาพของอุปกรณ์ก๊าซ และคุณภาพของก๊าซที่ใช้ โดยทั่วไป สามารถใช้อัตราส่วนก๊าซธรรมชาติต่อน้ำมันดีเซลได้ร้อยละ 30 ถึง 70 ระบบนี้สามารถเลือกใช้น้ำมันดีเซลอย่างเดียวหรือใช้เชื้อเพลิงร่วมก็ได้โดยการปรับสวิตช์เลือกใช้เชื้อเพลิงเท่านั้น แบ่งเป็น 2 แบบ คือ

4.2.2.1 แบบดูดก๊าซ (Fumigation) ที่มีระบบควบคุมแบบธรรมดาหรือ Mechanic Control มีหลักการทำงานคือ ก๊าซธรรมชาติความดันสูงจากถังบรรจุไหลผ่านมายังอุปกรณ์ลดความดัน จ่ายก๊าซไปผสมกับอากาศ ที่บริเวณท่อร่วมไอดี โดยใช้อุปกรณ์ผสมก๊าซกับอากาศ (Gas Mixer) และผ่านเข้าห้องเผาไหม้ปริมาณการจ่ายก๊าซ จะขึ้นอยู่กับการปรับตั้งสกรูปรับก๊าซ ขณะเดียวกันก็จ่ายน้ำมันดีเซลเข้าห้องเผาไหม้เพื่อจุดระเบิดนำการเผาไหม้ของก๊าซธรรมชาติ จากผลการทดสอบในภาคสนามของรถยนต์ดีเซลขนาดเล็ก (Light Duty Diesel) ที่ติดตั้งอุปกรณ์ชนิดนี้ ซึ่งใช้ก๊าซธรรมชาติในประเทศไทย โดยเฉลี่ยจะให้อัตราส่วนก๊าซธรรมชาติต่อน้ำมันดีเซล เท่ากับ 50 : 50 สามารถจะหยัดค่าใช้จ่ายประมาณร้อยละ 25-30 และช่วยลดปริมาณควันดำลงด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2.2 แบบดูดก๊าซ (Fumigation) ที่มีระบบควบคุมแบบวงจรปิด โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ควบคุมการจ่ายก๊าซและน้ำมันดีเซล โดยใช้อุปกรณ์ควบคุมอิเลคทรอนิคส์ (Electronic Control Unit) หลักการทำงานคล้ายๆ กับแบบธรรมดา แต่จะสามารถป้อนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ไปควบคุมการจ่ายก๊าซให้เหมาะสมกับปริมาณอากาศที่เข้าห้องเผาไหม้และ ปรับการจ่ายน้ำมันดีเซลที่ปั๊มเพื่อให้อัตราส่วนก๊าซธรรมชาติต่อน้ำมันดีเซลเหมาะสมสำหรับการเผาไหม้ที่สภาวะการทำงานต่างๆ ของเครื่องยนต์ ทั้งนี้ประสิทธิภาพการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงร่วมจะขึ้นอยู่กับการออกแบบโปรมแกรมควบคุมและการปรับตั้งอัตราส่วนผสมก๊าซธรรมชาติและน้ำมันดีเซล ระบบนี้จะสามารถหยัดค่าใช้จ่ายและช่วยลดปริมาณควันดำลงเช่นกัน

4.3 ระบบจ่ายเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติสำหรับเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติระบบดูด

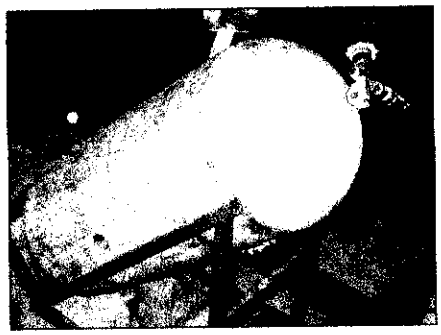


รูปที่ 4.1 ส่วนประกอบของระบบจ่ายเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติระบบดูด

ในระบบจ่ายเชื้อเพลิงประกอบด้วยอุปกรณ์ที่สำคัญต่าง ๆ ดังนี้ คือ ถังบรรจุเชื้อเพลิงแก๊สธรรมชาติ อุปกรณ์ลดแรงดัน และ ท่อจ่ายเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติ

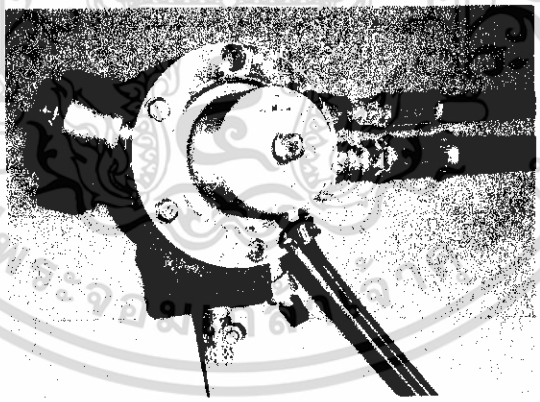
4.3.1 ถังบรรจุเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติ ถังที่ใช้บรรจุเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติอัด ที่ใช้สำหรับยานยนต์โดยทั่วไปจะแบ่งออกเป็น 2 ชนิดด้วยกัน คือถังบรรจุที่ทำมาจากวัสดุเหล็กหรืออลูมิเนียมและอีกประเภทหนึ่งทำมาจากวัสดุจำพวกพลาสติกและมีการเสริมวัสดุใยแก้วด้วยเพื่อเพิ่มความทนทานของถังบรรจุเชื้อเพลิง ก๊าซธรรมชาติทุกใบได้ผ่านกระบวนการการทดสอบคุณสมบัติด้านความปลอดภัยมาแล้วก่อนที่จะนำมาใช้งานจริงทำให้มีความปลอดภัยสูงสุดในการนำมาใช้งานและถังที่นำมาใช้นี้เป็นถังบรรจุที่ทำมาจากเหล็กขนาด 75 ลิตร สามารถบรรจุก๊าซธรรมชาติอัดได้ 20 ลิตรน้ำ แล้วยังสามารถทนแรงดันในการอัดก๊าซธรรมชาติได้ถึง 6000 PSI และถังนี้มีแรงดันภายใน ประมาณ 200 bar

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



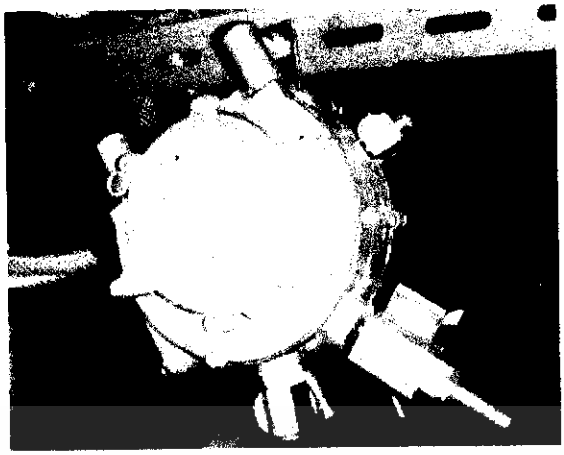
รูปที่ 4.2 ถังบรรจุเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติ

4.3.2 อุปกรณ์ลดแรงดัน (Pressure regulator) อุปกรณ์ลดแรงดันตัวนี้ หรือที่เรียกกันโดยทั่วไปว่า "หม้อต้ม" มีหน้าที่ในการลดแรงดันของก๊าซธรรมชาติจาก 200 bar ให้เหลือแรงดันเท่ากับ 1 bar เท่าความดันบรรยากาศ ซึ่งในการลดจะลดภายใน 2 ขั้นตอน ขั้นตอนแรกจะลดความดันจากถังประมาณ 200 bar ให้เหลือประมาณ 5 bar และในขั้นตอนการลดที่สอง จะลดความดันที่ประมาณ 5 bar ลงเหลือ 1 bar เท่าความดันบรรยากาศ และในการเปิดให้ก๊าซไหลจากถังเข้าสู่อุปกรณ์ลดแรงดันจะมีตัวโซลินอยล์วาล์วคอยควบคุม โดยต่อกับแบตเตอรี่ 12 โวลต์ ซึ่งการลดความดันที่มีค่าสูง ๆ ให้เหลือค่าความดันต่ำ ๆ จะทำให้เชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติมีอุณหภูมิเย็นจัดซึ่งอาจจะส่งผลต่อการสันดาปของเครื่องยนต์ได้ดังนั้นจึงมีการออกแบบให้มีน้ำหล่อเย็นจากเครื่องยนต์ไหลเข้ามาภายในหม้อต้มเพื่อแลกเปลี่ยนความร้อนกันระหว่างเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติกับน้ำหล่อเย็นซึ่งทำให้เชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติมีอุณหภูมิเหมาะสมที่จะนำไปใช้งาน



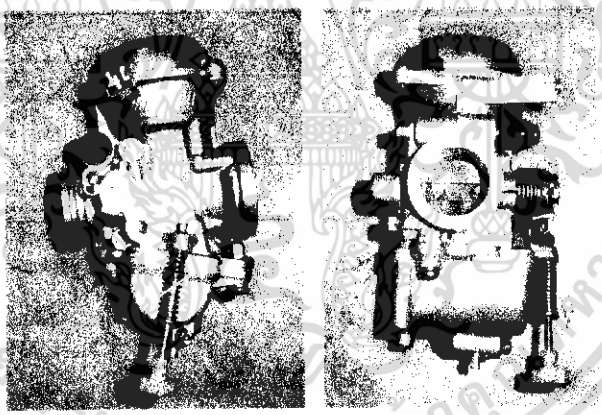
รูปที่ 4.3 อุปกรณ์ลดความดันของเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติอัดขั้นตอนแรก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 อุปกรณ์ลดความดันของเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติอัดขั้นตอนที่สอง

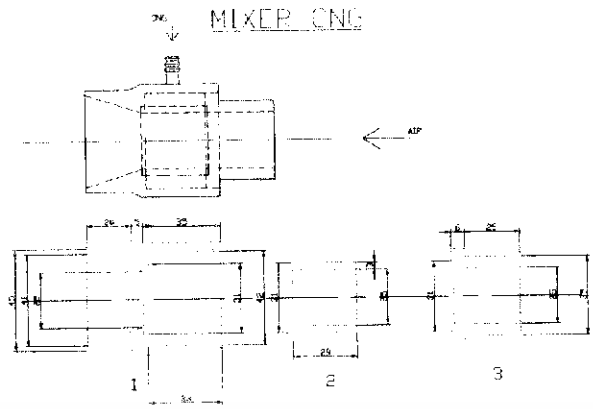
4.3.3 เรือนลิ้นเร่ง (Throttle body) เรือนลิ้นเร่งจะประกอบไปด้วยอุปกรณ์ที่สำคัญๆ คือ ลิ้นเร่ง มีหน้าที่ในการควบคุมปริมาณอากาศที่ไหลเข้ากระบอกสูบของเครื่องยนต์ ซึ่งจะเป็นตัวควบคุมความเร็วของเครื่องยนต์ อุปกรณ์ต่อมาก็คือ สกรูปรับแต่งรอบเดินเบา มีหน้าที่เปิดให้อากาศไหลเข้ากระบอกสูบโดยไม่ต้องผ่านลิ้นเร่ง เนื่องจากขณะเครื่องยนต์เดินเบาลิ้นเร่งจะปิดอยู่ จึงจำเป็นต้องมีช่องทางพิเศษอื่นให้อากาศไหลเข้ากระบอกสูบ เพื่อให้เครื่องยนต์เดินเบาได้ไม่ดับสามารถปรับได้โดยสกรูตัวนี้



รูปที่ 4.5 ตัวเรือนลิ้นเร่งของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติ

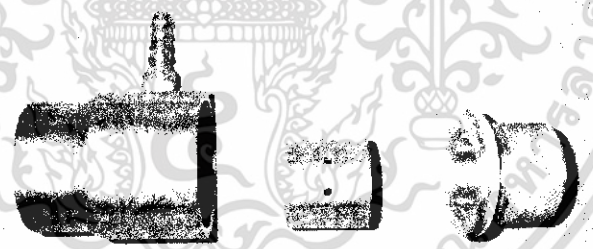
4.3.4 ก๊าซมิกเซอร์ (Gas mixer) อุปกรณ์ผสมก๊าซกับอากาศ ใช้หลักความแตกต่างของความดันอากาศที่ไหลผ่านคอคอด มิกเซอร์จะดูดก๊าซออกมาผสม ก๊าซมิกเซอร์สามารถเปลี่ยนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางรูทางเข้าของอากาศได้ทั้งหมด 4 ขนาด คือ 12 16 20 25 มิลลิเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 แบบภายในก๊าซมิกเซอร์

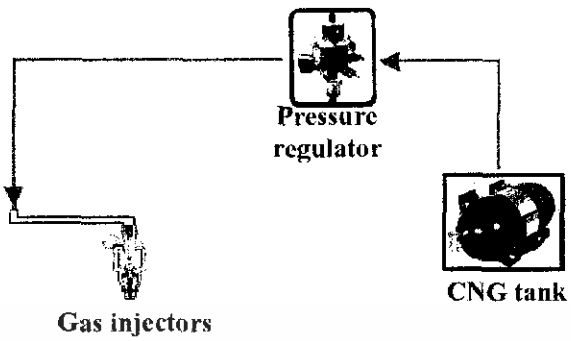
รูปที่ 4.7 ก๊าซมิกเซอร์ เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 16 มิลลิเมตร



รูปที่ 4.8 ก๊าซมิกเซอร์ เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 25 มิลลิเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ระบบจ่ายเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติสำหรับเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติระบบหัวฉีด



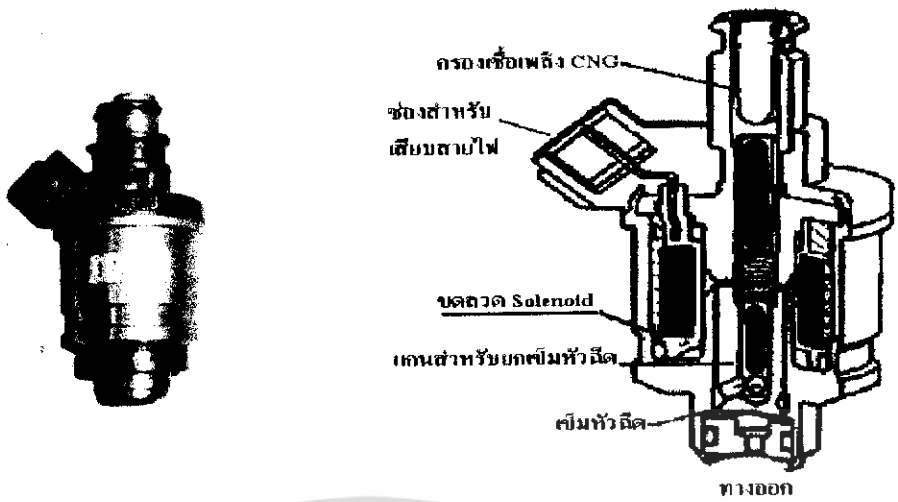
รูปที่ 4.9 ส่วนประกอบของระบบจ่ายเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติ

ในระบบจ่ายเชื้อเพลิงประกอบด้วยอุปกรณ์ที่สำคัญต่าง ๆ ดังนี้ คือ ถังบรรจุเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติ อุปกรณ์ลดแรงดัน ท่อจ่ายเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติ และหัวฉีดก๊าซธรรมชาติ

4.4.1 หัวฉีดเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติ (Gas injectors) ในเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติจะมีหัวฉีดก๊าซสูบละ 1 ตัวสำหรับทำหน้าที่ฉีดเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติเข้าไปผสมกับอากาศในท่อไอดี หัวฉีดก๊าซธรรมชาติที่ใช้นี้เป็นหัวฉีดแบบแม่เหล็กไฟฟ้าเหมือนกับหัวฉีดในเครื่องยนต์แก๊สโซลีนบังคับการปิดเปิดของหัวฉีดด้วยโซลินอยล์ไฟฟ้าซึ่งได้รับสัญญาณไฟฟ้ามาจากกล่องควบคุมอิเล็กทรอนิกส์

รูปที่ 4.10 การติดตั้งหัวฉีดก๊าซธรรมชาติที่ท่อไอดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.11 หัวฉีดเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติและส่วนประกอบ

เชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติที่ไหลมาจากท่อจ่ายเข้าไปยังหัวฉีดโดยผ่านกรองลงไปยังเข็มหัวฉีดที่ปลายของหัวฉีด ซึ่งในตำแหน่งที่ยังไม่ทำงานเข็มหัวฉีดจะถูกสปริงดันให้แนบสนิทอยู่กับบ่าลิ้นไม่ให้เชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติไปไหลออกไปได้ เมื่อมีสัญญาณไฟฟ้าจากกล่องควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ป้อนเข้าไปที่ขดลวดโซลินอยล์ในหัวฉีดทำให้เกิดสนามแม่เหล็กรอบขดลวดตัวอาร์เมเจอร์และถูกดูดให้เลื่อนขึ้น เข็มหัวฉีดซึ่งติดอยู่กับตัวอาร์เมเจอร์ก็จะยกตัวขึ้นจากบ่าลิ้น เชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติที่มีแรงดันประมาณ 2.5-2.6 bar ถูกฉีดออกมาจากหัวฉีดในลักษณะที่เป็นก๊าซ ส่วนปริมาณเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติที่ฉีดออกมาจะมากหรือน้อยก็ขึ้นอยู่กับระยะเวลาในการป้อนสัญญาณไฟฟ้าเข้าขดลวดโซลินอยล์ของหัวฉีด ในการปิดเปิดของเข็มหัวฉีดจะมีความไวสูงมากประมาณ1-1.5 มิลลิเสค. เนื่องจากเข็มหัวฉีดมีระยะการยกขึ้นน้อยมากประมาณ 0.1 มิลลิเมตร. ดังนั้นการฉีดของหัวฉีดจึงมีความเที่ยงตรงและแม่นยำสูง

ระบบประจุอากาศของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติเครื่องนี้ประกอบด้วยอุปกรณ์ที่สำคัญดังนี้คือ กรองอากาศ เรือนลิ้นเร่ง ท่อรวมไอดี ท่อไอดี และตัวตรวจจับสุญญากาศ

กรองอากาศในระบบประจุอากาศนี้จะทำหน้าที่เหมือนกับกรองอากาศของเครื่องยนต์ทั่วไป คือ กรองฝุ่นละอองออกจากอากาศที่ไหลเข้าไปในกระบอกสูบ กรองอากาศควรได้รับการทำความสะอาดอยู่เสมอ หากกรองอากาศเกิดการอุดตันอาจจะทำให้เครื่องยนต์สตาร์ทติดยาก

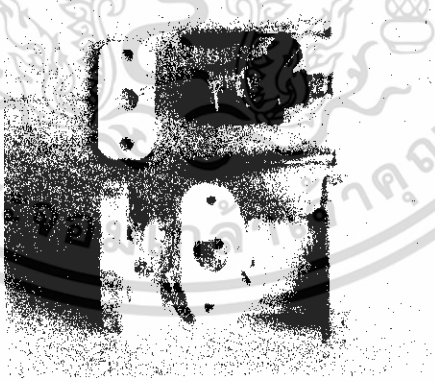
4.4.2. เรือนลิ้นเร่ง (Throttle body) เรือนลิ้นเร่งจะประกอบไปด้วยอุปกรณ์ที่สำคัญๆ คือ ลิ้นเร่ง มีหน้าที่ในการควบคุมปริมาณอากาศที่ไหลเข้ากระบอกสูบของเครื่องยนต์ ซึ่งจะเป็นตัวควบคุมความเร็วของเครื่องยนต์ อุปกรณ์ต่อมาก็คือ สกรูปรับแต่งรอบเดินเบา มีหน้าที่เปิดให้อากาศไหลเข้ากระบอกสูบโดยไม่ต้องผ่านลิ้นเร่ง เนื่องจากขณะเครื่องยนต์เดินเบาลิ้นเร่งจะปิดอยู่ จึงจำเป็นต้องมีช่องทางพิเศษอื่นให้อากาศไหลเข้ากระบอกสูบ เพื่อให้เครื่องยนต์เดินเบาได้ไม่ดับสามารถปรับได้โดยสกรูตัวนี้ และอุปกรณ์ตัวสุดท้ายที่ติดตั้งอยู่กับเรือนลิ้นเร่งคือ ตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่ง เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ บอกตำแหน่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเปิดของลิ้นเร่งเป็นสัญญาณไฟฟ้าป้อนให้กับกล่องควบคุมอิเล็กทรอนิกส์เพื่อเพิ่มระยะเวลาในการฉีดเชื้อเพลิงหรือตัดสัญญาณการฉีดของหัวฉีด

รูปที่ 4.12 ตัวเรือนลิ้นเร่งของเครื่องยนต์หัวฉีดเชื้อเพลิงแก๊สธรรมชาติ

4.4.3 ท่อร่วมไอดี (Manifold) ท่อร่วมไอดีมีหน้าที่ในการป้องกันการกระเพื่อมของอากาศภายในระบบ เนื่องจากอากาศถูกดูดเข้ากระบอกสูบเป็นช่วงๆ ตามจังหวะการทำงานของเครื่องยนต์ทำให้ต้องออกแบบท่อร่วมไอดีให้มีขนาดใหญ่เพื่อป้องกันการกระเพื่อมของอากาศ หากออกแบบท่อร่วมไอดีให้มีขนาดเล็ก อากาศที่ถูกดูดผ่านระบบประจุอากาศจะมีลักษณะเป็นคลื่นส่งผลทำให้ความดันภายในท่อร่วมไอดีมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาทำให้ตัวตรวจจับสุญญากาศที่ควบคุมการทำงานด้วยความดันมีความผิดพลาดไปได้ในการวัดค่าความดัน

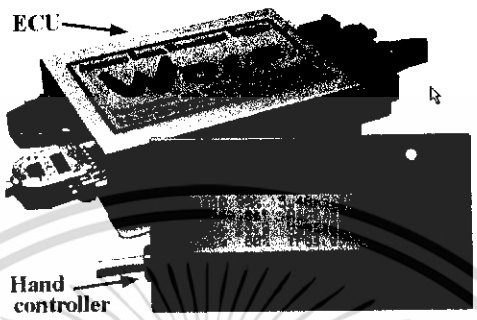


รูปที่ 4.13 ท่อร่วมไอดีของเครื่องยนต์หัวฉีดเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติ

4.4.4 กล่องควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Computer Control) อุปกรณ์ชุดนี้ทำหน้าที่ในการควบคุมจังหวะและระยะเวลาในการฉีดเชื้อเพลิงให้ได้อัตราส่วนผสมระหว่างเชื้อเพลิงกับอากาศให้มี

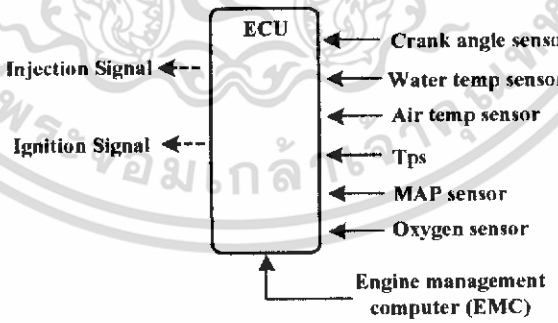
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเหมาะสมกับความต้องการของเครื่องยนต์ในสภาวะการทำงานต่างๆ โครงสร้างภายในของกล่องควบคุมอิเล็กทรอนิกส์จะประกอบไปด้วยตัวต้านทาน ไดโอด คาปาซิสเตอร์ ทรานซิสเตอร์ ไอซีและอุปกรณ์อื่นๆ อีกมาก สำหรับความเป็นพิเศษของกล่องตัวนี้คือ สามารถปรับระยะเวลาในการฉีดเพิ่มเติมได้อีกนอกเหนือจากที่กล่องได้กำหนดระยะเวลาไปแล้ว ซึ่งปรับให้ฉีดมากน้อยได้ตามที่ต้องการโดยกดที่ปุ่มฟังก์ชันที่กำหนดให้ในตัว Hand controller



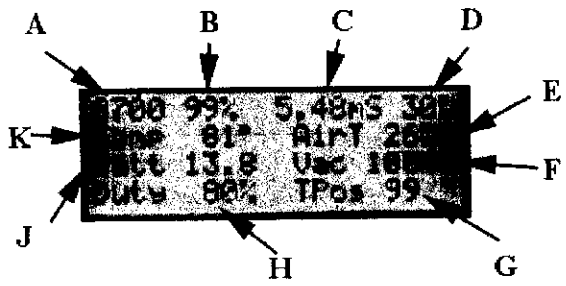
รูปที่ 4.14 กล่องควบคุมอิเล็กทรอนิกส์แบบปรับระยะเวลาการฉีดได้

ในรูป 4.14 สัญญาณทางไฟฟ้าต่างๆที่มาจากตัวตรวจจับมุมองศาเพลาข้อเหวี่ยง ตัวตรวจจับอุณหภูมิน้ำ ตัวตรวจจับอุณหภูมิอากาศ ตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่ง ตัวตรวจจับสุญญากาศและตัวตรวจจับปริมาณออกซิเจนถูกส่งเข้ามายังกล่องควบคุมอิเล็กทรอนิกส์เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการประมวลผลและกำหนดระยะเวลาในการฉีดเชื้อเพลิงในขั้นแรก หากต้องการจะปรับระยะเวลาในการฉีดเพิ่มเติมก็สามารถป้อนได้ที่ตัว Hand controller และสัญญาณการปรับนี้จะถูกส่งเข้ามาในตัวกล่องควบคุมอิเล็กทรอนิกส์เหมือนกัน สำหรับสัญญาณการฉีดที่ออกมาจากตัวกล่องควบคุมอิเล็กทรอนิกส์สามารถนำมาต่อใช้ร่วมกับหัวฉีดเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติได้



รูปที่ 4.15 การรับส่งสัญญาณไฟฟ้าของกล่องควบคุมอิเล็กทรอนิกส์แบบปรับระยะเวลาการฉีดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.16 จอแสดงผลค่าพารามิเตอร์ต่างๆในตัว hand controller

ในรูป 4.16 เป็นรูปที่แสดงถึงค่าต่างๆ บนหน้าจอของตัว Hand controller ที่เกิดขึ้นในขณะเครื่องยนต์กำลังทำงานอยู่ ค่าเหล่านี้บ่งบอกถึงสภาวะต่างๆ ได้คือ

A เป็นค่าความเร็วรอบในการทำงานของเครื่องยนต์ มีหน่วยเป็นรอบต่อนาที

B เป็นค่าที่บอกถึงภาระในการทำงานของเครื่องยนต์ในขณะนั้น

C เป็นค่าระยะเวลาในการฉีดเชื้อเพลิงที่ป้อนเข้าไปที่ความเร็วรอบนั้น มีหน่วยเป็น millisecond

D เป็นค่าองศาการจุดระเบิดล่วงหน้าที่ป้อนเข้าไป ณ. ความเร็วรอบขณะนั้น มีหน่วยเป็นองศาของเพลาข้อเหวี่ยง

E เป็นค่าอุณหภูมิของอากาศที่ไหลเข้าห้องเผาไหม้ในขณะนั้น มีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส

F เป็นค่าความดันสุญญากาศภายในท่อร่วมไอดี มีหน่วยเป็นกิโลปาสคาล

G เป็นค่าการปิดเปิดของตำแหน่งลิ้นเร่ง

H เป็นค่าที่แสดงถึงภาระในการฉีดเชื้อเพลิงในแต่ละรอบคิดเป็นเปอร์เซ็นต์

J เป็นค่าแรงดันของกระแสไฟฟ้าที่เหลืออยู่ในแบตเตอรี่

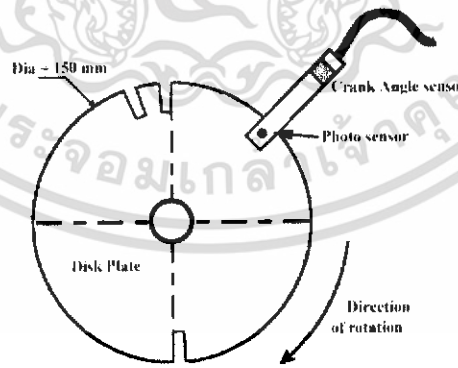
K เป็นค่าอุณหภูมิของน้ำหล่อเย็นภายในเครื่องยนต์ มีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส

4.4.5 ตัวตรวจจับมุมองศาเพลาข้อเหวี่ยง (Crank angle sensor) อุปกรณ์ตัวตรวจจับมุมองศาของเพลาข้อเหวี่ยงตัวนี้จะทำหน้าที่ บอกตำแหน่งการเคลื่อนที่ของเพลาข้อเหวี่ยงและความเร็วรอบของเครื่องยนต์ โดยส่งข้อมูลเป็นสัญญาณไฟฟ้าประมาณ 5 โวลต์ ให้กับกล่องควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อให้กล่องควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ใช้เป็นข้อมูลในการกำหนดจังหวะในการเริ่มฉีดเชื้อเพลิงและกำหนดระยะเวลาในการฉีดพื้นฐาน อุปกรณ์ชุดนี้ถูกติดตั้งที่บริเวณเพลาข้อเหวี่ยงด้านหน้าของเครื่องยนต์ติดกับจานไฟ สำหรับการติดตั้งทำได้โดยหมุนเครื่องยนต์ให้สูบอยู่ในตำแหน่งอัดสุด แล้วติดตั้งตัวตรวจจับมุมองศาเพลาข้อเหวี่ยงให้เยื้องกับมาร์คที่ตำแหน่ง 0 องศาที่หน้ากากของเครื่องยนต์ไป 60 องศาของมุมเพลาข้อเหวี่ยงในทิศทางตามเข็มนาฬิกา เหตุที่ติดตั้งตัวตรวจจับให้เยื้องไป 60 องศาก็เพื่อให้สอดคล้องกับกล่องควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ที่หน่วงเวลาในการทำงานเอาไว้ประมาณ 60 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.17 ตำแหน่งการติดตั้งตัวตรวจจับมุมองศาเพลาข้อเหวี่ยงในเครื่องยนต์หัวฉีดเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติ

การออกแบบอุปกรณ์ตรวจจับมุมองศาของเพลาข้อเหวี่ยงถูกแบ่งออกเป็นสองส่วน ส่วนแรกคือแผ่น Plate เป็นส่วนที่ใช้สำหรับตัดต่อสัญญาณ แผ่น Plate นี้ถูกออกแบบให้เป็นแผ่นวงกลมที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 150 มิลลิเมตร และภายในแผ่นถูกเซาะให้เป็นร่อง 3 ร่องแต่ละร่องกำหนดให้มีความกว้าง 5 องศา สองร่องแรกถูกกำหนดให้ใช้เป็นสัญญาณในการเริ่มต้นให้หัวฉีดเริ่มฉีดเชื้อเพลิง ซึ่งสองร่องคู่นี้จะห่างกัน 10 องศา และอีกร่องหนึ่งถูกออกแบบให้ห่างจากร่องคู่แรกประมาณ 180 องศา ร่องนี้ถูกใช้เพื่อเป็นสัญญาณในการนับรอบของเครื่องยนต์ สามร่องนี้จะทำงานสัมพันธ์กัน สำหรับส่วนที่สองจะเป็นตัวส่งสัญญาณไฟฟ้าให้กับกล่องควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ ประกอบด้วย แผงวงจรและ Photo sensor 2 ตัวที่ติดตั้งคร่อมอยู่กับแผ่น Plate ซึ่งเป็นตัวรับกับตัวส่งสัญญาณ เมื่อหมุนแผ่น Plate ให้ช่องว่างมาตรงกับ Photo sensor ตัว sensor จะทำตัวเหมือนกับสะพานไฟต่อสัญญาณถึงกันและส่งสัญญาณไฟฟ้าที่ได้ไปยังกล่องควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ และหากแผ่น Plate หมุนต่อไปอีกสัญญาณก็จะถูกตัดทำให้ไม่มีสัญญาณไฟฟ้าไปที่กล่องควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ การทำงานจะเป็นเช่นนี้ไปเรื่อยๆ ขณะที่เครื่องยนต์ทำงาน



รูปที่ 4.18 การออกแบบและติดตั้ง Photo sensor กับแผ่น Plate ของตัวตรวจจับมุมองศาเพลาข้อเหวี่ยง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.6 ตัวตรวจจับอุณหภูมิน้ำมันเครื่อง (Oil temperature sensor) ตัวตรวจจับอุณหภูมิน้ำมันเครื่องตัวนี้จะทำหน้าที่ตรวจวัดอุณหภูมิของน้ำมันเครื่องที่อยู่ภายในเครื่องยนต์ แล้วเปลี่ยนอุณหภูมิที่วัดได้เป็นสัญญาณไฟฟ้าป้อนเข้าสู่กล่องควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อเพิ่มระยะเวลาในการฉีดเชื้อเพลิงให้นานขึ้นขณะที่เครื่องยนต์มีอุณหภูมิต่ำ

รูปที่ 4.19 ตัวตรวจจับอุณหภูมิน้ำมันเครื่อง

ตัวตรวจจับอุณหภูมิน้ำมันเครื่องถูกติดตั้งเอาไว้ที่บริเวณทางออกของน้ำมันเครื่องออยล์คูเลอร์ตัวตรวจจับอุณหภูมิน้ำมันเครื่องจะมีตัวต้านทานแบบค่าสัมประสิทธิ์ทางอุณหภูมิเป็นลบ หรือตัว NTC resistor (Negative temperature coefficient) คือจะมีค่าความต้านทานลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น จากคุณสมบัตินี้ถูกนำไปใช้ในการเปลี่ยนแปลงค่าแรงดันไฟฟ้าเพื่อป้อนข้อมูลให้กับกล่องควบคุมอิเล็กทรอนิกส์สำหรับใช้ในการปรับแก้ระยะเวลาในการฉีดเชื้อเพลิงให้ได้อัตราส่วนที่พอเหมาะกับอุณหภูมิของเครื่องยนต์ในขณะนั้น

รูปที่ 4.20 การติดตั้งตัวตรวจจับอุณหภูมิน้ำมันเครื่องในเครื่องยนต์หัวฉีดเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.7 ตัวตรวจจับอุณหภูมิอากาศ (Air temperature sensor) ตัวตรวจจับอุณหภูมิอากาศนี้จะทำหน้าที่ตรวจวัดอุณหภูมิของอากาศที่ไหลเข้าสู่ห้องเผาไหม้แล้วเปลี่ยนอุณหภูมิที่วัดได้เป็นสัญญาณไฟฟ้าไปป้อนให้กับกล่องควบคุมอิเล็กทรอนิกส์เพื่อปรับระยะเวลาในการฉีดของหัวฉีดให้เหมาะสมกับอุณหภูมิของอากาศที่เปลี่ยนแปลงไป จากหลักการที่อากาศถูกดูดเข้าห้องเผาไหม้ที่มีอุณหภูมิไม่คงที่ทำให้น้ำหนักต่อปริมาตรของอากาศหรือค่าความหนาแน่นของอากาศเปลี่ยนไป เมื่ออุณหภูมิของอากาศสูงขึ้นค่าความหนาแน่นของอากาศของอากาศจะลดลงทำให้ส่วนผสมของเชื้อเพลิงกับอากาศหนาขึ้น แต่หากอากาศมีอุณหภูมิต่ำลงค่าความหนาแน่นของอากาศจะสูงขึ้นทำให้ส่วนผสมของเชื้อเพลิงกับอากาศบางลง ดั้งนั้นเพื่อแก้ไขข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นนี้จึงจำเป็นต้องมีการเพิ่มระยะเวลาในการฉีดเชื้อเพลิงให้นานขึ้นเมื่ออุณหภูมิของอากาศต่ำและลดระยะเวลาในการฉีดให้น้อยลงเมื่ออากาศมีอุณหภูมิสูงขึ้น โดยกำหนดอุณหภูมิมาตรฐานของอากาศที่ 20 องศาเซลเซียส

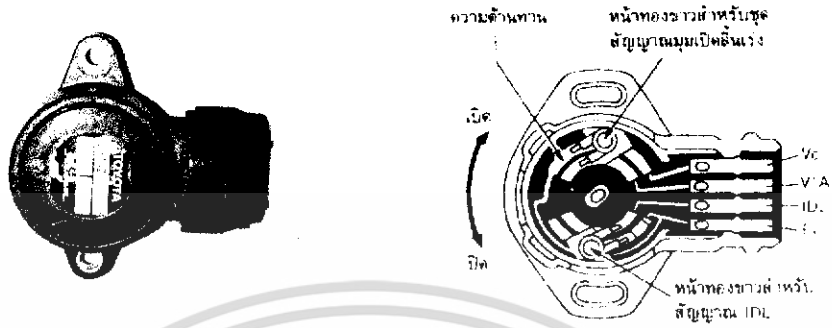
รูปที่ 4.21 ตัวตรวจจับอุณหภูมิอากาศ

รูปที่ 4.22 ตำแหน่งการติดตั้งของตัวตรวจจับอุณหภูมิอากาศที่บริเวณช่องทางอากาศไหลเข้า

4.4.8 ตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่ง (Throttle position sensor) อุปกรณ์ตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่งนี้ทำหน้าที่ในการบอกตำแหน่งการเปิดของลิ้นเร่ง ซึ่งเป็นตัวบอกสภาวะการรับภาระของเครื่องยนต์ใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

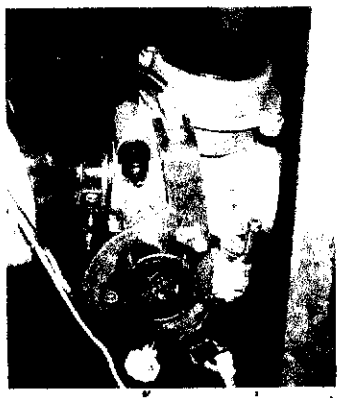
ลักษณะของรูปสัญญาณไฟฟ้าให้กับกล่องควบคุมอิเล็กทรอนิกส์เพื่อเพิ่มระยะเวลาในการฉีดหรือตัดสัญญาณการฉีด ตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่งโดยทั่วไปมีหลายแบบและมีหลักการทำงานที่คล้ายๆกัน แต่ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงแบบที่ใช้กันในเครื่องยนต์โตโยต้าที่นำมาทดสอบก็คือแบบเชิงเส้น



รูปที่ 4.23 ตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่งและส่วนประกอบ

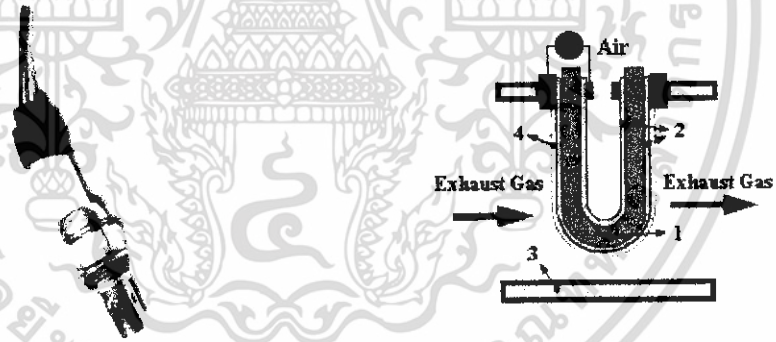
ตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่งแบบเชิงเส้นนี้จะประกอบด้วยแผ่นเลื่อน 2 ตัวที่มีหน้าสัมผัสสำหรับสัญญาณรอบเดินเบากับหน้าสัมผัสสำหรับสัญญาณการเปิดมุมของลิ้นเร่ง แผ่นเลื่อนทั้งสองตัวจะหมุนไปพร้อมกับการหมุนของลิ้นเร่ง โดยแผ่นเลื่อนของหน้าสัมผัสสำหรับการเปิดมุมของลิ้นเร่งจะสัมผัสอยู่กับตัวต้านทานที่ต่อถึงกันระหว่างขั้ว Vcc และขั้ว E_2 เมื่อลิ้นเร่งเปิดแผ่นเลื่อนจะหมุนไปตามทิศทางตามเข็มนาฬิกา ซึ่งมีผลทำให้ค่าความต้านทานระหว่างขั้ว Vcc และขั้ว VTA ลดลง จากการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานระหว่างขั้ว Vcc และขั้ว VTA ของตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่งอันนี้จะถูกนำไปใช้เป็นสัญญาณไฟฟ้าในการบอกตำแหน่งของลิ้นเร่งให้กับกล่องควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ ส่วนแผ่นเลื่อนของหน้าสัมผัสสำหรับสัญญาณรอบเดินเบา ขณะที่เครื่องยนต์เดินเบาลิ้นเร่งถูกปิดอยู่ แผ่นเลื่อนจะต่อวงจรถึงกันระหว่างขั้ว IDL กับขั้ว E_2 เมื่อเร่งเครื่องยนต์แผ่นเลื่อนจะหมุนเคลื่อนที่ไปในทิศทางตามเข็มนาฬิกาทำให้ขั้ว IDL และขั้ว E_2 ไม่ต่อถึงกัน เนื่องจากแผ่นวงจรถูกออกแบบให้ขาดจากกันทำให้เมื่อแผ่นเลื่อนหมุนเลยไป ขั้ว IDL และขั้ว E_2 ขาดวงจรกัน แต่เมื่อเครื่องยนต์กลับมาอยู่ในตำแหน่งเดินเบาแผ่นเลื่อนจะกลับมาต่อขั้ว IDL และขั้ว E_2 อีกครั้ง จากการตัดและต่อของวงจรระหว่างขั้ว IDL และขั้ว E_2 จะใช้สำหรับบอกภาวการณ์เดินเบาของเครื่องยนต์ให้กับกล่องควบคุมอิเล็กทรอนิกส์เพื่อกำหนดให้เพิ่มหรือลดระยะเวลาในการฉีดเชื้อเพลิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.24 การติดตั้งตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่งในเครื่องยนต์หัวฉีดเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติ

4.4.9 ตัวตรวจจับปริมาณออกซิเจน (Oxygen sensor) ตัวตรวจจับปริมาณออกซิเจนเป็นตัวรับรู้ที่ใช้ในการตรวจวัดปริมาณออกซิเจนในแก๊สไอเสียของเครื่องยนต์ และจะส่งสัญญาณไฟฟ้าที่วัดได้ให้กับกล่องควบคุมอิเล็กทรอนิกส์เพื่อปรับระยะเวลาในการฉีดให้อัตราส่วนของอากาศกับเชื้อเพลิงเป็นไปตามทฤษฎี ซึ่งเป็นอัตราส่วนผสมที่มีการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ที่สุด อย่างไรก็ตามอัตราส่วนผสมที่ได้จากการควบคุมของกล่องควบคุมอิเล็กทรอนิกส์อาจมีการเบี่ยงเบนบ้าง เนื่องจากความบกพร่องหรือความคลาดเคลื่อนในการทำงานของอุปกรณ์ภายในระบบ หากอัตราส่วนผสมที่ป้อนเข้ากระบอกสูบหนาหรือบางเกินไปจะทำให้เครื่องยนต์เผาไหม้ไม่สมบูรณ์ ปริมาณออกซิเจนในไอเสียที่วัดได้จะถูกนำไปใช้เป็นข้อมูลในการแก้ไขระยะเวลาในการฉีดเชื้อเพลิงให้เป็นไปตามทฤษฎีมากที่สุด



หมายเหตุ : 1 = เซรามิค, 2 = แผ่นแพทตินั่ม, 3 = ท่อไอเสีย และ 4 = ปลอกป้องกันเซรามิค

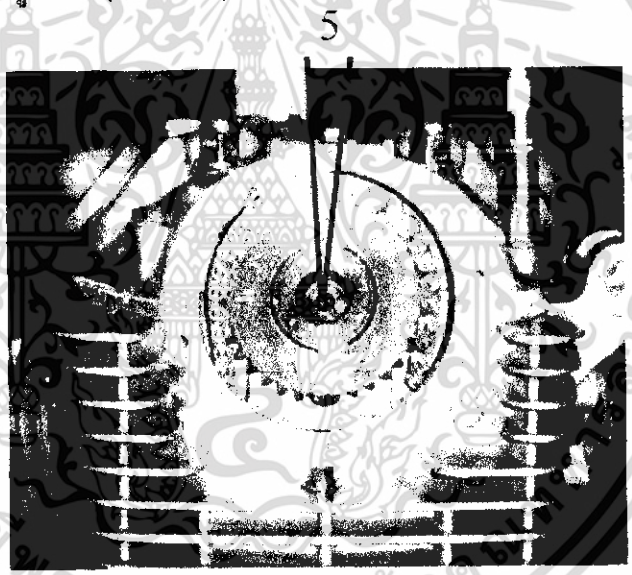
รูปที่ 4.25 ตัวตรวจจับปริมาณออกซิเจนและส่วนประกอบ

ตัวตรวจจับปริมาณออกซิเจนจะประกอบด้วยเซรามิคชนิดพิเศษที่ฉาบด้วยแผ่นแพทตินั่ม ที่ลักษณะเป็นรูพรุนทั้งด้านในและด้านนอก ตัวตรวจจับปริมาณออกซิเจนจะถูกติดตั้งเข้าไปด้านในของท่อไอเสีย โดยให้แผ่นแพทตินั่มที่ฉาบอยู่ที่ผิวด้านนอกของเซรามิคสัมผัสกับก๊าซไอเสีย ส่วนแผ่นแพทตินั่มที่อยู่ด้านในจะต่อกับอากาศภายนอก สำหรับปลอกป้องกันตัวเซรามิคจะเป็นท่อโลหะที่มีช่องให้แก๊สไอเสียไหลผ่านไปยังแผ่นแพทตินั่มและเซรามิคได้ และทำหน้าป้องกันของแข็งเล็กๆที่จะมากระทบกับตัวเซรามิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.26 ตำแหน่งการติดตั้งตัวตรวจจับปริมาณออกซิเจนในไอเสียของเครื่องยนต์หัวฉีดเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติ

4.5 การปรับองศาเพลาลูกเบี้ยว (Camshaft)



รูปที่ 4.27 แสดงระยะการปรับเพลาลูกเบี้ยว

เครื่องยนต์รหัส ST 200 ที่ใช้นั้นมีเพลาลูกเบี้ยว 1 เพลา เพลาลูกเบี้ยววาล์วไอดี และวาล์วไอเสียอยู่ในเพลาเดียวกัน โดยในการทดลองนี้จะทำการปรับตำแหน่งของเพลาลูกเบี้ยวให้อยู่ที่ตำแหน่ง 5 องศาก่อนตำแหน่งเดิม และหลังตำแหน่งเดิม 5 องศา เพื่อให้การทำงานของวาล์วไอดีและไอเสียเร็วขึ้น และช้าลง เพื่อจะหาสภาวการณ์ทำงานที่เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
อุปกรณ์การทดลองและวิธีการทดลอง

5.1 เครื่องยนต์ทดสอบ

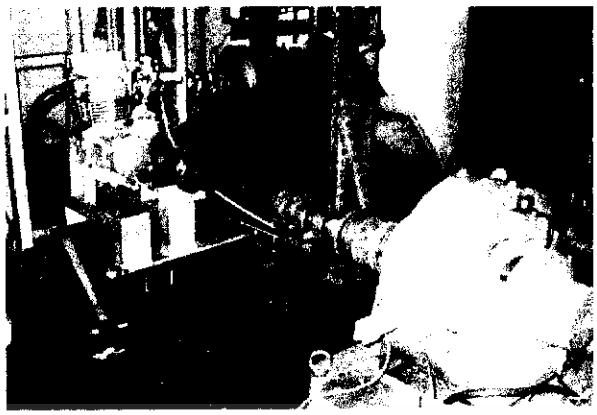
เครื่องยนต์ไทเกอร์รุ่น ST-200 เป็นเครื่องยนต์ 1 สูบ ขนาด 198.2 cc. เพลาลูกเบี้ยวเดียวเหนือฝาสูบ SOHC 2 วาล์ว ฝาสูบถูกทำขึ้นจากอลูมิเนียมอัลลอย ซึ่งเป็นแบบไอดี ไอเสีย มีรูปแบบจังหวะการไหลตรงกันข้าม และมีห้องเผาไหม้ แบบทรงจั่ว หัวเทียนถูกติดตั้งอยู่ด้านข้างของห้องเผาไหม้

รูปที่ 5.1 เครื่องยนต์ทดสอบ

ตารางที่ 5.1 รายละเอียดของเครื่องยนต์

ความจุ (cc.)	198.2
กระบอกสูบ และช่วงชัก (mm. X mm.)	69 x 53
อัตราส่วนการอัด	9.8 : 1
ระบบสตาร์ท	มอเตอร์ไฟฟ้า
ระบบเกียร์	5 ความเร็วแบบ Constantmesh
ระบบจุดระเบิด	ระบบอิเล็กทรอนิกส์ CDI
ระบบจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิง	ระบบคาร์บูเรเตอร์
ระบบระบายความร้อน	ระบายความร้อนด้วยอากาศ

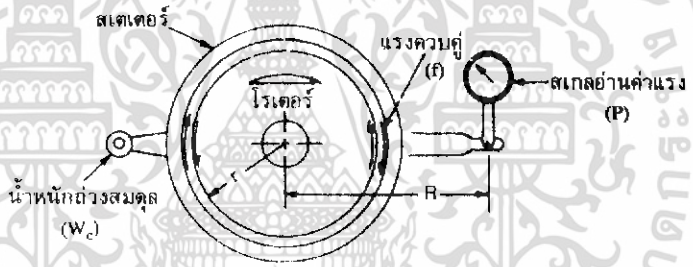
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.2 การติดตั้งเครื่องยนต์ทดสอบบนแท่นทดสอบ

5.2 ไดนาโมมิเตอร์ (Dynamometer)

ไดนาโมมิเตอร์(Dynamometer) มีหลายประเภท โดยแต่ละประเภทมีหลักการทำงานเหมือนกัน คือ วัดค่าแรงบิดของเครื่องยนต์ เพื่อที่จะนำค่าแรงบิด(Torque)นี้ไปคำนวณหาแรงม้า(Horsepower)ของเครื่องยนต์ พิจารณาหลักการทำงานของไดนาโมมิเตอร์ ดังแสดงในรูปที่ 4-1



รูปที่ 5.3 หลักการของไดนาโมมิเตอร์

เมื่อเครื่องยนต์ขับให้โรเตอร์ (Rotor) หมุนไป แรงคู่ควบ(Couple Force) ระหว่างโรเตอร์กับสเตเตอร์(Stator)จะเกิดขึ้นเนื่องจากวิธีการใดวิธีการหนึ่งดังต่อไปนี้คือ วิธีการทางกล ไฮดรอลิกส์ แม่เหล็ก และไฟฟ้า

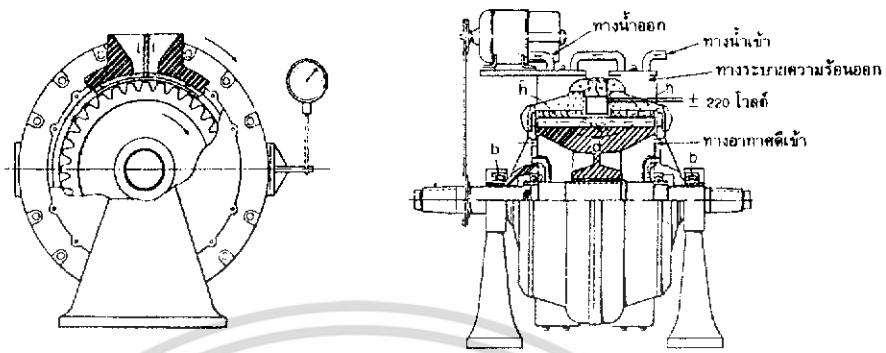
แรงคู่ควบจะทำให้เกิดโมเมนต์การหมุน($M = fr$) แต่โมเมนต์การหมุน = โมเมนต์ที่มากระทำให้หมุน (PR) = แรงบิดของเครื่องยนต์ (T) แรงคู่ควบจะทำให้เราสามารถคำนวณค่าแรงบิดของเครื่องยนต์ได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$T = (P - W_c)R \qquad (5.1)$$

ไดนาโมมิเตอร์แบ่งออกได้หลายประเภท ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.1 เอดดี้เคอร์เรนต์ไดนาโมมิเตอร์ (Eddy Current Dynamometer) ประกอบด้วยจานหมุนซึ่งขับโดยเครื่องยนต์ที่ใช้ในการทดสอบ ขณะที่จานหมุนหมุนไปจะไปตัดกับสนามแม่เหล็กซึ่งควบคุมความเข้มโดยการปรับกระแสไฟฟ้าที่ไหลเข้าสู่ขดลวด



รูปที่ 5.4 ไดนาโมมิเตอร์แบบเอดดี้เคอร์เรนต์เบรก

รูปที่ 5.5 ไดนาโมมิเตอร์แบบเอดดี้เคอร์เรนต์ที่ใช้ในการทดลอง

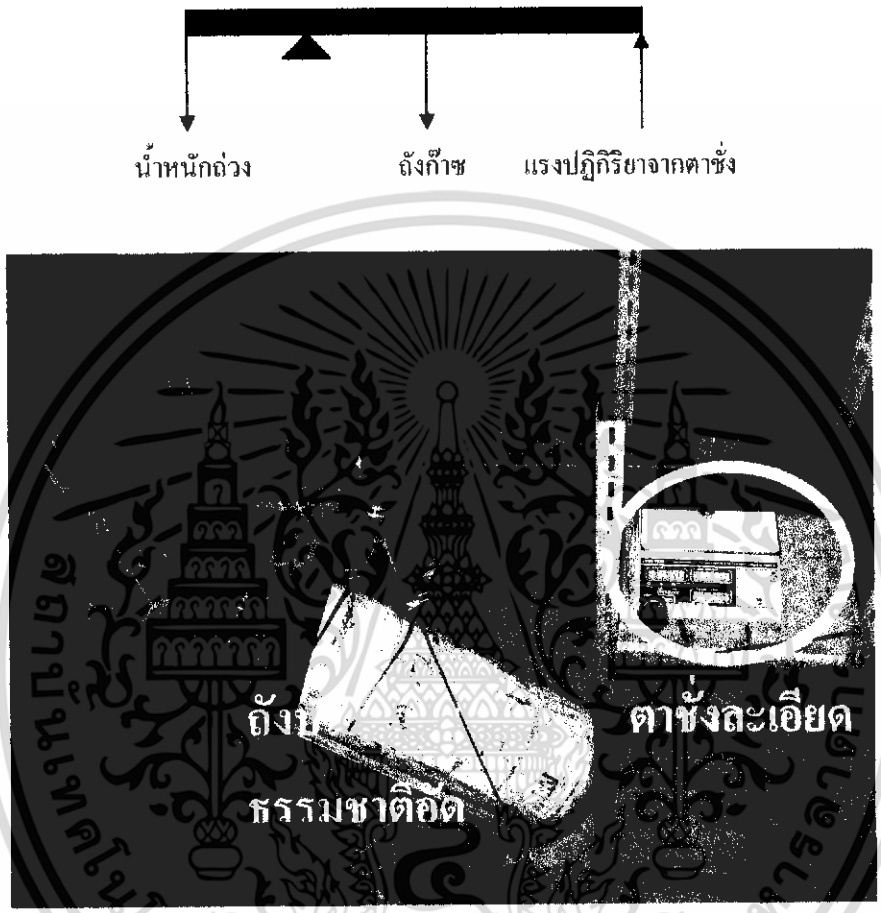
เมื่อโรเตอร์หมุนตัดกับสนามแม่เหล็กก็จะเกิดกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้นที่สเตเตอร์ กระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำที่เกิดขึ้นนี้ทำให้สเตเตอร์มีความร้อนสูงจึงต้องใช้น้ำหล่อเย็น

ขณะที่โรเตอร์หมุนไปอำนาจแม่เหล็กระหว่างโรเตอร์กับสเตเตอร์จะมีผลทำให้สเตเตอร์พยายามหมุนไปในทางเดียวกับโรเตอร์ ซึ่งเราสามารถวัดแรงบิดเนื่องมาจากการหมุนนี้ได้จากสเกล แล้วนำมาคำนวณหาแรงม้าของเครื่องยนต์ได

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 อุปกรณ์วัดอัตราการใช้เชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติ

อุปกรณ์วัดอัตราการใช้เชื้อเพลิงมีหลักการคือการชั่งน้ำหนักของถังก๊าซและเนื้อก๊าซโดยจะใช้เวลาประมาณ 5 นาที แล้วนำมาหักลบกันโดยผลต่างที่ได้ก็คือปริมาณก๊าซที่ใช้ไป แต่การชั่งถังก๊าซที่มีน้ำหนักมากนั้นต้องใช้เครื่องชั่งที่มีขนาดใหญ่และมีราคาสูงจึงใช้หลักการของโมเมนต์มาประยุกต์ใช้

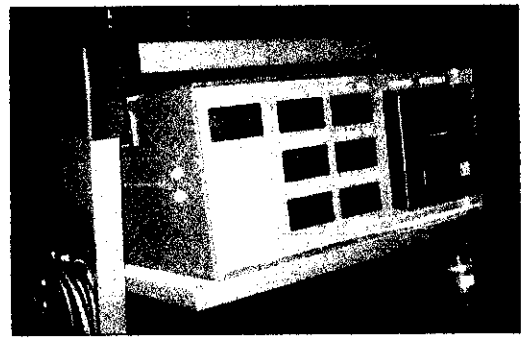


รูปที่ 5.6 อุปกรณ์วัดอัตราการใช้เชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติ

5.4 อุปกรณ์วัดปริมาณมลพิษในก๊าซไอเสีย

อุปกรณ์นี้ทำหน้าที่ในการวัดปริมาณก๊าซมลพิษที่เหลือจากการเผาไหม้ในไอเสียของเครื่องยนต์ สามารถวัดปริมาณมลพิษคาร์บอนไดออกไซด์, คาร์บอนมอนอกไซด์, ไฮโดรคาร์บอน, ค่าแลมด้า, ค่าความเร็วรอบของเครื่องยนต์และวัดปริมาณออกซิเจนในไอเสีย ในการวัดโดยตรงจากเครื่องยนต์ทางท่อไอเสียโดยไม่ผ่านอุปกรณ์กำจัดมลพิษ ซึ่งค่าที่วัดได้เป็นค่าจริงที่มาจากเครื่องยนต์ดังแสดงในรูปที่ 5.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.7 อุปกรณ์วัดปริมาณก๊าซพิษในไอเสีย

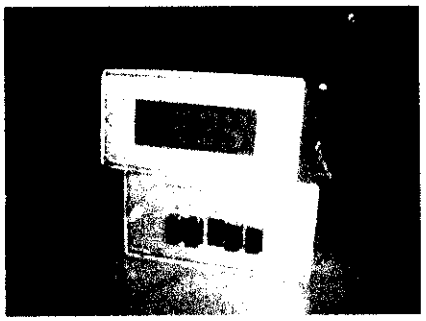
เครื่องวิเคราะห์ก๊าซไอเสียรถยนต์เทคโนเทสท์ รุ่น 488 เป็นเครื่องวิเคราะห์ก๊าซไอเสียรถยนต์ชนิดวิเคราะห์แก๊สได้ 5 ก๊าซ คือ คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ไฮโดรคาร์บอน (HC) ออกซิเจน (O_2) และไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_x) นอกจากนั้นยังแสดงความเร็วรอบของเครื่องยนต์ และค่าแลมด้า (Lambda) ได้ด้วยเช่นกัน ซึ่งเครื่องวิเคราะห์ก๊าซไอเสียมีหลักการทำงานดังนี้คือ ทำการวิเคราะห์ก๊าซไอเสียด้วยแสงอินฟราเรด ก๊าซตัวอย่างหรือก๊าซไอเสียของรถยนต์ที่ทำการวิเคราะห์จะถูกดูดจากรถยนต์เข้าสู่ตัวเครื่องด้วยหัวดูดก๊าซ ผ่านไส้กรองและอุปกรณ์ดักน้ำแล้วไหลเข้าสู่ห้องวิเคราะห์ ที่ห้องนี้แสงอินฟราเรดจะส่องผ่านก๊าซไอเสียไปยังหัววัด เพื่อวัดความยาวคลื่นของแสงอินฟราเรด แก๊สต่าง ๆ ที่ปะปนอยู่ในไอเสียจะมีคุณสมบัติในการดูดกลืนแสงอินฟราเรดที่ความยาวคลื่นที่ต่างกัน โมเลกุลของก๊าซที่มีจำนวนอะตอมเหมือนกัน (H_2 / N_2 / O_2) จะมีผลในการดูดกลืนแสงอินฟราเรด โมเลกุลของก๊าซที่มีจำนวนอะตอมต่างกัน (H_2 / N_2 / O_2) จะดูดกลืนแสงอินฟราเรดที่ความยาวคลื่นต่างกัน ความมากหรือน้อยของการดูดกลืนแสงอินฟราเรดจะเป็นตัวแสดงจำนวนมากหรือน้อยของก๊าซชนิดนั้น ๆ ที่ปะปนมากับไอเสีย

การวัดค่า วัดโดยนำส่วนปลายของ Probe สอบเข้าไปที่ท่อไอเสีย ส่วนปลายของ Probe จะต้องเข้าไปลึกกว่า 30 เซนติเมตร จากปลายของท่อไอเสีย เพื่อการวัดค่าที่แม่นยำ โดยเครื่องจะทำการเปลี่ยนแปลงค่าให้ทุกๆ 1 วินาที และสามารถเก็บ และพิมพ์ค่าได้ด้วยตนเอง

5.5 อุปกรณ์วัดอุณหภูมิของก๊าซไอเสีย

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้วัดค่าความร้อนของไอเสีย ซึ่งจะถูกติดตั้งไว้ที่ท่อร่วมไอเสีย มีขนาดยาว 5 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางยาว 5 มิลลิเมตร เป็นแบบ TYPE K สามารถวัดอุณหภูมิ ได้ถึง 1200 องศาเซลเซียส โดยจะปรากฏขึ้นมาบนจอแสดงผลแบบตัวเลข

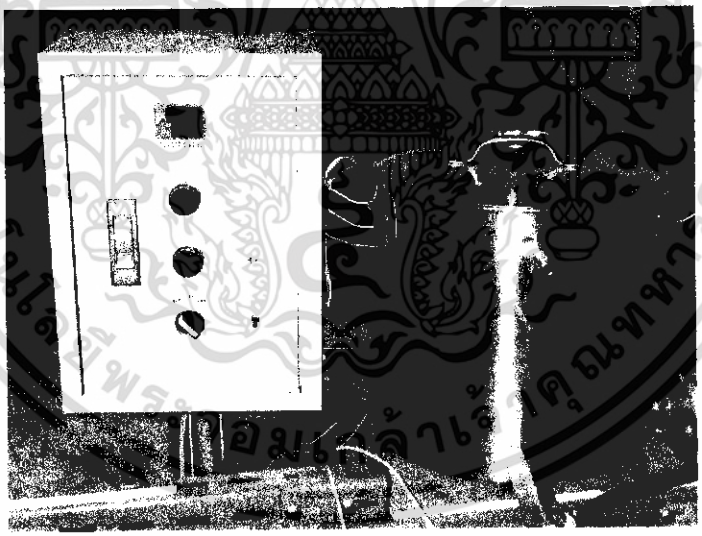
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.8 หน้าปัดแสดงผลอุปกรณ์วัดอุณหภูมิก๊าซไอเสีย

5.6 อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิน้ำที่ไหลเวียนในชุดลดความดัน

เนื่องจากการลดความดันก๊าซที่ออกจากถังก๊าซที่มีความดันสูงประมาณ 200 Bar ลงมาเหลือเพียง 5 Bar นั้นจะทำให้อุณหภูมิลดลงด้วย เพื่อป้องกันการเกิดน้ำแข็งภายในชุดลดความดันจึงต้องป้อนน้ำอุ่นให้ไหลเวียนภายในชุดลดความดัน โดยน้ำอุ่นที่ป้อนให้กับชุดลดความดันจะมีอุณหภูมิประมาณ 70 °C โดยเราสามารถกำหนดอุณหภูมิได้ผ่าน Temperature Controller เมื่ออุณหภูมิของน้ำที่ Thermocouple ที่ติดตั้งอยู่ในภาชนะส่งไปยัง Temperature Controller ยังไม่ถึงอุณหภูมิที่ต้องการ Heater ก็จะทำงาน เพราะว่าถูก Temperature Controller ควบคุมอยู่ ดังนั้นเมื่อถึงอุณหภูมิที่ต้องการแล้วก็จะส่งสัญญาณให้ Heater หยุดทำงาน



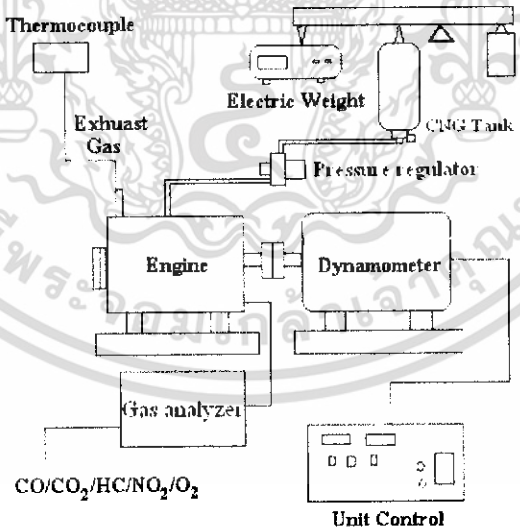
รูปที่ 5.9 อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิน้ำที่ไหลเวียนในชุดลดความดัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.7 อุปกรณ์วัดองศาการจุดระเบิด (Timing light)

Timing light เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับวัดค่าองศาการจุดระเบิด เครื่อง STROBOTESTERS ยี่ห้อ SINCRO รุ่น MOD. DG86 ซึ่งจะใช้แบตเตอรี่ขนาด 12 V เป็นแหล่งพลังงาน ในการติดตั้งจะมีเซนเซอร์จับสัญญาณที่สายหัวเทียน เครื่องนี้จะทำปรับสัญญาณแสงให้ตรงกับจังหวะเริ่มจุดระเบิดให้สามารถสังเกตเห็นเครื่องหมายมาร์คบนจานไฟให้ตรงกับช่องมองที่ตัวเครื่องยนต์ หลังจากปรับองศาจานไฟจำนวนองศาที่เปลี่ยนไปเท่ากับองศาจุดระเบิดที่เปลี่ยนไป

รูปที่ 5.10 อุปกรณ์วัดองศาการจุดระเบิด



รูปที่ 5.11 แผนภาพการจัดวางอุปกรณ์ทดสอบเครื่องยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.8 ขั้นตอนในการดำเนินงาน

1) ศึกษาทฤษฎีและวิธีการทำงานของระบบการจ่ายเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติแบบระบบดูดและวิเคราะห์หาข้อบกพร่องของระบบ เพื่อทำการแก้ไขปรับปรุง

2) ทำการออกแบบและจัดทำแท่นเครื่องที่จะใช้ในการติดตั้งบนไดนาโมมิเตอร์แบบกระแสเหนี่ยวนำ วิธีการเร่งความเร็ว การสตาร์ทเครื่อง รวมทั้งระบบส่งกำลังจากเครื่องยนต์ไปยังเพลาของไดนาโมมิเตอร์

3) ทดลองติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ รวมทั้งทำการทดสอบการใช้งานของอุปกรณ์เหล่านั้น ได้แก่ เซนเซอร์ต่างๆ ระบบจ่ายก๊าซธรรมชาติ ระบบจ่ายน้ำมันแก๊สโซลีน รวมทั้งสภาวะของเครื่องยนต์ขณะทำการทดสอบบนไดนาโมมิเตอร์ รวมทั้งทำการปรับปรุงแก้ไข

4) ทดสอบเครื่องยนต์โดยใช้น้ำมันแก๊สโซลีน เป็นเชื้อเพลิง ทำการติดตั้งระบบจ่ายเชื้อเพลิงแบบแก๊สโซลีน จ่ายเชื้อเพลิงเข้าสู่ห้องเผาไหม้ด้วยคาร์บูเรเตอร์ ในการทดสอบนั้น มีการทดสอบที่หลายรอบเครื่องยนต์

5) ติดตั้งระบบจ่ายเชื้อเพลิงแบบก๊าซธรรมชาติแทนแบบน้ำมันแก๊สโซลีน จากนั้นทำการทดสอบด้วยกรณีเดียวกัน กับการทดสอบที่ใช้น้ำมันแก๊สโซลีนเป็นเชื้อเพลิง เดินเครื่องทดสอบเพื่อที่จะหาขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางที่ทำให้เครื่องยนต์มีประสิทธิภาพมากที่สุดของก๊าซมิกเซอร์

6) หลังจากทำการทดสอบจนได้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางก๊าซมิกเซอร์ที่เหมาะสมที่สุดแล้ว ทำการทดสอบต่อเพื่อหาสภาวะที่ให้ประสิทธิภาพดีที่สุด ทดสอบต่อโดยการปรับเพลาลูกเบี้ยวให้เยื้องไปจากตำแหน่งเดิมโดยจะปรับตั้งให้อยู่ที่ตำแหน่งก่อนและหลังตำแหน่งเดิม เพื่อเปรียบเทียบตำแหน่งที่มีความเหมาะสมที่สุด

7) ติดตั้งก๊าซมิกเซอร์ แล้วจึงทำการทดสอบโดยการปรับตำแหน่งจานไฟให้อยู่ก่อนหน้าตำแหน่งเดิม แล้วสังเกตถึงความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น เพื่อจะหาตำแหน่งที่เหมาะสมที่สุด

5.9 สภาวะการทดลอง

1) ติดเครื่องยนต์ที่ความเร็วรอบ 3000 รอบต่อนาทีทิ้งไว้เป็นเวลาประมาณ 5 นาที เพื่อให้อุณหภูมิของเครื่องยนต์เข้าสู่สภาวะการทำงาน

2) ปรับค่าภาระโหลดให้แก่เครื่องยนต์เพื่อให้เครื่องยนต์ทำงานที่ความดันผลเฉลี่ยเพลาที่ 200 kPa และความเร็วรอบเครื่องยนต์ที่ 3000 รอบต่อนาที ทิ้งไว้ประมาณ 5 นาที เพื่อให้เครื่องยนต์เข้าสู่สภาวะคงตัว จากนั้นจึงเริ่มบันทึกผล โดยข้อมูลที่ต้องการบันทึกนั้นจะประกอบไปด้วยตัวแปรดังนี้

- อุณหภูมิและความดันบรรยากาศของห้องทดสอบเครื่องยนต์
- ภาระในเทอมของแรงบิดที่เครื่องยนต์สามารถทำงานได้
- ความเร็วรอบของเครื่องยนต์
- อัตราการใช้เชื้อเพลิงเฉลี่ยภายในช่วงเวลา 5 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- อุณหภูมิและปริมาณสัดส่วนของก๊าซไอเสียต่าง ๆ ที่อ่านค่าได้จากเครื่องวิเคราะห์ก๊าซ

3) กระทำซ้ำในขั้นตอนที่ 2 แต่จะปรับเปลี่ยนความเร็วรอบของเครื่องยนต์เป็น 4000 5000 และ 6000 รอบต่อนาที

4) ทำตามขั้นตอนที่ 2 ถึง 3 โดยเปลี่ยนภาระของเครื่องยนต์ไปที่ 300 400 และ 500 kPa

5) คำนวณและวิเคราะห์ผลการทดสอบเครื่องยนต์

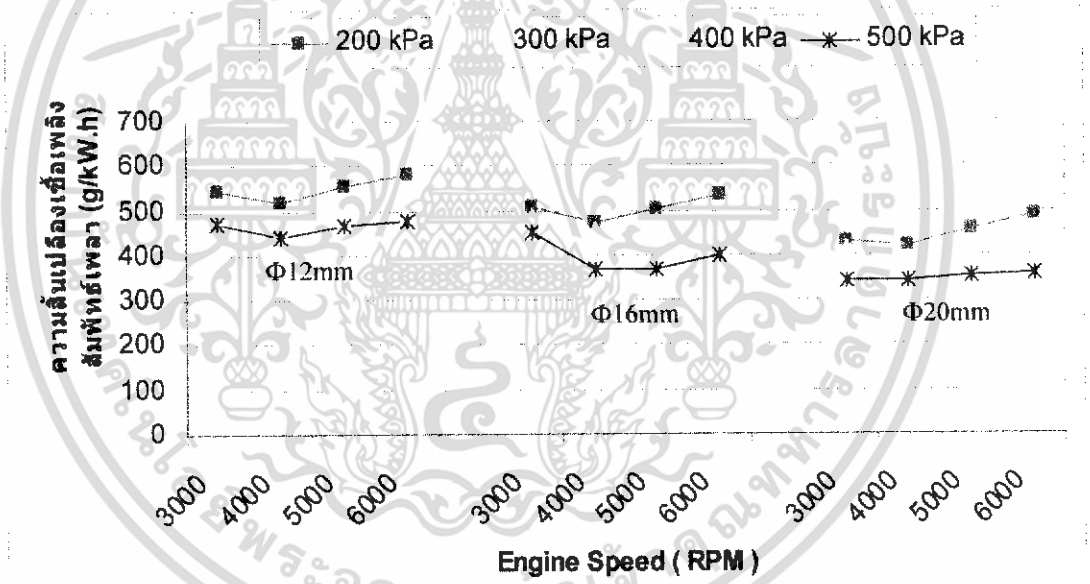
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
ผลการทดลองและวิเคราะห์ผล

การวางแผนในการดำเนินงานทดสอบหาขนาดมิกเซอร์ที่เหมาะสมโดยการปรับเปลี่ยนองศาเพลาลูกเบี้ยว เราได้เลือกใช้วิธีการกำหนดให้ภาระคงที่ (BMEP = Const.) ซึ่งเริ่มจากการทดสอบเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติโดยหาขนานของมิกเซอร์ นำผลที่ได้มาเปรียบเทียบผลกับน้ำมันแก๊สโซลีน แล้วปรับองศาเพลาลูกเบี้ยว และปรับองศาการจุดระเบิด

6.1 การทดสอบหาขนาดที่เหมาะสมของก๊าซมิกเซอร์

การทดสอบหาเส้นผ่านศูนย์การของมิกเซอร์ขนาด 12 16 20 มิลลิเมตร โดยให้ภาวะคงที่ (BMEP = Const.) ในการทดสอบ

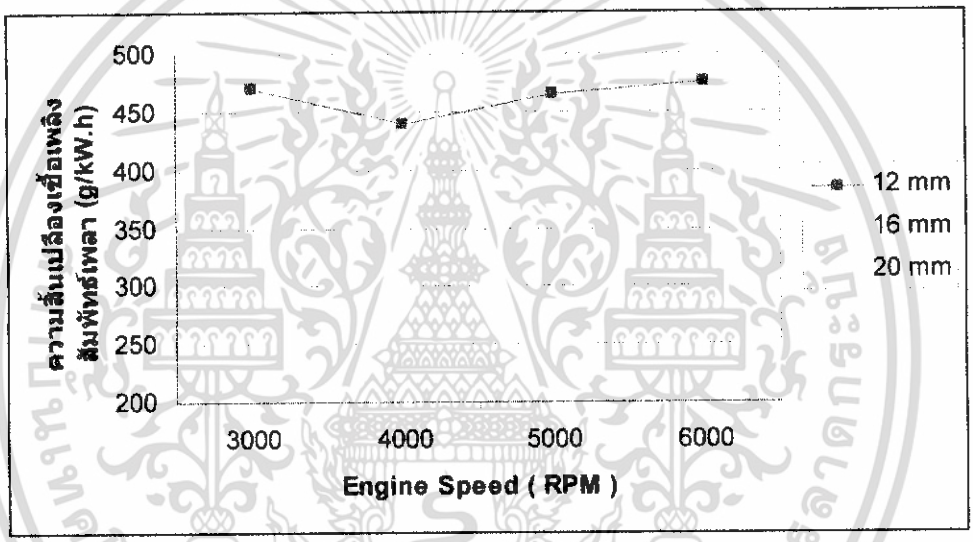


รูปที่ 6.1 ความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงสัมพัทธ์เพลาที่ภาระงานและความเร็วรอบต่างๆ เปรียบเทียบผลระหว่างการใช้มิกเซอร์ขนาดต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พิจารณากราฟผลการทดสอบดังแสดงในรูปที่ 6.1 ที่ภาระงานเท่ากัน และเมื่อใช้มิกเซอร์ขนาดเท่ากัน เมื่อเพิ่มความเร็วรอบในช่วงแรก อัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจะต่ำลง แต่หลังจากนั้นเมื่อเพิ่มความเร็วรอบเครื่องยนต์อีกกราฟจะกลับมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น และให้ผลแนวโน้มเช่นเดียวกันที่การทดสอบในทุกๆ สภาวะงาน และกับมิกเซอร์ทุกขนาด เนื่องจากที่ย่านความเร็วต่ำเมื่อเพิ่มความเร็วจะช่วยให้ระยะเวลาในการสูญเสียความร้อนลดลง อัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงจึงลดลงด้วย แต่เมื่อความเร็วเพิ่มขึ้นความเสียดทานที่เพิ่มขึ้นอย่างมากจะส่งผลให้อัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงเพิ่มขึ้น

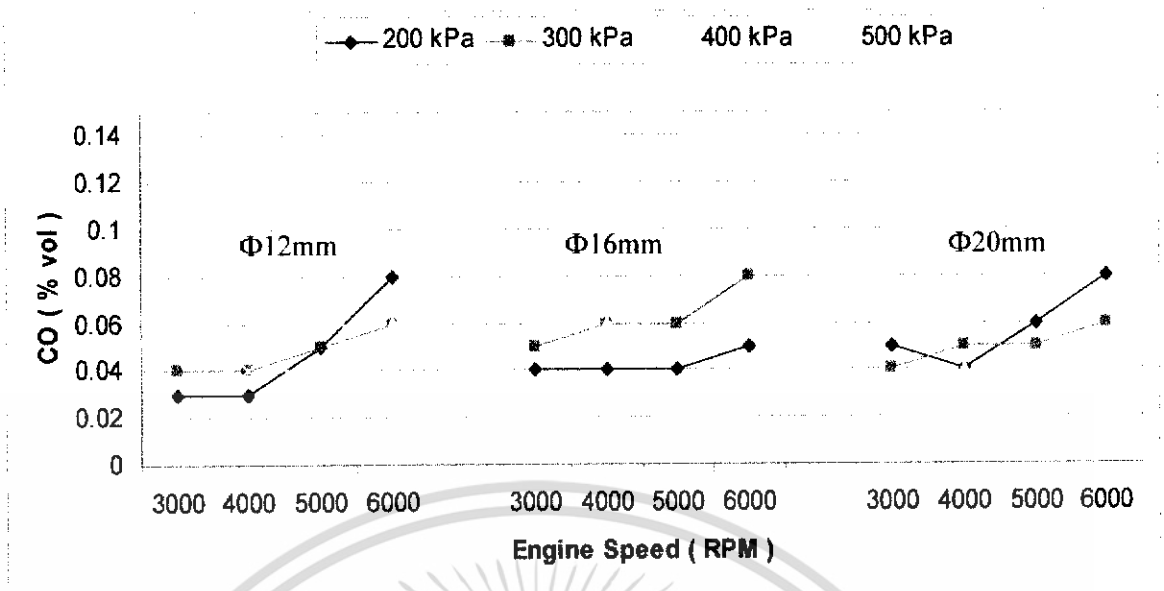
เมื่อพิจารณามิกเซอร์ขนาดเดียวกันและความเร็วรอบเครื่องยนต์เท่ากัน เมื่อเพิ่มภาระงานให้กับเครื่องยนต์พบว่าอัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงจะต่ำลงทั้งนี้เนื่องจากที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์สูงๆ ลูกสูบจะมีความเร็วเฉื่อยมากทำให้ผลจากความเสียดทานลดลงส่งผลให้อัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงลดลงไปด้วย



รูปที่ 6.2 ความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงสัมพัทธ์เพลาที่ภาระงาน 200 kPa เมื่อใช้มิกเซอร์ขนาดต่างๆ

พิจารณาจากรูปที่ 6.2 การทดสอบที่ความเร็วรอบและภาระงานคงที่ 200 kPa และตัวแปรคือขนาดมิกเซอร์เท่านั้น พบว่าการใช้มิกเซอร์ขนาดใหญ่ที่สุดคือ เส้นผ่านศูนย์กลาง 20 มิลลิเมตรให้ผลการทดสอบอัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงต่ำกว่าผลจากใช้มิกเซอร์ขนาดอื่นๆ ในการทดสอบ

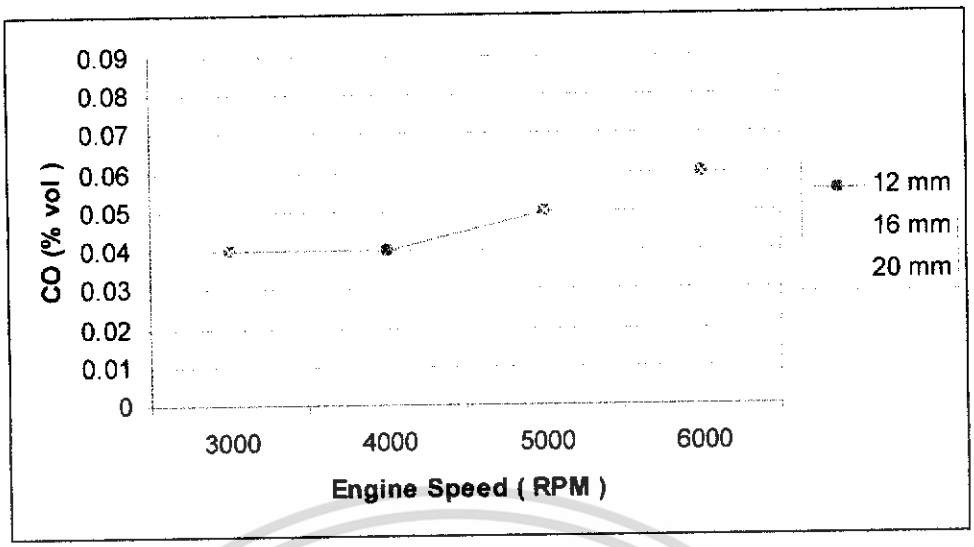
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6.3 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์ในไอเสียที่ความเร็วรอบและภาระงานต่างๆ เมื่อใช้ขนาดมิกเซอร์ที่ต่างกัน

ในการพิจารณาปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์ จะสังเกตได้ว่าผลการทดสอบที่ได้จากใช้มิกเซอร์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16 มิลลิเมตรจะก่อให้เกิดปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์ในไอเสียสูงกว่าการใช้มิกเซอร์อีกสองตัว และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างผลของมิกเซอร์อีกสองตัวพบว่า ที่ภาระงานสูงๆ การใช้มิกเซอร์ขนาด 20 มิลลิเมตรจะทำให้เกิดปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์น้อยกว่า และที่ภาระงานต่ำๆ ผลการทดสอบระหว่างมิกเซอร์ทั้งสองตัวนั้นจะใกล้เคียงกัน และเมื่อพิจารณาแนวโน้มโดยรวมแล้ว พบว่าการเพิ่มความเร็วรอบเครื่องยนต์จะส่งผลให้ปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์เพิ่มมากขึ้นเป็นแนวโน้มเดียวกันทุกสภาวะการทดสอบ สำหรับรายละเอียดจะอธิบายจากกราฟที่ 6.4

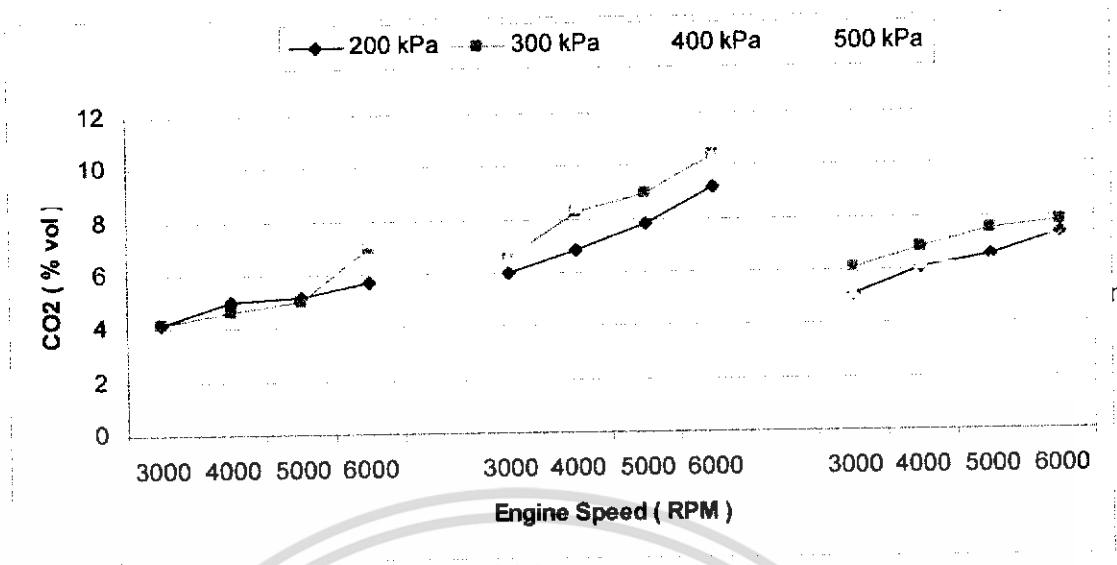
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6.4 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์ในไอเสียที่ความเร็วรอบและภาระงานต่างๆ เมื่อใช้ขนาดมิกเซอร์ที่ต่างกันที่ภาระงานคงที่ 300 kPa

กราฟที่ 6.4 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์ในไอเสียเมื่อทำการทดสอบที่ภาระงานคงที่ 300 kPa จะเห็นได้ว่าปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์ที่ทดสอบได้เมื่อใช้มิกเซอร์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16 มิลลิเมตรจะสูงกว่าเมื่อทดสอบโดยใช้มิกเซอร์อีกสองขนาด และการทดสอบเมื่อใช้มิกเซอร์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 และ 20 มิลลิเมตรจะมีค่าใกล้เคียงกันมาก และจะสังเกตเห็นว่าที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ 4000 รอบต่อนาที ปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์ที่ได้จากการทดสอบด้วยมิกเซอร์ขนาด 12 และ 20 มิลลิเมตรจะแตกต่างกัน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการทดสอบทำที่จังหวะเร่งเครื่องยนต์ ผลการทดสอบมิกเซอร์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 มิลลิเมตรจึงที่ได้จึงสูงกว่าปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



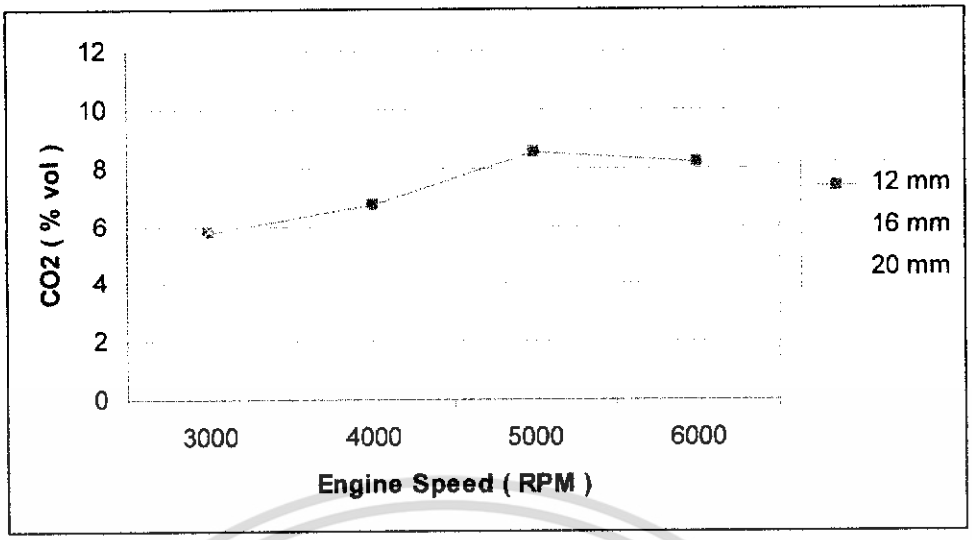
mm

รูปที่ 6.5 ปริมาณสารคาร์บอนไดออกไซด์จากการทดสอบที่ภาระงานและความเร็วรอบเครื่องต่างๆ เมื่อใช้มิกเซอร์ขนาดต่างๆ

จากรูปที่ 6.3 จะเห็นว่าปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์จะสูงกว่ากรณีอื่นเมื่อใช้มิกเซอร์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16 มิลลิเมตร เช่นเดียวกับผลการทดสอบคาร์บอนมอนอกไซด์ที่ความเร็วรอบต่ำการใช้มิกเซอร์ขนาด 12 และ 20 มิลลิเมตรจะให้ผลใกล้เคียงกัน และที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์สูงๆ มิกเซอร์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 มิลลิเมตรจะให้ผลที่ดีกว่า

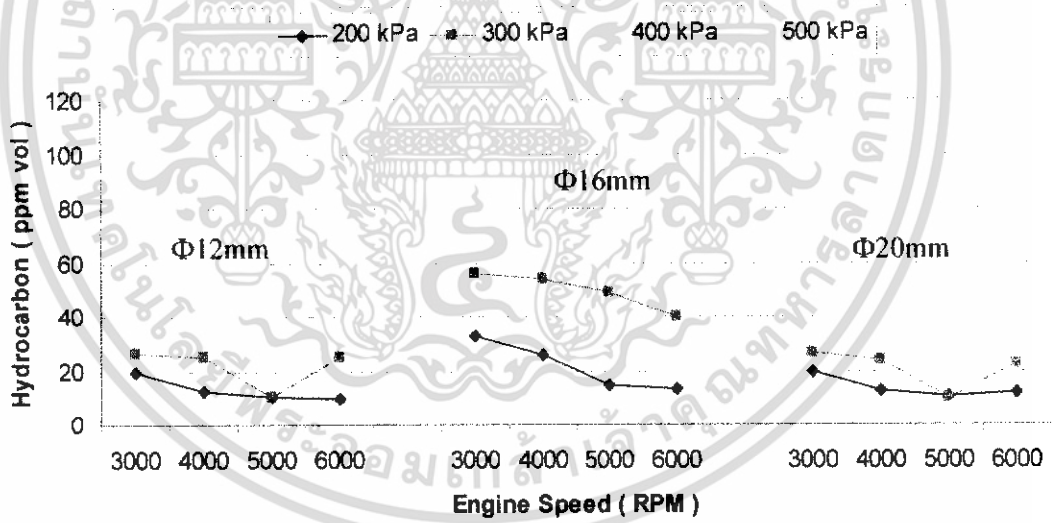
และจากการพิจารณาผลโดยรวมแล้วพบว่าปริมาณสารคาร์บอนไดออกไซด์ในไอเสียจะเพิ่มขึ้นตามความเร็วรอบเครื่องยนต์ที่เพิ่มขึ้น และให้ผลเป็นแนวโน้มเดียวกันทุกสภาวะการทดสอบกับทุกๆ ขนาดของมิกเซอร์ที่ใช้ทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6.6 ปริมาณสารคาร์บอนไดออกไซด์จากการทดสอบที่ภาระงานคงที่ 500 kPa เมื่อใช้มิกเซอร์ขนาดต่างๆ

จากกราฟรูปที่ 6.6 ทำให้เราทราบว่ามิกเซอร์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 มิลลิเมตร เป็นขนาดที่เหมาะสมที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับการทดสอบกับมิกเซอร์ขนาดอื่นๆ เนื่องจากก่อให้เกิดคาร์บอนไดออกไซด์น้อยกว่าเมื่อใช้มิกเซอร์ขนาดอื่นๆ โดยเฉพาะในย่านความเร็วรอบเครื่องยนต์สูงๆ



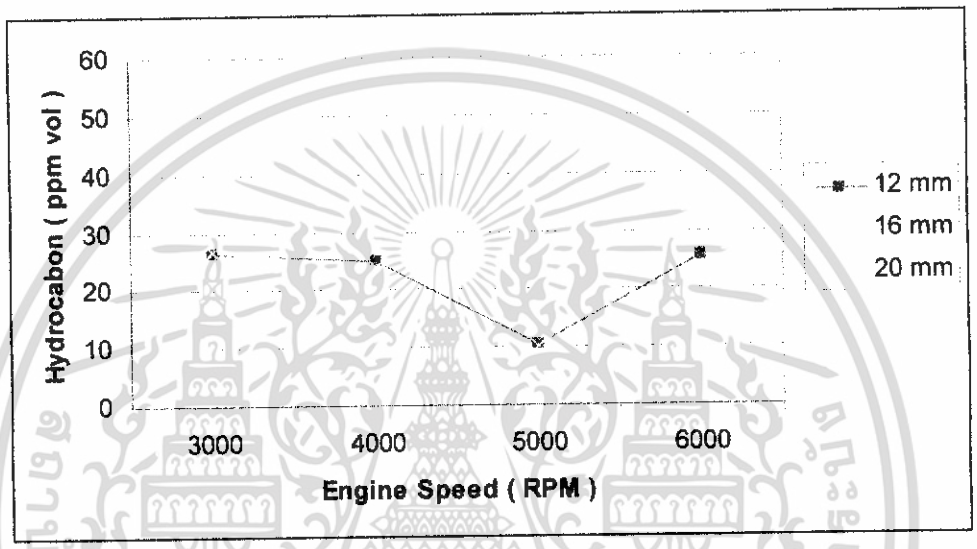
รูปที่ 6.7 ปริมาณสารไฮโดรคาร์บอนเปรียบเทียบที่สภาวะต่างๆ เมื่อใช้มิกเซอร์ขนาดต่างๆ กัน

เมื่อทำการเปรียบเทียบปริมาณสารไฮโดรคาร์บอนในไอเสียที่สภาวะต่างๆแล้ว จะเห็นได้ชัดว่าการใช้มิกเซอร์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16 มิลลิเมตร จะทำให้ปริมาณสารไฮโดรคาร์บอนในไอเสียสูงกว่าการใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มิกเซอร์อีกสองขนาดที่เหลือ และยิ่งเพิ่มภาระงานปริมาณสารไฮโดรคาร์บอนจะยิ่งสูงจนเห็นความแตกต่างได้ชัดเจน และการใช้มิกเซอร์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 และ 20 มิลลิเมตรจะก่อให้เกิดปริมาณสารไฮโดรคาร์บอนในปริมาณที่ใกล้เคียงกัน

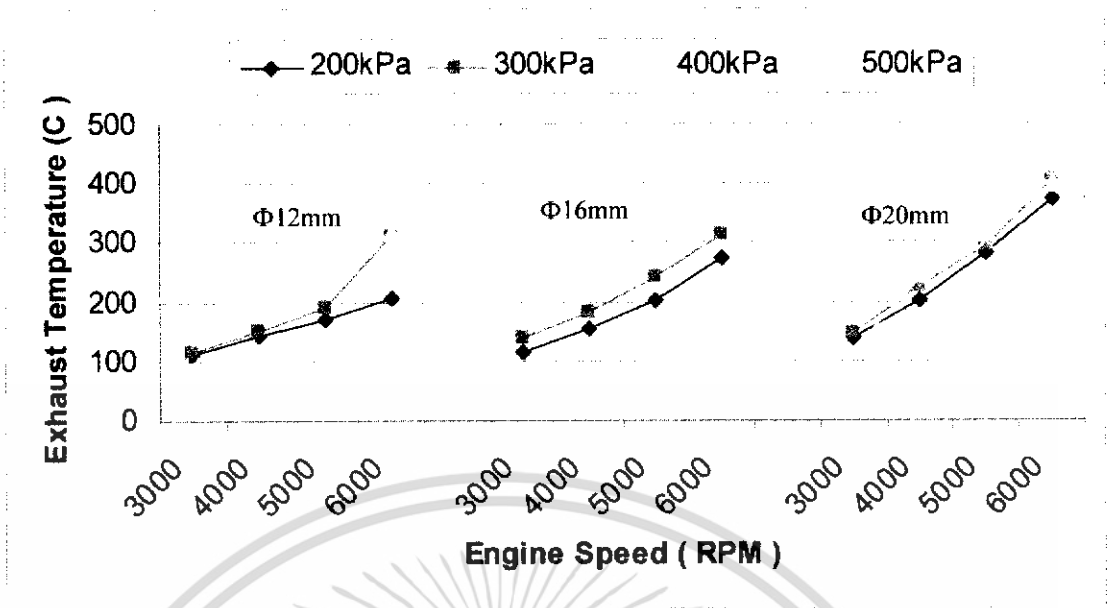
พิจารณาที่การทดสอบด้วยมิกเซอร์ตัวเดียวกัน ที่ความเร็วรอบเท่ากัน เมื่อภาระงานเพิ่มขึ้น ปริมาณสารไฮโดรคาร์บอนจะเพิ่มขึ้นด้วย และถ้าพิจารณาที่ภาระงานเท่ากันเมื่อความเร็วรอบเครื่องยนต์เพิ่มขึ้นในช่วงแรกปริมาณสารไฮโดรคาร์บอนจะลดลง หลังจากความเร็วปานกลางเมื่อเพิ่มความเร็วรอบอีกจะกลับทำให้ปริมาณสารไฮโดรคาร์บอนเพิ่มขึ้นอีก



รูปที่ 6.8 ปริมาณสารไฮโดรคาร์บอน เมื่อใช้มิกเซอร์ขนาดต่างๆ ที่ภาระงานคงที่ 300 kPa

จากการทดสอบพบว่าการใช้มิกเซอร์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16 มิลลิเมตรจะให้ผลทดสอบที่มีแนวโน้มแตกต่างจากการทดสอบเมื่อใช้มิกเซอร์อีกสองขนาด และจากผลการเปรียบเทียบพบว่า การใช้มิกเซอร์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 มิลลิเมตร จะก่อให้เกิดปริมาณสารไฮโดรคาร์บอนน้อยที่สุดเมื่อใช้มิกเซอร์ขนาดอื่นๆ ในการทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6.9 เปรียบเทียบอุณหภูมิของก๊าซไอเสีย ณ จังหวะการเปิด-ปิดวาล์วไอเสียต่างๆกัน ที่สภาวะภาระคงที่ต่างๆ

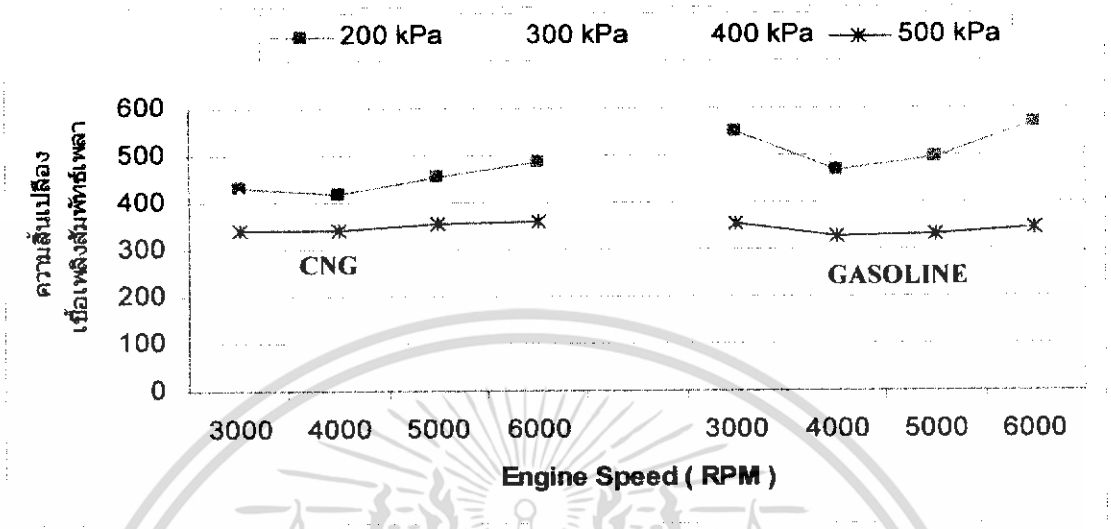
จากรูปที่ 6.9 เมื่อพิจารณาอุณหภูมิไอเสียเมื่อใช้มิกเซอร์ขนาดต่างๆ ที่สภาวะการทดสอบต่างๆ ดังกราฟพบว่า การใช้มิกเซอร์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 มิลลิเมตรจะทำให้ไอเสียมีอุณหภูมิต่ำกว่าการใช้มิกเซอร์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16 มิลลิเมตรเล็กน้อยทุกๆ สภาวะภาระงานและความเร็วรอบ และการใช้มิกเซอร์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 มิลลิเมตรจะให้ไอเสียที่มีอุณหภูมิสูงกว่าการใช้มิกเซอร์อีกสองตัวและเมื่อพิจารณาที่ภาระงานเท่ากัน และใช้มิกเซอร์ตัวเดียวกันการเพิ่มความเร็วรอบเครื่องยนต์จะช่วยให้อุณหภูมิไอเสียเพิ่มขึ้นตามไปด้วยเป็นแนวโน้มที่ชัดเจนของทุกสภาวะการทดสอบ และเมื่อพิจารณาที่ความเร็วรอบเท่ากันเมื่อใช้มิกเซอร์ขนาดเดียวกันเมื่อเพิ่มภาระงานให้กับเรื่องยนต์จะทำให้อุณหภูมิไอเสียที่ทดสอบได้เพิ่มขึ้นด้วย แต่แนวโน้มดังกล่าวนี้จะเห็นผลไม่ชัดเจนนักเมื่อใช้มิกเซอร์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 มิลลิเมตร

จากการพิจารณาผลการทดสอบโดยรวมข้างต้น สามารถสรุปได้ว่ามิกเซอร์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 มิลลิเมตรจะให้ผลการทดสอบอยู่ในเกณฑ์ดีที่สุดของมิกเซอร์ทั้งหมดที่ใช้ในการทดสอบ คือให้ค่าอัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลงต่ำกว่าการใช้มิกเซอร์อีกสองตัวอย่างชัดเจน และก่อให้เกิดปริมาณสารมลพิษอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ โดยเฉพาะปริมาณสาคาร์บอนมอนอกไซด์ และสารประกอบออกไซด์ของไนโตรเจนจะมีปริมาณน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับผลการทดสอบเมื่อใช้มิกเซอร์ขาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 และ 16 มิลลิเมตร ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกใช้มิกเซอร์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 มิลลิเมตรในการทดสอบเครื่องยนต์ที่สภาวะอื่นๆ ต่อไป คือ ทดสอบเครื่องยนต์เมื่อทำการปรับองศาการจุดระเบิด การปรับองศาของเพลาลูกเบี้ยวเพื่อจุดประสงค์ในการปรับองศาการเปิด-ปิดวาล์ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.2 การทดสอบเปรียบเทียบเชื้อเพลิงระหว่างน้ำมันแก๊สโซลีนและก๊าซธรรมชาติ

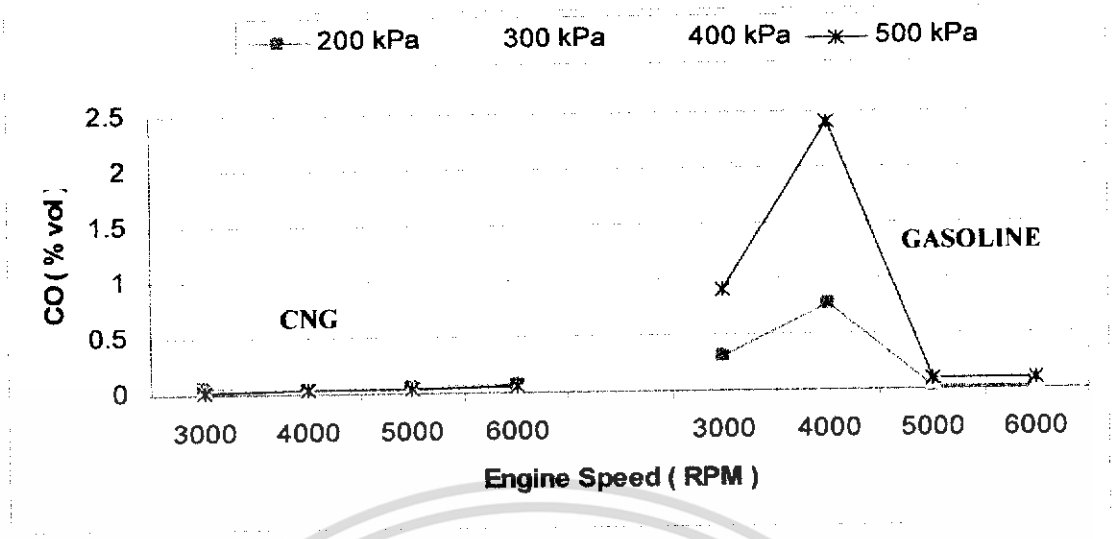
ในการทดสอบเลือกใช้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางมิกเซอร์ที่ 20 มิลลิเมตร



รูปที่ 6.10 เปรียบเทียบความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงสัมพัทธ์เพลาระหว่างการติดเครื่องด้วยก๊าซธรรมชาติ และน้ำมันแก๊สโซลีน

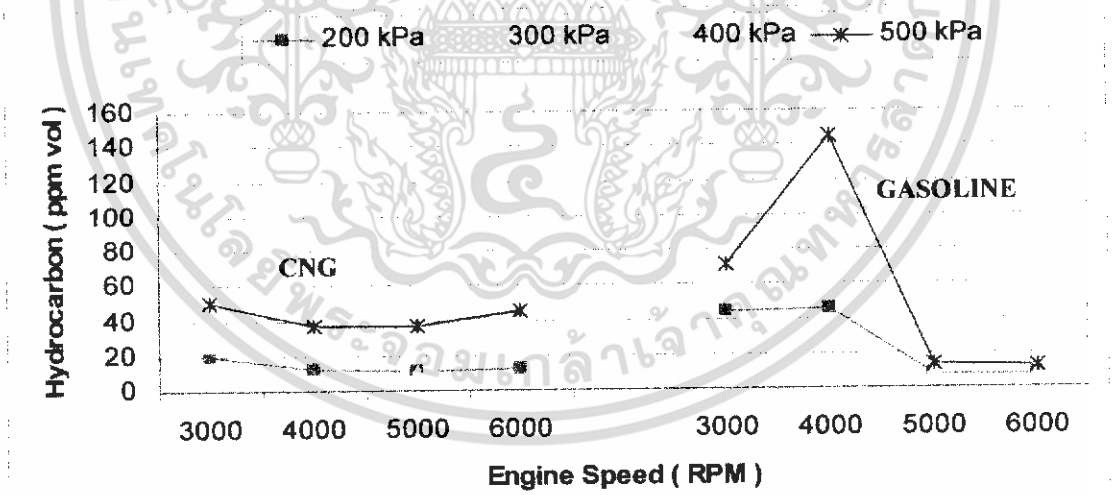
จากผลการทดสอบดังแสดงในรูปที่ 6.10 จะเห็นว่าความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงเมื่อใช้น้ำมันแก๊สโซลีนและเมื่อใช้ก๊าซธรรมชาติมีค่าใกล้เคียงกันที่ภาระงานสูง ส่วนที่ภาระงานต่ำๆ การใช้น้ำมันแก๊สโซลีนจะทำให้อัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงต่ำกว่าการใช้ก๊าซธรรมชาติ ทั้งนี้เนื่องจากการใช้น้ำมันแก๊สโซลีนเป็นเชื้อเพลิงนั้นจะมีข้อด้อยที่การทำงานภายใต้ภาระงานต่ำ ซึ่งลิ้นผีเสื้อจะเปิดเพียงเล็กน้อยทำให้เกิดสุญญากาศที่ท่อไอดีทำให้เกิดอัตราส่วนผสมหนาขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6.11 เปรียบเทียบปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์ในไอเสียระหว่างการติดเครื่องด้วยก๊าซธรรมชาติและน้ำมันแก๊สโซลีน

พิจารณารูปที่ 6.11 จะเห็นได้ชัดว่าการใช้แก๊สโซลีนเป็นเชื้อเพลิงจะก่อให้เกิดปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์มากกว่าการใช้ก๊าซธรรมชาติและจะสูงกว่ามากที่ความเร็วปานกลาง สูงกว่าอย่างเห็นได้ชัดที่ความเร็วรอบต่ำ และที่ย่านความเร็วรอบสูงๆ จะให้ผลทดสอบที่ใกล้เคียงกัน



รูปที่ 6.12 เปรียบเทียบปริมาณสารไฮโดรคาร์บอนในไอเสียระหว่างการติดเครื่องด้วยก๊าซธรรมชาติและน้ำมันแก๊สโซลีน

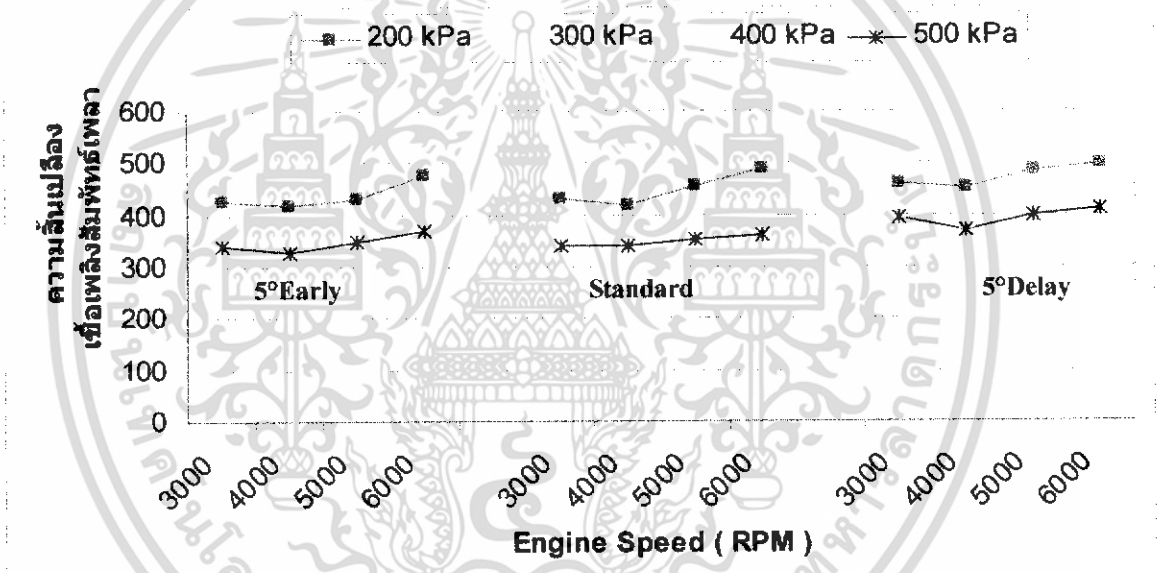
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พิจารณาผลการทดสอบปริมาณไฮโดรคาร์บอนในไอเสียพบว่า ปริมาณสารไฮโดรคาร์บอนจะสูงกว่ามากเมื่อใช้แก๊สโซลีนเป็นเชื้อเพลิง ในขณะที่การติดเครื่องยนต์ด้วยแก๊สธรรมชาติให้ปริมาณสารไฮโดรคาร์บอนที่ค่อนข้างต่ำ ที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ต่ำๆ แก๊สโซลีนจะก่อให้เกิดสารไฮโดรคาร์บอนที่สูงกว่าการติดเครื่องยนต์ด้วยก๊าซธรรมชาติมาก

เมื่อเปรียบเทียบโดยรวมแล้วสรุปได้ว่าการติดเครื่องยนต์ด้วยก๊าซจะก่อให้เกิดสารไฮโดรคาร์บอนและคาร์บอนมอนอกไซด์ต่ำกว่าการติดเครื่องยนต์ด้วยน้ำมันแก๊สโซลีน ในขณะที่ให้ค่าอัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงใกล้เคียงกัน และมีแนวโน้มจะต่ำกว่าที่ภาระงานต่ำลง

6.3 การทดสอบเปลี่ยนองศาเพลาลูกเบี้ยว

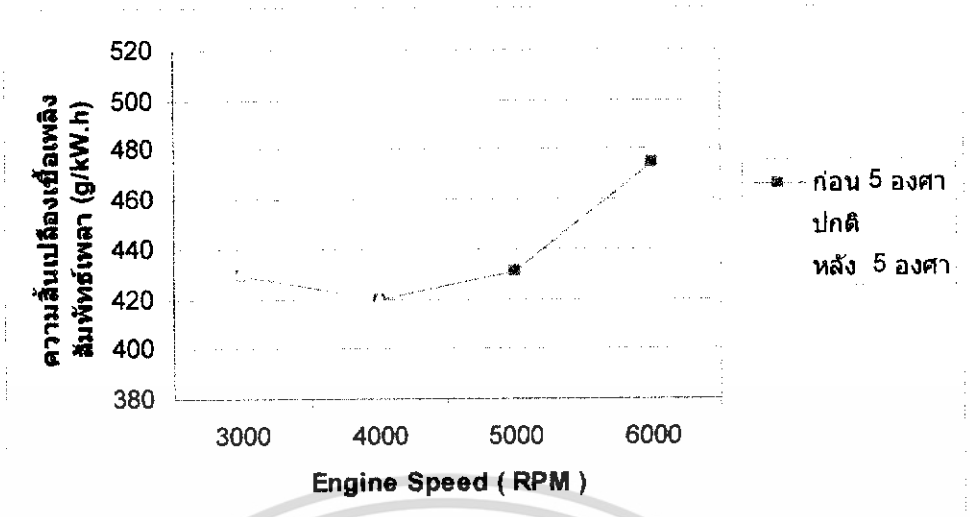
ในการทดสอบปรับองศาเพลาลูกเบี้ยวให้เปิดก่อน 5 องศา และหลัง 5 องศา



รูปที่ 6.13 ความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงสัมพัทธ์เพลาที่ภาระงานและความเร็วรอบต่างๆ เปรียบเทียบผลระหว่างการเดินเครื่องที่องศาเพลาลูกเบี้ยวต่างๆ

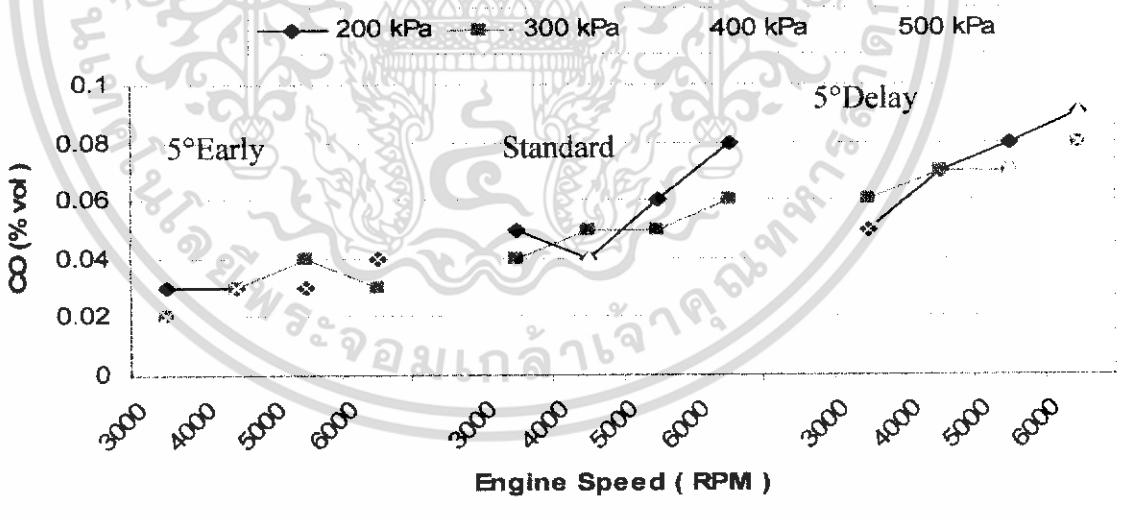
เมื่อพิจารณาจากกราฟดังแสดงในรูปที่ 6.13 พบว่าการเปิดวาล์วล่วงหน้าของเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติ มีผลทำให้อัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงลดลงเล็กน้อยจากการเดินเครื่องยนต์ที่องศาเดิมก่อนการปรับแต่ง และในทางตรงกันข้ามการเปิด ปิดวาล์วล่าช้ามีผลทำให้อัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงเพิ่มมากขึ้นจากเดิมเลกน้อย แต่แนวโน้มที่สภาวะความเร็วรอบและภาระงานต่างๆ ยังคงเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6.14 ความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงสัมพัทธ์เพลาที่ภาระงานคงที่ 200 kPaที่องศาเพลาลูกเบี้ยวต่างๆ

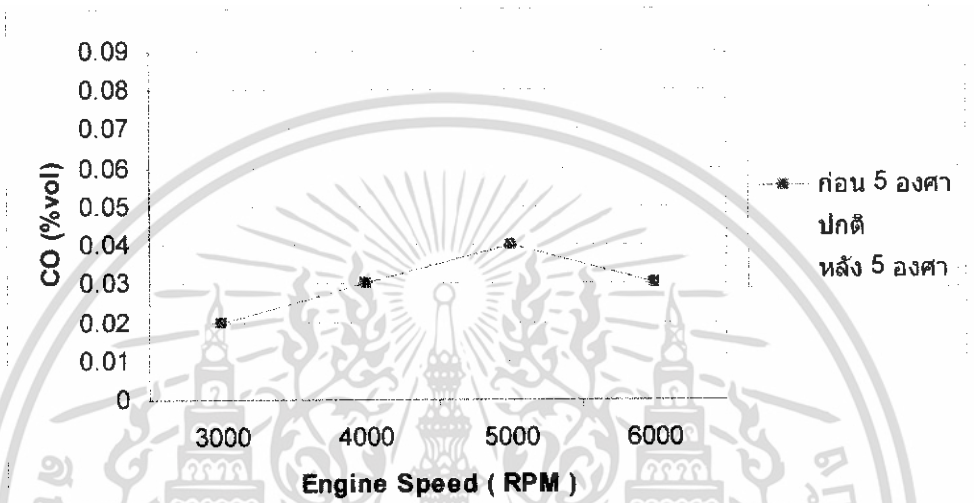
เมื่อวิเคราะห์ผลการทดสอบพบว่าการปรับให้องศาเพลาลูกเบี้ยวช้าไป 5 องศา จะช่วยให้อัตราความสิ้นเปลืองสัมพัทธ์เพลาลดลงอย่างเห็นได้ชัด ในทางกลับกันการปรับให้องศาเพลาลูกเบี้ยวขึ้นมา 5 องศา กลับทำให้อัตราความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงสัมพัทธ์เพลาเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะที่ย่านความเร็วรอบเครื่องยนต์สูงๆ จะเพิ่มขึ้นอย่างมาก



รูปที่ 6.15 ปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์ที่ภาระงานและความเร็วรอบต่างๆ เปรียบเทียบผลระหว่างการเดินเครื่องที่องศาเพลาลูกเบี้ยวต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

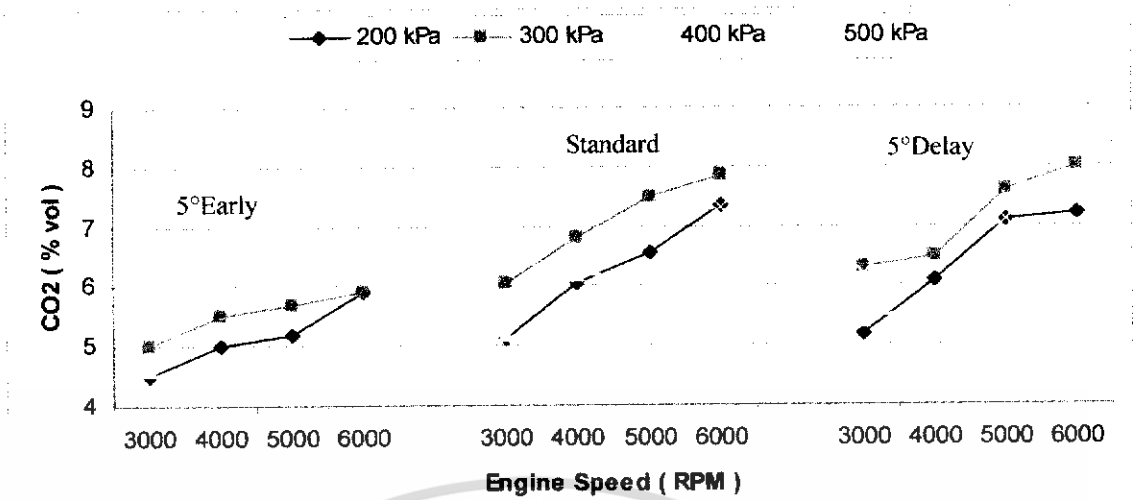
เมื่อพิจารณาผลการทดสอบหาปริมาณสารคาร์บอนมอนอกไซด์ในไอเสียพบว่า ที่สภาวะเชื้อเพลิงชนิดเดียวกันและภาระงานเท่ากัน การเพิ่มความเร็วรอบเครื่องยนต์จะเป็นการเพิ่มปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์ในไอเสียด้วย และเมื่อพิจารณาที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์เท่ากันการเพิ่มภาระงานจะส่งผลให้ปริมาณสารคาร์บอนมอนอกไซด์ในไอเสียลดน้อยลง และเมื่อพิจารณาที่ผลการปรับแต่งองศาการพลาลูกเบี้ยวแล้ว พบว่าการเปิดวาล์วก่อนจะช่วยลดปริมาณสารคาร์บอนมอนอกไซด์ได้เล็กน้อย และในทางตรงกันข้ามการเปิดวาล์วล่าช้าจะทำให้ปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์ในไอเสียเพิ่มมากขึ้นกว่าปกติ



รูปที่ 6.16 ปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์ที่ภาระงานคงที่ 300 kPaที่องศาพลาลูกเบี้ยวต่างๆ

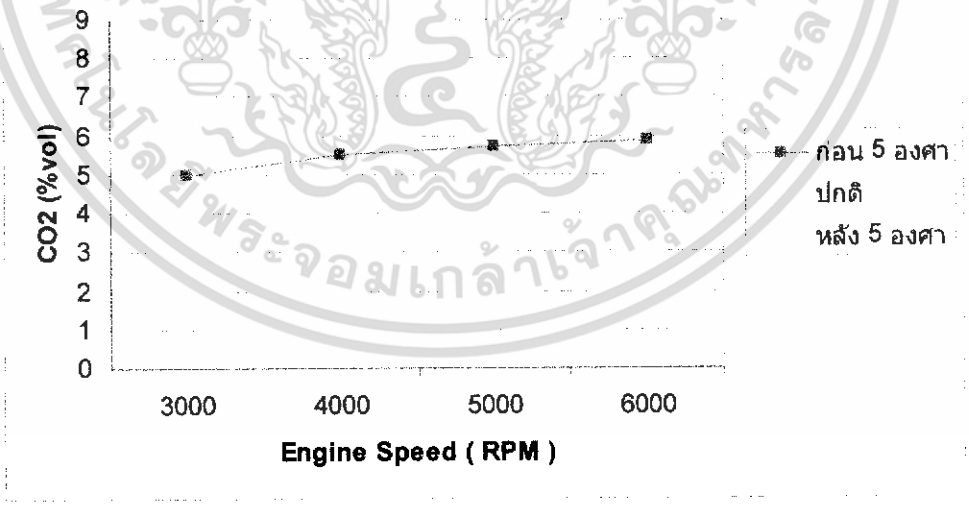
จากการทดสอบ เมื่อพิจารณาจากกราฟรูปที่ 6.16 พบว่าการปรับองศาเพลาลูกเบี้ยวมีผลต่อปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์ โดยที่การปรับองศาให้ช้าลงจะส่งผลให้ปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์ลดต่ำลงอย่างเห็นได้ชัด ในทางตรงกันข้ามการปรับองศาขึ้นจะทำให้ปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์เพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัดเช่นเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6.17 ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ภาระงานและความเร็วรอบต่างๆ เปรียบเทียบผลระหว่างการเดินเครื่องที่องศาเพลาลูกเบี้ยวต่างๆ

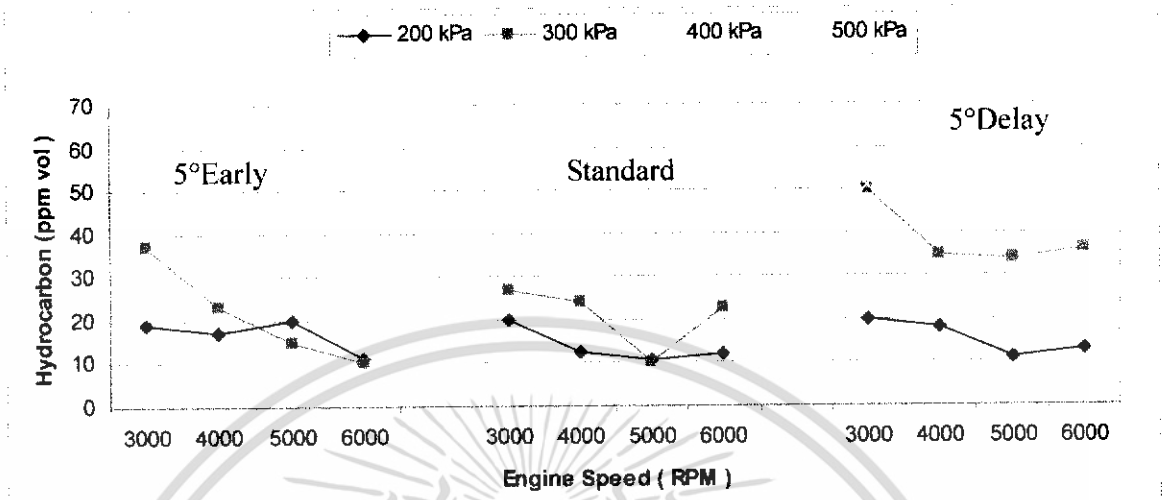
จากรูปที่ 6.17 สังเกตได้ว่าผลการทดสอบให้แนวโน้มในทางเดียวกับผลการทดสอบปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์ กล่าวคือการเปิด ปิดวาล์วล่วงหน้าจะส่งผลให้ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ลดลงจากเดิมเล็กน้อย ซึ่งแน่นอนการเปิด ปิดวาล์วล่าช้าจะส่งผลให้ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มมากกว่าการปิด เปิดที่องศาปกติ



รูปที่ 6.18 ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ภาระงานคงที่ 300 kPaที่องศาเพลาลูกเบี้ยวต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

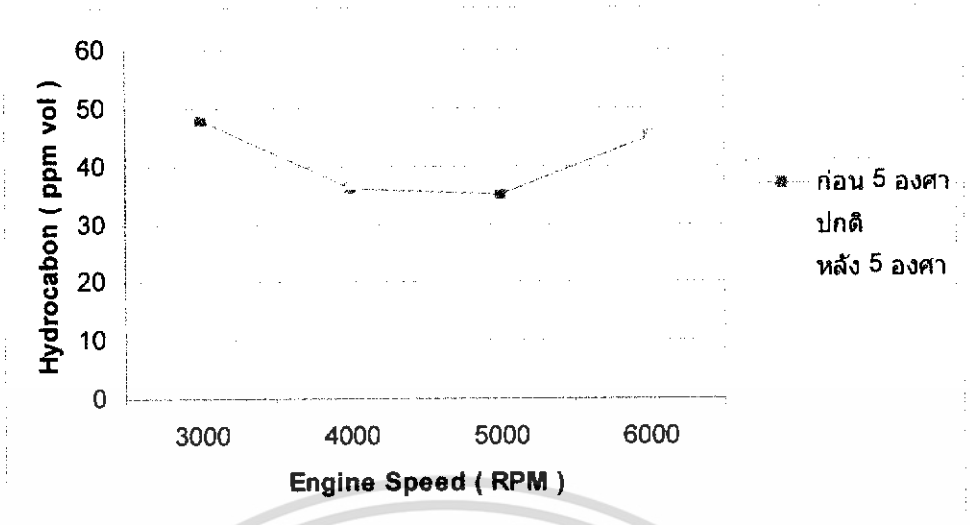
เมื่อพิจารณาจากกราฟรูปที่ 6.18 เราพบว่าการทดสอบโดยใช้มิกเซอร์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 องศา จะก่อให้เกิดปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์น้อยที่สุด เมื่อเปรียบเทียบระหว่างมิกเซอร์อีกสองขนาดที่พิจารณา



รูปที่ 6.19 ปริมาณสารไฮโดรคาร์บอนที่ภาระงานและความเร็วรอบต่างๆ เปรียบเทียบผลระหว่างการเดินเครื่องที่องศาพลาดูลเบี้ยวต่างๆ

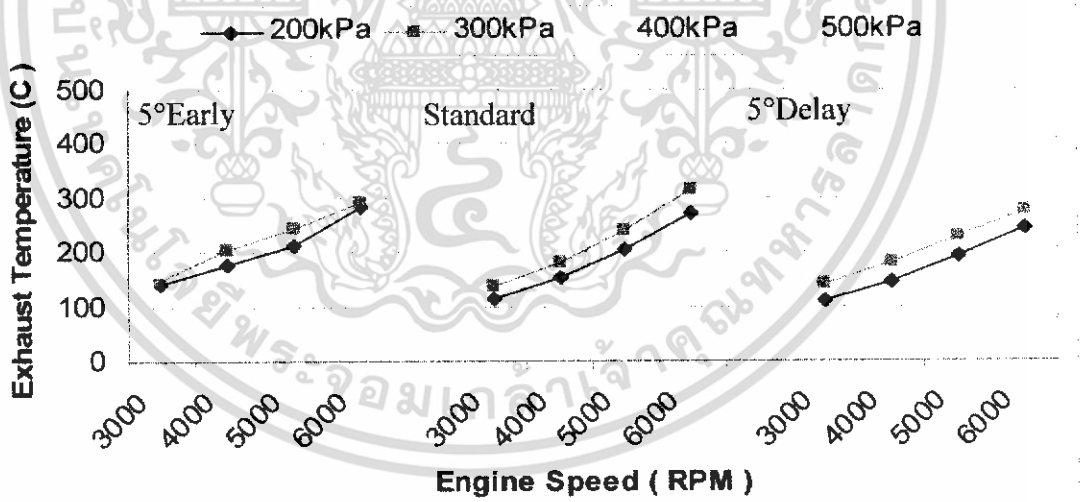
เมื่อพิจารณาจากผลการทดสอบพบว่าปริมาณสารไฮโดรคาร์บอนที่ทดสอบได้จากสภาวะต่างๆ จะมีแนวโน้มที่ค่อนข้างจะต่างจากปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ และคาร์บอนมอนอกไซด์ จากกราฟจะพบว่าการปรับองศาการเปิด ปิดวาล์วนั้น ส่งผลต่อปริมาณสารไฮโดรคาร์บอนน้อยมากที่ภาระงานต่ำๆ แต่เมื่อภาระงานสูงขึ้นโดยที่ยังคงความเร็วรอบเครื่องยนต์ไว้ พบว่าปริมาณสารไฮโดรคาร์บอนจะสูงขึ้น และจะสูงขึ้นอย่างมากเมื่อมีการปรับองศาการเปิด ปิดวาล์วให้ช้าลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6.20 ปริมาณสารไฮโดรคาร์บอนที่ภาระงานคงที่ 500 kPaที่องศาเพลาลูกเบี้ยวต่างๆ

จากรูปที่ 6.20 จะเห็นว่า การปรับองศาเพลาลูกเบี้ยวหลัง 5 องศาจะส่งผลให้ปริมาณสารไฮโดรคาร์บอนเพิ่มขึ้นเล็กน้อย และในทางกลับกันเมื่อปรับให้องศาเพลาลูกเบี้ยวก่อน 5 องศาจะทำให้ปริมาณสารไฮโดรคาร์บอนลดลงเล็กน้อยเช้นกัน



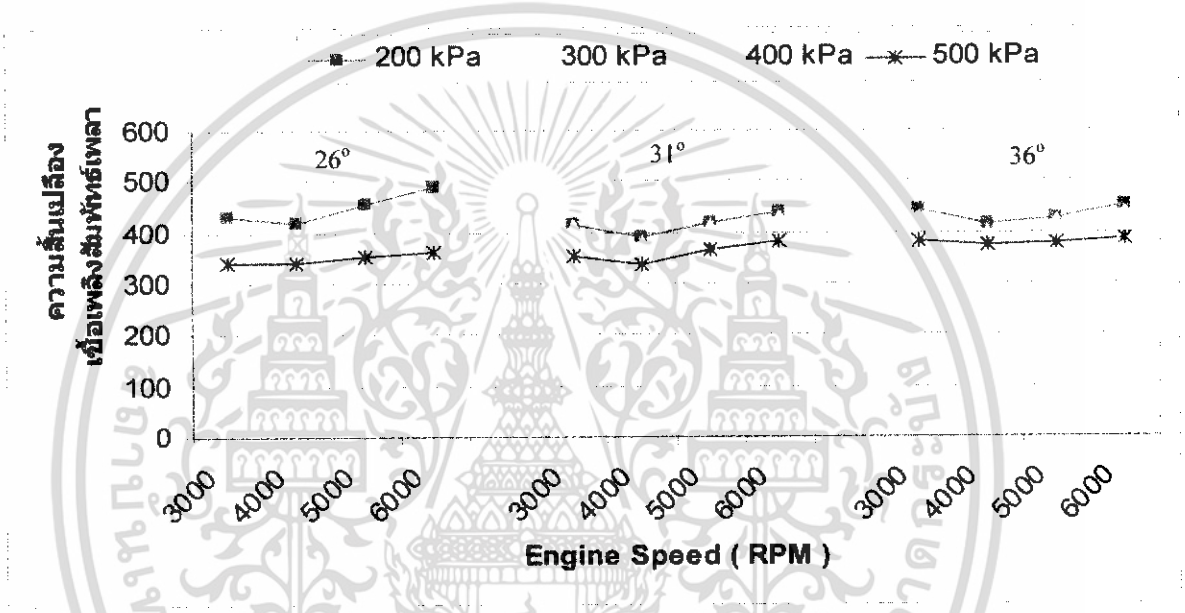
รูปที่ 6.21 อุณหภูมิไอเสียที่ภาระงานและความเร็วรอบต่างๆ
เปรียบเทียบผลระหว่างการเดินเครื่องที่องศาเพลาลูกเบี้ยวต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเปรียบเทียบผลของอุณหภูมิไอเสียที่การงานที่องศาการปิด เปิดวาล์วต่างๆ กัน พบว่าการเปิด ปิดวาล์วเร็วจะช่วยเล็กน้อยในการเพิ่มอุณหภูมิไอเสีย และในทางตรงกันข้ามการเปิด ปิดวาล์วล่าช้าจะลดอุณหภูมิไอเสียลงเมื่อเทียบที่ภาระงานเท่ากันและความเร็วรอบเครื่องยนต์เท่ากัน เมื่อพิจารณาผลการทดสอบโดยรวม พบว่าการเพิ่มความเร็วรอบเครื่องยนต์ และการเพิ่มภาระงานจะส่งผลให้อุณหภูมิไอเสียเพิ่มขึ้นด้วยเช่นกัน

ดังนั้นจากผลการทดสอบสรุปว่าการปรับองศาเพลาให้มีการเปิด ปิดวาล์วเร็วขึ้นจะส่งผลให้อัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงลดน้อยลง และช่วยลดมลภาวะจากไอเสียด้วยเล็กน้อย

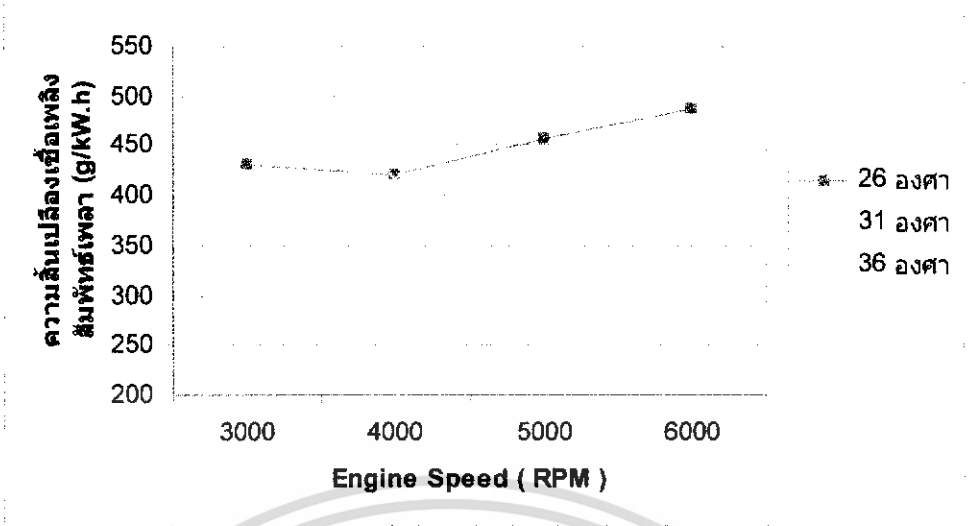
6.4 การทดสอบเปลี่ยนองศาการจุดระเบิด



รูปที่ 6.22 อุณหภูมิไอเสียที่ภาระงานและความเร็วรอบต่างๆ
เปรียบเทียบผลระหว่างการเดินเครื่องที่องศาการจุดระเบิดต่างๆ

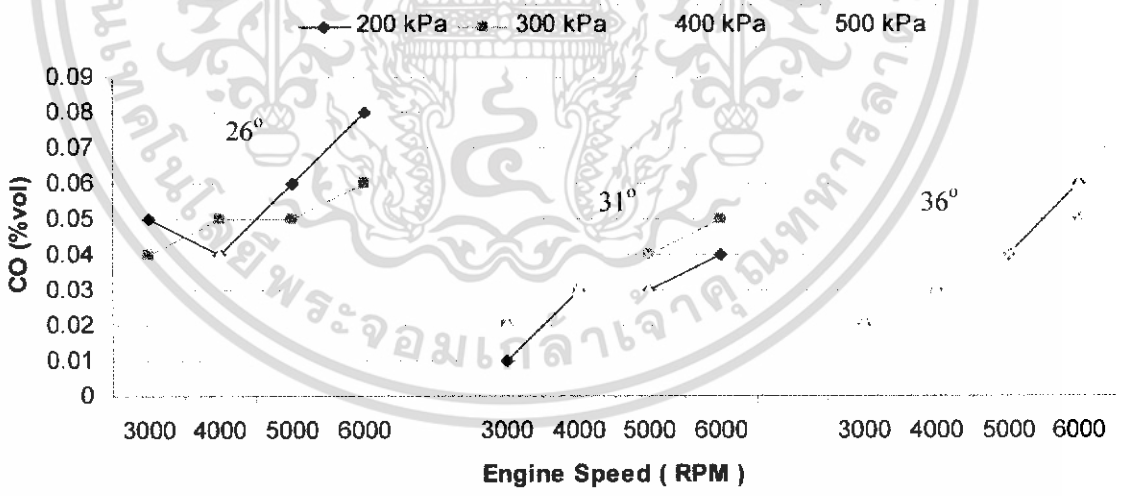
จากรูปที่ 6.21 พบว่า การปรับองศาการจุดระเบิดทั้งปรับล่วงหน้าประมาณ 5 องศาจะส่งผลให้อัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงลดลงเล็กน้อยที่ภาระงานสูงๆ และลดลงอย่างเห็นได้ชัดที่ภาระงานต่ำๆ โดยจะสังเกตเห็นว่าที่องศาการจุดระเบิดที่ 31 องศาจะให้ค่าอัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงที่ต่ำกว่าที่องศาการจุดระเบิดเดิม คือ 26 องศาก่อนศูนย์ตายบนเล็กน้อย และเมื่อเพิ่มองศาเป็น36 องศาก่อนศูนย์ตายบนจะกลับทำให้อัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงสูงขึ้นอีก เนื่องจากตำแหน่งการจุดระเบิดอยู่ก่อนศูนย์ตายบนมาก ซึ่งเป็นตำแหน่งที่ความดัน และอุณหภูมิแปรปรวนมากกว่า และความดันสูงสุดจากการเผาไหม้เกิดขึ้นก่อนศูนย์ตายบนมากกว่า ทำให้เครื่องยนต์ไม่สามารถดึงพลังงานจากเชื้อเพลิงมาใช้เป็นกำลังของเครื่องยนต์ได้อย่างคุ้มค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6.23 อัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงสัมพัทธ์เพลาที่ภาระงานคงที่ 200 kPa ที่องศาการจุดระเบิดต่างๆ

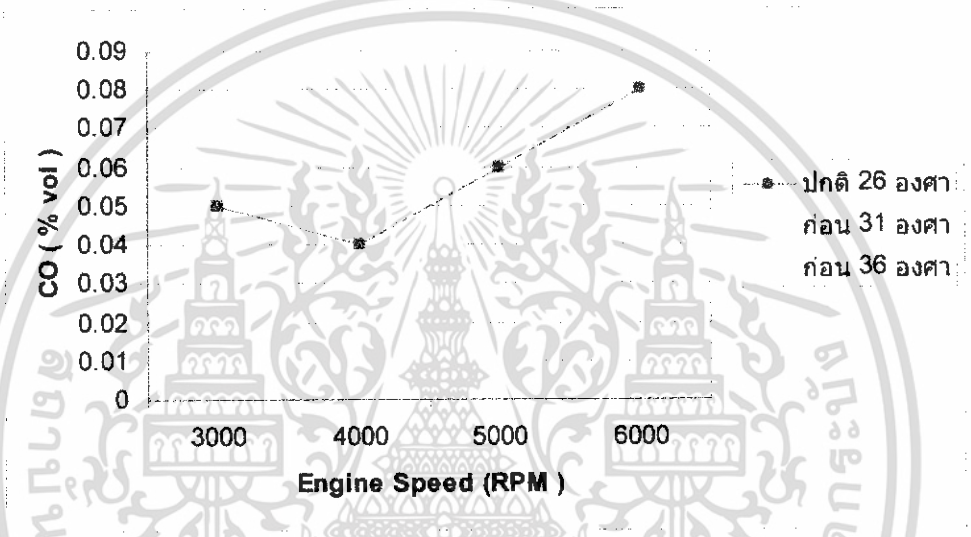
ผลการทดสอบทำให้เราทราบว่าการปรับองศาการจุดระเบิดล่วงหน้าจะช่วยให้อัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงสัมพัทธ์เพลาลดลง แต่เมื่อปรับองศาล่วงหน้ามากเกินไป อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงสัมพัทธ์จะกลับสูงขึ้น เนื่องจากการระเบิดเร็วเกินไป ในที่นี้การปรับองศาการจุดระเบิดที่ 31 องศาก่อนศูนย์ตายบนจะให้ผลการทดสอบที่ดีที่สุด



รูปที่ 6.24 ปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์ที่ภาระงานและความเร็วรอบต่างๆ เปรียบเทียบผลระหว่างการเดินเครื่องที่องศาการจุดระเบิดต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

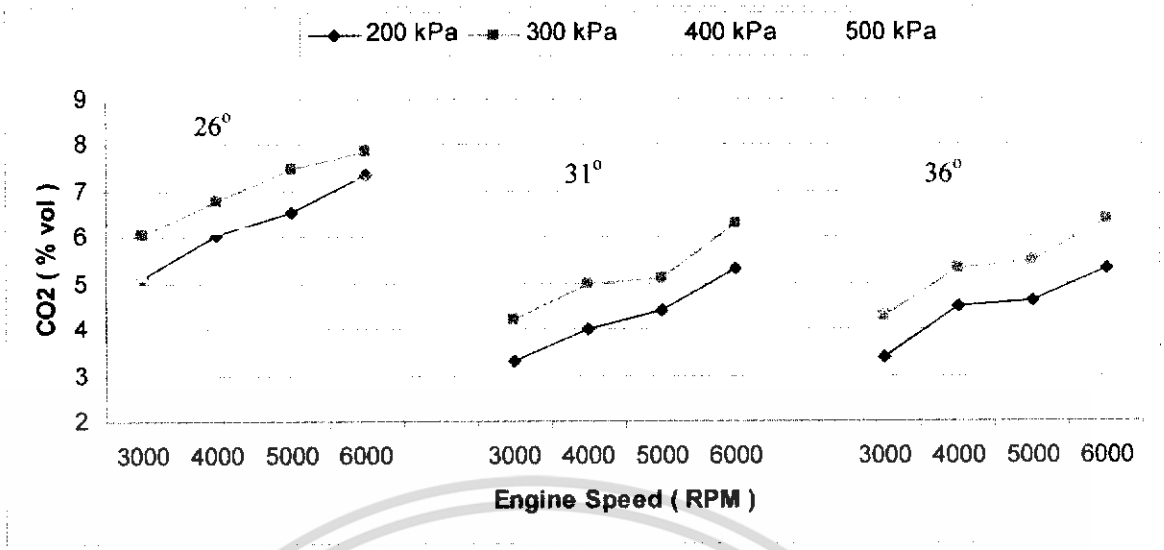
เมื่อพิจารณาผลการทดสอบ พบว่าที่องศาการจุดระเบิดเดิมคือ 26 องศาก่อนศูนย์ตายบนจะให้ค่าปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์มากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับผลการทดสอบเมื่อมีการปรับองศาการจุดระเบิดล่า 31 องศา และเมื่อเทียบกับผลการเดินเครื่องยนต์ที่องศาการจุดระเบิด 36 องศาก่อนศูนย์ตายบนสามารถกล่าวได้ว่าปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์สูงกว่ามาก เมื่อพิจาณาผลจากการปรับองศาการจุดระเบิดแล้วพบว่าเมื่อเพิ่มองศาการจุดระเบิดล่าไปที่ 31 องศาก่อนศูนย์ตายบนจะส่งผลให้ปริมาณสารคาร์บอนมอนอกไซด์ในไอเสียลดลงอย่างเห็นได้ชัด และเมื่อเพิ่มองศาการจุดระเบิดเป็น 36 องศา ปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์จะกลับเพิ่มขึ้นอีกเล็กน้อย



รูปที่ 6.25 ปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์ที่ภาระงานคงที่ 300 kPaที่องศาการจุดระเบิดต่างๆ

จากรูปที่ 6.25 จะเห็นได้ว่าปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์ต่ำลงเมื่อปรับองศาการจุดระเบิดล่วงหน้า แต่เมื่อปรับให้ล่วงหน้ามากเกินจุดที่เหมาะสมจะทำให้ปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์กลับเพิ่มขึ้นอีก

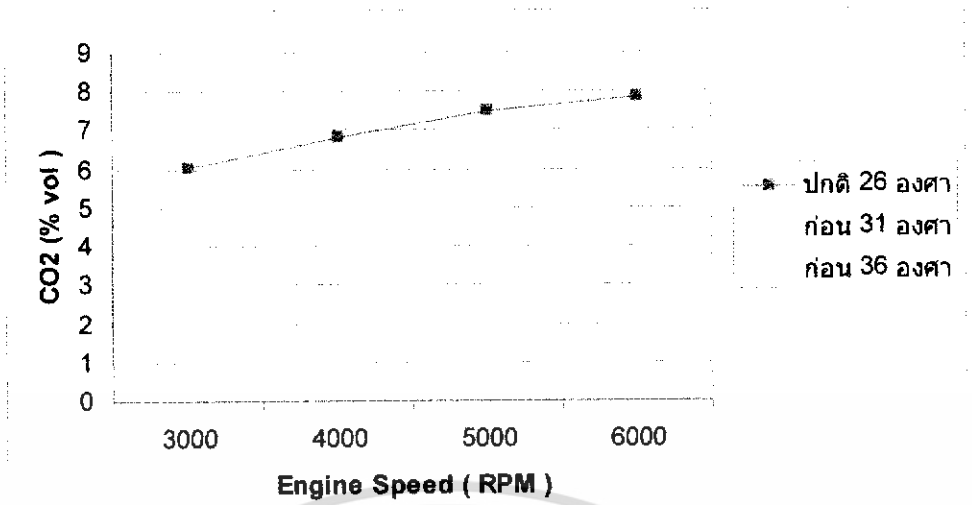
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6.26 ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ภาระงานและความเร็วรอบต่างๆ
เปรียบเทียบผลระหว่างการเดินเครื่องที่องศาการจุดระเบิดต่างๆ

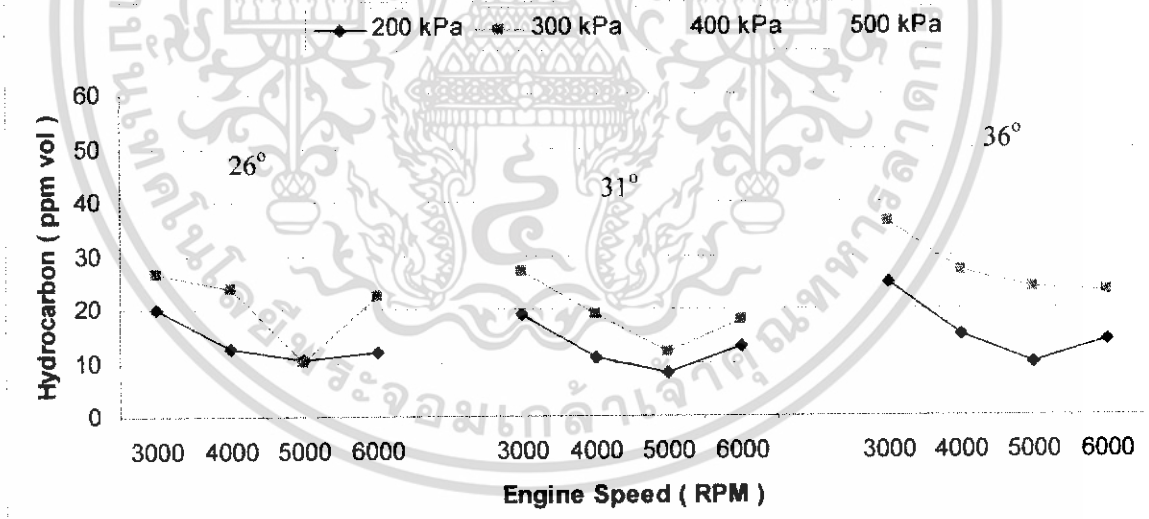
ผลการทดสอบปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์จะให้แนวโน้ม คือปริมาณสารคาร์บอนไดออกไซด์ในไอเสียจะต่ำลงเมื่อปรับองศาการจุดระเบิดล่วงหน้า 31 องศา และเมื่อเพิ่มองศาเป็น 36 องศาก่อนศูนย์ตายบน ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์จะกลับเพิ่มขึ้นมาเล็กน้อย และการเพิ่มภาระงานที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์คงที่ หรือการเพิ่มความเร็วรอบเครื่องยนต์ที่ภาระงานคงที่ มีผลทำให้ปริมาณสารคาร์บอนไดออกไซด์ในไอเสียเพิ่มมากขึ้น และเป็นแนวโน้มเดียวกันทุกสภาวะที่ทดสอบ และจะสังเกตได้ว่าเมื่อการจดระเบิดเกิดที่ 31 และ 36 ก่อนศูนย์ตายบน ที่ความเร็วรอบต่ำ และภาระงานสูง การเพิ่มภาระงานให้เครื่องยนต์ โดยที่ความเร็วรอบคงที่ อาจกล่าวได้ว่าไม่ส่งผลต่อปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6.27 ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ภาระงานและความเร็วรอบต่างๆ เปรียบเทียบผลระหว่างการเดินเครื่องที่องศาการจุดระเบิดต่างๆ

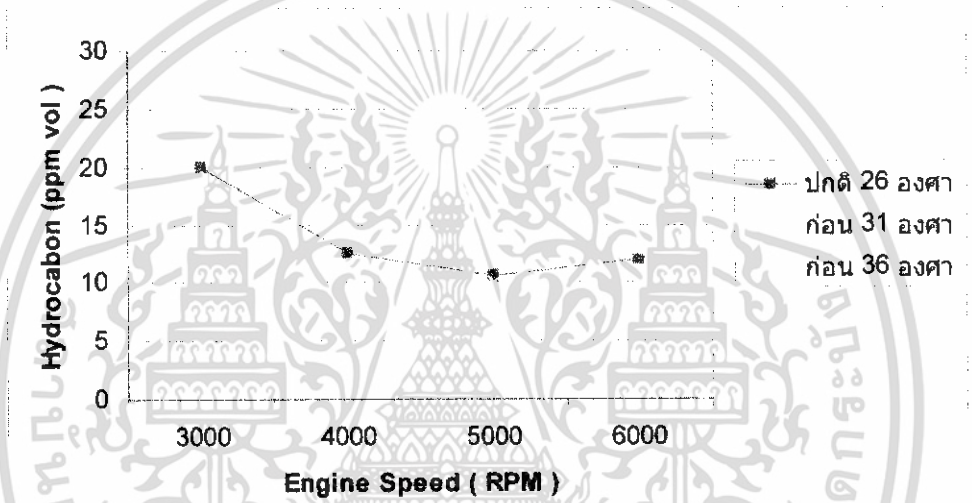
กราฟในรูปที่ 6.27 แสดงปริมาณคาร์บอนไดไซด์ จะสังเกตว่าผลการทดสอบจะให้แนวโน้มเดียวกันกับการทดสอบปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์



รูปที่ 6.28 ปริมาณสารไฮโดรคาร์บอนภาระงานและความเร็วรอบต่างๆ เปรียบเทียบผลระหว่างการเดินเครื่องที่องศาการจุดระเบิดต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

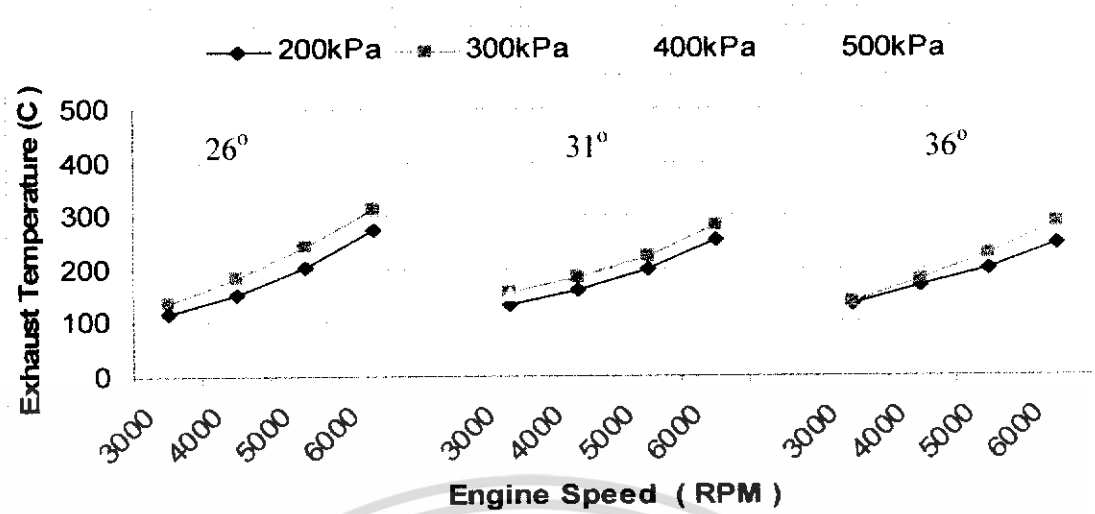
ปริมาณสารไฮโดรคาร์บอนจะเปลี่ยนแปลงอย่างมากเมื่อมีการเพิ่มภาระงานให้แก่เครื่องยนต์ ส่วนการปรับองศาการจุดระเบิดให้เร็วกว่าเดิมจะส่งผลต่อปริมาณสารไฮโดรคาร์บอนน้อยมากหรืออาจกล่าวได้ว่าแทบไม่มีผลกระทบต่อปริมาณสารไฮโดรคาร์บอนเลยที่ภาระงานต่ำๆ ส่วนที่ภาระงานสูงขึ้นการจุดระเบิดล่วงหน้า 31 องศาก่อนศูนย์ตายบนจะส่งผลให้ปริมาณสารไฮโดรคาร์บอนต่ำลงอย่างเห็นได้ชัด แต่เมื่อเพิ่มให้องศาการจุดระเบิดอยู่ที่ 36 องศาก่อศูนย์ตายบนแล้ว พบว่าที่ภาระงานสูงๆ จะเกิดปริมาณสารไฮโดรคาร์บอนมากสูงขึ้นจนมีค่าใกล้เคียงกับองศาการจุดระเบิดเดิมคือ 26 องศาก่อนศูนย์ตายบน และการเพิ่มภาระงานที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์คงที่ มีผลทำให้ปริมาณสารคาร์บอนไดออกไซด์ในไอเสียเพิ่มมากขึ้น ส่วนการเพิ่มความเร็วรอบเครื่องยนต์ที่ภาระงานคงที่จนถึงความเร็วปานกลางจะทำให้ปริมาณสารไฮโดรคาร์บอนลดต่ำลง แต่จะกลับสูงขึ้นที่ย่านความเร็วรอบสูง



รูปที่ 6.29 ปริมาณสารไฮโดรคาร์บอนภาระงานคงที่ 200 kPa ที่องศาการจุดระเบิดต่างๆ

ปริมาณสารไฮโดรคาร์บอนจากการทดสอบ จะให้ผลที่มีแนวโน้มในทำนองเดียวกันกับผลการทดสอบปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์ และคาร์บอนไดออกไซด์ คือเมื่อปรับองศาการจุดระเบิดล่วงหน้า สารไฮโดรคาร์บอนจะลดลง แต่เมื่อปรับองศาการจุดระเบิดล่วงหน้ามากเกินจุดเหมาะสม ปริมาณสารไฮโดรคาร์บอนจากการเผาไหม้จะเพิ่มมากขึ้นอีก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



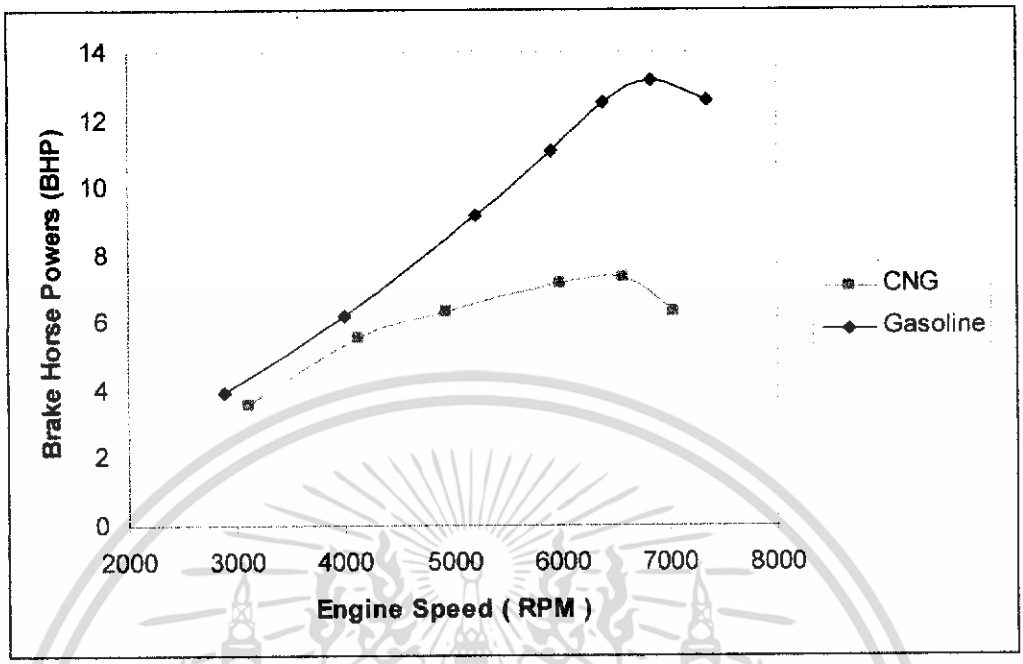
รูปที่ 6.30 อุณหภูมิไอเสียที่ภาระงานและความเร็วรอบต่างๆ
เปรียบเทียบผลระหว่างการเดินเครื่องที่องศาการจุดระเบิดต่างๆ

การทดสอบในเงื่อนไขนี้ให้ผลการทดสอบที่ค่อนข้างจะใกล้เคียงกันระหว่างการทดสอบที่องศาการจุดระเบิดปกติ และองศาการจุระเบิดล่า แต่สามารถสังเกตเห็นว่าที่องศาการจุดระเบิด 31 องศาจะให้ค่าอุณหภูมิไอเสียที่สูงกว่าที่องศาเดิมคือที่ 26 องศาก่อนศูนย์ตายบน และที่ 36 องศาก่อนศูนย์ตายบน แต่แนวโน้มโดยรวมยังเป็นแนวโน้มเดียวกันคือ การเพิ่มความเร็วรอบเครื่องยนต์ที่ภาระงานคงที่ หรอการเพิ่มภาระงานให้แก่เครื่องยนต์โดยที่คงความเร็วรอบเครื่องยนต์ไว้จะทำให้อุณหภูมิไอเสียสูงขึ้น

จากผลการทดสอบทางด้านสมรรถนะ และมลภาวะของเครื่องยนต์ โดยที่องศาการจุดระเบิดเป็นตัวแปรพบว่า องศาการจุดระเบิดที่ 31 องศาก่อนศูนย์ตายบนจะให้ผลทางสมรรถนะที่ดีกว่า และมลภาวะที่ค่อนข้างจะต่ำกว่าเมื่อปรับองศาการจุดระเบิดที่ตำแหน่งอื่นๆ ที่ทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

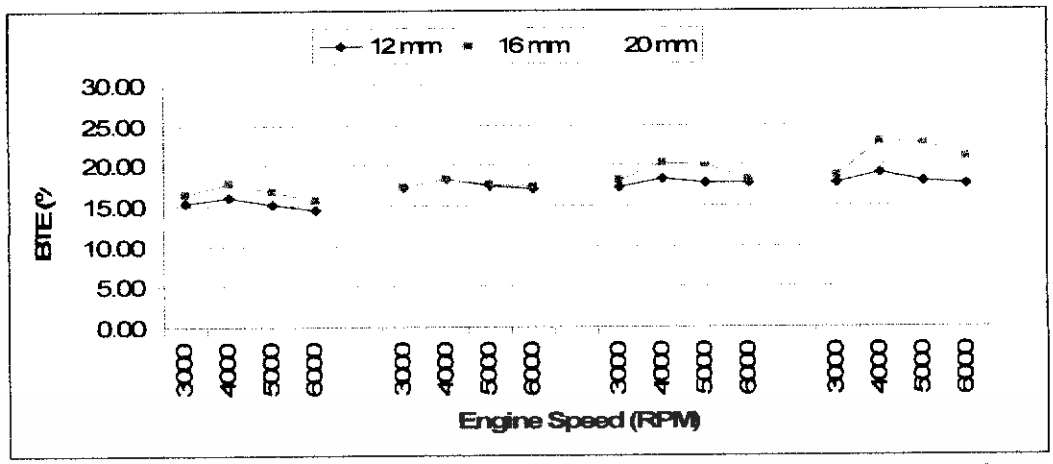
การเปรียบเทียบสมรรถนะของเครื่องยนต์เมื่อใช้น้ำมันแก๊สโซลีนและก๊าซธรรมชาติ



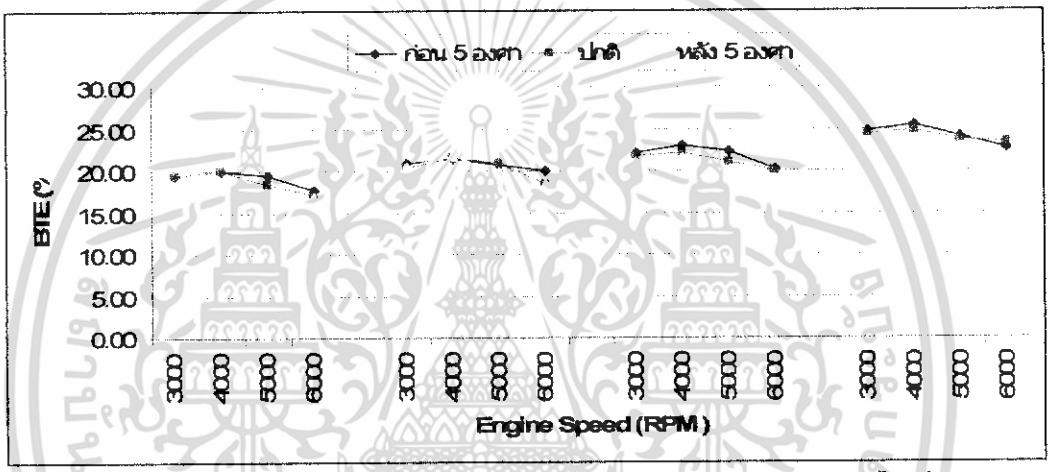
รูปที่ 6.31 การเปรียบเทียบสมรรถนะของเครื่องยนต์เมื่อใช้น้ำมันแก๊สโซลีนและก๊าซธรรมชาติ

จากรูปที่ 6.31 แสดงผลการทดสอบกำลังของเครื่องยนต์เมื่อใช้น้ำมันแก๊สโซลีนเปรียบเทียบกับการใช้ก๊าซธรรมชาติ โดยใช้มิกเซอร์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16 มิลลิเมตร และเปิดลิ้นเร่งเต็มที่ พบว่าที่ย่านความเร็วต่ำก๊าซธรรมชาติจะให้กำลังต่ำกว่าเมื่อใช้น้ำมันแก๊สโซลีน และเมื่อความเร็วสูงขึ้นความแตกต่างระหว่างของกำลังระหว่างกรใช้งานเชื้อเพลิงทั้งสองชนิดจะยิ่งเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณก๊าซธรรมชาติที่ใช้ต่อวัฏจักรน้อยกว่า แม้ว่าค่าความร้อนจะสูงกว่า แต่เมื่อคิดเป็นพลังงานรวมแล้วก๊าซธรรมชาติจะให้พลังงานน้อยกว่า และเมื่อความเร็วรอบเครื่องยนต์สูงขึ้น เนื่องจากที่ความเร็วรอบเครื่องสูงๆ จะเกิดปัญหาจากการจำกัดการไหลของอากาศ ไอดีไหลเข้าห้องเผาไหม้ได้น้อยลง

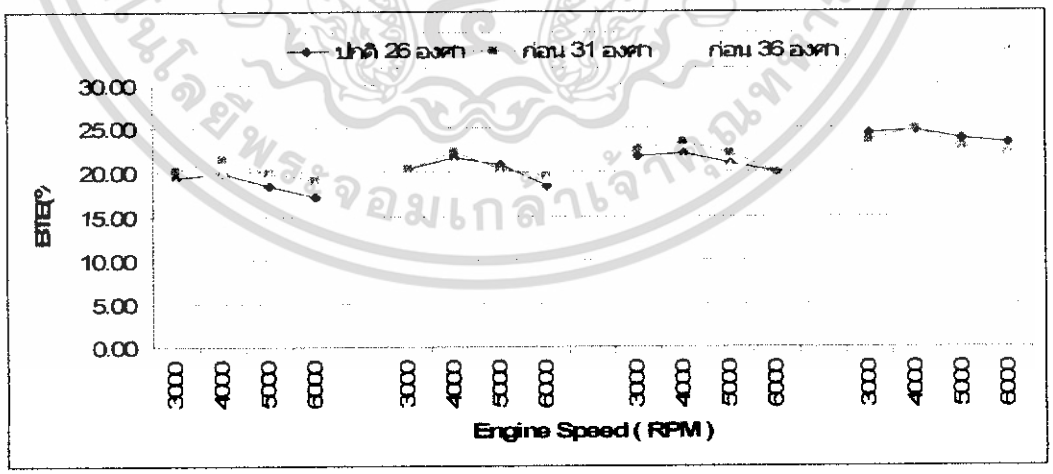
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6.32 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพเชิงความร้อนของการเปลี่ยนเส้นผ่านศูนย์กลางมิกเซอร์ที่ภาวะต่างๆ



รูปที่ 6.33 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพเชิงความร้อนของการปรับองศาเพลาลูกเบี้ยวที่ภาวะต่างๆ



รูปที่ 6.34 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพเชิงความร้อนของการปรับองศาการจุดระเบิดที่ภาวะต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 7
สรุปผลการทดสอบ

7.1 สรุปผลการทดลอง

งานวิจัยชิ้นนี้เป็นการปรับแต่งเครื่องยนต์ขนานเล็ก 200 ซีซี ให้ใช้กับก๊าซธรรมชาติในเมืองไทยได้

1. การเลือกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของมิกเซอร์ก๊าซธรรมชาติ
2. ทดสอบเปรียบเทียบการใช้เชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติกับน้ำมันแก๊สโซลีน
3. ทดสอบการปรับองศาเพลาลูกเบี้ยว
4. ทดสอบปรับองศาการจุดระเบิด

จากข้อมูลต่างๆที่ได้ทำการทดลองตามวิธีการทดลองที่ได้กล่าวมาแล้วนั้นสรุปได้ดังนี้ การปรับขนานเส้นผ่านศูนย์กลางของมิกเซอร์ 12 , 16 , 20 , 25 มิลลิเมตร ที่เส้นผ่านศูนย์กลาง 20 มิลลิเมตรให้ผลการทดสอบอัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงน้อยและมลพิษก็น้อยกว่า ขนาดอื่นแต่ที่เส้นผ่านศูนย์กลาง 25 มิลลิเมตรไม่สามารถทดสอบได้เพราะทางเดินอากาศเป็นเส้นตรงไม่เกิดความแตกต่างของความดัน การทดสอบเปรียบเทียบเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติกับน้ำมันแก๊สโซลีน อัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงอยู่ในระดับใกล้เคียงกันแต่เชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติจะมีมลพิษน้อยกว่าน้ำแก๊สโซลีน การทดสอบปรับองศาเพลาลูกเบี้ยว การปรับเพลาลูกเบี้ยวให้เปิดก่อน 5 องศาจากของเดิมจะทำให้อัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงลดน้อยลงและช่วยลดมลภาวะจากไอเสียด้วยเล็กน้อย การปรับองศาการจุดระเบิดจาก 26° ก่อนศูนย์ตายบนมาที่ 31° ก่อนศูนย์ตายบนทำให้ประอัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงต่ำกว่าและปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์น้อยลงกว่า 26° และ 36°

7.2 ข้อเสนอแนะ

โครงงานนี้เป็นการทดลองที่เกี่ยวข้องกับเครื่องยนต์ของรถจักรยานยนต์ ผู้ที่จะทำการทดลองนั้นจึงต้องมีความรู้เกี่ยวกับเครื่องยนต์บ้าง เมื่อเครื่องยนต์เกิดมีสิ่งผิดปกติขึ้นแล้วจะสามารถวิเคราะห์ และแก้ปัญหาได้อย่างรวดเร็ว ในการถอดประกอบต้องมีความละเอียดสูงมาก

7.3 ปัญหาในการทดลอง

ในช่วงแรกของการทดลองนั้นมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับเครื่องยนต์ไม่มากนัก การแก้ปัญหาเกี่ยวกับเครื่องยนต์จึงใช้เวลามากสำหรับวิเคราะห์ปัญหาต่างๆที่เกิดขึ้น อีกทั้งยังไม่มีข้อมูลที่แน่นอนเกี่ยวกับเครื่องยนต์มากนักจึงเกิดปัญหาต่างๆตามมา เมื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับเครื่องยนต์ได้แล้วก็ต้องเจอกับระเบียบที่ค่อนข้างเข้มงวดกับเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติอีก ซึ่งระเบียบที่ทาง บริษัท ปตท. จำกัด(มหาชน) นั้นกำหนดขึ้นสำหรับการขอเติมก๊าซธรรมชาตินั้นใช้เวลามากในการดำเนินการเพื่อให้ได้รับอนุญาตให้เติมได้ เครื่องยนต์ที่ใช้นั้นเป็นเครื่องยนต์ 1 สูบ มีความเสถียรต่ำ ความเร็วรอบของเครื่องยนต์จะไม่ค่อยนิ่งจะวิ่งขึ้นวิ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลง ทำให้การทดสอบเก็บค่าต้องใช้เวลานานกว่าปกติ เพื่อรอให้ความเร็วรอบของเครื่องยนต์ไม่เปลี่ยนแปลง ห้องทดลอง เป็นห้องที่ระบายอากาศไม่ดีทำให้สภาวะการทดลองอาจคาดเคลื่อนไปบาง ในการทดลองเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติระบบหัวฉีดมีปัญหาเนื่องจากชุดทดสอบ กล่องควบคุมอิเล็กทรอนิกส์และหัวฉีดเป็นของเครื่องยนต์ 4 สูบที่มีความจุกระบอกสูบมากกว่า การฉีดเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติจึงทำให้ส่วนผสมหนาเกินไป

7.4 งานที่น่าจะทำต่อไปในอนาคต

ปรับปรุงเรื่องการจ่ายเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติ เครื่องยนต์ที่จะนำมาใช้ในการทดลองนั้นควรที่จะมีความจุมากกว่านี้อาจจะใช้เครื่องยนต์สูบเดียว 400 ซีซี เพราะว่าการดัดแปรงเครื่องยนต์จะทำได้ง่ายเพราะเครื่องยนต์ 200 ซีซี เดิมใช้กับหัวฉีดเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติเมื่อลดระยะเวลาการฉีดลงถึงระดับหนึ่งก็ยังมีส่วนผสมที่หนาเกินไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] Mitsuhiro Maehara, Kuniaki Nakajima, Takenori Fukushima., "Operation of a Two-Stroke S. I. Engine", Department of Mechanical Engineering, Gunma University., 376-8515

[2] Dan Teodosiu, Joel Baxter, M.Gupla, John Chapin, Mendel Rosenblum, Mark Horowitz., Publisher: ACM Press., Published on: 05-01-1997., Identifier: oai:ACMDL:articles.264141

[3] Toshio Shudo and Koichiro Tsuga., " Analysis of Direct Injection SI Stratified Combustion in Hydrogen Lean Mixture", Musashi Institute of Technology, International Journal of Automotive Technology, Vol. 2, No. 3, pp. 85-91 (2001) .,15 February 2001

[4] Benjamin Bunting Committee: Michael Vogelius, Stephen Greenfield, Zheng-Chao Han and Michael Kiessling., " Effect of EGR on the Particulate and Its Component Emissions in a D.I. Diesel Engine", June 24, 2005

[5] Herchel TC. Machacon, Seiichi Shiga, Takao Karasawa, Hisao Nakamura., "Effect of EGR on the Particulate and Its Component Emissions in a D.I. Diesel Engine"

[6] Susumu Nagano, Kuniaki Toyoda, Yoshio Kastui., "Proceedings of Sapporo Visualization Symposium(SVS2000)", Journal of the Visualization Society of Japan

[7]Plint, M. and Maryr, J. Engine Testing: Theory and practice, Butterworth Heinemann.

[8] Munson, B.R., Young, D.F. and Okiishi, T. Fundamentals of Fluid Mechanics, 4th edition, John Wiley & Sons.

[9]S. Petkul, E. Kullavanit, C. Charoenphonphanich, "Natural Gas Multipoint Injectin Engine", The 15th International Symposium on Transport Phenomena, May 2004, Bangkok, Thailand

[10]Somsak Pethkool, Zhorachaid Thanavarothon and Chinda Charoenphonphanich, "Ethanol in a Direct Injection Spark Ignition Engine", 12th International Pacific Conference on Automotive Engineering, April 2003, Bangkok, Thailand

[11]Chalothorn Thumthae, Chinda Charoenphonphanich, Pongjet Promvonge and Toshio Iijima, "Study of Mixture Formation in a Direct Injection Natural Gas Engine Using CFD", 12th International Pacific Conference on Automotive Engineering, April 2003, Bangkok, Thailand

[12]ศ.ดร.วริทธิ์ อึ้งภากรณ์, รศ.ชาญ ถนัดงาน, การออกแบบเครื่องจักรกล เล่ม 1-2, ซีเอ็ดยูเคชั่น.

[13]สมศักดิ์ เพ็ชร์กุล, สมิทธ์ เอี่ยมสอาด และ จินดา เจริญพรพาณิชย์, "การใช้เชื้อเพลิงแก๊สธรรมชาติในประเทศไทยกับเครื่องยนต์ MPI", การประชุมเชิงวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทยครั้งที่ 1, 11-13 พฤษภาคม 2548, โรงแรมแอมบาสซาเดอร์ซิตี้ จอมเทียน จังหวัดชลบุรี

[14]สมศักดิ์ เพ็ชร์กุล พงษ์ศักดิ์ คำมูล และ จินดา เจริญพรพาณิชย์, "เครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติแบบหัวฉีดประจำสูบ", การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทยครั้งที่ 17, 15-17 ตุลาคม 2546 จังหวัดปราจีนบุรี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[15]สมศักดิ์ เพ็ชร์กุล, นิตินัย ปัญญ์บุศยกุล, พงษ์ศักดิ์ คำมูล และ จินดา เจริญพรพาณิชย์, " สมรรถนะของเครื่องยนต์ที่ใช้แก๊สธรรมชาติในประเทศไทย", การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทยครั้งที่ 18, 18-20 ตุลาคม 2547 จังหวัดขอนแก่น

[16]สมศักดิ์ เพ็ชร์กุล และ จินดา เจริญพรพาณิชย์, "อิทธิพลของจังหวะเปิดวาล์วไอเสียต่อสมรรถนะของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติแบบหัวฉีด", การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทยครั้งที่ 19, 19-21 ตุลาคม 2548 จังหวัดภูเก็ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้