สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงผสมเอทานอลในห้องเผาไหม้ปริมาตรคงที่

Combustion of Fuel Ethanol Blends in a Constant Volume Combustion Chamber

โดย

มณู คงยอด

วัชระ ไขแดง

วีระยุทธ์ บุตรใส

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ.ดร.จินดา เจริญพรพาณิชย์

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 104005
วัน,เดือน,ปี 28 ต.ค. 2552

T104005

ง 121111-12
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2551

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงผสมเอทานอลในห้องเผาไหม้ปริมาตรคงที่

Combustion of Fuel Ethanol Blends in a Constant Volume Combustion Chamber

ผู้จัดทำ

1. นาย มณู คงยอด รหัสประจำตัว 49015501

2. นาย วัชระ ไขแดง รหัสประจำตัว 49015507

3. นาย วีระยุทธ์ บุตรใส รหัสประจำตัว 49015509

_____อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ.ดร. จินดา เจริญพรพาณิชย์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์ การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงผสมเอทานอลในห้องเผาไหม้ปริมาตรคงที่

นักศึกษา นาย มณู คงยอด 49015501
นาย วัชระ ไขแดง 49015507
นาย วีระยุทธ์ บุตรใส 49015509

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกล

พ.ศ 2551

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์ ผศ.ดร.จินดา เจริญพรพาณิชย์

บทคัดย่อ

ในงานวิจัยนี้ได้ศึกษาผลลัพธ์ของการเผาไหม้ของเอทานอลและแก๊สโซลีนในห้องเผาไหม้ปริมาตรคงที่และทดลองใช้เชื้อเพลิงเอทานอลผสมแก๊สโซลีนในอัตราส่วนร้อยละ20 (E20) และร้อยละ85 (E85) ที่อัตราส่วนสมมูลเท่ากับ 1 จากผลการทดลองที่ส่วนผสมอากาศพอดี ความดันเริ่มต้นในการเผาไหม้ 1kg/cm^2 อุณหภูมิเริ่มต้นในการเผาไหม้ 450K พบว่าความดันสูงสุดจากการเผาไหม้ของเอทานอลมีมากว่าแก๊สโซลีนเศษส่วนมวลในการเผาไหม้และความเร็วของเปลวไฟของเอทานอลมากกว่าแก๊สโซลีนและช่วงเวลาในการเผาไหม้จะเพิ่มขึ้นแปรผันตามอัตราส่วนของเอทานอลผสมแก๊สโซลีนที่ลดลงเหตุผลนี้ทำไมเครื่องยนต์ใช้เอทานอลมีกำลังสูงกว่าแก๊สโซลีนอย่างไรก็ตามจำเป็นต้องเพิ่มปริมาณการฉีดเชื้อเพลิงเอทานอลเพื่อชดเชยกับพลังงานที่ต่ำกว่าแก๊สโซลีน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title Combustion Of Fuel Ethanol Blends in a Constant Volume Combustion Chamber

Student Manoo Kongyot 49015501

Watchara Khaidang 49015507

Weerayut Butsai 49015510

Degree Bachelor of engineering

Programme Machaniccal engineering

Year 2008

Thesis Advisor Assist.Dr.Chinda Charoenphonphanich

ABSTRACT

This research presents the result of combustion of ethanol and gasoline at constant volume combustion chamber. The testing fuels are E20 and E85 ethanol blended at difference stoichiometric proportion . The result at stoichiometric ,Initial pressure equal 1kg/cm^2 ,Initial temperature 450K, the peak combustion pressure ethanol higher than gasoline, mass fraction burned and flame speed greater than gasoline and range time of combustion will increase vary ethanol blended gasoline decrease. The result why the engine using ethanol give higher power than gasoline.However the increase of fuel injection for ethanol is needed to compensate its lower energy content.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสำเร็จได้ด้วยความช่วยเหลือและร่วมมือจากบุคคลหลายท่านด้วยกัน ซึ่งบุคคลแรกที่ต้องขอบคุณคือ ผศ.ดร.จินดา เจริญพรพาณิชย์ อาจารย์ที่ปรึกษา ที่ให้คำแนะนำและช่วยเหลือเรื่องเนื้อหาความรู้ต่างๆรวมไปถึงเรื่องทุนให้งานวิจัยสำเร็จลุล่วงและขอขอบคุณ ประทาน ศรีชัย พี่ปริญญาโท ที่คอยให้ความช่วยเหลือในงานวิจัยทุกด้าน รวมไปถึงพี่เปา พี่หนุ่ย พี่แจ็ค จากเอ็มเทคที่สละเวลาและคอยให้ความช่วยเหลือ คำปรึกษาและสถานที่รวมถึงเครื่องมือในการทดสอบ และขอบคุณสถาบันเทคโนโลยีช่างกลปทุมวัน อาจารย์อุทัยหัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล ที่อนุเคราะห์เครื่องทดสอบความดัน และที่สำคัญที่สุดที่จะต้องกล่าวคือขอขอบคุณบิดามารดาที่ให้ทุกอย่างจนมีทุกวันนี้

สุดท้ายขอขอบคุณ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่มอบความรู้มาตลอด ขอบคุณมากครับ

วัชระ ไขแดง

มณู คงยอด

วีระยุทธ์ บุตรใส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....II
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....III
กิตติกรรมประกาศ.....IV
สารบัญ.....V
สารบัญตาราง.....VIII
สารบัญรูป.....IX
สารบัญกราฟ.....X
บทที่1 บทนำ
1.1 ที่มาและความสำคัญ.....1
1.2 วัตถุประสงค์โครงงานปริญญานิพนธ์.....1
1.3 ขอบเขตของโครงงาน.....2
1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน.....2
บทที่2 เชื้อเพลิงและการเผาไหม้.....3
2.1 เชื้อเพลิงและการเผาไหม้.....3
2.2 คุณสมบัติของเชื้อเพลิง.....3
2.2.1 ค่าความร้อนเชื้อเพลิง (Heating value).....3
2.2.2 ความสามารถในการระเหย (Volatility).....3
2.2.3 ค่าออกเทน (Octane number).....3
2.2.4 จุดวาบไฟ (Flash point).....4
2.2.5 จุดติดไฟ (Fire point).....5
2.2.6 ความถ่วงจำเพาะ (Specific gravity).....5
2.2.7 อุณหภูมิในการติดไฟด้วยตัวเอง (Auto ignition temperature).....5
2.3 กระบวนการเผาไหม้ (Combustion process).....5
2.3.1 สมการการเผาไหม้ (Combustion equation).....6
2.4 การเผาไหม้ในเครื่องยนต์แก๊สโซลีน (Combustion in gasoline engine).....6
2.4.1 อัตราส่วนอากาศกับน้ำมัน (Stoichiometric A/F ratio).....6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

2.4.2 กระบวนการลุกลามของเปลวไฟ (Flame Propagation).....6
2.5 เชื้อเพลิงเบนซิน (Gasoline Fuel)..... 8
2.5.1 น้ำมันเบนซินพิเศษ (Premium motor gasoline).....9
2.5.2 น้ำมันเบนซินธรรมดา(Regular motor gasoline).....9
2.5.3 การกลั่น (Distillation)..... 9
2.5.4 ความดันไอน้ำมัน (Reid vapor pressure: RVP).....10
2.5.5 ธาตุตะกั่ว (Lead).....10
2.5.6 ธาตุกำมะถัน (Sulphur).....10
2.5.7 ฟอสฟอรัส (Phosphorus).....10
2.5.8 คราบเหนียวหรือยางเหนียว (Gum)..... 10
2.5.9 เบนซีน (Benzene)..... 11
2.5.10 อะโรเมติค (Aromatics)..... 11
2.5.11 สารออกซิเจนเนท (Oxygenates)..... 11
2.5.12 สารเติมแต่ง (Additive).....11
2.5.13 สารกัดกร่อนทองแดง (Copper corrosion).....11
2.6 เชื้อเพลิงแอลกอฮอล์ (Alcohol fuel).....12
2.6.1 คุณสมบัติเชื้อเพลิงเอทานอล (Ethanol property).....12
2.6.2 การเผาไหม้เชื้อเพลิงเอทานอล (Combustion ethanol fuel)..... 14
2.6.3 การเปรียบเทียบความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจากการคำนวณ..... 15
2.6.4 ค่าความถ่วงจำเพาะและความหนืดส่วนผสม.....16
2.6.5 ความสามารถในการละลายได้ของเอทานอลในแก๊สโซลีน.....16
2.7 การลุกลามของเปลวไฟ (Flame propagation)..... 17
2.7.1 โครงสร้างของเปลวไฟ (Flame structure)..... 17
2.7.2 การแพร่กระจายของเปลวไฟ (Flame diffusion).....17
2.8 สมการคำนวณ (Equation).....17
2.8.1 อัตราเร็วเฉลี่ยของเปลวไฟ (Mean expansion speed of the front).....17
2.8.2 สมการก๊าซอุดมคติ (Ideal gas equation).....18
2.8.3 สมการเศษส่วนมวลในหารเผาไหม้ (Mass fraction burn equation)..... 18
2.8.4 อัตราส่วนผสมเชื้อเพลิง (A/F Ratio)..... 19
บทที่3 การออกแบบอุปกรณ์และห้องเผาไหม้ปริมาตรคงที่.....21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

3.1 ห้องเผาไหม้ปริมาตรคงที่ (Constant combustion chamber).....21
3.2 กระจกที่มองเห็นการเผาไหม้ในห้องเผาไหม้ (Quarzt)..... 22
3.3 ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Micro controller).....23
3.4 การทำงานของปั๊มเชื้อเพลิง (Fuel pump).....24
3.5 ตัวควบคุมความดันน้ำมัน (Fuel pressure regulator)..... 25
3.6 เทอร์โมคัปเปิ้ล (Thermocouple)..... 25
3.7 หัวเทียน (Spark plug).....26
3.8 ฮีตเตอร์ (Heater).....27
3.9 หัวฉีด (Injector).....27
3.10 ท่อไอดีและวาล์วไอดี (Intake duct and intake valve).....28
3.11 วาล์วปรับความดันอากาศก่อนเข้าห้องเผาไหม้ (Air pressure regulator).....28
3.12 ท่อระบายไอเสียและวาล์วระบายไอเสีย (Exhaust duct and exhaust valve)..... 29
3.13 เครื่องทำสุญญากาศ (vacuum).....29
3.14 ตู้คอนโทรฮีตเตอร์ (Temperature Controller).....30
3.15 จอบอกอุณหภูมิ (Display).....30
3.16 เครื่องทำอากาศแห้ง (Dryer).....31
3.17 ออสซิโลสโคป (oscilloscope).....31
3.18 หัวเทียนวัดความดัน (Pressure sensor).....32
3.19 อุปกรณ์เก็บข้อมูลการเผาไหม้.....32
3.20 กล้องถ่ายภาพความเร็วสูง 33
บทที่ 4 ผลการทดลอง..... 37
4.1 การเผาไหม้เมื่อค่าความร้อนเท่ากันระหว่างเอทานอลและเบนซิน.....37
4.2 ผลการเปรียบเทียบการเผาไหม้ที่ค่าอัตราส่วนสมมูลเท่ากับ 1 39
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง.....47
5.1 สรุปผลการทดลอง.....47
5.2 ข้อเสนอแนะ.....47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 การเปรียบเทียบค่าการกัดกร่อนของน้ำมันตามมาตรฐาน ASTM 12

2.2 คุณสมบัติเชื้อเพลิง 14

2.3 แสดงปริมาณของอากาศต่อเชื้อเพลิงที่มีส่วนผสมต่างๆ 16

2.4 แสดงค่าความถ่วงจำเพาะและความหนืดของส่วนผสมต่างๆ 17

3.1 คุณสมบัติเหล็กเพลาฟ้า 21

3.2 คุณสมบัติควอทซ์ 22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

3.1 รายละเอียดอุปกรณ์และห้องเผาไหม้....21

3.2 เหล็กเพลาฟ้าและห้องเผาไหม้....21

3.3 ควอทซ์ที่ช่วยมองเห็นการเผาไหม้....22

3.4 ไมโครคอนโทรลเลอร์....23

3.5 ปั้มเชื้อเพลิง....24

3.6ตัวควบคุมความดันน้ำมัน....25

3.7 เทอร์โมคัปเปิ้ล....25

3.8 หัวเทียน....26

3.9 ฮีตเตอร์....27

3.10 หัวฉีด....27

3.11วาล์วและท่อไอดี....28

3.12 เรกกูเลเตอร์ปรับความดันอากาศ....28

3.13 วาล์วไอเสียและท่อไอเสีย....29

3.14 เครื่องทำสุญญากาศ....29

3.15 คอนโทรลฮีตเตอร์....30

3.16 จอบอกอุณหภูมิ....30

3.17 เครื่องทำอากาศแห้ง....31

3.18 ออสซิโลสโคป....31

3.19 หัวเทียนวัดความดัน....32

3.20ผังการทำงานของชิ้นส่วนทั้งหมด....32

4.1 ผลของความดันในการเผาไหม้เปรียบเทียบเมื่อจุพลังงานความร้อนเท่าก....37

4.2 เศษส่วนมวลในการเผาไหม้เปรียบเทียบเมื่อค่าพลังงานความร้อนเท่ากัน....37

4.3 ผลของความดันในการเผาไหม้เปรียบเทียบกับช่วงเวลาหลังจากการเผาไหม้ที่อัตราส่วนเอทานอลต่างกัน....38

4.4 ค่าเศษส่วนมวลในการเผาไหม้....38

4.5 ผลของความดันสูงสุดในการเผาไหม้ในแต่ละอัตราส่วนเชื้อเพลิงเอทานอลผสมเบนซิน...39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

4.6 ช่วงเวลาในการเผาไหม้เปรียบเทียบเมื่อเปลวไฟแพร่เต็มห้องเผาไหม้ที่เปอร์เซ็นเอทานอลต่างกัน.....40
4.7 ความเร็วในการเผาไหม้เมื่อเปลวไฟแพร่เต็มห้องเผาไหม้.....40
4.8 ภาพเรียงลำดับการเผาไหม้ด้วยเทคนิคชูรีเรนต์ ที่อัตราส่วนสมมูลย์เท่ากับ1 อุณหภูมิเริ่มต้นในการเผาไหม้ 450K ความดันเริ่มต้นในการเผาไหม้ 1kg/cm^2 เริ่มมีการเผาไหม้ตั้งแต่ซ้ายมือ.....41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ในปัจจุบันนี้ แก๊สโซลีนเป็นเชื้อเพลิงที่ถูกใช้เพื่อผลิตพลังงานในหลายทาง ซึ่งแก๊สโซลีนในปัจจุบันนั้นมีราคาสูงมากเมื่อเทียบกับในอดีตที่ผ่านมา เนื่องจากไม่สามารถผลิตได้เองภายในประเทศทำให้ต้องซื้อแก๊สโซลีนจากต่างชาติ ทำให้ประเทศไทยเสียดุลการค้าไปมากและเนื่องจากราคาน้ำมันภายในประเทศนั้นเทียบกับราคาตลาดน้ำมันสิงค์โปรจึงทำ ให้ราคาแก๊สโซลีนสูงกว่าที่ควรจะเป็น

นอกจากราคาของแก๊สโซลีนที่เพิ่มระดับขึ้นเรื่อยๆแล้ว ในปัจจุบันนี้ได้มีการส่งเสริมทางด้านสิ่งแวดล้อมมากขึ้น จึงทำให้หลายๆประเทศทั่วโลกพยายามหาเชื้อเพลิงที่มีมลพิษน้อย เพื่อช่วยรักษาสิ่งแวดล้อม ทั้งในกระบวนการผลิตและ การใช้งาน อีกทั้งปัญหาที่น้ำมันดิบซึ่งเป็นเชื้อเพลิงที่ใช้แล้วหมดไป ในอนาคตอันใกล้นี้โลกอาจประสบปัญหาน้ำมันดิบขาดแคลนหรือหมดไป ทำให้รัฐบาลหลายๆประเทศเล็งเห็นว่าควรที่จะหาเชื้อเพลิงที่จะใช้แทนน้ำมันแก๊สโซลีน เมื่อไม่มีน้ำมันแก๊สโซลีน

ประเทศไทยเป็นอีกประเทศหนึ่งที่ทางรัฐบาลส่งเสริมให้มีการวิจัยและพัฒนาเชื้อเพลิงทางเลือกต่างๆออกมา โดยเริ่มต้นที่ เชื้อเพลิง แก๊สโซลีนผสมกับเอทานอลที่อัตราส่วนที่เอทานอล 5% ซึ่งถูกเรียกว่า แก๊สโซฮอล ซึ่งราคาเอทานอลภายในประเทศไทยนั้นมีราคาถูกเนื่องจากสามารถผลิตจากผลิตผลทางการเกษตร เช่นอ้อย มันสำปะหลัง ซึ่งในปัจจุบันนี้เชื้อเพลิงแก๊สโซฮอล นั้นจะมีอัตราส่วนของเอทานอลจะเพิ่มมากขึ้น ในตอนนี้ทางผู้ผลิตน้ำมันหลายๆค่ายได้ผลิตเชื้อเพลิงแก๊สโซฮอลซึ่งมีส่วนผสมของเอทานอลถึง 20 % และในอนาคตมีแนวโน้มที่อัตราส่วนผสมจะเพิ่มมากขึ้น อาจถึงเอทานอล

ดังนั้นจึงได้มีการวิจัยและพัฒนาเครื่องยนต์เบนซิน ที่จะนำมาใช้ร่วมกับเชื้อเพลิงที่มีเอธานอลเป็นส่วนผสม ที่ต้องทำการวิจัยและพัฒนาเครื่องยนต์เพราะคุณสมบัติต่างๆของเอทานอลและแก๊สโซลีนมีความแตกต่างกัน ทั้งทางกายภาพและทางเคมีจึงทำให้ ระยะเวลาการฉีด ปริมาณเชื้อเพลิงที่ต้องใช้ในการจุดระเบิดเทียบที่ปริมาณพลังงานที่ได้เท่ากัน มีความแตกต่างกัน ดังนั้นต้องมีการปรับแต่งเครื่องยนต์เบนซินเพื่อรองรับการใช้เชื้อเพลิงเอทานอล

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงานปริญญานิพนธ์

1.2.1 เพื่อศึกษาคุณสมบัติต่างๆของเชื้อเพลิงเอทานอลเปรียบเทียบกับเชื้อเพลิงแก๊สโซลีน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2.2 เพื่อศึกษากาลุกลามของเปลวไฟของเชื้อเพลิงเอทานอลเปรียบเทียบกับเชื้อเพลิงแก๊สโซลีนและเชื้อเพลิงเอทานอลผสมแก๊สโซลีนด้วยวิธีชูรีเรนต์

1.2.3 เพื่อศึกษาความดันการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงเอทานอลเปรียบเทียบกับเชื้อเพลิงแก๊สโซลีนและเชื้อเพลิงเอทานอลผสมแก๊สโซลีน

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

ในการทดสอบเชื้อเพลิงเอทานอลและเชื้อเพลิงแก๊สโซลีนกับเอทานอลผสมแก๊สโซลีนในอัตราส่วนร้อยละ 20 (E20)และ ร้อยละ85 (E85)ในครั้งนี้เป็นการเอาเชื้อเพลิงมาทดสอบในห้องเผาไหม้ปริมาตรคงที่และทำการวัดความดันที่เกิดจากห้องเผาไหม้โดยใช้อุปกรณ์วัดความดันที่เจาะต่อเข้าไปในห้องผาไหม้และทำการถ่ายภาพการลุกลามของเปลวไฟที่เกิดจากการเผาไหม้โดยกำหนดให้อุณหภูมิ 450 Kและความดัน 1 kg/cm^2 เป็นค่าคงที่ในการทดสอบ

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1.4.1 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับคุณสมบัติเชื้อเพลิงเอทานอลกับน้ำมันแก๊สโซลีน

1.4.2 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับห้องเผาไหม้ปริมาตรคงที่ว่าความดันที่เกิดจากการเผาไหม้และการลุกลามของเปลวไฟ

1.4.3 ออกแบบห้องเผาไหม้ระบบฉีดเชื้อเพลิง ระบบจุดระเบิด ระบบให้ความร้อนแก่ห้องเผาไหม้ ระบบคายไอเสีย และคำนวณค่าอัตราส่วนเชื้อเพลิงกับอากาศและระบบควบคุมการฉีดเชื้อเพลิงและการจุดระเบิด

1.4.4 จัดระบบต่างๆซึ่งประกอบอยู่ในห้องเผาไหม้ปริมาตรคงที่

1.4.5 ทำการทดสอบเก็บบันทึกกราฟความดันและถ่ายภาพการลุกลามเปลวไฟ

1.4.6 สรุปและวิเคราะห์ผลการทดลองเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
เชื้อเพลิงและการเผาไหม้

2.1 เชื้อเพลิงและการเผาไหม้

เชื้อเพลิงสำหรับเครื่องยนต์เผาไหม้ภายในเป็นการสารผสมไฮโดรคาร์บอน ที่มีโมเลกุลและน้ำหนักต่างๆ กัน สารผสมไฮโดรคาร์บอนนี้ได้จากการกลั่นน้ำมันดิบปิโตรเลียม ซึ่งสามารถแบ่งน้ำมันดิบเป็น 2 ชนิด คือ เป็น Paraffin หรือ Naphtha base ในการกลั่นแยกส่วนต่าง ๆ ออกจากกันอาศัยสารไฮโดรคาร์บอนที่มีจุดเดือดต่างกัน ส่วนเบาที่มีจุดเดือดต่ำกว่า เช่น C_4H_{10} (butane) C_3H_8 (propane) C_2H_6 (ethane) จะแยกออกมาก่อน แล้วต่อมาก็จะเป็นแก๊สโซลีน แนปทา คีโรซีน ดีเซล น้ำมันหล่อลื่น และขี้ผึ้งหรือยางมะตอย

2.2 คุณสมบัติของเชื้อเพลิง

2.2.1 ค่าความร้อนเชื้อเพลิง (Heating Value)

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

ค่าความร้อนจากเชื้อเพลิง อาจจะคำนวณจากสูตรได้

GCV = (33800 x C) + (144000 x H) + (9300 x S) kJ/kg

GCV = Gross Calorific Value

1 kg C เผาไหม้ CO_2 หมดจะให้ความร้อน = 33800 kJ

1 kg C เผาไหม้ O_2 กลายเป็นไอให้ความร้อน = 144000 kJ

1 kg C เผาไหม้ O_2 กลายเป็น SO_2 ให้ความร้อน = 9300 kJ

2.2.2 ความสามารถในการระเหย (Volatility)

คือ ความสามารถในการระเหยต่ออุณหภูมิของเชื้อเพลิงไฮโดรคาร์บอน และคุณสมบัติของการระเหยต่ออุณหภูมิในการใช้งานของเครื่องยนต์มีค่าต่าง ๆกัน จึงจำเป็นต้องเลือกเชื้อเพลิง ที่เหมาะสมกับอุณหภูมินั้นๆ เพื่อให้เกิดการสันดาปที่สมบูรณ์

2.2.3 ค่าออกเทน (Octane Number)

ค่าออกเทน คือ ตัวเลขแสดงคุณสมบัติต้านทานการน็อกหรือการเคาะ (Anti-knock Quality) ในสภาพการเผาไหม้ปกติ เมื่อส่วนผสมของอากาศกับเชื้อเพลิงถูกจุดระเบิดด้วยประกายไฟจากหัวเทียน การเผาไหม้เริ่มต้นขึ้นและดำเนินติดต่อกันไปจนสุดห้องเผาไหม้ กรณีบางส่วนของเชื้อเพลิงที่เปลวไฟยังลามไปไม่ถึง ทนความร้อนสูงและความดันสูงไม่ได้จะจุดระเบิดขึ้นเอง (Self Ignition)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นตัวเลขบอกความต้านทาน ต่ออุณหภูมิ และความดันในการติดไฟ ถ้าความดันและอุณหภูมิสูง เชื้อเพลิงยังไม่ติดไฟ ก็เรียกว่า เชื้อเพลิงนั้นมีค่าออกเทนสูงโดยเทียบกับเชื้อเพลิงไอโซออกเทน C_8H_{18} ซึ่งมีค่าออกเทนเท่ากับ 100 และเชื้อเพลิงนอร์มัลเฮฟเทน C_7H_{16} ซึ่งมีค่าออกเทนเท่ากับศูนย์

การวัดหาค่าออกเทนต้องทดสอบกับเครื่องยนต์มาตรฐานสูบเดียวซึ่งสามารถตั้งอัตราส่วนกำลังอัดได้เรียกว่า เครื่องยนต์ CFR (Cooperative Fuels Research) แล้วเปรียบเทียบความรุนแรงของการน็อกกับเชื้อเพลิงมาตรฐานสำหรับเปรียบเทียบ ได้แก่ ไอโซออกเทนซึ่งมีค่าออกเทน 100 และนอร์มัลเฮฟเทน ซึ่งมีค่าออกเทน 0 เช่น น้ำมันเบนซินออกเทน 95 คือน้ำมันที่มีความรุนแรงของการน็อกเช่นเดียวกับเชื้อเพลิงเปรียบเทียบ ไอโซออกเทน 95 % ซึ่งผสมกับนอร์มัลเฮฟเทน 5% การวัดหาค่าออกเทนมี 2 วิธี Research Octane Number (RON) ASTM D 2699 และ Motor Octane Number (MON) ASTM D 2700 ทั้ง 2 วิธีกระทำกันในห้องทดลอง วิธีวัดค่า RON นั้นทดสอบที่ความเร็วต่ำ (600รอบ/นาที) และอุณหภูมิเชื้อผสมต่ำ 125°F ในสภาพการทำงานเบาของเครื่องยนต์ ส่วนวิธีวัดค่า MON จะทดสอบที่ความเร็วสูง (900 รอบ/นาที) และอุณหภูมิเชื้อผสมสูง 300°F ที่สภาพการทำงานหนักมาก ดังนั้นค่า RON จึงสูงกว่าค่า MON ค่าออกเทนทั้งสองได้ถูกกำหนดไว้ในข้อกำหนดของกระทรวงพาณิชย์ด้วย รวมทั้งได้กำหนดค่าออกเทนของผู้ผลิต ณ จุดส่งมอบ และของผู้จำหน่ายด้วย เหตุผลที่ว่าเมื่อเก็บน้ำมันเบนซินไว้นานๆ ส่วนเบาๆ จะระเหยออกไปเรื่อยๆ เป็นผลให้ค่าออกเทนลดลงได้

ในการทำให้น้ำมันเบนซิน หรือที่เรียกว่า แก๊สโซลีน นั้นมีนัมเบอร์ออกเทนสูงขึ้น มักจะใช้สารตัวเดิม C8H20 Pb Tetra- ethyl – lead ปริมาณที่เติมต้องไม่เกิน 4 cc/gallon เพราะมากไปจะไม่เพิ่มนัมเบอร์ออกเทนนอกจากนั้น ยังเกิดมลพิษเนื่องจากไอตะกั่ว หลังการเผาไหม้อีกด้วย

2.2.4 จุดวาบไฟ (Flash Point)

คือ อุณหภูมิต่ำสุดที่สามารถทำให้น้ำมันเชื้อเพลิงหรือตัวทำละลายใดๆที่ผสมในอากาศติดไฟได้เอง หรือ จุดที่ ณ อุณหภูมิที่ต่ำที่สุดของของเหลวที่เป็นสารจุดไฟติด (Flammable liquid) นั้น ผสมรวมเข้ากับอากาศแล้ว สามารถจุดติดจนลุกเป็นไฟขึ้นมา โดยมีอุณหภูมิของจุดวาบไฟนั้นจะมีความแตกต่างกันไปตามชนิดของของเหลวนั้นๆ

ณ อุณหภูมินี้เองที่ไอระเหยของของเหลวแต่ละชนิด จะสามารถลุกติดไฟต่อไปได้ ถึงแม้ว่าจะมีการนำสารต้นกำเนิดไฟ เช่น ไม้ขีดไฟ ออกไปแล้ว ก็ตาม

เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นต่อไปอีก ก็จะเกิดเป็น จุดที่เกิดการติดไฟ (Fire point) ต่อไป ซึ่งหมายความว่าไอระเหยของสารดังกล่าว ได้มีการเผาไหม้ต่อไป อย่างต่อเนื่อง หลังจากเกิดการจุดไฟติดแล้ว

การวัดจุดวาบไฟ (Measuring flash points)

ปกติแล้วการวัดค่าของจุดวาบไฟของเชื้อเพลิงเหลว (Liquid fuel) จะใช้เครื่องมือ ที่ชื่อว่า Pensky-Martens closed cup เครื่องมือนี้มีลักษณะเป็นถ้วยขนาดเล็กที่บรรจุของเหลวที่ต้องการวัดค่า เมื่อมีการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่อยๆ ให้ความร้อนเพื่อหาค่าจุดวาบไฟนั้น ของเหลวก็จะถูกเขย่า/กวน ตลอดเวลา เพื่อให้ความร้อนที่ให้แก่ถ้วยทดลองนั้น ได้เกิดกระจายไปอย่างทั่วถึงตลอดภาชนะ เมื่อถึงระดับต่างๆ ที่กำหนดไว้ ก็มีการจุด/ใส่เปลวไฟเข้าไปในถ้วยดังกล่าวโดยตรง เมื่อถึงจุดวาบไฟของสารในถ้วยแต่ละชนิด ก็จะเกิดการติดไฟขึ้นมา ก็ให้บันทึกค่าต่างๆ เอาไว้ ต่อไป

ตัวอย่างของจุดวาบไฟของสารต่างๆ (Example of fuel flash points)

น้ำมันเชื้อเพลิงต่างๆ (Petrol, gasoline) เป็นเชื้อเพลิงที่ทำให้เครื่องยนต์มีการขับเคลื่อน ด้วยการจุดระเบิด (spark) โดยน้ำมันเชื้อเพลิงจะเริ่มต้นด้วยการผสมกับอากาศ ภายใต้จุดจำกัดที่เกิดการจุดติดไฟและถูกเผาที่อุณหภูมิเหนือจุดวาบไฟ หลังจากนั้นจึงจุดไฟติดด้วยปลั๊กจุดระเบิด (spark plug)

ทั้งนี้ น้ำมันเชื้อเพลิงจะต้องไม่สามารถที่จะจุดไฟติดได้ในเครื่องยนต์ที่ร้อนจัด

ดังนั้น น้ำมันเชื้อเพลิง (Gasoline) จึงต้องมีจุดวาบไฟต่ำ (low flash point) และมีอุณหภูมิในการติดไฟด้วยตนเองสูง (high auto ignition temperature)

2.2.5 จุดติดไฟ (Fire Point)

คือ อุณหภูมิของที่ทำให้เชื้อเพลิงที่หรือไอระเหยเผาไหม้ต่อเนื่องได้หลังจากการเผาไหม้แล้วอย่างน้อย 5วินาที

2.2.6 ความถ่วงจำเพาะ (Specific Gravity)

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

2.2.7 อุณหภูมิในการติดไฟด้วยตัวเอง (Auto Ignition Temperature)

คือ อุณหภูมิต่ำสุดของเชื้อเพลิงหรือสารระเหยในบรรยากาศปกติโดยปราศจากจุดติดจากภายนอกเช่นเปลวไฟหรือประกายไฟ อุณหภูมินี้ต้องการพลังงานกระตุ้นเพื่อการเผาไหม้

2.3 กระบวนการเผาไหม้ (Combustion)

การเกิดการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง อาจเป็นเชื้อเพลิงแข็ง เหลว หรือก๊าซก็ได้ หลังจากการเผาไหม้แล้วก็จะให้พลังงานความร้อนออกมา ซึ่งจะนำไปแปลงเป็นพลังงานรูปอื่นตามต้องการได้ ในกระบวนการสันดาป ต้องหาวิธีที่ทำได้ง่าย และหลังสันดาปแล้วให้พลังงานมาก และสามารถจะควบคุมพลังงานนั้นได้ด้วย ในการเกิดปฏิกิริยาทางเคมีของสารขึ้น ซึ่งมี 2 แบบ คือ

Exothermic Reaction คือ การเกิดปฏิกิริยาทางเคมีแล้วมีการคายหรือจ่ายพลังงานออกจากกระบวนการEndothermic Reaction คือ การเกิดปฏิกิริยาทางเคมีโดยมีการดูดพลังงานความร้อนเข้าไปเพื่อทำปฏิกิริยาอากาศในการเกิดการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงนั้น จำเป็นต้องมีออกซิเจนเข้าช่วยในการทำปฏิกิริยา ออกซิเจนที่นำมาใช้ในการะบวนการก็มักจะเป็นออกซิเจนจากอากาศธรรมดา ในอากาศทั่วไปนั้นนอกจากจะมีออกซิเจนแล้วยังมีสารอื่นปนอยู่ด้วย คือ ไนโตรเจน อาร์กฮีเลียม คริปดอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซีนอน คาร์บอนไดอกไซด์ และไอน้ำ แต่ส่วนผสมส่วนใหญ่มักจะเป็น O_2 และ N_2 ส่วนสารอื่นๆ ดังกล่าวข้างต้น นั้นมีน้อยมาก

2.3.1 สมการของการเผาไหม้(Combustion Equation) การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงก็ใช้ปฏิกิริยาเคมีธรรมดา โดยเขียนสมการเคมีขึ้นแล้วก็ Balance สมการให้เกิดการสมดุลกัน เช่น

$$C + O_2 \longrightarrow CO_2$$

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

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

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

2.4 การเผาไหม้ในเครื่องยนต์แก๊สโซลีน(Combustion in Gasoline Engine)

การสันดาปในเครื่องยนต์แก๊สโซลีนจะมีประสิทธิภาพดีและให้มลพิษที่เป็นพิษน้อยนั้น มีแฟกเตอร์ที่จะต้องควบคุมหลายตัวและบางตัวจะมีความสัมพันธ์หรือผลกระทบต่อกัน นอกจากนั้นรูปแบบห้องเผาไหม้ จังหวะจุดระเบิด และตัวแปรต่างๆของเครื่องยนต์ยังมีผลกระทบต่อการสันดาปด้วย ซึ่งในทางปฏิบัติ จะต้องพิจารณาแต่ละค่าให้เหมาะสมเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุด

2.4.1 อัตราส่วนอากาศและน้ำมัน (Stoichiometric A/F Ratio)

การจุดระเบิดและสันดาปที่ดีนั้น จะมีผลเนื่องมาจากอัตราส่วนของอากาศและเชื้อเพลิงมาก โดยเฉพาะต้องอยู่ในช่วงที่เหมาะสม ซึ่งมีผลกระทบโดยตรงต่อการลามของเปลวไฟและอุณหภูมิของเปลวไฟ

การลามของเปลวในเครื่องยนต์แก๊สโซลีนที่เหมาะสมนั้น จะต้องมีอัตราส่วนอากาศต่อเชื้อเพลิง ในช่วง 10-17 อุณหภูมิเปลวสูงสุดนั้นจะเกิดเมื่อส่วนผสมหนาเล็กน้อย คืออยู่ในช่วงประมาณ 13.5 หรือ 14 (ส่วนผสมที่พอดี หรือ Stroichiometric ratio นั้น ประมาณ 14.6 ขึ้นอยู่กับกระบวนการการกลั่นของน้ำมันจากโรงกลั่น) และอุณหภูมิเปลวจะลดลงเมื่อผสมหนาขึ้นหรือบางลง และอุณหภูมิจะต่ำสุดเมื่อถึงอัตราส่วนของสารผสมน้ำมันและอากาศที่เปลวไม่สามารถจะลามต่อไป

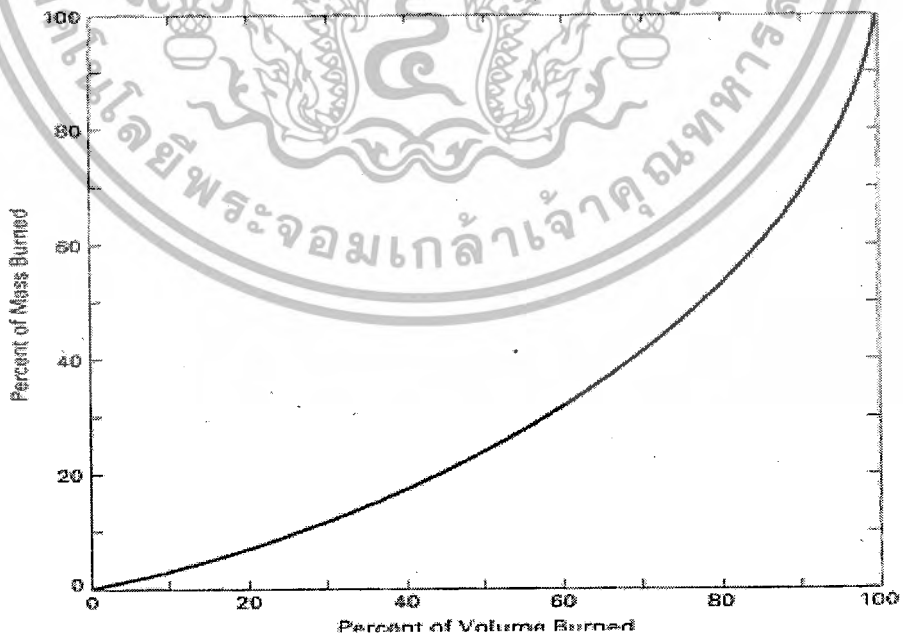
ความเร็วสูงสุดของเปลวที่จะเกิดที่อัตราส่วนของอากาศและเชื้อเพลิงต่ำกว่า อยู่ในช่วงประมาณ 12 หรือ 13 และจะลดลงไม่ว่าอัตราส่วนจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงตามแบบกราฟของอุณหภูมิ สำหรับกำลังจากเครื่องยนต์นั้นจะเพิ่มหรือลดตามกราฟของความเร็วของอุณหภูมิเปลวไฟ

2.4.2 กระบวนการลุกลามของเปลว (Flame Propagation)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อมวลของไอดี 5 ถึง 10% ถูกเผาไหม้แล้วกระบวนการสันดาปหลักจะเริ่มเร็วขึ้น เปลวไฟจะลามอย่างรวดเร็วมาก การไหลอย่างปั่นป่วน หมุนควง และพุ่งเข้าศูนย์กลางในแนวเรเดียลทำให้ความเร็วของเปลวไฟสูงประมาณ 10 เท่าของการลามขณะไอดีอยู่กับที่ นอกจากนี้ซึ่งเปลวไฟจะลามจากหัวเทียนออกไปทุกทิศเป็นวงกลมในก๊าซนิ่ง ก็จะเปลี่ยนรูปทรงและแผ่กระจายไปตามการไหลของก๊าซด้วย

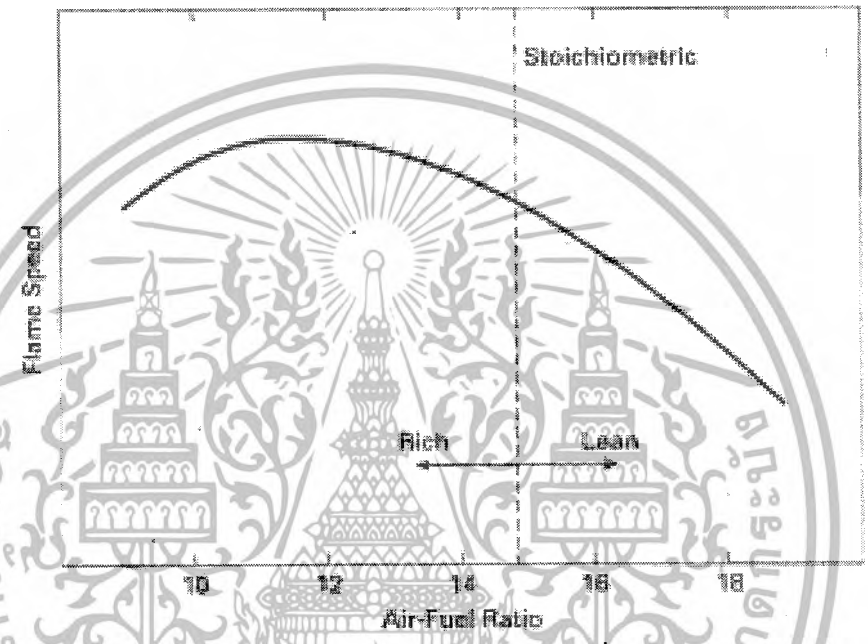
เมื่อไอดีลุกไหม้ อุณหภูมิและความดันจะมีค่าสูงขึ้น ก๊าซที่ลุกไหม้แล้วหลังเปลวไฟจะร้อนกว่าก๊าซหน้าเปลวไฟซึ่งยังไม่ถูกเผาไหม้ และขยายตัวกินเนื้อที่ของห้องเผาไหม้ในสัดส่วนที่เพิ่มขึ้น รูป 2-1 แสดงให้เห็นว่าเพียง 30 %ของก๊าซที่ถูกเผาไหม้แล้วจะกินเนื้อที่ถึง 60 %ของห้องเผาไหม้ซึ่งหมายถึงไอดีที่ยังไม่ถูกเผาไหม้ จะถูกอัดจากปริมาตร 70% ให้เหลือเพียง 40 % ของปริมาตรห้องเผาไหม้ และทำให้อุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้น นอกจากนี้ความร้อนที่เกิดขึ้นจากการสันดาป ซึ่งมีอุณหภูมิสูงถึง 3,000 K ก็จะทำให้ก๊าซในห้องเผาไหม้แล้วยังไม่ถูกเผาร้อนขึ้นด้วย ความดันของกาซทั้งหมดจึงสูงขึ้นอีก เนื่องจากช่วงเวลาที่เกิดสั้นมาก ความร้อนส่วนใหญ่ที่ถูกถ่ายเทจึงอยู่ในรูปของรังสีความร้อน เปลวไฟที่ลามต่อไปยังห้องเผาไหม้ จึงไปสู่ก๊าซที่สูงทั้งอุณหภูมิและความดันปฏิกิริยาทางเคมีจึงเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว และช่วยเร่งความเร็วของเปลวไฟให้สูงขึ้นตามที่เราต้องการ การแผ่รังสีความร้อนทำให้ก๊าซที่ยังไม่ลุกไหม้มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นอีก และมีค่าสูงสุดเมื่อการสันดาปสิ้นสุดลง อุณหภูมิที่ถูกเผาไหม้แล้ว ไม่ได้มีค่าสม่ำเสมอเท่ากัน โดยส่วนที่อยู่ใกล้หัวเทียนซึ่งเป็นจุดเริ่มการสันดาป จะมีค่าสูงกว่าส่วนอื่น เพราะได้รับรังสีความร้อนจากการลุกไหม้ของก๊าซที่เหลือหลังสุดในช่วงปลายของการสันดาป



กราฟที่2.1 เปอร์เซ็นต์ของมวลที่ถูกเผาไหม้ บนเปอร์เซ็นต์ของปริมาตรที่ถูกเผาไหม้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากการไหลแบบปั่นป่วน แบบหมุนควงและแบบถูกกรีดพุ่งเข้าหาจุดกลางแล้วชนิดของเชื้อเพลิงและอัตราส่วนอากาศ – เชื้อเพลิง ก็มีผลต่อความเร็วของเปลวไฟด้วย ไอดีจางทำให้ความเร็วของเปลวไฟต่ำ ดังรูป 2-2 ไอดีค่อนข้างเข้มจะให้ความเร็วเปลวไฟสูงสุด คือมีส่วนเข้มของไอดีประมาณ 1.2 ไอเสียที่ตกค้างและไอเสียที่ถูกป้อนกลับทำให้เปลวไฟลามช้าลง ความเร็วของเครื่องยนต์ที่เพิ่มขึ้นก็ทำให้ความเร็วของเปลวไฟเพิ่มขึ้นด้วย เพราะการไหลปั่นป่วนของไอดีรุ่นแรงขึ้น



กราฟที่2.2 ความเร็วเฉลี่ยเปลวไฟ บนความเข้มข้นของไอดี ของเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยประกายไฟเปลวไฟจะมีความเร็วต่ำเมื่อไอดีจาง และมีค่าสูง เมื่อไอดีค่อนข้างเข้ม หรือเมื่ออัตราส่วน Ø =1.2

2.5 เชื้อเพลิงเบนซิน (Gasoline Fuel)

เบนซินหรือแก๊สโซลีน(Gasoline)เป็นส่วนผสมที่ซับซ้อนของ ไฮโดรคาร์บอนมากกว่า 5000 ชนิด ผลิตขึ้นจากการกลั่นน้ำมันดิบ มีคุณสมบัติเหมาะสมที่จะใช้เป็นเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ที่ใช้หัวเทียนในการจุดระเบิด น้ำมันเบนซินเป็นเชื้อเพลิงที่ระเหยได้ง่าย ได้มาจากการกลั่นน้ำมันดิบในโรงกลั่น โดยกลั่น หรือ ตัดเอาส่วนที่เบาพอเหมาะจากส่วนต่างๆ ในกรรมวิธีการกลั่น แล้วเอามาผสมกันและปรุงแต่งด้วยสารเพิ่มคุณภาพต่างๆ ไม่ว่าจะเป็น แนฟธา (Naphtha), Isomerate, Reformate และสารเติมแต่ง (Additives) เช่น MTBE (Methyl Tertiary Butyl Ether), เอทานอล เป็นต้น เพื่อให้เหมาะสมแก่การใช้เป็นเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์เบนซินชนิดสันดาปภายในโดยมีหัวเทียนเป็นเครื่องจุดระเบิด (Spark Ignition Internal Combustion Engine) ความสามารถในการระเหยน้ำมันต้องพอเหมาะกับการเผาไหม้ในกระบอกสูบและต้องเป็นไปอย่างสม่ำเสมอ ต่อเนื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องยนต์แต่ละชนิดมีความต้องการออกเทนสูงไม่เท่ากัน จึงแบ่งน้ำมันเบนซินออกเป็น 2 ชนิด ตามค่าออกเทนนัมเบอร์ ดังนี้

2.5.1 น้ำมันเบนซินพิเศษ (PREMIUM MOTOR GASOLINE) มีค่าออกเทน 95 สีเหลืองอ่อน เหมาะสมกับเครื่องยนต์เบนซินที่มีอัตราส่วนกำลังอัดสูงกว่า 8:1 ขึ้นไปซึ่งได้แก่ รถยนต์นั่งทั่วไป รถบรรทุกเล็ก (เครื่องยนต์เบนซิน)

2.5.2 น้ำมันเบนซินธรรมดา (REGULAR MOTOR GASOLINE) มีค่าออกเทน 91สีแดง ใช้กับน้ำมันเครื่องยนต์เบนซินที่มีอัตราส่วนกำลังอัดต่ำกว่า 8:1 ซึ่งได้แก่ รถยนต์นั่งขนาดเล็ก รถมอเตอร์ไซค์ เครื่องยนต์ขนาดเล็ก เช่น เครื่องปั่นไฟ, รถตัดหญ้า หรือ ปั๊มน้ำขนาดเล็ก

2.5.3 การกลั่น (Distillation) หรืออัตราการระเหย (Volatility)

การระเหยคือความสามารถในการระเหยตัวได้ของน้ำมันเบนซินในสภาวะที่กำหนด จึงมีความจำเป็นที่จะต้องใช้น้ำมันที่มีค่าการระเหยเหมาะสมกับสภาพการใช้งาน ถ้าใช้น้ำมันที่มีค่าการระเหยสูงเกินไปจะมีโอกาสเกิดเวเพอร์ล็อก (Vapor lock) ได้ง่ายในระบบเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ แต่ถ้าใช้น้ำมันที่มีค่าการระเหยต่ำเกินไปก็อาจเป็นผลเสีย คือจะทำให้เกิดน้ำมันเครื่องใส (crankcase dilution) เป็นต้น

อัตราการระเหยของน้ำมัน ASTM D 86 หาได้จากการนำน้ำมันเบนซินมากลั่นจะมีช่วงการกลั่นหรือช่วงจุดเดือด (Distillation or Boiling Range) ประมาณ 20-200 °C ที่ความดันบรรยากาศมีความสำคัญต่อการใช้งานดังนี้

จุดเดือดเริ่มต้น (Initial Boiling Point, IBP) และจุดเดือด10% (10% evaporated) เป็นส่วนเบาเรียกว่า "Front End" ที่ระเหยได้ง่ายที่อุณหภูมิต่ำเพื่อช่วยให้เครื่องยนต์สตาร์ทติดง่ายในเวลาเช้าซึ่งมีอากาศเย็น

จุดเดือด 50% เป็นส่วนกลางเรียกว่า "Mid Fill หรือ Mid Range" เป็นส่วนที่ระเหยได้มากขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น เพื่อให้เครื่องยนต์ร้อนขึ้น (Warm Up) ได้เร็ว มีการกระจายตัวของน้ำมันไปยังสูบต่างๆ ได้สม่ำเสมอกันช่วยให้เร่งเครื่องได้เรียบ

จุดเดือด 90% เป็นส่วนหนักเรียกว่า "Back End" เป็นส่วนที่ให้พลังงานกับเครื่องยนต์และการประหยัดเชื้อเพลิง ถ้าส่วนนี้มีอุณหภูมิสูงมากเกินไปน้ำมันจะระเหยไม่หมดและไหลผ่านแหวนลูกสูบลงไปทำให้น้ำมันเครื่องเจือจางลง (Crankcase Dilution) และเสื่อมคุณภาพเร็วซึ่งมักจะเกิดขึ้นได้ถ้าน้ำมันเบนซินถูกปลอมปนด้วยน้ำมันก๊าดหรือน้ำมันดีเซล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จุดเดือดสุดท้าย (Final Boiling Point, FBP) ส่วนนี้แสดงว่ามีส่วนหนักมากอยู่มากน้อยแค่ไหน ถ้าจุดเดือดสุดท้ายและจุดเดือด 90 % แตกต่างกันเกิน 30°C อาจเกิดปัญหาด้านความสะอาดในห้องเผาไหม้และร่องแหวนลูกสูบได้

2.5.4 ความดันไอน้ำมัน (Reid Vapor Pressure; RVP)

สำหรับน้ำมันที่ระเหยตัวได้ง่ายจะมีค่าแรงดันไอสูง ค่าแรงดันไอมีผลต่อการติดเครื่องยนต์ในบริเวณซึ่งมีอากาศหนาวจัด น้ำมันเบนซินที่ใช้ควรมีค่าแรงดันไอสูงกว่าน้ำมันที่ใช้ในบริเวณที่มีอากาศร้อน สำหรับความดันก็มีผลต่อค่าแรงดันไอด้วย ความดันไอต้องไม่เกินมาตรฐานเพื่อป้องกันการเกิดปัญหาไอน้ำมัน (Vapor Lock) ที่ทางดูดปั๊มน้ำมัน การขาดตอนของน้ำมันป้อนคาร์บูเรเตอร์เครื่องยนต์จะกระตุกหรือดับและยังเป็นการป้องกันน้ำมันระเหยหายออกไปจากถังและคาร์บูเรเตอร์มากเกินไป ซึ่งการสูญเสียนี้จะทำให้คุณภาพต้านทานการน็อกลดลงด้วย เพราะส่วนที่ระเหยไปนี้เป็นส่วนเบา (Front End) ซึ่งมีค่าออกเทนสูง น้ำมันเบนซินจัดเป็นน้ำมันประเภทน่ากลัวอันตรายต้องเก็บในถังใต้ดิน การวัดความดันไอของน้ำมันระเหยง่ายจะใช้วิธี Reid คือ ASTM D 323 หรือ D 4953

2.5.5 ธาตุตะกั่ว (Lead)

แม้ว่าจะไม่มีการเติมสารตะกั่วในน้ำมันเบนซินแต่อาจปนเปื้อนอยู่ในน้ำมันดิบในปริมาณที่น้อยมาก จึงต้องมีการกำหนดปริมาณมาตรฐานควบคุมไว้

2.5.6 ธาตุกำมะถัน (Sulphur)

ซึ่งจะมีผลต่อการกัดกร่อนและการสึกหรอในเครื่องยนต์ กลิ่นของน้ำมัน ตลอดจนการก่อมลพิษทางอากาศได้ ทดสอบด้วยวิธี ASTM D 4294

2.5.7 ธาตุฟอสฟอรัส (Phosphorus)

มักจะมาจากการเติมสารเพิ่มคุณภาพในน้ำมันเบนซินเป็นตัวทำให้เครื่องกรองไอเสีย (Catalytic Converter) ชำรุดเสียหายได้

2.5.8 คราบเหนียวหรือยางเหนียว (Gum)

เป็นที่ไม่พึงปรารถนาสำหรับน้ำมันเบนซินทุกชนิดเพราะคราบเหนียวเป็นอันตรายต่อระบบท่อทางเดินน้ำมัน เช่น ตามท่อส่งน้ำมันจากถังเก็บน้ำมัน ปั๊มน้ำมันจนถึงคาร์บูเรเตอร์ซึ่งมีรูเล็กๆ สำหรับการไหลของน้ำมันในคาร์บูเรเตอร์ ทำให้วงจรเดินเบาเกิดการอุดตันได้ง่าย สารเพิ่มคุณภาพสำหรับน้ำมันเบนซินเพื่อป้องกันการรวมตัวของออกซิเจนกับน้ำมันทำให้เกิดเป็นคราบเหนียว สารที่ใช้อาจเป็นสารพวกอัลคิลซับติติวต์ฟีนอล (Alkyl substituted phenols) องค์ประกอบของน้ำมันที่มี Olefins,Thiophenol หรือสารประกอบของไนโตรเจนที่มาจากกระบวนการแตกตัว เมื่อตั้งทิ้งไว้ในอากาศจะทำปฏิกิริยากับออกซิเจนจนเกิดเป็นยางเหนียวขึ้น ซึ่งแรกๆ ก็ละลายอยู่ในน้ำมันแต่แล้วก็ตกตะกอนออกมาเกิดการสะสมในปลอกนำก้านวาล์วหรือคาร์บูเรเตอร์ การทดสอบปริมาณยาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหนียวใช้วิธี ASTM D 381 และการวัดความอยู่ตัวของน้ำมันในการเกิดยางเหนียวโดยวิธี ASTM D189

2.5.9 เบนซีน (Benzene)

เป็นสารที่ระเหยออกมาพร้อมไอของน้ำมันเบนซิน ถ้าสูดหายใจเข้าไปมากจะทำลายระบบทางเดินหายใจและสมองได้

2.5.10 สารอะโรเมติก (Aromatic)

เป็นสารที่ทำให้น้ำมันเบนซินมีค่าออกเทนสูง แต่เป็นสารที่ผู้ผลิตจะต้องควบคุมไม่ให้เกินเกณฑ์กำหนด เพราะเป็นสารที่ก่อให้เกิดมะเร็ง

2.5.11 สารออกซิเจนเนท (Oxygenet)

ที่เติมในน้ำมันเบนซินได้แก่ MTBE (Methyl Tertiary Buthyl Ether) เป็นสารที่ช่วยเพิ่มปริมาณออกซิเจนทำให้การเผาไหม้สมบูรณ์ดี ลดการเกิดก๊าซพิษ เช่น คาร์บอนมอนนอกไซด์ ขณะเดียวกันการที่ MTBE มีค่าออกเทนสูงเกินกว่า 100 จึงช่วยเพิ่มค่าออกเทนในน้ำมันเบนซินสำเร็จรูปด้วย แต่เนื่องจากมันเป็นสารที่สามารถดูดซับความชื้น/น้ำได้เป็นอย่างดี จึงถูกควบคุมปริมาณการใช้ในระดับที่เหมาะสม

2.5.12 สารเติมแต่ง(Additive)

คุณสมบัติทำความสะอาดหัวฉีด (Port Fuel Injection, PFI) และควบคุมการสะสมคาร์บอนบนวาล์วไอดี (Intake Valve Deposit Control, IVDC) เพื่อลดสภาวะแวดล้อมเป็นพิษ (Air Pollution)

2.5.13 การกัดกร่อนทองแดง (Copper Corrosion)

น้ำมันที่ดีจะต้องไม่กัดกร่อนชิ้นส่วนโลหะต่างๆในเครื่องยนต์ เนื่องจากสารประกอบของกำมะถันบางชนิดจะมีปฏิกิริยาทางเคมีกับทองแดงหรือโลหะผสมของทองแดง การทดสอบทำได้โดยเอาแผ่นทองแดงที่ขัดให้ขึ้นมันแล้วนำไปแช่ในน้ำมันตัวอย่างต้มตามอุณหภูมิและเวลาที่กำหนด เสร็จแล้วนำไปเทียบกับมาตรฐาน ASTM โดยดูจากสีของแผ่นทองแดงที่เปลี่ยนแปลง การทดสอบด้วยวิธีนี้แบ่งเป็นประเภทใหญ่ๆตามมาตรฐาน ASTM ได้ 4 แบบ ดังที่แสดงในตาราง 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 2.1 การเปรียบเทียบค่าการกัดกร่อนของน้ำมัน ตามมาตรฐานของ ASTM

ประเภทการกัดกร่อน	ลักษณะของสีบนแผ่นทองแดง
NO.1 การกร่อนน้อยที่สุด (slight tarnish)	**1a** สีส้มอ่อน เกือบเหมือนแผ่นทองแดง **1b** สีส้มเข้ม
NO.2 กัดกร่อนปานกลาง (moderate tarnish)	**2a** สีแดงอมุ่น **2b** สีแดงแกมน้ำเงิน **2c** สีลาเวนเดอร์แกมน้ำเงินและ/หรือสีเงินปนสีแดงอมุ่น **2d** สีเงิน **2e** สีทองเหลือง
NO.3 กัดกร่อนมากขึ้น (dark tarnish)	**3a** สีแดงแกมม่วง **3b** สีออกแดงแกมเขียว (ไม่มีสีเทา)
NO.4 กัดกร่อนมากที่สุด (corrosion)	**4a** สีเทาหรือน้ำตาลปนเขียว **4b** สีเทาเข้ม **4c** สีออกดำ

2.6 เชื้อเพลิงแอลกอฮอลล์ (Alcohol Fuel)

เชื้อเพลิงแอลกอฮอล์เป็นเชื้อเพลิงที่น่าสนใจเพราะเป็นเชื้อเพลิงที่สามารถผลิตหาได้จากธรรมชาติ และ การผลิตขึ้น แบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ เมธานอล และเอทานอล

เมทธานอล เป็นเชื้อเพลิงแอลกอฮอลล์ชนิดหนึ่งที่คิดว่าจะนำมาใช้แทนแก๊สโซลีน ผลิตได้จากเปลือกไม้ของต้นไม้ชนิดหนึ่ง หลายปีมาแล้วที่ได้มีการวิจัยและพัฒนาเชื้อเพลิงเมททานอล ทั้งที่เป็นเมทานอลอย่างเดียวและเป็นเมทานอลผสมกับแก๊สโซลีน
แต่มีปัญหาทางด้านการกำจัดของเสียที่เกิดจากเมทานอล จึงทำให้ไม่เป็นที่นิยม

เอทานอล เป็นเชื้อเพลิงที่ถูกใช้อย่างแพร่หลายภายในหลายๆประเทศ บราซิลอาจเป็นประเทศแรกที่นำเชื้อเพลิงชนิดนี้มาใช้ สามารถผลิตได้จากการหมักของผลิตภัณฑ์จากกอ้อย และมันสำปะหลัง จึงทำให้ต้นทุนในการผลิตมีราคาถูก เพราะสามารถหาวัตถุดิบได้ภายในประเทศ จึงเป็นเชื้อเพลิงทางเลือกอันดับแรก ที่ถูกพิจารณาและนำมาใช้

2.6.1 คุณสมบัติของเชื้อเพลิงเอทานอล (Ethanol Property)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติของเชื้อเพลิงเอทานอลแสดงดังในตารางที่ 2.2 เปรียบเทียบกับเชื้อเพลิงชนิดอื่น เนื่องจากเอทานอลมีคุณสมบัติที่แตกต่างจากแก๊สโซลีนเพราะฉะนั้นการนำเชื้อเพลิงเอทานอลมาใช้แทนแก๊สโซลีนนั้นจะต้องพิจารณาถึงคุณสมบัติที่แตกต่างเพื่อที่จะให้เครื่องยนต์ทำงานได้เหมาะสมนั้นคือ

ก. จากสมการเคมีของเอทานอล C_2H_5OH จะเห็นได้ว่านอกเหนือจากอะตอมของไฮโดรเจน (H) และคาร์บอน (C) ที่มีอยู่เหมือนในแก๊สโซลีนแล้วในเอทานอลยังมีอะตอมของออกซิเจน (O) เป็นองค์ประกอบอยู่ด้วย ซึ่งอะตอมของออกซิเจนจะจับตัวอยู่ในรูปของอนุมูลไฮดรอซิล (Hydroey – OH) ทำให้โมเลกุลของเอทานอลมีคุณสมบัติเป็นโพลา (Polar) ซึ่งมีปฏิกิริยาสูงกว่าแก๊สโซลีน จึงทำให้มีอำนาจในการกัดกร่อนสูงกว่าแก๊สโซลีน ซึ่งจะส่งผลการกัดกร่อนต่อชิ้นส่วนที่เป็นโลหะและพลาสติก ดังนั้นการที่จะนำเอาเอทานอลมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์แก๊สโซลีนจึงจำเป็นต้องมีการปรับเปลี่ยนวัสดุหรือการเคลือบสารที่ต้านทานการกัดกร่อนของเอทานอลในชิ้นส่วนที่ต้องสัมผัสกับเอทานอล

ข. ค่าความจุพลังงาน (Energy Content) จากตารางที่ 2.2 จะเห็นได้ว่าค่าความร้อนต่อหน่วยน้ำหนักของเอทานอลนั้นมีค่าน้อยกว่าแก๊สโซลีนประมาณ 30% ดังนั้นเมื่อใช้เอทานอลแทนแก๊สโซลีน จะต้องให้ปริมาณเชื้อเพลิงมากขึ้นเพื่อให้เครื่องยนต์สามารถทำงานได้เช่นเดิมและจากการสมดุลสมการทางมีเชื้อเพลิงทั้งสองที่การเผาไหม้สมบูรณ์ (Stoichiometric) แก๊สโซลีนจะได้ A/F ประมาณ 14.6 ในขณะที่เอทานอลมีค่าเพียง 9 เพราะฉะนั้นถ้าเอทานอลใช้อัตราส่วนเดียวกับแก๊สโซลีนก็จะทำให้ส่วนผสมของเอทานอลกับอากาศที่ได้บางมากทำให้การเผาไหม้เป็นไปอย่างลำบากและทำให้การสตาร์ทติดยาก เพราะฉะนั้นจะต้องเพิ่มปริมาณเชื้อเพลิงที่เข้าห้องเผาไหม้

ค. ค่าความร้อนแฝงของการระเหย (Latent Heat of Vaporization) จากตารางที่ 2.2 จะเห็นได้ว่าเอทานอลมีค่าความร้อนแฝงการระเหยตัวสูงกว่าแก๊สโซลีนประมาณ 3 เท่า ซึ่งแสดงว่าเมื่อใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิงแทนแก๊สโซลีน เอทานอลจะมีการดึงความร้อนเพื่อการระเหยตัวในท่อไอดีมากกว่าจะทำให้อุณหภูมิในท่อไอดีต่ำกว่า ซึ่งส่งผลต่อการทำงานของเครื่องยนต์ดังนี้

ง. เมื่ออุณหภูมิในท่อไอดีต่ำ อากาศที่ถูกดูดเข้ามาก็จะมีความหนาแน่นสูงขึ้นทำให้ลูกสูบสามารถดึงอากาศเข้ามาได้มากขึ้น ทำให้ประสิทธิภาพเชิงปริมาตรสูงขึ้น และกำลังของเครื่องยนต์มากขึ้น มีงานวิจัยหนึ่งได้รายงานว่ากำลังที่ได้ (Power Output) จากเครื่องยนต์ที่ใช้เอทานอล (95%) เป็นเชื้อเพลิงมีค่าสูงกว่าการใช้แก๊สโซลีนเป็นเชื้อเพลิงประมาณ 3% ที่อัตราส่วนการอัดเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 ตารางแสดงคุณสมบัติของเชื้อเพลิง (Characteristics of Fuel)

	Gasoline	Ethanol
Chemical Formula *(l)*	$C_{8.26}H_{15.5}$	C_2H_5OH
Molecular Weight	114.8	46.07
Specific Gravity	0.72-0.78	0.785
Oxygen content (wt %)	-	34.8
Boling Point (°C)	27-225	78
Freezing Point (°C)	-40	-114
Reid Vapor Pressure (kPa)	55-103	16
Higher Heating Value (kJ/kg)	47,300	29,700
Lower Heating Value (kJ/kg)	44,000	26,900
Heat of Vaporization (kJ/kg)[(a)]	305	840
LHV of Stoich. Mixture (kJ/kg)	2,830	2,690
Specific Heat (kJ/kg.K)	-	-
Liquid	2.4	2.5
Vapor C_p	~1.7	1.93
Viscosity@ 40 °C		
Centipoises	0.5	0.83
Research Octane Number (RON)	92-98	107
Motor Octane Number (MON)	80-90	89
Cetane Number	<10	3
Stoichiometric A/F ratio	14.6	9

จ. จากการที่เอทานอลต้องใช้ความร้อนในการระเหยตัวที่มากกว่าทำให้สภาวะที่อุณหภูมิในบรรยากาศต่ำ การระเหยตัวของเอทานอลเป็นไปได้ยากทำให้มีปัญหาในการสตาร์ทเครื่องในขณะอากาศเย็น ซึ่งเอทานอลสามารถกลายเป็นไอเพื่อการเผาไหม้ได้ที่อุณหภูมิต่ำประมาณ 10 °C และจะมีปัญหากับการสตาร์ทในสภาวะอากาศเย็นที่อุณหภูมิประมาณ 4 °C โดยมีการศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แก้ปัญหาตรงนี้โดยบางคนใช้วิธีผสมแก๊สโซลีนเข้าไปประมาณ 5-10 % หรือบางคนทดลองใช้ อีเทอร์ (Ether) และอะซีโตน (Acetone) ผสมลงไปประมาณ 21% ในเอทานอลซึ่งจากผลการทดลองปรากฏว่าสามารถสตาร์ทเครื่องได้ที่อุณหภูมิต่ำถึง -18 °C

ฉ. ค่าออกเทน (Octane) ค่าออกเทนเป็นตัวเลขที่ใช้บอกคุณสมบัติต้านทานการน็อกของเชื้อเพลิงที่ใช้ในเครื่องยนต์ จากตารางที่ 2.2 จะเห็นว่าเชื้อเพลิงเอทานอลมีค่าออกเทนสูงกว่าแก๊สโซลีน ซึ่งสามารถที่จะเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ได้โดยการเพิ่มอัตราส่วนกำลังอัดได้ ซึ่งการศึกษาทดลองใช้ใน บราซิล พบว่าเครื่องยนต์แก๊สโซลีนที่ใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิง สามารถเพิ่มอัตราส่วนกำลังอัดของเครื่องยนต์ได้ถึง 18:1 (สำหรับเอทานอล 99.5%) แต่ในการใช้งานจริงจะอยู่ที่ประมาณ 12:1

2.6.2 การเผาไหม้เชื้อเพลิงเอทานอล (Combustion Ethanol Fuel)

กระบวนการเผาไหม้เชื้อเพลิงในเครื่องยนต์จะเกิดจากปฏิกิริยาทางเคมีระหว่างออกซิเจนในอากาศและในเชื้อเพลิงคาร์บอน(C) และไฮโดรเจน (H) ในเชื้อเพลิงทำให้ได้พลังงานในรูปของความร้อนออกมาและจะทำให้ความดันภายในกระบอกสูบเพิ่มสูงขึ้น ผลจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงภายในห้องเผาไหม้นี้ จะเกิดขึ้นระหว่างจังหวะระเบิดหรือจังหวะงาน จึงทำให้สามารถนำกำลังงานที่ได้รับไปใช้งานได้ตามต้องการ

โดยทั่วไปอากาศประกอบด้วยออกซิเจน (O_2) ประมาณ 23 % โดยน้ำหนัก หรือ 21% โดยปริมาตรดังนั้นอากาศที่ต้องใช้ผสมกับเชื้อเพลิงจึงมีปริมาณที่มากกว่าเชื้อเพลิงมากปริมาณความต้องการอากาศในทางทฤษฎีสำหรับการเผาไหม้ที่สมบูรณ์หรือเรียกว่า Stochiometric Air Fuel Ratio สำหรับเอทานอลซึ่งมีสมการเคมี C_2H_5OH สมการการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ของเอทานอล คือ

$$C_2H_5OH + 3(O_2 + 3.773N_2) = 2CO_2 + 3H_2O + 11.32N_2$$

คิดในหน่วยโมล

$1 + 3(1 + 3.773) = 2 + 3 + 11.32$

$1 + 14.32 = 16.32$

คิดในหน่วยน้ำหนัก

$46.07 + (14.32 \times 28.96) = (2 \times 44.01) + (3 \times 18.02) + (11.32 \times 28.16)$

$46.07 + 414.71 = 88.02 + 46.06 + 318.77$

$460.78 = 460.78$

เพราะฉะนั้นจำนวนอากาศที่ใช้ต่อ 1 กิโลกรัมของเอทานอล จะได้

$$(A/F)_s = \frac{414.71}{46.07} = 9.00$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นั่นคือเชื้อเพลิงเอทานอล 1 กิโลกรัมจะต้องใช้อากาศ 9 กิโลกรัมจึงจะทำให้เกิดการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ในทางทฤษฎี เมื่อเชื้อเพลิงมีเปอร์เซ็นต์ของเอทานอลเพิ่มขึ้น ปริมาณของอากาศต่อเชื้อเพลิงจะลดน้อยลงตามลำดับดังแสดงในตารางที่ 2.3

ตาราง 2.3 แสดงปริมาณของอากาศต่อเชื้อเพลิงที่มีส่วนผสมต่างๆ

Gasoline – Alcohol		AF Ratio
100	0	14.6 : 1
90	10	14.45 : 1
80	20	14.2 : 1
70	30	14.05 : 1
0	100	9 : 1

2.6.3 การเปรียบเทียบความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจากการคำนวณ

เมื่อเรานำค่า Stoichiometric Air Fuel Ratio มาคำนวณต่อหนึ่งหน่วยมวลอากาศ เราพบว่า

ค่า HHV ของเบนซิน เท่ากับ 3239.70 กิโลจูล ต่อกิโลกรัมอากาศ

ค่า HHV ของเอทานอล เท่ากับ 3301.10 กิโลจูล ต่อกิโลกรัมอากาศ

ค่า LHV ของเบนซิน เท่ากับ 2945.20 กิโลจูล ต่อกิโลกรัมอากาศ

ค่า LHV ของเอทานอล เท่ากับ 2945.20 กิโลจูล ต่อกิโลกรัมอากาศ

ใช้วิธีคำนวณจากพลังงาน

ถ้าต้องการพลังงาน 1000 กิโลจูล จากการเผาไหม้โดยคำนวณจาก LHV ของเชื้อเพลิง

- จะต้องใช้ เบนซิน เท่ากับ 1000 กิโลจูล/44000 กิโลจูล เท่ากับ 22.72 กรัม
- จะต้องใช้ เอทานอล เท่ากับ 1000 กิโลจูล/26900 กิโลจูล เท่ากับ 37.17 กรัม

ต้องปรับมวลเอทานอลเพิ่มขึ้น37.17 กรัม/22.72 กรัม เท่ากับ 163% ของเบนซินที่ใช้

คำนวณจากมวลของอากาศในห้องเผาไหม้

ถ้าอากาศและเชื้อเพลิงผสมกันเป็นเนื้อเดียวกันที่ Stoichiometric ณ. กระบอกสูบที่มีมวลบรรจุ 1000 กรัม

- จะต้องใช้ เบนซิน เท่ากับ 1000 กิโลจูล/14.6 เท่ากับ 68.5 กรัม
- จะต้องใช้ เอทานอล เท่ากับ 1000 กิโลจูล/9.0 เท่ากับ 111.1 กรัม

ต้องปรับมวลเอทานอลเพิ่มขึ้น111.1 กรัม/68.5 กรัม เท่ากับ 162% ของเบนซินที่ใช้

2.6.4 ค่าความถ่วงจำเพาะและค่าความหนืดของส่วนผสม

ค่าความถ่วงจำเพาะของส่วนผสมมีค่าต่ำกว่าที่คำนวณได้จากแต่ละชนิดนำมาผสมกัน ซึ่งแสดงว่า มีการขยายเมื่อผสมกัน การขยายตัวนี้มีมากถึง 0.3 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ค่าความหนืดของเอทานอล มีค่ามากกว่าของแก๊สโซลีนแต่ความหนืดของส่วนผสมของเอทานอลและแก๊สโซลีน มีค่ามากกว่าของแก๊สโซลีนอย่างเดียว จนกระทั่งเมื่อเอทานอลมีมากเกิน 5 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นไปในส่วนผสม ค่าความหนืดของส่วนผสมก็จะเพิ่มมากขึ้น ตามปริมาณของเอทานอลที่มีในส่วนผสม ดังแสดงในตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 แสดงค่าความถ่วงจำเพาะและค่าความหนืดของส่วนผสม

Gasoline – Alcohol		Sp. Gr.	Abs. Viscosity
100	0	0.742	0.00525
90	10	0.746	0.00552
0	100	0.794	0.0173

2.6.5 ความสามารถในการละลายได้ของเอทานอลในแก๊สโซลีน

ความสามารถในการละลายได้ของเอทานอลในแก๊สโซลีน ขึ้นอยู่กับ

1. อุณหภูมิ
2. ปริมาณของน้ำที่มีอยู่ในเอทานอล และปริมาณของเอทานอลในส่วนผสม
3. ชนิดของแก๊สโซลีนในส่วนผสม

อุณหภูมิของส่วนผสมมีอิทธิพลต่อการรวมกันของเอทานอลและแก๊สโซลีน ส่วนผสมจะคงสภาพได้ดีที่อุณหภูมิ ในขณะเดียวกัน ปริมาณของน้ำที่มีอยู่ในเอทานอลก็เข้ามามีบทบาทด้วย แก๊สโซลีนและเอทานอลสามารถละลายเข้ากันได้ทุกสัดส่วนและทุกอุณหภูมิ แต่ถ้ามีน้ำอยู่ในส่วนผสมแล้ว ความสามารถในการละลายจะลดลง ดังนั้นการเพิ่มปริมาณของน้ำในส่วนผสม จะทำให้ส่วนผสมมีอาการแยกตัวออกจากกันได้ง่ายขึ้น โดยปกติแล้ว ในฤดูหนาวถ้ามีปริมาณของน้ำที่มีอยู่ในเอทานอลเกิน 1 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป จะทำให้ส่วนผสมแยกตัวออกจากกัน แต่ในขณะที่ปริมาณของน้ำที่มีอยู่ในเอทานอลไม่เกิน 3 เปอร์เซ็นต์ส่วนผสมจะยังคงอยู่ได้ ในฤดูร้อน การเพิ่มปริมาณของเอทานอลในส่วนผสมจะช่วยให้ส่วนผสมคงตัวยิ่งขึ้น เพราะจะทำให้เปอร์เซ็นต์ของน้ำในเอทานอลลดลง นอกจากนี้ แก๊สโซลีนชนิด Unsaturated or Aromatic Hydrocarbons จะทำให้ส่วนผสมคงตัวดีกว่าพวก Saturated Aliphatic Hydrocarbons

2.7 การลุกลามของเปลวไฟ (Flame Propagation)

การลุกลามของเปลวไฟคือการขยายตัวของเปลวไฟจากประกายไฟจุดระเบิดจากหัวเทียนแผ่ขยายออกไปทั่วบริเวณภายในกระบอกสูบการลุกลามของเปลวไฟอาจแบ่งออกเป็นโครงสร้างของเปลวไฟและการแพร่กระจายของเปลวไฟ

2.7.1 โครงสร้างของเปลวไฟ (Flame Structure)

การเกิดเปลวไฟในกระบอกสูบเริ่มตั้งแต่หัวเทียนได้รับพลังงาไฟฟ้าและเกิดประกายไฟขึ้นระหว่างเขี้ยวหัวเทียน ประกายไฟนี้จะทำให้เชื้อเพลิงติดไฟก่อให้เกิดการลุกไหม้และเปลวไฟภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
104005

แสดงการขยายตัวของแกนเปลวไฟที่เกิดขึ้นที่เขี้ยวหัวเทียนในกระบอกสูบ จากภาพถ่ายดังกล่าวพบว่าขอบด้านนอกของแกนเปลวไฟที่เกิดขึ้นเป็นรูปวงกลมโดยประมาณและเรียบ มีส่วนที่ไม่สม่ำเสมออยู่พอสมควร ซึ่งก็คือส่วนที่ทำปฏิกิริยา บางบริเวณของทรงกลมเปลวไฟมีแก๊สอุณหภูมิสูงอยู่ภายใน เมื่อเปลวไฟมีลักษณะเป็นแผ่นบาง (ซึ่งเป็นผิวของทรงกลม) ขยายตัวก็จะเข้าไปในสนามการไหลปั่นป่วนในบริเวณของหัวเทียน ทำให้เปลวไฟม้วนเป็นขดมากขึ้นและจุดศูนย์กลางของเปลวไฟอาจถูกพาออกไปจากหัวเทียนในทิศทางและความเร็วที่เปลี่ยนแปลงไปได้มาก โครงสร้างของเปลวไฟจะขยายตัวต่อไปเมื่อเปลวไฟแพร่กระจายไปในห้องเผาไหม้โดยช่วงแรกของกระบวนการเผาไหม้ เปลวไฟจะเป็นแผ่นบาง มีผิวที่ไม่เรียบ เมื่อเปลวไฟแพร่กระจายต่อไปในห้องเผาไหม้ ความหนาแน่นของเปลวไฟจะคงตัว แต่เปลวไฟจะม้วนมากขึ้นเมื่อเปลวไฟไปถึงผนังห้องเผาไหม้ที่ไกลที่สุด บริเวณด้านหลังของเปลวไฟจะยังคงมีส่วนของสารผสมที่ยังไม่เผาไหม้อยู่ซึ่งจะต้องเผาไหม้ต่อไปอีก

2.7.2 การแพร่กระจายของเปลวไฟ (Flame Diffusion)

นอกจากการแพร่กระจายของเปลวไฟจากตำแหน่งของเปลวไฟในช่วงการเผาไหม้จากภาพถ่ายแล้วตำแหน่งของเปลวไฟยังสามารถหาได้จากข้อมูลความดันกระบอกสูบผิวเปลวไฟด้านหน้ามีลักษณะเป็นส่วนผิวทรงกลมรัศมีทรงกลมที่เข้าได้ดีที่สุดกับเปลวไฟด้านหน้าเป็น r_f เปลวไฟเกิดขึ้นที่หัวเทียนเมื่อกำหนดเปลวไฟด้านหน้าได้แล้วก็จะได้ผิวเปลวไฟด้านหน้าเป็นA_fซึ่งก็คือผิวของทรงกลมที่มีรัศมีเป็น r_f และปริมาตรในห้องเผาไหม้เป็น v_f

2.8 สมการที่ใช้คำนวณ (Equation)

2.8.1 อัตราเร็วเฉลี่ยของเปลวไฟ (Mean expansion speed of the front, u_f)

$$u_f = \frac{dA_S / dt}{L_s} \qquad (2.1)$$

$$p_f V_{fi} = m\frac{\widetilde{R}}{M_{fi}}T_f \qquad p_i V_i = m\frac{\widetilde{R}}{M_i}T_i \qquad (2.2)$$

$$\frac{p_f}{p_i} = \frac{T_f}{T_i} \qquad (2.3)$$

$$L_s = \frac{dA_S}{dr_f} \qquad (2.4)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

u_f = อัตราเร็วการขยายตัวเฉลี่ยของเปลวไฟ

L_s = เป็นเป็นความยาวส่วนโค้งของทรงกลมที่เขากับขอบหน้าของเปลวไฟ

A_s = พื้นที่เงารอบทรงกลมที่เข้ากับขอบหน้าของเปลวไฟได้ดีที่สุด

p_i = ความดันเริ่มต้น

p_f = ความดันจริงในห้องเผาไหม้

2.8.2 สมการก๊าซอุดมคติ (Ideal Gas Law)

$$m_a = \frac{P V}{R_g T_u} \quad (2.5)$$

โดยที่

P คือ ความดันเริ่มต้นในการเผาไหม้

V คือ ปริมาตรของห้องเผาไหม้

R_g คือ ค่าจุความร้อนจำเพาะของอากาศ

T_u คือ อุณหภูมิเริ่มต้นในการเผาไหม้

จากนั้นสามารถหาค่าอัตราส่วนสมมูลของเชื้อเพลิงกับอากาศได้จากสมการ

$$\phi = \frac{(m_f / m_a)_{actual}}{(m_f / m_a)_{theory}} \quad (2.6)$$

โดยที่ $(m_f / m_a)_{actual}$ คือส่วนระหว่างเชื้อเพลิงกับอากาศจริง

$(m_f / m_a)_{theory}$ คือส่วนระหว่างเชื้อเพลิงกับอากาศตามทฤษฎี

2.8.3 สมการเศษส่วนมวลในการเผาไหม้ (Mass Fraction Burn)

$$M(t) = \frac{p(t) - p_{\text{int}}}{p_{\max} - p_{\text{int}}} \quad (2.7)$$

โดยที่ $p(t)$ คือ ความดันที่ช่วงเวลา

p_{int} คือความดันเริ่มต้นในการเผาไหม้

$p_{\max}$ คือ ความดันสูงสุดในการเผาไหม้ในห้องเผาไหม้

2.8.4 อัตราส่วนผสมเชื้อเพลิง (A/F Ratio)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเผาไหม้สารผสมเชื้อเพลิงกับอากาศสามารถเป็นไปได้3ลักษณะคือ

1. ผสมบาง (fuel-lean mixture) เป็นสารผสมที่มีค่าØ<1 คือมีเชื้อเพลิงน้อยหรือมีอากาศมากเกินค่าพอดีซึ่งอาจจะระบุเป็นร้อยละของอากาศเกิน ตัวอย่างเช่นร้อยละ25ของอากาศเกินสารผสมก็จะมีอากาศเป็น1.25เท่าของอากาศพอดี
2. สารผสมพอดี (stoichiometric mixture) เป็นสารผสมที่มีค่าØ=1 คือเชื้อเพลิงพอดีที่จะถูกออกซิไดซ์โดยออกซิเจนในอากาศได้หมด
3. ผสมหนา (fuel-rich mixture) เป็นสารผสมที่มีค่าØ>1 คือเชื้อเพลิงมากเกินไปหรือมีอากาศน้อยเกินไปที่จะออกซิไดซ์เชื้อเพลิงได้จนหมด

อัตราส่วนสมมูลของ เชื้อเพลิง/อากาศ (Fuel/Air equivalence ratio)

$$\phi = \frac{(F/A)_{actual}}{(F/A)_{theory}} \qquad (2.8)$$

โดยที่ $(F/A)_{actual}$ = อัตราส่วนเชื้อเพลิงอากาศที่ใช้จริง

$(F/A)_{theory}$ = อัตราส่วนเชื้อเพลิงอากาศตามทฤษฎี

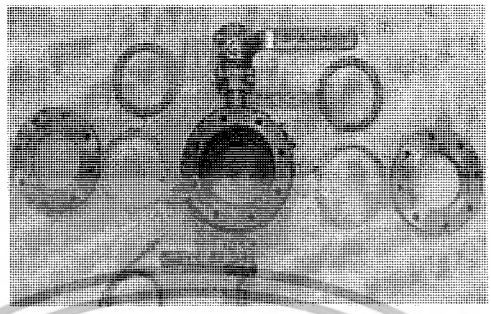
เมื่อเชื้อเพลิงมีออกซิเจนเขียนสมการเคมีของการเผาไหม้สามารถทำได้โดยวิธีเดียวยกเว้นออกซิเจนในเชื้อเพลิงจะต้องรวมในการสมดุลออกซิเจนระหว่างสารทำปฏิกิริยาและสารที่ได้จากการเผาไหม้

สำหรับเอทานอล (C_2H_5OH) สมการเผาไหม้พอดีเป็น

$$C_2H_5OH + 3(O_2 + 3.773N_2) = 2CO_2 + 3H_2O + 11.32N_2$$

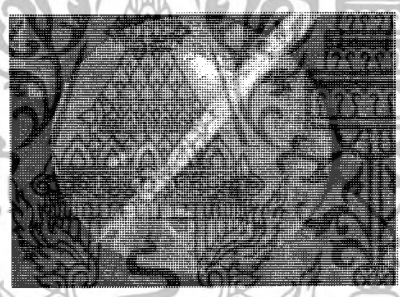
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบอุปกรณ์และห้องเผาไหม้ปริมาตรคงที่



รูปที่3.1รายละเอียดอุปกรณ์และห้องเผาไหม้

3.1 ห้องเผาไหม้ปริมาตรคงที่(Constant Combustion Chamber)ที่ได้ทำการออกแบบไว้มีปริมาตร 322 cc และมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 80 mm โดยใช้เหล็กเพลาแล้วทำการกลึงขึ้นรูปให้เป็นทรงกระบอกซึ่งข้อมูลของเหล็กที่ใช้ทำห้องเผาไหม้มีดังนี้

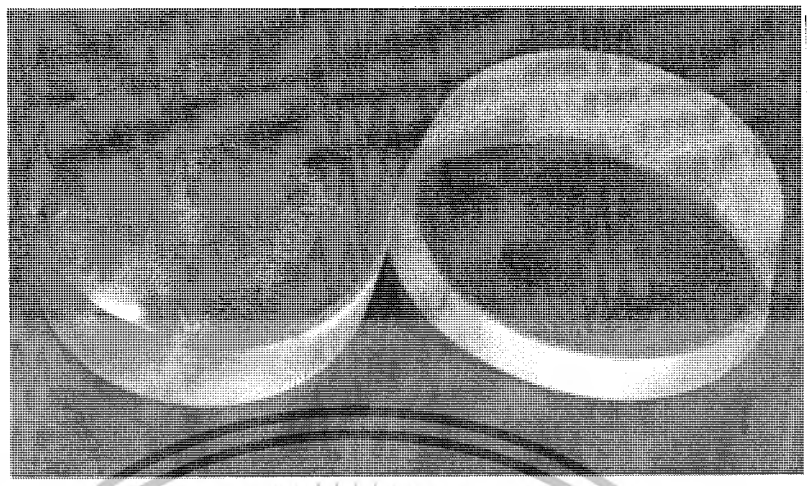


รูปที่3.2 เหล็กเพลาฟ้า (SCM4)

ตารางที่3.1คุณสมบัติเหล็กเพลาฟ้า

	UNIT	1"	2-1/4"	4-1/2"	7-3/4"
Tensile strength	PSI	98,000	101,500	100,000	100,000
Yeild strength	PSI	61,000	62,000	57,000	58,500
Elongation	%	23	26	25	21
Reduction in area	%	54	55	56	59
Hardness	HB	197	212	202	197

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่3.3 ควอทซ์ที่ช่วยมองเห็นการเผาไหม้

3.2 กระจกที่ใช้มองเห็นการเผาไหม้ภายในห้องเผาไหม้(Quarzt)

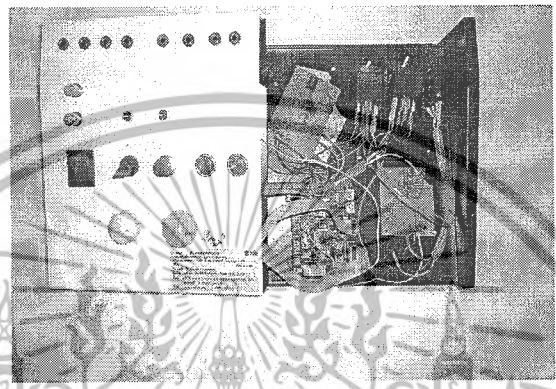
ในการศึกษาคุณสมบัติของกระจกนั้นจะต้องรับแรงดันที่เพิ่มขึ้นจากการเผาไหม้และความร้อนในการเผาไหม้ได้ ซึ่งจากการศึกษาที่เคยทำผ่านมานิยมนำควอตซ์ มาทำให้โปร่งใสสามารถมองเห็นการลุกไหม้ของเปลวไฟในห้องเผาไหม้ ดังนั้นจึงเลือกใช้ควอตซ์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 100 มิลลิเมตร ความหนา 35 มิลลิเมตร ดังรูป

ตารางที่3.2คุณสมบัติควอทซ์

ชื่อคุณสมบัติ	หน่วย	ค่าจำเพาะ
Specific	g/cm2	2.21
Hardness	Mhos scale	5-7
Rapture strength	Mpa	800-1000
Compressive strength	Mpa	60-700
Young modulus 20 c	Gpa	7.8
Young modulus 50 c	Gpa	82
Youngmodulus 900 c	Gpa	85
Poisson ratio		0.17
Rigid index	Gpa	36.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) มาจากคำ 2 คำ คำหนึ่งคือ ไมโคร (Micro) หมายถึง ขนาดเล็ก และคำว่า คอนโทรลเลอร์ (controller) หมายถึงตัวควบคุมหรืออุปกรณ์ควบคุม ดังนั้น ไมโครคอนโทรลเลอร์ จึงหมายถึงอุปกรณ์ควบคุมขนาดเล็ก แต่ในตัวอุปกรณ์ควบคุมขนาดเล็กนี้ ได้บรรจุความสามารถที่คล้ายคลึงกับระบบคอมพิวเตอร์ ที่คนโดยส่วนใหญ่คุ้นเคย กล่าวคือภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ ได้รวมเอาซีพียู , หน่วยความจำ และพอร์ต ซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักสำคัญของระบบคอมพิวเตอร์เข้าไว้ด้วยกัน โดยทำการบรรจุเข้าไว้ในตัวถังเดียวกัน



รูปที่3.4 ไมโครคอนโทรเลอร์

ET -BASE AVR ATMEGA 128

เป็นบอร์ดตระกูล AVR ของบริษัท ATMEL เบอร์ ATMEGA128 แบบ TQFP 64 PIN ออกแบบให้เป็นบอร์ดขนาดเล็กใช้งานทั่วไป หรือจะใช้คู่กับบอร์ด ET-BASIC I/O V1 ในการต่อทดลองก็ได้

-ในรุ่น ET-BASE AVR ATMEGA128 จะใช้เบอร์ ATMEGA128-16 เป็น MCU ประจำบอร์ด

หน่วยความจำแบบ FLASH 128KBYTE, RAM 4KBYTE, EEPROM 4KBYTE

-RUN X ' TAL 16MHz จำนวน I/O ใช้งาน 53 I/O BIT

-RS232 PORT จำนวน 2 ช่อง แบบ 4 PIN ETT

-14 PIN LCD PORT แบบ CHARACTER TYPE

-A TO D ขนาด 10 BIT 8 ช่อง, SPI 1 ช่อง, I2C 1 ช่อง

-TIMERS/COUNTERS 8 BIT, TIMERS/COUNTERS 16 BIT, PWM, WATCHDOG,RTC

-6 PORT I/O 10PIN ET

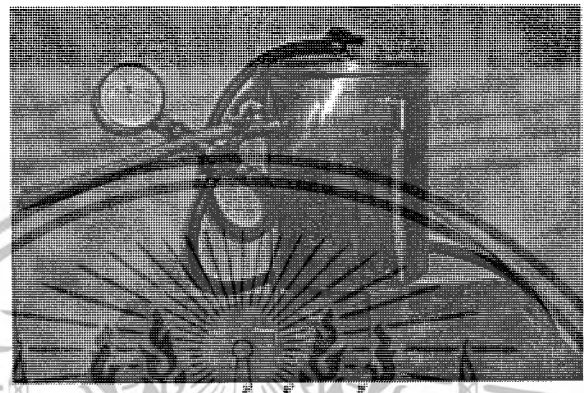
-POWER SUPPLY 7-12VDC POWER 7805 REGULATOR ON BOARD

-ขนาด PCB 6.2 x 8.1 cm.

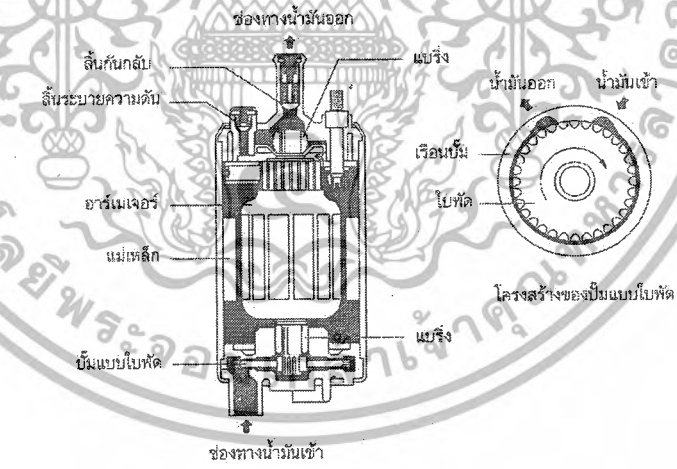
-สามารถ DOWNLOAD โปรแกรมเข้าหน่วยความจำภายในแบบ FLASH ได้โดยตรง ด้วยชุด ET-AVR ISP ผ่านทาง PRINTER PORT ใช้งานกับโปรแกรม PONY PROG2000 ทำงาน WINDOWS 98/ME/XP/2000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้าที่ของไมโครคอนโทรลเลอร์ในโครงงานนี้ จะใช้ของARV128 ซึ่งหน้าที่ของไมโครคอนโทรลเลอร์จะเป็นสวิตช์จุดระเบิดของหัวเทียนเพื่อทำการจุดระเบิดเชื้อเพลิงในห้องเผาไหม้ส่วนอีกหน้าที่หนึ่งคือ ควบคุมการฉีดเชื้อเพลิงของหัวฉีดให้ฉีดตามปริมาณที่เรากำหนดโดยไมโครคอนโทรลเลอร์จะถูกโปรแกรมการทำงานโดยออสซิโลสโคปอีกทีหนึ่ง



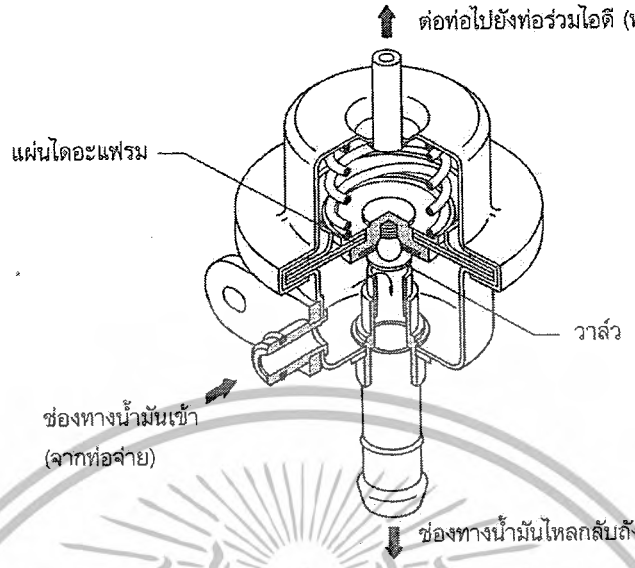
รูป3.5 ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง



รูป3.5 ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง

3.4 การทำงานของปั๊ม (Fuel Pump) และการใช้งานในโครงงานนี้ ปั๊มเชื้อเพลิงจะทำหน้าที่สร้างความดันให้เชื้อเพลิงที่จะเข้าสู่ห้องเผาไหม้โดยปั๊มที่ใช้ในโครงงานนี้เป็นปั๊มเชื้อเพลิงไฟฟ้าที่แช่อยู่ในถังเชื้อเพลิงสามารถสร้างความดันเชื้อเพลิงได้ถึง3.5บาร์ ซึ่งเพียงพอสำหรับใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

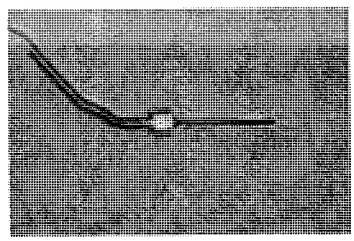


รูป3.6 ตัวควบคุมความดัน

3.5ตัวควบคุมความดัน (Fuel Pressure Regulator)

ตัวควบคุมความดัน เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ควบคุมค่าความแตกต่างระหว่าง ความดันน้ำมันในระบบกับค่าความดันของอากาศในท่อร่วมไอดีให้คงที่ตลอดเวลาจากการที่ความดันของอากาศในที่ร่วม ไอดีมีการเปลี่ยนไปตามความเร็วรอบ และภาระของเครื่องยนต์ดังนั้นถ้าหากความดันของน้ำมันถูกควบคุมให้คงที่เพียงค่าเดียวจะ ทำให้ค่าความแตกต่างระหว่างความดันน้ำมันเชื้อเพลิง กับความดันอากาศในท่อร่วมไอดีมีค่าไม่คงที่แน่นอนซึ่งเป็นเหตุให้น้ำมันเชื้อเพลิงฉีดเข้าไปผสมกับอากาศในท่อไกดีมีปริมาณไม่เที่ยงตรง ตามระยะเวลาในการฉีดที่กำหนดโดย ECU

หน้าที่ของเรกกูเรเตอร์ใน โครงงานนี้ จะทำหน้าที่ควบคุมความดันของท่อไอดีที่ได้ออกแบบมาเพื่อให้แรงดันเหมาะสมกับการทดลองเนื่องจากการทดลองนั้นไม่ได้ใช้ค่าความดันของไอดีเพียงค่าเดียวดังนั้นจึงต้องใช้ตัวควบคมแรงดันเพื่อปรับเปลี่ยนค่าตามความดันที่ทดสอบ



รูป3.7 เทอร์โมคัปเปิ้ล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 เทอร์โมคัปเปิ้ล(Thermocouples) เป็นอุปกรณ์เบื้องต้นในการวัดอุณหภูมิซึ่งสามารถเก็บอุณหภูมิได้ 273 องศาเคลวิน วัสดุที่ใช้ทำ thermocouples เป็นวัสดุที่มีคุณภาพทำให้ระดับแรงดันไฟฟ้าที่ได้มีความถูกต้องสูง อย่างไรก็ตามปัญหาของ thermocouples ที่ทำให้ยากต่อการใช้งาน มีดังนี้

- จุดอ้างอิงของ thermocouples อยู่ที่อุณหภูมิ 273 องศาเคลวิน (จุดเยือกแข็งของน้ำ) ซึ่งเป็นจุดสามสถานะ
- ยากในการปรับแต่งให้เป็นจุดอ้างอิง
- ผลของระดับแรงดันไฟฟ้าที่ thermocouples วัดได้จะอยู่ในหน่วย มิลลิโวลต์ (mV) แต่ถ้าจะวัดเป็นไมโคร

โวลต์ จะต้องใช้กระบวนการแปลงสัญญาณให้เป็นอนาล็อกก่อนแล้วจึงแปลงให้อยู่ในรูปของสัญญาณดิจิตอล

- วัสดุในการสร้างอุปกรณ์ต้องมีคุณภาพสูง
- ถ้าแนวโน้มของค่าที่วัดได้ไม่เป็นเส้นตรง จะใช้การประมาณค่าผลลัพธ์ซึ่งทำให้ไม่สะดวกในการใช้งาน

หน้าที่ของเทอร์โมคัปเปิ้ลในโครงงานนี้ เพื่ออ่านค่าอุณหภูมิเริ่มต้นของห้องเผาไหม้ในการทดลอง โดยจะต่อกับตัวอ่านค่าอุณหภูมิเพื่อที่จะได้ทราบถึงอุณหภูมิและแสดงค่าออกมาบนหน้าจอ

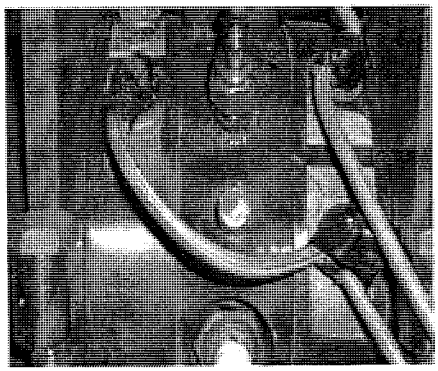
รูป3.8 หัวเทียน

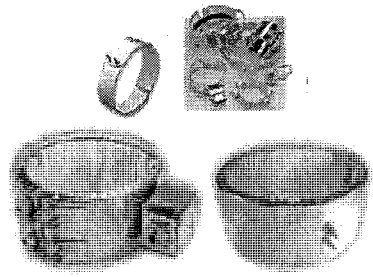
3.7 หัวเทียน(Spark Plug) ที่ใช้เป็นหัวเทียนปกติที่ใช้ทั่วไปและนำมาทำการดัดปลงที่เขี้ยวหัวเทียนทำเป็นแท่งปลายยื่นเข้าไปในห้องเผาไหม้เพื่อทำการจุดระเบิดตรงกลางห้องเผาไหม้

หน้าที่ของหัวเทียนในโครงงานนี้ หัวเทียนจะทำการจุดระเบิดเชื้อเพลิงในห้องเผาไหม้โดยการจุดประกายไฟในห้องเผาไหม้โดยรับคำสั่งจากไมโครคอนโทรลเลอร์

3.8 ฮีตเตอร์ (Heater) เป็นอุปกรณ์ทำความร้อนในอุตสาหกรรม ที่มีหลักการพื้นฐานคือ เมื่อมีกระแสไหลผ่านลวดตัวนำที่มีค่าความต้านทานสูง ลวดตัวนำจะร้อน ดังนั้น ลวดที่ใช้ผลิตฮีตเตอร์จะต้องมีคุณสมบัติเหนียวและทนอุณหภูมิได้สูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

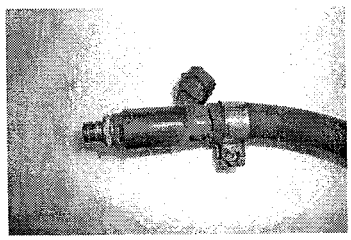


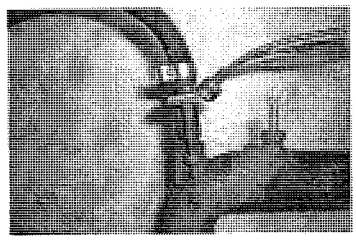


รูป3.9ฮีตเตอร์

ฮีตเตอร์เท่ง	Cartridge Heater	ใช้ให้ความร้อนกับวัสดุที่เป็นของแข็ง เช่นเหล็กโลหะต่างๆ ลักษณะการใช้งานบรรจุหีบห่อ ขึ้นรูปพลาสติก
ฮีตเตอร์ครีบ	Finned heater	ใช้ให้ความร้อนกับอากาศเช่นใช้ในห้องอบแห้งในเตาอบ
ฮีตเตอร์ท่อกลม	Tubular heater	ใช้ให้ความร้อนกับอากาศเช่นเดียวกับฮีตเตอร์ครีบ
ฮีตเตอร์จุ่ม	Immersion Heater	ใช้ให้ความร้อนแก่ของเหลวทุกชนิด
บอบบิ้นฮีตเตอร์	Bobbin heater	ใช้ใหความรอ้แบบเดียวกับฮีตเตอร์จุ่ม
ฮีตเตอร์อินฟาเรด	Infared Heater	ใช้ให้ความร้อนกับวัตถุโดยไม่ต้องสัมผัสโดยตรงเหมาะสำหรับวัตถที่มันวาว
ฮีตเตอร์รัดท่อ	Band Heater	ใช้ให้ความร้อนแก่ของเหลวที่อยู่ในท่อ
ฮีตเตอร์แผ่น	Stirp Heaer	ใช้ให้ความร้อนโดยแนบกัยวัตถุโดยตรง

หน้าที่ของฮีตเตอร์ในโครงงานนี้ จะทำให้ห้องเผาไหม้มีอุณหภูมิสูงขึ้นจนถึงที่เราต้องการ ในการทดลองนี้เราใช้อุณหภูมิเริ่มต้นที่ 450 °K จึงต้องใช้ฮีตเตอร์ขนาด 650 watt 2 ตัว ในการเพิ่มอุณหภูมิ โดยฮีตเตอร์จะถูกควบคุมอุณหภูมิจากคอนโทรลฮีตเตอร์เพื่ออุณหภูมิในการทดสอบคงที่ตลอด

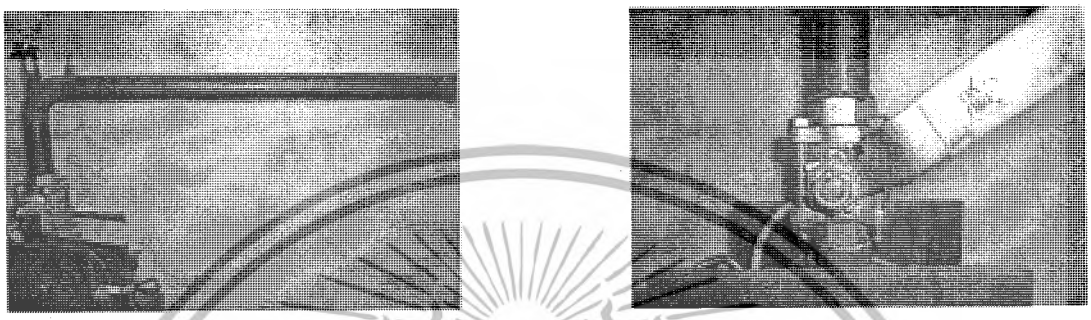




รูป3.10 หัวฉีด

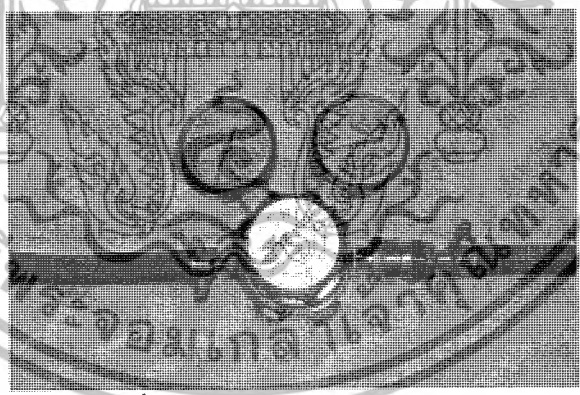
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.9 หน้าของหัวฉีด(Injector)ในโครงงานนี้ จะทำหน้าที่ฉีดเชื้อเพลิงให้เป็นฝอยละอองซึ่งหัวฉีดที่ใช้ในการทดลองนี้จะใช้ของ เวฟ 125i ซึ่งจากการทดสอบหัวฉีดมีอัตราการฉีดที่ 90cc/นาที ซึ่งหัวฉีดตั้งค่าในการฉีดเชื้อเพลิงจากไมโครคอนโทรลเลอร์ซึ่งจะรับคำสั่งจากการโปรแกรมจากออสซิโลสโคปเพื่อให้ฉีดเชื้อเพลิงในปริมาณที่เราต้องการ



รูป3.11ท่อและวาล์วไอดี

3.10 ท่อไอดีและวาล์วไอดี (Intake duct and intake valve) ทำหน้าที่เปิดไอดีที่ผสมกับเชื้อเพลิงเรียบร้อยแล้วเข้าสู่ห้องเผาไหม้ซึ่งขนาดของท่อไอดีที่ใช้ในโครงงานนี้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง1นิ้ว และวาล์วไอดีใช้วาล์วประเภท บอลวาล์ว

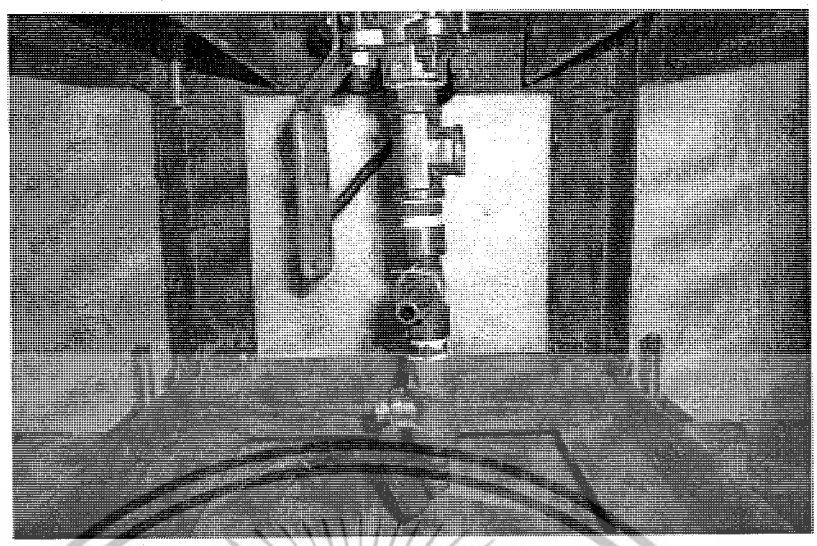


รูปที่3.12วาลว์ปรับความดัน

3.11วาลว์ปรับความดันอากาศเข้าห้องเผาไหม้(Air Pressure Regulator)

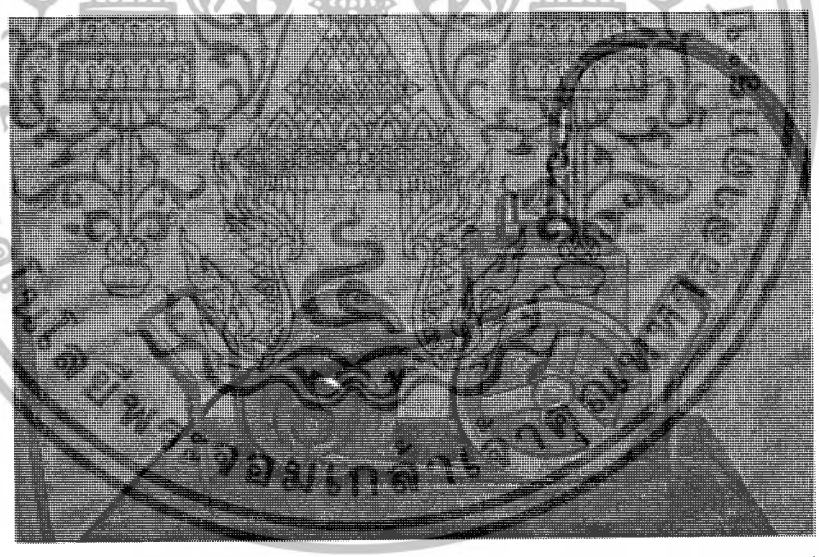
หน้าที่ของเรกกูเรเตอร์ปรับความดันในโครงงานนี้ เพื่อปรับความดันของอากาศเข้าท่อไอดี การทดลองนี้ความดันที่ใช้คือ $1kg/cm^2$ ตามค่าที่จะทำการทดสอบอัตราส่วนของเชื้อเพลิงกับอากาศที่กำหนดตามการทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่3.13ท่อระบายไอเสียและวาล์วระบายไอเสีย

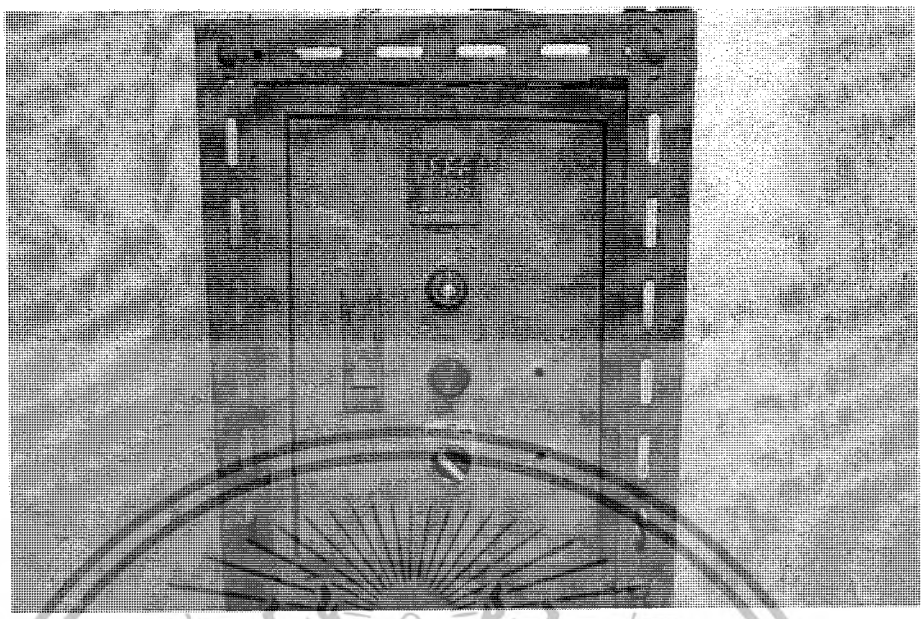
3.12 ท่อระบายไอเสียและวาล์วระบายไอเสียออกจากห้องเผาไหม้(Exhaust) ทำหน้าที่ระบายไอเสียออกจากห้องเผาไหม้เพื่อที่จะประจุไอดีเข้าห้องเผาไหม้ ในการทดลองครั้งต่อไป



รูปที่3.14เครื่องทำสูญญากาศ

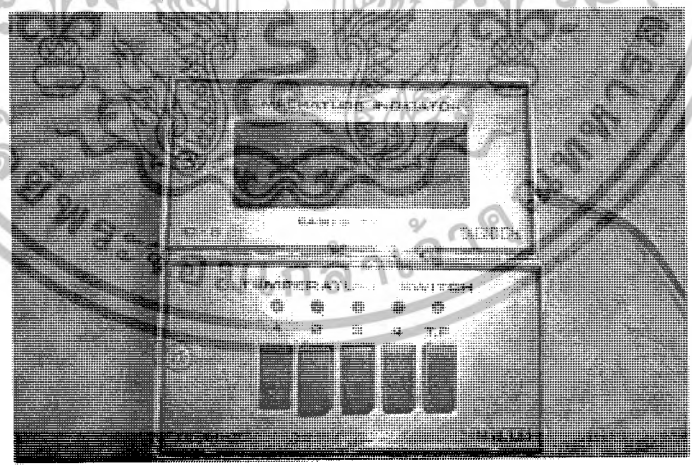
3.13 เครื่องทำสุญญากาศ(Vacuum)ไอเสียออกจากห้องเผาไหม้ ทำหน้าที่ดูดไอเสียออกจากห้องเผาไหม้จากการทดลองออกให้หมดจนเกิดสุญญากาศภายในห้องเผาไหม้เพื่อไม่ให้ไอเสียหลงเหลือและไม่ส่งผลการทดสอบนั้นผิดพลาดหรือคลาดเคลื่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่3.15 ตู้คอนโทรลฮีตเตอร์

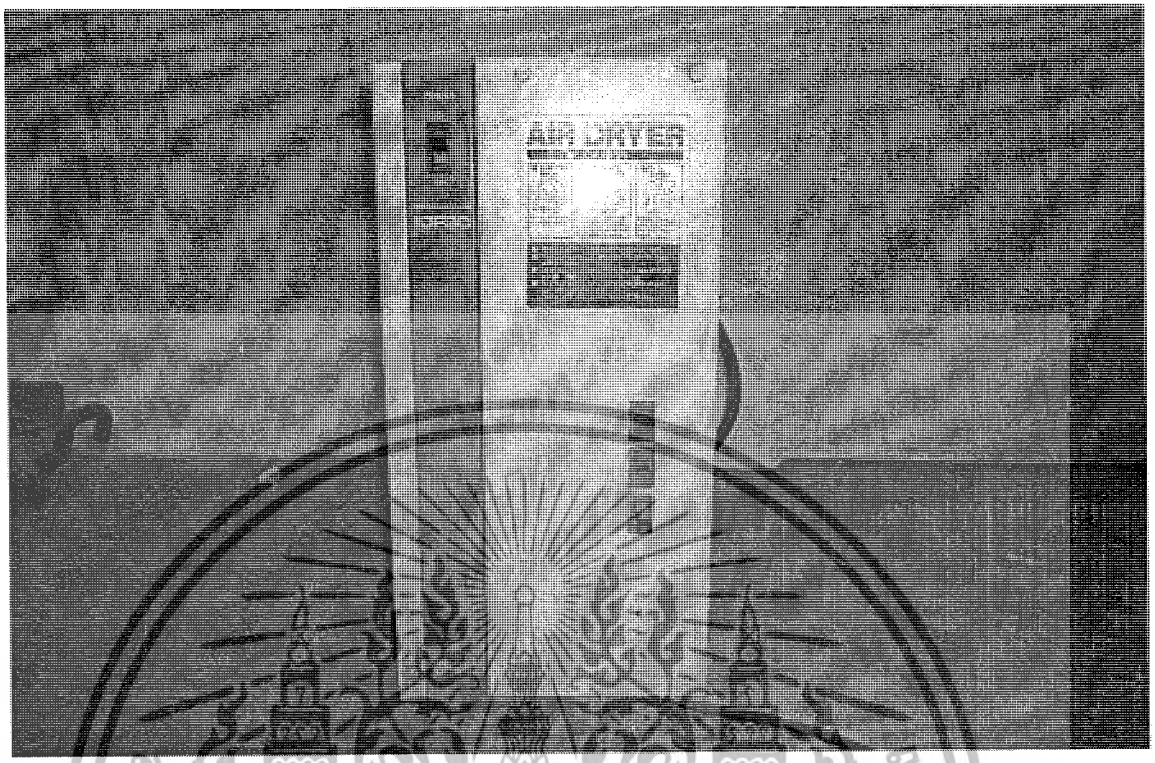
3.14 ตู้คอนโทรลฮีตเตอร์ (Temperature Controller) ทำหน้าที่รักษาอุณหภูมิห้องเผาไหม้ให้คงที่โดยคอนโทรลฮีตเตอร์จะเป็นตัวจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับตัวฮีตเตอร์ซึ่งทำหน้าที่ให้ความร้อนแก่ห้องเผาไหม้ซึ่งคอนโทรลฮีตเตอร์สามารถปรับอุณหภูมิได้ตามที่ต้องการทดลองได้(ตามขนาดของฮีตเตอร์)



รูปที่3.16 จอบอกอุณหภูมิ

3.15 จอบอกอุณหภูมิ(Display)อ่านอุณหภูมิจากห้องเผาไหม้ ทำหน้าที่แสดงอุณหภูมิของห้องเผาไหม้ซึ่งต่อมาจากโมคัปเปิ้ลที่เจาะเข้าไปในห้องเผาไหม้เพื่ออ่านค่าอุณหภูมิของห้องไหม้ที่กำลังทดสอบอยู่ในขณะนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



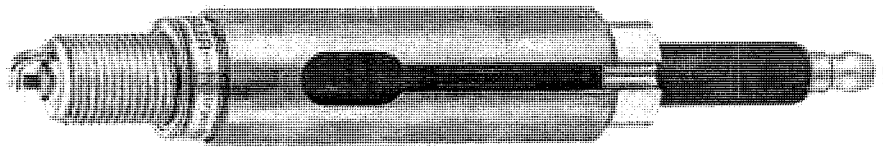
รูปที่3.17 เครื่องทำอากาศแห้ง

3.16เครื่องทำอากาศแห้ง(Dryer) ทำหน้าที่ควบคุมความชื้นของอากาศก่อนเข้าห้องเผาไหม้เพื่อที่ไม่ทำให้ค่าของอากาศกับเชื้อเพลิงตามที่ทำการทดลองไม่เกิดผิดพลาด (ตรงตามทฤษฎี)

รูปที่3.18 ออสซิลโลสโคป

3.17 ออสซิลโลสโคป(Osilloscope) ทำหน้าที่โปรแกรมคำสั่งให้กับตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ในการกำหนดปริมาณการฉีด ช่วงเวลาตามที่กำหนดในการทดลอง

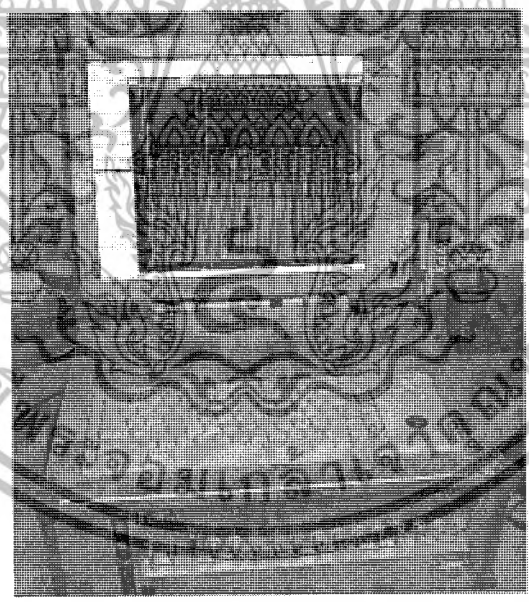
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่3.19 หัวเทียนวัดความดัน

3.18 หัวเทียนวัดความดัน(Pressure Sensor)

ในโครงงานนี้ได้ใช้หัวเทียนวัดความดันยี่ห้อ Kistler โดยจำทำการเจาะห้องเผาไหม้เพื่อที่จะได้ประกอบหัวเทียนวัดความดันนี้โดยหัวเทียนวัดความดันจะอ่านค่าความดันจากการสันดาปเชื้อเพลิงในห้องเผาไหม้ แล้วแปลงค่าความดันออกมาเป็นกราฟโดยโปรแกรม dewesoft เครื่องยี่ห้อ Dewe Tron ซึ่งจะได้กราฟค่าความดันตั้งแต่เริ่มจุดระเบิดจนถึงการสันดาปเชื้อเพลิงสิ้นสุดลง ซึ่งสามารถอ่านค่าความดันสูงสุดจากการสันดาปได้

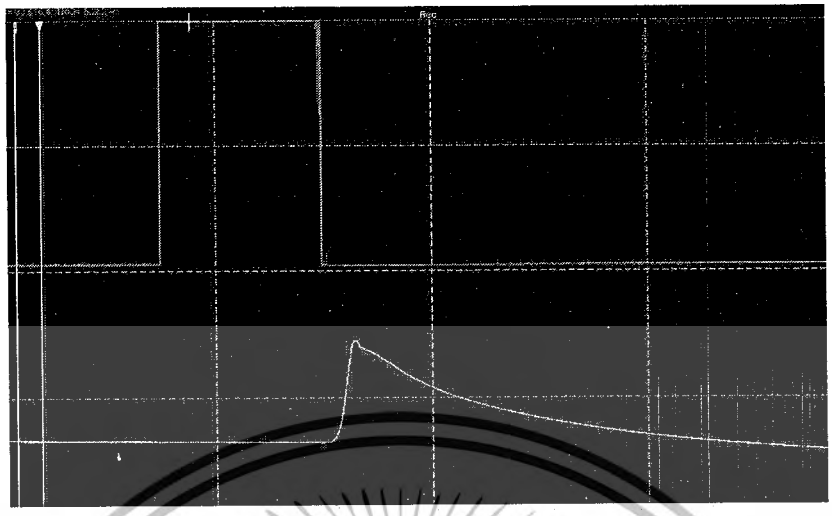


รูปที่ 3.20 อุปกรณ์เก็บข้อมูลกราฟ

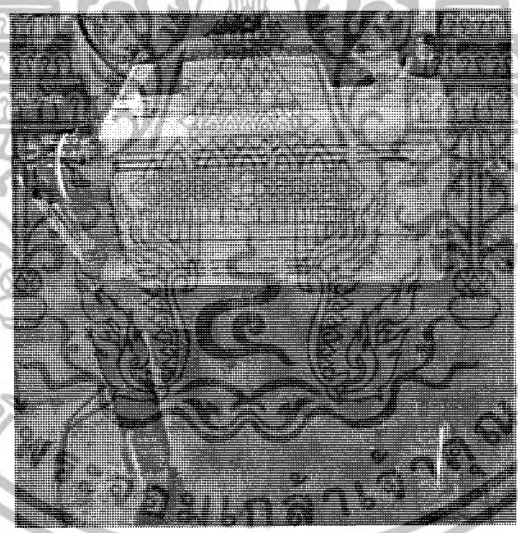
3.19 อุปกรณ์เก็บข้อมูลในการเผาไหม้

ในช่วงที่เกิดการเผาไหม้ขึ้นมานั้น ความเร็วในการเผาไหม้ของเปลวไฟในห้องเผาไหม้มีความเร็วในการเผาไหม้ที่สูงมาก ดังนั้นจึงเลือกใช้อุปกรณ์เก็บข้อมูลซึ่งเป็น ชุดคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์แปลงสัญญาณในตัว ยี่ห้อ DEWERTRON รุ่น DEWE 5000 ซึ่งเลือกความเร็วในการเก็บข้อมูล 5000 sample/sec

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.21 โปรแกรม DEWESOFT ในการเก็บค่าข้อมูลในการเผาไหม้เปรียบเทียบกับช่วงเวลาหลังจากการเผาไหม้

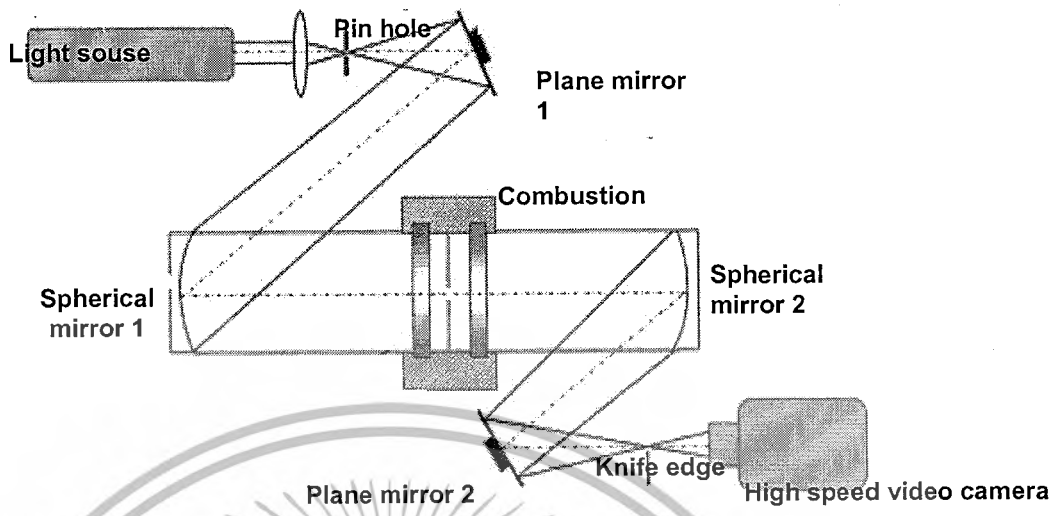


รูปที่ 3.22 กล้องถ่ายวิดีโอความเร็วสูง

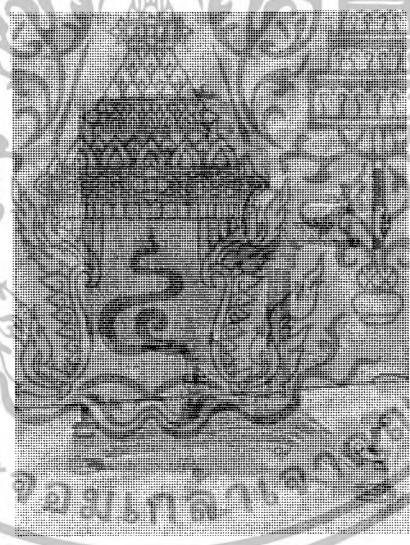
3.20 กล้องถ่ายวิดีโอความเร็วสูง (High Speed Video Camera)

เพื่อให้เห็นการลุกไหม้ของเปลวไฟ และสามารถบันทึกภาพการแพร่กระจายของเปลวไฟในห้องเผาไหม้ได้นั้น จึงจำเป็นต้องใช้กล้องถ่ายวิดีโอความเร็วสูงในการบันทึกภาพ

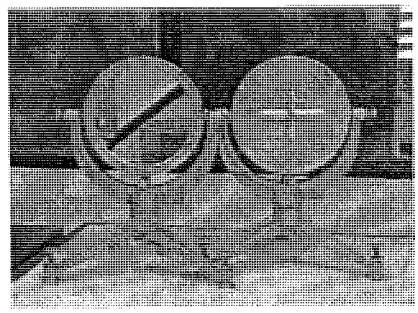
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.23 ผังอุปกรณ์การทดลองแบบชูรีเรนกับห้องเผาไหม้

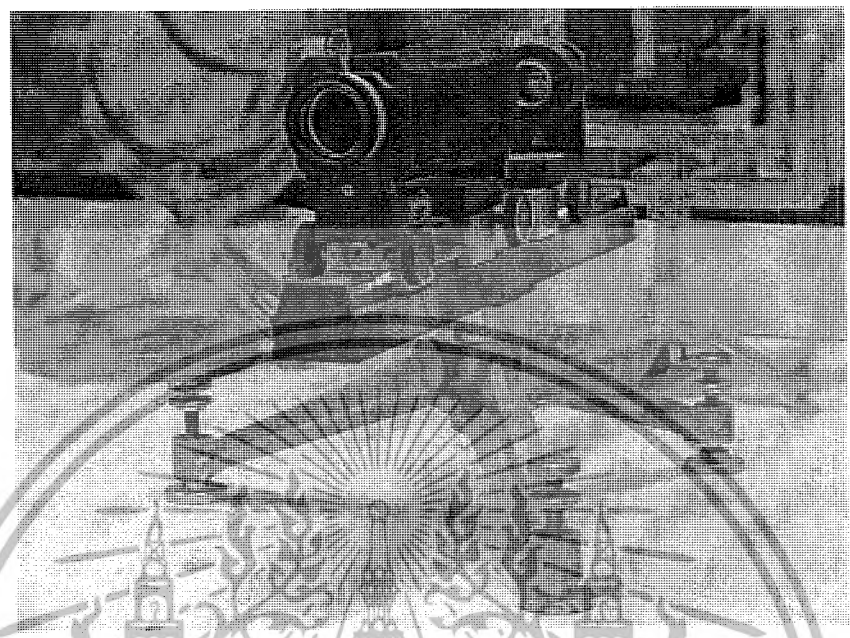


รูปที่ 3.24 ชุดกำเนิดแสง (Light Source)

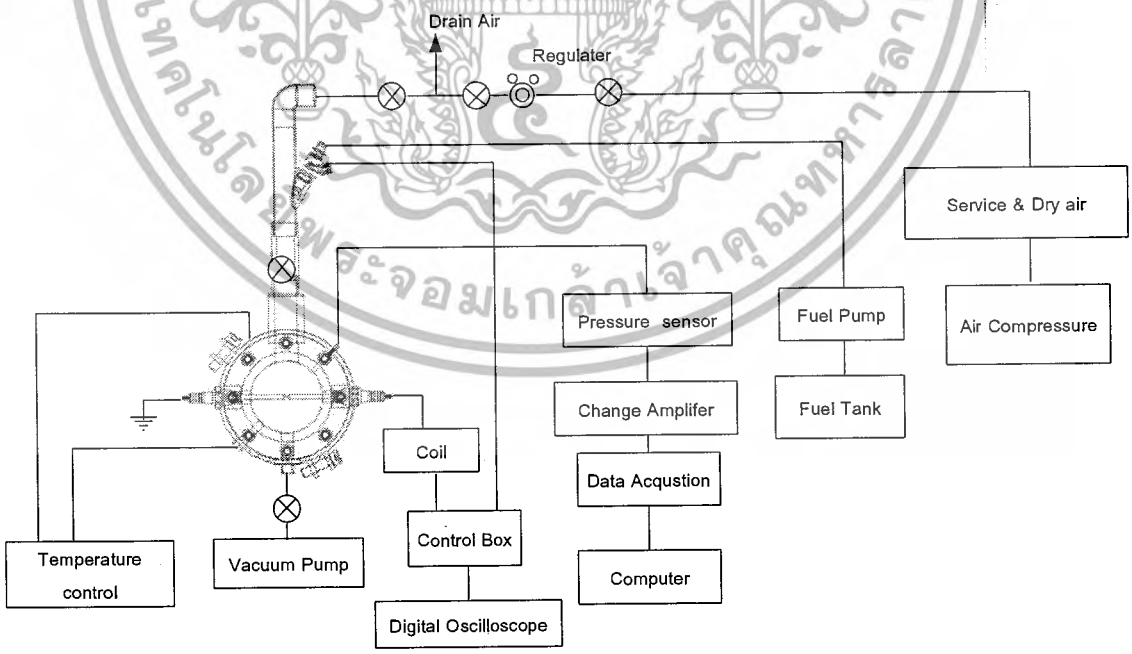


รูปที่ 3.25 กระจกโค้ง (Spherical mirror)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.26 ชุดใบมีดตัดแสง (Knife Edge System)



รูปที่3.27 ผังการทำงานของชิ้นส่วนทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.22 ขั้นตอนการทดลอง

- ต่อฮีตเตอร์กับห้องเผาไหม้เพื่อเพิ่มอุณหภูมิของห้องเผาไหม้ให้ได้ตามค่าที่กำหนดในกาทดสอบ
- ต่อสายปั้มฉีดเชื้อเพลิงกับหัวฉีดในท่อไอดีและต่อสายควบคุมการฉีดเชื้อเพลิงระหว่างหัวฉีดกับตัวคอนโทรลเลอร์
- ต่อชุดปั้มลมผ่านเครื่องทำอากาศแห้งเข้าตัวเลกกูเลเตอร์ปรับความดันและต่อเข้ากับท่อร่วมไอดี
- ต่อชุดดูดไอเสียเข้ากับท่อระบายไอเสีย
- ทำการต่อชุดทดสอบความดัน Dewe 5000 กับห้องเผาไหม้เพื่อเก็บข้อมูลความดันโดยใช้หัวเซนเซอร์วัดความดันแบบหัวเทียนแล้วเข้าโปรแกรมเก็บข้อมูลเพื่อบันทึกค่าความดันที่ได้จากการทดสอบ
- ทำการป้อนข้อมูลกับไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้ออสซิโลสโคปในการกำหนดระยะเวลาการฉีดเชื้อเพลิงของหัวฉีดเป็นไปตามอัตราส่วนมวลและเชื้อเพลิงที่จะทดสอบ
- ทำการปิดวาล์วไอดีและไอเสียของห้องเผาไหม้ทำการแวกกัมภายในห้องเผาไหม้เพื่อเอาไอเสียออกจากห้องเผาไหม้ให้หมดเพื่อไม่ให้เกิดข้อผิดพลาดขอข้อมูล
- ระหว่างทำการเอาไอเสียออกจากห้องเผาไหม้สังเกตอุณหภูมิของห้องเผาไหม้ว่าใกล้ถึงจุดที่จะทำการทดสอบหรือยังเมื่ออุณหภูมิถึงจุดที่จะทดสอบแล้วก็ทำการหยุดแวกกัมแล้วปิดวาล์วไอเสีย
- ทำการกดสวิตช์ฉีดเชื้อเพลิงที่กล่องควบคุมการฉีดซึ่งหัวฉีดจะทำการฉีดเชื้อเพลิงตามที่โปรแกรมกับคอนโทรลเลอร์ไว้
- ทำการเปิดวาล์วไอดีจากนั้นปรับเรกกูเรเตอร์เพื่อปล่อยไอดีเข้าสู่ห้องเผาไหม้ตามความดันที่ทดสอบ
- ปิดวาล์วไอดีแล้วกดสวิตช์จุดระเบิดที่กล่องคอนโทรลเลอร์หัวเทียนจะจุดประกายไฟภายในห้องเผาไหม้เพื่อให้อากาศกับเชื้อเพลิงเกิดการสันดาป
- เก็บข้อมูลความดันจากการสันดาปในห้องเผาไหม้แล้วนำไปวิเคราะห์ผลที่เกิดขึ้นต่อไป

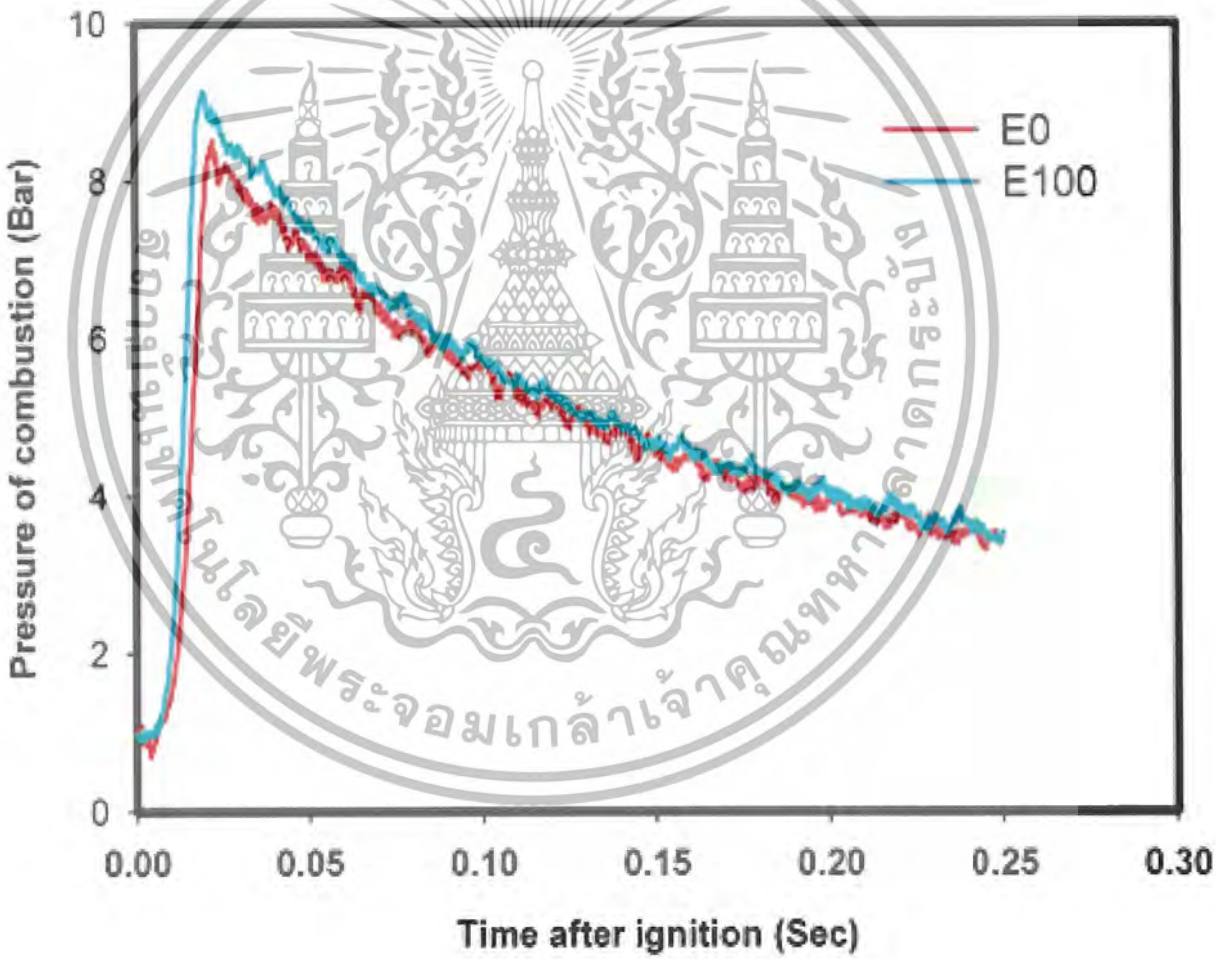
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

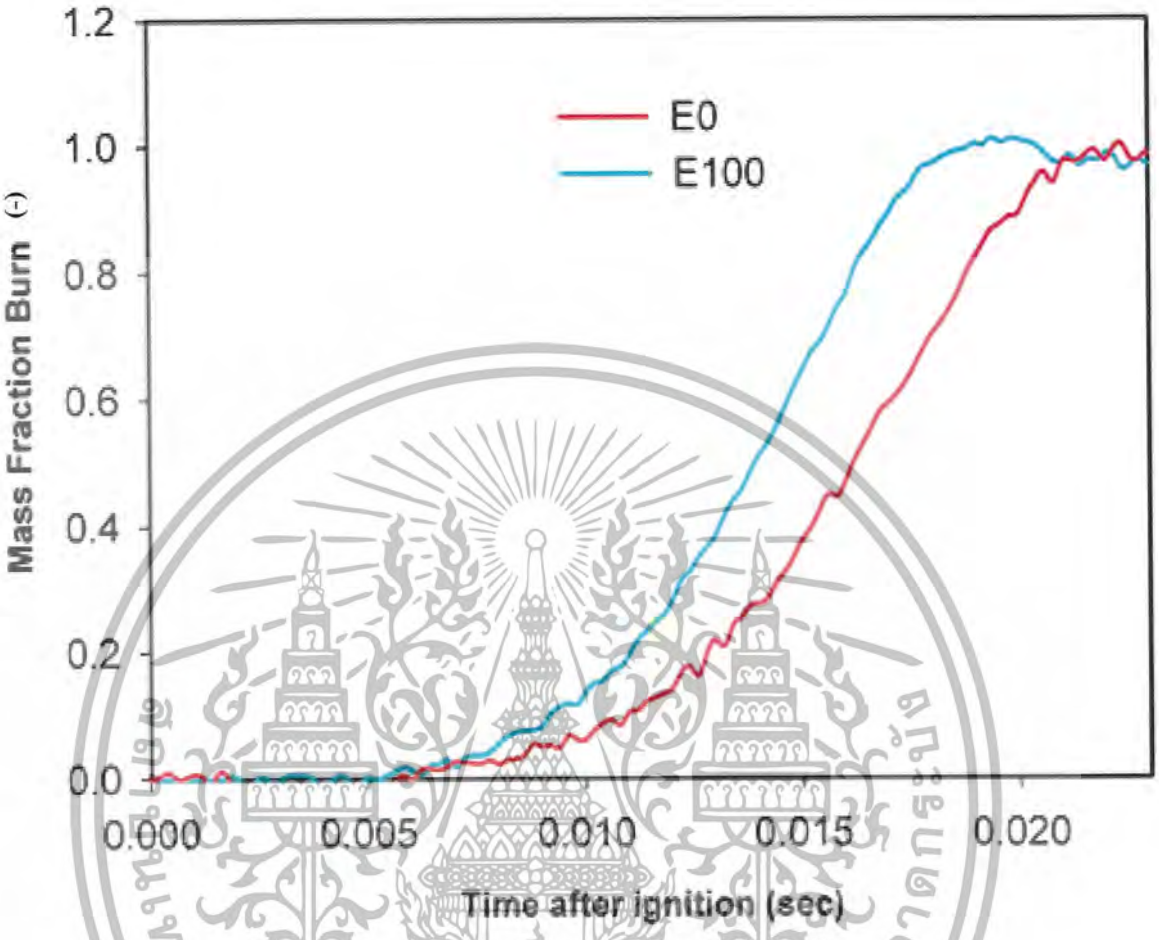
4.1 การเผาไหม้เมื่อค่าความร้อนเท่ากันระหว่างเอทานอลและเบนซิน

จากรูปที่ 4.1 โดยการเปรียบเทียบค่าความร้อนเท่ากันของเชื้อเพลิงเอทานอลและแก๊สโซลีน ค่าช่วงเวลาการฉีดเชื้อเพลิงของแก๊สโซลีนเท่ากับ 30 msec ดังนั้นช่วงเวลาการฉีดของเอทานอลจะเท่ากับ 46.6 msec จึงจะได้ค่าความร้อนเท่ากับแก๊สโซลีนซึ่งจากการปรับการฉีดของเอทานอลที่เพิ่มขึ้นนั้นความดันจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงของเอทานอลจึงมากกว่าแก๊สโซลีนอยู่ประมาณ 0.5 บาร์



รูปที่ 4.1 ผลของความดันในการเผาไหม้เปรียบเทียบเมื่อจุพลังงานความร้อนเท่ากัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

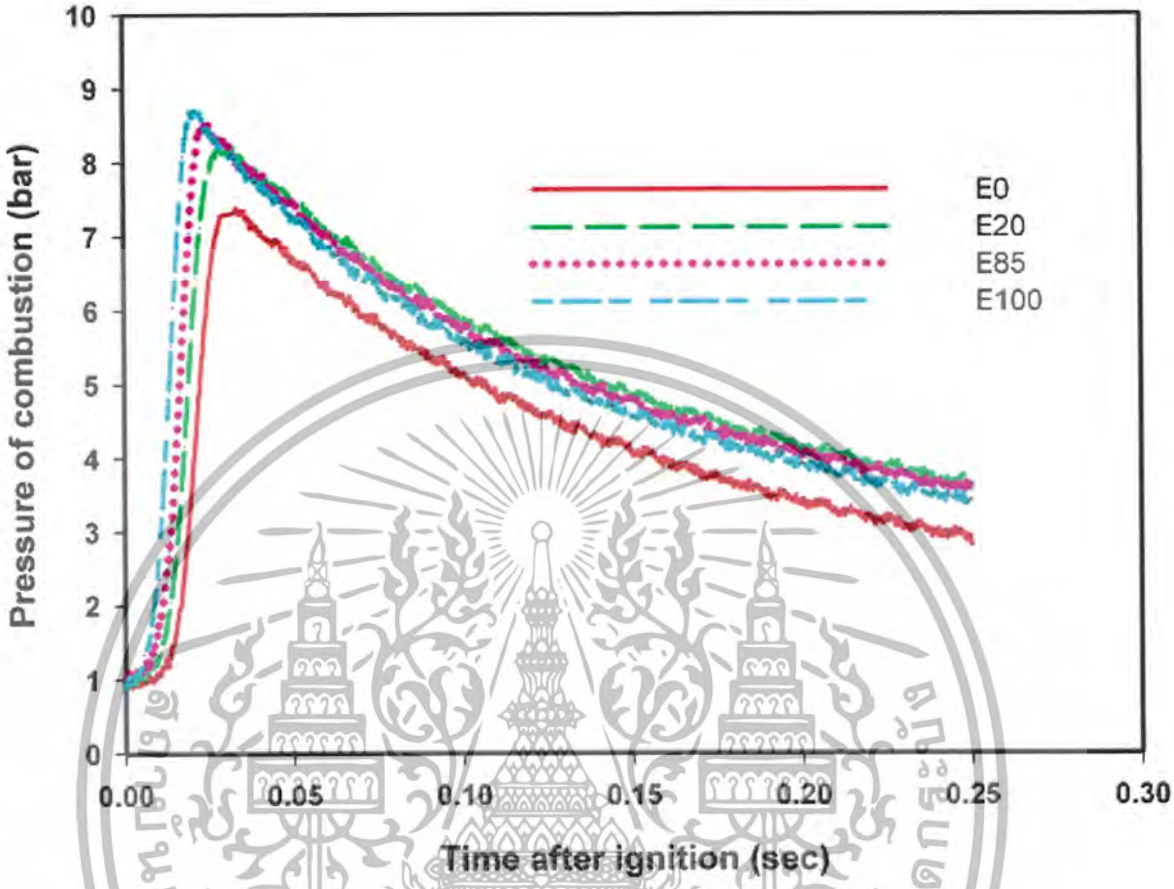


รูปที่ 4.2 เศษส่วนมวลในการเผาไหม้เปรียบเทียบเมื่อค่าพลังงานความร้อนเท่ากัน

จากรูปที่ 4.2 เห็นว่าเวลาที่ 6 msec เชื้อเพลิงเริ่มเผาไหม้กราฟของเอทานอลจะมีช่วงกราฟสั้นและความชันมากกว่าของแก๊สโซลีนและไปสิ้นสุดการเผาไหม้เชื้อเพลิงที่เวลาประมาณ 20 msec ซึ่งใช้เวลาสั้นกว่าแก๊สโซลีนที่ 22 msec แสดงว่าเอทานอลมีการเผาไหม้มวลเชื้อเพลิงเร็วกว่าแก๊สโซลีน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

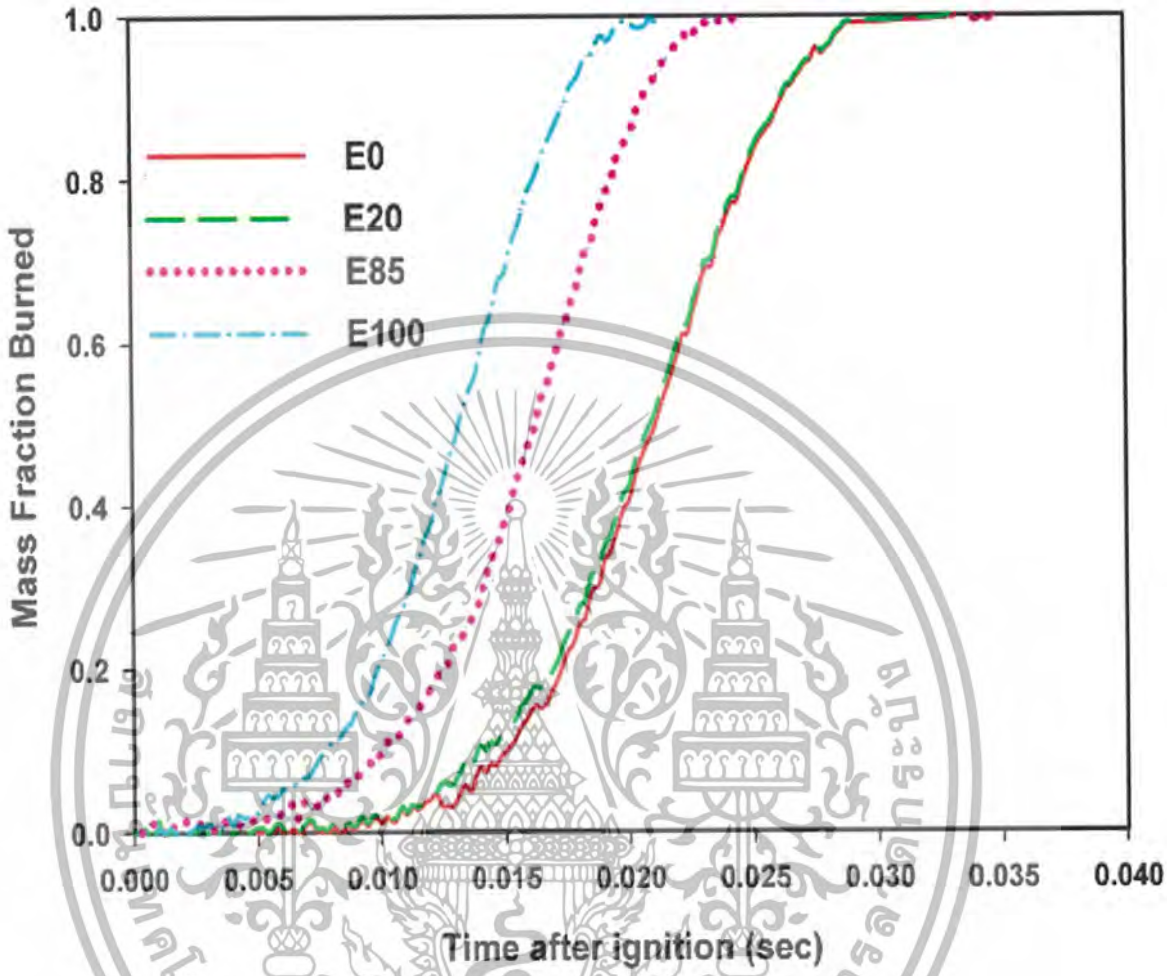
4.2 ผลการเปรียบเทียบการเผาไหม้ที่ค่าอัตราส่วนสมมูลย์เท่ากับ 1



รูปที่ 4.3 ผลของความดันในการเผาไหม้เปรียบเทียบกับช่วงเวลาหลังจากการเผาไหม้ที่อัตราส่วนเอทานอลต่างกัน

จากรูปที่ 4.3 ความดันจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงทั้งหมดที่ได้ทดสอบโดยกำหนดค่าอัตราส่วนสมมูลย์แต่ละเชื้อเพลิงเท่ากับหนึ่งที่ความดันเริ่มต้น 1 kg/cm^2 และอุณหภูมิเริ่มต้น 450 K แล้วคำนวณหาช่วงเวลาการฉีดแล้วนั้นความดันจากการเผาไหม้ของเอทานอล E(100) มีค่ามากที่สุดและลดลงตามอัตราส่วนผสมของเอทานอลและความดันน้อยสุดที่แก๊สโซลีนตามลำดับ

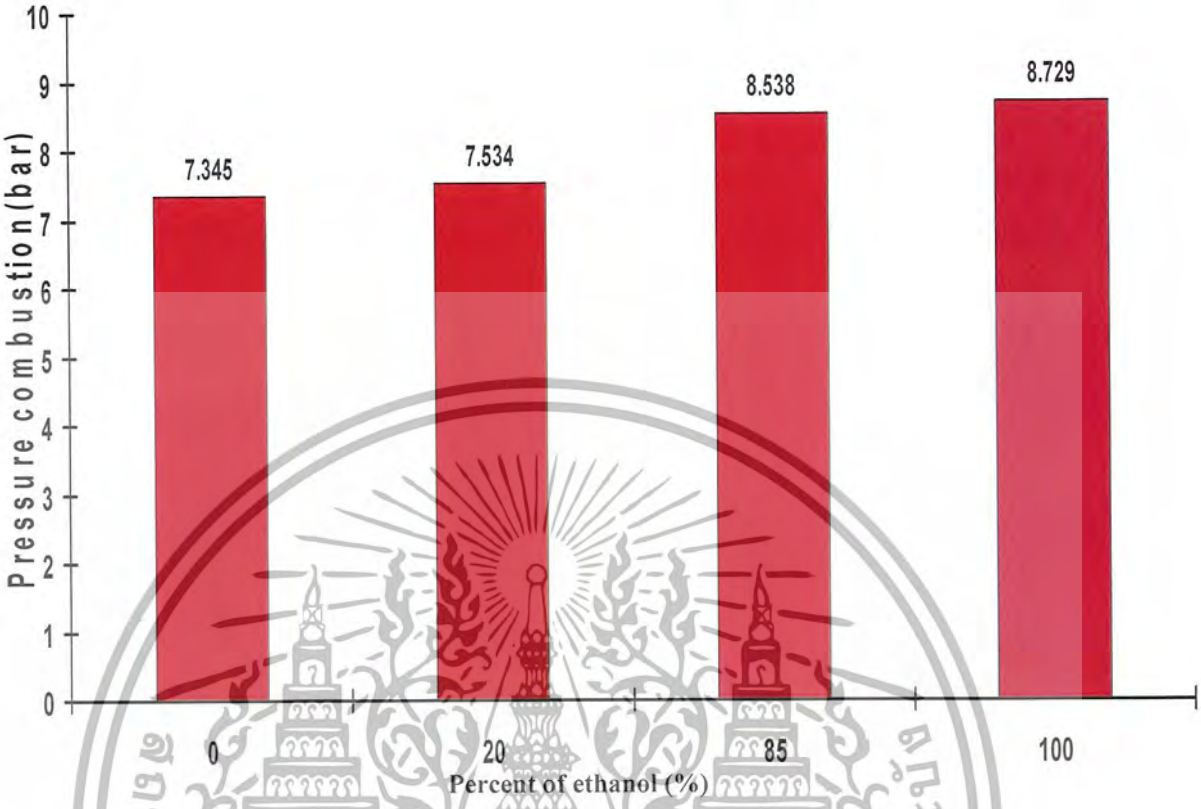
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 ค่าเศษส่วนมวลในการเผาไหม้

จากรูปที่ 4.4 เป็นการนำความดันของการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงแต่ละชนิดจากเริ่มต้นการเผาไหม้ไปคำนวณหาเศษส่วนมวลในการเผาไหม้พบว่ามวลของ E(100) เผาไหม้สิ้นสุดที่ 20 msec ส่วนของE(85) อยู่ที่ 25msec และ E(20) กับแก๊สโซลีนมีค่าใกล้เคียงกันสิ้นสุดที่ 30 msec จึงพอให้ทราบว่าเอทานอลนั้นมีการเผาไหม้มวลเชื้อเพลิงที่เร็วกว่าแก๊สโซลีนและจะลดลงตามอัตราส่วนผสมของเอทานอลที่ลดลงตามลำดับ

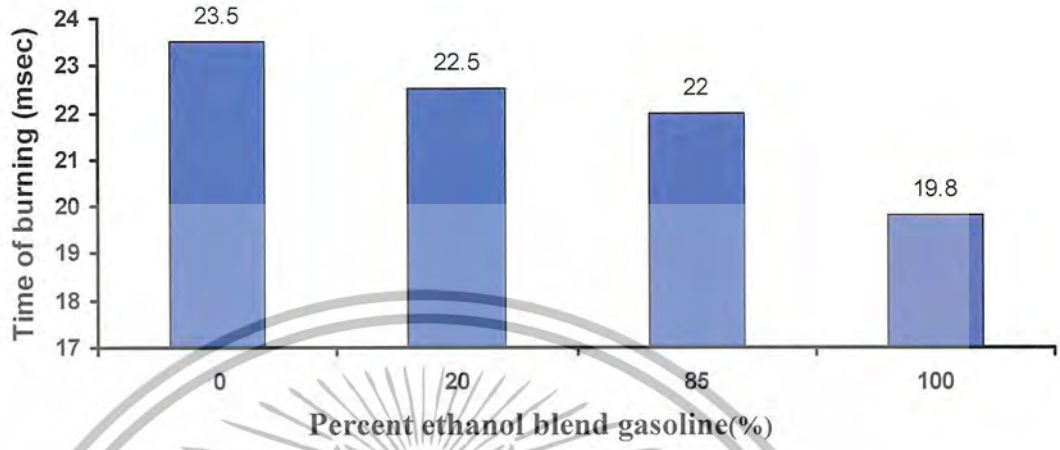
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



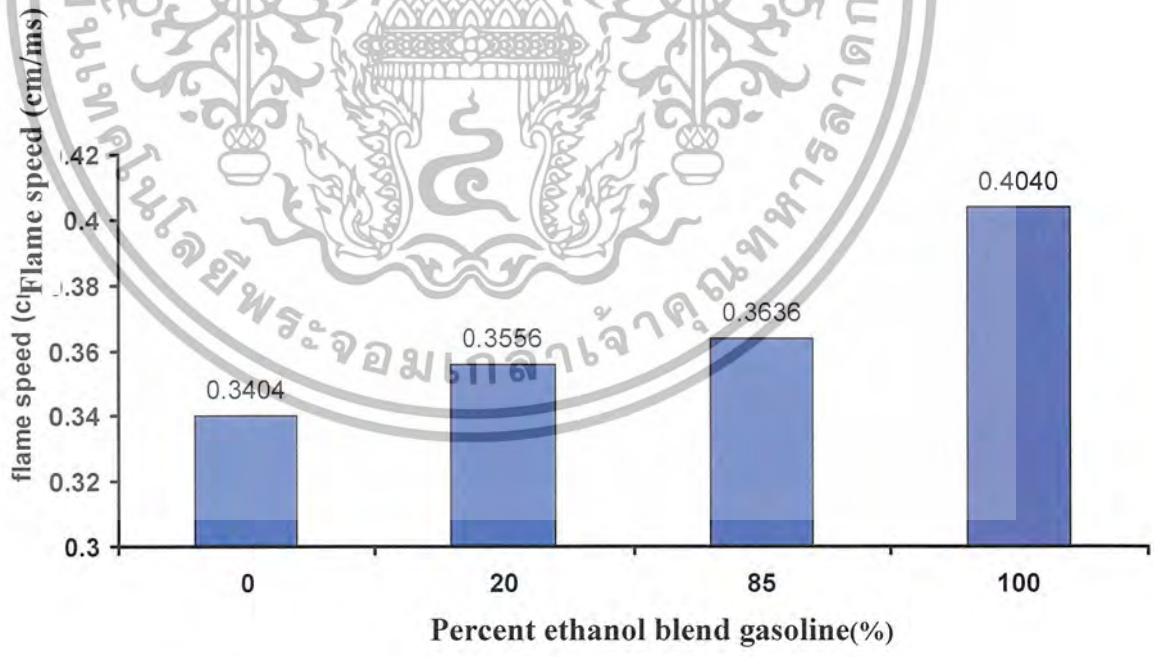
รูปที่ 4.5 ผลของความดันสูงสุดในการเผาไหม้ในแต่ละอัตราส่วนเชื้อเพลิงเอทานอลผสมเบนซิน

จากรูปที่ 4.5 ค่าความดันของ E(100) อยู่ที่ 8.729 บาร์ เป็นค่าสูงสุดรองมาเป็น E(85) เท่ากับ 8.538 บาร์ของ E(20) เท่ากับ 7.534 บาร์ และสุดท้ายแก๊สโซลีนอยู่ที่ 7.345 บาร์ซึ่งค่าความดันและช่วงเวลาที่เกิดความดันสูงสุดนี้ยังทำให้ทราบช่วงเวลาการเผาไหม้มวลเชื้อเพลิงแต่ละชนิดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 ช่วงเวลาในการเผาไหม้เปรียบเทียบเมื่อเปลวไฟแพร่เต็มห้องเผาไหม้ที่เปอร์เซ็นเอทานอลต่างกัน



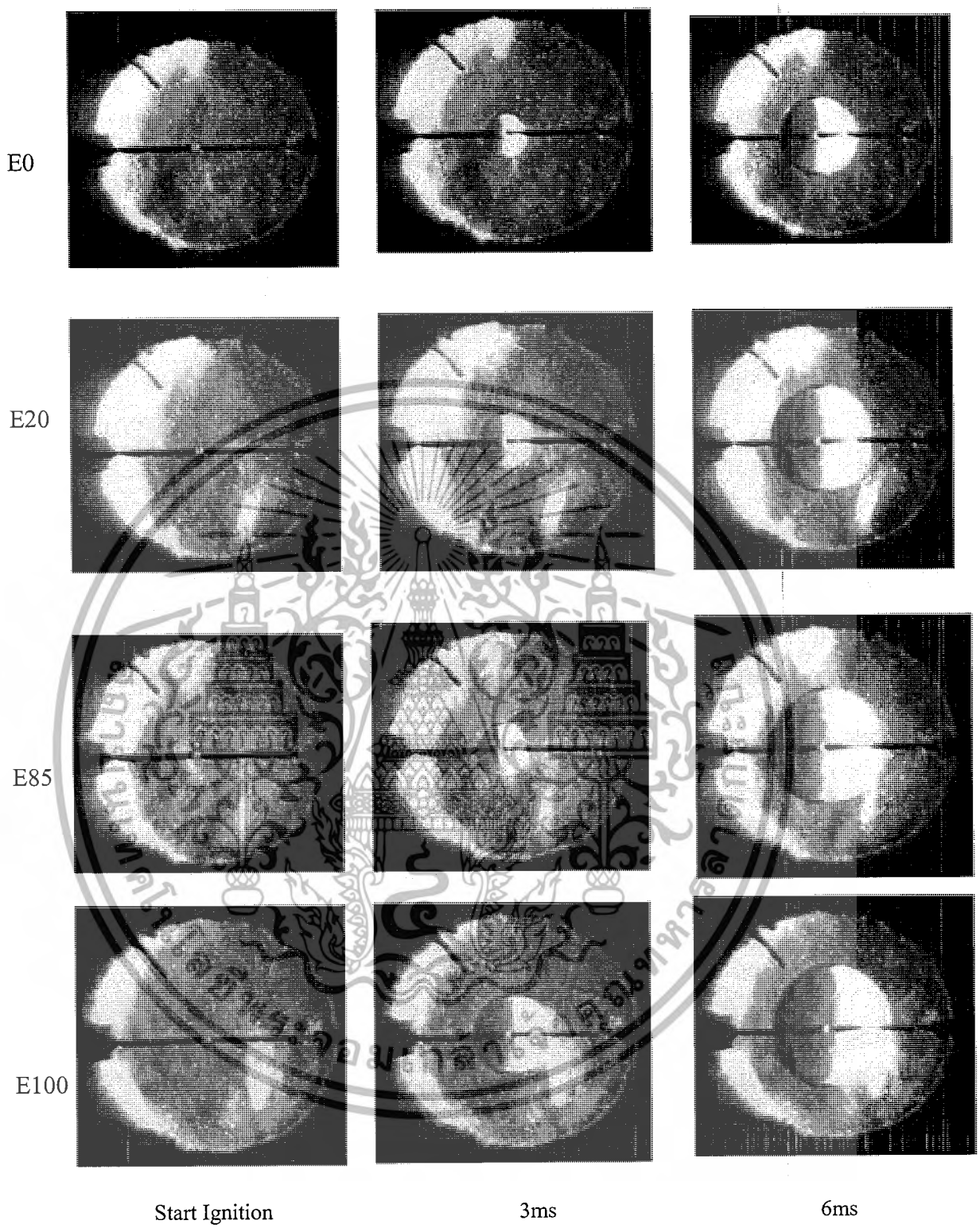
รูปที่ 4.7 ความเร็วในการเผาไหม้เมื่อเปลวไฟแพร่เต็มห้องเผาไหม้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.6 คือช่วงเวลาการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงแต่ละชนิดแพร่จนเต็มห้องเผาไหม้พบว่าE(100) เผาไหม้จนถึงผนังกระบอกสูบด้วยเวลา 19.8 msec ซึ่งใช้เวลาน้อยที่สุดรองลงมาเป็น E(85) เท่ากับ 22 msec และ E(20) เท่ากับ 22.5 msec สุดท้ายแก๊สโซลีน 23.5 msec ใช้เวลามากที่สุดทำให้ทราบว่ายิ่งเชื้อเพลิงมีส่วนผสมเอทานอลมากก็จะทำให้เผาไหม้เชื้อเพลิงได้เร็วขึ้น

จากรูป 4.7 เป็นค่าของความเร็วของเปลวไฟของเชื้อเพลิงที่มีส่วนผสมของเอทานอลเป็นเปอร์เซ็นต์ ค่าที่ได้นั้นเป็นความเร็วของเปลวไฟเมื่อแพร่กระจายเต็มห้องเผาไหม้โดยเชื้อเพลิง E(100) มีความเร็วเท่ากับ 0.404 cm/msec ส่วนของE(85) เท่ากับ 0.3636 cm/msec E(20) เท่ากับ 0.3556 cm/msec และสุดท้ายแก๊สโซลีน 0.3404 cm/msec ซึ่งใช้เวลามากที่สุดแสดงให้เห็นว่าเมื่อแก๊สโซลีนมีส่วนผสมเอทานอลมากขึ้นจะทำให้ความดันในการเผาไหม้มากขึ้นและเผาไหม้ได้เร็วขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



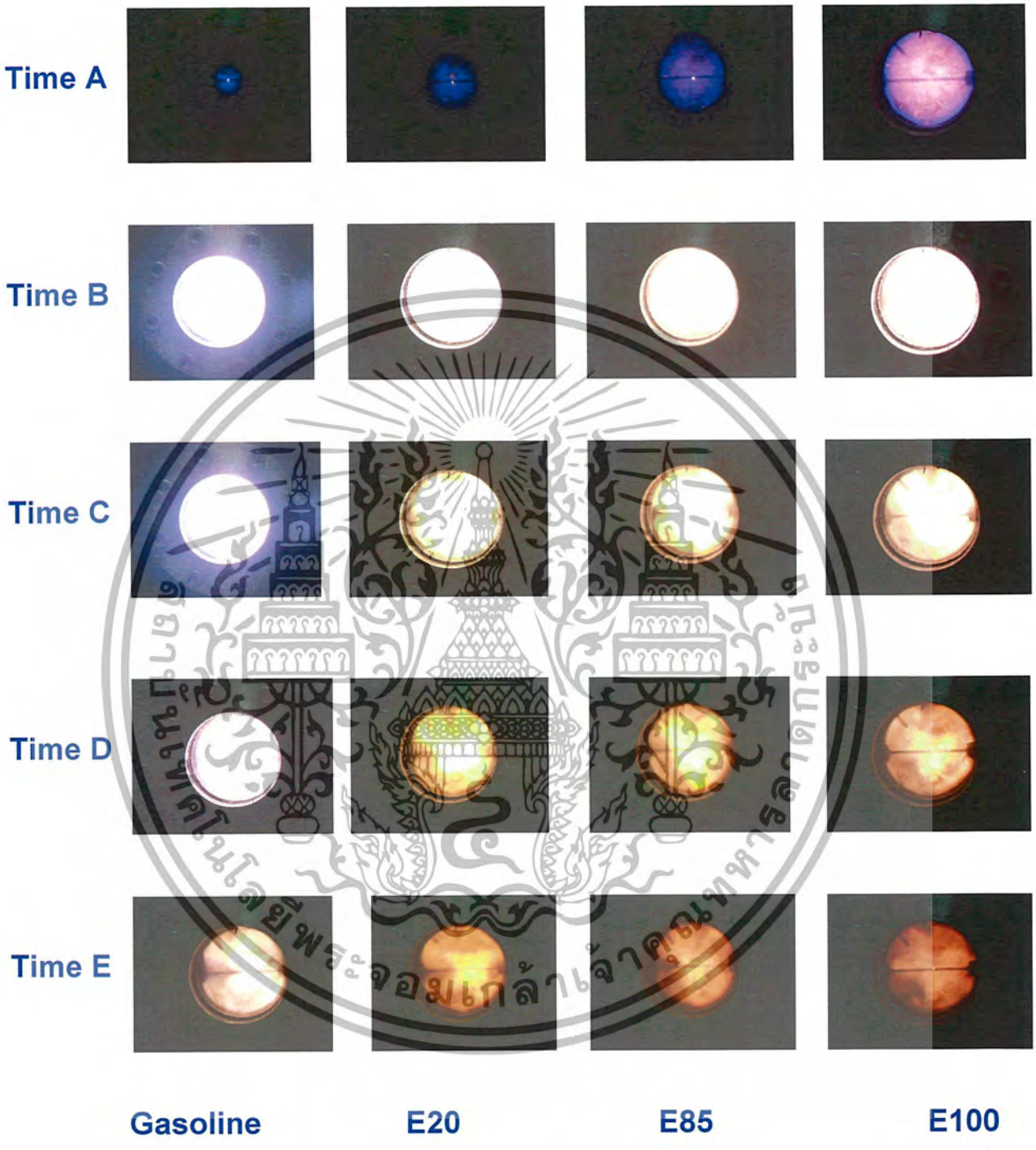
รูปที่ 4.8 ภาพเรียงลำดับการเผาไหม้ด้วยเทคนิคชูรีเรน ที่อัตราส่วนสมมูลเท่ากับ1 อุณหภูมิเริ่มต้นในการเผาไหม้ 450K ความดันเริ่มต้นในการเผาไหม้ 1kg/cm^2 เริ่มมีการเผาไหม้ตั้งแต่ซ้ายมือ

จากรูปที่ 4.8 เป็นการถ่ายภาพด้วยกล้องความเร็วสูงซึ่งถ่ายภาพการลุกลามของเปลวไฟในห้องเผาไหม้เริ่มจากหัวเทียนจุดประกายไฟและเกิดการลุกลามที่เวลา 3 msec และเวลาที่ 6 msec จากภาพจะเห็นได้ว่า E(100) มีการลุกลามของเปลวไฟที่มีรัศมีมากกว่าเชื้อเพลิงชนิดอื่นรองลงมาเป็น E(85),

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

E(20) และแก๊สโซลีนตามลำดับซึ่งเป็นการยืนยันว่าทั้งผลการทดลองที่ได้จากกราฟและภาพถ่ายทำให้ทราบว่าเมื่อเชื้อเพลิงที่มีส่วนผสมของเอทานอลเพิ่มมากขึ้นก็จะทำให้ความดันจากการเผาไหม้มากขึ้นและมีความเร็วในการลุกลามของเปลวไฟมากขึ้นด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.9 ภาพถ่ายการลุกลามของเปลวไฟโดยใช้กล้องวิดีโอในการเก็บภาพแล้วใช้โปรแกรมตัดภาพในช่วงเวลาต่าง ๆ

จากรูปที่ 4.9 เป็นการถ่ายภาพของการลุกลามของเปลวไฟของเชื้อเพลิงแต่ละชนิดที่อัตราส่วนสมมูลย์เท่ากับ 1 ซึ่งจะเห็นว่าเอทานอลจะมีการลุกลามของเปลวไฟเร็วที่สุดและลดลงตามอัตราส่วนของเอทานอลผสมแก๊สโซลีนที่ลดลงตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากผลของค่าเศษส่วนมวลในการเผาไหม้ ความดันในการเผาไหม้และภาพถ่ายการแพร่กระจายของเปลวไฟของเชื้อเพลิงเอทานอลและแก๊สโซลีนในห้องเผาไหม้ปริมาตรคงที่สามารถสรุปได้ดังนี้

1. ความดันสูงสุดในการเผาไหม้ จากการเปรียบเทียบเมื่อค่าความร้อนเท่ากันและค่าอัตราส่วนสมมูลเท่ากับ 1 พบว่าค่าความดันในการเผาไหม้ของเอทานอลมีค่ามากกว่าแก๊สโซลีนทั้งนี้เพราะในเอทานอลจะมีส่วนผสมของออกซิเจนอยู่ในเชื้อเพลิงจะช่วยในการเผาไหม้และทำให้เกิดการเผาไหม้ที่มีความดันสูงกว่าแก๊สโซลีน ประกอบกับค่าการระเหยตัวของเอทานอลทำให้อุณหภูมิในท่อไอดีลดลงเป็นผลให้ความหนาแน่นของอากาศเข้าห้องเผาไหม้สูงขึ้นทำให้สามารถดึงอากาศเข้ามากขึ้นทำให้ค่าความดันในการเผาไหม้สูงกว่าแก๊สโซลีน และความดันจากการเผาไหม้จะลดลงตามเชื้อเพลิงที่มีอัตราส่วนผสมเอทานอลลดลง

2. ระยะเวลาในการเผาไหม้มวลเชื้อเพลิงของเอทานอลใช้ระยะเวลาสั้นกว่าแก๊สโซลีนและลดลงตามอัตราส่วนเอทานอลที่ลดลงทั้งค่าอัตราส่วนสมมูลเท่ากันและค่าความร้อนต่อหน่วยมวลเท่ากันทั้งนี้อ้างอิงมาจากค่าเศษส่วนมวลในการเผาไหม้ที่มีค่าความชันของกราฟมากกว่าซึ่งได้จากการคำนวณข้อมูลความดันจากการเผาไหม้จากภาพถ่ายการแพร่กระจายของเปลวไฟจากกล้องถ่ายภาพ

3. การแพร่ของเปลวไฟจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงของเอทานอลมีความเร็วในการแพร่สูงกว่าแก๊สโซลีนและจะลดลงตามอัตราส่วนผสมเอทานอลทานอลที่ลดลงซึ่งจากภาพถ่ายจะเห็นว่าเอทานอลมีการแพร่ของเปลวไฟถึงผนังห้องเผาไหม้ในเวลาที่สั้นกว่าแก๊สโซลีน

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากผลการทดลองที่ผ่านมา การใช้เชื้อเพลิงแก๊สโซลีนผสมเอทานอลนั้นจะต้องเพิ่มปริมาณของเชื้อเพลิงเพื่อให้ได้กำลังของเครื่องยนต์ที่เท่าเดิมและจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณของส่วนผสมเชื้อเพลิงเอทานอลที่เพิ่มขึ้นซึ่งเมื่อปริมาณของเอทานอลที่เพิ่มขึ้นนั้นจะส่วนผลทำให้ความดันจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงมีค่าสูงขึ้นด้วยซึ่งผลจากการทดลองนี้สามารถนำไปพัฒนาใช้กับเครื่องยนต์จริงได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] S. Y. Liao,2005 , " Investigation of the Cold-Start Combustion Characteristics of Ethanol-Gasoline Blends in a Constant-Volume Chamber " Energy Fuels , American Chemical Society

[2] W. Pulkrabek ,2003 " Engineering Fundamental of the Internal Combustion Combustion Engine. " ,Printice Hall International ,INC.

[3] Chang Sik Lee ,2003 " Effect of reduel Gas Fraction on the Combustion Characteristics of Butane-Air Mix ture in the Constant –Volume Chamber." Energy & Fuel 2003 Vol 17,pp-755-761.

[4] Somchai C., Manida T. ,2002 , " Combustion and Emmisition of Gasoline /Ethanol Blend in Multi – Cylinder SI Engine." International Syposium on Alcohol Fuel Conference &meeting ,Vol 12 pp-1266

[5] John B.Heywood ,1988 , " Internal Combustion Combustion Engine Fundamentals ", McGraw-Hill INC.

[6] พิชัย อัษฎมงคล ,2004 " สมรรถนะของเครื่องยนต์ที่ใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิง" ,การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทยครั้งที่ 17 ปราจีนบุรี

[7] ประเสริฐ เทียนนิมิต ขวัญชัย สินทิพย์สมบูรณ์ ปานเพชร ชินินทร , "หนังสือเชื้อเพลิงและสารหล่อลื่น" ,ซีเอ็ดยูเคชั่น,2539

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สืบค้นข้อมูลออนไลน์ของบทความและปริญญานิพนธ์ได้ที่
www.kmitl.info

เอกสารประกอบวิชา 01054025 โครงงาน2 ภาคเรียนที่ 2/2551

ศึกษาการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงผสมเอทานอลในห้องเผาไหม้ปริมาตรคงที่[1]

มณู คงยอด[2], วัชระ ไขแดง[2], วีระยุทธ์ บุตรใส[2], จินดา เจริญพรพาณิชย์[3]

.....

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการลุกลามของเปลวไฟและความดันของเอทานอลกับเบนซินในห้องเผาไหม้โดยปริมาตรคงที่โดยเลือกวิธีด้านหน้าและด้านหลังของห้องเผาไหม้มีความโปร่งแสงแผ่นควอทซ์ผลลัพธ์ที่ได้จากการทดสอบที่อัตราส่วนสมมูลเท่ากับ 1 ความดันเริ่มต้น 1 kg/cm^2 อุณหภูมิเริ่มต้นการเผาไหม้ 450 องศาเคลวิน พบว่าความดันสูงสุดและการลุกลามของเปลวไฟของเอทานอลมีมากกว่าและเร็วกว่าเบนซินผลดังกล่าวเพราะเอทานอลมีออกซิเจนผสมอยู่ซึ่งออกซิเจนนี้จะช่วยให้การเผาไหม้ได้ดีกว่าอย่างไรก็ตามจำเป็นต้องฉีดเอทานอลเพิ่มขึ้นเพื่อชดเชยพลังงานที่มีน้อยกว่าเบนซิน

Abstract

This research is about study flame propagation and pressure of ethanol and gasoline in combustion chamber. The front and rear side of combustion chamber have transparent from quartz. Result of test at equivalent ratio 1.initial pressure 1kg/cm2.initial temperature 450°k. The max pressure and flam propagation of ethanol are more than gasoline. Because of chemical formula of ethanol have oxygen content. Oxygen assists initial combustion better.
© 2006 Department of Mechanical Engineering, KMITL. All rights reserved

Keywords: Ethanol , Quartz, Gasoline, initial pressure

1. บทนำ

ในปัจจุบันหลายประเทศได้วิจัยพลังงานทดแทนทางเลือกใหม่ที่จะนำมาทดแทนน้ำมันซึ่งเอทานอลก็เป็นอีกทางเลือกหนึ่งและประเทศไทยเองก็ได้วิจัยเชื้อเพลิงนี้โดยเอามาผสมกับน้ำมันเบนซินในอัตราส่วนศึกษาคุณลักษณะเพื่อที่ปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพดีขึ้นและราคาที่ต่ำลงยังเป็นประโยชน์ในการส่งเสริมเกษตรกรให้ปลูกพืชที่สามารทนำมาผลิตเป็นเอทานอลได้ในงานวิจัยได้ทำการทดสอบการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงเบนซิน(E0), เบนซินผสมเอทานอลในอัตราส่วนร้อยละ20, ร้อยละ85 ตลอดจนเอทานอลล้วนทำการทดสอบในห้องเผาไหม้ปริมาตรคงที่เริ่มที่อัตราส่วนสมมูลความดันอุณหภูมิเริ่มต้นเท่ากัน พบว่าความดันของเอทานอลสูงกว่าเบนซินและลดลงตามอัตราส่วนขณะที่ความเร็วในการลุกลามของเปลวไฟของเอทานอลเร็วกว่าเบนซินและลดลงตามอัตราส่วนเอทานอลผสมเบนซินที่น้อยลง

2. วัตถุประสงค์

- เพื่อศึกษาการลุกลามของเปลวไฟในกระบอกสูบแบบปริมาตรคงที่
- เพื่อศึกษาคุณสมบัติของเชื้อเพลิงเอทานอลผสมเบนซินที่อัตราส่วนร้อยละ20, ร้อยละ85 แล้วเปรียบเทียบกับน้ำมันเบนซิน
- เพื่อศึกษาความดันสูงสุดของเชื้อเพลิงเอทานอลผสมเบนซินที่อัตราส่วนร้อยละ20, ร้อยละ85 เปรียบเทียบกับน้ำมันเบนซิน

---

[1] ชื่ออังกฤษ Combustion of Fuel Ethanol Blends in Constant Volume Combustion Chamber.

[2] นักศึกษาภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล สจล ห้อง 3Q รหัส.49015501,49015507,49015509 ตามลำดับ

[3] อาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล สจล โทร 023264197,อีเมล kchchinda@kmitl.ac.th

เอกสารนี้ใช้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

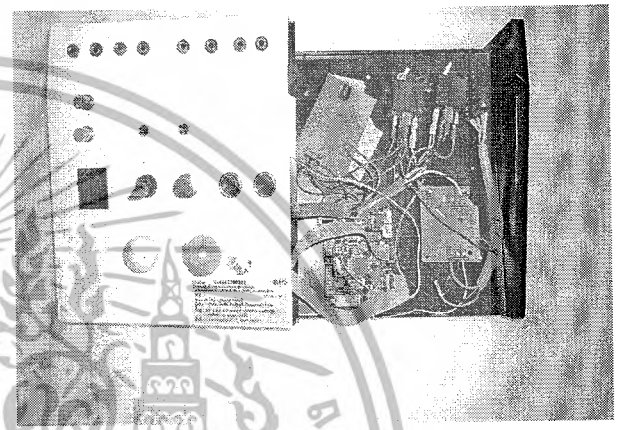
ตารางที่1 คุณสมบัติของเอทานอลเปรียบเทียบกับเบนซิน

คุณสมบัติ	Gasoline (E0)	Ethanol(E100)
สูตรทางเคมี	$C_{8.26}H_{15.5}$	C_2H_5OH
โมลโมเลกุล	114.8	46.07
เปอร์เซ็นออกซิเจน wt%	-	3.48
ค่าความดันไอ (kPa)	55-103	16
ค่าพลังงานความร้อน (kJ/kg)	44,000	26,900
ค่าความร้อนแฝงการกลายเป็นไอ (kJ/kg)	305	840
อัตราส่วนสมมูลเชื้อเพลิงกับอากาศ	14.6	9

3.2 หลักการทำงานของอุปกรณ์การทดลอง

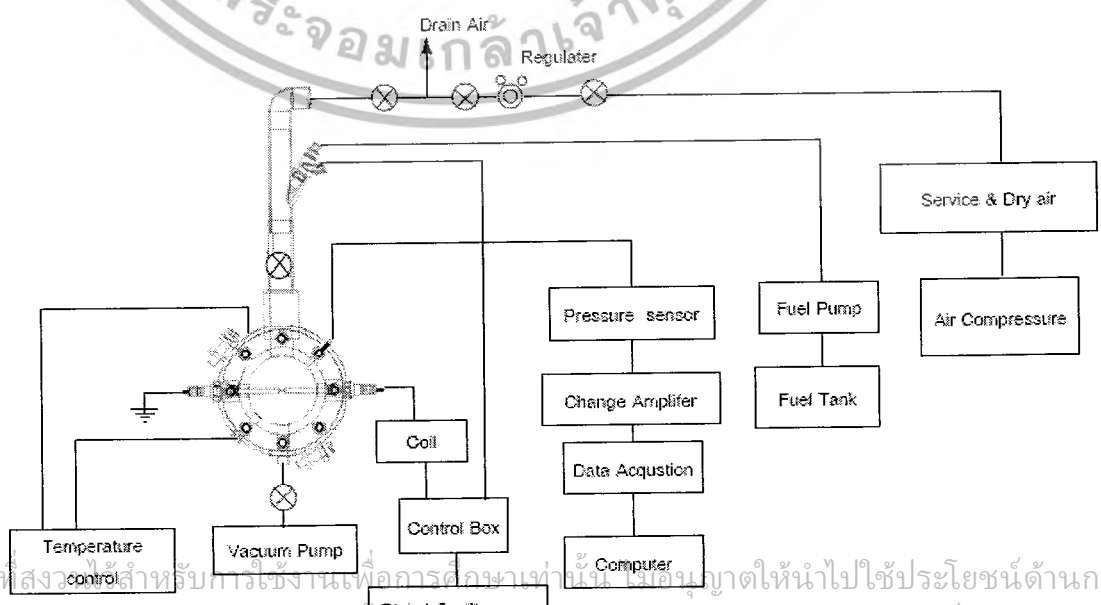
เริ่มจากตั้งเวลาการฉีดของ เชื้อเพลิงที่ฉีดออกจากหัวฉีดที่ควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ยี่ห้อ AVR 128 วัดช่วงเวลาในการฉีดด้วยออสซิโลสโคป จากนั้นไอดีถูกผสมแล้วป้อนเข้าห้องเผาไหม้โดยการอาศัยการดันของอากาศจากปั๊มลมผ่านเรกูเลเตอร์เข้าสู่ห้องเผาไหม้เพื่อให้ความดันเริ่มต้นในการเผาไหม้ เท่ากับ 1kg/cm^2 ตลอดจนการให้ความร้อนห้องเผาไหม้ด้วยฮีตเตอร์ขนาด 1300 วัตต์เพื่อทำให้อุณหภูมิของผนังห้องเผาไหม้เท่ากับ458°K [2] และอุณหภูมิเริ่มต้นของอากาศในการเผาไหม้เท่ากับ 450°K

จากนั้นส่วนผสมของไอดีจะถูกส่งเข้าห้องเผาไหม้ แล้วทำการปิดวาล์วตัวบนและวาล์วตัวล่าง จะทำการจุดประกายไฟเพื่อให้เกิดการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง จากนั้นได้มีการวัดความดันในการเผาไหม้โดยใช้ Dynamic Pressure sensor ยี่ห้อ Kistler รุ่น 6062C31 โดยสัญญาณที่ออกจาก Pressure sensor จะถูกขยายสัญญาณที่ Change Amplier แล้วบันทึกค่าความดันในการเผาไหม้เปรียบเทียบกับระยะเวลาหลังจากการจุดระเบิดด้วยคอมพิวเตอร์ เพื่อดังกล่าวไปเปรียบเทียบความดันสูงสุดในการเผาไหม้ และนำค่าความดันที่ได้ทำการคำนวณหาค่าเศษส่วนมวลในการเผาไหม้เปรียบเทียบในแต่ละเชื้อเพลิง



รูปที่1 ไมโครคอนโทรลเลอร์

ในขณะเดียวกันนั้นทำการบันทึกภาพวิดีโอเพื่อบันทึกภาพแพร่กระจายของเปลวไฟ แล้วนำไฟล์วิดีโอมาใช้โปรแกรม Flame shot เพื่อทำการแปลงวิดีโอออกมาเป็นไฟล์ภาพ เพื่อเปรียบเทียบการภาพการแพร่กระจายของเปลวไฟ ซึ่งทั้งข้อมูลที่ได้จากการทดลองนี้ ได้แก่ ความดันในการเผาไหม้และภาพถ่ายการแพร่กระจายของเปลวไฟ เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบคุณลักษณะการเผาไหม้ของเอทานอลและเบนซิน



รูปที่ 2 ผังอุปกรณ์การทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

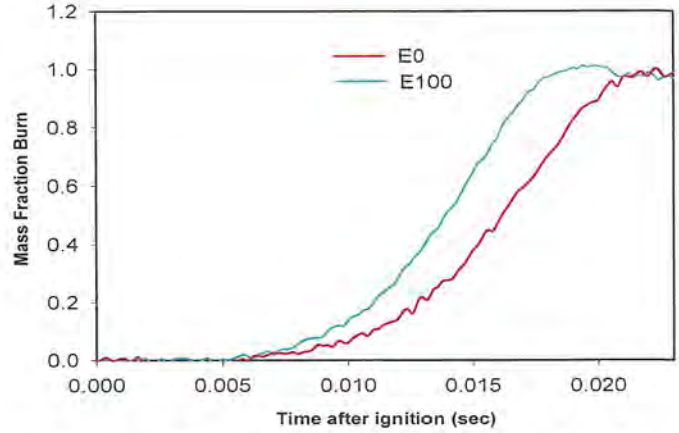
รูปที่3 ห้องเผาไหม้ปริมาตรคงที่

ผลการทดลอง

ในการเปรียบเทียบคุณลักษณะในการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงเอทานอลและเบนซินสามารถเปรียบเทียบจากค่าตัวแปรในการศึกษาดังนี้

1 ผลการเปรียบเทียบที่จุพลังงานความร้อนเท่ากัน

จากตารางที่ 1 จะเห็นได้ว่าค่าพลังงานความร้อนของเอทานอลนั้นมีค่าต่ำกว่าเบนซินดังนั้นเมื่อต้องการเปรียบเทียบที่ค่าจุความร้อนของเชื้อเพลิงเท่ากัน จึงต้องเพิ่มของมวลเอทานอลด้วยการขยายงเวลาในการฉีด แล้วสังเกตผลของความดันและเศษส่วนมวลในเผาไม้ของแต่ละเชื้อเพลิงรูปที่ 5 แสดงถึงความดันสูงสุดในการเผาไหม้ว่าความดันสูงสุดของเอทานอลจะมีค่ามากกว่า 0.5 bar ต่อมาเมื่อค่าความดันในมา



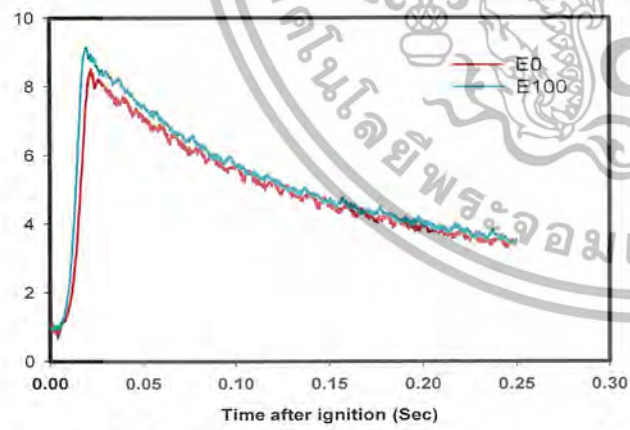
รูปที่5 เศษส่วนมวลในการเผาไหม้เปรียบเทียบเมื่อค่าจุพลังงานความร้อนเท่ากัน

จากรูปที่6 เศษส่วนมวลในการเผาไหม้ของเอทานอลจะมีค่าเริ่มสูงขึ้นตั้งแต่เบนซินตั้งแต่เวลา 0.006 sec และมีค่าสูงกว่าเบนซินจนถึงเศษส่วนการเผาไหม้เท่ากับ 1 นั้นก็หมายความว่าการเวลาการเผาไหม้ของเอทานอลมากกว่าเบนซิน

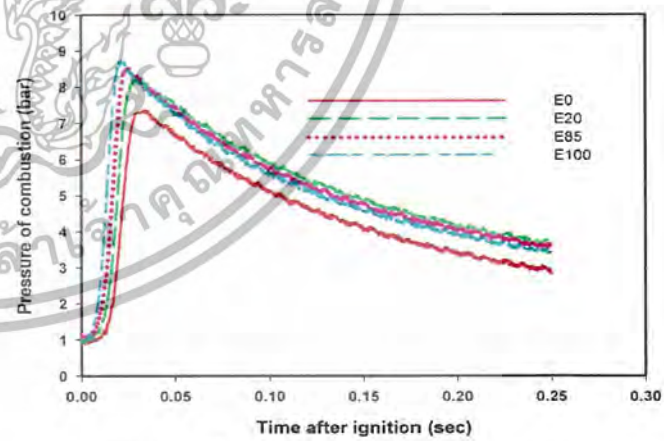
4.2 ผลการเปรียบเทียบความดันในการเผาไหม้ที่อัตราส่วนสมมูล ϕ=1.0

จาก [2] กล่าวว่าค่าอัตราส่วนสมมูลระหว่างเชื้อเพลิงกับอากาศทางทฤษฎี ϕ=1.0 ที่ทำให้สมรรถนะของเครื่องยนต์ และค่าอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงรวมไป

ถึงคามเสพิษเหมาะสมที่สุด ดังนั้นจึงได้ทดลองค่านี้ขึ้นมา



ที่4 ผลของความดันในการเผาไหม้เปรียบเทียบเมื่อค่าจุพลังงานความร้อนเท่ากัน



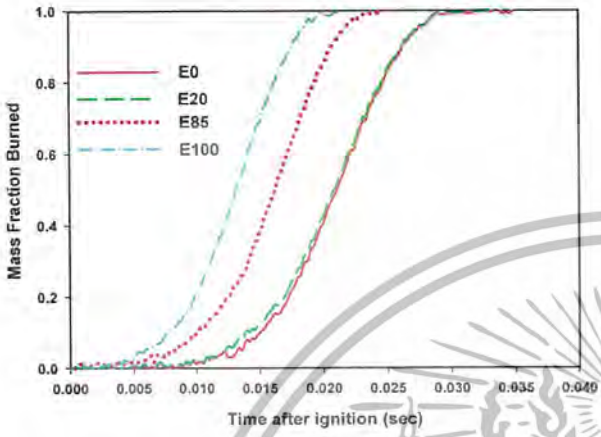
รูปที่6 ผลของความดันในการเผาไหม้เปรียบเทียบเมื่ออัตราส่วนสมมูล Ø=1.0

างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างเวลาหลังจากการจุดระเบิดกับเศษส่วนมวลเผาไหม้ในการเปรียบเทียบระหว่างเอทานอลและเบนซินที่อุณหภูมิและความดันเริ่มต้นในการเผาไหม้เท่ากันโดยคำนวณค่าเศษส่วนมวลการเผาไหม้จากสมการ (1) เพื่อสร้างเป็นของเอทานอลน้อยกว่าและความดันในการเผาไหม้สูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับเบนซิน

จากรูปที่ 6 จะเห็นได้ชัดเจนว่าความดันสูงสุดในการเผาไหม้ของเอทานอลจะมีค่าสูงกว่าเบนซินอยู่ที่ 1.5 bar ซึ่งผลของความดันสูงสุดในการเผาไหม้ค่าดังกล่าวมีผลต่อสมรรถนะของเครื่องยนต์ คือเมื่อค่าความดันดันการเผาไหม้สูงแสดงว่าพื้นที่ใต้จะมีค่ามากกว่าให้กำลังงานที่ได้ในเครื่องยนต์จะได้มากกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

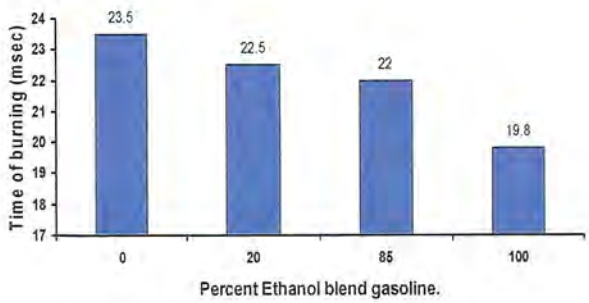
จากรูปที่7 เศษส่วนมวลในการเผาไหม้ของเอทานอลจะมีค่าเริ่มสูงขึ้นตั้งแต่เวลาที่ 0.005 sec และมีค่าสูงกว่าเบนซินจนถึงเศษส่วนการเผาไหม้เท่ากับ 1 เมื่อพิจารณาถึงค่าเศษส่วนมวลในการเผาไหม้ในแต่เชื้อเพลิง พบว่าเศษส่วนมวลในการเผาไหม้ของเอทานอลจะมีค่าเร็วกว่าตั้งแต่ช่วงเวลาที่ 0.005sec ขึ้นไปแล้วความชันของเอทานอลจะมีค่าเร็วกว่าเบนซิน แสดงว่าเอทานอลใช้เวลาการเผาไหม้ของน้อยกว่าเบนซิน



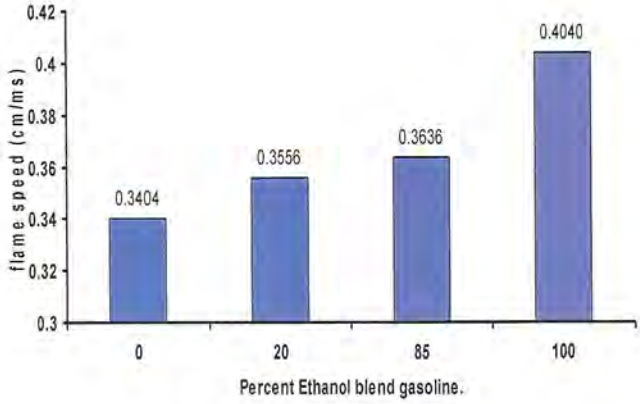
รูปที่7 เศษส่วนมวลในการเผาไหม้เปรียบเทียบเมื่ออัตราส่วนสมมูล Ø=1.0

4.3 ผลการเปรียบเทียบการแพร่กระจายของเปลวไฟใช้ภาพถ่าย

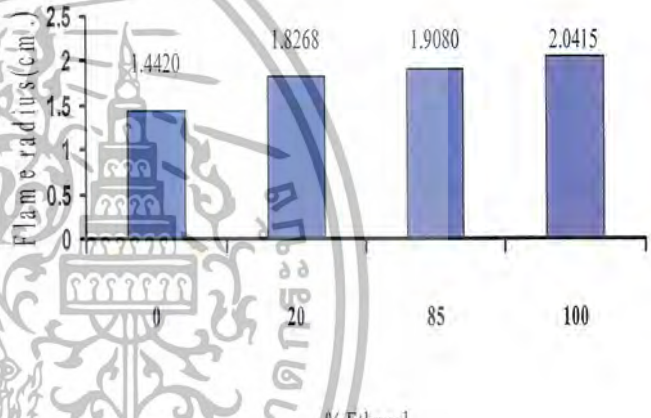
เพื่อให้เห็นความแตกต่างในการแพร่กระจายของเปลวไฟโดยใช้เทคนิคการถ่ายภาพเพื่อเห็นความแตกต่างในการลามของเปลวไฟได้ชัดเจนขึ้น จากรูปที่ 5 เป็นภาพถ่ายเปรียบเทียบการแพร่กระจายของเปลวไฟที่อัตราส่วนสมมูล $\phi = 1.0$ ความดันในการเริ่มต้นเผาไหม้ 1kg/cm^2 อุณหภูมิเริ่มต้นในการเผาไหม้ 450 K โดยแสดงภาพในการเริ่มต้นในการจุดระเบิดจากทางด้านซ้ายรูปที่ 5(ก) ซึ่งเห็นความแตกต่างของรัศมีเปลวไฟของเอทานอลมากกว่า จากการวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของเปลวไฟพบว่าค่าเส้นผ่านศูนย์กลางเปลวไฟของเอทานอลมากกว่าเบนซินที่ 4 เซนติเมตร เมื่อสังเกตต่อไปจากภาพถ่ายพบว่าสีของแสงเปลวไฟของเอทานอลเริ่มดับลงในรูปที่ 5(ฉ)ล่าง ในขณะที่เบนซินรูปที่ 5(ฉ)บน ยังคงสว่างอยู่ จากข้อมูลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าเปลวไฟของการเผาไหม้ของเอทานอลเร็วกว่าเบนซิน



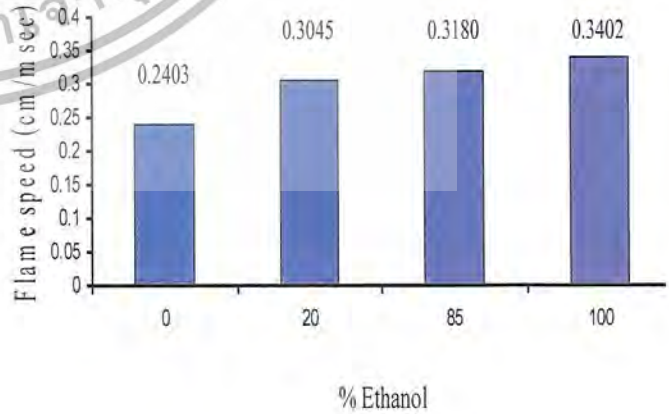
รูปที่ 8 ช่วงเวลาในการเผาไหม้เปรียบเทียบเมื่อเปลวไฟแพร่เต็มห้องเผาไหม้ที่เปอร์เซ็นเอทานอลต่างกัน



รูปที่ 9 ความเร็วในการเผาไหม้เมื่อเปลวไฟแพร่เต็มห้องเผาไหม้



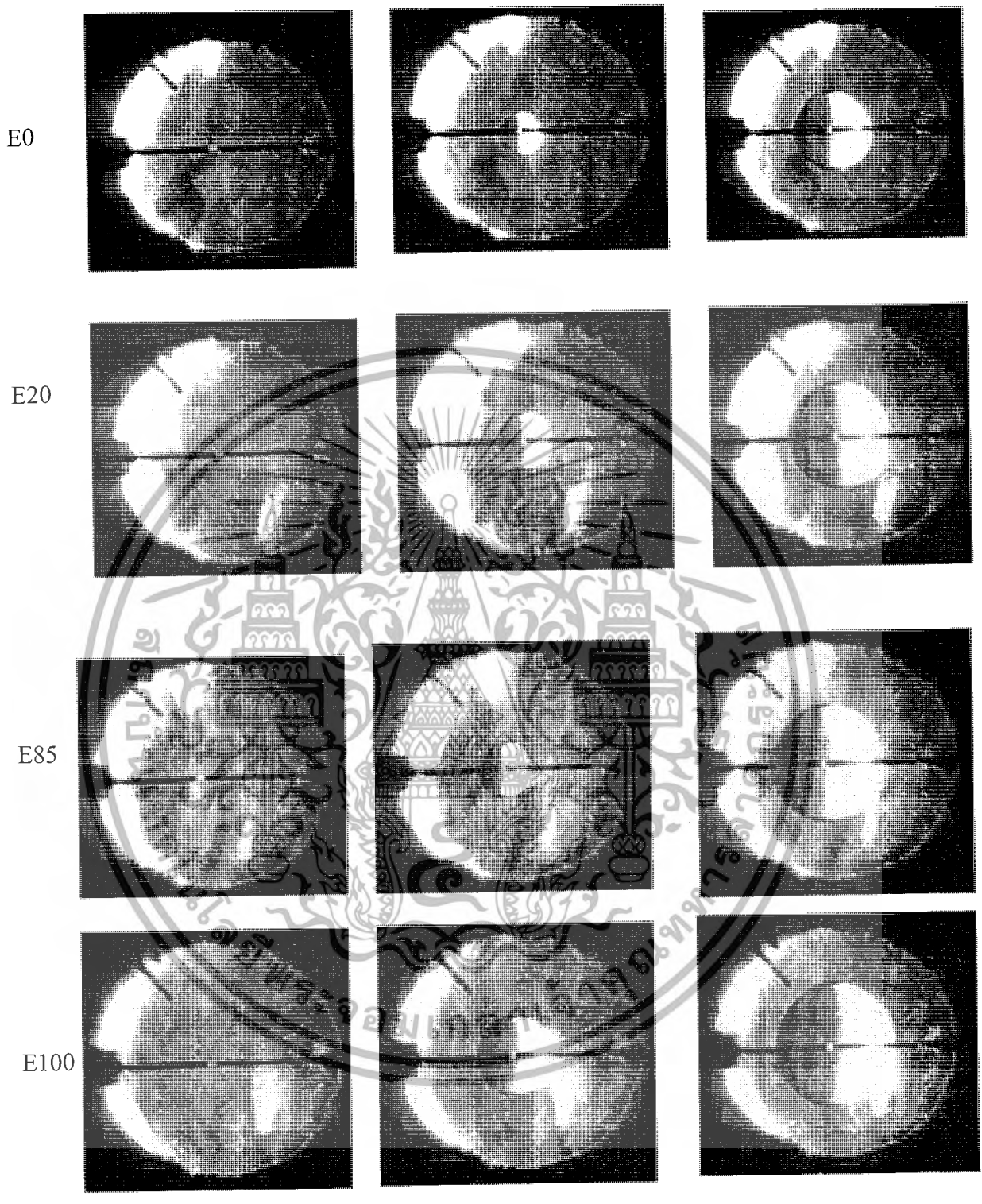
รูปที่ 10 รัศมีการลามของเปลวไฟอ้างอิงจากรูป 12



รูปที่ 11 ความเร็วในการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงเบนซินผสมเอทานอลที่วัดได้จากภาพถ่ายเทคนิคชูรีเรนนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพถ่ายการลุกไหม้ของเปลวไฟ



ที่ 12 ภาพเรียงลำดับการเผาไหม้ด้วยเทคนิคชูรีเรนต์ ที่อัตราส่วนสมมูลย์เท่ากับ1 อุณหภูมิเริ่มต้นในการเผาไหม้ 450K ความดันเริ่มต้นในการเผาไหม้1kg/cm^{2}เริ่มมีการเผาไหม้ตั้งแต่ซ้ายมือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.สรุปผลการทดลอง

จากผลของ ค่าเศษส่วนมวลในการเผาไหม้ ความดันในการเผาไหม้ และภาพถ่ายการแพร่กระจายของเปลวไฟของเชื้อเพลิงเอทานอลในเบนซินในห้องเผาไหม้ปริมาตรคงที่ สามารถกล่าวสรุปไว้ดังนี้

1.ค่าความเร็วในการเผาไหม้ของเอทานอลเร็วกว่าเมื่อเทียบกับเบนซิน ทั้งนี้อ้างอิงมาจากค่าเศษส่วนมวลในการเผาไหม้ที่มีค่ามากกว่าและภาพถ่ายการแพร่กระจายของเปลวไฟที่มีรัศมีของเปลวไฟที่เร็วกว่า

2.ค่าความดันสูงสุดในการเผาไหม้ จากการเปรียบเมื่อค่าจุพลังงานความร้อนเท่ากันและค่าอัตราส่วนสมมูลเท่ากับ 1 พบว่าค่าความดันในการเผาไหม้ของเอทานอลทีค่ามากว่าเบนซินทั้งนี้เพราะในเอทานอลจะมีส่วนผสมของออกซิเจนอยู่เชื้อเพลิงทำให้เกิดการเผาไหม้ที่สมบูรณ์กว่าเบนซิน ประกอบกับค่าการระเหยตัวของเอทานอลทำให้อุณหภูมิในท่อไอดีลดลงเป็นผลให้ความหนาแน่นของอากาศเข้าห้องเผาไหม้ได้ดีกว่าและค่าโมลโมเลกุลของเอทานอลจำนวนมากกว่าทำให้ค่าความดันในการเผาไหม้สูงกว่าเบนซิน ดังนั้นการใช้เอทานอลในเครื่องยนต์แก๊สโซลีนที่มีการปรับแต่งขยายช่วงเวลาการฉีดเชื้อเพลิง จึงมีค่ากำลังงานของเครื่องยนต์ที่สูงกว่าใช้เบนซินเป็นเชื้อเพลิง

เอกสารอ้างอิง

1. S. Y. Liao,2005 , " Investigation of the Cold-Start Combustion Characteristics of Ethanol-Gasoline Blends in a Constant-Volume Chamber " Energy Fuels , American Chemical Society
2. W. Pulkrabek ,2003 " Engineering Fundamental of the Internal Combustion Combustion Engine. " ,Printice Hall International ,INC.
3. Chang Sik Lee ,2003 " Effect of reduel Gas Fraction on the Combustion Characteristics of Butane-Air Mix ture in the Constant –Volume Chamber." Energy & Fuel 2003 Vol 17,pp-755-761.
4. Somchai C., Manida T. ,2002 , " Combustion and Enmisition of Gasoline /Ethanol Blend in Multi – Cylinder SI Engine." International Syposium on Alcohol Fuel Conference &meeting ,Vol 12 pp-1266
5. John B.Heywood ,1988 , " Internal Combustion Combustion Engine Fundamentals ", McGraw-Hill INC.
6.พิชัย อัษฎมงคล ,2004 " สมรรถนะของเครื่องยนต์ที่ใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิง" ,การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทยครั้งที่ 17 ปราจีนบุรี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้