ผลของการเปลี่ยนแปลงสภาพความชื้นและอุณหภูมิของไอดีต่อสมรรถนะของเครื่องยนต์ดีเซล

โดย

นาย สมกิจ ไทยพันธ์

นาย สุทัศน์ อร่ามรัตน์

อาจารย์ที่ปรึกษา

อ. ธวัชชัย นาคพิพัฒน์

อ. อรรถสรรพ์ สุนทรชาติ

วัน เดือน ปี 19 ม.ค. 2539
เลขทะเบียน 034949
เลขเรียกหนังสือ T 37249 ร54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

034949

ผลของการเปลี่ยนแปลงสภาพความชื้นและอุณหภูมิของไอดีต่อสมรรถนะของเครื่องยนต์ดีเซล

โดย

นาย สมกิจ ไทยพันธ์

นาย สุทัศน์ อร่ามรัตน์

อาจารย์ที่ปรึกษา

....

อ. ธวัชชัย นาคพิพัฒน์

....

อ. อรรถสรรพ์ สุนทรชาติ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	1
วัตถุประสงค์ของโครงงาน	2
ส่วนประกอบของอากาศ	3
แผนภูมิไซโครเมตริก	6
สมการการเผาไหม้	8
ความร้อนจากการเผาไหม้	9
การถ่ายเทความร้อนในเครื่องยนต์	11
ขบวนการเผาไหม้ของเครื่องยนต์ดีเซล	13
ส่วนประกอบต่างๆของเครื่องยนต์ดีเซล	18
น้ำมันดีเซล	23
มลพิษจากเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยความร้อนจากการอัดอากาศ	29
การวัดและการทดสอบเครื่องยนต์	35
การทดลอง	39
อุปกรณ์การทดลอง	41
ผลการทดลอง	47
วิเคราะห์ผลการทดลอง	55
สรุปผลการทดลอง	57
กิตติกรรมประกาศ	58
บรรณานุกรม	59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PROJECT

ผลของการเปลี่ยนแปลงสภาพความชื้นและอุณหภูมิของไอดีต่อสมรรถนะของเครื่องยนต์ดีเซล

นาย สมกิจ ไทยพันธ์

นาย สุทัศน์ อร่ามรัตน์

อาจารย์ที่ปรึกษา

อ. ธวัชชัย นาคพิพัฒน์

อ. อรรถสรรพ์ สุนทรชาติ

บทคัดย่อ

เครื่องยนต์ดีเซลเป็นเครื่องยนต์ที่มีการจุดระเบิดด้วยตัวเองที่อุณหภูมิสูง ขบวนการผสมอากาศกับเชื้อเพลิง คุณสมบัติของอากาศต่อการจุดระเบิด รวมถึงการเผาไหม้ ล้วนแล้วแต่มีผลทำให้เกิดควันดำและไนโตรเจนออกไซด์ และยังมีผลรวมถึงประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ การทดลองเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติ ทางด้านความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิของอากาศมีผลกระทบต่อไอเสีย การเพิ่มอุณหภูมิของอากาศทำให้ ไนโตรเจนออกไซด์ มีค่าเพิ่มขึ้นและมีผลต่อกำลังและแรงบิดของเครื่องยนต์เล็กน้อย ส่วนการเพิ่มความชื้นสัมพัทธ์มีผลต่อแรงบิดและกำลังเพียงเล็กน้อย เช่นเดียวกันและมีผลต่อความสิ้นเปลืองน้ำมันและไอเสียด้วย โดยที่จะเพิ่มความสิ้นเปลืองของเชื้อเพลิงมากขึ้น

Abstract

Diesel engines have self-ignite at high temperature . The processes of air-fuel mixing , air qualities and combustion bring about the particulate and black smoke, nitrogen oxide and effect the engine performance . Experimentally changing the air qualities between air relative humidity and air temperature flowing into the combustion chamber influenced the exhaust and engine performance. Increasing of the air temperature increase the black smoke also nitrogen oxide has little decrease the engine torque and engine power .The increasing in the air humidity has a little effect to the engine power and the engine torque also increase the fuel consumption

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1. เพื่อศึกษาหลักการทำงานของเครื่องยนต์ดีเซล
2. เพื่อศึกษาผลกระทบของความชื้นที่ค่าต่างกันว่ามีผลอย่างไรกับเครื่องยนต์ดีเซล
3. เพื่อศึกษาผลกระทบของความชื้นที่ค่าต่างกันว่ามีผลอย่างไรกับเครื่องยนต์ดีเซล
4. สามารถสรุปผลและวิเคราะห์ทางทฤษฎีและจากการทดลองได้

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนประกอบของอากาศ(The Composition of Air)

อากาศภายในบรรยากาศ ประกอบด้วย (1)อากาศแห้ง (2)ความชื้น ในรูปของไอน้ำ และ (3)สิ่งสกปรก เช่นควัน ฝุ่นหรือก๊าซหลายชนิดที่เป็นอันตราย

อากาศอย่างเดียวหรืออากาศแห้งประกอบด้วยก๊าซหลายชนิด ซึ่งส่วนประกอบที่สำคัญได้แก่ ออกซิเจน ไนโตรเจน คาร์บอนไดออกไซด์ และก๊าซเฉื่อย โดยอัตราส่วนน้ำหนักของอากาศแห้งได้แสดงดังตารางข้างล่างนี้

Gas	Percentage of Dry Air
Nitrogen(N_2)	77.00
Oxygen(O_2)	22.00
Carbon dioxide (CO_2)	0.04
Orther gases	0.96

ตารางแสดงอัตราส่วนของอากาศแห้ง

ถึงแม้ว่าอากาศเป็นของผสมแต่เปอร์เซ็นต์ของส่วนประกอบค่อนข้างคงที่ ดังนั้น อากาศแห้งจึงถือว่าเป็นก๊าซชนิดเดียวกันโดยมีน้ำหนักโมเลกุล 28.97 ภายใต้สภาวะความดันและอุณหภูมิต่ำ อากาศแห้ง มีสภาวะใกล้เคียงก๊าซอุดมคติ (ideal gas or perfect gas) ซึ่งสามารถใช้ความสัมพันธ์ต่างๆของก๊าซอุดมคติ ในการอธิบายสิ่งที่เกิดขึ้นได้ค่อนข้างถูกเลยทีเดียว

ไอน้ำในอากาศ (water Vapor in the Air)

อากาศมีปริมาณไอน้ำในจำนวนที่แตกต่างกันไป ในเขตุทะเลทรายอากาศจะแห้งมากและในป่าเขตร้อนลักษณะอากาศจะชื้นจนสามารถรู้สึกได้ ซึ่งเป็นไปตามลักษณะพื้นที่ ไอน้ำในอากาศที่มีอยู่จริง ที่ความดันและอุณหภูมิต่ำจะผสมกับอากาศภายใต้กลไกกฎพื้นฐานที่แน่นอน ที่อุณหภูมิและความดันในสภาวะนี้ โดยส่วนใหญ่แล้วในการทดลองนี้ถือว่ามีพฤติกรรม เหมือนก๊าซอุดมคติ ถึงแม้ว่าในการสมมติจะไม่ค่อยถูกต้องเท่าไร่นัก แต่ในการทดลองที่ทำอย่างละเอียดและเที่ยงตรงสามารถให้ผลได้ใกล้เคียงมาก(ภายใน 1% สำหรับอุณหภูมิ โดยผลที่ได้รับมานี้มาจากความสัมพันธ์ของก๊าซอุดมคติ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณความชื้นของอากาศ (The Moisture Content of Air-Humidity)

อากาศเกือบทั้งหมดประกอบด้วยความชื้นต่างๆ เมื่ออากาศมีปริมาณไอทั้งหมดจนถึงจุดสมดุลย์ที่เรียกว่าอิ่มตัว (saturated) จำนวนไอน้ำที่เกิดขึ้นจริงที่อากาศสามารถมีได้จะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของผสม ที่อุณหภูมิต่ำจำนวนความชื้นที่ต้องการมีปริมาณน้อยมากสำหรับอากาศอิ่มตัว ส่วนที่อุณหภูมิสูง จำนวนความชื้นที่มีมากกว่าก่อนที่จะถึงจุดอิ่มตัว อย่างไรก็ตามอากาศไม่จำเป็นต้องอิ่มตัวเสมอไป และโดยทั่วไปแล้วอากาศจะอยู่ในสภาวะต่ำกว่าจุดอิ่มตัว

ความหมายโดยทั่วไปของปริมาณความชื้นในอากาศ คือ ความชื้น (humidity)โดยมีความหมายที่แสดงอยู่ 2 ความหมายคือ ความชื้นจำเพาะ(specific humidity) และความชื้นสัมพัทธ์ (relative humidity)

ความชื้นจำเพาะ W ซึ่งได้ให้ความหมายว่าเป็นน้ำหนักของไอน้ำที่มีอยู่จริง(ปอนด์) ของอากาศแห้ง สามารถที่แสดงได้ทั้งหน่วย ปอนด์ของไอน้ำต่อด้วยปอนด์ของอากาศแห้ง และ grain ของไอน้ำต่อด้วยปอนด์ของอากาศแห้ง

ความชื้นสัมพัทธ์ เป็นการวัดระดับของการอิ่มตัวของอากาศที่อุณหภูมิกระเปาะแห้งใดๆ (DB)ซึ่งแสดงเป็นเปอร์เซ็นต์ของการอิ่มตัว โดยที่ 100 เปอร์เซ็นต์ของความชื้นสัมพัทธ์แสดงถึงอากาศอิ่มตัวและ 0 เปอร์เซ็นต์ของความชื้นสัมพัทธ์แสดงถึง อากาศแห้งอย่างสมบูรณ์ ค่าความชื้นสัมพัทธ์,RHเป็นค่าของอัตราส่วนความดันของไอน้ำที่เกิดขึ้นจริงต่อหน่วยความดันร่วมของไอน้ำอิ่มตัวที่อุณหภูมิกระเปาะแห้งใดๆ

$$RH = \frac{P_W}{P_{sat}} \times 100$$

โดย P_{sat} = ความดันร่วมของไอน้ำอิ่มตัวที่อุณหภูมิกระเปาะแห้ง

RH คือ อัตราส่วนของความชื้นจำเพาะโดยพิจารณาค่าความชื้นที่เกิดขึ้นจริงต่อค่าความชื้นที่จุดอิ่มตัว สามารถใช้แสดงในเทอมของเปอร์เซนต์ของการอิ่มตัวและยังใช้คำนวนค่าความชื้นสัมพัทธ์ได้อีกด้วยในขณะปฏิบัติ

จุดน้ำค้าง (Dewpoint)

ถ้าของผสมไอน้ำกับอากาศแห้งถูกทำให้เย็นตัวลง ความสามารถของอากาศที่จะรับปริมาณไอน้ำนั้นจะมีค่าน้อยลง และสภาวะอิ่มตัวก็จะเกิดขึ้น นอกจากนี้ในขณะที่อุณหภูมิลดลงเป็นผลให้การควบแน่นของไอน้ำหรือการก่อตัวของไอน้ำเกิดขึ้น ที่อุณหภูมิจุดน้ำค้างของของผสมหมายถึงอุณหภูมิซึ่งไอน้ำได้เริ่มควบแน่นขณะที่ของผสมถูกทำให้เย็นลง กระบวนการซึ่งทำให้ของผสมเย็นตัวนั้นมีความสำคัญมากเพื่อที่ขจัดหรือทำให้ไอน้ำควบแน่น โดยที่ความดันร่วมของไอน้ำในของผสมขณะที่ทำการวัดที่อุณหภูมิจุดน้ำค้าง ซึ่งแสดงถึงปริมาณความชื้นของอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุณหภูมิอากาศแห้ง(dry-bulb Temperature)

อุณหภูมิกระเปาะแห้ง เป็นอุณหภูมิของวัตถุที่สามารถอ่านได้จากเทอร์โมมิเตอร์ทั่วไป ซึ่งในความหมายของอุณหภูมินี้เป็นตัวชี้ถึงระดับของความเข้ม ช่วงปริมาณความร้อนสัมผัสในวัตถุ

อุณหภูมิกระเปาะเปียก (Wet-bulb Temperature)

ความหมายโดยทั่วไปของอุณหภูมิกระเปาะเปียก คือค่าอุณภูมิต่ำสุดที่สามารถบันทึกได้โดยเทอร์โมมิเตอร์ชนิดธรรมดาที่กระเปาะถูกหุ้มด้วยสำลีชุบน้ำแล้วให้อากาศเคลื่อนที่ผ่าน โดยที่อากาศยังไม่อิ่มตัวเคลื่อนที่ผ่านกระเปาะเปียกของเทอร์โมมิเตอร์ ซึ่งในขณะนั้นน้ำจะเกิดการระเหยตัวจากพื้นผิวเปียกของกระเปาะ ความร้อนแฝงที่ไอน้ำได้รับเป็นผลมาจากอุณหภูมิที่ต่ำลดลงของผิวกระเปาะของเทอร์โมมิเตอร์ ซึ่งในขณะที่อุณหภูมิของผิวกระเปาะมีค่าต่ำกว่าอุณหภูมิรอบข้าง ความร้อนจากอากาศที่ร้อนจะเคลื่อนที่ไปยังบริเวณผิวที่เย็นกว่า ในทางตรงข้ามเมื่ออุณหภูมิลดลง ความดันของไอน้ำก็มีค่าลดลงทำให้การระเหยตัวและความร้อนที่สูญเสียของน้ำเกิดขึ้นอย่างช้าๆ ในที่สุดอุณหภุมิสมดุลย์มาถึง ซึ่งอุณหภูมินี้เรียกว่า อุณหภูมิกระเปาะเปียก(WB)

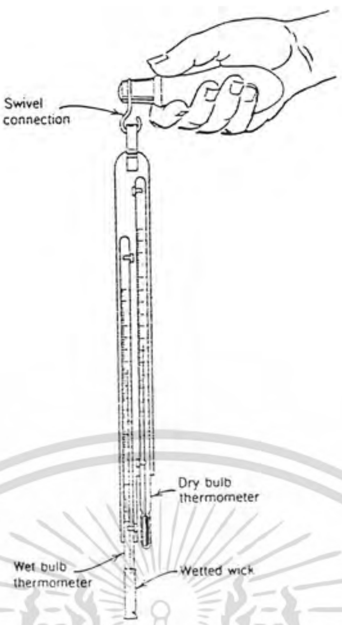
การวัดค่าความชื้นของไซโครเมตริก (The Measurement of Humidity-Psychrometer)

ในการวัดความดันร่วมให้ถูกต้องนั้นเป็นวิธีที่ยุ่งยาก โดยทั่วไปควบคุมความชื้นเพียงเพื่อควบคุมบรรยากาศสำหรับเครื่องมือวิทยาศาสตร์ที่มีอยู่ในห้องทดลอง การวัดความชื้นกลางแจ้งสามารถทำได้ง่ายและใช้เครื่องมือที่สะดวกกว่า ค่าที่อ่านได้สามารถเปลี่ยนเป็นค่าความชื้นจำเพาะหรือความชื้นสัมพัทธ์ได้ โดยใช้ตารางอ้างอิงหรือชาร์ตที่เตรียมมาจากการทดลอง

อุปกรณ์ที่ง่ายที่สุดสำหรับการหาค่าความชื้นคือ sling psycrometer อุปกรณ์นี้ประกอบด้วยเทอร์โมมิเตอร์มาตรฐานติดตั้งอยู่บนเฟรมที่บางซึ่งสามารถหมุนไปมาในอากาศได้ มีเทอร์โมมิเตอร์กระเปาะเปียก(WB) ที่คลุมด้วยสำลีชุบน้ำก่อนที่จะแขวนบนแท่นเครื่องมือเทอร์โมมิเตอร์อีกอันหนึ่งเรียกว่า กระเปาะแห้ง(DB) เพราะว่าไม่มีสำลีชุบน้ำ

นำเครื่องมือนี้หมุนไปมาในอากาศทำให้น้ำในสำลีระเหยขึ้นซึ่งค่าอุณภูมิที่อ่านจากเทอร์โมมิเตอร์กระเปาะเปียกมีค่าลดลง การระเหยนี้เป็นกระบวนการทำความเย็น การหมุนยังคงทำต่อไปจนกระทั่งค่าอุณหภูมิกระเปาะเปียกต่ำที่สุด ความแตกต่างระหว่างค่าที่อ่านได้ระหว่างเทอร์โมมิเตอร์ 2 อันนี้ เรียกว่าการลดลงของอุณหภูมิกระเปาะเปียก (wet-bulb depression) การวัดความชื้นสัมพัทธ์สามารถทำได้โดยใช้ชาร์ตหรือตารางไซโครเมตริก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1 สลิงไซโครมิเตอร์

แผนภูมิไซโครเมตริก (Psychrometric charts)

แผนภูมิไซโครเมตริกเป็นกราฟซึ่งแสดงคุณสมบัติของอากาศ ค่าที่กำหนดในแผนภูมิเป็นค่าที่ได้จากอากาศมาตรฐานและที่ความกดดันของบรรยากาศ จากรูปที่ 2.เป็นการแสดงให้เห็นถึงโครงสร้างพื้นฐานบางอันของอากาศ

1. เส้นในแนวดิ่งของแผนภูมิเป็นเส้นแสดงอุณหภูมิ DB คงที่ และอัตราส่วนความชื้น

2. เส้นในแนวราบเป็นเส้นอุณหภูมิ DP (จุดน้ำค้าง)คงที่ และอัตราส่วนความชื้น

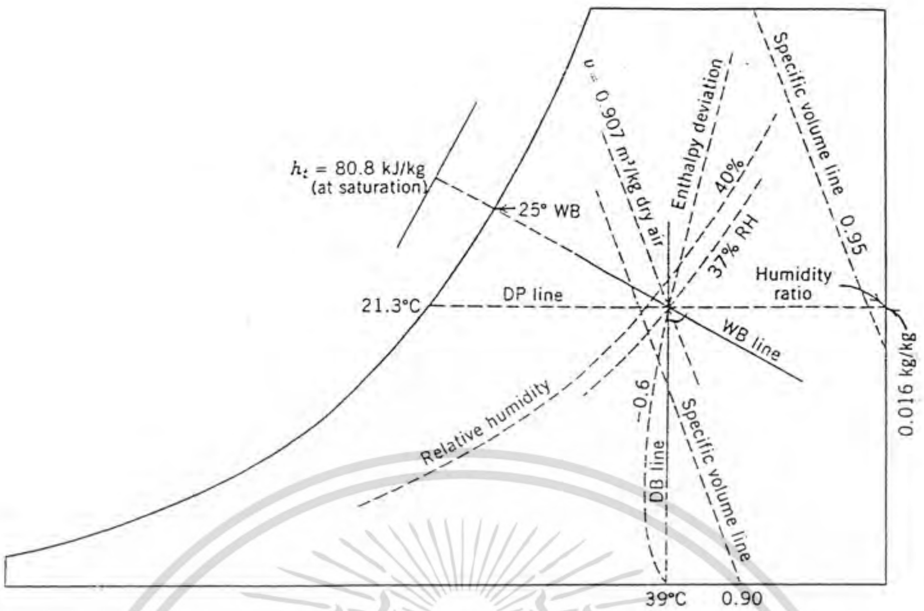
3. เส้นที่ลากทะแยงมุมเป็นเส้นอุณหภูมิ WB คงที่

4. เส้นที่ลากในแนวดิ่งและเฉียงมาด้านซ้ายเป็นเส้นปริมาตรจำเพาะคงที่

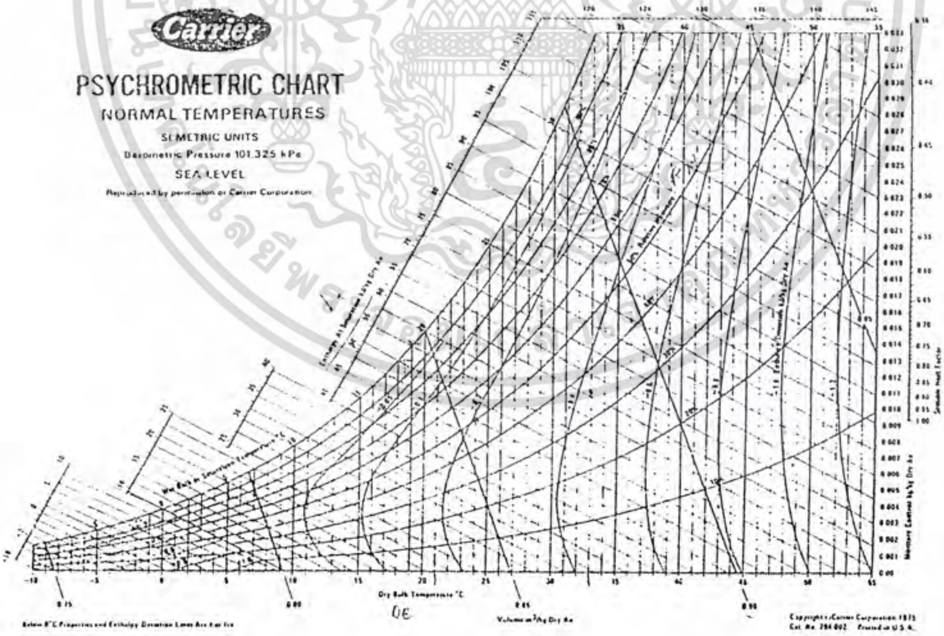
5.เส้นโค้งที่ลากจากด้านล่างซ้ายมือไปยังด้านขวามือบนแผนภูมิ เป็นเส้นความชื้นสัมพัทธ์ (RH) คงที่และเส้นส่วนโค้งทางซ้ายสุดเป็นเส้น 100%RH หรือเป็นเส้นอิ่มตัวของ อากาศที่สภาวะเช่นนั้นๆ

6. เส้นโค้งหักเห (Deviatation curve)เป็นเส้นของเอนทาลปีที่ผิดไปจาก เอนทาลปีจำเพาะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2 ภาพแสดงโครงสร้างของแผนภูมิไซโครเมตริก



รูปที่ 3.แผนภูมิไซโครเมตริก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมการแห่งการเผาไหม้

การเผาไหม้ คือ การทำปฏิกิริยาระหว่างเชื้อเพลิงกับออกซิเจน และให้ความร้อนออกมา โดยทั่ว ๆ ไปเชื้อเพลิงประกอบด้วยธาตุคาร์บอนและไฮโดรเจนธาตุเหล่านี้เมื่อรวมกับออกซิเจน แล้วจะได้น้ำและคาร์บอนไดออกไซด์ แต่ถ้าการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์จะมีคาร์บอนมอนออกไซด์ออกมาด้วยดังสมการข้างล่างนี้

$C + O_2$ --------> CO_2 + Heat (เผาไหม้สมบูรณ์)

$3C + 2O_2$ --------> $2CO + CO_2$ + Heat (เผาไหม้ไม่สมบูรณ์)

$2H_2 + O_2$ --------> $2H_2O$ + Heat

การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงส่วนมากเอาออกซิเจนมาจากอากาศ อากาศมีองค์ประกอบต่างๆดังตาราง

Gas	Volumetric Analysis %	Mole Fraction	Mole Fraction	Relative Weight
O2	20.99	0.2099	32.000	6.717
N2	78.03	0.7803	28.016	21.861
Ar	0.94	0.0094	39.016	0.376
CO2	0.03	0.0033	44.003	0.013
H2	0.01	0.001	2.016	
	100.00	1.000		

ตารางแสดงองค์ประกอบของอากาศแห้ง

น้ำหนักโมเลกุลของอากาศ, M_{air} = 28.976

$$N_2{:}O_2 = \frac{78.3 + 0.94 + 0.03 + 0.01}{20.99} = 3.764$$

นั่นคือ ทุก ๆ โมลของออกซิเจนจะมีไนโตรเจนอยู่ 3.764 โมล

การเผาไหม้ในอากาศ

$C + O_2 + 3.764N_2$ ------> $CO_2 + 3.764N_2$

$2H_2 + O_2 + 3.764N_2$ ------> $2H_2O + 3.764N_2$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำนวนมวลทางซ้ายมือ = (8x12+18x1)+12.5x32+47x28 = 1830

จำนวนมวลทางขวามือ = 8(12+32)+9x18+47x28 = 1830

จะเห็นว่ามวลทางซ้ายมือและทางขวามือเท่ากัน

ให้ A = มวลของอากาศ

F = มวลของน้ำมันเชื้อเพลิง

$$A/F = \frac{\text{มวลของอากาศ}}{\text{มวลของน้ำมัน}} = \frac{(12.5+47)29}{8\times12+8\times1} \quad \text{----------------(1)}$$

$$F/A = 1/15.1 = 0.0062 \quad \text{----------------(2)}$$

การเผาไหม้ที่พอดี ๆ อย่างนี้เรียกว่า Stoichiometer Chemically Correct

$$\text{ให้} = \frac{F/A_{stoich}}{F/A_{actual}} = \frac{A/F_{actual}}{A/F_{stoich}} = \frac{\text{มวลของน้ำมันที่ใช้จริง}}{\text{มวลของน้ำมันที่ใช้ตามทฤษฎี}}$$

ถ้า $\varnothing = 1$ ส่วนผสมนั้นถูกต้องทางเคมี

$\varnothing > 1$ ส่วนผสมนั้นมีน้ำมันมากเกินไป

$\varnothing < 1$ ส่วนผสมนั้นมีน้ำมันน้อยเกินไป

การเผาไหม้ที่มีอากาศหรือออกซิเจนมากเกินความต้องการ ก็จะไม่ทำให้แบบของการเผาไหม้เปลี่ยน

ความร้อนจากการเผาไหม้

ค่าความร้อนของเชื้อเพลิงใด ๆ คือ ความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้ (ทำปฏิกริยาทางเคมี) ของเชื้อเพลิงนั้น แต่จะต้องวัดที่อุณหภูมิเดียวกันคือ ที่อุณหภูมิของเชื้อเพลิงก่อนการเผาไหม้และหลังจากการเผาไหม้แล้วเชื้อเพลิงกลายเป็นผลิตภัณฑ์ไอเสีย ก่อนจะวัดจะต้องให้อุณหภูมิของผลิตภัณฑ์ไอเสียเย็นลงเท่ากับอุณหภูมิก่อนการเผาไหม้ กระบวนการเผาไหม้มี 2 ชนิดได้แก่การเผาไหม้ที่ความดันคงที่ และการเผาไหม้ที่ปริมาตรคงที่ ค่าความร้อนของเชื้อเพลิงจึงมี 2 ชนิดคือ ค่าของความร้อนที่ความดันคงที่ และค่าของความร้อนที่ปริมาตรคงที่ ค่าของความร้อนทั้งสองนี้ไม่เท่ากัน

ค่าความร้อนที่ปริมาตรคงที่

การเผาไหม้ชนิดนี้เกิดขึ้นในห้องเผาไหม้หรือภาชนะที่แข็งแรงปริมาตรเปลี่ยนแปลงไม่ได้เครื่องมือที่ใช้ในห้องทดลองเรียกว่า แคลอริมิเตอร์บอมบ์ การใช้กล่าวได้โดยย่อดังนี้ ชั่งเชื้อเพลิงที่จะหาค่าความร้อนใส่ลงในบอมบ์ บรรจุออกซิเจนลงไปในบอมบ์ด้วยความดัน 20-30 บรรยากาศ (ให้แน่ใจว่าออกซิเจนที่บรรจุลงไปนั้นต้องมากพอที่จะทำให้เชื้อเพลิงเผาไหม้ได้หมด) แล้วเอาบอมบ์ลงไปแช่ในถังน้ำที่รู้ปริมาณของน้ำและน้ำสมมูลของถัง จุดเชื้อเพลิงให้เผาไหม้ด้วยไฟฟ้า การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงจะให้ความร้อนออกมาและ ความร้อนนี้จะถ่ายลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

034949

เผาไหม้ด้วยไฟฟ้า การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงจะให้ความร้อนออกมาและ ความร้อนนี้จะถ่ายลงน้ำ ตอนแรกอุณหภูมิของน้ำจะขึ้นสูงและค่อย ๆ ลดลงจนเท่ากับอุณหภูมิของเชื้อเพลิงก่อนการเผาไหม้ (หรืออุณหภูมิของห้อง ในทางปฏิบัติอาจจะสูงกว่าเล็กน้อยคิดเป็นเศษส่วนองศา) ความร้อนที่วัดได้เป็นความร้อนที่ปริมาตรคงที่

ให้ Q_v = ความร้อนที่ปริมาตรคงที่

$$Q_v = \Delta U = U_{prod} - U_{mixt}]T,V \qquad \text{---------------} \quad (3)$$

ค่าความร้อนที่ความดันคงที่

สำหรับระบบปิด ถ้าความดันคงที่จะต้องมีการเปลี่ยนแปลงทางปริมาตร ถ้าเป็นระบบเปิดจะต้องมีมวลไหลเข้าหรือออกจากระบบ เครื่องมือในห้องทดลองสำหรับวัดค่าความร้อน ที่ความดันคงที่เรียกว่า Constant pressure Calorimeter พ่นอากาศและน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าไปในเตานี้ แล้วทำให้ผลิตภัณฑ์ไอเสียเย็นลงเท่ากับอุณหภูมิและความดันเดิม

ให้ Q_p = ความร้อนที่ความดันคงที่

$$Q_p = \Delta H = H_{prod} - H_{mixt}]_{T,P} \qquad \text{-------------} \quad (4)$$

ความร้อนจากการเผาไหม้ที่ปริมาตรคงที่ กับความร้อนจากการเผาไหม้ที่ความดันคงที่ต่างกันที่มีการเปลี่ยนแปลงทางปริมาตรซึ่งเกิดงานขึ้นทั้งนี้ส่วนผสมและผลิตภัณฑ์ไอเสียจะต้องมีอุณหภูมิเริ่มต้นและสุดท้ายเท่ากัน อย่างไรก็ตามความดันมีผลกระทบกระเทือนต่อพลังงานภายในและเอนทาลปี้น้อยมาก ผลคูณความดันและปริมาตร(PV)ของของแข็งและของเหลวมีค่า น้อยมาก เมื่อเทียบกับแกส ฉะนั้นไม่ต้องนำมาคิดก็ได้

สมการ (3)-(4)

$$Q_p - Q_v = [\Delta H - U]_T = [\Delta PV]_T = [\Delta n \bar{R} T]_{gases} \qquad \text{-----------} \quad (5)$$

ถ้าปริมาตรของผลิตภัณฑ์ไอเสียใหญ่กว่าปริมาตรของส่วนผสมงานจะเกิดจากการกระทำของระบบ โดยกระบวนการความดันคงที่ ดังนั้น Q_p จะน้อยกว่า Q_v (ไม่คิดเครื่องหมาย)

ค่าความร้อน (Heating Value)

เนื่องจากเชื้อเพลิงมีไฮโดรเจนเป็นองค์ประกอบเมื่อเกิดการเผาไหม้ไฮโดรเจนจะรวมกับออกซิเจนได้น้ำ ถ้าน้ำที่ออกมาเป็นน้ำเหลว เชื้อเพลิงนั้นจะให้ค่าความร้อนในทางสูง(Higher Heating value)แต่ถ้าน้ำที่ออกมาเป็นไอ เชื้อเพลิงนั้นจะให้ค่าความร้อนในทางต่ำ (Lower Heating value) ทั้งนี้เพราะความร้อนจากการเผาไหม้ส่วนหนึ่งจะต้องเอาไปใช้ในการเผาน้ำเหลวให้กลายเป็นไอ ผลต่างของความร้อนทั้งสองชนิดนี้ คือ ความร้อนแฝงแห่งการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระเหยที่อุณหภูมินั้น กล่าวโดยสรุปค่าความร้อน(Heating Value) คือปริมาณของพลังงานปลดปล่อยออกของน้ำมันเชื้อเพลิง ซึ่งเผาไหม้อย่างสมบูรณ์ภายใต้กระบวนการ SSSF พร้อมทั้งสาร ที่ได้จากการเผาไหม้กลับคืนสภาวะของปฏิกริยา

$$\text{HEATING VALUE} = h_C \qquad \text{------------(6)}$$

Heating value ขึ้นอยู่กับเฟสของน้ำในสารที่ได้จากการเผาไหม้(Products)

ค่าความร้อนที่ได้เป็น Higher Heating Value (HHV) เมื่อน้ำใน Productsเป็นของเหลว

ค่าความร้อนที่ได้เป็น Lower Heating Value (LHV) เมื่อน้ำใน Products เป็นไอ

มีความสำพันธ์กันดังนี้

$$HHV = LHV + (n\bar{h}_{fg})_{water} \qquad \text{--------------(7)}$$

n คือจำนวลโมลของน้ำใน Products และ $\bar{h}_{fg}$ คือเอนทาลปีในการกลายเป็นไอของน้ำ

เอนทาลปีของการเผาไหม้ที่อุณหภูมิและความดันหนึ่งๆ

$$\bar{h}_c = \sum_{p} n_e(\bar{h}_f^o + \Delta\bar{h}_e) - \sum_{R} n_i\bar{h}_f^o + \Delta\bar{h}_i \qquad \text{------------(8)}$$

การถ่ายเทความร้อนในเครื่องยนต์

การถ่ายเทความร้อนในเครื่องยนต์หมายถึง อัตราการเคลื่อนที่ของความร้อนระหว่างแก๊สร้อนกับผนังห้องเผาไหม้คิดเป็นหน่วยความร้อนต่อหนึ่งหน่วยเวลา การเคลื่อนที่ของความร้อนจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับ

1. ความแตกต่างของอุณหภูมิ
2. พื้นที่กระจายความร้อน
3. ความหนาแน่นของแก๊ส
4. การสื่อทางความร้อน
5. ความจุความร้อน
6. ความเร็วการเคลื่อนที่ของแก๊ส
7. ความเรียบของผิวกระจายความร้อน
8. ลักษณะห้องเผาไหม้

ในรอบหนึ่งๆค่าตัวแปรเหล่านี้เปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ความสัมพันธ์ของตัวแปรเหล่านี้ปัจจุบันยังไม่เป็นที่ทราบแน่นอน

การถ่ายเทความร้อนมี3แบบ คือ การนำความร้อน การพาความร้อน การแผ่รังสี การแผ่รังสีในเครื่องยนต์จะมีน้อย แต่พอจะพบบ้างในเครื่องยนต์ดีเซลในขณะที่เร่งเครื่องหรือขณะใช้งานหนักมักจะมีคาร์บอนอิสระออกมาด้วยอนุภาคของคาร์บอนจะลุกสว่างทำให้เกิดการสูญเสียความร้อนโดยการแผ่รังสีด้วยการหมุนเวียนของแก๊สในห้องเผาไหม้ ซึ่งอาจจะเกิดจากการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บังคับทิศทางเข้าของไอดีหรือเกิดการสร้างห้องเผาไหม้ให้มีพื้นที่บีบ(Squish areas) หรือเกิดจากการบังคับทิศทางเข้าของไอดีหรือเกิดจากการใช้ห้องเผาไหม้รอง (Ante Chambers) ทำให้มีความร้อนสูญ(Heatloss)สูง การน็อคของเครื่องยนต์ก็เป็นอีกเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิด Heat loss การเกิดการน็อคทำให้เกิดคลื่อนความดันในกระบอกสูบ แหวนลูกสูบจะไปครูดกระบอกสูบ ทำให้เกิดความร้อนเพิ่มขึ้นทั้งสองเหตุนี้ถ้าความเร็วลูกสูบเพิ่มขึ้น Heatloss เพิ่มขึ้นเป็นทวีคูณ

เนื่องจากความยุ่งยากของตัวแปรต่างๆที่เกิดขึ้นในขบวนการเผาไหม้จริงๆมีมากและเพื่อที่จะศึกษาคุณสมบัติของเครื่องยนต์ในเรื่องการถ่ายเทความร้อนระหว่างแก๊สร้อนและผนังเผาไหม้พอจะสรุปได้ดังนี้

ปัจจัยการถ่ายเทความร้อนจะเพิ่มขึ้น

1.ความเร็วของแก๊สเพิ่มขึ้น (เป็นปฏิภาคโดยตรงกับ $V^{0.8}$)

2.ความหนาแน่นของแก๊สเพิ่มขึ้น(เป็นปฏิภาคโดยตรงกับ $\rho^{0.8}$)

3.พื้นที่กระจายความร้อนเพิ่มขึ้น(เป็นปฏิภาคโดยตรงกับพื้นที่)

4.อุณหภูมิแตกต่างระหว่างแก๊สกับพื้นผิวผนังห้องเผาไหม้เพิ่มขึ้น(เป็นปฏิภาคโดยตรงกับΔt ยกเว้นในกระบวนการเผาไหม้)ดังนั้นการถ่ายเทความร้อนโดยการพา(Convection)อาจประมาณได้ตามสมการ

$$Q = C \cdot (V^{0.8})(\rho^{0.8}) A \times \Delta t \quad \text{------------(9)}$$

C = ค่าคงที่

จากสมการจะเห็นว่า

1.ถ้าความเร็วของลูกสูบเพิ่มขึ้นความเร็วของแก๊สจะเพิ่มขึ้นด้วย

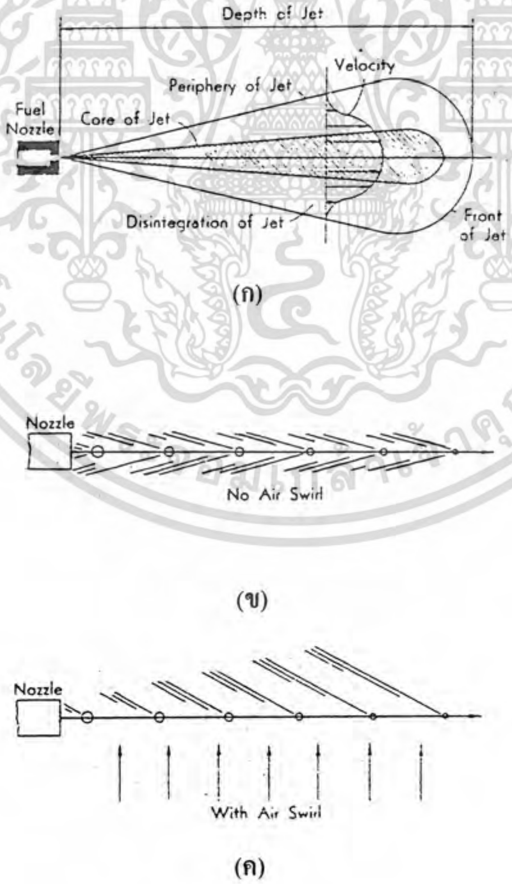
2.ภาระงานของเครื่องหรือการใช้งานเครื่องหนักขึ้น (สำหรับเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยประกายไฟ)ความหนาแน่นของส่วนผสมจะสูงขึ้น

3.ขนาดของเครื่องยนต์เพิ่มขึ้นพื้นที่ผิวการกระจายความร้อนเพิ่มขึ้น ทั้งสามประการนี้จะมีผลกระทบต่อการทำงานของเครื่องยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขบวนการเผาไหม้ของเครื่องยนต์ดีเซล

น้ำมันเชื้อเพลิงที่ออกจากปั๊มหัวฉีด(แรงดันน้ำมันแระมาณ 100-200 กก./ตร.ซม.) จะพุ่งเป็นลำดังแสดงในรูปที่ 1.(ก) ในห้องเผาไหม้จะมีความดันประมาณ 30-40 กก./ตร.ซม. และอุณหภูมิประมาณ 450-550 °C ความร้อนแฝงจากอากาศ(ในห้องเผาไหม้) ที่สัมผัสกับละอองน้ำมันทำให้ละอองน้ำมันกลายเป็นไอ ส่วนอากาศที่ถ่ายความร้อนออกไปแล้วก็จะเย็นลง ทำให้ความร้อนจากอากาศที่อยู่ถัดไปต้องถ่ายเทเข้ามาแทนที่ ความร้อนที่ถ่ายเทกันมาเป็นช่วงๆนี้ ถ้าไม่มากพอที่จะทำให้อุณหภูมิของน้ำมันถึงจุดติดไฟ การเผาไหม้จะไม่เกิดขึ้น น้ำมันที่อยู่ตามผิวรอบนอกของลำน้ำมันจะระเหยออกไป ทำให้แกนเย็นลงและยังคงเป็นของเหลว ความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้น้ำมันที่อยู่ผิวรอบนอกจะทำให้น้ำมันที่อยู่ถัดเข้าไปกลายเป็นไอและเผาไหม้เร็วขึ้น เมื่อการระเบิดเกิดขึ้น การเผาไหม้น้ำมันที่อยู่ถัดเข้าไป กลายเป็นไอและเผาไหม้เร็วขึ้น เมื่อการระเบิดเกิดขึ้น การเผาไหม้จะเสร็จสิ้นเร็วหรือช้าขึ้นอยู่กับ การวิ่งหาออกซิเจนของน้ำมัน เป็นไปไม่ได้เลยที่จะฉีดน้ำมันให้ไหลสม่ำเสมอทั่วทั้งห้องเผาไหม้น้ำมัน



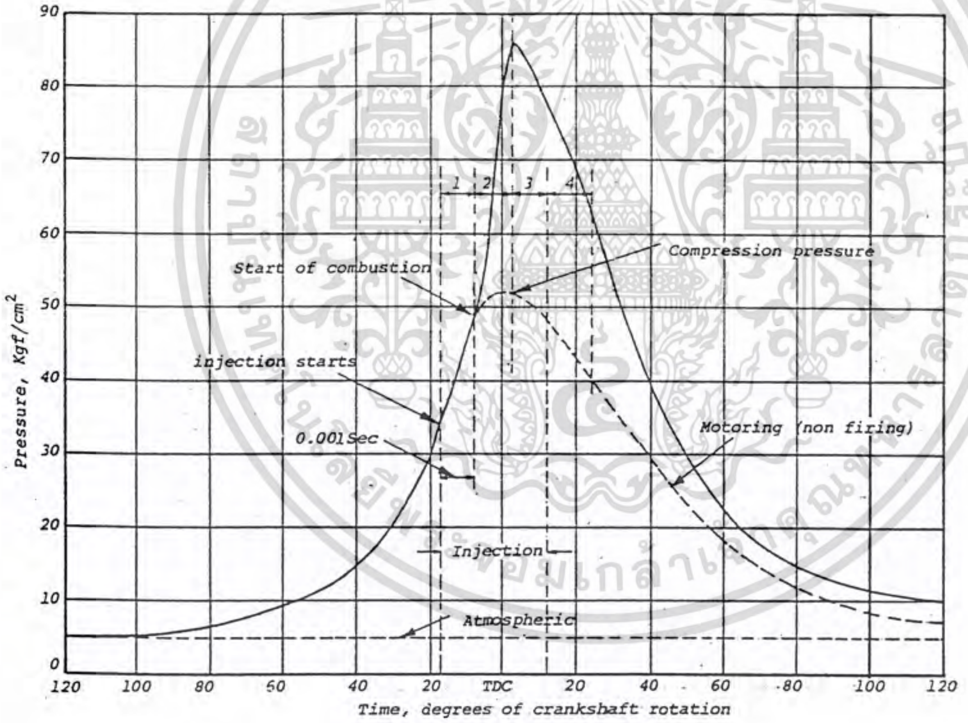
รูปที่ 1 ลำน้ำมันที่ฉีดเข้าไปในห้องเผาไหม้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ฉีดเข้ามาในห้องเผาไหม้บางแห่งก็บาง ถ้าอากาศในห้องเผาไหม้อยู่กับที่จะมีน้ำมันส่วนหนึ่งและก็เป็นส่วนน้อยเท่านั้นที่เผาไหม้ การเคลื่อนที่ของเปลวไฟก็ช้ามาก เพราะควันที่เกิดจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์เป็นตัวกีดขวาง ยิ่งกว่านั้นเปลวไฟจะดับไปเลยก็ได้ ถ้าออกซิเจนบริเวณนั้นไม่เพียงพอ ดังนั้นการเคลื่อนที่ของอากาศในห้องเผาไหม้จึงมีความจำเป็นสำหรับเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยแรงอัด รูปที่ 1.(ข)แสดงให้เห็นถึงน้ำมันที่ฉีดเข้าไปในห้องเผาไหม้ที่ไม่มีการเคลื่อนที่ของอากาศ ส่วนรูปที่ 1.(ค) การเคลื่อยที่ของอากาศจะพาละอองน้ำมันไปให้สัมผัสกับออกซิเจน ในบริเวณอื่นๆนอกจากนี้อากาศยังพาความร้อนไปด้วยทำให้การเผาไหม้เสร็จสิ้นเร็วขึ้น

ขั้นตอนการเผาไหม้

ริคาโด(Ricado)ได้แบ่งการเผาไหม้ในเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยแรงอัดออกเป็น 3 ขั้นตอนดังนี้



รูปที่ 2.ขั้นตอนของการเผาไหม้ในเครื่องยนต์ดีเซล

ตอนที่ 1. ช่วงความล่าช้าแห่งการจุดระเบิด (Ignition Delay Period) นับตั้งแต่ตอนเริ่มฉีดน้ำมันจนถึงจุดที่เส้นความดันทั้งสองแยกกัน (เส้นความดันที่ไม่จุดระเบิด Motoring กับเส้นความดันของน้ำมันกับอากาศที่จุดระเบิด Fering ดูรูปที่ 2.)เป็นตอนที่เตรียมตัวสำหรับการเผาไหม้

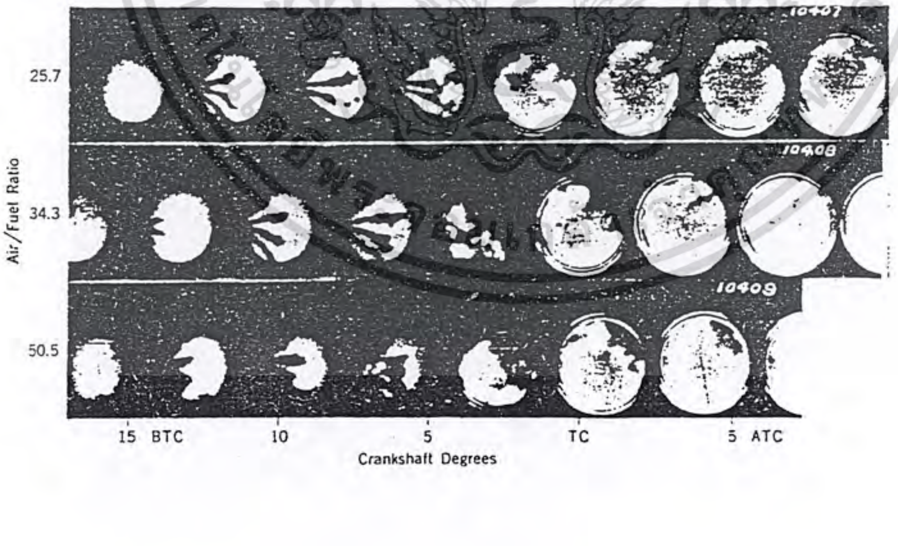
ตอนที่ 2. ช่วงแห่งการเผาไหม้เกิดขึ้นได้อย่างรวดเร็วซึ่งควบคุมไม่ได้(Rapid or Uncontrolled

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

combustion) เป็นตอนที่การเผาไหม้เกิดขึ้นอย่างรุนแรง ความดันถีบตัวขึ้นสูงมาก ละอองน้ำมันที่กระจัดกระจายอยู่ทั่วไปเตรียมพร้อมที่จะเผาไหม้ เมื่อความล่าช้าแห่งการการจุดระเบิดในตอนที่ 1 หมดลง การระเบิดก็เกิดขึ้นการจุดตัวเองของส่วนผสมอาจจะพร้อมกันหรือในเวลาใกล้เคียงกัน ความดันจึงสูงมากในเวลาไล่เลี่ยกัน ความดันจะสูงมากในเวลาอันรวดเร็วตอนที่ 2 นี้ เริ่มนับตั้งแต่สิ้นสุดตอนที่ 1 จนถึงจุดที่มีความดันสูงสุด(ดูรูปที่ 2)

ตอนที่3.ช่วงการเผาไหม้เป็นไปตามปกติ หรือ ช่วงที่ควบคุมการเผาไหม้ได้ (Controlled Combustion)ความดันของแก๊สที่กำลังเผาไหม้เริ่มลดลงเนื่องจากลูกสูบถอยหลังออกหรือปริมาตรในห้อง เผาไหม้เพิ่มขึ้น น้ำมันกับอากาศส่วนมากเผาไหม้ในตอนที่ 2 เกือบหมดแล้ว แต่การเผาไหม้อาจจะยังไม่สมบูรณ์และเผาต่อในตอนนี้ ตอนที่ 3 นี้สิ้นสุดที่อุณหภูมิของวงจรสูงสุด

ตอนที่ 4. การเผาไหม้ตอนท้าย (After-Burning) ตอนที่1-ตอนที่3 เป็นผลงานของริคาโด้ที่ได้เสนอไว้ แต่ขบวนการยังไม่เสร็จสิ้น จึงน่าจะมีตอนที่ 4 ซึ่งเป็นตอนสุดท้ายของขบวนการเผาไหม้ ตอนที่ 4 นี้สิ้นสุดที่การเผาไหม้หยุด ถ้าการกระจายของน้ำมันไม่ดีอุณหภูมิไม่สูงพอ ความดันลด(ในจังหวะระเบิด ลูกสูบถอยหลัง)การเผาไหม้อาจจะหยุดก่อนที่น้ำมันจะหมดก็เป็นไปได้ อย่างไรก็ตาม ขั้นตอนต่างๆเหล่านี้ไม่มีเส้นแบ่งที่แน่นอน ตั้งขึ้นมาเพื่อความสะดวกในการศึกษาเท่านั้น ไม่มีความสำคัญในทางปฏิบัติมากนัก



รูปที่ 3 ภาพถ่ายแสดงการเผาไหม้ในเครื่องยนต์ดีเซล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความล่าช้าในการจุดระเบิด

ความล่าช้าของการจุดระเบิดเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในขั้นตอนที่ 1 เพื่อที่จะช่วยให้เข้าใจในเรื่องนี้ดีขึ้น จึงขอนำเอาเส้นโค้งความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันกับเวลา (pressure time หรือ p-t diagram) มาอธิบายตามรูปที่ 4 ซึ่งได้แยกให้เห็นเฉพาะส่วนของระยะความล่าช้า จะเห็นว่าช่วงระยะความล่าช้านี้เกิดขึ้นเป็นช่วงระหว่างจุด a กับจุด b จุด a เป็นจุดเริ่มต้นที่น้ำมันเชื้อเพลิงเริ่มฉีดออกจากหัวฉีด และจุด b เป็นจุดเริ่มต้นของการสันดาปที่แท้จริง ในช่วงระยะเวลาแห่งความล่าช้าแบ่งออกได้ 2 ส่วนคือ ส่วนที่ 1 จะเป็นช่วงระยะการผสม เป็นช่วงที่ละอองหรือไอของน้ำมันเชื้อเพลิงซึ่งผสมกับอากาศแล้วเตรียมเผาไหม้จริง

เมื่อพิจารณาถึงความล่าช้าซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ส่วนจะเห็นว่า ส่วนที่ 1 นั้นเป็นลักษณะของของความล่าช้าทางฟิสิกส์ เป็นตามความล่าช้าในด้านความต้องการเกี่ยวกับการทำให้เชื้อเพลิงเกิดเป็นละอองเพื่อผสมกับอากาศ ซึ่งจะเป็นผลทำให้ละอองน้ำมันผสมกับอากาศได้ง่าย สำหรับส่วนที่ 2นั้นจัดว่าเป็นความล่าช้าทางเคมี เป็นความล่าช้าที่เกิดขึ้นภายหลังความล่าช้าทางฟิสิกส์ ปฏิกริยาที่เกิดขึ้นระหว่างความล่าช้าทางเคมีคือระยะที่เกิดเปลวไฟลุกไหม้ขึ้นก่อนเนื่องจากปฏิกิริยาทางเคมีระหว่างเชื้อเพลิงกับออกซิเจน อุณหภูมิจะเพิ่มขึ้นระหว่าง 540 °C ถึง 1100°C ต่อจากนั้นจึงเกิดการสันดาปอย่างรวดเร็ว

สาเหตุแห่งความล่าช้า

ความล่าช้าของการจุดระเบิดนี้เป็นสาเหตุที่สำคัญที่สุดอันหนึ่งของการสันดาปของเครื่องยนต์ดีเซลความล่าช้านี้อาจจะแสดงให้เห็นได้ว่ามาเนื่องจากกรณีต่างๆหลายกรณีด้วยกันคือ

1. ความล่าช้าเนื่องจากอุณหภูมิของไอดี(อากาศ) ถ้าอุณหภูมินี้ต่ำมากในขณะฉีดเชื้อเพลิงจะทำให้มีช่วงระยะเวลานานกว่าจะจุดระเบิดได้ ก็จะทำให้เกิดความล่าช้า เช่นที่อุณหภูมิ 300°C อาจะมีความล่าช้าถึงประมาณ 0.10 วินาที แต่เมื่อเพิ่มอุณหภูมิขึ้นประมาณ 500°C ก็จะทำให้ความล่าช้าของการจุดระเบิดลดลงเหลือ 0.0008วินาที

2. กระแสอากาศที่ไหลวนไม่เพียงพอมีส่วนทำให้เกิดความล่าช้าของการจุดระเบิด ความล่าช้าจะลดลงเมื่อมีการไหลวนของอากาศเข้ากระบอกสูบเพิ่มขึ้น

3.ความเร็วรอบของเครื่องยนต์เพิ่มขึ้นทำให้ความล่าช้าลดลง เช่นความล่าช้าเกิดขึ้น 0.0017 วินาทีที่ความที่ความเร็ว 500 รอบต่อนาที แต่ถ้าเพิ่มความเร็วรอบเป็น 2000 รอบต่อนาที ความล่าช้าอาจเหลือเพียง 0.0009วินาที ข้อนี้มีผลเกี่ยวเนื่องกับการไหลวนของอากาศในห้องสันดาปเพราะเมื่อความเร็วรอบเพิ่มมากขึ้นอัตราการไหลวนของอากาศย่อมเพิ่มขึ้นด้วย

4. ถ้าฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงล่วงหน้ามากเกินไปก็จะทำให้เกิดความล่าช้ามากขึ้น เพราะอุณหภูมิของอากาศที่อัดอยู่ในกระบอกสูบยังต่ำอยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ความล่าช้ายังขึ้นอยู่กับรูปร่างของห้องสันดาปและชนิดของหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ ดังนั้นการ ออกแบบที่ต่างกันความล่าช้าที่เกิดขึ้นก็ต่างกันด้วย

6. อุณหภูมิของสารระบายความร้อน อุณหภูมิของสารระบายความร้อนหรือน้ำระบายความร้อนนี้มีผลต่อการถ่ายเทความร้อนของห้องสันดาปซึ่งจะมีผลต่อไปถึงอุณหภูมิของอากาศในห้องสันดาป ถ้าอุณหภูมิ ต่ำก็ง่ายต่อการที่จะเกิดความล่าช้าของการจุดระเบิดมาก

นอกจากนี้อาจมีสาเหตุอื่นที่มีผลต่อความล่าช้า เช่นภาระของเครื่อง แรงดันอากาศที่บรรจุเข้ากระบอกสูบ อัตราส่วนการอัด ตลอดจนชนิดของน้ำมันเชื้อเพลิงและค่าซีเทน(cetane) ของน้ำมัน ความล่าช้าลดลงได้เมื่อภาระแรงดันและอัตราส่วนการอัดเหล่านั้นเพิ่มขึ้น

การลดกความล่าช้าของการจุดระเบิด

เมื่อได้ทราบถึงสาเหตุที่ทำให้เกิดความล่าช้าของการจุดระเบิดแล้วโดยสังเขป เราอาจจะใช้หลักการลดความล่าช้าของการจุดระเบิดให้น้อยลงได้กล่าวคือ

1. ใช้การเพิ่มกระแสอากาศไหลวน ความล่าช้าของการจุดระเบิดอาจจะลดลงได้ ด้วยการทำให้เกิดการหมุนเวียนของกระแสอากาศ ลักษณะห้องสันดาปที่เป็นทรงกลมจะช่วยให้เกิดการหมุนวนซึ่งมีผลทำให้การคลุกเคล้ากับเชื้อเพลิงได้ทั่วถึง

2. ใช้การเพิ่มกำลังอัด การเพิ่มความดันหรืออัตราส่วนการอัด จะช่วยลดความล่าช้าของการจุดระเบิดและยังมีส่วนทำให้ประสิทธิภาพทางความร้อนเพิ่มขึ้น ข้อที่น่าสังเกตคือแรงดันเพิ่มขึ้นด้วยอัตราส่วนความอัด แต่เมื่ออัตราส่วนความอัดสูงกระบอกสูบและส่วนประกอบลูกสูบ ก้านสูบ และเพลาข้อเหวี่ยงก็ต้องสร้างให้แข็งแรงเป็นพิเศษเพื่อให้คงทนต่อแรงดันสูงๆ

3.การใช้ซุปเปอร์ชาร์จ ด้วยการใช้ซุปเปอร์ชาร์จจะทำให้อากาศที่บรรจุเข้าสูบมีแรงดันสูงกว่าแรงดันปกติ ด้วยวิธีนี้จะช่วยลดความล่าช้าของการจุดระเบิดลงได้

4.ใช้เชื้อเพลิงที่เหมาะสม ด้วยการเลือกใช้เชื้อเพลิงที่ดีมีธาตุประกอบที่เหมาะสม ก็จะช่วยลดความล่าช้าของการจุดระเบิดของเชื้อเพลิงได้อีกเช่นกัน

5.การรักษาหรือควบคุมอุณหภูมิของการระบายความร้อน จะช่วยลดความล่าช้าของการจุดระเบิดลงได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนประกอบต่างๆของเครื่องยนต์ดีเซล

ส่วนประกอบของเครื่องยนต์ดีเซลสามารถแบ่งแยกได้ 2 ประเภทคือ

1.ชิ้นส่วนเคลื่อนที่

2.ชิ้นส่วนอยู่กับที่

1.ชิ้นส่วนเคลื่อนที่(Moving part)จะมีการเคลื่อนที่ใน 2 ลักษณะคือเคลื่อนที่ในลักษณะที่ขึ้นลงสลับกัน (Reciprocating parts) และการเคลื่อนที่อีกลักษณะหนึ่ง คือ เคลื่อนที่ในลักษณะการหมุน (Rotating parts)

ลูกสูบ

ลูกสูบ(piston)เป็นชิ้นส่วนเคลื่อนที่ที่เคลื่อนที่ในลักษณะขึ้นลง ลูกสูบแบ่งได้เป็น 2 แบบคือ

1. ลูกสูบสำหรับเครื่องยนต์ทำงานทางเดียว(single acting)คือลูกสูบแบบธรรมดาที่พบเห็นทั่วๆไป ลูกสูบชนิดนี้เรียกว่าลูกสูบแบบธรรมดา(trunk piston)

2. ลูกสูบสำหรับเครื่องยนต์ทำงาน 2 ทาง(duble acting) ลูกสูบชนิดนี้จะมีน้ำหรือน้ำมันมาช่วยหล่อเย็น เพราะมีการเผาไหม้ทั้งด้านล่างและด้านบน ทำให้มีความร้อนสูง จึงจำเป็นต้องให้การหล่อเย็นลูกสูบ ลูกสูบชนิดนี้เรียกว่าลูกสูบแบบมีช่องระบายความร้อน(barrel piston)

เนื่องจากลูกสูบต้องรับแรงกระแทก (shock load)และแรงจากการเสียดสีหรือเบียดด้านข้าง (side thust)ดังนั้นลูกสูบจะต้องมีคุณสมบัติทนต่อการบิดงอ และทนต่อการสึกหรอได้ดี

ลูกสูบมีส่วนประกอบต่างๆดังต่อไปนี้คือ

ช่องว่างลูกสูบ (piston clearance) โดยทั่วไปในลูกสูบจะให้มีความแตกต่างระหว่างความโตของกระบอกสูบกับลูกสูบ(clearance) อย่างน้อยที่สุด 0.0127 มิลลิเมตร ระหว่างส่วนล่างของลูกสูบกับปลอกสูบเหล็กหล่อซึ่งโตไม่เกิน11.4 มิลลิเมตร ส่วนบนของลูกสูบจะเรียวลงเมื่อได้รับความร้อนถึงอุณหภูมิใช้งานจนเท่ากับส่วนล่าง ลูกสูบอลูมิเนียมจะมีช่องว่างเป็น 2 เท่าของเหล็กหล่อ

สลักลูกสูบ(piston pin)เป็นตัวเชื่อมระหว่างลูกสูบและก้านสูบ ที่นิยมใช้ในปัจจุบัน ได้แก่

1.แบบกึ่งลอยตัว(semi floating)คือสลักก้านสูบจะถูกยึดติดไว้ตายตัวกับก้านสูบโดยมีน้อตยึดติดไว้ ส่วนด้านที่ติดอยู่กับลูกสูบจะปล่อยให้ลอยตัว เช่น เครื่องยนต์จิ๊ป หรืออาจยึดติดตายที่ตัวลูกสูบแล้วปล่อยให้ด้านที่ก้านสูบลอยตัว

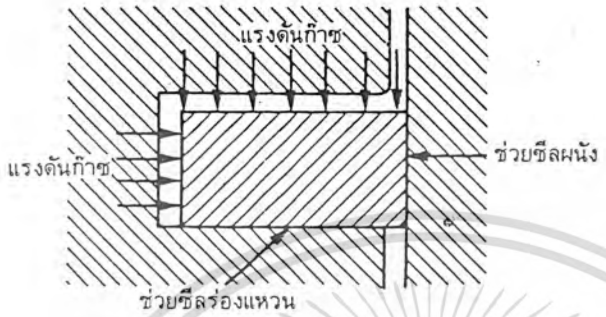
2.แบบลอยตัวเต็มที่(fullfloating) ซึ่งจะลอยตัวทั้งด้าน ก้านสูบ โดยมีบุช ก้านสูบ และลอยตัวที่ลูกสูบด้วย เป็นที่นิยมกันมากในเครื่องยนต์แก๊สโซลีนและเครื่องยนต์ดีเซลรอบสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แหวนลูกสูบ (Piston Ring)

แหวนลูกสูบมีหลายแบบ แต่มีหน้าที่หลักๆ 2 อย่างคือ

1. ทำหน้าที่กันก๊าซรั่วจากห้องเผาไหม้
2. มีหน้าที่กวาดน้ำมันที่เคลือบผิวกระบอกสูบให้ลงไปยังอ่างน้ำมันเครื่อง



รูปที่ 1 สภาพแหวนอัดขณะทำงาน

โดยทั่วไปในลูกสูบหนึ่งลูกจะมีแหวนลูกสูบอย่างน้อย2 ตัวได้แก่ แหวนอัด และแหวนน้ำมัน ซึ่งอยู่ส่วนบนของลูกสูบ ทำหน้าที่กันมิให้ก๊าซรั่ว

แหวนอัด(compression ring) แหวนอัดมีหลายแบบ โดยทั่วไปจะเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ผิวหน้าเรียบเป็นมันเพื่อให้สัมผัสกับกระบอกสูบได้ดีขึ้น มุมเอียงต่างๆ จะมีผลต่อการอัดและกวาดน้ำมัน ดังนั้นการใส่แหวนเข้ากับลูกสูบ จึงจำเป็นต้องใส่ตามคู่มือแหวนลูกสูบนั้นๆ

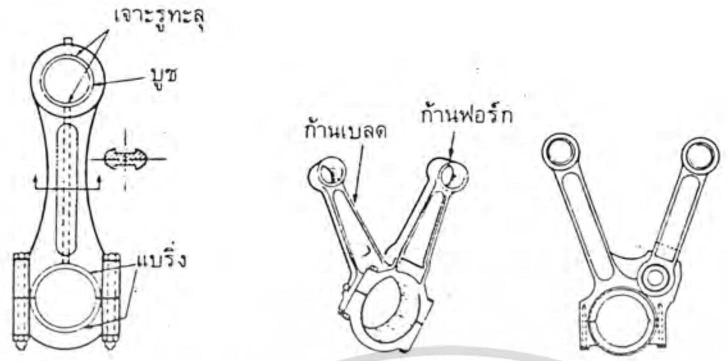
แหวนกวาดน้ำมัน แหวนกวาดน้ำมันผิวหน้าแคบ เพื่อให้มีแรงกดกับผนังกระบอกสูบได้ดี ส่วนขอบล่างเว้าเข้าเพื่อให้ขอบกวาดน้ำมันลงด้านล่าง แหวนกวาดน้ำมันแบบบางมีขอบกวาดน้ำมันขอบเดียว แต่โดยทั่วไปขอบกวาดน้ำมันแคบๆ2ขอบในร่องแหวนลูกสูบที่ตัวลูกสูบเจาะรูระบายน้ำมันตลอดแนว โดยเจาะได้หลายๆรูทะลุเข้าไปข้างในด้านในขอบลูกสูบ น้ำมันที่กวาดลงมาก็จะไหลลงทางรูที่เจาะไว้อย่างรวดเร็วถ้าหากไม่มีรูน้ำมันไหลลงน้ำมันส่วนนี้จะทำให้เกิดแรงดันต้านแรงดันแหวนให้ถอยกลับไปอยู่ในร่องแหวนด้านในซึ่งจะทำให้การกวาดน้ำมันไม่มีผล ทำให้สิ้นเปลืองน้ำมันเครื่องและไอเสียจะมีควันมากเพราะน้ำมันเครื่องถูกเผาไปกับไอเสีย

ก้านสูบ(Connecting rod)

ก้านสูบ ของเครื่องยนต์ดีเซลทำด้วยโลหะผสมเหล็กเหนียวชนิดทนแรงได้สูงแล้วเผาอัดกระแทก(drop forged)ให้ได้รูปตามต้องการแล้วเจาะรูไว้ภายในจากปลายล่างถึงปลายบนเพื่อให้น้ำมันหล่อลื่นซึมไปยังสลักลูกสูบ ลำตัวก้านสูบจะทำรูปร่างหน้าตัดเหมือนตัวอักษร **H** เพื่อต้องการความแข็งแรงมากที่สุดโดยให้มีน้ำหนักน้อยที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2 ก้านสูบแบบต่างๆ

ก้านสูบโดยทั่วไปมีหลายแบบ ซึ่งใช้ตามขนาดการใช้งาน ดังต่อไปนี้

1.ก้านสูบแบบธรรมดา

2.ก้านสูบรูปตัววี (V-fork and blade)

3.ก้านสูบรูปตัววี(V-articulate)

4.ก้านสูบสำหรับเครื่องยนต์ชนิดทำงาน 2 ทาง(double acting)

ก้านสูบเครื่องดีเซลขนาดใหญ่ และขนาดกลางจะสร้างเป็นแบบปรับความโตของแบริ่งได้ ก้านสูบเครื่องยนต์ชนิดทำงาน2ทาง จะมีปลายมนเป็นรูปส้อมสองขาและมีสลักปลายบน(wrist pin)ติดขวางอยู่ระหว่างขาทั้งสอง สลักนี้แกว่งตัวอยู่ในแบริ่งของเหล็กไสสะพาน(crosshead)

เพลาข้อเหวี่ยง เพลาข้อเหวี่ยงเป็นส่วนสำคัญที่สุดของเครื่องยนต์ การผลิตเพลาข้อเหวี่ยงขนาดเล็กใช้การเผาอัดกระแทก(drop forged)ส่วนเพลาข้อเหวี่ยงขนาดใหญ่ เครื่องหมุนช้าจะสมดุล(balance)เพลาขนาดใหญ่ เครื่องหมุนช้าขณะนิ่ง(static balance) เพลาของเครื่องหมุนเร็วจะสมดุลขณะหมุน(dynamic balance)โดยใช้เครื่องสมดุลของเพลาข้อเหวี่ยงโดยเฉพาะ

ล้อช่วยแรง(Fly wheel)

ล้อช่วยแรง เป็นส่วนที่สำคัญต่อเครื่องยนต์ ช่วยทำให้เครื่องยนต์หมุนได้สม่ำเสมอ ในเครื่องยนต์รอบช้าจะมีล้อช่วยแรงขนาดใหญ่กว่าเครื่องที่มีความเร็วสูงขนาดแรงม้าเท่ากัน เพราะต้องใช้ล้อช่วยตุนกำลัง หรือแรงจากการระเบิดมาผลักให้ลูกสูบเลื่อนขึ้นในจังหวะอัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้าที่ของล้อช่วยแรง

1.รักษาการเปลี่ยนแปลงความเร็วที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงให้อยู่ในขอบเขต

2.จำกัดการเปลี่ยนแปลงความเร็วชั่วขณะระหว่างการเปลี่ยนโหลดโดยกระทันหัน

3.พาลูกสูบเลื่อนขึ้นขณะอัด

4.ช่วยให้เครื่องยนต์มีความเร็วพอขณะสตาร์ต

5.ในกรณีที่เดินเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับขนานกับล้อช่วยแรงจะช่วยรักษามุมล่วงหน้า(angular advance) หรือมุมคล้อยหลัง(angular retatdation)ให้อยู่ในขอบเขตที่ต้องการได้เมื่อเปรียบเทียบกับ angular speed ที่สม่ำเสมอจริงๆ

2.ชิ้นส่วนอยู่กับที่

เสื้อสูบและอ่างน้ำมันเครื่อง(cylinder block and crank case)

เสื้อสูบจะมีโครงสร้างเป็นเหล็กหล่อ บางเครื่องอาจสร้างให้เสื้อสูบและอ่างเครื่องติดเป็นชุดเดียวกัน แต่ส่วนใหญ่จะแยกกันแล้วยึดติดกัน ส่วนวัสดุที่ใช้ทำอาจจะเหมือนกันหรือต่างกันก็ได้คือบางเครื่องสร้างอ่างเครื่องเป็นเหล็กหล่อเหมือนเสื้อสูบเครื่องขนาดกลางมักจะสร้างด้วยเหล็กเหนียวอัดขึ้นรูป เครื่องขนาดใหญ่จะสร้างอ่างเครื่องเป็นเหล็กหล่อหรืออะลูมิเนียมผสม (cast aluminium alloy)

ปลอกสูบ(liner)

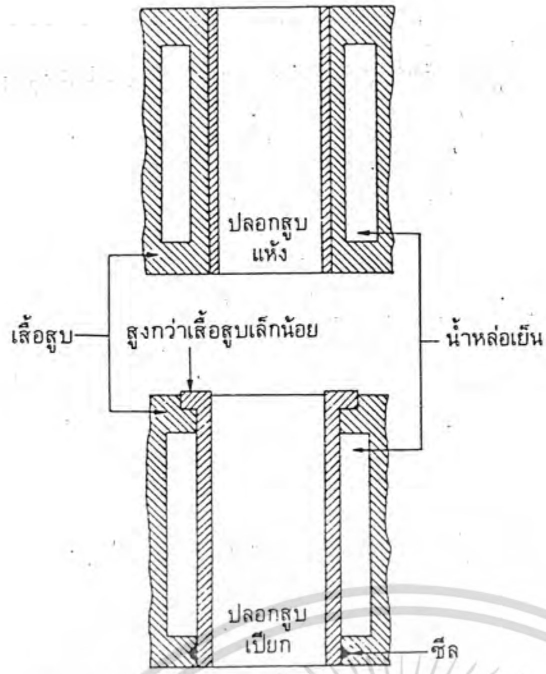
ในเครื่องยนต์ขนาดเล็กกระบอกสูบจะเป็นชิ้นเดียวกับเสื้อสูบ แต่สำหรับเครื่องยนต์ดีเซลขนาดใหญ่และขนาดกลาง จะสร้างกระบอกสูบแยกต่างหากจากเสื้อสูบ แล้วนำมาสวมเข้าด้วยกันเรียกว่า ปลอกสูบ

ปลอกสูบมี 2 แบบ คือ

1.ปลอกสูบแบบแห้ง(dry liner) จะมีโครงสร้างให้มีความโตภายนอกพอดีกับความโตภายในของกระบอกที่เสื้อสูบ บางครั้งอาจเคลือบผิวภายนอกของปลอกสูบด้วยทองแดง เพื่อให้แนบสนิทกับกระบอกเสื้อสูบ และง่ายต่อการใส่และถอด ปลอกสูบแบบนี้จะไม่สัมผัสกับน้ำหล่อเย็นจึงไม่ต้องมีซีล(seal)ดังนั้นปลอกสูบแบบนี้จึงไม่มีปัญหาน้ำรั่วระหว่างปลอกสูบกับเสื้อสูบ

2.ปลอกสูบแบบเปียก(wet liner) ปลอกสูบแบบนี้จะสวมลงไปในกระบอกเสื้อสูบโดยที่น้ำหล่อเย็นจะสัมผัสกับปลอกสูบโดยตรง ทำให้ต้องมีอุปกรณ์กันน้ำรั่วได้แก่ซีล(seal) หรือประเก็นหรือชิม(shim)มาช่วยป้องกันการรั่วซึมของน้ำหล่อเย็นไปยังอ่างน้ำมันเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.ปลอกสูบแบบแห้งและเปียก

ฝาสูบ(cylinder head)

ฝาสูบจะทำหน้าที่ปิดกระบอกสูบไว้ให้แน่นเพื่อกันมิให้ ก๊าซที่เกิดจากการเผาไหม้รั่วออกได้โดยมีวัสดุอ่อนตัวอยู่ระหว่างฝาสูบกับเสื้อสูบ คือประเก็นฝาสูบ

อ่างน้ำมันเครื่อง

อ่างน้ำมันเครื่องเป็นชิ้นส่วนประเภทติดตั้งกับอีกชิ้นส่วนหนึ่งซึ่งจำเป็นและสำคัญอย่างยิ่ง เพราะเป็นที่กักเก็บน้ำมันหล่อลื่นเพื่อใช้ในการหล่อลื่นส่วนต่างๆของเครื่อง อ่างน้ำมันเครื่องยังเป็นส่วนหนึ่งของห้องข้อเหวี่ยง เป็นที่ที่รองรับติดตั้งชิ้นส่วนที่จำเป็นบางอย่าง เช่น ปั๊มน้ำมันเครื่อง ตัวกรองหยาบ

ท่อร่วมไอดีไอเสีย

ท่อร่วมแยกออกได้เป็นท่อร่วมไอดีกับท่อร่วมไอเสีย เป็นท่อทางเดินของก๊าซไอดีและก๊าซไอเสีย ท่อร่วมไอดีจะต่ออยู่กับช่องลิ้นไอดี สำหรับเครื่องยนต์ดีเซลท่อร่วมไอดีคือท่อร่วมทางเดินของอากาศจากหม้อกรองอากาศ แล้วผ่านแยกไปตามช่องลิ้นของสูบต่างๆ ส่วนท่อร่วมไอเสียคือท่อรวมทางเดินของไอเสียที่คายออกจากสูบต่างๆ เพื่อปล่อยทิ้งไป ท่อร่วมไอเสียนี้จะต้องอยู่ระหว่างช่องลิ้นไอเสียกับท่อไอเสีย

ท่อร่วมทั้ง2นี้จะติดตั้งยึดอยู่กับช่องลิ้นจะต้องมีประเก็นคั่นประเก็นท่อร่วมไอเสียจะต้องทำด้วยวัสดุทนไฟ สามารถทนความร้อนของไอเสียได้ ส่วนมากจะทำด้วยแอสเบสทอสหุ้มด้วยโลหะซึ่งไม่เหมือนกับประเก็นของท่อร่วมไอดีซึ่งมักจะเป็นพวกไฟเบอร์หรือวัสดุทนน้ำมันคล้ายกระดาษอัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำมันดีเซล

น้ำมันดีเซล (diesel fuel) เป็นผลิตภัณฑ์ชนิดหนึ่งที่ได้จากการกลั่นน้ำมันดิบ แต่จะมีช่วงจุดเดือดและความข้นใสสูงกว่าน้ำมันเบนซิน เนื่องจากเครื่องยนต์ดีเซลเป็นเครื่องยนต์ที่มีมูลฐานการทำงานแตกต่างจากเครื่องยนต์เบนซิน การจุดระเบิดของเครื่องยนต์ดีเซลใช้ความร้อนที่เกิดจากการอัดอากาศอย่างมากภายในกระบอกสูบ แล้วฉีดเชื้อเพลิงเข้าไปเพื่อทำการเผาไหม้ ไม่ใช่เป็นการจุดระเบิดจากหัวเทียนเหมือนในเครื่องยนต์เบนซิน เครื่องยนต์ดีเซลในสมัยแรกๆ นั้นมีขนาดใหญ่โตมาก เพราะต้องการให้ทนกับความร้อนและแรงอัดสูงๆ ได้ต่อมาได้มีการพัฒนาสร้างเครื่องยนต์ให้มีขนาดเล็กลงแต่มีประสิทธิภาพ ดังนั้นจึงต้องมีการปรับปรุงคุณภาพของน้ำมันดีเซลให้เหมาะสมกับเครื่องยนต์ที่ใช้กับงานนั้นๆ

ชนิดของน้ำมันดีเซล ดังได้กล่าวมาแล้วว่าเครื่องยนต์ดีเซลสามารถนำไปใช้งานได้หลายด้าน จึงมีการปรับปรุงคุณภาพของน้ำมันดีเซลแต่ละชนิดให้เหมาะสมกับการใช้งานจริงๆ สำหรับในบางประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกา ก็ได้แบ่งชนิดของน้ำมันดีเซลไว้หลายชนิด และก็มีหลายสถาบันที่ทำงานเกี่ยวข้องกับด้านเชื้อเพลิงหรืองานด้านอุตสาหกรรมได้กำหนดชนิดของน้ำมันดีเซลไว้หลายชนิด

เช่น **1. ASTM** ได้แบ่งเกรดของน้ำมันดีเซลออกเป็น 3ชนิดคือ

น้ำมันดีเซล No. 1-d

น้ำมันดีเซล No. 2-d

น้ำมันดีเซล No. 4-d

2. FS (Federal Specification) ได้แบ่งเกรดน้ำมันดีเซลออกเป็น 4 ชนิดคือ

DF -A (arctic)

DF -1 (winter)

DF -2 (regular)

DF -4 (heavy)

3. USBM ได้แบ่งน้ำมันดีเซลออกเป็น 4 เกรดคือ

เกรด 1 ใช้สำหรับรถโดยสาร หรือรถและเครื่องยนต์ประเภทเดียวกับรถโดยสาร

เกรด 2 ใช้สำหรับรถบรรทุก รถแทร็กเตอร์ หรือเครื่องยนต์ประเภทนี้ทั่วไป

เกรด 3 ใช้สำหรับรถไฟที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล

เกรด 4 ใช้สำหรับเรือเดินทะเล หรือสำหรับโรงผลิตไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับน้ำมันดีเซลที่ใช้อยู่ในประเทศไทยมีอยู่ 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ

- น้ำมันดีเซลสำหรับเครื่องรอบเร็ว (automotive diesel oil)
- น้ำมันดีเซลสำหรับเครื่องรอบช้า (industrial diesel oil)

น้ำมันดีเซลมีสีเหลืองอ่อนในตัวเองโดยธรรมชาติ แสตนดีเซลหรือ IDO (standiesel หรือ Esso industrial diesel oil ; IDO) บางครั้งเรียกว่า น้ำมันขี้โล้ สำหรับเครื่องยนต์ดีเซลรอยช้าและปานกลางซึ่งนิยมใช้ในงานอุตสาหกรรมและเรือขนาดใหญ่ หรือใช้เผาไหม้ให้ความร้อนก็ได้เหมือนกัน น้ำมันชนิดนี้มีสีเข้มกว่าชนิด ADO เป็นต้น

คุณสมบัติที่สำคัญของน้ำมันดีเซล คุณสมบัติที่สำคัญที่ควรคำนึงถึงของน้ำมันดีเซลมีดังนี้คือ

1. การติดไฟ (ignition quality) คุณสมบัติในการติดไฟของน้ำมันดีเซล จะแสดงถึงความสามารถในการติดเครื่องยนต์ได้เร็วเมื่อเครื่องยนต์มีอุณหภูมิต่ำ การป้องกันการน็อกในเครื่องยนต์ระหว่างการเผาไหม้เชื้อเพลิงภายในกระบอกสูบ การเผาไหม้อย่างรวดเร็ว และมีประสิทธิภาพการเผาไหม้สูง คุณสมบัติต่างๆ เหล่านี้อาจแสดงออกมาเป็นค่าดัชนีซีเทนหรือค่าจากซีเทนนัมเบอร์ (cetane number)

2. ความสะอาด (cleanliness) เป็นคุณสมบัติที่สำคัญ น้ำมันดีเซลจะต้องมีความสะอาดทั้งก่อนและหลังการเผาไหม้ เช่น จะต้องมีตะกอน น้ำ กากถ่าน หรือเขม่าน้อยที่สุดที่จะทำได้สำหรับน้ำมันดีเซลเนื่องจากระบบเครื่องยนต์ดีเซลจะต้องใช้ปั๊มและหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงในการเผาไหม้

3. การกระจายเป็นฝอย (fluidity-automization) คุณสมบัติอันนี้อยู่ที่ความหนืดหรือความข้นใสของน้ำมันดีเซล ความหนืดที่พอเหมาะจะทำให้การกระจายเป็นฝอยได้ดี ในขณะที่หัวฉีดได้ฉีดน้ำมันในช่วงเริ่มการเผาไหม้ และความหนืดของน้ำมันดีเซลมีผลต่อระบบปั๊มของน้ำมันเชื้อเพลิงด้วย เพราะน้ำมันจะทำหน้าที่หล่อลื่นลูกสูบปั๊ม (plunger) ไปในตัวด้วย

4. การระเหยตัว (volatility) ความสามารถในการระเหยตัวของน้ำมันจะมีผลต่อจุดเดือด (boiling point) จุดวาบไฟ (flash point) และจุดติดไฟ (fire point) ของน้ำมันดีเซลด้วยช่วงจุดเดือดของน้ำมันดีเซลทั่วไปมีค่าประมาณ 250-340 องศาฟาเรนไฮต์ (121-171 องศาเซลเซียส)

5. อัตราซีเทน (cetane number) จะแสดงค่าออกมาเป็นตัวเลขหรือที่เรียกว่า ซีเทนนัมเบอร์ (CN)ซีเทนนัมเบอร์หรือดัชนีซีเทนคือ ค่าที่ใช้วัดคุณภาพของน้ำมันดีเซลในด้านของคุณสมบัติในการติดไฟ ค่าซีเทนนัมเบอร์ควรให้สูงพอกับความเร็วรอบของเครื่องยนต์ ซึ่งจะทำให้การติดเครื่องยนต์ง่าย ไม่เกิดการน๊อกในเครื่องยนต์ และเป็นการประหยัดการใช้เชื้อเพลิงด้วย

น้ำมันเชื้อเพลิงที่ฉีดเข้าไปในห้องเผาไหม้ของเครื่องยนต์ดีเซลนั้น ต้องใช้เวลาเล็กน้อยในการระเหยและผสมกับอากาศในห้องเผาไหม้ก่อนเกิดการลุกไหม้ด้วยตัวเอง ช่วงเวลานี้เรียกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ignition delay ทำให้ในช่วงนี้มีการสะสมของน้ำมันเชื้อเพลิงในห้องเผาไหม้ เมื่อเกิดการลุกไหม้จึงมีการเผาไหม้อย่างรุนแรงทำให้การเผาไหม้ไม่มีประสิทธิภาพ ดังนั้นจึงต้องหาวิธีลดช่วงignition delay ให้เหลือน้อยที่สุด ซึ่งกระทำได้โดยการเลือกความดันของหัวฉีดน้ำมันและการออกแบบห้องเผาไหม้ที่เหมาะสม และสิ่งสำคัญคือคุณภาพ ของน้ำมันดีเซล

ค่าซีเทนของน้ำมันดีเซลหมุนเร็วคือตัวเลขที่บอกถึง ignition delay ของน้ำมันที่ได้จากการทดสอบจากเครื่องยนต์ทดสอบมาตรฐาน CRF และหลังจากปี พ.ศ. 2505 เป็นต้นมา ได้มีการใช้เฮปตาเมทิลโนเนน (heptamethylnonane) เป็นมาตรฐานแทนแอลฟาเมทิลแนพธาลีน (ซึ่งลุกติดไฟยาก มีค่าซีเทนเป็น 0) และตั้งให้เฮปตาเมทิลโนเนนมีค่าซีเทนเป็น 15 การหาค่าซีเทนของน้ำมันดีเซลนั่นใช้การเปรียบเทียบ ignition delay ของน้ำมันตัวอย่างที่ต้องการหาค่าซีเทนกับน้ำมันมาตรฐาน ASTM D613 หรือ IP41

ค่าซีเทนก็คือ ตัวเลขจำนวนเต็มที่คำนวณจากอัตราส่วนผสมเป็นเปอร์เซ็นต์โดยปริมาตรของนอร์มัลซีเทนกับเฮปตาเมทิลโนเนนที่มีคุณสมบัติการติดไฟเทียบเท่ากับน้ำมันตัวอย่างที่ต้องการหาค่าซีเทน โดยใช้เครื่องทดสอบมาตรฐาน การคำนาณนั้นใช้สมการที่ 1 โดยแทนค่าเปอร์เซ็นต์ส่วนผสมละเอียดถึงทศนิยมตำแหน่งที่หนึ่งดังนี้

ค่าซีเทน = % ของนอร์มัลซีเทน + 0.15 (% ของเฮปตาเมทิลโนเนน) ....(1)

หากค่า ignition delay สั้น ค่าซีเทนของน้ำมันดีเซลยิ่งสูง จะทำให้การควบคุมการเผาไหม้ทำได้ดีขึ้น เป็นผลทำให้ประสิทธิภาพของเครื่องยนต์เพิ่มขึ้น

6. ดัชนีดีเซล (diesel index; DI) ในการหาค่าซีเทนของน้ำมันดีเซลโดยวิธีเดินเครื่องยนต์มาตรฐานนั่นทำให้สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายมาก ในการนี้อาจจะหาค่าซีเทนของน้ำมันดีเซลโดยวิธีที่ง่ายกว่า แล้วนำผลที่ได้ไปเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานที่มีอยู่แล้ว และค่าที่ได้ก็นับว่าเป็นค่าที่ใกล้เคียงกับความจริง

การทดสอบดังกล่าวมี 3 วิธีคือ

1. ดัชนีดีเซล (diesel index; DI)
2. ค่าคำนาณดัชนีซีเทน (calculated cetane index; CCI)
3. หาจากโนโมกราฟ (nomograph)

ดัชนีดีเซลสามารถหาได้จากสมการที่ 5.3 คือ

$$DI = AG/100$$

เมื่อ A คือจุดอะนิลีน (aniline point; F)

G คือความถ่วง API ที่อุณหภูมิ 15 C (60 F)

ความสัมพันธ์ระหว่างค่าซีเทนกับค่าดัชนีซีเทน สามารถเปรียบเทียบกันได้ดังตารางที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าซีเทนกับดัชนีซีเทน

ค่าซีเทน	ดัชนีซีเทน
30	26
35	34
40	42
45	49
50	56
55	64
60	72

7. จุดอะนิลีน (aniline point) คืออุณหภูมิต่ำสุดทีสารอะนิลีนและตัวอย่างน้ำมันที่มีปริมาณเท่ากันรวมตัวกันได้หมด การหาจุดอะนิลีนทำได้โดยเอาอะนิลีนกับตัวอย่างน้ำมันดีเซลใส่ในหลอดทดลองแล้วกวนให้เข้ากัน เพิ่มความร้อนจนละลายเข้าเป็นเนื้อเดียวกัน แล้วให้ความเย็นตามอัตราที่กำหนดจนสารแยกตัวออกจากกัน จุดที่แยกตัวนี้คือ จุดอะนิลีน ผลิตภัณฑ์ที่มีจุดอะนีลีนสูงจะมีสารอะโรแมติกและแนพธีนน้อยโดยทั่วไปสารอะโรแมติกจะทำให้ยางพอง พวกพาราฟินจะมีจุดอะนิลีนสูง ส่วนโอลิฟินจะมีจุดอะนิลีนปานกลาง อะนิลีนคือสารอินทรีย์ที่มีสูตรทางเคมี $C_6H_5NH_2$ มีลักษณะเป็นของเหลวใสไม่มีสี คล้ายน้ำมันใสๆ
(ถ้าถูกแสงจะกลายเป็นสีน้ำตาล) เป็นพิษ ใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับทำผลิตภัณฑ์เคมีต่างๆ อย่างไรก็ตามการใช้ดัชนีดีเซลในการประมาณหาค่าซีเทนของน้ำมันดีเซลหมุนเร็วนั้น ไม่นิยมทำกันต่อไปอีกแล้ว เนื่องจากเกิดความผิดพลาดได้มากกว่า

8. ค่าดัชนีซีเทน (cetane index) จะแสดงคุณภาพในการติดไฟของน้ำมันดีเซล หาได้จากค่าความถ่วง API แ ละอุณหภูมิของการกลั่นที่ 50 เปอร์เซ็นต์ หรือจุดกลางของการเดือด (mid . boiling point) ค่าทั้งสองนี้จะหาได้จากสมการที่ 2

$$CCI = 97.833(\log T) + 2.2088(G)(\log T) + 0.01247(G)^2 + 423.51(\log T) + 4.7808(G) + 419.59 \text{-----}(2)$$

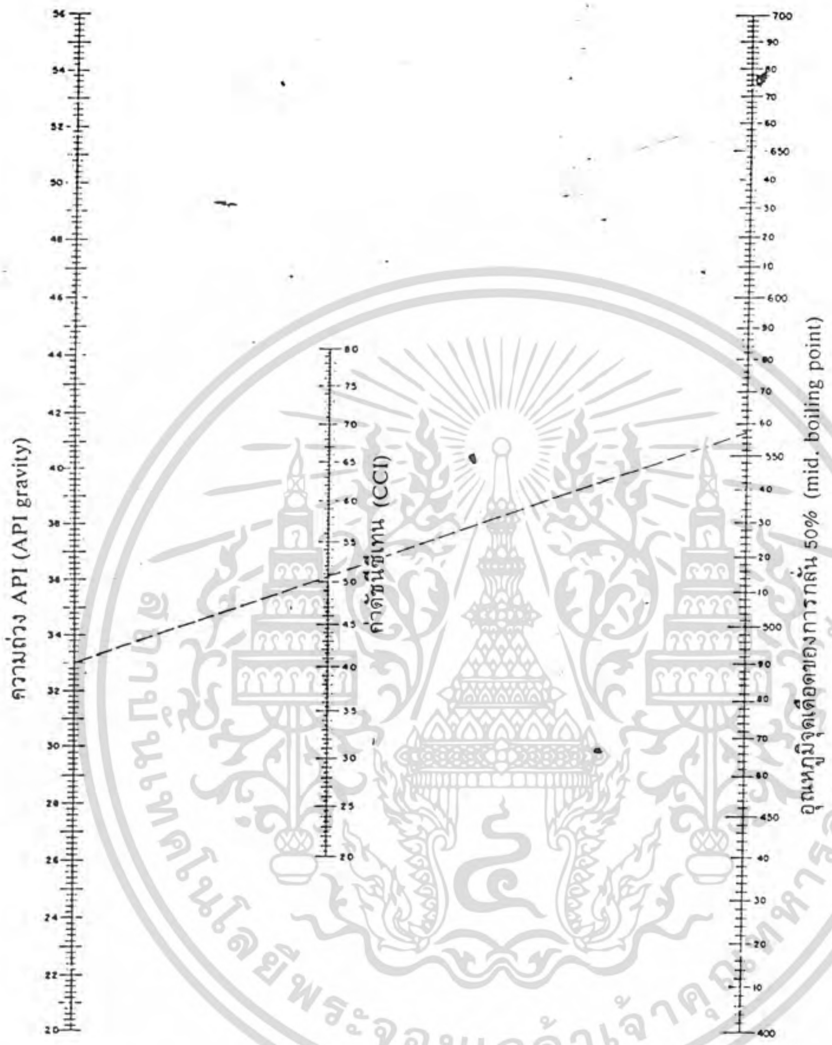
เมื่อ CCT คือค่าคำนวณดัชนีซีเทน

G คือค่าความถ่วง API

T คืออุณหภูมิของการกลั่นที่ 50% ของความดันบรรยากาศ หาได้โดยวิธี ASTM D86 หรือ D158

การหาค่าดัชนีซีเทนอีกวิธีหนึ่ง คือการหาจากโนโมกราฟ (nomograph) ซึ่งง่ายกว่าการใช้สูตรหรือสมการดังที่ได้กล่าวมาแล้ว การหาค่าดัชนีซีเทนทั้งสองวิธีนี้เหมาะสำหรับการประมาณค่าซีเทนของน้ำมันใส (distillate fuels) การหาค่าดัชนีซีเทนด้วยวิธีนี้แสดงได้ดังรูปที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1 โนโมกราฟสำหรับการประมาณหาค่าดัชนีซีเทน

ดัชนีซีเทนนั้นสามารถที่จะใช้ประมาณค่าซีเทนได้ด้วยความแม่นยำ ยกเว้นกรณีต่อไปนี้

1. เชื้อเพลิงที่เติมสารเพิ่มค่าซีเทน

2. สารไฮโดรคาร์บอนบริสุทธิ์ เชื้อเพลิงสังเคราะห์จากสารอัลคีเลต

3. ทรายน้ำมัน หินน้ำมัน หรือน้ำมันจากถ่านหิน น้ำมันดิบ น้ำมันเตา หรือน้ำมันเชื้อเพลิงที่มีจุดเดือดสุดท้ายต่ำกว่า 260 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติ	น้ำมันดีเซลรอบเร็ว		น้ำมันดีเซล 49		น้ำมันดีเซลชนิดพิเศษ	
	ขีดจำกัด	วิธีทดสอบ	ขีดจำกัด	วิธีทดสอบ	ขีดจำกัด	วิธีทดสอบ
1. ความถ่วงจำเพาะ @ 15.6/	ต่ำสุด 0.82	ASTM D1298	สูงสุด 0.920	ASTM D1298	สูงสุด 0.920	ASTM D1298
15.6°C (60/60°C)	สูงสุด 0.90	—	—	—	—	—
2. ค่าดัชนีซีเทน	ต่ำสุด 50	ASTM D976	ต่ำสุด 49	ASTM D976	ต่ำสุด 45	ASTM D976
ค่าซีเทน	ต่ำสุด 50	ASTM D613	ต่ำสุด 49	ASTM D613	ต่ำสุด 45	ASTM D613
3. ความข้นใสแบบคิเนแมติก						
@ 40°C (104°F) cSt	1.8-5.0	ASTM D445	สูงสุด 8.0	ASTM D445	สูงสุด 8.0	ASTM D445
หรือ 50°C (122°F) cSt	—	—	สูงสุด 6.0	—	สูงสุด 6.0	—
หรือความข้นใสแบบ						
เซย์โบลด์	32-43	ASTM D88	สูงสุด 54	ASTM D88	สูงสุด 54	ASTM D88
@100°F, SUS						
หรือ @ 122°F, SUS	—	—	สูงสุด 6.0	—	สูงสุด 46	—
4. จุดไหลเท °C, °F	สูงสุด 10 (50)	ASTM D97	สูงสุด 16 (60)	ASTM D97	สูงสุด 16 (60)	ASTM D97
5. ปริมาณกำมะถัน	สูงสุด 1.0	ASTM D129	สูงสุด 1.0	ASTM D129	สูงสุด 1.5	ASTM D129
(% โดยน้ำหนัก)		หรือสมดุล		หรือสมดุล		หรือสมดุล
6. การกัดกร่อนทองแดง	สูงสุด No.1	ASTM D130	—	—	—	—
(3 ชั่วโมงที่ 50°C)						
7. กากถ่าน (คอนรัดสัน)	สูงสุด 0.05	ASTM D189	—	—	สูงสุด 0.02	ASTM D189
% โดยน้ำหนัก						
8. น้ำและตะกอน	สูงสุด 0.05	ASTM D2079	สูงสุด 0.3	ASTM D2709	สูงสุด 0.3	ASTM D2709
(% โดยปริมาตร)						
9. เถ้า (% โดยน้ำหนัก)	สูงสุด 0.01	ASTM D482	สูงสุด 0.02	ASTM D432	สูงสุด 0.02	ASTM D432
10. จุดวาบไฟ (PM) °C, °F	ต่ำสุด 52(125)	ASTM D93	ต่ำสุด 52(125)	ASTM D93	ต่ำสุด 52(125)	ASTM D93
		ASTM D86				
11. การกลั่น :						
90% ที่ °C, °F	สูงสุด 370(698)		—	—	—	—
12. สี ASTM	สูงสุด 2.5	ASTM D1500	สูงสุด 4.0	ASTM D1500	ต่ำสุด 4.5	ASTM D1500
					สูงสุด 7.5	
13. ค่าความเป็นกลาง :						
ค่าความเป็นกรดแก่						
mg KOH/g					ไม่มี	ASTM D974

ตารางที่ 2 แสดงคุณสมบัติของน้ำมันดีเซลชนิดต่างๆ ของ ปตท.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มลพิษจากเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยความร้อนจากการอัดอากาศ

ในเครื่องยนต์ดีเซล มลพิษจากก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์และไฮโดรคาร์บอน ไม่ค่อยจะเป็นปัญหา เพราะในการแผาไหม้นั้นมีอากาศเหลือเฟือ ส่วนออกไซด์ของไนโตรเจนขึ้นอยู่กับอุณหภูมิภายในห้องเผาไหม้ ปัญหาสำคัญที่สุดในเรื่องมลพิษที่เกิดจากเครื่องยนต์ดีเซลในปัจจุบันคือควันดำ ควันดำเป็นผลมาจากการเผาไหม้ไม่หมด ถึงแม้จะไม่เห็นควันดำออกมากับท่อไอเสีย แต่ผู้ที่อยู่ใกล้กับไอเสียของเครื่องยนต์ดีเซล จะได้กลิ่นและเกิดอาการระคายเคืองต่อเยื่อตาและทางเดินหายใจ ด้วยสาเหตุดังกล่าวจึงน่าจะทำการศึกษาและหาทางลดมลพิษเหล่านั้นด้วย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์

1.Non-Dispersive Infrared detection ใช้วัด CO, CO_2, CH_2, NO

2.Chemiluminescence method ใช้วัด NO_2, No_x

3.Flame Ionization Method ใช้วัดปริมาณ HC

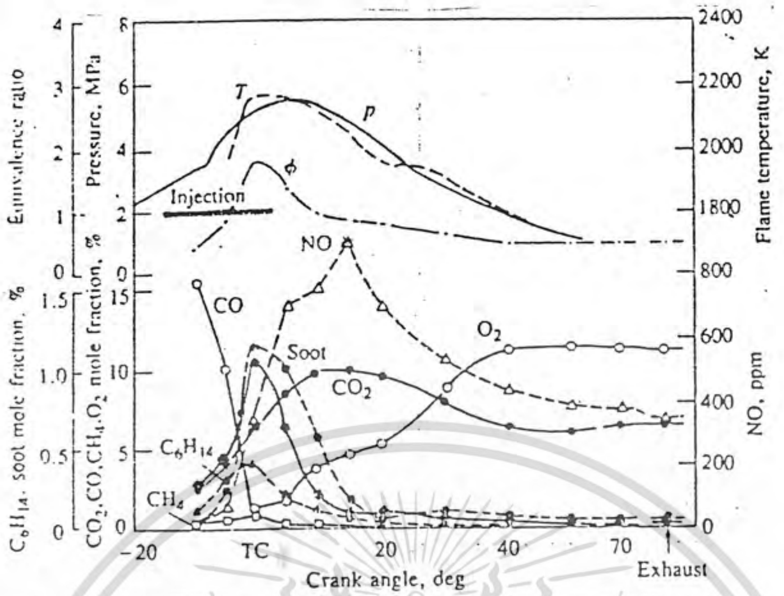
มลภาวะจากเครื่องยนต์ดีเซล

เครื่องยนต์ดีเซลดูดอากาศเข้าไปอัดตัว จนมีอุณหภูมิสูงเกินจุดติดไฟเองของน้ำมันเชื้อเพลิง เมื่อเชื้อเพลิงถูกฉีดเข้าไปในกระบอกสูบก่อนที่การเผาไหม้จะเริ่มขึ้น แต่ละส่วนในห้องแผาไหม้จะมีการกระจายของเชื้อเพลิงไม่เท่ากัน และการกระจายตัวของเชื้อเพลิงเป็นปัจจัยสำคัญในการก่อให้เกิดประเภทของสารมลภาวะ ออกไซด์ของไนโตรเจนเกิดจากก๊าซร้อนที่มีอุณหภูมิสูงซึ่งได้มาจากการเผาไหม้และเนื่องจากการกระจายของน้ำมันภายในห้องเผาไหม้ไม่เท่ากัน ส่วนที่ทำให้เกิด NO คือส่วนที่F/A อยู่ใกล้ Stoichiometric point เขม่าเกิดจากส่วนที่เผาไหม้ของเชื้อเพลิงมี F/A ratio แบบหนา ตรงแกนของละอองน้ำมัน จะมี HC และอัลดีไฮด์ เกิดจากส่วนผสมที่บางเกินไปตามบริเวณใกล้ผนังห้องเผาไหม้ นอกจากนี้ HC ยังเกิดจากไอน้ำมันจาก Nozzle sac

Nitrogenexide

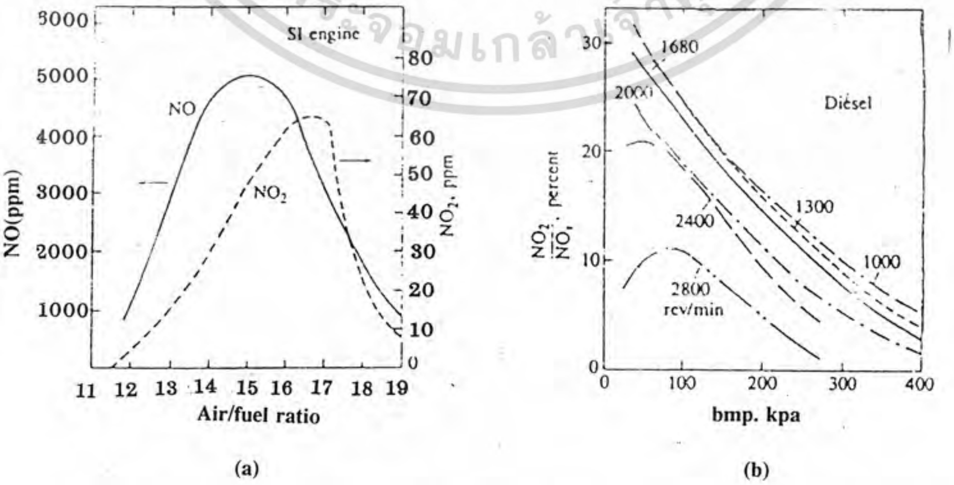
สาร No_x เป็นสารมลพิษที่เกิดขึ้นภายในเครื่องยนต์ที่มีอุณหภูมิของการเผาไหม้สูงมากกว่า 1,370 C และมี O_2 มากเพียงพอ สาร No_x ตัวที่สำคัญคือ NO_2 ซึ่ง NO_2 จะเกิดมากขึ้นที่เครื่องยนต์มี load น้อยๆและมีความเร็วรอบต่ำๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1 แสดงผลิตผลที่ได้จากการเผาไหม้ อุณหภูมิและความดันที่มุมเหวี่ยงต่างๆ

จากรูปที่ 1 ในช่วงเวลาเริ่มต้นของการเผาไหม้ ส่วนผสมที่เผาไหม้แล้วจะเป็นตัวสร้างให้เกิดอุณหภูมิสูง บวกกับอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นจากแรงดันในจังหวะที่ลูกสูบเคลื่อนที่ขึ้นซึ่งช่วงเวลานี้จะทำให้เกิด NO มาก หลังจากผ่านช่วงความดันสูงสุด อุณหภูมิของห้องเผาไหม้จะลดลงเนื่องจากกระบอกสูบเคลื่อนที่ลง ทำให้หยุดปฏิกิริยาการเกิด NO



รูปที่ 2 แสดง NO และ NO_2 ที่อัตราส่วน A/F ต่างๆ และเปอร์เซ็นต์ NO_2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

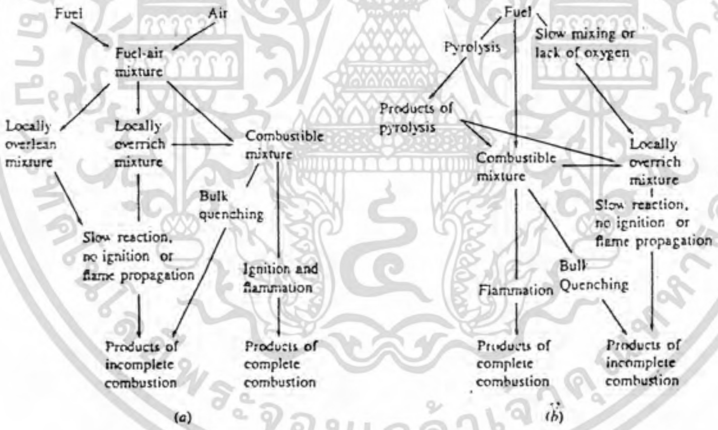
ขณะที่เดินเครื่องในสภาวะ high load , $\varnothing < 1$ (รูปที่ 2) แสดงถึงผลของ $\varnothing$ ต่อ NO และ No_x จากรูปอัตราการเพิ่มของ NO และ NO_x จะค่อยๆน้อยลงแม้ว่า $\varnothing$ เพิ่มขึ้น ซึ่งแตกต่างจากเครื่องยนต์ SI ที่ NO จะลดลงมากเมื่อ $\varnothing$ เพิ่มขึ้น ($\varnothing > 0.9$) เพราะว่าในเครื่องยนต์ดีเซล การกระจายตัวของน้ำมันไม่เท่ากันในแต่ละส่วนของห้องเผาไหม้ แม้ว่าที่สภาวะ high load ปริมาณน้ำมันที่ฉีดเข้าไปในกระบอกสูบจะเพิ่มขึ้น ($\varnothing$ เพิ่ม) แต่ส่วนที่เกิดการเผาไหม้ยังคงเป็นส่วนที่อยู่ใกล้ stoichiometric เพราะฉะนั้น NO จากกระบอกสูบ ยังคงไม่มากนัก

Carbonmonoxide

CO เป็นก๊าซไม่มีกลิ่นไม่มีสีเกิดจากการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ซึ่งเกิดในส่วนที่ rich mixture แต่เนื่องจากเครื่องยนต์ดีเซลทำงานที่ lean mixture เพราะฉะนั้น CO จึงเกิดขึ้นน้อยมาก

Hydrocarbon

HC จากรูป 3A การเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์เกิดจากปริมาณการฉีดเชื้อเพลิงในช่วง delaytime ซึ่งการเกิด HC เกิดในส่วนต่างๆ ในกระบอกสูบมีดังนั้น



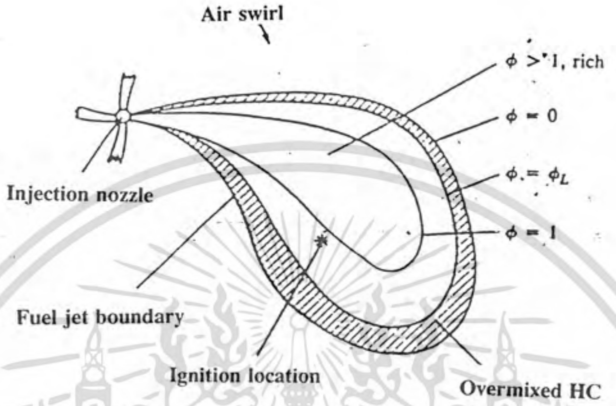
รูปที่ 3 แสดงการเกิด HC จากสภาพการเผาไหม้ของเครื่องยนต์

1.ส่วนที่ Over lean (over mixing) ส่วนผสมอากาศต่อน้ำมันบางเกินไปจนไม่สามารถจุดระเบิดได้ด้วยตัวเอง หรือไม่สามารถให้เปลวไฟสามารถผ่านไปได้ ทำให้ลูกสูบเคลื่อนที่ลงก่อนที่จะเกิดปฏิกิริยา HC จึงตกค้างในกระบอกสูบ Ovet lean นี้เป็นสาเหตุสำคัญในการเกิด HC โดยเฉพาะที่ Idle speed

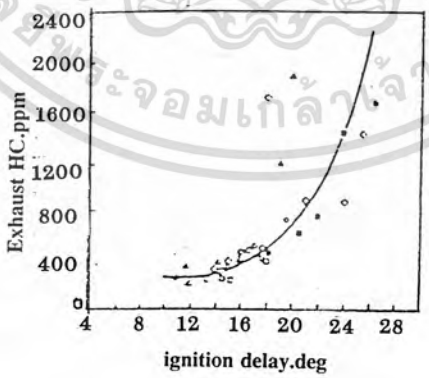
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.ส่วนที่ Over rich (under mixing) ส่วนผสมหนาเกินไปจนไม่สามารถติดไฟได้เนื่องจากขาดอากาศ ส่งผลให้เกิด HC ตกค้างด้วยเหตุผลเดียวกัน over lean แต่ถ้าส่วนผสมที่หนานี้ได้ผสมกับส่วนที่บางทันเวลาก่อนที่ลูกสูบเคลื่อนที่ลงก็เป็นการเผาไหม้ที่สมบูรณ์

3.ส่วนผสมที่พอดีแต่เกิด Bulk quenching เนื่องจาก thermal Boundary layer นอกจากนี้ HC ยังแปรตามเงื่อนไข การเกินเครื่องยนต์ที่ idle speed ให้ HC มากกว่าการเดินเครื่องที่ full load

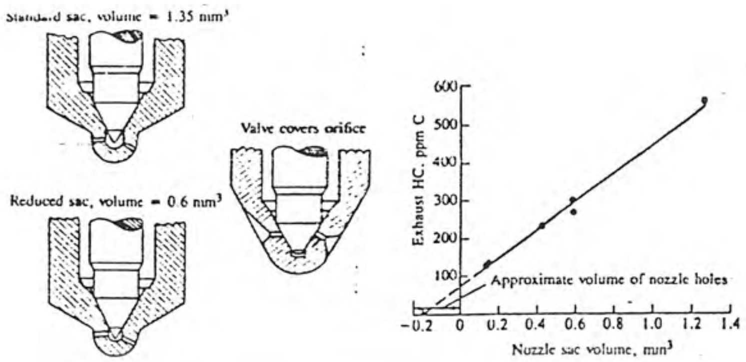


รูปที่ 4 แสดงถึงส่วนของละอองน้ำมัน ส่วนที่ $\varnothing$ < 0.3 ไม่สามารถติดไฟได้

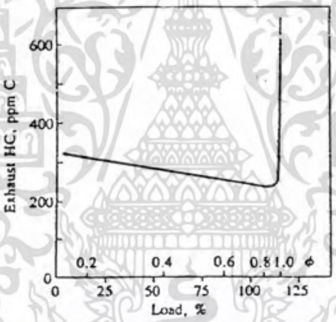


รูปที่ 5 แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่าง ignition delay กับปริมาณ HC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6 แสดงถึงขนาดของ sacvolume กับปริมาณ HC (sac volume จะมีน้ำมันค้างอยู่ ซึ่งน้ำมันนี้จะระเหยออกมาในจังหวะคาย)



รูปที่ 7 แสดงถึง HC แปรผันกับ และ Load Particulate

Particulate เกิดจากการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ โดยมาก particulate เกิดจากส่วนแกนกลางของลำละอองน้ำมันที่มีส่วนผสมหนา (rich mixture) ขนาดของ Particulate ขึ้นกับอุณหภูมิของไอเสีย

ถ้าอุณหภูมิ > 500 °C particulate เดี่ยวๆ มีขนาด 15-30 mm.

ถ้าอุณหภูมิ < 500 °C ขนาดของ particulate จะใหญ่ขึ้นประกอบด้วย HC, Oxygenate HC, aromatic HC, SO_2, NO_2, condense meterial soot

soot จากเครื่องยนต์ดีเซลเกิดจากการเผาไหม้ที่อุณหภูมิระหว่าง 1000-2800 K ที่ความดัน 50-100 atm และมีเวลาเพียงพอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการเกิด Particulate

1.particulate formation เกิดจากการรวมตัวของโมเลกุลน้ำมันเชื้อเพลิงโดยเกิดจากการ oxidation ของน้ำมันเชื้อเพลิง และ pyrolysis product อย่างใดอย่างหนึ่งหรือทั้งสองอย่าง pyrolysis product นี้ประกอบด้วย HC ที่ไม่อิ่มตัวเช่น acetylyne และสารพวกเดียวกับ (C_nH_{2n})

และ polycyclic aromstic hydrocarbon ขั้นตอนการเกิด particulate นี้จะเกิดจากเปลวไฟทำให้เกิดแกนกลางของ soot (nuclei) ซึ่งมีขนาดประมาณ 2 nm.

2.particulate growth

- surface growth เกิดจากการรวมตัวกันของสารในสถานะก๊าซที่ผิวของ particulate ทำให้เปลี่ยนสถานะเป็นของแข็ง การเกิดของ surface growth จะทำให้ soot มีขนาดใหญ่ขึ้น
- congulation เกิดจากการชนกันของ particle แล้วรวมตัวกันเป็นก้อน
- aggregate เป็นการรวมตัวกันของ particle เกิดจาก HC ที่เหลือจากการเผาไหม้กับ soot และ particulate กลายเป็น particle ที่มีขนาดใหญ่ขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวัดและการทดสอบเครื่องยนต์

การวัดความเร็ว

ความเร็วของเครื่องยนต์เป็นจำนวนรอบต่อหนึ่งหน่วยเวลา เครื่องมือที่ใช้วัดรอบเรียกว่า แทคโคมิเตอร์ กลไกภายในอาจเป็นทางกลหรือทางไฟฟ้าก็ได้แทคโคมิเตอร์ที่นิยมใช้กันมากประกอบด้วย แม่เหล็กถาวรและโวลต์มิ ตอร์ เข็มจะชี้ตัวเลขมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความเร็วรอบที่ขดลวดตัดกับเส้นแรงแม่เหล็ก การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิทำให้ค่าที่ได้ผิดไปได้เหมือนกัน ความถูกต้องของเครื่องมือชนินี้มีไม่มากนัก มีเครื่องมือวัดความเร็วอีกชนิดหนึ่งเรียกว่า แมกเนติก-พิกอัพ เครื่องวัดชนิดนี้จะมีฟันหรือร่องติดอยู่บนเพลาหรือส่วนหมุน เช่น ล้อตุนกำลัง ทุกๆรอบที่ร่องนี้ไหลผ่านแม่เหล็ก จะทำให้เกิดแรงกระตุ้น และจะไปปรากฏบนหน้าปัทม์ บอกค่าจำนวนรอบต่อหนึ่งหน่วยเวลา

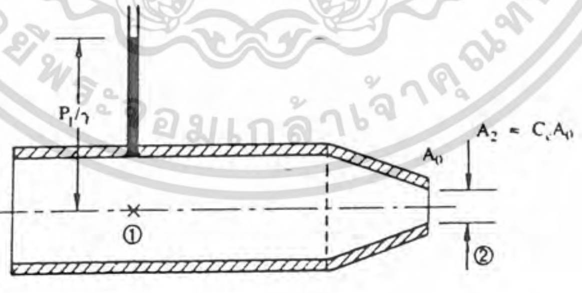
การวัดความสิ้นเปลืองน้ำมัน

เครื่องมือที่ใช้การวัดการไหลของน้ำมันเรียกว่า โฟล-มิเตอร์

การวัดอัตราการไหล

ลำการไหลที่มีความเร็วเข้าใกล้ (jet with velocity of approach)

การไหลของของไหลภายในท่อ ซึ่งตรงส่วนปลายท่อมีช่องเปิดติดตั้งอยู่การหาอัตราการไหลจำเป็นต้องรู้ศักย์ความดันและความเร็วของกระแสไหลก่อนที่จะเข้าช่องเปิด หรืออุปกรณ์ที่ติดตั้งอยู่บริเวณปลายท่อ ลำการไหลแบบนี้ถือว่าเป็นลำการไหลที่มีความเร็วเข้าใกล้ ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 ลำการไหลที่มีความเร็วเข้าใกล้

จากรูปที่ 1 พิจารณาสมการของแบร์นูลลีระหว่างจุด 1และ 2 โดยให้ระนาบมาตราฐานลากผ่านกึ่งกลางท่อและช่องเปิด

$$\frac{P_1}{\gamma}+\frac{V_1^2}{2g}+Z_1=\frac{P_2}{\gamma}+\frac{V_2^2}{2g}+Z_2$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\frac{P_1}{\gamma}+\frac{V_1^2}{2g}+0=\frac{P_2}{\gamma}+\frac{V_2^2}{2g}+0$$

แทน V_2 ด้วย V_i และจัดสมการใหม่ได้ดังนี้

$$V_i=\sqrt{2g\left(\frac{P_1}{\gamma}+\frac{V_1}{2g}\right)}$$

ความเร็วไหลจริงของลำการไหลที่วีนาคอนเทร็กตาคือ

$$V_2=C_V V_i$$

$$V_2=C_V\sqrt{2g\left(\frac{P_1}{\gamma}+\frac{V_1^2}{2g}\right)}$$

จากสมการดังกล่าวถ้ารู้ V_1 ความเร็วของลำการไหล (V_2)ก็สามารถหาได้โดยตรง และถ้าอัตราการไหลจริง(Q)สามารถวัดได้ ค่า V_1 ก็หาได้จาก $V_1=Q/A_1$ หรือ V_1 อาจจะหาได้โดยใช้หลอดปิโตท์เข้าช่วย ถึงอย่างไรก็ตามเราก็สามารถใช้ค่าอื่นแทนในเทอมของ V_1 ได้โดยใช้สมการสภาพต่อเนื่องเข้าช่วย

$$Q=A_1V_1=A_2V_2=\text{ค่าคงที่}$$

$$\therefore\quad V_1=\frac{A_2V_2}{A_1}=C_cA_0\frac{V_2}{A_1}=C_c\left(\frac{D_0}{D_1}\right)^2V_2$$

แทนค่า V_1 ลงในสมการของ V_2 แล้วจัดลำดับได้ดังนี้

$$V_2=\frac{C_V}{\sqrt{1-C_C^2\left(\frac{D_0}{D_1}\right)^4}}\bullet\sqrt{2g\frac{P_1}{\gamma}}$$

อัตราการไหลจริง $Q=A_2V_2=C_cA_0V_2$

แทนค่า V_2 จะได้

$$Q=\frac{C_CC_VA_0}{\sqrt{1-C_C^2\left(\frac{D_0}{D_1}\right)^4}}\sqrt{2g\frac{P_1}{\gamma}}$$

เมื่อ Q คืออัตราการไหลจริง

V_2 คือความเร็วจริงของลำการไหลที่วีนาคอนแทร็กตา

D_0 คือขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของช่องเปิด

D_1 คือขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อที่ต่อกับช่องเปิด

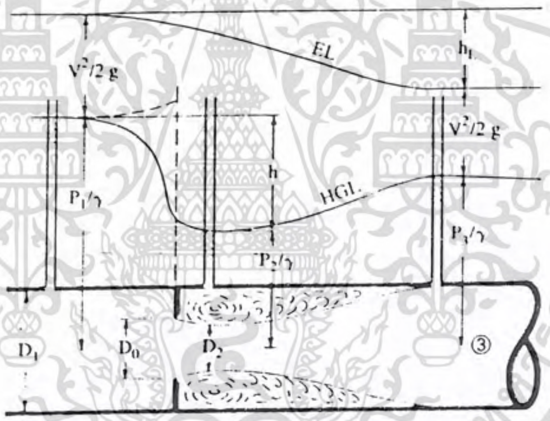
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

P_1 คือความดันที่ตำแหน่งท่อซึ่งต่อกับช่องเปิด

K คือสัมประสิทธิการไหลซึ่งหาได้จากผลการทดลอง

การวัดอัตราการไหลโดยช่องปิดขอบคม(Orifice meter)

Orifice meter เป็นอุปกรณ์อย่างง่ายๆชนิดหนึ่งในการวัอัตราการไหล Orifice meterจะเป็นช่องเล็กๆที่เจาะไว้ในถังหรือท่อช่องเล็กๆนี้จะเป็นรูปวงกลม สี่เหลี่ยมจตุรัส สี่เหลี่ยมผืนผ้า ฯลฯ โดยทั่วๆไปแล้วOrifice meterจะเจาะผ่านผนังบางๆ Orifice meter ที่ติดตั้งอยู่ในท่อแสดงในรูปที่ใช้สำหรับวัดอัตราการไหลหรือของไหลที่ผ่าน โดยเครื่องมีชนิดนี้อาจติดตั้งอยู่ปลายท่อ ลำการไหลที่ปรากฏจะเป็นลำการไหลแบบอิสระ หรืออาจจะใช้รูปแบบใดก็ได้ ซึ่งสัมประสิทธิ์การไหลมีค่าค่อนข้างคงที่



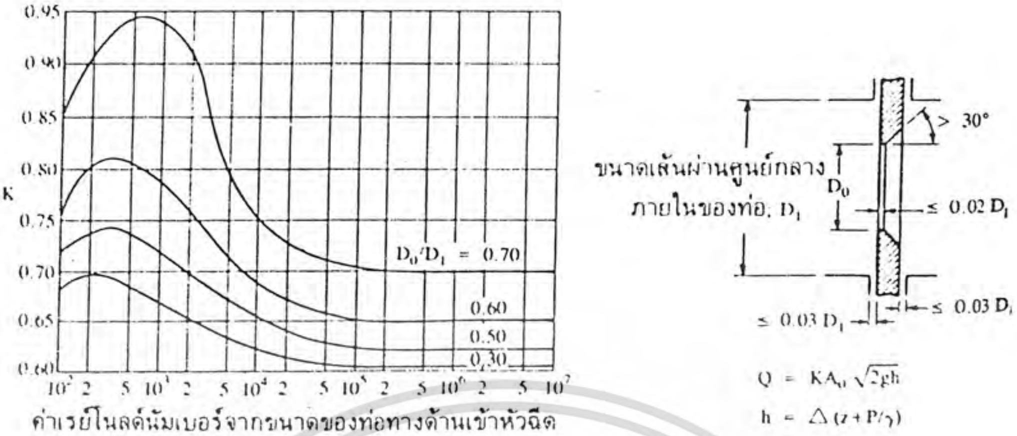
รูปที่ 2 มาตรช่องเปิดขอบคมที่ตั้งในท่อ

สมการที่ใช้คำนวนอัตราการไหล ใช้หลักการของลำการไหลที่มีความเร็วเข้าใกล้ โดยเริ่มต้นจากสมการแบร์นูลลี่ระหว่างจุดที่ 1 และ 2 จะได้

$$Q = \frac{CA_0}{\sqrt{1 - C_C^2\left(\frac{D_0}{D_1}\right)^4}}\sqrt{2g\frac{P_1}{\gamma}}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.ช่องเปิดขอบคมและสัมประสิทธิการไหล

เมื่อ C คือสัมประสิทธิ์การไหล ซึ่งจะแปรตามค่า (D_0/D_1)

D_0 คือขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของช่องเปิด

D_1 คือขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อที่จุดก่อนเข้าช่องเปิด

$$\therefore \quad \left(\frac{P_1}{\gamma}+Z_1\right)-\left(\frac{P_2}{\gamma}+Z_2\right)=h=X\left(\frac{S_M}{S}-1\right)$$

การวัดกำลังม้าเบรค

กำลังม้าเบรควัดได้ที่เพลาออกของเครื่องยนต์ ซึ่งเป็นกำลังที่เหลือจากการต่อสู้กับความต้านทานต่างๆแล้ว เครื่องมือวัดกำลังม้าเบรคนี้เรียกว่า ไดนาโมมิเตอร์

ไดนาโมมิเตอร์ชนิดนี้ จะดูดกำลังงานจากเครื่องยนต์ แล้วถ่ายออกในรูปของความฝืด ซึ่งมีความร้อนเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย ไดนาโมมิเตอร์ชนิดนี้จะประกอบด้วย ตัวที่เคลื่อนที่หรือหมุน และตัวเชื่อมโยงหรือตัวต่อระหว่างตัวที่อยู่กับที่กับตัวที่เคลื่อนที่ ตัวหมุนจะต้องต่อออกมาจากเพลาออกของเครื่องยนต์เป็นตัวดันตัวที่อยู่กับที่ ได้แก่โครงของไดนาโมมิเตอร์ ตัวต่ออาจะเป็นผ้าเบรค, เชือกเบรค ,ของเหลวหรือเส้นแรงแม่เหล็กก็ได้

ตัวต่อจะทำหน้าที่ลดหรือชลอความเร็วรอบของตัวหมุน ถ้าตัวต่อมีความหนืดหรือออกแรงจับตัวหมุนมาก ความเร็วรอบของตัวหมุนจะลดลง ตัวอยู่กับที่จะต้องนั่งบนแบริ่งหรือบนคมมีด ซึ่งมีความฝืดน้อยที่สุด เพื่อให้มีการเคลื่อนที่ได้คล่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลอง

ในการทดลองเราได้แบ่งการทดลองได้ 2 ลักษณะด้วยกันคือ

1. การทดลองแบบไม่มีภาระ(No Load) เป็นการทดลองที่เดินเครื่องเปล่าไม่ใส่ภาระให้กับเครื่องยนต์ซึ่งสิ่งที่วัดได้จาก๊าซเสียต่างๆ ที่เครื่องยนต์ได้ปล่อยออกมา ค่าเปอร์เซนต์ควันดำ และค่า FC ของเครื่องยนต์ขณะที่เดินเครื่องเปล่า

2.การทดลองที่ให้ภาระแก่เครื่องยนต์ในระหว่างทำงาน ซึ่งสิ่งที่สามารถทดสอบได้ในระหว่างที่มีภาระนี้คือค่าFC ,Torque และค่า BHP ของเครื่องยนต์ดีเซลที่รอบต่างๆ

นอกจากนี้การทดลองยังสามารถแบ่งย่อยได้อีกตามลักษณะของสิ่งที่ควบคุมของไอดีของเครื่องยนต์ดีเซลซึ่งแบ่งเป็น

1. สภาวะที่อุณหภูมิคงที่แต่เปลี่ยนแปลงความชื้นสัมพัทธ์
2. สภาวะที่อุณหภูมิเปลี่ยนแปลงแต่ความชื้นสัมพัทธ์คงที่

วิธีการทดลอง

1.การทดลองแบบไม่มีภาระ(No Load)

1. สตารท์เครื่องยนต์เดินเบาสักครู่หนึ่งเพื่อให้เครื่องยนต์ร้อนก่อน

2. เปิดและ set อุปกรณ์ทั้งหมดเพื่อเตรียมพร้อมทดสอบ

3. เดินเครื่องยนต์ที่1000 รอบ/นาที เปิดชุดควบคุมอากาศและปรับให้มีปริมาณความชื้นและอุณหภูมิให้ได้ตามที่เตรียมจะบันทึกค่าโดยดูจาก Sling Psycrometer เทียบกับ Psycrometric chart

4. เมื่อได้สภาพอากาศที่ต้องการแล้วก็เริ่มบันทึกค่า HCและNO ที่อ่านค่าได้รวมทั้งค่าfuel consumption(FC)

5. หลังจากนั้นก็ทำการปรับเปลี่ยนรอบเป็น 1500,2000,2500,3000,3500 แล้วทำการทดสอบในข้อ3และ 4ใหม่

6 ลดรอบกลับมาที่ประมาณ1000รอบแล้วปรับสภาพอากาศให้ได้เช่นเดียวกับข้อ 3 แล้วเร่งเครื่องทำการทดสอบควันดำที่ได้และบันทึกค่า.

7. เปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและค่าความชื้นสัมพัทธ์ค่า ใหม่แล้วทดลองในข้อ 3-6 ซ้ำอีกครั้งหนึ่งจนได้ข้อมูลครบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การทดลองที่ให้ภาระกับเครื่องยนต์ในระหว่างทำงาน

1. เปิดปั๊มน้ำเพื่อหล่อเย็นให้กับไดนาโมมิเตอร์

2. ทำการสตาร์ทเครื่องยนต์เดินเบาสักครู่จนเห็นว่าเครื่องยนต์ร้อนได้ที่แล้วเร่งเครื่องยนต์ไปที่ประมาณ 2500รอบ/นาที แล้วทำการเพิ่มแรงเบรคของน้ำที่เข้าเครื่อง จนความเร็วเครื่องยนต์ลดลงประมาณ1000รอบ/นาที

3. ทำการเปิดลิ้นเร่งให้สุดแล้วลดความเร็วรอบของเครื่องยนต์ในลักษณะเดียวกันกับข้อ 2

4. ควบคุมคุณภาพไอดีจนได้สภาพอากาศตามที่ต้องการ

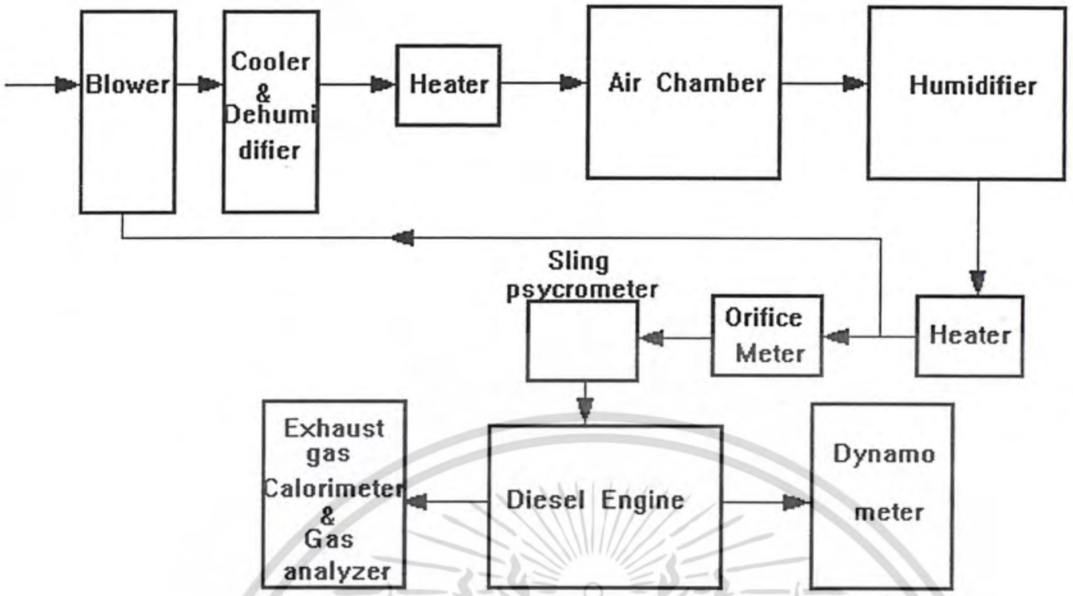
5. อ่านและบันทึกค่า Torque, BHP, และค่าFC

6. เปลี่ยนไปทดสอบที่1500,2000,2300,2500,3000,3500,4000,4200 รอบ/นาที โดยทำซ้ำในขั้นตอนที่ 4-5อีกครั้งหนึ่ง

7. เปลี่ยนค่า อุณหภูมิและความชื้นตามที่ต้องการทดสอบแล้วทำการทดสอบค่าตามข้อ4 - 6ทดลองอีกครั้งจน ได้ข้อมูลครบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์การทดลอง

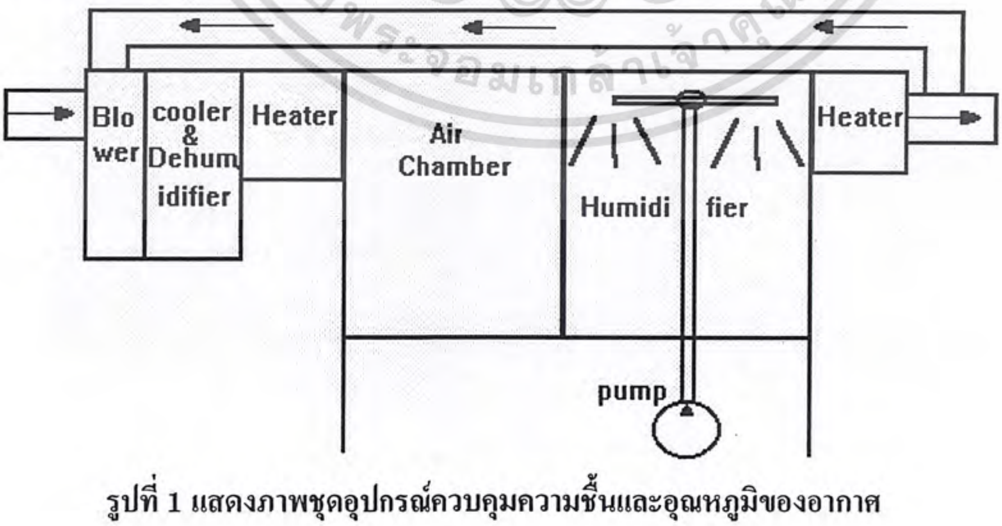


รูปที่ 1 ภาพแสดงไดอะแกรมการทำงานของชุดทดลอง

อุปกรณ์ที่ใช้การทดลองในการหาผลกระทบของความชื้นและอุณหภูมิกับประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ดีเซลประกอบด้วย 3 ส่วนสำคัญคือ

1. ชุดอุปกรณ์ควบคุมความชื้นและอุณหภูมิของอากาศ
2. เครื่องยนต์ดีเซล
3. อุปกรณ์วัดประสิทธิภาพและตรวจสอบมลพิษที่เกิดจากเครื่องยนต์

1. ชุดอุปกรณ์ควบคุมความชื้นและอุณหภูมิของอากาศ



รูปที่ 1 แสดงภาพชุดอุปกรณ์ควบคุมความชื้นและอุณหภูมิของอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชุดควบคุมความชื้นประกอบด้วย

1.1 เครื่องปรับอากาศ (Air cooler & Dehumifier) เป็นเครื่องปรับอากาศแบบช่องหน้าต่าง (Air Window Type) ขนาด1ตันทำหน้าที่ลดความชื้นและลดอุณหภูมิของอากาศที่เข้าเครื่องซึ่งเป็นส่วนของ Blower และ cooler&Dehumidifier

1.2 กล่องอากาศ โครงสร้างประกอบด้วยเหล็กฉากพรุนยึดเป็นโครงรูปกล่องสี่เหลี่ยมขนาด 2 m^2 หุ้มด้วยผ้าพลาสติกใส ซึ่งภายในกล่องก็ยังแยกออกเป็น 2 ส่วนสำคัญคือ

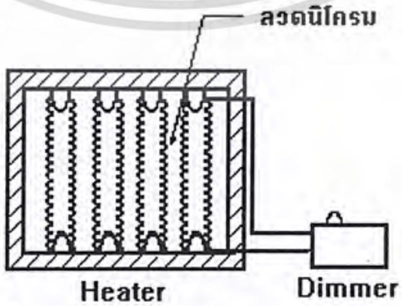
ส่วนที่ 1 Air Chamber เป็นส่วนที่นำอากาศที่ผ่านเครื่องปรับอากาศและเครื่องอุ่นอากาศมาเก็บและพักตัวเพื่อจะนำไปใช้ในส่วนต่อไป

ส่วนที่ 2 Humidifier เป็นส่วนที่ทำหน้าที่เพิ่มความชื้นให้กับอากาศที่จะผ่านเข้าสู่เครื่องยนต์โดยอากาศจะเคลื่อนที่ผ่านละอองน้ำซึ่งพ่นจากหัวฉีดน้ำจำนวน 10 ตัวซึ่บรรจุอยู่ในส่วนนี้โดยจะนำมาจากแทงค์น้ำซึ่งต่อผ่านปั๊มน้ำเข้าสู่หัวฉีดโดยสามารถปรับปริมาณน้ำได้จากวาล์วปีกผีเสื้อเป็นตัวควบคุมปริมาณการไหลของน้ำที่ผ่านเข้าสู่หัวฉีดและน้ำส่วนที่เหลือก็จะไหลกลับสู่แทงค์เก็บน้ำตามเดิม

1.3 เครื่องอุ่นอากาศ (Heater) เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เพิ่มอุณหภูมิให้กับอากาศโดยจะติดตั้งอยู่ 2 ตำแหน่งคือ ก่อนที่จะเข้าสู่กล่องอากาศ และหลังจากที่เข้าสู่กล่องอากาศ ซึ่งโครงสร้างของ Heater เป็นกล่องไม้สี่เหลี่ยมภายในมีลวดนิโครมเป็นตัวให้ความร้อนกับอากาศที่ผ่านเข้ามาภายใน โดยลวดนิโครมนี้จะเป็นตัวเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานความร้อน โดยมี Dimmer เป็นอุปกรณ์ควบคุมปริมาณความร้อนของลวดนิโครมโดยเป็นตัวปรับกระแสไฟที่เข้าสู่ลวดนิโครมอีกที ซึ่งเป็นไปตามความสัมพันธ์

$$Q = IR^2$$

ซึ่งพบว่ากระแสแปรผันตรงกับพลังงานความร้อนดังนั้นการปรับกระแสไฟฟ้าจึงเป็นการควบคุมปริมาณความร้อนโดยตรง

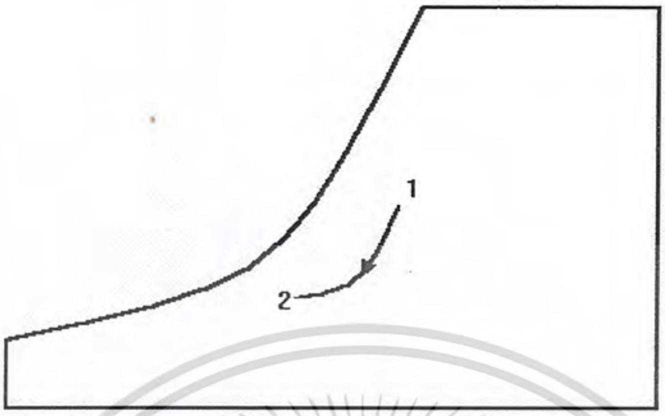


รูปที่ 2 แสดงภาคตัดขวางของ Heater

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการทำงานของชุดอุปกรณ์ควบคุมความชื้น

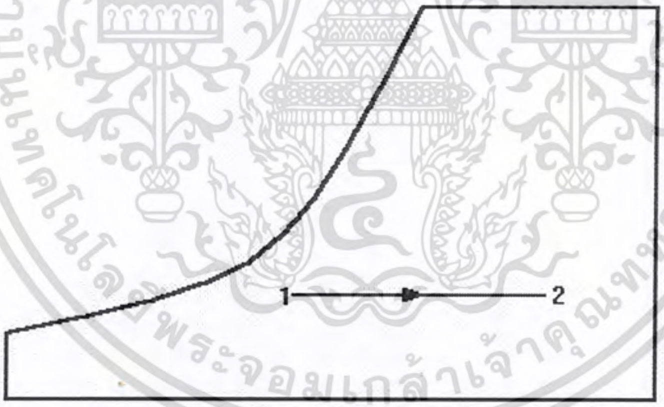
1.เมื่ออากาศผ่านเครื่องปรับอากาศ จะพบว่าอากาศจะถูกลดอุณหภูมิและความชื้นตามรูปที่ 2.โดย



รูปที่ 2.ภาพแสดงคุณสมบัติของอากาศเมื่อเคลื่อนที่ผ่านเครื่องปรับอากาศ

จะพบว่าในขณะที่เครื่องปรับอากาศทำให้อุณหภูมิลดลงจะทำให้มีการดึงน้ำส่วนหนึ่งออกจากอากาศด้วยซึ่งเป็นผลให้ความชื้นสัมพัทธ์ลดลงมีค่าประมาณ 50%RH

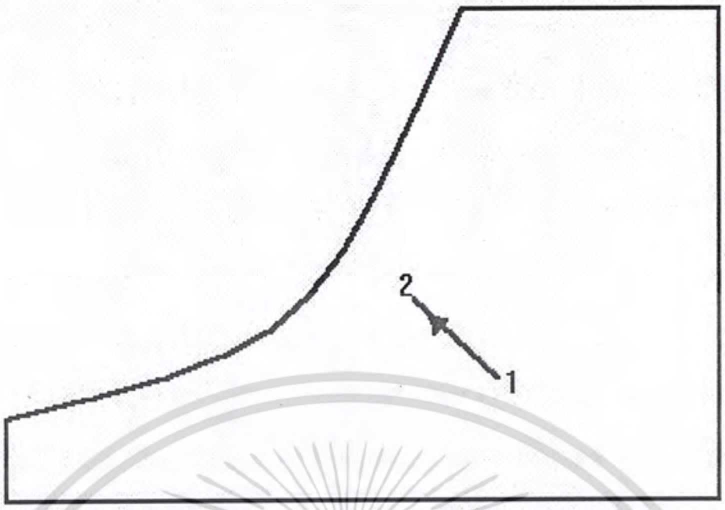
2.เครื่องอุ่นอากาศ (Heater) จะทำหน้าที่อุ่นอากาศให้มีอุณหภูมิตามที่กำหนด โดยมีลักษณะการทำงานตามแผนภาพในรูปที่ 3.ซึ่งพบว่าจะเพิ่มอุณหภูมิของอากาศ โดยความชื้นสัมพัทธ์คงที่



รูปที่3 ภาพแสดงคุณสมบัติของอากาศเมื่อเคลื่อนที่ผ่านเครื่องอุ่นอากาศ

3.ส่วนสเปรย์น้ำ(Humidifier) เมื่ออากาศเคลื่อนที่ผ่านส่วนเสปรย์น้ำหัวฉีดทั้ง10ตัวก็จะทำการเพิ่มความชื้นให้กับอากาศดังภาพ ซึ่งจะพบว่าอากาศจะมีปริมาณน้ำเพิ่มขึ้นตามเส้นอุณหภูมิกระเปาะเปียกคงที่ ดังรูปที่ 4.

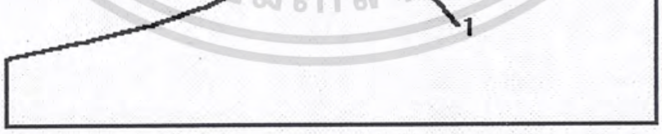
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4. ภาพแสดงคุณสมบัติของอากาศเมื่อมีการสเปรย์น้ำ

วิธีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้น

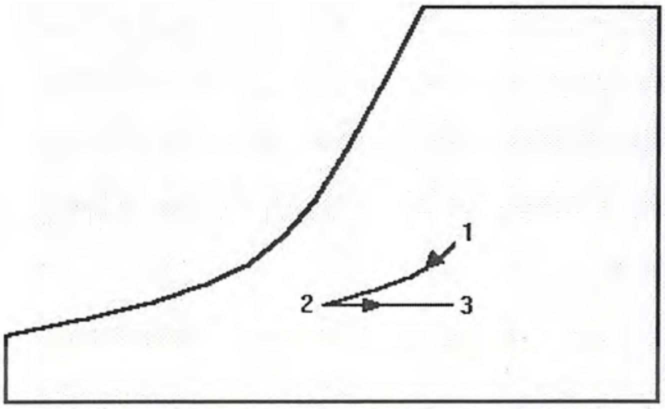
1.การเพิ่มความชื้นและเพิ่มอุณหภูมิ พบว่าทำได้โดยการสเปรย์น้ำและเพิ่มอุณหภูมิให้กับอากาศโดยใช้เครื่องอุ่นอากาศซึ่งจากรูปที่ 5.จะแสดงถึงคุณสมบัติของอากาศเมื่อผ่านส่วนสเปรย์น้ำในช่วง1-2และผ่านเครื่องอุ่นอากาศในช่วง2-3



รูปที่ 5.ภาพแสดงคุณสมบัติของอากาศเมื่อเพิ่มความชื้นและอุณหภูมิ

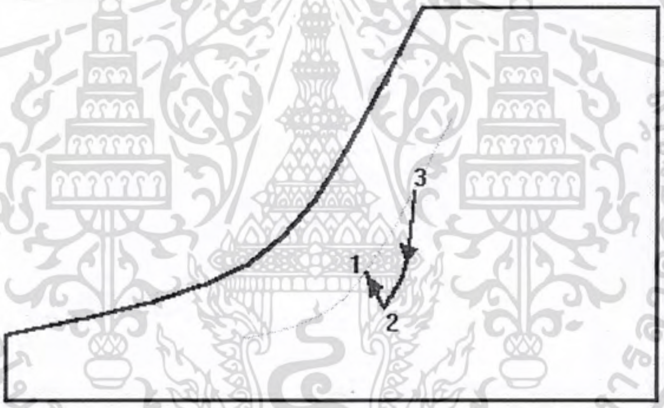
2.การลดความชื้นและคงที่อุณหภูมิ ทำได้โดยการที่ผ่านอากาศผ่านเครื่องปรับอากาศเพื่อลดอุณหภูมิและความชื้นหลังจากนั้นก็ค่อยเพิ่มอุณหภูมิโดยเครื่องอุ่นอากาศภายหลังซึ่งคุณสมบัติของอากาศโดยวิธีนี้ได้แสดงในรูปที่ 6.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6. ภาพแสดงการลดความชื้นโดยคงที่อุณหภูมิ

3.การคงที่ความชื้นและลดอุณหภูมิ ทำได้โดยการผ่านอากาศเข้าเครื่องปรับอากาศหลังจากนั้นก็ทำการสเปรย์น้ำให้กับอากาศซึ่งแสดง โดยรูปที่ 7.ซึ่งจะพบว่าอากาศจะถูกลดความชื้นและอุณหภูมิในช่วง1-2 และเพิ่มความชื้นในช่วง2-3



รูปที่ 7. ภาพแสดงการคงที่ความชื้นและลดอุณหภูมิ

2 . เครื่องยนต์ดีเซล

รุ่นและแบบ	เครื่องยนต์อิซูซุดีเซล รุ่น 4AJ1. 4 สูบเรียง 4จังหวะ ห้องเผาไหม้แบบฉีดตรง (Direct Injection) ลิ้นอยู่เหนือฝาสูบ หล่อเย็นด้วยหรือระบายความร้อนด้วยน้ำ
ความโตกระบอกสูบ×ช่วงชัก	92×22 มม.
ความจุกระบอกสูบ	2499 ซีซี.
กำลังอัดในกระบอกสูบ	31.0กก./ ตารางเซนติเมตรที่ 2000 รอบ/นาที
แรงม้าสูงสุด(JIS)	87แรงม้า(PS)ที่ 4000 รอบ/นาที
แรงบิดสูงสุด	17.5กก.-ม.ที่ 2000รอบ/นาที
ระยะห่างของลิ้น(เครื่องเย็น)	ลิ้นไอดีและไอเสีย:0.40มม.(0.016นิ้ว)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แรงม้าสูงสุด(JIS)	87แรงม้า(PS)ที่ 4000 รอบ/นาที
แรงบิดสูงสุด	17.5กก.-ม.ที่ 2000รอบ/นาที
ระยะห่างของลิ้น(เครื่องเย็น)	ลิ้นไอดีและไอเสีย:0.40มม.(0.016นิ้ว)

3.อุปกรณ์วัดประสิทธิ์ภาพและตรวจสอบไอเสียของเครื่องยนต์ดีเซล

ประกอบด้วย 2ส่วนด้วยกันคือ

1. ส่วนที่วัดประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ดีเซล ประกอบด้วย

1.1 ไดนาโมมิเตอร์

1.2 แทคโครมิเตอร์

1.3 โฟล-มิเตอร์

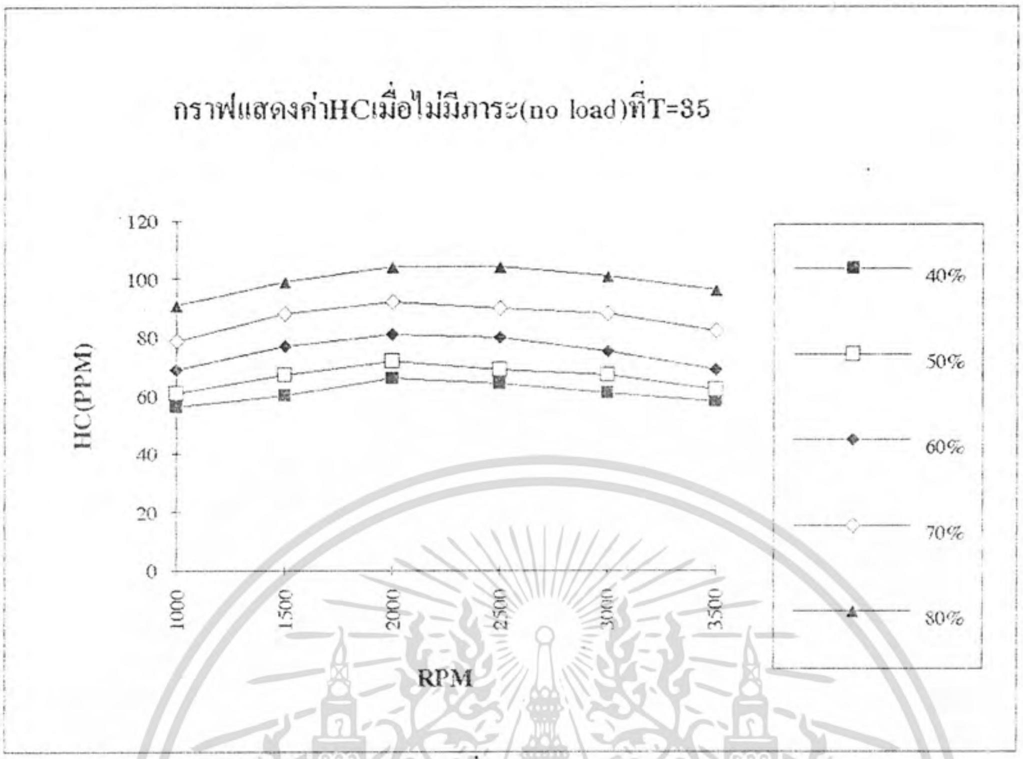
1.4 ORIFICE METER

2. ส่วนที่วัด มลพิษที่เกิดจากเครื่องยนต์

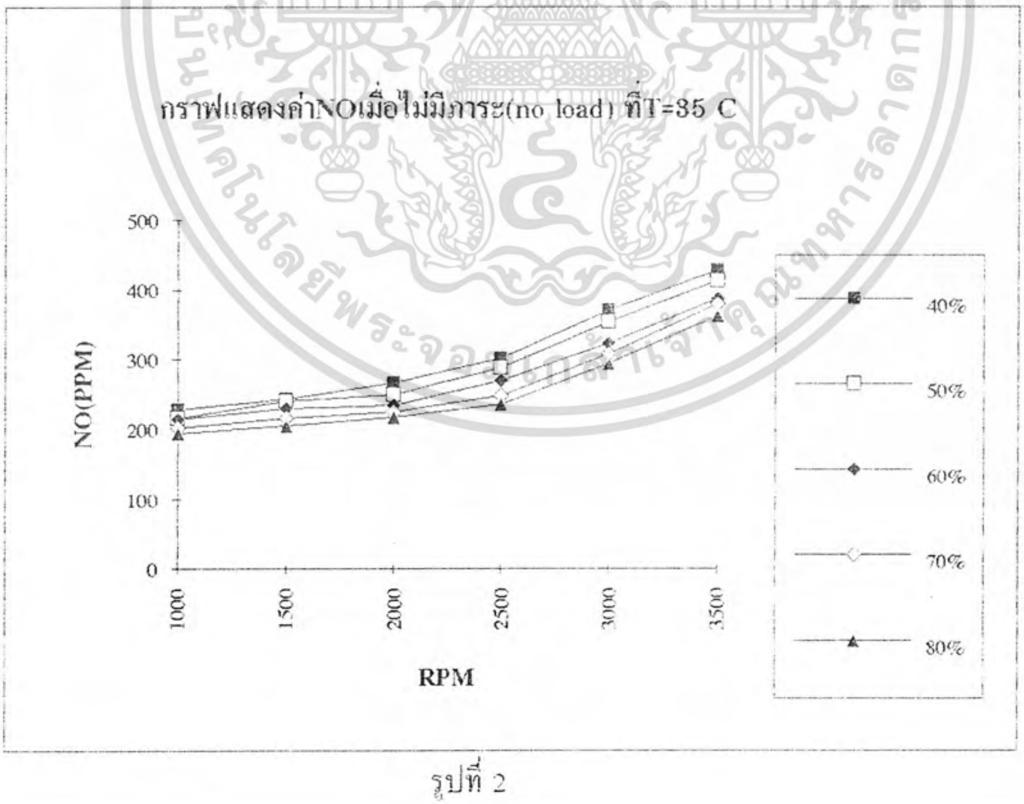
2.1 Exhaust Gas Calorimeter & Analyzer

2.2 เครื่องวัดเปอร์เซ็นต์ควันดำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

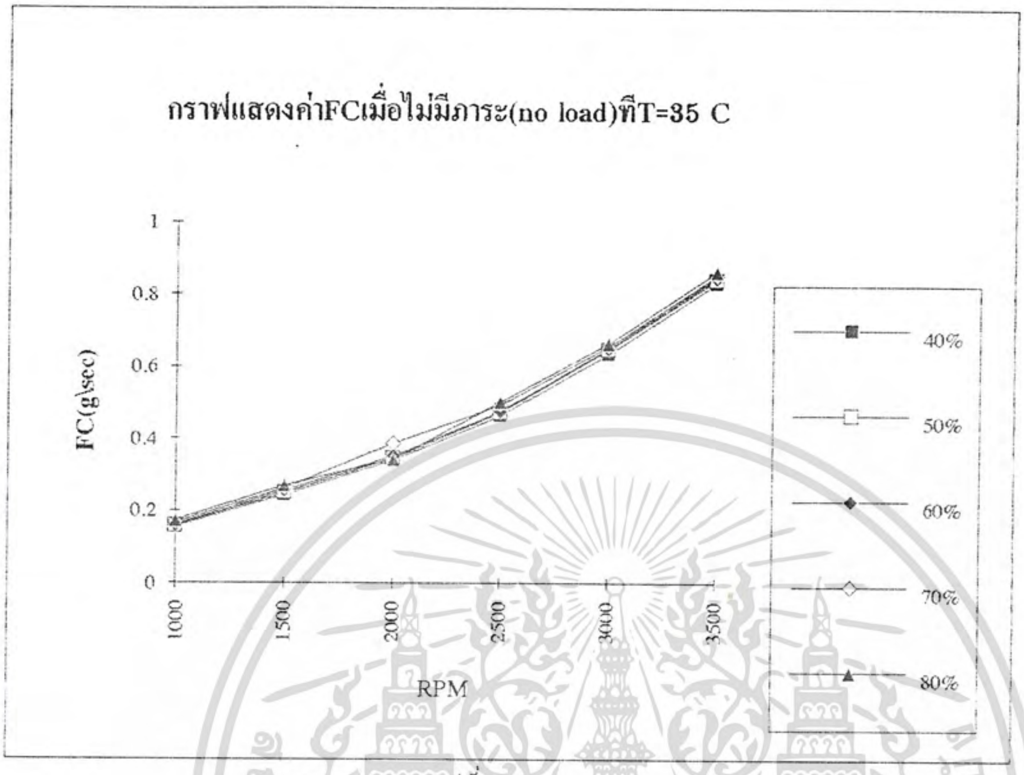


รูปที่ 1

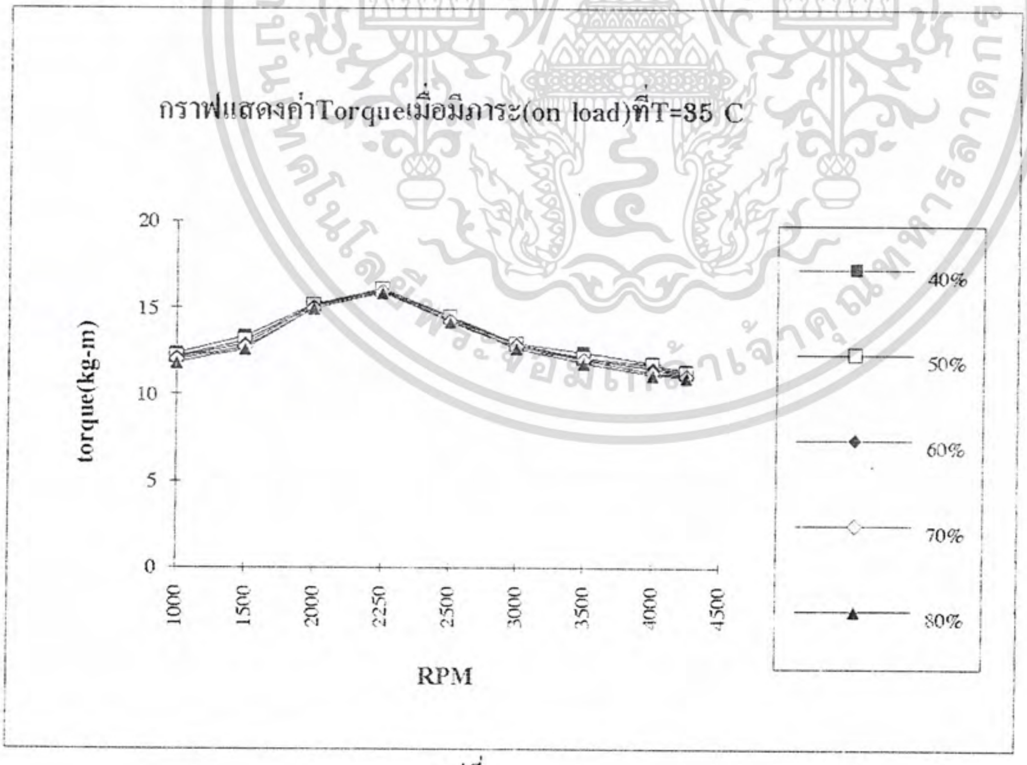


รูปที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

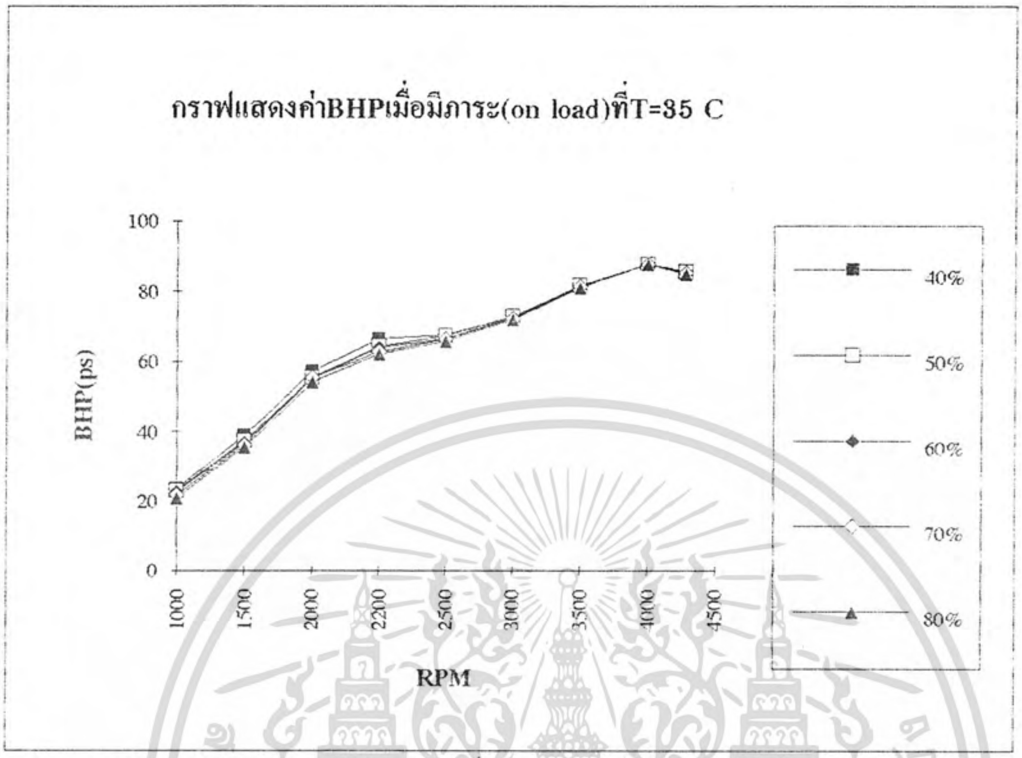


รูปที่ 3

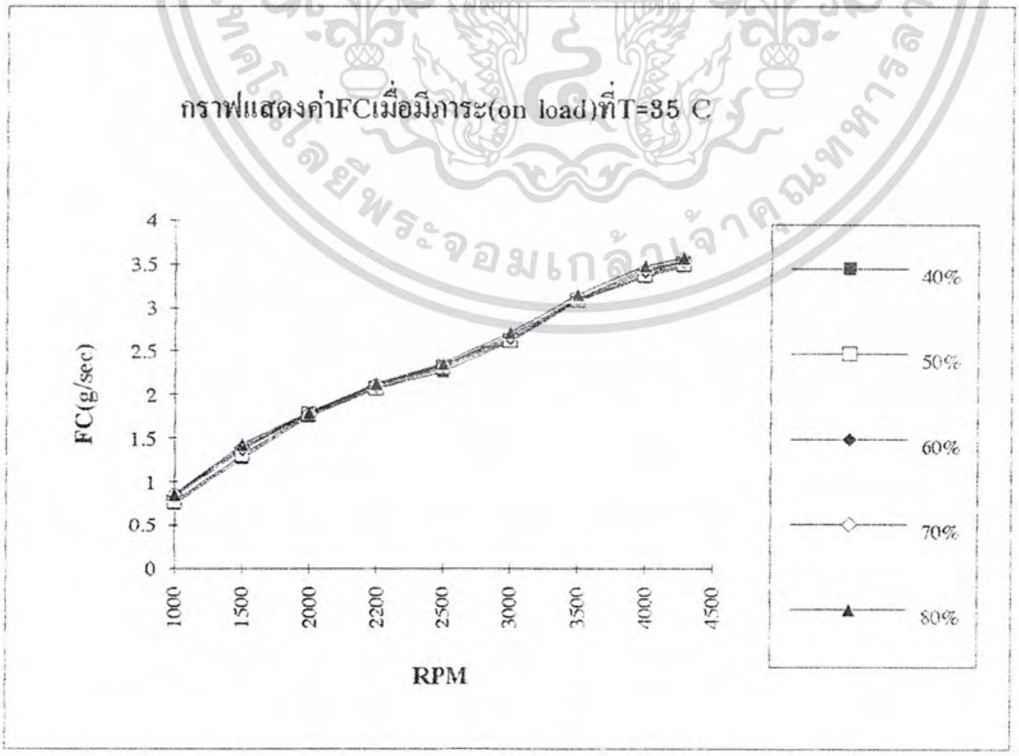


รูปที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

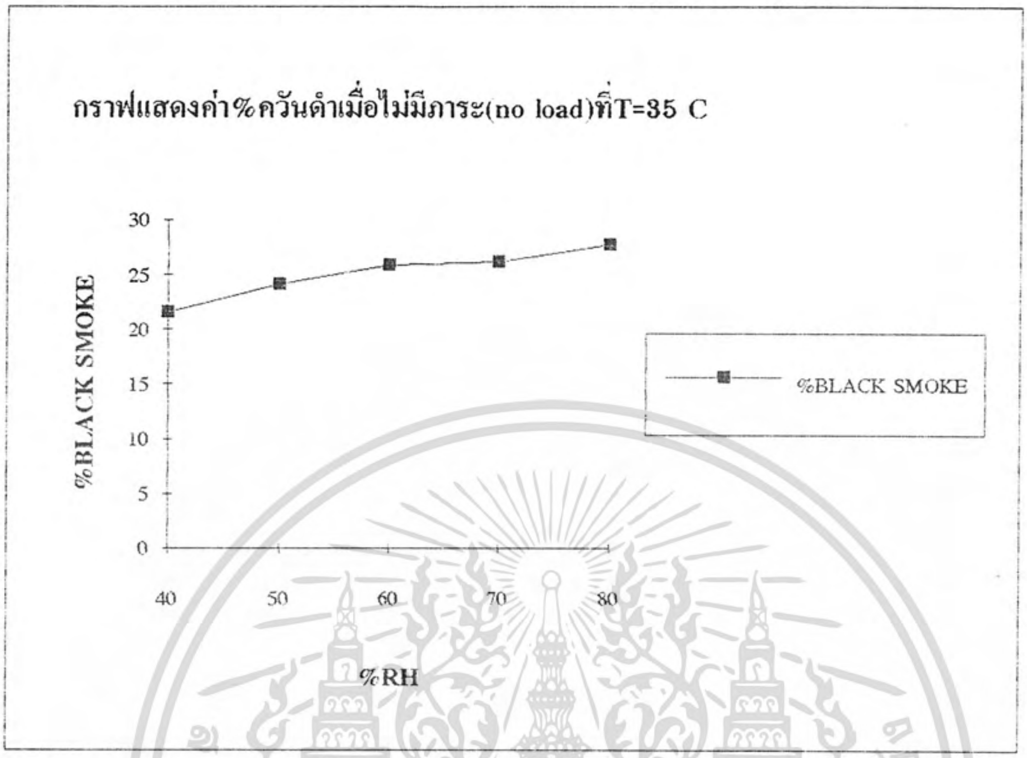


รูปที่ 5

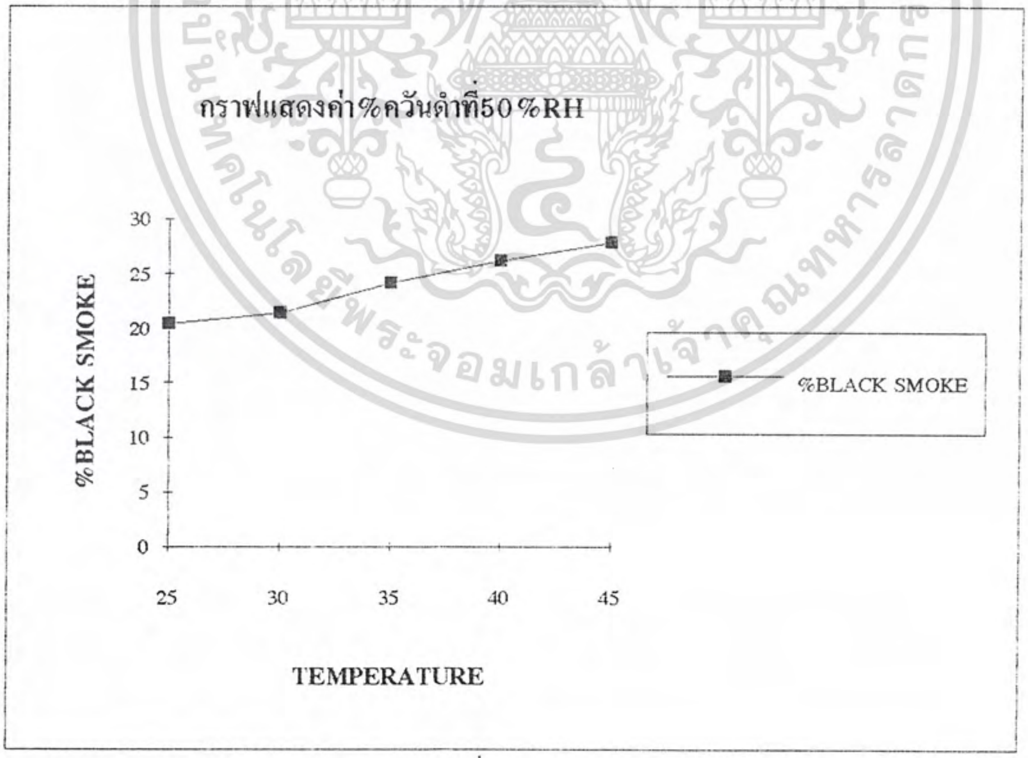


รูปที่ 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

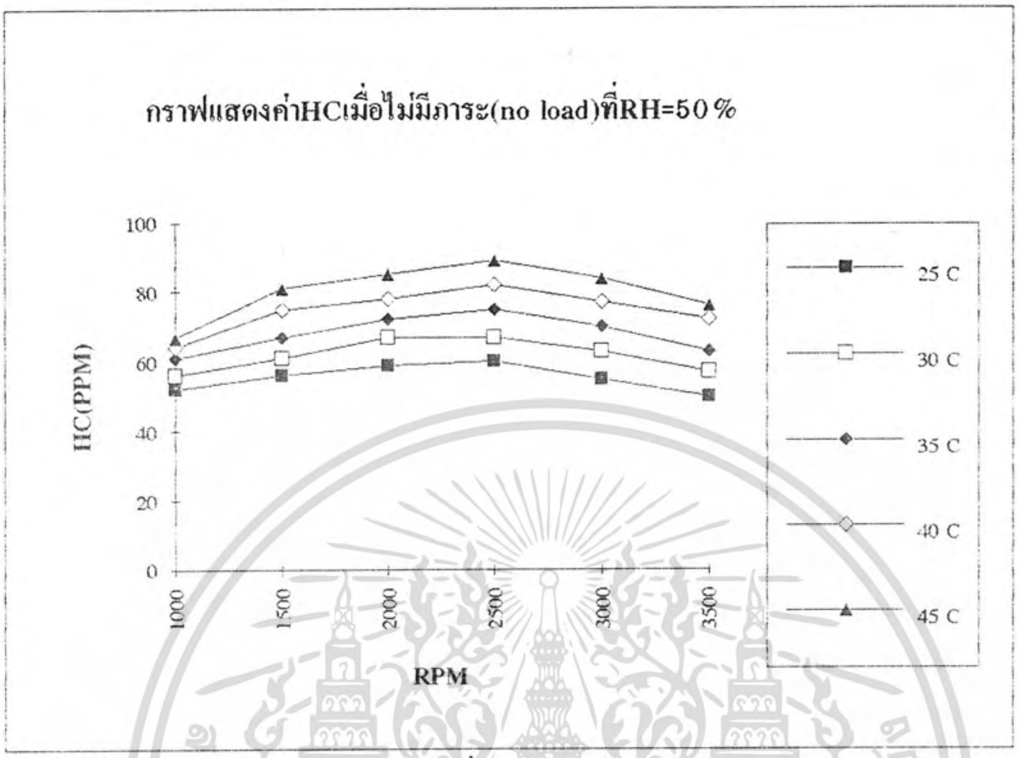


รูปที่ 7

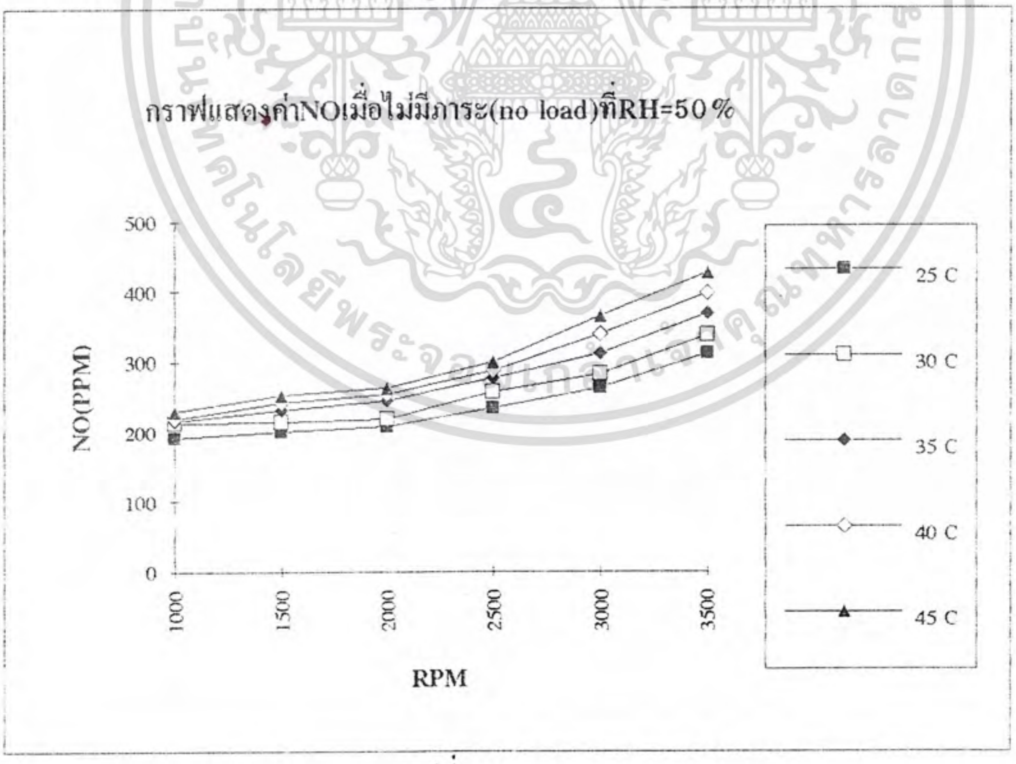


รูปที่ 8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

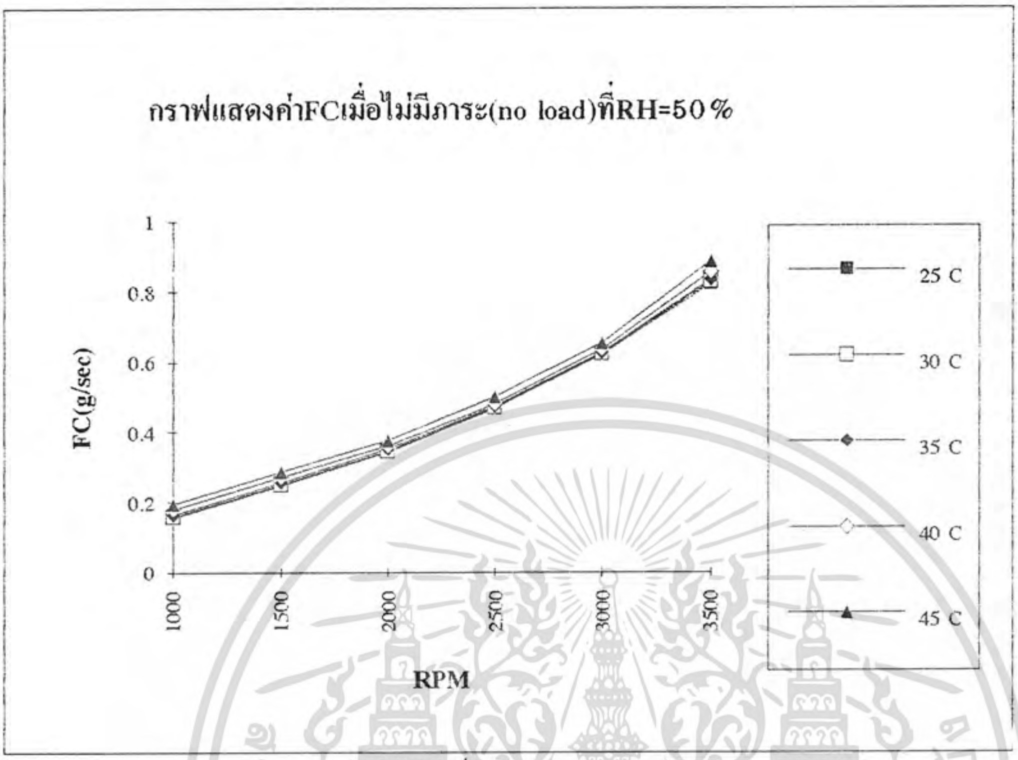


รูปที่ 9

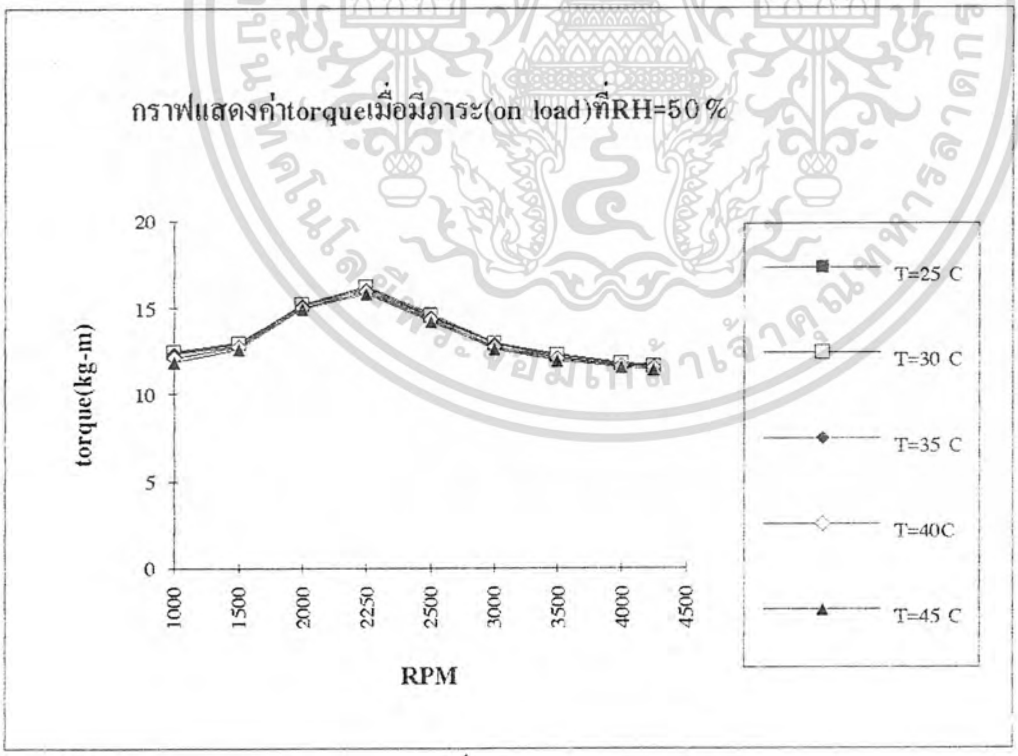


รูปที่ 10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

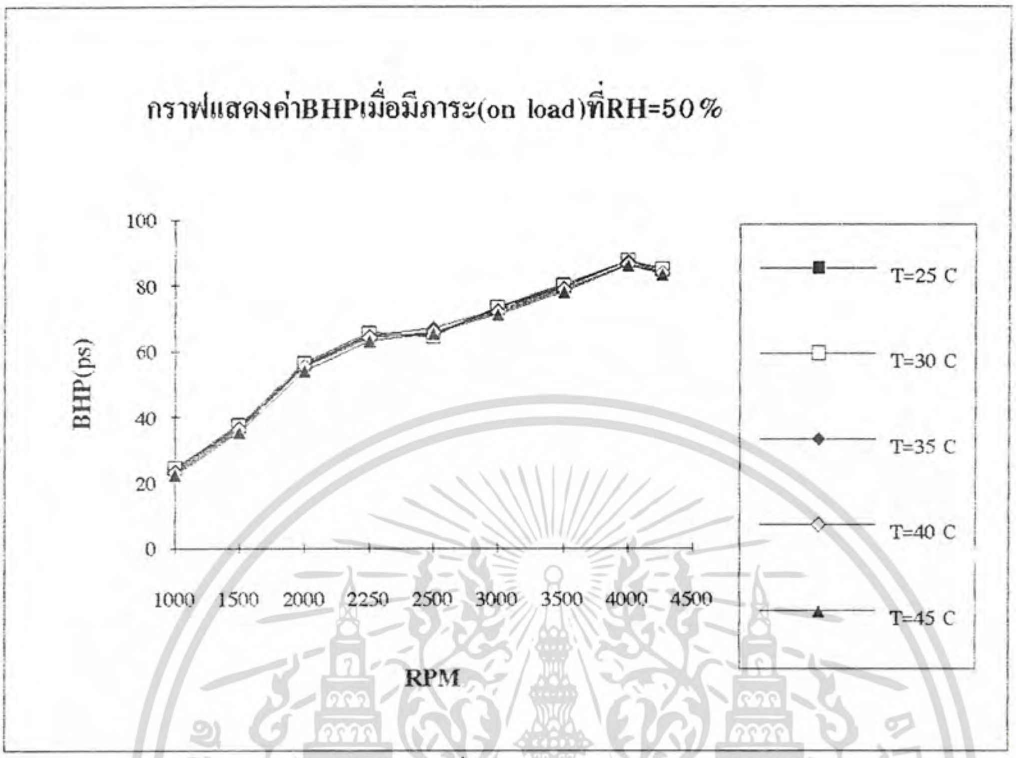


รูปที่ 11

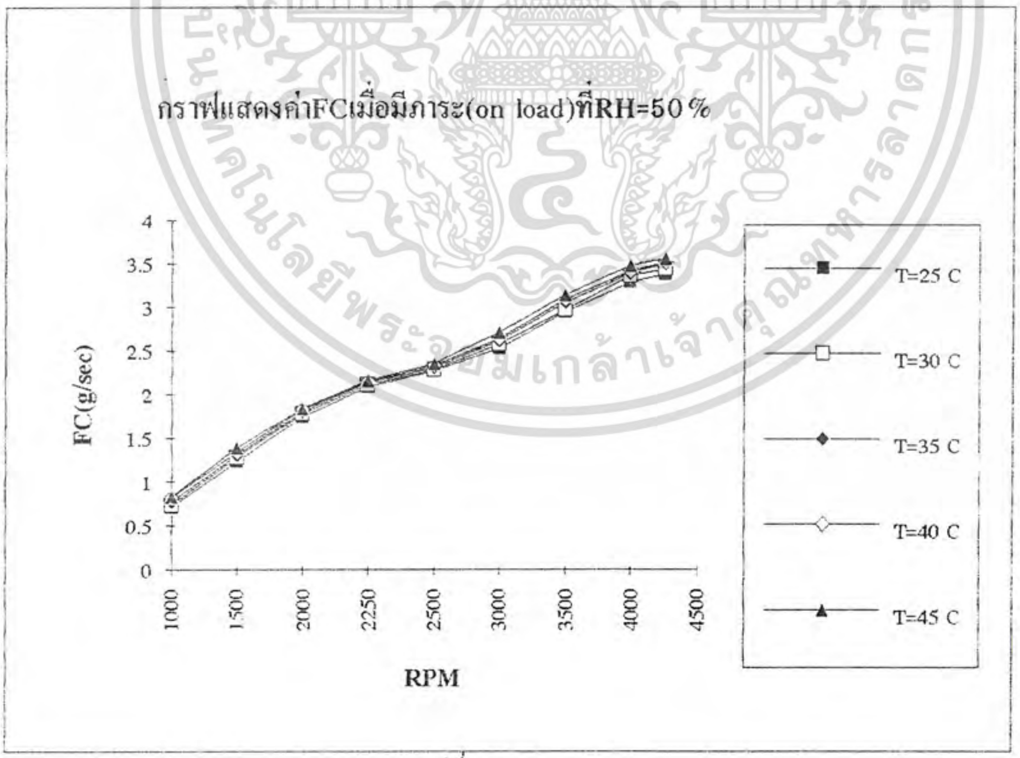


รูปที่ 12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

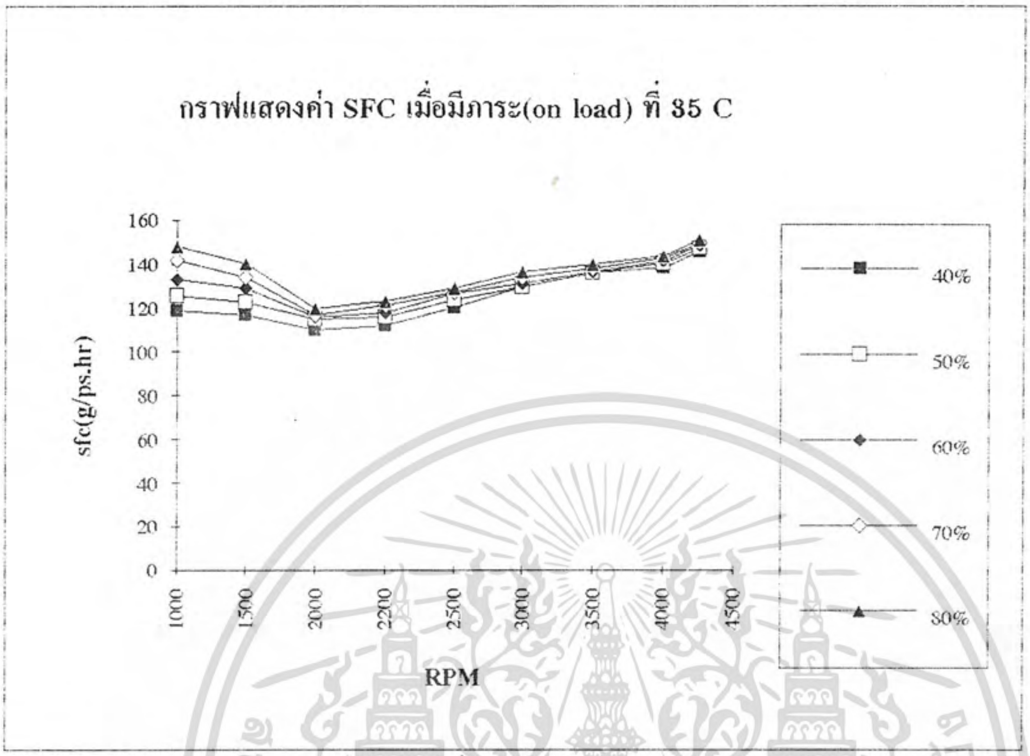


รูปที่ 13

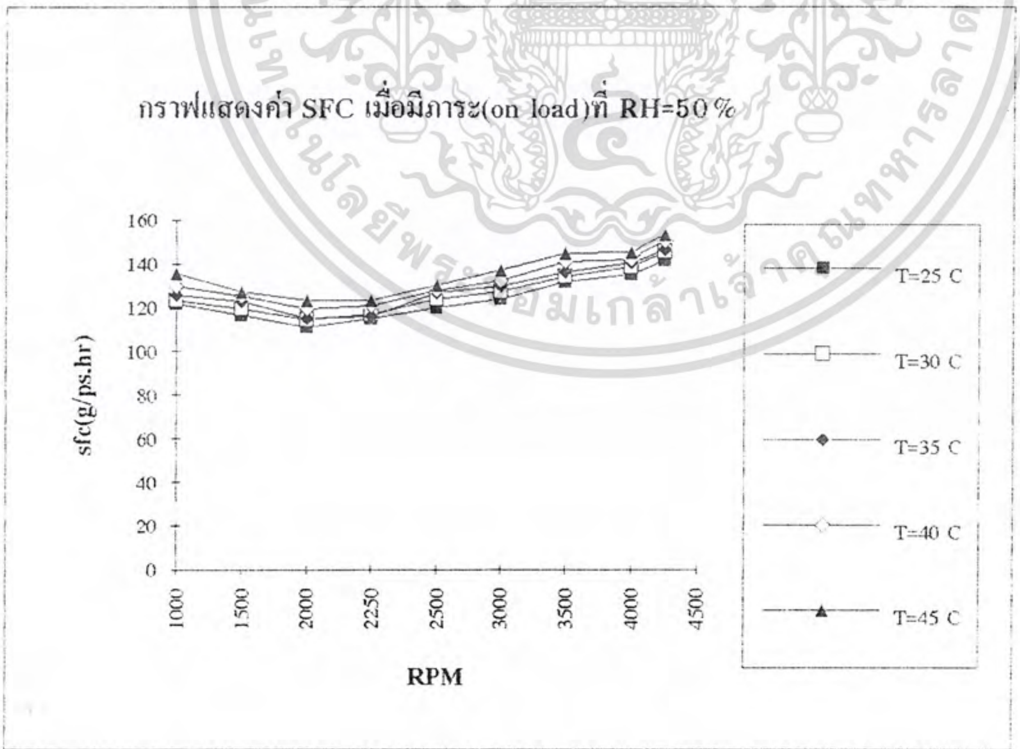


รูปที่ 14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 15



รูปที่ 16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>วิเคราะห์ผลการทดลอง</u>

เมื่อคงที่อุณหภูมิไว้ที่ 35°Cและเปลี่ยนแปลงความชื้นสัมพัทธ์

เมื่อไม่มีภาระให้แก่เครื่องยนต์(no load)

ค่า HC จากรูปที่ 1.เมื่อค่าความชื้นสัมพัทธ์เพิ่มขึ้นค่าHCจะเพิ่มขึ้น สาเหตุเนื่องจากความชื้นที่เพิ่มขึ้นนั้นจะทำให้เกิดความล่าช้าในการจุดระเบิด(Ignition delay) มีค่าเพิ่มขึ้น ทำให้การเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ซึ่งทำให้เกิด HC มากขึ้น และที่ความเร็วรอบต่างๆนั้น ช่วงแรกค่า HC จะมีค่าเพิ่มขึ้นตามความเร็วรอบจนกระทั่งประมาณ 2500-3000รอบ/นาที เมื่อเพิ่มความเร็วรอบต่อไป ปริมาณ HCจะค่อยๆลดลง

ค่า NO จากรูปที่ 2.เมื่อค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์เพิ่มมากขึ้นค่าNOจะลดลง เนื่องจากความร้อนที่เกิดจากการเผาไหม้ส่วนหนึ่งสูญเสียให้กับLatent Heat ของน้ำที่เข้ามากับอากาศทำให้อุณหภูมิของห้องเผาไหม้ลดลงซึ่งเป็นปัจจัยที่ทำให้ค่า NO ลดลงและที่ความเร็วรอบต่างๆนั้น NO จะมีค่าเพิ่มขึ้นตามความเร็วรอบไปเรื่อยๆ

ค่า FC จากรูปที่3.ค่าFuel Consumption จะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มความชื้นสัมพัทธ์เนื่องจากการสูญเสียความร้อนในการเผาไหม้ซึ่งพบว่าทำให้ความร้อนที่จะเปลี่ยนแปลงเป็นกำลังของเครื่องยนต์ลดลงดังนั้นเครื่องยนต์จึงกินน้ำมันมากขึ้นเพื่อนำไปเผาไหม้ทดแทนความร้อนที่สูญเสียไปเพื่อให้ได้ปริมาณความร้อนเท่าเดิม และมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อตามความเร็วรอบที่เพิ่มขึ้นไปเรื่อยๆ

เมื่อมีภาระให้กับเครื่องยนต์(on load)

ค่า Torque จากรูปที่4.จะลดลงเล็กน้อยเมื่อความชื้นสัมพัทธ์เพิ่มขึ้น เนื่องจากความร้อนที่สูญเสียให้กับLatent Heat ของน้ำทำให้ความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้ลดลงดังนั้นค่า torque ของเครื่องยนต์จึงลดลงด้วยและเปลี่ยนแปลงตามจำนวนรอบที่เพิ่มขึ้นจนความเร็วรอบประมาณ 2300รอบ/นาที ค่า Torque จะเพิ่มขึ้นมากที่สุดและลดลงเรื่อยๆตามรอบที่เพิ่มขึ้น

ค่า BHP จากรูปที่5.ค่า BHP จะลดลงเล็กน้อยเมื่อความชื้นสัมพัทธ์เพิ่มขึ้น เนื่องจากความร้อนที่สูญเสียให้กับLatent Heat ของน้ำทำให้ความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้ลดลงดังนั้นค่า BHP ของเครื่องยนต์จึงลดลงด้วย แต่จะมีค่าเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตามจำนวนรอบที่เพิ่มขึ้นและมากที่สุดเมื่อความเร็วรอบประมาณ 4000 รอบ/นาที หลังจากนั้นค่า BHP ก็เริ่มลดลง

ค่า FC จากรูปที่6.ค่าFuel Consumption จะมีค่าเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกับตอนที่ไม่มีภาระ (no load)

ค่าเปอร์เซ็นต์ควันดำ จากรูปที่ 7.พบว่าค่าเปอร์เซ็นต์ควันดำจะค่อยๆเพิ่มขึ้นเมื่อค่าความชื้นเพิ่มมากขึ้นเนื่องจากความล่าช้าในการจุดระเบิดที่เพิ่มขึ้นทำให้การเผาไหม้ไม่สมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ และ คงที่ความชื้นสัมพัทธ์ไว้ที่50% RH

เมื่อไม่มีภาระให้แก่เครื่องยนต์(no load)

ค่า HC จากรูปที่9.จะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มค่าอุณหภูมิ เนื่องจากเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นจะทำให้ความหนาแน่นของอากาศน้อยลงซึ่งทำให้เกิดส่วนผสมของน้ำมันกับอากาศที่หนาขึ้น(over rich)ซึ่งส่วนผสมที่หนาเกินไปไม่สามารถทำให้ไฟติดได้ซึ่งส่งผลให้เกิด HCตกค้างเนื่องจากการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์และที่ความเร็วรอบต่างๆนั้น ช่วงแรกค่า HC จะมีค่าเพิ่มขึ้นตามความเร็วรอบจนกระทั่งประมาณ2500-3000รอบ/นาที เมื่อเพิ่มความเร็วรอบต่อไป ปริมาณ HCจะค่อยๆลดลง

ค่า NO จากรูปที่10.จะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อค่าอุณหภูมิเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากส่งผลให้ห้องเผาไหม้มีอุณหภูมิสูงขึ้นซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้ค่าNOสูงขึ้น และความเร็วรอบต่างๆนั้นNOจะมีค่าเพิ่มขึ้นตามความเร็วรอบไปเรื่อยๆ

ค่า FC จากรูปที่11.จะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อค่าอุณหภูมิเพิ่มขึ้นเนื่องจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์จึงทำให้เครื่องยนต์ต้องใช้น้ำมันมากขึ้น และมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อตามความเร็วรอบที่เพิ่มขึ้นไปเรื่อยๆ

เมื่อมีภาระให้กับเครื่องยนต์(on load)

ค่า Torque จากรูปที่12.จะลดลงเล็กน้อยเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น นื่องจากส่วนผสมอากาศที่หนาขึ้นทำให้เครื่องยนต์เผาไหม้ไม่สมบูรณ์ ทำให้torqueของเครื่องลดลงและเปลี่ยนแปลงตามจำนวนรอบที่เพิ่มขึ้นจนความเร็วรอบประมาณ 2300รอบ/นาที ค่า Torque จะมากที่สุดและลดลงเรื่อยๆตามรอบที่เพิ่มขึ้น

ค่า BHP จากรูป13.ที่ค่า BHP จะลดลงเล็กน้อยเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น เนื่องจากส่วนผสมอากาศที่หนาขึ้นทำให้เครื่องยนต์เผาไหม้ไม่สมบูรณ์ ทำให้กำลังของเครื่องตกลง แต่จะมีค่าเพิ่มขึ้นเรื่อยๆตามจำนวนรอบที่เพิ่มขึ้นและมากที่สุดเมื่อความเร็วรอบประมาณ 4000 รอบ/นาที หลังจากนั้นค่า BHP ก็เริ่มลดลง

ค่า FC จากรูปที่14.จะมีค่าเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกันกับกรณีไม่มีภาระ(no load)

ค่าเปอร์เซ็นต์ควันดำ จากรูปที่ 8.พบว่าค่าเปอร์เซนต์ควันดำจะค่อยๆเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิเพิ่มมากขึ้นเนื่องจากความล่าช้าในการจุดระเบิดที่เพิ่มขึ้นทำให้การเผาไหม้ไม่สมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>สรุปผลการทดลอง</u>

เมื่อคงที่อุณหภูมิไว้ที่ 35 °Cและเปลี่ยนแปลงความชื้นสัมพัทธ์

เมื่อไม่มีภาระให้แก่เครื่องยนต์ no load)

1.ค่า HC จะมีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อเพิ่มความชื้นสัมพัทธ์

2.ค่า NO จะมีค่าลดลงเมื่อค่าเปอร์เซ็นความชื้นสัมพัทธ์เพิ่มมากขึ้น

3.ค่า FC จะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มความชื้นสัมพัทธ์เพิ่มขึ้น

4.ค่าเปอร์เซ็นต์ควันดำ จะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อความชื้นสัมพัทธ์เพิ่มขึ้น

เมื่อมีภาระให้กับเครื่องยนต์(on load)

1.ค่า Torque จะลดลงเล็กน้อยเมื่อความชื้นสัมพัทธ์เพิ่มขึ้น

2.ค่า BHP ค่า จะลดลงเล็กน้อยเมื่อความชื้นสัมพัทธ์เพิ่มขึ้น

3.**ค่า FC** จะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อความชื้นสัมพัทธ์เพิ่มขึ้น และเพิ่มขึ้นเมื่อตามความเร็วรอบเพิ่มขึ้น

เมื่อเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ และ คงที่ความชื้นสัมพัทธ์ไว้ที่50% RH

เมื่อไม่มีภาระให้แก่เครื่องยนต์(no load)

1.ค่า HC จะมีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อเพิ่มอุณหภูมิ

2.ค่า NO จะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อค่าอุณหภูมิเพิ่มมากขึ้น

3.ค่า FC จะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อค่าอุณหภูมิเพิ่มขึ้น

4.ค่าเปอร์เซ็นต์ควันดำ จะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อค่าอุณหภูมิเพิ่มขึ้น

เมื่อมีภาระให้กับเครื่องยนต์(on load)

1.ค่า Torque จะลดลงเล็กน้อยเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น

2.ค่า BHP จะมีค่าลดลงเล็กน้อยเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น

3.ค่า FC จะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อค่าอุณหภูมิเพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ฉบับนี้ได้สำเร็จลงด้วยดี นั่นก็เพราะว่าได้รับความร่วมมือและช่วยเหลือ ในการสนับสนุนและเป็นกำลังใจให้จากบุคคลหลายท่านซึ่งจะไม่สำเร็จลงได้เลยถ้าขาดบุคคลหลายท่านดังต่อไปนี้

อาจารย์ ธวัชชัย นาคพิพัฒน์ และอาจารย์อรรถสรรพ์ สุนทรชาติซึ่งให้คำปรึกษาทั้งทางด้านทฤษฎีและปฏิบัติ ได้อุทิศเวลาเป็นที่ปรึกษาอย่างเต็มที่รวมทั้งด้านค่าใช้จ่ายต่างๆ และพิเศษอย่างยิ่งสำหรับ อาจารย์ พงษ์ศักดิ์ ที่ได้เป็นที่ปรึกษาทางด้านการปฏิบัติและช่วยเป็นธุระ ให้ในยามที่มีปัญหาเกี่ยวกับการทดลองตลอดจนด้านการเงิน อาจารย์มณฑา ที่คอยให้คำแนะนำ และอาจารย์ ทุกๆท่านที่ได้ให้การอบรมและสั่งสอนแก่คณะผู้จัดทำ นายเคี้ยง, แมวและเต้ยเพื่อนภาควัดคุมสำหรับการอำนวยความสะดวกในการทำรายงาน น้องเพ็ญ ชมรมว่ายน้ำที่ช่วยพิมพ์รายงาน นายเปี๊ยกและนายหนิงสำหรับการช่วยในเรื่องสถานที่พิมพ์รายงาน กลุ่มโซล่าคาร์สำหรับอาหารเย็นนายหนุ่ย,เอและชัยที่อดทนกับการทดลองนี้ และเพื่อนๆชาวเครื่องกลทุกคน

ทางคณะผู้จัดทำจึงขอขอบคุณบุคคลต่างๆที่ได้กล่าวมาแล้วในข้างต้นเป็นอย่างยิ่งสำหรับความอนุเคราะห์ในเรื่องต่างๆ

คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

1. อ. นพดล จินดา "ทฤษฎีและการคำนวน กลศาสตร์ของไหล" 2521 บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่นจำกัด

2. อ. หลาบ รับสิริ "เครื่องยนต์ผาไหม้ภายใน" 2538 ฟิสิกเซ็นเตอร์ การพิมพ์

3. ประเสริฐ เทียบนิมิตร , ขวัญชัย สินทิพย์สมบูรณ์ , ปานเพชร ชินินทร์ "เชื้อเพลิงและสารหล่อลื่น" บริษัทซีเอ็ดยูเคชันจำกัด

4. อ.อัครเดช สินธุภัค "การทำความเย็น"พิมพ์ครั้งที่ 1 พ.ศ. 2533 สถาบัน เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

5. J.E.and O Beien "Gassolien" MP. univ.Pub.Eng 1934

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้