ปีการศึกษา 2533

การวิเคราะห์ไอเสียของเครื่องยนต์แกสโซลีน

โดย

1. นายชินรักษ์ เธียรพงษ์
2. นายประทีป ศักดิ์ชลาธร
3. นายวัฒนา สถิตอมรธรรม

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ อรรถสรรพ์ สุนทรชาติ

028794

13 มิ.ย. 2534

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ไอเสียของเครื่องยนต์แกสโซลีน

โดย

1. นายชินรักษ์ เธียรพงษ์ 301060
2. นายประทีป ศักดิ์ชลาธร 301135
3. นายวัฒนา สถิตอมรธรรม 301238

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ อรรถสรรพ์ สุนทรชาติ

วิทยานิพนธ์สำหรับปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สภาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2533

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

สารบาญ

หน้า

สารบาญ

บทคัดย่อ 1

บทที่ 1 บทนำ 2

บทที่ 2 แกสที่เกิดจากไอเสียของเครื่องยนต์แกสโซลีนและดีเซล 5

บทที่ 3 การออกแบบและทฤษฎีการทดลอง 12

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง 16

บทที่ 5 บทสรุปและวิจารณ์ 37

กิตติกรรมประกาศ

เอกสารอ้างอิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ไอเสียของเครื่องยนต์แกสโซลีน

ชินรักษ์ เธียรพงษ์
ประทีป ศักดิ์ชลาธร
วัฒนา สถิตอมรธรรม
อาจารย์ที่ปรึกษา อรรถสรรพ์ สุนทรชาติ
ปีการศึกษา 2533

บทคัดย่อ

ในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ จัดทำขึ้นเพื่อศึกษาและวิเคราะห์ปริมาณแกสไอเสียของเครื่องยนต์แกสโซลีนที่ปล่อยออกมาสู่บรรยากาศ ในการศึกษาและวิเคราะห์ทำขึ้นจากการทดลองในห้องทดลอง โดยอาศัยเครื่องยนต์ทดสอบและเครื่องมือวัดปริมาณแกสต่างๆ จากไอเสียของเครื่องยนต์ดังกล่าว ทั้งนี้เพื่อที่จะทราบปริมาณแกสต่างๆที่ออกมาพร้อมกับไอเสีย และจะได้หาวิธีลดปริมาณแกสเหล่านั้นลง ข้อมูลที่ได้อาจจะนำไปพัฒนาเครื่องยนต์แกสโซลีนเพื่อลดมลพิษในอากาศต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 แกสที่ทำให้เกิดมลพิษในอากาศจากรถยนต์

รถยนต์เป็นยานพาหนะทางบกที่ใช้งานกันเป็นจำนวนมากในการจราจร ทั้งในเขตเมืองและระหว่างเมือง รถยนต์ทำงานโดยเครื่องยนต์ซึ่งมีหลายขนาดหลายประเภทและหลายชนิด แต่ละชนิดจะมีลักษณะการทำงานและการใช้ชนิดของเชื้อเพลิงต่างกันไปอีก จึงทำให้มีความแตกต่างของลักษณะของมลพิษทางอากาศที่ระบายออกจากรถยนต์เหล่านั้น และในบางกรณีมลพิษทางอากาศก็มีเพิ่มขึ้นเนื่องจากระบบของเครื่องยนต์อยู่ในสภาพที่ไม่เหมาะสม หรือเกิดจากการใช้งานที่ไม่ถูกต้องโดยความไม่เข้าใจและขาดการคำนึงถึงมลพิษที่จะระบายออก จึงเห็นควรที่จะเผยแพร่ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับความเกี่ยวเนื่องของปัจจัยต่าง ๆ ที่มีต่อการระบายมลพิษออกสู่อากาศจากรถยนต์ซึ่งจะนำมากำหนดมาตรการที่เหมาะสม และให้ลำดับความสำคัญที่ถูกต้องต่อการแก้ปัญหาในปัจจุบันได้ดีขึ้น

1.2 แหล่งกำเนิดแกสที่ทำให้เกิดมลพิษ

เมื่อพิจารณาการทำงานของเครื่องยนต์และระบบการเผาไหม้ของเครื่องยนต์ จะพบว่าแหล่งกำเนิดสารมลพิษจากรถยนต์ได้ 3 แหล่ง คือ

ก. การระเหย ก็คือไฮโดรคาร์บอนที่ระเหยออกมาจากส่วนต่าง ๆ ของเครื่องยนต์ เช่น จากถังน้ำมันและคาร์บูเรเตอร์ ซึ่งปริมาณจะมากหรือน้อยก็ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของบรรยากาศ อุณหภูมิของเครื่องยนต์ และความสามารถในการระเหยของน้ำมัน จากสัดส่วนของไฮโดรคาร์บอนที่ระบายออกทั้งหมดจากรถยนต์ประมาณได้ว่าจะมีไฮโดรคาร์บอนระบายออก 20 % จากระบบนี้ ทั้งในเครื่องยนต์เบนซิน 2 จังหวะและ 4 จังหวะ สำหรับเครื่องยนต์ดีเซล เมื่อพิจารณาจุดเดือดของน้ำมันดีเซลจะพบว่า สูงกว่าอุณหภูมิบรรยากาศมาก และองค์ประกอบของเครื่องยนต์ก็ไม่มีคาร์บูเรเตอร์ จึงไม่มีการระบายออกของไฮโดรคาร์บอน เนื่องมาจากการระเหย

ข. การระบายจากห้องเผาไหม้ ในห้องเผาไหม้จะมีบางส่วนของไอดีซึมผ่านลูกสูบออกมาในจังหวะอัดมาที่ก้นอ่าง และในจังหวะกำลังเล็กน้อย โดยทั่วไปเรียกแกสพวกนี้ว่า โบลว์บายแกส (blow by gas) ซึ่งมักจะเป็นไฮโดรคาร์บอนทั้งสิ้น ซึ่งโดยประมาณแล้วจะมาจากไฮโดรคาร์บอนและอากาศประมาณ 85 % และจากไอเสีย 15 % และโดยประมาณสำหรับเครื่องยนต์เบนซินชนิดสี่จังหวะ ไฮโดรคาร์บอนจะระ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

บายออกจากระบบนี้ 25 % ของไฮโดรคาร์บอนทั้งหมดที่ระบายจากรถยนต์ แต่สำหรับเครื่องยนต์เบนซินชนิด 2 จังหวะ มักจะใช้ห้องเผาไหม้เป็นห้องพักไอดี แกสที่จะต้องระบายออกเป็นโบลว์บายแกสจึงไม่มีไฮโดรคาร์บอนระบายออกมาจากส่วนนี้ ส่วนเครื่องยนต์ดีเซลตามที่ได้กล่าวแล้วว่าน้ำมันดีเซลมีการระเหยน้อย แหล่งกำเนิดจึงมาจากไฮโดรคาร์บอนจากไอเสีย คือประมาณ 1% ของไฮโดรคาร์บอนทั้งหมดที่ระบายออกจากรถเครื่องบนต์ดีเซล

ค. การระบายออกจากระบบไอเสีย สารมลพิษจากระบบนี้เป็นส่วนที่มีอันตรายและมีปริมาณมากที่สุด ซึ่งมาจากผลการสันดาปของเชื้อเพลิงและสารอื่น ๆ เช่น ไฮโดรคาร์บอนที่ยังไม่เผาไหม้และที่เผาไหม้แล้วบางส่วน แกสคาร์บอนมอนอกไซด์ที่มาจากการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ ออกไซด์ของไนโตรเจนที่เกิดจากการเผาไหม้ของไนโตรเจน (ซึ่งมีปรากฏอยู่เดิมในอากาศที่เข้าไปสันดาป) กับอากาศที่อุณหภูมิสูง และสารตะกั่วที่ใช้เติมในน้ำมันเบนซิน ทั้งยังมีควันดำอันเป็นลักษณะเฉพาะของเครื่องยนต์ดีเซลอีกด้วย

ตารางแสดงอัตราส่วนการระบายออกของสารมลพิษในรถประเภทต่าง ๆ

	เบนซิน 4 จังหวะ			เบนซิน 2 จังหวะ			ดีเซล		
	CO	HC	NO_x	CO	HC	NO_x	CO	HC	NO_x
Exhaust gas	100	55	100	100	80	100	100	99	100
Blow by gas	—	25	—	—	—	—	—	1	—
Fuel evaporation gas	—	20	—	—	20	—	—	—	—

1.3 <u>แกสที่ทำให้เกิดมลพิษ</u> ประกอบด้วย

- แกสคาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO) เกิดจากการเผาไหม้ไม่สมบรูณ์ ผู้ที่สูดเอาแกสนี้เข้าไปมาก ๆ จะรู้สึกอึดอัด และอาจเสียชีวิตเนื่องจากขาดออกซิเจนได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- แกสไฮโดรคาร์บอน (HC) เกิดจากเชื้อเพลิงส่วนที่ไม่ถูกเผาไหม้
- แกสไนไตรเจนออกไซด์ (NO_x) เกิดจากการที่ออกซิเจนทำปฏิกริยากับไนโตรเจนที่อุณหภูมิสูง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

แกสที่เกิดจากไอเสียของเครื่องยนต์แกสโซลีนและดีเซล

1. รายละเอียดของแกสที่ทำให้เกิดมลพิษตัวสำคัญ ๆ

ก. แกสคาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO)

เกิดจากการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ เนื่องจากขาดอากาศหรือขาดออกซิเจน (O_2) นั่นเอง ดังนั้นในทางทฤษฎีการที่จะลดการเกิดแกสคาร์บอนมอนนอกไซด์ก็คือ การเพิ่มอากาศเข้าไปในห้องเผาไหม้มาก

ข. แกสไฮโดรคาร์บอน (HC)

เกิดจากการที่เชื้อเพลิงไม่ได้เผาไหม้ซึ่งอาจเกิดจาก

- บริเวณผนังของเสื้อสูบที่ถูกหล่อเย็น หรือส่วนที่เย็น(Quench Zone) ซึ่งบริเวณนี้จะมีอุณหภูมิต่ำจนกระทั่งไม่เกิดการสันดาป ทำให้มีแกสไฮโดรคาร์บอน
- ในบางบริเวณในเสื้อสูบมีอัตราส่วนอากาศต่อน้ำมันเชื้อเพลิง น้อยเกินไป จึงอาจทำให้เชื้อเพลิงบางส่วนไม่เผาไหม้ได้
- ในบางบริเวณอัตราส่วนอากาศต่อน้ำมันเชื้อเพลิงสูงเกินไป ทำให้เกิดการสูญเสียความร้อนเนื่องจากอากาศส่วนที่เกินพอ ทำให้การสันดาปไม่เกิดขึ้น

ค. แกสไนโตรเจนออกไซด์ (NO_X)

ออกไซด์ของไนโตรเจนมีหลายรูปแบบ เช่นไนโตรเจนมอนนอกไซด์ (NO), ไนโตรเจนไดออกไซด์(NO_2),ไดไนโตรเจนมอนนอกไซด์ (N_2O) แต่ออกไซด์ของไนโตรเจนซึ่งเกิดขึ้นในขบวนการสันดาปในเครื่องยนต์คือ ไนตริกออกไซด์ (NO_3) ซึ่งจะเกิดได้ดีเมื่ออยู่ในอุณหภูมิสูงเท่านั้น นอกจากจะขึ้นกับอุณหภูมิแล้ว อัตราการเกิดไนตริกออกไซด์ยังขึ้นอยู่กับ ปริมาณออกซิเจนในขณะเกิดการสันดาป ปฏิกริยานี้จะเกิดได้ดีเมื่อมีปริมาณออกซิเจนในขณะเผาไหม้มาก

ง .แกสพิษจากสารบางชนิด

สารแปลกปลอมที่สำคัญที่ทำให้เกิดมลพิษคือ กำมะถัน และตะกั่ว กำมะถันนั้นจะหลงเหลือมาจาก ขบวนการกลั่นน้ำมัน ออกไซด์ของกำมะถันเมื่อรวมตัวกับน้ำจะทำให้เกิด กรดกำมะถัน นอกจากจะเป็นอันตรายต่อเครื่องยนต์แล้ว สารประกอบจำพวกไฮโดรเจนซัลไฟด์ และซัลเฟอร์ออกไซด์ที่ได้จากการเผาไหม้จะออกมากับไอเสียสู่บรรยากาศภายนอก ซึ่งเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เชื้อเพลิง เพื่อป้องกันการผิดของเครื่องยนต์ สารตะกั่วนี้จะทำหน้าที่เป็นตัวคะตะไลต์ในปฏิกริยาการเผาไหม้เท่านั้น ดังนั้นจึงถูกขับมาพร้อมกับไอเสียด้วย ซึ่งสารตะกั่วนี้จะทำให้เกิดมลพิษเป็นอย่างมาก

จ. ควันดำ (Black Smoke)

เป็นการรวมตัวของอะตอมของคาร์บอนและส่วนหนึ่งของไฮโดรคาร์บอนเผาไหม้บางส่วน ทำให้ในโมเลกุลมีอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไฮโดรเจนเพิ่มขึ้น ดังนั้นการเกิดควันดำเป็นการที่โมเลกุลของไฮโดรคาร์บอนเกิดปฏิกริยาคายไฮโดรเจน (Dehydrogenation) แล้วเกิดรวมเป็นโมเลกุลใหญ่ขึ้น (Polymerization) แล้วในท้ายที่สุดก็จะเกาะกันเป็นเม็ด (Glomeration) เนื่องจากปฏิกริยาคายไฮโดรเจน เกิดที่อุณหภูมิสูงและเกิดกับไฮโดรคาร์บอนที่มีน้ำหนักโมเลกุลค่อนข้างสูง ปฏิกริยาการเกิดนั้นสอดคล้องกับการทำงานของเครื่องยนต์ดีเซล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ไอเสียของเครื่องยนต์แกสโซลีน

การควบคุมไอเสีย ก็เพื่อที่จะลดปริมาณ แกสคาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO) แกสไฮโดรคาร์บอน (HC) และออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) ในแกสไอเสียของเครื่องยนต์ลง มีทางทำได้ดังนี้

ก. เปลี่ยนแปลง-แก้ไขการทำงานของเครื่องยนต์

ข. เปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของไอเสีย

ก. <u>การเปลี่ยนแปลงแก้ไขการทำงานของเครื่องยนต์</u>

การปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงส่วนต่าง ๆ ของเครื่องยนต์ที่ใช้อยู่เพียงเล็ก ๆ น้อย ๆ จะช่วยให้ลดแกสไฮโดรคาร์บอน (HC) และแกสคาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO) ได้มาก ต่อไปนี้เป็นหัวข้อที่ควรจะพิจารณาเพื่อลดแกสพิษ

- การเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนผสมอากาศต่อน้ำมัน

ตามธรรมชาติที่เครื่องเดินเบาต้องใช้ส่วนผสมหนาอยู่แล้ว ถ้าได้ตั้งเครื่องให้เดินที่ความเร็วสูงขึ้นไปอีก เช่นเปลี่ยนจาก 600 เป็น 700 รอบต่อนาที อัตราส่วนผสมของน้ำมันต่ออากาศจะลดลงหรือบางลงได้อีก นอกจากนี้ยังช่วยป้องกันเครื่องเดินไม่เรียบ, เครื่องเดินสะดุดอีกด้วย

- การตั้งไฟ

การตั้งไฟอ่อนจะช่วยลดแกสจำพวกแกสไฮโดรคาร์บอนได้ เพราะการตั้งไฟอ่อนทำให้การเผาไหม้ยืดยาวไปในจังหวะขยายตัว และบางทีอาจจะทำให้การเผาไหม้ลุกลามเข้าไปในท่อไอเสีย ไอเสียจะร้อนขึ้น แกสที่เผาไหม้ไม่หมดมีโอกาศที่จะเผาไหม้ต่อไป แกสจำพวกออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) จะลดลงได้มาก อย่างไรก็ตามการตั้งไฟอ่อนทำให้เครื่องร้อนและไม่มีกำลัง ดังนั้นการระบายความร้อนจะต้องดีหรือต้องใช้พัดลม, หม้อน้ำ, ปั๊มน้ำใหญ่ขึ้น และอีกประการหนึ่งการตั้งไฟอ่อนทำให้กำลังของเครื่องยนต์ลดลง

- ดัดแปลงห้องเผาไหม้

โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณที่เย็น หรือบริเวณที่เปลวไฟเดินทางไปไม่ถึง แกสจะดับเสียก่อนที่เดินทางไปถึง ทำให้เกิดแกสไฮโดรคาร์บอนสูง

- ลดอัตราส่วนการอัด

เครื่องยนต์ที่มีอัตราส่วนการอัดสูง จะมีอุณหภูมิสูงด้วย ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้เกิดออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x)

- ลดโอเวอร์แลพ (Valve overlap)

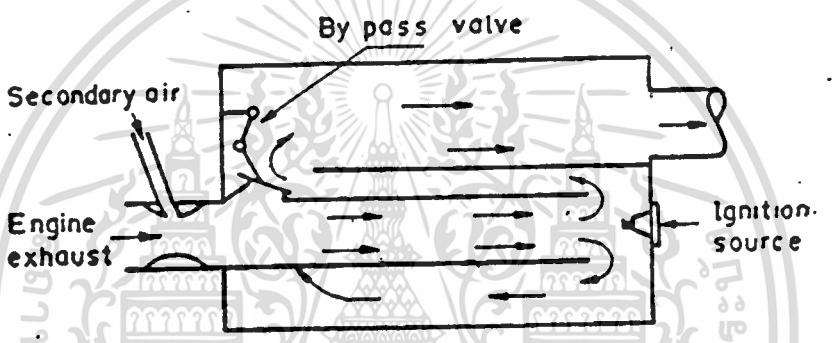
เครื่องยนต์ที่มีโอเวอร์แลพมาก ๆ จะทำให้ส่วนผสมที่ยังไม่ได้เผาไหม้หนี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ออกสู่บรรยากาศมาก ทำให้แกสไฮโดรคาร์บอนเพิ่มขึ้น เพื่อที่จะแก้อากาศเป็นพิษจึงควรลดโอเวอร์แลพให้เหลืออน้อยๆ

ข.การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของไอเสีย กระทำได้ดังนี้คือ

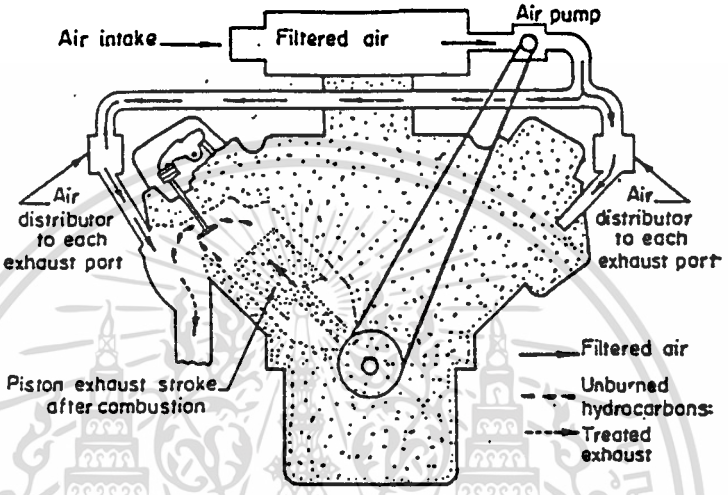
- ให้มีการเผาไหม้อีกครั้งหนึ่ง แกสที่เผาไหม้ไม่หมด แกสไฮโดรคาร์บอน (HC) และ แกสคาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO) เหลืออยู่ในไอเสีย สามารถที่จะนำไปเผาไหม้อีกครั้งหนึ่งได้โดยให้ผ่านท่อไอเสีย หรือห้องเผาไหม้ซึ่งมีที่จุดไฟและอากาศพ่นเข้าไป ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1. แสดงการเผาไหม้ไอเสียอีกครั้งหนึ่ง

- ใช้หลักทำปฏิกริยาทางเคมี (Reactor) วิธีนี้ได้นำความคิดมาจากการเผาไหม้อีกครั้งหนึ่ง ข้อเสียของวิธีที่ 1 คือ ถ้ามี แกสไฮโดรคาร์บอน (HC) น้อย การเผาไหม้จะไม่เกิดขึ้น เพราะมีความร้อนศูนย์สูง แต่วิธีนี้จะไม่สูญเสียความร้อนมากนัก โดยให้ไอเสียที่เพิ่งออกจากห้องเผาไหม้ทำปฏิกริยากับอากาศ แกสคาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO) ที่อุณหภูมิสูง ๆ จะรวมตัวกับออกซิเจนในอากาศ ทำให้เกิดออกไซด์ของแกสไฮโดรคาร์บอน (HC) การที่จะทำให้ได้ผลนั้น ต้องผสมให้เข้ากันดี และมีเวลาสำหรับทำปฏิกริยา และอุณหภูมิของ แกสไฮโดรคาร์บอน (HC) ต้องสูงด้วย รูปที่ 2 เป็นแบบหนึ่งของการใช้อากาศให้ทำปฏิกริยาเพื่อลดอากาศเป็นพิษ

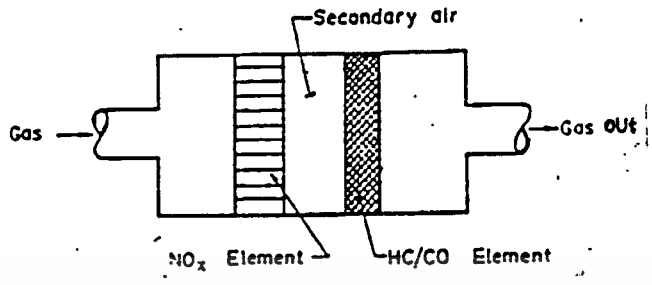
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2. แสดงระบบฉีดอากาศเพื่อทำปฏิกริยาทางเคมี

- การใช้สารเปลี่ยน (Catalytic converter) วิธีนี้ให้แกสไอเสียที่มีแกสพวก แกสคาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO) ,แกสไฮโดรคาร์บอน (HC),ออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) ผ่านสารที่มีคุณสมบัติเปลี่ยน แกสไฮโดรคาร์บอน (HC) และแกสคาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO) เป็นน้ำ และ แกสคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) และสารอีกพวกหนึ่งเปลี่ยน แกสคาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO) เป็นสารไม่มีพิษ รูปที่ 3

028794
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3. การใช้สารเปลี่ยน

3. แกสไอเสียของเครื่องยนต์ดีเซล

แกสที่ทำให้เกิดมลพิษที่ออกจากไอเสียเครื่องยนต์ดีเซลเป็นพวกเดียวกันกับที่ออกจากไอเสียของเครื่องยนต์แกสโซลีน การเผาไหม้ของน้ำมันเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ดีเซลมีอากาศมากกว่าในเครื่องยนต์แกสโซลีน แต่การผสมกันระหว่างน้ำมันกับอากาศทำได้ยากกว่า และไม่ดีเท่ากับเครื่องยนต์แกสโซลีน ชนิดและปริมาณของแกสที่ทำให้เกิดมลพิษในเครื่องยนต์ดีเซลขึ้นอยู่กับชนิด และการทำงานของเครื่องยนต์ เครื่องยนต์ชนิด 2 จังหวะ ที่ใช้อากาศไล่ไอเสียมีแกสที่ทำให้เกิดมลพิษพวกแกสไฮโดรคาร์บอน(HC) ที่ยังไม่ได้เผาไหม้มาก มีออกไซด์ของไนโตรเจน(NO_x)ปานกลาง มีควันน้อยไม่ว่าจะใช้เครื่องยนต์ที่ระดับกำลังม้าเท่าใด

เครื่องยนต์ดีเซล 4 จังหวะ ความเร็วปานกลางมีแกสที่ทำให้เกิดมลพิษต่ำมาก แต่มีควันมาก เครื่องยนต์ 4 จังหวะรอบจัด มีแกสไฮโดรคาร์บอน (HC) และอัลดีไฮด์ (Aldehyde)สูง และมีกลิ่นเหม็น กลิ่นนี้จะมีตลอดไป ไม่ว่าจะเดินเครื่องที่รอบใดเว้นเสียแต่เดินด้วยความเร็วเดินเบา (idle speed) เครื่องยนต์ 4 จังหวะ เทอร์โบชาร์จมีแกสจำพวก แกสไฮโดรคาร์บอน (HC) น้อย แต่มี ออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x)มาก โดยทั่ว ๆ ไป มีควันอยู่ในระดับต่ำ

สำหรับการใช้งานของเครื่องยนต์ ถ้าเครื่องเดินด้วยความเร็วเดินเบา มี แกสไฮโดรคาร์บอน (HC)ออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) และ อัลดีไฮด์ออกมาน้อยกว่า การใช้งานของเครื่องในลักษณะอื่น ๆ การเร่งเครื่องทำให้ไอเสียมีกลิ่น กลิ่นจะฉุนมาก ถ้าเร่งจนสุดคันเร่ง และควันจะมีมากในขณะเร่งเครื่อง ในขณะที่เครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยนต์มีภาระงานหนัก ไอเสียที่ออกมานั้นเปลี่ยนแปลงตามชนิดของเครื่องยนต์ เช่น เครื่องยนต์ชนิด 2 จังหวะ และ 4 จังหวะ เทอร์โบชาร์จ มีควันน้อย (ที่ภาระงานมาก) แต่เครื่องยนต์ 4 จังหวะธรรมดา จะมีควันมากที่ภาระงานเต็มที่

ออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) ในไอเสียของเครื่องยนต์ดีเซลเกิดขึ้นได้เช่นเดียวกันกับในเครื่องยนต์แกสโซลีน กล่าวคือ อะไรก็ตามที่ทำให้อุณหภูมิสูงสุดขึ้นสูงและมีออกซิเจนในห้องเผาไหม้มากพอ ห้องเผาไหม้ชนิดพรีคอมบัสชั่น (Precombustion) จะให้ออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) น้อยกว่าห้องเผาไหม้ชนิดไดเรคอินเจคชั่น เพราะมีความร้อนน้อยกว่าอัตราส่วนน้ำมันต่ออากาศมาก หรือน้ำมันที่ฉีดเข้าไปมาก จะทำให้อุณหภูมิในห้องเผาไหม้ลดลง เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) ลดลง การเปลี่ยนแปลงออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) ยังมาจากสาเหตุอื่นอีก เช่น การฉีดน้ำมันและจังหวะ คุณสมบัติของน้ำมัน (ซีเทนนัมเบอร์, ความหนืด ฯลฯ) กระบวนการเผาไหม้ ฯลฯ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบและทฤษฎีการทดลอง

3.1 วัตถุประสงค์ของโครงการณ์

เพื่อศึกษาปริมาณของแกสที่ทำให้เกิดมลพิษที่ออกมาจากเครื่องยนต์เพื่อ

- ลดมลพิษในอากาศของเครื่องยนต์
- เพื่อให้เกิดการเผาไหม้ที่สมบรูณ์
- เพื่อหาทางเพิ่มประสิทธิภาพ

เป็นการลดปริมาณของแกสพิษที่จะเกิดขึ้นโดยทำการทดลองหาส่วนประกอบของแกสไอเสียจากเครื่องยนต์สันดาปภายในที่ความเร็วรอบต่าง ๆ และที่อัตราส่วนอากาศต่อน้ำมันเชื้อเพลิงที่ค่าต่าง ๆกัน

3.2 การออกแบบวาวล์ควบคุมการไหลของอากาศ

อุปกรณ์นี้เป็นวาวล์ปีกผีเสื้อใช้ควบคุมการไหลของอากาศเข้าทางคาร์บิวเรเตอร์ เพื่อที่จะทำให้ปริมาณของอากาศที่ไหลเข้าคาร์บูเรเตอร์มีค่าต่าง ๆ กัน ซึ่งจะมีผลทำให้ได้ค่าอัตราส่วนระหว่างอากาศต่อน้ำมันมีค่าต่างกันด้วย

3.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

- เครื่องวัดแกส คาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO),ออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x), และ แกสมีเทน (CH_4) (IRA-107)
- เครื่องยนต์สำหรับทดสอบ (NISSAN 2000 cc TWIN PLUG)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวัดความสิ้นเปลืองอากาศ

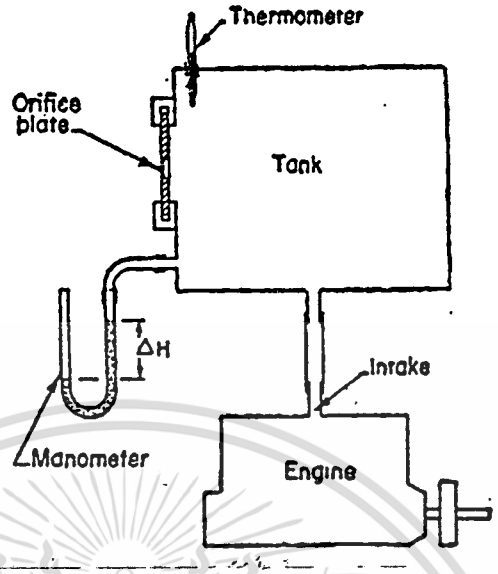
เครื่องยนต์เผาไหม้ภายใน ถ้าจะเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า "เครื่องยนต์อากาศ" ก็เห็นจะไม่ผิดมากนัก เพราะเครื่องยนต์เผาไหม้ภายในใช้อากาศเป็นหลัก น้ำมันเชื้อเพลิงเป็นส่วนที่เติมลงไปเพื่อให้ความร้อนเท่านั้น ในทางเทคนิค การให้น้ำมันเชื้อเพลิงแก่เครื่องยนต์ไม่มีความยากลำบากเลย จะให้มากเท่าใดก็ได้ แต่มีปัญหาอยู่ที่อากาศว่าจะมีพอกับการเผาไหม้หรือไม่ เพราะเครื่องยนต์หนึ่ง ๆ มีปริมาตรแทนที่จำกัด จะเห็นว่าอากาศเท่านั้นเป็นตัวกำหนดกำลังของเครื่องยนต์ เครื่องยนต์ที่มีสมรรถนะสูง ระบบไอดี-ไอเสีย ตลอดจนท่อทางเดินและลิ้นทั้งสองจะต้องดี หรือพูดง่าย ๆ คือ ประสิทธิภาพทางปริมาตรจะต้องสูงนั่นเอง

อย่างไรก็ตาม อาหารของเครื่องยนต์ก็คือ น้ำมันและอากาศ ประสิทธิภาพทางความร้อนของเครื่องยนต์ที่ถูกต้อง จึงขึ้นอยู่กับการวัดน้ำมันและอากาศอย่างถูกต้องด้วย ในเครื่องยนต์ดีเซล อากาศอย่างเดียวเท่านั้นที่ถูกดูดเข้าไปในเครื่อง การไหลของอากาศมักจะไม่ราบเรียบ เป็นคลื่น และอีกประการหนึ่งอากาศยุบตัวได้เมื่อถูกอัด การวัดการไหลของอากาศโดยตรง จะทำให้เข็มที่หน้าปัดสั่นหรือขึ้น ๆ ลง ๆ ทำให้ค่าที่อ่านได้ไม่แน่นอนเท่าที่ควร ดังนั้น การวัดจึงควรทำให้ความดันของลมสม่ำเสมอก่อน เครื่องมือที่ทำให้ความดันลมสม่ำเสมอได้แก่ การใช้ถังลม และการใช้ความหนืดดังจะได้กล่าวต่อไปนี้

ก. <u>วิธีใช้ถังลม</u>

เครื่องมือชุดนี้ประกอบด้วย ถังลมขนาดใหญ่ ถ้าเป็นเครื่องยนต์สูบเดียว ถังลมนี้ควรจะจุ 500 - 600 เท่าของปริมาตรแทนที่ของเครื่องยนต์ ถ้าเป็นเครื่องยนต์หลายสูบ ตัวเลขนี้ก็ลดลงได้ตามส่วน มานอร์มิเตอร์มีไว้สำหรับวัดความแตกต่างของความดัน เทอร์โมมิเตอร์มีไว้สำหรับวัดอุณหภูมิอากาศในถัง และแผ่นออริฟิช เป็นแผ่นที่มีรูจำกัดให้อากาศผ่าน (มีให้เลือกหลายขนาด) แต่ละแผ่นมีรูขนาดต่าง ๆ กันติดไว้เพื่อจะได้เลือกใช้ได้ตามความต้องการ อากาศจะผ่านช่องทางนี้เข้ามาอยู่ในถัง แล้วจะถูกดูดเข้าเครื่อง อากาศที่เข้ามาพักในถังนี้จะลดการเป็นคลื่นลง มานอร์มิเตอร์จะวัดสูญญากาศหรือความดันต่างในถัง ถ้าเครื่องยนต์ดูดอากาศมาก ความดันต่างก็มากด้วย อย่างไรก็ตามความดันต่างนี้ไม่ควรเกิน 10 เซนติเมตรของน้ำ เพราะถ้าเกินแล้วจะทำให้อากาศหดตัวมากเกินไป และจะไปกระทบกระเทือนต่อประสิทธิภาพทางปริมาตรของเครื่องยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4. เครื่องมือวัดอากาศโดยใช้ถังลม

ความเร็วของอากาศที่ขยายตัวได้อย่างอิสระจากจุดอยู่กับที่ภายใต้ความแตกต่างของความดันโดยมีความหนาแน่นเท่ากันตลอด จะมีความสัมพันธ์ดังนี้

$$\Delta P = \frac{\rho V^2}{2} \qquad (1)$$

เมื่อให้ ΔP = ความดันต่าง, นิวตัน/ตารางเมตร

ρ = ความหนาแน่นของอากาศ, กิโลกรัม/ลูกบาศก์เ

V = ความเร็ว, เมตร/วินาที

สำหรับความดันต่างวัดเป็น เซ็นติเมตรของน้ำ โดย เซ็นติเมตรของน้ำ = 98.1 นิวตัน/ตารางเมตร สมการจะเปลี่ยนมาเป็น

$$98.1\ h = \frac{\rho V^2}{2} \qquad (2)$$

เมื่อให้ h = ความสูงของน้ำ, เซ็นติเมตร

ความหนาแน่นของอากาศคิดได้จากสามการของแกสสมบูรณ์

$$\rho = \frac{10^3 \times P}{RT} \qquad (3)$$

เมื่อให้ P = ความดันของบรรยากาศ, กิโลนิวตัน/ตารางเม

T = อุณหภูมิของอากาศ, เคลวิน

R = ค่าคงที่ของอากาศ = 287 จูล/กิโลกรัม. เคล

เอาสมการ (1) และ (2) รวมกันจะได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$V = 237.3 \ (hT/10^{3} \times P)^{1/2} \quad (4)$$

อัตราการไหลของอากาศคิดเป็นปริมาตร จะได้

$$V = 10^{-3} \times \frac{\pi D^2}{4} \times K_3 \times 273.3 \ (hT/10^{-3} \times P)^{1/2} \quad (5)$$

เมื่อให้ V = อัตราการไหลของอากาศคิดเป็น ลิตร/วินาที

D = เส้นผ่าศูนย์กลางของช่องทางอากาศผ่าน คิดเป็น มิลลิเมตร

K^3 = สัมประสิทธิ์แห่งการไหลของช่องทาง

อัตราการไหลของอากาศคิดเป็นมวล (จากสมการ (3) และ (5))

$$m = 10^{-6} \times \frac{\pi D^2}{4} \times K_3 \times 0.827 \ (hP/T)^{1/2} \times 10^{3} \quad (6)$$

เมื่อให้ m = มวลของอากาศคิดเป็น กิโลกรัม/วินาที

ถ้ารที่อากาศผ่านเป็นมุมคม ค่าสัมประสิทธิ์แห่งการไหล (K_3) จะประมา

0.6 ฉะนั้นสมการ (5) จะเป็น

$$V = 0.003536 \ D^2 \ (hT/P)^{1/2} \quad (7)$$

และสมการ (6) จะเป็น

$$m = 0.00001232 \ D^2 \ (hP/T)^{1/2} \quad (8)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

โครงงานนี้ได้ทำการทดลองวัดปริมาณของแกสพิษชนิดต่าง ๆ ที่ปะปนออกมากับไอเสียของเครื่องยนต์สันดาปภายใน ชนิดเครื่องยนต์แกสโซลีน

การทดลองที่ 1. หาปริมาณของแกสพิษชนิดต่าง ๆ ที่ปะปนมากับไอเสียที่ความเร็วรอบต่าง ๆกันและที่วาวล์ควบคุมอากาศเปิดเต็มที่

วิธีทำการทดลอง

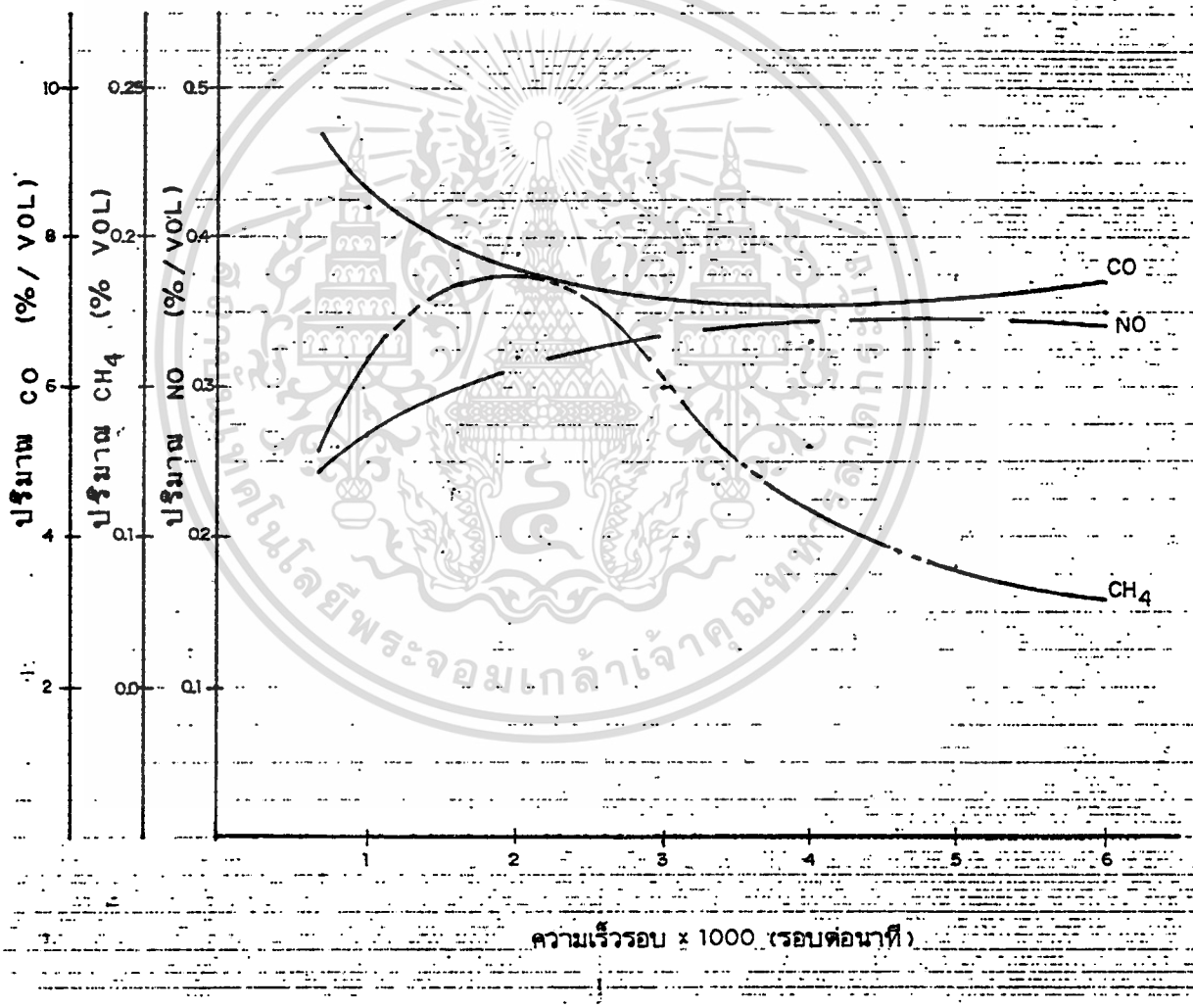
1. หลังจากตั้งเครื่องเรียบร้อยแล้ว ติดเครื่องยนต์ อุ่นเครื่องเป็นเวลาประมาณ 5 นาที แล้วจึงปรับความเร็วรอบเป็น 800 รอบต่อนาที เป็นเวลา 5 นาที อ่านค่าปริมาณแกส บันทึกผล

2. ปรับความเร็วรอบของเครื่องยนต์เป็น 1000 , 2000 , 3000 , 4000 , 5000 , 6000 , 7000 รอบต่อนาที แล้วบันทึกปริมาณแกสที่ได้ในแต่ละรอบความเร็วของเครื่องยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิดของแกส	ความเร็วรอบ (รอบต่อนาที)						
	800	1000	2000	3000	4000	5000	6000
คาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO)VOL(%)	9.6	8.4	7.8	7.5	7.6	7.5	7.4
มีเทน (CH_4) VOL(%)	0.13	0.16	0.19	0.15	0.13	0.09	0.08
ไนโตรเจนมอนนอกไซด์ (NO)VOL(%)	0.25	0.27	0.32	0.30	0.33	0.33	0.35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 2. หาปริมาณของแกสพิษต่างๆที่ปะปนมากับไอเสียที่อัตราส่วนระหว่างอากาศต่อน้ำต่างกัน และที่ความเร็วรอบเดินเบา(รอบต่ำประมาณ 800 รอบต่อนาที) ความเร็วรอบปานกลาง(ประมาณ 2400 รอบต่อนาที) และที่ความเร็วรอบของเครื่องยนต์สูง(ประมาณ 4000 รอบต่อนาที)

วิธีทำการทดลอง

1. ติดเครื่องยนต์ อุ่นเครื่องเป็นเวลาประมาณ 5 นาที ปรับวาล์วควบคุมการไหลอากาศให้เปิดไปที่ 45, 60, 75, 90 องศา ตามลำดับ ที่ความเร็วรอบประมาณ 1000 รอบต่อนาที อ่านค่าปริมาณแกสต่าง ๆ ที่วัดได้จากเครื่อง IRA-107

2. วิธีการคำนวณค่าอัตราส่วนของอากาศต่อน้ำมันเชื้อเพลิง

ตัวอย่าง เช่น เปิดวาล์วควบคุมอากาศที่ 30 องศา ความเร็วรอบเครื่องยนต์ 1000 รอบต่อนาที มาโนมิเตอร์ (Manometer) หน่วยเป็นมิลลิเมตร วัดอุณหภูมิ และความดัน จากนั้นนำไปแทนค่าในสูตรที่ (6)

จัดอัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ โดนน้ำมันมีปริมาตร 30 x 10^{-3} ลิตร หารด้วยเวลาที่ใช้ แล้วนำไปคูณกับความหนาแน่นของน้ำมัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ความเร็วรอบ 800 (rpm)

มุมเปิด (องศา)	45	60	75	90
ความสูงของน้ำ (mm)	1	1	1.5	2
เวลาที่น้ำมัน $3x10^{-3}$ ลิตร ถูกใช้ไป (s)	67.8	67.5	66.1	63.7
อุณหภูมิของอากาศที่เข้า (c)	30	30	30	30
ปริมาตรของน้ำมัน (m^3/s)	$0.442x10^{-6}$	$0.444x10^{-6}$	$0.454x10^{-6}$	$0.471x10^{-6}$
มวลของน้ำมัน (kg/s)	$3.260x10^{-4}$	$3.270x10^{-4}$	$3.340x10^{-4}$	$3.470x10^{-4}$
มวลอากาศ (kg/s)	$2.820x10^{-3}$	$4.220x10^{-3}$	$6.400x10^{-3}$	$7.970x10^{-3}$
A/F ratio	8.65	12.90	19.20	23.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองครั้งที่ 1

ที่ความเร็วรอบ 800 รอบต่อนาที

ชนิดของแกส	ปริมาณแกสพิษที่อัตราส่วนอากาศต่อน้ำมัน			
	8.65	12.9	19.2	23
แกสมีเทน (CH_4) VOL(%)	0.330	0.115	0.090	0.098
แกสคาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO)VOL(%)	5.8	0.44	0.42	0.42
ไนโตรเจนมอนนอกไซด์ (NO)VOL(%)	0.012	0.04	0.015	0.015

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองครั้งที่ 2

ที่ความเร็วรอบ 800 รอบต่อนาที

ชนิดของแกส	ปริมาณแกสพิษที่อัตราส่วนอากาศต่อน้ำมัน			
	8.65	12.9	19.2	23
แกสมีเทน (CH_4) VOL(%)	0.280	0.113	0.085	0.092
แกสคาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO)VOL(%)	5.3	0.40	0.40	0.38
ไนโตรเจนมอนนอกไซด์ (NO)VOL(%)	0.010	0.034	0.012	0.012

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

การทดลองครั้งที่ 3

ที่ความเร็วรอบ 800 รอบต่อนาที

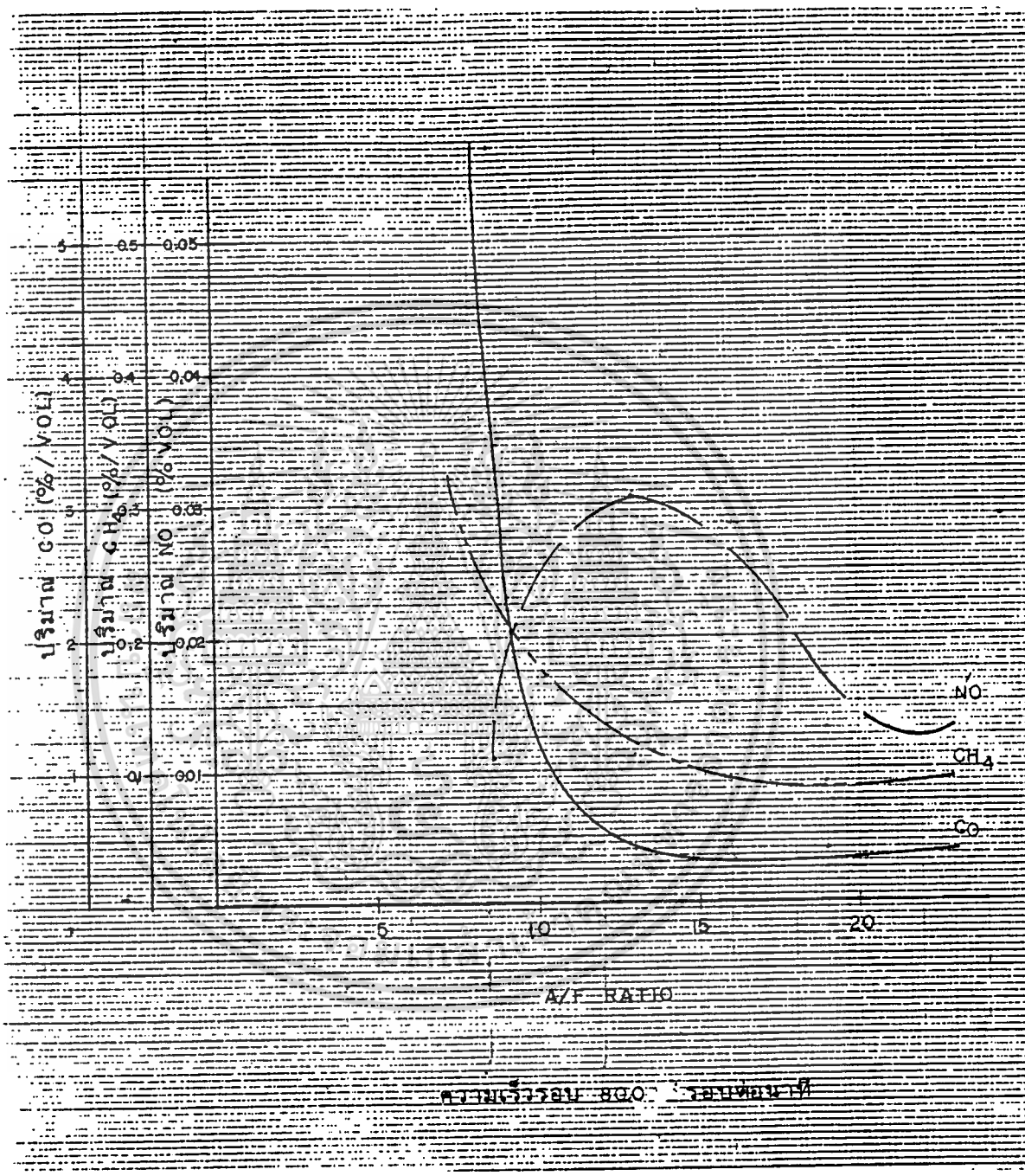
ชนิดของแกส	ปริมาณแกสพิษที่อัตราส่วนอากาศต่อน้ำมัน			
	8.65	12.9	19.2	23
แกสมีเทน (CH_4) VOL(%)	0.341	0.108	0.092	0.092
แกสคาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO)VOL(%)	6.0	0.39	0.407	0.37
ไนโตรเจนมอนนอกไซด์ (NO)VOL(%)	0.011	0.019	0.012	0.012

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ค่าเฉลี่ยจากการทดลองที่ 1 ,2 และ 3
ที่ความเร็วรอบ 800 รอบต่อนาที

ชนิดของแกส	ปริมาณแกสพิษที่อัตราส่วนอากาศต่อน้ำมัน →			
	8.65	12.9	19.2	23
แกสมีเทน (CH_4) VOL(%)	0.317	0.112	0.089	0.094
แกสคาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO)VOL(%)	5.700	0.410	0.409	0.390
ไนโตรเจนมอนนอกไซด์ (NO)VOL(%)	0.011	0.031	0.013	0.013

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเร็วรอบ 2400 (rpm)

มุมเปิด (องศา)	45	60	75	90
ความสูงของน้ำ (mm)	5.5	6.0	6.0	6.5
เวลาที่น้ำมัน $3x10^{-3}$ ลิตร ถูกใช้ไป (s)	29.7	30.4	29.8	29.3
อุณหภูมิของอากาศที่เข้า (c)	31	31	31	31
ปริมาตรของน้ำมัน (m^3/s)	$1.010x10^{-6}$	$9.870x10^{-7}$	$1.010x10^{-6}$	$1.022x10^{-6}$
มวลของน้ำมัน (kg/s)	$7.440x10^{-4}$	$7.270x10^{-4}$	$7.420x10^{-4}$	$7.530x10^{-4}$
มวลอากาศ (kg/s)	$6.600x10^{-3}$	$1.030x10^{-2}$	$1.290x10^{-2}$	$1.430x10^{-2}$
A/F ratio	8.87	14.20	17.40	19.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองครั้งที่ 1

ที่ความเร็วรอบ 2400 รอบต่อนาที

ชนิดของแกส	ปริมาณแกสพิษที่อัตราส่วนอากาศต่อน้ำมัน			
	8.87	14.2	17.4	19
แกสมีเทน (CH_4) VOL(%)	0.74	0.149	0.172	0.23
แกสคาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO)VOL(%)	7.2	3.8	2.9	2.7
ไนโตรเจนมอนนอกไซด์ (NO)VOL(%)	0.36	1.9	0.45	0.26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองครั้งที่ 2

ที่ความเร็วรอบ 2400 รอบต่อนาที

ชนิดของแกส	ปริมาณแกสพิษที่อัตราส่วนอากาศต่อน้ำมัน			
	8.87	14.2	17.4	19
แกสมีเทน (CH_4) VOL(%)	0.72	0.145	0.167	0.20
แกสคาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO)VOL(%)	7.0	3.6	2.9	2.6
ไนโตรเจนมอนนอกไซด์ (NO)VOL(%)	0.37	1.65	0.41	0.24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองครั้งที่ 3

ที่ความเร็วรอบ 2400 รอบต่อนาที

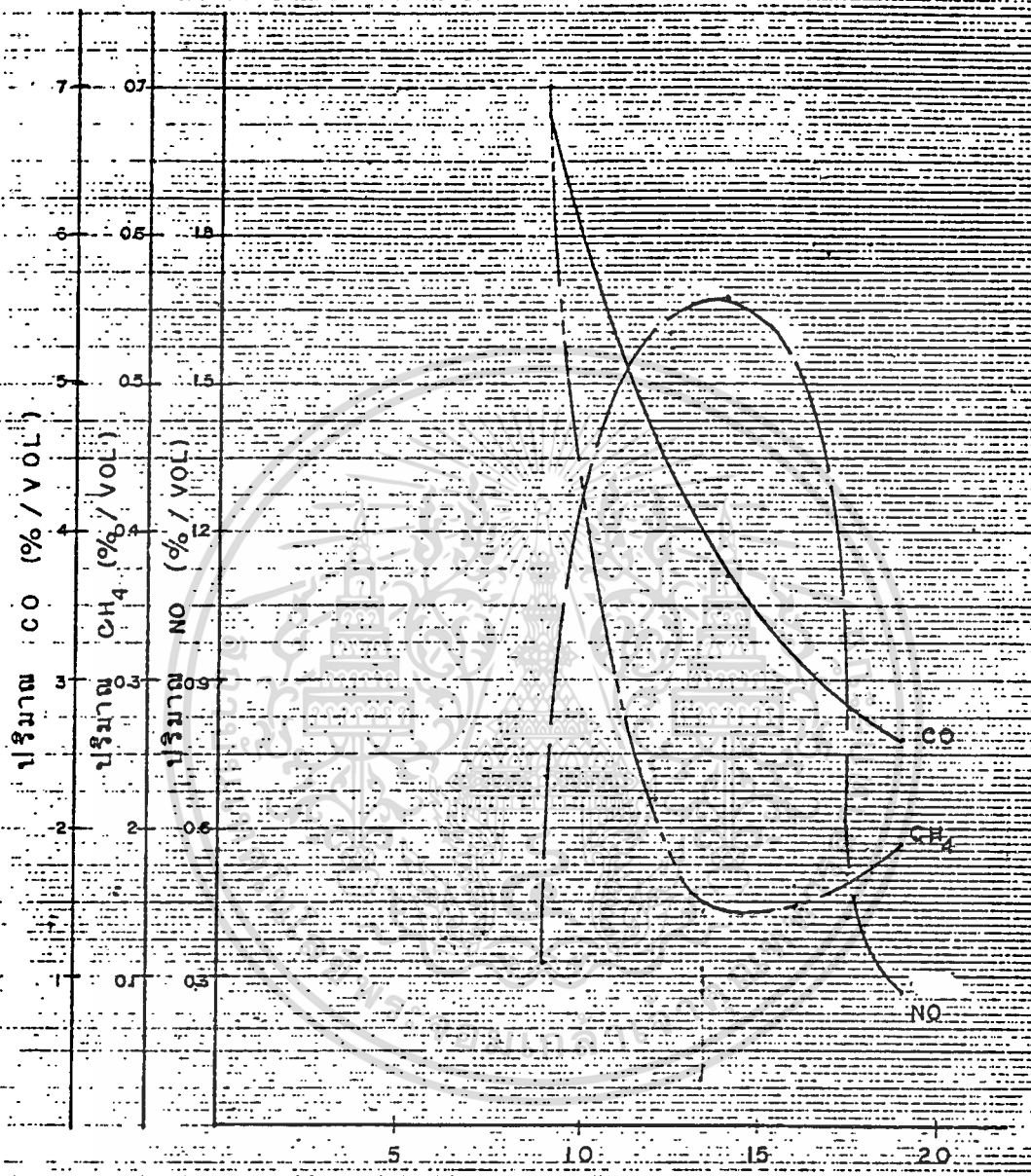
ชนิดของแกส	ปริมาณแกสพิษที่อัตราส่วนอากาศต่อน้ำมัน			
	8.87	14.2	17.4	19
แกสมีเทน (CH_4) VOL(%)	0.67	0.138	0.165	0.14
แกสคาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO)VOL(%)	6.5	3.7	2.6	2.5
ไนโตรเจนมอนนอกไซด์ (NO)VOL(%)	0.29	1.25	0.4	0.28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าเฉลี่ยจากการทดลองที่ 1, 2 และ 3
ที่ความเร็วรอบ 2400 รอบต่อนาที

ชนิดของแกส	ปริมาณแกสพิษที่อัตราส่วนอากาศต่อน้ำมัน			
	8.87	14.2	17.4	19
แกสมีเทน (CH_4) VOL(%)	0.710	0.144	0.168	0.190
แกสคาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO)VOL(%)	6.900	3.700	2.800	2.600
ไนโตรเจนมอนนอกไซด์ (NO)VOL(%)	0.330	1.600	0.420	0.260

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



ความเร็วรอบ 2400 รอบต่อนาที

ความเร็วรอบ 4000 (rpm)

มุมเปิด (องศา)	45	60	75	90
ความสูงของน้ำ (mm)	18.50	16.00	17.00	19.00
เวลาที่น้ำมัน $3x10^{-3}$ ลิตร ถูกใช้ไป (s)	14.2	16.1	15.3	14.8
อุณหภูมิของอากาศที่เข้า (c)	32	32	32	32
ปริมาตรของน้ำมัน (m^3/s)	$2.140x10^{-6}$	$1.875x10^{-6}$	$2.000x10^{-6}$	$2.030x10^{-6}$
มวลของน้ำมัน (kg/s)	$1.580x10^{-3}$	$1.380x10^{-3}$	$1.470x10^{-3}$	$1.490x10^{-3}$
มวลอากาศ (kg/s)	$1.210x10^{-2}$	$1.680x10^{-2}$	$2.160x10^{-2}$	$2.450x10^{-2}$
A/F ratio	7.7	12.2	14.7	16.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

การทดลองครั้งที่ 1

ที่ความเร็วรอบ 4000 รอบต่อนาที

ชนิดของแกส	ปริมาณแกสพิษที่อัตราส่วนอากาศต่อน้ำมัน			
	7.7	12.2	14.7	16.4
แกสมีเทน (CH_4) VOL(%)	0.25	0.22	0.19	0.17
แกสคาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO)VOL(%)	9.6	7.6	7.5	7.6
ไนโตรเจนมอนนอกไซด์ (NO)VOL(%)	0.44	1.85	2.5	1.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองครั้งที่ 2

ที่ความเร็วรอบ 4000 รอบต่อนาที

ชนิดของแกส	ปริมาณแกสพิษที่อัตราส่วนอากาศต่อน้ำมัน			
	7.7	12.2	14.7	16.4
แกสมีเทน (CH_4) VOL(%)	0.24	0.2	0.19	0.192
แกสคาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO)VOL(%)	9.4	7.55	7.6	7.4
ไนโตรเจนมอนนอกไซด์ (NO)VOL(%)	0.43	1.75	2.5	0.96

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองครั้งที่ 3

ที่ความเร็วรอบ 4000 รอบต่อนาที

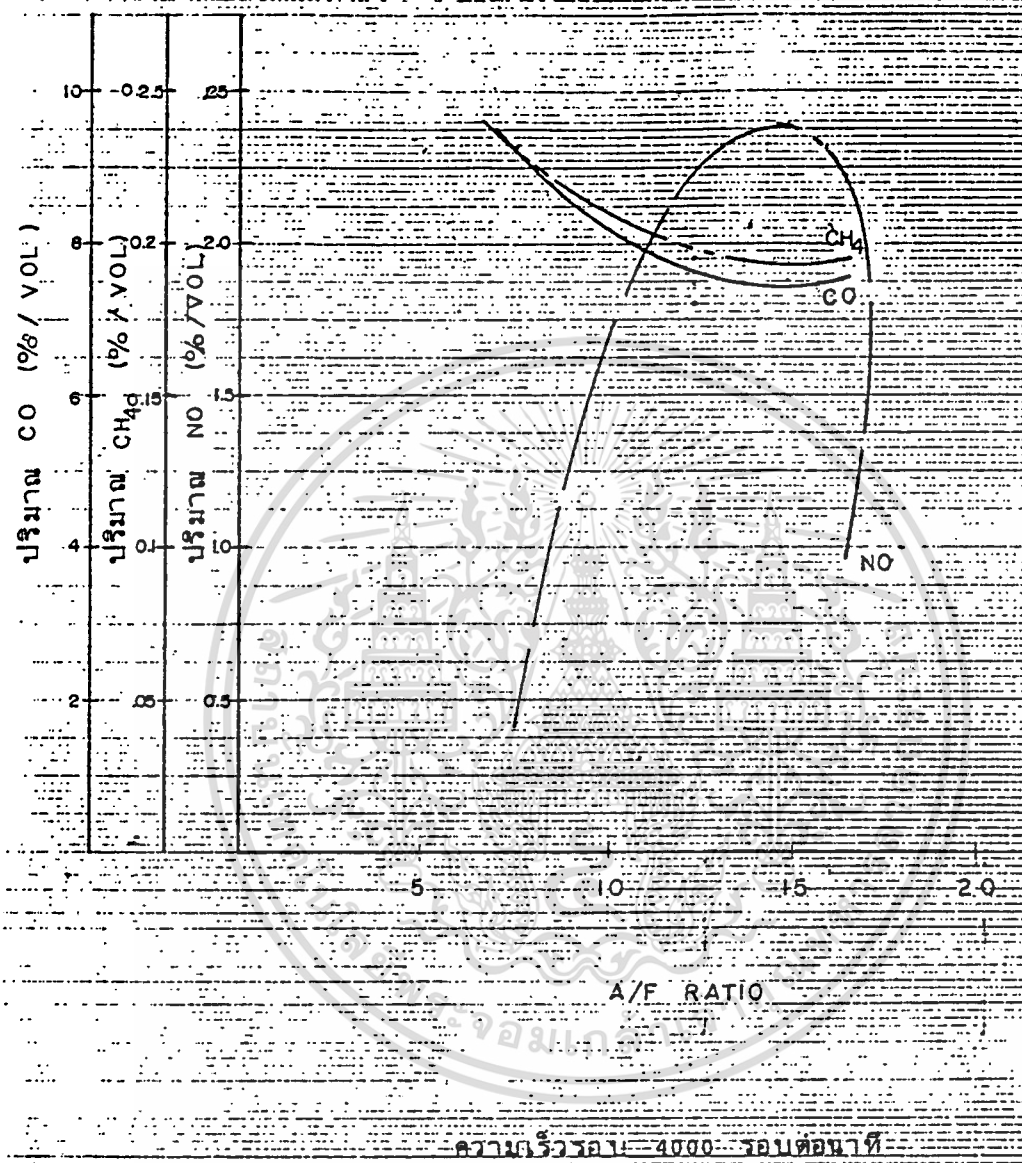
ชนิดของแกส	ปริมาณแกสพิษที่อัตราส่วนอากาศต่อน้ำมัน			
	7.7	12.2	14.7	16.4
แกสมีเทน (CH_4) VOL(%)	0.233	0.15	0.181	0.199
แกสคาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO)VOL(%)	8.9	7.41	7.58	7.5
ไนโตรเจนมอนนอกไซด์ (NO)VOL(%)	0.42	1.8	2.2	0.95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ค่าเฉลี่ยจากการทดลองที่ 1, 2 และ 3
ที่ความเร็วรอบ 4000 รอบต่อนาที

ชนิดของแกส	ปริมาณแกสพิษที่อัตราส่วนอากาศต่อน้ำมัน			
	7.7	12.2	14.7	16.4
แกสมีเทน (CH_4) VOL(%)	0.241	0.190	0.187	0.187
แกสคาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO)VOL(%)	9.300	7.520	7.560	7.500
ไนโตรเจนมอนนอกไซด์ (NO)VOL(%)	0.430	1.800	2.400	0.970

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ความเร็วรอบ 4000 รอบต่อนาที

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง วิจารณ์และเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง เมื่อนำมาเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแกสพิษกับความเร็วรอบของเครื่องยนต์ที่ต่างกัน และกราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนของอากาศต่อน้ำมันกับปริมาณแกสพิษ ที่ความเร็วรอบต่างๆ ของเครื่องยนต์ เราสามารถสรุปได้ว่า

1. จากกราฟระหว่างปริมาณแกสพิษกับความเร็วรอบ จะเห็นได้ว่าที่ความเร็วรอบประมาณ 5000 รอบต่อนาที ปริมาณแกสพิษที่ออกมากับไอเสียจะอยู่ในปริมาณที่น้อย แต่ที่ 5000 รอบต่อนาทีนั้น เครื่องยนต์ไม่สามารถทำงานติดต่อกันเป็นเวลานานได้ ทั้งยังไม่เหมาะที่จะใช้ในชีวิตประจำวัน รอบของเครื่องยนต์ที่ใช้งานกันอยู่ในชีวิตประจำวันคือประมาณ 2000 - 3000 รอบต่อนาที ซึ่งที่ค่าความเร็วรอบนี้ เครื่องยนต์จะให้ปริมาณแกสพิษออกมามากกว่า

2. จากกราฟระหว่างอัตราส่วนของอากาศต่อน้ำมัน กับปริมาณแกสที่ทำให้เกิดมลพิษที่ความเร็วรอบต่าง ๆ ของเครื่องยนต์ จะเห็นได้ว่า ที่อัตราส่วนอากาศต่อน้ำมันเชื้อเพลิงที่ประมาณ 18 - 20 นั้น จะมีปริมาณแกสที่ทำให้เกิดมลพิษออกมาน้อย แต่อัตราส่วนอากาศต่อน้ำมันที่ 18 - 20 นั้น ก็ไม่สามารถใช้ในชีวิตประจำวันได้ เพราะที่อัตราส่วนนี้อากาศมีปริมาณมาก จะทำให้เครื่องยนต์ไม่อยู่ในสภาพที่จะสามารถใช้งานได้

5.2 วิจารณ์ผลการทดลอง

จากข้อมูลที่ได้จากการทดลองจะเห็นได้ว่า แกสไอเสียที่ออกมามีความคลาดเคลื่อนบ้าง ทั้งนี้เพราะเครื่องยนต์ที่ใช้ในการทดสอบไม่สามารถจะควบคุมให้เป็นไปตามความต้องการได้ ซึ่งแบ่งสาเหตุได้เป็น

1. ในการกำหนดความเร็วรอบของเครื่องยนต์ เช่น ที่ 800 รอบต่อนาที เราไม่สามารถจะตั้งความเร็วรอบให้ได้ 800 รอบต่อนาทีเสมอไป

2. เราไม่สามารถรับรองได้ว่า ในเครื่องยนต์จะมีการเผาไหม้ที่อัตราส่วนระหว่างอากาศต่อน้ำมันเชื้อเพลิงคงที่เสมอไป ซึ่งเป็นผลให้แกสไอเสียที่ออกมาไม่แน่นอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 ข้อเสนอแนะ

จากข้อมูลที่ได้ถ้าต้องการให้ปริมาณแกสพิษที่ออกมากับไอเสียของเครื่องยนต์มีปริมาณน้อย การทำงานของเครื่องยนต์จะไม่สอดคล้องต่อความต้องการการใช้เครื่องยนต์ในชีวิตประจำวันได้ เช่น ที่ 5000 รอบต่อนาที แกสพิษออกมาเป็นปริมาณน้อย แต่เครื่องยนต์ไม่สามารถทำงานติดต่อกันตลอดได้ ดังนั้น จึงควรหาวิธีเพิ่มประสิทธิภาพต่าง ๆ ให้กับเครื่องยนต์ เช่น ที่ความเร็วรอบใช้งาน เครื่องยนต์ควรถูกออกแบบให้มีการเผาไหม้สมบูรณ์ เพื่อลดปริมาณมลพิษในบรรยากาศ และสอดคล้องกับความต้องการในการใช้เครื่องยนต์ในชีวิตประจำวันด้วย นอกจากนี้ ถ้าสามารถติดตั้งอุปกรณ์ลดไอเสียของเครื่องยนต์ ก็จะช่วยลดมลพิษได้อีกทางหนึ่ง สภาพของเครื่องยนต์ก็มีส่วนในการสร้างมลพิษ ดังนั้นจึงควรทำการดูแลบำรุงรักษาสภาพเครื่องยนต์ให้ดีอยู่เสมอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สามารถสำเร็จได้ เนื่องจากได้รับความช่วยเหลือและให้คำแนะนำจาก

- คุณพงษ์ศักดิ์ เจ้าหน้าที่ภาควิชาวิศวเครื่องกลคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า ลาดกระบัง ที่ได้ให้คำแนะนำในการปฏิบัติการทดลอง
- คุณชุติรัฐ โสภาพัฒนกุล ช่วยในการจัดเรียงพิมพ์ปริญญานิพนธ์
- คุณไชยณัฐ จามรมาน เอื้อเฟื้ออุปกรณ์ในการพิมพ์ปริญญานิพนธ์

และขอขอบคุณเพื่อน ๆ ทุกท่านที่ช่วยเหลือในการรวบรวมและค้นคว้าเอกสารอ้างอิง และให้กำลังใจแก่ผู้จัดทำมาโดยตลอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสืออ้างอิง

1. หลาบ รับสิริ , เครื่องยนต์เผาไหม้ภายใน , ฟิสิกส์เซนเตอร์ 2528.

2. งานอากาศและเสียงกองมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อมสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ , สิงหาคม 2530.

3. Edward F. Obert:Internal Combustion Engine 2nd and 3rd Editions International Textbooks Company.

4. Laws and Standards on Pollution Control in Thailand, Environmental Quality Standards Division Office and The National Environment Board Thailand, Oct. 1980.

5. Irvin Glassmas:Cambustion Academic press, New York.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้