บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาของปัญหา

ปัจจุบันเรากำลังประสพปัญหาในการขาดแคลนพลังงานโดยเฉพาะอย่างยิ่งน้ำมันเชื้อเพลิง ซึ่งหายากและราคาแพงอย่างรวดเร็ว นับตั้งแต่กลุ่มประเทศผู้ผลิตน้ำมันเป็นสินค้าออกหรือกลุ่มโอเปค(OPEC)ขึ้นราคาน้ำมันอย่างต่อเนื่องและรวดเร็ว และการใช้พลังงานกันอย่างฟุ่มเฟือย จึงมีการคาดกันว่าพลังงานที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันโดยเฉพาะน้ำมันจะหมดลงในระยะเวลาอันใกล้นี้ ดังนั้นทั่วโลกจึงพยายามหาแหล่งพลังงานทดแทนในรูปต่าง ๆกันเช่น พลังงานจากลม พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานจากความร้อนใต้ดิน และพลังงานในรูปของเชื้อเพลิงต่าง ๆ ได้แก่ ถ่านหิน ก๊าซธรรมชาติ หินน้ำมัน แอลกอฮอล์ น้ำมันจากพืชต่าง ๆเป็นต้น

การใช้พลังงานจากเชื้อเพลิง ส่วนใหญ่จะใช้กับเครื่องยนต์ในงานต่าง ๆกัน ได้แก่ใช้กับรถยนต์ในการขนส่ง ใช้กับเครื่องจักรต้นกำลังในการผลิตไฟฟ้า ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมในการผลิต เป็นต้น ดังนั้นถ้าสามารถหาเชื้อเพลิงมาทดแทนน้ำมันที่ใช้กับเครื่องยนต์ได้บางส่วนหรือทั้งหมดได้ ก็นับว่าจะช่วยแก้ปัญหาด้านพลังงานได้มาก สำหรับเชื้อเพลิงที่ควรจะให้ความ สนใจในขณะนี้ก็คือแอลกอฮอล์(alcohol) ซึ่งแท้ที่จริงแล้วการใช้แอลกอฮอล์เป็นเชื้อเพลิงนั้นไม่ใช่ของใหม่เลย มีมานานแล้ว แต่ได้หยุดพัฒนาไปหลังจากที่พบน้ำมันเชื้อเพลิง เมื่อน้ำมันเชื้อเพลิงราคาสูงขึ้นและหาได้ยาก ก็จำเป็นจะต้องหันมาพัฒนาการใช้แอลกอฮอล์กันอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งจะทดแทนน้ำมันได้อย่างแน่นอน

สำหรับแอลกอฮอล์ที่เหมาะสมในการใช้เป็นเชื้อเพลิง ได้แก่ เมธานอลและเอธานอลซึ่งเมธานอลสามารถผลิตได้จากก๊าซธรรมชาติ ขณะนี้ประเทศของเราได้ค้นพบก๊าซธรรมชาติมีปริมาณมากพอสมควร ถ้าผลิตเมธานอลจากก๊าซธรรมชาติซึ่งเรามีอยู่นี้ก็จะทำให้ต้นทุนการผลิตลดลงได้และถ้านำเอามาใช้กับเครื่องยนต์ในลักษณะต่าง ๆแทนน้ำมันเชื้อเพลิงได้บ้างหรือทั้งหมด ก็นับว่าสามารถประหยัดเงินตราของเราเองในการที่จะต้องไปซื้อน้ำมันมาจากต่างประเทศ ซึ่งปีหนึ่ง ๆนั้นมีค่ามากมายมหาศาล

จากการวิจัยทางด้านการใช้แอลกอฮอล์เป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์เท่าที่ผ่านมาได้มีการใช้ทั้งเมธานอลและเอธานอลกับเครื่องยนต์เบนซิน โดยการผสมกับน้ำมันเบนซินและป้อนเข้าเครื่องยนต์ ซึ่งก็ได้ผลเป็นที่น่าพอใจ สามารถทดแทนน้ำมันเบนซินได้บางส่วนและคาดว่าในอนาคตจะแทนได้ทั้งหมด ถึงเวลานั้นเราอาจจะเรียกว่า " เครื่องยนต์แอลกอฮอล์ " ก็ว่าได้ สำหรับเครื่องยนต์ดีเซลก็มีการนำเอธานอลมาป้อนเป็นเชื้อเพลิงพร้อมกับน้ำมันดีเซลเพื่อทดแทนน้ำมันดีเซลเป็นบางส่วน ซึ่งผลที่ได้นับว่าน่าพอใจเช่นกันและจะต้องมีการพัฒนากันต่อไป

สำหรับการใช้เมธานอลเป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ดีเซลนั้นก็น่าสนใจเช่นกัน สมควรที่จะมีการวิจัยและพัฒนา ดูความเป็นไปได้ เพราะทั้งเมธานอลและเอธานอลก็สามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงได้เป็นอย่างดี เมธานอลสามารถผลิตและหาได้ง่าย ราคาก็ไม่สูงนัก โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อเรามีก๊าซธรรมชาติซึ่งสามารถจะผลิตเมธานอลได้

1.2 วัตถุประสงค์ของการทำวิทยานิพนธ์และประโยชน์ที่จะได้รับ

ในการวิจัยครั้งนี้จะใช้เมธานอลเป็นเชื้อเพลิงร่วมกับน้ำมันดีเซลในเครื่องยนต์ดีเซล เพื่อทดแทนน้ำมันดีเซลบางส่วน โดยมีวัตถุประสงค์คือ

1. เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้เมธานอลเป็นเชื้อเพลิงทดแทนบางส่วนในเครื่องยนต์ดีเซล
2. เพื่อศึกษาสมรรถนะของเครื่องยนต์ดีเซลเมื่อใช้เมธานอลและน้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิงและเปรียบเทียบกับเมื่อใช้น้ำมันดีเซลเพียงอย่างเดียว
3. หาวิธีป้อนเมธานอลเข้าเครื่องยนต์ที่เหมาะสม
4. หาอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างเมธานอลและน้ำมันดีเซลสำหรับเครื่องยนต์
5. วิเคราะห์ไอเสียจากเครื่องยนต์เพื่อศึกษาผลกระทบต่อสภาวะแวดล้อม
6. ทำสมดุลย์พลังงานของเครื่องยนต์

หลังจากทำการวิจัยและสรุปผลออกมาแล้ว ก็จะทราบถึงความเป็นไปได้ในการใช้เมธานอลเป็นเชื้อเพลิงทดแทนในเครื่องยนต์ดีเซลหรือไม่ อย่างไร เป็นแนวทางในการปรับปรุงเครื่องยนต์เพื่อใช้เชื้อเพลิงทดแทนต่อไป และถ้าสามารถทดแทนน้ำมันดีเซลได้จริง ๆ ก็จะเป็นการประหยัดเงินตราอย่างมาก รวมทั้งจะช่วยส่งเสริมอุตสาหกรรมการผลิตเมธานอลอีกด้วย

1.3 เครื่องยนต์ดีเซลและสมรรถนะ

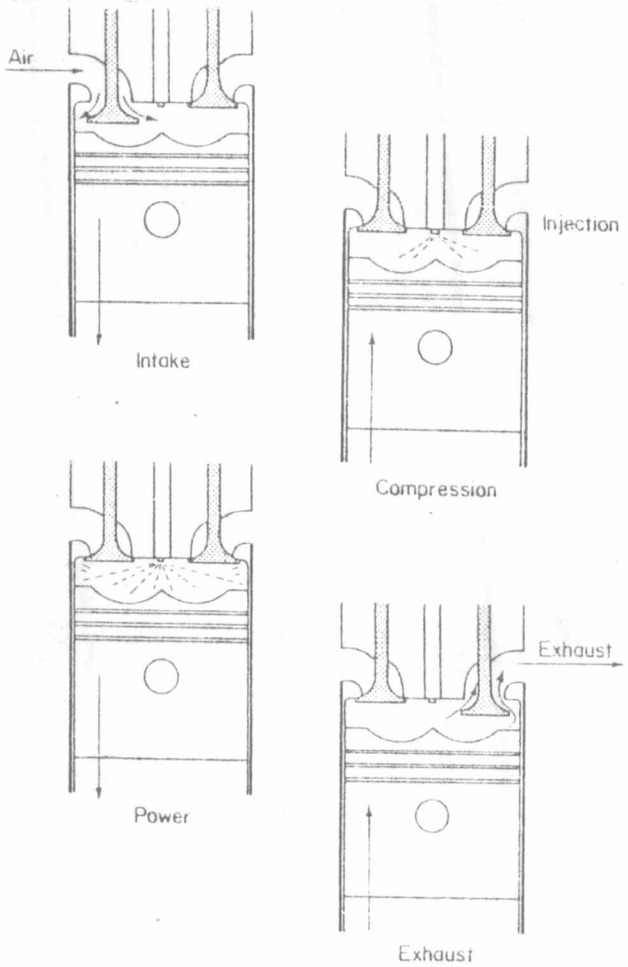
(ก). ลักษณะทั่วไปและการทำงานของเครื่องยนต์ดีเซล

เครื่องยนต์ดีเซลเป็นเครื่องยนต์สันดาปภายใน(internal combustion)แบบหนึ่ง ซึ่งอาศัยกำลังงานจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง โดยการอัดอากาศให้มีความดันและอุณหภูมิสูงจนพอเหมาะภายในห้องเผาไหม้ เมื่อป้อนเชื้อเพลิงเข้าไปจึงเกิดการจุดระเบิดและเผาไหม้อย่างต่อเนื่อง เครื่องยนต์แบบนี้จึงมักเรียกว่า " เครื่องยนต์แบบจุดระเบิดด้วยการอัด "(compression ignit -ion engine หรือ C.I. engine)นั่นเอง

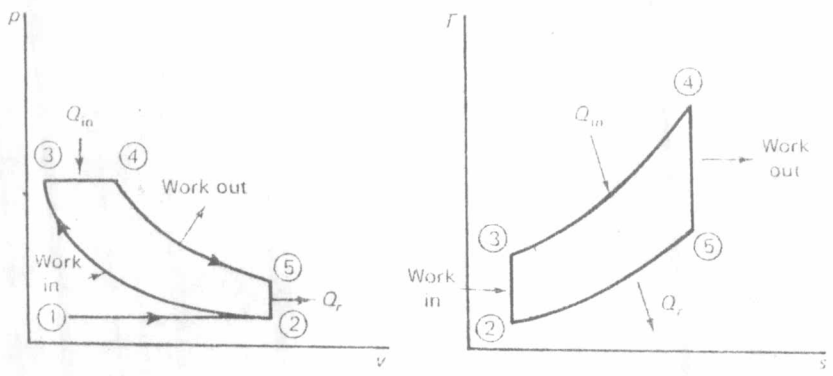
หลักการทำงานของเครื่องยนต์แบบนี้ ดังแสดงในรูปที่ 1.1 เมื่อลูกสูบเริ่มเคลื่อนลงจากศูนย์ตายบน(TDC) เป็นจังหวะที่อากาศจะถูกดูดเข้ามาจากทางลิ้นไอดีจนลูกสูบเคลื่อนลงมาสุดถึงศูนย์ตายล่าง(BDC)ลิ้นไอดีก็จะปิด จังหวะนี้เรียกว่า " จังหวะดูด "(intake) จากนั้นลูกสูบก็จะเริ่มเคลื่อนขึ้นและทำการอัดอากาศให้มีปริมาตรเล็กลง ซึ่งมีผลทำให้ความดันและอุณหภูมิสูงขึ้น จังหวะนี้เรียกว่า " จังหวะอัด "(compression) และในจังหวะนี้เองก่อนที่ลูกสูบจะเคลื่อนสู่ศูนย์ตายบนอีกเพียงเล็กน้อย เชื้อเพลิง(น้ำมันดีเซล)จะถูกฉีดเข้าทางหัวฉีด(injector) มาผสมคลุกเคล้ากับไอร้อน จึงเกิดการระเบิดขึ้น ทำให้ลูกสูบเคลื่อนตัวลงอย่างทันทีทันใดในขณะที่ลิ้นไอดีและลิ้นไอเสียปิดจนกระทั่งถึงศูนย์ตายล่าง จังหวะนี้เรียกว่า " จังหวะระเบิดหรือจังหวะกำลัง "(expansion or power) ซึ่งจังหวะนี้เองเป็นจังหวะที่นำเอาไปใช้งานจริง ๆ เมื่อลูกสูบเคลื่อนถึงศูนย์ตายล่างแล้วก็จะเคลื่อนตัวกลับไปใหม่ในขณะที่ลิ้นไอเสียเปิด ลูกสูบก็จะไล่ไอเสียออกจากห้องเผาไหม้ จังหวะนี้เรียกว่า " จังหวะคาย "(exhaust) และเมื่อไอเสียออกหมดแล้วก็พร้อมที่จะดูดเอาไอดี(อากาศ)เข้ามาใหม่ได้ ในการทำงานจริง ๆแล้วจังหวะต่าง ๆจะเป็นไปอย่างรวดเร็วและต่อเนื่อง จึงทำให้ได้งานออกมาค่อนข้างจะสม่ำเสมอ

ในการทำงานของเครื่องยนต์ดีเซลจะประกอบด้วยขบวนการความดันคงที่(constant pre -ssure process)และขบวนการปริมาตรคงที่(constant volume process)อย่างละขบวนการ และขบวนการไอเซนโทรปิค(isentropic processes)อีกสองขบวนการ ดังแสดงในรูปที่ 1.2

เนื่องจากการจุดระเบิดของเครื่องยนต์ดีเซล อาศัยการจุดระเบิดเองโดยไม่ต้องมีหัวเทียนเหมือนในเครื่องยนต์เบนซิน ดังนั้น น้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้จึงต้องติดง่ายและเป็นละอองละเอียด รวม



รูปที่ 1.1 การทำงานของเครื่องยนต์ดีเซล



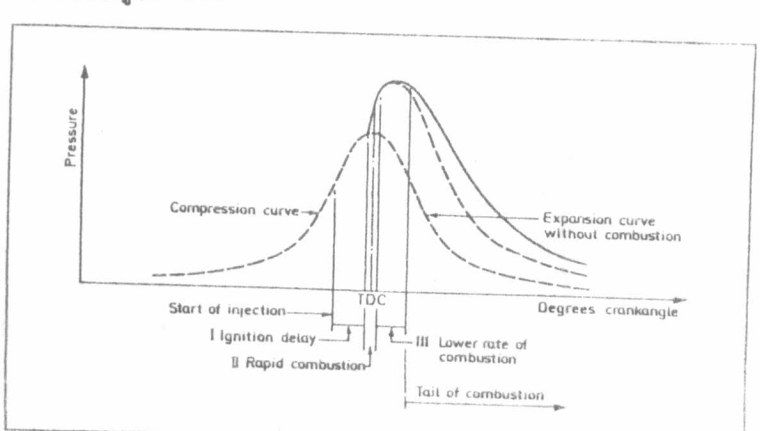
รูปที่ 1.2 แผนภูมิของวัฏจักรดีเซล

ตัวกับไอดีซึ่งมีความดันและอุณหภูมิสูงได้เป็นอย่างดี น้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ควรมีซีเทนนัมเบอร์(cetane number)อยู่ระหว่าง 40-60 ซึ่งเป็นน้ำมันที่ใช้กับเครื่องยนต์ดีเซลโดยเฉพาะ โดยทั่วไปจะเรียกว่า " น้ำมันดีเซล หรือ น้ำมันโซล่า "

ลักษณะเด่นของเครื่องยนต์ดีเซลที่แตกต่างจากเครื่องยนต์สันดาปภายในแบบอื่น ๆก็คือ มีปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง(injection pump) ทำหน้าที่เพิ่มความดันของเชื้อเพลิงก่อนจะส่งเข้าสู่หัวฉีด ซึ่งหัวฉีดจะช่วยทำให้น้ำมันเชื้อเพลิงแตกกระจายเป็นฝอยละเอียดและรวมตัวกับไอดีอย่างทั่วถึงเพื่อจะเผาไหม้ต่อไป

(ข). <u>ขบวนการในการสันดาป</u>(combustion process)

ในขณะที่ลูกสูบกำลังเคลื่อนตัวขึ้นสู่ศูนย์ตายบนในจังหวะอัดนั้น ก่อนจะถึงศูนย์ตายบนเพียงเล็กน้อย คือประมาณ 30-40°(30-40°BTDC) เชื้อเพลิงซึ่งมีความดันสูงจะถูกฉีดจากหัวฉีดเข้าสู่ห้องเผาไหม้ เวลาที่เริ่มฉีดนี้เรียกว่า " Injection Timing " เมื่อน้ำมันฉีดเข้าห้องเผาไหม้แล้วก็จะผสมคลุกเคล้ากับไอดีซึ่งมีความดันและอุณหภูมิสูงในช่วงระยะเวลาหนึ่ง ซึ่งเรียกว่า " ระยะหน่วงก่อนติดไฟ "(ignition delay) ช่วงเวลานี้ยังเป็นระยะเวลาที่ต้องการเพื่อให้เกิดปรากฏการณ์ทางฟิสิกส์(physical delay)และทางเคมี(chemical delay) ระยะหน่วงก่อนติดไฟนี้จะกินเวลาประมาณ 1/1 000 วินาที[2] อย่างไรก็ตามถ้าระยะหน่วงก่อนติดไฟนี้นานเกินไปก็จะเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เครื่องยนต์น็อค(diesel knock)ได้ จากนั้นก็จะเกิดการสันดาปขึ้นอย่างรวดเร็ว(rapid combustion)ทำให้เกิดงานขึ้นซึ่งจะเป็นจังหวะระเบิดหรือจังหวะกำลังต่อไป ขั้นตอนในการสันดาปดังที่กล่าวมาได้แสดงไว้ในรูปที่ 1.3



รูปที่ 1.3 แสดงขั้นตอนในการสันดาปของเครื่องยนต์ดีเซล [13]

(ค). อัตราส่วนการอัด(compression ratio)

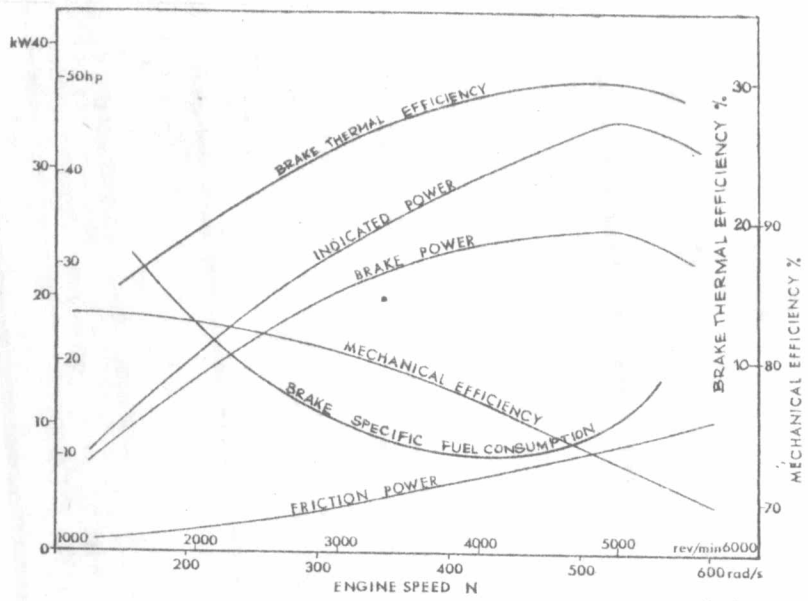
ดังที่กล่าวมาแล้วว่า เครื่องยนต์ดีเซลจะต้องอาศัยการอัดอากาศหรือไอดี ให้มีความดันสูง ซึ่งยิ่งมีความดันสูงเท่าไรก็ย่อมจะจุดระเบิดได้ง่ายและมีประสิทธิภาพดี อย่างไรก็ตามถ้าความดันในห้องเผาไหม้สูงเกินไปแล้วก็อาจจะทำให้กระบอกสูบหรือลูกสูบทนไม่ไหว อันเป็นอันตรายสำหรับเครื่องยนต์ ดังนั้นสมควรที่จะให้อัตราส่วนการอัดของเครื่องยนต์อยู่ระหว่าง 16:1 ถึง 22:1 ซึ่งเป็นช่วงที่ใช้กันทั่วไปในเครื่องยนต์ดีเซล

(ง). อัตราส่วนอากาศและเชื้อเพลิง(air-fuel ratio)

การสันดาปในเครื่องยนต์ดีเซลจะต้องใช้อ็อกซิเจนจากอากาศมาช่วยในการสันดาป และก็มักจะใช้อากาศที่มากพอ(excess air) ดังนั้นปริมาณอากาศที่ใช้เทียบกับปริมาณเชื้อเพลิงซึ่งเรียกว่า " Air-fuel Ratio " นี้จึงมีความจำเป็นสำหรับเครื่องยนต์ อัตราส่วนนี้จะเปลี่ยนแปลงได้มากเมื่อใช้กับเครื่องยนต์ดีเซล คือมีช่วงอยู่ระหว่าง 80-20:1 สำหรับอัตราส่วนอากาศและเชื้อเพลิงในการสันดาปที่สมบูรณ์(stoichiometric air-fuel ratio)ของเชื้อเพลิงบางชนิดได้แสดงไว้ในตาราง 1.2

(จ). กำลังงานจากเครื่องยนต์(power)

ดังที่กล่าวมาแล้ว เมื่อเชื้อเพลิงเผาไหม้จะเกิดกำลังงานและส่งถ่ายออกมาสู่ล้อช่วยแรง(flywheel)เพื่อไปใช้งานต่อไป เราสามารถวัดความดันภายในห้องเผาไหม้ได้โดยการบันทึกของ Indicator ออกมาเป็น Indicated mean effective pressure(Imep)ในลักษณะของ Indicated diagram หรือ p-v diagram ในขณะเดียวกันถ้าเราวัดความดันของเครื่องยนต์ซึ่งถ่ายทอดออกมาเป็นแรงตอนขาออก จะเรียกว่า " Brake mean effective pressure " (Bmep)โดยการวัดด้วยเบรค ค่า Bmep นี้จะมีค่าน้อยกว่า Imep เสมอ เนื่องจากระหว่างการถ่ายเทกำลังงานจากห้องเผาไหม้ออกมายังเบรค จะต้องสูญเสียกำลังงานส่วนหนึ่งไปกับความเสียดทานของชิ้นส่วนต่าง ๆของเครื่องยนต์ กำลังงานที่สูญเสียไปนี้ถ้าพูดในรูปของความดันจะเรียกว่า " Fric-tion mean effective pressure(Fmep) " เมื่อเราวัดความดันของเครื่องยนต์ได้ก็สามารถหากำลังงาน(power)ของเครื่องยนต์ได้จาก p-v diagram ในทำนองเดียวกัน กำลังงานที่ได้ก็จะมี 3 ลักษณะคือ Indicated power(Ip) Brake power(Bp)และ Friction power(Fp) หรือบางทีก็เรียกเป็น " กำลังม้า "(horse power)



รูปที่ 1.4 แสดงสมรรถนะของเครื่องยนต์ดีเซล {6}

Bp หรือ Brake power นี้ เป็นกำลังงานจริง ๆที่จะนำไปใช้งานได้ ซึ่งสามารถวัดได้โดยไดนาโมมิเตอร์(dynamometer) สำหรับเครื่องยนต์ดีเซลนั้น ลักษณะของเส้นกำลังงานเมื่อเดินเครื่องในความเร็วต่าง ๆกัน จะเป็นไปดังรูปที่ 1.4

(ฉ). <u>อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะ</u>(specific fuel consumption)

จะเป็นตัวที่ช่วยให้เราทราบว่าเครื่องยนต์จะใช้เชื้อเพลิงมากน้อยเท่าไร ในขณะที่มีภาระเท่ากัน และยังทำให้สามารถทราบถึงประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเครื่องยนต์ด้วย อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะนี้ เรามักจะวัดการสิ้นเปลืองเป็นปริมาตรต่อ 1 หน่วย คือ liter/kW-hr หรือ cc/kW-hr ซึ่งการวัดลักษณะนี้เรียกว่า " Brake specific fuel consumption(Bsfc) " บางทีก็นิยมวัดเป็นมวลต่อ 1 หน่วยคือ kg/kW-hr และในการวัดมักจะวัดเป็นปริมาตรเทียบกับเวลา คือ

$$Bsfc = \frac{\text{มวลเชื้อเพลิง(kg)} \times 3\,600}{\text{เวลาที่วัดได้(s)} \times \text{กำลังที่วัดได้(kW)}} \qquad (1\text{-}1)$$

ลักษณะการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะของเครื่องยนต์ดีเซลเป็นไปดังรูปที่ 1.4

(ข). ประสิทธิภาพเชิงความร้อน(thermal efficiency)

การใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงเพื่อเปลี่ยนเป็นพลังงานกลนั้น เพื่อให้ทราบถึงความสามารถในการเปลี่ยนพลังงานของเครื่องยนต์จะดูได้จากประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเครื่องยนต์ ซึ่งในทางทฤษฎีจะหาได้จากสมการ{4}

$$\eta_{th} = 1 - \left(\frac{1}{R_c}\right)^{\gamma-1} \quad \% \qquad (1\text{-}2)$$

เมื่อ R_c = อัตราส่วนการอัดของเครื่องยนต์

γ = อัตราส่วนความร้อนจำเพาะของก๊าซภายในห้องเผาไหม้

1.4 สำหรับ Ideal gas

1.258 สำหรับในงานจริง จากข้อสรุปของ Tizard และ Pye{4}

หรืออาจหาประสิทธิภาพเชิงความร้อนได้โดยการเปรียบเทียบกำลังที่วัดได้(Bp)กับอัตราการใช้พลังงานจากเชื้อเพลิง ณ จุดนั้น ซึ่งเรียกว่า " Brake thermal efficiency($B_{\eta th}$) " หาได้จาก

$$B_{\eta th} = \frac{\text{กำลังที่ได้(kJ/s)} \times 100(\%)}{\text{อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง(kg/s)} \times \text{ค่าความร้อน(kJ/kg)}} \qquad (1\text{-}3)$$

เมื่อ kJ/s = kW

1.4 แอลกอฮอล์และเมธานอล

แอลกอฮอล์เป็นเชื้อเพลิงไฮโดรคาร์บอนที่มีส่วนผสมของอ๊อกซิเจนปนอยู่ในรูปของสารประกอบอิ่มตัว มีลักษณะโครงสร้างเป็นแบบลูกโซ่(alkyl group) ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 4 จำพวก คือ เมทิลแอลกอฮอล์(methyl alcohol)หรือเมธานอล(methanol)มีสูตรทางเคมี CH_4O , เอทิลแอลกอฮอล์(ethyl alcohol)หรือเอธานอล(ethanol)มีสูตรเคมี C_2H_6O, โพรพิลแอลกอฮอล์(propyl alcohol)หรือโพรพานอล(propanol)มีสูตรทางเคมี C_3H_8O และบิวทิลแอลกอฮอล์(butyl alcohol)หรือบิวทานอล(butanol)มีสูตรทางเคมี $C_4H_{10}O$

แอลกอฮอล์ทั้ง 4 จำพวกนี้มีค่าความร้อนสูงสามารถจะใช้เป็นเชื้อเพลิงได้และมีอ็อคเทนนัมเบอร์(octane no.)สูง แต่โดยทั่วไป แอลกอฮอล์ที่เหมาะสมกับการใช้เป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์เพื่อทดแทนน้ำมันนั้น ได้แก่ เมธานอลและเอธานอล เพราะทั้งสองพวกนี้มีการเตรียมได้ง่ายกว่าและราคาถูกกว่า อีกทั้งยังสามารถจะผลิตได้จากวัสดุตามธรรมชาติ เช่น เมธานอลจากก๊าซธรรมชาติ ถ่านหิน เอธานอลจากอ้อย มันสำปะหลัง ข้าวโพด เป็นต้น

เมธานอล(methanol)

เมธานอลเป็นแอลกอฮอล์จำพวกหนึ่ง มีสูตรทางเคมีคือ CH_4O หรือ CH_3OH สามารถจะใช้เป็นเชื้อเพลิงได้ดี มีอุณหภูมิในการจุดระเบิด(ignition temperature)ประมาณ 470°C ซึ่งสูงกว่าน้ำมันดีเซล(222°C)ประมาณหนึ่งเท่า มีค่าความร้อนประมาณ 19 900 kJ/kg ซึ่งต่ำกว่าของเอธานอลและน้ำมันเชื้อเพลิงอื่น ๆ เช่น น้ำมันเบนซิน น้ำมันดีเซล เป็นต้น ดังแสดงไว้ในตาราง ข-1 ในภาคผนวก เมธานอลสามารถจะผลิตหรือสังเคราะห์ได้หลายวิธีด้วยกัน ได้แก่ การทำปฏิกิริยากันระหว่างก๊าซคาร์บอนมอนน็อคไซด์(CO)กับก๊าซไฮโดรเจน(H_2) หรือใช้ก๊าซคาร์บอนไดอ็อกไซด์(CO_2)กับก๊าซไฮโดรเจน ดังสมการทางเคมี{5}

$$CO + 2H_2 \longrightarrow CH_3OH \qquad (1\text{-}4)$$

และ

$$CO_2 + 3H_2 \longrightarrow CH_3OH + H_2 \qquad (1\text{-}5)$$

วิธีดังกล่าวนี้อาจทำได้โดยใช้พวกเศษไม้(waste wood)เป็นวัตถุดิบในการเตรียมก๊าซดังกล่าว

ตาราง 1.1 คุณสมบัติของเมธานอล{1} {5} {8}

คุณสมบัติ	เมธานอล
สูตรทางเคมี	CH_3OH
น้ำหนักโมเลกุล	32.042
น้ำหนักของส่วนประกอบ	
คาร์บอน	37.5 %
ไฮโดรเจน	12.6 %
อ็อกซิเจน	49.9 %
จุดเดือด	64.8 °C
จุดวาบไฟ	11 °C
อุณหภูมิสันดาป	470 °C
ความหนาแน่น ที่ 20°C	791.5 kg/m^3
ความถ่วงจำเพาะ ที่ 20°C	0.796
ค่าความร้อนค่าสูง	22.68 MJ/kg
ค่าความร้อนค่าต่ำ	19.93 MJ/kg

อีกวิธีหนึ่งซึ่งมีประสิทธิภาพดีและเป็นที่นิยมใช้กันคือ วิธี Hydrocarbon oxidation โดยการใช้ก๊าซมีเทน(metane,CH_4)และก๊าซอ็อกซิเจนทำปฏิกิริยากัน ดังสมการ {5}

$$2CH_4 + O_2 \longrightarrow 2CH_3OH \qquad (1\text{-}6)$$

การผลิตเมธานอลด้วยวิธีนี้ น่าจะเป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับบ้านเรา เพราะเรามีก๊าซธรรมชาติมากมาย ซึ่งจะให้ก๊าซมีเทนอย่างเพียงพอ

แม้ว่าเมธานอลจะมีค่าความร้อนต่ำกว่าพวกน้ำมันเชื้อเพลิง แต่ก็สามารถจะใช้เป็นเชื้อเพลิงได้อย่างดี การเผาไหม้ที่ค่อนข้าง สมบูรณ์ทำให้เกิดปริมาณควันน้อย เมธานอลเหมาะมากที่จะใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับห้องทดลอง แต่ในยุคปัจจุบันที่น้ำมันเชื้อเพลิงราคาสูงขึ้นและหายาก สมควรที่จะลองนำเอาเมธานอลมาเป็นเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องยนต์เพื่อทดแทนน้ำมัน ซึ่งก็มีแนวโน้มที่จะเป็นไปได้อย่างมาก

คุณสมบัติบางอย่างซึ่งเป็นข้อเสียของเมธานอลก็คือ มีกลิ่นที่รุนแรงเป็นอันตรายต่อระบบการหายใจ เป็นพิษไม่สามารถรับประทานได้ และเป็นอันตรายต่อผิวหนัง ดังนั้นจึงอาจจะก่อปัญหาแก่ผู้ใช้และเก็บรักษา เมธานอลมีคุณสมบัติในการกัดกร่อนอย่างรุนแรง มากกว่าน้ำมันเชื้อเพลิงทั่วไป อาจทำลายวัสดุบางอย่างได้ เช่น พลาสติก หรือแม้แต่โลหะบางชนิดก็ทำให้ผุกร่อนเร็วขึ้น

คุณสมบัติในการเผาไหม้บางประการสามารถดูได้จากตาราง 1.2 และคุณสมบัติอื่น ๆของแอลกอฮอล์จะดูได้จากภาคผนวก ข

ตาราง 1.2 การเผาไหม้ของแอลกอฮอล์และไฮโดรคาร์บอนในอากาศ {1}

เชื้อเพลิง	Stoichicmetric Air/Fuel Ratio	Vol.% of Fuel In Vaporized Stoichiometric Mixture	Ratio $\frac{\text{Mole Product}}{\text{Mole Charge}}$	Ratio $\frac{\text{Mole Product}}{\text{Mole } O_2 + N_2}$
Methanol	6.45	12.3	1.061	1.209
Ethanol	9.00	6.5	1.065	1.140
Iso-Propanol	10.3	4.4	1.067	1.116
tert. Butanol	11.6	3.37	1.067	1.105
Benzene	13.2	2.7	1.014	1.042
Iso-octane	15.1	1.6	1.058	1.075
Gasoline	14.7	2.0	1.047	1.070

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.5 การป้อนเมธานอลเข้าเครื่องยนต์ดีเซล

ตามปรกติการป้อนเชื้อเพลิงเข้าเครื่องยนต์ดีเซลจะใช้หัวฉีด ซึ่งจะฉีดเชื้อเพลิงที่มีความดันสูงเข้าสู่ห้องเผาไหม้ แต่เนื่องจากคุณสมบัติบางประการของเมธานอลต่างกับน้ำมันดีเซล ดังนั้นการป้อนเมธานอลเข้าเครื่องยนต์จึงอาจทำได้หลายวิธีคือ

ก. ป้อนเข้าโดยตรง(injection) โดยใช้หัวฉีด ฉีดเมธานอลเข้าเครื่องยนต์ลักษณะเดียวกับการฉีดน้ำมันดีเซลทดแทนน้ำมันดีเซลทั้งหมด(100 %) แต่เนื่องจากเครื่องยนต์ดีเซลได้ออกแบบหัวฉีดมาสำหรับใช้กับน้ำมันดีเซล ไม่เหมาะกับเมธานอล จึงจำเป็นต้องมีการออกแบบหัวฉีดและห้องเผาไหม้ ตลอดจนรายละเอียดอื่น ๆให้เหมาะสมกับคุณสมบัติของเมธานอล ซึ่งจะต้องมีการวิจัยกันอย่างละเอียดอีกมาก

ข. ป้อนโดยการผสมกับน้ำมันดีเซล(blending)ก่อน แล้วจึงฉีดเข้าเช่นเดียวกับวิธี ก. แต่วิธีนี้ยังมีปัญหาอยู่ที่ว่า เมธานอลไม่สามารถรวมตัวกับน้ำมันดีเซลได้ จึงจำเป็นต้องหาวิธีที่ทำให้มันรวมตัวกันให้ได้เสียก่อน เช่น เติมสารที่ช่วยในการรวมตัว เป็นต้น ซึ่งก็จะต้องมีการพัฒนากันต่อไป

ค. ป้อนแยกกันต่างหาก(supplementary) วิธีนี้จะใช้การป้อนแยกกันคนละแห่ง คือ น้ำมันดีเซลยังคงใช้หัวฉีด ฉีดเข้าเหมือนเดิม ส่วนเมธานอลจะป้อนเข้าพร้อมกันอีกที่หนึ่ง วิธีการป้อนอาจทำได้คือ ใช้หัวฉีดที่ออกแบบสำหรับเมธานอล ฉีดเข้าห้องเผาไหม้แยกจากน้ำมันดีเซลอีกแห่งหนึ่ง อีกวิธีหนึ่งก็คือ ให้เมธานอลเข้าทางไอดีโดยผ่านคาร์บูเรเตอร์ ซึ่งเมธานอลจะถูกดูดพร้อมกับอากาศในจังหวะดูดของเครื่องยนต์เข้าสู่ห้องเผาไหม้ โดยมีการปรับปริมาณของเมธานอลและอากาศให้เหมาะสม

จากวิธีต่าง ๆดังที่กล่าวมาจะเห็นว่า วิธีที่สะดวกและน่าจะเป็นไปได้อย่างมากในขณะนี้คือการป้อนวิธี ค. โดยการใช้คาร์บูเรเตอร์ต่อเข้าทางท่อไอดีเช่นเดียวกับเครื่องยนต์เบนซิน เพราะสามารถหาคาร์บูเรเตอร์ได้ง่ายและสะดวกในการติดตั้ง เสียค่าใช้จ่ายน้อย คาร์บูเรเตอร์จะช่วยทำให้เมธานอลแตกกระจายเป็นละอองละเอียดและผสมกับอากาศเป็นอย่างดี ช่วยทำให้การเผาไหม้ง่ายยิ่งขึ้น ในการหาคาร์บูเรเตอร์ที่จะนำมาใช้นั้นจะต้องให้ได้ขนาดที่เหมาะสม สามารถควบคุมการไหลของเมธานอลได้ ซึ่งจะได้กล่าวต่อไป

1.6 การสูญเสียพลังงานและการสมดุลย์พลังงานของเครื่องยนต์(energy losses and energy balance)

พลังงานที่มีอยู่ในเชื้อเพลิง ซึ่งเมื่อให้กับเครื่องยนต์นั้น เครื่องยนต์จะเผาไหม้ทำให้เกิดพลังงาน ค่าพลังงานที่ให้นี้(Q_f) จะคำนวณได้จากอัตราการสิ้นเปลืองของเชื้อเพลิงคูณด้วยค่าความร้อนของเชื้อเพลิงนั้น จากค่าพลังงานนี้เมื่อเปลี่ยนรูปโดยเครื่องยนต์ออกมาเป็นพลังงานเพื่อใช้ประโยชน์ได้เพียง 20-30 % เท่านั้น ซึ่งค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้นี้เรียกว่า " Useful Energy " ส่วนที่เหลือนอกนั้นไม่ได้ใช้ประโยชน์ จะต้องสูญเสียไปกับน้ำหล่อเย็น ไอเสียจากเครื่องยนต์ และการสูญเสียในรูปอื่น ๆ

พลังงานที่เปลี่ยนเป็นกำลัง(useful energy, Q_b)

พลังงานนี้คือพลังงานส่วนที่จะนำไปใช้ประโยชน์ได้ในรูปของกำลังงาน มักจะเรียกกันว่ากำลังงานเบรค(brake power)หาได้คือ

$$Q_b = Bp = \frac{kJ}{hr} \qquad (1\text{-}7)$$

พลังงานที่ส่งไปกับน้ำหล่อเย็น(cooling energy, Q_w)

พลังงานส่วนนี้จะใช้สำหรับในการหล่อเย็นเครื่องยนต์เพื่อไม่ให้ร้อนเกินไป ซึ่งจะทำให้ประสิทธิภาพลดลง และยังเป็นอันตรายกับเครื่องยนต์ด้วย ค่าพลังงานนี้หาได้จาก{14}

$$Q_w = \dot{m}_w c_{pw} (Tc_{out} - Tc_{in}) \quad kJ/hr \qquad (1\text{-}8)$$

เมื่อ $\dot{m}_w$ = มวลของน้ำหล่อเย็น, kg/hr

c_{pw} = ค่าความร้อนจำเพาะของน้ำ มีค่า = 4.19 kJ/kg-K

Tc_{in}, Tc_{out} = อุณหภูมิเข้าและออกของน้ำหล่อเย็น, K

พลังงานที่ออกไปกับไอเสีย(exhaust energy, Q_e)

พลังงานส่วนนี้จะสูญเสียไปเปล่า ๆ ออกไปกับไอเสียของเครื่องยนต์ ซึ่งสามารถหาได้จากสมการ{6}

$$Q_e = (\dot{m}_a + \dot{m}_{fuel}) c_{pe} (Te - Ta) \quad kJ/hr \qquad (1\text{-}9)$$

เมื่อ $\dot{m}_a$ = มวลของอากาศที่ใช้, kg/hr

$\dot{m}_{fuel}$ = มวลของเชื้อเพลิงที่ใช้, kg/hr

c_{pe} = ค่าความร้อนจำเพาะของไอเสีย, kJ/kg-K

Te, Ta = อุณหภูมิของไอเสียและอุณหภูมิของอากาศเข้าเครื่องยนต์, K

สำหรับค่า c_{pe} ของไอเสียจากเครื่องยนต์ดีเซลหาได้จากสมการ {6}

$$c_{pe} = 0.988 + 0.23x10^{-3}Te + 0.05x10^{-6}(Te)^2 \qquad (1\text{-}10)$$

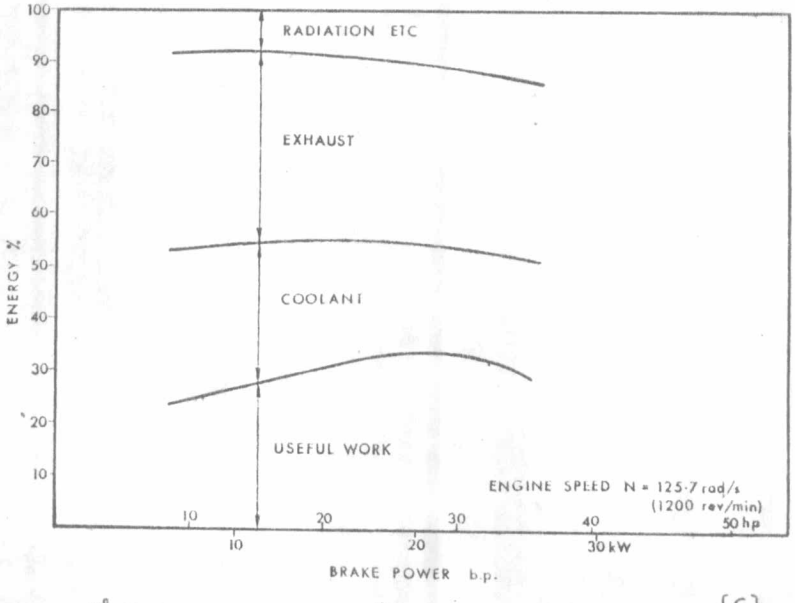
ซึ่งจะให้ค่าที่ใกล้เคียงความจริงมาก

<u>พลังงานที่สูญเสียเนื่องจากสาเหตุอื่น ๆ(Q_r)</u>

พลังงานส่วนนี้ได้สูญเสียไปในรูปของการแผ่รังสี การพาความร้อน จากเครื่องยนต์ เป็นต้น จะหาได้จาก

$$Q_r = Q_f - Q_b - Q_w - Q_e \quad kJ/hr \qquad (1\text{-}11)$$

สำหรับเครื่องยนต์ดีเซล ลักษณะของพลังงานจากเครื่องยนต์ในรูปต่าง ๆเมื่อภาระต่างกัน จะดูได้จากรูปที่ 1.5



รูปที่ 1.5 แสดงการสมดุลย์พลังงานของเครื่องยนต์ดีเซล {6}