บทที่ 4

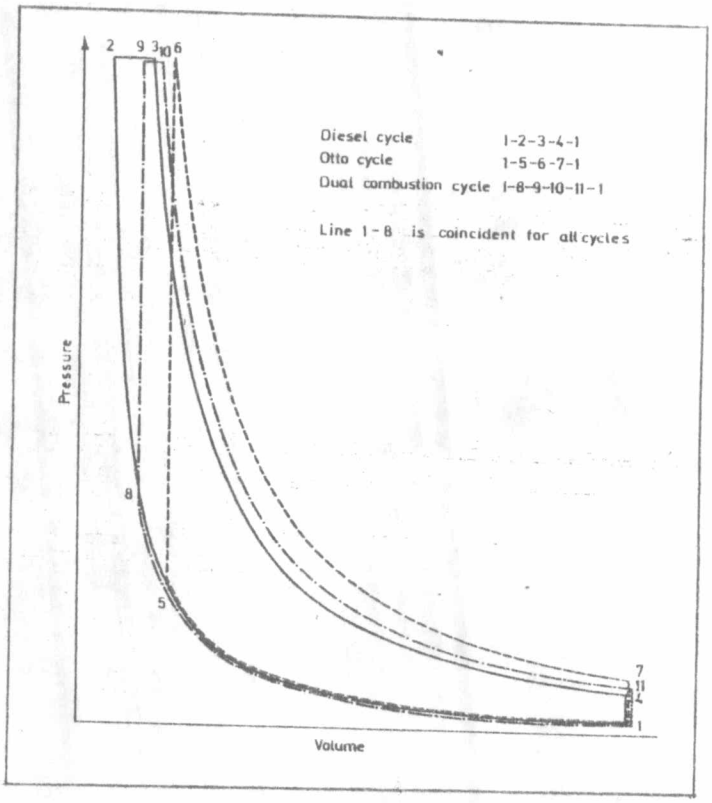
อภิปรายผลการทดลอง

จากผลการทดลองของเครื่องยนต์เมื่อเดินเครื่องด้วยน้ำมันดีเซลเพียงอย่างเดียว และเมื่อเดินเครื่องยนต์โดยใช้เมธานอลกับน้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง ในอัตราส่วนต่าง ๆกัน ซึ่งได้แสดงผลของสมรรถนะของเครื่องยนต์ ไอเสียและสมดุลย์พลังงานไว้ในบทที่ 3 ส่วนผลการทดลองและการคำนวณได้แสดงไว้ในภาคผนวก ค

ลักษณะวัฏจักรของเครื่องยนต์ดีเซล(diesel cycle)ตามปรกติจะเป็นแบบ ความดันคงที่ (constant pressure)ดังรูปที่ 1.2 และในรูปที่ 4.1 ตามแนวเส้น 1-2-3-4-1 และลักษณะวัฏจักรของเครื่องยนต์เบนซิน(otto cycle)ที่ใช้การป้อนเชื้อเพลิงโดยคาร์บูเรเตอร์จะเป็นแบบปริมาตรคงที่(constant volume) ดังในรูปที่ 4.1 ตามแนวเส้น 1-5-6-7-1 ซึ่งวัฏจักรทั้งสองที่ต่างกันนี้ มีผลทำให้สมรรถนะของเครื่องยนต์ต่างกันไป ดังนั้นสำหรับการทดลองนี้ ซึ่งการป้อนน้ำมันดีเซลยังคงดำเนินไปในลักษณะของเครื่องยนต์ดีเซล และการป้อนเมธานอลดำเนินไปในลักษณะของเครื่องยนต์เบนซิน(ใช้คาร์บูเรเตอร์) ทำให้วัฏจักรจริงของเครื่องยนต์เมื่อใช้เชื้อเพลิงร่วมจะแตกต่างไปจากวัฏจักรของเครื่องยนต์ดีเซลคือจะเป็นแบบผสมผสานกันในลักษณะของ " Dual Combustion Cycle " ตามแนวเส้น 1-8-9-10-11-1 ของรูปที่ 4.1

4.1 สมรรถนะของเครื่องยนต์

จากรูปที่ 3.1 ถึง 3.5 แสดงให้เห็นถึงสมรรถนะของเครื่องยนต์ เปรียบเทียบกันระหว่างเมื่อเดินเครื่องด้วยน้ำมันดีเซลอย่างเดียวและเมื่อเดินเครื่องด้วยน้ำมันดีเซลและเมธานอล(เชื้อเพลิงร่วม) ตั้งแต่ความเร็ว 1 000 รอบต่อนาที ถึงความเร็ว 3 000 รอบต่อนาที จากกราฟของรูปดังกล่าว ได้แสดงการเปลี่ยนแปลงของประสิทธิภาพเชิงความร้อน(B_{nth}) อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะ(Bsfc) และอัตราส่วนอากาศและเชื้อเพลิง(A/F) เทียบกับ Bmep ของเครื่องยนต์แต่ละค่าของความเร็ว



รูปที่ 4.1 เปรียบเทียบวัฏจักรดีเซล วัฏจักรอ็อตโตและวัฏจักรดวล ที่ความดันและงานสูงสุดอันเดียวกัน[13]

จากกราฟจะเห็นว่า ประสิทธิภาพเชิงความร้อนที่เกิดขึ้น ซึ่งมีลักษณะของเส้นคล้ายกัน แต่เมื่อใช้เชื้อเพลิงร่วมจะให้ค่า $B_{\eta th}$ ที่สูงกว่า ยิ่งที่ค่าความเร็วสูงขึ้นก็ยิ่งมีค่าสูง ขณะที่ Bmep ต่ำ ๆค่า $B_{\eta th}$ ของเครื่องยนต์เมื่อใช้เชื้อเพลิงทั้งสองมีค่าใกล้เคียงกัน ยิ่ง Bmep มากขึ้นก็จะยิ่งห่างกัน

อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะ เมื่อใช้เชื้อเพลิงร่วมจะมีค่าสูงกว่า โดยเฉพาะเมื่อภาระต่ำ ๆ และเมื่อภาระสูงขึ้นจะมีค่าลดลง สาเหตุที่ทำให้ Bsfc สูงกว่าก็เนื่องมาจาก เมธานอลมีค่าความร้อนต่ำ ทำให้ความต้องการเชื้อเพลิงร่วมที่ภาระเท่ากันนั้นมากขึ้น ซึ่งมีผลทำให้อัตราส่วน

อากาศและเชื้อเพลิง ลดลง ตามคุณสมบัติของเมธานอลที่มีค่า A/F ต่ำกว่าน้ำมันดีเซล อย่างไรก็ดี แม้ว่าเมื่อใช้เชื้อเพลิงร่วมจะมีค่า Bsfc สูงกว่าก็ตาม แต่เครื่องยนต์ก็ยังมีกำลังต่ำกว่าเมื่อเดินเครื่องด้วยน้ำมันดีเซลอย่างเดียวอยู่เสมอ

จะเห็นว่า เมื่อใช้เชื้อเพลิงร่วมจะทำให้กำลังเครื่องยนต์ลดลง(ดังกราฟ)แม้ว่าจะมีประสิทธิภาพเชิงความร้อนสูงกว่าก็ตาม การใช้เชื้อเพลิงร่วมจะสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงมากกว่า แต่จะให้ค่า A/F ต่ำกว่า เมื่อใช้น้ำมันดีเซลเพียงอย่างเดียว

4.2 ไอเสียจากเครื่องยนต์

ผลการทดลองของไอเสียจากเครื่องยนต์ ซึ่งได้แสดงเอาไว้ในรูปที่ 3.11 ถึงรูปที่ 3.17 ได้แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงของ HC, CO, Te และ ปริมาณควัน ระหว่างเมื่อใช้เชื้อเพลิงร่วมและใช้น้ำมันดีเซลอย่างเดียว จากกราฟของรูปดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า เมื่อใช้เชื้อเพลิงร่วม ทำให้อุณหภูมิของไอเสียมีค่าต่ำกว่า ยิ่งถ้าส่วนผสมของเมธานอลมาก ก็ยิ่งทำให้ลดลง เนื่องจากการระเหยตัวของเมธานอลก่อนเข้าห้องเผาไหม้(ตาม หัวข้อ 4.4 ข.)

แม้ว่าเมื่อใช้เชื้อเพลิงร่วมจะให้ค่า $B_{\eta th}$ ที่สูงกว่าก็ตาม แต่ไอเสียจากเครื่องยนต์ก็ยังให้ HC และ CO ที่สูงกว่า ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อใช้เชื้อเพลิงร่วม เมธานอลซึ่งถูกป้อนด้วยคาร์บูเรเตอร์ทำให้เป็นวัฏจักรปริมาตรคงที่(วัฏจักรปริมาตรคงที่จะทำให้เกิด HC และ CO มากกว่าแบบวัฏจักรความดันคงที่) {13} ดังนั้นเมื่อพิจารณาถึงวัฏจักรรวมของเครื่องยนต์ซึ่งเป็นแบบ dual cycle จึงทำให้เกิด HC และ CO มากขึ้นด้วยเช่นกัน

ปริมาณควันที่วัดได้เมื่อใช้เชื้อเพลิงร่วม จะต่ำกว่าเมื่อใช้น้ำมันดีเซลเพียงอย่างเดียว ยิ่งที่ภาระสูง ๆก็ยิ่งต่ำ ทั้งนี้เป็นเพราะการเผาไหม้ของเมธานอลจะเกิดควันน้อยกว่า การเผาไหม้ของน้ำมันดีเซล แม้ว่าไอเสียจะมีส่วนที่เหลือคือ HC และมี CO มากก็ตาม แต่ปริมาณควันที่ออกมาก็ยังน้อยกว่าอยู่ดี และการที่ปริมาณควันมีน้อยนี้ เป็นสิ่งที่ดีต่อสภาวะแวดล้อม ทำให้อากาศจะสะอาดขึ้น

จะเห็นว่า เมื่อใช้เชื้อเพลิงร่วมทำให้อุณหภูมิภายในห้องเผาไหม้ลดลง ซึ่งมีผลทำให้ Te ลดลงด้วย ปริมาณ HC และ CO จะมากกว่าและปริมาณควันจากไอเสียจะน้อยกว่าเมื่อใช้น้ำมันดีเซลเพียงอย่างเดียว

4.3 การสมดุลย์พลังงานของเครื่องยนต์

พลังงานที่ใช้ในเครื่องยนต์และการสูญเสียพลังงานในรูปต่าง ๆ ได้ทำสมดุลย์พลังงานขึ้นและเปรียบเทียบระหว่างเมื่อใช้เชื้อเพลิงร่วมกับเมื่อใช้น้ำมันดีเซลเพียงอย่างเดียว โดยคิดพลังงานแต่ละค่าเป็นเปอร์เซนต์(%)ต่อพลังงานจากเชื้อเพลิงที่ให้กับเครื่องยนต์

เนื่องจากการคิดพลังงานเป็นเปอร์เซนต์จากพลังงานของเชื้อเพลิงแต่ละชนิดนี้ ทำให้การเปรียบเทียบผลของการเปลี่ยนแปลงพลังงานของเชื้อเพลิงทั้งสองไม่ชัดเจน แต่ดูได้เพียงลักษณะการเปลี่ยนแปลงของสมดุลย์พลังงานของเชื้อเพลิงแต่ละชนิดเท่านั้น จากผลการทดลองจะเห็นว่าพลังงานที่นำไปใช้งาน(Q_b) ของเชื้อเพลิงร่วมจะมีค่ามากกว่าเล็กน้อย ตามลักษณะของประสิทธิภาพเชิงความร้อน พลังงานที่ส่งไปกับน้ำหล่อเย็น(Q_w) จะไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงมากนัก แต่ลักษณะของเส้นกราฟจะเปลี่ยนแปลงไปเล็กน้อย โดยเฉพาะเมื่อภาระสูง ๆ พลังงานที่ออกไปกับไอเสีย(Q_e) จะมีค่าต่ำลงเนื่องจาก Te ต่ำ ซึ่งจากการเปลี่ยนแปลงพลังงานรูปต่าง ๆเมื่อดูรวม ๆกันแล้ว จะเห็นว่าเมื่อใช้เชื้อเพลิงร่วมนั้น การสมดุลย์ของพลังงานค่อนข้างจะดีกว่า ตามลักษณะการกระจายพลังงานได้ดีและพลังงานที่จะนำไปใช้งานก็สูงกว่าเมื่อใช้น้ำมันดีเซลเพียงอย่างเดียวด้วย

4.4 ผลกระทบอื่น ๆที่เกิดขึ้น

เมื่อใช้เชื้อเพลิงร่วมเป็นเชื้อเพลิงทำให้เครื่องยนต์เกิดผลแตกต่างไปจากเมื่อใช้น้ำมันดีเซลเพียงอย่างเดียวนอกจากที่กล่าวมาข้างต้น มีดังนี้

ก. เมื่อป้อนเมธานอลเข้าไปผสมเพียงเล็กน้อยขณะที่กำลังเดินเครื่องยนต์ด้วยน้ำมันดีเซลอย่างเดียว เครื่องยนต์จะเพิ่มความเร็วขึ้นอย่างทันที ทำให้อัตราการเร่งของเครื่องยนต์ดีขึ้นมาก ที่เป็นเช่นนี้ก็เนื่องจากการเผาไหม้ของเมธานอลเป็นไปอย่างรวดเร็วกว่าน้ำมันดีเซล

ข. ท่อไอดีบริเวณที่ติดกับคาร์บูเรเตอร์จะมีอุณหภูมิต่ำลงและถ้าเพิ่มอัตราส่วนผสมของเมธานอลมากขึ้น ก็ยิ่งเย็นมากจนมีน้ำมาเกาะด้านนอกของท่อไอดีบริเวณดังกล่าว ที่เป็นดังนี้ก็เนื่องจากว่า เมื่อป้อนเมธานอลเข้าสู่คาร์บูเรเตอร์และผ่านเข้าสู่ท่อไอดีนั้น เมธานอลจะระเหยตัวก่อนและดูดเอาความร้อนจากอากาศที่เข้าไปด้วยกัน และจากรอบๆท่อไอดีด้วย ทำให้ท่อไอดีเย็นจัดจนมีหยดน้ำเกาะที่ด้านนอก การที่อุณหภูมิของไอดี(เมธานอลและอากาศ)ต่ำลงนี้มีผลทำให้อุณหภูมิภายในห้องเผาไหม้จะต่ำลงด้วย

ค. คาร์บูเรเตอร์ที่ใช้ในการป้อนเมธานอลนั้น จะผุกร่อนเร็วกว่าเมื่อใช้กับน้ำมันเบนซิน ทั้งนี้เนื่องจากคุณสมบัติของเมธานอลจะกัดกร่อนโลหะบางชนิดได้อย่างรุนแรง ซึ่งสำหรับคาร์บูเรเตอร์ทั่วไปมักจะทำด้วยสังกะสีผสม และคาร์บูเรเตอร์ที่ใช้ในการทดลองนี้ก็เช่นกัน เมธานอลจะทำให้ผิวภายในสึกกร่อนซึ่งมีผลทำให้คาร์บูเรเตอร์ที่ใช้จะเกิดการอุดตันได้ง่าย ดังนั้นในการที่จะใช้คาร์บูเรเตอร์สำหรับป้อนเมธานอลจะต้องคำนึงถึงเรื่องวัสดุที่ใช้ทำคาร์บูเรเตอร์นั้นด้วย

การเดินเครื่องยนต์ในตอนเริ่มแรกจะต้องใช้น้ำมันดีเซลล้วน ๆก่อน แล้วค่อยป้อนเมธานอลเข้าไป เพราะถ้าสตาร์ทด้วยเมธานอลเลยทีเดียวเครื่องยนต์จะไม่ติด ถ้าป้อนเมธานอลเข้าน้อยเกินไป คือ น้อยกว่า 30 % (โดยปริมาตร)แล้ว เมธานอลจะไม่ช่วยในการสันดาป หรือถ้าป้อนเข้ามากเกินไป คือ เกินกว่า 70 % แล้ว เครื่องยนต์จะเริ่มไม่คงที่และดับลงทันที ดังนั้นอัตราส่วนร่วมของเมธานอลที่เหมาะสม สำหรับเครื่องยนต์นี้จะมีค่าอยู่ระหว่าง 30 % ถึง 70 % โดยปริมาตร การเผาไหม้ของเมธานอลเป็นไปอย่างรวดเร็วโดยเฉพาะเมื่อเครื่องยนต์มีความเร็วสูง ๆและมีภาระมาก

การใช้คาร์บูเรเตอร์สำหรับป้อนเมธานอลเข้าเครื่องยนต์ดังที่ได้ดำเนินการมา คาดว่าจะเป็นวิธีการป้อนที่เหมาะสมวิธีหนึ่งในขณะนี้ เพราะว่าหาง่ายและติดตั้งได้สะดวก โดยเฉพาะสำหรับการทดลองครั้งนี้ได้ใช้คาร์บูเรเตอร์ที่มีอยู่แล้ว ก็ยิ่งจะเหมาะสมและสะดวกมาก สำหรับเครื่องยนต์ที่ไม่มีคาร์บูเรเตอร์อยู่เอง ก็สามารถหาจากของที่ใช้แล้วที่สภาพดีมาดัดแปลงใช้ได้ แต่อย่างไรก็ตามก็ควรจะมีการปรับปรุงอุปกรณ์ป้อนนี้ให้เหมาะสมยิ่งขึ้นในโอกาสต่อ ๆไป

แม้ว่าจะสามารถใช้เมธานอลทดแทนน้ำมันดีเซลได้บางส่วนก็ตาม แต่เราก็ต้องคำนึงถึงอัตราการสิ้นเปลืองของเชื้อเพลิงร่วมด้วย เพราะขณะนี้เมธานอลยังมีราคาแพงกว่าน้ำมันดีเซลอยู่ทำให้ค่าใช้จ่ายในการใช้เชื้อเพลิงร่วมยังคงมีราคาสูงกว่าเมื่อใช้น้ำมันดีเซลเพียงอย่างเดียว ดังแสดงในภาคผนวก ง แต่ถ้าเราสามารถลดต้นทุนในการผลิตเมธานอลลงได้อีก (มีแนวโน้มเป็นไปได้มาก)ก็คิดว่าการใช้เชื้อเพลิงร่วมนี้คงจะคุ้มค่า แต่อย่างไรก็ดีเราก็ยังจะต้องคำนึงถึงข้อจำกัดอื่น ๆ เช่น การทำภาชนะเก็บเมธานอล คุณสมบัติเป็นพิษต่อสภาวะแวดล้อม การสตาร์ทเครื่องยนต์ด้วยเมธานอลเป็นต้น ซึ่งจะต้องมีการพัฒนากันต่อไปอีกมาก