บทที่ 4

ผลการวิจัยและอภิปราย

ผลของการวิจัย จากกราฟทั้ง 3 ชุด ในภาคผนวก (ง) คือ 39ก.-54ก., 39ข.-54ข., และ 39ค.-54ค. จะเห็นได้ว่าได้ผลใกล้เคียงกับผลการทดลองของนายชูเกียรต์ คุปตานนท์[13] และได้นำกราฟทั้ง 3 ชุดมา plot เปรียบเทียบใหม่ ได้กราฟชุดที่ 17-32, เพื่อแสดงให้เห็นเด่นชัดยิ่งขึ้น ได้ plot กราฟเพิ่มเติมคือ กราฟชุดที่ 33-38, ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบขนาดของเวนจูรี่ว่ามีผลต่ออัตราส่วนผสมของอากาศกับเชื้อเพลิง เปรียบเทียบการเปลี่ยนขนาดของเวนจูรี่กับอัตราส่วนการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงที่กำลังและความเร็วรอบเดียวกัน ตลอดจนผลของเวนจูรี่ต่อไอเสียของเครื่องยนต์ ซึ่งจากกราฟรูปที่ 17-20, จะเห็นว่าที่ภาระสูงขึ้นประสิทธิภาพของเครื่องยนต์จะดีขึ้น ที่เป็นเช่นนี้เพราะว่าที่ภาระต่ำ ๆ หรือสูง ๆ ก็แล้วแต่จะเห็นว่าค่าความร้อนที่สูญเสียไปสะสมอยู่ในเครื่องยนต์และสูญเสียไปเนื่องจากการเอาชนะความฝืดของเครื่องยนต์มีค่าเกือบจะคงที่ ดูได้จากกราฟรูปที่ 29-32, (Q_{res}) ดังนั้นเมื่อภาระเพิ่มขึ้น ปริมาณเชื้อเพลิงที่ป้อนให้ก็ต้องมากขึ้นตามและก็สามารถเปลี่ยนเป็นพลังงานกลได้มากขึ้นเนื่องจากความร้อนที่สูญเสียไปกับความฝืดและการสะสมอยู่ในตัวเครื่องยนต์มีค่าเกือบจะคงที่ดังกล่าวสำหรับความร้อนที่สูญเสียไปในไอเสียของเครื่องยนต์และกับระบบระบายความร้อนของเครื่องยนต์นั้น (Q_g และ Q_w) มีค่าเพิ่มขึ้น แต่เพิ่มขึ้นในสัดส่วนที่คงที่ และเมื่อพิจารณาจากกราฟรูปที่ 25-28, จะเห็นว่าที่ภาระสูงขึ้น ปริมาณ Hc และ Co ในไอเสียของเครื่องยนต์เหลือออกมาน้อยลง แต่อุณหภูมิของไอเสียสูงขึ้น ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากที่ภาระสูงขึ้นต้องเพิ่มเชื้อเพลิงเข้าไปมากขึ้นทำให้เกิดการระเบิดที่รุนแรงขึ้นในห้องเผาไหม้ทำให้อุณหภูมิของไอเสียพลอยสูงขึ้นตามไปด้วยและสาเหตุที่มี Hc และ Co เหลือออกมาในไอเสียน้อยลงที่ภาระสูงขึ้นนั้น เนื่องจากเมื่อเกิดการเผาไหม้ที่รุนแรงขึ้นทำให้เกิดความร้อนภายในห้องเผาไหม้มากขึ้น แอลกอฮอล์ก็สามารถระเหยกลายเป็นไอและคลุกเคล้ากับอากาศได้ดีขึ้นทำให้การเผาไหม้สมบูรณ์ขึ้น แต่เมื่อเพิ่มเปอร์เซนต์ของแอลกอฮอล์ให้มากขึ้นที่ภาระเดียวกันจะเห็นว่าในไอเสียของเครื่องยนต์จะมีปริมาณ Hc และ Co เหลือออกมามากกว่า และเมื่อพิจารณาจากกราฟรูปที่ 21-24, ที่เปอร์เซนต์

แอลกอฮอล์มากขึ้น ประสิทธิภาพของเครื่องยนต์จะต่ำลง เนื่องจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ เพราะแอลกอฮอล์ไม่สามารถระเหยกลายเป็นไอได้หมดและเมื่อเปอร์เซนต์แอลกอฮอล์ยิ่งมาก หยดของแอลกอฮอล์ที่ไม่สามารถระเหยกลายเป็นไอได้ก็ยิ่งมาก ทำให้ที่รอบและภาระเดียวกัน เมื่อเปอร์เซนต์แอลกอฮอล์ยิ่งมากก็ยิ่งเกิดการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ขึ้นโดยสูญเสียไปกับไอเสีย ของเครื่องยนต์ในรูปของ Hc และ Co มากขึ้น และเมื่อเปอร์เซนต์แอลกอฮอล์เพิ่มขึ้นอัตราส่วนของอากาศต่อเชื้อเพลิงจะลดลง เนื่องจากแอลกอฮอล์มีค่าความร้อนของเชื้อเพลิงน้อยกว่าของน้ำมันดีเซล แต่ที่รอบและภาระเดียวกันย่อมต้องการค่าความร้อนของเชื้อเพลิงเท่ากัน ดังนั้นจึงต้องใช้ปริมาณของแอลกอฮอล์มากกว่าในจำนวนความร้อนที่ได้เท่า ๆ กัน จึงทำให้อัตราส่วนของอากาศต่อเชื้อเพลิงต่ำกว่าดังกล่าว

และเมื่อพิจารณาถึงความแตกต่างเนื่องจากการใช้ขนาดเวนจูรี่ที่แตกต่างกันทั้ง 3 ขนาดแล้วคือขนาดที่ได้จากการคำนวณทางทฤษฎี (1.07 นิ้ว) ขนาดที่เล็กกว่า (1 นิ้ว) และขนาดที่โตกว่า (1.22 นิ้ว) จะเห็นว่าทั้ง 3 ขนาดให้ผลของกำลังม้า อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงต่อหน่วยกำลังงาน อัตราส่วนของอากาศต่อเชื้อเพลิงและไอเสียของเครื่องยนต์ ซึ่งสามารถพิจารณาได้จากกราฟรูปที่ 33-38, จากกราฟดังกล่าวจะเห็นว่าให้ค่าต่าง ๆ ใกล้เคียงกันมาก เช่นกราฟรูปที่ 33, ซึ่งเป็นอัตราส่วนของอากาศต่อเชื้อเพลิง เมื่อขนาดของเวนจูรี่แตกต่างกัน จากกราฟจะเห็นว่าอัตราส่วนของอากาศต่อเชื้อเพลิงแตกต่างกันเล็กน้อยนั้น เนื่องมาจากความผิดพลาดในขณะทำการทดลองและความผิดพลาดจากการอ่านเสกลของเครื่องมือวัดต่าง ๆ และถ้าพิจารณาจากกราฟรูปที่ 34, จะเห็นว่าไม่ว่าที่ขนาดของเวนจูรี่ใด ๆ ที่ความเร็วรอบเดียวกันจะให้กำลังสูงสุดของเครื่องยนต์ออกมาเท่ากัน แสดงว่าขนาดของเวนจูรี่ไม่มีผลต่อกำลังสูงสุดของเครื่องยนต์ และจากกราฟรูปที่ 35, และ 36 จะเห็นว่าที่ความเร็วรอบและกำลังขาออกของเครื่องยนต์เดียวกันและที่เปอร์เซนต์ของแอลกอฮอล์เดียวกันแล้ว ไม่ว่าที่ขนาดของเวนจูรี่ใดก็ให้ค่าของอัตราการสิ้นเปลืองของเชื้อเพลิงต่อหน่วยกำลังงานออกมาใกล้เคียงกัน ที่ผิดพลาดไปบ้างก็อาจเนื่องมาจากในการทดลองไม่สามารถเลือกสัดส่วนของแอลกอฮอล์กับดีเซลให้ได้ 30 % ต่อ 70 % หรือ 70 % ต่อ 30 % ได้พอดี ซึ่งสามารถดูได้จากภาคผนวก ค เช่นที่ 30 % แอลกอฮอล์จะเห็นว่าค่าจะอยู่ระหว่างประมาณ 29 % → 31 % ซึ่งจะเห็นว่าถ้าค่าของแอลกอฮอล์เป็น 31 % แล้วจะให้อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงต่อหน่วยของกำลังงานออกมาสูงกว่า ที่เป็นเช่นนี้เพราะที่กำลังและความเร็วรอบเดียวกันย่อมต้องใช้เชื้อเพลิงเท่ากันและเมื่อ

เปอร์เซนต์ของแอลกอฮอล์มากกว่าเปอร์เซนต์ของดีเซลย่อมหมายถึงมวลของเชื้อเพลิงที่ต้องมากขึ้นต่อค่าความร้อนที่ได้ออกมาเท่า ๆ กัน จึงทำให้เมื่อนำค่าในข้อมูลมาพล็อตกราฟแล้วทำให้อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงต่อหน่วยกำลังงานแตกต่างกันเล็กน้อย และจากกราฟรูปที่ 37 และ 38 ซึ่งเป็นกราฟแสดงปริมาณของ Hc และ Co ในไอเสียของเครื่องยนต์เมื่อใช้ขนาดของเวนจูรี่ที่แตกต่างกัน จะเห็นว่าไม่ว่าที่เวนจูรี่ค่าใด จำนวนของ Hc และ Co ที่เหลือออกมามีค่าใกล้เคียงกันมาก ที่ผิดพลาดไปก็เนื่องมาจากการทดลองดังที่อธิบายแล้วว่า ใน data ของแอลกอฮอล์นั้นค่าจะอยู่ระหว่าง 29 % - 31 % และที่ 70 % ของแอลกอฮอล์นั้นค่าจะอยู่ระหว่าง 69 % - 71 % และตามที่ได้เคยอธิบายแล้วว่ายิ่งเพิ่มเปอร์เซนต์ของแอลกอฮอล์มากขึ้นก็จะยิ่งทำให้เกิดการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ขึ้นทำให้มี Hc และ Co เหลือออกมาในไอเสียของเครื่องยนต์มากขึ้น ดังนั้นแสดงให้เห็นว่า ขนาดของเวนจูรี่ที่แตกต่างกันทั้ง 3 ขนาดที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ให้ผลของอัตราส่วนของอากาศต่อเชื้อเพลิงกำลังม้าของเครื่องยนต์ที่ความเร็วรอบเดียวกัน ตลอดจนอัตราการสิ้นเปลืองของเชื้อเพลิงต่อหน่วยกำลังงานและไอเสียของเครื่องยนต์ออกมาเท่ากัน ที่เป็นเช่นนี้เพราะขนาดของเวนจูรี่แตกต่างกันไม่มากนั่นเอง ทำให้สัดส่วนของ $\frac{P_2}{P_1}$ ของแต่ละเวนจูรี่แตกต่างกันไม่มากตามไปด้วย ดังจะเห็นได้จากบทที่ 3 หัวข้อ 3.4 ที่ขนาดเวนจูรี่ที่ได้จากการคำนวณสมการที่ (12) คือขนาด 1.07 นิ้ว คำนวณ

$$\sqrt{\left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{1.43} - \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{1.71}} = 0.027$$

trial and error, ได้ $\frac{P_2}{P_1} \simeq 0.9972$

และเมื่อใช้เวนจูรี่ขนาดที่เล็กกว่าคือ ขนาด 1 นิ้ว คำนวณ

$$\sqrt{\left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{1.43} - \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{1.71}} = 0.031$$

trial and error, ได้ $\frac{P_2}{P_1} \simeq 0.9965$

และเมื่อใช้เวนจูรี่ขนาดที่ใหญ่กว่าคือ ขนาด 1.22 นิ้ว คำนวณ

$$\sqrt{(\frac{P_2}{P_1})^{1.43} - (\frac{P_2}{P_1})^{1.71}} = 0.022$$

trial and error, $\frac{P_2}{P_1} \simeq 0.9982$

จะเห็นว่าเวนจูรี่ทั้ง 3 ขนาดมีสัดส่วนของ $\frac{P_2}{P_1}$ ไม่แตกต่างกันมากทำให้ผลการทดลองใกล้เคียงกันดังอธิบายได้จากกราฟข้างต้น และเมื่อพิจารณาจากสมการที่ (12), (14), (15) และ (16) ในบทที่ 3 หัวข้อ 3.4 แล้วจะเห็นว่า

สมการที่ (12), $d = 0.13\sqrt{V_h \cdot \frac{N}{1000}}$

สมการที่ (14), $d = 0.15\sqrt{V_h \cdot \frac{N}{1000}}$, (เมื่อใช้เวนจูรี่จากสูตรสมการที่ (12) แล้วแทนค่าย้อนกลับ)

สมการที่ (15), $d = 0.14\sqrt{V_h \cdot \frac{N}{1000}}$, (เมื่อใช้เวนจูรี่ที่เล็กกว่าแล้วแทนค่าย้อนกลับ)

สมการที่ (16), $d = 0.17\sqrt{V_h \cdot \frac{N}{1000}}$, (เมื่อใช้เวนจูรี่ที่ใหญ่กว่าแล้วแทนค่าย้อนกลับ)

จากสมการที่ (14), (15) และ (16) จะเห็นว่าใช้ขนาดเวนจูรี่ที่แตกต่างกันทำการทดลองแล้วนำค่าที่ได้จากการทดลองแทนค่าย้อนกลับลงในสมการที่ (11) ซึ่งได้ดีไล้ฟท์มาจากทฤษฎี จาก (14), (15) และ (16) จะเห็นว่าค่าคงที่ที่ได้ไม่เท่ากันคือ 0.15, 0.14 และ 0.17 ตามลำดับ แต่จากผลของการทดลองขนาดของเวนจูรี่ทั้ง 3 ขนาดให้ผลของการทดลองออกมาเท่ากัน ดังนั้น แสดงว่าสมการที่ (14), (15) และ (16) สามารถใช้คำนวณหาขนาดของคอคอดของเวนจูรี่ที่ใช้ป้อน-เอธานอลเข้าเครื่องยนต์ดีเซลได้ และเมื่อพิจารณาสมการที่ (12) จะเห็นว่าได้ใช้สมการที่ (12) คำนวณหาขนาดของเวนจูรี่ที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ได้ d = 1.07" และเมื่อทำการทดลองและแทนค่า data ที่ได้ย้อนกลับในสมการที่ (11) ได้ $d = 0.15\sqrt{V_h \cdot \frac{N}{1000}}$ และถ้า

$V_h = 33.8\ in^3$, N = 2000 รอบ/นาที ได้ $d = 0.15\sqrt{33.8 \times \frac{2000}{1000}}$

$$d = 1.23 \text{ นิ้ว}$$

ขนาดของเวนจูรีที่ได้จะเห็นว่าใกล้เคียงกับขนาดที่โตกว่าที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ คือ 1.22 นิ้ว และก็ได้พิสูจน์แล้วว่ามิได้ให้ผลแตกต่างกัน

ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่า

สมการที่ (12), $d = 0.13\sqrt{V_h \cdot \frac{N}{1000}}$

สมการที่ (14), $d = 0.15\sqrt{V_h \cdot \frac{N}{1000}}$

สมการที่ (15), $d = 0.14\sqrt{V_h \cdot \frac{N}{1000}}$

สมการที่ (16), $d = 0.17\sqrt{V_h \cdot \frac{N}{1000}}$

ทั้ง 4 สมการใช้คำนวณหาขนาดของเวนจูรีที่ใช้ป้อนเอธานอลเข้าเครื่องยนต์ดีเซลได้ และสมการที่ (12) ซึ่งปกติใช้คำนวณหาขนาดของเวนจูรีที่ใช้ป้อนเบนซินเข้าเครื่องยนต์เบนซิน นั้นนำมาใช้คำนวณหาขนาดของเวนจูรีที่ป้อนเอธานอลเข้าเครื่องยนต์ดีเซลได้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย