

บทที่ 6

สรุปและวิจารณ์การทดลอง

6.1 บทนำ

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาเกี่ยวกับการทำงานของเครื่องยนต์ลูกสูบเหลว โดยได้รวบรวมแนวความคิดในการสร้างแบบจำลองปัญหาทางเทคนิค ตัวแปรที่มีผลต่อสมรรถนะของเครื่องยนต์ ผลจากการพยายามปรับปรุงแก้ไขข้อผิดพลาดทางเทคนิคต่างๆที่สามารถทำให้เครื่องยนต์มีสมรรถนะสูงขึ้น รวมทั้งข้อเสนอแนะสำหรับงานที่ควรจะศึกษาต่อไปในอนาคต ดังรายละเอียดต่อไปนี้

6.2 วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้สร้างแบบจำลอง

แบบจำลองเครื่องยนต์ลูกสูบเหลวที่ใช้ทดลองครั้งแรก (ดังแสดงในรูปที่ 3.1 บทที่ 3) เป็นแบบจำลองที่ถูกสร้างขึ้นมาโดยการออกแบบตามแนวทางการคำนวณของ West (C.D. West, 1983) เป็นแบบจำลองที่มีขนาดใหญ่มากประกอบขึ้นจากท่อเหล็กอบสังกะสีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 นิ้ว อุปกรณ์ต่างๆเช่นข้อต่อ ข้องอ ก็มีขนาดใหญ่ด้วย การประกอบและการเปลี่ยนแปลงขนาด การเปลี่ยนทิศทาง ต้องใช้กำลังมาก เนื่องจากทำงานคนเดียวจึงมีความยุ่งยากมากในการทดลองแต่ละครั้ง ดังนั้นจึงได้คิดสร้างแบบจำลองขึ้นมาใหม่โดยเลือกใช้วัสดุที่เบากว่า มีขนาดเล็กกว่าขึ้นมา โดยอ้างอิงขนาดของ West (ตามรูปที่ 2.14 ในบทที่ 2) แต่มีรูปร่างไม่เหมือนกันและมีขนาดไม่เท่ากันเพราะได้เลือกใช้วัสดุที่มีขนาดตามที่จำหน่ายในท้องตลาด ในการติดตั้งปั๊มก็คนละแบบกัน ของ West ติดตั้งแบบอนุกรมส่วนของแบบจำลองนี้ติดตั้งแบบขนาน โดยมีวัสดุและอุปกรณ์ดังนี้

1. หลอดแก้วทนไฟขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 30 มม. ยาว 500 มม.
2. ท่อ PVC ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1/2 นิ้ว, 3/4 นิ้ว, 1 นิ้ว, และ 2 นิ้ว
3. ข้อต่อตรง PVC ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1/2 นิ้ว, 3/4 นิ้ว, 1 นิ้ว, และ 2 นิ้ว
4. ยูเนียน PVC ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1/2 นิ้ว, 3/4 นิ้ว, 1 นิ้ว, และ 2 นิ้ว
5. เช็ควาล์ว 2 ตัว และ ฟุตวาล์ว 1 ตัว
6. ท่อทองแดงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1/4 นิ้ว, 3/8 นิ้ว และ 1/2 นิ้ว
7. แพร้นัตทองแดง ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1/4 นิ้ว และ 3/4 นิ้ว

8. ลวดเชื่อมเงินเยอรมันพร้อมฟลัก

9. ลูกยางแข็ง 2 อัน

เมื่อมีการแก้ไขปรับปรุงจึงได้เปลี่ยนจากการใช้หลอดแก้วทนไฟมาเป็นท่อทองแดง

6.3 ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการสร้างแบบจำลองและการทดลอง

1. ขั้นตอนการสร้างมีความยุ่งยากในการต่อชุดท่อ PVC เพราะต้องมีการตัดต่อเชื่อมพลาสติกเพื่อให้ได้ขนาดและรูปร่างตามต้องการ เนื่องจากข้อต่อ PVC ที่มีขนาดและรูปร่างตามต้องการนั้น ไม่มีขายตามท้องตลาดจึงต้องทำการดัดแปลงขึ้นมาใช้เอง

2. ชุดต่อปั๊มมีปัญหาอยู่ที่ตัวเช็ควาล์วที่นำมาใช้ประกอบครั้งแรกได้ใช้เช็ควาล์วทองเหลืองที่ใช้กับงานประปาประกอบเข้ากับชุดปั๊ม ปรากฏว่าคูน้ำไม่ขึ้นเพราะว่าแรงดันดูดที่เกิดขึ้นภายในระบบไม่มากพอที่จะเปิดลิ้นของเช็ควาล์วตัวล่างได้ ดังนั้นจึงต้องดัดแปลงสร้างเช็ควาล์วขึ้นมาใช้โดยเฉพาะกับงานเป็นเช็ควาล์วที่มีน้ำหนักเบาลิ้นเปิดปิดได้ง่าย เมื่อนำมาประกอบเข้ากับระบบแล้วปรากฏว่าสามารถสูบน้ำขึ้นได้

3. การประกอบหลอดแก้วเข้ากับท่อ PVC ไม่สามารถใช้การสวมแบบสวมอัดได้ต้องใช้การสวมคลอน ดังนั้นจึงต้องใช้ซิลิโคนมาใช้ในการประกอบกันซึมกันรั่ว

4. ปัญหาเรื่องการทดลอง มีปัญหาเกี่ยวกับวิธีการให้ความร้อนกับเครื่องยนต์ ตอนแรกให้ความร้อนโดยใช้เปลวไฟจากแก๊สพุ่งต็มผ่านหัวแก๊สบัดกรี จุดไฟให้ความร้อนแล้วเลื่อนขึ้นลงด้วยมือ ทำให้การทดลองแต่ละครั้งมีความยุ่งยากทดลองคนเดียวไม่ได้ถ้าทดลองคนเดียวแล้วจะบันทึกข้อมูลไม่ได้ จึงได้ปรับปรุงการให้ความร้อนใหม่ ภายหลังจากที่เปลี่ยนท่อด้านร้อนและด้านเย็นจากเดิมที่เป็นหลอดแก้วมาเป็นท่อทองแดงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 32 มม. โดยใช้ท่อทองแดงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1/2 นิ้ว เจาะรูตามแนวยาวของท่อแล้วม้วนเป็นวงกลมนำมายึดติดกับท่อด้านร้อนจะมีลักษณะคล้ายหัวเตาแก๊ส เมื่อจุดไฟแล้วเปลวไฟสัมผัสกับผิวท่อโดยรอบตลอดความยาว 30 ซม. ทำให้การให้ความร้อนกับเครื่องยนต์ได้ดีขึ้นกว่าเดิม สามารถทดลองคนเดียวได้บันทึกข้อมูลได้ ท่อด้านเย็นก็สามารถสร้างชุดหล่อเย็นสวมทับกับท่อทองแดงได้ ปรากฏว่าได้ผลดีขึ้นสมรรถนะของเครื่องยนต์สูงขึ้น

6.4 ตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อสมรรถนะของเครื่องยนต์

1. ความยาวของลำน้ำคิสเพรสเซอร์ ซึ่งมีผลทำให้ความถี่และระยะชักเปลี่ยนแปลงไปได้
2. ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อเอาท์พุท
3. ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อจูนนิ่ง

4. ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง และความยาวของท่อลดแรงดัน
5. ปริมาณความร้อนที่ให้กับระบบและปริมาณน้ำหล่อเย็น

6.5 ความถี่ของการแกว่ง

จากการคำนวณหาค่าความถี่การแกว่งเปรียบเทียบกับค่าความถี่การแกว่งที่ได้จากการทดลอง 5 ครั้ง ที่มีปริมาณการสูบน้ำได้มากพบว่า ค่าความถี่การแกว่งที่ได้จากการคำนวณมีค่าใกล้เคียงกัน เช่นเดียวกันกับค่าความถี่การแกว่งที่ได้จากการทดลองก็มีค่าใกล้เคียงกัน แต่ค่าที่ได้จากการคำนวณมีค่ามากกว่าประมาณ 4 เท่า ซึ่งน่าจะมาจากความเสียดทานภายในระบบ.ปริมาณความร้อนที่ยังไม่พอเพียง จึงทำให้การแกว่งที่เกิดขึ้นจริงมีค่าน้อยกว่าการแกว่งจากการคำนวณ และจากตารางนี้พบว่าเมื่อการแกว่งมีความถี่มากขึ้นปริมาณน้ำที่สูบได้ก็เพิ่มขึ้นตามด้วย แสดงให้เห็นว่าเครื่องยนต์ที่มีสมรรถนะสูงนั้นต้องมีความถี่การแกว่งสูง (ตัวอย่างการคำนวณและข้อมูลแสดงไว้ในภาคผนวก)

6.6 สรุปและวิจารณ์การทดลอง

จากการทดลองที่ผ่านมาได้ข้อสรุปออกมาตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัยดังนี้

1. ขนาดของเครื่องยนต์ที่เหมาะสมคือ $D_1 = 1.7d$, $D_2 = 0.8d$, $D_3 = 0.4d$, $L_1 = 16d$ และ $L_2 = 46d$

2. พบว่าความยาวลำน้ำคิสเพรสเซอร์มีอิทธิพลสูงต่อการทำงานของเครื่องยนต์ลูกสูบเหลว อย่างไรก็ตามความยาวลำน้ำก็ต้องมีความสัมพันธ์กันกับขนาดของเครื่องยนต์ ความยาวของลำน้ำที่เปลี่ยนไปหมายถึงสมรรถนะของเครื่องยนต์ก็เปลี่ยนไปด้วย

จากการทดลองวิจัยที่ผ่านมาแม้ว่าจะให้ผลเป็นที่น่าพอใจในเบื้องต้น แต่เครื่องยนต์ชนิดนี้ยังคงต้องการการพัฒนาปรับปรุงต่อไปอีกมาก เพราะเมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องยนต์ลูกสูบเหลวแบบฟรุคตอร์ (รูปที่ 2.15 ในบทที่ 2) ซึ่งมีขนาดเล็กกว่าประมาณ 10 เท่า เมื่อติดตั้งปั๊มเข้าไปแล้วสามารถสูบน้ำได้ถึง 18.9 ลิตร/ชั่วโมงหรือเมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องยนต์ที่สร้างขึ้นโดย West (C.D. West, 1983) ที่มีขนาดใกล้เคียงกันแตกต่างกันที่รูปร่างและการติดตั้งปั๊ม ปั๊มของ West สูบน้ำได้ถึง 370 ลิตร/ชั่วโมง ในขณะที่เครื่องยนต์ลูกสูบเหลวที่ทดลองวิจัยนี้สูบน้ำได้เพียง 90 ลิตร/ชั่วโมง สิ้นเปลืองเชื้อเพลิงไปคิดเป็นเงินเท่ากับ 1.80 บาท/ชั่วโมง ซึ่งเมื่อเทียบปริมาณน้ำที่สูบได้กับของ West ถือว่ายังมีค่าน้อยมากจึงน่าที่จะได้รับการพัฒนาปรับปรุงให้ดียิ่งขึ้น ดังนั้นผลการวิจัยครั้งนี้จึงเป็นเพียงจุดเริ่มต้นและเป็นแนวทางที่จะนำไปปรับปรุงในอนาคตต่อไป

6.7 สรุปแนวทางในการออกแบบเครื่องยนต์ลูกสูบเหลว

จากประสิทธิภาพที่ได้สร้างเครื่องยนต์ลูกสูบเหลวและจากการทดลองที่ผ่านมาสรุปลได้

1. การทำงานของเครื่องยนต์ เครื่องยนต์จะเริ่มทำงานเมื่อมีการให้ความร้อนกับท่อด้านร้อนอย่างถูกต้อง ถ้าเป็นการให้ความร้อนเฉพาะกับอากาศที่อยู่ส่วนบนของผิวน้ำแล้วจะเกิดการเดือดขึ้นบริเวณผิวน้ำแต่ไม่มีการแกว่งเครื่องยนต์ไม่ทำงาน ดังนั้นการให้ความร้อนที่ถูกต้อง ต้องให้พร้อมกันทั้งน้ำและอากาศเครื่องยนต์จึงจะทำงานได้
2. การหล่อเย็น จะต้องมีการหล่อเย็นที่เหมาะสมไม่มากไม่น้อยเกินไป ซึ่งแบบจำลองแต่ละแบบการหล่อเย็นจะต้องมีการหาค่าที่เหมาะสม
3. ท่อด้านร้อน ถ้าเป็นการให้ความร้อนจากทางด้านนอกแล้วท่อนั้นควรจะเป็นท่อทองแดง เนื่องจากว่าเป็นตัวนำความร้อนได้ดีกว่าท่อเหล็กและมีขนาดเบากว่า
4. ท่อด้านเย็น ควรทำจากโลหะเพื่อที่จะสามารถประกอบเข้ากับชุดหล่อเย็นได้ง่าย
5. ท่อดิสเพรสเซอร์แนวนอน ควรมีขนาดโตกว่าขนาดของท่อด้านร้อนและด้านเย็น
6. ท่อเอ้าท์พุท ต้องมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางสัมพันธ์กับท่อด้านร้อน, ด้านเย็นและท่อจูนนิ่ง ควรจะทำจากวัสดุชนิดเดียวกันเพื่อสะดวกในการประกอบ
7. ท่อจูนนิ่ง ต้องมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางสัมพันธ์กับท่อด้านร้อน, ด้านเย็นและท่อเอ้าท์พุท ควรทำจากโลหะเนื่องจากท่อ PVC ทนความร้อนได้น้อยกว่าโลหะ
8. เช็ควาล์ว ต้องติดตั้งให้ถูกตำแหน่งจึงจะทำให้ลิ้นของเช็ควาล์วเปิดได้ง่าย และควรใช้เช็ควาล์ว 2 ตัวกับพุทวาล์ว 1 ตัว
9. ระยะการแกว่งในท่อจูนนิ่งและท่อดิสเพรสเซอร์ เมื่อขนาดของท่อมีความสัมพันธ์กันแล้วระยะการแกว่งจะขึ้นอยู่กับการให้ความร้อนและความยาวของลำน้ำดิสเพรสเซอร์
10. ความถี่ของการแกว่งขึ้นอยู่กับความยาวลำน้ำดิสเพรสเซอร์
11. ขนาดของท่อที่เหมาะสมคือ เส้นผ่าศูนย์กลางท่อเอ้าท์พุท = 0.8 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางท่อด้านร้อน, เส้นผ่าศูนย์กลางท่อจูนนิ่ง = 0.4 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางท่อด้านร้อน

6.8 ข้อเสนอแนะ

จากการที่ได้ทำการทดลองวิจัยมาทั้งหมดนี้ทำให้ทราบจุดบกพร่องหลายอย่างที่คิดว่าน่าจะมีส่วนทำให้สมรรถนะของเครื่องยนต์มีค่าต่ำ เช่น

1. ระยะการแกว่งในท่อดิสเพรสเซอร์และท่อจูนนิ่งมีค่าน้อย
2. มีการสูญเสียความร้อนให้บรรยากาศมาก

3. ปริมาณน้ำภายในระบบมีการระเหยออกไปจากระบบทางท่อด้านร้อนผ่านทางท่อจูนนิ่งตลอดเวลา

ดังนั้นในการพัฒนาต่อไปจึงควรมุ่งเน้นไปที่

1. หาทางลดการระเหยของน้ำทางท่อด้านร้อน
2. เพิ่มรีเจนเนอเรเตอร์เพื่อลดการสูญเสียความร้อนโดยเปล่าประโยชน์
3. หาวิธีการให้ความร้อนกับเครื่องยนต์ให้ดีกว่าเดิม

จากข้อเสนอแนะทั้ง 3 ข้อนี้将会有ส่วนทำให้เครื่องยนต์ลูกสูบเหลวมีประสิทธิภาพสูงขึ้นกว่าเดิมได้บ้าง ทั้งนี้ก็ต้องขึ้นอยู่กับการศึกษาที่จะทำต่อไปในอนาคต