

บทที่ 4

การสร้างและปรับปรุงแบบจำลอง

4.1 บทนำ

หลังจากที่ได้ศึกษาข้อมูลและทำการทดลองโดยใช้เครื่องยนต์ของเดิมที่มีผู้เคยศึกษาทดลองไว้แล้ว พร้อมทั้งได้ทดลองสร้างแบบจำลองขนาดเล็ก(แบบจำลองตัวที่ 1 ในหัวข้อที่3.4) ขึ้นมาทดลองดูการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นก่อนที่เครื่องยนต์จะเริ่มทำงาน ทำให้ทราบถึงลักษณะการทำงาน,การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นภายในเครื่องยนต์ โดยเฉพาะเมื่อนำชุดปั๊มมาต่อเข้ากับเครื่องยนต์ ทำให้ทราบข้อบกพร่องบางอย่างที่เป็นสาเหตุทำให้ปั๊มสูบน้ำไม่ขึ้น จึงตัดสินใจสร้างแบบจำลองเครื่องยนต์ที่มีขนาดโตกว่าเดิมขึ้นมาและทำการทดลองศึกษาเก็บข้อมูลเพื่อหาขนาด(Dimension) ของเครื่องยนต์ที่เหมาะสมที่ทำให้เครื่องยนต์มีสมรรถนะสูงขึ้นและศึกษาถึงอิทธิพลของความยาวลำนำว่ามีผลต่อการทำงานของเครื่องยนต์มากน้อยเพียงใด แบบจำลองที่สร้างขึ้นมาครั้งแรกทำจากหลอดแก้วทนไฟและท่อ PVC ปรากฏว่าทำงานได้ไม่ดีเท่าที่ควรเมื่อต่อชุดปั๊มเข้าไปแล้วสามารถสูบน้ำได้เพียง 6.8 ลิตร/ชั่วโมง เมื่อวิเคราะห์ดูแล้วพบว่ามีปัญหาเกี่ยวกับการให้ความร้อนและการหล่อเย็น จึงได้ปรับปรุงแก้ไขต่อไปอีกโดยเปลี่ยนท่อด้านร้อนและด้านเย็นจากหลอดแก้วทนไฟมาเป็นท่อทองแดง ส่วนอุปกรณ์อื่นยังคงเหมือนเดิม แบบจำลองใหม่นี้สามารถหล่อเย็นได้ดีขึ้นให้ความร้อนกับเครื่องยนต์ได้มากขึ้นและสะดวกขึ้นกว่าเดิม จึงเลือกใช้เป็นแบบจำลองสำหรับทดลองเก็บข้อมูล เมื่อต่อชุดปั๊มแล้วสามารถสูบน้ำได้สูงสุด 36 ลิตร/ชั่วโมง จากนั้นได้นำแบบจำลองเครื่องยนต์นี้มาปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องตามที่ได้สังเกตเห็นจากการทดลอง เมื่อปรับปรุงแล้วเครื่องยนต์รับความร้อนได้มากขึ้นและดีขึ้นกว่าเดิมมีสมรรถนะสูงขึ้น ปั๊มสามารถสูบน้ำได้มากถึง 90 ลิตร/ชั่วโมง รายละเอียดการออกแบบสร้างและปรับปรุงแก้ไขมีดังต่อไปนี้

4.2 การสร้างแบบจำลองเครื่องยนต์ลูกสูบเหลว

4.2.1 วัตถุประสงค์ของการสร้าง

- 1.เพื่อหาวัสดุที่เหมาะสมในการสร้างเครื่องยนต์ลูกสูบเหลว
- 2.เพื่อหาขนาดของเครื่องยนต์ลูกสูบเหลวที่เหมาะสม
- 3.เพื่อหาวิธีให้เครื่องยนต์มีสมรรถนะสูงเท่าที่จะทำได้
- 4.เพื่อหาวิธีให้ปั๊มสามารถสูบน้ำได้

4.2.2 รูปร่างและขนาดของเครื่องยนต์ที่ออกแบบ

จากการทดลองกับแบบจำลองตัวที่ 1 ทำให้ได้แนวความคิดในการสร้างแบบจำลองของเครื่องยนต์ขึ้นมาใหม่ตามที่กล่าวมาแล้ว จึงได้สร้างแบบจำลองเครื่องยนต์ตัวที่ 2 ขึ้นมาโดยมีขนาดใกล้เคียงกับเครื่องยนต์ของ C.D. West (รูปที่ 2.14 ในบทที่ 2) มีรูปร่างและลักษณะดังแสดงในรูปที่ 4.1

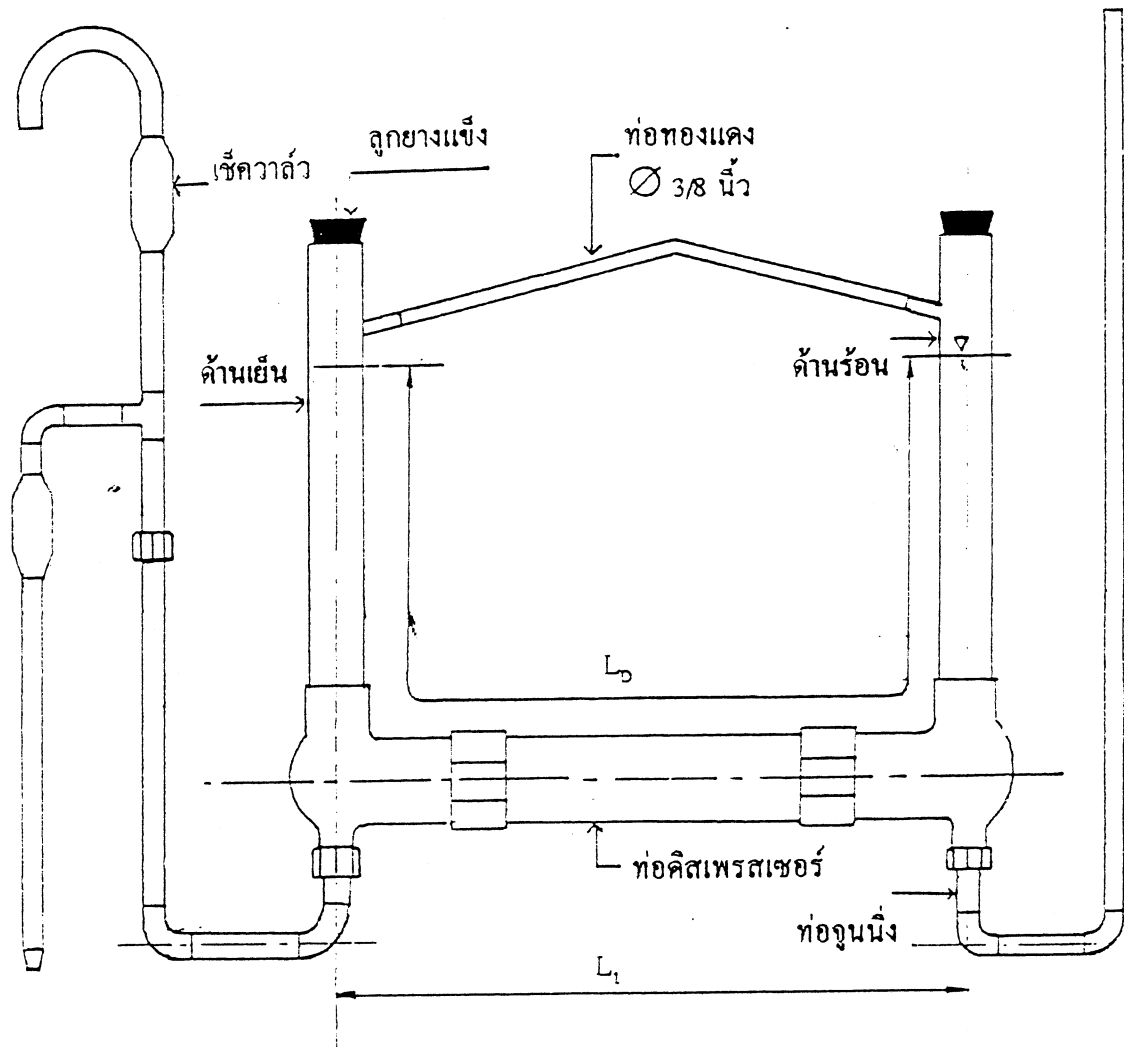
ตามรูปที่ 4.1 เป็นแบบจำลองของเครื่องยนต์ลูกสูบเหลวตัวที่ 2 ประกอบด้วยชิ้นส่วนต่างๆตามหมายเลขกำกับในรูปดังนี้

1. ท่อด้านร้อนและด้านเย็นขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 30 มม. (กำหนดให้เป็นขนาดเริ่มต้นเท่ากับ d)
2. ท่อคิสเพรสเซอร์แนวนอนขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง $(D_1) = 1.7d$, ยาว $= L_1$
3. ท่อเอาต์พุตที่ต่อกับปั๊มมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง $= D_2$
4. ท่อจูนนิ่งมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง $= D_3$
5. ท่อลดแรงดันเป็นท่อทองแดงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง $3/8$ นิ้ว
6. ลูกยางแข็ง
7. เช็ควาล์ว
8. ฟู่ควาล์ว

4.2.3 การเลือกใช้วัสดุ

วัสดุที่เลือกใช้ในการสร้างแบบจำลองมีดังนี้

1. ท่อด้านร้อนและท่อด้านเย็นเลือกใช้เป็นหลอดแก้วทนไฟขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 30 มม. ยาว 500 มม. สั่งทำโดยตรงจากโรงแก้ว สามารถทนไฟได้ 400°C สาเหตุที่เลือกใช้ก็เพราะว่าเมื่อเวลาทำการทดลองจะได้มองเห็นการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นภายในกระบอกสูบด้านร้อนและด้านเย็นได้ตลอดเวลา เช่นการเดือด การเริ่มต้นการแกว่ง และระยะการแกว่งภายในท่อ เป็นต้น
2. ท่อคิสเพรสเซอร์แนวนอน ครั้งแรกเลือกใช้เป็นท่อเหล็กอบสังกะสีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 นิ้ว แต่เมื่อนำมาประกอบกับหลอดแก้วแล้วมีปัญหาเกิดขึ้นในเรื่องการถอดประกอบเกรงว่าหลอดแก้วจะแตกก่อน และมีความยุ่งยากเวลาประกอบเข้ากับท่อเอาต์พุตและท่อจูนนิ่ง สิ่งที่เกิดขึ้นอีกอย่างก็คือน้ำหนักของแบบจำลองจะมากขึ้น ต่อมาได้พิจารณาเลือกใช้ท่อทองแดงซึ่งเบากว่าท่อเหล็กอบสังกะสีนำความร้อนได้ดีกว่า แต่ทว่าท่อทองแดงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 นิ้ว มีราคาแพงและไม่มีการขายตามท้องตลาดจะต้องสั่งซื้อ จึงได้หันมาพิจารณาท่อ PVC เนื่องจากมีน้ำหนักเบา ราคาถูก มีการขายตามท้องตลาด และง่ายต่อการประกอบสามารถดัดแปลงรูปร่างได้หลายแบบ



รูปที่ 4.1 แบบจำลองเครื่องยนต์ลูกสูบเหลว

3. ท่อเอาท์พุท เลือกใช้เป็นท่อ PVC หลายขนาดคือ 1 นิ้ว, 3/4 นิ้ว และ 1/2 นิ้ว เพื่อหาขนาดที่เหมาะสม และสาเหตุที่เลือกใช้ท่อ PVC ก็เพื่อให้สามารถประกอบเข้ากับท่อคิสเพรสเซอร์และถอดประกอบได้ง่าย

4. ท่ออุโมงค์ เลือกใช้เป็นท่อ PVC หลายขนาดคือ 1 นิ้ว, 3/4 นิ้ว, และ 1/2 นิ้ว เพื่อหาขนาดที่เหมาะสม และสาเหตุที่เลือกใช้ท่อ PVC ก็เพื่อให้สามารถประกอบเข้ากับท่อคิสเพรสเซอร์และถอดประกอบได้ง่าย

5. วาล์วปิดเปิดที่ท่ออุโมงค์ เพื่อทดสอบดูการทำงานของเครื่องย่นดเลือกใช้เป็นวาล์ว PVC

6. ท่อที่เชื่อมต่อระหว่างท่อด้านร้อนและด้านเย็น เนื่องจากท่อนี้ต้องทำหน้าที่ลดแรงดันของอากาศภายในระบบด้วยจะต้องมีขนาดเล็ก และต้องทนความร้อนได้จึงเลือกใช้เป็นท่อทองแดงซึ่งสามารถดัดเปลี่ยนทิศทางได้ตามต้องการ

7. ชุดท่อปั๊ม เลือกใช้เป็นท่อ PVC ขนาด 1 นิ้ว เนื่องจากมีน้ำหนักเบาต่อการประกอบ

8. เช็ควาล์ว เนื่องจากเช็ควาล์วที่จะนำมาใช้กับแบบจำลองขนาดเล็กนี้ต้องเป็นเช็ควาล์วที่มีความไวมาก ลินจะต้องเปิดได้ด้วยแรงดันดูดเพียงเล็กน้อย เริ่มแรกได้ใช้เช็ควาล์วทองเหลืองที่ใช้กับระบบประปา ปรากฏว่าลินของเช็ควาล์วตัวล่างไม่เปิดเนื่องจากแรงดันดูดภายในระบบมีไม่มากพอ จึงต้องออกแบบและดัดแปลงเช็ควาล์วขึ้นมาใช้เองมีขนาดเบา ลินเปิดปิดได้ง่ายกว่าเดิม และใช้ฟุตวาล์วอีก 1 ตัว ต่อไว้ที่ปลายท่อดูด

9. ลูกยางแข็ง ใช้สำหรับปิดปลายท่อด้านร้อนและด้านเย็นเวลาทดลอง

10. อุปกรณ์ให้ความร้อน เลือกใช้หัวแกสบัคกรีและใช้แกสทุ้งคัมเป็นเชื้อเพลิง

4.3 การทดสอบการทำงานเบื้องต้น

การทดสอบกับแบบจำลองชุดนี้ใช้ความยาว $L_D = 49d$ ตลอดการทดสอบทุกครั้ง

การทดสอบครั้งที่ 1

เริ่มต้นให้ความร้อนกับท่อด้านร้อนโดยการใช้เปลวไฟจากหัวแกสบัคกรีสัมผัสกับผิวของหลอดแก้วโดยตรงที่ตำแหน่งเหนือระดับน้ำ อากาศจะร้อนและมีอุณหภูมิสูงขึ้นแต่ยังไม่ปฏิกิริยาใดๆเกิดขึ้น เมื่อลดระดับเปลวไฟลงมาให้สัมผัสกับน้ำในหลอดแก้วด้วยพบว่าระดับน้ำลดลงมาพร้อมกันทั้งสองด้านทั้งท่อด้านร้อนและท่อด้านเย็น น้ำส่วนนี้ไหลออกไปทางท่ออุโมงค์ส่วนหนึ่งและไหลออกทางท่อเอาท์พุทแล้วออกไปทางปลายท่อปั๊มส่วนหนึ่ง เมื่ออุณหภูมิภายในร้อนถึงระดับหนึ่งน้ำภายในหลอดแก้วเริ่มเกิดการแกว่ง ในขณะที่เปลวไฟก็ต้องเลื่อนขึ้นลงตามไปด้วย

ตลอดเวลา วัดอุณหภูมิด้านร้อนได้ 105°C ด้านเย็น 51°C เมื่อทดสอบปิดปลายด้านท่อจนนิ่งดูพบว่าภายในระบบหยุดการแกว่ง เมื่อเปิดปลายท่อสู่บรรยากาศอีกครั้งการแกว่งก็เกิดขึ้นอีก มีการสูบน้ำขึ้นสู่ถังเมื่ออุณหภูมิ 110°C ใช้เวลาทดสอบ 1 ชั่วโมง สูบน้ำได้ 0.8 ลิตร

การทดสอบครั้งที่ 2

การทดสอบครั้งนี้ได้มีการเปลี่ยนขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อจนนิ่งจากเดิม $3/4$ นิ้ว มาเป็น $1/2$ นิ้ว ส่วนขนาดและระยะต่างๆยังคงเหมือนเดิม การแกว่งเกิดขึ้นเมื่อระดับน้ำในหลอดแก้วลดลงจากเดิม 25 ซม. มีการสูบน้ำขึ้นถึงเมื่ออุณหภูมิด้านร้อน $105-110^{\circ}\text{C}$ ด้านเย็น $80-85^{\circ}\text{C}$ ระยะการแกว่งของน้ำภายในท่อด้านร้อนและด้านเย็นเท่ากัน 5-8 ซม. ส่วนระยะการแกว่งในท่อจนนิ่งมองไม่เห็นเนื่องจากใช้เป็นท่อ PVC การสูบน้ำเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องแต่ได้ปริมาณไม่มากในการแกว่งขึ้นลงแต่ละครั้ง ใช้เวลาทดสอบ 1 ชั่วโมง หยุดทดสอบเนื่องจากหลอดแก้วร้อนมาก น้ำที่สูบน้ำได้ 1.8 ลิตร

การทดสอบครั้งที่ 3

การทดสอบครั้งนี้ใช้ขนาดต่างๆเหมือนกับการทดสอบครั้งที่ 2 ทั้งหมด เมื่อให้ความร้อนระดับน้ำลดลงจากเดิมทั้งสองด้าน แล้วเริ่มการแกว่งเมื่ออุณหภูมิด้านร้อนอยู่ระหว่าง $100-139^{\circ}\text{C}$ มีการสูบน้ำขึ้นถึงด้วยปริมาณคงที่ แต่เมื่ออุณหภูมิสูงกว่านี้ปริมาณน้ำที่สูบน้ำขึ้นถึงมีปริมาณลดลงจากการทดลองลดเลวไฟลงระยะหนึ่งแล้วปรับเปลี่ยนไฟให้แรงขึ้นเช่นเดิมพบว่า การสูบน้ำเกิดขึ้นอย่างสม่ำเสมอและได้ปริมาณมากกว่าเดิม ทดสอบหลายๆครั้งผลก็ออกมาเช่นเดียวกัน ต่อมาได้ทดสอบให้ความร้อนกับหลอดแก้วด้วยเปลวไฟคงที่แต่ทำการหล่อเย็นด้วยน้ำบริเวณผิวของท่อทองแดงส่วนที่เชื่อมต่อระหว่างด้านร้อนและด้านเย็น พบว่าการสูบน้ำเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องเช่นกัน ในขณะที่อุณหภูมิด้านร้อนและด้านเย็นลดลงจากเดิม เมื่อทดสอบได้ 1 ชั่วโมง 12 นาที หลอดแก้วด้านร้อนเกิดรอยร้าวยาวประมาณ 3 ซม. จึงหยุดทดสอบ สูบน้ำได้ทั้งหมด 6 ลิตร

การทดสอบครั้งที่ 4

การทดสอบครั้งนี้ใช้ระยะต่างๆเหมือนกับการทดสอบครั้งที่ 3 แต่มีการสลับเปลี่ยนด้านที่รับความร้อน โดยเปลี่ยนด้านเย็นมาเป็นด้านร้อนและเปลี่ยนเอาด้านร้อนมาเป็นด้านเย็นเนื่องจากท่อด้านร้อนเดิมเกิดรอยร้าวดังกล่าว เมื่อให้ความร้อนระดับน้ำลดลงและเกิดการแกว่งเช่นเดียวกัน แต่ไม่มีการสูบน้ำขึ้นถึงเหมือนการทดสอบครั้งที่ 3 เมื่ออุณหภูมิด้านร้อนสูงถึง 177°C จึงหยุดทดสอบ ใช้เวลาทดสอบ 30 นาที

การทดสอบครั้งที่ 5

เนื่องจากการทดสอบครั้งที่ 4 ไม่ได้ผล จึงกลับมาใช้ด้านร้อนและด้านเย็นเหมือนเดิม โดยเปลี่ยนหลอดแก้วด้านร้อนใหม่แล้วทำการทดสอบอีกครั้งเหมือนกับครั้งที่ 3 ทำการหล่อเย็น

ทางด้านเย็นทั้งตัวหลอดแก้วและท่อทองแดง ใช้เวลาทดสอบ 90 นาที จึงหยุดทำการทดสอบเนื่องจากหลอดแก้วด้านร้อนแตกร้าวจนกระทั่งขาดที่ตำแหน่งให้ความร้อน สูบน้ำได้ 6.8 ลิตร/ชั่วโมง

จากการทดสอบทั้ง 5 ครั้งนั้นพบว่าแบบจำลองเครื่องยนต์ลูกสูบเหลวที่ออกแบบสร้างขึ้นมานี้สามารถทำงานได้และสูบน้ำขึ้นได้ด้วย แต่มีจุดอ่อนตรงที่ว่าไม่สามารถทดลองเป็นเวลานานๆ ได้ เพราะว่าหลอดแก้วรับความร้อนได้ไม่มากมีโอกาสดกได้ง่ายเมื่อทำการหล่อเย็น จึงไม่เหมาะที่จะใช้ทำการทดลองอีกต่อไป ดังนั้นจึงต้องมีการพิจารณาเปลี่ยนกระบอบสูบด้านร้อนและด้านเย็นใหม่ จากเดิมที่ใช้เป็นหลอดแก้วมาเป็นอย่างอื่น ในการวิจัยครั้งนี้ได้เปลี่ยนมาใช้เป็นท่อทองแดงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ภายใน 32 มม.และภายนอก 34 มม. ซึ่งเป็นขนาดที่มีขายตามท้องตลาด

สาเหตุที่เลือกใช้ท่อทองแดงเป็นกระบอบสูบด้านเย็นด้วยเพราะว่าทองแดงนำความร้อนได้ดี และจากการทดสอบครั้งที่ 5 นั้นพบว่าถ้ามีการหล่อเย็นกระบอบสูบด้านเย็นด้วยแล้วเครื่องยนต์มีสมรรถนะดีขึ้นปั๊มสามารถสูบน้ำได้ปริมาณมากขึ้น ดังนั้นในการปรับปรุงแบบจำลองเครื่องยนต์ลูกสูบเหลวตัวที่ 3 นี้ได้ออกแบบใหม่โดยมีการเพิ่มท่อปลอกสวมทับเข้ากับกระบอบสูบด้านเย็นด้วยสำหรับให้น้ำหล่อเย็นไหลหมุนเวียน ถ้ายังใช้เป็นหลอดแก้วเหมือนเดิมจะมีปัญหาในการประกอบท่อปลอกกับหลอดแก้วเข้าด้วยกัน หลอดแก้วมีโอกาสดกได้ง่ายจึงต้องเปลี่ยนมาใช้เป็นท่อทองแดงเหมือนกับท่อด้านร้อนและมีขนาดเท่ากัน ส่วนทางท่อนึ่งนั้นแทนที่จะใช้เป็นท่อ PVC ตลอดความยาวเหมือนเดิมท่านอาจารย์สมหมาย (รศ.ดร.สมหมาย ปรีเปรม) ได้แนะนำให้ควรจะทำให้สามารถมองเห็นระยะการแกว่งในท่อนึ่งด้วย จึงได้มีการตัดท่อ PVC ออกส่วนหนึ่งแล้วเอาท่อสายยางใสมาต่อเข้าไปแทนที่ แบบจำลองเครื่องยนต์ลูกสูบเหลวที่ปรับปรุงขึ้นมาใหม่มีรูปร่างตามรูปที่ 4.2 เมื่อทดลองเดินเครื่องดูพบว่าเครื่องยนต์ทำงานได้ดีและปั๊มสามารถสูบน้ำขึ้นถึงได้มากขึ้น

4.4 แผนการทดลอง

4.4.1 ทดลองดูสมรรถนะของเครื่องยนต์โดยเปลี่ยนขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อเอาท์พุท 3 ขนาดคือ 0.5d, 0.7d, และ 0.8d

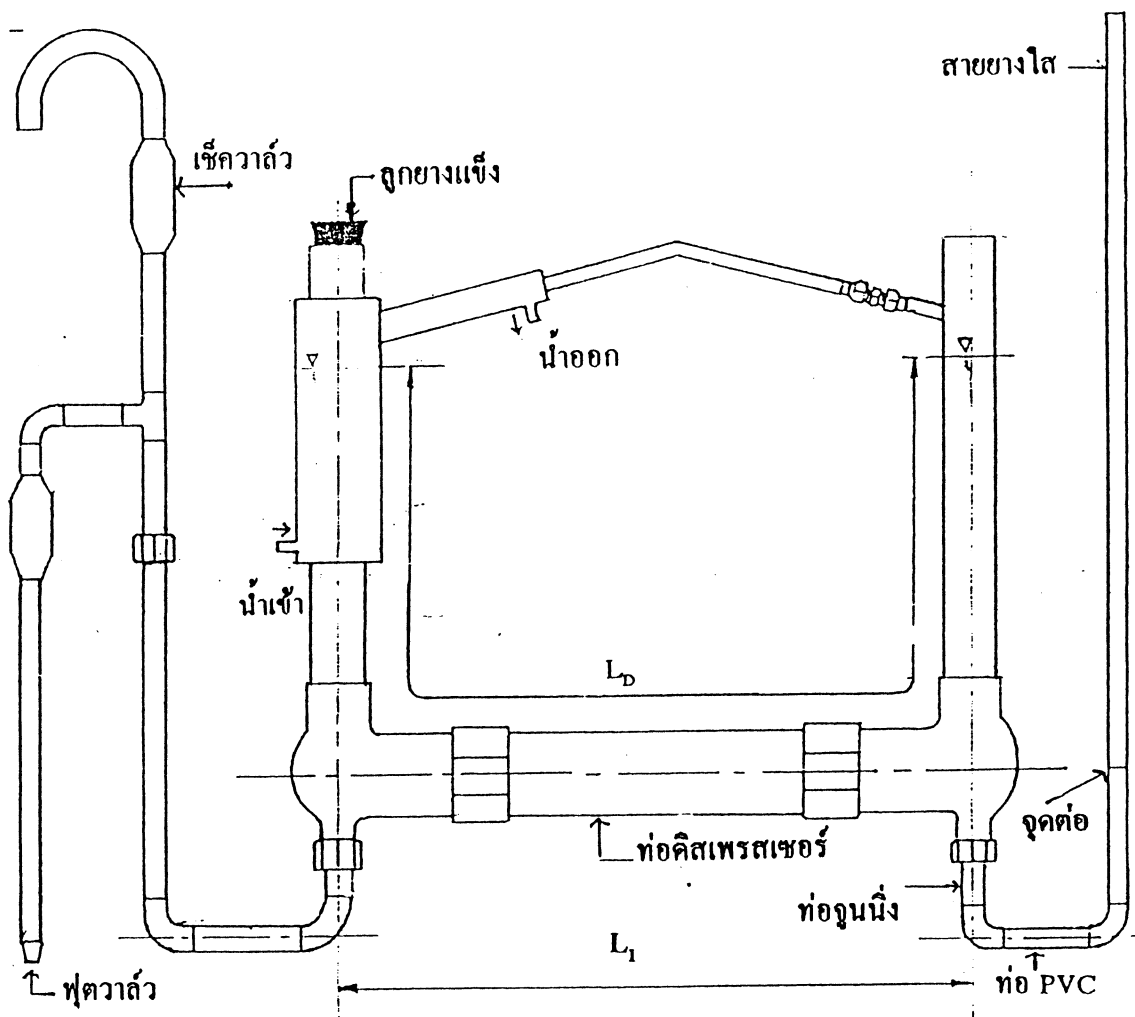
4.4.2 ทดลองดูสมรรถนะของเครื่องยนต์โดยเปลี่ยนขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อนึ่ง 3 ขนาดคือ 0.28d, 0.4d, และ 0.7d

4.4.3 ทดลองศึกษาถึงอิทธิพลของความยาวลำน้ำที่มีผลต่อสมรรถนะของเครื่องยนต์

4.5 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

ในการทดลองเก็บข้อมูลมีการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ดังนี้

- 1.แบบจำลองเครื่องยนต์ลูกสูบเหลวแสดงในรูปที่ 4.2
- 2.อุปกรณ์ให้ความร้อนกับระบบ
- 3.เทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิแบบดิจิตอลวัดอุณหภูมิได้หลายจุดพร้อมกัน
- 4.มาโนมิเตอร์วัดแรงดันภายในด้วยระดับน้ำ
- 5.ปั๊มน้ำหล่อเย็นขนาดเล็ก
- 6.นาฬิกาจับเวลา
- 7.ตลับเมตร
- 8.ถังใส่น้ำ



รูปที่ 4.2 แบบจำลองเครื่องยนต์ลูกสูบเหลวที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

4.6 วิธีทำการทดลอง

วิธีทำการทดลองโดยใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ดังกล่าวแล้ว เป็นการทดลองตามแผนการทดลองที่วางไว้ ในการทดลองแต่ละชุด (ท่อจูนนิ่ง + ท่อเอาท์พุท) มีการเปลี่ยนความยาวลำน้ำภายในกระบอกสุบคิสเพรสเซอร์ (L_D) ทั้งหมด 9 ขนาดคือ 44d, 45d, 46d, 47d, 48d, 49d, 50d, 51d, และ 52d ตามลำดับ โดยแต่ละครั้งมีลำดับขั้นตอนการทดลองเหมือนกันมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ติดตั้งมาโนมิเตอร์ไว้ตรงส่วนบนของกระบอกสุบด้านเย็น
 2. ต่อสายเทอร์โมคัปเปิลสำหรับวัดอุณหภูมิเข้ากับเครื่องยนต์ ด้านร้อนและด้านเย็น
 3. ตรวจสอบความเรียบร้อยของเครื่องยนต์และปั๊ม โดยตรวจตรงจุดต่อต่างๆ ให้เรียบร้อย เพื่อป้องกันให้น้ำและอากาศรั่วออกจากระบบได้
 4. เติมน้ำเข้าไปในระบบทางกระบอกสุบด้านเย็นให้ได้ความยาว L_D ตามที่ต้องการทดลอง
 5. ปิดปลายท่อด้านเย็นด้วยลูกยางแข็งที่เตรียมไว้แล้วปิดทับด้วยซิลิโคน
 6. ต่อท่อปั้มน้ำหล่อเย็นเข้ากับระบบ
 7. เดินเครื่องปั้มน้ำหล่อเย็น
 8. เปิดวาล์วก๊าซหุงต้มและปรับแรงดันให้พอเหมาะ
 9. เมื่อน้ำหล่อเย็นไหลออกจากท่อทางออกแล้ว เดินเครื่องยนต์โดยการจุดไฟให้ความร้อนกับกระบอกสุบด้านร้อน
 10. จับเวลาและบันทึกข้อมูลทุกๆ 15 นาที
 11. เมื่อทำการทดลองครบ 90 นาที หยุดเดินเครื่องยนต์
- สรุปข้อมูลการทดลองแสดงไว้ในตารางที่ 2 ในภาคผนวก

4.7 การปรับปรุงแบบจำลองเครื่องยนต์ลูกสูบเหลว

ภายหลังจากการทดลองทำให้ได้ทราบข้อบกพร่องหลายๆอย่างของเครื่องยนต์ลูกสูบเหลว ที่ควรจะได้รับการแก้ไข ซึ่งเมื่อแก้ไขแล้วน่าที่จะทำให้เครื่องยนต์นั้นมีสมรรถนะสูงขึ้น

ในขั้นแรกก่อนที่จะทำการปรับปรุงแก้ไขเพื่อพัฒนาแบบจำลองนั้น ต้องมีการเลือกแบบจำลองที่มีความเหมาะสมที่สุดจากการทดลองที่ผ่านมาในหัวข้อ 4.6 จากการทดลองที่ผ่านมาทั้งหมดได้พิจารณาเลือกขนาด (Dimension) ของเครื่องยนต์ที่เหมาะสมไว้ คือ

$$D_1 = 1.7d, \quad D_2 = 0.8d, \quad D_3 = 0.4d, \quad D_4 = 0.3d, \quad L_1 = 16d, \quad L_D = 46d$$

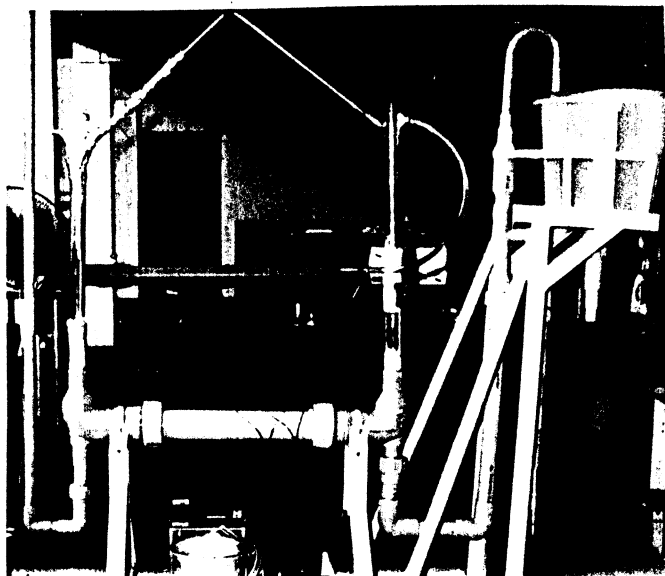
เนื่องจากขนาดของเครื่องยนต์ขนาดนี้ให้สมรรถนะดีที่สุด ดังนั้นจึงได้เลือกมาปรับปรุงแก้ไขเพื่อวัตถุประสงค์

- 1 แก้ไขข้อบกพร่องจากการทดลองชุดแรก

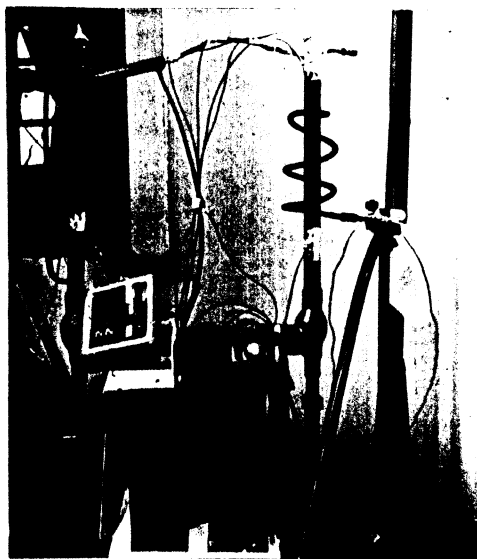
- 2 เพื่อหาแนวทางเพิ่มสมรรถนะของเครื่องยนต์
- 3 เพื่อศึกษาอิทธิพลความยาวลมน้ำที่มีผลต่อสมรรถนะของเครื่องยนต์
- 4 เพื่อเป็นแนวทางสำหรับการศึกษาวิจัยในอนาคต

ในการพัฒนาปรับปรุงแบบจำลองเครื่องยนต์ลูกสูบเหลว ได้ทำโดยการเปลี่ยนแปลงขนาดต่างๆของเครื่องยนต์ ซึ่งได้เริ่มต้นจากการใช้หลอดแก้วทนไฟมาทำเป็นท่อด้านร้อนและท่อด้านเย็นตามรูปที่ 4.3 แล้วจึงเปลี่ยนขนาดและวัสดุท่อทองแดงตามรูปที่ 4.4

ในการทดลองทุกครั้งใช้น้ำเป็นของเหลวที่เติมเข้าไปในระบบและใช้อากาศเป็นก๊าซทำงาน (Working gas) ขนาดของเครื่องยนต์ที่ใช้ในการทดลองทั้งหมดเป็นขนาดของเครื่องยนต์ที่ใช้ภายในห้องปฏิบัติการ จากข้อสรุปการทดลองที่ได้จากแบบจำลองที่ทำการทดลองในขั้นต้นได้นำมาใช้เป็นหลักการในการปรับปรุงแก้ไข แยกเป็นข้อๆได้ดังนี้

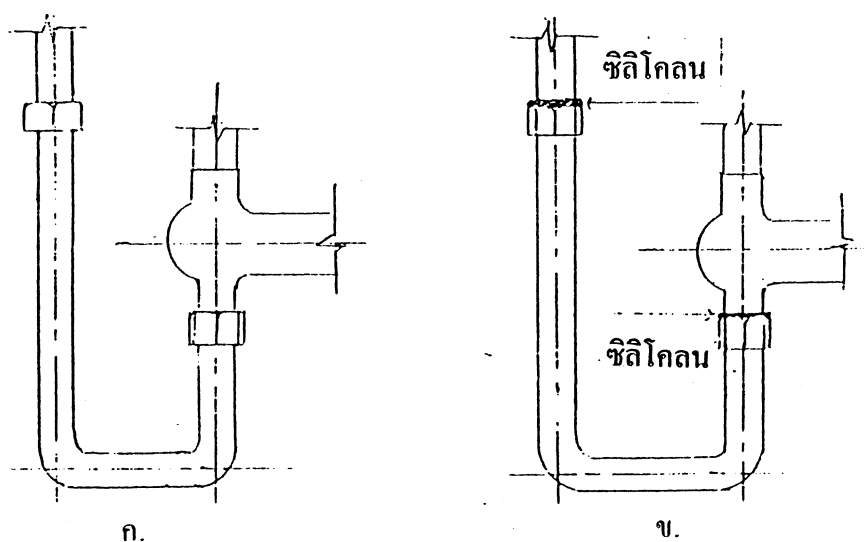


รูปที่ 4.3 แบบจำลองเครื่องยนต์ลูกสูบเหลวที่ใช้หลอดแก้วทนไฟ



รูปที่ 4.2 แบบจำลองเครื่องยนต์ลูกสูบเหลวที่ใช้ท่อทองแดง

4.7.1 การปรับปรุงท่อเอาท์พุท



รูปที่ 4.5 แสดงท่อเอาท์พุท ก. ของเดิม ข. ที่มีการแก้ไข

จากการประกอบที่ได้ปฏิบัติในการทดลองมาโดยตลอดนั้น จะขึ้นเกี่ยวข้องกับข้อต่อของท่อเอาท์พุทเข้ากับระบบให้แน่น แล้วสังเกตดูว่าไม่มีน้ำไหลซึมออกมาก็เป็นอันเสร็จขั้นตอนแล้วเริ่มทำการทดลองเลย เมื่อมาวิเคราะห์ดูแล้วคิดว่าอาจเป็นจุดหนึ่งที่มีส่วนทำให้เครื่องยนต์มีสมรรถนะ

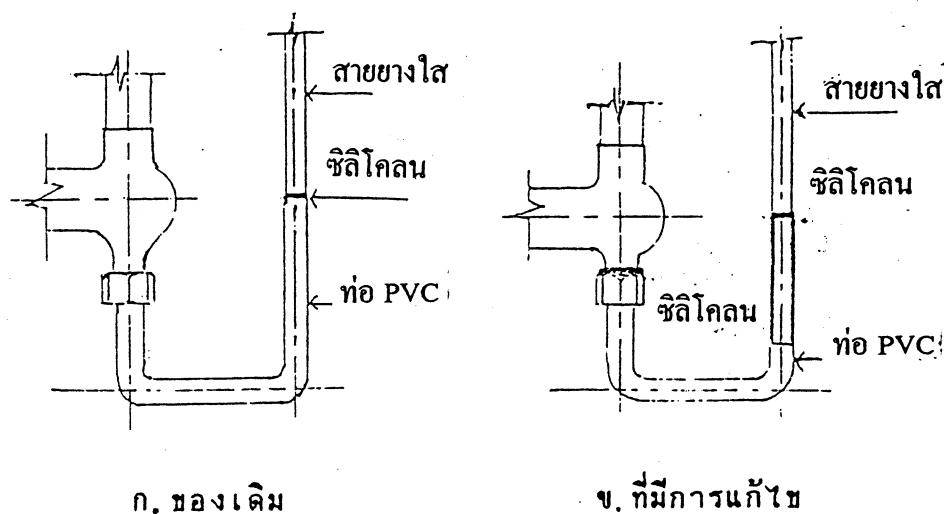
คำก็ได้ เนื่องจากว่าอาจมีการรั่วซึมออกมาจากระบบในขณะที่ระบบมีแรงดันสูง ดังนั้นจึงต้องมีการแก้ไขปรับปรุงส่วนนี้โดยใช้ซิลิโคนทาปิดทับจุดต่อทั้ง 2 จุดไว้หลังจากที่ขันข้อต่อเข้าไปให้แน่นแล้ว ดังแสดงในรูปที่ 4.5 ทั้งไว้ให้แข็งตัวประมาณ 10-12 ชั่วโมงจึงเริ่มทำการทดลอง

4.7.2 ปรับปรุงการต่อท่อจูนนิ่ง

ท่อจูนนิ่งที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองครั้งแรกนั้นจะใช้เป็นท่อ PVC ตลอดความยาว ดังนั้นเวลาประกอบก็ใช้การขันข้อต่อเข้ากับระบบเพียงจุดเดียวก็พอ แต่เมื่อนำมาทดลองแล้วปรากฏว่าไม่สามารถทราบระยะการแกว่ง (Stroke) ของลำน้ำภายในท่อจูนนิ่งได้ ดังนั้นจึงต้องตัดท่อ PVC บางส่วนออกไปแล้วใช้สายยางใสมาต่อแทน การประกอบจึงมีอยู่ 2 ส่วนคือ

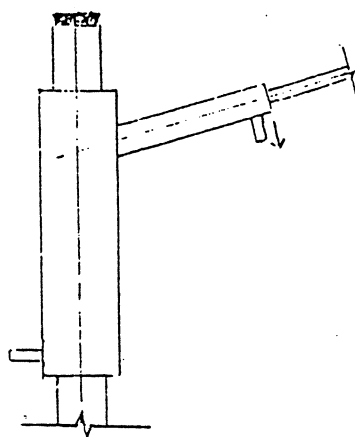
1. ประกอบท่อ PVC เข้ากับระบบโดยการขันเกลียวข้อต่อให้แน่น
2. การต่อสายยางใสเข้ากับท่อ PVC จะใช้ซิลิโคนทาเฉพาะส่วนบนตรงจุดต่อเท่านั้น ส่วนภายในตามความยาวท่อไม่ได้ทาซิลิโคน จึงทำให้น้ำมีโอกาสถูกดันออกจากระบบได้และมีผลต่อการเคลื่อนที่ขึ้นลงของน้ำภายในท่อด้วย น้ำบางส่วนอาจไหลเข้าไปในช่องว่างระหว่างสายยางกับท่อ PVC ตามรูปที่ 4.6 ก. จากที่กล่าวมาจึงได้แก้ไขให้เป็นไปตามรูป 4.6 ข.คือ

1. หลังจากขันเกลียวข้อต่อเข้ากับระบบแน่นแล้วก็ทาซิลิโคนทับโดยรอบ
2. ทาซิลิโคนรอบสายยางตลอดความยาวส่วนที่จะสอดเข้าไปในท่อ

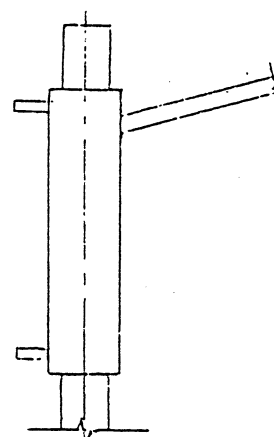


รูปที่ 4.6 การต่อท่อจูนนิ่งเข้ากับระบบ

4.7.3 ปรับปรุงท่อด้านเย็น



ท่อของเดิม

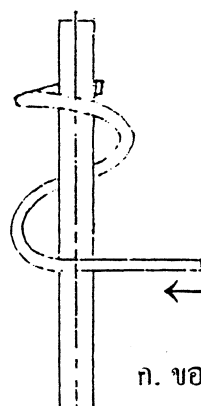
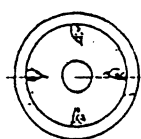


ท่อที่แก้ไข

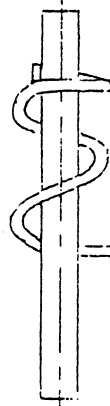
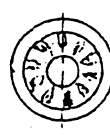
รูปที่ 4.7 แสดงท่อด้านเย็นของเดิมและที่ได้แก้ไขปรับปรุง

จากรูปที่ 4.7 ท่อด้านเย็นยังคงใช้ท่อทองแดงเหมือนเดิม เพียงแต่ลดระยะหรือพื้นที่ในการหล่อเย็นลงมาจากเดิมในส่วนของการเชื่อมต่อที่เชื่อมต่อกับท่อร้อนด้วยท่อลดแรงดันขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3/8 นิ้ว เพื่อทดสอบว่าเครื่องย่นดีจะมีความทำงานดีขึ้นกว่าเดิมหรือไม่ (จากการทดสอบพบว่าสมรรถนะของเครื่องย่นดีด้อยกว่าแบบเดิม)

4.7.4 ปรับปรุงท่อด้านร้อน



ก. ของเดิม



ข. ที่มีการแก้ไข

รูปที่ 4.8 รูปแสดงท่อร้อน

เนื่องจากท่อด้านร้อนอันเดมนี้มีรูปร่างตามรูปที่ 4.8 ก. ความร้อนที่ให้กับระบบทำได้โดยการเจาะรูท่อทองแดงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง $1/2$ นิ้วที่ทำเป็นวงกลมวนรอบท่อทองแดงท่อใหญ่ รูที่เจาะมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 มม. เจาะ 4 จุดในแต่ละวงกลม ได้รูทั้งหมด 12 รู ดังนั้นความร้อนที่ให้กับระบบจึงได้จากเปลวไฟแก๊สที่ออกมาจากรูโดยรอบท่อดังกล่าว จากการทดลองพบว่าการให้ความร้อนแบบนี้มีการสูญเสียความร้อนให้กับอากาศโดยรอบมาก โดยเฉพาะเวลาที่มีลมพัดแรงเปลวไฟสัมผัสกับผิวท่อน้อย หรือแม้แต่ในขณะที่ไม่มียลมพัดแรงก็ตามเปลวไฟก็ไม่ได้สัมผัสตลอดผิวท่อเช่นกัน เนื่องจากรูที่เจาะมีระยะห่างกันมาก ผิวท่อทองแดงจึงได้รับความร้อนน้อย (แต่สิ้นเปลืองแก๊สมาก) จึงอาจเป็นสาเหตุที่ทำให้สมรรถนะของเครื่องยนต์ไม่สูงเท่าที่ควร

ดังนั้นเพื่อเป็นการลดปัญหานี้ให้น้อยลง จึงได้ทำการปรับปรุงชุดท่อร้อนใหม่ โดยใช้ท่อทองแดงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง $1/2$ นิ้ว เหมือนเดิมเจาะรูตลอดแนวยาวท่อ เว้นระยะห่างระหว่างรู 1 ซม. ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของรูที่เจาะ 1 มม. จากนั้นนำท่อทองแดงนี้มาพันเป็นวงกลมคล้ายกับของเดิมแต่ให้มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเล็กกว่าเดิม ดังแสดงในรูปที่ 4.8 ข. เพื่อต้องการให้เปลวไฟที่ออกมาพุ่งเข้าหาท่อร้อนได้มากขึ้นกว่าเดิม การลดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของวงกลมลงเพื่อให้ระยะห่างระหว่างเปลวไฟกับท่อทองแดงสั้นลงเปลวไฟมีโอกาสมัผัสกับท่อทองแดงตลอดเวลาที่ทำการทดลอง เป็นการขจัดปัญหาที่เกิดขึ้นกับของเดิม ทำให้อากาศรับความร้อนได้เต็มที่เร็วขึ้นมากขึ้น และน้ำก็เดือดได้เร็วขึ้น

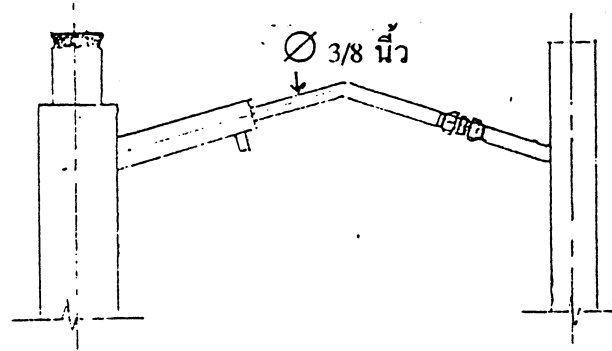
4.7.5 ปรับปรุงท่อลดแรงดันอากาศ

จากรูปที่ 4.9 ก. การต่อท่อลดแรงดันอากาศนั้นใช้ท่อทองแดงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง $3/8$ นิ้ว เชื่อมต่อระหว่างท่อด้านร้อนและท่อด้านเย็นด้วยการเชื่อมเงินและใช้แฟร้นด์ เมื่อได้วิเคราะห์ดูรูปร่างลักษณะของเครื่องยนต์โดยละเอียดแล้วมีความคิดว่าจะลองเปลี่ยนแปลงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อลดแรงดันอากาศดูบ้าง ซึ่งได้พิจารณาไว้ 2 กรณีคือ

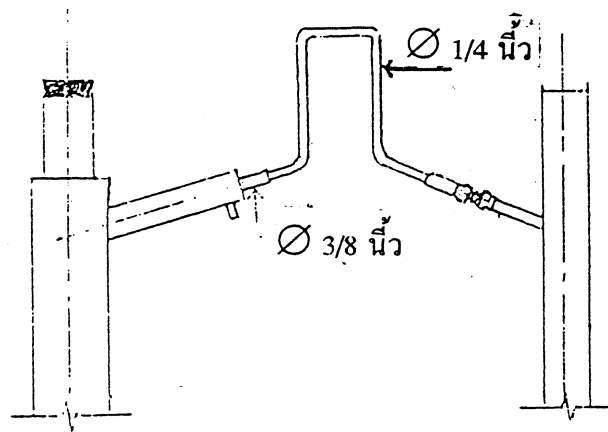
1. เปลี่ยนท่อทองแดงให้มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเล็กลงแต่ให้ท่อนั้นยาวขึ้นกว่าเดิม เพื่อที่จะทำให้ความดันของอากาศลดลงได้อีกและจะมีผลทำให้อุณหภูมิของอากาศด้านเย็นลดลงตามไปด้วย

2. เปลี่ยนท่อทองแดงให้มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโตขึ้น

ในการปรับปรุงดังกล่าวได้ทดลองปรับปรุงเฉพาะกรณีที่ 1 โดยการเปลี่ยนท่อทองแดงบางส่วนให้มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเล็กลง จากเดิม $3/8$ นิ้ว มาเป็น $1/4$ นิ้ว ยาว 40 ซม. เมื่อท่อยาวขึ้นกว่าเดิมจึงต้องคัดท่อให้เป็นรูปตัว U ดังแสดงในรูปที่ 4.9 ข.



ของเดิม



ส่วนที่มีการแก้ไข

รูปที่ 4.9 รูปแสดงท่อลดแรงดันของเดิมและที่ได้มีการแก้ไข