

## บทที่ 4

### วิธีการดำเนินงาน

จากการออกแบบชุดการทดลอง เริ่มดำเนินงานโดยการกำหนดตัวแปรต่างๆ เพื่อให้ผลการทดลองอยู่ในขอบเขตที่ศึกษา รวมถึงรายละเอียดของการติดตั้ง และวิธีการทดลอง ดังนี้

#### 4.1 ตัวแปรควบคุม

- 4.1.1 อัตราการไหลของน้ำ กำหนดอัตราการไหลประมาณ 83.2 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อวินาที
- 4.1.2 ความยาวของเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 32 mm และเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอก 36 mm ของหลอดแก้ว
- 4.1.3 ความยาวของส่วนที่ไม่มีการถ่ายเทความร้อน กำหนดไว้ที่ 10 cm ของหลอดแก้ว
- 4.1.4 ความยาวของส่วนควบแน่น กำหนดไว้ที่ 40 cm ของหลอดแก้ว
- 4.1.5 อุณหภูมิน้ำเย็นขาเข้าในส่วนควบแน่น กำหนดไว้ที่ 20 °C
- 4.1.6 อุณหภูมิน้ำร้อนในถังน้ำร้อนกำหนดไว้ที่ 30°C, 40°C, 50°C, 60°C และ 70°C

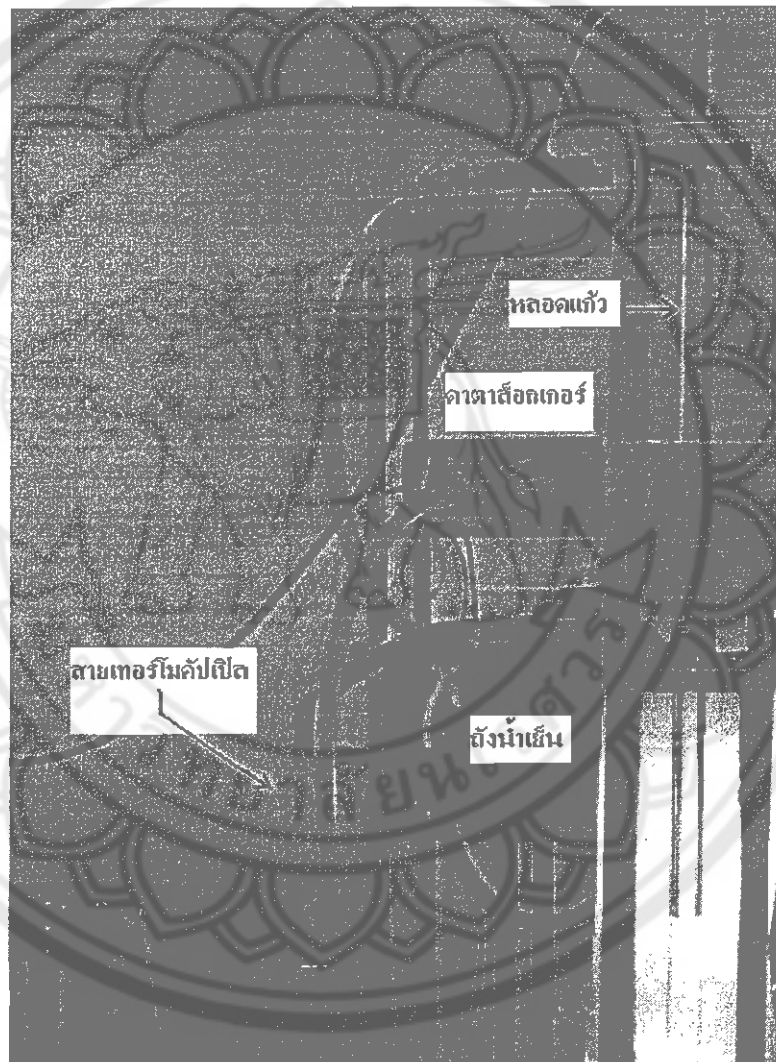
#### 4.2 ตัวแปรที่ต้องการศึกษา

- 4.2.1 อุณหภูมิของการทำงานที่ 30°C, 40°C, 50°C, 60°C และ 70°C
- 4.2.2 ความยาวของส่วนทำระเหย มี 2 ขนาด คือ 32 cm และ 64 cm

#### 4.3 อุปกรณ์ประกอบและเครื่องมือวัด

- 4.3.1 สายเทอร์โมคัปเปิล Chromel–Alumel ของบริษัท OMEGA type K ใช้ต่อเข้ากับเครื่องเก็บข้อมูลภายนอกและจุดที่ต้องการวัดอุณหภูมิ ซึ่งจะเห็นภาพรวม ดังรูป 4.1
- 4.3.2 ปั๊มน้ำ (Submersible Pump) ใช้กับน้ำเย็น ขนาด 60 W 50 Hz AC (220V – 240V) Total head 3.2 m 2800L/H ดังรูป 4.2
- 4.3.3 ปั๊มน้ำ (Arwana pump) ใช้กับน้ำร้อน Model. SW-501 Phase 1, 0.37 kW, 0.5 HP,  $H_{max} = 18 \text{ m}$ ,  $Q = 120 \text{ L/min}$  ซึ่งสามารถทนความร้อนได้ 80–90°C ดังรูปที่ 4.3
- 4.3.4 ถังน้ำขนาด 20 ลิตร สำหรับใส่น้ำเย็น พร้อมกับติดตั้งวาล์วเปิด-ปิด ดังรูป 4.4
- 4.3.5 เครื่องเก็บข้อมูลภายนอกเป็นเครื่องเก็บอุณหภูมิ โดยใช้สายเทอร์โมคัปเปิลเป็นตัวเชื่อมต่อในการประมวลค่า ดังรูปที่ 4.5

- 4.3.5 กล้องดิจิทัล ใช้สำหรับบันทึกภาพการทดลองเป็นวิดีโอ และภาพนิ่ง ดังรูปที่ 4.6
- 4.3.6 ฮีตเตอร์ขนาด 2000 W 2 ตัว สำหรับต้มน้ำในถังน้ำร้อน ดังรูป 4.7
- 4.3.7 เครื่องปั๊มสุญญากาศ สำหรับดูดอากาศภายในหลอดแก้วให้เป็นสุญญากาศ ดังรูป 4.8
- 4.3.8 แผงควบคุมอุณหภูมิและ สวิตช์ ใช้สำหรับตั้งอุณหภูมิ และเปิด-ปิดแผงควบคุมอุณหภูมิ กับ ฮีตเตอร์ ดังรูป 4.9



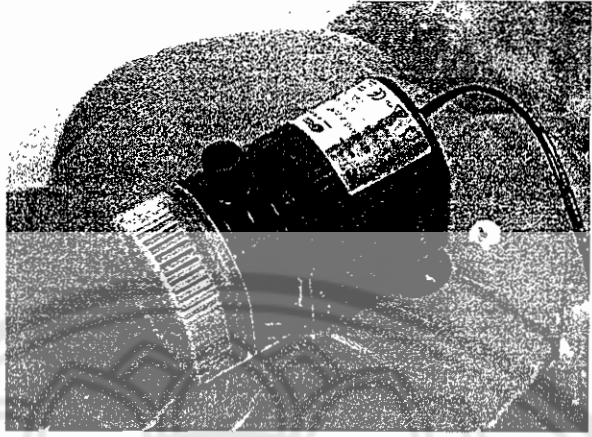
**รูปที่ 4.1** แสดงสายเทอร์โมคัปเปิลที่ต่อกับอุปกรณ์ต่างๆ

ปี  
ท.  
263  
๙51๖๓  
26๔๙

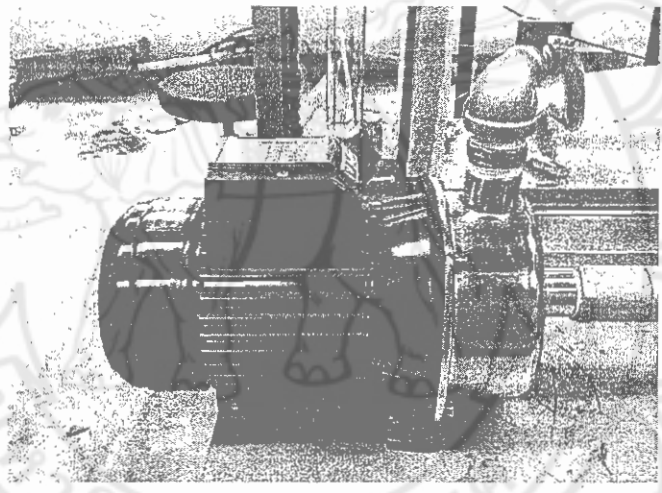
ว. 276๙154



สำนักหอสมุด  
↑ 7 ส.ค. 2551



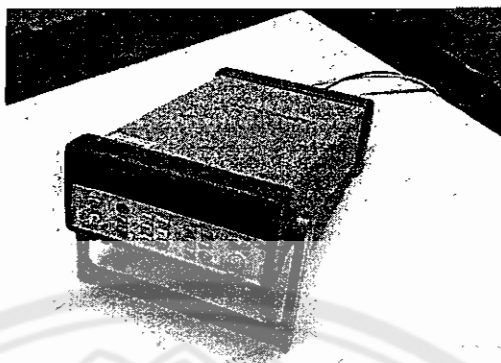
รูปที่ 4.2 ปัมป์ที่ใช้กับน้ำเย็น



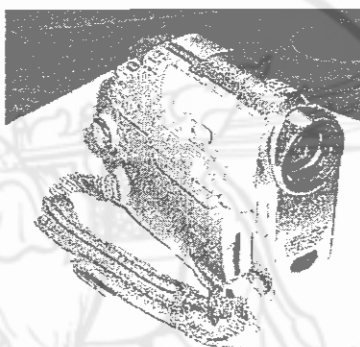
รูปที่ 4.3 ปัมป์ที่ใช้กับน้ำร้อน



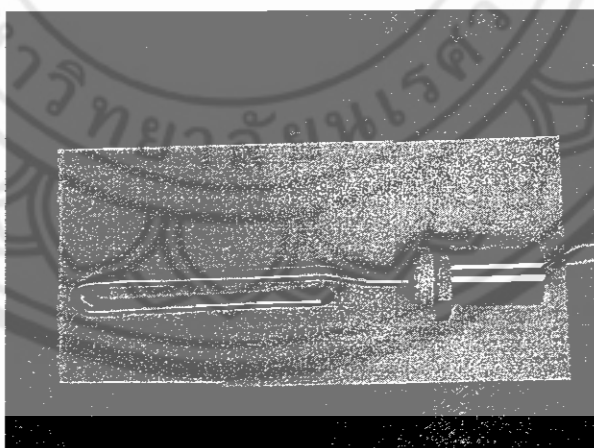
รูปที่ 4.4 ถังน้ำเย็น



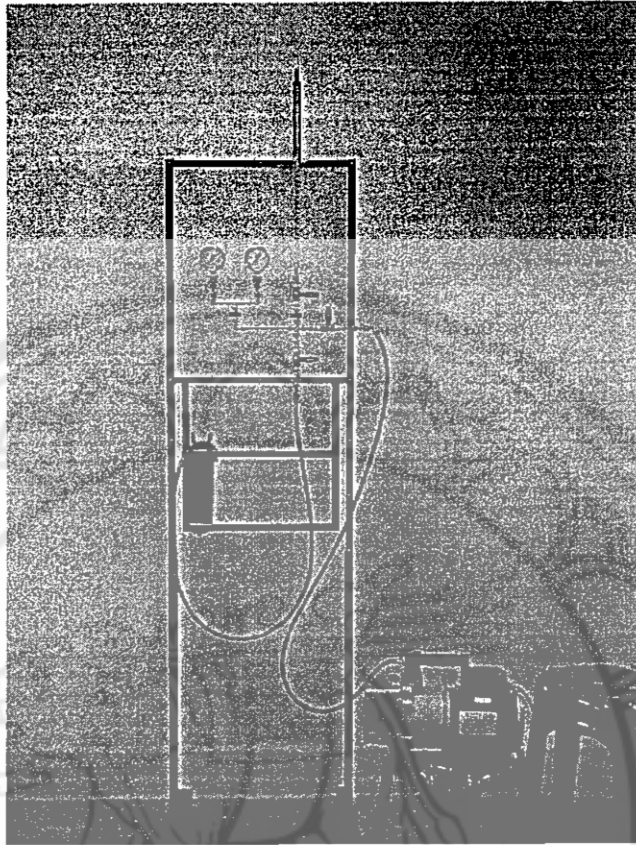
รูปที่ 4.5 เครื่องเก็บข้อมูลภายนอก



รูปที่ 4.6 กล้องดิจิทัล



รูปที่ 4.7 ฮีตเตอร์



รูปที่ 4.8 เครื่องป้อนสุญญากาศ

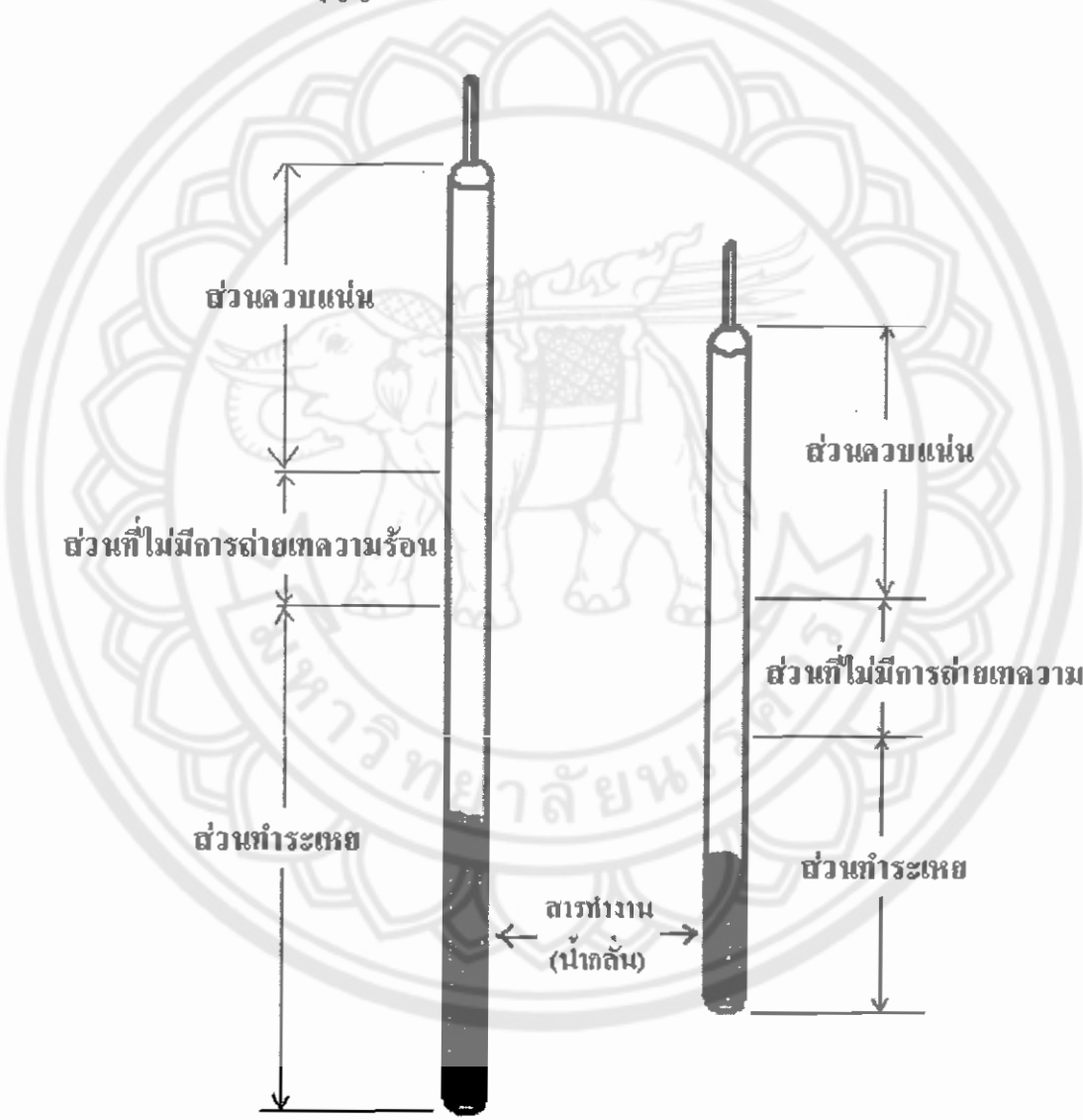


รูปที่ 4.9 แผงควบคุมอุณหภูมิ

### 4.4 วิธีการทดลอง

4.4.1 การทดลองที่ห้องปฏิบัติการ

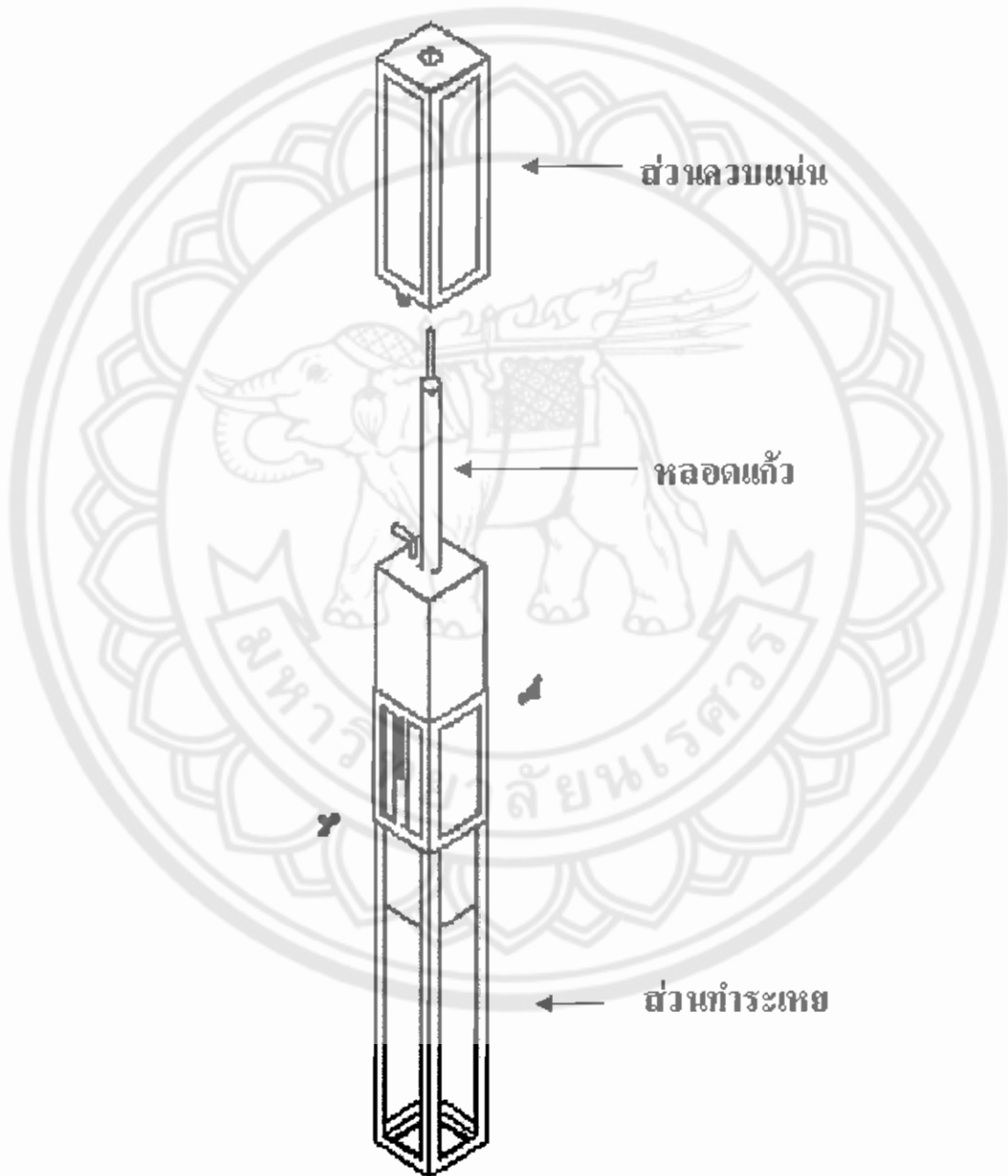
4.4.2 นำหลอดแก้วทั้ง 2 ขนาดมาเติมสารทำงาน ซึ่งสารทำงานในที่นี้ คือ น้ำ โดยเติมลงไป ในอัตราส่วน 40% ถึง 60 % ของส่วนทำระเหย ดังรูปที่ 4.10 โดยการเติมจะเริ่มจากท่อสายขนาดเล็กๆ ที่มีสกรเปิด-ปิด นำมาสวมปลายจุกหลอดแก้วแล้วตากวางแห้งทิ้งไว้ 1 วัน จากนั้นถอดฝาครอบสกรออก แล้วนำสายที่เครื่องปั๊มสุญญากาศ มาสวมแล้วทำการเติมสารทำงานเข้าไป



รูปที่ 4.10 แสดงปริมาณการเติมสารทำงานในส่วนทำระเหย

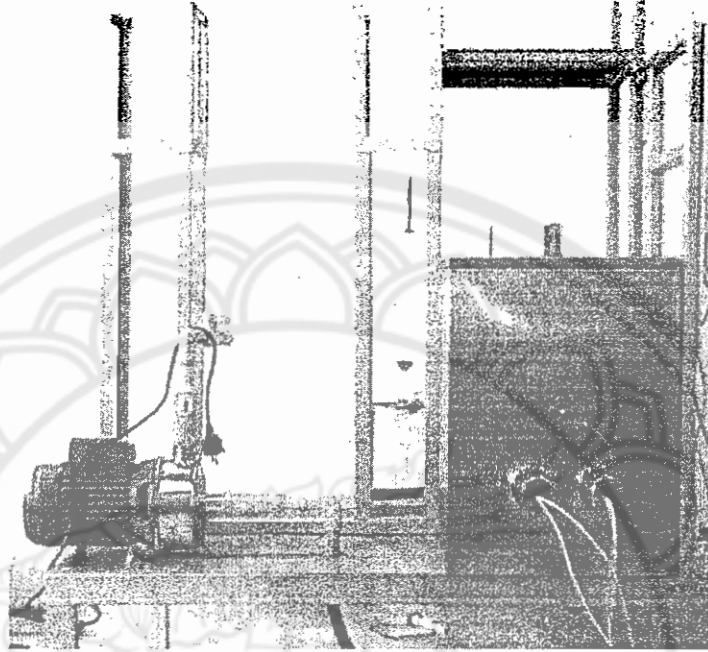
4.4.3 นำหลอดแก้วที่เติมสารทำงานทั้ง 2 หลอด ที่มีความยาวส่วนทำระเหย เท่ากับ 64 cm และความยาวส่วนทำระเหยเท่ากับ 32 cm ประกอบเข้ากับตู้กระจกในส่วนทำระเหย โดยสอดในรู

วงกลมจากนั้นนำไปวางในช่องโครงเหล็ก แล้วนำตู้ในส่วนควบแน่น มาสวมหลอดแก้วด้านบนให้ตรงกับรู พร้อมกับวางในช่องโครงเหล็ก จากนั้นทากาวแดงบริเวณช่องว่างระหว่างหลอดแก้วกับรู โดยทาทั้งส่วนที่ติดกับตู้ในส่วนทำระเหย และส่วนควบแน่น ทิ้งไว้ 1 วัน จากนั้นทา Epoxy ทับกาวแดง ทำเหมือนกันทั้ง 2 หลอด ดังรูปที่ 4.11



รูปที่ 4.11 การประกอบหลอดแก้วเข้ากับตู้กระจกและโครงเหล็ก

4.4.4 ติดตั้งปั๊มที่ใช้กับน้ำร้อนเข้ากับโครงเหล็ก ดังรูปที่ 4.12 และติดตั้งปั๊มที่ใช้กับน้ำเย็นเข้ากับถังน้ำเย็น ดังรูปที่ 4.13



รูปที่ 4.12 ปั๊มที่ใช้กับน้ำร้อนประกอบเข้ากับ โครงเหล็ก



รูปที่ 4.13 ถังน้ำเย็นที่ติดตั้งเครื่องปั๊มน้ำ

4.4.5 นำสายเทอร์โมคัปเปิลไปต่อเข้ากับสายยางที่ทางน้ำเย็นไหลเข้า 3 เส้น 1 จุด ที่ทางน้ำไหลออกอีก 3 เส้น 1 จุด แล้วทากาวแดงบริเวณ 2 จุดนี้ และนำไปจุ่มในถังน้ำร้อน 1 เส้น และติดกับ



หลอดแก้วตรงส่วนที่ไม่มีการถ่ายเทความร้อน อีก 1 เส้น จากนั้นนำสายเทอร์โมคัปเปิลทั้งหมดไปต่อเข้ากับคานาดีค็อกเกอร์ซึ่งค่าอุณหภูมิจากคานาดีค็อกเกอร์มี 8 ค่า ค่าที่ 1, 2, 3 เป็นอุณหภูมิน้ำขาเข้า ส่วนควบแน่น ค่าที่ 4, 5, 6 เป็นอุณหภูมิน้ำขาออกจากส่วนควบแน่น ค่าที่ 7 เป็นอุณหภูมิในถังน้ำร้อนและค่าที่ 8 เป็นอุณหภูมิไอข้างหลอดแก้วในส่วนที่ไม่มีการถ่ายเทความร้อน

4.4.6 ติดตั้งเครื่องฮีตเตอร์ทั้ง 2 ตัวเข้ากับถังน้ำร้อน และต่อสายไฟเข้ากับฮีตเตอร์

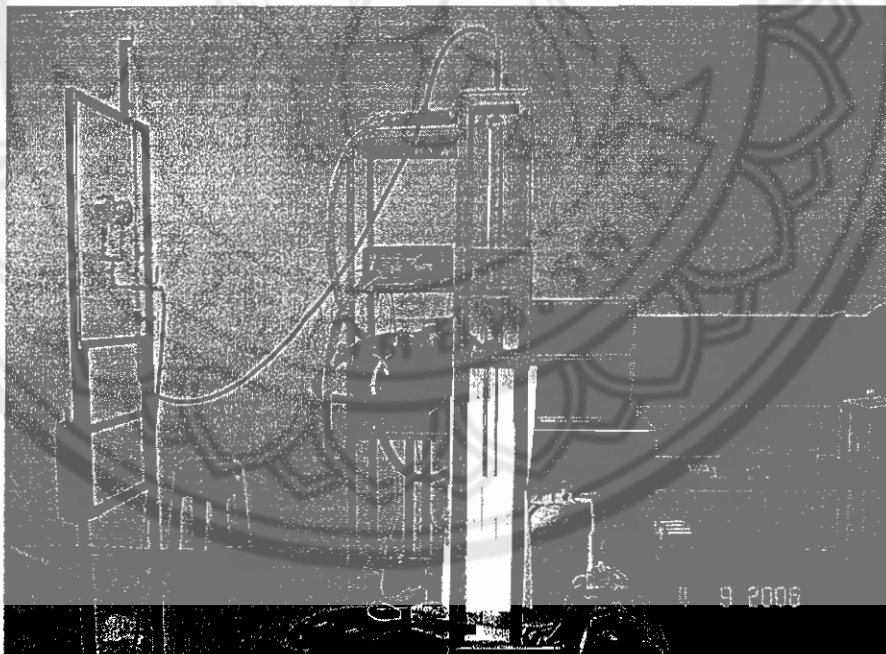
4.4.7 ติดตั้งสายไฟที่แผงควบคุมอุณหภูมิและ สวิตช์เปิด-ปิด ดังรูปที่ 4.9

4.4.8 ติดตั้งเครื่องปั๊มสุญญากาศ กับจุกปลายหลอดแก้ว

4.4.9 วางถังน้ำเย็น และถังน้ำร้อนที่โครงเหล็ก

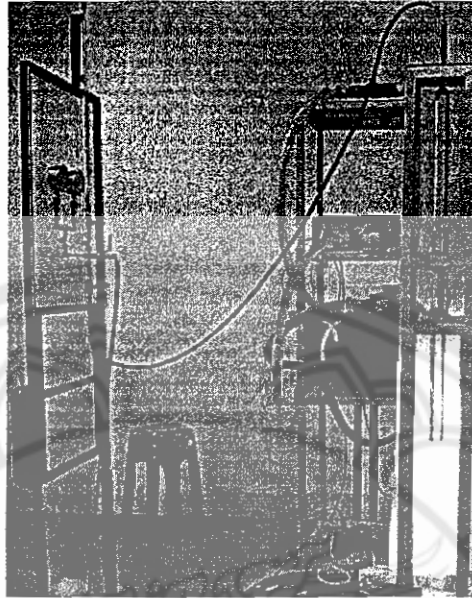
4.4.10 นำสายยางต่อเข้ากับท่อหน้าที่ปั๊ม ที่ถังน้ำเย็น ตู้กระจก ตู้อะคริลิก และถังน้ำร้อนแล้ว ทากาวแฉกบริเวณท่อหน้ากันน้ำไหลรั่ว ทิ้งไว้ 1 วัน

4.4.11 เมื่อติดตั้งอุปกรณ์เสร็จดังรูปที่ 4.14 ให้นำกระดาษไขมาติดไว้ด้านข้างตู้กระจกที่ไม่ได้ใช้ในการถ่ายรูป หรือติดไว้ด้านตรงข้ามกับด้านที่ใช้ถ่ายรูป เพื่อให้เวลาถ่ายรูปได้ภาพที่คมชัด จากนั้นตรวจดูอุปกรณ์ทั้งหมดอีกครั้ง แล้วดำเนินการทดลองตามขั้นตอนต่อไป



**รูปที่ 4.14** ภาพติดตั้งอุปกรณ์ทั้งหมด

4.4.12 เริ่มทำการทดลอง โดยเลือกหลอดแก้วที่มีขนาดยาว คือมีความยาวส่วนควบแน่นเท่ากับ 64 cm โดยทำการติดตั้งสายดูดของเครื่องปั๊มสุญญากาศกับปลายจุกของหลอดแก้ว แล้วทำการดูดเพื่อให้ภายในหลอดแก้วเป็นสุญญากาศ ดังรูปที่ 4.15



**รูปที่ 4.15** แสดงการต่อสายของเครื่องทำสญญาอากาศกับปลายจุกของหลอดแก้ว

4.4.13 ตั้งแผงควบคุมอุณหภูมิที่อุณหภูมิเริ่มต้น  $30^{\circ}\text{C}$  ในถังน้ำร้อนแล้วเปิดฮีตเตอร์

4.4.14 เปิดปั้มน้ำร้อนและปั้มน้ำเย็นเพื่อทำการทดลอง

4.4.15 เปิดเครื่องเก็บข้อมูลภายนอก เพื่อจดค่าอุณหภูมิต่างๆที่ติดตั้งสายเทอร์โมคัปเปิลไว้

4.4.16 ติดตั้งกล้องดิจิทัลไว้จับภาพวิดีโอและภาพนิ่ง

4.4.17 เมื่อเปิดปั้มแล้วดูค่าอุณหภูมิที่จุดน้ำเย็นไหลเข้า ถ้าคงที่ ณ อุณหภูมิ  $20^{\circ}\text{C}$  และอุณหภูมิที่ติดตั้งแผงควบคุมอุณหภูมิถึง  $30^{\circ}\text{C}$  จากนั้นเมื่ออุณหภูมิเข้าสู่สภาวะคงตัว จึงเริ่มบันทึกค่าอุณหภูมิลงในตาราง โดยดูค่าอุณหภูมิจากเครื่องเก็บข้อมูลภายนอกและทำการบันทึกภาพจากกล้องดิจิทัล โดยการบันทึกภาพจะพิจารณาที่หลอดแก้ว โดยเฉพาะรูปแบบการไหลในส่วนทำระเหย

4.4.18 เมื่อบันทึกค่าอุณหภูมิและภาพที่อุณหภูมิเริ่มต้น  $30^{\circ}\text{C}$  เสร็จ ให้เปลี่ยนอุณหภูมิเริ่มต้นที่แผงควบคุมอุณหภูมิเป็น  $40^{\circ}\text{C}$ ,  $50^{\circ}\text{C}$ ,  $60^{\circ}\text{C}$  และ  $70^{\circ}\text{C}$  ซึ่งวิธีการทดลองเหมือนกันกับอุณหภูมิเริ่มต้นที่  $30^{\circ}\text{C}$

4.4.19 เมื่อทดลองหลอดยาวเสร็จให้ทำการเปลี่ยนหลอดแก้วเป็นหลอดสั้น ที่มีความยาวส่วนทำระเหยเท่ากับ 32 cm แล้วทำการติดตั้ง จากนั้นทดลองตามขั้นตอนเดียวกับหลอดยาว

4.4.20 นำผลการทดลองที่ได้ไปวิเคราะห์แล้วสรุปผลการทดลอง