

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงาน

เริ่มทำงานโดยกำหนดตัวแปรต่างๆ เพื่อให้ผลการทดลองอยู่ในขอบเขตที่ศึกษา รวมถึงรายละเอียดของการติดตั้ง และวิธีการทดลอง ดังนี้

3.1 ตัวแปรที่ต้องการศึกษา

3.1.1 อุณหภูมิของส่วนทำระเหย 50 60 70 และ 80 °C

3.1.2 อัตราเติมสารทำงาน 30 50 และ 70% โดยปริมาตร

3.1.3 มุมเอียงจากแนวระดับ 30 50 70 และ 90 องศา

3.1.4 สารทำงาน โดยกำหนดสารทำงานคือ น้ำกลั่น และน้ำกลั่นผสมกับเอทานอล อัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตร

3.2 ตัวแปรควบคุม

3.2.1 อัตราการไหลของน้ำเย็นที่ผ่านส่วนควบแน่น มีค่าคงที่ประมาณ 0.6 ลิตรต่อนาที และมีอุณหภูมิคงที่ประมาณ 25°C

3.2.2 อัตราการไหลของน้ำร้อนที่ผ่านส่วนทำระเหยมีค่าคงที่ประมาณ 1.3 ลิตรต่อนาที

3.2.3 ท่อมีเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 12 มิลลิเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก 16 มิลลิเมตร

3.2.4 ความยาวส่วนที่ไม่มีการถ่ายเทความร้อน 200 มิลลิเมตร

3.2.5 ความยาวของส่วนควบแน่น 305 มิลลิเมตร

3.2.6 ความยาวส่วนทำระเหย 360 มิลลิเมตร

3.2.7 ความดันสุญญากาศของท่อเทอร์โมไซฟอนก่อนเติมสารทำงานอยู่ในช่วง -0.9 ถึง -1

bar

3.3 อุปกรณ์ประกอบและเครื่องมือวัด

3.3.1 สายเทอร์โมคัปเปิล (Chromel-Alumel type K) ของบริษัท OMEGA ใช้ต่อเข้ากับเครื่องเก็บข้อมูลภายนอกและจุดที่ต้องการวัดอุณหภูมิ ดังรูปที่ 3.1



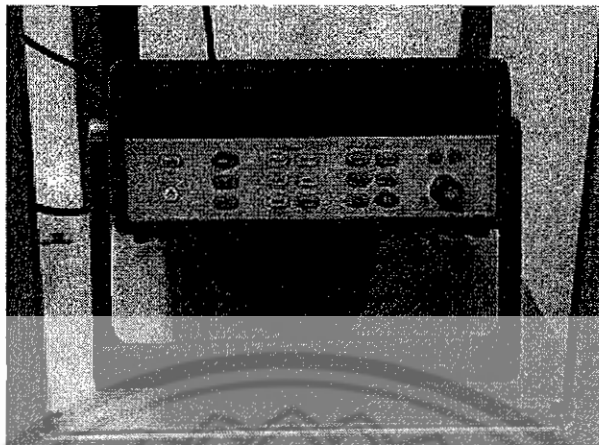
รูปที่ 3.1 แสดงสายเทอร์โมคัปเปิลที่ต่อเข้ากับอุปกรณ์ต่างๆ

3.3.2 ปั๊มน้ำร้อน (Arwana pump) ใช้กับน้ำร้อน Model. SW-501 Phase 1, 0.37 kW, $Q=120$ L/min, $H_{\max}=18$ m, 0.5 HP ซึ่งสามารถทนความร้อนได้ $80-90^{\circ}\text{C}$ ดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 แสดงรูปปั๊มน้ำร้อน

3.3.3 เครื่องเก็บข้อมูลภายนอก Agilent 34970A Data Acquisition/Switch Unit เป็นเครื่องเก็บอุณหภูมิโดยใช้สายเทอร์โมคัปเปิลเป็นตัวเชื่อมต่อในการประมวล ดังรูปที่ 3.3



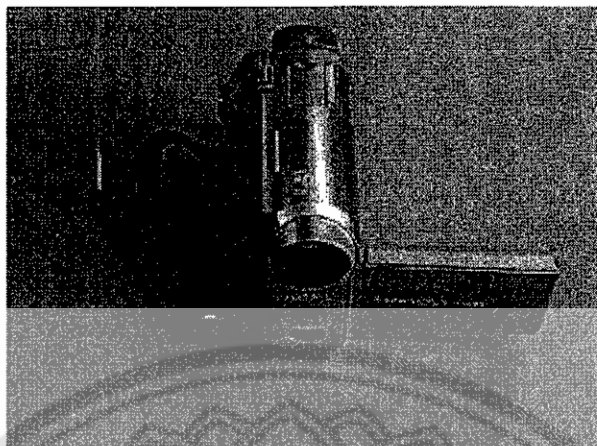
รูปที่ 3.3 แสดงเครื่องเก็บข้อมูลภายนอก

3.3.4 กล้องดิจิทัล Sony Cyber-shot ความละเอียด 8 Mega pixels ใช้สำหรับบันทึกการทดลองเป็นภาพนิ่ง ดังรูปที่ 3.4



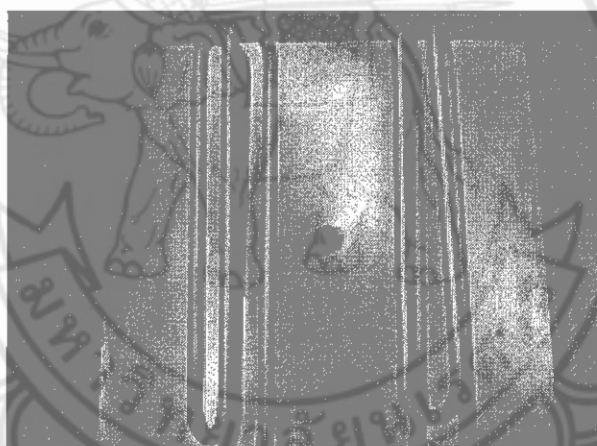
รูปที่ 3.4 แสดงกล้องดิจิทัลสำหรับถ่ายภาพนิ่ง

3.3.5 กล้องวิดีโอ Sony Handy cam ใช้สำหรับบันทึกการทดลองเป็นภาพเคลื่อนไหว ดังรูปที่ 3.5



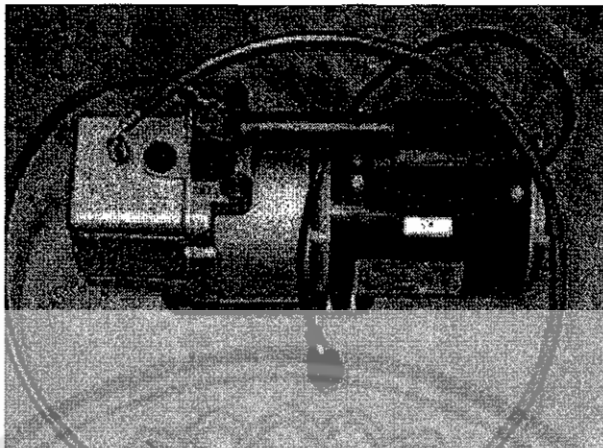
รูปที่ 3.5 แสดงกล่องวิดีโอสำหรับบันทึกภาพเคลื่อนไหว

3.3.6 ฮีตเตอร์ ขนาด 2000 W 2 ตัว สำหรับต้มน้ำในถังน้ำร้อน ดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 ฮีตเตอร์

3.3.7 เครื่องปั๊มสุญญากาศ Robinair Capacity 94 L/M Motor H.P. 1/3 สำหรับดูดอากาศออกจากหลอดแก้วเพื่อให้ภายในหลอดแก้วเป็นสุญญากาศ ดังรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 เครื่องปั๊มสุญญากาศ

3.3.8 แผงควบคุมอุณหภูมิและสวิตช์ ใช้สำหรับตั้งอุณหภูมิ และปิด-เปิด แผงควบคุมอุณหภูมิกับฮีตเตอร์ ดังรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 แผงควบคุมอุณหภูมิฮีตเตอร์

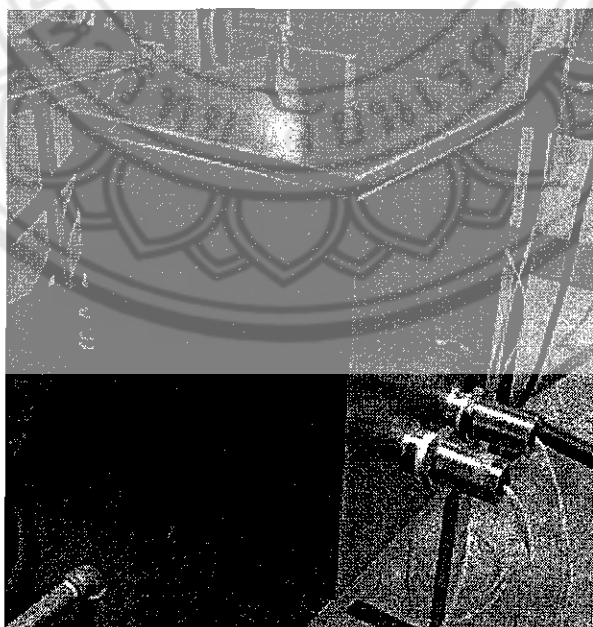
3.3.9 ก๊อคน้ำ SANWA Bond valve ขนาด 5 หุนสำหรับปล่อยน้ำเย็นไหลเข้าสู่ตัวควบคุม

3.3.10 เครื่องเติมสารทำงาน ซึ่งประกอบด้วยวาล์วปิด-เปิด 3 ตัว มาตรวัดความดัน 2 ตัว ท่อ แก้วพร้อมเกจวัดสำหรับเติมสาร 1 ท่อ ดังรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 เครื่องเดิมสารทำงาน

3.3.11 ถังดัดน้ำสแตนเลสเพื่อป้องกันสนิม และหุ้มฉนวนกันความร้อน ซึ่งถังมีขนาด 344 x 344 x 470 มิลลิเมตร โดยเจาะรูสำหรับใส่ ฮีตเตอร์ สายเทอร์โมคัปเปิล รูน้ำทิ้ง และรูที่ฝาเพื่อระบายความดัน สามารถดัดน้ำได้ 36 ลิตร ที่อุณหภูมิ 80-90°C ในเวลาประมาณ 15 นาที ดังรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.10 ถังดัดน้ำสำหรับดัดน้ำร้อนเข้าที่ส่วนทำระเหย

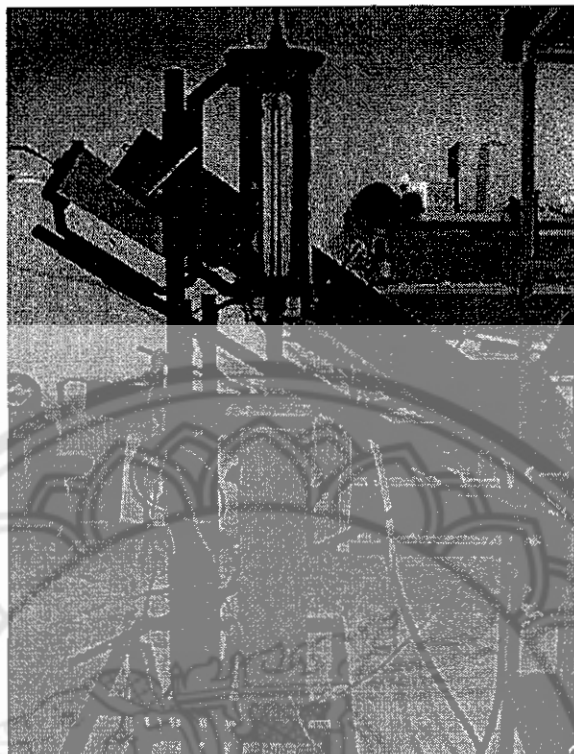
3.3.12 ชุดทดลองท่อเทอร์โมไซฟอนที่มีส่วนทำระเหยเป็นท่อแก้ว Pyrex ผนังฉนวนน้ำร้อน ด้านหน้าและด้านหลังเป็นกระจก ในส่วนควบแน่นท่อเทอร์โมไซฟอนเป็นท่อทองแดง ดังรูปที่ 3.11



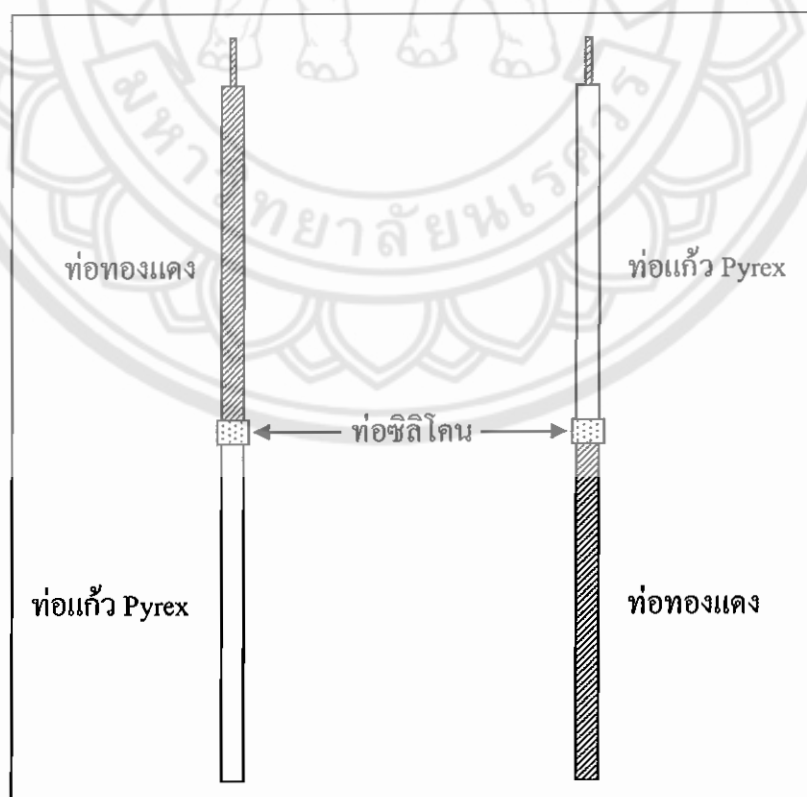
รูปที่ 3.11 แสดงชุดทดลองท่อเทอร์โมไซฟอนที่มีส่วนทำระเหยเป็นท่อแก้ว Pyrex

3.3.13 ชุดทดลองท่อเทอร์โมไซฟอนที่มีส่วนควบแน่นเป็นท่อแก้ว Pyrex ผนังฉนวนน้ำเย็น ด้านหน้าและด้านหลังเป็นกระจก ในส่วนทำระเหยท่อเทอร์โมไซฟอนเป็นท่อทองแดง ดังรูปที่ 3.12

3.3.14 ท่อเทอร์โมไซฟอนที่ใช้ในการทดลอง ที่ส่วนทำระเหยเป็นท่อแก้วจะใช้สำหรับสังเกตรูปแบบการไหลในส่วนทำระเหย และที่ส่วนควบแน่นเป็นท่อแก้วจะใช้สำหรับสังเกตรูปแบบการไหลในส่วนควบแน่นโดยท่อส่วนทำระเหยและท่อส่วนควบแน่นจะเชื่อมติดกันด้วยท่อซิลิโคน ดังรูป 3.13



รูปที่ 3.12 แสดงชุดทดลองท่อเทอร์โมไซฟอนที่มีส่วนควบแน่นเป็นท่อแก้ว Pyrex



รูปที่ 3.13 ท่อเทอร์โมไซฟอนที่ใช้ในการทดลอง

3.4 วิธีการทดลอง

ดังที่ได้กล่าวมาแล้วก่อนหน้านี้ซึ่งแบ่งการทดลองเป็น 2 ชุด ได้แก่ชุดศึกษารูปแบบการไหลในส่วนทำระเหย และชุดการศึกษารูปแบบการไหลในส่วนควบแน่น โดยมีวิธีการดังนี้

3.4.1 นำท่อที่เป็นแก้วมาต่อกับท่อทองแดง โดยยึดด้วยท่อซิลิโคนซึ่งสามารถทนอุณหภูมิสูงได้ ที่ด้านบนท่อในส่วนควบแน่นจะมีท่อเล็กต่อยาวขึ้นไป สำหรับเดิมสารทำงานจากเครื่องปั๊มสุญญากาศ

3.4.2 นำท่อเล็กที่ด้านบนของส่วนควบแน่นมาต่อเข้ากับเครื่องเดิมสาร และต่อกับปั๊มสุญญากาศเพื่อดูดอากาศภายในท่อเทอร์โมไซฟอนออกให้หมด จากนั้นทำการเดิมสารทำงาน ตามอัตราส่วนที่ต้องการ พอได้ปริมาณสารที่ต้องการแล้วจึงทำการปิดปลายท่อให้สนิท

3.4.3 นำสายเทอร์โมคัปเปิลไปต่อเข้ากับสายยางที่ทางน้ำไหลเข้าจากตู้ส่วนควบแน่น 2 เส้น ที่ทางน้ำออกจากตู้ส่วนควบแน่น 2 เส้น นำสายเทอร์โมคัปเปิลอีก 1 เส้น ไปจุ่มในถังน้ำร้อนเพื่อวัดอุณหภูมิในถังน้ำร้อน และนำอีกเส้นหนึ่งไปติดกับส่วนที่ไม่การถ่ายเทความร้อนพร้อมหุ้มฉนวน

3.4.4 นำสายยางทนความร้อนต่อเข้ากับท่อน้ำเข้าตู้ใน ส่วนทำระเหย ซึ่งต่อกับปั๊มที่ดูดน้ำร้อนมาจากถังน้ำร้อน และนำสายยางทนความร้อนอีกเส้นหนึ่งที่ต่อกับถังน้ำร้อนไปต่อกับท่อน้ำออกของตู้ในส่วนทำระเหย ใช้เข็มฉีดยาสายยางรัดท่อไว้เพื่อป้องกันน้ำรั่วซึมตรงบริเวณรอยต่อสายยางกับตู้ในส่วนทำระเหย

3.4.5 เมื่อติดตั้งอุปกรณ์เสร็จแล้ว นำกระดาษไขมาติดกับตู้ที่ทำการทดลองที่ด้านตรงข้ามกับด้านที่เราตั้งกล้องถ่ายรูปไว้ จากนั้นนำแสงไฟมาติดที่ด้านหลังของตู้อีกทีเพื่อให้แสง และเงาทำให้อาพที่ได้สวยงามและคมชัด ตรวจสอบอุปกรณ์ทั้งหมดอีกครั้งแล้วเริ่มดำเนินการทดลอง

3.4.6 เริ่มทำการทดลอง เปิดปั๊มปล่อยน้ำร้อนจากถังน้ำร้อนเข้าตู้ส่วนทำระเหย ตั้งค่าอุณหภูมิเริ่มต้นที่ 50°C ปล่อยน้ำเย็นจากก๊อกน้ำเข้าสู่ตู้ส่วนควบแน่นควบคุมอัตราการไหลให้ได้ประมาณ 0.6 ลิตรต่อนาที

3.4.7 เปิดเครื่องเก็บข้อมูลภายนอก เพื่อบันทึกค่าอุณหภูมิต่างๆ ที่ติดตั้งสายเทอร์โมคัปเปิลไว้

3.4.8 คัดตั้งกล้องดิจิทัล กล้องวิดีโอ เพื่อบันทึกทั้งภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหว

3.4.9 รอเวลาให้ระบบอยู่ในสภาวะคงตัวโดยไม่ขึ้นกับเวลาจึงเริ่มบันทึกค่าอุณหภูมิต่างในตารางที่เตรียมไว้ แล้วบันทึกภาพรูปแบบการไหลภายในด้วยกล้องดิจิทัลและกล้องวิดีโอ เพื่อนำมาวิเคราะห์ต่อไป



1. 4524925

3.4.10 เมื่อบันทึกอุณหภูมิ ภาพนิ่ง และภาพเคลื่อนไหวที่อุณหภูมิเริ่มต้น 50°C เสร็จแล้วให้ **สำนักหอสมุด**
ปรับมุมเอียงของชุดการทดลองจากมุม 90 องศา จากแนวระดับ เป็นมุมเอียง 70 50 และ 30 องศา **2 2 ส.อ. 2552**
จากแนวระดับ และบันทึกอุณหภูมิ ภาพนิ่ง และภาพเคลื่อนไหว ทุกๆ มุมเอียง

3.4.11 เมื่อบันทึกอุณหภูมิ ภาพนิ่ง และภาพเคลื่อนไหว ที่อุณหภูมิ 50°C และทุกๆ มุมเอียง
เสร็จแล้วให้ปรับอุณหภูมิที่แผงควบคุมเป็น 60 70 และ 80°C ตามลำดับ แล้วทำตามหัวข้อ 4.4.9
เช่นเดิม

3.4.12 เมื่อทดลองในส่วนทำระเหยเป็นท่อแก้วเสร็จแล้วให้เปลี่ยนเป็นอีกท่อหนึ่งซึ่งมีส่วน
ควบแน่นเป็นแก้วแล้วทำการทดลองเช่นเดิม เหมือนท่อเทอร์โมไซฟอนที่มีส่วนทำระเหยเป็นท่อ
แก้ว

3.4.13 นำผลการทดลองที่ได้มาวิเคราะห์แล้วสรุปผลการทดลอง

