บทที่ 3
วิธีดำเนินการทดลอง

เพื่อให้การทดลองดำเนินไปอย่างถูกต้องและประสบผลสำเร็จจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทราบถึงแผนการดำเนินการ ตัวแปรที่ใช้ในการทดลอง วิธีการทดลอง และการวิเคราะห์ผลการทดลอง ซึ่งจะอธิบายในรายละเอียดดังนี้

3. 1 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

3.1 เพื่อศึกษารูปแบบการไหลภายในของท่อความร้อนแบบสั่นปลายปิดที่สภาวะวิกฤต

3.2 เพื่อศึกษาถึงผลของมุมเอียง และสารทำงานที่มีต่อรูปแบบการไหลภายในท่อความร้อนแบบสั่นแบบปลายปิด ณ สภาวะวิกฤต

3.3 เพื่อศึกษาเชิงทัศน์เกี่ยวกับกลไกการเกิดขีดจำกัดสมรรถนะของท่อความร้อนชนิดสั่นแบบปลายปิด ที่ สภาวะวิกฤต

3.2 ตัวแปรในการทดลอง

3.2.1 วัสดุสำหรับทำชุดทดสอบท่อความร้อนชนิดสั่นแบบปลายปิด เป็นท่อแก้วที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในเป็น 1.5 มิลลิเมตร ซึ่งเป็นค่าเส้นผ่านศูนย์กลางที่เป็นไปตามสมการที่ (1)

3.2.2 วัสดุสำหรับทำชุดให้ความร้อนและชุดระบายความร้อนใช้แผ่นทองแดง

3.2.3 สารทำงานจำนวน 2 ชนิดคือ เอชพี 62 และ เอ็มพี 39

3.3.4 ความยาวส่วนทำระเหย (Le) ส่วนกันความร้อน (La) และส่วนควบแน่น (Lc) มีขนาดเท่ากันที่ 50 มิลลิเมตร

3.3.5 จำนวนโค้งเลี้ยวของชุดทดลอง 2 ค่า คือ 5 และ 10 โค้งเลี้ยว เพื่อให้สามารถถ่ายภาพได้ชัดเจนโดยที่พฤติกรรมของสารทำงานยังมีลักษณะของการทำงานแบบท่อความร้อนชนิดสั่นอยู่

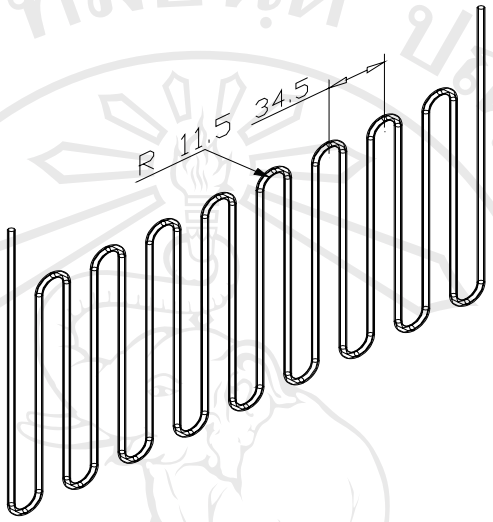
3.3.6 มุมเอียง 4 ค่า คือ 0,10,40,60,90 องศา วัดจากแนวระดับ

3.3.7 อัตราการเติมสารทำงานประมาณ 50% โดยปริมาตร ซึ่งเป็นค่าที่เหมาะสมสำหรับการทำงานของท่อความร้อนแบบสั่นปลายปิด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

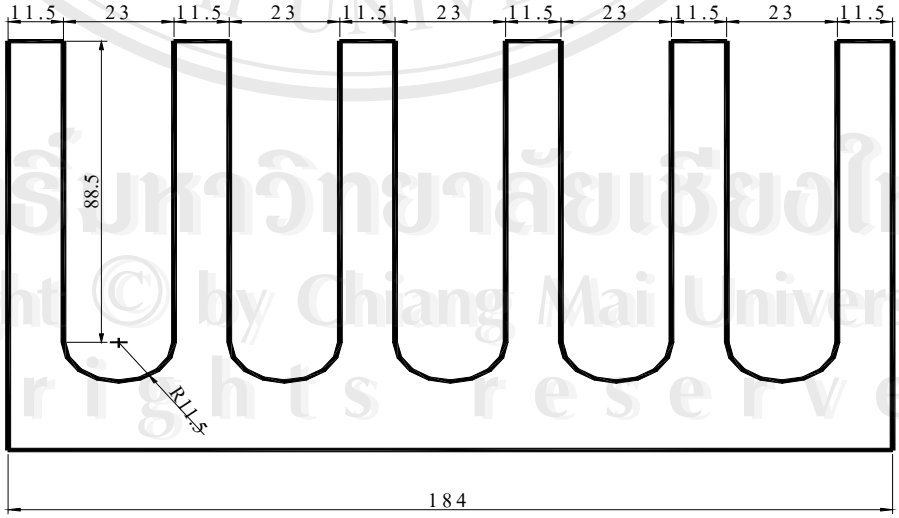
3.3 ชุดทดลอง

3.3.1 ท่อความร้อนแบบสั่นปลายปิดที่ทำมาจากท่อแก้ว ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 1.5 มิลลิเมตร โดยจะเติมสารทำงานเข้าไปแล้วทำการปิดปลายทั้งสองด้าน ดังแสดงในรูป 3 . 1



รูป 3.1 ท่อความร้อนแบบสั่นปลายปิด

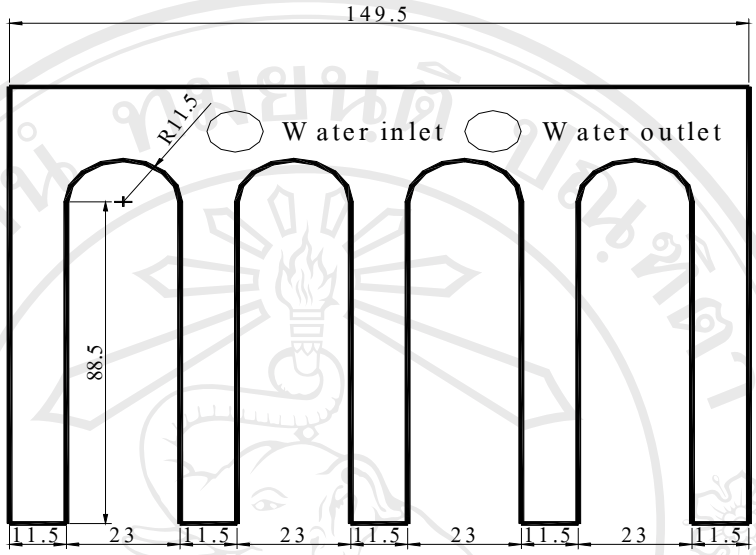
3.3.2 ชุดให้ความร้อน ทำมาจากแผ่นทองแดงเซาะร่อง เพื่อสวมเข้ากับท่อความร้อนแบบสั่น และ เป็นตัวให้ความร้อนกับท่อความร้อนแบบสั่น ดังแสดงในรูป 3.2



รูป 3.2 ชุดให้ความร้อน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

3.3.3 ชุดระบายความร้อน ทำมาจากแผ่นทองแดง นำมาประกบแล้วเชื่อมต่อทำเป็นกระเปาะระบายความร้อนในส่วนควบแน่น โดยมีรูสำหรับสารหล่อเย็นไหลเข้าออก ดังแสดงใน รูป 3.3

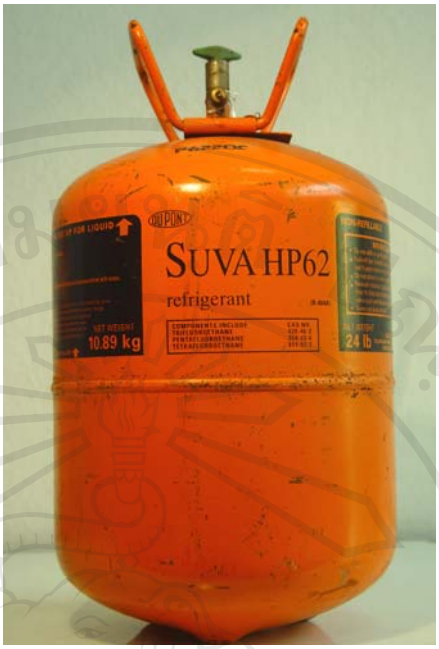


รูป 3.3 ชุดระบายความร้อน

3.3.4 สารทำงานที่เติมในท่อความร้อนแบบสั่นที่ใช้ในการทดสอบ คือ สารเอชพี 62 และสารเอ็มพี 39 ดังแสดงในรูป 3.4 และ 3.5 ตามลำดับ

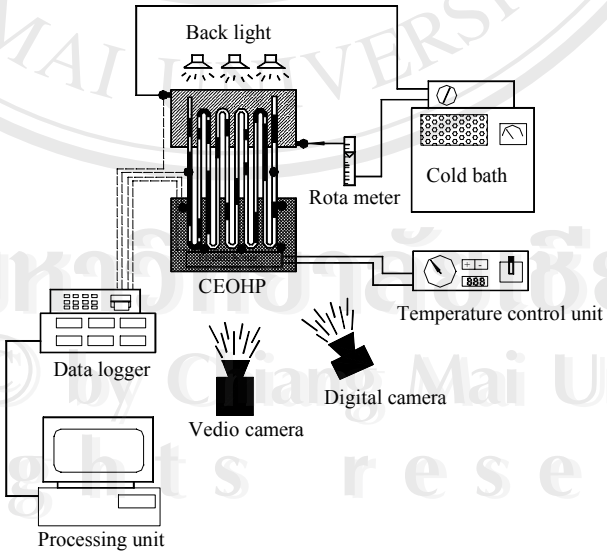
รูป 3.4 สารทำงาน MP 39

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



รูป 3.5 สารทำงาน HP 62

3.3.5 แท่นติดตั้งและทดสอบท่อความร้อน เป็นแท่นทดสอบที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ โดยสามารถปรับมุมเอียงได้จาก 0 – 90 องศา ดังแสดงในรูป 3.6

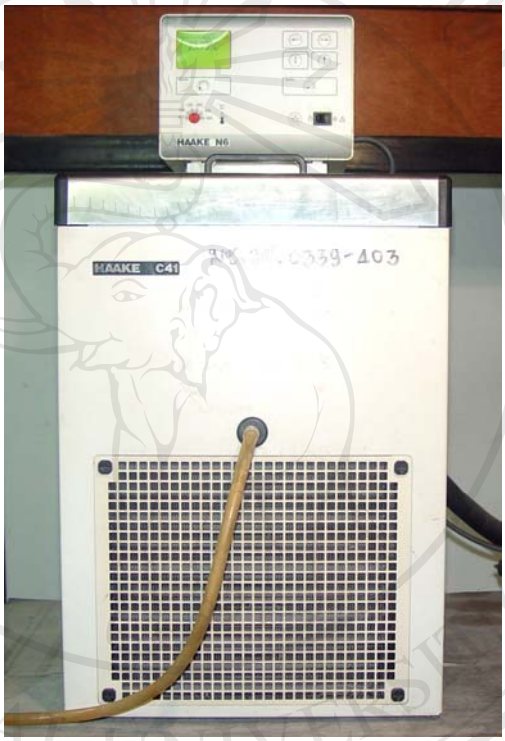


รูป 3.6 อุปกรณ์ประกอบและชุดทดสอบท่อความร้อน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

3.3 อุปกรณ์ประกอบและเครื่องมือวัด

3.4.1 อ่างทำความเย็นยี่ห้อ Bitzer ใช้ควบคุมอุณหภูมิน้ำหล่อเย็นสำหรับส่วนควบแน่นของท่อความร้อนสามารถปรับอุณหภูมิได้ตั้งแต่ –10 องศาเซลเซียส ถึง 30 องศาเซลเซียส ตั้งอุณหภูมิไว้ที่ 20 องศาเซลเซียส แสดงในรูป 3.7



รูป 3.7 อ่างทำความเย็น

3.4.2 เครื่องบันทึกข้อมูล (Data logger) ยี่ห้อ Comark รุ่น C8510 ขนาด 10 ช่องสัญญาณ มีช่วงการวัดอุณหภูมิ –100 องศาเซลเซียส ถึง 1300 องศาเซลเซียส มีความแม่นยำ ± 0.2 องศาเซลเซียส ดังแสดงในรูป 3.8

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

รูป 3.8 เครื่องบันทึกข้อมูล

3.4.3 เทอร์โมคับเปิล (Thermocouple) ยี่ห้อ OMEGA Type K ใช้ร่วมกับเครื่องบันทึกข้อมูลในข้อ 3.4.2 ใช้วัดอุณหภูมิน้ำหล่อเย็นเข้าและออกจากส่วนควบแน่น และแผ่นให้ความร้อนส่วนทำระเหย ดังแสดงในรูป 3.9

รูป 3.9 เทอร์โมคับเปิล

3.4.4 ชุดเติมสารทำงาน เป็นชุดอุปกรณ์ที่ใช้ในการเติมสารทำงาน เข้าสู่ท่อความร้อน ซึ่งประกอบด้วย ปั๊มสุญญากาศ , วาล์ว, เกจวัดความดัน และสายเติมสารทำงาน ดังแสดงในรูป 3.10

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

รูป 3.10 ชุดเติมสารทำงาน

3.4.5 เครื่องชั่งน้ำหนักแบบละเอียด ยี่ห้อ Digicon รุ่น GL มีช่วงของน้ำหนักที่จะชั่ง 0.005 ถึง 9.990 kg ใช้ในการชั่งมวลของน้ำหล่อเย็น ดังแสดงในรูป 3.11

รูป 3.11 เครื่องชั่งน้ำหนักแบบละเอียด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

3.4.6 กล้องวิดีทัศน์ยี่ห้อ Sony DV cam รุ่น DSR-PD 150 P เลนส์โฟกัส 12 เท่า แบบดิจิตอล ใช้บันทึกรูปแบบการไหลของส่วนทำระเหยและส่วนควบแน่นของ ท่อความร้อนแบบสั่น ดังแสดงในรูป 3.12

รูป 3.12 กล้องวิดีทัศน์

3.4.7 กล้องถ่ายภาพนิ่งดิจิตอล ยี่ห้อ Sony DSC-F 707 ความละเอียด CCD 5 ล้านพิกเซล เลนส์โฟกัส 10 เท่า แบบดิจิตอลใช้ในการถ่ายภาพรูปแบบการไหลของส่วนทำระเหยและส่วนควบแน่นของ ท่อความร้อนแบบสั่น ดังแสดงในรูป 3.13

รูป 3.13 กล้องถ่ายภาพนิ่งดิจิตอล

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

3.4.8 เครื่องเล่นและบันทึกวิดีทัศน์ยี่ห้อ Sony DV cam รุ่น DSR-11 ใช้ในการเล่นเทป และบันทึกภาพรูปแบบการไหลของท่อความร้อนแบบสั่น ดังแสดงในรูป 3.14

รูป 3.14 เครื่องเล่นและบันทึกวิดีทัศน์

3.4.9 เทปวิดีทัศน์ ขนาด 90 นาที ใช้ในการบันทึกรูปแบบการไหลที่เกิดขึ้นในท่อความร้อนแบบสั่น ดังแสดงไว้ในรูป 3.15

รูป 3.15 เทปวิดีทัศน์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

3.4.10 โทรทัศน์สียี่ห้อ JVC ขนาด 21 นิ้ว ใช้ในการศึกษารูปแบบการไหลของท่อความร้อนแบบสั่น ดังแสดงในรูป 3.16

รูป 3.16 โทรทัศน์สี

3.5 ขั้นตอนการทดลอง

3.5.1 บรรจุสารทำงานเข้าในท่อความร้อนโดยใช้ชุดเติมสารทำงาน

3.5.2 ทำการประกอบชุดทดสอบเข้ากับแท่นทดสอบตามรูปที่ 3.6

3.5.3 ติดตั้งสายเทอร์โมคับเปิล 4 จุดในตำแหน่งของแผ่นให้ความร้อนที่ส่วนทำระเหยเพื่อวัดการกระจายของอุณหภูมิ 2 จุดในตำแหน่งท่อทางเข้าและออกของกระเปาะระบายความร้อนในส่วนควบแน่นเพื่อหาค่าการถ่ายเทความร้อนของท่อความร้อนแบบสั่นปลายปิด และอีก 1 จุดติดตั้งทางด้านข้างของท่อแก้วในส่วนกันความร้อน

3.5.4 บรรจุน้ำสะอาดลงในอ่างทำความเย็นจนเต็มเพื่อใช้ในการระบายความร้อนของส่วนควบแน่น หลังจากนั้นเปิดสวิทช์เครื่องทำความเย็น และควบคุมอุณหภูมิอ่างทำความเย็นไว้ที่ 20 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นเปิดวาล์วควบคุมอัตราการไหลของน้ำ

3.5.5 เปิดสวิทช์ชุดให้ความร้อน โดยเริ่มให้ความร้อนตั้งแต่ 30 องศาเซลเซียสแล้วเพิ่มค่าอุณหภูมิขึ้นครั้งละ 10–20 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นรอให้ระบบเข้าสู่สภาวะคงตัว บันทึกอุณหภูมิทุกจุดและวัดอัตราการไหลเชิงมวลของน้ำหล่อเย็น

3.5.6 ทำการถ่ายภาพนิ่ง และภาพวิดีทัศน์ไว้ และสังเกตดูรูปแบบการไหล

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

3.5.7 เพิ่มอุณหภูมิของส่วนทำระเหยขึ้น และทำซ้ำขั้นตอนที่ 3.5 – 3.6 จนกว่าจะสังเกตเห็นปรากฏการณ์การแห้งขึ้น

3.5.8 ทำการทดสอบท่อความร้อนแบบสั่นจนครบตามขอบเขตที่วางไว้ในหัวข้อ 1.5 โดยในการทดสอบท่อความร้อนแต่ละท่อนั้น จะทำการทดสอบที่มุมเอียงการทำงานที่มุมเอียง 5 ค่า คือ 0,10,40,60,90 องศา วัดจากแนวระดับ

3.5.9 นำค่าอุณหภูมิแตกต่างของน้ำหล่อเย็นขาเข้า-ออกในส่วนควบแน่นที่ได้จากการอ่านจาก data logger และอัตราการไหลมาคำนวณหาแนวโน้มของการถ่ายเทความร้อนของท่อความร้อนแบบสั่นปลายปิดในแต่ละเงื่อนไขการทดสอบ

3.5.10 ทำการวิเคราะห์ภาพนิ่ง และภาพวิดีทัศน์ที่ถ่ายได้จากการทดลอง แล้วเปรียบเทียบผลของอุณหภูมิส่วนทำระเหยผลของจำนวนโค้งเลี้ยวผลของมุมเอียงและสารทำงานที่มีผลต่อรูปแบบการไหลภายในของท่อความร้อนแบบสั่นปลายปิดที่สภาวะการทำงานวิกฤต

3.6 ขั้นตอนการวิเคราะห์ผลการทดลอง

แบ่งออกได้ดังนี้

3.6.1 นำผลการทดลองที่ได้ ไปเปรียบเทียบกับทฤษฎีของการไหลที่เกิดขึ้นภายในท่อความร้อนแบบสั่น และงานวิจัยที่มีผู้ทำเอาไว้ก่อนหน้านี้ เพื่อที่จะสรุปผลถึงรูปแบบการไหลภายในของท่อความร้อนแบบสั่นปลายปิดที่สภาวะวิกฤต โดยผลที่ได้จากการวิเคราะห์ปรากฏการณ์การไหลภายในของท่อความร้อนแบบสั่นปลายปิดจะถือว่าเป็นผลของรูปแบบการไหลแบบต่างๆที่มีผลต่อสภาวะวิกฤตของท่อความร้อนแบบสั่นปลายปิด

3.6.2 สรุปถึงสาเหตุของการเกิดสภาวะวิกฤตของท่อความร้อนแบบสั่นปลายปิดที่เกิดจากผลของอุณหภูมิส่วนทำระเหยผลของจำนวนโค้งเลี้ยวผลของมุมเอียงและผลของสารทำงาน ที่มีต่อรูปแบบการไหลภายในท่อความร้อนแบบสั่นปลายปิดที่สภาวะวิกฤต

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved