บทที่ 6
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

จากรายละเอียดที่กล่าวไปทั้งหมด สามารถสรุปผลการศึกษาได้ว่า ท่อความร้อนแบบสั่นวงรอบที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางไม่คงที่สามารถส่งถ่ายความร้อนได้สูงกว่าท่อความร้อนแบบสั่นแบบทั่วไปเนื่องจากสามารถควบคุมให้สารทำงานภายในไหลเวียนทิศทางเดียว ปัจจัยต่างๆ มีผลต่อการส่งถ่ายความร้อนของท่อความร้อนแบบสั่นชนิดนี้ โดยสามารถสรุปผลของปัจจัยต่างๆ ได้ดังนี้

6.1 ผลของสัดส่วนเส้นผ่านศูนย์กลาง

สัดส่วนเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.49 (1.06 mm: 0.71 mm) จะให้ค่า ฟลักซ์ความร้อนที่สูงที่สุด รองลงมาคือ 1.92(2.03 mm: 1.06 mm) และ 2.86 (2.03 mm: 0.71 mm) ตามลำดับ รวมทั้งมีผลทำให้สารทำงานภายในเกิดการไหลเวียน แต่จะเกิดเฉพาะเมื่อใช้สารทำงานเป็น R123 ส่วนท่อความร้อนแบบสั่นที่ใช้สารทำงานเป็น เอธานอล และ น้ำ จะสังเกตเห็นเพียงการสั่นของสารทำงานภายในเท่านั้น

ท่อความร้อนที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางภายในท่อใหญ่สูงกว่าเส้นผ่านศูนย์กลางวิกฤติของสารทำงาน สามารถส่งถ่ายความร้อนได้ถ้ามีท่อเล็กที่มีขนาดไม่เกินเส้นผ่านศูนย์กลางสูงสุดอยู่ และยังทำให้ท่อความร้อนสามารถทำงานโดยมีพฤติกรรมเป็นท่อความร้อนแบบสั่นได้และมีค่าฟลักซ์ความร้อนสูงสุดคือ 10.2 kW/m^2

6.2 ผลของสารทำงาน

ท่อความร้อนแบบสั่นที่ใช้สารทำงานเป็น R123 ให้ค่าฟลักซ์ความร้อนที่สูงที่สุดนั่นคือที่ 14.18 kW/m^2 ตามมาด้วยสารทำงานเอธานอลและน้ำที่ให้ค่าฟลักซ์ความร้อน 7.10 และ 5.91 kW/m^2 ตามลำดับ

สารทำงานจะมีผลต่อการไหลเวียนของสารทำงานและการส่งถ่ายความร้อนของท่อความร้อนแบบสั่นวงรอบที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในไม่สม่ำเสมอ สารทำงานน้ำให้ค่าการส่งถ่ายความร้อนสูงสุด 21.79 kW/m^2 ที่สัดส่วนความยาว 0.33 รองลงคือ R123 ให้ค่าการส่งถ่ายความร้อนสูงสุดคือ 20.85 kW/m^2ที่สัดส่วนความยาว 0.2 และเอทานอล ให้ค่าการส่งถ่ายความร้อนสูงสุด 14.41 kW/m^2 ที่สัดส่วนความยาว 0.33

6.3 ผลของสัดส่วนการเติม

ท่อความร้อนแบบสั่นที่ใช้ที่สัดส่วนการเติมสารทำงาน 50 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาตรทั้งหมดให้ค่าฟลักซ์ความร้อนที่ต่ำที่สุดโดยจะเพิ่มขึ้นเมื่อสัดส่วนการเติมเป็น 30 และ 70 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยผลที่ได้จะมีความแตกต่างจากท่อความร้อนแบบสั่นวงรอบทั่วไป เนื่องมาจากลักษณะทางกายภาพที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางภายในไม่สม่ำเสมอ

6.4 ผลของสัดส่วนเส้นความยาว

สารทำงานภายในท่อความร้อนแบบสั่นวงรอบที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางภายในไม่สม่ำเสมอทุกสัดส่วนความยาวจะมีการไหลเวียนในทิศทางเดียว และเมื่อสัดส่วนความยาวมีค่าลดลงค่าการส่งถ่ายความร้อนจะเพิ่มขึ้นเนื่องจากความดันสูญเสียลดลง

6.5 ผลของมุมเอียงการทำงาน

ท่อความร้อนแบบสั่นวงรอบที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในไม่สม่ำเสมอทำงานที่มุมเอียง 90° จะให้ค่าการส่งถ่ายความร้อนสูงกว่าทำงานที่มุมเอียง 0° เนื่องจากแรงโน้มถ่วงมีส่วนช่วยในการไหลเวียนของสารทำงาน

6.6 แบบจำลองทางคณิตศาตร์

แบบจำลองการทำงานของท่อความร้อนแบบสั่นที่สภาวะการทำงานปกติที่สร้างขึ้นสามารถแสดงองค์ประกอบของพลศาสตร์การเคลื่อนที่ได้ถูกต้องระดับหนึ่ง แบบจำลองที่ได้สามารถใช้คำนวณแนวโน้มการส่งถ่ายความร้อนของท่อความร้อนแบบสั่นที่โครงสร้างต่างๆ โดยมีความแม่นยำเชิงคุณภาพระดับหนึ่ง

6.7 ข้อเสนอแนะ

ท่อความร้อนแบบสั่นวงรอบที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางภายในไม่สม่ำเสมอเป็นท่อความร้อนที่ลักษณะทางโครงสร้างที่ช่วยทำให้การไหลของสารทำงานไปในทิศทางเดียว ซึ่งจะช่วยให้การส่งถ่ายความร้อนนั้นสามารถทำได้ดีขึ้นและยังสามารถนำไปประยุกต์ได้อย่างมากมาย เช่น การระบายความร้อนในอุปกรณ์อิเล็คโทรนิค และการใช้เป็นเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน แต่การศึกษาเกี่ยวกับท่อความร้อนชนิดนี้นั้นยังมีข้อมูลไม่มากนัก ทำให้อาจเกิดข้อจำกัดในการนำไปประยุกต์ใช้งาน ดังนั้น การศึกษาเกี่ยวกับท่อความร้อนแบบสั่นวงรอบที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางภายในไม่สม่ำเสมอควรที่จะมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับ

1 ในการทดสอบค่าการส่งถ่ายความร้อนที่ได้นั้นสำคัญมากดังนั้นผู้ค้นคว้าต้องทำการศึกษาวิธีการทดสอบอย่างละเอียดเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องและน่าเชื่อถือ

อีกทั้งสำหรับการสร้างชุดทดลองที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางภายในไม่สม่ำเสมอทำได้ยาก ดังนั้นจึงต้องมีความระมัดระวังในการสร้างเป็นอย่างมาก

2 ควรมีการศึกษาถึงผลของความยาวส่วนทำระเหยทั้งในสภาวะปรกติและสภาวะวิกฤติ โดยเฉพาะอย่างยิ่งผลของสัดส่วนเส้นผ่านศูนย์กลางที่อยู่ในช่วง 1 ถึง 1.49 ซึ่งอาจจะพบจุดที่ได้ค่าฟลักซ์ความร้อนสูงสุดในระหว่างช่วงนี้

3 ควรมีการศึกษาเชิงทัศน์เพื่อศึกษาถึงรูปแบบการไหลภายในท่อความร้อนแบบสั่นวงรอบที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางภายในไม่สม่ำเสมอและใช้เป็นเงื่อนไขในการสร้างแบบจำลองต่อไป

4 ควรมีการขยายการศึกษา เพื่อพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการคำนวณแนวโน้มการทำงานท่อความร้อนแบบสั่นให้ใกล้เคียงความเป็นจริงยิ่งขึ้น เช่น เพิ่มการพิจารณาจาก 1 มิติเป็น 2 มิติ

5 การศึกษาเกี่ยวกับขีดจำกัดการทำงานข้อท่อความร้อนชนิดนี้ซึ่งจะเป็นข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญสำหรับการนำไปประยุกต์ใช้

6 ควรมีการศึกษาการประยุกต์ใช้งานท่อความร้อนแบบสั่นเพื่อใช้ประโยชน์จากคุณสมบัติของท่อความร้อนแบบสั่นให้มากที่สุด