

บทที่ 5

สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะแนวทางการทำวิจัยต่อเนื่อง

การดำเนินการวิจัยนี้เป็นการเพิ่มความสามารถในการถ่ายเทความร้อนของท่อความร้อนแบบเทอร์โมโซโฟนโดยใช้คลื่นอัลตราโซนิก ซึ่งได้แบ่งออกเป็นการวิเคราะห์ผลของคลื่นอัลตราโซนิกที่มีต่อการถ่ายเทความร้อนของท่อความร้อนแบบเทอร์โมโซโฟน การวิเคราะห์ผลของอัตราส่วนการเติมสารทำงานภายในท่อความร้อนแบบเทอร์โมโซโฟน การวิเคราะห์ผลของมุมที่ทำต่อแนวระนาบของท่อความร้อนแบบเทอร์โมโซโฟน และการพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของค่าความต้านทานความร้อนกรณีมีอัลตราโซนิก ประกอบ สามารถสรุปได้ดังนี้

5.1 คุณลักษณะการถ่ายเทความร้อนของท่อเทอร์โมโซโฟน

การวิเคราะห์คุณลักษณะการถ่ายเทความร้อนของท่อเทอร์โมโซโฟน กรณีที่ไม่มีและมีระบบคลื่นอัลตราโซนิกประกอบ ได้ผลสรุปดังต่อไปนี้

5.1.1 กรณีไม่มีระบบคลื่นอัลตราโซนิกประกอบ

- อัตราการถ่ายเทความร้อนและสัมประสิทธิ์การพาความร้อนในส่วนทำระเหยเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มอุณหภูมิของแหล่งความร้อน
- หากอุณหภูมิสารทำงานภายในท่อต่ำกว่าอุณหภูมิของจุดเดือดของสารทำงาน กระบวนการถ่ายเทความร้อนจะเกิดเฉพาะการพาความร้อนเท่านั้น และให้ค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนที่ต่ำ

5.1.2 กรณีมีระบบคลื่นอัลตราโซนิกประกอบ

- ความถี่คลื่นอัลตราโซนิกที่เพิ่มขึ้นจะทำให้อัตราการถ่ายเทความร้อนเพิ่มขึ้นประมาณ 20%-400%
- ความถี่คลื่น 8 kHz เป็นความถี่ที่เหมาะสมที่สุดในการนำไปใช้งาน เนื่องจากมีค่าอัตราส่วนพลังงานสูงสุด $\left(\frac{kWh_{th}}{kWh_{elec}} \right)$
- ที่อุณหภูมิแหล่งความร้อนสูงกว่าหรือเท่ากับอุณหภูมิจุดเดือดของสารทำงาน สำหรับทุกสารทำงาน (เมทานอล อะซิโตน และน้ำ) การใช้ระบบอัลตราโซนิกเสริมไม่มีผลต่ออัตราการถ่ายเทความร้อน

5.2 แบบจำลองค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนของการเดือดในท่อเทอร์โมไซฟอน

จากผลการทดลองทั้งหมด 256 ชุดการทดลอง สามารถนำมาสร้างสมการค่าความต้านทานความร้อนภายในท่อความร้อนในกรณีที่มีคลื่นอุลตราโซนิก ที่เป็นฟังก์ชันของอัตราส่วนความถี่คลื่นอุลตราโซนิกที่ป้อนต่อความถี่สูงสุด กับค่าความต้านทานความร้อนภายในท่อความร้อนดังต่อไปนี้

เมธานอล

$$Z_{3,ul} = 0.26999 \left(\frac{f}{f_{\max}} \right)^{-0.11323} (Z_{3,noul})^{0.71271}$$

อะซิโตน

$$Z_{3,ul} = 0.69934 \left(\frac{f}{f_{\max}} \right)^{-0.36552} (Z_{3,noul})^{0.81684}$$

น้ำ

$$Z_{3,noul,model} = 90.0069 \cdot (F)^{3.2199} \cdot (\beta)^{-9.9786} \cdot (Z_{3,noul,ESDU})^Y$$

$$\text{เมื่อ } Y = 3.9412 + 1.565F - 5.4024F^2 + 0.09707F\beta + 1.756\beta^2$$

5.3 คุณลักษณะการถ่ายเทความร้อนของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบท่อความร้อนเทอร์โมไซฟอน

แบบจำลองคณิตศาสตร์ที่ได้จากผลการทดลองนำมาใช้ในการทำนายอัตราการถ่ายเทความร้อนของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบกลุ่มท่อเทอร์โมไซฟอน พบว่า

5.3.1 ผลของอุณหภูมิ

- อุณหภูมิขาเข้ากระแสน้ำที่เพิ่มขึ้นจะทำให้เกิดอัตราการถ่ายเทความร้อนเพิ่มขึ้น

5.3.2 ผลของความถี่คลื่นอุลตราโซนิก

- ความถี่ที่เพิ่มขึ้นจะทำให้อัตราการถ่ายเทความร้อนเพิ่มขึ้นประมาณ 20%–400%

5.4 แนวทางการทำวิจัยต่อเนื่อง

5.4.1 เพื่อขยายผลสำหรับการประยุกต์ใช้งานควรทำการทดสอบกรณีที่มียระบบคลื่นอุลตราโซนิก

ประกอบ อาทิ

- ทดสอบในช่วงอุณหภูมิแหล่งความร้อนต่ำ โดยเลือกใช้สารทำงานอื่นที่มีจุดเดือดต่ำ สำหรับระบบ coolness recovery
- ทดสอบผลการเติมสารทำงานในท่อสองชนิดในท่อเทอร์โมไซฟอน เพื่อลดผลขัดจำกัดการแห้ง
- ทดสอบการควบคุมอัตราจ่ายคลื่นอุลตราโซนิก

5.4.2 ท่อเทอร์โมไซฟอน

- ทดสอบเพิ่มลดความยาวท่อส่วนทำระเหยและส่วนควบแน่นเพื่อให้มีความเหมาะสมกับคลื่นอุลตราโซนิก
- ทดสอบกับวัสดุที่ใช้ทำท่อเทอร์โมไซฟอนชนิดอื่น เพื่อทดสอบความสามารถการส่งผ่านคลื่น