

หัวข้อวิทยานิพนธ์	สมรรถนะของชุดแลกเปลี่ยนความร้อนฮีตไปป์ภายใต้สนามไฟฟ้า
หน่วยกิตของวิทยานิพนธ์	36 หน่วยกิต
โดย	นายสันติ หวังนิพนานโด
อาจารย์ที่ปรึกษา	ศ.ดร.ทองเกียรติ เกียรติศิริโรจน์ ดร.จิรวรรณ เดียร์สุวรรณ
ระดับการศึกษา	วิศวกรรมศาสตรดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชา	เทคโนโลยีพลังงาน
ปีการศึกษา	2544

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการวิจัยนี้จะศึกษาการเพิ่มความสามารถในการถ่ายเทความร้อนชุดแลกเปลี่ยนความร้อนฮีตไปป์แบบอากาศสู่อากาศด้วยสนามไฟฟ้า โดยสร้างกลุ่มท่อฮีตไปป์แบบเทอร์โมไซฟอนซึ่งทำด้วยท่อทองแดงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.2 ซม. ยาว 80 ซม. จำนวน 42 แห่ง บรรจุน้ำกลั่น หรือ R-134a เป็นสารทำงาน แล้วป้อนแรงดันไฟฟ้าสูงให้กับหลอดทองแดงขนาด 1 มม.ซึ่งทำหน้าที่เป็นขั้วบวก (Positive wire electrodes) โดยวางในลักษณะสมมาตรกับกลุ่มท่อด้านควบแน่น (Condenser) เพื่อศึกษาผลของตัวแปร ชนิดสารทำงาน ช่วงอุณหภูมิการทำงานที่ป้อนเข้าอีแวพอเรเตอร์ (Evaporator) และรูปแบบการไหลของอากาศ (สวนทางและตามทาง) โดยการปรับเปลี่ยนขนาดแรงเคลื่อนไฟฟ้าช่วง 0–17.5 kV และช่วงค่าเรย์โนลด์ส (Reynolds number) 58–230 ในการศึกษาส่วนแรกจะหาสมรรถนะชุดแลกเปลี่ยนความร้อนฮีตไปป์แบบเทอร์โมไซฟอนเมื่อใช้น้ำเป็นสารทำงาน ในกรณีมีสนามไฟฟ้าจะทำให้สมรรถนะของระบบและค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนเพิ่มขึ้น 15% (ที่ $Re=58$ และแรงดันไฟฟ้าที่ป้อน 17.5 kV) ค่ากำลังไฟฟ้า (P) ที่ใช้สร้างสนามไฟฟ้าสูงสุดมีค่าประมาณ 25% ของอัตราการถ่ายเทความร้อนที่ได้รับเพิ่มขึ้น (ΔQ) ความสามารถในการถ่ายเทความร้อนที่เพิ่มขึ้นจะแปรผันโดยตรงกับอิทธิพลของสนามไฟฟ้าที่ทำให้เกิดภาวะโคโรนา (Corona wind) และแปรผกผันกับค่าเรย์โนลด์สจำนวนเบอร์ นอกจากนี้ได้เสนอสมการสหสัมพันธ์ของนัสเซลท์จำนวนเบอร์สำหรับกลุ่มท่อภายใต้สนามไฟฟ้าเอาไว้ซึ่งมีค่าผิดพลาดไม่เกิน $\pm 5\%$

การศึกษาในส่วนที่สองจะทดสอบชุดแลกเปลี่ยนความร้อนฮีตไปป์แบบเทอร์โมไซฟอนเมื่อใช้ฟร็อน (R-134a) เป็นสารทำงาน ได้เสนอสมการสหสัมพันธ์ของนัสเซลท์จำนวนเบอร์สำหรับกลุ่มท่อภายใต้สนามไฟฟ้าเอาไว้ซึ่งมีค่าผิดพลาดไม่เกิน $\pm 5\%$ นอกจากนี้ได้พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อจำลองสถานการณ์ต่าง ๆ เช่น ช่วงอุณหภูมิการทำงานของระบบ ชนิดสารทำงาน

ขนาดมิติของเครื่อง รูปแบบการไหล และขนาดแรงเคลื่อนไฟฟ้า เมื่อสมมุติให้อัตราการถ่ายเทความร้อนในแต่ละแถวของชุดแลกเปลี่ยนความร้อนมีค่าไม่เท่ากัน (Non-uniform heat transfer method) จะพบว่า ในกรณีลักษณะการไหลอากาศเป็นแบบสวนทางและตามทางจะให้ค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนในแต่ละแถวสอดคล้องกับการวิจัยที่ผ่านมา จากการเปรียบเทียบค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนที่คำนวณจากโปรแกรมแบบจำลองทางคณิตศาสตร์และจากผลการทดลองพบว่าให้ค่าผิดพลาดไม่เกิน $\pm 10\%$

Abstract

The objective of this research is to enhance the performance of air to air thermosyphon heat pipe-heat exchanger by electric field. The heat pipe tube bank is a set of 42 copper tubes each has 12mm diameter, 800 mm in length and uses water or R-134a as working fluid. High voltage is supplied by taking a set of copper wires installed in the tube bank as the positive electrode. The operating inlet hot air temperature ($70-150^{\circ}\text{C}$), the air Reynolds number (58-230), the flow pattern (counter and parallel) and the high voltage supply (0-17.5 kV) are considered

The first part is thermal performance study of heat pipe heat exchanger using water as working fluid. With the introduction of EHD, the experimental results showed that the enhancing of the heat transfer coefficient is approximately 15 % at the Reynolds number 58 and the supplied voltage 17.5 kV. The power consumption relative to the heat transfer rate improvement is less than 25%. In addition to, the modified Nusselt number under electric field equation is presented and has $\pm 5\%$ deviation from the experimental result.

In the second part, the thermosyphon heat exchanger when using R-134a as working fluid is operated with and without EHD (electrohydrodynamic). The present correlations of Nusselt number with and without the EHD are shown with $\pm 5\%$ from the experiment. Furthermore, a simulation program for calculating the performance of air to air thermosyphon heat exchanger with and without electric field is developed. From the simulation program value, it is found that the heat transfer rate in the counter flow and the parallel flow is concern with previous research. In addition to, the program simulation value and the experimental test value of the heat transfer rate were also compared, and found that the simulation can predicts the experimental results good agreement within $\pm 10\%$ deviation.

Keywords: Heat exchanger / Heat transfer enhancement / Electrohydrodynamic / Heat pipe