

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสมรรถนะทางความร้อนและหาลักษณะการจัดเรียงแหล่งให้ความร้อนที่เหมาะสมของท่อความร้อนแบบสั่นวงรอบที่มีหลายแหล่งให้ความร้อน ตลอดจนเพื่อสร้างองค์ความรู้พื้นฐานสำหรับการนำไปประยุกต์ใช้งานจริง โดยมุ่งเน้นศึกษาผ่านการทดลองเชิงปริมาณ ท่อความร้อนแบบสั่นวงรอบที่มีหลายแหล่งให้ความร้อนที่ใช้ทำจากท่อคาปิลลารีทองแดง นำมาขดไปมาและเชื่อมปลายท่อทั้งสองข้างเข้าด้วยกันเพื่อให้เกิดเป็นท่อวงรอบปิด จำนวน 32 โค้งเลี้ยว เลือกใช้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในท่อ 3 ค่า ได้แก่ 1.06 1.50 และ 2.03 mm และสารทำงาน 3 ชนิด ได้แก่ R123 เอทานอล และน้ำ โดยมีอัตราส่วนการเติม 50% ของปริมาตรทั้งหมด ศึกษาท่อความร้อนทั้งแบบที่วางตัวในแนวตั้งและแนวนอน ส่วนทำระเหยประกอบด้วยแหล่งให้ความร้อน 3 แหล่ง แต่ละแหล่งให้ความร้อนโดยใช้ฮีตเตอร์ไฟฟ้าแบบแผ่น ซึ่งสามารถเลือกความหนาแน่นความร้อนป้อนให้ได้ 3 ค่า ได้แก่ 1 3 และ 5 kW/m² ทำการทดลองโดยการสลับการจัดเรียงแหล่งให้ความร้อนทั้งหมด 6 รูปแบบ ที่เป็นไปได้ โดยที่ความหนาแน่นความร้อนป้อนให้ของแต่ละแหล่งให้ความร้อนในรูปแบบการจัดเรียงแบบเดียวกันต้องไม่เท่ากัน ในแต่ละรูปแบบควบคุมอุณหภูมิส่วนกันความร้อนเท่ากับ 50 ± 3 °C เมื่อระบบอยู่ในสภาวะคงตัว บันทึกการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของทุกจุดและอัตราการไหลเชิงมวลของของเหลวหล่อเย็นเพื่อนำไปคำนวณหาความต้านทานความร้อนต่อหน่วยพื้นที่ จากการศึกษาสรุปได้ดังนี้ กรณีท่อความร้อนวางตัวในแนวตั้ง ท่อความร้อนมีสมรรถนะทางความร้อนสูงสุดเมื่อจัดเรียงแหล่งให้ความร้อนตามลำดับความหนาแน่นความร้อนจากน้อยไปหามาก โดยเริ่มต้นจากปากทางเข้าส่วนทำระเหย เนื่องจากการจัดเรียงที่ส่งเสริมให้สารทำงานไหลเวียนแบบทิศทางเดียวโดยสมบูรณ์ อย่างไรก็ตามหากแหล่งให้ความร้อนที่มีความหนาแน่นความร้อนมากที่สุดมีแนวโน้มที่จะวางตัวอยู่ใกล้ส่วนควบแน่นมากขึ้น จะทำให้โอกาสเกิดสภาวะวิกฤตลดลง กรณีท่อความร้อนวางตัวในแนวนอน ท่อความร้อนมีสมรรถนะทางความร้อนสูงสุดเมื่อจัดเรียงแหล่งให้ความร้อนตามลำดับความหนาแน่นความร้อนจากมากไปหาน้อย โดยเริ่มต้นจากปากทางเข้าส่วนทำระเหย เนื่องจากการจัดเรียงที่ส่งเสริมให้สารทำงานไหลเวียนแบบสั่นกลับไปมาโดยไม่เกิดการหยุดไหลชั่วขณะ

คำสำคัญ: ท่อความร้อนแบบสั่นวงรอบ หลายแหล่งให้ความร้อน การจัดเรียงแหล่งให้ความร้อน
สมรรถนะทางความร้อน ความต้านทานความร้อน

Abstract

The objectives of this research are to experimentally investigate the thermal performance and the suitable heat source arrangement of a closed-loop pulsating heat pipe with multiple heat sources (CLPHP w/MHS), and to establish the fundamental knowledge for actual applications. A CLPHP w/MHS was made of a long copper capillary tube, bent into an undulating tube with 32 meandering turns, and connected both ends to form a closed-loop tube. Three internal diameters were chosen as of 1.06, 1.50, and 2.03 mm. R123, ethanol, and water was used as working fluid with filling ratio of 50% by total volume. The CLPHP was oriented to be on vertical and horizontal plane. The evaporator section consisted of 3 heat sources. Each heat source supplied heat input by electrical plate heaters which could be chosen from 1, 3, and 5 kW/m². Experiments were conducted by varying the heat source patterns in 6 possible sets of arrangement where the heat fluxes of each heat source in the same set are always different. In each arrangement, the adiabatic section temperature was controlled at 50±3 °C. After system was in steady state, temperatures at all points and mass flow rate of cooling medium in a condenser section were simultaneously measured in order to calculate a thermal resistance per unit area of the heat pipe. It was found from the study that, in a case of the vertical CLPHP, the highest thermal performance is achieved when heat sources are placed in consecutive order from the lowest to the highest heat flux, beginning from the inlet of the evaporator section. Since this heat source arrangement promotes the working fluid to circulate in absolutely one-direction flow. However when heat source with the highest input heat flux is located closer to the condenser section, the possibility of the critical state to occur decreases. Moreover, in a case of the horizontal CLPHP, the highest thermal performance is achieved when heat sources are placed in consecutive order from the highest to the lowest heat flux, beginning from the inlet of the evaporator section. Because this heat source arrangement promotes the working fluid to circulate in pulsating motion with no intermission-stop.

Keywords: *closed-loop pulsating heat pipe, multiple heat sources, heat source arrangement, thermal performance, thermal resistance*