บทคัดย่อ

เทอร์โมไซฟอนคืออุปกรณ์ถ่ายเทความร้อนชนิดหนึ่งที่มีประสิทธิภาพสูง เพื่อที่จะศึกษาหลักการทำงานของอุปกรณ์นี้ จึงได้ทำการศึกษาเชิงทัศน์ถึงรูปแบบการไหลของสารทำงานภายในเทอร์โมไซฟอนโดยเฉพาะที่ตำแหน่งการทำงานแนวดิ่ง ชุดทดลองประกอบด้วย เทอร์โมไซฟอนที่ทำจากท่อแก้ว Pyrex มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในคือ 32 มิลลิเมตร และผนังหนา 2 มิลลิเมตร ตู้กระจกหุ้มส่วนควบแน่นและส่วนทำระเหย เครื่องทำน้ำร้อน เครื่องทำน้ำเย็น เครื่องบันทึกค่าอุณหภูมิ อุปกรณ์วัดอัตราการไหล และ กล้องดิจิตอลสำหรับบันทึกภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหว เทอร์โมไซฟอนประกอบด้วย ส่วนทำระเหย ส่วนไม่มีการถ่ายเทความร้อน และส่วนควบแน่น โดยที่ความยาวส่วนควบแน่นและส่วนไม่มีการถ่ายเทความร้อนจะคงที่เท่ากับ 40 และ 10 เซนติเมตร ตามลำดับ สารทำงานที่ใช้ในเทอร์โมไซฟอนคือ น้ำกลั่น ที่อัตราการเติมประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ของปริมาตรส่วนทำระเหย มีการให้ความร้อนแก่ส่วนทำระเหยด้วยน้ำร้อนที่ไหลเวียนจากเครื่องทำน้ำร้อน และระบายความร้อนจากส่วนควบแน่นโดยใช้น้ำเย็นที่ไหลเวียนจากเครื่องทำน้ำเย็น ทำการทดลองโดยเปลี่ยนค่าตัวแปรต่างๆ คือ อุณหภูมิส่วนทำระเหยที่ 30 40 50 60 และ 70°C และความยาวส่วนทำระเหยที่ 32 และ 64 เซนติเมตร จากการทดลองพบว่า สามารถอธิบายการทำงานของเทอร์โมไซฟอนด้วยปรากฏการณ์การเดือดและการไหลของสารทำงานภายในท่อขณะเกิดการส่งถ่ายความร้อน และพบว่า อุณหภูมิและความยาวของส่วนทำระเหยมีผลต่อรูปแบบการไหลและการถ่ายเทความร้อนของเทอร์โมไซฟอน สำหรับเทอร์โมไซฟ่อนที่มีความยาวส่วนทำระเหยเท่ากับ 64 เซนติเมตร เมื่ออุณหภูมิส่วนทำระเหยเพิ่มขึ้นจาก 30 ไปเป็น 70°C การเดือดจะรุนแรงมากขึ้น และรูปแบบการไหลจะเปลี่ยนจาก Bubble flow ไปเป็น Slug flow, Churn flow และ Annular flow ตามอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น และอัตราการถ่ายเทความร้อนจะเพิ่มขึ้นจาก 92 ไปเป็น 809 วัตต์ กรณีส่วนทำระเหยมีความยาวเพิ่มขึ้นจาก 32 ไปเป็น 64 เซนติเมตร นั้นพบว่า เกิดการเดือดแบบไหลสองสถานะในรูปแบบต่างๆ อย่างรวดเร็วและสังเกตเห็นรูปแบบการไหลแบบ Annular flow ได้อย่างชัดเจนภายในส่วนทำระเหย สำหรับอุณหภูมิของส่วนทำระเหยเท่ากับ 70°C อัตราการถ่ายเทความร้อนของเทอร์โมไซฟอนจะเพิ่มขึ้นจาก 555 ไปเป็น 809 วัตต์

Abstract

A thermosyphon was one type of heat transfer devices with high performance. In order to investigate the operation principle of this device, the flow patterns of working fluid within a thermosyphon were visual studied especially at the vertical operating orientation. The experimental setup consisted of the pyrex glass tube thermosyphon with 32 mm inner diameter and 2 mm wall thickness, the glass jackets of evaporator and condenser sections, a heating bath, a cooling bath, a temperature recorder, a flow meter and the digital video and still cameras. The tested thermosyphon consisted of the evaporator, adiabatic and condenser sections. The condenser and adiabatic lengths were set to be constant at 40 and 10 cm respectively. The working fluid within a thermosyphon was the distilled water and its filling ratio was about 50% of the evaporator volume. The evaporator section was heated by hot water circulated from a heating bath. Heat was removed from the condenser section by cold water circulated from a cooling bath. The experiment was conducted by varying the experimental parameters which were the evaporator temperatures of 30, 40, 50, 60 and 70°C and the evaporator lengths of 32 and 64 cm. It was found from the experiment that the thermosyphon operation was able to be explained by the boiling and flow phenomena of working fluid within a tube as the heat transport occurred. The temperature and length of evaporator section affected the internal flow patterns and the heat transfer of a thermosyphon. For the thermosyphon with 64 cm evaporator length, when the evaporator temperature was increased from 30 to 70°C, the boiling was more violent and the flow pattern changed from the bubble flow to the slug flow, the churn flow and the annular flow following the increased temperature. The heat transfer rate of thermosyphon also increased from 92 to 809 W. In case of the influence of evaporator length, with increasing the evaporator length from 32 to 64 cm, the various flow patterns of two-phase flow boiling rapidly occurred and the annular flow was clearly observed and well inside the evaporator part. The heat transfer rate of thermosyphon also enhanced from 555 to 809 W at 70°C evaporator temperature.