Thesis Title Cool Water Production by Thermal Convective and Radiative Nocturnal Cooling

Author Mr. Nammont Chotivisarut

Degree Doctor of Philosophy (Mechanical Engineering)

Thesis Advisory Committee Prof. Dr. Tanongkiat Kiatsiriroat Chairperson

Asst. Prof. Dr. Nakorn Tippayawong Member

Asst. Prof. Dr. Chatchawan Chaichana Member

ABSTRACT

In this study, a concept of using thermosyphon heat pipe to extract heat from water in a storage tank to generate cooling water was proposed. Heat pipe condenser was attached to aluminum plate and acted as a thermal radiator while its evaporator was dipped in the water storage tank. Cooling water in the tank could be produced during the nighttime and used to serve the cooling load in a room during the daytime. A heat transfer model to calculate the water and room temperatures during both the nighttime and daytime was developed. Input data were ambient temperature, dew point temperature, area of the radiator, volume of cooling water and room cooling load. Experiment was setup to verify the heat transfer model. A 9.0 m^2 tested room with six cooling coils, each of 0.87 m^2 installed at the ceiling, was constructed, along with the 1.0 m^3 well-insulated water storage tank. A 500-2000 W adjustable electric

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

heater was taken as an artificial load inside the room. A 6.36 m^2 radiator was installed on a 45° tilting roof of the tested room. The simulated results agreed very well with those of the experimental data within 16.7°C arithmetic mean average, 2.6°C standard deviation for the stored water temperature and 23.5°C arithmetic mean average, 6.3°C standard deviation for the room temperature. With the developed model, a seasonal simulation to find the sizing of the radiator area and the volume of storage tank for cooling water production during winter of Chiang Mai, Thailand was carried out. The cooling water was used for cooling during summer in an air-conditioned room with different cooling loads. The parameters in term of radiator area and volume of cooling water and a group of dimensionless term of cooling load, *UA* of cooling coil, room temperature and stored water temperature were carried out to give percent of cooling load reduction.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์ การผลิตน้ำเย็นโดยกระบวนการทำเย็นภาคกลางคืนแบบการพาและการแผ่รังสีความร้อน

ผู้เขียน นายน้ำมนต์ โชติวิศรุต

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรดุษฎีบัณฑิต (วิศวกรรมเครื่องกล)

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ศ. ดร. ทนงเกียรติ เกียรติศิริโรจน์ ประธานกรรมการ
ผศ. ดร. นคร ทิพยาวงศ์ กรรมการ
ผศ. ดร. ชัชวาลย์ ชัยชนะ กรรมการ

บทคัดย่อ

ในงานวิจัยนี้ได้ใช้ท่อความร้อนแบบเทอร์โมไซฟอนเป็นอุปกรณ์ในการดึงความร้อนจากน้ำที่กักเก็บไว้ในถังเก็บน้ำ เพื่อให้น้ำนั้นมีอุณหภูมิลดลง โดยส่วนคอนเดนเซอร์ของท่อความร้อนได้ถูกยึดติดกับแผงแผ่รังสีความร้อนซึ่งผลิตจากอลูมิเนียม ในขณะที่ส่วนอีวาปอเรเตอร์ของท่อความร้อนนั้นจมอยู่ในน้ำที่กักเก็บไว้ในถังเก็บน้ำ การผลิตน้ำเย็นจะทำในช่วงเวลากลางคืนโดยน้ำเย็นที่ได้จะถูกนำมาใช้ในการช่วยระบายความร้อนออกจากอาคารในเวลากลางวันซึ่งมีค่าภาระความร้อนสูง ทั้งนี้ได้มีการพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อใช้ทำนายอุณหภูมิของน้ำที่กักเก็บไว้ในถังเก็บน้ำและอุณหภูมิของอากาศภายในอาคาร โดยตัวแปรอิสระของแบบจำลองคืออุณหภูมิบรรยากาศแวดล้อม อุณหภูมิจุดน้ำค้าง พื้นที่ของแผงแผ่รังสี ปริมาตรของน้ำที่กักเก็บไว้ในถังเก็บน้ำและค่าภาระความร้อนของอาคาร ได้มีการทดลองเพื่อพิสูจน์ความแม่นยำของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นด้วยห้องทดสอบขนาด 9.0 ตารางเมตร ซึ่งติดตั้งชุดแลกเปลี่ยนความร้อนขนาดพื้นที่ 0.87 ตารางเมตร จำนวน 6 ชุด ถังเก็บน้ำหุ้มฉนวนขนาด 1.0 ลูกบาศก์เมตร โดยในห้องทดสอบได้มีการติดตั้งขดลวดความร้อนพร้อมชุดควบคุมอัตราการจ่ายความร้อนแบบปรับค่าได้เพื่อควบคุมอัตราการจ่ายความร้อนให้มีค่าอยู่ระหว่าง 500 วัตต์ถึง 2000 วัตต์ แผงแผ่รังสีขนาด 6.36 ตารางเมตรได้ถูกติดตั้งไว้กับหลังคาของห้องทดสอบโดยมีมุมเอียง 45 องศากับแนวระดับ ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นมาสามารถทำนายอุณหภูมิของน้ำที่กักเก็บไว้ในถังเก็บน้ำและอุณหภูมิของอากาศภายในอาคารได้ดี โดยสำหรับอุณหภูมิน้ำที่กักเก็บไว้ในถังเก็บน้ำที่ค่าเฉลี่ย 16.7°C จะมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.6°C และสำหรับอุณหภูมิของอากาศภายในอาคารที่ค่าเฉลี่ย 23.5°C จะมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 6.3°C ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แบบจำลองที่สร้างขึ้นนั้นได้ถูกนำไปใช้งานในรูปแบบของการผลิตและกักเก็บน้ำเย็นแบบข้ามฤดูกาล เพื่อทำนายค่าขนาดของแผงแผ่รังสีและปริมาตรน้ำในถังเก็บที่เหมาะสมต่อภาระโหลดความร้อนต่างๆในช่วงฤดูร้อน ภายใต้ฐานข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาของจังหวัดเชียงใหม่ โดยได้มีการพัฒนาสมการเพื่อหาค่าสัดส่วนความร้อนที่สามารถลดได้จากเทคนิคการดึงความร้อนชนิดนี้โดยมีตัวแปรอิสระคือขนาดแผงแผ่รังสีและขนาดปริมาตรน้ำในถังเก็บและนอกจากนี้ยังมีตัวแปรอิสระในกลุ่มของตัวแปรไร้มิติซึ่งประกอบด้วยค่าภาระความร้อนของอาคาร, ค่าการถ่ายเทความร้อนของชุดแลกเปลี่ยนความร้อนภายในห้อง, อุณหภูมิภายในอาคารและอุณหภูมิน้ำในถังเก็บน้ำ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved