ชื่อเรื่อง การศึกษาการทำความเย็นแบบระเหยโดยตรงร่วมกับการลดความชื้นด้วยฮีทไปป์สำหรับใช้ในบ้านพักอาศัย

ชื่อผู้เขียน นายสุรินทร์ คันใจ

ชื่อปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมพลังงานทดแทน

อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก อาจารย์ ดร.สุลักษณา มงคล

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาการทำความเย็นแบบระเหยโดยตรงร่วมกับเทคนิคการลดความชื้นด้วยฮีทไปป์สำหรับใช้ในบ้านพักอาศัย โดยจำลองห้องทดสอบภายในมีขนาดความกว้าง 3 m ความยาว 3 m ความสูง 2.5 m ที่ตั้งอยู่ในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ ระบบทำความเย็นแบบระเหยที่ทำการทดสอบเป็นชนิด Fan-Pad โดยแผ่นระเหยน้ำมีพื้นที่หน้าตัด 0.122 m^2 ใช้พัดลมชนิดหมุนตามแกนขนาด 65 W และปั๊มน้ำขนาด 35 W ชุดลดความชื้นฮีทไปป์ทำจากท่อทองแดงใช้ R22 เป็นสารทำงานมีค่าการถ่ายเทความร้อน 1,208.09 W/m^2 เงื่อนไขการศึกษาแบ่งออกเป็น 3 กรณี ได้แก่ กรณีที่ 1 ติดตั้งฮีทไปป์หน้าแผ่นระเหยน้ำ กรณีที่ 2 ติดตั้งฮีทไปป์หลังแผ่นระเหยน้ำ และกรณีที่ 3 ติดตั้งฮีทไปป์หน้าและหลังแผ่นระเหยน้ำ ผลการศึกษาพบว่า ระบบทำความเย็นสามารถลดอุณหภูมิอากาศในห้องได้ 0.2-3.1 °C และความชื้นสัมพัทธ์อากาศในห้องเพิ่มขึ้น 7.1-12 % ซึ่งเมื่อเทียบกับสภาวะความสบายของมนุษย์พบว่า มีค่าใกล้เคียงกันแต่มีบางช่วงเวลาที่ความชื้นสัมพัทธ์อากาศในห้องสูงเกินไป เมื่อใช้ฮีทไปป์ลดความชื้นทั้ง 3 กรณี ไม่สามารถลดความชื้นของอากาศได้ แม้ว่าสารทำงานในฮีทไปป์จะเกิดการเดือด แต่อุณหภูมิน้ำเย็นที่ได้จากระบบทำความเย็นแบบระเหยมาระบายในส่วนควบแน่นยังมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิจุดน้ำค้างของอากาศก่อนผ่านฮีทไปป์ จึงทำให้สารทำงานไปดึงความร้อนจากส่วนระเหยได้ไม่เพียงพอ อย่างไรก็ตามกรณีติดตั้งฮีทไปป์หน้าและหลังแผ่นระเหยน้ำมีศักยภาพช่วยลดอุณหภูมิอากาศก่อนเข้าระบบได้มากกว่าทุกกรณีและให้ค่าเฉลี่ยของสัมประสิทธิ์สมรรถนะการทำความเย็นโดยรวมเท่ากับ 3.21 W_{th}/W_e สำหรับการศึกษาอุณหภูมิน้ำที่จ่ายให้กับส่วนควบแน่นของฮีทไปป์ให้มีอุณหภูมิต่ำใกล้เคียงกับอุณหภูมิจุดน้ำค้างของอากาศพบว่า มีความเป็นไปได้ที่จะลดความชื้นของอากาศได้ คิดเป็นอัตราส่วนความชื้นที่ลดได้ 1.16-2.65 g_w/kg_{da} หรือปริมาณน้ำที่ลดได้ 0.16-0.37 g_w และคิดเป็นประสิทธิภาพการลดความชื้นของระบบเท่ากับ 7.28-15.33 % ตามลำดับ

สำหรับผลศึกษาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจ (R^2) และค่าการเบี่ยงเบน RMSE ของแบบจำลองที่ใช้ทำนายผลอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ เมื่อ

นำไปศึกษาสมรรถนะการทำความเย็นโดยรวมของระบบจากการเปลี่ยนแปลงพารามิเตอร์ของระบบ DEC พบว่า การเพิ่มความเร็วลมและพื้นที่ของแผ่นระเหยน้ำสามารถเพิ่มค่าสมรรถนะการทำความเย็นได้ และมีผลต่อการลดอุณหภูมิอากาศและเพิ่มความชื้นสัมพัทธ์อากาศแต่ยังให้ประสิทธิผลการลดอุณหภูมิอากาศในห้องทดสอบได้น้อย ความเร็วลมของอากาศที่ไหลผ่านแผ่นระเหยน้ำและขนาดพื้นที่ของแผ่นระเหยน้ำที่เหมาะสมต่อระบบทำความเย็นแบบระเหยมีค่าเท่ากับ 0.7 m/s และ 0.25 m^2 ตามลำดับ

Title	The Study of Direct Evaporative Cooling System Integrated with Heat Pipe Dehumidification for Residential Home
Author	Mr. Surin Kanjai
Degree	Master of Engineering in Renewable Energy Engineering
Advisor Committee Chairperson	Dr. Sulaksana Mongkon

ABSTRACT

This research aims to study the direct evaporative cooling system (DEC) integrated with the dehumidification technique by a heat pipe for use in residential home. The experiment was undertaken in a test room of 3 m width, 3 m length, and 2.5 m height. The evaporative cooling pad with a 0.122 m^2 of a cross-sectional area was used combined with 65 W of an axial fan and 35 W of a submersible pump. A heat pipe dehumidifier was made from a copper tube used R22 as a working fluid and the heat flux was 1,208.09 W/m^2. The experiments was divided into 3 cases; installed a heat pipe in front of a cooling pad (Case 1), installed a heat pipe behind a cooling pad (Case 2) and installed heat pipes in the front and behind a cooling pad (Case 3). The results found that the DEC system could decrease the room temperature in the range of 0.2-3.1 °C and the relative humidity increased from 7.1-12 % which was still higher than the standard comfort. The dehumidification results concluded that all 3 cases could not decrease air humidity; although the working fluid in the heat pipe could be operated, the water temperature from the evaporative cooling system that is used for cooling in the condenser of heat pipe was higher than the dew point temperature of the inlet air. However, in the latter case it had the potential to reduce the air temperature before entering the system more than in all cases and the overall coefficient of performance was the highest at 3.21 W_{th}/W_e. The water temperature supplying to the heat pipe condenser was closely kept at a low temperature, to the dew point of the air. The humidity ratio

was reduced to 1.16-2.65 g_w/ kg_{da} or the quantity of water was equal to 0.16-0.37 g_w, and the dehumidification efficiency was 7.28-15.33%, respectively.

Result of developed mathematical models, it was found that the coefficient of determination (R^2) and the RMSE deviation of the predictions were also acceptable. In determining the system cooling performance due to changing the DEC parameters, the increase of wind velocity and the cooling pad area the overall coefficient of performance and effect to the air temperature and air relative humidity of the test room could increase, however, these influences had the low effect in reducing the room temperature. The optimization of the wind velocity and the cooling pad area for the evaporative cooling system was 0.7 m/s and 0.25 m^2, respectively.