เครื่องทำน้ำอุ่นพลังงานแสงอาทิตย์จากท่อความร้อนที่ติดตั้งวัสดุพรุนภายใน

Solar collector from heat pipe with wick

สถิตพงศ์ เสงี่ยมศักดิ์*[1], สุพัตรา บุไธสง[1], วิริยะ แดงทน[1] และอนุรักษ์ รอดบำรุง[2]

[1]สาขาวิชาเทคโนโลยีเครื่องกล, คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์
ตำบลกาฬสินธุ์ อำเภอเมือง จังหวัดกาฬสินธุ์ 46000
[2]สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี
ตำบลท่าช้าง อำเภอเมือง จังหวัดจันทบุรี 22000
*ติดต่อ: satitpong@live.com, โทรศัพท์ 087-970-0797, โทรสาร 043-812583

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเครื่องทำน้ำอุ่นพลังงานแสงอาทิตย์จากท่อความร้อนที่ติดตั้งวัสดุพรุนภายในโดยทำการเปรียบเทียบค่าอัตราการถ่ายโอนความร้อน อุณหภูมิน้ำในถังเก็บ และค่าประสิทธิภาพของท่อความร้อนที่ติดตั้งวัสดุพรุนและไม่ติดตั้งวัสดุพรุน โดยที่ท่อความร้อนทำจากท่อทองแดงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก 12 mm ส่วนทำระเหย และส่วนควบแน่นมีความยาว 1200 mm และ 95 mm ตามลำดับ สารทำงานที่บรรจุในท่อความร้อน คือ R134a และ R22 มีอัตราการเติมสารทำงาน 50% โดยปริมาตรของส่วนทำระเหย และอัตราการไหลของน้ำที่ส่วนควบแน่น 0.8 L/min จากผลการวิจัยพบว่าท่อความร้อนที่ติดตั้งวัสดุพรุน ใช้สารทำงาน R134a ที่อัตราการไหล 0.8 L/min มีค่าอัตราการถ่ายโอนความร้อน และอุณหภูมิน้ำในถังเก็บสูงสุด คือ 56.9 W และ 50.0 °C ซึ่งมีประสิทธิภาพสูงสุดที่ 61.5% เมื่อเปรียบเทียบกับท่อความร้อนที่ไม่ติดตั้งวัสดุพรุน (42.4 W, 43.5 °C และ 35.4%) เนื่องจากวัสดุพรุนจะไปช่วยในการลำเลียงสารทำงานที่เกิดการควบแน่นที่ส่วนควบแน่นกลับมายังส่วนทำระเหยเพื่อมารับความร้อน และช่วยให้ของเหลวที่ควบแน่นกระจายตัวรอบผนังของท่อความร้อน เป็นผลให้สารทำงานที่ควบแน่นกลับสู่ส่วนทำระเหยได้ดี และส่งผลต่อค่าอัตราการถ่ายโอนความร้อนสูงขึ้น อีกทั้งสารทำงาน R134a มีจุดเดือดต่ำ และค่าความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอสูงกว่า R22 ส่งผลต่อค่าอัตราการถ่ายโอนความร้อน และประสิทธิภาพที่สูงขึ้นในเครื่องทำน้ำอุ่นพลังงานแสงอาทิตย์จากท่อความร้อนที่ติดตั้งวัสดุพรุน

คำหลัก: เครื่องทำน้ำอุ่นพลังงานแสงอาทิตย์, ท่อความร้อน, วัสดุพรุน, สารทำงาน, อัตราการถ่ายโอนความร้อน

Abstract

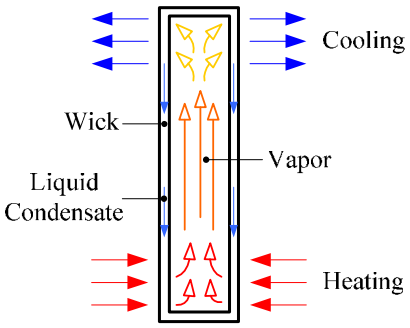
This research aims to study the solar collector from heat pipe with wicks, in order to compare a heat transfer rate, temperature in storage tank and efficiency of heat pipe with wicks and without wicks. The heat pipe made of a copper tube having outside diameter 12 mm. The evaporator and condenser section were 1200 and 95 mm in length, respectively. R134a and R22 were used as working fluids, with filling ratio 50% of evaporator section. The volume flow rate of water at condenser section was 0.8 L/min. The result was found that the heat pipe with wicks using R134a as working fluid at flow rate of water 0.8 L/min, it have the best heat transfer rate and temperature in storage tank was 56.9 W and 50.0 °C which the most efficiency was 61.5% when comparing the heat pipe without wicks (42.4 W, 43.5 °C and 35.4%). Due to the wicks will help transfer the working fluid in

the condensation come back to evaporator section that allows the condensed liquid to spread around the walls of the heat pipe. As a result of the working fluid condensed to the evaporator section was well and effect to higher heat transfer rate, in addition to R134a as working has low boiling points and latent heat of vaporization is higher than R22 which effect to heat transfer rate and efficiency of solar collector from heat pipe with wicks was well.

Keywords: Solar collector, Heat pipe, Wicks, Working fluid, Heat transfer rate

1. บทนำ

พลังงานถือเป็นปัจจัยพื้นฐานที่สำคัญในการดำเนินชีวิตประจำวัน มีบทบาทสำคัญในการพัฒนาเศรษฐกิจ และสังคมของประเทศ ปัจจุบันการใช้พลังงานมีเพิ่มขึ้นตลอดเวลา ซึ่งค่าใช้จ่ายทางด้านพลังงานเป็นต้นทุนอย่างหนึ่งของภาครัฐ และเอกชน ถึงแม้ว่าค่าใช้จ่ายทางด้านพลังงานจะมีสัดส่วนไม่มาก เมื่อเทียบกับสัดส่วนค่าใช้จ่ายอื่นๆ แต่การลดค่าใช้จ่ายทางด้านพลังงานจะช่วยในการเพิ่มผลกำไรให้กับองค์กรนั้นๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งค่าใช้จ่ายที่เกิดจากกระบวนการผลิตความร้อน ซึ่งเป็นปัจจัยที่สำคัญของโรงพยาบาล โรงแรม รีสอร์ท สถานบริการ และบ้านพักอาศัย เป็นต้น [1] ซึ่งหากมีการนำพลังงานทดแทนมาใช้จะทำให้เกิดประโยชน์ต่อการลดการใช้พลังงานลง เช่น การนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้เป็นพลังงานทดแทน โดยสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในระบบทำน้ำอุ่น ซึ่งมีความเหมาะสมอย่างยิ่ง เนื่องจากแสงอาทิตย์เป็นพลังงานที่ได้เปล่าไม่เสียค่าใช้จ่ายใดๆ และเป็นพลังงานที่สะอาดไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม การใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์เพื่อนำมาใช้งานในกิจกรรมต่างๆ โดยการเทคโนโลยีด้านพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อเก็บรักษาความร้อน ได้แก่ การอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ และการผลิตน้ำอุ่นด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ เป็นต้น โดยในปัจจุบันเครื่องทำน้ำร้อนถูกใช้กันอย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะตามบ้านเรือนหรือที่อยู่อาศัย โดยความร้อนได้จากการใช้พลังงานไฟฟ้า โดยอาศัยการพาความร้อนจากขดลวดความร้อน ซึ่งส่งผลต่ออัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในครัวเรือนเพิ่มขึ้น และส่งผลให้มีค่าใช้จ่ายสูงขึ้น ดังนั้นจากปัญหานี้ทำให้มองเห็นตัวเลือกที่จะใช้ในการช่วยประหยัดพลังงานจากไฟฟ้า โดยการใช้เครื่องทำน้ำอุ่นด้วยแสงอาทิตย์ ซึ่งเป็นการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ในรูปของความร้อน โดยนำท่อความร้อนมารับความร้อนจากแสงอาทิตย์ และถ่ายโอนความร้อนให้กับน้ำ ทำให้น้ำมีอุณหภูมิสูงขึ้น เพื่อนำมาใช้ประโยชน์ ท่อความร้อน (Heat pipe) เป็นอุปกรณ์อย่างง่ายซึ่งมีความสามารถถ่ายโอนความร้อนจากจุดหนึ่งไปยังจุดอื่นๆ ได้รวดเร็วโดยเราเปรียบเทียบได้กับตัวนำยิ่งยวด อาศัยการเปลี่ยนแปลงสถานะของสารที่บรรจุอยู่ภายในท่อซึ่งไม่ต้องอาศัยพลังงานจากภายนอก [2,3,4] แสดงดังรูปที่ 1 ส่วนประกอบของท่อความร้อนจะเป็นท่อโลหะที่ปิดหัวท้ายภายในเป็นสุญญากาศที่มีสารทำงาน (Working Fluid) บรรจุอยู่ภายใน ซึ่งมักจะเป็นสารทำความเย็น (Refrigerant) การทำงานของท่อความร้อนอาศัยหลักการเปลี่ยนสถานะจากการระเหยและควบแน่นร่วมกับแรงโน้มถ่วง สารทำงานเมื่อได้รับความร้อนก็จะระเหยเป็นไอลอยขึ้นไปยังด้านที่สูงกว่าแล้วคายความร้อนออกทำให้ไอของสารทำงานมีอุณหภูมิลดลงถึงจุดควบแน่น กลายเป็นของเหลวตกลงสู่ด้านที่ต่ำกว่าอีกครั้ง [5,6] ด้วยเหตุนี้จึงเรียกด้านที่อยู่ต่ำกว่าว่าด้านระเหย (Evaporation Section) และเรียกด้านที่อยู่สูงกว่าว่าด้านควบแน่น (Condensation Section)



รูปที่ 1 ท่อความร้อน Heat Pipe

ดังนั้นเพื่อเป็นการลดการใช้พลังงานไฟฟ้า เครื่องทำน้ำอุ่นพลังงานแสงอาทิตย์จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่จะสามารถช่วยลดการใช้พลังงานไฟฟ้า และลดค่าใช้จ่ายได้

จากสาเหตุเหล่านี้ ผู้วิจัยจึงเห็นความสำคัญของการใช้ประโยชน์จากพลังงานแสงอาทิตย์ จึงมีความต้องการที่จะศึกษาความเป็นไปได้ของเครื่องทำน้ำอุ่นพลังงานแสงอาทิตย์จากท่อความร้อนที่ติดตั้งวัสดุพรุนภายใน เพื่อนำความร้อนจากแสงอาทิตย์มาใช้ในการทำความร้อน และหาประสิทธิภาพของเครื่องทำน้ำอุ่นพลังงานแสงอาทิตย์จากท่อความร้อนที่ติดตั้งวัสดุพรุนภายใน

2. วิธีดำเนินการทดลอง

2.1 อุปกรณ์ในการทดลอง

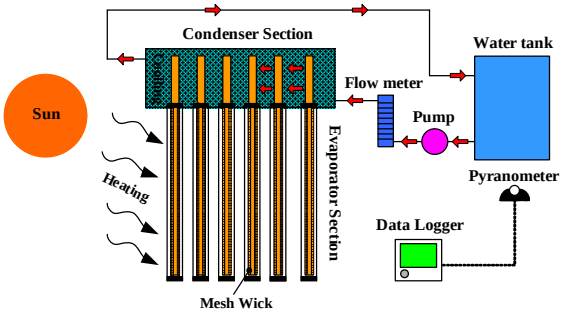
รูปที่ 2 แสดงแผนผังของเครื่องทำน้ำอุ่นพลังงานแสงอาทิตย์จากท่อความร้อนที่ติดตั้งวัสดุพรุนภายในและรูปการทดลองจริงที่ใช้ในงานวิจัยนี้ เครื่องทำน้ำอุ่นมีส่วนประกอบหลัก คือ ส่วนทำระเหย ซึ่งทำจากท่อทองแดงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 10 mm ยาว 1295 mm และภายในท่อความร้อนมีวัสดุพรุนชนิดตาข่ายบรรจุอยู่ ดังรูปที่ 3 โดยมีความหนาของวัสดุพรุน 1 mm โดยท่อความร้อนติดตั้งไว้ภายในหลอดแก้ว และท่อความร้อนจำนวน 10 ท่อ (เพื่อให้ความร้อนจากท่อความร้อนที่ส่วนทำระเหยไปยังส่วนควบแน่นที่มีน้ำไหลผ่านมารับความร้อน) ซึ่งส่วนควบแน่นทำจากท่อทองแดงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 mm ยาว 95 mm ภายในบรรจุสารทำความเย็นในปริมาณ 50% โดยปริมาตรของส่วนทำระเหย โดยในที่นี้ได้ใช้สารทำความเย็น R134a และ R22 เป็นสารทำงาน และมีคุณสมบัติไม่ทำลายชั้นบรรยากาศของโลก นอกจากนี้ยังเป็นสารทำความเย็นที่มีจุดเดือดต่ำจึงสามารถเดือดได้ง่าย ส่งผลให้อัตราการถ่ายโอนความร้อนจากส่วนทำระเหยไปยังส่วนควบแน่นมีค่าสูง รายละเอียดของท่อความร้อนที่ติดตั้งวัสดุพรุนภายในที่ใช้ในงาน วิจัยนี้แสดงดังตารางที่ 1

ท่อความร้อนที่ติดตั้งอยู่ภายในหลอดแก้ว คือ ส่วนทำระเหย ซึ่งทำหน้าที่ในการแลกเปลี่ยนความร้อนจากแสงอาทิตย์ เพื่อส่งถ่ายไปยังส่วนควบแน่น ในขณะที่ส่วนควบแน่นจะติดตั้งภายในท่อแลกเปลี่ยนความร้อนที่มีน้ำไหลผ่านที่อัตราการไหล 0.8 และ 1.3 L/min (Flow meter, Treatton Z-3001) จากนั้นน้ำที่แลกเปลี่ยนความร้อนจะไหลไปยังถังเก็บ แล้วทำการวนมารับความร้อนซ้ำที่ส่วนควบแน่น โดยถังเก็บหุ้มฉนวนกันความร้อนไว้ เพื่อไม่มีการสูญเสียความร้อน ซึ่งอุปกรณ์ในการทดลองจะมีการเก็บข้อมูลอุณหภูมิที่ได้จากการทดลองด้วยเครื่องบันทึกอุณหภูมิ (Data logger, Zupcon MultiF R5000) และทำการทดลองในช่วงเดือนมีนาคม-พฤษภาคม 2559 ตั้งแต่เวลา 08.30 ถึง 16.30 น.

2.2 วิธีการทดลอง

การทดลองจะเริ่มจากการเติมสารทำงานเข้าสู่ท่อความร้อนที่ทำให้เป็นสุญญากาศในปริมาณการเติมสารตามเงื่อนไขที่ได้กำหนดไว้ แล้วก็ประกอบชุดท่อความร้อนทั้ง 10 ชุด เข้ากับหลอดแก้วที่ส่วนทำระเหย เพื่อรับความร้อนจากแสงอาทิตย์ จากนั้นทำการติดตั้งเข้ากับแท่นชุดทดลอง โดยให้ท่อในส่วนควบแน่นต่อเข้ากับท่อแลกเปลี่ยนความร้อน เพื่อระบายความร้อนให้กับน้ำที่มารับความร้อน และส่วนควบแน่นจะมีอุปกรณ์ควบคุมอัตราการไหลของน้ำตามเงื่อนไขการทดลอง โดยที่ด้านน้ำเข้าจะทำการติดตั้งตัวควบคุมอัตราการไหล (Flow meter,

Treatton Z-3001) ไว้ และอีกด้านหนึ่งจะต่อสายยางที่หุ้มฉนวนกันความร้อนไปยังถังเก็บน้ำร้อน โดยภายในถังเก็บน้ำร้อนจะติดตั้งปั๊มน้ำ เพื่อไหลเวียนน้ำในการแลกเปลี่ยนความร้อนภายในระบบ ในขณะที่อุณหภูมิต่างๆ จะได้รับการตรวจวัดอย่างต่อเนื่องด้วยสายเทอร์โมคัฟเปิลชนิด K และบันทึกด้วยเครื่องบันทึกอุณหภูมิ (Data logger, Zupcon MultiF R5000) โดยตำแหน่งในการตรวจวัดของเครื่องทำน้ำอุ่นพลังงานแสงอาทิตย์จากท่อความร้อนที่ติดตั้งวัสดุพรุนภายในแสดงไว้ดังรูปที่ 3



รูปที่ 2 แผนผังของเครื่องทำน้ำอุ่นพลังงานแสงอาทิตย์จากท่อความร้อนที่ติดตั้งวัสดุพรุนภายใน

รูปที่ 3 วัสดุพรุนชนิดตาข่ายภายในท่อความร้อน

ตารางที่ 1 รายละเอียดของท่อความร้อนที่ติดตั้งวัสดุพรุนภายในและเงื่อนไขการทดลอง

ท่อความร้อนที่ติดตั้งวัสดุพรุนภายใน	
วัสดุท่อ	ท่อทองแดง
วัสดุพรุน	ตาข่ายท่อแดง
จำนวนท่อ	10 ท่อ
ขนาดท่อ	เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 10 mm และยาว 1295 mm (ส่วนทำระเหย 1200 mm ส่วนควบแน่น 95 mm)
ปริมาณการเติมสารทำงาน	50% โดยปริมาณของส่วนทำระเหย
เงื่อนไขการทดลอง	
ภายในท่อความร้อน	ติดตั้งวัสดุพรุน และไม่ติดตั้ง
สารทำงาน	R134a และ R22
อัตราการไหลของน้ำ	ส่วนควบแน่น คือ 0.8 และ 1.3 l/min
อุณหภูมิเริ่มต้นของน้ำ	28 ± 2 °C

การทดลองจะกระทำที่เงื่อนไขดังต่อไปนี้ (1) ท่อความร้อน 2 ชนิด ได้แก่ ท่อที่ติดตั้งวัสดุพรุน และไม่ติดตั้ง (2) สารทำงานภายใน 2 ชนิด ได้แก่ R134a และ R22 (3) อัตราการไหลของน้ำรับความร้อนที่ส่วนควบแน่นใช้ 2 ระดับ ได้แก่ 0.8 และ 1.3 L/min ตามเงื่อนไขการทดลองทั้งหมดซึ่งสรุปไว้ให้เห็นในตารางที่ 1 โดยมีการทดลอง 3 ซ้ำ แต่ละเงื่อนไขการทดลอง

2.3 การคำนวณค่าอัตราการถ่ายโอนความร้อนและประสิทธิภาพ

โดยการหาค่าอัตราการถ่ายโอนความร้อนที่แสงอาทิตย์ให้ความร้อนแก่ส่วนทำระเหย (Heat sink) หรือค่าความร้อนที่น้ำรับความร้อนที่ส่วนควบแน่น (Heat source) โดยการวัดค่าอุณหภูมิที่แตกต่างบริเวณทางเข้า

และทางออกในส่วนควบแน่น จากนั้นจึงนำมาคำนวณหาโดยใช้สมการ

$$Q = \dot{m} C_p (T_{out} - T_{in}) \quad (1)$$

เมื่อ

Q คือ การถ่ายโอนความร้อน (W)

$\dot{m}$ คือ อัตราการไหลเชิงมวล (kg/s)

C_p คือ ค่าความจุความร้อนจำเพาะของน้ำในส่วนควบแน่น (J/kg.°C)

T_{out} คือ อุณหภูมิขาออกของน้ำ (°C)

T_{in} คือ อุณหภูมิขาเข้าของน้ำ (°C)

สำหรับประสิทธิภาพการถ่ายโอนความร้อนสามารถหาได้จากสมการ

$$\eta = \frac{Q_{\text{exp}}}{Q_{\text{theory}}} \times 100\% \quad (2)$$

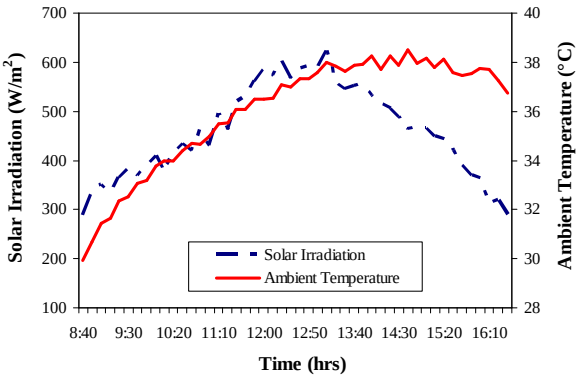
เมื่อ

Q_{exp} คือ การถ่ายโอนความร้อนจากการทดลอง (W)

Q_{theory} คือ การถ่ายโอนความร้อนจากทฤษฎี (W)

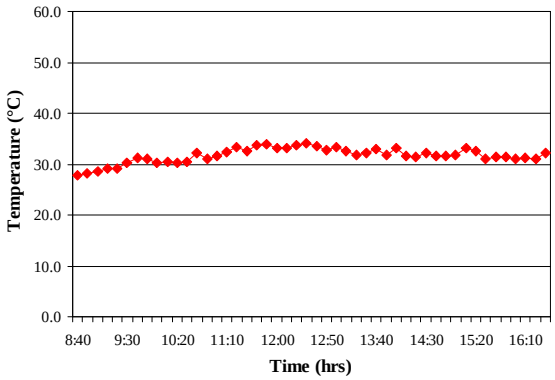
3. ผลการวิจัยและอภิปราย

จากรูปที่ 4 แสดงถึงความสัมพันธ์ของเวลากับความเข้มรังสีอาทิตย์ และอุณหภูมิสิ่งแวดล้อม พบว่าค่าเฉลี่ยความเข้มรังสีอาทิตย์ในการทดสอบตลอดการทดลองมีค่าเท่ากับ 459.6 W/m^2 โดยค่าความเข้มรังสีอาทิตย์สูงสุดเท่ากับ 622.0 W/m^2 และจากข้อมูล พบว่าในช่วงเวลาระหว่างวัน อุณหภูมิสิ่งแวดล้อมจะมีค่าเพิ่มขึ้น โดยอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมเฉลี่ยตลอดช่วงการทดลองมีค่าประมาณ 36 °C



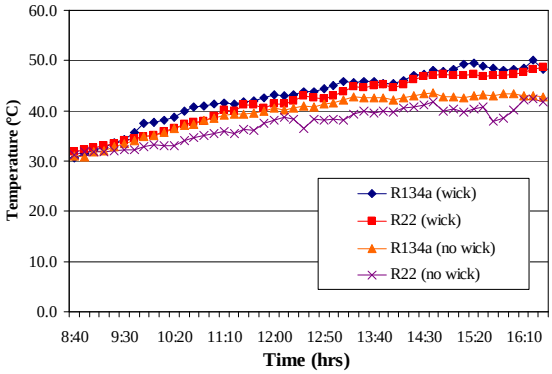
รูปที่ 4 ความเข้มรังสีอาทิตย์และอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมตลอดทั้งวัน

รูปที่ 5 แสดงถึงอุณหภูมิภายในถังเก็บน้ำอุ่นที่ทำการทดลองตลอดทั้งวัน โดยที่ส่วนทำระเหยจะมีเพียงแค่ท่อความร้อนที่ไม่ได้มีการเติมสารทำงานภายใน (ไม่มีผลจากการถ่ายโอนความร้อนจากสารทำงานภายใน) จึงมีเพียงแค่การนำความร้อนของตัวท่อทองแดงไปยังส่วนควบแน่น เพื่อถ่ายโอนความร้อนให้กับน้ำเท่านั้น ซึ่งจะพบว่าอุณหภูมิมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยอยู่ในช่วงประมาณ 30-33 °C เนื่องจากระบบมีการหุ้มฉนวนกันความร้อนจากสิ่งแวดล้อม เพื่อป้องการการแลกเปลี่ยนความร้อน ซึ่งจะส่งผลต่อการทดลองที่คลาดเคลื่อน โดยในการทดลองจะมีเปอร์เซ็นค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ ± 5% จากเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล



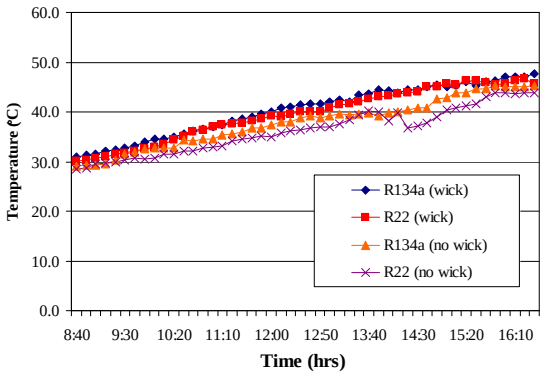
รูปที่ 5 อุณหภูมิในถังเก็บน้ำอุ่น

รูปที่ 6 แสดงอุณหภูมิในถังเก็บน้ำอุ่นที่อัตราการไหล 0.8 L/min โดยทำการเปรียบเทียบท่อความร้อนที่ติดตั้งวัสดุพรุนชนิดตาข่าย และไม่ติดตั้ง โดยเติมสารทำงานภายในท่อความร้อน คือ R134a และ R22 พบว่าในช่วงการเริ่มต้นการทดลองอุณหภูมิในถังเก็บน้ำอุ่นจะมีอุณหภูมิที่ใกล้เคียงกันทุกเงื่อนไขการทดลอง แต่เมื่อเวลาผ่านไปจะเห็นว่าท่อความร้อนที่ติดตั้งวัสดุพรุนชนิดตาข่าย ใช้สารทำงานภายใน R134a มีอุณหภูมิน้ำในถังเก็บสูงขึ้น เป็นเพราะสารทำงาน R134a มีจุดเดือดต่ำ และค่าความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอสูงกว่า R22 ซึ่งเป็นผลให้สามารถรับความร้อนจากส่วนทำระเหยที่ได้จากความร้อนของดวงอาทิตย์ แล้วถ่ายโอนความร้อนไปยังส่วนควบแน่นได้ดี และจะเห็นว่าท่อความร้อนที่ทำการติดตั้งวัสดุพรุน จะส่งผลต่ออุณหภูมิน้ำในถังเก็บที่สูงกว่าท่อที่ไม่ติดตั้ง ซึ่งวัสดุพรุนช่วยในเรื่องของการเคลื่อนที่ของสารทำงานภายในท่อความร้อนให้กลับมาสู่ส่วนทำระเหยได้ดีขึ้น [7] ทำให้สารทำงานรับความร้อนแล้วถ่ายโอนความร้อนได้มากขึ้น จึงทำมีอุณหภูมิน้ำที่ส่วนควบแน่นสูงขึ้น โดยอุณหภูมิน้ำในถังเก็บน้ำอุ่นสูงสุด คือ 50.0 °C, (R134a, wick)



รูปที่ 6 อุณหภูมิในถังเก็บน้ำอุ่นที่อัตราการไหล 0.8 L/min

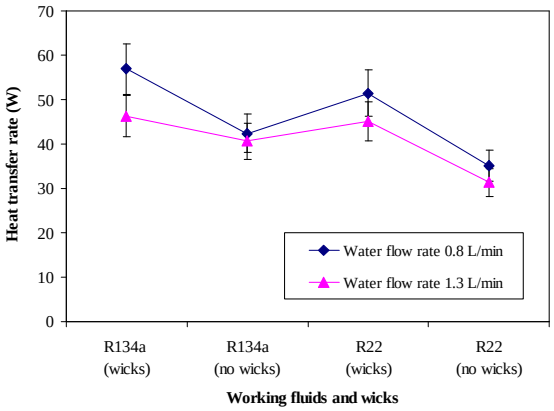
รูปที่ 7 แสดงอุณหภูมิในถังเก็บน้ำอุ่นที่อัตราการไหล 1.3 L/min ซึ่งจะเห็นว่าผลการทดลองมีความสอดคล้องกับผลการทดลองของข้อมูลในรูปที่ 6 แต่อุณหภูมิน้ำในถังเก็บน้ำอุ่นสูงสุดที่ได้ คือ 47.6 °C, (R134a, wick) พบว่าเมื่อเปรียบเทียบที่อัตราการไหลของน้ำรับความร้อนที่ส่วนควบแน่นระหว่าง 0.8 และ 1.3 L/min โดยที่อัตราการไหล 1.3 L/min ทำให้ปริมาณน้ำที่ไหลผ่านส่วนควบแน่นรับความร้อนจากการแลกเปลี่ยนความร้อนของท่อความร้อนได้น้อย เป็นเพราะน้ำต้องใช้เวลาในการแลกเปลี่ยนความร้อน เนื่องจากความร้อนที่ได้จากส่วนทำระเหย (อุณหภูมิแดด) มีอุณหภูมิไม่สูงมาก ทำให้เกิดการถ่ายโอนความร้อนที่น้อย จึงส่งผลต่อการแลกเปลี่ยนความร้อนที่ส่วนควบแน่นที่น้อยด้วย ดังนั้นอัตราการไหลของน้ำรับความร้อนที่ส่วนควบแน่นที่เหมาะสมสำหรับการทดลองนี้ และให้การแลกเปลี่ยนความร้อนที่ดี คือ 0.8 L/min



รูปที่ 7 อุณหภูมิในถังเก็บน้ำอุ่นที่อัตราการไหล 1.3 L/min

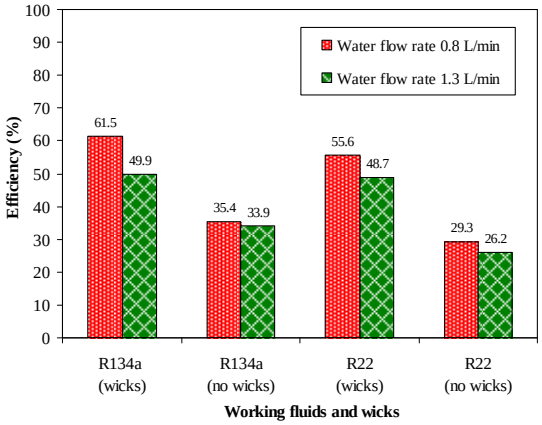
รูปที่ 8 แสดงค่าอัตราการถ่ายโอนความร้อนของท่อความร้อนที่ติดตั้งวัสดุพรุนชนิดตาข่าย และไม่ติดตั้ง จากผลการทดลอง พบว่าท่อความร้อนที่ติดตั้งวัสดุพรุนชนิดตาข่าย ใช้สารทำงาน R134a ที่อัตราการไหลของน้ำที่ส่วนควบแน่น 0.8 L/min ให้ค่าอัตราการถ่ายโอนความร้อนสูงสุดที่ 56.9 W คำนวณจากสมการที่ (1) ซึ่งมากว่าเงื่อนไขขอบเขตการทดลองอื่นๆ ดังแสดงในรูปที่ 8 เนื่องจาก R134a เป็นสารทำงานที่มีคุณสมบัติทางความร้อนที่ดีกว่า R22 และวัสดุพรุนที่ช่วยในเรื่องของการเคลื่อนที่สารทำงานภายในท่อความร้อนกลับมาสู่ส่วนทำระเหยได้ดีขึ้น ซึ่งเป็นผลทำให้สารทำงานภายในมีการส่ง

ถ่ายความร้อนที่ดี ดังนั้นจึงส่งผลต่อค่าอัตราการถ่ายโอนความร้อนที่เพิ่มขึ้น



รูปที่ 8 ค่าอัตราการถ่ายโอนความร้อนของท่อความร้อนที่ติดตั้งกับไม่ติดตั้งวัสดุพรุนชนิดตาข่ายที่อัตราการไหล 0.8 และ 1.3 L/min

รูปที่ 9 แสดงค่าประสิทธิภาพการถ่ายโอนความร้อนของท่อความร้อนในการรับความร้อนจากแสงอาทิตย์และค่าการถ่ายโอนความร้อนที่ให้ให้กับน้ำที่ส่วนควบแน่น พบว่า ค่าประสิทธิภาพการถ่ายโอนความร้อนของท่อความร้อนที่ติดตั้งวัสดุพรุน ที่ใช้สารทำงาน R134a มีค่าสูงสุดคือ 61.5%



รูปที่ 9 ค่าประสิทธิภาพการถ่ายโอนความร้อนของท่อความร้อน

4. สรุปผล

เครื่องทำน้ำอุ่นพลังงานแสงอาทิตย์จากท่อความร้อนที่ติดตั้งวัสดุพรุนชนิดตาข่าย สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการเก็บรักษาอุณหภูมิ เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ และการประหยัดพลังงานได้ โดยพบว่าท่อความร้อนที่ติดตั้งวัสดุพรุน ที่ใช้สารทำงาน R134a ที่อัตราการไหลของน้ำที่ส่วนควบแน่น 0.8 L/min สามารถเพิ่มอุณหภูมิน้ำในถังเก็บน้ำอุ่นได้ถึง 50 °C และมีค่าอัตราการถ่ายโอนความร้อน 56.9 W และยังได้ประสิทธิภาพสูงสุดของเครื่องอยู่ที่ 61.5% ซึ่งจะเห็นได้ว่าตัววัสดุพรุนที่ติดตั้งเพิ่มเติมภายในท่อความร้อนจะช่วยให้สารทำงานควบแน่นกลับลงมายังส่วนทำระเหยได้ โดยวัสดุพรุนจะไปช่วยในการลำเลียงสารทำงานที่เกิดการควบแน่นที่ส่วนควบแน่นกลับมายังส่วนทำระเหย เพื่อรับความร้อนและช่วยให้ของเหลวที่ควบแน่นกระจายตัวรอบผนังของท่อความร้อน จึงทำให้สารทำงานที่ควบแน่นกลับสู่ส่วนทำระเหยได้ดี ส่งผลให้ค่าอัตราการถ่ายโอนความร้อน และประสิทธิภาพสูงขึ้น จากผลการวิจัยและข้อมูลที่ได้ทำให้พบว่าท่อความร้อนที่ติดตั้งวัสดุพรุนมีความสามารถถ่ายโอนความร้อนได้ดี และสามารถนำไปต่อยอดในขั้นตอนของการออกแบบโดยมีการออกแบบให้เหมาะสมกับพื้นที่ที่ติดตั้ง และขนาดที่เล็กลง

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณ สาขาเทคโนโลยีเครื่องกล คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์ ที่ได้ให้ความรู้ให้คำแนะนำให้กำลังใจตลอดการวิจัยที่ผ่านมา จนทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จตามเป้าหมาย

6. เอกสารอ้างอิง

[1] N. Dussadee, T. Punsaensri, and T. Kiatsiriroat. (2007). Temperature control of paddy bulk storage with aeration-thermosyphon heat pipe,

Energy Conversion and Management, vol. 48, pp. 138-145.

[2] S. Rittidech, A. Donmaung and K. Kumsombut. (2009). Experimental study of the performance of a circular tube solar collector with closed-loop oscillating heat-pipe with check valve (CLOHP/CV), *Renewable Energy*, vol. 34, pp. 2234-2238.

[3] P. Kongboon, et al. (2003). Ethanol Distillation with Heat Pipe Solar Collector, *Thesis M.Eng*. Chiang Mai University.

[4] S. Rittidech, A. Boonyaem, and P. Tipnet. (2005). CPU cooling of desktop PC by closed-end oscillating heat pipe (CEOHP), *American Journal Applied Science*, vol. 2, no. 12, pp. 1574-1577.

[5] P. Naphon. (2010). On the performance of air conditioner with heat pipe for cooling air in the condenser, *Energy Conversion and Management*, vol. 51, pp. 2362-2366.

[6] P. Supirattanakul, S. Rittidech, and B. Bubphachot. (2011). Application of a closed-loop oscillating heat pipe with check valves (CLOHP/CV) on performance enhancement in air conditioning system, *Energy and Buildings*, vol. 43, pp. 1531-1535.

[7] S. Sinsang, et al. (2010). Thermal Characteristics of Heat Pipe with Optimized Sintered Porous Media for Portable Computer Cooling, *Thesis M.Eng*, Chiang Mai University.