SAU 2015

การประชุมวิชาการระดับชาติสหวิทยาการเอเชียอาคเนย์ 2558
25 มิถุนายน 2558 ณ โรงแรม เอส.ดี.อเวนิว ปิ่นเกล้า กรุงเทพ ฯ

ลักษณะการถ่ายเทความร้อนที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนสถานะของพาราฟินสู่อากาศภายในท่อแลกเปลี่ยนความร้อน

The Effect of Phase Change of Paraffin to Air in Heat Exchanger Pipe on Heat Transfer Characteristics.

ธันวมาส กาศสนุก[1*] และ ดามร บัณฑุรัตน์[2]

[1] สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 50200
[2] สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 50200
*ติดต่อ: t.kassanuk@gmail.com, 0840427977

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาลักษณะการถ่ายเทความร้อนที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนสถานะของพาราฟินสู่อากาศภายในท่อแลกเปลี่ยนความร้อน โดยวัตถุประสงค์ของงานวิจัย คือ ศึกษาผลกระทบจากพาราฟินที่เกิดการแข็งตัวเป็นฉนวนรอบ ๆ ท่อแลกเปลี่ยนความร้อน ที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อนสู่อากาศภายในท่อแลกเปลี่ยนความร้อน ระบบเก็บกักความร้อนประกอบด้วยวัสดุเปลี่ยนสถานะ คือ พาราฟิน 150 kg บรรจุอยู่ในถังขนาด 35 × 35 × 150 cm และท่อแลกเปลี่ยนความร้อนที่ทำจากท่อทองแดง 2 ขนาด คือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.25 cm และ 1.5 cm ทำการทดลองที่อัตราการไหลของอากาศ 75 LPM อุณหภูมิของพาราฟินเหลวเริ่มต้นที่ 60 °C กำหนดระยะเวลาการถ่ายเทความร้อนเท่ากับ 4 ชั่วโมง

การวิจัยเริ่มต้นจากการกำหนดตำแหน่งในการบันทึกอุณหภูมิของอากาศภายในท่อแลกเปลี่ยนความร้อน และวัดค่าความหนาของพาราฟินที่เกิดการแข็งตัวเคลือบท่อแลกเปลี่ยนความร้อน โดยบันทึกอุณหภูมิและค่าความหนาของพาราฟินแข็งทุก 10 นาที เพื่อนำไปคำนวณหาอัตราการถ่ายเทความร้อน และสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม เพื่อนำไปวิเคราะห์การถ่ายเทความร้อนที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนสถานะของพาราฟิน พบว่าท่อแลกเปลี่ยนความร้อนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.25 cm ได้รับผลกระทบจากพาราฟินที่เกิดการแข็งตัวเคลือบท่อแลกเปลี่ยนความร้อนส่งผลให้อัตราการถ่ายเทความร้อนลดลง 15 % และท่อแลกเปลี่ยนความร้อนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 cm ได้รับผลกระทบจากพาราฟินที่เกิดการแข็งตัวเคลือบท่อแลกเปลี่ยนความร้อนส่งผลให้อัตราการถ่ายเทความร้อนลดลง 13.4 % ซึ่งอุณหภูมิของอากาศขาออกสูงสุด 58 °C อัตราการถ่ายเทความร้อนสูงสุด 30 W และสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนมีแนวโน้มที่ลดลง

คำหลัก: ระบบเก็บกักความร้อน, การแลกเปลี่ยนความร้อน, วัสดุเปลี่ยนสถานะ

Abstract

The effect of phase change of paraffin to air in heat exchanger pipe on heat transfer characteristics. The purpose of this research is the effect of paraffin clotting insulation around the heat exchanger pipe. The effect of heat to the air in the heat exchanger pipe. Heat storage system used

paraffin was phase change material (PCM). Heat storage system have 150 kg of paraffin was placed under the heat storage tank size 35 × 35 × 150 cm and 2 diameters of heat pipe are 1.25 cm and 1.5 cm. Tested by the air flow rate through the pipe with 75 LPM. The temperature of the liquid paraffin, starting at 60° C and the time of test 4 hours.

The research started from a position of recording the temperature of the air in the heat exchangers pipe. and measuring the thickness paraffin request an erection coated heat pipe. Recorded temperature and thickness of solid paraffin every 10 minutes. In order to calculate rate of heat transfer. And the overall heat transfer coefficient. To analyze the effect of heat transfer by the transition of paraffin. It were found that heat pipe diameter 1.25 cm. Affected by the paraffin hardening pipe heat exchanger, the heat transfer rate dropped 15% and heat pipe diameter 1.5 cm. Affected by the paraffin hardening pipe heat exchanger, the heat transfer rate dropped 13.8%. This can produce hot air temperature is 58°C. Rate of heat transfer is 30 W. And the overall heat transfer coefficient is likely to decrease.

Keywords: Heat storage system, Heat exchanger, Phase change material

1. บทนำ

พลังงานเป็นสิ่งที่จำเป็นพื้นฐานสำหรับมนุษย์ แหล่งพลังงานที่ใช้กัน คือ แหล่งพลังงานฟอสซิลซึ่งเป็นแหล่งพลังงานที่มีการลดลงอย่างต่อเนื่อง จึงก่อให้เกิดปัญหาตามมา เช่น ราคาน้ำมันแพง ราคาสินค้าเพิ่มสูงขึ้น รวมไปถึงสภาวะโลกร้อน เนื่องจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง ผลกระทบดังกล่าวทำให้เกิดแนวคิดในการแสวงหาพลังงานทดแทนที่สะอาดและไม่ก่อให้เกิด มลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม เราจึงใช้วัสดุเปลี่ยนสถานะ PCM (Phase Change Material) เป็นวัสดุที่ใช้พลังงานในการเปลี่ยนสถานะ ซึ่งทำให้ PCM (Phase Change Material) สามารถดูดสะสมพลังงานความร้อนได้ในปริมาณมากขณะเปลี่ยนสถานะจากของแข็งเป็นของเหลว และคายพลังงานที่สะสมออกมาในขณะเปลี่ยนสถานะกลับเป็นสถานะเริ่มต้น PCM (Phase Change Material) จึงถูกนำมาประยุกต์ใช้กันอย่างแพร่หลายสำหรับควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ในช่วงอุณหภูมิที่ต้องการ

ปัจจุบัน PCM (Phase Change Material) มีการนำมาประยุกต์ใช้กันอย่างแพร่หลาย เช่น การนำไปประยุกต์กับพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ ซึ่งพลังงานจากแสงอาทิตย์นั้นเป็นพลังงานจากธรรมชาติที่ได้เปล่าและสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้อย่างไม่มีวันหมด แต่เนื่องจากข้อจำกัดเรื่องแสงแดดมีเฉพาะในตอนกลางวัน ทำให้ต้องใช้พลังงานจากส่วนอื่นมาช่วยเสริมในการผลิตความร้อนใช้ในช่วงไม่มีแสงแดด จึงได้มีแนวคิดในการเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับระบบเก็บกักความร้อนแบบเปลี่ยนสถานะ เพราะจะทำให้การอบแห้งเป็นไปอย่างต่อเนื่อง ซึ่งระบบเก็บกักความร้อนจะทำหน้าที่เก็บกักความร้อนในช่วงเวลากลางวัน และคายความร้อนออกมาใช้ในการอบแห้งเมื่อไม่มีแสงแดด เป็นการช่วยลดข้อจำกัดในเรื่องของเวลาในการอบแห้งจึงมีแนวคิดในการพัฒนาประสิทธิภาพของระบบเก็บกักความร้อนดังนั้นจึงเป็นที่มาของงานวิจัยนี้โดยศึกษา ลักษณะการถ่ายเทความร้อนที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนสถานะของพาราฟินสู่อากาศภายในท่อแลกเปลี่ยนความร้อน ซึ่งทำหน้าที่กักเก็บความร้อนแต่เมื่อวัสดุเปลี่ยนสถานะเกิดการแข็งตัวจะเกิดเป็นฉนวนทำให้อัตราการถ่ายเทความร้อนลดลง เป็นตัวกลางในการเก็บรักษาความร้อนจะได้พลังงานความร้อนในรูปของความร้อนแฝงไปใช้ประโยชน์ในการผลิตอากาศร้อน

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 การหาอัตราการถ่ายเทความร้อน

อัตราการถ่ายเทความร้อนสำหรับระบบเก็บกักความร้อนคำนวณได้โดย

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

เมื่อ Q คือ ค่าการถ่ายเทความร้อน (W)

c_p คือ อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ (kg/s)

T_{out} คือ อุณหภูมิของอากาศขาออก (°C)

T_{in} คือ อุณหภูมิของอากาศขาเข้า (°C)

2.2 สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม

$$U = \frac{Q}{A(\Delta T)_{lm}} \quad (2)$$

$$(\Delta T)_{lm} = \frac{(T_p - T_{out}) - (T_p - T_{in})}{\ln \frac{(T_p - T_{out})}{(T_p - T_{in})}} \quad (3)$$

เมื่อ U คือ สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม (W/m^2.°C)

Q คือ ค่าการถ่ายเทความร้อน (W)

A คือ พื้นที่ผิวของท่อ (m^2)

T_p คือ อุณหภูมิของพาราฟิน (°C)

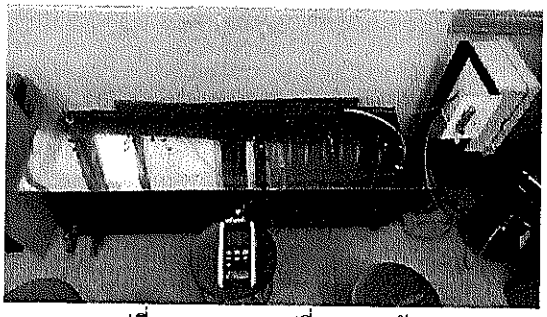
T_{in} คือ อุณหภูมิของอากาศขาเข้า (°C)

T_{out} คือ อุณหภูมิของอากาศขาออก (°C)

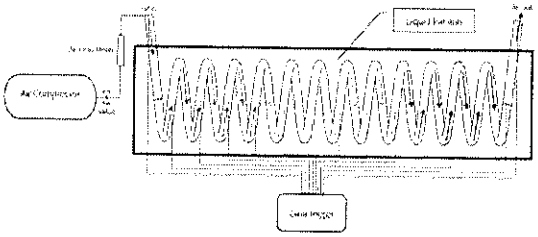
3. อุปกรณ์และวิธีการ

ระบบเก็บกักความร้อนสำหรับงานวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วยถังบรรจุพาราฟินรูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า กว้าง 35 cm สูง 35 cm ยาว 150 cm หุ้มด้วยฉนวนกันความร้อน ฝาปิดด้านบนใช้แผ่นอะคิริคหนา 0.2 cm ภายในระบบเก็บกักความร้อนบรรจุพาราฟิน 150 kg และท่อแลกเปลี่ยนความร้อนทำจากท่อทองแดงขดเป็นวงกลมคล้ายสปริง (รูปที่ 1)

การทดสอบกระบวนการแลกเปลี่ยนความร้อนใช้ท่อแลกเปลี่ยนความร้อน 2 ขนาด คือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.25 cm และ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 cm โดยพาราฟินเหลวที่บรรจุภายในระบบเก็บกักความร้อนจะคายความร้อนให้แก่อากาศที่เคลื่อนที่ภายในท่อแลกเปลี่ยนความร้อน ซึ่งอากาศเคลื่อนที่ภายในท่อแลกเปลี่ยนความร้อนด้วยอัตราการไหล 75 LPM ทำการบันทึกอุณหภูมิของอากาศภายในท่อแลกเปลี่ยนความร้อนทุก ๆ 10 นาที ตลอดการทดสอบ 4 ชั่วโมง



รูปที่ 1 ระบบแลกเปลี่ยนความร้อน



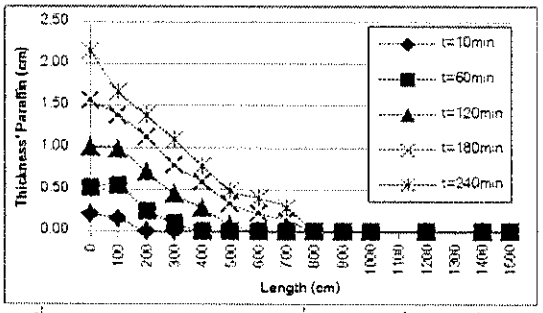
รูปที่ 2 แผนผังแสดงการทำงานของระบบแลกเปลี่ยนความร้อน

4. ผลการทดสอบ

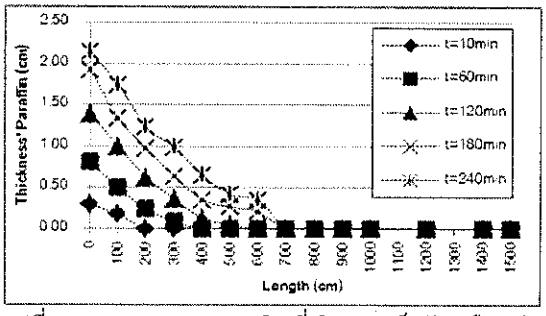
ผลการศึกษาลักษณะการถ่ายเทความร้อนที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนสถานะของพาราฟิน พบว่าพาราฟินที่เกิดการแข็งตัวเคลือบท่อแลกเปลี่ยนความร้อนลดลงตามความยาวท่อแลกเปลี่ยนความร้อนที่เพิ่มขึ้น (รูปที่ 3) และ (รูป 4) ส่งผลให้อุณหภูมิของอากาศภายในท่อแลกเปลี่ยนความร้อน และอัตราการถ่ายเทความร้อนในช่วงที่พาราฟินเกิดการแข็งตัวเคลือบท่อแลกเปลี่ยนความร้อนค่อย ๆ เพิ่มขึ้นตามความยาวท่อแลกเปลี่ยนความร้อน จนกระทั่งอุณหภูมิของอากาศภายในท่อแลกเปลี่ยนความร้อนและอัตราการถ่ายเทความร้อนคงที่ เนื่องจากบริเวณผิวท่อแลกเปลี่ยนความร้อนตามความยาวท่อต่าง ๆ เกิดพาราฟินที่แข็งตัวเคลือบท่อแลกเปลี่ยนความร้อนขึ้นอย่างช้า ๆ โดยบริเวณความยาวท่อ

แลกเปลี่ยนความร้อนช่วงแรกพาราฟินเกิดการแข็งตัวค่อนข้างหนา ส่งผลให้อุณหภูมิของอากาศ และอัตราการถ่ายเทความร้อนค่อนข้างต่ำ พาราฟินที่แข็งตัวเคลือบท่อแลกเปลี่ยนเกิดขึ้นอย่างช้า ๆ ตามความยาวท่อแลกเปลี่ยนความร้อน จนกระทั่งไม่มีพาราฟินที่แข็งตัวบริเวณผิวท่อแลกเปลี่ยนความร้อน จึงทำให้เกิดการถ่ายเทความร้อนแบบสัมผัส จึงส่งผลให้อุณหภูมิของอากาศและอัตราการถ่ายเทความร้อนคงที่ โดยอุณหภูมิของอากาศคงที่ที่ 58 °C อัตราการถ่ายเทความร้อนคงที่ที่ 30 W (รูปที่ 5) และ (รูปที่ 6) โดยกำหนดระยะเวลาการถ่ายเทความร้อนเท่ากับ 4 ชั่วโมง ท่อแลกเปลี่ยนความร้อนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.25 cm พาราฟินที่เกิดการแข็งตัวเคลือบท่อแลกเปลี่ยนความร้อนส่งผลให้อัตราการถ่ายเทความร้อนลดลงโดยเฉลี่ย 15 % โดยพาราฟินเกิดการแข็งตัวเคลือบท่อแลกเปลี่ยนความร้อนตามความยาวท่อ 800 cm และท่อแลกเปลี่ยนความร้อนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 cm พาราฟินที่เกิดการแข็งตัวเคลือบท่อแลกเปลี่ยนความร้อนส่งผลให้อัตราการถ่ายเทความร้อนลดลงโดยเฉลี่ย 13.4 % โดยพาราฟินเกิดการแข็งตัวเคลือบท่อแลกเปลี่ยนความร้อนตามความยาวท่อ 700 cm

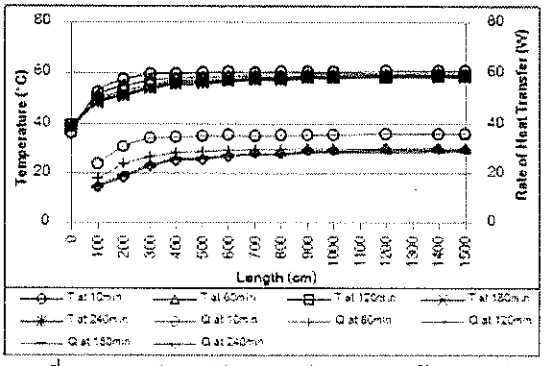
เมื่อศึกษาสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม พบว่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมเฉลี่ยลดลงความยาวท่อแลกเปลี่ยนความร้อน (รูปที่ 7) ซึ่งท่อแลกเปลี่ยนความร้อนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 cm ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมต่ำกว่า ท่อแลกเปลี่ยนความร้อนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.25 cm เนื่องจากสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมในการแลกเปลี่ยนความร้อนเท่ากับอัตราการถ่ายเทความร้อนต่อผลต่างของอุณหภูมิระหว่างพาราฟินเหลวกับอากาศภายในท่อแลกเปลี่ยนความร้อน และพื้นที่ผิวท่อในการแลกเปลี่ยนความร้อน



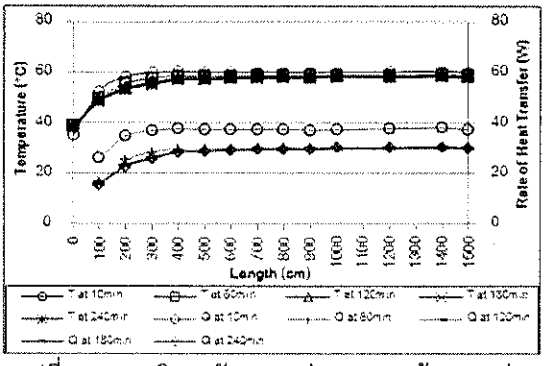
รูปที่ 3 ความหนาของพาราฟินที่เกิดการแข็งตัวเคลือบท่อแลกเปลี่ยนความร้อนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.25 cm



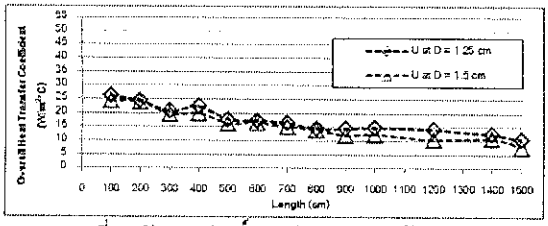
รูปที่ 4 ความหนาของพาราฟินที่เกิดการแข็งตัวเคลือบท่อแลกเปลี่ยนความร้อนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 cm



รูปที่ 5 อุณหภูมิและอัตราการถ่ายเทความร้อนของท่อแลกเปลี่ยนความร้อนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.25 cm.



รูปที่ 6 อุณหภูมิและอัตราการถ่ายเทความร้อนของท่อแลกเปลี่ยนความร้อนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 cm.



รูปที่ 7 สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม

5. วิจารณ์ผล

อัตราการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างพาราฟินเหลวกับอากาศที่ลดลงมีความสัมพันธ์กับพาราฟินที่เกิดการแข็งตัวเคลือบท่อแลกเปลี่ยนความร้อน เนื่องจากพาราฟินเป็นวัสดุเปลี่ยนสถานะ PCM (Phase Change Material) เป็นวัสดุกักเก็บความร้อนเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น พันธะเคมีภายใน PCM (Phase Change Material) เปลี่ยนสถานะจากของแข็งเป็นของเหลว การเปลี่ยนสถานะเป็นกระบวนการดูดความร้อนโดย PCM (Phase Change Material) เป็นตัวดูดซึมความร้อน เมื่อความร้อนกักเก็บอยู่ในวัสดุ วัสดุจะเริ่มละลายเมื่อถึงอุณหภูมิเปลี่ยนสถานะอุณหภูมิจะคงที่อย่างต่อเนื่อง โดยความร้อนที่เก็บกักอยู่ในรูปของความร้อนแฝง ดังนั้นความร้อนจากพาราฟินเหลวปลดปล่อยให้แก่อากาศภายในท่อแลกเปลี่ยนความร้อน แสดงว่าเป็นความร้อนแฝงภายในพาราฟิน โดยอุณหภูมิของอากาศภายในท่อแลกเปลี่ยนความร้อนเพิ่มสูงขึ้น แสดงให้เห็นถึงการถ่ายเทความร้อนจากพาราฟินเหลวสู่อากาศ โดยประสิทธิภาพในการถ่ายเทความร้อนเพิ่มสูงขึ้นตามความยาวท่อแลกเปลี่ยนความร้อนแปรผันกับสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม ซึ่งสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมทุกการทดสอบมีแนวโน้มที่ลดลง เนื่องจากสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมในการแลกเปลี่ยนความร้อนเท่ากับอัตราการถ่ายเทความร้อน ต่อผลต่างของอุณหภูมิระหว่างพาราฟินเหลวกับอากาศภายในท่อแลกเปลี่ยนความร้อน และพื้นที่ผิวท่อในการแลกเปลี่ยนความร้อน ดังนั้นการเพิ่มขึ้นของพื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อนในขณะที่อัตราการถ่ายเทความร้อนเปลี่ยนแปลงน้อยมาก ทำให้ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายความร้อนรวมลดลง

6. สรุป

การศึกษาลักษณะการถ่ายเทความร้อนที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนสถานะของพาราฟินสู่อากาศภายในท่อแลกเปลี่ยนความร้อน โดยกำหนดระยะเวลาการถ่ายเทความร้อนเท่ากับ 4 ชั่วโมง ท่อแลกเปลี่ยนความร้อนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.25 cm พาราฟินที่เกิดการแข็งตัวเคลือบท่อแลกเปลี่ยนความร้อนส่งผลให้อัตราการถ่ายเทความร้อนลดลงโดยเฉลี่ย 15 % และท่อแลกเปลี่ยนความร้อนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 cm พาราฟินที่เกิดการแข็งตัวเคลือบท่อแลกเปลี่ยนความร้อนส่งผลให้อัตราการถ่ายเทความร้อนลดลงโดยเฉลี่ย 13.4 % ซึ่งอุณหภูมิของอากาศขาออกสูงสุด 58 °C และอัตราการถ่ายเทความร้อนสูงสุด 30 W ดังนั้นควรเลือกใช้ท่อแลกเปลี่ยนความร้อนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 cm

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ สำหรับทุนสนับสนุนในการทำวิจัย

8. เอกสารอ้างอิง

[1] Hisham Ettouney (2005). Heat Transfer During Phase Change of Paraffin Wax Stored in Spherical Shells, ASME J. Sol. Energy Eng, 127, pp. 357-365.

[2] สาธิต ทูลไธสง, บัณฑิต กฤตาคม และ สัญชัย รำเพยพัด (2554). อัตราส่วนขนาดของท่อที่มีผลต่อค่าประสิทธิผลของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบท่อสองชั้น, วิศวกรรมวารสาร มข. ปีที่ 38 ฉบับที่ 2, หน้า 139-146.

[3] กันยรัตน์ โหละสุต, ประสงค์ วงศ์วิชา, ถาวร ศรีชมภู, ทิพวรรณ์ ม่วงสำเภา และ อาทิตย์ ไชยอำนาจ (2551). วัสดุเปลี่ยนเฟสเพื่อช่วยรักษาความร้อนในเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์, เอกสารประกอบการประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทยครั้งที่ 22, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต.

[4] ทวิวัฒน์ สุภารส และ ทนงเกียรติ เกียรติศิริโรจน์ (2544). สมรรถนะระบบเก็บกักความร้อนโดยอาศัยการถ่ายเทความร้อนแบบสัมผัสโดยตรง, การประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 39 สาขาวิศวกรรมศาสตร์, หน้า 366-373.

[5] ธนพงศ์ แสงจุ้ม (2556). ออกแบบและประเมินสมรรถนะเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับระบบเก็บกักความร้อนสำหรับการอบแห้งพริก, สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตร ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

[6] สมศักดิ์ ไชยะภินันท์ (2554). การออกแบบงานวิศวกรรมเชิงพลังงาน ความร้อน และของไหล, สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

[7] มนตรี พิรุณเกษตร (2548). การถ่ายเทความร้อนฉบับเตรียมสอบและเสริมประสบการณ์, กรุงเทพฯ: วิทยพัฒน์

[8] พลังงานกับการเปลี่ยนสถานะ (2556). [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา http://school.obec.go.th/padad/scien32101/Matter/2Matter.html, เข้าดูวันที่ 30/10/2013.

ประวัติผู้เขียนบทความ

ชื่อ นางสาวธันวมาส กาศสนุก

วัน เดือน ปี เกิด

21 ธันวาคม พ.ศ. 2531

ประวัติการศึกษา

ปีการศึกษา 2555 วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องจักรกลเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

งานวิจัยที่สนใจ

การแลกเปลี่ยนความร้อนโดยใช้วัสดุเปลี่ยนสถานะ