

การศึกษาความเป็นไปได้ในการพัฒนาเครื่องทำน้ำอุ่นด้วยเตาเหนี่ยวนำไฟฟ้า

Feasibility of Development of an Induction Heating Shower

คมกฤษณ์ ศรีสุวรรณ¹ จีระพงศ์ ศรีวิชัย¹

Received: July, 2014; Accepted: November, 2014

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้นำเสนอผลการศึกษาความเป็นไปได้ในการพัฒนาเครื่องทำน้ำอุ่นด้วยเตาเหนี่ยวนำไฟฟ้า โดยงานวิจัยนี้ได้ออกแบบและสร้างอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนกับเตาเหนี่ยวนำไฟฟ้า ซึ่งเตาเหนี่ยวนำไฟฟ้านี้มีใช้ทั่วไปตามที่พักอาศัย อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนทำด้วยโลหะชนิดสแตนเลสขึ้นรูปเป็นกล่องระบบปิดมีทางเข้าออกของน้ำ เพื่อให้น้ำไหลวนอยู่ในอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน ผลการทดสอบพบว่า อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนกับเตาเหนี่ยวนำไฟฟ้าสามารถผลิตน้ำอุณหภูมิห้องให้สูงถึง 53 องศาเซลเซียส ที่อัตราการไหล 0.5 ลิตรต่อวินาที ที่พิกัดกำลังไฟฟ้าของเตาเหนี่ยวนำไฟฟ้าประมาณ 2 กิโลวัตต์

คำสำคัญ : เครื่องทำน้ำอุ่น; เตาเหนี่ยวนำไฟฟ้า; อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน

¹ คณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร
E - mail : geerapongs@gmail.com

Abstract

This paper presents the feasibility of a development of the induction heating shower. The induction heating shower was designed and produced for combines the heat exchanger and the induction cooking, which is used in the kitchen room. The heat exchanger was made by stainless steel and that was built to be close box shape. In addition, there are two port connect, which is the water inlet and the water outlet. The results of this experiment, the temperature of water outlet of the induction heating shower can be increase to 53°C at 0.5 liter per minute water flow rate, by 2 kW electric power of the induction cooking.

Keywords : Shower heater; Induction cooker; heat exchanger

บทนำ

เครื่องทำน้ำอุ่น (Shower Heater) นับว่ามีความสำคัญและมีความจำเป็นอย่างมากนับตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน โดยเฉพาะการใช้น้ำอุ่นจากเครื่องทำน้ำอุ่นในช่วงฤดูหนาว จะเห็นได้จากกิจการโรงแรม รีสอร์ท รวมถึงบ้านพักอาศัยมักมีเครื่องทำน้ำอุ่นติดตั้งไว้ประจำห้องอาบน้ำเพื่อตอบสนองต่อความต้องการใช้ที่หลากหลายมากยิ่งขึ้น เพราะนอกจากจะมีการพัฒนาตัวผลิตภัณฑ์ให้สวยงามมากขึ้น ประกอบกับราคาเครื่องลดลงอันเนื่องจากการแข่งขันที่สูงจึงส่งผลให้มีผู้ใช้เครื่องทำน้ำอุ่นได้มากขึ้น อย่างไรก็ตามเครื่องทำน้ำอุ่นนั้น ยังมีการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดอื่นภายในที่อยู่อาศัย และเมื่อพิจารณาการเพิ่มอุณหภูมิให้กับน้ำ จะเห็นว่ากลไกการถ่ายเทความร้อนภายในของเครื่องทำน้ำอุ่นนั้น พบว่า ความร้อนที่เกิดจากขดลวดความร้อน (Heater) เข้าสู่โลหะตัวกลางแล้วจึงถ่ายเทความร้อนให้กับน้ำอีกต่อหนึ่ง จึงเกิดผลของเวลาในการเพิ่มความร้อนที่ค่อนข้างนาน ซึ่งจากการศึกษา (ธีรภาพ, 2545) ผลการทดสอบพบว่า เครื่องทำน้ำอุ่นยี่ห้อหนึ่งที่พิกัด 3.5 กิโลวัตต์นั้น สามารถทำให้น้ำอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ที่มีอัตราการไหลที่ 2 ลิตรต่อวินาที จะเพิ่มอุณหภูมิของน้ำได้ถึงประมาณ 48 องศาเซลเซียส ในระยะเวลา 32 วินาที นอกจากนี้เครื่องทำน้ำอุ่นยังต้องมีชุดตรวจสอบความดันของน้ำ เพื่อป้องกันในกรณีที่น้ำมีอัตราการไหลต่ำเกินไป จนทำให้ขดลวดความร้อนสร้างน้ำร้อนให้มีอุณหภูมิสูงจนไหม้ได้ นอกจากนี้ขดลวดความร้อนที่ใช้ในเครื่องทำน้ำอุ่นโดยทั่วไปนั้นจะสัมผัสกับน้ำโดยตรงและต่อกับแหล่งจ่ายไฟสลับ จึงมีความเสี่ยงต่ออันตรายจากกระแสไฟฟ้ารั่วได้ ในปัจจุบันการให้ความร้อนโดยการเหนี่ยวนำ (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2556) เป็นเทคโนโลยีการเหนี่ยวนำความร้อนด้วยความถี่สูง ได้เข้ามามีบทบาททั้งในชีวิตประจำวันและในอุตสาหกรรม เพราะการใช้พลังงานในการสร้างความร้อนได้เร็วกว่าการใช้ขดลวดความร้อนแบบเก่า จึงประหยัดพลังงานและมีประสิทธิภาพดีกว่า แม้ว่าในส่วนของงานวิจัยในอดีตที่ผ่านมาได้มีการนำเสนอเครื่องทำน้ำอุ่นที่ให้ความร้อนด้วยการเหนี่ยวนำไฟฟ้า (ศิริชัย, 2553; Ordoñez Flores Rafael. et al., 2013)

ผลที่ได้ยังต้องพัฒนาและปรับปรุงให้ใช้งานได้จริง หากมองว่าการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานของเครื่องทำนํ้าอุ่น ซึ่งยังจำเป็นต้องมีการศึกษาเพิ่มเติม ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาเครื่องทำนํ้าอุ่นโดยใช้เทคนิคการให้ความร้อนด้วยการเหนี่ยวนําไฟฟ้า (Induction Heating) ซึ่งปัจจุบันเทคโนโลยีการให้ความร้อนกับนํ้าด้วยการเหนี่ยวนําไฟฟ้ามีการพัฒนาเป็นเชิงพาณิชย์แล้ว แต่สำหรับเครื่องทำนํ้าอุ่นเพื่ออาบนํ้ายังมีการพัฒนาไม่มากนัก ดังนั้นจึงเป็นที่มาของการทําวิจัยเพื่อพัฒนาเครื่องทำนํ้าอุ่นสำหรับการอาบนํ้าด้วยการเหนี่ยวนําไฟฟ้าไปสู่การพัฒนาเชิงพาณิชย์ต่อไป

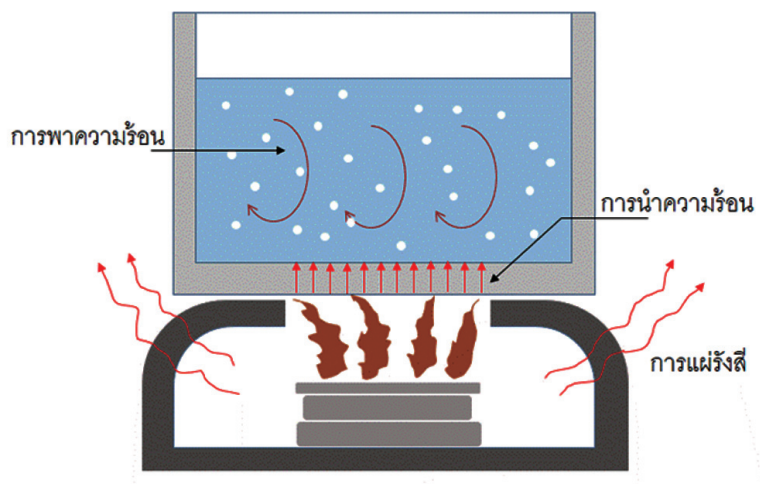
วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนาเครื่องทำนํ้าอุ่นสำหรับชำระล้างร่างกายด้วยวิธีการให้ความร้อนแบบเหนี่ยวนําไฟฟ้า
2. หาคคุณลักษณะและประเมินประสิทธิภาพของเครื่องต้นแบบ

วิธีดำเนินการวิจัย

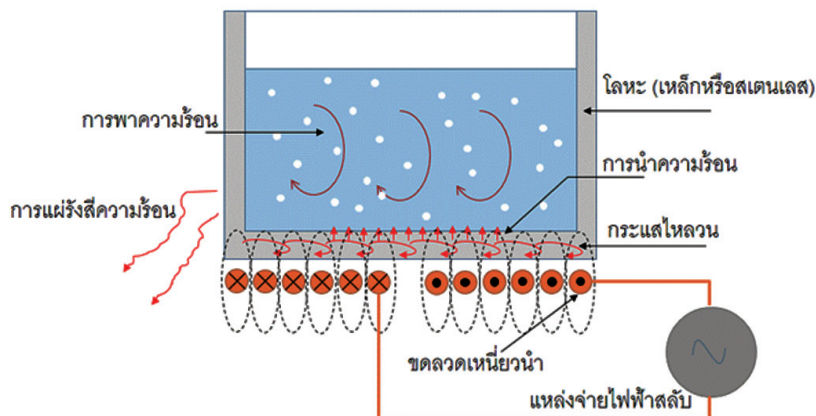
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1. การถ่ายเทความร้อน (Heat Transfer) คือการถ่ายเทพลังงานรูปแบบหนึ่ง โดยความร้อนจะเคลื่อนที่จากบริเวณที่มีอุณหภูมิสูงไปยังบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า ซึ่งการถ่ายเทความร้อนสามารถจำแนกได้ 3 ลักษณะดังนี้ การนำความร้อน การพาความร้อน และการแผ่รังสีความร้อน ดังในรูปที่ 1 แสดงการถ่ายเทความร้อนจากแหล่งกำเนิดไปยังนํ้า



รูปที่ 1 การจำแนกการถ่ายเทความร้อน

2. การให้ความร้อนแบบเหนี่ยวนำไฟฟ้า (Induction Heating) กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2556) กล่าวว่า ปฏิกิริยาทางไฟฟ้าและความร้อนเกิดขึ้นที่เนื้อโลหะหรือภาชนะโลหะโดยตรง ซึ่งเกิดจากกระแสไหลวน (Eddy Current) ของสนามแม่เหล็กที่มีการเหนี่ยวนำจากไฟฟ้ากระแสสลับความถี่สูง กระแสไหลวนที่เนื้อโลหะทำให้เกิดอิเล็กตรอนภายในโลหะเกิดการสั่นสะเทือนจนกลายเป็นพลังงานความร้อนและถ่ายเทความร้อนให้กับน้ำต่อไป ซึ่งการส่งผ่านความร้อนโดยตรงจะทำให้ลดการสูญเสียความร้อนโดยการพาความร้อนบริเวณรอบๆ ภาชนะโลหะ ดังแสดงในรูปที่ 2 เป็นการส่งผ่านพลังงานไฟฟ้าไปเป็นพลังงานความร้อนที่เนื้อโลหะ และถ่ายเทความร้อนจากการนำความร้อนในเนื้อโลหะไปยังน้ำในภาชนะโดยตรง เมื่อเปรียบเทียบการถ่ายเทความร้อนระหว่างความร้อนจากเชื้อเพลิงในรูปที่ 1 และการเหนี่ยวนำความร้อนในรูปที่ 2 จะสังเกตว่าการถ่ายเทความร้อนจากเชื้อเพลิงจะมีการสูญเสียความร้อนให้กับสิ่งแวดล้อมไปด้วยซึ่งต่างจากการให้ความร้อนแบบเหนี่ยวนำโดยตรงจะลดการสูญเสียความร้อนให้กับสิ่งแวดล้อมได้มากกว่า



รูปที่ 2 การให้ความร้อนแบบเหนี่ยวนำไฟฟ้า

3. อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน (Heat Exchangers) การออกแบบชุดแลกเปลี่ยนความร้อนจำเป็นต้องมีความสามารถในการคาดคะเนอุณหภูมิตรงทางออกของของไหลและหาอัตราการถ่ายเทความร้อนทั้งหมดระหว่างของไหลร้อนได้ เมื่อทราบอัตราการไหลของของไหลอาจสมมุติว่ามีการไหลแบบสภาวะคงที่คุณสมบัติของไหล เช่น อุณหภูมิ ความเร็วทางออกหรือทางเข้ามีค่าคงที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงพลังงานจลน์ และพลังงานศักย์ ความร้อนจำเพาะของของไหลจะใช้ค่าเฉลี่ยเป็นค่าคงที่ จึงสมมุติให้ผิวนอกสุดของชุดแลกเปลี่ยนความร้อนหุ้มด้วยฉนวนจนไม่มีการสูญเสียความร้อนให้แก่สิ่งแวดล้อมและมีการถ่ายเทความร้อนระหว่างของไหลทั้ง 2 ชนิดเท่านั้น จากกฎการอนุรักษ์พลังงานจะได้การถ่ายโอนความร้อนจากของไหล (Chris and Naser; 2009) ดังสมการ

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

เมื่อ Q คือค่าการถ่ายโอนความร้อน (กิโลวัตต์) คืออัตราการไหลของของไหล (กิโลกรัมต่อวินาที) C_p คือความร้อนจำเพาะของของไหล (กิโลจูลต่อกิโลกรัม - เคลวิน) T_{out} คืออุณหภูมิเฉลี่ยทางออกท่อ (องศาเซลเซียส) T_{in} คืออุณหภูมิเฉลี่ยที่ทางเข้าท่อ (องศาเซลเซียส)

ในการวิเคราะห์ชุดแลกเปลี่ยนความร้อนมักรวมอัตราการไหลของของไหลและความร้อนจำเพาะของของไหลเข้าด้วยกันเป็นจำนวนหนึ่ง เรียกว่า “อัตราความจุความร้อน (Heat Capacity rate); C'' นั่นคือ

$$C = \dot{m} C_p \quad (2)$$

สามารถเขียนสมการ (1) และ (2) ในรูปของการถ่ายโอนความร้อนดังนี้

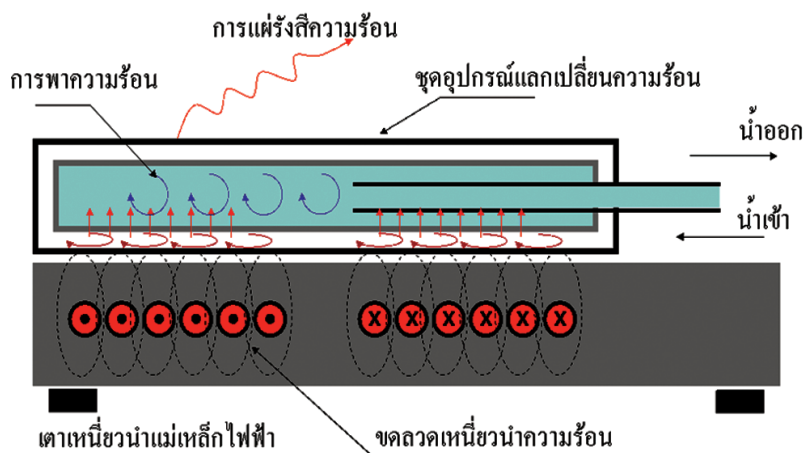
$$Q = C(T_{out} - T_{in}) \quad (3)$$

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาวิธีการเหนี่ยวนำความร้อนจากอดีตจนถึงปัจจุบัน
2. พิจารณาการออกแบบเลือกอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนของเครื่องให้มีลักษณะเหมาะสมกับเตาเหนี่ยวนำไฟฟ้า
3. คำนวณเพื่อกำหนดขนาดของอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนและพิกัดกำลังไฟฟ้าของเตาเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าให้สอดคล้องกับอุณหภูมิและอัตราการไหลของของไหล อาศัยข้อมูลพื้นฐานที่ได้จากการสืบค้นจากเอกสาร คู่มือ ของผู้ผลิตเครื่องทำน้ำอุ่นทั่วไป
4. ศึกษาปัจจัยเพื่อให้ประสิทธิภาพเครื่องดีขึ้น ได้แก่ อัตราการไหลของน้ำเป็นผลมาจากมวลที่ไหลเข้าออกอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนและเตาเหนี่ยวนำไฟฟ้าเป็นผลจากการถ่ายโอนความร้อนไปยังอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนให้กับน้ำ

แนวคิดและหลักการออกแบบ

แนวคิงานวิจัยนี้ คือ การสร้างอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนที่เป็นโลหะเหนี่ยวนำที่ทำให้เกิดความร้อนและน้ำเพื่อให้มีการถ่ายเทความร้อนสูงสุด ซึ่งแผนผังการทำงานแสดงได้ ดังรูปที่ 3

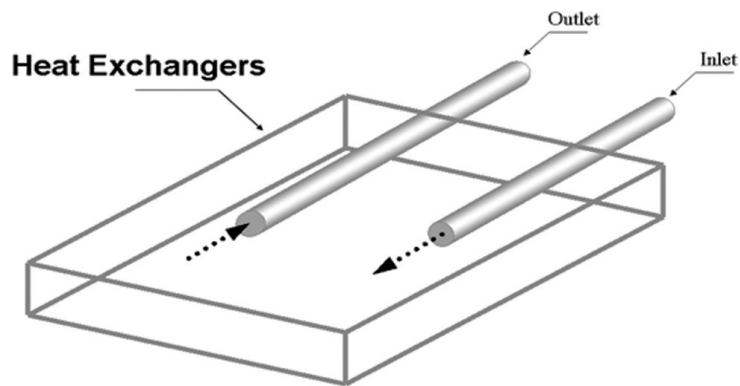


รูปที่ 3 แผนผังการทำงานของเครื่องทำน้ำอุ่นด้วยเตาเหนี่ยวนำไฟฟ้า

จากรูปที่ 3 เริ่มด้วยน้ำที่ไหลผ่านทางเข้าอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนที่ถูกวางบนเตาเหนี่ยวนำไฟฟ้า เพื่อให้สนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นเหนี่ยวนำไปยังอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนที่ทำด้วยโลหะจนเกิดความร้อนขึ้น แล้วจึงถ่ายเทความร้อนส่งผ่านให้กับน้ำต่อไป การออกแบบอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนถูกตั้งเป้าให้มีความสามารถทำความร้อนเท่าหรือใกล้เคียงกับชุดทำความร้อนของเครื่องทำน้ำอุ่นในปัจจุบัน ดังนั้นค่าต่างๆ ของการทำความร้อนควรจะใกล้เคียงกับเครื่องทำน้ำอุ่นทั่วไป ซึ่งค่าที่ต้องทราบคือ ค่าของอุณหภูมิที่สามารถเพิ่มขึ้นได้ และอัตราการไหลของน้ำผ่านชุดแลกเปลี่ยนความร้อนเมื่อได้สองค่านี้สามารถกำหนดถึงขนาดต่างๆ ของชุดแลกเปลี่ยนความร้อนขึ้นได้ ดังนั้นในการออกแบบจึงอ้างอิงจากข้อมูลของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2556) นำค่าต่างๆ มาใช้หาค่ากำลังความร้อนโดยอาศัยสมการที่ (1), (2) และ (3)

ขั้นตอนในการสร้าง

อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนในงานวิจัยนี้ อาศัยหลักการถ่ายเทความร้อนโดยการนำและการพาความร้อนของโลหะที่มีอุณหภูมิสูงกว่าของไหลนั้น คือ การทำให้อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนมีอุณหภูมิสูงขึ้นด้วยการเหนี่ยวนำไฟฟ้า จากนั้นก็ส่งผ่านของไหลให้เข้าไปแลกเปลี่ยนความร้อนกับโลหะดังกล่าวทำให้ของไหลมีอุณหภูมิสูงขึ้น ในงานวิจัยนี้จึงใช้สแตนเลส (Stainless Steel) มาเป็นอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน ซึ่งสแตนเลสสามารถเหนี่ยวนำทำให้เกิดความร้อนในเนื้อของสแตนเลสได้ไม่ทำให้เกิดสนิมเมื่อใช้ไประยะเวลานาน อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนมีขนาด $120 \times 150 \times 50$ มิลลิเมตร ประกอบกับท่อน้ำเข้าออกมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตร ซึ่งแสดงดังรูปที่ 4 และภาพถ่ายเครื่องทำน้ำอุ่นต้นแบบในรูปที่ 5

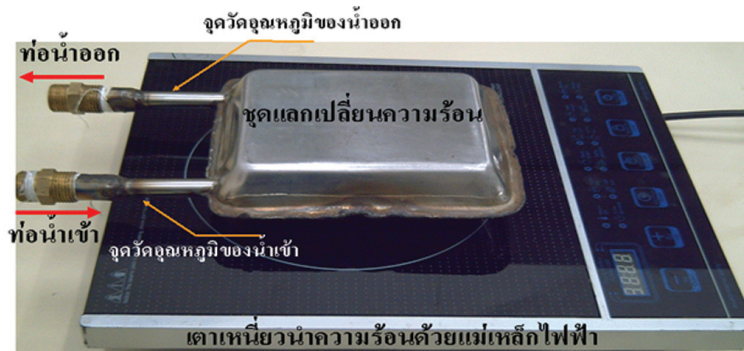


(ก)



(ข)

รูปที่ 4 ชุดแลกเปลี่ยนความร้อน



รูปที่ 5 เครื่องทำน้ำอุ่นต้นแบบ

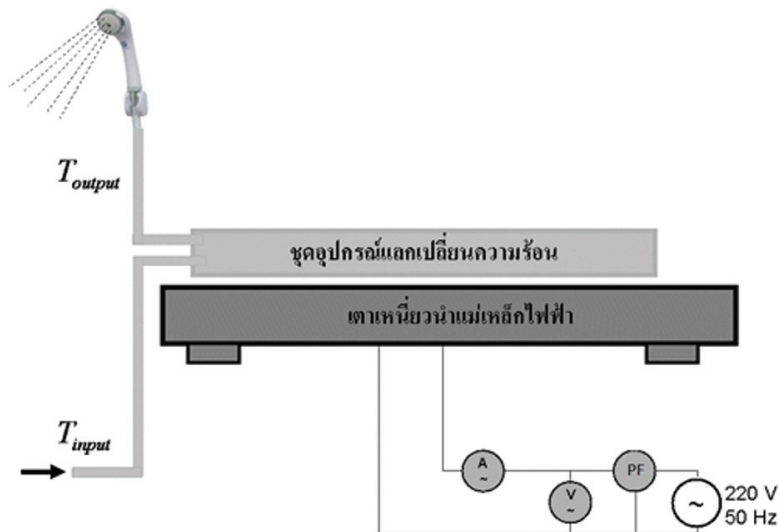
ขั้นตอนทดสอบและเก็บข้อมูล

1. สถานที่ทดสอบและเก็บข้อมูลงานวิจัยนี้ใช้ห้องปฏิบัติการสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร
2. ขั้นตอนจัดเตรียมอุปกรณ์ในการทดสอบ
 - 1) เตรียมอุปกรณ์ในงานเชื่อมต่อท่อน้ำเข้ากับชุดอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน
 - 2) เตรียมเครื่องต้นแบบและตรวจสอบสภาพให้พร้อมใช้งาน

- 3) จัดเตรียมเครื่องมือวัดทางไฟฟ้าและต่อเข้ากับวงจร เพื่อความพร้อมในการวัดค่าต่าง ๆ
- 4) เตรียมอุปกรณ์บันทึกผลการทดสอบ
3. ขั้นตอนในการดำเนินการทดสอบและบันทึกผล

1) การทดสอบสมรรถนะของระบบทำน้ำอุ่นที่กำลังไฟฟ้าสูงสุดของเตาเหนี่ยวนำไฟฟ้า โดยการปรับที่อัตราการไหลของน้ำที่ระดับ 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0 ลิตรต่อนาที เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิของน้ำที่เข้าออกเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนต่อเวลาการใช้งาน และหาประสิทธิภาพของระบบ เครื่องทำน้ำอุ่นที่อัตราการไหลดังกล่าวต่อเวลาการใช้งาน ในการทดสอบจะบันทึกอุณหภูมิของน้ำเข้าออก อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนด้วยเครื่องมือวัดอุณหภูมิที่มีหัววัดเป็นเทอร์โมคัปเปิล Type K พร้อมกับติดตั้งเครื่องมือวัดแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และเพาเวอร์แฟกเตอร์มิเตอร์เพื่อนำไปคำนวณหาค่ากำลังไฟฟ้าของเตาเหนี่ยวนำไฟฟ้า ดังแสดงในรูปที่ 6 เตาเหนี่ยวนำไฟฟ้าที่นำมาใช้ทดสอบเป็นเตาเหนี่ยวนำไฟฟ้าที่มีวางจำหน่ายตามท้องตลาด มีป้ายบอกสมบัติของเตาดังนี้ แรงดันไฟฟ้า 220 โวลต์ ความถี่ 50 เฮิร์ตซ์ กำลังไฟฟ้าพิกัดสูงสุด 2 กิโลวัตต์ การวัดอัตราการไหลของของไหลใช้วิธีตวงวัดปริมาตร พร้อมกับจับเวลาการไหลเพื่อให้ได้อัตราการไหลลิตรต่อนาที โดยก่อนทำการทดสอบระบบจะทำการตวงวัดอัตราการไหลให้ได้ระดับที่ต้องการก่อนทดสอบเสมอ

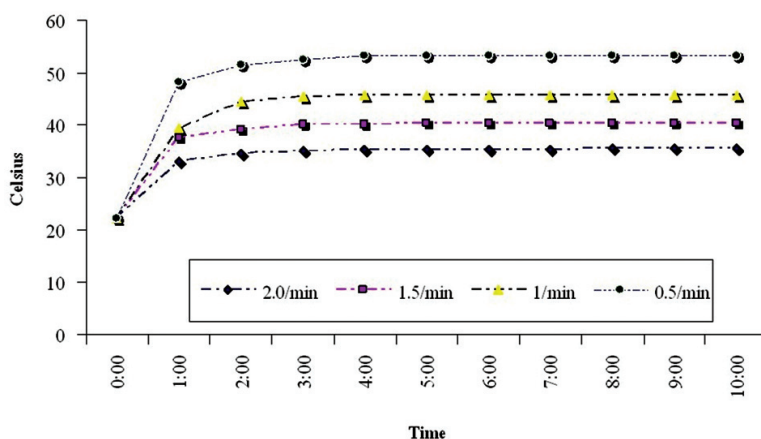
- 2) นำข้อมูลที่ได้จากการทดสอบมาบันทึกผลลงตารางที่จัดเตรียมไว้เพื่อนำไปวิเคราะห์ต่อไป



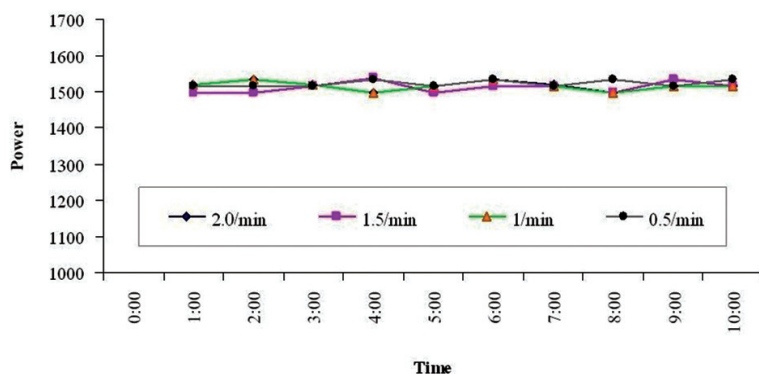
รูปที่ 6 แผนผังการทดสอบเครื่องต้นแบบ

ผลการวิเคราะห์

ผลการศึกษาและการทดสอบเครื่องทำน้ำอุ่นด้วยเตาเหนี่ยวนำไฟฟ้า พบว่า อุณหภูมิของน้ำที่ออกจากเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนที่สร้างขึ้นมีสูงขึ้นดังนี้ ที่อุณหภูมิน้ำเข้า (T_{in}) 22 องศาเซลเซียส อัตราการไหลของน้ำที่ 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0 ลิตรต่อนาที มีอุณหภูมิของน้ำออก (T_{out}) สูงสุด 53, 45, 40 และ 35 องศาเซลเซียสตามลำดับ โดยอุณหภูมิของน้ำออกจะเริ่มคงที่เมื่อเวลาผ่านไปประมาณ 3 นาที และใช้เวลาทดสอบทั้งหมด 10 นาที ผลการทดสอบสามารถนำมาแสดงเป็นกราฟความสัมพันธ์ได้ดังรูปที่ 7 ซึ่งจะสังเกตเห็นว่า ที่อัตราการไหลต่ำสุด 0.5 ลิตรต่อนาที อุณหภูมิของน้ำออกจะมีค่าสูงสุดที่ 53 องศาเซลเซียส และอัตราการไหลสูงสุด 2.0 ลิตรต่อนาที อุณหภูมิน้ำออกต่ำสุดคือ 35 องศาเซลเซียส จากการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อนของอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนกับของไหล (น้ำ) จะเป็นไปตามสมการที่ (3) ซึ่งนำผลต่างของอุณหภูมิน้ำที่เข้าออกอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน อัตราการไหลและค่าความร้อนจำเพาะของน้ำจะพบว่า ที่อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนมีการถ่ายเทความร้อนประมาณ 1.5 กิโลวัตต์ ดังแสดงผลในรูปที่ 8



รูปที่ 7 ผลการทดสอบการแลกเปลี่ยนความร้อนกับอัตราการไหลของน้ำ



รูปที่ 8 ผลการถ่ายโอนความร้อนของน้ำกับอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน

เมื่อพิจารณาอุณหภูมิที่ออกมาในงานวิจัยนี้จะพบว่า การเข้าสู่สภาวะคงที่ค่อนข้างเร็วกว่าการศึกษาประสิทธิภาพการทำน้ำร้อนด้วยหลักการแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำของธีรภาพ (ธีรภาพ, 2545)

การทดสอบด้านกำลังไฟฟ้าที่ป้อนให้กับเตาเหนี่ยวนำไฟฟ้า ซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักของเครื่องทำน้ำอุ่นในงานวิจัยนี้ ผลการวิเคราะห์การวัดแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้าและตัวประกอบกำลังของเตาพบว่า กำลังไฟฟ้าที่คำนวณได้จากสมการที่ (4) มีกำลังไฟฟ้าเท่ากับ 1.5 กิโลวัตต์ และตัวประกอบกำลัง 0.8

$$P_{in} = VI \cos \theta \quad (4)$$

เมื่อ V คือแรงดันไฟฟ้า (โวลต์) I คือกระแสไฟฟ้า (แอมแปร์) $\cos \theta$ คือตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (ไม่มีหน่วย)

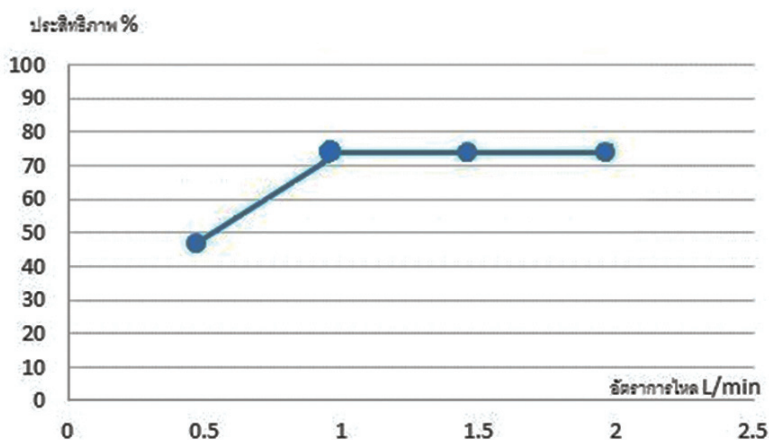
การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของระบบทำน้ำอุ่นด้วยเตาเหนี่ยวนำไฟฟ้าพบว่า กำลังไฟฟ้าสูงสุดที่ป้อนให้ระบบเท่ากับ 2 กิโลวัตต์ ซึ่งเป็นพิกัดสูงสุดของเตาเหนี่ยวนำไฟฟ้าที่ใช้งาน และค่าความร้อนที่ได้จากการแลกเปลี่ยนความร้อนเท่ากับ 1.5 กิโลวัตต์ ดังนั้นประสิทธิภาพของระบบจึงคำนวณได้จากสมการที่ (5) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 75 เปอร์เซ็นต์ และแสดงความสัมพันธ์ของประสิทธิภาพกับอัตราการไหลของน้ำได้ดังรูปที่ 9

$$\eta = Q/P_{in} \quad (5)$$

เมื่อ η คือประสิทธิภาพของระบบ (ไม่มีหน่วย) Q คือความร้อนของน้ำ (กิโลวัตต์)

P_{in} คือกำลังไฟฟ้าด้านเข้า (กิโลวัตต์)

จากการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของการทำความร้อนด้วยเตาเหนี่ยวนำไฟฟ้าจะได้ประสิทธิภาพสูงสุด 75 เปอร์เซ็นต์ ที่อัตราการไหล 1.0 ถึง 2.0 ลิตรต่อวินาที



รูปที่ 9 ประสิทธิภาพของเครื่องต้มน้ำแบบเทียบกับอัตราการไหลของน้ำ

สรุปผลการดำเนินการ

จากการศึกษาความเป็นไปได้ในการพัฒนาเครื่องทำน้ำอุ่นด้วยเตาเหนี่ยวนำไฟฟ้า ด้วยการสร้างอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างโลหะเหนี่ยวนำที่ทำให้เกิดความร้อนกับน้ำ และใช้ร่วมกับเตาเหนี่ยวนำไฟฟ้าที่มีอยู่แล้วในครัวเรือน พบว่า ผลการทดสอบอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนสามารถเหนี่ยวนำกับเตาเหนี่ยวนำไฟฟ้าได้ทำให้เกิดความร้อนขึ้นที่เนื้อโลหะและสามารถแลกเปลี่ยนความร้อนกับน้ำได้ นอกจากนี้ยังพบว่า น้ำที่ผ่านอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนมีอุณหภูมิขึ้นถึง 53 องศาเซลเซียส ที่อัตราการไหลของน้ำ 0.5 ลิตรต่อนาที ด้วยกำลังไฟฟ้าที่ป้อนให้กับเตาเหนี่ยวนำไฟฟ้าประมาณ 2 กิโลวัตต์ และประสิทธิภาพของระบบทำได้ 75 เปอร์เซ็นต์ ผลการทดสอบยืนยันได้ว่ามีความเป็นไปได้สำหรับพัฒนาเครื่องทำน้ำอุ่นต่อไปและให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นด้วยการเพิ่มพื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อนของอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนจาก คณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร ทางคณะผู้วิจัยจึงขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

บรรณานุกรม

- กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. (2556). การให้ความร้อนโดยการเหนี่ยวนำ. เข้าถึงเมื่อ 3 มกราคม 2556. เข้าถึงได้จาก (http://www.2dede.go.th/bhrd/old/web_display/websemples/swf_ind24/24_thai.swf)
- ธีรภาพ อุดมสินคำ. (2545). การศึกษาประสิทธิภาพการทำน้ำร้อนด้วยหลักการแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ. ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการพลังงาน คณะพลังงานและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- ศิริชัย แดงเอม. (2553). เครื่องทำน้ำอุ่นด้วยหลักการเหนี่ยวนำความร้อน. ใน การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 33 (EECON-33) 1 - 3 ธันวาคม โรงแรมเซ็นทารา ดวงตะวัน จ.เชียงใหม่. สจล.(KMUTL) มช.(CMU) มทม.(MUT). หน้า 689-692.
- Chris Long and Naser Sayma., (2009). Heat Transfer. Ventus Publishing ApS.
- Ordoñez Flores Rafael, Reyes Castillo Fabiola, Carreño Hernández Carlos, Morales Caporal Roberto, Martínez Hernández Haydée Patricia. (2013). Water Heater by Magnetic Induction. International Conference on Electronics, Communications and Computing (CONIELECOMP 2013), 11-13 March 2013, Cholula, Puebla, Mexico International Conference. pp. 192-197