วสวัตติ์ ทิ้งบริรักษ์: การทดสอบสมรรถนะการผลิตลมร้อนด้วยการทำความร้อนแบบเหนี่ยวนำ
(PERFORMANCE TEST OF HOT AIR PRODUCTION BY INDUCTION HEATING)
อาจารย์ที่ปรึกษา: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กระวี ตรีอำนรรค, 360 หน้า.

คำสำคัญ: การเหนี่ยวนำความร้อน/สมรรถนะเชิงความร้อน/แบบจำลองเชิงตัวเลข

การพึ่งพาแหล่งพลังงานความร้อนที่ใช้ขดลวดไฟฟ้า แก๊ส และน้ำมันเชื้อเพลิงมีต้นทุนสูง การควบคุมสภาวะทำได้จำกัด และไม่สอดคล้องกับความต้องการด้านพลังงานที่ยั่งยืน การเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าในวิทยานิพนธ์นี้เป็นเทคโนโลยีที่มีศักยภาพในกระบวนการทำความร้อน โดยคุณสมบัติเด่นคือการถ่ายเทพลังงานที่รวดเร็ว การกระจายความร้อนสม่ำเสมอ และความยืดหยุ่นในการออกแบบภาระเหนี่ยวนำ งานวิจัยนี้จึงเป็นการสร้างต้นแบบระบบผลิตลมร้อนด้วยการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าเปรียบเทียบสมรรถนะกับระบบขดลวดไฟฟ้าทั้งในด้านพลังงาน ระยะเวลา และประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อน ต้นแบบติดตั้งภาระเหนี่ยวนำแบบ ท่อเรียบ ครีบ แผ่นกั้น และแผ่นบิด ทำการทดลองภายใต้เงื่อนไขการไหลแบบปั่นป่วน ช่วงเลขเรย์โนลด์ 8,000–12,000 ที่อุณหภูมิเป้าหมาย 50–90 °C และ ขนานไปกับการจำลอง CFD ใน SOLIDWORKS และ ANSYS เพื่ออธิบายกลไกการถ่ายเทความร้อน รวมทั้งการสร้างแบบจำลองเชิงสถิติด้วย Response Surface Methodology เพื่อช่วยทำนายผลสำหรับรูปแบบที่ไม่ได้ทำการทดลองจริง และท้ายที่สุดได้ประเมินรูปแบบที่เหมาะสมด้วยวิธีการตัดสินใจแบบหลายเกณฑ์

ผลการศึกษาแสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่าการเหนี่ยวนำมีข้อได้เปรียบเหนือกว่าขดลวดไฟฟ้าอย่างมีนัยสำคัญ โดยที่อุณหภูมิ 90 °C เลขเรย์โนลด์ 12,000 ระบบเหนี่ยวนำสามารถลดเวลาในการทำความร้อนจาก 809.60 วินาที เหลือเพียง 429.54 วินาที และลดการใช้พลังงานจาก 0.18033 kWh เหลือ 0.09688 kWh ประหยัดพลังงานได้ราว 46% แนวโน้มนี้ปรากฏสอดคล้องกันทุกช่วงเงื่อนไขที่ศึกษา รูปแบบภาระเหนี่ยวนำแต่ละแบบมีจุดเด่นและข้อจำกัดต่างกัน และเมื่อนำข้อมูลการทดลองมาทำการจัดลำดับ พบว่ารูปแบบครีบมีความเหมาะสมที่สุด เนื่องจากสามารถสร้างสมดุลระหว่างการถ่ายเทความร้อนและความดันตกคร่อมได้ดีที่สุดในภาพรวม รองลงมาคือแผ่นบิดซึ่งให้ค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนสูงกว่าแต่ต้องแลกด้วยความดันตกคร่อมที่สูงกว่าเช่นกัน ส่วนแผ่นกั้นและท่อเรียบอยู่ในลำดับถัดไป

ผลการศึกษาอิทธิพลของจำนวนครีบของภาระเหนี่ยวนำด้วยแบบจำลอง SOLIDWORKS Flow Simulation รูปแบบ 3, 5 และ 8 ครีบ ผลที่ได้สอดคล้องกับทฤษฎีการถ่ายเทความร้อน โดยที่รูปแบบ 3 ครีบใช้เวลาทำความร้อนจนถึงอุณหภูมิที่ต้องการอยู่ในช่วง 35.52–144.04 วินาที ขณะที่

รูปแบบ 8 ครีบใช้เวลาในช่วง 36.10–133.44 วินาที ซึ่งชี้ว่าการเพิ่มจำนวนครีบสามารถช่วยลดเวลาได้ในภาพรวมแม้จะทำให้ความดันตกคร่อมสูงขึ้น จากการจำลองเชิงสถิติด้วย Response Surface Methodology เพื่อทำนายผลในรูปแบบ 4, 6 และ 7 ครีบ แล้วทำการจัดลำดับโดยใช้เกณฑ์การตัดสินใจหลายเงื่อนไขทั้งในกรณีทั่วไป กรณีเพื่อการอบแห้ง และกรณีที่ปรับตามความต้องการเฉพาะ ผลที่ได้สอดคล้องกันว่ารูปแบบที่เหมาะสมที่สุดคือ 3 ครีบ เนื่องจากสามารถสร้างสมดุลที่เหมาะสมที่สุดระหว่างเวลาในการทำความร้อน การถ่ายเทความร้อน และความดันตกคร่อม ได้เป็นผลสรุปขั้นสุดท้ายที่สะท้อนว่าระบบผลิตลมร้อนแบบเหนี่ยวนำสามารถออกแบบให้มีสมรรถนะสูงและตอบสนองได้ตรงตามความต้องการของกระบวนการใช้ความร้อนในเชิงปฏิบัติ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกล ลายชื่อนักศึกษา .....

ปีการศึกษา 2568 ลายชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

WASAWAT THINGBORIRAK: PERFORMANCE TEST OF HOT AIR PRODUCTION BY INDUCTION HEATING
THESIS ADVISOR: ASST. PROF. Dr. KRAWEE TREEAMNUK, D.Eng., 360 PP.

Keywords: Induction Heating/Thermal Performance /Numerical Model

The reliance on conventional heat sources such as electric coils, gas, and fuel oil is associated with high costs, limited controllability, and incompatibility with the pursuit of sustainable energy. Electromagnetic induction, as investigated in this dissertation, emerges as a promising heating technology distinguished by its rapid energy transfer, uniform heat distribution, and flexibility in the design of induction loads. Accordingly, this research developed a prototype hot-air generation system utilizing induction heating and compared its performance with an electric coil system in terms of energy consumption, heating time, and heat transfer efficiency. The prototype incorporated various induction load configurations smooth tube, finned tube, baffle, and twisted plate and was experimentally tested under turbulent flow conditions with Reynolds numbers in the range of 8,000–12,000 and target outlet temperatures of 50–90 °C. These experiments were complemented by CFD simulations in SOLIDWORKS and ANSYS to elucidate the underlying heat transfer mechanisms. In addition, statistical modeling was carried out using the Response Surface Methodology (RSM) to predict the outcomes for configurations not tested experimentally, followed by multi-criteria decision-making to determine the most appropriate design.

The results clearly demonstrate the superiority of induction heating over electric coils. At 90 °C and Reynolds number 12,000, the induction system reduced the heating time from 809.60 seconds to 429.54 seconds and lowered energy consumption from 0.18033 kWh to 0.09688 kWh, achieving approximately 46% energy savings. This trend was consistently observed across all operating conditions. Each induction load configuration exhibited distinct advantages and limitations. The finned tube was identified as the most suitable design, offering the optimal balance between heat transfer enhancement and pressure drop. The twisted plate produced higher heat

transfer rates but incurred a larger pressure drop, while the baffle and smooth tube ranked lower overall.

Further investigations using SOLIDWORKS Flow Simulation examined finned tubes with 3, 5, and 8 fins, yielding results consistent with heat transfer theory. The 3-fin configuration required heating times of 35.52–144.04 seconds to reach the target temperature, while the 8-fin configuration required 36.10–133.44 seconds, indicating that increasing the number of fins generally reduces heating time, albeit at the cost of higher pressure drops. Statistical modeling with RSM was employed to predict the performance of 4-, 6-, and 7-fin configurations, and subsequent multi-criteria decision analyses (for general use, drying-focused applications, and tailored demands) consistently ranked the 3-fin configuration as the most appropriate. This outcome underscores that an induction-based hot-air generation system can be optimally designed to achieve high performance while meeting practical heating requirements.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

School of Mechanical Engineering
Academic Year 2025

Student's Signature Wasawat Thingboriak
Advisor's Signature Krawee Treeamnuk