การทดสอบฉนวนกันความร้อนสำหรับหม้อต้มน้ำไฟฟ้า ด้วยวิธีไฟไนท์อิลิเมนท์

พีรวัจน์ มีสุข[1*], พีรวัส อู่ทอง[2], อนันต์ เสถียรนุกูล[2]

[1]สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและระบบควบคุมอัตโนมัติ
คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา กรุงเทพมหานคร
[2]สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าเครื่องกลการผลิต
คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา กรุงเทพมหานคร
[*]Corresponding author email: peerawat.me@bsru.ac.th

ได้รับบทความ: 23 มกราคม 2567
ได้รับบทความแก้ไข: 6 เมษายน 2567
ยอมรับตีพิมพ์: 1 พฤษภาคม 2567

บทคัดย่อ

บทความนี้ได้นำเสนอการทดสอบฉนวนกันความร้อนสำหรับหม้อต้มน้ำไฟฟ้าด้วยวิธีไฟไนท์อิลิเมนท์ การจำลองผลการกระจายตัวของความร้อนในหม้อต้มน้ำไฟฟ้า กรณีไม่หุ้มฉนวน และหุ้มฉนวนแบบใยแก้ว โดยมีการทดสอบการทำงานของหม้อต้มน้ำไฟฟ้าแล้วเก็บข้อมูลการถ่ายเทความร้อนด้วยกล้องถ่ายภาพความร้อน ผลการจำลองพบว่าการหุ้มฉนวน สามารถกันไม่ให้ความร้อนกระจายออกมาจากหม้อต้มน้ำไฟฟ้าได้ การทดสอบการทำงานของหม้อต้มน้ำไฟฟ้า เป็นการทดสอบการต้มน้ำจนน้ำเดือดและหม้อต้มตัดการทำงาน แล้วบันทึกค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ เวลาที่หม้อต้มทำงานและวัดอุณหภูมิที่ผิวหม้อต้มน้ำไฟฟ้า ผลการทดสอบพบว่า การหุ้มฉนวนทำให้หม้อต้มน้ำไฟฟ้าประหยัดพลังงานได้ 0.01 หน่วย และหม้อน้ำใช้เวลาทำงานน้อยกว่าการไม่หุ้มฉนวน ซึ่งการผลการจำลองผลด้วยวิธีไฟไนท์อิลิเมนท์และการทดสอบไปในทิศทางเดียวกัน

คำสำคัญ: หม้อตมน้ำไฟฟา/ ฉนวนกันความรอน / วิธีไฟไนทอิลิเมนท

Insulation Testing for Electric Water Boilers Using Finite Element Method

Peerawat Meesuk[1*], Peerawat Outong[2], Anan Sathiennukul[2]

[1] Electrical Engineering and Automation Control Systems Program,
Faculty of Engineering and Industrial Technology,
Bansomdejchaopraya Rajabhat University, Bangkok
[2] Electromechanic Manufacturing Engineering Program,
Faculty of Engineering and Industrial Technology,
Bansomdejchaopraya Rajabhat University, Bangkok
[*]Corresponding author email: peerawat.me@bsru.ac.th

Received: 23 January 2024
Revised: 6 April 2024
Accepted: 1 May 2024

Abstract

This article presents thermal insulation testing for electric water boilers using the finite element method. Simulation of heat distribution results in an electric boiler. In the case of not insulating and insulated with fiberglass. The operation of the electric boiler was tested and heat transfer data was collected using a thermal imaging camera. The simulation results found that the insulation Can reduce heat dissipation from the electric boiler. Testing the operation of the electric boiler It is a test of boiling water until the water boils and the boiler stops working. Then record the electrical energy used. The time when the boiler is working and the temperature on the surface of the electric boiler is measured. Test results found that Insulating makes an electric boiler more electrical energy about 0.01 unit and the boiler takes less time to run than if it were not insulated. The simulation results using the finite element method and the tests are in the same direction.

Keywords: Electric water boiler/ Thermal insulation/ Finite element method

บทนำ

ในปัจจุบันมนุษย์เริ่มให้ความสำคัญกับการอนุรักษ์พลังงานมากยิ่งขึ้น เนื่องจากโลกประสบกับปัญหาสภาวะโลกร้อนและอุณหภูมิที่สูงขึ้นอย่างต่อเนื่องทุกปีการอนุรักษ์พลังงานสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การประหยัดไฟฟ้าสามารถทำได้จากการลดหรือเลิกพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าอย่างสิ้นเปลืองหมั่นบำรุงรักษาอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆให้มีอายุการใช้งานให้ยาวนานขึ้นใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ประหยัดไฟมากขึ้น ทางการไฟฟ้าฝ่ายผลิต (กฟผ.) และกระทรวงพลังงานได้ร่วมมือกันทำโครงการฉลากประหยัดไฟเบอร์ 5 ขึ้น ซึ่งฉลากประหยัดไฟเบอร์ 5 (อุปกรณ์ที่ได้ฉลากประหยัดไฟเบอร์ 5 คือ อุปกรณ์ที่มีอัตราการประหยัดพลังงาน หรือ Energy Efficiency Ratio มากกว่า 11 หน่วย) เป็นสัญลักษณ์ที่ กฟผ. รับรองประสิทธิภาพอุปกรณ์ไฟฟ้า โดยมีสถาบันไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เป็นผู้ดำเนินการทดสอบ ถึงแม้อุปกรณ์ไฟฟ้าจะได้ฉลากประหยัดไฟเบอร์ 5 แต่ถ้าเปิดทิ้งไว้ทั้งวันจะทำให้เกิดการสิ้นเปลื้องและจะไม่สามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้

หม้อต้มน้ำไฟฟ้า เป็นอุปกรณ์สำหรับครัวเรือนที่ใช้พลังงานความร้อน โดยรับพลังงานไฟฟ้าเข้ามาและเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อน โดยใช้หลักการ คือ เมื่อปล่อยกระแสไฟฟ้าผ่านขดลวดตัวนำที่มีความต้านทานสูงๆ ลวดตัวนำนั้นจะมีความร้อนจนสามารถนำความร้อนออกไปใช้ประโยชน์ได้ เนื่องจากเป็นเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานความร้อนมาก จึงสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้ามากเมื่อเปรียบกับการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าประเภทอื่นๆ เมื่อใช้ในเวลาที่เท่ากัน ดังนั้นขณะใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าให้พลังงานความร้อนจึงควรใช้ด้วยความระมัดระวัง ตัวอย่างเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานความร้อน เช่น เตารีด หม้อหุงข้าว กระทะไฟฟ้า หม้อต้มน้ำ เครื่องต้มกาแฟ เตาไฟฟ้า ฯลฯดังนั้นการอนุรักษ์พลังงานจึงเป็นสิ่งจำเป็นที่ต้องพึงปฏิบัติเพื่อที่จะใช้ทรัพยากรทางด้านพลังงานไม่ให้สูญเปล่า การหุ้มฉนวนเป็นการอนุรักษ์พลังงานอีกแบบหนึ่งที่ช่วยให้เก็บรักษาความร้อนไว้ได้ ไม่ให้ลดการเกิดความร้อนสูญเสียไปได้ เช่น การวิเคราะห์สมรรถนะของฉนวนหลายชนิดภายในเตาอบพลังงานแสงอาทิตย์ชนิดพาความร้อนแบบธรรมชาติโดยใช้วิธีไฟไนท์อิลลิเมนต์แบบ 3 มิติ [1] การวิเคราะห์ระบบถ่ายเทความร้อนของห้องปฏิบัติการสอบเทียบเคลื่อนที่ด้วยวิธีไฟไนท์อิลิเมนท์ [2] การศึกษาประสิทธิภาพฉนวนที่ผลิตจากเส้นใยธรรมชาติ[3] การศึกษาสมบัติของวัสดุฉนวนแบบแผนแซนวิชรังผึ้งไม่อัดด้วยการจำลองด้วยวิธีไฟไนท์อิลิเมนท์[4] การหุ้มฉนวนกันความร้อนสำหรับเครื่องฉาบผิวฟลม CVD [5] นอกจากนี้ยังมีการพัฒนาฉนวนกันความรอนสูอาคารจากซังข้าวโพดและน้ำยางธรรมชาติ[6] ในการวิจัยเกี่ยวกับการ

ถ่ายเทความร้อนได้นำวิธีการคำนวณเชิงวิศวกรรมด้วยวิธีไฟไนท์อิลิเมนท์มาใช้เพื่อสะดวกต่อการวิเคราะห์ผล [7-8]

ดังนั้นทางผู้วิจัยได้เล็งเห็นปัญหาดังกล่าวข้างต้น จึงได้ทำการศึกษาและหาวิธีการในการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าและพลังงานความร้อน[9] ที่ใช้ในหม้อต้มไฟฟ้าโดยได้ทำการทดลองโดยใช้วิธีการหุ้มฉนวนกันความร้อนในตัวหม้อต้มไฟฟ้า โดยใช้วัสดุกันความร้อนในการทดลองทำการหุ้มฉนวนหม้อต้มไฟฟ้าเพื่อลดการสูญเสียของพลังงานความร้อนในหม้อต้มไฟฟ้าและได้นำวิธีไฟไนท์อิลิเมนท์เพื่อใช้วิเคราะห์และปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องหม้อต้มไฟฟ้าด้วยการหุ้มฉนวนกันความร้อน

วัสดุและวิธีการ

พลังงานความร้อน

พลังงานความร้อนเป็นพลังงานรูปหนึ่งที่สามารถทำงานได้และเปลี่ยนรูปมาจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง จากดวงอาทิตย์ พลังงานไฟฟ้า พลังงานความร้อนใต้พิภพ เป็นพลังงานที่สามารถเคลื่อนที่จากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง ซึ่งเกิดจากการสั่นหรือการเคลื่อนไหวของโมเลกุลภายในวัตถุหรือเกิดจากปฏิกิริยาเคมีพลังงานเหล่านี้ล้วนแต่มีความสำคัญในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต การหาค่าปริมารความร้อนสามารถหาค่าได้จาก

$$Q = mL \tag{1}$$

เมื่อ Q คือ ปริมาณความร้อน หน่วย แคลอรี
m คือ มวลของสาร หน่วย กรัม
L คือ ความร้อนแฝงจำเพาะ หน่วย แคลอรี / กรัม

หรือสามารถหาค่าความร้อนได้อีกรูปแบบหนึ่งจากสมาการ

$$Q = mc\Delta t \tag{2}$$

เมื่อ Q คือ ปริมาณความร้อนที่ใช้ในการลดหรือเพิ่มอุณหภูมิของสาร
m คือ มวลของสาร หน่วย กรัม
c คือ ความจุความร้อนจำเพาะของสาร
หน่วย แคลอรี / กรัม-องศาเซลเซียส
Δt คือ อุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไปอาจเพิ่มขึ้นหรือลดลง

นิยามและความหมายที่ใช้ในการคำนวณหาพลังงานความร้อนมีดังนี้

1) ความร้อน (Thermal) เป็นพลังงานรูปหนึ่งที่เปลี่ยนมาจากพลังงานรูปอื่น เช่น พลังงานไฟฟ้า พลังงานกล (พลังงานศักย์และพลังงานจลน์) พลังงานเคมี พลังงานนิวเคลียร์ หรืองาน เป็นต้นพลังงานความร้อนมีหน่วยเป็นจูล (Joule, J) ในระบบเอสไอ (SI) แต่บางครั้งอาจบอกเป็นหน่วยอื่นได้ เช่น แคลอรี (cal) และบีทียู (BTU)

2) พลังงานความร้อน 1 แคลอรี คือพลังงานความร้อนที่ทำให้น้ำมวล 1 กรัม มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น 1 องศาเซลเซียส (°C) ในช่วง 14.5 °C ถึง 15.5 °C

3) พลังงานความร้อน 1 บีทียู คือ พลังงานความร้อนที่ทำให้น้ำที่มีมวล 1ปอนด์ มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น 1 องศาฟาเรนไฮต์ (°F) ในช่วง 58.1 °F ถึง 59.1 °F จากการทดลองพบว่า

$$1\ cal = 4.186\ J \quad (3)$$

$$1\ BTU = 252\ cal = 1055\ J \quad (4)$$

ฉนวนกันความร้อน

ฉนวนความร้อน คือ วัตถุหรือวัสดุที่มีความสามารถในการสกัดกั้นความร้อนไม่ให้ส่งผ่านจากด้านใดด้านหนึ่งไปยังอีกด้านหนึ่งได้ง่าย ฉนวนกันความร้อนที่ดีจะทำหน้าที่ต้านทานหรือป้องกันมิให้พลังงานความร้อนส่งผ่านจากด้านหนึ่งไปยังอีกด้านหนึ่งได้สะดวก

ฉนวนความร้อนในปัจจุบันมีให้เลือกมากมายหลายชนิด เช่น ฉนวนใยแก้ว (Fiber glass), ฉนวนเยื่อกระดาษ (Cellulose), ยิบซั่มบอร์ด, แผ่นสะท้อนความร้อน (Aluminum foil), ยิบซั่มบอร์ดรวมกับแผ่นสะท้อนความร้อน, เซรามิกเคลือบผิว, ฉนวนโฟมพอลิยูรีเทน (Polyurethane foam) ฉนวนโฟมพอลิเอทิลีน (Polyethylene foam) ฉนวนโฟมพอลิสไตรีน (Polystyrene foam) เป็นต้น การเลือกใช้งานฉนวนกันความร้อน ควรพิจารณาจากคุณสมบัติของฉนวนความร้อนตามตารางที่ 1

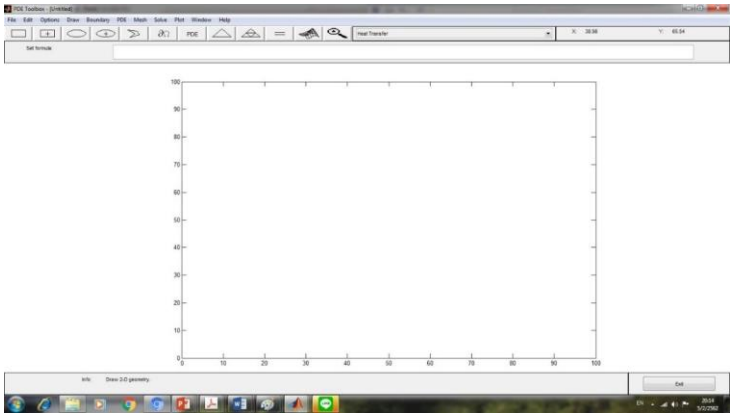
ตารางที่ 1 คุณสมบัติของฉนวนความร้อน

ชนิดของฉนวน	ค่าการนำความร้อน (W/m. K)	ความร้อนจำเพาะ (kJ/kg.K)	ความหนาแน่น (kg/m^3)
เซรามิก	0.0407	0.84	135
ใยแก้ว	0.0324	0.84	45
ใยหิน	0.0314	1.13	100

การวิเคราะห์การถ่ายเทความร้อนของหม้อต้ม ด้วยไฟไนท์อิลิเมนท์

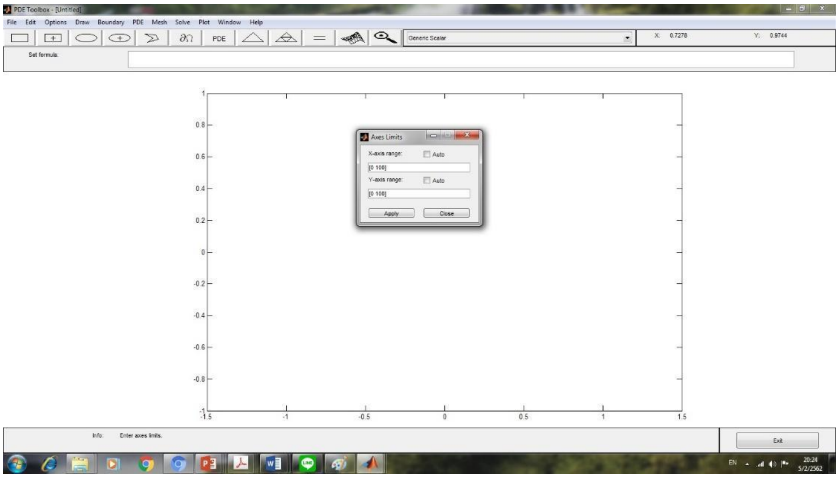
ในการวิเคราะห์การถ่ายเทความร้อนของหม้อต้มน้ำไฟฟ้าได้ใช้การคำนวณแบบวิธีไฟไนท์อิลิเมนท์ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์มาดำเนินการ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1) การเรียกใช้งาน PDETOOLS โดยการไปที่เมนู Start แล้วเลือก TOOLBOXS PARTAL DIFFERENTIALEQUATION แล้วจะปรากฏหน้าต่างกล่องเครื่องมือ PDE TOOL ออกมาดังภาพที่ 1

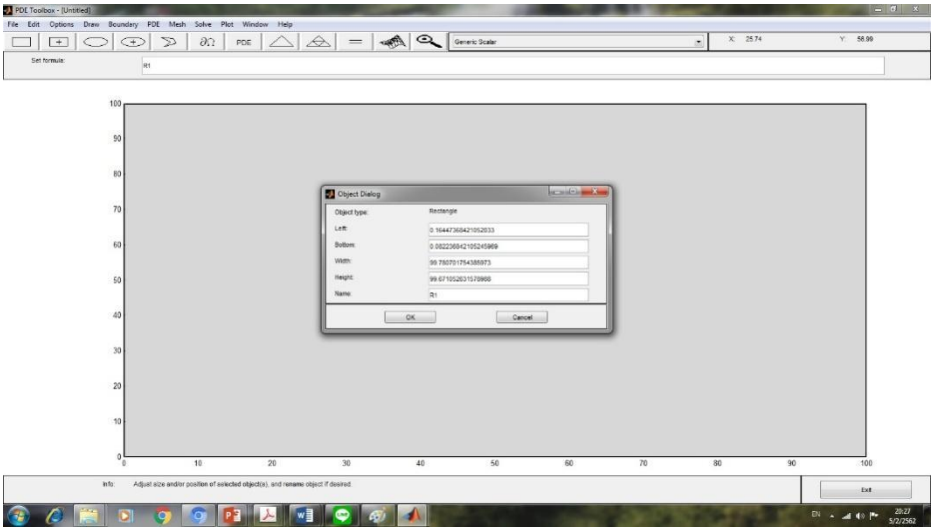


ภาพที่ 1 การเรียกใช้งาน PDE TOOLS

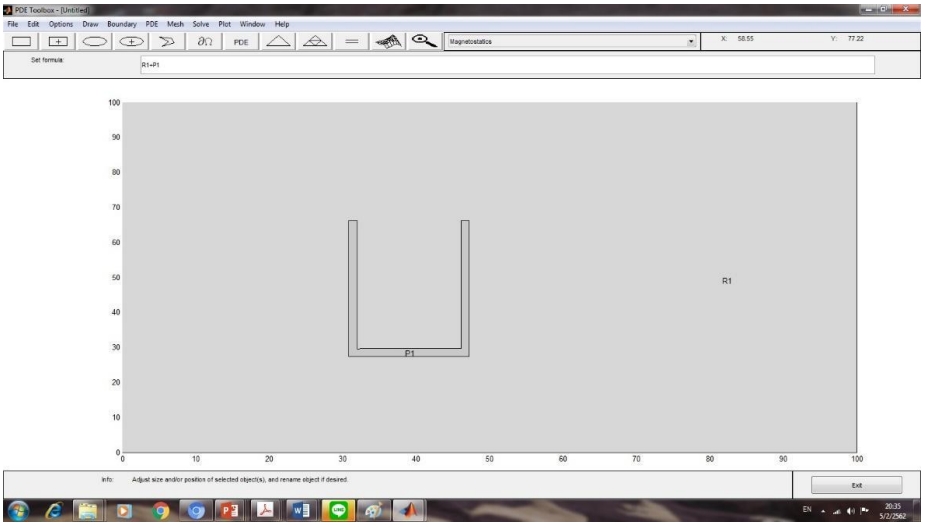
2) การปรับขอบเขตชิ้นงานที่ศึกษา โดยการไปที่เมนู Option แล้วเลือก Axeslimits ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 การปรับขอบเขตชิ้นงานที่ศึกษา



ภาพที่ 3 การปรับขนาดของรูป



ภาพที่ 4 แบบจำลองหม้อต้มน้ำไฟฟ้า

3) การเลือกปัญหาของหม้อต้มน้ำไฟฟ้า โดยการไปที่เมนู Options เลือก Application จะปรากฏปัญหาต่างๆ เลือก Heat transfer มีแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ดังสมการที่ 5 แสดงหน้าต่างได้ดังภาพที่ 5

$$\rho C \frac{\partial T}{\partial t} - \nabla \cdot (k \nabla T) = Q + h(T_{ext} - T) \quad (5)$$

เมื่อ ρ คือ ความหนาแน่น

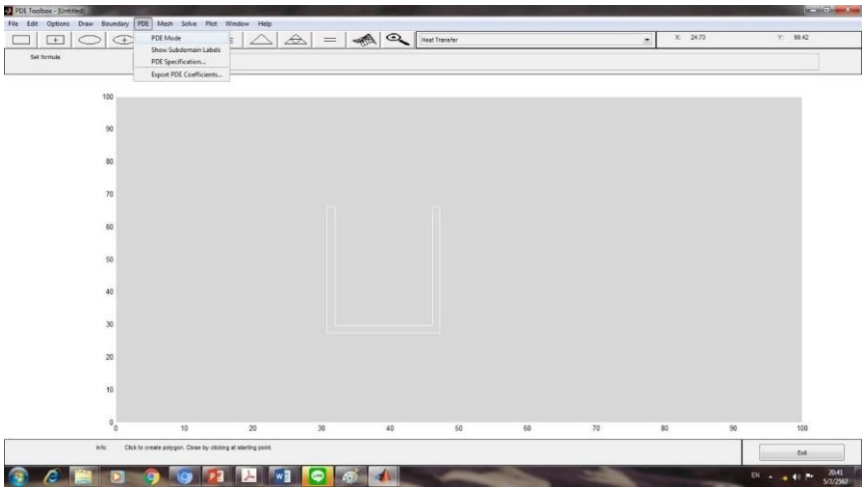
C คือ ความจุความร้อนจำเพาะ

k คือ ค่าคงที่การนำความร้อน

Q คือ แหล่งความร้อน

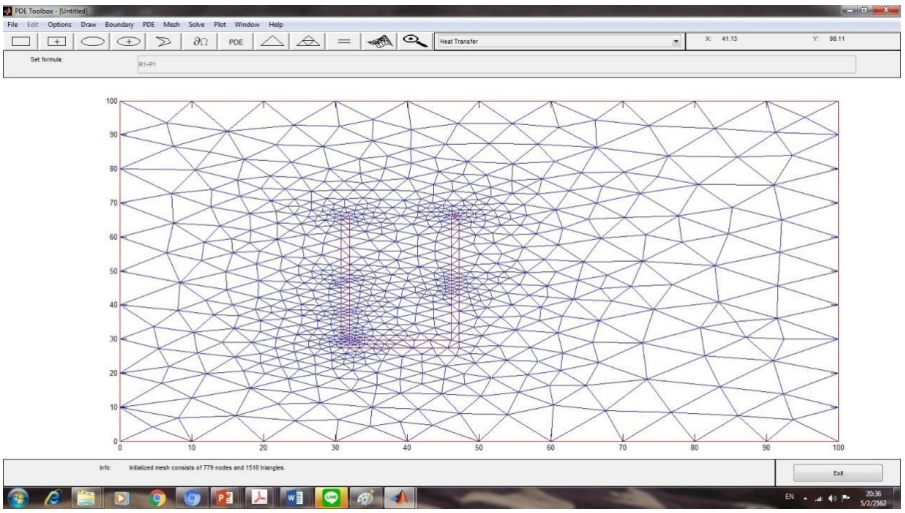
h คือ สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนแบบพาความร้อน

T_{ext} คือ อุณหภูมิภายนอก

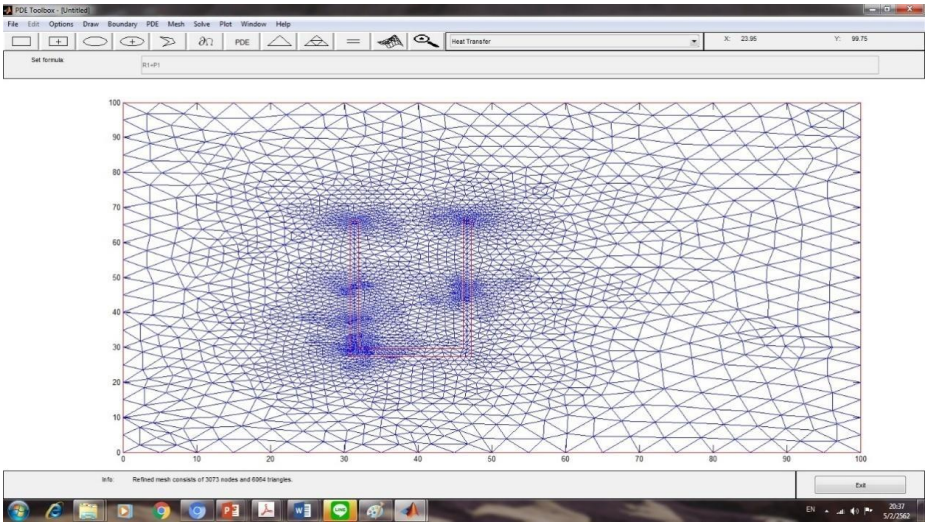


ภาพที่ 5 เลือกปัญหาแบบ Heat transfer

4) ทำการแบ่งอิลิเมนท์และจุดต่อโดยการเลือก∆ แสดงค่าดังภาพที่ 6 สำหรับอิลิเมนท์แบบหยาบหรือเลือก ∆ อิลิเมนท์แบบละเอียด ดังภาพที่ 7

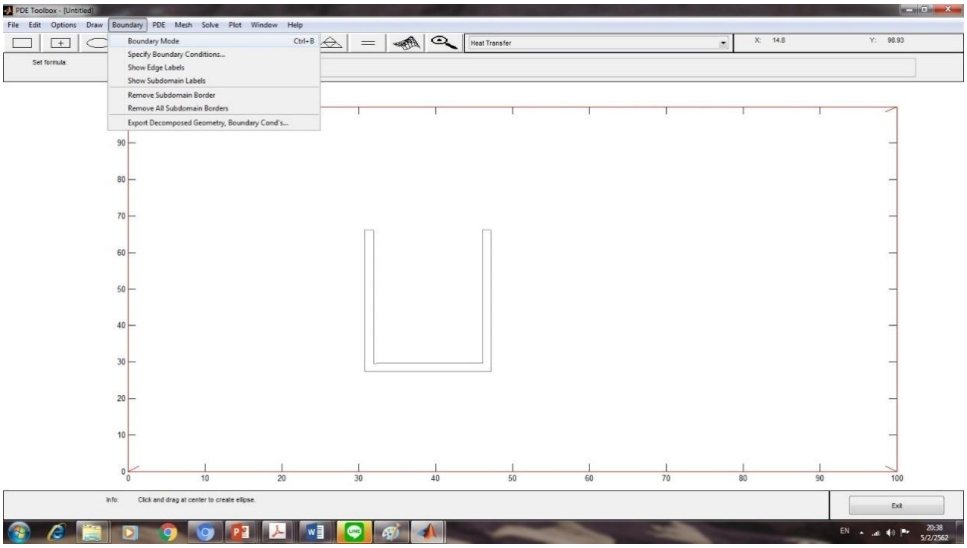


ภาพที่ 6 การแบ่งอิลิเมนท์ของรูปแบบหยาบ

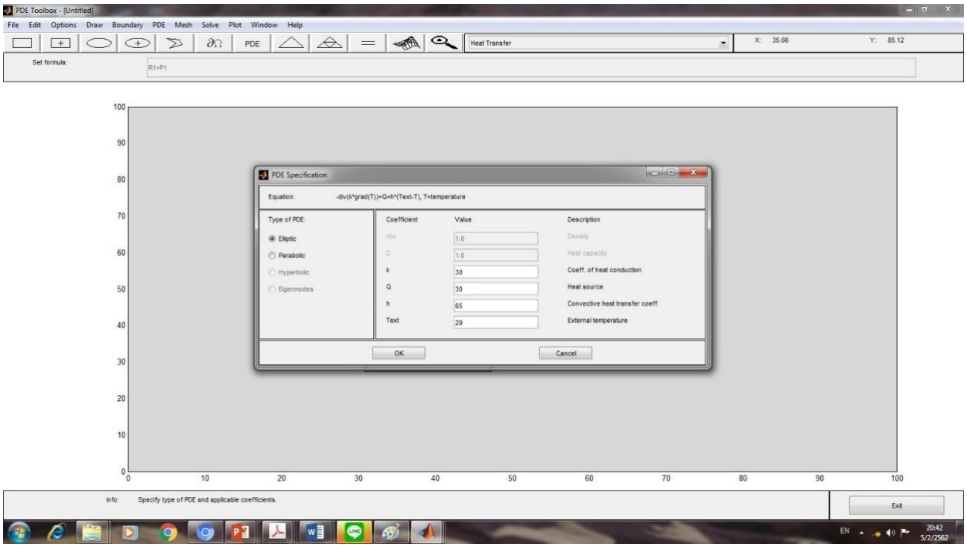


ภาพที่ 7 การแบ่งอิลิเมนท์ของรูปแบบละเอียด

5) วิธีใส่ค่าที่ขอบของชิ้นงาน โดยไปที่คำสั่ง Boundary แล้วเลือก Boundary Mode ดังภาพที่ 8 สำหรับการใส่ค่าที่ขอบชิ้นงาน ดับเบิ้ลคลิกที่ขอบชิ้นงานเลือกกำหนดขอบเขต ดังภาพที่ 8 และ 9

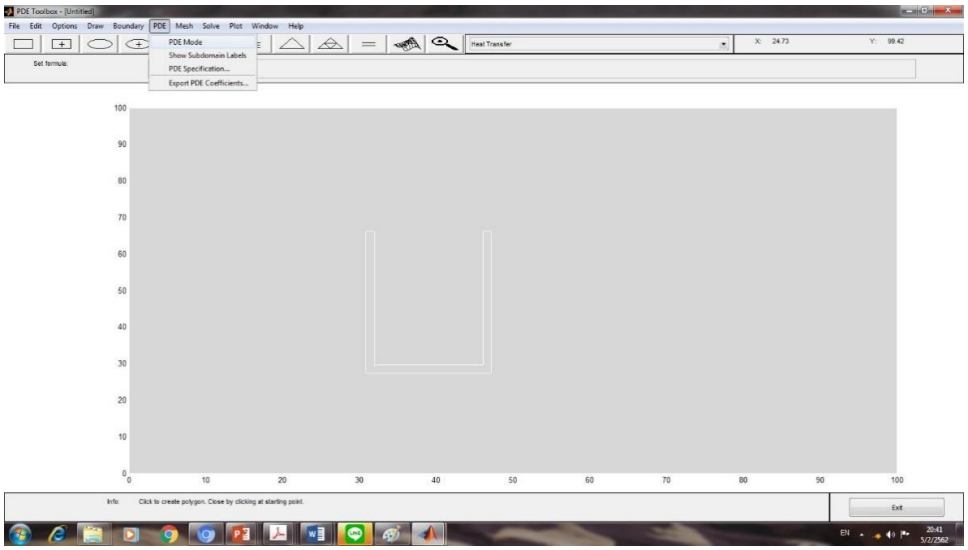


ภาพที่ 8 วิธีใส่ค่าที่ขอบของชิ้นงาน



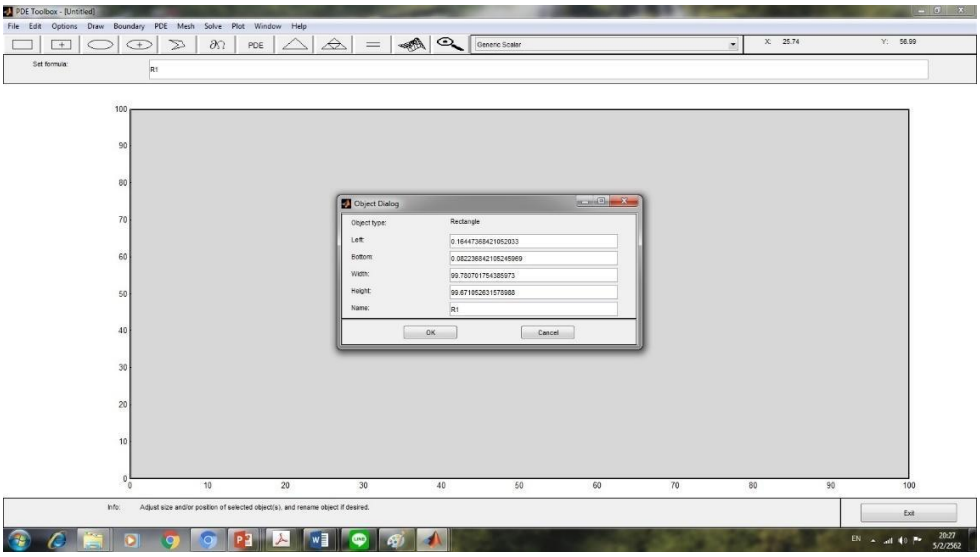
ภาพที่ 9 การใส่ค่าที่ขอบของชิ้นงาน

6) การนำค่าความร้อนของวัตถุใส่ลงในแบบจำลอง 2 มิติเพื่อกำหนดคุณสมบัติของชิ้นงานแต่ละอิลิเมนท์ โดยไปที่คำสั่ง PDE แล้วเลือก PDEmode ดังภาพที่ 10



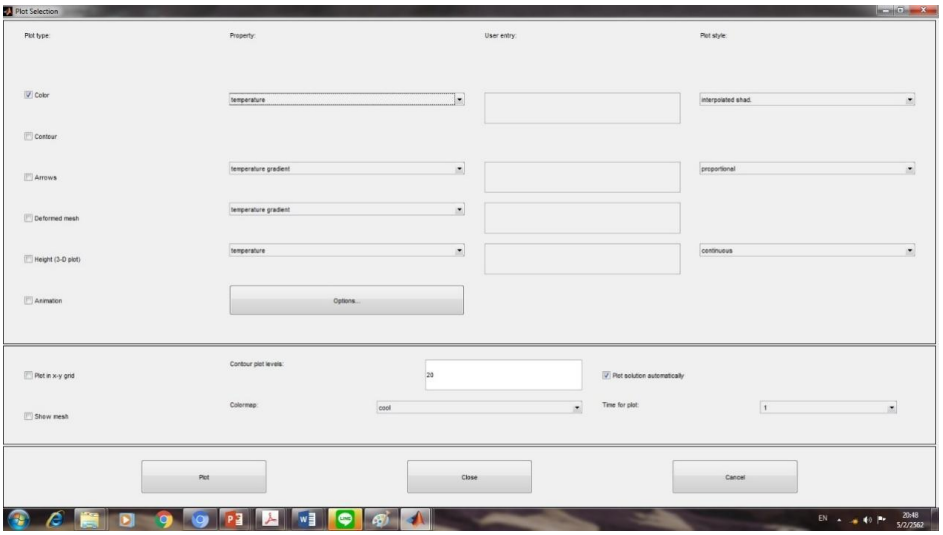
ภาพที่ 10 การใส่ค่าความร้อนของวัตถุ

7) วิธีใส่ค่านำความร้อนของฉนวนกันความร้อน ดับเบิ้ลคลิกที่ภาพจะปรากฏหน้าต่าง PED Specification ดังภาพที่ 11



ภาพที่ 11 ใส่ค่าความร้อนของฉนวนกันความร้อน

8) วิธีการจำลองผลการกระจายตัวของค่าความร้อนของหม้อต้มน้ำไฟฟ้าแบบประหยัดพลังงาน โดยไปที่คำสั่ง Plot แล้วเลือก PlotSolution ดังภาพที่ 12 สำหรับการกำหนดค่า A และ B ไปที่คำสั่ง Plot แล้วเลือก Parameters จะปรากฏตารางทางด้านขวามือของโปรแกรม ทำเครื่องหมายถูกที่ Color และ Show mesh จากนั้นเลือกกำหนดค่า T โดยเลือกที่คำสั่ง Temperature



ภาพที่ 12 การจำลองผลการกระจายตัวของค่าอุณหภูมิ

9) การวิเคราะห์พลังงานความร้อน ระบบจะเสียพลังงานไปขึ้นอยู่กับความต้านทานในระบบ กรณีดีที่สุดคือไม่มีความต้านทานความร้อน จะมีค่า Q สูงมาก เมื่อมีความต้านทานความร้อน ทำให้ Q ไหลผ่านได้น้อยลง

การทดสอบการถ่ายเทความร้อนของหม้อต้มน้ำไฟฟ้า

1) อุปกรณ์ที่ใช้ทดสอบ หม้อต้มน้ำไฟฟ้าประกอบด้วย หม้อต้มน้ำไฟฟ้าขนาด 10 ลิตร กล้องถ่ายภาพความร้อนแบบอินฟราเรด เครื่องมือวัดพลังงานไฟฟ้า แสดงได้ดังภาพที่ 13 ถึง 15

ภาพที่ 13 หม้อต้มน้ำไฟฟ้าที่ใช้ในการทดสอบ

ภาพที่ 14 กล้องถ่ายภาพความร้อนแบบอินฟราเรด

ภาพที่ 15 เครื่องมือวัดพลังงานไฟฟ้า

2) ขั้นตอนการทดสอบ ก่อนหุ้มฉนวนหม้อต้มน้ำไฟฟ้า ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

2.1) นำหม้อต้มน้ำไฟฟ้ามาเติมน้ำใสในหม้อต้มน้ำไฟฟ้าจำนวน 6 ลิตร

2.2) ทำการทดสอบหม้อต้มน้ำโดยการจับเวลาประมาณ 1 ชั่วโมงและวัดอุณหภูมิความร้อนโดยเทอร์มอมิเตอร์และวัดค่าไฟฟ้าด้วยวัตต์ฮาวมิเตอร์ทำการทดสอบที่เวลา 11.00 น. -12.00 น. และเก็บผลการทดลองทุกๆ 15 นาที

2.3) เก็บผลการทดสอบ และบันทึกผลการทดสอบ

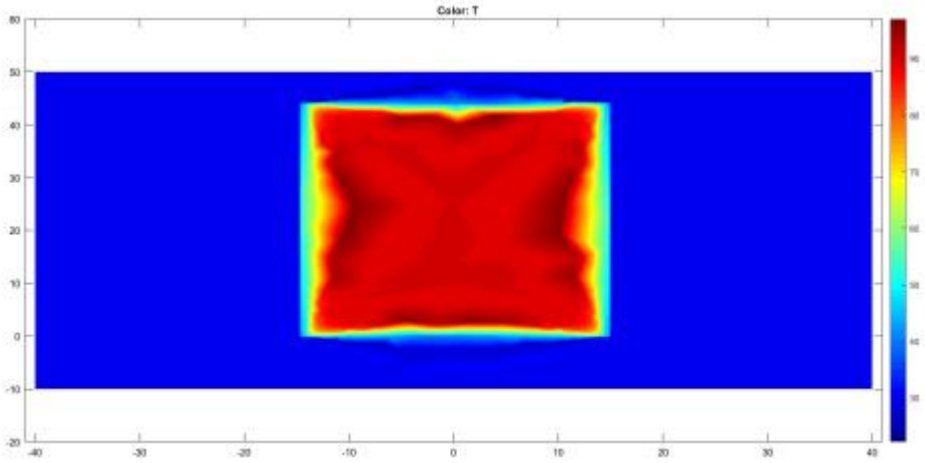
2.4) ทำการหุ้มฉนวนหม้อต้มไฟฟ้า โดยเลือกฉนวนจากตารางที่ 1 เป็นแบบใยหินซึ่งมาค่าการนำความร้อนต่ำที่สุด แล้วทำการทดสอบตามขั้นตอนที่ 2.1) ถึง 2.3) ซ้ำอีกครั้ง

ผลการศึกษา

1) ผลการจำลองหม้อตมไฟฟาดวยวิธีไฟไนท์อิลิเมนท์

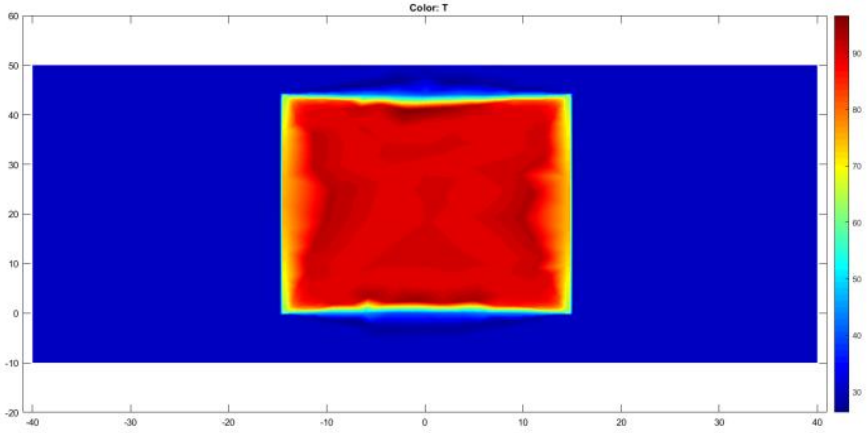
การจำลองผลด้วยวิธีไฟไนท์อิลิเมนท์ของงานวิจัยนี้ ได้ทำการจำลองผลหม้อต้มน้ำไฟฟา 2 แบบ คือ หม้อตมไฟฟาที่ไมได้หุ้มฉนวน และหม้อตมไฟฟ้าที่หุมฉนวน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1.1) หม้อตมน้ำไฟฟาไมได้หุมฉนวน แสดงผลการกระจายความร้อนได้ดังภาพที่ 16 คาอุณหภูมิที่ผิวของหมอตมน้ำไฟฟาที่ไดจากการจำลองคือ 65.12 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 16 การกระจายตัวของความรอนของหม้อตมน้ำไฟฟาที่ไมได้หุ้มฉนวน

1.2) หม้อตมน้ำไฟฟาหุมฉนวน แสดงผลการกระจายความรอนไดดังภาพที่ 17 คาอุณหภูมิที่ ผิวของหมอตมน้ำไฟฟาที่ไดจากการจำลองคือ 60.26 องศาเซลเซียส



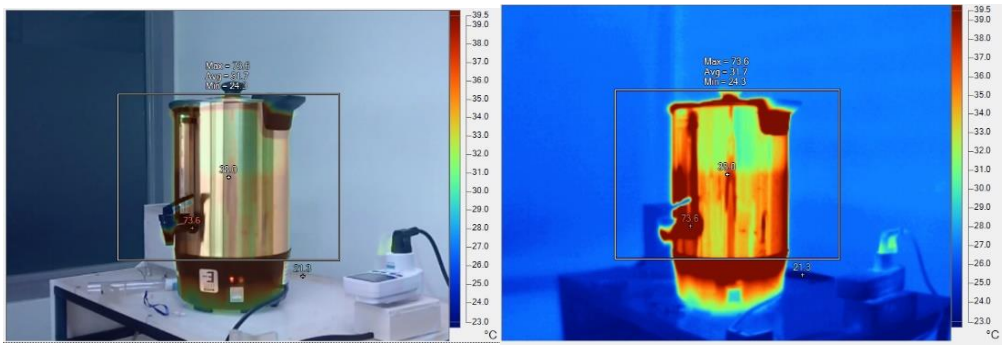
ภาพที่ 17 การกระจายตัวของความรอนของหมอตมน้ำไฟฟาที่หุ้มฉนวน

จากภาพที่ 16 และ ภาพที่ 17 การหุมฉนวนหมอตมน้ำไฟฟาสงผลตอการกระจายอุณหภูมิของหมอตมน้ำ สังเกตไดจาก กรณีไมหุมฉนวนจะมีความรอนจากน้ำกระจายออกมาดานนอกโดยดูจากการกระจายของแถบสี การหุมฉนวนสงผลใหความรอนในหมอตมไฟฟ้าแพรกระจายออกมาดานนอกน้อยลง

2) ผลการทดสอบหม้อตมน้ำไฟฟา

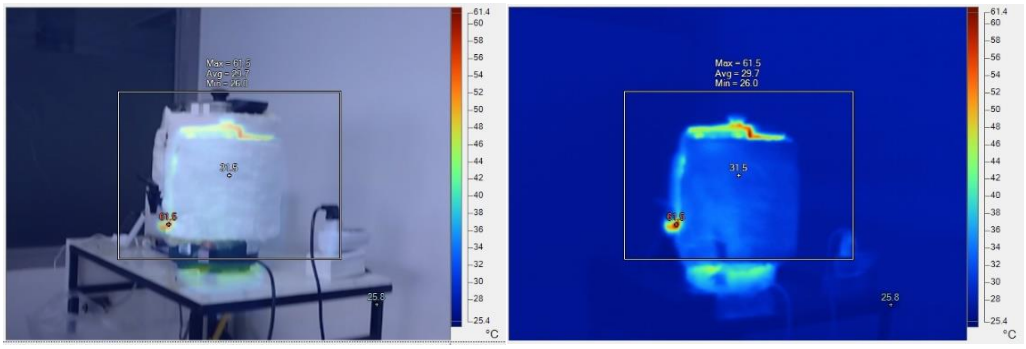
ในการทดสอบการทำงานของหม้อต้มน้ำไฟฟา ได้ทำการบันทึกอุณหภูมิของหม้อต้มน้ำไฟฟา อุณหภูมิที่ผิว เวลที่หม้อต้มน้ำไฟฟ้าทำงาน และพลังงานไฟฟาที่หม้อต้มน้ำไฟฟาใช ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

การวัดอุณหภูมิดวยกลองถายภาพความร้อนการทดสอบกรณีการทดสอบหม้อต้มน้ำไฟฟ้าไม่หุ้มฉนวน แสดงผลไดดังภาพที่ 18



ภาพที่ 18 การกระจายตัวของความรอนของหมอตมน้ำไฟฟาที่ไมหุ้มฉนวน จากกล้องความร้อน

การวัดอุณหภูมิดวยกลองถายภาพความรอนการทดสอบกรณีหุ้มฉนวน แสดงผลไดดังภาพที่ 19



ภาพที่ 19 การกระจายตัวของความร้อนของหมอตมน้ำไฟฟาที่หุ้มฉนวน จากกล้องความร้อน

โดยผลการทดสอบการทำงานของหม้อต้มน้ำไฟฟ้า กรณีไม่หุ้มฉนวนและหุ้มฉนวนกันความร้อนสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบหม้อต้มน้ำไฟฟ้า

กรณี	อุณหภูมิที่ผิวหม้อต้มก่อนต้ม($°C$)	อุณหภูมิที่ผิวหม้อต้มหลังต้ม ($°C$)	พลังงานไฟฟ้า (kWh)
ไม่หุ้มฉนวน	28	38	0.45
หุ้มฉนวน	28	32	0.44

จากผลการทดสอบพบว่าการหุ้มฉนวนหม้อต้มน้ำไฟฟ้าทำให้อุณหภูมิที่ผิวของหม้อต้มไฟฟ้าลดลง 6 องศาเซลเซียส และพลังงานไฟฟ้าที่ใช้น้อยลง 0.01 หน่วย เนื่องจากการหุ้มฉนวนช่วงลดการสูญเสียความร้อน

วิจารณ์

การจำลองผลการกระจายความร้อนด้วยวิธีไฟไนท์อิลิเมนท์พบว่าอุณหภูมิที่ผิวของหม้อต้มกรณีไม่หุ้มฉนวนจะสูงกว่ากรณีการหุ้มฉนวน ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดสอบหม้อต้มน้ำไฟฟ้าที่ได้จากการบันทึกผลการทดสอบด้วยกล้องถ่ายภาพอินฟราเรด ดังนั้นสามารถนำการจำลองผลด้วยวิธีไฟไนท์อิลิเมนท์ไปประยุกต์ใช้กรณีการเลือกฉนวนสำหรับกันความร้อนได้ในอนาคต

สรุป

การจำลองการกระจายตัวของความร่อนของหม้อต่มไฟฟ้าและการทดสอบการทำงานของหม้อต่มน้ำไฟฟา 2 กรณี คือ กรณีหม้อต่มน้ำไฟฟาไมได่หุ้มฉนวน กรณีหม้อต้มน้ำไฟฟาหุ้มฉนวน โดยการทดสอบแบงออกเปน 2 การทดสอบ คือ การจำลองผลการกระจายความร่อนด้วยวิธีไฟไนทอิลิเมนทและการทดสอบการทำงานของหม้อต่มไฟฟา ซึ่งสามารถสรุปผลการทดสอบทั้ง 2 การทดสอบได่วา การหุ้มฉนวนสงผลให่ความร่อนมีการกระจายตัวออกมาจากหม้อต่มน้ำไฟฟ้าได้น้อยกว่าการไม่หุ้มฉนวน อีกทั้งผลจากการทดสอบการหุ้มฉนวนทำให่หม้อตมน้ำไฟฟาประหยัดพลังงานได้อีกด้วย

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยาที่ให้การสนับสนุนเงินทุนในการทำวิจัยจากทุนอุดหนุนการวิจัย จึงทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

1. อิสราภรณ์ อมรสวัสดิ์วัฒนา, สมศักดิ์ วัชระคุปต์. การวิเคราะห์สมรรถนะของฉนวนหลากชนิดภายในเตาอบพลังงานแสงอาทิตย์ชนิดพาความร้อนแบบธรรมชาติ โดยใช้วิธีไฟไนท์อิลลิเมนต์แบบ 3 มิติ. วารสารวิศวกรรมและนวัตกรรม 2565;15(1):23-35.
2. อิสราภรณ์ อมรสวัสดิ์วัฒนา. การวิเคราะห์ระบบถ่ายเทความร้อนของห้องปฏิบัติการสอบเทียบเคลื่อนที่ด้วยวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์แบบ 3 มิติ. วารสารวิศวกรรมและนวัตกรรม 2565;15(1):132-43.
3. ชัยพฤกษ์ อาภาเวท, ประยูร สุรินทร์, เจษฎา วงษ์อ่อน. การศึกษาประสิทธิภาพฉนวนที่ผลิตจากเส้นใยธรรมชาติ. ใน: การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการประจำปี พ.ศ. 2555; 17-19 ตุลาคม 2555; ชะอำ เพชรบุรี. หน้า 1717-20.
4. อำนวย เรืองวารี, ศิริชัย ต่อสกุล, วารุณี เปรมานนท์. การศึกษาสมบัติของวัสดุฉนวนแบบแผ่นแซนวิชรังผึ้งไม้อัดด้วยวิธีการจำลองไฟไนต์เอลิเมนต์. วารสารวิศวกรรมศาสตร์ราชมงคลธัญบุรี 2555;10(2):49-54.
5. รัฐศักดิ์ ตั้งพิทักษ์ไกร, สมพงษ์ พุทธิวิสุทธิศักดิ์. การหุ้มฉนวนกันความร้อนสำหรับเครื่องฉาบผิวฟิล์ม CVD. วารสารวิจัยพลังงาน 2556;10(2):45-56.
6. อนุภา สกุลพาณิชย์. การพัฒนาฉนวนกันความร้อนสู่อาคารจากซังข้าวโพดและน้ำยางธรรมชาติ. วารสารวิชาการ Veridian E-Journal มหาวิทยาลัยศิลปากร 2559;9(1):1688-702.
7. ปราโมทย์ เดชะอำไพ. ไฟไนต์อิลลิเมนต์ในงานวิศวกรรม. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย; 2549.
8. ปราโมทย์ เดชะอำไพ, วิโรจน์ ลิ่มตระการ, เสฏฐวรรธ สุจริตภวัตสกุล, ยศกร ประทุมวัลย์. การประยุกต์ใช้ไฟไนต์เอลิเมนต์ด้วย SolidWorks Simulation; 2555.

9. มานพ นิลรัตน์. การลดการใช้พลังงานโดยประยุกต์ใช้เทคนิควิศวกรรมคุณค่าสำหรับโรงไฟฟ้าพลังความร้อน [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต]. สงขลา: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์; 2560.