

การปรับปรุงประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อนของเตาเผาเชื้อเพลิงแข็งด้วยวัสดุพอรูนชนิดโลหะ

Improvement of Heat Transfer Efficiency of Solid Fuel Furnace with Porous Metal Materials.

พันธวัจน์ สิงห์เฉลิม^{1*}, นมัสภรณ์ อำไพรัตน์²

^{1,2} สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันรัชต์ภาคย์

68 ซอยนครศรี ถนน รามคำแหง 21 แขวงวังทองหลาง เขตวังทองหลาง กรุงเทพฯ 10310

*ติดต่อ : E-mail : kulachati@hotmail.com, เบอร์โทรศัพท์ 0891647589, เบอร์โทรสาร 023196710

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของวัสดุพอรูนที่เป็นโลหะที่มีต่ออัตราการถ่ายเทความร้อนและประสิทธิภาพของการถ่ายเทความร้อนของเตาเผาเชื้อเพลิงแข็ง ที่ใช้ในการผลิตน้ำร้อน โดยการวิจัยนี้ได้ใช้วัสดุพอรูนชนิดโลหะ 2 ชนิด คือ น็อตเหล็ก ขนาด 10 มิลลิเมตร และ น็อตสแตนเลส ขนาด 10 มิลลิเมตร มาช่วยการเพิ่มประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อนของเตาเผาเชื้อเพลิงแข็ง โดยกำหนดให้ใช้ถ่านกะลามะพร้าวเป็นเชื้อเพลิงแข็งในการทดลองครั้งนี้

ในการทดลองครั้งนี้ ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อนของเตาเผาเชื้อเพลิงแข็ง ทั้ง 3 กรณี คือ 1.ไม่ใช้วัสดุพอรูน 2. ใช้น็อตเหล็กเป็นวัสดุพอรูน และ 3. ใช้น็อตสแตนเลสเป็นวัสดุพอรูน เพื่อศึกษาว่า ในกรณีใดจะทำให้อัตราการถ่ายเทความร้อนและประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อนของเตาเผาเชื้อเพลิงแข็งสูงที่สุด

จากผลการทดลองพบว่า วัสดุพอรูนที่เป็นโลหะทั้งสองชนิดนี้ คือ น็อตเหล็กและน็อตสแตนเลส สามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อนของเตาเผาเชื้อเพลิงแข็งขึ้นได้ โดยวัสดุพอรูนชนิดน็อตสแตนเลสจะให้ค่าประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อนของเตาเผาเชื้อเพลิงแข็งได้ดีที่สุด ดังนี้คือ 1. เมื่อไม่มีการใช้วัสดุพอรูน ค่าประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อนอยู่ที่ 8.18 % 2. เมื่อใช้วัสดุพอรูนชนิดน็อตเหล็ก ค่าประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อนอยู่ที่ 8.84 % และ 3. เมื่อใช้วัสดุพอรูนชนิดน็อตสแตนเลส จะมีค่าประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อนอยู่ที่ 14.40 %

ซึ่งเมื่อศึกษาถึงคุณสมบัติของวัสดุที่นำมาใช้ในการทดลอง พบว่า สแตนเลสมีค่า ความจุความร้อนจำเพาะ (c_p) สูงกว่าวัสดุอื่นๆ นั่นคือ ค่า c_p สแตนเลส = 477 J/Kg.K และค่า c_p เหล็ก = 434 J/Kg.K ซึ่งอาจกล่าวได้ว่า ค่าความจุความร้อนจำเพาะของโลหะที่ใช้เป็นวัสดุพอรูน มีผลต่อ อัตราการถ่ายเทความร้อนและประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อน ของเตาเผาเชื้อเพลิงแข็ง

คำหลัก: วัสดุพอรูน, เตาเผาเชื้อเพลิงแข็ง, ประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อน

Abstract

The purpose of this study was to examine the effect of the metal porous materials on the heat transfer rate and heat transfer efficiency of the solid fuel combustor that was used for hot water production. Two types of the metal porous materials in this experimental research consisting of 10 mm. steel nut and 10 mm stainless steel nut were used to improve the heat transfer efficiency of the solid fuel combustor using coconut shells as the solid fuel.

In this study, the comparison of heat transfer efficiency of solid fuel combustor was conducted in three cases; 1) no porous material, 2) using steel nut as porous material, and 3) using stainless steel nut as porous material in order to determine in what cases the highest heat transfer rate and heat transfer efficiency of the solid fuel combustor can be achieved and maximized.



The results found that both metal porous materials, steel nut, and stainless steel nut, can improve the heat transfer efficiency of the solid fuel combustor. The porous material type of the stainless steel provided the best value of the heat transfer efficiency of the solid fuel combustor: 1) when no porous material was used, the efficiency of heat transfer was at 8.18%; 2) when using porous material type of steel nut, the efficiency of heat transfer was at 8.84%; and 3) When using porous material type of stainless steel nut, the heat transfer efficiency was at 14.40%

When studying the properties of the materials applied in the experiments, it was found that stainless steels had a higher specific heat capacity (c_p) than the other materials; c_p value of stainless steel = 477 J / Kg.K, and c_p value of the steel = 434 J / Kg.K, which could be concluded that the specific heat capacity of the metal used as a porous material had effect on the heat transfer rate and heat transfer efficiency of the solid fuel combustor.

Keywords: Porous material, Solid fuel combustor, Heat transfer efficiency

1. บทนำ

เตาเผาเชื้อเพลิงแข็งในปัจจุบัน ถือเป็นเตาเผาชนิดหนึ่งที่มีความนิยมในประเทศไทย เพราะประเทศไทยเป็นประเทศเชิงเกษตรกรรม จึงมีเชื้อเพลิงประเภทชีวมวลอยู่เป็นจำนวนมาก สามารถหาได้ในราคาถูก ซึ่งการใช้เตาเผาเชื้อเพลิงแข็งนี้ก็ต้องการให้เกิดการเผาไหม้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดและประหยัดต้นทุนและใช้เชื้อเพลิงน้อยที่สุด ดังนั้นเพิ่มประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อนของเตาเผาจึงเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการใช้งานเตาเผาให้ได้ประโยชน์สูงสุด จากเหตุผลดังกล่าวนี้ จึงมีความพยายามหาแนวทางในการปรับปรุงเตาเผาเชื้อเพลิงแข็ง ให้มีประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งการใช้วัสดุพรุน (Porous Medium) ก็เป็นอีกแนวทางหนึ่งในการเพิ่มประสิทธิภาพของเตาเผา เนื่องจากคุณลักษณะเด่นของวัสดุพรุน คือ มีอัตราส่วนของพื้นที่ผิวสัมผัสต่อปริมาตรสูงกว่าวัสดุทึบทั่วไป ส่งผลให้การถ่ายเทความร้อนทั้งการนำและการพาความร้อนของอุปกรณ์ใด ๆ ที่มีใช้วัสดุพรุนดีขึ้น [1] โดยงานวิจัยที่ผ่านมา ได้มีนักวิจัยมากมายได้พยายามใช้วัสดุพรุนในการเพิ่มประสิทธิภาพของเตาเผาในรูปแบบต่าง ๆ กันไป โดย บัญชา พุทธากุล และ บุญย์ฤทธิ์ ประสาทแก้ว [2] ได้นำเสนอเทคโนโลยีเกี่ยวกับวัสดุพรุนในการปรับปรุงประสิทธิภาพเตาเผาเชื้อเพลิงแข็งขนาด 40 kW ด้วยวัสดุพรุนเป็นโลหะชนิดเดียวกันแต่มีขนาดต่าง ๆ กัน พบว่าการใช้วัสดุพรุนขนาด 8 mm. ให้ประสิทธิภาพสูงกว่าการใช้วัสดุพรุนที่เป็นโลหะขนาดอื่น ๆ

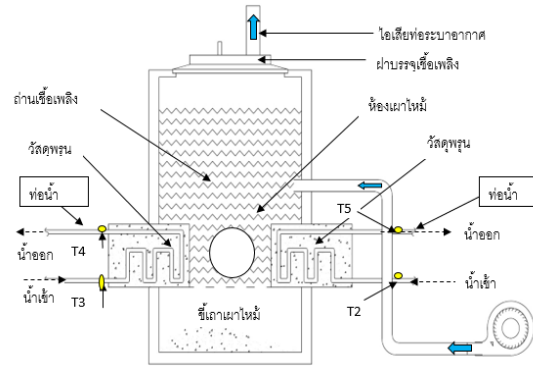
ดังนั้นงานวิจัยนี้ จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและปรับปรุงประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อนของเตาเผาเชื้อเพลิงแข็งโดยการใช้วัสดุพรุนชนิดโลหะซึ่งวิธีการ

ทดลองวิจัยมีความคล้ายคลึงกับ บัญชา พุทธากุล และ บุญย์ฤทธิ์ ประสาทแก้ว [2] แต่จะใช้วัสดุพรุนชนิดโลหะที่แตกต่างกัน 2 ชนิดในการทดลองวิจัย โดยวัสดุพรุนที่เลือกมาใช้เป็น นอตเหล็ก และ นอตสแตนเลส ขนาด 10 mm. และเลือกใช้ถ่านกะลามะพร้าวเป็นเชื้อเพลิงในเผาไหม้ โดยทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อนจากห้องเผาไหม้ของเตาเผาเชื้อเพลิงแข็งสู่น้ำร้อนที่ไหลผ่านกลุ่มท่อทางที่กำหนดไว้ ระหว่างการใช้วัสดุพรุนชนิดต่าง ๆ โดยคาดหวังว่าข้อมูลที่ได้จากงานวิจัยนี้ จะเป็นแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาเตาเผาเชื้อเพลิงแข็งให้ มีประสิทธิภาพสูงยิ่งขึ้น

2. อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

รูปที่ 1 แสดงรูปภาพจริงของเตาเผาเชื้อเพลิงแข็งเพื่อใช้ในการผลิตน้ำร้อน และ รูปที่ 2 แสดงส่วนประกอบต่างๆ ของเตาเผาเชื้อเพลิงแข็งโดยสังเขป ที่ใช้ในการทดลอง ซึ่งประกอบด้วยส่วนประกอบหลัก ๆ คือ เตาเผาเชื้อเพลิงแข็ง (Solid fuel furnace) ซึ่งเป็นส่วนกำเนิดความร้อน ถึงเก็บน้ำร้อน (Hot water tank) ขนาด 200 ลิตร ปั๊มน้ำร้อน (Grundfos UPS2 Hot Water pump) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการหมุนเวียนน้ำในระบบ พัดลมดูดอากาศ (Air blower) ทำหน้าที่เป่าอากาศให้กับห้องเผาไหม้เชื้อเพลิงแข็ง อุปกรณ์วัดอัตราการไหลของน้ำ (Rotameter) และอุปกรณ์วัดค่าอุณหภูมิ (LED 7 Segment 3 temp scale 50-110 C) ของน้ำ เข้า-ออกจากเตาเผาเชื้อเพลิงแข็งตามตำแหน่งต่างๆ (T2, T3, T4, T5) ที่กำหนดไว้

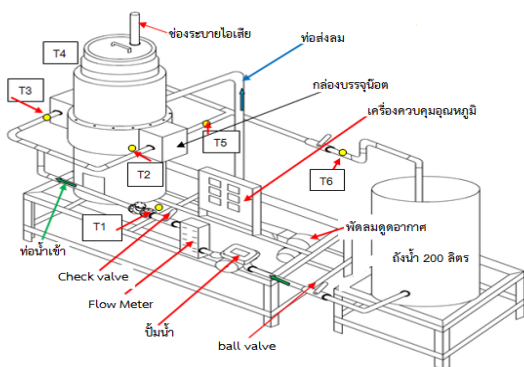
โดยหลักการทำงานของชุดทดลองนี้ คือ เมื่อถ่านกะลาเผาพักราวที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงแข็งในการทดสอบ เกิดลุกไหม้อย่างดีแล้วในห้องเผาไหม้ โดยมีพัดลมดูดอากาศ เป็นอุปกรณ์ ช่วยป้อนอากาศภายนอกเข้าสู่ห้องเผาไหม้และถ่ายเทความร้อนจากห้องเผาไหม้ ให้กับกลุ่มท่อน้ำที่อยู่ด้านข้างทั้งสองด้านของห้องเผาไหม้ ซึ่งภายในกลุ่มท่อน้ำจะมีน้ำหมุนเวียนอยู่ภายในท่อเพื่อรับพลังงานความร้อนจากห้องเผาไหม้ของเตาเผา โดยมีปั้มน้ำเป็นตัวหมุนเวียนน้ำในระบบจากถังเก็บน้ำด้านล่างเข้าสู่กลุ่มท่อเพื่อรับพลังงานความร้อนจากห้องเผาไหม้ของเตาเผา จนมีอุณหภูมิสูงขึ้นและจะไหลเวียนกลับไปสู่ ถังเก็บน้ำทางด้านบน และปั้มน้ำนี้จะสูบน้ำจากด้านล่างของถังเก็บน้ำซึ่งมีอุณหภูมิต่ำกว่าเข้ามายังเตาเผาเพื่อทำการแลกเปลี่ยนความร้อนกับห้องเผาไหม้ของเตาเผาเป็นวัฏจักรไปเรื่อย ๆ



รูปที่ 3 แสดงแผนภาพระบบการทำงานภายในของเตาเผาเชื้อเพลิงแข็ง



รูปที่ 1 แสดงส่วนประกอบต่าง ๆ ของเตาเผาเชื้อเพลิงแข็งที่ใช้ในการทดลอง



รูปที่ 2 แสดงส่วนประกอบต่าง ๆ ของระบบเตาเผาเชื้อเพลิงแข็งโดยสังเขป

ในการวัดอุณหภูมิของน้ำเข้าและน้ำออกจากกลุ่มท่อที่ทำการแลกเปลี่ยนความร้อนกับห้องเผาไหม้ของเตาเผาเชื้อเพลิงแข็ง ดังรูปที่ 3 จะทำการวัดอุณหภูมิที่ตำแหน่ง T2 และ T3 และวัดค่าของอุณหภูมิที่ตำแหน่ง T4 และ T5 ซึ่งเป็นทางเข้าสู่กล่องบรรจุวัสดุพูนในการทดลองนี้ เพื่อนำค่าอุณหภูมิที่ได้ไปคำนวณหาค่าประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อนของเตาเผาเชื้อเพลิงแข็งซึ่งในการทดลองนี้ จะทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อน ของเตาเผาเชื้อเพลิงแข็ง ใน 3 กรณี คือ 1. เมื่อไม่มีการใช้วัสดุพูน 2. เมื่อมีการใช้วัสดุพูนที่เป็นนอตเหล็กตัวเมียขนาด 10 mm. และ 3. เมื่อมีการใช้วัสดุพูนที่เป็นนอตสแตนเลสตัวเมียขนาด 10 mm. ดังแสดงในรูปที่ 4 ถึงรูปที่ 6 โดยจะกำหนดปริมาณของถ่านกะลาเผาพักราวที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงแข็ง ในการทดลองแต่ละครั้ง ในปริมาณเท่า ๆ กัน คือครั้งละ 30 kg และทำการเก็บข้อมูลของอุณหภูมิที่ตำแหน่งต่าง ๆ ที่กำหนดไว้ทุก ๆ 15 นาทีจนครบ 3 ชั่วโมง เพื่อนำมาหาค่าประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อนของเตาเผาเชื้อเพลิงแข็งนี้ต่อไป



รูปที่ 4 แสดงลักษณะของวัสดุพูนที่ใช้เป็นนอตเหล็กและนอตสแตนเลสตัวเมีย ขนาด 10 mm.



รูปที่ 5 แสดงสภาพภายในเตาเผาเชื้อเพลิงแข็งขณะที่การเผาไหม้เชื้อเพลิงแข็ง



รูปที่ 6 แสดงสภาพภายในกล่องนำความร้อนที่ติดตั้งไว้ด้านข้างเตาเผาเชื้อเพลิงแข็ง ซึ่งภายในมีกลุ่มท่อทางน้ำเมื่อไม่มีวัสดุพูน



รูปที่ 7 แสดงสภาพภายในกล่องนำความร้อนเมื่อมีการเติมวัสดุพูนลงไปด้านใน

ตาราง แสดงคุณสมบัติต่างๆ ของโลหะ

วัสดุ	ρ (kg/m ³)	c_p (J/kg.K)	K (W/m.K)
เหล็ก (Carbon steel)	7,854	434	60.5
สแตนเลส (AISI 304)	7,900	477	14.9

หมายเหตุ: คุณสมบัติของวัสดุที่ 300 องศาเซลวิน (K)

รูปที่ 8 แสดงตารางคุณสมบัติต่างๆ ของโลหะที่นำมาใช้เป็นวัสดุพูน ในการทดลองครั้งนี้ [3]

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

การหาค่าประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อน (η_{th}) ของเตาเผาเชื้อเพลิงแข็งที่ใช้ในการผลิตน้ำร้อน ในการทดลองวิจัยครั้งนี้ สามารถที่จะคำนวณได้จากสมการ (1) ดังนี้ คือ

$$\eta_{th} = \frac{Q}{\dot{m}_{fuel} LHV_{fuel}} \quad (1)$$

โดยที่ η_{th} คือ ประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อนของเตาเผาเชื้อเพลิงแข็งที่ใช้ในการผลิตน้ำร้อน เป็นสัดส่วนอัตราการถ่ายเทความร้อนให้กับน้ำ (Q) ซึ่งสามารถหาได้จากสมการ (2) ดังนี้ คือ

$$Q = \dot{m}c_p(T_{w,o} - T_{w,i}) \quad (2)$$

เมื่อ Q คือ อัตราการถ่ายเทความร้อนที่น้ำได้รับจากเตาเผา (kW)

\dot{m} คือ อัตราการไหลเชิงมวลของน้ำ (kg/s)

c_p คือ ค่าความร้อนจำเพาะของน้ำ (kJ/kg · K)

มีค่าเท่ากับ 1.8723 kJ/kg.K [3]

$T_{w,o}$ คือ อุณหภูมิของน้ำร้อนที่ออกจากเตาเผา (เซลเซียส, C)

$T_{w,i}$ คือ อุณหภูมิของน้ำร้อนที่เข้าสู่เตาเผา (เซลเซียส, C)

และอัตราการสิ้นเปลืองของเชื้อเพลิงแข็ง (\dot{m}_{fuel}) สามารถคำนวณได้จาก ปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้หารด้วยช่วงเวลาที่ใช้ในการทดลองที่กำหนดไว้

$$\dot{m}_{fuel} = \frac{\text{ปริมาณเชื้อเพลิงแข็งที่ใช้ในการทดลอง (kg)}}{\text{เวลาที่ใช้ในการทดลอง (S)}} \quad (3)$$

โดยที่ เชื้อเพลิงแข็งที่ใช้ในการทดลองนี้เป็นถ่าน
กะลามะพร้าว ซึ่งมีค่า ปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นต่อ
น้ำหนักเชื้อเพลิง เมื่อถูกการเผาไหม้ (LHV_{fuel}) เท่ากับ
32.47 MJ/kg (7,760 Kcal/kg) [4]

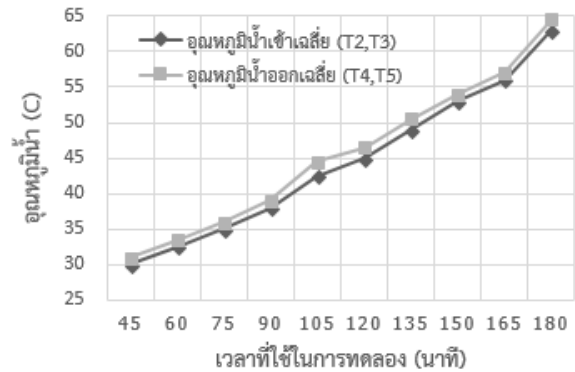
4. ผลการทดลอง

ในการศึกษาวิจัยนี้ได้ทำการวิเคราะห์หี้อธิพล
ของวัสดุพูนที่มีต่อประสิทธิภาพของเตาเผาเชื้อเพลิงแข็ง
ในการผลิตน้ำร้อน โดยการเปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพ
ของเตาเผาเชื้อเพลิงแข็งในแต่ละกรณีที่ใช้วัสดุพูนที่เป็น
โลหะ ต่าง ๆ กัน ซึ่งสามารถหาได้จาก ค่าอุณหภูมิของน้ำ
ที่เข้าและออกจากเตาเผาเชื้อเพลิงแข็ง และปริมาณ
เชื้อเพลิงแข็งที่นำมาใช้ในการทดลองครั้งนี้ ในช่วงเวลาที่
กำหนดไว้ จากรูปที่ 8 ถึง รูปที่ 10 แสดง ค่าอุณหภูมิของ
น้ำที่ทางเข้าและทางออกของเตาเผาเชื้อเพลิงแข็ง ทั้ง 3
กรณี คือ เมื่อไม่มีวัสดุพูนใดๆ เมื่อใช้น็อตเหล็กเป็นวัสดุ
พูน และ เมื่อใช้น็อตสแตนเลสเป็นวัสดุพูน ในการรับ
ความร้อนผ่านกลุ่มท่อทางที่เตาเผาเชื้อเพลิงแข็ง และทำ
การบันทึกค่าของอุณหภูมิที่ทางเข้าทั้ง 2 ด้าน ของ
เตาเผา คือ T2 และ T3 และอุณหภูมิของน้ำร้อนที่
ทางออก คือ T4 และ T5 แล้วทำการหาค่าเฉลี่ยของ
อุณหภูมิน้ำเข้า (T2 และ T3) กับอุณหภูมิน้ำออก (T4 และ
T5) เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปคำนวณหาค่าประสิทธิภาพการ
ถ่ายเทความร้อนของเตาเผาเชื้อเพลิงแข็งตามสมการที่ 1
ต่อไป การวิจัยนี้จะทำการเก็บข้อมูลทุก ๆ 15 นาที ตั้งแต่
45 – 180 นาที (ในช่วง 0-45 นาทีแรกอุณหภูมิของ
เตาเผายังไม่ร้อนมากนักทำให้ความแตกต่างของอุณหภูมิ
น้ำเข้าและน้ำออกมีค่าน้อยมากทางผู้วิจัยจึงรอให้เตามี
อุณหภูมิร้อนเพียงพอเสียก่อนจึงเริ่มเก็บข้อมูลที่เวลา 45
นาทีเป็นต้นไป) จากการเก็บข้อมูลพบว่า อุณหภูมิของน้ำ
ทั้งทางเข้าและทางออกจากกลุ่มท่อทาง มีค่าสูงขึ้นเป็นผล
จากการได้รับการถ่ายเทความร้อนจากเตาเผา โดยกรณี
ไม่ใช้วัสดุพูนอุณหภูมิของน้ำเข้าและออก จะอยู่ที่
ประมาณ 30 – 63 องศาเซลเซียส ในกรณีที่ใช้น็อตเหล็ก
เป็นวัสดุพูน อุณหภูมิของน้ำเข้าและออก จะอยู่ที่
ประมาณ 34 – 70 องศาเซลเซียส และ ในกรณีที่
ใช้น็อตสแตนเลสเป็นวัสดุพูน อุณหภูมิของน้ำเข้าและ
ออกจะอยู่ที่ประมาณ 37 – 72 องศาเซลเซียส

จากการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิของน้ำ ที่ทางเข้า
และทางออกของท่อทางภายในเตาเผาเชื้อเพลิงแข็ง พบว่า
น็อตสแตนเลส เป็นวัสดุพูนที่ให้ค่าอุณหภูมิของน้ำสูง

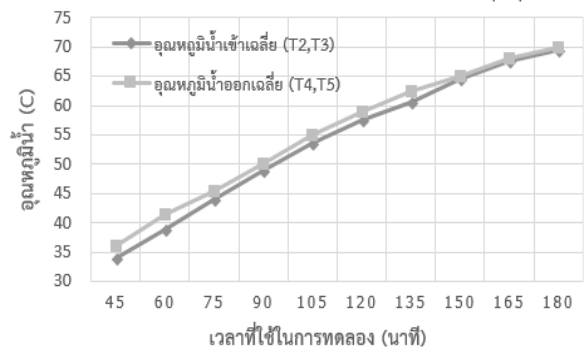
ที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับกรณีไม่ใช้วัสดุพูนและการใช้
เหล็กเป็นวัสดุพูน

กราฟแสดงอุณหภูมิ น้ำ เข้า-ออก จากเตาเผา
เชื้อเพลิงแข็งโดยเฉลี่ย กรณีที่ไม่ใช้วัสดุพูน



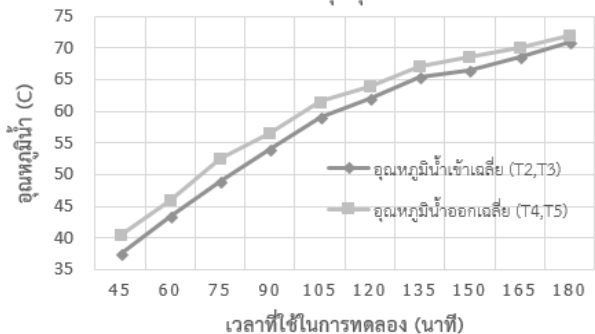
รูปที่ 9 แสดงค่าอุณหภูมิของน้ำที่ เข้า-ออก จาก
เตาเผาเชื้อเพลิงแข็งโดยเฉลี่ย กรณีที่ไม่มีวัสดุพูน

กราฟแสดงอุณหภูมิ น้ำ เข้า-ออก จากเตาเผาเชื้อเพลิง
แข็งโดยเฉลี่ย กรณีที่ใช้น็อตเหล็กเป็นวัสดุพูน



รูปที่ 10 แสดงค่าอุณหภูมิของน้ำที่ เข้า-ออก จาก เตาเผา
เชื้อเพลิงแข็งโดยเฉลี่ย กรณีที่ใช้น็อตเหล็ก เป็นวัสดุพูน

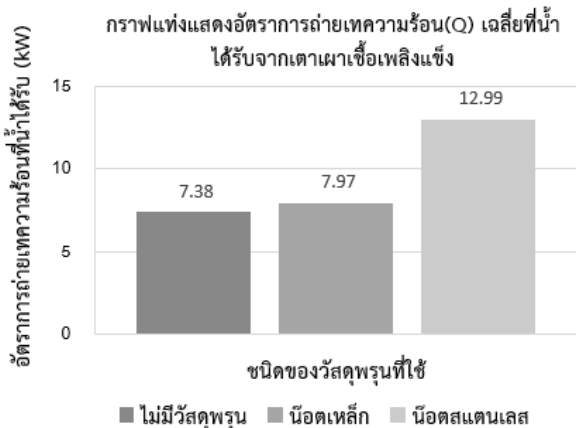
กราฟแสดงอุณหภูมิ น้ำ เข้า-ออก จากเตาเผา
เชื้อเพลิงแข็งโดยเฉลี่ย กรณีที่ใช้น็อตสแตนเลสเป็น
วัสดุพูน



รูปที่ 11 แสดงค่าอุณหภูมิของน้ำ เข้า-ออก จากเตาเผา
เชื้อเพลิงแข็ง กรณีที่ใช้น็อตสแตนเลส เป็นวัสดุพูน

หลังจากได้ค่าอุณหภูมิของน้ำเข้า-ออก เฉลี่ยของทั้ง 3 กรณีแล้ว จึงนำค่าที่ได้มาคำนวณหา ค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อน (η_{th}) และปริมาณความร้อน (Q) ที่น้ำได้รับจากเตาเผาเชื้อเพลิงแข็ง ดังสมการที่ (1) และ สมการที่ (2) ตามลำดับ โดยกำหนดให้อัตราการไหลเชิงมวล (\dot{m}) ของน้ำมีค่า 1.5765 kg/s ซึ่งคำนวณได้จากอัตราการไหลของน้ำที่วัดได้จากเครื่องวัดอัตราการไหล (Rotameter)

รูปที่ 12 แสดงการเปรียบเทียบอัตราการถ่ายเทความร้อน (Q) เฉลี่ย ที่น้ำได้รับจากเตาเผาเชื้อเพลิงแข็ง ของทั้ง 3 กรณี คือ 1. เมื่อไม่มีการใช้วัสดุพูน ค่า Q เฉลี่ย เท่ากับ 7.38 kW, 2. เมื่อใช้น็อตเหล็กเป็นวัสดุพูน ค่า Q เฉลี่ย เท่ากับ 7.97 kW, และ 3. เมื่อใช้น็อตสแตนเลสเป็นวัสดุพูน ค่า Q เฉลี่ย เท่ากับ 12.99 kW ซึ่งจากค่าที่ได้พบว่า ค่า Q เฉลี่ย ในกรณีใช้น็อตสแตนเลส เป็นวัสดุพูนนั้น สามารถทำให้ได้ค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนที่สูงสุด

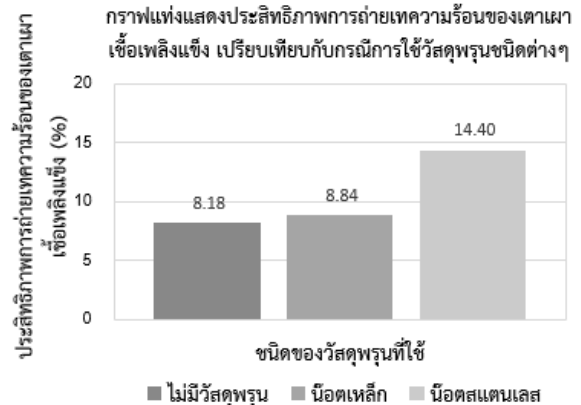


รูปที่ 12 แสดงค่าอัตราการถ่ายเทความร้อน (Q) เฉลี่ย ที่น้ำได้รับจากเตาเผาเชื้อเพลิงแข็ง ทั้ง 3 กรณี

รูปที่ 13 แสดงการเปรียบเทียบ ค่าประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อน (η_{th}) ของเตาเผาเชื้อเพลิงแข็งที่สามารถคำนวณได้จากสมการที่ (1) ในทั้ง 3 กรณี ดังนี้คือ กรณีที่ 1. เมื่อไม่มีการใช้วัสดุพูน ได้ค่าประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อน เท่ากับ 8.18 % กรณีที่ 2. เมื่อมีการใช้น็อตเหล็กวัสดุพูน ได้ค่าประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อนเท่ากับ 8.84 % และ ในกรณีที่ 3. เมื่อใช้น็อตสแตนเลส เป็นวัสดุพูน ได้ค่าประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อนเท่ากับ 14.40 %

ซึ่งจากการเปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อนของเตาเผาเชื้อเพลิงแข็งที่ได้ พบว่า ในกรณีที่ใช้น็อตสแตนเลส เป็นวัสดุพูน นั้นมีค่า

ประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อนของเตาเผาเชื้อเพลิงแข็งที่สูงสุด



รูปที่ 13 แสดงการเปรียบเทียบ ประสิทธิภาพของเตาเผาเชื้อเพลิงแข็งเมื่อใช้วัสดุพูน ทั้ง 3 กรณี

5. สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

งานวิจัยนี้ เป็นการศึกษาและเปรียบเทียบอัตราการถ่ายเทความร้อนและประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อน ของเตาเผาเชื้อเพลิงแข็งที่ใช้ในการผลิตน้ำร้อน โดยใช้น็อตเหล็กและน็อตสแตนเลสเป็นวัสดุพูนที่ใช้การทดลอง ซึ่งผลของการทดลองพบว่า

5.1 น็อตโลหะที่ใช้เป็นวัสดุพูน ในการทดลองครั้งนี้มีผลต่ออัตราการถ่ายเทความร้อนและประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อนของเตาเผาเชื้อเพลิงแข็ง

5.2 น็อตโลหะที่ทำจากสแตนเลส จะให้ค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนและประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อนของเตาเผาเชื้อเพลิงแข็งได้สูงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้วัสดุอื่นๆ ในการทดลอง ทั้งนี้เมื่อพิจารณาจากคุณสมบัติต่างๆ ในตารางดังรูปที่ 8 พบว่า สแตนเลสมีค่าความจุความร้อนจำเพาะ (c_p) สูงกว่าวัสดุอื่นๆ ในตาราง นั่นคือ ค่า c_p สแตนเลส = 477 J/Kg.K และค่า c_p เหล็ก = 434 J/Kg.K ซึ่งกล่าวได้ว่า ค่าความจุความร้อนจำเพาะของโลหะที่ใช้เป็นวัสดุพูน มีผลต่อ อัตราการถ่ายเทความร้อนและประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อน ของเตาเผาเชื้อเพลิงแข็ง

5.3 จากการวิเคราะห์ ค่าความจุความร้อนของโลหะต่างๆ ซึ่งคุณสมบัตินี้หากมีค่าสูงจะทำให้โลหะนั้นๆ สามารถสะสมความร้อนได้มากกว่าโลหะที่มีค่าความจุความร้อนต่ำกว่า ซึ่งอาจเป็นผลให้เมื่อใช้วัสดุพูนที่เป็นโลหะ ที่มีค่าความจุความร้อนมากก็จะส่งผลให้อัตราการถ่ายเทความร้อนและประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อนของเตาเผาเชื้อเพลิงแข็งเพิ่มขึ้นเช่นกัน

6. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ ทางสถาบันรัชต์ภาคย์ รวมถึง คณาจารย์และนักศึกษาของคณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขา วิศวกรรมเครื่องกลทุกท่าน ที่มีส่วนร่วมให้การส่งเสริมและ สนับสนุน การวิจัยครั้งนี้ ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี รวมถึง แหล่งข้อมูลเอกสารสิ่งพิมพ์ต่างๆ ที่ผู้วิจัยได้กล่าวไปจาก การสืบค้นครั้งนี้ด้วย

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] อนุชา กล้าน้อย และคณะ (2559). การเปรียบเทียบ ความสามารถของวัสดุพูนชนิดตาข่ายที่มีผลต่อการ ส่งเสริมการพาความร้อนแบบบังคับในท่อกลม , การ ประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่ง ประเทศไทย ครั้งที่ 30 , จังหวัดสงขลา , 5-8 กรกฎาคม 2559 , TSF0006
- [2] บัญชา พุทธากุล และ บุญย์ฤทธิ์ ประสาทแก้ว (2558). เตาเผาเชื้อเพลิงแข็งแบบที่มีวัสดุพูน , การ ประชุมสัมมนาเชิงวิชาการรูปแบบพลังงานทดแทนสู่ ชุมชน แห่ง ประเทศไทย ครั้งที่ 8 , คณะ วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ธัญบุรี
- [3] พงษ์เจต พรหมวงศ์ (2542). การถ่ายเทความร้อน. กรุงเทพฯ: ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะ วิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- [4] รายงานการวิเคราะห์ค่าความร้อน ค่าคงตัวของถ่าน ค่าของสารระเหย ค่ากำมะถัน ของวัสดุ ต่าง ๆ โดย ห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีพลังงาน ฝ่ายวิจัยพลังงาน และสิ่งแวดล้อมสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย(2561), [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา <https://www.charcoalsnmcenter.com/charcoalthai/hot.php> เข้าดูเมื่อ วันที่ 10/01/2018
- [5] ผ่องศรี ศิวราศักดิ์ (2558). การถ่ายโอนความร้อน, ISBN: 978-974-06-8372-8, กรุงเทพฯ.
- [6] B.Prasartkaew and S. Kumar. (2013) “Experimental study on the performance of a solar-biomass hybrid air-conditioning system,” Renewable, pp. 86-93.

[7] V. S. Yumlu. (1966) “ Temperatures of flames on porous burners,” Combustion and flame, pp.147-151.

[8] S. B. Sathe, R. E. Peck, and T. W. Tong.(1990) “ A numerical analysis of heat transfer and combustion in porous radian burner,” International Journal of heat and Mass Transfer, pp.1331-1338.

ประวัติผู้เขียนบทความ



ชื่อ-สกุล : นาย พันธวัจน์ สิงห์เฉลิม

ประวัติการศึกษา :

วศ.ม. (วิศวกรรมเครื่องกล), มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้า พระนครเหนือ

วศ.บ. (วิศวกรรมเครื่องกล), มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้า พระนครเหนือ

ตำแหน่ง : อาจารย์ประจำ สาขาวิศวกรรมเครื่องกล คณะ วิศวกรรมศาสตร์ สถาบันรัชต์ภาคย์

งานวิจัยที่สนใจ : การถ่ายเทความร้อน, การอนุรักษ์ พลังงาน, พลังงานชีวมวล.



ชื่อ-สกุล : นางสาว นมัสสรณ์ อำไพรัตน์

ประวัติการศึกษา :

วศ.ม. (วิศวกรรมอุตสาหการ),มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

วศ.บ. (วิศวกรรมอุตสาหการ),มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

ตำแหน่ง : อาจารย์ประจำ สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันรัชต์ภาคย์

งานวิจัยที่สนใจ : การวิจัยด้านวิศวกรรมอุตสาหการ ,การ ขนถ่ายและระบบโลจิสติกส์