



วารสาร

วิจัยและพัฒนาอาชีวศึกษา

Journal of Research and Vocational Education Development (JRVED)

ปีที่ 3 ฉบับที่ 1 เดือนมกราคม - มิถุนายน 2567 Vol. 3 No.1 January - June 2024



สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 4

Institute of Vocational Education : Northeastern Region 4

การศึกษาประสิทธิภาพของเตาเผาถ่านแบบใช้ฉนวนกันความร้อนด้วยเซรามิคไฟเบอร์

Study on the Performance of Heat Insulated Charcoal Furnace with Ceramic Fiber

นันทฐ อนุพันธ์¹ จิรศักดิ์ ดุษฎี¹ ปิยวุฒิ ป้องเพชร² และ จิรโรจน์ เลิศธนเปี่ยมสุข^{1*}

¹แผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคศรีสะเกษ

²แผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคเดชอุดม

¹319 ถนนกสิกรรม ตำบลหนองครก อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ 33000

²377 หมู่ 30 ถ.โชคชัย-เดชอุดม ต.เมืองเดช อ.เดชอุดม จ.อุบลราชธานี 34160

*ติดต่อ: nxnuphan@gmail.com เบอร์โทรศัพท์: 045 612 886, เบอร์โทรสาร: 045 612 698

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อออกแบบและสร้างเตาเผาถ่านแบบใช้ฉนวนกันความร้อนเซรามิคไฟเบอร์ 2) เพื่อเปรียบเทียบอุณหภูมิของเตาเผาถ่านแบบใช้ฉนวนกันความร้อนเซรามิคไฟเบอร์กับฉนวนดินเหนียว 3) เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของถ่านที่ใช้เตาเผาถ่านแบบใช้ฉนวนกันความร้อนเซรามิคไฟเบอร์กับฉนวนดินเหนียว การดำเนินการทดลองใช้เตาเผาถ่านขนาด 200 ลิตร โดยใช้ฉนวนที่เป็นเซรามิคไฟเบอร์ เปรียบเทียบกับฉนวนที่เป็นดินเหนียว ใช้ไม้ไผ่เป็นวัตถุดิบ จำนวน 24 กิโลกรัม มีตัวแปรอิสระ คือ เวลาในการทดลอง ผลจากการทดลองพบว่า เปรียบเทียบอุณหภูมิของเตาเผาถ่านแบบใช้ฉนวนกันความร้อนเซรามิคไฟเบอร์กับฉนวนดินเหนียว อุณหภูมิเริ่มต้นความร้อนที่ได้จากฉนวนดินเหนียวจะมีอุณหภูมิที่ 245°C ขณะที่อุณหภูมิความร้อนที่ได้จากฉนวนเซรามิคไฟเบอร์จะมีอุณหภูมิที่ 284°C ซึ่งมีค่าความต่าง 86.27% จนถึงนาที่ที่ 60 อุณหภูมิความร้อนภายในเตาเผาจากฉนวนดินเหนียวจะมีอุณหภูมิที่ 417°C อุณหภูมิความร้อนที่ได้จากฉนวนเซรามิคไฟเบอร์จะมีอุณหภูมิที่ 480°C ซึ่งมีค่าความต่าง 86.88% และค่าความร้อนเริ่มต้นกับความร้อนสุดท้ายที่ทำการวัดอุณหภูมิของฉนวนดินเหนียว จะมีค่าความต่างคิดเป็นร้อยละ 58.75 ส่วนค่าความร้อนเริ่มต้นกับความร้อนสุดท้ายที่ทำการวัดอุณหภูมิของฉนวนเซรามิคไฟเบอร์จะมีค่าความต่างคิดเป็นร้อยละ 59.17 น้ำหนักของไม้ที่ใช้ในการเผาถ่านก่อนและหลังการเผา ผลผลิตถ่านที่ได้จากเตาเผาถ่านที่ใช้ฉนวนกันความร้อนเซรามิคไฟเบอร์ เฉลี่ยได้ 7 กิโลกรัมและผลผลิตถ่านที่ได้จากเตาเผาถ่านที่ใช้ฉนวนดินเหนียว เฉลี่ยได้ 4.9 กิโลกรัม หรือคิดเป็นร้อยละ 42.85 ถ่านที่ได้จากการเผาแบบที่ใช้ฉนวนกันความร้อนเซรามิคไฟเบอร์สามารถติดไฟได้นาน มีอุณหภูมิเฉลี่ยของน้ำสูงที่ 110°C มากกว่าถ่านที่ได้จากการเผาแบบที่ใช้ฉนวนดินเหนียวมีอุณหภูมิเฉลี่ยของน้ำสูงที่ 103°C และ กว่าร้อยละ 7.63 และมีค่าเฉลี่ยรวมของความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ เท่ากับ 3.66 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.66 และเกณฑ์การประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับมาก

คำสำคัญ: เตาเผาถ่าน, เซรามิคไฟเบอร์

Abstract

The objectives of this research are: 1) to design and construct a charcoal kiln using ceramic fiber insulation, 2) to compare the temperature of the charcoal kiln using ceramic fiber insulation with clay insulation, and 3) to compare the efficiency of the charcoal produced using ceramic fiber insulation versus clay insulation. The experiment was conducted using a 200-liter charcoal kiln, comparing ceramic fiber insulation with clay insulation. Bamboo was used as the raw material, with 24 kilograms in each trial. The independent variable was the duration of the experiment. The results showed that the initial temperature of the kiln using clay insulation reached 245°C, while the kiln using ceramic fiber insulation reached 284°C, with a difference of 86.27%. After 60 minutes, the temperature inside the kiln using clay insulation reached 417°C, and the kiln using ceramic fiber insulation reached 480°C, with a difference of 86.88%. The temperature difference between the initial and final measurements for the kiln with clay insulation was 58.75%, while for ceramic fiber insulation, the difference was 59.17%.

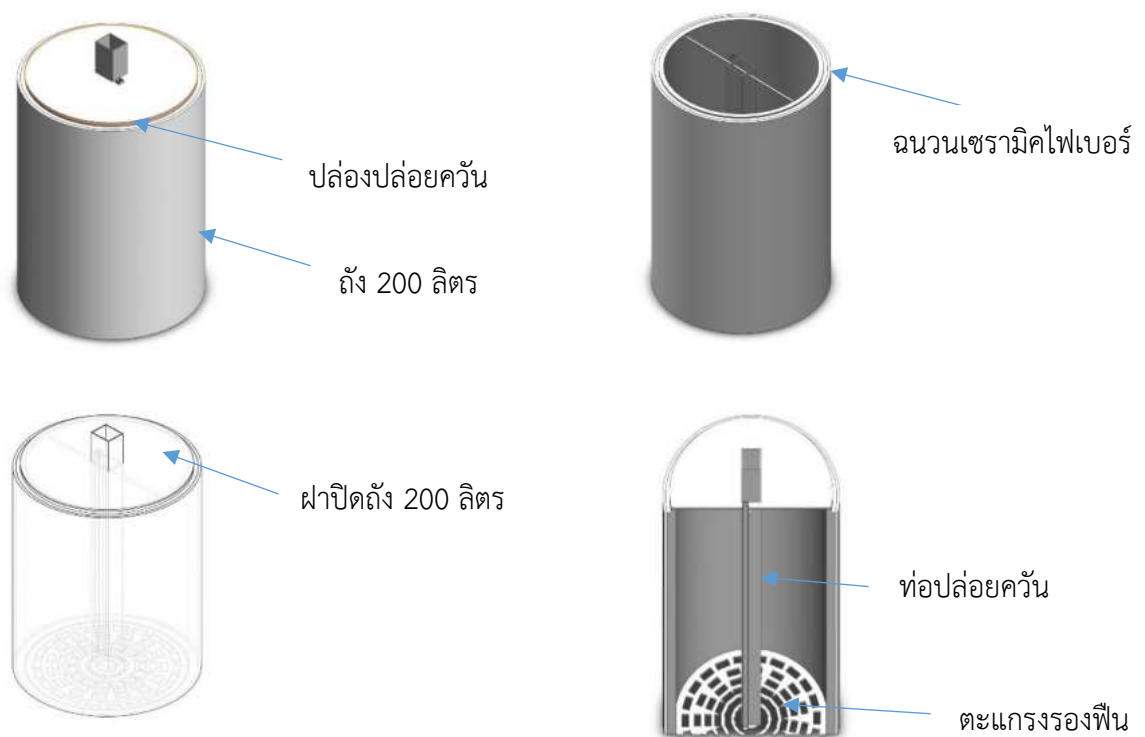
Regarding the weight of the wood before and after burning, the charcoal produced from the kiln with ceramic fiber insulation averaged 7 kilograms, while the charcoal from the kiln with clay insulation averaged 4.9 kilograms, or 42.85%. The charcoal from the ceramic fiber-insulated kiln burned longer and produced water with an average temperature of 110°C, compared to 103°C from the clay-insulated kiln, with a difference of 7.63%. The overall average expert opinion was 3.66, with a standard deviation of 0.66, and the evaluation criteria for expert opinions were at a high level.

Keywords: charcoal kiln, ceramic fiber,

1. บทนำ/ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันเตาเผาถ่านไม้ที่ผลิตถ่านเพื่อการหุงต้ม ใช้เวลาในการผลิตนานมีวันมาก มีผลเสียต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม และในขบวนการผลิตไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ ปัจจุบันจึงมีการดัดแปลงใช้เตาเผาขนาด 200 ลิตร ในการผลิตถ่านโดยใช้ไม้เป็นวัตถุดิบ เตาเผาลักษณะนี้จะมีขนาดเล็ก เคลื่อนย้ายง่าย สะดวกในทุกพื้นที่ แต่ก็มีข้อเสียคือไม่สามารถควบคุมความร้อนและอุณหภูมิในเตาเผา รวมถึงระยะเวลาในการเผาถ่านได้ [1]

เซรามิคไฟเบอร์เป็นวัสดุชนิดหนึ่งที่มีคุณสมบัติในการช่วยกักเก็บความร้อนได้ถึง 1,260 เซลเซียส จะช่วยให้เตาเผาถ่านไม่เกิดการสูญเสียความร้อนทำให้ได้ถ่านที่ได้มีความบริสุทธิ์เกิดขึ้นง่ายขึ้นและยังลดปัญหาควันที่เกิดจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์[2] เตาเผาถ่านแบบใช้ฉนวนกันความร้อนด้วยเซรามิคไฟเบอร์ จึงเป็นทางเลือกอีกหนึ่งที่จะนำมาปรับแก้ไขและพัฒนาประสิทธิภาพในการให้ความร้อนกับวัตถุดิบ สามารถควบคุมความร้อน ลดระยะเวลาในการเผาถ่านให้น้อยลง โดยเตาเผาถ่านที่ใช้เซรามิคไฟเบอร์มีส่วนประกอบดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ส่วนประกอบของเตาเผาถ่านแบบใช้ฉนวนเซรามิคไฟเบอร์

โดยมีส่วนประกอบของเตาเผาถ่านแบบใช้ฉนวนกันความร้อนเซรามิกไฟเบอร์ มีส่วนประกอบ คือ ฉนวนเซรามิกไฟเบอร์ ท่อปล่อยควัน ตะแกรงรองพื้นและถังขนาด 200 ลิตร ผู้วิจัยมีวัตถุประสงค์ การวิจัยเพื่อออกแบบและสร้างเตาเผาถ่านแบบใช้ฉนวนกันความร้อนเซรามิกไฟเบอร์ และเพื่อ เปรียบเทียบประสิทธิภาพของเตาเผาถ่านแบบใช้ฉนวนกันความร้อนเซรามิกไฟเบอร์กับฉนวนดิน เหนียว

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 เพื่อออกแบบและสร้างเตาเผาถ่านแบบใช้ฉนวนกันความร้อนเซรามิกไฟเบอร์

2.2 เพื่อเปรียบเทียบอุณหภูมิของเตาเผาถ่านแบบใช้ฉนวนกันความร้อนเซรามิกไฟเบอร์กับ ฉนวนดินเหนียว

2.3 เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของถ่านที่ใช้เตาเผาถ่านแบบใช้ฉนวนกันความร้อน เซรามิกไฟเบอร์กับฉนวนดินเหนียว

3. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

วัสดุทนไฟ ลักษณะของวัสดุทนไฟ (Refractory Appearance) ที่ออกแบบมา จะมีหลาย ประเภท ทั้งรูปแบบที่เป็นชนิดก้อนแข็งมีรูปร่างที่เป็นทรงต่างๆอย่างอิฐทนไฟ หรือ เป็นแบบผง บรรจุอยู่ในกระสอบและแบบผสมเสร็จอยู่ในถังเป็นของเหลวอย่างปูนทนไฟมอร์ตาร์และเป็นแบบผง อยู่ในกระสอบอย่างคอนกรีตทนไฟที่จะแข็งตัวก็ต่อเมื่อวัสดุทนไฟเหล่านี้โดนความร้อนในอุณหภูมิที่ สูงได้มากๆ และรูปทรงจะคงที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลง จึงเหมาะกับการนำมาใช้ในงานอุตสาหกรรม ต่างๆ เช่น ก่อผนังเตา พื้นเตา และใช้ในการซ่อมแซมได้อีกด้วย

ฉนวนเซรามิกไฟเบอร์ (Ceramic Fiber Insulation) หรือใยแก้วกันความร้อนใยแก้วทน ความร้อน เหมาะกับงาน ฉนวนหุ้มวาล์ว ฉนวนหุ้ม Steam turbine เตาอบ เตาเผาความร้อนสูง ฉนวนหม้อไอน้ำ (Boiler) กลุ่มเตาปิโตรเคมี และอีกหลาย ๆ เครื่องจักรแบบใช้ความร้อนโดยมีใย แก้วทนความร้อนในการห่อหุ้ม โดยแบ่งออกเป็นหลาย ๆ ชนิด คือ 1) ฉนวนใยแก้วกันความร้อน เซรามิกไฟเบอร์ชนิดม้วน (Ceramic Fiber Blanket) 2) ฉนวนใยแก้วกันความร้อน เซรามิกไฟเบอร์ ชนิดแผ่น (Ceramic Fiber Board) 3) ฉนวนกันความร้อนเซรามิกไฟเบอร์ชนิดกระดาษ (Ceramic Fiber Paper) 4) ใยแก้วกันความร้อนเทปเซรามิกไฟเบอร์ (Ceramic Fiber Tape) 5) ผ้ากันไฟ เซรามิก ไฟเบอร์ หรือ (Ceramic fiber Cloth) 6) ใยแก้วกันความร้อนเซรามิกไฟเบอร์ชนิดโมดูล / ชนิดก้อน (Ceramic Fiber Z Block / Ceramic Fiber Module) ในการวิจัยครั้งนี้ใช้ฉนวนใยแก้ว

กันความร้อนเซรามิคไฟเบอร์ชนิดม้วน สามารถทนอุณหภูมิได้ตั้งแต่ 1,260 องศาเซลเซียส จนถึง 1,600 องศาเซลเซียส



รูปที่ 2 ฉนวนใยแก้วกันความร้อนเซรามิคไฟเบอร์ชนิดต่างๆ

สูตรการคำนวณหาประสิทธิภาพจากถ่าน

$$\text{ประสิทธิภาพการใช้งาน} = \frac{MC_p (T_2 - T_1) + (M_1) L \times 100}{M_f H} \quad (1)$$

เมื่อ M = น้ำหนักน้ำเริ่มต้น, กรัม M_1 = น้ำหนักน้ำที่เหลือหลังการเดือด, กรัม
 M_f = น้ำหนักของเชื้อเพลิง, กรัม C_p = ความร้อนจำเพาะของน้ำเท่ากับ 1 แคลอรี/กรัม
 T_1 = อุณหภูมิเริ่มต้นของน้ำ, °C T_2 = อุณหภูมิของน้ำเดือด, °C
 L = ค่าความร้อนแฝงของน้ำเท่ากับ 540 Cal/g
 H = ค่าความร้อนของถ่านไม้เท่ากับ 7,020 Cal/g

สูตรที่ใช้ในการคำนวณหาค่าต่างๆจากการทดลอง[9]

การหาผลผลิต คำนวณจากสูตร

$$\text{เปอร์เซ็นต์ผลผลิต (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักถ่านก้อน}}{(\text{น้ำหนักฟืนในเตา} + \text{น้ำหนักฟืนหน้าเตา}) - \text{น้ำหนักขี้เถ้า}} \times 100 \quad 2)$$

การหาอัตราการผลิต คำนวณจากสูตร

$$\text{อัตราการผลิต (Kg/hr)} = \frac{\text{น้ำหนักถ่านก้อน}}{\text{(ชั่วโมงในการเผา)}}$$

4. ขอบเขตของการวิจัย

- 4.1. วัสดุทำเตาเผาถ่านใช้ถังขนาด 200 ลิตร
- 4.2. ใช้ฉนวนกันความร้อนแบบเซรามิคไฟเบอร์ ความหนา 25 mm
- 4.3. ไม้ไผ่ที่ใช้ในการทดลองต่อครั้งมีน้ำหนัก 24 กิโลกรัม
- 4.4 เวลาที่ใช้ในการจับอุณหภูมิความร้อนภายในเตาเผาที่ 60 นาที วัดอุณหภูมิทุกๆ 5 นาที โดยเริ่มวัดอุณหภูมิหลังจากพินดีไฟในช่วงการเปลี่ยนจากไม้เป็นถ่าน
- 4.4 เวลาที่ใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพของผลผลิตถ่านที่ได้ 20 นาที วัดอุณหภูมิทุกๆ 2 นาที
- 4.5 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ เทอร์โมมิเตอร์และเทอร์โมคัปเปิ้ล เครื่องชั่งน้ำหนัก เครื่องคำนวณ นาฬิกาจับเวลาแบบดิจิตอล

5. วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาประสิทธิภาพของเตาเผาถ่านแบบใช้ฉนวนกันความร้อนด้วยเซรามิคไฟเบอร์ มีวัตถุประสงค์ เพื่อออกแบบและสร้างเตาเผาถ่านแบบใช้ฉนวนกันความร้อนเซรามิคไฟเบอร์ เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพผลผลิตที่ได้จากเตาเผาถ่านแบบใช้ฉนวนกันความร้อนเซรามิคไฟเบอร์ กับฉนวนดินเหนียว การดำเนินการทดลองใช้เตาเผาถ่านขนาด 200 ลิตร โดยใช้ฉนวนที่เป็นเซรามิคไฟเบอร์ เปรียบเทียบกับฉนวนที่เป็นดินเหนียว ใช้ไม้ไผ่เป็นวัตถุดิบ จำนวน 24 กิโลกรัม มีวิธีดำเนินการวิจัย ดังนี้

- 5.1 ศึกษาข้อมูลจากทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
- 5.2 ออกแบบและสร้างเตาเผาถ่านแบบใช้ฉนวนกันความร้อนด้วยเซรามิคไฟเบอร์
- 5.3 การเตรียมไม้เพื่อการเผาถ่าน

ชนิดไม้ที่ใช้ในการศึกษาทดลองเผาถ่านใช้ไม้ไผ่ที่มีขนาด ความยาว 50 เซนติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยตั้งแต่ประมาณ 3.0 ถึง 6.0 เซนติเมตร โดยตัดไม้ทิ้งไว้ไม่น้อยกว่า 2 สัปดาห์ ก่อนนำมาใช้เผาเป็นถ่าน

5.3.1 ไม้ที่ต้องการจะเผาถ่านมาจัดแยกกลุ่มตามขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางของไม้เป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ ไม้ขนาด 3.0 เซนติเมตร, 4.0 เซนติเมตร และ 6.0 เซนติเมตรตามลำดับ เพื่อจัดเรียงใส่เตาตามขนาด ทั้งนี้เพราะอุณหภูมิภายในเตาเผาถ่านจะไม่เท่ากัน

5.3.2 เรียงไม้แนวตั้ง โดยให้ปลายไม้ที่มีขนาดเล็กไว้ด้านล่าง ปลายไม้ด้านโตกว่าจะอยู่ด้านบน ทั้งนี้เพราะด้านบนเตาจะมีความร้อนสูงกว่าด้านล่าง การเรียงไม้ลักษณะนี้เพื่อให้ไม้เป็นถ่านพร้อมกัน

5.4 การดำเนินการเผาถ่าน

5.4.1 เตรียมไม้ไฟที่จะเผาเพื่อให้เป็นถ่านมาชั่งน้ำหนักรวมเท่ากันทุกครั้งที่มีการทดลอง โดยเรียงไม้ให้สามารถนำเครื่องมือวัดอุณหภูมิสอดเข้าไปในเตาเผาถ่าน

5.4.2 ให้ความร้อนในเตาเพื่อไล่ความชื้นในเนื้อไม้ ความชื้นภายในเตาเผา รวมถึงฉนวนหุ้มเตา เผาเมื่ออุณหภูมิภายในเตาเผาสูงขึ้นจนทำให้เนื้อไม้ในเตาเผาเริ่มมีลักษณะเป็นสีขาวหนา ให้ใส่ฟืนเลื่อยหน้าเตาเผาทั้งช่วงระยะเวลาประมาณครึ่งชั่วโมง สังเกตสีควันที่ปากปล่องจะเป็นสีขาวใส ให้เพิ่มความร้อนไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งควันจากปากปล่องเป็นควันใสสีฟ้า อาจมีไฟลุกที่ปากปล่องรอนไฟปากปล่องดับเอง สังเกตจะมีควันลอยออกจากปล่องเตาเผาเป็นช่วงๆ เล็กน้อย จึงปิดเตาเผาและปิดปล่องควันเป็นขั้นตอนสุดท้าย

5.4.3 การเปิดเตาเผาเพื่อนำเอาถ่านออกจากเตาเผา โดยใช้เวลาประมาณ 2 ชั่วโมง จากนั้นชั่งน้ำหนักของถ่านก้อนและขี้เถ้า

5.5 ทดสอบประสิทธิภาพของถ่านที่เป็นผลผลิตในการให้ค่าทางความร้อน โดยการเปรียบเทียบอุณหภูมิของเตาเผาถ่านแบบใช้ฉนวนกันความร้อนเซรามิกไฟเบอร์กับเตาเผาถ่านแบบฉนวนดินเหนียว



รูปที่ 3 การทดลองเผาถ่านด้วยเตาเผาถ่านแบบใช้ฉนวนกันความร้อนเซรามิกไฟเบอร์

5.5 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพ การใช้งานของถ่านไม้ที่ได้จากเตาเผาถ่าน ชนิดแบบใช้ ฉนวนกันความร้อนด้วยเซรามิคไฟเบอร์ ด้วยวิธีการต้มน้ำ (Water Boiling Test)



รูปที่ 4 การทดลองใช้ถ่านที่ได้จากเตาเผาถ่าน ด้วยวิธีการต้มน้ำ (Water Boiling Test) [8]

6. ผลการวิจัย

การศึกษาประสิทธิภาพของเตาเผาถ่านแบบใช้ฉนวนกันความร้อนด้วยเซรามิคไฟเบอร์ในครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์ เพื่อออกแบบและสร้างเตาเผาถ่านแบบใช้ฉนวนกันความร้อนเซรามิคไฟเบอร์เพื่อเปรียบเทียบอุณหภูมิของเตาเผาถ่านแบบใช้ฉนวนกันความร้อนเซรามิคไฟเบอร์กับฉนวนดินเหนียว เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของถ่านที่ใช้เตาเผาถ่านแบบใช้ฉนวนกันความร้อนเซรามิคไฟเบอร์กับฉนวนดินเหนียว

ตอนที่ 1 การออกแบบและสร้างเตาเผาถ่านแบบใช้ฉนวนกันความร้อนเซรามิคไฟเบอร์

เตาเผาถ่านแบบใช้ฉนวนกันความร้อนด้วยเซรามิคไฟเบอร์ ซึ่งมีส่วนประกอบในการสร้าง ดังนี้

1. เตาเผาจะใช้ถังขนาด 200 ลิตร
2. ฉนวนใยแก้วกันความร้อนเซรามิคไฟเบอร์ชนิดม้วน จำนวน 2 ม้วน มีหน้าที่เป็นฉนวนกันความร้อนเพื่อรักษาระดับความร้อนภายในเตาเผา
3. ท่อปล่อยควัน มีหน้าที่ระบายควันและไอน้ำ
4. ตะแกรงรองฟืน มีหน้าที่รองฟืนที่จะใช้เผาเป็นถ่านและสามารถให้เปลวไฟที่ใช้จุดผ่านช่องตะแกรงไปหาฟืนได้
5. ฝาปิดถัง มีหน้าที่ควบคุมความร้อนภายในห้องเตาเผา

หลักการทำงานของเตาเผาถ่านแบบใช้ฉนวนกันความร้อนชนิดไฟเบอร์แบ่งเป็น 4 ช่วง ดังนี้

1. ช่วงการไล่ความชื้น ขั้นตอนการไล่ความชื้นนี้อยู่ในช่วงอุณหภูมิ $20^{\circ}\text{C} - 270^{\circ}\text{C}$ จำเป็นต้องใช้ความร้อนจากภายนอก เพื่อให้ไม้พินเกิดปฏิกิริยาดูดความร้อน (endothermic reaction) สะสมไว้ให้ได้มากพอที่จะเกิดปฏิกิริยาคายความร้อน โดยการไล่ความชื้นกระทำได้ 2 วิธี คือ

1.1 การให้ความร้อนโดยตรง โดยการจุดไม้พินบางส่วนในเตาเพื่อที่จะทำให้บางส่วนของไม้ที่จะทำถ่านลุกไหม้ และเกิดความร้อนเพียงพอที่จะไล่ความชื้นออกจากไม้ในส่วนที่เหลือ วิธีนี้ประสิทธิภาพจะต่ำและหากควบคุมอากาศไม่ดีจะทำให้เกิดเขม่ามาก เป็นเหตุให้ผลผลิตต่ำ

1.2 การให้ความร้อนทางอ้อม โดยการจุดเชื้อเพลิงหน้าเตาและนำเพียงลมร้อนเข้าไปไล่ ความชื้นออกจากไม้พินในเตา หากไม้พินในเตามีความชื้นมากก็ต้องใช้เชื้อเพลิงและเวลา มากขึ้นด้วย ดังนั้นควรต้องผึ่งไม้พินสด ซึ่งมีความชื้นประมาณ 50-60 % ให้เหลือความชื้นประมาณ 20-30 % เสียก่อน เพื่อเป็นการประหยัดเชื้อเพลิงและเวลา

2. ช่วงการเปลี่ยนจากไม้เป็นถ่าน ขั้นตอนนี้อยู่ในช่วงอุณหภูมิ $270^{\circ}\text{C} - 400^{\circ}\text{C}$ โดยการเปลี่ยนจากไม้เป็นถ่านนี้ คว้นที่ออกมาจะประกอบด้วยสารต่างๆ ที่เกิดใหม่มากมาย หลายชนิดจากการสลายตัวของไม้ด้วยความร้อน และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลากหลาย แบ่งออกได้เป็น 2 ช่วง

2.1 ช่วงที่ 1 อุณหภูมิ $270^{\circ}\text{C} - 300^{\circ}\text{C}$ ช่วงนี้ไม้ในเตาสะสมความร้อนไว้มากพอที่จะเกิดปฏิกิริยาคายความร้อน โดยไม่ต้องเติมพินหน้าเตาอีก ไม้พินจะลุกไหม้และสลายตัวด้วยความร้อนที่สะสมไว้ในตัวเอง เซลลูโลสจะเริ่มสลายตัวที่อุณหภูมิ 275°C การสลายตัวจะเป็นไปอย่างรวดเร็ว คว้นที่ออกมาจากปล่องจะเป็นสีขาวอมเหลืองมีกลิ่นฉุนจัด จะเรียกคว้นนี้ว่า “คว้นบ้ำ” หลังจากคว้นบ้ำมีปริมาณน้อยลงและเริ่มเปลี่ยนเป็นสีเทาแล้ว จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องควบคุมอุณหภูมิไว้ให้คงที่ตลอดเป็นเวลานานพอสมควร เพื่อให้ขั้นตอนนี้เป็นไปอย่างช้าๆและสม่ำเสมอ ความร้อนจากไม้ด้านบนหน้าเตาจะค่อยๆ ถ่ายความร้อนไปยังจุดต่างๆ ทั่วทั้งเตาอย่างช้าๆ หากปล่อยให้อุณหภูมิขึ้นสูงเร็วเกินไป จะทำให้ไม้ที่สะสมความร้อนไว้มากกว่ากลายเป็นเถ้าเสียก่อนที่จะถ่ายความร้อน ไปยังไม้ที่สะสมความร้อนไว้น้อยกว่า และอาจมีเปลวไฟแลบออกทางหน้าเตาได้ หากเกิดกรณีดังกล่าวไม้ส่วนบนของเตาจะกลายเป็นเถ้าและไม้ส่วนล่างของเตาจะกลายเป็นส้นถ่านทำให้ผลผลิตต่ำ การควบคุมอุณหภูมิสามารถทำได้โดยการควบคุมอากาศที่หน้าเตา ควบคู่กับการใช้เครื่องมือวัดอุณหภูมิ

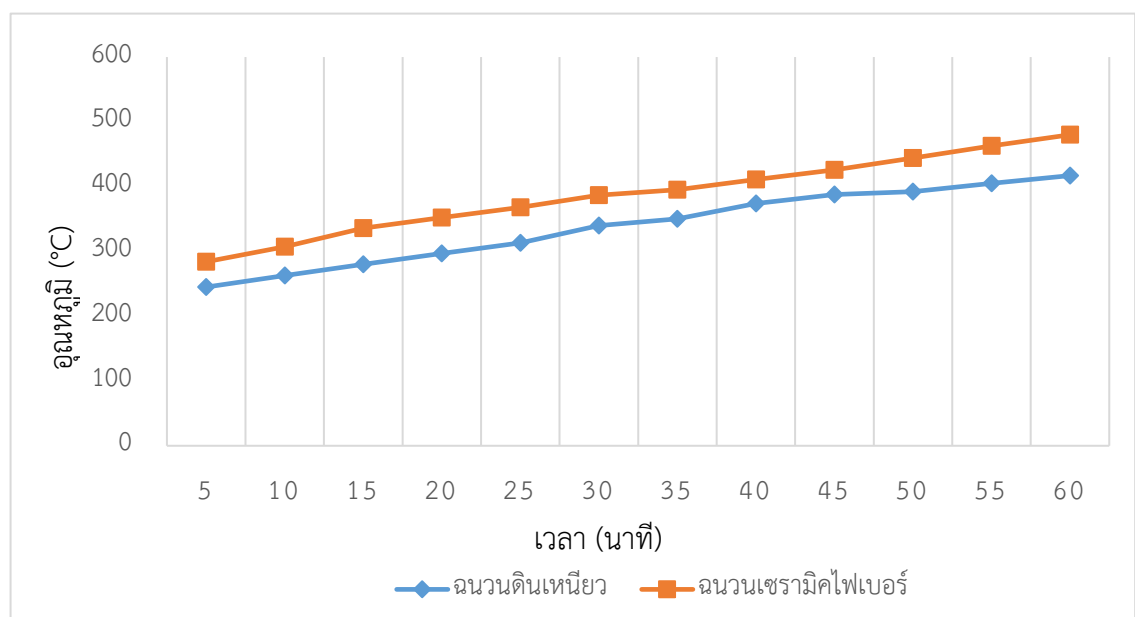
2.2 ช่วงที่ 2 อุณหภูมิ $300^{\circ}\text{C} - 400^{\circ}\text{C}$ ช่วงนี้เซลลูโลสยังสลายตัวอย่างต่อเนื่อง และลิกนิน จะเริ่มสลายตัวที่อุณหภูมิ 310°C การสลายตัวทั้งหมดจะเสร็จสมบูรณ์ที่อุณหภูมิ 400°C

3. ช่วงการทำให้ถ่านบริสุทธิ์ (refinement) ถึงแม้ว่าขั้นตอนการเปลี่ยนไม้เป็นถ่าน จะเสร็จสิ้นสมบูรณ์แล้วที่อุณหภูมิ 400°C แต่ยังมีปริมาณคาร์บอนเสถียร (fixed carbon) ต่ำ และ

ยังคงมีน้ำมันดิน (tar) เป็นส่วนประกอบในปริมาณที่สูงมาก หากนำไปใช้ประโยชน์จะได้ผ่านคุณภาพต่ำ ดังนั้นจึงต้องเพิ่มอุณหภูมิให้สูงขึ้น โดยการปรับให้อากาศไหลเข้ามากขึ้น อุณหภูมิจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จาก 400 °C เป็น 500 °C แต่เนื่องจากอุณหภูมิด้านบนของเตาจะสูงกว่าอุณหภูมิที่พื้นเตาโดยใช้เวลาานพอสมควร ดังนั้นหากเร่งให้อากาศเข้าเร็วเกินไปเพื่อเพิ่มอุณหภูมิ จะทำให้อุณหภูมิที่พื้นเตาสูงขึ้นจะถึง 500 °C เพื่อไล่น้ำมันดินออกไปจากถ่าน อุณหภูมิด้านบนของเตาจะสูงถึง 700 °C ในเวลาที่เร็วเกินไปจะทำให้ไม้ด้านบนกลายเป็นเถ้าเสียก่อน ดังนั้นจึงควรควบคุมอุณหภูมิด้วยความระมัดระวัง ในทางปฏิบัติเมื่ออุณหภูมิด้านบนของเตาสูงถึง 700 °C อาจสังเกตได้จากสีของควันที่เริ่มใส จะปิดช่องอากาศเข้าแล้วรอให้ความร้อนถ่ายเทจากด้านบนของเตาลงมาที่พื้นเตา อุณหภูมิในเตาจะใกล้เคียงกันทุกจุดประมาณ 500 °C ซึ่งในขณะนั้นจะไม่มีควันเหลืออยู่อีกแล้ว จึงปิดปล่องควันขึ้นตอนการทำให้ถ่านบริสุทธิ์นี้ ควันที่ออกมาจะมีสารก่อมะเร็งปนออกมาด้วยเมื่ออุณหภูมิสูงกว่า 425 °C ดังนั้นจึงไม่ควรเก็บควันในช่วงนี้เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ใดๆ ควรนำไปบำบัดก่อนทิ้งหรือนำไปเป็นเชื้อเพลิงเท่านั้น

4. ช่วงการทำให้เย็น หลังจากปิดปล่องเตาทุกปล่องแล้ว ต้องปล่อยให้เตาเย็นจึงจะนำถ่านไม้มาใช้ประโยชน์ได้ ก่อนจะเปิดเตาต้องให้อุณหภูมิในเตาต่ำกว่า 50 °C เพราะถ่านไม้อุณหภูมิ 60 °C – 70 °C สามารถลุกติดไฟเองได้ ถ้าได้รับออกซิเจนจากอากาศดังนั้นการเปิดเตาต้องเริ่มเปิดที่ปล่องควันก่อนเพื่อระบายความร้อนและแก๊สที่ยังคงค้างอยู่ในเตาให้หมด หลังจากนั้นจึงเปิดหน้าเตา

ตอนที่ 2 การเปรียบเทียบอุณหภูมิของเตาเผาถ่านแบบใช้ฉนวนกันความร้อนเซรามิคไฟเบอร์กับฉนวนดินเหนียว



รูปที่ 5 การเปรียบเทียบอุณหภูมิของเตาเผาถ่านแบบใช้ฉนวนกันความร้อนเซรามิคไฟเบอร์กับฉนวนดินเหนียว

จากการทดลองในการเปรียบเทียบอุณหภูมิของเตาเผาถ่านแบบใช้ฉนวนกันความร้อนเซรามิกไฟเบอร์กับฉนวนดินเหนียว พบว่าเมื่อเริ่มทำการวัดอุณหภูมิเริ่มต้นที่เวลา 5 นาที อุณหภูมิความร้อนที่ได้จากฉนวนดินเหนียวจะมีอุณหภูมิที่ 245°C ขณะที่อุณหภูมิความร้อนที่ได้จากฉนวนเซรามิกไฟเบอร์จะมีอุณหภูมิที่ 284°C ซึ่งมีค่าความต่าง 86.27% หลังจากนั้นเมื่อวัดอุณหภูมิความร้อนภายในเตาเผาทุกๆ 5 นาที จะพบว่าอุณหภูมิความร้อนภายในเตาเผาจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนถึงนาที่ที่ 60 อุณหภูมิความร้อนภายในเตาเผาจากฉนวนดินเหนียวจะมีอุณหภูมิที่ 417°C อุณหภูมิความร้อนที่ได้จากฉนวนเซรามิกไฟเบอร์จะมีอุณหภูมิที่ 480°C ซึ่งมีค่าความต่าง 86.88% และค่าความร้อนเริ่มต้นกับความร้อนสุดท้ายที่ทำการวัดอุณหภูมิของฉนวนดินเหนียว จะมีค่าความต่างคิดเป็นร้อยละ 58.75 ส่วนค่าความร้อนเริ่มต้นกับความร้อนสุดท้ายที่ทำการวัดอุณหภูมิของฉนวนเซรามิกไฟเบอร์จะมีค่าความต่างคิดเป็นร้อยละ 59.17

ตอนที่ 3 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของถ่านที่ใช้เตาเผาถ่านแบบใช้ฉนวนกันความร้อนเซรามิกไฟเบอร์กับฉนวนดินเหนียว

ข้อมูลน้ำหนักของไม้ที่ใช้ในการผลิตถ่าน

จากการทดลองเพื่อให้มีประสิทธิภาพจึงจำเป็นที่จะต้องควบคุมปริมาณของน้ำหนักไม้ที่ใช้ในการทดลองทุกครั้งและการกำหนดน้ำหนักนี้ยังสามารถนำน้ำหนักหลังการเผามาใช้ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเตาได้ เนื่องจากเตาเผาถ่านที่เผาได้น้ำหนักน้อยจะบ่งบอกถึงการไล่ความชื้นที่ดีซึ่งจะบ่งบอกถึงประสิทธิภาพของเตาเผาถ่านด้วย

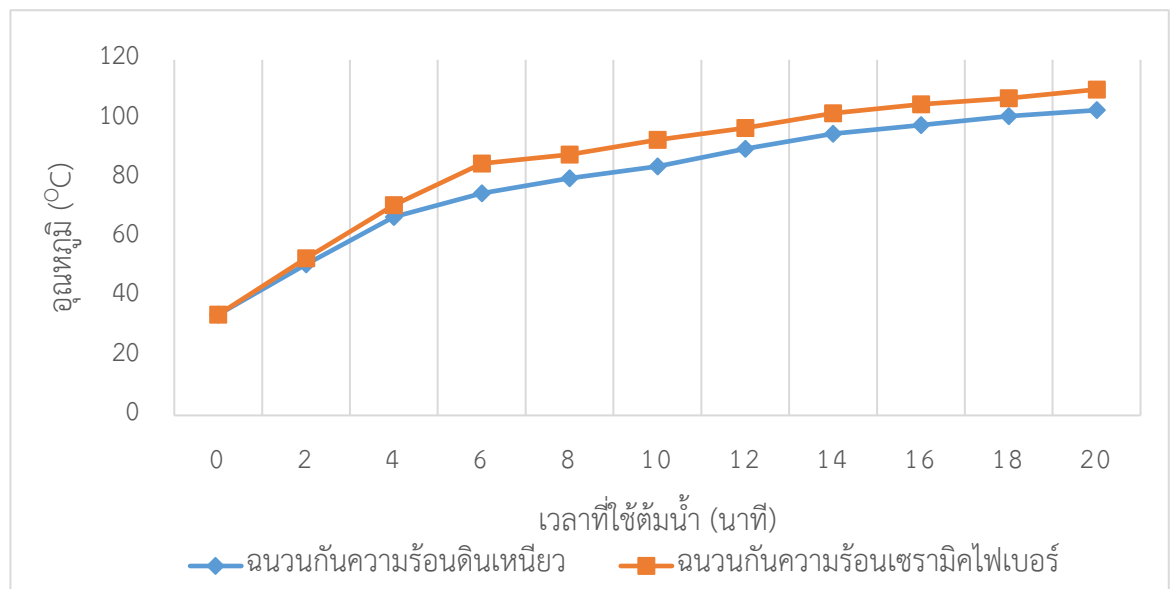
ตารางที่ 6.1 ตารางเก็บข้อมูลน้ำหนักของไม้ที่ใช้ในการผลิตถ่าน

ฉนวนของเตาเผาถ่าน	จำนวนการทดลอง	น้ำหนักไม้ก่อนการเผา (กก.)	น้ำหนักไม้หลังการเผา (กก.)	เฉลี่ย(กก.)
แบบฉนวนกันความร้อนเซรามิกไฟเบอร์	ครั้งที่ 1	24	7.2	7
	ครั้งที่ 2	24	7	
	ครั้งที่ 3	24	6.8	
แบบฉนวนดินเหนียว	ครั้งที่ 1	24	6	4.9
	ครั้งที่ 2	24	4.5	
	ครั้งที่ 3	24	4.4	

จากตารางที่ 6.1 สามารถอธิบายได้ว่าการทดลองเผาถ่านโดยเตาเผาถ่านแบบหุ้มฉนวนกันความร้อนเซรามิกไฟเบอร์กับแบบหุ้มฉนวนดินเหนียว โดยใช้ไม้ไผ่เป็นวัตถุดิบที่น้ำหนัก 24 กิโลกรัม

เท่ากันในการผลิตถ่านพบว่า ในการทดลองเผาถ่านไม้ไผ่จำนวนทั้งหมด 3 ครั้ง เตาเผาถ่านแบบที่ใช้
ฉนวนกันความร้อนเซรามิคไฟเบอร์ สามารถผลิตถ่านหลังการเผาได้ตามลำดับดังนี้ ครั้งที่ 1 ได้ 7.2
กิโลกรัม, ครั้งที่ 2 ได้ 7 กิโลกรัม, ครั้งที่ 3 ได้ 6.8 กิโลกรัม เฉลี่ย 7 กิโลกรัม ส่วนเตาเผาถ่านแบบที่ใช้
ฉนวนดินเหนียว สามารถผลิตถ่านหลังการเผาได้ตามลำดับดังนี้ ครั้งที่ 1 ได้ 6 กิโลกรัม, ครั้งที่ 2 ได้
4.5 กิโลกรัม, ครั้งที่ 3 ได้ 4.4 กิโลกรัม เฉลี่ย 4.9 กิโลกรัม จากข้อมูลในตารางดังกล่าวจะเห็นได้ว่าเตาเผา
ถ่านที่ใช้ฉนวนกันความร้อนเซรามิคไฟเบอร์ สามารถผลิตถ่านออกมาได้น้ำหนักมากกว่าเตาเผาถ่านที่
ใช้ฉนวนดินเหนียว และเมื่อนำข้อมูลมาคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ความต่างของน้ำหนักถ่านที่ได้จากผลผลิต
ถ่านของเตาเผาถ่านที่ใช้ฉนวนดินเหนียว พบว่าน้ำหนักเฉลี่ยหลังการเผาของผลผลิตถ่านมีความ
แตกต่างกัน เท่ากับ 2.1 กิโลกรัม หรือคิดเป็นร้อยละ 42.85

ข้อมูลทดสอบประสิทธิภาพของถ่านที่ได้จากการเผาถ่าน (โดยการต้มน้ำ)



ภาพที่ 6.1 แสดงการทดสอบประสิทธิภาพของผลผลิตถ่าน

จากการทดลองในการเก็บข้อมูลน้ำหนักของไม้ที่ใช้ในการผลิตถ่านของเตาเผา
ถ่านที่ใช้ฉนวนกันความร้อนเซรามิคไฟเบอร์กับเตาเผาถ่านที่ใช้ฉนวนดินเหนียว พบว่า
เตาเผาถ่านที่ใช้ฉนวนกันความร้อนเซรามิคไฟเบอร์ สามารถผลิตถ่านได้น้ำหนักเบากว่า
เตาเผาถ่านที่ใช้ฉนวนดินเหนียวร้อยละ 42.85

จากการทดสอบโดยการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของผลผลิตถ่านโดยการนำ
ผลผลิตถ่านที่ได้ไปต้มน้ำ โดยใช้ถ่านไม้ไผ่ที่ได้จากการเผาถ่านไม้ไผ่ที่ใช้ฉนวนกันความร้อนเซรามิค
ไฟเบอร์ กับเตาเผาถ่านไม้ไผ่ที่ใช้ฉนวนดินเหนียว เพื่อวัดอุณหภูมิความร้อนของน้ำ โดยทำการวัด

อุณหภูมิของน้ำที่ต้มทุก 2 นาที จากอุณหภูมิปกติไปจนถึง 20 นาที สุดท้ายรวมทั้งหมด 11 ครั้ง กำหนดน้ำหนักของผลผลิตถ่านที่ใช้ในการทดลอง เท่ากับ 0.5 กิโลกรัม พบว่าถ่านที่ใช้จำนวนกัน ความร้อนแบบเซรามิคไฟเบอร์ สามารถติดไฟได้นานกว่าถ่านที่ใช้จำนวนแบบดินเหนียว โดยมีอุณหภูมิเฉลี่ยของน้ำสูงสุดที่ 110°C มากกว่าถ่านที่ได้จากการเผาแบบที่ใช้จำนวนดินเหนียวมีอุณหภูมิเฉลี่ยของน้ำสูงที่ 103°C ซึ่งมากกว่าร้อยละ 7.63

7. สรุปผลการวิจัย

การศึกษาประสิทธิภาพของเตาเผาถ่านแบบใช้จำนวนกันความร้อนด้วยเซรามิคไฟเบอร์ ในครั้งนี้ สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

7.1 การออกแบบและสร้างเตาเผาถ่านแบบใช้จำนวนกันความร้อนเซรามิคไฟเบอร์ เตาเผาถ่านแบบใช้จำนวนกันความร้อนด้วยเซรามิคไฟเบอร์ ซึ่งมีส่วนประกอบหลักคือเตาเผาจะใช้ถังขนาด 200 ลิตร, ฉนวนใยแก้วกันความร้อนเซรามิคไฟเบอร์, ท่อปล่อยควัน, ตะแกรงรองฟืน, ฝาปิดถัง หลักการทำงานของเตาเผาถ่านแบบใช้จำนวนกันความร้อนเซรามิคไฟเบอร์แบ่งเป็น 4 ช่วงดังนี้ 1. การไล่อากาศขึ้น, 2. การเปลี่ยนจากไมเปนถ่าน, 3. การทำให้เป็นถ่านบริสุทธิ์, 4. ช่วงการทำให้เย็น

7.2 การเปรียบเทียบอุณหภูมิของเตาเผาถ่านแบบใช้จำนวนกันความร้อนเซรามิคไฟเบอร์ กับถ่านดินเหนียว อุณหภูมิเริ่มต้นความร้อนที่ได้จากถ่านดินเหนียวจะมีอุณหภูมิที่ 245°C ขณะที่อุณหภูมิความร้อนที่ได้จากถ่านเซรามิคไฟเบอร์จะมีอุณหภูมิที่ 284°C ซึ่งมีค่าความต่าง 86.27% จนถึงนาทีที่ 60 อุณหภูมิความร้อนภายในเตาเผาจากถ่านดินเหนียวจะมีอุณหภูมิที่ 417°C อุณหภูมิความร้อนที่ได้จากถ่านเซรามิคไฟเบอร์จะมีอุณหภูมิที่ 480°C ซึ่งมีค่าความต่าง 86.88% และค่าความร้อนเริ่มต้นกับความร้อนสุดท้ายที่ทำการวัดอุณหภูมิของถ่านดินเหนียว จะมีค่าความต่างคิดเป็นร้อยละ 58.75 ส่วนค่าความร้อนเริ่มต้นกับความร้อนสุดท้ายที่ทำการวัดอุณหภูมิของถ่านเซรามิคไฟเบอร์จะมีค่าความต่างคิดเป็นร้อยละ 59.17

7.3 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของถ่านที่ใช้เตาเผาถ่านแบบใช้จำนวนกันความร้อนเซรามิคไฟเบอร์กับถ่านดินเหนียว จากการเปรียบเทียบน้ำหนักของไม้ที่ใช้ในการเผาถ่านก่อนและหลังการเผา พบว่าผลผลิตถ่านที่ได้จากเตาเผาถ่านที่ใช้จำนวนกันความร้อนเซรามิคไฟเบอร์ ผลิตถ่านได้มากกว่าเตาเผาถ่านที่ใช้ถ่านดินเหนียว โดยมีน้ำหนักที่เบากว่า 2.1 กิโลกรัม หรือคิดเป็นร้อยละ 42.85 จากการเปรียบเทียบคุณภาพของถ่านไม้ไผ่โดยการนำถ่านไม้ไผ่ไปต้มน้ำ พบว่าผลผลิตถ่านที่ได้จากเตาเผาถ่านไม้ไผ่ที่ใช้จำนวนกันความร้อนเซรามิคไฟเบอร์ ให้ความร้อนได้สูงกว่าผลผลิตถ่านที่ได้จากเตาเผาถ่านไม้ไผ่ที่ใช้ถ่านดินเหนียว โดยมีอุณหภูมิเฉลี่ยของน้ำสูงสุดที่ 110°C มากกว่าถ่านที่ได้จากการเผาแบบที่ใช้ถ่านดินเหนียวมีอุณหภูมิเฉลี่ยของน้ำสูงที่ 103°C ซึ่งมากกว่าร้อยละ 7.63

8. บรรณานุกรม/เอกสารอ้างอิง

- [1] สมิต อินทร์ศิริพงษ์. (2552). การศึกษาออกแบบและสร้างเตาเผาถ่านไม้สำหรับทำหมวกเบาะประจำบ้าน. มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง:ราชบุรี.
- [2] ผ้ากันไฟ ผ้ากันสะเก็ดไฟ เฮરા (HERA). (2567). ฉนวนกันความร้อนเซรามิกไฟเบอร์, สืบค้นเมื่อ 16 พฤศจิกายน 2566. จาก <https://www.herafabric.com/category/9/7-ceramic-fiber>.
- [3] กฤษณะ จันทสิทธิ์ คมสัน มุ่ยสี และ ศรายุทธ์ จิตรพัฒนากุล. “การสร้างเตาเผาถ่าน เพื่อผลิตถ่านสวยงามจากของเสียภาคเกษตรกรรม สำหรับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านท่าศาลาอำเภอท่าใหม่จังหวัดจันทบุรี.” คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี, 2562.
- [4] มาริณี นามสีฐาน และ อุษา แผงฤทธิ์. “การศึกษากระบวนการการลดควันของเตาเผาถ่านที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม.” ปรินญาครุศาสตร์บัณฑิตสาขาวิชาฟิสิกส์ คณะครุศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย, 2562.
- [5] ลุตฟี สือนิ,อีลีหย๊ะ สนิโซ. (2561). รายงานวิจัยการพัฒนาเตาไร้ควันขนาด 200 ลิตร แบบหุ้มฉนวนกันความร้อน. ยะลา : มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา.
- [6] อับดุลรอหมัน โต๊ะฮิเล มูฮำหมัด ยือลาแป และโรสลีนา จารแว. “การเปรียบเทียบประสิทธิภาพเตาเผาถ่านขนาด 200 ลิตร.” การประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเครือข่ายภาคใต้ ปีที่ 3 (2561) : 642,643.
- [7] จังหวัด เจริญสุข และอนุวัช แสนพงษ์. “ออกแบบและสร้างเตาเผาแบบควบคุมควันพร้อมอบสำหรับผลิตถ่านชีวมวล.” ปรินญามหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล, 2561.
- [8] ทวี ฉิมอ้อย และมนู เพ็ญพุง. (2541). ฟิสิกส์พื้นฐานระดับมหาวิทยาลัย1. กรุงเทพมหานคร:มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- [9] Hugh D.Young & Roger A.Freedman. (2547). ฟิสิกส์ระดับอุดมศึกษาเล่ม 1. กรุงเทพมหานคร :เพียร์สันเอดดูเคชั่น อินไดไชน่า จำกัด.



สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 4

Institute of Vocational Education : Northeastern Region 4



สอบถามเพิ่มเติม

สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 4
632 หมู่ 4 ตำบลบึงไผ่ อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี 34190
Tel : 045-210-691 Website : www.iven4.ac.th