

การกระจายตัวของอุณหภูมิในเตาเผาเครื่องปั้นดินเผาที่ใช้ไม้ฟืนเป็นเชื้อเพลิง Temperature Distribution in Wood-Fired Ceramic Kilns

ชวลิต ถิ่นวงศ์พิทักษ์¹ กุลเชษฐ์ เพียรทอง²

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานี 34190

¹โทร 0-45353-3380 โทรสาร 0-45288-378 E-mail: enchaoth@ubu.ac.th,

²โทร 0-45353-3382 โทรสาร 0-45288-378 E-mail: K.Painthong@ubu.ac.th

Chawalit Thinvongpituk^{1,*} Kulachate Pianthong²

Mechanical Engineering, Ubon Ratchathani University, Warin Chamrab, Ubon Ratchathani 34190

¹Tel: 0-45353-3380 Fax: 0-45288-378 E-mail: enchaoth@ubu.ac.th,

²Tel: 0-45353-3382 Fax: 0-45288-378 E-mail: K.Painthong@ubu.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยชิ้นนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการกระจายตัวของอุณหภูมิ ณ ช่วงเวลาต่างๆ ของการเผาเครื่องปั้นดินเผา (ผลิตภัณฑ์คือครกดินเผา) โดยมีจุดมุ่งหมายหลักคือเพื่อหาแนวทางการลดเวลา และเชื้อเพลิงที่ใช้ในการเผาในแต่ละรอบการผลิตให้เหลือเท่าที่จำเป็นเท่านั้น ซึ่งจะถือเป็นการประหยัดพลังงานในรูปของชีวมวลได้เป็นจำนวนมาก โดยเลือกใช้กรณีศึกษาที่บ้านปากห้วยวังนอง ต.ปทุม อ.เมือง จ.อุบลราชธานี ซึ่งเป็นกลุ่มที่ผลิตเครื่องปั้นดินเผาในปริมาณมาก เป็นกลุ่มที่ผลิตครกดินเผาที่ใหญ่ที่สุดในประเทศไทย มีเตาเผาทั้งหมดมากกว่า 50 เตา ผลผลิตหลักได้แก่ครกดินเผา ขนาดเตาเผาแตกต่างกันไป ตั้งแต่ความจุ 1,000-4,000 ใบ ในการเผาแต่ละรอบของการเผาใช้เวลาทั้งสิ้นกระบวนการประมาณ 5-7 วัน และใช้ไม้ฟืนเป็นเชื้อเพลิง ซึ่งจากการเก็บข้อมูลพบว่าการใช้เชื้อเพลิงในการเผาแต่ละรอบ สูงถึงประมาณ 4,000 กิโลกรัม โดยบทความนี้จะได้นำเสนอผลการตรวจวัดอุณหภูมิและเวลาตลอดช่วงการเผา นอกจากนี้ยังนำเสนอข้อมูลการใช้เชื้อเพลิงในการเผากรก ซึ่งพบว่าเตาขนาดใหญ่มีอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงน้อยกว่าเตาขนาดเล็ก

คำสำคัญ: เตาเผาเครื่องปั้นดินเผา/การกระจายตัวของอุณหภูมิ/เครื่องปั้นดินเผา

Abstract

The objective of this project is to investigate the temperature profiles within the fired-wood ceramic kiln. The selected kilns in this study are of a mortar maker group at Pak Huay Wangnong, Muang, Ubon Ratchathani. The temperature and time throughout the firing process were recorded as well as the quantity of biomass used. The characteristic of temperature-time plots of each position along the kiln axis has been presented and discussed. The fuel consumption rate for different sizes of the kiln has also been analyzed and discussed.

*Corresponding author: ชวลิต ถิ่นวงศ์พิทักษ์

สาขาการประยุกต์ใช้พลังงาน

1. บทนำ

การผลิตเครื่องปั้นดินเผาในประเทศไทยนั้น พบหลักฐานว่ามีการผลิต และพัฒนามาหลายร้อยปีแล้ว และที่มีชื่อเสียงที่สุดซึ่งทั่วโลกรู้จักได้แก่เครื่องสังคโลกได้เริ่มทำที่เมืองชะเลียง ซึ่งตั้งอยู่ในบริเวณวัดพระศรีมหาธาตุ เมืองสวรรคโลก สร้างขึ้นเมื่อราว พ.ศ. 1043 ก่อนสมัยราชวงศ์พระร่วง สันนิษฐานกันว่าจีนเข้ามาทำเครื่องปั้นดินเผาทั้งนี้เพราะรูปทรงและลวดลายมีลักษณะแบบจีนคล้ายสมัยปลายราชวงศ์ซ้อง (พ.ศ 1503-1820) [1] หลังจากนั้นการเครื่องปั้นดินเผาของไทยก็ได้รับการพัฒนาเรื่อยมาทุกยุคทุกสมัย ในปัจจุบันการทำเครื่องปั้นดินเผา เป็นที่สนใจกันอย่างแพร่หลาย และเป็นอุตสาหกรรมหนึ่งที่รัฐบาลส่งเสริม ปัจจุบันได้มีโรงงานอุตสาหกรรมประเภทนี้เกิดขึ้นหลายแห่ง ซึ่งมีกำลังผลิตสูงทั้งในด้านคุณภาพและปริมาณ

ในแง่วิชาการนั้นได้มีการศึกษาเกี่ยวกับการกระจายตัวของอุณหภูมิภายในเตาเผาในช่วงเวลาต่างๆของการเผาอยู่บ้าง [2-3] โดยได้แสดงข้อมูลด้านอุณหภูมิการเผาของเตาเผาขนาดใหญ่ ซึ่งเป็นเครื่องปั้นดินเผาประเภทเซรามิกเป็นหลัก

สำหรับกลุ่มเครื่องปั้นดินเผาที่บ้านปากห้วยวังนอง ต.ปทุม อ.เมือง จ.อุบลราชธานี ซึ่งถูกเลือกเป็นกรณีศึกษานั้น มีผู้ประกอบการอยู่ประมาณ 38 ครัวเรือน ใช้เตาเผาแบบที่เรียกว่า เตาตัวนอน หรือเตาจรวด ซึ่งมีลักษณะหลังเตาโค้งคล้ายโดมครึ่งทรงกลม และยาวประมาณ 10-13 เมตร ดังแสดงในรูปที่ 1 โดยเตาเผาที่ใช้มีขนาดต่างๆกัน และอาจสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ขนาด คือเตาเผาขนาดเล็ก บรรจุครกได้ประมาณ 1,000-1,800 ใบ เตาเผาขนาดกลาง ซึ่งมีจำนวนมากที่สุดสามารถบรรจุครกได้ประมาณ 2,000-2,800 ใบ และเตาเผาขนาดใหญ่สามารถบรรจุครกได้ประมาณ 3,000 ใบขึ้นไป [4]

เครื่องปั้นดินเผาที่ผลิตมีหลายชนิด เช่น ครกดินเผา กระถาง และกระเบื้อง แต่ที่ผลิตกันอย่างแพร่หลายมากที่สุด คือครกดินเผา ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์หลักที่งานวิจัยนี้ให้ความสนใจ โดยมีอุณหภูมิในการเผาจนถึงจุดสุกตัวอยู่ที่ประมาณ 1200 °C ใช้ไม้ฟืนเป็นเชื้อเพลิงแต่ละรอบ

การเผาประมาณ 3,000 – 5,000 กิโลกรัม [5] เครื่องปั้นดินเผา(ครก) ที่ผลิตเป็นชนิดสโตนแวร์ (Stone ware) เมื่อเคาะจะมีเสียงดังกังวานเป็นผลิตภัณฑ์ที่น้ำซึมผ่านไม่ได้เหมาะสำหรับใช้ประกอบอาหารเนื่องจากสารเคมีต่าง ๆ ของภาชนะไม่สามารถปนเปื้อนอาหารได้ [1]

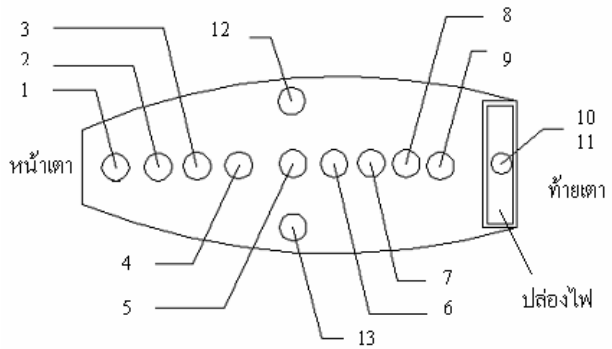
บทความชิ้นนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอข้อมูลด้านอุณหภูมิและเวลา ตลอดการเผาครกดินเผา นอกจากนี้ยังจะนำเสนอข้อมูลเชื้อเพลิงที่ใช้ในกระบวนการผลิต ทั้งนี้เพื่อประกอบการวิเคราะห์หาแนวทางการลดปริมาณเชื้อเพลิงอีกด้วย



รูปที่ 1 แสดงภาพของเตาเผาเครื่องปั้นดินเผาแบบตัวหนอน ที่ใช้กันทั่วไปที่บ้านปากห้วยวังนอง อ.เมือง จ.อุบลราชธานี

2. วิธีการศึกษา

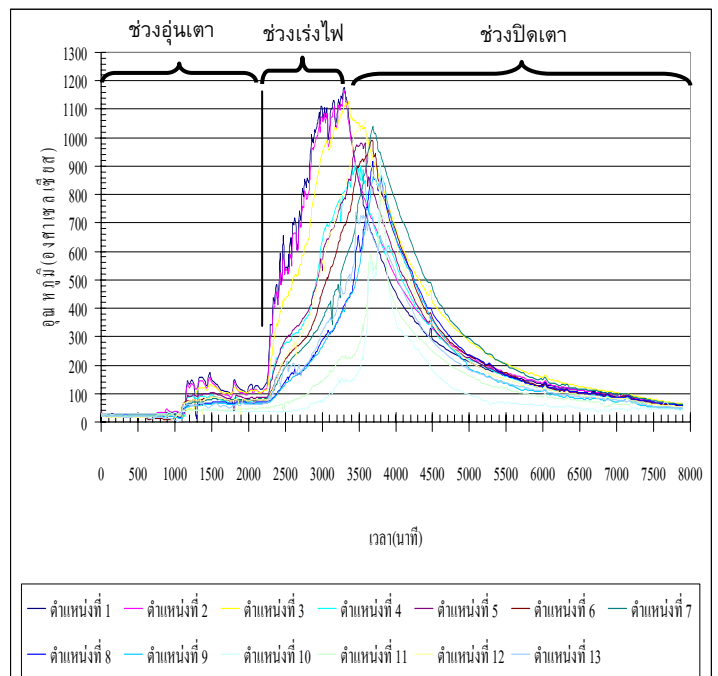
การศึกษาดำเนินการโดยทำการวัดอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการเผาครกดินเผา ตั้งแต่เริ่มกระบวนการผลิตจนแล้วเสร็จ โดยเลือกทำการตรวจวัดเตาเผาทั้งสิ้น 4 ขนาด คือเตาเผาขนาดใหญ่ (ขนาดความจุ 3,600 ใบ) เตาเผาขนาดกลาง(ขนาดความจุ 2,000 ใบ) และเตาเผาขนาดย่อม (ขนาดความจุ 1,500 ใบ) นอกจากนี้ยังมีการสร้างเตาเผาขนาดเล็กใช้สำหรับทำการศึกษาร่วมเทียบ โดยสร้างให้มีขนาดความจุเพียงประมาณ 150 ใบ ในการเก็บรวบรวมอุณหภูมิการเผาและเวลาในการเผานั้น ได้ทำการตรวจวัดเตาเผาละ 2 ครั้ง ใช้ Thermocouple ชนิด K (K-Type) เป็นเครื่องมือในการวัด และทำการบันทึกผลโดยใช้เครื่องบันทึกข้อมูล (Data logger) โดย Thermocouple ที่ใช้นั้น ติดตั้งจำนวนทั้งสิ้น 13 จุด ที่ระยะห่างตามแนวแกนเตาเผา เท่าๆกัน ที่ความลึกจากผิวเตาด้านในประมาณ 1 cm ประดังรูปที่ 2 ซึ่งแสดงตำแหน่งการติดตั้งหัววัดในเตา และ รูปที่ 3 แสดงภาพตัวอย่างการติดตั้งหัววัดที่เตาเผาหนึ่ง สำหรับการบันทึกข้อมูลนั้น ทำการบันทึกทุกๆ 30 นาที ในช่วงเวลาปกติ และทุกๆ 15 นาที ในช่วงเร่งไฟ นอกจากนี้ยังมีการบันทึกปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ในแต่รอบการเผาด้วย เพื่อเปรียบเทียบการใช้เชื้อเพลิงของแต่ละเตา



รูปที่ 2 แสดงตำแหน่งการติดตั้งหัววัดอุณหภูมิในเตาเผา



รูปที่ 3 แสดงตัวอย่างการติดตั้งหัววัดอุณหภูมิบนเตาเผา



รูปที่ 4 แสดงอุณหภูมิที่ตำแหน่งต่างๆในเตาเผา ตลอดช่วงการเผา

*Corresponding author: ชาลิต ถิ่นวงศ์พิทักษ์

สาขาการประยุกต์ใช้พลังงาน

3. ผลการศึกษา และการอภิปราย

3.1 การกระจายตัวของอุณหภูมิในช่วงเวลาต่างๆของการเผาครก

หลังจากบันทึกอุณหภูมิและเวลาตลอดกระบวนการเผาแล้ว ได้นำข้อมูลเหล่านั้นมาเขียนเป็นกราฟ ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ของอุณหภูมิกับเวลาในช่วงต่างๆ ของการเผา ดังแสดงในรูปที่ 4

จากรูปที่ 4 จะเห็นว่าแนวโน้มของอุณหภูมิในเตาเผา นั้น มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน กล่าวคือเส้นกราฟจะมีลักษณะแบนราบในช่วงแรก และจากนั้นจะพุ่งขึ้นขึ้นอย่างทันทีทันใด และค่อยๆตกลงในช่วงท้ายของการเผา ซึ่งกราฟของอุณหภูมิกายในเตาเผาที่เวลาและตำแหน่งต่าง ๆ ในรูปที่ 4 นั้นสามารถแบ่งช่วงการเผาออกเป็น 3 ช่วงตามขั้นตอนการเผา คือ ช่วงอุ่นเตา ช่วงเร่งไฟ และช่วงปิดเตา โดยแต่ละช่วงมีรายละเอียดดังนี้

1. ช่วงอุ่นเตา เป็นขั้นตอนแรกของการเผาเครื่องปั้นดินเผา โดยทำการสูบลมไปที่หน้าเตาเพื่อไล่ความชื้นในครกและเตรียมเนื้อดินของครกให้พร้อมที่จะทำการเผา ถ้าหากขั้นตอนนี้ใช้เวลาไม่นานพออาจก่อให้เกิดการแตกร้าวของครกได้ จากข้อมูลการตรวจวัด พบว่าอุณหภูมิที่ใช้ในการอุ่นเตาคอนข้างคงที่ที่ประมาณ 100-200 °C และใช้เวลาประมาณ 37 ชั่วโมง

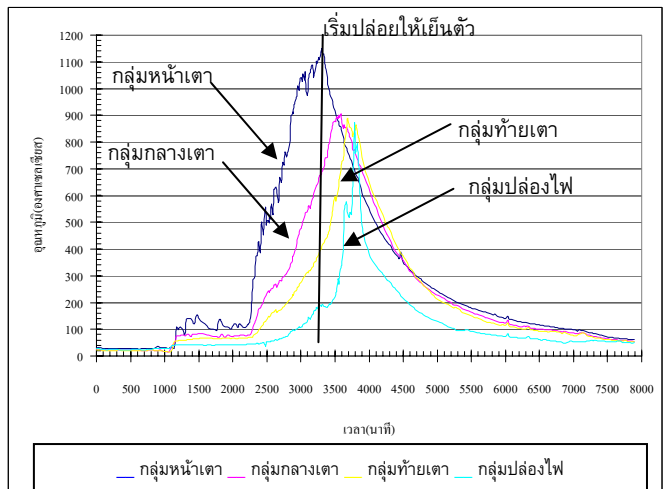
2. ช่วงเร่งไฟ เป็นขั้นตอนที่เร่งไฟให้เตาร้อนเพื่อให้ครกสุก โดยทำการสูบลมที่หน้าเตาอย่างรวดเร็ว และปริมาณมาก ช่วงนี้อุณหภูมิในเตาเผาจะเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว ดังกราฟในรูปที่ 4 โดยทั่วไปอุณหภูมิสูงสุดที่ใช้ในการเร่งไฟคือประมาณ 1,100-1,200 °C และใช้เวลาในขั้นตอนนี้ประมาณ 17-24 ชั่วโมง หนึ่งในช่วงการเร่งไฟนั้น นอกจากการสูบลมที่หน้าเตาแล้ว ยังมีการแหงยดาไฟ ซึ่งเป็นการเติมฟืนที่ตาไฟด้านข้างลำตัวเตาเผา ซึ่งดาไฟนี้จะสร้างไอน้ำเป็นระยะๆ ทั้งนี้เพื่อเป็นการกระจายเปลวไฟให้ทั่วถึงตลอดลำตัวเตาเผาเพื่อให้ครกมีสีสวยงาม สม่ำเสมอ และยังมีกรดเกลือเข้าไปในเตาเพื่อให้ครกมีสีมันวาวสวยงามเป็นที่ต้องการของตลาด

3. ช่วงปิดเตา เป็นขั้นตอนสุดท้ายของการเผา โดยทำการปิดปากเตา และตาไฟทุกจุด ช่วงนี้อุณหภูมิลดลงให้เตาได้เย็นตัวลงอย่างช้า ๆ ถ้าหากปล่อยให้เตาเผาเย็นตัวลงเร็วเกินไปจะทำให้ครกแตกร้าวเสียหายได้โดยอุณหภูมิจะลดลงจนถึงอุณหภูมิก่อนทำการผลิต และใช้เวลาในช่วงนี้ประมาณ 80 ชั่วโมง

จากข้อมูลในรูปที่ 4 หากพิจารณาจัดกลุ่มข้อมูลออกเป็นกลุ่มๆ ตามตำแหน่งของการติดตั้งหัววัด โดยแบ่งเป็นกลุ่มหน้าเตา ประกอบด้วยตำแหน่งหัววัดบริเวณหน้าเตาเผา ได้แก่หัววัดหมายเลข 1, 2, 3 กลุ่มกลางเตาเผา ประกอบด้วยหัววัดหมายเลข 4, 5, 6, 7, 12, 13 กลุ่มท้ายเตาเผา ประกอบด้วยหัววัดหมายเลข 8 และ 9 และกลุ่มปล่องไฟ ประกอบด้วยหัววัดหมายเลข 10 และ 11 โดยนำข้อมูลจากหัววัดในแต่ละกลุ่มมาหาค่าเฉลี่ย และเขียนเป็นกราฟแสดงอุณหภูมิและเวลาของกลุ่มหัววัดในส่วนต่างๆของเตาเผา ดังแสดงในรูปที่ 5 ซึ่งสามารถให้ภาพการกระจายของอุณหภูมิในส่วนต่างๆ ของเตาเผาได้ชัดเจนขึ้น

*Corresponding author: ชาลิต ถิ่นวงศ์พิทักษ์

สาขาการประยุกต์ใช้พลังงาน



รูปที่ 5 แสดงอุณหภูมิเฉลี่ยของหัววัดกลุ่มต่างๆ ในเตาเผาตลอดช่วงการเผา

จากรูปที่ 5 จะเห็นได้ว่าเส้นกราฟบริเวณหน้าเตาเผา นั้นมีลักษณะกราฟที่สูงชันมากกว่ากลุ่มอื่นๆ และมีอุณหภูมิที่สูงกว่าบริเวณอื่นด้วย ทั้งนี้เนื่องจากบริเวณนี้ได้รับความร้อนจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง (ไม้ฟืน) มากกว่าและรวดเร็วกว่าส่วนอื่น ๆ ดังจะเห็นได้จากการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิซึ่งเกิดขึ้นก่อนตำแหน่งอื่น ๆ กล่าวคือเมื่อทำการอุ่นเตาเผา หน้าเตาจะได้รับความร้อนเร็วกว่าและมากกว่า แล้วจึงค่อย ๆ ถ่ายเทความร้อนให้กับส่วนของกลางเตาและท้ายเตาตามลำดับ เมื่อเริ่มเผาอุณหภูมิหน้าเตาจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วซึ่งจะเห็นได้จากเส้นกราฟมีความชันสูงกว่าในส่วนอื่นและอุณหภูมิสูงสุดที่มีค่าประมาณ 1,150 °C ซึ่งมากกว่าส่วนอื่นของเตาเผาตลอดระยะเวลาการเผา นอกจากนี้ จะพบว่าเมื่อเริ่มปล่อยให้เย็นตัว อุณหภูมิหน้าเตาจะลดลงอย่างรวดเร็วในขณะที่ส่วนอื่น ๆ ยังคงมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นเนื่องจากยังคงได้รับการถ่ายเทความร้อนมาจากบริเวณหน้าเตานั้นเอง

เป็นที่น่าสังเกตว่าลักษณะของเส้นกราฟของหน้าเตาเผา มีลักษณะไม่สมมาตรกล่าวคือ มีลักษณะเปียงเบนมาทางซ้ายมือ ทั้งนี้เนื่องจากในจังหวะการเร่งไฟนั้นส่วนนี้ได้รับความร้อนอย่างรวดเร็ว แต่ในจังหวะการปิดเตานั้น เตาเผาจะค่อยๆคายความร้อนอย่างช้าๆ ในขณะที่กราฟของส่วนอื่น ๆ มีลักษณะสมมาตร เนื่องจากบริเวณกลางเตาเผา ท้ายเตา และปล่องไฟนั้นได้รับการถ่ายเทความร้อนในอัตราที่สม่ำเสมอทั้งในจังหวะเร่งไฟ และปิดเตาเผา

นอกจากนี้ยังพบว่าอุณหภูมิสูงสุดของส่วนต่างๆในเตาเผา นั้นไม่เท่ากัน โดยพบว่าอุณหภูมิของส่วนหน้าเตาเผา นั้นสูงสุดที่ประมาณ 1,150 °C ในขณะที่ส่วนอื่นๆ ของเตาเผาพบว่ามีอุณหภูมิสูงสุดเพียงประมาณ 860 °C อย่างไรก็ตามพบว่าผลิตภัณฑ์ในรูปที่วัดนั้นมีคุณภาพค่อนข้างสม่ำเสมอตลอดทั้งเตา ทั้งนี้จากทฤษฎีเกี่ยวกับการจับตัวของดินนั้น กล่าวไว้ว่าดินทั่วไปจะหลอมและก่อตัวเป็นผลึกแข็ง (Mullite) อุณหภูมิประมาณ 800-900 °C [6, 7] ซึ่งจากข้อมูลส่วนนี้

อาจสามารถกล่าวได้ว่า อุณหภูมิในเตาเผา นั้นไม่จำเป็นต้องสูงถึง 1,150 °C เสมอไป หากสามารถออกแบบโครงสร้างเตาเผาให้มีการกระจายความร้อนได้อย่างรวดเร็วและสม่ำเสมอเพียงพอ ซึ่งจะส่งผลให้การใช้เชื้อเพลิงลดลงได้

3.2 ความสัมพันธ์ของปริมาณการใช้เชื้อเพลิงและขนาดเตาเผา

นอกจากการวัดอุณหภูมิและเวลาแล้ว การศึกษานี้ยังได้ทำการบันทึกการใช้เชื้อเพลิงในการเผาของเตาเผาแต่ละเตาอีกด้วย โดยปริมาณการใช้เชื้อเพลิงของเตาเผาแต่ละขนาดนั้นแสดงในตารางที่ 1

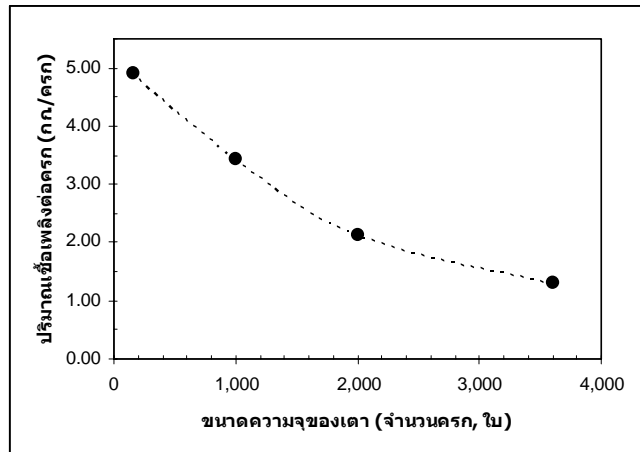
ตารางที่ 1 แสดงปริมาณการใช้เชื้อเพลิงในการเผาครกดินเผาในเตาเผาขนาดต่างๆ

เตาเผาที่	ขนาดความจุของเตาเผา (จำนวนครกคละขนาด)	ปริมาณพื้นที่ใช้ (กก.)	ปริมาณเชื้อเพลิงต่อครก 1 ใบ (กก./ใบ)
1	3,600	4,660	1.29
2	2,000	4,270	2.14
3	1,000	3,440	3.44
4 ¹	157	772	4.92

จากตารางที่ 1 จะเห็นว่าในการเผาครกแต่ละรอบนั้น ต้องใช้เชื้อเพลิงประมาณ 3,000 – 5,000 กก. โดยพบว่าสำหรับเตาเผาขนาดเล็กนั้น มีอัตราการใช้เชื้อเพลิงต่อครกประมาณ 3.44 กก./ใบ สำหรับเตาเผาขนาดกลาง และเตาเผาขนาดใหญ่ นั้น พบว่ามีอัตราการใช้เชื้อเพลิงต่อครกประมาณ 2.14 กก./ใบ และ 1.29 กก./ใบ ซึ่งจากตารางที่ 1 สามารถเขียนเป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเชื้อเพลิงกับขนาดเตาเผาได้ดังรูปที่ 6

จากรูปที่ 6 จะสังเกตได้ว่าเตาเผาขนาดใหญ่ นั้นมีแนวโน้มการใช้เชื้อเพลิงต่อครกในปริมาณที่ลดลงตามลำดับ ดังนั้นในแง่ของพลังงานในการผลิตเครื่องปั้นดินเผา หากสามารถเลือกใช้เตาเผาขนาดใหญ่ในการเผาจะสามารถช่วยลดอัตราการใช้เชื้อเพลิงลงได้ อย่างไรก็ตาม ในแง่ของการผลิตและความคล่องตัว เตาเผาที่มีขนาดใหญ่เกินไปจะทำให้รอบการผลิตยาวนานขึ้นและไม่สามารถตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าได้ทัน

¹ เป็นเตาขนาดเล็กที่สร้างขึ้นเพื่อการทดลองเท่านั้น



รูปที่ 6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการใช้เชื้อเพลิงกับเตาเผาขนาดต่างๆ

4. สรุปผลการศึกษา

บทความชิ้นนี้ได้นำเสนอผลการศึกษากการกระจายตัวของอุณหภูมิในช่วงเวลาต่างๆของการเผา โดยพบว่าอุณหภูมิของเตาเผาส่วนหน้าเตาเผา มีอุณหภูมิสูงสุด ถึงประมาณ 1,200 °C และส่วนนี้ยังเป็นส่วนที่ตอบสนองต่อการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงเร็วและรุนแรงที่สุด เนื่องจากอยู่ใกล้บริเวณเรือนไฟ สำหรับส่วนอื่นๆของเตาเผานั้นพบว่ามีการตอบสนองต่อการเผาไหม้เชื้อเพลิงที่ช้ากว่า และมีอุณหภูมิสูงสุดเพียงไม่เกิน 900 °C ซึ่งเป็นช่วงอุณหภูมิเพียงพอที่ดินเปลี่ยนโครงสร้างให้จับตัวกันแข็งแรงขึ้น ดังนั้นจึงมีความเป็นไปได้ที่จะลดอุณหภูมิสูงสุดช่วงหน้าเตาเผาเพื่อประหยัดเชื้อเพลิง แต่จะต้องออกแบบเตาเผาให้สามารถกระจายความร้อนไปสู่ส่วนต่างๆของเตาเผาให้รวดเร็วและเพียงพอให้ครกเปลี่ยนโครงสร้างให้แข็งแรงตามต้องการ

นอกจากนี้ยังพบอีกว่าเตาเผาขนาดใหญ่ นั้นมีอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงน้อยกว่าเตาเผาขนาดเล็กอย่างชัดเจน ดังนั้นการใช้เตาเผาขนาดใหญ่จึงมีแนวโน้มที่จะช่วยประหยัดการใช้เชื้อเพลิงลง

7. กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอขอบคุณ นายบวร พงษ์พีระ ประธานกลุ่มผู้ผลิตเครื่องปั้นดินเผาบ้านปากห้วยวังนอง และผู้ประกอบการทุกท่านที่เอื้อเฟื้อสถานที่เก็บข้อมูล และผู้เขียนขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติที่ให้การสนับสนุนงบประมาณในการวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

- ทวี พรหมพฤษ, “เครื่องเคลือบดินเผาเบื้องต้น” กรุงเทพฯ, โอเดียนสโตร์, 2523
- ชัยศักดิ์ ชาตรีจันทร์สกุล, “การจัดการพลังงานและสิ่งแวดล้อมของเตาเผาเครื่องปั้นดินเผาในจังหวัดราชบุรี” วิทยานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, คณะพลังงานและวัสดุ, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2545

*Corresponding author: ชาลิต ถิ่นวงศ์พิทักษ์

3. Itabashi, H., Tamura, R. and Kawabuchi, N., "Building your own kiln", Kodansha International, Tokyo, 2003, pp.86-87
4. วิศรุต ศิวะพิทักษ์, "การศึกษาอัตราการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในกระบวนการเผาต่อการแตกตัวของเครื่องปั้นดินเผา" สารนิพนธ์ระดับปริญญาตรี, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2547
5. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, "รายงานฉบับสมบูรณ์ การศึกษาการใช้เตาเผาชีวมวลสำหรับอุตสาหกรรมในครัวเรือนในชนบท พื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ" คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2546, หน้า 110-115
6. <http://www.it.rint.ac.th/~tsarasit>
7. Sonja, S. et al. "Industrial Ceramics": Champan and Hall London, 1963