บทคัดย่อ

สัญญาเลขที่ : RDG/0017/2542

ชื่อโครงการ : การปรับปรุงกระบวนการเผาผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาในเตามังกร

ผู้วิจัย : นายปูมยศ วัลลิกุล ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

Email Address : pyy@kmitnb.ac.th

ระยะเวลาโครงการ : 1 ปี

วัตถุประสงค์ของโครงการ : เพื่อศึกษาและทำความเข้าใจขั้นมูลฐานในกระบวนการทางความร้อนที่สัมพันธ์กับการเผาผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาในเตามังกรและลดความสูญเสียในกระบวนการเผาผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาในเตามังกร

วิธีการวิจัย : เก็บข้อมูลภาคสนามของความเสียหายของผลิตภัณฑ์พร้อมกับพฤติกรรมเชิงความร้อน วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความเสียหายของผลิตภัณฑ์กับพฤติกรรมเชิงความร้อนของเตา เสนอแนวทางการแก้ไขกระบวนการเผาเพื่อลดความเสียหาย

ผลการวิจัย: เตามังกรเป็นเตาที่มีลักษณะเฉพาะของจังหวัดราชบุรีมีขนาดความจุภายในเตา 285 ลูกบาศก์เมตร ตัวเตาพัฒนาขยายขนาดมาจากเตาเผาเครื่องปั้นดินเผาแบบดั้งเดิม หนึ่งรอบการทำงานของเตามังกรใช้เวลาทั้งสิ้น 72 ชั่วโมง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการเผาจำแนกได้เป็นสามประเภทคือ เกรดหนึ่ง, เกรดสอง (หลังจากซ่อมแซมแล้วสามารถนำไปจำหน่ายได้) และผลิตภัณฑ์แตกหัก สำหรับงานวิจัยนี้ถือว่าผลิตภัณฑ์เสียหายคือผลิตภัณฑ์เกรดสองและผลิตภัณฑ์แตกหักรวมกัน ความเสียหายของผลิตภัณฑ์มีมากที่สุดบริเวณด้านหน้าเตาซึ่งคิดเป็น 30% ของผลิตภัณฑ์ ณ.บริเวณนั้น เชื้อเพลิงที่ใช้ในเตามังกรเป็นไม้ฟืนซึ่งมีค่าความร้อนโดยเฉลี่ย 18,014 kJ/kg ปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ในการสุมไฟที่หัวเตาทั้งสิ้น 2,243 kg และใช้ในการเดินไฟไปท้ายเตา 5,682 kg อุณหภูมิสูงสุดที่ใช้ในการเผาคือ 1,274 $^{\circ}$C จากการบันทึกอุณหภูมิตามตำแหน่งต่าง ๆแล้วนำมาประมวลพบว่าอัตราการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิตามเวลามีขนาดสูงมากบริเวณด้านหน้าเตาในขณะที่บริเวณถัดมาอุณหภูมิเพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอ และจะสูงอย่างรวดเร็วขึ้นเมื่อเดินไฟมาถึงบริเวณนั้น

สรุปผลการวิจัย : จากการวิเคราะห์ผลการวัดประเมินได้ว่าสาเหตุของความเสียหายเกิดจากอัตราการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิขึ้น-ลงมีสูงมากในบริเวณด้านหน้าเตา ซึ่งจะทำให้ความร้อนถ่ายเทให้กับผลิตภัณฑ์ไม่สม่ำเสมอ สถานการณ์ดังกล่าวสามารถปรับลดได้โดยการใส่อุปกรณ์สะสมความร้อนไว้ระหว่างกะโหลกเตากับห้องเผาผลิตภัณฑ์ห้องที่หนึ่ง การคำนวณเชิงตัวเลขขั้นต้นเพื่อแสดงการหน่วงการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิของก๊าซร้อน โดยการใส่อุปกรณ์สะสมความร้อนจำลองแสดงให้เห็นถึงศักยภาพของแนวทางดังกล่าวในการแก้ปัญหา

งานที่จะทำในอนาคต : คำนวณออกแบบอุปกรณ์สะสมความร้อนสำหรับการใช้งานในเตาจริงเพื่อหน่วงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอย่างรวดเร็วโดยเฉพาะด้านหน้าเตา และทำการวิเคราะห์สมรรถนะเชิงการสันดาป

Abstract

Project Code : RDG/0017/2542

Project Title : Improvement of firing process of ceramic ware in a dragon kiln

Investigator : Pumyos Vallikul, Departmet of Mechanical Engineering,
King Mongkut's Institute of Technology North Bangkok.

Email Address : pyy@kmitnb.ac.th

Project Period : 1 year

Objectives : To study the fundamental thermal process related to the firing of ceramic wares in a "dragon kiln" and to explore possibilities for the reduction of ware damage.

Research Methodology: Data on quantity of ceramic wares damaged, firing load and temperature distribution within the dragon kiln is collected. The relationship between the firing rate and the product damaged is analyzed. Methods for improving the firing process are then determined.

Results: Dragon kiln, a typical type of ceramic furnace in Ratchaburi province, is a large kiln of 285 cubicmeters in volume. It has been developed and its size enlarged from the conventional ceramic kiln used in Thailand. One firing cycle lasts 72 hours, and the quality of the fired products are classified as the first grade, the second grade (minor repair is needed) and the totally damaged products. The last two classes are considered as the damaged products in our study. Most of the damaged products are found at the front part of the kiln and are about 30% at that location. The kiln is fired with wood: 2,243 kg of which is brunt during the preheating process and 5,682 kg during the stroking process along the length of the kiln. The average heating value of the wood is 18,014 kJ/kg. The maximum firing temperature is 1,274 $^{\circ}$C. The rate of change of temperature with time along the kiln is found to fluctuate wildly especially in the front chamber of the kiln. The temperature along other parts of the kiln however increases steadily and reaches a maximum, before declining, at the end of stoking.

Conclusion : Analyses of the experimental data shows that the front region where the majority of products damage occurs corresponds to the region where the magnitude and frequency of fluctuation of the rate of change of temperature is highest. The fluctuation can be damped by installing a heat storage box next to the firing box. Numerical simulation of the damping effect on temperature changes resulting from the installation of a pseudo one-dimensional heat storage box is demonstrated in the appendix of this report. This result points to the potential of using a heat storage device (such as bricks) to reduce the product damage.

Future research: Detailed calculation and design of an actual heat storage box for damping the hot gas temperature fluctuation and combustion analysis within the kiln will be advanced.