บทคัดย่อ

T 138206

อุตสาหกรรมอิฐเป็นอุตสาหกรรมที่มีความจำเป็นอย่างเร่งด่วนที่จะต้องแก้ปัญหาเนื่องมาจากการใช้พลังงาน พลังงานที่ใช้ในการเผาอิฐในประเทศไทยได้มาจากไม้ฟืนและแกลบ ในอดีตเชื้อเพลิงเหล่านี้มีจำนวนมากประกอบกับอุตสาหกรรมอิฐเป็นอุตสาหกรรมในครอบครัวที่อยู่ในชนบท จึงขาดการพัฒนาเทคโนโลยีในการผลิตอิฐและการเผาอิฐอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งในการเผาอิฐจะใช้พลังงาน 4-5 MJ/kg อิฐ

ในงานวิจัยนี้ได้ศึกษากระบวนการถ่ายเทมวลและความร้อนในเตาเผาอิฐแบบความร้อนไหลลง โดยเริ่มต้นจากการจำลองแบบกระบวนการเผาอิฐด้วยคอมพิวเตอร์ จากนั้นจึงทำการทดลองเพื่อเปรียบเทียบกับผลการจำลองแบบ สมการคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการจำลองแบบมี 4 สมการ คือ สมการการทำนายอุณหภูมิและความชื้นของอากาศ (ก๊าซ) และสมการการทำนายอุณหภูมิและความชื้นของอิฐ โดยใช้แบบจำลองชั้นปริมาตรอยู่กับที่ในกระบวนการอบอิฐ, อุ่นอิฐ, เผาอิฐ และลดอุณหภูมิอิฐ เตาเผาอิฐแบบความร้อนไหลลงถูกสร้างขึ้นเพื่อทดสอบสมการคณิตศาสตร์ดังกล่าว ซึ่งพบว่าผลการทดลองในกระบวนการอบอิฐ, อุ่นอิฐ และเผาอิฐ มีความใกล้เคียงกับผลการทำนายจากสมการคณิตศาสตร์ที่จำนวนอิฐ 2500 ก้อน หรือน้อยกว่า อย่างไรก็ดีระหว่างกระบวนการลดอุณหภูมิอิฐ อิฐในเตาทดสอบถูกทำให้เย็นอย่างรวดเร็ว จึงส่งผลให้เกิดการไหลขวางของอากาศผ่านกองอิฐ เนื่องจากอากาศเย็นจะมีแรงลอยตัวน้อยกว่า ผลการจำลองแบบกระบวนการเผาอิฐถูกใช้เป็นแนวทางสำหรับออกแบบเตาเผาอิฐ 4 ห้อง ที่มีการทำงานหมุนเวียนกันคือ ลดอุณหภูมิ, เผา, อุ่น และอบอิฐ ซึ่งพบว่าเตาเผาอิฐแบบใหม่ใช้พลังงานในการเผาอิฐต่ำ มีค่าประมาณ 1.4-2.8 MJ/kgอิฐ กระบวนการทั้ง 4 จะใช้เวลาต่างกัน แต่สามารถปรับเปลี่ยนการทำงานของเตาแต่ละห้องให้ใช้เวลาในกระบวนการที่สอดคล้องกันได้ ซึ่งจะเป็นรอบการทำงานของเตาที่ใช้เวลาสั้นและยาวสลับกันไป โดยควรเผาอิฐที่อุณหภูมิสูงและใช้อัตราการไหลอากาศสันดาปต่ำ ซึ่งจะทำให้ใช้พลังงานต่ำ แต่ถ้าต้องการให้ได้ผลผลิตเพิ่มขึ้นก็ควรใช้อากาศสันดาปเพิ่มขึ้น

เตาเผาอิฐขนาดใช้งานจริงแบบ 4 ห้อง ถูกออกแบบสร้างขึ้น และทดลองเผาอิฐ 6 รอบ พบว่ามีการใช้พลังงานอยู่ในช่วง 2.258-3.764 MJ/kg อิฐ ซึ่งการเผาที่มีการใช้พลังงานต่ำทำได้โดยการเผาในเวลาอันสั้นและเพิ่มอุณหภูมิเผาจากการสันดาปไม้ฟืนให้เร็วที่อุณหภูมิอากาศสันดาปสูง ประสิทธิภาพของเตาเผาอิฐที่ทดสอบมีค่าโดยเฉลี่ยเท่ากับ 62.6% ซึ่งค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับเตาเผาอิฐแบบความร้อนไหลขึ้นที่มีใช้ในอุตสาหกรรมอิฐทั่วไป และทำให้มีต้นทุนในการผลิตลดลง 17% โดยใช้เวลาคืนทุนสำหรับเตาเผาอิฐแบบใหม่นี้น้อยกว่า 9 เดือน

Abstract

TE 138206

There is an urgent need to rescue brick making industry from the energy crisis. Brick firing in Thailand relies on firewood and rice husk for the firing energy. The plentiful supply of these biomass in the old days together with the nature of family-based rural industry, the brick making technique was never been improved. The present inefficient firing technique consumes 4-5 MJ/kg brick.

In this study, the heat and mass transfer processes in an down draft brick kiln were thoroughly studied firstly by computer simulation and by experiment verification. Four equations for air (or gas) temperature and humidity and brick temperature and humidity were developed for computer simulation. The air (gas) and brick temperatures and humidities were determined by fix bed model in the drying, preheating, firing and cooling processes. A down draft kiln was constructed and experiments were carried out to verify the simulation model. It was found that the drying, preheating and firing processes agreed well with the mathematical model of the kiln loaded by 2500 bricks or less. However, during the cooling process the bricks in the experiment were cooled at a faster rate due to the additional cross draft when the air is cold (less buoyancy force). The computer simulation of the process was used to test the conceptual design of a four-chamber kiln working cooperatively for the four processes, i.e., cooling, firing, preheating and drying. It was found that the new kiln can fire the brick with a low specific energy consumption of about 1.4-2.4 MJ/kg brick. The four processes, although required different processing times, can be operated in the four identical chambers provided time matching technique is applied. The time matching operation resulted in alternately long and short production cycles. It was suggested that, in terms of energy, the bricks should be fired with high temperature and low combustion air flow rate. However, if the high production rate is required the air flow rate should be high.

A full-scale four-chamber kiln was designed and constructed. Six firings were carried out. It was found that the specific energy consumption was in the range of 2.258-3.764 MJ/kg brick. The low specific energy consumption was achieved by shortening the firing process which was done by high firewood burning rate along with high temperature preheated combustion air. The energy efficiency of the kiln was 62.6% by average which was relatively high compared to that of the traditional updraft kiln. It was envisaged that the production cost of the brick was reduced by 17% and the simple pay back period is less than 9 months.