T142869

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการจัดการพลังงานและสิ่งแวดล้อมของเตาเผาเครื่องปั้นดินเผาในโรงงานผลิตเครื่องปั้นดินเผาแห่งหนึ่งในจังหวัดราชบุรี โดยมุ่งเน้นการศึกษาการทำสมดุลพลังงาน ตลอดจนการวิเคราะห์หาค่าการสูญเสียพลังงานต่าง ๆ และศึกษาปริมาณผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของเตามังกร ซึ่งเป็นเตาเผาเครื่องปั้นดินเผาที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในจังหวัดราชบุรี ทั้งนี้เนื่องจากมีการใช้เชื้อเพลิงไม้เป็นจำนวนมากในการเผาผลิตภัณฑ์ และส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเนื่องจากไอเสียที่ปล่อยสู่บรรยากาศทางปล่องไฟของเตาดังกล่าว

จากผลการตรวจวัด และวิเคราะห์ข้อมูลด้านพลังงานของเตามังกรโดยแบ่งออกเป็น 2 ขนาด คือ ขนาด 42 ตา และ 23 ตา สามารถคำนวณประสิทธิภาพของเตามังกรตามกฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิกส์ได้เท่ากับ 11.57 % และ 13.49 % ตามลำดับ ปริมาณการสูญเสียส่วนใหญ่เป็นการสูญเสียเนื่องจากความร้อนที่สะสมในตัวเตา ซึ่งมีค่าสูงถึง 47 % และ 45.38 % ตามลำดับ สาเหตุเนื่องจากการทำงานของเตาเป็นแบบรอบ ทำให้ความร้อนที่สะสมอยู่ในตัวเตาสูญเสียให้กับบรรยากาศในขณะที่ไม่มีการเผา รวมถึงโครงสร้างของเตาเผามีขนาดใหญ่และมีน้ำหนักมากทำให้เกิดการสะสมพลังงานความร้อนไว้มาก การบุฉนวนบริเวณผนังเตาภายในด้วยเส้นใยไฟเบอร์ เป็นแนวทางหนึ่งที่ได้นำเสนอ จากการประเมินในเบื้องต้นพบว่ามาตรการนี้สามารถลดปริมาณพลังงานความร้อนที่สูญเสียให้กับโครงสร้างของเตาเผาได้ประมาณ 30 % คิดค่าใช้จ่ายด้านเชื้อเพลิง 413,217 บาทต่อปี ซึ่งจะมีระยะเวลาคืนทุน 1.94 ปี อัตราผลตอบแทนการลงทุนเท่ากับ 26.2 % ส่วนแนวทางอื่นที่ได้นำเสนอได้แก่ การปรับปรุงประสิทธิภาพการเผาไหม้ด้วยการควบคุมอุณหภูมิภายในเตาและปรับปรุงอัตราส่วนอากาศในการเผาไหม้ให้มีค่าเข้าใกล้ 1.5 พบว่าทำให้ลดค่าใช้จ่ายด้านเชื้อเพลิงและลดมูลค่าความเสียหายที่เกิดกับผลิตภัณฑ์ได้ปีละ 381,910

บาท โดยมีระยะเวลาคืนทุน 0.38 ปี อัตราผลตอบแทนการลงทุน 163 % การหุ้มฉนวนที่บริเวณผิวผนังเตาด้านบนด้วยแผ่นอลูมิเนียมฟอยล์ สามารถลดการสูญเสียความร้อนจากการแผ่รังสีของผนังเตาด้านบนลงได้ 7.5 % คิดเป็นค่าใช้จ่ายด้านเชื้อเพลิงปีละ 103,304 บาท โดยมีระยะเวลาคืนทุน 0.1 ปี อัตราผลตอบแทนการลงทุนมากกว่า 100 % การนำความร้อนจากไอเสียมาใช้ในการอุ่นผลิตภัณฑ์ที่จะทำการเผาในเตาถัดไป โดยติดตั้งระบบท่อเพื่อนำไอเสียจากปล่องไฟหมุนเวียนมาใช้ในเตาใกล้เคียง สามารถลดค่าใช้จ่ายด้านเชื้อเพลิงปีละ 369,432 บาท โดยมีระยะเวลาคืนทุน 1.88 ปี อัตราผลตอบแทนการลงทุน 52.1 % และการปรับเปลี่ยนชนิดของเชื้อเพลิงมาใช้ producer gas ร่วมกับการปรับปรุงเตาเผา สามารถลดการสูญเสียพลังงานความร้อนจากเชื้อเพลิงลงได้ 40 % และลดมูลค่าความเสียหายของผลิตภัณฑ์ คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ปีละ 842,956 บาท โดยมีระยะเวลาคืนทุน 3.92 ปี อัตราผลตอบแทนการลงทุน 22.06 %

จากการวิเคราะห์ข้อมูลด้านผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมโดยการตรวจวัดปริมาณองค์ประกอบไอเสียที่ปล่อยสู่บรรยากาศทางปล่องไฟดังกล่าว พบว่าค่าความเข้มข้นโดยเฉลี่ยของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์สูงกว่ามาตรฐานมาก ในขณะที่ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจนและก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ยังมีค่าต่ำกว่ามาตรฐานมาก โดยมีปริมาณการปล่อยก๊าซมลพิษต่าง ๆ ของเตาขนาด 42 และ 23 ตา ประกอบด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 9,727.26 และ 7,747.07 kg CO_2 / batch ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ 118.81 และ 89.88 kg CO / batch ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน 0.96 และ 0.8 kg NO_x / batch ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ 4.23 และ 3.29 kg SO_2 / batch และก๊าซไฮโดรคาร์บอน 92.93 และ 59.84 kg HC / batch ตามลำดับ และมีค่า Emission Factor ของการปล่อยมลพิษต่าง ๆ ของเตาขนาด 42 และ 23 ตา ดังนี้ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 740.42 และ 778.90 g CO_2 / kg product ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ 9.06 และ 9.05 g CO / kg product ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน 0.074 และ 0.081 g NO_x / kg product ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ 0.279 และ 0.331 g SO_2 / kg product และก๊าซไฮโดรคาร์บอน 7.12 และ 6.06 g HC / kg product ตามลำดับ

การปรับปรุงประสิทธิภาพการเผาไหม้ เป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอันเกิดจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ของเชื้อเพลิงไม้ รวมถึงการดำเนินการตามมาตรการประหยัดพลังงานซึ่งจะช่วยลดปริมาณการใช้เชื้อเพลิงและลดการเผาไหม้ ทำให้มลพิษที่เกิดจากการเผาไหม้ลดลงตามไปด้วย การปรับเปลี่ยนชนิดของเชื้อเพลิงที่ใช้ก็เป็นอีกแนวทางหนึ่งในอันที่จะช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยการเลือกใช้เชื้อเพลิงซึ่งมีองค์ประกอบที่ทำให้เกิดมลพิษน้อย และสามารถเผาไหม้ได้สมบูรณ์กว่าเชื้อเพลิงไม้ เช่น ก๊าซจากชีวมวล และก๊าซธรรมชาติ เป็นต้น

TE 142869

This study is concerned with energy and environment management of pottery kilns located in ratchaburi province. The investigation focuses on energy balances and environmental impact of two dragon kilns of difference size which are the type of kiln widely used in the area. Fuel wood is used in firing process which consumes considerable amount of fuel per batch. Air pollution is also investigated in this study because the flue gas is released to environment directly.

Energy audits were carried out on the larger kiln which has 42 fuel feeding ports and the smaller kiln which has 23 ports. The thermal efficiencies of both kilns system were estimated to be 11.57 % and 13.49 % respectively. The largest part of heat loss was the stored heat in the kiln structure, approximately 47 % and 45.38 % of the total energy input respectively. The heat is released to surrounding air when there is no firing.

The first energy conservation measure proposed is to install ceramic fibre on the inside wall of the kiln. This measure would reduce the amount of energy losses by stored heat in the kiln structure about 30 % which is equivalent to 413,217 baht per year which would return the investment in about 1.94 years; with the internal rate of return of 26.2 %

Other measures are to install the temperature measuring devices using pyrometric cones for controling the firing temperature; to install a combustion analyzer to control the air/fuel ratio to around 1.5 which would reduce flue gas losses and percents of damage products. The measures would save the fuel cost by 381,910 baht per year which would return the investment in about 0.38 year; with the internal rate of return of 163 %. The installation of aluminum foil on the outside wall of kiln, would reduce the amount of wall losses by about 7.5 % which is equivalent to 103,304 baht per year with the investment payback in about 0.1 year; with the internal rate of return of more than 100 %. The waste heat recovery measure by using the high temperature flue gas to preheat the product in other kiln, would reduce the fuel cost for drying the product by 369,432 baht per year with the investment payback and internal rate of return of 1.88 years and 52.1 % respectively. The changing of fuel type from fuel wood to producer gas requires improvement of kiln structure and kiln operating system. This measure would reduce the amount of energy consumption about 40 % and reduce the amount of damaged product which is equivalent to 842,956 baht per year with the investment payback and internal rate of return of 3.92 years 22.06 % respectively.

The introduction of energy-efficient gas fired continuous kilns for medium scale pottery manufacturers to replace less energy efficient intermittent kilns, is worth investigating. The high cost of imported energy-efficient continuous kilns are presently serious barrier to the introduction of this technology in Ratchaburi province

The results of flue gas analysis in the two kilns were found as follows. The average values of emission released for CO_2, CO, NO_x, SO_2 and HC from the 42 ports kiln were 9,727.26 kg CO_2 / batch, 118.81 kg CO / batch, 0.96 kg NO_x / batch, 4.23 kg SO_2 / batch and 92.93 kg HC / batch respectively. From the32 ports kiln, the emission values were 7,747.07 kg CO_2 / batch, 89.88 kg CO / batch, 0.8 kg NO_x / batch, 3.29 kg SO_2 / batch and 59.84 kg HC / batch respectively.

The average values of emission factor for CO_2, CO, NO_x, SO_2 and HC from the 42 ports kiln were 740.42 g CO_2 / kg product, 9.06 g CO / kg product, 0.074 g NO_x / kg product, 0.279 g SO_2 / kg product and 7.12 g HC / kg product respectively. From the 32 ports kiln were 778.90 g CO_2 / kg product, 9.05 g CO / kg product, 0.081 g NO_x / kg product, 0.331 g SO_2 / kg product and 6.06 g HC / kg product respectively.

The methods proposed to reduce emissions is to improve the firing efficiency and control of firing temperature which would reduce the amount of emission and incomplete combustion. The implementation of energy conservation measures would also reduce the amount of emissions. So is the change of fuel for firing from fuel wood to the ones with low emission such as natural gas, LPG and bio-gas which is convenient to control the firing temperature and firing efficiency.