ชื่อเรื่อง ผลของการนำเถ้าแกลบมาใช้แทนควอทซ์ในเคลือบสำหรับผลิตภัณฑ์สโตนแวร์

ชื่อผู้เขียน นายนนทพงษ์ พลพวก

หลักสูตร วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (สาขาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเซรามิก)

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ ดร. ดรุณี วัฒนศิริเวช ประธานกรรมการ

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการเตรียมเถ้าแกลบ (RHA2) เพื่อนำมาใช้เป็นส่วนผสมในเคลือบสำหรับผลิตภัณฑ์สโตนแวร์ โดยเปรียบเทียบกับการใช้เถ้าแกลบที่ได้จากโรงงานเผาอิฐ (RHA1) และควอทซ์ เถ้าแกลบที่เตรียมขึ้นเองในห้องทดลองได้ผ่านกระบวนการทดลองเพื่อศึกษาหาปริมาณของซิลิกา และลักษณะเฉพาะ ได้แก่ ขนาดอนุภาคเฉลี่ย การกระจายตัวของขนาดอนุภาค และโครงสร้างทางผลึก การเตรียมเถ้าแกลบในห้องทดลองใช้กระบวนการเผาแบบออกซิเดชันที่อุณหภูมิตั้งแต่ 500-800 องศาเซลเซียส (ซ.) เป็นเวลา 4 และ 8 ชั่วโมง ผลปรากฏว่าที่เวลาในการเผา 4 ชั่วโมง เมื่ออุณหภูมิในการเผาเพิ่มจาก 500 ซ. เป็น 700 ซ. ปริมาณซิลิกาในเถ้าแกลบเพิ่มขึ้นจาก 82 เป็น 95 เปอร์เซ็นต์ แต่เมื่ออุณหภูมิในการเผาเพิ่มเป็น 800 ซ. ปริมาณซิลิกาในเถ้าแกลบเพิ่มขึ้นอีกเพียง 0.05 เปอร์เซ็นต์ และที่เวลาในการเผา 8 ชั่วโมง เมื่ออุณหภูมิในการเผาเพิ่มขึ้นจาก 500 ซ. เป็น 800 ซ. ปริมาณซิลิกาในเถ้าแกลบเพิ่มขึ้นจาก 93 เป็น 97 เปอร์เซ็นต์ จากการทดลองเมื่ออุณหภูมิหรือเวลาในการเผาแกลบเพิ่มขึ้น ขนาดอนุภาคเฉลี่ยของเถ้าแกลบกลับลดลง เนื่องจากเกิดการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ขึ้น เมื่อนำเถ้าแกลบไปบดเป็นระยะเวลาต่าง ๆ กันพบว่า ขนาดอนุภาคเฉลี่ยของเถ้าแกลบเล็กลงเมื่อเวลาในการบดเพิ่มขึ้น จากการวิเคราะห์โครงสร้างผลึกของเถ้าแกลบโดยใช้เทคนิค XRD พบว่า เถ้าแกลบทั้งหมดมีลักษณะเป็นแบบอสัณฐาน ในการทดลองใช้ควอทซ์เถ้าแกลบจากโรงงานเผาอิฐและเถ้าแกลบได้จากการเตรียมขึ้นเองในห้องทดลองเป็นส่วนผสมในเคลือบสูตรมาตรฐาน ซึ่งมีอัตราส่วนผสมของ หินฟันม้าชนิดโซดาเฟลด์สปาร์ อยู่ระหว่างร้อยละ 30-45 หินปูนหรือแคลเซียมคาร์บอเนต ร้อยละ 30-40 และควอทซ์หรือเถ้าแกลบ ร้อยละ 15-50 พบว่า หลังการเผาเคลือบที่อุณหภูมิ 1,250 ซ. ลักษณะเคลือบที่มีส่วนผสมของเถ้าแกลบจากโรงงานเผาอิฐ โดยทั่วไปมีการรานตัวที่ละเอียดมากที่สุด ในขณะที่เคลือบที่มีส่วนผสมของ

เถ้าแกลบที่ได้จากการเตรียมขึ้นเองในห้องทดลอง มีการรานตัวที่ละเอียดลองลงมา ส่วนควอทซ์มีการรานตัวแบบห่าง ๆ ผลการศึกษาค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวทางความร้อนของเคลือบบางสูตร พบว่า เคลือบที่ใช้เถ้าแกลบจากโรงงานเผาอิฐ มีค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวทางความร้อนสูงสุด คือ 10.5×10^{-6} มม/มม.ซ. ส่วนเถ้าแกลบที่ได้จากการเตรียมขึ้นเองในห้องทดลองมีค่า 10.2×10^{-6} มม/มม.ซ. และควอทซ์มีค่า 9.85×10^{-6} มม/มม.ซ. สำหรับการหลอมตัวของเคลือบสูตรมาตรฐานพบว่า เคลือบที่มีปริมาณของควอทซ์หรือเถ้าแกลบน้อยกว่าร้อยละ 30 มีการหลอมตัวได้ดี ผิวเคลือบที่ได้มีลักษณะมันวาว ส่วนเคลือบที่มีปริมาณของควอทซ์หรือเถ้าแกลบสูงกว่าร้อยละ 50 เคลือบยังไม่หลอม ผิวเคลือบมีลักษณะด้าน และเมื่อศึกษาลักษณะโครงสร้างจุลภาคของเคลือบทั้ง 3 แบบ พบว่า เคลือบที่ใช้เถ้าแกลบจากโรงงานเผาอิฐ มีฟองอากาศอยู่ชั้นในของผิวเคลือบอยู่เป็นจำนวนมาก ส่วนเคลือบที่ใช้เถ้าแกลบที่ได้จากการเตรียมขึ้นเองในห้องทดลอง และเคลือบที่ใช้ควอทซ์ พบฟองอากาศในชั้นของเคลือบที่น้อยกว่า นอกจากนี้ในเคลือบทั้ง 3 แบบยังพบผลึกรูปเข็มกระจายตัวทั้งบนผิวและภายในชั้นของเคลือบ การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงเฟส (Phase) ของเคลือบทั้ง 3 แบบที่ผ่านการเผาในช่วงอุณหภูมิระหว่าง 900-1,150 ซ. พบว่า ให้ผลคล้ายคลึงกันคือ ที่อุณหภูมิ 900 ซ. พบทั้งโซดาเฟลด์สปาร์ ควอทซ์ และแคลเซียมซิลิเกต ($CaSiO_3$) อยู่ร่วมกัน เมื่ออุณหภูมิในการเผาเพิ่มขึ้น ปริมาณของควอทซ์และโซดาเฟลด์สปาร์ลดลง ในขณะที่แคลเซียมซิลิเกตมีปริมาณเพิ่มขึ้น เมื่อนำควอทซ์และเถ้าแกลบไปใช้เป็นส่วนผสมในเคลือบสูตรอื่น ๆ พบว่า ลักษณะของเคลือบที่ได้หลังการเผาจะแตกต่างกันไปตามองค์ประกอบของเคลือบนั้น

คำสำคัญ : แกลบ / ซิลิกาจากเถ้าแกลบ / เคลือบขี้เถ้าแกลบ / สัมประสิทธิ์การขยายตัวทางความร้อน / การเปลี่ยนแปลงเฟสของเคลือบ / จุดหลอมเหลว / โครงสร้างทางจุลภาค

Title Effects of Quartz Substitution by Rice Husk Ash (RHA) in Stoneware Glazes

Author Mr. Nonthaphong Phonphuak

Degree Master of Science Program (Ceramic Industrial Technology)

Supervisor Lecturer Dr. Darunee Wattanasiriwech Chairperson

ABSTRACT

The objective of this study was to determine the optimum conditions for preparation of RHA (RHA2) in order to be employed as a stoneware glaze composition in comparision with the employment of RHA obtained from a clay brick factory (RHA1) and quartz. Preparation of RHA2 was performed under an oxidation atmosphere at the temperature between 500-800 ^{o}C for 4 and 8 hours. The resulting RHA2 was undergone a series of experiments to determine the percentage of constituent silica and characteristic properties, e.g., the average particle size and particle size distribution as well as crystal structure. Soaking time 4 hours, when the temperature was increased from 500 ^{o}C to 700 ^{o}C, the quantity of silica in RHA2 increased from 82 % to 95%. However, when the temperature was increased to 800 ^{o}C the quantity of silica was only 0.05 % increase. At the soaking time 8 hours, when the temperature was increased from 500 ^{o}C to 800 ^{o}C, the quantity of silica increased from 93% to 97%. The average particle size of RHA2 became smaller with increasing soaking time or firing temperature due to a more complete oxidation of the rice husk. When subjected to milling, the average particle size of RHA2 decreased with an increase in milling time. RHA1, RHA2 and quartz were subsequently used in a standard glaze composition with the following formula, feldspar: calcium carbonate: quartz or RHA: 30-50: 30-40: 15-50. After firing at 1,250 ^{o}C, the RHA1 glaze in general, crazed with the finest pattern. The RHA2 glaze and the quartz glaze crazed with the larger pattern respectively. A study of thermal expansion of a selected glaze formula showed that the RHA1 had the highest thermal expansion coefficient of 10.5×10^{-6} mm/mm. ^{o}C, while

the thermal expansion coefficient values of the RHA2 and quartz glaze were 10.2×10^{-6} mm/mm. ^{o}C, and 9.8×10^{-6} mm/mm. ^{o}C, respectively. When the quantity of quartz or RHA was below 30 %, a complete melting and glossy surface was obtained but at above 50 %, a matted and incomplete melting surface was obtained. A micro-structural study revealed that the RHA2 glaze contained much higher amount of bubbles than the RHA2 and the quartz glaze. Besides, needle like shape crystals were observed both on the surface and in the layer of the glazes. On the analysis of phase change after firing between 900-1,150 ^{o}C, all glazes exhibited a relatively similar behavior. At 900 ^{o}C, soda feldspar, quartz and calcium silicate were found. With increasing firing temperature, the quantities of quartz and feldspar decreased while that of calcium silicate increased. When RHA was used in place of quartz in different formula, the appearance of glazes varied depending on the ingredients of individual glazes.

Keyword : Rice Husk / Silica from Rice Husk Ash / Rice Husk Ash Glaze / Thermal Expansion Coefficient / Softening Point / XRD / SEM