บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้เน้นการปรับปรุงสมบัติทางด้านเคมีของกระเบื้องเซรามิกสำหรับการใช้งานที่อุณหภูมิสูง โดยใช้วัสดุเคลือบที่มีส่วนผสมของ CaO, ZrO_2 และSiO_2 หรือเรียกว่า เคลือบ CZS เพื่อใช้เป็นวัสดุในการก่อสร้างผนังของโพรงเกลือเพื่อเป็นตัวสัมผัสกับสภาพความเป็นกรดของชั้นเกลือหิน เนื่องจากเคลือบชนิดนี้มีความทนต่อการกัดกร่อนทางเคมีสูง มีความแข็งแรงเชิงกลสูง และมีสมบัติทนต่อความร้อนได้ดี ซึ่งจะแตกต่างจากกระเบื้องเซรามิกเคลือบที่มีใช้กันอยู่ทั่วไปในปัจจุบันในรูปแบบของกระเบื้องปูพื้น-ปูผนัง สำหรับบ้านหรืออาคารต่างๆ ในการทดลองจะใช้ส่วนผสมของสารเคลือบกระเบื้องที่ประกอบด้วย SiO_2 ปริมาณร้อยละ 53 โดยฐ้าหนัก CaO ปริมาณร้อยละ 31-35 โดยฐ้าหนัก และ ZrO_2 ปริมาณร้อยละ 12-16 โดยฐ้าหนัก เป็นวัตถุดิบตั้งต้น แล้วทำการหลอมส่วนผสมทั้งหมดที่อุณหภูมิ 1500°C โดยใช้เบ้าหลอม Platinum Crucible จากนั้นทำให้เย็นตัวอย่างรวดเร็วด้วยการเทฐ้าแก้วลงในฐ้า (Quenching) เพื่อให้ได้ฟริต (Frits) และบดให้ได้อนุภาคที่ละเอียดสำหรับนำไปเคลือบบนผิวของกระเบื้อง แล้วนำผงฟริตที่ได้ไปวิเคราะห์หาวัฏภาคด้วยเครื่อง XRD ตรวจสอบการเกิดปฏิกิริยาที่อุณหภูมิต่างๆ ด้วยเครื่อง DTA นำชิ้นงานกระเบื้องที่ผ่านการเผาเคลือบมาทดสอบความทนทานต่อการกัดกร่อนของกรดเกลือภายใต้อุณหภูมิสูง ด้วยการแช่ชิ้นงานลงในสารละลายที่มีส่วนผสมของโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 5 โดยฐ้าหนัก (เกลือ 5 ส่วน และฐ้ากลั่น 95 ส่วน) เป็นเวลา 6 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส โดยทำการควบคุมค่าความเป็นกรด (pH) ของสารละลายฐ้าเกลืออยู่ระหว่าง 6.5-7.5 หลังจากครบเวลา 6 ชั่วโมง ทำการชั่งฐ้าหนักก่อน-หลังการทดสอบเพื่อหาฐ้าหนักที่หายไป แล้วนำชิ้นงานที่ผ่านการทดสอบไปตรวจสอบโครงสร้างจุลภาคของผิวเคลือบด้วยกล้อง SEM ทั้งก่อนและหลังการทดสอบการกัดกร่อนภายใต้อุณหภูมิสูงเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่าง

ผลการทดลองพบว่าเมื่อเติม CaO ลงในเนื้อเคลือบที่มีองค์ประกอบของ SiO_2 เป็นหลักจะสามารถทนต่อการกัดกร่อนจากกรดได้ แต่อย่างไรก็ตามหากมีการเติม ZrO_2 ในปริมาณที่ไม่เกินร้อยละ 14 โดยฐ้าหนักจะสามารถทำให้ต้านทานการกร่อนจากกรดเพิ่มขึ้น เนื่องจาก CaO, ZrO_2 และSiO_2 จะทำให้เกิดสารประกอบใหม่ในเคลือบ ได้แก่ Wollastonite ($CaSiO_3$) และCalcium zirconium silicate (Ca_2ZrSi_{12}, $Ca_3ZrSi_2O_9$, $CaZrSi_2O_9$ และ$Ca_{1.2}Si_{4.3}Zr_{0.2}O_8$) ในระบบ CaO-$ZrO_2$-$SiO_2$ system แต่ถ้ามีปริมาณ CaO มากเกินไป จะทำให้เคลือบจะเดือดเป็นฟองได้ง่ายทำให้เกิดรูพรุน เมื่อทำการทดสอบความต้านทานต่อการกัดกร่อนจากกรดที่อุณหภูมิ 120 องศา พบว่าส่วนผสมของเคลือบที่มี ZrO_2 ในปริมาณ 14 ร้อยละโดยฐ้าหนัก จะมีความต้านทานต่อการกัดกร่อนจากกรดได้ดีที่สุด เมื่อเปรียบเทียบส่วนผสมอื่นๆ เนื่องจากปริมาณของเฟส Wollastonite เกิดขึ้นจำนวนมาก และมีค่าฐ้าหนักที่หายไปหลังทดสอบการทนกรดที่อุณหภูมิต่างๆน้อยที่สุด คือมีค่าเพียง 0.20 ร้อยละโดยฐ้าหนัก ซึ่งเหมาะสมสำหรับทำกระเบื้องเซรามิกชนิดทนกรดภายใต้การใช้งานที่มีความร้อนเพื่อปกป้องโครงสร้างทางวิศวกรรมในชั้นเกลือหิน

Abstract

In this research has been focused on the improvement of chemical properties of the ceramic tile by using the mixture of CaO, ZrO_2 and SiO_2 as CZS glaze material due to their possess high corrosion resistance and high strength. The glaze compositions were contained 53 wt% SiO_2 wt%, 31-35 wt% of CaO and 12-16% of ZrO_2. Then the mixtures were melted at 1500°C by using platinum crucible and quenched in the water to obtain frit and ground as glaze powder materials. The various compositions of frit powder were analyzed phase composition by XRD, chemical reaction by DTA. Then fired ceramic tiles was analyzed the corrosion resistant by testing in the 5vol% Nacl solution with 95 vol% distillation water under the temperature of 120°c for 6 hours. The glaze surface morphology of the as-received tile was observed by using a scanning electron microscope (SEM).

The results showed that the addition of CaO in the SiO_2 composition it could be enhance the corrosion resistant. However, with the addition of 12-14 wt% ZrO_2 in to the CaO-SiO_2 glaze mixture, the corrosion resistant was increased in comparison with ordinary CaO-SiO_2 glaze. This is because CaO, ZrO_2 and SiO_2 compound could be generate the new phase such as Wollastonite ($CaSiO_3$) and Calcium zirconium silicate (Ca_2ZrSi_{12}, $Ca_3ZrSi_2O_9$, $CaZrSi_2O_9$ and $Ca_{1.2}Si_{4.3}Zr_{0.2}O_8$) in the system CaO-$ZrO_2$-$SiO_2$ system. Nevertheless, the excess amount of CaO was produced many pore in the glaze matrix. As the result from the corrosion test at the temperature of 120°c, with highest corrosion resistant and lowest weight loss of 0.20% was obtained from the mixture with 14wt% ZrO_2 consists the large amount of Wollastonite phase which is suitable for acid-resistant ceramic tiles to protect engineering structures in rock salt under high temperature condition.