

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้จึงมีจุดประสงค์เพื่อศึกษาผลการเติมสารเร่งปฏิกิริยา TiO_2 และสารผสม $\text{TiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ ต่อความสามารถทางโฟโตคาตาลิติก ของเคลือบแก้ว-เซรามิกบนกระเบื้องเซรามิกแบบเผาเร็ว เพื่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์กระเบื้องเคลือบแก้ว-เซรามิกที่สามารถทำความสะอาดตัวเองได้ โดยไม่จำเป็นต้องมีการเคลือบทับชั้น TiO_2 ที่ผิวนอกของกระเบื้องเคลือบเซรามิกอีกครั้ง เพื่อลดขั้นตอนและค่าใช้จ่ายด้านวัตถุดิบและพลังงานในการผลิตกระเบื้องเคลือบ แต่สามารถเพิ่มประโยชน์ในการใช้งานรวมทั้งเพิ่มความแข็งแรงทนทานของกระเบื้อง โดยศึกษาผลของปริมาณของสารเร่งปฏิกิริยา TiO_2 และสารผสม $\text{TiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ ตลอดจนอุณหภูมิและอัตราในการเผาที่มีผลต่อความสามารถทางโฟโตคาตาลิติกของเคลือบแก้ว-เซรามิก ที่ใช้ฟritแก้วเป็นวัตถุดิบ

การศึกษาพบว่า การเติมสารเร่งปฏิกิริยา TiO_2 เพียงอย่างเดียว โดยไม่มีการเติม Al_2O_3 ทั้งในเคลือบฟrit และเคลือบแก้ว-เซรามิก ส่งผลให้ TiO_2 เปลี่ยนโครงสร้างผลึกจาก Anatase ไปเป็น Rutile ทั้งหมดหลังจากเผาเคลือบที่อุณหภูมิ 1200°C ซึ่งมีสมบัติโฟโตคาตาลิติกต่ำมาก ส่วนการเติมสารผสม $\text{TiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ ในสัดส่วน 52/48 จนถึง 48/52 โดยน้ำหนัก ในเคลือบฟrit ไม่พบเฟสเดี่ยวของ Rutile TiO_2 แยกออกมา แต่ TiO_2 จะรวมตัวกับ BaO ในฟrit เกิดสารประกอบ Barium Titanium Oxide (BaTiO_x) ซึ่งเป็นเฟสที่มีความสามารถด้านโฟโตคาตาลิติกได้ดีกว่าเฟส Rutile TiO_2 ขณะที่การเติมสารผสม $\text{TiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ ในเคลือบแก้ว-เซรามิก การเกิดเฟส Rutile TiO_2 จะพบน้อยลง เมื่อสัดส่วน Al_2O_3 เพิ่มขึ้น การเผาเคลือบสารผสม $\text{TiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ ที่ 700°C ก่อนใช้ทำเคลือบ จะสามารถขัดขวางการเกิดเฟส Rutile TiO_2 ในระหว่างการเผาเคลือบได้อย่างสมบูรณ์ และยังสามารถขัดขวางการเปลี่ยนเฟส Anatase TiO_2 ไปเป็น Rutile TiO_2 ในเคลือบแก้ว-เซรามิกหลังเผาที่ 1200°C โดยไม่มีผลต่อเฟสอื่นๆที่เกิดจากใช้ฟritและเศษแก้วในการทำเคลือบแก้ว-เซรามิก

เคลือบฟritผสม $\text{TiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ เผาเคลือบที่อุณหภูมิ 1200°C พบปริมาณการสลายเมทิลีนบลูกว่า 44% จากการทดสอบต่อเนื่อง 60 นาที ขณะที่ในเคลือบแก้ว-เซรามิก สามารถสลายเมทิลีนบลูที่ประมาณ 32% แต่หลังการผสม $\text{TiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ แคลไซน์ที่อุณหภูมิ 700°C พบว่าการสลายเมทิลีนบลูเพิ่มขึ้นมาอยู่ในช่วง 42-46% ซึ่งเป็นผลมาจากการแคลไซน์ $\text{TiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ ก่อนการเผาเคลือบ สามารถขัดขวางการเกิดเฟส Rutile TiO_2 ในระหว่างการเผาเคลือบได้อย่างสมบูรณ์ และยังสามารถขัดขวางการเปลี่ยนเฟส Anatase TiO_2 ไปเป็น Rutile TiO_2 ในเคลือบแก้ว-เซรามิก จึงทำให้เคลือบแก้ว-เซรามิกสามารถสลายสารอินทรีย์ได้จากกระบวนการโฟโตคาตาลิติกภายใต้แสงยูวีและแสงที่ตามองเห็น

Abstract

This research aims to study the additions of the TiO_2 and mixed $\text{TiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ photocatalysts on the photocatalytic capability of glass-ceramic glaze on fast-firing ceramic tiles. This is to develop the self-cleaning glass-ceramic glazed tiles without coating the TiO_2 layer on the outer surface of the glazed-ceramic tiles. Also, the self-cleaning glass-ceramic glazed tiles can reduce the manufacturing process and cost, but enhance the utility and durability of ceramic tiles. This work was conducted by study the content and particle size of the TiO_2 and mixed $\text{TiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ photocatalysts, firing temperature, and firing rate on the photocatalytic capability of glass-ceramic glaze on fast-firing ceramic tiles prepared from glass frit raw material.

The study showed that the addition of solely TiO_2 without using Al_2O_3 in frit or glass-ceramic glazes resulted in the transformation of TiO_2 from anatase to rutile phase after firing at 1200°C , in which the photocatalytic activity was low. The addition of the mixed $\text{TiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ (52/48 up to 48/52 by weight) in the frit glaze, no segregation of the single rutile TiO_2 was observed. TiO_2 reacted with BaO in the frit, and form barium titanium oxide (BaTiO_x), which had better photocatalytic activity than rutile TiO_2 . Meanwhile, the reduction of the rutile TiO_2 phase was observed with an increase in the Al_2O_3 content after the addition of mixed $\text{TiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ in the glass-ceramic glaze. The calcination of mixed $\text{TiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ at 700°C before glaze preparation completely suppressed the formation of rutile TiO_2 during the glaze-firing process. It also suppressed the transformation of anatase TiO_2 to rutile TiO_2 in the glass-ceramic glaze after firing at 1200°C without any effect on the other phases in the glass-ceramic glaze.

Mixed $\text{TiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ in frit glaze and firing at 1200°C exhibited the degradation of methylene blue more than 44% from continual test for 60 min, whereas the glass-ceramic glaze degraded the methylene blue up to 32%. However, after mixing the calcined $\text{TiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ mixture at 700°C , the degradation of methylene blue was enhanced to the range of 42-46%. The calcination of mixed $\text{TiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ before glazing caused the inhibition of the low-photocatalytic rutile TiO_2 formation, and the transformed anatase TiO_2 to rutile TiO_2 during glaze firing. Therefore, the glass-ceramic glazes enabled to degrade the organic substance using the photocatalytic activity under UV-visible light.