

ชื่อเรื่อง	การปรับปรุงค่าความต้านทานการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิฉับพลันของวัสดุผสมเซอร์โคเนีย-อะลูมินา เพื่อใช้เป็นถ้วยเผาหลอม
ชื่อผู้เขียน	นายวิโรจน์ ยอดวุฒิ
หลักสูตร	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (สาขาวัสดุศาสตร์)
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ ดร. สุธิ วัฒนศิริเวช

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาถ้วยเผาหลอมที่เตรียมจากวัสดุผสมเซอร์โคเนีย-อะลูมินา (ZTA) เพื่อให้มีความต้านทานการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิฉับพลันได้ดีขึ้น ในการเตรียมชิ้นทดสอบได้นำผงอะลูมินาขนาดอนุภาคเฉลี่ย 2.8 ไมครอนผสมเซอร์โคเนียแบบเตตระโกนอลที่มีขนาดอนุภาคเฉลี่ย 0.6 ไมครอน ในอัตราส่วนผสมเซอร์โคเนียร้อยละ 5, 10, 15, 20 และ 30 โดยน้ำหนัก นำมาอัดขึ้นรูปด้วยความดัน 65 MPa แล้วนำมาเผาขึ้นเทอร์ที่อุณหภูมิ 1,500, 1,600 และ 1,700 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง ซึ่งในการศึกษาองค์ประกอบทางเคมี และองค์ประกอบทางแร่ของชิ้นทดสอบใช้เทคนิคเอ็กซ์เรย์ฟลูออเรสเซน (XRF) ร่วมกับเทคนิคการเลี้ยวเบนของรังสีเอ็กซ์ (XRD) ศึกษาโครงสร้างระดับจุลภาคโดยใช้กล้องจุลทรรศน์แบบแสง (LM) และกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) ศึกษาสมบัติทางกายภาพทั้งก่อนเผาและหลังเผา ได้แก่ การวิเคราะห์ขนาดอนุภาค การหดตัว ความหนาแน่น ความแข็งแรง และทำการทดสอบคุณสมบัติความต้านทานการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิแบบฉับพลันด้วยวิธีการทดสอบตามมาตรฐาน ASTM C554-93(1999) (ลดอุณหภูมิด้วยน้ำ) และ ASTM C-117-98 (ลดอุณหภูมิด้วยอากาศ) จากการศึกษาพบว่า ความต้านทานการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิฉับพลันตามมาตรฐาน ASTM C554-93(1999) ชิ้นทดสอบที่ผสมเซอร์โคเนียร้อยละ 20 โดยน้ำหนัก เผาขึ้นเทอร์ที่อุณหภูมิ 1,700 องศาเซลเซียส (ZTA-2017) สามารถทนการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิฉับพลันได้สูงสุดคือ $\Delta T_c = 400$ องศาเซลเซียส และจากการทดสอบโดยการลดอุณหภูมิด้วยอากาศพบว่า ถ้วยที่ทำจาก ZTA-2017 สามารถทนการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิฉับพลันได้มากกว่า 40 รอบ ในขณะที่ถ้วยเผาหลอมที่ทำจากอะลูมินาสามารถทนได้เพียง 6-7 รอบ สันนิษฐานว่ารอยแตกระดับจุลภาคเป็นสาเหตุหลักที่ทำหน้าที่กระจาย และขัดขวางรอยแตกที่เกิดจากการ

เปลี่ยนแปลงอุณหภูมิฉับพลัน ส่งผลให้ถ้วยที่เตรียมจาก ZTA 2017 สามารถทนการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิฉับพลันได้สูง

คำสำคัญ : ถ้วยเผาพลอย/ อะลูมินาเพิ่มความเหนียวด้วยเซอร์โคเนีย (ZTA)/ การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิฉับพลัน / รอยแตกระดับจุลภาค



Title Improved thermal shock resistance of zirconia – alumina composites for gemstone heat-treatment crucible.

Author Mr. Wirote Yodwutti

Degree Master of Science Program (Materials Science)

Supervisor Dr. Suthee Wattanasiriwech

ABSTRACT

The objective of this research was to produce crucibles from zirconia-alumina composite (ZTA) with improved thermal shock resistance for gemstone heat-treatment. ZTA samples were prepared by mixing 5–30 wt% of 0.6 μm tetragonal zirconia powders with 2.8 μm alumina powder. The mixed powders were then pressed into pellet using hydraulic system at 65 MPa, and sintered at 1,500 1,600 and 1,700 °C for 4 hrs. Characterization of the ZTA samples were performed in a series as follows: chemical and phase analysis by X-ray fluorescence (XRF) and X-ray diffraction (XRD) techniques; microstructure investigation by a light microscope (LM) and scanning electron microscope (SEM). Physical properties such as particle size distribution, firing shrinkage, density, strength were determined either before or after sintering. Thermal shock resistance of the sintered samples was determined using two standard test methods: ASTM C554–93(1999) and ASTM C-117–98. It was found that the density and flexural strength of ZTA samples increased with increasing sintering temperature. According to ASTM-C554–

93(1999), the ZTA samples with 20 wt% zirconia sintered at 1,700 °C (ZTA-2017) exhibited the highest thermal shock resistance with a critical temperature change (ΔT_C) of 400 °C. Consequently, slip-casted crucibles ZTA-2017 could withstand more than 40 cycles of air-quenching, while a typical alumina crucibles failed at only 6–7 cycles. Crack branching and crack deflection mechanism due to existence of microcracks were believed to be responsible for such improvement in thermal shock resistance of the ZTA crucibles.

Keywords : Crucibles for gemstone heat-treatment/ Zirconia toughened alumina (ZTA)

/ Thermal shock resistance/ micro cracks

