



กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL PROMOTION

ผลงานวิจัยและพัฒนาสูตรเคลือบ และวิธีการใช้งานระบบฐานข้อมูลสูตรเคลือบ สำหรับอุตสาหกรรมเซรามิก

โครงการเพิ่มมูลค่าสินค้าอุตสาหกรรม
เซรามิกด้านเทคนิคการเคลือบ



สนับสนุนโดย

จังหวัดลำปาง ร่วมกับ ศูนย์พัฒนาอุตสาหกรรมเซรามิก
กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม

**ผลงานวิจัยและพัฒนาสูตรเคลือบ
และวิธีการใช้งานระบบฐานข้อมูลสูตรเคลือบ
สำหรับอุตสาหกรรมเซรามิก**

โครงการเพิ่มมูลค่าสินค้าอุตสาหกรรมเซรามิกด้านเทคนิคการเคลือบ

RES กสอ5 พ571



B6150017471

RES กสอ5 พ571
B6150017471

สนับสนุนโดย

จังหวัดลำปาง

ร่วมกับ

ศูนย์พัฒนาอุตสาหกรรมเซรามิก

กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม

กระทรวงอุตสาหกรรม

จัดทำโดย

ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

**ผลงานวิจัยและพัฒนาสูตรเคลือบและวิธีการใช้งานระบบฐานข้อมูลสูตรเคลือบ
สำหรับอุตสาหกรรมเซรามิก**

ISBN 978-616-12-0368-9

พิมพ์ครั้งที่ 1: ธันวาคม 2557 จำนวน 600 เล่ม

คณะที่ปรึกษา

นายธานินทร์ สุภาแสน	ผู้ว่าราชการจังหวัดลำปาง
นายศุภชัย เอี่ยมสุวรรณ	รองผู้ว่าราชการจังหวัดเชียงใหม่
นายฤทธิพงศ์ เตชะพันธุ์	รองผู้ว่าราชการจังหวัดลำปาง
นางอรพรรณ ตันติวีรสุต	ผู้อำนวยการ ศูนย์พัฒนาอุตสาหกรรมเซรามิก
ดร.สมนึก ศิริสุนทร	ผู้อำนวยการฝ่ายอาวุโส ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ

คณะกรรมการกำกับกิจการจ้าง

นายอภิรักษ์ เจริญสุข	นายสิงห์คำ อายะชู
นางสาวอารี แก้วน้อย	นางสาวจิรประภา ขจรบุญ
นางพัชรี พ่วงแรงศิลป์	

คณะทำงาน

ศ.ดร.มิ่งสรรพ ขาวสอาด	ผศ.ดร.อนุชา พรหมวังชา
ผศ.ดร.ศิริธันว์ เจียมศิริเลิศ	ผศ.ดร.วันทนี พุกกะคุปต์
ดร.อนุชา วรรณก้อน	ดร.ศักติพล เทียนเสมอ
ดร.อัศรพงศ์ อ้นทอง	นายวรกร เพชรรักษ์
นางสาวภัทรวรรณ เฉยเจริญ	นางวัชรีย์ สอนลา
นายปริญญ์ สมร่วง	นายสิทธิศักดิ์ ประสานพันธ์
นายวิทยา ทรงกิตติกุล	

จัดพิมพ์โดย ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

คำนำ

หนังสือและเอกสารวิชาการเรื่อง “ผลงานวิจัยและพัฒนาสูตรเคลือบ และวิธีการใช้งานระบบฐานข้อมูลสูตรเคลือบสำหรับอุตสาหกรรมเซรามิก” นี้ เป็นเอกสารที่จัดทำในโครงการเพิ่มมูลค่าสินค้าอุตสาหกรรมเซรามิกด้านเทคนิคการเคลือบ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2557 ที่ได้รับการสนับสนุนงบประมาณการดำเนินงานจาก จังหวัดลำปาง โดยศูนย์พัฒนาอุตสาหกรรมเซรามิก กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม และได้ดำเนินการโดยศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

โดยหนังสือฉบับนี้ มีเนื้อหาประกอบด้วย ผลงานวิจัยและพัฒนาสูตรเคลือบที่เหมาะสมกับอุตสาหกรรมเซรามิก จังหวัดลำปาง จำนวน 20 สูตร ทำการถ่ายทอดผลการวิจัยและพัฒนาสู่ผู้ประกอบการเซรามิกที่เข้าร่วมโครงการจำนวน 20 ราย และวิธีการใช้งานระบบฐานข้อมูลสูตรเคลือบที่ได้จัดทำขึ้นภายในศูนย์พัฒนาอุตสาหกรรมเซรามิก และเปิดให้ใช้บริการแก่บุคคลทั่วไปทางอินเทอร์เน็ต โดยหวังว่าผู้ประกอบการอุตสาหกรรมเซรามิก และผู้ที่สนใจ จะได้นำข้อมูลเหล่านี้ไปประยุกต์ใช้ให้เป็นประโยชน์ หรือนำไปต่อยอดเพื่อ การวิจัยและพัฒนาสูตรเคลือบ และการปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ เพื่อให้อุตสาหกรรมเซรามิกของประเทศ มีศักยภาพในการแข่งขันในตลาดโลกได้อย่างเข้มแข็งและยั่งยืนต่อไป

สารจากผู้ว่าราชการจังหวัดลำปาง

นายธานินทร์ สุภาแสน



อุตสาหกรรมเซรามิก เป็นหนึ่งในอุตสาหกรรมหลักของจังหวัดลำปาง ซึ่งได้รับผลกระทบจากวิกฤตการณ์เศรษฐกิจที่เกิดขึ้นในสหภาพยุโรป และภาวะถดถอยทางเศรษฐกิจของประเทศที่เป็นผู้นำเข้าผลิตภัณฑ์เซรามิกที่สำคัญของจังหวัดลำปาง ได้แก่ สหรัฐอเมริกา และประเทศญี่ปุ่น อีกทั้งภาวะการแข่งขันของผลิตภัณฑ์เซรามิกในตลาดโลกที่รุนแรง โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์เซรามิกจากสาธารณรัฐประชาชนจีนและสาธารณรัฐสังคมนิยมเวียดนาม ที่มีลักษณะผลิตภัณฑ์ใกล้เคียงกันกับผลิตภัณฑ์เซรามิกของประเทศไทย ประเทศเหล่านี้ได้เปรียบด้านต้นทุนการผลิต ทั้งด้านวัตถุดิบ พลังงาน และการขนส่ง ทำให้ประเทศไทยสูญเสียส่วนแบ่งตลาดผลิตภัณฑ์เซรามิกให้กับประเทศคู่แข่ง ดังนั้นอุตสาหกรรมเซรามิกของจังหวัดลำปาง จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการเร่งพัฒนากระบวนการผลิตให้มีประสิทธิภาพสูงสุด ควบคู่ไปกับการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ โดยเฉพาะการนำเทคนิคต่างๆ มาใช้ในการพัฒนาสูตรเคลือบให้มีความหลากหลาย ทำให้ผลิตภัณฑ์เซรามิกที่ได้มีความแตกต่างไปจากคู่แข่ง ซึ่งเป็นการช่วยส่งเสริมศักยภาพของอุตสาหกรรมเซรามิกของจังหวัดลำปางในการแข่งขันในตลาดโลกต่อไป

จังหวัดลำปาง มีความยินดีเป็นอย่างยิ่ง ที่ได้มีโอกาสสนับสนุนผู้ประกอบการอุตสาหกรรมเซรามิกให้เร่งปรับตัวและพัฒนาขีดความสามารถในการแข่งขันในตลาดโลก และหวังว่าผู้ประกอบการอุตสาหกรรมเซรามิกและผู้ที่เกี่ยวข้อง จะนำผลงานวิจัยและข้อมูลจากฐานข้อมูลเคลือบ ตลอดจนข้อมูลต่างๆ ในหนังสือเล่มนี้ไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดและเป็นแรงผลักดันให้อุตสาหกรรมเซรามิกจังหวัดลำปาง มีการพัฒนาอย่างยั่งยืนสืบไป

(นายธานินทร์ สุภาแสน)

ผู้ว่าราชการจังหวัดลำปาง

สารจากผู้อำนวยการ

ศูนย์พัฒนาอุตสาหกรรมเซรามิก

นางอรพรรณ ตันติวีรสุต



อุตสาหกรรมเซรามิกของจังหวัดลำปาง มีจุดแข็งด้านการมีแหล่งวัตถุดิบที่มีคุณภาพ แต่มีจุดอ่อนด้านต้นทุนพลังงานที่สูง ส่งผลต่อการแข่งขันในตลาดการค้าโลก การเพิ่มประสิทธิภาพในการแข่งขันโดยมุ่งเน้นเพียงการเพิ่มกำลังการผลิตเพื่อส่งออกในปริมาณมากนั้น อาจได้รับความเสี่ยงจากภาวะความต้องการและแนวโน้มของตลาดที่ผันแปรอย่างรวดเร็ว ประกอบกับโรงงานอุตสาหกรรมเซรามิกของจังหวัดลำปาง เป็นโรงงานขนาดกลางและขนาดย่อมที่มีกำลังการผลิตไม่สูงนัก แต่มีศักยภาพในการพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์ที่หลากหลาย สามารถปรับเปลี่ยนกระบวนการผลิตได้ง่าย ศูนย์พัฒนาอุตสาหกรรมเซรามิก กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม จึงเล็งเห็นโอกาสในการสร้างความเข้มแข็งให้กับอุตสาหกรรมเซรามิกของจังหวัดลำปาง โดยให้การสนับสนุนการวิจัยและพัฒนาสูตรเคลือบและการใช้เทคนิคต่างๆ ในการเคลือบบนผลิตภัณฑ์เซรามิก ตลอดจนสนับสนุนให้มีการพัฒนาแหล่งข้อมูลสูตรเคลือบและการสร้างฐานข้อมูลเคลือบอย่างเป็นระบบ ง่ายต่อการให้บริการสืบค้น และนำไปประยุกต์ใช้ของผู้ประกอบการ ซึ่งเป็นหนทางหนึ่งในการส่งเสริมและสนับสนุนให้ผู้ประกอบการอุตสาหกรรมเซรามิกและผู้ที่เกี่ยวข้องทั่วไป ใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาสูตรเคลือบเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลิตภัณฑ์เซรามิก อีกทั้งยังเป็นการสร้างและรวบรวมองค์ความรู้ด้านข้อมูลเคลือบแก่ผู้ประกอบการอุตสาหกรรมเซรามิกของจังหวัดลำปาง ให้เกิดการพัฒนาอย่างยั่งยืนต่อไป

ศูนย์พัฒนาอุตสาหกรรมเซรามิก ขอขอบคุณจังหวัดลำปางที่เล็งเห็นความสำคัญ และสนับสนุนการดำเนินงานตามแนวทางดังกล่าว ขอขอบคุณทุกฝ่ายที่ร่วมกันดำเนินงานในโครงการเพิ่มมูลค่าสินค้าอุตสาหกรรมเซรามิกด้านเทคนิคการเคลือบ ขอให้โครงการฯ ประสบความสำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ที่ได้ตั้งไว้ทุกประการ

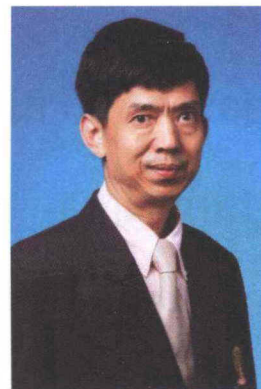
(นางอรพรรณ ตันติวีรสุต)

ผู้อำนวยการ ศูนย์พัฒนาอุตสาหกรรมเซรามิก

สารจากผู้อำนวยการ

ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ

รศ. ดร. วีระศักดิ์ อุดมกิจเดชา



การพัฒนาอุตสาหกรรมให้มีความก้าวหน้าและมีความสามารถในการแข่งขันในปัจจุบัน นอกจากการปรับปรุงกระบวนการผลิตด้วยการบริหารจัดการเพื่อลดต้นทุนและเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตแล้ว จำเป็นต้องมีการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตที่ทันสมัย และการสร้างผลิตภัณฑ์หรือนวัตกรรมใหม่ๆ ออกสู่ตลาด ซึ่งการวิจัยและพัฒนาจะเริ่มต้นได้ดี และมีทิศทางไปสู่ความสำเร็จได้นั้น จะต้องมียุทธศาสตร์ประกอบ เริ่มต้นที่สำคัญ คือ การมีบุคลากรที่มีความรู้ความสามารถ และการมีองค์ความรู้พื้นฐานที่จะช่วยให้การทำงานวิจัยเป็นไปอย่างรวดเร็ว ช่วยลดต้นทุนและเวลาในการทำงานวิจัย เนื่องจากอุตสาหกรรมเซรามิกของประเทศไทยนั้น เป็นอุตสาหกรรมที่มีความหลากหลาย ทั้งในลักษณะของรูปแบบผลิตภัณฑ์ ขนาดของโรงงาน และระดับของเทคโนโลยีที่ใช้ในการผลิต แม้แต่ในกลุ่มผลิตภัณฑ์เดียวกันก็นับเป็นอุตสาหกรรมที่มีสถานะการแข่งขันสูง เนื่องจากมักจะมีการผลิตผลิตภัณฑ์ในรูปแบบที่ซ้ำๆ กัน การนำงานวิจัยและพัฒนามาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมเซรามิก โดยการสร้างรูปแบบ เอกลักษณ์ หรือผลิตภัณฑ์ที่แตกต่างออกสู่ตลาด จึงเป็นแนวทางที่เหมาะสมกับอุตสาหกรรมเซรามิกของไทยเป็นอย่างยิ่ง ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีความยินดีที่ได้มีโอกาสร่วมมือกับทางจังหวัดลำปาง และศูนย์พัฒนาอุตสาหกรรมเซรามิก กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม ในการดำเนินการสร้างพื้นฐานองค์ความรู้ด้วยการพัฒนาฐานข้อมูลสูตรเคลือบ และการสร้างผลิตภัณฑ์ใหม่โดยใช้เทคนิคการเคลือบสำหรับอุตสาหกรรมเซรามิก ตามแนวทางของโครงการเพิ่มมูลค่าสินค้าอุตสาหกรรมด้วยเทคนิคการเคลือบนี้

กระผมจึงหวังว่า ผลงานจากงานวิจัยและพัฒนาสูตรเคลือบและวิธีการใช้งานระบบฐานข้อมูลสูตรเคลือบสำหรับอุตสาหกรรมเซรามิกในหนังสือเล่มนี้ จะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาและสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลิตภัณฑ์เซรามิก ช่วยยกระดับมาตรฐานของอุตสาหกรรมเซรามิกของจังหวัดลำปาง และอุตสาหกรรมเซรามิกของประเทศ ให้มีความสามารถในการแข่งขันในตลาดโลกได้อย่างยั่งยืนต่อไป

(รศ. ดร. วีระศักดิ์ อุดมกิจเดชา)

ผู้อำนวยการ ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ

สารบัญ

การวิจัยและพัฒนาสูตรเคลือบเซรามิก	1
ผลงานวิจัยและพัฒนาสูตรเคลือบเซรามิก	7
1. สูตรเคลือบใส CU Glossy Base 1.2	19
2. สูตรเคลือบใส CU Glossy Base 03	23
3. สูตรเคลือบเขียวอ่อน MTEC OP1403	28
4. สูตรเคลือบใสสีแดง MTEC CL-R01	30
5. สูตรเคลือบใสสีดำ MTEC CL-BL01	32
6. สูตรเคลือบเขียวหยก MTEC JD1402	35
7. สูตรเคลือบใสสีแดง CMU Rd1401	37
8. สูตรเคลือบทึบขาว CU Opaque 01	40
9. สูตรเคลือบทึบขาว CU Opaque 02	42
10. สูตรเคลือบทึบขาว MTEC Op01	45
11. สูตรเคลือบทึบกึ่งมันกึ่งด้านขาว CMU SM-1404	48
12. สูตรเคลือบสีลาดล CMU CL1401	50
13. สูตรเคลือบใสอุณหภูมิต่ำ MTEC CL1100	53
14. สูตรเคลือบทึบขาวอุณหภูมิต่ำ MTEC OP1100	56
15. สูตรเคลือบแอนทีก CU Antique-STD	59
16. สูตรเคลือบด้าน CU Matt-TiO ₂	62
17. สูตรเคลือบด้าน CU Alumina Matt 01	64
18. สูตรเคลือบทึบกึ่งมันกึ่งด้านดำ CU SM-BL01	67

19. สูตรเคลือบหยदनํ้ามัน CU Oil Spot-01.....	69
20. สูตรเคลือบนาโมโกะ CU Namako-01.....	71
วิธีการใช้งานระบบฐานข้อมูลสูตรเคลือบสำหรับอุตสาหกรรมเซรามิก	74
การสมัครสมาชิก.....	75
การเข้าสู่ระบบ	76
การสืบค้นข้อมูลสูตรเคลือบ.....	77
การแสดงผลข้อมูลแผนที่ภาพรวม.....	79
การแก้ไขข้อมูลส่วนตัว.....	81
การออกจากระบบ	82

การวิจัยและพัฒนาสูตรเคลือบเซรามิก

ผลิตภัณฑ์เซรามิกของจังหวัดลำปาง นับว่ามีความหลากหลายมากที่สุดในประเทศ เนื่องจากมีทั้งผลิตภัณฑ์ที่เป็นเครื่องใช้บนโต๊ะอาหาร เช่น แก้วกาแฟ ชามไก่ ผลิตภัณฑ์สำหรับงานก่อสร้าง เช่น กระเบื้อง ลูกกรงเซรามิก และผลิตภัณฑ์ตกแต่งบ้านและสวน เช่น แจกัน ผลิตภัณฑ์สำหรับทำสปา โคมไฟ หรือของชำร่วยและของที่ระลึกนานาชาติ ประกอบกับอุตสาหกรรมเซรามิกในจังหวัดลำปางเป็นอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อมจำนวนมาก จึงมีศักยภาพสูงในการพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์เซรามิกรวมถึงการใช้เทคนิคการเคลือบที่หลากหลาย เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มให้สูงขึ้นได้

ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ ได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากจังหวัดลำปาง โดยศูนย์พัฒนาอุตสาหกรรมเซรามิก กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม ได้ดำเนินโครงการ การเพิ่มมูลค่าสินค้า อุตสาหกรรมเซรามิกด้านเทคนิคการเคลือบ ในการวิจัยและพัฒนาสูตรเคลือบที่เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์เซรามิกของจังหวัดลำปาง และสร้างระบบฐานข้อมูลเคลือบเซรามิก เพื่อให้เป็นฐานความรู้ที่เปิดให้บริการแก่ผู้ประกอบการและผู้สนใจทั่วไป สามารถเข้าไปสืบค้นข้อมูลและนำไปพัฒนาต่อยอดให้เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ของตน นำไปสู่การสร้างผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ หรือผลิตภัณฑ์ที่มีเอกลักษณ์ได้

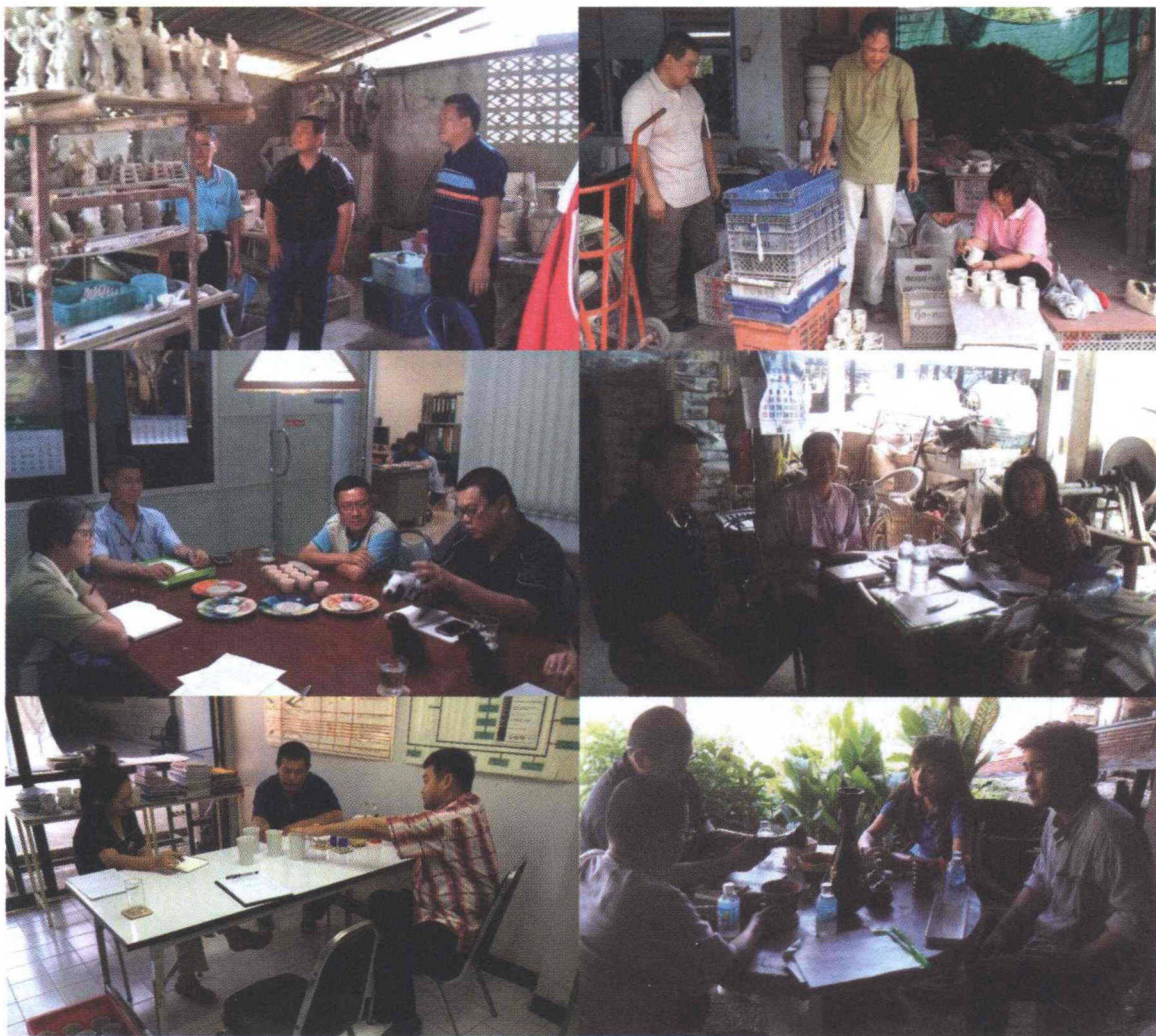
ในโครงการฯ ดังกล่าว มีการรับสมัครโรงงานอุตสาหกรรมเซรามิกของจังหวัดลำปางที่สนใจเข้าร่วมพัฒนาสูตรเคลือบจำนวน 20 โรงงาน ซึ่งแต่ละโรงงานก็มีความต้องการที่หลากหลาย ได้แก่ ต้องการพัฒนาสูตรเคลือบเพื่อแก้ไขปัญหา และลดต้นทุนการผลิต ต้องการพัฒนาเคลือบตามคำสั่งซื้อของลูกค้า ต้องการพัฒนาสูตรเคลือบที่สนใจแต่ไม่มีประสบการณ์ในการผลิต โดยแบ่งสูตรเคลือบออกเป็นกลุ่มตามความต้องการของโรงงานได้ดังนี้

1. กลุ่มโรงงานที่ต้องการพัฒนาเคลือบสีพื้นฐาน เพื่อทำการผลิตเคลือบเอง หรือการปรับให้มีสมบัติที่ดีขึ้น เช่น การไหลตัวดีขึ้น รานตัวลดลง ลดอุณหภูมิการเผา หรือลดต้นทุนการผลิตลง จำนวน 5 โรงงาน ซึ่งโรงงานในกลุ่มนี้ส่วนใหญ่จะทำการเผาผลิตภัณฑ์อยู่ในช่วงอุณหภูมิ 1200-1240°C และต้องการปรับลดอุณหภูมิลงอยู่ในช่วง 1150-1200°C

2. กลุ่มโรงงานที่ต้องการพัฒนาเคลือบสี ได้แก่ เคลือบสีเขียว สีแดง สีดำ โดยให้สามารถควบคุมความเข้มของสีได้ตามต้องการ จำนวน 4 โรงงาน ซึ่งอาจปรับแก้โดยใช้สีแบบ inclusion ที่สามารถทนอุณหภูมิการเผาที่สูงถึง 1300°C หรือการควบคุมอุณหภูมิและบรรยากาศการเผา

3. กลุ่มโรงงานที่ต้องการพัฒนาเคลือบทึบ เคลือบด้าน หรือเคลือบเอฟเฟคต่างๆ ที่เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์เฉพาะ เช่น เคลือบทึบสีขาว เคลือบหยก หรือเคลือบสำหรับลูกกรงเซรามิก จำนวน 8 โรงงาน โดยเคลือบสีขาวเป็นที่ต้องการมากที่สุดแต่พบปัญหาการเผาไม่สุกตัว หรือต้องการเคลือบด้านแต่เคลือบที่ได้หลังเผากลับมีความมันเงา และเคลือบไม่ได้เอฟเฟคตามที่ต้องการ จึงต้องมีการทดลองหลายครั้ง โดยต้องมีการปรับสูตร เทคนิคการเคลือบ และวิธีการเผาด้วย

4. กลุ่มโรงงานที่ต้องการพัฒนาเคลือบอุณหภูมิต่ำ ในช่วงอุณหภูมิ 900-1100°C จำนวน 3 โรงงานพบว่าเกิดตำหนิบนผลิตภัณฑ์เซรามิกหลังเผาจากการใช้เคลือบอุณหภูมิต่ำกับเนื้อดินของโรงงาน เคลือบรานรูเข็ม จึงต้องมีการปรับสูตรเคลือบ และบางโรงงานพบว่าเคลือบไม่เข้ากับเนื้อดิน เนื่องจากการหดตัวและอุณหภูมิการเผาที่แตกต่างกัน จึงต้องทำการทดลองโดยปรับใช้เนื้อดินอุณหภูมิต่ำควบคู่ไปด้วย



ภาพที่ 1 การถ่ายทอดสูตรเคลือบให้กับโรงงาน



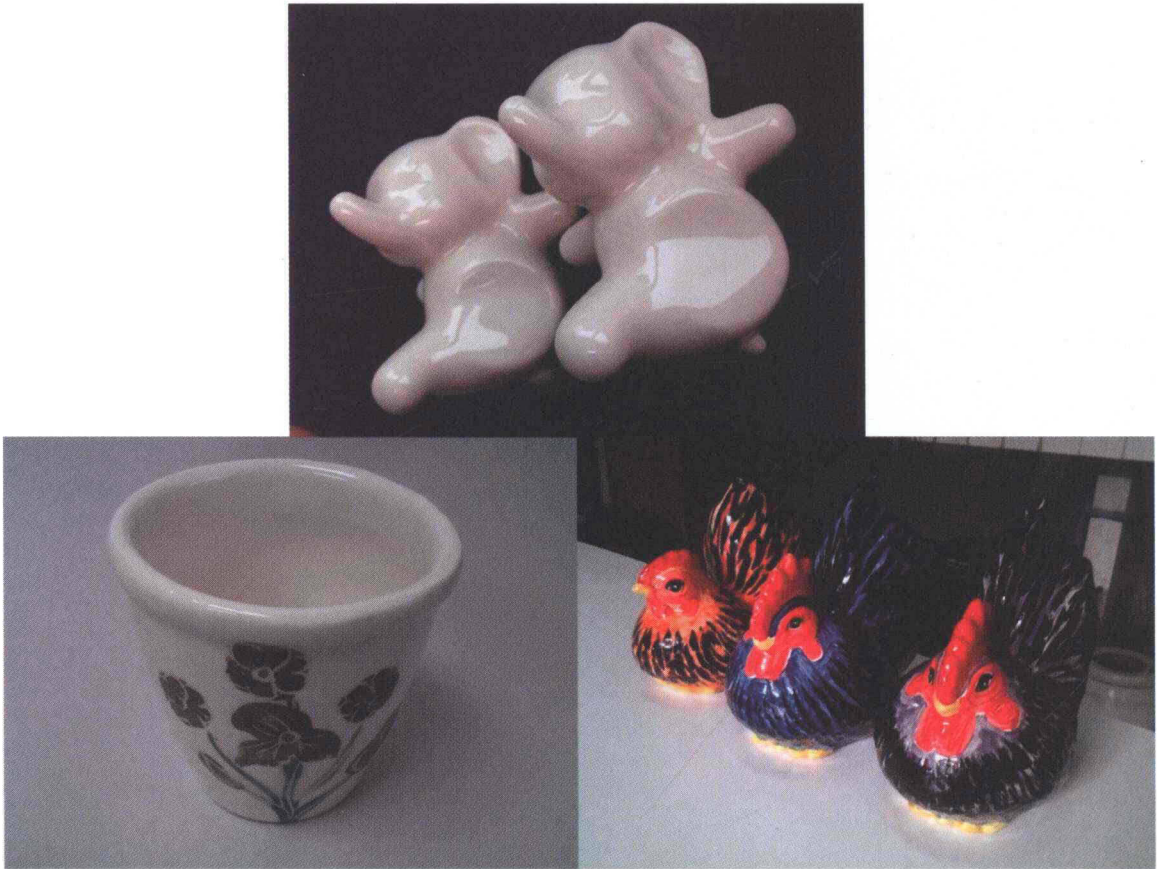
ภาพที่ 2 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการพัฒนาเคลือบสีพื้นฐาน



ภาพที่ 3 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการพัฒนาเคลือบสี



ภาพที่ 4 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการพัฒนาเคลือบทึบ เคลือบด้าน และเคลือบเอฟเฟคต่างๆ



ภาพที่ 5 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการพัฒนาเคลือบอุณหภูมิต่ำ

ผลงานวิจัยและพัฒนาสูตรเคลือบเซรามิก

โครงการเพิ่มมูลค่าสินค้าอุตสาหกรรมเซรามิกด้านเทคนิคการเคลือบ มีวัตถุประสงค์เพื่อทำการวิจัยและพัฒนาสูตรเคลือบเซรามิกที่มีความหลากหลาย สามารถสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลิตภัณฑ์เซรามิกของจังหวัดลำปางได้ เป็นการสนับสนุนผู้ประกอบการอุตสาหกรรมเซรามิกจังหวัดลำปาง ให้ได้รับการพัฒนาคุณภาพผลิตภัณฑ์เซรามิกด้วยเทคนิคการเคลือบ และสามารถเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของอุตสาหกรรมเซรามิกจังหวัดลำปาง และสร้างระบบฐานข้อมูลเคลือบ ที่สามารถให้บริการแก่ผู้ประกอบการอุตสาหกรรมเซรามิก และผู้สนใจทั่วไปได้ โดยได้ดำเนินการวิจัยและพัฒนาสูตรเคลือบเซรามิก จำนวน 20 สูตร แต่ละสูตรจะมีความแตกต่างกัน สามารถนำไปใช้ในการพัฒนาคุณภาพผลิตภัณฑ์เซรามิกด้วยเทคนิคการเคลือบ ตามวัตถุประสงค์ที่ได้ตั้งไว้

การวิจัยและพัฒนาสูตรเคลือบเซรามิก ของอุตสาหกรรมเซรามิกจังหวัดลำปาง นั้นเป็นไปตามความเหมาะสมกับลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่จะทำการเคลือบ และตรงกับความต้องการของผู้ประกอบการอุตสาหกรรมเซรามิกจังหวัดลำปาง

วัตถุดิบสำหรับการวิจัยและพัฒนาสูตรเคลือบ

วัตถุดิบสำหรับการวิจัยและพัฒนาสูตรเคลือบเซรามิกที่เหมาะสมกับกลุ่มผู้ประกอบการเซรามิกในจังหวัดลำปาง เป็นวัตถุดิบที่มีจำหน่ายในท้องตลาดและสามารถจัดหาได้โดยง่าย ดังต่อไปนี้

1. วัตถุดิบหลักสำหรับการวิจัยและพัฒนา

- โฟแทสเซียมเฟลด์สปาร์ จากบริษัท Sibelco Minerals (Thailand) Co.,Ltd.
- โซเดียมเฟลด์สปาร์ จากบริษัท Sibelco Minerals (Thailand) Co.,Ltd.
- ทรายซิลิกา จากบริษัท Sibelco Minerals (Thailand) Co., Ltd.
- ดินขาว จากบริษัท Sibelco Minerals (Thailand) Co., Ltd.
- โดโลไมต์ จากบริษัท Sibelco Minerals (Thailand) Co., Ltd.
- หินปูน จากบริษัท Sibelco Minerals (Thailand) Co., Ltd.
- ทัลคัม จากบริษัท T.C. Sathaporn Co., Ltd.

2. สารเคมีสำหรับการวิจัยและพัฒนา

- ซิงก์ออกไซด์ จากบริษัท Union Chemical 1986 Co., Ltd.
- เซอร์โคเนียมซิลิเกต จากบริษัท Union Chemical 1986 Co., Ltd.
- ไททาเนียมไดออกไซด์ จากบริษัท Union Chemical 1986 Co., Ltd.
- แบเรียมคาร์บอเนต จากบริษัท Sibelco Minerals (Thailand) Co., Ltd.

- แคลเซียมฟลูออไรด์ จากบริษัท Sibelco Minerals (Thailand) Co., Ltd.
- ดินุกออกไซด์
- คอปเปอร์คาร์บอเนต
- อะลูมิเนียมออกไซด์
- เบนโทไนต์
- โบนแอช

3. สีสะท้อน

- MT – 201 จากบริษัท Mine Tech Co., Ltd
- MT – 204 จากบริษัท Mine Tech Co., Ltd
- MT – 210 จากบริษัท Mine Tech Co., Ltd
- MT 105 -1 จากบริษัท Mine Tech Co., Ltd
- II L1LAL จากบริษัท MC Industrial Chemical Co., Ltd
- Pink SP-71 จากบริษัท MC Industrial Chemical Co., Ltd
- Yellow M-120 จากบริษัท MC Industrial Chemical Co., Ltd
- Maroon (7/4/2642) จากบริษัท Johnson Matthey Hong Kong Limited
- GS019H Yellow จากบริษัท Johnson Matthey Hong Kong Limited
- Chocolate 4531 จากบริษัท Kawamura Ceramic Co., Ltd
- Blue 4571 จากบริษัท Kawamura Ceramic Co., Ltd
- Blue 22203
- KE 11422
- FC 5-16038
- Black Stain
- สีสำเร็จรูปสีเขียวอ่อนแบบ Inclusion
- สีสำเร็จรูปสีแดงแบบ Inclusion

4. สารออกไซด์ที่ให้สี

- คอปเปอร์ออกไซด์
- เหล็กออกไซด์
- โคบอลต์ออกไซด์
- แมงกานีสออกไซด์

- นิกเกิลออกไซด์
- โครเมียมออกไซด์

5. สารเคมีอื่นๆ

- สารช่วยการกระจายตัวของน้ำเคลือบ Sodium tripolyphosphate (STPP)
- สารช่วยการยึดเกาะของน้ำเคลือบ Carboxy Methyl Cellulose (CMC)
- ปริมาณเลข 425 จากบริษัท Ferro (Thailand) Co., Ltd.
- ปริมาณเลข 931 จากบริษัท Ferro (Thailand) Co., Ltd.
- ปริมาณเลข 360 จากบริษัท Ferro (Thailand) Co., Ltd.
- ปริมาณเลข 366 จากบริษัท Ferro (Thailand) Co., Ltd.

การวิเคราะห์สมบัติของวัตถุดิบ

1. การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ

สมบัติทางกายภาพของวัตถุดิบหลัก ได้แก่ ทรายซิลิกา โซเดียมเฟลด์สปาร์ และดินขาว แสดงได้ดังตารางที่ 1 โดย ผ่านการคัดขนาดผ่านตะแกรง 325 เมช (ขนาดอนุภาคน้อยกว่า 45 ไมครอน) ทรายซิลิกาและโซเดียมเฟลด์สปาร์ อยู่ในรูปของผงวัตถุดิบสีขาวร่วนละเอียด ในขณะที่ดินขาวมีสีนวลๆ เกาะกันเป็นก้อนบางส่วนและมีความชื้นสูง

ตารางที่ 1 สมบัติทางกายภาพของวัตถุดิบหลัก

วัตถุดิบ	ทรายซิลิกา	โซเดียมเฟลด์สปาร์	ดินขาว
Particle size and size distribution			
Median Particle Size, D50 (μm)	14.9	16.14	n/a
Distribution (%)	-	-	-
<20 micron	-	-	-
<10 micron	-	-	81.20
<5 micron	-	-	56.60
<2 micron	-	-	33.80
<1 micron	-	-	16.40
<0.5 micron	-	-	7.00

ตารางที่ 1 (ต่อ) สมบัติทางกายภาพของวัตถุดิบหลัก

วัตถุดิบ	ทรายซิลิกา	โซเดียม เฟลด์สปาร์	ดินขาว
Residue (%)			
75 micron	-	0.66	-
45 micron	1.50	7.12	2.00
Moisture content (%)	0.5	0.5	25
Specific gravity	2.65	2.6	n/a
Fusion colour at 1220°C			
L*	-	77.41	80.1
a*	-	0.1	0.2
b*	-	14.8	7.3
Non-fusion (%)	-	52.1	-

2. การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

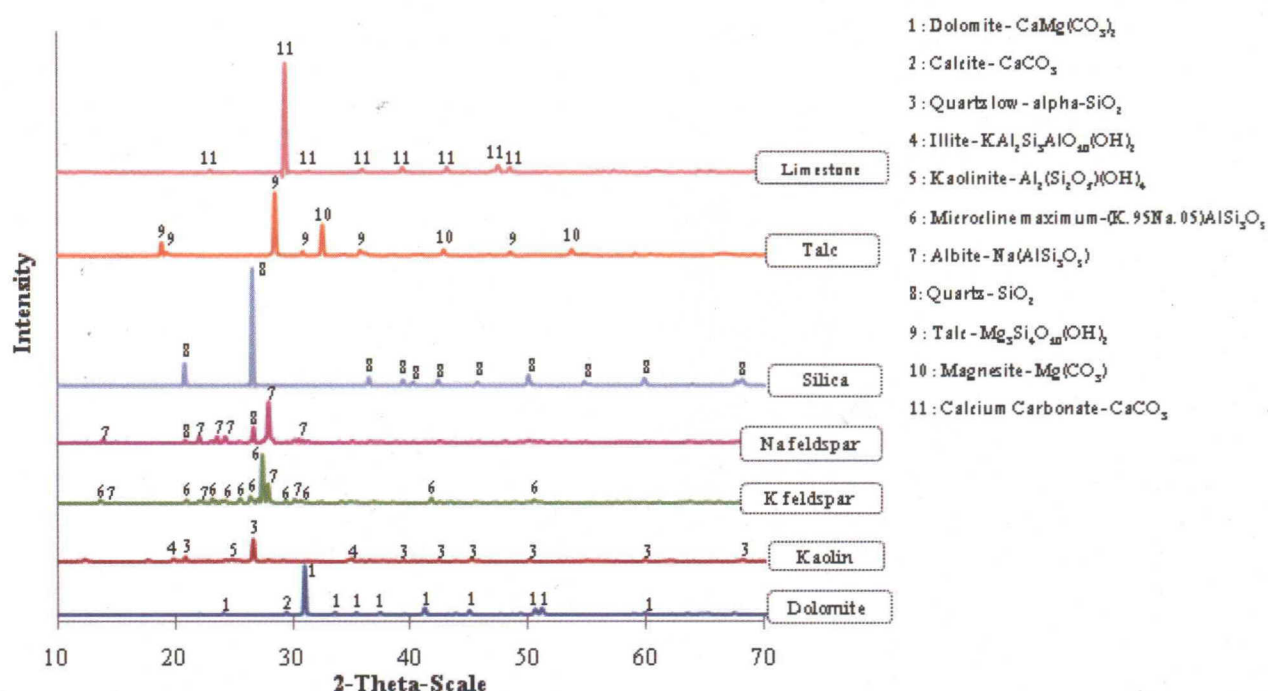
องค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบหลัก วิเคราะห์ด้วยเครื่อง X-Ray Fluorescence Spectrometer ยี่ห้อ Philips รุ่น PW2400 โดยศูนย์เครื่องมือวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย แสดงได้ดังตารางที่ 2 ทรายซิลิกา ค่อนข้างมีความบริสุทธิ์สูงเนื่องจากมีปริมาณของซิลิกาสูงถึง 99 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักโดยประมาณ โซเดียมเฟลด์สปาร์ ประกอบด้วย ซิลิกา อะลูมินา และโซเดียมออกไซด์ 68.52 17.55 และ 8.06 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักตามลำดับ โดยที่มีแคลเซียมออกไซด์ แมกนีเซียมออกไซด์ และโพแทสเซียมออกไซด์อยู่เล็กน้อย ส่วนดินขาว ประกอบด้วย ซิลิกา 57.99 และอะลูมินา 28.31 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก โดยมีองค์ประกอบของโพแทสเซียมออกไซด์และโซเดียมออกไซด์ที่ทำหน้าที่เป็นตัวช่วยหลอม (Flux) นอกจากนี้ยังมีเหล็กออกไซด์อยู่สูงกว่าวัตถุดิบอื่น ส่วนค่าการสูญเสียน้ำหนักหลังเผา (Loss on Ignition : LOI) ของดินขาวเกิดจากการสูญเสียน้ำในโครงสร้างเป็นหลัก

ตารางที่ 2 องค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบ

วัตถุดิบ	ทรายซิลิกา	โซเดียมเฟลด์สปาร์	ดินขาว
Chemical Composition			
SiO ₂	99.16	68.52	57.99
TiO ₂	0.03	0.29	0.07
Al ₂ O ₃	0.43	17.55	28.31
Fe ₂ O ₃	0.03	0.2	0.73
CaO	0.03	1.77	0.15
MgO	0.02	0.58	0.24
K ₂ O	0.03	0.75	3.71
Na ₂ O	0.03	8.06	3.91
LOI	-	1.24	4.79

3. การวิเคราะห์องค์ประกอบทางแร่

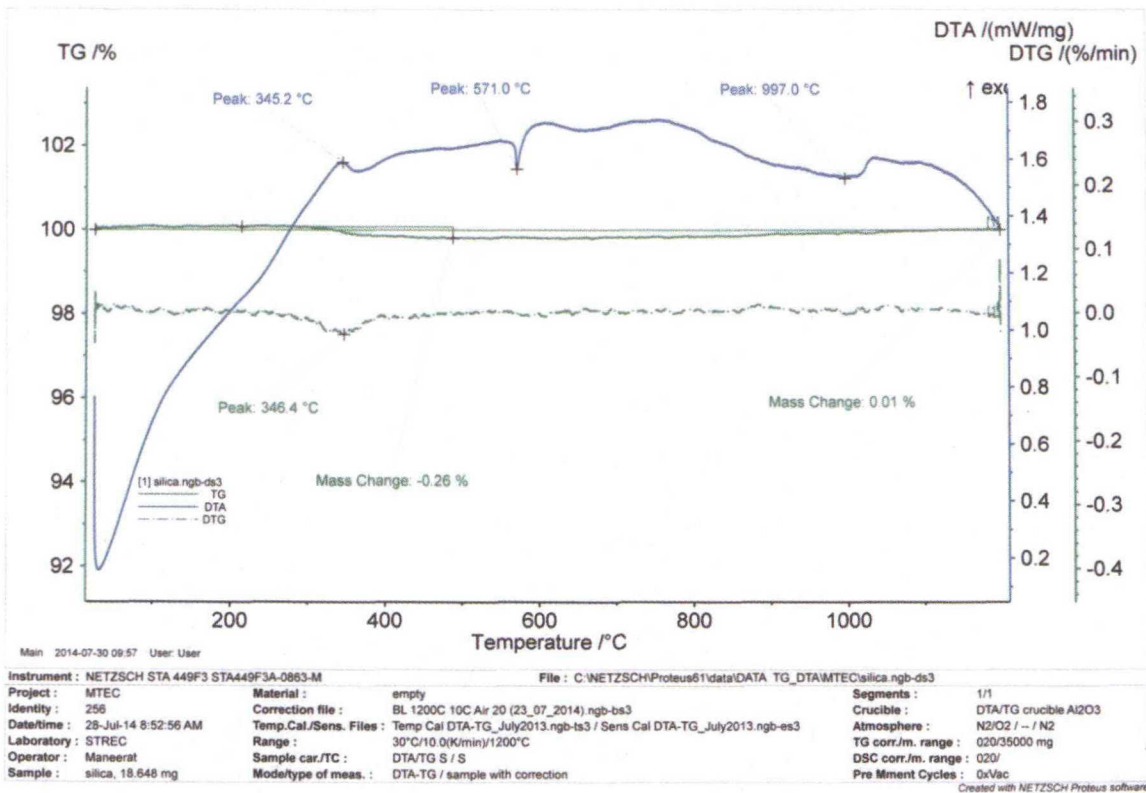
ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางแร่ของวัตถุดิบที่ใช้ในการวิจัยและพัฒนาสูตรเคลือบ ด้วยเครื่อง X-Ray Diffractometer ยี่ห้อ Bruker รุ่น D8-Discover โดยศูนย์เครื่องมือวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้แก่ โซเดียมเฟลด์สปาร์ ทรายซิลิกา ดินขาว โพแทสเซียมเฟลด์สปาร์ โดโลไมต์ หินปูน และทลคัม แสดงผลการวิเคราะห์ได้ดังภาพที่ 6 พบว่าองค์ประกอบของวัตถุดิบที่วิเคราะห์ได้ตรงตามสูตรเคมีของวัตถุดิบนั้นๆ เป็นส่วนใหญ่ โดยโพแทสเซียมเฟลด์สปาร์ประกอบด้วยเฟสอัลไบท์ (Albite) และ ไมโครไคลน์ (Microcline) ในขณะที่โซเดียมเฟลด์สปาร์ประกอบด้วยเฟสอัลไบท์ร่วมกับควอตซ์ (Quartz) ดินขาวประกอบด้วยอิลไลต์ (Illite) เคโอลิไนต์ (Kaolinite) และแอลฟาควอตซ์ (Alpha Quartz)



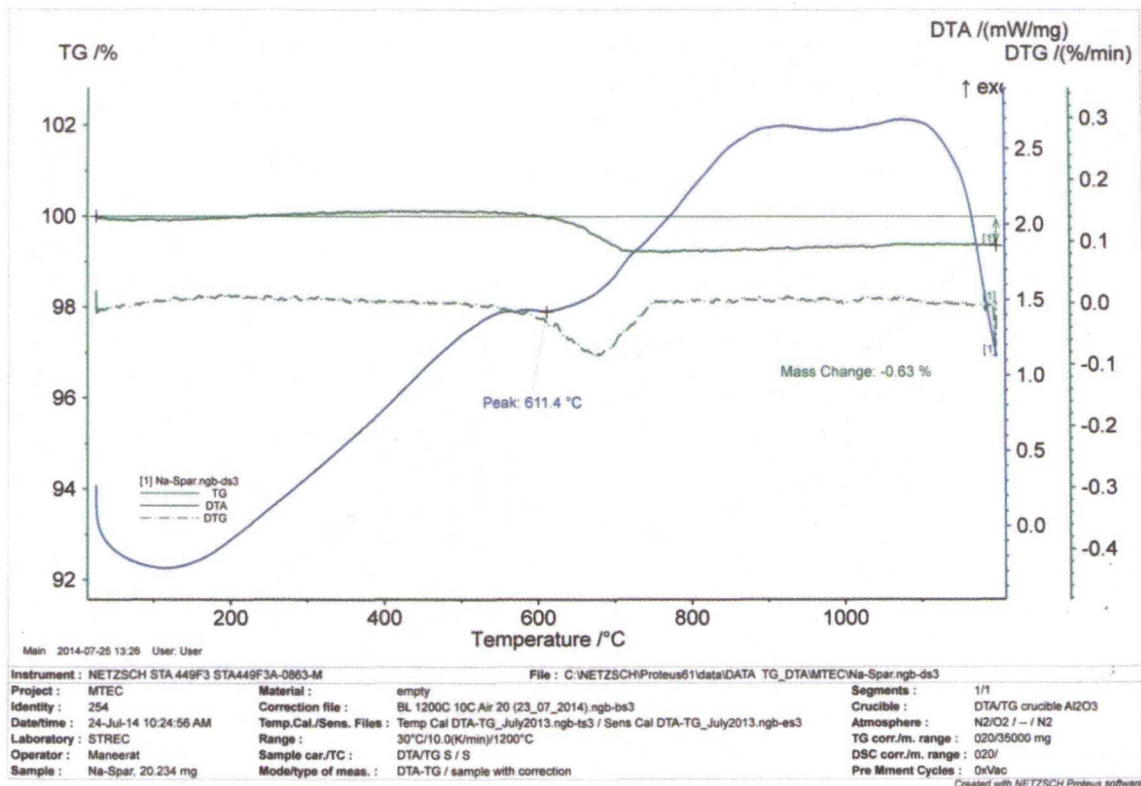
ภาพที่ 6 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางแร่ โดยเทคนิค XRD ของวัตถุดิบที่ใช้ในการเตรียมสูตรเคลือบ

4. การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสมบัติเนื่องจากความร้อน

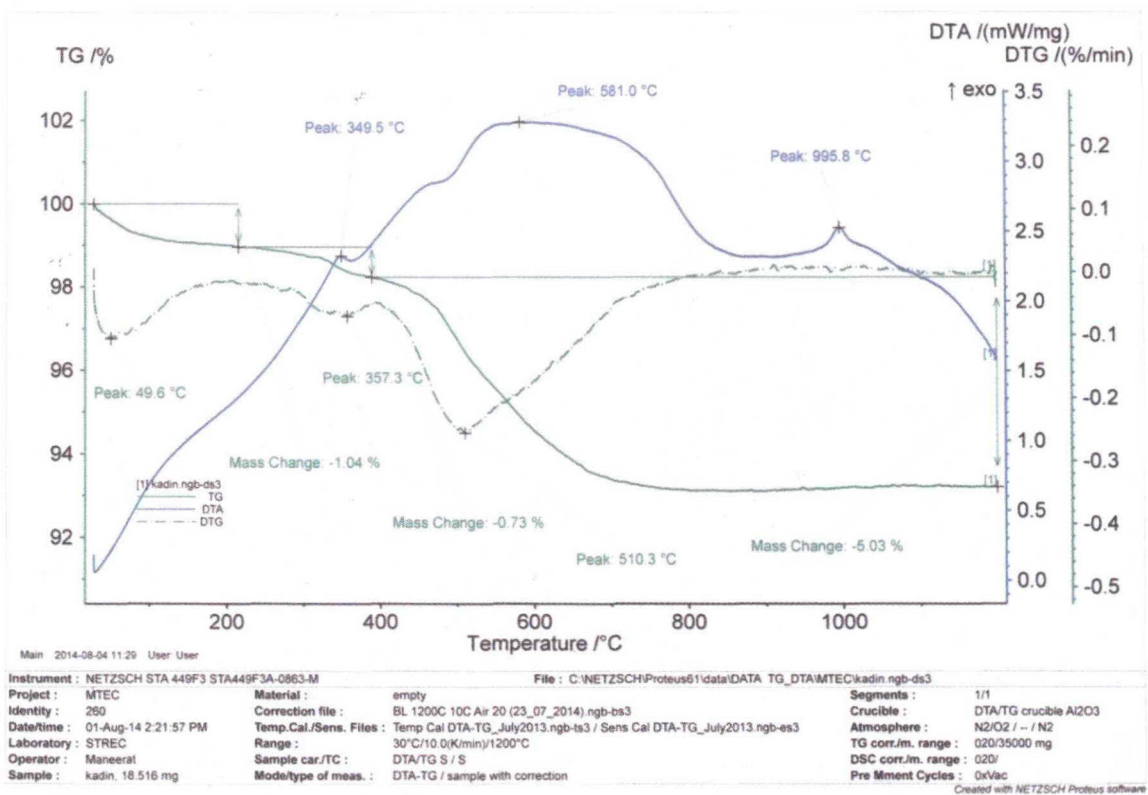
การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสมบัติเนื่องจากความร้อนของวัตถุดิบ ด้วยวิธีการ Differential Thermal Analysis (DTA) โดยวิเคราะห์สมบัติเชิงความร้อนของวัตถุดิบต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ในรูปของอุณหภูมิที่ต่างกันระหว่างสารตัวอย่างกับสารอ้างอิง วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงในลักษณะการดูด (Endothermic) หรือการคายความร้อน (Exothermic) เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงระดับพลังงานภายใน (Enthalpic Transition) เช่น จากการเปลี่ยนเฟส การละลาย การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างผลึก กระบวนการออกซิเดชัน (Oxidation) รีดักชัน (Reduction) และปฏิกิริยาเคมีต่างๆ และการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักเมื่อได้รับความร้อน ด้วยวิธี Thermogravimetric Analysis (TG) วิเคราะห์โดยศูนย์เครื่องมือวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ด้วยเครื่อง Simultaneous Thermal Analysis (STA), STA449F3 Jupiter NETZSCH ผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสมบัติเนื่องจากความร้อนเป็นดังต่อไปนี้



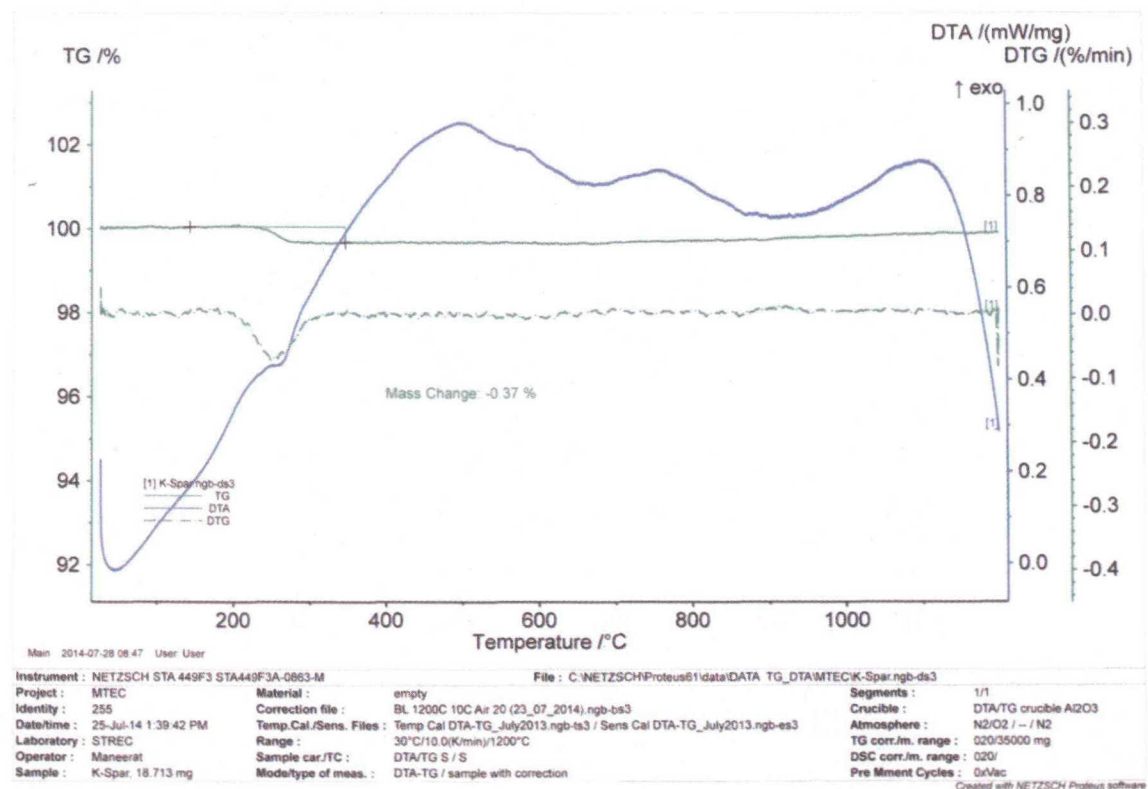
ภาพที่ 7 การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสมบัติเนื่องจากความร้อนของทรายซิลิกา



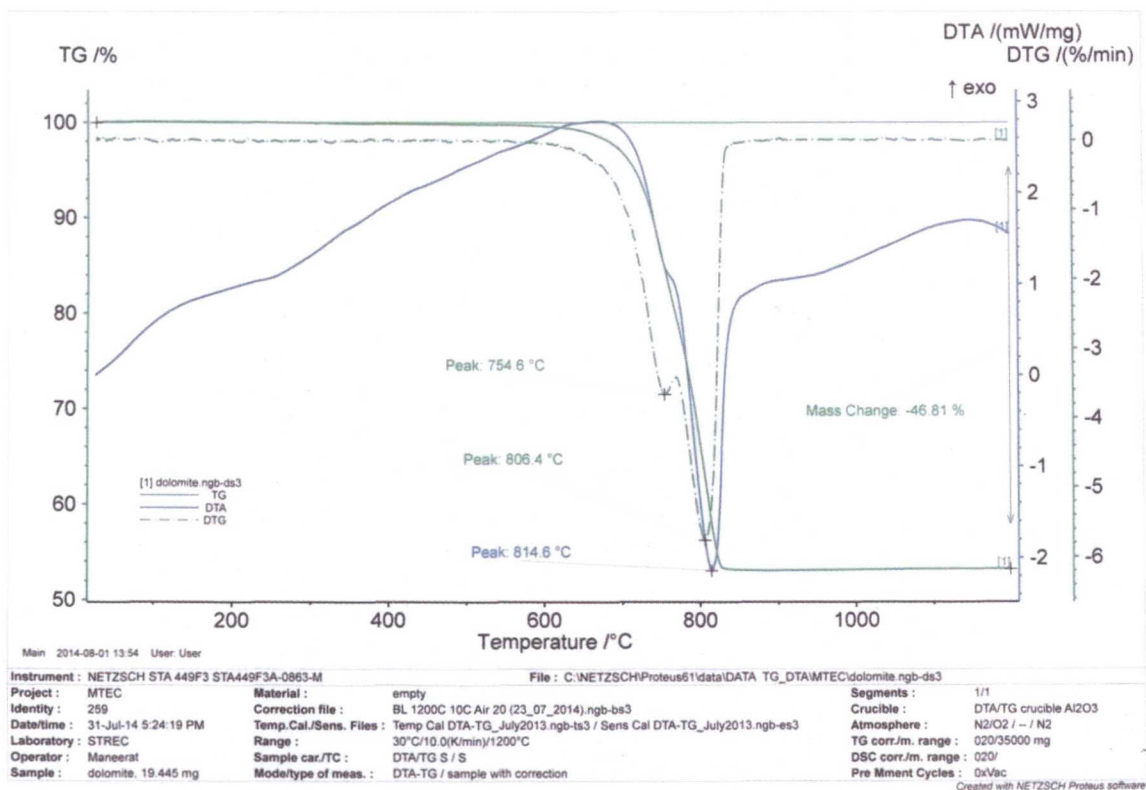
ภาพที่ 8 การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสมบัติเนื่องจากความร้อนของโซเดียมเฟลด์สปาร์



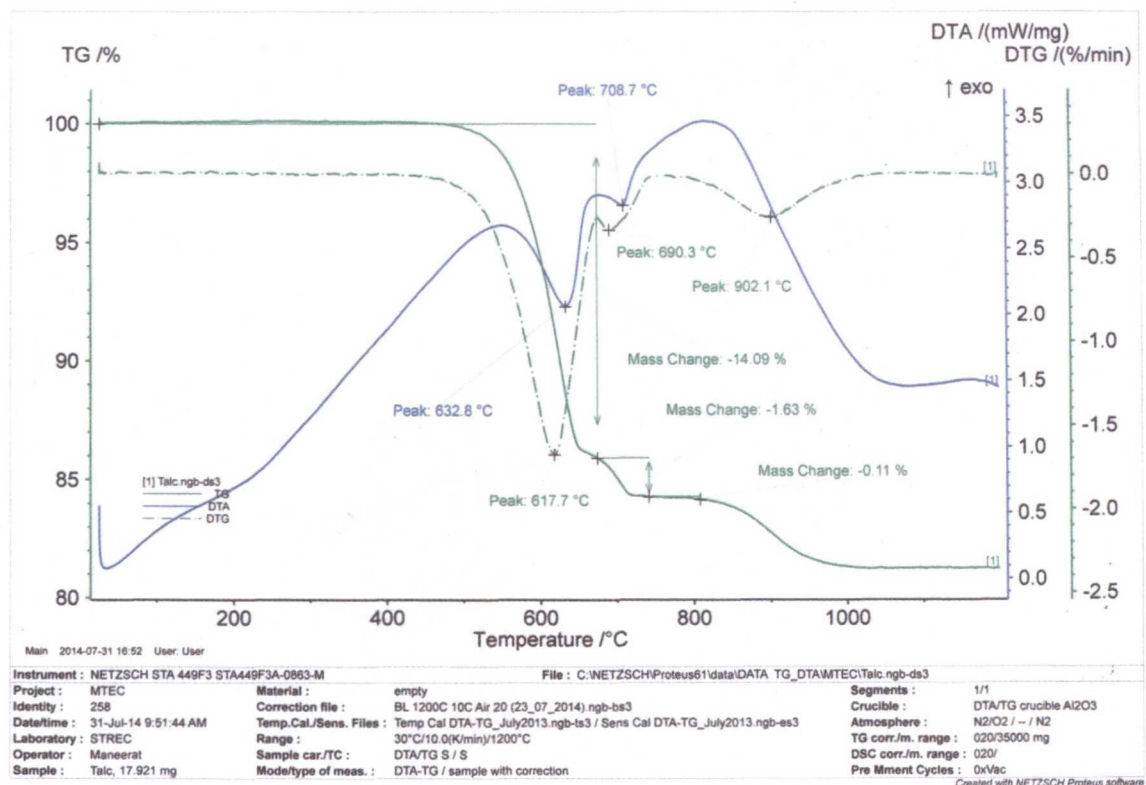
ภาพที่ 9 การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสมบัติเนื่องจากความร้อนของดินขาว



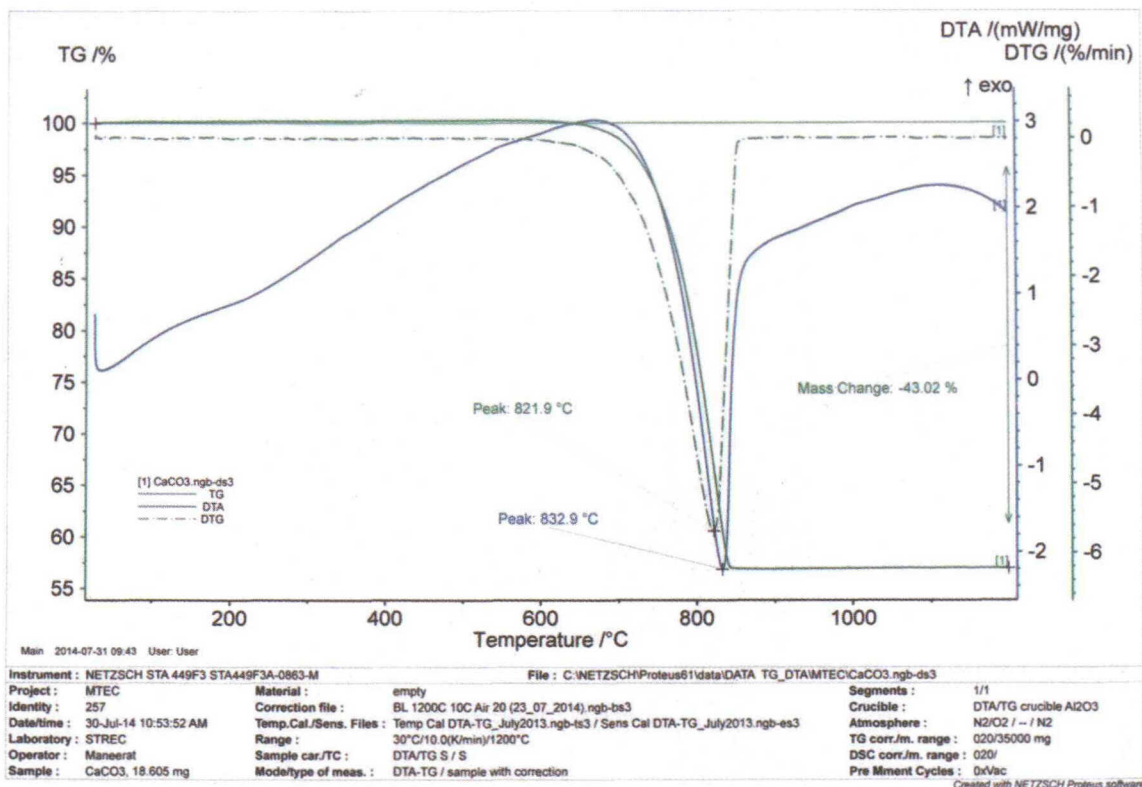
ภาพที่ 10 การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสมบัติเนื่องจากความร้อนของโพแทสเซียมเฟลด์สปาร์



ภาพที่ 11 การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสมบัติเนื่องจากความร้อนของโดโลไมต์



ภาพที่ 12 การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสมบัติเนื่องจากความร้อนของทัลค์



ภาพที่ 13 การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสมบัติเนื่องจากความร้อนของหินปูน

5. การวิจัยและพัฒนาสูตรเคลือบในห้องปฏิบัติการ

การวิจัยและพัฒนาสูตรเคลือบ เป็นไปตามความเหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ และการนำไปใช้งานของผู้ประกอบการอุตสาหกรรมเซรามิกจังหวัดลำปาง โดยรายละเอียดขั้นตอนและกระบวนการเตรียมสูตรเคลือบเป็นดังต่อไปนี้

1) ชั่งน้ำหนักส่วนผสมของวัตถุดิบตามสูตรเคลือบ และบดผสมวัตถุดิบด้วยวิธีการบดเปียกในหม้อบด (Pot Mill) ใส่ น้ำประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของวัตถุดิบ บดผสมด้วยหม้อบดอะลูมินาความเร็วสูง (High Speed Pot Mill) และลูกบดอะลูมินา ใช้เวลาบด 20 นาที ถ้าบดผสมด้วยหม้อบด ให้ใช้เวลาบดประมาณ 8-10 ชั่วโมง ถ่ายน้ำเคลือบออกจากหม้อบด และทดสอบหาค่าการค้ำตะแกรง 325 เมช

2) ควบคุมสมบัติของน้ำเคลือบให้มีความหนาแน่น (Density) ประมาณ 1.5 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร (g/cc) โดยค่าความหนาแน่นของน้ำเคลือบสามารถหาได้ด้วยการใช้ถ้วยสเตนเลสที่ทราบปริมาตรที่แน่นอน บันทึกปริมาตรของถ้วยเป็น V หน่วยลูกบาศก์เซนติเมตร (cm³) ชั่งน้ำหนักของถ้วยและฝาและบันทึกเป็น W หน่วยกรัม (g) หลังจากนั้น เทน้ำเคลือบลงในถ้วยสเตนเลสและปิดฝา แล้วชั่งน้ำหนักและบันทึกเป็น Ws หน่วยกรัม (g) คำนวณความหนาแน่นของน้ำเคลือบโดยแทนค่าลงในสมการต่อไปนี้

$$\text{ความหนาแน่น} = \frac{(W_s - W)}{V}$$

เมื่อ W_s = น้ำหนักของถ้วยสเตนเลส + ฝา + น้ำเคลือบ (g)

W = น้ำหนักของถ้วยสเตนเลส + ฝา (g)

V = ปริมาตรของน้ำเคลือบในถ้วยสเตนเลสขนาด 100 มิลลิลิตร (cm^3)



ภาพที่ 14 ถ้วยสเตนเลสเพื่อหาความหนาแน่นของน้ำเคลือบ

3) ควบคุมสมบัติของน้ำเคลือบให้มีความหนืดอยู่ในช่วง 10-12 วินาที วัดอัตราการไหลตัวของน้ำเคลือบโดยใช้ถ้วยฟอร์ตหมายเลข 2 (Ford Cup No.2) ซึ่งเป็นถ้วยอะลูมิเนียมปริมาตร 100 มิลลิลิตร ทางด้านก้นถ้วยมีลักษณะคล้ายกรวยและมีรูเพื่อให้น้ำเคลือบไหลออก วางเครื่องมือให้ระดับ ปิดรูที่ก้นถ้วยด้วยนิ้วมือ หลังจากนั้นเติมน้ำเคลือบลงไปให้ล้นถ้วยและใช้ไม้พายปาดส่วนที่ล้นออกหลังจากนั้นนำนิ้วที่ปิดรูออกเพื่อปล่อยให้น้ำเคลือบไหล จับเวลาการไหลตัวของน้ำเคลือบตั้งแต่เคลือบเริ่มไหลตัวจนกระทั่งน้ำเคลือบไหลออกหมด บันทึกเวลาการไหลเป็นวินาที



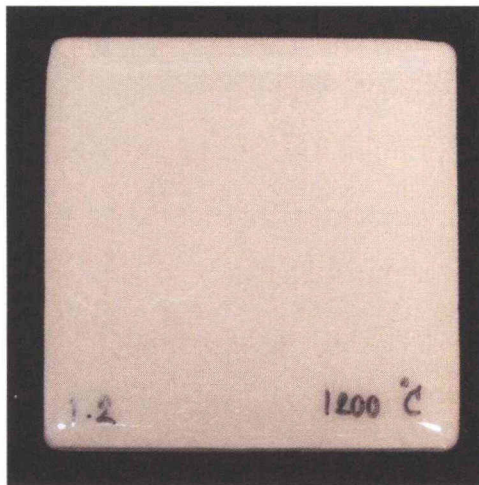
ภาพที่ 15 ถ้วยฟอร์ตหมายเลข 2 (Ford Cup No.2) เพื่อวัดอัตราการไหลตัวของน้ำเคลือบ

4) กระบวนการเคลือบผิวชิ้นงาน ต้องทำความสะอาดผิวของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการเคลือบ โดยเช็ดด้วยฟองน้ำที่ชุบน้ำหมาดๆ และเผาผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิประมาณ $700-800^{\circ}\text{C}$ ทำการเคลือบด้วยวิธีการชุบเคลือบ

5) การวิจัยและพัฒนาสูตรเคลือบทำการเผาเคลือบในเตาเผาไฟฟ้า อุณหภูมิที่ใช้ในการเผา คือ $1150-1250^{\circ}\text{C}$ โดยมีอัตราการให้ความร้อนเท่ากับ 5°C ต่อนาที และเย็นไฟที่อุณหภูมิสูงสุดเป็นเวลา 15-30 นาที

การวิจัยและพัฒนาสูตรเคลือบสำหรับอุตสาหกรรมเซรามิกจังหวัดลำปาง ในโครงการนี้ มุ่งเน้นการวิจัยและพัฒนาสูตรเคลือบพื้นฐาน (Basic Glaze) เพราะมีความสำคัญต่อการเลือกใช้ออกไซด์ที่ให้สีและสีสะท้อน เนื่องจากวัตถุดิบบางชนิดจะทำให้ความเข้มและความเสถียรของออกไซด์ที่ให้สีและสีสะท้อนลดลง เกิดปัญหาสีเพี้ยน หรือการเปลี่ยนแปลงของสี การเลือกใช้เคลือบพื้นฐานที่ถูกต้องจะลดปริมาณการใช้ออกไซด์ที่ให้สีหรือสีสะท้อนลงได้ โดยการวิจัยและพัฒนาสูตรเคลือบเป็นดังต่อไปนี้

1. สูตรเคลือบสี CU Glossy Base 1.2



ภาพที่ 16 สูตรเคลือบสี CU Glossy Base 1.2

1. ชื่อสูตรเคลือบ: CU Glossy Base 1.2
2. ประเภทสูตรเคลือบ: เคลือบสี
3. ส่วนผสมที่ใช้ในสูตรเคลือบ:

ตารางที่ 3 สูตรเคลือบสี CU Glossy Base 1.2

วัตถุดิบ	สัดส่วน (%)
โซเดียมเฟลด์สปาร์	44.7
หินปูน	16.0
ทรายซิลิกา	25.5
ดินขาว	3.2
ซิงค์ออกไซด์	10.6
สารเติมแต่ง	สัดส่วน (%)
สารช่วยการกระจายตัว (STPP)	0.1

4. ขั้นตอนกระบวนการเตรียมน้ำเคลือบ:

1) นำวัตถุดิบทุกตัวไปอบให้แห้งในเตาอบไฟฟ้า ที่อุณหภูมิ 105°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง สำหรับวัตถุดิบที่เป็นก้อนขนาดใหญ่ทำการบดย่อยให้มีขนาดเล็กลงก่อนนำเข้าเตาอบ

2) ชั่งวัตถุดิบหลังอบแห้งทุกตัวตามสัดส่วนที่ระบุในส่วนผสมที่ใช้ในสูตรเคลือบดังแสดงในตารางที่ 3 สูตรเคลือบใส CU Glossy Base 1.2

3) บดวัตถุดิบทั้งหมดรวมกันในหม้อบดความเร็วสูงโดยบดแบบเปียก ใช้ปริมาณน้ำประมาณ 80% โดยน้ำหนัก และเติมสารช่วยการกระจายตัว STPP ในปริมาณ 0.1% โดยน้ำหนัก เพื่อช่วยกระจายตัวส่วนผสมและทำให้ส่วนผสมวัตถุดิบให้เข้ากันได้ดียิ่งขึ้น ใช้เวลาบดประมาณ 20 นาที

4) ถ่ายน้ำเคลือบออกจากหม้อบด และทำการทดสอบหาค่าการคายตะแกรง 325 เมช ค่าความหนาแน่น และการไหลตัวของน้ำเคลือบก่อนนำไปใช้งาน

5) ทำการชุบเคลือบ โดยทำความสะอาดผิวของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการด้วยฟองน้ำที่ชุบน้ำหมาดๆ และผลิตภัณฑ์ควรผ่านการเผาปิ้งที่อุณหภูมิประมาณ 700-800°C

6) นำชิ้นงานที่ชุบเคลือบแล้วทำการเผาในเตาไฟฟ้าตามอุณหภูมิและสภาวะที่กำหนด

อุณหภูมิเผา	1200°C
บรรยากาศการเผา	ออกซิเดชัน (Oxidation)
อัตราการเพิ่มอุณหภูมิ	5°C/นาที
ระยะเวลาเย็นไฟ	15-30 นาที
ชนิดของเตาเผา	เตาไฟฟ้า

สมบัติของน้ำเคลือบ

5. การคายตะแกรงเบอร์ 325 เมช: 1.38 %
6. ความหนาแน่น: 1.50 g/cc
7. การไหลตัว (Ford cup): 14.1 วินาที
8. ค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อน

25-400°C $6.7171 \times 10^{-6} \text{ } 1/^{\circ}\text{C}$

25-500°C $6.8869 \times 10^{-6} \text{ } 1/^{\circ}\text{C}$

25-600°C $7.1232 \times 10^{-6} \text{ } 1/^{\circ}\text{C}$

วิเคราะห์โดย: เครื่อง Dilatometer, Netzsch, รุ่น DIL 402 PC; ศูนย์เทคโนโลยีแก้วและเซรามิกส์ บริษัท ชิเบลโกมิเนอรัลส์ (ประเทศไทย) จำกัด

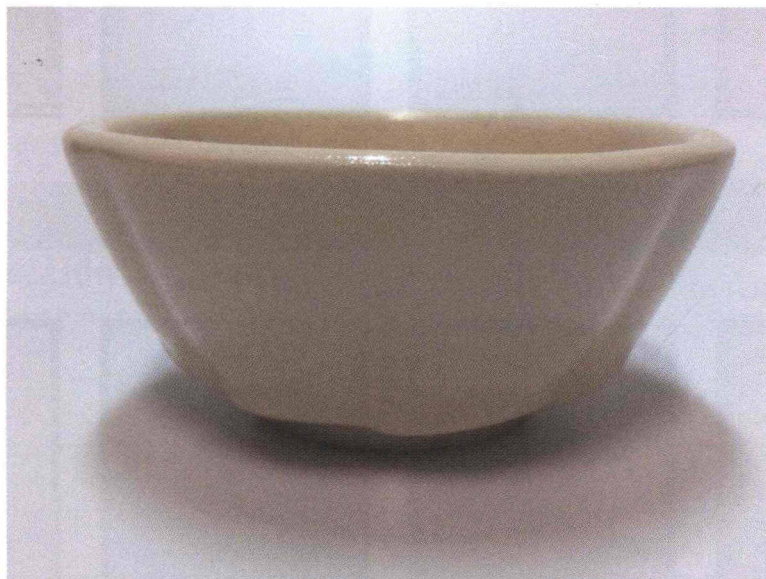
9. การนำไปใช้งาน

เหมาะสำหรับการเคลือบบนผลิตภัณฑ์เซรามิกประเภทเครื่องใช้บนโต๊ะอาหาร ของชำร่วย และของประดับตกแต่ง

10. ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ใช้สูตรเคลือบใส CU Glossy Base 1.2



ภาพที่ 17 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ของโรงงานที่ 1 ที่ใช้สูตรเคลือบ CU Glossy Base 1.2



ภาพที่ 18 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ของโรงงานที่ 2 ที่ใช้สูตรเคลือบ CU Glossy Base 1.2

11. การผสมสีสะท้อน

ทำการทดลองผสมเคลือบใส CU Glossy Base 1.2 กับสีสะท้อนชนิดต่างๆ ในปริมาณ 5% โดยน้ำหนัก ได้ผลดังรูปภาพขึ้นทดสอบต่อไปนี้

สูตร 1.2-1

22203



สูตร 1.2-2

GS 4531



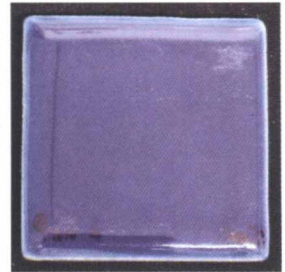
สูตร 1.2-3

KE 11422



สูตร 1.2-4

GS 4571



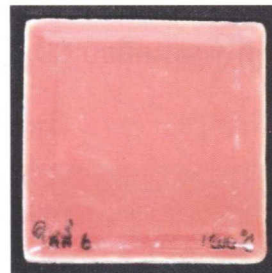
สูตร 1.2-5

MT-201



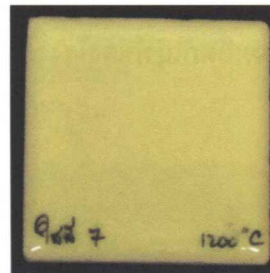
สูตร 1.2-6

Maroon



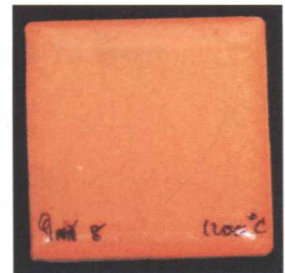
สูตร 1.2-7

GS019H



สูตร 1.2-8

FC 5-16038



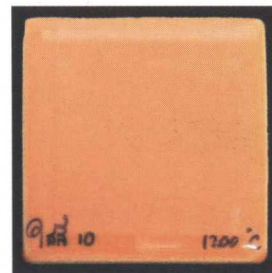
สูตร 1.2-9

MT-204



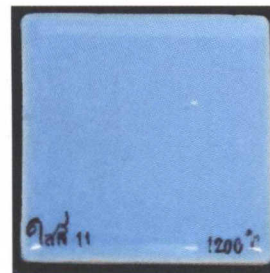
สูตร 1.2-10

MT-210



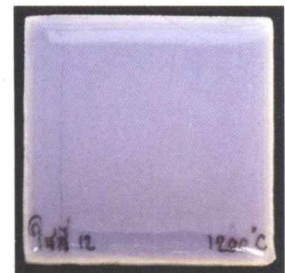
สูตร 1.2-11

MT-105-1



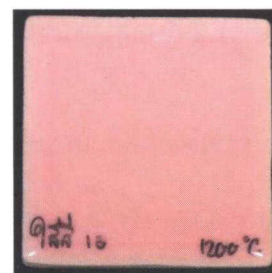
สูตร 1.2-12

ม่วง 11 Lilac



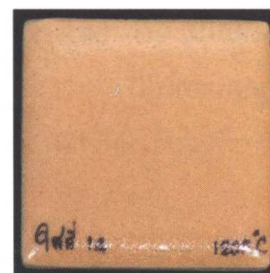
สูตร 1.2-13

PINK IP-71

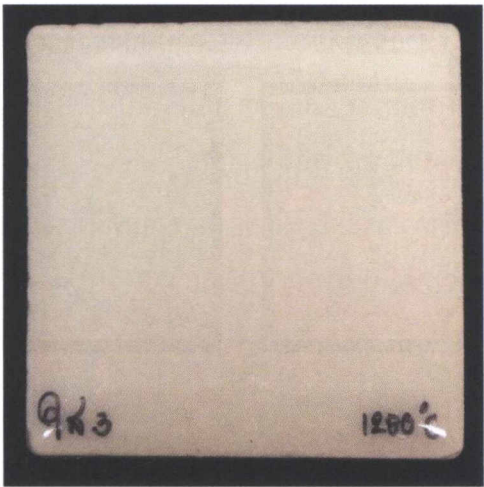


สูตร 1.2-14

YELLOW M120



2. สูตรเคลือบสี CU Glossy Base 03



ภาพที่ 19 สูตรเคลือบสี CU Glossy Base 03

- 1. ชื่อสูตรเคลือบ: CU Glossy Base 03
- 2. ประเภทสูตรเคลือบ: เคลือบสี
- 3. ส่วนผสมที่ใช้ในสูตรเคลือบ:

ตารางที่ 4 สูตรเคลือบสี CU Glossy Base 03

วัตถุดิบ	สัดส่วน (%)
โซเดียมเฟลด์สปาร์	38
หินปูน	19
ทรายซิลิกา	28.5
ดินขาว	9.5
ซิงค์ออกไซด์	5
สารเติมแต่ง	สัดส่วน (%)
สารสารช่วยการกระจายตัว (STPP)	0.1

4. ขั้นตอนกระบวนการเตรียมน้ำเคลือบ:

- 1) นำวัตถุดิบทุกตัวไปอบให้แห้งในเตาอบไฟฟ้า ที่อุณหภูมิ 105°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง สำหรับวัตถุดิบที่เป็นก้อนขนาดใหญ่ทำการบดย่อยให้มีขนาดเล็กลงก่อนนำเข้าเตาอบ
- 2) ชั่งวัตถุดิบหลังอบแห้งทุกตัวตามสัดส่วนที่ระบุในส่วนผสมที่ใช้ในสูตรเคลือบดังแสดงในตารางที่ 4 สูตรเคลือบสี CU Glossy Base 03

3) บดวัตถุดิบทั้งหมดรวมกันในหม้อบดความเร็วสูงโดยบดแบบเปียก ใช้ปริมาณน้ำประมาณ 80% โดยน้ำหนัก และเติมสารช่วยการกระจายตัว STPP ในปริมาณ 0.1% โดยน้ำหนัก เพื่อช่วยกระจายตัว ส่วนผสมและทำให้บดผสมวัตถุดิบให้เข้ากันได้ดียิ่งขึ้น ใช้เวลาบดประมาณ 20 นาที

4) ถ่ายน้ำเคลือบออกจากหม้อบด และทำการทดสอบหาค่าการคายน้ำ 325 เมช ค่าความหนาแน่น และการไหลตัวของน้ำเคลือบก่อนนำไปใช้งาน

5) ทำการชุบเคลือบ โดยทำความสะอาดผิวของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการด้วยฟองน้ำที่ชุบน้ำหมาดๆ และผลิตภัณฑ์ควรผ่านการเผาปิสกิตที่อุณหภูมิประมาณ 700-800°C

6) นำชิ้นงานที่ชุบเคลือบแล้วทำการเผาในเตาไฟฟ้าตามอุณหภูมิและสภาวะที่กำหนด

อุณหภูมิเผา	1200°C
บรรยากาศการเผา	ออกซิเดชัน (Oxidation)
อัตราการเพิ่มอุณหภูมิ	5°C/นาที
ระยะเวลาขึ้นไฟ	15-30 นาที
ชนิดของเตาเผา	เตาไฟฟ้า

สมบัติของน้ำเคลือบ

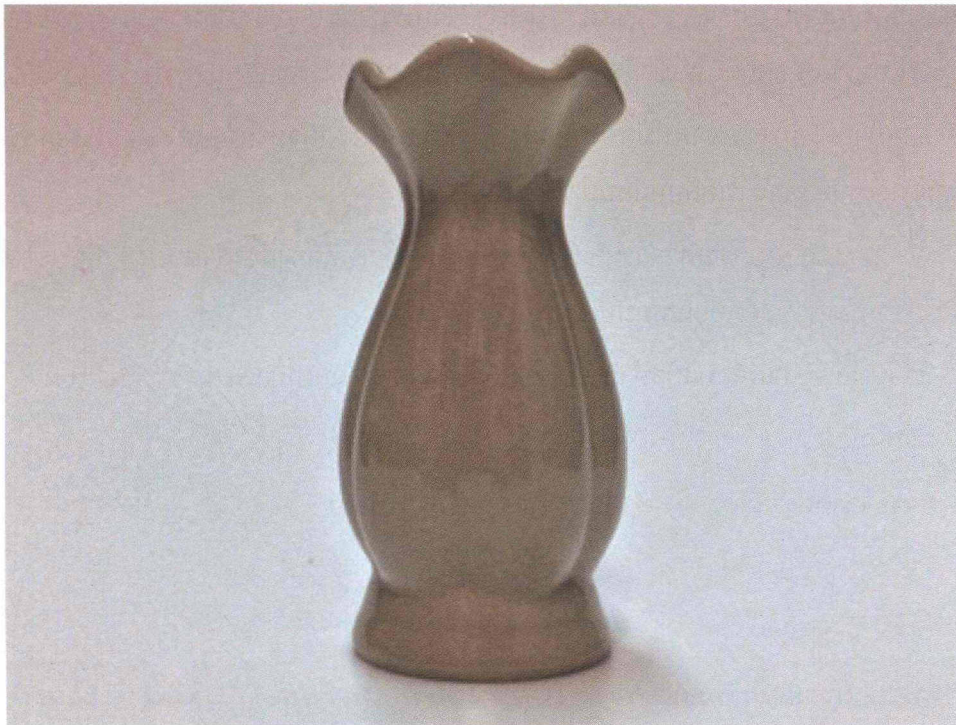
5. การคายน้ำ 325 เมช:	1.17 %
6. ความหนาแน่น:	1.50 g/cc
7. การไหลตัว (Ford cup):	12.8 วินาที
8. ค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อน	
25-400°C	$6.6168 \times 10^{-6} \text{ } 1/^{\circ}\text{C}$
25-500°C	$6.7979 \times 10^{-6} \text{ } 1/^{\circ}\text{C}$
25-600°C	$7.0383 \times 10^{-6} \text{ } 1/^{\circ}\text{C}$

วิเคราะห์โดย: เครื่อง Dilatometer, Netzsch, รุ่น DIL 402 PC; ศูนย์เทคโนโลยีแก้วและเซรามิกส์ บริษัท ชิเบลโกลิมเมอร์รัลส์ (ประเทศไทย) จำกัด

9. การนำไปใช้งาน

เหมาะสำหรับการเคลือบบนผลิตภัณฑ์เซรามิกประเภทเครื่องใช้บนโต๊ะอาหาร ของชำร่วย และของประดับตกแต่ง

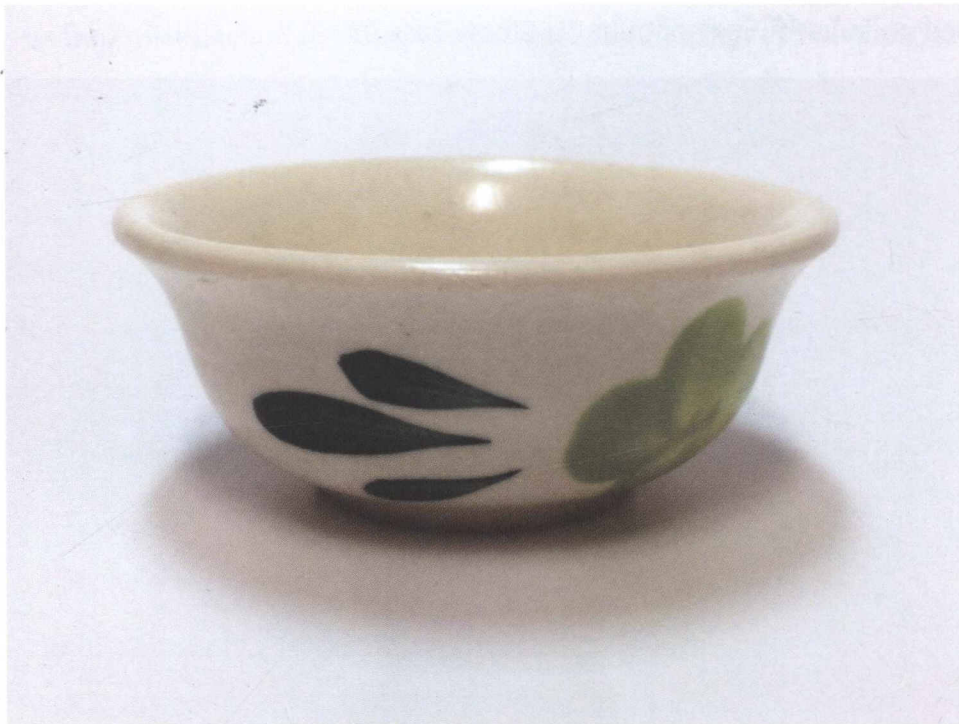
10. ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ใช้สูตรเคลือบใส CU Glossy Base 03



ภาพที่ 20 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ของโรงงานที่ 1 ที่ใช้สูตรเคลือบใส CU Glossy Base 03



ภาพที่ 21 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ของโรงงานที่ 2 ที่ใช้สูตรเคลือบใส CU Glossy Base 03



ภาพที่ 22 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ของโรงงานที่ 3 ที่ใช้สูตรเคลือบใส CU Glossy Base 03



ภาพที่ 23 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ของโรงงานที่ 4 ที่ใช้สูตรเคลือบใส CU Glossy Base 03

11. การผสมสีสีเตน

ทำการทดลองผสมเคลือบสี CU Glossy Base 03 กับสีเตนชนิดต่างๆ ในปริมาณ 5% โดยน้ำหนัก ได้ผลดังดังรูปภาพขึ้นทดสอบต่อไปนี้

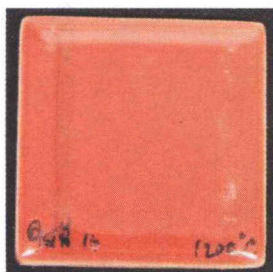
สูตร 3-1

22203



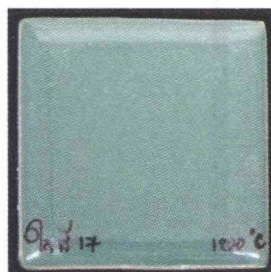
สูตร 3-2

GS 4531



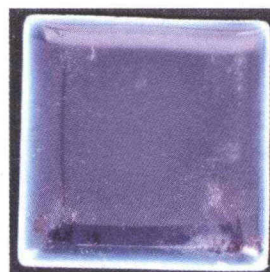
สูตร 3-3

KE 11422



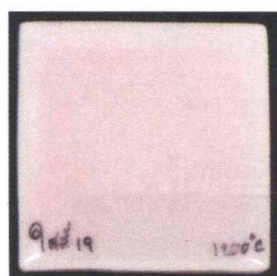
สูตร 3-4

GS 4571



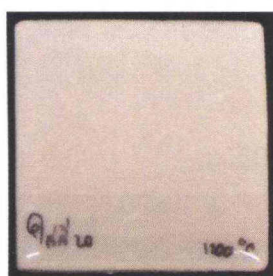
สูตร 3-5

MT-201



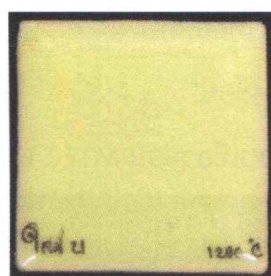
สูตร 3-6

Maroon



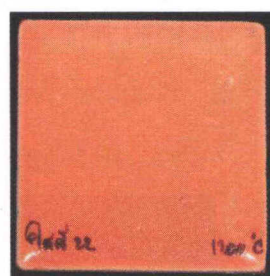
สูตร 3-7

GS019H



สูตร 3-8

FC 5-16038



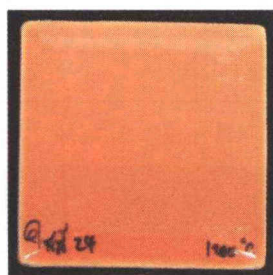
สูตร 3-9

MT-204



สูตร 3-10

MT-210



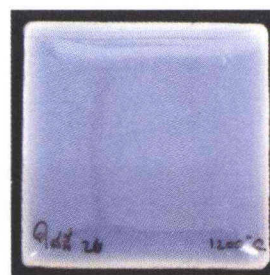
สูตร 3-11

MT-105-1



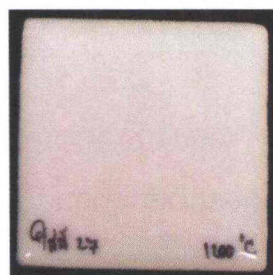
สูตร 3-12

ม่วง 11 Lilac



สูตร 3-13

PINK IP-71

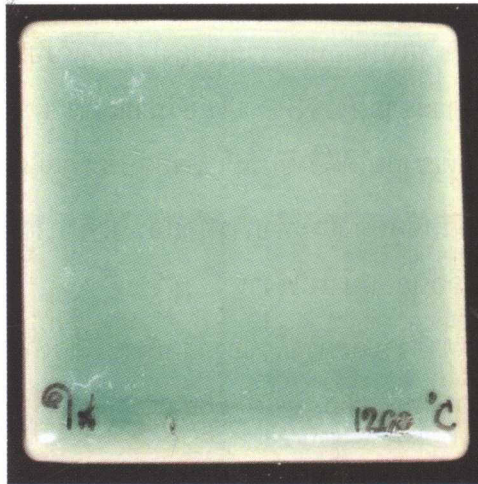


สูตร 3-14

YELLOW M120



3. สูตรเคลือบเขียวอ่อน MTEC OP1403



ภาพที่ 24 สูตรเคลือบเขียวอ่อน MTEC OP1403

1. ชื่อสูตรเคลือบ: MTEC OP1403
2. ประเภทสูตรเคลือบ: เคลือบทึบ
3. ส่วนผสมที่ใช้ในสูตรเคลือบ:

ตารางที่ 5 สูตรเคลือบเขียวอ่อน MTEC OP1403

วัตถุดิบ	สัดส่วน (%)
โซเดียมเฟลด์สปาร์	38
หินปูน	19
ทรายซิลิกา	28.5
ดินขาว	9.5
ซิงค์ออกไซด์	5
สารเติมแต่ง	สัดส่วน (%)
สีสำเร็จรูปสีเขียวอ่อนแบบ Inclusion	3-5
สารช่วยการกระจายตัว (STPP)	0.1

หมายเหตุ: สีแบบ inclusion สามารถทนอุณหภูมิการเผาสูงถึง 1300°C

4. ขั้นตอนกระบวนการเตรียมน้ำเคลือบ:

1) นำวัตถุดิบทุกตัวไปอบให้แห้งในเตาอบไฟฟ้า ที่อุณหภูมิ 105°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง สำหรับวัตถุดิบที่เป็นก้อนขนาดใหญ่ทำการบดย่อยให้มีขนาดเล็กลงก่อนนำเข้าเตาอบ

2) ชั่งวัตถุดิบหลังอบแห้งทุกตัวตามสัดส่วนที่ระบุในส่วนผสมที่ใช้ในสูตรเคลือบดังแสดงในตารางที่ 5 สูตรเคลือบเขียวอ่อน MTEC OP1403

3) บดวัตถุดิบทั้งหมดรวมกันในหม้อบดความเร็วสูงโดยบดแบบเปียก ใช้ปริมาณน้ำประมาณ 80% โดยน้ำหนัก และเติมสารช่วยการกระจายตัว STPP ในปริมาณ 0.1% โดยน้ำหนัก เพื่อช่วยกระจายตัวส่วนผสมและทำให้บดผสมวัตถุดิบให้เข้ากันได้ดียิ่งขึ้น ใช้เวลาบดประมาณ 20 นาที

4) ถ่ายน้ำเคลือบออกจากหม้อบด และทำการทดสอบหาค่าการค้ำตะแกรง 325 เมช ค่าความหนาแน่น และการไหลตัวของน้ำเคลือบก่อนนำไปใช้งาน

5) ทำการชุบเคลือบ โดยทำความสะอาดผิวของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการด้วยฟองน้ำที่ชุบน้ำหมาดๆ และผลิตภัณฑ์ควรผ่านการเผาปิสกิตที่อุณหภูมิประมาณ 700-800°C

6) นำชิ้นงานที่ชุบเคลือบแล้วทำการเผาในเตาไฟฟ้าตามอุณหภูมิและสภาวะที่กำหนด

อุณหภูมิเผา	1200°C
บรรยากาศการเผา	ออกซิเดชัน (Oxidation)
อัตราการเพิ่มอุณหภูมิ	5°C/นาที
ระยะเวลาขึ้นไฟ	15-30 นาที
ชนิดของเตาเผา	เตาไฟฟ้า

สมบัติของน้ำเคลือบ

- | | |
|---|-------------|
| 5. การค้ำตะแกรงเบอร์ 325 เมช: | 1.50 % |
| 6. ความหนาแน่น: | 1.51 g/cc |
| 7. การไหลตัว (Ford cup): | 13.5 วินาที |
| 8. ค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อน | |

25-400°C	$7.3563 \times 10^{-6} \text{ } 1/^{\circ}\text{C}$
25-500°C	$7.6474 \times 10^{-6} \text{ } 1/^{\circ}\text{C}$
25-600°C	$8.1004 \times 10^{-6} \text{ } 1/^{\circ}\text{C}$

วิเคราะห์โดย: เครื่อง Dilatometer, Netzsch, รุ่น DIL 402 PC; ศูนย์เทคโนโลยีแก้วและเซรามิกส์ บริษัท ซิเบลโก้มีเนอร์รัลส์ (ประเทศไทย) จำกัด

9. การนำไปใช้งาน

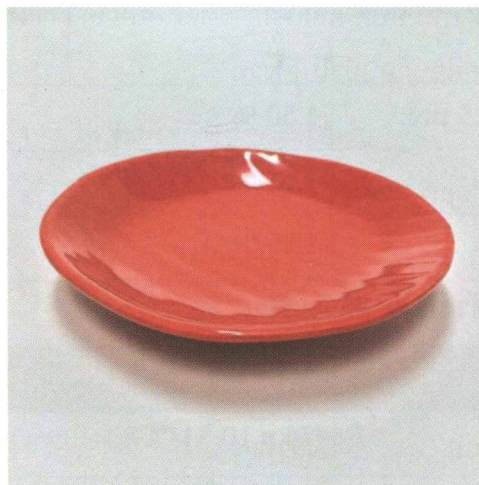
เหมาะสำหรับการเคลือบบนผลิตภัณฑ์เซรามิกประเภทเครื่องใช้บนโต๊ะอาหาร ของชำร่วย และของประดับตกแต่ง

10. ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ใช้สูตรเคลือบเขียวอ่อน MTEC OP1403



ภาพที่ 25 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ของโรงงานที่ใช้สูตรเคลือบเขียวอ่อน MTEC OP1403

4. สูตรเคลือบใสสีแดง MTEC CL-R01



ภาพที่ 26 สูตรเคลือบใสสีแดง MTEC CL-R01

1. ชื่อสูตรเคลือบ: MTEC CL-R01
2. ประเภทสูตรเคลือบ: เคลือบใส

3. ส่วนผสมที่ใช้ในสูตรเคลือบ:

ตารางที่ 6 สูตรเคลือบสีสีแดง MTEC CL-R01

วัตถุดิบ	สัดส่วน (%)
สูตรเคลือบสีตามสูตรของโรงงาน	สูตรเคลือบโรงงาน
สารเติมแต่ง	สัดส่วน (%)
สีสำเร็จรูปสีแดงแบบ Inclusion	5

หมายเหตุ: สีแบบ inclusion สามารถทนอุณหภูมิการเผาสูงถึง 1300°C

4. ขั้นตอนกระบวนการเตรียมน้ำเคลือบ:

- นำวัตถุดิบทุกตัวไปอบให้แห้งในเตาอบไฟฟ้า ที่อุณหภูมิ 105°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง สำหรับวัตถุดิบที่เป็นก้อนขนาดใหญ่ทำการบดย่อยให้มีขนาดเล็กลงก่อนนำเข้าเตาอบ
- ชั่งวัตถุดิบหลังอบแห้งทุกตัวตามสัดส่วนที่ระบุในส่วนผสมที่ใช้ในสูตรเคลือบดังแสดงในตารางที่ 6 สูตรเคลือบสีสีแดง MTEC CL-R01
- บดวัตถุดิบทั้งหมดรวมกันในหม้อบดความเร็วสูงโดยบดแบบเปียก ใช้ปริมาณน้ำประมาณ 80% โดยน้ำหนัก ใช้เวลาบดประมาณ 20 นาที
- ถ่ายน้ำเคลือบออกจากหม้อบด และทำการทดสอบหาค่าการค้ำตะแกรง 325 เมช ค่าความหนาแน่น และการไหลตัวของน้ำเคลือบก่อนนำไปใช้งาน
- ทำการชุบเคลือบ โดยทำความสะอาดผิวของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการด้วยฟองน้ำที่ชุบน้ำหมาดๆ และผลิตภัณฑ์ควรผ่านการเผาบิสกิตที่อุณหภูมิประมาณ 700-800°C
- นำชิ้นงานที่ชุบเคลือบแล้วทำการเผาในเตาแก๊สตามอุณหภูมิและสภาวะที่กำหนด

อุณหภูมิเผา	1250°C
บรรยากาศการเผา	ออกซิเดชัน (Oxidation)
อัตราการเพิ่มอุณหภูมิ	5°C/นาที
ระยะเวลาเย็นไฟ	15-30 นาที
ชนิดของเตาเผา	เตาไฟฟ้า

สมบัติของน้ำเคลือบ

- การค้ำตะแกรงเบอร์ 325 เมช: 0.50 %
- ความหนาแน่น: 1.50 g/cc
- การไหลตัว (Ford cup): 11.0 วินาที

8. ค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อน

25-500°C

$6.8869 \times 10^{-6} \text{ } 1/^{\circ}\text{C}$

วิเคราะห์โดย: เครื่อง Dilatometer, Netzsch, รุ่น DIL 402 PC; ห้องปฏิบัติการทดสอบผลิตภัณฑ์เซรามิก ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ

9. การนำไปใช้งาน

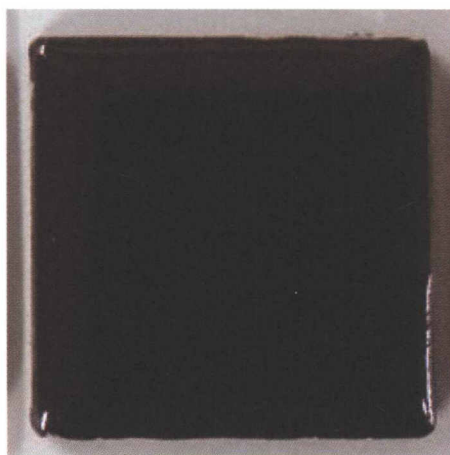
เหมาะสำหรับการเคลือบบนผลิตภัณฑ์เซรามิกประเภทเครื่องใช้บนโต๊ะอาหาร ของชำร่วย และของประดับตกแต่ง

10. ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ใช้สูตรเคลือบสีสีแดง MTEC CL-R01



ภาพที่ 27 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ของโรงงานที่ใช้สูตรเคลือบสีสีแดง MTEC CL-R01

5. สูตรเคลือบสีสีดำ MTEC CL-BI01



ภาพที่ 28 สูตรเคลือบสีสีดำ MTEC CL-BI01

1. ชื่อสูตรเคลือบ: MTEC CL-BI01
2. ประเภทสูตรเคลือบ: เคลือบใส
3. ส่วนผสมที่ใช้ในสูตรเคลือบ:

ตารางที่ 7 สูตรเคลือบใสสีดำ MTEC CL-BI01

วัตถุดิบ	สัดส่วน (%)
สูตรเคลือบใสตามสูตรของโรงงาน	สูตรเคลือบโรงงาน
สารเติมแต่ง	สัดส่วน (%)
สีอะครีลิกดำ	5

4. ขั้นตอนกระบวนการเตรียมน้ำเคลือบ:

1) นำวัตถุดิบทุกตัวไปอบให้แห้งในเตาอบไฟฟ้า ที่อุณหภูมิ 105°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง สำหรับวัตถุดิบที่เป็นก้อนขนาดใหญ่ทำการบดย่อยให้มีขนาดเล็กลงก่อนนำเข้าเตาอบ

2) ชั่งวัตถุดิบหลังอบแห้งทุกตัวตามสัดส่วนที่ระบุในส่วนผสมที่ใช้ในสูตรเคลือบดังแสดงในตารางที่ 7 สูตรเคลือบใสสีดำ MTEC CL-BI01

3) บดวัตถุดิบทั้งหมดรวมกันในหม้อบดความเร็วสูงโดยบดแบบเปียก ใช้ปริมาณน้ำประมาณ 80% โดยน้ำหนัก ใช้เวลาบดประมาณ 20 นาที

4) ถายนํ้าเคลือบออกจากหม้อบด และทำการทดสอบหาค่าการคายตะแกรง 325 เมช ค่าความหนาแน่น และการไหลตัวของน้ำเคลือบก่อนนำไปใช้งาน

5) ทำการชุบเคลือบ โดยทำความสะอาดผิวของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการด้วยฟองน้ำที่ชุบน้ำหมาดๆ และผลิตภัณฑ์ควรผ่านการเผาปัสกิตที่อุณหภูมิประมาณ 700-800°C

- 6) นำชิ้นงานที่ชุบเคลือบแล้วทำการเผาในเตาแก๊สตามอุณหภูมิและสภาวะที่กำหนด

อุณหภูมิเผา	1250°C
บรรยากาศการเผา	ออกซิเดชัน (Oxidation)
อัตราการเพิ่มอุณหภูมิ	5°C/นาที
ระยะเวลาขึ้นไฟ	15-30 นาที
ชนิดของเตาเผา	เตาไฟฟ้า

สมบัติของน้ำเคลือบ

5. การคายตะแกรงเบอร์ 325 เมช: 0.50 %

6. ความหนาแน่น: 1.38 g/cc
7. การไหลตัว (Ford cup): 13.2 วินาที
8. ค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อน

25-400°C	$8.1476 \times 10^{-6} \text{ } 1/^{\circ}\text{C}$
25-500°C	$8.5015 \times 10^{-6} \text{ } 1/^{\circ}\text{C}$
25-600°C	$9.1838 \times 10^{-6} \text{ } 1/^{\circ}\text{C}$

วิเคราะห์โดย: เครื่อง Dilatometer, Netzsch, รุ่น DIL 402 PC; ศูนย์เทคโนโลยีแก้วและเซรามิกส์ บริษัท ชิเบลโก้มีเนอร์รัลส์ (ประเทศไทย) จำกัด

9. การนำไปใช้งาน

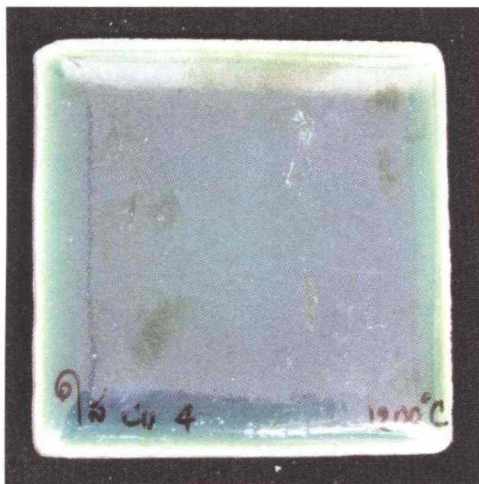
เหมาะสำหรับการเคลือบบนผลิตภัณฑ์เซรามิกประเภทเครื่องใช้บนโต๊ะอาหาร ของชำร่วย และของประดับตกแต่ง

10. ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ใช้สูตรเคลือบใสสีดำ MTEC CL-BI01



ภาพที่ 29 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ของโรงงานที่ใช้สูตรเคลือบใสสีดำ MTEC CL-BI01

6. สูตรเคลือบเซียวหยก MTEC JD1402



ภาพที่ 30 สูตรเคลือบเซียวหยก MTEC JD1402

1. ชื่อสูตรเคลือบ: MTEC JD1402
2. ประเภทสูตรเคลือบ: เคลือบใส
3. ส่วนผสมที่ใช้ในสูตรเคลือบ:

ตารางที่ 8 สูตรเคลือบเซียวหยก MTEC JD1402

วัตถุดิบ	สัดส่วน (%)
สูตรเคลือบใสโรงงาน	ตามสูตรโรงงาน
สารเติมแต่ง	สัดส่วน (%)
ดีบุกออกไซด์	2
คอปเปอร์คาร์บอเนต	2

4. ขั้นตอนกระบวนการเตรียมน้ำเคลือบ:

1) นำวัตถุดิบทุกตัวไปอบให้แห้งในเตาอบไฟฟ้า ที่อุณหภูมิ 105°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง สำหรับวัตถุดิบที่เป็นก้อนขนาดใหญ่ทำการบดย่อยให้มีขนาดเล็กลงก่อนนำเข้าเตาอบ

2) ชั่งส่วนผสมของวัตถุดิบตามสูตรเคลือบที่โรงงานใช้อยู่ เติม ดีบุกออกไซด์ และ คอปเปอร์คาร์บอเนต ลงในสูตรเคลือบตามปริมาณดังตารางที่ 8 สูตรเคลือบเซียวหยก MTEC JD1402

3) บดวัตถุดิบทั้งหมดรวมกันในหม้อบดความเร็วสูงโดยบดแบบเปียก ใช้ปริมาณน้ำประมาณ 80% โดยน้ำหนัก ใช้เวลาบดประมาณ 20 นาที

4) ถ่ายน้ำเคลือบออกจากหม้อต้ม และทำการทดสอบหาค่าการค้ำตะแกรงเบอร์ 325 เมช ค่าความหนาแน่น และการไหลตัวของน้ำเคลือบก่อนนำไปใช้งาน

5) ทำการชุบเคลือบ โดยทำความสะอาดผิวของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการด้วยฟองน้ำที่ชุบน้ำหมาดๆ และผลิตภัณฑ์ควรผ่านการเผาปิ้งที่อุณหภูมิประมาณ 700-800°C

6) นำชิ้นงานที่เหลือเข้าเผาในเตาไฟฟ้าตามอุณหภูมิและสภาวะที่กำหนด

อุณหภูมิเผา	1,230°C
บรรยากาศการเผา	Oxidation
อัตราการเพิ่มอุณหภูมิ	5°C/นาที
ระยะเวลาเผาแซ่ไฟ	15-30 นาที
ชนิดของเตาเผา	เตาไฟฟ้า

สมบัติของน้ำเคลือบ

5. การค้ำตะแกรงเบอร์ 325 เมช: 1.50 %
6. ความหนาแน่น: 1.44 g/cc
7. การไหลตัวของน้ำดิน (Ford cup): 14.8 วินาที
8. ค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อน

25-400°C $6.7899 \times 10^{-6} \text{ } 1/^{\circ}\text{C}$

25-500°C $7.1388 \times 10^{-6} \text{ } 1/^{\circ}\text{C}$

25-600°C $7.7783 \times 10^{-6} \text{ } 1/^{\circ}\text{C}$

วิเคราะห์โดย: เครื่อง Dilatometer, Netzsch, รุ่น DIL 402 PC; ศูนย์เทคโนโลยีแก้วและเซรามิกส์ บริษัท ชิเบลโกลิมเมอร์รลส์ (ประเทศไทย) จำกัด

9. การนำไปใช้งาน

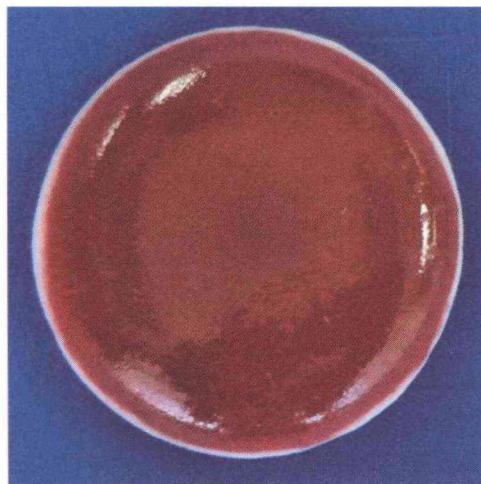
เหมาะสำหรับการเคลือบบนผลิตภัณฑ์เซรามิกประเภทเครื่องใช้บนโต๊ะอาหาร ของชำร่วย และของประดับตกแต่ง

10. ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ใช้สูตรเคลือบเขียวหยก MTEC JD1402



ภาพที่ 31 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ของโรงงานที่ใช้สูตรเคลือบเขียวหยก MTEC JD1402

7. สูตรเคลือบใสสีแดง CMU Rd1401



ภาพที่ 32 สูตรเคลือบใสสีแดง CMU Rd1401

1. ชื่อสูตรเคลือบ: CMU Rd1401
2. ประเภทสูตรเคลือบ: เคลือบใส

3. ส่วนผสมที่ใช้ในสูตรเคลือบ:

ตารางที่ 9 สูตรเคลือบสีสีแดง CMU Rd1401

วัตถุดิบ	สัดส่วน (%)
โพแทสเซียมเฟลด์สปาร์	60
ทรายซิลิกา	18
หินปูน	12
ดินขาว	10
สารเติมแต่ง	สัดส่วน (%)
คอปเปอร์คาร์บอเนต	5

4. ขั้นตอนกระบวนการเตรียมน้ำเคลือบ:

1) นำวัตถุดิบทุกตัวไปอบให้แห้งในเตาอบไฟฟ้า ที่อุณหภูมิ 105°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง สำหรับวัตถุดิบที่เป็นก้อนขนาดใหญ่ทำการบดย่อยให้มีขนาดเล็กลงก่อนนำเข้าเตาอบ

2) ชั่งวัตถุดิบหลังอบแห้งทุกตัวตามสัดส่วนที่ระบุในส่วนผสมที่ใช้ในสูตรเคลือบดังแสดงในตารางที่ 9 สูตรเคลือบสีสีแดง CMU Rd1401

3) บดวัตถุดิบทั้งหมดรวมกันในหม้อบดความเร็วสูงโดยบดแบบเปียก ใช้ปริมาณน้ำประมาณ 80% โดยน้ำหนัก ใช้เวลาบดประมาณ 20 นาที

4) ถายนํ้าเคลือบออกจากหม้อบด และทำการทดสอบหาค่าการคั่งค้างตะแกรง 325 เมช ค่าความหนาแน่น และการไหลตัวของน้ำเคลือบก่อนนำไปใช้งาน

5) ทำการขุบเคลือบ โดยทำความสะอาดผิวของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการด้วยฟองน้ำที่ชุบน้ำหมาดๆ และผลิตภัณฑ์ควรผ่านการเผาปัสกิตที่อุณหภูมิประมาณ 700-800°C

6) นำชิ้นงานที่ขุบเคลือบแล้วทำการเผาในเตาแก๊สตามอุณหภูมิและสภาวะที่กำหนด

อุณหภูมิเผา	1230°C
บรรยากาศการเผา	ออกซิเดชัน (Oxidation)
อัตราการเพิ่มอุณหภูมิ	5°C/นาที
ระยะเวลาขึ้นไฟ	15-30 นาที
ชนิดของเตาเผา	เตาไฟฟ้า

สมบัติของน้ำเคลือบ

5. กากค้ำตะแกรงเบอร์ 325 เมช: 1.50 %
6. ความหนาแน่น: 1.52 g/cc
7. การไหลตัว (Ford cup): 11.5 วินาที
8. ค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อน
25-400°C $7.1607 \times 10^{-6} \text{ } 1/^{\circ}\text{C}$
25-500°C $7.6819 \times 10^{-6} \text{ } 1/^{\circ}\text{C}$
25-600°C $8.8723 \times 10^{-6} \text{ } 1/^{\circ}\text{C}$

วิเคราะห์โดย: เครื่อง Dilatometer, Netzsch, รุ่น DIL 402 PC; ศูนย์เทคโนโลยีแก้วและเซรามิกส์
บริษัท ซิเบลไกมีเนอร์รลส์ (ประเทศไทย) จำกัด

9. การนำไปใช้งาน

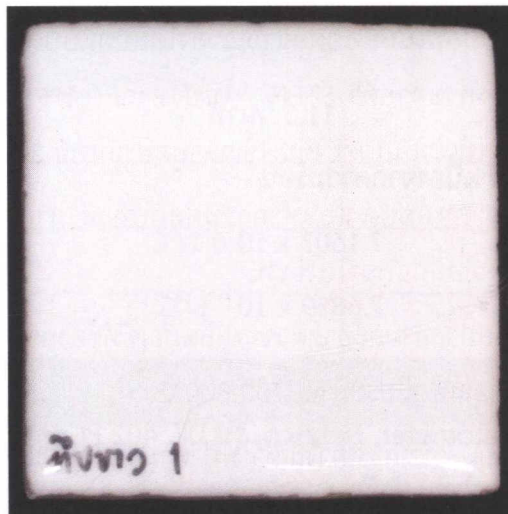
เหมาะสำหรับการเคลือบบนผลิตภัณฑ์เซรามิกประเภท ของชำร่วย และของประดับตกแต่ง

10. ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ใช้สูตรเคลือบใสสีแดง CMU Rd1401



ภาพที่ 33 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ของโรงงานที่ใช้สูตรเคลือบใสสีแดง CMU Rd1401

8. สูตรเคลือบทึบขาว CU Opaque 01



ภาพที่ 34 สูตรเคลือบทึบขาว CU Opaque 01

1. ชื่อสูตรเคลือบ: CU Opaque 01
2. ประเภทสูตรเคลือบ: เคลือบทึบ
3. ส่วนผสมที่ใช้ในสูตรเคลือบ:

ตารางที่ 10 สูตรเคลือบทึบขาว CU Opaque 01

วัตถุดิบ	สัดส่วน (%)
โซเดียมเฟลด์สปาร์	38.9
หินปูน	13.9
ทรายซิลิกา	22.2
ดินขาว	2.8
ซิงค์ออกไซด์	9.2
เซอร์โคเนียมซิลิเกต	13.0
สารเติมแต่ง	สัดส่วน (%)
สารช่วยการกระจายตัว (STPP)	0.1

4. ขั้นตอนกระบวนการเตรียมน้ำเคลือบ:

1) นำวัตถุดิบทุกตัวไปอบให้แห้งในเตาอบไฟฟ้า ที่อุณหภูมิ 105°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง สำหรับวัตถุดิบที่เป็นก้อนขนาดใหญ่ทำการบดย่อยให้มีขนาดเล็กลงก่อนนำเข้าเตาอบ

2) ชั่งวัตถุดิบหลังอบแห้งทุกตัวตามสัดส่วนที่ระบุในส่วนผสมที่ใช้ในสูตรเคลือบดังแสดงในตารางที่ 10 สูตรเคลือบทึบขาว CU Opaque 01

3) บดวัตถุดิบทั้งหมดรวมกันในหม้อบดความเร็วสูงโดยบดแบบเปียก ใช้ปริมาณน้ำประมาณ 80% โดยน้ำหนัก และเติมสารช่วยการกระจายตัว STPP ในปริมาณ 0.1% โดยน้ำหนัก เพื่อช่วยกระจายตัวส่วนผสมและทำให้บดผสมวัตถุดิบให้เข้ากันได้ดียิ่งขึ้น ใช้เวลาบดประมาณ 20 นาที

4) ถ่ายน้ำเคลือบออกจากหม้อบด และทำการทดสอบหาค่าการคายตะแกรง 325 เมช ค่าความหนาแน่น และการไหลตัวของน้ำเคลือบก่อนนำไปใช้งาน

5) ทำการชุบเคลือบ โดยทำความสะอาดผิวของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการด้วยฟองน้ำที่ชุบน้ำหมาดๆ และผลิตภัณฑ์ควรผ่านการเผาปิสกิตที่อุณหภูมิประมาณ 700-800°C

6) นำชิ้นงานที่ชุบเคลือบแล้วทำการเผาในเตาไฟฟ้าตามอุณหภูมิและสภาวะที่กำหนด

อุณหภูมิเผา	1200°C
บรรยากาศการเผา	ออกซิเดชัน (Oxidation)
อัตราการเพิ่มอุณหภูมิ	5°C/นาที
ระยะเวลาขึ้นไฟ	15-30 นาที
ชนิดของเตาเผา	เตาไฟฟ้า

สมบัติของน้ำเคลือบ

5. การคายตะแกรงเบอร์ 325 เมช:	1.38 %
6. ความหนาแน่น:	1.50 g/cc
7. การไหลตัว (Ford cup):	14.1 วินาที
8. ค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อน	
25-400°C	$6.7171 \times 10^{-6} \text{ } 1/^{\circ}\text{C}$
25-500°C	$6.8869 \times 10^{-6} \text{ } 1/^{\circ}\text{C}$
25-600°C	$7.1232 \times 10^{-6} \text{ } 1/^{\circ}\text{C}$

วิเคราะห์โดย: เครื่อง Dilatometer, Netzsch, รุ่น DIL 402 PC; ศูนย์เทคโนโลยีแก้วและเซรามิกส์ บริษัท ซิเบลโกลิมเมอร์รัลส์ (ประเทศไทย) จำกัด

9. การนำไปใช้งาน

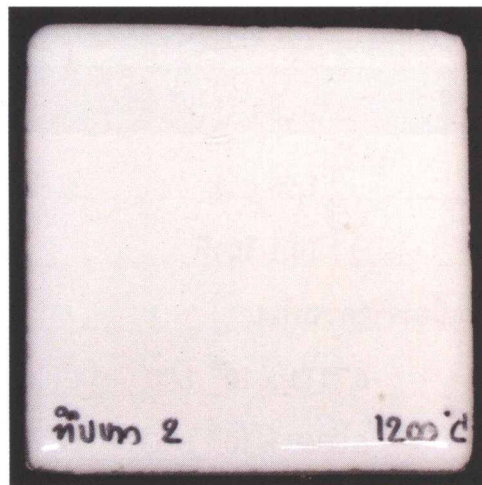
เหมาะสำหรับการเคลือบบนผลิตภัณฑ์เซรามิกประเภทเครื่องใช้บนโต๊ะอาหาร ของชำร่วย และของประดับตกแต่ง

10. ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ใช้สูตรเคลือบที่บขาว CU Opaque 01



ภาพที่ 35 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ของโรงงานที่ใช้สูตรเคลือบที่บขาว CU Opaque 01

9. สูตรเคลือบที่บขาว CU Opaque 02



ภาพที่ 36 สูตรเคลือบที่บขาว CU Opaque 02

1. ชื่อสูตรเคลือบ: CU Opaque 02
2. ประเภทสูตรเคลือบ: เคลือบที่บ

3. ส่วนผสมที่ใช้ในสูตรเคลือบ:

ตารางที่ 11 สูตรเคลือบทึบขาว CU Opaque 02

วัตถุดิบ	สัดส่วน (%)
โซเดียมเฟลด์สปาร์	33
หินปูน	16.5
ทรายซิลิกา	24.8
ดินขาว	8.3
ซิงค์ออกไซด์	4.4
เซอร์โคเนียมซิลิเกต	13
สารเติมแต่ง	สัดส่วน (%)
สารช่วยการกระจายตัว (STPP)	0.1

4. ขั้นตอนกระบวนการเตรียมน้ำเคลือบ:

- นำวัตถุดิบทุกตัวไปอบให้แห้งในเตาอบไฟฟ้า ที่อุณหภูมิ 105°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง สำหรับวัตถุดิบที่เป็นก้อนขนาดใหญ่ทำการบดย่อยให้มีขนาดเล็กลงก่อนนำเข้าเตาอบ
- ชั่งวัตถุดิบหลังอบแห้งทุกตัวตามสัดส่วนที่ระบุในส่วนผสมที่ใช้ในสูตรเคลือบดังแสดงในตารางที่ 11 สูตรเคลือบทึบขาว CU Opaque 02
- บดวัตถุดิบทั้งหมดรวมกันในหม้อบดความเร็วสูงโดยบดแบบเปียก ใช้ปริมาณน้ำประมาณ 80% โดยน้ำหนัก และเติมสารช่วยการกระจายตัว STPP ในปริมาณ 0.1% โดยน้ำหนัก เพื่อช่วยกระจายตัวส่วนผสมและทำให้บดผสมวัตถุดิบให้เข้ากันได้ดียิ่งขึ้น ใช้เวลาบดประมาณ 20 นาที
- ถ่ายน้ำเคลือบออกจากหม้อบด และทำการทดสอบหาค่าการคั่งตะแกรง 325 เมช ค่าความหนาแน่น และการไหลตัวของน้ำเคลือบก่อนนำไปใช้งาน
- ทำการชุบเคลือบ โดยทำความสะอาดผิวของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการด้วยฟองน้ำที่ชุบน้ำหมาดๆ และผลิตภัณฑ์ควรผ่านการเผาปิสกิตที่อุณหภูมิประมาณ 700-800°C
- นำชิ้นงานที่ชุบเคลือบแล้วทำการเผาในเตาไฟฟ้าตามอุณหภูมิและสภาวะที่กำหนด

อุณหภูมิเผา	1200°C
บรรยากาศการเผา	ออกซิเดชัน (Oxidation)
อัตราการเพิ่มอุณหภูมิ	5°C/นาที
ระยะเวลาเย็นไฟ	15-30 นาที

สมบัติของน้ำเคลือบ

5. กากค้างตะแกรงเบอร์ 325 เมช: 1.17 %
6. ความหนาแน่น: 1.50 g/cc
7. การไหลตัว (Ford cup): 12.8 วินาที
8. ค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อน

25-400°C	$6.6168 \times 10^{-6} \text{ } 1/^{\circ}\text{C}$
25-500°C	$6.7979 \times 10^{-6} \text{ } 1/^{\circ}\text{C}$
25-600°C	$7.0383 \times 10^{-6} \text{ } 1/^{\circ}\text{C}$

วิเคราะห์โดย: เครื่อง Dilatometer, Netzsch, รุ่น DIL 402 PC; ศูนย์เทคโนโลยีแก้วและเซรามิกส์ บริษัท ซิเบลโกมิเนอร์รัลส์ (ประเทศไทย) จำกัด

9. การนำไปใช้งาน

เหมาะสำหรับการเคลือบบนผลิตภัณฑ์เซรามิกประเภทเครื่องใช้บนโต๊ะอาหาร ของชำร่วย และของประดับตกแต่ง

10. ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ใช้สูตรเคลือบที่บขาว CU Opaque 02



ภาพที่ 37 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ของโรงงานที่ใช้สูตรเคลือบที่บขาว CU Opaque 02

10. สูตรเคลือบที่บขาว MTEC Op01



ภาพที่ 38 สูตรเคลือบที่บขาว MTEC Op01

1. ชื่อสูตรเคลือบ: MTEC Op01
2. ประเภทสูตรเคลือบ: เคลือบที่บ
3. ส่วนผสมที่ใช้ในสูตรเคลือบ:

ตารางที่ 12 สูตรเคลือบที่บขาว MTEC Op01

วัตถุดิบ	สัดส่วน (%)
สูตรเคลือบสีตามสูตรของโรงงาน	สูตรเคลือบสีโรงงาน
สารเติมแต่ง	สัดส่วน (%)
เซอร์โคเนียมซิลิเกต	10

4. ขั้นตอนกระบวนการเตรียมน้ำเคลือบ:

- 1) นำวัตถุดิบทุกตัวไปอบให้แห้งในเตาอบไฟฟ้า ที่อุณหภูมิ 105°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง สำหรับวัตถุดิบที่เป็นก้อนขนาดใหญ่ทำการบดย่อยให้มีขนาดเล็กลงก่อนนำเข้าเตาอบ
- 2) ชั่งวัตถุดิบหลังอบแห้งทุกตัวตามสัดส่วนที่ระบุในส่วนผสมที่ใช้ในสูตรเคลือบดังแสดงในตารางที่ 12 สูตรเคลือบที่บขาว MTEC Op01
- 3) บดวัตถุดิบทั้งหมดรวมกันในหม้อบดความเร็วสูงโดยบดแบบเปียก ใช้ปริมาณน้ำประมาณ 80% โดยน้ำหนัก ใช้เวลาบดประมาณ 20 นาที

4) ถ่ายน้ำเคลือบออกจากหม้อบด และทำการทดสอบหาค่าการคายน้ำที่ 325 เมช ค่าความหนาแน่น และการไหลตัวของน้ำเคลือบก่อนนำไปใช้งาน

5) ทำการชุบเคลือบ โดยทำความสะอาดผิวของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการด้วยฟองน้ำที่ชุบน้ำหมาดๆ และผลิตภัณฑ์ควรผ่านการเผาปิ้งที่อุณหภูมิประมาณ 700-800°C

6) นำชิ้นงานที่ชุบเคลือบแล้วทำการเผาในเตาไฟฟ้าตามอุณหภูมิและสภาวะที่กำหนด

อุณหภูมิเผา	1200°C
บรรยากาศการเผา	ออกซิเดชัน (Oxidation)
อัตราการเพิ่มอุณหภูมิ	5°C/นาที่
ระยะเวลาขึ้นไฟ	15-30 นาที
ชนิดของเตาเผา	เตาไฟฟ้า

สมบัติของน้ำเคลือบ

- | | |
|---|---|
| 5. การคายน้ำที่ 325 เมช: | 1.17 % |
| 6. ความหนาแน่น: | 1.44 g/cc |
| 7. การไหลตัว (Ford cup): | 14.8 วินาที |
| 8. ค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อน | |
| 25-400°C | $7.1941 \times 10^{-6} \text{ } 1/^{\circ}\text{C}$ |
| 25-500°C | $7.4897 \times 10^{-6} \text{ } 1/^{\circ}\text{C}$ |
| 25-600°C | $8.1094 \times 10^{-6} \text{ } 1/^{\circ}\text{C}$ |

วิเคราะห์โดย: เครื่อง Dilatometer, Netzsch, รุ่น DIL 402 PC; ศูนย์เทคโนโลยีแก้วและเซรามิกส์ บริษัท ชิเบลโกล์มีเนอรัลส์ (ประเทศไทย) จำกัด

9. การนำไปใช้งาน

เหมาะสำหรับการเคลือบบนผลิตภัณฑ์เซรามิกประเภทเครื่องใช้บนโต๊ะอาหาร ของชำร่วย และของประดับตกแต่ง

10. ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ใช้สูตรเคลือบที่บขาว MTEC Op01

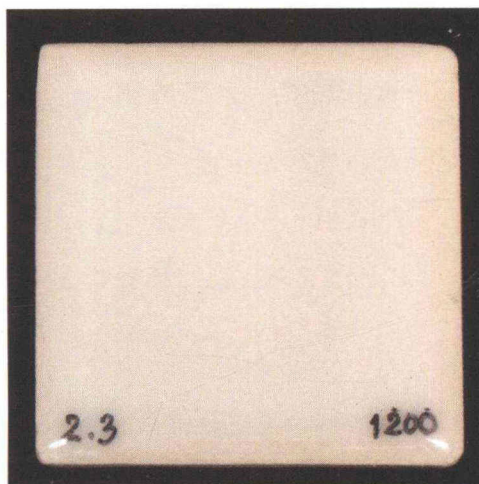


ภาพที่ 39 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ของโรงงานที่ 1 ที่ใช้สูตรเคลือบที่บขาว MTEC Op01



ภาพที่ 40 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ของโรงงานที่ 2 ที่ใช้สูตรเคลือบที่บขาว MTEC Op01

11. สูตรเคลือบทึบกึ่งมันกึ่งด้านขาว CMU SM-1404



ภาพที่ 41 สูตรเคลือบทึบกึ่งมันกึ่งด้านขาว CMU SM-1404

1. ชื่อสูตรเคลือบ: CMU SM-1404
2. ประเภทสูตรเคลือบ: เคลือบทึบกึ่งมันกึ่งด้าน
3. ส่วนผสมที่ใช้ในสูตรเคลือบ:

ตารางที่ 13 สูตรเคลือบทึบกึ่งมันกึ่งด้านขาว CMU SM-1404

วัตถุดิบ	สัดส่วน (%)
โพแทสเซียมเฟลด์สปาร์	26
ทรายซิลิกา	14
หินปูน	17
ดินขาว	21
เซอร์โคเนียมซิลิเกต	10
อะลูมิเนียมออกไซด์	4
เบนโทไนต์	4
โดโลไมต์	3
ฟrit 366	1
สารเติมแต่ง	สัดส่วน (%)
สารช่วยการกระจายตัว (STPP)	0.1

4. ขั้นตอนกระบวนการเตรียมน้ำเคลือบ:

1) นำวัตถุดิบทุกตัวไปอบให้แห้งในเตาอบไฟฟ้า ที่อุณหภูมิ 105°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง สำหรับวัตถุดิบที่เป็นก้อนขนาดใหญ่ทำการบดย่อยให้มีขนาดเล็กลงก่อนนำเข้าเตาอบ

2) ชั่งวัตถุดิบหลังอบแห้งทุกตัวตามสัดส่วนที่ระบุในส่วนผสมที่ใช้ในสูตรเคลือบดังแสดงในตารางที่ 13 สูตรเคลือบที่บ่มกันทั้งด้านขาว CMU SM-1404

3) บดวัตถุดิบทั้งหมดรวมกันในหม้อบดความเร็วสูงโดยบดแบบเปียก ใช้ปริมาณน้ำประมาณ 80% โดยน้ำหนัก และเติมสารช่วยการกระจายตัว STPP ในปริมาณ 0.1% โดยน้ำหนัก เพื่อช่วยกระจายตัวส่วนผสมและทำให้ส่วนผสมวัตถุดิบให้เข้ากันได้ดียิ่งขึ้น ใช้เวลาบดประมาณ 20 นาที

4) ถ่ายน้ำเคลือบออกจากหม้อบด และทำการทดสอบหาค่าการค้ำตะแกรง 325 เมช ค่าความหนาแน่น และการไหลตัวของน้ำเคลือบก่อนนำไปใช้งาน

5) ทำการชุบเคลือบ โดยทำความสะอาดผิวของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการด้วยฟองน้ำที่ชุบน้ำหมาดๆ และผลิตภัณฑ์ควรผ่านการเผาปฏิกิริยาที่อุณหภูมิประมาณ 700-800°C

6) นำชิ้นงานที่ชุบเคลือบแล้วทำการเผาในเตาไฟฟ้าตามอุณหภูมิและสภาวะที่กำหนด

อุณหภูมิเผา	1200°C
บรรยากาศการเผา	ออกซิเดชัน (Oxidation)
อัตราการเพิ่มอุณหภูมิ	5°C/นาที
ระยะเวลาเย็นไฟ	15-30 นาที
ชนิดของเตาเผา	เตาไฟฟ้า

สมบัติของน้ำเคลือบ

5. การค้ำตะแกรงเบอร์ 325 เมช: 1.50 %
6. ความหนาแน่น: 1.50 g/cc
7. การไหลตัว (Ford cup): 13.7 วินาที
8. ค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อน

25-400°C	$5.9640 \times 10^{-6} \text{ } 1/^{\circ}\text{C}$
25-500°C	$6.2650 \times 10^{-6} \text{ } 1/^{\circ}\text{C}$
25-600°C	$7.0037 \times 10^{-6} \text{ } 1/^{\circ}\text{C}$

วิเคราะห์โดย: เครื่อง Dilatometer, Netzsch, รุ่น DIL 402 PC; ศูนย์เทคโนโลยีแก้วและเซรามิกส์ บริษัท ชิเบลโก้มีเนอรัลส์ (ประเทศไทย) จำกัด

9. การนำไปใช้งาน

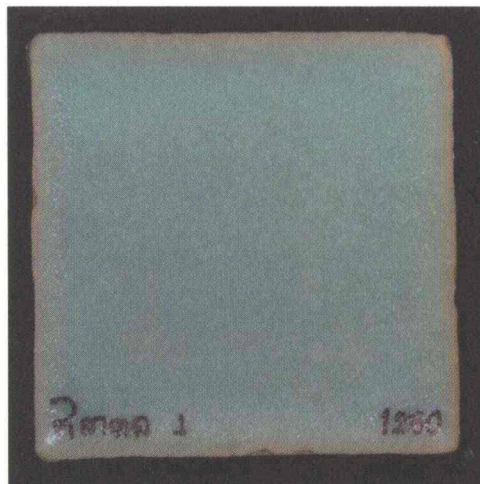
เหมาะสำหรับการเคลือบบนผลิตภัณฑ์เซรามิกประเภทเครื่องใช้บนโต๊ะอาหาร ของชำร่วย และของประดับตกแต่ง

10. ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ใช้สูตรเคลือบที่บ่มกึ่งมันกึ่งด้านขาว CMU SM-1404



ภาพที่ 42 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ใช้สูตรเคลือบที่บ่มกึ่งมันกึ่งด้านขาว CMU SM-1404

12. สูตรเคลือบสีลาดล CMU CL1401



ภาพที่ 43 สูตรเคลือบสีลาดล CMU CL1401

1. ชื่อสูตรเคลือบ: CMU CL1401
2. ประเภทสูตรเคลือบ: เคลือบสีลาดล
3. ส่วนผสมที่ใช้ในสูตรเคลือบ:

ตารางที่ 14 สูตรเคลือบสีลาดล CMU CL1401

วัตถุดิบ	สัดส่วน (%)
โซดาเฟลด์สปาร์	30
แคลเซียมคาร์บอเนต	12
ทัลคัม	4
แบเรียมคาร์บอเนต	7
โบนแอช	1
ดินขาว	22
ทรายซิลิกา	22
เหล็กออกไซด์	2

4. ขั้นตอนกระบวนการเตรียมน้ำเคลือบ:

1) นำวัตถุดิบทุกตัวไปอบให้แห้งในเตาอบไฟฟ้า ที่อุณหภูมิ 105°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง สำหรับวัตถุดิบที่เป็นก้อนขนาดใหญ่ทำการบดย่อยให้มีขนาดเล็กลงก่อนนำเข้าเตาอบ

2) ชั่งวัตถุดิบหลังอบแห้งทุกตัวตามสัดส่วนที่ระบุในส่วนผสมที่ใช้ในสูตรเคลือบดังแสดงในตารางที่ 14 สูตรเคลือบสีลาดล CMU CL1401

3) บดวัตถุดิบทั้งหมดรวมกันในหม้อบดความเร็วสูงโดยบดแบบเปียก ใช้ปริมาณน้ำประมาณ 80% โดยน้ำหนัก ใช้เวลาบดประมาณ 20 นาที

4) ถ่ายน้ำเคลือบออกจากหม้อบด และทำการทดสอบหาค่าการค้ำตะแกรง 325 เมช ค่าความหนาแน่น และการไหลตัวของน้ำเคลือบก่อนนำไปใช้งาน

5) ทำการชุบเคลือบ โดยทำความสะอาดผิวของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการด้วยฟองน้ำที่ชุบน้ำหมาดๆ และผลิตภัณฑ์ควรผ่านการเผาปิ้งที่อุณหภูมิประมาณ 700-800°C

- 6) นำชิ้นงานที่ชุบเคลือบแล้วทำการเผาในเตาแก๊สตามอุณหภูมิและสภาวะที่กำหนด

อุณหภูมิเผา 1250°C

บรรยากาศการเผา รีดักชัน (Reduction)

อัตราการเพิ่มอุณหภูมิ 2-3°C/นาที

ระยะเวลาขึ้นไฟ	30-60 นาที
ชนิดของเตาเผา	เตาแก๊ส

สมบัติของน้ำเคลือบ

5. กากค้างตะแกรงเบอร์ 325 เมช: 1.38 %
6. ความหนาแน่น: 1.50 g/cc
7. การไหลตัว (Ford cup): 13.2 วินาที
8. ค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อน

25-400°C	$6.7171 \times 10^{-6} \text{ } 1/^{\circ}\text{C}$
25-500°C	$6.8869 \times 10^{-6} \text{ } 1/^{\circ}\text{C}$
25-600°C	$7.1232 \times 10^{-6} \text{ } 1/^{\circ}\text{C}$

วิเคราะห์โดย: เครื่อง Dilatometer, Netzsch, รุ่น DIL 402 PC; ศูนย์เทคโนโลยีแก้วและเซรามิกส์ บริษัท ชิเบลไกมีเนอรัลส์ (ประเทศไทย) จำกัด

9. การนำไปใช้งาน

เหมาะสำหรับการเคลือบบนผลิตภัณฑ์เซรามิกประเภทเครื่องใช้บนโต๊ะอาหาร ของชำร่วย และของประดับตกแต่ง

10. ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ใช้สูตรเคลือบเคลือบสีลาดล CMU CL1401



ภาพที่ 44 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ของโรงงานที่ใช้สูตรเคลือบเคลือบสีลาดล CMU CL1401

13. สูตรเคลือบใสอุณหภูมิต่ำ MTEC CL1100



ภาพที่ 45 สูตรเคลือบใสอุณหภูมิต่ำ MTEC CL1100

1. ชื่อสูตรเคลือบ: MTEC CL1100
2. ประเภทสูตรเคลือบ: เคลือบใส
3. ส่วนผสมที่ใช้ในสูตรเคลือบ:

ตารางที่ 15 สูตรเคลือบใสอุณหภูมิต่ำ MTEC CL1100

วัตถุดิบ	สัดส่วน (%)
ฟริต 360	65
โซเดียมเฟลด์สปาร์	10
ดินขาว	10
ซิงค์ออกไซด์	5
ลิเทียมคาร์บอเนต	5
แบเรียมคาร์บอเนต	5

4. ขั้นตอนกระบวนการเตรียมน้ำเคลือบ:

- 1) นำวัตถุดิบทุกตัวไปอบให้แห้งในเตาอบไฟฟ้า ที่อุณหภูมิ 105°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง สำหรับวัตถุดิบที่เป็นก้อนขนาดใหญ่ทำการบดย่อยให้มีขนาดเล็กลงก่อนนำเข้าเตาอบ
- 2) ชั่งวัตถุดิบหลังอบแห้งทุกตัวตามสัดส่วนที่ระบุในส่วนผสมที่ใช้ในสูตรเคลือบดังแสดงในตารางที่ 15 สูตรเคลือบใสอุณหภูมิต่ำ MTEC CL1100

3) บดวัตถุดิบทั้งหมดรวมกันในหม้อบดความเร็วสูงโดยบดแบบเปียก ใช้ปริมาณน้ำประมาณ 80% โดยน้ำหนัก ใช้เวลาบดประมาณ 20 นาที

4) ถ่ายน้ำเคลือบออกจากหม้อบด และทำการทดสอบหาค่าการค้ำตะแกรง 325 เมช ค่าความหนาแน่น และการไหลตัวของน้ำเคลือบก่อนนำไปใช้งาน

5) ทำการชุบเคลือบ โดยทำความสะอาดผิวของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการด้วยฟองน้ำที่ชุบน้ำหมาดๆ และผลิตภัณฑ์ควรผ่านการเผาปิสกิตที่อุณหภูมิประมาณ 700-800°C

6) นำชิ้นงานที่ชุบเคลือบแล้วทำการเผาในเตาไฟฟ้าตามอุณหภูมิและสภาวะที่กำหนด

อุณหภูมิเผา 1100°C

บรรยากาศการเผา ออกซิเดชัน (Oxidation)

อัตราการเพิ่มอุณหภูมิ 5°C/นาที

ระยะเวลาขึ้นไฟ 30 นาที

ชนิดของเตาเผา เตาไฟฟ้า

สมบัติของน้ำเคลือบ

5. การค้ำตะแกรงเบอร์ 325 เมช: 0.50 %

6. ความหนาแน่น: 1.49 g/cc

7. การไหลตัว (Ford cup): 13.48 วินาที

8. ค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อน

25-500°C $9.16 \times 10^{-6} \text{ } 1/^{\circ}\text{C}$

วิเคราะห์โดย: เครื่อง Dilatometer, Netzsch, รุ่น DIL 402 PC; ห้องปฏิบัติการทดสอบผลิตภัณฑ์เซรามิก ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ

9. การนำไปใช้งาน

เหมาะสำหรับการเคลือบบนผลิตภัณฑ์เซรามิกประเภทเครื่องใช้บนโต๊ะอาหาร ของชำร่วย และของประดับตกแต่ง

10. ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ใช้สูตรเคลือบใส MTEC CL1100



ภาพที่ 46 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ของโรงงานที่ 1 ที่ใช้สูตรเคลือบใสอุณหภูมิต่ำ MTEC CL1100



ภาพที่ 47 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ของโรงงานที่ 2 ที่ใช้สูตรเคลือบใสอุณหภูมิต่ำ MTEC CL1100

14. สูตรเคลือบทึบขาวอุณหภูมิต่ำ MTEC OP1100



ภาพที่ 48 สูตรเคลือบทึบขาวอุณหภูมิต่ำ MTEC OP1100

1. ชื่อสูตรเคลือบ: MTEC OP1100
2. ประเภทสูตรเคลือบ: เคลือบทึบ
3. ส่วนผสมที่ใช้ในสูตรเคลือบ:

ตารางที่ 16 สูตรเคลือบทึบขาวอุณหภูมิต่ำ MTEC OP1100

วัตถุดิบ	สัดส่วน (%)
พริต 360	85
โซเดียมเฟลด์สปาร์	10
ดินขาว	5
สารเติมแต่ง	สัดส่วน (%)
แบเรียมคาร์บอเนต	5
เซอร์โคเนียมซิลิเกต	5

4. ขั้นตอนกระบวนการเตรียมน้ำเคลือบ:

1) นำวัตถุดิบทุกตัวไปอบให้แห้งในเตาอบไฟฟ้า ที่อุณหภูมิ 105°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง สำหรับวัตถุดิบที่เป็นก้อนขนาดใหญ่ทำการบดย่อยให้มีขนาดเล็กลงก่อนนำเข้าเตาอบ

2) ชั่งวัตถุดิบหลังอบแห้งทุกตัวตามสัดส่วนที่ระบุในส่วนผสมที่ใช้ในสูตรเคลือบดังแสดงในตารางที่ 16 สูตรเคลือบทึบขาวอุณหภูมิต่ำ MTEC OP1100

3) บดวัตถุดิบทั้งหมดรวมกันในหม้อบดความเร็วสูงโดยดแบบเปียก ใช้ปริมาณน้ำประมาณ 80% โดยน้ำหนัก ใช้เวลาบดประมาณ 20 นาที

4) ถ่ายน้ำเคลือบออกจากหม้อบด และทำการทดสอบหาค่าการค้ำตะแกรง 325 เมช ค่าความหนาแน่น และการไหลตัวของน้ำเคลือบก่อนนำไปใช้งาน

5) ทำการชุบเคลือบ โดยทำความสะอาดผิวของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการด้วยฟองน้ำที่ชุบน้ำหมาดๆ และผลิตภัณฑ์ควรผ่านการเผาปฏิกิริยาที่อุณหภูมิประมาณ 700-800°C

6) นำชิ้นงานที่ชุบเคลือบแล้วทำการเผาในเตาไฟฟ้าตามอุณหภูมิและสภาวะที่กำหนด

อุณหภูมิเผา	1,100°C
บรรยากาศการเผา	ออกซิเดชัน Oxidation
อัตราการเพิ่มอุณหภูมิ	5°C/นาที
ระยะเวลาขึ้นไฟ	30 นาที
ชนิดของเตาเผา	เตาไฟฟ้า

สมบัติของน้ำเคลือบ

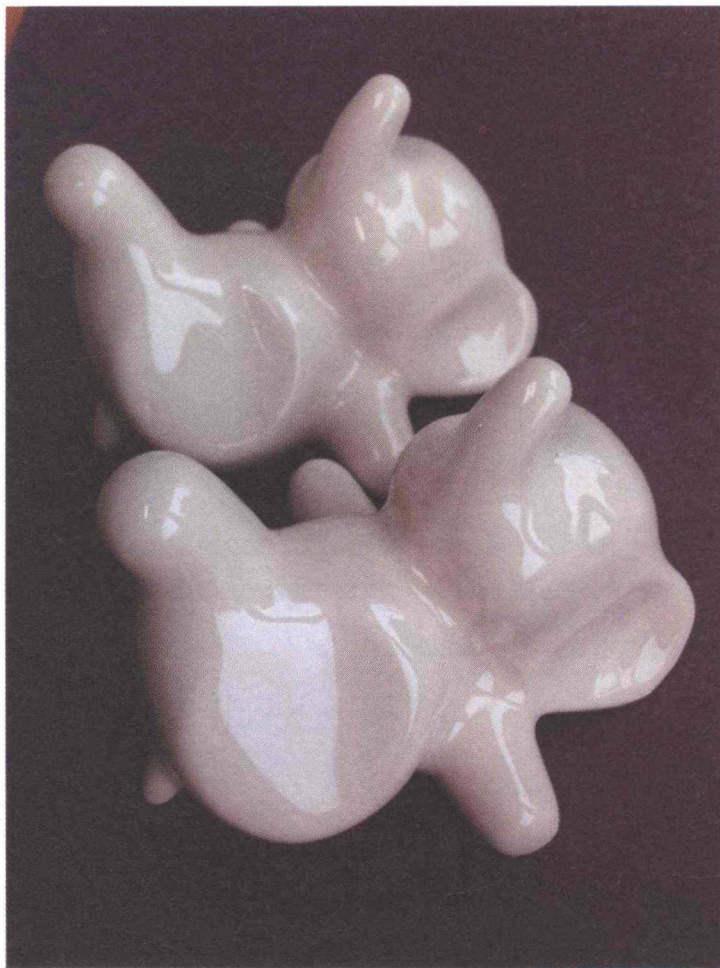
- | | |
|---|---|
| 5. การค้ำตะแกรงเบอร์ 325 เมช: | 0.50 % |
| 6. ความหนาแน่น: | 1.50 g/cc |
| 7. การไหลตัว (Ford cup): | 13.48 วินาที |
| 8. ค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อน | |
| 25-500°C | $8.93 \times 10^{-6} \text{ } 1/^{\circ}\text{C}$ |

วิเคราะห์โดย: เครื่อง Dilatometer, Netzsch, รุ่น DIL 402 PC; ห้องปฏิบัติการทดสอบผลิตภัณฑ์เซรามิก ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ

9. การนำไปใช้งาน

เหมาะสำหรับการเคลือบบนผลิตภัณฑ์เซรามิกประเภทเครื่องใช้บนโต๊ะอาหาร ของชำร่วย และของประดับตกแต่ง

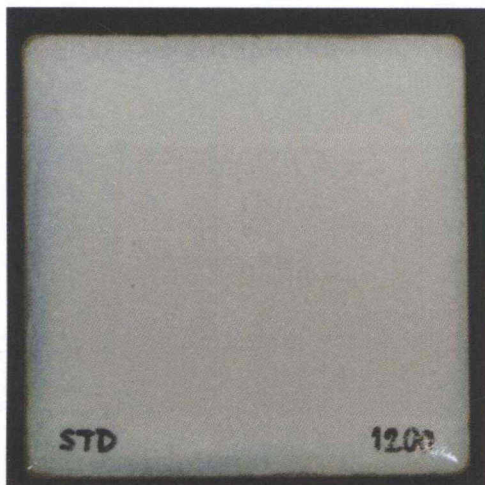
10. ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ใช้สูตรเคลือบที่บ MTEC OP1100



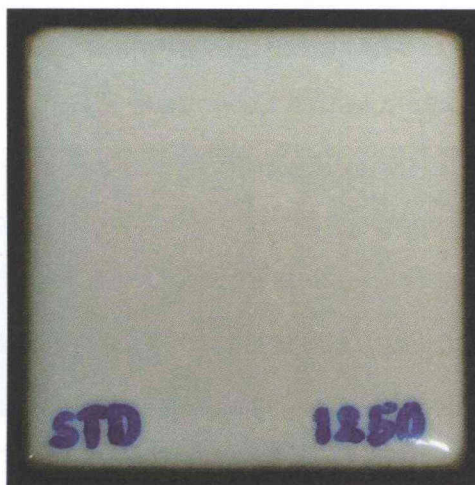
ภาพที่ 49 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ของโรงงานที่ใช้สูตรเคลือบที่บ MTEC OP1100

15. สูตรเคลือบแอนทิก CU Antique-STD

สูตรเคลือบที่มีส่วนประกอบของไททาเนียมไดออกไซด์ (TiO_2) ที่เมื่อเคลือบแล้วจะมีการดิ่งตัวเล็กน้อย



อุณหภูมิเผา 1,200°C



อุณหภูมิเผา 1,250°C

ภาพที่ 50 สูตรเคลือบแอนทิก CU Antique-STD

1. ชื่อสูตรเคลือบ: CU Antique-STD
2. ประเภทสูตรเคลือบ: เคลือบเอฟเฟค
3. ส่วนผสมที่ใช้ในสูตรเคลือบ:

ตารางที่ 17 สูตรเคลือบแอนทิก CU Antique-STD

วัตถุดิบ	สัดส่วน (%)
โพแทสเซิลด์สปาร์	34.1
หินปูน	9.5
โดโลไมต์	13.5
ซิงค์ออกไซด์	9.5
ทรายซิลิกา	23.8
ไททาเนียมไดออกไซด์	4.8
เซอร์โคเนียมซิลิเกต	4.8
สารเติมแต่ง	สัดส่วน (%)
สารช่วยการกระจายตัว (STPP)	0.1

4. ขั้นตอนกระบวนการเตรียมน้ำเคลือบ:

1) นำวัตถุดิบทุกตัวไปอบให้แห้งในเตาอบไฟฟ้า ที่อุณหภูมิ 105°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง สำหรับวัตถุดิบที่เป็นก้อนขนาดใหญ่ทำการบดย่อยให้มีขนาดเล็กลงก่อนนำเข้าเตาอบ

2) ชั่งวัตถุดิบหลังอบแห้งทุกตัวตามสัดส่วนที่ระบุในส่วนผสมที่ใช้ในสูตรเคลือบดังแสดงในตารางที่ 17 สูตรเคลือบแอนทิก CU Antique-STD

3) บดวัตถุดิบทั้งหมดรวมกันในหม้อบดความเร็วสูงโดยบดแบบเปียก ใช้ปริมาณน้ำประมาณ 80% โดยน้ำหนัก และเติมสารช่วยการกระจายตัว STPP ในปริมาณ 0.1% โดยน้ำหนัก เพื่อช่วยกระจายตัวส่วนผสมและทำให้บดผสมวัตถุดิบให้เข้ากันได้ดียิ่งขึ้น ใช้เวลาบดประมาณ 20 นาที

4) ถ่ายน้ำเคลือบออกจากหม้อบด และทำการทดสอบหาค่าการคายตะแกรง 325 เมช ค่าความหนาแน่น และการไหลตัวของน้ำเคลือบก่อนนำไปใช้งาน

5) ทำการชุบเคลือบ โดยทำความสะอาดผิวของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการด้วยฟองน้ำที่ชุบน้ำหมาดๆ และผลิตภัณฑ์ควรผ่านการเผาปิสกิตที่อุณหภูมิประมาณ 700-800°C

6) นำชิ้นงานที่ชุบเคลือบแล้วทำการเผาในเตาไฟฟ้าตามอุณหภูมิและสภาวะที่กำหนด

อุณหภูมิเผา	1200°C
บรรยากาศการเผา	ออกซิเดชัน (Oxidation)
อัตราการเพิ่มอุณหภูมิ	5°C/นาที
ระยะเวลาเย็นไฟ	15-30 นาที
ชนิดของเตาเผา	เตาไฟฟ้า

สมบัติของน้ำเคลือบ

5. การคายตะแกรงเบอร์ 325 เมช: 1.15 %

6. ความถ่วงจำเพาะ: 1.50 g/cc

7. การไหลตัว (Ford cup): 10 - 12 วินาที

8. ค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อน

25-400°C $7.2203 \times 10^{-6} \text{ } 1/^{\circ}\text{C}$

25-500°C $7.3705 \times 10^{-6} \text{ } 1/^{\circ}\text{C}$

25-600°C $7.4989 \times 10^{-6} \text{ } 1/^{\circ}\text{C}$

วิเคราะห์โดย: เครื่อง Dilatometer, Netzsch, รุ่น DIL 402 PC; ศูนย์เทคโนโลยีแก้วและเซรามิกส์ บริษัท ซิเบลโกลิมเนอรัลส์ (ประเทศไทย) จำกัด

9. การนำไปใช้งาน

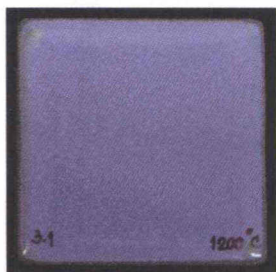
เหมาะสำหรับการเคลือบบนผลิตภัณฑ์เซรามิกประเภทกระเบื้องปูผนัง และของประดับตกแต่ง

10. การผสมออกไซด์ที่ให้สี

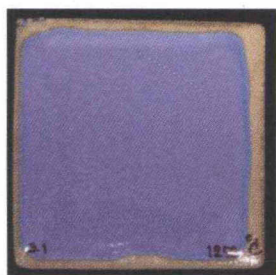
ทำการทดลองผสมเคลือบแอนทีคมาตรฐาน CU Antique-STD กับสีออกไซด์ชนิดต่างๆ ในปริมาณ 1% โดยน้ำหนัก ได้ผลดังรูปภาพขึ้นทดสอบต่อไปนี้

สูตร STD-1

CoO



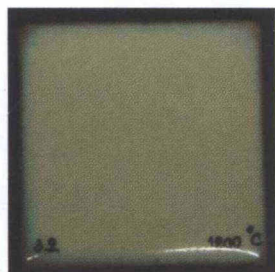
อุณหภูมิเผา 1,200°C



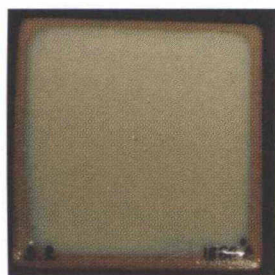
อุณหภูมิเผา 1,250°C

สูตร STD-2

Fe₂O₃



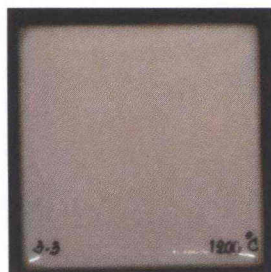
อุณหภูมิเผา 1,200°C



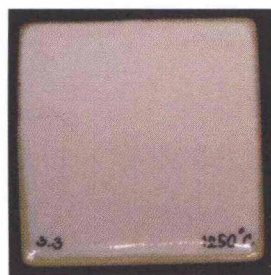
อุณหภูมิเผา 1,250°C

สูตร STD-3

Mn₂O₃



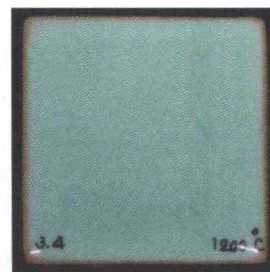
อุณหภูมิเผา 1,200°C



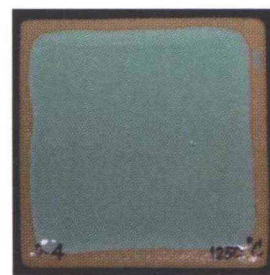
อุณหภูมิเผา 1,250°C

สูตร STD-4

CuO



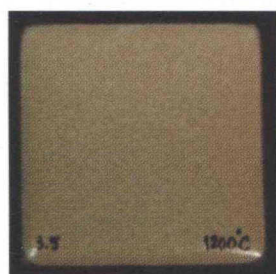
อุณหภูมิเผา 1,200°C



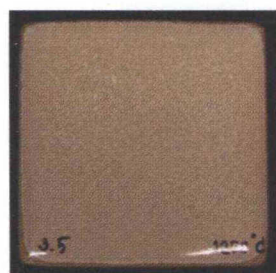
อุณหภูมิเผา 1,250°C

สูตร STD-5

Ni₂O₃



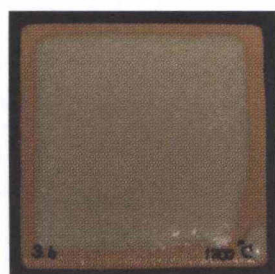
อุณหภูมิเผา 1,200°C



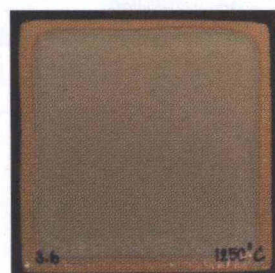
อุณหภูมิเผา 1,250°C

สูตร STD-6

Cr₂O₃



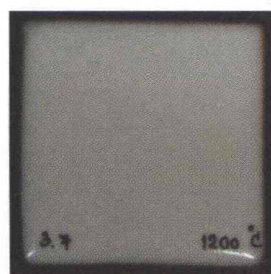
อุณหภูมิเผา 1,200°C



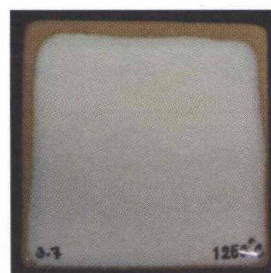
อุณหภูมิเผา 1,250°C

สูตร STD-7

SeO₂



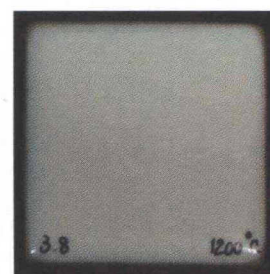
อุณหภูมิเผา 1,200°C



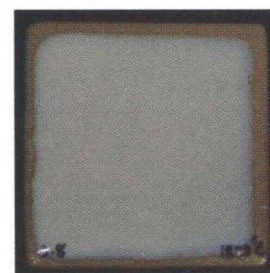
อุณหภูมิเผา 1,250°C

สูตร STD-8

SnO₂

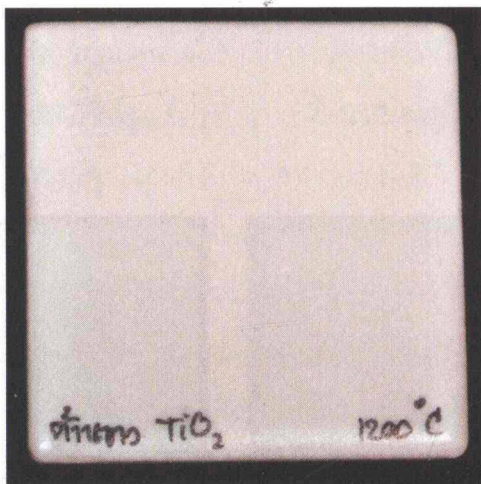


อุณหภูมิเผา 1,200°C

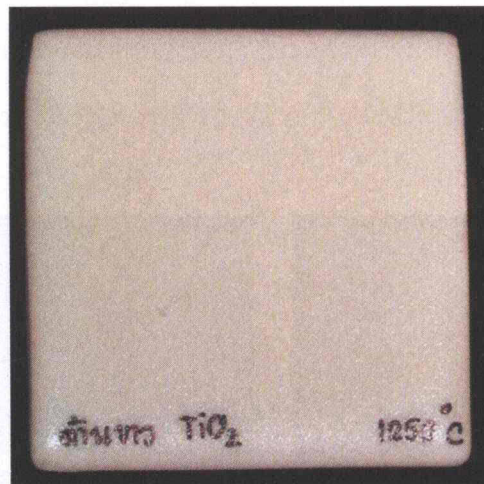


อุณหภูมิเผา 1,250°C

16. สูตรเคลือบด้าน CU Matt-TiO₂



อุณหภูมิเผา 1,200°C



อุณหภูมิเผา 1,250°C

ภาพที่ 51 สูตรเคลือบด้าน CU Matt-TiO₂

1. ชื่อสูตรเคลือบ: CU Matt-TiO₂
2. ประเภทสูตรเคลือบ: เคลือบด้าน
3. ส่วนผสมที่ใช้ในสูตรเคลือบ:

ตารางที่ 18 สูตรเคลือบด้าน CU Matt-TiO₂

วัตถุดิบ	สัดส่วน (%)
โพแทสเซียมเฟลด์สปาร์	44.8
หินปูน	19.3
ทรายซิลิกา	11.7
โดโลไมต์	2.1
ดินขาว	18.6
ไททาเนียมไดออกไซด์	3.5
สารเติมแต่ง	สัดส่วน (%)
สารช่วยการกระจายตัว (STPP)	0.1

4. ขั้นตอนกระบวนการเตรียมน้ำเคลือบ:

1) นำวัตถุดิบทุกตัวไปอบให้แห้งในเตาอบไฟฟ้า ที่อุณหภูมิ 105°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง สำหรับวัตถุดิบที่เป็นก้อนขนาดใหญ่ทำการบดย่อยให้มีขนาดเล็กลงก่อนนำเข้าเตาอบ

2) ชั่งวัตถุดิบหลังอบแห้งทุกตัวตามสัดส่วนที่ระบุในส่วนผสมที่ใช้ในสูตรเคลือบดังแสดงในตารางที่ 18 สูตรเคลือบด้าน CU Matt-TiO₂

3) บดวัตถุดิบทั้งหมดรวมกันในหม้อบดความเร็วสูงโดยบดแบบเปียก ใช้ปริมาณน้ำประมาณ 80% โดยน้ำหนัก และเติมสารช่วยการกระจายตัว STPP ในปริมาณ 0.1% โดยน้ำหนัก เพื่อช่วยกระจายตัวส่วนผสมและทำให้บดผสมวัตถุดิบให้เข้ากันได้ดียิ่งขึ้น ใช้เวลาบดประมาณ 20 นาที

4) ถ่ายน้ำเคลือบออกจากหม้อบด และทำการทดสอบหาค่าการคายน้ำที่ 325 เมช ค่าความหนาแน่น และการไหลตัวของน้ำเคลือบก่อนนำไปใช้งาน

5) ทำการชุบเคลือบ โดยทำความสะอาดผิวของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการด้วยฟองน้ำที่ชุบน้ำหมาดๆ และผลิตภัณฑ์ควรผ่านการเผาปฏิกิริยาที่อุณหภูมิประมาณ 700-800°C

6) นำชิ้นงานที่ชุบเคลือบแล้วทำการเผาในเตาไฟฟ้าตามอุณหภูมิและสภาวะที่กำหนด

อุณหภูมิเผา	1200°C
บรรยากาศการเผา	ออกซิเดชัน (Oxidation)
อัตราการเพิ่มอุณหภูมิ	5°C/นาที
ระยะเวลาขึ้นไฟ	15-30 นาที
ชนิดของเตาเผา	เตาไฟฟ้า

สมบัติของน้ำเคลือบ

5. การคายน้ำที่ 325 เมช: 1.23 %
6. ความหนาแน่น: 1.50 g/cc
7. การไหลตัว (Ford cup): 10-12 วินาที
8. ค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อน

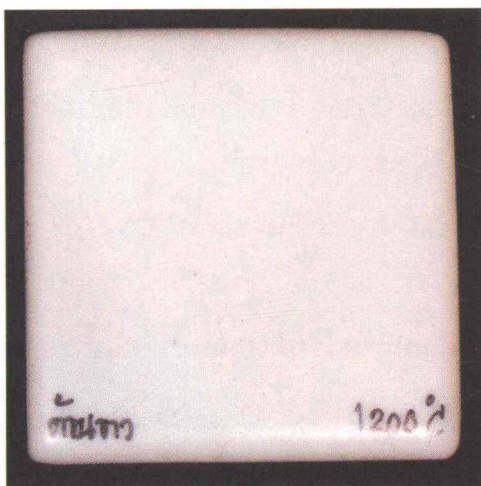
25-400°C	$9.5126 \times 10^{-6} \text{ } 1/^{\circ}\text{C}$
25-500°C	$10.1678 \times 10^{-6} \text{ } 1/^{\circ}\text{C}$
25-600°C	$10.5133 \times 10^{-6} \text{ } 1/^{\circ}\text{C}$

วิเคราะห์โดย: เครื่อง Dilatometer, Netzsch, รุ่น DIL 402 PC; ศูนย์เทคโนโลยีแก้วและเซรามิกส์ บริษัท ชิเบลโกมิเนอรัลส์ (ประเทศไทย) จำกัด

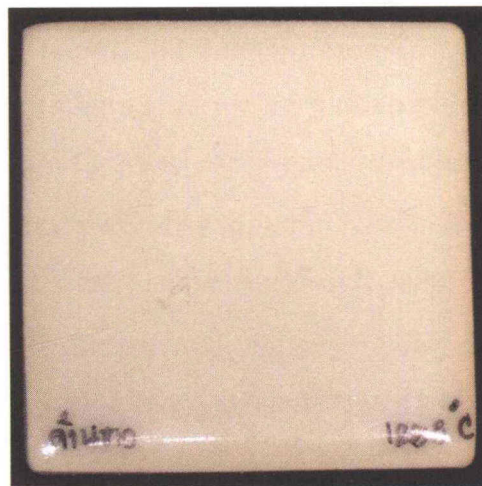
9. การนำไปใช้งาน

เหมาะสำหรับการเคลือบบนผลิตภัณฑ์เซรามิกประเภทกระเบื้อง เครื่องใช้บนโต๊ะอาหาร ของชำร่วย และของประดับตกแต่ง

17. สูตรเคลือบด้าน CU Alumina Matt 01



อุณหภูมิเผา 1,200°C



อุณหภูมิเผา 1,250°C

ภาพที่ 52 สูตรเคลือบด้าน CU Alumina Matt 01

1. ชื่อสูตรเคลือบ: CU Alumina Matt 01
2. ประเภทสูตรเคลือบ: เคลือบด้าน
3. ส่วนผสมที่ใช้ในสูตรเคลือบ:

ตารางที่ 19 สูตรเคลือบด้าน CU Alumina Matt 01

วัตถุดิบ	สัดส่วน (%)
โพแทสเซียมเฟลด์สปาร์	46.5
หินปูน	20
ทรายซิลิกา	12.1
โดโลไมต์	2.1
ดินขาว	19.3
สารเติมแต่ง	สัดส่วน (%)
สารช่วยการกระจายตัว (STPP)	0.1

4. ขั้นตอนกระบวนการเตรียมน้ำเคลือบ:

1) นำวัตถุดิบทุกตัวไปอบให้แห้งในเตาอบไฟฟ้า ที่อุณหภูมิ 105°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง สำหรับวัตถุดิบที่เป็นก้อนขนาดใหญ่ทำการบดย่อยให้มีขนาดเล็กลงก่อนนำเข้าเตาอบ

2) ชั่งวัตถุดิบหลังอบแห้งทุกตัวตามสัดส่วนที่ระบุในส่วนผสมที่ใช้ในสูตรเคลือบดังแสดงในตารางที่ 19 สูตรเคลือบด้าน CU Alumina Matt 01

3) บดวัตถุดิบทั้งหมดรวมกันในหม้อบดความเร็วสูงโดยบดแบบเปียก ใช้ปริมาณน้ำประมาณ 80% โดยน้ำหนัก และเติมสารช่วยการกระจายตัว STPP ในปริมาณ 0.1% โดยน้ำหนัก เพื่อช่วยกระจายตัวส่วนผสมและทำให้บดผสมวัตถุดิบให้เข้ากันได้ดียิ่งขึ้น ใช้เวลาบดประมาณ 20 นาที

4) ถ่ายน้ำเคลือบออกจากหม้อบด และทำการทดสอบหาค่าการคายน้ำที่ 325 เมช ค่าความหนาแน่น และการไหลตัวของน้ำเคลือบก่อนนำไปใช้งาน

5) ทำการชุบเคลือบ โดยทำความสะอาดผิวของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการด้วยฟองน้ำที่ชุบน้ำหมาดๆ และผลิตภัณฑ์ควรผ่านการเผาปิ้งที่อุณหภูมิประมาณ 700-800°C

6) นำชิ้นงานที่ชุบเคลือบแล้วทำการเผาในเตาไฟฟ้าตามอุณหภูมิและสภาวะที่กำหนด

อุณหภูมิเผา	1200°C
บรรยากาศการเผา	ออกซิเดชัน Oxidation
อัตราการเพิ่มอุณหภูมิ	5°C/นาที
ระยะเวลาขึ้นไฟ	15-30 นาที
ชนิดของเตาเผา	เตาไฟฟ้า

สมบัติของน้ำเคลือบ

- | | |
|---|--|
| 5. การคายน้ำที่ 325 เมช: | 1.23 % |
| 6. ความหนาแน่น: | 1.50 g/cc |
| 7. การไหลตัว (Ford cup): | 10-12 วินาที |
| 8. ค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อน | |
| 25-400°C | $9.5126 \times 10^{-6} \text{ } 1/^{\circ}\text{C}$ |
| 25-500°C | $10.1678 \times 10^{-6} \text{ } 1/^{\circ}\text{C}$ |
| 25-600°C | $10.5133 \times 10^{-6} \text{ } 1/^{\circ}\text{C}$ |

วิเคราะห์โดย: เครื่อง Dilatometer, Netzsch, รุ่น DIL 402 PC; ศูนย์เทคโนโลยีแก้วและเซรามิกส์ บริษัท ชิเบลโก้มีเนอรัลส์ (ประเทศไทย) จำกัด

9. การนำไปใช้งาน

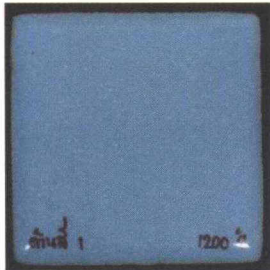
เหมาะสำหรับการเคลือบบนผลิตภัณฑ์เซรามิกประเภทกระเบื้อง เครื่องใช้บนโต๊ะอาหาร ของชำร่วย และของประดับตกแต่ง

10. การผสมสีสีเตน

ทำการทดลองผสมเคลือบด้าน CU Alumina Matt 01 กับสีสีเตนชนิดต่างๆ ในปริมาณ 5% โดยน้ำหนัก ได้ผลดังรูปภาพขึ้นทดสอบต่อไปนี้

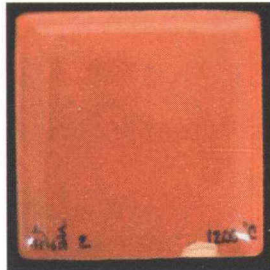
สูตร Matt-1

22203



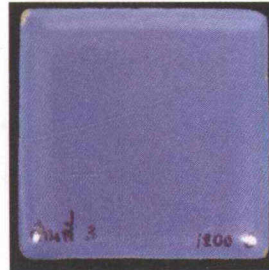
สูตร Matt-2

GS 4531



สูตร Matt-3

KE 11422



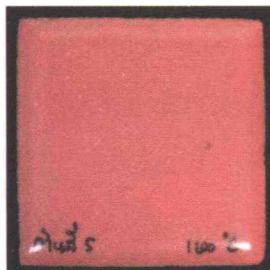
สูตร Matt-4

GS 4571



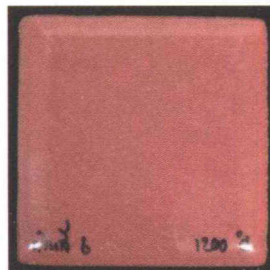
สูตร Matt-5

MT-201



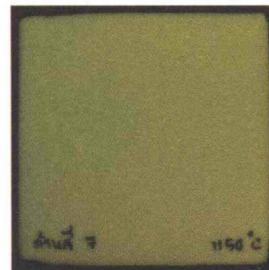
สูตร Matt-6

Maroon



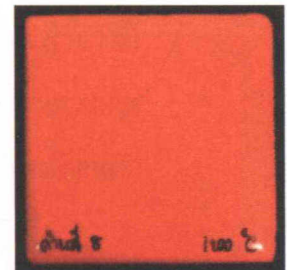
สูตร Matt-7

GS019H



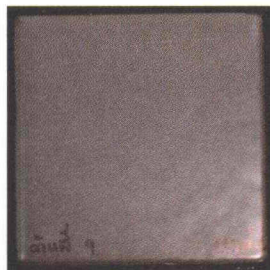
สูตร Matt-8

FC 5-16038



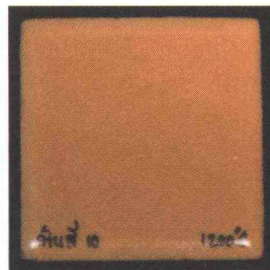
สูตร Matt-9

MT-204



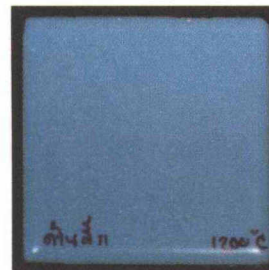
สูตร Matt-10

MT-210



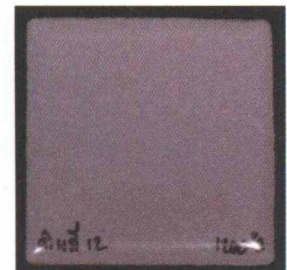
สูตร Matt-11

MT-105-1



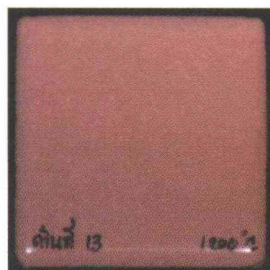
สูตร Matt-12

ม่วง 11 Lilac



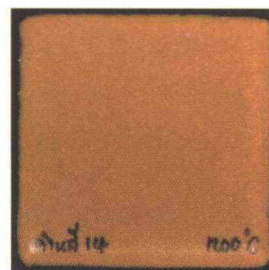
สูตร Matt-13

PINK IP-71

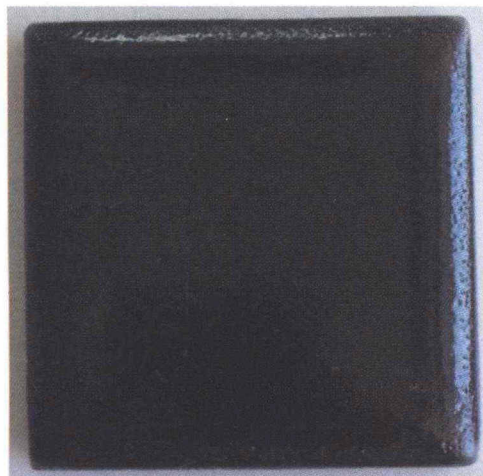


สูตร Matt-14

YELLOW M120



18. สูตรเคลือบทึบกึ่งมันกึ่งด้านดำ CU SM-BL01



ภาพที่ 53 สูตรเคลือบทึบกึ่งมันกึ่งด้านดำ CU SM-BL01

1. ชื่อสูตรเคลือบ: CU SM-BL01
2. ประเภทสูตรเคลือบ: เคลือบทึบกึ่งมันกึ่งด้าน
3. ส่วนผสมที่ใช้ในสูตรเคลือบ:

ตารางที่ 20 สูตรเคลือบทึบกึ่งมันกึ่งด้านดำ CU SM-BL01

วัตถุดิบ	สัดส่วน (%)
โพแทสเซียมเฟลด์สปาร์	65
หินปูน	28
ทรายซิลิกา	17
โดโลไมต์	3
ดินขาว	27
สารเติมแต่ง	สัดส่วน (%)
เหล็กออกไซด์	4.4
โคบอลต์ออกไซด์	0.9
สารช่วยการกระจายตัว (STPP)	0.1

4. ขั้นตอนกระบวนการเตรียมน้ำเคลือบ:

1) นำวัตถุดิบทุกตัวไปอบให้แห้งในเตาอบไฟฟ้า ที่อุณหภูมิ 105°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง สำหรับวัตถุดิบที่เป็นก้อนขนาดใหญ่ทำการบดย่อยให้มีขนาดเล็กลงก่อนนำเข้าเตาอบ

2) ชั่งวัตถุดิบหลังอบแห้งทุกตัวตามสัดส่วนที่ระบุในส่วนผสมที่ใช้ในสูตรเคลือบดังแสดงใน ตารางที่ 20 สูตรเคลือบที่บ่มกันที่อุณหภูมิ 20

3) บดวัตถุดิบทั้งหมดรวมกันในหม้อบดความเร็วสูงโดยบดแบบเปียก ใช้ปริมาณน้ำประมาณ 80% โดยน้ำหนัก และเติมสารช่วยการกระจายตัว STPP ในปริมาณ 0.1% โดยน้ำหนัก เพื่อช่วยกระจายตัวส่วนผสมและทำให้ส่วนผสมวัตถุดิบให้เข้ากันได้ดียิ่งขึ้น ใช้เวลาบดประมาณ 20 นาที

4) ถ่ายน้ำเคลือบออกจากหม้อบด และทำการทดสอบหาค่าการคายน้ำที่ 325 เมช ค่าความหนาแน่น และการไหลตัวของน้ำเคลือบก่อนนำไปใช้งาน

5) ทำการชุบเคลือบ โดยทำความสะอาดผิวของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการด้วยฟองน้ำที่ชุบน้ำหมาดๆ และผลิตภัณฑ์ควรผ่านการเผาอบที่อุณหภูมิประมาณ 700-800°C

6) นำชิ้นงานที่ชุบเคลือบแล้วทำการเผาในเตาไฟฟ้าตามอุณหภูมิและสภาวะที่กำหนด

อุณหภูมิเผา	1200°C
บรรยากาศการเผา	ออกซิเดชัน (Oxidation)
อัตราการเพิ่มอุณหภูมิ	5°C/นาที
ระยะเวลาขึ้นไฟ	15-30 นาที
ชนิดของเตาเผา	เตาไฟฟ้า

สมบัติของน้ำเคลือบ

5. การคายน้ำที่ 325 เมช: 1.23 %
6. ความหนาแน่น: 1.50 g/cc
7. การไหลตัว (Ford cup): 10-12 วินาที
8. ค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อน

25-400°C	$9.5126 \times 10^{-6} \text{ } 1/^{\circ}\text{C}$
25-500°C	$10.1678 \times 10^{-6} \text{ } 1/^{\circ}\text{C}$
25-600°C	$10.5133 \times 10^{-6} \text{ } 1/^{\circ}\text{C}$

วิเคราะห์โดย: เครื่อง Dilatometer, Netzsch, รุ่น DIL 402 PC; ศูนย์เทคโนโลยีแก้วและเซรามิกส์ บริษัท ชิเบลโก้มีเนอรัลส์ (ประเทศไทย) จำกัด

9. การนำไปใช้งาน

เหมาะสำหรับการเคลือบบนผลิตภัณฑ์เซรามิกประเภทกระเบื้อง เครื่องใช้บนโต๊ะอาหาร ของชำร่วย และของประดับตกแต่ง

19. สูตรเคลือบหยदनํ้ามัน CU Oil Spot-01



ภาพที่ 54 สูตรเคลือบหยदनํ้ามัน CU Oil Spot-01

1. ชื่อสูตรเคลือบ: CU Oil Spot-01
2. ประเภทสูตรเคลือบ: เคลือบเอฟเฟค
3. ส่วนผสมที่ใช้ในสูตรเคลือบ:

ตารางที่ 21 สูตรเคลือบหยदनํ้ามัน CU Oil Spot-01

วัตถุดิบ	สัดส่วน (%)
โซเดียมเฟลด์สปาร์	36.1
หินปูน	4.1
ทรายซิลิกา	36.1
ดินขาว	8.2
โดโลไมต์	15.5
สารเติมแต่ง	สัดส่วน (%)
ซิงค์ออกไซด์	3.1
เหล็กออกไซด์	15.5
โคบอลต์ออกไซด์	0.5
คอปเปอร์ออกไซด์	1
สารช่วยการกระจายตัว (STPP)	0.1

4. ขั้นตอนกระบวนการเตรียมน้ำเคลือบ:

- 1) นำวัตถุดิบทุกตัวไปอบให้แห้งในเตาอบไฟฟ้า ที่อุณหภูมิ 105°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง สำหรับวัตถุดิบที่เป็นก้อนขนาดใหญ่ทำการบดย่อยให้มีขนาดเล็กลงก่อนนำเข้าเตาอบ
- 2) ชั่งวัตถุดิบหลังอบแห้งทุกตัวตามสัดส่วนที่ระบุในส่วนผสมที่ใช้ในสูตรเคลือบดังแสดงในตารางที่ 21 สูตรเคลือบหยदन้ำมัน CU Oil Spot-01
- 3) บดวัตถุดิบทั้งหมดรวมกันในหม้อบดความเร็วสูงโดยบดแบบเปียก ใช้ปริมาณน้ำประมาณ 80% โดยน้ำหนัก และเติมสารช่วยการกระจายตัว STPP ในปริมาณ 0.1% โดยน้ำหนัก เพื่อช่วยกระจายตัวส่วนผสมและทำให้บดผสมวัตถุดิบให้เข้ากันได้ดียิ่งขึ้น ใช้เวลาบดประมาณ 20 นาที
- 4) ถ่ายน้ำเคลือบออกจากหม้อบด และทำการทดสอบหาค่าการค้ำตะแกรง 325 เมช ค่าความหนาแน่น และการไหลตัวของน้ำเคลือบก่อนนำไปใช้งาน
- 5) ทำการชุบเคลือบ โดยทำความสะอาดผิวของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการด้วยฟองน้ำที่ชุบน้ำหมาดๆ และผลิตภัณฑ์ควรผ่านการเผาปิสกิตที่อุณหภูมิประมาณ 700-800°C
- 6) นำชิ้นงานที่ชุบเคลือบแล้วทำการเผาในเตาไฟฟ้าตามอุณหภูมิและสภาวะที่กำหนด

อุณหภูมิเผา	1250°C
บรรยากาศการเผา	ออกซิเดชัน (Oxidation)
อัตราการเพิ่มอุณหภูมิ	5°C/นาที
ระยะเวลาขึ้นไฟ	60 นาที
ชนิดของเตาเผา	เตาไฟฟ้า

สมบัติของน้ำเคลือบ

5. การค้ำตะแกรงเบอร์ 325 เมช: 0.78 %
 6. ความหนาแน่น: 1.50 g/cc
 7. การไหลตัว (Ford cup): 10-12 วินาที
 8. ค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อน
- | | |
|----------|---|
| 25-400°C | $6.2775 \times 10^{-6} \text{ } 1/^{\circ}\text{C}$ |
| 25-500°C | $8.4909 \times 10^{-6} \text{ } 1/^{\circ}\text{C}$ |
| 25-600°C | $8.8787 \times 10^{-6} \text{ } 1/^{\circ}\text{C}$ |

วิเคราะห์โดย: เครื่อง Dilatometer, Netzsch, รุ่น DIL 402 PC; ศูนย์เทคโนโลยีแก้วและเซรามิกส์ บริษัท ชิเบลโก้มีเนอร์รัลส์ (ประเทศไทย) จำกัด

9. การนำไปใช้งาน

เหมาะสำหรับการเคลือบบนผลิตภัณฑ์เซรามิกประเภทกระเบื้อง ของชำร่วย และของประดับตกแต่ง

20. สูตรเคลือบนามาโกะ CU Namako-01



ภาพที่ 55 สูตรเคลือบนามาโกะ CU Namako-01

1. ชื่อสูตรเคลือบ: CU Namako-01
2. ประเภทสูตรเคลือบ: เคลือบเอฟเฟค
3. ส่วนผสมที่ใช้ในสูตรเคลือบ:

ตารางที่ 22 สูตรเคลือบนามาโกะ CU Namako-01

วัตถุดิบ	สัดส่วน (%)
โซเดียมเฟลด์สปาร์	18
โพแทสเซียมเฟลด์สปาร์	18
หินปูน	17
ทรายซิลิกา	28
ดินขาว	4.5
ซิงค์ออกไซด์	8
ฟrit 425	6.5
สารเติมแต่ง	สัดส่วน (%)
เหล็กออกไซด์	10
โคบอลต์ออกไซด์	2
แคลเซียมฟลูออไรด์	5
สารช่วยการยึดเกาะ (CMC)	0.07
สารช่วยการกระจายตัว (STPP)	0.08

4. ขั้นตอนกระบวนการเตรียมน้ำเคลือบ:

1) นำวัตถุดิบทุกตัวไปอบให้แห้งในเตาอบไฟฟ้า ที่อุณหภูมิ 105°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง สำหรับวัตถุดิบที่เป็นก้อนขนาดใหญ่ทำการบดย่อยให้มีขนาดเล็กลงก่อนนำเข้าเตาอบ

2) ชั่งวัตถุดิบหลังอบแห้งทุกตัวตามสัดส่วนที่ระบุในส่วนผสมที่ใช้ในสูตรเคลือบดังแสดงในตารางที่ 22 สูตรเคลือบนามาโกะ CU Namako-01

3) บดวัตถุดิบทั้งหมดรวมกันในหม้อบดความเร็วสูงโดยบดแบบเปียก ใช้ปริมาณน้ำประมาณ 80% โดยน้ำหนัก และเติมสารช่วยการกระจายตัว STPP ในปริมาณ 0.1% โดยน้ำหนัก เพื่อช่วยกระจายตัวส่วนผสมและทำให้บดผสมวัตถุดิบให้เข้ากันได้ดียิ่งขึ้น ใช้เวลาบดประมาณ 20 นาที

4) ถ่ายน้ำเคลือบออกจากหม้อบด และทำการทดสอบหาค่าการคั่งตะแกรง 325 เมช ค่าความหนาแน่น และการไหลตัวของน้ำเคลือบก่อนนำไปใช้งาน

5) ทำการชุบเคลือบ โดยทำความสะอาดผิวของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการด้วยฟองน้ำที่ชุบน้ำหมาดๆ และผลิตภัณฑ์ควรผ่านการเผาปิ้งที่อุณหภูมิประมาณ 700-800°C

6) นำชิ้นงานที่ชุบเคลือบแล้วทำการเผาในเตาไฟฟ้าตามอุณหภูมิและสภาวะที่กำหนด

อุณหภูมิเผา	1250°C
บรรยากาศการเผา	ออกซิเดชัน (Oxidation)
อัตราการเพิ่มอุณหภูมิ	5°C/นาที
ระยะเวลาขึ้นไฟ	60 นาที
ชนิดของเตาเผา	เตาไฟฟ้า

สมบัติของน้ำเคลือบ

5. การคั่งตะแกรงเบอร์ 325 เมช: 0.39 %
6. ความหนาแน่น: 1.50 g/cc
7. การไหลตัว (Ford cup): 10-12 วินาที
8. ค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อน

25-400°C $6.8529 \times 10^{-6} \text{ 1/}^{\circ}\text{C}$

25-500°C $6.9965 \times 10^{-6} \text{ 1/}^{\circ}\text{C}$

25-600°C $7.2036 \times 10^{-6} \text{ 1/}^{\circ}\text{C}$

วิเคราะห์โดย: เครื่อง Dilatometer, Netzsch, รุ่น DIL 402 PC; ศูนย์เทคโนโลยีแก้วและเซรามิกส์ บริษัท ชิเบลโกล์มเนอร์รัลส์ (ประเทศไทย) จำกัด

9. การนำไปใช้งาน

เหมาะสำหรับการเคลือบบนผลิตภัณฑ์เซรามิกประเภทกระเบื้อง ของชำร่วย และของประดับตกแต่ง

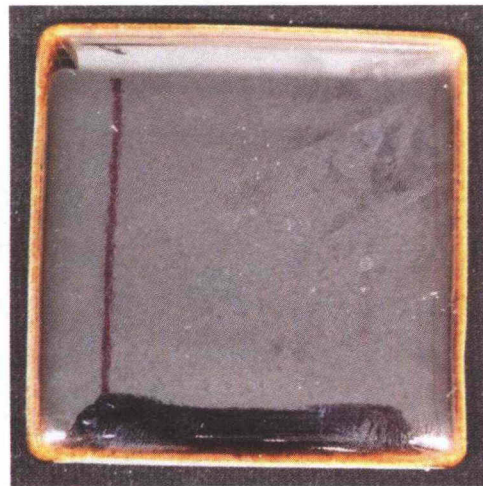
10. การแปรค่าส่วนผสม

ทำการทดลองแปรค่าส่วนผสม โคบอลต์ออกไซด์ เป็นปริมาณ 1% และ 0.5% ตามลำดับ ได้ผลดังรูปภาพขั้นตอนต่อไปนี้

โคบอลต์ออกไซด์ 1%



โคบอลต์ออกไซด์ 0.5%



วิธีการใช้งานระบบฐานข้อมูลสูตรเคลือบสำหรับ อุตสาหกรรมเซรามิก

เนื่องจากอุตสาหกรรมเซรามิกจังหวัดลำปางได้รับผลกระทบที่เกิดจากต้นทุนเชื้อเพลิงและค่าแรงที่สูงขึ้น รวมถึงการก้าวไปสู่การเป็นประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน (ASEAN Economic Community: AEC) ในปี พ.ศ.2558 ทำให้ผู้ประกอบการเซรามิกในจังหวัดลำปางจะต้องเร่งปรับตัวและเร่งพัฒนาขีดความสามารถในการแข่งขัน ทั้งในส่วนของ การปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิต การบริหารจัดการการผลิตเพื่อลดต้นทุนการผลิต รวมถึงการพัฒนาคุณภาพของสินค้า นอกจากนั้นแล้ว ตลาดส่งออกผลิตภัณฑ์เซรามิกที่สำคัญของประเทศไทย และของผู้ประกอบการเซรามิกจังหวัดลำปาง อันได้แก่ ตลาดสหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น และกลุ่มประเทศในยุโรป มีภาวะถดถอย และยังมีการแข่งขันอย่างรุนแรง โดยเฉพาะอย่างยิ่งผลิตภัณฑ์เซรามิกที่มีลักษณะใกล้เคียงกับผู้ผลิตของเรา และส่งออกไปจำหน่ายในตลาดเดียวกับเรา เช่น ผลิตภัณฑ์เซรามิกจากประเทศเวียดนามและประเทศจีน ซึ่งประเทศเหล่านี้ ได้เปรียบด้านต้นทุนการผลิต ค่าแรง ค่าเชื้อเพลิงการผลิต และด้านวัตถุดิบ ทำให้ผู้ผลิตของเราสูญเสียส่วนแบ่งการตลาดไปให้ประเทศทั้งสองเป็นอย่างมาก ประกอบกับความสามารถในการพัฒนาเทคโนโลยี เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ทันสมัย การส่งเสริมในด้านการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสม หรือการสนับสนุนการวิจัยและพัฒนาในลักษณะการต่อยอดของอุตสาหกรรมเซรามิก ยังไม่ต่อเนื่องและเพียงพอ ทั้งหมดเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการพัฒนาอุตสาหกรรมเซรามิกของจังหวัดลำปาง ดังนั้น เพื่อเป็นการส่งเสริมและสนับสนุนผู้ประกอบการอุตสาหกรรมเซรามิกจังหวัดลำปาง ให้มีศักยภาพในการผลิตและอยู่รอดในภาวะการแข่งขันปัจจุบัน การสร้างคลังข้อมูลด้านเคลือบและพัฒนานวัตกรรมของผลิตภัณฑ์เซรามิกที่มีเคลือบที่หลากหลายตามความต้องการของตลาด จึงเป็นอีกช่องทางหนึ่งในการสร้างมูลค่าเพิ่มและมูลค่าทางการตลาดให้แก่สินค้าเซรามิกของผู้ประกอบการเซรามิกจังหวัดลำปาง

ระบบฐานข้อมูลเคลือบเซรามิกนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ

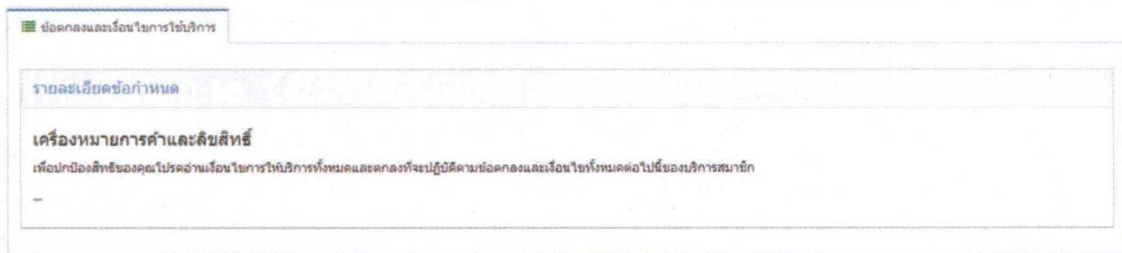
1. พัฒนาระบบการให้บริการข้อมูลด้านสูตรเคลือบของอุตสาหกรรมเซรามิกจังหวัดลำปาง ผ่านอินเทอร์เน็ต เพื่อให้ผู้ประกอบการอุตสาหกรรมเซรามิกจังหวัดลำปางสามารถสืบค้นและศึกษาข้อมูลได้ง่าย
2. พัฒนาระบบบริหารจัดการข้อมูลด้านสูตรเคลือบของอุตสาหกรรมเซรามิกจังหวัดลำปาง เพื่อให้สามารถบันทึก แก้ไข นำเข้า หรือบริหารข้อมูลได้ตามเงื่อนไขที่กำหนด

ภาพรวมและรายละเอียดเบื้องต้นของระบบฐานข้อมูลสูตรเคลือบเซรามิกนี้ ถูกออกแบบมาเพื่อใช้สำหรับค้นหาข้อมูลสูตรเคลือบเซรามิก โดยมีข้อมูลที่เกี่ยวข้องกันได้แก่ ข้อมูลบริษัท/โรงงาน และข้อมูลสูตรเคลือบ โดยผู้ใช้งาน (สมาชิก/ลูกค้า) จะเข้าใช้งานได้ ก็ต่อเมื่อสมัครสมาชิกเว็บไซต์ และได้รับการตรวจสอบข้อมูลจากผู้บริหารจัดการระบบ (Administrator) ก่อนถึงจะสามารถเข้าใช้งานระบบนี้ได้

การสมัครสมาชิก

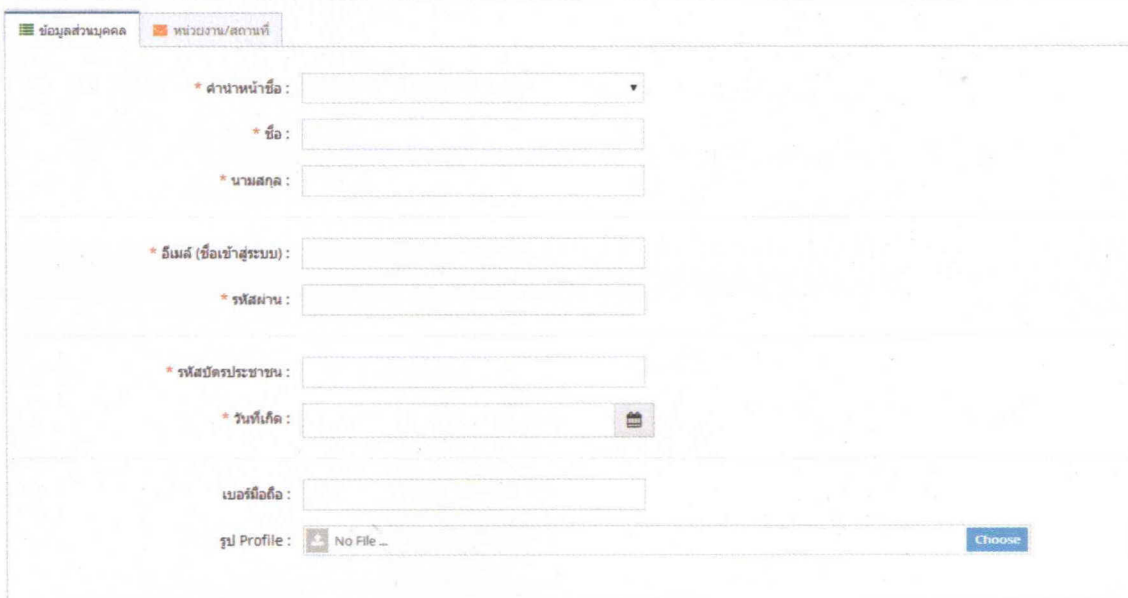
1. เข้าสู่หน้าจอแรกของระบบฐานข้อมูล <http://lampangceramic-db.com:88/>
2. เลือกเมนูสมัครสมาชิก
3. ระบบจะแสดงหน้าจอ “ข้อกำหนดการใช้บริการ” ดังภาพ

» ข้อกำหนดการใช้บริการ



4. คลิกปุ่ม "ยอมรับข้อกำหนด"
5. ระบบจะแสดงหน้าจอการสมัครสมาชิก ดังภาพ

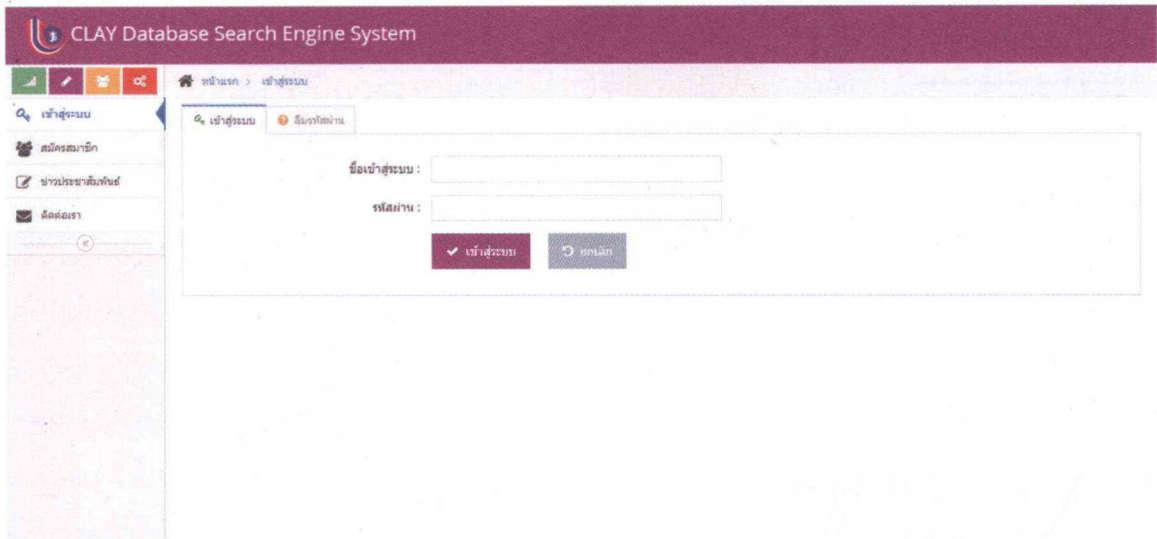
» ข้อกำหนดการใช้บริการ » แบบฟอร์มสมัครสมาชิก



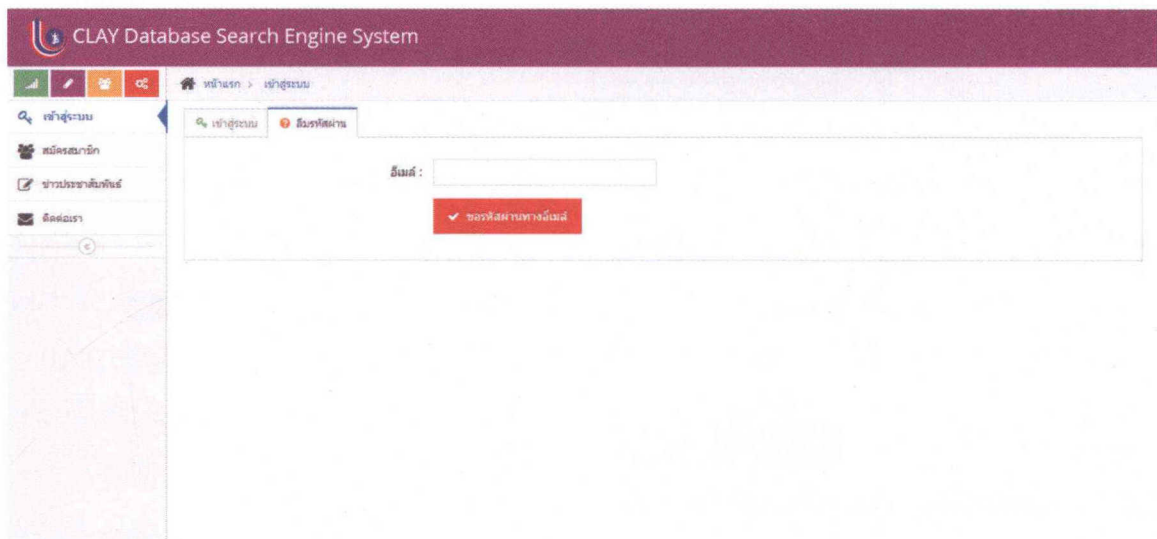
6. ทำการระบุข้อมูลรายละเอียดสมาชิก ตามกำหนด
7. คลิกปุ่ม "สมัครสมาชิก"
8. หลังจากนั้น ผู้บริหารจัดการระบบจะทำการตรวจสอบข้อมูล และอนุมัติสิทธิการใช้งาน ผ่านทาง email ที่ได้แจ้งไว้ใน การสมัครสมาชิก

การเข้าสู่ระบบ

1. เข้าสู่หน้าจอแรกของระบบฐานข้อมูล
2. เลือกเมนูเข้าสู่ระบบ
3. ระบบจะแสดงหน้าจอ “การเข้าสู่ระบบ” ดังภาพ



4. ป้อน “ชื่อเข้าสู่ระบบ” ในที่นี้คือ email
5. ป้อน “รหัสผ่าน”
6. คลิกปุ่ม "เข้าสู่ระบบ"
7. ระบบแสดงหน้าจอหลักของสมาชิก
8. ในกรณีที่สมาชิกลืมรหัสผ่าน เลือกแท็บ “ลืมรหัสผ่าน” ในหน้าจอเข้าสู่ระบบ
9. ระบบจะแสดงหน้าจอ ดังภาพ



10. ป้อน email ที่ใช้สมัครสมาชิกไว้
11. คลิกปุ่ม "ขอรหัสผ่านทางอีเมล"

การสืบค้นข้อมูลสูตรเคมี

1. คลิกเลือกเมนู "สืบค้นฐานข้อมูล"
2. เลือกเมนูย่อย "ข้อมูลสูตรเคมี"
3. ระบบจะแสดงหน้าจอการสืบค้น ดังภาพ

» ข้อมูลสูตรเคมี

4. สมาชิกสามารถกำหนดเงื่อนไขของการสืบค้นตามที่ต้องการ โดยระบุเงื่อนไขของข้อมูลได้ดังต่อไปนี้

1) ข้อมูลพื้นฐาน

- “สูตรเคมี” เป็นการสืบค้นจากชื่อของสูตรเคมี เช่น ขาว แดง เขียว ดำ เหลือง เป็นต้น
- “ประเภทสูตรเคมี” เป็นการสืบค้นจากประเภทของสูตรเคมี ได้แก่ เคือบใส เคือบทึบมัน เคือบทึบด้าน เคือบกึ่งมันกึ่งด้าน เคือบราน เคือบผลึก และ เคือบเอฟเฟค
- “ประเภทวัตถุดิบในสูตรเคมี” เป็นการสืบค้นจากประเภทของวัตถุดิบที่ใช้ในสูตรเคมี
- “อุณหภูมิการเผา” เป็นการสืบค้นจากอุณหภูมิการเผาของสูตรดิน สามารถระบุเงื่อนไขมากกว่า น้อยกว่า หรือ เท่ากับ ได้
- “บรรยากาศการเผา” เป็นการสืบค้นจากบรรยากาศการเผา Oxidation หรือ Reduction
- “สัมประสิทธิ์การขยายตัวทางความร้อน 25-500°C” เป็นการสืบค้นสัมประสิทธิ์การขยายตัวทางความร้อนของสูตรดิน สามารถระบุเงื่อนไข มากกว่า น้อยกว่า หรือ เท่ากับ ได้
- “การนำไปใช้ประโยชน์” เป็นการสืบค้นตามการนำไปใช้ประโยชน์ของผลิตภัณฑ์สำเร็จ เช่น เครื่องปั้นดินเผา สุขภัณฑ์ เครื่องใช้บนโต๊ะอาหาร กระเบื้อง ของชำร่วย ลูกกรงเซรามิก อิฐ/วัสดุก่อสร้าง และลูกถ้วยไฟฟ้า เป็นต้น

5. เมื่อได้ระบุเงื่อนไขการสืบค้นที่ต้องการแล้ว คลิกปุ่ม "ค้นหา"

6. ระบบจะแสดงผลลัพธ์การค้นหา

7. สมาชิกเลือกรายการสูตรเคลื่อนที่ต้องการแสดงรายละเอียด
8. ระบบแสดงหน้าจอรายละเอียดสูตรเคลื่อน ดังภาพ

» ข้อมูลสูตรเคลือบ » รายละเอียด

ฐานข้อมูลสูตรเคลือบสำหรับอุตสาหกรรมเซรามิก

วันที่สร้าง: 01/05/2014
วันที่ปรับปรุง: 03/05/2014

ข้อมูลพื้นฐาน

รหัส: GL000001

ชื่อวัตถุดิบ: เคลือบน้ำตาลแดง A1

สีเคลือบ: น้ำตาลแดง

ประเภท: เคลือบมัน

ราคา: 30 บาท/กก.

การนำไปใช้ประโยชน์:

- » เครื่องใช้บนโต๊ะอาหาร
- » ของชำร่วย/ของประดับตกแต่ง
- » ลูกกรงเซรามิก

สถานที่ต้นผล

บริษัท/โรงงาน: บริษัททดสอบ จำกัด

ที่อยู่:

- » 91/297 ซอยทดสอบ 1 ถนนทดสอบ 1 ตำบลทดสอบ
- » อำเภอทดสอบ จังหวัดลำปาง 52130

แผนที่: 18.283474, 99.500599

โทรศัพท์: 054219000

โทรสาร: 054219001

อีเมล: test@mail.com

เว็บไซต์: www.test.com

Facebook:

รูปตัวอย่าง

สภาวะการเผา

อุณหภูมิเผา: 1,200 °C

บรรยากาศการเผา: Oxidation

การเพิ่มอุณหภูมิ: 10 °C/นาที

ระยะเวลาขึ้นไฟ: 30 นาที

การลดอุณหภูมิ: 10 °C/นาที

ชนิดของเตาเผา: เตาไฟฟ้า

สูตรต้น

วัตถุดิบ	สัดส่วน (%)	หมายเหตุ
เฟลด์สปาร์	40	
ดินขาวระยอง	10	
ทราย	30	
แคลเซียมคาร์บอเนต	20	

สารเติมแต่ง

วัตถุดิบ	สัดส่วน (%)	หมายเหตุ
x1	0.15	
x3	0.37	
x3	0.55	

คุณสมบัติทางกายภาพ

กาก้างตะเภา: 325 เมช: 1.50 %

ความหนาแน่น: 1.25 g/cc

ความหนืด: 1.25 centipoise

Thixotropy: ที่เวลา 10 นาที 1.25 centipoise

การไหลตัว (Ford Cup): 12.25 วินาที

การดูดซึมน้ำ: 11.50 %

ความแข็งแรง:

- » ความแข็งแรงแรงดึงการอบแห้ง: 1.67 MPa
- » ความแข็งแรงแรงดึงการเผา: 11.67 MPa

ค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อน

» 25-500°C: $2.12 \times 10^{-6} 1/^{\circ}\text{C}$

กราฟผลการวิเคราะห์:

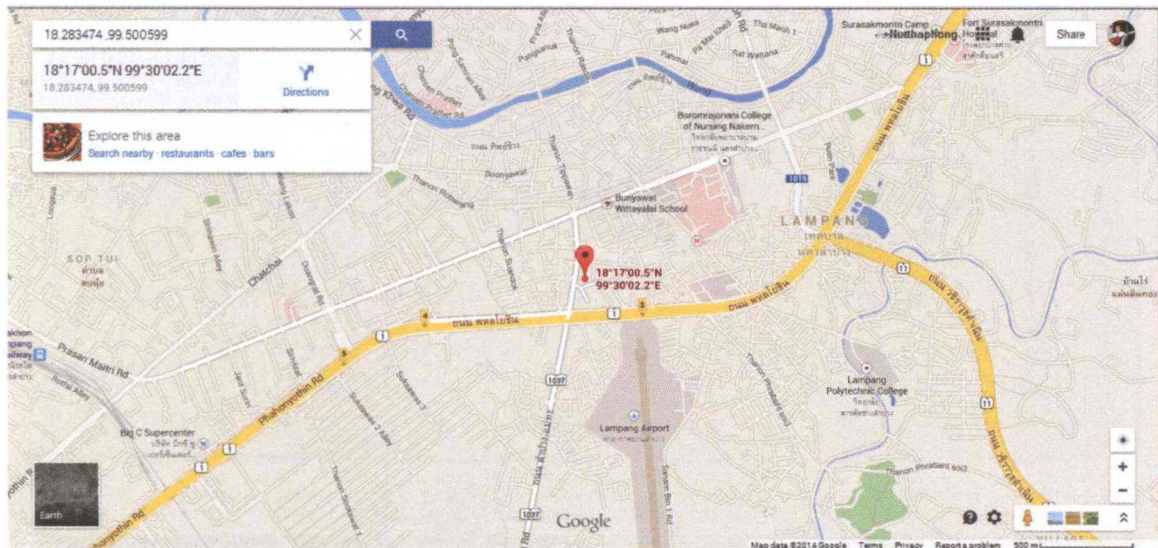
เครื่องมือวิเคราะห์: เครื่องมือทดสอบ

โดย: นายทดสอบ รมบงาน

หมายเหตุ:

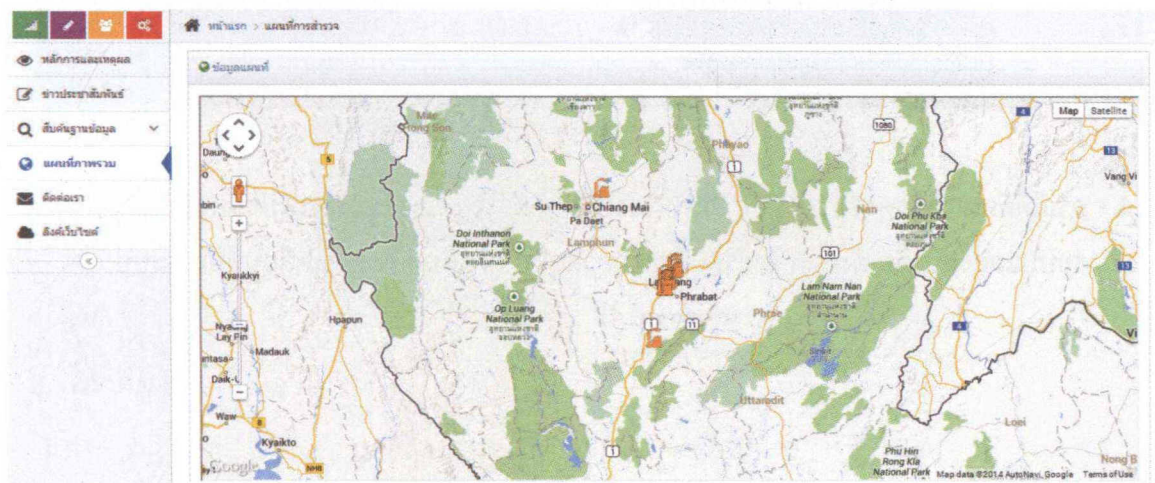
หมายเหตุการทดสอบรบบงาน

9. กรณีที่ต้องการแสดงแผนที่ตั้งของแหล่งข้อมูล คลิกเลือกที่แผนที่
10. ระบบแสดงแผนที่ ดังภาพ

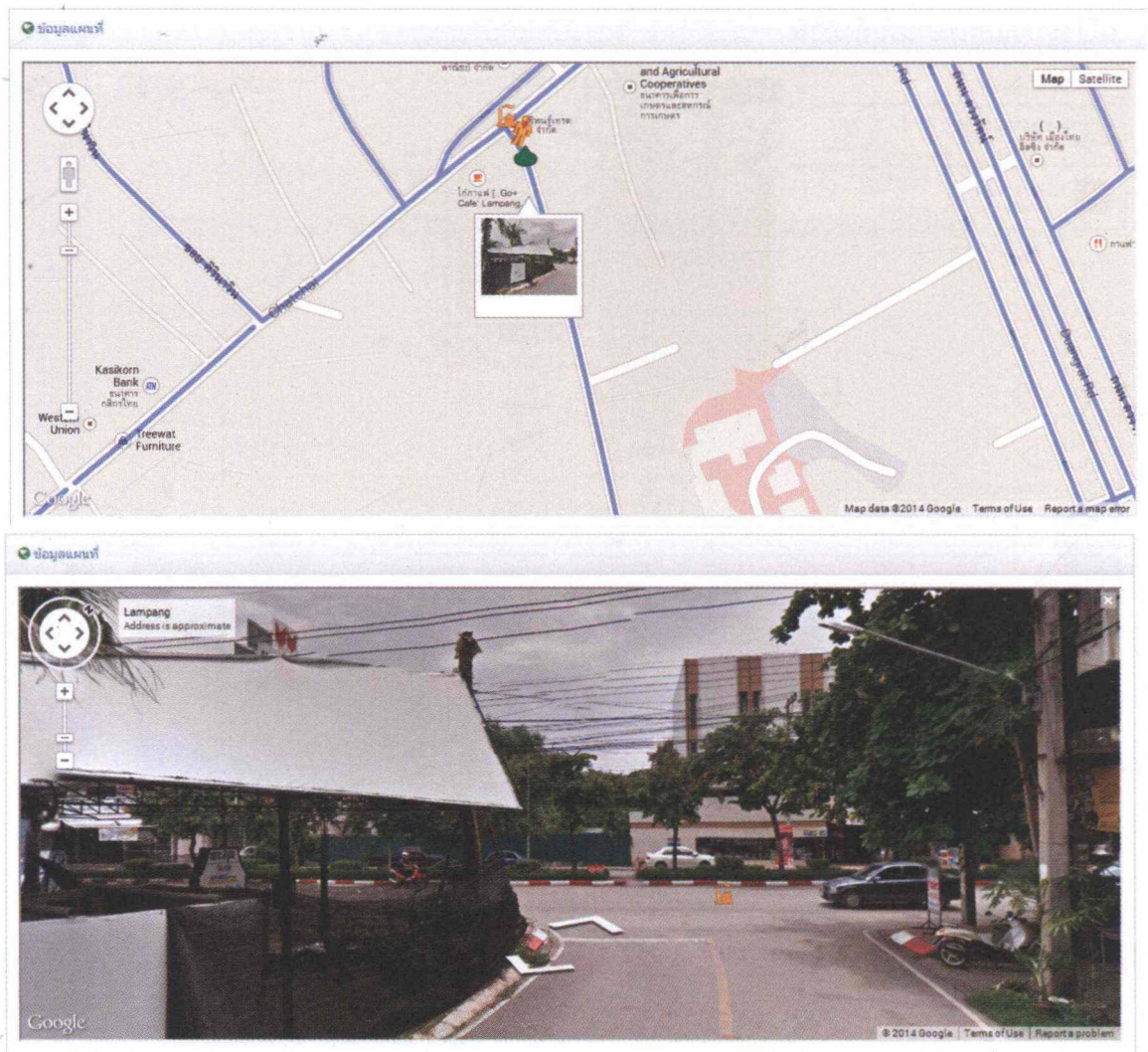


การแสดงผลแผนที่ภาพรวม

1. คลิกเลือกเมนู "แผนที่ภาพรวม"
2. ระบบแสดงหน้าจอ ดังภาพ



3. การใช้แผนที่
 - การขยายแผนที่ ใช้ Scroll Mouse เลื่อนขึ้น หรือใช้สัญลักษณ์ + ด้านซ้ายมือ
 - การย่อแผนที่ ใช้ Scroll Mouse เลื่อนลง หรือใช้สัญลักษณ์ - ด้านซ้ายมือ
 - กรณีต้องการใช้ภาพ Street View (กรณีที่แผนที่ที่มีข้อมูล) เลือกไอคอน  กดค้างไว้แล้วลากลงบนเส้นถนนที่มีสีฟ้า ดังภาพ (จากนั้นจะแสดงภาพ Street View)



4. กรณีที่ต้องการแสดงรายละเอียดบริษัท/โรงงาน คลิกเลือกที่ไอคอนโรงงานบนแผนที่
5. ระบบแสดงหน้าจอ ดังภาพ โดยระบุถึงข้อมูลวัตถุดิบ สูตรดิน และสูตรเคลือบที่มีในระบบ



โรงงานทดสอบเซรามิค สำปาง

สถานที่ 91/297 ซอยทดสอบ 1 ถนนทดสอบ 1 ตำบลทดสอบ

อำเภอทดสอบ จังหวัดสำปาง 52130

โทรศัพท์ 054219000

โทรสาร 054219001

อีเมล test@mail.com

เว็บไซต์ www.test.com

Facebook

▼ วัดอุณหภูมิ/เนื้อดิน

รหัส	ชื่อ	ประเภท
RM000001	ทดสอบ 1	ประเภท 1
RM000002	ทดสอบ 2	ประเภท 2
RM000003	ทดสอบ 3	ประเภท 3
RM000004	ทดสอบ 4	ประเภท 4
RM000005	ทดสอบ 5	ประเภท 5

▼ สูตรดิน

รหัส	ชื่อ	ประเภท
BD000001	ทดสอบ 1	ประเภท 1
BD000002	ทดสอบ 2	ประเภท 2
BD000003	ทดสอบ 3	ประเภท 3
BD000004	ทดสอบ 4	ประเภท 4
BD000005	ทดสอบ 5	ประเภท 5

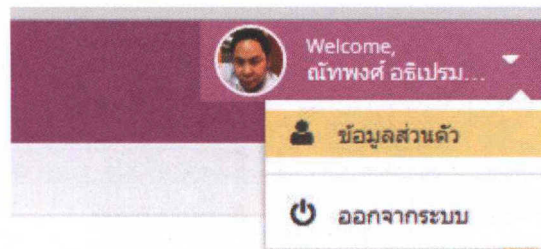
▼ สูตรเคลือบ

รหัส	ชื่อ	ประเภท
GL000001	ทดสอบ 1	ประเภท 1
GL000002	ทดสอบ 2	ประเภท 2
GL000003	ทดสอบ 3	ประเภท 3
GL000004	ทดสอบ 4	ประเภท 4
GL000005	ทดสอบ 5	ประเภท 5

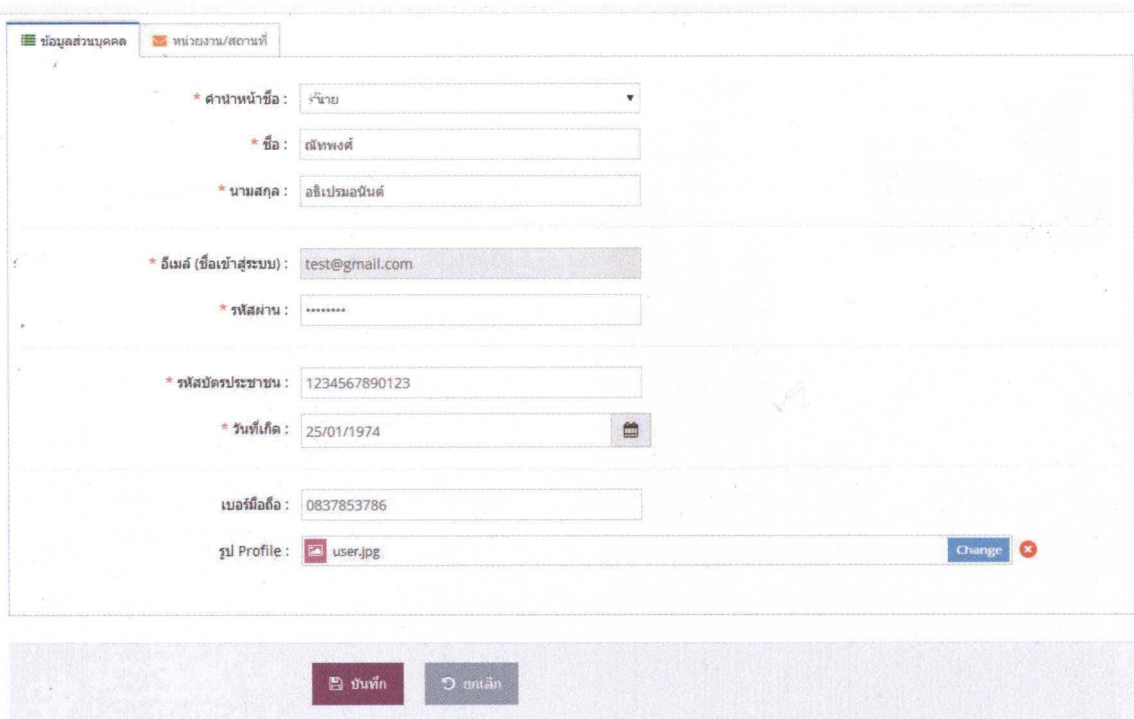


การแก้ไขข้อมูลส่วนตัว

1. เลือกเมนู "ข้อมูลส่วนตัว" ดังภาพ



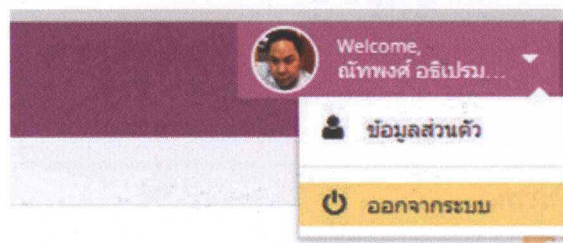
2. ระบบแสดงหน้าจอ ดังภาพ



3. แก้ไขข้อมูลส่วนตัวที่ต้องการ
4. คลิกปุ่ม "บันทึก"

การออกจากระบบ

1. เลือกเมนู "ออกจากระบบ" ดังภาพ



2. สมาชิกจะออกจากระบบงานฯ แล้วกลับสู่หน้าจอแรกของระบบ



จัดทำโดย

ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ
สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี



9 786161 203689