



เอกสารประกอบการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ  
หลักสูตร “กระบวนการผลิต การตกแต่งลวดลาย การพัฒนารูปแบบ และศึกษาดูงาน”  
หัวข้อ “กระบวนการผลิต”  
โครงการ “ศูนย์ศิลปาชีพในพระราชดำริสมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ พระบรมราชินีนาถ”  
ระหว่างวันที่ ๒๓ - ๒๔ ธันวาคม ๒๕๕๘

ณ กลุ่มเครื่องปั้นดินเผาบ้านรอดต้นบาตู ต.กะลุวอ อ.เมือง จ.นราธิวาส  
และศูนย์ศิลปาชีพพระตำหนักทักษิณราชินีเวศน์ ต.กะลุวอเหนือ อ.เมือง จ.นราธิวาส

ดำเนินการโดย

สำนักเทคโนโลยีชุมชน กรมวิทยาศาสตร์บริการ  
กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
โทรศัพท์ ๐ ๒๒๐๑ ๗๓๗๗ โทรสาร ๐ ๒๒๐๑ ๗๓๗๓

## คำนำ

เอกสารนี้จัดทำขึ้นเพื่อใช้ประกอบการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการของโครงการ ศูนย์ศิลปาชีพในพระราชดำริสมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ พระบรมราชินีนาถ สำนักเทคโนโลยีชุมชน กรมวิทยาศาสตร์บริการ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หลักสูตร “กระบวนการผลิต การตกแต่งลวดลาย การพัฒนารูปแบบ และศึกษาดูงาน” หัวข้อ “กระบวนการผลิต” ให้แก่สมาชิกของศูนย์ศิลปาชีพบ้านทุ่งจี้ ต.ทุ่งกว่าว อ.เมืองปาน จ.ลำปาง ระหว่างวันที่ ๒๒ - ๒๔ ธันวาคม ๒๕๕๘ และเพื่อใช้เป็นคู่มือในการทำงานของสมาชิก และผู้สนใจต่อไป

สำนักเทคโนโลยีชุมชน

ธันวาคม ๒๕๕๘



## สารบัญ

กระบวนการผลิตเซรามิก  
ตำหนิที่เกิดกับเนื้อดิน  
ตำหนิที่เกิดในชั้นเคลือบ

หน้า  
๑ - ๔  
๕ - ๘  
๙ - ๑๒



## กระบวนการผลิตเซรามิก

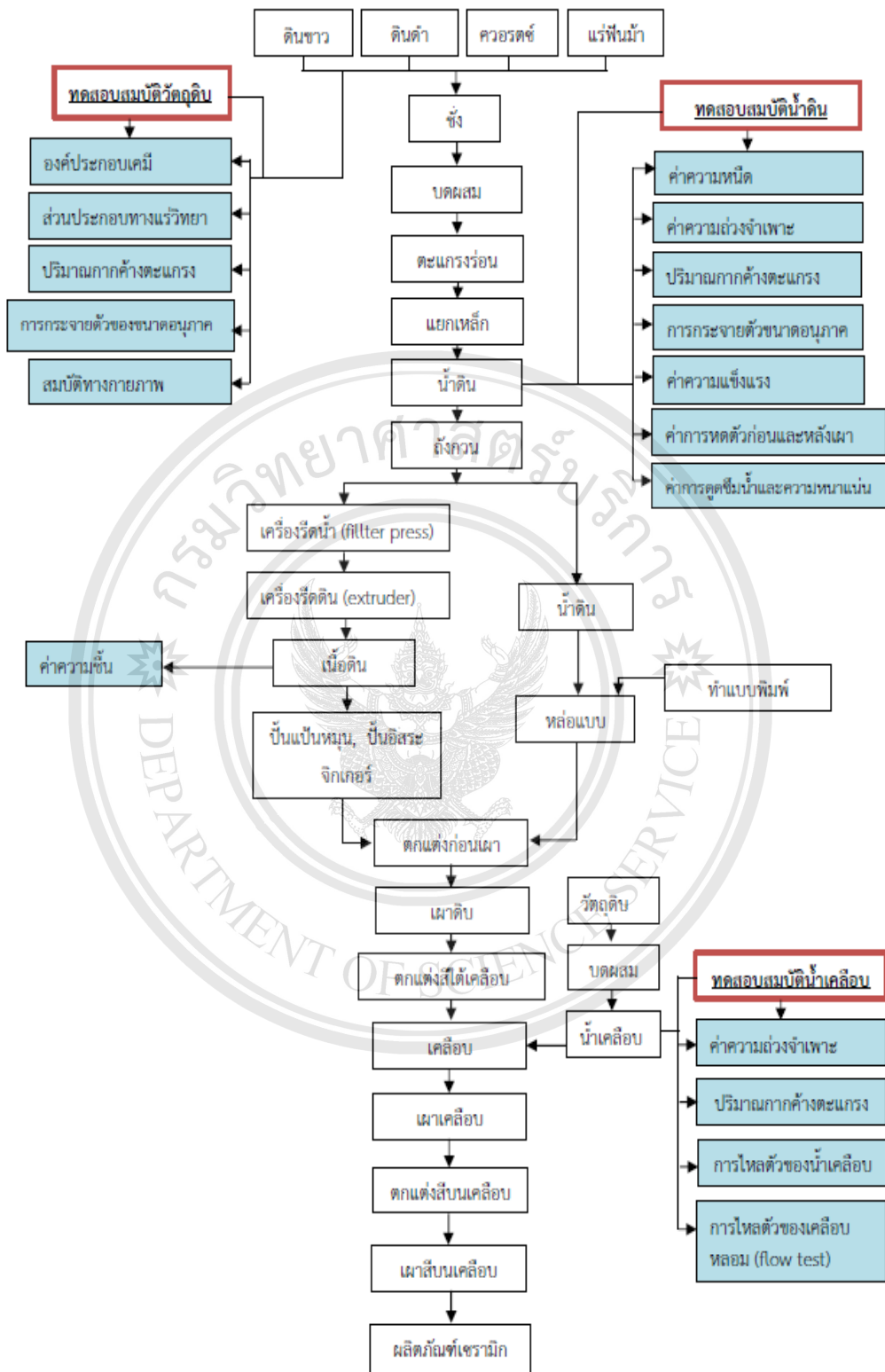
จตุภา บุญวิเศษ และ ปราณี จันทร์ลา

ในการผลิตเซรามิก หรือเครื่องเคลือบดิน สิ่งสำคัญสิ่งหนึ่งที่ทุกคนต้องคิดถึง นั่นคือ ดิน สำหรับดินที่ใช้ในการผลิตเซรามิกนี้ อาจได้จากแหล่งวัตถุดิบโดยตรง คือขุดดินขึ้นมาวด เพื่อปรับสภาพ ความชื้น และสามารถใช้ในการขึ้นรูปได้ หรืออาจต้องนำดินจากแหล่งมาผ่านกระบวนการเพื่อกรอง และแยก สิ่งเจือปนต่าง ๆ ออก เช่น รากไม้ ใบไม้ กรวด ทราย เป็นต้น จึงจะสามารถนำมาปรับสภาพความชื้น และใช้ ขึ้นรูปได้ แต่โดยส่วนมากจำเป็นต้องนำดินจากแหล่งมาผ่านกระบวนการให้ดินสะอาดขึ้น รวมทั้งนำดินนั้นมา ผสมกับวัตถุดิบชนิดอื่น เช่น หินประเภทต่าง ๆ หรือออกไซด์ (Oxide) เพื่อให้มีสมบัติเหมาะสม ซึ่งไม่ว่าจะ เป็นดินชนิดหนึ่งชนิดใด จากสามชนิดดังกล่าวข้างต้น ที่สามารถนำมาใช้ขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ ได้ตามความต้องการ เราเรียกดิน หรืออัตราส่วนผสมของดิน กับวัตถุดิบอื่น ๆ นี้ว่าเนื้อดิน (Clay Body)

การทำผลิตภัณฑ์เซรามิกนั้นมีกระบวนการทำหลายขั้นตอนแต่ละขั้นตอนจะต้องสัมพันธ์และ ต่อเนื่องกันไปจากขั้นตอนแรกจนถึงขั้นตอนสุดท้าย โดยสามารถแบ่งขั้นตอนการผลิตออกได้ดังนี้ คือ

1. **การออกแบบ (Design)** เป็นขั้นตอนที่นักออกแบบผลิตภัณฑ์เซรามิกส์ที่จะต้องทราบถึง วัตถุประสงค์ของตัวผลิตภัณฑ์ที่จะผลิตแล้วว่าจะออกแบบเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อประโยชน์ใช้สอยหรือเพื่อความ สวยงาม ซึ่งผู้ออกแบบจะต้องมีความคิดสร้างสรรค์ (Idea) มีความรู้ทางด้านวัตถุดิบ (Raw Materials) วิธีการ ขึ้นรูป (Method) และขั้นตอนการผลิตด้วย (Productions)
2. **การเตรียมเนื้อดิน และการเตรียมน้ำเคลือบ (Glaze)** การเตรียมเนื้อดินและการเตรียมน้ำ เคลือบนั้น การใช้วัตถุดิบ (Raw Materials) ได้แก่ ดิน หิน แร่ และสารเคมีเช่นเดียวกัน แตกต่างกันตรงที่ ส่วนผสมของสารประกอบเหล่านี้ และการใช้หรือไม่ใช้สารประกอบเหล่านี้ในสูตรส่วนผสมเพื่อให้ได้เนื้อดิน และน้ำเคลือบตามความต้องการ ขั้นตอนการเตรียมน้ำเคลือบและการเตรียมน้ำเคลือบโดยนำวัตถุดิบ ได้แก่ ดิน หิน แร่ สารเคมี ไปทดสอบหาสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ก่อนเผาและหลังเผา นำวัตถุดิบที่ผ่านการทดสอบแล้ว ไปสู่กระบวนการล้างและบดย่อย นำไปชั่งและผสมวัตถุดิบ ตามสูตรของเนื้อดินและน้ำเคลือบแต่ละประเภทที่ ต้องการแล้วนำไปบดเปียกในเครื่อง Ball mill หลังจากบดแล้วกรองผ่านตะแกรงตามความละเอียดที่ต้องการ ถ้าสูตรส่วนผสมของเนื้อดินหรือเคลือบที่ต้องการความขาวมากเป็นพิเศษ จะต้องนำเข้าเครื่องแยกเหล็ก จะได้ น้ำดิน และน้ำเคลือบตามสูตรที่ต้องการ

### กระบวนการผลิตเซรามิก



น้ำดินที่ดีนั้นจะต้องมีค่าการไหลตัวที่ดี ค่าความหนาแน่นของเนื้อดินสูง (density) ประมาณ 1.6 - 1.8 การไหลตัวของน้ำดินที่ดีมีผลกับการเทน้ำดินออกจากหล่อกวาง จนได้ความหนาตามที่ต้องการจะทำ

ให้ผิวภายในเรียบสม่ำเสมอและการไหลตัวของดินที่หล่อตันจะทำให้ดินไปได้ทั่วทั้งพิมพ์ ส่วนค่าความหนาแน่นของน้ำดิน ถ้าน้ำดินมีความหนาแน่นสูง จะทำให้ปริมาณน้ำดินน้อยเวลาแห้งการหดตัวก็จะน้อยลง ทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดความเสียหายหลังจากการเผาตัว ฉะนั้นจึงต้องเอาใจใส่กับการทำน้ำดินให้ได้คุณภาพและมาตรฐาน

3. **วิธีการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ (Method)**วิธีการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์เซรามิกนั้นมีหลายวิธี แต่ละวิธีจะต้องมีความเหมาะสมและสอดคล้องกับลักษณะและคุณสมบัติของเนื้อดินปั้นแต่ละประเภทด้วย วิธีการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์นั้นได้แก่ การขึ้นรูปด้วยมือ ด้วยเครื่อง และด้วยวิธีการใช้พิมพ์สำหรับการหล่อ



การขึ้นรูปด้วยแป้นหมุน



การขึ้นรูปด้วยจิกเกอร์



การขึ้นรูปด้วยวิธีการหล่อแบบ

4. **ขั้นตอนการทำผลิตภัณฑ์ให้แห้ง (Drying)** การขึ้นรูปผลิตภัณฑ์เรียบร้อยแล้วจะต้องปล่อยให้ผลิตภัณฑ์เหล่านั้นแห้งสนิทด้วยวิธีการผึ่งด้วยลมหรือการอบด้วยเครื่อง เมื่อผลิตภัณฑ์ที่แห้งสนิทแล้ว ผลิตภัณฑ์บางประเภทจะต้องมีการขัดแต่งให้เรียบร้อยอีกครั้งหนึ่งด้วยหรือมีการเขียนสีใต้เคลือบในผลิตภัณฑ์ ในช่วงนี้ด้วยก็ได้ก่อนจะนำไปเผา

5. **การเผาดิบ (Biscuit Firing)** คือ การนำผลิตภัณฑ์เซรามิกส์ที่แห้งสนิทแล้วนำไปเผาที่อุณหภูมิ 750–1,250 องศาเซลเซียส ช่วงอุณหภูมิในการเผาขึ้นอยู่กับประเภทของการผลิตผลิตภัณฑ์ เช่น กระเบื้องปูพื้นหรือบุผนัง โรงงานอุตสาหกรรมที่ผลิตสินค้าประเภทนี้จะเผาดิบหรือเผาครึ่งแรงใช้อุณหภูมิสูงกว่าการเผาเคลือบ เพราะจะได้ตรวจสอบและคัดเลือกเฉพาะส่วนที่ดีไว้ ส่วนที่เสีย เช่น การบิดงอ ร้าว บิ่น หรือแตก เป็นส่วนที่จะต้องคัดทิ้งก่อนที่จะนำไปเคลือบ เป็นการลดต้นทุนการผลิตอย่างหนึ่ง อย่างไรก็ตาม อาจจะมีการข้ามขั้นตอนนี้ได้ โดยเฉพาะการผลิตให้ลักษณะงานอุตสาหกรรมที่ขึ้นรูปด้วย วิธีการหล่อหรือวิธีการอัดผง

6. **การตกแต่งสีใต้เคลือบ (Under Glaze Decoration)** เป็นการนำผลิตภัณฑ์เซรามิกส์ที่ผ่านการเผาดิบมาแล้วนำมาทำการตกแต่งด้วยวิธีการเขียนลวดลายหรือเป็นรูปต่างๆ โดยใช้สีใต้เคลือบติดลงไปบนผลิตภัณฑ์ก็ได้

7. **การเคลือบผลิตภัณฑ์ (Glazing)** การเคลือบผลิตภัณฑ์เมื่อเรานำผลิตภัณฑ์เซรามิกส์ที่ยังไม่ได้เขียนสีใต้เคลือบหรือที่เขียนสีใต้เคลือบหรือที่เขียนสีใต้เคลือบเรียบร้อยแล้ว จึงนำมาทำการชุบเคลือบด้วยวิธีการเทราด จุ่ม หรือพ่นเคลือบ ส่วนการชุบเคลือบผลิตภัณฑ์เขียนสีจะต้องเป็นเคลือบใส หลังจากนั้นจะต้องทำความสะอาดเซ็ดฐานผลิตภัณฑ์ที่วางตั้งกับพื้นให้สะอาด เพื่อไม่ให้น้ำเคลือบไหลลงละลายติดพื้นเตา

8. **การเผาเคลือบ (Glost Firing)** การเผาเคลือบผลิตภัณฑ์เซรามิกส์นั้นขึ้นอยู่กับชนิดของเคลือบที่ใช้ชุบเคลือบผลิตภัณฑ์ เช่น เคลือบที่ใช้เป็นเคลือบไฟต่ำ หรือเคลือบไฟสูง ต้องนำไปใช้ให้เหมาะสมกับประเภทของเนื้อดินปั้นด้วยอุณหภูมิที่ใช้เผาเคลือบประมาณตั้งแต่อุณหภูมิ 750–1,350 องศาเซลเซียส ในการเผาเคลือบจะต้องคำนึงถึงบรรยากาศของเตาเผาที่ใช้วิธีการเผาที่ถูกต้องเหมาะสมกับเคลือบและเนื้อดินปั้นนั้นๆ

9. **การตกแต่งสีบนเคลือบ (Overglaze Decoration)** เป็นการนำผลิตภัณฑ์เซรามิกส์ที่เผาเคลือบเสร็จสมบูรณ์แล้วนำมาทำการตกแต่งด้วยสีบนเคลือบ เช่น การเขียนลวดลายแบบต่างๆและการใช้รูปลอกติดบนแก้วเซรามิก

10. **การเผาสีบนเคลือบ (Overglaze Firing)** นำผลิตภัณฑ์เซรามิกที่เขียนสีบนเคลือบหรือการใช้รูปลอกสีบนเคลือบที่ติดผลิตภัณฑ์เรียบร้อยแล้วจะนำมาเผาอีกครั้งหนึ่งเพื่อใช้สีเขียนและรูปลอกที่ติดในผลิตภัณฑ์ติดแน่นไม่หลุดออก ซึ่งการเผาจะใช้อุณหภูมิประมาณ 800–900 องศาเซลเซียส

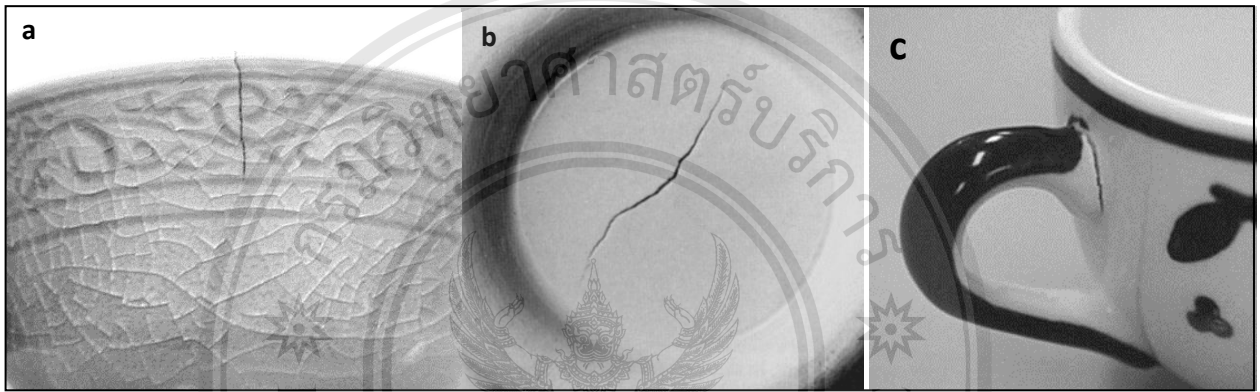
ทุกๆขั้นตอนในกระบวนการผลิตเซรามิกจะต้องมีการควบคุมคุณภาพ เนื่องจากของเสียสามารถเกิดขึ้นได้ในทุกกระบวนการผลิต ดังนั้น การควบคุมคุณภาพตั้งแต่ขั้นตอนแรก ถึงขั้นตอนสุดท้าย จะช่วยลดปัญหา และตำหนิต่างๆที่เกิดขึ้นบนผลิตภัณฑ์เซรามิกได้ ซึ่งข้อบกพร่องที่เป็นตำหนิที่เกิดขึ้นกับเนื้อดินและเคลือบ เกิดได้จากหลายสาเหตุและมีวิธีแก้ไข ดังนี้

## ตำหนิที่ก่อกับเนื้อดินและเคลือบ

### ตำหนิที่ก่อกับเนื้อดิน

#### 1. การแตกร้าว (Cracking)

โดยทั่วไปมีสาเหตุมาจากการมีความเค้น (stress) เกิดขึ้นในชิ้นงาน ซึ่งตัวการที่ทำให้เกิดความเค้นนี้อาจมีได้หลายประการเช่นการออกแบบรูปร่างผลิตภัณฑ์ที่ไม่เหมาะสมกับเนื้อดิน การการอบแห้งที่เร็วเกินไป การหดตัวไม่สม่ำเสมอ หรือชิ้นงานมีความหนาไม่เท่ากัน เป็นต้น การแตกร้าวมีได้หลายประเภท ซึ่งแต่ละประเภทยังอาจมีสาเหตุการเกิดได้มากมายหลายประการ ซึ่งการจะตรวจสอบว่าสาเหตุใดคือที่มาของการแตกร้าวของชิ้นงานนั้นๆ อาจจะต้องการขั้นตอนที่ซับซ้อน



#### a. การแตกที่ขอบของชิ้นงาน (Edge cracks)

สาเหตุของการแตกร้าวนี้มีได้หลายประการ เช่น การทำให้แห้งเกินไป ส่วนที่ขอบของชิ้นงานบางเกินไป หรือการขลิบและตกแต่งที่ไม่ได้คุณภาพ นอกจากนี้ การให้อุณหภูมิแก่ผลิตภัณฑ์ไม่สม่ำเสมอ ช่างบนร้อนกว่าช่างล่างก็เป็นสาเหตุของการแตกร้าวตามขอบได้เช่นกัน

#### b. การแตกร้าวที่ผิวของชิ้นงาน (Surface cracks)

มักจะมีลักษณะคล้ายตัวอักษร “S” ในภาษาอังกฤษ เพราะฉะนั้นจึงมักถูกเรียกว่ารอยแตกรูปตัวเอส (S-crack) การเกิดการแตกร้าวแบบนี้เกิดจากขั้นตอนการขึ้นรูปเป็นหลัก กล่าวคือในการขึ้นรูปชิ้นงานโดยวิธีต่างๆนั้นปริมาณความชื้นที่หลงเหลืออยู่ในแต่ละผิวหน้าของชิ้นงานนั้นจะมีความแตกต่างกัน เช่น ขึ้นรูปโดยวิธีการหล่อ ที่ผิวด้านนอกจะมีความชื้นหลงเหลืออยู่มากกว่าผิวด้านในที่ติดกับแบบพิมพ์ ในทำนองเดียวกัน ชิ้นงานที่ขึ้นรูปโดยการใช้แป้นหมุนจะมีความชื้นหลงเหลืออยู่ที่ผิวด้านที่ติดกับแป้นหมุนมากกว่าในด้านอื่นๆ ถ้าหากว่าความชื้นที่ต่างกันของแต่ละผิวหน้าของชิ้นงานมีมากเกินไปและไม่ถูกกำจัดออกโดยเร็ว รอยแตกรูปตัวเอสก็มักจะเกิดขึ้นในส่วนฐานของชิ้นงานหลังการเผา



### C. การแตกร้าวบริเวณหุบ (Handle crack)

มักจะเกิดเนื่องจากตัวหุบและตัวภาชนะมีระดับความชื้นไม่เท่ากัน ทำให้เกิดการหดตัวไม่เท่ากัน ในขั้นตอนการตากแห้งและการเผา ส่งผลให้เกิดการแตกร้าวขึ้น นอกจากนี้ บางครั้งยังสามารถเกิดจากการที่กระบวนการในการติดหุไม่ได้มาตรฐาน หรือปริมาณดินกาวมากหรือน้อยเกินไปก็ได้

#### การแตกร้าวอันเนื่องมาจากการแห้งตัวเร็วเกินไป

ในหลายๆ ประเทศที่มีความแตกต่างของฤดูกาล ทำให้ปริมาณความชื้นในอากาศในแต่ละฤดูกาลแตกต่างกันออกไป ในฤดูแล้งหรือฤดูหนาวความชื้นสัมพัทธ์ ณ. ความดันปกติอาจจะอยู่ในช่วง ร้อยละ 40-50 การระเหยของน้ำจะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วในขณะที่ในฤดูฝนความชื้นสัมพัทธ์ ณ. ความดันปกติอาจจะสูงถึงร้อยละ 95 ดังนั้นการระเหยของน้ำจะเกิดขึ้นอย่างช้าๆ และนุ่มนวลกว่า การที่น้ำมีการระเหยออกอย่างรวดเร็วก่อให้เกิดความเค้นในเนื้อดิน อันจะนำไปสู่การแตกร้าวของผลิตภัณฑ์ได้ ดังนั้นจึงควรลดอัตราการระเหยของน้ำลงโดยการคลุมหรือปิดผลิตภัณฑ์



การแตกร้าวของผลิตภัณฑ์ที่ปล่อยให้  
มีการแห้งตัวในอากาศที่มีความชื้น

ผลิตภัณฑ์ที่มีการคลุมด้วย  
ถุงพลาสติกเพื่อควบคุมการระเหย

## การระเบิดแตกของชิ้นงาน (Exploding)

มักจะเกิดจากการที่ชิ้นงานที่มีความชื้นสูงเกินไปขณะนำเข้าเผา เมื่อน้ำเปลี่ยนสถานะกลายเป็นไอน้ำ จะมีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและดันให้ชิ้นงานแตกออก นอกจากนี้ การใช้ความเร็วในการเผาสูงเกินไป โดยเฉพาะในช่วงแรกของการเผา (ไม่เกิน 250 องศาเซลเซียส) ก็ไม่สามารถทำให้เกิดการระเบิดได้



การระเบิดแตกของชิ้นงาน

## กะเทาะ (Blow-out หรือ Lime – popping)

คือกรณีที่ชิ้นงานเพียงส่วนหนึ่งมีการหลุดแตกออกมาหลังจากการเผาดิบ สาเหตุของตำหนินี้มักจะเกิดจากสารประกอบจำพวกหินปูนหรือซอล์กที่มีแคลเซียมคาร์บอเนตเป็นองค์ประกอบหลัก อาจเกิดจากปูนปลาสเตอร์หรืออิฐที่มีแคลเซียมฟอสเฟตเป็นองค์ประกอบ หรือแม้แต่เศษปูนซีเมนต์หรือคอนกรีตที่ปะปนอยู่ในเนื้อดินที่นำมาขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ สิ่งแปลกปลอมเหล่านี้เมื่อได้รับความร้อนระหว่างการเผาปิ้งจะถูกเปลี่ยนเป็นแคลเซียมออกไซด์ ( $\text{CaO}$ ) หลังจากนั้นเมื่อดูดซับความชื้นจากอากาศเพิ่มมากขึ้น แคลเซียมออกไซด์จะเกิดปฏิกิริยากับความชื้นกลายเป็นสารแคลเซียมไฮดรอกไซด์ ( $\text{Ca(OH)}_2$ ) เนื่องจากแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่เกิดขึ้นมีปริมาณสูงกว่าแคลเซียมออกไซด์ จึงทำให้เกิดการขยายตัวและดันผลิตภัณฑ์จากภายในจนเนื้อดินผลิตภัณฑ์บริเวณใกล้กับผิวเกิดการกะเทาะหลุด การกำจัดปัญหาเหล่านี้จำเป็นต้องตรวจสอบบริเวณใกล้เคียงกับสถานที่เก็บวัตถุดิบเพื่อหาแหล่งที่มาของสารที่เป็นแหล่งของแคลเซียมออกไซด์ดังกล่าว การใช้ตะแกรงร่อนอาจเป็นวิธีในการกำจัดสิ่งแปลกปลอมอันเป็นสาเหตุของตำหนิประเภทนี้ได้อย่างได้ผล

### แกนดำ (Black-Coring)

คือการที่อินทรีย์สารที่มีอยู่ในดินไม่สามารถสลายตัวได้หมดในช่วงที่เผาผลิตภัณฑ์ ถ้าหากดินที่นำมาใช้มีอินทรีย์สารสูงและมีขนาดอนุภาคเล็ก การสลายตัวของอินทรีย์สารก็จะเกิดขึ้นได้ยาก โดยปรกติแก๊สที่เกิดขึ้นในขณะที่เผาผลิตภัณฑ์จะหลุดหนีออกไปได้จนกระทั่งเกิดการกลายเป็นแก้วและหนาแน่น ซึ่งทำให้ผิวหน้าของดินเกิดการ “ปิดผนึก” และกั้นการหลุดหนีของแก๊สเหล่านั้น ในบางกรณี แก๊สที่เกิดขึ้นที่อุณหภูมิสูงไม่สามารถหลุดหนีออกมาได้ อาจทำให้เกิดการดันตัวจนเนื้อผลิตภัณฑ์มีการเปลี่ยนแปลงเป็นบางจุด เพราะฉะนั้นถ้าเนื้อดินที่ใช้มีสารประกอบอินทรีย์อยู่ปริมาณมาก (ดินที่มีสีดำมากๆ) ควรจะทำให้เนื้อดินมีความหนาแน่นมากขึ้นโดยการเติมกรือกลงไป สำหรับเนื้อดินสโตนแวร์ควรเผาผลิตภัณฑ์ให้ช้าลง (ประมาณ 100 องศาเซลเซียสต่อชั่วโมง) โดยเฉพาะในช่วง 650 – 1000 องศาเซลเซียส และไม่ควรเผาแบบรีดักชันในช่วงนี้ เพราะแร่เหล็กออกไซด์ฮีมาไทต์ซึ่งมีสีแดงจะถูกเปลี่ยนไปเป็นแร่เหล็กออกไซด์แมกนีไทต์ซึ่งมีสีดำเป็นฟลักซ์ที่รุนแรง ทำให้เนื้อดินเกิดการปิดผนึกเร็วขึ้น การสลายตัวของสารอินทรีย์จึงเกิดขึ้นไม่หมดและเกิดตำหนิที่เรียกแกนดำ (black coring) และทำให้ผลิตภัณฑ์มีความแข็งแรงลดลง



ที่มา <http://flieschool.com/content/carbon-coring-black-coring>

### การยุบตัว (Warping)

คือการที่ผลิตภัณฑ์มีการยุบตัว ซึ่งอาจจะมีสาเหตุมาจากการที่เนื้อดินมีสารกลุ่มเฟลด์สปาร์มากเกินไป โดยเฉพาะโซเดียมเฟลด์สปาร์ ซึ่งเมื่อหลอมเหลวจะมีความหนืดน้อยกว่าโพแทสเซียมเฟลด์สปาร์ ทำให้ผลิตภัณฑ์มีโอกาสที่จะเกิดการยุบตัวได้มากกว่า โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดใหญ่ ถ้าการยุบตัวเสียรูปเกิดจากสาเหตุนี้ สามารถแก้ไขโดยการเพิ่มปริมาณควอตซ์ลงในเนื้อดินเพื่อเพิ่มความหนืดให้กับเฟลด์สปาร์ขณะหลอมตัว การที่อุณหภูมิในเตาเผาหรืออุณหภูมิที่ผลิตภัณฑ์รับไม่สม่ำเสมอ ผลิตภัณฑ์จะมีการหดตัวต่างกัน ทำให้เกิดความเค้นขึ้นในผลิตภัณฑ์แต่ยังไม่มากพอที่จะทำให้เกิดการแตกร้าว ผลิตภัณฑ์ที่จะเกิดการยุบตัวได้นอกจากนี้ การที่เนื้อดินมีความหนาแน่นไม่สม่ำเสมอก็เป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดการยุบตัวของผลิตภัณฑ์ได้เช่นกัน

## การปวดพองของเนื้อดิน (Bloating)

เมื่อเนื้อดินถูกเผาที่อุณหภูมิสูงเกินไป เฟลด์สปาร์จะเกิดการเดือดและเกิดกลายเป็นฟองแก๊สเหมือนดังเช่นการเดือดของน้ำ และภาวะอุณหภูมิสูง ผิวดินมีการปิดผนึกแล้ว แต่ดินยังมีความยืดหยุ่นตัวได้ดีทำให้ฟองแก๊สที่เกิดขึ้นนี้อยู่ที่บริเวณผิวของเนื้อดินตันตัวและเกิดการปวดพองขึ้น ถ้าเป็นกรณีนี้ อาจแก้ไขโดยการลดอุณหภูมิการเผาประมาณ 20 องศาเซลเซียส แต่ถ้าการลดอุณหภูมิการเผาทำให้เคลือบไม่สุกตัว อาจจะต้องทำการปรับเปลี่ยนมาใช้ฟลักซ์ที่ลดอุณหภูมิการสุกตัวของเคลือบได้ดีกว่า เช่น ใช้โซเดียมเฟลด์สปาร์ หรือเนฟลิไซอีนไนด์แทนโพแทสเซียมเฟลด์สปาร์ หรือเติมบอแรกซ์ฟริตดลงไป อย่างไรก็ตาม ถ้าผลิตภัณฑ์มีการปวดพองเฉพาะชิ้นที่อยู่ใกล้แหล่งให้ความร้อน นั้นแสดงว่าจะต้องปรับเปลี่ยนตำแหน่งการเผา แทนการปรับสูตรเคลือบ เพราะในกรณีนี้อุณหภูมิสูงเกิดจากตำแหน่งของชิ้นงาน

## ตำหนิที่เกิดในชั้นเคลือบ

ข้อบกพร่องที่เป็นตำหนิบนผิวผลิตภัณฑ์เซรามิกนั้นเกิดขึ้นหลายสาเหตุ แต่ละสาเหตุก็มีขั้นตอนการเกิดที่แตกต่างกันไป แต่จะปรากฏผลก็ต่อเมื่อผ่านการเผาเคลือบเสร็จแล้ว ซึ่งทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดความเสียหายอย่างมาก ทั้งในเรื่องค่าใช้จ่ายของวัตถุดิบ เชื้อเพลิง เวลา และทำให้สูญเสียกำลังใจในการปฏิบัติงานที่ผ่านมา ฉะนั้นในการปฏิบัติการผลิตผลิตภัณฑ์เซรามิก แต่ละขั้นตอนควรที่จะมีการจดบันทึก แล้วศึกษาตรวจสอบหาสาเหตุที่เกิดขึ้นในแต่ละครั้งเพื่อเป็นประโยชน์ในการหาวิธีทางแก้ไขและป้องกันเพื่อมิให้ผลิตภัณฑ์เกิดการสูญเสียในครั้งต่อไป

อย่างไรก็ตามข้อบกพร่องที่เป็นตำหนิบนผิวเคลือบผลิตภัณฑ์เซรามิกอาจมีสาเหตุการเกิดมากมาย ซึ่งพอสรุปได้ดังนี้ คือ

**ลักษณะรูเข็ม** ซึ่งข้อบกพร่องที่เป็นตำหนิบนผิวเคลือบในลักษณะที่เกิดเป็นรูเข็ม จะมีลักษณะเป็นรูเล็กๆ ที่เกิดบนผิวเคลือบ จะเกิดจากสาเหตุหลายประการด้วยกัน ได้แก่

1. เนื้อดินมีความพรุนตัวมาก เพราะการนวดเนื้อดินไม่ดีพอ ทำให้เกิดฟองอากาศเล็กๆ ซบอยู่ในเนื้อดิน เมื่อนำไปเผาฟองอากาศเล็กๆ เหล่านี้จะขยายตัวและดันออกมาตามผิวเคลือบ ทำให้ผิวเคลือบมีตำหนิ ดังนั้นการนวดดินก่อนที่จะนำไปขึ้นรูปผลิตภัณฑ์จะต้องนวดเนื้อดินให้อัดแน่นเป็นเนื้อเดียวกัน อย่าให้มีฟองอากาศเล็กๆ แทรกอยู่ในตัวเนื้อดินได้
2. เนื้อดินมีน้ำผสมมากเกินไป ทำให้การยึดเกาะระหว่างอนุภาคของเม็ตดินมีรูพรุนได้
3. เนื้อดินมีอินทรีย์สาร ได้แก่ ซากพืชซากสัตว์เจือปนอยู่ เมื่อเผาเนื้อดินนี้สิ่งเจือปนจะเกิดการเผาไหม้กลายเป็นแก๊สดันผิวเคลือบออกมา ดังนั้นจะต้องมีการล้างดินให้สิ่งเจือปน ได้แก่ อินทรีย์สารต่างๆ ออกให้หมด หรือถ้ายังมีอินทรีย์สารเจือปนอยู่เล็กน้อยก็ใช้วิธีการควบคุมการเผาไหม้ให้เป็นไปอย่างช้าๆ ในช่วงเผาไหม้อินทรีย์สาร
4. เนื้อดินมีสารซัลเฟตเจือปนอยู่ เช่น เศษเล็กๆ ของปูนพลาสเตอร์ เมื่อนำเนื้อดินไปเผาสารซัลเฟตเหล่านี้จะทำปฏิกิริยากับความร้อนจะยุบสลายกลายเป็นแก๊สออกมาดันให้ผิวเคลือบเป็นรูพรุนมีตำหนิได้วิธีแก้ คือ การล้างดินให้สะอาดก่อนนำไปใช้

5. เกิดจากฝุ่นละอองที่เกาะติดกับผลิตภัณฑ์ก่อนที่จะไปเคลือบ ดังนั้นจำเป็นต้องทำความสะอาดผลิตภัณฑ์ก่อนนำไปเคลือบทุกครั้ง
6. ในส่วนผสมของน้ำเคลือบ ถ้ามีพวกสารคาร์บอนหรือพวกกาวยาที่ทำจากอินทรีย์สาร การเก็บน้ำเคลือบนี้ไว้นานจะทำให้เกิดการสลายตัวของสารคาร์บอนเนตและการเนาเปื่อยของสารอินทรีย์สาร ทำให้เกิดเป็นแก๊สขึ้นแล้วดันผิวเคลือบให้เกิดเป็นรูเข็ม ดังนั้นการเก็บรักษาเคลือบประเภทนี้ควรทำให้แห้งเวลาจะใช้ถึงจะเอามาผสมกับน้ำใหม่
7. การเผาที่เร่งอุณหภูมิเร็วเกินไป และใช้ระยะเวลาการเผาที่สั้น จะทำให้น้ำเคลือบเดือดและเป็นรูเข็ม ดังนั้นวิธีการเผาเคลือบควรยึดระยะเวลาให้นานออกไป
8. การชุบเคลือบที่หนามากเกินไป หรือการทับซ้อนของเคลือบที่ไม่เรียบสนิท เกิดมีฟองอากาศแทรกอยู่ เวลาเผาจะเกิดรูเข็มได้เช่นกัน



รูเข็ม

**เคลือบราน** ผลิตภัณฑ์เซรามิกที่ทำเป็นภาชนะไว้ใช้ใส่อาหารรับประทานนั้น เช่น จาน ชาม แก้วเซรามิก เคลือบผลิตภัณฑ์ที่เกิดการรานขึ้นในผิวเคลือบถือเป็นตำหนิเคลือบที่จะต้องแก้ไข ซึ่งการรานของผิวเคลือบจะมีลักษณะเป็นรอยรานแตกเป็นร่างแห หรือที่เรียกกันว่า เคลือบแตกกลาย สาเหตุที่ทำให้เคลือบเกิดการราน คือ สัมประสิทธิ์การขยายตัวและหดตัวของเนื้อดินปั้นและเคลือบไม่เท่ากัน ดังนั้นจะต้องมีการปรับสัมประสิทธิ์การขยายตัวและหดตัวของเนื้อดินปั้นและน้ำเคลือบให้เท่ากันด้วยวิธีการทดลองเพิ่มหรือลดปริมาณของตัวหลอมละลาย (Flux) ในเนื้อดินปั้นและเคลือบ



เคลือบราน

**การร่อนของเคลือบ** เป็นลักษณะของเคลือบที่ร่อนหลุดออกจากผิวผลิตภัณฑ์เป็นแผ่นๆ หรือการแยกตัวจากเนื้อดิน เพราะเกิดจากสาเหตุดังนี้

1. เคลือบมีส่วนผสมของดินมากเกินไป เพราะเวลาเผาดินจะมีการหดตัวที่สูง
2. ผิวผลิตภัณฑ์สกปรกมีไขมันหรือฝุ่นละอองเกาะอยู่ ซึ่งเกิดจากการทำความสะอาดผลิตภัณฑ์ก่อนเคลือบไม่ดี
3. ในส่วนผสมของเนื้อดินนั้นมีปริมาณของซิลิกามากเกินไป น้ำเคลือบไม่เกาะผิวผลิตภัณฑ์
4. นำผลิตภัณฑ์ที่ร่อนอยู่ไปเคลือบ ทำให้เคลือบเกิดการร่อนออกในขณะที่ผลิตภัณฑ์เย็นตัวลง
5. เกิดจากการชุบเคลือบหนาเกินไป



การร่อนของเคลือบ

**เคลือบแยกตัว** คือ ลักษณะของเคลือบที่แยกหนึ่อออกจากกัน ทำให้เกิดช่องว่างไม่มีเคลือบติดอยู่ ซึ่งสาเหตุเกิดจาก

1. เคลือบมีส่วนผสมของดินมากเกินไป
2. บดน้ำเคลือบละเอียดมากเกินไป
3. เคลือบที่ใช้ชั้นมากเกินไป หรือชุบเคลือบหนาผิดปกติ
4. ผลิตภัณฑ์ยังเปียกชื้นอยู่แล้วนำไปเคลือบ
5. ผิวผลิตภัณฑ์สกปรกด้วยไขมัน หรือละอองฝุ่น

**เคลือบไม่มัน** เป็นตำหนิที่ผิดปกติของสูตรส่วนผสมเคลือบมัน แต่เมื่อเผาเคลือบแล้วไม่มันตามความเป็นจริง สาเหตุเกิดจาก

1. เเผาเคลือบไม่ถึงอุณหภูมิที่กำหนด
2. หรืออาจเผาเคลือบเลยอุณหภูมิที่กำหนด เพราะสูตรส่วนผสมของเคลือบมีสารที่ระเหยได้ง่าย เช่น สารบอแรกซ์ และสารตะกั่วจะระเหยกลายเป็นไอไปหมด



เคลือบไม่มัน

**การไหลตัวของเคลือบ** เป็นลักษณะอาการของเคลือบที่ไหลตัวมากเกินไปกว่าความเป็นจริงที่กำหนดไว้ ซึ่งมีสาเหตุจาก

1. เกิดจากการเผาเคลือบเกินอุณหภูมิที่กำหนดไว้
2. ใช้ระยะเวลาการเผาที่แซ่อุณหภูมินานเกินไป
3. ชุบเคลือบหนามากเกินไป

## เอกสารอ้างอิง

1. ลดา พันธุ์สุขุมธนา, วรณ ต.แสงจันทร์, เอกสารฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ “การเตรียมน้ำดินและการหล่อ” สำนักเทคโนโลยีชุมชน กรมวิทยาศาสตร์บริการ 15-17 กุมภาพันธ์ 2549
2. ลดา พันธุ์สุขุมธนา, ผลของสมบัติน้ำดินต่อการขึ้นรูปงานหล่อสลีปทางเซรามิก, วารสารกรมวิทยาศาสตร์บริการ ปีที่ 4 ฉบับที่ 146 มกราคม 2541
3. ปรีดา พิมพ์ขาวดำ. เซรามิกซ์ กรุงเทพมหานคร:สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,2547
4. ดร.ณิ วัฒนศิริเวช, สุธี วัฒนศิริเวช. การวิเคราะห์แร่ดินเคลือบและตำหนิในผลิตภัณฑ์เซรามิก กรุงเทพมหานคร:สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,2552
5. ไพจิตร อังศิริวัฒน์, 2541, หน้า 249; อ้างอิงมาจาก Norsker, H., 1990, P. 77
6. กระบวนการทำผลิตภัณฑ์เซรามิกส์(Manufacturing Ceramic Productions). (ออนไลน์). สืบค้นจาก [http://www.ceramiclover.com/index.php?route=news/article&news\\_id=19](http://www.ceramiclover.com/index.php?route=news/article&news_id=19) ( 30 ตุลาคม 2557)
7. ข้อบกพร่องที่เป็นตำหนิบนผิวเคลือบของผลิตภัณฑ์เซรามิก. (ออนไลน์). สืบค้นจาก <https://ceramiclover.wordpress.com/> ( 5 พฤศจิกายน 2557)