บทที่ 2

เอกสารที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยเรื่องการศึกษาผลของเคลือบขี้เถ้าพืชที่มีต่อการตกแต่งเครื่องปั้นดินเผาเนื้อดินพื้นบ้าน ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าและประมวลความรู้จากตำรา เอกสาร และงานวิจัยต่างๆที่เกี่ยวข้องโดยเสนอตามลำดับหัวข้อต่อไปนี้

1. เคลือบ (Glaze)
    1.1 ประวัติความเป็นมาเกี่ยวกับเคลือบ
    1.2 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับเคลือบ
    1.3 วัตถุประสงค์ในการเคลือบ
    1.4 ประเภทของเคลือบ
2. วัตถุดิบที่ใช้ในการทดลอง
    2.1 หินฟันม้า (Feldspar)
    2.2 ขี้เถ้าพืช (Wood Ash)
    2.3 เนื้อดินปั้นพื้นบ้าน
3. การตกแต่งผลิตภัณฑ์ (Product Decoration)
4. เคลือบขี้เถ้าพืช (Wood Ash Glazes)
5. การคำนวณเกี่ยวกับเคลือบ
6. การเตรียมเคลือบ
7. การชุบเคลือบ
8. เตาเผา (Klins)
9. การเผาเคลือบ (Glost Firing)
10. ข้อบกพร่องการเคลือบ (Glaze Defects)

1. เคลือบ (GLAZE)

เคลือบ คือชั้นบางๆ ของแก้วที่หลอมละลายติดอยู่กับผิวดินซึ่งขึ้นรูปเป็นภาชนะทรงต่างๆ วัตถุดิบที่ผลิตเป็นน้ำยาเคลือบจะมีความละเอียดมาก เมื่อทำการเคลือบแล้วต้องรอให้ผลิตภัณฑ์แห้งและเช็ดก้นผลิตภัณฑ์ให้สะอาดก่อนที่จะนำเข้าเตาเผา เพื่อป้องกันไม่ให้เคลือบไหลติดแผ่นเชลขณะเคลือบหลอมตัว ผลิตภัณฑ์ที่เคลือบ แล้วโดนความร้อนเผาในอุณหภูมิสูง วัตถุดิบที่เป็นแก้วในเคลือบ เมื่อถึงจุดหลอมละลาย ชั้นของเคลือบจะกลายเป็นแก้วมันวาวติดกับผิวดิน โดยที่เคลือบจะไม่ไหลนองไปบนพื้นเตาขณะที่เคลือบกำลังหลอมตัว ในส่วนผสมของเคลือบจะมีดินเป็นวัตถุดิบตัวหนึ่งที่ช่วยให้เคลือบที่หลอมละลาย มีความหนืดสามารถเกาะกับผิวผลิตภัณฑ์ได้ดี เคลือบส่วนใหญ่มีผิวมันมี คุณสมบัติไม่ดูดซึมน้ำ ทำให้ผลิตภัณฑ์สามารถทำความสะอาดได้ง่าย แข็งแรง และทนต่อการขีดข่วนได้ดี และสามารถใส่ของเหลวได้โดยไม่รั่วซึม (ไพจิตร อิ่งศิริวัฒน์. 2537 : 1)

1.1 ประวัติความเป็นมาเกี่ยวกับเคลือบ

พบว่าเคลือบเกิดขึ้นครั้งแรกเมื่อประมาณ 12,000 ปี ก่อนคริสต์ศักราช ได้แก่เคลือบ ลูกปัดที่ทำขึ้นในประเทศอียิปต์ ซึ่งชาวอียิปต์ได้พบการเกิดแก้วโดยบังเอิญ เมื่อทรายและหินทรายที่มีเกลือปนอยู่นั้น ถูกหลอมละลายด้วยไฟ (ศูนย์พัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องเคลือบดินเผา จ.ลำปาง .2537 : 6)

เมื่อ 3,000 ปี ก่อนคริสต์ศักราช ชาวอียิปต์ได้เคลือบกับเครื่องปั้นดินเผาของเขา เคลือบพวกนี้ได้แก่ พวกเคลือบด่างที่ผสมทองแดง ซึ่งมีประสิทธิภาพดีในการปกคลุมผิว และตกแต่ง

ประมาณ 1,500 ปี ก่อนคริสต์ศักราช เคลือบถูกนำมาใช้เคลือบผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาเพื่อให้เกิดความมัน และกันน้ำได้

เคลือบของอียิปต์ที่เกิดครั้งแรกนั้น เกิดจากการหลอมละลายที่บริเวณผิวของเนื้อดินปั้นอันเป็นผลเนื่องมาจากเคลือบที่ละลายน้ำได้ซึ่งมีอยู่ภายในดินปั้นนั้นได้ตกผลึก อยู่บนผิวของเนื้อดินปั้นในขณะที่ตากแห้ง

ในอียิปต์และเอเชียตะวันตกเฉียงใต้ ความรู้ดังกล่าวถูกนำมาใช้ทำเคลือบและใช้ในรูปของน้ำเคลือบ เคลือบตะกั่วถูกนำมาใช้เพื่อหลีกเลี่ยงความยุ่งยากอันเกิดจากเกลือที่ละลายน้ำได้ในราวต้นศตวรรษที่ 13 การละลายน้ำได้ของพวกด่างต่าง ๆ ที่ช่วยในการหลอมละลายของน้ำยาเคลือบ แก้ไขได้สำเร็จโดยหลอมส่วนผสมเคลือบให้กลายเป็นแก้ว หรือที่เรียกว่า “ฟริต” เสียก่อน

เคลือบตะกั่วนำมาใช้ในประเทศจีน ประมาณ 200 ปี ก่อนคริสต์ศักราช มีการพัฒนาคู่ไปกับการพัฒนาความรู้เกี่ยวกับเคลือบพวกสโตนแวร์และเคลือบพวกพอร์ซเลน จากการสังเกตพบว่าขี้เถ้าไม้นั้นเป็นตัวทำให้ผิวของเครื่องปั้นดินเผาหลอมจึงนำไปสู่การผลิตเคลือบไฟสูง และด้วยการปรับปรุงเกี่ยวกับการสร้างเตาเผา จึงสามารถจะเผาเคลือบไฟสูงได้ ทำให้เกิดผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาชนิดพอร์ซเลนอย่างดีได้ในศตวรรษที่ 10

ในยุโรป เคลือบตะกั่วพัฒนาแยกมาจากเคลือบสโตนแวร์ ซึ่งเป็นพวกเคลือบเกลือ ตะกั่วออกไซด์นำมาใช้ในศตวรรษที่ 12 ถึงศตวรรษที่ 17 และนำมาใช้ในรูปของผงแร่ตะกั่วที่บดละเอียดแล้วนำมาโรยบนผลิตภัณฑ์ที่เปียก หรือ ปนไปในน้ำดิน

วิธีการผสมน้ำเคลือบ และชุบเคลือบด้วยน้ำเคลือบ ที่เป็นของเหลวยังไม่ได้ทำกันเป็นมาตรฐานในเชิงปฏิบัติในอังกฤษ จนกระทั่งถึงศตวรรษที่ 18 มีการขยายของการทำน้ำเคลือบในยุโรปอย่างแพร่หลายโดยนำมาจากกลุ่มประเทศอิสลาม

ปัจจุบันนี้การชุบเคลือบผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาด้วยวิธีจุ่มและเทราดนั้นเป็นวิธีที่นิยมใช้กันแพร่หลาย ส่วนการพ่นเคลือบและการทาเคลือบด้วยพู่กันนั้นนิยมใช้กันในวงการอุตสาหกรรมและสำหรับวิธีการพิเศษก็ขึ้นอยู่กับช่างเคลือบแต่ละคน ส่วนการใช้เคลือบเกลือนั้นนิยมใช้เป็นส่วนน้อยเท่านั้น

1.2 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับเคลือบ

ความหมายของน้ำเคลือบ หมายถึง วัสดุที่มีลักษณะเหมือนแก้วฉาบอยู่บนผิวผลิตภัณฑ์เซรามิกส์ เป็นสารประกอบของซิลิเกต (Silicate) ที่ผ่านการเผาในอุณหภูมิสูงหลอมละลายเป็นเนื้อเดียวกัน สารประกอบที่ใช้ทำน้ำเคลือบได้จากวัตถุดิบจากธรรมชาติ และเคมีภัณฑ์จำพวกออกไซด์ของโลหะ นำมาบดให้เข้ากันอย่างละเอียดตามอัตราส่วนที่เหมาะสมแล้วนำมาเคลือบผลิตภัณฑ์เซรามิกส์ หลังจากเคลือบเสร็จแล้วก็นำไปใช้น้ำเคลือบหลอมละลายเป็นเนื้อเดียวกันอยู่ในสภาพเป็นแก้ว (โกมล รักษ์วงศ์. 2538 : 7)

หรืออาจจะกล่าวอีกนัยหนึ่งคือ สารประกอบของอลูมินา (Alumina) ซิลิกา (Silica) และสารที่ช่วยในการหลอมละลาย (Flux) นำมาบดผสมกันตามอัตราส่วนที่เหมาะสม แล้วผ่านการเผาในอุณหภูมิสูง ให้หลอมละลายจนมีสภาพเป็นแก้ว

วัตถุประสงค์ของการเคลือบผลิตภัณฑ์เซรามิกส์ เคลือบเป็นสิ่งสำคัญที่ช่วยเพิ่มความสวยงาม เพิ่มคุณค่าให้แก่ผลิตภัณฑ์เซรามิกส์ ช่วยปิดบังผิวผลิตภัณฑ์ และช่วยให้ผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดง่าย เพราะผิวเคลือบมีความมัน นอกจากนั้นยังช่วยเพิ่มความแข็งแกร่งป้องกันการขีดข่วนของเนื้อผลิตภัณฑ์ และมีความคงทนถาวรเพิ่มขึ้นเป็นพิเศษ การเคลือบผลิตภัณฑ์มีความมุ่งหมายแบ่งออกเป็นข้อ ๆ ได้ดังนี้

(1) ป้องกันไม่ให้ของเหลวและก๊าซซึมผ่านผลิตภัณฑ์

(2) เพื่อให้ผลิตภัณฑ์ทนต่อการกัดกร่อนจากกรดและด่าง

(3) เพื่อให้ผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดได้ง่ายหลังจากการนำไปใช้ เพราะผิวเคลือบมีความมัน

(4) ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความสวยงามน่าใช้ การเคลือบเป็นการเพิ่มคุณค่าของผลิตภัณฑ์และบังผิวผลิตภัณฑ์ได้ดี

(5) เพื่อป้องกันผิวผลิตภัณฑ์ และสีใต้เคลือบให้คงทนถาวร

ธรรมชาติของเคลือบเป็นแก้วมีความแข็งแกร่ง ทนต่อการกัดกร่อนของกรดและด่าง ยกเว้นกรดไฮโดรฟลูออริค (HF) หรือกรดกัดแก้ว และด่างแก่ เนื้อเคลือบของเหลวไม่สามารถซึมผ่านได้เช่นเดียวกับแก้วทั้งหลาย เคลือบไม่มีส่วนประกอบทางเคมีที่แน่นอน เป็นสารประกอบที่ซับซ้อน เคลือบจะมีผิวมันแวววาว ผิวเคลือบจะมีการสะท้อนแสง แต่เคลือบชนิดผิวด้านจะมีความมันแวววาวลดลงตามความด้านของผิว โครงสร้างของแก้วและเคลือบไม่ค่อยมีผลึกปรากฏให้เห็นชัดเจน ยกเว้นเคลือบด้านจะมีผลึกเล็ก ๆ เป็นจำนวนมากปะปนอยู่ในเนื้อเคลือบ จึงทำให้ผิวด้าน มีเคลือบอีกหลายชนิดซึ่งมีผลึกขนาดใหญ่เป็นผลึกชนิดเดียวกันก็มีลักษณะของเคลือบเหล่านี้สามารถแยกเป็นเคลือบชนิดต่าง ๆ ได้ตามลักษณะที่เกิดผลึกในเนื้อเคลือบ

การเผาเครื่องปั้นดินเผาถ้าหากเผาในอุณหภูมิต่ำน้ำเคลือบจะไม่หลอมตัว ลักษณะของผิวเคลือบและสีตามที่ต้องการจะไม่ปรากฏขึ้น ผิวเคลือบจะไม่เรียบ มีรอยสากที่พื้นผิว เคลือบที่เผาในอุณหภูมิสูงเกินไป น้ำเคลือบจะไหลตัว สีอาจจะจางหายไป ฉะนั้นการเผาเคลือบจะต้องเผาในอุณหภูมิที่เหมาะกับจุดหลอมตัวของเคลือบแต่ละชนิด ในการเผาเคลือบจะใช้อุณหภูมิที่เผาอยู่ระหว่าง 750 องศาเซลเซียส ถึงอุณหภูมิ 1,350 องศาเซลเซียส ทั้งนี้แล้วแต่ส่วนผสมของน้ำเคลือบที่ใช้ว่าเหมาะกับอุณหภูมิเท่าไร โดยปกติการเผาผลิตภัณฑ์เคลือบจะใช้อุณหภูมิในการเผาไม่เกินจุดสุกตัวของเนื้อดินปั้น จะใช้ในระดับอุณหภูมิเดียวกันหรือน้อยกว่า จุดสุกตัวของ เนื้อดินปั้นเพราะจะไม่ทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดการบิดเบี้ยวเสียหายหรือเสียรูปทรง โดยปกติทั่วไปการเคลือบผลิตภัณฑ์ทางเซรามิกส์สามารถเคลือบได้หลายวิธี เช่น การจุ่ม การทา การเทลาด และการพ่น น้ำเคลือบที่ใช้เคลือบผลิตภัณฑ์จะมีความหนาประมาณ 0.1 – 0.3 มิลลิเมตร (Budnikor.1964 : 460)

1.3 วัตถุประสงค์ในการเคลือบ

1.3.1 เพื่อให้ภาชนะมีความคงทน ภาชนะที่ปั้นเมื่อเผาสุกแล้ว เนื้อดินจะมีสีแตกต่างกันไปซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของดินที่ใช้ปั้นและดินเผาแต่ละชนิดก็อาจจะมีเนื้อดินที่แตกต่างกันไป ถ้าไม่ได้เคลือบอาจจะทำให้การดูดซึมน้ำมากหรือผุกร่อนได้ง่าย แต่ถ้าได้เคลือบแล้วน้ำเคลือบจะแทรกเกาะผิวดินของภาชนะที่เผานั้นให้แน่นดียิ่งขึ้น

1.3.2 เพื่อใช้ภาชนะเกิดความสวยงาม ภาชนะดินเผาที่เคลือบแล้วนั้นจะมีลักษณะพื้นผิวเรียบเป็นมันสดใส ทำให้ดูสวยงามมากและยังสามารถเช็ดถูทำความสะอาดได้สะดวกสบายยิ่งขึ้น

1.3.3 เพื่อให้เกิดคุณค่าในด้านศิลปะ ภาชนะดินเผาที่ถูกออกแบบสร้างให้มีรูปทรงแปลก ๆ ถ้าได้ทำให้มีสีสันโดยใช้วิธีเคลือบประกอบเข้าด้วยกันแล้วก็ยิ่งจะทำให้ภาชนะนั้น ๆ มีคุณค่าในทางศิลปะเพิ่มมากขึ้น

1.3.4 เพื่อให้ภาชนะสมบูรณ์ในด้านการค้า ภาชนะดินเผาที่ออกแบบ ปั้น เผา และเคลือบด้วยสีสันที่งดงามแปลกตา ย่อมเป็นส่วนหนึ่งที่สามารถดึงดูดลูกค้าให้เกิดความต้องการซื้อได้ ซึ่งถ้าสามารถทำได้งดงามตามจุดประสงค์แล้ว ย่อมแสดงให้เห็นว่าการเคลือบภาชนะนี้เป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้ภาชนะมีคุณค่าทางด้านการค้าอย่างสมบูรณ์

1.3.5 เพื่อเป็นการช่วยเพิ่มความต้านทาน ต่อการกระแทกและเสียดสีระหว่างภาชนะได้ดี เนื่องจากผิวของภาชนะได้รับการเคลือบแล้ว (จีรพันธ์ สมประสงค์. 2535 : 102-103)

1.3.6 ทำให้เกิดคุณสมบัติเฉพาะบางอย่าง เช่น คุณสมบัติทางด้านไฟฟ้า แสง และทางเคมีเป็นต้น (ปรีดา พิมพ์ขาวขำ. 2530 : 2)

อาจกล่าวสรุปได้ว่า จุดประสงค์ของการเคลือบผลิตภัณฑ์เซรามิกส์เป็นไปเพื่อวัตถุประสงค์อย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลาย ๆ อย่างรวมกัน ดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น

1.4 การแบ่งประเภทของน้ำยาเคลือบ

เนื่องจากน้ำเคลือบมีลักษณะที่แตกต่างกันทางด้านส่วนผสมของวัตถุดิบที่ใช้ ลักษณะของผิวเคลือบ อุณหภูมิที่ใช้เผา กรรมวิธีการผลิต ชนิดของผลิตภัณฑ์ ดังนั้นนักเซรามิกส์ได้จำแนกชนิดของน้ำเคลือบไว้ดังนี้

1.4.1 แบ่งตามวัตถุดิบที่ใช้เป็นส่วนผสมหลักของน้ำเคลือบ

1.4.1.1 เคลือบตะกั่ว (Lead glazes) เป็นน้ำเคลือบที่เผาในอุณหภูมิต่ำ มีส่วนผสมของตะกั่วเป็นหลัก สารประกอบของตะกั่วที่ใช้ได้แก่ ตะกั่วแดง (Red lead :Pb_3O_4) ตะกั่วขาว (White lead : $2PBCO_3Pb(OH)_2$) ตะกั่วลิทาร์จ (Litherge : Pbo) และตะกั่วกาลีนา (Galena : $PbSO_4$) เคลือบตะกั่วเป็นเคลือบที่เป็นพิษต่อร่างกาย การที่จะนำเอาตะกั่วออกไซด์ไปใช้งานให้ปลอดภัยควรจะทำให้เป็นฟริต (Frit) อยู่ในรูปของตะกั่วซิลิเกตเสียก่อน (โกมล รักษ์วงศ์. 2538 :8)

1.4.1.2 เคลือบหินฟันม้าหรือเคลือบเฟลด์สปาร์ (Feldsparthic glazes) เป็นน้ำเคลือบที่เผาในอุณหภูมิระหว่าง 1,180 ถึง 1,350 องศาเซลเซียส ใช้หินฟันม้าเป็นส่วนผสมหลัก หินฟันม้าที่ใช้ได้แก่ หินฟันม้าชนิดโปแตสเฟลด์สปาร์ (Potash feldspar) หินฟันม้าชนิด โซดาเฟลด์สปาร์ (Soda feldspar) หินฟันม้าชนิดโปแตส-โซดาเฟลด์สปาร์ (Potash Soda feldspar) เป็นน้ำเคลือบที่นิยมทำเครื่องถ้วยชาม และสุขภัณฑ์ทั่ว ๆ ไป

1.4.1.3 เคลือบบอแรกซ์ (Borax glazes) เป็นน้ำเคลือบที่เผาในอุณหภูมิต่ำเช่นเดียวกับเคลือบตะกั่ว บอแรกซ์เป็นสารที่หลอมละลายในอุณหภูมิต่ำ และเป็นสารที่ละลายน้ำได้ดี การจะใช้งานให้ได้ผลดีต้องทำให้อยู่ในรูปของฟริต น้ำเคลือบชนิดนี้ใช้บอแรกซ์เป็นส่วนผสมหลัก

1.4.1.4 เคลือบขี้เถ้าพืช (Wood ash glazes) เป็นน้ำเคลือบที่ใช้ขี้เถ้าไม้เป็นส่วนผสมหลัก โดยที่ผสมกับดิน หินฟันม้า ทราย หินปูน เป็นต้น น้ำเคลือบชนิดนี้จะเผาในอุณหภูมิสูง ส่วนใหญ่นิยมใช้เคลือบผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาชนิดสโตนแวร์ เช่น โอ่งราชบุรี เครื่องสังคโลก เป็นต้น

1.4.1.5 เคลือบเกลือ (Salt glazes) น้ำเคลือบเกลือเป็นเคลือบที่เผาในอุณหภูมิสูงพิเศษกว่าเคลือบอื่น ๆ ที่กล่าวมาแล้ว เคลือบเกลือจะเผาในอุณหภูมิประมาณ 1,250 องศา-เซลเซียสขึ้นไป การสร้างเตาเผาสำหรับเคลือบเกลือเข้าไปในช่องสำหรับชัดเกลือในช่วงอุณหภูมิ 1,100 องศาเซลเซียส เกลือจะเกิดการระเหยตัวแตกตัว โซเดียมที่อยู่ในสารประกอบของเกลือระเหยกลายเป็นไอไปจับผิว

ผลิตภัณฑ์ ทำให้เกิดเป็นเคลือบ เนื่องมาจากเนื้อดินปั้นมีสารประกอบของอลูมินาและซิลิกาจึงหลอมรวมกันเป็นเคลือบได้ ส่วนคลอรีนจะระเหยไปกับความร้อนภายในเตาเผา

1.4.2 แบ่งตามลักษณะของเคลือบและผิวของเคลือบหลังจากการเผามีดังนี้

1.4.2.1 เคลือบใส (Clear glazes) เคลือบใสเป็นเคลือบที่สามารถมองเห็นเนื้อผลิตภัณฑ์ได้ชัดเจน และมีความมันเป็นส่วนใหญ่ โดยมากจะใช้เคลือบผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ ให้เห็นเนื้อผลิตภัณฑ์ โดยเฉพาะเครื่องเคลือบดินเผาที่เขียนสีใต้เคลือบ เช่น เครื่องปั้นดินเผาจำพวกลายคราม

1.4.2.2 เคลือบทึบ (Opaque glazes) เคลือบทึมเป็นเคลือบที่เคลือบผลิตภัณฑ์แล้วจะมองไม่เห็นของเนื้อดินปั้น เคลือบทึบส่วนมากจะใช้สารที่ให้เกิดทึบผสมเข้าไปในน้ำเคลือบ เช่น ดีบุกออกไซด์ (Tin oxide) เซอร์โคเนียมออกไซด์ (Zirconium oxide) ไตตาเนียมออกไซด์ (Titanium oxide) เป็นต้น เมื่อใช้วัตถุดิบเหล่านี้ผสมเข้าไปในเคลือบจะทำให้เคลือบเกิดทึบบิดบังผิวผลิตภัณฑ์ได้

1.4.2.3 เคลือบด้าน (Mat glazes) เป็นเคลือบผิวด้านลักษณะคล้าย ๆ เปลือกไข่ความด้านของผิวเคลือบจะด้านมากน้อยขึ้นอยู่กับวัตถุดิบที่ใช้เป็นส่วนผสม ถ้าหากใช้วัตถุดิบที่เป็นสารประกอบของอลูมินาสูงจะทำให้ด้านมาก เคลือบบางชนิดจะเป็นเคลือบด้านน้อยหรือ กึ่งด้านกึ่งมัน (Semimat glazes) เคลือบด้านนิยมใช้กับกระเบื้องปูพื้นเป็นส่วนใหญ่ ไม่นิยมใช้เคลือบภาชนะใส่อาหารและสุขภัณฑ์ เพราะล้างทำความสะอาดยาก

1.4.2.4 เคลือบผลึก (Crystalline glazes) เป็นเคลือบที่ตกเป็นผลึกมีดอกดวงเป็นรูปเข็ม รูปพัด เป็นต้น เคลือบฝึกจะเกิดขึ้นได้เมื่อมีสังกะสีออกไซด์ (Zinc oxide) ผสมเข้าไปในเคลือบและมีวัตถุดิบที่ให้มีน้ำหนักโมเลกุลสูงผสมด้วย เช่น โคบอลต์ออกไซด์ (Cobalt oxide) เหล็กออกไซด์ (Ferric oxide) ทองแดงออกไซด์ (Copper oxide) เป็นต้น สารจำพวกนี้มีน้ำหนักโมเลกุลสูงจะทำให้ตกผลึกได้ดี นอกจากส่วนผสมวัตถุดิบดังกล่าวแล้ว สิ่งอื่นที่ทำให้เกิดเคลือบผลึกได้ก็คือวิธีการเผา (Firing) จะต้องทำการเผาโดยวิธีการยืนไฟ (Soaking time) ในระยะยาวจึงจะเกิดผลได้ดี

1.4.2.5 เคลือบมัน (Glossy glazes) เป็นน้ำเคลือบที่มีผิวมันมักจะนิยมใช้กับผลิตภัณฑ์จำพวก เครื่องถ้วยชามและสุขภัณฑ์ เนื่องจากผิวมันของเคลือบสามารถทำความสะอาดได้ง่าย

1.4.2.6 เคลือบราน (Crackle glazes) เคลือบชนิดนี้จะเกิดการรานตัวเป็นเส้น หรือร่างแห จะเกิดขึ้นได้หลายสาเหตุด้วยกันคือ

(1) เกิดจากน้ำเคลือบ และเนื้อดินปั้นหดตัวขยายตัวไม่เท่ากันในขณะเผาที่จุดหลอมละลายของเคลือบ

(2) เกิดจากการเปิดเตาเผาในขณะที่เตาเผายังร้อน ผลิตภัณฑ์กระทบกับอากาศเย็นภายนอกเตาเผา ทำให้เกิดการรานตัวได้

(3) ชุบเคลือบหนาเกินไปหรือชุบเคลือบหนาบางแตกต่างกันมากเกินไปบนผิวผลิตภัณฑ์ หลังจากการเผาจะทำให้เคลือบรานตัวได้โดยเฉพาะส่วนที่มีความหนา

1.4.2.7 เคลือบมุก (Luster glazes) เป็นเคลือบที่มีความมันแววววาวมากมีลักษณะมันคล้ายกับเปลือกหอยมุก เคลือบชนิดนี้ต้องมีส่วนผสมของโลหะออกไซด์ (Metal oxide) และเกลือของโลหะ (Metal salts) โดยเฉพาะจะมีส่วนผสมของตะกั่วในเคลือบจะทำให้เกิดความมันแววววาวสูง

1.4.2.8 เคลือบอเวนทูรีน (Aventurine glazes) เป็นเคลือบที่มีประกายเป็นจุดเล็ก ๆ ในเนื้อเคลือบ ส่วนมากจะออกมาในรูปของประกายเงิน หรือประกายทองจะเกิดจากสารจำพวกเหล็กออกไซด์ ทำปฏิกิริยากับสารประกอบของบอรอนออกไซด์ในเคลือบ

1.4.2.9 เคลือบสี (Colored glazes) จะใช้สีสำเร็จรูปหรือออกไซด์ที่ให้สีผสมเข้าไปในเคลือบ เพื่อทำให้เคลือบเกิดสีตามความต้องการ

1.4.3 แบ่งตามประเภทของผลิตภัณฑ์ที่ใช้เคลือบ ดังนี้

1.4.3.1 เคลือบปอร์สเลน (Porcelain glazes) เป็นน้ำเคลือบที่เผาในอุณหภูมิสูงส่วนใหญ่เป็นเคลือบประเภทหินฟันม้า นิยมใช้เป็นเคลือบชนิดเคลือบใสเพราะต้องการให้เห็นความโปร่งแสงของเนื้อดินปั้นได้ชัดเจน

1.4.3.2 เคลือบสโตนแวร์ (Stoneware glazes) เป็นเคลือบไฟสูงเช่นเดียวกับเคลือบปอร์สเลน แต่เคลือบประเภทนี้จะเป็นเคลือบมัน เคลือบใส หรือเคลือบด้านก็ได้ ส่วนใหญ่จะเป็นเคลือบจำพวก เคลือบหินฟันม้า เคลือบขี้เถ้าไม้ เป็นต้น

1.4.3.3 เคลือบโบนไชนา (Bone china glazes) เป็นน้ำเคลือบที่ใช้เคลือบผลิตภัณฑ์โบนไชนาจะเป็นเคลือบใสเพราะต้องการโชว์ความโปร่งแสงของเนื้อดินปั้น ส่วนใหญ่จะเป็นเคลือบฟริต และเคลือบดิบ (Raw glazes)

1.4.3.4 เคลือบเอิร์ทเทินแวร์ (Earthenware glazes) เป็นเคลือบอุณหภูมิต่ำอาจจะใช้เคลือบตะกั่ว เคลือบบอแรกซ์ เคลือบฟริต และเครือบหินฟันม้า เผาในอุณหภูมิไม่สูงเคลือบเอิร์ทเทนแวร์มีโอกาสรานตัวสูงกว่า เคลือบผลิตภัณฑ์ประเภทอื่น ๆ และมีสีสดใสกว่าเคลือบชนิดอื่น

1.4.4 แบ่งตามกรรมวิธีการผลิตเคลือบ จะแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิดคือ

1.4.4.1 เคลือบดิบ (Raw glazes) เคลือบประเภทนี้จะเตรียมจากวัตถุดิบที่ไม่ผ่านกรรมวิธีการเผามาก่อน เพียงแต่เอาวัตถุดิบมาบดให้ละเอียด หลังจากนั้นนำเอาไปผสมบดใหม่ให้เข้ากัน ดังตัวอย่างส่วนผสม

ตัวอย่างที่ 1 เคลือบตะกั่วดิบใช้ส่วนผสมดังนี้

ตะกั่วแดง	50	ส่วน
ดินขาว	10	ส่วน
หินปูน	12	ส่วน
หินแก้ว	18	ส่วน
หินฟันม้า	10	ส่วน

ตัวอย่างที่ 2 เคลือบหินฟันม้า (เคลือบใส)

หินฟันม้า	58	ส่วน
หินปูน	12	ส่วน
หินแก้ว	16	ส่วน
ดินขาว	6	ส่วน
สังกะสีออกไซด์	5	ส่วน

1.4.4.2 เคลือบฟริต (Frit glazes) เป็นเคลือบที่ใช้วัตถุดิบที่เป็นตัวลดอุณหภูมิ (Strong flux) เช่นตะกั่วออกไซด์ บอแรกซ์ โปแตสเซียมออกไซด์ เป็นต้น

ฟริตตะกั่ว ตะกั่วออกไซด์เป็นตัวช่วยลดอุณหภูมิที่ดีเหมาะสมกับเคลือบอุณหภูมิต่ำ แต่ตะกั่วออกไซด์จะเป็นสารมีพิษต่อร่างกาย จึงมีความจำเป็นจะต้องทำการเปลี่ยนโครงสร้างใหม่ให้อยู่ในรูปของตะกั่วซิลิเกต (lead silicate) เพื่อทำลายพิษตะกั่วก่อนที่จะนำเอาไปทำเคลือบดังส่วนผสมตัวอย่าง

ตัวอย่างที่ 1 ฟริตตะกั่วหลอมฟริตที่อุณหภูมิ 1,250 องศาเซลเซียส มีจุดหลอมละลายเมื่อเป็นฟริตแล้ว 800 – 890 องศาเซลเซียส

สูตร (Molecular formula)	อัตราส่วนผสมร้อยละ
1.00 PbO	65.01
2.00 SiO_2	34.99

ตัวอย่างที่ 2 ฟริตตะกั่วหลอมฟริตที่อุณหภูมิ 1,150 องศาเซลเซียส มีจุดหลอมละลายเมื่อเป็นฟริตแล้ว 750 – 770 องศาเซลเซียส

สูตร (Molecular formula)	อัตราส่วนผสมร้อยละ
1.00 PbO	61.35
0.25 Al_2O_3	7.12
1.910 SiO_2	31.53

ฟริตที่ไม่มีตะกั่ว (Leadless frit) ฟริตที่ไม่มีส่วนผสมของตะกั่วส่วนมากจะเป็นสารละลายน้ำได้ดี ได้แก่ โซเดียมคาร์บอเนต (Sodium carbonate) โปแตสเซียมคาร์บอเนต (Potassium carbonate) บอแรกซ์ (Borax) เป็นต้น ถ้านำเอาวัตถุดิบจำพวกนี้ไปทาน้ำเคลือบดิบ จะมีปัญหาเกิดขึ้นคือ ปรับเคลือบให้เหมาะสมกับการเคลือบผลิตภัณฑ์ได้ยาก เพราะน้ำเกลือมีความจำเป็นจะต้องผสมน้ำ สารพวกนี้จะละลายน้ำและตกผลึกในน้ำได้ง่ายมาก ตัวอย่างส่วนผสมฟริต

สูตร (Molecular formula)

$0.149\ Na_2O$ $0.0200\ Al_2O_3$ $1.900\ SiO_2$

$0.207\ K_2O$ $0.800\ B_2O_3$

$0.644\ CaO$

อัตราส่วนผสมทางเคมีร้อยละ

Na_2O	3.60
K_2O	7.57
CaO	15.07
Al_2O_3	7.96
B_2O_3	21.72
SiO_2	44.46

1.4.5 แบ่งตามอุณหภูมิที่เผาโดยแบ่งกันทั่วไปเป็นประเภทใหญ่ ๆ 2 ประเภทคือ

1.4.5.1 เคลือบอุณหภูมิต่ำ (Low temperature glazes) เป็นเคลือบที่เผาในอุณหภูมิต่ำในช่วงอุณหภูมิ 1,150 องศาเซลเซียส ส่วนใหญ่จะเป็นน้ำเคลือบจำพวกเคลือบตะกั่ว เคลือบบอแรกซ์และเคลือบฟริต

1.4.5.2 เคลือบอุณหภูมิสูง (High temperature glazes) เป็นเคลือบที่เผาในอุณหภูมิสูงตั้งแต่ 1,200 องศาเซลเซียสขึ้นไป ได้แก่ เคลือบหินฟันม้า เคลือบขี้เถ้าไม้เคลือบสโตนแวร์ เคลือบปอร์สเลน เป็นต้น

2. วัตถุดิบที่ใช้ในการทดลอง

2.1 หินฟันม้า (Feldspar)

หินฟันม้า (Feldspar) หมายถึง กลุ่มแร่ที่มีส่วนประกอบเป็นพวก อลูมิโนซิลิเกต ของโปตัสเซียม โซเดียม และแคลเซียมคุณสมบัติทางกายภาพทั่วไป มีแนวแตก 2 ทิศทางตั้งฉากกันโดยประมาณ มีความวาวแบบแก้ว ความแข็ง 6-6.5 ความถ่วงจำเพาะ 2.55 – 2.76 อาจจะมีสีต่างๆ เช่น สีขาว สีเทา สีเหลือง หรือ สีชมพู ขึ้นอยู่กับมลทินที่ปะปนอยู่ และมีจุดหลอมตัวประมาณ 1,100 – 1,522°C ซึ่งเปลี่ยนแปลงไปตามส่วนประกอบของแร่ (ศูนย์พัฒนาอุตสาหรรมเครื่องเคลือบดินเผา. 2544 : 9)

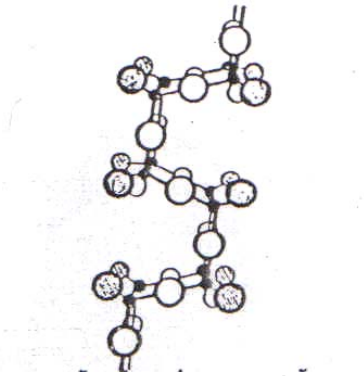
หินฟันม้า (feldspar) เป็นวัตถุที่เป็นตัวช่วยอุณหภูมิ (Flux) เปิดตัวเริ่มก่อให้เกิดปฏิกิริยาการเกิดเนื้อแก้วในดิน สามารถใช้เป็นส่วนผสมของเนื้อดินปั้นและน้ำเคลือบ ปริมาณที่ใช้ใน เนื้อดินปอร์ซเลนประมาณ 25 % ปริมาณที่ใช้เคลือบประมาณ 40-60% เป็นตัวช่วยหลอมละลาย วัตถุดิบอื่นๆ ให้อุณหภูมิในการเผาต่ำลง หินฟันม้าเป็นวัตถุดิบหนักชนิดหนึ่งที่ใช้ในวงการอุตสาหกรรมเซามิกซ์ หิน

ฟันม้าเป็นสารประกอบ Alumina Silica, และ Alkaline หรือ Alkaline Earths (โกมล รักษ์วงศ์ : 25-31 : 35-46)

(1) สารจำพวก Alkaline ที่เป็นสารประกอบในหินฟันม้า ได้แก่ โปตัสเซียมออกไซด์ โซเดียมออกไซด์และลิเทียมออกไซด์

(2) สารประกอบจำพวก Alkaline earths ที่เป็นสารประกอบในหินฟันม้าได้แก่ แบเรียมออกไซด์ (BaO) แคลเซียมออกไซด์ (CaO)

โดยเฉพาะสารประกอบของโซเดียม (Na) โปตัสเซียม (K)และแคลเซียม (Ca)พบมากและใช้มากที่ในอุตสาหกรรมเซรามิกส์ สารประกอบบริสุทธ์ของ$(Na),(K),(Ca)$ หาได้ยากในแร่หินฟันม้า ในหินฟันม้าจะมีทั้ง Na, k, Ca ซึ่งจะมีอัตราส่วนที่แตกต่างกันไปเนื่องจากสารทั้งสามตัวนี้มีการหลอมละลายเข้ากันได้ในสภาพที่เป็นของแข็ง



ภาพที่ 2.1 แสดงโครงสร้างส่วนหนึ่งของหินฟันม้า
ที่มา (โกมล รักษ์วงศ์, 2531, หน้า 36)

การแบ่งชนิดของหินฟันม้าสามารถแบ่งตามสารประกอบทางเคมีดังนี้

1. Potash Feldspar หรือ Orthoclase $(K_2O.Al_2O_3.6SiO_2)$เป็นหินฟันม้าที่มีสารประกอบของโปแตสเซียม จะมีความถ่วงจำเพาะประมาณ 2.56 มีความแข็ง 6 จะมีสีแตกกันแล้วแต่หลังที่กำเนิดได้แก่ สีขาว สีเหลือง สีชมพูเป็นต้น หินฟันม้าประเภทนี้สามารถใช้เป็นส่วนผสมของเนื้อดินปั้นและน้ำเคลือบได้ดีมีส่วนประกอบเคมีดังนี้

Silica	65.7	%
Alumina	18.4	%
Potassium	16.9	%

Potash feldspar มีน้ำหนักโมเลกุล 557

2. Soda feldspar หรือ Albite $(N_2O.Al_2O_3.6SiO_2)$ หินฟันม้าชนิดนี้เป็นสารประกอบของ Sodium มีความถ่วงจำเพาะระหว่าง 2.61-2.64 มีความแข็ง 6-6.5 เป็นผลึกสีเทาหรือสีขุ่นขาว นิยมใช้เป็นตัวช่วยลดอุณหภูมิ (Flux) ในเคลือบไปสูง มีส่วนประกอบทางเคมีดังนี้

Silica	68.8	%
Alumina	19.4	%
Sodium	11.8	%
มีน้ำหนักโมเลกุล	524	

3. Lime spar หรือ Anorthite $(CaO.Al_2O_3.2Sio_2)$ หินฟันม้าชนิดนี้เป้ฯสารประกอบของ Calcium มีความถ่วงจำเพาะ 2.7 -2.76 ซึ่งสูงกว่า Potash feldspar และ Soda feldspar จะอยู่ในรูปผลึกไม่มีสีเทาอ่อน มีความแข็ง 6.0-6.5 ใกล้เคียง นิยมเป็นส่วนผสมของเคลือบ มีส่วนประกอบทางเคมีดังนี้

Silica	43.3	%
Alumina	36.6	%
Lime	20.1	%
มีน้ำหนักโมเลกุล	298	

4. Lithium feldspar หรือ Spodumene $(Li_2.O.Al_2O_3.4Sio_2)$ หินฟันม้าประเภทนี้เป็นสารประกอบของ Lithium มีความถ่วงจำเพาะ 2.64-2.65 มีความแข็ง 5.5-6.0 จะมีสีขาว สีเขียว สีชมพู หรือสีเทา มีส่วนประกอบทางเคมีดังนี้

Silica	32.0	%
Alumina	27.2	%
Lithium	40.8	%
มีน้ำหนักโมเลกุล	375.42	

5. Plagiocase potash-soda spar $(Na.K.Al_2O_3.6Sio_2)$เฟลด์สปาร์ชนิดนี้จะมีค่าของ Sodium และ Potaaium เปลี่ยนแปลงค่าตามสภาพแหล่งที่เกิด จะมีสีขาวในสีเทา และมีขาวขุ่น มีความถ่วงจำเพาะ 2.7-2.76 มีความแข็ง 6.0-6.5 สามารถนำไปใช้เป็นส่วนผสมของเนื้อดินปั้นและเคลือบได้ดี

6. Oligoclase lime-Soda spar เฟลด์สปาร์ชนิดนี้เป็นสารประกอบระหว่าง Soda Feldspar กับ Calcium Feldspar ซึ่งมีสูตรทางเคมีดังนี้

$$(Na_2O.Al_2O_3.SiO_2)+(CaO.Al_2O_3.2Sio_2)$$

ส่วนประกอบจะมีค่าไม่คงที่สามารถเปลี่ยนแปลงเช่นเดียวกับ

Plagiocase potash-Soda spar เหมาะสำหรับใช้เป็นวัตถุดิบผสมน้ำเคลือบ มีความถ่วงจำเพาะ 2.62-2.67 มีความแข็งระหว่าง 6-7 จะมีสีขาว สีเทา

7. Nephelin syenite เป็นวัตถุดิบที่สามารถผสมในน้ำเคลือบและเนื้อดินปั้นเป็นตัวช่วยลดอุณหภูมิ (Flux) เช่นเดียวกัน Feldspar มีความถ่วงจำเพาะ 2.54 มีความแข็งประมาณ 6 มีสารประกอบทางเคมีดังนี้

K_2O	.	$3Na_2O$	.	$4Al_2O_3$	.	$9SiO_2$	
7.67 %		15.14 %		33.19 %		44.00 %	

การนำเอา Nephelin syenite ไปใช้ผสมในน้ำเคลือบจะได้ผลดีประมาณ Cone 5-7 $(1.196^{\circ}C - 1.230^{\circ}C)$ เหมาะสำหรับการทำน้ำเคลือบเครื่องปั้นดินเผาที่อุณหภูมิไม่สูงนัก

ตัวอย่าง ผลการวิเคราห์ Nephelin syenite

SiO_2	40-60	%
TiO_2	.002-.01	%
Al_2O_3	24-32	%
Fe_2O_3	.06-0.10	%
Na_2O	10-14	%
K_2O	3-5	%
Mgo	.2-1	%
CaO	.1-1	%
Loss on ignition	.1-.4	%

ที่มา : โกมล รักษ์วงศ์. 2531 : 39

8. Cornish stone (China stone หรือ Cornwall stone) หินชนิดนี้ใช้มากในอุตสาหกรรมเครื่องปั้นดินเผา ใช้ผสมเนื้อดินปั้นและน้ำเคลือบหิน China stone เป็นหินแกรนิตชนิดหนึ่งเช่นเดียวกับหินฟันม้า (Feldspar) ในธรรมชาตจะมีสีโปโนโซนน้ำตาล เป็นหินที่นิยมใช้เป็นส่วนผสมของเนื้อดินปั้น Bone China โดยเฉพาะในประเทศอังกฤษจะใช้หินชนิดนี้เป็นส่วนผสมของเนื้อดินปั้นผลิตภัณฑ์ Bone China มีส่วนผสมประกอบทางเคมีดังนี้

Silica	40-60	%
Alumina	17.13	%
Ferric oxide	0.36	%
Alkalies	6.10	%
Lime	2.25	%
Magnesia	0.27	%
Volatite	1.76	%

Ceramic formular

0.63 $KNaO$	1.3497 Al_2O_3	10.1227 SiO_2
0.32 CaO	0.0181 Fe_2O_3	0.785 H_2O
0.05 Mgo		

ตารางที่ 2.1 แสดงแร่หินฟันม้า (Feldspar Minerals)

ชื่อแร่	สูตร % ส่วนประกอบ ทางเคมี	ถ.พ	ความแข็ง	ผลึกและสี
Potash Feldspar	$K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$	2.56	6	monoclinic
(Orthoclase)	16.9 18.3 64.8			ขาว,เหลือง,ชมพู,เทา
Monoclinic	Potash feld	2.54	6-6.5	triclinic
(Potash spar)	Spar			ขาว,เหลือง,เทา,เขียว,แดง
Soda Feldspar	$Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$	2.61-	6-6.5	triclinic
(Albite)	11.8 19.4 68.8	2.64		เทา,ขาว,ขาวขุ่น
Lime spar	$CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$	2.7	6-6.5	triclinic
(Anorthite)	20.1 36.6 43.3	2.76		ขาวใส,ขาว,เทา
Potash-Soda spar	$NaKO \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$			
(plagioclase)	Bariable			
Lime-Soda spar	$Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$	2.62-	6-7	
(Oligoclase)	$+CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$	2.76		triclinic
	Variable			
Labrador spar	1:2 1:6	2.70-	5-6	
(Labradorite)	Oligoclase	2.72		triclinic
Intermidiate				เทา,น้ำตาล,เขียว
Between				
Anorthite				
Baryta spar	$BaO \cdot Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$	3.37	> 6	triclinic
(Bariam anothite)	40.85 27.15 32.00			
Hyalophane potash	$K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$	2.835	6-6.5	monoclinic
(Orthoclase -	$+BaO \cdot Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$			ผลึกใส
baryta spar)	Variable			
Spodumene	$Li_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 4SiO_2$	2.64-	5.5-	monoclinic
Hiddennite	8.03 27.40 64.57	2.65	6.0	ขาว,เทา,เขียว
Kunzite	$Li_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$			ชมพู
	6.07 20.71 73.22			

ชื่อแร่	สูตร % ส่วนประกอบทางเคมี	ถ.พ	ความแข็ง	ผลึกและสี
Pollucite	$2CS_2O$. $2Al_2O_3$. $9SiO_2$	2.87-	6.5	cubic
	42.50 15.38 40.76			colorless
	H_2O 1.36			
	หรือ			
	CS_2O . $2Al_2O_3$. $4SiO_2$			
	หรือ			
	$(Cs, Na)_2O.Al_2O_3 5SiO_2$			
	H_2O			

*singer Felix and Singer Sonjas. “Industrial cermies” p. 102,1960

ผลการวิเคราะห์หินฟันม้าประเทศอินเดีย (หินฟันม้าสีชมพู)

Loss on ignition	0.10	%
Silica (SiO_2)	64.80	%
Alumina (Al_2O_3)	19.30	%
Iron Oxide (Fe_2O_3)	0.18	%
Calcium Oxide (CaO)	0.10	%
Magnesium Oxide (Mgo)	0.18	%
Potassa (K_2O)	11.90	%
Sodium Oxide (Na_2O)	3.3	%

ผลการวิเคราะห์ทางเคมีหินฟันม้า ตำบลทุ่งนาหรอก อำเภอบ่อพลอย จังหวัดกาญจนบุรี

Loss on ignition	2.8	%
Silica (SiO_2)	60.0	%
Alumina (Al_2O_3)	24.0	%
Iron Oxide (Fe_2O_3)	1.0	%
Calcium Oxide (CaO)	4.2	%
Magnesium Oxide (Mgo)	0.5	%
Potassium Oxide (K_2O)	0.3	%
Sodium Oxide (Na_2O)	7.0	%

ผลการวิเคราะห์ทางเคมีหินฟันม้า ตำบลสวนผึ้ง อำเภอบ้านบึง จังหวัดราชบุรี

Loss on ignition	1.5	%
Silica (SiO_2)	65.2	%
Alumina (Al_2O_3)	20.4	%
Iron Oxide (Fe_2O_3)	1.0	%
Calcium Oxide (CaO)	1.7	%
Magnesium Oxide (Mgo)	1.7	%
Potassium Oxide (K_2O)	6.7	%
Sodium Oxide (Na_2O)	1.5	%

ผลการวิเคราะห์ทางเคมีหินฟันม้า KAMADO ของประเทศญี่ปุ่น

Loss on ignition	0.58	%
Silica (SiO_2)	77.60	%
Alumina (Al_2O_3)	12.80	%
Iron Oxide (Fe_2O_3)	0.26	%
Calcium Oxide (CaO)	0.92	%
Magnesium Oxide (Mgo)	0.20	%
Potassium Oxide (K_2O)	3.8	%
Sodium Oxide (Na_2O)	3.9	%

ตาราง 2.2 ผลการวิเคราะห์ทางเคมีของ Cornish stone และ Carolina stone

สูตรเคมี	Cornish stone %	Carolina stone %
SiO_2	71.10	72.30
Al_2O_3	16.82	16.23
Fe_2O_3	0.16	0.07
CaO	0.05	0.62
MgO	6.56	4.42
K_2O	2.29	4.14
Na_2O	0.05	1.23
CaF_2	1.25	1.06
ignition loss	0.05	
Total	100.34	100.07

*singer Felix and Singer Sonjas. “Industrial cermies” p. 105,1960

ตาราง 2.3 แสดงผลการวิเคราะห์ของ Nepheline Syenite*

สูตรเคมี	ตัวอย่างที่ 1 %	ตัวอย่างที่ 2 %	ตัวอย่างที่ 3 %	ตัวอย่างที่ 4 %
SiO_2	60.24	59.30	48.9	50.20
TiO_2	-	0.002	-	0.01
Al_2O_3	24.05	24.70	31.69	30.40
Fe_2O_3	-	0.06	0.10	0.13
Na_2O	10.03	9.91	13.70	12.68
K_2O	5.01	5.10	4.06	3.40
MgO	-	0.02	0.06	-
CaO	0.15	0.27	0.86	0.71
Loss on ignition	-	0.44	0.40	0.41
	99.48	99.802	99.79	98.14

*singer Felix and Singer Sonjas. “Industrial cermies” p. 106,1960

แหล่งกำเนิดหินฟันม้า (Sources of Feldspar)

หินฟันม้าเกิดจากการตกผลึกของหินอัคนี โดยเฉพาะหินอัคนีที่อยู่ในรูปของหินแกรนิตและอาจเกิดจากสารละลายของน้ำแร่ร้อน (Hydrothermal Solution) หินฟันม้าในประเทศที่พบมากจะเกิดในรูปของหินแกรนิต เปกมาไทต์ และไนส์ ทุกแหล่ง แหล่งใหญ่ที่พบ ได้แก่ จังหวัดราชบุรี เชียงใหม่ แม่ฮ่องสอน กาญจนบุรี อุทัยธานี และตาก (กรมทรัพยากรธรณี 2526: 235)

แหล่งหินฟันม้าในประเทศ (Sources of Feldspar in the Country)

แหล่งหินฟันม้าในประเทศที่นำมาใช้เป็นวัตถุดิบผสมในเนื้อดินปั้นและน้ำเคลือบมากและมีคุณภาพเป็นที่นิยมแพร่หลาย ได้แก่

(1) แหล่งหินฟันม้า อำเภอบ้านตาก จังหวัดตาก

หินฟันม้าอำเภอบ้านตาก พบแหล่งอยู่ในเขตทุ่งกระเชาะ ตำบลท้องฟ้า เป็นหินฟันม้าที่มีความแข็ง เนื้อสีขาวทึบ ชนิด Potash – Feldspar ในเขตจังหวัดตาก ซึ่งประกอบอุตสาหกรรมในครอบครัวเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์กระถางและโอ่งดินเผา ได้นำทรายละเอียดที่แปรสภาพจากหินฟันม้าแหล่งนี้มาร่อนผสมกับเนื้อดินปั้น เพื่อช่วยลดการหดตัวและเร่งให้ผลิตภัณฑ์สุกเร็วขึ้นนอกจากนี้โรงงานบางแห่งในจังหวัดลำปางยังได้นำหินฟันม้าจากแหล่งนี้ไปบดย่อยเป็นวัตถุดิบผสมเนื้อดินปั้นถ้วยชามลูกถ้วยไฟฟ้าและบรรจุถุงจำหน่ายด้วยกระทรวงอุตสาหกรรมพบว่าหินฟันม้า อำเภอบ้านตากแหล่งนี้ มีสารประกอบต่าง ๆ คิดเป็นร้อยละได้ดังนี้ (กองบริการอุตสาหกรมภาคเหนือ... : 8)

สารประกอบ	ร้อยละ
Loss on Ignition (LOI)	0.35
Silica (SiO_2)	74.6
Alumina (Al_2O_3)	18.4
Iron Oxide (Fe_2O_3)	0.4
Calcium Oxide (CaO)	0.33
Magnesium Oxide (Mgo)	0.12
Potassium Oxide (K_2O)	3.13
Sodium Oxide (Na_2O)	1.75

ตาราง 2.4 แสดงผลการวิเคราะห์ทางเคมีของกองบริการอุตสาหกรรมภาคเหนือ

(2) แหล่งหินฟันม้า อำเภอบ่อพลอย จังหวัดกาญจนบุรี

หินฟันม้า อำเภอบ่อพลอย ที่พบมี 2 แหล่งคือ ที่ตำบลทุ่งนางหรอก เป็นหินฟันม้าชนิด Soda – Feldspar และที่ตำบลลาดหญ้า เป็นหินฟันม้าชนิด Potash – Feldspar ซึ่งพบว่าหินฟันม้าอำเภอบ่อ

พลอย มีสารประกอบต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 2.5คิดเป็นร้อยละ ได้ดังนี้ (กรมวิทยาศาสตร์.2513 : 142)

สารประกอบ	ร้อยละ	
	ต.ทุ่งนางหรอก	ต.ลาดหญ้า
Loss on Ignition (LOI)	2.6	1.9
Silica (SiO_2)	60.0	65.2
Alumina (Al_2O_3)	24.0	21.4
Iron Oxide (Fe_2O_3)	1.0	1.6
Calcium Oxide (CaO)	4.2	1.0
Magnesium Oxide (Mgo)	0.5	1.4
Potassium Oxide (K_2O)	0.3	4.3
Sodium Oxide (Na_2O)	7.0	2.5
	Soda – Feldspar.	Potash – Feldspar.

ตาราง 2.5 แสดงผลวิเคราะห์ทางเคมีของกรมวิทยาศาสตร์ กระทรวงอุตสาหกรรม แหล่งหินฟันม้าในต่างประเทศ

ตาราง 2.6 หินฟันม้าในต่างประเทศที่นำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเครื่องปั้นดินเผาจะมีส่วนประกอบทางเคมีแตกต่างกันพอเปรียบเทียบได้ดังนี้ (Felix Singer. 1963 : 105)

สารประกอบ	ร้อยละ		
	สหรัฐฯ	เยอรมณี	สวีเดน
Loss on Ignition (LOI)	0.26	0.66	0.46
Silica (SiO_2)	68.30	70.32	75.93
Alumina (Al_2O_3)	17.90	17.94	14.29
Iron Oxide (Fe_2O_3)	0.07	0.22	0.11
Calcium Oxide (CaO)	0.31	1.40	0.23
Magnesium Oxide (Mgo)	-	0.16	0.20
Potassium Oxide (K_2O)	2.87	1.52	4.76
Sodium Oxide (Na_2O)	10.14	7.89	4.06
Titanium Oxide (TiO_2)	-	-	0.03

ในต่างประเทศ เช่น ประเทศอังกฤษ นิยมใช้หินคอร์นิช (Cornish Stone) หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า China Stone or Cornwall Stone แทนหินฟันม้า เป็นหินที่เกิดจากการสลายตัวบางส่วนของเปกมาไทต์ หรือ หินแกรนิต

ตาราง 2.7 เปรียบเทียบคุณสมบัติของเฟลด์สปาร์แต่ละชนิด

Potash – Feldspar	**Soda – Feldspar**	**Calcium - Feldspar**
1. มีสารประกอบของ K มาก	1. มีสารประกอบของ Na มาก	1. มีสารประกอบของ Ca มาก
2. มีค่า ถ.พ. 2.57	2. มีค่า ถ.พ. 2.62	2. มีค่า ถ.พ. 2.76
3. มีแนวแตกเรียบทำมุมกันเท่ากับ 90°	3. มีแนวแตกเรียบทำมุมกันเท่ากับ $93^\circ\ 34'$	3. มีแนวแตกเรียบทำมุมกันเท่ากับ $99^\circ\ 12'$
4. มีเปอร์เซ็นต์ Al_2O_3 น้อย	4. มีเปอร์เซ็นต์ Al_2O_3 ปานกลาง	4. มีเปอร์เซ็นต์ Al_2O_3 มาก
5. จุดหลอมละลาย 1250° เซลเซียส	5. จุดหลอมละลาย 1100° เซลเซียส	5. จุดหลอมละลาย 1100° เซลเซียส
6. ผสมในเนื้อดินปั้นและน้ำเคลือบ	6. ผสมในน้ำเคลือบ	6. ผสมในน้ำเคลือบ

การบดย่อยหินฟันม้า

หินฟันม้า เป็นหินที่มีความแข็งไม่มากนัก คือ มีค่าความแข็งประมาณ 6 จึงสะดวกต่อการบดย่อย ขั้นตอนในการบดย่อยลำดับขั้นได้ดังนี้

ขั้นที่ 1 บดย่อยด้วยเครื่องบดย่อย Jaw Crusher

ก่อนที่จะนำหินฟันม้ามาบดย่อย ต้องล้างสิ่งเจือปน เช่น ดิน และสนิมเหล็กออกให้หมดโดยการขัดด้วยแปรงลวด แล้วจึงนำไปบดย่อย เครื่องบดย่อยหินที่มีขนาดก้อนใหญ่ๆ ให้มีขนาดก้อนเล็กลง คือ เครื่อง Jaw Crusher ซึ่งเป็นเครื่องบดสำหรับใช้บดวัตถุสำหรับใช้บดวัตถุดิบขนาดใหญ่ ให้มีขนาดเล็กลงเหลือขนาด 2 – 3 นิ้ว

ขั้นที่ 2 บดย่อยด้วยเครื่องบดย่อย Edge Runner

เครื่องบดย่อยหิน Edge Runner เป็นเครื่องบดย่อยที่ประกอบด้วยลูกกลิ้งที่ทำจากเหล็กหรือหินแกรนิต หมุนบดย่อยไปบนอย่างเหล็กกลม หินฟันม้าจะถูกบดย่อยจะเล็กขนาด 0.1 นิ้วสามารถนำไปร่อนด้วยตะแกรงเบอร์ต่างๆ

เครื่องบดย่อยหินอีกชนิดหนึ่งคือ Hammer Mill และ Impact Mill เป็นการบดย่อยคล้ายกับการใช้ค้อนทุบ หมุนบดย่อยไปบนอ่างเหล็กกลม หินฟันม้าจะถูกบดย่อยจะเล็กขนาด 0.1 นิ้ว ได้เช่นกัน

การบดย่อยหินฟันม้าขั้นนี้ ถ้าใส่หินมากเกินไปจะละเอียดข้า ควรใส่ให้พอที่ลูกกลิ้งจะบดกระทบกับพื้นอ่างได้พอดี

ผงหินฟันม้าที่ผ่านตะแกรงร่อนเบอร์ 350 เมซ มาแล้ว สามารถนำมาใช้ผสมในเนื้อดินปั้นและน้ำมันเคลือบได้โดยไม่ต้องบดผสมในหม้อบด Ball Mill อีก

<u>ขั้นที่ 3 บดย่อยด้วยเครื่องบดเปียก Ball Mill</u>

เป็นการบดย่อยหินร่วมกับวัตถุดิบเนื้อดินปั้นหรือน้ำเคลือบในหม้อบด Ball Mill หินฟันม้าที่นำเข้าผสมบดย่อยจะเป็นหินที่ยังหยาบคือผ่านตะแกรงร่อนระหว่าง 80-100 เมซ เท่านั้นการบดย่อยหินโดยวิธีเปียก ต้องสัมพันธ์กับปัจจัยต่างๆ ดังนี้ (กองบริการอุตสาหกรรมภาคเหนือ.2522: 3)

1. ปริมาณของลูกบดที่ใช้ประมาณร้อยละ 55 – 62.5 ของปริมาตรหม้อบด
2. ขนาดของลูกบดในหม้อบดขนาดใหญ่ประมาณ 2 นิ้ว แต่ในหม้อบดขนาดเล็กถูกบดจะต้องเล็กลงตามส่วนที่เหมาะสม
3. ปริมาณของวัตถุดิบที่จะบด ประมาณร้อยละ 45 ของปริมาตรหม้อบด
4. ปริมาณของน้ำที่ผสมกับวัตถุดิบประมาณ 50 - 60 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักวัตถุดิบที่บด
5. ความเร็วรอบของหม้อบด คำนวณได้จากสูตรดังนี้

$$\text{ความเร็ววิกฤต} = \frac{54.9}{\sqrt{\text{รัศมีหม้อบด (ฟุต)}}} \quad \text{รอบ / วินาที}$$

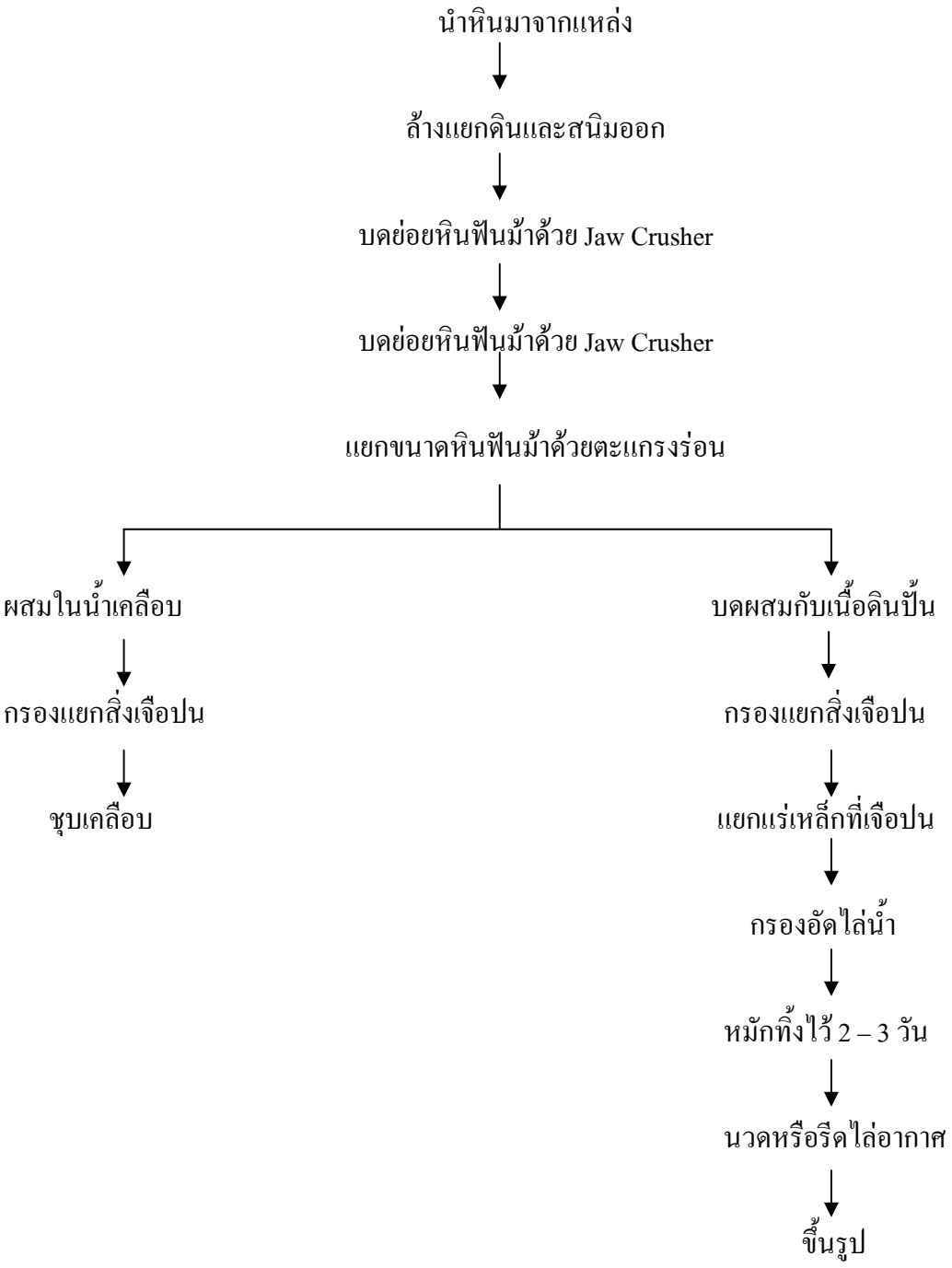
จากสูตรข้างต้นถือเป็นหลักสากลในการปฏิบัติดังนี้

1. หม้อบดที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 31 นิ้ว ใช้ความเร็วรอบประมาณร้อยละ 87 ของความเร็ววิกฤต
2. หม้อบดที่มีขนาดใหญ่มาก ใช้ความเร็วรอบประมาณร้อยละ 64 ของความวิกฤต

ความละเอียดของหินฟันม้าที่บดด้วย Ball Mill จะละเอียดได้ถึงขนาดผ่านตะแกรงร่อนเบอร์ 120 เมซ ได้โดยสะดวก นำส่วนผสมที่ได้ไปกรองแยกสิ่งเจือปนออก แล้วนำไปแยกแร่เหล็กด้วยเครื่องแยกเหล็ก (Magnetic Separator) เนื้อดินที่ผ่านการแยกแร่เหล็กแล้ว จะถูกนำไปเข้าเครื่องกรองอัดไล่น้ำด้วยความดัน 7 -14 Kg / cm^2

เนื้อดินปั้นที่ผ่านการกรองอัดไล่น้ำจะมีน้ำปนอยู่ในเนื้อดินประมาณ 18 – 22 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก นำดินที่ได้ไปหมัก (Aging) ไว้ประมาณ 2 – 3 วัน ก่อนนำไปนวดหรือรีดขึ้นรูปต่อไป

แผนภูมิแสดงลำดับขั้นการบดย่อยหินฟันม้า



ภาพที่ 2.2 แผนภูมิแสดงลำดับขั้นการบดย่อยหินฟันม้า

ประโยชน์ของหินฟันม้า (Use of Feldspar)

หินฟันม้ามีประโยชน์ในด้านวัตถุดิบสำหรับอุตสาหกรรมเครื่องปั้นดินเผา สรุปได้เป็น ข้อๆ ดังนี้

1. เป็นตัวเริ่มก่อให้เกิดปฏิกิริยาการเกิดเนื้อแก้วในเนื้อผลิตภัณฑ์
2. เป็นวัตถุดิบที่ส่งเสริมให้ผลิตภัณฑ์มีความโปร่งแสงขึ้น
3. เป็นวัตถุดิบที่ให้แอลคาไลด์ และอะลูมินาแก่เคลือบและแก้ว

ประโยชน์ของหินฟันม้าที่ใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมเครื่องปั้นดินเผา ดังตัวอย่างสูตรเนื้อดินปั้นและน้ำเคลือบต่อไปนี้

ตาราง 2.8 สูตรที่ใช้หินฟันม้าเป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการเคมี (ปรีดา พิมพ์ ขาวขำ. 2527 : 315 - 316)

วัตถุดิบ	**ร้อยละ**	
	เนื้อดินปั้น	**น้ำเคลือบ**
ดินขาว $(Al_2O_3.2SiO_2.2H_2O)$	46	4
โดโลไมต์ $(Ca,Mg)CO_3$	-	10
หินควอตซ์ (SiO_2)	21	32
หินฟันม้า $(K_2O.Al_2O_3.6SiO_2)$	16	31
เนื้อผลิตภัณฑ์บด $(Al_2O_3.2SiO_2)$	17	23
จุดสุกตัว	1455° เซลเซียส	1321° เซลเซียส

2.2 ขี้เถ้าพืช (Wood Ash)

กระถิน

ชื่อวิทยาศาสตร์ : Leucaena leucocephala de Wit

ชื่อสามัญ : Lead Tree, Horse Tamrind

ชื่อวงศ์ : Leguminosae

ชื่ออื่นๆ : ตอเบา

ลักษณะทั่วไป

กระถินเป็นไม้พุ่ม ขึ้นได้ในดินทั่วๆไปนิยมปลูกกันเป็นแนวรั้วบ้าน ยอดอ่อนและฝักใช้รับประทานเป็นผักสด มีกลิ่นคล้ายชะอม ใบใช้ป่นเป็นอาหารสัตว์ได้ ใบเป็นใบประกอบ มีฝอยเล็กละเอียด ลักษณะคล้ายใบมะขาม ดอกเป็นดอกรวม กลมโตเท่าผลมะไฟลักษณะเป็นฝอยฟูสีขาวคล้ายดอกกระทุ่ม ฝักมีลักษณะแบน ยาวประมาณ 4 นิ้ว กว้างประมาณครึ่งนิ้ว ภายในมีเมล็ดสีเขียวลักษณะแบนคล้ายเมล็ดแตงกวาเรียงอยู่ในฝักตามยาว เมื่อแก่จะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล การขยายพันธ์ใช้เมล็ดปลูก

ถิ่นกำเนิดเดิมอยู่ในทวีปอเมริกาเขตร้อนนิยมปลูกตามรั่วบ้าน หรือปลูกบังลม บังร่มให้กับพืชชนิดอื่น

ภาพที่ 2.3 ต้นกระถิน

ข้าว

ชื่อวิทยาศาสตร์ : Oryza sativa Linn.

ชื่อสามัญ : Rice Plant, Paddy rice

ชื่อวงศ์ : Gramineae

ลักษณะทั่วไป

เป็นพืชจำพวกหญ้าขนาดสูงประมาณ 1 เมตร ลำต้นมีข้อ ภายในกลวง ใบเรียวยาว ดอกออกเป็นช่อ เมื่อติดผลแก่จะห้อยย้อยลง เรียกว่า รวงข้าว ดอกที่ไม่ติดผลจะฝ่อลีบเป็นหนามแหลม ผลรูปไข่ปลายแหลม ผิวนอกมีผลสีเหลืองอ่อน ลำต้นเมื่อเกี่ยวและนวดเอาผลหรือเมล็ดข้าวออกแล้ว เรียกว่า ฟาง เปลือกของเมล็ดที่สีออกเรียกว่า แกลบ

ภาพที่ 2.4 ต้นข้าว

ข้าวโพด

ชื่อวิทยาศาสตร์ : Zwa mays Linn.

ชื่อสามัญ : Indian Corn

ชื่อวงศ์ : Gramineae

ลักษณะทั่วไป

เป็นพืชจำพวกหญ้า ลำต้นตั้งตรง ขนาดสูง 1-3 เมตร ใบเรียวยาว ขอบใบมีขนอ่อนสีขาว ช่อดอกตัวผู้ออกที่ยอด ช่อดอกตัวเมียออกตามง่ามใบ ยอดเกสรตัวเมียเป็นเส้นบางๆคล้ายเส้นไหม ผลเป็นฝักทรงกระบอกยาว มีเมล็ดเรียงเป็นแถวหลายแถว สีเหลือง ขาว หรือม่วงดำ

เป็นพืชพื้นเมืองของทวีปอเมริกา ปัจจุบันแพร่กระจายอยู่ทั่วโลก

ภาพที่ 2.5 ต้นข้าวโพด

จามจุรี

ชื่อวิทยาศาสตร์ : Samanea saman Merr.

ชื่อสามัญ : East Indian Walnut

ชื่อวงศ์ : Leguminosae

ชื่ออื่นๆ : ก้ามปู, ฉำฉา

ลักษณะทั่วไป

เป็นไม้ยืนต้นขนาดใหญ่สูงประมาณ 20 เมตร เปลือกต้นสีดำ ผิวขรุขระ แตกและร่อนออกได้ เรือนยอดแผ่เป็นร่มกว้าง ใบประกอบแบบขนนก มีใบย่อย 2-10 คู่ ต่อช่อใบ ใบรูปไข่หรือขนมเปียกปูนเบี้ยว ดอกออกรวมกันเป็นกระจุก กลีบดอกเล็กมีเกสรสีชมพูจำนวนมาก ฝักแบน ยาว 4-6 นิ้ว เมื่อแก่จะเป็นสีน้ำตาลเข้มเกือบดำ

ถิ่นกำเนิดเดิมอยู่ที่อเมริกาใต้เขตร้อน นิยมปลูกตามสวนสาธารณะและริมทางทั่วไป

ภาพที่ 2.6 ต้นจามจุรี

ผักตบชวา

ชื่อวิทยาศาสตร์ : Eichhornia crassipes,Solms.

ชื่อสามัญ : Water Hyacinth

ชื่อวงศ์ : Pontederiaceae

ชื่ออื่นๆ : ผักบัวลอย ผักปอด ผักโป่ง สวะ ผักตบ

ลักษณะทั่วไป

เป็นพืชน้ำประเภทใบเลี้ยงเดี่ยว ลอยน้ำได้งอกงามได้โดยไม่ต้องมีที่ยึดเกาะหรืออาขึ้นบนดินชื้นแฉะ ใบเป็นมันคล้ายรูปหัวใจ ก้านใบพองออกตรงช่วงกลาง ภายในเป็นรูพรุน เนื้อฟ่าม ช่วยให้ลอยน้ำได้ ดอกออกเป็นช่อแต่ละช่อมีราวๆ 6-12 ดอก ดอกย่อยมี 6 กลีบ สีม่วงอมฟ้า ตรงกลางสีเหลือง พบอยู่ทั่วๆไปตามแหล่งน้ำจืดในห้วย หนอง คลอง บึง และลำน้ำ ซึ่งบางแห่งมีมากจนเป็นอุปสรรคต่อการสัญจรของเรือแพ

ภาพที่ 2.7 ต้นผักตบชวา

มะขาม

ชื่อวิทยาศาสตร์ : Tamarindus indica Linn.

ชื่อสามัญ : Tamarind

ชื่อวงศ์ : Leguminosae

ชื่ออื่นๆ : หมากแกง(ภาคใต้) ขาม(ภาคใต้) มองโคล้ง อำเปียล ตะลูบ

ลักษณะทั่วไป

มะขามเป็นไม้ยืนต้นขนาดใหญ่ แตกกิ่งก้านสาขามาก ลำต้นแตกสะเก็ดเป็นร่อง ใบประกอบมีใบย่อยขนาดเล็กรูปไข่ ปลายใบมน ดอกออกเป็นช่อเล็กๆตามปลายกิ่งแต่ละช่อมีดอกราว 10-15 ดอก กลีบดอกสีเหลืองแต้มด้วยจุดสีแดง ผลเป็นฝักยาว 4-5 นิ้ว เปลือกของฝักเมื่อแก่ค่อนข้างแข็ง แต่บางเมื่อแก่เมล็ดจะเป็นสีน้ำตาลแก่เป็นมันแข็ง

เป็นพืชพื้นเมืองของแอฟริกา ปัจจุบันมีทุกภาคของประเทศไทย

ภาพที่ 2.8 ต้นมะขาม

มะขามเทศ

ชื่อวิทยาศาสตร์ : Pithecellobium dulce (Roxb) Benth

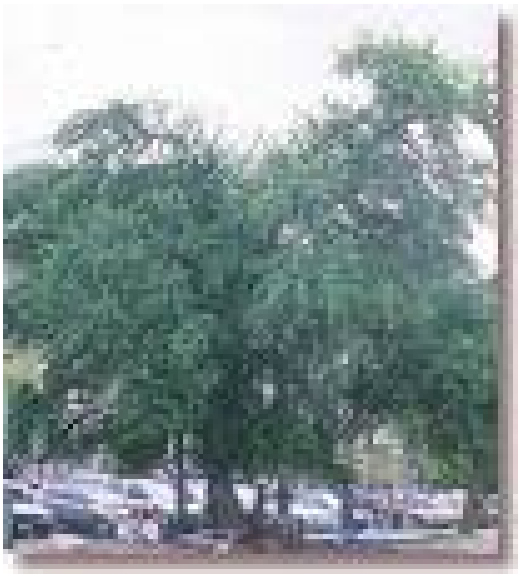
ชื่อสามัญ : Madras thorn, Manila

ชื่อวงศ์ : Leguminosae

ชื่ออื่นๆ : มะขามข้อง(ภาคเหนือ)

ลักษณะทั่วไป

มะขามเทศเป็นพรรณไม้ยืนต้นขนาดกลาง พื้นเพเดิมอยู่ในแถบศูนย์สูตรของทวีปอเมริกา ใบกลมเขียว ตามกิ่งก้านมีหนามสั้นๆ ดอกเล็กมีสีขาวอมเขียว ฝักบิดงอ เมล็ดในฝักพองโตเป็นเปราะ ตอนอ่อนสีเขียว แก่จัดสีแดง ฝักจะแตกอ้าเนื้อในสีขาวเมล็ดในสีดำ เนื้อในฝักรับประทานได้ มีทั้งชนิดรสฝาดและรสหวานมัน พบขึ้นอยู่ทั่วไปและที่ปลูกเป็นรั้ว ต้นที่ไม่ตัดปล่อยให้เจริญเติบโตจะสูง 5-18 เมตร แมลงทับชอบเกาะกินใบอ่อน



ภาพที่ 2.9 ต้นมะขามเทศ

มะพร้าว

ชื่อวิทยาศาสตร์ : Cocos nucifera Linn.

ชื่อสามัญ : Coconut

ชื่อวงศ์ : Palmae

ลักษณะทั่วไป

มะพร้าวเป็นไม้ยืนต้น ลำต้นตั้งตรงสูงประมาณ 20 เมตร และแตกกิ่งก้าน ใบรวมมีใบย่อยเรียงสลับกับเป็นรูปขนนก ใบเรียวยาว ขอบใบเรียบ ปลายใบแหลม คอกออกเป็นช่อมีกาบหุ้ม ดอกย่อยมีขนาดเล็ก มีกลีบดอก 6 กลีบ แต่ละช่อมีทั้งดอกตัวผู้และดอกตัวเมีย ดอกตัวผู้อยู่ตรงปลายดอกตัวเมียอยู่ตรงโคน ผลกลมขนาดใหญ่เปลือกนอกผิวเรียบ ปลูกกันแพร่หลายทั่วไปเป็นสวน หรือปลูกแซมปนกับพืชอื่น

ภาพที่ 2.10 ต้นมะพร้าว

หางนกยูง

ชื่อวิทยาศาสตร์ :

ชื่อสามัญ : Pride of Barbados, Peacock's rest

ชื่อวงศ์ : Caesalpinia pulcherrima Sw.

ลักษณะทั่วไป

ต้นเป็นไม้พุ่ม มีลำต้นขนาดเล็ก เรือนยอดโปร่ง กิ่งอ่อนสีเขียว กิ่งแก่สีน้ำตาล ใบ มีใบรวมออกเป็นแผง ปลายใบมน โคนใบแหลมดอก ดอกเป็นช่อตามปลายกิ่ง ช่อดอกยาวมีสีแดง เหลือง ชมพู ส้ม ดอกมี 5 กลีบ ผลเป็นฝักแบน

ภาพที่ 2.11 ต้นหางนกยูง

หูกวาง

ชื่อวิทยาศาสตร์ : Terminalia catappa Linn.

ชื่อสามัญ : Tropical Almond

ชื่อวงศ์ : Combretaceae

ลักษณะทั่วไป

ต้นหูกว้างเป็นไม้ยืนต้นขนาดสูงถึง 35 เมตร เนื้อไม้สีน้ำตาลหรือแดง แตกกิ่งก้านเวียนรอบต้นและแผ่กว้างในแนวราบใบเดี่ยวออกเรียงเวียนสลับกัน และอยู่หนาแน่นบริเวณปลายกิ่ง ดอกออกเป็นช่อตามง่ามใบ แบ่งเป็นดอกเพศผู้และดอกสมบูรณ์เพศ กลีบดอกสีขาว ผลสีเขียว เปลี่ยนเป็นสีเหลืองเมื่อแก่ พบขึ้นอยู่ตามชายฝั่งทะเลเขตร้อย นิยมนำมาปลูกเป็นไม้ประดับตามสวนสาธารณะและสถานที่ราชการ ผลัดใบปีละ 2 ครั้ง ช่วงเดือนมกราคม- กุมภาพันธ์ และเดือนกรกฎาคม – สิงหาคม โดยใบจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองและสีแดงก่อนผลัดใบ

ภาพที่ 2.12 ต้นหูกวาง

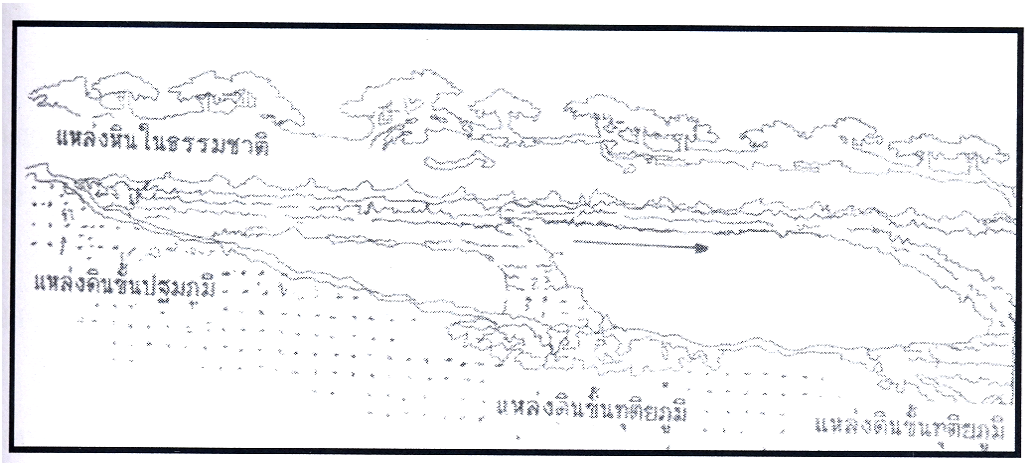
2.3 เนื้อดินปั้น(พื้นบ้าน)

ดิน (Clays) (ไพจิตร อิ่งศิริวัฒน์ 2541 : 39) ดินเป็นวัตถุดิบที่มีความเหนียว (Plastic Materials) เมื่อโดนน้ำจะจับตัวเป็นก้อน สามารถนำมาปั้นเป็นรูปร่างต่าง ๆ ได้ง่าย ความเหนียวและสีของดินมีลักษณะแตกต่างกันไปในแต่ละแหล่งทั้งในด้านโครงสร้างผลึกของดิน โดยธรรมชาติดินจะมีส่วนประกอบของแร่ธาตุหลายอย่าง มากบ้างน้อยบ้างขึ้นอยู่กับแหล่งกำเนิดเป็นสำคัญบางแหล่งเนื้อดินหยาบบางแหล่งเนื้อดินละเอียด ส่งผลให้ดินมีความเหนียวมากเหนียวน้อยต่างกันออกไป และคุณสมบัติภายหลังการเผา เช่น สี การหดตัว ความแข็งแกร่งและความทนไฟ เป็นต้น

2.3.1 ชนิดของดินเหนียว (ปุณณรัตน์ พิชญไพบูลย์. 2538 : 6)

ดินเหนียวเมื่อถูกขุดขึ้นมาแล้วจะแยกออกได้เป็นสองชนิด

(1) ดินหยาบ หรือดินปฐมภูมิคือ ดินที่ยังสลายตัวไม่หมดจากหินต้นกำเนิด ดินประเภทนี้มีความเหนียวน้อย เนื่องจากอนุภาคของเนื้อดินมีขนาดใหญ่



ภาพที่ 2.13 แหล่งดินเหนียวตามธรรมชาติมักเกิดขึ้นจากการกระทำของกระแสน้ำ กระแสลมชะล้างหรือพัดพาเศษหินและแร่ธาตุจากแหล่งหินบนภูเขาหรือที่ราบลงไปสะสมในบริเวณต่าง ๆ ทำให้เกิดเป็นแหล่งดินเหนียวที่มีคุณสมบัติแตกต่างกัน

(2) ดินตะกอน หรือดินทุติยภูมิ เป็นดินที่เกิดจากการชะล้าง หรือถูกกัดกร่อนด้วยแรงทางธรรมชาติ ได้แก่ ลม ฝน หรือ กระแสน้ำ ดินประเภทนี้จะถูกพามาจากแหล่งหินที่กำเนิดโดยการกระทำของธรรมชาติ ซึ่งมีผลทำให้เกิดการผสมผสานกันและแตกตัวของแร่ธาตุ จึงทำให้ดินชนิดนี้มีความละเอียดและมีความเหนียวมากขึ้น

ในการทำเครื่องเคลือบดินเผาการเลือกใช้เนื้อดินปั้นถือว่าเป็นสิ่งสำคัญอย่างมากเพราะลักษณะของผลิตภัณฑ์แต่ละชิ้นจะแตกต่างกัน ผู้ที่จะผลิตเครื่องเคลือบดินเผาจึงควรกำหนดคุณภาพของงานของตนเองให้เหมาะกับชนิด ประเภทและราคาของผลิตภัณฑ์ให้เหมาะสมกับประโยชน์ของการใช้สอย

เนื้อดินปั้นทำเครื่องเคลือบดินเผาไม่จำเป็นต้องผสมกับสารเคมีหรือหินเสมอไป ในบางครั้งอาจใช้ดินที่ขุดจากแหล่งดินตามธรรมชาติมาใช้ได้ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับผลิตภัณฑ์แต่คุณภาพของ ผลิตภัณฑ์อาจจะไม่ดีเท่าที่ควร โดยเฉพาะหากผู้ผลิตมีความรู้ทางด้านฟิสิกส์และเคมีบ้างแล้วจะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ทำมีคุณภาพ ซึ่งพอจะสรุปข้อจำกัดของเนื้อดินปั้นไว้ดังนี้

ความเหนียว (Plasticity) ความเหนียวของเนื้อดินปั้น จะเหมาะสมกับการปั้น หรือไม่ขึ้นอยู่กับการผสมเนื้อดินกับน้ำ หากปั้นบนแป้นหมุนที่เร็วมากต้องใช้เนื้อดินที่ผสมให้เหนียวมากแต่ถ้าปั้นด้วยมือหรือบนแป้นหมุนช้า เนื้อดินปั้นก็ไม่จำเป็นต้องมีความเหนียวมากนัก

ความพรุนตัว (Porosity) ความพรุนช่วยให้น้ำที่ผสมกับเนื้อดินปั้นให้เหนียวระเหยไปจากสิ่งที่ปั้นแล้ว ถ้าไม่มีความพรุนเครื่องปั้นจะแตกเมื่อเวลาเผา เครื่องปั้นบางอย่างทำจากดินเหนียวมากเมื่อเวลาตากให้แห้งหรือเผา เครื่องปั้นดินเผาจะเบี้ยวหรือยุบเปลี่ยนไป ทั้งนี้เนื่องจากความพรุนในเนื้อดินปั้นทำให้ระเหยไปได้ไม่สะดวก

ความหดตัว (Shrinkage) ความหดตัวเป็นคุณสมบัติที่สำคัญอีกอย่างหนึ่ง คือ การเปลี่ยนเนื้อดินปั้นและขนาดของภาชนะที่ปั้นขึ้นแล้วนำไปตากแห้งหรือเผาดินทำให้ภาชนะหรือสิ่งของที่ปั้นหดตัวเล็กลงจากเดิม

คุณสมบัติที่กล่าวมาเป็นคุณสมบัติที่เกี่ยวเนื่องของเนื้อดินปั้น เพื่อให้คุณภาพของดินปั้นดีมีความเหมาะสมกับงาน ได้มาตรฐาน จึงจำเป็นต้องหาวัสดุอื่น ๆ มาผสมให้ได้มาตรฐาน

ซึ่งในการทดลองครั้งนี้ได้นำดินพื้นบ้านของ ตำบลบ้านแก่ง อำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์มาทำการทดลอง ใช้ปริมาณในการทดลอง ประมาณ 30 - 35 กิโลกรัม

3. การตกแต่งผลิตภัณฑ์ (Decoration Product)

จากการที่เราได้ศึกษาถึงประวัติเครื่องปั้นดินเผาของไทยนั้นจะเห็นว่าเครื่องปั้นดินเผาของไทยนั้นได้เริ่มมาตั้งแต่สมัยก่อนประวัติศาสตร์เป็นต้นมาจนถึงปัจจุบัน ซึ่งเครื่องปั้นดินเผาเมื่อผลิตออกมามาตามรูปทรงที่ต้องการแล้ว ยังนิยมตกแต่งลวดลายบนเครื่องปั้นดินเผาด้วยวิธีการต่างๆ เพื่อให้เกิดความสวยงามและมีคุณค่ามากยิ่งขึ้น อีกทั้งเป็นเครื่องชี้ถึงความเจริญรุ่งเรืองทางปัญญาและศิลปะของคนในชาติ อันสืบต่อมาเป็นวัฒนธรรมประจำชาติ

นับตั้นแต่มนุษย์สามารถนำดินมาใช้ให้เกิดประโยชน์จากการสังเกตดินเหนียวที่แตกระแหงจากการที่โดนความร้อนจากแสงแดด มนุษย์เริ่มเรียนรู้ว่าความร้อนทำให้ดินแข็งขึ้นและคงสภาพได้ จนมีการนำดินเหนียวมาปั้นเป็นรูปทรงภาชนะ แล้วทิ้งไว้ให้แห้งนำไปเผาไฟเพื่อให้แข้งและคงสภาพ ซึ่งดินเหนียวอาจมีการแตกร้าว มีการลองผิดลองถูก ทดลองปั้น ทดลองเผาจนกระทั่งสามารถควบคุมดินเหนียวที่นำมาปั้นเป็นภาชนะไม่ให้แตกได้ อันเป็นจุดเริ่มต้นของการทำเครื่องปั้นดินเผาขึ้นมาบนโลก และเนื่องมาจากความคิดสร้างสรรค์ของมนุษย์ ภาชนะดินเผาผิวเรียบ ๆ ซึ่งมีไว้ใช้งานอย่างเดียวก็ถูกดัดแปลง แต่งเติม ตกแต่งลวดลาย อาจจะเริ่มสังเกตจากรอยพิมพ์นิ้วมือบานดินเหนียวนิ่ม ๆ ที่สามารถ

ใช้ในการสร้างรอยประทับบนภาชนะได้ จึงเริ่มมีการตกแต่งลวดลาย ไม่ว่าจะเป็นลวดลายจากเครื่องมือที่ใช้ช่วยในการขึ้นรูปภาชนะ เช่น รอยที่เกิดจากการตี ทุบ หรือลวดลายที่เกิดจากแรงบันดาลใจจากสิ่งรอบ ๆ ตัว เช่น ภูเขา แม่น้ำ ต้นไม้ คน สัตว์เลี้ยง โดยเฉพาะน้ำและสัตว์น้ำ ซึ่งการทำเครื่องปั้นดินเผาต้องอาศัยดินเหนียว ซึ่งต้องอยู่ใกล้แหล่งน้ำทั้งนั้น น้ำและทุกสิ่งที่อยู่ใกล้น้ำจึงมักเป็นสิ่งที่มีอิทธิพลต่อมนุษย์ในการสร้างสรรค์ลวดลาย ซึ่งเราสมารถพบได้จากมรดกตกทอดที่ยังคงเหลือมาจนถึงปัจจุบันให้เราได้ศึกษาและชื่นชม

การตกแต่งเครื่องปั้นดินเผาในปัจจุบันสามารถทำได้ในทุกช่วงของการผลิต โดยอาจแบ่งได้ตามสภาวะที่เปลี่ยนไปของดินได้ดังนี้ (สืบพงษ์ เผ่าไทย,2547,140)

1. การตกแต่งเครื่องปั้นดินเผาในสภาวะเตรียมดิน
2. การตกแต่งเครื่องปั้นดินเผาในสภาวะดินหมาด
3. การตกแต่งเครื่องปั้นดินเผาหลังการเผาดิบ
4. การตกแต่งเครื่องปั้นดินเผาในระยะเผาเคลือบ
5. การตกแต่งเครื่องปั้นดินเผาในระยะหลังการเผาเคลือบ

1. การตกแต่งเครื่องปั้นดินเผาในสภาวะเตรียมดิน

ซึ่งก็คือการผสมวัตถุดิบต่างๆเพื่อเตรียมดิบวิ่งวิธีการหรือเทคนิคที่ใช้ในการตกแต่งมีด้วยกันหลายวิธี เช่นการผสมสีทางเซรามิกส์ลงไปในเนื้อดินก่อนที่จะนำมาขึ้นรูป เช่น เทคนิค Agate ที่มีการเตรียมเนื้อดินหลายๆสี แล้วนำมาเรียงต่อกันในแม่พิมพ์ปลาสเตอร์ (Hand build Agate)หรือการนำดินสองสีขึ้นไปมานวดแต่เพียงเล็กน้อยแล้วนำมาขึ้นรูปบนแป้นหมุน (Thrown Agate)เทคนิคการใช้อินทรีย์สาร เช่น เมล็ดพันธ์พืชมาใช้ผสมในเนื้อดิน เพื่อให้เกิดพื้นผิวของเมล็ดพันธุ์พืชเหล่านั้น ซึ่งเมล็ดพันธุ์พืชเหลานี้จะสลายไปเมื่อนำชิ้นงานไปเผา ในการทำกระเบื้อง (Tile)ที่ขึ้นรูปด้วยการอัดดินแห้งจากเม็ดดินสีหลายๆสีที่เตรียมมาจากกรรมวิธี Hydrocyclone ก็คือ การพ่นน้ำดินให้เป็นละอองฝอยผ่านความร้อน ฝอยของน้ำดินก็จะแข็งตัวเป็นเม็ดเล็กๆ และเม็ดดิน เหล่านั้นก็นำมาถูกอัดลงในพิมพ์สำหรับการผลิตกระเบื้อง ซึ่งอาจมีการคละดินหลายๆสี เพื่อความสวยงาม

2. การตกแต่งผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาขณะเปียกและหมาด

2.1 การตกแต่งผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาขณะเปียก

การตกแต่งผลิตภัณฑ์ก่อนเผา หมายถึง การแก้ไขลักษณะที่ไม่เหมาะสมที่ผลิตภัณฑ์ เช่น รอยขรุขระ ผิวงานไม่เรียบร้อยหรือมีการประกอบชิ้นงานหลายๆชิ้นเข้าด้วยกันเป็นต้น เพื่อให้งานมีความเรียบร้อยก่อนที่นำเข้าเผาแล้วก่อนที่นำเข้าเผาเราไม่สามารถที่จะแก้ไขได้อีกการตกแต่งงานก่อนเผามีหลายๆอย่างเช่น

2.1.1 การตกแต่งผิวโดยใช้แป้นหมุน (Turning)

วิธีนี้จะต้องใช้แป้นหมุนช่วยในการแต่งผิวงานโดยที่จะทำในขณะที่ผิวงานยังไม่มีสภาพแห้งแข็งใช้การขูดเอาส่วนเกินต่างๆที่ไม่ต้องการออกในอุตสาหกรรมจะใช้กับผลิตภัณฑ์ประเภทแก้วหรืองานที่ได้จากเครื่องโจลี (Jolly) จุดประสงค์เพื่อ

1.ขจัดผิวที่หยาบๆออกจากผิวของชิ้นงาน

2.ขจัดรอยตะเข็บ หรือ รอยต่อจากการถอดพิมพ์ หรือ บริเวณที่หนาไปของงานการทำการแต่งผิวโดยใช้แป้นหมุน (Turning) ต้องใช้ทักษะของคนงานมาก แต่ปัจจุบันได้มีการนำเครื่องจักรมาใช้ในการแต่งผิวโดยใช้แป้นหมุน (Turning) กับเนื้อผลิตภัณฑ์ประเภทโบนไชนา ซึ่งจะทำตอนที่ผิวของงานแห้งแล้ว ลักษณะนี้จะแตกต่างออกไปจากเนื้อผลิตภัณฑ์ประเภทอื่นๆที่จะแต่งผิวโดยใช้แป้นหมุน (Turning) ตอนที่ยังไม่แห้ง

2.1.2 การตัดและแต่งขอบ (Cutting and Trimming)

ในงานเทน้ำดินหล่อแบบหล่อกลวง ก่อนที่จะทำการถอดพิมพ์จะต้องตัดส่วนที่เกินออกหลังจากถอดพิมพ์แล้วจะต้องแต่งรอยตะเข็บที่เกิดจากรอยต่อของพิมพ์ด้วย ควรทำการแต่งตะเข็บหลังจากที่งานแห้งแล้วถ้าเราทำการแต่งตะเข็บในขณะที่งานยังอยู่ในสภาพหมาดๆแรงกดที่เราพยายามจะตัดแต่งตะเข็บนี้จะทำให้เกิดแรงดันขึ้นที่เนื้อดิน และทำให้หลังการเผาเกิดรอยตามแนวที่เรากดขึ้นมาได้

2.1.3 การติดส่วนประกอบของงาน (Strickingup)

การติดส่วนประกอบต่างๆของงานอาจจะเป็นการติดหูจับถ้วยกาแฟการติดหูจับเหยือกหรือการติดพวยกา เป็นต้น จะทำการติดโดยใช้น้ำดินข้นๆที่อาจจะทำมาจากการนำเศษดินที่ใช้ในงานขึ้นรูปกับน้ำแป็นตัวประสานการติดสามารถทำได้แม้งานจะอยู่ในสภาพที่แห้งแล้ว

ในกรณีที่งานแห้งแล้วน้ำจากตัวประสานจะถูกดูดเข้าสู่รูพรุนของเนื้อดินทันที่ทำให้เกิดการติดหรือต่อเชื่อมก่อนการต่อเชื่อมที่จะทำให้กระชับมั่นคงควรทำในขณะที่ชิ้นงานเกือบแห้ง

ในกรณีที่พื้นที่ต่อเชื่อมกว้างมาก ควรจะมีการขูดผิวให้เกิดรอยขรุขระก่อนทำการต่อเชื่อมเพื่อความแข็งแรงของการยึดติดขึ้น

ในโรงงานมาตรฐานสูงจะต้องแยกกลุ่มคนงานเป็นส่วนๆ เช่นกลุ่มของการแต่งผิวโดยใช้แป้นหมุน(Turning) กลุ่มของการตัดแต่งกลุ่มของการต่อเชื่อเพื่อให้เกิดความชำนาญในระบบอุตสาหกรรมที่ใช้เครื่องจักรการต่อเชื่อมในระบบอัตโนมัติจะถูกนำเข้ามาใช้ส่วนมากเป็นการต่อเชื่อมระหว่างตัวถ้วยกับหูจับ

2.1.4 การเช็ดด้วยฟองน้ำ การตกแต่งด้วยด้าย

ก่อนที่จะนำเข้าเผาการแต่งผิวของผลิตภัณฑ์ด้วยฟองน้ำจะใช้กันมากเพื่อให้ผิวของงานประณีตและเรียบร้อยการเช็ดด้วยฟองน้ำจะต้องระวังเรื่องความสะอาดของน้ำที่ใช้ด้วยเนื่องจากริ้วรอยที่เกดจากน้ำที่สกปรกบางครั้งทำให้เกิดตำหนิการเผาได้

ในการตกแต่งผลิตภัณฑ์โบนไชนาเพื่อริ้วรอยต่างๆบนผิวของพิมพ์ปูนปลาสเตอร์ไม่เรียบนั้นอาจจะใช้วิธีที่ขึงตึงที่เรียกว่า “โทรวิ่ง” (Throwing) ในสภาพแห้ง

2.2 การตกแต่งผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาในสภาวะดินหมาด

หลังจากที่ขั้นรูปผลิตภัณฑ์เสร็จแล้วทิ้งไว้ระยะหนึ่ง น้ำในดินจะค่อย ๆ ระเหยออกดินก็จะเริ่มแข็งตัว เราเรียกช่วงนี้ว่าระยะดินหมาด (Leather hard State) สามารถตกแต่งได้หลายวิธีคือ Impressed (การประทับลาย) เทคนิค Inlay คือ การขูดภาชนะให้เกิดลวดลาย แล้วอัดดินสีอื่นลงแทนลวดลายที่ถูกขูดออก เทคนิค Sgraffito คือการทาหรือจุ่มภาชนะลงในน้ำดินต่างสี แล้วขูดลวดลายจนมองเห็นสีของเนื่อดินเดิม เทคนิค Mocha คือ การจุ่มภาชนะที่ขึ้นรูปเสร็จใหม่ ๆ ลงในน้ำติดสีขาว แล้วใช้พู่กันจุ่มน้ำยาที่เตรียมจากใบยาสูบผสมกับ Oxide ให้สีแตะอย่างรวดเร็วลงบนน้ำดินสีขาวที่ยังเปียกอยู่ น้ำยาจะกระจายตัวเป็นรูปร่างคล้าย ๆ ใบเฟิร์นหรือต้นไม้ เทคนิค Spriging คือ การอัดดินลงไปในพิมพ์ปลาสเตอร์ขนาดเล็ก แล้วนำมาติดบนภาชนะ เทคนิคขนนก (Feather combing) คือการใช้ดินข้น ๆ สองสีลากสลับกันบนดินหมาด ๆ แล้วใช้ขนนกลากขวางไปมา เกิดลายที่คล้ายกับปีกกา การขัดมัน (Burnishing) คือการขัดชิ้นงานขณะที่ชิ้นงานแข็งตัวแล้ว แต่ยังมีความชื้นอยู่ การขัดนั้นใช้วัสดุที่มีผิวมัน เช่น หลังช้อน พลาสติก เทคนิคนี้นิยมนำไปเผารมควัน

2.2.1 การขูด - ขีด (Incised Decoration)

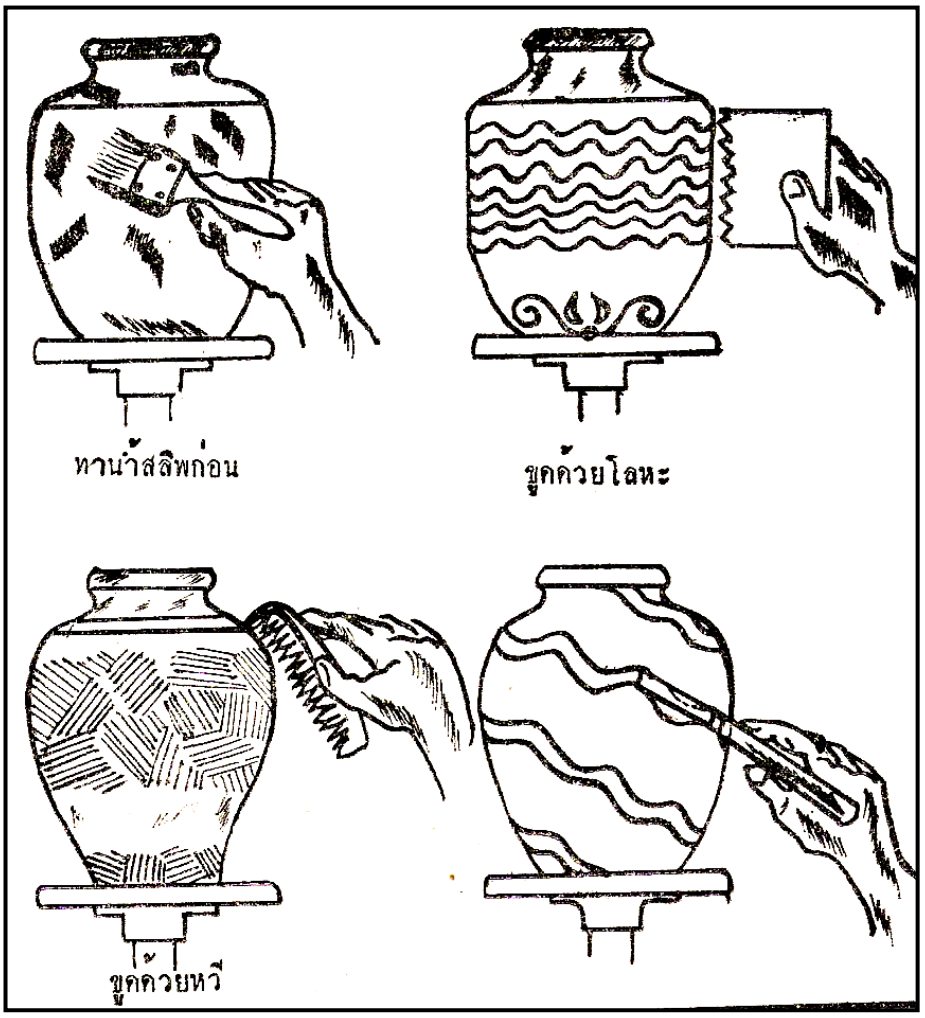
เป็นการตกแต่งลวดลายโดยใช้เครื่องมือมีคมขูดของลวดลายต่างๆบนผลิตภัณฑ์การขูดลวดลายกระทำในขณะที่เนื้อดินยังหมาดๆ(Leatherhard) รอยขูดขีดจะทำให้เกิดความรู้สึกมีมิติสวยงามงามน่าดู เช่นเคลือบสีเขียวไข่กาลวดลายที่ใช้อาจใช้ในลักษณะเส้นเล็กเส้นโตลายขรุขระเพื่อให้เกิดเรื่องราวตามแบบการขูดขีดเป็นเส้นเล็กเวลาเผาเคลือบจะเห็นเป็นเส้นชัดเจนเน้นความสวยงามและความตื้นลึกของเส้นในตัวลวดลายประเภทนี้จะคงทนถาวรไม่มีการลบเลือนจึงเป็นวิธีจึงเป็นวิธีที่นิยมกันมากวิธีหนึ่งและการตกแต่งลวดลายด้วยวิธีนี้เป็นวิธีที่เก่าแก่วิธีหนึ่ง ในสมัยโบราณเราได้ใช้วิธีการตกแต่งวิธีนี้มากโดยใช้ไม้หรือโลหะเหลมคมขีดให้เป็นลวดลายต่างๆ หรือบางทีก็ใช้เครื่องมือที่มีรูปร่างคล้ายหวี มาขูดที่เครื่องปั้นดินเผาให้เกิดลวดลาย ซึ่งมีวิธีง่ายๆดังแสดงในรูป

กรรมวิธีในการตกแต่งด้วยวิธีขูดหรือขีด

1.นำเครื่องปั้นดินเผาที่ยังหมาดอยู่วางลงบนแป้นหมุน ใช้แปรงอ่อนๆ จุ่มน้ำสลิปทาบริเวณที่เราคิดว่าจะทำลวดลาย ดังแสดงในภาพที่ 2.14

2. ใช้เครื่องมือที่ทำด้วยไม้หรือเหล็กขูดให้เกิดลวดลายขึ้นโดยรอบ จะขีดเป็นเส้นตรงหรือให้ขดงออย่างไรนั้นขึ้นกับผู้ที่ทำการตกแต่งลวดลาย

3. ถ้าเราไม่ใช้วิธีดังกล่าวใน 2 วิธีแรก เราสามารถใช้เครื่องมือขูดเล็กๆทำการขูดลวดลายทำให้เกิดภาพต่างๆ ขึ้นบนเครื่องปั้นดินเผา ดังแสดงในรูปที่ 4 การตกแต่งด้วยวิธีขูด – ขีดนี้มิใช่ว่าจะมีการทำลวดลายได้ดังกล่าวมาแล้ว ผู้ทำลวดลายด้วยวิธีขูด – ขีดนี้อาจจะมีกรรมวิธีอื่นๆอีกมากมายที่ยกมาให้ดูนี้เป็นตัวอย่างง่ายๆ เท่านั้น (ชวิน เป้าอารีย์.2521.น64-65)



ภาพที่ 2.14 แสดงขั้นตอนการตกแต่งด้วยการขีดขูด

3. การตกแต่งเครื่องปั้นดินเผาหลังการเผาดิบ

การตกแต่งเครื่องปั้นดินเผาหลังการเผาดิบ สามารถทำได้ด้วยการตกแต่งสีใต้เคลือบ แล้วเคลือบใสทับ ซึ่งสีใต้เคลือบสามารถนำมาใช้ระบายได้หลายวิธี เช่น ระบายด้วยพู่กัน พ่นด้วยแอร์บรัช การระบายด้วยสีชอล์คที่เตรียมจากสีใต้เคลือบ การกัน (Resist) ประเภทต่าง ๆ เช่น การกันด้วยขี้ผึ้ง (Wax Resist) การกันด้วยกาว (Glue Resist) การกับด้วยกระดาษ (Paper Resist) การกันประเภทต่าง ๆ นี้เพื่อไม่ให้เคลือบสัมผัสกับภาชนะ เช่น เมื่อใช้ Wax เขียนลวดลายบนภาชนะแล้วนำไปเคลือบ ส่วนที่ทาด้วย Wax ก็จะไม่ติดเคลือบ เมื่อนำไปเผาก็จะเกิดลวดลายตามส่วนที่ทาด้วย Wax และเทคนิคที่นิยมและพบโดยทั่วไป คือ การตกแต่งโดยวิธีการเคลือบด้วยนำเคลือบประเภทต่าง ๆ เช่น เคลือบมัน เคลือบด้าน เคลือบผลึก เคลือบราน เคลือบที่มีชื่อเรียกเฉพะต่าง ๆ เช่น เคลือบ Majolica ฯลฯ โดยที่วิธีการเคลือบสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การจุ่ม (Dipping) เท ราด (Pouring) การพ่น (Spraying) การระบาย (Painting) (สืบพงษ์ เผ่าไทย,2547.น.143)

4. การตกแต่งเครื่องปั้นดินเผาในระยะเผาเคลือบ

การตกแต่งเครื่องปั้นดินเผาในระยะเผาเคลือบ แม้แต่ในขณะที่ทำการเผาเคลือบยังมีเทคนิคที่ใช้ในการเผาเพื่อให้ผลิตภัณฑ์ท่ได้มีลักษณะเฉพาะตัวมีความโดดเด่นในความงามของผลิตภัณฑ์ อาจารย์สาธร ชลชาติภิญโญ ได้กล่าวถึงความงามจากการเผาไว้ว่า “ กระบวนการของเครื่องปั้นดินเผานั้น ต้องอาศัยความร้อนหรือการเผาเพื่อแปรเปลี่ยนสภาพวัตถุดิบให้สำเร็จเป็นผลงาน องค์ประกอบของการเผานั้นต้องสอดคล้องกับธรรมชาติของดินและเคลือบโดยครอบคุมถึงอุณหภูมิ บรรยากาศในการเผารวมถึงตำแหน่งการวางชิ้นงานภายในเตาเผาและการทิ้งร่องรอยจากการเผา อันเป็นการจัดที่ต้องอาศัยประสบการณ์ร่วมกับธรรมชาติของความร้อนอย่างเหมาะสมจึงจะบรรลุถึงเป้าหมายความงามได้อย่างสมบูรณ์แบบ “จากการกล่าวข้างตนเราจะเห็นว่าความงามที่เกิดขึ้นนั้นในเรื่องของการเผาและบรรยากาศที่ใช้นั้นก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่เป็นเทคนิคให้เกิดความงาม ซึ่งเทคนิคที่ใช้เพื่อให้เกิดความงามหรือลักษณะเฉพาะตัวนั้นมีด้วยกันอยู่หลายวิธีด้วยกันเช่น การเผาแบบลดออกซิเจน (Reduction firing) ในเคลือบ Copper Red ซึ่งหลังจากที่ Copper oxide ในเคลือบทำปฏิกิริยาทางเคมีระหว่างการเผาแบบลดออกซิเจนนั้น Copper oxide ที่ให้สีเขียวก็จะเปลี่ยนเป็นสีแดง หรือเคลือบเซลาดอน ที่มี Ferric oxide ผสมอยู่ ปกติแล้ว Ferric oxide ให้สีครีมจนถึงสีน้ำตาล แต่บรรยากาศแบบ แล้ว Ferric oxide จะเปลี่ยนเป็นสีเขียวหรือสีเขียวอมฟ้า และในระยะการเผานี้ แม้ผลิตภัณฑ์ไม่มีการเคลือบก็ยังตกแต่งได้ เช่นการเผารมควัน เพื่อให้งานที่ได้มีสีที่เป็นธรรมชาติตั้งแต่สีครีม น้ำตาลจนถึงดำ นอกจากนี้การเผาแบบเทคนิครากุ (Raku Firing) ก็เป็นเทคนิคที่ชวนให้หลงใหลเป็นอย่างยิ่ง เป็นต้น (สืบพงษ์ เผ่าไทย.2547.น144)

สำหรับเทคนิคที่ใช้ในการตกแต่งในส่วนของของระยะการเผาเคลือบนั้นในส่วนของบรรยากาศที่ใช้ในการเผาซึ่งทำให้เกิดความงาม ซึ่งการใช้บรรยากาศการเผาแบบไม่สมบูรณ์(Reduction Firing)

ซึ่งเทคนิคในการเผาเพื่อให้เกิดความงามนั้น มีการตั้งคำถามว่าทำไมเคลือบบางชนิดต้องเผาด้วยเตาแก๊ส และเคลือบบางชนิดต้องเผาด้วยเตาไฟฟ้า คำตอบก็คือสีเคลือบที่เผาในอุณหภูมิสูงบางสีต้องเผาแบบสันดาปไม่สมบูรณ์ หรือรีดักชันเท่านั้น เช่น เคลือบสีแดง (Copper Red) เคลือบคินโย (Kinyo glaze) เคลือบศิลาดอน (Celadon glaze) เป็นต้น

5. การตกแต่งเครื่องปั้นดินเผาในระยะหลังการเผาเคลือบ

การตกแต่งเครื่องปั้นดินเผาในระยะหลังการเผาเคลือบ หลังจากเผาเคลือบเสร็จแล้ว สามารถนำชิ้นงานมาตกแต่งด้วยสีบนเคลือบด้วยวิธีการต่าง ๆ สีบนเคลือบสุกตัวที่ไฟต่ำ ประมาณ 750 ^{0}C จึงไม่มีผลกับผลิตภัณฑ์และเคลือบมากนัก สีบนเคลือบจึงถูกนำไปใช้ในการตกแต่งเครื่องเบญจรงค์ การทำรูปลอกสีบนเคลือบ (Decal) ที่พบเห็นทั่วไปบนแก้วมัคตามท้องตลาด นอกจากนี้ชิ้นงานที่เผาเคลือบแล้วยังสามารถนำมาตกแต่งด้วยการปิดทับด้วยทองคำเปลวหรือแผ่นเงินเปลว แล้วนำไปเผาที่ 750 ^{0}C แผ่นทองหรือแผ่นเงินก็จะติดแน่นบนชิ้นงาน สำหรับสีเงินและสีทองบนเครื่องเบญจรงค์นั้นเป็นทองคำเหลว (Liquid gold) และทองคำขาวเหลว (Liquid platinum) ซึ่งใช้โดยการระบายด้วยพู่กันแล้วนำไปเผาที่ประมาณ 750 ^{0}C (สืบพงษ์ เผ่าไทย.2547.น144)

4. เคลือบขี้เถ้าพืช (Wood Ash Glaze)

4.1 ประวัติของเคลือบขี้เถ้า

เคลือบขี้เถ้าไม้เป็นเคลือบที่ใช้กันมานานแล้วตามประวัติศาสตร์จีนและญี่ปุ่นเป็นเคลือบที่เผาในอุณหภูมิสูงชนิดแรกที่มนุษย์รู้จักทำขึ้นและยังคงนิยมใช้กันต่อมาถึงยุคปัจจุบัน แต่ในขณะนี้ขี้เถ้าจากไม้ต่างๆนับวันจะหาได้ยากและมีราคาแพง เคลือบขี้เถ้าจากไม้นิยมเคลือบในงานเครื่องปั้นดินเผาที่เป็นศิลปะพื้นบ้านซึ่งยังนิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในประเทศญี่ปุ่น เช่น ผลิตภัณฑ์ บีเซน ซิการากิ โตโกนาเม และ มัชชิโกะ ในปัจจุบันเคลือบขี้เถ้าได้นิยมแพร่หลายไปถึงช่างปั้นอิสระในออสเตรเลีย อเมริกา และยุโรป ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมไม่นิยมเคลือบด้วยเคลือบขี้เถ้า เนื่องจากขี้เถ้าสามารถเปลี่ยนแปลงได้ง่ายทำให้เคลือบที่ใช้ขี้เถ้าเป็นส่วนประกอบมีคุณภาพไม่คงที่การผลิตครั้งแรกและครั้งต่อๆไปมักมีปัญหาเรื่องเคลือบเปลี่ยนสีไม่เหมือนเดิมดังนั้นในอุตสาหกรรมเครื่องปั้นดินเผาหรือโรงงานผลิตเครื่องปั้นดินเผาเคลือบสีต่างๆไม่นิยมเคลือบขี้เถ้าในสูตรเคลือบ (ไพจิตร อิงศิริวัฒน์.2537:152)

เคลือบขี้เถ้าประกอบด้วยส่วนผสมของโพแทส หินปูน อะลูมินา และ ซิลิกา ซึ่งให้สีสันแก่น้ำเคลือบการเตรียมเคลือบคือการเผาท่อนไม้หรือหญ้า ขี้เลื่อย ซังข้าวโพด เม็ดผลไม้ ขี้เถ้าแต่ละชนิดมีองค์ประกอบทางเคมีที่ไม่เหมือนกัน แม้กระทั่งแหล่งของท่อนไม้ที่ใช้เป็นฟืนชนิดต่างๆก็ย่อมให้ผลที่แตกต่างกันด้วย การเตรียมเคลือบขี้เถ้าที่ให้ผลดีจึงควรแยกชนิดของขี้เถ้าและทดลองเผาดูหลายๆครั้ง การเตรียมเคลือบชนิดนี้สามารถทำได้โดยใช้สัดส่วนของขี้เถ้าร้อยละ 40 หินฟันม้าร้อยละ 20 และดินขาวร้อยละ 20 ขั้นตอนในการทำคือควรแช่ขี้เถ้าไว้ในน้ำเพื่อชำระสิ่งสกปรกออกเสียก่อน สารละลาย

ด่างที่ได้จากขี้เถ้า(โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์) อาจทำให้ผิวหนังระคายเคืองได้จึงควรสวมถุงมือและใช้ความระมัดระวัง หลังจากแช่ขี้เถ้าในน้ำแล้วจึงนำมาร่อนผ่านตะแกรงละเอียดเบอร์ 60-100 แล้วจึงนำมาผสมกับส่วนผสมอื่นอัตราส่วนผสมของขี้เถ้าต่อส่วนผสมอื่นๆ ในน้ำเคลือบมีผลต่ออุณหภูมิในการเผา กล่าวคือถ้าปริมาณของขี้เถ้ามีมากจะทำให้จุดหลอมตัวของเคลือบต่ำลงในขณะที่ปริมาณของขี้เถ้าน้อยจะทำให้เคลือบสุกตัวที่อุณหภูมิสูงขึ้นและเคลือบจะมีลักษณะด้าน

4.1.1 คุณสมบัติของเคลือบขี้เถ้า

ขี้เถ้าจากพืชทุกชนิดมีส่วนประกอบของไฮโดรเจนและคาร์บอน เมื่อเผาไหม้หมดไปขี้เถ้าจะเหลือเพียงปริมาณเล็กน้อยเท่านั้น ซึ่งเป็นส่วนที่ทนไฟ สารเหล่านี้จะคงเหลืออยู่ในกองขี้เถ้าจากพืชซึ่งประกอบด้วยธาตุ 6 ตัวหลักซึ่งใช้ในสูตรเคลือบคือ ด่างพวกหินปูน แมกนีเซียม โพแทสเซียม โซดา ในปริมาณมากและมีส่วนประกอบของอลูมินาและซิลิกาเพียงเล็กน้อย เคลือบขี้เถ้าจึงเผาให้หลอมได้ในอุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส ได้ง่ายเนื่องจากมีด่างหลัก เป็นตัวหลอมละลายอย่างรุนแรง

ขี้เถ้าไม้เนื้อแข็งหรือไม้ยืนต้น เผารีดักชันแล้วจะได้สีเขียวอ่อนค่อนข้างใส ส่วนขี้เถ้าพืชล้มลุก จำพวกซังข้าวโพด ซางอ้อย หรือไม้ไผ่ก็สามารถให้ขี้เถ้าได้แต่มีสีขุ่นทั้งนี้ต้องทดลองเอาเศษขี้เถ้าใส่ถ้วยทดสอบ ทดลองเผาพร้อมผลิตภัณฑ์ในเตาแก๊สหรือเตาไฟฟ้าจะเห็นผลการทดลองหลังเผาได้ชัดเจน โรงงานทั่วไปที่ยังใช้ฟืนเผาเตา เช่น จังหวัดราชบุรี โรงงานทำโอ่งมังกรนิยมใช้ขี้เถ้าที่ได้จากการเผาเตาและรับซื้อขี้เถ้าจากร้านกาแฟ ตามอำเภอนอก ๆ ออกไปเพื่อใช้ในการเตรียมเคลือบโอ่งมังกร (ไพจิตร อิงศิริวัฒน์.2537:152)

5. การคำนวณเกี่ยวกับเคลือบ

ในการคำนวณหาส่วนผสมและหาสูตรของเคลือบนั้น เราแบ่งออกได้ดังนี้ คือ (ปรีดา พิมพ์ขาวขำ , 2535 : 213 – 222)

5.1 คำนวณหาจากสูตรเอ็มพิริคัล (Empirical Formula) เพื่อหาส่วนผสมของสาร ซึ่งใช้เป็นวัตถุดิบในการทำเคลือบ (Batch composition) ขั้นตอนการคำนวณ ได้แก่

1. เขียนออกไซด์พวกด่าง พวกเป็นกลาง และพวกเป็นกรด ตามลำดับ แล้วใส่จำนวนสมมูลกำกับไว้
2. นำวัตถุดิบมาทดแทนออกไซด์ในปริมาณโมลที่เท่ากัน จนออกไซด์ทุกตัวถูกแทนที่ด้วยวัตถุดิบหมด
3. นำปริมาณโมลของวัตถุดิบมาคำนวณให้เป็นน้ำหนัก โดยนำจำนวนโมลไปคูณกับน้ำหนักโมเลกุลของวัตถุดิบ
4. เปลี่ยนส่วนผสมโดยน้ำหนักให้เป็นเปอร์เซ็นต์ โดยการนำอัตราส่วนผสมโดยน้ำหนักคูณด้วยร้อยหารด้วยผลรวมของอัตราส่วนโดยน้ำหนักของวัตถุดิบทั้งหมด

5.2 คำนวณจากเปอร์เซ็นต์ส่วนผสมของวัตถุดิบ เพื่อหาสูตรเอ็มพิริคัล ขั้นตอนการคำนวณได้แก่

1. จากเปอร์เซ็นต์ส่วนผสมของเคลือบ เราต้องคำนวณหาสูตรเอ็มริคัลเสียก่อนโดยนำน้ำหนักสมมูลไปหารเปอร์เซ็นต์ส่วนผสมของเคลือบ

2. เมื่อได้จำนวนสมมูลของวัตถุดิบแล้ว เราก็มาดูว่ามีออกไซด์ของธาตุอะไรบ้างและมีอย่างละเท่าไร แล้วจึงรวมสมมูลของออกไซด์พวกเดียวกันเข้าด้วยกัน

3.เมื่อได้จำนวนสมมูลของออกไซด์ทั้งหมดแล้ว รวมจำนวนสมมูลของพวก RO,R2O เข้าด้วยกัน แล้วนำไปหารสมมูลของออกไซด์ทุกๆตัว เพื่อทำให้ได้ผลรวมของ RO,R2O เท่ากับ 1 ตามกฎ

การคำนวณส่วนผสมเคลือบจากวัตถุดิบที่ได้มาจากธรรมชาติ วัตถุดิบที่ได้มาจากธรรมชาติ มักมีองค์ประกอบทางเคมีแตกต่างกันตามแหล่งกำเนิด การนำวัตถุดิบเหล่านี้ใช้ต้องคำนึงถึงองค์ประกอบที่แท้จริง วิธีคำนวณ คือ

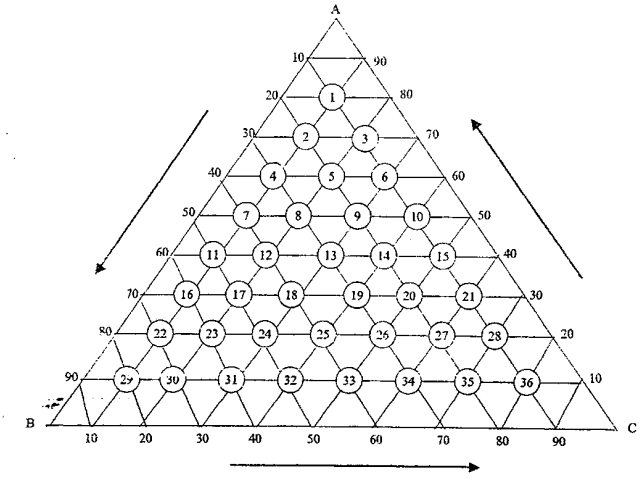
1. เปลี่ยนเปอร์เซ็นต์องค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบให้เป็นโมล

2. ใช้วัตถุดิบมาทดแทน ออกไซด์ในสูตรเคลือบในปริมาณโมลที่เท่ากัน จนออกไซด์ทุกตัวถูกแทนที่หมด

3. คำนวณจำนวนโมลของวัตถุดิบที่ใช้กลับไปเป็นน้ำหนัก

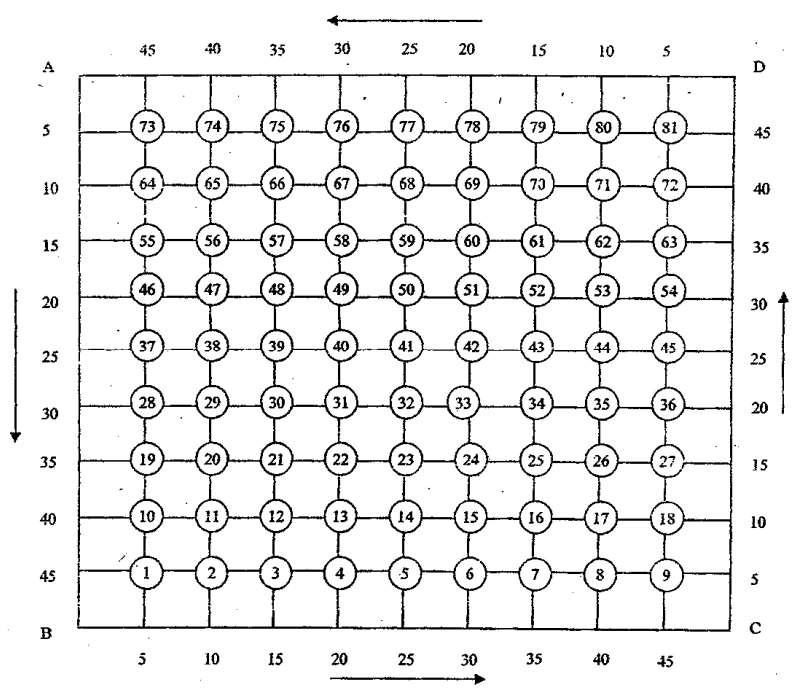
4. เปลี่ยนส่วนผสมโดยน้ำหนักให้เป็นเปอร์เซ็นต์

5.3 การหาสูตรเคลือบ โดยการสุ่มตัวอย่างแบบจำเพาะเจาะจงบนตารางสามเหลี่ยมด้านเท่าเพื่อหาสูตรส่วนผสมวัตถุดิบสำหรับทำน้ำเคลือบ ตารางสามเหลี่ยมด้านเท่าจะสุ่มตัวอย่างได้ดีในเมื่อใช้วัตถุดิบ 3 ชนิด ดังภาพที่ 2.15 (โกมล รักษ์วงศ์ , 2538 : 123-124)



ภาพที่ 2.15 แสดงตารางสามเหลี่ยมด้านเท่า แบ่งออกด้านละ 10 ช่อง มีจุดตัดภายในจำนวน 36 จุด

5.4 การหาสูตรเคลือบ โดยการสุ่มตัวอย่างแบบจำเพาะเจาะจงบนตารางสี่เหลี่ยมด้านเท่า เพื่อหาสูตรส่วนผสมของวัตถุดิบสำหรับทำน้ำเคลือบ ตารางสี่เหลี่ยมจัตุรัสจะสุ่มตัวอย่างได้ดีในเมื่อใช้วัตถุดิบ 4 ชนิด ดังภาพที่ 2 16 (โกมล รักษ์วงศ์ ,2538 : 127)



ภาพที่ 2.16 แสดงตารางสี่เหลี่ยมด้านเท่าแบ่งออกด้านละ 10 ช่อง มีจุดตัดภายใจจำนวน 81 จุด

5.5 การคำนวณเคลือบจากอัตราส่วนของวัตถุดิบที่มีผลการวิเคราะห์ทางเคมี เพื่อหาสารประกอบที่เป็นออกไซด์คิดเป็นร้อยละ (โกมล รักษ์วงศ์ , 2538 :116-120)

ตัวอย่างเช่น น้ำเคลือบหินฟันม้าชนิดหนึ่งเป็นเคลือบมันสีน้ำตาแดง (Iron red) โดยใช้วัตถุดิบพร้อมทั้งผลการวิเคราะห์วัตถุดิบ ดังนี้

โซดาเฟลด์สปาร์ ร้อยละ 69 มีผลการวิเคราะห์ทางเคมี ดังนี้

SiO_2	AI_2O_3	Fe_2O_3	CaO	K_2O	Na_2O	L.O.I.
66.22	21.76	0.04	2.06	0.41	9.37	0.16

โดโลไมต์ ร้อยละ 14 มีผลการวิเคราะห์ทางเคมี ดังนี้

SiO_2	AI_2O_3	CaO	MgO	L.O.I.
0.89	0.96	30.60	20.60	46.95

หินปูน ร้อยละ 3 มีผลการวิเคราะห์ทางเคมี ดังนี้

CaO	CO_2
56.03	43.97

หินเขี้ยวหนุมาน ร้อยละ 9 มีผลการวิเคราะห์ทางเคมี ดังนี้

SiO_2	AI_2O_3	TiO_2	Fe_2O_3
99.10	0.10	0.30	0.50

ดิน ร้อยละ 5 มีผลการวิเคราะห์ทางเคมี ดังนี้

SiO_2	AI_2O_3	Fe_2O_3	MgO	K_2O	L.O.I.
75.60	17.60	0.20	0.20	0.1	6.2

ขี้เถ้ากระดูก ร้อยละ 12 มีผลการวิเคราะห์ทางเคมี ดังนี้

CaO	MgO	P_2O_5	L.O.I.
58.66	1.43	34.82	5.02

เหล็กออกไซด์ ร้อยละ 15 (มี Fe_2O_3 = 100)

ก. ต้องการให้คำนวณหาผลวิเคราะห์ทางเคมีของน้ำเคลือบของสูตรนี้

ข. ต้องการให้คำนวณหาสูตรเอ็มพิริคัลของน้ำเคลือบสูตรนี้

วิธีทำ (ก) คำนวณผลการวิเคราะห์ทางเคมีของน้ำเคลือบ โดยจัดผลการวิเคราะห์ทางเคมีของวัตถุดิบทั้งหมดเข้าตารางดังแสดงในภาพที่ 2.16

$$= \frac{\text{ออกไซด์จากผลการวิเคราะห์}}{100} \times \text{จำนวนออกไซด์ที่ใช้}$$

วัตถุดิบ	ผลการวิเคราะห์ทางเคมี									
	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	K_2O	Na_2O	P_2O_5	L.O.I.
1. โซดาเฟลด์สปาร์	66.22	-	21.76	0.04	2.06	-	0.41	9.37	-	0.16
69 % *	45.69	-	15.01	0.03	1.42	-	0.28	6.47	-	0.11
2. โดโลไมต์	0.89	-	0.96	-	30.60	20.60	-	-	-	46.95
14 % *	0.12	-	0.13	-	4.28	2.88	-	-	-	6.57
3. หินปูน	-	-	-	-	56.03	-	-	-	-	43.97
3 % *					1.68	-	-	-	-	1.32
4. หินเขี้ยวหนุมาน	99.10	0.3	0.10	0.50	-	-	-	-	-	-
9 % *	8.92	0.03	0.01	0.05	-	-	-	-	-	-
5.ดิน	75.60	-	17.60	0.20	-	0.20	0.10	-	-	6.2
5 % *	3.78	-	0.88	0.01	-	0.01	tr	-	-	0.31
6.ขี้เถ้ากระดูก	-	-	-	-	58.66	1.43	-	-	34.8	5.02
12 % *	-	-	-	-	7.04	0.17	-	-	9	0.60
									4.19	
7. เหล็กออกไซด์	-	-	-	1.00	-	-	-	-		-
15 % *	-	-	-	2.25	-	-	-	-	-	-
									-	
ผลรวม	58.51	0.33	16.03	2.34	14.42	3.06	0.28	6.47	4.19	8.91

ภาพที่ 2.17 แสดงการเทียบอัตราส่วนที่ใช้วัตถุดิบจากผลการวิเคราะห์

การคำนวณหาผลวิเคราะห์ทางเคมีของน้ำเคลือบหินฟันม้าเคลือบมันสีน้ำตาลแดง(Iron red) ได้ดังนี้

SiO_2= 58.51= $\frac{58.51}{114.54}$×100 = 51.08%

TiO_2 = 0.33 = $\frac{0.33}{114.54}$×100 = 0.29%

AI_2O_3 = 16.03 = $\frac{16.03}{114.54}$×100 = 14.00%

Fe_2O_3 = 2.34 = $\frac{2.34}{114.54}$×100 = 2.04%

CaO = 14.42 = $\frac{14.42}{114.54}$×100 = 12.59%

MgO = 3.06 = $\frac{3.06}{114.54}$×100 = 2.67 %

K_2O_3 = 0.28 = $\frac{0.28}{114.54}$×100 = 0.24%

Na_2O = 6.47 = $\frac{6.47}{114.54}$×100 = 5.65%

P_2O_5 = 4.19 = $\frac{4.19}{114.54}$×100 = 3.66%

L.O.I. = 8.91 = $\frac{8.91}{114.54}$×100 = 7.78%

ผลรวม = 114.54 = 100%

วิธีทำ (ข) คำนวณหาสูตรเอ็มพิริคัลของน้ำเคลือบ

ขั้นที่ 1 เอาน้ำหนักโมเลกุลของออกไซด์ไปหารทุกตัว

SiO_2 $\frac{58.51}{60}$ = 0.851

TiO_2 $\frac{0.29}{79.9}$ = 0.004

AI_2O_3 $\frac{14.00}{}$ = 0.137

$$\frac{102}{}$$

Fe_2O_3 $\frac{2.04}{159.7} = 0.013$

CaO $\frac{12.59}{56} = 0.225$

MgO $\frac{2.67}{40} = 0.067$

K_2O $\frac{0.22}{94} = 0.002$

Na_2O $\frac{5.69}{62} = 0.091$

P_2O_5 $\frac{3.66}{142} = 0.026$

6. การเตรียมเคลือบ

วัตถุดิบทุกชนิดที่ใช้ในการเตรียมเคลือบ ควรเขียนชื่อให้ชัดเจนทุกถัง อาจใช้วิธีง่าย ๆ เขียนบนแถบกระดาษกาวติดบนถึงใส่วัตถุดิบที่มีฝาปิดมิดชิดป้องกันฝุ่นฟุ้งกระจาย วัตถุดิบต่าง ๆ บางอย่างเป็นพิษ เช่น สารตะกั่ว หรือแบเรียมคาร์บอเนต ควรเขียนคำว่า “สารพิษอันตราย” กำกับไว้ที่ถังด้วย วัตถุดิบทางเคมีทุกชนิดควรระวังในการใช้ไม่ให้หกเลอะเทอะ วัตถุดิบทางเคมีในการเตรียมเคลือบส่วนใหญ่ ถูกบดเป็นผงละเอียดผ่านตะแกรงเบอร์ # 200 วัตถุดิบส่วนใหญ่อยู่ในรูปผงละเอียดสีขาวเหมือนกันหมด ยกเว้นพวกออกไซด์ที่เป็นสีต่าง ๆ ดังนั้นควรเขียนชื่อวัตถุดิบกำกับให้ชัดเจนป้องกันการผิดพลาดสับสนในกรณีที่มีผู้ใช้ร่วมกันหลายคน ในต่างประเทศ เช่นทางยุโรป หรืออเมริกา วัตถุดิบมีคุณภาพดีกว่า มีความละเอียดมากกว่าผ่านตะแกรงเบอร์ # 325 ได้ ดังนั้นในการเตรียมเคลือบจึงสามารถทำได้ง่ายกว่า โดยชั่งวัตถุดิบตามอัตราส่วนในสูตรที่คำนวณไว้แล้ว ผสมกับน้ำในอัตราส่วนวัตถุดิบแห้ง 1.5 กก. : น้ำ 1 กก. กวนวัตถุดิบและน้ำให้เข้ากันด้วยเครื่องกวนไฟฟ้า (Rapid mixer) เมื่อกวนเข้ากันดีแล้ว กรองผ่านตะแกรงเบอร์ #100 2 ครั้ง สามารถคำเคลือบไปใช้ได้ทันที นอกจากเคลือบที่ต้องการความละเอียดมาก ๆ เช่น เคลือบศิลาดลซึ่งต้องใช้หม้อบดบดนาน ๆ เพื่อให้เม็ดสีละเอียดเป็นเนื้อเดียวกันหมด ไม่ปรากฏเป็นจุดสีน้ำตาลหลังการเผา วัตถุดิบของเรามีความละเอียดสู้ของต่างประเทศไม่ได้ไม่ว่าจะเป็นสารเคมีหรือสีออกไซด์ต่าง ๆ ดังนั้นในการเตรียมเคลือบจะให้ได้ผลดีควรบดในหม้อบดอีกครั้ง วิธีนี้ชาวญี่ปุ่นถือเป็นสิ่งจำเป็นมากเคลือบบางชนิดต้องการแสดงลักษณะของเม็ดเคลือบ (Texture) เป็นจุดหรือเป็นเม็ดหยาบ ๆ เคลือบเหล่านี้ไม่ต้องบด ใช้วิธีกรองผ่านตะแกรงในการเตรียมเคลือบเท่านั้น อุปกรณ์ที่ใช้ในการเตรียมเคลือบ จะประกอบด้วย

6.1 เครื่องชั่ง (Balance) หรือเครื่องตวงวัด (Scale) ก่อนใช้เครื่องชั่งต้องตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องก่อนเสมอ ไม่ใช่เครื่องชั่งในห้องที่มีลมโกรก เครื่องจะสูบเสียความเที่ยงตรงควรเตรียมสูตรเคลือบที่คำนวณเรียบร้อยแล้ว เตรียมดินสอสำหรับใช้เขียนเครื่องหมายถูกในรายการวัตถุดิบที่ชั่งแล้ว เพื่อป้องกันข้อผิดพลาด ขณะที่ทำการชั่งวัตถุดิบ เมื่อมีผู้อื่นมาชวนคุยอาจเกิดการผิดพลาดได้

6.2 ถังใส่เคลือบสีฝาปิด

6.3 ตะแกรงกรองน้ำยาเคลือบ (Sieve) ควรเป็นตะแกรงเบอร์ละเอียดขนาด #80-100 ควรมีตะแกรง 2 อัน เพื่อใช้กับเคลือบขาวหนึ่งอัน และเคลือบสีหนึ่งอัน ไม่ปะปนกันเพราะเม็ดสีอาจตกค้างอยู่ตามซอกตะแกรง ล้างออกไม่หมดเป็นอันตรายต่อเคลือบสีขาว ทำให้เกิดตำหนิเป็นจุดสีต่าง ๆ ในเคลือบขาวถ้าใช้ตะแกรงร่วมกัน

6.4 หม้อบดเคลือบ หรือ โกร่งบดเคลือบ

6.4.1 โกร่งปอร์ซเลนและด้ามบด (Mortar & pestle) ใช้สำหรับบดเคลือบในปริมาณน้อยไม่เกิน 100 กรัม หรือใช้บดสีเขียนใต้เคลือบและบนเคลือบ โกร่งที่นิยมใช้มีทั้งโกร่งบดมือ และโกร่งไฟฟ้า ซึ่งทำจากดินขาวบริสุทธิ์ ในขณะบด โกร่งถูกบดให้สึกไปด้วย ถ้าใช้ดินไม่บริสุทธิ์เคลือบสีขาวจะมีปัญหา โดยปกติในการบดเคลือบทดลอง แต่ละสูตรใช้เวลาบดไม่ต่ำกว่าสูตรละ 20 นาที โดยต้องบดอย่างต่อเนื่องจนวัตถุดิบเนียนละเอียดเป็นเนื้อเดียวกัน การบดวัตถุดิบด้วยโกร่ง ต้องเติมน้ำก่อนทุกครั้ง เพื่อไม่ให้วัตถุดิบฟ้องกระจาย ควรใช้กระบอกหยดน้ำชนิดบีบเพื่อควบคุมปริมาณน้ำที่เติมได้ทีละน้อย ระวังอย่าใช้น้ำปริมาณมากเกินไป ถ้าใช้น้ำมากเกินไปสูตรเคลือบน้ำจะใช้ไม่ได้ต้องรอเคลือบตกตะกอนเสียก่อน

6.4.2 หม้อบดเคลือบ (Pot-mill) มีให้เลือกหลายขนาด ตามขนาดความจุหรือปริมาณของเคลือบในการบดแต่ละครั้ง ถ้าเคลือบมีน้ำหนักเกินกว่า 100 กก. ไม่นิยมบดในหม้อบดขนาดเล็กเนื่องจากมีน้ำหนักมากกว่ากำลังคนหนึ่งคนสามารถยกได้ ตัวหม้อบดและฝาหนัก 15 กก. ลูกบดหนัก 15 กก. ปริมาณน้ำและวัตถุดิบรวมกัน 10 กก. ดังนั้นน้ำหนักรวมของหม้อบดปอร์ซเลนที่ใส่ของเต็มที่แล้วมีน้ำหนักเกือบ 50 กก. ถ้าต้องการบดเคลือบที่มีปริมาณมากกว่า 10 ขึ้นไป ควรบดด้วยถังบด (Ball-mill) ที่มีแกนหมุนติดกับขาตั้งเหล็กโดยไม่ต้องยกถังบดขึ้นลงใช้วิธีเทโดยหมุนปากถังเอียงลงด้านล่าง (ไพจิตร อิงศิริวัฒน์,2537:23-25) หม้อบดทำหน้าที่บด ลูกบดอาจทำด้วยเหล็กหรือฟลินท์หรือเซรามิกส์ หม้อบดมีรูปร่างเป็นทรงกระบอกใส่ลูกบดและส่วนผสมของวัตถุดิบที่จะใช้เตรียมน้ำเคลือบ หม้อบดจะหมุนรอบแกนของมันเอง หม้อบดขนาดเล็กเหมาะสำหรับใช้ในห้องปฏิบัติการ มักทำด้วยผลิตภัณฑ์เซรามิกส์ หม้อบดขนาดใหญ่ทำด้วยเหล็กเหนียว กรุด้วยปอร์ซเลนหรือหินแก้ว หรือบางครั้งก็ใช้ยาง การบดของหม้อบดเกิดขึ้นโดยการขัดสีระหว่างวัตถุดิบกับลูกบดซึ่งไถลและกลิ้งไปในขณะที่หม้อบดหมุนไป ลูกบดมีหลายชนิดและมีขนาดต่าง ๆ กัน ซึ่งแต่ละชนิดก็มีประโยชน์เฉพาะตัวของมันลูกบดที่ใช้กันแพร่หลายได้แก่ลูกบดชนิดฟลินท์ ชนิดที่เป็นโลหะ และปอร์ซเลน การบดด้วยลูกบดที่มีความหนาแน่นสูง จะมีประสิทธิภาพสูงกว่าการบดด้วยลูกบดที่เบากว่า การบดด้วยลูกบดที่มีความหนาแน่น

สูงมีข้อดี ดังนี้ คือเวลาที่ใช้ในการบดลดลงอย่างน้อย 35% ค่าใช้จ่ายสำหรับลูกบดและกำลังไฟลดลง ได้น้ำเคลือบที่สะอาดกว่า น้ำเคลือบที่ได้เป็นเนื้อเดียวกันมากกว่า ไม่ต้องเติมลูกบดบ่อย ไม่ต้องเลือกและตรวจสอบลูกบดบ่อย ๆ การสึกหรอของลูกบดเป็นไปอย่างสม่ำเสมอมากกว่า การเพิ่มเติมลูกบดเพื่อทำให้ปริมาตรการบดอยู่ในสภาพปกติ ทำได้โดยใช้ลูกบดในปริมาณน้อยและเติมในระยะเวลาที่สม่ำเสมอ องค์ประกอบในการทำงานของหม้อบดที่ควรพิจารณามีหลายประการ เช่น ขนาดของหม้อบด ขนาดและจำนวนลูกบด (ลูกบดขนาดใหญ่ที่สุดควรมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 นิ้ว และลูกบดนั้นควรเอาออกทิ้งไปเมื่อมีขนาดเล็กกว่า 1 นิ้ว การที่ลูกบดค่อย ๆ สึกหรอมีขนาดเล็กลงอย่างค่อยเป็นค่อยไปภายในหม้อบด กลับเป็นการช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการบด ลูกบดที่ใหญ่กว่านี้จะมีประโยชน์ก็ต่อเมื่อมีวัตถุดิบที่มีความเหนียวมากและมีขนาดค่อนข้างใหญ่ การใช้ลูกบดขนาดเล็กว่าจะทำให้การบดเป็นไปได้เร็วกว่า) น้ำหนักและปริมาตรของลูกบดที่ใช้ ขนาดของวัตถุดิบ ปริมาณน้ำที่ใช้ ความหนืดของของผสม ระยะเวลาในการบดและอุณหภูมิ (ปรีดา พิมพ์ขาวขำ,2530:59-63)

วิธีการใช้หม้อบดปอร์ซเลนขนาดความจุ 1 กก. - 10 กก.

(1) ใส่ลูกบดในหม้อบดปริมาณครึ่งหนึ่งของหม้อบด เป็นไปอย่างต่ำ 55 – 60 % ของเนื้อที่ในหม้อบด เพื่อการบดเป็นไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ

(2) ใส่ผงวัตถุดิบที่ชั่งแล้วลงในหม้อบดปริมาณ 1/3 ของหม้อบด

(3) เติมน้ำในอัตราส่วนวัตถุดิบแห้ง 1.5 กก. : น้ำ 1 กก. หรือ 1,000 ซีซี

ตัวอย่าง วัตถุดิบ 1,500 กรัม ใช้น้ำ 1,000 ซีซี

วัตถุดิบ 5,000 กรัม ใช้น้ำ 1,000 x 5,000/1,500

ใช้น้ำ 3,350 ซีซี

(4) ควรมีบริเวณช่องว่างหรืออากาศในหม้อบด 10-15% เหนือระดับน้ำ

(5) ปิดฝาให้แน่น ยกขึ้นวงบนรางหมุน คอยสังเกตฟังเสียงลูกบดในระยะแรก 10 นาที ถ้าไม่ได้ยินเสียงลูกบดควรเติมน้ำอีกเล็กน้อย อาจมีสาเหตุมาจากวัตถุดิบในสูตรเคลือบมีดินมากเกินปกติ ทำให้ดูดน้ำเพิ่มขึ้นจากเคลือบธรรมดา เมื่อได้ยินเสียงลูกบดทำงานตามปกติดีแล้ว ปล่อยให้เครื่องบดทำงานไป 4 – 6 ชั่วโมง จึงเทเคลือบออกกรองด้วยตะแกรง เบอร์ # 80 หรือ # 100 (ไพจิตร องศิริวัฒน์, 2537:24)

อาจกล่าวสรุปได้ว่า การเตรียมเคลือบจะต้องอาศัยความละเอียด และความรอบคอบ เพื่อที่จะให้ค่าที่ออกมามีความแม่นยำและผิดพลาดน้อยที่สุด

7. การชุบเคลือบ

7.1 การชุบเคลือบโดยทั่วไป

การชุบเคลือบผลิตภัณฑ์มี 3 แบบด้วยกัน คือ แบบเปียก แบบผงแห้ง ๆ และแบบไอแบบแรกเตรียมส่วนผสมของเคลือบให้อยู่ในรูปน้ำเคลือบ แล้วจึงชุบเคลือบผลิตภัณฑ์ด้วยวิธีการต่าง ๆ การใช้ส่วนผสมของเคลือบในสภาพที่เป็นฝุ่น โดยการโปรยหรือพ่นผงเคลือบลงบนผลิตภัณฑ์ที่มีความชื้นเล็กน้อย หรือหมุนผลิตภัณฑ์ให้สัมผัสกับผงเคลือบ การชุบเคลือบในสภาพที่เป็นไอโดยให้ผลติภัณฑ์อยู่ในบรรยากาศของไอเคลือบซึ่งทำให้เกิดขึ้นในขณะทำการเผาผลิตภัณฑ์

การชุบเคลือบในสภาพเป็นน้ำเคลือบนิยมใช้กันมาก เพราะสามารถทำให้เคลือบดิบที่เคลือบผิวผลิตภัณฑ์ดิบมีความหนาและสม่ำเสมอที่เหมาะสม วิธีการชุบเคลือบผลิตภัณฑ์ด้วยน้ำเคลือบมีหลายวิธีคือ (ปรีดา พิมพ์ขาวขำ,2530 : 68)

7.1.1 วิธีจุ่ม หรือชุบในน้ำเคลือบ (Dipping) จำนวนปริมาณของน้ำเคลือบต้องมีมากพอที่จะเคลือบได้ทั่วถึงภาชนะจะทำให้การเคลือบสม่ำเสมอดี ส่วนที่เป็นรอยมือนักชุบนั้นให้ทาด้วยน้ำเคลือบให้ทั่วทีหลัง

7.1.2 วิธีพ่น (Spraying) เป็นวิธีที่ได้ผลดีมากในการเคลือบเพราะน้ำเคลือบจะไปด้วยกำลังอัดของลมเป็นละอองฝอยละเอียดไปจับผิวภาชนะ ซึ่งน้ำเคลือบนี้จะจับผิวภาชนะได้อย่างสม่ำเสมอและมีความหนาบางได้ตามต้องการ น้ำเคลือบที่ใช้พ่นควรผสมให้ใสเพื่อสะดวกแก่การพ่น เหมาะสำหรับภาชนะ หรือผลติภัณฑ์ที่มีขนาดใหญ่และทำการผลิตเป็นจำนวนมาก ๆ

7.1.3 วิธีทาด้วยแปรง (Pouring) เป็นวิธีที่ง่ายและใช้อุปกรณ์น้อยชิ้นไม่เปลืองน้ำเคลือบ โดยใช้แปรงขนอ่อน ๆ ทาไปทางเดียวให้ทั่วภาชนะหนาบางตามต้องการวิธีนี้เหมาะกับงานขนาดเล็ก

7.1.4 วิธีเทราด (Pouring) น้ำเคลือบต้องผสมให้เหลวพอควรและต้องมีภาชนะรองรับน้ำเคลือบอีกชิ้นหนึ่ง โดยใช้ไม้หรือตะแกรงวางพาดลงบนภาชนะรองรับน้ำเคลือบแล้วจึงวางวัตถุที่จะเคลือบลงบนไม้หรือตะแกรงนั้น แล้วตักน้ำเคลือบเทราดให้ทั่ว การเทราดนี้จะเทราดหลายสีก็ได้

7.1.5 ใช้ขี้ผึ้งเขียวลายกั้นน้ำเคลือบ (To wax resist) เป็นเทคนิคการเคลือบให้เกิดลวดลายที่สวยงามอีกแบบหนึ่งบนภาชนะดินเผา ด้วยการใช้พู่กันชุบขี้ผึ้งที่หลอมเหลวแล้วเขียนลวดลายลงบนภาชนะก่อนนำไปชุบเคลือบเมื่อนำไปชุบเคลือบส่วนที่เขียนลายด้วยเทียนน้ำเคลือบจะไม่ติด เมื่อนำไปเผาจะเกิดเป็นลายตามต้องการได้

7.1.6 การใช้กาวผสมเพื่อให้น้ำเคลือบติดแน่น (Mixer gum) เมื่อน้ำเคลือบบนภาชนะแห้งแล้ว อาจจะล่อนออกจากผิวภาชนะได้เพราะส่วนผสมต่าง ๆ ของน้ำเคลือบเป็นผงละเอียดและร่วน ดังนั้นเพื่อกันไม่ให้เกิดปรากฏการณ์ดังกล่าวขึ้นจึงต้องผสมกาวลงไปด้วยเล็กน้อยในน้ำเคลือบ เพื่อให้น้ำเคลือบยึดตัวกันแน่นไม่หลุดร่วงจากภาชนะได้ง่าย กาวมักนิยมกาวกระถิน เพราะเมื่อเวลาเผากาวนี้จะถูกเผาไหม้เป็นเขม่าไฟกับเปลวไฟหมดสิ้นไม่ทำปฏิกิริยาให้น้ำเคลือบเสียแต่อย่างใด (จีรพันธ์ สมประสงค์ , 2535 : 108 – 110)

8. เตาเผา (Klins)

เตาเผานั้นจัดเป็นอุปกรณ์ที่สำคัญและจำเป็นยิ่งสำหรับการสร้างสรรค์งานเครื่องปั้นดินเผา อาจกล่าวได้ว่าเป็นหัวใจสำคัญของงาน เพราะความสำเร็จทั้งมวล นับตั้งแต่การเผาดิบ เผาเคลือบต่าง ๆ กระทั่งเสร็จสมบูรณ์เรียกว่า เครื่องปั้นดินเผาได้จะขึ้นอยู่กับเตาเป็นหลักใหญ่

ความรู้เกี่ยวกับการเผางานเครื่องปั้นดินเผา ได้มีการวิวัฒนาการและพัฒนาการมาโดยตลอด นับตั้งแต่การเผาในที่โล่งแจ้ง คือ นำเอาผลงานเครื่องปั้นดินเผามาวางเรียงแล้วเผาด้วยฟืน ฟาง หรือมูลสัตว์ ได้อุณหภูมิประมาณ 600 – 700 องศาเซลเซียส ความสม่ำเสมอของอุณหภูมิไม่มี ต่อมาเมื่อรู้จักควบคุมพลังงานความร้อนได้ จึงทำเป็นเตาแบบขุดเป็นหลุม ขุดเป็นอุโมงค์ ซึ่งสามารถเผาผลงานได้ในจำนวนมาก และด้วยอุณหภูมิที่สูงขึ้นกว่าแต่ก่อน ด้วยวันเวลาที่สั่งสมประการณ์ ทำให้มีความรู้ความเข้าใจมากขึ้น ก็ได้มีการแก้ไขดัดแปลงให้เหมาะสมกับการใช้งาน และการใช้งานกับเชื้อเพลิงชนิดต่าง ๆ อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นโดยลำดับ

ปัจจุบันจึงกล่าวได้ว่า ความรู้เกี่ยวกับเตาเผางานเครื่องปั้นดินเผา ได้ประสบความสำเร็จเป็นอย่างมาก เพราะสามารถเผาโดยให้อุณหภูมิที่สูง และสามารถควบคุมอุณหภูมิมิให้เป็นไปตามที่ต้องการได้ขณะทำการเผา หรือแม้ไม่ต้องคอยเฝ้าดูแลการเพิ่มอุณหภูมิเช่นแต่ก่อน เพียงตั้งโปรแกรมเวลาอุณหภูมิที่จะต้องใช้ตามกระบวนการที่เคลือบแต่ละชนิดต้องการ ด้วยเวลาเพียงไม่กี่นาที เตาเผาก็จะทำหน้าที่ไปจนเสร็จสิ้นกระบวนการ (ประสบ ลี้เหมือดภัย , 2543 : 238 – 239)

8.1 ชนิดของเตาเผา

8.1.1 จำแนกบอกชื่อตามเชื้อเพลิงที่ใช้เผา เช่น

(1) เตาแกลบ

(2) เตาน้ำมัน

(3) เตาแก๊ส

(4) เตาฟืน

(5) เตาไฟฟ้า

8.1.2 จำแนกชนิดตามหน้าที่การใช้งาน เช่น

(1) เตาชนิดใช้เผาเป็นครั้งคราวไม่ติดต่อกัน

(2) เตาชนิดเผาแบบกึ่งถาวร สามารถเผาติดต่อกันได้ถ้ามีงานเพียงพอ

(3) เตาชนิดเผาแบบถาวร สามารถเผาติดต่อกันได้ตลอด 24 ชม.

8.1.3 จำแนกชนิดตามลักษณะของทางเดินลมร้อนภายในเตา ความร้อนภายในเตาจะถูกบังคับไปตามทางความต้องการ เช่น

(1) เตาชนิดทางลมร้อนเดินตรงหรือเอียงเล็กน้อย

(2) เตาชนิดทางลมร้อนเดินลงล่าง

(3) เตาชนิดทางลมร้อนเดินขึ้น

8.1.4 จำแนกตามรูปแบบรูปร่างลักษณะและสถานที่ตั้งของเตา เช่น

(1) เตากลม

(2) เตาเหลี่ยม

(3) เตาแมลงป่อง

(4) เตาจีน

(5) เตาทุเรียง

(6) เตาเวียงกาหลง

(7) เตาอุโมงค์

(8) เตาพื้นบ้าน (เผากลางแจ้ง)

8.2 เตาไฟฟ้า

เตาไฟฟ้าเป็นเตาเผาทีเผาได้สะอาดที่สุด เผาได้ตั้งแต่อุณหภูมิต่ำไปจนกระทั่งอุณหภูมิสูง เร่งอุณหภูมิให้เร็วได้ตามต้องการ เนื่องจากมีสวิทซ์อยู่หลายตัวสับเปลี่ยนกัน ในการเผาไม่มีเปลวไฟ ไม่มีควัน และเผาได้อย่างสะอาด เราอาจจำแนกเตาไฟฟ้าออกได้คือ

8.2.1 ประเภทของเตาไฟฟ้า

(1) เตาเผาที่ใช้ความร้อนไม่เกินอุณหภูมิ 1,000 องศาเซลเซียสภายในเตาเผาใช้ขดลวด Nickle-chromium หรือบางทีเรียก Ni-chrome เป็นตัวให้ความร้อนซึ่งโดยทั่วไปจะใช้ในการเผาดิบ เผาเคลือบไฟต่ำ หรือการเผาตกแต่งเท่านั้นเพราะถ้าอุณหภูมิที่สูงกว่านี้ ลวดอาจจะขาดได้เนื่องจากทนร้อนไม่สูงมากนัก โดยปกติลวด Ni – chrome นี้จะเผาได้อุณหภูมิสูงสุเพียง 1,060 องศาเซลเซียส

(2) Heating element ที่เป็นแท่ง ซึ่งทำจาก เตาเผาที่ใช้ความร้อนอุณหภูมิสูงเป็นเตาเผาที่ใช้ Sillicon carbide เรียกว่าแท่ง Grobar ซึ่งจะให้ความร้อนได้ถึงอุณหภูมิ 1,538 องศาเซลเซียส หรืออาจจะถึง 1,600 องศาเซลเซียส เตาเผาที่ใช้อุณหภูมิสูงชนิดนี้ส่วนใหญ่เผาประเภท High fire porcelain อาจจะเป็น Electrical insulator หรือเผาทดลองวิจัยต่าง ๆ เหล่านี้เป็นต้น โดยปกติแล้วการเผาผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาทั่วไปมักจะเผาที่อุณหภูมิไม่สูงมากนัก อาจจะต่ำลงมาเล็กน้อย เช่น ประมาณ 1,250 องศาเซลเซียส – 1,280 องศาเซลเซียส ดังนั้นเตาเผาที่ใช้ Heater element ชนิดเป็นแท่งจึงมีน้อย มักจะเปลี่ยนมาใช้ประเภทที่ใช้ Kanthal wie เนื่องจากราคาถูกกว่ากันมาก และ Kanthal wire ก็สามารถให้ความร้อนได้ถึงอุณหภูมิประมาณ 1,375 องศาเซลเซียส ซึ่งนับว่าสูงพอสมควร

8.2.1 การทำงานของเตาไฟฟ้า

เตาเผาไฟฟ้าให้พลังงานความร้อนจากการไหลผ่านของกระแสไฟฟ้าในขดลวดต้านทาน ซึ่งขดลวดต้านทานนี้จะมีความต้านทานสูง และสามารถให้ความร้อนได้ที่อุณหภูมิสูงมาก ความร้อนที่ได้นี้เราสามารถวัดอุณหภูมิได้ด้วย Pyrometor โดยการต่อสาย Thermo-couple ไว้ภายในเตา เมื่อ Thermo-couple ได้รับความร้อนก็จะเกิดการขยายตัวทำให้เกิดค่าความต้านทานที่ต่างกัน ดังนั้นปลายสายอีกด้านหนึ่งของ Thermo-couple จึงต่อไว้กับ meter ซึ่งมี scale จะบอกค่าเป็นอุณหภูมิความร้อน

ภายในเตา ฉะนั้นเราจึงสามารถทราบอุณหภูมิได้ทุกระยะในขณะที่ทำการเผา ส่วนความร้อนที่ได้จากขดลวดภายในเตาเผาไฟฟ้านั้นเราจะเห็นว่าเตาไฟฟ้าไม่มีปล่องระบายลมร้อนเลย ทั้งนี้เนื่องจากความร้อนภายในตาไม่มีเปลวไฟ และไม่มีควันจึงไม่ต้องมีทางให้ระบาย เพียงแต่มีช่องเล็ก ๆ สำหรับให้แก๊สออกมาบ้าง หรือสำหรับมองดูสีไฟและผลติภัณฑ์เท่านั้น ลักษณะการเผาของเตาไฟฟ้านี้ไม่มีควันควันดังกล่าวแล้ว เรียกภาวะการเผาเช่นนี้ว่า Oxidizing Condition ลดความร้อน (Heater Element) จะอยู่ในร่องของอิฐทนไฟหรือในผนังเตาภายในโดยรอบเตา ลวดความร้อนที่ใช้อาจแบ่งได้ 3 ประเภท คือ

(1) Nickle-chromium wire (Ni-chrome wire) เป็นเส้นลวดขดทำจากโลหะผสมระหว่างนิเกิลกับโครเมียม เป็นชนิดที่ใช้กันอยู่ทั่วไป ราคาไม่สูงมัก สามารถเผาได้ถึงอุณหภูมิ 1,090 องศาเซลเซียส

(2) Kanthal wre or Alferom super เป็นเส้นลวดขดอย่างชนิดแรก แต่สามารถเผาได้ที่อุณหภูมิสูงกว่าคือประมาณ 1,250 องศาเซลเซียส – 1,375 องศาเซลเซียส

(3) Globar เป็น Heater Element ที่มีลักษณะเป็นแท่งกลมมีขนาดต่าง ๆ กัน ทำจาก Sillicon carbide สามารถให้ความร้อนได้ถึงอุณหภูมิ 1,538 องศาเซลเซียส – 1,600 องศาเซลเซียส

ลวดความร้อนและแท่งความร้อนดังกล่าวข้างต้นนั้น เราต้องรักษาให้มีอายุการใช้งานให้ยาวนานที่สุดเท่าที่จะทำได้ เพราะในการเปลี่ยนลวดความร้อนแต่ละครั้งจะต้องสิ้นค่าใช้จ่ายสูงพอสมควร ลวดความร้อนเหล่านี้อาจมีสาเหตุที่ทำให้ชำรุดเสียหายได้ จากสาเหตุต่าง ๆ ดังนี้

- เผาเกินกว่าอุณหภูมิที่กำหนดไว้ให้
- การทำความสะอาดเตา โดยขาดการระมัดระวัง
- การดึงหรือแกะน้ำเคลือบที่ติดอยู่ออกจากเส้นลวด
- Impourity ต่าง ๆ จากอิฐทนไฟ หรือผนังเตา อาจหลอมตัวออกมาทำให้เกิดเสียหายได้ง่าย
- การวางผลิตภัณฑ์ที่เผาชิดกับผนังเตาหรือชิดขดลวดเกินไป
- ไม่ใช่ลวดตามขนาด หรือตามความเหมาะสมกับ Chamber area ของเตาเผา
- การใช้เตาเผาไม่ถูกกับชนิดของงาน ทำให้อายุการใช้งานของเตาเผาลดน้อยลงไปด้วย
- ความยาวและขนาดของเส้นลวดที่นำมาเปลี่ยนใหม่ ไม่ถูกต้องหรือไม่เท่ากับขนาดเดิม
- ไม่มีการตรวจดู Heater ให้เรียบร้อยก่อนการใช้งาน หรือหลังจากเปลี่ยนเสร็จ

ดังได้ทราบแล้วว่า เตาไฟฟ้าเป็นเตาเผาที่มีราคาแพงมาก ส่วนประกอบต่าง ๆ ของเตาที่ทำให้ราคาของเตาสูง เช่น ลวดความต้านทาน (Heater Element) ความหนาบางของเตา คุณสมบัติของ Insulating meterials อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ (Electrical system) โลหะที่ใช้หุ้มเตาเผา (Frame work) ชนิดของวัตถุทนไฟ (Refractiries) ที่ทำหน้าที่เป็นฉนวนเตา Insulating board

8.2.3 ข้อดีของเตาเผาใช้ไฟฟ้า

(1) ให้อุณหภูมิสม่ำเสมอ ใช้ได้ผลดีที่สุด

(2) การควบคุมการเผา และควบคุมอุณหภูมิได้สะดวก

(3) เป็นเตาเผาที่สะอาดที่สุด เพราะไม่มีเปลวไฟ ไม่มีควัน หรือเขม่า

(4) สามารถติดตั้งและเคลื่อนย้ายได้ง่ายทั้งตั้งเตาได้ทุกสถานที่

(5) บรรยากาศภายในเตาเป็นแบบ Oxidizing Atmosphere จึงไม่ทำให้ผิวเคลือบ หรือสีเคลือบเปลี่ยนแปลง เพราะไม่มีปฏิกิริยากับเคลือบ (ทวี พรหมพฤกษ์, 2523 : 148 – 151)

8.2.4 เครื่องวัดอุณหภูมิภายในเตาเผา

(1) ไพโรมิเตอร์ เป็นเครื่องวัดอุณหภูมิที่ง่ายต่อการอ่านค่า ผู้ใช้สามารถอ่านค่าอุณหภูมิภายในเตาเผาได้จากไพโรมิเตอร์ที่ติดตัวเตาเผา ลักษณะของไพโรมิเตอร์ประกอบด้วยอุปกรณ์ 2 ส่วน ส่วนแรกคือตัวมิเตอร์ซึ่งติดอยู่ที่ภายนอกตัวเตาเผา ทำหน้าที่แสดงค่าของอุณหภูมิภายในเตาเผา ทั้งระบบเซลเซียสและฟาเรนไฮต์ ส่วนที่ 2 เป็นลวดโลหะ 2 ชนิดเชื่อมติดกันเรียกว่า เทอร์โมคัพพึล (Thermocouple) ซึ่งจะสอดเข้าไปในเตาเผา เมื่ออุณหภูมิภายในเตาเผาสูงขึ้น แท่งเหล็กนี้จะเปลี่ยนพลังงานความร้อนให้เป็นกระแสไฟฟ้าซึ่งมีค่าน้อยมากส่งไปยังมิเตอร์ ซึ่งเป็นเครื่องวัดมิลลิโวลต์ โดยมาตรบนเครื่องวัดจะแสดงสเกลอุณหภูมิของเซลเซียสและฟาเรนไฮต์ อุปกรณ์ไพโรมิเตอร์สะดวกแก่การควบคุมความเร็วในการเผา และง่ายต่อการคะเนเวลาที่เหมาะสมในการเผา ลวดเทอร์โมคัพพึลเมื่อใช้ไปนาน ๆ จะเกิดการสึกกร่อนและทำให้การวัดอุณหภูมิภายในเตาเผาคลาดเคลื่อน ซึ่งสามารถปรับแก้ไขได้ โดยการหมุนสกูรบนหน้าปัดมิลลิมิเตอร์และเมื่อสึกกร่อนมากขึ้นก็อาจจะออกจากกันในที่สุด ซึ่งหมายความว่าไม่สามารถวัดอุณหภูมิได้อีกต่อไป ไพโรมิเตอร์ที่ใช้สำหรับเตาเผาทั่วไปเป็นลักษณะธรรมดา ซึ่งประกอบด้วยลวดเทอร์โมคัพพึล และมิลลิมิเตอร์ ซึ่งมีความเที่ยงตรงพอสมควร แต่จะเผาได้ดีที่อุณหภูมิใดอุณหภูมิหนึ่ง ไพโรมิเตอร์ที่ให้ความเที่ยงตงเพิ่มสูงขึ้นจะมีกระบอกปอร์ซเลนหุ้มลวดเทอร์โมคัพพึลอีกชั้นหนึ่ง ซึ่งเหมาะสำหรับการเผาในเตาขนาดใหญ่และการเผาในบรรยากาศไม่สมบูรณ์นอกจากนี้ยังเป็นเครื่องป้องกันการกระทบกระแทกในขณะทำการบรรจุผลิตภัณฑ์เข้าเตาเผา ข้อที่ควรทราบ คือการเผาในบรรยากาศที่ไม่สมบูรณ์เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ลวดเทอร์โมทัพพึลสึกร่อนเนื่องจากปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นในระหว่างการเผาอีกด้วย

(2) ไพโรมเตริกโคน (Pyrometric Cone) เป็นอุปกรณ์อีกประเภทที่ใช้วัอุณหภูมิภายในเตาเผาและสามารถวัดหาความสัมพันธ์ระหว่างเวลาและอุณหภูมิในการเผาไหม้ การใช้ไพโรเมตริกโคนหรือเรียกสั้น ๆ ว่าโคน (Cone) จะให้ความแม่นยำในการวัดความร้อนภายในเตาเผามากที่สุดในบรรยากาศสมบูรณ์ลักษณะของโคนมีรูปร่างทรงปิรามิดสามเหลี่ยมไพโรเมตริกโคนมีใช้อยู่ 2 ขนาดคือ ขนาดใหญ่มีความสูง 4.45 เซนติเมตร ฐานกว้าง 1.27 เซนติเมตร โคนขนาดเล็กมีขนาดความสูง 2.87 เซนติเมตร และฐานกว้าง 0.64 เซนติเมตร ส่วนผสมของโคนประกอบด้วยวัตถุดิบที่คล้ายคลึงกับเคลือบ ซึ่งเมื่อถูกความร้อนที่พอเหมาะจะละลายดังนั้นเมื่อดัดแปลงส่วนผสมของสาร

ภายในเนื้อโคน ก็สามารถทำให้โคนมีจุดหลอมตัวที่อุณหภูมิต่างๆ กันได้ ที่ส่วนฐานของโคนจะทำมุมเอียงไปด้านหน้าประมาณ 8 องศาจากแนวฉาก เพื่อให้โคนล้มตัวลงทางด้านหน้าเมื่ออ่อนตัว การใช้โคนเพื่อการชี้อุณหภูมิภายในเตาเผา ควรประกอบด้วยโคนจำนวน 3 ตัว โดยปกติอุณหภูมิภายในเตาเผาจะไม่เท่ากัน กล่าวคืออุณหภูมิที่ก้นเตาจะสูงกว่าอุณหภูมิที่ส่วนบนของเตา การเพิ่มของอุณหภูมิที่ช้าเกินไปมีผลทำให้ปฏิกิริยาเคมีในเนื้อดินและน้ำเคลือบดำเนินไปช้ากว่าปกติ ยังผลทำให้เคลือบมีจุดสุกตัวที่อุณหภูมิต่ำกว่าการเผาที่เพิ่มอุณหภูมิขึ้นอย่างรวดเร็ว ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาและอุณหภูมิในการเผาสามารถสังเกตได้จากการใช้ไพโรเมตริกโคนเท่านั้น ซึ่งการวัดอุณหภูมิด้วยไพโรมิเตอร์จะไม่สามารถวัดได้ อุปกรณ์สำหรับวัดอุณหภูมิในเตาเผาอื่น ๆ ได้แก่ ออปติคัล ไพโรมิเตอร์ (Optical Pyrometer) เป็นอุปกรณ์วัดความร้อนภายในเตาเผา โดยอาศัยสีไฟเปรียบเทียบวัดค่าได้ตั้งแต่ 750 องศาเซลเซียสขึ้นไปได้อย่างแม่นยำ แต่มีราคาสูงและไม่เหมาะกับการนำมาใช้วัดอุณหภูมิในขณะที่มีการเผาในบรรยากาศไม่สมบูรณ์ การวัดอุณหภูมิอีกประเภทที่สามารถทำได้คือ การดึงเอาตัวอย่างเนื้อดินหรือเนื้อเคลือบที่กำลังเผาอยู่ออกมาจากเตาเผาเพื่อตรวจดู เมื่อคาดว่าอุณหภูมิภายในเตาเผาใกล้จะถึงจุดสุกตัวของเนื้อดินและน้ำเคลือบ (ปุณรัตน์ ไพบูลย์ , 2538 : 188 – 191)

9. การเผาเคลือบ (Glost Firing)

ความจริงแล้วผลงานเครื่องปั้นดินเผา จะเคลือบหรือไม่เคลือบก็ได้ขึ้นอยู่กับความต้องการและลักษณะของการใช้งานในกรณีที่ไม่เคลือบก็มี โอ่ง อิฐ ครก กระถางต้นไม้ ตุ่มใส่น้ำ ไส้กรอง น้ำ ฯลฯ ส่วนกรณีที่ต้องการเคลือบก็เป็นเรื่องที่ผู้ใช้ต้องการ และเพื่อให้เกิดความสวยงาม ความมั่นคงแข็งแกร่งยิ่งขึ้น เช่น จาน ชามแจกัน กระเบื้องเคลือบ ชุดน้ำชา ชุดกาแฟ เป็นต้น กระบวนการเผาเคลือบนั้นเป็นขั้นตอนที่ท้าทายและน่าตื่นเต้นที่สุด ในกระบวนการสร้างสรรค์งานเครื่องปั้นดินเผา เพราะการควบคุมอุณหภูมิจะต้องใช้เทคนิคและความแม่นยำ ในการกำหนดระยะเวลาโดยจะผิดพลาดไม่ได้ แต่บางสิ่งที่เราคิดผันอยากจะได้ บ่อยครั้งที่ไม่ได้เป็นดั่งที่คิดหวัง แม้จะเลือกใช้วิธีการอันถูกต้องแล้วก็ตาม การผันเปลี่ยนไปจากสิ่งที่ได้หวังไว้ก็ยังมีอยู่ ด้วยเหตุนี้ ผลงานทั้งมวลที่เตรียมมาด้วยความยากลำบากเป็นแรมเดือนจะเสียหายเหมือนถูกทำลายหรือบรรลุจุดประสงค์ดังมั่นหมายก็ขึ้นอยู่ที่ขั้นตอนการเผาเคลือบนี่เอง กระบวนการเผาเคลือบ จะเริ่มต้นที่การเขียนสีใต้เคลือบ หรือไม่เขียนก็ตาม การทำงานจะก้าวมาถึงการชุเคลือบ ผึ่งลม หรือผึ่งแดด พอให้น้ำเคลือบแห้ง แล้วจึงนำเข้าเตาเผา แต่ทั้งนี้ต้องทำความสะอาดชั้นรองและเตาก่อนทุกครั้ง เพื่อป้องกันเศษหิน เศษละอองหล่นมาติดผิวของงานขณะทำการเผาเพราะอาจทำให้ผลงานเสียหายหมดคุณค่าได้ ผลงานที่เผาเคลือบทุกชิ้น ควรวางให้ห่างกัน จะวางชิดหรือซ้อนกันเหมือนเผาดิบไม่ได้ ฐานหรือก้นของงานต้องเช็ดเคลือบบอกก่อนทำการเผาเคลือบ เพื่อป้องกันการละลายติดกันของน้ำเคลือบ ผลงานที่มีความสูงเท่ากัน ควรจัดไว้ในชั้นเดียวกัน เพื่อประหยัดเนื้อที่ในการบรรจุและไม่ควรบรรจุผลงานให้แน่นเกินไปหรือน้อยเกินไป ผลงานที่มีขนาดใหญ่ควรวางไว้กลางเตาชั้นรองที่นำมารองผลงานไม่ควรโค้งงอ ควรทาด้วยวัตถุทนไฟ

อันหมายถึง น้ำดินชนิดทนความร้อนสูง โดยใช้หินแก้วผสมกับดินขาวอย่างละเท่า ๆ กัน เพื่อป้องกันน้ำเคลือบไหลติด หรืออาจใช้ขาตั้ง (Stills) รองก็ได้ และไม่วางผลงานให้ยื่นเลยชั้นรอง เพราะจะทำให้ได้รับความร้อนแตกต่างไปจากส่วนที่อยู่บนชั้นรองและทำให้สีเคลือบด่างในส่วนนี้ ชั้นรองที่วางภายในเตาเผาเคลือบ ควรวางให้ได้ระดับทุกครั้งที่มีการเผาเคลือบโดยมีความห่างของชั้นรองแต่ละชั้นเล็กน้อย เพื่อให้ความร้อนไหลผ่านได้ทั่วถึง ข้อสำคัญผลงานทุกชิ้นที่บรรจุในเตาต้องชุบน้ำเคลือบที่มีจุดหลอมละลายเท่ากัน การเผาเคลือบไม่ว่าจะเป็นไฟต่ำหรือไฟสูงจะต้องดำเนินการเผาให้ได้อุณหภูมิตามข้อกำหนดของน้ำเคลือบแต่ชนิด การเผาเคลือบอาจเกิดการเสียหายได้เป็นเรื่องปกติธรรมดา เช่น การเผาใช้ไฟสูงเกินไป น้ำเคลือบจะเยิ้มไหลมาก จนทำให้ติดพื้นเตาหรือชั้นรองจนเอาออกไม่ได้ หรือทำการเผาด้วยอุณหภูมิที่ต่ำกว่ากำหนดหรือไม่ถึงกำหนด การเคลือบก็ไม่เป็นมันวาวตามต้องการ ประสบการณ์จะช่วยคลี่คลายปัญหา สร้างความสมดุลและกีดกันการเสียหายในครั้ง ต่อ ๆ ไป (ประสพ ลี้เหมือนภัย , 2543 :232 – 234) ก่อนการเผาเคลือบผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่มักผ่านการเผาดิบมาแล้ว การเผาดิบคือการเผาครั้งที่ 1 ซึ่งจะเผาในอุณหภูมิต่ำหรืออุณหภูมิสูงก็ได้โดยเริ่มเผาจากดินดิบยังไม่ได้ชุบน้ำเคลือบ ผลิตภัณฑ์ก่อนนำเข้าเตาเผา ต้องแห้งสนิทถ้าผลิตภัณฑ์ยังมีความชื้นต้องเร่งเผา ควรอบผลิตภัณฑ์ให้แห้งก่อนเผา ในการเผาดิบทั่ว ๆ ไปขนาดผลิตภัณฑ์สูงไม่เกิน 30 เซนติเมตร หรือไม่ใช่งานประเภทประติมากรรมที่มีดินปั้นหนา ควรแยกเผาต่างหากให้ ช้าลง

9.1 วงจรการเผาดิบโดยทั่วไป (Biscuit Firing)

จากอุณหภูมิห้อง 24 องศาเซลเซียส - 230 องศาเซลเซียส เผาช้า ๆ เปิดรูระบายไอน้ำออกจากเตาเผา ทุกรู ไม่ควรเผาเร็วเกิน 100 องศาเซลเซียสต่อ 1 ชั่วโมง ถ้าเผาเร็วผลิตภัณฑ์จะแตก

230 องศาเซลเซียส – 573 องศาเซลเซียส ควรเผาช้าเอาไว้ตามเดิมไม่เกิน 150 องศาเซลเซียสต่อ 1 ชั่วโมง

600 องศาเซลเซียส – 750 องศาเซลเซียส เป็นระยะปลอดภัย เร่งเผาได้ 200 องศาเซลเซียสต่อ 1 ชั่วโมง

750 องศาเซลเซียส – 800 องศาเซลเซียส ปิดเตาเผาได้

หมายเหตุ ต้องเผาในบรรยากาศสมบูรณ์เต็มที่ ไม่ให้มีเขม่าตั้งแต่เริ่มต้นจนสิ้นสุดการเผาใช้ระยะเวลา 6 – 7 ชั่วโมง

ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการเผาดิบแล้ว เนื้อดินแข็งเป็นหินแต่ยังดูดซึมน้ำได้ดีสามารถนำไปชุบเคลือบได้โดยดินไม่สลายตัวกลายเป็นโคลน

9.2 วงจรการเผาเคลือบ (Glost Firing)

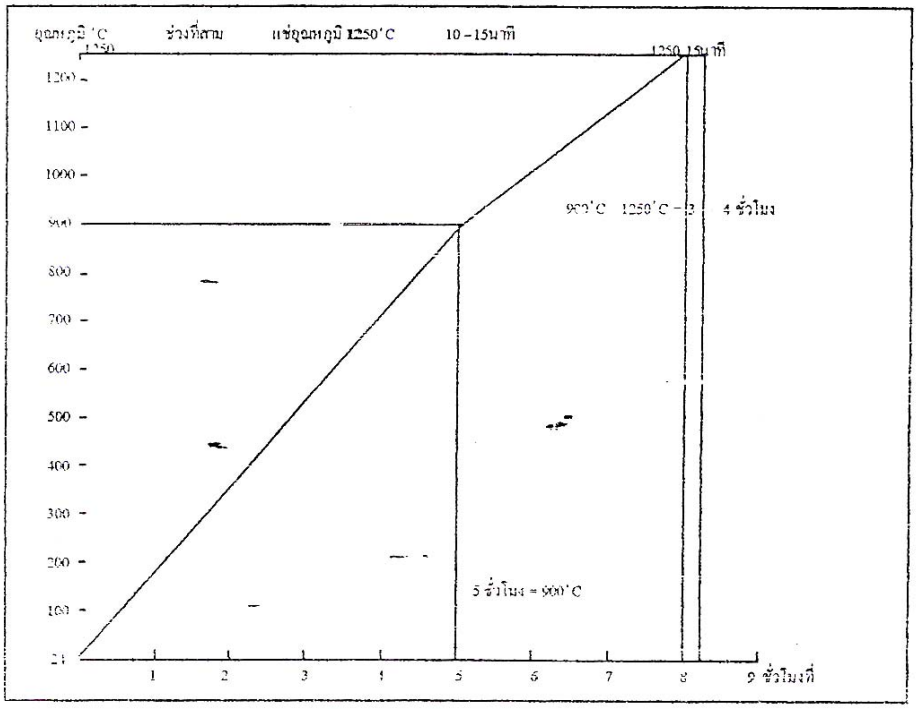
การเผาเคลือบอุณหภูมิต่ำ และอุณหภูมิปานกลางส่วนใหญ่จะเผาในบรรยากาศสันดาปสมบูรณ์ นอกจากเคลือบอุณหภูมิสูงซึ่งมี 2 ชนิดคือ เคลือบชนิดที่เผาในบรรยากาศสันดาปสมบูรณ์ และเคลือบชนิดพิเศษที่ต้องการเผาในบรรยากาศสันดาปไม่สมบูรณ์

วงจรการเผาเคลือบโดยทั่วไป

ช่วงแรก 24 องศาเซลเซียส – 900 องศาเซลเซียส ใช้เวลาไม่ต่ำกว่า 5 ชั่วโมง

ช่วงที่สอง 900 องศาเซลเซียส - 1,250 องศาเซลเซียส ใช้เวลา 4 – 6 ชั่วโมง

ช่วงที่สาม แช่อุณหภูมิ 1,250 องศาเซลเซียส ใช้เวลา 10 – 15 นาที



ภาพที่ 2.18 แสดงตัวอย่างการเผาเคลือบ 1,250 องศาเซลเซียส OF

ข้อผิดพลาดในการเผาเคลือบ ถ้าเผาต่ำกว่าอุณหภูมิเคลือบไม่สุกเรียกว่า Under Fire แต่ถ้าเผาเกินอุณหภูมิเคลือบไหลตัวมาก หรือมีความมันวาวกว่าเดิมเรียกว่า Over Fire

ในการเผาเคลือบทุกครั้งนิยมใช้โคน (Cone) ใส่ในเตาเผาเคลือบด้วย ถ้าไม่มีโคนให้ใช้ตัวอย่างทดสอบ (Test- ring) ที่ทำเป็นวงแหวนชุบเคลือบ สามารถใช้ลวดทนไฟเกี่ยวออกมาดูได้ว่าเคลือบสุกตัวหรือยังเพื่อเป็นการตรวจเช็ครักษามาตรฐานการเผาและคุณภาพของเคลือบให้คงที่ทุกครั้ง (ไพจิตร อิ่งสิริรัตน์ 2537 :29 – 30)

9.3 ปรากฏการณ์ที่เกิดในการเผาเคลือบ

การเผาเคลือบจะเกิดปรากฏการณ์เป็นระยะ ๆ โดยต่อเนื่องเป็นขั้นตอนทุกครั้งที่เพิ่มความร้อน เพราะการเผาเคลือบ ถ้าจะเปรียบกับสิ่งใกล้ตัวก็คล้ายกับการปิ้งหรืออย่างเนื้อสัตว์ การจะให้สุกทั่วถึงอย่างมีคุณภาพนั้น ต้องใช้ไฟอ่อน แล้วค่อย ๆ เพิ่มพลังงานความร้อน ตรงกันข้าม หากใช้ไฟแรงเลยทีเดียวเนื้อนั้นก็จะไหม้เกรียมเสียหายและสุกไม่ทั่วถึง การเผาเคลือบก็ทำนองเดียวกันแม้ว่าอุณหภูมิที่

จะทำให้น้ำเคลือบสุกตัว จะต้องใช้ถึง 1,100 - 1,250 องศาเซลเซียส ก็ตาม ก็ใช่ว่าจะให้พลังงานความร้อนสูงเช่นนั้นได้ในทันทีทันใด ต้องค่อย ๆ เพิ่มทีละน้อยตามระยะเวลาเป็นขั้นตอนไป จากการที่อุณหภูมิเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ นี้เอง ทำให้เกิดปรากฏการณ์ต่าง ๆ กับเคลือบ ดังนี้

9.3.1 ในระยะของการอบแห้ง ผลงานดิบที่ชุบเคลือบ ส่วนผสมของเคลือบจะเกาะผิวงานเป็นชั้นบาง ๆ บางกรณีจะมีสารอินทรีย์ที่ช่วยทำให้เกิดฟูกขจัดออกมาเมื่อเริ่มทำการเผาความหนาของเคลือบจะลดลงพร้อมกับการหดตัว ถ้ามีการเตรียมดีจะมีการหดตัวน้อยมาก ถ้าเคลือบมีคุณสมบัติยึดหยุ่นตัวดีเคลือบจะไม่แตกระแหง เพราะความเครียด หากเคลือบมีดินมากไปมีการบดมากไป หรือชุบเคลือบหนาไป จะเกิดการแตกระแหงให้เห็นหลังชุบเคลือบ อันจะเป็นสาเหตุให้เคลือบเกิดการดึงตัวได้ และเคลือบจะติดผิวงานเป็นหย่อม ๆ

9.3.2 การออกซิเดชัน หรือการเผาที่มีออกซิเจนช่วย อินทรีย์สารจำนวนหนึ่ง จะถูกออกซิไดส์ ทำให้ชั้นของเคลือบพรุนตัวมารกขึ้น 30 – 50 % ในช่วงของอุณหภูมิ 500 – 600 องศาเซลเซียส

9.3.3 ที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียสเช่นกัน กลุ่ม OH ในโครงสร้างของดินจะถูกขจัดออกมา เป็นผลให้ชั้นของเคลือบพรุนตัวมากขึ้น

9.3.4 การหลอมละลายเป็นแก้วจะเริ่มต้นที่ 700 องศาเซลเซียส โดยในเคลือบที่มีฟริตจะเริ่มเยิ้มตัว พร้อมกับละลายส่วนผสมอื่น ๆ ในเคลือบ ส่วนแก้วจะเริ่มต้นที่อุณหภูมิสูงกว่าและในทุกกรณีจะมีแก้วเกิดขึ้นที่อุณหภูมิ 1,100 องศาเซลเซียส

9.3.5 เมื่อเริ่มเกิดแก้ววัตถุอื่น ๆ ที่ใช้เป็นส่วนผสมของเคลือบ จะละลายลงในเนื้อแก้ว ในขณะที่อุณหภูมิสูงขึ้น ปริมาณของแก้วจึงมีมากขึ้น จะมีหินแก้วเท่านั้นที่คงทนอยู่ได้จนเกือบถึงจุดสุกตัวของเคลือบหิน แก้วจึงละลาย ทำให้เกิดความหนืด แต่จะช่วยไม่ให้เคลือบไหลตัวเกินไป

9.3.6 ชั้นของเคลือบขณะชุบเคลือบใหม่ ๆ จะมีรูพรุน 40 – 50% ทำให้มีอากาศอยู่เต็ม ในขณะที่ส่วนผสมของเคลือบหลอมตัว ทำให้มีฟองอากาศ ซึ่งเกิดจากการสลายตัวของพวกคาร์บอเนตในวัตถุดิบที่ใช้ทำส่วนผสมของเคลือบ ฟองอากาศบางส่วนจะหนีออกไปได้ แต่ส่วนใหญ่จะถูกกักอยู่ในเนื้อเคลือบแต่เมื่อถึงจุดสุกตัวของเคลือบความหนืดของเคลือบจะค่อย ๆ ลดลง ฟองอากาศส่วนใหญ่จะลอยตัวขึ้นมาเหนือผิวเคลือบ และหนีออกไป เหลือเป็นรอยหลุมเล็กๆ บนผิวเคลือบและหายไป โดยผิวของเคลือบจะปรับระดับผิวให้เรียบและสงบนิ่งในที่สุด และพบฟองอากาศที่รอยต่อระหว่างเคลือบกับเนื้อดินเสมอไม่ว่าเคลือบนั้นจะดีเพียงใด

9.3.7 เนื้อเคลือบจะละลายเนื้อดินตรงที่สัมผัสกัน แต่การละลายนี้จะไม่เท่ากันทุกจุด จากปฏิกิริยานี้จะทำให้เกิดผิวขรุขระ แต่จะทำให้เคลือบติดกับเนื้อดินได้ดี และทำให้เกิดคุณสมบัติทางกายภาพที่ดีด้วย

9.4 ปรากฏการณ์ระหว่างการเย็นตัวลงของเคลือบ

เมื่อการเผาเคลือบถึงจุดสุกตัวดีแล้ว ก็หยุดการให้พลังงานความร้อน โดยปล่อยให้เย็นตัวลงกระทั่งถึงอุณหภูมิปกติ ซึ่งจะใช้เวลาประมาณ 24 ชั่วโมง ในอัตราการละความร้อนประมาณ 100 องศาเซลเซียสต่อชั่วโมง อันจะให้ผลดีแก่ผลงานในด้านการไม่แตกเสียหาย แต่ในขณะที่อุณหภูมิค่อย ๆ เย็นตัวลงอย่างช้า ๆ นี้ จะมีปรากฏการณ์ต่าง ๆ หลายอย่างเกิดขึ้น ในช่วงของเวลาที่ปล่อยให้เคลือบเย็นตัวลงดังนี้

9.4.1 ผิวเคลือบขณะที่สุกตัว ผิวหน้าจะมีลักษณะราบเรียบเหมือนกระจก แต่เมื่อเย็นตัวลงผิวที่เรียบนี้จะมีลักษณะเป็นปุ่มภูเขาไฟตื้น ๆ และจะเป็นหลุมเล็ก ๆ ในที่สุด นั่นคือ ผลที่เกิดมาจากอากาศที่มีอยู่ในผิวเคลือบ ได้หนีออกไปในสภาพของฟองอากาศ และทำให้ผิวเคลือบหดตัวลงเป็นหลุมเล็ก ๆ การสะท้อนแสงของผิวเคลือบจะมีค่ามากที่จุดสุกตัว และจะตกไปประมาณ 1 ใน 3 เมื่อเย็นตัวลง

9.4.2 การเกิดผลึกในเคลือบจะมีอยู่หลายแบบ คือ ผลึกระหว่างรอยต่อเนื้อดินกับเคลือบหรือผลึกที่กระจายอยู่ในเนื้อเคลือบและที่ผิวเคลือบ ผลึกเหล่านี้จะเกิดขึ้นระหว่างการเผา หรือการควบคุมอุณหภูมิใดอุณหภูมิหนึ่ง แต่ส่วนใหญ่แล้วจะเกิดขึ้นเมื่อปล่อยให้เคลือบเย็นตัวลง

9.4.3 การเกิดแรงเค้นในเคลือบ แรงเค้นในเคลือบก็คือ ขีดจำกัดของความยืดหยุ่นของเคลือบจะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อการหดตัวของเคลือบและเนื้อดินไม่เท่ากัน หากแรงเค้น คือ แรงต้านไม้ให้เคลือบเปลี่ยนรูปร่าง จะทำให้การเคลือบนั้นเสียหาย คือจะเกิดการรานตัว คือ แรงต้านไม่ให้เคลือบเปลี่ยนรูปร่าง จะทำให้การเคลือบนั้นเสียหาย คือจะเกิดการรานตัว เพราะเคลือบมีคุณสมบัติต้านทานแรงอัดสูง แต่มีความต้านทานแรงดึงต่ำ จึงต้องป้องกันแรงเค้น อันเกิดจากแรงดึงของผิวเคลือบ และเนื้อดินที่หดตัวไม่เท่ากัน โดยการทดสอบคุณสมบัติของแต่ละอย่างก่อนการสร้างสรรค์งาน (ประสพ ลี้เหมือดภัย , 2543 : 236 – 237)

9.5 บรรยากาศในการเผาเคลือบ

ในการเผาเคลือบนั้น เราสามารถแบ่งบรรยากาศในการเผาออกได้เป็น 2 แบบคือ

9.5.1 การเผาไหม้แบบออกซิเดชัน (Oxidation) เป็นการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ ออกซิเจนทำปฏิกริยากับเชื้อเพลิงได้สมบูรณ์

9.5.2 การเผาไหม้แบบรีดักชัน (Reduction) เป็นการเผาไหม้ที่มีออกซิเจนเข้าไปทำปฏิกริยาเผาไหม้ ไม่เพียงพอเป็นการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ (โกมล รักษ์วงศ์ , 2538 : 259 – 260)

9.6 การเผาเคลือบกึ่งมันกึ่งด้าน

เคลือบกึ่งมันกึ่งด้านมีวิธีการเผาแตกต่างจากการเผาเคลือบธรรมดาคือเคลือบธรรมดาเมื่อเผาถึงอุณหภูมิสูงสุด เมื่อเคลือบหลอมละลายดีแล้ว เช่น เผาที่อุณหภูมิ 1,250 องศาเซลเซียส สิ้นสุดการเผาเราก็ปิดไฟเตาเผาได้ แต่เคลือบกึ่งมันกึ่งด้านทุกชนิดต้องการอุณหภูมิในการเย็นตัวลงคงที่ และช้า ๆ สำหรับเคลือบซิงค์ออกไซด์นี้จะต้องแช่อุณหภูมิในขณะเตายังร้อนจัดอยู่ที่อุณหภูมิระหว่าง 1,100-1,180

องศาเซลเซียส นาน 4 – 6 ชั่วโมง หลังการเผาที่อุณหภูมิ 1,260 องศาเซลเซียสแล้วดังนั้นระหว่างที่อุณหภูมิในเตาเผาเริ่มจะลดลง จะต้องควบคุมอุณหภูมิในเตาเผาไว้คงที่นานกว่าธรรมดาอีก 6 ชั่วโมง จึงปิดไฟเตาเผา เคลือบผลึกมักจะใช้ระยะเวลาในการเผาเคลือบนานกว่าธรรมดาเกือบ 6 ชั่วโมง ทำให้เสียค่าเชื้อเพลิงในการเผามากกว่าเคลือบธรรมดา หลายท่านจึงคิดว่าเคลือบผลึกเผายาก ต้องมีเทคนิคในการเผาผิดกว่าเคลือบธรรมดา ถ้าเผาไม่ถูกต้องผลึกก็ไม่เกิด(ไพจิตร อิ่งสิริวัฒน์ , 2537 : 119)

9.6.1 การจัดเรียงผลิตภัณฑ์ในเตาเผา

เพราะว่าเคลือบกึ่งมันกึ่งด้านที่จุดสุกตัวมักมีกากรไหลตัวดี และจะยิ่งไหลตัวได้ดีบนผิวผลิตภัณฑ์ที่มีความลาดชัน ดังนั้นการเลือกใช้เคลือบต้องระลึกถึงเรื่องนี้ รูปแบบของผลึกบางชนิดจะเกิดได้ดีและสวยงามบนพื้นผิวที่กว้างมากกว่าพื้นผิวที่แคบ หรือผลิตภัณฑ์ที่มีรูปแบบทรงกระบอก เคลือบที่ไหลตัวดีดีมักจะเป็นสาเหตุของการสูญเสียผลิตภัณฑ์ เนื่องจากเกิดการสะสมเคลือบมากมายที่ฐานของผลิตภัณฑ์และเชื่อมผลิตภัณฑ์ติดกับฐานรองรับ เมื่อปล่อยให้เย็นตัวลงจะเป็นก้อนแข็ง การใช้ความพยายามแยกผลิตภัณฑ์ออกมาจะมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์แตกเสียหาย การแก้ปัญหานี้กระทำโดยการวางผลิตภัณฑ์ลงลนแผ่นดินขาวที่มีความหนาพอเหมาะ หรือใช้ผลิตภัณฑ์ทรงกระบอกตื้น ๆ ผลิตด้วยเนื่องดินปั้นที่แตกหักง่ายเป็นเครื่องรองรับ ซึ่งจะสามารถขัดออกไปได้ (ปรีดา พิมพ์ขาวขำ , 2530 : 233)

9.6.2 วิธีการเผา

24 องศาเซลเซียส – 900 องศาเซลเซียส ใช้เวลา 360 นาที = 6 ชั่วโมง

900 องศาเซลเซียส - 1,260 องศาเซลเซียส ใช้เวลา 240 นาที = 4 ชั่วโมง

เมื่อเผาเสร็จแล้วจาก 1,260 องศาเซลเซียสปล่อยให้เตาเย็นลงที่ 1,130 องศาเซลเซียส ใช้เวลาประมาณ 30 นาที จาก 1,130 องศาเซลเซียส เผาขึ้นมาใหม่ที่อุณหภูมิ 1,170 องศาเซลเซียส แช่อุณหภูมิ 1,170 องศาเซลเซียส ไว้นาน 360 นาที = 6 ชั่วโมงจะได้ผลึกดอกโตสมบูรณ์เต็มที่

ปกติผลึกของซิงค์ออกไซด์ (Zinc oxide) หรือผลึกขอแร่ Willemite นี้ มีช่วงการเผาเลี้ยงผลึกได้ในระหว่าง 1,100 องศาเซลเซียส - 1,180 องศาเซลเซียส ดังนั้นการเผาจึงขึ้นอยู่กับการทดลองแช่อุณหภูมิสั้นหรือยาว 2-4-6 ชั่วโมง ก็ได้ในช่วงอุณหภูมิดังกล่าว ซึ่งอาจารย์ไพจิตร อิงศิริวัฒน์ ได้ทำการทดลองแล้วพบว่าการเผาแช่อุณหภูมิ 1,140 องศาเซลเซียส – 1,170 องศาเซลเซียส นาน 6 ชั่วโมงได้ผลดีมากที่สุด ถ้าเผาแช่ในอุณหภูมิสูงเกิน 1,180 องศาเซลเซียส เคลือบเกิดการไหลตัวมาก ผลึกที่เกิดจะเป็นเส้นไหลตามแนวตั้ง เป็นเส้นสั้น ๆ คล้ายฝนตกหรือเกิดผลึกเฉพาะตรงที่เคลือบไหลไปกองรวมกันอยู่เช่นที่ก้นแจกัน (ไพจิตร อิงศิริวัฒน์ , 2537 : 119)

อาจกล่าวสรุปได้ว่า การเผาเคลือบเป็นขั้นตอนที่สำคัญมากที่สุดอีกขั้นตอนหนึ่ง ซึ่งต้องอาศัยความชำนาญเป็นอย่างมาก ผลิตภัณฑ์จะออกมาดีหรือไม่ ก็ขึ้นอยู่กับการเผาเคลือบนั่นเอง ส่วนการเผาเคลือบกึ่งมันกึ่งด้านจะต้องควบคุมการลดอุณหภูมิในช่วงที่ต้องการ และเป็นการเผาที่นานกว่าการเผาเคลือบแบบปกติ

10. ข้อบกพร่องการเคลือบ (Glaze Defects)

สาเหตุที่ทำให้มีตำหนิหรือข้อบกพร่องเกี่ยวกับการเคลือบนั้น มีหลายอย่างซึ่งนับว่าเป็นสิ่งสำคัญ และมีหัวข้อควรพิจารณาดังต่อไปนี้ (ทวี พรหมพฤกษ์. 2523 : 116 – 118)

10.1 ข้อบกพร่องซึ่งเกิดจากเนื้อดินปั้น (Defects due to the body)

10.1.1 เนื่องจากเนื้อดินปั้นมีความพรุนตัวมาก (Porous) อาจจะเนื่องจากวิธีนวดดิน (Wedging) ไม่ดีพอ ทำให้เกิดฟองอากาศ (air buble) ในดินเมื่อนำไปชุบเคลือบและเผาเคลือบ อากาศที่ยังค้างอยู่ในดินก็จะดันออกมา ทำให้เกิดเป็นรูเข็ม (pinholes)

10.1.2 ใช้น้ำผสมเนื้อดินมากเกินไปในขณะนวดดิน ทำให้เกิดความพรุนตัวในเนื้อดินได้

10.1.3 ใช้สารประเภทแมงกานีสผสมในเนื้อดินมากเกินไป อาจทำให้เนื้อดินเป็นตุ่ม (Blisters) โดยทั่วไปได้

10.1.4 ประเภทพวกสารละลาย (Soluble) เช่น กำมะถัน (Sulfates) ซึ่งเกิดในเนื้อดินเมื่อเวลาแห้งจะเกิดเป็นคราบ (whitish scum) เมื่อนำไปเคลือบทำให้เกิดรูเข็มขึ้นได้

การแก้ไข โดยเติมสาร Barium Carbonate ประมาณ 2 เปอร์เซ็นต์ แล้วเผาแบบ Reduction จะช่วยลดปฏิกิริยาดังกล่าวได้

10.1.5 การเผาดิบที่อุณหภูมิต่ำเกินไป ทำให้เนื้อดินมีความพรุนตัวมาก เมื่อนำไปชุบเคลือบจะดูดน้ำเคลือบเข้าไปมาก เมื่อนำไปเผาในอุณหภูมิสูงจะเกิดการหดตัวและขยายตัวทำให้ผิวเคลือบขรุขระได้

10.2 ข้อบกพร่องเกิดจากวิธีการชุบเคลือบ (Defects of Application)

10.2.1 ก่อนการชุบเคลือบ ควรใช้ฟองน้ำหมาด ๆ ลูบผิวผลิตภัณฑ์เสียก่อน จะช่วยป้องกันไม่ให้น้ำเคลือบผิวหนาเกินไป

10.2.2 ฝุ่นละอองและน้ำมันที่ติดบนผิว มักจะทำให้เกิดเป็นรูได้ บางทีก็ชุบไม่ติดเลยก็มี

10.2.3 ถ้าชุบเคลือบหนามากจนเกินไป สีที่ใช้ตกแต่งได้เคลือบจะไหล ทำให้ลายที่เขียนเลือน และน้ำเคลือบมักจะไหลมากองที่พื้นรอง

10.2.4 ดินที่ผสมในน้ำเคลือบมากเกินไป จะทำให้เคลือบเกิดการหดตัว รอยแตก เมื่อเวลาเคลือบแห้งก่อนเผา ทำให้เคลือบหลุดออกจากผลิตภัณฑ์ได้ง่าย

10.2.5 เกิดจากการชุบเคลือบบางเกินไป ทำให้ด้าน และไม่เป็นมัน

10.2.6 เกิดจากผลิตภัณฑ์ที่เคลือบไปครั้งหนึ่งแล้ว แล้วนำมาเคลือบอีก น้ำเคลือบจะไม่เกาะกัน

10.2.7 เกิดจากการเผาดิบที่ยังไม่เย็นตัว แล้วนำมาชุบเคลือบเลย ทำให้เกิดรูได้

10.3 ข้อบกพร่องเกิดจากส่วนประกอบของน้ำเคลือบ (Defect in Glaze Composition)

10.3.1 น้ำเคลือบที่ไม่ได้ถูกปรับปรุงให้เหมาะกับเนื้อดินปั้น (Body) เมื่อนำไปเคลือบทำให้เกิดแรงเค้นมีรอยแตกหรือรานในน้ำเคลือบ เนื่องจากอัตราการหดตัวของน้ำเคลือบช้ากว่าของเนื้อดิน ทำให้น้ำเคลือบแยก บิดงด

10.3.2 อัตราการกหดตัวไม่เท่ากันของน้ำเคลือบ ในขณะที่ผลิตภัณฑ์นั้นเย็นลง เป็นเหตุทำให้เกิดรานของน้ำเคลือบได้ ในกรณีนี้อัตราการหดตัวของเคลือบเร็วกกว่าเนื้อดิน มักจะทำให้เกิดการแตกร้าวได้

10.3.3 น้ำเคลือบที่ไหลตัวมาก เมื่อเวลาเผาถึงจุดสุกตัว ผลเสียของน้ำเคลือบจะไหลติดจ๊อ หรือชั้นวาง ทำให้ผลิตภัณฑ์นั้นเสียหายได้ ส่วนมากนิยมเติมดิน Kaolin เพื่อป้องกันไม่ให้เคลือบไหลมาก

10.3.4 ผิวเคลือบที่ไม่มีความมัว เกิดจากอัตราส่วนของอะลูมินากับซิลิกาไม่เหมาะสมกันแก้ไขโดยเติม Barium ลงไป

10.3.5 การเพิ่ม Tin ลงไปในน้ำเคลือบมากไป หรือพวกที่เป็น oxide มักจะทำให้เคลือบขรุขระ

10.3.6 เกิดจากการบดน้ำเคลือบละเอียดมากเกินไป ทำให้เกิดรูเข็มได้

10.3.7 เกิดจากน้ำเคลือบที่ทิ้งไว้นาน ทำให้เกิดการสลายตัวของสารคาร์บอเนต และ Organic matter ผสมกันอยู่ มักจะเกิดเป็นแก๊สขึ้นได้

10.4 ความบกพร่องเกิดจากการเผา

10.4.1 การเผาที่เกิน หรือต่ำกว่าอุณหภูมิที่กำหนดจะทำให้ได้ลักษณะของเคลือบที่ไม่เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของชนิดเคลือบ เคลือบแต่ละชนิดมีจุดสุกตัวที่แตกต่างกันตามสัดส่วนของวัตถุดิบที่ผสมลงในเนื้อเคลือบ (ปุณณรัตน์ พิชาญไพบูลย์. 2538 : 131 – 132)

เคลือบที่เผาต่ำกว่าอุณหภูมิที่กำหนดจะทำให้เคลือบมีลักษณะด้าน มีสีสันไม่สดใสวิธีการแก้ไขคือนำผลิตภัณฑ์กลับไปเผาอีกครั้งที่อุณหภูมิสุกตัวของเคลือบ

เคลือบที่เผาเกินกว่าอุณหภูมิสุกตัว ซึ่งมักเกิดจากการมิได้ตรวจสอบอุณหภูมิของเตาเผาตามกำหนดเวลา ซึ่งถ้าอุณหภูมิสูงกว่าจุดสุกตัวเคลือบเพียงเล็กน้อยจะทำให้ผิวหน้าของเคลือบมีความมันวาวงดงาม แต่หากการเผาที่เลยอุณหภูมิสุกตัวของเคลือบไปมากจะทำให้เกิดความเสียหายกับอุปกรณ์ภายในเตาเผาเมื่อเคลือบไหลเยิ้มตัวลงมาถึงชั้นเตาเผา

10.4.2 การเผาบรรยากาศที่ไม่เหมาะสมกับชนิดของเคลือบ เคลือบออกซิเดชันควรเผาในเตาไฟฟ้า หรือเตาเผาชนิดอื่นที่ใช้เชื้อเพลิงเผาไหม้ โดยควรคุมบรรยากาศภายในเตาให้สมบูรณ์อยู่เสมอ เคลือบออกซิเดชันที่เผาในบรรยากาศไม่สมบูรณ์จะให้สีสันไม่สดใสแลดูตุ่นไม่น่าดู เคลือบรีดัคชันที่เผาในบรรยากาศสมบูรณ์ หรือควบคุมบรรยากาศภายในเตาเผาไม่สมบูรณ์เพียงพอจะให้สีซีดและถ้าเป็นเคลือบสีแดงจากทองแดงก็จะไม่ปรากฏสีแดงออกมาเลย

10.4.3 การขาดความระมัดระวังในการบรรจุผลิตภัณฑ์เข้าเตาเผาทำให้ผลิตภัณฑ์กระทบกระแทกกันจนผิวเคลือบหลุด การบรรจุเตาเผาเคลือบนับเป็นขั้นตอนที่ต้องใช้ความระมัดระวังเป็นพิเศษเนื่องจากเป็นกระบวนการเกือบสุดท้ายที่ผลิตภัณฑ์จะสำเร็จออกมา

10.4.4 การวางผลิตภัณฑ์ภายในเตาเผาที่ชิดติดกันเป็นผลทำให้ผลิตภัณฑ์ที่เผาสำเร็จเชื่อมติดกันเป็นชิ้นเดียวกัน

10.4.5 การไม่ทำความสะอาดชั้นเตาเผา เสาวางชั้นเตา ก่อนการใช้ หรือการปิดฝาเตาแรงทำให้มีเศษฝุ่นละออง โดยเฉพาะเศษอิฐทนไฟหรือเศษเคลือบร่วงหล่นลงไปบนผลิตภัณฑ์ก่อนการเผาทำให้รอยตำหนิบนผิวเคลือบ

10.4.6 การเผาภาชนะที่มีฝาภาชนะ โดยไม่ได้วางฝาภาชนะปิดบนภาชนะให้เรียบร้อยก่อนการเผาเคลือบ เป็นผลทำให้ฝาภาชนะขาดความกระชับหรือมีขนาดไม่พอดีกับตัวภาชนะ เนื่องจากอุณหภูมิตามจุดต่าง ๆ ภายในเตาเผามักจะไม่เท่ากัน เป็นผลทำให้วัตถุภายในเตาเผามีการหดตัวที่แตกต่างกันไปตาม ตำแหน่งที่วางผลิตภัณฑ์

10.5 ข้อบกพร่องที่เกิดตำหนิในน้ำเคลือบ

10.5.1 <u>การเกิดรูเข็มบนผิวเคลือบ หรือรูตามด (Pinholing)</u>

คือ การที่ผิวเคลือบมีรอยตำหนิ เป็นรูลึกลงไปถึงผิวของเนื้อดินปั้น การที่ผิวเคลือบไม่เรียบนี้จะมีปัญหาในการตกแต่งผลิตภัณฑ์ โดยการติดรูปลอก หรือการเขียนลาย ทำให้ผลิตภัณฑ์ด้อยคุณภาพขายไม่ได้ราคา(ไพจิตร อิงศิริวัฒน์. 2537 : 31 – 32)

สาเหตุ

1) เกิดจากน้ำดินหล่อมีฟองอากาศอยู่มาก เนื่องจากดินเพิ่งกวนเสร็จใหม่ยังไม่ได้หมักแต่รีบนำมาใช้ เมื่อเทพิมพ์หล่อจึงมีฟองอากาศอยู่ในผลิตภัณฑ์หลังการเผาฟองอากาศนี้จะดันตัวออกจากเนื้อดินขึ้นมาแตกบนผิวเคลือบเป็นรู ๆ

2) เกิดจากเนื้อดินปั้นที่บดใช้เอง โดยดินไม่ได้ผ่านกรรมวิธีการล้างดินมาก่อน ดินที่ขุดจากแหล่งนำมาบดละเอียดอย่างเดียว แล้วนำมาใช้ปั้นผลิตภัณฑ์โดยตรง ยังมีสิ่งเจือปนอยู่ในดินมาก ทำให้มีปัญหาหลังการเผา ในบางครั้งการบดดินโดยหม้อบดมีปัญหาลูกบดน้อยเกินไป บดไม่ค่อยละเอียด ทำให้ดินมีปัญหาเพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้เคลือบเป็นตำหินมากหลังเผาถ้าเนื้อดินมีความละเอียดดีปัญหาของเคลือบจะลดน้อยลงได้

3) เกิดจากผลิตภัณฑ์เผาดิบ ที่มีความหนามาก ๆ และผิวแห้งสนิท เมื่อนำไปชุบเคลือบจะดูดเคลือบอย่างรวดเร็วเกินไป เมื่อดูดเคลือบไม่ทันชั้นของเคลือบจะเกิดรูเป็นฟองอยู่ทั่วไป หลังการเผาจะเกิดเป็นรู ๆ ตรงที่เป็นฟองอากาศ เคลือบจะเว้นหายไปเกิดเป็นรูเข็มบนผิวเคลือบ

วิธีแก้รูตามด

1) ดินหล่อที่ผสมเสร็จใหม่ ๆ ควรกวนในถังเก็บ หมักไว้ประมาณ 2 วันก่อนใช้ ไม่ควรนำดินที่กวนเสร็จใหม่ ๆ มาใช้ในทันที เนื่องจากมีฟองอากาศมาก และก่อนใช้ดินหล่อทุกครั้ง ต้องเปิดเครื่องกวนน้ำดินให้เข้ากันประมาณ 15 นาที เพื่อลดฟองอากาศ

2) เนื้อดินปั้นที่เตรียมเอง ควรมีการควบคุมคุณภาพอย่างใกล้ชิดควรทดสอบความละเอียดของเนื้อดินให้คงที่ สามารถทดสอบโดยใช้ดิน 100 กรัม ละลายน้ำ 1 แก้ว นำไปกรองผ่านตะแกรงเบอร์ 100 ตรวจดูว่ามีเศษทรายค้างตะแกรงอยู่เท่าไร นำไปชั่งน้ำหนัก ต้องได้ค่าคงที่ทุกครั้งไม่ให้มีเม็ดทรายมากผิดปกติกว่าค่าน้ำหนักเดิม ถ้าทรายมากกว่าเดิมต้องนำไปบดต่อ

3) ผลิตภัณฑ์เผาดิบที่มีขนาดชิ้นงานใหญ่ มีความหนามาก ควรนำไปล้างก่อน 1 ครั้งให้ได้รับความชื้นก่อนนำไปเคลือบ จึงสามารถดูดน้ำยาเคลือบได้สม่ำเสมอ ไม่เกิดฟองอากาศ และไม่ดูดเคลือบหนาเกินไป

ตำหนิที่เป็นรอยแผลแตกและรูเข็ม

เกิดขึ้นเมื่อชุบเคลือบบนผลิตภัณฑ์ดิบ หรือเนื้อดินปั้นที่ไม่ได้ผ่านการเผา ตำหนิเฉพาะบางชนิดจะเกิดขึ้นเนื่องจากสภาวะของเนื้อดินปั้น และพฤติกรรมของเนื้อดินปั้นซึ่งจัดเป็นหัวข้อได้ดังนี้ (ปรีดา พิมพ์ขาวขำ. 2530 : 141 – 142)

1) การกวนผสมเนื้อดินปั้นไม่ดีพอ เนื้อดินปั้นไม่เป็นเนื้อเดียวกันตลอด

2) อากาศถูกดูดเข้าไปในน้ำดินตลอดเวลาการปั๊มน้ำดินซึ่งมีข้อบกพร่อง

3) การนวดเนื้อดินปั้นไม่ดีพอ

4) แบบสำหรับใช้ในการขึ้นรูปโดยการเทแบบแห้งและร้อนมากเกินไป

5) ใช้น้ำในการตกแต่งผลิตภัณฑ์ดิบขั้นสุดท้ายมากเกินไป

6) ผลิตภัณฑ์ดิบแข็งไปในขณะทำการตกแต่ง

7) มีฝุ่นและน้ำมันบนผิวผลิตภัณฑ์

8) อากาศถูกกักอยู่ในช่องว่างเล็ก ๆ ของเนื้อผลิตภัณฑ์และไม่ถูกขจัดออกไประหว่างการจุ่มในน้ำเคลือบ

9) ไม่ได้ทำให้ผลิตภัณฑ์ซึ่งมีความพรุนตัวมากชุ่มไปด้วยน้ำก่อนทำการชุบเคลือบ

10) อุณหภูมิของผลิตภัณฑ์และเคลือบที่มีความแตกต่างกัน ผลิตภัณฑ์มีผิวขรุขระ และน้ำเคลือบที่จะใช้เคลือบควรมีอุณหภูมิเท่ากันก่อนจะทำการชุบเคลือบ ถ้าเคลือบมีอุณหภูมิสูงกว่า อากาศที่ถูกกักที่ผิวผลิตภัณฑ์จะขยายตัว และกลายเป็นฟองอากาศในเนื้อเคลือบดิบ

11) การชุบเคลือบช้า ๆ ผลิตภัณฑ์ที่ไม่ผ่านการเผาก่อนทำการชุบเคลือบ ถ้าสัมผัสกับน้ำเคลือบนาน ๆ จะดูดซับน้ำเคลือบได้อย่างอิสระ และอาจทำให้เกิดรูพรุนได้ กรณีเช่นนี้มักเกิดในผลิตภัณฑ์ที่แห้งและผลิตภัณฑ์ที่ไม่แห้งก็อาจเกิดขึ้นได้ การแก้ไขนอกจากจะทำการชุดเคลือบให้เร็ว และการควบคุมอุณหภูมิให้เหมาะสมแล้ว อาจใช้วัตถุดิบที่ไม่มีความเหนียวผสมในเนื้อผลิตภัณฑ์ให้มากขึ้น

12) โครงสร้างของเนื้อดินปั้นผลิตภัณฑ์ที่ยังไม่ได้เผา เนื้อผลิตภัณฑ์ที่ละเอียดและมีวัตถุดิบที่มีความเหนียวมาก ๆ มีแนวโน้มที่จะทำให้เกิดตำหนิในรูปแบบแผลพุพองมากกว่าเนื้อผลิตภัณฑ์หยาบ

แก๊สต่าง ๆ ที่เป็นสาเหตุในการทำให้รูเข็มและแผลพุพอง อาจมีต้นตอมาจากน้ำเคลือบ ซึ่งมีแหล่งที่มาต่าง ๆ ดังนี้

1) เกิดการหมักของอินทรียสารซึ่งมักจะมีส่วนผสมของเคลือบ เช่น อินทรียสารในดินเหนียวและบางส่วนที่ติดมาโดยบังเอิญกับวัตถุดิบอื่น ๆ การเติมสารอินทรีย์ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวยึดเกาะลงไปในน้ำยาเคลือบ เช่น พวกกัมต่าง ๆ กาวต่าง ๆ เป็นต้น สารพวกนี้เป็นตัวทำให้เกิดปัญหายุ่งยาก แต่ก็ป้องกันได้โดยการผสมคาร์บอลิก แอซิด หรือสารประกอบของฟีนอล น้ำมันระกำ ฟอมาลดีไฮด์ลงไปสองสามหยด

2) การสลายตัวของสารประกอบคาร์บอเนตและอื่น ๆ ในระหว่างการเก็บน้ำเคลือบ

3) การใช้น้ำเคลือบเร็วไปหรือเก็บไว้นานไป โดยเฉพาะการเก็บในที่ที่มีอุณหภูมิสูง การกระทำเช่นนี้จะทำให้เกิดการสะสมแก๊สต่าง ๆ ซึ่งเกิดจากสาเหตุต่าง ๆ ที่กล่าวมาแล้ว ถ้าระยะเวลาการเก็บน้ำเคลือบสั้นไปและน้ำเคลือบข้นมากไป อากาศจะถูกกักไว้ในระหว่างการบดผสมจะหลุดลอยออกไปได้ไม่ดีเท่าที่ควร การกวนผสมให้เข้ากันอย่างดีแต่ไม่ทำให้เกิดความรุนแรง สามารถทำได้โดยการออกแบบเครื่องกวนให้ถูกต้อง

4) การอิ่มตัวไปด้วยน้ำของผลิตภัณฑ์บาง ๆ ระหว่างการจุ่มลงในเคลือบหรือพ่นเคลือบลงบนผลิตภัณฑ์

5) การจุ่มผลิตภัณฑ์แบน ๆ ลงในน้ำเคลือบ จะทำให้แก๊สถูกกักอยู่ระหว่างชั้นเคลือบกับผิวผลิตภัณฑ์

6) การพ่นเคลือบที่รุนแรงมากไป อาจทำลายการยึดเกาะกันระหว่างชั้นเคลือบและเนื้อผลิตภัณฑ์ซึ่งเป็นผลอาจทำให้เกิดรูเข็ม แผลพุพอง และจุดไม่เกิดการเคลือบ

7) การชุบเคลือบทับชั้นเคลือบดินต้องกระทำต่อเนื่องอย่าทิ้งไว้ให้ชั้นล่างแห้ง เพราะว่าจะเป็นผลทำให้เกิดแผลพุพองอย่างรุนแรง

8) ปริมาณและชนิดของดินเหนียวที่ใช้ความหนาของผลิตภัณฑ์ ความสามารถในการดูดซึมน้ำและความละเอียดของเนื้อ ทั้งหมดที่กล่าวมานี้มีความสำคัญเป็นองค์ประกอบ ที่สำคัญในการทำให้เกิดรูเข็มและแผลพุพอง

9) การหดตัวที่ต่างกันของชั้นเคลือบที่หนามาก ก็เป็นสาเหตุของการเกิดแผลพุพอง

10) การบดเคลือบละเอียดมากเกินไป

10.5.2 <u>เคลือบแยกตัวออกจากกัน (Crawling)</u>

มองเห็นได้ชัดเป็นตำหนิเคลือบแยกตัวออกจากกัน สาเหตุ

1) เนื่องจากการเกาะตัวของน้ำเคลือบกับเนื้อดินมีน้อย

2) สิ่งสกปรกและน้ำมันเกาะติดผิว

3) เกิดจากการหดตัวของน้ำเคลือบมากเกินไป

สาเหตุที่ทำให้น้ำเคลือบหดตัวมาก คือ

- เกิดจากจำนวนดินมากเกินไปในน้ำเคลือบ
- บดน้ำเคลือบละเอียดมากเกินไป
- ชุบเคลือบหนาเกินไป (ทวี พรหมพฤกษ์. 2523 : 120)

10.5.3 <u>การหดตัว</u>

ถ้าการหดตัวของเคลือบและผลิตภัณฑ์แตกต่างกันมากทั้งในระหว่างการอบแห้งและการเผาจะทำให้เกิดการแตกระแหงในชั้นเคลือบ ถ้าขณะหลอมตัวเคลือบมีความหนืดสูง รอยแตกของเคลือบไม่สามารถประสานกันได้ เคลือบยิ่งมีความตึงผิวสูง จะยิ่งแยกรอยแตกให้ใหญ่มากขึ้น(ปรีดา พิมพ์ขาว ดำ. 2530 : 246 – 247)

สาเหตุบางอย่างที่ทำให้เกิดการหดตัวมากเกินไป

1) ความผิดพลาดในการใช้ดินทั้งชนิดและปริมาณ

2) การบดเคลือบละเอียดมากไปจะทำให้หินฟันม้าและ ฟริตละลายได้มากขึ้น เกลือที่ละลายได้นี้จะมีผลต่อพฤติกรรมของดินในส่วนผสมของเคลือบ การบดเคลือบนานเกินไปฟริตจะดูดกลืนน้ำเข้าไว้ในตัว และจะปล่อยไอน้ำออกมาระหว่างเผาเคลือบ ซึ่งอาจเป็นสาเหตุทำให้เกิดแผลพุพองและรูเข็ม

3) องค์ประกอบของเคลือบซึ่งหดตัวอย่างไม่เหมาะสมที่อุณหภูมิสูง เช่น ออกไซด์ของสังกะสี แคลเซียม โบเรต อาจเป็นสาเหตุทำให้เกิดความยุ่งยาก ควรใช้ออกไซด์ของสังกะสีที่เผาแล้ว วอลลาสโตไนต์และเถ้ากระดูกมีพฤติกรรมเช่นเดียวกับออกไซด์ของสังกะสี

4) น้ำเคลือบที่ใช้ข้นมากไป

5) ความชื้นต่าง ๆ ในเตาเผา

6) เนื้อผลิตภัณฑ์ที่มีอนุภาคหยาบ ๆ เป็นปริมาณมากพอสมควร

7) การเตรียมเนื้อผลิตภัณฑ์ไม่สม่ำเสมอเพียงพอ

การยึดเกาะกันระหว่างชั้นเคลือบดิบกับผิวผลิตภัณฑ์ดิบดีไม่พอ เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการเคลือบผลิตภัณฑ์เป็นหย่อม ๆ เหตุผลที่ทำให้เกิดการเคลือบผลิตภัณฑ์เป็นหย่อม ๆ และเกิดความล้มเหลวคือ

1) ผิวผลิตภัณฑ์มีน้ำมัน ไขมัน หรือสารซึ่งไม่รวมตัวกับน้ำ

2) ผิวผลิตภัณฑ์ก่อนทำการชุบเคลือบมีฝุ่นผง

3) ผลิตภัณฑ์ก่อนชุบเคลือบมีความชื้นหรือการเผาไม่สม่ำเสมอ

4) การเผาบิสกิตไม่เหมาะสม อาจทำให้บิสกิตดูดซึมได้ดีเกินไป ซึ่งจะทำให้เกิดการชุบเคลือบที่หนาไปและจะพาไปสู่การแตกร้าว เนื่องจากการหดตัว บิสกิตที่เผาสูงไปจะทำให้การยึดเกาะกันระหว่างเคลือบดิบกับผลิตภัณฑ์ไม่ดีพอ นอกจากต้องใช้การเปลี่ยนแปลงทั้งชนิดและปริมาณของดิน หรือการผสมตัวทำให้เกิดการยึดเกาะที่ดีเข้าช่วย

5) เคลือบที่ตั้งทิ้งไว้นาน ๆ หลายชั่วโมงหรือวัน มักจะเกิดการเคลือบเป็นหย่อม ๆ เคลือบนจะเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีอย่ารวดเร็ว เมื่อมีความอบอุ่นและการกระทำของแบคทีเรีย หินฟันม้า และสารอื่น ๆ รวมทั้งฟริตหลายชนิดที่ละเอียดมากจะสลายตัวโดยการกระทำของน้ำ วิธีแก้ทำโดยการทำให้แห้งแล้วจึงทำเป็นน้ำเคลือบใหม่และนำไปใช้ทันที ในทางปฏิบัติ นิยมใช้การควบคุมน้ำเคลือบที่ต้องเก็บไว้ด้วยการปรับค่า pH ให้ถูกต้อง โดยการเติมกรด เช่น น้ำส้มสายชู กรดเกลือ เป็นต้น

10.5.4 <u>สีเคลือบด่างสีไม่สม่ำเสมอกัน (Flashing)</u>

คือการที่เคลือบสีไม่สม่ำเสมอกันทั้งใบ อาจมีด้านใดด้านหนึ่งเป็นรอยด่างเหลือง หรือมีสีซีดกว่าบริเวณอื่น ๆ ซึ่งเกิดในเฉพาะเคลือบที่เผา ในบรรยากาศรีดักชัน เผาสันดาปไม่สมบูรณ์เท่านั้น (ไพจิตร อิงศิริวัฒน์ .2537 : 34 – 36)

สาเหตุ

1) เกิดจากการเผาผลิตภัณฑ์ ด้วยเตาแก๊สแล้วเปลวก๊าซ จากหัวเผา เลียไปโดนด้านข้างของผลิตภัณฑ์ที่อยู่แถวริม สองข้างของเตาเผา

2) เกิดจากบรรยากาศในการเผา บางครั้งบริเวณชั้นล่างของเตาเผา ควบคุมบรรยากาศในการเผาไม่ดีกลายเป็นออกซิเดชัน

3) เกิดจากหัวเผาเสื่อมประสิทธิภาพทำให้ควบคุมความดันลม และก๊าซไม่ได้ตามความต้องการผลิตภัณฑ์ในบริเวณนั้นจะด่างทั้งหมด

วิธีแก้รอยด่าง

1) อย่าวางผลิตภัณฑ์ยื่นออกมาเกินขอบแผ่น รองเตาเผาด้านข้างเตา

2)ควบคุมบรรยากาศในการเผาให้ดีโดยสังเกตจากเปลวไฟ ความสว่าง และความมัวในบรรยากาศรีดักชัน

3) หัวแก๊สที่แรงมากผิดปกติจนปรับไม่ได้ ต้องมีอะไหล่สำหรับไว้เปลี่ยนด้วย

10.5.5 <u>ขอบปากของผลิตภัณฑ์ที่เคลือบเป็นวงสีดำคล้ำ (Black up rim)</u>

คือ การที่เคลือบด่าง เป็นสีคล้ำที่วงของปากของผลิตภัณฑ์ หรือในบางส่วนของผลิตภัณฑ์ดำคล้ำเป็นแถบซึ่งทำให้ผลิตภัณฑ์มีตำหนิเสียหายทั้งเตา เกิดขึ้นในเฉพาะเคลือบที่เผาในบรรยากาศรีดักชันสันดาปไม่สมบูรณ์เท่านั้น

สาเหตุ

1) เกิดจากการเผาดิบผิดวิธี โดยการเผาแบบบรรยากาศสับดาปไม่สมบูรณ์ ทำให้ผลิตภัณฑ์เผาดิบมีเขม่าหรือคาร์บอนจับ

2) เกิดจากการเริ่มเผารีดักชันเร็วเกินไป (Early Reduction) เคลือบบางชนิดเริ่มเผารีดักชันที่ 950 C แต่เคลือบลายคราม (Blue & White Porcelain) นิยมรีดักชันที่ 1000 C และรีดักชันขนาดปานกลางไม่รุนแรงมากเท่าเคลือบ คอปเปอร์เรด หรือ เคลือบศิลาดล

3) เกิดจากการเรียงผลิตภัณฑ์ในเตาเผาหนาแน่น ติดชิดกันมากเกินไป และแผ่นรองเตาเผาชั้นบน วางติดขอบปากผลิตภัณฑ์ด้านล่างมากเกินไป จะเกิดขึ้นได้ง่าย ถ้าเป็นผลิตภัณฑ์ขนาดเดียวกันหมดทั้งชั้น และทั้งเตาที่ใส่ของแน่นมากเกินไปจนไม่มีช่องว่างให้เปลวไฟผ่านไปได้สะดวก

วิธีแก้ขอบปากดำ

1) ในการเผาดิบช่วงอุณหภูมิ 24 C – 750 C ต้องเผาแบบบรรยากาศสันดาปสมบูรณ์เต็มที่และเผาช้า ๆ ใช้ระยะเวลาประมาณ 6 – 7 ชั่วโมง เพื่อให้สารประกอบพวกเถ้าถ่านในดิน (Carbo neceous Materials) ในเนื้อดินหมดไป โดยเฉพาะในกรณีที่จะนำผลิตภัณฑ์เผาดิบนั้นมาเผาเคลือบในบรรยากาศรีดักชัน

2) อย่าเริ่มเผารีดักชันเร็วเกินไป ควรเผาจากอุณหภูมิห้อง 24 C – 1,000 C แบบออกซิเดชันสันดาปสมบูรณ์ เริ่มเผารีดักชันที่ 1,000 C – 1,250 C โดยรีดักชันไม่รุนแรงมากนัก ระยะเวลาในการรีดักชัน 1,000.C – 1,250 C ไม่ควรนานเกิน 5 ชม. (ขนาดเตาที่เล็กกว่า 1 ลบม.) และไม่ควรรุนแรงมาก เผาแช่อุณหภูมิ (Soaking) รีออกซิเดชัน (Re-Oxidation) ประมาณ 15 นาที ระยะสุดท้ายของการเผาไล่ควันเขม่าจากผิวเคลือบให้หมดไป

3) ไม่ควรเรียงผลิตภัณฑ์ชิดกันเกินไปในเตาเผา โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์ที่เป็นขนาดเดียวกันการวางแผ่นรองเตาเผาในชั้นบนติดชิดขอบปากผลิตภัณฑ์ชั้นล่างพอดี ทำให้ไม่มีช่องว่างเพียงพอให้ควันที่เกิดจากรีดักชันระเหยไปได้หมด ผลิตภัณฑ์ประเภทแจกันที่กลวงด้านในสามารถเก็บควันไว้ได้มาก ระบายออกยาก ควรวางแผ่นรองเตาเผาชั้นบนห่างจากขอบปากผลิตภัณฑ์ชั้นล่างอย่างต่ำ 1 ชม. ทุกชั้น ทำให้ได้ผลดีมีคุณภาพและประหยัดเวลาและเชื้อเพลิงในการเผา

10.5.6 <u>การปูดพองในเนื้อดิน (Bloating)</u>

เนื้อดินที่เราใช้ปั้นผลิตภัณฑ์โดยส่วนใหญ่ เป็นดินชนิดธรรมดาไม่ได้ผสมไว้เป็นพิเศษ ในการเผาเร็ว (Fast Firing) ซึ่งเป็นดิน หรือวัตถุดิบบางชนิดที่ผ่านการเผามาแล้ว หรือเป็นวัสดุดิบที่ผ่านการทดลองเผามาจนมั่นใจว่าสามารถเผาในเวลาเร็วเท่าที่เคยเผาได้โดยไม่เกิดปัญหา

สาเหตุ

1) ระยะเวลาการเผาสั้นเกินไปเผาอุณหภูมิ 1,280 C ในระยะเวลา 5 ชั่วโมง ถึงแม้ว่าเตาเผาจะมีประสิทธิภาพดีเยี่ยม แต่ดินไม่สามารถจะทนอุณหภูมิในการเผาอย่างรวดเร็วได้ เนื้อดินระบายไอน้ำและก๊าซต่าง ๆ ออกไม่ทันจึงพองตัวอยู่ในชั้นของดิน

2) น้ำดินหล่อบดไม่ละเอียด หรือชิ้นงานมีรอยร้าวแล้วทำการอุดซ่อมจากด้านนอก แต่ด้านในยังมีฟองอากาศหลงอยู่อีก

3) ดินอุณหภูมิต่ำที่ถูกนำมาเผาในอุณหภูมิสูง เมื่อดินถูกเผาเกินอุณหภูมิไปมากดินเกิดการพองตัวเปลี่ยนรูปทรง (Deform)

วิธีแก้ดินพองตัว

1) เพิ่มระยะเวลาการเผาให้ยาวขึ้น 24 C – 900 C = 5 ซม. นักเซรามิกส์หลายคนพยายาม Soaking ผลิตภัณฑ์ที่ 900 C 30 – 60 นาทีเพื่อไล่ก๊าซคาร์บอนต่าง ๆ ให้หมดไปจากดินจากอุณหภูมิ 900 C – 1,280 C ใช้เวลา 4 – 5 ชั่วโมง

2) ใช้ดินที่มีคุณภาพดีบดให้ละเอียดมากขึ้น ตรวจดูปริมาณลูกบดในหม้อบดดินทุก 3 เดือน คอยเติมปริมาณลูกบดที่สึกหรอให้มีปริมาณ 60% ของหม้อบด ชิ้นงานที่มีรอยร้าวมาก ๆ ไม่ควรแต่งซ่อมเพราะจะเก็บรอยร้าวไม่ได้ทุกรอยหลังการเผา

3) ดินที่มีแร่ธาตุปนอยู่สูง ต้องลดอุณหภูมิการเผาลง ดินที่ถูกเผาเกินอุณหภูมิมาก เกินไปจนยุบตัวเปลี่ยนรูปทรง ได้แก่ ดินที่มีแร่ธาตุพวกเหล็ก แมงกานีส แคลเซียม และด่างมากเกินไป

10.5.7 <u>เคลือบไหล (Running Glaze)</u>

คือการที่เคลือบไหลจากตัวผลิตภัณฑ์ไปกองอยู่รอบ ๆ แผ่นรองเตาเผารอบฐานของตัวผลิตภัณฑ์เคลือบไหลย้อยมักเป็นอันตรายต่อแผ่นรองเตาเผาในเคลือบอุตสาหกรรมทุกชนิดไม่นิยมใช้เคลือบไหลแต่เคลือบงานศิลปะบางชนิด นิยมใช้เคลือบไหล เพื่อให้เกิดปฏิกิริยาพิเศษ (Special Effect) ให้เคลือบดูน่าสนใจขึ้นกว่าเคลือบสีเรียบ ๆ ธรรมดา ๆ เช่น เคลือบขี้เถ้า นิยมใช้เคลือบงานศิลปะมาก (ไพจิตร อิงศิริวัฒน์. 2537. 32-33)

สาเหตุ

1) ชุบเคลือบหนาเกินไปกว่า 1.5 มม.

2) เผาเกินอุณหภูมิมากไป

3) ในสูตรเคลือบมีกลุ่มวัตถุดิบ ที่เป็นตัวหลอมละลาย พวกด่างมากเกินไป หรือในสูตรนั้นมีส่วนผสมของขี้เถ้าไม้รวมอยู่ด้วย

วิธีแก้เคลือบไหล

1) เพิ่มซิลิกาในสูตรเคลือบ โดยวิธีทำทดลองเคลือบอีก 3 สูตร โดยเพิ่มซิลิกาขึ้นจากสูตรเดิม 5 กรัม 10 กรัม และ 15 กรัม ตามลำดับเพิ่มสูตรละ 5% นำไปเผาอุณหภูมิเดิม ตรวจดูผลการทดลองก่อนนำมาใช้

2) ลดอุณหภูมิการเผาลงครั้งละ 20°C โดยทดลองกับเคลือบสูตรเดิมเผาแต่ละครั้งลดลง 20°C ถ้ามีเตาเผาทดลองเคลือบชนิดแบ่งอุณหภูมิการเผาได้ 5 โซนเผา จะเห็นการไหลของเคลือบได้ชัดเจนว่าควรเผาในอุณหภูมิเท่าใดจึงจะพอดี

3) ชุบเคลือบให้มีความหนามาตรฐาน 1 มม. โดยตลอด

หมายเหตุ ห้ามนำเคลือบไหลชุบผลิตภัณฑ์เขียนลายใต้เคลือบ เคลือบจะไหลทำให้สีเขียนไหลตามเลอะเทอะ

10.5.8 <u>เคลือบราน (Crazing)</u>

คือ การที่เคลือบแตกเป็นรอยร้าวเล็กๆ ทั่วบนผิวเคลือบ หรือเรียกว่าเคลือบแตกลายงาปกติในการเผากับดินสโตนแวร์เนื้อหยาบ เคลือบจะราน แต่ถ้าใช้ดินขาวปอร์ซเลน เนื้อละเอียดเคลือบจะไม่ราน

สาเหตุที่เกิด

1) เนื่องจากมีวัตถุดิบที่เป็นด่างมากเกินไปในเคลือบ เช่น เฟลด์สปาร์ ซึ่งหลักการเผาขยายตัวมาก 11 – 12% มากกว่าดิน จึงทำให้ผิวเคลือบดันกันแตกเป็นรอยร้าวเล็ก ๆ

2) เนื่องจากดินและเคลือบ หดตัวไม่เท่ากันหลังการเผา ดินสโตนแวร์เคลือบจะราน ดินขาวเคลือบไม่ราน

3) เคลือบทนไฟน้อยเกินไป ต้องเพิ่มซิลิกาหรือ ควอตซ์ ในเคลือบ

วิธีแก้เคลือบราน

1) ลดวัตถุดิบที่เป็นตัวหลอมละลายหนัก พวก high expansion alkaline คือพวกโซดาเฟลด์สปาร์ หรือโพแทสเฟลด์สปาร์ แคลเซียม และแบเรียมคาร์บอเนต

2) เพิ่มกรดหรือวัตถุดิบที่เป็นตัวทนไฟในสูตรเคลือบ เพื่อหยุดการหลอมละลายของเคลือบที่มีค่าการขยายตัวสูงกว่าดิน เพิ่มซิลิกา หรือควอตซ์ในเคลือบสูตรละ 10%

3) เปลี่ยนเนื้อดินปั้น ถ้าเป็นสูตรดินหล่อ ให้เพิ่มปริมาณดินขาวมากขึ้นในสูตร เคลือบจะหยุดการแตกร้าว

หมายเหตุ ปกติเลือกทำข้อ 1 และข้อ 2 พร้อมกันเคลือบสามารถหยุดรานได้

10.5.9 <u>การร่อนออก (Peeling or Shivering)</u>

สาเหตุ

1) เกิดจากการหดตัวของเนื้อดินกับเคลือบไม่เท่ากัน

2) ผิวของผลิตภัณฑ์สกปรก มีน้ำมันและขี้ผึ้ง (wax) ฉาบอยู่

3) ผลิตภัณฑ์มีความพรุนตัวน้อย ชุบเคลือบไม่ติด

การแก้ไข

1) ปรับปรุงการหดตัวของเนื้อดินและน้ำเคลือบให้ใกล้เคียงกัน

2) ทำความสะอาดผิวผลิตภัณฑ์ก่อนการชุบ

3) อย่าเผาดิบ (Bisciut) สูงเกินไป ทำให้ชุบเคลือบไม่ติด(ทวี พรหมวงษ์. 2523 : 119)

10.5.10 <u>การแตกของเคลือบตามแนวเส้นตรงเป็นรอยลึกถึงเนื้อดิน (Dunting)</u>

รอยแตกร้าวของเคลือบที่เป็นแนวเส้นตรงแนวยาว ๆ เป็นอันตรายต่ออายุการใช้งานของผลิตภัณฑ์ รอยแตกนี้ทะลุไปถึงเนื้อดินปั้นด้านล่าง ซึ่งร้าว ตามแนวเคลือบ ทำให้ผลิตภัณฑ์แตกร้าวหลังการใช้งานระยะสั้น(ไพจิตร อิงศิริวัฒน์. 2537 : 33 – 34)

สาเหตุที่เกิด

1) การเปิดเตาเผาเร็วเกินไป (ห้ามแง้มประตูเตาเผาก่อน 200°C) ทำให้ลมเย็นจากด้านนอกเตากระทบโดนผลิตภัณฑ์ที่ร้อนจัด เกิดรอยร้าวเป็นเส้นโค้งยาว ๆ ตามบริเวณรูปทรง ผลิตภัณฑ์ที่เป็นส่วนโค้ง ซึ่งมักเกิดในบริเวณที่เป็นจุดอ่อนของการปั้น เช่น ตรงส่วนที่มีดินบางกว่าบริเวณอื่น ๆ รอยร้าวนี้เกิดเป็นแนวลึกลงไป ถึงเนื้อดินทำให้ผลิตภัณฑ์แตกไม่ช้าก็เร็วภายในหนึ่งเดือน หลังนำออกจากเตาเผา

2) ไม่ควรปั้นผลิตภัณฑ์ให้มีเนื้อดินบางเกินไป แล้วชุบด้วยเคลือบหนา 2 มม. ทั้งด้านนอก – ด้านใน เนื้อผลิตภัณฑ์จะทนความหนาของเคลือบที่หุ้มรัดไม่ได้ ทำให้แตกหลังเผา โดยปกติความหนาของดินปั้นไม่ควรต่ำกว่า 4 มม. โดยสม่ำเสมอถ้ามีจุดใดจุดหนึ่งที่บางกว่าปกติ จุดนั้นมักจะเป็นจุดอ่อนเมื่อเคลือบหนา ๆ ทั้งด้านนอกและด้านใน ดินไม่สามารถจะรองรับเคลือบให้ติดอยู่ได้ จึงเป็นจุดอ่อนในขณะที่เตาเผาเย็นตัวลงเคลือบจะดันให้ผลิตภัณฑ์แตกร้าวได้ง่าย

10.5.11 <u>การสูญเสียความเป็นเงามันของผิวเคลือบ</u>

ความล้มเหลวในการผลิตเคลือบที่มีผิวเป็นเงามัน อาจเกิดจากสาเหตุใดสาเหตุหนึ่งจากสาเหตุต่าง ๆ ต่อไปนี้

ถ้าผลิตภัณฑ์มีความพรุนตัวมาก โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณซิลิกาสูง ชั้นของเคลือบโดยเฉพาะเคลือบซึ่งมีจุดสุกตัวต่ำและไหลตัวได้ดี อาจจะถูกดูดกลืนโดยเนื้อผลิตภัณฑ์ และจะเหลือเนื้อแก้วอยู่บนผิวผลิตภัณฑ์เพียงเล็กน้อย(ปรีดา พิมพ์ขาวดำ . 2530 : 248 – 249)

การระเหยกลายเป็นไอ ออกไซด์ที่มีฤทธิ์เป็นด่างทุกตัวระเหยกลายเป็นไปได้ไม่มากก็น้อย ออกไซด์ของตะกั่วระเหยกลายเป็นไอได้ดีที่สุด ผลิตภัณฑ์เคลือบด้วยเคลือบตะกั่วแล้วเผาจะสูญเสียความเป็นเงามันไปบ้าง นอกจากจะใช้ออกไซด์ชนิดนี้ปริมาณน้อยหรือมิฉะนั้นจะต้องใส่ผลิตภัณฑ์ไว้ในหีบดิน นอกจากนี้ผนังของหีบดินต้องฉาบด้วยของผสมซึ่งมีตะกั่วเป็นส่วนผสม

วัสดุที่ไม่ละลายในเคลือบ วัสดุพวกนี้ถ้ามีปริมาณมากและโดยเฉพาะถ้าอยู่ใต้ผิวหรือที่ผิวเคลือบจะทำให้เคลือบเกือบด้าน วัสดุบางอย่างที่ไม่ไวต่อปฏิกิริยา ได้แก่ SiO_2, CaO, BaO, MgO, SnO_2, Al_2O_3, Cr_2O_3, $Ca_3(PO_4)_3$ และกลุ่มสปิเนล ($Ro.R_2O_3$)

การตกผลึกกลับคืนออกมาจากเคลือบ

พฤติกรรมเช่นนี้เกิดขึ้นในเคลือบผลึก ซึ่งอาจมีการพัฒนาให้เกิดผลึกขนาดใหญ่หรือเล็ก การเกิดผลึกขนาดเล็กเป็นผลทำให้เกิดเคลือบด้าน

การป้องกันการตกผลึกกลับคืนมาของซิลิกา วิธีหนึ่งอาจใช้อัตราส่วนของออกไซด์ของโลหะที่มีฤทธิ์เป็นด่างกับซิลิกาไม่ควรมากกว่า 1 ต่อ 3 ถ้าอัตราส่วนซิลิกาต่ออลูมินาต่ำจะได้เคลือบด้านหรือเคลือบซึ่งไม่สุกตัว เคลือบด้านเนื่องจากมีปริมาณอะลูมินาสูงอาจจะมีความไวต่ออัตราการเย็นตัวของเคลือบ ดังนั้นผิวเคลือบอาจแสดงให้เห็นบริเวณสุกใสหรือด้าน หรือชิ้นของผลิตภัณฑ์ซึ่งเรียงในเตาเผาไม่ไกลกันนัก จะแสดงให้เห็นความแตกต่างดังที่กล่าวมา ในเคลือบซึ่งมีปริมาณซิลิกาซึ่งมีรูปผลึกที่เหมาะสมปริมาณมาก อาจจะใช้เป็นตัวอธิบายความไม่สุกใสของเคลือบได้ อย่างไรก็ดี อนุภาคของซิลิกาที่กระจัดกระจายอาจเป็นชิ้นส่วนที่ไม่ละลายก็น่าจะมีผลเช่นกัน

ผลิตภัณฑ์ที่ไม่สุกใสเนื่องจากมีปริมาณอะลูมินามากไป สามารถทำให้สุกใสได้ด้วยการเคลือบทับด้วยเคลือบซึ่งหลอมตัวได้ดีกว่าแล้วนำไปเผาใหม่

เคลือบที่ไม่สุกใสเนื่องจากมีออกไซด์ของดีบุกหรือสังกะสีมากไป อาจแก้ไขได้โดยการเติมซิลิกาและอะลูมินาลงไปเพียงเล็กน้อย

ไอน้ำ ไอน้ำในเตาเผาโดยเฉพาะเมื่อมีควันของเกลือแกงอยู่ด้วย หรือสารประกอบแบบเดียวกันของอัลคะไลอื่น ๆ จะมีพฤติกรรมที่ทำให้เคลือบไม่สุกใส และจะช่วยทำให้เกิดการตกผลึกกลับออกมาจากเคลือบ การเผาเคลือบในบรรยากาศชื้น เคลือบอาจจะถูกเคลือบด้วยชั้นของฟิล์มสีขาวแต่สามารถทำความสะอาดออกได้ พฤติกรรมแบบนี้แสดงว่าเคลือบมีปริมาณอัลคะไลมากและมีซิลิกาน้อยไป

ฟริตที่มีอัลคะไลมากไปอาจเป็นในกรณีการผลิตร่วมกับแบเรียมหรือสารประกอบของดีบุกจะต้องมีการทำความสะอาดอย่างดีเพื่อขจัดอัลคะไลที่มากเกินไป มิฉะนั้นเคลือบที่ผลิตขึ้นด้วยฟริตนี้อาจไม่สุกใสหรืออาจจะคลุมด้วยฟิล์ม

ซัลเฟต ซัลเฟตในเนื้อดินปั้นในวัตถุดิบและในน้ำมีผลที่เป็นอันตรายต่อการใช้ผลิตเคลือบหรือออกไซด์ของซัลเฟอร์ในบรรยากาศของเตาเผา มีผลทำให้เกิดตำหนิต่าง ๆ เช่น ไม่สุกใส เกิดฟิล์มที่ผิว รอยย่น รูเข็ม และแผลพุพอง

เคลือบที่ไม่มีตะกั่วเป็นองค์ประกอบ จะมีปริมาณของอัลคะไลสูง ซึ่งควรจะทำให้อยู่ในรูปฟริต ถ้าเคลือบเหล่านี้มีปริมาณอะลูมินา ซิลิกา และบอริกออกไซด์ไม่มากพอ เคลือบเหล่านี้มีแนวโน้มที่จะถูกกัดกร่อนโดยออกไซด์ของซัลเฟอร์ การผสมตะกั่วขาวลงไปในเคลือบระหว่าง 8% - 15% จะช่วยทำให้เกิดเกลือซัลเฟตที่ไม่เป็นอันตราย เกลือซัลเฟตนี้จะสลายตัวเมื่อสัมผัสกับซิลิกาที่ 920° C และสันนิษฐานว่าเกิดแก๊สซัลเฟอร์ไดรออกไซด์หนีออกไป เราสามารถที่จะทำให้เกลือซัลเฟตสลายตัวให้ซัลเฟอรัสออกไซด์ ได้โดยการเผาแบบรีดิวซิงตลอดเวลาก่อนเคลือบเริ่มหลอมตัวแล้วจึงเผาเคลือบต่อไปด้วยบรรยากาศออกซิไดซิง

เคลือบสุกตัวไม่ได้ที่ก็เป็นเหตุทำให้เคลือบไม่เป็นเงามัน