บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการทดลองครั้งนี้ ผู้ทดลองได้ศึกษาค้นคว้าข้อมูลที่เกี่ยวข้องจากเอกสาร ตำรา ประกอบซึ่งจะช่วยให้การทดลองเป็นไปด้วยดีและมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ทั้งยังบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ซึ่งแยกได้ตามหัวข้อดังต่อไปนี้

1. น้ำเคลือบ
    - 1.1 ความหมายของเคลือบ
    - 1.2 การจำแนกชนิดของเคลือบ
    - 1.3 เคลือบขี้เถ้า
    - 1.4 วัตถุดิบที่ใช้ในการทำน้ำเคลือบ
    - 1.5 การคำนวณน้ำเคลือบ
    - 1.6 การเตรียมน้ำเคลือบ
    - 1.7 วิธีเคลือบผลิตภัณฑ์
    - 1.8 การทดสอบคุณสมบัติของน้ำเคลือบ
2. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับเนื้อดินปั้น
    - 2.1 ความหมายของดิน
    - 2.2 ประเภทของดิน
    - 2.3 การเตรียมดิน
3. การเผาผลิตภัณฑ์
    - 3.1 การเผาดิบ
    - 3.2 การเผาเคลือบ
4. เตาเผา
    - 4.1 ชนิดของเตาเผา

4.2 เตาแก๊ส

4.3 อุปกรณ์และเครื่องมือวัดอุณหภูมิ

5. งานวิจัยเรื่องน้ำเคลือบ

น้ำเคลือบ

ความหมายของเคลือบ

เคลือบเป็นวัสดุที่มีลักษณะเหมือนแก้วฉาบ ๆ บนผิวผลิตภัณฑ์เซรามิกส์อย่างต่อเนื่อง เกิดขึ้นโดยการบดผสมของส่วนผสมจำพวกด่าง กลาง กรด ในอัตราส่วนที่พอเหมาะ ซึ่งเคลือบบนพื้นผิวของผลิตภัณฑ์ และนำไปผ่านขบวนการให้ความร้อน (ปรีดา พิมพ์ขาวขำ. 2530 : 1) สารประกอบของซิลิเกตรวมตัวกับสารประกอบอย่างอื่น ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นกรด กลาง และด่างที่เป็นตัวช่วยหลอมละลาย ซึ่งเราเรียกว่า ฟลักซ์ (Flux) (โกมล รักษ์วงศ์. 2531 : 62) อาจจะมีออกไซด์ของโลหะผสมลงไปด้วย เพื่อทำให้เกิดสีและความทึบในเคลือบ เมื่อเผาส่วนผสมของน้ำเคลือบถึงอุณหภูมิที่ทำให้หลอมละลายแล้ว (สุรศักดิ์ โกสิยพันธ์. 2531 : 1)

การจำแนกชนิดของเคลือบ

การจำแนกชนิดของเคลือบ น้ำเคลือบที่ใช้เคลือบผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา มีหลายชนิดด้วยกัน ซึ่งตั้งเกณฑ์ขึ้นมาเพื่อแบ่งหรือจำแนกชนิดของน้ำเคลือบนั้น มีอยู่หลายเกณฑ์ด้วยกัน ดังต่อไปนี้ (โกมล รักษ์วงศ์. 2531 : 63 - 65)

1. แบ่งตามวัตถุดิบที่ใช้ผสมน้ำเคลือบ หมายถึง ถ้าหากใช้อัตราส่วนของวัตถุดิบประเภทใดผสมในเคลือบมาก ก็จะเรียกชื่อน้ำเคลือบตามวัตถุดิบนั้น ๆ เช่น เคลือบเกลือ เคลือบขี้เถ้า เคลือบตะกั่ว และเคลือบบอร์แรกซ์ เป็นต้น

2. แบ่งตามชนิดของผลิตภัณฑ์ที่นำไปเคลือบ หมายถึง น้ำเคลือบที่ใช้เคลือบผลิตภัณฑ์

ประเภทใดก็จะเรียกชื่อน้ำเคลือบตามผลิตภัณฑ์ประเภทนั้น ๆ เช่น เคลือบเอิร์ทเทนแวร์ เคลือบสโตนแวร์ และเคลือบปอร์สเลน เป็นต้น

3. แบ่งตามอุณหภูมิที่ใช้เผาเคลือบ ซึ่งจะแบ่งออกได้ 3 ประเภท ดังนี้คือ

3.1 เคลือบไฟสูง ใช้อุณหภูมิในการเผา 1,230 ถึง 1,360 องศาเซลเซียส (2,235 - 2,480 องศาฟาเรนไฮท์)

3.2 เคลือบไฟกลาง ใช้อุณหภูมิในการเผา 1,000 ถึง 1,230 องศาเซลเซียส (1,835 - 2,235 องศาฟาเรนไฮต์)

3.3 เคลือบไฟต่ำ ใช้อุณหภูมิในการเผาไม่เกิน 1,000 องศาเซลเซียส (1,830 องศาฟาเรนไฮต์)

4. แบ่งตามวัตถุดิบที่ใช้ แบ่งน้ำเคลือบไว้ 3 ประเภท ดังนี้

4.1 เคลือบตะกั่ว เป็นน้ำเคลือบที่มีส่วนผสมของตะกั่ว

4.2 เคลือบไม่มีตะกั่ว เป็นน้ำเคลือบที่ไม่มีตะกั่วผสม

4.3 เคลือบเกลือ เป็นน้ำเคลือบที่ใช้เกลือแกงเผาให้ไอของเกลือระเหยไปเกาะติดกับผิวผลิตภัณฑ์ โดยที่เกิดจากไอของโซเดียมไปเกาะติดกับผิวผลิตภัณฑ์ และทำปฏิกิริยากับซิลิกา และอลูมินาในเนื้อดินปั้นก็จะกลายเป็นเคลือบ

5. แบ่งตามลักษณะที่มองเห็นด้วยตาหรือตามลักษณะผิวของเคลือบ สามารถแบ่งได้ดังนี้

5.1 เคลือบใส

5.2 เคลือบทึบ

5.3 เคลือบผลึก

5.4 เคลือบด้าน

5.5 เคลือบประกายมุก

การจำแนกชนิดของเคลือบผิวมีการแบ่งได้อีกหลายวิธีมากมายกว่าที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ในการทดลองครั้งนี้ ผู้ทดลองจะนำเคลือบขี้เถ้ามาใช้เคลือบผลิตภัณฑ์ทดลองเท่านั้น เพราะเป็นเคลือบที่มีอุณหภูมิในการเผาเนื้อดินปั้นสโตนแวร์ ที่จะทำการทดลองคือ 1,240 องศาเซลเซียส ดังกล่าวต่อไปนี้

<u>เคลือบขี้เถ้า</u> (Ash Glazes)

เคลือบชนิดนี้จัดว่าเป็นเคลือบที่มีราคาถูกเช่นกัน คือ เราใช้สิ่งของที่ไม่มีประโยชน์แล้วมาใช้ให้เกิดประโยชน์ขึ้นมา เช่น ขี้เถ้า แกลบจากโรงสี ขี้เถ้าจากเตาหุงต้มอาหารในเรือนจำในหน่วยทหาร หรือในโรงเรียนประจำ ขี้เถ้าจากการเคี่ยวน้ำตาลมะพร้าวหรือน้ำตาลโตนด หรือขี้เถ้าจากการเผาขี้เลื่อย ขี้กบจากโรงเลื่อยหรือโรงงานเฟอร์นิเจอร์ หรือจากการเผาฟางข้าว ต้นอ้อ หญ้าคา เปลือกถั่วลิสง ใบหูกวาง หรือผักตบชวา เป็นต้น ขี้เถ้าของพืชเหล่านี้ล้วนแล้วแต่นำไปใช้ผสมทำน้ำเคลือบได้ทั้งนั้น ถ้าเรารู้จักที่จะนำมาใช้

โดยเฉพาะผักตบชวาซึ่งเป็นสิ่งที่ไม่ต้องการในขณะนี้ และรัฐต้องเสียงบประมาณในการปราบปรามอยู่นั้น ถ้านำเอามาทำเคลือบอย่างจริงจัง ผักตบชวาคงสิ้นไปจากคูคลองต่าง ๆ อย่างรวดเร็ว เพราะผักตบชวามาผสมทำน้ำเคลือบ ซึ่งก็ได้ผลดีทีเดียว ได้สีแปลก ๆ ไปกว่าพืชชนิดอื่น ทำได้หลายสีโดยไม่ต้องใส่ออกไซด์ที่ให้สี (Colorant Oxides) เลย ความเข้มข้นของสีขึ้นอยู่กับสัดส่วนที่ใช้ผสมจะให้สีตั้งแต่น้ำตาลเหลืองจนถึงน้ำตาลดำ เหมาะที่จะใช้เคลือบพวกผลิตภัณฑ์ทางศิลปะ (Art-Ware)

เคลือบขี้เถ้านี้ช่างจีนรู้จักใช้กันตั้งแต่ปลายสมัยราชวงศ์ฮัน (Han Dynasty) ราวคริสต์ศักราช 220 ส่วนในประเทศไทยนั้นก็รู้จักใช้กันมานาน ย้อนขึ้นไปถึงการทำเครื่องสังคโลกสมัยกรุงศรีอยุธยาเป็นราชธานี และที่อำเภอสันกำแพง จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งคงประมาณ 600-700 ปีที่แล้ว หรืออาจจะรู้จักใช้มาตั้งแต่สมัยลพบุรี คือ ประมาณ 1,000 ปีมาแล้วก็เป็นได้ ในปัจจุบันเราก็ยังใช้กันอยู่ เช่น ที่จังหวัดเชียงใหม่ และจังหวัดราชบุรี ทางเชียงใหม่ดูจะพยายามพลิกแพลงและปรับปรุงคุณภาพของน้ำเคลือบมากกว่าทางราชบุรี ทั้งนี้เพราะใช้เคลือบผลิตภัณฑ์ซึ่งมีลักษณะและความมุ่งหมายในประโยชน์ใช้สอยต่างกัน ตลอดจนดินเหนียวที่ใช้ทำผลิตภัณฑ์ก็ต่างกัน

<u>วัตถุดิบที่ใช้ในการทำน้ำเคลือบ</u>

จากการที่สามารถแบ่งชนิดของเคลือบได้หลายชนิดย่อมแสดงว่า วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต

ส่วนผสมของเคลือบนั้นมีมากมายหลายชนิด ซึ่งส่วนมากมักเป็นสารประกอบที่ซับซ้อน ในการนำวัตถุดิบมาใช้นั้นส่วนมากจะมีปัญหาเรื่องความบริสุทธิ์ คือ มักจะมีสิ่งเจือปนที่นอกเหนือไปจากสารประกอบหลัก ซึ่งตามปกติในการทำน้ำเคลือบที่มากกว่าหนึ่งครั้ง จะใช้วัตถุดิบอย่างเดียวกันจำนวนเท่ากัน แต่วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตเคลือบนั้นได้ซื้อจากแหล่งที่ต่างกัน อาจจะได้เคลือบที่แตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับแหล่งกำเนิดของสารนั้นและกรรมวิธีในการผลิตด้วย ดังนั้นวัตถุดิบที่ใช้ทำเคลือบขี้เถ้ามีดังนี้

1. <u>แร่เฟลด์สปาร์</u> (Feldspar)

แร่เฟลด์สปาร์ หรือแร่ฟันม้า เป็นวัตถุดิบหลักในส่วนผสมของเคลือบ เฟลด์สปาร์เป็นสารประกอบอลูมิโนซิลิเกตของอัลคะไลและอัลคะไลน์เอิร์ท โดยเฉพาะสารประกอบของโปแตสเซียม พบมากและใช้มากในอุตสาหกรรมเซรามิกส์ เพื่อเป็นตัวเชื่อมก่อให้เกิดปฏิกิริยาการเกิดเนื้อแก้วในเนื้อผลิตภัณฑ์ ดังนั้นเฟลด์สปาร์จึงเป็นตัวส่งเสริมให้มีการเกิดการเปลี่ยนแปลงไปเป็นเนื้อแก้ว และช่วยส่งเสริมให้ผลิตภัณฑ์มีคุณสมบัติโปร่งแสงดีขึ้น เฟลด์สปาร์เป็นแหล่งให้อัลคะไลน์และอลูมินาแก่เคลือบและแก้ว

โดยเฉพาะสารประกอบของโซเดียม (Na) โปแตสเซียม (K) และแคลเซียม (Ca) พบและใช้มากในอุตสาหกรรมเซรามิกส์ แต่สารประกอบบริสุทธิ์ของโซเดียม โปรแตสเซียม แคลเซียม หาได้ยากในแร่เฟลด์สปาร์ ในเฟลด์สปาร์จะมีทั้งซึ่งจะมีอัตราส่วนที่แตกต่างกันไป เนื่องจากสารทั้ง 3 ตัวนี้มีการรวมตัวเข้ากันได้ในสภาพที่เป็นของแข็ง

แร่หินฟันม้าที่พบมีดังนี้

1. Alkalies Feldspar
   - 1.1 Potash Feldspar ($K_2O.Al_2O_3.6SiO_2$)
   - 1.2 Soda Feldspar ($Na_2O.Al_2O_3.6SiO_2$)
   - 1.3 Potash Soda Feldspar ($KNaO.Al_2O_3.6SiO$)
2. Alkaline Earth Feldspar

2.1 Calcium Feldspar ($CaO.Al_2O_3.2SiO_2$)

2.2 Barium Feldspar ($BaO.Al_2O_3.2SiO_2$)

2. อลูมินา (Alumina)

อลูมินาเป็นวัตถุดิบที่ใช้มากในอุตสาหกรรมเซรามิกส์ อลูมินาบริสุทธิ์จะได้จาก คอรันดัม (Corundum) นอกจากนี้จะได้จากบอร์กไซท์ (Bauxite) ไดอะสปอร์ (Diaspore) ยิบไซท์ (Gibbsite) และการเผาอลูมิเนียมไฮเดรต (Aluminium Hydrate) สูตรทางเคมีของอลูมินา คือ Al_2O_3 ซึ่งมีน้ำหนักโมเลกุล 102 (Nelson. 1960 : 305) อลูมินาจะมีจุดหลอมละลายประมาณ 2,050 องศาเซลเซียส อลูมินาเป็นสารทนความร้อน (Refractory) ใช้มากในอุตสาหกรรมวัตถุทนไฟ

สุรศักดิ์ รักสิยพันธุ์ (2531 : 11) กล่าวเพิ่มเติมว่า อลูมินายังมีผลต่อเคลือบคือ เพิ่มความแข็งแกร่งให้เคลือบ และใช้แก้ปัญหาการรานของเคลือบ

สารที่ให้อลูมินา (Al_2O_3) (สุรศักดิ์ รักสิยพันธุ์. 2531 : 11 - 12)

2.1 อลูมิเนียมไฮเดรต (Aluminium Hydrate) สูตรทางเคมีคือ $Al(OH)_3$ เมื่อผ่านการเผา (Calcined) แล้วจะได้อลูมินา (Al_2O_3) สารประกอบทั้งสองรูปนี้มีความบริสุทธิ์สูง แต่นิยมใช้ในรูปของอลูมิเนียมไฮเดรตมากกว่า เพราะมีคุณสมบัติทำให้เคลือบลอยตัวได้ดี และการติดผิวผลิตภัณฑ์ก็ดีด้วย แต่อาจทำให้เกิดผิวเคลือบทึบหรือเป็นเคลือบด้านได้

2.2 เฟล็ดสปาร์

2.3 ดิน (Clay) มีสูตรทางเคมีคือ $Al_2O_3.2SiO_2.2H_2O$ เป็นส่วนประกอบที่สำคัญในน้ำเคลือบ เพราะว่าช่วยทำให้น้ำเคลือบลอยตัวไม่ตกตะกอนง่าย ช่วยให้น้ำเคลือบเกาะติดกับผิวผลิตภัณฑ์ได้ดี ช่วยควบคุมการหดตัวของน้ำเคลือบบนผลิตภัณฑ์ที่ยังไม่ได้เผา และเป็นตัวให้อลูมินา (Al_2O_3) และซิลิกา (SiO_2) แก่น้ำเคลือบตัวหนึ่ง ดินที่นิยมใช้ ได้แก่ ดินขาว

3. ซิลิกา (Silica)

ซิลิกา เป็นสารประกอบระหว่าง ซิลิกอน กับ ออกซิเจน สารประกอบของซิลิกาจะรวมตัวกับวัตถุดิบต่าง ๆ มากมาย เช่น ดิน เฟลด์สปาร์ หินดวอทซ์ เป็นต้น เมื่อนำซิลิกาเอา

ไปใช้เป็นส่วนผสมในเนื้อดินปั้นจะทำให้เนื้อดินแข็งแรง ทำหน้าที่เป็นโครงสร้างป้องกัน การหดตัวของผลิตภัณฑ์ ป้องกันการบิดเบี้ยวของผลิตภัณฑ์ ซิลิกามีสูตรทางเคมี คือ SiO_2 ซึ่งจะมีทั้งในน้ำเคลือบและเนื้อดินปั้น และมีมากกว่าร้อยละ 50 ซิลิกาบริสุทธิ์จะมีจุดหลอมละลายที่จุด 1,710 องศาเซลเซียส โดยทั่ว ๆ ไปเมื่อใช้ผสมในเคลือบจะให้ผลดังนี้ (สุรศักดิ์ โกสิยพันธ์. 2531 : 13)

1. เพิ่มจุดหลอมละลายของเคลือบให้สูงขึ้น
2. ลดการไหลตัว (Flnidity) ของเคลือบที่จุดหลอมละลาย
3. เพิ่มความคงทนต่อการกัดกร่อนของสารละลาย
4. ลดสัมประสิทธิ์การขยายตัวเมื่อได้รับความร้อน
5. เพิ่มความแข็งแกร่งให้แก่เคลือบ (Tensile Strength)
6. ทำปฏิกิริยาได้อย่างดีกับพวกด่าง (Bases) แล้วหลอมตัวกลายเป็นแก้ว

ตามปกติซิลิกาจะเป็นวัตถุดิบที่เด่นที่สุดในส่วนผสมของน้ำเคลือบ และส่วนผสมของเนื้อดินปั้น เนื่องจากว่าซิลิกาหรือออกไซด์ของซิลิกอนรวมตัวได้อย่างอิสระกับออกไซด์อื่น ๆ โดยเฉพาะออกไซด์ที่เป็นด่าง ซึ่งจะเกิดเป็นสารประกอบซิลิเกตที่ซับซ้อนและเป็นสารประกอบที่มีคุณสมบัติที่สำคัญดังนี้ (ปรีดา พิมพ์ขาว ขำ. 2530 : 21)

1. โดยทั่วไปสารประกอบเหล่านี้ผสมเป็นเนื้อเดียวกันทุกอุณหภูมิ
2. ที่อุณหภูมิธรรมดา สารประกอบเหล่านี้สามารถรักษาสภาพการเป็นแก้ว ซึ่งมีคุณสมบัติทางแสงและทางกลศาสตร์เหมาะสมที่จะใช้เป็นเคลือบได้
3. สารประกอบเหล่านี้สามารถที่จะผลิตขึ้นมาให้มีความต้านทานต่อการกัดกร่อนของแก้วสต่าง ๆ น้ำ สารละลายของด่างและกรดต่าง ๆ
4. การเพิ่มสารประกอบอื่น ๆ ที่เหมาะสมลงไปในสารประกอบซิลิเกต จะยังคงรักษาสภาพการเป็นแก้ว ซึ่งอาจมีคุณสมบัติแตกต่างออกไป เช่น ได้แก้วสีต่าง ๆ หรือได้แก้วทึบแสง เป็นต้น

4. ขี้เถ้าไม้

การเลือกชนิดของพืช

ขี้เถ้าพืชทุกชนิดใช้ทำเคลือบได้ แต่จะให้ผลของสีและผิว ตลอดจนความโปร่งแสงหรือทึบแสงแตกต่างกันไป จึงจำเป็นต้องเลือกพืชให้เหมาะสมกับลักษณะของงานที่จะทำ และที่สำคัญการเลือกพืชมาเผาเอาขี้เถ้านั้น ต้องพิจารณาผลที่จะได้รับนั้นคุ้มค่าและควรทำหรือไม่ และที่สำคัญยิ่งกว่าคือ จะต้องไม่เป็นการตัดไม้ทำลายป่าหรือทำลายสภาพแวดล้อมที่ดีของธรรมชาติให้เสียไป ทางที่และหากเป็นไปได้ควรจะเป็นการช่วยรักษาสภาพแวดล้อม หรือช่วยทำให้สภาพแวดล้อมดีขึ้น หรือเป็นการช่วยใช้วัตถุดิบที่ธรรมชาติสร้างมาให้อย่างคุ้มค่า (เสริมศักดิ์ นาคบัว. 2536 : 10)

การเก็บรวบรวมใบไม้ร่วงและพืชไร่

ในกรณีที่เก็บกวาดรวบรวมใบไม้ร่วงจะต้องระวังอย่าให้มีเศษดิน ทรายจากพืชปนเปื้อนใบไม้ พืชไร่ที่ถอนรากขึ้นมา เช่น ถั่วลิสง ต้องสลัดดินที่ราก หรือตัดรากส่วนที่ดินทรายติดอยู่ทิ้งให้หมด ผักตบชวาก่อนนำขึ้นตากแห้งต้องล้างรากให้สะอาด หรือตัดทิ้ง ถ้ามีโคลนติดอยู่มากจนทำให้ล้างลำบาก (เสริมศักดิ์ นาคบัว. 2536 : 11)

พื้นหรือลานตาก

พื้นที่สำหรับตากจะต้องพิจารณาให้เหมาะสมว่าพืชชนิดใดควรตากบนพื้นอะไร ข้อที่ควรระวังก็คือ จะต้องไม่ให้มีดินหรือทรายมาปนเปื้อนกับใบไม้หรือกิ่งไม้ที่ตาก ถ้าเป็นกิ่งหรือแขนงไม้ที่ยังไม่ได้ตัดทอนให้สั้นก็อาจตากทิ้งไว้บนลานดินหรือที่โล่งแจ้งที่มีหญ้าเตี้ย ๆ ขึ้นคลุมดินอยู่จะดีกว่า ใบไม้ปรกติไม่จำเป็นต้องตาก เพราะเมื่อร่วงจากต้นนั้นแห้งพอแล้ว แต่ถ้าเก็บเมื่อถูกฝนใบจะติดซ้อนกันเป็นปึก เพราะน้ำช่วยยึด หากไม่นำออกตากจะเน่าอยู่ในกระสอบหรือเข่งที่บรรจุ เมื่อจะตากควรตากบนลานปูน หากตากบนพื้นดินต้องรองด้วยสังกะสีเก่าที่ไม่เป็นสนิมมากนัก หรือปูพื้นด้วยเสื่อร้านแพน หรือเผือกหรือฟากเสียก่อน ผักตบชวา หญ้าตะกรับ ธูปฤาษี เป็นพืชที่อมน้ำ แห้งยาก การตากควรใช้พื้นที่เช่นเดียวกับใบไม้ แต่ควรหากิ่งไม้ช่วยหนุนให้ลอยสูงขึ้นจากพื้น จะทำให้แห้งเร็วขึ้น ธูปฤาษีนั้นถ้าไม่แห้งสนิทจะเผาไม่ไหม้ ถ้าตากในฤดูฝนจะต้อง

ระวังฝนตกเปียกด้วย โดยเฉพาะฐูปฤาษี หญ้าตะกรับ ผักตบชวา ฟางข้าว เมื่อแห้งแล้วถูกฝนจะดูดซับและอุ้มน้ำไว้จนฉ่ำแฉะต้องเสียเวลาตากอีกหลายวันกว่าจะแห้ง

การเผา

การเผาควรก่อเตาเผารูปสี่เหลี่ยมง่าย ๆ ไม่จำเป็นต้องมีตะกรับด้วยอิฐ มอญ หรืออิฐก่อสร้างก้อนใหญ่ ๆ ไม่จำเป็นต้องใช้อิฐทนไฟ เพราะดีเกินไปและราคาแพงเกินไป ไม่เหมาะกับงานที่ทำ นอกจากจะมีที่เก่า ๆ เป็นของใช้แล้วอยู่นำมาใช้จะดีมาก เพราะก้อนโตขนาดมีความสม่ำเสมอ ทำให้ก่อเตาได้สะดวก ใช้เวลาเพียงเล็กน้อยก็ก่อเสร็จ การก่อเตาไม่ต้องยาแนวด้วยดิน ไม่ต้องใช้ปูนสด ไม่ต้องฉาบปูน ให้อิฐเกาะเกี่ยวกันโดยการเรียงสลับแนว และที่พื้นเตาจะต้องปูอิฐทับผิวดินด้วย ขนาดของเตากำหนดความกว้าง ยาว สูง ตามความเหมาะสม ถ้าอิฐที่ใช้เป็นอิฐทนไฟหรืออิฐก่อสร้างที่มีรูปร่างสม่ำเสมอ แนวอาจจะชิดทำให้การถ่ายเทของอากาศไม่สะดวก อาจเว้นช่องขนาดครึ่งแผ่นอิฐไว้บ้างเป็นช่วง ๆ เพื่อให้อากาศถ่ายเทเข้าไปช่วยทำให้การเผาไหม้ดีขึ้น

การเผาขี้เถ้าของพืชชนิดใดชนิดหนึ่งด้วยเผาครั้งละมาก ๆ ให้มีปริมาณมากเพียงพอที่จะใช้ได้ในรอยหนึ่งปีหรือเพียงพอกับงานในโครงการที่จะทำในการเผา ถ้าเผาหลายเตา ต้องเอาขี้เถ้าของทุกเตามารวมรวมกันทั้งหมด ถือเป็นขี้เถ้าเดียวกัน แล้วบันทึกวันเดือนปีไว้ด้วย พร้อมกับบันทึกให้ชัดเจนว่าเป็นส่วนใดของพืช เช่น ใบหรือกิ่งหรือต้น พร้อมทั้งบันทึกแหล่งของพืชที่ได้มาด้วย เหตุที่ต้องทำเช่นนี้เพราะไม้ต้นเดียวกัน แต่เติบโตในที่ดินต่างกัน ขี้เถ้าที่จะได้ต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความสมบูรณ์ของแร่ธาตุที่มีอยู่ในดินแต่ละแห่ง ไม้ต้นเดียวกันถ้าตัดเมื่ออ่อนกับเมื่อแก่ก็จะได้ขี้เถ้า ซึ่งให้ผลในเคลือบต่างกัน ขี้เถ้าของไม้ต้นเดียวกันแต่ได้จากส่วนที่ต่างกัน เช่น ใบ กิ่ง ผล (หรือเมล็ด) เปลือกของผล (หรือเปลือกของเมล็ด ลำต้น เปลือกของลำต้นย่อมให้ผลในเคลือบต่างกัน เพราะแร่ธาตุที่พืชสะสมไว้ในส่วนต่าง ๆ ของต้นไม่เหมือนกัน เช่น ขี้เถ้าของผลและเปลือกของผล (Husks) จะมีอัลคะไลน์สูง ขี้เถ้าของส่วนเปลือกลำต้นจะมีแคลเซียมออกไซด์สูง พวกหญ้า ฟาง เฟิร์น (Fern) ที่ตัดต่างฤดูกัน อาจให้จำนวนซิลิกาต่างกันถึงร้อยละ 15 (เสริมศักดิ์ นาดบัว. 2536 : 11 - 12)

ข้อควรระวังในการทำงานกับขี้เถ้าพืช

การเก็บหรือร่อนขี้เถ้า ควรอย่างยิ่งที่จะใช้ผ้าเปิดปากปิดจมูก และควรให้ตัวอยู่ต้นลม โดยต้องระวังอย่าให้ขี้เถ้าปลิวเข้าตา เมื่อขี้เถ้าถูกน้ำจะมีด่างละลายออกมาเข้มข้นมากน้อยแล้วแต่ชนิดของขี้เถ้า ดังนั้นหากขี้เถ้าปลิวเข้าจมูกหรือตา น้ำเยื่อเมือกในจมูกหรือน้ำหล่อเลี้ยงตาจะทำให้ด่างละลายออกมาจากขี้เถ้า ทำให้เจ็บแสบมาก ถ้าขี้เถ้าเข้าตาต้องรีบล้างตาด้วยน้ำสะอาด สีมตาในน้ำและกลอกตาในน้ำสะอาดนาน ๆ ขี้เถ้าที่ปลิวติดอยู่กับหลังมือ ข้อมือหรือท่อนแขนส่วนล่างจะทำให้แสบคันได้เมื่อเหงื่อออก จึงควรระวังอย่าให้ส่วนดังกล่าวของร่างกายสัมผัสกับขี้เถ้ามากนัก วิธีป้องกันที่ดีที่สุดคือ การสวมถุงมือยาง โดยเฉพาะเมื่อทำการเคลือบชิ้นงานด้วยวิธีการชุบ ซึ่งนิ้วมือหรือมือที่จับชิ้นงานจะต้องจมลงไปในน้ำเคลือบด้วย เคลือบที่ผสมใหม่ ๆ แล้วใช้ทันที ด่างอาจยังละลายออกมาไม่มากนัก แต่เมื่อทิ้งค้างคืนไว้แล้วด่างย่อมละลายออกมาเต็มที่ เคลือบที่ผสมด้วยขี้เถ้าที่ไม่ได้ล้าง จะมีความเป็นด่างค่อนข้างเข้มข้น ถ้าทำการชุบเคลือบโดยไม่สวมถุงมือยางในชั่วเวลาเพียงไม่นานจะรู้สึกว่าหนังสือถูกด่างกัด นิ้วมือเหี่ยวย่น จมูกเล็บเจ็บแสบ หากเป็นแผลที่นิ้วหรือจมูกเล็บจะเจ็บมากจนทำงานไม่ได้ (เสริมศักดิ์ นาคบัว. 2536 : 13)

การล้างขี้เถ้า

หากประสงค์จะล้างขี้เถ้าทำได้ดังนี้ นำขี้เถ้าผสมกับน้ำในถังขนาดใหญ่ ใส่น้ำให้มาก ใช้ตะแกรงห่าง ๆ ตักเอาถ่าน และเศษไม้ที่ลอยอยู่บนผิวน้ำทิ้ง และรินน้ำและขี้เถ้าใส่ถังอีกใบหนึ่ง ทิ้งเศษดินและกรวดทรายไว้ที่ก้นถังใบแรก กรองขี้เถ้าด้วยตะแกรงเบอร์ 60 ถึงเบอร์ 100 หรืออาจถึงเบอร์ 200 ทั้งนี้แล้วแต่ความต้องการให้ลักษณะของผิวเคลือบเมื่อเผาแล้วเป็นอย่างไรหรืออาจจะแยกขนาดของขี้เถ้าไปเฉย ๆ เพราะกว่าจะได้มาถึงขั้นนี้ ต้องนับว่าเป็นของหายาก ปล่อยให้ขี้เถ้าตกตะกอน 2-3 ชั่วโมง น้ำส่วนบนจะมีรสกร่อย เพราะมีด่าง (Sodium hydroxide หรือ caustic-soda) จากขี้เถ้าละลายออกมาผสมอยู่เป็นจำนวนมาก

ค่อย ๆ รินน้ำทิ้งหรือใช้วิธีกาลักน้ำ (Siphon) หากถังใหญ่รินน้ำออกไม่สะดวก เปลี่ยนน้ำใหม่ปล่อยให้ตกตะกอนแล้วรินน้ำทิ้งอีก ทำซ้ำจนน้ำใสและจืด ตากขี้เถ้าให้แห้งเก็บไว้เพื่อใช้ผสมเคลือบต่อไป การล้างอาจล้างเพียงครั้งเดียว หรือหลายครั้งแล้วแต่ความประสงค์ (เสริมศักดิ์ นาคบัว. 2536 : 13)

การเผาขี้เถ้า

ขี้เถ้าที่เผาแล้วจะไม่มีเม็ดถ่านขนาดเล็กที่ยังไม่ไหม้เหลืออยู่ เพราะอุณหภูมิที่เผาจะสูงกว่าอุณหภูมิที่เกิดจากการเผาไหม้ตัวเองของพืชเมื่อถูกเผากลางแจ้ง อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับเผาขี้เถ้าพืชแต่ละชนิดคงไม่เท่ากัน และคงขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้ใช้ ขี้เถ้าต้นมะขามเผาที่อุณหภูมิ 900 องศาเซลเซียส จะได้ผงแห้งละเอียดสะอาดดี และน้ำหนักลดไปร้อยละ 40-70 ขี้เถ้าต้นข่าเผาที่อุณหภูมิเดียวกันจะเริ่มหลอมจับตัวเข้าด้วยกันเป็นก้อนใหญ่ ซึ่งหมายถึงอุณหภูมิ 900 องศาเซลเซียสนั้นสูงเกินไปสำหรับขี้เถ้าต้นข่า (เสริมศักดิ์ นาคบัว. 2536 : 13)

ข้าว

ลักษณะทั่วไป เป็นพืชจำพวกหญ้า ขนาดสูงประมาณ 1 เมตร ลำต้นมีข้อภายในกลวง ใบเรียวยาว ดอกออกเป็นช่อ เมื่อติดผลแก่จะห้อยย้อยลง เรียกว่า รวงข้าว ดอกที่ไม่ติดผลจะฝ่อลีบเป็นหนามแหลม ผลรูปไข่ปลายแหลม ผิวนอกมีสีเหลืองอ่อน ลำต้นเมื่อเกี่ยวและนวดเอาผลหรือเมล็ดข้าวออก และเรียกว่า ฟาง เปลือกของเมล็ดที่สีออกเรียกว่า แกลบ ผลการวิเคราะห์ขี้เถ้าของฟาง อัตราส่วนผสมของสารประกอบตามเปอร์เซนต์ต่าง ๆ ดังนี้ (เสริมศักดิ์ นาคบัว. 2536 : 90)

Fe_2O_3 = 0.43

MnO = 0.19

CaO = 8.28

MgO = 2.81

Na_2O = 4.07

K_2O = 10.21

P_2O_3 = 6.05

AL_2O_3 = 0.21

SiO_2 = 53.08

(เสริมศักดิ์ นาคบัว. 2536 : 77)

ในส่วนประกอบของขี้เถ้าพางจะเห็นว่ามีซิลิกาสูง

<u>การคำนวณหาเคลือบ</u>

การกำหนดสูตรเคลือบนั้นนิยมกำหนดในรูปของสูตรพื้นฐาน ซึ่งไม่สามารถไปเตรียมเป็นเคลือบได้ เนื่องจากบอกส่วนผสมเป็นจำนวนโมเลกุลของออกไซด์ จึงจำเป็นต้องเปลี่ยนเป็นค่าร้อยละของวัตถุดิบที่ใช้จริงในทางปฏิบัติเสียก่อนด้วยการคำนวณ และการคำนวณเคลือบนี้จำเป็นต้องมีความเข้าใจเกี่ยวกับสูตรพื้นฐานและวิธีการคำนวณเป็นอย่างดี

สูตรพื้นฐาน (Empirical Formula) สูตรพื้นฐานนี้จะบอกจำนวนโมเลกุลของออกไซด์ต่าง ๆ ที่ใช้เป็นส่วนผสมเพื่อเปิดรอกาสให้ผู้ใช้สามารถหาวัตถุดิบมาใช้ได้อย่างอิสระหรือเท่าที่มีอยู่ เพียงแต่วัตถุดิบนั้นมีสารประกอบทางเคมีครบก็ใช้ได้ และการเขียนสูตรแบบพื้นฐานจะเขียนเป็น 3 กลุ่ม ตามคุณสมบัติทางเคมี คือ (สุรศักดิ์ โกสิยพันธ์. 2531 : 51)

กลุ่มแรก จะเป็นสารที่มีคุณสมบัติเป็นด่าง (RO, R_2O Group) จำนวนโมเลกุลของสารในกลุ่มนี้เมื่อรวมกันแล้วจะมีค่าเท่ากับ 1.00 เสมอ เพื่อสะดวกในการเทียบอัตราส่วน

กลุ่มกลาง จะเป็นสารพวกที่มีคุณสมบัติเป็นกลาง (R_2O_3 Group)

กลุ่มหลัง จะเป็นสารพวกที่มีคุณสมบัติเป็นกรด (RO_2 Group)

ปรีดา พิมเพ็ชวาชา (2530 : 36) ได้แสดงรูปแบบการเขียนสูตรการแบ่งกลุ่มแบบพื้นฐานและตัวอย่างได้ดังนี้

R_2O

R_2O_3 RO_2

RO

ตัวอย่างคือ

0.6 K_2O

0.1 CaO 0.5 Al_2O_3 4 SiO_2

0.3 PbO

<u>วิธีคำนวณเคลือบ</u>

การคำนวณเคลือบจากตัวอย่างที่กำหนดไว้นี้ เป็นสูตรที่ยกตัวอย่างและแสดงผลในตาราง

0.32 K_2O

0.60 CaO 0.4 Al_2O_3 2.8 SiO_2

0.08 MgO

<u>วิธีการคำนวณ</u>

1. แทนค่าโมเลกุลของออกไซด์ที่กำหนดไว้ด้วย จำนวนโมเลกุลของวัตถุดิบที่ใช้จริง คือ

0.32 K_2O แทนด้วยโปตัสเซียมเฟลด์สปาร์ จะได้ 0.32 K_2O, 0.32 Al_2O_3 และ 1.92 SiO_2, ส่วน 0.6 CaO แทนด้วยแคลเซียมคาร์บอเนต 0.6 โมล 0.08 MgO แทนด้วยแมกนีเซียมคาร์บอเนต 0.08 Al_2O_3 และ 0.16 SiO_2 2.8 SiO_2 ขณะนี้ต้องการเพียง 0.72 โมล ของ SiO_2 แทนด้วยควอทซ์

2. หาค่าร้อยละของวัตถุดิบ โดยนำน้ำหนักโมเลกุลแต่ละตัวของวัตถุดิบมาคูณจำนวนโมลที่ได้ แล้วนำมาหาค่าร้อยละของวัตถุดิบ ดังตาราง 1

ตาราง 1 แสดงค่าการคำนวณวัตถุดิบของเคลือบ

จำนวนโมเลกุล	วัตถุดิบ	น้ำหนักโมเลกุล	น้ำหนักส่วนผสม	ค่าร้อยละ
0.32 $K_2O.0.32Al_2O_3.1.92SiO_2$	โปแตสเฟลด์สปาร์	557	178.2	57.7
0.60 $CaCO_3$	แคลเซียมคาร์บอเนต	100	60.0	19.4
0.08 $Al_2O_3.0.16SiO_2$	ดินขาว	258	20.6	6.7
0.72 SiO_2	ควอทซ์	60	43.2	14.0
0.08 $MgCO_3$	แมกนีเซียมคาร์บอเนต	84.3	6.7	2.2
รวม			308.7	100.0

การเตรียมน้ำเคลือบ

หลังจากกำหนดส่วนผสมของเคลือบที่ต้องการเป็นค่าร้อยละแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือ การนำส่วนผสมนั้นมาผลิตให้เป็นน้ำเคลือบ ซึ่งจะต้องคำนึงถึงความสะอาดและมีความระมัดระวังในการใช้วัตถุดิบและเครื่องมือต่าง ๆ ให้เหมาะสม เพื่อจะได้เคลือบที่ถูกต้องที่สุด และประหยัดเวลาแรงงาน วัสดุต่าง ๆ (ปรีดา พิมพ์ขาวชำ. 2530 : 56) ซึ่งสิ่งที่ต้องคำนึงถึงเหล่านี้ได้แก่

1. วัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้ในการเตรียมเคลือบ
2. ขั้นตอนในการเตรียมเคลือบ
3. ภาวะของผลิตภัณฑ์ที่นำไปเคลือบ

4. วิธีการชุบเคลือบ

5. ค่าความแข็งแรงเฉพาะของน้ำเคลือบ

<u>วัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้ในการเตรียมน้ำเคลือบในห้องปฏิบัติการ</u> วัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็นในการเตรียมน้ำเคลือบในห้องปฏิบัติการในแต่ละขั้น ได้แก่ (สุรศักดิ์ รักสิยพันธ์. 2531 : 67)

1. วัตถุดิบในส่วนผสม เช่น เฟลด์สปาร์ ดวอทซ์ หินปูนและออกไซด์อื่น ๆ

2. เครื่องชั่ง

3. เครื่องบด เช่น ครกร่างบด หม้อบด

4. เครื่องกรอง

วัตถุดิบ หมายถึง วัตถุดิบที่ใช้ในการผสมทำน้ำเคลือบ ส่วนมากจะถูกเตรียมอยู่ในลักษณะผงละเอียด ซึ่งสะดวกในการใช้งาน

เครื่องชั่ง ควรเป็นชนิดที่มีความไวสูง เพราะการชั่งส่วนผสมของน้ำเคลือบต้องการความละเอียดมาก โดยเฉพาะการทำน้ำเคลือบจำนวนน้อย ๆ ถ้าเราใช้เครื่องชั่งของหนัก ๆ มาชั่งส่วนผสมน้ำเคลือบก็จะทำให้เกิดการผิดพลาดได้ง่าย เครื่องชั่งที่มีความไวสูง ควรเป็นชนิดจานหรือเครื่องชั่งไฟฟ้า

<u>เครื่องบด</u> โดยทั่วไปแล้วเครื่องบดแบ่งออกได้ 2 ชนิด คือ

1. ครกร่างบด (Apother Cory's Mortar) เป็นเครื่องมือซึ่งค่อนข้างหาได้ง่ายและราคาไม่แพงนัก ใช้กำลังคนในการบด ทำด้วยเนื้อพอร์สเลนแข็งแกร่งมาก มีขนาดปากกว้าง 6", 10" และ 12" ภายนอกเคลือบด้วยสีขาวทึบ ส่วนภายในไม่เคลือบเพื่อต้องการให้มีผิวหยาบช่วยในการบดได้ดี

2. หม้อบด (Ball Mill) มีหลายขนาด เช่น ขนาดบรรจุ 1/2 กิโลกรัม 5 กิโลกรัม 50 กิโลกรัม 100 กิโลกรัม เป็นต้น

2.1 หม้อบดขนาดเล็ก (Jar Mill) หม้อบดที่มีขนาดบรรจุตั้งแต่ 5 กิโลกรัมลงมา ทำจากเนื้อพอร์สเลนหนาประมาณ 1 - 1 1/2 นิ้ว เคลือบภายนอก ส่วนภายในไม่

เคลือบ ปัจจุบันหม้อบดขนาดเล็กสามารถตั้งเวลาบดได้ นับว่าสะดวกดีมากเหมาะกับงานทดลองทำน้ำเคลือบ

2.2 หม้อบดขนาดใหญ่ (Ball Mill) เป็นหม้อบดที่มีขนาดความจุตั้งแต่ 50 กิโลกรัมขึ้นไป ภายนอกหุ้มด้วยแผ่นเหล็ก ส่วนภายในกรุด้วยวัสดุที่ทนต่อแรงกระแทกและแรงเสียดสีได้สูง เช่น Rubber, Silex, Porcelain, Steatite และ High Density Porcelain

สุรศักดิ์ รักสิยพันธ์ (2531 : 68) กล่าวว่า ทั้งหม้อบดขนาดเล็กและขนาดใหญ่หมุนโดยกำลังไฟฟ้า ด้วยความเร็วประมาณ 30 รอบต่อนาที ภายในบรรจุด้วยลูกบด (Balls) ขนาดต่าง ๆ วัสดุที่นิยมใช้ทำลูกบด ได้แก่ ก้อนกรวด (Flint Pebbles) และก้อนปอร์สเลน (Porectlain Balls) ก้อนกรวดนิยมใช้ทั่วไปเพราะราคาถูก แล้วมีความแข็งแกร่งพอสมควร แต่มีประสิทธิภาพในการบดไม่ดีเท่าที่ควร เนื่องจากมีรูปทรงและขนาดไม่แน่นอน ส่วนลูกบดปอร์สเลนนั้นราคาค่อนข้างแพง แต่ประสิทธิภาพในการบดจะสูงกว่าชนิดก้อนกรวด เนื่องจากลูกบดปอร์สเลนมีขนาดและรูปทรงที่แน่นอนกว่า

นอกจากนี้ ปรีดา พิมพ์ขาวขำ (2530 : 60) ยังกล่าวถึงลูกบดไว้ว่า ขนาดของลูกบดที่ใหญ่ที่สุดนั้นควรมีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 2 นิ้ว ส่วนลูกบดที่ใหญ่กว่านี้จะมีประโยชน์ก็ต่อเมื่อใช้บดวัตถุดิบที่มีความเหนียวมากและขนาดค่อนข้างใหญ่ ซึ่งลูกบดนี้ควรจะมีหลาย ๆ ขนาดแตกต่างกันไป จะเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของการบดให้ดียิ่งขึ้น

สำหรับระยะเวลาที่ใช้ในการบดนั้น ขึ้นอยู่กับขนาดของหม้อบด ขนาดและปริมาณของลูกบด ปริมาณของวัตถุดิบที่ต้องการบด เส้นผ่าศูนย์กลางและอัตราความเร็วของการบด (ปรีดา พิมพ์ขาวขำ. 2530 : 62) รวมทั้งขนาด ความแข็ง และความเหนียวของวัตถุดิบที่ต้องการบดนั้น ๆ ด้วย

เครื่องกรอง (โกมล รักษ์วงศ์. 2531 : 52) กล่าวว่า เครื่องกรองใช้ตะแกรงร่อน (Sieve) ทำด้วยทองเหลือง หรือสแตนเลส และรูดส์ (Rhodes. 1972 : 143) กล่าวว่า ขนาดที่ใช้ในการกรองน้ำเคลือบ คือ ตะแกรงเบอร์ประมาณ 100 เมชขึ้นไป

ขั้นตอนการเตรียมน้ำเคลือบ การเตรียมน้ำเคลือบ หมายถึง การนำวัตถุดิบต่าง ๆ มาบดผสมให้เข้ากันกับน้ำ ซึ่งสามารถสรุปขั้นตอนในการเตรียมเป็นขั้น ๆ ดังนี้ (สุรศักดิ์ รักสิยพันธ์. 2531 : 69)

1. การชั่งส่วนผสม จะต้องให้ถูกต้องแน่นอนตรงตามสูตร

2. การบดผสม ถ้าเตรียมเคลือบน้อย ๆ เพื่อทำการทดลอง ใช้โกร่งบดผสมก็เพียงพอ แต่ถ้าต้องการเตรียมจำนวนมากและให้ได้ดีสม่ำเสมอ ควรจะบดด้วยหม้อบดมากกว่า ส่วนจะบดนานเท่าใดก็ขึ้นอยู่กับส่วนผสมหรือชนิดของน้ำเคลือบ น้ำเคลือบบางชนิดถ้าบดนานเกินไป อาจมีผลทำให้เคลือบเปลี่ยนแปลง แต่เคลือบบางชนิดต้องการเวลาบดนานพอสมควร ซึ่งอาจจะถึง 12 - 15 ชั่วโมง เช่น เคลือบที่ใช้วิธีเคลือบโดยการพ่น ส่วนมากเป็นเคลือบไฟสูงหรือเคลือบเฟลด์สปาร์ และการบดน้ำเคลือบไม่ควรใช้น้ำเกินร้อยละ 85 ของน้ำหนักส่วนผสม โดยทั่วไปจะใช้น้ำประมาณร้อยละ 40 - 50

3. การกรอง น้ำเคลือบเมื่อผ่านการบดผสมเรียบร้อยแล้ว จะต้องผ่านการกรองด้วยตะแกรง (Sieve) เพื่อให้ได้ความละเอียดตามต้องการ

ความถ่วงจำเพาะของน้ำเคลือบ ค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำเคลือบจะเป็นตัวบ่งบอกความหนาแน่นของน้ำเคลือบ ผลิตภัณฑ์ที่ดูดซึมน้ำได้ดีจะมีความพรุนตัวสูง เมื่อจุ่มผลิตภัณฑ์ลงในน้ำเคลือบ น้ำจะถูกดูดซึมเข้าเนื้อผลิตภัณฑ์ และสะสมเนื้อผสมของเคลือบติดไว้บนผิวผลิตภัณฑ์ เพราะฉะนั้นความหนาแน่นของน้ำเคลือบควรจะมีค่าต่ำ คือ มีค่าความถ่วงจำเพาะ 1.40

วิธีเคลือบผลิตภัณฑ์

การเคลือบผลิตภัณฑ์ควรเลือกใช้วิธีที่เหมาะสม คือ ทำได้รวดเร็ว สะดวกและได้ผลดี ซึ่งมีวิธีการเคลือบที่นิยมใช้กันทั่วไปดังต่อไปนี้ (สุรศักดิ์ รักสิยพันธ์. 2531 : 70 - 72)

1. เคลือบด้วยวิธีชุบหรือจุ่ม (Dipping) การเคลือบด้วยวิธีนี้ทำให้รวดเร็วและง่ายกว่าวิธีอื่น เหมาะกับผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดเล็ก มีน้ำหนักเบาและสามารถแยกได้ โดยการเผาผลิตภัณฑ์

จุ่มลงในน้ำเคลือบที่เตรียมไว้แล้ว ซึ่งน้ำเคลือบจะต้องมีจำนวนมากพอที่จะจุ่มผลิตภัณฑ์ทั้งใบได้ เป็นวิธีการที่ประหยัดและนิยมใช้กันมาก

2. เคลือบด้วยวิธีเทหรือราด (Pouring) วิธีนี้ส่วนมากใช้กับผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดใหญ่ เช่น โอ่ง หรือแจกันใหญ่ ๆ ซึ่งไม่สามารถจุ่มลงในอ่างน้ำเคลือบได้ หรือใช้สำหรับน้ำเคลือบที่มีปริมาณน้อย ๆ โดยการนำผลิตภัณฑ์ไปวางไว้บนปากอ่างน้ำเคลือบที่มีไม้วางพาดอยู่ แล้วใช้ภาชนะตักน้ำเคลือบราดให้ทั่วผลิตภัณฑ์ วิธีนี้อาจจะได้ผิวเคลือบที่ไม่ค่อยเรียบนัก เนื่องจากรอยต่อระหว่างการเทราดแต่ละครั้ง

3. เคลือบด้วยวิธีทา (Painting) วิธีนี้ใช้แปรงหรือพู่กันทา ส่วนมากใช้กับผลิตภัณฑ์ทางด้านศิลปะที่ต้องการความหลากหลายของสี

4. เคลือบด้วยวิธีพ่น (Spraying) เป็นวิธีที่ทำให้ได้เคลือบที่สม่ำเสมอ น้ำเคลือบที่ใช้เคลือบด้วยวิธีนี้ต้องผสมให้ใสกว่าการเคลือบด้วย 3 วิธีการแรกที่กล่าวมาแล้วข้างต้น เพื่อสะดวกในการพ่น ถ้าน้ำเคลือบมีความเข้มข้นมากจะทำให้พ่นไม่ออก วิธีการเคลือบนี้เหมาะสำหรับผลิตภัณฑ์ขนาดใหญ่และเครื่องสุขภัณฑ์ต่าง ๆ เวลาพ่นเคลือบควรพ่นในตู้พ่น เพื่อป้องกันไม่ให้ฝุ่นเคลือบฟุ้งกระจาย

วิธีการเคลือบผลิตภัณฑ์มีอยู่หลายวิธีดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ซึ่งจะเลือกใช้วิธีการใดต้องขึ้นอยู่กับประเภทและลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่จะเคลือบ แต่สำหรับการการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกใช้วิธีการชุบหรือจุ่ม เพราะเป็นวิธีที่ประหยัดและรวดเร็ว เหมาะกับผลิตภัณฑ์ทดลองซึ่งมีขนาดเล็ก

ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับเนื้อดินปั้น

ความหมายของดิน

ดิน หมายถึง วัตถุที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติซึ่งมีเนื้อละเอียด มีความเหนียวเมื่อเปียกน้ำ แข็งและแกร่งเมื่อแห้ง โดยปกติดินประกอบด้วยแร่ดิน (Clay Minerals) ที่มีขนาดเม็ดแร่เล็กละเอียดปนกับสารอินทรีย์และแร่ชนิดอื่นที่ไม่ใช่แร่ดิน (นิวัตร พัฒนะ. 2534) ดินเป็นสารประกอบ

ฝ
NK
4360
ว 441 ก

19 ก.ค. 2539

3940623

สำนักหอสมุด

ของอลูมิเนียมซิลิเกต ในแร่ธรรมชาติจะมีสารประกอบอื่น ๆ ปะปนอยู่มากมาย ที่เป็นสาเหตุทำให้ดินไม่บริสุทธิ์ สารประกอบเหล่านี้ ได้แก่ ควอทซ์ (Quartz) ไมกา (Mica) เหล็กออกไซด์ (Iron Oxide) เฮมาไทต์ (Hematite) ฟลูออไรท์ (Fluorite) มัสโคไวท์ (Muscovite) เป็นต้น ดินจะเกิดจากการแปรสภาพของแร่พันม้า ซึ่งเป็นหินแกรนิตชนิดหนึ่ง เกิดการผุพังเปลี่ยนสภาพเป็นดิน เนื่องจากความชื้น ปฏิกิริยานี้เรียกว่า แคโอลิไนท์เซชัน (Kaolinization) (โกมล รักษ์วงศ์. 2531 : 3) สารประกอบไฮดรัสอลูมินันซิลิเกต (Hydrous Aluminum Silicate) มีส่วนประกอบและโครงสร้างของผลึกแน่นอน เมื่อผสมกับน้ำจะทำให้เกิดความเหนียวขึ้น และสามารถปั้นให้เป็นรูปต่าง ๆ ได้ ถ้าปล่อยไว้ให้แห้งจะยังคงรักษารูปร่างเดิมไว้ มีความแข็งแกร่งดีขึ้นแต่ค่อนข้างเปราะ ถ้าเผาแล้วจะทำให้แข็งแกร่งมากขึ้นและผสมกับน้ำจะไม่ทำให้ความเหนียวกลับคืนมาอีก (นิวัตร พัฒนะ. 2534 : 14) เป็นวัตถุดิบที่สำคัญในการผลิตผลิตภัณฑ์เซรามิกส์ โดยเฉพาะภาชนะรองรับอาหาร เครื่องสุขภัณฑ์กระเบื้องและอื่น ๆ ดินมีหลายชนิดแตกต่างกันไป อาจจะแตกต่างกันในเรื่องสีหรือต่างกันในเรื่องโครงสร้าง รวมทั้งต่างกันในเรื่องคุณสมบัติทางกายภาพ และเคมี เป็นต้นว่า มีความเหนียวต่างกัน มีปริมาณซิลิกาต่างกัน (ปรีดา พิมพ์ขาวขำ. 2532 : 41) ดังจะได้กล่าวถึงประเภทของดินต่อไป

<u>ประเภทของดิน</u>

ดินสามารถจำแนกออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ ดังนี้ (ทวี พรหมพฤกษ์. 2523 : 60)

1. จำแนกประเภทตามประโยชน์การใช้ ได้แก่

1.1 ดินขาว ใช้ทำฟิลเลอร์เกรด ทำเคลือบกระดาษ ทำวัตถุทนไฟ ทำผลิตภัณฑ์เซรามิกส์

1.2 ดินเหนียว (Ball clay) ใช้ทำผลิตภัณฑ์เซรามิกส์ เพื่อให้ขึ้นรูปได้ง่าย เพราะดินมีความเหนียว

1.3 ดินทนไฟ (Fire clay) ใช้ทำผลิตภัณฑ์ทนไฟและผลิตภัณฑ์เซรามิกส์

1.4 เบนโทไนต์ (Bentonite) ใช้ทำวัตถุทนไฟและให้ความเหนียว

1.5 ดินชนิดอื่น ๆ รวมทั้งหินดินดาน ใช้ทำผลิตภัณฑ์เซรามิกส์ ปูนซิเมนต์ เป็นต้น เพราะเป็นสารประกอบของแคลเซียมของดิน

2. จำแนกประเภทตามลักษณะการเกิด ได้แก่

2.1 เกิดตามแหล่งภูเขา เป็นดินที่เกิดจากการผุพังหรือการเปลี่ยนแปลงสภาพของแร่และหินจากความชื้น เช่น ดินขาว (Kaolin หรือ China Clay) ดินขาว หมายถึง ดินที่มีสีขาว ซึ่งเป็นสารประกอบของอลูมิเนียมซิลิเกต Hydro Alumino Silicate ($Al_2O_3.2SiO_2.2H_2O$)

ดินขาวจะมีแหล่งกำเนิดตามบริเวณที่ราบสูง ตามภูเขาที่มีแหล่งแร่แร่ฟันม้า (Feldspar) เมื่อแร่ฟันม้าเกิดการผุพังจากความชื้นก็จะกลายสภาพเป็นดินขาว ปฏิกริยาการเปลี่ยนสภาพแร่ฟันม้าเป็นดินขาว เรียกว่า ปฏิกริยา Kaolinization of Feldspar จากดินขาวที่พบในธรรมชาติ จะมีสารประกอบอื่น ๆ ปะปนอยู่มากมาย แหล่งดินขาวที่พบในประเทศไทยซึ่งนำมาใช้ในงานอุตสาหกรรมเครื่องเคลือบดินเผามีหลายแหล่งด้วยกันคือ ดินขาวแจ้ห่ม จังหวัดลำปาง และดินขาวหาดส้มแป้น จังหวัดยะลา เป็นต้น

ตัวอย่างผลการวิเคราะห์ดินขาวแจ้ห่ม จังหวัดลำปาง

ดินร่วนเนื้อดินที่ล้างได้ร้อยละ 68 ทรายที่ล้างออกมาสีเหลืองเม็ดโต

	ร้อยละดินไม่ล้าง	ร้อยละดินล้างแล้ว
Loss on Ignition	3.80	4.20
Silica (SiO_2)	73.90	71.70
Alumina (Al_2O_3)	17.30	20.20
Iron Oxide (Fe_2O_3)	1.00	1.20
Calcium Oxide (CaO)	0.25	0.50
Magnesium Oxide (MgO)	1.20	0.83
Alkalies (K_2O+Na_2O) by difference	2.55	2.37

2.2 เกิดตามแหล่งที่ราบลุ่ม เป็นดินที่เกิดแบบเดียวกับแบบที่ 2.1 แต่ถูกพัดพาออกจากต้นกำเนิดเดิมโดยสายน้ำ ธารน้ำแข็ง เป็นต้น เช่น ดินเหนียว (Ball Clay) ดินเหนียวเป็นวัตถุดิบที่ใช้กันมากในอุตสาหกรรมเซรามิกส์ ในธรรมชาติจะมีสีต่าง ๆ เช่น สีเทา สีดำ เนื่องจากมีสารอินทรีย์เจือปนอยู่ เมื่อหลังจากการเผาแล้วจะมีสีขาว ดินชนิดนี้จะพบอยู่ในที่ราบลุ่ม มีเม็ดละเอียด มีความเหนียวดี เหมาะกับการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ ให้ความแข็งแรงต่อผลิตภัณฑ์เมื่อยังไม่เผา

สาเหตุที่ใช้ดินเหนียวในอุตสาหกรรมเซรามิกส์มีดังนี้

1. ช่วยเพิ่มความเหนียวของเนื้อดินปั้น ทำให้สามารถขึ้นรูปได้ดี

2. ช่วยเพิ่มความแข็งแรง ไม่ให้แตกหักก่อนเข้าเตาเผา เนื่องจากใช้ดินเหนียวเป็นส่วนผสมเนื้อดินปั้น จะไม่เปราะแตกหักง่าย

3. ดินเหนียวมีความสามารถช่วยทำให้เกิดปฏิกริยาระหว่างมวลสารในเนื้อดินปั้น ขณะทำการเผาได้ดี เป็นผลทำให้ผลิตภัณฑ์มีเนื้อแน่นเป็นเนื้อเดียวกันตลอด

ส่วนประกอบทางเคมีของดินเหนียวเป็นร้อยละมีดังนี้

SiO	40-60
Al_2O_3	25-40
Fe_2O_3	0.25-4.00
Na_2O	0-0.75
K_2O	0.5-4.0

การเตรียมดิน

การเตรียมดิน หมายถึง การผสมดินเข้าด้วยกันโดยการผสมดินกับวัตถุอย่างอื่น โดยมีเป้าหมายที่แน่นอน ที่จะทำผลิตภัณฑ์ชนิดใด ทั้งนี้เพื่อจะให้เนื้อดินที่มีคุณสมบัติที่ถูกต้องและคุณภาพที่ดีตามความต้องการ

วัตถุดิบที่พบในธรรมชาติโดยทั่วไปมีหลายชนิด วัตถุดิบบางชนิดมีความเหมาะสมที่จะผลิตผลิตภัณฑ์ชนิดหนึ่งชนิดใดก็ได้ โดยที่ไม่ต้องผสมกับวัตถุดิบชนิดอื่นให้สิ้นเปลืองเลย แต่ข้อเท็จจริงดังกล่าว นับว่าเป็นความเหมาะสมโดยธรรมชาติหรือโดยบังเอิญ

แต่ถ้านำดินไปผสมกับวัตถุดิบอย่างอื่นหรือเนื้อดินที่แตกต่างกันดังกล่าว เพื่อต้องการปรับปรุงคุณภาพของเนื้อดินให้มีคุณสมบัติดีขึ้น เช่น การควบคุมการหดตัวของดิน (Shrinkage) การเพิ่มความเหนียวในเนื้อดิน (Plasticity) ต้องการผลิตภัณฑ์ชนิดสีขาว (White Ware Bodies) ต้องการความโปร่งแสง (Translucent) ต้องการผลิตภัณฑ์ชนิดเนื้อหยาบหรือละเอียด หรือผลิตภัณฑ์ชนิดที่ทนต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว เช่น ประเภทภาชนะทนไฟ เหล่านี้เป็นต้น ต้องมีการเตรียมและทดสอบเนื้อดินทุกครั้งเพื่อความเหมาะสมดังกล่าว

วัตถุประสงค์การเตรียมเนื้อดิน

โดยธรรมชาติแล้วในทางปฏิบัติเราถือกันว่า เป็นสิ่งจำเป็นและสำคัญอย่างยิ่ง การเตรียมดิน การขึ้นรูป การเผาดินและเคลือบ ตลอดจนการตกแต่งด้วยสีตามลำดับ ผู้ผลิตจำเป็นต้องวางหลักการอันแน่นอนว่าจะทำผลิตภัณฑ์ประเภทใด ชนิดใด และปรับปรุงคุณสมบัติอย่างไรจึงจะเหมาะสม วัตถุประสงค์ในการเตรียมเนื้อดินมีหลักเกณฑ์ดังต่อไปนี้

1. เพื่อต้องการปรับปรุงสีของดิน

2. เพื่อต้องการให้เนื้อดินมีความเหนียวมากขึ้น หรือต้องการความเหนียวไม่มากนัก เช่น การขึ้นรูปด้วยแป้นหมุนต้องการเนื้อดินที่มีความเหนียวมาก เป็นต้น

การเผาผลิตภัณฑ์ (Firing)

เป็นขั้นตอนสุดท้ายของขบวนการผลิตเครื่องปั้นดินเผา ซึ่งนับว่าเป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุด ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะดีหรือไม่เพียงใด จะสวยงามมากน้อยเพียงใด หรือมีคุณค่ามากน้อยเท่าใด ก็จะขึ้นอยู่กับขั้นตอนการเผาผลิตภัณฑ์นี้ทั้งสิ้น การเผาผลิตภัณฑ์แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอนดังนี้คือ การเผาดิบ (Biscuit Firing) และการเผาเคลือบ (Glost Firing) (ทวี พรหมพฤกษ์. 2523 : 152)

การเผาดิบ

การเผาดิบ หมายถึง การนำผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาที่ปั้นแต่งและผึ่งให้แห้งดีแล้วมาทำการเผา เพื่อให้คงรูปร่างอยู่ได้และป้องกันการเสียหายในการนำไปดำเนินการขั้นต่อไป การเผาดิบอาจทำได้ 2 วิธี (ศูนย์วิจัยและพัฒนาอุสาหกรรมเครื่องปั้นดินเผา. 2529 : 154 ; อ้างถึงมาจาก นิวัตร พัฒนะ. 2534 : 17)

1. เผาดิบที่อุณหภูมิสูงแล้วเผาเคลือบอุณหภูมิต่ำ ในกรณีที่ใช้น้ำเคลือบที่มีจุดหลอมละลายต่ำ จำเป็นต้องใช้วิธีนี้เพื่อให้เนื้อดินปั้นมีความแข็งแกร่ง อุณหภูมิที่ใช้ในการเผาสูงหรือต่ำเป็นไปตามประเภทของผลิตภัณฑ์

2. เผาดิบที่อุณหภูมิต่ำแล้วเผาเคลือบที่อุณหภูมิสูง อุณหภูมิที่ใช้ในการเผาประมาณ 700 ถึง 800 องศาเซลเซียส (1,484 - 1,696 องศาฟาเรนไฮต์)

การจัดเรียงผลิตภัณฑ์เข้าเผาดิบควรจะเอาผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดใหญ่หรือมีน้ำหนักมากไว้ด้านล่าง แล้วนำผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดเล็กหรือมีน้ำหนักเบาวางซ้อนไว้ด้านบน เพื่อเป็นการป้องกันการเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้นได้ การเผาดิบในระยะแรกจำเป็นต้องเพิ่มอุณหภูมิขึ้นอย่างช้า ๆ ไม่ควรเร่งไฟให้ร้อนเร็วเกินไป ถ้าผลิตภัณฑ์ที่อยู่ในเตาไม่แห้งสนิทเมื่อได้รับความร้อนมากน้ำที่อยู่ในเนื้อผลิตภัณฑ์นั้นจะแตกระเบิดได้ ฉะนั้นการเผาในระยะแรกจึงต้องให้ความร้อนเพียงเล็กน้อยเพื่อขับไล่น้ำออกจากผลิตภัณฑ์เสียก่อน สำหรับเตาเผาขนาดเล็กอย่างน้อยภายในระยะเวลา

3 ชั่วโมงแรก อุณหภูมิในเตาไม่ควรเกิน 200 องศาเซลเซียส (424 องศาฟาเรนไฮต์) ต่อชั่วโมง แล้วจึงค่อย ๆ เร่งไฟเพิ่มความร้อนในอุณหภูมิสูงขึ้น แต่ไม่ควรสูงมากเกิน 150 องศาเซลเซียส (334 องศาฟาเรนไฮต์) ต่อชั่วโมง เมื่อเผาจนถึงอุณหภูมิที่ต้องการแล้วจึงค่อย ๆ ลดความร้อนภายในเตาให้เย็นลงทีละน้อย จนกระทั่งอุณหภูมิไม่เกิน 150 องศาเซลเซียส (324 องศาฟาเรนไฮต์) จึงสามารถนำผลิตภัณฑ์ออกจากเตาได้

การเผาเคลือบ

การเผาเคลือบ หมายถึง การเผาให้น้ำเคลือบที่ชุบบนผลิตภัณฑ์ละลายเป็นเนื้อเดียวกัน มีความมันวาว บางชนิดเป็นเคลือบด้าน ผิวเรียบมีความแข็ง สามารถต้านทานต่อกรดและด่างได้เป็นอย่างดี

นอกจากนี้ ทวี พรหมพฤกษ์ (2523 : 155) ได้กล่าวถึง การเผาเคลือบว่า ไม่ว่าจะเป็นเคลือบชนิดไฟต่ำหรือไฟสูงจะต้องเผาให้ได้อุณหภูมิตามข้อกำหนดของน้ำเคลือบแต่ละชนิด มิฉะนั้นการเผาจะเกิดการเสียหายได้ เช่น การเผาที่ไฟเกิน (Overfired) ย่อมทำให้น้ำเคลือบไหลมาก อาจติดพื้นเตาหรือชั้นรองทำให้เสียหายได้ และการเผาที่อุณหภูมิไม่ถึงจุดสุกตัวทำให้เคลือบไม่เป็นมันเท่าที่ควร

ทวี พรหมพฤกษ์ (2523 : 156) กล่าวถึง เทคนิคในการเผาเคลือบไว้ว่า การเผาเคลือบที่ดีควรให้อัตราเร่งในการเผา 50-100 องศาเซลเซียส (122-212 องศาฟาเรนไฮต์) ต่อชั่วโมง ไม่ควรเผาให้รวดเร็วเกินไป การเผาที่ทุ่นวัดไฟ (Cone) เป็นเครื่องมือวัดอุณหภูมิประกอบด้วยนั้น ภายหลังจากที่โคนล้มแล้วควรเผายืนไฟไว้ที่อุณหภูมิเดินนั้นอีกประมาณครึ่งชั่วโมง จะทำให้การเผาสมบูรณ์ยิ่งขึ้น และในการปิดเตา หลังจากการเผาเคลือบได้ที่แล้ว ควรปล่อยเตาทิ้งไว้ประมาณ 24 ชั่วโมง อัตราการลดความร้อนควรใช้ 100 องศาเซลเซียส (212 องศาฟาเรนไฮต์) ต่อชั่วโมงจะทำให้ผลิตภัณฑ์ไม่แตกหักเสียหายได้

บรรยากาศในการเผาเคลือบ

1. บรรยากาศการเผาแบบออกซิเดชัน (Oxidation Atmosphere) (สุรศักดิ์ รักสิยพันธุ์. 2527 : 78) ระบุว่า การเผาบรรยากาศแบบออกซิเดชันเป็นการเผาแบบการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ไม่มีควัน

2. บรรยากาศการเผาแบบรีดักชัน (Reduction Atmosphere) (สุรศักดิ์ รักสิยพันธุ์. 2527 : 78) กล่าวว่า การเผาบรรยากาศแบบรีดักชัน เป็นการเผาแบบการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ (หรือการเผาที่เกิดควัน)

เตาเผา

เป็นเครื่องมือที่ให้ความร้อน ควบคุมความร้อน กระจายความร้อน ซึ่งจะต้องมีการศึกษาและออกแบบให้ถูกหลักวิชาการ สามารถเผาให้อุณหภูมิสูงรวมทั้งประหยัดและปลอดภัย เตาเผาจึงเป็นเครื่องมือที่จำเป็นและสำคัญอย่างยิ่ง ที่จะช่วยให้การเผาเครื่องปั้นดินเผามีคุณภาพดี (ทวี พรหมพฤกษ์. 2525 : บทนำ)

ชนิดของเตาเผา

ชนิดของเตาเผา การจำแนกชนิดของเตาเผาทำได้หลายวิธี เช่น จำแนกตามวิธีการเผา ทางเดินของเปลวไฟ ลักษณะของเปลวไฟ ชนิดของเชื้อเพลิงที่ใช้เผา เป็นต้น ซึ่งพอสรุปได้โดยย่อดังนี้ (สมศักดิ์ วังศิริกุล. 2534 : 35)

1. จำแนกตามวิธีการเผา ได้แก่
   - 1.1 เตาเผาแบบไม่ต่อเนื่อง (Uncontinuous Kiln)
   - 1.2 เตาเผาแบบกึ่งต่อเนื่อง (Semi-Continuous Kiln)
   - 1.3 เตาเผาแบบต่อเนื่อง (Continuous Kiln)
2. จำแนกตามลักษณะทางเดินของลมร้อน
   - 2.1 เตาเผาแบบทางเดินลมร้อนในแนวนอน (Cross draft Kiln)

2.2 เตาเผาแบบทางเดินลมร้อนขึ้น (Up Draft Kiln)

2.3 เตาเผาแบบทางเดินลมร้อนลง (Down Draft Kiln)

3. จำแนกตามลักษณะของเปลวไฟ

3.1 เตาเผาเปลวไฟสัมผัส (Direct Firing Kiln)

3.2 เตาเผาแบบกึ่งป้องกันเปลวไฟ (Semi Muffle Kiln)

3.3 เตาเผาแบบเตาปิด (Muffle Kiln)

4. จำแนกตามลักษณะของเชื้อเพลิง

4.1 เตาฟืน (Wood Firing Kiln)

4.2 เตาถ่านหิน (Coal Firing Kiln)

4.3 เตาน้ำมัน (Oil Firing Kiln)

4.4 เตาแก๊ส (Gas Firing Kiln)

4.5 เตาไฟฟ้า (Electric Firing Kiln)

5. จำแนกตามลักษณะของผลิตภัณฑ์

5.1 เตาเผาดิบ (Biscuit Kiln)

5.2 เตาเผาผลิตภัณฑ์สำเร็จ (Glost Kiln)

5.3 เตาเผาเคลือบ (Glazing Kiln)

5.4 เตาเผาสี (Decorating Kiln)

6. จำแนกตามรูปลักษณะของเตาเผา

6.1 เตากลม (Round Kiln)

6.2 เตาสี่เหลี่ยม (Rectangular Kiln)

6.3 เตาแนวราบ (Horizontal Kiln)

6.4 เตาอุโมงค์ (Tunnel Kiln)

6.5 เตาวงแหวน (Ring Kiln)

เตาเผาที่ใช้เผาผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผามีมากมายหลายชนิด ดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ดังนั้นในการผลิตเครื่องปั้นดินเผาแต่ละประเภทควรเลือกใช้เตาเผาให้เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์นั้น ๆ เพื่อผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีคุณภาพดีและตรงตามความต้องการ ในการทดลองครั้งนี้ผู้ทดลองจะเผาผลิตภัณฑ์ทดลองด้วยเตาไฟฟ้าและเตาแก๊ส เนื่องจากเป็นเตาเผาชนิดที่นิยมใช้ในสถานศึกษา และในโรงงานอุตสาหกรรมเครื่องปั้นดินเผาทั่วไป จึงขอกล่าวรายละเอียดของเตาแก๊ส ไว้พอสังเขป ดังนี้

<u>เตาแก๊ส</u>

เตาแก๊ส ปัจจุบันนับว่าเป็นเตาที่กำลังนิยมในหมู่บรรดาผู้ผลิตเครื่องปั้นดินเผาสามารถเผาในอุณหภูมิสูง มีความสะดวกต่อการใช้งาน ประหยัดเชื้อเพลิง ปลอดภัย นอกจากนี้ยังสามารถเผาได้ทั้งบรรยากาศแบบออกซิเดชัน และแบบรีดักชัน แบบของเตาแก๊สที่นิยมใช้กันอยู่ทั่วไปมี 2 แบบ ดังนี้ (ทวี พรหมพฤกษ์, 2525 :33)

1. เตาแก๊สชนิดทางลมร้อนขึ้น (Up Draft Kiln) เป็นเตาแก๊สที่ไม่มีปล่องไฟ แต่จะมีช่องระบายความร้อน ทำหน้าที่แทนปล่องไฟอยู่ที่ตอนบนของเตา ความร้อนที่จะผ่านแผ่นรองชนิดทนไฟสูง โดยไม่ผ่านผลิตภัณฑ์โดยตรง แผ่นรองนี้จะทำหน้าที่เป็นตัวนำความร้อนที่ดีและช่วยเฉลี่ยความร้อนให้แผ่ไปทั่วทั้งเตาอย่างสม่ำเสมอ เตาชนิดนี้นิยมออกแบบเป็นรูปสี่เหลี่ยมมีทั้งชนิดเปิดหน้าและเปิดด้านบน เป็นเตาที่มีขนาดไม่ใหญ่มากนักจึงเหมาะสำหรับงานทดลองและงานวิจัยต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี

2. เตาแก๊สชนิดทางลมร้อนลง (Down Draft Kiln) เป็นเตาแก๊สที่ออกแบบสร้างให้มีขนาดใหญ่สามารถเผาผลิตภัณฑ์ได้จำนวนมาก ๆ การบรรจุผลิตภัณฑ์เข้าเตาเผาจะใช้รถเข็นซึ่งทำให้สะดวกและคล่องตัว ถ้าต้องการเพิ่มผลผลิตก็จะเพิ่มรถไว้สำรองอีกสามารถเผาติดต่อกันได้ เตาชนิดนี้จะต้องสร้างให้มีปล่องเตา ซึ่งจะช่วยให้การเผาไหม้หรือสันดาปได้ดียิ่งขึ้น เตาแบบทางลมร้อนลงนี้จะใช้อุณหภูมิในการเผาสูงมากและสม่ำเสมอทั่วทั้งเตา จึงเป็นที่นิยมใช้

กันอย่างแพร่หลายในโรงงานอุตสาหกรรมเซรามิกส์ แต่การลงทุนในการก่อสร้างค่อนข้างสูง ผู้ทดลองใช้เตาผลิตภัณฑ์ทดลองนี้ในการทดลองครั้งนี้

<u>อุปกรณ์และเครื่องมือวัดอุณหภูมิ</u>

อุปกรณ์และเครื่องมือวัดอุณหภูมิ เครื่องมือที่จำเป็นใช้ในการวัดอุณหภูมิในการเผาผลิตภัณฑ์ เพื่อให้มีคุณภาพดี ถูกต้อง ในสมัยโบราณใช้การสังเกตสีของไฟหรือชิ้นส่วนของผลิตภัณฑ์โดยการตาตะเนด้วยสายตา ซึ่งต้องอาศัยประสบการณ์และความชำนาญพิเศษ แต่ในปัจจุบันได้มีผู้คิดอุปกรณ์เครื่องมือต่าง ๆ หลายแบบ ที่ใช้วัดอุณหภูมิได้อย่างถูกต้องและเที่ยงตรง ได้แก่ เครื่องมือวัดอุณหภูมิ ทุ่นวัดไฟ เครื่องมือวัดความร้อนโดยการเปรียบเทียบสีไฟ (Optical Pyrometer) เป็นต้น (ทวี พรหมพฤกษ์. 2525 : 107)

เครื่องมือวัดอุณหภูมิ ชนิดเทอร์โมคัพเปิล เป็นเครื่องมือที่อาศัยหลักการ การเกิดกระแสไฟฟ้าจากความร้อน โดยนำเอาโลหะสองชนิดมาเชื่อมโยงให้ปลายติดกัน เรียกว่า ฮ็อทจังชัน (Hot Junction) แต่โลหะทั้งสองจะต้องมีคุณสมบัติต่างศักย์ใส่ในเตาเผาให้ได้รับความร้อน ส่วนปลายอีกด้านหนึ่งต่อเข้ากับเครื่องวัดอุณหภูมิ แล้วเข็มจะชี้บอกอัตราความร้อนตามความมากน้อยของกระแสไฟฟ้า มีตัวเลขบอกอุณหภูมิเป็นทั้งองศาเซลเซียสและฟาเรนไฮต์ ปลายของโลหะที่ต่อภายนอกเตาเรียกว่า โคลด์จังชัน (Cold Junction) ส่วนที่ได้รับความร้อนเรียกว่า เทอร์โมคัปเปิล (Thermocouple) จะมีเครื่องป้องกันทำด้วยวัตถุทนไฟหุ้มไว้อีกชั้นหนึ่ง

ทุ่นวัดไฟ เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดอุณหภูมิภายในเตา การใช้ก็ง่ายและสะดวกผู้ที่คิดทำทุ่นวัดไฟเป็นครั้งแรก ได้แก่ ชาวเยอรมัน ชื่อ เซ็กเกอร์ (Seger) จึงตั้งชื่อตามผู้คิดค้นว่า เซ็กเกอร์โคน (Seger Cone) โดยนำเอาวัตถุดิบผสมกับพลาสติกทำเป็นแท่งสามเหลี่ยมทรงคล้ายปิรามิด ซึ่งสามารถวัดอุณหภูมิได้ตั้งแต่ต่ำไปจนสูงแบ่งออกเป็นหมายเลข นอกจากทุ่นวัดไฟของเซ็กเกอร์แล้วยังมีของออร์ตัน ซึ่งเป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายมีอยู่ 2 ขนาดได้แก่ ขนาดใหญ่ (Large Cone) และขนาดเล็ก (Small Cone) เป็นต้น

การใช้หุ่นวัดไฟที่ถูกต้องนั้นจะใช้ครั้งละ 3 ตัว เรียงตามลำดับอุณหภูมิบนแท่งดินโดยทำมุมเอียง 82 องศา การอ่านโคนจะยึดตัวกลางเป็นหลักและเป็นตัวอุณหภูมิที่ต้องการการเผาที่ถูกต้องโคนจะล้มตามเข็มนาฬิกา ตัวแรกจะล้มราบ ตัวที่สองจะเอียงทำมุมประมาณสองนาฬิกา ตัวที่สามจะเอียงประมาณหนึ่งนาฬิกา เป็นต้น นอกจากนี้แล้วการวางหุ่นวัดไฟควรวางในส่วนอุณหภูมิเฉลี่ยของเตา และควรวางให้สามารถมองเห็นได้ง่าย

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในเรื่องของความสมบูรณ์ของเคลือบนั้นได้อ้างอิงและเปรียบเทียบในงานวิจัยที่เกี่ยวข้องซึ่งมีความเกี่ยวพันธ์กับเนื้อหาของงานวิจัยครั้งนี้ โดยความสมบูรณ์ดังกล่าวได้แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างในส่วนผสมของอลูมินาและซิลิกา ตามผลการทดลองของ นิวัตร พัฒนะ (2534 : 74) พบว่า เคลือบที่สัดส่วนของอลูมินาต่อซิลิกาแปรค่าต่างกัน จะมีลักษณะระดับความมันของเคลือบต่างกัน

ซึ่งเป็นการวิจัยเคลือบเฟลด์สปาร์ โดยมีลักษณะของเคลือบแสดงออกมาหลังการเผาคือ เคลือบมัน เคลือบกึ่งมันกึ่งด้าน เคลือบด้าน ซึ่งใช้อัตราส่วนของอลูมินา 0.2 ถึง 0.5 โมล ต่อซิลิกา 2.0 ถึง 5.0 โมล เผาในอุณหภูมิ 1,240 องศาเซลเซียส โดยใช้วัตถุดิบซึ่งเป็นสูตรเคลือบมาตรฐานคือ

โปแตสเฟลด์สปาร์	$K_2O.AL_2O_3.6\ SiO_2$
ควอทซ์	SiO_2
ดินขาว	$AL_2O_3.2\ SiO_2.2H_2O$
แคลเซียมคาร์บอเนต	$CaCO_3$
โดโลไมท์	$MgCO_3.CaCO_3$
แบเรียมคาร์บอเนต	$BaCO_3$

สังกะสีออกไซด์	ZnO
โปแตสเซียมคาร์บอเนต	K_2CO_3
อลูมินา	AL_2O_3

การเกิดตำหนิของเคลือบที่ทดลองเผาในบรรยากาศแบบออกซิเดชันรูเข็มจะเกิดขึ้นกับเคลือบที่มีส่วนผสมที่มีลักษณะด้าน กึ่งด้าน กึ่งมัน และมันแวววาว เคลือบรานจะเกิดขึ้นกับส่วนผสมเคลือบที่มีลักษณะด้านเท่านั้น สำหรับการเผาในบรรยากาศแบบรีดักชันจะพบตำหนิรูเข็มในเคลือบกึ่งด้านกึ่งมัน และในเคลือบมันแวววาว เคลือบรานเกิดขึ้นกับเคลือบทั้งเคลือบด้าน เคลือบกึ่งมันกึ่งด้าน และเคลือบมันแวววาว