

หน่วยที่ 1

ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์เซรามิกส์ และการเตรียมดิน

แนวคิด

ความสำคัญของเซรามิกส์และเครื่องปั้นดินเผา ซึ่งมีวิวัฒนาการจากอดีตจนถึงปัจจุบัน ได้มีการพัฒนาการในด้านคุณภาพ ความเหมาะสมกับการใช้งาน รวมถึงการนำมาประยุกต์ใช้งานทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีวัสดุในยุคปัจจุบัน ประกอบกับการคัดเลือกความเหมาะสมของวัตถุดิบในการเตรียมดิน เพื่อให้ได้ผลตามวัตถุประสงค์

วัตถุประสงค์

เมื่อเรียนจบเนื้อหาในหน่วยการเรียนรู้หน่วยนี้แล้ว ผู้เรียนจะสามารถ

1. บอกประวัติความเป็นมาของเซรามิกส์และเครื่องปั้นดินเผาได้
2. จำแนกประเภทของผลิตภัณฑ์เซรามิกส์และเครื่องปั้นดินเผาได้
3. อธิบายวัตถุดิบประเภทที่มีความเหนียวและไม่มี ความเหนียวได้
4. ปฏิบัติการเตรียมดินและส่วนผสมของวัตถุดิบได้
5. อธิบายความแตกต่างของเนื้อดินก่อนการเผาได้

เนื้อหา

- 1 ความหมายของเซรามิกส์
- 2 ประวัติความเป็นมาของเซรามิกส์และเครื่องปั้นดินเผา
- 3 การศึกษาด้านเซรามิกส์และเครื่องปั้นดินเผา
- 4 ประเภทของผลิตภัณฑ์เซรามิกส์และเครื่องปั้นดินเผา
- 5 วัตถุดิบที่ใช้ทำผลิตภัณฑ์เซรามิกส์
- 6 แอควาลเซรามิกส์
- 7 การเตรียมเนื้อดิน
- 8 การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นก่อนเผา

ความหมายของเซรามิกส์

ในสมัยแรก ๆ เป็นที่เข้าใจกันว่าคำว่าเซรามิกส์ (Ceramics) หมายถึงศิลปะที่เกี่ยวข้องกับเครื่องปั้นดินเผา ต่อมาได้มีการใช้ในความหมายกว้างมากขึ้นคือรวมถึงอุตสาหกรรมทั้งหลายที่ใช้สารประกอบพวกซิลิเกต (Silicate Compounds) ในการผลิตผลิตภัณฑ์ คำว่า เซรามิกส์ ศัพท์เดิมมาจากภาษากรีก “เครามอส” (Karamos) และมีรากศัพท์มาจากภาษาสันสกฤต ซึ่งมีความหมายว่า เเผา ปัจจุบัน “เซรามิกส์” มีความหมาย 2 ประการ คือ ประการแรกหมายถึง ผลิตภัณฑ์ซึ่งกรรมวิธีการผลิตต้องผ่านการเผาที่อุณหภูมิสูง ส่วนความหมายประการที่สอง หมายถึง ผลิตภัณฑ์ ซึ่งส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ทั้งหมดหรือส่วนใหญ่ ผลิตจากวัตถุดิบที่มีอยู่ตามธรรมชาติบนเปลือกโลก สารอนินทรีย์และโลหะต่างๆ ผลิตภัณฑ์เหล่านี้ได้แก่ เครื่องปั้นดินเผา ปอร์สเลน วัสดุทนไฟ วัสดุก่อสร้างที่เป็นดินเผา วัสดุฉนวน โลหะเคลือบ ซีเมนต์ แก้ว วัสดุที่ใช้ในงานเกี่ยวข้องกับแม่เหล็กไฟฟ้า เฟอร์โรอิเล็กทริก พลาสติกแข็ง ๆ เป็นต้น

ประวัติความเป็นมาของเซรามิกส์และเครื่องปั้นดินเผา

เซรามิกส์ และเครื่องปั้นดินเผา ถูกสร้างขึ้นมาเพื่ออำนวยความสะดวกต่อการใช้สอยในการดำรงชีพตามสภาพแวดล้อม ดังปรากฏในทุกชาติทุกภาษา ซึ่งเป็นสัญลักษณ์ที่แสดงถึงวัฒนธรรม ความเชื่อ ศาสนาและประเพณี โดยในระยะแรกมนุษย์จะเลือกสรรหาที่อยู่อาศัยในแหล่งที่ใกล้ดิน แหล่งน้ำ และมีแสงแดด ซึ่งจากการสังเกตของมนุษย์นี้เองทำให้ได้เห็นดินที่เปียกน้ำนั้น เมื่อแห้งจะมีความแข็ง จึงชักนำให้เกิดความคิดนำมาปั้น แล้วนำไปตากแห้งเพื่อใช้เป็นอุปกรณ์ใช้สอย (ยังไม่มีการเผา) ในบางกลุ่มชนได้นำยางไม้หรือไขมันจากสัตว์ทาพื้นผิวภาชนะเพื่อใช้ใส่น้ำหรือใส่อาหารได้

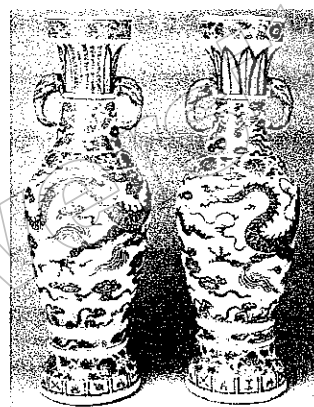


ภาชนะดินเผา บ้านเก่า
จังหวัดกาญจนบุรี

ต่อมามนุษย์รู้จักการใช้ไฟ โดยอาศัยการสังเกตเห็นภาชนะที่อยู่ใกล้ไฟแข็งแรงแง้งขึ้น เมื่อเวลาถูกน้ำก็ไม่ละลายหรืออ่อนตัว จากจุดนี้เองที่ทำให้มนุษย์รู้จักการนำภาชนะดินนั้นไปเผาไฟเพื่อให้แข็งแรงแง้งขึ้น แทนการตากแดด ซึ่งการทำเครื่องปั้นดินเผาได้กำเนิดขึ้นตามที่แตกต่างกันของโลก รวมถึงกลุ่มชนที่อาศัยในประเทศไทยได้มีการปรับปรุงพัฒนาขึ้นมาตามลำดับ ทั้งรูปแบบ รูปทรง คุณค่าการใช้สอย การตกแต่งสีและลวดลายให้งดงาม ซึ่งเครื่องปั้นดินเผาในสมัยก่อนประวัติศาสตร์เหล่านี้จะมีความคล้ายคลึงกันด้านเทคนิคการปั้นและการเผาคือการเผาไฟในอุณหภูมิที่แน่นอน

การทำเซรามิกส์และเครื่องปั้นดินเผาในสมัยแรก ๆ ราว 1500 B.C. (ก่อนคริสกาล) จากการศึกษาได้ค้นพบผลิตภัณฑ์ประเภทอิฐที่ใช้ในการก่อสร้างเป็นครั้งแรก ที่ประเทศบาบิโลเนีย (Babylonia) ประเทศเอสซีเรีย และประเทศอียิปต์ ซึ่งผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาที่ใช้ในการก่อสร้าง เรียกว่า เทอราคอตตา (Terra-Cotta) ในขณะเดียวกัน ปรากฏว่าทางอียิปต์ได้ค้นพบการทำแก้ว (Glass) อีกด้วย นอกจากนั้นได้ค้นพบหลักฐานทางแถบทวีปเอเชียว่ามนุษย์แถบนี้รู้จักการทำเครื่องปั้นดินเผาเช่นกัน โดยรู้จักการใช้ ดินแดง ดินดำ ดินขาว มาช่วยในการตกแต่งผลิตภัณฑ์ให้สวยงาม โดยเฉพาะที่ประเทศจีนมีความสามารถในการทำเครื่องปั้นดินเผาได้ดีโดยตรงกับสมัยของราชวงศ์ฮั่น (ประมาณ พ.ศ. 300) ซึ่งในระยะแรกเครื่องปั้นดินเผาของจีนจะไม่มีเคลือบ แต่ต่อมาได้มีการพัฒนาการเคลือบเกิดขึ้นซึ่งเป็นชนิดเคลือบอุณหภูมิที่ไม่สูงนัก เช่น เคลือบตะกั่ว (Lead Glazed) เคลือบด่าง (Alkaline Glazed)

ในระยะต่อมาในสมัยราชวงศ์ถัง ปรากฏว่าชาวจีนมีความเจริญก้าวหน้าโดยสามารถทำการเคลือบสีได้หลายสี ต่อมาในสมัยราชวงศ์ซ้อง ราชวงศ์หยวน และราชวงศ์หมิง ปรากฏว่าได้มีการทำเครื่องเคลือบแบบกังไส (Kangsai) ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ปอร์สเลน (Porcelain) ที่เผาอุณหภูมิสูงซึ่งต่อมาชาวจีนได้ค้นพบการทำเคลือบสีแดง (Copper Red Glazed) ซึ่งเป็นครั้งแรกของโลก โดยเฉพาะในสมัยราชวงศ์ซ้อง ได้ผลิตผลิตภัณฑ์ชั้นเยี่ยม เรียกว่า ผลิตภัณฑ์ปอร์สเลนและการเคลือบสีในสมัยนั้นมี 3 สี คือ สีแดง สีน้ำเงิน และสีเขียว



แจกันคู่ดินเผาลายมังกร

ส่วนในทางยุโรป ได้ทำเซรามิกส์มานานแล้วเช่นกัน แต่เริ่มมีความสนใจอย่างจริงจังในสมัยตอนต้น ซึ่งตรงกับยุคศิลปฟื้นฟู (Renaissance) ประเทศแรกที่ให้ความสนใจมาก ได้แก่ ประเทศอิตาลี

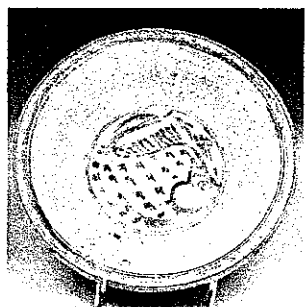


เครื่องปั้นดินเผาลายเขียนสี
สมัยก่อนประวัติศาสตร์
บ้านเชียงจังหวัดอุดรธานี

สำหรับในประเทศไทย เซรามิกส์และเครื่องปั้นดินเผาที่ทำให้ต่างชาติรู้จักไปทั่วโลก คือ เครื่องปั้นดินเผาเขียนสีสมัยก่อนประวัติศาสตร์ที่บ้านเชียง อำเภอหนองหาน จังหวัดอุดรธานี ทำให้ทราบถึงแหล่งชุมชนโบราณ ขนบธรรมเนียมประเพณี ความเจริญ ความก้าวหน้าทางเทคนิค วิทยาการ โดยเฉพาะภาชนะลายเขียนสีน้ำตาลแดงที่แปลกและสวยงาม

ในสมัยสุโขทัยมีผลิตภัณฑ์ที่มีชื่อเสียง ได้แก่ เครื่องสังคโลก ซึ่งเชื่อว่ามีเริ่มทำที่เมือง ชะเลียง โดยสันนิษฐานว่า ชาวจีนคงเข้ามา

ทำเครื่องปั้นดินเผาและถ่ายทอดวิธีการให้กับคนไทยในสมัยพ่อขุนรามคำแหงมหาราช ได้ให้ช่างปั้นดินเผาชาวจีนเข้ามาเป็นจำนวนมาก เพราะทรงเห็นว่าดินเมืองไทยเหมาะกับการทำเครื่องปั้นดินเผาได้ ทำให้เครื่องสังคโลกของไทยจึงมีลักษณะคล้ายกับเครื่องถ้วยชามของจีน และเป็นลักษณะ



จากสังคโลก เขียนลายปลา

ของเคลือบทึบ (Opaque Glaze) โดยลักษณะสำคัญของเครื่องปั้นดินเผาในสมัยนี้แยกออกเป็น 3 ลักษณะ คือ

1. เเผาดิบ โดยไม่มีการเคลือบ
2. เครื่องปั้นดินเผาเนื้อหยาบเคลือบผิว
3. เครื่องปั้นดินเผาเนื้อละเอียดเคลือบผิว เช่น เครื่องถ้วย

แบบของจีน

ในสมัยอยุธยาเมื่ออุตสาหกรรมแหล่งใหญ่อยู่ที่อำเภอบางระจัน จังหวัดสิงห์บุรี ทำในสมัยอยุธยาตอนกลาง ส่งออกต่างประเทศ ไม่ปรากฏการทำเครื่องถ้วยชาม ซึ่งภาชนะส่วนใหญ่ทำมาจากประเทศจีน ญี่ปุ่น และฝรั่ง โดยของญี่ปุ่นนั้นเริ่มนำมาขายตั้งแต่สมัยพระนเรศวรมหาราช ส่วนของฝรั่งจะนำเข้ามาในสมัยสมเด็จพระนารายณ์มหาราช ซึ่งสามารถจำแนกถ้วยชามที่ส่งเข้ามาขายโดยจีนออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. เครื่องถ้วยของจีน ทั้งรูปและลวดลายนำส่งเข้ามาขายโดยตรง
2. ไทยให้เขียนลวดลายไทย แต่ทำในเมืองจีน ได้แก่ ชาม จาน เชง และโอ

ในสมัยธนบุรี ขณะนั้นไทยเริ่มบำรุงค้าขายกับเมืองจีน ได้ส่งเครื่องถ้วยชามครั้งสมัย กรุงเก่าออกไปเป็นตัวอย่างให้จีนทำ

ในสมัยรัตนโกสินทร์ ในสมัยรัชกาลที่ 1 มีการทำนุบำรุงงานเมือง จึงพบว่าเครื่องปั้นดินเผาสมัยนี้ส่วนมากจะเป็นกระเบื้องจะมีการเผาและเคลือบสีด้วย ในสมัยรัชกาลที่ 2 มีการทำลวดลายน้ำทองในส่วนที่เป็นพื้น ในสมัยรัชกาลที่ 3 ทรงทำนุบำรุงวิद्याอารามอย่างมาก มีการสั่งทำเครื่องปั้นดินเผา กระเบื้องมุงหลังคา กระเบื้องประดับมาใช้ตกแต่งแทน ในสมัยรัชกาลที่ 4 เครื่องถ้วยชามจากจีน เป็นเครื่องลายครามเขียนลายจีนเป็นส่วนใหญ่ ในสมัยรัชกาลที่ 5 มีการทำเฉพาะการเขียนลายเท่านั้น โดยนำเอาหุ่นที่หล่อจากเมืองจีนมาเขียน ในสมัยรัชกาลที่ 6 เริ่มมี โรงงานผลิตเครื่องปั้นดินเผา ทั้งชนิดเคลือบและไม่เคลือบ ในสมัยรัชกาลที่ 7 เริ่มมีการแพร่หลายของอุตสาหกรรมเครื่องปั้นดินเผาขึ้นมาก ในรัชกาลที่ 8-9 ได้มีการพัฒนาเป็นอุตสาหกรรม เซรามิกส์ และเครื่องปั้นดินเผา มีการใช้เทคโนโลยี การพัฒนาวัตถุดิบ บุคลากร ตำราวิจัยวิเคราะห์ทดสอบรวมถึงการส่งเสริมในเชิงพาณิชย์ยิ่งขึ้นมา



เครื่องถ้วยเบญจรงค์ สมัยอยุธยา

การศึกษาด้านเซรามิกส์และเครื่องปั้นดินเผา

การศึกษาด้านเซรามิกส์และเครื่องปั้นดินเผาได้แยกเป็น 2 แนวทาง ดังนี้

1. การศึกษาในแนวทางวิทยาศาสตร์ (Ceramics Science) หมายถึง การศึกษาที่เน้นหนักในทางการค้นคว้า สำรวจ วิจัย วิเคราะห์หาข้อมูลต่างๆ เกี่ยวกับวัตถุดิบ แหล่งวัตถุดิบ ปริมาณของวัตถุดิบ และคุณสมบัติต่าง ๆ รวมทั้งด้านกรรมวิธีและเทคนิคต่าง ๆ ที่ช่วยในการผลิตให้รวดเร็ว มีคุณภาพดียิ่งขึ้น ตลอดจนการศึกษาเกี่ยวกับระบบเครื่องมือ เครื่องจักร และการใช้เครื่องมือที่จะเอื้ออำนวยผลผลิตอย่างสมบูรณ์แบบรวดเร็วเพียงพอกับความต้องการ

2. การศึกษาในแนวทางด้านศิลปะ (Ceramics Art) หมายถึง การศึกษาที่เน้นคุณค่าในทางสุนทรียภาพ อันได้แก่ ความงาม อันก่อให้เกิดประโยชน์ในทางใช้สอย ด้านความงามที่เกิดจากรูปทรง สีสรรต่างๆ ตลอดจนการตกแต่งลวดลายให้ผสมผสานกลมกลืนเข้าด้วยกัน อันเป็นศิลปวัฒนธรรมเพื่อดึงดูดใจผู้ซื้อ นับว่ามีความสำคัญไม่น้อยเช่นกัน โดยเฉพาะการศึกษาส่วนใหญ่จะเน้นหนักในด้านการออกแบบ (Design) และการเปลี่ยนแปลงที่เหมาะสมสนองประโยชน์ผู้ใช้เพื่อจะได้เป็นที่ต้องตาต้องใจแก่คนทั้งหลาย

ประเภทของผลิตภัณฑ์เซรามิกส์และเครื่องปั้นดินเผา

1. จำแนกตามคุณสมบัติของเนื้อดิน แบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท ดังนี้

1.1 ผลิตภัณฑ์ประเภทเอิร์ทเทนแวร์ (Earthenware) หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ใช้เนื้อ



ผลิตภัณฑ์เอิร์ทเทนแวร์

ดินปั้นส่วนใหญ่เป็นดินเหนียวธรรมดา ส่วนมากนิยมใช้ดินท้องถิ่นขึ้นรูปเป็นภาชนะต่าง ๆ เช่น หม้อดิน กระจ่าง ดินไม้ โอ่งดิน อิฐ ก่อสร้าง ผลิตภัณฑ์เหล่านี้มีความพรุนตัวสามารถดูดซึมน้ำได้เนื้อผลิตภัณฑ์หนาหยาบ สีเนื้อดินเป็นสีน้ำตาล สีเทาอ่อนออกเหลือง เวลาเคาะเสียงจะไม่กังวานเหมือนผลิตภัณฑ์ชนิดอื่น ๆ ผลิตภัณฑ์ประเภทนี้จะมีทั้งชนิดเคลือบและไม่เคลือบ อุณหภูมิที่ใช้เผา 1050 – 1190 °ซ

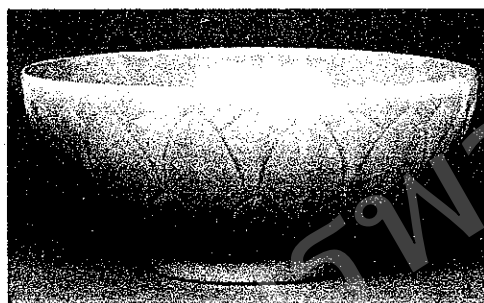
1.2 ผลิตภัณฑ์ประเภทสโตนแวร์ (Stoneware)

หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ใช้เนื้อดินปั้นที่มีลักษณะคล้ายเอิร์ทเทนแวร์ แต่ต้องมีส่วนผสมของดินทนไฟ (Fire Clay) และซิลิกาสูงอยู่ด้วย เนื่องจากผลิตภัณฑ์ประเภทนี้เนื้อหยาบ แน่น และมีความแข็ง

แกร่งมาก เมื่อเผาถึงจุดสุกตัว (Vitreous Ware) น้ำและของเหลว ไม่สามารถไหลซึมผ่านได้ ผลิตภัณฑ์สโตนแวร์ชนิดที่เตรียมดินจากธรรมชาติ นำมาปั้นโดยตรงก็มีเช่น ผลิตภัณฑ์โองราชบุรี



ผลิตภัณฑ์โองราชบุรี จังหวัดราชบุรี



ผลิตภัณฑ์ศิลาดล จังหวัดเชียงใหม่

ศิลาดล เชียงใหม่ ผลิตภัณฑ์ส่งคโลกเป็นต้น นอกจากนี้ยังมีชนิดที่เตรียมในหิ้งปฏิบัติการอีกด้วย ผลิตภัณฑ์สโตนแวร์นิยมทำภาชนะใส่อาหาร จาน ชาม ถ้วยกาแฟ เขยือกน้ำ แจกัน ที่เขียนหรือเครื่องประดับ เป็นภาชนะค่อนข้างหนา เนื้อแน่น ทึบแสง มีลักษณะ เนื้อหยาบ อุณหภูมิที่ใช้เผา ผลิตภัณฑ์ 1200 - 1300 องศาเซลเซียส

1.3 ผลิตภัณฑ์ประเภทปอร์สเลน (Porcelainware) หมายถึง ผลิตภัณฑ์เตรียมขึ้นเป็นพิเศษส่วนผสมของเนื้อดินปั้นประกอบไปด้วยหินเขี้ยวหนุมาน (Quartz) หินฟันม้า (Feldspar) ดินขาว (Kaolin) ดินเหนียว (Ball Clay) และวัตถุดิบอื่น ๆ อีกตามสัดส่วนที่เหมาะสม สิ่งสำคัญคือโปร่งแสง (Translucent) เผาในอุณหภูมิตั้งแต่ 1250 องศาเซลเซียสขึ้นไป เมื่อเผาถึงจุดสุกตัวมีความแข็งแกร่ง น้ำและของเหลวไม่สามารถไหลซึมผ่านได้ เนื้อละเอียดและแข็งแกร่ง มีลักษณะเหมือนแก้ว (Glass) ผลิตภัณฑ์ชนิดปอร์สเลนแบ่งตามอุณหภูมิในการเผา คือแบบปอร์สเลนไฟต่ำ (Soft Porcelain) เผาในอุณหภูมิประมาณ 1210 - 1285 องศาเซลเซียส นิยมนำไปทำภาชนะใส่อาหาร



ผลิตภัณฑ์ประเภทปอร์สเลน

(Table Ware) งานประเภหาด้านศิลปะ (Art Ware) และแบบปอร์สเลนไฟสูง (Hard Porcelain) เผาในอุณหภูมิ 1310-1430 °ซ ความแข็งแกร่งเป็นพิเศษ นิยมนำไปทำผลิตภัณฑ์ประเภทเครื่องฉนวนไฟฟ้า อุปกรณ์ไฟฟ้า เช่น หัวเทียน รถยนต์ ลูกถ้วยไฟฟ้า ภาชนะทดลองทางเคมี

2. จำแนกตามลักษณะการนำไปใช้ประโยชน์ แบ่งออกได้เป็น 9 ประเภท ดังนี้

2.1 เครื่องปั้นดินเผา (Pottery) ผลิตภัณฑ์ประเภทนี้จะพบในชีวิตประจำวัน โดยจะมีเนื้อผลิตภัณฑ์ประกอบด้วยส่วนผสมแบบ Triaxial Composition คือ มีดิน (Clay) , ทราช (Silica) และหินฟันม้า (Feldspar) เป็นองค์ประกอบหลักผลิตภัณฑ์ในกลุ่มนี้คือ

2.1.1 เครื่องสุขภัณฑ์ (Sanitary Ware) ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในห้องครัว และห้องน้ำ เช่น โถส้วม อ่างล้างหน้า อ่างน้ำในห้องครัว ผลิตภัณฑ์ประเภทนี้จะมีการดูดซึมน้ำต่ำ และมีความแข็งแรง

2.1.2 เครื่องถ้วยชาม (Table Ware) ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ที่มีความแข็งแรงสูง เป็นเนื้อปอร์สเลน (Porcelain) หรือเนื้อสโตนแวร์ (Stoneware) กับที่มีความแข็งแรงน้อย การดูดซึมน้ำสูง เนื้อเป็นเอิร์ทเทนแวร์ (Earthenware)

2.1.3 กระเบื้อง (Tiles) ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ที่ใช้กับงานก่อสร้าง ใช้เป็นวัสดุตกแต่งเพื่อความสวยงาม เช่น กระเบื้องผนัง กระเบื้องปูพื้น กระเบื้องโมเสก และกระเบื้องหลังคา

2.1.4 อิฐก่อสร้าง (Bricks) ใช้เป็นวัสดุสำหรับก่อผนัง และกำแพงในงานก่อสร้าง

2.1.5 ท่อดินเผา (Sewer Pipe) ใช้เป็นท่อระบายน้ำและท่อร้อยสายไฟฟ้า และโทรศัพท์

2.1.6 เครื่องประดับ (Novelty) ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ประเภทเครื่องประดับบ้าน เช่น แจกัน เครื่องประดับ เป็นต้น

2.2 ผลิตภัณฑ์ประเภทวัตถุทนไฟ (Refractories) เป็นผลิตภัณฑ์ประเภทที่มีคุณสมบัติพิเศษ สามารถทนความร้อนได้สูงกว่า 1580 องศาเซลเซียสขึ้นไป มีความแข็งแรง เป็นฉนวนทนทานต่อการกัดกร่อนได้ดี จึงเป็นวัสดุที่สำคัญในการทำเตาเผา ทำเตาหลอมเหล็กหรือใช้ห่อหุ้มอากาศยานที่ต้องทนทานต่อแรงเสียดสี โดยผลิตภัณฑ์วัสดุทนไฟจำแนกออกได้เป็น 3 ประเภทด้วยกัน

2.2.1 ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติเป็นกรด (Acidic Refractories) วัตถุทนไฟชนิดนี้ ได้แก่ อิฐทนไฟ ที่มีเปอร์เซ็นต์ของซิลิกาสูง เช่น Silica Brick หรืออิฐทนไฟที่ได้จากดินทนไฟธรรมดา

2.2.2 ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติเป็นกลาง (Neutral Refractories) วัตถุทนไฟประเภทนี้ ได้แก่ อิฐทนไฟที่ทำมาจากแร่กรังบอกไซด์ (Bauxite) หรือพวกที่มีเปอร์เซ็นต์ของอลูมินาสูง Silicon Carbide (SiC) , Chrome (Cr_2O_3) และอลูมินา เป็นต้น

2.2.3 ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติเป็นเบส (Basic Refractories) ได้แก่ Magnesite Brick (MgO) , Dolomite Brick , Calcite Brick , Chrome Magnesite Brick และอื่น ๆ

2.3 แก้ว (Glass) จัดเป็นผลิตภัณฑ์ทางเซรามิกส์ เพราะเป็นการนำเอาสารอนินทรีย์ชนิดซิลิกาได้แก่ ททราย มาเป็นวัตถุดิบหลักและผ่านกระบวนการผลิตที่ใช้ความร้อนสูง ทำให้เกิดการหลอมละลาย แล้วปล่อยให้เย็นตัวอย่างรวดเร็ว เกิดเป็นแก้วขึ้น ซึ่งแก้วมีอยู่หลายชนิดโดยจำแนกตามวัตถุดิบที่ใช้ เช่น เครื่องแก้วที่ใช้ในครัวเรือน ขวด กระຈก เล่นส์ จำแนกตามกรรมวิธีการผลิตโดยวิธีเป่า หรือรีด หรือลอยออกมาเป็นกระຈกแผ่น เป็นต้น

2.4 ซีเมนต์ (Cement) เป็นวัสดุใช้ในการก่อสร้าง สามารถใช้หล่อ ฉาบ มีความแข็งแรงหลังการแข็งตัว โดยมีส่วนประกอบที่ใช้กันอยู่เป็นชนิด Portland Cement คือมีส่วนผสมของหินปูนหรือคินมาร์ล ดินควอตซ์และหิน นำมาบดผสมกันแล้วเผาด้วยเตาชนิดหมุนได้ ที่อุณหภูมิประมาณ 1500 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นทำให้เย็นกลายเป็นปูนเม็ด แล้วนำมาบดอีกครั้งหนึ่ง

2.5 โลหะเคลือบ(Enamel) เซรามิกส์ชนิดนี้เป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้น้ำยาเคลือบทางเซรามิกส์เคลือบบนผิวโลหะ แล้วนำไปเผาเพื่อให้ความสวยงามและความคงทนในการใช้งาน โดยนำเอาสารเคลือบผิวเหล่านี้มาใช้กับโลหะต่างๆ เช่น เหล็ก ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ชนิดนี้คือ เครื่องสุขภัณฑ์ โลหะเคลือบ เครื่องใช้ในครัวเรือน

2.6 ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ขัดหรือตัด (Abrasive) เป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในการขัด ตัด ตกแต่งผิวหรือกลึงงานโลหะ ซึ่งทำมาจากวัตถุดิบที่มีความแข็งมาก บางชนิดมีอยู่ในธรรมชาติ เช่น ททราย เพชร หรือวัตถุดิบที่สังเคราะห์ขึ้น เช่น Silicon Carbide , Alumina , Tungsten Carbide , Silicon Nitride และ Boron Nitride ตัวอย่างของผลิตภัณฑ์ประเภทนี้ เช่น กระดาษทราย แผ่นตัดอิฐ ใบมีดกลึง และไสโลหะ เป็นต้น

2.7 ผลิตภัณฑ์ที่ใช้งานไฟฟ้า (Electrical Ceramics) เป็นผลิตภัณฑ์เซรามิกส์ประเภทฉนวนไฟฟ้า หัวเทียนเครื่องยนต์ และที่ใช้กับไฟฟ้าแรงสูง เช่น Bushing เป็นต้น

2.8 ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในงานอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Ceramics) เป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้เป็นชิ้นส่วนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เช่น เครื่องรับวิทยุ โทรทัศน์และคอมพิวเตอร์ ได้แก่ I.C.Substrate , Capacitor , Resistor , แม่เหล็ก (Ferrite) และ Piezoelectrics (ใช้ทำเครื่องอัลตราซาวด์)

2.9 ผลิตภัณฑ์ Fine Ceramics ผลิตภัณฑ์นี้จัดอยู่ในกลุ่มที่ใช้เทคโนโลยีในขั้นสูง โดยส่วนใหญ่จะถูกนำมาใช้ทางด้านงานวิศวกรรม (Engineering Ceramics) เช่น Rotor ใน Gas Turbine ชิ้นส่วนเครื่องจักรกล นอกจากนั้นยังใช้เป็นชิ้นส่วนของมนุษย์ (Bio Ceramics) เช่น กระดูกเทียม ฟันปลอม ซึ่งผลิตภัณฑ์ทางด้าน Fine Ceramics ในอนาคตจะมีบทบาทในการทดแทนโลหะมากขึ้น

วัตถุดิบที่ใช้ทำผลิตภัณฑ์เซรามิกส์

วัตถุดิบสำหรับใช้ทำเซรามิกส์มีหลายชนิด แต่ที่เป็นวัตถุดิบเนื้อบริสุทธิ์นั้นหายาก แม้จะอยู่ในพื้นที่เดียวกันหรือต่างพื้นที่กัน โดยทั่วไปแบ่งออก 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1. วัตถุดิบประเภทที่มีความเหนียว

ดิน (Clay) สูตรทางเคมี $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$ ดินในแหล่งธรรมชาติ บางแห่งมี เนื้อหยาบ บางแห่งมีเนื้อละเอียด เมื่อนำมาผสมกับน้ำอย่างพอเหมาะสามารถนำมาขึ้นรูปได้โดยสังเกตจากเนื้อดินละเอียดเมื่อจับกันมือ แต่ละชนิดมีการหดตัวสูงเมื่อเผาทำผลิตภัณฑ์ มักจะแตกหรือเสียหายได้ โดยปกติดินที่มีความเหนียวมักจะเกิดในที่ราบลุ่ม ซึ่งจะมีส่วนประกอบของสารอินทรีย์อยู่มาก ทำให้มีความเหนียว ลักษณะมีสีค่อนข้างดำหรือเทา เมื่อนำไปเผามักจะให้สีขาวมีประโยชน์ต่อการนำไปผสมในเนื้อดินขาวด้วยเช่นกัน



ดินจากแหล่งกำเนิดต่างๆ



ที่ราบในฤดูทำนาของภาคอีสาน

ความแตกต่างของดินขึ้นอยู่กับแหล่งกำเนิดของดิน สามารถแบ่ง ได้ 2 ชนิด ตามแหล่งกำเนิด คือ

1.1 ดินที่เกิดในที่ราบสูง (Primary Clay) ได้แก่ ดินขาว (Kaolin) เป็นดินที่สลายในแหล่งเดิม เนื้อดินหยาบ สีขาวหม่น มีความทนไฟสูง ความเหนียน้อย ต้องใช้ผสมกับวัตถุดิบ

1.2 ดินในที่ราบต่ำ (Secondary Clay) ได้แก่ ดินบอลลเคลย์ (Ball Clay) เนื้อดินละเอียด ความเหนียวดี แต่ในธรรมชาติมักมีสีเทาดำ หลังจากการเผาแล้ว

2. วัตถุดิบประเภทที่ไม่มีความเหนียว

ประกอบด้วยหินชนิดต่าง ๆ ที่มีความสำคัญในการผสมเนื้อดินปั้นและน้ำเคลือบ เช่น

2.1 หินเขียวหนุมาน (Quartz) เป็นสารประกอบพวกซิลิกา (SiO_2) มีความบริสุทธิ์มากกว่าวัตถุดิบ มีชื่อทางเซรามิกส์คือ ฟลินท์ (Flint) โครงสร้าง ทำให้เนื้อดินมีความทนไฟสูง ลดการหดตัวของเนื้อดินทำให้มีความแข็ง ถ้าผสมในน้ำเคลือบจะทำให้เคลือบเป็นแก้วมีความมันทนต่อการกัดกร่อน

2.2 หินฟันม้า (Feldspar) เป็นวัตถุดิบช่วยการหลอมละลาย (flux) ใช้ผสมในเนื้อดินปั้นและน้ำเคลือบ โดยหินฟันม้าเป็นหินแกรนิตชนิดหนึ่ง หินแกรนิต มีลักษณะแข็งทึบแสงมีทั้งสีขาวและสีชมพู ซึ่งมีใช้ผสมจะต้องบดละเอียดและผ่านตะแกรง

2.3 หินปูน (Limestone หรือ Whiting) ใช้ผสมในน้ำเคลือบทำให้ทนต่อการกรด ทำให้เนื้อเคลือบมีความแข็ง

2.4 โดโลไมท์ (Dolomite) ใช้ผสมในเนื้อดินเพื่อลดจุดสุกตัว และลดอัตราการหดตัว และขยายตัวใช้ผสมน้ำเคลือบ เพื่อช่วยลดจุดหลอมละลาย

2.5 หินไพโรฟิลไลต์ (Pyrophyllite) ใช้ผสมในเนื้อดินปั้นและน้ำเคลือบมีสมบัติการขยายตัวต่ำนิยมผสมในเนื้อของอิฐทนไฟ

2.6 ทัลค์ (Talc) ใช้ในการฉาบผิวทนต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอย่างกะทันหันได้ดีโดยใช้ทำผลิตภัณฑ์เกี่ยวกับอุปกรณ์ไฟฟ้า และอุปกรณ์ทนไฟที่ใช้ในเตา

2.7 เถ้ากระดูก (Bone Ash) เป็นวัตถุดิบที่เตรียมจากเถ้ากระดูกใช้ผสมในเนื้อดินใช้ทำผลิตภัณฑ์ที่โปร่งแสง เรียกว่าโบนไชน่า ซึ่งค้นพบโดยชาวอังกฤษ

2.8 ดินเชื้อ (Grog) คือดินที่ผ่านการเผาแล้วนำมาบดตามขนาดใช้ผสมในเนื้อดินปั้นช่วยลดการหดตัว ป้องกันการแตกกร้าวก่อนเผา และช่วยควบคุมการทรงตัว

2.9 สารประกอบออกไซด์อื่น ๆ

แอดวานซ์เซรามิกส์

แอดวานซ์เซรามิกส์ เป็นเซรามิกที่ทำได้จากการสังเคราะห์ให้มีความบริสุทธิ์สูง จำพวกออกไซด์ ไนไตรด์ หรือ คาร์ไบด์ของโลหะ เช่น ซิลิกอนคาร์ไบด์ (SiC) ซิลิกอนไนไตรด์ (Si₃N₄) เซอร์โคเนียมออกไซด์ (ZrO₂) และ ไทเทเนียมคาร์ไบด์ (TiC) นำมาขึ้นรูปและเผาในขั้นตอนการเผาคงมีการควบคุมอุณหภูมิ และบรรยากาศอย่างละเอียด เพื่อให้เกิดปฏิกิริยาตามที่ต้องการ ซึ่งซิลิกอนคาร์ไบด์และเซอร์โคเนียมออกไซด์ มีจุดหลอมเหลวที่อุณหภูมิ 2600 - 2700 องศาเซลเซียส โดยแอดวานซ์เซรามิกส์ก็มีคุณสมบัติคือ มีความแข็งแรง ทนต่อความร้อน ทนต่อการสึกกร่อนและทนต่อการด่างได้ดี โดยนำไปเป็นส่วนประกอบของเครื่องกล เครื่องยนต์ อุปกรณ์เกี่ยวกับไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ เลนส์ เตาปฏิกรณ์ปรมาณู และพื้นเทียม ตัวอย่างของแอดวานซ์เซรามิกส์และการใช้งานแสดงไว้ในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงคุณสมบัติและประโยชน์ในการใช้งานของแอดวานซ์เซรามิกส์

ประเภทการใช้งาน	คุณสมบัติ	การใช้งาน
นิวเคลียร์	ต้านทานการแผ่รังสี, ทนความร้อน, ให้ความแข็งแรงในอุณหภูมิสูง ๆ	ใช้หุ้มท่อเชื้อเพลิงนิวเคลียร์, ใช้เป็นวัสดุควบคุมปฏิกิริยา, เป็นส่วนประกอบของเตาปฏิกรณ์
จักขุวิทยา	สารรวมแสง, สารเรืองแสง, สารโปร่งแสง	เลเซอร์ไดโอด, Light Emitting Diode (LED.) กระจกโปร่งแสง ซึ่งทนความร้อน, สายเคเบิลสื่อสารทางแสง
ไฟฟ้า, แม่เหล็ก	ฉนวนไฟฟ้า, ตัวนำไฟฟ้า, สารกึ่งตัวนำ, ฟิล์มซึ่งตอบสนองต่อกระแสไฟฟ้า, แม่เหล็ก	ชิ้นผลึกในการทำวงจรรวม (IC), ตัวทำความร้อน, ตัวตรวจจับแบบวารีสเตอร์, ตัวกรองความถี่แบบพิโซอิเล็กทริก, หน่วยความจำของเครื่องคอมพิวเตอร์
ชีววิทยา, เคมี	ความสามารถเข้ากันได้ในเชิงชีววิทยา, การดูดซึมโดยสารตัวเร่ง, ความต้านทานการสึกกร่อน	ฟันและกระดูกเทียม, ตัวแลกเปลี่ยนความร้อน, อุปกรณ์เจาะสำรวจในงานสำรวจพลังงานความร้อนใต้พิภพ, อุปกรณ์ทางเคมี
เครื่องกล	มีความแข็งแรงสูง, ต้านทานการสึกกร่อน, มีการขยายตัวน้อย, มีสารหล่อลื่น	เครื่องมือ และแบบ, สารขัดสี, ใบพัดเทอร์ไบน์, สารหล่อลื่นแบบแข็ง, ชิ้นส่วนอุปกรณ์และละเอียด
ความร้อน	ทนต่อความร้อนสูง, ฉนวนความร้อน, กักความร้อน การนำความร้อน	ใช้ทำผนังเตาหลอมอุณหภูมิสูงระดับอุตสาหกรรมใช้ทำขั้วไฟฟ้า, ตัวดูดซับความร้อนสำหรับชิ้นส่วนทางอิเล็กทรอนิกส์

จากคุณสมบัติของแอดวานซ์เซรามิกส์ที่มีอย่างกว้างขวาง จึงยังคงมีการวิจัยและพัฒนา ค้นคว้าหาคุณสมบัติให้เหมาะสมกับการประยุกต์เพื่อการใช้งานให้มากขึ้นต่อไป

ปฏิบัติการที่ 1

การเตรียมดิน และการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินก่อนการเผา

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาคุณสมบัติของแหล่งดินตัวอย่าง ทราयแม่น้ำโขง และดินขาว
2. เพื่อศึกษาการกำหนดและการอ่านสูตรเนื้อดินปั้นโดยใช้ตารางไตรศัลยภาค (Triaxial Diagram)
3. เพื่อศึกษากระบวนการเตรียมเนื้อดินปั้น
4. เพื่อศึกษาการทำแท่งทดสอบและศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นก่อนเผาด้านความหดตัว

ความนำ

วัตถุประสงค์ของการเตรียมดิน

การเตรียมดินเป็นสิ่งสำคัญในการผลิตภัณฑ์เซรามิกส์และเครื่องปั้นดินเผา ซึ่งผลของการเตรียมดินจะดีหรือไม่ ย่อมส่งผลทำให้ผลิตภัณฑ์เบี้ยวหรือแตกร้าวได้ นอกจากนั้นกรรมวิธีในการนวดดินก็มีความสำคัญ ดังนั้นการเตรียมดินจึงมีความสำคัญมากและมีขั้นตอนการเตรียมดินเพื่อใช้ในการทดสอบหาคุณสมบัติของเนื้อดิน โดยมีวัตถุประสงค์ดังนี้

1. เพื่อปรับปรุงสีของเนื้อดิน
2. เพื่อต้องการความเหนียวของเนื้อดิน
3. เพื่อควบคุมการหดตัวของเนื้อตัวป้องกันการแตกร้าว
4. เพื่อต้องการให้สุกตัวในอุณหภูมิที่ต้องการเผา
5. เพื่อให้เนื้อดินมีความเหมาะสมกับน้ำเคลือบ

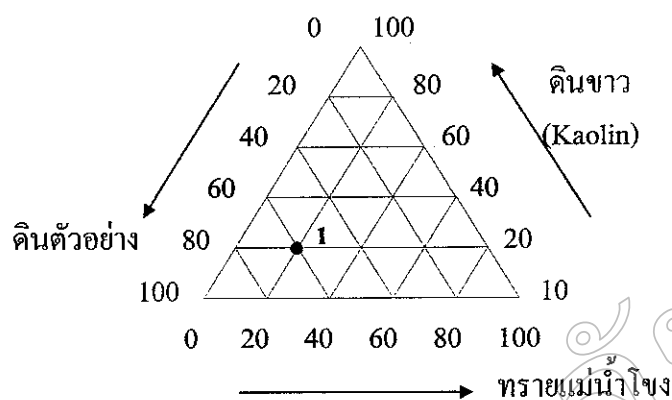
การเตรียมดินจากแหล่งดิน

การเตรียมดินจากแหล่งดิน มีลำดับขั้นในการปฏิบัติดังนี้

1. การชั่งตวงวัตถุดิบ

วัตถุดิบที่สำคัญในการทดสอบคุณสมบัติจะประกอบด้วย ดินจากแหล่งดินตัวอย่าง ดินขาว (Kaolin) และทรายแม่น้ำโขง วัตถุดิบหลักทั้ง 3 ชนิดจะต้องการกรองผ่านตะแกรงขนาด

เบอร์ไม่ต่ำกว่า 100 ซึ่งในการชั่งวัตถุดิบจำเป็นต้องใช้หลักการผสม โดยอาศัยตารางไตรคูลยภาค (Triaxial Diagram) อาศัยการสุ่มตามจุดที่ต้องการ และควรให้ปริมาณของดินจากแหล่งดิน ดังตัวอย่าง



กำหนดสูตรเนื้อดิน	
1. ดินตัวอย่าง	ร้อยละ.....
2. ทรายแม่น้ำโขง	ร้อยละ.....
3. ดินขาว	ร้อยละ.....

จากตารางไตรคูลยภาค จะเป็นจำนวน 100 ของวัตถุดิบแต่ละวันที่วิ่งนำตามทิศทางของ ลูกศร ซึ่งทุก ๆ จุดในตารางไตรคูลยภาค หมายถึง สูตรแสดงอัตราส่วนผสมของวัตถุดิบใน 1 สูตร ตัวอย่างเช่น สูตรดินหมายเลข 1 ประกอบด้วยดินจากแหล่งดินร้อยละ 60, หินเขียวหนุมาน ร้อยละ 20 ดินขาวร้อยละ 20

วิธีการอ่านสูตรดินจากจุดใดจุดหนึ่ง สามารถอ่านโดยลากเส้นจากจุดนั้นขนานกับด้านของสามเหลี่ยม ตามลูกศรหรือทวนเข็มนาฬิกา เมื่อเส้นนั้นชนด้านใดให้อ่านร้อยละของส่วนผสมของวัตถุดิบที่เป็นตัวแทน

หลังจากที่ได้กำหนดสูตรดินจากตารางไตรคูลยภาค แล้วให้นำวัตถุดิบมาชั่งตามสัดส่วนที่ได้ โดยสัดส่วนเมื่อผสมกันจะมีค่าเท่ากับ 100 หน่วยเสมอ ดังตัวอย่างจากจุดที่ 1

ตัวอย่าง ถ้าต้องการปริมาณของส่วนผสมของดินจากแหล่งดินกับวัตถุดิบ (จากสูตรดินในจุดที่ 1) จะต้องการน้ำหนักรวม 500 กรัม ได้ดังนี้

ดินจากแหล่งดิน	ร้อยละ 60 X 5	=	300 กรัม
หินเขียวหนุมาน	ร้อยละ 20 X 5	=	100 กรัม
ดินขาว	ร้อยละ 20 X 5	=	100 กรัม
รวม		=	500 กรัม

หลังจากนั้นนำมาผสมรวมกันใส่ในภาชนะที่จัดเตรียมไว้แล้วเขียนกำกับสูตรดิน หมายเลข 1 ติดที่ภาชนะ (เพื่อป้องกันการสับสน)

2. การบดผสมวัตถุดิบ

นำดินที่ผสมวัตถุดิบแล้วรวมกันใส่ลงในโถร่อนบด ใช้วิธีการบดเปียก โดยผสมน้ำลงไปพอประมาณ บดจนกระทั่งเนื้อดินเข้ากันได้ดีแล้ว จึงนำไปทำการเกะดินบนแผ่นปูนพลาสติก

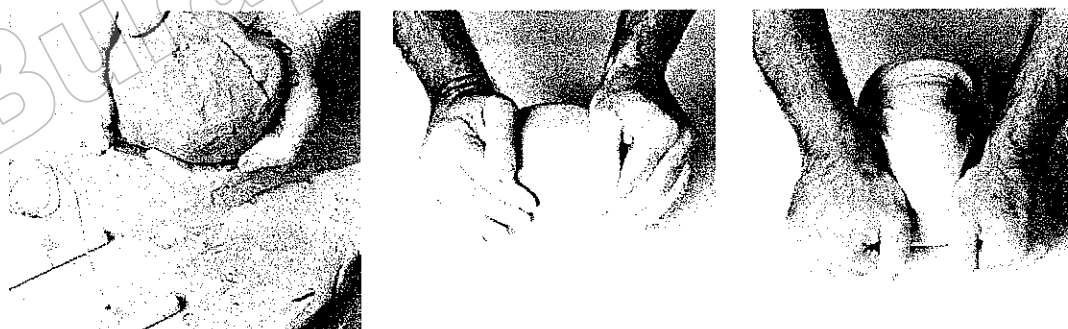
3. การเกะดิน

กรดเกะดินเป็นกระบวนการทำดินให้มีปริมาณน้ำพอเหมาะต่อการขึ้นรูป โดยนำดินที่ผ่านการการผสมและบดเปียกแล้วนำมาผึ่งลงบนแผ่นปูนพลาสติก ในขณะที่ยกลงบนพลาสติก จะทำการดูน้ำออกจากดินจนกระทั่งที่สังเกตว่าดินที่นำมากระจะมีลักษณะหมาด จึงนำออกมาเพื่อทำการนวดต่อไป



4. การนวดดิน

การนวดดินหลังจากการเกะดินแล้วจำเป็นต้องนวดเพื่อให้ดินเข้ากันได้ดี นอกจากนี้ จะทำให้สามารถเห็นสิ่งสกปรกบางอย่างหลงเหลืออยู่ ประการสำคัญคือเป็นการนวดดินเพื่อไม่ให้เกิดโพรงอากาศ โดยอาศัยอุปกรณ์ที่จำเป็นในการตรวจสอบคือ เส้นลวดทำการตัดเนื้อดินถ้ามีอากาศควรทำการนวดต่อไปจนกระทั่งโพรงอากาศหมดไป



5. การทำแท่งทดสอบ

การทำแท่งทดสอบนับว่าเป็นขั้นตอนสำคัญในการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของดิน โดยนำดินที่ผ่านการนวดแล้วมาทำการอัดลงในเบ้าทำแท่งทดสอบโดยเบ้านี้จะทำด้วยปูน

ปลาสเตอร์เป็นหลุม (มีเครื่องหมายแสดงตำแหน่งระยะความยาว 10 เซนติเมตร) แล้วทำการปาดผิวให้เสมอกัน ทั้งไว้สักระยะสังเกตเห็นว่าเนื้อดินสามารถที่จะถอดแบบออกได้ จึงทำการถอดแบบแท่งทดสอบออกจากเบ้าปูนปลาสเตอร์ แล้วทำเครื่องหมายเลขกำกับสูตรดิน และแหล่งดินที่ทำการทดสอบลงบนด้านหลังของแท่งทดสอบ (ในขณะที่ยังหมาดอยู่)

6. การผึ่งให้แห้ง

หลังจากการถอดแบบแท่งทดสอบแล้วให้นำมาผึ่งให้แห้ง (ในที่ร่ม) เพราะถ้าผึ่งแดดจะทำให้การระเหยของน้ำออกจากดินเร็วเกินไปจะทำให้แท่งทดสอบเกิดแตกร้าว และชำรุดไม่สามารถใช้ทำการทดสอบได้

การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินด้านความหดตัวของเนื้อดิน (ก่อนการเผา)

การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินด้านความหดตัวของเนื้อดิน (ก่อนการเผา) เพื่อหาการหดตัวของเนื้อดินเป็นเปอร์เซ็นต์หลังจากผ่านกระบวนการผสมดินตามสูตรที่คัดเลือก โดยอาศัยทักษะการวัดในขณะ ดินหมาด จะได้ระยะตามเครื่องหมายยาว 10 เซนติเมตร แล้ววัดอีกครั้งเมื่อดินแห้งว่าได้ระยะความยาวกี่เซนติเมตร จะทำให้ทราบได้ว่าดินที่หดตัวมาร้อยละเท่าไร (สูตรดินที่ดีควรจะมีการหดตัวน้อยที่สุด เมื่อมีการเปรียบเทียบกับสูตรฯ)

วิธีการทดสอบความหดตัวของเนื้อดินก่อนเผา

1. นำดินที่นวดแล้วมาทำแท่งทดสอบด้วยวิธีการอัดลงในพิมพ์ปูนปลาสเตอร์ มีความกว้าง ยาว และหนา ตามที่กำหนด
2. ทำการวัดเครื่องหมายที่อยู่บนแท่งทดสอบ ขณะนำออกจากพิมพ์
3. นำแท่งทดสอบไปผึ่งให้แห้ง แล้วนำไปอบให้แห้งสนิท
4. ทำการวัดเครื่องหมายที่อยู่บนแท่งทดสอบอีกครั้ง
5. นำค่าความยาวของดินเปียกและความยาวของดินแห้งไปคำนวณหาร้อยละการหดตัวของเนื้อดินก่อนการเผาตามสูตรดังนี้

$$\text{ร้อยละการหดตัวของดินเมื่อแห้ง} = \frac{\text{ความยาวของดินเปียก} - \text{ความยาวของดินแห้ง}}{\text{ความยาวของดินเปียก}} \times 100$$

ความหดตัวของเนื้อดินปั้นก่อนเผาที่เหมาะสม

ค่าร้อยละความหดตัวของเนื้อดินปั้นก่อนเผาที่เหมาะสมในการผลิตผลิตภัณฑ์เซรามิกส์ อยู่ระหว่างร้อยละ 5 ถึง 10

จากกระบวนการดังกล่าวข้างต้นเป็นการทดสอบอัตราส่วนผสมของดินจากแหล่งวัตถุดิบตามแผนไตรดัลยภาค (Triaxial Diagram) เพื่อค้นหาสูตรที่เหมาะสมของดินที่จะใช้ทำผลิตภัณฑ์ต่อไป

วัสดุและอุปกรณ์

1. ดินจากแหล่งดินตัวอย่าง (ดินเชิงkreio)
2. ทราย (ทรายแม่น้ำโขง)
3. ดินขาว (Kaolin) (ดินขาวจังหวัดลำปาง)
4. เครื่องชั่งชนิดละเอียด (มีหน่วยเป็นกรัมและมิลลิกรัม)
5. เวอร์เนียแคลิเปอร์
6. ตะแกรงร่อน ขนาด 80 และ 100 เมช (Mesh)
7. กระบอกตวง
8. เกรียง
9. แบบพิมพ์ปูนปลาสเตอร์สำหรับทำขึ้นทดลอง ขนาด 11 x 2 x 1 ซม.
10. แผ่นเกรอะดิน
11. โกร่งบดสารเคมี
12. อ่างพลาสติก

วิธีปฏิบัติการ

1. นำดินจากแหล่งดินตัวอย่าง ทรายแม่น้ำโขง ดินขาวที่ยังไม่ทำการบดและที่ทำการบดแล้วมาสังเกตลักษณะภายนอก สี ความแข็ง ลักษณะของเนื้อดินและอื่นๆ บันทึกลงตารางบันทึกผล
2. กำหนดสูตรเนื้อดินปั้น จากตารางไตรดัลยภาค (Triaxial Diagram) โดยวิธีการสุ่ม 1 สูตร (โดยกำหนดว่าต้องใช้ดินจากแหล่งตัวอย่างอย่างน้อย ร้อยละ 50) บันทึกลงตารางบันทึกผล
3. นำดินจากแหล่งตัวอย่าง ทรายแม่น้ำโขง และดินขาวที่ผ่านการบดแล้ว มาผสมกันตามสูตรที่ได้ สูตรละ 200 กรัม
4. นำส่วนผสมของเนื้อดินปั้นที่ผสมไว้แล้วไปบดรวมกันในโกร่งบดสารเคมี จนเห็นว่าส่วนผสมต่างๆ เป็นเนื้อเดียวกันแล้วนำไปเกรอะบนแผ่นปูนปลาสเตอร์ให้หมดตัว
5. ทำการนวดดินจน เนื้อดินมีความเหนียวพอที่จะนำไปขึ้นรูปได้

6. นำเนื้อดินปั้นมาทำแท่งทดสอบโดยนำอัดลงในแบบพิมพ์ปูนปลาสเตอร์ ขนาด 11 x 2 x 1 ซม. จำนวน 1 แท่ง

7. นำแท่งทดสอบมาเขียนรหัสของแต่ละกลุ่มที่ด้านหลังของแท่งทดสอบ แล้วทำการวัดความยาวเครื่องหมายบนเนื้อดินปั้น บันทึกผลตารางบันทึกผล

8. สังเกตแท่งดินทดสอบที่ยังเปียกอยู่ด้านสี เนื้อดิน ความแข็ง บันทึกผลตารางบันทึกผล

9. ปลอ่ยให้แท่งทดสอบแห้งสนิท แล้วทำการวัดความยาวของเครื่องหมายบนแท่งทดสอบอีกครั้ง บันทึกผลตารางบันทึกผล

10. สังเกตแท่งดินทดสอบที่แห้งสนิทด้านสี เนื้อดิน ความแข็ง บันทึกผลตารางบันทึกผล

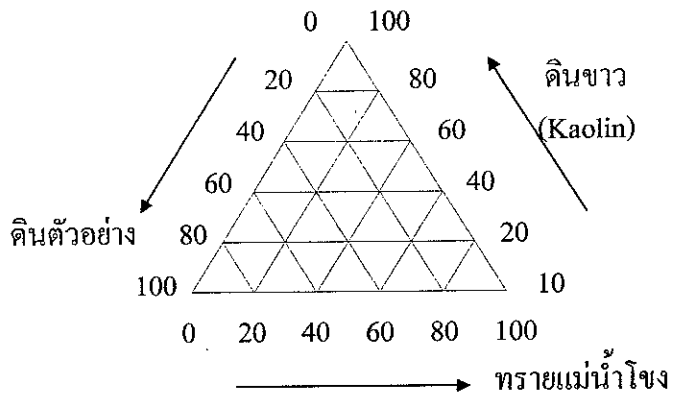
11. นำค่าในข้อ 7 และข้อ 9 มาคำนวณหาค่าร้อยละของการหดตัวของเนื้อดินปั้น บันทึกผลตารางบันทึกผล

ตารางบันทึกผล

1. ผลการสังเกตคุณสมบัติของแห้งดินตัวอย่าง ทราขแม่น้ำโขง และดินขาว

วัสดุเซรามิกส์	ผลการสังเกตคุณสมบัติ	
	ยังไม่บด	บดแล้ว
แหล่งดินตัวอย่าง		
		
		
		
ทราขแม่น้ำโขง		
		
		
		
ดินขาว		
		
		
		

2. การกำหนดสูตรเนื้อดินปั้น



กำหนดสูตรเนื้อดิน	
1. ดินตัวอย่าง	ร้อยละ.....
2. ทรายแม่น้ำโขง	ร้อยละ.....
3. ดินขาว	ร้อยละ.....

3. ผลการสังเกตคุณสมบัติของเนื้อดินปั้นขณะเปียกและแห้ง

รายงานการทดลอง	การเปลี่ยนแปลงที่สังเกตเห็น		
	สี	เนื้อดิน	ความแข็ง
1. แต่งดินทดสอบขณะยังหมาดๆ อยู่			
2. แต่งดินทดสอบหลังการผึ่งแห้ง			

4. ผลการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพด้านการหดตัวของเนื้อดิน (ก่อนการเผา)

ความยาวของดินเปียก	ความยาวของดินแห้ง	ร้อยละความหดตัวของเนื้อดินก่อนเผา
.....		

สรุปผลการทดลอง

- เนื้อดินมีความหดตัวก่อนเผา ร้อยละ.....

2.

สรุป	เหตุผล
☐ ใช้ได้	
☐ ใช้ไม่ได้	

อธิบายและคำถาม

1. ผู้เรียนคิดว่าเนื้อดินทุกสูตรส่วนผสม จะมีการหดตัวก่อนการเผาเท่ากันหรือไม่ เพราะเหตุใด
2. ถ้าค่าร้อยละของความหดตัวของเนื้อดินก่อนเผาสูง จะส่งผลกระทบต่ออะไรต่อเนื้อดินปั้น

แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านพุทธิสัย หน่วยที่ 1
ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์เซรามิกส์และการเตรียมเนื้อดินปั้น
วิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่อง วิทยาศาสตร์เซรามิกส์

คำชี้แจง : ให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวในแต่ละข้อมาตอบลงในกระดาษคำตอบ
 ที่จัดไว้ให้ โดยทำเครื่องหมาย **x** ในช่อง ☐ ที่ระบุ ก. ข. ค. และ ง. เพียงคำตอบ
 เดียว

1. มนุษย์ในยุคโบราณคิดทำเครื่องปั้นดินเผา เพราะอะไร
 - ก. ต้องการทำเป็นอาวุธ
 - ข. ต้องการทำเป็นเครื่องประดับ
 - ค. ต้องการทำเป็นภาชนะใส่อาหาร
 - ง. ต้องการทำเป็นอุปกรณ์ในการสร้างที่อยู่อาศัย
2. อะไรเป็นสิ่งที่คล้ายคลึงกันของเครื่องปั้นดินเผาในสมัยก่อนประวัติศาสตร์
 - ก. การเผาไฟในอุณหภูมิสูง
 - ข. การเผาไฟในอุณหภูมิต่ำ
 - ค. เทคนิคการเคลือบผลิตภัณฑ์
 - ง. เทคนิคการเขียนลวดลาย
3. เครื่องปั้นดินเผาลายเขียนสีก่อนประวัติศาสตร์ของไทยอยู่ที่จังหวัดใด
 - ก. สุโขทัย
 - ข. นครราชสีมา
 - ค. อุตรดิตถ์
 - ง. กาญจนบุรี
4. ชนชาติใดที่ถ่ายทอดการทำเครื่องปั้นดินเผาให้กับคนไทย
 - ก. จีน
 - ข. ญี่ปุ่น
 - ค. โปรตุเกส
 - ง. ฮอลันดา

5. ผลิตภัณฑ์เซรามิกส์ที่เผาในอุณหภูมิต่ำมีเนื้อหยาบเรียกว่าอะไร

- ก. เอิร์ทเทนแวร์
- ข. สโตนแวร์
- ค. ปอร์สเลน
- ง. โบนไชน่า

6. ในการทำผลิตภัณฑ์เซรามิกส์นิยมนำเถ้ากระดูกผสมกับผลิตภัณฑ์ประเภทใด

- ก. เอิร์ทเทนแวร์
- ข. โบนไชน่า
- ค. ปอร์สเลน
- ง. สโตนแวร์

7. ข้อใด ไม่เป็น วัสดุผลิตภัณฑ์เซรามิกส์

- ก. แก้ว ซีเมนต์
- ข. เนื้อดิน น้ำเคลือบ
- ค. วัสดุทนไฟ ฉนวนไฟฟ้า
- ง. เมลามีน เทฟลอน

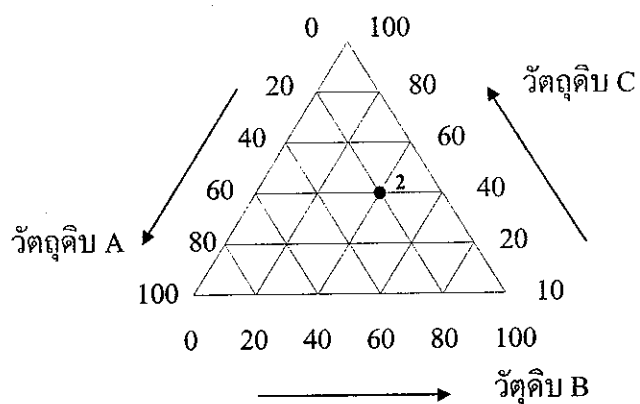
8. เหตุใดจึงผสมหินเขียวหนุมาน (Quartz) ในเนื้อดิน

- ก. ช่วยในการหลอมละลาย
- ข. ลดการหดตัวของเนื้อดิน
- ค. เพื่อให้ดินมีความพรุนตัว
- ง. ทำให้ดินมีความทนไฟสูง

9. ข้อใด ไม่ใช่ จุดประสงค์ของการเตรียมดิน

- ก. เพื่อปรับปรุงสีของเนื้อดิน
- ข. ควบคุมการหดตัวของเนื้อดิน
- ค. เพื่อเพิ่มอุณหภูมิในการเผาให้สูงขึ้น
- ง. เพื่อให้ดินมีความเหมาะสมกับน้ำเคลือบ

10. จากภาพจุดหมายเลข 2 วัตถุคิป A : B : C มีสัดส่วนเท่าใด



ก. 40 : 20 : 40

ข. 40 : 40 : 20

ค. 20 : 40 : 40

ง. 60 : 20 : 20

มหาวิทยาลัยบูรพา
Burapha University

กระดาษคำตอบ

คะแนน	
เต็ม	10
ได้	

แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านพุทธพิสัยหลังเรียน
หน่วยที่ 1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์เซรามิกส์
และการเตรียมเนื้อดินปั้น

ชื่อ.....ชั้น.....

ทดสอบวันที่.....เดือน.....พ.ศ. 2544

1	ก	ข	ค	ง
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

เฉลย

คำตอบแบบฝึกหัดหลังเรียนหน่วยที่ 1

ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์เซรามิกส์ และการเตรียมเนื้อดินปั้น

ข้อ	คำตอบ
1	ค
2	ข
3	ค
4	ก
5	ก
6	ข
7	ง
8	ข
9	ค
10	ค

แบบประเมินผลการเรียนรู้ด้านทักษะพิสัย หน่วยที่ 1

วิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่อง วิทยาศาสตร์เซรามิกส์

ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

คำแนะนำ

1. แบบประเมินผลการเรียนรู้ด้านทักษะพิสัยวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่อง วิทยาศาสตร์เซรามิกส์นี้จะใช้วิธีการสังเกตพฤติกรรมเป็นรายบุคคล เพื่อประเมินผลด้านทักษะในภาคปฏิบัติการทดลอง

2. แบบประเมินผลการเรียนรู้ด้านทักษะพิสัย (ขณะปฏิบัติการทดลอง) จะครอบคลุม 3 ด้าน คือ ด้านเทคนิคการทดลอง ด้านความคล่องแคล่ว และด้านความสะอาดและความเป็นระเบียบ โดยทักษะแต่ละด้านสามารถนิยามได้ดังนี้

2.1 ด้านเทคนิคการทดลอง

2.1.1 ดำเนินการทดลองอย่างถูกวิธีไม่สับสน

2.1.2 ใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้อง เช่น เครื่องมือ ชั่ง ตวง วัด และเครื่องมือที่จำอื่นๆ ใน

การทดลอง

2.1.3 อ่านค่าจากเครื่องมือ ชั่ง ตวง วัด ได้ถูกต้อง เช่น ค่านวล ปริมาตร และ

ความยาว

2.1.4 ทำการทดลองทดสอบอย่างระมัดระวังและปลอดภัย

2.2 ด้านความคล่องแคล่ว

2.2.1 ปฏิบัติการทดลองได้อย่างคล่องแคล่วถูกต้อง

2.2.2 มีความเชื่อมั่นในขณะปฏิบัติการทดลอง

2.2.3 ทำการทดลองได้ตามเวลากำหนด

2.3 ด้านความสะอาดและความเป็นระเบียบ

2.3.1 จัดพื้นที่สำหรับการทดลองได้เรียบร้อยเหมาะสมเพียงพอ

2.3.2 จัดวางอุปกรณ์ วัสดุ เครื่องใช้ ให้ใช้ได้สะดวกในขณะที่ทดลอง

2.3.3 จัดเก็บอุปกรณ์ เช่น เครื่องชั่ง เครื่องมือทดสอบวัสดุ และขวดบรรจุสาร

เคมีต่างๆ ได้ถูกต้อง

3. แบบประเมินผลการเรียนรู้ด้านทักษะพิสัยฉบับนี้ควรมีอัตราผู้สังเกต 1 คน ต่อผู้ถูกสังเกต

4. การบันทึกผลผู้สอนจะบันทึกผลการประเมินพฤติกรรมต่างๆ เท่าที่สามารถสังเกตได้ ในขณะที่ผู้เรียนทำกิจกรรมการเรียนการสอนหรือการทดลองแต่ละครั้ง โดยพิจารณาจากพฤติกรรมด้านทักษะการปฏิบัติการทดลอง ดังรายละเอียดในข้อ 2 แล้วตัดสินว่าผู้เรียนแสดงพฤติกรรมอยู่ในระดับใด คือ ดี = 3 , พอใช้ = 2 และควรปรับปรุง = 1 แล้วกรอกคะแนนลงในบันทึกการประเมินผลการเรียนด้านทักษะพิสัย ในการประเมินแต่ละครั้งอาจไม่จำเป็นต้องประเมินครบทุกพฤติกรรม และการสังเกตผู้เรียนอาจสังเกตเป็นกลุ่มหรือเป็นแถว (ครั้งละ 4-7 คน) เพื่อผู้สอนจะสามารถสังเกตผู้เรียนได้อย่างทั่วถึง และครอบคลุม ผู้เรียนแต่ละคนควรได้รับการประเมินแต่ละพฤติกรรมอย่างน้อย 2-3 ครั้งแล้วหาค่าเฉลี่ย เพื่อให้ได้คะแนนพฤติกรรมที่มีความเที่ยงตรงที่สุด

5. เกณฑ์ในการประเมินด้านทักษะปฏิบัติการทดลอง ผู้ประเมินจะต้องพิจารณาว่าผู้เรียนแสดงทักษะอยู่ในระดับใด โดยพิจารณาตามเกณฑ์ต่อไปนี้

ผู้เรียนแสดงพฤติกรรมมาก	อยู่ในระดับ ดี	3 คะแนน
ผู้เรียนแสดงพฤติกรรมปานกลาง	อยู่ในระดับ พอใช้	2 คะแนน
ผู้เรียนแสดงพฤติกรรมน้อย	อยู่ในระดับ ควรปรับปรุง	1 คะแนน

6. นำผลของการบันทึกพฤติกรรมมาหาค่าทางสถิติ

แบบประเมินผลการเรียนรู้ด้านจิตพิสัย หน่วยที่ 1

วิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่อง วิทยาศาสตร์เชรามิกส์

ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

คำแนะนำ

1. แบบประเมินผลการเรียนรู้ด้านจิตพิสัย เป็นการประเมินด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้การสังเกตจากพฤติกรรม/ลักษณะบ่งชี้ที่ผู้เรียนแสดงออกมาในระยะยาวพอควรและประเมินอย่างสม่ำเสมอ ซึ่งสามารถพิจารณาจากลักษณะบ่งชี้หรือพฤติกรรม

2. แบบประเมินผลการเรียนรู้ด้านจิตพิสัย (เจตคติทางวิทยาศาสตร์) จะครอบคลุมคุณลักษณะ 6 ด้าน คือ ความอยากรู้อยากเห็น ความรับผิดชอบและเพียรพยายาม ความมีเหตุผล ความมีระเบียบและรอบคอบ ความซื่อสัตย์ และความใจกว้าง โดยคุณลักษณะแต่ละด้านสามารถนิยามได้ดังนี้

2.1 ความอยากรู้อยากเห็น

2.1.1 ยอมรับว่าการทดลองค้นคว้าจะใช้เป็นวิธีในการแก้ปัญหาได้

2.1.2 มีความใฝ่ใจและพอใจ จะสืบเสาะแสวงหาความรู้ในสถานการณ์
และปัญหาใหม่ๆ อยู่เสมอ

2.1.3 มีความกระตือรือร้นต่อกิจกรรมและเรื่องต่างๆ

2.1.4 ชอบทดลองค้นคว้า

2.1.5 ชอบสนทนา ซักถาม ฟัง อ่าน เพื่อให้ได้รับความรู้เพิ่มขึ้น

2.2 ความรับผิดชอบและเพียรพยายาม

2.2.1 ยอมรับผลการกระทำของตนเองทั้งที่เป็นผลดีและผลเสีย

2.2.2 เห็นคุณค่าของความรับผิดชอบและความพยายามว่าเป็นสิ่งที่ควรปฏิบัติ

2.2.3 ทำงานที่ได้รับมอบหมายให้สมบูรณ์ตามกำหนดเวลาและตรงต่อเวลา

2.2.4 เว้นการกระทำอันเป็นผลเสียหยาต่อส่วนรวม

2.2.5 ทำการเต็มความสามารถ

2.2.6 ดำเนินการแก้ปัญหาจนกว่าจะได้คำตอบ

2.2.7 ไม่ทอดทิ้งในการทำงาน เมื่อมีอุปสรรคหรือล้มเหลว

2.2.8 มีความอดทนแม้การดำเนินการแก้ปัญหาจะยุ่งยากและใช้เวลา

2.3 ความมีเหตุผล

2.3.1 ยอมรับในคำอธิบายเมื่อมีหลักฐานหรือข้อมูลมาสนับสนุนอย่างเพียงพอ

2.3.2 เห็นคุณค่าในการใช้เหตุผลในเรื่องต่างๆ

2.3.3 พยายามอธิบายสิ่งต่างๆ ในแง่เหตุผล ไม่เชื่อโชคลางหรือคำทำนายที่ไม่สามารถอธิบายตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้

2.3.4 อธิบายหรือแสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล

2.3.5 หาความสัมพันธ์ของเหตุและผลที่เกิดขึ้น

2.3.6 ตรวจสอบความถูกต้องหรือความสมเหตุสมผลของแนวความคิดต่างๆ จากแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้

2.3.7 เสาะแสวงหาหลักฐาน/ข้อมูลจากการสังเกตหรือการทดลอง เพื่อสนับสนุนคำอธิบาย

2.3.8 รวบรวมข้อมูลอย่างเพียงพอก่อนจะลงข้อสรุปหรือเรื่องราวต่างๆ

2.4 ความมีระเบียบและรอบคอบ

2.4.1 ยอมรับว่าความมีระเบียบและรอบคอบเป็นสิ่งที่มีความจำเป็น

2.4.2 เห็นคุณค่าของความมีระเบียบและรอบคอบ

2.4.3 นำวิธีการหลายๆ วิธีมาตรวจสอบผลหรือวิธีการทดลอง

2.4.4 มีการใคร่ครวญ , ไตร่ตรอง พินิจพิเคราะห์

2.4.5 มีความละเอียดถี่ถ้วนในการทำงาน

2.4.6 มีการวางแผนการทำงานและจัดระบบการทำงาน

2.4.7 ตรวจสอบความเรียบร้อยหรือคุณภาพของเครื่องมือก่อนทำการทดลอง

2.4.8 ทำงานอย่างมีระเบียบ

2.5 ความซื่อสัตย์

2.5.1 เสนอความจริง ถึงแม้ว่าจะเป็นเหตุผลที่แตกต่างจากผู้อื่น

2.5.2 เห็นคุณค่าของการเสนอข้อมูลตามความเป็นจริง

2.5.3 บันทึกผลหรือข้อมูลตามความเป็นจริงและไม่ใช้ความคิดเห็นของตนเองไป

เกี่ยวข้อง

2.5.4 ไม่แอบอ้างผลงานของผู้อื่นว่าเป็นผลงานของตนเอง

2.6 ความใจกว้าง

- 2.6.1 รับฟังคำวิพากษ์วิจารณ์ข้อโต้แย้งหรือข้อคิดเห็นข้อคิดเห็นที่มีเหตุผลของผู้อื่น
- 2.6.2 ไม่ยึดมั่นในความคิดของตนเองและยอมรับการเปลี่ยนแปลง
- 2.6.3 รับฟังความคิดเห็นที่ตัวเองยังไม่เข้าใจและพร้อมที่จะทำความเข้าใจ
- 2.6.4 ยอมพิจารณาข้อมูลหรือความคิดเห็นที่ยังสรุปแน่นอนไม่ได้และพร้อมที่จะหาข้อมูลเพิ่มเติม

3. แบบประเมินผลการเรียนด้านจิตพิสัยฉบับนี้ควรมีอัตราผู้สังเกต 1 คน ต่อผู้ถูกสังเกต

16 คน

4. การบันทึกผลผู้สอนจะบันทึกผลการประเมินคุณลักษณะต่างๆ เท่าที่สามารถสังเกตได้ในขณะที่ผู้เรียนทำกิจกรรมการเรียนการสอนหรือการทดลองแต่ละครั้ง โดยพิจารณาจากพฤติกรรม/ลักษณะบ่งชี้ของแต่ละคุณลักษณะ ดังรายละเอียดในข้อ 2 แล้วตัดสินว่าผู้เรียนมีคุณลักษณะอยู่ในระดับใด คือ ดี = 3, พอใช้ = 2 และควรปรับปรุง = 1 แล้วกรอกคะแนนลงในบันทึกการประเมินผลการเรียนด้านจิตพิสัย ในการประเมินแต่ละครั้งอาจไม่จำเป็นต้องประเมินครบทุกคุณลักษณะ และการสังเกตผู้เรียนอาจสังเกตเป็นกลุ่มหรือเป็นแถว (ครั้งละ 4-7 คน) เพื่อให้ผู้สอนจะสามารถสังเกตผู้เรียนได้อย่างทั่วถึง และครอบคลุม ผู้เรียนแต่ละคนควรได้รับการประเมินแต่ละคุณลักษณะอย่างน้อย 2-3 ครั้งแล้วหาค่าเฉลี่ย เพื่อให้ได้คะแนนพฤติกรรมที่มีความเที่ยงตรงที่สุด

5. เกณฑ์ในการประเมินคุณลักษณะทางด้านจิตพิสัย ผู้ประเมินจะต้องพิจารณาว่าผู้เรียนแสดงคุณลักษณะอยู่ในระดับใด โดยพิจารณาตามเกณฑ์ต่อไปนี้

ผู้เรียนแสดงพฤติกรรมมาก	อยู่ในระดับ ดี	3 คะแนน
ผู้เรียนแสดงพฤติกรรมปานกลาง	อยู่ในระดับ พอใช้	2 คะแนน
ผู้เรียนแสดงพฤติกรรมน้อย	อยู่ในระดับ ควรปรับปรุง	1 คะแนน

6. นำผลของการบันทึกพฤติกรรมมาหาค่าทางสถิติ

แบบประเมินผลการเรียนรู้ด้านจิตพิสัย หน่วยที่ 1
วิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่อง วิทยาศาสตร์ธรรมชาติ
ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

[illegible]

แผนการสอนที่ 2

หน่วยที่ 2 เรื่อง เตาเผาและการเผาผลิตภัณฑ์เซรามิกส์และการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดิน
จำนวน 9 คาบ (ทฤษฎี 3 คาบ ปฏิบัติ 6 คาบ)

1. ความคิดรวบยอด

ในการทำผลิตภัณฑ์เซรามิกส์ เตาเผาจะอยู่ในขั้นตอนสุดท้ายของกระบวนการผลิต ซึ่งมีความสำคัญมากเป็นพิเศษ เพราะผลิตภัณฑ์เซรามิกส์ที่ผ่านขั้นตอนของการผลิตมาอย่างดีแล้วอาจจะประสบกับความล้มเหลวได้ผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้คุณภาพและเกิดความเสียหายได้ ดังนั้นเตาเผาจึงเป็นส่วนสำคัญในการผลิตเช่นกัน

ในส่วนของการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดิน ซึ่งเป็นส่วนสำคัญส่วนหนึ่งที่ใช้วิเคราะห์หาความเหมาะสมของวัตถุดิบ เพื่อลดอัตราความเสี่ยงของผลิตภัณฑ์และเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ตรงตามความต้องการ

2. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อเรียนจบเนื้อหาในหน่วยการเรียนรู้หน่วยนี้แล้ว ผู้เรียนจะสามารถ

- 2.1 บอกความสำคัญของเตาเผาและการเผาผลิตภัณฑ์เซรามิกส์ได้
- 2.2 จำแนกความแตกต่างของเตาเผาแต่ละชนิดจากการใช้เชื้อเพลิงได้
- 2.3 ปฏิบัติการใช้เตาเผาอุณหภูมิสูง (เตาไฟฟ้า) ได้ถูกต้อง
- 2.4 ปฏิบัติการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดิน (หลังการเผา) ได้ถูกต้อง
- 2.5 แสดงออกถึงคุณลักษณะด้านความอยากรู้อยากเห็น ความรับผิดชอบและเพียรพยายาม ความมีเหตุผล ความมีระเบียบและรอบคอบ ความซื่อสัตย์ และความใจกว้างให้สามารถสังเกตเห็นได้

3. เนื้อหาสาระ

- 3.1 เตาเผาผลิตภัณฑ์เซรามิกส์
- 3.2 ประเภทของเตาเผาผลิตภัณฑ์เซรามิกส์
- 3.3 อุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในเตาเผาผลิตภัณฑ์เซรามิกส์

3.4 การเผาผลิภัณฑ์เซรามิกส์

3.5 การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดิน

4. กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ตอนที่ 1 ภาคทฤษฎี

1. แบ่งกลุ่มผู้เรียนออกเป็นกลุ่มละ 2 คน
2. ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันอภิปรายถึงการเผาและเตาเผาเซรามิกส์
3. ผู้สอนนำเสนอเรื่อง เตาเผา ชนิดของเตาเผา และการเผาผลิภัณฑ์เซรามิกส์ โดยใช้แผ่น

ใส่ประกอบการนำเสนอ (บรรลุลูกประสงค์ข้อที่ 1,2)

4. ผู้สอนอธิบายลำดับขั้นตอนของการใช้เตาเผาอุณหภูมิสูง ชนิดเตาไฟฟ้า โดยละเอียด และคำนึงถึงความปลอดภัย ซึ่งผู้เรียนจะสังเกตจากการสอนที่ผู้สอนสาธิตการใช้อย่างถูกต้องให้ผู้เรียนดูเป็นตัวอย่าง

5. ผู้สอนอธิบายและสาธิตลำดับขั้นตอนการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดิน 2 ด้าน ดังต่อไปนี้

5.1 ความหดตัวของดิน (Total Shrinkage) หลังการเผา

5.2 ความดูดซึมน้ำ (Water Absorption) หลังการเผา

6. ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันสรุปถึงความสำคัญของเตาเผาผลิภัณฑ์เซรามิกส์ และลำดับขั้นตอนการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพเพื่อวิเคราะห์หาความเหมาะสมของเนื้อดินที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์เซรามิกส์ อย่างมีหลักเกณฑ์ที่ต้องต่อไป

ตอนที่ 2 ภาคปฏิบัติ

1. แบ่งกลุ่มผู้เรียนออกเป็นกลุ่มละ 2 คน

2. ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันทบทวนลำดับขั้นตอนการใช้เตาเผาไฟฟ้าตามลำดับขั้นตอนการใช้เตาเผาอย่างถูกต้อง และตามหลักความปลอดภัย ตั้งแต่การบรรจุแท่งทดสอบหรือผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการผึ่งแห้งแล้ว การอุ่นเตา การเผา การสังเกตความเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิจนถึงระดับของอุณหภูมิของการเผาไหม้ที่สัมพันธ์กับเวลาอย่างถูกต้อง โดยรวมถึงการยุติการเผา และการคายความร้อนหลังจากผ่านการเผาไหม้แล้ว (ผู้สอนสาธิตตามขั้นตอนอย่างละเอียด)

3. ผู้เรียนทดลองใช้เตาเผาอุณหภูมิสูง ชนิดไฟฟ้า ตามลำดับอย่างถูกต้องและปลอดภัย พร้อมกับการสังเกตอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นที่สัมพันธ์กับเวลาในการเผา (บรรลุลูกประสงค์ข้อที่ 3)

4. ผู้สอนทำการสาธิตการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นที่ผ่านการเผาดิบแล้ว โดยอาศัยเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ครอบคลุมการทดสอบ ดังต่อไปนี้

4.1 ความหดตัวของดิน (Total Shrinkage) หลังการเผา (ค่าร้อยละของความหดตัว)

4.2 ความดูดซึมน้ำ (Water Absorption) หลังการเผา (ค่าร้อยละของความดูดซึมน้ำ)

5. ผู้เรียนทำการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นด้านความหดตัวของดินหลังเผา และด้านความดูดซึมน้ำหลังเผา (บรรลุดูประสงค์ข้อที่ 4)

6. ผู้เรียนบันทึกผลการทดลองทางกายภาพของเนื้อดิน

7. ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันอภิปรายถึงผลการทดลอง และคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินที่เหมาะสมในการผลิตผลิตภัณฑ์เซรามิกส์

8. ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันสรุปผลการทดลอง และคัดเลือกสูตรเนื้อดินที่มีความเหมาะสมต่อการทำผลิตภัณฑ์เซรามิกส์ให้บรรลุดูตามเกณฑ์ที่กำหนด

9. ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันสรุปถึงเรื่องเตาเผาและการเผาดิบ และการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดิน ผู้สอนเพิ่มเติมแล้วทำการสรุปให้ครบถ้วนและถูกต้อง (บรรลุดูประสงค์ข้อที่ 5)

5. สื่อการเรียนการสอน

5.1 เอกสารประกอบการเรียนหน่วยที่ 2

5.2 แผ่นใส

5.3 เตาเผาอุณหภูมิสูงไฟฟ้า

6. การวัดและประเมินผล

6.1 วิธีการวัดผล

1. การทดสอบ

2. การสังเกต

6.2 เครื่องมือการวัดผล

1. แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย หน่วยที่ 2

2. แบบประเมินผลการเรียนรู้ด้านทักษะพิสัย หน่วยที่ 2

3. แบบประเมินผลการเรียนรู้ด้านจิตพิสัย หน่วยที่ 2

6.3 เกณฑ์ในการประเมินผล

1. ผู้เรียนสามารถทำแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านพุทธิสัยได้ร้อยละ 80 (8 ข้อ จาก 10 ข้อ)
2. ผู้เรียนสามารถผ่านการประเมินผลโดยใช้แบบประเมินผลการเรียนรู้ด้านทักษะพิสัยได้ร้อยละ 80 (7 คะแนน จาก 9 คะแนน)
3. ผู้เรียนสามารถผ่านการประเมินผลโดยใช้แบบประเมินผลการเรียนรู้ด้านจิตพิสัยได้ร้อยละ 80 (19 คะแนน จาก 24 คะแนน)

อนึ่งเมื่อผู้เรียนได้เรียนผ่านกิจกรรมการเรียนการสอนและผ่านการวัดผลได้ตามเกณฑ์การวัดผลแล้ว ผู้นักเรียนสามารถเรียนในหน่วยต่อไปได้ แต่ถ้านักเรียนคนใดไม่ผ่านเกณฑ์การวัดผลให้ทำการสอนซ่อมเสริมและทำการวัดผลจนนักเรียนสามารถผ่านเกณฑ์การวัดผลได้แล้วให้นักเรียนเรียนในหน่วยต่อไปได้

หน่วยที่ 2

เตาเผาและการเผาผลิตภัณฑ์เซรามิกส์ และการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดิน

แนวคิด

ในการทำผลิตภัณฑ์เซรามิกส์ เตาเผาจะอยู่ในขั้นตอนสุดท้ายของกระบวนการผลิต ซึ่งมีความสำคัญมากเป็นพิเศษ เพราะผลิตภัณฑ์เซรามิกส์ที่ผ่านขั้นตอนของการผลิตมาอย่างดีแล้วอาจจะประสบกับความล้มเหลวได้ผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้คุณภาพและเกิดความเสียหายได้ ดังนั้นเตาเผาจึงเป็นส่วนสำคัญในการผลิตเช่นกัน

ในส่วนของการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดิน ซึ่งเป็นส่วนสำคัญส่วนหนึ่งที่ใช้วิเคราะห์หาความเหมาะสมของวัตถุดิบ เพื่อลดอัตราความเสี่ยงของผลิตภัณฑ์และเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ตรงตามความต้องการ

วัตถุประสงค์

เมื่อเรียนจบเนื้อหาในหน่วยการเรียนรู้หน่วยนี้แล้ว ผู้เรียนจะสามารถ

1. บอกความสำคัญของเตาเผาและการเผาผลิตภัณฑ์เซรามิกส์ได้
2. จำแนกความแตกต่างของเตาเผาแต่ละชนิดจากการใช้เชื้อเพลิงได้
3. ปฏิบัติการใช้เตาเผาอุณหภูมิสูง (เตาไฟฟ้า) ได้อย่างถูกต้อง
4. ปฏิบัติการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดิน (หลังการเผา) ได้

เนื้อหาสาระ

1. เตาเผาผลิตภัณฑ์เซรามิกส์
2. ประเภทของเตาเผาผลิตภัณฑ์เซรามิกส์
3. อุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในเตาเผาผลิตภัณฑ์เซรามิกส์
4. การเผาผลิตภัณฑ์เซรามิกส์
5. การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดิน

เตาเผาผลิตภัณฑ์เซรามิกซ์

เตาเผา (Kiln) เป็นสิ่งจำเป็นและสำคัญอย่างยิ่งในการให้ความร้อน, ควบคุมความร้อน และกระจายความร้อน จะต้องมีการศึกษาออกแบบให้ถูกต้องตามหลักวิชาการ สามารถเผาได้อุณหภูมิ ประหยัดและปลอดภัย ซึ่งกล่าวได้ว่าความสำเร็จทั้งหลายจะขึ้นอยู่กับเตาเผาเป็นสำคัญ

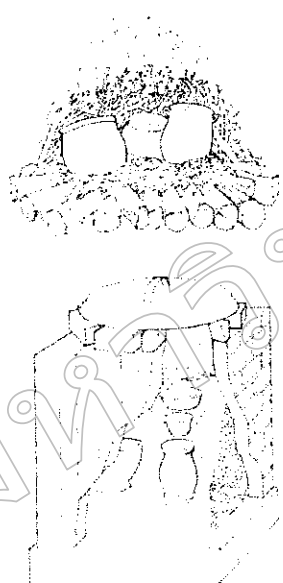
ในระยะแรก การทำผลิตภัณฑ์เซรามิกซ์และเครื่องปั้นดินเผาอาศัยการผึ่งแดดเพื่อให้ดิน แข็งตัว ครั้นต่อมานุษยได้ค้นพบว่าดินที่ถูกความร้อนโดยการเผาทำให้มีลักษณะแข็ง และคงทนดีกว่า จึงได้นำความคิดดังกล่าวมาใช้โดยนำเอาผลิตภัณฑ์ดินที่ขึ้นรูปแล้วไปเผาไฟเพื่อให้แข็ง

และทนทานขึ้น โดยในยุคแรก ๆ ใช้วิธีการนำผลิตภัณฑ์กองลงบนพื้น แล้วนำเศษหญ้า กิ่งไม้ ใบไม้ มาสุมกองบนผลิตภัณฑ์ แล้วใช้ไฟเผา ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความแข็งแรงขึ้น คุณภาพค่อนข้างดี ความรู้เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ได้มีพัฒนาการมาเป็นลำดับ จนกระทั่งมนุษย์เรามีความสามารถ ควบคุมความร้อนได้เป็นครั้งแรก ด้วยการขุดหลุม ขุดอุโมงค์ ซึ่งทำให้สามารถเผาผลิตภัณฑ์ได้เป็นจำนวนมากในอุณหภูมิสูงได้คุณภาพดีกว่าแต่ก่อน และยังได้มีพัฒนาการค้นคิดคิดแปลงมาตามลำดับ

ครั้นต่อมานุษยมีความรู้และความเข้าใจมากขึ้น รู้จักทำอิฐ และผลิตภัณฑ์ทนความร้อนได้ มีคุณภาพดี จึงได้มีการออกแบบสร้างเตาเผาขึ้น ตลอดจนการใช้เชื้อเพลิงชนิดต่าง ๆ รวมถึงการควบคุมอุณหภูมิในการเผาและสามารถเผาได้อุณหภูมิสูงได้ตามต้องการ

ประเภทของเตาเผาผลิตภัณฑ์เซรามิกซ์

เตาเผาสามารถจำแนกได้หลายลักษณะ เช่น จำแนกตามวิธีการเผา ลักษณะการเดินลม ร้อนลักษณะของเปลวไฟ ลักษณะของการใช้เชื้อเพลิง ลักษณะของผลิตภัณฑ์ และจำแนกตามรูปร่าง ลักษณะของเตาเผา แต่ที่จะกล่าวถึงโดยให้มีความเหมาะสมกับเนื้อหาและระดับการศึกษาของผู้เรียนที่ง่ายต่อการทำความเข้าใจ โดยจะกล่าวถึงเฉพาะการจำแนกตามลักษณะของการใช้เชื้อเพลิงที่ใช้ในการเผา ได้แก่ เตาพื้น , เตาถ่านหิน , เตาน้ำมัน , เตาแก๊ส และเตาไฟฟ้า



เนื่องจากเตาเผามีมากมายหลายชนิด ดังนั้นการเลือกใช้เตาเผาให้มีความเหมาะสมกับการศึกษาและสถานศึกษา เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ตรงตามวัตถุประสงค์จึงจำเป็นอย่างยิ่ง ได้แก่ เตาแก๊ส และเตาไฟฟ้า ซึ่งในความสะดวกปลอดภัยและง่ายต่อการใช้การบำรุงรักษา ในสถานศึกษาจึงเหมาะสมกับการใช้เตาไฟฟ้าด้วยเหตุดังกล่าว นอกจากนั้นยังมีเตาที่ใช้ในสถานศึกษาดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. เตาฟืน (Wood Firing Kiln)

เป็นเตาเผาที่ใช้ฟืนเป็นเชื้อเพลิง ซึ่งเป็นเตาเผาในยุคแรก ๆ และมีการพัฒนาต่อมากระทั่งปัจจุบันยังมีการใช้เตาเผาประเภทนี้อยู่ในปัจจุบัน ซึ่งสามารถเผาได้อุณหภูมิสูง โดยเฉพาะจี๊ด้าสามารถถ่ายเทได้สะดวก ซึ่งประเทศไทยได้เชื่อว่าเป็นประเภทที่มีผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาที่มีชื่อเสียง ได้แก่ เครื่องสังคโลก ที่ทำขึ้นในสมัยสุโขทัย โดยได้ทำการผลิตจากเตาเผาที่เรียกว่า “เตาทุเรียง” โดยเตาเผามีลักษณะเป็นเตานอน สร้างบนเนินดิน สามารถให้ความร้อนได้สูง การเผาเป็นลักษณะการเผาแบบบรรยากาศไม่สมบูรณ์ (Reduction Firing) ซึ่งเตาเผาในประเทศไทยมีการทำงานเหมือนกันอย่างหนึ่งคือการระบายความร้อนตามแนวนอนและเอียงขึ้น ประมาณ 15° โดยมีส่วนประกอบสำคัญ 3 ส่วน คือ

1.1 ห้องบรรจุเชื้อเพลิง (Fire Box) จะอยู่ในระดับต่ำกว่าส่วนอื่นของเตา เป็นห้องเผาเชื้อเพลิง ให้ความร้อนที่ได้จากการสันดาป การเผาไหม้ไม่หมดจด จึงทำให้เกิดควัน ซึ่งเป็นกรเผาในบรรยากาศไม่สมบูรณ์ (Reduction Firing)



เตาแบบพื้นเมือง (เผากลางแจ้ง)

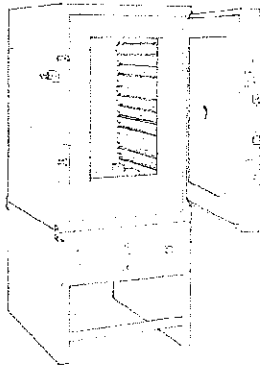
1.2 ห้องเผาภาชนะ (Firing Chamber) ส่วนนี้ จะถูกยกให้สูงกว่าระดับของห้องเชื้อเพลิงเล็กน้อย และมีพื้นเอียงประมาณ 15° องศา ให้ความร้อนไหลผ่านได้สะดวกในส่วนของพื้นรองรับภาชนะหรือผลิตภัณฑ์ของห้องเผาจะปูพื้นด้วยทราย



เตาเผาแบบใช้ฟืน

1.3 ปล่องไฟ (Chimney) เป็นช่องระบายควันไฟ โดยทำเป็นปล่องทรงกลม ทรงรี และรูปสี่เหลี่ยม ส่วนของหลังคาจะทำการก่ออิฐโค้งเข้ามาชนกัน ลักษณะโค้ง ซึ่งเรียกการก่ออิฐเทคนิครูปโค้ง (Arch System)

2. เตาไฟฟ้า (Electric Kiln)



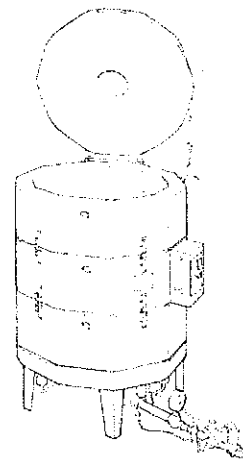
เตาเผาไฟฟ้า ชนิดเปิด
ด้านหน้า

เตาไฟฟ้า เป็นเตาที่มีความนิยมนแพร่หลายในสถานศึกษาและวงการอุตสาหกรรม เนื่องจากมีความสะดวกในการเผาได้ผลแน่นอน การควบคุมอุณหภูมิสามารถทำได้ดี มีความปลอดภัยสูงทำให้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพสูง แต่เมื่อทำการเปรียบเทียบกับค่ากระแสไฟฟ้าซึ่งในแต่ละครั้งจะมีค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูงกว่าเตาเผาชนิดอื่น ในขณะที่เดียวกันเตาเอาไฟฟ้าเป็นเตาเผาที่สามารถเผาในลักษณะบรรยากาศสมบูรณ์ (Oxidation Firing) การเผาได้สะอาดที่สุด สามารถตั้งให้อุณหภูมิจากต่ำไปหาสูงได้ตามเวลาที่กำหนด ซึ่งแตกต่างจากเตาเผาชนิดอื่นเพราะเตาเผาชนิดอื่นได้พลังงานความร้อนที่เกิดจากการสันดาปที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีในการเผาไหม้ ส่วนเตาเผาไฟฟ้าได้ความร้อนจากคุณสมบัติทางฟิสิกส์ของขดลวดความต้านทานจะให้พลังงานความร้อน โดยการแผ่รังสีความร้อนออกมาจากความร้อนขดลวดความร้อนนี้จะทำหน้าที่เป็นตัวต้านทานกระแสไฟฟ้า เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านจะทำให้เกิดปริมาณความร้อน ปริมาณจะมากหรือน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับขนาดและชนิดของขดลวดรวมถึงขนาดของเตา โดยเฉพาะอิฐทนไฟ ฉนวนป้องกันความร้อนจากคุณสมบัติดังกล่าว เตาเผาไฟฟ้าจึงไม่จำเป็นต้องมีปล่องระบายควันไฟ และสามารถสร้างได้หลายรูปแบบเช่น สี่เหลี่ยม หกเหลี่ยม ทรงกระบอก มีทั้งชนิดฝาเปิดด้านบนและฝาเปิดด้านหน้า ความจุภายในเตาเผามีตั้งแต่ 1 ลูกบาศก์ฟุต จนถึงหลายลูกบาศก์ฟุต สามารถสร้างทั้งชนิดที่ใช้แรงเคลื่อนไฟฟ้า 220 โวลต์ ชนิด Single Phase และ 380 โวลต์ ชนิด Three Phase สามารถเผาได้ทั้งแบบเผาดิบ และเผาเคลือบ ในส่วนของระยะเวลาที่ใช้ในการเผาจะขึ้นอยู่กับจำนวนของผลิตภัณฑ์และขนาดของห้องเผาที่มีความสัมพันธ์กัน

3. เตาแก๊ส (Gas Kiln)

เตาแก๊สในปัจจุบันนับว่าเป็นเตาเผาที่ค่อนข้างสะอาด เผาให้อุณหภูมิสูง มีความสะดวกต่อการใช้งาน ประหยัดเชื้อเพลิง เป็นเตาเผาแบบบรรยากาศไม่สมบูรณ์ (Reduction Firing) โดยมีการสร้างเตาแก๊สเป็น 2 ลักษณะ คือ เตาแก๊สชนิดทางลมร้อนขึ้น (UP Draught Kiln) และเตาแก๊สชนิดทางลมร้อนลง (Down Draught Kiln)

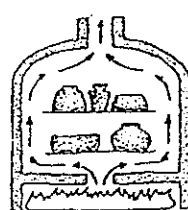
3.1 เตาแก๊สชนิดทางลมร้อนขึ้น (UP Draught Kiln) เป็นเตาที่ไม่มีปล่องไฟ แต่มีช่องระบายความร้อนแทนปล่องไฟอยู่ในตอนบนของเตา ด้านล่างเตาให้ความร้อนผ่านแผ่นรองเตาชนิดทนไฟสูง โดยเปลวไฟไม่สัมผัสกับผลิตภัณฑ์ ซึ่งแผ่นรองจะทำหน้าที่เป็นตัวนำความร้อนที่ดีรับ



เตาเผาแก๊ส ชนิดเปิด
ด้านบน

น้ำหนักและเฉลี่ยความร้อนให้ทั่วทั้งเตา ขนาดของเตาไม่ใหญ่มากนัก เป็นเตาที่สามารถใช้กับการทดลองได้ดี

3.2 เตาแก๊สชนิดทางลมร้อนลง (Down Draught Kiln) เป็นเตาเผาที่ขนาดใหญ่ ใช้เผาผลิตภัณฑ์ในจำนวนมาก เตาเผาชนิดนี้จะต้องสร้างให้มีปล่องไฟ ซึ่งจะช่วยให้การเผาไหม้หรือการสันดาปได้ดี ซึ่งการก่อสร้างเตาเผาชนิดนี้จะเป็นเตาที่ถาวร โครงสร้างขนาดใหญ่มีฐานรากแข็งแรง การบรรจุผลิตภัณฑ์จำเป็นต้องใช้รถ (Kiln Car) ทำให้สะดวกและคล่องตัวสูง



เตาชนิดทางเดินลมร้อนขึ้น



เตาชนิดทางเดินลมร้อนลง

อุปกรณ์ทนความร้อนที่ใช้ในเตาเผา

ในการเผาผลิตภัณฑ์ใช้บรรจุวัตถุดิบประสงค์ จำเป็นต้องผ่านกระบวนการเผา โดยมีขั้นตอนของการเผาในครั้งแรกเรียกว่า การเผาดิบ (Biscuit Firing) การเผาครั้งที่สอง เรียกว่า การเผาเคลือบ (Glost Firing) ส่วนในการเผาครั้งที่สาม จะเป็นการเผาเพื่อการตกแต่งสีบนเคลือบ (Over Glaze Decoration Firing) เพื่อให้เกิดความสวยงามโดยใช้สีบนเคลือบ ซึ่งในการเผาผลิตภัณฑ์ จำเป็นอย่างยิ่งจะต้องใช้อุปกรณ์เพื่ออำนวยความสะดวกและควบคุมการเผาที่จำเป็นในเตาเผา (เตาไฟฟ้า) ดังต่อไปนี้

1. เครื่องวัดอุณหภูมิชนิด Pyrometer

Thermocouple โดยเฉพาะในเตาเผา ประกอบด้วยเทอร์โมคัปเปิล (Thermocouple) และหน้าปัดบอกอุณหภูมิต่ำสุดถึงสูงสุดได้

2. สะพานไฟ (Switch) ใช้ชนิดพิเศษให้

ความปลอดภัยสูง เปิด - ปิด ได้สะดวก มีเครื่องหมาย ON - OFF โดยสามารถทนกระแสได้ตามความเหมาะสมของขนาดเตา



อุปกรณ์ทนความร้อนในเตาเผา

3. ชั้นรองเตา (Shelf) ทำหน้าที่รองผลิตภัณฑ์ในเตาเผาทนความร้อนได้สูงทำด้วยซิลิกอนคาร์ไบด์ (Silicon Carbide) ส่วนคุณภาพรองลงมาคือ แผ่นคอร์เดียไลต์ (Cordialite)

4. ขารองเตา (Post) โดยปกติชั้นรองจำเป็นต้องมีขารองรับแผ่นทนความร้อนและรับน้ำหนักได้มาก มีขนาดสูงต่ำที่ต่างกันตามความเหมาะสมของผลิตภัณฑ์

การเผาผลิตภัณฑ์เซรามิกส์

การเผาดิบ (Biscuit Firing)

เผาดิบมีจุดประสงค์เพื่อให้ผลิตภัณฑ์และชิ้นงานมีความแข็งแรงในเชิงกล (Mechanical Strength) ให้คงรูป ตลอดจนสีของเนื้อดินเพื่อการตรวจสอบสภาพของเนื้อดินว่ามีการแตกร้าวหรือชำรุดหรือไม่ก่อนนำไปทำการเผาเคลือบ ซึ่งการเผาดิบจะเป็นการให้ความร้อนและการเปลี่ยนแปลงปริมาณความร้อนทีละน้อยอย่างสม่ำเสมอ ไม่รวดเร็วจนเกินไป ซึ่งอาจส่งผลให้ชิ้นงานเสียหายได้ โดยเฉพาะชิ้นงานที่มีขนาดใหญ่ โดยอุณหภูมิในการเผาดิบจะอยู่ในช่วงประมาณ 750 °ซ ให้ 800 °ซ เวลาที่ใช้ในการเผาประมาณ 8 – 10 ชั่วโมง แต่ทั้งนี้ต้องขึ้นอยู่กับจำนวนของผลิตภัณฑ์และขนาดปริมาตรภายในของเตาด้วย เมื่อผ่านกระบวนการเผาดิบได้ถึงอุณหภูมิที่กำหนดแล้ว ควรยุติการให้ความร้อน แล้วปล่อยให้เตาด้วยเย็นลงอย่างช้า ๆ จนกระทั่งเข้าสู่สภาวะอุณหภูมิปกติ จนกระทั่งเย็น ขึ้นอยู่กับขนาดของเตาด้วยเช่นกัน

การเผาดิบนี้จะทำให้ผลิตภัณฑ์มีการหดตัวแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับวัตถุดิบที่ผสมอยู่ภายในเนื้อดิน บางครั้งอาจหดตัวเพียงร้อยละ 6 – 7 และถ้าเผาถึงจุดสุดท้ายจะมีการหดตัวประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ โดยปรากฏการณ์ของการระเหยของน้ำภายในเนื้อดิน แบ่งออกเป็น 3 ระยะดังนี้

1. Dehydration Period แบ่งได้ 2 ระยะ คือ

1.1 Mechanical Dehydration หรือ Water Smoking เริ่มตั้งแต่อุณหภูมิ 20 °ซ ถึง 150 °ซ ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นคือ น้ำที่ผสมอยู่ในเนื้อดิน เริ่มระเหยออกมาในสภาพเป็นไอจนดินแห้งสนิท เนื้อดินจะมีสภาพแข็งกว่าเดิม ถ้าหยุดให้ความร้อนแล้วนำดินมาผสมกับน้ำอีกครั้งหนึ่ง จะทำให้ดินอ่อนตัว และมีความเหนียวเหมือนเดิม

1.2 Chemical Dehydration หรือ Chemical Water Smoking โดยเริ่มตั้งแต่อุณหภูมิ 150 - 600 °ซ ถ้าให้ความร้อนแก่ดินต่อจากระยะแรก โมเลกุลจะแตกตัว น้ำในโมเลกุลจะระเหยออกมาคงเหลือดินอยู่ในรูปของ Meta Kaolin ($Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$) ถ้าหยุดการเผาแล้วนำดินไปผสมกับน้ำอีก เนื้อดินจะยังคงสภาพแข็ง ไม่มีความเหนียวอีกต่อไป

2. Oxidation Period เริ่มตั้งแต่อุณหภูมิ 350 °ซ ถึง 950 °ซ ซึ่งในระยะนี้ สิ่งที่จะปนมากับเนื้อดิน เช่น เศษไม้ อินทรีย์วัตถุ จะถูกเผาไหม้หมดไป

3. Vitrification Period เริ่มตั้งแต่ 900 °ซ ในระยะเริ่มของการเผาที่จะทำให้เกิดสิ่งต่อไปนี้

3.1 ส่วนผสมในเนื้อดินบางชนิดเริ่มหลอมละลาย

3.2 ส่วนที่หลอมละลายจะพยายามหลอมละลายส่วนที่ยังไม่ยอมหลอมละลายให้เป็นเนื้อเดียวกัน

3.3 ส่วนที่หลอมละลายจะไหลไปอุดช่องว่างทำให้เนื้อดินแน่นขึ้น

ตารางที่ 2 แสดงการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพเนื้อดินเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลง

คุณสมบัติที่เปลี่ยนไป	ระยะในการเผาและช่วงอุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)		
	Dehydration (20-600°C)	Oxidation (350-950 °C)	Vitrification (900 °C ขึ้นไป)
สี	สีอ่อนลง	1. ดินที่มีเหล็กจะมี สีเข้มขึ้น 2. ดินที่มี Carbonaceous Matter จะมีสีอ่อนลง	สีเข้มขึ้น สีเข้มขึ้น
ความพรุนตัว	เพิ่มขึ้น	เพิ่มขึ้น	ลดลง
การหดตัว	เพิ่มขึ้น	ขยายตัวเล็กน้อย	เพิ่มขึ้น
น้ำหนัก	ลดลง	ลดลง	เกือบคงที่
ความแข็งแรง	เพิ่มขึ้น	ลดลงเล็กน้อย	เพิ่มขึ้น

การบรรจุผลิตภัณฑ์เข้าเตาเผา (เพื่อการเผาดิบ)

1. การคัดเลือกผลิตภัณฑ์

1.1 ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการขึ้นรูป จากเนื้อดินประเภทเดียวกัน และมีจุดศูนย์กลางที่เท่ากัน หรือใกล้เคียงกัน

1.2 ผลิตภัณฑ์ต้องแห้งสนิทดี สามารถตรวจสอบได้โดยการสัมผัสกับผลิตภัณฑ์ หรือชิ้นงาน แล้วรู้สึกว้าวเย็น แสดงว่าผลิตภัณฑ์นั้นยังไม่แห้งดี

1.3 ผลิตภัณฑ์มีรอยแตกร้าว สังเกตได้ด้วยตา ส่วนการแตกร้าวภายในสามารถ ทดสอบได้โดยการเคาะเบา ๆ ถ้ามีเสียงไม่แน่น ไม่ควรนำไปชุบเคลือบ

2. การบรรจุผลิตภัณฑ์ลงในเตาเผา

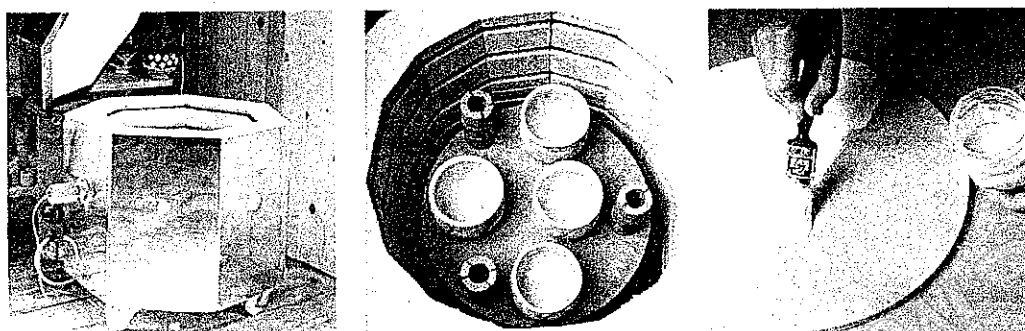
2.1 จัดวางผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดใหญ่และแข็งแรงไว้ ด้านล่าง

2.2 วางชิ้นงานห่างจากสวดความร้อนอย่างน้อยที่ สุด ประมาณ 2.5 ซม.

2.3 วางแ่งและมุมของผลิตภัณฑ์อย่าให้ตรงกัน เพราะเมื่อผลิตภัณฑ์ขยายตัวเมื่อได้รับความร้อน อาจทำให้ ดันกันจนแตกชำรุดขณะเผาได้



ลักษณะของผลิตภัณฑ์
ภายในเตาเผา



ในการเผาดิบ (Biscuit Firing) ผลิตภัณฑ์ที่นำเข้าเตาเผาไม่มีความจำเป็นจะต้องใช้ขารอง และชั้นรองผลิตภัณฑ์ เพราะอุณหภูมิที่ทำการเผาไม่อาจทำให้ผลิตภัณฑ์หลอมละลายติดกันได้ ยกเว้นการเผาเคลือบจึงจำเป็นต้องใช้เพราะอาจทำให้น้ำเคลือบละลายเข้าหากันได้

3. การดำเนินการเผาและการนำผลิตภัณฑ์ออกจากเตาเผา

3.1 การดำเนินการเผา (เตาไฟฟ้า)

3.1.1 ตรวจสอบการวางผลิตภัณฑ์ภายในเตาว่าวางถูกต้องหรือไม่ ควรคำนึงถึงการวางที่ไม่แออัดจนเกินไป

3.1.2 เริ่มทำการอุ่นเตาขณะเผาผลิตภัณฑ์ โดยแง้มฝาเตาไว้เล็กน้อยเพื่อให้ความชื้นถูกขับออกจากชิ้นงานอย่างช้าๆ ใช้เวลาประมาณ 2-3 ชั่วโมง (ขึ้นอยู่กับปริมาณผลิตภัณฑ์ และขนาดปริมาณภายในของเตา)

3.1.3 หลังจากผ่านขั้นตอนการอุ่นเตาแล้วควรเปิดเตาเพื่อให้อุณหภูมิเพิ่มขึ้น จนกระทั่งถึงอุณหภูมิของการเผาดิบ 750°C ถึง 800°C แล้วจึงยุติการเผาดิบด้วยการการตัดกระแสไฟด้วยสะพานไฟ (Switch)

3.1.4 ปลดปล่อยให้เตาคลายความร้อนอย่างช้าๆ จนกระทั่งเย็น เพื่อป้องกันการหดตัวของชิ้นงานเร็วเกินไปอาจทำให้แตกร้าวได้

3.2 การนำผลิตภัณฑ์ออกจากเตาเผา

3.2.1 ตรวจสอบว่าอุณหภูมิของเตาเผาอยู่ในสภาวะปกติ

3.2.2 ทำการเปิดฝาเตาอย่างระมัดระวัง โดยเฉพาะฝาเตาประเภทเปิดด้านบน

3.2.3 นำผลิตภัณฑ์ออกจากเตาเผาอย่างระมัดระวัง ตามลำดับจากชิ้นงานด้านบน

ลงจนด้านล่าง

3.2.4 คัดเลือกผลิตภัณฑ์ที่มีคุณค่าเพื่อการเคลือบและเผาเคลือบต่อไป

ปฏิบัติการที่ 2

การเผาดิบ และการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินหลังการเผา

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาคุณสมบัติของเนื้อดินปั้นหลังเผา ด้านความหดตัวและด้านความดูดซึมน้ำ
2. เพื่อศึกษาคุณสมบัติของเนื้อดินปั้นก่อนและหลังเผา
3. เพื่อศึกษากระบวนการเผาผลิตภัณฑ์เซรามิกส์

ความนำ

การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดิน

การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดิน ซึ่งเป็นกระบวนการที่สำคัญมาก ทำให้สามารถจำแนกได้ว่าดินชนิดใดจากแหล่งใด และสัดส่วนในการผสมกับวัตถุดิบในปริมาณเท่าใด จึงจะเหมาะสมกับการทำผลิตภัณฑ์เซรามิกส์

1. การหดตัว (Total Shrinkage)

คุณสมบัติด้านการหดตัวของเนื้อดิน มีความสำคัญมาก เพราะการหดตัวของดินย่อมส่งผลต่อผลิตภัณฑ์อาจทำให้แตกร้าวและเสียหายได้ ดังนั้นการหดตัวควรดำเนินไปอย่างช้าๆ สม่ำเสมอทั่วทั้งผลิตภัณฑ์ โดยการหดตัวสืบเนื่องมาจากน้ำที่อยู่รอบ ๆ เนื้อดินระเหยออกไปทำให้เนื้อดินแห้งและหดตัว โดยเนื้อดินเหนียวที่มีเนื้อดินละเอียด จะมีการหดตัวน้อยกว่าเนื้อดินหยาบ ซึ่งมีการหดตัวอยู่ 2 ระยะ คือ การหดตัวหลังจากการผึ่งให้แห้ง (Drying Shrinkage) และการหดตัวหลังการเผา (Firing Shrinkage) ร้อยละของการหดตัวหลังการเผามีความสำคัญต่อการวิเคราะห์ผลในการนำไปใช้ทำผลิตภัณฑ์ทางเซรามิกส์ ซึ่งร้อยละของการหดตัวหลังการเผา ควรอยู่ในเกณฑ์ร้อยละ 13 - 20



ลักษณะการหดตัวของเนื้อดิน
เมื่อดินแห้ง และผ่านการเผา

วิธีการทดสอบการหดตัวของดิน

1. นำดินที่จัดเตรียมไว้โดยผ่านการทำเป็นแท่งทดสอบไปผึ่งให้แห้ง วัดความยาวแล้วทำการจดบันทึกไว้ (แท่งดินทดสอบ ควรมีเครื่องหมายแสดงตำแหน่งที่บ่งบอกให้เห็นว่ามาจากสูตรดินหลายเลขที่เท่าใด)

2. นำแห้งดินไปเผาตามอุณหภูมิของการเผาที่กำหนด
3. วัดความยาวของแท่งทดสอบหลังการเผาแล้วจดบันทึกไว้
4. นำข้อมูลที่ได้มาหาร้อยละของการหดตัวของดิน โดยใช้สูตรดังนี้ (Rhodes. 1972:200)

$$\text{ร้อยละการหดตัวของดินเมื่อแห้ง} = \frac{\text{ความยาวของดินเปียก} - \text{ความยาวของดินแห้ง}}{\text{ความยาวของดินเปียก}} \times 100$$

$$\text{ร้อยละการหดตัวของดินเมื่อเผาแล้ว} = \frac{\text{ความยาวของดินแห้ง} - \text{ความยาวของดินเผาแล้ว}}{\text{ความยาวของดินแห้ง}} \times 100$$

$$\text{ร้อยละการหดตัวของดิน} = \frac{\text{ความยาวของดินเปียก} - \text{ความยาวของดินเผาแล้ว}}{\text{ความยาวของดินเปียก}} \times 100$$

2. ความดูดซึมน้ำ (Water Absorption)

การทดสอบหาร้อยละการดูดซึมน้ำจะทำให้ทราบถึงความแตกต่างของดิน ดินที่มีการดูดซึมน้ำสูงจะมีจุดหลอมละลายสูง ซึ่งการดูดซึมน้ำควรอยู่ระหว่างร้อยละ 0-3 ทำให้สามารถเลือกดินที่มีความเหมาะสมต่อการผลิต ผลิตภัณฑ์เซรามิกส์

วิธีทดสอบการดูดซึมน้ำ

1. นำแท่งทดลองที่ผ่านการเผาแล้วมาชั่งน้ำหนักแล้วจดบันทึกไว้
2. นำแท่งทดลองไปต้มในน้ำร้อนจนกระทั่งเดือดจึงเริ่มจับเวลาแล้วต้มต่อไปอีก 2 ชั่วโมง แล้วยุติการให้ความร้อนแก่มื้อต้ม
3. ทิ้งแท่งทดลองไว้ในหม้อต้มอีก 24 ชั่วโมง
4. นำแท่งทดลองมาเช็ดน้ำออกด้วยผ้า แล้วนำมาชั่งน้ำหนัก จดบันทึกไว้ นำข้อมูลที่ได้ไปคำนวณด้วยสูตรดังต่อไปนี้ (Rhodes. 1972 : 200)

$$A = \frac{W - D}{D} \times 100$$

โดย A แทนค่าร้อยละการดูดซึมน้ำ
 W แทนน้ำหนักดินที่ต้มตัว (กรัม)
 D แทนน้ำหนักดินที่แห้ง (กรัม)

คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินที่เหมาะสม

คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินที่เหมาะสมในการทำผลิตภัณฑ์เซรามิกส์ ดังนี้

1. เป็นเนื้อดินปั้นที่ได้มาจากดินตามธรรมชาติหรือได้จากการเตรียมเนื้อดินปั้นขึ้นมาใหม่ด้วยการผสมของวัตถุดิบ ในอัตราส่วนที่เหมาะสม
2. สามารถทนความร้อนได้สูง อุณหภูมิตั้งแต่ 1,200 องศาเซลเซียสขึ้นไป
3. ความหดตัวก่อนการเผาอยู่ระหว่างร้อยละ 5 ถึง 10 และความหดตัวหลังการเผาอยู่ระหว่างร้อยละ 8 ถึง 15
4. การดูดซึมน้ำอยู่ระหว่างร้อยละ 0.5 ถึง 1
5. เนื้อผลิตภัณฑ์เมื่อผ่านการเผาถึงจุดสุกตัว จะมีเนื้อแน่น แข็งแรง ทึบแสง น้ำไม่ซึมผ่านได้ เมื่อเคาะฟังเสียงจะดังกังวาน
6. สีของเนื้อผลิตภัณฑ์จะไม่ขาว แต่จะมีแตกต่างกันออกไป ซึ่งขึ้นอยู่กับแร่ธาตุ ที่ผสมอยู่ในเนื้อดิน และบรรยากาศในการเผาผลิตภัณฑ์

วัสดุและอุปกรณ์

1. เตาเผาอุณหภูมิสูงชนิดเตาไฟฟ้า
2. เครื่องชั่งชนิดละเอียด (มีหน่วยเป็นกรัมและมิลลิกรัม)
3. ปีกเกอร์ ขนาด 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร
4. เวอร์เนียแคลิเปอร์
5. นาฬิกาจับเวลา
6. แท่งทดสอบจากปฏิบัติการที่ 1 ที่ผ่านการเผาแล้ว

วิธีปฏิบัติการ

1. นำแท่งดินทดสอบที่แห้งสนิทจากปฏิบัติการที่ 1 มาสังเกตคุณสมบัติ (ก่อนการเผา) ด้านสี เนื้อดิน ความแข็ง บันทึกลงตารางบันทึกผล
2. นำแท่งทดสอบที่แห้งสนิทมาวัดความยาว บันทึกลงตารางบันทึกผล
3. นำแท่งทดสอบที่แห้งสนิทไปผ่านการเผาโดยใช้เตาเผาไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 1200 องศาเซลเซียส

4. สังเกตคุณสมบัติของแท่งดินทดสอบที่ผ่านการเผาแล้ว ด้านสี เนื้อดิน และความแข็ง บันทึกลงตารางบันทึกผล
5. นำแท่งทดสอบที่ผ่านการเผาแล้วมาวัดความยาว แล้วคำนวณหาค่าร้อยละความหดตัวของเนื้อดินหลังเผา บันทึกลงตารางบันทึกผล
6. นำค่าความยาวของดินขณะเปียกจากปฏิบัติการที่ 1 และค่าความยาวของดินหลังการเผา มาคำนวณหาค่าความหดตัวของเนื้อดิน บันทึกลงตารางบันทึกผล
7. นำแท่งทดสอบที่ผ่านการเผาแล้วมาชั่งน้ำหนัก บันทึกลงตารางบันทึกผล
8. นำแท่งทดสอบทิ้งไว้ในน้ำนาน 24 ชั่วโมง
9. นำแท่งทดสอบมาแช่น้ำออกด้วยผ้า แล้วนำมาชั่งน้ำหนัก บันทึกลงตารางบันทึกผล
10. คำนวณหาค่าความดูดซึมน้ำของเนื้อดินป่น บันทึกลงตารางบันทึกผล

ตารางบันทึกผล

1. ผลการสังเกตคุณสมบัติของเนื้อดินป่นก่อนเผาและหลังการเผา

รายการการทดลอง	การเปลี่ยนแปลงที่สังเกตเห็น		
	สี	เนื้อดิน	ความแข็ง
1. แท่งดินทดสอบแห้งก่อนเผา			
			
2. แท่งดินทดสอบหลังเผา			
			

2. ผลการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพด้านการหดตัวของเนื้อดิน (หลังการเผา)

ความยาวของดินแห้ง	ความยาวของดินหลังเผา	ร้อยละความหดตัวของเนื้อดินหลังเผา
.....		

3. ผลการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพด้านการหดตัวของเนื้อดิน

ความยาวของดินเปียก	ความยาวของดินหลังเผา	ร้อยละความหดตัวของเนื้อดิน
.....		

4. ผลการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพด้านความดูดซึมน้ำของเนื้อดิน

น้ำหนักก่อนทดสอบ	น้ำหนักหลังทดสอบ	ร้อยละความดูดซึมน้ำของเนื้อดิน
.....		

สรุปผลการทดลอง

1. เนื้อดินมีความหดรัดตัวของเนื้อดินป็น ร้อยละ.....
2. เนื้อดินมีความดูดซึมน้ำของเนื้อดินป็น ร้อยละ.....
- 3.

สรุป	เหตุผล
☐ ใช้ได้	
☐ ใช้ไม่ได้	

4. สูตรเนื้อดินที่มีความเหมาะสมในการทำผลิตภัณฑ์เซรามิกส์
(ผู้เรียนนำผลการทดลองของแต่ละกลุ่มมาสรุปร่วมกัน)

ดินจากแหล่งตัวอย่าง	ร้อยละ.....
ทรายแม่น้ำโขง	ร้อยละ.....
ดินขาว	ร้อยละ.....

อภิปรายและคำถาม

1. ผู้เรียนคิดว่าคุณสมบัติของเนื้อดินป็นก่อนและหลังเผา แตกต่างกันอย่างไรร เพราะเหตุใด
2. ค่าร้อยละของความหดรัด และร้อยละความดูดซึมน้ำของเนื้อดิน มีผลต่อเนื้อดินป็นอย่างไร

แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านพุทธิสัย หน่วยที่ 2
เตาเผาและการเผาผลิตภัณฑ์เซรามิกส์และการทดสอบคุณสมบัติ
วิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่อง วิทยาศาสตร์เซรามิกส์

คำชี้แจง : ให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวในแต่ละข้อมาตอบลงในกระดาษคำตอบ
 ที่จัดไว้ให้ โดยทำเครื่องหมาย **×** ในช่อง ☐ ที่ระบุ ก. ข. ค. และ ง. เพียงคำตอบ
 เดียว

1. ลำดับขั้นตอนสุดท้ายของการทำผลิตภัณฑ์เซรามิกส์คือขั้นใด

- ก. การเผาดิบ
- ข. การเตรียมวัตถุดิบ
- ค. การผสมวัตถุดิบ
- ง. การเผาเคลือบ

2. เตาเผาแบบบรรยากาศสมบูรณ์ (Oxidation Firing) คือเตาในข้อใด

- ก. เตาแก๊ส
- ข. เตาพื้น
- ค. เตาน้ำมัน
- ง. เตาไฟฟ้า

3. เตาเผาที่ใช้พลังงานไฟฟ้าให้ความร้อนโดยวิธีใด

- ก. การกระจายความร้อน
- ข. การแผ่รังสีความร้อน
- ค. การระบายความร้อน
- ง. การให้เปลวไฟความร้อน

4. อุณหภูมิของการเผาดิบจะอยู่ประมาณค่าใด

- ก. 150 – 600 องศาเซลเซียส
- ข. 300 – 1100 องศาเซลเซียส
- ค. 750 – 800 องศาเซลเซียส
- ง. 1190 – 1310 องศาเซลเซียส

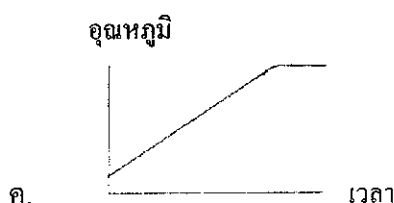
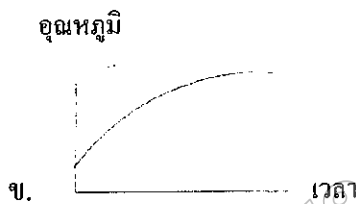
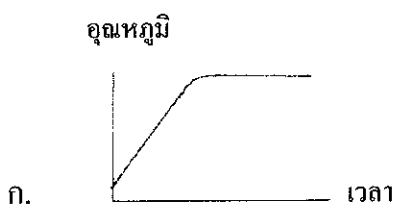
5. การระเหยของน้ำออกจากเนื้อดินในระยะเริ่มต้นจะส่งผลเช่นไร

- ก. เนื้อดินแข็งกว่าเดิม เมื่อนำมาผสมน้ำจะกลับคืนสู่สภาพเดิม
- ข. เนื้อดินแข็งกว่าเดิม เมื่อนำมาผสมน้ำจะไม่กลับคืนสู่สภาพเดิม

ก. เนื้อดินมีสภาพอ่อน เมื่อนำมาผสมน้ำจะกลับคืนสู่สภาพเดิม

ง. เนื้อดินมีสภาพอ่อน เมื่อนำมาผสมน้ำจะไม่กลับคืนสู่สภาพเดิม

6. กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับระยะเวลาในการเผา ควรเป็นอย่างไร



7. การวางผลิตภัณฑ์เซรามิกส์หรือชิ้นงาน ควรวางในตำแหน่งใดของเตาไฟฟ้า

ก. กลางเตา

ข. ติดกับผนังเตา

ค. ห่างจากผนังเตา 1 ซม.

ง. ห่างจากผนังเตาอย่างน้อย 2.5 ซม.

8. การทดสอบการดูดซึมน้ำของเนื้อดิน (หลังการเผา) เป็นการทดสอบอะไร

ก. ทดสอบความทนไฟ

ข. ทดสอบความแข็งแรง

ค. ทดสอบสีเพื่อใช้ทำผลิตภัณฑ์

ง. หาคความเหมาะสมของดินในการทำผลิตภัณฑ์

9. ความหดรัดตัวของเนื้อดิน (หลังเผา) ควรอยู่ในเกณฑ์เกณฑ์เท่าใด

ก. 0–3 เปอร์เซ็นต์

ข. 5–13 เปอร์เซ็นต์

ค. 8–15 เปอร์เซ็นต์

ง. 13–20 เปอร์เซ็นต์

10. เพราะเหตุใดจึงต้องทิ้งให้เตาเผาคายความร้อนอย่างช้าๆ จนกระทั่งเย็น ขณะเผาผลิตภัณฑ์เสร็จแล้ว

ก. ป้องกันการแตกร้าวของผลิตภัณฑ์

ข. ป้องกันการแตกร้าวของเตาเผา

ค. ทำให้สีของเนื้อดินขาวขึ้น

ง. ทำให้สีของเนื้อดินเข้มขึ้น

กระดาษคำตอบ

แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยหลังเรียน
หน่วยที่ 2 เตาเผาและการเผาผลิตภัณฑ์เซรามิกส์
และการทดสอบคุณสมบัติ

คะแนน	
เต็ม	10
ได้	

ชื่อ.....ชั้น.....
ทดสอบวันที่.....เดือน.....พ.ศ. 2544

1	ก	ข	ค	ง
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

เฉลย

คำตอบแบบฝึกหัดหลังเรียนหน่วยที่ 2

เตาเผาและการเผาผลิตภัณฑ์เซรามิกส์ และการทดสอบคุณสมบัติ

ข้อ	คำตอบ
1	ง
2	ง
3	ป
4	ค
5	ก
6	ค
7	ง
8	ง
9	ก
10	ก

แบบประเมินผลการเรียนรู้ด้านทักษะพิสัย หน่วยที่ 2

วิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่อง วิทยาศาสตร์เซรามิกส์

ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

คำแนะนำ

1. แบบประเมินผลการเรียนรู้ด้านทักษะพิสัยวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่อง วิทยาศาสตร์เซรามิกส์นี้จะใช้วิธีการสังเกตพฤติกรรมเป็นรายบุคคล เพื่อประเมินผลด้านทักษะ ในภาคปฏิบัติการทดลอง

2. แบบประเมินผลการเรียนรู้ด้านทักษะพิสัย (ขณะปฏิบัติการทดลอง) จะครอบคลุม 3 ด้าน คือ ด้านเทคนิคการทดลอง ด้านความคล่องแคล่ว และด้านความสะอาดและความเป็นระเบียบ โดยทักษะแต่ละด้านสามารถนิยามได้ดังนี้

2.1 ด้านเทคนิคการทดลอง

2.1.1 ดำเนินการทดลองอย่างถูกวิธีไม่สับสน

2.1.2 ใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้อง เช่น เครื่องมือ ชั่ง ตวง วัด และเครื่องมือที่จำอื่นๆ ใน

การทดลอง

2.1.3 อ่านค่าจากเครื่องมือ ชั่ง ตวง วัด ได้ถูกต้อง เช่น ค่านวล ปริมาตร และ

ความยาว

2.1.4 ทำการทดลองทดสอบอย่างระมัดระวังและปลอดภัย

2.2 ด้านความคล่องแคล่ว

2.2.1 ปฏิบัติการทดลองได้อย่างคล่องแคล่วถูกต้อง

2.2.2 มีความเชื่อมั่นในขณะปฏิบัติการทดลอง

2.2.3 ทำการทดลองได้ตามเวลากำหนด

2.3 ด้านความสะอาดและความเป็นระเบียบ

2.3.1 จัดพื้นที่สำหรับการทดลองได้เรียบร้อยเหมาะสมเพียงพอ

2.3.2 จัดวางอุปกรณ์ วัสดุ เครื่องใช้ ให้ใช้ได้อย่างสะดวกขณะทดลอง

2.3.3 จัดเก็บอุปกรณ์ เช่น เครื่องชั่ง เครื่องมือทดสอบวัสดุ และขวดบรรจุสาร

เคมีต่างๆ ได้ถูกต้อง

3. แบบประเมินผลการเรียนรู้ด้านทักษะพิสัยฉบับนี้ควรมีอัตราผู้สังเกต 1 คน ต่อผู้ถูกสังเกต

16 คน

4. การบันทึกผลผู้สอนจะบันทึกผลการประเมินพฤติกรรมต่างๆ เท่าที่สามารถสังเกตได้ ในขณะที่ผู้เรียนทำกิจกรรมการเรียนการสอนหรือการทดลองแต่ละครั้ง โดยพิจารณาจากพฤติกรรมด้านทักษะการปฏิบัติการทดลอง ดังรายละเอียดในข้อ 2 แล้วตัดสินว่าผู้เรียนแสดงพฤติกรรมอยู่ในระดับใด คือ ดี = 3 , พอใช้ = 2 และควรปรับปรุง = 1 แล้วรอกคะแนนลงในบันทึกการประเมินผลการเรียนด้านทักษะพิสัย ในการประเมินแต่ละครั้งอาจไม่จำเป็นต้องประเมินครบทุกพฤติกรรม และการสังเกตผู้เรียนอาจสังเกตเป็นกลุ่มหรือเป็นแถว (ครั้งละ 4-7 คน) เพื่อผู้สอนจะสามารถสังเกตผู้เรียนได้อย่างทั่วถึง และครอบคลุม ผู้เรียนแต่ละคนควรได้รับการประเมินแต่ละพฤติกรรมอย่างน้อย 2-3 ครั้งแล้วหาค่าเฉลี่ย เพื่อให้ได้คะแนนพฤติกรรมที่มีความเที่ยงตรงที่สุด

5. เกณฑ์ในการประเมินด้านทักษะปฏิบัติการทดลอง ผู้ประเมินจะต้องพิจารณาว่าผู้เรียนแสดงทักษะอยู่ในระดับใด โดยพิจารณาตามเกณฑ์ต่อไปนี้

ผู้เรียนแสดงพฤติกรรมมาก	อยู่ในระดับ ดี	3 คะแนน
ผู้เรียนแสดงพฤติกรรมปานกลาง	อยู่ในระดับ พอใช้	2 คะแนน
ผู้เรียนแสดงพฤติกรรมน้อย	อยู่ในระดับ ควรปรับปรุง	1 คะแนน

6. นำผลของการบันทึกพฤติกรรมมาหาค่าทางสถิติ

แบบประเมินผลการเรียนรู้ด้านจิตพิสัย หน่วยที่ 2

วิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่อง วิทยาศาสตร์เชรามิกส์

ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

คำแนะนำ

1. แบบประเมินผลการเรียนรู้ด้านจิตพิสัย เป็นการประเมินด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์ โดยการใช้การสังเกตจากพฤติกรรม/ลักษณะบ่งชี้ที่ผู้เรียนแสดงออกมาในระยะยาวพอควรและประเมินอย่างสม่ำเสมอ ซึ่งสามารถพิจารณาจากลักษณะบ่งชี้หรือพฤติกรรม

2. แบบประเมินผลการเรียนรู้ด้านจิตพิสัย (เจตคติทางวิทยาศาสตร์) จะครอบคลุมคุณลักษณะ 6 ด้าน คือ ความอยากรู้อยากเห็น ความรับผิดชอบและเพียรพยายาม ความมีเหตุผล ความมีระเบียบและรอบคอบ ความซื่อสัตย์ และความใจกว้าง โดยคุณลักษณะแต่ละด้านสามารถนิยามได้ดังนี้

2.1 ความอยากรู้อยากเห็น

2.1.1 ยอมรับว่าการทดลองค้นคว้าจะใช้เป็นวิธีในการแก้ปัญหาได้

2.1.2 มีความใส่ใจและพอใจ จะสืบเสาะแสวงหาความรู้ในสถานการณ์
และปัญหาใหม่ๆ อยู่เสมอ

2.1.3 มีความกระตือรือร้นต่อกิจกรรมและเรื่องต่างๆ

2.1.4 ชอบทดลองค้นคว้า

2.1.5 ชอบสนทนา ซักถาม ฟัง อ่าน เพื่อให้ได้รับความรู้เพิ่มขึ้น

2.2 ความรับผิดชอบและเพียรพยายาม

2.2.1 ยอมรับผลการกระทำของตนเองทั้งที่เป็นผลดีและผลเสีย

2.2.2 เห็นคุณค่าของความรับผิดชอบและความพยายามว่าเป็นสิ่งที่ควรปฏิบัติ

2.2.3 ทำงานที่ได้รับมอบหมายให้สมบูรณ์ตามกำหนดเวลาและตรงต่อเวลา

2.2.4 เว้นการกระทำอันเป็นผลเสียหยาตส่วนรวม

2.2.5 ทำการเต็มความสามารถ

2.2.6 ดำเนินการแก้ปัญหาจนกว่าจะได้คำตอบ

2.2.7 ไม่ทอดทิ้งในการทำงาน เมื่อมีอุปสรรคหรือล้มเหลว

2.2.8 มีความอดทนแม้การดำเนินการแก้ปัญหาจะยุ่งยากและใช้เวลา

2.3 ความมีเหตุผล

2.3.1 ยอมรับในคำอธิบายเมื่อมีหลักฐานหรือข้อมูลมาสนับสนุนอย่างเพียงพอ

2.3.2 เห็นคุณค่าในการใช้เหตุผลในเรื่องต่างๆ

2.3.3 พยายามอธิบายสิ่งต่างๆ ในแง่เหตุผล ไม่เชื่อโชคลางหรือคำทำนายที่ไม่สามารถอธิบายตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้

2.3.4 อธิบายหรือแสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล

2.3.5 หาความสัมพันธ์ของเหตุและผลที่เกิดขึ้น

2.3.6 ตรวจสอบความถูกต้องหรือความสมเหตุสมผลของแนวความคิดต่างๆ จากแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือได้

2.3.7 เสาะแสวงหาหลักฐาน/ข้อมูลจากการสังเกตหรือการทดลอง เพื่อสนับสนุนคำอธิบาย

2.3.8 รวบรวมข้อมูลอย่างเพียงพอก่อนจะลงข้อสรุปหรือเรื่องราวต่างๆ

2.4 ความมีระเบียบและรอบคอบ

2.4.1 ยอมรับว่าความมีระเบียบและรอบคอบเป็นสิ่งที่มีความจำเป็น

2.4.2 เห็นคุณค่าของความมีระเบียบและรอบคอบ

2.4.3 นำวิธีการหลายๆ วิธีมาตรวจสอบผลหรือวิธีการทดลอง

2.4.4 มีการใคร่ครวญ , ไตร่ตรอง พินิจพิเคราะห์

2.4.5 มีความละเอียดถี่ถ้วนในการทำงาน

2.4.6 มีการวางแผนการทำงานและจัดระบบการทำงาน

2.4.7 ตรวจสอบความเรียบร้อยหรือคุณภาพของเครื่องมือก่อนทำการทดลอง

2.4.8 ทำงานอย่างมีระเบียบ

2.5 ความซื่อสัตย์

2.5.1 เสนอความจริง ถึงแม้ว่าจะเป็นเหตุผลที่แตกต่างจากผู้อื่น

2.5.2 เห็นคุณค่าของการเสนอข้อมูลตามความเป็นจริง

2.5.3 บันทึกผลหรือข้อมูลตามความเป็นจริงและไม่ใช้ความคิดเห็นของตนเองไป

เกี่ยวข้อง

2.5.4 ไม่แอบอ้างผลงานของผู้อื่นว่าเป็นผลงานของตนเอง

2.6 ความใจกว้าง

- 2.6.1 รับฟังคำวิพากษ์วิจารณ์ข้อโต้แย้งหรือข้อคิดเห็นข้อคิดเห็นที่มีเหตุผลของผู้อื่น
- 2.6.2 ไม่ยึดมั่นในความคิดของตนเองและยอมรับการเปลี่ยนแปลง
- 2.6.3 รับฟังความคิดเห็นที่ตัวเองยังไม่เข้าใจและพร้อมที่จะทำความเข้าใจ
- 2.6.4 ยอมรับพิจารณาข้อมูลหรือความคิดเห็นที่ยังสรุปแน่นอนไม่ได้และพร้อมที่จะหาข้อมูลเพิ่มเติม

3. แบบประเมินผลการเรียนด้านจิตพิสัยฉบับนี้ควรมีอัตราผู้สังเกต 1 คน ต่อผู้ถูกสังเกต

16 คน

4. การบันทึกผลผู้สอนจะบันทึกผลการประเมินคุณลักษณะต่างๆ เท่าที่สามารถสังเกตได้ในขณะที่ผู้เรียนทำกิจกรรมการเรียนการสอนหรือการทดลองแต่ละครั้ง โดยพิจารณาจากพฤติกรรม/ลักษณะบ่งชี้ของแต่ละคุณลักษณะ ดังรายละเอียดในข้อ 2 แล้วตัดสินว่าผู้เรียนมีคุณลักษณะอยู่ในระดับใด คือ ดี = 3, พอใช้ = 2 และควรปรับปรุง = 1 แล้วกรอกคะแนนลงในบันทึกการประเมินผลการเรียนด้านจิตพิสัย ในการประเมินแต่ละครั้งอาจไม่จำเป็นต้องประเมินครบทุกคุณลักษณะ และการสังเกตผู้เรียนอาจสังเกตเป็นกลุ่มหรือเป็นแถว (ครั้งละ 4-7 คน) เพื่อให้ผู้สอนจะสามารถสังเกตผู้เรียนได้อย่างทั่วถึง และครอบคลุม ผู้เรียนแต่ละคนควรได้รับการประเมินแต่ละคุณลักษณะอย่างน้อย 2-3 ครั้งแล้วหาค่าเฉลี่ย เพื่อให้ได้คะแนนพฤติกรรมที่มีความเที่ยงตรงที่สุด

5. เกณฑ์ในการประเมินคุณลักษณะทางด้านจิตพิสัย ผู้ประเมินจะต้องพิจารณาว่าผู้เรียนแสดงคุณลักษณะอยู่ในระดับใด โดยพิจารณาตามเกณฑ์ต่อไปนี้

ผู้เรียนแสดงพฤติกรรมมาก	อยู่ในระดับ ดี	3 คะแนน
ผู้เรียนแสดงพฤติกรรมปานกลาง	อยู่ในระดับ พอใช้	2 คะแนน
ผู้เรียนแสดงพฤติกรรมน้อย	อยู่ในระดับ ควรปรับปรุง	1 คะแนน

6. นำผลของการบันทึกพฤติกรรมมาหาค่าทางสถิติ

แผนการสอนที่ 3

หน่วยที่ 3 เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับน้ำเคลือบ การเตรียมน้ำเคลือบ และการเผาเคลือบ

จำนวน 9 คาบ (ทฤษฎี 3 คาบ ปฏิบัติ 6 คาบ)

1. ความคิดรวบยอด

น้ำเคลือบเป็นสารประกอบของอลูมินา (Alumina) ซิลิกา (Silica) และสารประกอบอื่นๆ เป็นตัวช่วยหลอมละลายเรียกว่า ฟลักซ์ (Flux) ลักษณะคล้ายแก้วหรือสารประกอบซิลิเกต (Silicate) ที่ถูกความร้อนแล้วหลอมละลายเป็นเนื้อเดียวกัน ภาชนะผิวผลิตภัณฑ์ ทำให้แข็งแรง สามารถทนต่อกรด , ด่างได้ดี

การเตรียมน้ำเคลือบ หมายถึง การนำวัตถุดิบต่างๆ มาซึ่งผสมเข้าด้วยกัน แล้วนำมาบดเข้าด้วยกันในหม้อบด ซึ่งเป็นการบดเปียกหรือในปริมาณน้อยๆ จะบดในโถรงบด

การเผาเคลือบ เป็นการเผาให้น้ำเคลือบที่ผิวผลิตภัณฑ์ละลายเป็นเนื้อเดียวกัน มีความมันวาวมีทั้งเคลือบใส เคลือบด้าน และเคลือบทึบ โดยอุณหภูมิที่ใช้ในการเผาตรงตามอุณหภูมิที่เหมาะสมกับน้ำเคลือบแต่ละชนิด

2. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อเรียนจบเนื้อหาในหน่วยการเรียนรู้หน่วยนี้แล้วผู้เรียนสามารถ

2.1 บอกความสำคัญของการเคลือบได้

2.2 ปฏิบัติการเตรียมน้ำเคลือบเบื้องต้นได้

2.3 ปฏิบัติการเผาเคลือบได้

2.4 แสดงออกถึงคุณลักษณะด้านความอยากรู้อยากเห็น ความรับผิดชอบและเพียรพยายาม ความมีเหตุผล ความมีระเบียบและรอบคอบ ความซื่อสัตย์ และความใจกว้าง ให้สามารถสังเกตเห็นได้

3. เนื้อหาสาระ

3.1 ความหมายของเคลือบ

3.2 วัตถุประสงค์ของการเคลือบ

3.3 ประเภทของวัตถุดิบที่ใช้ในการเตรียมน้ำเคลือบ

3.4 วัตถุดิบที่ใช้ในการเตรียมน้ำเคลือบ

- 3.5 เคลือบขี้เถ้าไม้
- 3.6 สารให้สีทางเซรามิกส์
- 3.7 การเตรียมเคลือบและการเผาเคลือบ
- 3.8 หลักความปลอดภัยในการเตรียมน้ำเคลือบ

4. กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ตอนที่ 1 ภาคทฤษฎี

1. แบ่งกลุ่มผู้เรียนออกเป็นกลุ่มละ 2 คน
2. ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันอภิปรายถึงเคลือบของเซรามิกส์
3. ผู้สอนนำเสนอเรื่องความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเคลือบ ความมุ่งหมายของการเคลือบ ชนิดของเคลือบ วัตถุประสงค์ที่ใช้เตรียมน้ำเคลือบ เคลือบขี้เถ้า สารให้สีทางเซรามิกส์ ขั้นตอนการเตรียมน้ำเคลือบ และการเผาเคลือบ โดยใช้ผลิตภัณฑ์เซรามิกส์ที่เคลือบแบบต่างๆ และแผ่นใสประกอบการอธิบาย (บรรณาคูประสงค์ข้อที่ 1)
4. ผู้สอนนำเสนอวัตถุประสงค์ที่ใช้ในการเตรียมน้ำเคลือบ โดยให้ผู้เรียนได้ศึกษาและสังเกตลักษณะคุณสมบัติของวัตถุดิบนั้นๆ
5. ผู้สอนนำเสนอลำดับขั้นของการเตรียมน้ำเคลือบขี้เถ้าไม้ และน้ำเคลือบเฟลด์สปาร์
6. ผู้สอนนำเสนอวิธีการเคลือบด้วยวิธีการชุบเคลือบ ทาน้ำเคลือบด้วยแปรง และการเทราดเคลือบ
7. ผู้สอนอธิบายลำดับขั้นของการนำผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการเคลือบแล้วเข้าเตาเผาเพื่อทำการเผาเคลือบ การเผาเคลือบ และการนำผลิตภัณฑ์ออกจากเตาเผา
8. ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันสรุปถึงเรื่องวัตถุดิบที่ใช้เตรียมน้ำเคลือบ เคลือบขี้เถ้า เคลือบเฟลด์สปาร์ สารให้สีทางเซรามิกส์ ขั้นตอนการเตรียมน้ำเคลือบ และการเผาเคลือบ พร้อมทั้งเพิ่มเติมแล้วสรุปให้ครบถ้วนและถูกต้อง

ตอนที่ 2 ภาคปฏิบัติ

1. แบ่งกลุ่มผู้เรียนออกเป็นกลุ่มละ 2 คน
2. ผู้สอนนำเสนอวัตถุดิบที่ใช้ในการเตรียมน้ำเคลือบเฟลด์สปาร์ เคลือบขี้เถ้าไม้ และสารให้สี
3. ผู้สอนนำเสนออุปกรณ์และวิธีการใช้อุปกรณ์ที่ใช้ในการเตรียมน้ำเคลือบ
4. ผู้สอนสาธิตวิธีการเตรียมน้ำเคลือบเฟลด์สปาร์ เคลือบขี้เถ้าไม้ และการใช้สารให้สี (ออกไซด์ของโลหะ)

5. ผู้สอนสาธิตการใช้เตาเผาอุณหภูมิสูง (ไฟฟ้า) เพื่อการเผาเคลือบ รวมถึงขั้นตอนการนำผลิตภัณฑ์เข้าเตาเผา และนำผลิตภัณฑ์ออกจากเตาเผา
6. ผู้เรียนปฏิบัติการเตรียมน้ำเคลือบ (บรรลุลูกประสงค์ข้อที่ 2)
7. ผู้เรียนดำเนินการเคลือบ และเผาเคลือบ (บรรลุลูกประสงค์ข้อที่ 3)
8. ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันอภิปรายถึงผลการทดลอง
9. ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันสรุปผลการทดลอง ผู้สอนเพิ่มเติมแล้วทำการสรุปให้ครบถ้วนและถูกต้อง
10. ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันสรุปถึงเรื่องเคลือบ สารให้สี และการเผาเคลือบเคลือบ ผู้สอนเพิ่มเติมแล้วทำการสรุปให้ครบถ้วนและถูกต้อง (บรรลุลูกประสงค์ข้อที่ 4)

5. สื่อการเรียนการสอน

- 5.1 เอกสารประกอบการเรียนหน่วยที่ 3
- 5.2 แผ่นใส
- 5.3 ผลิตภัณฑ์เซรามิกที่มีการเคลือบแบบต่างๆ

6. การวัดและประเมินผล

6.1 วิธีการวัดผล

1. การทดสอบ
2. การสังเกต

6.2 เครื่องมือการวัดผล

1. แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย หน่วยที่ 3
2. แบบประเมินผลการเรียนรู้ด้านทักษะพิสัย หน่วยที่ 3
3. แบบประเมินผลการเรียนรู้ด้านจิตพิสัย หน่วยที่ 3

6.3 เกณฑ์ในการประเมินผล

1. ผู้เรียนสามารถทำแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยได้ร้อยละ 80 (8 ข้อ จาก 10 ข้อ)
2. ผู้เรียนสามารถผ่านการประเมินผลโดยใช้แบบประเมินผลการเรียนรู้ด้านทักษะพิสัยได้ร้อยละ 80 (7 คะแนน จาก 9 คะแนน)
3. ผู้เรียนสามารถผ่านการประเมินผลโดยใช้แบบประเมินผลการเรียนรู้ด้านจิตพิสัยได้ร้อยละ 80 (19 คะแนน จาก 24 คะแนน)

อนึ่งเมื่อผู้เรียนได้เรียนผ่านกิจกรรมการเรียนการสอนและผ่านการวัดผลได้ตามเกณฑ์การวัดผลแล้ว ผู้เรียนสามารถเรียนในหน่วยต่อไปได้ แต่ถ้านักเรียนคนใดไม่ผ่านเกณฑ์การวัดผลให้ทำการสอนซ่อมเสริมและทำการวัดผลจนนักเรียนสามารถผ่านเกณฑ์การวัดผลได้แล้วให้นักเรียนเรียนในหน่วยต่อไปได้

มหาวิทยาลัยบูรพา
Burapha University

หน่วยที่ 3

ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับน้ำเคลือบ การเตรียมน้ำเคลือบ และการเผาเคลือบ

แนวคิด

น้ำเคลือบเป็นสารประกอบของอลูมินา (Alumina) ซิลิกา (Silica) และสารประกอบอื่นๆ เป็นตัวช่วยหลอมละลายเรียกว่า ฟลักซ์ (Flux) ลักษณะคล้ายแก้วหรือสารประกอบซิลิเกต (Silicate) ที่ถูกความร้อนแล้วหลอมละลายเป็นเนื้อเดียวกัน ฉาบติดผิวผลิตภัณฑ์ ทำให้แข็งแรงสามารถทนต่อการขีด , ต่างได้ดี

การเตรียมน้ำเคลือบ หมายถึง การนำวัตถุดิบต่างๆ มาซึ่งผสมเข้าด้วยกัน แล้วนำมาบดเข้าด้วยกันในหม้อบด ซึ่งเป็นการบดเปียกหรือในปริมาณน้อยๆ จะบดในโถรงบด

การเผาเคลือบ เป็นการเผาให้น้ำเคลือบที่ผิวผลิตภัณฑ์ละลายเป็นเนื้อเดียวกัน มีความมันวาวมีทั้งเคลือบใส เคลือบด้าน และเคลือบทึบ โดยอุณหภูมิที่ใช้ในการเผาตรงตามอุณหภูมิที่เหมาะสมกับน้ำเคลือบแต่ละชนิด

วัตถุประสงค์

เมื่อเรียนจบเนื้อหาในหน่วยการเรียนรู้หน่วยนี้แล้วผู้เรียนสามารถ

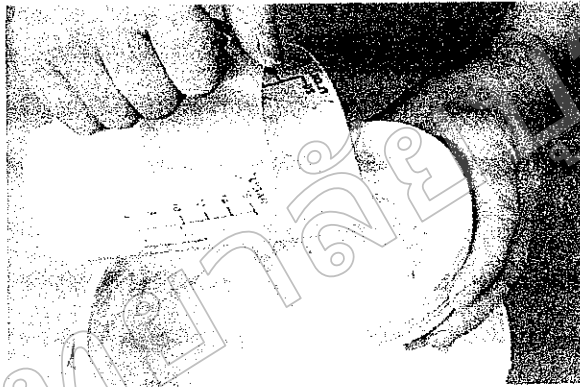
1. บอกความสำคัญของการเคลือบได้
2. ปฏิบัติการเตรียมน้ำเคลือบเบื้องต้นได้
3. ปฏิบัติการเผาเคลือบได้

เนื้อหา

1. ความหมายของเคลือบ
2. วัตถุประสงค์ของการเคลือบ และประเภทของเคลือบ
3. ประเภทของวัตถุดิบที่ใช้ในการเตรียมน้ำเคลือบ
4. วัตถุดิบที่ใช้ในการเตรียมน้ำเคลือบ
5. เคลือบซีเมนต์
6. สารให้สีทางเซรามิกส์
7. การเตรียมน้ำเคลือบ และการเผาเคลือบ

ความหมายของน้ำเคลือบ

น้ำเคลือบ (Glaze) เป็นสารประกอบของซิลิเกต (Silicate) ผสมกับสารประกอบอย่างอื่นที่เป็นตัวช่วยหลอมละลาย เรียกว่าฟลักซ์ (Flux) อาจมีออกไซด์ของโลหะผสมลงไปด้วย เพื่อให้เกิดสีและทึบในเคลือบ เมื่อเผาส่วนผสมของน้ำเคลือบถึงอุณหภูมิที่ทำให้หลอมละลายแล้วน้ำเคลือบจะรวมตัวเป็นเนื้อเดียวกัน และเมื่อเย็นตัวจะมีลักษณะเหมือนแก้วบาง ๆ จาบติดอยู่กับผิวของผลิตภัณฑ์



วัตถุประสงค์ของการเคลือบ

การเคลือบเป็นการเพิ่มคุณค่าและคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ให้ทนต่อกรด ด่าง ได้ดีเพื่อวัตถุประสงค์ดังนี้

1. เพื่อป้องกันการซึมผ่านของน้ำ ของเหลว และแก๊ส
2. เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีความแข็งแรงทนต่อการกัดกร่อน
3. เพื่อให้ผลิตภัณฑ์ง่ายต่อการทำความสะอาด
4. เพื่อเพิ่มความสวยงามให้กับผลิตภัณฑ์
5. เพื่อเพิ่มความต้านทานแรงกระแทก เสียดสี และความเป็นฉนวนให้กับวัสดุเซรามิกส์ชนิดใหม่

ประเภทของเคลือบ

ประเภทของเคลือบจะถูกแบ่งออกเป็นลักษณะของการให้อุณหภูมิการเผา ดังนี้

1. **เคลือบไฟต่ำ** มีจุดสุกตัวระหว่าง 625°ซ – 1050°ซ
2. **เคลือบไฟกลาง** มีจุดสุกตัวระหว่าง 1050°ซ – 1190°ซ
3. **เคลือบไฟสูง** มีจุดสุกตัวระหว่าง 1190°ซ – 1310°ซ

ประเภทของวัตถุดิบที่ใช้ในการเตรียมน้ำเคลือบ

วัตถุดิบทางเคมีที่ใช้ในงานเซรามิกสันนิยมนำมาใช้ในรูปของสารนั้น เช่น แคลเซียมคาร์บอเนต (CaCO_3) แบเรียมคาร์บอเนต (BaCO_3) โพแทสเซียมคาร์บอเนต (K_2CO_3) โดยแบ่งออกเป็น 2 เกรด คือ Commercial Grade เป็นสารที่ไม่ค่อยบริสุทธิ์นักเป็นเกรดที่ใช้ในทางการค้าในงานอุตสาหกรรม จะใช้เกรดนี้และ Lab Grade เป็นสารบริสุทธิ์กว่า เพื่อใช้ในการทดลองทางวิทยาศาสตร์ จะแบ่งได้ 3 กลุ่มคือ

1. วัตถุดิบที่มีคุณสมบัติเป็นด่าง (Bases group) เป็นตัวช่วยลดอุณหภูมิในการหลอมละลาย (Fluxing Agents) และช่วยให้เคลือบหลอมตัวเร็วขึ้น ในทางเซรามิกส์ใช้สัญลักษณ์ RO เช่น ตะกั่วออกไซด์ (PbO) สังกะสีออกไซด์ (ZnO) แคลเซียมออกไซด์ (CaO), R_2O เช่น โซเดียมออกไซด์ Na_2O
2. วัตถุดิบที่มีคุณสมบัติเป็นกลาง (Neutrals Group) ทำหน้าที่เป็นตัวกลางช่วยประสาน วัตถุดิบ ในกลุ่ม 1, 3 เป็นตัวให้สี (Colorants) และช่วยไม่ให้เคลือบไหล ในทางเซรามิกส์ใช้ R_2O_3 เป็นสัญลักษณ์ เช่น อลูมินาออกไซด์ (Al_2O_3) เหล็กออกไซด์ (Fe_2O_3) โครเมียมออกไซด์ (Cr_2O_3)
3. วัตถุดิบที่มีคุณสมบัติเป็นกรด (Acids Group) เป็นตัวที่ทำให้เกิดแก้ว (Glass Forming) และเป็นตัวทนไฟ ในทางเซรามิกส์ใช้สัญลักษณ์ RO_2 เช่น ซิลิกาออกไซด์ (SiO_2) ดีบุกออกไซด์ (SnO_2) เป็นต้น

วัตถุดิบที่ใช้ในการเตรียมน้ำเคลือบ

1. หินฟันม้า (Feldspar) มีจุดหลอมละลายที่ $1180^\circ\text{C} - 1200^\circ\text{C}$ เป็นวัตถุดิบในการทำน้ำเคลือบมีตั้งแต่ 40 – 80 เปอร์เซ็นต์ ในสูตรเคลือบไฟสูงเกือบทุกชนิด เพื่อการลดอุณหภูมิในการหลอมละลายจะต้องใช้กับตัวหลอมละลายอีกด้วย
2. หินเขียวหนุมาน (Quartz ; SiO) มีความแข็งแรงเท่ากับ 7 มีความบริสุทธิ์มากกว่าวัตถุดิบอื่น มีอีกชื่อหนึ่งว่า ฟลินท์ (Flint) ทำหน้าที่เป็นตัวทนไฟ ลดการไหลตัวของน้ำเคลือบทำให้ผิวเคลือบมีความแข็งแรงต่อการขีดข่วนทนกรด ด่าง เคลือบอุณหภูมิสูงทุกชนิดจะมีปริมาณซิลิกาในสูตรประมาณ 25 – 30 เปอร์เซ็นต์
3. แบเรียมคาร์บอเนต (BaCO_3) มีคุณสมบัติเป็นด่างเร่งการหลอมละลายของเคลือบ แต่ใช้เพียง 5 – 8 เปอร์เซ็นต์ ถ้าใช้เกินกว่านั้นจะไม่ส่งผลต่อการเร่งการหลอมละลายให้เร็วยิ่งขึ้น แต่อย่างใด

4. แคลเซียมคาร์บอเนต(CaCO_3) หรือหินปูน เป็นตัวหลอมละลายหลักในการเคลือบอุณหภูมิสูง สามารถใช้เพียงอย่างเดียวกับสูตรเคลือบ โดยใช้คู่กับโซดาเฟลด์สปาร์($\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$) และโพแทสเซียมเฟลด์สปาร์($\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$)

5. ซิงค์ออกไซด์(ZnO) เป็นวัตถุดิบที่มีจุดหลอมละลายสูง สังกะสี(Zink) เป็นค่า นิยมใช้ในเคลือบอุณหภูมิ $1150^\circ\text{C} - 1250^\circ\text{C}$ โดยใช้ร่วมกับค่าตัวอื่น ๆ เช่น หินปูน โซดาเฟลด์สปาร์ เพราะถ้าใช้ค่าเฉพาะสังกะสีอย่างเดียวเคลือบจะไม่หลอมละลาย

6. ดินขาว ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) มีคุณสมบัติทำให้เคลือบหนืดเกาะติดผิวผลิตภัณฑ์ ได้ดีไม่ไหลตัวจากผลิตภัณฑ์ ในขณะที่เผาถึงจุดสุดท้ายจะทำให้เคลือบที่ยังไม่ได้เผาเกาะติดผิวงานได้ดีเช่นกัน ซึ่งเคลือบทุกชนิดจะมีดินขาวอยู่ประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ ในสูตรเสมอ



เคลือบขี้เถ้าไม้ (Wood Ash Glaze)

เคลือบขี้เถ้าไม้เป็นเคลือบที่ใช้กันมานาน เป็นเคลือบที่เผาในอุณหภูมิชนิดแรกที่มนุษย์ทำขึ้น นิยมใช้จนกระทั่งปัจจุบัน แต่ในทางอุตสาหกรรมไม่นิยมเคลือบขี้เถ้าไม้ เนื่องจากขี้เถ้ามีการเปลี่ยนแปลงส่วนประกอบไม่คงที่ มีปัญหาในการเคลือบไม่ค่อยเหมือนเดิม ดังนั้นในการทำอุตสาหกรรมเซรามิกส์ในการเคลือบสีต่างๆ จึงไม่นิยมขี้เถ้าไม้ในสูตรเคลือบ

คุณสมบัติของจีเถ้า

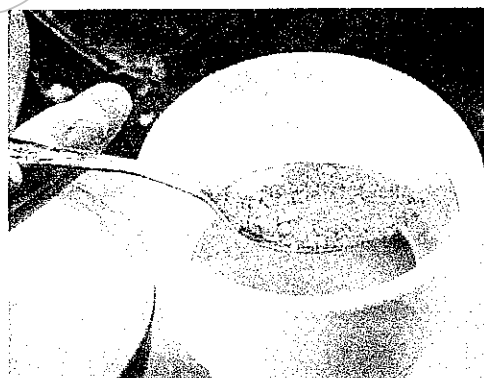
จีเถ้าจากพืชทุกชนิดมีส่วนประกอบของไฮโดรเจนและคาร์บอน เมื่อถูกเผาไหม้จะหมดไป และจะเหลือเพียงปริมาณเล็กน้อย ซึ่งเป็นส่วนที่ทนไฟ ซึ่งประกอบด้วยธาตุ 6 ตัวหลัก ซึ่งใช้ในสูตรเคลือบคือ ค่างพวกหินปูน แมกนีเซียม โพแทสเซียม โซเดียม ในปริมาณมาก มีส่วนประกอบของอลูมินาและซิลิกาเล็กน้อย เคลือบจีเถ้าจึงเผาให้หลอมละลายได้ในอุณหภูมิ 1200 °ซ

การใช้เคลือบจีเถ้า

เคลือบจีเถ้าไม่ควรผ่านการเตรียมและล้างให้เรียบร้อย โดยเคลือบจีเถ้ามีคุณสมบัติการไหลตัวสูง เมื่อถึงจุดหลอมละลาย ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่นำมาเคลือบจีเถ้ามักจะเคลือบหนาประมาณ 2 – 3 มม. จีเถ้าไม่เมื่อเผาแล้วจะมีสีจืดหรือสีขุ่น จึงไม่เหมาะกับการทำเคลือบสีที่ต้องการ คุณภาพสารให้สีมักเดิมเหล็กออกไซด์ เมื่อนำไปเผาในบรรยากาศสมบูรณ (Oxidation Firing) จะทำให้ได้สีน้ำตาล โดยสามารถทำการทดลองสารให้สีจาก 1 – 10 เปอร์เซ็นต์

สารให้สีทางเซรามิกส์ (Ceramic Colorants)

โดยปกติการเตรียมน้ำเคลือบสีจะเติมสีออกไซด์ (Coloring Oxides) ซึ่งจะเป็นออกไซด์หรือคาร์บอนเนตของโลหะเช่น โครเมียม เหล็ก ทองแดง ดีบุก สังกะสี และแมงกานีส ออกไซด์ของโลหะบางชนิดหาได้ยากและราคาแพงได้แก่ โคบอลต์ และวานาเดียม ซึ่งยังไม่สามารถหาออกไซด์ตัวอื่นที่มีคุณสมบัติคล้ายคลึงมาทดแทนได้ ออกไซด์บางตัวมีคุณสมบัติให้สีที่ต่างกันเมื่อถูกนำมาเผาในบรรยากาศสมบูรณ และบรรยากาศที่ไม่สมบูรณ เช่นออกไซด์ของเหล็กเมื่อนำมาเผาในบรรยากาศที่สมบูรณ และบรรยากาศที่ไม่สมบูรณ เช่นออกไซด์ของเหล็กเมื่อนำมาเผาในบรรยากาศที่สมบูรณจะให้สีแดงออกส้มในเนื้อเคลือบ และเมื่อนำออกไซด์นี้ไปเผาในบรรยากาศที่ไม่สมบูรณจะ



ออกไซด์ของโลหะ

ปรากฏสีเขียวอ่อนในเนื้อเคลือบเช่นเคลือบสีลาด ในทางตรงกันข้ามออกไซด์ของโลหะทองแดงเมื่อนำมาเผาในบรรยากาศที่สมบูรณจะให้สีเขียวในน้ำเคลือบ และจะให้สีแดงสดใสหรือที่ชาวจีนเรียกว่าแดงเลือดวัวเมื่อนำไปเผาในบรรยากาศไม่สมบูรณ

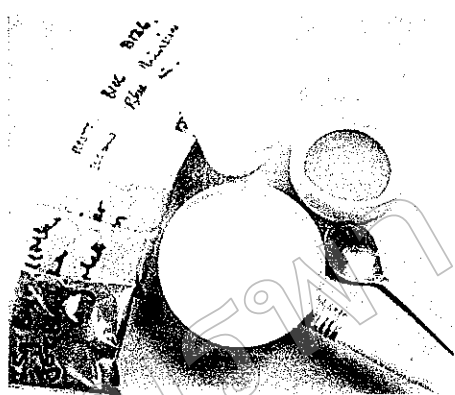
ในบางครั้งที่ต้องการให้เนื้อเคลือบมีสีที่มากกว่าหนึ่งสี ก็สามารถเพิ่มสีออกไซด์มากกว่าหนึ่งลงในเนื้อเคลือบเช่น การเติมออกไซด์ของนิกเกิลและทองแดงลงในเนื้อเคลือบเพื่อให้สีฟ้าของโคบอลต์จากและอ่อนเป็นหย่อมๆ นอกจากนี้ยังมีวิธีอื่นในการเพิ่มเติมสีลงในเนื้อเคลือบ ได้แก่ การเติมสารทำให้ทึบแสงลงในเนื้อเคลือบซึ่งทำให้สีในเนื้อเคลือบเล็ดที่บด้นและสดขึ้น

ตารางที่ 3 แสดงสมบัติของออกไซด์ของโลหะแต่ละชนิดในการให้สีในเคลือบ

สี (Color)	ออกไซด์ (Oxide of)	เปอร์เซ็นต์ (Percentage)	อุณหภูมิ (Temperature)	บรรยากาศ ในการเผา
ดำ (Black)	Cobalt	1-2	อุณหภูมิ	ทุกบรรยากาศ
	Manganese	2-4		
	Iron	8	อุณหภูมิ	ทุกบรรยากาศ
น้ำเงิน	Cobalt	1/2-1	อุณหภูมิ	ทุกบรรยากาศ
น้ำตาล	Iron	3-7	ทุกอุณหภูมิ	Oxidizing
(Brown)	Manganese	5	ทุกอุณหภูมิ	ทุกบรรยากาศ
	Copper	1-5	ทุกอุณหภูมิ	Oxidizing
	Iron	1-4	ทุกอุณหภูมิ	Redizing
เขียว	Nickel	3-5	ต่ำ	Oxidizing
(Green)	Chrome-Tin Pink	5	ทุกอุณหภูมิ	Oxidizing
	Coral Chromium (with high PbO)	5	ต่ำ	Oxidizing
แดง	Purple Manganese (with KNaO)	4-6	ทุกอุณหภูมิ	Oxidizing
(Red)	Copper	1	ทุกอุณหภูมิ	Redizing
	Iron	2	ทุกอุณหภูมิ	ทุกบรรยากาศ
	Manganese	2	ทุกอุณหภูมิ	ทุกบรรยากาศ
น้ำตาล	Rutile	2	ทุกอุณหภูมิ	ทุกบรรยากาศ
แดง	Antimony	5	ต่ำ	Oxidizing
(Tan)	Uranium (with Alkaline Glaze)	5-8	ทุกอุณหภูมิ	Oxidizing
เหลือง (Yellow)	Tin Vanadium Stain	4-6	ทุกอุณหภูมิ	ทุกบรรยากาศ

สีสำเร็จรูป (Stains)

จากการที่ออกไซด์ของโลหะบางตัวทำปฏิกิริยากับน้ำเคลือบหรือละลายในน้ำเคลือบและยังสลายตัวในน้ำเคลือบได้อีกด้วย ทำให้การเปลี่ยนแปลง ซึ่งงานผลิตจำนวนมากจึงไม่นิยมใช้ออกไซด์ของโลหะโดยตรง แต่จะใช้ในรูปของสีสำเร็จรูป (Stains) แทนเพราะสีสำเร็จรูป เมื่อนำไปผสมในน้ำเคลือบ เมื่อผ่านการเผาแล้วจะให้สีที่คงที่ สีเรียบดีกว่าที่ได้จากออกไซด์ของโลหะ เนื่องจากเกิดจากการเตรียมออกไซด์ของโลหะ ตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป โดยมีสีให้เลือกได้มากกว่า เช่น สีชมพู สีส้ม สีแดง สีเหลือง ฯลฯ จะเป็นสีที่ใช้ได้ดีในการเผาแบบบรรยากาศที่สมบูร์น (Oxidation Firing) แต่ถ้าเผาในบรรยากาศไม่สมบูร์น (Reduction Firing) จะทำให้สีซีดจางและหายไป ส่วนในการเผาในอุณหภูมิต่ำกว่า 1150°C สีสำเร็จรูปจะมีจำนวนสีให้เลือกได้มากกว่า



ลักษณะของสีสำเร็จรูป

ตารางที่ 3 ความแตกต่างระหว่างสารให้สี (ออกไซด์ของโลหะ) กับสีสำเร็จรูป

เคลือบออกไซด์ของโลหะ	เคลือบสีสำเร็จรูป
1. เผาได้ทั้งบรรยากาศสมบูร์น และบรรยากาศไม่สมบูร์น	1. เผาได้เฉพาะบรรยากาศสมบูร์น (Oxidation Firing)
2. สีเปลี่ยนแปลงได้ง่าย	2. สีเรียบมีความสม่ำเสมอ
3. มีจำนวนสีจำกัด สีไม่สดใส	3. มีจำนวนสีมากกว่าสีสดใส
4. ราคาถูก (โดยรวม)	4. ราคาแพง
5. สีส่วนใหญ่เผาไม่เกิน 1220°C	5. สามารถเผาได้อุณหภูมิสูงกว่า 1300°C เช่น สีน้ำเงิน สีน้ำตาล สีแดง และเขียวสีลาด

การเตรียมน้ำเคลือบ (Glaze Preparation)

วัตถุดิบทุกชนิดในการเตรียมเคลือบส่วนใหญ่จะถูกบดละเอียดผ่านตะแกรงเบอร์ 100 อยู่ในรูปของผงละเอียดสีขาวคล้ายกันหมด ยกเว้นพวกออกไซด์ของโลหะหรือสารให้สีต่าง ๆ ดังนั้นควรเขียนชื่อวัตถุดิบทุกชนิดให้ชัดเจน กันการผิดพลาด และบรรจุในภาชนะที่มีการปิดอย่างมิดชิด ป้องกันการฟุ้งกระจาย วัตถุดิบบางชนิดเป็นสารอันตราย ควรกำกับว่า “สารพิษอันตราย” เช่น สารตะกั่ว