

2. การทดลอง

2.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

1. X-ray diffractometer "Miniflex" CN.2005; Rigaku Co., Tokyo, Japan.
2. หม้อบด (Pot mill) ไมมียี่ห้อ, Japan.
3. ครกบดไฟฟ้า (Electric mortar) Mitta, Japan.
4. เตาอบแห้ง (Drying-oven) model Dx-58 Yamato, Japan.
5. เตาแก๊ส (Gas Kiln) Type M.G.K.-A5, Morishita Industry Co. Ltd., Japan.
6. Orsat apparatus.

2.2 สารเคมีที่ใช้

สารเคมีที่ผลิตโดยบริษัท BDH Chemical Ltd., Poole, England
ทุกสารเป็น Laboratory grade ได้แก่

1. Calcium carbonate, CaCO_3
2. Zinc oxide, ZnO
3. Stannic oxide, SnO_2
4. Copper oxide, CuO
5. Copper carbonate, CuCO_3
6. Ferric oxide, Fe_2O_3
7. Ferro-Ferric oxide, Fe_3O_4
8. Cadmium carbonate, CdCO_3
9. Zirconium oxide, ZrO_2
10. Sodium chloride, NaCl

สารเคมีที่ผลิตโดยบริษัท Fluka AG, Buchs, Switzerland ได้แก่

1. Barium carbonate, BaCO_3
2. Cuprous chloride, CuCl

สารเคมีที่ผลิตโดยบริษัท E.merck, Dramstadt, Germany. เป็น AR grade ได้แก่

1. Potassium hydroxide, KOH
2. Sodium hydroxide, NaOH
3. Ammonia solution 25 %, NH_4OH
4. Calcium chloride, CaCl_2
5. Benzene -1,2,3 -triol (pyrogallol)

วัตถุดิบที่ใช้ในการทดลองซึ่งได้จาก ตึกสิริเลิศเทคโนโลยี ภาควิชาเคมี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ได้แก่

1. เฟลสปาร์ จังหวัดตาก
2. ดินเกาลิน จังหวัดนราธิวาส
3. ควอตซ์ บริษัทเคลย์แอนด์มีเนอร์ล จำกัด
4. ดินดำผสม บริษัทคอมพาวด์เคลย์
5. เฟลสปาร์ บริษัทเคลย์แอนด์มีเนอร์ล จำกัด
6. ดินเกาลิน บริษัทอิงลิช ไชน่า เคลย์
7. โพลเทสเฟลสปาร์

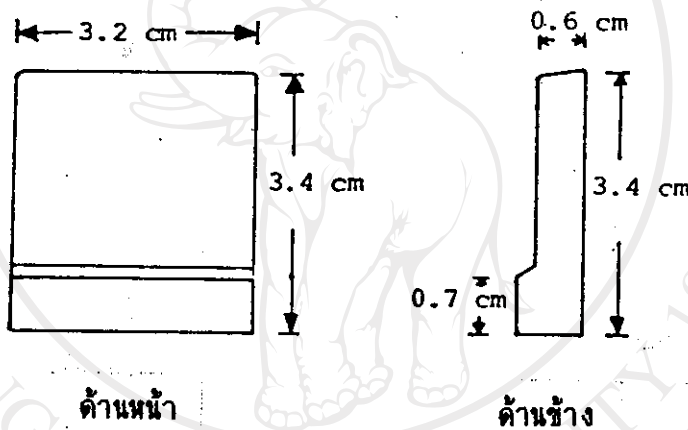
2.3 การเตรียมวัตถุดิบน้ำเคลือบ

วัตถุดิบที่ใช้ในการทดลองนี้มีเฟลสปาร์ ดินเกาลิน ควอตซ์ การเตรียมวัตถุดิบทำโดยนำเฟลสปาร์ ดินเกาลินและควอตซ์มาล้างน้ำโดยใส่ในภาชนะและใส่น้ำลงไป จะมีสิ่งสกปรกเป็นคราบดำลอยขึ้นมา ขจัดสิ่งสกปรกนี้ออกไปและทำซ้ำเรื่อย ๆ จนหมดคราบดำ ขณะเดียวกันก็ใช้แท่งแม่เหล็กจุ่มกวนลงในภาชนะเพื่อทำการดูดเหล็กในวัตถุดิบเหล่านั้น เมื่อล้างเสร็จแล้วก็นำวัตถุดิบนี้บดในหม้อบดโดยใช้วัตถุดิบ, น้ำและลูกบดในสัดส่วนโดยน้ำหนักเท่ากัน บดเป็นเวลานานประมาณ 20 ชั่วโมง จากนั้นร่อนด้วยร่อน

ขนาด 250 เมช เพื่อแยกเอาทรายบางส่วนออก และใช้แท่งแม่เหล็กจุ่มและกวาดลงในภาชนะเพื่อดูดเหล็กอีกครั้งหนึ่ง จากนั้นนำไปอบในตู้จนแห้ง

2.3.1 การเตรียมชั้นทดสอบ

นำเนื้อดินปั้นคือดินดำผสมอัดลงในแบบทำชั้นทดสอบ ซึ่งทำด้วยปูนพลาสเตอร์ จะได้ลักษณะชั้นทดสอบตามรูป 2.1 เพื่อทดสอบคุณสมบัติและการไหลตัวของเคลือบ



รูป 2.1 แบบชั้นทดสอบน้ำเคลือบ

นำชั้นทดสอบที่เตรียมได้ผึ่งให้แห้ง และนำไปเผาที่อุณหภูมิระหว่าง 750–800 °C ซึ่งเรียกว่า การเผาดิบ (biscuit firing) จะได้ชั้นทดสอบที่ใช้สำหรับการทดสอบน้ำเคลือบต่อไป

2.3.2 การเตรียมและการบดน้ำเคลือบ

นำส่วนผสมของเคลือบที่ซั่งแล้วมาบดแห้งโดยโกร่งประมาณ 15 นาที เพื่อให้ส่วนผสมของเคลือบเข้ากันได้ดี จากนั้นค่อย ๆ เติมน้ำลงไปทีละน้อย จนกระทั่งส่วนผสมเข้ากันได้ดีและน้ำเคลือบมีความหนืดพอเหมาะ แล้วบดเปียกต่ออีกประมาณ 15 นาที

2.3.3 การชุบเคลือบชั้นทดสอบ

ทำความสะอาดชั้นทดสอบที่เผาแล้ว โดยใช้ฟองน้ำชุบน้ำหมาด ๆ

เช็ดให้ทั่วชิ้นทดสอบ เพื่อกำจัดฝุ่นละอองและไขมันที่อาจติดอยู่ นำชิ้นทดสอบมาชุบเคลือบ โดยการจุ่มเคลือบ (dipping) ที่บริเวณด้านหน้าของชิ้นทดสอบ ให้มีความหนาของน้ำเคลือบประมาณ 1.0 - 1.5 มิลลิเมตร

2.3.4 การเผาเคลือบชิ้นทดสอบ

นำชิ้นทดสอบที่ชุบเคลือบแล้วไปเผาแบบรีดักชัน ซึ่งการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิการเผาแสดงในกราฟภาคผนวก ค. การวัดจุดสุกตัวของเคลือบนั้นสังเกตจากการล้มของ seger cone ซึ่งจะบอกอุณหภูมิที่ตั้งภาคผนวก ง.

2.4 น้ำเคลือบสีแดงของทองแดง (Copper red glaze)

จากการศึกษาเบื้องต้นเกี่ยวกับน้ำเคลือบสีแดงของทองแดง พบว่าเคลือบปรากฏสีแดงที่สวยงามและน่าสนใจ ซึ่งส่วนผสมของเคลือบสูตรนี้ประกอบด้วย

เฟลสปาร์	26.5 ส่วน
ดินเกาลิน	8.2 ส่วน
ควอตซ์	26.7 ส่วน
แคลเซียมคาร์บอเนต	17.5 ส่วน
แบเรียมคาร์บอเนต	12.5 ส่วน
ซิงค์ออกไซด์	2.6 ส่วน
ทองแดงคาร์บอเนต	1.5 %
ดีบุกออกไซด์	3.0 %
ถ้ำกระดุก	2.0 %

เมื่อวัตถุดิบบริสุทธิ์จะเขียนเป็นสูตรเซเกอร์ได้ดังนี้

0.15 KNaO	}	0.25 Al ₂ O ₃ · 2.5 SiO ₂ + CuCO ₃	1.5%	
0.55 CaO				
0.20 BaO				SnO ₂ 3.0%
0.10 ZnO				Bone ash 2.0%

เพื่อต้องการให้ได้การปรากฏของสีแดงที่คงที่และสม่ำเสมอ จึงมีการศึกษาเกี่ยวกับสภาวะ (condition) ที่เหมาะสมต่าง ๆ ดังนี้

2.4.1 ศึกษาอิทธิพลของเคลือบพื้นฐาน (basic glaze)

2.4.1.1 น้ำเคลือบทองแดงกลุ่มที่ 1

พิจารณาสูตรน้ำเคลือบสีแดงของทองแดงจากเอกสาร⁽⁹⁾ มี

สูตรเซเกอร์ดังนี้

0.15 KNaO	}	0.25 Al ₂ O ₃ + 2.5 SiO ₂ + CuCO ₃	1.5%	
0.55 CaO			SnO ₂	3.0%
0.20 BaO			Bone ash	2.0%
0.10 ZnO				

ทดลองศึกษาอัตราส่วนจำนวน โมลของแคลเซียมคาร์บอเนต และ
แบเรียมคาร์บอเนตดังตาราง 2.1 รวม 6 สูตร

ตาราง 2.1 แสดงจำนวนโมลของแคลเซียมคาร์บอเนตและแบเรียมคาร์บอเนต ในสูตร
น้ำเคลือบทองแดงกลุ่มที่ 1

สูตรที่	จำนวน โมลของ แคลเซียมคาร์บอเนต	จำนวนโมลของ แบเรียมคาร์บอเนต
1	0.21	0.54
2	0.38	0.38
3	0.54	0.21
4	0.55	0.20
5	0.59	0.16
6	0.63	0.12

ซึ่งสูตรเคลือบสูตรละ 20 กรัม ตามส่วนผสมในตาราง 2.2 และแบ่ง
สูตรเคลือบเป็น 2 ชุด ตามวัตถุประสงค์ต่างกัน คือ

ชุดที่ 1 ใช้เฟลสปาร์ (เคลย์มีนฯ) และดินเกาลิน (อิลลิช ไชน่า เคลย์)

ชุดที่ 2 ใช้เฟลสปาร์ (ตาก) และดินเกาลิน (นราธิวาส)

แล้วนำมาชบเคลือบชั้นทดสอบใช้เนื้อดินปั้นเป็นดินคำผสม (คอมพาวด์

เคลย์) ทำการเผาในบรรยากาศรีดักชันที่อุณหภูมิ 1250 °C (SK 8) และทดลองโดยแยก
หินทดสอบเป็น 2 กลุ่ม คือ วางในแซกการ (sagger) และนอกแซกการ ซึ่งผลการ
ทดลองแสดงดังตาราง 3.1 และรูป 3.1

ตาราง 2.2 ส่วนผสมของน้ำเคลือบทองแดงกลุ่มที่ 1

No.	CaCO ₃ (mole)	BaCO ₃ (mole)	Feldspar (%)	Kaolin (%)	Quartz (%)	CaCO ₃ (%)	BaCO ₃ (%)	ZnO (%)
1	0.21	0.54	19.69	9.89	28.68	6.19	33.15	2.40
2	0.38	0.38	20.75	10.43	30.24	12.13	23.92	2.53
3	0.54	0.21	21.95	11.03	31.98	18.75	13.62	2.67
4	0.55	0.20	28.19	8.72	28.40	18.62	13.30	2.77
5	0.59	0.16	22.23	11.17	32.40	20.32	11.17	2.71
6	0.63	0.12	22.53	11.32	32.82	21.94	8.65	2.74

โดยทุกสูตรเติมเพิ่มด้วย 1.5% CuCO₃, 3.0% SnO₂ และ 2.0%

Bone ash.

2.4.1.2 น้ำเคลือบทองแดงกลุ่มที่ 2

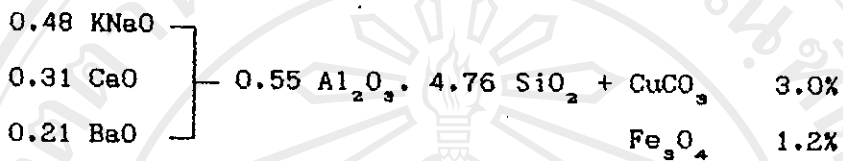
พิจารณาสูตรน้ำเคลือบสีแดงของทองแดงจาก ตึกซิลิเกต
เทคโนโลยี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ มีส่วนผสมดังตาราง 2.3

ตาราง 2.3 ส่วนผสมของน้ำเคลือบทองแดงกลุ่มที่ 2

No.	Feldspar (%)	Kaolin (%)	Quartz (%)	CaCO ₃ (%)	BaCO ₃ (%)
1	57.1	4.4	22.6	6.8	9.1

และเติมด้วย 3.0% CuCO_3 , 1.2% Fe_2O_3

ซึ่งเขียนสูตรเซเกอร์ได้ดังนี้



ซึ่งเคลือบ 20 กรัม ตามส่วนผสมในตาราง 2.3 แล้วทำการบดเคลือบและชุปเคลือบขึ้นทดสอบดัง 2.3.2 และ 2.3.3 แล้วทำการเผาในบรรยากาศแบบรีดักชันที่อุณหภูมิ 1250 °C โดยวางขึ้นทดสอบทั้งนอกและในแซกการ์ ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 3.2 และรูป 3.1

2.4.2 ศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิต่อการไหลตัวของน้ำเคลือบทองแดง (firing temperature)

ได้ทำการทดลองนำน้ำเคลือบทองแดงกลุ่มที่ 1 สูตร 4 และสูตร 6 และกลุ่ม 2 มาชุปเคลือบขึ้นทดสอบ แล้วทำการเผาในบรรยากาศรีดักชันที่อุณหภูมิต่างๆ คือ 1250 °C , 1230 °C , 1220 °C และ 1200 °C ซึ่งผลการทดลองได้แสดงในตาราง 3.3 และรูป 3.2

2.4.3 ศึกษาอิทธิพลของสารที่ทำให้ทินแสงต่อการให้สีของน้ำเคลือบทองแดง

2.4.3.1 น้ำเคลือบทองแดงกลุ่มที่ 1

นำน้ำเคลือบหลักของน้ำเคลือบทองแดงกลุ่มที่ 1 สูตรที่ 1, 2 และ 6 ซึ่งมีส่วนผสมดังตาราง 2.1 และมีทองแดงคาร์บอเนต 1.5% มาเติมสารที่ทำให้ทินแสงดังตาราง 2.4 นำมาชุปเคลือบขึ้นทดสอบที่เป็นดินดำผสม และเผาในบรรยากาศรีดักชันที่อุณหภูมิ 1250 °C โดยวางขึ้นทดสอบทั้งนอกและในแซกการ์ จะได้ผลการทดลองดังแสดงในตาราง 3.4 และรูป 3.3

ตาราง 2.4 การเติมสารที่ทำให้ทึบแสงในน้ำเคลือบหลักกลุ่มที่ 1 ที่อุณหภูมิ 1250 °C RF

น้ำเคลือบหลักกลุ่มที่ 1 + CuCO ₃ 1.5% สูตรที่	สารที่ทำให้ทึบแสง	
	SnO ₂ (%)	Bone ash (%)
1	3.0	2.0
1	3.0	-
1	-	2.0
2	3.0	2.0
2	3.0	-
2	-	2.0
6	3.0	2.0
6	3.0	-
6	-	2.0

นำน้ำเคลือบหลักของน้ำเคลือบทองแดงกลุ่มที่ 1 สูตรที่ 6 ซึ่งมีส่วนผสมดังตาราง 2.1 และเติมทองแดงคาร์บอเนต 1.5% มาเติมสารที่ทำให้ทึบแสงดังตาราง 2.5 นำมาชุบเคลือบชิ้นทดสอบที่เป็นดินดำผสม เเผาในบรรยากาศรีดักชันที่อุณหภูมิ 1250 °C โดยวางชิ้นทดสอบทั้งนอกและในแซกการ ผลการทดลองที่ได้แสดงในตาราง 3.5 และรูป 3.3

ตาราง 2.5 เปอร์เซนต์สารที่ทำให้ทึบแสงที่เติมในน้ำเคลือบหลักกลุ่มที่ 1

น้ำเคลือบหลักกลุ่มที่ 1 สูตรที่ 6 + CuCO ₃ 1.5%		
สูตรที่	SnO ₂ (%)	Bone ash (%)
1	3.0	2.0
2	3.0	-
3	5.0	2.0
4	5.0	-
5	7.0	2.0
6	7.0	-
7	9.0	2.0
8	9.0	-

นำน้ำเคลือบหลักของน้ำเคลือบทองแดงกลุ่มที่ 1 สูตร 4 ซึ่งมีส่วนผสมดังตาราง 2.1 และเติมทองแดงคาร์บอเนต 1.5% มาเติมสารที่ทำให้ทึบแสงดังตาราง 2.6 นำมาบดและชุบเคลือบชิ้นทดสอบที่เป็นดินดำผสม เเผาในบรรยากาศรีดักชันที่อุณหภูมิ 1220 °C โดยวางชิ้นทดสอบทั้งนอกแซกการ, ในแซกการ และแซกการที่ปิดฝามิดชิด ผลการทดลองที่ได้แสดงในตาราง 3.6 และรูป 3.3

ตาราง 2.6 เปอร์เซนต์สารที่ทำให้ทึบแสงที่เติมลงในน้ำเคลือบหลักกลุ่มที่ 1 สูตร 4

น้ำเคลือบหลักกลุ่มที่ 1 สูตร 4 + CuCO_3 1.5%			
สูตรที่	SnO_2 (%)	Bone ash (%)	ZrO_2 (%)
1	3.0	2.0	-
2	-	-	-
3	-	2.0	3.0

ได้ทำการทดลองนำสารให้สี (colorant) และสารที่ทำให้ทึบแสง (opacifier) มาเผาพร้อมกัน (calcine) ซึ่งสารชุดละ 40 กรัม ดังส่วนผสมในตาราง 2.7

แล้วนำมาบดด้วยครกไฟฟ้าโดยเติมน้ำเพียงเล็กน้อยเพื่อสะดวกในการบด บดเป็นเวลา 10 ชั่วโมง เติมน้ำเพื่อให้สารตกตะกอนและกำจัดสิ่งสกปรกที่ไม่ละลายน้ำออก นำเข้าตู้อบจนแห้ง แล้วนำไปเผาในบรรยากาศรีดักชันที่อุณหภูมิ 1250°C ได้ผลดังตาราง 3.7

นำสารที่เผาแล้วไปเตรียมเป็นเคลือบ โดยเติมน้ำเคลือบหลักของน้ำเคลือบทองแดงกลุ่มที่ 1 สูตร 4 ที่เติมเอ็กกระดุก 2.0% มีส่วนผสมดังตาราง 2.8 ชุบเคลือบขึ้นทดสอบและทำการเผาในบรรยากาศรีดักชันที่อุณหภูมิ 1250°C ผลการทดลองแสดงดังตาราง 3.8 และรูป 3.3

ตาราง 2.7 ส่วนผสมของสารให้สีและสารที่ทำให้ทึบแสง calcine ที่ 1250°C RF

No.	Colorant (%)	opacifier (%)	CuO (%)	SnO_2 (%)	ZrO_2 (%)
1	1.0 CuO	1.0 SnO_2	34.62	65.38	-
2	1.0 CuO	1.0 ZrO_2	39.40	-	60.60

ตาราง 2.8 เปอร์เซนต์สารที่ให้สีและสารที่ทำให้ทึบแสงซึ่ง calcine แล้วเติมใน
น้ำเคลือบหลักกลุ่มที่ 1 สูตร 4

น้ำเคลือบหลักกลุ่มที่ 1 สูตร 4 + Bone ash 2%					
1.0 CuO	}	(%)	1.5	3.0	4.5
1.0 SnO ₂					
1.0 CuO	}	(%)	1.5	3.0	4.5
1.0 ZrO ₂					

2.4.4 ศึกษาอิทธิพลของสารให้สีในน้ำเคลือบทองแดง

ได้ทำการศึกษาสารให้สีคือ ทองแดงคาร์บอเนต (CuCO_3), ทองแดงออกไซด์ (CuO), เฟอร์ริกออกไซด์ (Fe_2O_3) และเฟอโร-เฟอร์ริกออกไซด์ (Fe_3O_4) ในน้ำเคลือบหลักของทองแดงกลุ่มที่ 2 ซึ่งมีส่วนผสมดังตาราง 2.3 และมีสารที่ทำให้ทึบแสงคือ ดีบุกออกไซด์ (SnO_2) โดยทำการทดลอง 17 สูตรมีส่วนผสมดังตาราง 2.9 ซึ่งเคลือบสูตรละ 20 กรัม แล้วบดขุบเคลือบชิ้นทดสอบที่เป็นดินดำผสม และเผาในบรรยากาศรีดักชันที่อุณหภูมิ 1220°C ผลการทดลองแสดงในตาราง 3.9 และรูป 3.4

ตาราง 2.9 เปอร์เซ็นต์ของสารให้สีในน้ำเคลือบหลักกลุ่มที่ 2

No.	น้ำเคลือบหลักกลุ่มที่ 2				
	CuCO ₃ (%)	CuO (%)	Fe ₃ O ₄ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	SnO ₂ (%)
1	3.0	-	-	-	-
2	5.0	-	-	-	-
3	3.0	-	1.2	-	-
4	-	3.0	1.2	-	-
5	3.0	-	1.2	-	5.0
6	-	3.0	1.2	-	5.0
7	3.0	-	-	1.2	-
8	-	3.0	-	1.2	-
9	3.0	-	-	1.2	5.0
10	-	3.0	-	1.2	5.0
11	3.0	-	-	2.0	-
12	3.0	-	-	2.0	3.0
13	3.0	-	-	2.0	5.0
14	3.0	-	-	0.5	-
15	3.0	-	-	0.5	3.0
16	1.5	-	-	0.5	3.0
17	1.5	-	-	0.5	5.0

2.4.5 ศึกษาอิทธิพลของการวางขึ้นทดสอบในสภาวะที่ต่างกัน

ได้ทำการศึกษาเพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับน้ำเคลือบสีแดงของทองแดง
จึงทำการทดลองวางขึ้นทดสอบซึ่งชุบน้ำเคลือบทองแดงกลุ่มที่ 2 เข้าเผาในบรรยากาศ

รีดักชันที่ 1220 °C โดยวางใน 4 ลักษณะ ดังนี้

- 2.4.5.1 ในแซกการที่เปิดฝา
- 2.4.5.2 ในแซกการซึ่งปิดฝามีคขีด
- 2.4.5.3 ในแซกการซึ่งปิดมีคขีด และมีรูด้านข้าง
- 2.4.5.4 นอกแซกการ

ผลการทดลองแสดงดังตาราง 3.9 และรูป 3.4

2.4.6 ศึกษาอิทธิพลของสารตัวเติม

ได้ทำการทดลองศึกษาอิทธิพลของสารตัวเติมเพื่อเพิ่มความเข้มของสีแดงในน้ำเคลือบทองแดง สารตัวเติมที่ใช้ คือ แคดเมียมคาร์บอเนต (CdCO_3) โดยเติมในน้ำเคลือบทองแดงกลุ่มที่ 1 สูตรที่ 6 ดังตาราง 2.10 เเผาในบรรยากาศรีดักชันที่อุณหภูมิ 1250 °C ได้ผลดังตาราง 3.10 และรูป 3.3

ตาราง 2.10 เปอร์เซนต์สารตัวเติมในน้ำเคลือบของทองแดงกลุ่มที่ 1 สูตรที่ 6

No.	น้ำเคลือบหลักกลุ่มที่ 1 สูตร 6
	% CdCO_3
1	1.0
2	2.0
3	3.0

ทั้งนี้ทุกสูตรเติม 1.5% CuCO_3 , 3.0% SnO_2 และ 2.0% Bone ash

2.4.7 ศึกษาอิทธิพลความละเอียดของวัตถุดิบในน้ำเคลือบ (Fineness of glaze)

ทำการทดลองโดยการเตรียมเคลือบทองแดงกลุ่มที่ 1 สูตร 4 ซึ่งมีส่วนผสมดังตาราง 2.1 เป็น 5 แบบ โดยแต่ละแบบใช้เวลาในการบดเคลือบต่างกัน คือ 3 ชั่วโมง

4 ชั่วโมง, 5 ชั่วโมง, 7 ชั่วโมง และ 8 ชั่วโมง ตามลำดับ เตรียมเคลือบแบบละ 1 กิโลกรัม ทำการบดเคลือบด้วยหม้อบดโดยใช้วัตถุบด : ลูกบด : น้ำ : เป็น 1.0 : 1.0 : 1.2 โดยน้ำหนัก เมื่อครบเวลาในการบดแล้ววัดความละเอียดของวัตถุบดในเคลือบโดยผ่านร่อน 250 mesh และ 325 mesh ตามลำดับ หลังจากนั้นนำเข้าสู่ตู้อบเพื่อทำให้แห้ง และชั่งน้ำหนักของส่วนผสมในเคลือบได้ผลการทดลองดังตาราง 3.11 แล้วเติมน้ำในส่วนผสมเคลือบที่ทำให้แห้งแล้วอีกครั้ง บดอีกประมาณ 15 นาที เพื่อให้ส่วนผสมเข้ากันได้ดีทำการชุบเคลือบชิ้นทดสอบและผลิตภัณฑ์ ซึ่งผลการทดลองแสดงดังรูป 3.5 ตาราง 3.12 และรูป ก.1 ในภาคผนวก

2.4.8 ศึกษาอิทธิพลของความหนา-บางของเคลือบ (Thickness of glaze application)

ทำการทดลองโดยใช้ชิ้นทดสอบที่มีเนื้อดินปั้นเป็นดินดำผสม มาชุบเคลือบน้ำเคลือบทองแดงกลุ่มที่ 1 สูตร 4 ซึ่งบดเคลือบ 5 ชั่วโมง และ 7 ชั่วโมง ตามลำดับ โดยมีการชุบเคลือบที่ต่างกัน 4 ลักษณะ ดังนี้

- ก. พ่นเคลือบ (spray)
- ข. ชุบเคลือบให้มีความหนาเพียงเล็กน้อย (บางมาก)
- ค. ชุบเคลือบให้มีความหนาพอเหมาะ (ประมาณ 1.5 มิลลิเมตร)
- ง. ชุบเคลือบให้มีความหนามาก ๆ

แล้วทำการเผาในบรรยากาศรีดักชันที่อุณหภูมิ 1220 °C ผลการทดลองแสดงดังรูป 3.5 และ ตาราง 3.13

2.4.9 ศึกษาอิทธิพลของเนื้อดินปั้น (Body)

ได้ทำการทดลองเตรียมเนื้อดินปั้น 3 สูตร ดังข้างล่าง อัดเป็นชิ้นทดสอบ เผาดิบที่ 800 °C แล้วชุบเคลือบทองแดงกลุ่มที่ 1 สูตร 4 ซึ่งเตรียมโดยการบดเคลือบ 5 ชั่วโมง และ 7 ชั่วโมง ตามลำดับ ทำการเผาในบรรยากาศรีดักชันที่อุณหภูมิ 1220 °C ผลการทดลองแสดงดังรูป 3.5 และตาราง 3.14

ก. สูตรเนื้อดินปั้นปอร์สเลน (Porcelain body)

ดินเกลาลิน	40 %
เฟลสปาร์	40 %
ควอตซ์	20 %

ข. สูตรเนื้อดินปั้นกึ่งปอร์สเลน (Semi-porcelain body)

ดินขาวลำปาง	65 %
ดินดำแมริม	20 %
เฟลสปาร์	15 %

ค. สูตรเนื้อดินปั้นสโตนแวร์ (Stoneware body)

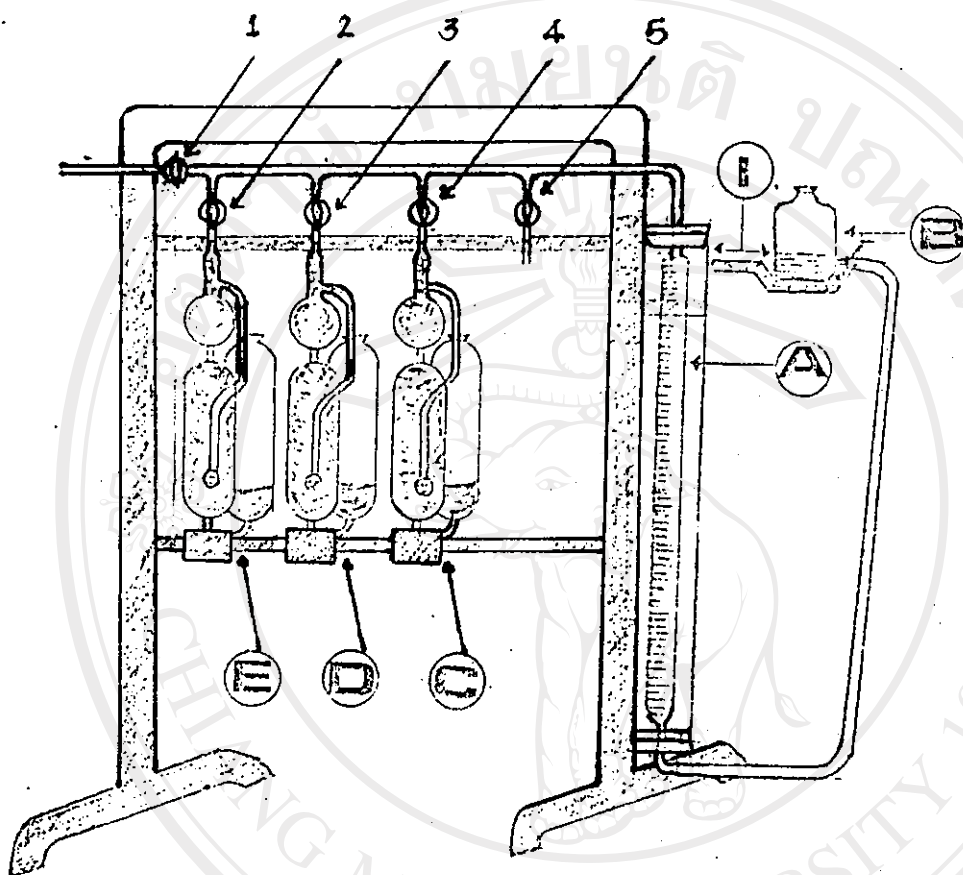
ดินดำผสม

วัตถุดิบที่ใช้ในการเตรียมเนื้อดินปั้น คือ ดินเกลาลิน (อังกฤษ ไชน่าเคลย์), เฟลสปาร์ (เคลย์มินฯ) และควอตซ์ (เคลย์มินฯ) ทำการล้าง, ดูดเหล็ก, บด 20 ชั่วโมง และผ่านร่อน 250 mesh ดินดำแมริม บดละเอียดและผ่านร่อน 150 mesh ดินดำผสมเป็นของบริษัทคอมพาวด์เคลย์

2.4.10 การศึกษาการปรับสภาพบรรยากาศการเผา (Firing atmosphere)

ได้ทำการทดลองศึกษาปริมาณ หรือ degree ของบรรยากาศการเผา เพื่อต้องการทราบว่าสีแดงของทองแดง จะปรากฏสีแดงที่ตีและเด่นชัดในบรรยากาศการเผา อย่างอ่อน (slight reduction), ปานกลาง (medium reduction) หรืออย่างสูง (high reduction) โดยการวัดปริมาณแก๊สในเตา ขณะทำการเผาเคลือบผลิตภัณฑ์ในบรรยากาศการเผาดังกล่าวด้วยเครื่องมือออร์เซต (orsat apparatus) ดังรูป 2.2 และผลการทดลองแสดงดังตาราง 3.15, 3.16 และ 3.17

วิธีการใช้เครื่องมือออร์ซัท (20)



- A = บิวเรต
 B = ขาดยกระดับ
 C = ปิเปตบรรจุสารละลายโปตัสเซียมไฮดรอกไซด์
 (potassium hydroxide)
 D = ปิเปตบรรจุสารละลายอัลคาไลไพโรแกลลอล
 (alkaline pyrogallol)
 E = ปิเปตบรรจุสารละลายอัมโมเนียคอปรัสคลอไรด์
 (ammoniacal cuprous chloride)
 H = ก๊อก 2 ทาง
 I = ระดับน้ำเกลือในขาดยกระดับและในบิวเรตที่ 100 ml

รูป 2.2 แผนภาพเครื่องมือออร์ซัท

ขั้นที่ 1 การเตรียมเครื่องมือออร์ซีท

เติมสารละลายโซเดียมคลอไรด์ (น้ำเกลือ) อิมตัวลงในขวดยกระดัด เปิดก๊อก 5 ให้น้ำเกลือค่อย ๆ ไหลเข้าในบิวเรต A จนกระทั่งระดับของน้ำเกลือตรงกับขีด 100 ml ของบิวเรต และตรงกับน้ำเกลือในขวดยกระดัดพอดี ปิดก๊อก 5

ขั้นที่ 2 การบรรจุสารซึ่งเป็นตัวดูดก๊าซ (absorbent)

เติมสารละลายโปตัสเซียมไฮดรอกไซด์ลงในปิเปต C ประมาณ 200 ml เปิดก๊อก 4 แล้วลดระดับของขวดยกระดัดลงเพื่อดูดสารละลายโปตัสเซียมไฮดรอกไซด์ให้เข้าไปในปิเปต C จนถึงสูงสุดคือ ระดับคะบิลลารีก่อนถึงก๊อก 4 (ประมาณระดับ 1) เปิดก๊อก 4 เพื่อไม่ให้ระดับของสารละลายโปตัสเซียมไฮดรอกไซด์ลดลง แล้วไล่อากาศในบิวเรต A ออกจากก๊อก 5 โดยยกขวดระดับ B ขึ้นจนน้ำเกลืออยู่ที่ระดับ 1 หลังจากนั้นเติมสารละลายอัลคาไลไฟโรกลลอลและสารละลายอิมโมเนียมคอลคิวปริสคลอไรด์ ลงในปิเปต D และ E ตามลำดับ โดยกระทำเช่นเดียวกับปิเปต C

ขั้นที่ 3 การเก็บก๊าซผสมจากเตาเผาเข้าเครื่องออร์ซีท

เป็นการดูดก๊าซจากเตาเผาขณะทำการเผาเคลือบเข้าเครื่องออร์ซีท โดยใช้ท่อเซรามิกส์เสียบเข้ากับช่องดูไฟ (peep hole) ผ่านก๊าซไปตามท่อแก้ว borosilicate และสายยางเก็บก๊าซโดยการแทนที่น้ำเกลืออิมตัว แล้วผ่านสารดูดความชื้นคือ แคลเซียมคลอไรด์ (CaCl_2) และเข้าเครื่องออร์ซีททางก๊อก 1 เก็บก๊าซที่อุณหภูมิต่าง ๆ ครั้งละ 100 ml โดยเปิดก๊อก 1 พร้อมกับลดขวดยกระดัดลง จนได้ก๊าซผสมจากเตา 100 ml พอดี ปิดก๊อก 1

ขั้นที่ 4 การวิเคราะห์หาปริมาณก๊าซแต่ละชนิดในก๊าซผสม

ในการทดลองนี้ต้องการทราบปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ซึ่งจะเป็ตัวบ่งชี้ถึงปริมาณเรีตักชันที่เกิดขึ้นขณะเผาเคลือบ แต่ต้องทำการดูดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ออกจากก๊าซออกซิเจน และดูดกลืนก๊าซออกซิเจนก่อนก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์⁽²¹⁾ ดังนั้นจึงต้องใช้ก๊าซผสม 100 ml จากบิวเรต A ผ่านปิเปต C, D และ E ตามลำดับ โดยเปิดก๊อก 4 พร้อมกับยกขวดระดับไล่อากาศจากบิวเรตทั้ง 100 ml ให้ผ่านสารละลายโปตัสเซียมไฮดรอกไซด์ในปิเปต C ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ก็จะถูกดูดกลืนด้วยสารละลาย

โปตัสเซียมไฮดรอกไซด์ ดึงก๊าซผสมที่เหลือกลับสู่บิวเรต A โดยลดขวดระดับลงให้สารละลายโปตัสเซียมไฮดรอกไซด์กลับขึ้นไปที่ระดับสูงสุดเหมือนเดิม ปิดก๊อก 4 แล้วค่อย ๆ ลดขวดระดับลงมาแนบกับบิวเรต A โดยให้ระดับน้ำเกลืออยู่ในระดับเดียวกันแล้วจึงอ่านปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ถูกดูดกลืนไป ทำเช่นนี้หลาย ๆ ครั้งจนปริมาตรที่อ่านได้ไม่เปลี่ยนแปลงอีก ซึ่งแสดงว่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ถูกดูดกลืนหมดแล้ว หลังจากนั้นผ่านก๊าซผสมที่เหลือไปยังปิเปต D ที่บรรจุสารละลายอัลคาไลไพโรแกลลอลซึ่งจะดูดก๊าซออกซิเจน โดยทำการทดลองเช่นเดียวกับปิเปต C ทำให้ทราบปริมาตรก๊าซออกซิเจนที่ถูกดูดกลืนไว้ แล้วจึงผ่านก๊าซผสมที่เหลือไปยังปิเปต E ที่บรรจุสารละลายอัมโมเนียคอลลิวปริสคอลลไรต์ ซึ่งจะดูดกลืนก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ โดยทำการทดลองเช่นเดียวกัน ทำให้ทราบปริมาตรก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ที่มีอยู่ในเตาขณะทำการเผาเคลือบที่อุณหภูมิต่าง ๆ

หมายเหตุ การเตรียมสารละลายซึ่งเป็นตัวดูดกลืน

ก. สารละลายโปตัสเซียมไฮดรอกไซด์ 40 x ⁽²²⁾

40 g.KOH, 100 ml.H₂O

ข. สารละลายอัลคาไลไพโรแกลลอล ⁽²³⁾

39 g.KOH, 50 ml.H₂O ทำให้เย็น 27.5 g.

pyrogallol, 50 ml.H₂O เทรวมกัน เติม H₂O อีก 20 ml

ค. สารละลายอัมโมเนียคอลลิวปริสคอลลไรต์ ⁽²³⁾

17.4 g.CuCl₂, 88 ml conc. NH₃, 67 ml H₂O

2.5 การชุบเคลือบผลิตภัณฑ์

ซึ่งเคลือบกลุ่มที่ 1 สูตร 4 ปริมาณ 5 กิโลกรัม ซึ่งประกอบด้วยโปแตสเซิลสเปอร์ 1410.0 กรัม, ดินเกาลิน (อิงลิช ไชน่า เคลย์) 435.0 กรัม, ควอตซ์ (เคลย์มินฯ) 1420.0 กรัม, แคลเซียมคาร์บอเนต 930.0 กรัม, แบเรียมคาร์บอเนต 665.0 กรัม ซิงค์ออกไซด์ 140.0 กรัม และเติมทองแดงคาร์บอเนต 75.0 กรัม, ดิบบุกออกไซด์ 150.0 กรัม, เถ้ากระดูก 100.0 กรัม นำลงบดผสมในหม้อบดขนาดใหญ่ ใช้เวลา 5 ชั่วโมง นำมาชุบเคลือบผลิตภัณฑ์เป็นดินดำผสมซึ่งผ่านการเผาดิบที่ 800 °C มาแล้ว ชุบเคลือบโดยวิธีจุ่ม และนําทับอีกครั้งหนึ่งเพื่อให้ได้เคลือบมีความหนาพอเหมาะ นำไปเผาในบรรยากาศรีดักชันที่อุณหภูมิ 1220 °C ผลการทดลองแสดงดังรูปในภาคผนวก ก.