บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง การศึกษาการลดอุณหภูมิการเผาเนื้อดินผลิตภัณฑ์สุขภัณฑ์ ที่ 1,150 °C มีเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

1. ข้อมูลทั่วไปของบริษัทขอนแก่นเซรามิค
2. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับกระบวนการผลิตสุขภัณฑ์
3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. ข้อมูลทั่วไปของบริษัทขอนแก่นเซรามิค

บริษัท ขอนแก่นเซรามิค จำกัด เป็นบริษัทที่ผลิตสุขภัณฑ์เซรามิก ยี่ห้อ mato ตั้งอยู่ที่ เลขที่ 204 หมู่ 4 ถนนมิตรภาพ ตำบลบ้านแฮด อำเภอบ้านแฮด จังหวัดขอนแก่น 40110 ติดกับถนนมิตรภาพ ขอนแก่น กรุงเทพฯ การเดินทางไปมาสะดวก ถ้าเดินทางมาจากขอนแก่น มุ่งหน้าไปทางกรุงเทพฯ บริษัท ขอนแก่นเซรามิคจะอยู่ทางซ้ายมือหากสังเกต บริษัท ขอนแก่นเซรามิค มีจำนวนพนักงานทั้งหมด 84 คน ส่วนมากเป็นพนักงานที่อาศัยอยู่ในหมู่บ้านแฮด ซึ่งมีอาชีพหลัก คือ ทำนา อำเภอบ้านแฮดเป็นอำเภอใหม่ที่แยกออกมาจากอำเภอบ้านไผ่ มีอาณาเขตทิศเหนือติดกับ ต.ท่าพระ ทิศใต้ติดกับ อ. บ้านไผ่ ทิศตะวันออกติดกับ อ. โกสุมพิสัย ทิศตะวันตกติดกับ อ. ชนบท

2. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับกระบวนการผลิตสุขภัณฑ์

2.1 วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตเนื้อดินสุขภัณฑ์

2.1.1 ดินเหนียวดำ เป็นดินดำใช้กันมาก ในอุตสาหกรรมถ้วยชามและสุขภัณฑ์ โดยนำไปผสมกับดินขาว ซึ่งมีทั้ง ข้อดีและข้อเสีย ดังนี้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ข้อดี

1) ช่วยเพิ่มความเหนียว ของผลิตภัณฑ์ ทำให้เนื้อดินปั้นขึ้นรูปได้ดี ผสมในเนื้อดินอัตราส่วน 20-50 %

2) ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความแข็งแรงก่อนเผา (Green Strength) ลดการสูญเสียจากการแตกหัก ก่อนเผาในขณะที่เคลื่อนย้าย ผลิตภัณฑ์ไม่เปราะหรือแตกหักง่าย

3) ทำให้น้ำดินหล่อที่ใช้ในการเทแบบไหลตัวดี

4) ทำหน้าที่เสริมปฏิกิริยาระหว่าง มวลสารในระหว่างการเผา ทำให้ดินสุกตัวได้เร็ว ประหยัดเวลาในการเผา ช่วยในการหลอมละลาย

ข้อเสีย

1) ในดินดำมีสิ่งเจือปนอื่นๆสูง เช่น คาร์บอน แร่เหล็ก แร่ไทเทเนียม ซึ่งทำให้ผลิตภัณฑ์หลังเผามีตำหนิ และความขาวของเนื้อดินเสียไปด้วย

2) ถ้าใช้ดินดำผสมในปริมาณมากเกินไป ทำให้ผลิตภัณฑ์ไม่ค่อยโปร่งแสง มีการหดตัวสูง ทำให้บิดเบี้ยวและแตกร้าวหลังการเผา

3) เนื่องจากดินดำ มีองค์ประกอบ ในเนื้อดินไม่แน่นอน จึงยุ่งยาก ในการควบคุมอัตราส่วนผสม ทั้งเนื้อดินปั้น และการหล่อแบบ

สารประกอบอื่นๆ ที่มีผลต่อคุณสมบัติของแร่ดินขาวและดินดำ ในธรรมชาติโดยทั่วไป ไม่ได้อยู่ในสภาพที่เป็นสารบริสุทธิ์ มักมีสารประกอบอื่นๆ ปนอยู่ด้วย ทั้งนี้เนื่องจากการเกิด หรือแหล่งของดิน ที่ทับถมแตกต่างกันไป มากบ้างน้อยบ้างไม่เท่ากัน

สารประกอบที่มักพบอยู่ในแร่ดินคือ

- ซิลิกา (Silica)
- อะลูมินา (Alumina)
- แร่ที่มีสารประกอบพวกอัลคาไลน์ (Alkali Bearing Minerals)
- สารประกอบเหล็ก (Iron Compounds)
- สารประกอบแบเรียม (Barium Compounds)
- สารประกอบไทเทเนียม (Titanium Compounds)
- สารประกอบแมงกานีส (Manganese Compounds)
- สารประกอบเชิงซ้อนอะลูมิโนซิลิเกต ที่มีธาตุอื่นๆ ปนอยู่ด้วย
- สารประกอบคาร์บอน (Carbonaceous Matter)
- ความชื้น (Moisture)
- สิ่งเจือปนอื่นๆ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2.1.2 ดินขาว หมายถึง ดินที่มีสีขาวหรือสีซีดจาง ทั้งในสภาพที่ยังไม่ได้เผาและเผาแล้ว ดินขาวมีส่วนประกอบส่วนใหญ่เป็นแร่ดินกลุ่ม Kaolinite และมีความสัมพันธ์กับมัสโคไวท์ ไมกา อิลไลท์ คอซต์ และอาจมีมอนต์มอริลโลไนท์

คำว่า เกาลิน มาจากภาษาจีนแปลว่าภูเขาสูง ซึ่งเป็นแหล่งเกิดของดินขาวในประเทศจีน ดินขาวมีอยู่หลายชนิดแตกต่างกันไป ตามแหล่งที่อยู่บนผิวโลกดินขาวส่วนใหญ่ เป็นดิน ที่เกิดอยู่ในแหล่งผุพังของหินเดิม (Residual Clay) เป็นดินที่มีขนาดเม็ดหยาบจึงมีความเหนียวน้อย ประกอบด้วยแร่เกาลินไนท์ (Kaolinitte) มากกว่าดินชนิดอื่นๆ แหล่งดินชนิดนี้มี 2 แหล่ง

1) แหล่งต้นกำเนิด (Residual Deposits) ดินขาวแหล่งนี้ มักพบในลักษณะเป็นภูเขาหรือที่ราบ ซึ่งเดิมทีเป็นแหล่งแร่หินฟันม้า เมื่อหินฟันม้าผุพัง โดยบรรยากาศ (Weathering) ผลสุดท้ายจะเหลือเป็นดินขาวอยู่ ณ ที่นั้นกระบวนการเกิดดินขาว (Kaolinization) นี้มีขั้นตอนของปฏิกิริยาต่าง ๆ ดังนี้

$$KAlSi_3O_8 + H_2O \text{----> } HAl + KOH\ Si_3O_8$$

ปฏิกิริยาไฮโดรไลสิส (Hydrolysis)

$$HAl\ Si_3O_8 \text{ ----->} HAlSiO_4 + 2SiO_2$$

ปฏิกิริยาการสลายตัวให้ซิลิกา (Desilication)

$$2HAlSiO_4 + H_2O \text{-----> } (OH)4Al_2Si_2O_5$$

ปฏิกิริยาการรวมตัวกับน้ำ (Hydration)

$KAlSi_3O_8$ = หินฟันม้าชนิดโปแตช (Potash Feldspar)

$(OH)\ 4Al_2Si_2O_5$ = ดินขาว (Kaolinite)

สิ่งสกปรกที่พบเสมอในดินแหล่งนี้ คือ ซิลิกา (Silica) มีสูตรเคมีเป็น SiO_2 นอกจากนี้ก็มีหินฟันม้า และผลิตผลอื่น ๆ ที่ยังไม่เปลี่ยนแปลง เนื่องจากปฏิกิริยายังไม่สมบูรณ์ และอาจมีสิ่งสกปรกที่อื่นที่เข้าไปปน

2) แหล่งสะสมที่ลุ่ม (Sedimentary Deposit) หมายถึง แหล่งดินขาว ที่เกิดจากดินขาวจากแหล่งแรก ถูกกระแสน้ำพัดพาไป และไปสะสมที่บริเวณที่ราบลุ่ม ในประเทศมีแหล่ง ดินขาวหลายจังหวัด มีจังหวัดลำปาง อุตรดิตถ์ ปราจีนบุรี ระนอง สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช เป็นต้น

ดินขาวที่ขุดขึ้นมา ใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ มีอยู่ 3 ชนิด คือ

1. ดินขาวที่มีความบริสุทธิ์ และมีความทนไฟสูง สามารถนำมาใช้ทำ ผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาได้

2. ดินขาวอีกชนิดหนึ่ง เป็นเกรดของฟิลเลอร์ ที่ใช้ในอุตสาหกรรม กระดาษ ทำสี ยาง ยาฆ่าแมลง ปุ๋ย และอื่นๆ โดยใช้ดินขาว ที่มีเนื้อสีขาวบริสุทธิ์ ตามผลวิเคราะห์ทางเคมี แต่ไม่ได้นำไปเผาผ่านความร้อน ในกระบวนการผลิต

3. ดินขาวที่เป็นดินสอพองซึ่งไม่ใช่ดินขาว แต่เป็นปูนขาวชอล์ก (Chalk) หรือแคลเซียมคาร์บอเนต ($CaCo_3$) เกิดจากผลึกของหินปูน ตามธรรมชาติ ที่มีลักษณะ เป็นผลึกละเอียดสีขาว บางครั้งเป็นสีอมชมพู และน้ำตาลอ่อน ซึ่งใช้เป็นเนื้อดินปั้นขึ้นรูปไม่ได้ ใช้ผสมทำปูนซีเมนต์

มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ดินขาวที่มีความบริสุทธิ์สูง เผาแล้วได้สีขาวบริสุทธิ์ นิยมนำมาทำ ผลิตภัณฑ์พอร์ซเลน โบนไชน่า และผลิตภัณฑ์เซรามิก ที่มีเนื้อสีขาวทุกชนิด ดังนั้น สีดินภายหลังการเผา เป็นสิ่งสำคัญมาก ขณะที่โรงงานผลิตกระเบื้องปูพื้น สนใจดิน ที่มีราคาถูกหดตัวน้อย และมีปริมาณคาร์บอนต่ำ สามารถอัด เป็นแผ่นได้ง่าย โดยไม่บิ่นหรือแตกร้าว สีดินจะเป็นสีเหลืองนวล หรือออกแดงเล็กน้อย ไม่เป็นปัญหา ส่วนโรงงานสุขภัณฑ์ที่ขึ้นรูป ด้วยการหล่อน้ำดิน จะเลือกใช้ดินคุณภาพดี เพื่อผสมน้ำดินหล่อ สำหรับผลิตภัณฑ์ขนาดใหญ่ๆ ให้ถอดพิมพ์ได้ง่าย มีออกไซด์ของเหล็ก และไทเทเนียมอยู่ในปริมาณน้อย

สมบัติต่างๆ ของดินขาว (Kaolin)

- สูตรดินขาว $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$

- สมบัติทางเคมี ดินเกาลินมีปฏิกิริยาแตกตัวในขั้นตอนการเผาดังนี้

$Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$ (Kaolin)

↓

เผา 450 °C

↓

$3/2\ Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$ (Meta-kaolin)

↓

เผา 890-900 °C

↓

$3\ Al_2O_3 \cdot SiO_2 \cdot SiO_2$ (Spinal)

↓

เผา 1,150-1,500 °C

↓

$3\ Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$ (Mullite)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ปฏิกิริยาของดินขาว เมื่อผ่านอุณหภูมิต่างๆ และการเปลี่ยนแปลงรูปผลึก ทางโครงสร้างเคมี

- สมบัติทางกายภาพ

- รูปผลึก เป็นแผ่นหกเหลี่ยม เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 - 10.0 ไมครอน

ความเหนียว ต่ำ

- ความทนไฟ 1,750 - 1,770 องศาเซลเซียส

- ความหดตัว น้อย
- ความแข็งแกร่ง สูง หลังเผา

มีดินขาวแหล่งต่างๆ หลายแหล่งในประเทศไทย เช่นที่ เชียงราย ลำปาง อุตรดิตถ์ ปราจีนบุรี ระนอง ชุมพร และนราธิวาส ดินขาวมีหลายเกรด หลายคุณภาพ บางแหล่งไม่สามารถนำมาทำเซรามิกได้ แหล่งดินขาว ที่ใช้ทำในอุตสาหกรรมเซรามิก ได้แก่ ดินขาวระนอง ชุมพร และนราธิวาส เป็นดินขาวคุณภาพปานกลาง ซึ่งเป็นแร่เกาลินไนท์ (Medium Ordered Kaolinite) มีความบริสุทธิ์และมีความขาว มากกว่าดินขาวลำปาง ดินขาวลำปางเป็นดินขาวเซอริไซท์ (Sericite) มีแร่ไมกา เป็นส่วนประกอบหลักมีแร่เกาลินไนท์ประกอบ อยู่เป็นส่วนน้อย หรือแร่เกาลินไนท์คุณภาพต่ำ (Disordered Kaolinite) แร่เซอริไซท์เกิดจากการผุพังของหินแกรนิต ซึ่งกลายเป็นเฟลด์สปาร์ ก่อนที่จะกลายเป็น แร่เกาลินไนท์ จึงเป็นแร่เกาลินไนท์ที่ไม่สมบูรณ์

แหล่งดินขาวที่พบในประเทศไทย

1. ดินขาวจังหวัดระนอง บ้านบางริ้น อ.เมือง และบ้านบางพระเหนือ กิ่งอำเภอละอุ่น
2. ดินขาวจังหวัดลำปาง บ้านปางค่า อ.แจ้ห่ม และที่ อ.แม่ทะ
3. ดินขาวปราจีนบุรี บ้านหนองใหญ่ อ.เมือง
4. ดินขาวนราธิวาส บ้านโต๊ะเต้ง อ.สุไหงปาดี และ อ.ยี่งอ
5. ดินขาวจังหวัดอุตรดิตถ์ บ้านวังยาง อ.เมือง
6. ดินขาวจังหวัดเชียงราย อ.เวียงป่าเป้า
7. ดินขาวพะโต๊ะ อ.เมือง จ.ชุมพร

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

มาตรฐานดินขาว เกรดเซรามิกที่ใช้ในการผลิตไวท์แวร์

<u>สมบัติทางเคมี</u>

- SiO_2 36-49 %
- Al_2O_3 33-39 %
- Fe_2O_3 < 1.0 %
- น้ำหนักหายไปหลังเผา (LOI) 10 -14 %

<u>สมบัติทางกายภาพ</u>

- เผาที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส มีสีขาว
- ความละเอียดขนาด 250 เมช มากกว่า 50 %
- ความทนไฟมากกว่า 1,500 องศาเซลเซียส

ผลวิเคราะห์ทางเคมีของดินขาว	สูตรเคมีของดินขาวบริสุทธิ์	มาตรฐานดินขาวอังกฤษ	ดินขาวลำปาง	ดินขาวระนอง	ดินขาวนราธิวาส
SiO_2	46	46-47	59.70	48.75	47.30
Al_2O_3	39	37-39	27.60	34.58	35.72
Fe_2O_3		0.4-1.0	0.84	0.71	0.38
TiO_2		1	0.07	0.02	0.20
CaO			0.13	0.07	0.11
MgO			0.25	0.34	1.01
K_2O		1.0-2.0	*5.85	2.52	1.76
Na_2O			0.15	0.40	0.39
น้ำหนักที่หายไปหลังการเผาอินทรีย์สาร น้ำและก๊าซ (LOI) (Loss on igution)	14	12.5	5.39	10.66	12.99

ตารางที่ 2.1 เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ทางเคมีของดินขาวมาตรฐานอังกฤษ กับแหล่งดินขาวในประเทศไทย (Ceramic Raw-Materials : ภาควิชาซิลิเกตเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ พ.ศ.2538)
หมายเหตุ * ดินขาวลำปางบางแห่ง มีค่าโพแทสเซียมและโซเดียมออกไซด์รวมกัน สูงเกิน 5% ขึ้นไป ทำให้ดินไม่ทนไฟและหลอมตัวที่อุณหภูมิต่ำกว่าปกติ หรือเมื่อเผาที่ 1,200 องศาเซลเซียส ผิวดินเริ่มหลอมละลายเป็นมันเยิ้ม

นอกจากการวิเคราะห์ ส่วนประกอบทางเคมีของดินขาวแล้ว ควรจะทราบข้อมูล สมบัติทางกายภาพของดินขาวด้วย เพื่อการนำไปใช้อย่างถูกต้อง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สมบัติทางกายภาพของดินขาว (Physical Properties of Kaolin)

การศึกษาถึงสมบัติ ทางกายภาพของดินขาว ทำให้เราสามารถนำดินขาว ไปใช้ประโยชน์ได้ สมบัติทางกายภาพของดินขาว ที่ควรศึกษาก่อนนำไปใช้ประโยชน์ ในด้านต่างๆ มีดังนี้ คือ

ขนาดของอนุภาค (Particle Size)

ขนาดของอนุภาคดินจะมีผลต่อความเหนียว (Plasticity) และการหดตัว ของเนื้อดินปั้น เมื่อแห้ง (Drying Shrinkage) ดินเม็ดละเอียดจะให้ความเหนียว และการหดตัวเมื่อแห้ง มากกว่าเม็ดหยาบ ดินที่มีเม็ดหยาบจะมีความเหนียวน้อย (Low Plasticity) ดินขาวมีเม็ดหยาบ และความเหนียวน้อย

รูปร่างของอนุภาค (Particle Shape)

รูปร่างของแร่เกาลินไนท์ทั่วไป จะเป็นแผ่นหกเหลี่ยม (Hexagonal Plates) มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ตั้งแต่ 0.05 - 10.0 ไมครอน

คุณสมบัติในการแลกเปลี่ยนอนุมูล (Base Exchange Capacity)

ปกติดินขาวที่บริสุทธิ์ จะไม่มีการแลกเปลี่ยนอนุมูล หรือดูดซับอนุภาค และโมเลกุลอื่นๆ แต่ถ้าไม่บริสุทธิ์จะเกิดการแลกเปลี่ยนอนุมูล หรือดูดซับเอาผลึก ของแร่ที่มีขนาดเล็กไว้ที่ผิวผลึกเกาลินไนท์ ที่บริสุทธิ์ มีโครงสร้างผลึกที่แข็งแรง แร่ธาตุ และอินทรีย์สาร แทรกเข้าไป ในโครงสร้างผลึกไม่ได้ จึงคงความบริสุทธิ์ได้ดี

คุณสมบัติเมื่อแห้ง (Drying Properties)

ดินขาวที่บริสุทธิ์ จะมีการหดตัวเมื่อแห้ง (Drying Shrinkage) ไม่สูงนัก ดินขาวที่มีเม็ดละเอียด จะมีค่าการหดตัว มากกว่าดินเม็ดหยาบ

ความแข็งแรงของเนื้อดินเมื่อแห้ง (Green Strength)

ดินขาวมีความแข็งแรงน้อย เปราะแตกได้ง่ายเมื่อแห้ง เพราะ มีความเหนียวน้อย

สมบัติหลังจากการเผา (Firing Properties)

ดินขาวที่มีคุณภาพดี เผาแล้วควรจะได้สีขาว แต่ถ้าเป็นสีครีม หรือสีน้ำตาลอ่อน แสดงว่ามีแร่ธาตุเจือปนอยู่สูง ดินขาวที่มีการหดตัวเกิน 20% หลังการเผา ไม่ควรใช้ดินขาวนั้นในเนื้อดินปั้นปริมาณมาก

ประโยชน์ของดินขาว

ดินขาวสามารถ นำมาใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมเซรามิกและอุตสาหกรรมอื่นๆ ดังนี้

1. ใช้ทำผลิตภัณฑ์เซรามิก เช่น ถ้วยชาม เครื่องสุขภัณฑ์ เครื่องประดับ
2. ทำผลิตภัณฑ์ก่อสร้าง เช่น อิฐก่อสร้าง อิฐปูพื้น ท่อระบายน้ำ กระเบื้องมุงหลังคา
3. ใช้ทำเป็นเบ้าหลอมในอุตสาหกรรมถลุงเหล็กและหล่อเหล็ก
4. ใช้ทำเครื่องกรองน้ำ (Water Filter)
5. ใช้ทำฉนวนไฟฟ้า ในการทำฉนวนไฟฟ้าที่ทนแรงดันไฟฟ้าได้สูง (High-tension Insulator) ทำฉนวนไฟฟ้า (Electrical Porcelain)
6. ใช้ทำเครื่องมือวิทยาศาสตร์ เช่น เบ้าหลอม (Crucible) ผลิตเซรามิกกึ่งตัวนำ (Semi-conducting Ceramic)
7. ใช้ในอุตสาหกรรมกระดาษ โดยเติมลงไปในเยื่อกระดาษ ทำให้กระดาษ มีคุณสมบัติดูดซับน้ำหมึก ช่วยให้ผิวหน้ากระดาษเรียบและมันเป็นเงา สีของกระดาษขาวขึ้น ช่วยเพิ่มน้ำหนักของกระดาษ และทำให้กระดาษทึบแสง ทำให้ไม่เห็นตัวหนังสือ หรือลายพิมพ์อื่นๆในหน้าตรงข้าม
8. เป็นตัวฟอกสีและตัวเร่งปฏิกิริยา ในอุตสาหกรรมน้ำมันปิโตรเลียม
9. ใช้ในอุตสาหกรรมยาง โดยเติมลงไปในยาง (Rubber Filler) ให้มีความแข็งแรงทนทาน

มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

10. ใช้ผสมลงในของเหลว ที่ใช้ในงานเจาะ (Drilling Fluid) สำรวจน้ำมันปิโตรเลียม

11. ใช้ในอุตสาหกรรมเกษตร เช่น เป็นส่วนผสมของยาฆ่าแมลงและปุ๋ย

12. ใช้ในอุตสาหกรรมพรมน้ำมัน ทอผ้า และพลาสติก

13. ใช้ในอุตสาหกรรมสี โดยใช้ผลิตสีขาว (White Pigment)

14. ใช้ในอุตสาหกรรมทำยารักษาโรค เครื่องสำอาง ทำฟันปลอม (Dental Porcelain)

(พลยุทธ ศุขสมิติ : ดินขาวและดินเหนียวดำ สำนักงานทรัพยากรธรณีเขต 3 เชียงใหม่ พ.ศ. 2539)

2.2 วัตถุดิบช่วยหลอมละลาย

2.2.1 เศษแก้วชนิดโซดาไลม์

แก้วโซดาไลม์ องค์ประกอบหลักเป็นซิลิกา โซเดียมออกไซด์ แคลเซียมออกไซด์ ไม่ทนต่อสภาพความเป็นกรดเบส แตกง่ายเมื่อรับความร้อน แสงขาวผ่านได้แต่ดูดกลืนอัลตราไวโอเลต เช่น แก้วน้ำ ขวดน้ำ กระจกแผ่น สามารถทำให้แก้วมีสีต่างๆได้โดยเติมออกไซด์ของสารบางชนิดลงไป

แก้วโดยทั่วไปนั้นทำจาก ซิลิคอนไดออกไซด์ (Silicon dioxide : SiO_2) ซึ่งอาจอยู่ในรูปของสารประกอบทางเคมีในแร่ควอตซ์ (quartz) หรือในรูป polycrystalline ของทราย ซิลิกาบริสุทธิ์มีจุดหลอมเหลวที่ 2,000 ^{o}C (3,632^{o}F) เพื่อความสะดวกในกระบวนการผลิต จะมีการผสมสาร 2 ชนิดลงไปด้วย คือ โซดา โซเดียมคาร์บอเนต (sodium carbonate : Na_2CO_3) หรือสารประกอบโปรแทสเซียม เพื่อช่วยอุณหภูมิในการหลอมเหลวนั้นต่ำลง อยู่ที่ปริมาณ 1,000 ^{o}C แต่อย่างไรก็ตาม สารนี้จะส่งผลข้างเคียงทำให้แก้วนั้นละลายน้ำได้ จึงต้องมีการเติมสารบางชนิด คือ ปูน แคลเซียมออกไซด์ (Calcium Oxide : CaO)

เศษแก้วจัดเป็นวัสดุเหลือใช้ที่มีระบบการจัดการ คือมีการรวมเมื่อใช้งานแล้ว มีการจัดเก็บและนำกลับมาใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม อุตสาหกรรมแก้วนิยมใช้เศษแก้วเป็นวัตถุดิบช่วยในการหลอม เนื่องจากสามารถลดอุณหภูมิการหลอม และประหยัดพลังงานได้ เศษแก้วมีองค์ประกอบหลักทางเคมี คือ แคลเซียม โซเดียมและซิลิกา ซึ่งใกล้เคียงกับวัตถุดิบที่ใช้งานเซรามิคจึงเป็นวัตถุดิบที่มีศักยภาพในการนำมาใช้ในการผลิตเซรามิค

วัตถุดิบที่ใช้ ในการผลิตแก้ว

- ทราย มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า “ซิลิกา” จะต้องมีปริมาณของ SiO_2 อย่างน้อย 99.5% และมีปริมาณของ Fe_2O_3 น้อยกว่า 0.04%
- โซดาแอช คือ Na_2CO_3 ในธรรมชาติอยู่ในรูปของ Na_2CO_3 , $NaHCO_3$, $2H_2O$
- หินปูน คือ CaO
- หินฟันม้า เป็นสารที่ประกอบด้วย SiO_2 และยังมีปริมาณ AI_2O_3 ถึงเกือบ 20%
- หินโดโลไมต์ เป็นสารที่ประกอบด้วย CaO และ MgO
- เศษแก้ว เป็นวัตถุดิบที่ช่วยประหยัดพลังงานในการหลอม

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2.2.2 ฟริต (Frit)

ฟริต คือ วัตถุดิบที่ใช้เตรียมเคลือบอุณหภูมิต่ำ ซึ่งทำจากวัตถุดิบที่เป็นพิษหรือวัตถุดิบที่ละลายน้ำได้ นำมาเผาหลอมรวมกับซิลิกา ซึ่งเป็นแก้วทำให้วัตถุดิบที่หลอมตัวเป็นแก้วมีคุณสมบัติไม่ละลายน้ำ และไม่ดูดซึมเข้าทางผิวหนังลดคุณสมบัติเป็นพิษลง ฟริตถูกนำมาบดให้ละเอียดในรูปผงเคลือบสำเร็จรูปก่อนนำมาใช้เป็นน้ำยาเคลือบอุณหภูมิต่ำ นิยมเตรียมจากวัตถุดิบ ตะกั่ว และบอแร็กซ์หรือจากส่วนผสมของทั้งสองอย่างรวมกัน

- $Pb_3O_4 + 2SiO_2$ เผาที่ 1,130 °C บดเป็นผงละเอียด (Lead bisilicate frit)
- Na_2 O 2B2O3 + 3SiO2 เผาที่ 1,180 °C บดเป็นผงละเอียด (Borosilicate frit)
- Pb3O4 + Na2O 2B2O3 + 5SiO2 เผาที่ 1,180OC เป็นผงละเอียด (Lead borosilicate frit)

ฟริตนิยมนำมาใช้ผสมในน้ำยาเคลือบอุณหภูมิต่ำปริมาณ 80 - 100% โดยน้ำหนัก เนื่องจากในเคลือบฟริตมีส่วนผสมของซิลิกา และอะลูมินาอยู่บ้างแล้วจึงใช้เป็นเคลือบสำเร็จรูปในอุณหภูมิต่ำได้ เคลือบอุณหภูมิปานกลาง 1,150 °C - 1,200 °C ใช้ฟริตในปริมาณน้อยลง เพื่อลดอุณหภูมิการหลอมละลายของเคลือบ โดยใช้ในปริมาณ 20 - 40% ร่วมกับวัตถุดิบตัวหลอมละลายอื่น ๆ ในสูตรเคลือบ ส่วนในเคลือบอุณหภูมิสูง โดยปกติไม่ใช้ฟริตเป็นส่วนประกอบใช้วัตถุดิบ (Raw Material) ทั้งหมด แต่ในเคลือบอุณหภูมิสูงบางชนิดที่ต้องการสีพิเศษหรือมีปฏิกิริยาแปลกจากธรรมดา (Special Effect) จะใช้ ฟริตในสูตรเคลือบด้วยในปริมาณไม่เกิน 5%

2.3 การเตรียมน้ำดิน

น้ำดิน (Slip)หมายถึง ส่วนผสมของดินกับน้ำ ในปริมาณที่เหมาะสม คือจำกัด ปริมาณของน้ำให้น้อยที่สุด โดยเติมสารเคมีบางชนิด เพื่อช่วยให้ดิน กระจายตัว ไม่ตกตะกอน และทำให้น้ำดินไหลตัวได้ดี สารแขวนลอย ของดิน หรือวัตถุดิบอื่น กับตัวหล่อลื่น (Lubricating Phase) ซึ่งส่วนมาก คือน้ำ และสารเคมีช่วยกระจายลอยตัว น้ำดินที่ใช้สำหรับขึ้นรูป ผลิตภัณฑเซรามิกนั้น ใช้กันมาประมาณ 150 ปีแล้ว โดยในสมัยเริ่มต้น ยังไม่มีการเติมสารเคมีอะไรลงไป ช่วยปรับ คุณภาพของน้ำดิน จึงมีเพียงดิน และน้ำในส่วนผสมเท่านั้น ทำให้ต้อง ใช้น้ำในปริมาณมาก อาจสูงถึงร้อยละ 60 และมีปัญหาในการปฏิบัติงาน ค่อนข้างมาก ต่อมาจึงพยายามหาวิธี ที่จะลดปริมาณน้ำในส่วนผสมให้ น้อยที่สุดแต่สามารถใช้งานได้ดี โดยการใช้สารเคมี เพื่อปรับสมบัติ ให้เหมาะสม น้ำดิน รวมทั้งน้ำเคลือบ เป็นของไหลจำพวกหนึ่ง ประเภทสารแขวนลอย (Rheology) ซึ่งเป็น พวกเดียวกับหมึกพิมพ์ และสี โดยต่างจากของไหลพวก น้ำ น้ำมันก๊าดและกลีเซอรีน และจากคำนิยามที่กล่าวว่า ของไหล (Fluid) หมายถึง สสารที่สามารถเปลี่ยนแปลงรูปร่างได้อย่า

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ต่อเนื่อง ถ้ามีความเค้นเฉือนมากระทำ ความเค้นเฉือน (Shear Stress) หมายถึง แรงเฉือน (Shear Force) หรือแรงที่สัมผัส

การเตรียมน้ำดินสำหรับหล่อแบบนั้นมีทั้งการบดแบบรวมวัตถุดิบทุกอย่างเข้าไปในหม้อบด หรืออาจบดเฉพาะทรายและใช้การกวนผสมกับน้ำดินดำและเฟลดสปาร์ เมื่อได้น้ำดินแล้วก็ต้องทำการตรวจสอบคุณสมบัติต่างๆ ได้แก่อัตราการหล่อแบบ การไหลตัวทั้ง Viscosity Thixotropy และ ความหนาแน่น เพราะการไหลตัวเป็นเรื่องที่สำคัญมากสำหรับการหล่อสุขภัณฑ์เนื่องจากสุขภัณฑ์มีการออกแบบที่ซับซ้อนบางชิ้นมีทั้งส่วนที่เป็นการหล่อตันกับการหล่อกลวงอยู่ด้วยกัน ตามรอยต่อและการไหลตัวของน้ำสลิป (Slip Line) จะต้องออกแบบให้ดีไม่เช่นนั้นจะทำให้เกิดปัญหาเรื่องการแตกร้าวและการบิดเบี้ยวได้ สำหรับการออกแบบ Mould เป็นเรื่องที่สำคัญที่สุดถ้าการออกแบบไม่ดีก็จะมีปัญหาในการผลิตได้

2.4 การขึ้นรูปสุขภัณฑ์

การหล่อ เป็นวิธีขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ ที่ไม่สามารถขึ้นรูปด้วย เครื่องจิกเกอร์ หรือการอัดพิมพ์ การขึ้นรูปด้วย วิธีหล่อน้ำดิน จะต้องอาศัยแบบพิมพ์จำนวนมาก ในการผลิต คำว่า สลิป (Slip) หมายถึงน้ำดินเหลวทั่วไป และน้ำดินสำหรับงานหล่อ เรียกว่า Casting Slip ต้องเติมน้ำยากันดินตกตะกอน ในส่วนผสมของน้ำดินด้วย

การขึ้นรูปด้วยวิธีน้ำหล่อดิน เหมาะสำหรับการผลิต ชิ้นงานที่ยาก มีรายละเอียดมาก หรืองานที่ค่อนข้างซับซ้อน เช่น ชิ้นงานแกะสลัก ชิ้นงานที่มีรูปทรงเหลี่ยม หรือทรงอิสระต่างๆ เช่น เครื่องสุขภัณฑ์ ชิ้นงานประเภทตั้งโต๊ะ ที่มีรูปทรงภายในกลวง เช่น กาน้ำชา-กาแฟ แจกัน ตุ๊กตาที่ระลึกต่างๆ วิธีการหล่อน้ำดิน มีกระบวนการผลิต และตกแต่งผิวให้เรียบ ช้ากว่า วิธี จิกเกอร์ ถ้าเป็นพิมพ์ขนาดใหญ่ หล่อได้วันละ 1 ชิ้นต่อพิมพ์ แต่ถ้าเป็น พิมพ์ขนาดเล็ก 2 ชิ้นต่อพิมพ์ ต้องเสียเวลา ในการอบแห้ง นาน ผลิตภัณฑ์มีน้ำในเนื้อดินมาก จึงมีการหดตัวสูง

การหล่อแบบของสุขภัณฑ์นั้นมีทั้งหล่อแบบเดี่ยว แบบ Battery Cast แบบ Low Pressure Cast แบบ High Pressure Cast ซึ่งมีแรงดันเข้ามาเกี่ยวข้องทำให้อัตราการหล่อแบบเร็วขึ้นมาก หลังจากเทแบบแล้วก็ต้อง Drain น้ำดินออก หลังจากนั้นก็แกะแบบแล้วทำการตกแต่งชิ้นงานตามรอยตะเข็บ มีการต่อ Part ต่างๆ เข้าด้วยกันเนื่องจากการออกแบบที่ซับซ้อนจนไม่อาจออกแบบ Mould ให้เทพร้อมกันได้ จึงต้องเทแยกกันแล้วนำมาต่อกันภายหลัง มีการลงลูกแก้วเพื่อกำจัดรอยตะเข็บ หลังจากนั้นก็นำไปอบแห้ง

2.5 การเผาสุขภัณฑ์

เครื่องสุขภัณฑ์จะเผาแบบ Oxidation และจะเผาสุกครั้งเดียว (Once – fire หรือ Firat fire) เนื่องจากสุขภัณฑ์เป็นชิ้นใหญ่ ไม่เหมาะที่จะเผาดิบเป็นการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง เวลาหรือการทำงานถึงสอง

ครั้ง การตั้งของเผาบนรถ ก่อนจะตั้งผลิตภัณฑ์ที่เคลือบต้องตรวจสอบให้แน่ใจว่าใต้ฐานผลิตภัณฑ์สุขภัณฑ์จะต้องสะอาดปราศจากเคลือบติดอยู่ มิฉะนั้นเคลือบที่ไม่ขูดออกหรือหลงค้างอยู่จะเยิ้มติดแผ่นรองเผา ทำให้แผ่นรองเผาชำรุดหรือเสียหายและตัวผลิตภัณฑ์อาจบิ่นแตกได้ แผ่นรองเผาต้องทำความสะอาดและทาอลูมินา ป้องการติดและช่วยให้ผลิตภัณฑ์หดตัวได้สะดวกขณะที่เผา ผลิตภัณฑ์ที่จะเข้าเตาเผาควรมีความชื้น 1 – 2 % ฉะนั้นทางโรงงานจึงมีที่อบแห้ง ก่อนที่จะนำเข้าเตาเผาเพื่อความแน่ใจว่า ผลิตภัณฑ์นั้นแห้งพอ หากยังไม่แห้งพอ อาจจะทำให้ผลิตภัณฑ์ระเบิดในเตา หรือ ผิวเคลือบหลังเผาออกมามีตำหนิได้ การเร่งอุณหภูมิเผาช่วงไฟ 500 – 650 องศาเซลเซียส ควรระวังอย่าให้อัตราการขึ้นของอุณหภูมิสูงเร็วมาก ขณะเดียวในช่วงเย็นตัว 650 – 500 องศาเซลเซียส ควรจะให้อัตราการเย็นตัวต่ำที่สุดเท่าที่จะทำได้ เพื่อหลีกเลี่ยงการแตกร้าวในช่วงอุณหภูมิวิกฤตที่การขยายตัวของ Quartz สูง สิ่งที่เกิดขึ้นในขณะกำลังเผา

1. ปฏิกิริยาระหว่างการเผาเคลือบ มีระยะต่างๆดังนี้

1.1 ระยะแห้งตัว คือ ระยะที่น้ำเคือดระเหยออกจากน้ำเคลือบในระดับอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส

1.2 ระยะการเปลี่ยนแปลงเป็นเครื่องปั้นดินเผา และรวมตัวกันใหม่เป็นสารประกอบระยะนี้สารประกอบต่างๆ ในน้ำเคลือบจะมีการรวมตัวเป็นออกไซด์ เช่นสารประกอบซิลิกา โซดา และตะกั่ว อุณหภูมิในระยะนี้มีความแตกต่างกัน ตามอุณหภูมิของสารประกอบ

1.3 ระยะหลอมระลาย คือ ระยะที่สารประกอบในน้ำเคลือบหลอมรวมตัวกันที่อุณหภูมิ 600 – 1000 องซาเซลเซียส

1.4 ระยะแกร่งตัว คือ ระยะที่ดินและน้ำเคลือบหลอมละลายเป็นอันเดียวกัน และมีความแกร่งที่อุณหภูมิ 1,100 องศาเซลเซียส

1.5 ระยะการเย็นตัว คือระยะที่หลังการเผาเสร็จ ถึงอุณหภูมิที่ต้องการ แล้วปล่อยให้เย็นตัว เวลาเย็นตัวนี้ถ้าปล่อยให้เย็นตัวลงอย่าช้าๆ มีส่วนให้น้ำเคลือบมีความด้าน ถ้าปล่อยให้เคลือบเย็นตัวเร็วอาจมีส่วนให้เคลือบมัน

2. บรรยากาศในการเผาเคลือบ(ไฟจิตร อึ่งศิริวัฒน์. 2541: 288) ได้กล่าวไว้ดังนี้

2.1 บรรยากาศออกซิเดชัน(Oxidation Firing) เป็นการเผาไหม้อย่างสมบูรณ์ และให้ออกซิเจน (Oxygen) มากเกินพอ ซึ่งเมื่อเกิดการเผาไหม้แล้ว จะมีออกซิเจนเหลืออยู่ดังปฏิกิริยาการเผาไหม้ดังต่อไปนี้

$$\text{Oxidation Firing} = CH_4 + 3O_2\ (\text{Excess}) \Longrightarrow CO_2 + 2H_2 + O_2 + \text{ENERGY}$$

2.2 บรรยากาศ รีดักชัน (Reduction Firing) เป็นการเผาที่มีการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ ในเตาเผามีเพียงออกซิเจนไม่เพียงพอ ซึ่งเกิดการเผาไหม้แล้ว จะมีคาร์บอนมอนออกไซด์ (CO) เหลืออยู่ในปฏิกิริยาการเผาดังนี้

$$\text{Reduction Firing} = 2CH_4 + 3O_2 \Longrightarrow 2CO + 2H_2 + O_2 + \text{ENERGY}$$

2.3 บรรยากาศ นิวทรัล (Neutral Firing)

เป็นการเผาไม้ที่สมบูรณ์และไม่มีออกซิเจนเหลืออยู่เลย การเผาไหม้ที่มีออกซิเจนที่พอดี ดังปฏิกิริยาดังต่อไปนี้

Neutral Firing = $CH_4 + 2O_2$ ==========> $CO + 2H_2O$ + ENERGY

2.6 การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพก่อนการเผาและหลังการเผา

ในการผลิตผลิตภัณฑ์เซรามิกมาก เพราะจะช่วย ในการควบคุมคุณภาพ และพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้มีความสม่ำเสมอ ตามที่ต้องการ ซึ่งการทดสอบนี้ อาจเป็นการตรวจสอบสมบัติ ของวัตถุดิบ เพื่อให้สมบัติสม่ำเสมอ เพื่อการใช้งาน หรือเพื่อใช้ในการวิจัยพัฒนา หรือเป็นการตรวจสอบสมบัติ ของผลิตภัณฑ์เพื่อใช้ในการประกันคุณภาพ หรือเพื่อแยกแยะประเภท และคุณภาพของผลิตภัณฑ์ แต่ในความเป็นจริงสมบัติของวัตถุดิบ และสมบัติของผลิตภัณฑ์ ย่อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน โดยถ้าสามารถทดสอบ ให้รู้ถึงสมบัติของวัตถุดิบ ได้อย่างดีแล้ว ก็สามารถควบคุม และเลือกใช้วัตถุดิบ ในการสร้างผลิตภัณฑ์ ได้ง่ายและถูกต้องตามจุดประสงค์ที่ต้องการ ซึ่งการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพก่อนการเผาและหลังการเผาเนื้อดิน มีดังนี้

2.6.1 ค่าร้อยละปริมาณการเติมน้ำ

2.6.2 ค่าร้อยละการใช้สารช่วยกระจายลอยตัว

2.6.3 ค่าความหนาแน่น(Density) ของน้ำดิน

2.6.4 ค่าความหนืดหรือการไหลตัวของน้ำดิน (Viscosity)

2.6.5 อัตราการหล่อของน้ำดิน (Cast rate)

2.6.6 ร้อยละค่าการหดตัวหลังเผา = $\frac{Lw - Lf}{Lw} \times 100$

โดยกำหนดให้ Lw คือ ความยาวเปียก

Lf คือ ความยาวหลังเผา

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2.6.7 ร้อยละค่าการดูดซึมน้ำ (Water Absorption)

การดูดซึมน้ำ = $\frac{M_W - M_D}{M_D} \times 100$

โดยกำหนดให้ M_W คือ น้ำหนักหลังต้ม

M_D คือ น้ำหนักก่อนต้ม

2.6.8 ค่าความแข็งแรง = $\frac{3LD}{2bd^2}$

โดยกำหนดให้ L คือ ค่าน้ำหนักแรงกดที่แท่งทดสอบหัก

D คือ ระยะของบ่ารอง

b คือ ความกว้างแท่งทดสอบ

d คือ ความหนาของแท่งทดสอบ

3.งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

มณฑล วชิรโกเมน และคณะ . (2551 : บทคัดย่อ) ได้พัฒนาอัตราส่วนผสมเนื้อดินและเคลือบขาวทึบผลิตภัณฑ์สุขภัณฑ์โดยใช้เศษแก้วเป็นส่วนผสมเพื่อลดอุณหภูมิการเผา กรณีศึกษา : บริษัทขอนแก่นเซรามิค จำกัด ให้เผาที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส พบว่า อัตราส่วนผสมเนื้อดินผลิตภัณฑ์สุขภัณฑ์ ที่มีเศษแก้ว ร้อยละ 17.57 ผลทดสอบสมบัติทางกายภาพหลังการเผา มีค่าเฉลี่ยการหดตัวร้อยละ 12, ค่าเฉลี่ยการดูดซึมน้ำร้อยละ 0.309, ค่าเฉลี่ยความแข็งแรง 365.447 Kg/Cm^2 สีเนื้อดินมีสีเทาเข้ม และอัตราส่วนผสมเคลือบที่มี เศษแก้ว ร้อยละ 10 ผลการทดสอบสมบัติทางกายภาพหลังการเผา เคลือบไม่มีการรานตัว, สีของเคลือบขาวเทาทึบมันวาว, เคลือบเป็นรูเข็มเล็กน้อย และเคลือบไหลตัวน้อยประมาณ 1 มิลลิเมตร เมื่อนำไป เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์สุขภัณฑ์บริษัทขอนแก่นเซรามิค จำกัด พบว่าสมบัติทางกายภาพหลังการเผาไม่มีความแตกต่างกัน ยกเว้นสีเนื้อดินและสีเคลือบผลิตภัณฑ์สุขภัณฑ์ที่มีเศษแก้วเป็นส่วนผสมจะมีสีเข็มหรือคล้ำกว่าเล็กน้อย ซึ่ง ช่วยประหยัดพลังงานด้วยการลดอุณหภูมิการเผาลงได้ 30 องศาเซลเซียส และสามารถนำเศษแก้วมาใช้ประโยชน์ทดแทนทรัพยากรจากธรรมชาติได้

มณฑล วชิรโกเมน และคณะ. (2552 : บทคัดย่อ) พัฒนาอัตราส่วนผสมเนื้อดินและเคลือบขาวทึบผลิตภัณฑ์สุขภัณฑ์โดยใช้เศษแก้วเป็นส่วนผสมเพื่อลดอุณหภูมิการเผา กรณีศึกษา : บริษัทขอนแก่นเซรามิค จำกัด ให้เผาที่อุณหภูมิ 1,180 องศาเซลเซียส พบว่า เนื้อดินสูตรที่ 2 ค่าเฉลี่ยการหดตัวร้อยละ 11.54, ค่าเฉลี่ยการดูดซึมน้ำ ร้อยละ 0.13, ค่าเฉลี่ยความแข็ง ร้อยละ 426.38 เนื้อดินสีเทาเข็ม และเนื้อดินบริษัทขอนแก่นเซรามิค จำกัด ค่าเฉลี่ยการหดตัว ร้อยละ 12.98 ค่าเฉลี่ยการดูดซึมน้ำ ร้อยละ 0.74 ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงร้อยละ 301.70 และสีของเนื้อดิน เป็นสีเทาเข็ม ซึ่งเนื้อดินสูตรที่ 2 มีสมบัติทางกายภาพหลังการเผาใกล้เคียงกับเนื้อดินบริษัทขอนแก่นเซรามิค จำกัด มากที่สุด

สุรพล พลีคราม. (2550 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการนำเศษแก้วมาใช้เป็นส่วนผสมน้ำยาเคลือบเทคโนโลยีการตกแต่งด้วยวิธีการเคลือบด้วยเศษแก้ว เป็นการนำเศษแก้วมาใช้เป็นวัตถุดิบในการเตรียมเคลือบ เคลือบที่ได้จะมีลักษณะราน เหมาะสมสำหรับการตกแต่งผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะลอยตัวหรือซับซ้อน ในการเคลือบผลิตภัณฑ์ ควรใช้วิธีการพ่นเคลือบ เนื่องจากสามารถควบคุมความหนาของเคลือบได้ และควรให้เคลือบมีความหนามากกว่าการเคลือบปกติ เพราะจะทำให้เกิดการรานสวยงาม การตกแต่งทั้งสองวิธีสามารถใช้แยกหรือประกอบร่วมกันได้

ลดา พันธ์สุขุมธนา. (2550 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการใช้เศษแก้วในกระเบื้องดินแดง โดยผสมเศษแก้ว กับดินแดงในอัตราส่วนต่าง ๆ คือร้อยละ 10 20 30 40 คลุกให้เข้ากัน เติมน้ำนวดผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน อัดขึ้นรูปเป็นชิ้นตัวอย่างด้วยมือ เผาในเตาไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 780 – 1050 °C ทดสอบสมบัติกายภาพคือการดูดซึมน้ำ การหดตัวเมื่อเผา และขยายตัวเมื่อร้อน พบว่าอัตราส่วนต่าง ๆ คือร้อยละ 10 และ20 คลุกให้เข้ากัน เติมน้ำ นวดผสมในเครื่องรีดดินสุญญากาศ อัดขึ้นรูปโดยเครื่องอัดมือเป็นอิฐ เผาในเตากลมขนาด 50 ตัน ที่ใช้ไม้เป็นเชื้อเพลิง ที่อุณหภูมิประมาณ 1000 °C นำอิฐที่ได้มาทดสอบสมบัติกายภาพ /

เคมี คือการดูดซึมน้ำ ความทนสารเคมี ความต้านแรงดัดความทนต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิโดยเฉียบพลันตามวิธี มอก. 614-2529 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกระเบื้องดินเผาบุผนังภายนอก ทำให้ดินแดงมีการสุกตัวเพิ่มมากขึ้น คือ มีสมบัติการดูดซึมน้ำลดลง การหดตัวเมื่อเผาเพิ่มขึ้น ความต้านแรงอัดเพิ่มขึ้น และมีผลให้สมบัติการขยายตัวเมื่อร้อนเพิ่มขึ้น ส่วนสมบัติความทนสารเคมี และความทนต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิโดยเฉียบพลันไม่เปลี่ยนแปลง โดยเศษแก้วขวดสีชามีแนวโน้มทำให้เกิดการสุกตัวของดินแดงมากกว่าเศษแก้วกระจกสีใส

ภัทธาวุธ มลต์วิเศษ (2548 : 103-112) ได้ทำการทดลอง การนำเศษแก้วสีชาไปใช้เป็น วัตถุดิบสำหรับผลิตกระเบื้องเซรามิกจากการศึกษาผลการนำขวดแก้วสีชาที่ใช้แล้วมาใช้แทนแร่เฟลด์สปาร์ซึ่งเป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตกระเบื้องเซรามิกในอัตราส่วนต่างกัน (0%, 25%, 50%, 75%, และ 100%) ขึ้นรูปและเผาที่อุณหภูมิต่าง ๆ คือ 1,000, 1,1000, และ 1,200 องศาเซลเซียส จากนั้นทดสอบคุณภาพในด้านกำลังรับแรงดัด ค่าหดตัวหลังการเผา ค่าการดูดซึมน้ำ การทนสารเคมี การทนการรานและวิเคราะห์เฟสที่เกิดขึ้นด้วยวิธี *X-ray Diffraction (XRD)* ผลการวิจัยพบว่า อัตราส่วนการใช้แก้วสีชา 100% แทนแร่เฟลด์สปาร์ผ่านการเผาที่อุณหภูมิ 1,100 องศาเซลเซียส มีความเหมาะสมสามารถผลิตเป็นกระเบื้องเซรามิกได้และประหยัดพลังงานในการผลิตด้วย

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY