

## อุตสาหกรรมเซรามิกและเตาเผาเซรามิก

### 2.1 อุตสาหกรรมเซรามิก

อุตสาหกรรมเซรามิกเป็นอุตสาหกรรมที่มีผลิตภัณฑ์มากมายหลายชนิด และยังเป็นอุตสาหกรรมพื้นฐานของอุตสาหกรรมอื่นๆ เช่น อุตสาหกรรมก่อสร้าง อุตสาหกรรมแก้ว อุตสาหกรรมไฟฟ้า อุตสาหกรรมรถยนต์ อุตสาหกรรมซีเมนต์ ตลอดจนอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ อุตสาหกรรมเซรามิกเป็นอุตสาหกรรมที่ผลิตโดยใช้วัตถุดิบจากภายในประเทศเป็นส่วนใหญ่ เช่น ดินและหิน และเป็นอุตสาหกรรมที่สามารถทำรายได้จากการส่งออกสูงถึงปีละประมาณหลายพันล้านบาท และสามารถแบ่งการออกเป็นสามส่วนตามชนิดอุตสาหกรรม คือ อุตสาหกรรมกระเบื้องเซรามิก อุตสาหกรรมเครื่องสุขภัณฑ์ และอุตสาหกรรมงานขามเซรามิก

คำว่า เซรามิก (Ceramics) มีรากศัพท์เดิมมาจากภาษากรีกว่า Karamos ซึ่งแปลว่าเผา ทั้งนี้เนื่องจากการผลิตผลิตภัณฑ์เซรามิกเกี่ยวข้องกับการเผา ผลิตภัณฑ์เซรามิกในไทยเริ่มมีการผลิตมาตั้งแต่สมัยสุโขทัย ซึ่งเป็นการผลิตแบบอุตสาหกรรมในครัวเรือนประเภทถ้วยชามและเครื่องใช้ในครัวเรือนต่างๆ โดยใช้เทคนิคการผลิตที่เรียนรู้จากจีน สำหรับการผลิตผลิตภัณฑ์เซรามิกในลักษณะที่เป็นอุตสาหกรรม ได้มีขึ้นภายหลังจากที่ได้รับการส่งเสริมการลงทุนในปี 2504 โดยมีบริษัทอุตสาหกรรมเสถียรภาพจำกัด ทำการตั้งโรงงานผลิตถ้วยชามหลังจากนั้นจึงได้มีการผลิตเครื่องสุขภัณฑ์และกระเบื้องปูพื้นบุผนัง ตามลำดับ

ปัจจุบันอุตสาหกรรมเซรามิกเป็นอุตสาหกรรมที่มีอุตสาหกรรมย่อยและมีผลิตภัณฑ์มากมาย โดยสามารถแบ่งกลุ่มผลิตภัณฑ์เซรามิกได้ 2 วิธี คือ แบ่งตามลักษณะวัตถุดิบ และอุณหภูมิที่ใช้เผาผลิตภัณฑ์กับแบ่งตามลักษณะการใช้งาน

กลุ่มผลิตภัณฑ์เซรามิกที่แบ่งตามลักษณะของวัตถุดิบที่ใช้ผลิตและอุณหภูมิที่ใช้ในการเผาผลิตภัณฑ์มี 5 ประเภท คือ

- 1) ผลิตภัณฑ์เทอราคอตตา (Terra cotta) เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีดินเหนียวผสมในเนื้อดินเผาแล้วมักมีสีแดงจึงนิยมเคลือบด้วยสีต่างๆ ส่วนมากจะผลิตเป็นเครื่องประดับหรือของชำร่วย เช่น แจกัน ตุ๊กตา เป็นต้น

- 2) ผลิตภัณฑ์ประเภทเอิร์ทเธินแวร์ (Earthenware) เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเนื้อหยาบละเอียดและเคลือบเป็นมันทึบแสง เผาที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส เนื้อดินอาจใช้ดินขาวอย่างเดียว

หรือ ผสมแร่ควอตซ์ หินฟันม้าและดินขาวเหนียว เพื่อให้ปั้นขึ้นรูปได้ง่ายส่วนใหญ่ผลิตเป็นเครื่องถ้วยชาม

3) ผลิตภัณฑ์ประเภทสโตนแวร์ (Stoneware) เป็นเครื่องปั้นดินเผาชนิดเนื้อแน่นแข็ง แกร่งทึบแสง ซึ่งอาจเคลือบเป็นมันสีน้ำตาลหรือสีเขียวที่เรียกว่า ผลิตภัณฑ์สังคโลก หรือ ผลิตภัณฑ์ศิลาดล (Celadon) ผลิตภัณฑ์นี้เผาที่อุณหภูมิสูงถึง 1,250-1,300 องศาเซลเซียส และมีการดูดซับน้ำต่ำกว่าร้อยละ 5 ในเนื้อดินมีหินผสมได้มาก ส่วนมากใช้พอทรีสโตน (Pottery Stone) หินควอตซ์ หรือดินเชื้อ (Frog) ผลิตภัณฑ์ที่อยู่ในกลุ่มนี้ได้แก่ จาน ชาม ถ้วยกาแฟ เขยือกน้ำ

4) ผลิตภัณฑ์ประเภทพอร์ซเลน (Porcelain) เป็นผลิตภัณฑ์ชั้นดีมีคุณสมบัติโปร่งแสงเผาด้วยอุณหภูมิ 1,250-1,400 องศาเซลเซียส มีการดูดซับน้ำได้ต่ำกว่าร้อยละ 0.5 ส่วนผสมของเนื้อดิน ใช้เฟลด์สปาร์หรือควอตซ์ผสมด้วยส่วนดินขาว ซึ่งต้องมีคุณภาพดี มีปริมาณของธาตุเหล็กน้อยที่สุด ผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเนื้อบางเคลือบเป็นมัน ผลิตภัณฑ์ในกลุ่มนี้ได้แก่ จาน ชาม ถ้วย โถ แจกัน รวมทั้งผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในงานแพทยงานวิทยาศาสตร์ และเครื่องประดับ เป็นต้น

5) ผลิตภัณฑ์ประเภทโบนไชน่า (Bone China) เป็นเครื่องปั้นดินเผาที่ดีที่สุดและมีราคาแพงที่สุด มีความขาวและวาวมาก เนื้อบางและเบา เคลือบโปร่งแสง มีความแข็งแรงเป็นเยี่ยม กระบวนการผลิตยุ่งยากมีการใช้กระดูกสัตว์ผสมกับดินขาว ดินขาวเหนียว แร่ควอตซ์ และแร่เฟลด์สปาร์ เผาที่อุณหภูมิ 1,200-1,250 องศาเซลเซียส ก่อนแล้วจึงนำไปเคลือบด้วยบอโรซิลิเกต (Borosilicate Glaze) แล้วนำไปเผาอีกครั้งที่อุณหภูมิ 1,150 หรือ 1,180 องศาเซลเซียส

กลุ่มผลิตภัณฑ์เซรามิกที่แบ่งตามลักษณะการใช้งานมี 5 ประเภท คือ

- 1) กระเบื้องปูพื้น-บุผนัง และกระเบื้องโมเสค
- 2) เครื่องสุขภัณฑ์
- 3) ถ้วยชาม
- 4) เครื่องประดับ
- 5) เซรามิกอื่นๆ

กลุ่มผลิตภัณฑ์เซรามิกที่กล่าวไปแล้วนั้น (ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์เซรามิกส่วนใหญ่ของไทย) จัดว่าเป็นผลิตภัณฑ์เซรามิกดั้งเดิม (Conventional Ceramics) ที่มีวิธีการผลิตที่เน้นการใช้แรงงานค่อนข้างมาก ในขณะที่ผลิตภัณฑ์เซรามิกยุคใหม่ (New Ceramics) นั้นมีการใช้เทคโนโลยีในการผลิตสูง ซึ่งส่วนใหญ่ผลิตเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ รวมถึงเป็นชิ้นส่วนในรถยนต์และในทางการแพทย์ (เช่นกระดูกเทียม) อุตสาหกรรมเซรามิกยุคใหม่ยังมีอยู่น้อยมากในไทย เนื่องจากมีปริมาณการใช้ในประเทศไม่มากนัก

### 2.1.1 วัตถุดิบและแหล่งวัตถุดิบ

กระเบื้องปูพื้นที่ปูผนังใช้วัตถุดิบภายในประเทศเป็นส่วนใหญ่ (กว่าร้อยละ 90) ส่วนสีที่ใช้ผสมน้ำยาเคลือบและเคมีภัณฑ์บางชนิดต้องนำเข้ามาจากต่างประเทศ วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตกระเบื้องปูพื้นที่ปูผนังและโมเสกมีดังนี้คือ

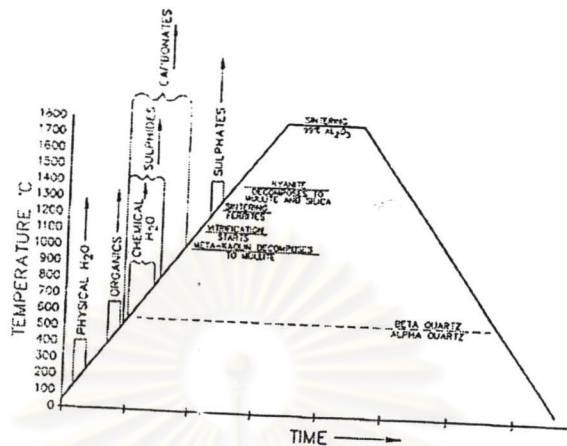
1. ดินขาวหรือดินเกาลิน (Kaolin) มีมากในจังหวัดลำปาง อุตรดิตถ์ สุราษฎร์ธานี ระนอง ระยอง และเชียงใหม่
2. ดินขาวเหนียว (Ball Clay) มีมากในจังหวัดปราจีนบุรี และชลบุรี
3. ดินเหนียว (Common Clay) มีมากในจังหวัดนนทบุรี
4. หินฟันม้า (Feldspar) ใช้สำหรับผสมเนื้อดินและน้ำยาเคลือบมีมากในจังหวัดชลบุรี ราชบุรี นครศรีธรรมราช และกาญจนบุรี
5. หินเขียวหนุมานหรือหินควอตซ์ (Quartz) ใช้ผสมเนื้อดินและน้ำยาเคลือบเช่นเดียวกันมีมากในจังหวัดระยอง และจันทบุรี
6. น้ำยาเคลือบและสีผสมน้ำยาเคลือบ
7. เคมีภัณฑ์อื่นๆ

### 2.1.2 ขั้นตอนการผลิต

วิธีการผลิตกระเบื้องปูพื้นที่ปูผนังและโมเสกสามารถจำแนกได้ 4 ขั้นตอนดังนี้

1. การเตรียมเนื้อดิน โดยนำเอาดินและส่วนผสมอื่นๆ มาผสมกับน้ำ แล้วนำไปผ่านเครื่องแยกเหล็ก เครื่องนวด และเครื่องกวาดไล่อากาศ
2. การทำ ต้องมีแบบพิมพ์ตามขนาดผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ แล้วนำเอาเนื้อดินที่เตรียมไว้แล้วมาอัดลงแบบ ก็จะได้ผลิตภัณฑ์ตามรูปร่างและขนาดที่ต้องการ
3. การตกแต่งสี เพื่อช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีความเด่นและสวยงามขึ้น การตกแต่งสีของกระเบื้องปูพื้นที่ปูผนังและโมเสกนี้ส่วนมากมักจะใช้วิธีผสมสีลงในเนื้อดินหรือในน้ำยาเคลือบ
4. การเผา เป็นขั้นตอนสุดท้ายในการผลิตการเผากระเบื้องปูพื้นที่ปูผนังและโมเสกต้องเผา 2 ครั้ง การเผาครั้งแรกเรียกว่า "เผาดิบ" เมื่อเผาดิบเสร็จเรียบร้อยแล้วนำไปชุบน้ำยาเคลือบ แล้วเผาอีกครั้งหนึ่งเพื่อให้ยาเคลือบละลายติดกับเนื้อดิน การเผาครั้งที่ 2 นี้ เรียกว่า "เผาเคลือบ" เมื่อเผาเสร็จแล้วก็ต้องตรวจดูความเรียบร้อยให้มีคุณภาพดีก่อนที่จะส่งออกจำหน่ายสู่ตลาด

2.1.3 ขั้นตอนการเผาผลิตภัณฑ์เซรามิกในเตาเผาอุณหภูมิสูง  
 สำหรับขั้นตอนการเผาผลิตภัณฑ์เซรามิกในเตาเผาที่เผาอุณหภูมิสูงนั้น รูปแบบ  
 ทั่วไปสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 ขั้นตอนการเผาผลิตภัณฑ์เซรามิกในเตาเผาอุณหภูมิสูง

โดยแบ่งออกเป็นขั้นตอนสำคัญได้ 6 ช่วง

1. Water smoking & Dissociation period

เป็นช่วงการเพิ่มอุณหภูมิเตา โดยก๊าซ LPG เกิดการเผาไหม้อย่างสมบูรณ์ อุณหภูมิเตาจะเริ่มต้นจากอุณหภูมิห้อง จนถึงอุณหภูมิประมาณ  $900^{\circ}\text{C}$  อัตราการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิอยู่ในช่วง  $100\text{--}150^{\circ}\text{C}$  ต่อชั่วโมง การเพิ่มอุณหภูมิในช่วงนี้เพื่อให้ผลิตภัณฑ์เซรามิก และวัสดุทนไฟซึ่งใช้ทำผนังด้านในเตาสามารถปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ ป้องกันการแตกหัก

2. Oxidation Period

เป็นช่วงการรักษาอุณหภูมิเตาให้คงที่ต่อเนื่องจากช่วงที่ 1 และก๊าซ LPG ยังเกิดการเผาไหม้อย่างสมบูรณ์ ช่วงนี้จะทำให้สารระเหยง่ายที่อยู่ในเนื้อของผลิตภัณฑ์เซรามิกระเหยออกไปเป็นส่วนใหญ่ ช่วงระยะเวลาอาจจะสั้นหรือยาวขึ้นกับลักษณะของผลิตภัณฑ์เซรามิก

3. Reduction Period

เป็นช่วงการเพิ่มอุณหภูมิเตา โดยก๊าซ LPG เกิดการเผาไหม้อย่างไม่สมบูรณ์ อุณหภูมิเตาจะเพิ่มจากอุณหภูมิในช่วงที่ 2 จนถึงอุณหภูมิประมาณ  $1280^{\circ}\text{C}$  อัตราการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิประมาณ  $40^{\circ}\text{C}$  ต่อชั่วโมง การเพิ่มอุณหภูมิในช่วงนี้เนื่อง

จากเกิดการเผาไหม้อย่างไม่สมบูรณ์ ผลิตภัณฑ์เซรามิกจึงได้รับความร้อนโดยตรงจากเปลวไฟ

#### 4. Soaking Period

เป็นช่วงการรักษาดอุณหภูมิเตาให้คงที่ต่อเนื่องจากช่วงที่ 3 และก๊าซ LPG ยังเกิดการเผาไหม้อย่างไม่สมบูรณ์ ช่วงนี้จะทำเพื่อให้ผลิตภัณฑ์เซรามิกเปลี่ยนเป็นสีต่างๆ

#### 5. Neutral Period

เป็นช่วงการปรับให้ก๊าซ LPG คืบสู่การเผาไหม้อย่างสมบูรณ์ เพื่อให้ความดันซึ่งเพิ่มขึ้นเนื่องจากการเผาไหม้อย่างไม่สมบูรณ์ก็ลดลงสู่ความดันบรรยากาศ

#### 6 Cooling Period

เป็นช่วงการลดอุณหภูมิเตา เพื่อที่จํานำเอาผลิตภัณฑ์ออกจากเตา

### 2.1.4 การผลิตงานเซรามิกที่ใช้ในการทดลอง

ผลิตภัณฑ์งานเซรามิกแบ่งตามคุณภาพของเนื้อดิน ได้เป็น 3 กลุ่มคือ

1. Stoneware เป็นผลิตภัณฑ์ที่มักจะเคลือบทึบแสง เกิดจากการผสมของ Pottery Stone ผสมเนื้อดิน ผลิตภัณฑ์ Stoneware นี้สามารถนำเข้าเตาอบไมโครเวฟได้ เนื่องจากไม่มีสารเหล็ก นอกจากนี้ยังสามารถทนกรดทนด่างได้

2. Porcelain มีทั้งแบบเคลือบทึบและแบบเคลือบใส เป็นผลิตภัณฑ์ชั้นดีและมีราคาสูงกว่า Stoneware มีลักษณะโปร่งแสงเนื้อแข็งแรงไม่ดูดซึมน้ำ เกิดจากการผสมของแร่เฟลด์สปาร์หรือแร่ควอร์ตผสมด้วยดินขาว

3. Bone China เป็นผลิตภัณฑ์ชั้นดีที่สุด หรือ Top high-end products ที่มีราคาแพงที่สุด มีความขาวเลวาว เนื้อบางเบา มีความแข็งแกร่ง กระบวนการผลิตซับซ้อนโดยการผสมของแก้วกระดูกสัตว์ผสมดินขาว ดินขาวเหนียวแร่ควอร์ตและแร่เฟลสปาร์

### โครงสร้างอุตสาหกรรม

ผู้ผลิตในอุตสาหกรรมงานเซรามิกมีอยู่จำนวน(มากกว่า 60 ราย) ซึ่งส่วนใหญ่ผลิตงานเซรามิกประเภท Stoneware โดยเป็นผู้ผลิตงานเซรามิกคุณภาพสูงประมาณ 10 ราย และมีผู้ผลิตรายใหญ่เพียง 2 รายเท่านั้นที่สามารถผลิตงานเซรามิกประเภท Porcelain และ Bone China คือ Royal Porcelain และ Patra Porcelain โครงสร้างการแข่งขันนี้ถูกกำหนดโดยลักษณะการลงทุน ซึ่งการผลิตสินค้าคุณภาพสูง

จะต้องลงทุนมากและอาศัยเทคโนโลยีในการผลิตรวมทั้งความชำนาญซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการจำกัดคู่แข่งขึ้น ยิ่งทำการผลิตสินค้าที่มีคุณภาพสูงมาก ยิ่งต้องใช้เทคโนโลยีสูงมาก และเงินลงทุนสูงตามไปด้วย

บริษัทที่ทำการผลิต Stoneware มักจะผลิตสินค้าประเภท Stoneware อย่างเดียวในขณะที่บริษัทที่ผลิต Porcelain มักจะผลิต Bone China ควบคู่ไปด้วย เพื่อสร้างภาพลักษณ์ของบริษัทผู้ผลิต แต่จะไม่มีบริษัทใดที่ทำการผลิต Bone China เพียงอย่างเดียว

กลุ่มผู้ผลิตในอุตสาหกรรมนี้จึงแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มคือผู้ผลิตจานชามประเภท Stoneware ซึ่งมีโครงสร้างอุตสาหกรรมที่มีผู้ผลิตจำนวนมากและมีระดับการแข่งขันสูง เนื่องจากอุตสาหกรรมนี้มีการลงทุนไม่สูงมากนักและเทคนิคการผลิตไม่ซับซ้อนมาก ส่วนผู้ผลิตอีกกลุ่มหนึ่งคือผู้ผลิตที่ผลิตจานชาม Stoneware คุณภาพสูงและผู้ผลิตประเภท Porcelain และ Bone China ซึ่งมีโครงสร้างอุตสาหกรรมแบบผู้ผลิตน้อยรายที่มีระดับการแข่งขันต่ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง Porcelain และ Bone China ที่มีเพียง 2 ราย ทั้งนี้เนื่องจากเป็นอุตสาหกรรมที่มีการลงทุนสูง ประกอบด้วยอาศัย Know how ประสบการณ์ และบุคลากรที่มีความชำนาญในการผลิต

Stoneware เป็นผลิตภัณฑ์ที่มี margin ต่ำ โดยเน้นการขายในปริมาณมาก ตลาดของ Stoneware คือ คราวเรือน ซึ่งเป็นตลาดระดับล่าง (Low-end market) ที่มีขนาดตลาดใหญ่มากและมีความต้องการอยู่ตลอดเวลาโดยจะเติบโตตามจำนวนประชากรแต่ไม่ได้ขึ้นอยู่กับรายได้ของประชากรมากนัก การผลิตของบริษัทขนาดกลางจะผลิตเพื่อขายในประเทศเป็นส่วนใหญ่ในขณะที่ผู้ผลิตรายใหญ่คือ Royal Porcelain และ Patra Pcelain จะส่งออกสูงถึงร้อยละ 80 ของปริมาณการผลิต

Porcelain เป็นผลิตภัณฑ์ที่มี margin สูง และสำหรับ Bone China จะมี margin สูงมาก ตลาดของ Porcelain และ Bone China เป็นตลาดระดับบน (High-end market) ที่มีปริมาณความต้องการน้อย หรือตลาดขนาดตลาดเล็ก

ตลาดของ Porcelain แบบเคลือบทึบ คือตลาดสถาบันหรือ Institutional Market เช่นภัตตาคารหรือร้านอาหาร ส่วนตลาดของ Porcelain แบบเคลือบใส คือ Household Market และ Institutional Market

ผลิตภัณฑ์ที่ขายใน Institutional Market นั้น ส่วนใหญ่เป็น Whiteware ที่มีรูปร่างและขนาดคล้ายๆ กันและเป็นสินค้าเกรด A ในขณะที่ผลิตภัณฑ์ที่ขายใน Household Market ส่วนใหญ่จะเป็นสินค้าเกรด B ที่เน้นลดราคาและการเปลี่ยนแปลงรูปแบบและขนาด

การผลิตสินค้าเกรด A ส่วนใหญ่ผลิตเพื่อส่งออกเนื่องจากตลาดในประเทศ สำหรับสินค้าคุณภาพสูง มีขนาดเล็ก ทำให้จำนวนการผลิตไม่ถึงจุดคุ้มทุน ส่วนการผลิตสินค้าเกรด B ที่มีคุณภาพรองลงมาจะเน้นการขายในประเทศ ราคาของผลิตภัณฑ์ที่ขายภายในประเทศในตลาดระดับล่างนั้นจะใกล้เคียงกับราคาส่งออก ส่วนในตลาดระดับราคาที่สูงกว่าราคาส่งออกเนื่องจากรวมต้นทุนการขายในประเทศด้วย

- ต้นทุนค่าจ้างแรงงานร้อยละ 10-15 โดยการผลิตสินค้าใน Low-end market ใช้แรงงานน้อยกว่าการผลิตสินค้าใน High-end market

- ต้นทุนพลังงานร้อยละ 1 (แก๊ส และน้ำมัน โดยน้ำมันมีราคาเฉลี่ย 8-9 บาท)

- ต้นทุนวัตถุดิบ

- ดิน ร้อยละ 8-10 สำหรับ Stoneware จะมีต้นทุนวัตถุดิบต่ำสุด ส่วน Porcelain และ Bone China จะมีต้นทุนวัตถุดิบสูงขึ้นตามลำดับ เนื่องจากต้องนำเข้าวัตถุดิบจากต่างประเทศในสัดส่วนที่สูงขึ้นตามลำดับ เช่นนำเข้าดินที่มีคุณภาพดี คือ ดินขาว โดยมีราคาตันละ 50,000 บาท เป็นต้น ในขณะที่ดิน และหินต่างๆ ที่ทำ Stoneware เป็นวัตถุดิบภายในประเทศทั้งหมด

- ค่า packaging ประกอบด้วย กล่อง และหมึกพิมพ์กล่อง ซึ่งต้องนำเข้าจากต่างประเทศทำให้เกิดต้นทุนที่สูง

- กระจกรูปลอก ปัจจุบันยังไม่มีผู้ผลิตในประเทศ ต้องนำเข้าจากต่างประเทศ ทั้งหมดส่วนใหญ่นำเข้าจาก อังกฤษ เยอรมัน และญี่ปุ่น

- สารเคมีและสาร Frit ปัจจุบันมีผู้ผลิตสาร Frit เพียงรายเดียว แต่ยังไม่มีการผลิตสารเคมีในประเทศ สารเคมีและสาร Frit นี้มีอัตราการคุ้มครองภาษีนำเข้าสูงถึงร้อยละ 30

- ต้นทุนค่า Overhead ซึ่งรวมถึงค่าเสื่อมราคาและการบริหารงานแต่ไม่รวมค่า Administration ร้อยละ 38-65

## การผลิต

การผลิตงานชามเซรามิกมีขั้นตอนการผลิตที่สำคัญคล้ายกับกระเบื้องเซรามิก และเครื่องสุขภัณฑ์ดังที่ได้กล่าวไปแล้วแต่แตกต่างกันในเรื่องของรายละเอียด โดยรายละเอียดกรรมวิธีการผลิตงานชามเซรามิกได้แสดงไว้แผนภาพที่ 3

สำหรับการเผา นั้นจะต้องเผารวมกันหลายผลิตภัณฑ์ในเตาเผา 1 ตัว ซึ่งต้องมีการจัด pattern ตัวสินค้าเข้าเตาเพื่อเผา โดยจะต้องให้ขนาดของเนื้อดินแต่ละตัวผลิต

ภัณฑ์มีขนาดใกล้เคียงกัน เพราะถ้าขนาดต่างกันแล้วจะสูกไม่พร้อมกัน การเผาหลายผลิตภัณฑ์รวมกันนี้จะช่วยประหยัดต้นทุนพลังงานเผาเผาแต่ละเตามีเงื่อนไขในการเผาที่แตกต่างกัน ซึ่งต้องอาศัยบุคลากรที่มีความชำนาญ ดังนั้นจุดสำคัญของการผลิตงานเซรามิกจึงขึ้นอยู่กับการจัด pattern ผลิตภัณฑ์สำหรับเผา นอกจากนี้ยังต้องมีการควบคุมความชื้นของวัตถุดิบ

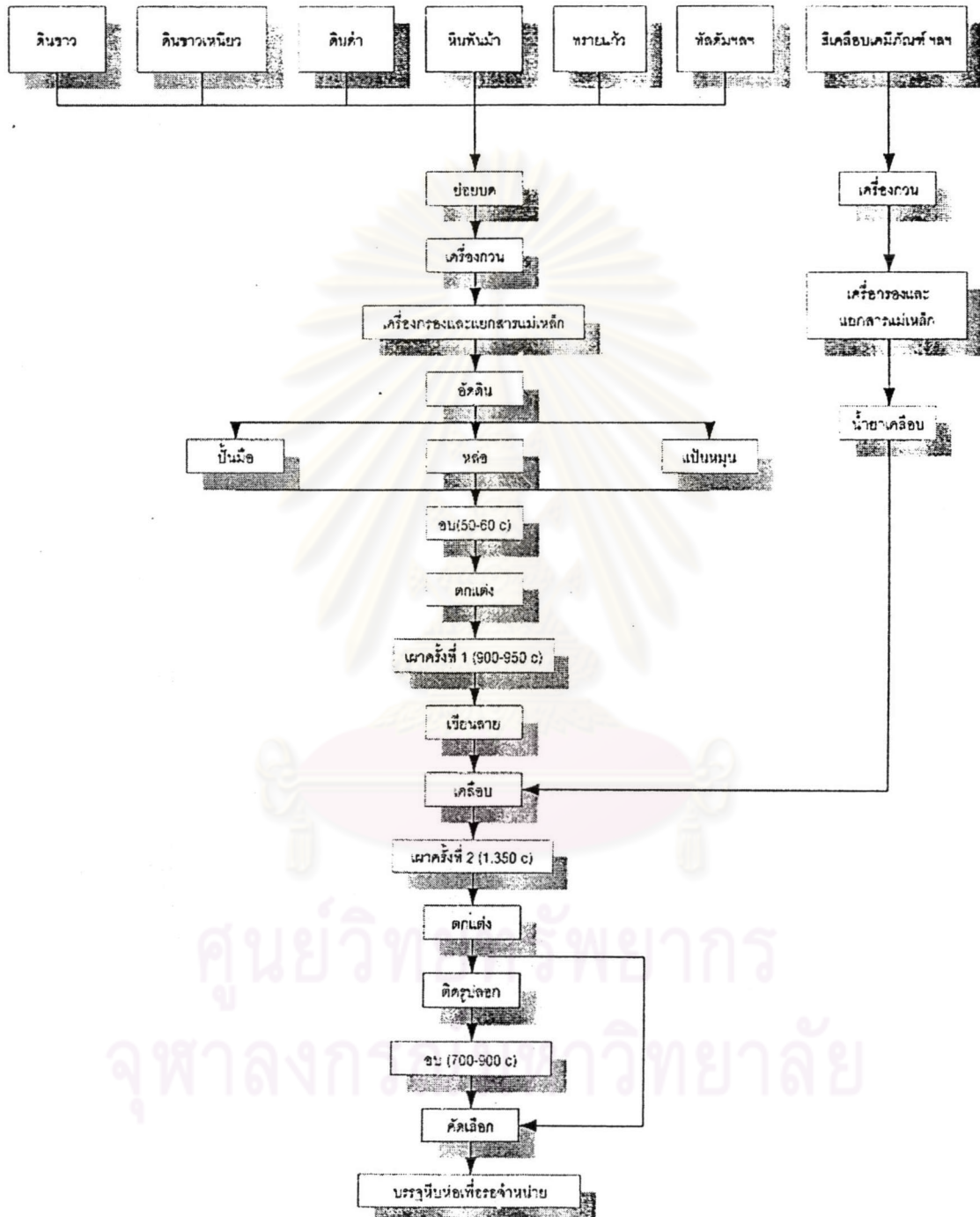
#### การออกแบบ

การออกแบบในอุตสาหกรรมถ้วยจานเซรามิก ส่วนใหญ่เป็นการออกแบบรูปลอกสำหรับติดงาน ซึ่งจะต้องออกแบบให้ติดตลาด แต่การออกแบบที่จะประสบความสำเร็จได้เช่นนี้ เป็นเรื่องค่อนข้างยากบางลายที่ออกแบบได้ดีจะสามารถขายในตลาดได้นานนับ 10 ปี เนื่องจากงานเซรามิกจัดเป็นสินค้าแฟชั่นที่ต้องการออกแบบลวดลายที่ใหม่อยู่เสมอ นอกจากนี้การออกแบบผลิตภัณฑ์ยังต้องคำนึงถึงการใช้งาน และจะต้องใช้เทคโนโลยีเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย แบบหนึ่งแบบจะมีผลิตภัณฑ์ประมาณ 90 รายการเช่น ช้อน ส้อม ตะเกียบ จาน ชาม และโถ เป็นต้น ระยะเวลาในการออกแบบโดยเฉลี่ยประมาณ 90 วัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



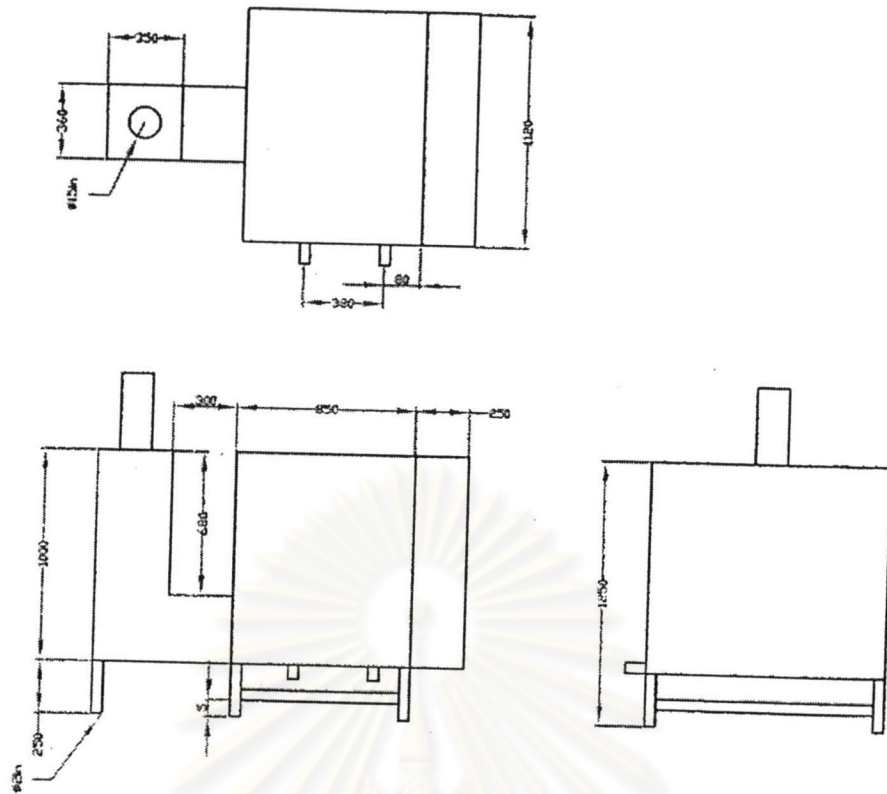
รูปที่ 2.2  
กรรมวิธีการผลิตด้วยงานชามเซรามิค



## 2.2 เตาเผาเซรามิค

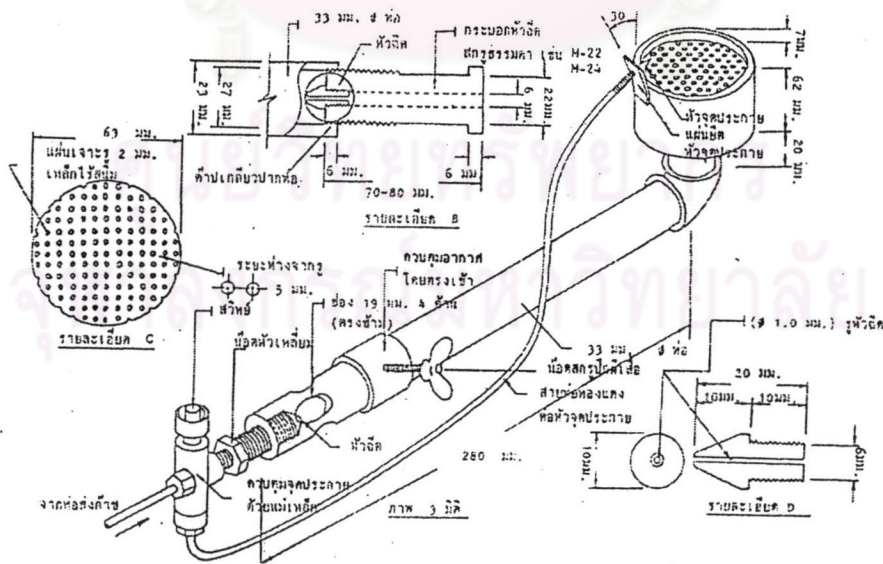
เตาเผาเซรามิคเป็นอุปกรณ์ที่จำเป็นที่สุดในการผลิตเซรามิค เนื่องจากภาชนะที่ทำจากเซรามิคส่วนมากต้องมีคุณสมบัติที่สามารถกักเก็บน้ำหรือบรรจุน้ำได้ไม่รั่ว ซึ่งผลิตภัณฑ์เซรามิคที่จะเป็นเช่นนั้น ต้องผ่านกระบวนการทางความร้อนเพื่อให้น้ำในเนื้อวัตถุดิบที่ใช้ทำผลิตภัณฑ์เซรามิคเกิดการระเหยตัวจนหมด และกระบวนการทางความร้อนนี้จะทำให้อนุภาคภายในวัตถุดิบจับตัวกันแน่น และเกิดความแข็งแรงไม่แตกร้าวได้ง่าย ซึ่งต้องอาศัยความร้อนตั้งแต่  $1100^{\circ}\text{C}$  ขึ้นไป ดังนั้นการเผาเซรามิคจึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งในการผลิตและทำให้เตาเซรามิคมีบทบาทที่สำคัญในกระบวนการผลิตเซรามิค

เตาเผาเซรามิคในปัจจุบันสามารถแบ่งออกได้ตามลักษณะของวัสดุที่ใช้ทำฉนวนภายในเตาเผา ชนิดแรกคือเตาเผาเซรามิคแบบที่ใช้อิฐทนไฟเป็นฉนวน เตาชนิดนี้ใช้กันมาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน แต่มีการใช้พลังงานมาก เนื่องจากอิฐทนไฟเป็นอิฐที่มีมวลเบาทำให้ดูดซับความร้อนไว้ได้มากและเป็นฉนวนกันความร้อนที่มีประสิทธิภาพไม่ค่อยดีนัก ทำให้เวลาเผาผลิตภัณฑ์จะต้องใช้เชื้อเพลิงเป็นจำนวนมากและมีพลังงานที่สูญเสียจากความร้อนที่สะสมภายในเตาสูง อีกทั้งการควบคุมไฟยังสามารถกระทำได้ยาก เนื่องจากการกระจายตัวของความร้อนภายในเตาไม่ดี แบบที่สองเป็นแบบที่ใช้ในการศึกษาและวิจัยในหัวข้อวิทยานิพนธ์นี้ คือเตาเผาแบบที่ใช้ฉนวนไฟเบอร์ทนความร้อน เตาเผาชนิดนี้เพิ่งจะเริ่มนิยมใช้กันในประเทศไทยไม่ถึง 2 ปี ที่ผ่านมาแต่ในต่างประเทศมีใช้กันมานานแล้ว ลักษณะของเตาเผาจะเป็นรูปทรงลูกบาศก์ ภายในเตาบุด้วยไฟเบอร์ทนความร้อนมีลักษณะเป็นบล็อกที่นำเข้ามาจากต่างประเทศตัวโครงสร้างของเตาเป็นโครงเหล็ก บริเวณพื้นด้านล่างของเตาเผาทำด้วยอิฐทนไฟ ประตูเตาเปิดกว้างได้ 150 องศา ปล่องควันอยู่ด้านหลังของเตาทำด้วยอิฐทนไฟและมี Damper ที่เปิดปิดได้ทำหน้าที่ควบคุมเตาให้เกิดบรรยากาศตามที่ต้องการ สำหรับฉนวนไฟเบอร์นั้นมีน้ำหนักเบาดูดซับความร้อนได้น้อยเมื่อเทียบกับอิฐทนไฟ ทำให้การเผาในแต่ละครั้งใช้เชื้อเพลิงน้อยลงเมื่อเทียบกับเตาเผาเซรามิคแบบอิฐทนไฟ และทำให้มลภาวะอันเกิดจากก๊าซเสียลดลงด้วย รายละเอียดของเตาเผาดังแสดงในรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 รายละเอียดและส่วนประกอบของเตาเผาเซรามิกที่ใช้ในการศึกษา

หัวฉีดที่ใช้ในเตาเผาเซรามิกที่มีไฟเบอร์เป็นฉนวนมีลักษณะคล้ายกับหัวฉีดของเตาแก๊สที่ใช้หุงต้มในบ้านเรือนทั่วไป โดยหัวฉีดจะฉีดก๊าซ LPG เข้าไปและอากาศจะวิ่งตามผ่านทางตัวปรับแต่งอากาศเข้าหัวฉีด อากาศที่ป้อนเข้าหัวฉีดจะเป็นอากาศที่ป้อนเข้าโดยธรรมชาติหรือ Natural Draft มีกำลังการเผาไหม้ 12 kWh ที่ความดัน 1 บรรยากาศ ดังแสดงในรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 รายละเอียดและส่วนประกอบของหัวฉีดที่ใช้ในเตาเผาเซรามิก