

ลักษณะทั่วไปของการประกอบธุรกิจเซรามิก

การศึกษาเปรียบเทียบต้นทุนและผลตอบแทนจากการลงทุนระหว่างเตาเผาเซรามิก แบบ อุโมงค์และเตาเผาเซรามิกแบบ โรตเตอร์ของอุตสาหกรรมผลิตเซรามิกในจังหวัดลำปาง การเก็บ ข้อมูลได้มาจากการค้นคว้าและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการผลิตเซรามิก โดยการสัมภาษณ์ ผู้ประกอบการเซรามิกในจังหวัดลำปาง และการค้นคว้าจากสื่อสิ่งพิมพ์ เอกสาร รายงาน ข้อมูลการ วิจัยที่เกี่ยวข้อง ข้อมูลออนไลน์ ประกอบด้วย

1. ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับการผลิตเซรามิก
2. ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับเตาอุโมงค์และเตาโรตเตอร์

ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับการผลิตเซรามิก

1. ประวัติความเป็นมาของเซรามิก

การผลิตเครื่องปั้นดินเผาเริ่มต้นมาจากการที่มนุษย์ในสมัยโบราณค้นพบคุณสมบัติพิเศษ ของดินเหนียวซึ่งมีความเหนียว (Plasticity) มากกว่าวัสดุอื่น ๆ ทำให้สามารถนำมาปั้นให้เป็น ภาชนะรูปทรงต่าง ๆ ตามที่ต้องการได้ และเมื่อทิ้งไว้ให้แห้งก็สามารถนำเอาภาชนะเหล่านั้นมาใช้ ในการเก็บผลิตผลทางการเกษตรและใช้ในการเก็บกักน้ำ สำหรับการนำเอาผลิตภัณฑ์ที่ทำจากดิน ปั้นมาเผาขึ้นาคาดว่าเป็นวิธีการที่เกิดขึ้นมาจากการค้นพบ โดยบังเอิญว่าผลิตภัณฑ์ที่ทำจากดิน ปั้นที่หันหน้าเข้าหากองไฟจะมีความแข็งแรงและมีความคงทนมากกว่าด้านที่ไม่ถูกความร้อน ตั้งแต่นั้นมามนุษย์ในสมัยโบราณจึงทำการผลิตเครื่องปั้นดินเผาโดยการใช้ดินเหนียวที่มีอยู่ในแต่ละ ท้องที่ปั้นเป็นรูปทรงตามความต้องการใช้งานและเผาขึ้นงานเพื่อให้เกิดความคงทน แข็งแรงจะช่วย ให้อากาศรอบ ๆ ภาชนะที่เก็บน้ำมีอุณหภูมิที่ต่ำกว่าอากาศภายนอก ซึ่งเป็นผลมาจากการที่น้ำเกิด การระเหยอย่างช้า ๆ ออกทางผิวด้านนอกของภาชนะ และภายหลังมีการพัฒนาทำเป็นอิฐและ กระเบื้องมุงหลังคาในช่วงยุคเริ่มต้นคริสต์ศตวรรษ

เครื่องปั้นดินเผาถูกค้นพบมานานกว่า 10,000 ปี ก่อนคริสตกาล โดยมีหลักฐานทาง โบราณคดีที่ถูกขุดค้นพบในหลายสถานที่ตามแหล่งอารยธรรมต่าง ๆ ของโลก เช่น เขตตะวันออก กลางในแถบลุ่มแม่น้ำไทกริส (Tigris) และแม่น้ำยูเฟรติส (Euphrates) ในช่วงประมาณ 8,000 ปี ก่อนคริสตกาลซึ่งเป็นแหล่งอารยธรรมแหล่งใหญ่ นิยมทำผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาสำหรับใช้เป็น ภาชนะในการเก็บกักน้ำและใช้ในการเก็บผลิตผลทางการเกษตร เครื่องปั้นดินเผาที่ทำขึ้นจะเป็น

ผลิตภัณฑ์ที่เผาที่อุณหภูมิต่ำประมาณ 600 องศาเซลเซียส มีเนื้อดินหยาบและมีสีแดงภายหลังการเผา จากนั้นได้มีการพัฒนาส่วนผสมของดิน กระบวนการขึ้นรูปและการเผาด้วยอุณหภูมิที่สูงขึ้น หลังจากนั้นจึงพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เซรามิกชนิดเอิร์ธเธนแวร์ (Earthenware) สโตนแวร์ (Stoneware) และพอร์ซเลน (Porcelain) นอกจากนี้ยังมีการขยายตัวไปยังประเทศในเขตยุโรป โรมัน อียิปต์ โดยผ่านช่องทางการค้าและการรุกรานเข้าไปปกครองประเทศอื่น ๆ (ข้อมูลออนไลน์ <http://www.mtec.or.th/special/cdm/articles/articles.html>)

ในประเทศอินเดีย ซึ่งนิยมทำรูปปั้นคนและสัตว์เนื้อเทอราคอตต้า (เนื้อดินมีสีแดงอิฐ) โดยมีรูปแบบมาจากความเชื่อทางศาสนาในช่วงประมาณ 6,000 ปีก่อนคริสตกาล หลังจากนั้น จึงมีการพัฒนาการมาใช้เป็นหมุน้ำในการขึ้นรูปเมื่อประมาณ 3,000 ปีก่อนคริสตกาล โดยมีการพัฒนาสีที่ใช้สำหรับเคลือบผิวของผลิตภัณฑ์เป็นสีต่าง ๆ เช่น สีแดง สีเทา สีแดงดำ และสีดำ

ในประเทศจีน ซึ่งเป็นประเทศที่มีประวัติศาสตร์ยาวนานในการทำ เครื่องปั้นดินเผาและเซรามิกเนื้อพอร์ซเลน โดยถือว่าประเทศจีนเป็นจุดกำเนิดของพอร์ซเลนที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน จนมีการนำเอาคำว่า “China” มาใช้ในการเรียกผลิตภัณฑ์เซรามิกที่มีเนื้อขาวและบาง ที่เรียกว่า โบนไชน่า (Bone China) นอกจากนี้ ยังมีหลักฐานของการขุดพบเครื่องปั้นดินเผาโบราณที่สร้างขึ้นเมื่อประมาณ 8,000 ปีก่อนคริสตกาลที่เมืองเหอหนาน (Henan) และเหอเป่ย์ (Hebei) อีกด้วย ผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาของจีนส่วนใหญ่จะเป็นงานปั้นและงานหล่อ ซึ่งมีทั้งที่เป็นเนื้อดินสีขาว สีแดง และสีอื่น ๆ มีการพัฒนาสูตรเคลือบให้เป็นสีต่างๆ หลากหลาย เช่น สีฟ้าและเหลืองได้ตั้งแต่ประมาณ 1,000 – 2,000 ปี ก่อนคริสตกาล ในสมัยราชวงศ์ถัง ราชวงศ์ซ่งและราชวงศ์ชิงถือว่าเป็นยุคทองของประเทศจีนที่มีการพัฒนาการผลิตเครื่องเคลือบดินเผาเนื้อพอร์ซเลนกันอย่างแพร่หลายและมีการส่งออกสินค้าไปขายยังทั่วโลกตามเส้นทางสายไหมและเส้นทางเดินเรือที่มีอยู่ในขณะนั้น

2. การแบ่งประเภทของอุตสาหกรรมเซรามิก

อุตสาหกรรมเซรามิกสามารถแบ่งออกเป็นกลุ่มใหญ่ ๆ ตามประเภทของการใช้งาน ได้แก่

1. เครื่องใช้บนโต๊ะอาหาร (Tableware) ได้แก่ ถ้วย จาน ชาม กาน้ำชา ฯลฯ
2. เครื่องสุขภัณฑ์ (Sanitaryware) ได้แก่ อ่างล้างหน้า อ่างอาบน้ำ โถสุขภัณฑ์ ฯลฯ
3. กระเบื้อง (Tile) ได้แก่ กระเบื้องปูพื้น กระเบื้องบุผนัง และกระเบื้องมุงหลังคา ฯลฯ
4. ลูกถ้วยไฟฟ้าและวัสดุฉนวนไฟฟ้า (Insulator) ได้แก่ อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับปลั๊กไฟ

ลูกถ้วยไฟฟ้า ฯลฯ

5. ของขวัญและของชำร่วย (Giftware) ได้แก่ ตุ๊กตาเซรามิก เครื่องประดับตกแต่งบ้าน ฯลฯ

นอกจากนี้ผลิตภัณฑ์เซรามิก โดยเฉพาะเครื่องใช้บนโต๊ะอาหารและของขวัญและของชำร่วยยังสามารถแบ่งออกเป็นกลุ่มใหญ่ ๆ ตามประเภทของเนื้อดินของผลิตภัณฑ์ ได้แก่

เครื่องปั้นดินเผา (Pottery) เป็นผลิตภัณฑ์เซรามิกที่ทำจากดินเหนียวเนื้อหยาบ ใช้เทคนิคการผลิตแบบง่าย ๆ ไม่ซับซ้อน เเผาที่อุณหภูมิ 600 – 800 องศาเซลเซียส หลังเผาจะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีสีแดง น้ำตาลและอาจจะมีการเคลือบผิวที่ผลิตภัณฑ์ด้วยเคลือบใส เนื้อดินที่ผ่านการเผาแล้วจะมีการดูดซึมน้ำที่สูงมากกว่าร้อยละ 20 เนื่องจากเนื้อดินมีความพรุนตัวสูง

ผลิตภัณฑ์เอิร์ธแวร์ (Earthenware) เป็นผลิตภัณฑ์ที่ทำจากดินเหนียวเนื้อละเอียดมากกว่าเครื่องปั้นดินเผา มีการผสมเนื้อดินประเภทอื่นเข้าไปเพื่อทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีที่หลากหลาย ตั้งแต่สีขาว สีขาวแบบงาช้าง จนถึงสีน้ำตาลครีม และสีเทา เเผาที่อุณหภูมิ 1,000–1,200 องศาเซลเซียส ผลิตภัณฑ์อาจมีการเคลือบหรือไม่เคลือบก็ได้ โดยอาจใช้การเคลือบแบบเคลือบสีหรือเคลือบใส เนื้อดินที่ผ่านการเผาแล้วจะมีการดูดซึมน้ำที่สูงกว่าร้อยละ 10

ผลิตภัณฑ์สโตนแวร์ (Stoneware) เป็นผลิตภัณฑ์ที่ทำจากดินเหนียวผสมกับเนื้อดินประเภทอื่นเข้าไปเพื่อทำให้ผลิตภัณฑ์ที่มีสีหลากหลาย เเผาที่อุณหภูมิ 1,200–1,300 องศาเซลเซียส ผลิตภัณฑ์อาจมีการเคลือบหรือไม่เคลือบก็ได้ โดยอาจใช้การเคลือบแบบเคลือบสีหรือเคลือบใส เนื้อดินที่ผ่านการเผาแล้วจะมีการดูดซึมน้ำที่สูงกว่าร้อยละ 5

ผลิตภัณฑ์พอร์ซเลน (Porcelain) เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีสีขาว มีคุณสมบัติโปร่งแสง มีชื่อเรียกอีกอย่างว่า “Hard Paste Porcelain” เป็นเนื้อดินที่มีส่วนผสมของวัสดุทนไฟ (Refractory) สูงมากกว่าผลิตภัณฑ์ประเภทอื่น เเผาที่อุณหภูมิ 1,400 องศาเซลเซียสในบรรยากาศแบบรีดักชัน (Reduction) นิยมเคลือบใสหรือไม่เคลือบเลยเพราะต้องการที่จะโชว์เนื้อดินที่มีสีขาวและมีคุณสมบัติโปร่งแสง เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีราคาแพงที่สุด เนื้อดินที่ผ่านการเผาแล้วจะมีการดูดซึมน้ำที่น้อยกว่าร้อยละ 1

ผลิตภัณฑ์โบนไชน่า (Bone China) เป็นผลิตภัณฑ์พอร์ซเลนประเภทหนึ่ง ซึ่งบางครั้งก็เรียกว่า “Soft Paste Porcelain” เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีการเติมส่วนผสมของผงกระดูกลงไปด้วย ทำให้เนื้อดินมีคุณสมบัติที่ไม่มีความเหนียวมากเหมือนผลิตภัณฑ์ประเภทอื่น นำมาทำการขึ้นรูปให้มีตัวผลิตภัณฑ์ที่มีความบาง เเผาที่อุณหภูมิ 1,300 องศาเซลเซียส นิยมเคลือบใสหรือไม่เคลือบเลยเพราะต้องการที่จะโชว์เนื้อดินที่มีสีขาวและมีคุณสมบัติโปร่งแสงเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีราคาแพงที่สุด เนื้อดินที่ผ่านการเผาแล้วจะมีการดูดซึมน้ำที่น้อยกว่าร้อยละ 0.2

วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตเซรามิก

วัตถุดิบที่ใช้ในอุตสาหกรรมเซรามิก สามารถแบ่งกลุ่มอย่างกว้างๆ ได้ดังนี้คือ วัตถุดิบประเภทดินและวัตถุดิบประเภทที่ไม่มีคามเหนียว (Non-plastic Materials) ซึ่งวัตถุดิบทั้งสองกลุ่มดังกล่าวอาจจะจำแนกออกเป็นกลุ่มย่อยได้อีก สำหรับในอุตสาหกรรมการผลิตผลิตภัณฑ์ Whiteware จะแบ่งกลุ่มของวัตถุดิบที่ใช้ออกเป็น 3 กลุ่มหลักๆ ได้แก่

วัตถุดิบประเภทดิน (Clays): เป็นตัวให้ความเหนียวและช่วยให้สามารถขึ้นรูปเนื้อดินได้ง่าย และช่วยทำให้เนื้อดินมีความแข็งแรงเพียงพอหลังการเผาซึ่งทำให้สามารถหยิบจับชิ้นงานในขั้นตอนการขึ้นรูปและการเผาได้ ซึ่ง ได้แก่ ดินขาว (China Clays) และดินเหนียว (Ball Clays)

วัตถุดิบประเภทตัวช่วยหลอม (Fluxes): เป็นแร่ที่ประกอบด้วยอัลคาไลหรืออัลคาไลเอิร์ทซึ่งจะหลอมตัวระหว่างเผาและทำปฏิกิริยากับสารประกอบตัวอื่นๆ เพื่อฟอร์มตัวเป็นแก้วซึ่งจะทำหน้าที่เสริมสร้างความแข็งแรงกับชิ้นงานหลังเผา ดังนั้น สารประกอบฟลักซ์จะเป็นตัวช่วยลดอุณหภูมิที่ใช้ในการเผาชิ้นงานลง

วัตถุดิบประเภทตัวเติม (Fillers): โดยทั่วไปแล้วทรายแก้ว (Silica) ที่ใช้ในส่วนผสมของเนื้อดิน Whiteware จะทำหน้าที่หลักในการควบคุมค่าการขยายตัวเนื่องจากความร้อนของเนื้อดินหลังการเผา

นอกจากวัตถุดิบใน 3 กลุ่มหลักข้างต้นแล้วปูนปลาสเตอร์ หรือ Plaster of Paris รวมทั้งเคลือบและสีต่างๆ ก็จัดว่าเป็นวัตถุดิบที่ใช้ในกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์เซรามิกด้วยเช่นกัน(ข้อมูลออนไลน์ <http://www.mtec.or.th/th/special/cdm/articles/articles.html>)

3. ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับการผลิตเซรามิกของผู้ประกอบการในจังหวัดลำปาง

การค้นพบแหล่งดินขาว

ที่มาของเครื่องปั้นดินเผาในจังหวัดลำปางนั้น ได้เริ่มจากการพบและสังเกตเห็นหินที่ใช้ลับมีดของชาวบ้าน อำเภอแจ้ห่ม ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของแร่ดินขาว โดยนายชิมหุย แซ่ฉิน (โรงงานธนบดีสกุลในปัจจุบัน) ชาวจีนเมืองไท่ปู้ (ชาวฮกเกี้ยน) อันเป็นเมืองที่มีชื่อเสียงทางการผลิตถ้วยชาม หลังจากนั้น นายชิมหุย ได้ชวนเพื่อนซึ่งได้แก่ นายเซี่ยยะหุย แซ่อ้อ (โรงงานไทยมิตรในปัจจุบัน) และนายชิวกิม แซ่กว็อก (โรงงานกฤษณาเจริญในปัจจุบัน) นำจักรยานคู่ชีพออกค้นหาแหล่งดินขาวโดยมี นายทวี ผลเจริญ ให้การสนับสนุนด้านการเงินจนกระทั่งพบแหล่งดินขาวที่บ้านปางคำ อำเภอแจ้ห่ม ระหว่างภิไลเมตรที่ 26-27 ถนนลำปาง-แจ้ห่ม เมื่อราวปีพุทธศักราช 2498-2499

การเติบโตของเซรามิกลำปาง

ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2530 เป็นต้นมา อุตสาหกรรมเซรามิกในจังหวัด ลำปางก็เริ่มเติบโตขึ้นอย่างรวดเร็ว ประกอบกับเศรษฐกิจของประเทศ มีการเจริญเติบโตสูงมาก มีโรงงานเซรามิกจดทะเบียนเพิ่ม ขึ้นถึงปีละ 20 - 40 โรง มีการผลิตรูปแบบหลากหลายขึ้น ทั้งผลิตภัณฑ์ประเภท พอร์ซเลน สโตนแวร์ เอิร์ทเทิร์นแวร์ และโคโคไมท์ สินค้ามีทั้งประเภทถ้วยชามของประดับตกแต่งบ้าน ลูกกรงแก้ว ลูกถ้วยไฟฟ้า สุขภัณฑ์ และกระเบื้องเคลือบ มีการปรับปรุงเทคนิคการผลิตพร้อมทั้งใช้เครื่องมือเครื่องจักร ที่ทันสมัย เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต และขยายตลาดส่งออก ไปยังต่างประเทศ เมื่อตลาดเซรามิกมีการแข่งขันทางการค้ารุนแรงขึ้นทั้งตลาดในประเทศและตลาดต่างประเทศ กรมส่งเสริมอุตสาหกรรมจึงให้ความช่วยเหลือผ่านทาง ศูนย์พัฒนา อุตสาหกรรม เครื่องเคลือบดินเผา ภาคเหนือแล้ว ยังมีหน่วยงานต่าง ๆ ได้แก่ กรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ และสนับสุนนให้ออกงานแสดงสินค้า ในต่างประเทศ กรมวิทยาศาสตร์บริการให้ความช่วยเหลือในงานวิจัย พัฒนาอบรมสัมมนา หน่วยงาน JETRO ของญี่ปุ่น จัดส่งผู้เชี่ยวชาญมา ให้คำแนะนำด้านต่าง ๆ และให้ทุนไปดู งานที่ประเทศญี่ปุ่น ศูนย์อนุรักษ์พลังงานแห่งประเทศไทย ร่วมกับหน่วยงาน G.T.Z ของประเทศเยอรมนีให้เทคโนโลยีเกี่ยวกับการประหยัด พลังงาน และสร้างเตาเผาเซรามิกแบบใช้ไฟเบอร์ เป็นต้น

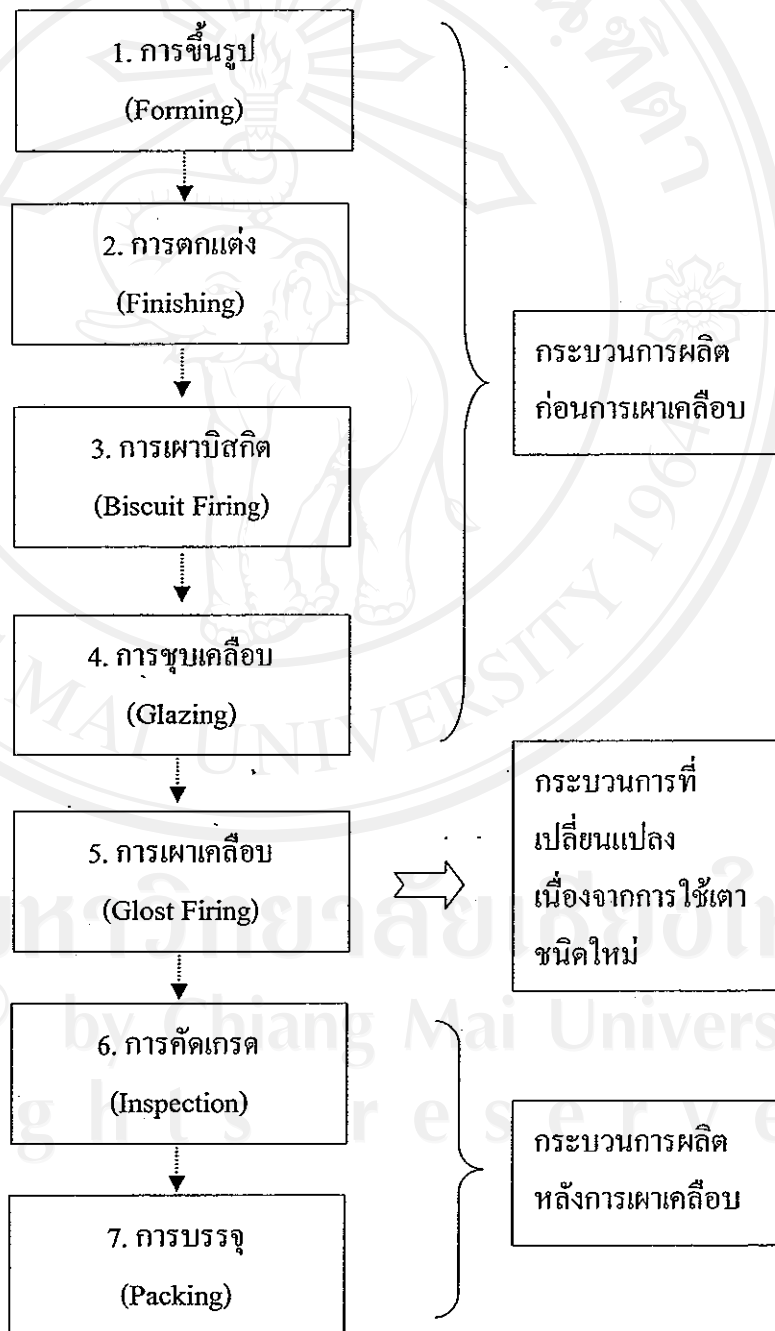
อุตสาหกรรมเซรามิกลำปางในปัจจุบัน

จากอดีตที่เคยใช้เตามังกรในการเผา เปลี่ยนมาเป็นเตาแก๊สแบบชุดเต็ล จนถึงเตาอุโมงค์และเตาโรลเลอร์ ซึ่งเป็นเตาเผาแบบต่อเนื่องในปริมาณมาก จากที่เคยปั้นด้วยมือ มาใช้เครื่องจักรจนถึงการใช้เครื่องปั้นอัตโนมัติ จากที่เคยผลิตถ้วยชามขายในประเทศ จนสามารถผลิตส่งออกได้ทั่วโลกปัจจุบันมีโรงงานเซรามิกในจังหวัดลำปางประมาณ 200 โรงงาน ในจำนวนนี้ครึ่งหนึ่งสามารถส่งออกได้ และยังมีโรงงานขนาดเล็กแบบครอบครัวอีกไม่ต่ำกว่า 100 โรงงาน มีการจ้างแรงงานรวมประมาณ 9,000 คน มีมูลค่าการผลิต มากกว่า 3,000 ล้านบาทต่อปี จังหวัดลำปางเป็นที่รู้จักทั่วไปว่าเป็นเมืองแห่งเซรามิกจากคำขวัญของจังหวัดที่ว่า "เครื่องปั้นดินเผา" มีการจัดงานเซรามิกแฟร์เป็นประจำทุกปี อันเป็นจุดท่องเที่ยวหนึ่งของจังหวัดที่ผู้คนให้ความสนใจเข้าชมและซื้อสินค้าเป็นจำนวนมากแม้จะมีเทคโนโลยีที่ทันสมัยขึ้น เตาเผาแบบโบราณก็ยังถูกอนุรักษ์และใช้งานได้มาถึงปัจจุบัน ซึ่งมีเหลืออยู่เพียง 4-5 โรงงานเท่านั้น หากจะนับรวมกันแล้วเซรามิกของจังหวัดลำปางมีประวัติสืบทอดกันมายาวนานร่วม 50 ปีมีการพัฒนาควบคู่ไปกับการพัฒนาประเทศ ซึ่งนับได้ว่าเป็นสินค้าเศรษฐกิจที่สำคัญอีกอย่างของประเทศไทยที่สามารถส่งเสริมอาชีพและรายได้ให้กับท้องถิ่นในลำปาง อย่างต่อเนื่องและต่อไปในอนาคต (ข้อมูลออนไลน์: <http://ceramiclampang.com>)

4. กระบวนการผลิตเซรามิกประเภทเครื่องใช้บนโต๊ะอาหาร

สำหรับอุตสาหกรรมเซรามิกที่ศึกษาในครั้งนี้อยู่ในกลุ่ม เครื่องใช้บนโต๊ะอาหาร (Tableware) ประเภทเอิร์ธเท็นแวร์ (Earthenware) และสโตนแวร์ (Stoneware) ซึ่งจะมีกระบวนการผลิตดังที่แสดงใน ผังที่ 4-1 แสดงกระบวนการผลิตเซรามิกประเภทเครื่องใช้บนโต๊ะอาหาร

ผังที่ 4-1 แสดงกระบวนการผลิตเซรามิกประเภทเครื่องใช้บนโต๊ะอาหาร



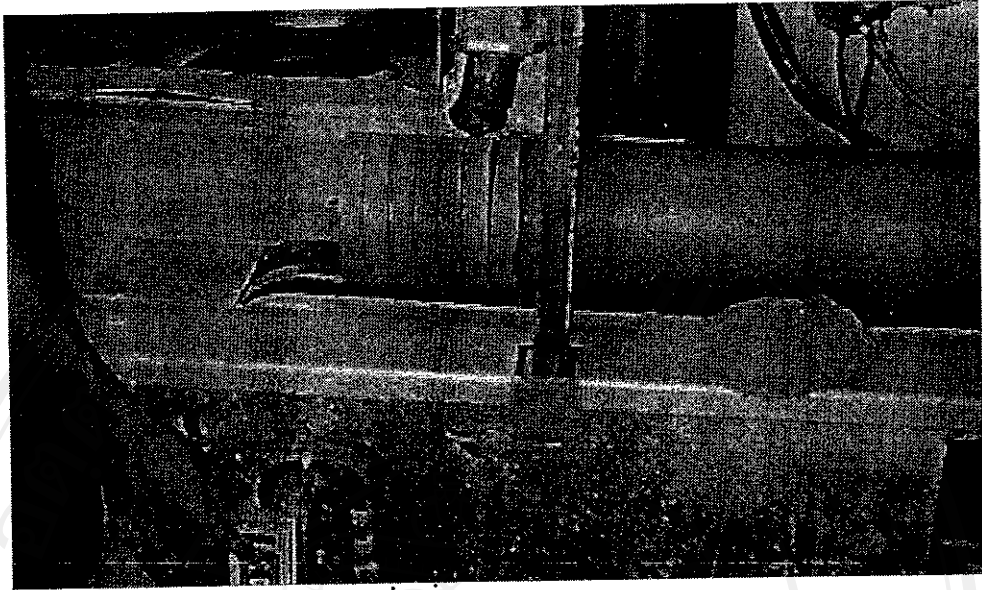
กระบวนการผลิตเซรามิกประเภทเครื่องใช้บนโต๊ะอาหารของผู้ประกอบการเซรามิกที่ทำการศึกษาเป็นเซรามิกประเภท เอิร์ธแวร์ (Earthenware) และสโตนแวร์ (Stoneware) โดยมีขั้นตอน การผลิต ดังนี้

1. กระบวนการขึ้นรูป กระบวนการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์เซรามิกตามที่ได้ศึกษามี 2 รูปแบบ คือ

1.1 การขึ้นรูปด้วยวิธีการปั้น เริ่มจากการเตรียมดินสำหรับงานปั้น โดยนำดินตำเร็จรูปที่มีลักษณะเป็นแผ่นนำมาเข้าเครื่องนวด ดังแสดงในรูปที่ 4-1 เพื่อให้ดินมีความเหนียวและไม่มีฟองอากาศโดยจะรีดให้มีขนาดตามที่ต้องการของผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด นำดินที่ผ่านการนวดมาตัดโดยเครื่องตัดดินดังแสดงในรูปที่ 4-2 ให้มีความหนาตามที่ต้องการ แล้วนำดินที่ตัดมาใส่เข้าเครื่องปั้นดังแสดงในรูปที่ 4-3 เครื่องจะปั้นออกมาเป็นผลิตภัณฑ์ตามรูปทรงของแม่พิมพ์ซึ่งเราจะเรียกผลิตภัณฑ์ในขั้นตอนนี้ว่า กรีนแวร์ (Green Ware) นำกรีนแวร์ เข้าตู้อบเพื่อทำให้แห้งพอสำหรับที่จะแกะได้ นำกรีนแวร์ ที่แกะออกมาจากพิมพ์เรียงเก็บไว้รอให้แห้งและเซ็ดตัวจนแข็งแรงพอที่จะนำไปตากแต่งตะเข็บและเก็บรายละเอียดที่มีค่าชนิดต่างๆ ในขั้นตอนต่อไป ดังแสดงในรูปที่ 4-4 และรูปที่ 4-5



รูปที่ 4-1 ตัวอย่างเครื่องนวดดิน



รูปที่ 4-2 ตัวอย่างการตัดดิน



รูปที่ 4-3 ตัวอย่างเครื่องป่น



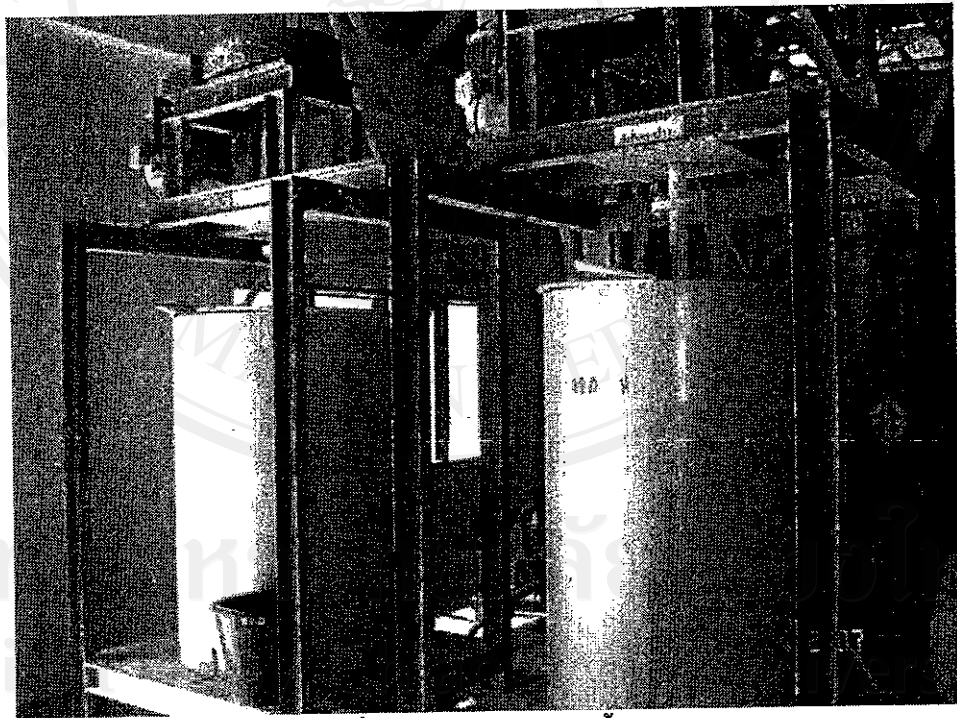
รูปที่ 4-4 ตัวอย่างการเรียงกรีนแวร์ประเภทจาน



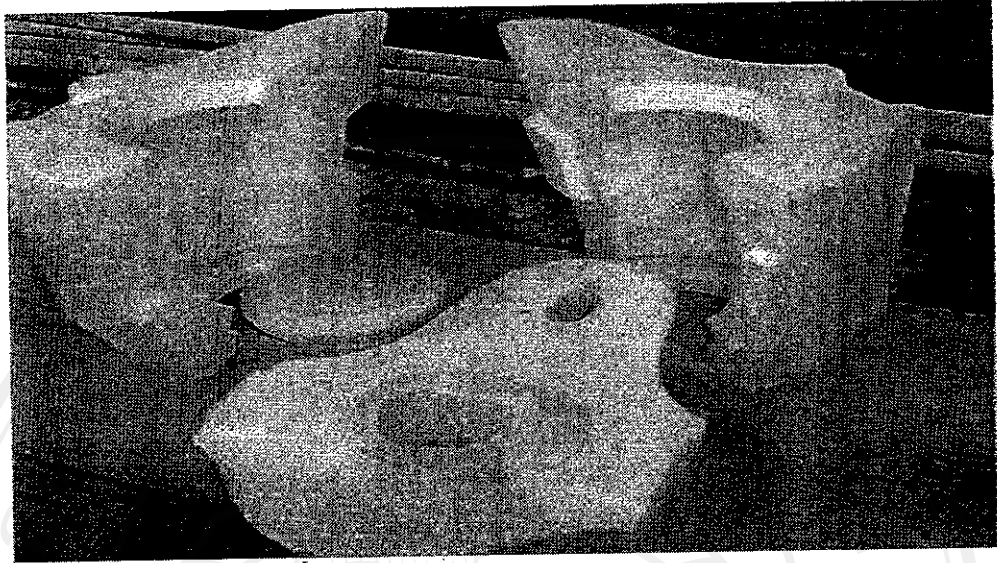
รูปที่ 4-5 ตัวอย่างการเรียงกรีนแวร์ประเภทแก้ว

1.2 การขึ้นรูปด้วยวิธีการหล่อ การขึ้นรูปด้วยวิธีนี้แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

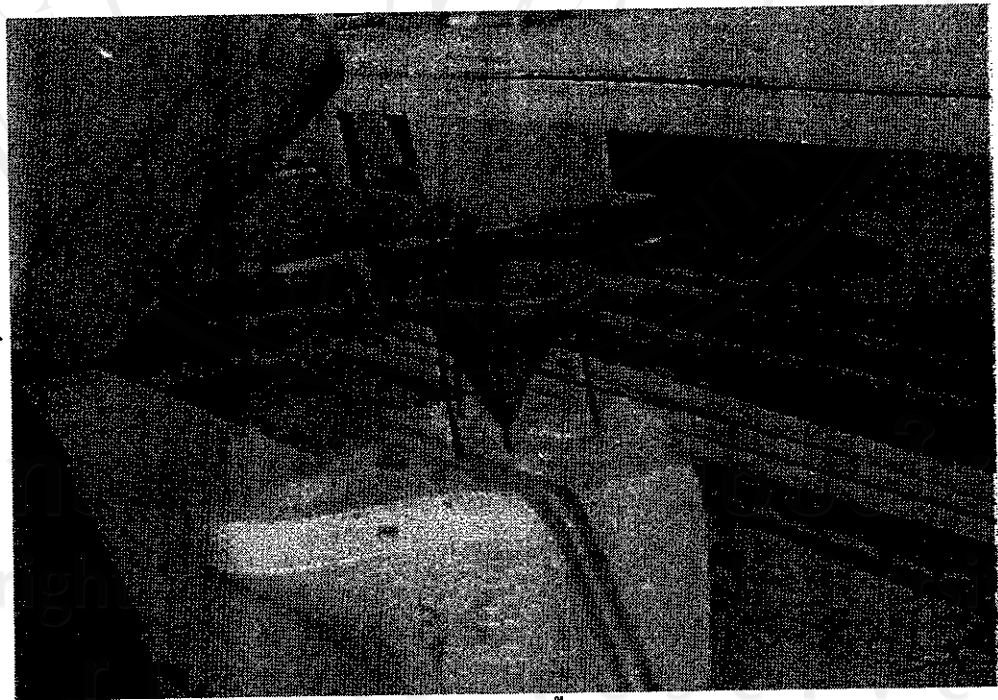
1.2.1 การขึ้นรูปด้วยวิธีการหล่อโปร่ง เริ่มจากนำดินสำเร็จรูปที่มีลักษณะเป็นแผ่นเค้ก (Cake) นำมาเข้าเครื่องปั้นน้ำดินดังแสดงในรูปที่ 4-6 เติมน้ำและสารช่วยการกระจายตัวที่กวนจนดินแตกตัวเป็นน้ำดินเหลวข้น ซึ่งจะต้องควบคุมคุณสมบัติของน้ำดินให้มีความเหมาะสมต่อการใช้งานตามมาตรฐานที่กำหนด หลังจากนั้นจะถายนํ้าดินเข้าสู่ถังกวนช้าเพื่อกวนไล่ฟองอากาศที่มีอยู่ในน้ำดินออกโดยใช้เวลาประมาณ 24 -48 ชั่วโมง จึงนำน้ำดินที่ได้มาเทลงบนพิมพ์ปูนพลาสติกที่เตรียมไว้ดังแสดงในรูปที่ 4-7 และรูปที่ 4-8 รอจนเนื้อดินมีความหนาตามที่ต้องการ และดินออกจากพิมพ์วางเรียงเรียงเก็บไว้รอให้แห้งและเซ็ดตัวจนแข็งแรงพอที่จะนำไปตกแต่งตะเข็บและเก็บรายละเอียดที่มีดำหนิต่างๆ ในขั้นตอนต่อไป



รูปที่ 4-6 ตัวอย่างถังกวนน้ำดิน



รูปที่ 4-7 ตัวอย่างพิมพ์สำหรับการหล่อโปร่ง

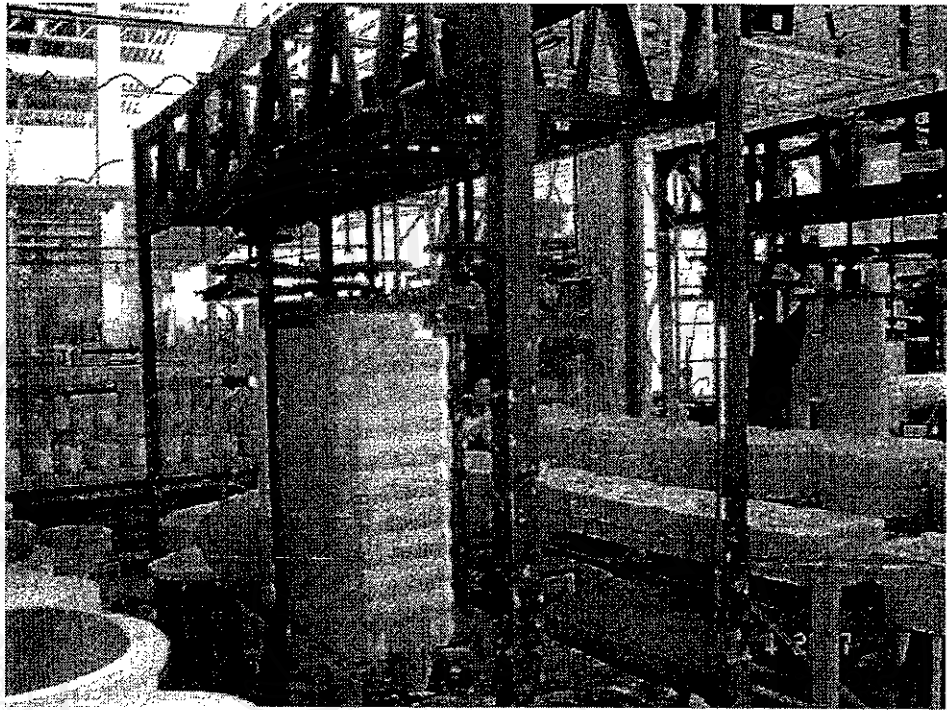


รูปที่ 4-8 ตัวอย่างการเทน้ำดินลงในพิมพ์

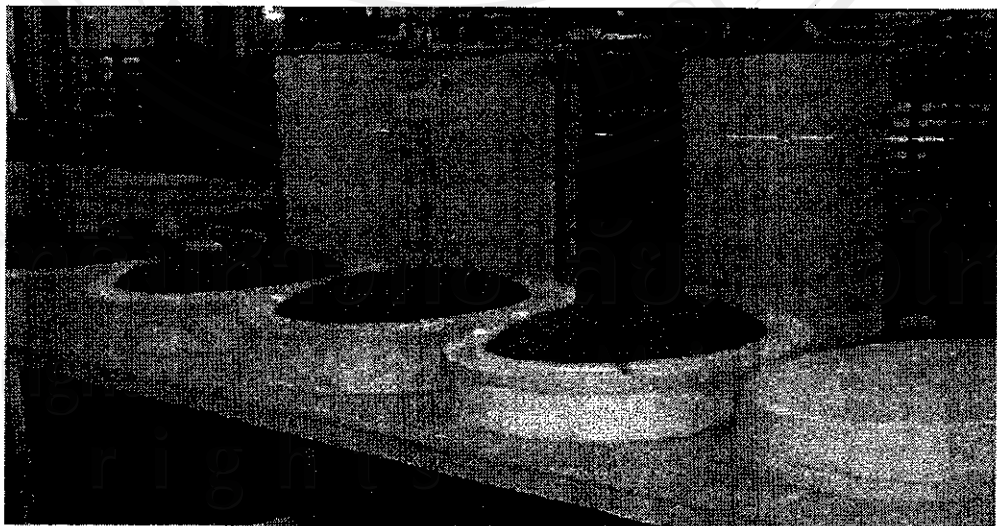
1.2.2 การขึ้นรูปด้วยวิธีการหล่ออัด เริ่มจากนำดินสำเร็จรูปที่มีลักษณะเป็นแผ่นเค้ก (Cake) นำมาเข้าเครื่องปั้นน้ำดิน โดยการเติมน้ำ และสารช่วยการกระจายตัว ดีควอนจนดินแตกตัวเป็นน้ำดินเหลวข้น ซึ่งจะต้องควบคุมคุณสมบัติของน้ำดินให้มีความเหมาะสมต่อการใช้งานตามมาตรฐานที่กำหนด หลังจากนั้นจะถายน้ำดินเข้าสู่ถังสูญญากาศดังแสดงในรูปที่ 4-9 เพื่อถอนไล่ฟองอากาศที่มีอยู่ในน้ำดินออกโดยใช้เวลาประมาณ 4-6 ชั่วโมง จึงปล่อยน้ำดินที่มีแรงดันสูง เข้าสู่แท่นหล่ออัดดังแสดงในรูปที่ 4-10 เรียงพิมพ์ปูนปลาสเตอร์เข้าแท่นหล่ออัดแล้วอัดน้ำดินจากถังสูญญากาศเข้าสู่พิมพ์ปูนปลาสเตอร์ รอน้ำดินอัดเข้าพิมพ์จนเต็มแล้วจึงแกะดินออกจากพิมพ์ดังแสดงในรูปที่ 4-11 วางเรียงเรียงเก็บไว้รอให้แห้งและเซ็ดตัวจนแข็งแรงพอที่จะนำไปตกแต่งตะเข็บและเก็บรายละเอียดที่มีดำหนิต่างๆ ในขั้นตอนต่อไป



รูปที่ 4-9 ตัวอย่างถังสูญญากาศ

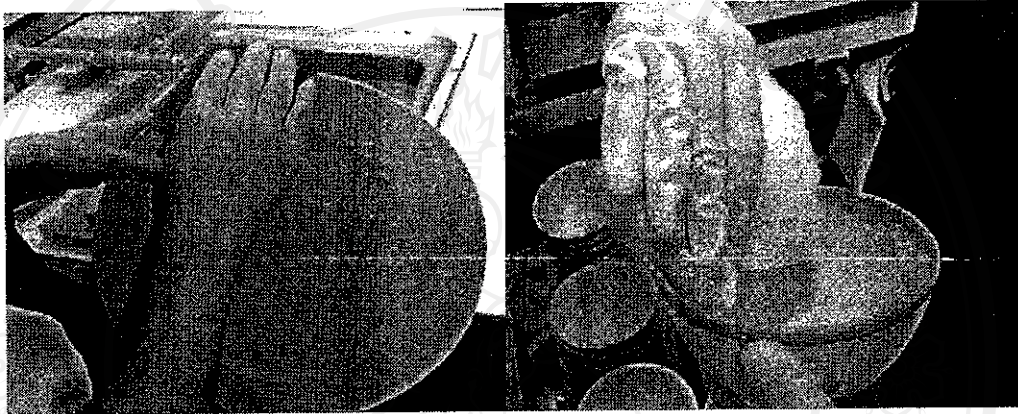


รูปที่ 4-10 ตัวอย่างแท่นหล่ออัด



รูปที่ 4-11 ตัวอย่างพิมพ์และผลิตภัณฑ์หล่ออัด

2. กระบวนการตกแต่งผลิตภัณฑ์ที่ได้จากขั้นตอนการขึ้นรูปด้วยวิธีการปั้นหรือหล่อที่เรียกว่า กรีนแวร์ (Green Ware) จะต้องถูกนำมาเก็บรายละเอียด เช่น ตะเข็บและรอยตำหนิต่างๆ ที่เกิดขึ้นในกระบวนการขึ้นรูปดังแสดงในรูปที่ 4-12

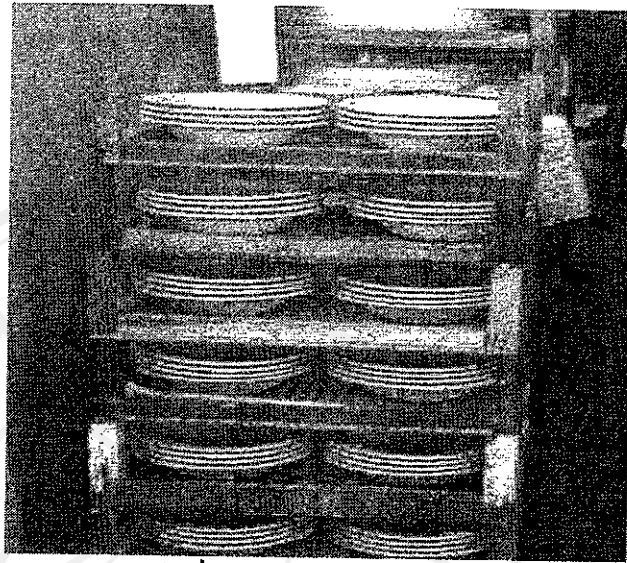


รูปที่ 4-12 ตัวอย่างการตกแต่งแวร์ดิน

3. กระบวนการเผาบิสกิต แวร์ดินที่ผ่านกระบวนการตกแต่งแล้วจะถูกนำมาบรรจุในเตาเผาโดยเผาที่อุณหภูมิประมาณ 700-1200 องศาเซลเซียส ซึ่งขึ้นอยู่กับเนื้อดินในแต่ละประเภท - เพื่อให้ผลิตภัณฑ์เกิดความแข็งแรงและมีความพรุนตัวสามารถนำไปชุบเคลือบได้ง่าย โดยไม่เกิดการแตกหักผลิตภัณฑ์ในขั้นตอนนี้จะเรียกว่า บิสกิตแวร์ (Biscuit Ware) ดังแสดงในรูปที่ 4-13 และรูปที่ 4-14



รูปที่ 4-13 ตัวอย่างการเรียงผลิตภัณฑ์เข้าเตาเผาบิสกิต



รูปที่ 4-14 ตัวอย่างบิสกิตแวย์

4. กระบวนการชุบเคลือบ บิสกิตแวย์ที่ได้จากกระบวนการเผาบิสกิตจะถูกนำมาชุบด้วยน้ำเคลือบ ซึ่งน้ำเคลือบจะมีคุณสมบัติที่สามารถยึดเกาะกับแวย์บิสกิตได้ดี เมื่อนำแวย์บิสกิตที่ผ่านการชุบเคลือบไปเผาเคลือบจะทำให้ผิวของผลิตภัณฑ์มีความมันวาว สีสันทัน ที่แตกต่างกันไป ซึ่งเกิดจากคุณสมบัติของน้ำเคลือบของแต่ละชนิดดังแสดงในรูปที่ 4-15



รูปที่ 4-15 ตัวอย่างการชุบเคลือบ

5. กระบวนการเผาเคลือบ เมื่อได้บิสกิตแวร์ที่ชุบเคลือบแล้ว จะนำมาเรียงเข้าเตาเพื่อทำการเผาที่อุณหภูมิประมาณ 1100-1300 องศาเซลเซียส ผลิตภัณฑ์ที่ได้หลังจากการเผาจะมีความแข็งแรง ผิวมันวาว มีสีมัน ตามคุณสมบัติของน้ำเคลือบที่ใช้ชุบในกระบวนการชุบเคลือบ ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากขั้นตอนนี้จะเรียกว่า แวร์สำเร็จรูป (Gloss Ware) ดังแสดงในรูปที่ 4-16 รูปที่ 4-17 และรูปที่ 4-18

6. กระบวนการคัดเกรด แวร์ที่ผ่านการเผาเคลือบที่เรียกว่าแวร์สำเร็จรูป จะต้องนำมาคัดเกรดเพื่อแยกออกเป็นผลิตภัณฑ์เกรดเอ เกรดบี เกรดซ่อม หรือของเสีย ซึ่งผลิตภัณฑ์เกรดเอจะมีราคาสูง กว่าเกรดบี ส่วนผลิตภัณฑ์เกรดซ่อมจะถูกนำไปซ่อมคำหนิ และผ่านกระบวนการเผาเคลือบอีกครั้งหนึ่ง

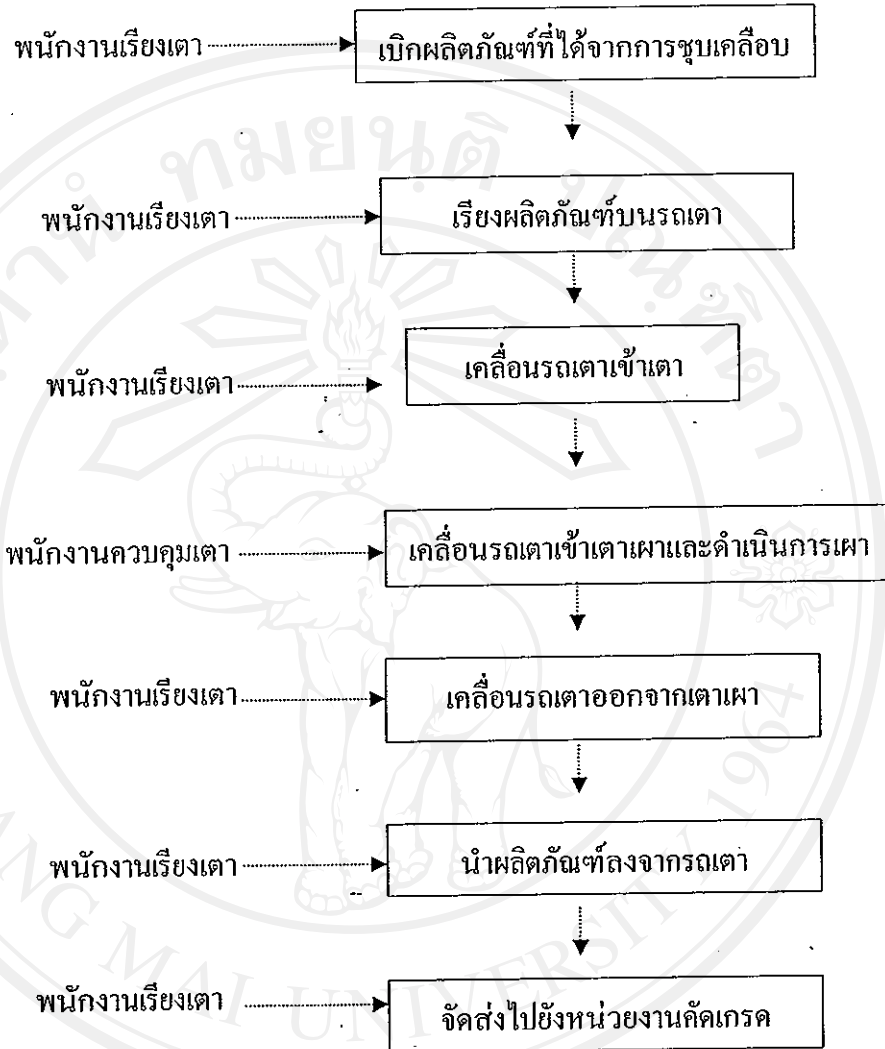
7. กระบวนการบรรจุ ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปเกรดเอ และเกรดบี จะนำไปบรรจุลงกล่องหรือบรรจุภัณฑ์แบบอื่นๆ ตามที่ลูกค้าต้องการ เพื่อรอการส่งมอบให้แก่ลูกค้า

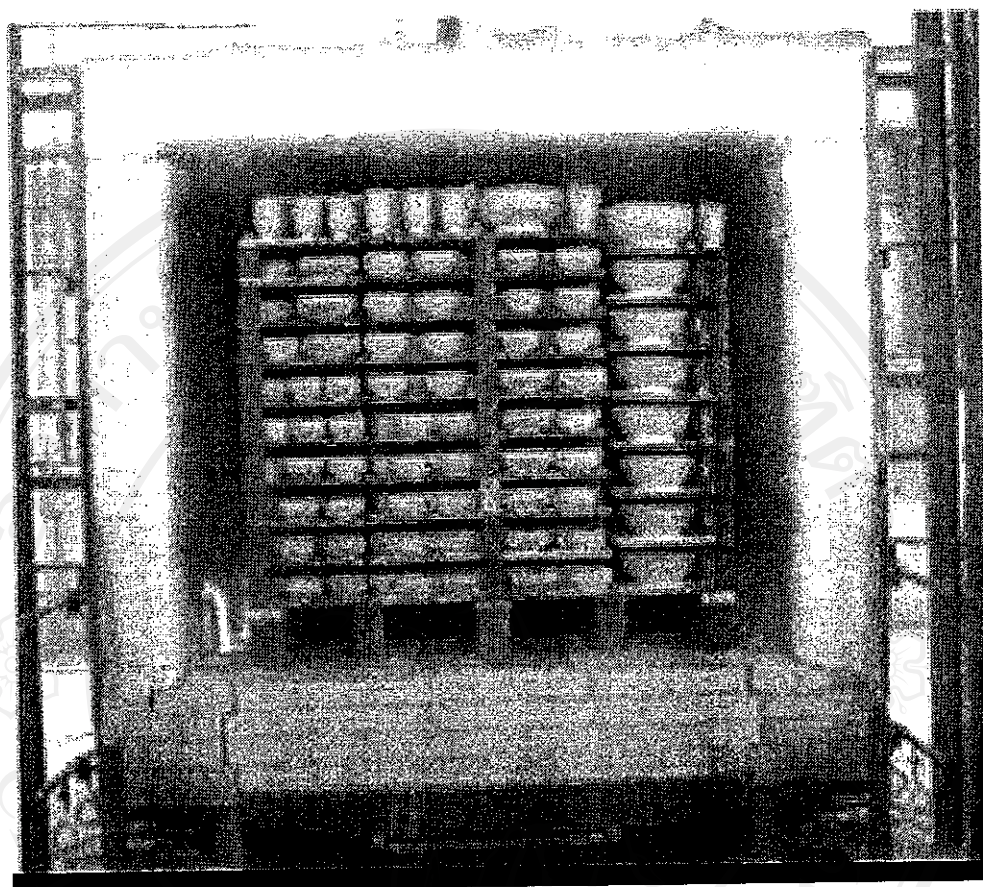
ลักษณะของเตาเผาเซรามิกสำหรับการเผาเคลือบ

เนื่องจากโครงการลงทุนเปลี่ยนจากเตาชนิดเตล ไปเป็นเตาอุโมงค์หรือเตาโรลเลอร์มีกระบวนการที่แตกต่างออกไปเฉพาะในขั้นตอนที่ 5 คือกระบวนการเผาเคลือบจึงขออธิบายเพิ่มเติมในรายละเอียดของแต่ละแบบดังนี้

เตาเผาเซรามิกแบบชัตเติล (Shuttle Kiln) คือเตาเผาแบบชั่วคราว (Intermittent Kiln) ซึ่งได้มีการพัฒนารูปแบบจากเตาแบบโบราณ เช่น เตาทูเรียม เตาจัน เตามงปอง มาจนถึงเตาที่ใช้ในอุตสาหกรรม เช่น เตาระบาย (Shuttle Kiln) และเตาแบบยกรอบ (Top Hat Kiln) เป็นต้น ข้อเสียของเตาชนิดนี้คือเมื่อเผาเสร็จแล้วต้องรอให้อุณหภูมิภายในเตาเย็นลงก่อน จึงเปิดประตูเตาแล้วนำผลิตภัณฑ์ออกมา ทำให้เกิดการสูญเสียความร้อนออกไปในบรรยากาศ จึงเป็นสาเหตุทำให้ประสิทธิภาพการใช้เชื้อเพลิงของเตาเผาแบบชัตเติลต่ำกว่าเตาเผาแบบต่อเนื่อง (Continuous Kiln) และในแต่ละขั้นตอนการทำงานต้องใช้พนักงานจำนวนมากในการเข็นรถเตาเข้าหรือออกจากเตา เนื่องจากไม่มีระบบขับเคลื่อนแบบอัตโนมัติใน โดยมีกระบวนการทำงานดังแสดงในผังที่ 4-2 และดังแสดงในรูปที่ 4-16

ผังที่ 4-2 แสดงกระบวนการเผาเกลือโดยใช้เตาเผาเซรามิกแบบอัตโนมัติ

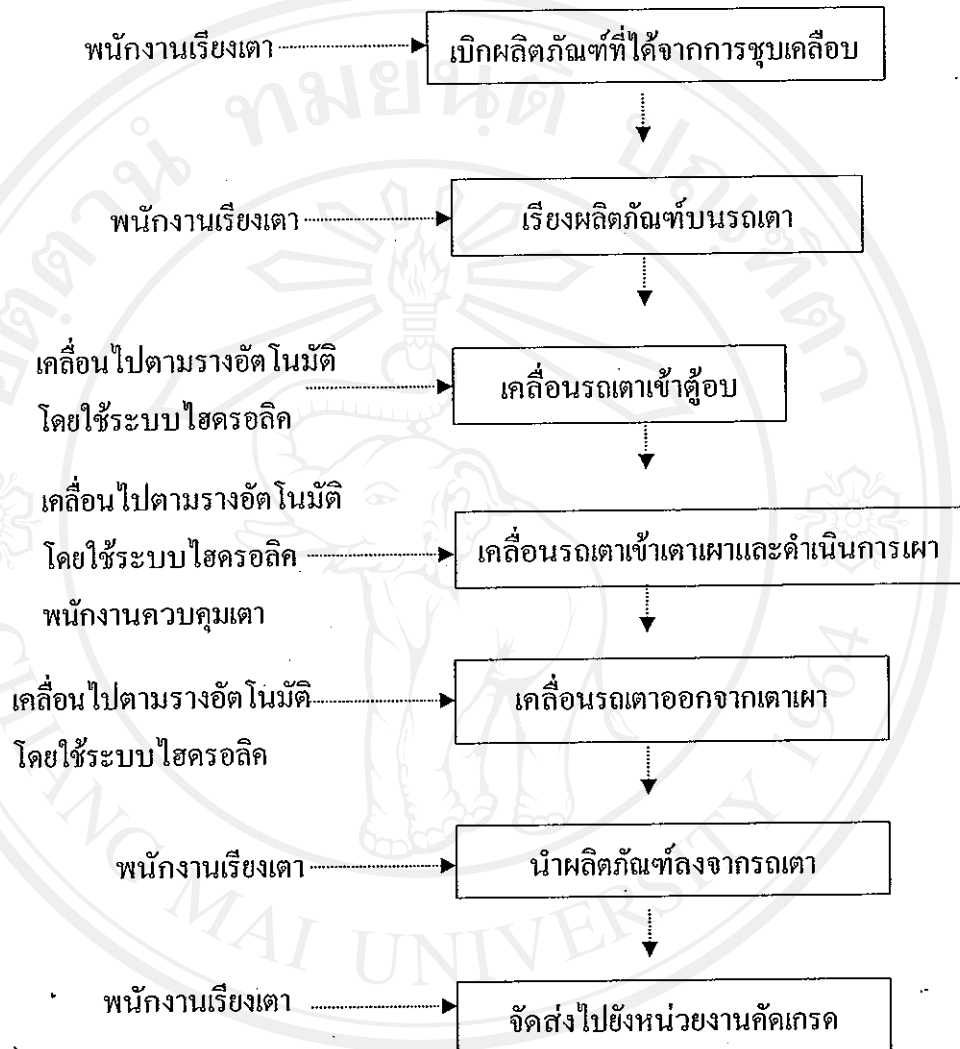


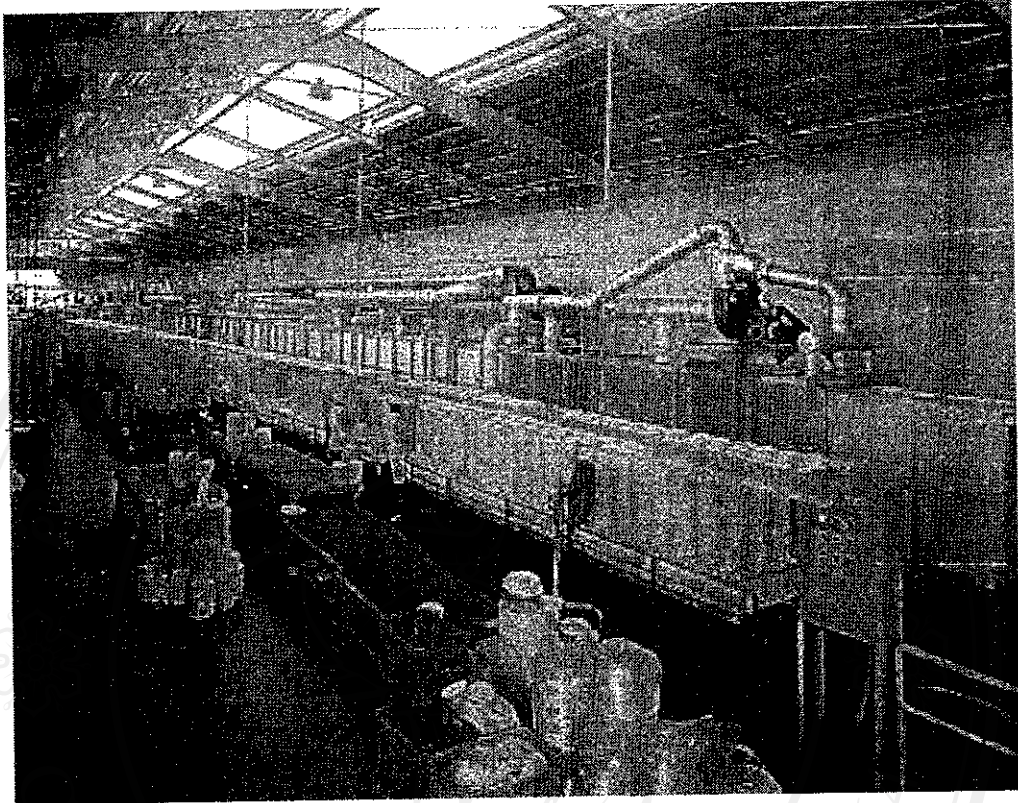


รูปที่ 4-16 เตาเผาเซรามิกแบบชัตเติล

เตาเผาเซรามิกแบบอุโมงค์ (Tunnel Kiln) คือเตาเผาแบบต่อเนื่อง (Continuous Kiln) ชนิดหนึ่ง เตาชนิดนี้มีรูปร่างลักษณะคล้ายอุโมงค์ ผลิตภัณฑ์เซรามิกจะถูกเรียงไว้บนรถเตา (Kiln Car) ที่มีล้อเลื่อนซึ่งถูกขับเคลื่อนโดยแรงดันของกระบอกไฮดรอลิก ผลักให้รถเตาเคลื่อนผ่านไปตามรางเข้าไปในเตาโดยผ่านส่วนต่างๆ ของเตาที่มีอุณหภูมิที่แตกต่างกันตามที่ได้ปรับอุณหภูมิไว้ และเมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการเผา ก็จะออกมาที่ปลายอีกด้านหนึ่ง โดยที่ไม่ต้องรอให้เตาเผาเย็นตัวลง จึงทำให้เตาชนิดนี้มีประสิทธิภาพการใช้เชื้อเพลิงสูงกว่า เตาเผาแบบชั่วคราวโดยมีกระบวนการทำงานดังแสดงในผังที่ 4-3 และดังแสดงในรูปที่ 4-17

ผังที่ 4-3 แสดงกระบวนการเผาเคลือบโดยใช้เตาเผาเซรามิกแบบอุโมงค์



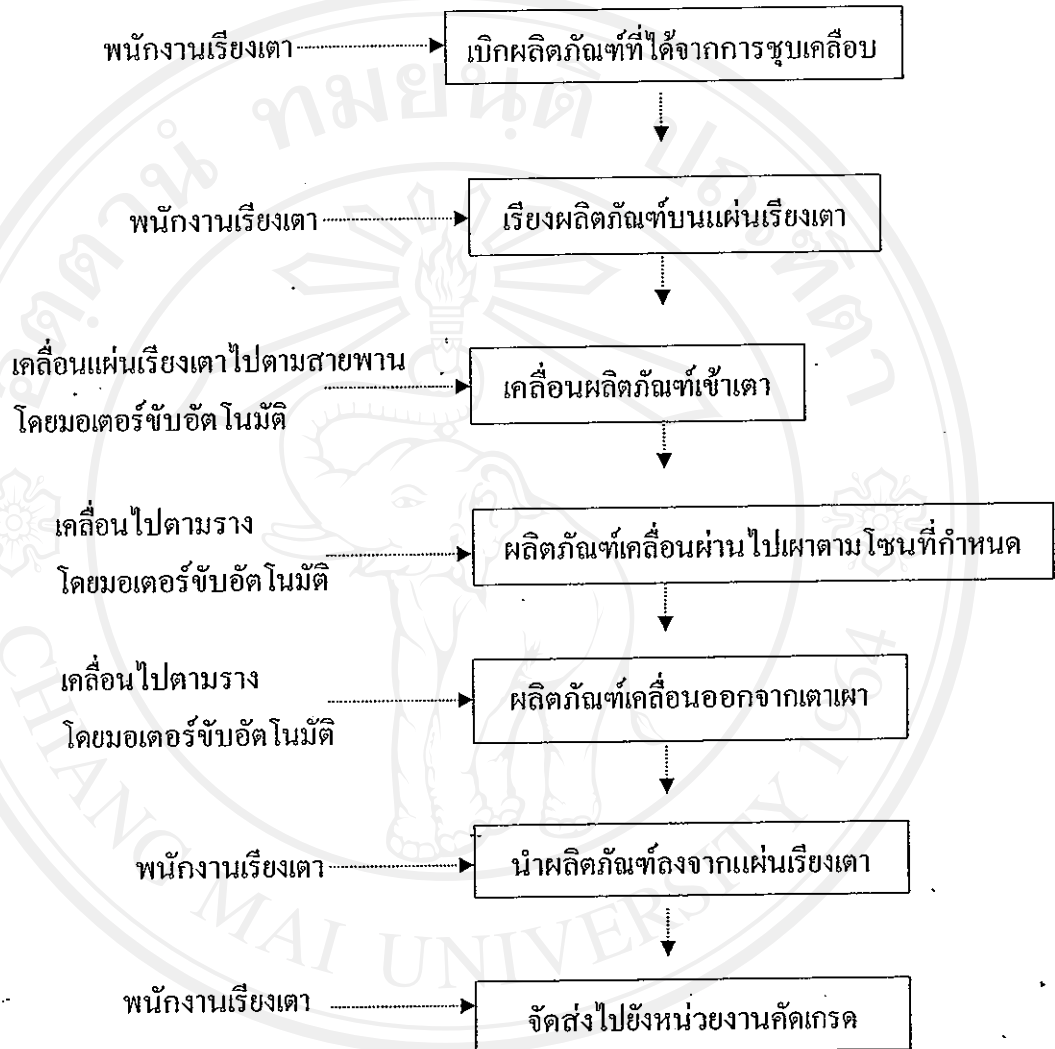


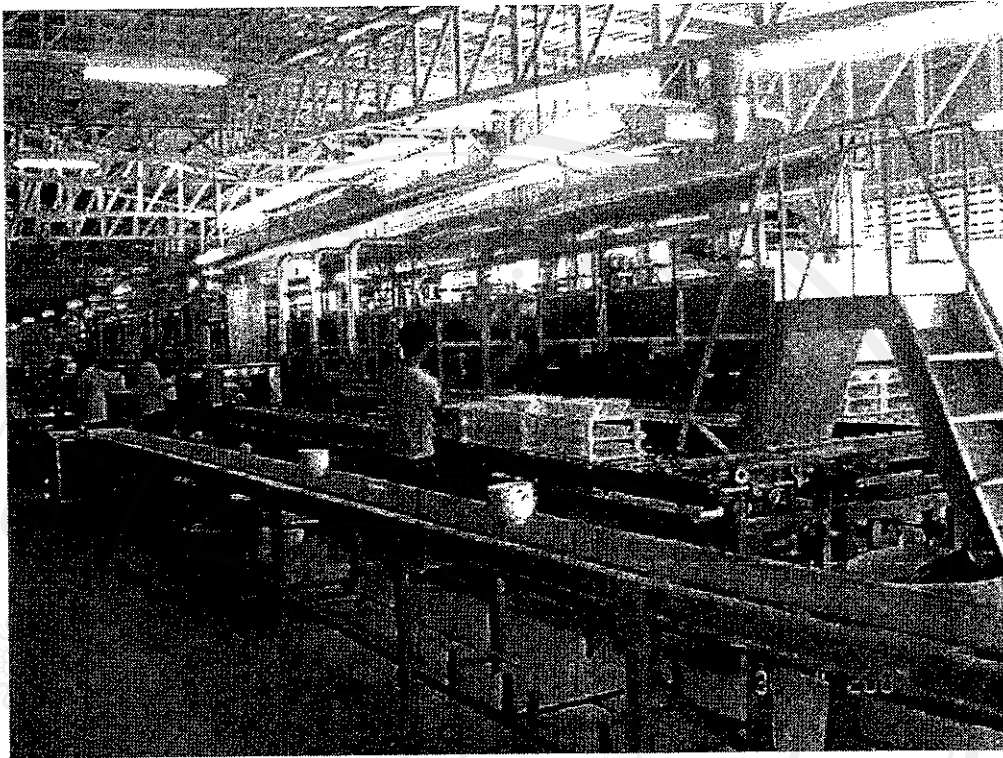
รูปที่ 4-17 เตาเผาเซรามิกแบบอุโมงค์

เตาเผาเซรามิกแบบโรลเลอร์ (Roller Kiln) คือเตาเผาแบบต่อเนื่อง (Continuous Kiln) ชนิดหนึ่ง เตาชนิดนี้มีรูปร่างลักษณะคล้ายอุโมงค์ แต่เตาชนิดนี้จะไม่มีการเผาเหมือนกับเตาอุโมงค์ ผลิตภัณฑ์เซรามิกจะถูกเรียงไว้บนแผ่นเรียงผลิตภัณฑ์ (Setter) ซึ่งวางอยู่บนท่อเซรามิกทนไฟ (Ceramic Roller) ซึ่งถูกขับเคลื่อนโดยมอเตอร์ไฟฟ้าและชุดเกียร์ ทำให้ท่อเซรามิกทนไฟหมุนขับเคลื่อน ทำให้แผ่นเรียงผลิตภัณฑ์เคลื่อนเข้าไปในเตา โดยผ่านส่วนต่างๆ ของเตาซึ่งมีอุณหภูมิแตกต่างกันตามที่ได้ปรับอุณหภูมิไว้ และเมื่อเสร็จสิ้นการเผา ก็จะออกมาที่ปลายอีกด้านหนึ่งโดยไม่ต้องรอให้เตาเย็นตัวลง จึงทำให้เตาชนิดนี้มีประสิทธิภาพการใช้เชื้อเพลิงสูงกว่า เตาเผาแบบชั่วคราว โดยมีกระบวนการทำงานดังแสดงในผังที่ 4-4 และดังแสดงในรูปที่ 4-18

All rights reserved

ผังที่ 4-4 แสดงกระบวนการเผาเคลือบโดยใช้เตาเผาเซรามิกแบบโรลเลอร์





รูปที่ 4-18 เตาเผาเซรามิกแบบโรลเลอร์

สรุปลักษณะที่แตกต่างกันของเตาเผาแบบซัดเติล แบบอุโมงค์และแบบโรลเลอร์

จากผังกระบวนการเผาเคลือบผลิตภัณฑ์ของเตาซัดเติล เตาอุโมงค์และเตาโรลเลอร์จะเห็นว่าเตาแบบซัดเติลต้องใช้พนักงานในกระบวนการผลิตในทุกๆ ขั้นตอนซึ่งแตกต่างจากเตาแบบอุโมงค์และเตาแบบโรลเลอร์ซึ่งจะใช้ระบบการควบคุมการขับเคลื่อนและการเผาโดยอัตโนมัติ จึงใช้พนักงานน้อยกว่าเตาแบบซัดเติล แต่จะต้องมีค่าไฟฟ้าและบำรุงรักษาสูงกว่ามากเนื่องจากเป็นการทำงานโดยการใช้ระบบอัตโนมัติ

การวิเคราะห์การลงทุนในโครงการเตาอุโมงค์และเตาโรลเลอร์

สำหรับการศึกษารุ่นนี้จะทำการศึกษาด้านทุนและผลตอบแทนเฉพาะกระบวนการเผาเคลือบ ซึ่งเป็นกระบวนการที่มีการเปลี่ยนแปลงของต้นทุนเนื่องจากเป็นโครงการซื้อเครื่องจักรใหม่ (เตาอุโมงค์หรือเตาโรลเลอร์) ทดแทนเครื่องจักรเดิม (เตาซัดเติล) ส่วนกระบวนการผลิตก่อนการเผาเคลือบและกระบวนการผลิตหลังเผาเคลือบไม่มีความแตกต่างกันทั้งในด้านกระบวนการผลิตและต้นทุนการผลิตไม่ว่าจะใช้เตาเผาแบบซัดเติล แบบอุโมงค์ หรือแบบโรลเลอร์ โดยมีต้นทุนสำหรับโครงการซื้อเครื่องจักรใหม่ที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

ต้นทุนการลงทุนในโครงการเตาซีตเติล เตาอุโมงค์และเตาโรลเลอร์

ลักษณะการลงทุนในโครงการเตาแบบอุโมงค์และแบบ โรลเลอร์จะมีลักษณะการลงทุนที่เหมือนกันโดยประกอบด้วยต้นทุนของการลงทุนเริ่มแรก และต้นทุนการดำเนินงานแต่จะแตกต่างกันในด้านปริมาณและมูลค่าของต้นทุน โดยมีรายละเอียดของต้นทุนที่เกี่ยวข้องการลงทุน ดังนี้

ต้นทุนในการลงทุนเริ่มแรก มีค่าใช้จ่ายดังนี้

1. ค่าตั้งปลุกสร้างเพิ่มเติมสำหรับเตาเผาเซรามิกและห้องควบคุมเตา
2. ค่าเตา ค่าอุปกรณ์และค่าใช้จ่ายในการติดตั้ง

ต้นทุนในการดำเนินงาน มีค่าใช้จ่ายดังนี้

1. ค่าวัสดุทนไฟสำหรับการเรียงผลิตภัณฑ์
2. ค่าแรงงานทางตรงสำหรับพนักงานเรียงผลิตภัณฑ์ขึ้นและลงจากเตา
3. ค่าแก๊สหุงต้มที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงในกระบวนการเผาเคลือบ
4. ค่าไฟฟ้าสำหรับเตาเผา
5. ต้นทุนเงินทุนสำหรับโครงการ
6. ค่าใช้จ่ายด้านสวัสดิการของแรงงานทางตรง
7. ค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงเตาเผาเซรามิกทุกๆ 3 และ 5 ปี
8. ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาสำหรับเตาเผาเซรามิกประจำปี
9. ค่าใช้จ่ายเบ็ดเตล็ด