



องค์ความรู้ในการพัฒนาอาชีพ

# การขึ้นรูปด้วยการอัด (Ram Press)

**แก้วปัญญา**

Kasempanya



ISBN : 978-974-625-909-5 (Print)

ISBN : 978-974-625-908-8 (E-book)





องค์ความรู้ในการพัฒนาอาชีพ

# การขึ้นรูปด้วยการอัด (Ram Press)



# คำนำ

หลักสูตรเรื่องการขึ้นรูปเซรามิกด้วยเครื่องอัดแรงดันสูง (แรมเพรส) นั้นเกิดขึ้นจากการศึกษาข้อมูลรวมถึงการเรียนรู้และทำงานจริงภายในศูนย์เรียนรู้และถ่ายทอดเทคโนโลยีเซรามิกสถาบันถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา มีหน้าที่ผลิตของที่ระลึกที่เป็นอัตลักษณ์ให้กับทางมหาวิทยาลัยและถ่ายทอดเทคโนโลยีในด้านต่าง ๆ ที่เกี่ยวเนื่องกับเทคโนโลยีเซรามิก ดังนั้นหลักสูตรเรื่องการขึ้นรูปเซรามิกด้วยเครื่องอัดแรงดันสูงได้เรียบเรียงขึ้นเพื่อเป็นพื้นฐานในการสร้างสรรค์และรู้จักใช้เทคโนโลยีให้มีประสิทธิภาพ โดยเนื้อหาจะประกอบด้วยเทคนิควิธีการใช้เทคโนโลยีส่วนประกอบต่าง ๆ ของตัวเครื่อง คุณสมบัติของวัตถุดิบ, การทำแม่พิมพ์ การผลิตชิ้นงาน เป็นต้น ทั้งนี้เพื่อให้ครอบคลุมและมีเนื้อหาที่เหมาะสมสำหรับการเรียนรู้ทั้งทางด้านทฤษฎีและการปฏิบัติควบคู่กันไป

หลักสูตรนี้ได้เรียบเรียงจากหนังสือ, ตำรา, เอกสารต่างๆ และประสบการณ์จากการทำงาน การทดลอง หวังเป็นอย่างยิ่งว่าหลักสูตรนี้จะเป็นประโยชน์แก่ผู้ใช้ในการทำงานและผู้ที่สนใจเกี่ยวกับการขึ้นรูปเซรามิกด้วยเครื่องอัดแรงดันสูง สามารถนำเทคโนโลยีไปใช้ได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ

# สารบัญ

	หน้า
เครื่องอัดขึ้นรูปแรงดันสูง (Rampress Machine)	4
ชนิดของดิน	8
ชนิดของปูนปลาสเตอร์และกรรมวิธีการผลิต	11
การออกแบบและสร้างต้นแบบ	14
การทำแม่พิมพ์แรมเพรส	16
การขึ้นรูปชิ้นงานแรมเพรส	23
ปุ่มฉุกเฉินเวลาทำงาน	27
การติดตั้งและทดสอบแม่พิมพ์แรมเพรส	28
การขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ด้วยเครื่องแรมเพรส	32
ปัญหาที่ในการขึ้นรูปชิ้นงานด้วยเครื่องแรมเพรส	33

# เครื่องอัดขึ้นรูปแรงดันสูง (Rampress Machine)

การอัดขึ้นรูปแรงดันสูงเป็นกระบวนการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์เซรามิกอีกวิธีหนึ่งที่พัฒนาขึ้นมาเพื่อใช้ในการขึ้นรูปได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นในทางอุตสาหกรรมเซรามิกมีขั้นตอนที่เกี่ยวข้องสำหรับใช้ในการขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดแรงดันสูงผู้ปฏิบัติต้องมีความรู้เกี่ยวกับวัสดุ อุปกรณ์ต่างๆที่ใช้ในการผลิตชิ้นงานและกระบวนการผลิตชิ้นงานตั้งแต่การออกแบบการทำต้นแบบการทำแม่พิมพ์รวมถึงระบบของเครื่องอัดกรรมวิธีการอัดขึ้นงานด้วยเครื่องอัดแรงดันสูงเป็นต้น หลังจากนั้นจึงนำชิ้นงานที่ได้จากการอัดมาตกแต่งด้วยวิธีต่าง ๆ แล้วนำไปเผาเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีความประณีตและมีความสวยงาม การขึ้นรูปมาจากศัพท์เทคนิคคำว่า ฟอर्मิง (Forming) หรือ เซปปีง (Shaping) คือการสร้างหรือทำผลิตภัณฑ์เซรามิกให้มีรูปร่าง ขนาด ความสวยงาม ความต้องการ โดยอาศัยวิธีการ เครื่องมือ และอุปกรณ์ที่เหมาะสม ผลิตภัณฑ์เซรามิกบางอย่างสามารถทำขึ้นได้ง่าย รวดเร็ว โดยอาศัยวิธีการขึ้นรูปแบบธรรมดา ซึ่งอาจไม่ต้องใช้เครื่องมือประกอบเลย เช่นการปั้นดินเหนียวด้วยมือ ปั้นเป็นรูปสัตว์ต่าง ๆ หรือปั้นเป็นของประดับชิ้นเล็ก ๆ แต่ผลิตภัณฑ์เซรามิกบางอย่างต้องอาศัยวิธีการขึ้นรูปที่ซับซ้อนมีเครื่องจักรและอุปกรณ์หลายแบบช่วยในการขึ้นรูป เช่น การขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ถ้วยชาม เครื่องสุขภัณฑ์ กระเบื้องเคลือบ เป็นต้น

ที่ผ่านมามีการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์เซรามิกจากอาศัยคุณสมบัติของเนื้อดินเพียงแต่ความเหนียว (Plasticity) กับการไหลตัวของดินเหลว (Slip casting) เท่านั้น เช่นถ้าเป็นดินเหนียวอาจนำมาปั้น หรือ กด-อัด ลงในแม่พิมพ์ที่มีรูปร่างตามต้องการได้เลย หรือถ้าต้องการทำผลิตภัณฑ์ที่มีความยุ่งยากมากยิ่งขึ้น เช่นแจกัน ตุ๊กตา ก็อาจนำเอาดินผสมกับน้ำในปริมาณที่เหมาะสมเพื่อให้ได้น้ำดิน (Slip) ที่มีการไหลตัวดี อย่างเช่นใช้ดิน 50 ส่วนผสมน้ำ 30 ส่วน กวนผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน จากนั้นก็นำน้ำดินเหลวลงในแม่พิมพ์ ตั้งทิ้งไว้ให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีความหนาตามต้องการ เทน้ำดินเหลวออก ทิ้งให้แห้งก็จะได้ผลิตภัณฑ์เซรามิกตามต้องการ



## Rampress Machine

ปัจจุบันเมื่อเทคโนโลยีการผลิตทันสมัยมากขึ้น ประกอบกับการคิดค้นเครื่องมือและอุปกรณ์ เพื่อช่วยในการขึ้นรูปให้ทำได้ง่าย รวดเร็ว ทำผลิตภัณฑ์เซรามิกที่มีรูปร่างรูปแบบที่เหมือน ๆ กันเป็นจำนวนมาก ๆ และสามารถจะทำผลิตภัณฑ์ที่มีรูปแบบได้หลากหลายเช่นเดียวกัน การพัฒนาเครื่องมือที่ช่วยในการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์เซรามิก ที่ต้องการความเร็ว สามารถใช้กับเนื้อดินที่มีความอ่อนนุ่มพอควร และอาศัยแม่พิมพ์ปูนปลาสเตอร์ที่มีความแข็งแรง มีท้อลมฝังอยู่ในแม่พิมพ์ปูนปลาสเตอร์ เพื่อใช้ลมเป็นตัวช่วยในการนำชิ้นงานออกจากแม่พิมพ์ เป็นเครื่องมือขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ ที่ควบคุมแรงอัดด้วยระบบไฮดรอลิกส์ (Hydraulics) หรือ นิวเมตริกส์ (Pneumatics) ที่สามารถควบคุมแรงดันได้ตามขนาดของกระบอกลูกสูบและควบคุมการทำงานขึ้น - ลงของกระบอกสูบเพื่ออัดชิ้นงาน ผลิตภัณฑ์ด้วยระบบไฟฟ้า และระบบอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งอัดขึ้นรูปผลิตภัณฑ์สามารถทำได้ โดยใช้เนื้อดินที่มีความชื้นไม่สูงนัก (Rampress Machine) สำหรับอัดขึ้นรูปผลิตภัณฑ์เซรามิก ซึ่งเครื่องมือดังกล่าวในต่างประเทศมีการนำมาใช้งานก่อนหน้านี้แล้วมากกว่า 10 ปีขึ้นไป ทั้งในแถบประเทศยุโรป อเมริกา และประเทศในแถบเอเชีย บางประเทศ เช่น ญี่ปุ่น จีน และไต้หวัน เป็นต้น ส่วนในประเทศไทยเมื่อประมาณ 5 ปีที่ ผ่านมาได้มีความตื่นตัวเกี่ยวกับอุตสาหกรรมเซรามิกและได้มีการนำเครื่องอัดแรงดันสูง (Ram press) มาใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ที่ทำการผลิตผลิตภัณฑ์ประเภท จาน ชาม กระจก ที่มีแรงดันของเครื่องสูงตั้งแต่ 20 ตัน ขึ้นไป จนถึงระดับแรงดัน 100 ตัน หรือมากกว่า และมีราคาเครื่องสูงกว่าหลายแสนบาท

## ประวัติความเป็นมาของเครื่องอัดขึ้นรูปแรงดันสูง

กระบวนการขึ้นรูปด้วยแรงดันสูงของเครื่อง Rampress Machine หรือ Ram process เป็นกระบวนการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ด้วยแรงอัดจากไฮดรอลิกส์ ซึ่งเครื่องมือดังกล่าวได้ถูกคิดค้นและประดิษฐ์โดย คีต แบล็กเบิร์น (Keith Blackburn) และ ริชาร์ด สตีล (Richard Steel) ซึ่งเป็นวิศวกรจากมหาวิทยาลัยโอไฮโอ (Ohio State University) ในช่วงกลางปี ค.ศ. 1940

ในช่วงแรกของการสร้างเครื่องอัดขึ้นรูปแรงดันสูง (Rampress Machine) จะเป็นการไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับการขึ้นรูปชิ้นงานโลหะ แต่ต่อมาในปี ค.ศ. 1979 ได้มีการพัฒนาเครื่องชนิดนี้ สำหรับใช้งานในอุตสาหกรรมเซรามิก โดยนำไปใช้กับกระบวนการผลิตกระเบื้องเซรามิกและต่อมาในปี ค.ศ. 1986 เครื่อง Rampress Machine ได้ถูกมาประยุกต์ใช้ในกระบวนการขึ้นรูปสำหรับการผลิตภัณฑ์เครื่องใช้บนโต๊ะอาหาร (Table ware products) โดยเฉพาะอย่างยิ่งผลิตภัณฑ์ถ้วยกาแฟใช้แรงอัดประมาณ 15 ตัน (คู่มือการถ่ายทอดเทคโนโลยีเครื่องอัดขึ้นรูปแรงดันสูง, 2547:7-8)

## การขึ้นรูปด้วยวิธีอัดดินเหนียว (Plastic pressing)

ภาชนะถ้วยชามและจานที่มีขนาดใหญ่เกินกว่าการขึ้นรูปด้วยวิธีหล่อต้น ต้องขึ้นรูปด้วยวิธีอัดแบบพิมพ์แทน ใช้ดินเหนียวอัดโดยเครื่องอัดไฮดรอลิกส์ซึ่งมีแรงอัดสูงเรียกว่า การขึ้นรูปด้วยวิธีแรมโพรเซส (Ram process) บางครั้งก็เรียกว่า แรมเพรส (Ram press) เป็นวิธีการขึ้นรูปโดยใช้ระบบการทำงานของเครื่องอัด ใช้แบบพิมพ์สองชั้น ยึดติดอยู่กับแท่นอัดที่ส่วนบนและส่วนล่าง ซึ่งเป็นพิมพ์ด้านในและด้านนอกตามที่ออกแบบไว้กำลังแรงอัดของเครื่องสูงกว่าเครื่องโรลเลอร์เฮด แต่ต่ำกว่าเครื่องอัดกระเบื้องที่อัดด้วยดินร่วนผง ดังนั้นแบบพิมพ์ที่จะใช้ต้องมีความแข็งแรงทนทานต่อแรงอัดของเครื่องได้ดี แต่ต้องมีคุณสมบัติดูดซึมน้ำจากเนื้อดินได้ดีด้วย แบบพิมพ์ปูนปลาสเตอร์ทั้งสองชั้น ถูกยึดด้วยขอบโลหะให้ติดแน่นกับเครื่องอัด ซึ่งมีช่องว่างกักดินที่ล้นออกมาโดยรอบจากการอัดทุกครั้ง การขึ้นรูปด้วยวิธีนี้ทำได้ค่อนข้างรวดเร็วและประหยัดแบบพิมพ์ ในระหว่างที่เครื่องอัดทำงาน น้ำในเนื้อดินบางส่วนจะถูกดูดผ่านท่อเล็ก ๆ จำนวนมาก ที่ฝังอยู่ในพิมพ์ทั้งสองชั้น เนื้อดินที่ถูกอัดตามแบบพิมพ์เป็นชิ้นงานแล้วจะถูกปล่อยออกจากแรงดูด ให้หลุดลงมาบนที่รองรับ (ไพจิตร อังศิริวัฒน์, 2541:117)



## ข้อดีของเครื่องอัดขึ้นรูปแรงดันสูง (Rampress Machine)

ในการเปรียบเทียบข้อดีของการขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดแรงดันสูง (Ram press) กับวิธีการขึ้นรูปแบบอื่นพอที่จะสรุปข้อดีได้ดังนี้

1. ลดปัญหาการบิดเบี้ยวของชิ้นงานจากการหล่อต้นด้วยมือ เนื่องจากการหล่อต้นด้วยมือต้องนำดินมาผสมกับน้ำ เติมสารเคมีโซเดียมซิลิเกตเพื่อไม่ให้ดินตกตะกอนแล้วกวนให้เข้ากันนำมาหล่อลงในแม่พิมพ์ ทำให้มีความหนาแน่นของเนื้อดินน้อยมาก อีกทั้งยังไม่มีแรงฉุดน้ำดินเข้าช่วย ใช้เพียงการดูดซึมน้ำด้วยปูนปลาสเตอร์เท่านั้น

2. ลดปัญหาการบิดเบี้ยวจากงานหล่อต้นด้วยเครื่องขึ้นรูปฉีดน้ำดินแรงดันสูงเนื่องจากการหล่อต้นด้วยเครื่องขึ้นรูปฉีดน้ำดินแรงดันสูงเป็นการพัฒนาจากการหล่อต้นด้วยมือ ทำให้มีแรงฉุดน้ำดินลงไปแม่พิมพ์ แต่น้ำชิ้นงานออกจากแม่พิมพ์ก็ยังคงต้องใช้ลมเป่าด้านข้างซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งของการบิดเบี้ยวของชิ้นงาน

3. ลดปัญหาการใช้แม่พิมพ์จำนวนมาก ๆ ในการหล่อต้นด้วยเครื่องขึ้นรูปฉีดน้ำดินแรงดันสูง เนื่องจากการหล่อต้นด้วยเครื่องขึ้นรูปฉีดน้ำดินแรงดันสูงต้องใช้แม่พิมพ์เรียงกันเป็นแนวตั้งเป็นชั้น ๆ แต่ละชั้นจะมีพิมพ์จำนวน 10-15 ชุด

4. ลดปัญหาที่เกี่ยวกับรอยตะเข็บระหว่างแม่พิมพ์และตำหนิของผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากรูสำหรับหล่อต้นด้วยเครื่องขึ้นรูปฉีดน้ำดินแรงดันสูง

5. เพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตชิ้นงานที่รวดเร็ว โดยใช้เวลาน้อยแต่ได้ชิ้นงานจำนวนมาก ๆ



# ชนิดของดิน

ดินเป็นวัสดุที่สำคัญสำหรับใช้ในการทำงานหรือใช้ในการผลิตชิ้นงานหรือใช้ในการผลิตชิ้นงาน เช่นใช้ในการปั้นต้นแบบทำแม่พิมพ์รวมทั้งใช้ในการผลิตชิ้นงาน ซึ่งดินแต่ละชนิดต้องนำมาใช้ให้เหมาะสม ความเหนียวของเนื้อดินจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับการใช้งาน

ดินเมื่อถูกขุดขึ้นมาแล้วจะแยกออกได้เป็นสองชนิด ดินหยาบ หรือดินปฐมภูมิคือดินที่ยังสลายตัวไม่หมดจากหินต้นกำเนิด ดินประเภทนี้มีความเหนียวน้อย เนื่องจากอนุภาคของเนื้อดินมีขนาดใหญ่และ ดินตะกอน หรือดินหุติยภูมิ เป็นดินที่เกิดจากการชะล้างหรือถูกกัดกร่อนด้วยแรงทางธรรมชาติได้แก่ ลม ฝน หรือกระแสน้ำ ดินประเภทนี้จะถูกพามาจากแหล่งหินที่กำเนิดโดยการกระทำของธรรมชาติ ซึ่งมีผลทำให้เกิดการผสมผสานกันและแตกตัวของแร่ธาตุ จึงทำให้ดินชนิดนี้มีความละเอียดและมีความเหนียวมากขึ้น (ปुณรัตน์ พิชญ์ไพฑูรย์, 2538:6)

## 1.ดินเหนียวสำหรับทำต้นแบบ

ดินเหนียวเป็นวัสดุที่เกิดขึ้นได้เองตามธรรมชาติมีคุณสมบัติเมื่อผสมกับน้ำในอัตราส่วนที่พอดีจะมีความเหนียวเกาะและรวมตัวกันง่าย (วิเชียร อินทรกระตึก, 2539:37)

ดินเหนียวที่ใช้สำหรับปั้นต้นแบบควรเป็นดินที่มีความเหนียวสูงสามารถเก็บความชื้นได้นาน และมีเนื้อละเอียดไม่มีกรวดหรือเม็ดทรายปนเพราะเวลาตกแต่งพื้นผิวของต้นแบบจะได้มีความเรียบร้อยตามต้องการ ดินเหนียวที่ใช้ในการปั้นต้นแบบไม่ควรอ่อนหรือแข็งจนเกินไป ต้องขนาดดินเหนียวให้มีความนิ่มสม่ำเสมอ หากเนื้อดินมีความแข็งอ่อนไม่เท่ากันจะทำให้การขึ้นรูปทรงและปรับพื้นผิวยาก การนวดด้วยเครื่องนวด เป็นอีกวิธีหนึ่งที่ใช้แทนการนวดด้วยมือจะช่วยให้ดินที่นวดมีความนิ่มสม่ำเสมอได้ง่ายขึ้นในการปั้นต้นแบบ ถ้าต้นแบบไม่ใหญ่มากก็สามารถใช้ขึ้นรูปต้นแบบด้วยดินน้ำมัน

สำหรับการเก็บรักษาดินเหนียวนั้นควรเก็บไว้ในถุงมัดปากถุงให้แน่นหรือในกล่องที่มีฝาปิดเพื่อป้องกันไม่ให้ถูกอากาศเพราะจะทำให้ดินแข็งตัวซึ่งจะยากต่อการปั้นในครั้งต่อไป



## 2.ดินสำหรับกันพิมพ์

ใช้สำหรับกันแบบเพื่อใช้ในการหล่อแม่พิมพ์ ดินที่ใช้กันแบบจะมีความเหนียวน้อยกว่าดินที่ใช้ปั้นต้นแบบ แต่มีความละเอียดสามารถปรับแต่งหรือทำให้เรียบง่ายขึ้นทั้งยังไม่ติดแบบหรือแม่พิมพ์มากจนเกินไป หากไม่มีดินกันแบบจะใช้ดินเหนียวสำหรับปั้นต้นแบบก็ได้ แต่เวลากันดินเหนียวเนื้อดินจะติดชิ้นงานหรือแม่พิมพ์มากทำให้ยากต่อการทำความสะอาด

สำหรับการเก็บรักษานั้นควรเก็บไว้ในถุงมิดชิดหรือในถังพลาสติกที่มีฝาปิด จะทำให้เก็บรักษาความชื้นของดินไว้ได้นาน

## 3.ดินสำหรับขึ้นรูปชิ้นงาน

ดินที่ใช้สำหรับขึ้นรูปชิ้นงานควรเป็นดินที่มีเนื้อละเอียดและควรมีความเหนียวอยู่ในเนื้อดินบ้าง เพราะการอัดขึ้นรูปด้วยแรงดันสูงจะใช้ลมไล่น้ำออกจากแม่พิมพ์หากใช้ดินที่ไม่มีความเหนียวเวลาอัดขึ้นงานแล้วน้ำที่ออกจากแม่พิมพ์จะทำให้ผิวหน้าของชิ้นงานละลายเสียหายได้

การนำดินจากแหล่งที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติมาใช้ในการปั้นทันที เนื่องจากเนื้อดินยังมีสิ่งเจือปนอยู่ นอกจากนี้ยังมีการหดและขยายตัวที่ไม่สม่ำเสมอ เนื้อดินในบางชนิดไม่มีความเหนียวสำหรับการขึ้นรูปด้วยเครื่องขึ้นรูปแรงดันสูง (Ram Press) หรือบางชนิดมีสีที่ไม่ตรงกับความต้องการ เนื้อดินบางชนิดไม่สามารถเผาที่อุณหภูมิสูงได้ เนื่องจากปริมาณของสารฟลักซ์ในเนื้อดินมีมาก โครงสร้างทางเคมีหรือคุณสมบัติทางกายภาพในเนื้อดิน

ดินสำหรับขึ้นรูปในการอัดด้วยแรงดันสูง เนื้อดินต้องมีคุณสมบัติเหมาะสมกับชนิดของผลิตภัณฑ์ที่จะขึ้นรูป คือเนื้อดินมีความเหนียวสามารถที่จะขึ้นรูปได้ดีพอสมควร ความเหนียวในเนื้อดินสามารถจะเพิ่มได้โดยการเติมดินเบโทไนต์หรือดินดำ (Ball Clay) ลงในเนื้อดินขาว

## คุณสมบัติทางกายภาพของดินดำ (Physical Properties of Ball clay)

1.ขนาดของดินเหนียวจะมีผลเกาะยึดตายน้อยเพียงใด เปลี่ยนแปลงไปตามแหล่งที่พบ เมื่อถูกพัดพาไปไกลจากแหล่งเดิมมาก ขนาดเม็ดอนุภาคจะละเอียดมากขึ้นตามลำดับขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 0.05-1.00 ไมโครเมตร

2.ความเหนียว (plasticity) ดินเหนียวเป็นดินที่อมน้ำได้มาก ความเหนียวจะมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับชนิดของดิน ซึ่งประกอบด้วยหลักสำคัญคือ ปริมาณของอินทรีย์สารขนาดของเม็ดดินและ วัสดุที่ทำให้ความเหนียว เช่น ดินเบนโทไนต์

3.การหดตัวเมื่อแห้ง (drying shrinkage) ดินเหนียวที่มีอินทรีย์สารสูงจะมีการหดตัวมาก ประมาณ 13-17%

4.การหดตัวหลังเผา (firing shrinkage) มีการหดตัวสูงประมาณ 15% เนื่องจากดินเหนียว มีขนาดอนุภาคที่เล็กมาก

5.ความแข็งแรงของดินเมื่อแห้งก่อนเผา (green strength) ดินเหนียวมีความแข็งแรงสูง (strenght) ประมาณ 100-1000 psi (ปอนด์ต่อตารางนิ้ว)

6.สีหลังเผาเป็นสีขาวนวลถึงสีครีม

7.มีแร่ธาตุพวกต่างและไมกาในดินทำหน้าที่เป็นตัวหลอมละลาย ช่วยลดอุณหภูมิในการเผา



## ประโยชน์ของดินดำ (Ball Clay)

ดินดำใช้กันมากในอุตสาหกรรมถ้วยชาม และสุขภัณฑ์ โดยนำไปผสมกับดินขาว ประโยชน์ของดินดำได้แก่

1.ช่วยเพิ่มความเหนียวของผลิตภัณฑ์ ทำให้เนื้อดินปั้นขึ้นรูปได้ดี ผลสมในเนื้อดินอัตราส่วน 20-50%

2.ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความแข็งแรงก่อนเผา (Green Streaght) ลดการสูญเสียแตกหักก่อนเผาในขณะที่ เคลื่อนย้าย ผลิตภัณฑ์ไม่เปราะหรือแตกหักง่าย

3.ทำให้น้ำดินหล่อที่ใช้ในการเทแบบไหลได้ดี

4.ทำหน้าที่เสริมปฏิกิริยาระหว่างมวลสารในระหว่างการเผาทำให้ดินสุกตัวได้เร็ว ประหยัดเวลาในการเผา ช่วยในการหลอมละลาย (ไพจิตร อิงศิริวัฒน์, 2541: 41-43, 54)

เนื้อดินบางประเภทที่มีจุดสุกตัวที่อุณหภูมิสูงมากซึ่งต้องใช้ระยะเวลาและความร้อนที่เกินความจำเป็น จึงต้องเพิ่มสารฟลักซ์บางชนิด ได้แก่ ซีเมนต์ ทราย หิน ฟันม้า เนฟฟาไลน์ โซดาไนด์ ซึ่งถ้าไม่คำนึงถึงสีของเนื้อดินอาจใช้เหล็กออกไซด์มาเป็นฟลักซ์ หรือวิธีที่ง่ายที่สุดก็อาจเติมเนื้อดินที่มีจุดสุกตัวต่ำลงไปก็จะช่วยลดจุดสุกตัวของเนื้อดินนั้นลงได้ และยังไม่เป็นผลกระทบต่อความเหนียวของเนื้อดินอีกด้วย ในทางตรงกันข้ามถ้าดินมีจุดสุกตัวที่ต่ำเกินไป ก็สามารถแก้ไขโดยการเติมเนื้อดินที่มีจุดสุกตัวสูงเข้าไปในเนื้อดินนั้น หรือเพิ่มเนื้อดินที่มีปริมาณของอลูมินาและซิลิกา เช่น ดินเหนียว ดินเหนียวปนทราย ลงในเนื้อดินนั้น (ปทุมรัตน์ พิชญ์ไพบุลย์, 2538)



### ชนิดของปูนปลาสเตอร์และกรรมวิธีการผลิต

ชนิดของปูนปลาสเตอร์ที่ผลิตจำหน่ายในสหรัฐอเมริกา มีมากกว่า 30 ชนิด ให้เลือกใช้ได้ตามความเหมาะสมกับงาน ชนิดแข็งตัวเร็ว แข็งตัวช้า หรือมีความละเอียดมากเป็นพิเศษ ได้แก่ ปูนปลาสเตอร์หิน สำหรับงานแพทย์และทันตกรรม ปูนปลาสเตอร์สำหรับงานประติมากรรม และปูนปลาสเตอร์สำหรับผลิตแบบพิมพ์เครื่องปั้นดินเผา

ปูนปลาสเตอร์ที่ผลิตจำหน่ายในประเทศไทยมี เฉพาะปูนปลาสเตอร์ชนิดธรรมดา ยังไม่มีการผลิตปูนปลาสเตอร์หิน ซึ่งปัจจุบันยังต้องนำเข้าจากต่างประเทศ เพื่อใช้ในการทำแม่พิมพ์อุตสาหกรรม ใช้ในทางการแพทย์และทางทันตกรรม ปูนปลาสเตอร์หินมีเนื้อปูนละเอียดมาก เมื่อแห้งแล้วมีความแข็งแรงทนทาน และมีราคาแพงกว่าปูนปลาสเตอร์ธรรมดาหลายเท่า การที่คุณภาพปูนปลาสเตอร์แตกต่างกันไปก็เนื่องจากก้อนแร่เนื้อยิปซัมที่ใช้ผลิตปูนปลาสเตอร์แตกต่างกัน แร่ยิปซัมเป็นเกลือชนิดหนึ่งเรียกเป็นภาษาไทยว่า แก้วกลบหรือ เกลือจืด และสารต่าง ๆ ตกตะกอนรวมกันอยู่ แร่ยิปซัมมีหลายชนิด เช่น หินยิปซัม (Rock gypsum) และยิปไซต์ (Gypsite) ซึ่งประกอบด้วยยิปซัมและดิน ซึ่งแต่ละชนิดมีคุณภาพต่างกัน

ปูนปลาสเตอร์ที่มีคุณภาพดีจะเลือกก่อนแร่นั้นที่มีความบริสุทธิ์เกิน 96% ขึ้นไป มาใช้ในการผลิต ปูน ปลาสเตอร์เนื้อละเอียดมาก ๆ จะมีการเติมผลึกของซิลิกาละเอียด (Crystalline silica) ผสมลงไปด้วย บางครั้งก็มีชื่อเรียกตามภาษาฝรั่งว่า คริสเทลแคลเซียมซัลเฟต ซึ่งนิยมใช้ทำต้นแบบ และแบบพิมพ์คุณภาพดี

ปูนปลาสเตอร์ที่ผลิตจากแร่อียิปต์ ซึ่งมีสูตรทางเคมี คือ แคลเซียมซัลเฟต ประกอบด้วยผลึกของแคลเซียมซัลเฟตหนึ่งโมเลกุล และน้ำสองโมเลกุลโดยการนำแร่อียิปต์ที่คัดเลือกแล้ว บดละเอียดนำมาเผาผ่านความร้อนไล่ไอน้ำออกจากผลึกแร่อียิปต์หนึ่งโมเลกุลครึ่ง ยังคงเหลือน้ำในผงปูนปลาสเตอร์ที่เผาแล้วอยู่ครึ่งโมเลกุล ดังนั้นสูตรเคมีของปูนปลาสเตอร์ คือ  $\text{CaSO}_4 \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$  ผงปูนปลาสเตอร์ที่เตรียมได้นี้เมื่อนำมาผสมกับน้ำ ปูนก็จะแข็งคืนตัวกลับสู่การเป็นสภาพแข็ง ดังเช่น ก้อนแร่เดิมอีก จากการรวมตัวทางเคมีของน้ำในผลึกแร่อียิปต์ให้เป็นสองโมเลกุลตามเดิมทางเคมีของน้ำในผลึกแร่อียิปต์ให้เป็นสองโมเลกุลตามเดิม

### ปูนปลาสเตอร์ชนิดเบต้าปลาสเตอร์

เป็นการผลิตปูนปลาสเตอร์โดยวิธีคั่วให้ระเหยออกจากผลึกปูน โดนการนำก้อนแร่อียิปต์ที่คัดแล้ว มาบดย่อยเป็นผงละเอียด แล้วนำมาเผาผ่านความร้อนในกระโถเหล็ก ถ้าทำในปริมาณน้อยใช้พายกวาดด้วยมือ ให้อิฐน้ำระเหยออกไปด้านบน แต่ถ้าผลิตในปริมาณมากจะกวาดด้วยเครื่องจักรความเร็วรอบประมาณ 15 รอบต่อนาที โดยทำเป็นถังโลหะสำหรับกวาดผงปูนขณะที่ให้ความร้อนเข้าไป 160 องศาเซลเซียส น้ำในผลึกปูนจะระเหยตัวครั้งแรก ที่อุณหภูมิ 128 C เป็นการเดือดครั้งแรก น้ำในผลึกปูนจะเกิดการระเหยตัวออกอีกครั้งหนึ่งที่อุณหภูมิ 163 C เป็นการเดือดครั้งที่สอง การผลิตโดยวิธีนี้เร่งอุณหภูมิความร้อนขึ้นอย่างช้า ๆ และต้องกวนปูนอยู่ตลอดเวลาเพื่อให้อิฐน้ำระเหยออกไปได้ดี

กระบวนการผลิตปูนปลาสเตอร์โดยใช้ถังโลหะขนาดความจุ 100-200 กิโลกรัม ต่อการเผาแต่ละครั้ง ในถังกวนมีแกนเหล็กคอยเกลี่ยผงปูนให้ได้รับความร้อนอย่างทั่วถึงถ้าผลิตเกิน 20 ตันต่อวัน มักจะผลิตโดยเตาระบบโรตารีแทน ซึ่งถังควรเป็นทรงกระบอกตามแนวอนติมอเตอร์ไฟฟ้าหมุนรอบตัวเอง ปูนปลาสเตอร์ชนิดนี้เหมาะสำหรับการใช้งานทำต้นแบบ การกรึงและการทำแม่พิมพ์ใช้งานหล่อทั่วไป

## ปูนปลาสเตอร์ชนิดแอลฟาปลาสเตอร์หรือปูนปลาสเตอร์หินหรือยิปซัมซีเมนต์

เป็นการผลิตปูนปลาสเตอร์โดยใช้วิธีอบด้วยแรงดันไอน้ำการผลิตวิธีนี้จะได้ปูนปลาสเตอร์หินยิปซัมซีเมนต์โดยคัดเลือกคุณภาพก้อนแร่ยิปซัมที่จะนำมาใช้ผลิตนำผงแร่ยิปซัมเผาผลาญความร้อนในหม้ออบความดันที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส การเผาผลาญความร้อนโดยวิธีควบคุมความดันของไอน้ำความชื้นในหม้ออบ การผลิตโดยวิธีนี้ทำให้ได้ปูนปลาสเตอร์ชนิดแอลฟาปลาสเตอร์ปูนปลาสเตอร์ชนิดที่มีความแข็งเป็นพิเศษใช้น้ำในปริมาณน้อยในการผสมกับปูนคุณสมบัติแข็งตัวช้า แข็งตัวแล้วมีผิวเรียบมันมีน้ำหนักมากกว่าปลาสเตอร์ธรรมดาและยังสามารถทนความร้อนได้ดี ปูนปลาสเตอร์หินหรือยิปซัมซีเมนต์นี้ได้ถูกผลิตขึ้นโดยนำมาผสมกับสีฝุ่นให้เกิดเป็นสีต่าง ๆ แบ่งเป็นหลายเกรดมีความแข็งมากหรือแข็งน้อยตามต้องการของผู้ใช้ ปูนปลาสเตอร์หินหรือยิปซัมซีเมนต์มีราคาแพงมาก ปูนปลาสเตอร์ชนิดนี้เหมาะสำหรับงานที่ใช้ทำแม่พิมพ์ครอบแม่พิมพ์ต้นแบบหรือพิมพ์อัดที่ใช้แรงดันสูงในระบบไฮดรอลิก

ปูนปลาสเตอร์สำหรับทำแม่พิมพ์แรมเพรส ซึ่งมีคุณสมบัติมีความแข็งแรงสูงทนต่อการแตกหักสามารถดูดซึมน้ำได้ดีซึ่งประเทศไทยมีอยู่หลายยี่ห้อ มีคุณภาพที่ใกล้เคียงกันมีส่วนผสมหรือกรรมวิธีการผสมแตกต่างกันไป เช่น ปูนปลาสเตอร์สำหรับทำแม่พิมพ์แรมเพรส ปูนปลาสเตอร์ ของบริษัทสยามโมลติงพลาสเตอร์ จำกัด ปูนปลาสเตอร์ C-200 ได้พัฒนาขึ้นมาเป็นพิเศษสำหรับการขึ้นรูปด้วยเครื่องอัด อุตสาหกรรมเซรามิก ปูนปลาสเตอร์ C-200 ให้แม่พิมพ์มีความแข็งแรงสูงทำให้สามารถทนทานต่อการแตกหักและสึกกร่อนได้ดีสามารถขึ้นรูปได้ถึง 2,000 - 3,000 ครั้ง อีกทั้งยังสามารถถอดชิ้นงานได้ง่ายอีกด้วย

## อัตราส่วนผสม

อัตราส่วนผสมระหว่างน้ำต่อปูนปลาสเตอร์ C- 200 ในการทำแม่พิมพ์

- น้ำ สมส่วน 32 ส่วนปูนปลาสเตอร์ 100 ส่วนโดยน้ำหนัก หรือ
- น้ำ 1 : ปูนปลาสเตอร์ 3.1 โดยน้ำหนัก

## วิธีการเก็บรักษาแม่พิมพ์แรมเพรส (Rampress)

หลังจากการทำการไล่น้ำออกจากโมลเรียบร้อยแล้ว เก็บแม่พิมพ์ไว้อย่างน้อย 5 ชั่วโมง จึงจะสามารถนำมาขึ้นรูปได้ แต่ถ้ายังไม่ได้นำมาขึ้นรูปภายในวันนั้นจะต้องคลุมโมลด้วยผ้าที่ชื้น เพื่อป้องกันไม่ให้โมลแห้งตัว ซึ่งจะทำให้เกิดการแตกร้าวขึ้นได้

(ที่มา : บริษัท สยามโมลติง พลาสเตอร์ จำกัด บริษัทร่วมทุนระหว่างเครือซีเมนต์ไทย และประเทศญี่ปุ่น)

## การออกแบบและการสร้างต้นแบบ

รูปแบบหรือแบบร่างมีความสำคัญในการผลิตชิ้นงาน นักออกแบบต้องมีความเข้าใจในการออกแบบมีความรู้ในเรื่องผลิตภัณฑ์ที่ต้องการผลิต และเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการผลิต นอกเหนือจากการออกแบบให้มีความสวยงาม เช่น รูปแบบที่ออกมาแล้วสวยงามมากแต่มีความสลับซับซ้อนมากเกินไป ไม่สามารถผลิตได้เลย หรือผลิตได้ค่อนข้างยาก เมื่อผลิตแล้วเกิดความเสียหายมาก ไม่คุ้มกับต้นทุนการผลิต เรื่องรูปแบบก็สำคัญ นักออกแบบต้องคิดหารูปแบบใหม่ ๆ หรือมีจินตนาการ มีความคิดสร้างสรรค์อยู่เสมอ ให้มีความสอดคล้องกับตลาดเป็นที่ต้องการของตลาด สำหรับส่วนประกอบของการออกแบบ ส่วนใหญ่แล้วการออกแบบจะเริ่มต้นด้วยการออกแบบรูปทรง แล้วจึงตามมาด้วยบริเวณว่าง สี น้ำหนัก ปริมาตร และลักษณะผิวรูปทรงที่ใช้ในการออกแบบ

สำหรับการออกแบบเพื่อใช้ในการขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดแรงดันสูง นักออกแบบต้องคำนึงถึงความหนาของผลิตภัณฑ์พอดีกับชิ้นงานผลิตภัณฑ์ไม่ต้องถอดแม่พิมพ์ขึ้นจำนวน 2 ชิ้นเท่านั้น หากกล่าวได้ว่าชิ้นงานที่ออกแบบผลิตภัณฑ์มีความหนาเท่าใดต้นแบบก็มีความหนาเท่ากับที่ออกแบบไว้



## การสร้างต้นแบบสำหรับใช้ทำแม่พิมพ์แรมเพรส

ลักษณะของต้นแบบสำหรับทำแม่พิมพ์แรมเพรสที่มีความหนาของผลิตภัณฑ์พอดีกับชิ้นงานผลิตภัณฑ์ หากกล่าวได้ว่าชิ้นงานผลิตภัณฑ์มีความหนาเท่าใดต้นแบบก็มีความหนาเท่ากับชิ้นงานผลิตภัณฑ์ ลักษณะของต้นแบบต้องถอดแม่พิมพ์ขึ้นจำนวน 2 ชิ้นเท่านั้น

ต้นแบบที่ใช้สำหรับทำแม่พิมพ์แรมเพรสโดยทั่วไปแล้วจะใช้ปูนปลาสเตอร์เป็นส่วนใหญ่ เพราะเป็นวัสดุที่หาได้ง่ายไม่ยุ่งยากและสามารถเก็บรายละเอียดได้ง่าย ต้นแบบสามารถสร้างได้หลายวิธี แล้วแต่ลักษณะของแบบแต่ละชนิด เช่น ถ้าเป็นรูปทรงกลมไม่ว่าจะเป็นประเภทขามควรรใช้วิธีสร้างต้นแบบด้วยการกลิ้ง หากเป็นรูปทรงเหลี่ยม หรือรูปทรงอิสระควรรใช้วิธีสร้างต้นแบบด้วยการแกะสลักหรือบางแบบใช้วิธีกลิ้งต้นแบบปูนปลาสเตอร์แล้วนำมาตกแต่งด้วยการปั้นหรือแกะสลักเพิ่มเติมเป็นต้น ซึ่งแต่ละวิธีจะมีขั้นตอนการสร้างต้นแบบไม่เหมือนกันแล้วแต่ความเหมาะสมและความง่ายของแบบโดยมีวิธีการสร้างต้นแบบ





## การทำแม่พิมพ์แรมเพรส

### ลักษณะของแม่พิมพ์แรมเพรส

แม่พิมพ์แรมเพรส เป็นแม่พิมพ์ที่ใช้ในกระบวนการผลิตชิ้นงานเป็นจำนวนมาก ๆ ใช้เวลาที่รวดเร็วมักมีความสะดวกและประสิทธิภาพในการผลิตสูงมีส่วนประกอบ 3 ส่วนคือ กรอบเหล็กหรือโครงเหล็กด้านนอก ภายในกรอบเหล็กเป็นปูนพลาสติกชนิดพิเศษทนต่อแรงอัด และภายในของแม่พิมพ์ปูนพลาสติกมีระบบของการวางสายลมเพื่อให้ชิ้นงานหลุดออกจากแม่พิมพ์ ลักษณะของแม่พิมพ์แรมเพรส จะประกอบด้วยแม่พิมพ์ 2 ชนิดคือ ส่วนบนยึดติดกับแท่นพิมพ์ด้านบนและแม่พิมพ์ส่วนล่างยึดติดกับแท่นพิมพ์ด้านล่าง ส่วนประกอบคือกรอบเหล็กและปูนพลาสติกสำหรับแรมเพรส โดยแม่พิมพ์ปูนพลาสติกจะหล่ออยู่ในกรอบเหล็ก ซึ่งมีสลักทั้งพิมพ์บนและพิมพ์ล่างเพื่อสะดวกในการติดตั้งภายในปูนพลาสติกและจะมีตะแกรงอยู่ในโครงเหล็กมีสายลมพ่น สำหรับใช้ในการเป่าลมเข้าไปในแม่พิมพ์ให้ชิ้นงานหลุดออกจากแม่พิมพ์

แม่พิมพ์สำหรับเครื่องอัดขึ้นรูปแรงดันสูงใช้ปูนพลาสติกชนิดพิเศษสำหรับการรูปด้วยเครื่องอัดแรงดันสูงสำหรับอุตสาหกรรมเซรามิก ทำให้แม่พิมพ์มีความแข็งแรงสูง สามารถทนทานต่อการสึกกร่อนได้ดี สามารถขึ้นรูปผลิตภัณฑ์เซรามิกได้งานจำนวนมากอีกทั้งยังสามารถถอดชิ้นงานได้ง่าย สิ่งสำคัญหลักของแม่พิมพ์แรมเพรสคือระบบการวางท่อสายลมภายในแม่พิมพ์

การสร้างแม่พิมพ์แรมเพรสนับว่าเป็นกระบวนการสร้างพิมพ์ใช้งานในระบบอุตสาหกรรมอีกรูปแบบหนึ่ง ที่โรงงานอุตสาหกรรมขนาดกลางและใหญ่นิยมใช้กัน เพราะสามารถผลิตได้รวดเร็ว เป็นวิธีการขึ้นโดยใช้ระบบการทำงานของเครื่องอัดจากแม่พิมพ์ 2 ชั้น ซึ่งเป็นพิมพ์ด้านในและด้านนอกตามออกแบบไว้กำลังแรงอัดของเครื่องสูงกว่า Roller Head แต่ต่ำกว่าเครื่องอัดกระเบื้องที่อัดด้วยดินร่วนผง ดังนั้นแบบพิมพ์ที่จะใช้ต้องมีความแข็งแรงทนทานต่อแรงอัดของเครื่องได้ดี แต่ต้องมีคุณสมบัติดูดซึมน้ำจากเนื้อดินได้ดีด้วย แบบพิมพ์ปูนพลาสติกทั้ง 2 ชั้นถูกยึดด้วยขอบโลหะใช้ติดแน่นกับเครื่องอัด ซึ่งมีช่องว่างกักดินที่ล้นออกมาโดยรอบ จากการอัดทุกครั้ง การขึ้นรูปด้วยวิธีนี้ทำได้ค่อนข้างเร็วและประหยัดแบบพิมพ์ ในระหว่างที่เครื่องอัดทำงานน้ำในเนื้อดินบางส่วนจะถูกดูดผ่านท่อเล็ก ๆ จำนวนมาก ที่ฝังที่อยู่ในพิมพ์ทั้ง 2 ชั้น เนื้อดินที่ถูกอัดตามแบบพิมพ์เป็นชิ้นงานแล้วจะถูกปล่อยออกจากแรงดูด ให้หลุดลงมาบนที่รองรับ เนื่องจากใช้เวลาน้อยแต่ชิ้นงานจำนวนมากทำให้เป็นที่นิยมของโรงงานอุตสาหกรรม

1. ทำแม่พิมพ์ส่วนที่เป็นด้านล่างโดยการนำไม้กระดานวางบนแป้นหมุนเพื่อความสะดวกในการปรับแต่งดินในการปั้นพิมพ์และนำกรอบเหล็กส่วนด้านล่างมีความหนามากกว่าส่วนบนวางคว่ำลงบนไม้กระดาน



ภาพแสดงการวางกรอบเหล็กคว่ำลงบนแป้นหมุน

2. นำต้นแบบปูนปลาสเตอร์ทำน้ำสบู่ไปเคลสเซียมให้ทั่วทั้ง 2 ด้าน ทิ้งไว้ประมาณ 3-5 นาที เพื่อให้น้ำสบู่ซึมเข้าไปในเนื้อปูนปลาสเตอร์เพื่อเป็นการป้องกันการเทปูนปลาสเตอร์รั่วหรือไหลเข้าไปติดต้นแบบเกิดความเสียหาย หลังจากทาน้ำสบู่แล้วขับออกด้วยแปรงพอหมาด



ภาพแสดงการทำน้ำสบู่ลงบนต้นแบบให้ทั่ว

3. นำต้นแบบปูนปลาสเตอร์คว่ำลงบนไม้กระดานให้อยู่ตรงกลางของกรอบเหล็กโดยใช้ดินกั้นพิมพ์วางหนุนด้านหน้าของต้นแบบเล็กน้อยเพื่อป้องกันไม่ให้ผิวหน้าของต้นแบบเกิดความเสียหาย อีกทั้งยังเป็นการยึดให้ต้นแบบอยู่กับที่ไม่ให้ขยับไปมา จากนั้นใช้ดินกั้นพิมพ์จากขอบข้างของต้นแบบที่ใช้ดินสอสี แบ่งไว้จนถึงขอบของกรอบเหล็กด้านล่างแล้วใช้เครื่องมือปรับตกแต่งผิวดินให้เรียบร้อย



ภาพแสดงการกั้นดินและปรับแต่งผิวดินให้เรียบ

4. ใช้ฟองน้ำเช็ดทำความสะอาดต้นแบบและดินให้เรียบร้อยหากดินที่กั้นไม่เรียบจะทำให้ยากในการตกแต่งปูนเนื่องจากปูนปลาสเตอร์ที่ใช้ในการหล่อแม่พิมพ์จะมีความแข็งมาก



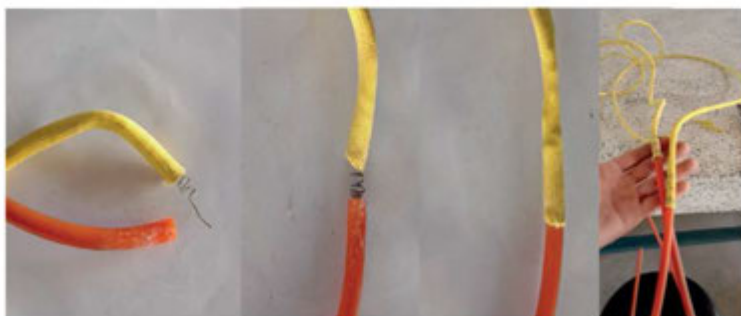
ภาพแสดงการแต่งผิวดินให้เรียบและทำความสะอาดต้นแบบ

5. ทาน้ำสบู่ที่ต้นแบบอีกครั้ง แล้วใช้แปรงขัดต้นแบบให้แห้งพอหมาด ตัดตะแกรงลวดวางลงในกรอบเหล็กใช้ลวดมัดกับขอบเหล็กให้แน่น โดยให้ตะแกรงเหล็กลวดอยู่สูงกว่าต้นแบบ ห่างจากชิ้นงานประมาณ 4-5 cm เพื่อใช้ในการวางสายลมพรุณ หากวางสายลมพรุณใกล้กับต้นแบบมากเกินไปลมที่ออกจากสายลมพรุณอาจจะดันชิ้นงานส่วนที่อยู่ใกล้สายลมพรุณบิดเบี้ยวได้



ภาพแสดงการทาน้ำสบู่และขัดออกให้หมาดอีกครั้ง

6. เตรียมสายลมพรุณและสายลมแข็งโดยใช้ลวดขดเกลียวสอดเข้าไปในสายลมพรุณ เพื่อป้องกันไม่ให้สายลมแบนลีบในขณะที่ป้อนพลาสติกอร์ นำสายลมแข็งและสายลมพรุณเชื่อมต่อโดยใช้ข้อต่อ เนื่องจากสายลมพรุณกับสายลมแข็งมีขนาดเท่ากัน ใช้กาวยร้อนเชื่อมต่อแล้วมัดด้วยลวดให้แน่นป้องกันไม่ให้สายลมหลุดออกจากกัน ส่วนปลายของสายลมพรุณอีกด้านหนึ่งมัดให้แน่นไม่ให้ลมออกทางปลายสายลม



ภาพแสดงการเตรียมสายลมและเชื่อมต่อสายลมแข็งกับสายลมพรุณ

7. นำสายลมพรุณขดเป็นก้นหอยตามขอบของรูปทรงต้นแบบวางลงบนตะแกรงใช้ลวดมัดเหล็กกับตะแกรงโดยให้ปลายของสายลมแข็งสอดตรงรูของกรอบเหล็กโดยให้โผล่ออกมาด้านนอก



ภาพแสดงการวางสายลมพรุณบนตะแกรงภายในกรอบเหล็ก

8. ผสมปูนปลาสเตอร์ที่ใช้สำหรับแม่พิมพ์แรมเพรส โดยใช้ น้ำ 1 ส่วน ต่อ ปูน 3 ส่วน โดยน้ำหนัก โรยปูนปลาสเตอร์ลงในทังไว้ให้ปูนดูดน้ำจนอึดตัวโดยกวนปูนด้วยเครื่องกวนหรือมือ ต้องกวนไปทางเดียวกันอย่างช้า ๆ ซึ่งใช้เวลา 10-15 นาที จากนั้นนำปูนปลาสเตอร์เทลงในแบบพิมพ์อย่างช้า ๆ จนเต็ม เพื่อไล่ฟองอากาศ





ภาพแสดงการผสมปูนกวนแล้วเทลงในกรอบเหล็กพร้อมกับวางสายลมแล้วเทปูนทับ

9. แล้วรอนปูนใกล้แข็งตัวใช้เวลาประมาณ 20-25 นาที ไม้บรรทัดปาดผิวให้เสมอกับขอบของกรอบเหล็กหากปาดผิวปูนไม่เรียบเสมอบนขอบเหล็กหรือปูนกว่าขอบเหล็กอาจทำให้ปูนปลาสเตอร์แตกในขณะที่ยัดขึ้นงานได้



ภาพแสดงการใช้ไม้บรรทัดปาดผิวปูนให้เรียบเสมอบนขอบของกรอบเหล็ก

10. เมื่อปูนปลาสเตอร์ใกล้แข็งตัวให้พลิกกรอบเหล็กหงายขึ้นแล้วนำดินที่กั้นออก แล้วใช้เครื่องมือปาดแต่งผิวหน้าของขอบพิมพ์ให้เรียบร้อย ใช้ลมเป่าเข้าไปในสายลมแข็ง น้ำจะออกจากแม่พิมพ์ปูนปลาสเตอร์ นำต้นแบบออกจากแม่พิมพ์งาน จากนั้นปรับแต่งผิวขอบปูนให้เรียบร้อยอีกครั้ง



ภาพแสดงจับพิมพ์หงายเอาดินออกแล้วตกแต่งผิวปูนด้านข้างให้เรียบสไลด์

11. นำต้นแบบวางบนลงแม่พิมพ์ตรงจุดเดิมแล้วทาด้วยน้ำสบู่ทิ้งไว้ 3-5 นาที จากนั้นใช้แปรงช้ำน้ำสบู่ออกมา นำกรอบเหล็กด้านบนสวมลงบนกรอบเหล็กชั้นแรกให้สนิท



ภาพที่แสดงการสวมกรอบเหล็กด้านบนเพื่อทำพิมพ์อีกครั้ง



12. ทำดินกั้นออกจากขอบของต้นแบบถึงขอบเหล็กด้านล่าง แล้วใช้เครื่องมือปรับแต่งผิวดินให้เรียบ จากนั้นใช้ฟองน้ำเช็ดทำความสะอาดต้นแบบ ทาน้ำสบู่ทิ้งไว้ 3-5 นาที แล้วซับออกด้วยแปรงพอหมาด หากใช้น้ำสบู่หรือน้ำสบู่น้ำสบู่ดินต้นแบบปูนมากจนเกินไปจะทำให้ผิวของแม่พิมพ์ที่หล่อออกมาไม่เรียบ



ภาพแสดงการกั้นดินปรับให้เรียบสไลป์ขึ้นแล้วทาน้ำสบู่ซับให้แห้งพอหมาด

13. นำตะแกรงวางลงด้านในของกรอบเหล็กแล้วใช้ลวดมัดเตรียมสายลมแข็งและสายลมพรมเชื่อมติดกัน มัดปลายสายลมพรมมัดให้แน่นสอดสายลมแข็งให้ปลายสายลมแข็งโผล่ออกด้านนอก ส่วนสายลมพรมด้านในให้ชิดกันหอยลงบนตาข่ายแล้วใช้ลวดมัดยึดพอหลวมไว้ไม่ให้เคลื่อนไหว



ภาพแสดงการทดสอบการวางตะแกรงที่มีมัดติดกับสายลมให้อยู่ตรงกลางแล้วทำเครื่องหมายไว้

14. ผสมปูนปลาสเตอร์สำหรับทำแม่พิมพ์แรมเพรส กวนด้วยเครื่องผสมปูนปลาสเตอร์ให้เข้ากันนานประมาณ 10-15 นาที แล้วเทปูนปลาสเตอร์ลงในกรอบเหล็กที่เตรียมไว้ให้เต็มเสมอกับขอบของกรอบเหล็ก แล้วรอนปูนปลาสเตอร์ใกล้แข็งตัวใช้ไม้บรรทัดปาดปูนให้เรียบเสมอกับขอบเหล็ก



ภาพแสดงการเทปูนปลาสเตอร์แล้วปาดผิวหน้าให้เรียบเสมอบนขอบเหล็ก

15. เมื่อปูนแข็งตัว นำดินที่กั้นออกแล้วใช้ส้อมเป่าตรงสายลมที่โผล่ออกจากกรอบเหล็ก แล้วแยกกรอบเหล็กออกจากกัน จากนั้นนำต้นแบบออกแล้วใช้เครื่องมือตักแต่งผิวด้านข้างของปูนปลาสเตอร์ให้เรียบร้อย





ภาพที่แสดงการใช้ลมนเป่าแยกแม่พิมพ์ออกจากกันแล้วนำดินแบบออกจากแม่พิมพ์

16. นำแม่พิมพ์ไปเช็ดทำความสะอาดแล้วทำการทดแม่พิมพ์โดยการปาดขอบพิมพ์ให้เอียงลงนิดหน่อย ปูนพลาสติกอร์บางยี่ห้อหลังจากทำแม่พิมพ์เสร็จจะมีการไล่น้ำจากแม่พิมพ์และอาจมีการผสมแตกต่างกันไปให้ดูจากข้อมูลการผสมของปูนพลาสติกอร์ในแต่ละยี่ห้อ



ภาพแสดงการทดแม่พิมพ์และแม่พิมพ์ที่เสร็จแล้วรอการใช้งาน

# การขึ้นรูปชิ้นงาน

## การขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดแรงดันสูง

เป็นการใช้เครื่องที่ทำงานในระบบไฮดรอลิก ระบบนิวเมติกส์ และต่อเข้ากับระบบไฟฟ้า วิธีการควบคุมการทำงานสามารถทำงานได้ด้วยระบบควบคุมโดยมือ(Manual system) และระบบอัตโนมัติ (Automatic system)

### 1. ระบบไฮดรอลิก (Hydraulics)

ประกอบไปด้วยเครื่องดันกำลังอัด Unit power และ ชุดควบคุมไฮดรอลิก ซึ่งเครื่องดันกำลังอัดทำหน้าที่ควบคุมการทำงานด้วยมือและระบบอัตโนมัติ ประกอบไปด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าปั๊มไฮดรอลิก สายไฮดรอลิก ถึงพักน้ำมัน เกจวัดความดัน ส่วนชุดควบคุมไฮดรอลิก เป็นชุดที่ให้แทนอัดขึ้นลง ซึ่งเกิดจากแรงดันของน้ำมันไฮดรอลิก เป็นต้น

### 2. ระบบนิวเมติกส์ (Pneumatic system)

เป็นระบบควบคุมการขึ้นลงของกระบอกสูบ เวลาอัดชิ้นงานประกอบด้วยลิมิตสวิตช์ด้านบนและล่าง ตัวควบคุมการปล่อยลมโซลินอยด์วาล์วด้านบนและด้านล่างชุดอุปกรณ์ปรับแรงดันลมเข้าภายในแม่พิมพ์

## การบำรุงรักษาและข้อระวัง

1. อย่าให้วาล์วไฟฟ้าถูกน้ำอาจทำให้เกิดความเสียหายได้
2. ยาชันวาล์วแรงดันจนสุดเบอร์
3. ปิดสวิตซ์การทำงานทุกครั้ง
4. เปลี่ยนถ่ายน้ำมันไฮดรอลิกทุกๆ 10,000 ชั่วโมง
5. หมั่นตรวจจุดยึดของทุก 3 เดือน เช่น เสาค้ำ ข้อต่อไฮดรอลิกและจุดต่างๆ เป็นต้น

## ชุดปรับควบคุมลมเข้าในแม่พิมพ์

ประกอบด้วยโซลินอยด์วาล์ว 2 ตัวบนและล่าง และกรองอากาศซึ่งอยู่ภายในเครื่องอัดซึ่งต่อกัน ตัวปรับลมด้านบนและตัวปรับลมด้านล่าง ซึ่งอยู่นอกเครื่องอัดเป็นตัวปรับตั้งความแรงของลมเข้าสู่แม่พิมพ์และมีเกจสำหรับอ่านค่าแรงลมทั้งด้านบนและด้านล่างหน่วยเป็นปอนด์

## ชุดปรับตั้งลิมิตสวิตซ์

เป็นตัวควบคุมการขึ้นลง ใช้ในการควบคุมการทำงานของแท่นพิมพ์ เมื่อแท่นพิมพ์ขึ้นไปถึงด้านบนแล้วลิมิตสวิตซ์ ก็จะทำหน้าที่ตัดให้เครื่องหยุดทำงาน และในขณะที่แท่นพิมพ์ลงไปถึงจุดที่ตั้งลิมิตสวิตซ์ ไว้เครื่องก็จะหยุดทำงาน พอที่จะสรุปได้ว่า ลิมิตสวิตซ์ทำหน้าที่ขึ้นและลงตามที่กำหนดไว้ได้โดยการตั้งลิมิตสวิตซ์

## ปุ่มกดต่าง ๆ ที่ใช้ในเครื่องขึ้นรูปแรงดันสูง

ปุ่มกดต่าง ๆ ที่อยู่ในเครื่องขึ้นรูปแรงดันสูง ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของเครื่องแตกต่างกันไป ผู้ผลิตเครื่องอัดขึ้นรูปแรงดันสูงได้คำนึงถึงการใช้งานให้สะดวกสบายงานที่ออกมามีคุณภาพ ลดหรือแก้ปัญหามาของการผลิตให้มีประสิทธิภาพ อีกทั้งยังคำนึงถึงความปลอดภัยโดยมีระบบป้องกันเพื่อไม่ให้เกิดเป็นอันตรายต่อผู้ใช้งาน ปุ่มกดต่างๆที่มีความสำคัญสำหรับเครื่องขึ้นรูปด้วยแรงดันสูงมีดังนี้

1. ปุ่มกดให้มอเตอร์ทำงาน การกดปุ่มมอเตอร์จะทำงานได้ต้องเปิดสวิตซ์ให้กระแสไฟฟ้าเข้าเครื่องก่อนโดยการบิดสวิตซ์ไปที่ on แล้วจึงกดปุ่มมอเตอร์ทำงาน หากไม่กดปุ่มให้มอเตอร์ทำงานแล้วจะไม่สามารถกดแป้นพิมพ์ขึ้นลงได้

2. ปุ่มกดให้เครื่องอัดทำงานขึ้นลงระบบควบคุมด้วยมือ manual เป็นปุ่มกดให้แป้นพิมพ์ขึ้นอัดขึ้นงานด้านบน และกดให้แป้นพิมพ์ลงในระบบควบคุมโดยมือ การกดปุ่มหรือตรงนี้ใช้ร่วมกับสวิตซ์หมายเลข 8 ของตู้คอนโทรล โดยการบิดสวิตซ์ไประบบ manual แล้วจึงกดปุ่มขึ้นลง วิธีใช้ปุ่มกดให้แป้นพิมพ์ขึ้น โดยการกดปุ่ม up ของปุ่มหมายเลข 2 ของตู้คอนโทรลค้างไว้ แป้นพิมพ์ก็จะขึ้น เมื่อปล่อยมือแป้นพิมพ์ก็จะหยุดทำงาน การกดปุ่มลงก็เช่นเดียวกันให้กดไปที่ปุ่มหมายเลข 3 ของตู้คอนโทรลค้างไว้ แป้นก็จะลงด้านล่างตามต้องการ เวลาปล่อยมือข้างก็จะหยุดทำงาน

3. ปุ่มกดให้เครื่องอัดทำงานระบบอัตโนมัติ โดยการบิดสวิตซ์หมายเลข 8 ของตู้คอนโทรลไปที่ระบบอัตโนมัติแล้วใช้ปุ่มกดด้านซ้ายและด้านขวาของหน้าแป้นพิมพ์เป็นปุ่มสำหรับกดให้แป้นพิมพ์ขึ้นลงระบบอัตโนมัติ การกดปุ่มหน้าแป้นพิมพ์ให้กดปุ่มด้านซ้ายและขวาพร้อมกันแล้วปล่อยมือออก แป้นพิมพ์ก็จะทำงานขึ้นลงโดยอัตโนมัติ

4. ปุ่มกดให้เครื่องหยุดทำงานในกรณีฉุกเฉิน เป็นปุ่มที่ป้องกันการเกิดอันตรายในขณะทำการตัดชิ้นงานด้วยเครื่องอัดแรงดันสูง ซึ่งบางครั้งอาจจะเกิดจากความผิดพลาดของการกดปุ่มหรือการวางไม่ได้ศูนย์แล้วใช้มือเข้าไปขยับขณะแป้นพิมพ์ขึ้นอัดขึ้นงาน ให้ใช้มือกดไปที่ปุ่มฉุกเฉินทันที แป้นพิมพ์ที่กำลังขึ้นอัดก็จะลงมาด้านล่างอัตโนมัติ สำหรับปุ่มฉุกเฉินทำให้หลายจุดของเครื่อง อาจไม่ว่าจะเป็นปุ่มสีแดงด้านหน้าและด้านหลังของแป้นพิมพ์หรือจะเป็นปุ่มสีแดงหมายเลข 1 ของตู้คอนโทรล จะใช้ปุ่มใดปุ่มหนึ่งก็ได้ การทำปุ่มกดหลายจุดเพื่อที่สามารถกดได้ทันเหตุการณ์ในกรณีฉุกเฉิน

## การติดตั้งและทดสอบแม่พิมพ์แรมเพรส

การติดตั้งและทดสอบแม่พิมพ์สำหรับอัดขึ้นรูปแรงดันสูง ด้วยเครื่องแรมเพรสมีความสำคัญ ต้องทดสอบแม่พิมพ์ก่อนการใช้งานจริง ซึ่งจะต้องดูทั้งความสนิทของแม่พิมพ์ ปริมาณการจ่ายลมด้านบนและด้านล่างให้พอดีกับการใช้งาน ซึ่งมีการติดตั้งและทดสอบดังนี้

1. นำแม่พิมพ์ด้านล่างวางบนแท่นให้ได้ศูนย์กลาง โดยให้ท่อสายลมของแม่พิมพ์อยู่ด้านหลังของเครื่องอัดขึ้นรูป



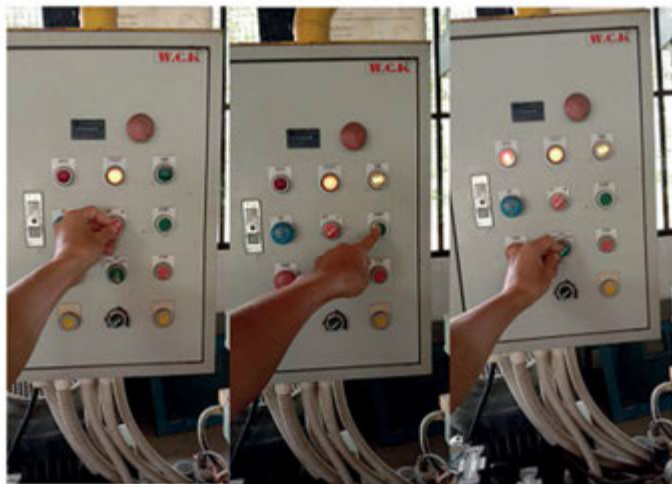
ภาพแสดงการยกแม่พิมพ์วางบนแท่นอัดโดยให้สายลมของแม่พิมพ์อยู่ด้านหลังของเครื่องอัด

2. ยกแม่พิมพ์ด้านบนสวมลงบนแม่พิมพ์ด้านล่างให้สนิทจะเห็นว่าปลายสายลมด้านบนและด้านล่างอยู่ด้านหลังของเครื่องอัดขึ้นรูป แล้วนำสายลมเชื่อมต่อกับแม่พิมพ์ทั้งด้านบนและด้านล่าง



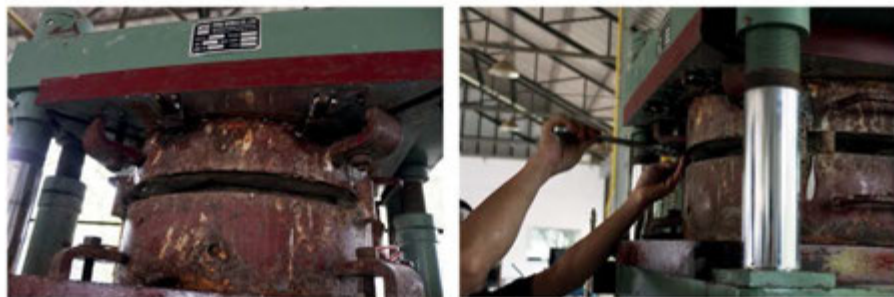
ภาพแสดงการล๊อคแท่นพิมพ์ด้านล่างและเชื่อมต่อสายลมกับแม่พิมพ์

3. เปิดสวิตช์ On ให้ระบบไฟฟ้าทำงานไฟจะโชว์แสดงการทำงาน และกดปุ่ม start ให้ระบบมอเตอร์ทำงาน ไฟจะโชว์แสดงการทำงานมอเตอร์ จากนั้นให้ปรับสวิตช์ระบบการทำงานเครื่องไปที่ระบบ manual



ภาพแสดงการเปิดเครื่องแรมเพรสทำงานโดยปรับสวิตช์ไปที่ระบบ Manual

4. กดปุ่ม up ค้างไว้เพื่อให้เครื่องทำงานโดยดันแป้นพิมพ์ด้านล่างขึ้นโดยให้แม่พิมพ์ขึ้นไปชนแท่นยึดพิมพ์ด้านบนแล้วปล่อยมือเครื่องจะหยุดทำงาน ยึดแม่พิมพ์ติดกับแท่นพิมพ์ทั้งด้านบนและด้านล่างให้แน่นโดยแท่นพิมพ์จะมีร่องสำหรับใช้นอตยึดแม่พิมพ์ติดกับตัวแท่น



ภาพแสดงกดแท่นพิมพ์ขึ้นและยึดแม่พิมพ์ติดกับแท่นพิมพ์

5.ปรับขาสำหรับค้ำยันให้ชนกับแท่นพิมพ์ด้านบนแล้วยึดให้แน่นเพื่อป้องกันการกระแทก และปรับตั้งลิมิตสวิทซ์ให้เครื่องหยุดทำงานเมื่อเครื่องอัดชิ้นงานขึ้นถึงด้านบน



ภาพแสดงการปรับขาสำหรับค้ำยันให้ชนกับแท่นพิมพ์ด้านบน

6.กดสวิทซ์ down ค้างไว้เพื่อให้แท่นพิมพ์ด้านล่างลงเมื่อแท่นพิมพ์ลงถึงด้านล่างแล้วให้ปล่อยมือแท่นพิมพ์จะหยุดทำงาน



ภาพแสดงการกดสวิทซ์ Down ค้างไว้เพื่อให้แท่นพิมพ์ด้านล่างลง

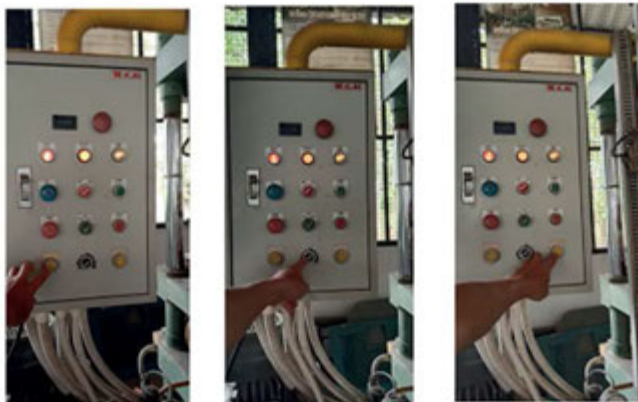


7. ตั้งปรับปริมาณการใช้ลมทั้งด้านบนและด้านล่าง ปรับสวิตช์ระบบลมเข้าเครื่องแล้วกดปั๊มทดสอบลมทั้งด้านบนและด้านล่างน้ำจะออกจากแม่พิมพ์เมื่อกดปั๊มทดสอบลม



ภาพแสดงการปรับปริมาณลมเข้าแม่พิมพ์

8. ปรับสวิตช์ไฟที่ระบบ auto ไฟจะโชว์แสดงการทำงานแล้วกดปั๊ม up ตรงตู้คอนโทรลหรือกดปุ่มหน้าแป้นพิมพ์ซ้าย ขวา พร้อมกันแล้วปล่อยมือเครื่องจะทำงานโดยการดันแท่นพิมพ์ขึ้นลงอัตโนมัติ เป็นการทดสอบการขึ้นลงของแม่พิมพ์และระบบน้ำในพิมพ์ หลังจากทดสอบแม่พิมพ์เสร็จให้ปิดสวิตช์ให้เครื่องหยุดทำงาน



แสดงการทดสอบลมเข้าแม่พิมพ์ด้านบนและลมล่าง

# การขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ด้วยเครื่องแรมเพชร

การขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ด้วยเครื่องแรมเพชร หลังจากติดตั้งและทดสอบแม่พิมพ์เรียบร้อยแล้ว สามารถขึ้นรูปชิ้นงานโดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. เปิดสวิตซ์เพื่อให้เครื่องทำงานไปที่ on กดปุ่ม start ระบบมอเตอร์ทำงานปรับสวิตซ์ให้เครื่องทำงานในระบบ auto แล้วจึงเปิดสวิตซ์ให้ระบบลมเข้าเครื่อง
2. ใช้ฟองน้ำชุบน้ำบิดพอหมาดแล้วเช็ดทำความสะอาดแม่พิมพ์ทั้งด้านบนและด้านล่างให้สะอาด



ภาพแสดงการเตรียมพิมพ์ในการขึ้นรูป

3. นำดินที่เตรียมไว้วางตรงกลางของแม่พิมพ์ด้านล่างแล้วกดปุ่ม up หน้าแท่นพิมพ์ด้านซ้ายและด้านขวาพร้อมกันแล้วปล่อยแท่นพิมพ์จะดันขึ้นแล้วทำงานอัดชิ้นงานอัตโนมัติ



ภาพแสดงการนำดินวางกลางแม่พิมพ์ด้านล่าง

4. เมื่อแท่นพิมพ์ต้นชั้นอัดชิ้นงานจนถึงจุดที่ตั้งไว้ดินที่เหลือจากการตัดชิ้นงานจะปริออกทางด้านข้างแล้วลมจะถูกปล่อยเข้าแม่พิมพ์ด้านล่าง ลมจะดันน้ำจากในพิมพ์ขึ้นสู่ม้วนพิมพ์ทำให้ม้วนพิมพ์มีความชื้น แล้วแท่นพิมพ์จะลงโดยอัตโนมัติ ชิ้นงานจะติดอยู่กับแม่พิมพ์ด้านบน



ภาพแสดงการ กดปุ่ม UP ให้เครื่องทำงานเมื่ออัดชิ้นรูปชิ้นงานจะติดพิมพ์ด้านบน  
ให้เอาไม้กระดานรองชิ้นงาน

5. น้ำดินที่เหลือจากการอัดออก ลมจะถูกปล่อยเข้าในแม่พิมพ์ด้านบนโดยอัตโนมัติ นำแผ่นไม้กระดานรองเพื่อรองรับชิ้นงานที่ติดอยู่กับแม่พิมพ์ด้านบนโดยให้ไม้กระดานห่างออกจากชิ้นงานเล็กน้อย จากนั้นชิ้นงานจะหลุดออกจากแม่พิมพ์



ภาพแสดงการนำไม้กระดานรองชิ้นงานห่างออกจากแม่พิมพ์ด้านบน



ภาพแสดงชิ้นงานที่ได้จากการอัดด้วยเครื่องอัดแรงดันสูง



**\*หมายเหตุ\*** ในกรณีเกิดเหตุการณ์ดุกเงินระหว่างแท่นพิมพ์ต้นชั้นในระบบอัดโนมิตให้ กดปุ่มดุกเงินตรงตู้คอนโทรลหรือปุ่มหน้าแท่นพิมพ์ แท่นพิมพ์ด้านล่างจะเลื่อนลงทันที



ภาพแสดงผลภัณฑ์ที่ขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดแรงดันสูง ที่ผ่านการเผาบิสกิต และการเผาเคลือบ

# ปัญหาในการขึ้นรูปชิ้นงานด้วยเครื่องแรมเพรส

ปัญหาในการขึ้นรูปชิ้นงานด้วยเครื่องแรมเพรสมีหลายกรณี ไม่ว่าจะเป็นปัญหาด้านการแตกร้าวของแม่พิมพ์ การสึกกร่อนของแม่พิมพ์ การแตกร้าวของชิ้นงาน รวมไปถึงปัญหาด้านการผลิตชิ้นงานของเครื่องแรมเพรสที่พบและอื่น ๆ ซึ่งปัญหาต่าง ๆ เหล่านี้ เกิดจากการทำงานและอาศัยประสบการณ์ในการแก้ปัญหา ซึ่งบางครั้งอาจแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับลักษณะของชิ้นงาน ลักษณะของเครื่องแรมเพรสแต่ละเครื่อง ปัญหาส่วนใหญ่ที่พบในการทำงานมีดังนี้

1. เมื่ออัดชิ้นงานด้วยเครื่องอัดแรงดันสูง ชิ้นงานไปติดอยู่กับด้านบน สาเหตุที่พบเห็นมาจาก
  - 1.1 แม่พิมพ์ข้างบนมีความชื้นมากเกินไปไม่สามารถดูดน้ำได้ก่อนที่แท่นพิมพ์จะลง
  - 1.2 ปริมาณของดินที่อัดเหลือมากเกินไป และเวลาอัดชิ้นงานแล้วขอบดินตัดไม่ขาดทำให้ชิ้นงานหลุดตกลงมาเพราะน้ำหนักดินมาก
  - 1.3 ผิวหน้าของแม่พิมพ์ด้านบนยังมีน้ำอยู่แล้วกดอัดทำให้ชิ้นงานไม่ติดด้านบนเพราะปูนยังไม่ทันดูดน้ำจากดิน
  - 1.4 เวลาในการอัดไม่เหมาะสม ตั้งเวลาแท่นพิมพ์ลงเร็วเกินไปพิมพ์ยังไม่ทันได้ดูดซึมน้ำ
  - 1.5 ปล่อยลมด้านล่างน้อยเกินไปทำให้แม่พิมพ์ติดด้านล่างไม่ติดอยู่ด้านบน
  - 1.6 ควรทาน้ำด้านบนของดินที่ทำการอัด เพราะปูนพลาสติกมีคุณสมบัติดูดซึมน้ำทำให้ปูนพลาสติกด้านบนดูดน้ำจากการทาน้ำผิว
2. ปัญหาผิวของชิ้นงานด้านหน้าและด้านหลังไม่เรียบ สาเหตุมาจาก
  - 2.1 ผิวด้านหน้าของดินที่อัดไม่เรียบ
  - 2.2 แม่พิมพ์ด้านบนด้านล่างยังไม่ดูดซึมน้ำ ยังมีน้ำขังอยู่แล้วอัดชิ้นงานทำให้ผิวด้านบนและทำให้ไม่เรียบ
  - 2.3 ควรใช้ฟองน้ำเช็ดทำความสะอาดแม่พิมพ์และซึมน้ำให้เรียบร้อยก่อนถึงจะอัดชิ้นงานต่อไป
3. หลังจากการอัดชิ้นงานแล้วขึ้นมาติดอยู่ด้านบนไม่ยอมหลุดออกจากแม่พิมพ์หรือหลุดออกจากแม่พิมพ์ยาก สาเหตุมาจาก
  - 3.1 แม่พิมพ์ด้านบนแห้งเกินไป เวลาอัดชิ้นงานแล้วน้ำไม่ซึมออกผิวหน้าปูนพลาสติก
  - 3.2 ตั้งแรงลมเข้าไปในแม่พิมพ์ด้านบนเบาเกินไปทำให้หน้าไม่ออกสู่วิทยาพิมพ์
  - 3.3 ตั้งเวลาในการเป่าลมเข้าไปในแม่พิมพ์ใช้เวลาน้อยจนเกินไป น้ำยังไม่ออกสู่วิทยาพิมพ์ แท่นพิมพ์ก็ลงแล้ว

4. ในงานที่อัดติดด้านบนแล้วเวลาหลุดออกจากแม่พิมพ์มักจะออกตรงมุมใดมุมหนึ่งก่อน ทำให้ชิ้นงานบิดเบี้ยวเสียหาย สาเหตุเกิดจาก

4.1 ชิ้นงานบางมุมมีรายละเอียดหรือติดลึกลงทำให้หลุดยากกว่ามุมอื่น

4.2 การทำแม่พิมพ์วางสายลมพ่นสั้นเกินไปไม่ซัดให้ได้รูปทรงพอดี

4.3 การปล่อยลมแรงเบาเกินไป

5. หลังจากการตัดชิ้นงานด้วยเครื่องอัดแรงดันสูงเสร็จแล้ว เนื้อดินด้านข้างจะมีรอยร้าวรอบตัวของชิ้นงาน เป็นร่องเล็ก ๆ ลักษณะเป็นเส้นขีด ๆ รอบชิ้นงานแสดงถึงความหนาแน่นของดินเกิดการแยกตัวทำให้ไม่เรียบ สาเหตุเกิดจาก

5.1 ชิ้นงานที่อัดมีความกว้างแต่ดินที่อัดใช้เป็นรูปทรงกระบอก เส้นผ่าศูนย์กลางน้อยทำให้ดินที่ปูดออกและแยกออกทางด้านข้างและไหลตัวออกทางด้านข้าง ทำให้บริเวณด้านข้างมีความหนาแน่นในการอัดน้อย เนื่องจากโครงสร้างของดินเสียรูปทรง วิธีแก้ปัญหาคือควรเปลี่ยนปาดรีดดินที่เครื่องนวดดินให้เป็นลักษณะแบนและตัดให้ใกล้เคียงกับชิ้นงาน

5.2 เนื้อดินมีความแข็งมากเกินไปเวลาอัดงานโครงสร้างของจะแยกออกทางด้านข้างของชิ้นงาน

6. การอัดชิ้นงานทำหรือแก้ว เวลาอัดงานแล้วขอบของปากชามหรือปากแก้วไม่เรียบและบิดเบี้ยวเสียรูปทรง สาเหตุเกิดจาก

6.1 อัดมีความสูงกับความกว้างไม่สมดุลกัน เนื่องจากมีความสูงมากเกินไป เวลาในการอัดชิ้นงานเนื้อดินส่วนของกันชิ้นงานจะถูกแรงอัดแน่นส่วนดินเหลือจะเป็นแรงไหลตัวของดินจากกันขึ้นไปถึงขอบปาก ทำให้ความหนาแน่นของดินด้านของปากชิ้นงานน้อยหรือดินไหลตัวขึ้นไม่ถึงขอบปากงานจะทำให้เกิดการบิดเบี้ยวบริเวณขอบปากได้

6.2 รูปทรงของชามหรือแก้ว มีความชันเป็นแนวตั้งฉากมากเกินไป ทำให้โครงสร้างของเนื้อดินไหลตัวขึ้นไม่ถึงขอบปากชิ้นงานหรือบางที่อาจไหลไม่ถึงขอบปากชิ้นงานทำให้ขอบปากชิ้นงานมีความหนาแน่นของดินน้อย

**วิธีแก้ปัญหา** ไม่ควรอัดชิ้นงานที่มีความสูงมาก ขณะที่ความกว้างของชิ้นงานน้อย และหลีกเลี่ยงการอัดชิ้นงานที่มีรูปทรงตั้งฉากมากเกินไป ควรปรับปรุงให้มีความเอียงเพื่อให้ดินไหลตัวได้

7. การอัดชิ้นงานที่มีขาของผลิตภัณฑ์ เช่น งานหรือถาด ส่วนขาของงานและถาดมักจะไม่ได้เกิดฟองอากาศตรงส่วนขา สาเหตุเกิดจาก

7.1 การวางดินที่อัดชิ้นงานลงบนแม่พิมพ์ปิดทับส่วนขาของชิ้นงานทั้งหมด ซึ่งเวลาในการอัดอากาศส่วนขาของชิ้นงานไม่สามารถออกจากแม่พิมพ์ได้ทำให้เกิดฟองอากาศที่ขาของชิ้นงาน

7.2 การทำส่วนขาของต้นแบบชิ้นงานมีความชันหรือตั้งฉากมากเกินไปเวลาที่อัดชิ้นงานดินไม่สามารถไหลตัวออกจากขาของงานได้ทำให้เกิดฟองอากาศที่ขาของชิ้นงาน

**การแก้ไขทั้ง 2 วิธี** โดยการวางดินที่ใช้ในการอัดลงแม่พิมพ์ไม่ควรวางดินทับเต็มส่วนขาของชิ้นงานทั้งหมด ควรเหลือส่วนขาของแม่พิมพ์เพื่อให้อากาศที่อยู่ตรงส่วนขาออก

8. เมื่ออัดชิ้นงานแล้วแม่พิมพ์เกิดการแตกร้าวในขณะที่ติดตั้งทดสอบแม่พิมพ์หรือขณะที่อัดชิ้นงาน สาเหตุเกิดจาก

8.1 กรอบเหล็กหรือโครงเหล็กบิดเบี้ยวหรือโก่งงอ ซึ่งเกิดจากการเชื่อมทำให้ผิวระนาบของกรอบเหล็กไม่สนิทเมื่อวางบนแท่นพิมพ์

8.2 การปาดแต่งผิวปูนปลาสเตอร์ในขณะที่ทำแม่พิมพ์ไม่เรียบเสมอกับขอบของกรอบเหล็กปูนปลาสเตอร์ที่ปาดมีความนูนกว่ากรอบเหล็กเมื่อนำไปอัดชิ้นงานจะทำให้แม่พิมพ์ขอบของปูนปลาสเตอร์ถูกอัดและแตกร้าวได้

9. ในการอัดชิ้นงานด้วยเครื่องแรงดันสูงขอบของแม่พิมพ์ปูนปลาสเตอร์บิ่นหรือแตกหัก สาเหตุเกิดจาก

9.1 การปรับตั้งลิ้มิตสวิทช์สูงเกินไปทำให้การอัดชิ้นงานเกินและปรับตั้งตัวค้ำยันไม่สนิทซึ่งทำให้ขอบของแม่พิมพ์ปูนปลาสเตอร์แตกและอาจทำให้แม่พิมพ์แตกร้าวได้ด้วย

9.2 เนื่องจากการวางกรอบเหล็กขณะทำงานแม่พิมพ์ประกอบไม่สนิททำให้ขอบฟิล์มแตกเกิดจากแรงกดในขณะที่อัดชิ้นงานด้วยเครื่องอัดแรงดันสูง

9.3 การประกอภกันระหว่างขณะวางกรอบเหล็กทำแม่พิมพ์กับการอัดชิ้นงานด้วยเครื่องอัดแรงดันสูงมีความสนิทไม่เท่ากันเพราะการประกอภทำแม่พิมพ์เป็นแรงวางแต่การอัดชิ้นงานเป็นแรงกด ซึ่งมีความสนิทมากกว่าแรงวัน จึงทำให้แม่พิมพ์บิ่นแตกตามขอบประกอภของแม่พิมพ์

9.4 แม่พิมพ์เกิดการบิ่นแตกเกิดจากการปรับตั้งกำลังในการอัดชิ้นงานสูงเกินไป

**วิธีแก้ปัญหา** หลังจากหล่อแม่พิมพ์เสร็จควรใช้มีดปาดแม่พิมพ์ปูนปลาสเตอร์ออกประมาณ 1-2 มิลลิเมตร ตรงขอบแม่พิมพ์เพื่อปรับให้แม่พิมพ์ห่างกันเพื่อไว้สำหรับแรงอัดของเครื่อง

## บรรณานุกรม

- คู่มือการถ่ายทอดเทคโนโลยีเครื่องอัดขึ้นรูปแรงดันสูง. บริษัทประชากรธุรกิจ จำกัด. 2547
- จิรพันธ์ สมประสงค์. การสร้างสรรค์ประติมากรรมจากปูนปลาสเตอร์.(พิมพ์ครั้งที่ 1) กรุงเทพฯ: โอ.เอส.พริ้นติ้งเฮาส์,2533
- ทวี พรหมพฤกษ์. วิชาเครื่องเคลือบดินเผาเบื้องต้น. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์,มปป.
- ปุลณรัตน์ พิชญ์ไพบุลย์.เครื่องเคลือบดินเผา :เทคนิคและวิธีการสร้างสรรค์.กรุงเทพฯ:โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,2538
- ประสพ ลีเหมือดกัย. องค์ประกอบในงานเครื่องปั้นดินเผา.กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์,2543
- ธานี อติศัยพัฒนะกุล การขึ้นรูปเซรามิก ด้วยเครื่องอัดแรงดันสูง สาขาเทคโนโลยีเซรามิก คณะออกแบบ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา. ครงช่าง, พิมพ์ครั้งที่ 1 เชียงใหม่ ,2549
- ไพจิตร อังศิริวัฒน์.เนื้อดินเซรามิก. (พิมพ์ครั้งที่ 1) กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์,2541
- ไพบุลย์ หล้าสมศรี. Mould Making and Slip Casting.(เอกสารประกอบการสอน) แผนกวิชาเทคโนโลยีเซรามิก มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา วิทยาเขตภาคพายัพ,มปป.
- วิธีการเก็บรักษาแม่พิมพ์แรมเพรส. บริษัทสยามโมดิ่งพลาสเตอร์ จำกัด สระบุรี, มปป.
- วันชัย เพ็ญแดง. โครงการสอนหลักสูตรรายวิชาการทำพิมพ์และการหล่อ 2 (เอกสารประกอบการสอน),2544.
- วัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้สร้างต้นแบบและทำแม่พิมพ์แรมเพรส.บริษัทสยามซานิทารีแวร์ อินดัสทรี จำกัด สระบุรี : มปป.
- วิรุณ ตั้งเจริญ.การออกแบบ.กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์,2529
- ศูนย์พัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องเคลือบดินเผา.การทำแม่พิมพ์ปูนปลาสเตอร์. (เอกสารประกอบการฝึกอบรม),มปป.
- Rampress Machine.บริษัทเพชรเกษมจักรกลเซรามิก จำกัด.นครปฐม.2545





## นายสิงหนล วิชายุะ

การศึกษา : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี  
ระดับปริญญาตรี คณะศิลปกรรมและสถาปัตยกรรมศาสตร์  
สาขา หัตถกรรมเซรามิก

Email : Singhon\_don@windowslive.com

หน่วยงาน : สถาบันถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชน  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี



# องค์ความรู้ในการพัฒนาอาชีพ การขึ้นรูปด้วยการอัด (Ram press)

ISBN 978-974-625-909-5

ISBN 978-974-625-908-8 (E-Book)

## ที่ปรึกษา

รองศาสตราจารย์ศีลศิริ ดร.สุรพล	สง่าจิตร ใจวงศ์ษา
-----------------------------------	----------------------

## ผู้เขียน/เรียบเรียง

นายสิงหล	วิชายะ
----------	--------

## กองบรรณาธิการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์เกรียงไกร	ธารพรศรี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์นทีชัย	ผัสดี
นายวิสุทธิ	บัวเจริญ
ดร.สุริวรรณ	ราชสม
นายพิษณุ	พรมพราย
นายนริศ	กำแพงแก้ว
ว่าที่ ร.ต.รัชต์พงษ์	หอยชัยรัตน์
นางสาวทิน	อ่อนนวล
นายวิชณลักษณ์	ค้ายอง
นางสาวสุชาสินี	ผู้อยู่สุข
นายจักรรินทร์	ชินสมบัติ
นายเจษฎา	สุภาพรเหมินทร์
นางสาวรัตนภรณ์	สารภี
นางสาวเสงี่ยม	คีนดี
นางสาวหนึ่งฤทัย	แสงใส
ว่าที่ ร.ต.เกรียงไกร	ศรีประเสริฐ
นางสาวเสาวลักษณ์	จันทร์พรหม
นางสาวอารีรัตน์	พิมพ์นวน
นางสาววราภรณ์	ต้นใส
นายวีรวิทย์	ณ วรธรรมา
นายภาณุพงศ์	ศุภจิตรานนท์

## จัดทำโดย

สถาบันถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา  
98 หมู่ 8 ตำบลป่าป้อง อำเภอต๋อยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่ 50220

## พิมพ์ครั้งที่ 1

บริษัท เชียงใหม่ พรินท์ติ้ง จำกัด  
213 ถนน มหิตล ตำบลป่าแดด อำเภอเมืองเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50100





**KBS**

Knowledge BookStore

สถาบันเทคโนโลยีสุรนารี : 98 หมู่ 8 ตำบลป่าบึง อำเภออดอยสะเท็ด จังหวัดเชียงใหม่ 50220

โทรศัพท์ : 0 5326 6516 #1032 , โทรสาร : 0 5326 6522