

การศึกษาแรงกดอัดในการขึ้นรูปเมลามีนฟอร์มมาดีไฮด์

The Study of Impact Pressure on Melamine Formadehy Forming

พิชัย จันทน์มณี*, ธวัชชัย ว่องไวอิงเจริญ

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

เลขที่ 2 ถนนนางลิ้นจี่ แขวงทุ่งมหาเมฆ เขตสาทร กรุงเทพฯ 10120

E-mail : pichai.j@rmutk.ac.th* , twatchai.w@rmutk.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงการทดลองโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของแรงอัดในการขึ้นรูปเมลามีน ด้วยการสร้างแบบทดลองชุดแม่พิมพ์อัดเป็นวัสดุ เหล็กกล้า SKD11 เป็นแบบโมลด์ซิ่นเดี่ยว(Single Cavity) กระทำโดยการใช้แรงอัดจากเครื่อง پرسขึ้นรูป และอาศัยความร้อนจากอุปกรณ์ให้ความร้อน(Heater)ที่ขึ้นรูปวัสดุผงอัดเมลามีนที่ใช้เป็นชนิดเมลามีนฟอร์มมาดีไฮด์ ผลจากการทดลองพบว่า แรงอัดขึ้นรูปมีอิทธิพลต่อการขึ้นรูปเมลามีนเป็นอย่างมาก กล่าวคือ การใช้แรงอัดมากเป็นผลทำให้เกิดการไหม้และแตกบวมบริเวณชิ้นงาน หากใช้แรงอัดน้อยเป็นผลทำให้ชิ้นงานไม่สมบูรณ์และชิ้นงานไม่สุก ทั้งนี้ แรงอัดที่เหมาะสมจะมีความสัมพันธ์กันอุณหภูมิ และเวลาเป็นสำคัญ โดยช่วงผลการทดลองที่เหมาะสมจะได้อุณหภูมิอยู่ในช่วง 150-155 °C และแรงอัดที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 150 – 200 Kg/cm² โดยใช้เวลาอัดแช่ประมาณ 5 นาที เป็นผลทำให้ชิ้นงานเกิดความสมบูรณ์มากกว่าเงื่อนไขการทดลองอื่นๆ

Abstract

The objective of this research is to study the impact of pressure on melamine forming. Organization of the test had been done through fabrication mold made of SKD11 steel. A hydraulic press has been use to supply pressure and using a heater to heat up the mold process. Melamine use are of melamine formadehy type. The result of the tests showed that the impact of pressure have effect for melamine forming, when use more compressive that were broken, swell, and burn. In addition, as well the properly compression should be relate with temperature and time compression. The properly temperature between 150 – 155°C and the properly compression between 150 – 200 Kg/cm² and use about 5 minute for compression.

Keyword: Forming, Melamine, Pressure

1. บทนำ

กระบวนการผลิตด้วยแม่พิมพ์ เป็นวิธีการที่สามารถผลิตได้ในปริมาณที่มากและแม่นยำ การออกแบบแม่พิมพ์ในปัจจุบันมีเทคโนโลยีที่ทันสมัย จำเป็นต้องอาศัยประสบการณ์ การออกแบบแม่พิมพ์แต่ละชนิดแตกต่างกันออกไป ซึ่งถือว่าไม่ใช่เรื่องง่ายต่อการออกแบบที่จะให้ชิ้นงานออกมาตามแบบของแม่พิมพ์ที่สร้างขึ้นมา แม่พิมพ์เมลามีนเป็นอีกแม่พิมพ์หนึ่งที่ใช้ในการขึ้นรูปชิ้นงานลักษณะเป็นภาชนะใส่อาหาร ซึ่งชิ้นงานที่ผลิตเกิดจากการอัดขึ้นรูปที่ใช้แรงในการอัดขึ้นรูปที่ต่างกัน เป็นผลทำให้ต้องมีการทดลองหลายๆ ครั้งจึงจะให้ผลสำเร็จ การอัดขึ้นรูปนั้น จำเป็นจะต้องหาแรงอัดที่เหมาะสม ซึ่งจะได้ชิ้นงานที่สมบูรณ์เหมาะ สำหรับการนำไปใช้งาน

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 กรรมวิธีในการอัดขึ้นรูป [1]

การผลิตชิ้นงานจากเทอร์โมเซตติง ใช้กรรมวิธีอัดมาตั้งแต่เริ่มแรก และยังเป็นกรรมวิธีที่ใช้ได้ดีในปัจจุบัน และหลังจากนั้นได้มีการพัฒนางานอัดขึ้นรูปขึ้นมาใช้สำหรับขึ้นงานรูปทรงต่างๆ ในการผลิตชิ้นงานแต่ละชิ้นจะต้องกำหนดสัดส่วนพลาสติกที่ใช้ให้พอดี วิธีการกำหนดสัดส่วนพลาสติกมีอยู่ 2 วิธี คือ

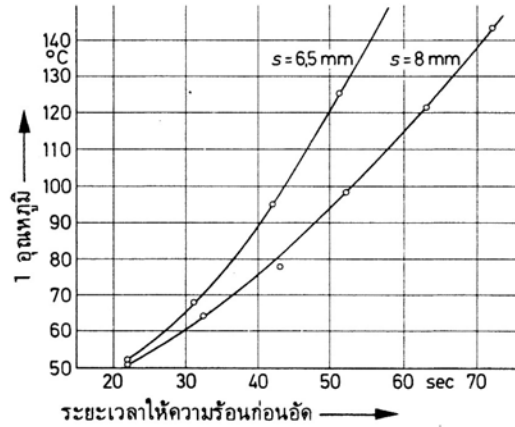
1. การกำหนดโดยปริมาตร
2. การกำหนดโดยน้ำหนัก

การจะเลือกใช้วิธีการขึ้นรูปแบบใดนั้นขึ้นอยู่กับลักษณะของสารพลาสติกที่จะนำมาผลิตและการทำให้เป็นก้อนก่อนทำการอัด มีเหตุผลหลายประการที่ไม่ควรใช้พลาสติกที่อยู่ในลักษณะของฝุ่นหรือผงหยาบเติมลงในแม่แบบ เหตุผลที่สำคัญคือ การให้ความร้อนแก่พลาสติกก่อนเติมลงในแม่แบบและสำหรับช่องว่างเล็ก ๆ ลงในแม่แบบ ถ้าทำเป็นก้อนจะแทรกตัวลงไปได้ดีกว่า การทำเป็นก้อนมีหลายวิธี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะของก้อนชนิดพลาสติกนั้นที่จะนำมาอัดขึ้นรูป

2.2 การให้ความร้อนแก่พลาสติกก่อนอัด

ช่วงเวลาการทำงานต่อวัฏจักรการอัดขึ้นรูปพลาสติกขึ้นอยู่กับความหนาของผนังชิ้นงาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งเทอร์โมเซตติง การขึ้นรูปจะต้องให้มีอุณหภูมิถึงจุดที่จะแข็งตัว ดังนั้นถ้าเติมผงพลาสติกลงในแม่แบบโดยตรงจะใช้เวลานาน จึงจะร้อนถึงอุณหภูมิงานได้ เพื่อให้ระยะเวลาการทำงานต่อ วัฏจักรสั้น จึงควรมีการให้ความร้อนแก่พลาสติกก่อนนำเข้าแม่แบบวิธีการให้ความร้อนแก่พลาสติกก่อนทำการอัดมีหลายวิธี เช่น

- การให้ความร้อนโดยแผ่นโลหะร้อน
- โดยใช้รังสีอินฟราเรด
- โดยใช้เตาอบ หรือใช้เตาไมโครเวฟ
- โดยใช้เตาความถี่สูง
- ให้ความร้อนในแม่แบบแบบร้อน



รูปที่ 1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาให้ความร้อนก่อนอัดกับอุณหภูมิ

2.3 แม่แบบที่ใช้ในงานอัดพลาสติก [2]

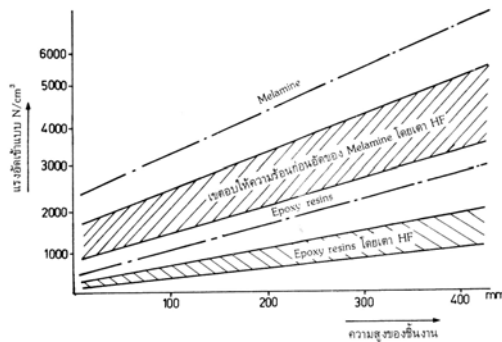
แม่แบบที่ใช้ในงานอัดพลาสติกนั้นจะต้องได้รับการเสียดสีสูงมากจากพลาสติกและสารเสริม การสึกหรอจากการเสียดสีจะลดลงได้บ้างโดยการให้ความร้อนแก่พลาสติกก่อนนำมาอัดในแม่แบบ และการเสียดสีทำให้แม่แบบเสียเร็ว แม่แบบอัดพลาสติกพอจะแบ่งตามลักษณะของโครงสร้างได้ดังนี้คือ

1. แม่แบบอัดชิ้นงานแบบราบ
2. แม่แบบปิดอัด

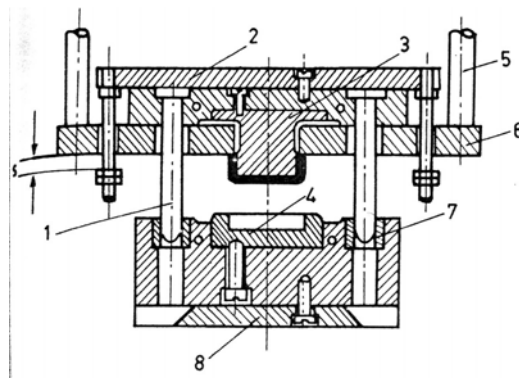
3. แม่แบบฝาประกบ

2.4 ความดันและอุณหภูมิที่ใช้ในการอัด [4]

ความดันในการอัดพลาสติก นอกจากจะขึ้นอยู่กับ การให้ความร้อนก่อนอัดแล้วยังขึ้นอยู่กับความสูง ความหนา รูปทรง ของชิ้นงาน และความเรียบของผิวแม่แบบอีกด้วย นั่นคือความสูงของชิ้นงานยิ่งมากยิ่งต้องใช้ความดันอัดสูงขึ้น ความหนาของชิ้นงานยิ่งมาก ยิ่งมีผลทำให้เกิดความผิด ในการไหลเข้า แทนที่ช่องว่างในแม่แบบ ซึ่งต้องใช้ความดันสูงขึ้น



รูปที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างความดันอัดกับความสูง ชิ้นงาน



รูปที่ 3 แม่แบบฉีดพร้อมส่วนประกอบที่สมบูรณ์ (1. แผ่นนำร่อง, 2. แผ่นประกอบแม่แบบ, 3. พืนซ์, 4. แม่แบบล่าง, 5. แท่งยกประกอบติดกับแท่นอัด, 6. แผ่นคั่น, 7. ปลอกนำร่อง, 8. แผ่นประกอบแม่แบบแผ่นล่าง, S คือ ระยะเวลาปลดชิ้นงาน)

2.5 คุณสมบัติพลาสติกเมลามีนฟอร์มัลดีไฮด์ [1]

เมลามีนฟอร์มัลดีไฮด์ (Melamine Formaldehyde) ย่อว่า MF คุณสมบัติมีน้ำหนักมากกว่าพลาสติกทั่ว ๆ ไปเล็กน้อย รับแรงดึงได้ดีพอสมควร รับแรงอัดและแรงบีบงอได้ดีมาก ทนความร้อนหากผสมใยหินสามารถทนความร้อนได้ถึง 400 °F และใช้เก็บความเย็นได้ในอุณหภูมิ -70 ° F คุณสมบัติทางไฟฟ้าเป็นฉนวนที่ดีกับกระแสไฟฟ้าความถี่

ต่ำ ไม่เหมาะกับการใช้กับกระแสไฟฟ้าความถี่สูง คุณสมบัติทางเคมีทนต่อกรดและด่าง ชนิดแก่ ทนสารเคมีอื่น ๆ เช่น ผงซักฟอก น้ำมันไขมัน ทินเนอร์ ดูดซึมน้ำได้ บางอย่าง นอกจากนั้นยังใช้ทำวัสดุปิดผิวโต๊ะที่รู้จักกันได้ดีในชื่อ โฟไมก้า (Formica) และ Texolite ชนิดแก้วใช้ทำ กาว

2.6 การคำนวณความแข็งแรงของแผ่นแม่พิมพ์

คุณสมบัติของเมลามีน

- ลักษณะ		เกล็ด
- ขนาดความหนาแน่น	0.36 – 0.44	g/cm ³
- ความแข็งแรงในการตัด	8.0	kg/mm ²
- ความแข็งแรงในการกระแทก	2.0	kg.cm/cm ²
- การดูดกลืนน้ำ	1.0	%
- ขนาดระยะการไหล	87 – 95	mm.
- เวลาในการแก้ไข	90 – 135	sec
- เวลาที่ใช้ Preheating	30 – 40	sec
- อุณหภูมิในการอัด	155 -165	°C
- แรงที่ใช้ในการอัด	150 – 200	kg/cm ²
- เวลาที่ใช้ในการอัด	60 – 180	sec
- เวลาที่คลายไล่อากาศ	1 – 3	sec

การคำนวณความแข็งแรงสำหรับเบ้าพิมพ์แบบสี่เหลี่ยมเมื่อเบ้าพิมพ์เป็นแบบแยกส่วน

$$h = \sqrt[3]{\frac{12p \cdot l^4 \cdot a}{384E \cdot b \cdot \delta}} \quad (1)$$

- เมื่อ
- h=ความหนาของผนังด้านข้าง (mm)
 - P=ความดันอัดขึ้นรูป (kg/cm²)
 - l=ความยาวของเบ้าพิมพ์ (mm)
 - a=ความสูงของส่วนที่รับภาระ (mm)
 - E=ค่าโมดูลัสของยังก์(เหล็กE = 2.1 X 10⁶ cm²)
 - b=ความสูงของชุดเบ้าพิมพ์ (mm)
 - δ=ค่าระยะแอนที่ยอมให้ได้ (0.05 mm)

สมการการ โกงงของเบ้าพิมพ์ส่วนเคลื่อนที่

$$h = \sqrt[3]{\frac{5p \cdot l^4 \cdot b}{32E \cdot I \cdot \delta}} \quad (2)$$

3. วิธีการทดลอง

1. ศึกษาเกี่ยวกับรายละเอียด ของทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแม่พิมพ์อัดขึ้นรูปเมลามีน
2. ศึกษาข้อมูลการออกแบบรูปร่างการผลิตชิ้นส่วนต่าง ๆ ซึ่งต้องนำมาใช้ร่วมกับการออกแบบและสร้างแม่พิมพ์อัดขึ้นรูปเมลามีน
3. ออกแบบและกำหนดขนาดแม่พิมพ์ให้สมบูรณ์เพื่อเป็นแบบงานสำเร็จที่จะนำไปสร้างชุดแม่พิมพ์ประกอบการทดลองให้เกิดสมบูรณ์
4. กำหนดรายละเอียดของ รายการวัสดุอุปกรณ์และคำนวณราคาที่ต้องใช้ ในการสร้างแม่พิมพ์และเตรียมจัดซื้อวัสดุอุปกรณ์ประกอบการสร้างชุดแม่พิมพ์

5. สร้างชุดแม่พิมพ์ตามแบบที่กำหนดและทดสอบปรับปรุงแก้ไขชุดแม่พิมพ์ โดยชุดแม่พิมพ์เป็นแบบเดี่ยวนี้อาจมีจำนวนตัวแบบชิ้นงานชุดเดียวซึ่งจะมีชุดให้ความร้อนประกอบติดอยู่กับชุดแม่พิมพ์

6. ดำเนินการทดลองชุดแม่พิมพ์และชุดขึ้นทดสอบภายใต้เงื่อนไขการทดสอบโดยกำหนดรายละเอียดการทดสอบดังนี้

6.1 กำหนดเงื่อนไขการทดลอง

- กำหนดปริมาณเมลามีนพอร์มาดีไฮด์ต่อครั้งการอัด 230 g
- กำหนดอุณหภูมิ (°C) แม่พิมพ์ชุดบน 155 °C
- กำหนดอุณหภูมิ (°C) แม่พิมพ์ชุดล่าง 150 °C

- กำหนดแรงอัดตามเงื่อนไขการทดลอง 50-200 kg/cm² โดยเพิ่มขึ้นครั้งละ 50 kg/cm²
- เวลาที่ใช้กดอัดตามเงื่อนไขการทดลอง 3,5,7,9 min.
- จำนวนการคายแก๊สในการอัดขึ้นทดสอบ 1 ครั้งต่อการทดลองแต่ละครั้ง

6.2 ดำเนินการทดลอง

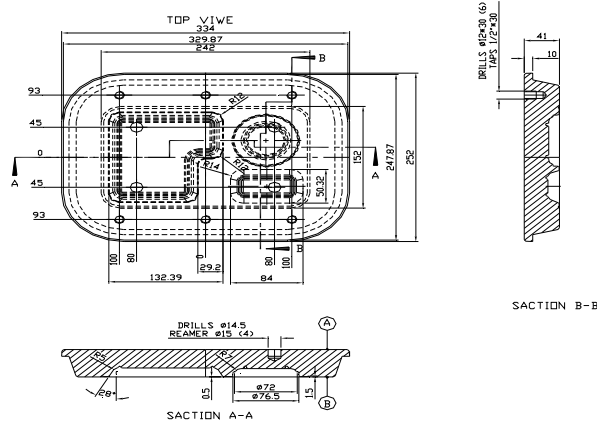
ติดตั้งชุดแม่พิมพ์เข้ากับเครื่องกดอัดตรวจสอบความเรียบร้อยของชุดแม่พิมพ์พร้อมชุดให้ความร้อนและ

ทำการทดสอบเพื่อปรับค่าและรายละเอียดที่เหมาะสม จากนั้นจึงดำเนินการทดลองและเก็บผลการทดลอง

6.3 บันทึกผลการทดลอง

บันทึกผลการทดลองขึ้นงานตามสภาพเงื่อนไขการทดลองในแต่ละชุดและนำขึ้นทดสอบมาตรวจสอบด้วยสายตาและดูระดับความสมบูรณ์ในแต่ละชิ้นงานทดสอบ จากนั้นทดสอบค่าความแข็งผิวของชิ้นงานที่เกิดขึ้นในแต่ละเงื่อนไขการทดลอง

7.วิเคราะห์เปรียบเทียบและสรุปผล

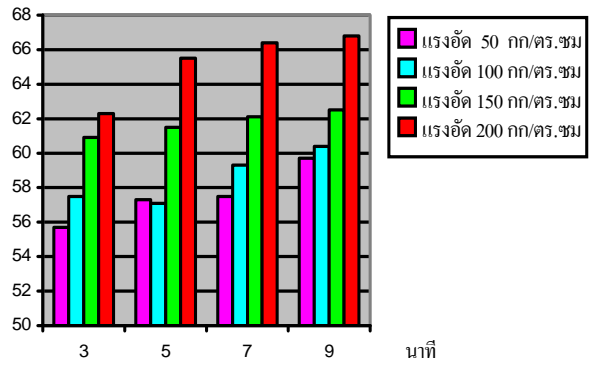


รูปที่ 4 แสดงชิ้นส่วนก่อน Insert Cavity

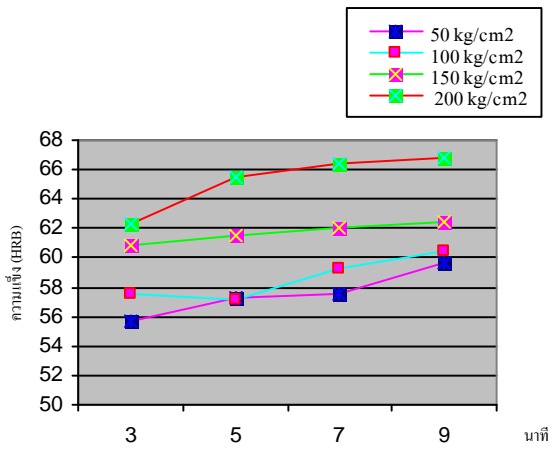
4. ผลการทดลอง

การทดลองเปรียบเทียบแรงอัดที่แตกต่างกันโดยใช้วัสดุการทดลองครั้งละ 230 g. ในการขึ้นรูปชิ้นงาน ที่

ตามมาตรฐานบริษัทผู้ผลิตวัสดุเมลามีนชนิดโฟมาดีไฮด์ สามารถแสดงผลการทดลองได้ ดังนี้



รูปที่ 5 แสดงผลเปรียบเทียบแรงอัดการทดสอบกับความแข็งแรงชิ้นงานที่ได้



รูปที่ 6 แสดงผลแรงอัดการทดสอบกับระยะเวลาการกด



ชิ้นงานส่วนที่ไม่สุด(ด้านหลัง)

รูปที่ 7 ลักษณะชิ้นงานด้านหลังไม่สุด ชิ้นงานด้านหน้าสุด

รูปที่ 8 แสดงผลแรงอัดกับทดสอบความแข็ง

ภายหลังจากการทดลองหาค่าที่เหมาะสมจนได้ชิ้นงานที่สมบูรณ์แล้ว จะเห็นว่าในการผลิตชิ้นงานนั้น จะต้องใช้แรงอัด เวลาในการอัดและอุณหภูมิและแรงอัด จะต้องมีความสัมพันธ์ระหว่างกัน ซึ่งโดยสรุปผลการทดลองได้ค่าดังนี้