การผลิตภาชนะใส่แอลกอฮอล์เจลอุ่นอาหารที่สามารถย่อยสลายได้เองตามธรรมชาติ

The Production of Alcohol Gel Biodegradable Container for Food Reheating

นายประสิทธิ์ แพงเพชร

นายสุทธิพงษ์ จำรูญรัตน์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ปีงบประมาณ พ.ศ. 2558

การผลิตภาชนะใส่แอลกอฮอล์เจลอุ่นอาหารที่สามารถย่อยสลายได้เองตามธรรมชาติ

The Production of Alcohol Gel Biodegradable Container for Food Reheating

นายประสิทธิ์ แพงเพชร
นายสุทธิพงษ์ จำรูญรัตน์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
ปีงบประมาณ พ.ศ. 2558

ชื่องานวิจัย : การผลิตภาชนะใส่แอลกอฮอล์เจลอุ่นอาหารที่สามารถย่อยสลายได้เองตามธรรมชาติ
ผู้วิจัย นายประสิทธิ์ แพงเพชร
นายสุทธิพงษ์ จำรูญรัตน์

ปีงบประมาณ 2558

บทคัดย่อ

ปัจจุบันภาชนะใส่แอลกอฮอล์อุ่นอาหารผลิตมาจากวัตถุดิบที่เป็นโลหะผสม เคลือบดีบุก โครเมียม แมงกานีส เมื่อภาชนะได้รับความร้อนที่อุณหภูมิเปลวไฟ 300 องศาเซลเซียส ระยะเวลาที่ภาชนะถูกเผาไหม้ประมาณ 10 นาที จะทำให้ส่วนผสมในโลหะระเหยออกมาในปริมาณที่เป็นอันตรายซึ่งเป็นมลพิษทางอากาศโดยตรงต่อผู้บริโภค ส่วนภาชนะที่ใช้แล้วก็กลับกลายเป็นขยะที่ย่อยสลายยาก ทำลายสภาพแวดล้อม โดยเหตุผลนี้เพื่อเป็นการเพิ่มคุณค่าของขี้เลื่อยทางผู้วิจัยจึงมีความคิดที่จะนำขี้เลื่อยมาใช้ประโยชน์และทดแทนโลหะผสม

การผลิตภาชนะจากขี้เลื่อยทดแทนโลหะผสมใส่แอลกอฮอล์เจลอุ่นอาหาร ขั้นตอนของการขึ้นรูปจำเป็นต้องใช้แม่พิมพ์อัดขึ้นรูปชิ้นงานจึงต้องทำการออกแบบแม่พิมพ์อัดให้สอดคล้องกับขนาดและรูปร่างของชิ้นงาน มีความปลอดภัย ทนทาน ความเหมาะสมในการทำงาน สะดวกในการรักษา ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับขี้เลื่อยที่นำมาอัดภาชนะใส่แอลกอฮอล์เจลอุ่นอาหารรวมถึงการเตรียมขี้เลื่อยในการขึ้นรูป การทดสอบการเผาไหม้ การเตรียมตัวประสาน การออกแบบชิ้นงาน การเลือกวัสดุแม่พิมพ์

จากผลการทดลองการผลิตภาชนะใส่แอลกอฮอล์เจลอุ่นอาหารที่สามารถย่อยสลายได้เองตามธรรมชาติ ผลการทดลอง อุณหภูมิเปลวไฟสูงสุดในการเผาไหม้อยู่ที่ 346.3 องศาเซลเซียส นาทีที่ 12 ระยะ เวลารวมในการเผาใหม้อยู่ที่ 26 นาทีต่อชิ้นงาน เมื่อเปรียบเทียบกับภาชนะจากโลหะที่มีอุณหภูมิสูงสุดในการเผาไหม้อยู่นาทีที่ 10 มีอุณหภูมิ 228.0 องศาเซลเซียส และเวลาในการเผาไหม้ 15 นาที พบว่าภาชนะจากขี้เลื่อยมีเวลาในการเผาไหม้นานกว่า 73.33 เปอร์เซ็นต์ และอุณหภูมิในการเผาไหม้สูงกว่าภาชนะจากโลหะ 51.88 เปอร์เซ็นต์ และภาชนะจากขี้เลื่อยมีราคา 2.45 บาทต่อถ้วย เมื่อเปรียบเทียบกับภาชนะจากโลหะมีราคา 5 บาทต่อถ้วย ซึ่งภาชนะจากขี้เลื่อยมีราคาต่ำกว่า 51.00 เปอร์เซ็นต์ และอัตราการตกตะกอนเข้าสู่กระบวนการย่อยสลายของภาชนะจากขี้เลื่อยกับน้ำ พบว่าอัตราการย่อยสลายที่ดีขึ้นอยู่กับการตกตะกอน เพราะการตกตะกอนเป็นกระบวนการเข้าสู่การย่อยสลาย

Research The Production of Alcohol Gel Biodegradable Container for Food Reheating

By Mr.Prasit Phangphet
Mr.suttipong Jumroonrut

Academic 2015

Abstract

Nowadays, container of alcohol for warm food is produced from raw material of alloy, mixture of tin, chromium and manganese. When the container is heated with the flame temperature at 300 c which it is burned about 10 minutes. The container is transformed into trash that it's difficult to disintegrate for destroying the environment. This reason is that the sawdust is taken for useful and alloy substitute.

Manufacturing container from the sawdust on alloy with alcohol gel substitute for warm food, the process of forming is essential that mold extrusion and compression mold are designed appropriate to size, shape of workpiece,safe,durable,suitable work including preparing forming sawdust,test for burning,preparing synchronization,design work and selecting material for mold.

The result of project revealed that the burning was taken about 26 minutes per piece while metal container had 15 minutes. Furthermore, sawdust container was about 73.33 percent and the temperature of combustion higher than metal container about 51.88 percent. Sawdust container costs 2.45 baht per cup and lower than 51.00 percent whereas metal container costs 5 baht per cup. The rate of precipitation into process of biodegradation container from sawdust and water showed that the rate of good biodegradation was depended on precipitation into process of biodegradation.

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลงได้ ด้วยความร่วมมือและการช่วยเหลือจากหลายฝ่ายและได้รับการสนับสนุนจากหลายหน่วยงาน ขอขอบพระคุณทุกท่านที่ช่วยให้คำแนะนำในงานวิจัยฉบับนี้ ขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร และคณะวิศวกรรมศาสตร์ที่สนับสนุนงบประมาณและได้ให้ความสะดวกในงานต่างๆ ตลอดระยะเวลาในการทำงานวิจัย

สุดท้ายนี้ผู้จัดทำงานวิจัย ขอขอบคุณเพื่อนร่วมงานในสาขาวิศวกรรมการผลิตเครื่องมือและแม่พิมพ์ทุกท่าน ตลอดจนนักศึกษาทุกคนที่ช่วยสนับสนุนงานวิจัยฉบับนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ผู้วิจัย
นายประสิทธิ์ แพงเพชร
นายสุทธิพงษ์ จำรูญรัตน์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาของงานวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย	2
1.4 วิธีดำเนินงานวิจัย	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	
2.1 นิยามคำศัพท์ที่สำคัญ	3
2.2 ขี้เลื่อย	3
2.3 ยางบง	4
2.4 ประโยชน์ของยางไม้บง	5
2.5 แม่พิมพ์	5
2.6 วัสดุที่ใช้ทำแม่พิมพ์	6
2.7 ปัจจัยที่นำมาพิจารณาในการออกแบบแม่พิมพ์	7
2.8 ขั้นตอนการออกแบบ	9
2.9 เทคนิคการขึ้นรูป	9
2.10 แอลกอฮอล์เจล	9
2.11 ชุดไกด์โพสท์แบบลูกปืน ฝาครอบลูกปืนเคลื่อนตาม	10
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน	
3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน	12
3.2 ขี้เลื่อยที่เลือกมาทดลองขึ้นรูป	14
3.3 วัสดุสร้างแม่พิมพ์	14
3.4 การออกแบบภาชนะใส่แอลกอฮอล์เจลอุ่นอาหาร	16
3.5 การสร้างแม่พิมพ์	17

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน

4.1 การเตรียมการทดลอง 18
4.2 ผลการทดลองส่วนผสมในการอัดขึ้นรูปภาชนะใส่แอลกอฮอล์เจล 18
4.3 การผสมส่วนผสมที่ใช้ในการอัดขึ้นรูป 18
4.4 ขั้นตอนการอัดขึ้นรูปภาชนะใส่แอลกอฮอล์เจลอุ่นอาหาร 21
4.5 การทดสอบประสิทธิภาพและการใช้งานของภาชนะจากขี้เลื่อยทดแทนโลหะผสม ใส่แอลกอฮอล์เจลอุ่นอาหาร 25
4.6 น้ำหนักของภาชนะจากขี้เลื่อยทดแทนโลหะผสม ใส่แอลกอฮอล์เจลอุ่นอาหาร 27
4.7 คำนวณราคาต่อชิ้นงาน 30
4.8 ทดสอบควันจากการเผาไหม้ภาชนะ 31
4.9 ปฏิกิริยาการย่อยสลายของภาชนะจากขี้เลื่อย 32

บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง 33
5.2 ปัญหาที่พบจากภาชนะจากขี้เลื่อยทนแทนโลหะผสมใส่แอลกอฮอล์เจลอุ่นอาหาร 33
5.3 ข้อเสนอแนะ 33

บรรณานุกรม 34

ภาคผนวก 35

แบบชิ้นงานภาชนะใส่แอลกอฮอล์เจลอุ่นอาหาร 36
ประวัติผู้วิจัย 45

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

3-1 ขั้นตอนระยะเวลาในการทำวิจัย 13
4-1 แสดงเวลาขั้นตอนการปฏิบัติงาน 24
4-2 แสดงเวลาและอุณหภูมิ 25
4-3 น้ำหนักของชิ้นงาน 27
4-4 ค่าใช้จ่ายภาชนะจากขี้เลื่อยทดแทนโลหะผสมใส่แอลกอฮอล์เจลอุ่นอาหาร 30

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2-1	ต้นยางบง	5
2-2	แม่พิมพ์ปั๊มรูป	6
2-3	แม่พิมพ์ขึ้นรูปและกระบวนการขึ้นรูป (ฝั่งซ้ายก่อนขึ้นรูป: ฝั่งขวาหลังขึ้นรูป)	6
2-4	ผลิตภัณฑ์จากแม่พิมพ์ขึ้นรูป	6
2-5	ชุดไกด์โพสท์แบบลูกปืน ฝาครอบลูกปืนเคลื่อนตาม	10
2-6	ส่วนประกอบของไกด์โพสท์	11
3-1	ขี้เลื่อยที่เลือกมาทดลองขึ้นรูป	14
3-2	แม่พิมพ์ตัวผู้และแม่พิมพ์ตัวเมีย	15
3-3	ภาชนะใส่แอลกอฮอล์เจลที่ออกแบบ	16
3-4	ขั้นตอนการสร้างแม่พิมพ์	17
4-1	ขี้เลื้อยละเอียด	19
4-2	ยางบง	19
4-3	น้ำ	20
4-4	ส่วนผสมที่ผสมเรียบร้อยแล้ว	20
4-5	เครื่องอัดไฮดรอลิกและแรงอัด ที่ใช้ในการอัดภาชนะใส่แอลกอฮอล์เจลอุ่นอาหาร	21
4-6	แม่พิมพ์อัดขึ้นรูป	21
4-7	ใส่ส่วนผสมลงแม่พิมพ์	22
4-8	การอัดขึ้นรูปภาชนะใส่แอลกอฮอล์เจลอุ่นอาหาร	22
4-9	เปิดแม่พิมพ์	23
4-10	นำชิ้นงานออกจากแม่พิมพ์	23
4-11	ชิ้นงานที่สำเร็จ	24
4-12	เวลาในการเผาไหม้และอุณหภูมิความร้อน	26
4-13	แสดงความร้อนและเวลาในการเผาไหม้	27
4-14	ภาชนะที่ได้จากการอัดขึ้นรูป	28

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

4-15 ภาชนะที่อบแห้ง 28
4-16 ภาชนะที่ใส่แอลกอฮอล์เจล 29
4-17 การเผาไหม้ของภาชนะ 29
4-18 ชิ้นส่วนที่เหลือจากการเผาไหม้ 30
4-19 การทดลองหาปริมาณควันของภาชนะ 31
4-20 ปฏิกิริยาการย่อยสลายของภาชนะจากขี้เลื่อย 32

บทที่ 1
บทนำ

ปัจจุบันนี้ โลกของเราได้ประสบกับภาวะโลกร้อน หมายถึง การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ ที่ทำให้อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกเพิ่มสูงขึ้น เราจึงเรียกว่า สภาวะโลกร้อน (Global Warming) กิจกรรมของมนุษย์ที่ทำให้เกิดภาวะโลกร้อน คือ กิจกรรมที่ทำให้ปริมาณก๊าซเรือนกระจกในบรรยากาศเพิ่มมากขึ้นและการเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องของ คาร์บอนไดออกไซด์ ที่ออกมาจาก โรงงานอุตสาหกรรมต่างๆของประเทศไทย เราจะต้องมีมาตรการที่จะร่วมมือกันเพื่อหยุดปัญหาโลกร้อน ร่วมกันใช้สิ่งของที่ทำมาจากธรรมชาติอย่างประหยัดที่สุด เมื่อเกิดปัญหาเหล่านี้ทางกลุ่มจึงได้เริ่มมีการวิจัยและคิดค้นหาพลังงานทดแทนโดยเริ่มจากการแปรรูปผลิตผลที่เหลือใช้ จากโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปผลิตภัณฑ์จากไม้ เพื่อเป็นการสร้างแนวโน้มและกระตุ้นให้ทุกคนสนใจคำว่าพลังงานทดแทนและวัตถุดิบทดแทน โดยการผลิตภาชนะจากขี้เลื่อยทดแทนโลหะผสมใส่แอลกอฮอล์เจลอุ่นอาหาร เพราะปัจจุบันภาชนะนี้ผลิตมาจากวัตถุดิบที่เป็นโลหะผสมเคลือบดีบุก 9.54% โครเมียม 0.088% แมงกานีส 0.206% เมื่อภาชนะได้รับความร้อนที่อุณหภูมิเปลวไฟ 455 องศาเซลเซียส ระยะเวลาที่ภาชนะถูกเผาไหม้ประมาณ 15 นาที จะทำให้ส่วนผสมในโลหะระเหยออกมาในปริมาณที่เป็นอันตรายซึ่งเป็นมลพิษทางอากาศโดยตรงต่อผู้บริโภค ส่วนภาชนะที่ใช้แล้วก็กลับกลายเป็นขยะที่ย่อยสลายยากทำลายสภาพแวดล้อม ส่วนภาชนะที่คิดค้นมาใหม่แปรรูปมาจากขี้เลื่อย เพื่อทดแทนภาชนะโลหะผสม โดยที่ขี้เลื่อยสามารถย่อยสลายได้ตามธรรมชาติ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันสถานประกอบการร้านอาหาร ภัตตาคาร สวนอาหาร ห้องอาหารในโรงแรม หรือบ้านเรือน ทั่วไป นิยมนำแอลกอฮอล์เจล มาเป็นเชื้อเพลิงในการอุ่นอาหารจำพวก หม้อไฟ จากการศึกษาจากร้านริเวอร์เทอเรชคาเฟ่, ร้านพฤษภา, ร้านถึงพริกถึงขิง,ร้านพระรามห้า และร้านเพสไทม์ ได้ข้อมูลว่าในแต่ละวันมีการใช้แอลกอฮอล์เจลในแต่ละร้านประมาณวันละ 50 ถ้วย/ร้าน/วัน และใน 1 เดือน รวมทั้ง 5 ร้าน จะมีจำนวนถ้วยแอลกอฮอล์ที่ใช้แล้ว 7,500 ถ้วย/เดือน ซึ่งทางร้านไม่มีระบบหรือวิธีการทำลาย ปัญหาที่เกิดขึ้นตามมาก็คือภาชนะที่ใส่แอลกอฮอล์เจล ก็จะกลายเป็นขยะที่ยากต่อการย่อยสลายต้องใช้เวลานาน จึงเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำลายสภาพแวดล้อมไม่ว่าจะเป็นภูมิทัศน์ทางพื้นดิน เกิดสภาวะโลกร้อนจากการเผาไหม้ที่เกิดมลพิษทางอากาศ อุดตันตามท่อระบายน้ำทำให้เกิดน้ำท่วม และผลข้างเคียงที่ผู้ใช้บริการพึงควรให้ความสำคัญก็คือ ภาชนะที่ใส่แอลกอฮอล์เจลนี้ได้ผลิตมาจากโลหะเมื่อได้รับความร้อนจะทำให้สารพิษต่างๆ ระเหยออกมาและเมื่อสูดดมเข้าไปก็จะไปสะสมอยู่ในร่างกาย เป็นสาเหตุหนึ่งที่จะก่อ ให้ เกิดมะเร็งหรือโรคทางเดินหายใจ

เมื่อเกิดปัญหามลพิษและสิ่งแวดล้อมจากภาชนะใส่แอลกอฮอล์เจล ทางผู้จัดทำโครงการจึงมีแนวคิดหาวัสดุเหลือใช้ที่ไม่เป็นอันตรายและสามารถย่อยสลายได้เองตามธรรมชาติมาทดแทนภาชนะที่ใส่แอลกอฮอล์ ที่ผลิตมาจากโลหะ ก็จะมีผลดีต่อผู้ใช้บริการในร้านอาหารและสามารถสร้างแนวโน้มการให้ความสำคัญด้านมลพิษทางอากาศและสิ่งแวดล้อมได้มากขึ้นจึงเกิดจากแนวคิดการนำวัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปไม้ คือ“ขี้เลื่อย” มาแปรรูปเป็นภาชนะใส่แอลกอฮอล์เจล

ดังนั้นในการผลิตภาชนะใส่แอลกอฮอล์เจลอุ่นอาหารจากขี้เลื่อย เพื่อต้องการให้เห็นถึงปัญหาและสามารถแก้ไขปัญหาได้ ตามวัตถุประสงค์ไม่ว่าจะเป็นการนำวัสดุเหลือใช้ จากโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปไม้มาแปรรูปให้เกิดมูลค่าเพิ่ม ลดการเกิดสภาวะโลกร้อนจากการเผาไหม้ทำให้เกิดมลพิษทางอากาศที่มีผลต่อสุขภาพ และทำให้เกิดตัวภาชนะใส่แอลกอฮอล์เจลก็สามารถย่อยสลายได้เองตามธรรมชาติสามารถลดปริมาณขยะประเภทโลหะลงได้

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

เพื่อศึกษาการผลิตภาชนะใส่แอลกอฮอล์เจลสำหรับการอุ่นอาหารที่สามารถย่อยสลายได้เองตามธรรมชาติ

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1.3.1 ภาชนะใส่แอลกอฮอล์เจลทำจาก ขี้เถ้าแกลบ
1.3.2 สามารถย่อยสลายได้เองตามธรรมชาติ
1.3.3 ขึ้นรูปโดยการใช้แม่พิมพ์อัดขึ้นรูป
1.3.4 แรงดันที่ใช้อัดขึ้นรูปภาชนะเฉลี่ย 60 Kg/Cm^2
1.3.5 แอลกอฮอล์เจลที่ใช้เป็นชนิดเจล

1.4 วิธีดำเนินงานวิจัย

1.4.1 วางแผนการทำงาน
1.4.2 รวบรวมข้อมูลทางวิชาการและศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้อง
1.4.3 วิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลจากที่ได้ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้อง
1.4.4 กำหนดการทดลอง
1.4.5 เตรียมอุปกรณ์เครื่องมือและวัสดุที่ใช้ในการทดลอง
1.4.6 ออกแบบแม่พิมพ์อัดขึ้นรูป
1.4.7 ผลิตแม่พิมพ์อัดขึ้นรูป
1.4.8 ทำการทดลองหาส่วนทดลอง
1.4.9 วิเคราะห์ประเมินผลการทดลอง
1.4.10 วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ได้ภาชนะใส่แอลกอฮอล์เจลทดแทนภาชนะที่ผลิตจากโลหะ และสามารถย่อยสลายได้เอง
1.5.2 ได้แม่พิมพ์อัดขึ้นรูป
1.5.3 ลดปริมาณขยะประเภทโลหะ
1.5.4 เพิ่มมูลค่าของขี้เลื่อย

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในการแปรรูปภาชนะใส่แอลกอฮอล์เจลอุ่นอาหารที่สามารถย่อยสลายได้เองตามธรรมชาติจากขี้เลื่อยจะกล่าวถึงทฤษฎีที่เกี่ยวข้องรวมถึงหลักการทำงานของการวิจัยนี้และความเป็นไปได้ของโครการวิจัยโดยเริ่มจากการค้นคว้าข้อมูลที่น่าเชื่อถือ เพื่อเป็นข้อมูลอ้างอิงในการปฏิบัติงาน โดยสามารถศึกษารายละเอียดได้ดังต่อไปนี้

2.1 นิยามคำศัพท์ที่สำคัญ

2.1.1 ภาชนะ หมายถึง เครื่องใช้สำหรับใส่สิ่งของที่มีรูปทรงที่มั่นคง

2.1.2 แอลกอฮอล์เจล หมายถึง เชื้อเพลิงที่ใช้แอลกอฮอล์เป็นส่วนประกอบหลัก อาจอยู่ในสภาพแข็งหรือเจลเหมาะสำหรับใช้ในการอุ่นอาหาร

2.1.3 ยางบง หมายถึง มีชื่อสามัญที่เรียกทั่วๆ ไปแตกต่างกันไป ตามท้องถิ่นในเมืองไทยว่า บง ปง มง หมี ยางบง (Yangbong) เนื้อไม้เหมาะสำหรับใช้ในการทำเครื่องมือเครื่องใช้และทำเชื้อเพลิง เปลือกนำไปทำธูป และผสมสารกำมะถันทำยากันยุงได้

2.2 ขี้เลื่อย

ขี้เลื่อย หมายถึง ผงไม้ที่เกิดจากการตัดไม้ด้วยเลื่อยหรือเกิดจากการขัดไม้ด้วยกระดาษทรายหรือเครื่องขัด โดยอาจนำไปบดให้ละเอียดก่อนนำไปทำเป็นผลิตภัณฑ์

ขี้เลื่อยนั้น แต่ก่อนเชื่อกันว่า นอกจากจะใช้เป็นเชื้อเพลิงแล้ว ก็แทบหาประโยชน์อะไรมิได้ บัดนี้ปรากฏว่า ได้มีการนำไปใช้ในอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษกันมากในประเทศแถบยุโรป อนึ่ง ในแง่ที่จะใช้เป็นเชื้อเพลิง อาจปรับปรุงให้มีคุณภาพดีขึ้น โดยการ อัดให้เป็นแท่ง หรือเผาเป็นถ่านก่อน แล้วจึงอัดให้เป็นแท่งก็ได้

“ขี้เลื่อย”ไทย ไปเมืองนอก นวัตกรรมใหม่ นำเงินเข้าประเทศมหาศาล

บริษัทเอกชนไทย ร่วมมือกับ สกว. และอาจารย์ม.บางมด วิจัย “ขี้เลื่อย” วัสดุเหลือใช้ในอดีตทำเป็นผลิตภัณฑ์เฟอร์นิเจอร์ คุณภาพเทียบเท่าเนื้อไม้แท้ ๆ แย้ม ต่างประเทศแห่จองสั่งซื้อจำนวนมากจนรับออเดอร์ไม่ไหว เตรียมขยายบริษัท เพิ่มเครื่องจักร จ้างคนเพิ่ม นับเป็นแบรนด์ไทยที่มีแนวโน้มสดใส นำเงินเข้าประเทศได้จำนวนมาก ในอนาคต

ปัจจุบันปริมาณป่าไม้ทั้งในประเทศและต่างประเทศ ลดปริมาณลงอย่างรวดเร็ว แต่การปลูกป่าทดแทนกลับไม่มีคุณภาพพอจะทดแทนป่าไม้ธรรมชาติได้ แนวทางหนึ่งที่ช่วยลดการทำลายป่าคือ ใช้ไม้ที่มีอยู่ให้คุ้มค่าที่สุด ทางสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ร่วมมือกับ บริษัทวีพี วู้ด จำกัด และทีมงานวิจัยจาก มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ร่วมกันวิจัย นำ “ขี้เลื่อย” หรือเศษไม้เหลือใช้ ผสมกับพีวีซี พัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ได้หลายชนิดจุดเด่นต้นทุนต่ำทนทาน ติดตลาดได้ไม่ยาก

รศ.ดร.ณรงค์ฤทธิ์ สมบัติสมภพ อาจารย์จากมหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี เปิดเผยว่า งานวิจัยดังกล่าว เป็นการนำเอา “ขี้เลื่อยไม้” ซึ่งเป็นของเหลือทิ้งในอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์มาสร้างมูลค่าเพิ่มโดยการผสมกับพลาสติกพีวีซีเพื่อผลิตเป็นวัสดุผสมชนิดใหม่ ผลการศึกษาที่ได้สามารถ

พัฒนาสูตรผสมของขี้เลื่อยไม้และพีวีซีเพื่อผลิตเป็นวัสดุแทนการใช้พีวีซีล้วนๆ โดยสามารถนำผงขี้เลื่อยไม้มาทดแทนกรใช้พีวีซีได้สูงถึง 50% และได้วัสดุชนิดใหม่ที่มีต้นทุนถูกกว่าการผลิตจากพีวีซีล้วนๆ 25-30% ผลต่อเนื่องจากการวิจัยนี้คือการจดสิทธิบัตรผลงานนวัตกรรมใหม่ เพื่อแสดงออกซึ่งภูมิปัญญาไทยล้วนๆ ผลงานวิจัยนี้ พัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ได้หลายชนิด เช่น กรอบประตู หน้าต่าง คิ้วบัว ฯลฯ นอกจากนี้ยังได้สนับสนุนวิจัยอย่างต่อเนื่องเพื่อเพิ่มสัดส่วนการใช้ผลขี้เลื่อยให้มากขึ้นวัตถุดิบประกอบด้วย ขี้เลื่อย และพีวีซี

นายวิชัย โรซาร์พิทักษ์ ผู้จัดการทั่วไป บริษัทวีพี วู๊ด จำกัด เปิดเผยว่า การนำวัสดุหรือ “ขี้เลื่อย” มาทำเป็นผลิตภัณฑ์ เคยมีการทำอยู่ทั่วไป แต่ที่ทีมงานวิจัย ได้คิดค้นขึ้นนั้นแตกต่างออกไปเนื่องจากมีการผสมกับพีวีซี ทำให้มีคุณสมบัติพิเศษคือ ทนทานน้ำทนฝน ไม่หดตัว และยังมีคุณภาพที่ใกล้เคียงกับเนื้อไม้ธรรมชาติมาก ขั้นตอนต่อไปคือการพัฒนาการผลิตให้สามารถผลิตได้ด้วยต้นทุนที่ต่ำกว่าไม้ธรรมชาติ ต่างประเทศนิยม เตรียมขยายโรงงาน รองรับ “ผลิตภัณฑ์ของบริษัท กำลังได้รับความนิยมจากต่างประเทศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งประเทศมาเลเซีย สั่งซื้อเข้ามาเป็นจำนวนมาก จนตอนนี้รับออเดอร์ไม่ไหว ต้องสั่งจองเข้ามาก่อน ขณะที่ในไทยยังไม่มีการจำหน่าย คาดอีก 2 เดือนจะมีผลิตภัณฑ์วางจำหน่ายในเมืองไทยได้” นายวิชัยกล่าวเพิ่มเติมว่า ตอนนี้บริษัทมีแผนที่จะขยายบริษัทให้ใหญ่ขึ้น โดยจะต้อง เพิ่มเครื่องจักรและเปิดรับพนักงานมากขึ้น เพื่อเพิ่มกำลังการผลิตรองรับออเดอร์ที่สั่งเข้ามาจำนวนมาก คาดอีกไม่เกิน 1 ปี จะสามารถส่งออกไปยังตลาดในอเมริกาได้ เนื่องจากตลาดไม้ในอเมริกายังขาดแคลนอยู่มาก อีกทั้ง ไม่ต้องห่วงเรื่องของการกีดกันทางการค้า เนื่องจากเป็นผลิตภัณฑ์รีไซเคิ่ล และอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมด้วย

อย่างไรก็ตาม งานวิจัยนี้นับเป็นความสำเร็จจากการร่วมมือกันระหว่างนักวิจัย สกว. และผู้ประกอบการที่ได้ร่วมกันพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ๆ ในวงการวัสดุเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมไม้และเฟอร์นิเจอร์และยังเป็นการพัฒนาคุณภาพผลิตภัณฑ์ของ SMEsไทยไปสู่ตลาดโลกด้วย

2.3 ยางบง

ต้นยางบง เป็นไม้ที่ขึ้นอยู่ในป่าดิบแล้ง ป่าเต็งรัง เป็นไม้ที่ไม่ผลัดใบ มีมากในบางจังหวัดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือโดยเฉพาะในแถบที่มีฝนตกชุกมากๆ แถบจังหวัดมุกดาหาร นครพนม อุบลราชธานี และบางท้องที่ในภาคเหนือ มีชื่อเรียกตามท้องถิ่นทั่วๆ ไป เช่น บง ยางบง หรือหมี นั้น ต้นยางบงขึ้นในป่าดงดิบ ดังนั้น จึงชอบความชื้นมาก ปริมาณน้ำฝนในเขตที่จะปลูก ต้นยางบงควรอยู่ระหว่าง 1,200-2,000 มิลลิเมตร ต่อปี ดินที่ชอบคือ ดินร่วนปนทราย อุ้มน้ำได้ดีและเป็นดินลึก สามารถขึ้นในที่น้ำขังเป็นครั้งคราวในฤดูฝน เช่น ที่นา หรืออาจจะปลูกบนคันนาก็ได้

จะพบต้น "ยางบง" ได้บ่อยตามป่าแถวภาคอีสาน โดยเฉพาะบริเวณป่าดงดิบจะขึ้นอยู่ประปรายตามแนวสองข้างทางเดิน คนเก่าคนแก่นิยมนำเปลือกมาทำเป็นธูป หรือผสมกับกำมะถันทำเป็นยากันยุง แต่ทุกวันนี้กลายเป็นไม้หวงห้ามและหายาก เป็นไม้ยืนต้นขนาดกลาง อยู่ในวงศ์ LAURACEAC สูงเต็มที่ไม่เกิน 15 เมตร ลำต้นตรง เปลือกต้นเรียบสีเทาแก่ ทรงต้นเป็นพุ่ม แตกกิ่งก้านมาก ใบ เป็นใบเดี่ยว ขึ้นเวียนสลับตามกิ่ง ทรงรี โคนสอบ ปลายใบแหลม มีเส้นแขนงใบ 7-11 คู่ บางเส้นมีเส้นแยกออกด้วย ดอก ออกเป็นช่อตามซอกใบ และปลายกิ่ง ดอกจะมีขนาดเล็กสีเหลือง ผล ทรงกลม

ขนาดเล็ก คล้ายผลหว้า เมื่อสุกจะสีดำ มีเยื่อหุ้ม ด้านในมีเมล็ดเดี่ยว ขยายพันธุ์ เพาะเมล็ด ตอนกิ่ง ปักชำกิ่ง ขึ้นได้ดีในทุกสภาพดิน ชอบความชื้นและแสงแดดปานกลาง

ภาพที่ 2-1 ต้นยางบง

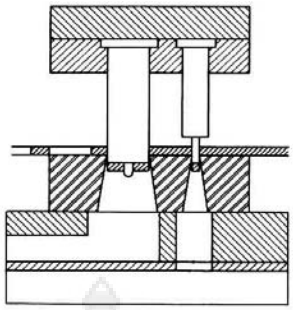
2.4 ประโยชน์ของยางไม้บง

ประโยชน์ของยางไม้บง มีน้ำยางเมือกใสขาวเหมือนนมสด ใช้อุดรอยรั่วต่างๆ ได้ดี ใช้เป็นส่วนผสมในการทำฟิล์มภาพยนตร์ จากการสอบถามจากชาวบ้านในสมัยก่อนใช้ยางบงโอบรอบโคนเสาไม้ซึ่งสามารถป้องกันปลวก มอด มด เจาะกินเนื้อไม้ และยังใช้ไม้ยางบงเป็นส่วนผสมในการก่อสร้างเช่นเดียวกับการใช้ปูนซีเมนต์ในปัจจุบัน

2.5 แม่พิมพ์

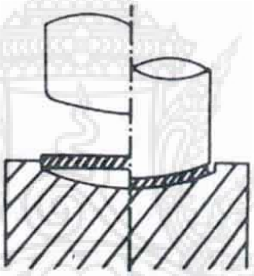
ในการผลิตสินค้าที่ต้องการขนาด รูปร่าง คุณภาพและความเที่ยงตรง หัวใจของกระบวนการผลิตคือ เครื่องมือที่เรียกว่า “แม่พิมพ์” ซึ่งมีอยู่ด้วยกันหลากหลายชนิดขึ้นอยู่กับวัสดุที่ต้องการผลิตเป็นสินค้า ดังนั้นในบทนี้จะขอกล่าวถึงลักษณะของแม่พิมพ์ กระบวนการสร้างแม่พิมพ์เพื่อให้เกิดภาพที่ชัดเจนยิ่งขึ้น

แม่พิมพ์ปั๊ม (Stamping) เป็นวิธีการนำแผ่นเหล็ก (Strip) เข้ามาสู่ยังเครื่องปั๊มที่มีแม่พิมพ์ประกอบติดอยู่กับแท่นปั๊ม เมื่อแผ่นสตริปเข้ามายังแท่นปั๊มในตำแหน่งที่ต้องการแล้ว แท่นปั๊มจะกดลงมายังแผ่นสตริปเพื่อให้ได้ชิ้นงานตามแบบแม่พิมพ์ ชิ้นงานที่ได้จากแม่พิมพ์ปั๊ม เช่น ชิ้นส่วนยานยนต์ ชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ เป็นต้น

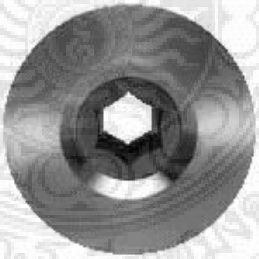


ภาพที่ 2-2 แม่พิมพ์ปั๊มรูป

แม่พิมพ์ขึ้นรูป (Forming) เป็นการเปลี่ยนรูปทรงของแผ่นเหล็กให้เป็นไปตามรูปทรงของพันช์และดายโดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงความหนาของเหล็ก แม่พิมพ์ขึ้นรูปมักจะนำมาใช้ในการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์



ภาพที่ 2-3 แม่พิมพ์ขึ้นรูปและกระบวนการขึ้นรูป (ฝั่งซ้ายก่อนขึ้นรูป: ฝั่งขวาหลังขึ้นรูป)



ภาพที่ 2-4 ผลิตภัณฑ์จากแม่พิมพ์ขึ้นรูป

2.6 วัสดุที่ใช้ทำแม่พิมพ์

วัตถุดิบหลักที่ใช้ในการผลิตแม่พิมพ์และเครื่องมือสำหรับงานแม่พิมพ์คือเหล็ก โดยเหล็กที่ใช้ในการทำแม่พิมพ์จะอยู่ในกลุ่มของเหล็กกล้าเครื่องมือ ซึ่งเหล็กกล้าเครื่องมือจัดเป็นเหล็กกล้าที่มีคาร์บอนและธาตุผสมอื่นๆในปริมาณสูง เพื่อให้มีความสามารถในการชุบแข็งสูงเหมาะสำหรับการปรับปรุงคุณสมบัติต้านทานการสึกหรอ

2.7 ปัจจัยที่นำมาพิจารณาในการออกแบบแม่พิมพ์

แม่พิมพ์สามารถใช้ในการผลิตชิ้นงานที่มีรูปทรงสมมาตร (Symmetry) หรืออสมมาตร (asymmetry) ซึ่งอาจจะขึ้นรูปมาจากเม็ดผง ที่มีน้ำหนัก 1 กรัม ไปจนถึง 100 กรัม โดยขึ้นอยู่กับสมรรถนะของเครื่องอัด และการเปลี่ยนแปลง ของพื้นที่หน้าตัดและความหนาของชิ้นงาน นอกจากนี้ยังมีปัจจัยที่นำมาพิจารณา ในการออกแบบแม่พิมพ์ คือ

2.7.1 การหดตัวหลังเผา : น้ำและตัวเชื่อมประสานจะระเหยออกในขณะเผา

2.7.2 แรงอัด : แรงอัดที่ใช้ขึ้นกับชนิดของเม็ดผง ซึ่งแรงอัดที่ไม่เหมาะสมเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้ชิ้นงานหดตัวผิดปกติได้ เครื่องอัดขนาดใหญ่จะสามารถอัดชิ้นงานขนาดใหญ่ เช่นเครื่องอัดขนาด 10 ตัน สามารถอัดชิ้นงานขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 32 มิลลิเมตร ได้ทีละ 1 ชิ้น แต่ถ้าต้องการอัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 16 มิลลิเมตร จะทำได้ทีละ 4 ชิ้น เป็นต้น

2.7.3 การอัดตัวของผงที่บริเวณมุม : ที่บริเวณมุม การอัดตัวจะไม่แน่นเท่ากับบริเวณอื่น ส่งผลให้ชิ้นงานมีจุดบกพร่องได้ ดังนั้นจึงเลี่ยงโดยการทำเป็นส่วนโค้งเล็กๆ หรือปลายตัด ส่วนบริเวณมุมที่เกิดจากรอยต่อ (เช่น มุมระหว่างตัวกดบนกับผิวของดาย) มักไม่มีปัญหาเรื่องการอัดตัวของผงแต่มักจะเป็นปัญหาอย่างอื่นแทน คือผงมีโอกาสที่จะตกเข้าในช่องว่างของรอยต่อ ทำให้ดายเกิดการสึกหรอเร็วขึ้น จึงเลี่ยงโดยการทำส่วนโค้งเล็กๆ เช่น R1 ต่อขึ้นมาจากผิวของตัวกด

2.7.4 การไหลตัวของผงขณะอัด: ส่วนประกอบของตัวอัดแบบควรเอื้อให้ผงสามารถไหลตัวได้ดี หลีกเลี่ยงแบบที่จะกักไม่ให้ผงไหล เพราะนอกจากจะทำให้เกิดความพร่อง ที่เกิดจากการที่แต่ละส่วนคลายตัวหลังจากถอดออกจากตัวอัดแบบแล้วยังทำให้เกิดการโก่งงอ และชิ้นงานจะเสียรูปหลังเผาด้วย

2.7.5 ความง่ายในการถอดชิ้นงานหลังการอัด : โดยปกติแล้วหลังจากที่การอัดสิ้นสุดลงชิ้นงานจะถูกดันให้พ้นออกจากผิวของดายและอยู่บนผิวของตัวกดล่าง ดังนั้น ทั้งดายและตัวกดล่างต้องมีรูปร่างลักษณะที่เอื้อให้เอาชิ้นงานออกได้ง่าย ผนังภายในของดายอาจเป็นทรงกระบอก หรือเป็นรูปเหลี่ยมหรือหยักเป็นร่องในทิศขนานทิศทางการอัดต่างๆ ตามแบบของชิ้นงาน และที่สำคัญคือปลายบนต้องโตกว่าปลายล่างเสมอ ส่วนแบบของตัวกดล่างนอกจากจะสามารถ ยกชิ้นงานให้โผล่พ้นผิวของดายได้แล้วต้องไม่เป็นลักษณะที่โอบชิ้นงานมากเกินไป เช่น ในการอัดลูกปัดความลึกของส่วนโค้งในตัวกดบนไม่ควรมากกว่าของเส้นผ่านศูนย์กลางของทรงกลมเป็นต้น

2.7.6 ระยะการขับเคลื่อนของส่วนประกอบต่างๆ : ขนาดความยาวของตัวกดบน ตัวกดล่างและคอร์พินจะพิจารณาจากระยะการขับเคลื่อนในรอบของการอัด ซึ่งจะขึ้นกับลักษณะเฉพาะของเครื่องอัดแต่ละเครื่อง

2.7.7 วัสดุ ราคา และอายุการใช้งาน : วัสดุที่เหมาะและนิยมใช้ เช่น เหล็กกล้าเครื่องมือ (tool steel ตัวอักษร SKD) หรือทังสเตนคาร์ไบด์ (WC) WC มีราคาสูงกว่า SKD มาก แต่อายุการใช้งานนานกว่าถึง 200 เท่า ดังนั้นการผลิตเป็นปริมาณมากจึงนิยมใช้ WC แต่เนื่องจาก WC มีราคาแพงจึงมักใช้ทำเฉพาะบริเวณที่ต้องสัมผัสกับผง เช่น ผนังด้านในของดายและล้อมรอบด้วยเนื้อเหล็กกล้าเครื่องมือ เช่น SKD ชั้น WC ติดกับ SKD ได้ โดยใช้ความร้อนทำให้ SKD ซึ่งเป็นชั้นรอบนอกขยายตัวและสวมชั้น WC เข้าไป พอ SKD เย็นตัวลง ก็จะรัดติดกับ WC แต่สำหรับการทำตัวกด หรือคอร์พินใช้วิธีการเชื่อม WC ติดกับ SKD

2.7.8 ความหยาบของผิว : บริเวณที่ต้องสัมผัสกับผงเช่นผนังด้านในของดาย หรือผิวของตัวกดควรมีความหยาบผิวที่พอเหมาะเพราะนอกจากจะช่วยลดแรงที่ใช้แรง อัดผง แล้วยังทำให้ผงไม่ติดผิวมาก สามารถถอดชิ้นงานออกจากแบบอัดได้ง่ายและลดการสึกของผิวหน้าที่สัมผัสกับผง อายุการใช้งานก็นานขึ้น ความหยาบผิวที่ดีควรมีค่าประมาณ < 4 Ra ช่องว่างระหว่างส่วนต่างๆ ของแบบอัด (clearance) : ที่ระหว่างผิวของดายและตัวกดจะต้องเว้นระยะประมาณ 5-10 ไมครอน และถ้าเป็นชิ้นที่โตมากอาจเพิ่มขึ้นไปอีกเล็กน้อย ส่วนช่องว่างระหว่างตัวกดบน และดายอาจมากกว่าบริเวณอื่นๆ เพื่อเป็นทางให้อากาศออกได้สะดวก

2.7.9 ปัจจัยอื่นๆ: การออกแบบแม่พิมพ์เป็นปัจจัยที่สำคัญมากอีกอย่างหนึ่งจะทำให้ได้แม่พิมพ์ที่มีคุณภาพ ส่งมอบได้รวดเร็วด้วยราคาที่เหมาะสม ในการออกแบบจะนำเอาข้อมูลที่ได้พิจารณาเบื้องต้น จากข้อมูลเบื้องต้นของการหดตัวสารในมิติต่างๆ และลักษณะของเครื่องอัดมาช่วยในการออกแบบ ซึ่งอาจมีการปรับปรุงได้บ้างเพื่อความเหมาะสม การออกแบบที่ดีจะต้องออกแบบให้แม่พิมพ์ใช้งานและซ่อมบำรุงได้ง่าย ดังนั้นจึงควรพยายามใช้ชิ้นส่วนมาตรฐานที่ใช้อาจเป็นชิ้นส่วนที่หาซื้อจากท้องตลาด หรือชิ้นส่วนที่ทำขึ้นใช้เองก็ได้ ซึ่งจะช่วยลดเวลาในการออกแบบและการสร้างแม่พิมพ์ได้มาก อีกทั้งยังสะดวกในการซ่อมบำรุงรักษาแม่พิมพ์อีกด้วย

องค์ประกอบที่สำคัญซึ่งมีผลต่อการออกแบบแม่พิมพ์ที่ดีควรประกอบไปด้วย

- มาตรฐานการออกแบบ ซึ่งเป็นมาตรฐานของโรงงานเอง หรือเป็นมาตรฐานมาจากลูกค้า
- เลือกใช้ชิ้นส่วนมาตรฐานได้อย่างเหมาะสม ทั้งนี้เพื่อช่วยลดเวลาในการออกแบบและการสร้างแม่พิมพ์ อีกทั้งยังช่วยให้แม่พิมพ์ที่ทำขึ้นมีคุณภาพดีขึ้นอีกด้วย
- ความเป็นไปได้ในการอัดขึ้นรูป โดยตรวจสอบว่าขั้นตอนที่กำหนดในการผลิตจะสามารถเป็นไปได้หรือไม่ เพราะในบางครั้งอาจไม่สามารถทำได้โดยวิธีปกติ ต้องใช้วิธีพิเศษซึ่งต้องใช้เวลาและค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น
- การทำแม่พิมพ์ กำหนดให้ใช้วิธีการทำที่โรงงานที่มีความคุ้นเคย หรือมีเครื่องอำนวยความสะดวกอยู่แล้ว อาจช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายและเวลาได้
- สามารถทำได้โดยใช้สิ่งอำนวยความสะดวกที่มีอยู่ภายในโรงงาน เช่น เครื่องมือเครื่องจักรที่มีอยู่แล้ว
- การซ่อมบำรุงแม่พิมพ์ ควรทำได้ง่ายด้วย

2.8 ขั้นตอนการออกแบบ

การออกแบบแม่พิมพ์สำหรับการอัดขึ้นรูปเซรามิกส์ อันดับแรกผู้ที่จะออกแบบจะต้องเข้าใจถึงลักษณะส่วนประกอบของชิ้นส่วนแม่พิมพ์ ในภาพที่ 1 และที่สำคัญอีกอย่างคือต้องมีข้อมูลการหดตัวของสารและคุณลักษณะของเครื่องอัดที่จะนำมาผลิตเป็นชิ้นงาน จากนั้นทำการคำนวณขนาดทั้งหมดของชิ้นงานทั้งก่อนและหลังการเผา และระยะต่างๆ ของแม่พิมพ์ ซึ่งขนาดและระยะต่างๆ จะได้จากขนาดของชิ้นงานคูณกับอัตราส่วนการหดตัว เพื่อใช้ในการเขียนแบบแม่พิมพ์ต่อไป และขั้นตอนการออกแบบสามารถสรุปได้ตามแผนภาพ

2.9 เทคนิคการขึ้นรูป (Technique of Drawing)

การขึ้นรูปโดยไม่ให้เกิดรอยย่น (Wrinkle หรือ Puckering) หรือฉีกขาดนั้นจะต้องระมัดระวังและควบคุมองค์ประกอบต่างๆ ทั้งก่อนการขึ้นรูปและในขณะที่ขึ้นรูป องค์ประกอบเหล่านั้น ได้แก่

2.9.1 รูปร่างของ Blank (Blank Outline)
2.9.2 การลดขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางของการขึ้นรูปในแต่ละครั้ง (Reduction Per Draw)รัศมีของการ Punch และ Die
2.9.3 ช่องห่างระหว่าง Punch กับ Die (Clearance Between Punch and Die)
2.9.4 แรงกด Blank Holder (Blank Holder Pressure)
2.9.5 ความเร็วในการขึ้นรูป (Speed of Drawing)
2.9.6 การหล่อลื่น (Lubrication)

องค์ประกอบต่างๆ เหล่านี้เป็นส่วนสำคัญในการที่จะทำให้การขึ้นรูปได้ผลดีหรือไม่ดี และค่าเหล่านี้จะแตกต่างกันไปตามชนิดของโลหะ นอกจากนั้นยังมีองค์ประกอบอีกหลายอย่างที่มีผลต่อการไหลของโลหะในการขึ้นรูป ภาชนะที่มีรูปร่างง่ายๆ และไม่สลับซับซ้อนเท่านั้นที่สามารถขึ้นรูปแล้วใช้ได้เลย โดยการทดลองเพียงครั้งเดียว แต่สำหรับการขึ้นรูปลึกๆ โลหะจะมีการไหลตัวอย่างมาก และ จะต้องใช้เวลาเป็นจำนวนมาก เพื่อที่จะขจัดปัญหาต่างๆตั้งแต่การขึ้นทดลองเป็นครั้งแรก โดยเฉพาะการขึ้นรูปแบบกล่องที่มีมุมแหลม หรือรูปถ้วยที่มีรูปร่างยากๆ จะต้องทำการทดลองกันหลายครั้งกว่าจะได้ชิ้นงานที่ได้มาตรฐานตามต้องการ ซึ่งบางครั้งอาจใช้เวลาเป็นวันหรือสัปดาห์ ในการที่จะขัด, ตะไบ, เจียระไน เปลี่ยนขนาดของ Blank และรัศมีของ Punch หรือ Die

2.10 แอลกอฮอล์เจล

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มีดังต่อไปนี้แอลกอฮอล์แข็งสำหรับใช้เป็นเชื้อเพลิง ซึ่งต่อไปในมาตรฐานนี้จะเรียกว่า “แอลกอฮอล์แข็ง” หมายถึง เชื้อเพลิงที่ใช้แอลกอฮอล์เป็นส่วนประกอบหลัก อาจอยู่ในสภาพแข็ง กึ่งแข็ง หรือเจล เหมาะสำหรับใช้ในการอุ่นอาหารและหุงต้ม

2.10.1 ลักษณะทั่วไป ต้องเป็นเนื้อแข็ง หรือกึ่งแข็ง หรือเจล ในกรณีที่มีของเหลวแยกตัว ยอมให้มีน้ำหนักได้ไม่เกินร้อยละ 3ของน้ำหนักสุทธิ

2.10.2 คุณลักษณะทางเคมี ต้องเป็นไปตาม

2.10.3 คุณลักษณะในการใช้งาน

2.10.3.1 การจุดติดไฟ ต้องจุดไฟติดได้ทันที ขณะติดไฟอาจจะอ่อนตัวลงบ้าง แต่ต้องไม่เปลี่ยนสภาพเป็นของเหลว ขณะลุกไหม้ ต้องไม่มีสะเก็ดไฟและควัน

2.10.3.2 ความคงสภาพ ต้องไม่มีของเหลวไหลออกมา

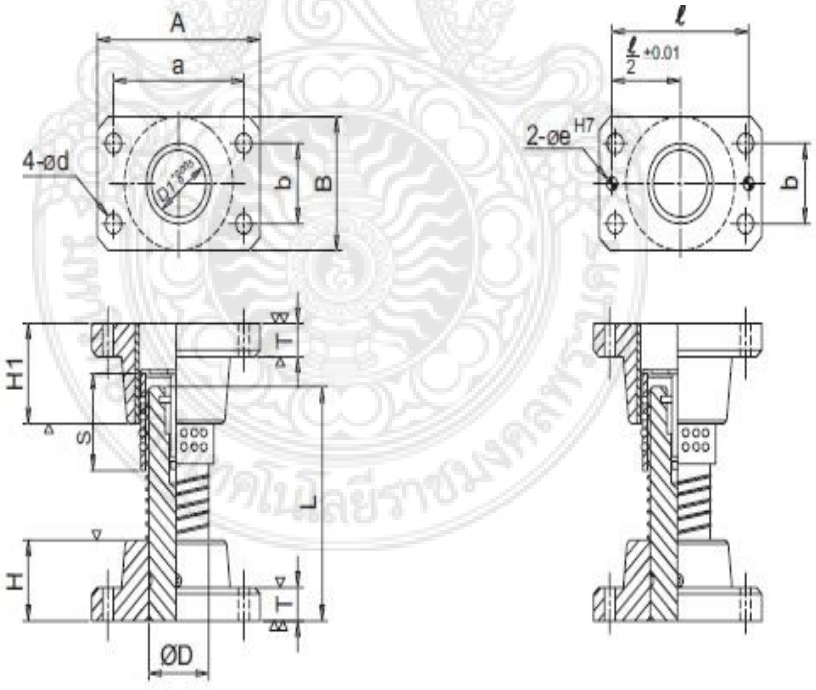
2.10.3.3 ระยะเวลาติดไฟต้องติดไฟได้นานไม่น้อยกว่า 45 วินาที ต่อ 1 กรัม

2.10.3.4 เสถียรภาพต่อการเก็บเมื่อทดสอบ แอลกอฮอล์แข็งต้องยังคงมีคุณลักษณะที่ต้องการ

2.11 ชุดไกด์โพสท์แบบลูกปืน ฝาครอบลูกปืนเคลื่อนตาม (BALL BEARING GUIDE POST SETS - MOVABLE STOPPER)

ชนิดธรรมดา (Standard Type)
GPSB (ปลอกลูกปืนพลาสติก)
GPSB–A (ปลอกลูกปืนอลูมิเนียม)

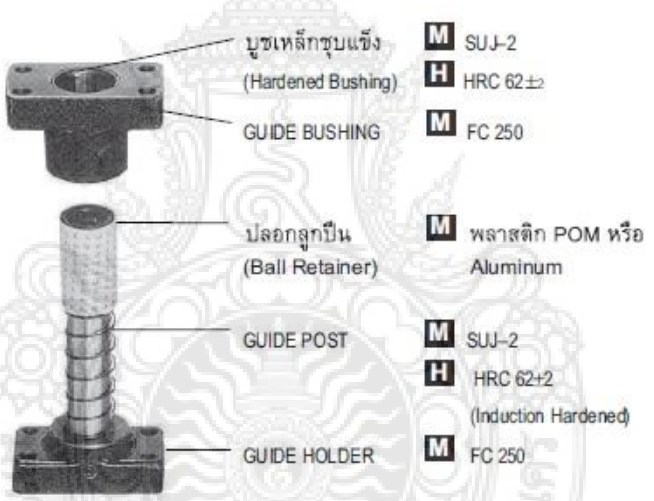
ชนิดมีรูโดเวล (With Dowel Holes)
GPBP (ปลอกลูกปืนพลาสติก)
GPBP–A (ปลอกลูกปืนอลูมิเนียม)



ØD	ØD1	A	B	a	b	ød	H	H1	T	ℓ		e H7		S
20	26	74	44	56	30	6.6	30	50	15	56		6	+0.012 0	50
25	31	84	48	66	30	9	30	50	20	66		8		50
32	40	100	58	76	36	11	40	60	20	76	±0.010	8	+0.015 0	60
38	48	130	75	100	44	11	50	70	25	100		10		70
50	60	155	90	125	60	14	65	90	25	125		10		90

ภาพที่ 2-5 ชุดไกด์โพสท์แบบลูกปืน ฝาครอบลูกปืนเคลื่อนตาม

ส่วนประกอบของไกด์โพสท์ (Parts for 1 set guide post set)



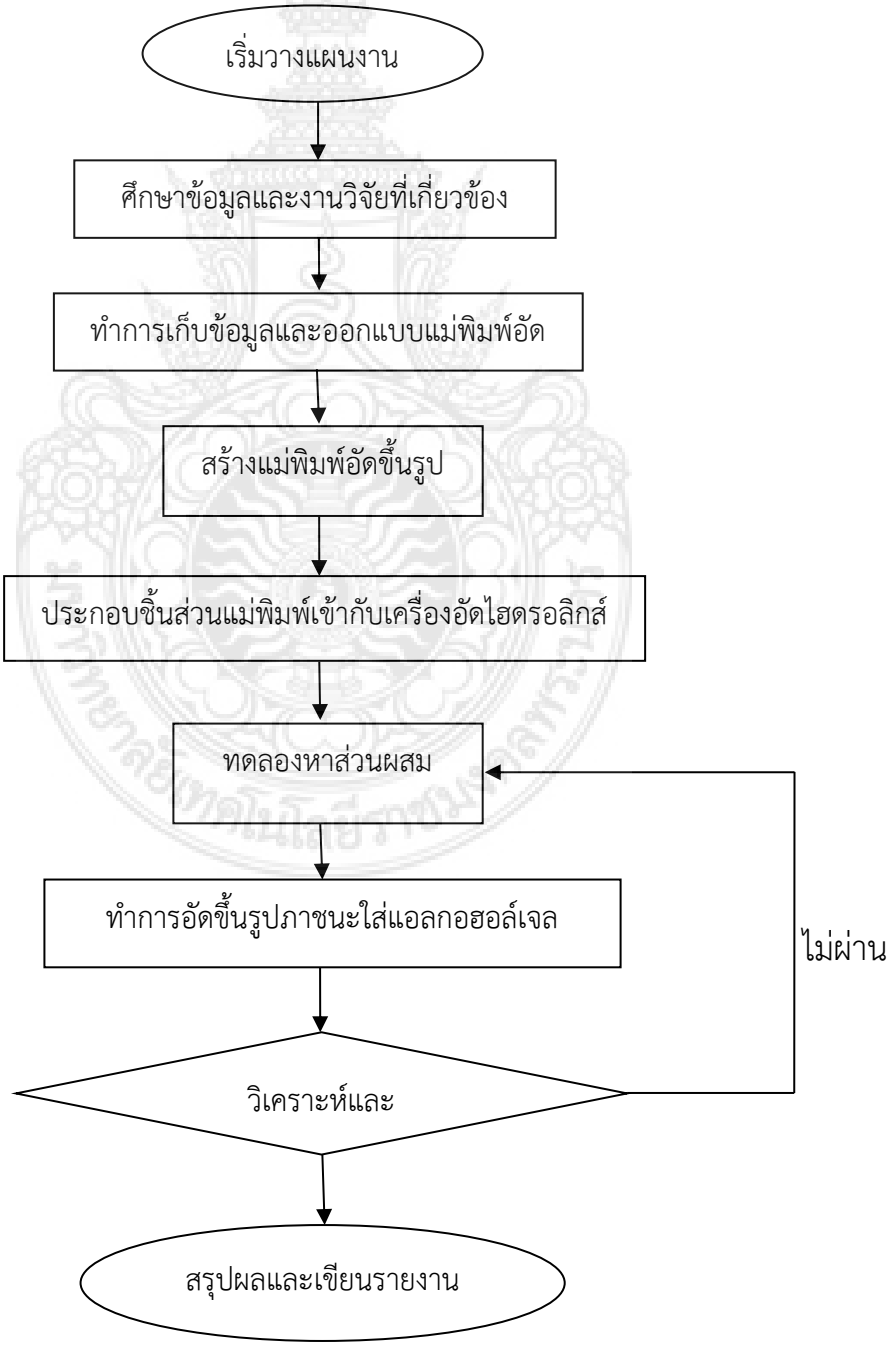
ภาพที่ 2-6 ส่วนประกอบของไกด์โพสท์

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงาน

การผลิตภาชนะจากขี้เลื่อยทดแทนโลหะผสมใส่แอลกอฮอล์เจลอุ่นอาหาร ขั้นตอนของการขึ้นรูปจำเป็นต้องใช้แม่พิมพ์อัดขึ้นรูปชิ้นงานจึงต้องทำการออกแบบแม่พิมพ์อัดให้สอดคล้องกับขนาดและรูปร่างของชิ้นงาน มีความปลอดภัย ทนทาน ความเหมาะสมในการทำงาน สะดวกในการรักษา

ศึกษาเกี่ยวกับขี้เลื่อยที่นำมาอัดภาชนะใส่แอลกอฮอล์เจลอุ่นอาหารรวมถึงการเตรียมขี้เลื่อยในการขึ้นรูป การทดสอบการเผาไหม้ การเตรียมตัวประสาน การออกแบบชิ้นงาน การเลือกวัสดุแม่พิมพ์

3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน



ตารางที่ 3-1 ขั้นตอนระยะเวลาในการทำวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินงาน	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.
1. ศึกษางานวิจัยและข้อมูลที่เกี่ยวข้อง	←→												
	←- - -→												
2. วิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลจากที่ได้ศึกษา		←→											
		←- - -→											
3. กำหนดวิธีการทดลอง		←→		←→									
		←- - -→		←- - -→									
4. ออกแบบแม่พิมพ์อัดขึ้นรูป				←→	←→								
				←- - -→	←- - -→								
5. ผลิตแม่พิมพ์อัดขึ้นรูป					←→	←→		←→					
					←- - -→	←- - -→		←- - -→					
6. ทำการทดลองหาส่วนผสมและอัดขึ้นรูป								←→	←→				
								←- - -→	←- - -→				
7. ทดสอบหาประสิทธิภาพและการใช้งาน									←→	←→			
									←- - -→	←- - -→			
8. ทดสอบความจากการเผาไหม้									←→	←→			
										←- - -→	←- - -→		
9. สรุปผลการทดลอง											←→	←→	
											←- - -→	←- - -→	
10. เขียนรายงานการวิจัยและจัดทำรูปเล่ม รวมถึงเผยแพร่ผลที่ได้จากการวิจัย												←→	
												←- - -→	

←→ แผนการดำเนินงาน ←- - -→ การดำเนินงานจริง

3.2 ขี้เลื่อยที่เลือกมาทดลองขึ้นรูป

3.2.1 การศึกษาขี้เลื่อย

- ชนิดของขี้เลื่อยที่นำมาใช้งาน

ขี้เลื่อยที่นำมาอัดภาชนะใส่แอลกอฮอล์เจลอุ่นอาหารนั้น จะใช้ขี้เลื่อยในการทำชิ้นงานนั้น ต้องเป็นขี้เลื่อยชนิดละเอียดเป็นผงขี้เลื่อย เพื่อให้คงรูปอยู่ได้ตามที่ต้องการ และสามารถเผาไหม้และย่อยสลายตามธรรมชาติได้ มีคุณสมบัติเกาะตัวขึ้นรูปได้ดีตามรูปทรงของแม่พิมพ์ สามารถนำขี้เลื่อยที่หาได้ตามท้องถิ่นและเหลือทิ้งจากการใช้ประโยชน์มาทำการทดลอง

3.2.2 การเตรียมขี้เลื่อย

นำขี้เลื่อยชนิดละเอียดที่เตรียมไว้

ภาพที่ 3-1 ขี้เลื่อยที่เลือกมาทดลองขึ้นรูป

3.2.3 การเตรียมตัวประสาน

นำยางบง 10 กรัม ต่อ น้ำ 30 มิลลิลิตร คลุกเคล้าให้เข้ากันอย่างสม่ำเสมอจนตัวประสานมีลักษณะเหนียว

3.2.4 การออกแบบภาชนะใส่แอลกอฮอล์เจลอุ่นอาหาร

การออกแบบรูปทรงและขนาดของภาชนะใส่แอลกอฮอล์เจลอุ่นอาหาร ต้องเป็นไปตามจุดประสงค์ของการใช้งาน ต้องมีความแข็งแรงคงรูปได้ในระยะเวลาหนึ่ง

3.3 วัสดุสร้างแม่พิมพ์

ต้องใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้ เน้นคุณภาพการใช้งาน และความแข็งแรง วัสดุที่เลือกใช้ทำแม่พิมพ์

- เหล็ก S45 C
- เหล็ก St 37

3.3.1 การออกแบบแม่พิมพ์

- ชิ้นส่วนต่างๆ ของแม่พิมพ์ไม่ยุ่งยากซับซ้อน ไม่ต้องบำรุงรักษามาก
- ใช้แรงงานคนในการขึ้นรูป เพื่อสะดวกในการใช้งาน และไม่ต้องสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงและไฟฟ้า
- เพื่อให้ได้ภาชนะใส่แอลกอฮอล์เจลอุ่นอาหารต้นแบบอย่างง่าย และใช้วัสดุที่หาได้จากท้องตลาด
- ไม่สิ้นเปลืองค่าบำรุงรักษา

3.3.2 การออกแบบ Punch

ต้องคำนึงถึงผิวกายในชิ้นงานที่มีรูปทรงตามที่ต้องการโดยในส่วนผิวจะมีบ่าเพื่อความแข็งแรงของแม่พิมพ์

ภาพที่ 3-2 Punch และ Die

3.3.3 การออกแบบ Column

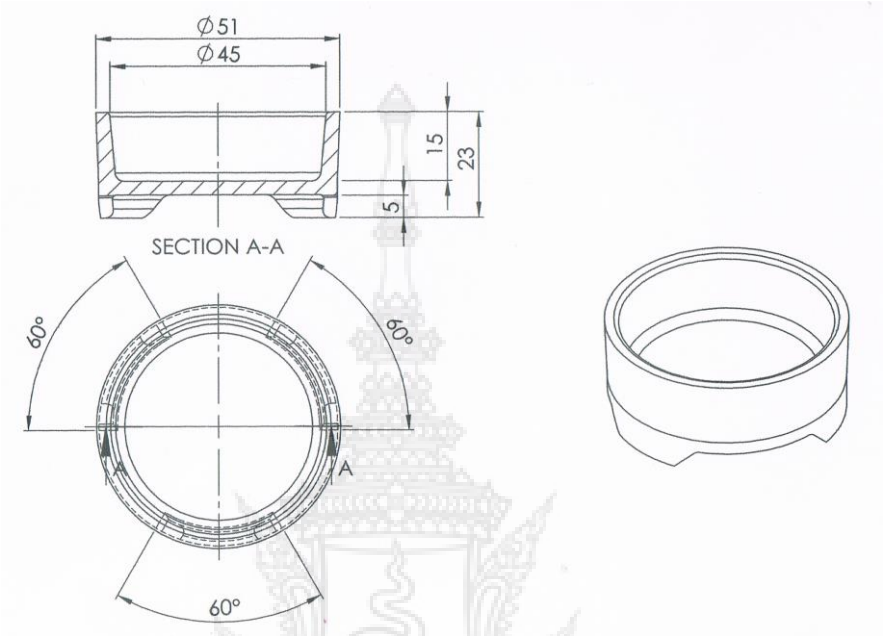
เป็นตัวบังคับศูนย์ระหว่าง Punch กับ Die เป็นเสาร้อยผ่านกับตัว Punch Holder กับ Die Holder

3.3.4 การออกแบบ Punch Holder กับ Die Holder

Punch Holder และ Die Holder นำไปกัดเซาะร่องเพื่อใช้บังคับศูนย์ไม่ให้ Punch และ Die เยื้องศูนย์ในการอัดจะทำให้ผนังของชิ้นงานหนาบางไม่เท่ากัน ส่วนของก้น Die Holder จะมี Ejector Pin ดันกระถางด้วย Spring ช่วยในการปลดชิ้นงานออกจาก Die Holder

3.4 การออกแบบภาชนะใส่แอลกอฮอล์เจลอุ่นอาหาร

การออกแบบรูปทรงและขนาด ของภาชนะใส่แอลกอฮอล์ เจลอุ่นอาหาร ออกแบบให้ใกล้เคียงกับขนาดเดิมแต่เพิ่มความหนาของชิ้นงาน เพื่อให้ชิ้นงานมีความแข็งแรง



ภาพที่ 3-3 ภาชนะใส่แอลกอฮอล์เจลที่ออกแบบ

คำนวณปริมาตรในภาชนะใส่แอลกอฮอล์เจลอุ่นอาหาร

D = 51

d = 45

h = 15

สูตร V = $(\pi.h/12).(D^2+d^2+D.d)$

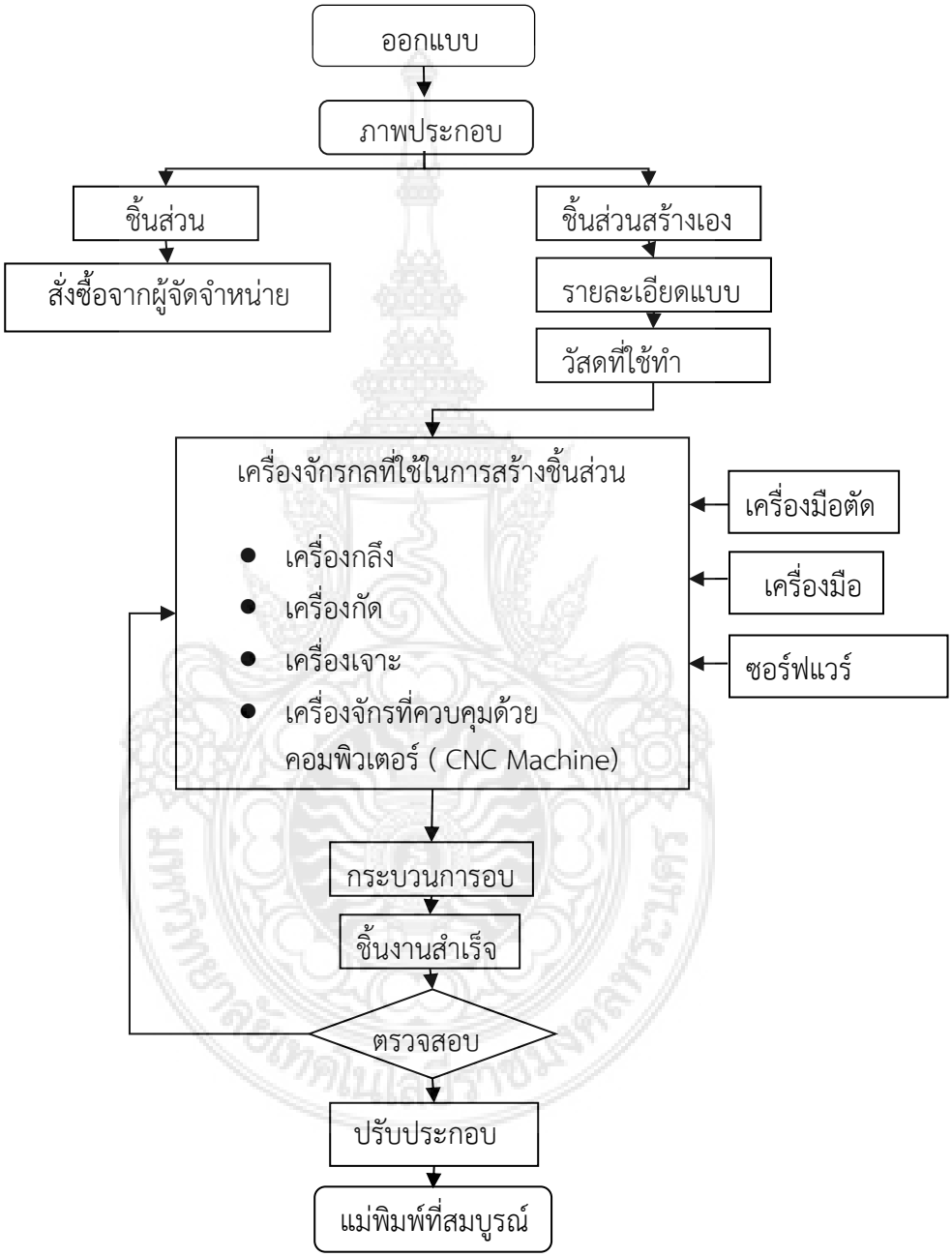
แทนค่า = $(\pi.15/12).[(51^2+45^2)+(51x45)]$

= 3.916 [(4626)+(2295)]

= 27.102 ซม^3.

3.5 การสร้างแม่พิมพ์

3.5.1 การสร้างแม่พิมพ์มีลำดับขั้นตอนของการดำเนินงานตาม



ภาพที่ 3-4 ขั้นตอนการสร้างแม่พิมพ์

บทที่ 4
ผลการดำเนินงาน

ในบทนี้กล่าวถึงการทดลองการอัดขึ้นรูปภาชนะใส่แอลกอฮอล์เจลลอุ่นอาหารที่สามารถย่อยสลายได้เองตามธรรมชาติ เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ และขอบเขตของงานวิจัยที่วางไว้ จากนั้นทำการทดลองการใช้งานของภาชนะใส่แอลกอฮอล์เจล เช่น การจุดไฟเพื่อดูการเผาไหม้, จับเวลาการใช้งาน, ชั่งน้ำหนักที่เหลือหลังจากการเผาไหม้, ทดสอบความแข็งแรงของภาชนะใส่แอลกอฮอล์เจล, ทดสอบการย่อยสลายของภาชนะใส่แอลกอฮอล์เจลโดยการแช่น้ำเพื่อดูระยะเวลาในการย่อยสลาย, ทดสอบปฏิกิริยาของแอลกอฮอล์เจลที่มีผลต่อภาชนะ เพื่อเก็บข้อมูลในการทำงานและทราบถึงปัญหาที่เกิดขึ้นเพื่อสรุป แก้ไข และเป็นข้อเสนอแนะในบทที่ 5

4.1 การเตรียมการทดลอง

4.1.1 เตรียมขี้เลื่อยและยางบงสำหรับการทดลอง

4.1.2 เมื่อได้วัสดุครบถ้วน แบ่งเป็นอัตราส่วนเพื่อนำมาทดลองส่วนผสมในแต่ละครั้ง

4.1.3 เช็คสภาพความพร้อมในการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องอัดภาชนะใส่แอลกอฮอล์เจล

4.2 ผลการทดลองส่วนผสมในการอัดขึ้นรูปภาชนะใส่แอลกอฮอล์เจลลอุ่นอาหารที่สามารถย่อยสลายได้เองตามธรรมชาติ

ขี้เลื่อย	20	กรัม
น้ำ	30	มิลลิลิตร
ยางบง	10	กรัม
แรงอัด	60	กก./ซม^2

4.3 การผสมส่วนผสมที่ใช้ในการอัดขึ้นรูป

4.3.1 นำแป้งยางบง 10 กรัม และน้ำ 30 มิลลิลิตร เทผสมเข้าด้วยกันจนเกิดความเหนียว

4.3.2 นำขี้เลื่อย 20 กรัม เทลงในส่วนผสมที่เตรียมไว้ คลุกเคล้าจนเป็นเนื้อเดียวกัน

4.3.3 อัตราส่วนที่ใช้ในการอัด ตวงในปริมาณ 20 กรัม ต่อ 1 ชิ้นงาน และอัดด้วยแรงอัดที่ 60 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

ภาพที่ 4-1 ขี้เลื้อยละเอียด

ภาพที่ 4-2 ยางบง

ภาพที่ 4-3 น้ำ

ภาพที่ 4-4 ส่วนผสมที่ผสมเรียบร้อยแล้ว

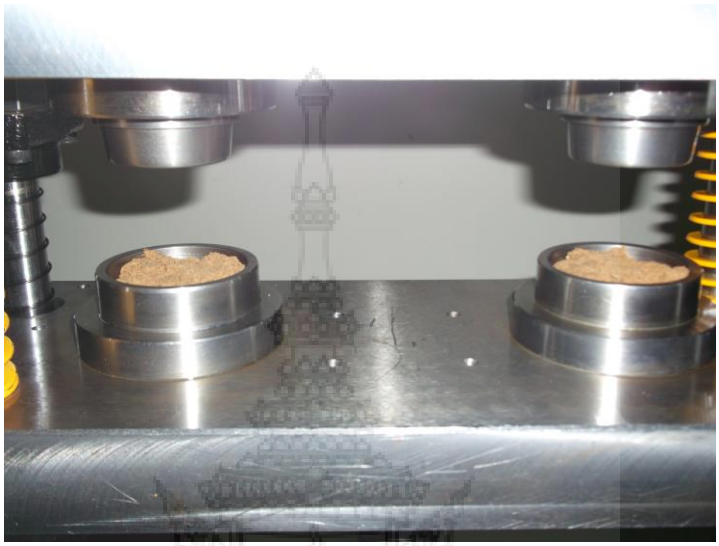
ภาพที่ 4-5 เครื่องอัดไฮดรอลิกและแรงอัดที่ใช้ในการอัดภาชนะใส่แอลกอฮอล์เจลอุ่นอาหาร

4.4 ขั้นตอนการอัดขึ้นรูปภาชนะใส่แอลกอฮอล์เจลอุ่นอาหาร

4.4.1 เปิดแม่พิมพ์ออก

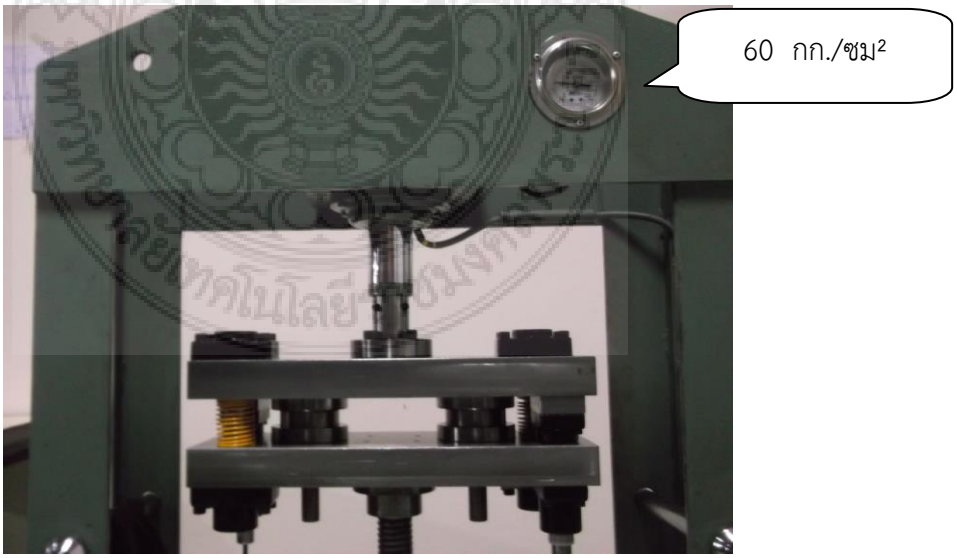
ภาพที่ 4-6 แม่พิมพ์อัดขึ้นรูป

4.4.2 นำส่วนผสมที่เตรียมไว้ในปริมาณ 20 กรัม แล้วใส่ลงในแม่พิมพ์



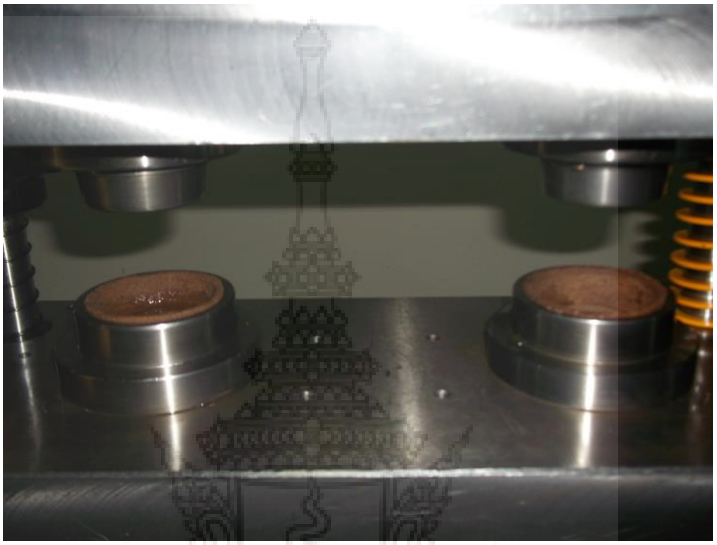
ภาพที่ 4-7 ใส่ส่วนผสมลงแม่พิมพ์อัด

4.4.3 ทำการอัดขึ้นรูปภาชนะใส่แอลกอฮอล์เจลอุ่นอาหาร ที่แรงดัน 60 กก./ซม^2



ภาพที่ 4-8 การอัดขึ้นรูปภาชนะใส่แอลกอฮอล์เจลอุ่นอาหาร

4.4.4 เปิดแม่พิมพ์ออก



ภาพที่ 4-9 เปิดแม่พิมพ์

4.4.5 นำชิ้นงานออกจากแม่พิมพ์

ภาพที่ 4-10 นำชิ้นงานออกจากแม่พิมพ์

4.4.6 ชิ้นงานที่ขึ้นรูปสำเร็จ

ภาพที่ 4-11 ชิ้นงานที่สำเร็จ

4.4.7 หาเวลาในการอัดขึ้นรูปภาชนะจากขี้เลื่อยทดแทนโลหะผสม ใส่แอลกอฮอล์เจลอุ่นอาหาร

ตารางที่ 4-1 แสดงเวลาขั้นตอนการปฏิบัติงาน

ครั้งที่ / ขั้นตอนการทำงาน	1 (วินาที)	2 (วินาที)	3 (วินาที)	4 (วินาที)	5 (วินาที)	ค่าเฉลี่ย
1.เตรียมและผสมส่วนผสม	125.55	124.45	123.64	125.11	124.45	124.64
2. นำส่วนผสมใส่ใน Die	11.34	11.45	12.13	11.67	12.08	11.734
3.โยกแขนที่ปั๊มอัดไฮดรอลิกลง แรงอัด 60 กก./ซม²	27.45	28.43	27.54	28.44	28.86	28.144
4.เปิดวาล์วไฮดรอลิก	19.32	19.35	19.23	18.90	18.87	19.134
5.ปลดชิ้นงานและนำชิ้นงานออก	24.78	23.98	24.47	24.87	24.33	24.486
					$\Sigma\overline{X}$	**208.138**

สรุป ใช้เวลาในการอัดขึ้นรูปภาชนะจากขี้เลื่อยทดแทนโลหะผสม ใส่แอลกอฮอล์เจลอุ่นอาหารที่สามารถย่อยสลายได้เองตามธรรมชาติทั้งหมด 3.47 นาทีต่อครั้ง

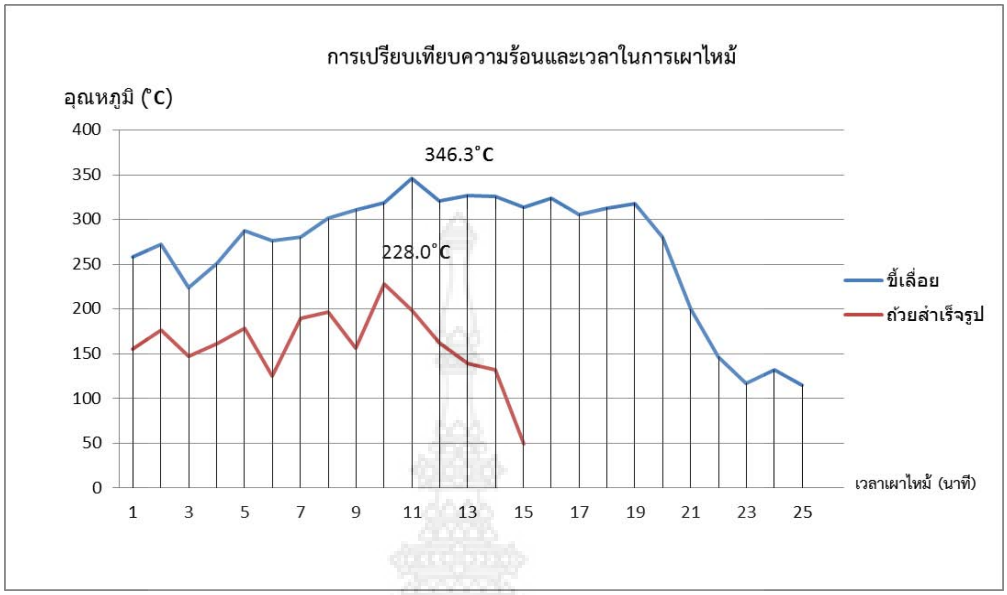
4.5 การทดสอบประสิทธิภาพและการใช้งานของภาชนะจากขี้เลื่อยทดแทนโลหะผสม ใส่แอลกอฮอล์เจลอุ่นอาหาร

4.5.1 จับเวลาและวัดอุณหภูมิในการใช้งาน ในตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4-2 แสดงเวลาและอุณหภูมิ

เวลา/นาที	ชิ้นงานที่ 1 (℃)	ชิ้นงานที่ 2 (℃)	ชิ้นงานที่ 3 (℃)	ค่าเฉลี่ย
1	227	224	199	216.67
2	291	257	227	258.33
3	296	293	228	272.33
4	187	251	233	223.67
5	264	240	249	251
6	285	302	276	287.67
7	293	247	288	276
8	279	253	308	280
9	297	285	322	301.33
10	278	331	324	311
11	341	303	311	318.33
12	341	331	367	346.33
13	318	317	328	321
14	350	284	348	327.33
15	337	311	329	325.67
16	329	302	311	314
17	318	344	310	324
18	328	293	297	306
19	322	304	313	313
20	322	312	320	318
21	322	230	290	280.67
22	122	228	250	200
23	192	130	117	146.33
24	125	121	106	117.33
25	-	140	124	132
26	-	115	-	115

ภาพที่ 4-12 วัดเวลาในการเผาไหม้และอุณหภูมิความร้อน



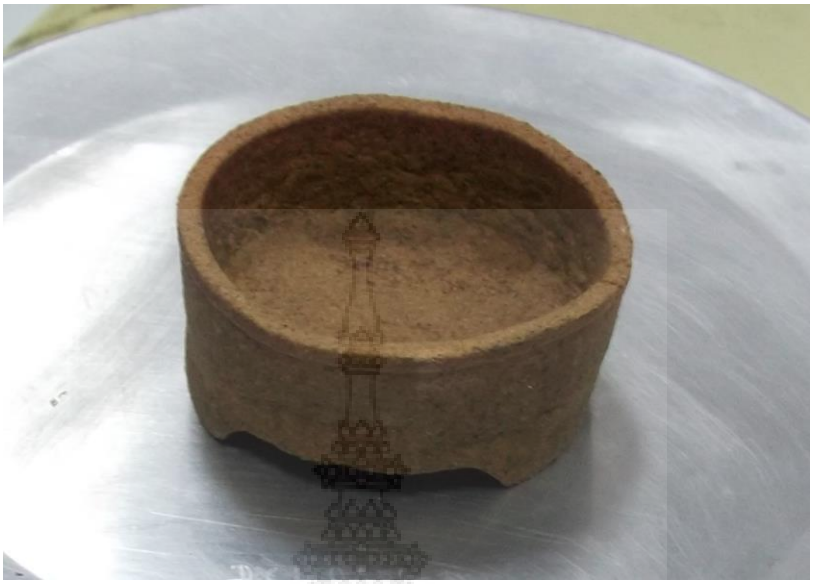
ภาพที่ 4-13 แสดงความร้อนและเวลาในการเผาไหม้

จากกราฟแสดงความร้อนและเวลาในการเผาไหม้ พบว่าอุณหภูมิสูงสุดในการเผาไหม้อยู่ 346.3 องศาเซลเซียส นาทีที่ 12 และเวลารวมอยู่ที่ 26 นาที ถ้วยสำเร็จรูปอุณหภูมิและเวลาจะน้อยกว่าถ้วยจากขี้เลื่อย ซึ่งถ้วยสำเร็จรูปมีอุณหภูมิสูงสุดในการเผาไหม้ 228.0 องศาเซลเซียส นาทีที่ 10 และเวลาในการเผาไหม้ 15 นาที

4.6 น้ำหนักของภาชนะจากขี้เลื่อยทดแทนโลหะผสม ใส่แอลกอฮอล์เจลอุ่นอาหาร

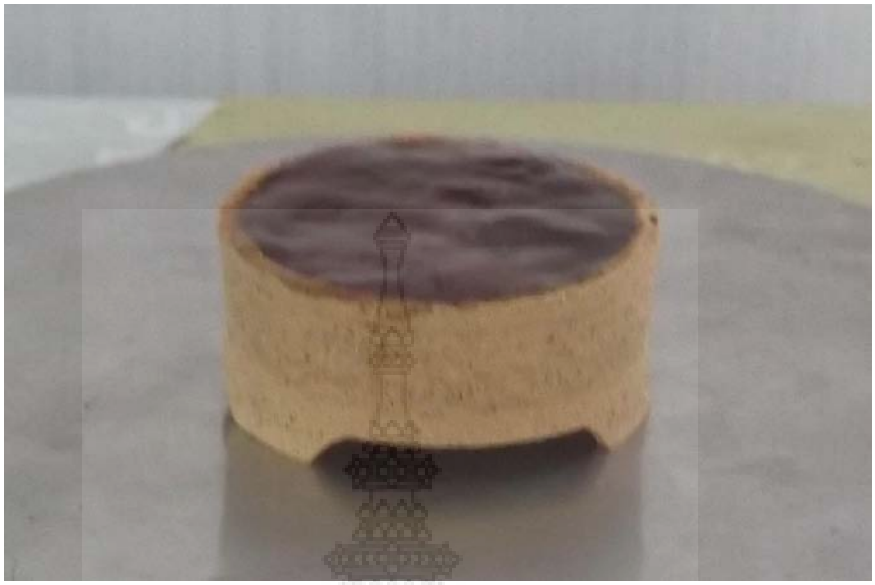
ตารางที่ 4-3 น้ำหนักของชิ้นงาน

ชิ้นงานที่	น้ำหนัก(กรัม)			
	หลังขึ้นรูป	ก่อนใส่แอลกอฮอล์เจล	ใส่แอลกอฮอล์เจล	หลังการทดลอง
1	18.08	8.40	28.242	2.00
2	18.04	8.74	28.242	2.20
3	18.11	8.30	28.242	2.13
4	18.06	8.98	28.242	2.20
5	18.05	8.23	28.242	2.15
$\overline{X}$	18.55	8.53	28.242	2.68



ภาพที่ 4-14 ภาชนะที่ได้จากการอัดขึ้นรูป

ภาพที่ 4-15 ภาชนะที่อบแห้ง



ภาพที่ 4-16 ภาชนะที่ใส่แอลกอฮอล์เจล

ภาพที่ 4-17 การเผาไหม้ของภาชนะ

ภาพที่ 4-18 ชิ้นส่วนที่เหลือจากการเผาไหม้

4.7 คำนวณราคาต่อชิ้นงาน

ตารางที่ 4-4 ค่าใช้จ่ายภาชนะจากขี้เลื่อยทดแทนโลหะผสมใส่แอลกอฮอล์เจลอุ่นอาหาร

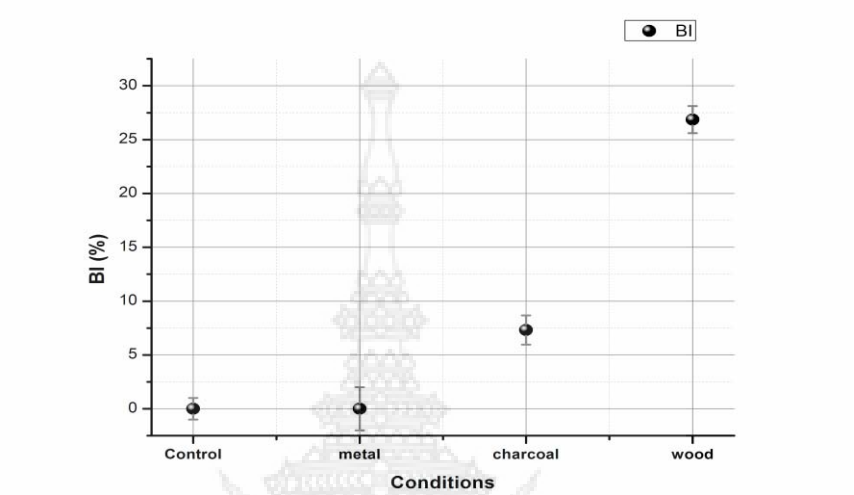
วัตถุดิบ	ปริมาณ (กรัม.)	ได้ชิ้นงาน (ชิ้น)	ราคาวัตถุดิบ (บาทต่อ กก.)	ราคาต่อชิ้น (บาท)
1. ขี้เลื่อย	1,000	100	20	0.20
2. ยางบง	1,000	200	30	0.15
3. แอลกอฮอล์เจล	1,000	44	93	2.10

สรุป ราคาวัตถุใช้จ่ายต่อถ้วย = ขี้เลื่อย + ยางบง + แอลกอฮอล์เจล

= 0.20 + 0.15 + 2.10 บาท

ค่าใช้จ่ายต่อถ้วย = 2.45 บาทต่อชิ้นงาน

4.8 ทดสอบควันจากการเผาไหม้ภาชนะจากขี้เลื่อยทดแทนโลหะผสมใส่แอลกอฮอล์เจลอุ่นอาหาร



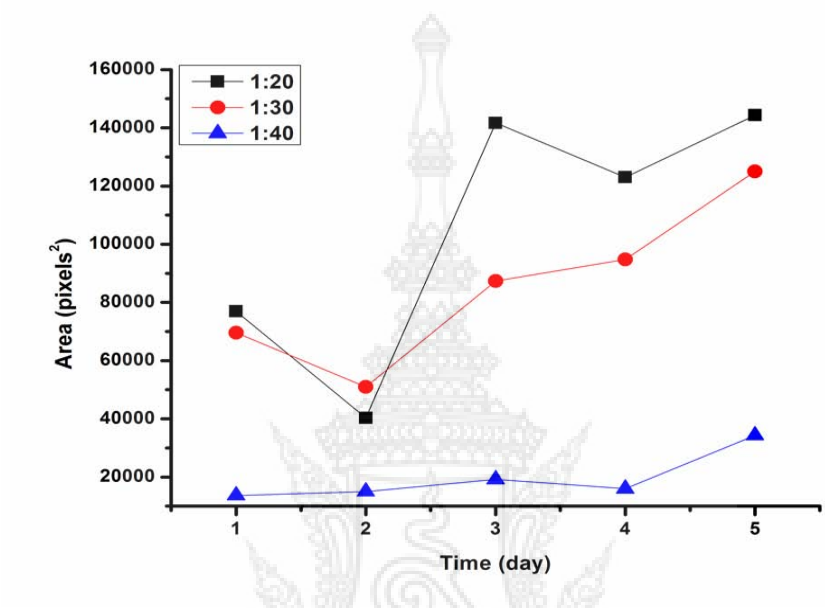
ภาพที่ 4-19 การทดลองหาปริมาณควันของภาชนะ

จากกราฟ ได้ทำการทดลองหาปริมาณควันของภาชนะแต่ล่ะชนิด โดยเป็นการทดลองเบื้องต้น คือการใช้กระดาษกรอง กรองควันเพื่อเก็บตัวอย่าง นำมาวิเคราะห์โดยอาจารย์ผู้เชี่ยวชาญทางวิทยาศาสตร์ ดั้งนี้

Control	กระดาษกรองมีปริมาณควัน	0	เปอร์เซ็นต์
Matal	ภาชนะโลหะมีปริมาณควัน	0	เปอร์เซ็นต์
Charcoal	ภาชนะจากถ่านมีปริมาณควัน	7	เปอร์เซ็นต์
Wood	ภาชนะจากขี้เลื่อยมีปริมาณควัน	26	เปอร์เซ็นต์

ดังนั้น จากการทดลองเบื้องต้น พบว่าภาชนะจากขี้เลื่อยทดแทนโลหะผสมใส่แอลกอฮอล์เจลอุ่นอาหาร มีปริมาณควันในระดับหนึ่งอยู่แล้ว เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับภาชนะแอลกอฮอล์เจล ที่มีอยู่ในปัจจุบัน เบื้องต้นทราบว่าปริมาณควันนั้นมีปริมาณมาก จึงต้องทำการลดปริมาณของควันให้น้อยลง แต่เนื่องจากระบบการเผาไหม้ของเรายังไม่สมบูรณ์ ส่งผลให้ควันค่อนข้างจะเยอะในระดับหนึ่ง ดังนั้นต้องทำภาชนะให้มีการเผาไหม้ที่สมบูรณ์มากขึ้น เพื่อลดปริมาณควันที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้ โดยมีแนวคิด คือ ขี้เลื่อยที่เรานำมาใช้งานยังมีความชื้นอยู่ ต้องทำให้ขี้เลื่อยสุก ด้วยการเผาไหม้ในระดับหนึ่ง ภาชนะที่ทำจากถ่านปริมาณควันก็จะยิ่งลดน้อยลง

4.9 การย่อยสลายของภาชนะจากขี้เลื่อย



ภาพที่ 4-20 ปริมาณการตกตะกอนของภาชนะจากขี้เลื่อย

จากการประเมินอัตราการตกตะกอนซึ่งเป็นกระบวนการเริ่มต้นของการเข้าสู่กระบวนการย่อยสลายของภาชนะจากขี้เลื่อย โดยการวิเคราะห์จากการตกตะกอนจากรูป 4-20 ในอัตราการย่อยสลายของภาชนะจากขี้เลื่อย 1:20 คือ ส่วนที่เหลือจากการเผาไหม้ต่อน้ำ 20 ส่วน พบว่าในวันที่ 3 พบว่าการตกตะกอนเข้าสู่จุดอิ่มตัวของที่ดีที่สุด จึงทำให้อัตราการย่อยสลายของภาชนะจากขี้เลื่อย 1:20 เป็นอัตราส่วนที่เหมาะสมที่สุดในกระบวนการย่อยสลาย ซึ่งการย่อยสลายที่ดีขึ้นอยู่กับการตกตะกอน เพราะการตกตะกอนเป็นกระบวนการเข้าสู่การย่อยสลาย

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

ในการทำโครงการนี้ได้ทราบถึง กระบวนการผลิตภาชนะใส่แอลกอฮอล์เจลอุ่นอาหารที่ย่อยสลายเองตามธรรมชาติ โดยละเอียด และได้ทราบถึงปัญหาของภาชนะใส่แอลกอฮอล์เจลอุ่นอาหารในปัจจุบัน โดยการศึกษาและทำการทดลอง จึงได้ศึกษาต่อไปว่าจะทำจะออกแบบภาชนะขึ้นมาเพื่อทดแทน โดยใช้วัสดุเหลือใช้จากธรรมชาติสามารถย่อยสลายได้ จนได้ผลิตภาชนะจากขี้เลื่อยทดแทนโลหะผสมใส่แอลกอฮอล์เจลอุ่นอาหาร โดยการอัดขึ้นรูปจากเครื่องต้นแบบ ทั้งนี้ก็เพื่อแก้ปัญหาต่างๆ ตามวัตถุประสงค์

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองการผลิตภาชนะจากขี้เลื่อยทดแทนโลหะผสมใส่แอลกอฮอล์เจลอุ่นอาหาร ผลการทดลองคือ ได้ภาชนะใส่แอลกอฮอล์เจลอุ่นอาหารที่ทำจากขี้เลื่อย โดยใช้อัตราส่วนผสม ขี้เลื่อย 20 กรัม น้ำ 30 มิลลิลิตร ยางบง 10 กรัม แรงอัด 60 กก./ซม^2 อุณหภูมิสูงสุดในการเผาไหม้อยู่ 346.3 องศาเซลเซียส นาทีที่ 12 เวลารวมอยู่ที่ 26 นาทีต่อชิ้นงาน เมื่อเปรียบเทียบกับภาชนะจากโลหะที่มีอุณหภูมิสูงสุดในการเผาไหม้อยู่นาทีที่ 10 มีอุณหภูมิ 228.0 องศาเซลเซียส และเวลาในการเผาไหม้ 15 นาที พบว่าภาชนะจากขี้เลื่อยมีเวลาในการเผาไหม้นานกว่า 73.33 เปอร์เซ็นต์ และอุณหภูมิในการเผาไหม้สูงกว่าภาชนะจากโลหะ 51.88 เปอร์เซ็นต์ และภาชนะจากขี้เลื่อยมีราคา 2.45 บาทต่อถ้วย เมื่อเปรียบเทียบกับภาชนะจากโลหะมีราคา 5 บาทต่อถ้วย ซึ่งภาชนะจากขี้เลื่อยมีราคาถูกกว่า 2.55 บาท และอัตราการตกตะกอนเข้าสู่กระบวนการย่อยสลายของภาชนะจากขี้เลื่อยกับน้ำ พบว่าอัตราการย่อยสลายที่ดีขึ้นอยู่กับการตกตะกอน เพราะการตกตะกอนเป็นกระบวนการเข้าสู่การย่อยสลาย

5.2 ปัญหาที่พบจากภาชนะจากขี้เลื่อยทนแทนโลหะผสมใส่แอลกอฮอล์เจลอุ่นอาหารที่ย่อยสลายเองตามธรรมชาติ

5.2.1 ก้นภาชนะมีความหนาเผาไหม้ไม่ดี
5.2.2 เกิดควันหลังจากไฟดับลง
5.3.3 ชิ้นงานที่ปลดออกมามีความอ่อนตัวและเสียรูปทรงได้ง่าย

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 สร้างแม่พิมพ์ให้ก้นภาชนะมีรูพรุนเพื่องานต่อการเผาไหม้
5.3.2 ปรับปรุงรูปแบบแม่พิมพ์ให้อากาศเข้าผ่านตัวภาชนะเพื่อการเผาไหม้ดีและควันลดลง
5.3.2 ควรติดฮีตเตอร์ที่ตัวแม่พิมพ์

บรรณานุกรม

ชาญชัย ทรัพยากร และประสิทธิ์ สวัสดิสรรพ์. **การออกแบบแม่พิมพ์**. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2534.

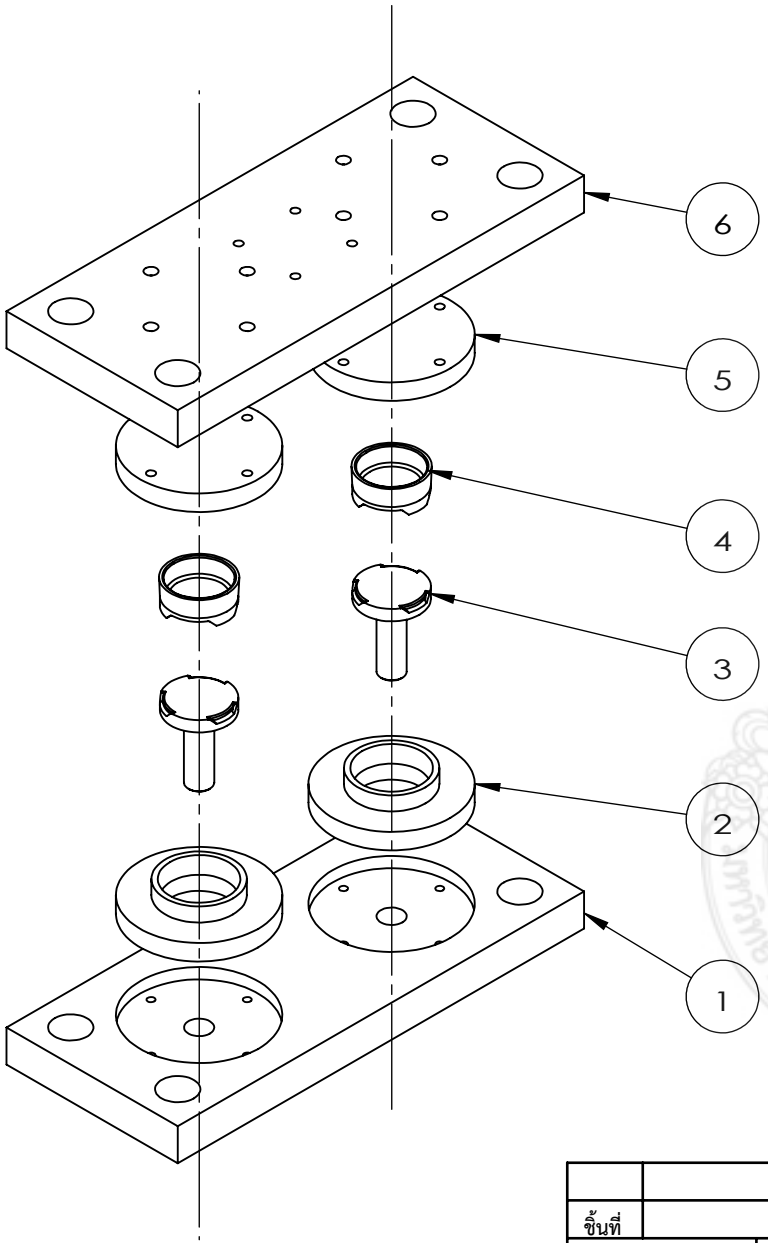
ณรงค์ฤทธิ์ สมบัติสมภพ และคณะผู้วิจัย. **ขี้เลื่อย**. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2549.

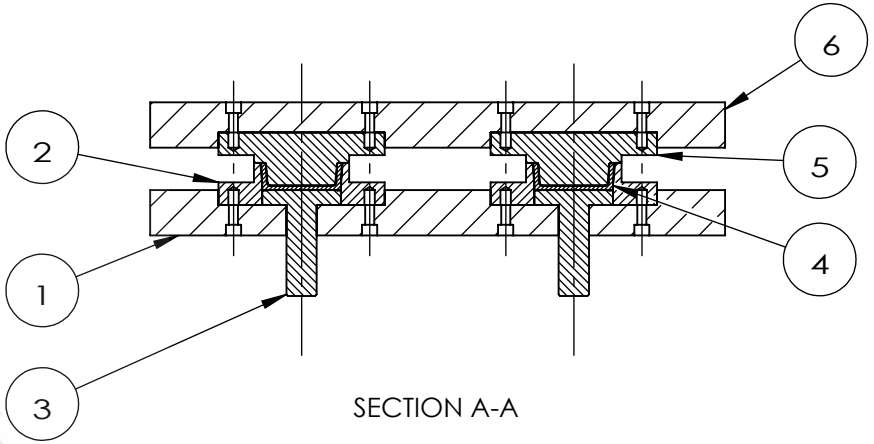
แม้น อมรสิทธิ์ และสมชัย อัครทิวา. **วัสดุวิศวกรรม.** กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ท้อปจำกัด, 2546.

วริทธิ์ อึ๊งภากรณ์ และชาญ ถนัดงาน. **การออกแบบเครื่องจักร.** กรุงเทพฯ : บริษัท เอช–เอ็น กรุ๊ป จำกัด, 2544.

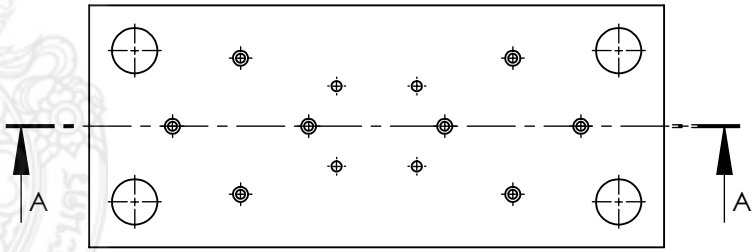
ภาคผนวก

แบบชิ้นงานภาชนะใส่แอลกอฮอล์เจลอุ่นอาหาร





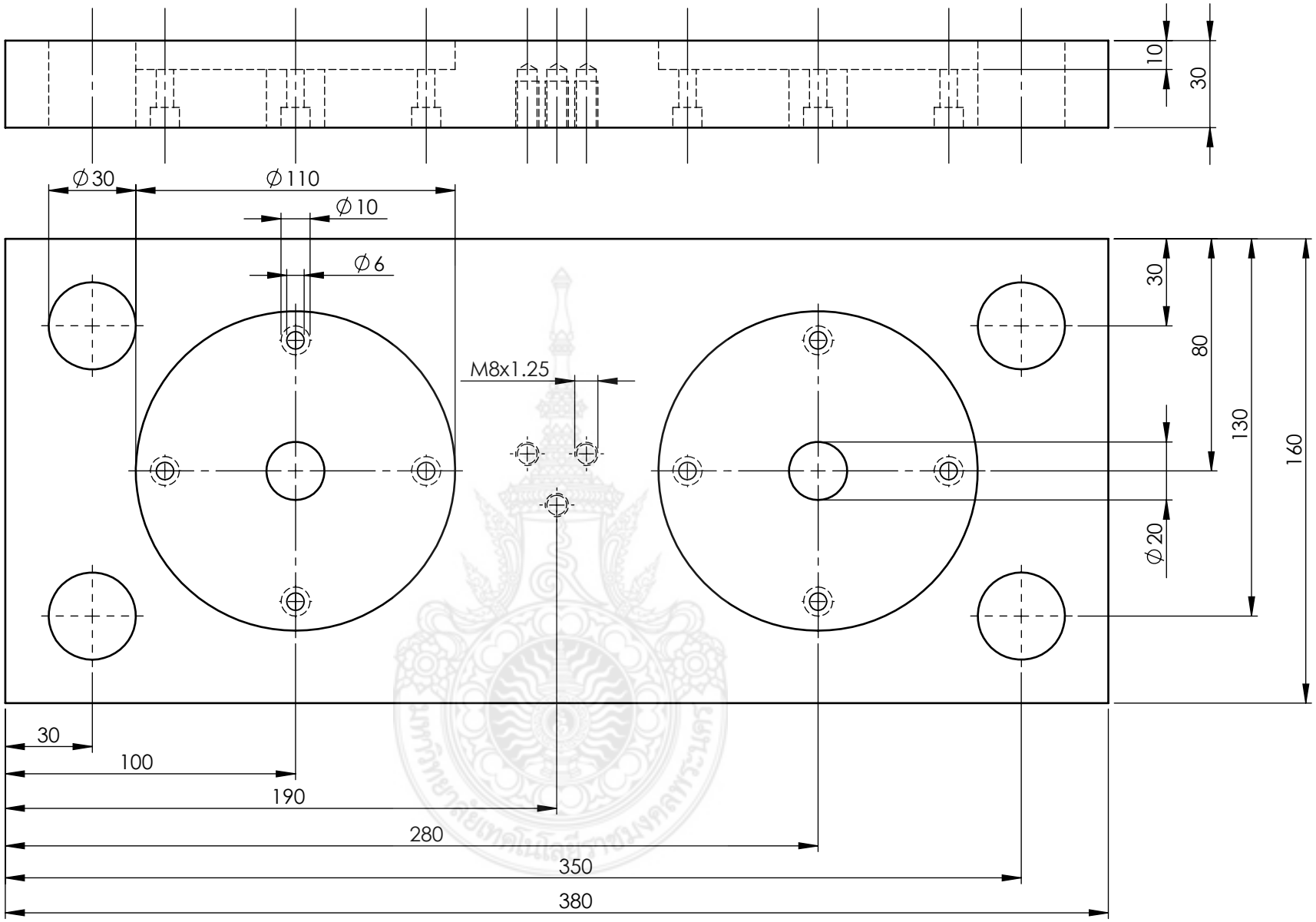
SECTION A-A



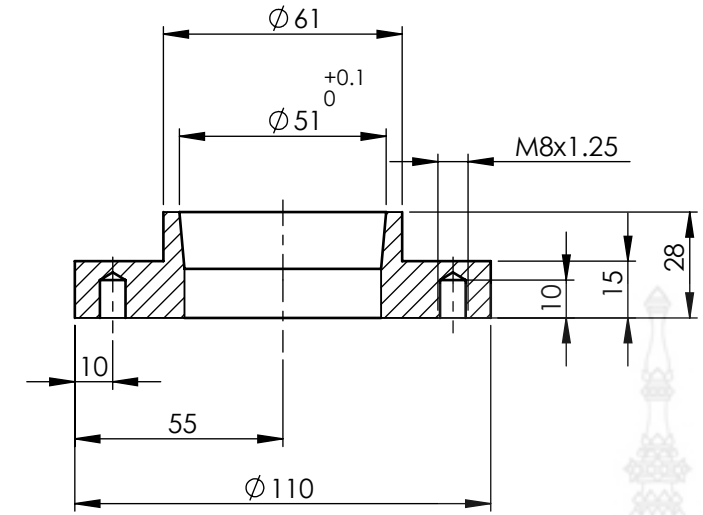
ชิ้นที่	รายการ	ขนาดวัสดุ	วัสดุ	หมายเลขแบบ	จำนวน
ผู้เขียน	นายสถาพร สุขไข่		มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร		
ผู้ตรวจ	ผศ.วัชรินทร์ แสงมา				
ผู้ออกแบบ	นายสถาพร สุขไข่				
มาตรส่วน 1:5	ชื่อชิ้นงาน แม่พิมพ์อัดขึ้นรูป		หมายเลขแบบ CMS-06		

ชิ้นที่	รายการ	ขนาดวัสดุ	วัสดุ	หมายเลขแบบ	จำนวน
6	Upper dieplate	160x380x30	S45C	CMS-06-06	1
5	Upper die	∅ 35x110	S45C	CMS-06-05	2
4	ภาชนะจากขี้เลื่อย	∅ 45x23	S45C	CMS-06-04	2
3	Ejector	∅ 50x70	S45C	CMS-06-03	2
2	Lower die	∅ 28x110	S45C	CMS-06-02	2
1	Lower dieplate	160x380x30	S45C	CMS-06-01	1

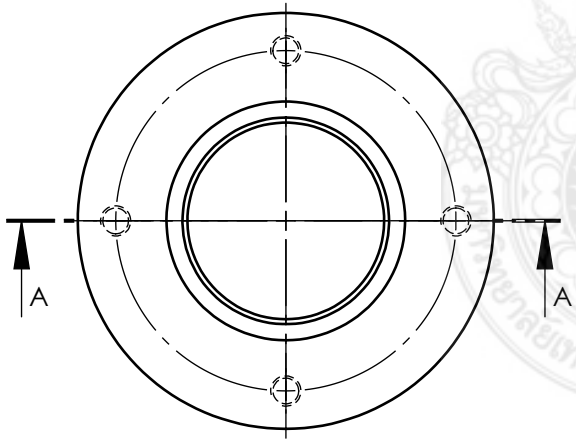
ผู้เขียน	นายสถาพร สุขไข่		มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
ผู้ตรวจ	ผศ.วัชรินทร์ แสงมา		
ผู้ออกแบบ	นายสถาพร สุขไข่		
มาตราส่วน	ชื่อชิ้นงาน แม่พิมพ์อัดขึ้นรูป		หมายเลขแบบ CMS-06

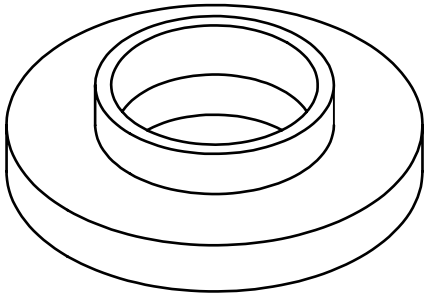


1	Lower dieplate	160x380x30	S45C	CMS-06-01	1
ชิ้นที่	รายการ	ขนาดวัสดุ	วัสดุ	หมายเลขแบบ	จำนวน
ผู้เขียน	นายสถาพร สุขไข่		มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร		
ผู้ตรวจ	ผศ.วัชรินทร์ แสงมา				
ผู้ออกแบบ	นายสถาพร สุขไข่				
มาตรส่วน 1:2	ชื่อชิ้นงาน แม่พิมพ์อัดขึ้นรูป		หมายเลขแบบ CMS-06		

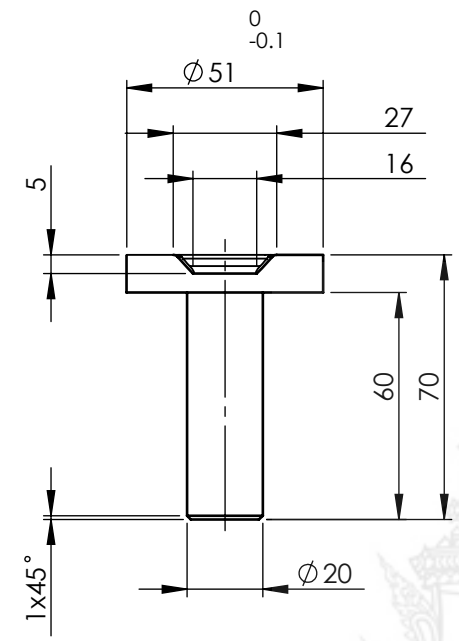


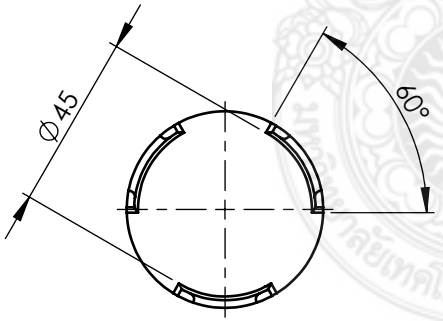
SECTION A-A

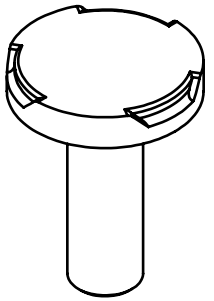




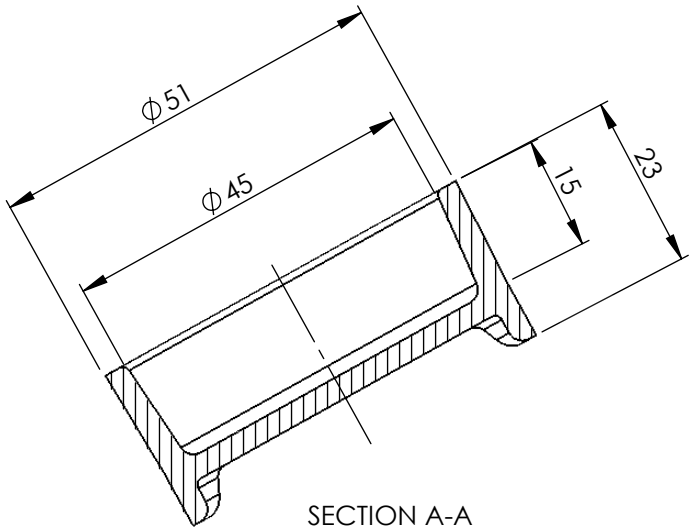
2	Lower die	∅ 28x110	S45C	CMS-06-02	2
ชิ้นที่	รายการ	ขนาดวัสดุ	วัสดุ	หมายเลขแบบ	จำนวน
ผู้เขียน	นายสถาพร สุขไข่		มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร		
ผู้ตรวจ	ผศ.วัชรินทร์ แสงมา				
ผู้ออกแบบ	นายสถาพร สุขไข่				
มาตราส่วน 1:2	ชื่อชิ้นงาน แม่พิมพ์อัดขึ้นรูป		หมายเลขแบบ CMS-06		



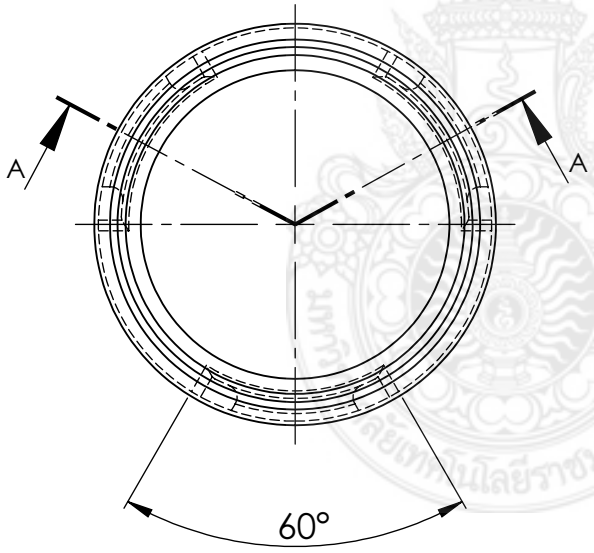


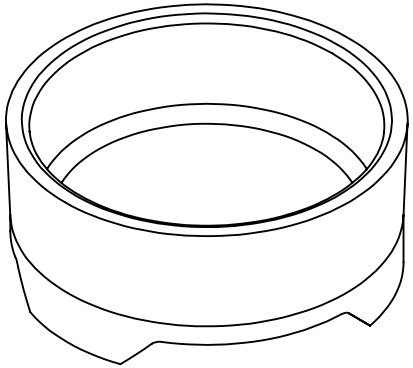


3	Ejector	∅ 50x70	S45C	CMS-06-03	2
ชิ้นที่	รายการ	ขนาดวัสดุ	วัสดุ	หมายเลขแบบ	จำนวน
ผู้เขียน	นายสถาพร สุขไข่		มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร		
ผู้ตรวจ	ผศ.วัชรินทร์ แสงมา				
ผู้ออกแบบ	นายสถาพร สุขไข่				
มาตราส่วน 1:2	ชื่อชิ้นงาน แม่พิมพ์อัดขึ้นรูป		หมายเลขแบบ CMS-06		

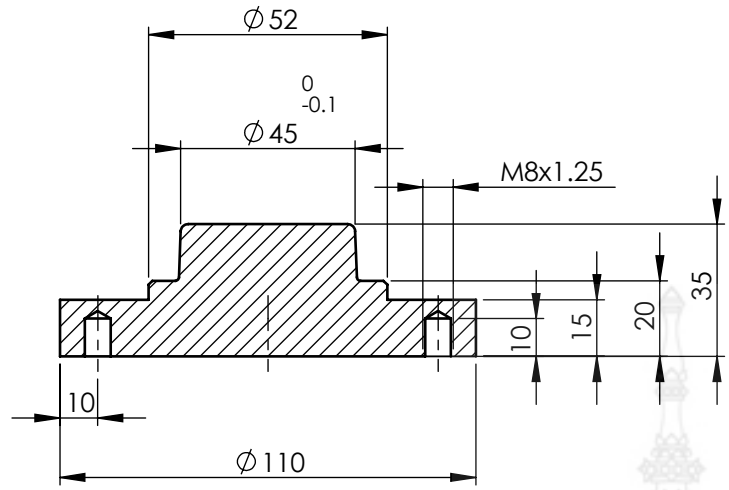


SECTION A-A

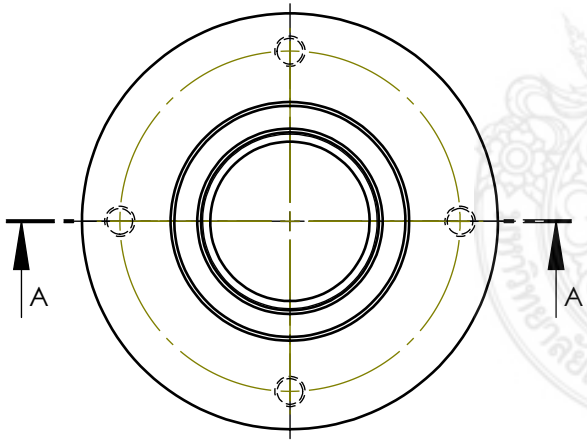


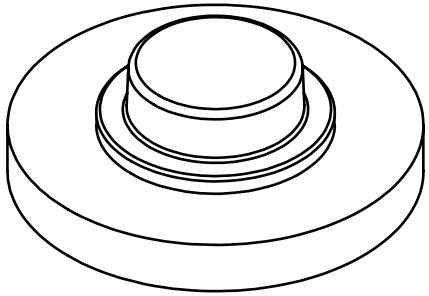


4	ภาชนะจากขี้เลื่อย	∅ 45x23		CMS-06-04	2
ชิ้นที่	รายการ	ขนาดวัสดุ	วัสดุ	หมายเลขแบบ	จำนวน
ผู้เขียน	นายสถาพร สุขไข่		มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร		
ผู้ตรวจ	ผศ.วัชรินทร์ แสงมา				
ผู้ออกแบบ	นายสถาพร สุขไข่				
มาตรส่วน 1:1	ชื่อชิ้นงาน แม่พิมพ์อัดขึ้นรูป		หมายเลขแบบ CMS-06		



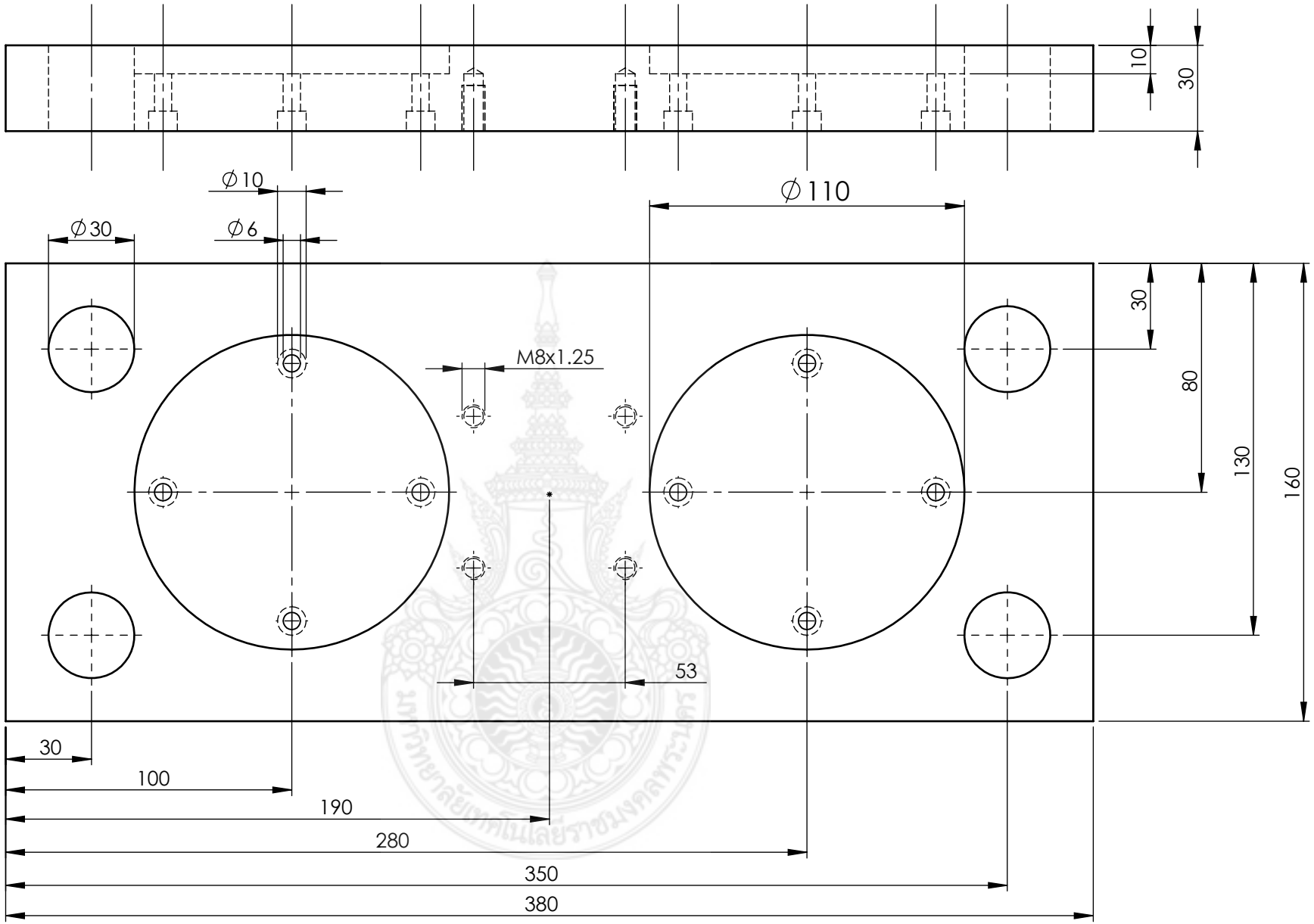
SECTION A-A





5	Upper die	∅ 35x110	S45C	CMS-06-05	2
ชิ้นที่	รายการ	ขนาดวัสดุ	วัสดุ	หมายเลขแบบ	จำนวน

ผู้เขียน	นายสถาพร สุขไข่		มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
ผู้ตรวจ	ผศ.วัชรินทร์ แสงมา		
ผู้ออกแบบ	นายสถาพร สุขไข่		
มาตราส่วน 1:2	ชื่อชิ้นงาน แม่พิมพ์อัดขึ้นรูป		หมายเลขแบบ CMS-06



6	Upper dieplate	160x380x30	S45C	CMS-06-06	1
ชิ้นที่	รายการ	ขนาดวัสดุ	วัสดุ	หมายเลขแบบ	จำนวน

ผู้เขียน	นายสถาพร สุขไข่		มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
ผู้ตรวจ	ผศ.วัชรินทร์ แสงมา		
ผู้ออกแบบ	นายสถาพร สุขไข่		
มาตรส่วน 1:2	ชื่อชิ้นงาน แม่พิมพ์อัดขึ้นรูป		หมายเลขแบบ CMS-06

ประวัติผู้วิจัย

1. **ชื่อ – นามสกุล** นายประสิทธิ์ แพงเพชร
   Mr.Prasit Phangphet
2. **เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน** 5 6505 90009 17 1
3. **ตำแหน่งปัจจุบัน** อาจารย์
4. **หน่วยงานที่ติดต่อได้พร้อมโทรศัพท์และโทรสาร**
   สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตเครื่องมือและแม่พิมพ์
   มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร คณะวิศวกรรมศาสตร์
   โทร. 0-2836-3000 ต่อ 4141 , มือถือ 083-890 9305
   E-Mail : Prasit.p@rmutp.ac.th
5. **ประวัติการศึกษา**
   วศ.บ.วิศวกรรมอุตสาหการ
   วศ.ม. การจัดการอุตสาหกรรม
6. **สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างวุฒิการศึกษา)**
   6.1 งานวัดและตรวจสอบขนาดรูปทรงของชิ้นงาน
7. **ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิชาภายในประเทศ โดยระบุสถานะในการทำวิจัย**
   7.1 ผู้อำนวยการวิจัย : ไม่มี
   7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย: การศึกษาความเป็นไปได้ของการนำแท่งอ้างอิงความแข็งกลับมาใช้ใหม่ตามมาตรฐาน ISO 6508-3
   7.3 งานวิจัยที่ทำแล้วเสร็จ : ไม่มี

1. **ชื่อ – นามสกุล** นายสุทธิพงษ์ จำรูญรัตน์
   Mr.Sutthipong Jumroonrut
2. **เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน** 44299 00001 65 5
3. **ตำแหน่งปัจจุบัน** อาจารย์
4. **หน่วยงานที่ติดต่อได้พร้อมโทรศัพท์และโทรสาร**
   มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร คณะวิศวกรรมศาสตร์
   โทร. 0-2913-2424 ต่อ 4210 , มือถือ 081-441 9089
   E-Mail : suttipong.j@rmutp.ac.th
5. **ประวัติการศึกษา**
   วศ.บ. วิศวกรรมอุตสาหการ
   วศ.ม. วิศวกรรมการผลิต
6. **สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างวุฒิการศึกษา)**
   6.1 วิศวกรรมหล่อโลหะ
   6.2 การอบชุบโลหะด้วยความร้อน
7. **ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิชาภายในประเทศ โดยระบุสถานะในการทำวิจัย**
   7.1 ผู้อำนวยการวิจัย : ไม่มี
   7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย: การศึกษาความหยาบมีอิทธิพลต่อการวัดค่าความแข็ง
   7.3 งานวิจัยที่ทำแล้วเสร็จ : ชื่อผลงานวิจัย ปีที่พิมพ์ การเผยแพร่ และแหล่งทุน
      1. การศึกษาผลของมุมการเทน้ำโลหะที่มีผลต่อคุณภาพชิ้นงาน ในกระบวนการหล่อโลหะอลูมิเนียม การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 19 ภูเก็ต 2548การสนับสนุนทุนจากคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ หมายเลขโครงการ 4801060123
      2. การจำลองการไหล และการแข็งตัวของกระบวนการหล่ออลูมิเนียม วารสารการประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 1 ภูเก็ต 2548
      3. อิทธิพลของอุณหภูมิน้ำโลหะในกระบวนการหล่อโลหะอลูมิเนียม วารสารการประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 20 นครราชสีมา2549 ได้รับ การสนับสนุนจากสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ โครงการ F - 31-101 -21- 08