

การประยุกต์ใช้น้ำมันจากธรรมชาติในกระบวนการลากขึ้นรูปโลหะ

ภาคิปป ไกรโสดา

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล

ธันวาคม 2555

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม



การประยุกต์ใช้น้ำมันจากธรรมชาติในกระบวนการลากขึ้นรูปโลหะ

ภคคิปป ไกรโสตา

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล

ธันวาคม 2555

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม





คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของนายภักคิป์ ไกรโสดา แล้วเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


.....
(ผศ.ดร.เกียรติศักดิ์ ศรีประทีป)

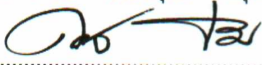
ประธานกรรมการ
(อาจารย์บัณฑิตศึกษาประจำคณะ)


.....
(ผศ.ดร.ปวิช นุพลโชติ)

กรรมการ
(ประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์)


.....
(อาจารย์ ดร.อรอุมา ลาสุนนท์)

กรรมการ
(กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์)


.....
(ผศ.ดร.คณิต ฤนิคม)

กรรมการ
(ผู้ทรงคุณวุฒิ)

มหาวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม


.....
(รศ.ดร.สัมพันธ์ ฤทธิเดช)
คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์


.....

(ศ.ดร.ปรีชา ประเทพา)

ผู้รักษาการคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ 28 เดือน ๕..... พ.ศ. 2555



กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลงได้จากความอนุเคราะห์จากบุคคลหลายท่าน ผู้จัดทำวิจัยขอขอบพระคุณ ประธานคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เกียรติศักดิ์ ศรีประทีป และผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.คณิศร ภูนิคม และขอขอบพระคุณ อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. บพิธ บุปผโชติ และ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม อาจารย์ ดร.อรอุมา ลาสุนนท์ ที่กรุณาให้คำปรึกษาให้คำแนะนำและชี้แนะแนวทางในการดำเนินงาน และขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยมหาสารคามที่ให้ทุนในการสนับสนุนรวมไปถึงการใช้สถานที่ตลอดจนประสบความสำเร็จในการวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ อาจารย์บุญส่ง ฤทธิธิดา ที่อนุเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับการใช้โปรแกรม Dynaform - Shortcut ขอขอบคุณอาจารย์ ฉัตรแก้ว สุริยะภา ที่คอยให้คำแนะนำและให้คำปรึกษาระหว่างการทำงาน ขอขอบพระคุณเพื่อน ๆ พี่ ๆ นิสิตปริญญาโทวิศวกรรมเครื่องกลทุกท่านที่คอยให้กำลังใจและคอยช่วยเหลือในเรื่องต่าง ๆ ขอขอบพระคุณ ศูนย์แม่พิมพ์และเครื่องมือ สถาบันไทย-เยอรมัน นิคมอุตสาหกรรมอมตะนคร จังหวัดชลบุรี ที่ให้ความอนุเคราะห์อนุญาตให้ใช้โปรแกรมวิเคราะห์ผลด้วยคอมพิวเตอร์ LS-Dynaform ในการทดลองผลและเก็บรวบรวมข้อมูล ขอขอบคุณ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลขอนแก่น ที่อนุเคราะห์ สถานที่ ห้องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ผล และขอขอบพระคุณ คณะครู อาจารย์ แผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคกาญจนาภิเษก จังหวัดอุดรธานี ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่ และให้คำปรึกษาในการทำวิจัยในครั้งนี้

ประโยชน์และคุณค่าอันพึงมีจากปัญหานี้ ผู้จัดทำวิจัยขอมอบเป็นกตัญญูตา บูชาแด่คุณ บิดารมรดา ครูบาอาจารย์ตลอดจนผู้มีพระคุณทุกท่าน ผู้จัดทำงานวิจัยขอขอบพระคุณทุกท่านเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ภาคิปป ไกรโสดา



ชื่อเรื่อง	การประยุกต์ใช้น้ำมันจากธรรมชาติในกระบวนการลากขึ้นรูปโลหะ		
ผู้วิจัย	นายภคศิป์ ไกรโสดา		
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต	สาขาวิชา	วิศวกรรมเครื่องกล
กรรมการควบคุม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บพิตร บุบผาโชติ อาจารย์ ดร.อรอุมา ลาสุนนท์		
มหาวิทยาลัย	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม	ปีที่พิมพ์	2555

บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการศึกษาความเป็นไปได้ที่จะนำน้ำมันที่ได้จากพืชมาใช้เป็นสารหล่อลื่นในกระบวนการลากขึ้นรูป โดยวิเคราะห์ผลด้วยวิธีทางไฟไนต์เอลิเมนต์ (Finite Element Method) น้ำมันที่นำมาศึกษามีอยู่ 5 ชนิด ได้แก่ น้ำมันมะพร้าว น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันถั่วลิสง น้ำมันเมล็ดทานตะวัน และน้ำมันปาล์ม ทำการทดลองลากขึ้นรูปด้วยที่มีขนาดเส้นศูนย์กลาง 40 มิลลิเมตร และสูง 30 มิลลิเมตร ความเร็วในการลากขึ้นรูปคือ 20 มิลลิเมตรต่อวินาที จากผลการทดลองพบว่าน้ำมันทั้ง 5 ชนิดสามารถนำมาใช้ในกระบวนการลากขึ้นรูปได้ ผลของการทดสอบหาคุณสมบัติสารหล่อลื่นพบว่าน้ำมันมะพร้าวมีค่าที่ใกล้เคียงกันกับน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้ในงานอุตสาหกรรมมากที่สุด และเมื่อเปรียบเทียบผลการทดลองในงานลากขึ้นรูป กับการวิเคราะห์ด้วยวิธีทางไฟไนต์เอลิเมนต์ พบว่าชิ้นงานที่ใช้ น้ำมันมะพร้าวเป็นสารหล่อลื่นมีความสมบูรณ์ของชิ้นงานดีที่สุดเมื่อผ่านกระบวนการลากขึ้นรูป และสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ด้วยวิธีทางไฟไนต์เอลิเมนต์

คำสำคัญ: น้ำมันมะพร้าว, น้ำมันถั่วเหลือง, น้ำมันถั่วลิสง, น้ำมันเมล็ดทานตะวัน, น้ำมันปาล์ม, การวิเคราะห์ทางไฟไนต์เอลิเมนต์



TITLE Application of Natural Oil in Metal Deep Drawing Process
AUTHOR Mr. Pakkip Kraisoda
DEGREE Master of Engineering **MAJOR** Mechanical Engineering
ADVISORS Assoc. Prof. Bopit Bubphachot, Ph.D.
 On-Uma Lasunon, Ph.D.
UNIVERSITY Mahasarakham University **YEAR** 2012

ABSTRACT

This thesis aims to study the possibility of using the natural oil from plant as a lubricant in the deep drawing process by finite element analysis. The five types of coconut oil, soybean oil, peanut oil, sunflower seed oil and palm oil were studied. The experiment was set by the deep drawing of cup at the diameter of 40 millimeter and 30 millimeter height. The deep drawing speed was 20 millimeter per second. From the experimental results showed that the five types of oil could be used in the deep drawn process. The test result of lubricant properties showed that the coconut oil was the most similar to the lubricant oils used in the industry. Besides, when they were compared the experimental results in deep drawing work with finite element analysis. It found that the work piece using coconut oil as lubricant gave the best completion after deep drawing process. This result was consistent with the result of finite element analysis.

Keywords: coconut oil, soybean oil, peanut oil, sunflower oil, palm oil, analysis of finite element.



สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพประกอบ	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ภูมิหลัง	1
1.2 ความมุ่งหมายของการวิจัย	1
1.3 สมมติฐานของการวิจัย	2
1.4 ความสำคัญของการวิจัย	2
1.5 ขอบเขตของการวิจัย	2
บทที่ 2 ปรัชญาเอกสารข้อมูล	4
2.1 คุณสมบัติของสารหล่อลื่นชนิดต่างๆ	4
2.2 คุณสมบัติของแรง	14
2.3 การวิเคราะห์โดยใช้วิธีไฟไนต์เอลิเมนต์	19
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	21
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	26
3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการทดลอง	26
3.2 ขั้นตอนดำเนินการวิจัย	26
3.3 วิเคราะห์ผลการลากขึ้นรูปด้วยวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์	30
3.4 แผนผังขั้นตอนการดำเนินโครงการ	35
บทที่ 4 ผลการวิจัยและการอภิปราย	36
4.1 ผลการทดลองหาคุณสมบัติของสารหล่อลื่น	36
4.2 ผลการเปรียบเทียบราคาน้ำมันจากธรรมชาติกับน้ำมันหล่อลื่นทั่วไป	
ในอุตสาหกรรมที่ใช้ในกระบวนการลากขึ้นรูป	37
4.3 ผลการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์	38
4.4 ผลการวิเคราะห์ของแรงที่ได้จากกระบวนการลากขึ้นรูป	40
4.5 จากการเปรียบเทียบชิ้นงานจริง	41
บทที่ 5 บทสรุป	45
5.1 สรุปผล	45
5.2 ข้อเสนอแนะ	45
เอกสารอ้างอิง	46



	หน้า
ภาคผนวก	49
ภาคผนวก ก กระบวนการใช้โปรแกรม Dynaform	50
ภาคผนวก ข ตัวอย่างส่วนประกอบของแม่พิมพ์ลากขึ้นรูป	62
ภาคผนวก ค ภาพประกอบของชิ้นงานที่ลากขึ้นรูป	73
ประวัติย่อผู้วิจัย	80



สารบัญตาราง

	หน้า
ตาราง 2.1 ลักษณะทางเคมีและกายภาพที่สำคัญและค่าความร้อน ของน้ำมันพืชชนิดต่างๆเมื่อเทียบกับน้ำมันดีเซล	8
ตาราง 4.1 ตารางผลการทดลองหาคุณสมบัติของสารหล่อลื่นและการเปรียบเทียบ คุณสมบัติของน้ำมันแต่ละชนิด	36
ตาราง 4.2 การเปรียบเทียบราคาน้ำมันจากธรรมชาติกับน้ำมันหล่อลื่นทั่วไปในอุตสาหกรรม ที่ใช้ในกระบวนการลากขึ้นรูป (โดยเฉลี่ยน้ำมันสไลด์เวย์ ออยล์ มีราคา 124.17 บาท / ลิตร)	37



สารบัญภาพประกอบ

	หน้า
ภาพประกอบ 2.1 แรงเสียดทานจากการสไลด์	4
ภาพประกอบ 2.2 แรงเสียดทานจากการหมุน	5
ภาพประกอบ 2.3 ลดการสึกหรอโดยแยกบริเวณผิวสัมผัส	5
ภาพประกอบ 2.4 แสดงถึงการลด หรือซึมซับแรงกระแทกกัน	5
ภาพประกอบ 2.5 ป้องกันสิ่งสกปรก	6
ภาพประกอบ 2.6 ปาล์มน้ำมันและสบูดำ	8
ภาพประกอบ 2.7 ไบโอดีเซล บรรจุขวด	10
ภาพประกอบ 2.8 น้ำมันรำข้าว	11
ภาพประกอบ 2.9 น้ำมันปาล์ม	11
ภาพประกอบ 2.10 สบูดำ	12
ภาพประกอบ 2.11 น้ำมันถั่วเหลือง	13
ภาพประกอบ 2.12 น้ำมันมะพร้าว	13
ภาพประกอบ 2.13 แผนภาพความเครียดตำแหน่งต่างๆ ของถ้วยทรงกระบอก	14
ภาพประกอบ 2.14 ขนาดของตาย, พันซ์ และ ชิ้นงานที่ทำการดึงขึ้นรูปครั้งแรกขนาดความหนา ของ แผ่นงาน S_0 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางนอกของแผ่นงาน d_0 และขนาด เส้นผ่านศูนย์กลางในขอบชิ้นงาน d_1 เป็นไปตามสูตรดังสมการที่ 2.7 ใช้ในการคำนวณหาขนาดของรัศมีของตาย r_D	16
ภาพประกอบ 2.15 แสดงกระบวนการ ลากขึ้นรูปโลหะ (a) ก่อนการลากขึ้นรูป (b) หลังการลากขึ้นรูป	17
ภาพประกอบ 2.16 ความเค้นที่เกิดขึ้นในส่วนเล็กๆของโลหะแผ่นในโซน X พิจารณาในโซน Y	18
ภาพประกอบ 2.17 แสดงค่าความหนาแน่นที่เปลี่ยนแปลงไป	19
ภาพประกอบ 2.18 เอลิเมนต์มิติเดียว	20
ภาพประกอบ 2.19 เอลิเมนต์สองมิติ	20
ภาพประกอบ 2.20 เอลิเมนต์สามมิติ	20
ภาพประกอบ 3.1 น้ำมันหล่อลื่นจากธรรมชาติ	27
ภาพประกอบ 3.2 การทดลองหาค่าความหนืดของน้ำมันหล่อลื่นแต่ละชนิด	27
ภาพประกอบ 3.3 บันทึกผลการทดลองการหาค่าความหนืดของน้ำมันหล่อลื่นแต่ละชนิด	28
ภาพประกอบ 3.4 การทดลองหาค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานของน้ำมันหล่อลื่นแต่ละชนิด	28
ภาพประกอบ 3.5 การบันทึกผลการทดลองหาค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานของน้ำมันหล่อลื่น แต่ละชนิดและนำผลที่ได้จากการทดลองมาเปรียบเทียบกับ	29
ภาพประกอบ 3.6 เครื่องทดสอบจุดวาบไฟ	29
ภาพประกอบ 3.7 การบันทึกผลการทดลองหาค่าจุดวาบไฟของน้ำมันหล่อลื่น แต่ละชนิดและนำผลที่ได้จากการทดลองมาเปรียบเทียบกับ	30



ภาพประกอบ 3.8	แผ่นขึ้นงานเปล่า (Bank)	30
ภาพประกอบ 3.9	แม่พิมพ์ตัวเคลื่อนที่ (Punch)	31
ภาพประกอบ 3.10	แม่พิมพ์ตัวที่อยู่กับที่ (Die)	31
ภาพประกอบ 3.11	เอลิเมนต์แผ่นขึ้นงานเปล่า (Bank)	32
ภาพประกอบ 3.12	เอลิเมนต์แม่พิมพ์ตัวเคลื่อนที่ (Punch)	32
ภาพประกอบ 3.13	เอลิเมนต์แม่พิมพ์ตัวที่อยู่กับที่ (Die)	32
ภาพประกอบ 3.14	ชิ้นส่วนที่สร้างขึ้น	33
ภาพประกอบ 3.15	กำหนดค่าพารามิเตอร์	33
ภาพประกอบ 3.16	กำหนดขนาดแรงกดแผ่นขึ้นงาน	34
ภาพประกอบ 3.17	แผนผังขั้นตอนการดำเนินการ	35
ภาพประกอบ 4.1	การเปรียบเทียบชิ้นงานที่ได้จากการทดลองกับแบบจำลองด้วย โปรแกรม Dynaform (น้ำมันถั่วเหลือง)	38
ภาพประกอบ 4.2	การเปรียบเทียบชิ้นงานที่ได้จากการทดลองกับแบบจำลองด้วย โปรแกรม Dynaform (น้ำมันมะพร้าว)	38
ภาพประกอบ 4.3	การเปรียบเทียบชิ้นงานที่ได้จากการทดลองกับแบบจำลองด้วย โปรแกรม Dynaform (น้ำมันถั่วลิสง)	39
ภาพประกอบ 4.4	การเปรียบเทียบชิ้นงานที่ได้จากการทดลองกับแบบจำลองด้วย โปรแกรม Dynaform (น้ำมันเมล็ดทานตะวัน)	39
ภาพประกอบ 4.5	การเปรียบเทียบชิ้นงานที่ได้จากการทดลองกับแบบจำลองด้วย โปรแกรม Dynaform (น้ำมันปาล์ม)	40
ภาพประกอบ 4.6	การเปรียบเทียบชิ้นงานที่ได้จากการทดลองกับแบบจำลองด้วย โปรแกรม Dynaform (น้ำมันสไลด์เวย์ออยล์)	40
ภาพประกอบ 4.7	กราฟแรงที่ใช้ในการลากขึ้นรูปในโปรแกรม	41
ภาพประกอบ 4.8	การลากขึ้นรูปจริงจำนวน 5 ชิ้นงาน (น้ำมันสไลด์เวย์ออยล์)	42
ภาพประกอบ 4.9	การลากขึ้นรูปจริงจำนวน 5 ชิ้นงาน (น้ำมันมะพร้าว)	43
ภาพประกอบ 4.10	ลักษณะแผ่นขึ้นงานเริ่มต้นที่จะทำการขึ้นรูป	43
ภาพประกอบ 4.11	อุปกรณ์ชุดแม่พิมพ์ลากขึ้นรูปและการประกอบชิ้นส่วน	44
ภาพประกอบ 4.12	ชุดแม่พิมพ์ลากขึ้นรูปหลังการประกอบชิ้นส่วน	44
ภาพประกอบ 4.13	ขั้นตอนการลากขึ้นรูปชิ้นงาน	44
ภาพประกอบ ก 1	Preprocess and Line/Point (Ctrl + L)	51
ภาพประกอบ ก 2	Create Arc	51
ภาพประกอบ ก 3	Canter and Radius	52
ภาพประกอบ ก 4	แนวแกน X, Y, Z และ Last Defined LCS	52
ภาพประกอบ ก 5	กดที่ Yes	52
ภาพประกอบ ก 6	ใส่ค่า RAD ตามที่ต้องการหลังจากนั้นก็กด OK	53
ภาพประกอบ ก 7	กด EXIT	53



ภาพประกอบ ก 8	คลิกที่ภาพ Isometric View	53
ภาพประกอบ ก 9	ทำตามขั้นตอนที่ 1-6 เพื่อให้ได้ตามแบบที่ต้องการ	54
ภาพประกอบ ก 10	คลิกที่ Parts และไปที่ Create	54
ภาพประกอบ ก 11	ไปคลิกที่ Name เพื่อกำหนดชื่อชิ้นงานและแม่พิมพ์	54
ภาพประกอบ ก 12	BANK	55
ภาพประกอบ ก 13	PUNCE	55
ภาพประกอบ ก 14	BANK and PUNCE	55
ภาพประกอบ ก 15	DIE	56
ภาพประกอบ ก 16	BINDER	56
ภาพประกอบ ก 17	ภาพรวมทั้งหมด BANK, PUNCE, DIE, BINDER	56
ภาพประกอบ ค 1	เครื่องทดสอบความหนืด	74
ภาพประกอบ ค 2	เครื่องทดสอบสัมประสิทธิ์แรงเสียดทาน	74
ภาพประกอบ ค 3	เครื่องทดสอบจุดวาบไฟ	74
ภาพประกอบ ค 4	การเปรียบเทียบชิ้นงานที่ได้จากการทดลองกับแบบจำลองด้วยโปรแกรม Dynaform (น้ำมันถั่วเหลือง)	75
ภาพประกอบ ค 5	การเปรียบเทียบชิ้นงานที่ได้จากการทดลองกับแบบจำลองด้วยโปรแกรม Dynaform (กราฟน้ำมันมะพร้าว)	75
ภาพประกอบ ค 6	การเปรียบเทียบชิ้นงานที่ได้จากการทดลองกับแบบจำลองด้วยโปรแกรม Dynaform (กราฟน้ำมันถั่วลิสง)	75
ภาพประกอบ ค 7	การเปรียบเทียบชิ้นงานที่ได้จากการทดลองกับแบบจำลองด้วยโปรแกรม Dynaform (น้ำมันเมล็ดทานตะวัน)	76
ภาพประกอบ ค 8	การเปรียบเทียบชิ้นงานที่ได้จากการทดลองกับแบบจำลองด้วยโปรแกรม Dynaform (น้ำมันปาล์ม)	76
ภาพประกอบ ค 9	การเปรียบเทียบชิ้นงานที่ได้จากการทดลองกับแบบจำลองด้วยโปรแกรม Dynaform (น้ำมันสโกลด์เวย์ออยล์)	76
ภาพประกอบ ค 10	การลากขึ้นรูปจริงจำนวน 5 ชิ้นงาน (น้ำมันสโกลด์เวย์ออยล์)	77
ภาพประกอบ ค 11	การลากขึ้นรูปจริงจำนวน 5 ชิ้นงาน (น้ำมันมะพร้าว)	77
ภาพประกอบ ค 12	ลักษณะแผ่นขึ้นงานเริ่มต้นที่จะทำการขึ้นรูป	78
ภาพประกอบ ค 13	อุปกรณ์ชุดแม่พิมพ์ลากขึ้นรูปและการประกอบขึ้นส่วน	78
ภาพประกอบ ค 14	ชุดแม่พิมพ์ลากขึ้นรูปหลังการประกอบขึ้นส่วน	78
ภาพประกอบ ค 15	แม่พิมพ์พร้อมทำการลากขึ้นรูปชิ้นงานจริง	79



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ภูมิหลัง

ในปัจจุบันน้ำมันหล่อลื่นมีความสำคัญและจำเป็นในกระบวนการทำงาน ของโรงงาน อุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่นอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ อุตสาหกรรมผลิตเครื่องใช้ในครัวเรือน อุตสาหกรรมอาหาร และอุตสาหกรรมเคมี เป็นต้น น้ำมันหล่อลื่นพื้นฐานในปัจจุบันอยู่ในสถานะที่ น้อยลง และประกอบกับสถานการณ์ราคาน้ำมันที่แพงขึ้นเรื่อย ๆ และยังมีผลกระทบต่ออุตสาหกรรม ต่าง ๆ ซึ่งในทางกลับกันการใช้สารหล่อลื่นนั้นมีความต้องการที่จะใช้เพิ่มมากขึ้น น้ำมันหล่อลื่นพื้นฐาน (Base Oil) ส่วนใหญ่ได้มาจากน้ำมันปิโตรเลียม เรียกโดยทั่วไปว่า น้ำมันแร่ จากการศึกษาการผลิต น้ำมันในปัจจุบันนี้ กำลังการผลิตน้ำมันในตลาดโลกมีสูงกว่าความต้องการประมาณห้าแสนบาร์เรลต่อวัน แต่ความสมดุลระหว่างความต้องการและกำลังผลิตนั้นกลับมีผลเพียงเล็กน้อยต่อราคาน้ำมัน และแหล่ง เงินลงทุนก็มีการอ่อนตัวลงและค่าเงินดอลลาร์ก็อ่อนตัวลงเช่นกัน ดังนั้นจึงทำให้นักลงทุนหันมาเก็งกำไร ในราคาน้ำมันแทนและการลดต้นทุนการผลิตในขณะเดียวกันก็เป็นการเพิ่มคุณภาพของสินค้า จึงเป็นสิ่งที่ โรงงานอุตสาหกรรมหรือสถานประกอบการทุกแห่งปรารถนา ผลการผลิตทางการเกษตรของประเทศไทย มีผลผลิตเป็นจำนวนมากแต่ยอดสั่งซื้อหรือความต้องการสินค้าทางการเกษตรของไทยใน ต่างประเทศมีน้อยทำให้เกษตรกรขายสินค้าการเกษตรไม่ได้ราคาและมีรายได้น้อย น้ำมันซึ่งเป็นปัจจัย สำคัญตัวหนึ่งในการลงทุนการผลิตของการผลิตสินค้าทุกประเภทแต่ก็มีแนวโน้มปรับตัวสูงขึ้น ทำให้ ต้นทุนในการผลิตเพิ่มขึ้นในการผลิตสินค้าทุก ๆ ประเภท น้ำมันหล่อลื่นขึ้นงานสำหรับกระบวนการลาก ขึ้นรูปขึ้นงาน ก็เป็นตัวหนึ่งที่มีการปรับราคาสูงขึ้นตามกลไกตลาดโลก อันเนื่องมาจากการขึ้นราคาของ น้ำมันและภาชนะน้ำมันที่มีการจัดเก็บภายในประเทศ อุตสาหกรรมในประเทศไทยส่วนใหญ่จะนำสารหล่อ ลื่นมาใช้ในกระบวนการลากขึ้นรูปโลหะ เพื่อช่วยให้วัสดุขึ้นงานไม่เกิดการฉีกขาดอันเนื่องมาจากแรงที่ กระทำให้เกิดขึ้นในระหว่างการลากขึ้นรูปโลหะ และเพื่อช่วยป้องกันการเกิดรอยย่นรวมไปถึงการรักษา คุณภาพของขึ้นงานไว้ สารหล่อลื่นที่นิยมนำมาใช้ ได้แก่ สารหล่อลื่นสังเคราะห์ที่เป็นตัวช่วยลดแรงเสียดทานขณะทำการลากขึ้นรูปโลหะ แต่สารหล่อลื่นสังเคราะห์ที่นิยมนำมาใช้นั้นมีหลากหลาย ราคาต้นทุน สูง และมีคุณสมบัติเฉพาะตัวที่แตกต่างกันออกไป ส่งผลให้ผู้ประกอบการมีทางเลือกที่หลากหลาย เช่นกัน แต่อย่างไรก็ตามน้ำมันสังเคราะห์ก็ยังคงต้องนำเข้าจากต่างประเทศ ทำให้ผู้ประกอบการประสบ ปัญหาทางด้านราคาที่ค่อนข้างสูง ส่งผลให้ต้นทุนการผลิตเพิ่มสูงขึ้นและราคาของผลิตภัณฑ์ก็สูงขึ้นตาม ไปด้วย จากนั้นการคิดหาหนทางเพื่อพัฒนาและประยุกต์ใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ภายในประเทศ จึงเป็น ทางเลือกหนึ่งที่จะสามารถช่วยลดต้นทุนการผลิตลงเนื่องจากเหตุผลที่น้ำมันเชื้อเพลิงและสารหล่อลื่นมี ราคาสูงขึ้นเป็นลำดับ จึงได้มีความพยายามหาพลังงานทดแทนน้ำมันมาใช้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งจาก พลังงานหมุนเวียนที่สามารถทำได้ในท้องถิ่นน้ำมันพืชเป็นพลังงานหมุนเวียน ชนิดหนึ่งที่มีความ สนใจในปัจจุบันที่จะนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทนน้ำมันซึ่งพืชที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิต น้ำมันพืชนั้นมี หลายชนิด เช่น ปาล์ม มะพร้าว ถั่วเหลือง ถั่วลิสง น้ำมันดอกทานตะวัน ละหุ่ง งา และรำข้าว เป็นต้น



ดังนั้นวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จึงมุ่งเน้นที่จะศึกษาความเป็นไปได้ที่จะนำน้ำมันจากพืชมาประยุกต์ใช้ในระบบการลากขึ้นรูป โดยน้ำมันพืชที่จะนำมาศึกษามีอยู่ 5 ชนิดด้วยกันได้แก่ น้ำมันมะพร้าว น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันดอกทานตะวัน น้ำมันถั่วลิสง และน้ำมันปาล์ม สำหรับตัวแปรที่จะนำมาใช้ในการวัดความพึงพอใจในการใช้น้ำมันพืชเป็นสารหล่อลื่นในระบบการลากขึ้นรูปนี้คือ บริเวณรอยย่นที่ปากถั่ว

1.2 ความมุ่งหมายของการวิจัย

- 1.2.1 เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการนำน้ำมันจากพืชใช้ในระบบการลากขึ้นรูป
- 1.2.2 เพื่อศึกษาผลของการใช้น้ำมันจากพืชต่อรอยย่นและแรงที่ใช้ในระบบการลากขึ้นรูป
- 1.2.3 เพื่อเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์แบบจำลองของโปรแกรม Dynaform กับชิ้นงานทดลองจริง
- 1.2.4 เพื่อเป็นแนวทางในการเลือกใช้น้ำมันจากพืชในระบบการลากขึ้นรูป

1.3 สมมติฐานของการวิจัย

การนำน้ำมันจากพืชมาประยุกต์ใช้ในระบบการลากขึ้นรูปโลหะนั้น เพื่อเป็นการนำเอาทรัพยากรทางการเกษตรที่มีอยู่ในประเทศมาใช้ให้เกิดประโยชน์ และเป็นการลดต้นทุนการผลิตที่จะต้องเสียค่าใช้จ่ายส่วนหนึ่งไปในการซื้อน้ำมันหล่อลื่นจากต่างประเทศเข้ามาใช้ในระบบการลากขึ้นรูปโลหะ

1.4 ความสำคัญของการวิจัย

- 1.4.1 ได้ทราบถึงความเป็นไปได้ในการนำน้ำมันจากพืชใช้ในระบบการลากขึ้นรูป
- 1.4.2 ได้ทราบถึงผลของการใช้น้ำมันจากพืชต่อรอยย่นและแรงที่ใช้ในระบบการลากขึ้นรูป
- 1.4.3 ได้ทราบถึงการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์แบบจำลองของโปรแกรม Dynaform กับชิ้นงานทดลองจริง
- 1.4.4 ได้เป็นแนวทางในการเลือกใช้น้ำมันจากพืชในระบบการลากขึ้นรูป

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ได้กำหนดขอบเขตของการวิจัย ดังนี้

- 1.5.1 ตัวแปรต้น
 - 1.5.1.1 น้ำมันจากพืชที่ทำการศึกษามี 5 ชนิดคือ น้ำมันมะพร้าว น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันดอกทานตะวัน น้ำมันถั่วลิสง และน้ำมันปาล์ม
- 1.5.2 ตัวแปรตาม
 - 1.5.2.1 แรงที่ใช้ในระบบการลากขึ้นรูป
 - 1.5.2.2 รอยย่นที่ปากถั่ว



1.5.3 ตัวแปรควบคุม

1.5.3.1 ความเร็วที่ใช้ในการลากชิ้นรูปเท่ากับ 20 มิลลิเมตร ต่อ วินาที

1.5.3.2 ใช้อุณหภูมิห้องในการทดลอง

1.5.3.3 ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน ระหว่างแผ่นกดชิ้นงานกับชิ้นงาน และตายกับชิ้นงาน ที่ 0.125 มิลลิเมตร

1.5.3.4 วัสดุชิ้นงานที่จะทำการศึกษาเป็นวัสดุชนิด อลูมิเนียม AL 1100P H12

1.5.3.5 ขนาดวัสดุชิ้นงานที่จะทำการศึกษา

1) ความหนาของชิ้นงานเริ่มต้น 1 มิลลิเมตร

2) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของชิ้นงานเริ่มต้น 44 มิลลิเมตร

1.5.3.6 รัศมีพันธุ์ – รัศมีตายที่จะทำการศึกษามีดังต่อไปนี้

1) รัศมีพันธุ์ที่จะทำการศึกษาเท่ากับ 7 มิลลิเมตร

2) รัศมีตายที่จะทำการศึกษาเท่ากับ 3 มิลลิเมตร



บทที่ 2

ปริทัศน์เอกสารข้อมูล

2.1 คุณสมบัติของสารหล่อลื่นชนิดต่าง ๆ

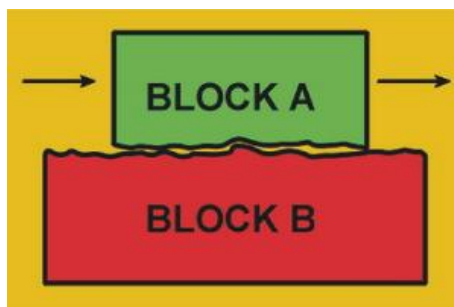
2.1.1 สารหล่อลื่น

สารที่สามารถลดแรงเสียดทาน ความร้อน และการสึกหรอ เมื่อนำไปใช้เป็นฟิล์มระหว่างผิวหน้าทั้งสองที่สัมผัสกัน สารหล่อลื่นที่วางตัวเป็นแผ่นฟิล์มระหว่างผิวสัมผัส จะทำให้เราสามารถเลื่อนผิวทั้ง 2 ไปมาได้โดยไม่แตะกัน ซึ่งเป็นจุดประสงค์สำคัญของการหล่อลื่น คือการแยกผิวหน้าที่สัมผัสกันทั้งสอง ให้เคลื่อนตัวไปมาได้ภายใต้แรงกดที่มีมากระทำ สารหล่อลื่น (น้ำมันหรือจาระบี) ที่จะนำไปใช้ระหว่างผิวสัมผัสทั้ง 2 ต้องกระจายแยกออก ตลอดพื้นผิวหน้าสัมผัส ผิวหน้าที่เคลื่อนที่จะแยกออก และวิ่งอยู่บนสารหล่อลื่นได้ ซึ่งจะไม่มีการที่ผิวทั้งสอง จะสัมผัสกัน แต่ในความเป็นจริงสภาพดังกล่าวไม่มีทางเป็นไปได้ ที่จะขจัดแรงเสียดทาน และการสึกหรอ แต่เราพยายามลดลงให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ หน้าที่ของสารหล่อลื่นมีดังต่อไปนี้

2.1.1.1 ลดแรงเสียดทาน

สารหล่อลื่นจะลดแรงเสียดทาน โดยการแยกผิวที่เคลื่อนตัวออกจากกันภายใต้แรงกด ซึ่งมี 2 อย่างคือ

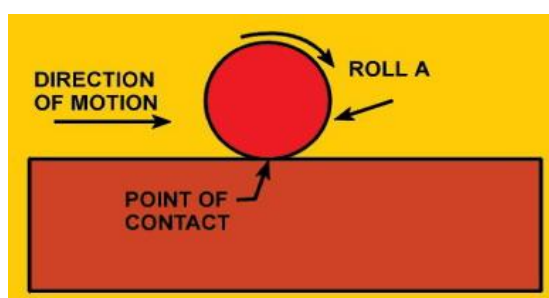
- 1) แรงเสียดทานจากการสไลด์
- 2) แรงเสียดทานจากการหมุน



ภาพประกอบ 2.1 แรงเสียดทานจากการสไลด์ (เซ็นทรัล-ลูบ เทคโนโลยี, 2551)

แรงเสียดทานจากการหมุน เป็นผลจากผิวสัมผัสที่เคลื่อนตัวผ่านกันในทิศทางตรงกันข้าม จากรูป คือผลจากการที่เพลาพยายามหมุนตัวให้เคลื่อนที่บนผิวที่อยู่กับที่ ตัวอย่างที่เห็นได้ของแรงเสียดทานต่อการหมุนคือ ลูกปืนล้อต่าง ๆ

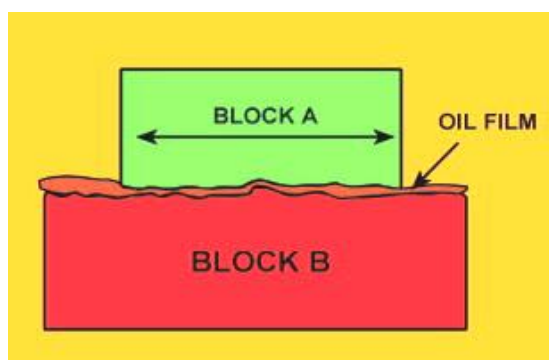




ภาพประกอบ 2.2 แรงเสียดทานจากการหมุน (เซ็นทรัล-ลูบ เทคโนโลยี, 2551)

2.1.1.2 ลดการสึกหรอ

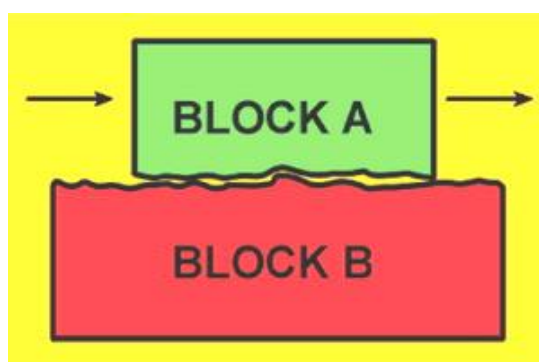
สารหล่อลื่นจะช่วยลดการสึกหรอ โดยการแยกผิวสัมผัสที่เคลื่อนที่ และอยู่นิ่ง ให้แยกจากกันมากที่สุด



ภาพประกอบ 2.3 ลดการสึกหรอโดยแยกบริเวณผิวสัมผัส (เซ็นทรัล-ลูบ เทคโนโลยี, 2551)

2.1.1.3 ลดหรือซึมซับแรงกระแทก

สารหล่อลื่นที่ติดค้างระหว่างจุดสัมผัสของพื้นผิวทั้งสองที่ขั้วกัน จะมีแรงดันต้านการเคลื่อนตัวเข้าหากันของพื้นผิว การหล่อลื่นที่เหมาะสม จะป้องกันพื้นผิวไม่ให้เกิดการกระแทกขณะเคลื่อนที่เข้าหากัน



ภาพประกอบ 2.4 แสดงถึงการลด หรือซึมซับแรงกระแทกกัน (เซ็นทรัล-ลูบ เทคโนโลยี, 2551)



2.1.1.4 ลดอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นขณะทำงาน

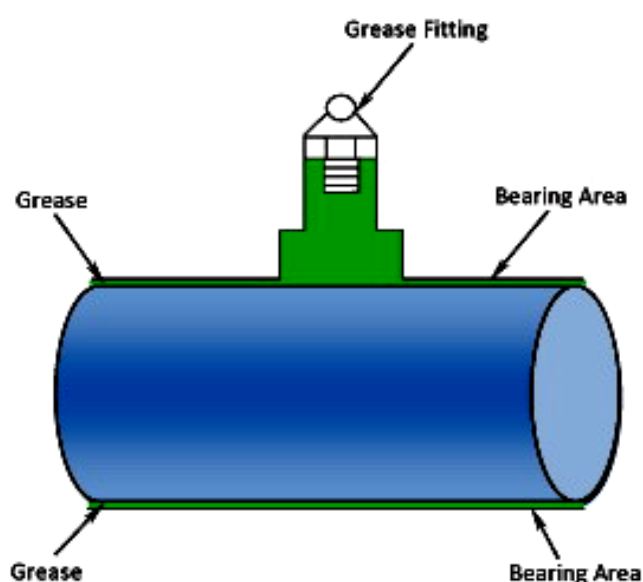
สารหล่อลื่นจะช่วยลดความร้อนที่เกิดขึ้น โดยลดแรงเสียดทาน และเก็บความร้อน ถ่ายทอดไปยังส่วนที่เย็นกว่าของเครื่องจักร ข้อสังเกต หากควบคุมความร้อนที่เกิดขึ้นไม่ได้ จะทำให้ผิวสัมผัสของโลหะเกิดการขยายตัว และติดกันจะทำให้เกิดความเสียหาย หรือทำให้จุดดังกล่าวร้อนขึ้น เกิดการผูกร้อน และอ่อนตัวลงจะทำให้ชิ้นส่วนอื่น ๆ สึกหรือเร็วจนต้องเปลี่ยนใหม่

2.1.1.5 ลดการกัดกร่อน

สารหล่อลื่นจะลดการกัดกร่อนของผิวสัมผัสทั้งสอง โดยทำหน้าที่เคลือบผิวทั้งสองไว้เป็นแผ่นบาง ๆ

2.1.1.6 ป้องกันสิ่งสกปรกเข้าระบบ

สารหล่อลื่นจะป้องกันสิ่งสกปรกเข้า โดยจะแทรกตัวระหว่างผิวสัมผัส และรักษาความดันใช้งานของสารหล่อลื่น ให้คงสภาพไว้ตลอดเวลา



ภาพประกอบ 2.5 ป้องกันสิ่งสกปรก (เซ็นทรัล-ลูบ เทคโนโลยี, 2551)

สารหล่อลื่นเป็นได้ทั้งในสถานะ ก๊าซ, ของเหลว, กึ่งของเหลว หรือแม้กระทั่งของแข็ง การหล่อลื่นด้วยก๊าซ เช่น การใช้อากาศเป็นสารหล่อลื่นในระบบที่มีความเร็วรอบสูงมาก ๆ ที่ภาระการใช้งานต่าง ๆ เช่น การเหวี่ยงด้วยความเร็วสูง ,ปั๊มอัดอากาศในโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ , เข็มทิศแบบไจโร เป็นต้น สารหล่อลื่นแบบของเหลว (น้ำมันหล่อลื่น) ครอบคลุมกว้างขวางมากตั้งแต่ก๊าซเหลว ไปจนถึง น้ำมันหล่อลื่น ที่มีความหนืดสูงมาก ๆ ปัจจุบันวัสดุที่ใช้เป็นพื้นฐานของกระบวนการผลิตสารหล่อลื่นของเหลวคือ น้ำมันหล่อลื่นที่กลั่นได้จากน้ำมันปิโตรเลียม นอกจากนั้น ก็ยังมีพวก ไฮสตรัวและน้ำมันพืช เป็นต้น สารหล่อลื่นที่เป็นของแข็ง ซึ่งไม่มีสารนำพาไม่ว่าจะเป็นของเหลวหรือสถานะกึ่งของเหลว มักถูกนำมาใช้งานในสถานะที่ติดปกติเท่านั้น สารหล่อลื่นของแข็งได้แก่ แกรไฟต์, โมลิบดินัมไดซัลไฟด์



(Polytetrafluoroethylene) และอื่น ๆ เช่น เอสเบสตอส ถูกนำมาใช้เป็นเส้นใยเสริมในการหล่อลื่นของวัสดุประเภทคอมโพสิตเป็นต้น จาระบีเป็นสารหล่อลื่นประเภทกึ่งของแข็งกึ่งของเหลว ซึ่งประกอบด้วยองค์ประกอบที่ทำให้น้ำมันหล่อลื่นเหนียวขึ้น(ตัวทำให้เป็นไข) จาระบีโดยหลักการแล้วก็คือ น้ำมันแร่ หรือ น้ำมันสังเคราะห์ที่ถูกทำให้ข้นเหนียว โดยการใช้ไขสบู่ ประเภทที่มีองค์ประกอบของแคลเซียม โซเดียม แบเรียม ลิเทียม และ อลูมิเนียม เป็นหลัก หรืออาจจะใช้ บิทูเมนเป็นองค์ประกอบของจาระบี ที่ต้องการความเหนียวเพื่อยึดเกาะผิวคู่วัสดุดีมาก ๆ แม้ว่าสารหล่อลื่นอาจจะอยู่ในทุกสภาวะ แต่ที่ใช้งานจริง ๆ มี 2 สภาวะ คือ ของเหลวและ กึ่งของแข็งกึ่งของเหลว โดยปกติในทางปฏิบัติแล้ว ปัจจัยที่มีผลต่อคุณสมบัติของสารหล่อลื่นจากภายนอกได้แก่ภาระ (แรงกระทำ) พลังงานความร้อน และปฏิสัมพันธ์กับวัสดุที่เป็นคู่สัมผัส ผลกระทบของแรงกระทำมีผลต่อแรงดัน (ความเค้นอัด) และความเค้นเฉือน ส่วนผลกระทบของพลังงานได้แก่ การเพิ่มขึ้นและลดลงของความร้อนในระบบ และในบางกรณีสารหล่อลื่นต้องมีการสัมผัสกับก๊าซ (เช่น อากาศ ก๊าซต่าง ๆ) หรือสัมผัสกับของเหลว เช่น น้ำ หรือสัมผัสกับของแข็ง จำพวก โลหะหรือซีลต่าง ๆ จากปัจจัยต่าง ๆ เหล่านี้สารหล่อลื่นต้องมีพฤติกรรมที่แตกต่างกัน เพื่อให้ได้สารหล่อลื่นที่มีคุณสมบัติที่ดี จึงควรมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

1. ควรมีความหนืดหรือความแข็งแรงอ่อน (ในกรณีของจาระบี) ที่เหมาะสมต่อการใช้งานที่อุณหภูมิห้องและสามารถที่จะคงค่าความหนืดได้อย่างดี เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในระบบ
2. ที่ระดับอุณหภูมิสูง สารหล่อลื่นที่ดีไม่ควรที่จะมีการเปลี่ยนแปลงไปของคุณสมบัติต่าง ๆ ทั้งทางกายภาพและทางเคมี และควรจะมีอัตราการระเหยในปริมาณต่ำที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้
3. ที่ระดับอุณหภูมิต่ำ สารหล่อลื่นควรจะยังคงมีความสามารถในการไหลได้อย่างเป็นอิสระ และสารหล่อลื่นดังกล่าวควรมี คุณสมบัติของของไหลแบบนิวโตเนียนอยู่ โดยที่ไม่มีการแยกตัวขององค์ประกอบในสารหล่อลื่นบางส่วนออกไปเป็นของแข็ง
4. ในบางลักษณะของการใช้งานต้องมีความสามารถทนทานต่อการแผ่กัมมันตภาพรังสีของรังสีแกมมาพลังงานสูง เช่น ในโรงไฟฟ้านิวเคลียร์

ทั้งนี้เนื่องจากว่าคุณสมบัติหลักของสารหล่อลื่นคือ ต้องช่วยลดแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นในระหว่างผิวสัมผัสที่มีการเคลื่อนไหว สารหล่อลื่นต้องไม่จำนนต่อแรงกระทำที่เกิดขึ้นระหว่างหน้าสัมผัสนั้น ๆ และสารหล่อลื่นยังต้องคงไว้ซึ่งคุณสมบัติของการบีบอัดตัวไม่ได้อยู่เสมอ

2.1.2 น้ำมันพืช

น้ำมันพืช (Vegetable Oil) คือน้ำมันที่ผลิตได้จากพืชชนิดต่าง ๆ เช่น ถั่วลิสง ถั่วเหลือง เมล็ดดอกทานตะวัน ดอกคำฝอย ปาล์มน้ำมัน มะพร้าว ละหุ่ง สบู่ดำ เมล็ดเร้น ฯลฯ โดยทั่วไปน้ำมันพืชเป็นสารประกอบไตรกลีเซอไรด์มีความหนืดสูงมีโครงสร้างเป็น C_3H_5 เชื่อมต่อกับกรดไขมัน ซึ่งมีองค์ประกอบชนิดต่าง ๆ กัน และมีปริมาณไขมันอยู่ในโครงสร้างถึงร้อยละ 94-96 ของน้ำหนักโมเลกุลของไตรกลีเซอไรด์ ทำให้น้ำมันพืชแต่ละชนิดมีสมบัติแตกต่างกัน

การใช้น้ำมันพืชเป็นเชื้อเพลิง

เนื่องจากน้ำมันพืชมีสมบัติโดยรวมใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซลมากกว่าน้ำมันเบนซินจึงเหมาะที่จะนำมาใช้กับเครื่องยนต์ดีเซลมากกว่าเครื่องยนต์เบนซิน โดยมักใช้กับเครื่องยนต์ดีเซลที่มีความเร็วรอบต่ำ เช่น เครื่องยนต์สำหรับเกษตรกรรม และการประมง น้ำมันพืชแต่ละชนิดให้ค่าความร้อนแตกต่างกันไป โดยมีค่าความร้อนต่อน้ำหนักประมาณร้อยละ 83-85 ของน้ำมันดีเซล และมีความหนืดสูงกว่าถึง 10 เท่า ทำให้หัวฉีดฉีดน้ำมันเป็นฝอยได้ยาก เป็นปัญหาต่อการป้อนน้ำมัน การสันดาปจึง



ไม่สมบูรณ์ เกิดคราบเขม่าเกาะที่หัวฉีด ผนังลูกสูบ แหวนและวาล์วภายหลังการเผาไหม้ และเมื่ออุณหภูมิต่ำก็อาจเกิดเป็นไขขึ้นได้ นับว่าเป็นปัญหาต่อระบบการจ่ายเชื้อเพลิง และการใช้งานในฤดูหนาวที่มีอุณหภูมิต่ำ นอกจากนี้การที่น้ำมันพืชระเหยได้ช้า ทำให้จุดระเบิดได้ช้า และยังระเหยตัวกลายเป็นไอน้ำมันน้อย เมื่อใช้กับเครื่องยนต์ที่มีความเร็วรอบสูง

ตาราง 2.1 ลักษณะทางเคมีและกายภาพที่สำคัญและค่าความร้อนของน้ำมันพืชชนิดต่าง ๆ
เมื่อเทียบกับน้ำมันดีเซล

ชนิดของน้ำมัน	ค่าความหนาแน่น (ที่ 21 °C) (กรัม/มล.)	ความหนืด (ที่ 21 °C) (เซนติพอยส์)	ค่าความร้อน (กิโลจูล/กก.)
น้ำมันถั่วเหลือง	0.918	57.2	39,350
น้ำมันดอกทานตะวัน	0.918	60.0	39,490
น้ำมันมะพร้าว	0.915	51.9	37,540
น้ำมันถั่วลิสง	0.914	67.1	39,470
น้ำมันปาล์ม	0.898	88.6	39,550
น้ำมันเมล็ดในปาล์ม	0.904	66.3	38,072
น้ำมันเมล็ดในสบู่ดำ	0.915	36.9	39,000
น้ำมันดีเซล	0.845	3.8	46,800

(สำนักข่าวมุสลิมไทยโพสต์, ม.ป.ป.)



ภาพประกอบ 2.6 ปาล์มน้ำมันและสบู่ดำ (สำนักข่าวมุสลิมไทยโพสต์, ม.ป.ป.)

การนำน้ำมันพืชไปใช้เป็นเชื้อเพลิงให้มีประสิทธิภาพสูงสุด

สามารถทำได้ 2 วิธี คือ

1. ปรับปรุงเครื่องยนต์ ซึ่งจะต้องใช้งบประมาณมาก ได้แก่ การปรับปรุงระบบหัวฉีด ลูกสูบ และห้องเครื่อง การเปลี่ยนวัสดุบางชนิดในระบบเชื้อเพลิงที่อาจถูกกัดกร่อน เช่น ยาง เป็นต้น
2. ปรับปรุงคุณภาพของน้ำมันพืช ซึ่งมีความยุ่งยากและเสียค่าใช้จ่ายน้อยกว่าการปรับปรุงเครื่องยนต์ เช่น การลดค่าความหนืด เพิ่มการระเหยตัวเป็นไอให้ใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซล เพื่อให้สะดวกต่อการป้อนเชื้อเพลิงเข้าห้องเผาไหม้และให้การสันดาปที่สมบูรณ์ ไม่ก่อให้เกิดผลกระทบ



ต่อเครื่องยนต์ในระยะยาว เป็นต้น ซึ่งทำได้โดย การกลั่นน้ำมันพืชให้บริสุทธิ์เพื่อกำจัดยางเหนียว ไขมัน กลิ่น สี ฯลฯ

2.1 การนำน้ำมันพืชไปผสมกับน้ำมันดีเซลหรือน้ำมันอื่น ๆ เช่น น้ำมันก๊าดในอัตราส่วนที่เหมาะสมซึ่งบางคนเรียกว่า ไบโอดีเซลแบบพื้นบ้าน หรือเรียกตามชนิดของน้ำมันพืชที่นำมาใช้ เช่นน้ำมันมะพร้าวผสมน้ำมันดีเซล เรียกว่าดีเซลมะพร้าว น้ำมันปาล์มผสมน้ำมันดีเซล เรียกว่าดีเซลปาล์ม เป็นต้น

2.2 การผลิตเป็นไบโอดีเซล โดยนำน้ำมันพืชไปผ่านกระบวนการทางเคมีเพื่อให้เกิดเป็นสารเอสเทอร์ซึ่งมีคุณลักษณะทางเคมีและกายภาพใกล้เคียงน้ำมันดีเซล แต่มีจุดวาบไฟและค่าซีเทนสูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้้ำมันดีเซล น้ำมันพืชมีความปลอดภัยกว่าให้มลพิษน้อยกว่า จึงถือเป็นเชื้อเพลิงที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ส่วนราคาจะถูก หรือแพงกว่าน้ำมันดีเซล ขึ้นอยู่กับชนิดของพืชที่นำมาใช้เป็นวัตถุดิบ และองค์ประกอบต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมถึงปริมาณการเพาะปลูกที่เพียงพอ และเหมาะสมกับแต่ละท้องถิ่น เช่น สหภาพยุโรปเลือกใช้เมล็ดเรพ (Rape seed) เมล็ดดอกทานตะวัน สหรัฐอเมริกาใช้ถั่วเหลือง เอเชียใช้มะพร้าว ปาล์มน้ำมัน งา ละหุ่ง สบู่ดำ เป็นต้น

2.1.2 ไบโอดีเซล

เชื้อเพลิงสำหรับเครื่องยนต์ดีเซลที่ผลิตได้จาก น้ำมันพืช ไขมันสัตว์ หรือน้ำมันปรุงอาหารที่ใช้แล้ว ซึ่งได้รับการกำจัดยางเหนียวและสิ่งสกปรกออก และนำไปผ่านกระบวนการทางเคมีที่เรียกว่า Transesterification โดยการเติมแอลกอฮอล์ เช่น เมทานอล หรือเอทานอลและตัวเร่งปฏิกิริยา เช่น โซเดียมไฮดรอกไซด์ หรือโพตัสเซียมไฮดรอกไซด์ ภายใต้สภาวะการเกิดปฏิกิริยาที่เหมาะสม เพื่อเปลี่ยนไขมันหรือเปลี่ยนโครงสร้างของน้ำมันจาก Triglycerides ให้เป็นโมโนอัลคิลเอสเทอร์ (Mono Alkyl Ester) ได้แก่ เมทิลเอสเทอร์ (Methyl Ester) หรือเอทิลเอสเทอร์ (Ethyl Ester) และกลีเซอริน (Glycerine) หรืออาจกล่าวได้ว่า เป็นกระบวนการแยกกลีเซอรินออกจากน้ำมันนั่นเอง โมโนอัลคิลเอสเทอร์ชนิดนี้มีลักษณะคล้ายน้ำมันดีเซล เราเรียกเอสเทอร์ดังกล่าวว่า ไบโอดีเซล หรือ B100 ส่วนกลีเซอรินที่ได้จากการผลิต ถือเป็นผลพลอยได้ใช้เป็นวัตถุดิบ สำหรับอุตสาหกรรมยา เครื่องสำอาง น้ำมันหล่อลื่น ฯลฯ รูดอล์ฟ ดีเซลคือผู้ที่ริเริ่มคิดค้นไบโอดีเซลคนแรก ซึ่งได้นำเสนอเครื่องยนต์ที่เดินเครื่องด้วยไบโอดีเซลครั้งแรกที่ประเทศเยอรมันเมื่อวันที่ 10 สิงหาคม ค.ศ.1893โดยนำมาทดลองใช้ในเครื่องยนต์ เป็นผลสำเร็จครั้งแรกของโลก และเพื่อเป็นการระลึกถึงความสำเร็จในครั้งนั้น จึงมีการกำหนดให้วันที่ 10 สิงหาคม เป็นวันไบโอดีเซลระหว่างประเทศ

การใช้ไบโอดีเซล

ในการใช้ ไบโอดีเซลบริสุทธิ์ (B100 หรือ Neat Biodiesel) ในรถยนต์ต้องทำการดัดแปลงเครื่องยนต์เสียก่อน แต่หากผสมในปริมาณไม่เกินร้อยละ 5 (B) สำหรับการใช้งานทั่วไปและในปริมาณไม่เกินร้อยละ 20 (B20) สำหรับกลุ่มรถยนต์ที่ควบคุมสภาวะการใช้งานได้อย่างต่อเนื่อง ไม่ต้องดัดแปลงเครื่องยนต์แต่อย่างใด ซึ่งได้รับการยอมรับจากบริษัทผู้ผลิตรถยนต์ไบโอดีเซลมีใช้อย่างแพร่หลายทั้งในยุโรปสหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น แคนาดา ฯลฯ อันเนื่องมาจากข้อกังวลด้านสิ่งแวดล้อม ปัจจุบันเยอรมันเป็นประเทศที่ใช้ไบโอดีเซลมากที่สุดในโลก โดยนำไปใช้ผสมกับน้ำมันดีเซล ราคาของไบโอดีเซลนั้นหลากหลายแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับราคาวัตถุดิบ และปริมาณการผลิต รวมทั้งภาษีของแต่ละประเทศ ทั้งนี้หากผลิตในปริมาณน้อยราคาย่อมจะสูงมากกว่าผลิตในปริมาณมากสุดของไบโอดีเซลในแต่ละประเทศจะมีส่วนผสมในปริมาณต่าง ๆ กันไป เช่น ไบโอดีเซล (B100) มีจำหน่ายในยุโรป อาทิ



เยอรมันและออสเตรีย น้ำมันไบโอดีเซล B20 (ไบโอดีเซลร้อยละ 20 : ดีเซลร้อยละ 80) มีจำหน่ายในรัฐไอโอวา สหรัฐอเมริกา น้ำมันไบโอดีเซล B5 มีจำหน่ายในฝรั่งเศส และน้ำมันไบโอดีเซล B2 มีจำหน่ายในรัฐมินนิโซตา สหรัฐอเมริกา เป็นต้นไบโอดีเซลที่ผลิตและจำหน่าย ณ สถานีบริการต้องผ่านมาตรฐานสากล ปัจจุบันสหรัฐอเมริกาได้กำหนดมาตรฐาน ASTM D 6751 สหภาพยุโรปได้กำหนดมาตรฐาน EN 14214 เยอรมันได้กำหนดมาตรฐาน DIN 51606 ส่วนในประเทศไทยจะต้องมีคุณภาพเป็นไปตามประกาศกรมธุรกิจพลังงาน เรื่องกำหนดลักษณะและคุณภาพของไบโอดีเซลประเภทเมทิล-เอสเทอร์ของกรดไขมัน พ.ศ.2548 ลงวันที่ 11 กรกฎาคม 2548 พืชที่ให้น้ำมันที่เพาะปลูกในปัจจุบันมีอยู่หลายสิบชนิด แต่เมื่อพิจารณาถึงพื้นที่เพาะปลูกและผลิตผลจากทั่วโลกแล้วอาจจัดลำดับความสำคัญได้ดังนี้ คือ ถั่วเหลือง ฝ้าย ถั่วลิสง ทานตะวัน เมล็ดจากต้นป่าน (flax) มะพร้าว และปาล์มน้ำมัน ในปี พ.ศ. 2530 ทั่วโลกผลิตน้ำมันพืชได้ 52 ล้านตัน ซึ่งเป็นน้ำมันถั่วเหลือง 16 ล้านตัน หรือประมาณร้อยละ 30 รองลงไปได้แก่ น้ำมันปาล์ม จำนวน 8 ล้านตัน หรือประมาณร้อยละ 15 น้ำมันพืชที่ผลิตได้ทั้งหมดใช้บริโภคภายในประเทศผู้ผลิต 35 ล้านตัน เหลือส่งออกจำหน่ายในตลาดโลก 17 ล้านตัน ในอนาคตการผลิตน้ำมันพืชจะมีปริมาณเพิ่มมากขึ้น เพื่อสนองความต้องการของประชากรที่มีจำนวนเพิ่มมากขึ้น สำหรับประเทศไทย พืชน้ำมันที่สำคัญได้แก่ ปาล์ม ถั่วเหลือง มะพร้าว ถั่วลิสง งา และละหุ่ง ในปี พ.ศ. 2520 ประเทศไทยสามารถผลิตน้ำมันพืชได้ในปริมาณ 78,000 ตัน และเพิ่มขึ้นเป็น 252,100 ตัน ในปี พ.ศ. 2531 มีอัตราเพิ่มขึ้นร้อยละ 12 ต่อปี โดยน้ำมันปาล์มมีส่วนแบ่งร้อยละ 50 รองลงไป ได้แก่ น้ำมันถั่วเหลือง และน้ำมันมะพร้าว ซึ่งมีส่วนแบ่งร้อยละ 20 และ 15 ตามลำดับ นอกจากพืชน้ำมันที่กล่าวมาแล้วยังได้นำเอาเมล็ดฝ้าย เมล็ดนุ่น รำข้าว มาสกัดน้ำมัน เป็นผลพลอยได้ในด้านการบริโภคในประเทศก็มีปริมาณเพิ่มขึ้นเช่นกัน เช่น ในปี พ.ศ. 2520 มีปริมาณการใช้น้ำมันพืช 94,000 ตัน ซึ่งเป็นการนำเข้ามา จากต่างประเทศจำนวน 16,000 ตัน ในปี พ.ศ. 2530 ปริมาณการใช้น้ำมันพืชเพิ่มขึ้นเป็น 255,000 ตัน หรือเพิ่มขึ้นในอัตราร้อยละ 8.8 ต่อปี แต่เนื่องจากการผลิตน้ำมันพืชภายในประเทศเพิ่มขึ้น การนำเข้าจึงเหลือเพียง 3,000 ตัน และคาดว่าในเวลาต่อไปประเทศไทยจะผลิตน้ำมันพืชได้เพียงพอสำหรับการใช้ในประเทศ และอาจเหลือส่งออกจำหน่ายต่างประเทศ การบริโภคน้ำมันพืชของคนไทยโดยเฉลี่ยเพิ่มมากขึ้นด้วยเช่นกัน กล่าวคือ ในปี พ.ศ. 2520 คนไทยบริโภคน้ำมันคนละ 2.2 กิโลกรัมต่อปี ทั้งนี้อาจอนุมานได้ว่า คนไทยได้เปลี่ยนค่านิยมจากการบริโภคน้ำมันสัตว์มาเป็นน้ำมันพืชกันมากขึ้น โดยเหตุผลทาง ด้านสุขภาพ และน้ำมันพืชมีปริมาณมากพอ อีกทั้งมีราคาไม่สูงนัก



ภาพประกอบ 2.7 ไบโอดีเซล บรรจุขวด (EDUCATION ZONE, ม.ป.ป.)





ภาพประกอบ 2.8 น้ำมันรำข้าว (สนุก ออนไลน์, ม.ป.ป.)

2.1.3 น้ำมันรำข้าว

น้ำมันรำข้าว (rice bran oil) สกัดได้จากรำข้าวสาลี หรือรำข้าวหนึ่ง ซึ่งเป็นกากเหลือจากการสีข้าว รำข้าวประกอบด้วยส่วนของผนังผล ชั้นโปรตีนแอลิวโรน (aleurone layer) เอ็มบริโอ และบางส่วนของเอนโดสเปิร์ม มีโปรตีนและไขมันสูง ถ้าเป็นรำข้าวสาลีต้องรีบสกัดทันที เพราะมีเอนไซม์ซึ่งทำให้น้ำมันเสื่อมคุณภาพ น้ำมันรำข้าวใช้เป็นน้ำมันปรุงอาหาร ทำเนยขาว และน้ำมันสลัด น้ำมันรำข้าวที่ยังไม่ผ่านการหมักวิธีทำให้บริสุทธิ์จะใช้สำหรับทำสบู่ ผลิตภัณฑ์ผุกร่อนและกันสนิม ผลพลอยได้จากกระบวนการทำให้บริสุทธิ์ คือ เลซิธิน



ภาพประกอบ 2.9 น้ำมันปาล์ม (วิกิพีเดีย, 2555 ก)

2.1.4 น้ำมันปาล์ม

น้ำมันปาล์ม (palm oil) ได้จากการบีบอัดเนื้อผล (fruit pulp) ของปาล์มน้ำมัน ส่วนผนังผลชั้นกลาง ซึ่งมีน้ำมันประมาณ 45-55% และเป็นแหล่งแคโรทีน (ดูเบตาแคโรทีน) ซึ่งเป็นสารสำคัญในการสร้างวิตามินเอ สำหรับกรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบส่วนใหญ่ คือ กรดปาล์มมิก (palmitic acid) แต่ยังมีกรดไขมันไม่อิ่มตัว ได้แก่ กรดโอเลอิก และกรดลิโนเลอิกด้วยเช่นกัน น้ำมันปาล์มอีกชนิดหนึ่งได้จากการบีบอัดเมล็ด เรียกว่า palm kernel oil มีองค์ประกอบคล้ายน้ำมันมะพร้าวมากและใช้แทนกันได้ น้ำมันปาล์มใช้มากในอุตสาหกรรมการทำสบู่ เทียน มายากาโรน และใช้เป็นน้ำมันปรุงอาหาร





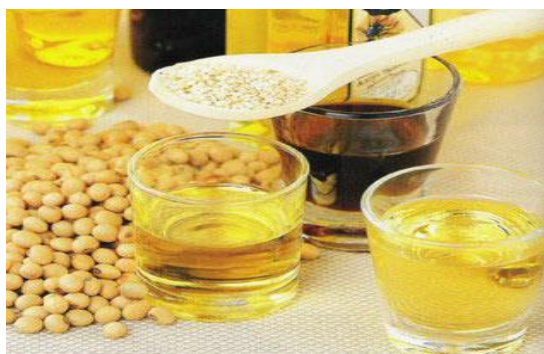
ภาพประกอบ 2.10 สบู่ดำ (วิกิพีเดีย, 2555 ข)

2.1.5 สบู่ดำ

สบู่ดำ เป็นพืชน้ำมันชนิดหนึ่ง ซึ่งเป็นพืชพื้นเมืองของทวีปอเมริกาใต้ ชาวโปรตุเกสนำเข้ามาปลูกในประเทศไทย ในช่วงปลายสมัยกรุงศรีอยุธยา ปัจจุบันมีการสกัดน้ำมันจากเมล็ดสบู่ดำใช้ทดแทนน้ำมันดีเซล ในหลายประเทศได้มีความเห็นคัดค้านการปลูกสบู่ดำเพื่อสกัดน้ำมัน โดยเสนอแนะให้นำพื้นที่เหล่านั้นไปปลูกพืชสำหรับบริโภคแทนที่ แก้ปัญหาขาดความอาหารแทนที่และนอกจากนี้ ปัญหาการใช้น้ำเป็นจำนวนมาก ซึ่งเมื่อคิดเทียบเท่าต่อพลังงานที่ได้จากพืชชนิดอื่นเช่นอ้อยหรือข้าวโพด สบู่ดำใช้น้ำเป็นปริมาณ 5 เท่า ลักษณะเป็นไม้พุ่มยืนต้นขนาดกลาง ความสูง 2-7 เมตร อายุยืนไม่น้อยกว่า 20 ปี ลำต้นและยอดคล้ายละหุ่ง แต่ไม่มีขน อยู่ในวงศ์ไม้ยางพารา เมื่อหักลำต้น ส่วนยอดหรือส่วนก้านใบจะมียางสีขาวขุ่นคล้ายน้ำมันไหลออกมา มีกลิ่นเหม็นเขียวดอกออกดอกเป็นช่อกระจุกที่ข้อส่วนปลายของยอดขนาดดอกเล็กสีเหลืองมีกลิ่นหอมอ่อน ๆ มีดอกตัวผู้จำนวนมากและดอกตัวเมียจำนวนน้อยอยู่บนต้นเดียวกัน

ผลและเมล็ด เมล็ดสบู่ดำผลและเมล็ดมีสาร hydrocyanic เมล็ดสบู่ดำมีสารพิษเรียกว่า CURCIN หากบริโภคแล้วทำให้เกิดอาการท้องเดินเหมือนสลด เมื่อติดผลแล้วมีสีเขียวอ่อนเกลี้ยง เปลือกป็นข้อพวงมีหลายผล เวลาสุกแก่จัดมีสีเหลืองคล้ายลูกจันทร์ รูปผลมีลักษณะทรงกลมขนาดปานกลาง เปลือกหนาปานกลางผลหนึ่งส่วนมากมี 3 พู โดยแต่ละพูทำหน้าที่ห่อหุ้มเมล็ดไว้ เมล็ดสีดำขนาดเล็กกว่าเมล็ดละหุ่งพันธุ์ลายขาวดำเล็กน้อย สีตรงปลายเมล็ดมีจุดสีขาวเล็ก ๆ ติดอยู่ เมื่อเก็บไว้นานจุดนี้จะหดตัวเหี่ยวแห้งลงขนาดของเมล็ดเฉลี่ย ความยาว 1.7-1.9 ซม. หนา 0.8-0.9 ซม. น้ำหนัก 100 เมล็ดประมาณ 69.8 กรัม เมื่อแกะเปลือกนอกสีดำออกจะเห็นเนื้อในสีขาว ประโยชน์ต้นสบู่ดำเป็นสมุนไพรรักษาโรคได้หลายโรค เช่น ใช้น้ำยางใส่ป้ายริมฝีปากรักษาโรคปากนกกระจอก รักษาแผลในปาก แก้อาการปวดฟัน นำมาผสมกับน้ำมันมะรดาป้ายลิ้นขาวในเด็กก็หาย หยอดตาแดงหายได้เช่นกัน หรือผสมกับน้ำเจี๊ยะจางเป็นยาระบายส่วนลำต้นนำมาผ่าสับเป็นท่อนแช่น้ำอาบแก้โรคซางในเด็ก แก้โรคคันได้ เอาใบสบู่ดำห่อข้าวสุกแล้วหมกขี้เถ้าให้เด็กกินแก้ตาฉะ หรือนำมาห่ออิฐร้อนนวดท้องในหญิงคลอดบุตรอยู่ไฟสมัยก่อน รวมทั้งประชาชนบางประเทศใช้น้ำมันสบู่ดำ น้ำมันสบู่ดำปัจจุบันมีการสกัดน้ำมันจากเมล็ดสบู่ดำเพื่อนำไปผลิตเป็นไบโอดีเซล ทดแทนน้ำมันดีเซล โดยคาดว่าในอนาคตจะมีการใช้ไบโอดีเซลจากน้ำมันสบู่ดำเพิ่มมากขึ้น





ภาพประกอบ 2.11 น้ำมันถั่วเหลือง (สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ (สสส.), 2551).

2.1.6 ถั่วเหลือง

น้ำมันถั่วเหลือง (soybean oil) ผลิตจากเมล็ดถั่วเหลือง นิยมใช้มากถึง 25% ของปริมาณน้ำมันพืชทั้งหมด โดยใช้เป็นน้ำมันปรุงอาหาร ทำน้ำมันสลัด และมาการีน มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูง โดยเฉพาะกรดลิโนเลนิกซึ่งมี 2-8% ไม่เป็นไขที่อุณหภูมิห้อง จึงใช้บรรจุปลากะปองได้ นอกจากนี้ยังใช้ในอุตสาหกรรมประเภทอื่นที่ไม่ใช่อาหารด้วย



ภาพประกอบ 2.12 น้ำมันมะพร้าว (เกษตรกรดอทคอม, ม.ป.ป.)

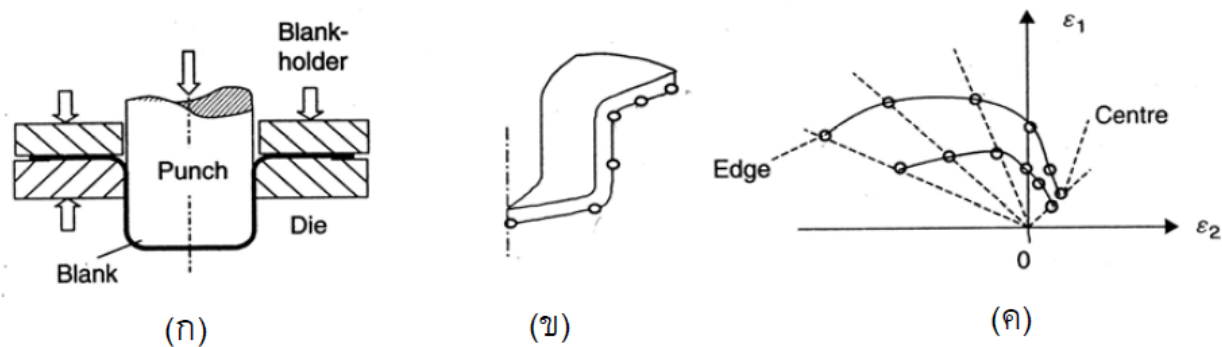
2.1.7 น้ำมันมะพร้าว

น้ำมันมะพร้าว (coconut oil) ได้จากการบีบอัดเนื้อมะพร้าวแห้ง (copra) ซึ่งเป็นเอนโดสเปิร์มส่วนแข็ง (solid endosperm) ของมะพร้าว ส่วนน้ำมันที่ได้จากผิวสีดำ (ผนังผลชั้นใน) ที่ปอกออกจากเนื้อมะพร้าว เรียกว่า paring oil น้ำมันมะพร้าวมีกรดไขมันอิ่มตัวมากที่สุดบรรดาน้ำมันพืชด้วยกัน คือประมาณ 90% ซึ่งทำให้น้ำมันเป็นไขที่อุณหภูมิห้องประมาณ 19-20 องศาเซลเซียส อีกทั้งมีกรดไขมันขนาดเล็กในปริมาณมากซึ่งส่วนใหญ่เป็นกรดลอริก (45%) ทำให้น้ำมันมะพร้าวมีกลิ่นคล้ายสบู่ ดังนั้นจึงไม่นิยมใช้น้ำมันมะพร้าวเป็นน้ำมันปรุงอาหาร แต่ใช้เพื่อผลิตมาการีน และสบู่



2.2 คุณสมบัติของแรง

2.2.1 แผนภาพความเครียด (Strain diagram)



(ก) การขึ้นรูปถ้วยทรงกระบอก

(ข) ชิ้นส่วนย่อยของถ้วยทรงกระบอกแสดงค่าความเครียดที่วัดได้

(ค) ผลค่าความเครียดที่ได้จากการขึ้นรูปถ้วยทรงกระบอก

ภาพประกอบ 2.13 แผนภาพความเครียดตำแหน่งต่าง ๆ ของถ้วยทรงกระบอก (คมสันต์ งามข้า, 2550)

2.2.2 ค่าความเครียดหลัก (Principal Strains)

ความเครียดหลักที่เกิดขึ้นจุดสุดท้ายของกระบวนการ

$$\epsilon_1 = \ln \frac{d_1}{d_0}; \quad \epsilon_2 = \ln \frac{d_1}{d_0}; \quad \epsilon_3 = \ln \frac{t}{t_0} \quad (2.1)$$

2.2.3 อัตราส่วนของความเครียด (Strain ratio)

โดยปกติเส้นแนวความเครียด (Strain Path) ยังคงเป็นสัดส่วนเส้นตรง

$$\beta = \frac{\epsilon_2}{\epsilon_1} = \frac{\ln \left(\frac{d_2}{d_0} \right)}{\ln \left(\frac{d_1}{d_0} \right)} \quad (2.2)$$



2.2.4 ความเครียดหนาและความหนา (Thickness strain and Thickness)

จากสมการ 2.1 ความเครียดหาได้โดยการวัดความหนาหรือหาได้จากความเครียดหลัก (Major strain) ความเครียดรอง (Minor strain) โดยให้พิจารณาว่าการเปลี่ยนรูปที่ปริมาตรคงที่

$$\varepsilon_3 = \ln \frac{t}{t_0} = -(1 + \beta)\varepsilon_1 = -(1 + \beta) \ln \frac{d_1}{d_0} \quad (2.3)$$

จากสมการ 2.3 ความหนาโดยทั่วไปคือ

$$t = t_0 \exp(\varepsilon_3) = t_0 \exp[-(1 + \beta)\varepsilon_1] \quad (2.4)$$

หรืออีกแนวทางหนึ่งที่ปริมาตร $td_1d_2 = t_0d_0^2$ ที่ปริมาตรคงที่

$$t = t_0 \frac{d_0^2}{d_1d_2} \quad (2.5)$$

2.2.5 ขนาดของแผ่นชิ้นงาน

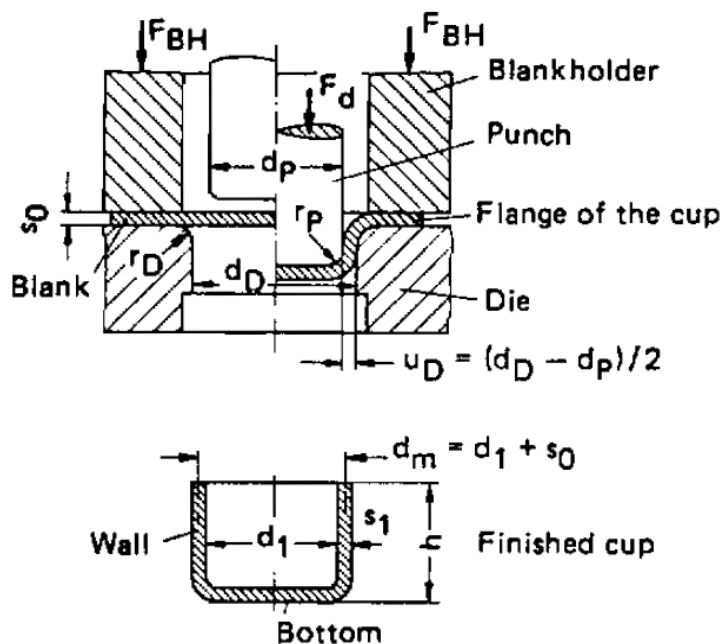
สิ่งสำคัญในการกำหนดขนาดของแผ่นชิ้นงาน ที่ใช้สำหรับการดึงขึ้นรูปให้เที่ยงตรงประการแรก คือ เนื่องจากเหตุผลด้านการประหยัด ดังนั้นสิ่งที่ต้องพิจารณา ได้แก่ การตัดแผ่นชิ้นงานให้มีขนาดเล็กเท่าที่เป็นไปได้ ประการที่สองไม่มีความจำเป็นที่จะต้องใช้แผ่นงานที่มีขนาดใหญ่ เพราะจะทำให้เป็นการเพิ่มอัตราส่วนการขึ้นรูป (β) และเป็นสาเหตุให้เกิดการแตกของชิ้นงาน ในการหาขนาดรูปร่างมุมของแผ่นชิ้นงาน มุมทั้งสี่ของชิ้นส่วนได้ถูกประกอบเข้าด้วยกันเป็นรูปถ้วยทรงกรอบมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง $d = 2r_c$ โดยที่ค่า r_c คือค่ารัศมีของมุมชิ้นส่วนสี่เหลี่ยมนั้น รัศมี (R) ของแผ่นชิ้นงานที่จะทำเป็นรูปถ้วยนั้นมีสมการ

$$R = \sqrt{1.012r_c^2 + 2r_c(h_s + 0.506r_B)} \quad (2.6)$$

2.2.6 การออกแบบตายและพันธ

ขนาดของรัศมีของตาย r_D ในภาพประกอบ 2.14 ขึ้นอยู่กับขนาดของชิ้นงานและความหนาในกำหนดแรงในการดึงขึ้นรูปให้มีค่าน้อยทำได้โดยการเพิ่มอัตราส่วนการขึ้นรูปและรัศมีของตาย อย่างไรก็ตามรัศมีของตายที่ใหญ่จะเป็นการลดพื้นที่สัมผัสระหว่างแผ่นกดชิ้นงาน และปีกชิ้นงานซึ่งจะเป็นการเพิ่มแนวโน้มให้เกิดรอยยับในบริเวณรัศมีของตาย ในทางกลับกันอาจเป็นไปได้ในการลดการก่อตัวของรอยยับนี้ถ้าทำให้ขนาดรัศมีของตายที่ขนาดเล็กลง





ภาพประกอบ 2.14 ขนาดของตาย, พันช์ และ ชิ้นงานที่ทำการดึงขึ้นรูปครั้งแรกขนาดความหนาของแผ่นงาน s_0 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางนอกของแผ่นงาน d_0 และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางในขอบชิ้นงาน d_1 เป็นไปตามสูตรดังสมการที่ 2.7 ใช้ในการคำนวณหาขนาดของรัศมีของตาย r_D (คมสันต์ งามขำ, 2550)

$$r_D = 0.035x[50 + (d_0 - d_1)]x\sqrt{s_0} \quad (2.7)$$

รัศมีของพันทึ้นในภาพประกอบ 2.14 ควรจะมีขนาดใหญ่กว่าขนาดรัศมีของตายโดยมีแฟกเตอร์ 3 ถึง 5 เท่า r_D จะต้องไม่เล็กกว่าขนาดของ r_D ไม่เช่นนั้นแล้วพันทึ้นอาจจะทำการตัดเจาะ (Pierce) แผ่นงาน

2.2.7 ระยะเผื่อช่องว่างของแม่พิมพ์ (Die Clearance)

ในทางปฏิบัติเพื่อกำหนดระยะเผื่อช่องว่างของแม่พิมพ์มักจะกำหนด โดยรูปสมการที่ได้มาจากการทดลอง สมการเหล่านี้อ่อนุญาตให้ใช้ได้แต่เพียงการดึงขึ้นรูปลึกที่มีชิ้นงานเป็นรูปร่างกลม โดยไม่มีการรีดของเนื้องาน (Ironing) แสดงไว้ดังสมการที่ 2.8

$$u_D = s_0 + 0.04\sqrt{10 \times s_0} \quad (2.8)$$

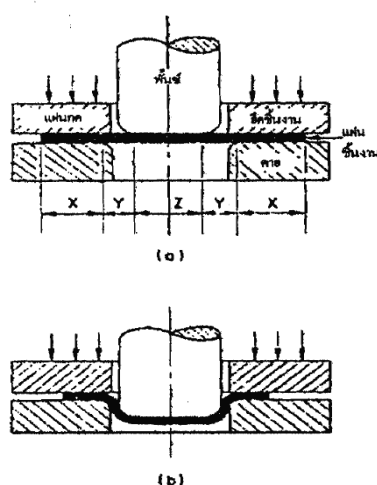
ถ้าระยะเผื่อช่องว่างของแม่พิมพ์ (u_D) มีขนาดใหญ่เกินไป ชิ้นงานไม่สามารถที่จะขึ้นรูปเป็นขนาดจริงของทรงกระบอกได้ เนื่องจากขอบบนของรูปถ้วยมีขนาดที่แผ่ขยายออกถ้าระยะเผื่อช่องว่างของแม่พิมพ์มีขนาดเล็กเกินไป การกดรีดโลหะ (Ironing) ก็เกิดขึ้น ซึ่งจะทำให้แรงในการดึงขึ้นรูปมากขึ้น และเพิ่มอันตรายจากการแตกของชิ้นงาน ยิ่งกว่านั้นอาจจะมีริ้วรอยเชื่อมเย็น (Cold Welding)



ซึ่งเกิดขึ้นระหว่างด้ายกับชิ้นงาน ปัญหาสำคัญในการเลือกระยะเพื่อช่องว่างสำหรับด้ายที่สาเหตุมาจากความแปรผันในความหนาของโลหะแผ่นอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ อันเนื่องมาจากความสัมพันธ์กับพิกัดความเผื่อของความหนาเป็นอย่างมาก มันอาจจะทำให้บางส่วนแตกได้ในที่เกิดรอยอื่น ๆ ขึ้น เมื่อดึงขึ้นรูปด้วยระยะช่องว่างของด้ายที่มีขนาดเหมาะสมกับขนาดความหนาของแผ่นงานตามความเป็นจริง ถ้าความหนาของแผ่นงานนั้นเริ่มสูงขึ้นใกล้ขีดจำกัดพิกัดความเผื่อสูงสุด และ ช่องว่างด้ายมีขนาดเล็กเกินไปจะเกิดการรีดตัวของโลหะขึ้น ซึ่งทำให้ความเป็นไปได้ของการแตกที่ชิ้นงานมีมากขึ้น ถ้าความหนาชิ้นงานมีขนาดใกล้เคียงขีดจำกัดพิกัดความเผื่อค่าต่ำสุด แล้วค่าระยะช่องว่างด้ายมีขนาดใหญ่เกินไปรอยย่นเป็นจิบก็จะก่อตัวขึ้นการทำให้ชิ้นงานที่เป็นรูปสี่เหลี่ยม ควรใช้ระยะช่องว่างของด้ายบริเวณที่มุมมากกว่าบริเวณผนังด้านข้างของชิ้นงาน เพราะว่าบริเวณมุมจะมีการไหลตัวของเนื้องานอยู่ในวงจำกัดสำหรับการดึงขึ้นรูปลึกกับความหนาที่ผนังของชิ้นงานที่ต้องการลดขนาด (Ironing) ระยะช่องว่างของด้ายจะมีขนาดเล็กกว่าความหนาของแผ่นงาน

2.2.8 การเปลี่ยนแปลงความหนาของผนังถ้วย

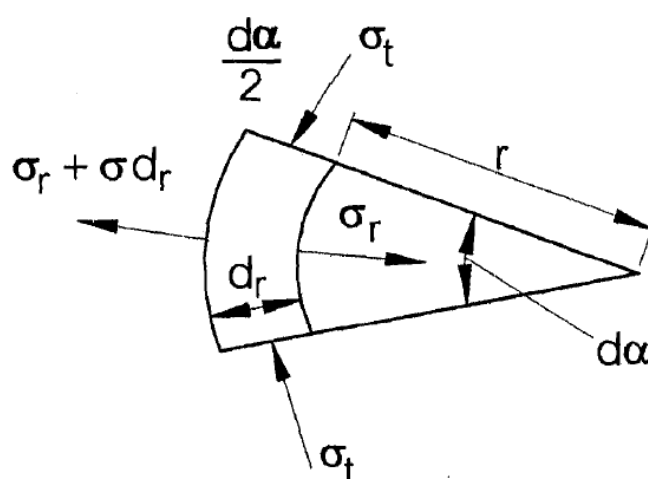
ในกระบวนการลากขึ้นรูปโดยที่แผ่นโลหะเคลื่อนที่ผ่านแม่พิมพ์นั้นจะเกิดการยืดตัวอันเนื่องจากแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นระหว่างแผ่นโลหะกับแม่พิมพ์ แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นเนื่องจากแรงกดแผ่นโลหะ (Blank holder Force) ความเค้นและอัดที่เกิดขึ้นเนื่องจากการลดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของแผ่นโลหะในการขึ้นรูป ซึ่งสาเหตุต่าง ๆ เหล่านี้จะทำให้เกิดความบางลงของผนังถ้วยของชิ้นงาน นอกจากนี้ความหนาของผนังถ้วยที่ลดลงนี้จะมีขนาดเปลี่ยนแปลงไปตามองค์ประกอบต่าง ๆ ในกระบวนการขึ้นรูป ตัวอย่างเช่น แรงกดแผ่นยึดชิ้นงาน (Blank holder Force) ความเร็วในการลากขึ้นรูป, สารหล่อลื่น, รูปร่างของชิ้นงาน เป็นต้น เมื่อมาพิจารณาในกระบวนการลากขึ้นรูปโลหะในรายละเอียดที่ลึกลงไปอีกโดยจะพิจารณาประกอบกับภาพประกอบ 4 เราจะแบ่งโลหะแผ่นที่จะนำมาขึ้นรูปออกเป็น 3 โซนได้แก่ โซน X, Y และ Z ซึ่งโซน X วัสดุชิ้นงานโลหะแผ่นจะสัมผัสกับ แม่พิมพ์ตัวเมีย (Die) และส่วนที่ใช้กดชิ้นงานโลหะแผ่น (Blank holder) โซน Y จะไม่สัมผัสกับทั้งแม่พิมพ์ตัวผู้ Punch) หรือแม่พิมพ์ตัวเมีย (Die) และโซน Z จะสัมผัสกับส่วนหัวของแม่พิมพ์ตัวผู้ (Punch head)



ภาพประกอบ 2.15 แสดงกระบวนการ ลากขึ้นรูปโลหะ (a) ก่อนการลากขึ้นรูป (b) หลังการลากขึ้นรูป (คมสันต์ งามขำ, 2550)



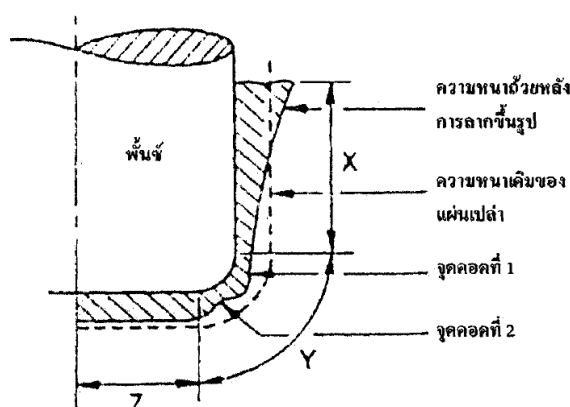
เนื่องมาจากกระบวนการลากขึ้นรูปทรงสูงดังแสดงในภาพประกอบ 2.15 (b) เนื้อชิ้นงานในโซน X จะถูกลากขึ้นรูปไปตามรูปร่างของแม่พิมพ์ ภายใต้อิทธิพลของความเค้นในแนวรัศมี (radial tensile stress σ_r) และผลของการลดลงของรัศมีในโซนนี้จะนำไปสู่การเกิดความเค้นในแนวเส้นรอบวง (compressive circumferential stress, σ_t) ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้ความหนาของชิ้นงานเพิ่มขึ้นดังภาพประกอบ 23 ประกอบ ถ้าไม่มีความดันออกแรงแผ่นกดยึดชิ้นงาน (Blank holder) ความเค้นในแนวเส้นรอบวง (σ) จะทำให้เกิดรอยย่น (Wrinkle) เมื่อเนื้อชิ้นงานในโซน X ไหลผ่านตามรูปร่างของแม่พิมพ์ตัวเมีย (die profile) มันจะถูกทำให้บางลงภายใต้ tensile stress ซึ่งแผ่นโลหะจะถูกดึงให้ยืดจนกลายเป็นผนังของถ้วยระหว่างแม่พิมพ์ตัวผู้ (Punch) และแม่พิมพ์ตัวเมีย (Die) สุดท้ายส่วนทางด้านในของโซน X จะถูกทำให้มากกว่าปกติ ซึ่งผลมาจากแรงดึงที่เกิดขึ้นระหว่างแม่พิมพ์ตัวผู้ (Punch) และแม่พิมพ์ตัวเมีย (Die) ส่วนด้านในของโซน X ก็จะมี ความหนาเพิ่มขึ้น



ภาพประกอบ 2.16 ความเค้นที่เกิดขึ้นในส่วนเล็ก ๆ ของโลหะแผ่นในโซน X พิจารณาในโซน Y (คมสันต์ งามขำ, 2550)

เนื้อชิ้นงานในส่วนนี้จะถูกทำให้งอ (bending) และเกิดการเลื่อนตัว (sliding) ซึ่งเกิดขึ้นตามรูปร่างของแม่พิมพ์ตัวเมีย (Die) ในส่วนหัวของแม่พิมพ์ตัวผู้ (Punch head) ส่วนที่เกิดการงอและการเลื่อนตัว จะเกิดขึ้นตามรูปร่างของแม่พิมพ์ตัวผู้ (Punch profile) ส่วนโซน Z จะเกิดการยืดตัว (Stretching) การเลื่อนตัว (sliding) ขึ้นที่ ส่วนหัวของแม่พิมพ์ตัวผู้ (Punch head) ขนาดของความเครียด (Strain) จะขึ้นอยู่กับรูปร่างของแม่พิมพ์ตัวผู้ (Punch) และความเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสจากข้างต้นเราสามารถทราบความเปลี่ยนแปลงความหนาของผนังถ้วยรูปทรงกระบอกที่เกิดจากการบวนการลากขึ้นรูป แสดงในภาพประกอบ 2.17





ภาพประกอบ 2.17 แสดงค่าความหนาแน่นที่เปลี่ยนแปลงไป (คมสันต์ งามขำ, 2550)

2.3 การวิเคราะห์โดยใช้วิธีไฟไนต์เอลิเมนต์

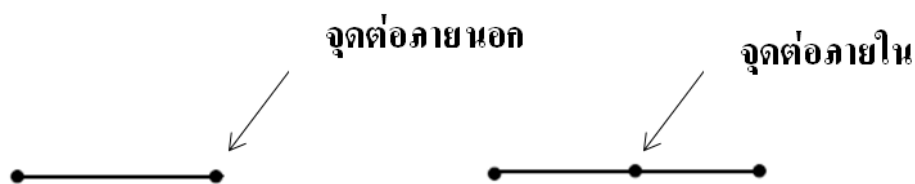
เดช พุทธเจริญทอง (การวิเคราะห์ด้วยวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์) กล่าวไว้ว่า ในการวิเคราะห์เพื่อหาผลเฉลยสำหรับปัญหาทางวิศวกรรมที่มีความซับซ้อน ซึ่งนิยมใช้วิธีไฟไนต์เอลิเมนต์เนื่องจากสะดวกและรวดเร็วในการหาผลเฉลยของปัญหาดังกล่าววิธีนี้จะใช้วิธีการแบ่งรูปทรงชิ้นงานออกเป็นเอลิเมนต์หรือส่วนย่อย ๆ ซึ่งแต่ละเอลิเมนต์จะประกอบด้วยจุดต่อ (Node) ตั้งแต่ 2 จุดขึ้นไป กรรมวิธีการวิเคราะห์ด้วยไฟไนต์เอลิเมนต์จะวิเคราะห์หาค่าของสมการ ที่แต่ละเอลิเมนต์ แล้วนำมารวมกันเป็นโครงสร้างของระบบทั้งหมด แล้วจึงหาผลเฉลยของทั้งระบบต่อไป หลักการของไฟไนต์เอลิเมนต์จะแบ่งออกเป็น 7 ขั้นตอนดังต่อไปนี้ คือ แบ่งชิ้นงานออกเป็น เอลิเมนต์หรือส่วนย่อย ๆ เลือกฟังก์ชันการกระจัดมาแทนรูปร่างของเอลิเมนต์ กำหนดความสัมพันธ์ระหว่างความเครียดกับการกระจัดและความเค้นต่อความเครียด, รวมสมการทั้งระบบ, กำหนดเงื่อนไขขอบเขตและคำนวณหาค่าต่าง ๆ จากสมการรวมของทั้งระบบ

2.3.1 ชนิดของเอลิเมนต์และการแบ่งเอลิเมนต์

2.3.1.1 ชนิดของเอลิเมนต์ ในการแบ่งชิ้นงานออกเป็นเอลิเมนต์หรือส่วนย่อย ๆ จะพิจารณาจากรูปทรงของชิ้นงานเป็นหลักเอลิเมนต์ที่แบ่งควรจะเหมาะสมกับรูปทรงในแต่ละบริเวณซึ่งอาจแตกต่างกันออกไป เช่น ส่วนเว้า, ส่วนโค้ง, ส่วนที่มีรูเจาะ เป็นต้นชนิดของเอลิเมนต์สามารถแบ่งออกเป็นสามประเภทตามมิติของปัญหา คือ เอลิเมนต์มิติเดียว, เอลิเมนต์สองมิติ และเอลิเมนต์สามมิติ ดังนี้

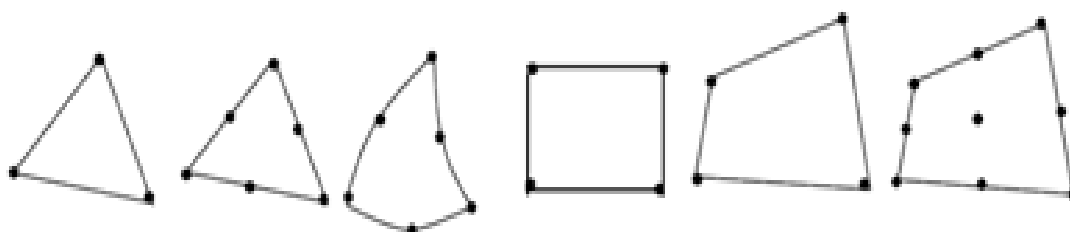
1) เอลิเมนต์มิติเดียว เอลิเมนต์ชนิดนี้จะใช้ปัญหามิติเดียว เช่น ชิ้นงานส่วนที่แม่แรงกระทำในแนวแกน ชิ้นส่วนที่รับแรงบิดหรือการโก่งของคาน เป็นต้น ในแต่ละเอลิเมนต์จะประกอบด้วยจุดต่อภายนอกหรืออาจมีจุดต่อภายในรวมก็ได้ เพื่อให้การวิเคราะห์ผลเฉลยมีความแม่นยำมากขึ้น





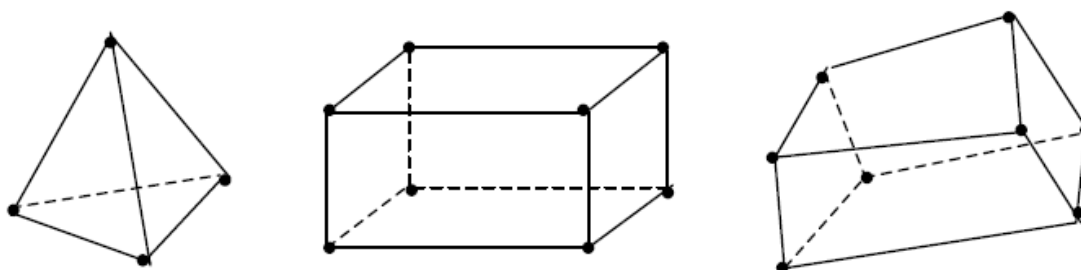
ภาพประกอบ 2.18 เอลิเมนต์มิติเดียว (คมสันต์ งามข้า, 2550)

2) เอลิเมนต์สองมิติ เอลิเมนต์ชนิดนี้ เหมาะสำหรับวิเคราะห์ปัญหาในระบบสองมิติ และนิยมใช้สำหรับวิเคราะห์ปัญหาความเค้นระนาบหรือความเครียดระนาบ ซึ่งเอลิเมนต์จะเป็นรูปสามเหลี่ยม หรือสี่เหลี่ยมที่ประกอบ ด้วยด้านที่เป็นเส้นตรงและประกอบด้วยจุดต่อภายในนอกไปด้วย



ภาพประกอบ 2.19 เอลิเมนต์สองมิติ (คมสันต์ งามข้า, 2550)

3) เอลิเมนต์สามมิติ เอลิเมนต์สามมิติ จะใช้วิเคราะห์ปัญหาสามมิติทั่วไป ที่มีทิศทางการเคลื่อนที่ทั้งสามแนวแกนรูปทรงของเอลิเมนต์จะมีลักษณะเป็นสามเหลี่ยมปริซึม รูปกรวยสามเหลี่ยมหรือปริซึมเป็นต้น



ภาพประกอบ 2.20 เอลิเมนต์สามมิติ (คมสันต์ งามข้า, 2550)

2.3.1.2 การแบ่งเอลิเมนต์ การแบ่งเอลิเมนต์ซึ่งประกอบด้วยเอลิเมนต์ที่มีจุดเชื่อมโยงกันด้วยจุดต่อหากแบ่งเอลิเมนต์ให้เหมาะสมแล้วจะประหยัดเวลาในการประมวลผลเพื่อหาผลเฉลยได้อย่างมาก โดยทั่วไปจะมีหลักในการแบ่งเอลิเมนต์ดังนี้

1) ไม่ควรใช้เอลิเมนต์ที่มีรูปร่างไม่สมมาตรหรือรูปร่างผิดปกติ เช่น เอลิเมนต์สามเหลี่ยมมุมป้านมากหรือเอลิเมนต์สี่เหลี่ยมที่มีด้านยาวมาก ๆ เป็นต้น



- 2) เลือกใช้เอลิเมนต์ที่มีอัตราส่วนด้านกว้างต่อด้านยาวเข้าใกล้ 1 มากที่สุด
- 3) ใช้เอลิเมนต์ขนาดเล็กที่บริเวณจุดวิกฤตหรือจุดที่มีการเปลี่ยนรูปทรงมาก และใช้เอลิเมนต์ขนาดใหญ่ในบริเวณที่ไม่ใช่จุดวิกฤตหรือจุดที่ไกลออกไป

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เกษตรวิจัย ไบโอดีเซล หนึ่งในพระราชดำริ ได้เปิดศูนย์ศึกษาการพัฒนาพิกุลทองฯ ศึกษาผลิตขยายผลใช้งานในเครื่องจักรการเกษตรนาสมพล พันธุ์มณี เลขานุการคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ (สำนักงาน กปร.) เปิดเผยถึงงานในโครงการศึกษาทดลองไบโอดีเซลของศูนย์ศึกษา การพัฒนาพิกุลทอง อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดนราธิวาส ว่า พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวพระราชทาน พระราชดำริกับคณะทำงานโครงการส่งเสริมอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มขนาดเล็กอันเนื่องมาจาก พระราชดำริ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ เมื่อวันที่ 8 ตุลาคม 2531 ให้ดำเนินการจัดสร้างโรงงานสกัด และแปรรูปน้ำมันปาล์มขนาดเล็ก ขึ้นที่ศูนย์ศึกษาการพัฒนาพิกุลทองฯ จังหวัดนราธิวาส เพื่อนำ ผลผลิตปาล์มน้ำมันจากแปลงทดลองของศูนย์มาสกัด และแปรรูปเป็นน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์เพื่อการ บริโภค และแปรรูปในเชิงการศึกษาอย่างครบวงจรเพื่อให้เกษตรกรในจังหวัดนราธิวาสและจังหวัด ใกล้เคียงได้รู้ถึง การใช้ประโยชน์ของปาล์มน้ำมันในการนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ โดยเริ่มจาก การสกัดน้ำมันปาล์มในระดับครัวเรือนก่อน ต่อมาในปี พ.ศ. 2543 พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว พระราชทานพระราชดำริให้ทดลองนำน้ำมัน ปาล์มมาใช้กับเครื่องจักรกลการเกษตร ซึ่งศูนย์ศึกษาการพัฒนาพิกุลทองฯ ได้เริ่มนำน้ำมันปาล์ม บริสุทธิ์มาใช้กับรถแทรกเตอร์ลากพ่วงที่ใช้งานภายในศูนย์ศึกษาการพัฒนาพิกุลทองฯ ปรากฏว่า ได้ผลดี ปี พ.ศ. 2544 ทางสำนักวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ได้ร่วมกับศูนย์ศึกษาการพัฒนาพิกุลทองฯ เริ่มผลิตน้ำมันไบโอดีเซลนำมาทดลองใช้กับ รถหกล้อ รถแทรกเตอร์ลากพ่วง และรถ ไถเดินตาม และ ปี พ.ศ. 2546 มีการจัดสร้างโรงงานต้นแบบผลิตเมทิล เอสเตอร์ขึ้น เพื่อใช้เป็นน้ำมัน เชื้อเพลิงทดแทนน้ำมันดีเซลจากน้ำมันปาล์ม มาถึงปี พ.ศ. 2547 ทำการจัดสร้างเครื่องแยกกลีเซอริน เหลว ขนาด 140 ลิตร เพื่อแยกเอากลิเซอรินออกจากกรดไขมัน จนมาถึงปี พ.ศ. 2548 ติดตั้งปั๊มและหัว จ่ายน้ำมันไบโอดีเซลที่โรงงานผลิตเมทิล เอสเตอร์ ที่ศูนย์ศึกษาการพัฒนาพิกุลทองฯ มีกำลังการผลิต น้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิต 1 ครั้ง จะได้น้ำมันประมาณ 300-350 ลิตร การผลิตของโรงงานใช้ถึงขนาด 400 ลิตร ในการผลิตแต่ละครั้ง ปัจจุบันถึงเก็บน้ำมัน มีความจุประมาณ 1,000 ลิตร รวมต้นทุนการผลิต ทั้งหมด 18.526 บาทต่อลิตร ทั้งนี้ต้นทุนการผลิต ขึ้นอยู่กับราคาของวัตถุดิบและสารเคมี อาจขึ้นลงไม่แน่นอน ในการแปรรูปปาล์ม น้ำมันเป็นไบโอดีเซล จะต้องใช้ผลปาล์มดิบ จำนวน 100 กิโลกรัม จะได้ น้ำมันไบโอดีเซลประมาณ 20 ลิตร Info Quest Limited ต่อมาสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี มีพระราชดำริให้กลุ่มชาวประมง พื้นบ้านของ จังหวัดนราธิวาส นำน้ำมันไบโอดีเซล ซึ่งผลิตโดยศูนย์ศึกษาการพัฒนาพิกุลทองฯ มา ทดลองใช้กับเรือประมง พื้นบ้านมีกลุ่มชาวประมงที่สนใจเข้าร่วมโครงการใช้น้ำมันไบโอดีเซลแทน น้ำมันดีเซลมาทดลองใช้กับเรือประมงขนาดเล็ก ตั้งแต่เดือนมกราคม 2549 มี 2 กลุ่ม จำนวน 10 ราย คือ กลุ่มชาวประมงพื้นบ้านปูลากาปะะ ต.กะลุวอเหนือ อ.เมือง จ.นราธิวาส มีสมาชิก 5 ราย กลุ่มชาวประมง พื้นบ้านชุมชนท่าเรือ 2000 ต.บางนาค อ.เมือง จ.นราธิวาส มีสมาชิก 5 ราย “ผลการทดลองใช้ไบโอดีเซลกับเครื่องจักรกลการเกษตร พบว่าสตาร์ต



เครื่องติดง่าย คว้นจากท่อไอเสียมีปริมาณน้อย กลิ่นไม่เหม็น การเร่งเครื่องเป็นปกติดี สามารถใช้กับเครื่องยนต์ดีเซลส่วนใหญ่โดยไม่ต้องปรับแต่ง ลดการปลดปล่อยแก๊สเรือนกระจก ช่วย ลด มลพิษในอากาศ ลดการสึกหรอของเครื่องยนต์ เนื่องจาก ไบโอดีเซลมีสภาพหล่อลื่นที่สูงกว่าจึงเกิด การสึกหรอ น้อยกว่า ส่วนทางด้านจุดอ่อนนั้นพบว่า เป็นของแข็งที่อุณหภูมิสูงกว่าน้ำมันดีเซล ที่ทำให้ เป็นของแข็ง ได้ที่อุณหภูมิสูงกว่าคือนำไปใช้ในอากาศที่หนาวไม่ได้ ชิ้นส่วนที่ทำจากยางของ ปั้มน้ำมัน ในเครื่องยนต์ จะเสื่อมคุณภาพเร็ว โดยเฉพาะ กับเครื่องยนต์รุ่นเก่าที่ไม่ได้ออกแบบมารองรับการใช้ งาน กับไบโอดีเซลและค่าพลังงานความร้อนต่ำกว่าน้ำมันดีเซลประมาณ 10% น้ำมันไบโอดีเซล เป็นสารพวกเอสเทอร์ (คล้ายน้ำส้มสายชู) ผลิตจากน้ำมันหรือไขมันของพืช หรือสัตว์ หรือน้ำมันที่เหลือใช้จากการทอดอาหารประเภท จานด่วน (Fast food) นำมาผ่านกรรมวิธีที่ เรียกว่า “การเปลี่ยนให้เป็นเอสเทอร์” (Tranesterification) โดย กรองให้สะอาดแล้วนำมาผสมกับ แอลกอฮอล์ (Ethanol หรือ Methanol) เพื่อให้ทำปฏิกิริยาโดยมีสารพวกต่าง เช่น โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) เป็นตัวเร่งเพื่อให้แปรรูปเป็น เอทิลหรือเมทิลเอสเทอร์ (ขึ้นอยู่กับชนิดของแอลกอฮอล์ที่ใช้) และผลิตภัณฑ์พลอยได้อีกชนิดหนึ่ง ได้แก่ Glycerol ซึ่งเป็นสารเคมีที่ใช้ทำยาและเครื่องสำอางได้ (สำนักงานคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ, ม.ป.ป.)

จุฬารัตน์ มินมุนิน (2550) ได้ศึกษาเรื่องไบโอดีเซลจากเมล็ดพืชน้ำมันโดยกระบวนการอินสิทุ เอสเทอร์ฟิเคชัน ประกอบไปด้วยการนำเมล็ดพืชน้ำมันที่บดละเอียดทำปฏิกิริยากับเอทานอล และใช้กรดซัลฟิวริกเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาเคมี เอทานอลจะละลายน้ำมันในเมล็ดพืช และเกิดปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชัน เมล็ดพืชน้ำมันที่ศึกษาได้แก่ เมล็ดถั่วเหลือง, ถั่วลิสง และสบู่ดำ ตัวแปรที่ศึกษาคือปริมาณเอทานอล ตั้งแต่ 1.0 – 3.0 ลิตรต่อกิโลกรัมเมล็ดพืช และปริมาณกรดซัลฟิวริก ตั้งแต่ 10 – 80 มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมเมล็ดพืช ตัวแปรคงที่ประกอบด้วยเมล็ดพืชบดละเอียด 500 กรัม เวลาการทำปฏิกิริยา 24 ชั่วโมง อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ร้อยละของผลผลิตไบโอดีเซลที่ได้ แปรผันตรงกับปริมาณเอทานอล และกรดซัลฟิวริก คุณสมบัติของไบโอดีเซลที่ได้เปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซล พบว่าค่าจุดวาบไฟ, จุดไหลเท, จุดชนตัว, ความถ่วงจำเพาะ, สี และค่าความร้อนอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานกับมาตรฐานน้ำมันดีเซล ส่วนค่าความหนืดที่ได้ยังมีค่าสูงกว่าค่ามาตรฐาน ซึ่งอยู่ในช่วง 11-20 cSt@40°C การวิเคราะห์หาปริมาณองค์ประกอบเอทิลเอสเทอร์ชนิด ปาล์มิเตทเอทิลเอสเทอร์, สเตียเรทเอทิลเอสเทอร์, โอลิเอทเอทิลเอสเทอร์ และลิโนเลเอทเอทิลเอสเทอร์ ได้ปริมาณเอทิลเอสเทอร์รวมจากเอสเทอร์ 4 ชนิด เท่ากับ 59%, 28% และ 79% จากเมล็ดถั่วเหลือง, ถั่วลิสง และสบู่ดำ ตามลำดับ ไบโอดีเซลที่ได้จากงานศึกษานี้ ยังคงมีปริมาณผลผลิตและสารประกอบเอสเทอร์ในระดับที่ต่ำ ซึ่งได้ให้ข้อเสนอแนะในการศึกษาวิจัยขั้นต่อไป

สัญญา คำจริง บุญเลิศ วัฒนนภาเกษม และ อัครินทร์ ปราเมศร์ ได้ศึกษาเรื่องวิเคราะห์อิทธิพลของความเรียบผิวในงานแม่พิมพ์ลากขึ้นรูปลึกลงเนื่องจากการใช้น้ำมันพืชและน้ำมันพืชผสมดีเซลเป็นสารหล่อลื่นในงานแม่พิมพ์ลากขึ้นรูปลึกลง ซึ่งเป็นการพัฒนาและประยุกต์ใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ภายในประเทศ เพื่อช่วยลดต้นทุนการผลิตโดยจะมุ่งเน้นในด้านการศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพความเรียบผิวของชิ้นงานสำเร็จหลังจากใช้สารหล่อลื่น คือ น้ำมันมะพร้าว 100%, น้ำมันมะพร้าวผสมน้ำมันดีเซล ในอัตราส่วน 2:1, น้ำมันถั่วเหลือง 100%, น้ำมันถั่วเหลืองผสมน้ำมันดีเซล ในอัตราส่วน 2:1, น้ำมันปาล์ม 100%, น้ำมันปาล์มผสมน้ำมันดีเซล ในอัตราส่วน 2:1 และน้ำมันสังเคราะห์ TDN 81 โดยลากขึ้นรูปลึกลงโลหะแผ่นชิ้นงานทั้งสองชนิด คือเหล็ก SPCC และ SPCEN ให้เป็นรูปถ้วยทรงกระบอก ผลการวิจัยพบว่า



น้ำมันมะพร้าวผสมน้ำมันดีเซล ในอัตราส่วน 2:1 ให้ค่าความเรียบผิวแบบอาร์เอ (Ra) และค่าความเรียบผิวแบบอาร์ที (Rt) เฉลี่ยโดยรวมดีที่สุด คือเหล็ก SPCC ได้ค่า Ra = 0.649 μm . และ Rt = 5.696 μm . และเหล็ก SPEN ได้ค่า Ra = 0.931 μm . และ Rt = 7.218 μm

ศุภเอก ประมูลมาก และวิเชียร เกื่อนเครือวัลย์ (2553) ได้ศึกษาเรื่องการใช้ น้ำมันจากพืชเป็นสารหล่อลื่นในกระบวนการลากขึ้นรูปโลหะ เพื่อเป็นการนำเอาทรัพยากรทางการเกษตรที่มีอยู่ในประเทศมาใช้ให้เกิดประโยชน์ อีกทั้งเป็นการลดต้นทุนการผลิตที่จะต้องเสียค่าใช้จ่ายส่วนหนึ่งไปในการซื้อน้ำมันหล่อลื่นจากต่างประเทศเข้ามาใช้ในกระบวนการลากขึ้นรูปโลหะ ตัววัดผลจะวัดจากค่าความเรียบของผิวงานสำเร็จหลังจากใช้ผ่านการลากขึ้นรูป น้ำมันที่นำมาศึกษามีอยู่ 3 ชนิด ได้แก่ น้ำมันมะพร้าว, น้ำมันถั่วเหลือง, และน้ำมันปาล์ม โดยวัสดุที่นำมาขึ้นรูปคือเหล็ก SPEN โดยจากผลการทดลองพบว่าน้ำมันทั้ง 3 ชนิดสามารถนำมาใช้ในการลากขึ้นรูปโลหะได้ โดยน้ำมันมะพร้าวให้ค่าความเรียบผิวแบบ Ra และแบบ Rt มีค่าเฉลี่ยโดยรวมดีที่สุด ได้ค่า Ra = 0.693 ไมครอนเมตร และ Rt = 0.942 ไมครอนเมตร ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าสามารถที่จะนำเอาน้ำมันมะพร้าวเข้ามาใช้ในการเป็นสารหล่อลื่นเพื่อใช้ในกระบวนการลากขึ้นรูปโลหะได้เช่นเดียวกับน้ำมันถั่วเหลืองและน้ำมันปาล์ม แต่ที่เลือกใช้น้ำมันมะพร้าวเพราะให้ค่าความเรียบผิวที่ดีกว่าน้ำมันทั้งสองชนิด

สุรพล ราชฤทธิ์ และคณะ (2553) ได้ศึกษาเรื่องพฤติกรรมด้านโทรโลยีของปาล์มน้ำมัน และความเป็นไปได้ในการพัฒนาปาล์มน้ำมันเพื่อใช้เป็นสารหล่อลื่นอุตสาหกรรม

1. เพื่อศึกษาและประยุกต์ใช้แนวความคิดของการวิเคราะห์ทางโทรโโลยีเพื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันหล่อลื่นที่ได้จากการกลั่นน้ำมันดิบซึ่งส่วนใหญ่แล้วต้องนำเข้าจากต่างประเทศ
2. เพื่อให้ได้ข้อมูลพื้นฐาน ก่อนที่จะนำไปเป็นไปสู่การศึกษาความเป็นไปได้ในการพัฒนาเพื่อปรับปรุง สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

วันฉัตร ชื่นชม (2548) ได้ศึกษาเรื่องการสังเคราะห์น้ำมันไบโอดีเซลและผลิตภัณฑ์หล่อลื่นจากน้ำมันสบู่ดำ งานวิจัยนี้ได้มุ่งเน้นในด้านการสังเคราะห์น้ำมันดีเซลชีวมวลและผลิตภัณฑ์หล่อลื่นจากน้ำมันสบู่ดำ โดยน้ำมันสบู่ดำซึ่งมีโครงสร้างเป็นไตรกลีเซอไรด์จะถูกเปลี่ยนให้มีโครงสร้างเป็นเอสเทอร์เดี่ยว โดยปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ริฟิเคชันด้วยแอลกอฮอล์ 5 ชนิด คือ เอทานอล 1-บิวทานอล 1-เฮกซานอล 1-ออกทานอล และ 1-เดคานอล ตามลำดับโดยมีการดหรือเบสเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา มีการศึกษาผลของอัตราส่วนโดยโมลของแอลกอฮอล์กับน้ำมัน ชนิดและความเข้มข้นของตัวเร่งปฏิกิริยาที่ใช้ อุณหภูมิที่ใช้ในการทำปฏิกิริยา เวลาที่ใช้ในการทำปฏิกิริยา และปริมาณกรดไขมันอิสระและปริมาณน้ำที่มีอยู่ในน้ำมัน ที่มีต่อปริมาณและความบริสุทธิ์ของผลิตภัณฑ์เอสเทอร์ที่สังเคราะห์ได้ จากนั้นนำสารประกอบประเภทเอสเทอร์ที่สังเคราะห์ได้ไปวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีและทางกายภาพ เช่น สี , ความถ่วงจำเพาะ, ความหนืด , จุดไหลเท, จุดวาบไฟ , ความเสถียรทางความร้อน และความเสถียรต่อการทำปฏิกิริยากับออกซิเจน เพื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซลและน้ำมันหล่อลื่นพื้นฐานที่ได้จากปิโตรเลียม และศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้ทดแทนหรือใช้ในลักษณะของสารตัวเติมในน้ำมันดีเซล และในน้ำมันหล่อลื่นพื้นฐานจากปิโตรเลียม ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

วารุณี เปรมานนท์ และพงศ์พันธ์ แก้วตาพิทย์ (2552) ได้ศึกษาเรื่องการศึกษาความสึกหรอที่เกิดขึ้นบนแม่พิมพ์ตัดโลหะในปัจจุบัน เทคโนโลยีและการพัฒนาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการออกแบบและผลิตแม่พิมพ์ขึ้นรูปโลหะมีความจำเป็นอย่างยิ่ง เพื่อที่จะรองรับการขยายตัวที่เป็นไปอย่างรวดเร็ว



ของอุตสาหกรรมขึ้นรูปโลหะในประเทศไทย การศึกษาเพื่อลดการสึกหรอ เพิ่มอายุการทำงานของแม่พิมพ์ จะทำให้เกิดประโยชน์โดยตรงกับการลดต้นทุนการผลิตให้กับอุตสาหกรรมขึ้นรูปโลหะจากการลดเวลาในการซ่อม การเปลี่ยนแม่พิมพ์ การศึกษาถึงอิทธิพลของระยะช่องว่างแม่พิมพ์ [clearance] ที่มีต่ออัตราการสึกหรอของแม่พิมพ์ตัดโลหะถูกเลือกเป็นการศึกษาขั้นแรก เนื่องจากระยะช่องว่างแม่พิมพ์เป็นตัวแปรที่สำคัญในการออกแบบ การศึกษาจะแสดงถึงระยะช่องว่างที่เหมาะสม โดยคำนึงถึงการลดอัตราการสึกหรอเป็นหลัก การศึกษาความสึกหรอทำทั้งในเชิงคุณภาพ และปริมาณ แม่พิมพ์ในการศึกษาทำจากเหล็กเครื่องมือ [D2] และวัสดุชิ้นงานเป็นเหล็กกล้าไร้สนิมกลุ่มเฟอร์ริติก เกรด 430 ความหนา 0.5 มิลลิเมตร ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สมัย โจอินทร์ และคณะ (2552) ได้ศึกษาเรื่องโรงงานสาธิตการผลิตไบโอดีเซลสำหรับชุมชนแบบครบวงจรเฉลิมพระเกียรติฯ การเพิ่มขึ้นของราคาน้ำมันในตลาดโลกส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจของประเทศ พลังงานหมุนเวียนจึงถูกคาดหวังว่าจะสามารถนำมาใช้เป็นพลังงานทางเลือกเพื่อลดการใช้ น้ำมันปิโตรเลียม สำหรับประเทศไทยไบโอดีเซลได้ถูกบรรจุเป็นหนึ่งในแผนยุทธศาสตร์แห่งชาติ โดยมีการส่งเสริมให้เกิดการใช้ทั้งในชุมชนเพื่อลดภาระค่าใช้จ่ายของเกษตรกรและสนับสนุนการสร้างโรงงานผลิตไบโอดีเซลขนาดใหญ่เพื่อรองรับความต้องการของประเทศในอนาคตอันใกล้ ทั้งนี้คุณภาพของไบโอดีเซลที่ผลิตได้จะขึ้นอยู่กับน้ำมันพืชที่เป็นวัตถุดิบ การผลิตไบโอดีเซลจึงต้องการประสบการณ์หรือได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยีที่ถูกต้อง โครงการนี้จึงมีเป้าหมายเพื่อจัดตั้งโรงงานไบโอดีเซลครบวงจรซึ่งประกอบไปด้วย แปลงพืชน้ำมันสาธิต เครื่องสกัดและกรองน้ำมันพืช อุปกรณ์ทำปฏิกิริยา เครื่องอัดกาก และการนำผลพลอยได้จากกระบวนการไปใช้ประโยชน์ และดำเนินการฝึกอบรมเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชน การประสานงานร่วมกับห้องปฏิบัติการทดสอบน้ำมันชีวภาพซึ่งเป็นอีกหนึ่งโครงการภายในของศูนย์ เป็นการแสดงให้เห็นถึงการตรวจสอบคุณภาพเชื้อเพลิง และการใช้งานเชื้อเพลิงที่ผลิตได้ตลอดจนผลกระทบต่อเครื่องยนต์ เป็นการนำเสนอความรู้สู่ชุมชนตั้งแต่ต้นทางจนถึงปลายทางอย่างมีประสิทธิภาพ ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

พิชัย คุณาวิชยานนท์ (2544) ได้ศึกษาเรื่องการใช้โปรแกรมไฟไนต์เอลิเมนต์ในการวิเคราะห์และแก้ไขข้อบกพร่องในการลากขึ้นรูปโลหะแผ่นสำหรับฝามัธอลมเบรก ในงานวิจัยนี้ ชิ้นส่วนฝามัธอลมเบรกซึ่งผลิตจากวัสดุเหล็กขึ้นรูปเกรด SPC270E ที่ความหนา 1.4 มม. ได้ถูกนำมาศึกษาเพื่อแก้ปัญหาในเรื่องคุณภาพภายหลังเสร็จสิ้นกระบวนการขึ้นรูปทั้งหมด 4 ขั้นตอน ปัญหาหลักที่พบคือชิ้นงานที่เกิดการแตกร้าวขึ้นที่บริเวณก้นถ้วยตรงกึ่งกลางของชิ้นส่วนฝามัธอลมเบรกโดยมีความหนาภายหลังการขึ้นรูปอยู่ที่ 0.85 มม. ซึ่งจะต้องผ่านกระบวนการขึ้นรูปกลับ ทางก่อนและทำการลากขึ้นรูปลึกในภายหลัง ในเบื้องต้นของการแก้ปัญหาได้มีการใช้สารหล่อลื่น Presso-100 เพื่อช่วยในการลดแรงเสียดทานระหว่างแผ่นชิ้นงานและด้าย แต่เนื่องจากการแก้ปัญหา ด้วยวิธีดังกล่าวไม่สามารถควบคุมปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นได้ อีกทั้งยังเป็นการเพิ่มภาระในเรื่องของ ต้นทุนแก่ผู้ผลิตอีกด้วย ดังนั้นจึงได้มีแนวคิดที่ทำการแก้ไขปัญหานี้โดยการแก้ไขชิ้นส่วนของ แม่พิมพ์ เพื่อให้สามารถทำการขึ้นรูปได้โดยปราศจากการใช้สารหล่อลื่นโดยขึ้นเชิงและไม่ทำให้ ชิ้นงานสำเร็จเกิดการแตกร้าวขึ้น การแก้ปัญหาดังกล่าวนี้ ผู้วิจัยได้ใช้โปรแกรมทางไฟไนต์เอลิเมนต์ชื่อ AUTOFORM ในการ ทดสอบและจำลองการขึ้นรูป เพื่อหารูปร่างของพื้นที่เหมาะสมในกระบวนการขึ้นรูปครั้งแรก เนื่องจากมีอัตราส่วนการขึ้นรูปที่



เกินจากมาตรฐานการขึ้นรูปโดยทั่วไป ซึ่งภายหลังจากที่ได้มีการ ทดสอบเพื่อหาค่าความสูงและรัศมีของ พันธ์สำหรับการปรับปรุงแม่พิมพ์ที่ใช้ในการขึ้นรูปแล้ว พบว่า สามารถแก้ไขปัญหาเรื่องของเสียที่เกิดขึ้น ดังกล่าวได้โดยความหนาที่บริเวณก้นถ้วยเพิ่มขึ้นอีก ร้อย ละ 16.7 และยังสามารถขึ้นรูปได้โดยไม่ต้องใช้น้ำมันอีกต่อไป



บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาปัญหาและแนวทางการวิจัย โดยการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย หลังจากนั้นผู้วิจัยก็ได้เข้าพบอาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อขอคำแนะนำเรื่องงานวิจัยและไปศึกษาเกี่ยวกับการใช้โปรแกรมไฟไนต์เอลิเมนต์ และทำการออกแบบชิ้นงานและแม่พิมพ์ ในโปรแกรมไฟไนต์เอลิเมนต์ หลังจากทำการทดลองในโปรแกรมแล้วก็นำเอาค่าของน้ำมันแต่ละชนิดใส่ลงไปในโปรแกรมไฟไนต์เอลิเมนต์เพื่อทำการวิเคราะห์ผลของน้ำมันหล่อลื่นแต่ละชนิดและนำผลที่ได้ในแต่ละชนิดมาทำการเปรียบเทียบกันและนำเอาผลของการวิเคราะห์ที่ดีที่สุด เพื่อที่จะนำมาใช้ในการทดลองจริง และใช้วัสดุอลูมิเนียม Al 1100P H12 แผ่นขนาด (กว้าง 50 มิลลิเมตร X ยาว 50 มิลลิเมตร X หนา 1 มิลลิเมตร) จากนั้นทำการจัดเตรียมแม่พิมพ์ที่จะใช้ในกระบวนการลากขึ้นรูป ในที่นี้ใช้แม่พิมพ์ลากขึ้นรูปด้วยรูปทรงกระบอก โดยทำการติดตั้งแม่พิมพ์เข้ากับเครื่องปั๊มโลหะขนาด 2 ตัน เมื่อทำการติดตั้งแม่พิมพ์เข้ากับเครื่องปั๊มโลหะเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ก็ทำการทดลองใช้น้ำมันหล่อลื่นจากน้ำมันพืชชนิดเคลือบที่ผิวชิ้นงาน แล้วนำมาทำการทดลองลากขึ้นรูป โดยมีวิธีการดำเนินการทดลองดังนี้

3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการทดลอง

3.1.1 น้ำมันที่นำมาศึกษา มีอยู่ 5 ชนิด ได้แก่ น้ำมันมะพร้าว, น้ำมันถั่วเหลือง, น้ำมันถั่วลิสง, น้ำมันดอกทานตะวัน และน้ำมันปาล์ม

3.1.2 ชนิดของอลูมิเนียม Al 1100P H12 ที่จะนำมาใส่ในโปรแกรมไฟไนต์เอลิเมนต์

3.1.3 คอมพิวเตอร์โปรแกรมไฟไนต์เอลิเมนต์

3.1.4 คำสั่งของโปรแกรมไฟไนต์เอลิเมนต์ สำหรับการวิเคราะห์รอยยับย่น

3.1.5 เครื่องทดสอบความเหนียว

3.1.6 เครื่องทดสอบแรงเสียดทาน

3.1.7 เครื่องทดสอบแรงอัด

3.1.8 แม่พิมพ์ที่ใช้ในงานทดลองการลากขึ้นรูป

3.1.9 ชิ้นงานที่ใช้ในงานทดลองการลากขึ้นรูป

3.2 ขั้นตอนดำเนินการวิจัย

3.2.1 หาค่าความหนาแน่นของน้ำมันหล่อลื่นจากธรรมชาติที่จะทำการทดลองมีอยู่ด้วยกัน 5 ชนิด คือ น้ำมันมะพร้าว, น้ำมันถั่วเหลือง, น้ำมันถั่วลิสง, น้ำมันดอกทานตะวัน, และน้ำมันปาล์ม โดยมีขั้นตอนในการทดลองดังภาพประกอบ 3.1 ถึง 3.3 เป็นการทดสอบหาค่าความเหนียวโดยใช้เครื่องทดสอบความเหนียว และเปรียบเทียบผลของน้ำมันพืชแต่ละชนิดที่มีค่าความเหนียวใกล้เคียงกับน้ำมันที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม





ภาพประกอบ 3.1 น้ำมันหล่อลื่นจากธรรมชาติ



ภาพประกอบ 3.2 การทดลองหาค่าความหนืดของน้ำมันหล่อลื่นแต่ละชนิด



ภาพประกอบ 3.3 บันทึกผลการทดลองการหาความหนืดของน้ำมันหล่อลื่นแต่ละชนิด

3.2.2 การทดลองหาค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานของน้ำมันหล่อลื่นจากธรรมชาติที่จะทำการทดลองมีอยู่ด้วยกัน 5 ชนิด คือ น้ำมันมะพร้าว, น้ำมันถั่วเหลือง, น้ำมันถั่วลิสง, น้ำมันดอกทานตะวัน, และน้ำมันปาล์ม โดยมีขั้นตอนในการทดลองดังภาพประกอบ 3.4 ถึง 3.5 เป็นการทดสอบหาค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานของน้ำมันหล่อลื่น และเปรียบเทียบผลของน้ำมันพืชแต่ละชนิดที่มีค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานใกล้เคียงกับน้ำมันที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม



ภาพประกอบ 3.4 การทดลองหาค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานของน้ำมันหล่อลื่นแต่ละชนิด





ภาพประกอบ 3.5 การบันทึกผลการทดลองหาค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานของน้ำมันหล่อลื่นแต่ละชนิด และนำผลที่ได้จากการทดลองมาเปรียบเทียบกัน

3.2.2 การทดลองหาจุดวาบไฟของน้ำมันหล่อลื่นจากธรรมชาติที่จะทำการทดลองมีอยู่ด้วยกัน 5 ชนิด คือ น้ำมันมะพร้าว, น้ำมันถั่วเหลือง, น้ำมันถั่วลิสง, น้ำมันดอกทานตะวัน, และน้ำมันปาล์มโดยมีขั้นตอนในการทดลองดังภาพประกอบ 3.6 ถึง 3.7 เป็นการทดสอบหาจุดวาบไฟของน้ำมันหล่อลื่น และเปรียบเทียบผลของน้ำมันพืชแต่ละชนิดที่มีค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานใกล้เคียงกับน้ำมันที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม



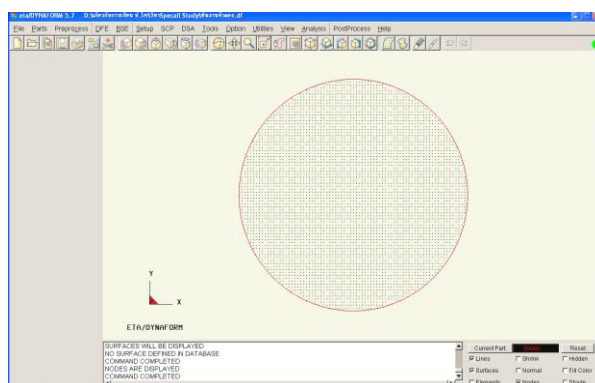
ภาพประกอบ 3.6 เครื่องทดสอบจุดวาบไฟ



ภาพประกอบ 3.7 การบันทึกผลการทดลองหาค่าจุดวาบไฟของน้ำมันหล่อลื่นแต่ละชนิดและนำผลที่ได้จากการทดลองมาเปรียบเทียบกัน

3.3 วิเคราะห์ผลการลากขึ้นรูปด้วยวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์

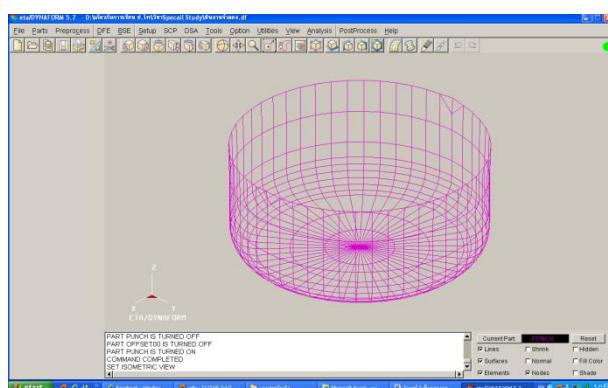
3.3.1 ทำการสร้างแผ่นขึ้นงานเปล่า (Bank) โดยการคำนวณจากขนาดของชิ้นงานสำเร็จซึ่งได้ผลการคำนวณขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางแผ่นขึ้นงานเท่ากับ 73 มม.



ภาพประกอบ 3.8 แผ่นขึ้นงานเปล่า (Bank)

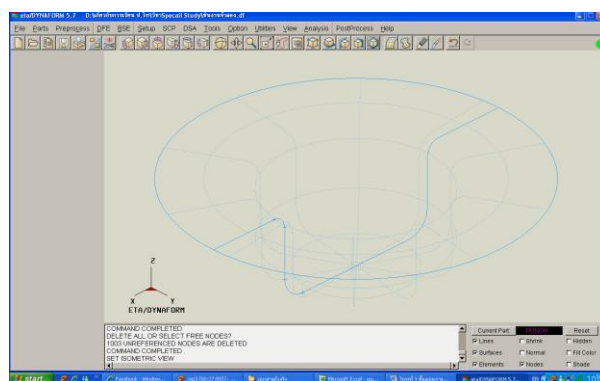
3.3.2 ทำการสร้างแม่พิมพ์ตัวเคลื่อนที่ (Punch) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของพunchเท่ากับ 40 มม. กำหนดความสูงมากกว่าความลึกของชิ้นงานสำเร็จความสูงของพunchเท่ากับ 30 มม.





ภาพประกอบ 3.9 แม่พิมพ์ตัวเคลื่อนที่ (Punch)

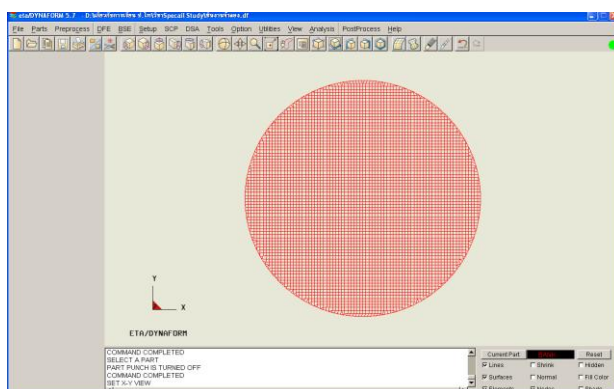
3.3.3 ทำการสร้างแม่พิมพ์ตัวที่อยู่กับที่ (Die) โดยตัวแม่พิมพ์ตายนี้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับขนาดของพื้นที่วงด้วยระยะช่องว่าง ซึ่งเส้นผ่านศูนย์กลางมีค่าเท่ากับ 42.252 มม. และมีความลึก 20 มม. ปีกของตายมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 80 มม.



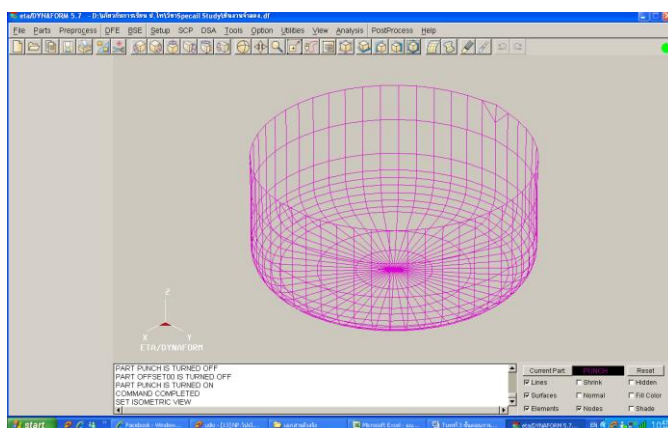
ภาพประกอบ 3.10 แม่พิมพ์ตัวที่อยู่กับที่ (Die)



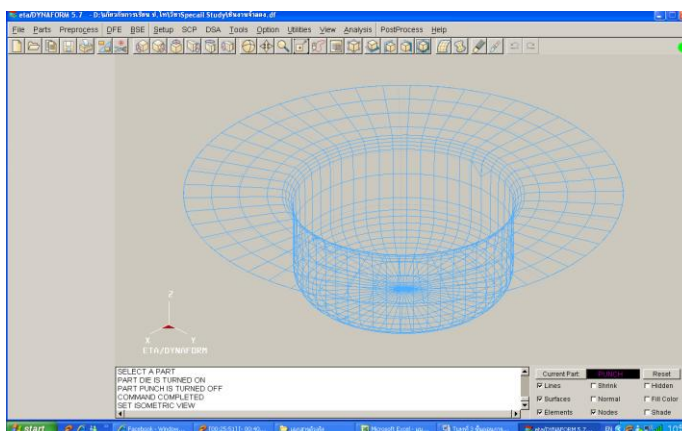
3.3.4 ทำการสร้างเอลิเมนต์ให้กับชิ้นงานที่สร้างขึ้น



ภาพประกอบ 3.11 เอลิเมนต์แผ่นชิ้นงานเปล่า(Bank)

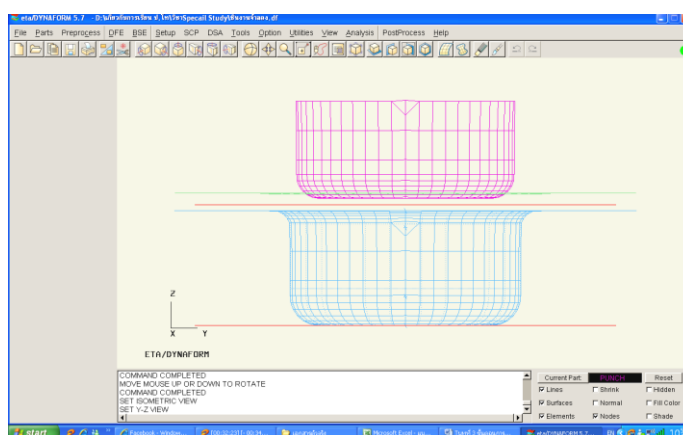


ภาพประกอบ 3.12 เอลิเมนต์แม่พิมพ์ตัวเคลื่อนที่ (Punch)



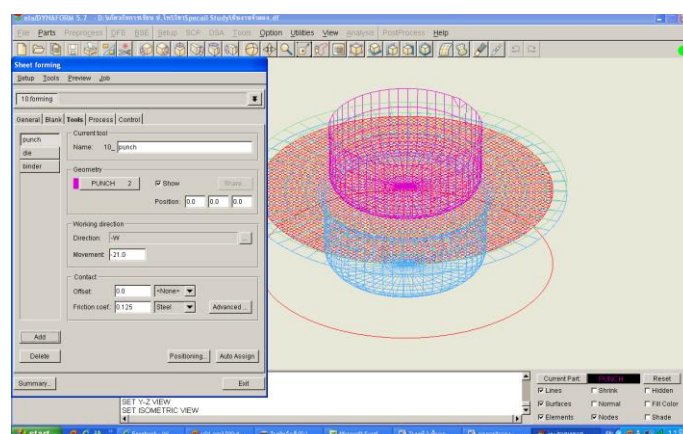
ภาพประกอบ 3.13 เอลิเมนต์แม่พิมพ์ตัวที่อยู่กับที่ (Die)





ภาพประกอบ 3.14 ชิ้นส่วนที่สร้างขึ้น

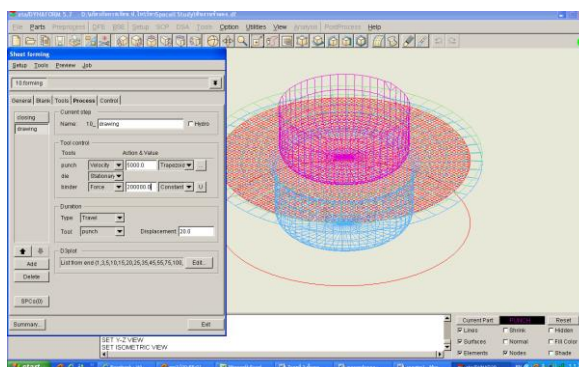
3.3.5 กำหนดคุณสมบัติของชิ้นส่วนและพารามิเตอร์ที่จำเป็น ในขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่สำคัญมาก ซึ่งต้องนำผลของการทดสอบคุณสมบัติทางกลของวัสดุไปเติมลงในคุณสมบัติของวัสดุที่ทำการศึกษาการลากขึ้นรูป



ภาพประกอบ 3.15 กำหนดค่าพารามิเตอร์

3.3.6. กำหนดแรงที่ใช้ในการวิเคราะห์ ซึ่งกำหนดตามขนาดที่คำนวณได้คือ $2,386.01 \text{ N/mm}^2$ ความเร็วในการเคลื่อนที่ของพังก์เท่ากับ 20 มม./วินาที





ภาพประกอบ 3.16 กำหนดขนาดแรงกดแผ่นชิ้นงาน

3.3.7. ทำการประมวลผลของข้อมูลเพื่อจะนำข้อมูลไปทำการวิเคราะห์ต่อไป

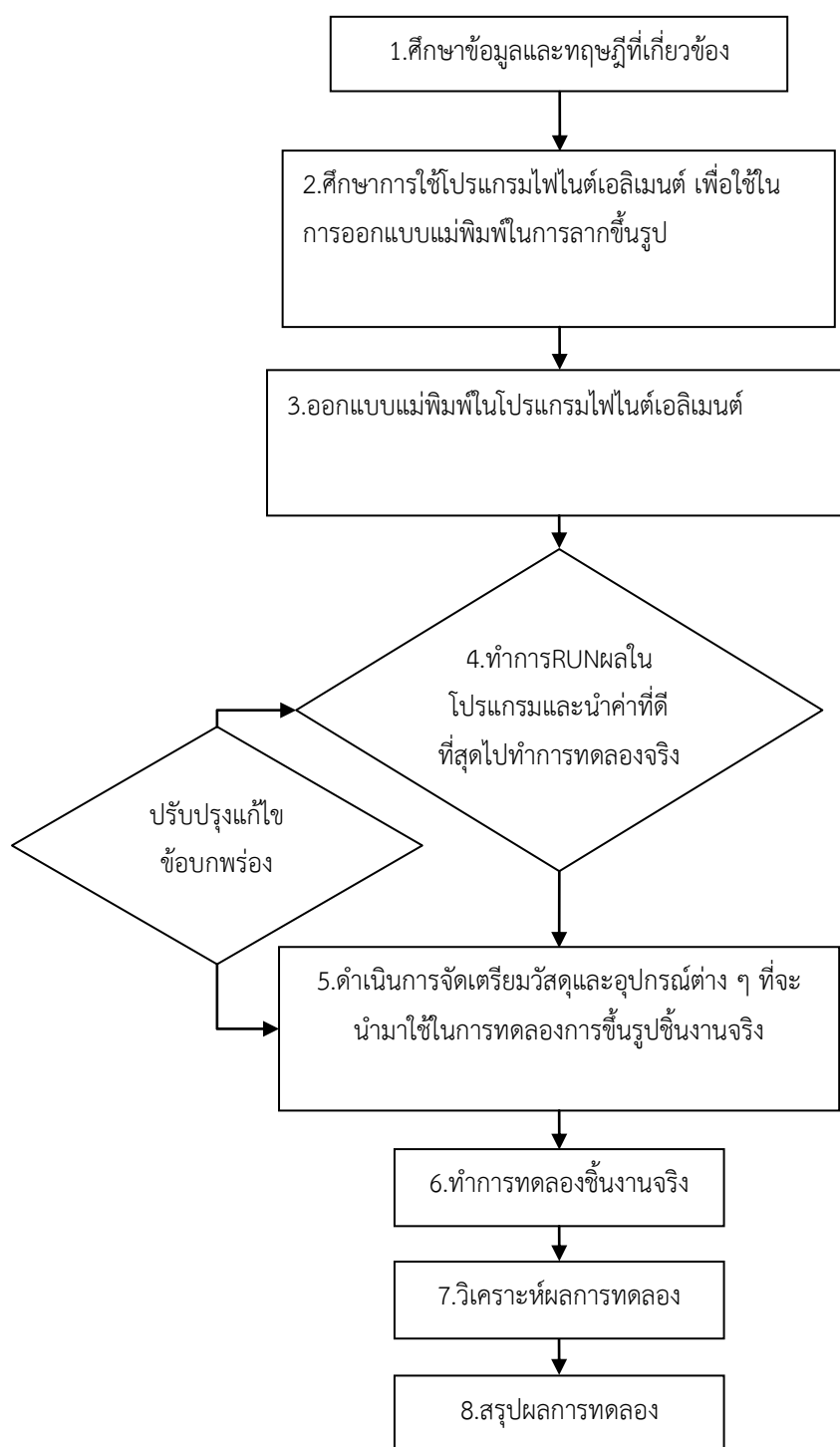
3.3.8 นำผลที่ได้จากการจำลองการลากชิ้นรูป จากเงื่อนไขต่าง ๆ มาทำการวิเคราะห์ผลจากการจำลองที่เกิดขึ้น

3.3.9 ทำการสรุปผลจากการดำเนินการโดยเปรียบเทียบการเกิดรอยย่นที่เกิดขึ้นบริเวณปีกของชิ้นงาน เนื่องจากเงื่อนไขที่ตั้งไว้ต่างกันผลการทดลองนั้นเป็นเช่นไรแล้วนำไปอภิปรายผลต่อไป

3.3.10. ทำการเปรียบเทียบผลการใช้น้ำมันจากธรรมชาติกับน้ำมันหล่อลื่นทั่วไปในอุตสาหกรรมที่ใช้ในกระบวนการลากชิ้นรูป



3.4 แผนผังขั้นตอนการดำเนินโครงการ



ภาพประกอบ 3.17 แผนผังขั้นตอนการดำเนินการ



บทที่ 4

ผลการวิจัยและการอภิปราย

4.1 ผลการทดลองหาคุณสมบัติของสารหล่อลื่น

ผลที่ได้จากการทดลองหาคุณสมบัติของสารหล่อลื่นดังแสดงในตารางที่ 4.1 จากผลการทดลองหาคุณสมบัติของสารหล่อลื่นนั้นได้พบว่าน้ำมันมะพร้าวให้ค่าความหนาแน่นที่ 0.891 กรัมต่อมิลลิลิตร (kg/ml) ค่าความหนืดเท่ากับ 9.19 เซนติสโตรค ค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทาน (μ) 0.309 ค่าจุดวาบไฟเท่ากับ 360 องศาเซลเซียส และพบว่าน้ำมันถั่วเหลืองให้ค่าความหนาแน่นที่ 0.922 กรัมต่อมิลลิลิตร (kg/ml) ค่าความหนืดเท่ากับ 11.89 เซนติสโตรค ค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทาน (μ) 0.510 และค่าจุดวาบไฟเท่ากับ 630 องศาเซลเซียส และพบว่าน้ำมันถั่วลิสงให้ค่าความหนาแน่นที่ 0.916 กรัมต่อมิลลิลิตร (kg/ml) ค่าความหนืดเท่ากับ 13.52 เซนติสโตรค ค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทาน (μ) 0.539 และค่าจุดวาบไฟเท่ากับ 620 องศาเซลเซียส และพบว่าน้ำมันเมล็ดทานตะวันให้ค่าความหนาแน่นที่ 0.921 กรัมต่อมิลลิลิตร (kg/ml) ค่าความหนืดเท่ากับ 16.22 เซนติสโตรค ค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทาน (μ) 0.572 และค่าจุดวาบไฟเท่ากับ 690 องศาเซลเซียส และพบว่าน้ำมันปาล์มให้ค่าความหนาแน่นที่ 0.955 กรัมต่อมิลลิลิตร (kg/ml) ค่าความหนืดเท่ากับ 17.30 เซนติสโตรค ค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทาน (μ) 0.555 และค่าจุดวาบไฟเท่ากับ 700 องศาเซลเซียส และพบว่าน้ำมันสโลด์เวย์ออยล์ให้ค่าความหนาแน่นที่ 0.895 กรัมต่อมิลลิลิตร (kg/ml) ค่าความหนืดเท่ากับ 9.90 เซนติสโตรค ค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทาน (μ) 0.290 และค่าจุดวาบไฟเท่ากับ 258 องศาเซลเซียส จากผลการทดลองสามารถสรุปได้ว่า น้ำมันมะพร้าวมีค่าที่ใกล้เคียงกับค่าน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้ในงานอุตสาหกรรม

ตาราง 4.1 ผลการทดลองหาคุณสมบัติของสารหล่อลื่นและการเปรียบเทียบคุณสมบัติของน้ำมันแต่ละชนิด

ชนิดของน้ำมัน	ค่าความหนาแน่น (ที่ 28 องศาเซลเซียส) (กรัมต่อมิลลิลิตร)	ความหนืด (ที่ 26 องศาเซลเซียส) (เซนติสโตรค)	จุดวาบไฟที่ อุณหภูมิ องศา เซลเซียส	ค่าสัมประสิทธิ์ แรงเสียดทาน (μ)
น้ำมันถั่วเหลือง	0.922	11.89	630	0.510
น้ำมันเมล็ดทานตะวัน	0.921	16.22	690	0.572
น้ำมันมะพร้าว	0.891	9.19	360	0.309
น้ำมันถั่วลิสง	0.916	13.52	620	0.539
น้ำมันปาล์ม	0.955	17.30	700	0.555
น้ำมันสโลด์เวย์ออยล์	0.895	9.90	258	0.290



4.2 ผลการเปรียบเทียบราคาน้ำมันจากธรรมชาติกับน้ำมันหล่อลื่นทั่วไปในอุตสาหกรรมที่ใช้ในกระบวนการลากขึ้นรูป

ผลที่ได้จากการเปรียบเทียบราคาน้ำมันจากธรรมชาติกับน้ำมันหล่อลื่นทั่วไปที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมคือน้ำมันถั่วเหลืองมีความแตกต่างมากที่สุดที่ 87.67 บาทต่อลิตร น้ำมันที่มีความแตกต่างลงมาอีกคือน้ำมันถั่วสงมีความแตกต่างกันที่ 86.17 บาทต่อลิตร น้ำมันที่มีความแตกต่างลงมาอีกคือน้ำมันเมล็ดทานตะวันมีความแตกต่างกันที่ 82.20 บาทต่อลิตร น้ำมันที่มีความแตกต่างลงมาอีกคือน้ำมันปาล์มมีความแตกต่างกันที่ 85.17 บาทต่อลิตร น้ำมันที่มีความแตกต่างลงมาอีกคือน้ำมันมะพร้าวมีความแตกต่างกันที่ 64.17 บาทต่อลิตร และน้ำมันที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมมีราคาเท่ากับ 124.17 บาทต่อลิตร

จากการเปรียบเทียบน้ำมันหล่อลื่นจากธรรมชาติทั้ง 5 ชนิดนั้นจะสังเกตได้ว่าน้ำมันมะพร้าวมีราคาสูงกว่าน้ำมันหล่อลื่นจากธรรมชาติชนิดอื่น ๆ แต่คุณสมบัติของน้ำมันมะพร้าวดีกว่าน้ำมันชนิดอื่น และมีค่าคุณสมบัติที่ใกล้เคียงกับค่าน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้ในงานอุตสาหกรรม

ตาราง 4.2 การเปรียบเทียบราคาน้ำมันจากธรรมชาติกับน้ำมันหล่อลื่นทั่วไปในอุตสาหกรรมที่ใช้ในกระบวนการลากขึ้นรูป (โดยเฉลี่ยน้ำมันสโลดเวย์ ออยล์ มีราคา 124.17 บาท ต่อ ลิตร)

น้ำมันที่นำมาทดลอง	ราคาน้ำมัน (บาท ต่อ ลิตร)	ความแตกต่างระหว่างราคาน้ำมัน (บาท ต่อ ลิตร)	หมายเหตุ
น้ำมันถั่วเหลือง	37.5	86.67	
น้ำมันดอกทานตะวัน	42.5	82.20	
น้ำมันมะพร้าว	60	64.17	
น้ำมันถั่วลิสง	38	86.17	
น้ำมันปาล์ม	39	85.17	
น้ำมันสโลดเวย์ ออยล์	124.17	0	ไม่มีความแตกต่าง

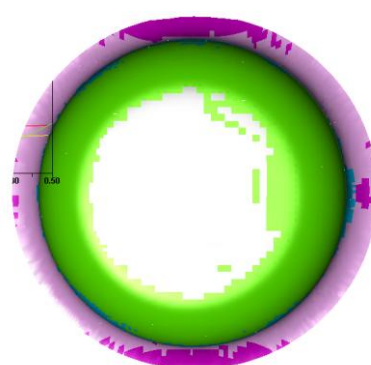


4.3 ผลการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์

ผลที่ได้จากผลการทดลองใช้โปรแกรมไฟไนต์เอลิเมนต์ ที่ผ่านกระบวนการลากขึ้นรูปนั้น จากการสรุปผลในภาพประกอบ 4.1 ถึง 4.5 นั้นสามารถสรุปได้ว่า น้ำมันมะพร้าวที่ส่งผลต่อการทำให้เกิดรอยย่นน้อยกว่าน้ำมันหล่อลื่นชนิดอื่น ๆ แต่อย่างไรก็ตามรอยย่นที่เกิดขึ้นบนปากถ้วยนั้นก็ขึ้นอยู่กับแรงและขอบปากถ้วยที่ใช้ในการลากขึ้นรูปด้วย เมื่อเปรียบเทียบผลที่ได้จากผลการทดลองใช้โปรแกรมไฟไนต์เอลิเมนต์กับการขึ้นรูปจริง ดังรูปต่อไปนี้



ก.ชิ้นงานจริง

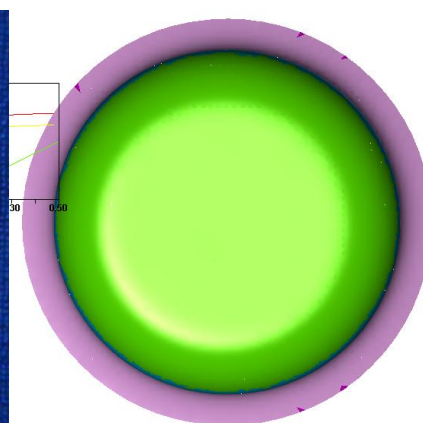


ข.แบบจำลอง

ภาพประกอบ 4.1 การเปรียบเทียบชิ้นงานที่ได้จากการทดลองกับแบบจำลองด้วยโปรแกรม Dynaform (น้ำมันถั่วเหลือง)



ก.ชิ้นงานจริง

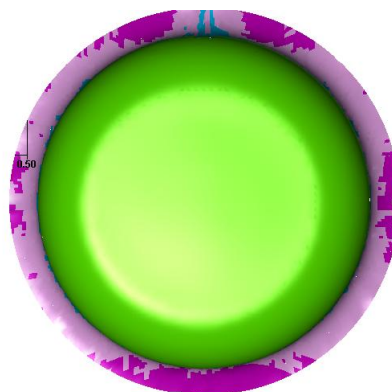


ข.แบบจำลอง

ภาพประกอบ 4.2 การเปรียบเทียบชิ้นงานที่ได้จากการทดลองกับแบบจำลองด้วยโปรแกรม Dynaform (น้ำมันมะพร้าว)



ก.ชิ้นงานจริง

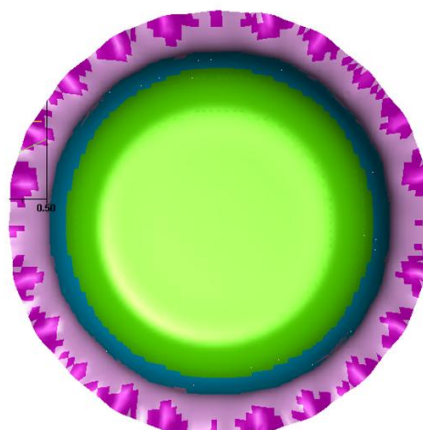


ข.แบบจำลอง

ภาพประกอบ 4.3 การเปรียบเทียบชิ้นงานที่ได้จากการทดลองกับแบบจำลองด้วยโปรแกรม Dynaform (น้ำมันถั่วลิสง)

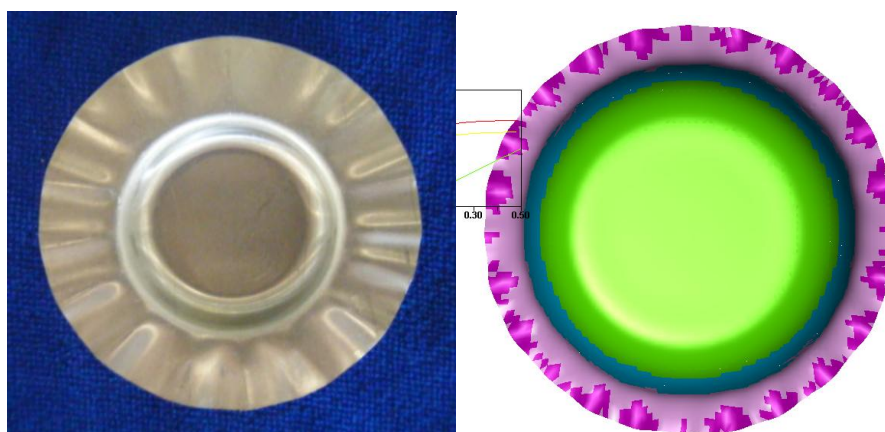


ก.ชิ้นงานจริง



ข.แบบจำลอง

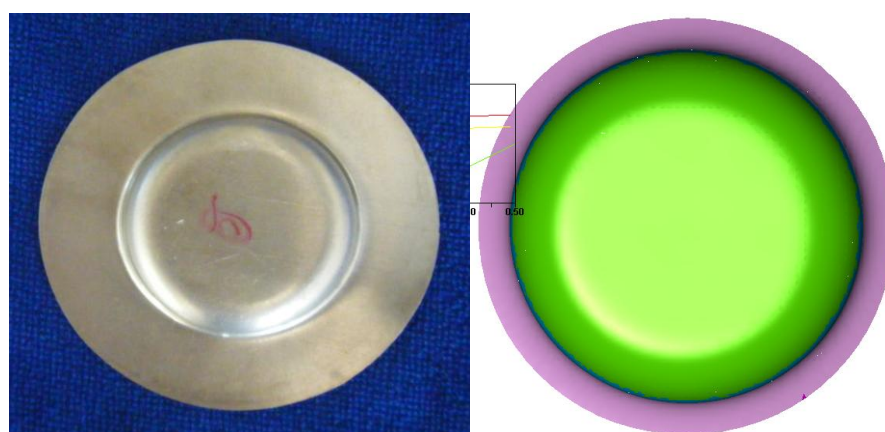
ภาพประกอบ 4.4 การเปรียบเทียบชิ้นงานที่ได้จากการทดลองกับแบบจำลองด้วยโปรแกรม Dynaform (น้ำมันเมล็ดทานตะวัน)



ก.ชิ้นงานจริง

ข.แบบจำลอง

ภาพประกอบ 4.5 การเปรียบเทียบชิ้นงานที่ได้จากการทดลองกับแบบจำลองด้วยโปรแกรม Dynaform (น้ำมันปาล์ม)



ก.ชิ้นงานจริง

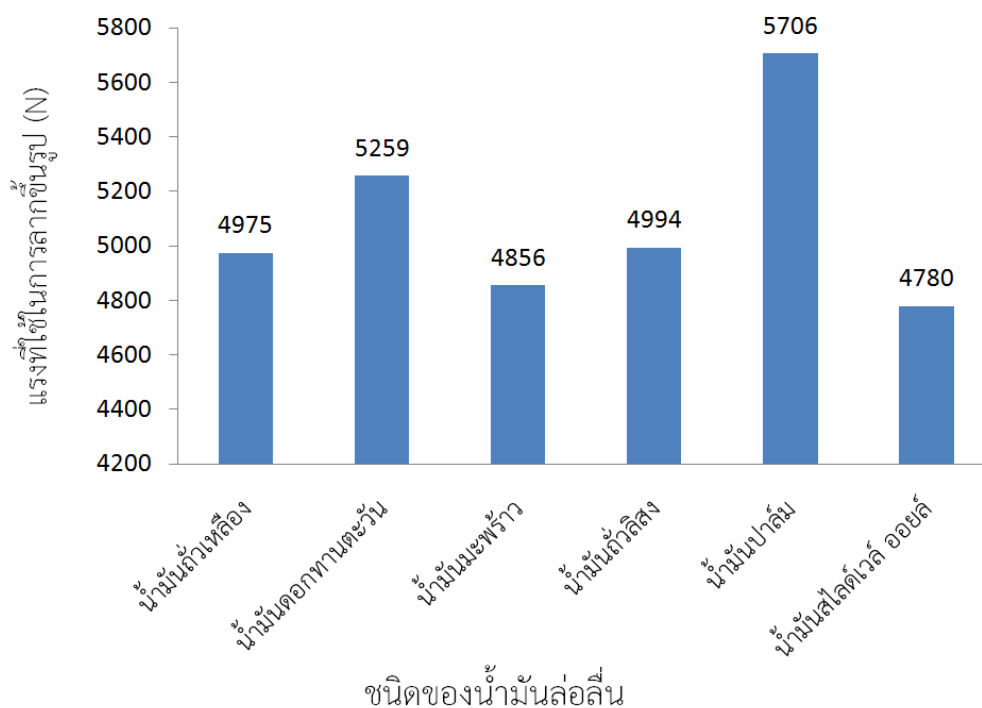
ข.แบบจำลอง

ภาพประกอบ 4.6 การเปรียบเทียบชิ้นงานที่ได้จากการทดลองกับแบบจำลองด้วยโปรแกรม Dynaform (น้ำมันสไลด์เวย์ออยล์)

4.4.ผลการวิเคราะห์ของแรงที่ได้จากกระบวนการลากขึ้นรูป

ผลการวิเคราะห์ของแรงที่ได้จากการขึ้นรูปในโปรแกรมไฟไนต์เอลิเมนต์ ที่ผ่านกระบวนการลากขึ้นรูปนั้น จากการสรุปผลในภาพประกอบ 4.7 กราฟแสดงแรงที่ใช้ในการลากขึ้นรูปในโปรแกรมของน้ำมันแต่ละชนิดเมื่อทำการเปรียบเทียบจะเห็นได้ว่าน้ำมันสไลด์เวย์ออยล์ที่นำเข้ามาจากต่างประเทศจะทำให้แม่พิมพ์นั้นออกแรงน้อยกว่าน้ำมันที่ได้จากพืชแต่ในการเปรียบเทียบนั้นน้ำมันพืชทั้ง 5 ชนิด

นั่นก็จะเห็นได้ว่าน้ำมันมะพร้าว นั้นก็มีค่าที่ใกล้เคียงกับน้ำมันหล่อลื่นที่ได้จากต่างประเทศและยังมีราคาที่ถูกกว่าน้ำมันที่นำเข้าจากต่างประเทศด้วย



ภาพประกอบ 4.7 กราฟแรงที่ใช้ในการลากขึ้นรูปในโปรแกรม

4.5 จากการเปรียบเทียบชิ้นงานจริง

ผลการทดลองการลากขึ้นรูปจริงระหว่างน้ำมันมะพร้าวกับน้ำมันสโตนวอลล์ออยล์จำนวน 5 ชิ้น พบว่าน้ำมันมะพร้าวได้ชิ้นงานที่สมบูรณ์ที่สุดมา 3 ชิ้น ชิ้นงานที่เกิดรอยย่นมีจำนวน 2 ชิ้น และพบว่า น้ำมันสโตนวอลล์ออยล์ได้ชิ้นงานที่สมบูรณ์ที่สุดมา 4 ชิ้น ชิ้นงานที่เกิดรอยย่นมีจำนวน 1 ชิ้น จากการเปรียบเทียบในลักษณะนี้สามารถสรุปได้ว่าน้ำมันมะพร้าวนำไปใช้ในการลากขึ้นรูปได้





(ก) ชิ้นงานที่สมบูรณ์



(ข) ชิ้นงานที่เกิดรอยร่วน



(ค) ชิ้นงานที่ขึ้นรูปจำนวน 5 ชิ้นงาน

ภาพประกอบ 4.8 การลากขึ้นรูปจริงจำนวน 5 ชิ้นงาน (น้ำมันสไลด์เวย์ออยล์)





(ก) ชิ้นงานที่สมบูรณ์



(ข) ชิ้นงานที่เกิดรอยย่น



(ค) ชิ้นงานที่ขึ้นรูปจำนวน 5 ชิ้นงาน

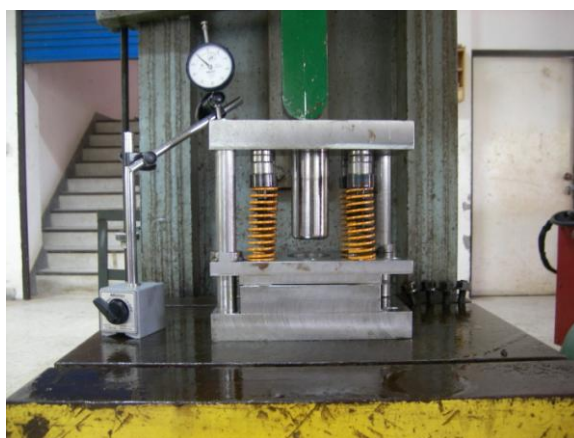
ภาพประกอบ 4.9 การลากขึ้นรูปจริงจำนวน 5 ชิ้นงาน (น้ำมันมะพร้าว)



ภาพประกอบ 4.10 ลักษณะแผ่นชิ้นงานเริ่มต้นที่จะทำการขึ้นรูป



ภาพประกอบ 4.11 อุปกรณ์ชุดแม่พิมพ์ลากขึ้นรูปและการประกอบชิ้นส่วน



ภาพประกอบ 4.12 ชุดแม่พิมพ์ลากขึ้นรูปหลังการประกอบชิ้นส่วน



ภาพประกอบ 4.13 ขั้นตอนการลากขึ้นรูปชิ้นงาน



บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย

5.1 สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยหาคุณสมบัติของสารหล่อลื่นพบว่า น้ำมันมะพร้าวให้ค่าความหนาแน่นที่ 0.891 กรัมต่อมิลลิเมตร ค่าความหนืดเท่ากับ 9.19 เซนติสโตค ค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทาน เท่ากับ 0.309 ค่าจุดวาบไฟเท่ากับ 360 องศาเซลเซียส จากผลการทดลองที่ได้เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับน้ำมันชนิดต่างๆ จะเห็นได้ว่าน้ำมันมะพร้าวมีค่าที่ใกล้เคียงกันกับค่าน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้ในงานอุตสาหกรรมมากที่สุด

ผลที่ได้จากการเปรียบเทียบราคาน้ำมันจากธรรมชาติกับน้ำมันหล่อลื่นทั่วไปที่ใช้ในงานอุตสาหกรรมคือน้ำมันถั่วเหลืองมีราคาแตกต่างกันที่สุดที่ 87.67 บาทต่อลิตร น้ำมันที่มีราคาแตกต่างลงมาอีกคือน้ำมันถั่วสงมีราคาแตกต่างกันที่ 86.17 บาทต่อลิตร น้ำมันที่มีราคาแตกต่างลงมาอีกคือน้ำมันเมล็ดทานตะวันมีราคาแตกต่างกันที่ 82.20 บาทต่อลิตร น้ำมันที่มีราคาแตกต่างลงมาอีกคือน้ำมันปาล์มมีราคาแตกต่างกันที่ 85.17 บาทต่อลิตร น้ำมันที่มีราคาแตกต่างลงมาอีกคือน้ำมันมะพร้าวมีราคาแตกต่างกันที่ 64.17 บาทต่อลิตร และน้ำมันที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมมีราคาเท่ากับ 124.17 บาทต่อลิตร โดยเฉลี่ย

ผลการทดลองใช้โปรแกรมไฟไนต์เอลิเมนต์ ที่ผ่านกระบวนการลากขึ้นรูปนั้น สามารถสรุปได้ว่า น้ำมันมะพร้าวที่ส่งผลการทำให้เกิดรอย่นน้อยกว่าน้ำมันหล่อลื่นชนิดอื่นๆแต่อย่างไรก็ตามรอย่นที่เกิดขึ้นบนปากถัวยนั้นก็ขึ้นอยู่กับแรงและขอบปากถัวยที่ใช้ในการลากขึ้นรูปด้วย เมื่อเปรียบเทียบผลที่ได้จากผลการทดลองใช้โปรแกรมไฟไนต์เอลิเมนต์กับการขึ้นรูปจริง

ผลการวิเคราะห์ของแรงที่ได้จากการขึ้นรูปในโปรแกรมไฟไนต์เอลิเมนต์ ที่ผ่านกระบวนการลากขึ้นรูปนั้น จากการสรุปผลแรงที่ใช้ในการลากขึ้นรูปในโปรแกรมของน้ำมันแต่ละชนิดเมื่อทำการเปรียบเทียบจะเห็นได้ว่าน้ำมันสโลดเวย์ออยล์ที่นำเข้าจากต่างประเทศจะทำให้แม่พิมพ์นั้นออกแรงน้อยกว่าน้ำมันที่ได้จากพืชแต่ในการเปรียบเทียบนั้นน้ำมันพืชทั้ง 5 ชนิดนั้น ก็จะได้เห็นว่าน้ำมันมะพร้าวนั้นก็มีค่าที่ใกล้เคียงกับน้ำมันหล่อลื่นที่ได้จากต่างประเทศและยังมีราคาที่ถูกกว่าน้ำมันที่นำเข้าจากต่างประเทศด้วย

ผลการทดลองการลากขึ้นรูปจริงระหว่างน้ำมันมะพร้าวกับน้ำมันสโลดเวย์ออยล์จำนวน 5 ชิ้น พบว่าน้ำมันมะพร้าวได้ชิ้นงานที่สมบูรณ์ที่สุดมี 3 ชิ้น ชิ้นงานที่เกิดรอย่นมีจำนวน 2 ชิ้น และพบว่าน้ำมันสโลดเวย์ออยล์ได้ชิ้นงานที่สมบูรณ์ที่สุดมี 4 ชิ้น ชิ้นงานที่เกิดรอย่นมีจำนวน 1 ชิ้น จากการเปรียบเทียบในลักษณะนี้สามารถสรุปได้ว่าน้ำมันมะพร้าวนั้นสามารถนำไปใช้ในงานลากขึ้นรูปได้

5.2 ข้อเสนอแนะ

- 5.2.1 มีการเกิดรอยบนแผ่นเปล่าอันเนื่องมาจากการตัดชิ้นงานเริ่มต้น
- 5.2.2 แรงที่ใช้ในการลากขึ้นรูปจะมีผลต่อการทำให้ชิ้นงานขาดได้
- 5.2.3 ขอบของชิ้นงานมากเกินไปมีผลต่อการทำให้เกิดรอย่นได้
- 5.2.4 แม่พิมพ์ก็มีผลต่อการทำให้เกิดรอยยับได้



เอกสารอ้างอิง



เอกสารอ้างอิง

- เกษตรกรดอทคอม. (ม.ป.ป.). ใครจะรู้ว่า น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ มีประโยชน์ขนาดนี้. [ออนไลน์]. ได้จาก: <http://www.kasedtakon.com/ใครจะรู้ว่า-น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์-มีประโยชน์ขนาดนี้> [สืบค้นเมื่อ มิถุนายน 2555].
- คมสันต์ งามขำ. (2550) ชีตจำกัดการขึ้นรูปเหล็กกล้าไร้สนิมอสเทน SUS304 จากการเปลี่ยนแปลงความหนา. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- จุฬารัตน์ มินมุนิน. (2550). การผลิตไบโอดีเซลจากเมล็ดพืชน้ำมันโดยกระบวนการอินทรีย์เอสเทอร์ฟิเคชัน. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- เซ็นทรัล-ลูบ เทคโนโลยี. (2551). พื้นฐานการหล่อลื่น. [ออนไลน์]. ได้จาก: <http://www.centallube.co.th/main/printable.php?id=5> [สืบค้นเมื่อ มิถุนายน 2554].
- บพิตร บุปผาโชติ, วารุณี เปรมานนท์ และพงษ์พันธ์ แก้วตาพิทย์. (2548). Optimum Heat Treatment Conditions for C45 Steel in Fine Blanking Process. วิศวกรรมสาร มช., 32(4), 551-562.
- พิศมัย เจนวนิชปัญญกุล. (2544). ไบโอดีเซลพลังงานทางเลือก. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 16(3), 3-13.
- วันฉัตร ชื่นชม. (2548). การสังเคราะห์น้ำมันไบโอดีเซลและผลิตภัณฑ์หล่อลื่นจากน้ำมันสบู่ดำ. โครงการวิจัย. กรุงเทพฯ: สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ.
- วารุณี เปรมานนท์ และพงษ์พันธ์ แก้วตาพิทย์. (2552). งานขึ้นรูปโลหะ เล่ม 1 แม่พิมพ์โลหะแผ่น. กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)
- วิกิพีเดีย. (2555 ก). น้ำมันปาล์ม. [ออนไลน์]. ได้จาก: <http://th.wikipedia.org/wiki/น้ำมันปาล์ม> [สืบค้นเมื่อ มิถุนายน 2555].
- วิกิพีเดีย. (2555 ข). สบู่ดำ. [ออนไลน์]. ได้จาก: <http://th.wikipedia.org/wiki/สบู่ดำ> [สืบค้นเมื่อ มิถุนายน 2555].
- ศุภเอก ประมูลมาก และวิเชียร เกื้อนครีวัลย์. (2553). การศึกษาการใช้ไขมันจากพืชเป็นสารหล่อลื่นในกระบวนการลากขึ้นรูปโลหะ. ใน: การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ครั้งที่ 8. 22-23 เมษายน 2553. สงขลา. หน้า 560-563
- สนุก ออนไลน์. (ม.ป.ป.). น้ำมันรำข้าว. [ออนไลน์]. ได้จาก: <http://guru.sanook.com/pedia/topic/น้ำมันรำข้าว/> [สืบค้นเมื่อ มิถุนายน 2555].
- สมัย ใจอินทร์, สมบัติ ชินะวงศ์, กิตตินันท์ อ้นนายนนท์, สุนัข โตไพบุลย์, ปิยะรัตน์ เช่าชี และอุกฤษฏ์ สหพัฒน์สมบัติ. (2552). โรงงานสาธิตการผลิตไบโอดีเซลสำหรับชุมชนแบบครบวงจรเฉลิมพระเกียรติฯ. โครงการวิจัย. กรุงเทพฯ: ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ.
- สัญญา คำจริง. วิเคราะห์อิทธิพลของความเรียบผิวในงานแม่พิมพ์ลากขึ้นรูปลึกเนื่องจากการใช้น้ำมันพืชและน้ำมันพืชผสมดีเซลเป็นสารหล่อลื่น. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ.



- สำนักข่าวมุสลิมไทยโพสต์. (ม.ป.ป.). น้ำมันพืช (Vegetable Oil). [ออนไลน์]. ได้จาก:
<http://muslimthai.muslimthai.com/main/index.php?page=sub&category=110&id=13335> [สืบค้นเมื่อ มิถุนายน 2554].
- สำนักงานกองทุนสนับสนุนการส่งเสริมสุขภาพ (สสส.). (2551). “น้ำมันพืช” ก็มีประโยชน์.
 [ออนไลน์]. ได้จาก: <http://www.thaihealth.or.th/healthcontent/article/4333> [สืบค้นเมื่อ มิถุนายน 2555].
- สำนักงานคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ. (ม.ป.ป.). *โครงการด้านการเกษตร*. [ออนไลน์]. ได้จาก: <http://www.rdpb.go.th/RDPB/front/Projects/RDPBProjectType.aspx?p=40> [สืบค้นเมื่อ มิถุนายน 2554].
- สุรพล ราษฎร์นุ้ย และคณะ. (2553). *การศึกษาพฤติกรรมด้านไตรโลยีของปาล์มน้ำมันและความเป็นไปได้ในการพัฒนาปาล์มน้ำมันเพื่อใช้เป็นสารหล่อลื่นอุตสาหกรรม*. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.).
- EDUCATION ZONE. (ม.ป.ป.). *ไบโอดีเซล พลังงานทดลอง*. [ออนไลน์]. ได้จาก:
<http://blog.eduzones.com/futurecareer/12569> [สืบค้นเมื่อ มิถุนายน 2554].



ภาคผนวก



ภาคผนวก ก
กระบวนการใช้โปรแกรม Dynaform

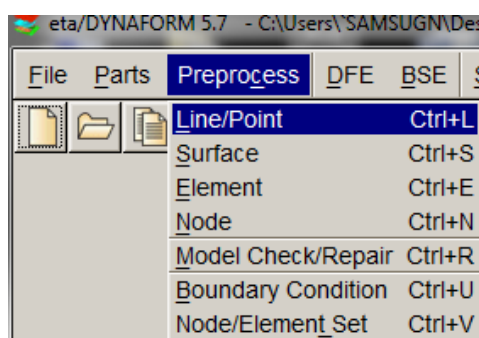


การเตรียมชิ้นงานเพื่อใช้ในการวิเคราะห์

ขั้นตอนการเตรียมชิ้นงานเพื่อใช้ในการวิเคราะห์

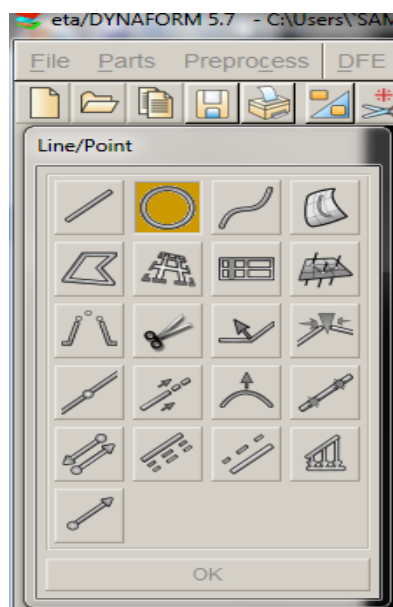


1. คลิกไอคอน  เพื่อเปิดซอฟต์แวร์ eta/DYNAFORM v5.6 จากนั้นไปที่ เมนูบาร์, เลือกเมนู Preprocess และเลือกฟังก์ชัน Line/Point (Ctrl + L) .จากนั้นซอฟต์แวร์จะแสดงหน้าต่างของ Line/Point ดังตัวอย่างที่แสดงในภาพประกอบ ก 1



ภาพประกอบ ก 1 Preprocess and Line/Point (Ctrl + L)

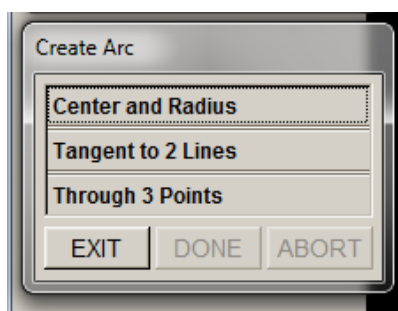
2. คลิกไอคอน  (Create Arc) เพื่อกำหนดตำแหน่งของเส้นหรือจุดที่จะสร้างขึ้นรูป



ภาพประกอบ ก 2 Create Arc

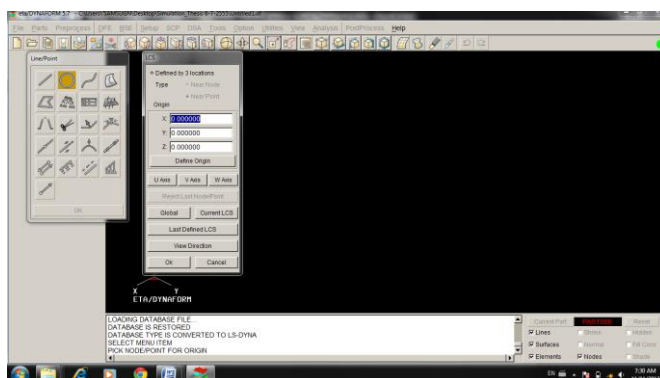


3. คลิก Center and Radius เพื่อกำหนดขนาดของเส้นหรือจุดที่จะสร้างขึ้นรูป



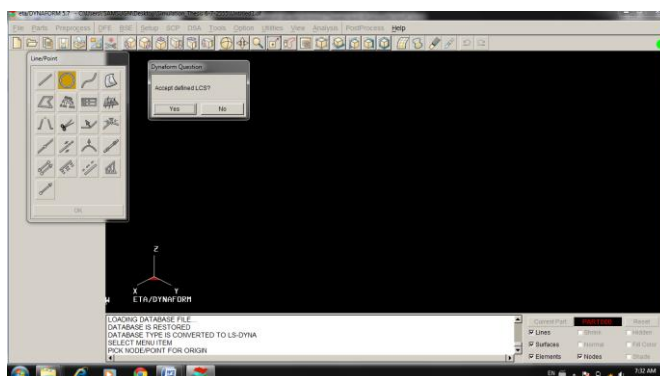
ภาพประกอบ ก 3 Center and Radius

4. คลิกที่แนวแกน X, Y, Z เพื่อกำหนดขนาดของเส้นตามที่กำหนดไว้แล้วไปคลิกที่ Last Defined LCS



ภาพประกอบ ก 4 แนวแกน X, Y, Z และ Last Defined LCS

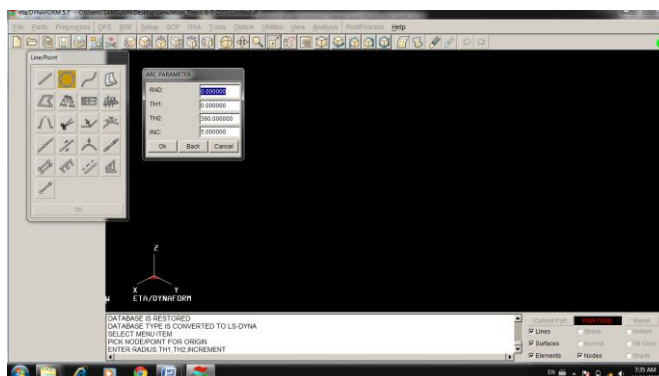
คลิกที่ Yes เพื่อตกลง



ภาพประกอบ ก 5 กดที่ Yes

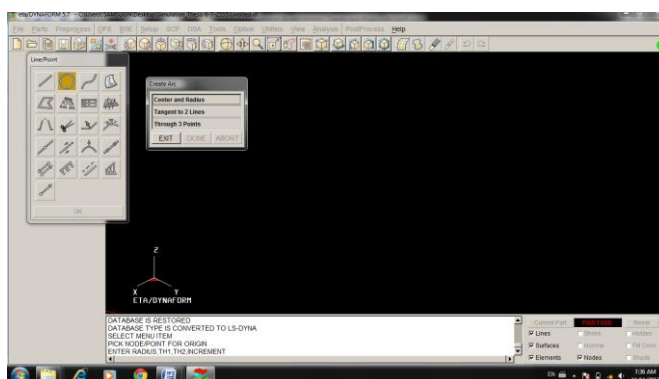


5. ใส่ค่า RAD ตามที่ต้องการหลังจากนั้นก็กด OK



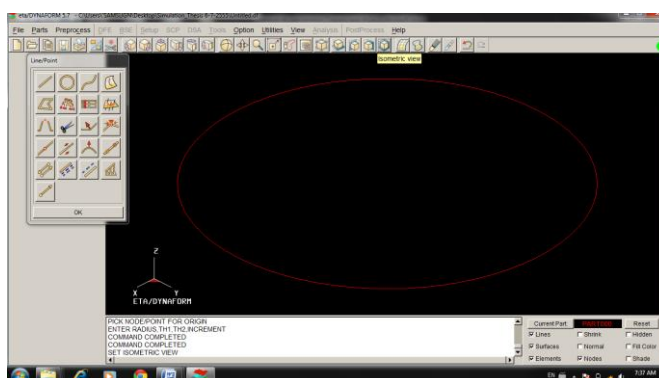
ภาพประกอบ ก 6 ใส่ค่า RAD ตามที่ต้องการหลังจากนั้นก็กด OK

6. หลังจากทำข้อ 5 แล้วให้กด EXIT เพื่อออกไปดูเส้นที่ทำไว้



ภาพประกอบ ก 7 กด EXIT

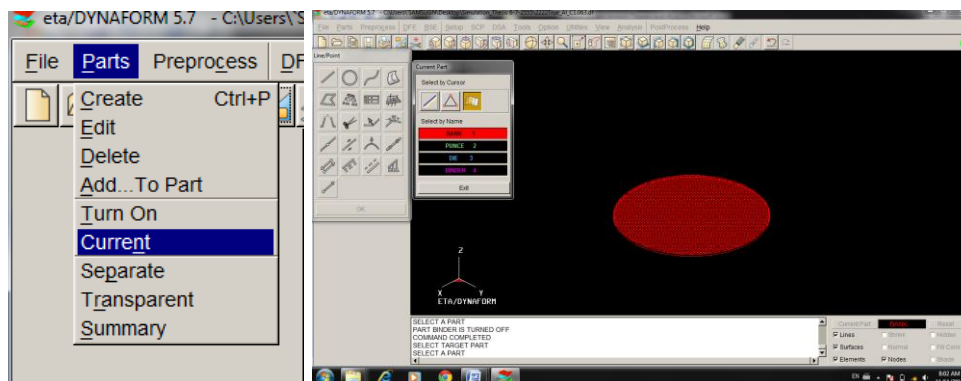
7. ไปคลิกที่ภาพ Isometric View ที่ด้านบน



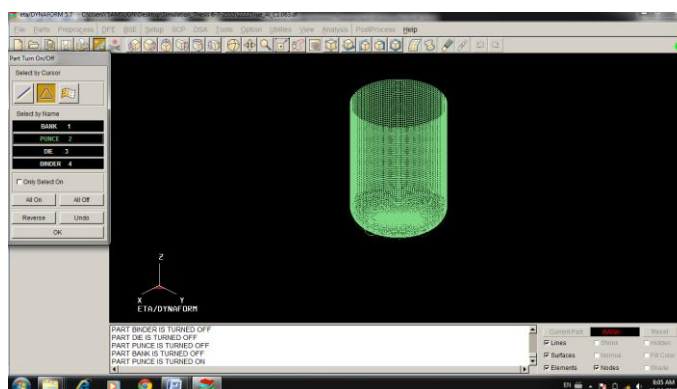
ภาพประกอบ ก 8 คลิกที่ภาพ Isometric View



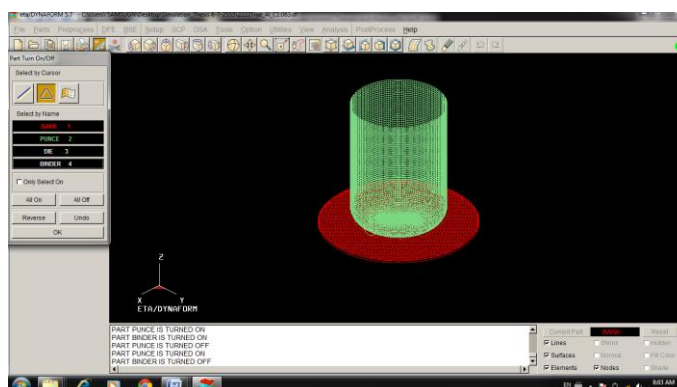
10. ไปคลิกที่ Parts และไปที่ Current เพื่อดูชิ้นงานและแม่พิมพ์ จากภาพประกอบที่ (ก 12 ถึง ก 16)



ภาพประกอบ ก 12 BANK

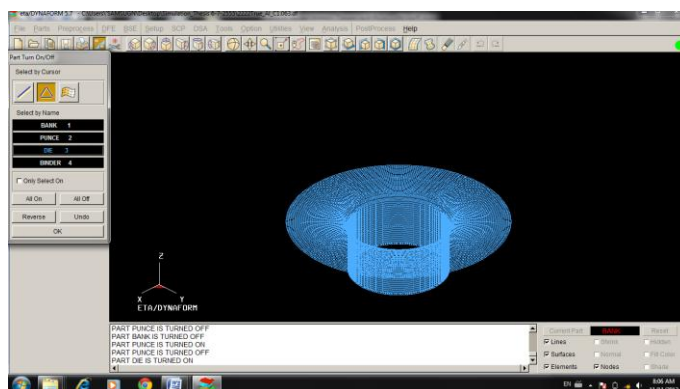


ภาพประกอบ ก 13 PUNCE

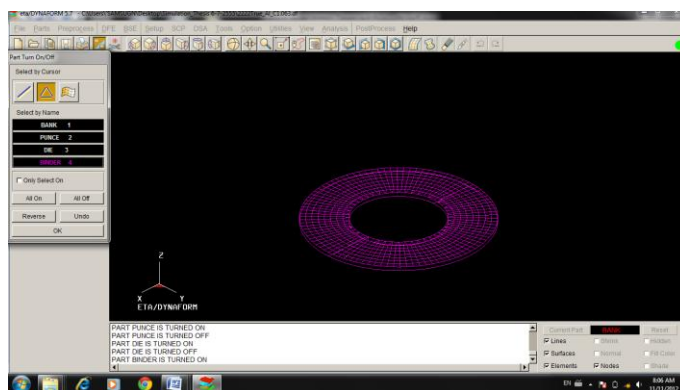


ภาพประกอบ ก 14 BANK and PUNCE

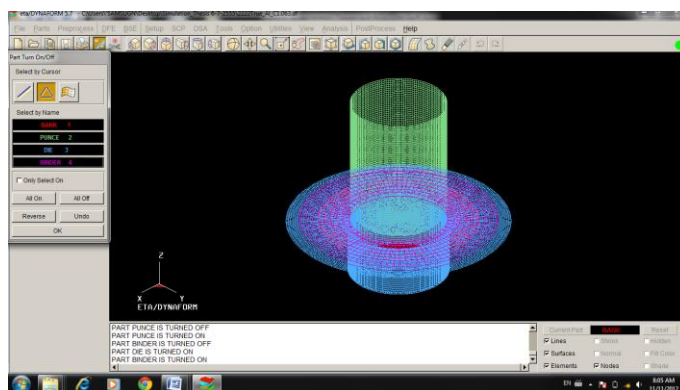




ภาพประกอบ ก 15 DIE



ภาพประกอบ ก 16 BINDER

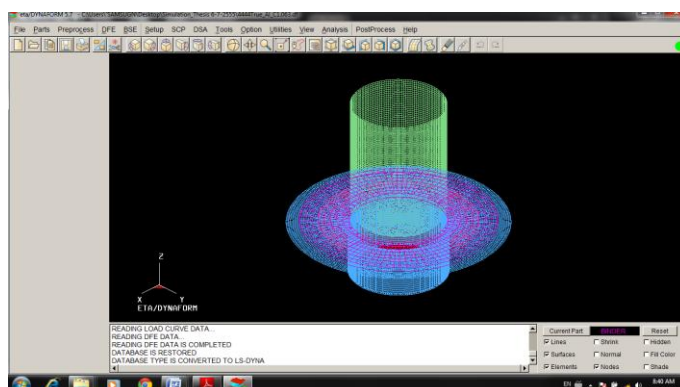


ภาพประกอบ ก 17 ภาพรวมทั้งหมด BANK, PUNCE, DIE, BINDER

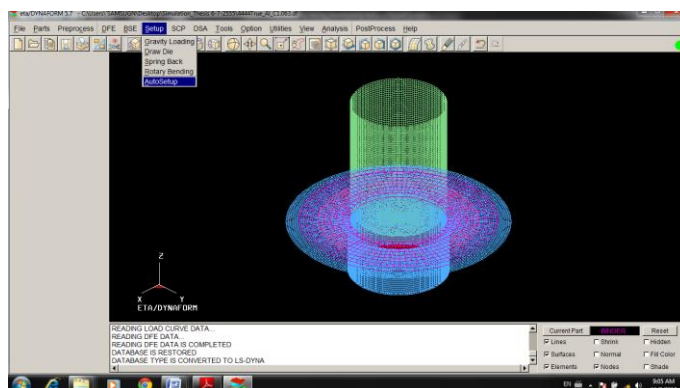
11. คลิกบนไอคอน  (Save) เพื่อบันทึกข้อมูล.



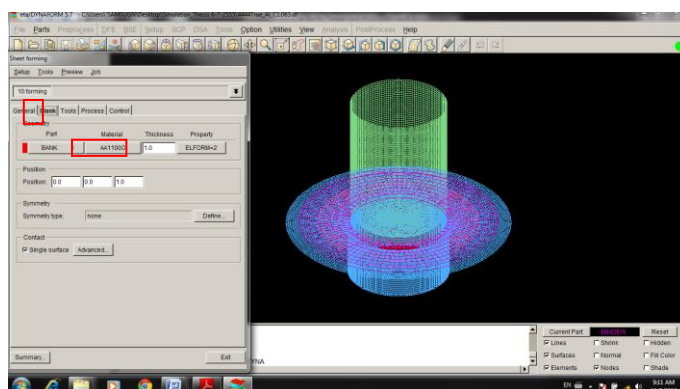
4. จากนั้นชิ้นงานก็จะปรากฏที่หน้าต่าง



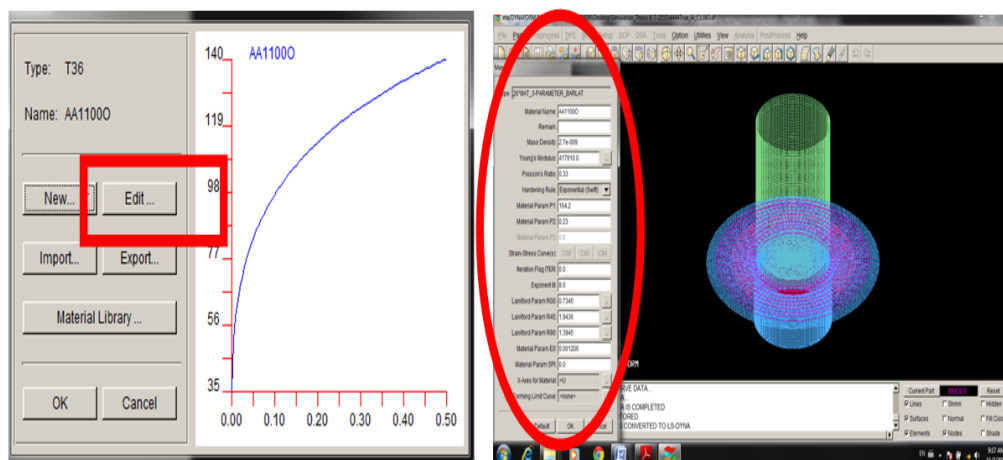
5. จากนั้นคลิกที่ Setup แล้วไปที่ AutoSetup



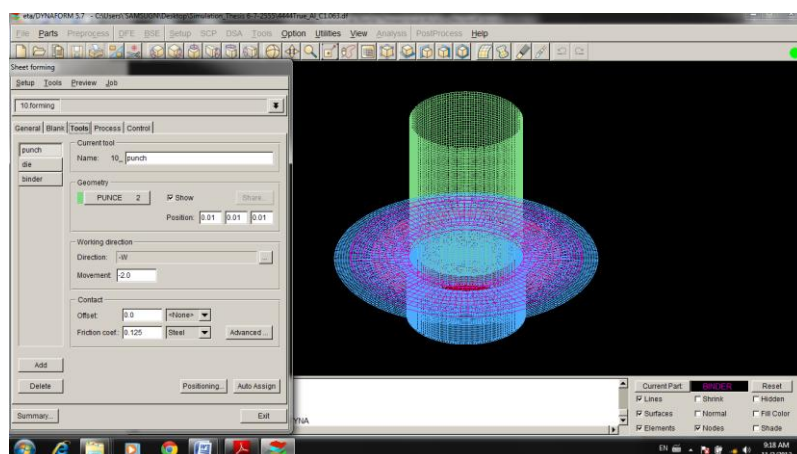
6. คลิกที่ Blank แล้วไปที่คลิกที่ AA11000



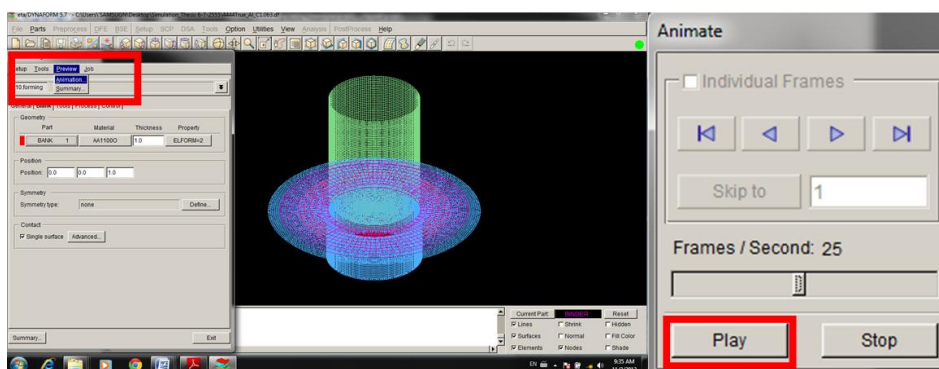
7. คลิกที่ Edit แล้วนำข้อมูลไปใส่ในโปรแกรมตามที่ต้องการแล้วกด OK



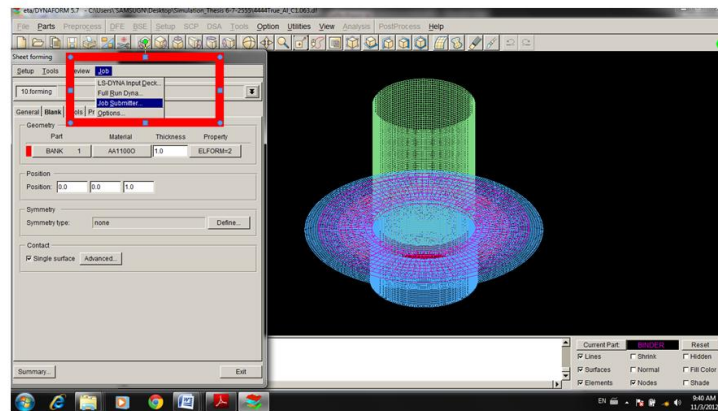
8. คลิกที่ Tools แล้วไปเลือก Friction



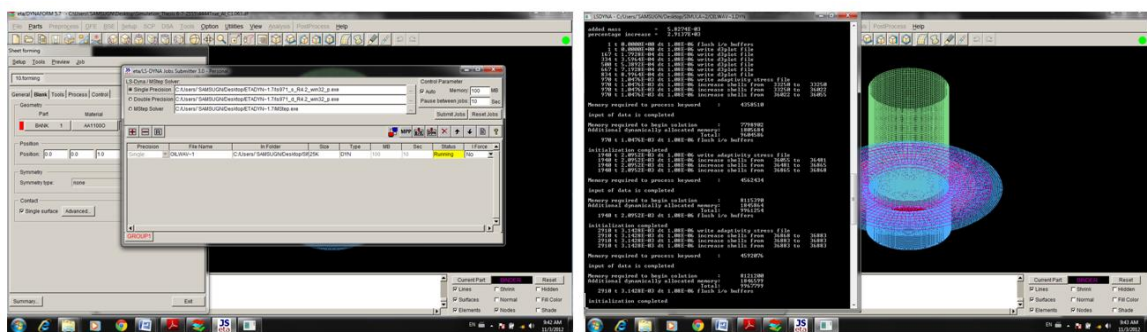
9. คลิกที่ Preview แล้วไปคลิกที่ Animation จากนั้นก็ไปกดที่ Play เพื่อทดสอบก่อนทำการประมวลผล



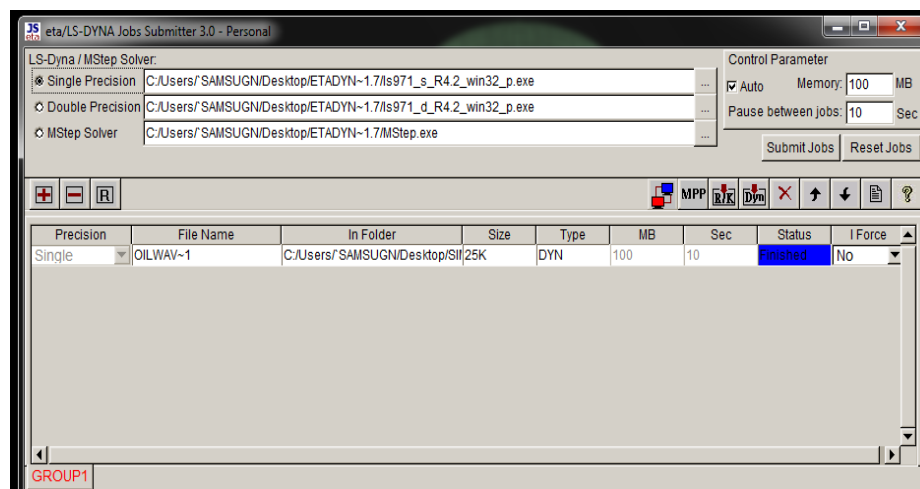
10. คลิกที่ Job แล้วไปคลิกที่ Job Submitter



11. จากนั้นก็รอผลการวิเคราะห์ในโปรแกรม

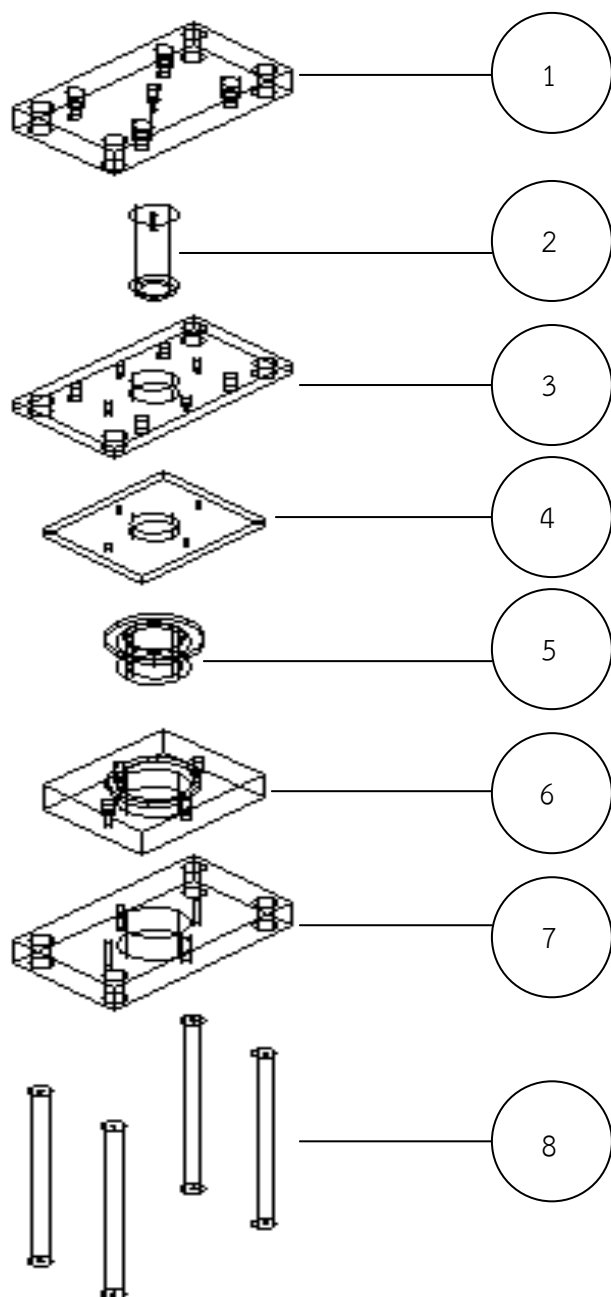


12. ผลการวิเคราะห์ในโปรแกรมเสร็จสมบูรณ์



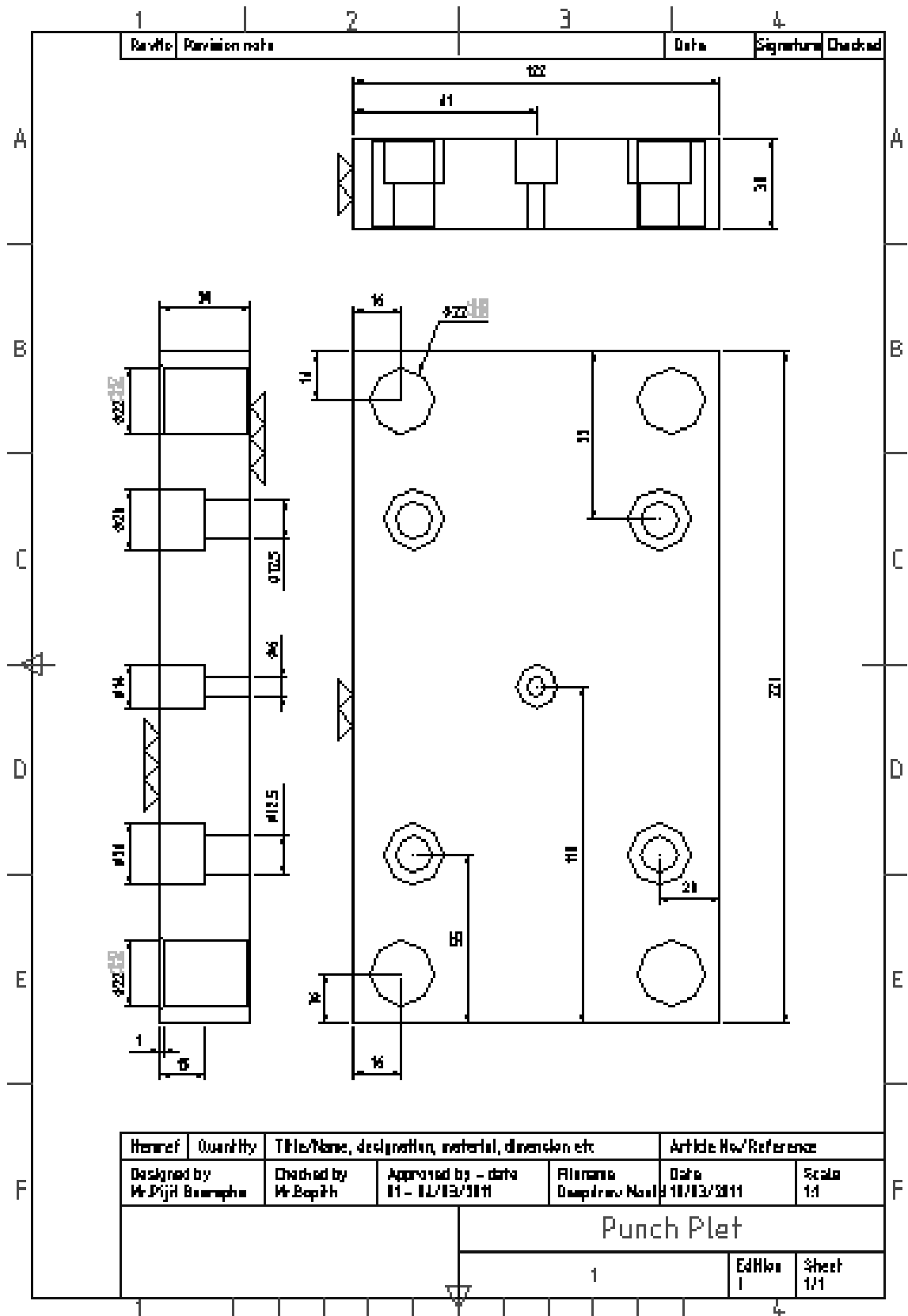
ภาคผนวก ข
ตัวอย่างส่วนประกอบของแม่พิมพ์ลากขึ้นรูป





หมายเลข	ชื่อชิ้นส่วน
1	Punch Plate
2	Punch
3	Binder Plate
4	Binder
5	Die
6	Die Plate
7	Guide Plate
8	Guide

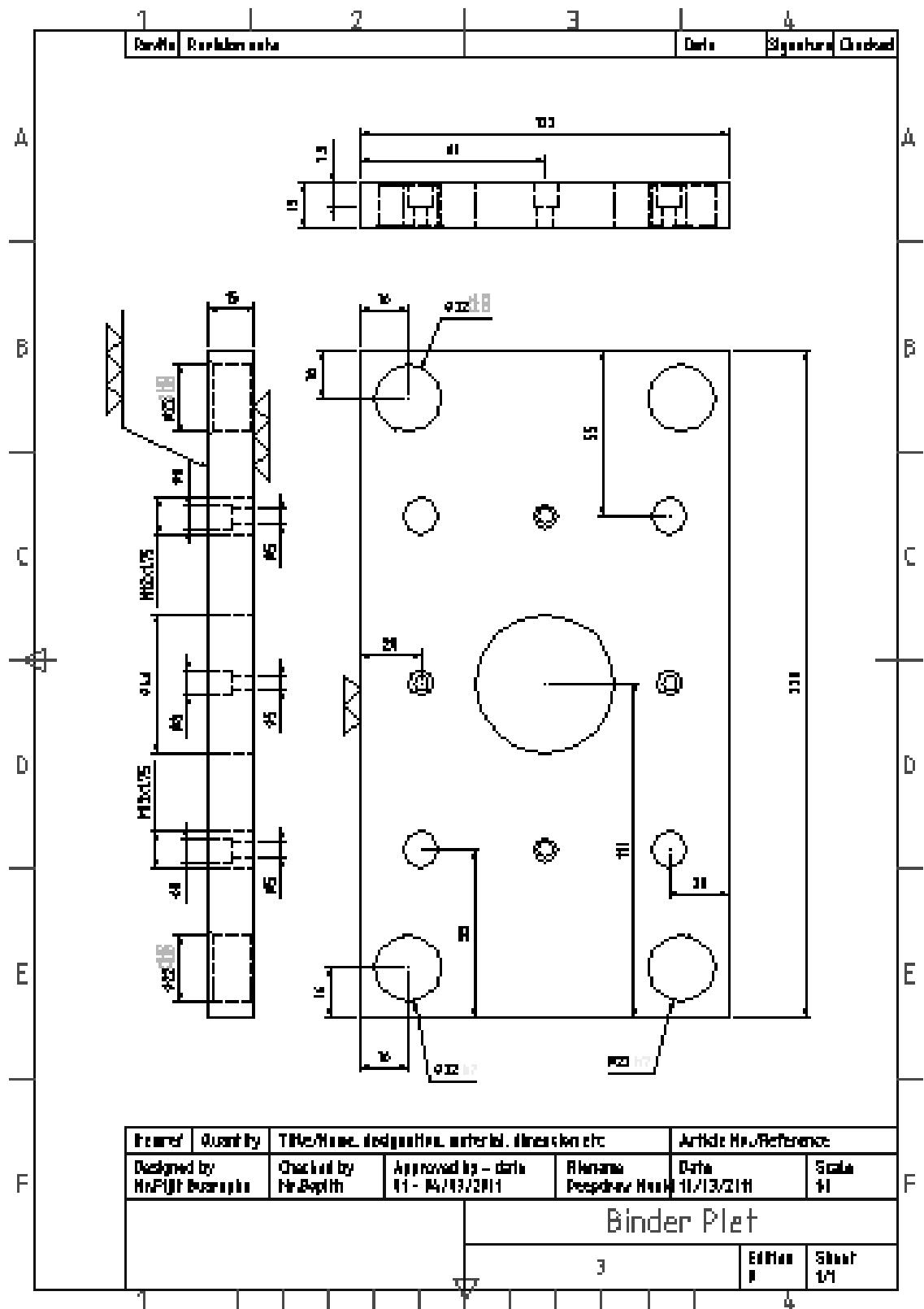


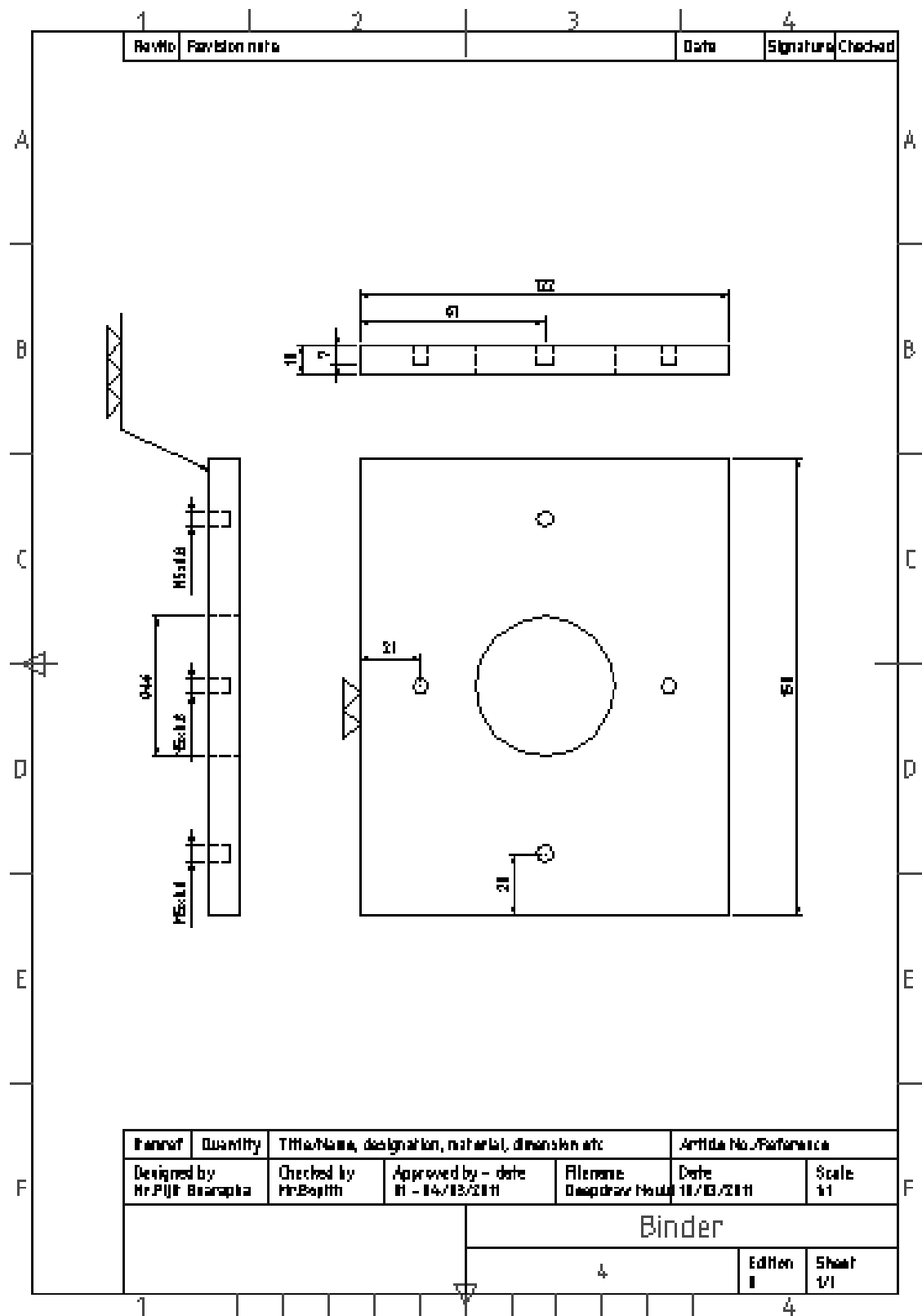


1	2	3	4
Part No.	Part Name etc.	Date	Signature

Item No.	Quantity	Title/Name, design etc., material, dimension etc.	Article No./Reference
Designed by Mr. P. B. Deshpande	Checked by Mr. B. P. H.	Approved by - date 11-11-2011	Date 11/11/2011
		Punche	
		2	Edition 1







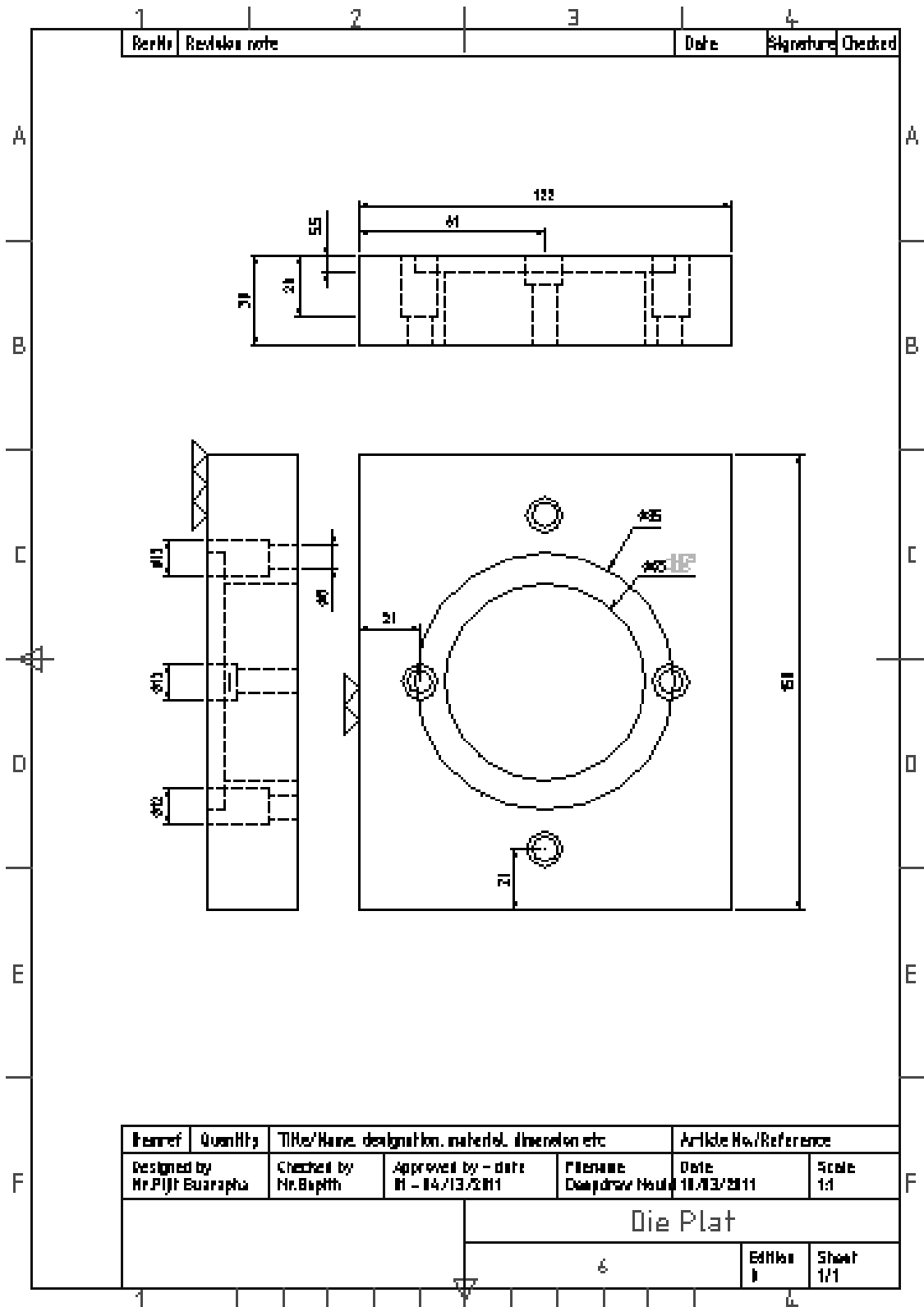
	1	2	3	4																									
	Rev No	Revision note		Date	Signature Checked																								
A																													
B																													
C																													
D																													
E																													
F	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">Item no</th> <th style="width: 10%;">Quantity</th> <th style="width: 40%;">Title/Name, designation, material, dimension etc</th> <th style="width: 40%;">Article No./Reference</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Designed by</td> <td>Checked by</td> <td>Approved by - date</td> <td>Plenome</td> </tr> <tr> <td>Mr. Pijit Bunsaphe</td> <td>Mr. Bapith</td> <td>01 - 04/03/2011</td> <td>Disipline Noul</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td colspan="2" style="text-align: center;">Die Cearante 1.222</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td style="text-align: center;">5</td> <td> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">Edition</td> <td style="width: 50%;">Sheet</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">I</td> <td style="text-align: center;">1/1</td> </tr> </table> </td> </tr> </tbody> </table>					Item no	Quantity	Title/Name, designation, material, dimension etc	Article No./Reference	Designed by	Checked by	Approved by - date	Plenome	Mr. Pijit Bunsaphe	Mr. Bapith	01 - 04/03/2011	Disipline Noul			Die Cearante 1.222				5	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">Edition</td> <td style="width: 50%;">Sheet</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">I</td> <td style="text-align: center;">1/1</td> </tr> </table>	Edition	Sheet	I	1/1
Item no	Quantity	Title/Name, designation, material, dimension etc	Article No./Reference																										
Designed by	Checked by	Approved by - date	Plenome																										
Mr. Pijit Bunsaphe	Mr. Bapith	01 - 04/03/2011	Disipline Noul																										
		Die Cearante 1.222																											
		5	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">Edition</td> <td style="width: 50%;">Sheet</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">I</td> <td style="text-align: center;">1/1</td> </tr> </table>	Edition	Sheet	I	1/1																						
Edition	Sheet																												
I	1/1																												
	1				4																								

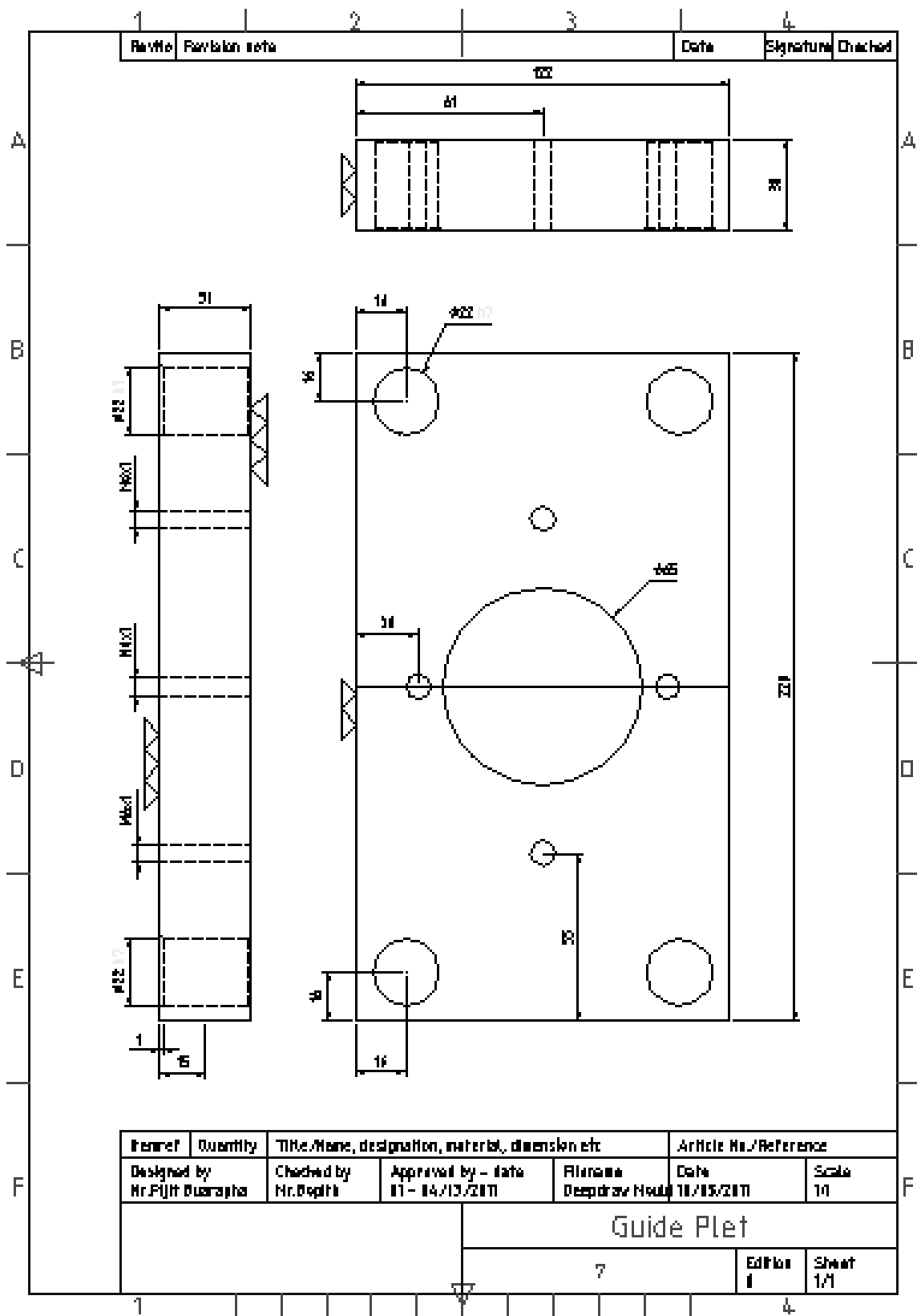


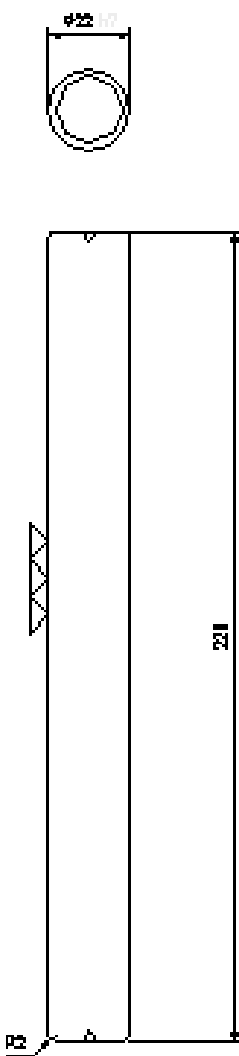
1	2	3	4
RevNo	Revision note	Date	Signature Checked

Item No	Quantity	Title/Name, designation, material, dimension etc	Article No./Reference
Designed by Mr.Pijit Kusurphat	Checked by Mr. Rophit	Approved by - date M - 14/12/2011	File name Dimpak.mxd
		Date 11/12/2011	Scale 1:1
		Die Clearance 1.063	
		5	Edi Han 1







1		2		3		4																						
Part No	Part description	Date	Signature	Checked																								
A							A																					
B							B																					
C							C																					
D							D																					
E							E																					
F	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">Item ref</th> <th style="width: 10%;">Quantity</th> <th style="width: 40%;">Title/Name, designation, material, dimension etc</th> <th colspan="3" style="width: 40%;">Article No./Reference</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Designed by Mr.P.U.H. Bhanupha</td> <td>Checked by Mr.Buphth</td> <td>Approved by - date 11 - 14/03/2011</td> <td>File name Despinner No.01</td> <td>Date 14/03/2011</td> <td>Scale 1:1</td> </tr> <tr> <td colspan="3" rowspan="2"></td> <td colspan="3" style="text-align: center;">Guide</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">B</td> <td>Edition 1</td> <td>Sheet 1/1</td> </tr> </tbody> </table>						Item ref	Quantity	Title/Name, designation, material, dimension etc	Article No./Reference			Designed by Mr.P.U.H. Bhanupha	Checked by Mr.Buphth	Approved by - date 11 - 14/03/2011	File name Despinner No.01	Date 14/03/2011	Scale 1:1				Guide			B	Edition 1	Sheet 1/1	F
Item ref	Quantity	Title/Name, designation, material, dimension etc	Article No./Reference																									
Designed by Mr.P.U.H. Bhanupha	Checked by Mr.Buphth	Approved by - date 11 - 14/03/2011	File name Despinner No.01	Date 14/03/2011	Scale 1:1																							
			Guide																									
			B	Edition 1	Sheet 1/1																							
1							4																					



ภาคผนวก ค
ภาพของชิ้นงานที่ผ่านกระบวนการลากขึ้นรูป



ชิ้นงานที่ผ่านกระบวนการลากขึ้นรูป



ภาพประกอบ ค 1 เครื่องทดสอบความเหน็ด

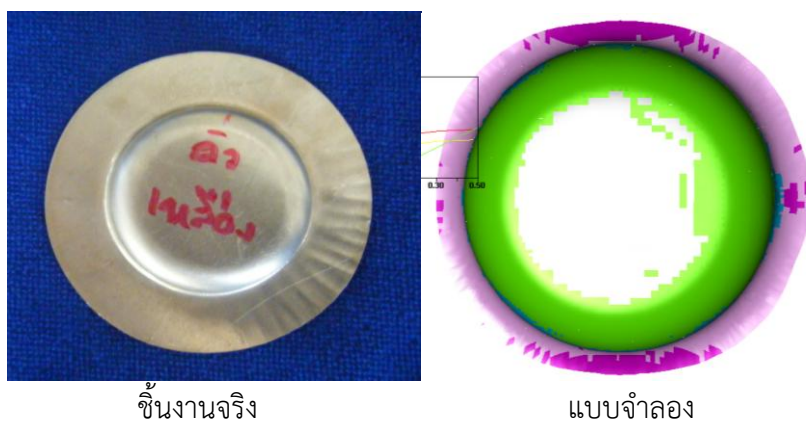


ภาพประกอบ ค 2 เครื่องทดสอบสัมประสิทธิ์แรงเสียดทาน

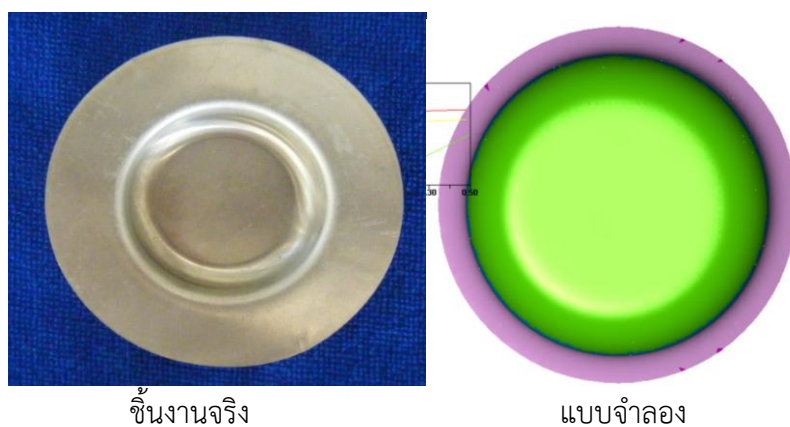


ภาพประกอบ ค 3 เครื่องทดสอบจุดวาบไฟ

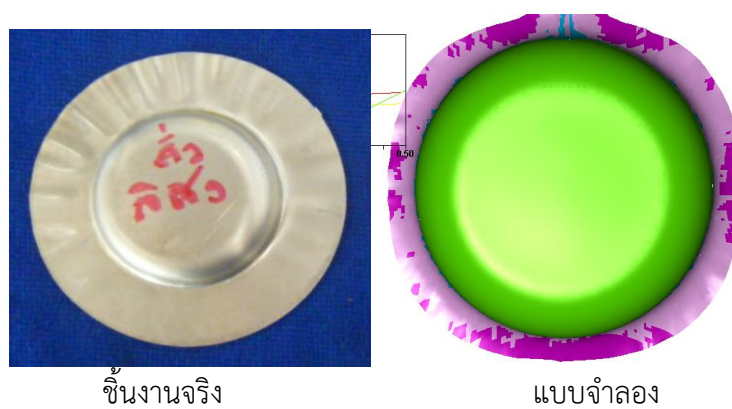




ภาพประกอบ ค 4 การเปรียบเทียบชิ้นงานที่ได้จากการทดลองกับแบบจำลองด้วยโปรแกรม Dynaform (น้ำมันถั่วเหลือง)



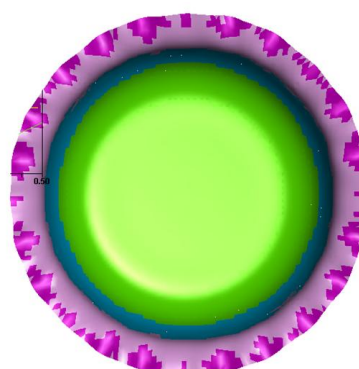
ภาพประกอบ ค 5 การเปรียบเทียบชิ้นงานที่ได้จากการทดลองกับแบบจำลองด้วยโปรแกรม Dynaform (กราฟน้ำมันมะพร้าว)



ภาพประกอบ ค 6 การเปรียบเทียบชิ้นงานที่ได้จากการทดลองกับแบบจำลองด้วยโปรแกรม Dynaform (กราฟน้ำมันถั่วลิสง)



ชิ้นงานจริง

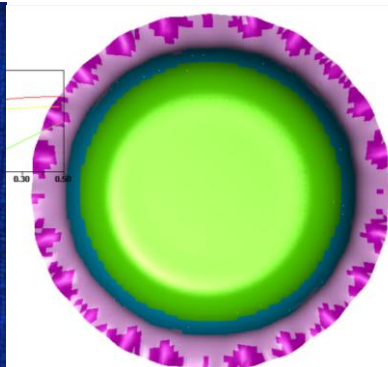


แบบจำลอง

ภาพประกอบ ค 7 การเปรียบเทียบชิ้นงานที่ได้จากการทดลองกับแบบจำลองด้วยโปรแกรม Dynaform (น้ำมันเมล็ดทานตะวัน)



ชิ้นงานจริง

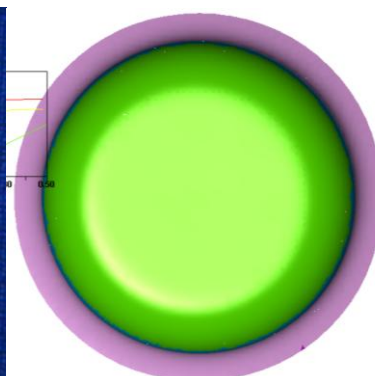


แบบจำลอง

ภาพประกอบ ค 8 การเปรียบเทียบชิ้นงานที่ได้จากการทดลองกับแบบจำลองด้วยโปรแกรม Dynaform (น้ำมันปาล์ม)



ชิ้นงานจริง



แบบจำลอง

ภาพประกอบ ค 9 การเปรียบเทียบชิ้นงานที่ได้จากการทดลองกับแบบจำลองด้วยโปรแกรม Dynaform (น้ำมันสโลด์เวย์ออยล์)



(ค10.1) ชิ้นงานที่สมบูรณ์



(ค10.2) ชิ้นงานที่เกิดรอยยุบ



(ค10.3) ชิ้นงานที่ขึ้นรูปจำนวน 5 ชิ้นงาน

ภาพประกอบ ค 10 การลากขึ้นรูปจริงจำนวน 5 ชิ้นงาน (น้ำมันสโกลด์เวย์ออยล์)



(ค11.1) ชิ้นงานที่สมบูรณ์



(ค11.2) ชิ้นงานที่เกิดรอยยุบ



(ค11.3) ชิ้นงานที่ขึ้นรูปจำนวน 5 ชิ้นงาน

ภาพประกอบ ค 11 การลากขึ้นรูปจริงจำนวน 5 ชิ้นงาน (น้ำมันมะพร้าว)

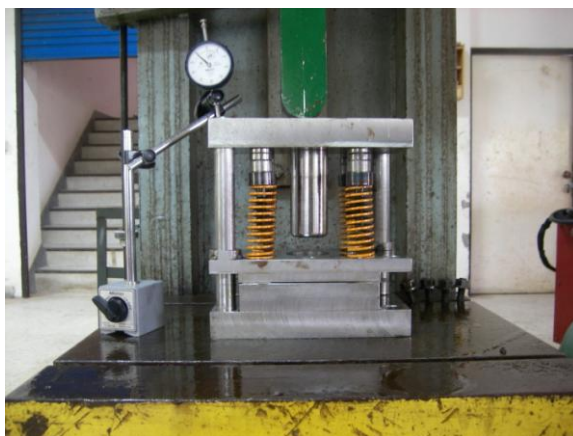




ภาพประกอบ ค 12 ลักษณะแผ่นชิ้นงานเริ่มต้นที่จะทำการขึ้นรูป



ภาพประกอบ ค 13 อุปกรณ์ชุดแม่พิมพ์ลากขึ้นรูปและการประกอบชิ้นส่วน



ภาพประกอบ ค 14 ชุดแม่พิมพ์ลากขึ้นรูปหลังการประกอบชิ้นส่วน





ภาพประกอบ ค 15 แม่พิมพ์พร้อมทำการลากขึ้นรูปชิ้นงานจริง



ประวัติย่อผู้วิจัย



ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ นามสกุล	นายภักดีป ไกรโสดา
วัน เดือน ปีเกิด	วันที่ 16 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2527
จังหวัด และประเทศที่เกิด	อำเภอหนองวัวซอ จังหวัดอุดรธานี
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2543	ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) วิทยาลัยเทคนิคกาญจนาภิเษกอุดรธานี อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี
พ.ศ. 2546	ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) วิทยาลัยเทคนิคกาญจนาภิเษก อุดรธานี อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี
พ.ศ. 2550	ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วศ.บ.) สาขาวิชาเครื่องกล (พลังงาน) มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จังหวัดขอนแก่น
พ.ศ. 2555	ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วศ.ม.) สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ตำแหน่ง สถานที่ทำงาน	ครูพิเศษสอน (แผนกวิชาช่างยนต์) วิทยาลัยเทคนิคกาญจนาภิเษกอุดรธานี เลขที่ 7 หมู่ที่ 1 ตำบล หนองไผ่ อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี 41330
ที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้	บ้านหนองตะโก๊ว เลขที่ 112/50 หมู่ที่ 7 ตำบล หนองไผ่ อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี 41330

