

การศึกษาการปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการขึ้นรูปโลหะแผ่น
โดยการทดแทนด้วยแม่พิมพ์ต่อเนื่อง

นายสุทัต จุ้ยสาย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2540

ISBN 974-637-746-9

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A STUDY OF EFFICIENCY IMPROVEMENT OF METAL FORMING PROCESS BY
PROGRESSIVE DIE REPLACEMENT

Mr. Sutus Juysay

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering in Industrial Engineering

Department of Industrial Engineering

Graduate Schools

Chulalongkorn University

Academic Year 1997

ISBN 974-637-746-9

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การศึกษาการปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการขึ้นรูป
โลหะแผ่นโดยการทดแทนด้วยแม่พิมพ์ต่อเนื่อง

โดย

นายสุทัต จุ้ยสาย

ภาควิชา

วิศวกรรมอุตสาหการ

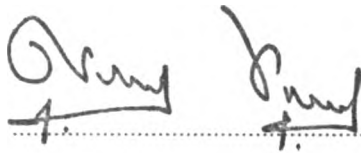
อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ ดร.สมชาย พัวจินดาเนตร

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุทัศน์ รัตนเกื้อกังวาล

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษิตตามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต



คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ศาสตราจารย์นายแพทย์ สุภาวัฒน์ ชุตินวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์



ประธานกรรมการ

(ศาสตราจารย์ ดร.ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ)



อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์ ดร.สมชาย พัวจินดาเนตร)



อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุทัศน์ รัตนเกื้อกังวาล)



กรรมการ

(อาจารย์ จิรพัฒน์ เจาประเสริฐวงศ์)

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภาควิชาวิศวกรรมโลหการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

สุทศ จุ้ยสาย : การศึกษาการปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการขึ้นรูปโลหะแผ่นโดยการทดแทนด้วยแม่พิมพ์ต่อเนื่อง (A STUDY OF EFFICIENCY IMPROVEMENT OF METAL FORMING PROCESS BY PROGRESSIVE DIE REPLACEMENT)

อ. ที่ปรึกษา : ดร. สมชาย พัวจินดาเนตร, อ. ที่ปรึกษาร่วม : ผศ. สุทัศน์ รัตนเกื้อกั้งवाल, 129 หน้า. ISBN 974-637-746-9.

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการขึ้นรูปโลหะแผ่นโดยการทดแทนด้วยแม่พิมพ์ต่อเนื่อง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นแนวทาง ในการตัดสินใจในการปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการขึ้นรูปโลหะแผ่น โดยโรงงานตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัยนี้เป็น โรงงานผลิตภาชนะเครื่องครัว ซึ่งใช้แม่พิมพ์เป็นจำนวนมากในการผลิต เนื่องจากปัจจุบันแม่พิมพ์ที่ใช้งานเป็นชนิดแม่พิมพ์เดี่ยว (Single Die) ซึ่งมีผลทำให้ขั้นตอนการผลิตมากอันนำไปสู่การมีค่าใช้จ่ายการผลิตสูง งานวิจัยฉบับนี้ได้ทำการศึกษากรรมวิธีการผลิตภาชนะที่ทำจากโลหะแผ่น และได้พิจารณาออกแบบแม่พิมพ์ต่อเนื่อง (Progressive Die) ที่ใช้กับเครื่องปั๊มขึ้นรูปโลหะที่มีขนาดไม่ต่ำกว่า 50 ตัน เพื่อนำมาใช้ทดแทนแม่พิมพ์เดี่ยว จากนั้นได้วิเคราะห์การทดแทนในเชิงเศรษฐศาสตร์

ผลการวิจัย พบว่าแม่พิมพ์ต่อเนื่อง (Progressive Die) ที่พิจารณาในการทดแทนแม่พิมพ์เดิมจะให้อัตราผลตอบแทนภายในของการลงทุน ร้อยละ 67 ของเงินลงทุน ในระยะ 5 ปี และผลการวิเคราะห์ความไวของมูลค่าแม่พิมพ์ และอายุโครงการ พบว่าโรงงานยังคงสามารถยอมรับการทดแทนแม่พิมพ์ สำหรับอัตราผลตอบแทนของการลงทุนเป็นร้อยละ 30 ถ้าราคาของแม่พิมพ์ที่พิจารณา จะต้องมีราคาไม่เกินร้อยละ 50 ของราคาแม่พิมพ์ที่ประมาณการไว้ และอายุโครงการที่เหมาะสมในการพิจารณาการทดแทนต้องไม่ต่ำกว่า 3 ปี

ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหกรรม
สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหกรรม
ปีการศึกษา 2540

ลายมือชื่อนิสิต
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว

C716588 : MAJOR INDUSTRIAL ENGINEERING

KEY WORD: PROGRESSIVE DIE / REPLACEMENT ANALYSIS

SUTUS JUYSAY : A STUDY OF EFFICIENCY IMPROVEMENT OF METAL FORMING PROCESS BY PROGRESSIVE DIE REPLACEMENT. THESIS ADVISOR : SOMCHAI PUAJINDANETR, Ph.D.

THESIS CO-ADVISOR : ASSIST. PROF. SUTHAS RATANAKUAKANGWAN. 129 pp.

ISBN 974-637-746-9.

The objective of this study was propose the efficiency improvement of metal forming process by progressive die replacement for decision making. A factory of aluminum kitchen ware was selected as case study, which used existing single dies. Due to the inefficiency of single dies which used to make a pot's handle, then the progressive die was studied to replace the single dies. which used with more than 50 ton of compression machine. Therefor, the dies replacement analysis was performed.

The result of the study and the design of the progressive die showed that the internal rate of return with in 5 years was 67 percentages of investment and the internal rate of return being not less than 3 years was 30 percentages of investment where the die price was not increased more than 50 percentages of estimated price.

ภาควิชา.....วิศวกรรมอุตสาหกรรม.....

สาขาวิชา.....วิศวกรรมอุตสาหกรรม.....

ปีการศึกษา.....2540.....

ลายมือชื่อนิสิต.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี เพราะผู้ศึกษาได้รับความกรุณาจาก ศาสตราจารย์ ดร.ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ ประธานกรรมการ อาจารย์ ดร.สมชาย พัวจินดาเนตร อาจารย์ที่ปรึกษา วิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุทัศน์ รัตนเกื้อกังวาล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม รวมทั้งอาจารย์ จิรพัฒน์ เงามประเสริฐวงศ์ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ แก้ไข และชี้แนะแนวทางตลอดมา ผู้ศึกษารู้สึกซาบซึ้งในความกรุณา และขอขอบพระคุณท่านทั้งสิ้น เป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณ ผู้มีพระคุณทุกท่านที่ไม่สามารถจะกล่าวได้หมดในที่นี้ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในการจัดหาข้อมูล และเอกสารต่าง ๆ จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี จึงขอขอบพระคุณทุกท่านไว้ ณ ที่นี้ด้วย

สุทัต จุ้ยสาย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญรูปประกอบ.....	ฉ
บทที่	
1. บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมา.....	1
1.2 แนวทางเหตุผล และปัญหาในการผลิต.....	2
1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	3
1.4 ขอบเขตของการวิจัย.....	3
1.5 ขั้นตอนและวิธีดำเนินการวิจัย.....	4
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย.....	4
2. การสำรวจงานวิจัย และหลักการพื้นฐานที่เกี่ยวข้อง.....	5
2.1 การสำรวจงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	5
2.2 หลักการออกแบบแม่พิมพ์.....	7
2.3 การวิเคราะห์การทดแทนเครื่องจักรและอุปกรณ์.....	22
3. การออกแบบแม่พิมพ์ กรณีโรงงานผลิตภาชนะเครื่องครัว.....	26
3.1 กระบวนการผลิตภาชนะเครื่องครัวโดยสังเขป.....	26
3.2 ขั้นตอนการออกแบบแม่พิมพ์ Progressive Die.....	35
3.3 รูปแบบชิ้นงานที่ทำการออกแบบ.....	35
3.4 ขั้นตอนการทำงานของแม่พิมพ์ Progressive Die ที่ทำการออกแบบ.....	38
3.5 การคำนวณเกี่ยวกับการออกแบบแม่พิมพ์.....	40
3.6 การกำหนดอายุการใช้งานของแม่พิมพ์.....	44
3.7 รูปแบบแม่พิมพ์ Progressive Die ที่ได้จากการออกแบบ.....	45

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4. การวิเคราะห์การทดแทนของแม่พิมพ์.....	79
4.1 การวิเคราะห์ค่าใช้จ่าย.....	79
4.2 ค่าใช้จ่ายสำหรับกรรมวิธีการผลิต โดยแม่พิมพ์ Progressive Die.....	80
4.3 ค่าใช้จ่ายสำหรับกรรมวิธีการผลิต แบบเดิม.....	106
4.4 การวิเคราะห์ความไวต่อการเปลี่ยนแปลงในเชิงเศรษฐศาสตร์.....	109
5. วิจัยรณั.....	121
5.1 การออกแบบแม่พิมพ์.....	121
5.2 การวิเคราะห์ผลเชิงเศรษฐศาสตร์.....	122
6. สรุปและข้อเสนอแนะ.....	124
6.1 สรุป.....	124
6.2 ข้อเสนอแนะ.....	126
รายการอ้างอิง.....	128
ประวัติผู้เขียน.....	129

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ขนาดของ Clearance ของโลหะชนิดต่าง ๆ.....	11
2.2 คุณสมบัติทางกลของโลหะชนิดต่าง ๆ.....	17
2.3 ค่ารัศมีในการพับที่น้อยที่สุดของโลหะชนิดต่าง ๆ.....	21
3.1 แสดงการคำนวณหาจุดศูนย์รวมแรง.....	47
3.2 แสดงข้อมูลการใช้งานของแม่พิมพ์ตามความหนาของชิ้นงาน.....	48
4.1 แสดงค่าวัสดุคืบของชิ้นส่วนมาตรฐาน.....	83
4.2 แสดงค่าวัสดุคืบ กรณีเหล็กก้อนเหล็กมรมจาก.....	84
4.3 แสดงราคาวัสดุคืบ กรณีเหล็กเพลากลม.....	85
4.4 แสดงขั้นตอน และเครื่องจักรในการขึ้นรูปชิ้นส่วนแม่พิมพ์ Progressive Die.....	88
4.5 แสดงการหาเวลางานหลักในการเจาะ.....	89
4.6 แสดงการหาเวลางานหลักในการกลึง.....	94
4.7 แสดงการหาเวลางานหลักในการกัด.....	95
4.8 ค่าใช้จ่ายในการตัดชิ้นงาน ด้วยเครื่อง wire cut.....	97
4.9 สรุปเวลางานหลักและค่าใช้จ่าย สำหรับกระบวนการขึ้นรูปชิ้นส่วน แม่พิมพ์ด้วยเครื่องจักร.....	98
4.10 แสดงการคำนวณการถอดยแข็งเส้น ของค่าวัสดุคืบกับค่าไสหุ้ย และค่าแรงงานกับค่าไสหุ้ย.....	100
4.11 แสดงค่าใช้จ่ายการผลิตต่อปีที่ได้จากการประมาณการ สำหรับกรรมวิธี การผลิตที่ใช้แม่พิมพ์ Progressive Die.....	108
4.12 แสดงค่าใช้จ่ายการผลิตต่อปีในปัจจุบัน สำหรับกรรมวิธีการผลิตแบบเดิม (ที่ใช้แม่พิมพ์ชนิด Single Die).....	108
4.13 แสดงค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้จากการลงทุนนำแม่พิมพ์ Progressive Die มาทดแทนกรรมวิธีการผลิตแบบเดิม (โดยใช้แม่พิมพ์ Single Die).....	108
4.14 แสดงการวิเคราะห์ความไวของอัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) เมื่อราคาแม่พิมพ์เปลี่ยนแปลง.....	111

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.15 แสดงการวิเคราะห์ความไวของอัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) เมื่ออายุโครงการเปลี่ยนแปลง.....	113
4.16 แสดงการวิเคราะห์ความไวของอัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) เมื่ออายุการใช้งานของแม่พิมพ์เปลี่ยนแปลง.....	113
4.17 การวิเคราะห์ความไวอัตราผลตอบแทนภายใน เมื่อราคาแม่พิมพ์ อายุโครงการ และอายุการใช้งานของแม่พิมพ์เปลี่ยนแปลง.....	116

สารบัญรูปประกอบ

รูปที่	หน้า
2.1 แสดงการตัด.....	9
2.2 ลำดับขั้นของการตัดโลหะ.....	9
2.3 ช่องห่างระหว่าง Punch กับ Die.....	9
2.4 สภาพของรอยตัด จากการตัดด้วย Clearance ต่างกัน.....	12
2.5 สภาพของ Slug ที่ได้จากการเจาะของ Punch กับ Die ที่เอียงศูนย์.....	12
2.6 การกำหนดขนาดของ Punch และ Die ตามประเภทของการใช้งาน.....	13
2.7 แสดงการเลือกการใส่มุม สำหรับการเลียนแบบต่าง ๆ.....	16
2.8 แสดงลักษณะของการพับ.....	20
2.9 ทิศทางของ Grain	20
3.1 แสดงภาพประกอบหม้อหุงต้ม (Aluminum Pot).....	31
3.2 แผนภูมิกระบวนการผลิตแบบต่อเนื่อง : การผลิตตัวภาชนะ.....	32
3.3 แผนภูมิกระบวนการผลิตแบบต่อเนื่อง : การผลิตฝาภาชนะ.....	33
3.4 แผนภูมิกระบวนการผลิตแบบต่อเนื่อง : การผลิตหูภาชนะ.....	34
3.5 แสดงลักษณะของหูภาชนะที่ทำการออกแบบแม่พิมพ์.....	36
3.6 แสดงภาพประกอบของหูภาชนะกับ Bakelite.....	37
3.7 แผ่น Strip แสดงขั้นตอนการทำงานของแม่พิมพ์.....	39
3.8 แสดงตำแหน่งจุดศูนย์รวมแรงย่อย สำหรับแม่พิมพ์.....	46
3.9 แสดงภาพประกอบแม่พิมพ์ Progressive Die.....	49
3.10 แสดงชิ้นส่วนแม่พิมพ์ Progressive Die หมายเลข 1 lower plate.....	54
3.11 แสดงชิ้นส่วนแม่พิมพ์ Progressive Die หมายเลข 2 upper plate.....	55
3.12 แสดงชิ้นส่วนแม่พิมพ์ Progressive Die หมายเลข 3 support.....	56
3.13 แสดงชิ้นส่วนแม่พิมพ์ Progressive Die หมายเลข 4 die plate.....	57
3.14 แสดงชิ้นส่วนแม่พิมพ์ Progressive Die หมายเลข 5 punch plate.....	58
3.15 แสดงชิ้นส่วนแม่พิมพ์ Progressive Die หมายเลข 6 punch plate.....	59
3.16 แสดงชิ้นส่วนแม่พิมพ์ Progressive Die หมายเลข 7 bush plate.....	60
3.17 แสดงชิ้นส่วนแม่พิมพ์ Progressive Die หมายเลข 8 punch locater.....	61

สารบัญรูปประกอบ(ต่อ)

รูปที่		หน้า
3.18	แสดงชิ้นส่วนแม่พิมพ์ Progressive Die หมายเลข 9 die plate.....	62
3.19	แสดงชิ้นส่วนแม่พิมพ์ Progressive Die หมายเลข 10 follow plate.....	63
3.20	แสดงชิ้นส่วนแม่พิมพ์ Progressive Die หมายเลข 11 die.....	64
3.21	แสดงชิ้นส่วนแม่พิมพ์ Progressive Die หมายเลข 12 die.....	65
3.22	แสดงชิ้นส่วนแม่พิมพ์ Progressive Die หมายเลข 13 die.....	66
3.23	แสดงชิ้นส่วนแม่พิมพ์ Progressive Die หมายเลข 14 punch left.....	67
3.24	แสดงชิ้นส่วนแม่พิมพ์ Progressive Die หมายเลข 14 punch right.....	68
3.25	แสดงชิ้นส่วนแม่พิมพ์ Progressive Die หมายเลข 15 punch.....	69
3.26	แสดงชิ้นส่วนแม่พิมพ์ Progressive Die หมายเลข 16 punch.....	70
3.27	แสดงชิ้นส่วนแม่พิมพ์ Progressive Die หมายเลข 17 punch.....	71
3.28	แสดงชิ้นส่วนแม่พิมพ์ Progressive Die หมายเลข 18 punch.....	72
3.29	แสดงชิ้นส่วนแม่พิมพ์ Progressive Die หมายเลข 19 pad.....	73
3.30	แสดงชิ้นส่วนแม่พิมพ์ Progressive Die หมายเลข 20 pad.....	74
3.31	แสดงชิ้นส่วนแม่พิมพ์ Progressive Die หมายเลข 40 support guidepin.....	75
3.32	แสดงชิ้นส่วนแม่พิมพ์ Progressive Die หมายเลข 41 pilot punch.....	76
3.33	แสดงชิ้นส่วนแม่พิมพ์ Progressive Die หมายเลข 42 stopper pin.....	77
3.34	แสดงชิ้นส่วนแม่พิมพ์ Progressive Die หมายเลข 43 shank.....	78
4.1	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ค่าวัดตูดิบทางตรง กับค่าโสหุ้ย.....	101
4.2	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ค่าแรงงานทางตรง กับค่าโสหุ้ย.....	102
4.3	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างผลรวมของค่าวัดตูดิบทางตรงและค่าแรงงาน ทางตรง กับค่าโสหุ้ย.....	103
4.4	กราฟการวิเคราะห์ความไวของอัตราผลตอบแทนภายใน เมื่อราคาแม่พิมพ์เปลี่ยนแปลง.....	112
4.5	กราฟการวิเคราะห์ความไวของอัตราผลตอบแทนภายใน เมื่ออายุโครงการเปลี่ยนแปลง.....	114

สารบัญรูปประกอบ(ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.5	กราฟการวิเคราะห์ความไวของอัตราผลตอบแทนภายใน เมื่ออายุการใช้งานของแม่พิมพ์เปลี่ยนแปลง.....	115