

การวิเคราะห์พารามิเตอร์ในการปรับค่าความโค้งของกระจกรถยนต์เพื่อลดต้นทุนการผลิต



นายพิเชษฐ ศรียวรายาตร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2543

ISBN 974-346-438-7

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**AUTOMOTIVE GLASS CURVATURE PARAMETER ANALYSIS
FOR COST REDUCTION**

Mr. Pichet Sriyaworayart

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

Department of Industrial Engineering

Faculty of Engineering

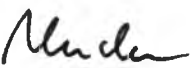
Chulalongkorn University

Academic Year 2000


ISBN 974-346-438-7

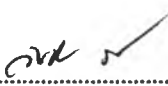
หัวข้อวิทยานิพนธ์ การวิเคราะห์พารามิเตอร์ในการปรับค่าความโค้งของกระจกรถยนต์เพื่อ
ลดต้นทุนการผลิต
โดย นายพิเชษฐ ศรียวรัต
ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหการ
อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร. วันชัย ธิจิรวิช

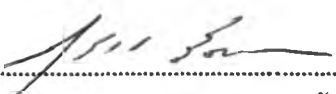
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วน
หนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต

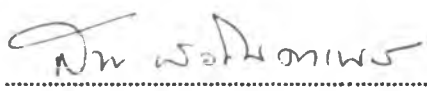

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร. สมศักดิ์ ปัญญาแก้ว)

คณะกรรมการวิทยานิพนธ์


..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เจริญ บุญดีสกุลโชค)


..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ ดร. วันชัย ธิจิรวิช)


..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุทัศน์ รัตน์เกื้อกังวาน)


..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมชาย พัวจินดาเนตร)

พิเศษฐ ศรียวรายาตร : การวิเคราะห์พารามิเตอร์ในการปรับค่าความโค้งของ
กระจกรถยนต์ เพื่อลดต้นทุนการผลิต (Automotive Glass Curvature
Parameter Analysis For Cost Reduction) อาจารย์ที่ปรึกษา : รศ.ดร. วันชัย
วิจิรวนิช . 99 หน้า. ISBN 974-346-438-7

วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้ จะเป็นการศึกษาถึงพารามิเตอร์ที่ใช้ในการปรับความ
โค้งของกระจกรถยนต์ เพื่อสร้างความหลากหลายสำหรับเตา T-91 ซึ่งในการเพิ่มความสามารถ
ในการปรับความโค้งเพื่อที่จะทำการผลิตทดแทนเตา T-51 และ T-81 ซึ่งมีต้นทุนการผลิตที่สูง
กว่า

ขั้นตอนในการศึกษา ในช่วงแรกจะกำหนดปัจจัยที่ใช้ในการศึกษา ประกอบด้วย
คุณสมบัติของกระจก แรงดันลมบน แรงดันลมล่าง และสีของกระจก เพื่อที่จะหาว่าปัจจัยใดมีผล
ต่อการปรับความโค้งของกระจก จากผลการทดลองจะพบว่าแรงดันลมบน และแรงดันลมล่าง
นั้นเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการปรับความโค้งของกระจก หลังจากนั้นจะทำการหาว่าช่วงความโค้งที่
สามารถทำได้เป็นเท่าไร โดยการปรับค่าแรงดันลมบน และแรงดันลมล่าง จะพบว่าช่วงความโค้ง
ที่สามารถทำได้เป็นดังนี้

- 1) รัลเลอร์โค้ง 1200 R สามารถทำความโค้งอยู่ในช่วง 1095 – 1425 R
- 2) รัลเลอร์โค้ง 1600 R สามารถทำความโค้งอยู่ในช่วง 1450 – 1860 R
- 3) รัลเลอร์โค้ง 2000 R สามารถทำความโค้งอยู่ในช่วง 1900 – 2515 R

และได้ทำการทดสอบคุณภาพการแตกของกระจกเทมเปอร์ เมื่อมีการปรับพารา
มิเตอร์แรงดันลมบน และแรงดันลมล่าง พบว่าถ้าใช้ค่าแรงดันลมบน และแรงดันลมล่างอยู่ใน
ช่วง 800 – 1200 มม. น้ำ จะทำให้ผลการทดสอบคุณภาพการแตกไม่ผ่านตามมาตรฐาน

นอกจากนั้นยังได้วิเคราะห์ต้นทุนเปรียบเทียบเมื่อมีโมเดลใหม่เข้ามาในช่วงเดือน
กันยายน – ธันวาคม 2543 โดยการใส่เตา T-91 ทดแทนการผลิตเตา T-81 สามารถลดต้นทุน
การผลิตเป็นจำนวน 615,896 บาท

ภาควิชา.....วิศวกรรมอุตสาหการ.....ลายมือชื่อนิสิต.....
สาขาวิชา.....วิศวกรรมอุตสาหการ.....ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....
ปีการศึกษา.....2543.....ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

4070355421 : MAJOR INDUSTRIAL ENGINEERING

KEY WORD Parameter Analysis / Automotive Glass

PICHET SRIYAWORAYART : AUTOMOTIVE GLASS CURVATURE

PARAMETER ANALYSIS FOR COST REDUCTION , THESIS ADVISOR :

ASSOC. PROF. VANCHAI RIJIRAVANICH, Ph.D. 99 pp.

ISBN 974-346-438-7


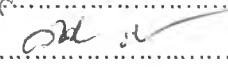
The objective of this research is to study parameters by adjusting curvature of automotive glass with alternative curvatures in glass furnace no.T-91 to increase production ranges which can replace the use of furnace no. T-51 and T-81 of which production cost is higher.

The procedure in first step is to set the studied parameters which are glass temperature, upper air pressure, lower air pressure and color of glass. From result of the testing, the upper air pressure and lower air pressure are the active parameters which effect glass curvatures. The second step is to adjust the upper air pressure and lower air pressure for checking range of curvatures which can be workable. The results are as follows :

- 1) Bender Roller 1200 R can make curvature in range 1095 – 1425 R
- 2) Bender Roller 1600 R can make curvature in range 1450 – 1860 R
- 3) Bender Roller 2000 R can make curvature in range 1900 – 2515 R

The test quality of fragmentation when adjusting the upper air pressure and lower air pressure reveals that the pressure range 800 – 1200 mm.H₂O fragmentation can not pass EC standard.

In the analysis study of production cost new model during September – December 2000 by using T-91 to replace T-81 can reduce production cost by 615,896 baht.

Department..... Industrial Engineering Student's signature..... .....
Field of study..... Industrial Engineering Advisor's signature..... .....
Academic year..... 2000 Co-advisor's signature.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความสามารถของรองศาสตราจารย์ ดร.วันชัย วิจารณ์ช อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ให้คำแนะนำตลอดจนความช่วยเหลือต่าง ๆ ที่มีประโยชน์อย่างมาก ผู้วิจัยจึงขอขอบคุณไว้ ณ ที่นี้ และขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ เจริญ บุญดีสกุลโชค ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุทัศน์ รัตเกื้อกังวาน และผู้ช่วยศาสตราจารย์ สมชาย พัวจินดาเนตร ที่กรุณาสละเวลามาเป็นคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รวมทั้งได้ให้คำแนะนำและข้อชี้แนะต่าง ๆ

ขอกราบขอบพระคุณบิดา-มารดา พี่น้อง ที่ได้เลี้ยงดู สั่งสอนและเป็นกำลังใจในการศึกษาของผู้วิจัยตลอดมา

และสุดท้ายขอขอบคุณบริษัทไทยเซฟตี้กลาสที่ได้อนุญาตให้ใช้โรงงานเป็นตัวอย่างในการศึกษาตลอดจนคณะผู้บริหาร เพื่อนร่วมงาน และพนักงานของโรงงานตัวอย่าง

พิเชษฐ ศรียวรัต

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ข
สารบัญ	ข
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญรูป	ฎ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
1.1 ภูมิหลัง.....	1
1.2 ความเป็นมาของปัญหาและมูลเหตุจูงใจ.....	10
1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	11
1.4 ขอบเขตการวิจัย.....	11
1.5 ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย.....	12
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	12
2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	13
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	13
2.2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	32
3 การศึกษาสภาพสายการผลิต.....	38
3.1 กระบวนการผลิตกระจกเทมเปอร์.....	38
3.2 สภาพปัญหาการผลิต.....	47
3.3 การทดสอบคุณภาพของกระจกเทมเปอร์.....	49
4 การดำเนินการทดลองหาค่าพารามิเตอร์.....	51
4.1 การวางแผนและการเตรียมการทดลอง.....	51
4.2 รูปแบบการทดลอง.....	54
4.3 การดำเนินการทดลอง.....	57
5 การทดสอบคุณภาพและการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายการทดลอง.....	76
5.1 การทดสอบคุณภาพ.....	76
5.2 การวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายการทดลอง.....	82

6 การเปรียบเทียบต้นทุนการผลิต.....	84
6.1 การวิเคราะห์ต้นทุนการผลิต.....	84
6.2 การวิเคราะห์ค่าเสียโอกาสในการใช้เตาผลิตแบบ T-51 และ T-81.....	89
6.3 การวิเคราะห์เปรียบเทียบเมื่อมีโมเดลใหม่เข้ามา.....	92
7 บทสรุปและข้อเสนอแนะ.....	95
7.1 บทสรุปงานศึกษา.....	95
7.2 ข้อเสนอแนะในการศึกษาต่อ.....	98
รายการอ้างอิง.....	99
ประวัติผู้วิจัย.....	101

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 ความแตกต่างกระบวนการผลิต.....	2
1.2 สถิติผลผลิตของแต่ละความโค้งตั้งแต่ปี 2540-2542.....	8
1.3 สถิติการใช้เตาแต่ละประเภทในการผลิตปี 2540-2542.....	8
1.4 ความสามารถในการผลิตความโค้งแต่ละกระบวนการผลิต.....	9
1.5 กำลังการผลิตและผลผลิตโดยเฉลี่ยต่อเดือนของแต่ละเตาระหว่าง ม.ค.-มิ.ย. 2543.....	9
1.6 โครงสร้างต้นทุนทางการผลิตจากเตาทั้ง 3 ประเภท.....	10
2.1 ตาราง ANOVA 2 ^k	16
3.1 ค่าใช้จ่ายอุปกรณ์เมื่อมีโมเดลใหม่เข้ามา.....	48
3.2 เวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนแบบ.....	48
3.3 ข้อมูลต้นทุนแปรรูป.....	49
4.1 องค์ประกอบของปัจจัย.....	53
4.2 การแสดงการกำหนดค่าสุ่มสำหรับการทดลอง.....	55
4.3 ลำดับในการทดลอง.....	56
4.4 ผลของค่าความโค้งจากการทดลอง.....	57
4.5 การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนในการทดลอง.....	62
4.6 ค่าความโค้งเมื่อทำการปรับแรงดันลมบนและล่างของโรลเลอร์โค้ง 1200 R.....	63
4.7 ค่าความโค้งเมื่อทำการปรับแรงดันลมบนและล่างของโรลเลอร์โค้ง 1600 R.....	64
4.8 ค่าความโค้งเมื่อทำการปรับแรงดันลมบนและล่างของโรลเลอร์โค้ง 2000 R.....	64
4.9 ค่าความโค้งจากผลต่างของแรงดันลมบนและล่างของโรลเลอร์โค้ง 1200 R.....	68
4.10 ค่าความโค้งจากผลต่างของแรงดันลมบนและล่างของโรลเลอร์โค้ง 1600 R.....	69
4.11 ค่าความโค้งจากผลต่างของแรงดันลมบนและล่างของโรลเลอร์โค้ง 2000 R.....	70
5.1 ผลการแตกของกระจกโค้งโดยใช้โรลเลอร์โค้ง 1200 R.....	78
5.2 ผลการแตกของกระจกโค้งโดยใช้โรลเลอร์โค้ง 1600 R.....	79
5.3 ผลการแตกของกระจกโค้งโดยใช้โรลเลอร์โค้ง 2000 R.....	80
5.4 ความโค้งที่สามารถทำได้ของเตา T-91.....	81
6.1 จำนวนการผลิตของแต่ละเตาในเดือน ม.ค.-มิ.ย. 2543.....	83
6.2 ค่าใช้จ่ายในการผลิตของเตา T-51ตั้งแต่ ม.ค.-มิ.ย. 2543.....	84

6.3 ค่าใช้จ่ายในการผลิตของเตา T-81ตั้งแต่ ม.ค.-มิ.ย. 2543.....	85
6.4 ค่าใช้จ่ายในการผลิตของเตา T-91ตั้งแต่ ม.ค.-มิ.ย. 2543.....	87
6.5 การเปรียบเทียบต้นทุนการผลิตรวมและต้นทุนแปรรูป.....	88
6.6 การผลิตของเตา T-51 แยกตามไค้ตั้งตั้งแต่ ม.ค.-มิ.ย. 2543.....	89
6.7 การผลิตของเตา T-81 แยกตามไค้ตั้งตั้งแต่ ม.ค.-มิ.ย. 2543.....	90
6.8 การประมาณการผลิตของโมเดลใหม่ในเดือน ก.ย.-ธ.ค. 2543.....	91
6.9 กระบวนการผลิตของโมเดลใหม่เปรียบเทียบก่อนและหลังการทดลอง.....	92

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
1.1 ลัดส่วนยอดขายในปี 2541.....	2
1.2 สถิติยอดขายกระดาษระหว่างปี 2532-2541.....	3
1.3 โครงสร้างขององค์กร.....	4
2.1 การทดลองแบบ 2 ปัจจัย.....	13
2.2 ผลจากปัจจัยร่วม.....	14
2.3 ตัวแบบแนวโน้มตามเวลา.....	18
2.4 ตัวแบบสหสัมพันธ์.....	19
2.5 ตัวแบบภายใต้เงื่อนไขเพิ่มเติม.....	19
2.6 สถานการณ์ที่ซับซ้อน.....	20
3.1 ขั้นตอนการผลิตกระดาษเทมเปอร์.....	39
3.2 การไหลกระดาษเข้าเตา T-51.....	40
3.3 การขึ้นรูปของกระดาษ.....	40
3.4 ชุด Press Mold.....	41
3.5 ชุดจับยึดกระดาษ.....	42
3.6 การไหลกระดาษเข้าเตา T-81.....	43
3.7 ลักษณะของเตา T-81.....	43
3.8 Frame Load ของเตา T-81.....	44
3.9 แบบ Quench Ring.....	44
3.10 การไหลกระดาษของเตา T-91.....	45
3.11 การขึ้นโค้งของกระดาษเตา T-91.....	46
3.12 โรลเลอร์โค้งของเตา T-91.....	47
3.13 ลักษณะการนับการแตกของกระดาษเทมเปอร์.....	50
4.1 ค่าความโค้งเมื่อทำการปรับแรงดันลมบนและล่างของโค้ง 1200 R.....	65
4.2 ค่าความโค้งเมื่อทำการปรับแรงดันลมบนและล่างของโค้ง 1600 R.....	66
4.3 ค่าความโค้งเมื่อทำการปรับแรงดันลมบนและล่างของโค้ง 2000 R.....	67
4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความโค้งกับผลต่างแรงดันลมบนและล่างของโค้ง 1200 R....	71
4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความโค้งกับผลต่างแรงดันลมบนและล่างของโค้ง 1600 R.....	72

4.6 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความโค้งกับผลต่างแรงดันลมบนและล่างของโค้ง 2000 R.....	73
5.1 ลักษณะการแตกของกระจกเทมเปอร์.....	76