

การผันแปรของการปรับตั้งช่องทางลูกรีดสำหรับกระบวนการผลิตเหล็กแผ่นรีดร้อน  
โดยใช้โปรแกรมจำลองการรีด



นาย สุรศักดิ์ อุ่นอุ่น

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ


คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2546

ISBN 974-17-5604-6

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

VARIATION OF ROLL CLEARANCE SETTING FOR HOT ROLL STEEL PLATE  
USING ROLLING MILL SIMULATION PROGRAM



Mr. Surasak Onoun

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
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 2003

ISBN 974-17-5604-6

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การผันแปรของการปรับตั้งช่องห่างลูกรีดสำหรับกระบวนการผลิตเหล็ก  
แผ่นรีดร้อนโดยใช้โปรแกรมจำลองการรีด

โดย

นาย สุรศักดิ์ อุ่นอุ่น

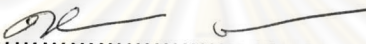
สาขาวิชา

วิศวกรรมอุตสาหการ

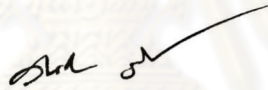
อาจารย์ที่ปรึกษา

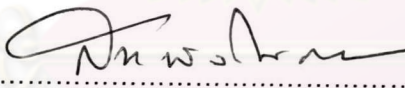
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมชาย พัวจินดาเนตร

คณะกรรมการศาสตราจารย์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วน  
หนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบริหารบัณฑิต

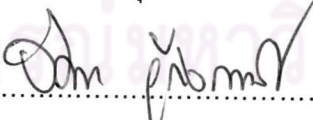
  
..... คณะบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์  
(ศาสตราจารย์ ดร. ดิเรก ลาวัณย์ศิริ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

  
..... ประธานกรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร. วันชัย วิจิรวณิช)

  
..... อาจารย์ที่ปรึกษา  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมชาย พัวจินดาเนตร)

  
..... กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุตทัศน์ รัตนเกื้อกังวาน)

  
..... กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จิตรา ฐักิจการพานิช)

สุรศักดิ์ อ้นอุ้น : การผันแปรของการปรับตั้งช่องห่างลูกรีดสำหรับกระบวนการผลิตเหล็กแผ่นรีดร้อนโดยใช้โปรแกรมจำลองการรีด. (VARIATION OF ROLL CLEARANCE SETTING FOR HOT ROLL STEEL PLATE USING ROLLING MILL SIMULATION PROGRAM) อ.ที่ปรึกษา : ผศ. ดร. สมชาย พัวจินดาเนตร, จำนวนหน้า 189 หน้า. ISBN 974-17-5604-6

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเงื่อนไขการปรับตั้งค่าชัดเจนของช่องห่างระหว่างลูกรีดในการผลิตเหล็กแผ่นรีดร้อนเพื่อแก้ไขปัญหาข้อบกพร่องความหนาของเหล็กแผ่นรีดร้อน

การวิจัยจะทำการทดลองที่เหล็กแผ่นขนาดความหนา 7.7 มม. หน้ากว้าง 5 ฟุต ซึ่งเป็นขนาดที่มีการผลิตค่อนข้างมาก โดยการศึกษาปัจจัยของค่าแรงกดในครั้งสุดท้ายของการรีด (Force Last Pass) และค่าของการลดความหนาในครั้งสุดท้ายของการรีด (Draft Last Pass) ที่มีต่อความหนาของแผ่นเหล็กที่ผ่านรีดครั้งสุดท้ายโดยโปรแกรมจำลองการรีด การศึกษาได้กำหนดสภาวะสึกหรอจากการใช้งานของลูกรีด (Wear Crown) ที่ 0.25, 0.15 และ 0.05 มม.

นำผลที่ได้ของการจำลองการรีดไปทดสอบหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าชัดเจนช่องห่างระหว่างลูกรีด (Gap Trim) กับปัจจัยแรงกดและการลดช่องว่างครั้งสุดท้าย เพื่อปรับแก้ให้เหล็กแผ่นได้ความหนาตามต้องการ สุดท้ายได้นำค่าที่ได้ไปทำการทดลองใช้กับกระบวนการผลิตจริงโดยควบคุมอุณหภูมิของวัสดุที่ 1180 °C และทำการเก็บข้อมูลเปรียบเทียบผลต่อไป

ผลการวิจัยพบว่า (1) ค่าปรับชัดเจนการผันแปรที่ได้จากการวิจัยสามารถนำไปใช้ในการรีดจริงได้ดี โดยสามารถลดข้อบกพร่องความหนาเทียบกับช่วงก่อนการทดลองจากเดิมร้อยละ 9.9 ลดลงเหลือร้อยละ 3.35 ของปริมาณการผลิต (2) ผลจากการควบคุมปัจจัยและค่าปรับชัดเจนที่ได้ช่วยทำให้การควบคุมความหนาของเหล็กแผ่นมีเสถียรภาพดีขึ้น ลดค่าการเบี่ยงเบนของค่าความหนาผลิตภัณฑ์

ภาควิชา ..... วิศวกรรมอุตสาหการ.....

สาขาวิชา ..... วิศวกรรมอุตสาหการ.....

ปีการศึกษา ..... 2546.....

ลายมือชื่อนิสิต .....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

## 4371507021 : MAJOR INDUSTRIAL ENGINEERING

KEYWORD : HOT ROLLING/GAUGE VARIATION/GAP WORK ROLL

SURASAK ONOUN : VARIATION OF ROLL CLEARANCE SETTING FOR HOT ROLL  
STEEL PLATE USING ROLLING MILL SIMULATION PROGRAM. THESIS ADVISOR :  
ASST. PROF. SOMCHAI PUJINDANETR Ph.D., 189 pp. ISBN 974-17-5604-6

The purpose of this Thesis was to study the compensation condition for Gap between Work Roll in Hot Roll Steel Plate Production in order to control the thickness of Hot Steel Plate Product. The rolled steel plate of 7.7 mm. of thickness with and 5 feet of width was selected as a case study. The variable factors of the Force Last Pass and the Draft Last Pass were studied using Hot Rolling Simulation program. The wear crown for this study was assigned at 0.25, 0.15 and 0.05 mm.

The relationship between Gap Trim and Force and Draft Last Pass were determined in order to adjust the thickness of Steel Plate via the experimental implementation. Pre-rolling steel was controlled at the Temp of 1180 °C.

The result found that (1) Compensation Variation Thickness from this research could be used in Production Process and reduced the Thickness Defect down from 9.9% to 3.35%. (2) The result from experiment could control the thickness of Steel Plate and reduce thickness defect.

Department...INDUSTRIAL ENGINEERING...

Concentration...INDUSTRIAL ENGINEERING...

Academic year ...2003.....

Student's signature.....

Advisor's signature.....



## กิตติกรรมประกาศ

ในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณ ผศ.ดร. สมชาย พัวจินดาเนตร ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้ความรู้และคำแนะนำในการทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วงอย่างสมบูรณ์ ขอกราบขอบพระคุณประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รศ.ดร. วันชัย ริจิรวนิช และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผศ. สุทัศน์ รัตนเกื้อกังวาน, ผศ.ดร. จิตรา ฐักิจการพานิช ที่ได้ให้คำแนะนำอันเป็นประโยชน์ต่อการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้อย่างมาก รวมทั้งขอขอบคุณบริษัทผลิตเหล็กแผ่นรีดร้อนที่เป็นต้นแบบกรณีศึกษา และเพื่อนร่วมงานทุกท่าน ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูล อุปกรณ์ วัสดุดิบ และคำปรึกษาต่างๆ ที่ใช้ในการทำวิทยานิพนธ์

ท้ายสุดนี้ คุณประโยชน์อันพึงจะได้รับจากวิทยานิพนธ์นี้ ผู้เขียนขอมอบให้แก่บิดามารดาและครูบาอาจารย์ทุกท่าน เพื่อน้อมรำลึกถึงพระคุณในการอบรมให้การศึกษาแก่ผู้เขียนตลอดมา

นาย สุรศักดิ์ อุ่นอุ่น

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อวิทยานิพนธ์ .....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	จ
กิตติกรรมประกาศ .....	ฉ
สารบัญตาราง .....	ญ
สารบัญภาพ .....	ฎ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา .....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย .....	10
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย .....	11
1.4 ข้อจำกัดของการวิจัย .....	11
1.5 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย .....	12
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ .....	13
1.7 วิธีดำเนินการวิจัย .....	13
1.8 ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลงานวิจัย .....	14
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 กระบวนการผลิตเหล็กแผ่นรีดร้อน .....	16
2.1.1 การตัดเตรียมวัตถุดิบ (SLAB Preparation) .....	17
2.1.2 การอบให้ความร้อนแก่วัตถุดิบ (Re-heating) .....	17
2.1.3 การฉีดไล่อ็อกไซด์ (Descale Box) .....	18
2.1.4 การรีดลดขนาดที่แท่นรีด .....	19
2.1.5 การตัดแบ่งร้อน (Hot Dividing Shear) .....	19
2.1.6 การรีดผิวเรียบ (Hot Leveler) .....	20
2.1.7 แท่นพักเย็น (Cooling Bed) .....	21
2.2 ขั้นตอนการรีดลดขนาดโดยละเอียด .....	22
2.3 Disturbances Affecting Gauge Performance .....	26
2.3.1 Disturbances ที่เกิดจากอุปกรณ์เชิงกล และ Hydraulic ของ Mill .....	27
2.3.2 Disturbances ที่เกิดจาก Mill Control Systems .....	28
2.3.3 Disturbance จากวัสดุที่นำมารีด .....	28

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.4 สาเหตุหลักของการแปรค่าความหนา (Principal Causes of Gauge Variable) .	29
2.5 สถิติเพื่อการวิจัย .....	31
2.6 การวิเคราะห์ค่าการกระจายของข้อมูล .....	32
2.6.1 พิสัย (Range, R) .....	33
2.6.2 ความแปรปรวน (Variance, V) .....	33
2.6.3 ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation, S หรือ $\sigma$ ) .....	34
2.6.4 การวิเคราะห์ดัชนีความสามารถ .....	35
2.7 New QC tools .....	37
2.8 วัฏจักรการปรับปรุงคุณภาพ .....	39
2.9 การปรับปรุงการปฏิบัติงานโดยใช้แผนภูมิควบคุมเบื้องต้น .....	40
2.10 แผนภูมิพาเลโต .....	41
2.11 แผนภูมิก้างปลา (Fishbone diagram) .....	42
<b>บทที่ 3 การดำเนินการทดลองจำลองข้อมูลการรีด</b>	
3.1 การเตรียมการทดลองและอุปกรณ์ในการจำลองการรีด .....	44
3.2 การจำลองการรีดและบันทึกผล .....	48
3.2.1 การกำหนดค่าพารามิเตอร์ป้อนเข้า Program .....	48
3.2.2 การบันทึกผล .....	49
3.2.3 ขั้นตอนการทำ Rolling Simulation .....	50
3.3 การวิเคราะห์ข้อมูลหาสมการความสัมพันธ์ของตัวแปร .....	89
<b>บทที่ 4 การนำผลการทดลองไปใช้กับการรีดจริง</b>	
4.1 การวิเคราะห์ปัจจัยของค่าความหนาที่ผิดพลาด .....	91
4.2 การควบคุมปัจจัยของสาเหตุ Gauge Variation .....	95
4.2.1 การควบคุมวัสดุ (Material) ที่นำมาผลิต .....	96
4.2.2 การควบคุมปัจจัยที่มีผลต่อค่า No Load Roll Gap ไม่คงที่ .....	98
4.2.3 ปัญหาค่า Mill Structures Stiffness ไม่คงที่ .....	110
4.2.4 การตรวจสอบระบบควบคุมของ Mill Stand .....	114
4.2.5 การควบคุมความผิดพลาดจากการปฏิบัติงาน .....	122
<b>บทที่ 5 ผลการทดลองในการรีดจริง</b>	
5.1 การกำหนดวิธีการใช้งานค่าทดลอง .....	123



## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
5.2 การเก็บข้อมูลผลการรื้อด .....	126
5.3 ข้อมูลผลของการรื้อด .....	128
5.4 การวิเคราะห์ผลการทดลอง .....	141
<b>บทที่ 6 สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ</b>	
6.1 สรุปผลการทดลอง .....	158
6.2 ข้อเสนอแนะ .....	159
รายการอ้างอิง .....	161
ภาคผนวก .....	162
ภาคผนวก ก .....	163
ภาคผนวก ข .....	168
ภาคผนวก ค .....	173
ภาคผนวก ง .....	182
ประวัติผู้เขียน.....	189

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1.1 แสดงปริมาณของเสียที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมความหนาที่เกิดขึ้นในช่วงเวลา ก่อนการวิจัย .....	3
ตารางที่ 3.1 แสดงผังการทดลองจำลองข้อมูลการรีด .....	46
ตารางที่ 3.2 แสดงผลการจำลองการรีดที่ค่า Wear Crown = 0.25 ม.ม. ....	53
ตารางที่ 3.3 แสดงผลการจำลองการรีดที่ค่า Wear Crown = 0.15 ม.ม. ....	65
ตารางที่ 3.4 แสดงผลการจำลองการรีดที่ค่า Wear Crown = 0.05 ม.ม. ....	77
ตารางที่ 4.1 การวิเคราะห์ปัจจัยของสาเหตุ Gauge Variation และการดำเนินการ .....	93
ตารางที่ 4.2 แสดงค่ากำหนดควบคุมสำหรับการตรวจเช็คระบบ Work Roll Balance .....	108
ตารางที่ 4.3 แสดงตัวอย่างการตรวจสอบค่า Zero Effect ที่ได้จากการทำ Zero และ Stretch Calibration .....	116
ตารางที่ 5.1 แสดงผลบันทึก GAP TRIM DATA FOR PLATE REPORT WEAR CROWN = 0.25 MM. ....	129
ตารางที่ 5.2 แสดงผลบันทึก GAP TRIM DATA FOR PLATE REPORT WEAR CROWN = 0.15 MM. ....	133
ตารางที่ 5.3 แสดงผลบันทึก GAP TRIM DATA FOR PLATE REPORT WEAR CROWN = 0.05 MM. ....	138
ตารางที่ 5.4 สรุปผลของดี-ของเสียจากการรีดจริง .....	142

## สารบัญภาพ

	หน้า
รูปที่ 1.1 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์ของเสีย OVG และ UNG ที่เกิดขึ้น .....	3
รูปที่ 1.2 รูปแสดง Block Diagram การทำงานของระบบการรีด .....	4
รูปที่ 1.3 แสดงห้องควบคุมการรีดโดยมีจอควบคุม Level 2 อยู่ด้านซ้ายมือ และจอควบคุม Level 1 อยู่ด้านขวามือ .....	6
รูปที่ 1.4 แสดงหน้าจอบคอมพิวเตอร์ Level 1 ที่แสดง Model การรีด .....	7
รูปที่ 1.5 แสดงขั้นตอนการปรับแต่งข้อมูลการรีดของพนักงานรีด .....	8
รูปที่ 1.6 แสดงตัวอย่างลักษณะข้อบกพร่องความหนาที่สูงเกินไปในการรีดก้อนแรก .....	9
รูปที่ 1.7 แสดงตัวอย่างลักษณะข้อบกพร่องความหนาที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลง Model การรีดหรือความผิดปกติระหว่างรีด .....	10
รูปที่ 2.1 แสดงขั้นตอนกระบวนการผลิตเหล็กแผ่นรีดร้อน .....	16
รูปที่ 2.2 การจัดเตรียมวัตถุดิบ (SLAB) .....	17
รูปที่ 2.3 การอบให้ความร้อนแก่วัตถุดิบ .....	18
รูปที่ 2.4 การฉีดไล่ไขมัน .....	18
รูปที่ 2.5 การรีดลดขนาด .....	19
รูปที่ 2.6 การตัดแบ่งร้อน .....	20
รูปที่ 2.7 การรีดผิวเรียบ .....	21
รูปที่ 2.8 แท่นพักเย็น .....	22
รูปที่ 2.9 แสดงส่วนประกอบด้านหน้าของแท่นรีด .....	25
รูปที่ 2.10 แสดงส่วนประกอบด้านข้างของแท่นรีด .....	26
รูปที่ 2.11 แสดง Gaugemeter diagrams รูปแบบต่างๆ (a, b, c, d, e) .....	30
รูปที่ 2.12 แผนภูมิพาเลโตช่วยชี้ให้เห็นสาเหตุสำคัญของปัญหา .....	42
รูปที่ 2.13 แผนภูมิแกงปลาแสดงโครงสร้างกลุ่มของสาเหตุที่มีแนวโน้มจะเป็นปัญหา .....	43
รูปที่ 3.1 แสดงเครือข่ายการทำงานของระบบคอมพิวเตอร์ควบคุม .....	45
รูปที่ 3.2 แสดงการแบ่งประเภทของ Crown ชนิดต่างๆ .....	47
รูปที่ 3.3 แสดงขั้นตอนการทำ Rolling Simulation .....	52
รูปที่ 4.1 แผนภูมิแกงปลาวิเคราะห์ปัญหาสาเหตุของการเกิด Gauge Variation ของ Vladimir B. Ginzburg .....	92
รูปที่ 4.2 การตรวจสอบส่วนผสมทางเคมีของวัตถุดิบด้วยเครื่อง Spectrometer .....	97



## สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 4.3 แสดงส่วนประกอบของชุด "CHOCK" รองรับลูกรีด .....	99
รูปที่ 4.4 แสดงการทดสอบการแกว่งตัวตามวิธีของ "E.G. Lindsey" .....	100
รูปที่ 4.5 แสดง Dial Gauge สำหรับวัดการแกว่งตัว .....	100
รูปที่ 4.6 แสดงผลการตรวจวัดค่า Roll Eccentricity ตารางกลางของ Work Roll .....	101
รูปที่ 4.7 แสดงอุปกรณ์วัดค่าระดับของผิวลูกรีด .....	102
รูปที่ 4.8 แสดงค่าบันทึกข้อมูลการวัดระดับผิวของลูกรีด .....	103
รูปที่ 4.9 แสดง Profile การ Wear ของ Work Roll หลังใช้งาน .....	104
รูปที่ 4.10 แสดงชนิดของค่า Crown ลูกรีดจาก Machine และจากอุณหภูมิ .....	105
รูปที่ 4.11 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาการรีดต่อเนื่องกับ Thermal Crown ที่เกิดขึ้น จะเห็นว่าถ้าเวลาเกิน 20 นาทีขึ้นไป ค่า Thermal Crown จะค่อนข้างคงที่ .....	106
รูปที่ 4.12 รายงานกราฟแสดงค่า Profile ของอุณหภูมิลูกรีดหลังการใช้งาน .....	107
รูปที่ 4.13 แสดงลักษณะ Thermal Crown แบบต่างๆ ที่มีผลมาจากระบบ Roll Coolant .....	107
รูปที่ 4.14 แสดงความสัมพันธ์ของความหนา Oil Film กับอัตราส่วนของ Mill Speed และ Roll Force .....	110
รูปที่ 4.15 แสดงรายงานผล Stretch Curve จากการทำให้ Stretch Calibration .....	112
รูปที่ 4.16 แสดงรูปแทนรีดด้านหน้าและส่วนประกอบต่างๆ .....	115
รูปที่ 4.17 แสดงหลักการทำงานของ LVDT .....	116
รูปที่ 4.18 แสดงผลการบันทึกสัญญาณของตำแหน่งระดับแทนรีดจากเครื่อง Chart Recorder .....	117
รูปที่ 4.19 Block Diagram การควบคุมตำแหน่งการเปิดจ่ายน้ำมันของเซอร์โววาล์ว .....	118
รูปที่ 4.20 แสดงค่าการตรวจสอบก่อนปรับแต่งของ Servo Valve ที่มีค่า Over Shoot และ Response Time ที่มากเกินไป แต่ไม่มี Error .....	118
รูปที่ 4.21 แสดงค่าการตรวจสอบ Servo Valve หลังการปรับแต่งค่าทำให้มีผลตอบสนองที่ดี มี Overshoot น้อยมากและ Response time สั้น .....	119
รูปที่ 4.22 แสดงตำแหน่งและทิศทางการ Spray ของระบบน้ำ Roll Coolant .....	121
รูปที่ 4.23 แสดงการตรวจสอบสภาพความพร้อมของหัว Nozzle หล่อเย็นลูกรีด .....	121
รูปที่ 4.24 แสดงอุปกรณ์วัดความหนาของผลิตภัณฑ์ .....	122
รูปที่ 5.1 แสดงขั้นตอนการหาค่า Gap Trim ก่อนการปรับปรุง .....	124
รูปที่ 5.2 แสดงขั้นตอนการหาค่า Gap Trim หลังการปรับปรุง .....	125



## สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 5.3 หน้าจอคอมพิวเตอร์ 1 ที่แสดงค่า Gap Trim .....	126
รูปที่ 5.4 แสดงหน้าจอของโปรแกรมเก็บรวบรวมผลการทดลองรีด .....	127
รูปที่ 5.5 แผนภูมิควบคุมแสดงค่าความหนาของการผลิตเหล็กแผ่นเดือนกรกฎาคม .....	145
รูปที่ 5.6 แผนภูมิควบคุมแสดงค่าความหนาของการผลิตเหล็กแผ่นเดือนสิงหาคม .....	147
รูปที่ 5.7 แผนภูมิควบคุมแสดงค่าความหนาของเหล็กแผ่นช่วงการทดลองรีดที่ Wear Crown 0.25 m.m. ....	150
รูปที่ 5.8 แผนภูมิควบคุมแสดงค่าความหนาของเหล็กแผ่นช่วงการทดลองรีดที่ Wear Crown 0.15 m.m. ....	152
รูปที่ 5.9 แผนภูมิควบคุมแสดงค่าความหนาของเหล็กแผ่นช่วงการทดลองรีดที่ Wear Crown 0.15 m.m. ....	154


  
 ศูนย์วิทยทรัพยากร  
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย