การลดอัตราของเสียเนื่องจากผลิตภัณฑ์เป็นจุดดำของชิ้นส่วนพลาสติก

นางสาว สุวรรณี สินธุ์ชัย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2547
ISBN 974-17-6574-6
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4671447221

BLACK DOT DEFECT RATE REDUCTION IN PLASTIC PARTS

Miss Suwannee Sinchai

ศูนย์วิทยทรัพยากร

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering in Industrial Engineering

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Department of Industrial Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 2004

ISBN 974-17-6574-6

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การลดอัตราของเสียเนื่องจากผลิตภัณฑ์เป็นจุดดำของชิ้นส่วนพลาสติก
โดย	นางสาวสุวรรณี สินธุ์ชัย
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร.ปารเมศ ชุติมา

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

(ศาสตราจารย์ ดร.ดิเรก ลาวัณย์ศิริ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.วันชัย ริจิรวนิช)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(รองศาสตราจารย์ ดร.ปารเมศ ชุติมา)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ จิรพัฒน์ เงาประเสริฐวงศ์)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.จิตรา รู้กิจการพานิช)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สุวรรณี สินธุ์ชัย: การลดอัตราของเสียเนื่องจากผลิตภัณฑ์เป็นจุดดำของชิ้นส่วนพลาสติก (BLACK DOT DEFECT RATE REDUCTION IN PLASTIC PARTS) อ.ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร. ปารเมศ ชุติมา, 145 หน้า. ISBN 974-17-6574-6

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทำการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลกระทบให้เกิดปัญหาจุดดำ (Black dot) ในชิ้นส่วนพลาสติกและเสนอแนวทางในการควบคุมคุณภาพ ซึ่งก่อนทำการปรับปรุงกระบวนการพบปริมาณของเสียเท่ากับ 139,789 DPPM สำหรับผลิตภัณฑ์ที่ได้ทำการทดลองศึกษา

ในแต่ละขั้นตอนของวิทยานิพนธ์นี้เป็นการใช้เทคนิคทางสถิติในการศึกษาเพื่อทำการแก้ไขและวิเคราะห์หาสาเหตุที่แท้จริงเพื่อนำไปสู่การแก้ไขปัญหาโดยในแต่ละขั้นตอนประกอบไปด้วย ขั้นตอนการนิยามปัญหา ขั้นตอนการวัดเพื่อกำหนดสาเหตุของปัญหา ขั้นตอนการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา ขั้นตอนการปรับปรุงแก้ไขกระบวนการ และขั้นตอนควบคุมกระบวนการผลิต ตามลำดับ ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้พบว่าปัจจัยที่มีนัยสำคัญในการเกิดปัญหาจุดดำนั้นมี 4 ปัจจัย ได้แก่ ความสะอาดของสกรู ความสะอาดของ runner ที่นำมาใช้ อุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการฉีด หลังจากนั้นจึงนำทั้ง 4 ปัจจัยมาทำการออกแบบการทดลอง โดยใช้วิธีการ 2^4 แฟคโทเรียล และทำการทดสอบเพื่อยืนยันผลก่อนนำไปใช้จริงในกระบวนการผลิตและสุดท้ายในขั้นตอนการควบคุมกระบวนการเป็นการควบคุมความสะอาดของสกรูและ Runner ที่นำมาใช้รวมทั้งการเฝ้าติดตามอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการฉีดให้อยู่ในสภาวะควบคุม

จากข้อมูลหลังจากการปรับปรุงกระบวนการพบว่า สามารถที่จะลดปัญหาจุดดำของผลิตภัณฑ์ที่ได้ทำการศึกษาลงอยู่ในระดับ 50,000 DPPM ซึ่งคิดเป็นสัดส่วน 64% ของปัญหาก่อนเริ่มแก้ไข

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่อนิสิต.....สุวรรณี สินธุ์ชัย.....
สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....
ปีการศึกษา 2547

4671447221 : MAJOR INDUSTRIAL ENGINEERING

KEY WORD : BLACK DOT / PLASTIC PARTS / DEFINE PHASE / MEASUREMENT PHASE / ANALYSIS PHASE/ IMPROVEMENT PHASE/ CONTROL PHASE

SUWANNEE SINCHAI : BLACK DOT DEFECT RATE REDUCTION IN PLASTIC PARTS. THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. PARAMES CHUTIMA, Ph.D.,145 pp.

ISBN 974-17-6574-6

The objective of this thesis is to study the factor which affect black dot defect in plastic parts. The current process of research's product has 139,789 DPPM.

The study has been proceeded according to the engineering statistical techniques to analyze and solve the problem. The step in this research is defining the problem, measuring the problem, analyzing problem, improving and controlling respectively. The results of the process are found 4 factors which affect black dot defect. Cleanliness of screw, Contaminate of runner, Temperature and Injection time are the factors which affect. Four factors have been used to perform the experiment with 2^4 full factorial design. The preliminary experiments are conducted to confirm the results before applied into the production line. Finally in control step using the method to control cleanliness of screw and runner including monitoring temperature and injection time to control the process.

The result after process improvement show black dot defect can be reduce in to 50000 DPPM which is 64 % of amount of defect before improvement.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Department Industrial Engineering Student's signature.....

Field of study Industrial Engineering Advisor's signature.....

Academic year 2004

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ผู้ทำวิจัยขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. ปารเมศ ชุติมา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ผู้ให้ความรู้ตลอดจนแนวทางการแก้ปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นในระหว่างการทำวิจัยอันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการทำวิจัยครั้งนี้และขอ กราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. วันชัย ริจิรวนิช ประธานกรรมการ รองศาสตราจารย์ ดร. จิตรา รู้กิจการพานิช และรองศาสตราจารย์ จิรพัฒน์ เงาประเสริฐวงศ์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่างๆพร้อมทั้งตรวจแก้ไขข้อบกพร่องวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณคณะผู้บริหารโรงงานตัวอย่างที่อนุญาตให้ผู้วิจัยได้ศึกษาและทำวิจัยให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีรวมทั้งคณะทำงานทุกท่านที่ได้ร่วมให้ข้อมูลและแสดงความคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ในระหว่างการทำวิจัย

ท้ายสุดนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณมารดา บิดา น้อง ครอบครัวและเพื่อนๆ ที่ให้ความช่วยเหลือและให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอมาจนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

กิตติกรรมประกาศ..... ฉ

สารบัญ..... ช

สารบัญตาราง..... ฎ

สารบัญรูป..... ฐ

บทที่ 1 บทนำ..... 1

1.1 บทนำ..... 1

1.2 ที่มาและความสำคัญของปัญหา..... 2

1.3 ตัวอย่างปัญหาจุดดำบนชิ้นงานในลักษณะต่างๆ..... 3

1.4 การเลือกผลิตภัณฑ์ที่จะนำมาศึกษา..... 4

1.5 ผลรวมสัดส่วนของของเสีย..... 13

1.6 ประวัติความเป็นมาและรายละเอียดของโรงงานกรณีศึกษา..... 14

1.7 กระบวนการผลิตของบริษัท..... 15

1.8 วัตถุประสงค์งานวิจัย..... 16

1.9 ขอบเขตการศึกษางานวิจัย..... 16

1.10 แนวทางการดำเนินงานวิจัย..... 16

1.11 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 18

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 19

2.1 ความเป็นมาและหลักการของซิกซ์ ซิกม่า..... 19

2.2 ขั้นตอนการปรับปรุงกระบวนการผลิตตามแนวทางซิกซ์ ซิกม่า..... 19

2.3 ทฤษฎีเกี่ยวกับการฉีดพลาสติก..... 41

2.4 งานวิจัยและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง..... 56

บทที่ 3 การนิยามปัญหา..... 58

3.1 บทนำ..... 58

3.2 การกำหนดทีมงาน..... 58

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.3 การศึกษาปัญหาที่ทำการแก้ไข 58
3.4 สรุปขั้นตอนการนิยามปัญหา 66

บทที่ 4 การวัดเพื่อกำหนดหาสาเหตุของปัญหา 67
4.1 บทนำ 67
4.2 การวิเคราะห์ความแม่นยำของระบบการวัด 67
4.3 การวิเคราะห์ปัญหาจากสาเหตุและผล (Cause & Effect Diagram) 74
4.4 วิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ (FMEA) 78
4.5 สรุปผลขั้นตอนการวัดเพื่อกำหนดสาเหตุปัญหา 83

บทที่ 5 การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา 85
5.1 บทนำ 85
5.2 ปัจจัยนำเข้าที่นำมาทำการทดสอบสมมติฐาน 85
5.3 การทดสอบสมมติฐาน 86
5.4 สรุปผลการปฏิบัติงานในขั้นตอนการวิเคราะห์ปัญหา 98

บทที่ 6 การปรับปรุง 99
6.1 บทนำ 99
6.2 การพิจารณาปัจจัยนำเข้าที่สำคัญ 99
6.3 ตัวแปรตอบสนอง 101
6.4 ขั้นตอนการออกแบบการทดลองทางสถิติ 101
6.5 ผลการทดลอง 104
6.6 สรุปผลขั้นตอนการการปรับปรุงแก้ไขกระบวนการ 112

บทที่ 7 การทดสอบเพื่อยืนยันผล 113
7.1 บทนำ 113
7.2 วิธีการทดลอง 113
7.3 การวิเคราะห์ผลการทดลอง 114

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

7.4 การปรับตั้งค่ามาตรฐาน 116
7.5 สรุปผลการทดสอบเพื่อยืนยันผล 117

บทที่ 8 การควบคุมกระบวนการ 118
8.1 บทนำ 118
8.2 วิธีการควบคุม 118
8.3 ผลลัพธ์หลังจากการปรับปรุงกระบวนการผลิต 120
8.4 ประโยชน์ที่ได้รับ 124
8.5 สรุปผลขั้นตอนการควบคุมกระบวนการผลิต 124

บทที่ 9 บทสรุปและข้อเสนอแนะ 125
9.1 บทนำ 125
9.2 แนวทางในการดำเนินการแก้ไขปัญหาจุดดำ 125
9.3 สรุปผลที่ได้จากแต่ละขั้นตอนในการแก้ไขปัญหาจุดดำ 126
9.4 ข้อจำกัดในงานวิจัย 128
9.5 ข้อเสนอแนะ 128

รายการอ้างอิง 130

ภาคผนวก 132
ภาคผนวก ก. ผลจากการวิเคราะห์ปัญหาเหตุและผล 133
ภาคผนวก ข. การวิเคราะห์ลักษณะของข้อบกพร่อง 134
ภาคผนวก ค. แผนควบคุม 138
ภาคผนวก ง. วิธีการปฏิบัติงานการดูแลรักษาและการซ่อมบำรุง 141

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 145

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.1	แสดงปัญหาของเสียต่างๆที่พบในโรงงานตัวอย่าง	2
1.2	แสดงปริมาณการสั่งซื้อโดยประมาณของลูกค้าแต่ละบริษัทในกลุ่มอุตสาหกรรมยานยนต์	4
1.3	แสดงปริมาณการสั่งซื้อของลูกค้าแต่ละบริษัทในกลุ่มประเภทฝาจุกพลาสติก	5
1.4	รายงานของเสียที่พบในผลิตภัณฑ์ TC 32762	6
1.5	รายงานของเสียที่พบในผลิตภัณฑ์ TC 32763	7
1.6	รายงานของเสียที่พบในผลิตภัณฑ์ TC 34214	8
1.7	รายงานของเสียที่พบในผลิตภัณฑ์ TC 34215	9
1.8	รายงานของเสียที่พบในผลิตภัณฑ์ TC 34650	10
1.9	รายงานของเสียที่พบในผลิตภัณฑ์ TC 34651	11
1.10	รายงานของเสียที่พบในผลิตภัณฑ์ Nestle	12
1.11	แสดงรายละเอียดสัดส่วนของเสียในแต่ละผลิตภัณฑ์	13
3.1	แสดงสถิติข้อร้องเรียนของลูกค้าในด้านต่างๆตั้งแต่เดือน ม.ค. – พ.ค.	60
3.2	แสดงรายละเอียดประเภทของปัญหาต่างๆที่พบ	61
3.3	แสดงโครงสร้างต้นทุนของผลิตภัณฑ์	62
3.4	แสดงระดับของปัญหาจุดดำ	63
3.5	แสดงปัญหาจุดดำในระดับต่างๆที่พบในลูกค้าหลัก	65
4.1	แสดงผลลัพธ์ของการตรวจวัดของผลิตภัณฑ์ TC 32762	69
4.2	แสดงผลลัพธ์ของการตรวจวัดของผลิตภัณฑ์ Nestle	70
4.3	แสดงผลของระบบการวัด	71
4.4	ผลการตรวจวัดหลังจากฝึกอบรมสำหรับผลิตภัณฑ์ TC 32762	72
4.5	ผลการตรวจวัดหลังจากฝึกอบรมสำหรับผลิตภัณฑ์ Nestle	73
4.6	การวิเคราะห์ปัญหาจากการหาความสัมพันธ์สาเหตุและผล	76
4.7	ตารางประเมินโอกาสการเกิดสำหรับ FMEA (Occurrence)	79
4.8	การประเมิน FMEA หัวข้อความรุนแรง (Severity)	80
4.9	ตารางข้อเสนอแนะสำหรับเกณฑ์หัวข้อการตรวจจับ (Detection)	81
5.1	สัดส่วนของเสียจากสกรูที่ผ่านการทำความสะอาดด้วยวิธีที่แตกต่างกัน	88

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
5.2	สัดส่วนของเสียจากการควบคุมอุณหภูมิกระบอกฉีดที่แตกต่างกันคือ 200 องศาเซลเซียสและ 240 องศาเซลเซียส	90
5.3	สัดส่วนของเสียจากการควบคุมเวลาในการฉีดที่แตกต่างกันคือ 18 วินาทีและ 22 วินาที	92
5.4	สัดส่วนของเสียจากเครื่องบด Runner ที่ผ่านการทำความสะอาดและไม่ผ่านการทำความสะอาด	95
5.5	สัดส่วนของเสียจาก Runner ที่ผ่านการร่อนทำความสะอาดและไม่ผ่านการร่อนทำความสะอาด	97
5.6	สรุปปัจจัยที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน	98
6.1	แสดงระดับของปัจจัยนำเข้าของแต่ละปัจจัยที่ทำการทดลอง	100
6.2	แสดงจำนวนสิ่งตัวอย่างที่ทำการทดลองในแต่ละปัจจัย	102
6.3	แสดงผลการทดลอง	104
6.4	แสดงผลการวิเคราะห์การออกแบบการทดลอง	109
7.1	ตารางแสดงอุณหภูมิกระบอกฉีดกับเม็ดพลาสติกชนิดต่างๆ	117
8.1	แสดงสัดส่วนของเสียก่อนทำการปรับปรุงกระบวนการ(DPU)	121
8.2	แสดงสัดส่วนของเสียหลังทำการปรับปรุงกระบวนการ(DPU)	121
8.3	แสดง DPPM ก่อนและหลังการปรับปรุง	122
8.4	แสดงต้นทุนวัตถุดิบ (DM) ที่ลดลงหลังการปรับปรุง	123
8.5	แสดงปัญหาของเสียต่างๆที่พบในโรงงานตัวอย่าง	123

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

1.1 แสดงเปอร์เซนต์ปัญหาของเสียต่างๆที่พบในโรงงานตัวอย่าง.....2

1.2 แสดงตัวอย่างปัญหาชิ้นงานที่พบปัญหาจุดดำ.....3

1.3 แสดงปริมาณการสั่งซื้อโดยประมาณของลูกค้าแต่ละบริษัทในกลุ่มอุตสาหกรรมยานยนต์.....4

1.4 แผนภาพพาเรโตแสดงปริมาณของเสียที่พบในผลิตภัณฑ์ TC 32762.....6

1.5 แผนภาพพาเรโตแสดงปริมาณของเสียที่พบในผลิตภัณฑ์ TC 32763.....6

1.6 แผนภาพพาเรโตแสดงปริมาณของเสียที่พบในผลิตภัณฑ์ TC 34214.....7

1.7 แผนภาพพาเรโตแสดงปริมาณของเสียที่พบในผลิตภัณฑ์ TC 34215 8

1.8 แผนภาพพาเรโตแสดงปริมาณของเสียที่พบในผลิตภัณฑ์ TC 34650 8

1.9 แผนภาพพาเรโตแสดงปริมาณของเสียที่พบในผลิตภัณฑ์ TC 34651 9

1.10 แผนภาพพาเรโตแสดงปริมาณของเสียที่พบในผลิตภัณฑ์ Nestle.....10

1.11 แสดงขั้นตอนในการผลิตชิ้นงานฉีดพลาสติก.....13

3.1 แสดงอัตราส่วนของเสียประเภทต่างๆที่พบในบริษัทตัวอย่าง.....42

3.2 แสดงอัตราส่วนของเสียที่พบกับลูกค้าประเภทต่างๆ.....42

4.1 แสดงแผนผังก้างปลา.....54

4.2 แสดงแผนภูมิพาเรโตเรียงลำดับความสำคัญของปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อการเกิดปัญหาจุดดำ-ในชิ้นงานจากการวิเคราะห์ด้วยCause&Effect Matrix.....56

5.1 ลักษณะของเครื่องฉีดพลาสติกแบ่งตามทิศทางการฉีด.....69

5.2 แสดงรายละเอียดของเครื่องฉีด.....69

5.3 ชุดฉีด (Injection Unit).....70

5.4 กระบอกสูบพลาสติกแบบเจาะรูรอบตอร์ปิโดและมีแท่งทองแดงช่วยเฉลี่ยความร้อน.....72

5.5 กระบอกสูบหลอมพลาสติกแบบนอนใช้แท่ง Heaterให้ความร้อนแก่ตอร์ปิโดโดยตรง.....72

5.6 กระบอกสูบหลอมพลาสติกแบบตั้งใช้ฉีดตามแนวนอน.....73

5.7 กระบอกสูบแบบมีช่วงผสม พร้อมทั้งครีบกระจายความร้อน.....73

5.8 กระบอกสูบหลอมพลาสติก 3 ตอนและมีตอร์ปิโดเป็นส่วนหนึ่งของกระบอกสูบ.....74

5.9 เครื่องฉีดพลาสติกแบบลูกสูบซึ่งมีกระบอกสูบหลอมพลาสติกอยู่ตอนบนและกระบอกสูบ-ฉีดพลาสติกอยู่ด้านล่างในแนวนอน..... 74

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ หน้า

5.10 ชุดฉีดแบบใช้ตัวหนอนทำหน้าที่พาพลาสติกเข้าหลอมเหลวและมีลูกสูบฉีดพลาสติก-อยู่ตรง กลาง ของตัวหนอน.....76
5.11 ชุดฉีดพลาสติกแบบใช้เกลียวหนอนพลาสติกเข้าหลอมเหลวและมีลูกสูบฉีดพลาสติก-เข้าแม่แบบ2 ชุด.....76
5.12 เครื่องฉีดพลาสติกแบบใช้เกลียวหนอนหลอมพลาสติกแล้วส่งเข้ากระบอกสูบฉีด-ซึ่งแยกกันอยู่.....77
5.13 จังหวะการทำงานของเกลียวหนอนที่ทำหน้าที่เป็นลูกสูบอัดฉีดพลาสติกเข้าแบบ 78
5.14 เกลียวหนอนแบบใช้เป็นลูกสูบอัดพลาสติก.....79
5.15 เกลียวหนอนคู่อัดฉีดพลาสติก.....79
5.16 เกลียวหนอนอัดฉีดพลาสติก.....68
5.17 ระบบส่งกำลังขับเกลียวหนอน โดยการส่งกำลังเคลื่อนที่ตามแนวแกนใช้ระบบไฮโดรลิค-และการส่งกำลังหมุนใช้มอเตอร์ไฟฟ้า.....81
5.19 แสดงการประกอบหัวฉีดเข้ากับปลายกระบอกสูบโดยใช้แง่ล็อค.....82
5.20 หัวฉีดแบบมาตรฐานแบบหัวโค้งแบบรูเป็นทรงกรวย.....83
5.21 หัวฉีดแบบความฝืดน้อยซึ่งมีรูทรงกระบอก.....83
5.22 หัวฉีดแบบใช้กับเทอร์โมพลาสติกที่มีความหนืดต่ำ.....83
5.23 หัวฉีดแบบมีห้องรวมพลาสติกตอนปลายเป็นวัสดุ Beryllium-Copper.....84
5.24 หัวฉีดสำหรับ Polyamide.....84
5.25 หัวฉีดผสมใช้กับพลาสติกที่ผสมสีฝุ่น.....84
7.1 กราฟแสดงการกระจายของค่าส่วนตกค้าง.....110
7.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าส่วนตกค้างและลำดับของข้อมูล.....110
7.3 แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าส่วนตกค้างและค่าที่ถูกฟิต.....111
7.4 กราฟ Normal Probability Plot แสดงถึงปัจจัยหลักและอันตรกิริยาที่มีนัยสำคัญ.....112
7.5 แผนภูมิพาเรโต แสดงถึงปัจจัยหลักและอันตรกิริยาที่มีนัยสำคัญ.....113
7.6 แสดงภาพของผลหลักของปัจจัยที่มีผลต่อตัวแปรตอบสนอง.....113
7.7 แสดงภาพของอันตรกิริยาที่มีผลต่อตัวแปรตอบสนอง.....113

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ หน้า

8.1 กราฟแสดงสัดส่วนของเสียของผลิตภัณฑ์ TC 32762.....119
8.2 กราฟแสดงสัดส่วนของเสียของผลิตภัณฑ์ TC 32763.....119
8.3 กราฟแสดงสัดส่วนของเสียของผลิตภัณฑ์ TC 34214.....120
8.4 กราฟแสดงสัดส่วนของเสียของผลิตภัณฑ์ TC 34215.....120
8.5 กราฟแสดงสัดส่วนของเสียของผลิตภัณฑ์ TC 34650.....120
8.6 กราฟแสดงสัดส่วนของเสียของผลิตภัณฑ์ TC 34651.....121
8.7 กราฟแสดงสัดส่วนของเสียของผลิตภัณฑ์ Nestle.....121
9.1 แสดงอัตราส่วนของเสียก่อนและหลังการปรับปรุง.....128
9.2 กราฟแสดงอัตราส่วนของเสีย.....129

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย