การปรับปรุงการควบคุมกระบวนการเชิงสถิติในโรงงานผลิตคอมเพรสเซอร์ตู้เย็น

นาย บุญสม ประเสริฐอัครกุล

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2539

ISBN 974-634-877-9

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I17399518

IMPROVEMENT OF STATISTICAL PROCESS CONTROL IN THE REFRIGERATOR COMPRESSOR FACTORY

MR. BOONSOM PRASERTAKARAKUL

A Thesis Submitted in Partial Fulillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering
Department of Industrial Engineering
Graduate School
Chulalongkorn University
Academic Year 1996

ISBN 974-634-877-9

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การปรับปรุงการควบคุมกระบวนการเชิงสถิติ ในโรงงานผลิตคอมเพรสเซอร์
โดย	นาย บุญสม ประเสริฐอัครกุล
ภาควิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร. สันติ ถุงสุวรรณ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ จรูญ มหิธาฟองกุล)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(รองศาสตราจารย์ ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เหรียญ บุญดีสกุลโชค)

..... กรรมการ

(อาจารย์ ประเสริฐ อัครประถมพงศ์)

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

บุญสม ประเสริฐอัครกุล : การปรับปรุงการควบคุมกระบวนการเชิงสถิติในโรงงานผลิตคอมเพรสเซอร์ตู้เย็น (IMPROVEMENT OF STATISTICAL PROCESS CONTROL IN THE REFRIGERATOR COMPRESSOR FACTORY) อ.ที่ปรึกษา : รศ.ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย , 188 หน้า. ISBN 974-634-877-9

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อหาวิธีการที่เหมาะสมในการควบคุมกระบวนการเชิงสถิติของสายการผลิตบางส่วนในโรงงานตัวอย่าง และเพื่อเป็นแนวทางในการวัดประสิทธิผลเกี่ยวกับการควบคุมกระบวนการเชิงสถิติสำหรับโรงงานตัวอย่าง

จากการสำรวจและศึกษาพบว่า โรงงานตัวอย่างในส่วนงานผลิตชิ้นส่วนเสื้อสูบ (Cylinder) , ลูกสูบ (Piston - Scotch) และแกนเลื่อนลูกสูบ (Slider) บางจุดงานมีการใช้การควบคุมกระบวนการเชิงสถิติอย่างไม่ถูกต้องและไม่เหมาะสม ได้ศึกษาวิจัยโดยวัดความสามารถของเครื่องจักร (Machine Capability) โดยวัดค่า C_P และวัดความสามารถของกระบวนการ (Process Capability) โดยวัดค่า C_{PK} เพื่อออกแบบวิธีการควบคุมกระบวนการเชิงสถิติที่เหมาะสม

ผลการวิจัยได้ปรับปรุงวิธีการควบคุมกระบวนการเชิงสถิติ 2 ลักษณะ คือ การใช้แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและพิสัย ($\bar{X}$-R Chart) 2 จุดงาน และการใช้ใบตรวจสอบโดยอาศัยแผนการสุ่มตัวอย่างแบบต่อเนื่อง (Continuous Sampling Plan หรือ CSP) 11 จุดงาน จากการวิจัยได้ประเมินผลแบ่งออกเป็น 4 อย่าง คือ 1) ค่า C_P หรือ C_{PK} ที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต 2) ค่าความเที่ยงตรง (Accuracy) ในการตรวจสอบของจุดตรวจสอบ 3) เปอร์เซนต์ของเสียของชิ้นงานที่เกิดขึ้น 4) จำนวนปริมาณการผลิตที่เกิดขึ้น

จากการปรับปรุงวิธีการควบคุมกระบวนการเชิงสถิติดังกล่าวสรุปผลได้ดังนี้ 1) การใช้แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและพิสัย ($\bar{X}$-R Chart) เปอร์เซนต์ของเสียของชิ้นงานที่เกิดขึ้นไม่แตกต่างจากก่อนการปรับปรุงเท่าใดนัก แต่ปริมาณการผลิตลดลงจากก่อนการปรับปรุงมาก (ดูรายละเอียดได้จากบทที่ 5) 2) การใช้ใบตรวจสอบโดยอาศัยแผนการสุ่มตัวอย่างแบบต่อเนื่อง CSP ค่าความเที่ยงตรงในการตรวจสอบของจุดตรวจสอบเพิ่มขึ้นจากก่อนการปรับปรุง (ดูรายละเอียดได้จากบทที่ 5)

ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ปีการศึกษา 2539 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

C716656 : MAJOR INDUSTRIAL ENGINEERING
KEY WORD: STATISTICAL / SPC

BOONSOM PRASERTAKARAKUL : IMPROVEMENT OF STATISTICAL PROCESS CONTROL IN THE REFRIGERATOR COMPRESSOR FACTORY. : THESIS ADVISOR : ASSO. PROF. DAMRONG TAVEESANG - SAKULTHAI. 188 pp. ISBN 974-634-877-9

The objectives of this thesis are researching an appropriate Statistical Process Control (SPC) Method and evaluated of SPC effective in a Sample Production Line.

According to survey and study in Cylinder , Piston Scotch and Slider Production Line, some Production Line used SPC but not correct and appropriate. So that , I evaluated Machine Capability by using C_P and evaluated Process Capability by using C_{PK} , for designing the appro - priate SPC.

The results of this project are :

1. Using 2 kinds of SPC for controlling the production process
   - 1.1 Using $\bar{X}$ - R Chart 2 stations
   - 1.2 Using CPS Check Sheet 11 stations
2. Using 4 kinds of SPC Evaluated
   - 2.1 Using C_P or C_{PK} in Production Lines
   - 2.2 Accuracy of Checking in checking point
   - 2.3 Percentage of Defective
   - 2.4 Total of Production

Summation from SPC are :

1) Using $\bar{X}$ - R Chart , % Defect isn't different , but % Total Productive is de - creased. (Detail in Chapter 5)

2) Using CSP Check Sheet , Checking accuracy is increased. (Detail in Chapter 5)

ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ปีการศึกษา 2539 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม -

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้สำเร็จลุล่วงไปด้วยความช่วยเหลืออย่างดีจากรองศาสตราจารย์ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งท่านได้ให้คำแนะนำ ข้อคิดเห็นต่าง ๆ และที่สำคัญได้ให้กำลังใจในการจัดทำแก่ผู้วิจัยเสมอมา นอกจากนี้ผู้วิจัยใคร่ขอขอบคุณบุคลากรในโรงงานตัวอย่าง ดังนี้ คุณสุพจน์ กำชัย คุณปัตตะพงษ์ แป้นคง คุณสุดเขต ปราบไพรี ที่ได้อุตส่าห์สละเวลาส่วนตัวให้ความร่วมมือกับผู้วิจัยในการแสดงข้อคิดเห็นต่าง ๆ เกี่ยวกับการวิจัยนี้ โดยอาศัยเวลาปรึกษาหารือส่วนใหญ่ในช่วงเวลาทำงานล่วงเวลา ทำให้การวิจัยในครั้งนี้สามารถทดลองในภาคปฏิบัติได้เป็นอย่างดียิ่ง

ผู้วิจัยรู้สึกตื้นตันใจและมีแรงใจในการทำวิจัยนี้จาก คุณฐิรจิต กาญจนจงกล เพื่อนชีวิตที่ได้ให้กำลังใจเสมอมา และท้ายที่สุดผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณนางหยุ่นเทียะ แซ่เตียว มารดาผู้มีความอุปการะคุณล้นฟ้าต่อผู้วิจัย รวมทั้งครอบครัวและมิตรสหายที่ได้ส่งกำลังใจมามิขาด

ท้ายนี้ ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าความตั้งใจที่ผู้วิจัยได้อุทิศทุ่มเทกำลังกายกำลังความคิดต่าง ๆ ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้คงมีประโยชน์ต่อการพัฒนาการศึกษา และการพัฒนาประเทศชาติต่อไป

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ญ

สารบัญภาพ ..... ฎ

คำอธิบายสัญญลักษณ์และคำย่อ ..... ฒ

บทที่

1. บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 3

1.3 ขอบเขตของการวิจัย 3

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3

1.5 ขั้นตอนและวิธีดำเนินการวิจัย 4

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 6

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย 6

2.1.1 การตรวจสอบและแผนการสุ่มตัวอย่าง 6

2.1.2 สถิติและการควบคุมคุณภาพ 7

2.1.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 8

2.1.4 ค่าพารามิเตอร์และค่าสถิติ 8

2.1.5 ข้อมูล 8

2.1.6 ตัวแปร 9

2.1.7 สถิติเชิงพรรณนาและสถิติเชิงอนุมาน 10

2.1.8 เทคนิคการตรวจสอบและการควบคุมคุณภาพ 11

2.1.9 การวัดแนวโน้มเข้าสู่ส่วนกลาง 12

2.1.10 การวัดการกระจายของข้อมูล 15

2.1.11 การแจกแจงปกติ 16

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.1.12 การประมาณค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร	19
2.1.13 ความแม่นยำและความเที่ยงตรง	22
2.1.14 การศึกษาความสามารถของกระบวนการ	23
2.1.15 ดัชนีชี้ความสามารถของกระบวนการ	23
2.1.16 แผนภูมิควบคุมคืออะไร	27
2.1.17 การใช้งานแผนภูมิควบคุม	31
2.1.18 การสร้างและวิธีการอ่านแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและพิสัย ..... (X-R Chart)	32
2.1.19 แผนการตรวจสอบเพื่อการยอมรับสำหรับผลิตภัณฑ์ที่มี ..... การผลิตต่อเนื่อง	38
2.1.20 การหาค่าความเที่ยงตรงในการตรวจสอบ	45
2.2 การสำรวจงานวิจัย	46
3. ข้อมูลเกี่ยวกับโรงงานตัวอย่าง	50
3.1 แผนผังโครงสร้างองค์การ	50
3.2 กระบวนการผลิต	54
3.2.1 กระบวนการผลิตชิ้นส่วน Cylinder	56
3.2.2 กระบวนการผลิตชิ้นส่วน Piston Scotch	57
3.2.3 กระบวนการผลิตชิ้นส่วน Slider	59
3.3 วิเคราะห์สภาพปัญหาเพื่อปรับปรุงวิธีการควบคุมกระบวนการ	62
3.4 หลักการในการวิจัย	66
4. ผลการสำรวจและแนวทางปรับปรุง	71
4.1 ผลการสำรวจและการออกแบบวิธีการควบคุมกระบวนการ	71
4.2 ผลการทดลองปรับปรุงการควบคุมกระบวนการของชิ้นงาน Cylinder.....	83
4.3 ผลการทดลองปรับปรุงการควบคุมกระบวนการของชิ้นงาน ..... Piston Scotch	88
4.3.1 ผลการทดลองจุดงานขั้นตอนการกลึงปอกลูกสูบ OD	88
4.3.2 ผลการทดลองจุดงานขั้นตอนการเจียรหยาบลูกสูบ OD	94

หน้า

4.4 ผลการทดลองปรับปรุงการควบคุมกระบวนการของชิ้นงาน Slider 97
4.4.1 ผลการทดลองจุดงานขั้นตอนการกลึงปอกและกลึงละเอียดผิว OD ... 97
4.4.2 ผลการทดลองจุดงานขั้นตอนการเจียรละเอียด OD 104
4.4.3 ผลการทดลองจุดงานขั้นตอนการคว้านรูผิว ID 107
5. สรุปการวิจัยและข้อเสนอแนะ 112
5.1 สรุปผลการวิจัยก่อนและหลังการปรับปรุง 112
5.1.1 การปรับปรุงความสามารถของเครื่องจักร 112
5.1.2 การปรับปรุงวิธีการควบคุมกระบวนการโดยใช้แผนภูมิ 112
ควบคุม $\bar{X}$ - R Chart
5.1.3 การปรับปรุงวิธีควบคุมกระบวนการโดยใช้แผนการสุ่ม 113
ตัวอย่างแบบต่อเนื่อง CSP - 2
5.1 ข้อจำกัดในการวิจัย 115
5.2 ข้อเสนอแนะ 115
5.3 ข้อวิจารณ์ 116

รายการอ้างอิง 118
ภาคผนวก 120
ภาคผนวก ก 121
ตาราง ก พื้นที่ภายใต้เส้นโค้งปกติ 122
ตาราง ข ตัวประกอบสำหรับคำนวณขอบเขตควบคุมคุณภาพ 124
ตาราง ค แสดงค่า i สำหรับแผนการตรวจสอบ CSP - 2 125
ตาราง ง แสดงค่าของ i สำหรับแผนการตรวจสอบแบบ CSP-2 และ 125
CSP - 3
ภาคผนวก ข แสดงค่า C_p ของชิ้นงาน Cylinder , Piston Scotch , Slider 126
ภาคผนวก ค แสดงค่า C_{PK} ของชิ้นงาน Cylinder , Piston Scotch , Slider 146
ภาคผนวก ง ตัวอย่างการใช้แบบฟอร์มหลังการปรับปรุงวิธีการควบคุมกระบวนการ 162
ภาคผนวก จ ตัวอย่างการใช้แบบฟอร์มก่อนการปรับปรุงวิธีการควบคุมกระบวนการ 179
ประวัติผู้เขียน 188

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่

1.1 ข้อมูลรายงานจำนวนของเสียที่เกิดขึ้นในแต่ละแผนกของโรงงานตัวอย่าง 2

1.2 ข้อมูลจำนวนของเสียจากการผลิตที่เกิดขึ้นในแผนกผลิต B 3

1.3 แผนการดำเนินงานโครงการ 5

2.1 สัญญลักษณ์ค่าสถิติและค่าพารามิเตอร์ 10

2.2 เปรียบเทียบตัววัดแนวโน้มเข้าสู่ศูนย์กลาง 14

2.3 แสดงขอบเขตของพื้นที่ภายใต้เส้นโค้งแบบปกติ 18

2.4 แสดงการสุ่มตัวอย่างในแต่ละกลุ่มย่อย 20

2.5 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า C_P , C_{PK} กับ ความสามารถของกระบวนการ 26

2.6 ชนิดของแผนภูมิควบคุม 29

2.7 แสดงขอบเขตเพื่อการยอมรับของแผนภูมิควบคุมคุณภาพเฉลี่ย ($\overline{X}$) 35

3.1 สรุปข้อมูลการสำรวจสภาพการทำงานก่อนการปรับปรุงวิธีการควบคุมกระบวนการ ... 65

4.1 แสดงค่าความละเอียดของเครื่องมือวัดที่ใช้สำหรับเก็บข้อมูล 72

4.2 แสดงค่า C_P , C_{PK} และเปรียบเทียบวิธีควบคุมกระบวนการก่อน - หลังการปรับปรุง 73

4.3 ข้อมูลการทดลองปรับปรุงวิธีการควบคุมกระบวนการผลิตชิ้นงาน Cylinder 84

4.4 การหาค่าความเที่ยงตรงในการตรวจสอบของจุดตรวจสอบเครื่องคว้านรู 85
ST - 2 (R) , (L)

4.5 ข้อมูลการทดลองปรับปรุงวิธีการควบคุมกระบวนการผลิตชิ้นงาน Piston Scotch 89

4.6 การหาค่าความเที่ยงตรงในการตรวจสอบของจุดตรวจสอบเครื่องกลึงปอกผิว 91
21 - 01 B , C , D

4.7 ข้อมูลการทดลองปรับปรุงวิธีการควบคุมกระบวนการผลิตชิ้นงาน Slider 98

4.8 การหาค่าความเที่ยงตรงในการตรวจสอบของจุดตรวจสอบเครื่องกลึงปอกผิว 100
22 - 02 A , B

4.9 การหาค่าความเที่ยงตรงในการตรวจสอบของจุดตรวจสอบเครื่องคว้านรู 108
22 - 08 A , B

สารบัญภาพ

หน้า

รูปที่

2.1 ระเบียบวิธีการทางสถิติ 7

2.2 เทคนิคการตรวจสอบและการควบคุมคุณภาพ 11

2.3 โค้งการแจกแจงแบบปกติ 16

2.4 โค้งการแจกแจงแบบปกติมาตรฐานที่มี $\mu = 0$ และ $\sigma^2 = 1$ 17

2.5 ขอบเขตของพื้นที่ภายใต้เส้นโค้งแบบปกติ 18

2.6 โค้งแสดงพื้นที่ที่มีอายุการใช้งานของหลอดไฟฟ้าที่ไม่ได้พิกัดตามที่กำหนด 19

2.7 อธิบายความแตกต่างระหว่างความเที่ยงตรง(Accuracy)และความแม่นยำ 22

2.8 แสดงค่าดัชนีชี้ความสามารถของกระบวนการ C_P และ C_{PK} 25

2.9 แสดงแผนภูมิควบคุมที่กระบวนการผลิตอยู่ในควบคุม 28

2.10 แสดงแผนภูมิควบคุมที่กระบวนการผลิตอยู่นอกควบคุม 28

2.11 แสดงลักษณะเส้นควบคุม 3 ประเภท 30

2.12 แผนภูมิควบคุมคุณภาพเฉลี่ย ($\bar{X}$) 32

2.13 แผนภูมิควบคุมคุณภาพเฉลี่ย ($\bar{X}$) เมื่อประมาณ $\sigma_{\bar{X}}$ จาก S 33

2.14 แผนภูมิควบคุมคุณภาพเฉลี่ย ($\bar{X}$) เมื่อประมาณ $\sigma_{\bar{X}}$ จาก $\bar{R}$ 34

2.15 แผนภูมิควบคุมคุณภาพเฉลี่ย ($\bar{X}$) เมื่อทราบค่า σ 34

2.16 แผนภูมิควบคุมการกระจาย R 36

2.17 แผนภูมิควบคุมแสดงการเกิดรัน 37

2.18 แผนภูมิควบคุมแสดงการเกิดแนวโน้ม 38

2.19 กราฟสำหรับหาค่าของ i เมื่อกำหนด AOQL ในแผน CSP - 1 39

2.20 ผังแสดงการตรวจสอบแบบ CSP - 1 40

2.21 ผังแสดงการตรวจสอบแบบ CSP - 2 42

2.22 ผังแสดงการตรวจสอบแบบ CSP - 3 44

2.23 อธิบายการวัดความเที่ยงตรงในการตรวจสอบของพนักงานตรวจสอบ 45

3.1 แผนผังโครงสร้างองค์การบริษัท 51

3.2 แผนผังโครงสร้างองค์การฝ่ายโรงงานคอมเพรสเซอร์ 52

3.3 แผนผังโครงสร้างองค์การแผนกผลิต B 53

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

รูปที่

4.7 ตัวอย่างแบบฟอร์มใบคำนวณเส้นควบคุมสำหรับแผนภูมิ $\bar{X}$ - R Chart 82
4.8 กราฟแสดงค่าความเที่ยงตรงในการตรวจสอบของจุดตรวจสอบเครื่องคว้านรู 85
ST - 2 (R) , (L)
4.9 กราฟแสดงของเสียจากเครื่องคว้านรู ST - 2 (R) , (L) พบที่จุดงานต่าง ๆ 86
ของชิ้นงาน Cylinder
4.10 กราฟแสดงปริมาณการผลิตเครื่องคว้านรู ST - 2 (R) , (L) 87
ของชิ้นงาน Cylinder
4.11 กราฟแสดงค่าความเที่ยงตรงในการตรวจสอบของจุดตรวจสอบเครื่องกลึง 91
21 - 01 B , C , D
4.12 กราฟแสดงของเสียจากเครื่องกลึง 21 - 01 B , C , D พบที่จุดงานต่าง ๆ 92
ของชิ้นงาน Piston Scotch
4.13 กราฟแสดงปริมาณการผลิตเครื่องกลึง 21 - 01 B , C , D 93
ของชิ้นงาน Piston Scotch
4.14 กราฟแสดงของเสียจากเครื่องเจียรหยาบ 21 - 03 B 95
ของชิ้นงาน Piston Scotch
4.15 กราฟแสดงปริมาณการผลิตเครื่องเจียรหยาบ 21 - 03 B 96
ของชิ้นงาน Piston Scotch
4.16 กราฟแสดงค่าความเที่ยงตรงในการตรวจสอบของจุดตรวจสอบเครื่องกลึง 100
22 - 02 A , B
4.17 กราฟแสดงของเสียจากเครื่องกลึง 22 - 02 A , B พบที่จุดงานต่าง ๆ 102
ของชิ้นงาน Slider
4.18 กราฟแสดงปริมาณการผลิตเครื่องกลึง 22 - 02 A , B ของชิ้นงาน Slider 103
4.19 กราฟแสดงของเสียจากเครื่องเจียรละเอียด 22 - 10 ของชิ้นงาน Slider 105
4.20 กราฟแสดงปริมาณการผลิตเครื่องเจียรละเอียด 22 - 10 ของชิ้นงาน Slider 106
4.21 กราฟแสดงค่าความเที่ยงตรงในการตรวจสอบของจุดตรวจสอบเครื่องคว้านรู 108
22 - 08 A , B

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

รูปที่

3.4 กระบวนการผลิตโดยสังเขป การผลิตคอมเพรสเซอร์ตู้เย็น 54
3.5 แสดงภาพชิ้นส่วน Cylinder , Piston Scotch , Slider ในภาพตัดขวางของผลิตภัณฑ์ ... 55
คอมเพรสเซอร์
3.6 แสดงขั้นตอนคว้านละเอียดรูลูกสูบ ID ของชิ้นงาน Cylinder 56
3.7 แสดงขั้นตอนขัดผิวรูคว้านลูกสูบ ID ของชิ้นงาน Cylinder 57
3.8 แสดงขั้นตอนกลึงปอกผิวลูกสูบ OD ของชิ้นงาน Piston Scotch 58
3.9 แสดงขั้นตอนเจียรหยาบผิวลูกสูบ OD ของชิ้นงาน Piston Scotch 58
3.10 แสดงขั้นตอนเจียรละเอียดผิวลูกสูบ OD ของชิ้นงาน Piston Scotch 59
3.11 แสดงขั้นตอนกลึงปอกและกลึงละเอียดผิว OD ของชิ้นงาน Slider 60
3.12 แสดงขั้นตอนเจียรหยาบผิว OD ของชิ้นงาน Slider 60
3.13 แสดงขั้นตอนเจียรละเอียดผิว OD ของชิ้นงาน Slider 61
3.14 แสดงขั้นตอนคว้านรู ID ของชิ้นงาน Slider 61
3.15 แสดงขั้นตอนขัดผิวรูคว้าน ID ของชิ้นงาน Slider 62
3.16 แบบสอบถามเพื่อสำรวจวิธีการทำงานก่อนการปรับปรุงวิธีการควบคุมกระบวนการ .. 64
3.17 แนวทางการวิเคราะห์เพื่อปรับปรุงวิธีการควบคุมกระบวนการ 67
4.1 ตัวอย่างแบบฟอร์มใบบันทึกผลการตรวจสอบชิ้นงาน Cylinder จุดงานขั้นตอน 75
การคว้านละเอียดรูลูกสูบ ID
4.2 ตัวอย่างแบบฟอร์มใบบันทึกผลการตรวจสอบชิ้นงาน Piston Scotch จุดงานขั้นตอน 76
การกลึงปอกผิวลูกสูบ OD
4.3 ตัวอย่างแบบฟอร์มใบบันทึกผลการตรวจสอบชิ้นงาน Slider จุดงานขั้นตอน 77
การกลึงปอกและกลึงละเอียดผิว OD
4.4 ตัวอย่างแบบฟอร์มใบบันทึกผลการตรวจสอบชิ้นงาน Slider จุดงานขั้นตอน 78
การคว้านรูผิว ID
4.5 ตัวอย่างแบบฟอร์มใบควบคุมกระบวนการ $\bar{X}$ - R Chart ชิ้นงาน Piston Scotch 80
เครื่องจักร 21 - 03 B
4.6 ตัวอย่างแบบฟอร์มใบควบคุมกระบวนการ $\bar{X}$-R Chart ชิ้นงาน Sliderเครื่องจักร 22-10 81

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

รูปที่

4.22 กราฟแสดงของเสียจากเครื่องคว้านรู 22 - 08 A , Bพบที่จุดงานต่าง ๆ 109
ของชิ้นงาน Slider

4.23 กราฟแสดงปริมาณการผลิตเครื่องคว้านรู 22 - 12 A , B ของชิ้นงาน Slider 111

คำอธิบายสัญญลักษณ์และคำย่อ

$\varnothing$	=	เส้นผ่าศูนย์กลาง (Diameter)
ID	=	เส้นผ่าศูนย์กลางภายใน (Inside Diameter)
OD	=	เส้นผ่าศูนย์กลางภายนอก (Outside Diameter)
μ	=	ค่าเฉลี่ยของประชากร
σ	=	ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร
σ^2	=	ค่าความแปรปรวนของประชากร
$\overline{X}$	=	ค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง
S	=	ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่าง
S^2	=	ค่าความแปรปรวนของตัวอย่าง
n	=	ขนาดตัวอย่าง
R	=	ค่าพิสัย
C_P	=	ค่าความสามารถของเครื่องจักร (Machine Capability)
C_{PK}	=	ค่าความสามารถของกระบวนการ (Process Capability)
AOQ	=	ค่าเฉลี่ยร้อยละของผลิตภัณฑ์เสียในทุก ๆ ล๊อคที่ผ่านการตรวจสอบ (Average Out going Quality)
AOQL	=	ค่าสูงสุดของ AOQ (Average Out going Quality Limit)
CSP	=	แผนการสุ่มตัวอย่างแบบต่อเนื่อง (Continuous Sampling Plan)
CSP - 1	=	แผนการสุ่มตัวอย่างแบบต่อเนื่อง (Continuous Sampling Plan) แบบที่ 1
CSP - 2	=	แผนการสุ่มตัวอย่างแบบต่อเนื่อง (Continuous Sampling Plan) แบบที่ 2
CSP - 3	=	แผนการสุ่มตัวอย่างแบบต่อเนื่อง (Continuous Sampling Plan) แบบที่ 3
Crank Shaft	=	ชิ้นส่วนเพลาข้อเหวี่ยง
Cylinder	=	ชิ้นส่วนเสื้อสูบ
Motor Case	=	ชิ้นส่วนโครงมอเตอร์
Piston Scotch	=	ชิ้นส่วนลูกสูบ
Rotor	=	ชิ้นส่วนส่วนที่หมุนสร้างสนามแม่เหล็กไฟฟ้า
Slider	=	ชิ้นส่วนแกนเลื่อนลูกสูบ
Stator	=	ชิ้นส่วนปล่องหมุนสร้างสนามแม่เหล็กไฟฟ้า
Valve Plate	=	ชิ้นส่วนแผ่นวาล์ว