

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ



246604

การลดข้อผิดพลาดที่คอยล์เป็นในอุตสาหกรรมยานยนต์โดยการประยุกต์ใช้นาฬิกาของ
บริษัท ชิกมา (DMAIC)

นางสาวปวีณ์สุภา ปานอ่ำโพ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2553

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

b 00251154



246604

การลดของเสียผลิตภัณฑ์คอปอล์ยีนในอุตสาหกรรมยานยนต์โดยการประยุกต์ใช้แนวทางของ
ซิกซ์ ซิกมา (DMAIC)



นางสาว ปวีณ์สุดา ปานอำไพ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2553

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



5 2 7 1 4 3 4 0 2 1

DEFECT REDUCTION FOR EVAPORATOR PRODUCT IN AUTOMOTIVE INDUSTRY
USING SIX SIGMA APPROACH (DMAIC)

Miss Paweesuda Panumpai

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

Department of Industrial Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 2010

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การลดของเสียผลิตภัณฑ์คอล์ยเย็นในอุตสาหกรรม
ยานยนต์โดยการประยุกต์ใช้แนวทางของซิกซ์ ซิกมา
(DMAIC)

โดย

นางสาว ปวีณัฐดา ปานอำไพ

สาขาวิชา

วิศวกรรมอุตสาหการ

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

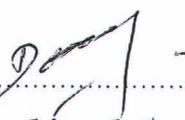
รองศาสตราจารย์ ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย

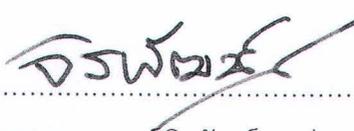
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วน
หนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบริหารธุรกิจ

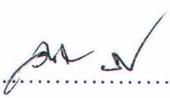

..... คณะบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.บุญสม เลิศหิรัญวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เหรียญ บุญดีสกุลโชค)


..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(รองศาสตราจารย์ ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย)


..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ จิรพัฒน์ เจาประเสริฐวงศ์)


..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.วันชัย ริจิรวงศ์)

ปวีณัฐดา ปานอำไพ : การลดของเสียผลิตภัณฑ์คอยล์เย็นในอุตสาหกรรมยานยนต์ โดยการประยุกต์ใช้แนวทางของซิกซ์ ซิกมา (DMAIC). (DEFECT REDUCTION FOR EVAPORATOR PRODUCT IN AUTOMOTIVE INDUSTRY USING SIX SIGMA APPROACH (DMAIC)) อ. ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : รศ.ดำรงค์ ทวีแสง-สกุลไทย, 195 หน้า.

246604

งานวิจัยนี้ได้ประยุกต์แนวทางในการดำเนินงานของซิกซ์ ซิกมา 5 ขั้นตอน (DMAIC) การวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ (FMEA) และเครื่องมือคุณภาพต่างๆ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดของเสียในกระบวนการผลิตคอยล์เย็นในโรงงานกรณีศึกษา

การดำเนินงานสามารถสรุปได้ดังนี้ 1. การนิยามปัญหา ศึกษาสภาพปัญหาของเสียที่เกิดจากความผิดพลาดของกระบวนการผลิต กำหนดเป้าหมาย ขอบเขตของการปรับปรุง และจัดตั้งทีมงาน 2. การวัดสภาพปัญหา เก็บข้อมูลแยกประเภทของเสียประเภทตัวงานคอยล์เย็นและชิ้นส่วน Core plate ซึ่งมีมูลค่าการทิ้งสูงสุด 3. การวิเคราะห์สาเหตุของการเกิดของเสีย โดยการระดมสมองเพื่อทำแผนภูมิแกงปลา และ FMEA ซึ่งมีการประเมินค่าความรุนแรงของผลกระทบ (S), โอกาสที่จะเกิดผลกระทบ (O) และความสามารถในการตรวจพบข้อบกพร่อง (D) จากนั้นคำนวณค่าดัชนีความเสี่ยงซึ่งนำ (RPN) เพื่อเลือกสาเหตุที่มีค่า RPN สูงกว่า 100 คะแนนมาทำการแก้ไข 4. การปรับปรุงแก้ไข เพื่อให้ค่า RPN ลดต่ำกว่า 100 คะแนน จึงทำการติดตั้งระบบควบคุมเครื่องจักร ติดตั้งเซ็นเซอร์วัดขนาดชิ้นงาน และฝึกอบรมวิธีการทำงานที่ถูกต้องแก่พนักงาน และ 5. การควบคุม จัดทำบอร์ดที่ควบคุมปริมาณของเสีย และจัดเอกสารควบคุมการผลิต เพื่อให้การผลิตมีประสิทธิภาพสูงสุด จากนั้นเปรียบเทียบข้อมูลของเสียก่อนและหลังทำการแก้ไขปรับปรุง

ผลของงานวิจัยนี้ พบว่าสามารถลดอัตราการเกิดของเสียตัวงานคอยล์เย็นจาก 0.216% ลดลงเหลือ 0.107% หรือลดลง 50.46% ลดจำนวนของเสียโดยเฉลี่ยของชิ้นส่วน Core plate จาก 3,333 ชิ้นต่อเดือนลดลงเหลือ 648 ชิ้นต่อเดือน ส่งผลให้มูลค่าของเสียของกระบวนการผลิตคอยล์เย็นลดลงจาก 0.019% ลงเหลือ 0.007% หรือลดลง 63.16%

ภาควิชา.....วิศวกรรมอุตสาหกรรม.....ลายมือชื่อนิสิต.....ปวีณัฐดา ปานอำไพ.....
สาขาวิชา.....วิศวกรรมอุตสาหกรรม.....ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก.....
ปีการศึกษา...2553.....

5271434021 : MAJOR INDUSTRIAL ENGINEERING

KEYWORDS : DEFECT REDUCTION / SIX SIGMA / DMAIC/ FMEA / EVAPORATOR

PAWEESUDA PANUMPAI : DEFECT REDUCTION FOR EVAPORATOR
PRODUCT IN AUTOMOTIVE INDUSTRY USING SIX SIGMA APPROACH
(DMAIC). ADVISOR : ASSOC.PROF.DAMRONG THAWESAENGSKULTHAI,
195 pp.

246604

This thesis applies 5 procedures of Six Sigma (DMAIC) Failure Modes and Effect Analysis (FMEA) and other quality tools approach with the aim to reduce defect of evaporator production process in studied factory.

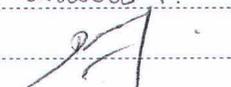
The procedures could be concluded as follows: 1. Define phase, defect of production process error, objective and working team of project are identified. 2. Measure phase, collect defect data of Evaporator and Core plate part which have the highest discard value, by defect type categories. 3. Analyze phase, to analysis causes of defection by brainstorming for Fish Bone Diagram and FMEA which assessment of defect severity (S), defect opportunity (O) and defect detection (D) and then calculated Risk Priority Number (RPN) to select causes that have RPN more than 100 point and be improved afterwards. 4. Improve phase, reduce RPN to less than 100 point by install machine control system and sensor to measure work piece size. And worker training for the right working method and 5. Control phase, provide defect control boards and production control documents for the highest production efficiency. After improvement, defect data was compared with before improvement.

The result has shown that evaporator product defect ratio from production error can be reduced from 0.216% to 0.107% or 50.46% reduction. Core plate part can be reduced from 3,333 to 648 pieces/ month. Furthermore, it led that evaporator product defect value to be decreased from 0.19% to 0.007% or 63.16% reduction.

Department : Industrial Engineering.....

Student's Signature Paweesuda P.

Field of Study: Industrial Engineering.....

Advisor's Signature 

Academic Year : 2010.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เนื่องจากผู้วิจัยได้รับความรู้ ความช่วยเหลือ และคำแนะนำต่างๆ อย่างดียิ่งจาก รองศาสตราจารย์ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ระหว่างการทำวิทยานิพนธ์เป็นอย่างดีโดยตลอด ตลอดจน คณาจารย์ทุกท่านที่ร่วมเป็นประธานกรรมการ และกรรมการในการสอบวิทยานิพนธ์ ซึ่งประกอบด้วย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เหรียญ บุญดีสกุลโชค รองศาสตราจารย์ จิรพัฒน์ เงามประเสริฐวงศ์ และ รองศาสตราจารย์ ดร.วันชัย วิจิรวินช ที่กรุณาให้ข้อเสนอแนะและตรวจสอบ ความถูกต้องของวิทยานิพนธ์ตลอดจนให้ข้อคิดที่เป็นประโยชน์ในงานวิจัย จนกระทั่งงานวิจัย สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ผู้วิจัยขอขอบคุณ คุณมนตรี มุสสิทธิมณี ผู้จัดการทั่วไปแผนกวิศวกรรมการผลิต โรงงานกรณีศึกษา ที่ให้การสนับสนุนข้อมูลต่างๆ ที่ใช้ในการดำเนินการวิจัย รวมถึงคำแนะนำและความช่วยเหลือในการดำเนินการปรับปรุงแก้ไขเป็นอย่างดี ขอขอบคุณคณะทำงานที่ช่วยในการระดมสมอง เพื่อให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ ขอขอบคุณผู้เกี่ยวข้องทุกท่านที่มีได้ กล่าวไว้ในนี้ด้วย และขอขอบคุณโรงงานกรณีศึกษาที่ให้โอกาสในการเข้าไปทำการวิจัย

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัว ที่คอยให้การสนับสนุน และให้กำลังใจตลอดการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ตลอดมา

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญภาพ.....	ณ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 ข้อมูลทั่วไปของโรงงานกรณีศึกษาและ ผลิตภัณฑ์กรณีศึกษา.....	2
1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	7
1.4 ขอบเขตของการวิจัย.....	8
1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ.....	8
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	8
1.7 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย.....	9
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	11
2.1 ระบบการระบายความร้อน.....	11
2.2 วงจรทำความเย็นของแอร์รถยนต์.....	12
2.3 ตัวแบบซิกซ์ ซิกม่า.....	13
2.4 การควบคุมคุณภาพทางวิศวกรรม.....	18
2.5 การบริหารอุตสาหกรรมการผลิต.....	27
2.6 การควบคุมกระบวนการโดยใช้เทคนิคสถิติ.....	29
2.7 การวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบที่อาจจะเกิดขึ้น.....	31
2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	39

บทที่ 3 การนิยามปัญหา (Define Phase).....	44
3.1 ศึกษากระบวนการผลิตคอยล์เย็น.....	44
3.2 กำหนดปัญหา วัตถุประสงค์ และเป้าหมาย.....	50
3.3 การจัดตั้งทีมงาน.....	53
บทที่ 4 การวัดสภาพปัญหา (Measure Phase).....	55
4.1 แนวทางการวัดและเก็บข้อมูลเบื้องต้น.....	55
4.2 สภาพปัญหาของเอกสารที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิต.....	56
4.3 สภาพปัญหาของข้อมูลของเสียในกระบวนการคอยล์เย็น.....	57
4.4 ข้อมูลเกี่ยวกับของเสียประเภทตัวงานคอยล์เย็นและชิ้นส่วน Core plate.....	59
4.5 สรุปผลการวัดข้อมูลเบื้องต้น.....	66
บทที่ 5 การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา (Analysis Phase).....	67
5.1 การวิเคราะห์สาเหตุจากเอกสารควบคุมกระบวนการผลิต.....	67
5.2 การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาการเกิดของเสียที่เกิดจากความผิดพลาด ของกระบวนการผลิต.....	84
5.3 สรุปสาเหตุหลักของข้อบกพร่องในงานเสียแต่ละประเภท.....	88
5.4 สรุปผลการเลือกสาเหตุหลักของการเกิดงานเสีย.....	89
บทที่ 6 การปรับปรุงแก้ไขปัญหา (Improve Phase).....	93
6.1 ระยะเวลาที่ 1 การแก้ไขสาเหตุของปัญหาที่ก่อให้เกิดข้อบกพร่อง.....	93
6.1.1 การแก้ไขปัญหาของเสียประเภทตัวงานคอยล์เย็น.....	93
6.1.2 การแก้ไขปัญหาของเสียประเภทชิ้นส่วน core plate.....	104
6.2 ระยะเวลาที่ 2 จัดทำเอกสารคู่มือการควบคุมคุณภาพ.....	104

บทที่ 7 การควบคุม (Control Phase).....	108
7.1 การจัดทำออร์ตชี้วัดของเสียในกระบวนการผลิต.....	108
7.2 การจัดทำเอกสารการควบคุมกระบวนการผลิต.....	110
7.2.1 แผนควบคุมการผลิต.....	110
7.2.2 ใบหัวข้อในการควบคุมกระบวนการผลิต.....	113
7.2.3 ใบตรวจสอบกระบวนการผลิต.....	114
7.3 สรุปการควบคุมกระบวนการผลิตคอยล์เย็น.....	118
บทที่ 8 การเปรียบเทียบผลก่อนและหลังทำการปรับปรุง.....	119
8.1 การเปรียบเทียบค่า RPN ก่อนและหลังทำการแก้ไขปรับปรุง.....	119
8.2 การเปรียบเทียบผลการดำเนินงานการลดของเสียผลิตภัณฑ์คอยล์เย็นที่เกิด จากความผิดพลาดของกระบวนการผลิต.....	122
8.3 สรุปผลการเปรียบเทียบการดำเนินการทำวิจัย.....	124
บทที่ 9 สรุปผลงานวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	125
9.1 สรุปผลงานวิจัย.....	125
9.2 ข้อจำกัดของงานวิจัย.....	128
9.3 ปัญหาและอุปสรรค.....	129
9.4 ข้อเสนอแนะ.....	129
รายการอ้างอิง.....	131
ภาคผนวก.....	133
ภาคผนวก ก ผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิต คอยล์เย็น.....	134
ภาคผนวก ข การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิต คอยล์เย็นในกระบวนการตรวจสอบวัตถุดิบ Inner fin และ Outer fin	171
ภาคผนวก ค แผนควบคุมการผลิตผลิตภัณฑ์คอยล์เย็น.....	176
ภาคผนวก ง ใบหัวข้อในการควบคุมกระบวนการผลิต.....	187
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	195

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	ขั้นตอนของกระบวนการ ซิกซ์ ซิกมา กิจกรรมที่ดำเนินงาน และเครื่องมือต่างๆ ที่นิยมนำมาใช้.....	15
2.2	ขั้นตอนของกระบวนการ ซิกซ์ ซิกมา กิจกรรมที่ดำเนินงาน และเครื่องมือต่างๆ ที่นิยมนำมาใช้ (ต่อ)	16
2.3	ขั้นตอนของกระบวนการ ซิกซ์ ซิกมา กิจกรรมที่ดำเนินงาน และเครื่องมือต่างๆ ที่นิยมนำมาใช้ (ต่อ)	17
2.4	ชนิดของความผันแปร.....	30
2.5	ชนิดของแผนภูมิควบคุม.....	30
2.6	ค่าอัตราส่วนสมรรถภาพกระบวนการ (PCR) ของลักษณะกระบวนการที่มี ประสิทธิภาพ.....	31
2.7	เกณฑ์การประเมินความรุนแรงของผลกระทบที่เกิดขึ้น.....	34
2.8	เกณฑ์การประเมินความรุนแรงของผลกระทบที่เกิดขึ้น (ต่อ).....	35
2.9	เกณฑ์การประเมินโอกาสที่จะเกิดผลกระทบขึ้น.....	36
2.10	เกณฑ์การประเมินความสามารถในการควบคุมข้อบกพร่อง.....	37
2.11	เกณฑ์การประเมินความสามารถในการควบคุมข้อบกพร่อง (ต่อ).....	38
3.1	แสดงหน้าที่ความรับผิดชอบของทีมงานในแต่ละแผนก.....	53
5.1	หน้าที่ ข้อกำหนดของกระบวนการผลิต ลักษณะความล้มเหลวที่อาจเกิดขึ้น และผลลัพธ์อันเนื่องมาจากความล้มเหลว ของกระบวนการขึ้นรูปวัตุดิบ Core plate.....	70
5.2	หน้าที่ ข้อกำหนดของกระบวนการผลิต ลักษณะความล้มเหลวที่อาจเกิดขึ้น และผลลัพธ์อันเนื่องมาจากความล้มเหลว ของกระบวนการขึ้นรูปวัตุดิบ Core plate (ต่อ).....	71
5.3	หน้าที่ ข้อกำหนดของกระบวนการผลิต ลักษณะความล้มเหลวที่อาจเกิดขึ้น และผลลัพธ์อันเนื่องมาจากความล้มเหลว ของกระบวนการขึ้นรูปวัตุดิบ Core plate (ต่อ).....	72
5.4	ผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็น ในกระบวนการขึ้นรูปวัตุดิบ Core plate.....	76

ตารางที่	หน้า
5.5 ผลการวิเคราะห์ที่ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็น ในกระบวนการขึ้นรูปวัสดุ Core plate (ต่อ).....	77
5.6 ผลการวิเคราะห์ที่ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็น ในกระบวนการขึ้นรูปวัสดุ Core plate (ต่อ).....	78
5.7 ผลการวิเคราะห์ที่ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็น ในกระบวนการขึ้นรูปวัสดุ Core plate (ต่อ).....	79
5.8 ผลการวิเคราะห์ที่ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็น ในกระบวนการขึ้นรูปวัสดุ Core plate (ต่อ).....	80
5.9 ผลการวิเคราะห์ที่ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็น ในกระบวนการตรวจสอบวัสดุ Core plate.....	82
5.10 ผลการวิเคราะห์ที่ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็น ในกระบวนการตรวจสอบวัสดุ Core plate (ต่อ).....	83
5.11 สรุปการวิเคราะห์ที่ข้อบกพร่องและผลกระทบงานเสียประเภทตัวงานคอยล์เย็น...	88
5.12 สรุปการวิเคราะห์ที่ข้อบกพร่องและผลกระทบงานเสียประเภทชิ้นส่วน Core plate.....	89
5.13 สรุปการประเมินค่า RPN แบ่งตามชนิดของเสีย โดยอ้างอิงจาก FMEA ของงานเสียประเภทตัวงานคอยล์เย็น.....	90
5.14 สรุปการประเมินค่า RPN แบ่งตามชนิดของเสีย โดยอ้างอิงจาก FMEA งานเสียประเภทชิ้นส่วน Core plate.....	91
6.1 สรุปแนวทางการดำเนินการแก้ไขสาเหตุหลักของกระบวนการผลิตคอยล์เย็น ของเสียชนิดงานรั่ว.....	94
6.2 สรุปแนวทางการดำเนินการแก้ไขสาเหตุหลักของกระบวนการผลิตคอยล์เย็น ของเสียชนิดลักษณะผิดปกติภายนอก.....	98
6.3 สรุปแนวทางการดำเนินการแก้ไขสาเหตุหลักของกระบวนการผลิตคอยล์เย็น ของเสียชนิดลักษณะผิดปกติภายนอก.....	104
7.1 แผนควบคุมกระบวนการตรวจสอบวัสดุ Core plate และกระบวนการขึ้นรูป วัสดุ Core plate.....	111
7.2 แผนควบคุมกระบวนการตรวจสอบวัสดุ Core plate และกระบวนการขึ้นรูป วัสดุ Core plate (ต่อ).....	112

ตารางที่	หน้า	
8.1	เปรียบเทียบค่า RPN ก่อนและหลังทำการปรับปรุง งานเสียประเภทตัวงาน คอยล์เย็น ชนิดงานรั้ว และชนิดงานลักษณะผิปกติภายนอก.....	119
8.2	เปรียบเทียบค่า RPN ก่อนและหลังทำการปรับปรุง งานเสียประเภทตัวงาน คอยล์เย็น ชนิดงานรั้ว และชนิดงานลักษณะผิปกติภายนอก (ต่อ).....	120
8.3	เปรียบเทียบค่า RPN ก่อนและหลังทำการปรับปรุง งานเสียประเภทชิ้นส่วน Core plate.....	121
9.1	สรุปสาเหตุของข้อบกพร่องและแนวทางในการแก้ไขงานเสียประเภทตัวงาน คอยล์เย็นชนิดงานรั้ว.....	126
9.2	สรุปสาเหตุของข้อบกพร่องและแนวทางในการแก้ไขงานเสียประเภทตัวงาน คอยล์เย็นชนิดงานลักษณะผิปกติภายนอก.....	127
9.3	สรุปสาเหตุของข้อบกพร่องและแนวทางในการแก้ไขงานเสียประเภทชิ้นส่วน Core plate.....	128
ก-1	ผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็น ในกระบวนการระเหยน้ำมันออกจากชิ้นงาน Core plate.....	135
ก-2	ผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็น ในกระบวนการระเหยน้ำมันออกจากชิ้นงาน Core plate (ต่อ).....	136
ก-3	ผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็น ในกระบวนการเคลือบ flux บนชิ้นงาน Core plate.....	137
ก-4	ผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็น ในกระบวนการเคลือบ flux บนชิ้นงาน Core plate (ต่อ).....	138
ก-5	ผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็น ในกระบวนการอบชิ้นงาน Core plate หลังกระบวนการเคลือบ flux.....	139
ก-6	ผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็น ในกระบวนการอบชิ้นงาน Core plate หลังกระบวนการเคลือบ flux (ต่อ).....	140
ก-7	ผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็น ในกระบวนการอบชิ้นงาน Core plate หลังกระบวนการเคลือบ flux (ต่อ).....	141
ก-8	ผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็น ในกระบวนการขึ้นรูปวัตถุดิบ Inner fin.....	142

ตารางที่	หน้า
ข-1	แสดงผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็นในกระบวนการตรวจสอบวัตุดิบ Inner fin..... 172
ข-2	แสดงผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็นในกระบวนการตรวจสอบวัตุดิบ Inner fin (ต่อ)..... 173
ข-3	ผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็นในกระบวนการตรวจสอบวัตุดิบ Outer fin..... 174
ข-4	ผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็นในกระบวนการตรวจสอบวัตุดิบ Outer fin (ต่อ)..... 175
ค-1	แผนควบคุมกระบวนการระเหยน้ำมันออกจากชิ้นงาน Core plate และกระบวนการเคลือบ flux..... 177
ค-2	แผนควบคุมกระบวนการอบชิ้นงาน และกระบวนการตรวจสอบวัตุดิบ Inner fin..... 178
ค-3	แผนควบคุมกระบวนการขึ้นรูป Inner fin..... 179
ค-4	แผนควบคุมกระบวนการประกอบ Inner fin เข้ากับ Core plate..... 180
ค-5	แผนควบคุมกระบวนการตรวจสอบวัตุดิบ Outer fin และกระบวนการขึ้นรูป Outer fin..... 181
ค-6	แผนควบคุมกระบวนการ Core assembly และกระบวนการมัดลวด..... 182
ค-7	แผนควบคุมกระบวนการมัดลวด (ต่อ) และกระบวนการเชื่อมส่วนประกอบด้วยความร้อนสูง..... 183
ค-8	แผนควบคุมกระบวนการเชื่อมส่วนประกอบด้วยความร้อนสูง (ต่อ)..... 184
ค-9	แผนควบคุมกระบวนการเชื่อมส่วนประกอบด้วยความร้อนสูง (ต่อ) และกระบวนการทดสอบการรั่วภายนอก..... 185
ค-10	แผนควบคุมกระบวนการทดสอบการรั่วภายนอก (ต่อ)..... 186

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1.1	ผลิตภัณฑ์คอยล์เย็น.....	2
1.2	ส่วนประกอบของคอยล์เย็น.....	3
1.3	ชิ้นส่วน Core plate (Main).....	4
1.4	ชิ้นส่วน Core plate (In-Out plug).....	4
1.5	การเปรียบเทียบชิ้นส่วน Core plate (Main) และ ชิ้นส่วน Core plate (In plug)	5
1.6	ชิ้นส่วน Inner fin.....	5
1.7	กระบวนการประกอบ Inner fin เข้ากับชิ้นส่วน Core plate.....	5
1.8	ชิ้นส่วน Joint block.....	5
1.9	ชิ้นส่วน Side plate.....	6
1.10	ชิ้นส่วน End plate.....	6
1.11	ชิ้นส่วน Outer fin.....	6
1.12	วงจรการไหลของสารทำความเย็นภายในผลิตภัณฑ์คอยล์เย็น.....	7
2.1	ส่วนประกอบของระบบระบายแอร์ในรถยนต์.....	11
2.2	วงจรการทำความเย็น.....	12
2.3	วงจรการไหลของสารทำความเย็นภายในวงจรทำความเย็น.....	12
2.4	ความสัมพันธ์ของวงจรตัวแบบของชิกรี ซีกม่าและวงจรควบคุมคุณภาพของ เดมมิ่ง.....	13
2.5	DMAIC: แผนที่เส้นทางการแก้ปัญหาตามกระบวนการ 5 ขั้นของชิกรี ซีกม่า....	14
3.1	แผนผังการไหลของกระบวนการผลิตคอยล์เย็น.....	44
3.2	วัตถุดิบ Core plate ขณะอยู่ในเครื่องขึ้นรูป.....	45
3.3	กระบวนการระเหยน้ำมันออกจากตัวงาน Core plate.....	45
3.4	การนำชิ้นส่วน Core plate ชุบลงใบบ่อ flux เปียก.....	46
3.5	การนำชิ้นส่วน Core plate หลังชุบ flux เปียกเข้าเครื่องอบ.....	46
3.6	ชิ้นส่วน Inner fin หลังการขึ้นรูปก่อนถูกส่งไปตัดความยาวตามขนาดที่ต้องการ.	46
3.7	กระบวนการประกอบ Inner fin เข้ากับชิ้นส่วน Core plate.....	47
3.8	กระบวนการประกอบ Core assembly.....	47
3.9	ชิ้นงานที่ถูกอุปกรณ์จับยึดบังคับตำแหน่งชิ้นส่วนต่างๆ.....	48

ภาพที่	หน้า
3.10	การป้อนชิ้นส่วนเข้าเครื่องเชื่อมส่วนประกอบด้วยความร้อนสูง..... 48
3.11	มูลค่าอัตราส่วนของเสียผลิตภัณฑ์คอยล์เย็นเทียบกับมูลค่าของสินค้าที่ขายได้ทั้งหมด (ก่อนการปรับปรุง)..... 50
3.12	กลุ่มของเสียที่มีการทิ้งของโรงงานกรณีศึกษา..... 51
3.13	สัดส่วนมูลค่าของเสียของผลิตภัณฑ์คอยล์เย็น ตั้งแต่เดือนเมษายน ถึง ตุลาคม 2552 (แบ่งตามรหัสการทิ้งของเสีย)..... 51
3.14	สัดส่วนมูลค่าของเสียโดยเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์คอยล์เย็น ตั้งแต่เดือนเมษายน ถึง ตุลาคม 2552 (แบ่งตามรหัสการทิ้งของเสีย)..... 52
4.1	สัดส่วนมูลค่าของเสียโดยเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์คอยล์เย็น ที่เกิดจากความผิดพลาดของกระบวนการผลิต รหัสของเสีย 31 แบ่งตามชนิดของของเสีย ตั้งแต่เดือนเมษายน ถึง ตุลาคม 2552..... 58
4.2	แผนภูมิพาเรโตสัดส่วนของเสียที่เกิดจากความผิดพลาดของกระบวนการผลิต แยกตามประเภทของเสียตั้งแต่เดือน เมษายน ถึง ตุลาคม 2552..... 59
4.3	อัตราส่วนการเกิดของเสียประเภทตัวงานคอยล์เย็น ตั้งแต่เดือนเมษายน ถึง ตุลาคม 2552..... 60
4.4	อัตราส่วนโดยเฉลี่ยของเสียประเภทตัวงานคอยล์เย็น ตั้งแต่เดือนเมษายน ถึง ตุลาคม 2552..... 61
4.5	สัดส่วนโดยเฉลี่ยของเสียรหัส 31 ประเภทตัวงานคอยล์เย็น แบ่งตามชนิดของเสีย โดยเทียบจากงานเสียประเภทตัวงานคอยล์เย็นทั้งหมด ตั้งแต่เดือนเมษายน ถึง ตุลาคม 2552..... 62
4.6	แผนภูมิพาเรโตอัตราการเกิดของเสียโดยเฉลี่ยรหัส 31 ประเภทตัวงานคอยล์เย็น ชนิดงานร้ว ผลิตภัณฑ์คอยล์เย็น ตั้งแต่เดือนเมษายน ถึง ตุลาคม 2552..... 63
4.7	แผนภูมิพาเรโตอัตราการเกิดของเสียโดยเฉลี่ยรหัส 31 ประเภทตัวงานคอยล์เย็น ชนิดลักษณะผิดปกติภายนอก ผลิตภัณฑ์คอยล์เย็น ตั้งแต่เดือนเมษายน ถึง ตุลาคม 2552..... 64
4.8	จำนวนของเสียประเภทชิ้นส่วน Core plate ตั้งแต่เดือนเมษายน ถึง ตุลาคม 2552..... 65

ภาพที่		หน้า
4.9	โครงสร้างของเสียผลิตภัณฑ์คอล์ยเย็น.....	66
5.1	กระบวนการผลิตที่จะนำมาทำการวิเคราะห์และแก้ไขปัญหาการเกิดของเสียในกระบวนการที่ 1 ถึงกระบวนการที่ 11.....	68
5.2	แผนผังก้างปลาในการหาสาเหตุของชิ้นส่วน Core plate ไม่ได้มาตรฐาน.....	74
5.3	การเพิ่มกระบวนการตรวจสอบวัตถุดิบ Core plate วัตถุดิบ Inner fin และ วัตถุดิบ Outer fin.....	81
5.4	แผนผังก้างปลาในการหาสาเหตุของงานเสียชนิดงานรั้ว.....	85
5.5	แผนผังก้างปลาในการหาสาเหตุของงานเสียชนิดงานลักษณะผิปกติภายนอก.....	86
5.6	แผนผังก้างปลาในการหาสาเหตุของงานเสียประเภทชิ้นส่วน Core plate.....	87
5.7	การเลือกสาเหตุหลักของข้อบกพร่องจากค่า RPN (ก่อนการปรับปรุง).....	91
6.1	การติดตั้งเซ็นเซอร์ในเครื่องขึ้นรูปวัตถุดิบ Core plate.....	95
6.2	เส้นทางส่งงานที่มีขนาดไม่ได้มาตรฐานไปยังถังทิ้งของเสีย.....	95
6.3	แผนควบคุมอุณหภูมิของเครื่องเชื่อมส่วนประกอบด้วยความร้อนสูง.....	96
6.4	แผนควบคุมค่าออกซิเจนของเครื่องเชื่อมส่วนประกอบด้วยความร้อนสูง.....	96
6.5	ตัวปรับตั้งค่าการจ่ายไนโตรเจนของเครื่องเชื่อมส่วนประกอบด้วยความร้อนสูง...	96
6.6	แผนควบคุมของเครื่องระเหยน้ำมันออกจากชิ้นส่วน Core plate.....	97
6.7	บริเวณติดตั้งอุปกรณ์วัดขนาดของวัตถุดิบ Core plate	97
6.8	เอกสารขั้นตอนการปฏิบัติงาน และจุดของการปฏิบัติงานกระบวนการประกอบ Inner fin เข้ากับ Core plate	99
6.9	เอกสารขั้นตอนการปฏิบัติงาน และจุดของการปฏิบัติงานกระบวนการ Core assembly	100
6.10	ตัวอย่างกล่องใส่ชิ้นส่วนต่างๆ ในการเคลื่อนย้าย.....	101
6.11	ตัวอย่างอุปกรณ์ช่วยในการตรวจสอบชิ้นส่วนในการประกอบที่กระบวนการ Core assembly.....	101
6.12	บริเวณติดตั้งอุปกรณ์วัดขนาดของวัตถุดิบ Core plate.....	102

ภาพที่	หน้า	
6.13	อัตราการผลิตของเสียประเภทตัวงานคอยล์เย็น ก่อนการปรับปรุงและหลังจากเริ่มมีการปรับปรุงระยะที่ 1.....	102
6.14	จำนวนการเกิดงานเสียประเภทชิ้นส่วน Core plate ก่อนการปรับปรุงและหลังจากเริ่มมีการปรับปรุงระยะที่ 1.....	103
6.15	ตัวอย่างเอกสารคู่มือควบคุมคุณภาพ.....	105
6.16	ตัวอย่างเอกสารคู่มือควบคุมคุณภาพ (ต่อ).....	106
7.1	การนำงานเสียผลิตภัณฑ์คอยล์เย็นของแต่ละวันมาทำการประชุม.....	108
7.2	บอร์ดบันทึกของเสียที่ใช้ในการประชุมทุกเช้าของทุกวันผลิตภัณฑ์คอยล์เย็น.....	109
7.3	บอร์ดบันทึกของเสียของผลิตภัณฑ์คอยล์เย็น.....	109
7.4	ตัวอย่างใบหัวข้อในการควบคุมการผลิต.....	113
7.5	ตัวอย่างใบตรวจสอบชิ้นงานของกระบวนการขึ้นรูป Core plate.....	115
7.6	ตัวอย่างใบตรวจสอบสถานะเครื่องจักรของกระบวนการอบชิ้นงาน.....	116
7.7	ตัวอย่างแผนภูมิควบคุมกระบวนการขึ้นรูป Inner fin และ Outer fin.....	117
8.1	ค่าดัชนีความเสี่ยงชี้นำ (RPN) ก่อนและหลังทำการปรับปรุง.....	121
8.2	เปรียบเทียบอัตราการผลิตของเสียประเภทตัวงานคอยล์เย็นก่อนและหลังการปรับปรุง.....	122
8.3	อัตราการผลิตของเสียประเภทตัวงานคอยล์เย็นหลังจากเริ่มทำงานวิจัย.....	123
8.4	จำนวนของเสียประเภทชิ้นส่วน Core plate ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม 2552 ถึงตุลาคม 2553.....	123
8.5	มูลค่าอัตราส่วนของเสียผลิตภัณฑ์คอยล์เย็นเทียบกับมูลค่าของสินค้าที่ขายได้ทั้งหมด (หลังการปรับปรุง).....	124
ง-1	ตัวอย่างใบหัวข้อในการควบคุมการผลิตกระบวนการระเหยน้ำมันออกจากชิ้นงาน Core plate กระบวนการเคลือบ flux และ กระบวนการอบชิ้นงาน.....	188
ง-2	ตัวอย่างใบหัวข้อในการควบคุมการผลิตกระบวนการขึ้นรูป Inner fin.....	189
ง-3	ตัวอย่างใบหัวข้อในการควบคุมการผลิตกระบวนการขึ้นรูป Outer fin.....	190
ง-4	ตัวอย่างใบหัวข้อในการควบคุมการผลิตกระบวนการประกอบ Inner fin เข้ากับ Core plate.....	190
ง-5	ตัวอย่างใบหัวข้อในการควบคุมการผลิตกระบวนการมัดลวด.....	191

ภาพที่	หน้า
ง-6 ตัวอย่างใบหัวข้อในการควบคุมการผลิตกระบวนการเชื่อมส่วนประกอบด้วยความร้อนสูง.....	192
ง-7 ตัวอย่างใบหัวข้อในการควบคุมการผลิตกระบวนการเชื่อมส่วนประกอบด้วยความร้อนสูง (ต่อ).....	193
ง-8 ตัวอย่างใบหัวข้อในการควบคุมการผลิตกระบวนการทดสอบการรั่วภายนอก.....	194