การใช้เทคนิค FMEA ในการแก้ปัญหาการผลิตสายรัด PP

นาย สัญญา ศิริจรรยากุล

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการจัดการทางวิศวกรรม ศูนย์ระดับภูมิภาคทางวิศวกรรมระบบการผลิต

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2547

ISBN 974-53-2060-9

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

AN APPLICATION OF FMEA TECHNIQUE FOR SOLVING PP-BAND PRODUCTION PROBLEMS

Mr. Sunya Sirichanyakul

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering in Engineering Management
The Regional Centre for Manufacturing Systems Engineering
Faculty of Engineering
Chulalongkorn University
Academic Year 2004

ISBN 974-53-2060-9

• 1 พ.ย. 2549

I22224105X

Thesis Title	AN APPLICATION OF FMEA TECHNIQUE FOR SOLVING PP-BAND PRODUCTION PROBLEMS
By	Mr. Sunya Sirichanyakul
Field of Study	Engineering Management
Thesis Advisor	Assistant Professor Dr. Manop Reodecha

Accepted by the Faculty of Engineering, Chulalongkorn University in Partial Fulfillment of the Requirements for the Master's Degree

.....Dean of the Faculty of Engineering
(Professor Direk Lavansiri, Ph.D.)

THESIS COMMITTEE

.....Chairman
(Professor Sirichan Thongprasert, Ph.D.)

.....Thesis Advisor
(Assistant Professor Manop Reodecha, Ph.D.)

.....Member
(Napassavong Osothsilp, Ph.D.)

สัญญา ศิริจรรยากุล: การใช้เทคนิค FMEA ในการแก้ปัญหาการผลิตสายรัด PP (AN APPLICATION OF FMEA TECHNIQUE FOR SOLVING PP-BAND PRODUCTION PROBLEMS) อาจารย์ที่ปรึกษา: ผศ. ดร. มานพ เรี่ยวเดชะ, 89 หน้า ISBN 974-53-2060-9

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดปัญหาการขาดของสายรัด PP ในขั้นตอนการยึดในช่องอบของกระบวนการผลิตที่ก่อให้เกิดการสูญเสียเวลาในการซ่อมบำรุงและค่าใช้จ่ายจากวัสดุและแรงงาน ส่งผลให้ต้นทุนในการผลิตสูงขึ้นกว่าคู่แข่ง ดังนั้นจึงได้นำเทคนิค FMEA (Failure Mode and Effects Analysis) มาใช้ในการแก้ปัญหาการขาดของสายรัด PP ในกระบวนการผลิต

ขั้นตอนการวิจัยเริ่มด้วยการจัดตั้งกลุ่ม FMEA ซึ่งประกอบด้วยบุคคลจากหลายแผนก กลุ่มใช้วิธีระดมความคิดเพื่อหาสาเหตุของปัญหาการขาดของสายรัดในการผลิต โดยใช้แผนภูมิรายละเอียดของกระบวนการผลิตและแผนภูมิก้างปลา เพื่อวิเคราะห์หาปัจจัยที่น่าจะเป็นสาเหตุของการขาดของสายรัด แล้วใช้การทดลองแบบ three-factor experimental designs เพื่อระบุปัจจัยที่แท้จริงของการขาดของสายรัดแล้วจึงขจัดสาเหตุของปัญหาการขาดที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต

จากการทดลองสรุปได้ว่า การขาดของสายรัด PP ในกระบวนการยึดในช่องอบมาจากฟองอากาศที่เกิดขึ้นในน้ำที่ chillers ส่งไปที่อ่างหล่อเย็นซึ่งใช้ปรับสภาพสายรัดที่ฉีดออกมาจากเครื่องฉีด ฟองอากาศเล็กๆจำนวนมากในน้ำเย็นจะรวมตัวและลอยตัวไปสัมผัสสายรัดที่กำลังปรับสภาพอยู่ในน้ำเย็นทำให้พื้นผิวของสายรัดเกิดเป็นจุดด่างเกิดขึ้น เมื่อส่วนที่มีจุดด่างถูกยืดออกที่เตายืดก็จะขาด เมื่อได้แก้ไขปัญหาฟองอากาศแล้วนั้นปัญหาการขาดในช่องอบได้หายไปหมด

การแก้ปัญหาการสูญเสียจากการขาดทำให้วัตถุดิบของผลผลิตที่เสียมีมูลค่าลดลงกว่า 265,000 บาทต่อปีซึ่งอาจนำกลับมาใช้ได้อีกบ้างและยังได้เพิ่มประสิทธิภาพเครื่องจักรในการผลิตและลดการสูญเสียเวลาในการซ่อมบำรุง นอกจากนี้ยังได้เป็นกรณีศึกษาให้โรงงานนำ FMEA มาใช้ในส่วนอื่นๆ เพื่อทำให้การผลิตมีประสิทธิภาพมากขึ้นและกระตุ้นการทำ การซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน ทั้งนี้เพราะปัญหาฟองอากาศมาจากการไม่ได้มีการทำ การซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน อย่างเหมาะสม

ศูนย์ระดับภูมิภาคทางวิศวกรรมระบบการผลิต ลายมือชื่อนิสิต.....

สาขาวิชา การจัดการทางวิศวกรรม ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

ปีการศึกษา 2547 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

##4571635821 : MAJOR ENGINEERING MANAGEMENT
KEY WORD : FMEA / PRODUCTION PROBLEMS

SUNYA SIRICHANYAKUL: AN APPLICATION OF FMEA TECHNIQUE FOR SOLVING PP-BAND PRODUCTION PROBLEMS. THESIS ADVISOR: ASSISTANT PROFESSOR MANOP REODECHA, PH.D., 89 pp., ISBN 974-53-2060-9.

This research aims to solve the breakage problem in the production of PP bands in the oven in the stretching process. The breakage problem causes waste a time in maintenance and loss of material and labor productivity, resulting in higher manufacturing costs from competitors. To solve the problem, this study applied the technique of FMEA (Failure Mode and Effects Analysis).

The application of FMEA technique began with forming an FMEA team, which consisted of people from various departments. The team conducted brainstorming to identify all possible causes that could potentially lead to PP-band breakage problems with the aid of a detailed process flowchart and fishbone diagram. To analyze the real cause of breakage, a three-factor experiment was designed. After the cause of breakage is found, the corrective action is implemented to eliminate the problem.

The finding from the experiment revealed that the real cause of the breakage of PP bands at the stretching oven was the bubbles which occurred in chilled water from chillers to quenching bath, which cooled down PP bands drawn from the extruder. Tiny bubble particles would combine to form big ones and touch the surface of PP bands in the bath. This causes abnormal surface of PP bands that can be easily broken during stretching process. After the problem of bubbles was solved, it was found that the breakage problem was eliminated.

The results of this research help the case company reduce the material loss from breakage for approximately 265,000 baht a year even though this loss can be recycled. The company also gains benefit from increased productivity and reduced maintenance time. Furthermore, this research is used as a case study for the case company to apply the FMEA technique in other area to improve production. In addition, it suggests that the company should establish a preventive maintenance program because the bubbles which caused the breakage problem resulted from lack of proper preventive maintenance.

The Regional Centre for Manufacturing Systems Engineering
Field of study Engineering Management
Academic year 2004

Student's signature Sunya Sirichanyakul
Advisor's signature .....
Co-Advisor's signature.....

ACKNOWLEDGEMENTS

The author wishes to express deep gratitude and sincere appreciation to Assistant Professor Dr. Manop Reodecha, the research advisor, for his invaluable guidance, advice, encouragement, and kindness throughout the period of this research. Without his contributions, this research could not have been accomplished. The author also deeply appreciates his incredible ability and knowledge.

Grateful acknowledgment also extends to Professor Dr. Sirichan Thongprasert and Dr. Napassavong Osothsilp, the members of research committee, for their constructive comments and useful suggestions. Their extensive feedback and expert suggestions are valuable for improving the quality of this research study. A special thanks also extends to Associate Professor Dr. Parames Chutima for his guidance and advice in performing Design of Experiment (DOE) and Failure Mode & Effects Analysis (FMEA).

The author is profoundly indebted to beloved parents, wife and all of family members for their love, continuous support, and endurance throughout the period of this research study. Also special thanks and grateful recognition go to all of friends in Industrial Engineering of Chulalongkorn University for their friendship and emotional support during the research study period.

Finally, the author would like to extend a very special thanks to Mr. Udom Saleepalin, production manager of the case company in this research, who has supported the author to do this research with his experience and knowledge. Thanks again for giving the author the time, caring, emotional support, invaluable comments, and heartfelt actions.

CONTENTS

Page

ABSTRACT (THAI)..... iv

ABSTRACT (ENGLISH)..... v

ACKNOWLEDGEMENTS..... vi

CONTENTS..... vii

LIST OF TABLES..... xi

LIST OF FIGURES..... xii

CHAPTER I INTRODUCTION..... 1

1.1 Background of the Study..... 1

1.1.1 The Case Company..... 1

1.1.2 Manufacturing Process of PP Bands..... 3

1.1.3 Problems of PP-band Production..... 5

1.2 Statement of Problem..... 8

1.3 Research Objective..... 9

1.4 Research Scope..... 9

1.5 Expected Results..... 10

1.6 Expected Benefits..... 10

1.7 Research Methodology..... 11

1.8 Research Schedule..... 12

Page

CHAPTER II REVIEW OF LITERATURE AND RELATED STUDIES..... 13

2.1 Definitions of Failure Mode and Effects Analysis (FMEA)..... 13

2.2 FMEA Methodology..... 15

2.3 Advantages and Disadvantages of FMEA..... 18

2.3.1 Advantages of FMEA..... 18

2.3.2 Disadvantages of FMEA..... 23

2.4 FMEA Applications..... 26

CHAPTER III RESEARCH METHODOLOGY..... 29

3.1 Introduction..... 29

3.2 Failure Mode and Effects Analysis in PP-band Production..... 29

3.2.1 Data Collection..... 29

3.2.1.1 Data Source..... 29

3.2.1.2 Sample Selection..... 30

3.2.2 FMEA Methodology..... 30

3.2.3 The FMEA Boundaries..... 32

3.2.4 Applying FMEA..... 35

3.2.5 PP-Band Process Flow Chart..... 37

3.2.6 Cause & Effect Analysis..... 38

3.2.7 Process FMEA at Stretching Process..... 41

3.3 Experiments for Determining Causes of Breakage..... 46

3.3.1 Design of Experiment..... 46

3.3.2 Experimental Results and Analysis..... 50

Page

CHAPTER IV SOLUTION AND IMPLEMENTATION 57

4.1 Recommended Corrective Actions 57

4.1.1 Root of Cause of Failure: Air Bubbles 58

4.1.2 Elimination of Root of Failure Cause 58

4.2 Post-Implementation Review 62

CHAPTER V RESULTS AND DISCUSSION 63

5.1 Results 63

5.1.1 Results of Sample Study in the Study Line 63

5.1.2 Extension of the Solution to Other Production Types 65

5.1.3 Summary of FMEA Process at Stretching Process 68

5.2 Discussion 70

5.2.1 Conclusion of Results 70

5.2.2 Benefits 72

CHAPTER VI CONCLUSION AND RECOMMENDATION 75

6.1 Conclusion 75

6.2 Recommendation 77

Page

REFERENCES..... 79

APPENDICES..... 83

Appendix A Suggested PFMEA Severity Evaluation Criteria Table..... 83

Appendix B Suggested PFMEA Occurrence Evaluation Criteria Table..... 84

Appendix C Suggested PFMEA Detection Evaluation Criteria Table..... 85

Appendix D Standard Form for Process FMEA..... 86

Appendix E t-Statistic Table..... 87

Appendix F F-Distribution Table..... 88

BIOGRAPHY..... 89

LIST OF TABLES

TABLE Page

1.1 Data of Total Product Loss Compared with Breakage Failure Loss from the Study PP-band Line from January 2004 to August 2004..... 7

1.2 Research Schedule..... 12

3.1 Data of Breakage Failure in the Study Line..... 30

3.2 Process FMEA at Stretching Process..... 42

3.3 Experimental Factors and Levels: Two-Level, Three-Factor Experimental Design..... 48

3.4 Two-Level, Three-Factor Design for the Experiment..... 48

3.5 Replicate Testing Order..... 48

3.6 Results of Experimental Run..... 50

3.7 Spreadsheet Calculations for Factor Effects..... 51

3.8 Spreadsheet Calculation for Factor Variances..... 56

5.1 Breakage Times per Production before Chillers Maintenance..... 64

5.2 Breakage Times per Production after Chillers Maintenance..... 64

5.3 Breakage Times per Production of Other Type of PP Bands before Chillers Maintenance..... 65

5.4 Breakage Times per Production of Other PP-Band Type after Chillers Maintenance..... 67

5.5 Summary of Process FMEA with RPN..... 69

LIST OF FIGURES

FIGURE Page

1.1 Samples of PP Bands and Strapping Machines..... 2

1.2 PP-band Process..... 4

1.3 Embossment on PP Bands..... 5

1.4 PP-band Breakage at Stretching Oven..... 6

1.5 Breakage Point..... 6

1.6 Research Point in the Line Process..... 10

2.1 Failure Mechanism..... 19

3.1 Mixer..... 32

3.2 Hopper, Extruder and Quenching Bath..... 33

3.3 1st Roller Stand..... 33

3.4 Stretching Oven..... 34

3.5 In Stretching Process..... 34

3.6 FMEA Boundaries..... 34

3.7 Cause & Effect Diagram..... 40

3.8 Pareto Chart of Calculated Effects..... 52

3.9 Graph of Factor Effects against Upper and Lower Decision Limits..... 54

3.10 Effect of Bubbles in Quenching Bath on Breakage Times..... 55

4.1 Bubbles in Chilled Water of Quenching Bath..... 57

4.2 Problem in Chillers Supplying Chilled Water to PP-band Lines..... 58

4.3 Electric Centrifugal Pump in Chillers..... 59

4.4 Air Intake Point..... 59

FIGURE Page

4.5 O-ring Seal Problem of Electric Centrifugal Pump..... 59

4.6 Side View of Electric Centrifugal Pump in Chillers..... 60

4.7 Flow of Water in Chillers and Leakage Point in Electric Centrifugal Pump..... 60

4.8 Circuit of Chillers..... 61

4.9 No Bubbles in Chilled Water of Quenching Bath..... 62

5.1 Surface of PP Band Affected by Big Bubble..... 71

5.2 Surface of PP Band Affected by Small Bubble..... 71

5.3 Abnormal PP Band after Breakage..... 71