การศึกษาวิธีการผลิตเทฟลอนที่เหมาะสมโดยใช้เทคนิคการออกแบบการทดลอง

นายองค์การ ศิริสวัสดิ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2551
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

STUDY ON APPROPRIATE METHOD OF TEFLON PRODUCTION BY DESIGN OF EXPERIMENT TECHNIQUE

Mr. Ongkarn Siriswasdi

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 2008

Copyright of Chulalongkorn University

511976

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การศึกษาวิธีการผลิตเทฟลอนที่เหมาะสมโดยใช้เทคนิคการออกแบบการทดลอง
โดย	นายองค์การ ศิริสวัสดิ์
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ ดร.จิตรา รู้กิจการพานิช

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.บุญสม เลิศหิรัญวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(รองศาสตราจารย์ ดร.จิตรา รู้กิจการพานิช)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ สมชาย พวงเพิกศึก)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมเกียรติ ตั้งจิตสิตเจริญ)

องค์การ ศิริสวัสดิ์ : การศึกษาวิธีการผลิตเทฟลอนที่เหมาะสมโดยใช้เทคนิคการออกแบบการทดลอง. (Study on Appropriate Method of Teflon Production by Design of Experiment Technique) อ. ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รศ.ดร. จิตรา รู้กิจการพานิช, 124หน้า.

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดของเสียอันเนื่องมาจากการผลิตเทฟลอน และหาสภาวะที่เหมาะสมของแต่ละปัจจัยโดยการออกแบบการทดลอง โดยทำการทดลองกับผลิตภัณฑ์ 2 รุ่น ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตเป็นปริมาณมากและเกิดของเสียในปริมาณมากด้วยคือ PV103(F4PN) และ PV102(G201)

งานวิจัยนี้เริ่มจากการใช้แผนภาพแสดงเหตุและผล และการระดมสมอง ซึ่งทำให้ได้ปัจจัยเบื้องต้น 5 ปัจจัยคือ คือ อุณหภูมิฮีทเตอร์โซน 1 อุณหภูมิฮีทเตอร์โซน 2 อุณหภูมิฮีทเตอร์โซน 3 อุณหภูมิฮีทเตอร์โซน 4 และความเร็วผลิตภัณฑ์ โดยแผนการทดลองที่ใช้เป็นแบบแฟคทอเรียลดีไซน์ (2^k) ระดับของปัจจัย 2 ระดับ ซึ่งจากผลการทดลองและการวิเคราะห์ข้อมูลโดยอาศัยหลักการทางสถิติพบว่ามี 4 ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการเกิดของเสียในการผลิตเทฟลอนคือ อุณหภูมิฮีทเตอร์โซน 1 อุณหภูมิฮีทเตอร์โซน 2 อุณหภูมิฮีทเตอร์โซน 3 และอุณหภูมิฮีทเตอร์โซน 4 จากการพิจารณาค่าที่เหมาะสมของระดับปัจจัยเพื่อการใช้งาน พบว่า อุณหภูมิฮีทเตอร์โซน 1 คือ 350 °C อุณหภูมิฮีทเตอร์โซน 2 คือ 370 °C อุณหภูมิฮีทเตอร์โซน 3 คือ 400 °C อุณหภูมิฮีทเตอร์โซน 4 คือ 280 °C และความเร็วของผลิตภัณฑ์คือ 80 cm/hr

จากการทดลองเพื่อการยืนยันผลการทดลองของเทฟลอนทั้งสองรุ่น โดยเปรียบเทียบสัดส่วนของการเกิดของเสียในการผลิตเทฟลอนที่ได้จากการใช้ระดับปัจจัยที่ได้จากการทดลองมาใช้ในการผลิตจริง โดยใช้ข้อมูลการผลิตเทฟลอนทั้งสองรุ่นเป็นเวลา 3 เดือนพบว่าค่าสัดส่วนของเสียจากการผลิตเทฟลอนรุ่น G201 คือ 0.086 และ รุ่น F4PN คือ 0.1788 เปรียบเทียบกับ ค่าสัดส่วนของเสียก่อนการปรับปรุงของผลิตภัณฑ์รุ่น G201 คือ 0.1301 และ รุ่น F4PN คือ 0.2373 ซึ่งพบว่าระดับปัจจัยที่นำเสนอขึ้นมาใหม่สามารถลดของเสียของผลิตภัณฑ์รุ่น G201 ได้ 33.9% เป็นเงินประมาณ 500,000 บาทและผลิตภัณฑ์รุ่น F4PN คือ 24.65% คิดเป็นมูลค่าประมาณ 600,000 บาท

ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่ออ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....

ปีการศึกษา 2551

4770682221 : MAJOR INDUSTRIAL ENGINEERING

KEY WORD : DESIGN OF EXPERIMENT / TEFLON PRODUCTION

ONGKARN SIRISWASDI : STUDY ON APPROPRIATE METHOD OF TEFLON PRODUCTION BY DESIGN OF EXPERIMENT TECHNIQUE. THESIS PRINCIPAL ADVISOR: ASSOC. PROF. JITTRA RUKIJKANPANICH, D. Eng., 124 pp.

The purposes of this research are to study the factors that influence the defect of Teflon production and find the appropriate condition by DOE technique with 2 types of product which are PV102(G201) and PV103(F4PN).

The research is initiated by considering of various factors effecting on defect of Teflon production by using cause and effect diagram and brainstorming that found 5 factors were probably significant in defection of Teflon production which are (1) temperature zone 1, (2) temperature zone 2, (3) temperature zone 3, (4) temperature zone 4 and (5) speed of product. The experimental using Factorial Design in 2 levels of each factor, the results showed that 4 factors were significantly in defection of Teflon production which are (1) temperature zone 1, (2) temperature zone 2, (3) temperature zone 3 and (4) temperature zone 4. The appropriate condition for minimize the defection of Teflon production are (1) temperature zone 1 is 350 °C, (2) temperature zone 2 is 370 °C, (3) temperature zone 3 is 400 °C, (4) temperature zone 4 is 280 °C and (5) speed of product is 80 cm/hr.

After applying new condition with 2 types of products for 3 months and also compare with the old condition found that the percentage of defect has reduced about 33.9% for PV102(G201) and 24.65% for PV103(F4PN). It can see that PV102(G201) is reduced to 0.086 from 0.1301 and PV103(F4PN) is reduced to 0.1788 from 0.2373. The defective value has reduced about 500,000 baht for PV102(G201) and 600,000 baht for PV103(F4PN)

Department: INDUSTRIAL ENGINEERING Student's signature: .....

Field of study: INDUSTRIAL ENGINEERING Principal Advisor's signature: .....

Academic year: 2008

กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่กรุณาให้โอกาสทางการศึกษา และสถานที่ในการเรียนรู้ โดยวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความอนุเคราะห์ของ รองศาสตราจารย์ ดร.จิตรา รู้กิจการพานิช อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งคอยเอาใจใส่ ช่วยชี้แนะแนวทางและให้คำแนะนำระหว่างการทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จสมบูรณ์เป็นอย่างดี ผู้เขียนขอถือโอกาสนี้กราบขอบพระคุณอาจารย์เป็นอย่างสูง และขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ สมชาย พวงเพิกศึก และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมเกียรติ ตั้งจิตสิตเจริญ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ และตรวจแก้ไขข้อบกพร่องของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณผู้จัดการโรงงานและเจ้าหน้าที่ของโรงงานตัวอย่าง ที่ให้ความช่วยเหลือและอนุเคราะห์ในด้านข้อมูล

สุดท้ายขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และครูบาอาจารย์ทุกท่านที่ช่วยอบรมให้การศึกษาแก่ผู้เขียนตลอดมา นอกจากนี้ขอขอบคุณ พี่ๆ น้องๆ เพื่อนนิสิตทุกคน และท่านที่มิได้กล่าวไว้ในที่นี้ ที่กรุณาให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจแก่ผู้เขียนเสมอมาจนจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ญ

สารบัญภาพ ..... ฏ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 5

1.3 ของเขตของงานวิจัย 5

1.4 วิธีการดำเนินงานวิจัย 5

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 6

บทที่ 2 ทฤษฎีประกอบการวิจัย 7

2.1 บทนำ 7

2.2 การออกแบบการทดลองเชิงสถิติ 13

2.3 วัตถุประสงค์ของการออกแบบการทดลอง 13

2.4 ส่วนประกอบของการทดลอง 14

2.5 ขั้นตอนการออกแบบการทดลอง 15

2.6 แนวคิดพื้นฐานในการออกแบบการทดลอง 17

2.7 การเลือกแบบการทดลอง 18

2.8 หลักการทางสถิติที่จำเป็นในการวิเคราะห์ข้อมูล 22

2.9 การทดสอบสมมติฐาน (Hypothesis Testing) 23

2.10 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance; ANOVA) 24

2.11 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 28

หน้า

บทที่ 3 ปัจจัยในกระบวนการผลิตที่มีผลกระทบต่อการเกิดของเสียในการผลิตเทฟลอน..... 31
3.1 บทนำ..... 31
3.2 สาเหตุการเกิดของเสียจากวิธีการทำงาน (Method)..... 32
3.3 สาเหตุการเกิดของเสียจากเครื่องจักร (Machine)..... 35
3.4 สาเหตุการเกิดของเสียจากวัสดุ (Material)..... 38
3.5 สาเหตุการเกิดของเสียจากคน (Man)..... 39
3.6 เกณฑ์ในการเลือกสาเหตุเพื่อนำมาทำการศึกษาด้วยการออกแบบการทดลอง..... 39
3.7 การพิจารณาเลือกสาเหตุที่มีอิทธิพลจากวิธีการทำงาน (Method)..... 40
3.8 การพิจารณาสาเหตุที่มีอิทธิพลจากวัสดุ (Material)..... 42
3.9 การพิจารณาสาเหตุที่มีอิทธิพลจากเครื่องจักร (Machine)..... 43
3.10 การพิจารณาเลือกสาเหตุที่มีอิทธิพลจากคน (Man)..... 45
3.11 ผลของการเลือกสาเหตุต่างๆ..... 46
3.12 สรุป..... 49

บทที่ 4 การออกแบบการทดลอง..... 50
4.1 บทนำ..... 50
4.2 การกำหนดปัญหาที่น่าสนใจ..... 50
4.3 การเลือกปัจจัยที่จะทำการศึกษา..... 51
4.4 การเลือกตัวแปรตอบสนอง (Response Variables)..... 53
4.5 การเลือกแบบการทดลอง..... 53
4.6 การดำเนินการทดลอง..... 54
4.7 การวิเคราะห์ข้อมูล..... 54
4.8 สรุปผลและข้อเสนอแนะ..... 56
4.9 สรุป..... 61

บทที่ 5 ขั้นตอนการดำเนินการทดลอง..... 62
5.1 บทนำ..... 62

หน้า

5.2 การจัดเตรียมวัตถุดิบและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง..... 62
5.3 การตั้งค่าสภาวะต่าง ๆ ที่ใช้ในการทดลอง..... 66
5.4 ดำเนินการทดลอง..... 66
5.5 การตรวจสอบคุณภาพของเทฟลอน..... 67

บทที่ 6 ผลการทดลองและการวิเคราะห์ผลการทดลอง..... 70
6.1 ผลการทดลอง..... 70
6.2 การวิเคราะห์ผลการทดลอง..... 71
6.3 สรุป..... 90

บทที่ 7 สรุปผลงานวิจัยและข้อเสนอแนะ..... 91
7.1 สรุปผลงานวิจัย..... 91
7.2 ข้อจำกัดงานวิจัย..... 92
7.3 ข้อเสนอแนะและความคิดเห็น..... 93

รายการอ้างอิง..... 94
ภาคผนวก..... 96
ภาคผนวก ก..... 97
ภาคผนวก ข.....122
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....124

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1.1 สรุปเทฟลอนที่ผลิตและของเสีย ในปี 2548 2
ตารางที่ 1.2 สรุปเทฟลอนที่ผลิตและของเสีย ในปี 2549 2
ตารางที่ 1.3 สรุปเทฟลอนแต่ละรุ่นที่ผลิตและของเสียในปี 2548 3
ตารางที่ 1.4 สรุปเทฟลอนแต่ละรุ่นที่ผลิตและของเสียในปี 2549 4
ตารางที่ 2.1 แสดงคุณสมบัติโดยทั่วไปของเทฟลอน 9
ตารางที่ 2.2 การตัดสินใจในการทดสอบสมมติฐาน 24
ตารางที่ 2.3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนสำหรับ One-way ANOVA 25
ตารางที่ 2.4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนสำหรับการทดลองแบบสุ่มในบล็อก 26
ตารางที่ 2.5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนสำหรับการทดลอง Two-Factor Fixed Effect Model. 28
ตารางที่ 3.1 สรุปปัจจัยต่างๆ ที่ถูกเลือกเพื่อใช้ในการออกแบบการทดลอง 46
ตารางที่ 3.2 สรุปปัจจัยต่างๆ ที่ไม่ถูกเลือกใช้ในการออกแบบการทดลอง 47
ตารางที่ 4.1 การกำหนดปัจจัยและระดับของปัจจัย 53
ตารางที่ 4.2 ตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวน 55
ตารางที่ 4.3 เมตริกการออกแบบการทดลองพร้อมการสุ่มตัวอย่างลำดับการทดลองของ ผลิตภัณฑ์รุ่น G201 58
ตารางที่ 4.4 เมตริกการออกแบบการทดลองพร้อมการสุ่มตัวอย่างลำดับการทดลองของ ผลิตภัณฑ์รุ่น F4PN 59
ตารางที่ 4.5 เมตริกการออกแบบการทดลอง 60
ตารางที่ 5.1 มาตรฐานด้านสิ่งเจือปน 68
ตารางที่ 5.2 มาตรฐานในการตัดสินใจ 68
ตารางที่ 6.1 แสดงผลการทดลองที่ได้จากการทดลองรุ่น G201 71
ตารางที่ 6.2 แสดงผลการทดลองที่ได้จากการทดลองรุ่น F4PN 72
ตารางที่ 6.3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนการทดลองผลิตภัณฑ์รุ่น G201 76
ตารางที่ 6.4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนการทดลองผลิตภัณฑ์รุ่น F4PN 76
ตารางที่ 6.5 การวิเคราะห์สมการถดถอยของการทดลองผลิตภัณฑ์ G201 85
ตารางที่ 6.6 การวิเคราะห์สมการถดถอยของการทดลองผลิตภัณฑ์ F4PN 85
ตารางที่ 6.7 ระดับปัจจัยที่เหมาะสมเพื่อนำไปใช้ในการทดลองเพื่อการยืนยันผลการทดลอง สำหรับผลิตภัณฑ์ทั้งสองรุ่นคือ G201 และ F4PN 87

หน้า

ตารางที่ 6.8 สรุปเทฟลอนที่ผลิตในปี 2551 รุ่น G201 88
ตารางที่ 6.9 สรุปเทฟลอนที่ผลิตในปี 2551 รุ่น F4PN 88
ตารางที่ 6.10 เปรียบเทียบสัดส่วนของเสียก่อนทำการทดลองและหลังทำการทดลอง 88
ตารางที่ 6.11 เปรียบเทียบสัดส่วนของเสียจากการทำลองกับการทดลองผลิตจริง 89
ตารางที่ 7.1 แสดงรายละเอียดปัจจัย 91
ตารางที่ 7.2 ปัจจัยและระดับปัจจัยที่เหมาะสมในการผลิตเทฟลอน 92

สารบัญภาพ

หน้า

รูปที่ 2.1 วัตถุดิบเรซิน 8
รูปที่ 2.2 แสดงผังการผลิตเทฟลอนโดยสังเขป 10
รูปที่ 2.3 แสดงบริเวณให้ความร้อนในแต่ละบริเวณ 11
รูปที่ 2.4 แสดงส่วนประกอบต่างๆของเครื่อง Ram Extruder 12
รูปที่ 2.5 เครื่อง Ram extruder ของโรงงาน 13
รูปที่ 3.1 แผนภาพแสดงเหตุและผลการเกิดของเสียจากสาเหตุด้านคน (Man), เครื่องจักร (Machine), วัสดุ (Material) และวิธีการ (Method) 36
รูปที่ 3.2 แผนภาพ Tree diagram แสดงสาเหตุการเกิดของเสียจากสาเหตุด้านวิธีการ 37
รูปที่ 3.3 รูปเครื่องทำน้ำเย็น 44
รูปที่ 3.4 ระบบน้ำหล่อเย็นที่ปรับปรุงใหม่ 44
รูปที่ 3.5 แสดงแผนภูมิพาเรโตเรียงลำดับความสำคัญของสาเหตุการเกิดของเสีย 45
รูปที่ 5.1 เรซินเทฟลอน 63
รูปที่ 5.2 แสดงการประกอบ heat เข้ากับ die 63
รูปที่ 5.3 แสดงการประกอบ die เข้ากับเครื่อง ram extruder 64
รูปที่ 5.4 แสดงการประกอบ busher 64
รูปที่ 5.5 แสดงชุดเบรก 65
รูปที่ 5.6 แสดงระบบน้ำหล่อเย็นและจาน Mixing 65
รูปที่ 5.7 ชุด Control panel ควบคุมเครื่อง Ram extruder 66
รูปที่ 5.8 พนักงานตักเรซินใส่ถังเก็บเรซิน 67
รูปที่ 5.9 การตรวจสอบการส่องผ่านของไฟ (Transparentcy) และสิ่งเจือปน 68
รูปที่ 5.10 เทฟลอนที่ผ่านการตรวจคุณภาพ 69

หน้า

รูปที่ 6.1 Normal Probability Plot ของ Effects จากการทดลองผลิตภัณฑ์รุ่น G201 73
รูปที่ 6.2 Pareto Chart ของ Effects จากการทดลองผลิตภัณฑ์รุ่น G201 73
รูปที่ 6.3 Normal Probability Plot ของ Effects จากการทดลองผลิตภัณฑ์รุ่น F4PN 74
รูปที่ 6.4 Pareto Chart ของ Effects จากการทดลองผลิตภัณฑ์รุ่น F4PN 74
รูปที่ 6.5 Normal Probability Plot ของ Residuals สำหรับ การทดลองผลิตภัณฑ์ G201 77
รูปที่ 6.6 Normal Probability Plot ของ Residuals สำหรับ การทดลองผลิตภัณฑ์ F4PN 78
รูปที่ 6.7 กราฟระหว่างค่า Residual กับลำดับที่ของการทำการทดลองของผลิตภัณฑ์ G201 79
รูปที่ 6.8 กราฟระหว่างค่า Residual กับลำดับที่ของการทำการทดลองของผลิตภัณฑ์ F4PN 79
รูปที่ 6.9 ค่า Residual เทียบกับค่าคาดหมายของการทดลองผลิตภัณฑ์ G201 80
รูปที่ 6.10 ค่า Residual เทียบกับค่าคาดหมายของการทดลองผลิตภัณฑ์ F4PN 81
รูปที่ 6.11 กราฟแสดงถึง Main Effect Plot ของการเกิดของเสียสำหรับผลิตภัณฑ์ G201 82
รูปที่ 6.12 กราฟแสดง Interaction Effect Plot ของการเกิดของเสียสำหรับผลิตภัณฑ์ G201 82
รูปที่ 6.13 กราฟแสดงถึง Main Effect Plot ของการเกิดของเสียสำหรับผลิตภัณฑ์ F4PN 83
รูปที่ 6.14 กราฟแสดงถึง Main Effect Plot ของการเกิดของเสียสำหรับผลิตภัณฑ์ F4PN 83
รูปที่ 6.15 ผลลัพธ์ที่ได้จากส่วนโปรแกรมย่อย Response Optimizer ของโปรแกรม Minitab สำหรับการทดลองผลิตภัณฑ์รุ่น G201 86
รูปที่ 6.16 ผลลัพธ์ที่ได้จากส่วนโปรแกรมย่อย Response Optimizer ของโปรแกรม Minitab สำหรับการทดลองผลิตภัณฑ์รุ่น F4PN 87