

การศึกษาพารามิเตอร์ที่เหมาะสมของเครื่องเชื่อมอุลตราโซนิคสำหรับการผลิตชุดเสื้อคลุมแพทย์ผ่าตัด



นางสาวมัลลิกา พงศ์สิทธิศักดิ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2549

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A STUDY OF APPROPRIATE PARAMETERS OF ULTRASONIC WELDING MACHINE FOR SURGICAL
GOWN MANUFACTURING

Miss Mallika Phongsitthisak

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 2006

Copyright of Chulalongkorn University

490601

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การศึกษาพารามิเตอร์ที่เหมาะสมของเครื่องเชื่อมอุลตราโซนิคสำหรับการผลิตชุดเสื้อคลุมแพทย์ผ่าตัด

โดย

นางสาว มัลลิกา พงศ์สิทธิ์ศักดิ์

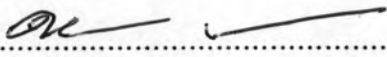
สาขาวิชา

วิศวกรรมอุตสาหกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษา

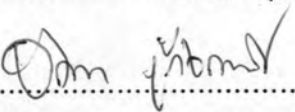
รองศาสตราจารย์ ดร. จิตรา รุ่งกิจการพานิช

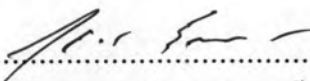
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วน
หนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

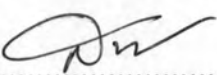

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร. ทิเรก ลาวัณย์ศิริ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดำรงค์ ทวีแสงกุลไทย)


..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ ดร. จิตรา รุ่งกิจการพานิช)


..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุทัศน์ รัตนเกื้อกังวาน)


..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมชาย พัวจินดาเนตร)

มัลลิกา พงศ์สิทธิศักดิ์ : การศึกษาพารามิเตอร์ที่เหมาะสมของเครื่องเชื่อมอุลตราโซนิกสำหรับการผลิตชุดเสื้อคลุมแพทย์ผ่าตัด. (A STUDY OF APPROPRIATE PARAMETERS OF ULTRASONIC WELDING MACHINE FOR SURGICAL GOWN MANUFACTURING) อ. ที่ปรึกษา : รศ. ดร. จิตรา รุ่งกิจการพานิช, 169 หน้า.

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเชื่อมด้วยเครื่องเชื่อมอุลตราโซนิกในการผลิตเสื้อคลุมแพทย์ผ่าตัด และหาเงื่อนไขที่เหมาะสมจากการทดลอง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตของเครื่องเชื่อม

การศึกษานี้ได้ใช้หลักการออกแบบและวิเคราะห์การทดลอง มาใช้ในการทดลองเพื่อศึกษาปัจจัยทั้ง 3 ปัจจัย คือ ความเร็วในการทำงานของเครื่องเชื่อม เปรอร์เซ็นต์ของการเปลี่ยนแปลงแอมพลิจูดของกระแสไฟฟ้าที่ทำให้เกิดคลื่นอุลตราโซนิก และความดันในการจับยึดชิ้นงานของเครื่องเชื่อม โดยมุ่งเน้นการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตของเครื่องเชื่อมอุลตราโซนิก โดยที่ความแข็งแรงของรอยเชื่อม และค่าความต้านทานแรงดันน้ำของรอยเชื่อมต้องผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพผลิตภัณฑ์

ผลการวิจัยพบว่า ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 ปัจจัยทั้ง 3 ปัจจัย คือ ความเร็วในการทำงานของเครื่องเชื่อม การควบคุมแอมพลิจูดของกระแสไฟฟ้า และความดันของเครื่องเชื่อม มีผลต่อความแข็งแรงของรอยเชื่อมและความต้านทานแรงดันน้ำของรอยเชื่อม ในการทดลองระดับของปัจจัยที่เหมาะสม คือ ความเร็ว 50% ความดัน 34 PSI และ 50% ของแอมพลิจูดของกระแสไฟฟ้า ซึ่งเมื่อนำสถานะเหมาะสมที่ได้จากการทดลองไปผลิตจริงพบว่า ค่าความแข็งแรงและความต้านทานแรงดันน้ำของรอยเชื่อมใกล้เคียงกับที่ได้จากการทดลอง ประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรเพิ่มขึ้นจากเดิมอยู่ที่ 88% เพิ่มขึ้นเป็น 99% และสามารถลดจำนวนชิ้นงานระหว่างการผลิตได้ถึง 83%

ภาควิชา.....วิศวกรรมอุตสาหกรรม.....ลายมือชื่อนิสิต.....
 สาขาวิชา.....วิศวกรรมอุตสาหกรรม.....ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....
 ปีการศึกษา.....2549.....ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาพร้อม.....

4671427721 : MAJOR INDUSTRIAL ENGINEERING

KEY WORD: Design of Experiment / Ultrasonic / Welding / Surgical Gown / Productivity

MALLIKA PHONGSITTHISAK : A STUDY OF APPROPRIATE PARAMETERS OF ULTRASONIC WELDING FOR SURGICAL GOWN MANUFACTURING. THESIS ADVISOR : ASSOC.PROF. JITTRA RUKIJKANPANICH, D.ENG., 169 pp

The objectives of this research was to study factors that had effects on Ultrasonic Welding For Surgical Gown Manufacturing, to determine the suitable condition by experimental design in order to improve the efficiency of Ultrasonic Welding For Surgical Gown Manufacturing.

The principle of experimental design was applied to study three factors that were the operational speed of welding machine, the percentage of variable current amplitude and Horn's pressure of welding machine. The results concentrated on improve the efficiency of Ultrasonic Welding For Surgical Gown Machine, both of the welding joint strength and the water pressure resistant of welding joint had to passes the production standard.

At the significant level of 0.05, three factors which influence the welding joint strength and the water pressure resistant of welding joint were operational speed of welding machine, amplitude control and the pressure of welding machine. The appropriate factors at significant level of 0.05 were the 50 % operational speed of welding machine, the amplitude current control of welding machine at 50% and the pressure of welding machine at 34 PSI. When the recommended factors were use in the production runs, the result on the welding joint strength and the water pressure resistant of welding joint were found to be consistent with these obtained in the experimental runs including the efficiency of the welding machine was increased from 88% to 99% and work in process (WIP) was decreased to 83%.

Department Industrial Engineering Student's signature.....
Field of study Industrial Engineering Advisor's signature.....
Academic year 2006 Co-advisor's signature.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ ผู้ทำวิจัยขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงต่อ รศ. ดร. จิตรา รู้กิจการพานิช อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งได้ชี้แนะแนวทางและให้คำแนะนำในการทำวิทยานิพนธ์เป็นอย่างดี ขอกราบขอบพระคุณ รศ. ดำรง ทวีแสงสกุลไทย ประธานกรรมการ ผศ. สุทัศน์ รัตนเกือกังวาน และ ผศ. ดร. สมชาย พัวจินดาเนตร คณะกรรมการ ที่ได้ช่วยเหลือให้คำแนะนำ และข้อคิดเห็นต่างๆ และรวมไปถึงการตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ผู้วิจัยขอขอบคุณ คุณประภัสร์ ภูภิญโญกุล ผู้จัดการโรงงาน ร่วมไปถึงพนักงานในโรงงานทุกคนที่ได้ให้การสนับสนุน และอำนวยความสะดวกในการทำงานวิจัยครั้งนี้ และขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ครูอาจารย์ พี่น้อง เพื่อนนิสิต และท่านที่มีได้กล่าวไว้ในที่นี้ ที่กรุณาให้ความช่วยเหลือและให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

ท้ายนี้ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะเป็นประโยชน์สำหรับผู้สนใจที่จะนำไปเป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้สำหรับการปรับปรุงกระบวนการผลิตต่อไป

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญภาพ.....	ญ
บทที่	
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	3
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย.....	3
1.4 ขั้นตอนการศึกษาและวิจัยดำเนินงาน.....	4
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	4
บทที่ 2 การสำรวจเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	5
2.1 ทฤษฎีเกี่ยวกับคลื่น.....	5
2.2 ทฤษฎีเกี่ยวกับคลื่นเสียง.....	6
2.3 ทฤษฎีเกี่ยวกับการเชื่อมด้วยอุลตราโซนิก.....	9
2.4 หลักการทำงานเชื่อมด้วยวิธีต่าง ๆ	10
2.5 การประยุกต์ใช้เครื่องเชื่อมอุลตราโซนิกในอุตสาหกรรมสิ่งทอและฟิล์ม.....	13
2.6 ทฤษฎีเกี่ยวกับการออกแบบการทดลอง.....	14
2.7 นิยามของความแข็งแรงด้านทานแรงดึง.....	31
2.8 การสำรวจงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	32
บทที่ 3 การออกแบบการทดลอง.....	35
3.1 การศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้อง.....	35
3.2 ระดับของปัจจัยที่ทำการศึกษา.....	37
3.3 แผนการออกแบบการทดลอง.....	39
บทที่ 4 การดำเนินการทดลอง.....	46
4.1 ข้อมูลเบื้องต้นของโรงงานที่ทำการศึกษา.....	46
4.2 ลักษณะผลิตภัณฑ์.....	46
4.3 ส่วนประกอบของวัตถุดิบที่ทำการทดลอง.....	52

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.4 การจัดเตรียมวัสดุคิบในการทดลอง.....	52
4.5 วิธีการตรวจสอบ.....	53
4.6 ผลการทดลอง.....	57
บทที่ 5 การคำนวณและวิเคราะห์ผล.....	60
5.1 การวิเคราะห์ผลการทดลอง.....	60
5.2 การหาเงื่อนไขที่เหมาะสมจากการทดลอง.....	72
5.3 การประยุกต์ใช้.....	73
บทที่ 6 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	79
6.1 สรุปผลการวิจัย.....	81
6.2 ข้อเสนอแนะ.....	83
6.3 ปัญหาและอุปสรรค.....	84
รายการอ้างอิง.....	85
ภาคผนวก.....	87
ภาคผนวก ก คู่มือการใช้เครื่องอัลตราโซนิค.....	88
ภาคผนวก ข คู่มือการทดสอบความแข็งแรงของรอยเชื่อม.....	98
ภาคผนวก ค คู่มือการทดสอบความต้านทานแรงดันน้ำของรอยเชื่อม.....	101
ภาคผนวก ง ผลการทดสอบความแข็งแรงของรอยเชื่อม ณ สภาวะปัจจุบัน.....	115
ภาคผนวก จ ผลการทดสอบความต้านทานแรงดันน้ำของรอยเชื่อม ณ สภาวะปัจจุบัน.....	121
ภาคผนวก ฉ ผลการทดสอบความแข็งแรงของรอยเชื่อมหลังปรับปรุง.....	127
ภาคผนวก ช ผลการทดสอบความต้านทานแรงดันน้ำของรอยเชื่อมหลังปรับปรุง.....	133
ภาคผนวก ซ Introduction to the 2000b/bdc.....	139
ภาคผนวก ฌ Technical Specification.....	150
ภาคผนวก ฎ แบบฟอร์มเก็บข้อมูล.....	168
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	169

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
1.1 ข้อมูลกำลังการผลิตที่เกิดขึ้นของเครื่องเชื่อมอุลตราโซนิคแต่ละเครื่อง.....	2
1.2 พารามิเตอร์ที่ใช้กับเครื่องเชื่อมในปัจจุบัน.....	3
2.1 การตัดสินใจในการทดสอบสมมติฐาน.....	26
2.2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนสำหรับ One-Way ANOVA.....	28
2.3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนสำหรับการทดลองแบบสุ่มในบล็อก.....	29
2.4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนสำหรับ Two-Factor Fixed Effect Model.....	31
3.1 ปัจจัยและระดับของปัจจัย.....	38
3.2 แผนการทดลอง.....	40
3.3 เมตริกของแผนการทดลอง.....	42
3.4 ลำดับการทดลองแบบสุ่ม.....	43
3.5 ตัวอย่างตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน.....	45
4.1 ผลการทดสอบค่าความแข็งแรงของรอยเชื่อม.....	58
4.2 ผลการทดสอบค่าความต้านทานแรงดันน้ำของรอยเชื่อม.....	59
5.1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการทดสอบความแข็งแรงของรอยเชื่อม.....	62
5.2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการทดสอบความต้านทานแรงดันน้ำของ รอย เชื่อม.....	67
5.3 เปรียบเทียบสภาวะที่ใช้ในการผลิตปัจจุบันและสภาวะที่เหมาะสม.....	73
5.4 เปรียบเทียบค่าตัวแปรตอบสนองระหว่างสภาวะปัจจุบัน และจากผลการทดลอง.....	74
5.5 เปรียบเทียบค่าตัวแปรตอบสนองระหว่างผลจากการทดลองและการนำไปใช้จริง.....	74
5.6 เปรียบเทียบประสิทธิภาพของเครื่องเชื่อม.....	75
5.7 สมดุลการผลิตเสื้อคลุมแพทย์ผ่าตัด ณ สภาวะปัจจุบัน.....	76
5.8 สมดุลการผลิตเสื้อคลุมแพทย์ผ่าตัดจากผลการทดลอง.....	76

สารบัญภาพ

ภาพประกอบ	หน้า
2.1 ลักษณะและส่วนประกอบของคลื่น.....	5
2.2 ลักษณะการเกิดเสียงจากการสั่นของโมเลกุล.....	7
2.3 ลักษณะของแอมพลิจูดของเสียงดัง.....	7
2.4 ลักษณะของแอมพลิจูดของเสียงค่อย.....	8
2.5 ปริมาตรของแก๊สรูปทรงกระบอกพื้นที่หน้าตัด A.....	8
2.6 หลักการเชื่อมด้วยอัลตราโซนิค.....	9
2.7 แผนภาพแสดงการทำงานของระบบอัลตราโซนิค.....	10
2.8 หลักการทำงานของเครื่องเชื่อมด้วยอัลตราโซนิค.....	11
2.9 หลักการทำงานของเครื่องเชื่อมด้วยวิธีการสันสะท้อนในแนวเส้นตรง.....	11
2.10 หลักการทำงานของเครื่องเชื่อมด้วยวิธีการสันสะท้อนในแนวแกนหมุน.....	12
2.11 หลักการทำงานของเครื่องเชื่อมด้วยแผ่นความร้อน.....	12
2.12 หลักการทำงานของเครื่องเชื่อมด้วยการหมุนอย่างต่อเนื่อง.....	12
2.13 อิทธิพลที่ไม่มีผลและอิทธิพลที่มีผลของปัจจัยต่อผลิตภัณฑ์.....	14
2.14 ปัจจัยและพารามิเตอร์ของกระบวนการ.....	15
2.15 อิทธิพลของปัจจัยร่วมที่ไม่มีผล และมีผล.....	22
3.1 แสดงหลักการทำงานอย่างง่ายของเครื่องเชื่อมอัลตราโซนิค.....	36
3.2 ความสัมพันธ์และทิศทางที่แต่ละปัจจัยกระทำต่อชิ้นงาน.....	37
4.1 เสื้อคลุมแพทย์ผ่าตัด.....	47
4.2 ลักษณะการวางแบบเพื่อตัดผ้า.....	47
4.3 วิธีการเชื่อมแขนด้วยอัลตราโซนิค 1	48
4.4 วิธีการเชื่อมแขนด้วยอัลตราโซนิค 2	48
4.5 วิธีการเย็บยางยืดที่ปลายแขน.....	49
4.6 รูปผลิตภัณฑ์หลังทำการเย็บคอ.....	49
4.7 ตำแหน่งในการเย็บสายเข็มขัด.....	50
4.8 แผนภูมิแสดงกระบวนการผลิตเสื้อคลุมแพทย์ผ่าตัด.....	51
4.9 การเตรียมขนาดชิ้นงาน.....	52
4.10 ตำแหน่งและวิธีการตัดชิ้นทดสอบ.....	54
4.11 ตำแหน่งการจับยึดชิ้นทดสอบ.....	55
5.1 กราฟแสดงการกระจายของข้อมูลการทดสอบความแข็งแรงของรอยเชื่อม.....	61

สารบัญภาพ (ต่อ)

ฉ

ภาพประกอบ	หน้า
5.2 กราฟตัวแปรตอบสนองของผลการทดสอบความแข็งแรงของรอยเชื่อม.....	65
5.3 กราฟแสดงตัวแปรตอบสนองของผลการทดสอบความแข็งแรงของรอยเชื่อมระหว่าง แต่ละปัจจัย.....	66
5.4 กราฟแสดงการกระจายของข้อมูลการทดสอบความต้านทานแรงคั้นน้ำของรอยเชื่อม.	67
5.5 กราฟตัวแปรตอบสนองของผลการทดสอบความต้านทานแรงคั้นน้ำของรอยเชื่อม.....	71
5.6 กราฟแสดงตัวแปรตอบสนองของผลการทดสอบความต้านทานแรงคั้นน้ำของรอย เชื่อมระหว่างแต่ละปัจจัย.....	71
5.7 กราฟแสดงความสามารถของกระบวนการจากการวัดความแข็งแรงของรอยเชื่อม.....	77
5.8 กราฟแสดงความสามารถของกระบวนการจากการวัดความต้านทานแรงคั้นน้ำของ รอยเชื่อม.....	78