



KKU Engineering Journal

<http://www.en.kku.ac.th/enjournal/th/>

การปรับปรุงคุณภาพในกระบวนการเชื่อมชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ : กรณีศึกษาโรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์

The quality improvement in electronic welding process : A case study of electronic

Component Factory

ฐิตภรณ์ ภูเพ็งใจ และพรเทพ ขอกขายเกียรติ*

Titaporn Poophangjai and Porntep Khokhajaikiat*

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น 40002

Received February 2012

Accepted June 2012

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงคุณภาพในกระบวนการเชื่อมผลิตภัณฑ์ SR Type ให้มีจำนวนของเสียลดลง เมื่อทำการลำดับความสำคัญของปัญหาด้วยแผนภาพพาเรโต ปัญหาการเกิดรอยเชื่อมด้านข้างไม่สมบูรณ์มีจำนวนมากที่สุด เป็นผลให้ผลิตภัณฑ์ไม่ได้คุณภาพตามมาตรฐาน ดังนั้นจึงดำเนินการวิเคราะห์เพื่อหาปัจจัยที่ทำให้เกิดรอยเชื่อมด้านข้างไม่สมบูรณ์โดยใช้แผนภาพเหตุและผล พบว่าปัจจัยการทาฟลักซ์ D และการทาฟลักซ์ E ส่งผลให้เกิดรอยเชื่อมด้านข้างไม่สมบูรณ์ จึงใช้หลักการออกแบบการทดลองในการกำหนดระดับปัจจัยที่เหมาะสมกับการดำเนินการเชื่อมผลิตภัณฑ์ SR Type ของโรงงานกรณีศึกษา ผลการวิจัยพบว่าปัจจัยการทาฟลักซ์ D และการทาฟลักซ์ E ในปริมาณที่เหมาะสม (3 ถึง 5 มิลลิกรัม) จะทำให้ชิ้นงานเชื่อมมีคุณภาพตามมาตรฐานมากที่สุด และจากการกำหนดรูปแบบการทำงานที่นำเสนอโดยใช้หลักการการศึกษากิจการงานพบว่าจำนวนชิ้นงานที่เกิดรอยเชื่อมด้านข้างไม่สมบูรณ์จากรูปแบบการทำงานที่นำเสนอลดลงจากวิธีการทำงานปัจจุบันคิดเป็นร้อยละ 93.28

คำสำคัญ : รอยเชื่อมด้านข้างไม่สมบูรณ์ ฟลักซ์ D ฟลักซ์ E กระบวนการเชื่อม

Abstract

The study aims to develop the quality improvement in electronic welding process as a SR Type reducing the amount of waste. By using pareto diagram, It was investigated that the main problem is incomplete welding on the side. Therefore, it was analyzed to find factor that causes incomplete welding on the side using cause and effect diagram, which showed that flux D application factor and flux E application factor resulted in incomplete welding on the side. The design of experiment was applied to determine appropriate quantity of these factors. The result showed that flux D application factor and flux E application factor in appropriate quantity (3 to 5 milligrams) will give the best welding quality according to standard. The determination of proposed operating model using the principle of motion and time study showed that the number of pieces with incomplete welding on the side from the proposed operating model decreased by 93.28 percents compared with the current operating method.

Keywords : Incomplete welding on the side, Flux D, Flux E, Welding process.

*Corresponding author Tel.: +66-7435-5277

Email address: porkho@kku.ac.th

1. บทนำ

ปัจจุบันการดำเนินการทางธุรกิจอุตสาหกรรมทุกประเภทมีการแข่งขันที่รุนแรงเพิ่มขึ้น ส่งผลให้แต่ละองค์กรต้องเร่งปรับตัวให้สามารถแข่งขันกับคู่แข่งทางธุรกิจอื่นๆ ได้ แต่ละองค์กรจึงจำเป็นต้องพัฒนานวัตกรรมใหม่ๆ ด้านมาใช้ในการแข่งขัน เช่น คุณภาพผลิตภัณฑ์ การส่งมอบตรงเวลา ราคาและบริการ เป็นต้น ทั้งนี้ ต้นทุนการผลิตต้องต่ำและผลิตภัณฑ์มีคุณภาพ เพื่อสร้างความพึงพอใจให้กับลูกค้า และเพิ่มศักยภาพในการดำเนินธุรกิจ ซึ่งจะส่งผลให้ธุรกิจเกิดความได้เปรียบและสร้างโอกาสในการแข่งขันเพิ่มมากขึ้น

อุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์เป็นหนึ่งในอุตสาหกรรมที่ต้องปรับตัวเพื่อแข่งขัน เนื่องจากผู้ประกอบการอุตสาหกรรมชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์มีจำนวนเพิ่มมากขึ้น ทำให้ผู้ประกอบการอุตสาหกรรมเครื่องใช้ไฟฟ้า และคอมพิวเตอร์ ซึ่งใช้ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ในการผลิตผลิตภัณฑ์มีทางเลือกในการพิจารณาผู้ประกอบการชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์เพิ่มมากขึ้น ดังนั้นจึงส่งผลให้ผู้ประกอบการอุตสาหกรรมชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ต้องเพิ่มศักยภาพและสร้างกลยุทธ์ใหม่ๆ ในการดำเนินธุรกิจให้สามารถแข่งขันเพื่อตอบสนองความต้องการและสร้างความพึงพอใจในทุกๆ ด้านให้กับลูกค้า

โรงงานกรณีศึกษาเป็นโรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์สำหรับใช้ในการประกอบอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า และคอมพิวเตอร์ ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่ทำการผลิตคืออุปกรณ์ตัดความร้อน (thermal cutoff) หรือฟิวส์ในเครื่องใช้ไฟฟ้าและแบตเตอรี่ชนิดตะกั่ว การวิจัยครั้งนี้ได้ศึกษาผลิตภัณฑ์ SR Type ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผู้ประกอบการต้องการลดความสูญเสียจากการผลิต เนื่องจากผลิตภัณฑ์ไม่ได้คุณภาพตามมาตรฐาน ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงคุณภาพในกระบวนการเชื่อมผลิตภัณฑ์ SR Type ให้มีจำนวนของเสียลดลง ซึ่งจะช่วยลดเวลาในการผลิตผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้คุณภาพตามมาตรฐาน และเป็นการเพิ่มศักยภาพการแข่งขันของโรงงานกรณีศึกษา

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า มีการนำหลักการออกแบบการทดลองมาประยุกต์ใช้เพื่อลดของเสียในอุตสาหกรรมการผลิต ดังเช่นในงานวิจัยได้ ใช้การออกแบบการทดลองในการกำหนดปัจจัยที่เหมาะสมกับการดำเนินการผลิตหลักๆ ผลการวิจัย พบว่าระดับความเร็วใน

การผลิตของเครื่องพ่นหัว 1300 ก้านต่อนาที ที่ความหนาแน่นของสไลเวอร์ที่ 1.4 กรัมต่อเมตร และระยะห่างระหว่างสไลเวอร์กับเครื่องพ่นหัว 20 เซนติเมตร ส่งผลให้ต้นทุนก้านเสียลดลงร้อยละ 35 จากวิธีการดำเนินงานในปัจจุบันของโรงงานกรณีศึกษา [1] และยังมีงานวิจัยที่ได้ศึกษาการปรับปรุงกระบวนการเจียระไนเส้นผ่านศูนย์กลางด้านนอกของเพลาด้วยเทคนิคการออกแบบการทดลองโดยใช้การทดลองเชิงแฟคทอเรียลแบบสมบูรณ์ เพื่อลดของเสียของชิ้นงานเพลามาเดลแพนเทอร์บี (panther-b) ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางด้านนอกเล็ก พบว่าสามารถลดของเสียลงได้ร้อยละ 93.75 ของจำนวนของเสียทั้งหมด [2] นอกจากนี้ยังได้ทำการวิจัยเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ด้วยการปรับปรุงขั้นตอนการผลิต ซึ่งมีขั้นตอนหลัก 10 ขั้นตอน และออกแบบการทดลองเพื่อเปรียบเทียบการอบหรือไม้อบแผ่นงานจะมีผลต่อการยืดหดของแผ่นงาน ผลการทดลองพบว่า การอบหรือไม้อบให้ผลการยืดหดของแผ่นงานไม่แตกต่างกัน ดังนั้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตจึงตัดขั้นตอนที่ 2 การอบแผ่นงานออกจากกระบวนการผลิตพบว่า ผลผลิตเพิ่มขึ้นร้อยละ 100 [3]

ในขณะเดียวกันนี้ยังมีงานวิจัยที่ได้นำหลักการการศึกษางานมาประยุกต์ใช้ในการปรับปรุงกระบวนการผลิตให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ดังงานวิจัยที่ได้ทำการศึกษาระบวนการผลิตและหาแนวทางในการเพิ่มผลผลิตกรณีศึกษาอุปกรณ์การแพทย์ พบว่าสามารถลดจำนวนขั้นตอนและเวลาในการผลิตที่ไม่จำเป็นได้ร้อยละ 14.81 และ 6.20 ตามลำดับ [4] และการศึกษาการทำงานสามารถเพิ่มการผลิตเครื่องบดกาแฟและเครื่องชงกาแฟเพิ่มขึ้น 840 ขึ้นต่อปี และสามารถลดเวลาในการทำงานได้ร้อยละ 5 จากการปรับปรุงกระบวนการผลิต [5] นอกจากนี้มีงานวิจัยที่ได้ปรับปรุงกระบวนการตรวจสอบชิ้นงานฮาร์ดดิสไดรฟ์ทำให้วิธีการทำงานที่ปรับปรุงใหม่มีกำลังการผลิตเพิ่มขึ้นร้อยละ 57.44 เมื่อเปรียบเทียบกับการผลิตเดิม [6]

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบการทดลองข้างต้นนี้ พบว่าการกำหนดปัจจัยและระดับปัจจัยในการทดลองจำเป็นต้องให้เกิดความสอดคล้องกับการดำเนินงานและข้อจำกัดของกรณีศึกษาต่างๆ ซึ่งจะทำให้ผลการวิเคราะห์ทางสถิติมีความแม่นยำ และสามารถนำผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลองไปใช้กำหนดค่าพารามิเตอร์ที่

เหมาะสมในการดำเนินงาน ส่งผลให้ของเสียลดลงและกระบวนการผลิตมีประสิทธิภาพมากขึ้น นอกจากนี้การศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับการศึกษาการทำงานข้างต้น พบว่าการศึกษาการทำงานสามารถลดขั้นตอนการทำงานที่ไม่จำเป็นและช่วยลดเวลาในการผลิต เป็นผลให้ประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตเพิ่มขึ้น

ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้จึงประยุกต์ใช้หลักการออกแบบและวิเคราะห์การทดลอง โดยกำหนดปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพในกระบวนการเชื่อมชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ และศึกษาระดับของปัจจัยที่มีผลกระทบต่อค่าเชื่อม ซึ่งสามารถลดจำนวนผลิตภัณฑ์ที่ไม่ผ่านมาตรฐานข้อกำหนดของโรงงานกรณีศึกษา อีกทั้งการวิจัยครั้งนี้จะประยุกต์ใช้หลักการการศึกษาการทำงานในการปรับปรุงกระบวนการผลิตให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

2. วิธีการดำเนินงานวิจัย

2.1 รวบรวมข้อมูลการผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ในสภาพปัจจุบัน ตั้งแต่เดือนมกราคม ถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2554 เพื่อระบุปัญหาที่จะทำการศึกษาโดยใช้แผนภาพพาเรโต

2.2 วิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาโดยใช้แผนภาพสาเหตุและผล

2.3 ออกแบบการทดลองและดำเนินการทดลองโดยใช้การออกแบบการทดลองแบบ 2 ปัจจัย

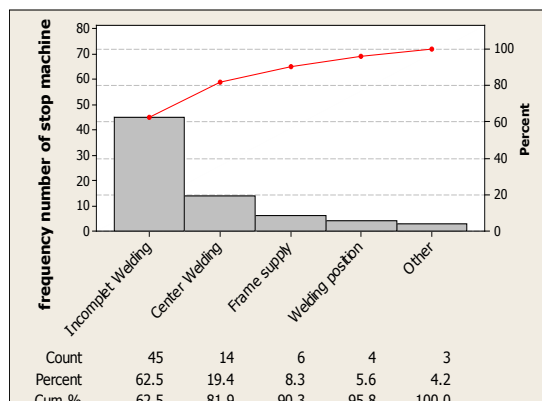
2.4 กำหนดรูปแบบการทำงานของพนักงานให้สอดคล้องกับปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์

2.5 เปรียบเทียบร้อยละของเสียก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุงตามรูปแบบการทำงานที่นำเสนอ

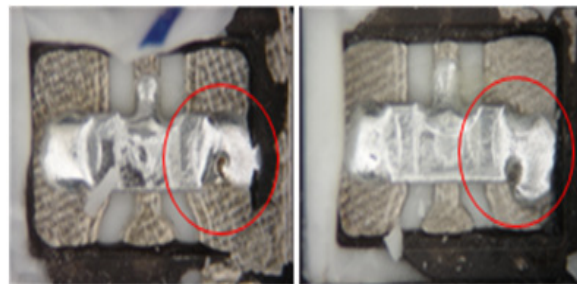
2.6 สรุปผลงานวิจัย

3. กำหนดปัญหาและวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา

จากการรวบรวมข้อมูลปัญหาของกระบวนการเชื่อมผลิตภัณฑ์ SR Type พบว่าปัญหาการเกิดรอยเชื่อมด้านข้างไม่สมบูรณ์ทำให้เครื่องจักรหยุดทำการผลิต เนื่องจากผลิตผลิตภัณฑ์ไม่ได้คุณภาพตามมาตรฐานคิดเป็นร้อยละ 62.60 ของปัญหาทั้งหมด ดังแสดงในรูปที่ 1 ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้จึงได้ทำการศึกษาปัญหาการเกิดรอยเชื่อมด้านข้างไม่สมบูรณ์ของชิ้นงานในกระบวนการเชื่อมผลิตภัณฑ์ SR Type ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 1 แผนภาพพาเรโตแสดงความถี่ของเครื่องจักรที่หยุดทำการผลิตจากปัญหาต่างๆ ในกระบวนการเชื่อม



รูปที่ 2 ลักษณะของการเกิดรอยเชื่อมด้านข้างไม่สมบูรณ์

จากแผนภาพพาเรโต ดังแสดงในรูปที่ 1 พบว่าปัญหาการเกิดรอยเชื่อมด้านข้างไม่สมบูรณ์ทำให้เกิดของเสียและเครื่องจักรหยุดทำการผลิตสูงสุดจึงได้ดำเนินการวิเคราะห์หาสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาดังกล่าว โดยแผนผังเหตุและผลเป็นเครื่องมือระบุสาเหตุที่ส่งผลต่อปัญหากับสาเหตุทั้งหมดที่เป็นไปได้ ดังแสดงในรูปที่ 3 จากการระดมสมองร่วมกับวิศวกรในสายการผลิต หัวหน้างาน หัวหน้าช่างซ่อมบำรุงรักษาและตัวแทนพนักงานในกระบวนการเชื่อมได้ร่วมวิเคราะห์หาสาเหตุและคัดเลือกสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาดังกล่าว จึงสรุปได้ว่าสาเหตุที่ทำให้เกิดรอยเชื่อมด้านข้างไม่สมบูรณ์ส่วนใหญ่เกิดจากวิธีการทำงานที่ไม่เหมาะสม การระบุสาเหตุหรือปัจจัยหลักจึงได้มุ่งไปที่วิธีการผลิตที่คาดว่าจะมีอิทธิพลต่อการเกิดรอยเชื่อมด้านข้างไม่สมบูรณ์

คำนวณจากจำนวนชิ้นงานที่เสียหายด้วยจำนวนชิ้นงานทั้งหมด 30 ชิ้น โดยที่ 1 ชิ้นการทดลองจะทดสอบชิ้นงานจำนวน 30 ชิ้น ดังแสดงสัดส่วนชิ้นงานที่เสียเมื่อมีปริมาณการทาฟลักซ์ D และ E แตกต่างกันในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงสัดส่วนชิ้นงานที่เสียเมื่อมีปริมาณการทาฟลักซ์ D และ E แตกต่างกัน

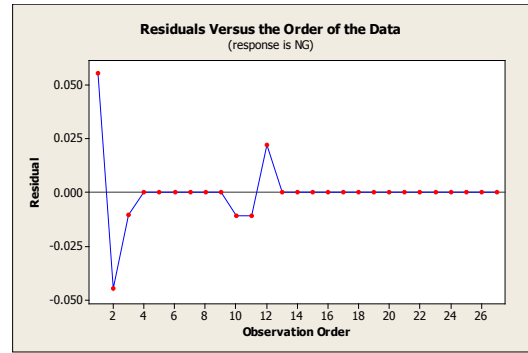
ฟลักซ์ D	ครั้งที่	ฟลักซ์ E		
		ทาฟลักซ์ E น้อย	ทาฟลักซ์ E มาก	ทาฟลักซ์ E ปานกลาง
ทาฟลักซ์ D น้อย	1	0.333	0	0
	2	0.233	0	0
	3	0.267	0	0
ทาฟลักซ์ D มาก	1	0	0	0
	2	0	0	0
	3	0.033	0	0
ทาฟลักซ์ D ปานกลาง	1	0	0	0
	2	0	0	0
	3	0	0	0

4.1.4 การทดสอบความเพียงพอของตัวแบบ

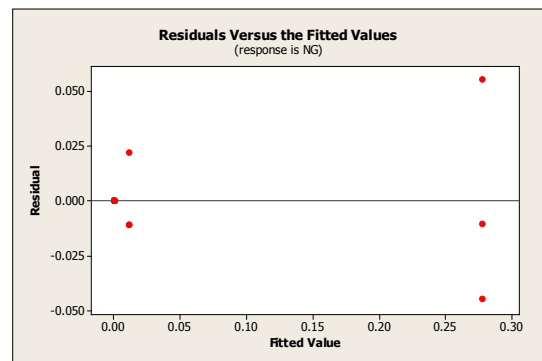
จากหัวข้อที่ 2. ได้กำหนดให้ระดับของแต่ละปัจจัยมีการทำซ้ำ 3 ซ้ำ ซึ่งแต่ละซ้ำจะมีจำนวนการทดลอง 30 ชิ้นงาน โดยทั่วไปแล้วสามารถกล่าวได้ว่าจำนวนชิ้นงานที่ใช้ในการทดลองแต่ละซ้ำมีความเพียงพอในการออกแบบการทดลอง แต่อย่างไรก็ตามการวิจัยครั้งนี้ยังได้ทดสอบความเพียงพอของตัวแบบซึ่งเป็นการตรวจสอบความเหมาะสมและความถูกต้องในการวิเคราะห์ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน 2 วิธี ดังนี้

(1) การทดสอบความเป็นอิสระของข้อมูล จากกราฟรูปที่ 4 พบว่าการกระจายตัวของค่าส่วนตกค้าง (residual) มีรูปแบบที่เป็นอิสระเนื่องจากการกระจายตัวไม่มีรูปแบบที่แน่นอน หรือไม่สามารถประมาณรูปแบบที่แน่นอนได้ แสดงให้เห็นว่าค่าส่วนตกค้างมีความเป็นอิสระต่อกัน

(2) ค่าความคลาดเคลื่อนกับค่าประมาณของค่าสังเกตจากกราฟรูปที่ 5 จะเห็นว่าแนวโน้มของความแปรปรวนมีลักษณะการกระจายตัวแบบสุ่มและไม่มีรูปแบบที่แน่นอน แสดงว่าความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อนและข้อมูลที่ได้มีความถูกต้อง และน่าเชื่อถือ



รูปที่ 4 กราฟการกระจายตัวของค่าส่วนตกค้างเทียบกับลำดับของข้อมูล



รูปที่ 5 กราฟการกระจายตัวของค่าส่วนตกค้างเทียบกับค่าความเหมาะสม (fitted value)

4.1.5 วิเคราะห์ความแปรปรวนการวิเคราะห์ความแปรปรวนทั้ง 2 ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดรอยเชื่อมด้านข้างไม่สมบูรณ์แสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 วิเคราะห์ความแปรปรวนของทั้ง 2 ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดรอยเชื่อมด้านข้างไม่สมบูรณ์

Source	DF	SS	MS	F	P-value
ฟลักซ์ D	2	0.049	0.025	78.465	0.000
ฟลักซ์ E	2	0.055	0.028	87.789	0.000
ฟลักซ์ D*ฟลักซ์ E	4	0.098	0.025	75.465	0.000
Error	18	0.006	0.0003		

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนดังแสดงในตารางที่ 2 พบว่าปัจจัยการทาฟลักซ์ D และฟลักซ์ E มีผลต่อการเกิดรอยเชื่อมด้านข้างไม่สมบูรณ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\text{-value} < 0.05$) และพิจารณาความสัมพันธ์อิทธิพล

ร่วมระหว่างปัจจัยการทาฟลักซ์ D และฟลักซ์ E มีผลต่อการเกิดรอยเชื่อมด้านข้างไม่สมบูรณ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

4.2 การเปรียบเทียบพหุคูณ

การทดสอบว่าระดับการทาฟลักซ์ใดที่มีผลต่อการเกิดรอยเชื่อมด้านข้างไม่สมบูรณ์ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยใช้วิธีการเปรียบเทียบพหุคูณของ Duncan เนื่องจากเป็นวิธีการที่ให้ผลการทดสอบที่แม่นยำที่สุดเมื่อมีจำนวนข้อมูลเท่ากัน [7] แสดงในตารางที่ 3 และตารางที่ 4 ตามลำดับ

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบการเปรียบเทียบพหุคูณของการทาฟลักซ์ D ในแต่ละระดับ

ฟลักซ์ D	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
ทาปานกลาง	9	0.00000	
ทามาก	9	0.00367	
ทาน้อย	9		0.09256
Sig.		0.672	1.000

จากผลการทดสอบเปรียบเทียบพหุคูณด้วยวิธีของ Duncan สามารถสรุปได้ว่า การทาฟลักซ์ D ในระดับปานกลางและทาฟลักซ์ D ในระดับมาก จะทำให้สัดส่วนโดยเฉลี่ยของชิ้นงานเกิดรอยเชื่อมด้านข้างไม่สมบูรณ์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การทาฟลักซ์ D น้อย ทำให้สัดส่วนโดยเฉลี่ยของชิ้นงานเกิดรอยเชื่อมด้านข้างไม่สมบูรณ์แตกต่างกับการทาฟลักซ์ D ในระดับทาฟลักซ์ D ปานกลาง และทาฟลักซ์ D มาก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นเมื่อเปรียบเทียบสัดส่วนโดยเฉลี่ยของชิ้นงานที่เกิดรอยเชื่อมด้านข้างไม่สมบูรณ์ เมื่อทาฟลักซ์ D ในระดับแตกต่างกันพบว่า การทาฟลักซ์ D ในระดับปานกลางจะมีสัดส่วนโดยเฉลี่ยของชิ้นงานที่เกิดรอยเชื่อมด้านข้างไม่สมบูรณ์น้อยที่สุดเท่ากับ 0.00000 ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้จึงสรุปได้ว่าการทาฟลักซ์ D ในปริมาณที่เหมาะสมจะทำให้ชิ้นงานเชื่อมมีคุณภาพตามมาตรฐานมากที่สุด และจะนำไปปรับปรุงการทำงานในกระบวนการเชื่อม

ตารางที่ 4 ผลการทดสอบการเปรียบเทียบพหุคูณของการทาฟลักซ์ E ในแต่ละระดับ

ฟลักซ์ D	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
ทามาก	9	0.00000	
ทาปานกลาง	9	0.00000	
ทาน้อย	9		0.09622
Sig.		1.000	1.000

จากผลการทดสอบเปรียบเทียบพหุคูณด้วยวิธีของ Duncan สามารถสรุปได้ว่า การทาฟลักซ์ E ในระดับมากและทาฟลักซ์ E ในระดับปานกลางจะทำให้สัดส่วนโดยเฉลี่ยของชิ้นงานเกิดรอยเชื่อมด้านข้างไม่สมบูรณ์ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การทาฟลักซ์ E ในระดับน้อย จะทำให้สัดส่วนโดยเฉลี่ยของชิ้นงานเกิดรอยเชื่อมด้านข้างไม่สมบูรณ์แตกต่างกับการทาฟลักซ์ E ในระดับมากและทาปานกลางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นเมื่อเปรียบเทียบสัดส่วนโดยเฉลี่ยของชิ้นงานที่เกิดรอยเชื่อมด้านข้างไม่สมบูรณ์ เมื่อทาฟลักซ์ E ในระดับแตกต่างกัน พบว่าการทาฟลักซ์ E ในระดับมากและปานกลาง จะมีสัดส่วนโดยเฉลี่ยของชิ้นงานที่เกิดรอยเชื่อมด้านข้างไม่สมบูรณ์น้อยที่สุดเท่ากับ 0.00000 แต่เนื่องจากการทาฟลักซ์ E มากจะทำให้สิ้นเปลืองน้ำยาฟลักซ์ ดังนั้นการวิจัย ครั้งนี้จึงสรุปได้ว่าการทาฟลักซ์ E ในปริมาณที่เหมาะสมจะทำให้ชิ้นงานเชื่อมมีคุณภาพตามมาตรฐานมากที่สุด และจะนำไปปรับปรุงการทำงานในกระบวนการเชื่อม

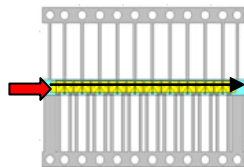
5. กำหนดรูปแบบการทำงานในกระบวนการเชื่อมผลิตภัณฑ์ SR Type

5.1 การดำเนินงานในกระบวนการเชื่อมผลิตภัณฑ์ SR Type ด้วยรูปแบบการทำงานในปัจจุบันของโรงงานกรณีศึกษา

การทำงานในปัจจุบันของโรงงานกรณีศึกษามีทั้งหมด 8 งานย่อยดังนี้

(1)ทาฟลักซ์ D 16 เฟรมพนักงานทาฟลักซ์ D จะต้องจุ่มก้านลำลี (cotton bud) ในน้ำยาฟลักซ์ 1 ครั้ง จะทาชิ้นงาน(เฟรม) ชิ้นละ 1 รอบ จนครบ 16 เฟรม ดังแสดงในรูปที่ 6

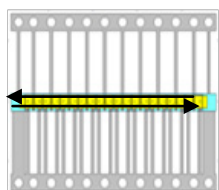
ตำแหน่งการทาฟลักซ์ D



รูปที่ 6 การทาฟลักซ์ D 1 เฟรมด้วยวิธีทำงานปัจจุบัน

(2) หยิบชิ้นงานออกจากฮอตเพลส (hot place) 16 เฟรม พนักงานใช้ที่คีบชิ้นงาน คีบงานแต่ละเฟรมวางลงบนถาด ซึ่ง 1 ถาดวางชิ้นงานได้ 8 เฟรม

(3) ทาฟลักซ์ E 8 เฟรม พนักงานทาฟลักซ์ E จะต้องจุ่มก้านล้าลงในน้ำยา ฟลักซ์ 1 ครั้ง จะทาชิ้นงาน(เฟรม) ชิ้นละ 2 รอบ จนครบ 4 เฟรม จากนั้นดำเนินการด้วยวิธีดังกล่าวอีกครั้งเพื่อให้ได้ชิ้นงาน 8 เฟรม ดังแสดงในรูปที่ 7



ตำแหน่งการทาฟลักซ์ E

รูปที่ 7 การทาฟลักซ์ E 1 เฟรมด้วยวิธีทำงานปัจจุบัน

(4) หยิบชิ้นงานวางบนสายพาน 8 เฟรม พนักงานหยิบชิ้นงานที่ผ่านขั้นตอนการทาฟลักซ์ E แต่ละเฟรมวางบนสายพาน

(5) หยิบชิ้นงานใส่ตะกร้า 10 เฟรม พนักงานหยิบชิ้นงานบนสายพานที่ผ่านกระบวนการเชื่อมแล้วใส่ในตะกร้าชิ้นงาน หยิบครั้งละ 1 เฟรม ซึ่งตะกร้าบรรจุชิ้นงานได้ 10 เฟรม

(6) ใส่ตะกร้าชิ้นงานลงในเครื่องอัลตราโซนิก (ultrasonic) พนักงานยกตะกร้าชิ้นงานใส่เข้าไปในเครื่องอัลตราโซนิกแล้วกดปุ่มสตาร์ทให้เครื่องทำงาน 2 นาที

(7) ยกตะกร้าชิ้นงานจุ่มล้างแอลกอฮอล์และน้ำเปล่าแล้ววางบนพัดลม พนักงานนำตะกร้าชิ้นงานออกจากเครื่องอัลตราโซนิก แล้วนำไปจุ่มในอ่างล้างด้วยแอลกอฮอล์และจุ่มในอ่างล้างน้ำเปล่า แล้วนำตะกร้าวางบนผ้าเพื่อซับน้ำและนำตะกร้าไปวางบนพัดลมเป่าชิ้นงานให้แห้งจากนั้นกดปุ่มสตาร์ทเวลา 2 นาที

(8) ตรวจชิ้นงานหลังการเชื่อมด้วยตาเปล่า พนักงานยกตะกร้าชิ้นงานออกจากพัดลมวางบนโต๊ะ

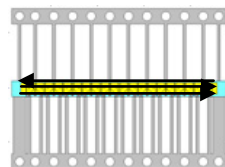
แล้วหยิบชิ้นงานขึ้นมาครั้งละ 1 เฟรมเพื่อทำการตรวจชิ้นงานด้วยตาเปล่าจนครบจำนวน 10 เฟรม

จากการออกแบบการทดลองในหัวข้อที่ 4 พบว่าการทาฟลักซ์ D และ E มีผลทำให้เกิดรอยเชื่อมด้านข้างไม่สมบูรณ์ ซึ่งพนักงานได้ดำเนินการตามงานย่อย 1. และ 3. ตามลำดับในการดำเนินการปัจจุบันพนักงานจะทาฟลักซ์ด้วยความรวดเร็ว ไม่ละเอียดในการทาฟลักซ์ และไม่มีมาตรฐานการทำงานที่ชัดเจนจึงเป็นสาเหตุให้การทาฟลักซ์มีปริมาณฟลักซ์ที่ไม่เหมาะสม ส่งผลให้ชิ้นงานเกิดรอยเชื่อมด้านข้างไม่สมบูรณ์ การวิจัยครั้งนี้จึงต้องทำการปรับปรุงวิธีการทำงานในการทาฟลักซ์ D และ E เพื่อให้ชิ้นงานเชื่อมมีคุณภาพตามมาตรฐานมากที่สุด

5.2 กำหนดรูปแบบการทำงานในกระบวนการเชื่อมให้สอดคล้องกับปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดรอยเชื่อมด้านข้างไม่สมบูรณ์

การสร้างรูปแบบการทำงานเพื่อควบคุมปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดรอยเชื่อมด้านข้างไม่สมบูรณ์ คือ การทาฟลักซ์ D และ E ได้กำหนดให้มีขั้นตอนงานย่อยในการศึกษาเวลาเท่ากับ 8 งานย่อยเช่นเดียวกับการทำงานในปัจจุบันของโรงงานกรณีศึกษา แต่การทำงานจะมีรายละเอียดที่แตกต่างกันในงานย่อยที่ 1, 3 และ 8 เนื่องจากการศึกษาปัจจัยที่ได้ดำเนินการวิเคราะห์ผลระดับของปัจจัยที่ได้ส่งผลต่อการเกิดรอยเชื่อมด้านข้างไม่สมบูรณ์ในหัวข้อที่ 4 พบว่าการทา ฟลักซ์ในปริมาณปานกลาง (น้ำหนักฟลักซ์ 3 ถึง 5 มิลลิกรัม) จะทำให้เกิดรอยเชื่อมด้านข้างไม่สมบูรณ์ลดลง ดังนั้นจึงได้เพิ่มรายละเอียดการทาฟลักซ์ D และ E ในรูปแบบการทำงานที่น่าเสนอ ดังนี้

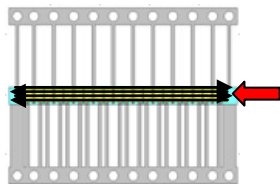
(1) การทาฟลักซ์ D พนักงานทาฟลักซ์ D จะต้องจุ่มก้านล้าลงในน้ำยาฟลักซ์ 1 ครั้ง จะทาชิ้นงาน(เฟรม) ชิ้นละ 3 รอบ จนครบ 8 เฟรม จากนั้นดำเนินการด้วยวิธีดังกล่าวอีกครั้งเพื่อให้ได้ชิ้นงาน 16 เฟรม ดังแสดงในรูปที่ 8



ตำแหน่งการทาฟลักซ์ D

รูปที่ 8 การทาฟลักซ์ D 1 เฟรม ด้วยรูปแบบการทำงานที่น่าเสนอ

(2) การทาลักซ์ E พนักงานทาลักซ์ E จะต้องจุ่มก้านลาลี่ในน้ำยาฟลักซ์ 1 ครั้ง จะทำชิ้นงาน(เฟรม) ขึ้นละ 4 รอบ จนครบ 4 เฟรม จากนั้นดำเนินการด้วยวิธีดังกล่าวอีกครั้ง เพื่อให้ได้ชิ้นงาน 8 เฟรม ดังแสดงในรูปที่ 9



ตำแหน่งการทาลักซ์ E

รูปที่ 9 การทาลักซ์ E 1 เฟรม ด้วยรูปแบบการทำงานที่นำเสนอ

สำหรับงานย่อยที่ 8 ให้พนักงานตรวจชิ้นงานหลังการเชื่อมเพียง 5 เฟรมเท่านั้น จากการศึกษาพบว่างานย่อยที่ 8 ไม่จำเป็นต้องให้พนักงานตรวจทั้งหมด 10 เฟรม เนื่องจากกระบวนการถัดไปเป็นกระบวนการตรวจชิ้นงานหลังการเชื่อมด้วยกล้องไมโครสโคปกำลังขยาย 20 เท่า

จากวิธีการทำงานในปัจจุบันของโรงงานกรณีศึกษาและรูปแบบการทำงานที่นำเสนอได้ทำการเปรียบเทียบงานย่อยด้วยวิธีการทำงานปัจจุบันและรูปแบบการทำงานที่นำเสนอ ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 เปรียบเทียบงานย่อยที่ทำการปรับปรุงด้วยวิธีการทำงานปัจจุบันและรูปแบบการทำงานที่นำเสนอ

งานย่อย	วิธีการทำงานปัจจุบัน	รูปแบบการทำงานที่นำเสนอ
1	พนักงานทาลักซ์ D จะต้องจุ่มก้านลาลี่ในน้ำยาฟลักซ์ 1 ครั้ง จะทำชิ้นงาน(เฟรม) ขึ้นละ 1 รอบ จนครบ 16 เฟรม	พนักงานทาลักซ์ D จะต้องจุ่มก้านลาลี่ในน้ำยาฟลักซ์ 1 ครั้ง จะทำชิ้นงาน(เฟรม) ขึ้นละ 3 รอบ จนครบ 8 เฟรม จากนั้นดำเนินการด้วยวิธีดังกล่าวอีกครั้งเพื่อให้ได้ชิ้นงาน 16 เฟรม
3	พนักงานทาลักซ์ E จะต้องจุ่มก้านลาลี่ในน้ำยาฟลักซ์ 1 ครั้ง จะทำชิ้นงาน(เฟรม) ขึ้นละ 2 รอบ จนครบ 4 เฟรม จากนั้นดำเนินการด้วยวิธีดังกล่าวอีกครั้งเพื่อให้ได้ชิ้นงาน 8 เฟรม	พนักงานทาลักซ์ E จะต้องจุ่มก้านลาลี่ในน้ำยาฟลักซ์ 1 ครั้ง จะทำชิ้นงาน(เฟรม) ขึ้นละ 4 รอบ จนครบ 4 เฟรม จากนั้นดำเนินการด้วยวิธีดังกล่าวอีกครั้งเพื่อให้ได้ชิ้นงาน 8 เฟรม
8	พนักงานตรวจชิ้นงานด้วยตาเปล่าจนครบจำนวน 10 เฟรม	พนักงานตรวจชิ้นงานด้วยตาเปล่าเพียง 5 เฟรมเท่านั้น

สำหรับงานย่อยที่ 2, 4, 5, 6 และ 7 ก่อนและหลังทำการปรับปรุงไม่ได้เปลี่ยนแปลงวิธีการทำงานในงานย่อยเหล่านี้ และใช้เวลามาตรฐานในการทำงานไม่แตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 เวลามาตรฐานในการทำงานด้วยวิธีการทำงานปัจจุบันและรูปแบบการทำงานที่นำเสนอ

งานย่อย	ปัจจุบัน	นำเสนอ
	เวลา มาตรฐาน (วินาที)	เวลา มาตรฐาน (วินาที)
1. ทาลักซ์ D 16 เฟรม	51.85	72.28
2. หยิบชิ้นงานออกจากสอตเพลส 16 เฟรม	31.30	31.30
3. ทาลักซ์ E 8 เฟรม	17.62	28.37
4. หยิบชิ้นงานวางบนสายพาน 8 เฟรม	18.84	18.84
5. หยิบชิ้นงานใส่ตะกร้า 10 เฟรม	11.56	11.56
6. ใส่ตะกร้าชิ้นงานในเครื่องอัลตราโซนิก	3.99	3.99
7. ยกตะกร้าชิ้นงานจุ่มล้างแอลกอฮอล์และน้ำเปล่าแล้ววางบนพัดลม	32.03	32.03
8. ตรวจชิ้นงานหลังการเชื่อม	51.65	20.39
รวมเวลามาตรฐาน	218.84	218.76

แม้ว่ารูปแบบการทำงานที่นำเสนอจะมีการเพิ่มรายละเอียดงานย่อยที่ 1 และ 3 พบว่าเวลามาตรฐานโดยรวมยังเป็นเวลาที่เท่าเดิม แต่ชิ้นงานมีคุณภาพตามมาตรฐานเพิ่มขึ้น นั่นคือในกระบวนการผลิตจะมีจำนวนการเกิดรอยเชื่อมด้านข้างไม่สมบูรณ์ที่ลดลง ซึ่งจะแสดงข้อมูลของเสียในหัวข้อที่ 6

6. เปรียบเทียบการเกิดรอยเชื่อมด้านข้างไม่สมบูรณ์ด้วยวิธีการทำงานปัจจุบันกับรูปแบบการทำงานที่นำเสนอ

จากผลการศึกษา ดังแสดงในตารางที่ 7 พบว่าจำนวนชิ้นงานที่เกิดรอยเชื่อมด้านข้างไม่สมบูรณ์ด้วยวิธีการทำงานปัจจุบันมีจำนวนเฉลี่ย 134 ชิ้นต่อเครื่องจักรต่อกะทำงาน คิดเป็นร้อยละ 0.504 ของจำนวนการผลิตทั้งหมด และด้วยรูปแบบการทำงานที่นำเสนอมีจำนวนเฉลี่ย 9 ชิ้นต่อ

เครื่องจักรต่อกะทำงาน คิดเป็นร้อยละ 0.032 ของจำนวนการผลิตทั้งหมด ดังนั้นจำนวนชิ้นงานที่เกิดรอยเชื่อมด้านข้างไม่สมบูรณ์จากรูปแบบการทำงานที่นำเสนอลดลงจากวิธีการทำงานปัจจุบัน คิดเป็นร้อยละ 93.28

ตารางที่ 7 จำนวนชิ้นงานที่เกิดรอยเชื่อมด้านข้างไม่สมบูรณ์ด้วยวิธีทำงานปัจจุบันและรูปแบบการทำงานที่นำเสนอ

ปัญหา	วิธีการทำงานปัจจุบัน		รูปแบบการทำงานที่นำเสนอ	
	ของเสีย		ของเสีย	
	เฉลี่ย	ร้อยละ	เฉลี่ย	ร้อยละ
รอยเชื่อมด้านข้างไม่สมบูรณ์	134	0.504	9	0.032
จำนวนชิ้นงานที่ผลิตโดยเฉลี่ยทั้งหมด (ขึ้นต่อวัน)	26,588		27,819	

จากนั้นทำการเปรียบเทียบจำนวนชิ้นงานที่เกิดรอยเชื่อมด้านข้างไม่สมบูรณ์ที่เกิดขึ้นจริงของการทำงานในปัจจุบันกับรูปแบบที่นำเสนอ โดยใช้การทดสอบสมมติฐานของค่าเฉลี่ยด้วย T-test (8) ดังแสดงในตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ผลการทดสอบสมมติฐานจำนวนชิ้นงานที่เกิดรอยเชื่อมด้านข้างไม่สมบูรณ์เฉลี่ยต่อวันของการทำงานในปัจจุบันและรูปแบบการทำงานที่นำเสนอ

	N	Mean	StDev	SE Mean
before	125	134	134	12
after	30	8.6	12.5	2.3
T-Test of difference =0 : T-Value = 5.10 P-Value = 0.000 DF = 153				

จากตารางที่ 8 พบว่าค่า P-value เท่ากับ 0.000 มีค่าน้อยกว่า 0.05 นั่นคือ จำนวนชิ้นงานที่เกิดรอยเชื่อมด้านข้างไม่สมบูรณ์เฉลี่ยต่อวันของการทำงานในปัจจุบันมีมากกว่าจำนวนชิ้นงานที่เกิดรอยเชื่อมด้านข้างไม่สมบูรณ์เฉลี่ยต่อวันของการทำงานด้วยรูปแบบที่นำเสนออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

7. สรุปผล

จากผลการศึกษาโดยหลักการออกแบบการทดลองพบว่าปัจจัยการทาฟลักซ์ D ในปริมาณที่เหมาะสม (3 ถึง 5 มิลลิกรัม) และการทาฟลักซ์ E ในปริมาณที่เหมาะสม (3 ถึง 5 มิลลิกรัม) จะทำให้ชิ้นงานเชื่อมมีคุณภาพตามมาตรฐานมากที่สุด และงานวิจัยนี้ได้ทำ การปรับปรุงการทำงานในขั้นตอนการเชื่อมบางขั้นตอนโดยใช้หลักการการศึกษาการทำงานทำให้สามารถลดปริมาณของเสียที่ไม่ผ่านเกณฑ์คุณภาพใน

กระบวนการเชื่อมเป็นจำนวนมาก ซึ่งวิธีการทำงานปัจจุบันมีของเสีย 134 ชิ้นต่อเครื่องจักรต่อกะทำงาน ขณะที่รูปแบบการทำงานที่นำเสนอมีของเสียเพียง 9 ชิ้นต่อเครื่องจักรต่อกะทำงาน หรือของเสียลดลงคิดเป็นร้อยละ 93.28 แต่อย่างไรก็ตามหากพนักงานไม่ปฏิบัติตามรายละเอียดการทาฟลักซ์ D และ E ในรูปแบบการทำงานที่นำเสนออาจส่งผลให้เกิดข้อบกพร่องที่รอยเชื่อมและทำให้ชิ้นงานไม่ได้คุณภาพตามมาตรฐาน ดังนั้นในการวิจัยครั้งต่อไปควรมีเครื่องมือหรืออุปกรณ์ช่วยในการทาฟลักซ์เพื่อทำให้การทาฟลักซ์มีความสม่ำเสมอ และควรศึกษาปัจจัยด้านระยะเวลาหลังจากการทาฟลักซ์ทิ้งไว้ก่อนนำชิ้นงานเข้าเครื่องเชื่อม ซึ่งอาจจะส่งผลให้รอยเชื่อมไม่ได้คุณภาพตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ นั่นคือการวิจัยครั้งต่อไปจะศึกษาว่าระยะเวลาหลังจากการทา ฟลักซ์ทิ้งไว้ก่อนนำชิ้นงานเข้าเครื่องเชื่อมควรใช้เวลาเท่าใดจึงจะเหมาะสม

8. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณหัวหน้าวิศวกร วิศวกรที่เกี่ยวข้องในสายการผลิต หัวหน้าพนักงานและพนักงานทุกคนของโรงงานกรณีศึกษาที่ให้ความอนุเคราะห์และความร่วมมือในการรวบรวมข้อมูลสำหรับการทำวิจัยครั้งนี้

9. เอกสารอ้างอิง

- [1] Paweera N, Khokhajaikiat P. Productivity Improvement by using design of experiment: Case study of cotton bud factory in Khonkaen Province. Kku Rec J. (2009); 36(3) 241-249. (In Thai).

- [2] Leelakaweewong W, Nanetoe S, Jungthawan S, Kunsardsri N. Improvement outside diameter grinding process of shaft with engineering experimental design. Operation Research Network in Thai; 2011 Sep 23-24; SD Avenue Hotel Bangkok. (In Thai).
- [3] Jongprasithporn S. The productivity improvement on printed circuit board manufacturing by process improvement. Engineering Innovation for Sustainable Resources Management; 2004 Jan 23-24; Khonkaen University Khonkaen. (In Thai).
- [4] Joompha W. A study of production and a method for productivity case study of hospital equipment supplies [Men thesis]. Bangkok: King Mongkut's University of Technology Thonburi; 2004. (In Thai).
- [5] Wangrakdiskul U, Techasawatwit N, Necmanurak I. Improvement of load break switch cover product in transformer factory by setting standard time. The Journal of KMUTNB. 2008;18(1): 41-46. (In Thai).
- [6] Tumwisate P. Productivity improvement for reuse process in hard disk drive. [IM thesis]. Bangkok: King Mongkut's University of Technology North; 2010. (In Thai).
- [7] Saraihip K. Research methodology. 3rd ed. Faculty of Education Naresuan University; 2000. (In Thai).
- [8] Vanichbanch K. Using spss for windows analysis. 6th ed. Bangkok: Thammasan press; 2003. (In Thai).