บทที่ 5
สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

ในงานวิจัยนี้ศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อระยะโค้งของผลิตภัณฑ์แผงวงจรแบบอ่อนรุ่น WDC เพื่อต้องการหาปัจจัยหลักซึ่งมีผลกระทบต่อการเกิดการโค้งเกิดการ ใช้วิธีหาสาเหตุของปัญหา (Cause and Effect) โดยการรวบรวมความคิดจากบุคคลเกี่ยวข้องในสายการผลิตผลิตภัณฑ์แผงวงจรแบบอ่อนรุ่น WDC สามารถกรองปัจจัยจาก 19 ปัจจัยเหลือ 9 ปัจจัยจากนั้นนำปัจจัยที่ได้จากการรวมความคิด มาคัดกรองโดยใช้ตารางสาเหตุ และผลกระทบ (Failure Mode and Effect Analysis) สามารถกรองจาก 9 ปัจจัยเหลือ 7 ปัจจัย จากนั้นนำปัจจัยที่ได้นำไปออกแบบการทดลองเชิงแฟคทอเรียลแบบเศษส่วนเพื่อหาปัจจัยหลักที่มีผลต่อความโค้งงอของผลิตภัณฑ์แผงวงจรแบบอ่อนโดยมีปัจจัยในการทดลองดังนี้

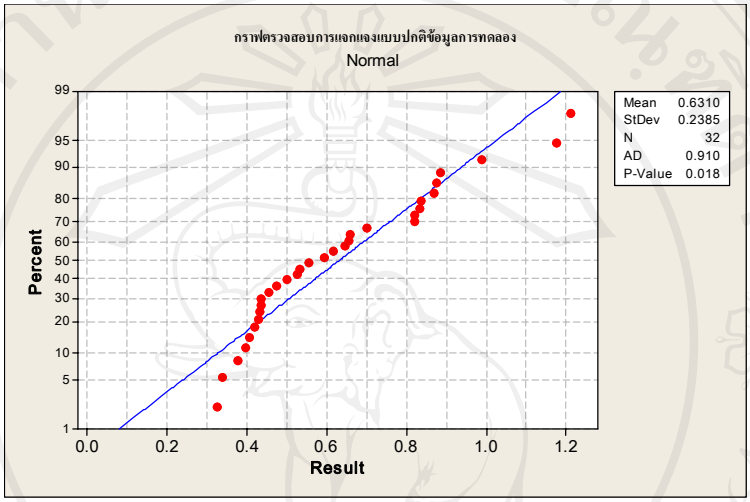
1. ทิศทางการตัดแผ่นเคลือบด้านบน
2. แรงดึงในการผลิตแบบม้วน
3. แผ่นรองรับแรงดึง
4. จำนวนชั้นแผ่นกระจายแรงกดในกระบวนการเคลือบอย่างเร็ว
5. วิธีการวางแผ่นเคลือบด้านบน
6. การจับงานเพื่อตรวจสอบคุณภาพ
7. แบบของถาดใส่งาน

การทดลองขั้นแรกเพื่อหาปัจจัยหลักที่มีผลต่อการโค้งของแผงวงจรแบบอ่อน ใช้การออกแบบการทดลองเชิงแฟคทอเรียลแบบเศษส่วน โดยมีปัจจัยที่ศึกษา 7 ปัจจัยดังกล่าวไปแล้วข้างต้น แต่ละปัจจัยประกอบด้วยสองระดับ ทำการทดลองจำนวน 2^{7-3} การทดลอง ทดลองซ้ำ 1 ครั้ง ลำดับการทดลองเป็นแบบสุ่ม ผลตอบที่ได้จากการทดลองคือ ระยะความโค้งของแผงวงจรแบบอ่อน เนื่องจากข้อมูลของส่วนตกค้างของการทดลองมีการแจกแจงแบบไม่ปกติ และมีความแปรปรวนไม่คงที่ ดังนั้นจึงประยุกต์ใช้การแปลงข้อมูลเพื่อให้ความแปรปรวนของส่วนตกค้างคงที่ก่อนการวิเคราะห์ โดยในการวิจัยเลือกการแปลงข้อมูลแบบบ็อคค็อกแปลงผลส่วนตกค้างของการทดลองโดย แสดงดังสมการที่ 5.1

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

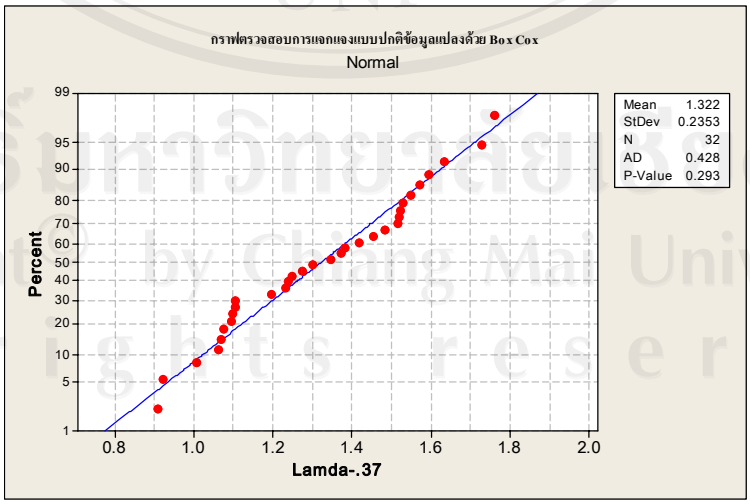
$$Y_t = \frac{y^{(-0.37)} - 1}{(-0.37)} \qquad (5.1)$$

ก่อนการแปลงส่วนตกค้างได้ทำการทดสอบการแจกแจงแบบปกติของส่วนตกค้างพบว่าข้อมูลก่อนการแปลงมีค่าการแจกแจงแบบไม่ปกติ



รูปที่ 5.1 กราฟแสดงการตรวจสอบการแจกแจงแบบปกติของส่วนตกค้างก่อนการแปลง

หลังการแปลงส่วนตกค้างด้วยบ๊อคค๊อคพบว่าส่วนตกค้างมีการแจกแจงที่ใกล้เคียงแบบปกติที่ระดับนัยสำคัญ $p>0.05$ สามารถนำผลไปทำการวิเคราะห์เพื่อหาปัจจัยที่มีผลต่อการโค้งงอของแผงวงจรแบบอ่อน



รูปที่ 5.2 กราฟแสดงการตรวจสอบการแจกแจงแบบปกติของส่วนตกค้างหลังการแปลง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากการทดลองพบว่าปัจจัยที่มีผลต่อการโค้งของแผงวงจรแบบอ่อนได้แก่

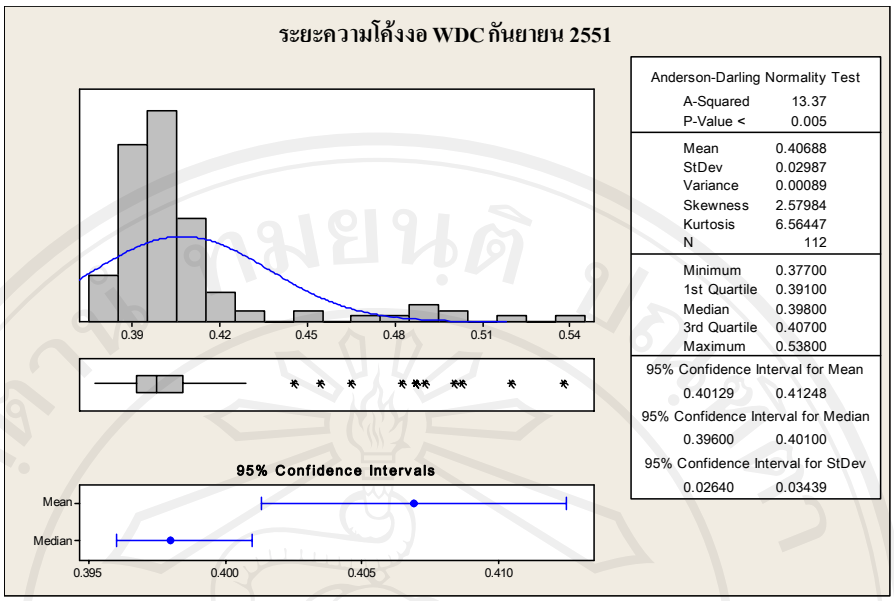
1. ทิศทางการตัดแผ่นเคลือบด้านบน
2. การใช้แผ่นรับแรงดึงในการผลิตแบบม้วน
3. จำนวนชั้นแผ่นกระจายแรงกดในขบวนการเคลือบอย่างเร็ว
4. แบบของถาดบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ในขบวนการผลิต

ในการนำผลการวิจัยไปประยุกต์ใช้งานจริงพบว่า 1 ไม่สอดคล้องต่อแนวทางการปรับปรุงกระบวนการของบริษัทที่กำลังดำเนินการอยู่ในปัจจุบัน เพราะบริษัทจะนำเทคโนโลยีการตัดแผ่นเคลือบด้านบนแบบอัตโนมัติมาใช้ ทำให้วิธีการตัดต่างจากวิธีเดิม จึงไม่สามารถนำปัจจัยนี้มาวิเคราะห์ต่อได้ และปัจจัยที่ 2 การใช้แผ่นรับแรงดึงในกระบวนการผลิตแบบม้วนมีผลให้ต้นทุนการผลิตแบบม้วนเพิ่มขึ้น 22.94% ทางผู้บริหารของบริษัทวิจัยคิดว่ายังไม่คุ้มต่อการลงทุนนำมาปรับใช้ แต่จะเก็บไว้พิจารณาในการผลิตในอนาคตต่อไป ดังนั้นมีปัจจัยที่นำมาปรับปรุงกระบวนการผลิตแผงวงจรแบบอ่อนที่พิจารณานำไปประยุกต์ใช้ 2 ปัจจัยได้แก่

1. จำนวนชั้นแผ่นกระจายแรงกดในขบวนการเคลือบอย่างเร็ว
2. แบบของถาดบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ในขบวนการผลิต

ปรับตั้งปัจจัยไปที่ จำนวนชั้นแผ่นกระจายแรงกดใช้สองชั้นโดยประกบด้านบน และด้านล่างของตัวผลิตภัณฑ์ และออกแบบของถาดใส่ผลิตภัณฑ์ใหม่ที่สามารถควบคุมการหยิบจับตัวผลิตภัณฑ์ เพื่อมั่นใจว่าเมื่อปรับปรุงกระบวนการผลิตแล้ว กระบวนการต้องอยู่ในการควบคุม โดยประยุกต์ใช้แผนภูมิควบคุมทางสถิติ โดยจะทำการสุ่มวัดงาน 8 ชิ้น ต่อหนึ่งหน่วยการผลิต แสดงผลการสุ่มวัดระยะความโค้งของแผงวงจรแบบอ่อนรุ่น WDC ในการผลิตเดือนกันยายน 2551 ดังรูป 5.3 พบว่ามีระยะความโค้งงอของแผงวงจรแบบอ่อนเท่ากับ 0.4-0.43 มม. ที่ช่วงความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 5.3 กราฟแสดงระยะความโค้งแผงวงจรแบบอ่อนรุ่น WDC จากการสุ่มวัด

จากผลการวิจัยนี้นอกจากสามารถลดระยะความโค้งงอของแผงวงจรแบบอ่อนแล้วยังสามารถลดต้นทุนในการผลิตได้ดังนี้

1. การปรับปรุงกระบวนการเคลือบอย่างเร็ว จากประมาณแผนการผลิตในเดือนมิถุนายน 2551 ถึง เดือนตุลาคม 2551 เปรียบเทียบกับผลต่างต้นทุนในกระบวนการเคลือบอย่างเร็วเมื่อใช้แผ่นยางกระจายแรงสองด้านในตารางที่ 5.1 โดยต้นทุนจะเพิ่มขึ้น 0.27% หรือเท่ากับ 0.93 บาทต่อการผลิต 100 ชิ้นเมื่อเปรียบเทียบกับกระบวนการแก้ไขความโค้งของชิ้นงาน (Rework) ซึ่งมีต้นทุนเพิ่มขึ้น 128.03 บาทต่อการผลิต 100 ชิ้น แสดงในตาราง 5.1 เมื่อเปรียบเทียบต้นทุนสองวิธีแล้วการปรับปรุงกระบวนการเคลือบอย่างเร็ววิธีแรกจึงสามารถลดต้นทุนของปัญหาการโค้งงอได้ 127.1 บาท ต่อการผลิต 100 ชิ้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 5.1 แสดงประมาณการแผนการผลิตผลิตภัณฑ์ WDC เดือน มิถุนายน-ตุลาคม ปี 2551 เปรียบเทียบกับค่าใช้จ่ายที่ลดได้

	เดือน	มิถุนายน	กรกฎาคม	สิงหาคม	กันยายน	ตุลาคม
	แผนการผลิต (ชิ้น)	417,930	400,000	500,000	400,000	400,000
ค่าใช้จ่าย	กระบวนการแก้ปัญหาการโค้งงอ (บาท)	535,076	512,120	640,150	512,120	512,120
	การปรับปรุงกระบวนการผลิต (บาท)	3,887	3,720	4,650	3,720	3,720
	สามารถลดค่าใช้จ่ายได้	531,189	508,400	635,500	508,400	508,400

2. การวิเคราะห์ความคุ้มค่าต้นทุนในการประยุกต์ใช้ถาดใส่ผลิตภัณฑ์แบบใหม่ โดยถาดบรรจุงานแบบใหม่สามารถบรรจุงานได้ 60 ชิ้น ซึ่งมากกว่าถาดแบบกว่าที่บรรจุชิ้นงานได้เพียง 48 ชิ้น และยังสามารถใช้ร่วมกับผลิตภัณฑ์แผงวงจรแบบอ่อนที่มีขนาดใกล้เคียงได้ ดังนั้นถ้าคิดจากราคาบรรจุภัณฑ์ที่ 12 บาท/ถาด คำนวณจากแผนการผลิตในปี 2551 สามารถลดต้นทุนค่าถาดบรรจุงานได้ ดังแสดงในตารางที่ 5.2

ตารางที่ 5.2 แสดงประมาณการแผนการผลิตผลิตภัณฑ์ WDC เดือน มิถุนายน-ตุลาคม ปี 2551 เปรียบเทียบกับค่าใช้จ่ายที่ลดได้จากการปรับปรุงถาดใส่งาน

	เดือน	มิถุนายน	กรกฎาคม	สิงหาคม	กันยายน	ตุลาคม
	แผนการผลิต (ชิ้น)	417,930	400,000	500,000	400,000	400,000
จำนวนถาดใส่งาน	แบบเดิม 48 ชิ้น/ถาด	8,707	8,334	10,417	8,334	8,334
	แบบใหม่ 60 ชิ้น/ถาด	6,966	6,667	8,334	6,667	6,667
	ลดค่าใชจ่ายได้ (บาท)	10,892	20,004	24,996	20,004	20,004

5.1.1 ผลการวิจัยกับวรรณกรรมปริทัศน์

จากการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมาไม่พบว่ามีงานวิจัยใดที่ทำการศึกษาการโค้งงอของแผงวงจรแบบอ่อนโดยเฉพาะ แต่สามารถใช้ความรู้ในงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในด้านการโค้งงอของวัสดุชนิดโพลีเอไมน์ซึ่งเป็นวัสดุหลักในการผลิตแผงวงจรแบบอ่อนมาเปรียบเทียบได้ดังนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1. ผลที่ได้ในบทสรุปที่ใกล้เคียงกันพบว่า ความร้อนกับการกดทับ หรือส่งถ่ายแรงผ่านวัสดุชนิดโพลีเอไมน์ที่มีความบางมีผลทำให้วัสดุมีการเปลี่ยนรูปร่าง ทั้งอย่างถาวร และชั่วคราวขึ้นอยู่กับแรงที่มากระทำ และอุณหภูมิในขณะนั้น และพบว่าบรรจุภัณฑ์ หรือถาดใส่งานมีความสำคัญต่อการรักษารูปร่างของวัสดุชนิดโพลีเอไมน์ที่มีความหนาไม่มาก

2. ผลที่ได้ในบทสรุปที่ต่างกันพบว่าวัสดุชนิดโพลีเอไมน์ที่ใช้ในผลิตภัณฑ์ประเภทอื่น ในการแก้ไขการโค้งงอ หรือบิดเบี้ยว ทำโดยพยายามไม่บิด งอ หรือโค้งในการใช้งานปกติ ซึ่งต่างกับผลิตภัณฑ์แผงวงจรแบบอ่อนยิ่งสามารถโค้ง หรือพับในขณะใช้งานได้มากเท่าไหร่ยิ่งส่งผลดีต่อการประกอบเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จมากเท่านั้น

5.2 ข้อเสนอแนะ

ในการศึกษาวิจัยนี้ ในการทำการทดลองในกระบวนการผลิตที่มีสายการผลิตยาว ที่ต้องใช้เวลาในการทำการทดลองมาก จะต้องมีการวางแผนที่ดี และต้องมีการเก็บข้อมูลที่ละเอียดเพียงพอและสามารถสืบค้นได้ว่าระหว่างการทดลองมีเหตุการณ์อะไรเกิดบ้าง เพื่อเป็นประโยชน์ในการวิเคราะห์ข้อมูล ในการนำและในการเก็บข้อมูลใช้พนักงานเพียงคนเดียวอาจจะทำให้เกิดความผิดพลาดขึ้นได้ ในการแก้ไขปัญหานี้อาจใช้พนักงานสองคนเก็บข้อมูลเดียวกัน จากนั้นนำมาเปรียบเทียบเพื่อตรวจสอบความถูกต้องจะทำให้ข้อมูลที่ได้มีความแม่นยำมากขึ้น

เนื่องด้วยงานวิจัยนี้ทำการศึกษาในโรงงานผลิตแผงวงจรแบบอ่อนซึ่งมีลักษณะกระบวนผลิตเป็นแบบเฉพาะ ฉะนั้นในการนำงานวิจัยนี้ไปศึกษา หรือไปประยุกต์ใช้ควรทำการศึกษากระบวนการผลิตก่อนว่ามีลักษณะใกล้เคียงกับบริษัทวิจัยหรือไม่ และควรพิจารณาถึงชนิดของวัสดุที่นำมาศึกษาด้วย เพราะงานวิจัยนี้ศึกษากับวัสดุแผงวงจรแบบอ่อนชนิดโพลีเอไมน์เท่านั้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved