

การเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องจักรในกระบวนการขัดชิ้นงาน
(OD Polishing) ของบริษัท ไชโก๊ อินสตรูमेंท์ (ประเทศไทย) จำกัด

ชนิกันต์ เฉลิมงาม

วิชาการค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการสิ่งแวดล้อม)

สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์

ปีการศึกษา 2554

หัวข้อวิชาการคั่นคว่ำอิสระ : เพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องจักรในกระบวนการขัดชิ้นงาน
(OD Polishing) ของ บริษัท ไชโก่ อินสทรูमेंท์
(ประเทศไทย) จำกัด

โดย : นางสาวชนิกานต์ เจริญงาม

คณะพัฒนาสังคมและสิ่งแวดล้อมสถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์ อนุมัติให้
วิชาการคั่นคว่ำอิสระ (3 หน่วยกิต) ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตร
มหาบัณฑิต (การจัดการสิ่งแวดล้อม)

รองศาสตราจารย์.....
(ดร.สมพจน์ วรรณนุช)
อาจารย์ที่ปรึกษา

รองศาสตราจารย์.....
(ดร.สุรสิทธิ์ วชิรขจร)
กณบคคณะพัฒนาสังคมและสิ่งแวดล้อม

วันที่ ๑3 พฤษภาคม พ.ศ. 2554

บทคัดย่อ

ชื่อวิชาการค้นคว้าอิสระ : การเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องจักรในกระบวนการขัด
ชิ้นงาน (OD Polishing) ของบริษัท ไชโก๋ อินสตรูเมนต์
(ประเทศไทย) จำกัด

ชื่อผู้เขียน : นางสาวชนิกานต์ เถลิงงาม

ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (การจัดการสิ่งแวดล้อม)

ปีการศึกษา : 2554

การศึกษาเรื่องการเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องจักรในกระบวนการขัดชิ้นงาน (OD Polishing) ของบริษัท ไชโก๋ อินสตรูเมนต์ (ประเทศไทย) จำกัด มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการปรับปรุงประสิทธิภาพของเครื่องจักรในกระบวนการขัดชิ้นงาน การปรับปรุงประสิทธิภาพทำให้สามารถลดต้นทุนการผลิตและลดผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม การเปลี่ยนแปลงประกอบด้วย (1) ลดขั้นตอนการขัดจาก 2 ขั้นตอน เป็น 1 ขั้นตอน (2) เปลี่ยนหินขัดเป็นรหัส GC180 L 7V5S (3) เพิ่มความเร็วรอบหมุนของหินขัดจาก 60 RPM เป็น 70 RPM ต้นทุนการผลิตลดลงร้อยละ 51.18 จาก 0.0015 บาท ต่อชิ้น เป็น 0.00073 บาทต่อชิ้น และผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมลดลงร้อยละ 49.87

ABSTRACT

Title of Independent Study : Machine Improving Efficiency in OD Polishing
Process of Seiko Instrument (Thailand) Company
Limited.

Author : Ms. Chanikarn Chalermngam

Degree : Master of Science (Environmental Management)

Year : 2011

The main purpose of this research is to study improvement in machine efficiency in OD Polishing process of Seiko Instrument (Thailand) Company Limited. Machine Efficiency was improved by shortenning of process which result in reduction in production cost and environmental effects. Changes in process include (1) changing from 2 steps polishing to 1 step (2) changing polishing stone to code GC180 L 7V5S, (3) increasing polishing speed from 60 RPM to 70 RPM. Production cost was reduced by 51.18 percent from 0.0015 Baht/piece to 0.00073 Baht/ piece , and Environment effect was reduced by 49.87 percent.

กิตติกรรมประกาศ

การค้นคว้าอิสระเรื่องการศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องจักรในกระบวนการขัดชิ้นงาน (OD Polishing) ของบริษัท ไชโก๊ อินสทรูमेंท์ (ประเทศไทย) จำกัด สัมฤทธิ์ผลได้ด้วยความอนุเคราะห์จากผู้มีพระคุณหลายท่าน ที่กรุณาให้ความช่วยเหลือ ให้คำปรึกษา ให้กำลังใจ และให้โอกาสในการทำงานครั้งนี้ รวมถึงเจ้าของวรรณกรรมที่ปรากฏอยู่ในนิพนธ์ฉบับนี้ทุกท่าน

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.สมพจน์ วรรณนุช อาจารย์ที่ปรึกษา นิพนธ์ ที่กรุณาให้คำชี้แนะ ตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ทุกขั้นตอน อีกทั้งเป็นผู้จุดประกาย จึงเป็นแรงบันดาลใจให้เกิดการศึกษาวิจัย และทำให้สารนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จตามวัตถุประสงค์

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านของหลักสูตรการจัดการสิ่งแวดล้อม คณะพัฒนาสังคมและสิ่งแวดล้อม สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์ ที่ได้ถ่ายทอดความรู้ให้แก่ผู้วิจัย ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ของคณะพัฒนาสังคมและสิ่งแวดล้อม ที่กรุณาให้ความช่วยเหลือประสานงาน ให้บริการ และอำนวยความสะดวกด้วยอัธยาศัยไมตรีที่สุภาพและเป็นกันเอง อีกทั้งขอขอบคุณเพื่อนๆ หลักสูตรการจัดการสิ่งแวดล้อม สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์ และผู้บริหาร ผู้จัดการพร้อมทั้งส่วนงานวิศวกรรม ส่วนงานควบคุมคุณภาพและพนักงานปฏิบัติการของบริษัท ไชโก๊ อินสทรูमेंท์ (ประเทศไทย) จำกัด ทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือและให้กำลังใจตลอดมา

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ผู้มีพระคุณต่อผู้ศึกษาและเป็นกำลังใจ คอยให้ความช่วยเหลือตลอดระยะเวลาการจัดทำสารนิพนธ์ฉบับนี้ อีกทั้งได้ให้โอกาสในการศึกษาและเป็นแบบอย่างในการดำรงชีวิตมาโดยตลอด

ชนิกานต์ เฉลิมงาม

เมษายน 2554

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
ABSTRACT	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ช
สารบัญรูปภาพ	ณ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ที่มาและแนวคิดในการศึกษา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา	3
1.3 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.4 ขอบเขตและวิธีการศึกษา	4
1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ	5
บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับรหัสและโครงสร้างของหินขัด	6
2.2 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับกระบวนการขัดงาน (Grinding)	8

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.3 การออกแบบการทดลอง	11
2.4 ประวัติของ บริษัท ไชโก๋ อินสทรูमेंท์ (ประเทศไทย) จำกัด	14
2.5 ของเสียที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอันเกิดจากกระบวนการจัดงาน	15
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	16
บทที่ 3 วิธีการศึกษา	
3.1 กรอบแนวคิดในการศึกษา	19
3.2 สมมุติฐาน	20
3.3 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้	20
3.4 การประเมินผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมของของเสียที่เกิดจากกระบวนการ	20
3.5 การออกแบบการทดลอง	23
3.6 การออกแบบการวิเคราะห์	23
บทที่ 4 ผลและอภิปรายผลการทดลอง	
4.1 ผลการทดลองที่กระบวนการขัดผิวด้านนอก (OD Polishing)	32
4.2 ผลการทดลองที่กระบวนการขัดผิวด้านใน (Bore Polishing)	37
4.3 ผลการทดลองที่กระบวนการขัดผิวร่องนำบอล (Raceway Polishing)	41

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.4 ผลการทดลองที่กระบวนการประกอบชิ้นงาน	
และทดสอบความราบรื่นในการหมุนของ Bearing	48
4.5 ผลการเปรียบเทียบต้นทุนของการผลิตชิ้นงาน	
ที่กระบวนการขัดผิวด้านนอก(OD Polishing)	52
4.6 ผลการเปรียบเทียบผลกระทบบ้านสิ่งแวดล้อมของการผลิตชิ้นงาน	
ที่กระบวนการขัดผิวด้านนอก(OD Polishing)	55
บทที่ 5 สรุป อภิปรายและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลและอภิปรายผลการทดลอง	63
5.2 ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต	66
บรรณานุกรม	68
ภาคผนวก	70
ประวัติผู้เขียน	77

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ลำดับความหยาบและความละเอียดของหินขัด	7
2.2 ความแข็งของตัวยึดเกาะเม็ดหินขัด	7
2.3 อัตราส่วนของเม็ดหินขัดต่อปริมาตรของหินขัด	8
2.4 ความแข็งของตัวยึดเกาะเม็ดหินขัด	13
3.1 ตารางการประเมินของเสียจากกระบวนการผลิต	22
4.1 ตารางแสดงข้อมูลของหินขัดแต่ละรหัส	32
4.2 ตารางแสดงข้อมูลของหินขัดรหัส GC180 L 7V5S ในแต่ละสถานะ	32
4.3 ตารางอุปกรณ์และราคาที่ใช้ในกระบวนการขัดชิ้นงาน (OD Polishing) ของกระบวนการแบบ 2 ขั้นตอนในแต่ละเครื่องจักร	53
4.4 ตารางอุปกรณ์และราคาที่ใช้ในกระบวนการขัดชิ้นงาน (OD Polishing) ของกระบวนการแบบขั้นตอนเดียวในแต่ละเครื่องจักร	53
4.5 ผลผลิตและของเสียของการผลิตชิ้นงานที่กระบวนการขัดผิวด้านนอก (OD Polishing) ในขั้นตอนขัดหยาบ	58
4.6 ผลผลิตและของเสียของการผลิตชิ้นงานที่กระบวนการขัดผิวด้านนอก (OD Polishing) ในขั้นตอนขัดละเอียด	59

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.7 ผลผลิตและของเสียของการผลิตชิ้นงานที่กระบวนการขัดผิวด้านนอก (OD Polishing)	
ก่อนการปรับปรุง (ขัดชิ้นงาน 2 ขั้นตอน)	60
4.8 ผลผลิตและของเสียของการผลิตชิ้นงานที่กระบวนการขัดผิวด้านนอก (OD Polishing)	
หลังการปรับปรุง (ขัดชิ้นงาน 1 ขั้นตอน)	61
4.9 ปริมาณการใช้วัตถุดิบและทรัพยากรในกระบวนการผลิตแบบขัดชิ้นงาน 2 ขั้นตอน	
และการผลิตแบบขัดชิ้นงาน 1 ขั้นตอน)	62

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1.1 ภาพตัวอย่างผลิตภัณฑ์	3
1.2 บริษัท โซโก้ อินสทรูमेंท์ (ประเทศไทย) จำกัด	4
2.1 หินขัด	6
2.2 การขัดงานพื้นผิวราบ	9
2.3 การขัดงานทรงกระบอก	9
2.4 ขั้นตอนการทำงานของกระบวนการปัจจุบัน	11
2.5 ขั้นตอนการทำงานของกระบวนการขัดชิ้นงาน (OD Polishing)	12
2.6 การวิเคราะห์กระบวนการขัดงาน	13
2.7 บริษัท โซโก้ อินสทรูमेंท์ (ประเทศไทย) จำกัด	14
3.1 ตัวแปรในการศึกษา	19
3.2 หินขัด	20
3.3 การทำงานของเครื่องจักรที่ใช้น้ำมันหล่อเย็นในการลดอุณหภูมิระหว่างขัดชิ้นงาน	20
3.4 การผลิตงานของกระบวนการขัดผิวนอกของชิ้นงาน (OD Polishing)	21
3.5 ตัวอย่างการขัดผิวด้านนอก	23
3.6 ตัวอย่างการขัดผิวด้านใน	24

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
3.7 ตัวอย่างการขีดผิวร่อนนำลูกบอล	24
3.8 ตัวอย่างการประกอบชิ้นงาน	25
3.9 ตัวอย่างการวัด Outer Diameter	25
3.10 ตัวอย่างการวัด OD Taper	26
3.11 ตัวอย่างการวัด OD Roundness	26
3.12 ตัวอย่างการวัด OD Roughness	27
3.13 ตัวอย่างการวัด Inner Diameter	27
3.14 ตัวอย่างการวัด ID Taper	28
3.15 ตัวอย่างการวัด ID Roundness	28
3.16 ตัวอย่างการวัด ID Roughness	28
3.17 ตัวอย่างการวัด Raceway Diameter	29
3.18 ตัวอย่างการวัด Raceway Position	29
3.19 ตัวอย่างการวัด Raceway Roundness	30
3.20 ตัวอย่างการวัด Raceway Roughness	30

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
3.21 ตัวอย่างการวัด Raceway Radial Run out	31
3.22 ขั้นตอนทดสอบความราบรื่นในการหมุนของ Bearing	31
4.1 Box plot แสดงค่า Outer Diameter. ของโมเดล 6140	33
4.2 Box plot แสดงค่า Outer Diameter Taper ของโมเดล 6140	33
4.3 Box plot แสดงค่า Outer Roundness ของโมเดล 6140	34
4.4 Box plot แสดงผลการตรวจจบ OD Surface Roughness (PRt) ของโมเดล 6140	34
4.5 Box plot แสดงผลการตรวจจบ Outer Dia. ของโมเดล 7040	34
4.6 Box plot แสดงผลการตรวจจบ Outer Dia. Taper ของโมเดล 7040	35
4.7 Box plot แสดงผลการตรวจจบ Outer Roundness ของโมเดล 7040	35
4.8 Box plot แสดงผลการตรวจจบ OD Surface Roughness (PRt) ของโมเดล 7040	35
4.9 Box plot แสดงผลการตรวจจบ Outer Dia. ของโมเดล 8050	36
4.10 Box plot แสดงผลการตรวจจบ Outer Dia. Taper ของโมเดล 8050	36
4.11 Box plot แสดงผลการตรวจจบ Outer Roundness ของโมเดล 8050	36
4.12 Box plot แสดงผลการตรวจจบ OD Surface Roughness (PRt) ของโมเดล 8050	37
4.13 Box plot แสดงค่า Inner Dia. ของโมเดล 6140	37

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.14 Box plot แสดงผลการตรวจรอบ Inner Dia. Taper ของโมเดล 6140	38
4.15 Box plot แสดงผลการตรวจรอบ Inner Roundness ของโมเดล 6140	38
4.16 Box plot แสดงผลการตรวจรอบ ID Surface Roughness (PRt) ของโมเดล 6140	38
4.17 Box plot แสดงผลการตรวจรอบ Inner Dia. ของโมเดล 7040	39
4.18 Box plot แสดงผลการตรวจรอบ Inner Dia. Taper ของโมเดล 7040	39
4.19 Box plot แสดงผลการตรวจรอบ Inner Roundness ของโมเดล 7040	39
4.20 Box plot แสดงผลการตรวจรอบ ID Surface Roughness (PRt) ของโมเดล 7040	40
4.21 Box plot แสดงผลการตรวจรอบ Inner Dia. ของโมเดล 8050	40
4.22 Box plot แสดงผลการตรวจรอบ Inner Dia. Taper ของโมเดล 8050	40
4.23 Box plot แสดงผลการตรวจรอบ Inner Roundness ของโมเดล 8050	41
4.24 Box plot แสดงผลการตรวจรอบ ID Surface Roughness (PRt) ของโมเดล 8050	41
4.25 Box plot แสดงค่า RW Diameter ของโมเดล 6140	42
4.26 Box plot แสดงค่า RW Position ของโมเดล 6140	42
4.27 Box plot แสดงค่า RW Roughness (PRt) ของโมเดล 6140	42
4.28 Box plot แสดงค่า RW Curvature ของโมเดล 6140	43

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.29 Box plot แสดงค่า RW Roundness ของโมเดล 6140	43
4.30 Box plot แสดงค่า Radial Run out ของโมเดล 6140	43
4.31 Box plot แสดงค่า RW Diameter ของโมเดล 7040	44
4.32 Box plot แสดงค่า RW Position ของโมเดล 7040	44
4.33 Box plot แสดงค่า RW Roughness (PRt) ของโมเดล 7040	44
4.34 Box plot แสดงค่า RW Curvature ของโมเดล 7040	45
4.35 Box plot แสดงค่า RW Roundness ของโมเดล 7040	45
4.36 Box plot แสดงค่า Radial Run out ของโมเดล 7040	45
4.37 Box plot แสดงค่า RW Diameter ของโมเดล 8050	46
4.38 Box plot แสดงค่า RW Position ของโมเดล 8050	46
4.39 Box plot แสดงค่า RW Roughness (PRt) ของโมเดล 8050	46
4.40 Box plot แสดงค่า RW Curvature ของโมเดล 8050	47
4.41 Box plot แสดงค่า RW Roundness ของโมเดล 8050	47
4.42 Box plot แสดงค่า Radial Run out ของโมเดล 8050	47
4.43 Box plot แสดงค่า Level L ของโมเดล 6140	48

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.44 Box plot แสดงค่า Level M ของโมเดล 6140	48
4.45 Box plot แสดงค่า Level H ของโมเดล 6140	49
4.46 Box plot แสดงค่า Level L ของโมเดล 7040	49
4.47 Box plot แสดงค่า Level M ของโมเดล 7040	49
4.48 Box plot แสดงค่า Level H ของโมเดล 7040	50
4.49 Box plot แสดงค่า Level L ของโมเดล 8050	50
4.50 Box plot แสดงค่า Level M ของโมเดล 8050	50
4.51 Box plot แสดงค่า Level H ของโมเดล 8050	51
4.52 ภาพเครื่องจักรและจำนวนพนักงานในการผลิตงานแต่ละเครื่อง	52
4.53 ภาพของหินขัด (Polishing Stone) ที่ใช้ในการขัดชิ้นงาน	52
4.54 ภาพของลูกยาง (Regulating Wheel) ที่ใช้ในการประกอบชิ้นงานขณะขัด	52
4.55 ภาพของตัวแต่งผิวหินขัด (Diamond Dresser) ที่ใช้ในการตกแต่งหินขัดก่อนขัดงาน	53
4.56 กราฟแสดงต้นทุนการผลิตในช่วงก่อนปรับปรุง	54
4.57 กราฟแสดงต้นทุนการผลิตในช่วงหลังปรับปรุง	54
4.58 กราฟเปรียบเทียบต้นทุนของการขัดงานทั้ง 2 แบบ	55

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.59 ชิ้นงานเสียในกระบวนการเนื่องจากปัญหา Dimension ใหญ่กว่า Spec	55
4.60 กากตะกอน (sludge) ของหินขัด	55
4.61 น้ำมันเสียจากที่เกิดขึ้นจากกระบวนการขัดงาน	56
4.62 กล่องพลาสติกสำหรับใส่ชิ้นงาน	56
4.63 ผ้าเปื้อนน้ำมัน	56
4.64 ผ้าปิดปาก	57
4.65 ถุงมือ	57
5.1 ผลการศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องจักรในกระบวนการขัดชิ้นงาน (OD Polishing)	67

บทที่ 1

บทนำ

1. ที่มาและแนวคิดในการศึกษา

ในปัจจุบันภาคอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ภายในประเทศได้มีการเติบโตอย่างต่อเนื่องและมีการแข่งขันกันทางธุรกิจที่มากขึ้นทั้งด้านการเพิ่มกำลังการผลิต การส่งมอบสินค้าที่รวดเร็วและการลดต้นทุนการผลิต ซึ่งบริษัทฯ และในภาคอุตสาหกรรมหลายๆ องค์กรได้พยายามคิดหาแนวทางใหม่ๆ ในการจัดการเพื่อเพิ่มขีดความสามารถในทางธุรกิจและพยายามปรับปรุงในทุกส่วนของกระบวนการเพื่อให้มีการผลิตที่รวดเร็ว ต้นทุนถูก ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ และสร้างความพึงพอใจต่อลูกค้า ซึ่งได้แก่ การออกแบบ การเพิ่มประสิทธิภาพ การจัดการและการปรับปรุงด้านการผลิต รวมถึงการพัฒนาศักยภาพในระดับต่างๆ ให้มีความรู้ ทักษะและความสามารถที่สูงขึ้น การลดต้นทุน เป็นความจำเป็นสำหรับการดำเนินกิจการในแวดวงอุตสาหกรรม เพราะต้นทุนที่ลดลงไปได้ไม่เฉพาะเป็นการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพเท่านั้น แต่ในที่สุดก็จะแปลงกลับมาเป็นกำไรให้กับกิจการในธุรกิจที่ได้ทำการประกอบการ

การลดต้นทุนเป็นทั้งศาสตร์และศิลป์ที่จะต้องเลือกใช้เครื่องมือและทักษะแต่ละประเภทให้สอดคล้องกับสถานการณ์และการปฏิบัติงาน ซึ่งประสิทธิภาพอยู่ที่การวิเคราะห์ให้ออกกว่าจะใช้ 4M เพื่อให้ได้งานที่มากขึ้นในเวลาให้น้อยลง

4M คือ M ใน 4 ความหมาย ที่ใช้ในกระบวนการจัดการ และการบริหารโรงงานประกอบด้วย

M - Material ซึ่งหมายถึง วัตถุดิบต่างๆ ผู้จัดการโรงงานและหัวหน้างานจำเป็นต้องหาวิธีการจัดการการใช้วัตถุดิบให้ สูญเสีย หรือกลายเป็นวัสดุเหลือใช้น้อยที่สุด นอกจากนี้ยังหมายถึง การวางแผนจัดซื้อวัตถุดิบเข้าสู่โรงงานให้ทันและเพียงพอกับกระบวนการผลิต

ซึ่งในอุตสาหกรรมการผลิต วัตถุดิบที่จะนำมาประกอบมีหลายส่วน แต่ละส่วนต้องเตรียมให้ครบและมากพอให้เป็นไปตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ ทักษะดีก็จะช่วยให้บริษัทประหยัด และมีวัสดุเหลือทิ้งน้อยที่สุด

M - Man หมายถึง คนหรือบุคลากรที่ปฏิบัติงานในโรงงาน หน้าที่ของหัวหน้างานและผู้จัดการโรงงานคือจัดสรรให้ฝ่ายปฏิบัติงานสามารถ ใช้ทักษะการทำงานของแต่ละคนออกมาให้มากที่สุด ภายใต้กรรมวิธีการจัดสรรรายได้ที่เหมาะสมและสอดคล้องกับต้นทุน นอกจากนี้ยังจะต้องรักษาฝ่ายปฏิบัติการฝีมือดีให้เป็นทรัพยากรองค์กรให้นานที่สุด

M - Machine หมายถึง การจัดการและการจัดหาวัสดุและเครื่องมือต่างๆ ที่เป็นส่วนประกอบในการปฏิบัติงาน นอกจากนี้ยังหมายรวมถึงการจัดการอาคารและสถานที่ปฏิบัติงานให้เอื้อต่อการทำ งานที่เพิ่มผลผลิตได้

M - Method หมายถึง กระบวนการทำงาน ทั้งผู้จัดการโรงงาน และวิศวกรโรงงาน ควรทำ work study ซึ่งจะประกอบด้วย 3 ขั้นตอนคือ

ขั้นตอนที่ 1 Method Study ทำการศึกษาวิธีการทำงานเพื่อให้ทำงานง่ายและประหยัด

ขั้นตอนที่ 2 Work Measurement คือการวัดผลงาน การกำหนดเวลาให้แก่งาน

ขั้นตอนที่ 3 Higher Productivity คือหาวิธีปรับปรุงงานเพื่อให้เกิดผลผลิตที่มากขึ้น

ในการวิเคราะห์กระบวนการทำงานที่มีประสิทธิภาพและสามารถเพิ่มผลผลิต ผู้ออกแบบวิธีการทำงานควรจะเข้าใจหลักการเคลื่อนไหวโดยวิธีประหยัด (Motion Economy) เป็นหลักที่ช่วยให้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ประหยัดเวลา และเหน็ดเหนื่อยที่สุด ซึ่งหนึ่งในหลักดังกล่าวจะต้องค้นหาวิธีการใช้ร่างกายที่เหมาะสมกับงาน และเมื่อนำไปประกอบกับการจัดสถานที่ทำงานที่เหมาะสมและการออกแบบเครื่องมือและอุปกรณ์ช่วยที่มีประสิทธิภาพจะช่วยทำให้เพิ่มผลผลิตในงานได้

สำหรับการเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องจักรนั้น เป็นวิธีการหนึ่งในการลดต้นทุนการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมซึ่งแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องจักรนั้น มีอยู่มากมายหลายวิธี ไม่ว่าจะเป็นการลดเวลาในการปฏิบัติงานของเครื่องจักร (Cycle Time) การดัดแปลงหรือปรับเปลี่ยนชิ้นส่วนของเครื่องจักร (Modify) หรือแม้กระทั่งการปรับเปลี่ยนขั้นตอนในการทำงานของเครื่องจักร ซึ่งบริษัท ไซโก้ อินสทรูमेंท์ (ประเทศไทย) จำกัด ได้ประกอบกิจการอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ในคอมพิวเตอร์และบริษัทฯ ได้ดำเนินกิจกรรมทางธุรกิจในการผลิตประกอบชิ้นส่วนปริซึ่มเป็นพื้นฐานทางธุรกิจ อาทิเช่น ชิ้นส่วนสำหรับฮาร์ดดิสก์ซึ่งมีความแม่นยำสูงทางด้านเครื่องกลต่อคำสั่งระดับซับไมครอน บริษัทฯ มีการผลิต Bearing ขนาดจิ๋วหลากหลายชนิดอย่างครบวงจร ดังนั้นบริษัทฯ จึงสนับสนุนการจัดการและการปรับปรุงด้านการผลิตในการลดต้นทุนการผลิต

สำหรับกรณีศึกษาเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องจักรของบริษัท ไซโก้ อินสทรูमेंท์ (ประเทศไทย) โดยการปรับปรุงหินขัดเหมาะสมและหาสภาวะที่ดีที่สุดที่เครื่องจักรมีประสิทธิภาพสูงสุดในขั้นตอนการขัดงาน (OD Polishing) เพื่อลดขั้นตอนในการทำงานลง ซึ่งเป็นการลดต้นทุนในกระบวนการผลิต และเป็นการลดปริมาณของเสีย (Waste) ให้ลดลง การลดปริมาณของเสียเป็นผลดีต่อโรงงาน เพราะช่วยลดต้นทุนเพราะช่วยลดการใช้ทรัพยากรในกระบวนการผลิตให้น้อยลง

ใช้พลังงานน้อยลง ค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้อยลงและยังเป็นอีกทางหนึ่งในการป้องกันมลพิษ (Pollution Prevention) ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญข้อหนึ่งของระบบการจัดการสิ่งแวดล้อมตามมาตรฐาน ISO 14001ที่ทำให้ภาพลักษณ์ของโรงงานดีขึ้น การศึกษานี้จึงมีผลในการลดปัญหาที่จะเกิดผลกระทบต่อด้านสิ่งแวดล้อมซึ่งการลดปริมาณของเสีย (Waste) นั้นเป็นองค์ประกอบสำคัญอย่างหนึ่งของการพัฒนาที่ยั่งยืนในส่วนของ การปกป้องและรักษาสภาพแวดล้อมและก่อให้เกิดผลดีต่อประเทศชาติในส่วนรวมในเชิงของการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่าและดูแลรักษาสภาพแวดล้อมให้คงสภาพที่ดีอยู่ตลอดไป



ภาพที่ 1.1 ภาพตัวอย่างผลิตภัณฑ์

2. วัตถุประสงค์ของการศึกษา

- 2.1 เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมที่เครื่องจักรมีประสิทธิภาพสูงสุดในกระบวนการขัดชิ้นงาน (OD Polishing process)
- 2.2 เพื่อศึกษาตัวแปรในการลดต้นทุนของหินขัดในกระบวนการขัดชิ้นงาน (OD Polishing process)
- 2.3 เพื่อศึกษาปัจจัยในการเพิ่ม Capacity ของเครื่องจักรในกระบวนการผลิต
- 2.4 เพื่อศึกษาการลดผลกระทบต่อด้านสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากกระบวนการผลิต
- 2.5 เพื่อศึกษาปัจจัยในการลดการใช้ทรัพยากรในกระบวนการผลิต
- 2.6 เพื่อเสนอแนวทางที่เหมาะสมในการปรับปรุงและพัฒนาประสิทธิภาพในกระบวนการผลิต

3. ผลที่คาดว่าจะได้รับ

- 3.1 ได้ทราบถึงสถานะที่เหมาะสมที่เครื่องจักรมีประสิทธิภาพสูงสุดในกระบวนการขัดชิ้นงาน (OD Polishing)
- 3.2 ได้ทราบถึงตัวแปรในการลดต้นทุนของหินขัดในกระบวนการขัดชิ้นงาน (OD Polishing)
- 3.3 ได้ทราบถึงปัจจัยในการเพิ่ม Capacity ของเครื่องจักรในกระบวนการผลิต
- 3.4 ได้ทราบถึงการลดผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากกระบวนการผลิต
- 3.5 ได้ทราบถึงปัจจัยในการลดการใช้ทรัพยากรในกระบวนการผลิต
- 3.6 ได้แนวทางที่เหมาะสมในการปรับปรุงและพัฒนาประสิทธิภาพในกระบวนการผลิต

4. ขอบเขตและวิธีการศึกษา

- 4.1 ขอบเขตของพื้นที่
บริษัท ไซโก้ อินสทรูमेंท์ (ประเทศไทย) จำกัด



ภาพที่ 1.2 บริษัท ไซโก้ อินสทรูमेंท์ (ประเทศไทย) จำกัด

4.2 ขอบเขตของเนื้อหา

- 4.2.1 ศึกษาเกี่ยวกับการออกแบบคุณลักษณะของหินขัด
- 4.2.2 ศึกษาเกี่ยวกับการออกแบบขั้นตอนการทำงานของเครื่องจักร
- 4.2.3 ศึกษาเกี่ยวกับของเสียต่างๆ จากกระบวนการผลิต

4.2.4 ศึกษาเกี่ยวกับปริมาณของเสียต่างๆ จากกระบวนการผลิต

4.3 ขอบเขตระยะเวลา

เวลาในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ คือ ระยะเวลา 5 เดือน
(พฤศจิกายน 2553 ถึง มีนาคม 2554)

5. นิยามศัพท์เฉพาะ

- 5.1 ต้นทุน หมายถึง มูลค่าของเงินที่สูญเสียไปในการผลิต และไม่สามารถจะนำไปใช้ประโยชน์อย่างอื่นได้
- 5.2 ของเสีย หมายถึง สารหรือวัตถุต่างๆ ที่ใช้ไม่ได้ เช่น น้ำมันเสีย กากตะกอนจากหินขัด ผ้าเปื้อนน้ำมัน ถังมือยางที่เสีย เป็นต้น
- 5.3 หินขัด หมายถึง อุปกรณ์ที่ใช้ในการขัดชิ้นงาน
- 5.4 Capacity ของเครื่องจักร หมายถึง ความสามารถในการขัดชิ้นงานของเครื่องจักร
- 5.5 Minitab หมายถึง โปรแกรมในการคำนวณเชิงสถิติ
- 5.6 บริษัทฯ หมายถึง บริษัท ไซโก้ อินสตรูเม้นท์ (ประเทศไทย) จำกัด
- 5.7 เม็ดหินขัด หมายถึง วัสดุที่มีลักษณะเป็นเม็ดผลึก มีความแข็งมาก เป็นองค์ประกอบหลักของหินขัด
- 5.8 ตัวยึดเกาะ (Bond) หมายถึง วัสดุที่ใช้ยึดเม็ดหินขัดให้ติดกัน

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องจักรในกระบวนการขัดชิ้นงาน (OD Polishing) บริษัท ไชโก๋ อินสตรูमेंท์ (ประเทศไทย) จำกัด ผู้ศึกษาได้ทบทวนทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

- 2.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับรหัสและโครงสร้างของหินขัด
- 2.2 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับกระบวนการขัดงาน (OD Polishing process)
- 2.3 การออกแบบการทดลอง
- 2.4 ประวัติของ บริษัท ไชโก๋ อินสตรูमेंท์ (ประเทศไทย) จำกัด
- 2.5 ของเสียจากกระบวนการผลิตในขั้นตอนการขัดงาน (OD Polishing process) ที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม
- 2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับรหัสและโครงสร้างของหินขัด

รหัสหินขัด



GC180 J 7V5S

ภาพที่ 2.1 หินขัด

GC คือ ชนิดของวัตถุดิบที่ใช้ทำเม็ดหินขัด (Abrasive grain)

GC เป็นเม็ดหินขัดชนิด Green silicon carbide สีเม็ดหินขัดเป็นสีเขียวเป็นหินขัดที่ทำการผลิตแบบอัดขึ้นรูป ประกอบด้วยสารประกอบ SiC มากกว่า 99% ซึ่งเป็นตัวช่วยในการต้านทานความร้อนสูง และการสึกกร่อน ในขณะที่ส่วนผสมอื่นเป็นตัวช่วยในด้านความเหนียว การยึดหยุ่น การต้านทานแรงกระแทก

180 คือ ขนาดของเม็ดหินขัด (Grain size)

Grain size เป็นตัวเลขแสดงลำดับความหยาบและความละเอียดของหินขัด สามารถแบ่งได้เป็น 2 ระดับ ดังนี้

ระดับหยาบ	หมายเลข 8, หมายเลข 10, หมายเลข 12, หมายเลข 14, หมายเลข 16, หมายเลข 20, หมายเลข 24, หมายเลข 30, หมายเลข 36, หมายเลข 46, หมายเลข 54, หมายเลข 60, หมายเลข 70, หมายเลข 80, หมายเลข 90, หมายเลข 100, หมายเลข 120, หมายเลข 150, หมายเลข 180, หมายเลข 220
ระดับละเอียด	หมายเลข 240, หมายเลข 280, หมายเลข 320, หมายเลข 360 , หมายเลข 400, หมายเลข 500, หมายเลข 600, หมายเลข 700 , หมายเลข 800, หมายเลข 1000, หมายเลข 1200, หมายเลข 1500 , หมายเลข 2000, หมายเลข 2500, หมายเลข 3000 , หมายเลข 4000, หมายเลข 6000, หมายเลข 8000

ตารางที่ 2.1 ลำดับความหยาบและความละเอียดของหินขัด

J คือ ระดับความแข็งของตัวยึดเกาะเม็ดหินขัด (Grade)

Grade เป็นตัวอักษรที่ระบุความแข็งของตัวยึดเกาะเม็ดหินขัดจะมีตั้งแต่ A ถึง Z โดยที่ ถ้าตัวอักษรใกล้เคียง A ส่วนผสมของตัวประสานจะน้อยจะส่งผลทำให้หินนุ่ม ถ้าตัวเลขใกล้เคียง Z ส่วนผสมของตัวประสานจะมากจะส่งผลทำให้หินแข็ง และจะนำไปใช้งานในกระบวนการผลิตที่แตกต่างกันออกไป สามารถแบ่งได้เป็น 5 ระดับ ดังนี้

อ่อนมาก (Super soft)	อ่อน (Soft)	ปานกลาง (Medium)	แข็ง (Hard)	แข็งมาก (Super hard)
A ,B ,C ,D ,E ,F ,G	H ,I ,J ,K	L ,M ,N ,O	P ,Q ,R ,S	T ,U ,V ,W ,X ,Y ,Z

ตารางที่ 2.2 ความแข็งของตัวยึดเกาะเม็ดหินขัด

โดยส่วนใหญ่ ในกระบวนการผลิตทั่วไป จะนิยมใช้ความแข็งของตัวยึดเกาะตั้งแต่ H , I , J , K , L , M ,N ,O และจะใช้ในกระบวนการผลิตที่แตกต่างกันตามลักษณะงาน ดังนี้

H , I , J ,K จะนิยมนำไปใช้ในขั้นตอนขัดหยาบ ที่ป้อนกินงานมากๆ และไม่คุมขนาดความละเอียดมาก

L ,M ,N ,O จะนิยมนำไปใช้ในขั้นตอนขัดละเอียด หรืองานขัดขึ้นรูปที่ต้องการความแม่นยำสูง

การเลือกใช้ความแข็งของตัวขัดเม็ดหินขัด จะส่งผลโดยตรงกับความสามารถในการขัดงาน และอายุการใช้งานของหินขัด แต่จะต้องเลือกให้เหมาะสมกับรูปแบบของการใช้งานซึ่งรวมไปถึงคุณภาพของชิ้นงานอันได้แก่ ขนาดความหยาบของผิวงานด้วย

7 คือ โครงสร้างของหินขัด (Structure)

Structure เป็นตัวเลขแสดงอัตราส่วนของเม็ดหินขัดต่อปริมาตรของหินขัดทั้งหมด ซึ่งลำดับของตัวเลขจะแสดงอัตราส่วนของเม็ดหินขัดเป็นเปอร์เซ็นต์ ดังนี้

โครงสร้าง (Structure)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
อัตราส่วนของเม็ดหินขัด	62	60	58	56	54	52	50	48	46	44	42	40	38	36	34
Percentage of grain (%)															

ตารางที่ 2.3 อัตราส่วนของเม็ดหินขัดต่อปริมาตรของหินขัด

V คือ ลักษณะของตัวเชื่อมประสานเม็ดหินขัด (Features of bonds)

V เป็นตัวเชื่อมประสานเม็ดหินขัด ชนิด Vitrified ซึ่งเป็นแร่ฟันม้า (Feldspar) หลอมละลายเข้ากับดินเหนียว ขึ้นรูปด้วยการอัดและหล่อด้วยอุณหภูมิ 1,200 ~1,350 °C

5S คือ สัญลักษณ์แสดงรายละเอียดย่อยของตัวเชื่อมประสานเม็ดหินขัด

(Bond subdivision symbols)

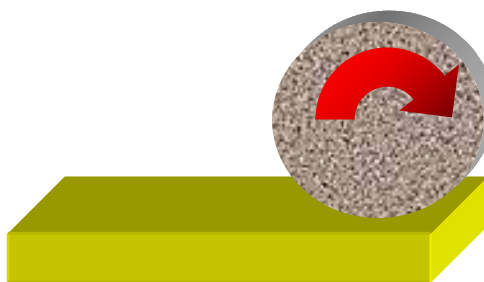
5S เป็นสัญลักษณ์แสดงรายละเอียดย่อยของตัวเชื่อมประสานเม็ดหินขัดชนิด Vitrified มีสีขาว เหมาะกับการใช้งานควบคู่กับเม็ดหินขัดประเภท GC

2.2 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับกระบวนการขัดงาน (Polishing)

การขัดงาน (Polishing) คือ กรรมวิธีในการตกแต่งผิวชิ้นงานให้เรียบและได้ขนาดตามที่ต้องการภายหลังจากที่ชิ้นงานได้ผ่านกระบวนการตัด กลึง ไส หรือกระบวนการกัดเรียบรื้อแล้ว เครื่องมือตัดที่ใช้ในการขัดงานเป็นสัณหิหรือเรียกว่า สัณหิขัด (Polishing Stone)

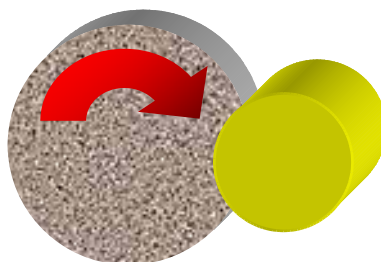
ในงานเครื่องมือกลเราแบ่งการขัดงานออกเป็น สองชนิด คือ

การขัดงานพื้นผิวราบ (Surface Polishing)



ภาพที่ 2.2 การขัดงานพื้นผิวราบ

การขัดงาน กลม ทรงกระบอก (Cylindrical Polishing)



ภาพที่ 2.3 การขัดงานทรงกระบอก

หน้าที่ของล้อหินขัดที่ใช้ในอุตสาหกรรม สรุปได้คือ

1. ใช้แปรรูปร่างชิ้นงานให้เป็นรูปทรงกระบอกกระนาบแบนหรือให้เป็นผิวโค้ง
2. ใช้ขัดส่วนที่ขรุขระออก
3. ใช้ขัดผิวชิ้นงานให้เรียบ
4. ใช้ขัดเพื่อตัดชิ้นงานให้ขาดจากกัน
5. ใช้ขัดชิ้นงานให้มีความคมหรือให้เป็นเหลี่ยม

การหาอัตราการหมุนของชิ้นงานในการขัดงาน (Material Removal Rate (MRR) in polishing)

การขัดงานพื้นผิวราบ (Surface Polishing)

$$MRR = V b d$$

การขัดงาน กลม ทรงกระบอก (Cylindrical Polishing)

$$MRR = 2 \pi R w d f$$

หน่วยของ MRR คือ (mm^3 / min)

b = ความกว้างของล้อหิน(ล้อหินเล็กกว่างาน)

d = ความลึกของการขัด

V = ความเร็วตัด grinding Speed (ม/นาที)

Rw = รัศมีของงาน

f = อัตราป้อนตามขวาง (การเคลื่อนที่ของงาน)

ตัวอย่างที่ 1

การขัดงานพื้นผิวราบ โดยใช้ล้อหิน ขนาด 10 นิ้ว หมุนด้วยความเร็วรอบ 4000 rpm ความกว้างของล้อหิน 1 นิ้ว ความลึกในการขัด เท่ากับ 0.002 นิ้ว ความเร็วป้อน เท่ากับ 60 นิ้วต่อนาที จงหา MRR

วิธีทำ

$$\text{ความเร็วตัด} \quad V = \pi D n = \pi \times (10 \times 25.4 / 1000) \times 4000$$

$$V = 3,191 \text{ เมตร/นาที}$$

$$MRR = V b d$$

$$MRR = 3,191 \times (1 \times 25.4) \times (0.002 \times 25.4)$$

$$\frac{1000}{1000}$$

$$= 0.0041 \text{ เมตร}^3 / \text{นาที}$$

ตัวอย่างที่ 2

การขัดงานกลม โดยใช้ล้อหิน ขนาด 200 มิลลิเมตร หมุนด้วยความเร็วรอบ 3500 rpm ความกว้างของล้อหิน 25 มิลลิเมตร ความลึกในการขัด เท่ากับ 0.01 มิลลิเมตร อัตราป้อนตามขวาง เท่ากับ 200 มิลลิเมตรต่อนาที ชิ้นงานโต 14 มิลลิเมตร จงหา ความเร็วตัด และ MRR

วิธีทำ

$$\text{ความเร็วตัด} \quad V = \pi D n = \pi \times 200 \times 3500$$

$$= 2,199,114 \text{ มิลลิเมตร/นาที} = 2,199 \text{ เมตร/นาที}$$

$$MRR = 2 \pi R w d f$$

$$= 2 \pi \times (14/2) \times 0.01 \times 200$$

$$= 87.96 \text{ มิลลิเมตร}^3 / \text{นาที}$$

การหาอัตราส่วนการขัดงาน (Polishing Ratio)

$$\text{Polishing ratio} = \frac{V_m}{V_w} = \frac{\text{Volume of Metal removed}}{\text{Volume of wheel worn}}$$

$$= \frac{\text{ปริมาตรของเนื้องานที่ถูกเจียรออก}}{\text{ปริมาตรของหินเจียรระไนที่สึกหรอ}}$$

ตัวอย่างที่ 3

จากตัวอย่างที่ 2 ถ้าขัดงานไป 1 นาที หินขัดมีการสึกหรอลงไป 1 มิลลิเมตร

จงหาค่า Polishing ratio

วิธีทำ

ปริมาตรหินขัดที่สึกหรอ เท่ากับ $V_w = \pi D \times b_w \times d_w$

เมื่อกำหนดให้ D = เส้นผ่านศูนย์กลางของหินขัดก่อนสึกหรอ = 200 มิลลิเมตร

b_w = ความกว้างของหินขัด = 25 มิลลิเมตร

d_w = ความลึกของการสึกหรอของหินขัด = 1 มิลลิเมตร

ดังนั้น $V_w = \pi \times 200 \times 25 \times 1$,

$V_m = 87.96$ มิลลิเมตร³ / นาที (จากตัวอย่างที่แล้ว)

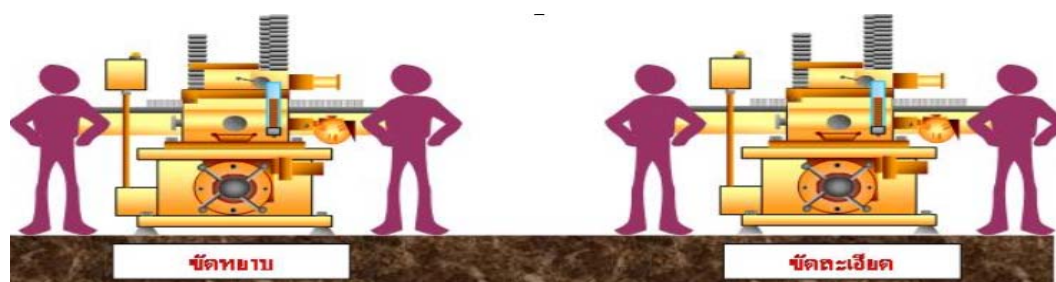
$$\text{Polishing ratio} = \frac{87.96 \text{ มม}^3}{\pi \times 200 \times 25 \times 1}$$

$$= 0.0056$$

2.3 การออกแบบการทดลอง

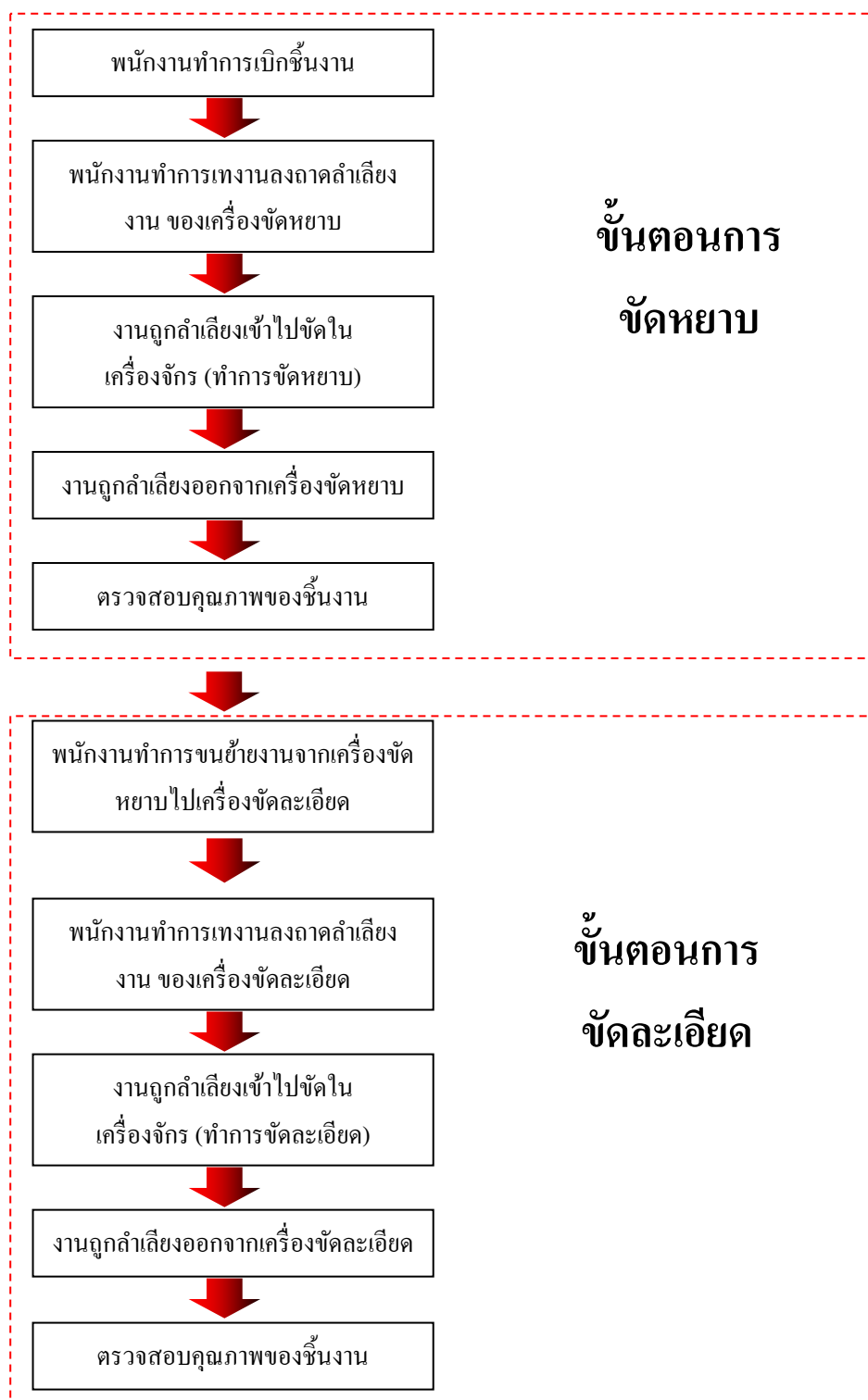
2.3.1 วิเคราะห์ขั้นตอนการทำงานของกระบวนการขัดชิ้นงาน (OD Polishing) และปัจจัยต่างๆ ที่มีความเป็นไปได้ในการปรับปรุงกระบวนการ

ขั้นตอนการทำงานของกระบวนการปัจจุบัน มีขั้นตอนหลักๆ อยู่ 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนขัดหยาบและขั้นตอนขัดละเอียด ซึ่งต้องใช้เครื่องจักร 2 เครื่องต่อ 1 กระบวนการ



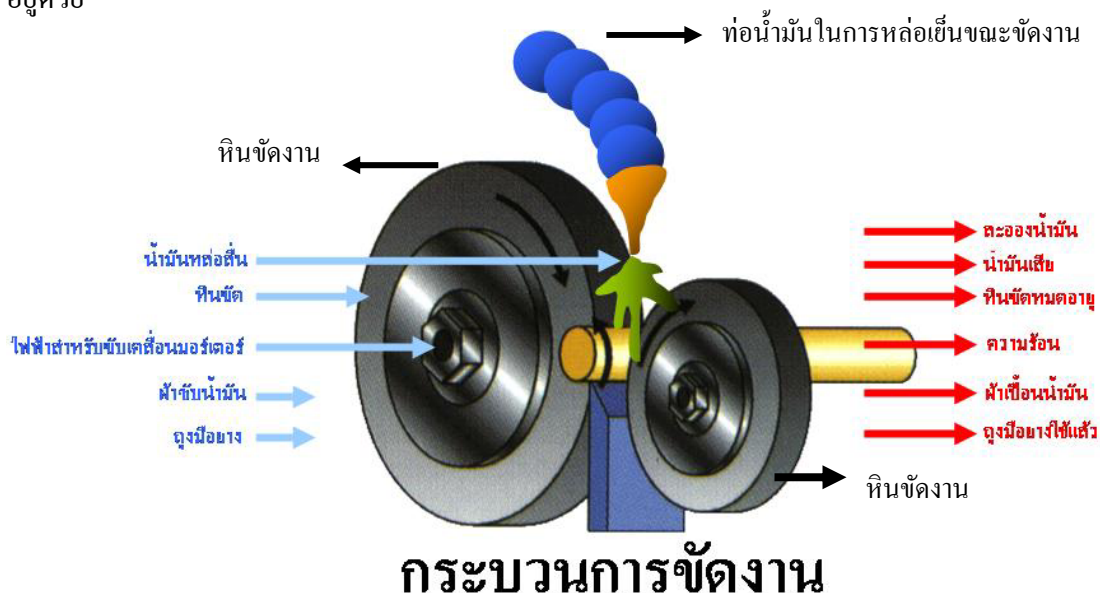
ภาพที่ 2.4 ขั้นตอนการทำงานของกระบวนการปัจจุบัน

ขั้นตอนการทำงานของกระบวนการขัดชิ้นงาน (OD Polishing)



ภาพที่ 2.5 ขั้นตอนการทำงานของกระบวนการขัดชิ้นงาน (OD Polishing)

เมื่อวิเคราะห์กระบวนการจัดงานแต่ละกระบวนการแล้ว พบว่า ผลลัพธ์ของกระบวนการจัดงานทั้งขั้นตอนการจัดหายาและขั้นตอนการจัดละเอียด มีของเสียอันส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอยู่ด้วย



ภาพที่ 2.6 การวิเคราะห์กระบวนการขัดงาน

สำหรับกรณีศึกษานี้ จะตัดขั้นตอนการจัดหายาออกให้เหลือเพียงขั้นตอนการจัดละเอียด และใช้หินขัดรหัสใหม่ ซึ่งเพิ่มความแข็งแรงของระดับความแข็งของตัวยึดเกาะเม็ดหินขัด (Grade) จากความแข็งแรงของตัวยึดเกาะเม็ดหินขัดระดับ J เป็นระดับ L โดยได้ทำการร้องขอไปทางผู้ขายให้ทำการเพิ่มความแข็งแรงของตัวยึดเกาะเม็ดหินขัดจากรหัสหินขัด GC180 J 7V5S เป็น GC180 L 7V5S

สำหรับการเพิ่มความแข็งแรงของตัวยึดเกาะเม็ดหินขัดนั้น ทางผู้ศึกษาได้อ้างอิงข้อมูลด้านเทคนิคของทางผู้ผลิต ซึ่งทางผู้ผลิตได้แบ่งระดับความแข็งของตัวยึดเกาะเม็ดหินขัดเป็น 5 ระดับ ดังนี้

อ่อนมาก (Super soft)	อ่อน (Soft)	ปานกลาง (Medium)	แข็ง (Hard)	แข็งมาก (Super hard)
A,B,C,D,E,F,G	H,I,J,K	L,M,N,O	P,Q,R,S	T,U,V,W,X,Y,Z

ตารางที่ 2.4 ความแข็งแรงของตัวยึดเกาะเม็ดหินขัด

จากตารางข้างต้น จะพบว่าทางผู้ศึกษาได้ร้องขอให้ทางผู้ผลิต(Supplier) เพิ่มระดับความแข็งแรงของตัวยึดเกาะเม็ดหินขัดจากระดับอ่อน (ระดับ J) ไปเป็นความแข็งแรงระดับปานกลาง (ระดับ L)

2.3.2 วิธีการเก็บข้อมูล

สำหรับการทดลองนั้น ทางผู้ศึกษา จะทำการเก็บข้อมูลเป็น 2 แบบ คือ

2.3.2.1 ด้านคุณภาพตัวงานเพื่อลดต้นทุน

ด้านคุณภาพของชิ้นงานตั้งแต่กระบวนการขัดผิวด้านนอก (OD Polishing) ซึ่งเป็นกระบวนการที่ทำการทดลอง จนถึงกระบวนการประกอบชิ้นงานเป็น Bearing โดยเปรียบเทียบข้อมูลของกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ขัดผิวด้านนอกด้วยขั้นตอนปกติ (ขัดหยาบแล้วจึงขัดละเอียด) และกลุ่มที่ขัดผิวด้านนอกด้วยการขัดละเอียดเพียงอย่างเดียว

2.3.2.2 ด้านการลดปริมาณของเสีย(Waste) ในกระบวนการผลิต

ด้านการลดปริมาณของเสีย(Waste) ของกระบวนการขัดผิวด้านนอก (OD Polishing) โดยเปรียบเทียบวัตถุดิบ อุปกรณ์ ทรัพยากร และพลังงาน ที่ใช้ในระหว่างทำการผลิตจากข้อมูลของกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ขัดผิวด้านนอกด้วยขั้นตอนปกติ (ขัดหยาบแล้วจึงขัดละเอียด) และกลุ่มที่ขัดผิวด้านนอกด้วยการขัดละเอียดเพียงอย่างเดียว

2.4 ประวัติของบริษัท ไช้โก้ อินสตรูमेंท์ (ประเทศไทย) จำกัด

บริษัท ไช้โก้ อินสตรูमेंท์ (ประเทศไทย) จำกัด เริ่มเปิดดำเนินการในปี พ.ศ. 2532 ในฐานะของโรงงานผลิตชิ้นส่วนนาฬิกาข้อมือของกลุ่มบริษัท SII (Seiko Instrument Inc.) บริษัทฯ ได้ดำเนินกิจกรรมทางธุรกิจในการผลิตและประกอบชิ้นส่วนฟริชชั่นเป็นพื้นฐานทางธุรกิจด้วยความมั่นคง และเจริญเติบโตอย่างต่อเนื่องจนถึงปัจจุบัน

ปัจจุบันบริษัทฯ ดำเนินการผลิตและประกอบชิ้นส่วนฟริชชั่น อาทิเช่น ชิ้นส่วนสำหรับฮาร์ดดิสก์ซึ่งมีความแม่นยำสูงทางด้านเครื่องกลต่อคำสั่งระดับซิปไมครอน บริษัทฯ มีการผลิต Bearing ขนาดจิวหลากหลายชนิดอย่างครบวงจรตั้งแต่ Ball Bearing จนถึง Pivots ภายในห้องที่มีสภาพแวดล้อมที่สะอาดในระดับสูง (ระดับ 100) ด้วยสายการประกอบอัตโนมัติที่พัฒนาขึ้นโดยบริษัทฯ เอง ซึ่งได้รับความเชื่อถือว่ามีเสถียรภาพสูงสุดจากลูกค้านานาชาติ เพราะฉะนั้น บริษัทฯ จึงผลิต Pivots ที่สามารถนำไปใช้ในการผลิต Hard Disk Drives ที่มีระดับความจำที่สูงขึ้นได้จนได้รับการความนิยมนมากในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ระดับโลก



ภาพที่ 2.7 บริษัท ไซโก้ อินสทรูमेंท์ (ประเทศไทย) จำกัด
 ที่อยู่ : บริษัท ไซโก้ อินสทรูमेंท์ (ประเทศไทย) จำกัด
 60/83 หมู่ที่ 19 เขตส่งเสริมอุตสาหกรรมนวนคร โครงการ 3
 ถนนพหลโยธิน ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี
 ปีที่จดทะเบียน : 2531 ทุนจดทะเบียน : 1,712 ล้านบาท

2.5 ของเสีย (Waste) ที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอันเกิดจากกระบวนการจัดงาน

ในกระบวนการจัดงานชิ้นงาน 1 กระบวนการ จะต้องใช้ทรัพยากรในกระบวนการผลิต ซึ่งสามารถแจกแจงได้ตามดังนี้

1. เหล็กที่นำมาทำชิ้นงาน
2. หินที่ใช้ในการขัดงาน (OD Polishing stone)
3. น้ำมันหล่อเย็น
4. น้ำมันหล่อลื่น
5. ไฟฟ้า
6. กล่องพลาสติก
7. ผ้าทำความสะอาด
8. ผ้าปิดปาก (Mouth)
9. ถุงมือ

ในกระบวนการจัดงานชิ้นงาน 1 กระบวนการ จะมีของเสียอันเกิดจากกระบวนการดังนี้

1. ชิ้นงานเสีย
2. กากตะกอนจากหินขัด

3. น้ำมันเสีย (Oil Coolant)
4. ละอองน้ำมัน
5. ก่อองพลาสติกชำรุด
6. ถังพลาสติก
7. ผ้าเปื้อนน้ำมัน
8. ผ้าปิดปากใช้แล้ว
9. ถังมือใช้แล้ว

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1) ศึกษางานวิจัยของ พูลพร แสงบางปลา (2542) ได้ศึกษาเกี่ยวกับวิธีการปรับปรุงประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร โดยวิธีการบำรุงรักษาด้วยตัวเอง การบำรุงรักษาวิธีผลแบบทุกคนมีส่วนร่วม ในด้านการพัฒนาเทคโนโลยี การผลิตและการ พัฒนาด้านบุคลากรรวมถึงการจัดการด้านวัสดุ ด้านความปลอดภัย ด้านการจัดตั้งและด้านการลดต้นทุนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตในปัจจุบัน

2) ศึกษางานวิจัยของ สมเกียรติและคณะ (2543) ได้ศึกษาผลกระทบต่อการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ต่อค่าของประสิทธิภาพเครื่องจักรโดยรวม กรณีศึกษา เครื่องเป่าภาชนะกลวง เพื่อพัฒนารูปแบบการบำรุงรักษาและหาแนวทางที่ปฏิบัติโดยใช้การวัดค่าประสิทธิภาพโดยรวม ตัวชี้วัดของการปรับปรุงผลการดำเนินงานบำรุงรักษาเครื่องจักรในเชิงป้องกัน ในระหว่างพนักงานฝ่ายผลิตและฝ่ายบำรุงรักษาเครื่องจักรรวมทั้งได้ปรับปรุงประสิทธิภาพของเครื่องจักร และส่งผลต่ออัตราของเวลาที่ทำงานจริงเกินกว่า 90% อัตราส่วนของความเร็วจริงเกินกว่า 95% และอัตราส่วนผลิตภัณฑ์ที่ดีเกินกว่า 99% ด้วย

3) ศึกษางานวิจัยของ สหรัตน์ วงษ์ศรีษะ และคณะ (2550) ได้ศึกษาเกี่ยวกับปรับปรุงกระบวนการผลิตมีดกัดร่อง (Slot drills) โดยศึกษาการชุบแข็งที่อุณหภูมิสูง ก่อนการอบคืนตัวและลดความเค้นที่ผิวหลังการเจียรในชิ้นรูป ซึ่งสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการด้านทานการสึกหรอได้สูงขึ้น และการสึกหรอที่คมตัดมีความสัมพันธ์กับความหยาบของผิวชิ้นงานที่ถูกตัดเฉือนอย่างมีนัยสำคัญ

4) ศึกษางานวิจัยของ อภิชาติ เปรมปราชญ์ชัยนัต (2551) ได้ศึกษาเกี่ยวกับระบบการผลิตแบบลีนซึ่งเป็นระบบการผลิตที่มุ่งเน้นกำจัดกิจกรรมที่ไม่เกิดมูลค่า ต่าง ๆ ออกจากกระบวนการ เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางด้านการลดต้นทุนจากการประยุกต์ใช้ระบบการผลิตแบบลีนกับการผลิตคราวละมาก ๆ เพื่อเป็นแนวทางการปรับปรุงการผลิตให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น และเพื่อศึกษา

ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อความสำเร็จในการลดต้นทุนทางด้านการผลิตจากประยุกต์ใช้ระบบการผลิตแบบลีนและจากผลการศึกษาโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติมาแปรผลและอธิบายผลลัพธ์ที่ได้ด้วยหลักการทางสถิติ

5) **ศึกษางานวิจัยของ อรุมา กอสนาน และคณะ (2551)** ได้ศึกษาเกี่ยวกับสภาพปัญหาในสายการผลิต Sleeve ซึ่งเป็นชิ้นส่วนที่ประกอบอยู่ใน Spindle Motor ของบริษัทผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์แห่งหนึ่งโดยการประยุกต์ใช้หลักการทางวิศวกรรมอุตสาหการ และเพื่อเพิ่มผลผลิตของสายการผลิตดังกล่าว ทางคณะผู้วิจัยจึงนำเทคนิค ECRS มาประยุกต์ใช้เพื่อช่วยในการแก้ไขปัญหาดังกล่าว ทำให้สามารถเพิ่มอัตราการผลิตเป็น 304 ชิ้นต่อชั่วโมง จากเดิมซึ่งมีอัตราการผลิตอยู่ที่ 245 ชิ้นต่อชั่วโมง นั่นคือ ทำให้ผลผลิตในการทำงานของสายการผลิต Sleeve เพิ่มขึ้น 24.08%

6) **ศึกษางานวิจัยของ กิตติศักดิ์ หนูสุรา และคณะ (2546)** ได้ศึกษาเกี่ยวกับสภาพปัญหาในสาย การผลิต Sleeve ซึ่งเป็นชิ้นส่วนที่ประกอบอยู่ใน Spindle Motor ของบริษัทผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์แห่งหนึ่งโดยการประยุกต์ใช้หลักการทางวิศวกรรมอุตสาหการ และเพื่อเพิ่มผลผลิตของสายการผลิตดังกล่าว ทางคณะผู้วิจัยจึงนำเทคนิค ECRS มาประยุกต์ใช้เพื่อช่วยในการแก้ไขปัญหาดังกล่าว ทำให้สามารถเพิ่มอัตราการผลิตเป็น 304 ชิ้นต่อชั่วโมง จากเดิมซึ่งมีอัตราการผลิตอยู่ที่ 245 ชิ้นต่อชั่วโมง นั่นคือ ทำให้ผลผลิตในการทำงานของสายการผลิต Sleeve เพิ่มขึ้น 24.08%

7) **ศึกษางานวิจัยของ สุรเทพ เขียวหอม และคณะ (2549)** ได้ศึกษาเกี่ยวกับการออกแบบกระบวนการแบบหลายวัตถุประสงค์ภายใต้ความไม่แน่นอนโดยการอพติไมเซชันสองชั้น ซึ่งวิธีการที่พัฒนาขึ้นในงานวิจัยนี้ ได้นำไปประยุกต์ใช้ในกรณีศึกษาซึ่งเป็นการออกแบบกระบวนการทางวิศวกรรมเคมีหลายอย่าง ซึ่งวิธีการที่พัฒนาขึ้นสามารถออกแบบกระบวนการเพื่อลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมโดยมีความยืดหยุ่นที่เหมาะสมและมีผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ในระดับที่ต้องการ

8) **ศึกษางานวิจัยของ ธวัชชัย ศรีศิลป์โสภณ (2540)** ได้ศึกษาเกี่ยวกับศึกษาถึงการนำแผ่นสะท้อนแสงฉาบเงินมาช่วยในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างที่ใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์โดยคำนึงถึงการออกแบบรูปร่างของแผ่นสะท้อนแสงฉาบเงินให้เหมาะสมกับลักษณะการใช้งานในแต่ละ ประเภท โดยการจัดวางตำแหน่งของดวงโคมไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์และการเลือกรูปแบบของแผ่นสะท้อนแสงฉาบเงินให้สอดคล้องกับลักษณะของการใช้งาน จะเป็นการช่วยเพิ่มให้ประสิทธิภาพของดวงโคมดีขึ้นสามารถประหยัดค่าไฟฟ้าได้ประมาณเดือนละ 190,000 บาท

9) ศึกษางานวิจัยของ สุรพงษ์ หวังศุภกิจโกศล (2533) ได้ศึกษาเกี่ยวกับศึกษาถึงการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานในโรงงานพิมพ์ผ้าโสร่ง แนวทางการประหยัดพลังงานในระบบผลิตไอน้ำ โดยทำการลดปริมาณ อากาศส่วนเกินของหม้อไอน้ำ เหลือ 50% จากเดิม 104.61% ทำให้ เพิ่มประสิทธิภาพตามกฎข้อที่ 1 และประสิทธิภาพตามกฎข้อที่ 2 เป็น 67.5% และ 15.9% ตามลำดับ ประหยัดเชื้อเพลิงได้ 0.044 กิโลกรัม/วินาที คิดเป็นเงินที่จะประหยัดได้ปีละ 468,309 บาท อุณหภูมิก่อนเข้าหม้อไอน้ำโดยการนำคอนเดนเสทจากระบบพิมพ์ลาย และระบบอบแห้งผ้ามาผสมกับน้ำป้อนก่อนเข้าหม้อไอน้ำ จะสามารถ ประหยัดเชื้อเพลิงได้ 0.047 กิโลกรัม/วินาที คิดเป็นเงินที่จะประหยัดได้ปีละ 180,283 บาท ลดเปอร์เซ็นต์ความชื้นในเชื้อเพลิง ลง 1% เหลือ 27.58% จะสามารถ ประหยัดเชื้อเพลิงได้ 0.0073 กิโลกรัม/วินาที คิดเป็นเงินที่จะประหยัดได้ปีละ 27,826 บาท หาก สามารถลดเปอร์เซ็นต์ความชื้นของเชื้อเพลิงให้เหลือ 10% จะสามารถ ประหยัดเงินถึงปีละ 422,280 บาท

10) ศึกษางานวิจัยของ นิพนธ์ นิมหนู (2541) ได้ศึกษาเกี่ยวกับศึกษาถึงการลดปริมาณน้ำเสียในโรงงานประเภทห้องเย็น กรณีศึกษา โรงงานแปรรูปอาหารทะเลจำพวกปลาแช่แข็ง โดยเปลี่ยนแปลงการ ปฏิบัติงาน ได้แก่ การทำความสะอาดโดยใช้ระบบความดันสูง และการติดตั้งหัวชำระล้างแบบปิดเปิดได้เองโดยอัตโนมัติ จาก การศึกษาข้อมูลพบว่าสามารถประหยัดปริมาณน้ำใช้ และลดปริมาณ น้ำเสียได้ถึงร้อยละ 50 ส่วนการใช้ซ้ำหรือการหมุนเวียนกลับ มาใช้อีกครั้งหนึ่ง ได้แก่ การนำน้ำละลายน้ำแข็งจากตัวปลา กลับ มาใช้ซ้ำและการหมุนเวียนน้ำหล่อเครื่องแช่แข็ง จาก การศึกษา ข้อมูลพบว่าสามารถประหยัดปริมาณน้ำใช้และลดปริมาณน้ำเสียได้ ร้อยละ 56 และ 98 ตามลำดับ และจากการศึกษาระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานซึ่งใช้ ระบบถังกรองไร้อากาศร่วมกับ กระบวนการตะกอนเร่ง ระบบ ถังกรองไร้อากาศจะให้ประสิทธิภาพการบำบัด BOD(5) ร้อยละ 77.32 และเมื่อผ่านไปยังกระบวนการตะกอนเร่งจะให้ประสิทธิภาพ การบำบัด BOD(5) ร้อยละ 95.76 โดยคุณลักษณะน้ำเสียเมื่อผ่าน ระบบบำบัดน้ำเสียรวมจะมีประสิทธิภาพการบำบัด BOD(5) ร้อยละ 99.04 ซึ่งสามารถปล่อยทิ้งลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะได้ โดยไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

บทที่ 3

วิธีการศึกษา

การศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องจักรในกระบวนการขัดชิ้นงาน (OD Polishing) ของ บริษัท ไชโก๋ อินสตรูमेंท์ (ประเทศไทย) จำกัด เป็นการวิจัยเชิงทดลองมีรายละเอียด ดังนี้

- 3.1 กรอบแนวคิดในการศึกษา
- 3.2 สมมุติฐาน
- 3.3 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้
- 3.4 การประเมินผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมของเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิต
- 3.5 การออกแบบการทดลอง
- 3.6 การออกแบบการวิเคราะห์

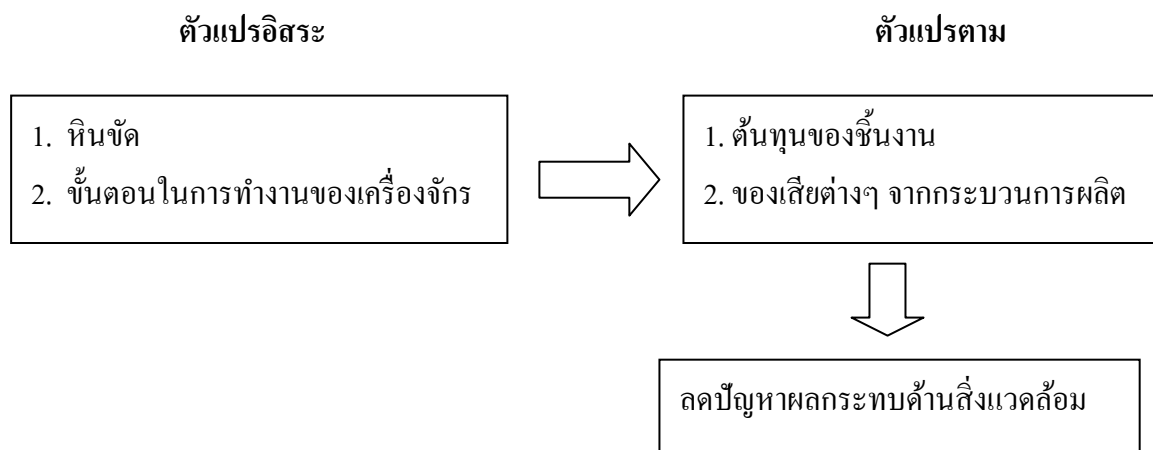
3.1 กรอบแนวคิดในการศึกษา

การศึกษาเกี่ยวกับคุณลักษณะเฉพาะของหินขัด โดยวิเคราะห์ถึงโครงสร้างของตัวหินขัดที่สามารถปรับแต่งให้เหมาะแก่การใช้งานในเงื่อนไขต่างๆ รวมไปถึงการศึกษาเกี่ยวกับการออกแบบขั้นตอนในการทำงานของเครื่องจักรเพื่อคงประสิทธิภาพของเครื่องจักรออกมาใช้ให้มากที่สุด

ผู้ศึกษาได้แบ่งตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาออกเป็น ตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม ดังนี้

- 3.1.1 ตัวแปรอิสระ คือ หินขัด และ ขั้นตอนในการทำงานของเครื่องจักร
- 3.1.2 ตัวแปรตาม คือ ต้นทุนของชิ้นงาน และ ของเสียต่างๆ จากกระบวนการผลิต

จากตัวแปรอิสระและตัวแปรตามดังกล่าว สามารถเขียนเป็นกรอบแนวคิดในการศึกษาได้ดังนี้



ภาพที่ 3.1 ตัวแปรในการศึกษา

3.2 สมมุติฐาน

1. การเพิ่มขนาดของตัวยึดเกาะเม็ดหินขัด จากระดับหินขัด GC180 J 7V5S เป็น GC180 L 7V5S จะช่วยเพิ่มความสามารถในการขัดงานเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องจักรในกระบวนการขัดชิ้นงาน
2. การลดขั้นตอนการทำงานจากการขัดหยาบแล้วไปผ่านขั้นตอนการขัดเหลือเพียงขั้นตอนการขัดละเอียดเพียงขั้นตอนเดียว จะสามารถลดต้นทุนในการสั่งซื้อหินขัดลง 50 เปอร์เซ็นต์
3. การลดขั้นตอนการขัดชิ้นงานจาก 2 ขั้นตอนเหลือเพียงขั้นตอนเดียวจะลดปริมาณของเสียจากกระบวนการผลิตที่จะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

3.3 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้



GC180 L 7V5S

ภาพที่ 3.2 หินขัด

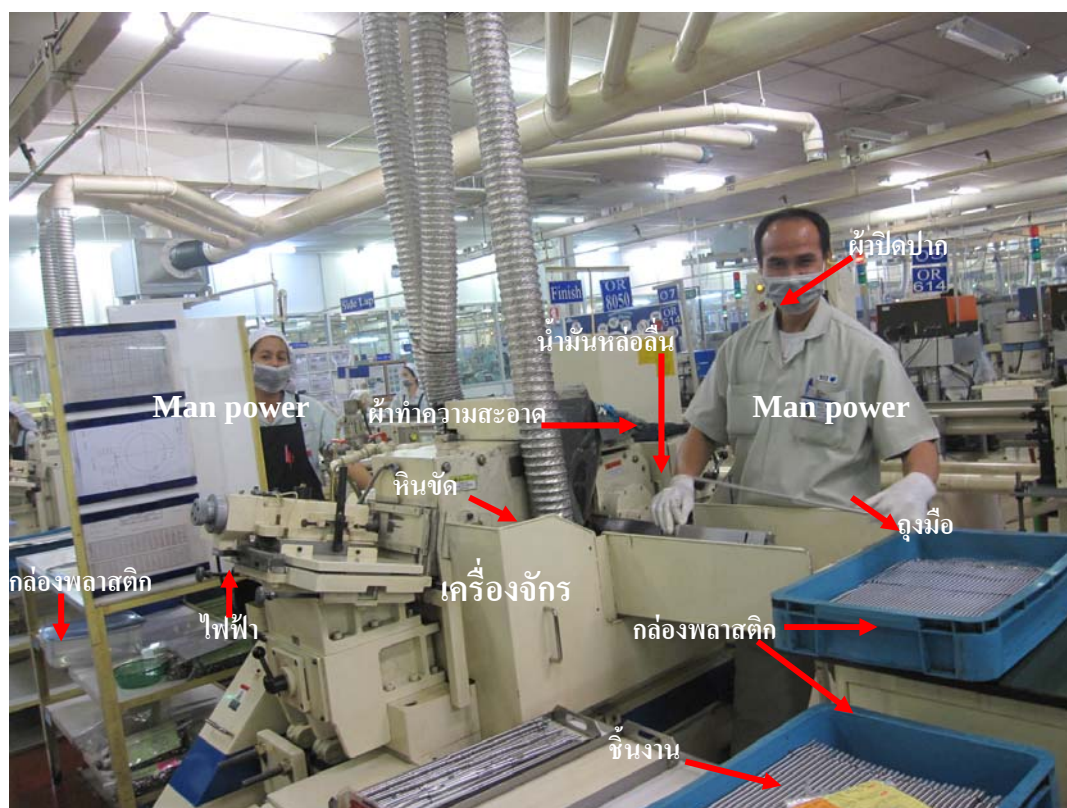
หินขัดซึ่งเพิ่มความแข็งของระดับความแข็งของตัวยึดเกาะเม็ดหินขัด (Grade) จากความแข็งของตัวยึดเกาะเม็ดหินขัดระดับ J เป็นระดับ L โดยได้ทำการร้องขอไปทางผู้ขายให้ทำการเพิ่มความแข็งของตัวยึดเกาะเม็ดหินขัด จากระดับหินขัด C180 J 7V5S เป็น GC180 L 7V5S

3.4 การประเมินผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมของของเสียที่เกิดจากกระบวนการ

ในกระบวนการขัดงานจะมีของเสียเกิดขึ้น ดังนั้น จึงได้ทำการแจกแจงของเสียต่างๆที่เกิดขึ้นจากกระบวนการขัดงาน และทำการประเมินผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมได้ดังนี้



ภาพที่ 3.3 การทำงานของเครื่องจักรที่ใช้น้ำมันหล่อเย็นในการลดอุณหภูมิระหว่างขัดชิ้นงาน



ภาพที่ 3.4 การผลิตงานของกระบวนการขัดผิวนอกของชิ้นงาน (OD Polishing)
ซึ่งประกอบด้วยอุปกรณ์ดังนี้

- | | |
|-------------------|-------------------|
| 1. เครื่องจักร | 6. น้ำมันหล่อลื่น |
| 2. คน | 7. ไฟฟ้า |
| 3. หินขัด | 8. กล่องพลาสติก |
| 4. น้ำมันหล่อเย็น | 9. ผ้าปิดปาก |
| 5. ชิ้นงาน | 10. ถุงมือ |

3.5 การออกแบบการทดลอง

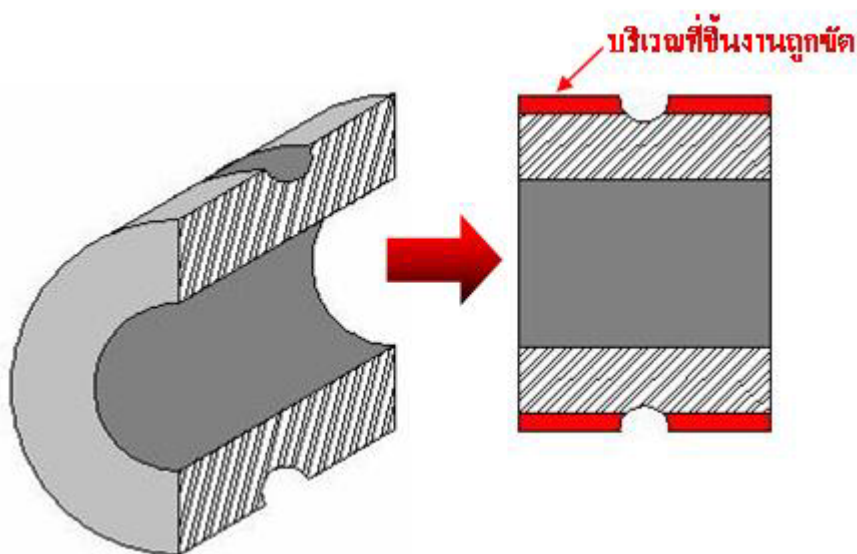
การศึกษการเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องจักรในกระบวนการจัดชิ้นงานของ บริษัท ไซโก้ อินสตรูमेंท์ (ประเทศไทย) จำกัด เป็นการวิจัยเชิงทดลองโดยทำการเก็บข้อมูลเชิงสถิติ ซึ่งจะทำให้การเก็บข้อมูลด้านคุณภาพของชิ้นงานตั้งแต่กระบวนการขัดผิวด้านนอก (OD Polishing) ซึ่งเป็นกระบวนการที่ทำการทดลอง จนถึงกระบวนการประกอบชิ้นงานเป็น Bearing โดยเปรียบเทียบข้อมูลของกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ขัดผิวด้านนอกด้วยขั้นตอนปกติ (ขัดหยาบแล้วจึงขัดละเอียด) และกลุ่มที่ขัดผิวด้านนอกด้วยการขัดละเอียดเพียงอย่างเดียว โดยอาศัยโปรแกรมทางสถิติในการเก็บและเปรียบเทียบข้อมูล

3.6 การออกแบบการวิเคราะห์

การศึกษการเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องจักรในกระบวนการจัดชิ้นงานของ บริษัท ไซโก้ อินสตรูमेंท์ (ประเทศไทย) จำกัด มีรายละเอียด ดังนี้

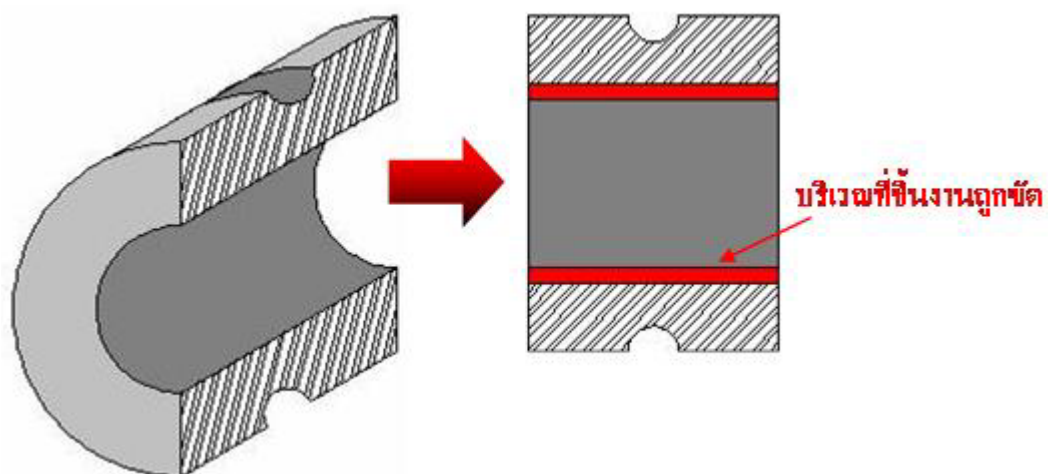
3.6.1 เก็บข้อมูลโดยการสุ่มตัวอย่างชิ้นงานหลังจากผ่านแต่ละกระบวนการ ซึ่งประกอบด้วยกระบวนการต่างๆ ดังนี้

3.6.1.1 กระบวนการขัดผิวด้านนอก (OD Polishing) เป็นกระบวนการที่ทำการศึกษาและทดลอง เป็นกระบวนการจัดขึ้นรูปเพื่อให้ผิวงานด้านนอก ได้ขนาดตามที่ลูกค้ากำหนด โดยที่ค่าความหยาบและค่าความกลมอยู่ในเงื่อนไขที่ลูกค้าต้องการ



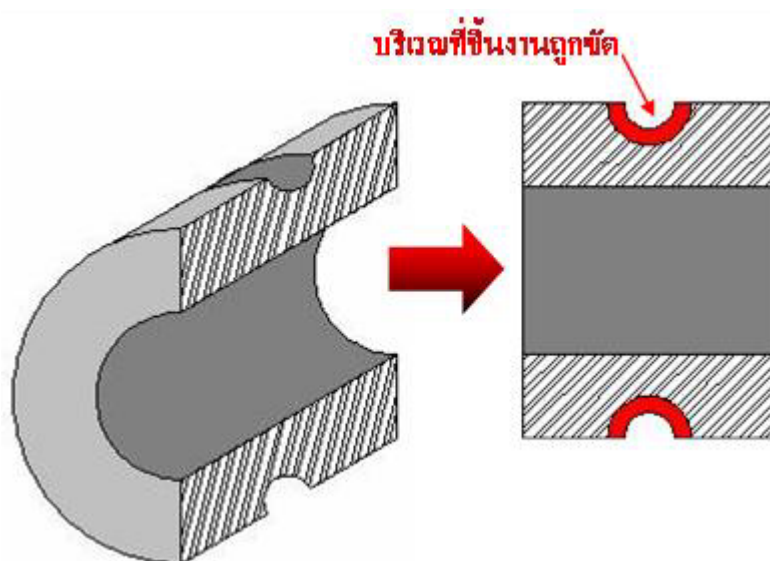
ภาพที่ 3.5 ตัวอย่างการขัดผิวด้านนอก

3.6.1.2. กระบวนการขัดผิวด้านใน (Bore Polishing) เป็นกระบวนการขัดขึ้นรูปเพื่อให้ผิวงานด้านในของชิ้นงาน ได้ขนาดตามที่ลูกค้ากำหนด โดยที่ค่าความหยาบและค่าความกลมอยู่ในเงื่อนไขที่ลูกค้าต้องการ



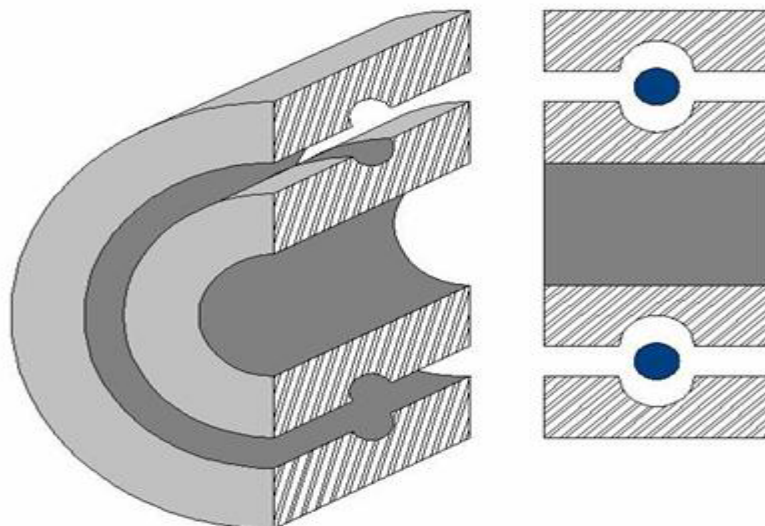
ภาพที่ 3.6 ตัวอย่างการขัดผิวด้านใน

3.6.1.3. กระบวนการขัดผิวร่องนำลูกบอล (Raceway Polishing) เป็นกระบวนการขัดขึ้นรูปเพื่อให้ผิวงานร่องนำบอลของชิ้นงาน ได้ขนาดตามที่ลูกค้ากำหนด โดยที่ค่าความหยาบและค่าความกลมอยู่ในเงื่อนไขที่ลูกค้าต้องการ



ภาพที่ 3.7 ตัวอย่างการขัดผิวร่องนำลูกบอล

3.6.1.4. กระบวนการประกอบชิ้นงาน และทดสอบความราบรื่นในการหมุนของ Bearing

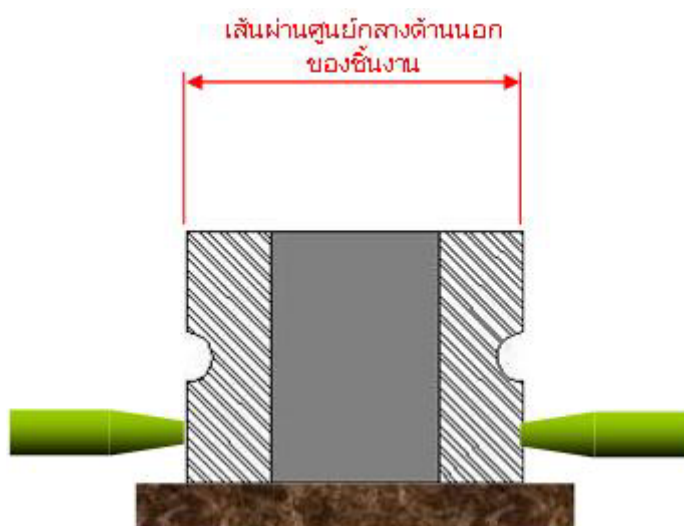


ภาพที่ 3.8 ตัวอย่างการประกอบชิ้นงาน

3.6.2 วิธีการตรวจสอบชิ้นงานของแต่ละกระบวนการ

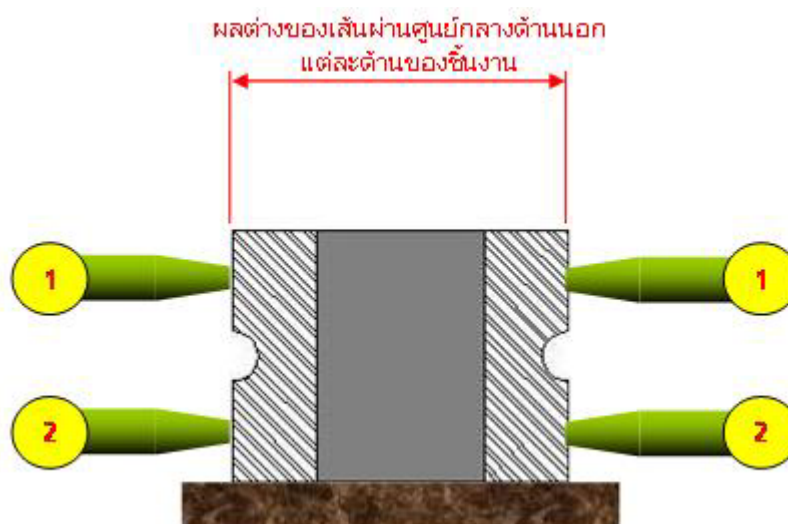
3.6.2.1. กระบวนการขัดผิวด้านนอก (OD Polishing) จะทำการตรวจสอบจุดต่างๆของชิ้นงาน ดังนี้

1.1 Outer Diameter



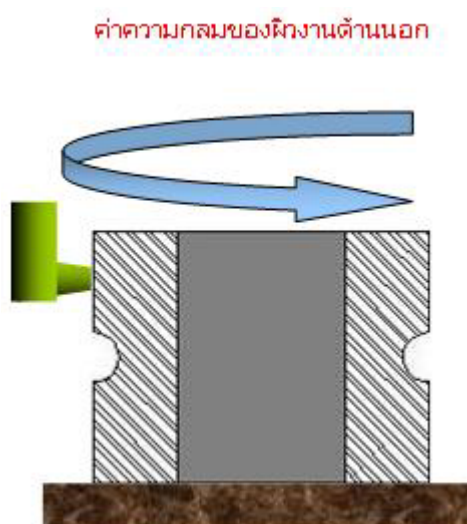
ภาพที่ 3.9 ตัวอย่างการวัด Outer Diameter

1.2 OD Taper



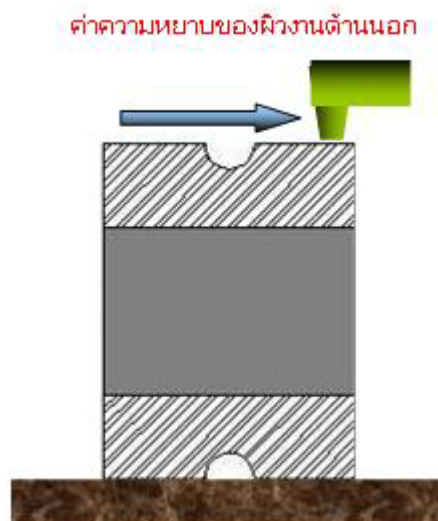
ภาพที่ 3.10 ตัวอย่างการวัด OD Taper

1.3 OD Roundness



ภาพที่ 3.11 ตัวอย่างการวัด OD Roundness

1.4 OD Roughness

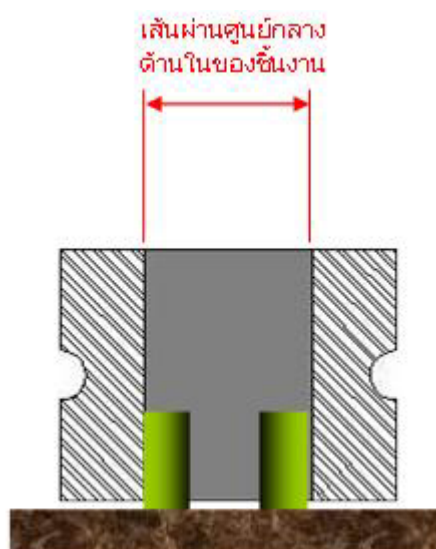


ภาพที่ 3.12 ตัวอย่างการวัด OD Roughness

2. กระบวนการขัดผิวด้านใน (Bore Polishing) จะทำการตรวจสอบจุดต่างๆของชิ้นงาน

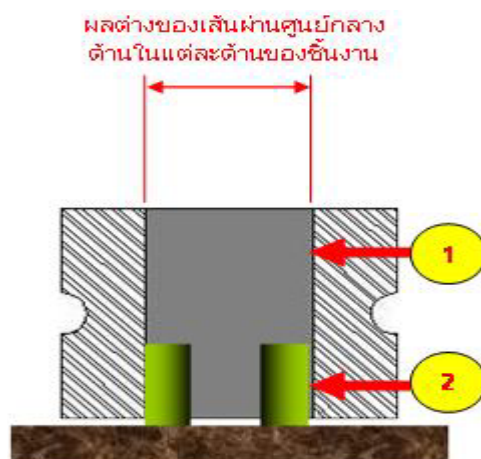
ดังนี้

2.1 Inner Diameter



ภาพที่ 3.13 ตัวอย่างการวัด Inner Diameter

2.2 ID Taper



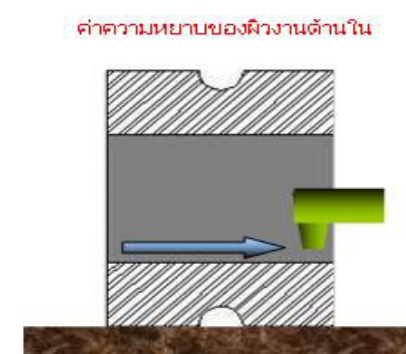
ภาพที่ 3.14 ตัวอย่างการวัด ID Taper

2.3 ID Roundness



ภาพที่ 3.15 ตัวอย่างการวัด ID Roundness

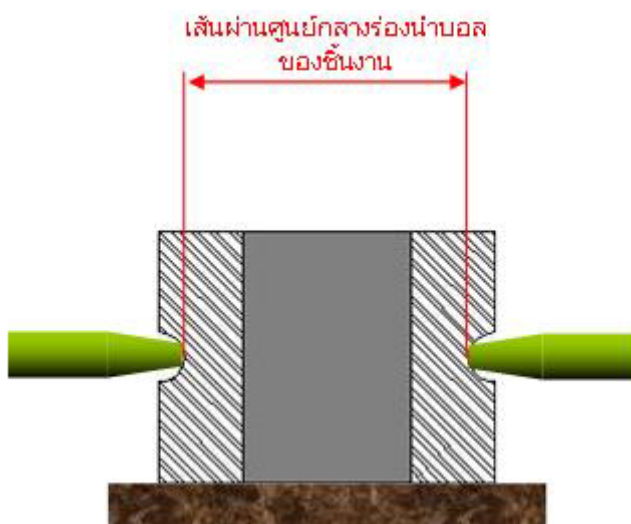
2.4 ID Roughness



ภาพที่ 3.16 ตัวอย่างการวัด ID Roughness

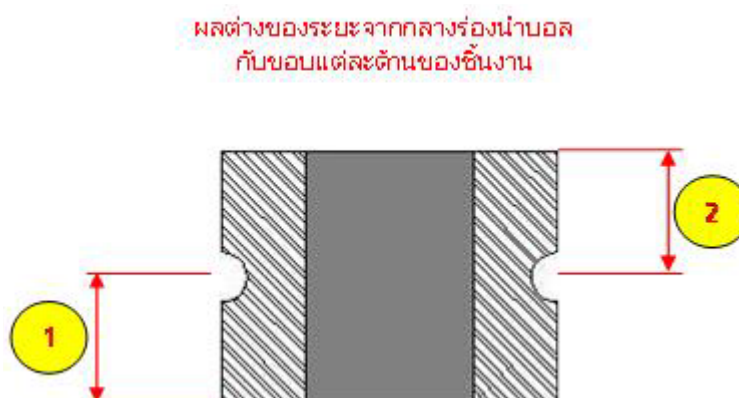
3. กระบวนการขัดผิวร่องนำลูกบอล (Raceway Polishing) จะทำการตรวจสอบจุดต่างๆ ของชิ้นงาน ดังนี้

3.1 Raceway Diameter



ภาพที่ 3.17 ตัวอย่างการวัด Raceway Diameter

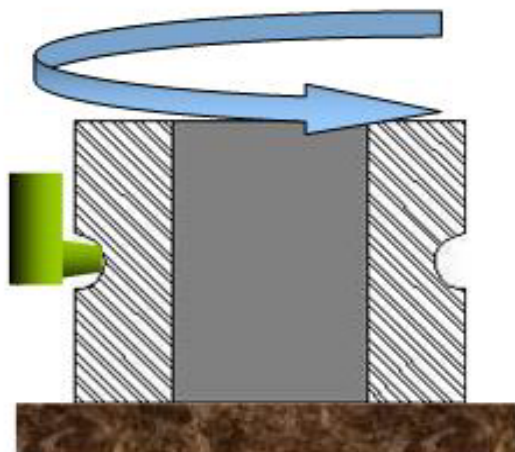
3.2 Raceway Position



ภาพที่ 3.18 ตัวอย่างการวัด Raceway Position

3.3 Raceway Roundness

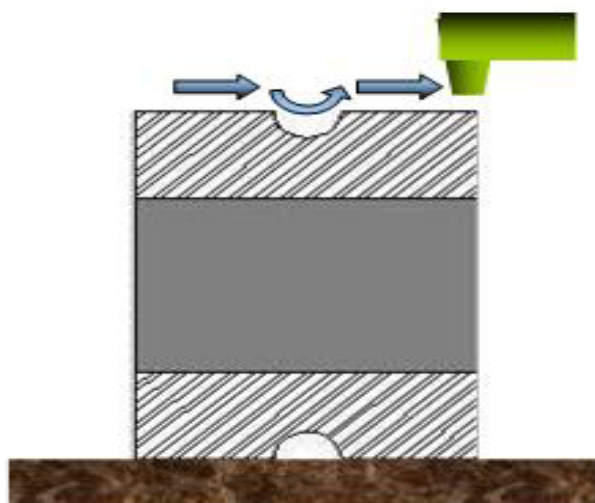
ค่าความกลมของร่องน้ำมัน



ภาพที่ 3.19 ตัวอย่างการวัด Raceway Roundness

3.4 Raceway Roughness

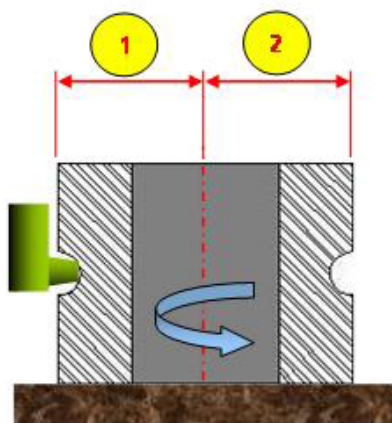
ค่าความหยาบของร่องน้ำมัน



ภาพที่ 3.20 ตัวอย่างการวัด Raceway Roughness

3.5 Raceway Radial Run out

ผลต่างของระยะทางจากจุดศูนย์กลาง
ชิ้นงานถึงร่องนำบอลที่มากที่สุดกับน้อยที่สุด



ภาพที่ 3.21 ตัวอย่างการวัด Raceway Radial Run out

4. กระบวนการประกอบชิ้นงาน และทดสอบความราบรื่นในการหมุนของ Bearing



ภาพที่ 3.22 ขั้นตอนทดสอบความราบรื่นในการหมุนของ Bearing

บทที่ 4

ผลและอภิปรายผลการทดลอง

การศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องจักรในกระบวนการขัดชิ้นงาน (OD Polishing) ของ บริษัท ไซโก้ อินสตรูमेंท์ (ประเทศไทย) จำกัด ผู้ศึกษาได้ผลการทดลองดังต่อไปนี้

4.1 ผลการทดลองที่กระบวนการขัดผิวด้านนอก (OD Polishing)

พารามิเตอร์	กลุ่มตัวอย่าง			
ประเภทหินขัด	หินขัดปกติ	หินขัด Test 1	หินขัด Test 2	หินขัด Test 3
รหัสหินขัด	(GC180 J 7V5S)	(GC180 K 7V5S)	(GC180 L 7V5S)	(GC180 M 7V5S)
เวลาในการติดตั้งหินขัดลง	3 ชั่วโมง	3 ชั่วโมง	3 ชั่วโมง	3 ชั่วโมง
เวลาในการแต่งผิวหินขัด	45 นาที	55 นาที	1 ชั่วโมง	1 ชั่วโมง 30 นาที
ความเรียบของผิวชิ้นงาน	0.56 μm	0.62 μm	0.48 μm	0.76 μm
การสึกหรอของหินขัด	1.3 mm /งาน 10,000 ชิ้น	1 mm /งาน 10,000 ชิ้น	0.6 mm /งาน 10,000 ชิ้น	0.5 mm /งาน 10,000 ชิ้น

ตารางที่ 4.1 ตารางแสดงข้อมูลของหินขัดแต่ละรหัส

จากข้อมูลข้างต้น พบว่าตัวอย่างหินขัด Test 2 ใช้เวลาในการแต่งผิวหินขัดมากกว่าหินขัดปัจจุบันแค่เพียง 15 นาที แต่มีความเรียบ (Roughness PRt) ของผิวชิ้นงานหลังจากขัดดีกว่าหินขัดปัจจุบัน อีกทั้งการสึกหรอของหินขัดยังน้อยกว่าหินขัดปัจจุบันถึง 0.7 mm. ดังนั้นทางผู้ศึกษาจึงได้ทำการเลือกหินขัดรหัส GC180 L 7V5S ไปทำการหาสภาวะที่เหมาะสมในขั้นตอนถัดไป

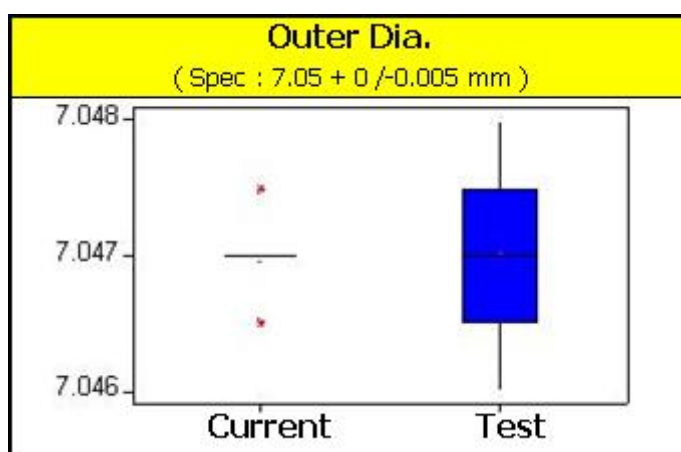
พารามิเตอร์	กลุ่มตัวอย่าง		
ความเร็วรอบของลูกยาง	60 RPM	70 RPM	80 RPM
เวลาในการติดตั้งหินขัดลง	3 ชั่วโมง	3 ชั่วโมง	3 ชั่วโมง
เวลาในการแต่งผิวหินขัด	1 ชั่วโมง	1 ชั่วโมง	1 ชั่วโมง
ความเรียบของผิวชิ้นงาน	0.48 μm	0.32 μm	0.53 μm
การสึกหรอของหินขัด	0.6 mm /งาน 10,000 ชิ้น	0.55 mm /งาน 10,000 ชิ้น	0.55 mm /งาน 10,000 ชิ้น

ตารางที่ 4.2 ตารางแสดงข้อมูลของหินขัดรหัส GC180 L 7V5S ในแต่ละสภาวะ

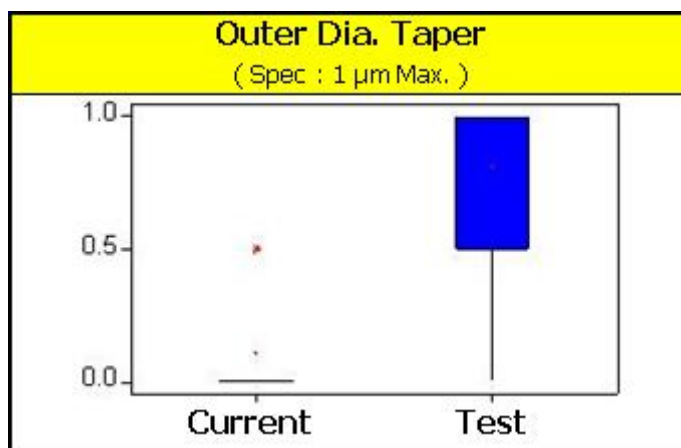
จากข้อมูลข้างต้น พบว่าที่สภาวะความเร็วรอบของลูกยาง 70 RPM หินขัดรหัส GC180 L 7V5S สามารถเพิ่มประสิทธิภาพให้เครื่องจักรได้มากที่สุด ดังนั้นทางผู้ศึกษาจึงเลือกสภาวะดังกล่าวไปใช้ทดสอบในขั้นตอนถัดไป

สำหรับกระบวนการขัดผิวด้านนอก (OD Polishing) ของบริษัท ไซโก้ อินสตรูเม้นท์ (ประเทศไทย) จำกัด นั้นได้มีการขัดชิ้นงานทั้งหมด 3 โมเดลด้วยกัน คือ โมเดล 6140 Inner Ring , 7040 Inner Ring และ 8050 Inner Ring ซึ่งแต่ละโมเดลมีผลการทดลอง ดังนี้

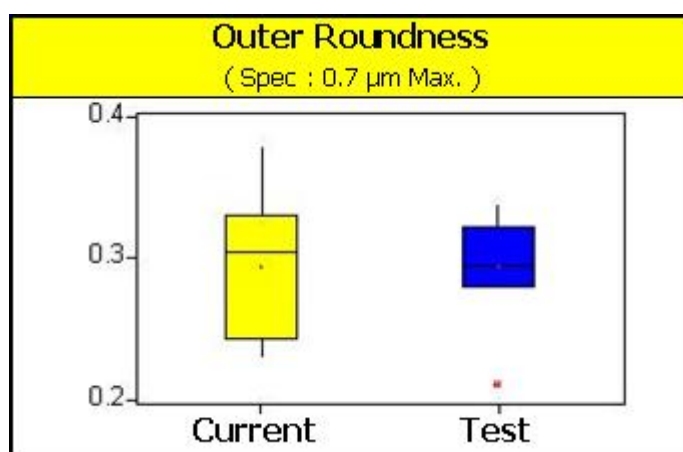
4.1.1 ผลการตรวจสอบชิ้นงานที่ผ่านกระบวนการขัดผิวด้านนอกของโมเดล 6140



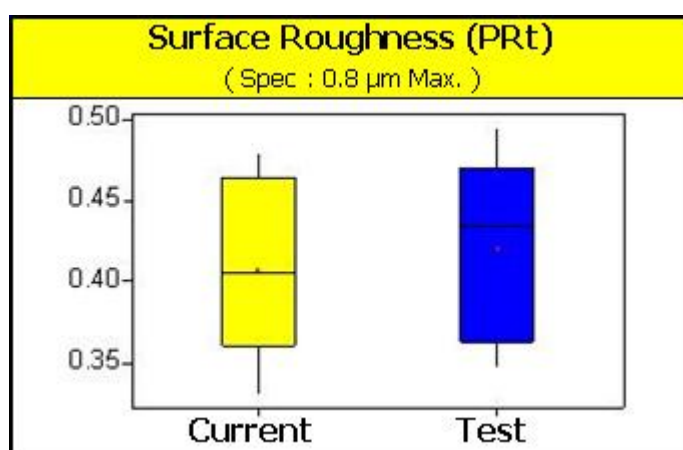
ภาพที่ 4.1 Box plot แสดงค่า Outer Diameter. ของโมเดล 6140



ภาพที่ 4.2 Box plot แสดงค่า Outer Diameter Taper ของโมเดล 6140

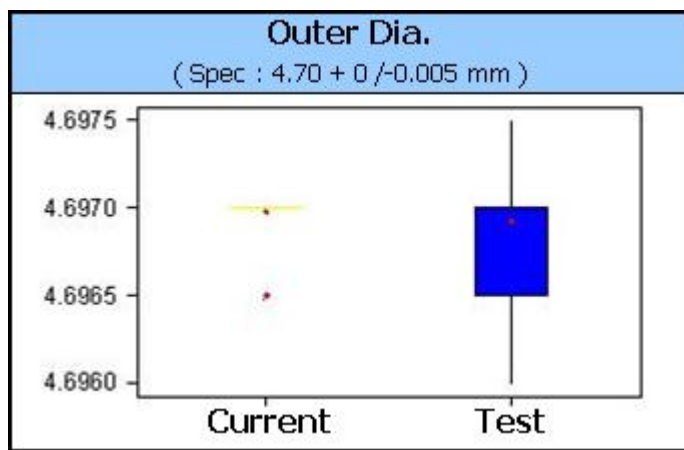


ภาพที่ 4.3 Box plot แสดงค่า Outer Roundness ของโมเดล 6140

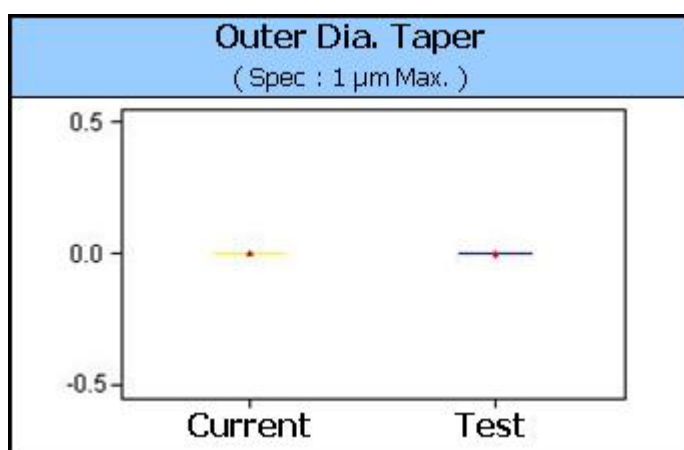


ภาพที่ 4.4 Box plot แสดงผลการตรวจจบ OD Surface Roughness (PRt) ของโมเดล 6140

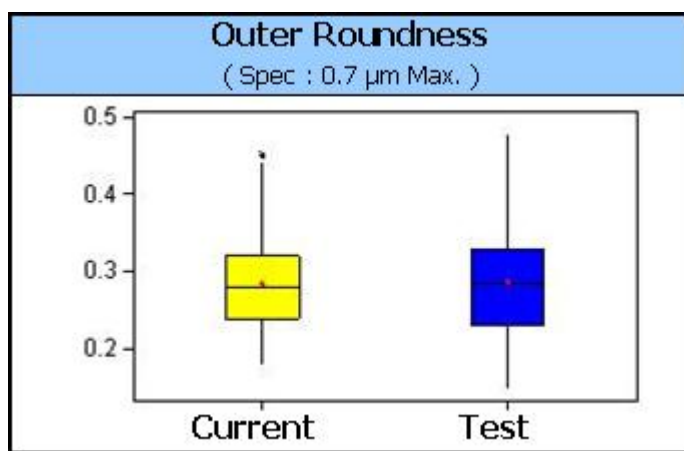
4.1.2 ผลการตรวจสอบชิ้นงานที่ผ่านกระบวนการขัดผิวด้านนอกของโมเดล 7040



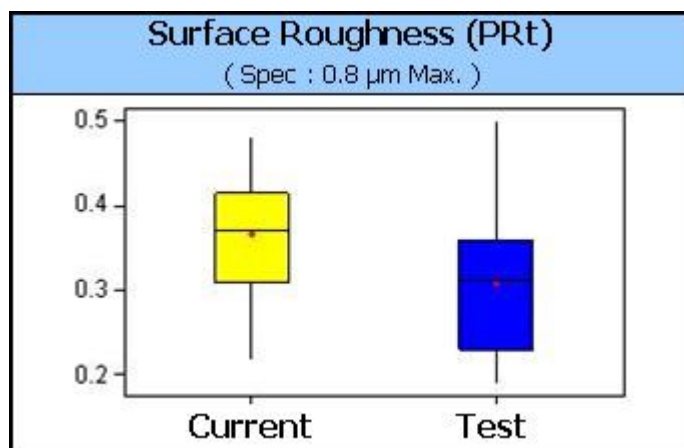
ภาพที่ 4.5 Box plot แสดงผลการตรวจสอบ Outer Dia. ของโมเดล 7040



ภาพที่ 4.6 Box plot แสดงผลการตรวจสอบ Outer Dia. Taper ของโมเดล 7040

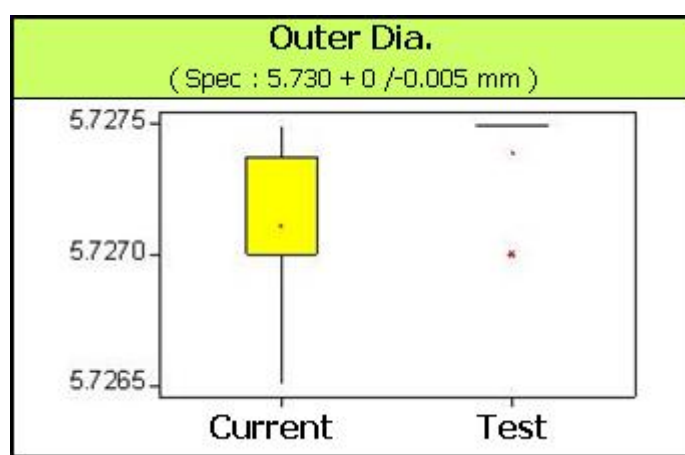


ภาพที่ 4.7 Box plot แสดงผลการตรวจสอบ Outer Roundness ของโมเดล 7040

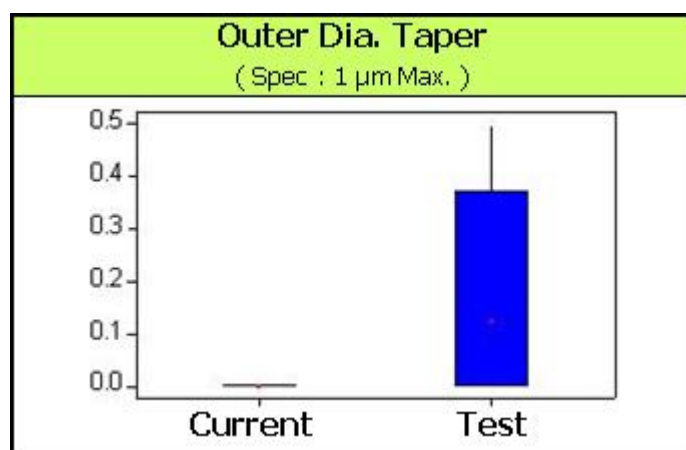


ภาพที่ 4.8 Box plot แสดงผลการตรวจสอบ OD Surface Roughness (PRt) ของโมเดล 7040

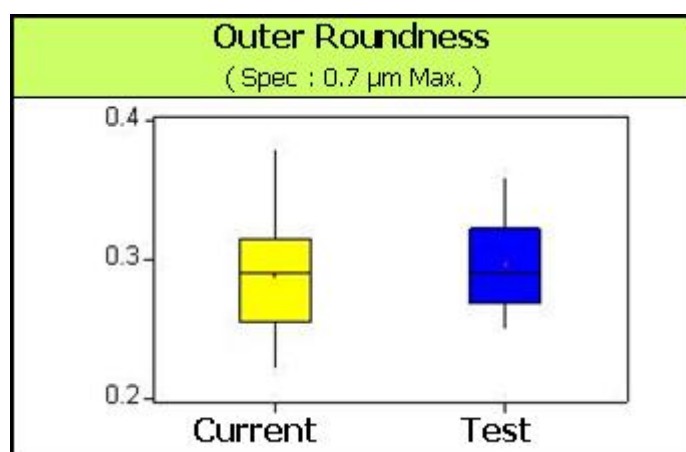
4.1.3 ผลการตรวจสอบชิ้นงานที่ผ่านกระบวนการขัดผิวด้านนอกของโมเดล 8050



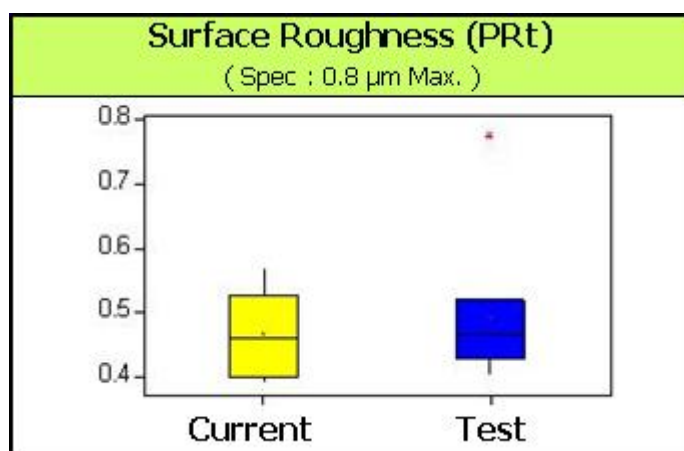
ภาพที่ 4.9 Box plot แสดงผลการตรวจสอบ Outer Dia. ของโมเดล 8050



ภาพที่ 4.10 Box plot แสดงผลการตรวจอบ Outer Dia. Taper ของโมเดล 8050



ภาพที่ 4.11 Box plot แสดงผลการตรวจอบ Outer Roundness ของโมเดล 8050

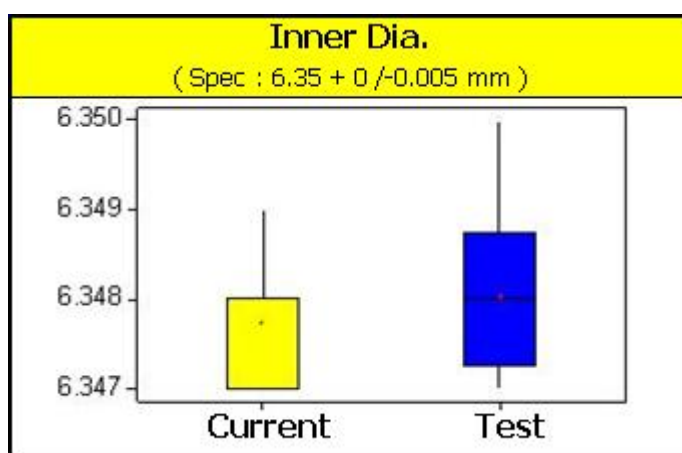


ภาพที่ 4.12 Box plot แสดงผลการตรวจอบ OD Surface Roughness (Prt) ของโมเดล 8050

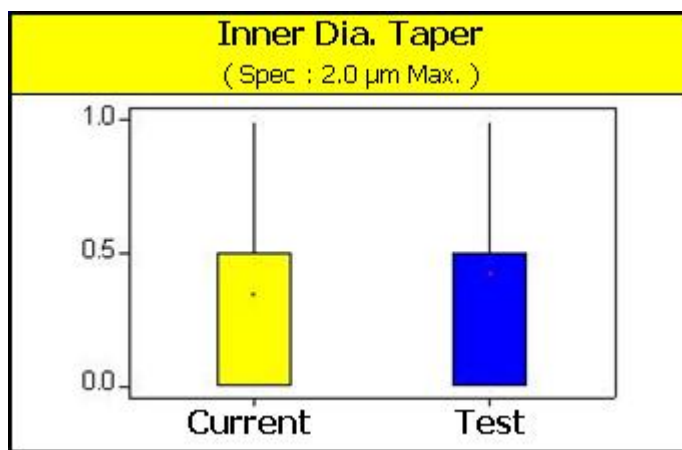
4.2 ผลการทดลองที่กระบวนการขัดผิวด้านใน (Bore Polishing)

สำหรับกระบวนการขัดผิวด้านใน (Bore Polishing) ของบริษัท ไซโก้ อินสตรูเม้นท์ (ประเทศไทย) จำกัด นั้นได้มีการขัดชิ้นงานทั้งหมด 3 โมเดลด้วยกัน คือ โมเดล 6140 , 7040 และ 8050 ซึ่งแต่ละโมเดลมีผลการทดลอง ดังนี้

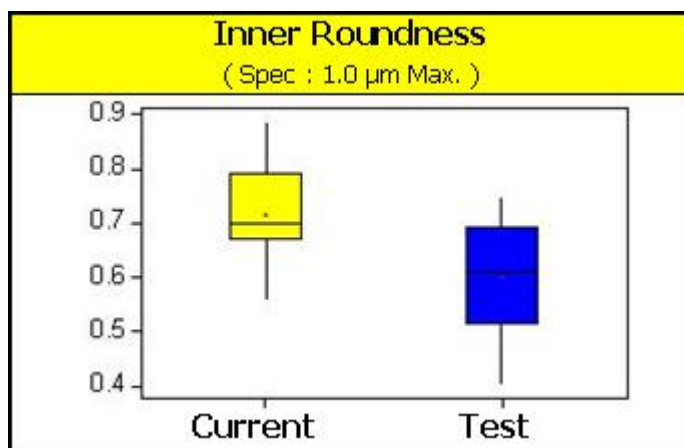
4.2.1 ผลการตรวจสอบชิ้นงานที่ผ่านกระบวนการขัดผิวด้านในของโมเดล 6140



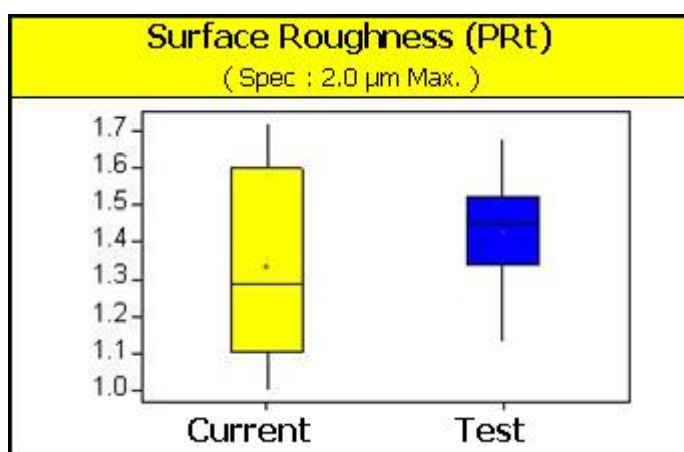
ภาพที่ 4.13 Box plot แสดงค่า Inner Dia. ของโมเดล 6140



ภาพที่ 4.14 Box plot แสดงผลการตรวจสอบ Inner Dia. Taper ของโมเดล 6140

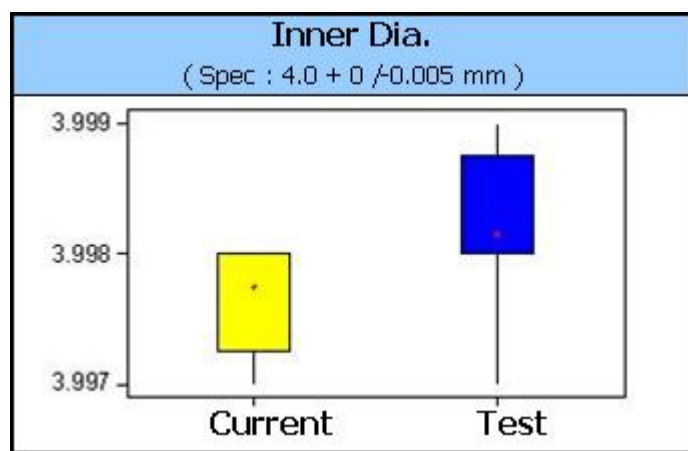


ภาพที่ 4.15 Box plot แสดงผลการตรวจรอบ Inner Roundness ของโมเดล 6140

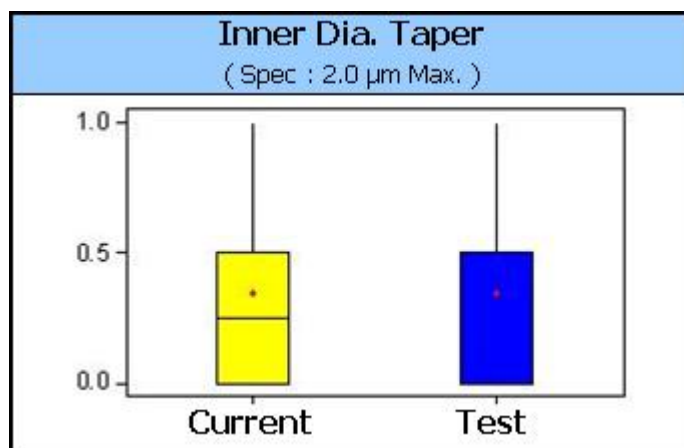


ภาพที่ 4.16 Box plot แสดงผลการตรวจรอบ ID Surface Roughness (PRT) ของโมเดล 6140

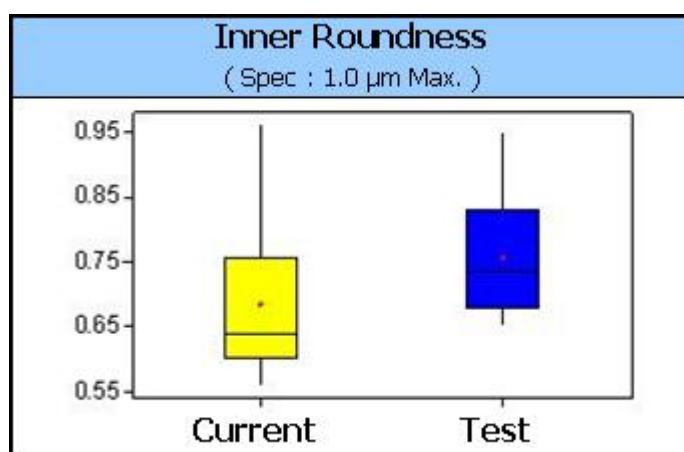
4.2.2 ผลการตรวจสอบชิ้นงานที่ผ่านกระบวนการขัดผิวด้านในของโมเดล 7040



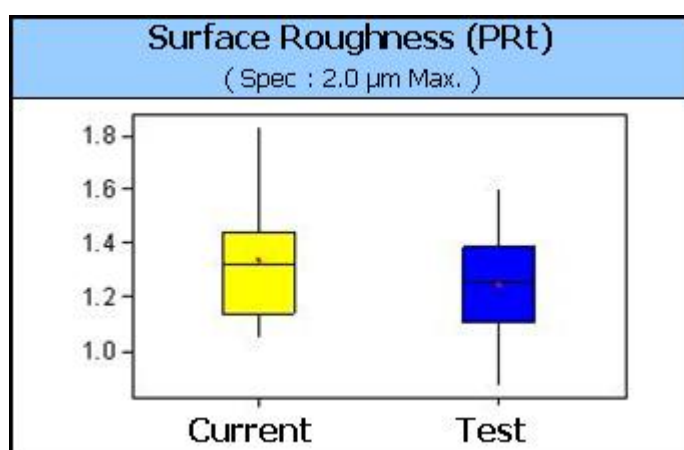
ภาพที่ 4.17 Box plot แสดงผลการตรวจรอบ Inner Dia. ของโมเดล 7040



ภาพที่ 4.18 Box plot แสดงผลการตรวจสอบ Inner Dia. Taper ของโมเดล 7040

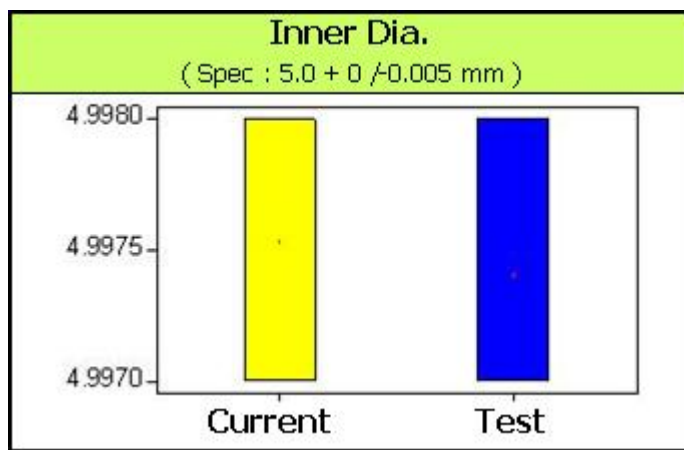


ภาพที่ 4.19 Box plot แสดงผลการตรวจสอบ Inner Roundness ของโมเดล 7040

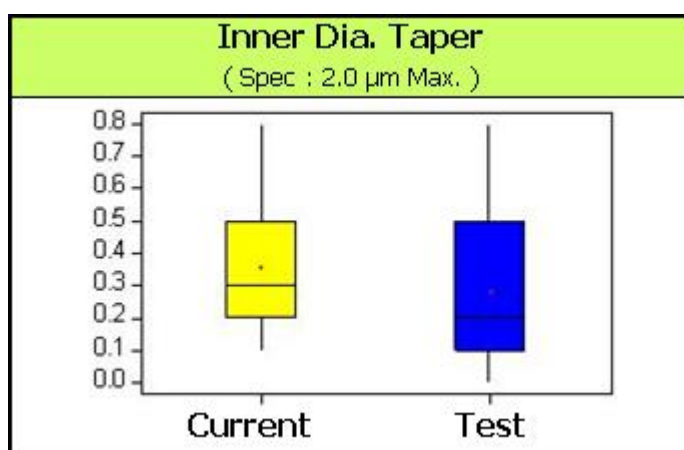


ภาพที่ 4.20 Box plot แสดงผลการตรวจสอบ ID Surface Roughness (Prt) ของโมเดล 7040

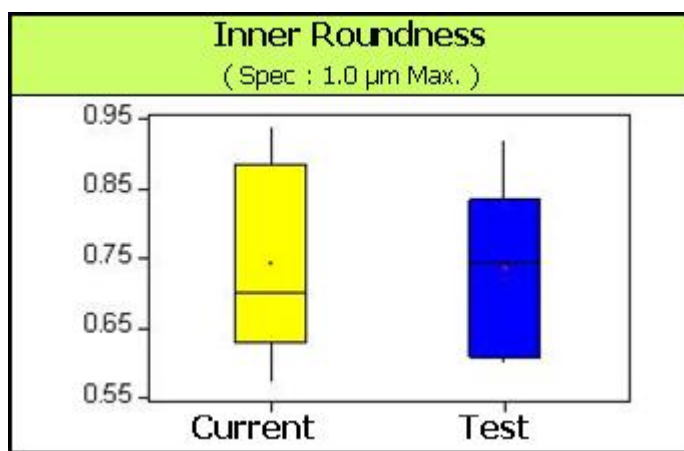
4.2.3 ผลการตรวจสอบชิ้นงานที่ผ่านกระบวนการขัดผิวด้านในของโมเดล 8050



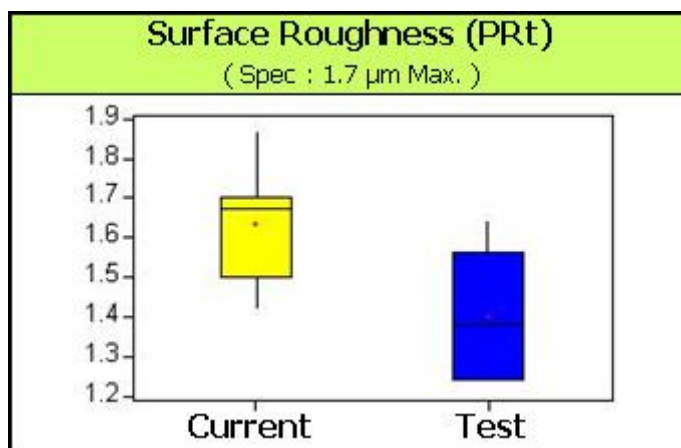
ภาพที่ 4.21 Box plot แสดงผลการตรวจสอบ Inner Dia. ของโมเดล 8050



ภาพที่ 4.22 Box plot แสดงผลการตรวจสอบ Inner Dia. Taper ของโมเดล 8050



ภาพที่ 4.23 Box plot แสดงผลการตรวจสอบ Inner Roundness ของโมเดล 8050

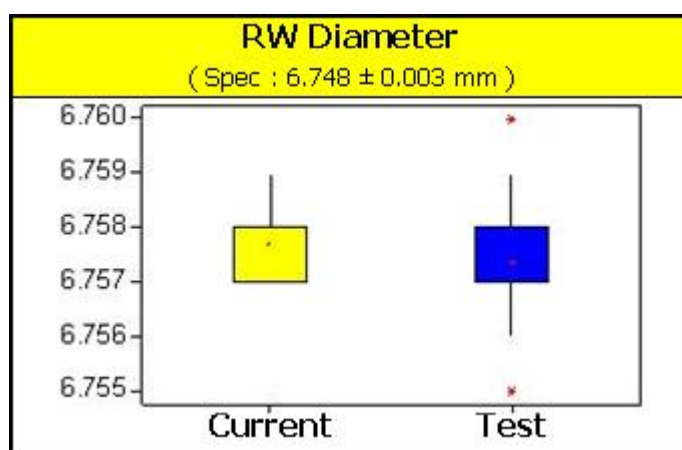


ภาพที่ 4.24 Box plot แสดงผลการตรวจอบ ID Surface Roughness (PRt) ของโมเดล 8050

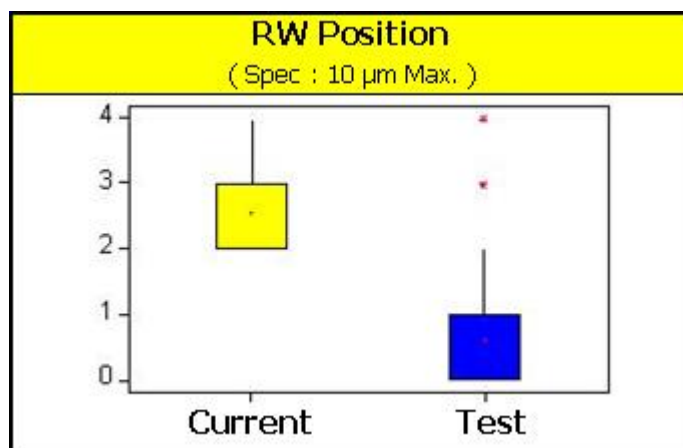
4.3 ผลการทดลองที่กระบวนการขัดผิวร่องนำบอล (Raceway Polishing)

สำหรับกระบวนการขัดผิวร่องนำบอล (Raceway Polishing) ของบริษัท ไซโก้ อินสตรูमेंท์ (ประเทศไทย) จำกัด นั้นได้มีการขัดชิ้นงานทั้งหมด 3 โมเดลด้วยกัน คือ โมเดล 6140 , 7040 และ 8050 ซึ่งแต่ละโมเดลมีผลการทดลอง ดังนี้

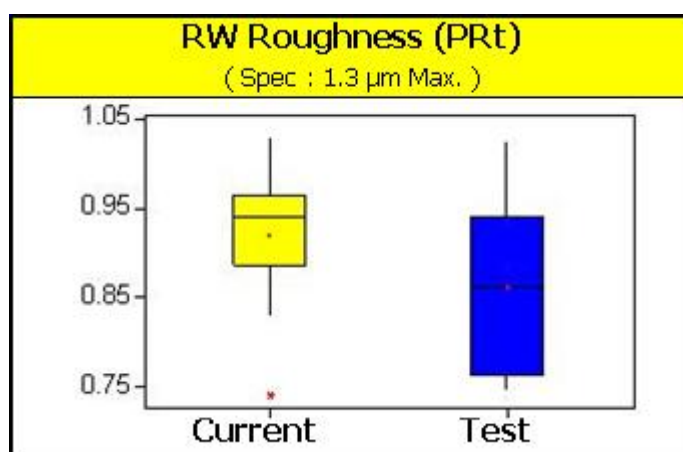
4.3.1 ผลการตรวจสอบชิ้นงานที่ผ่านกระบวนการขัดผิวร่องนำบอลของโมเดล 6140



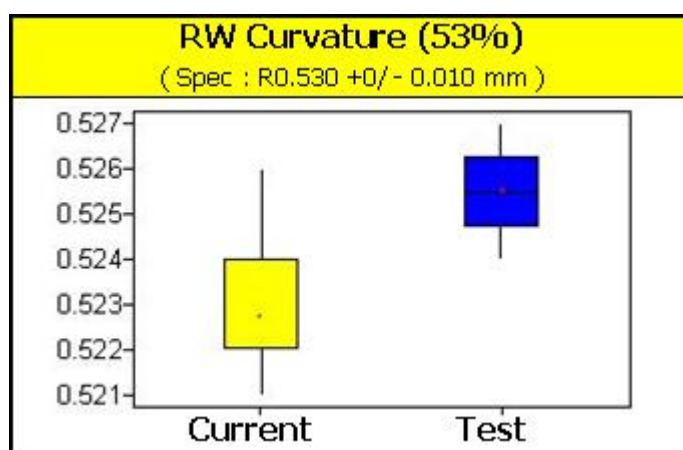
ภาพที่ 4.25 Box plot แสดงค่า RW Diameter ของโมเดล 6140



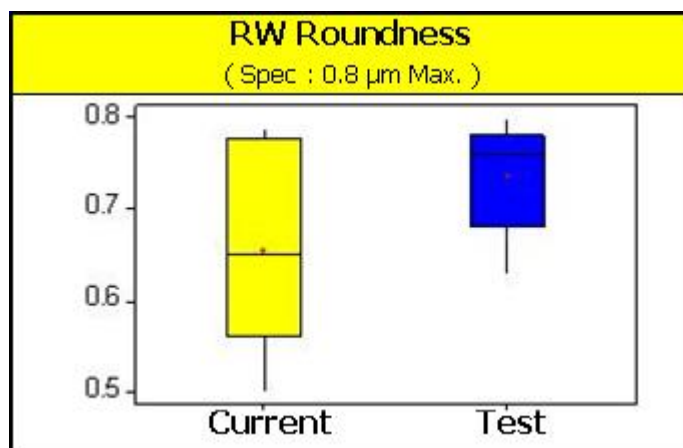
ภาพที่ 4.26 Box plot แสดงค่า RW Position ของโมเดล 6140



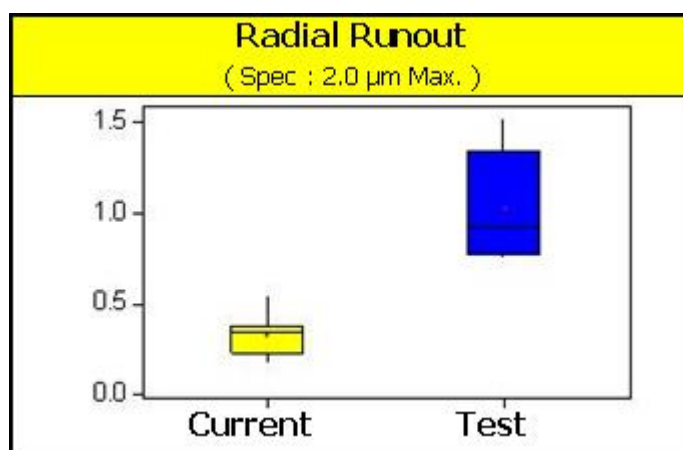
ภาพที่ 4.27 Box plot แสดงค่า RW Roughness (PRt) ของโมเดล 6140



ภาพที่ 4.28 Box plot แสดงค่า RW Curvature ของโมเดล 6140

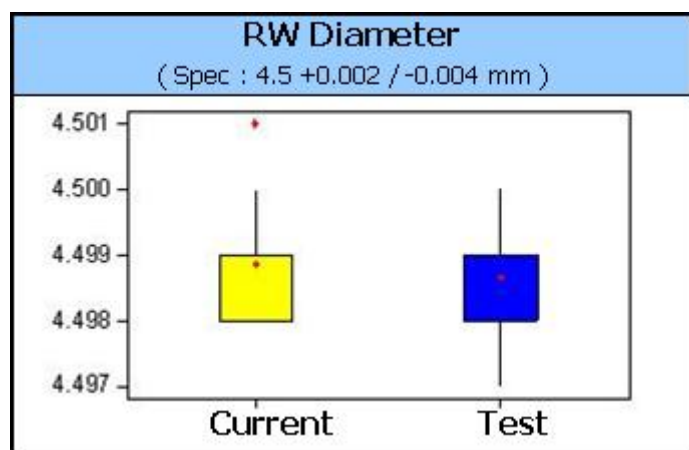


ภาพที่ 4.29 Box plot แสดงค่า RW Roundness ของโมเดล 6140

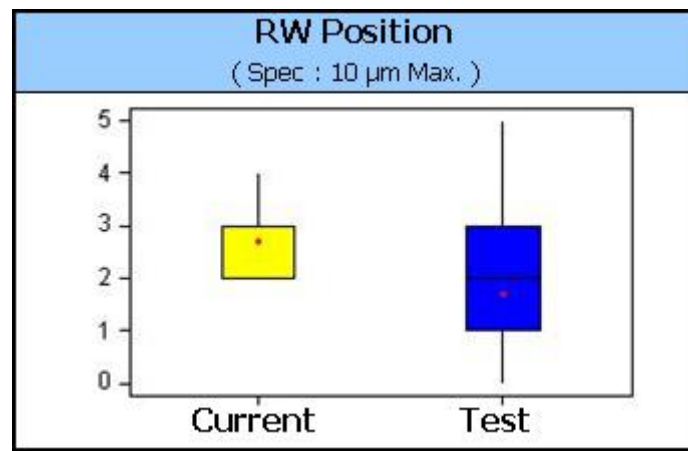


ภาพที่ 4.30 Box plot แสดงค่า Radial Run out ของโมเดล 6140

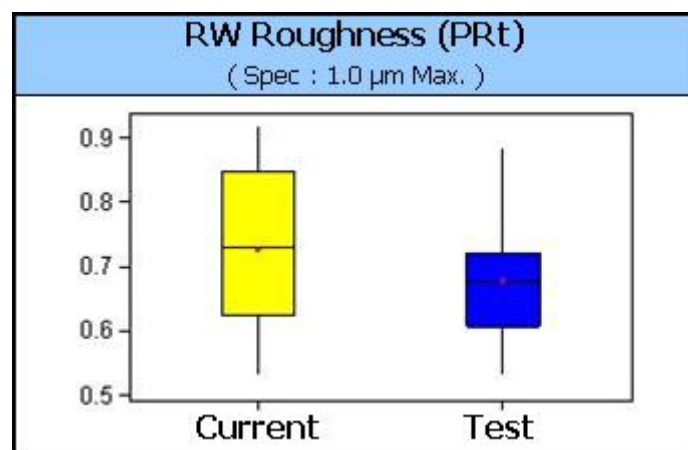
4.3.2 ผลการตรวจสอบชิ้นงานที่ผ่านกระบวนการขัดผิวร่อนนำบอลของโมเดล 7040



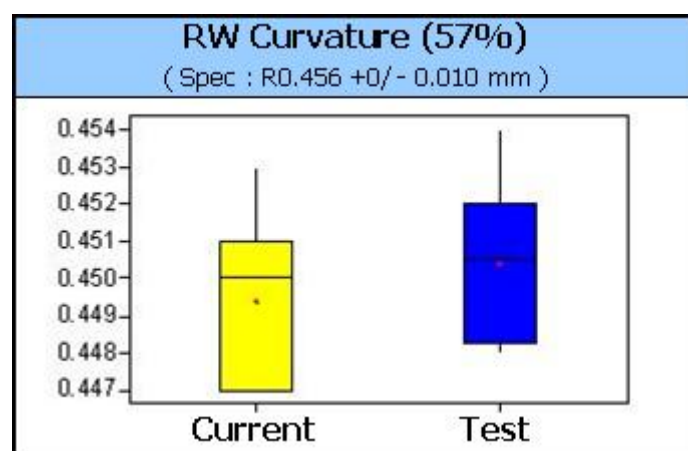
ภาพที่ 4.31 Box plot แสดงค่า RW Diameter ของโมเดล 7040



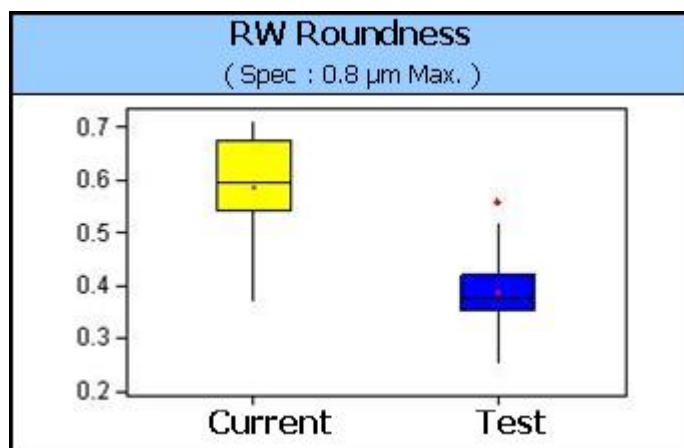
ภาพที่ 4.32 Box plot แสดงค่า RW Position ของโมเดล 7040



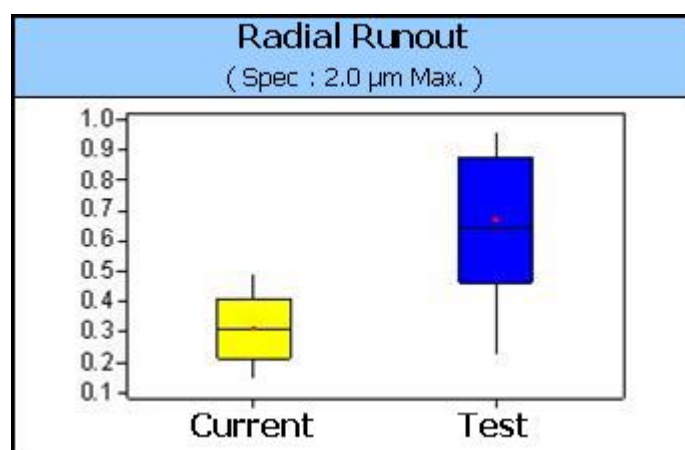
ภาพที่ 4.33 Box plot แสดงค่า RW Roughness (PRt) ของโมเดล 7040



ภาพที่ 4.34 Box plot แสดงค่า RW Curvature ของโมเดล 7040

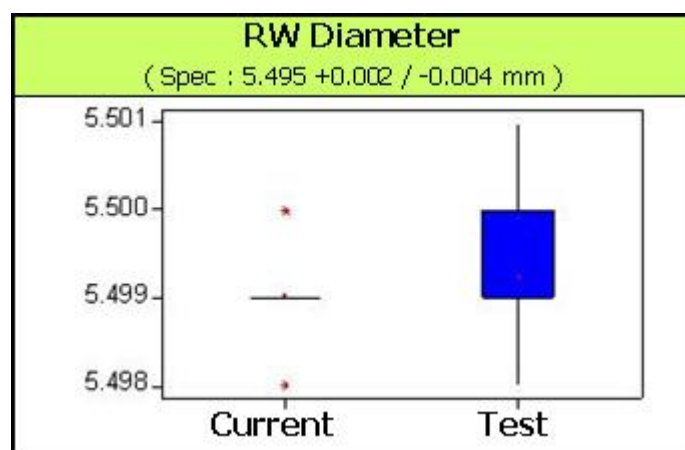


ภาพที่ 4.35 Box plot แสดงค่า RW Roundness ของโมเดล 7040

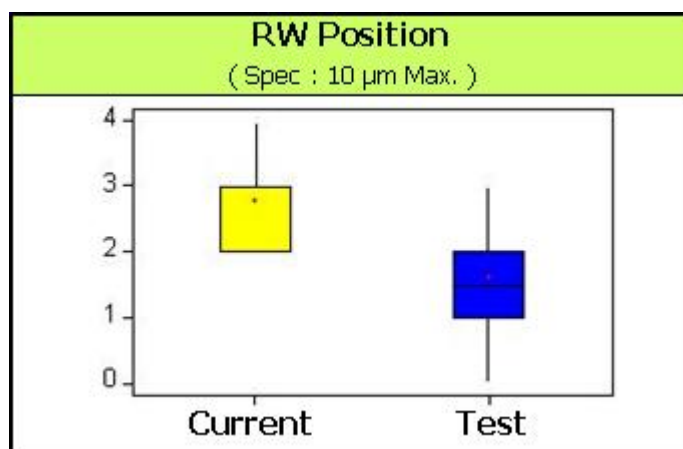


ภาพที่ 4.36 Box plot แสดงค่า Radial Run out ของโมเดล 7040

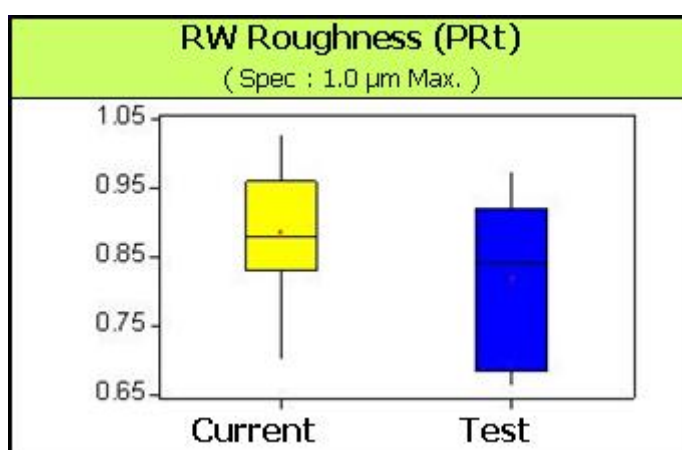
4.3.3 ผลการตรวจสอบชิ้นงานที่ผ่านกระบวนการขัดผิวร่อนนำบอลของโมเดล 8050



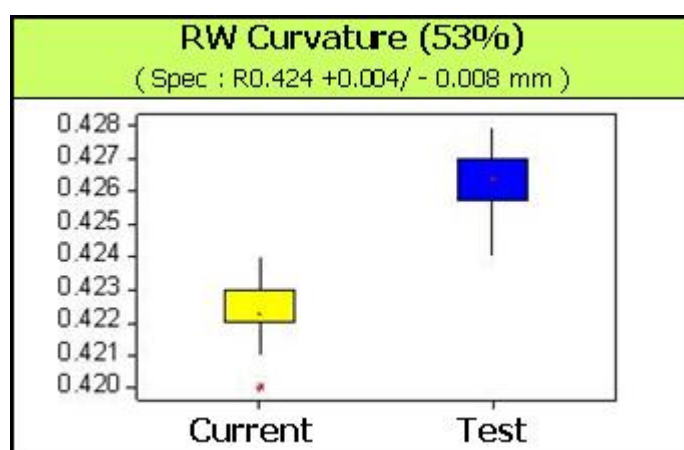
ภาพที่ 4.37 Box plot แสดงค่า RW Diameter ของโมเดล 8050



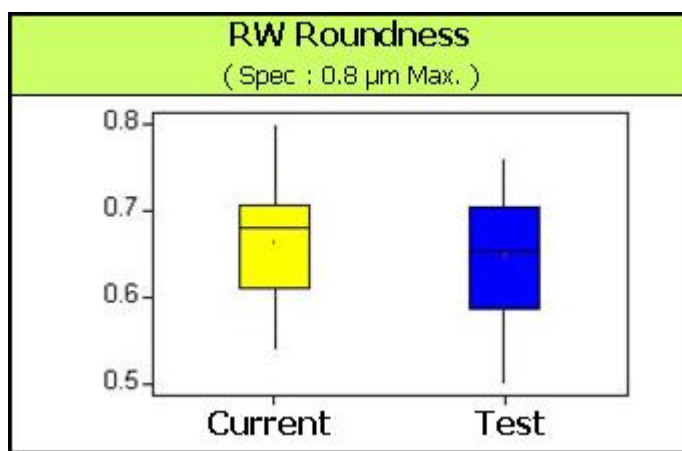
ภาพที่ 4.38 Box plot แสดงค่า RW Position ของโมเดล 8050



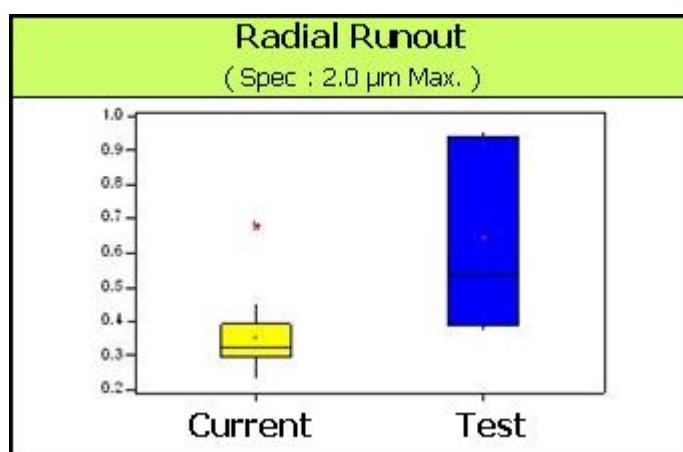
ภาพที่ 4.39 Box plot แสดงค่า RW Roughness (PRt) ของโมเดล 8050



ภาพที่ 4.40 Box plot แสดงค่า RW Curvature ของโมเดล 8050



ภาพที่ 4.41 Box plot แสดงค่า RW Roundness ของโมเดล 8050



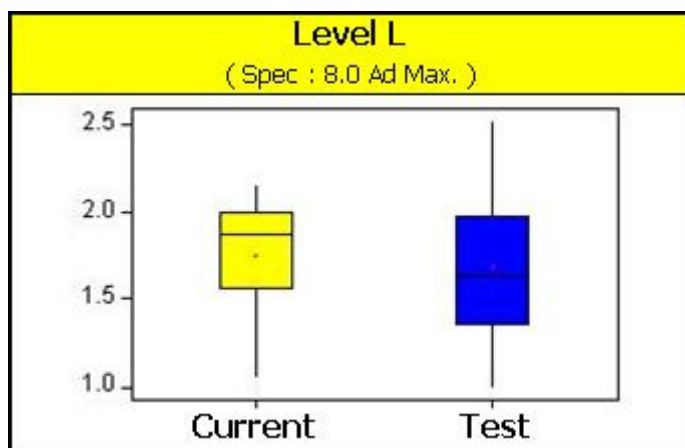
ภาพที่ 4.42 Box plot แสดงค่า Radial Run out ของโมเดล 8050

4.4 ผลการทดลองที่กระบวนการประกอบชิ้นงาน และทดสอบความราบรื่นในการหมุน

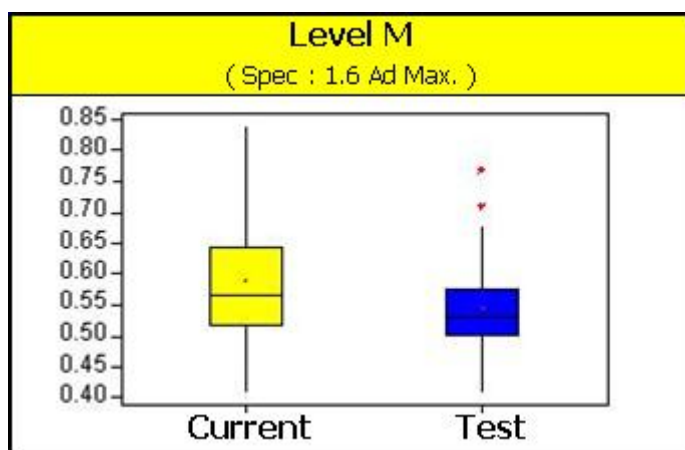
ของ Bearing

สำหรับกระบวนการประกอบชิ้นงาน และทดสอบความราบรื่นในการหมุนของ Bearing ของบริษัท ไช้โก้ อินสตรูमेंท์ (ประเทศไทย) จำกัด นั้น ได้มีการประกอบชิ้นงานทั้งหมด 3 โมเดลด้วยกัน คือ โมเดล 6140 , 7040 และ 8050 ซึ่งแต่ละโมเดลมีผลการทดลอง ดังนี้

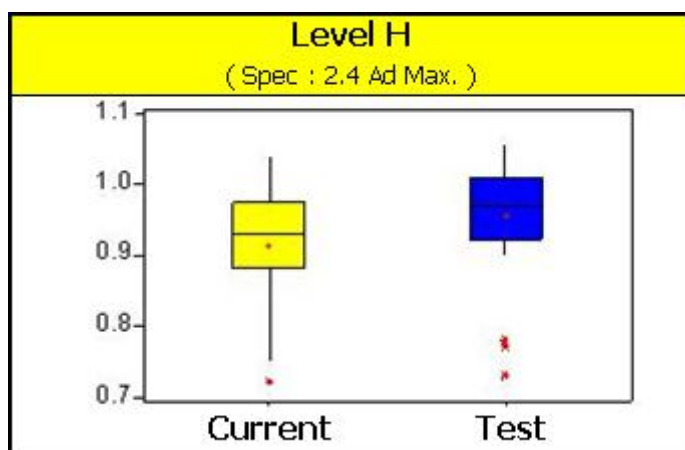
4.4.1 ผลการตรวจสอบชิ้นงานที่ผ่านกระบวนการประกอบชิ้นงาน และทดสอบความราบรื่นในการหมุนของ Bearing ของโมเดล 6140



ภาพที่ 4.43 Box plot แสดงค่า Level L ของโมเดล 6140

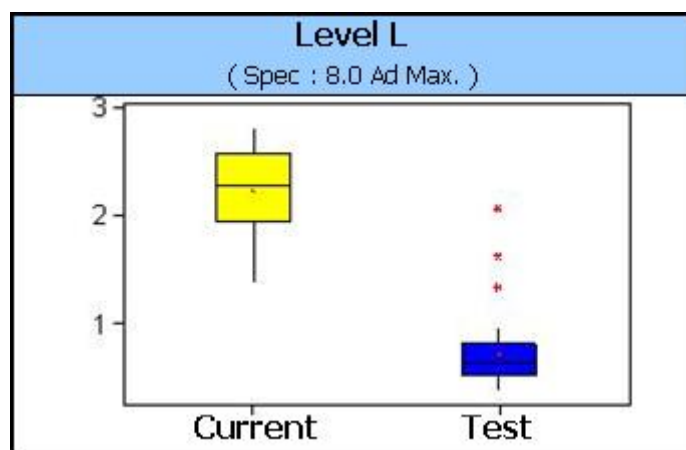


ภาพที่ 4.44 Box plot แสดงค่า Level M ของโมเดล 6140

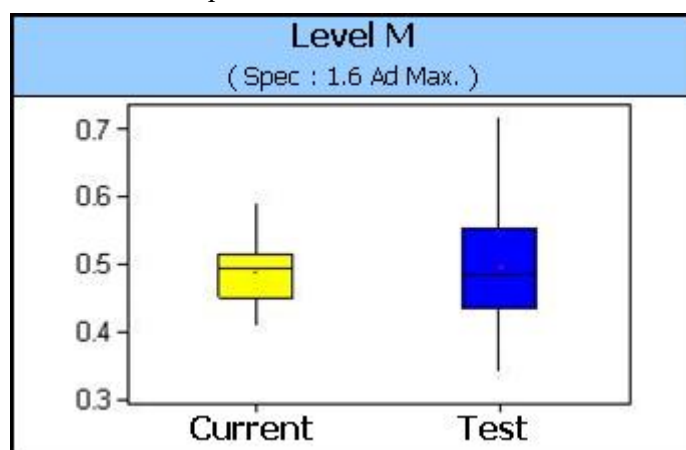


ภาพที่ 4.45 Box plot แสดงค่า Level H ของโมเดล 6140

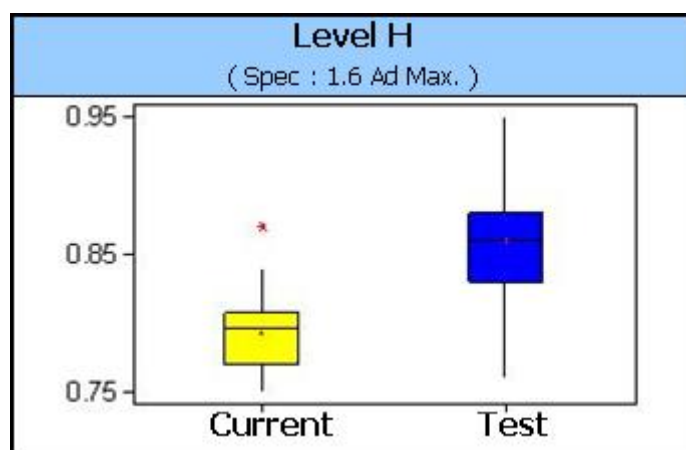
4.4.2 ผลการตรวจสอบชิ้นงานที่ผ่านกระบวนการประกอบชิ้นงาน และทดสอบความราบรื่นในการหมุนของ Bearing ของโมเดล 7040



ภาพที่ 4.46 Box plot แสดงค่า Level L ของโมเดล 7040

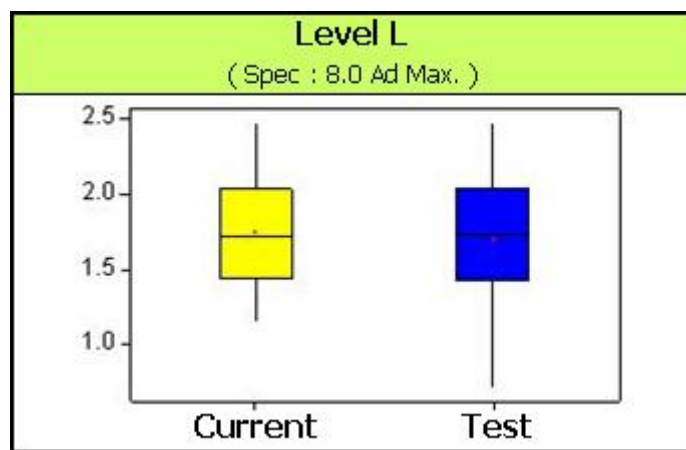


ภาพที่ 4.47 Box plot แสดงค่า Level M ของโมเดล 7040

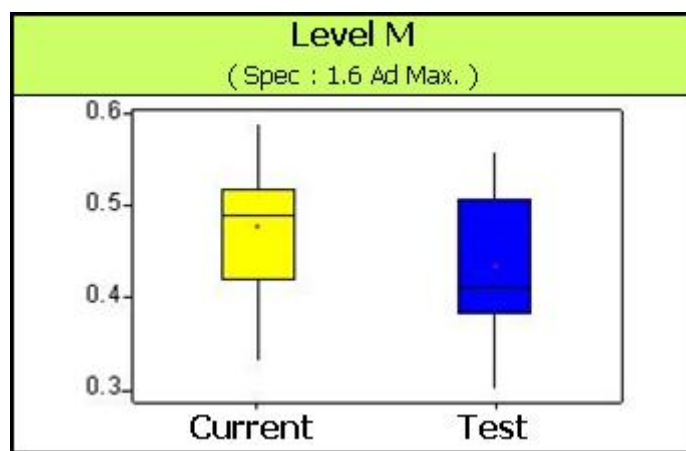


ภาพที่ 4.48 Box plot แสดงค่า Level H ของโมเดล 7040

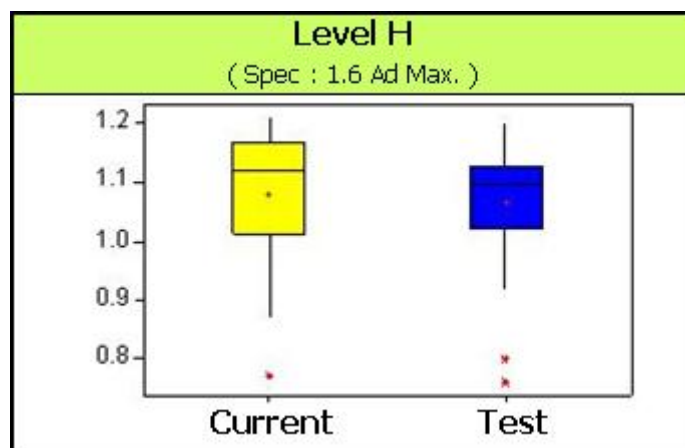
4.4.3 ผลการตรวจสอบชิ้นงานที่ผ่านกระบวนการประกอบชิ้นงาน และทดสอบความ
ราบรื่นในการหมุนของ Bearing ของโมเดล 8050



ภาพที่ 4.49 Box plot แสดงค่า Level L ของโมเดล 8050



ภาพที่ 4.50 Box plot แสดงค่า Level M ของโมเดล 8050

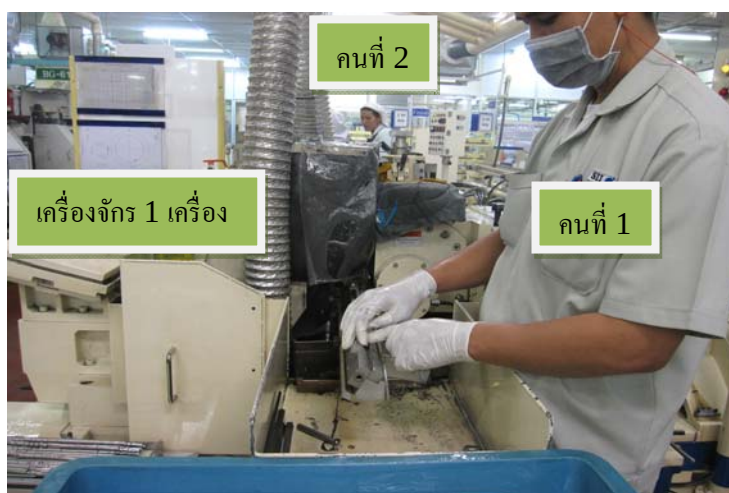


ภาพที่ 4.51 Box plot แสดงค่า Level H ของโมเดล 8050

ผลการเปรียบเทียบคุณภาพ ของชิ้นงานแต่ละโมเดล หลังจากผ่านกระบวนการต่างๆ พบว่า การลดขั้นตอนของกระบวนการขัดผิวด้านนอก (OD Polishing) ของบริษัท ไซโก้ อินสทรูเมนต์ (ประเทศไทย) จำกัด ไม่ส่งผลกับคุณภาพของชิ้นงานในกระบวนการถัดมา

จากการทดลองนี้จึงทำให้ทราบว่า การเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องจักรโดยการปรับปรุงหินขัดที่ใช้ในเครื่องจักรและหาสภาวะที่เหมาะสมเพื่อลดขั้นตอนในการทำงานลงของกระบวนการขัดผิวด้านนอกของชิ้นงานนั้นสามารถทำได้กับงาน Inner Ring ทั้ง 3 โมเดล ที่ได้ทำการทดลอง คือ โมเดล 6140 Inner Ring, โมเดล 7040 Inner Ring และ โมเดล 8050 Inner Ring

4.5 ผลการเปรียบเทียบต้นทุนของการผลิตชิ้นงานที่กระบวนการขัดผิวด้านนอก
(OD Polishing) หลังจากปรับปรุงกระบวนการผลิต



ภาพที่ 4.52 ภาพเครื่องจักรและจำนวนพนักงานในการผลิตงานแต่ละเครื่อง



ภาพที่ 4.53 ภาพของหินขัด (Grinding Wheel) ที่ใช้ในการขัดชิ้นงาน



ภาพที่ 4.54 ภาพของลูกยาง (Regulating Wheel) ที่ใช้ในการประกอบชิ้นงานขณะขัด



ภาพที่ 4.55 ภาพของตัวแต่งผิวหินขัด (Diamond Dresser) ที่ใช้ในการตกแต่งหินขัดก่อนขัดงาน

รูปภาพข้างต้น เป็นภาพตัวอย่างอุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการขัดชิ้นงาน (OD Polishing) ของขั้นตอนขัดหยาบและขัดละเอียดในแต่ละเครื่องจักรซึ่งสามารถแจกแจงรายละเอียดการใช้ได้ดังนี้

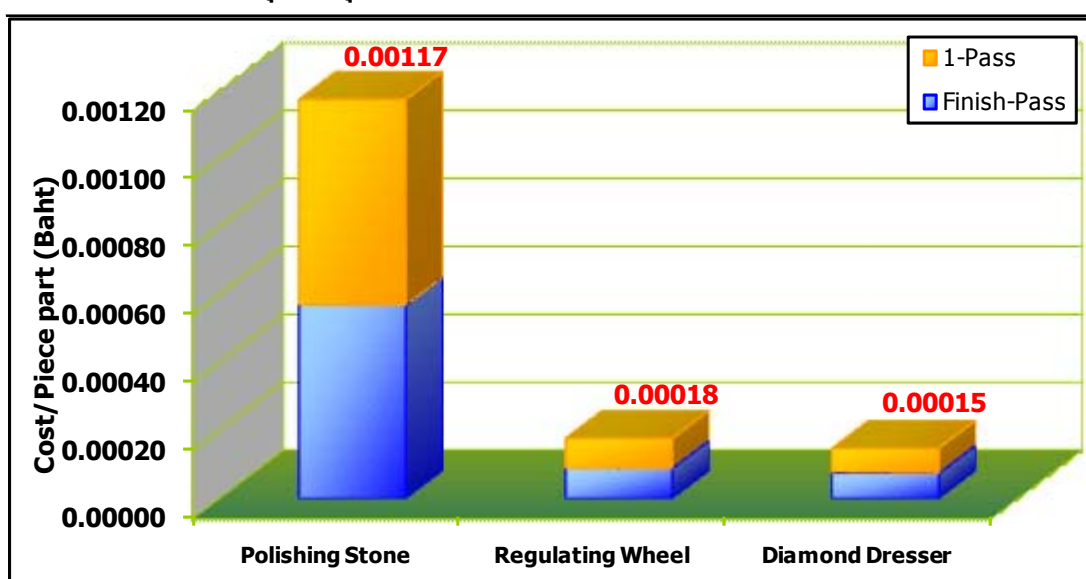
ขั้นตอน	ชื่ออุปกรณ์	ราคา	ผลิตชิ้นงานได้ (ตัว)	ต้นทุนต่อชิ้นงาน 1 ตัว (บาท)
ขัดหยาบ	หินขัด (สำหรับขัดหยาบ)	28,000 บาท	46,260,410	0.00061
	ลูกยาง	13,570 บาท	153,383,634	0.00009
	ตัวแต่งหินขัด	2,023 บาท	27,389,935	0.00007
	ต้นทุนรวมของชิ้นงาน 1 ตัวที่ขั้นตอนการขัดหยาบ			0.00077
ขัดละเอียด	หินขัด (สำหรับขัดละเอียด)	24,250 บาท	42,564,081	0.00057
	ลูกยาง	13,570 บาท	153,383,634	0.00009
	ตัวแต่งหินขัด	2,023 บาท	27,389,935	0.00007
	ต้นทุนรวมของชิ้นงาน 1 ตัวที่ขั้นตอนการขัดละเอียด			0.00073
2 ขั้นตอน	ต้นทุนรวมของชิ้นงาน 1 ตัวสำหรับการขัดงานแบบ 2 ขั้นตอน			0.0015

ตารางที่ 4.3 ตารางอุปกรณ์และราคาที่ใช้ในกระบวนการขัดชิ้นงาน (OD Polishing) ของกระบวนการแบบ 2 ขั้นตอนในแต่ละเครื่องจักร

ขั้นตอน	ชื่ออุปกรณ์	ราคา	ผลิตชิ้นงานได้ (ตัว)	ต้นทุนต่อชิ้นงาน 1 ตัว (บาท)
1 ขั้นตอน	หินขัด (สำหรับขัดละเอียด)	24,250 บาท	42,564,081	0.00057
	ลูกยาง	13,570 บาท	153,383,634	0.00009
	ตัวแต่งหินขัด	2,023 บาท	27,389,935	0.00007
	ต้นทุนรวมของชิ้นงาน 1 ตัวสำหรับการขัดงานแบบ 1 ขั้นตอน			0.00073

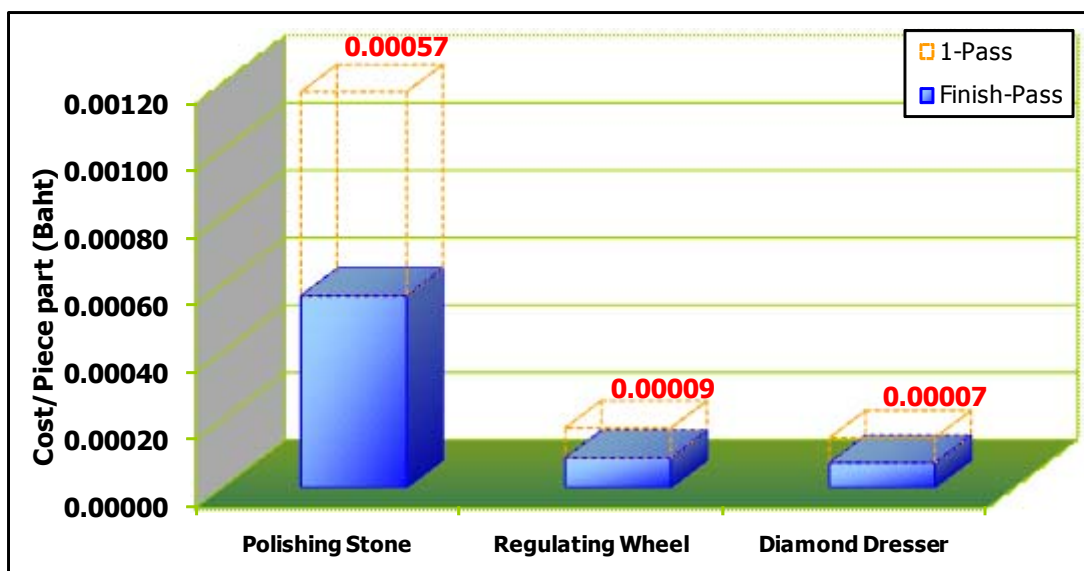
ตารางที่ 4.4 ตารางอุปกรณ์และราคาที่ใช้ในกระบวนการขัดชิ้นงาน (OD Polishing) ของกระบวนการแบบขั้นตอนเดียวในแต่ละเครื่องจักร

ก่อนการปรับปรุง ต้นทุนการผลิตชิ้นงาน 0.00150 บาทต่อชิ้นงาน 1 ตัว



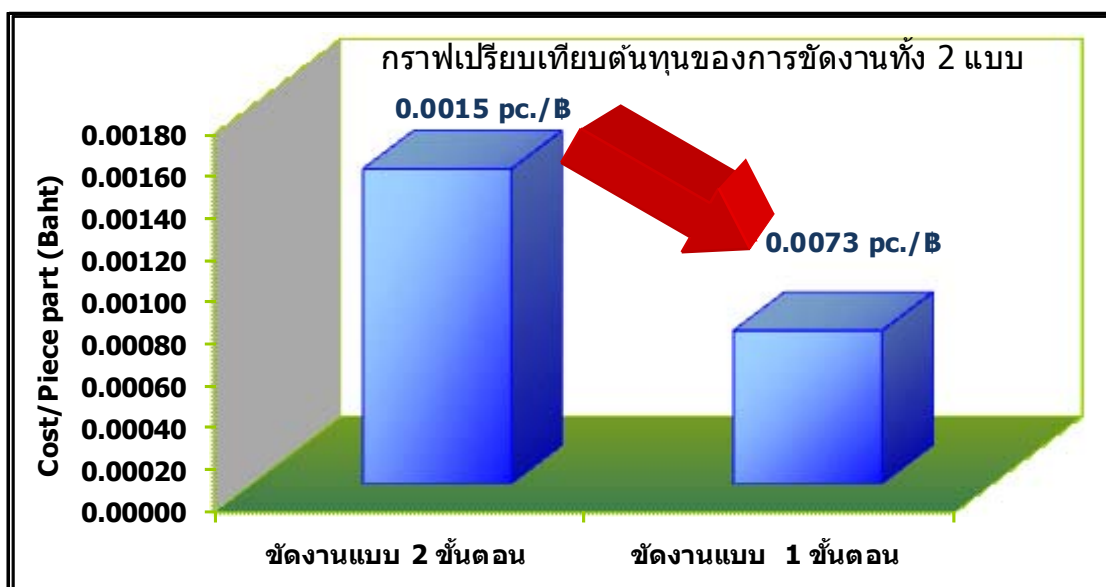
ภาพที่ 4.56 กราฟแสดงต้นทุนการผลิตในช่วงก่อนปรับปรุง

หลังการปรับปรุง ต้นทุนการผลิตชิ้นงานรวมทั้งหมด 0.00073 บาทต่อชิ้นงาน 1 ตัว



ภาพที่ 4.57 กราฟแสดงต้นทุนการผลิตในช่วงหลังปรับปรุง

ผลการศึกษาพบว่าต้นทุนของการขัดงานแบบขั้นตอนเดียวสามารถลดต้นทุนได้ถึง 51.18%



ภาพที่ 4.58 กราฟเปรียบเทียบต้นทุนของการขัดงานทั้ง 2 แบบ ลดลง 51.18%

4.6 ผลผลิตและของเสียจากการผลิตชิ้นงานที่กระบวนการขัดผิวด้านนอก (OD Polishing)



ภาพที่ 4.59 ชิ้นงานเสียในกระบวนการเนื่องจากปัญหา Dimension ใหญ่กว่า Spec.



ภาพที่ 4.60 กากตะกอน(sludge)ของหินขัด



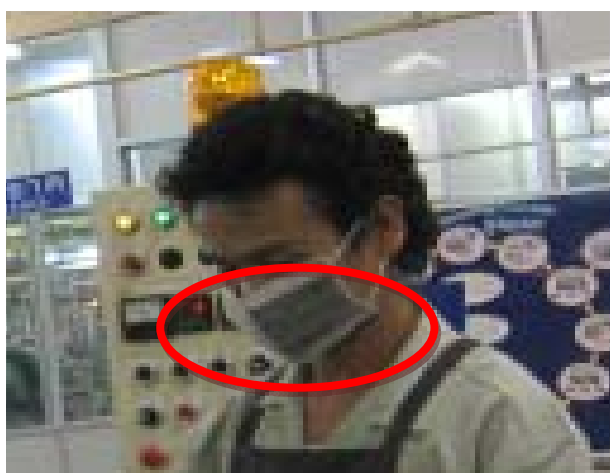
ภาพที่ 4.61 น้ำมันเสียจากที่เกิดขึ้นจากกระบวนการขัดงาน



ภาพที่ 4.62 กล่องพลาสติกสำหรับใส่ชิ้นงาน



ภาพที่ 4.63 ผ้าเปื้อนน้ำมัน



ภาพที่ 4.64 ผ้าปิดปาก



ภาพที่ 4.65 ถุงมือที่พนักงานใส่ขณะทำการผลิต

จากรูปภาพด้านบน เป็นภาพถ่ายอย่างอุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการขัดชิ้นงาน (OD Polishing) ของขั้นตอนการขัดหยาบและขัดละเอียดของชิ้นงานซึ่งกลายสภาพเป็นของเสีย (Waste) ที่เกิดขึ้นในกระบวนการนี้ และปริมาณของเสียแต่ละชนิดที่เกิดขึ้น ทางผู้ศึกษาได้ทำการแยกและระบุปริมาณที่เกิด โดยแยกเป็นของเสียที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการขัดหยาบ ขั้นตอนการขัดละเอียด และปริมาณของเสียจากการขัดงานขั้นตอนเดียว รวมถึงเปรียบเทียบปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นไว้ดังตารางด้านล่าง

4.6.1 ตารางแสดงผลผลิตและของเสียของการผลิตชิ้นงานที่กระบวนการขัดผิวด้านนอก (OD Polishing) ในขั้นตอนขัดหยาบ

วัตถุดิบที่ใช้ (Input)	Output									Waste							
	ชิ้นงาน	หินขัด	น้ำมัน หล่อเย็น	น้ำมัน หล่อลื่น	ไฟฟ้า	กล่อง พลาสติก	ผ้าทำ ความ สะอาด	ผ้าปิดปาก	ถุงมือ	ชิ้นงาน เสีย	กาก ตะกอน จากหินขัด	น้ำมัน เสีย	ไฟฟ้า	กล่อง พลาสติก ชำรุด	ผ้าทำ ความ สะอาด	ผ้าปิด ปาก	ถุงมือเสีย
ชิ้นงาน (เหล็ก)	1,500,000									3,000							
หินขัด											20						
น้ำมันหล่อเย็น												75					
น้ำมันหล่อลื่น																	
ไฟฟ้า													51				
กล่องพลาสติก														1			
ผ้าทำความสะอาด															4		
ผ้าปิดปาก																2	
ถุงมือ																	4
รวม (Total)	1,500,000	0	0	0	0	0	0	0	0	3,000	20	75	51	1	4	2	4

ตารางที่ 4.5 ผลผลิตและของเสียของการผลิตชิ้นงานที่กระบวนการขัดผิวด้านนอก (OD Polishing) ในขั้นตอนขัดหยาบ

4.6.2 ตารางแสดงผลผลิตและของเสียของการผลิตชิ้นงานที่กระบวนการขัดผิวด้านนอก (OD Polishing) ในขั้นตอนขัดละเอียด

วัตถุดิบที่ใช้ (Input)	Output									Waste							
	ชิ้นงาน	หินขัด	น้ำมัน หล่อเย็น	น้ำมัน หล่อลื่น	ไฟฟ้า	กล่อง พลาสติก	ผ้าทำ ความ สะอาด	ผ้าปิดปาก	ถุงมือ	ชิ้นงาน เสีย	กาก ตะกอน จากหินขัด	น้ำมัน เสีย	ไฟฟ้า	กล่อง พลาสติก ชำรุด	ผ้าทำ ความ สะอาด	ผ้าปิด ปาก	ถุงมือเสีย
ชิ้นงาน (เหล็ก)	1,500,000									3,000							
หินขัด											20						
น้ำมันหล่อเย็น												75					
น้ำมันหล่อลื่น																	
ไฟฟ้า													51				
กล่องพลาสติก														1			
ผ้าทำความสะอาด															4		
ผ้าปิดปาก																2	
ถุงมือ																	4
รวม (Total)	1,500,000	0	0	0	0	0	0	0	0	3,000	20	75	51	1	4	2	4

ตารางที่ 4.6 ผลผลิตและของเสียของการผลิตชิ้นงานที่กระบวนการขัดผิวด้านนอก (OD Polishing) ในขั้นตอนขัดละเอียด

4.6.3 ตารางแสดงผลผลิตและของเสียของการผลิตชิ้นงานที่กระบวนการขัดผิวด้านนอก (OD Polishing) ก่อนการปรับปรุง (ขัดชิ้นงาน 2 ขั้นตอน)

วัตถุดิบที่ใช้ (Input)	ผลผลิตที่ได้ (Output)									ของเสีย (Waste)							
	ชิ้นงาน	หินขัด	น้ำมัน หล่อเย็น	น้ำมัน หล่อลื่น	ไฟฟ้า	กล่อง พลาสติก	ผ้าทำ ความ สะอาด	ผ้าปิดปาก	ถุงมือ	ชิ้นงาน เสีย	กาก ตะกอน จากหินขัด	น้ำมัน เสีย	ไฟฟ้า	กล่อง พลาสติก ชำรุด	ผ้าทำ ความ สะอาด	ผ้าปิด ปาก	ถุงมือเสีย
ชิ้นงาน (เหล็ก)	1,500,000									6,000							
หินขัด											20						
น้ำมันหล่อเย็น												150					
น้ำมันหล่อลื่น																	
ไฟฟ้า													102				
กล่องพลาสติก														2			
ผ้าทำความสะอาด															8		
ผ้าปิดปาก																4	
ถุงมือ																	8
รวม (Total)	1,500,000	0	0	0	0	0	0	0	0	6,000	20	150	102	2	8	4	8

ตารางที่ 4.7 ผลผลิตและของเสียของการผลิตชิ้นงานที่กระบวนการขัดผิวด้านนอก (OD Polishing) ก่อนการปรับปรุง (ขัดชิ้นงาน 2 ขั้นตอน)

4.6.4 ตารางแสดงผลผลิตและของเสียของการผลิตชิ้นงานที่กระบวนการขัดผิวด้านนอก (OD Polishing) หลังการปรับปรุง (ขัดชิ้นงาน 1 ขั้นตอน)

วัตถุดิบที่ใช้ (Input)	Output									Waste							
	ชิ้นงาน	หินขัด	น้ำมัน หล่อเย็น	น้ำมัน หล่อลื่น	ไฟฟ้า	กล่อง พลาสติก	ผ้าทำ ความ สะอาด	ผ้าปิดปาก	ถุงมือ	ชิ้นงาน เสีย	กาก ตะกอน จากหินขัด	น้ำมัน เสีย	ไฟฟ้า	กล่อง พลาสติก ชำรุด	ผ้าทำ ความ สะอาด	ผ้าปิด ปาก	ถุงมือ เสีย
ชิ้นงาน (เหล็ก)	1,500,000									3,000							
หินขัด											20						
น้ำมันหล่อเย็น												75					
น้ำมันหล่อลื่น																	
ไฟฟ้า													51				
กล่องพลาสติก														1			
ผ้าทำความสะอาด															4		
ผ้าปิดปาก																2	
ถุงมือ																	4
รวม (Total)	1,500,000	0	0	0	0	0	0	0	0	3,000	20	75	51	1	4	2	4

ตารางที่ 4.8 ผลผลิตและของเสียของการผลิตชิ้นงานที่กระบวนการขัดผิวด้านนอก (OD Polishing) หลังการปรับปรุง (ขัดชิ้นงาน 1 ขั้นตอน)

4.6.5 ตารางเทียบปริมาณการใช้วัตถุดิบและทรัพยากรในกระบวนการผลิตแบบขัดชิ้นงาน 2 ขั้นตอนและการผลิตแบบขัดชิ้นงาน 1 ขั้นตอน

วัตถุดิบและทรัพยากรที่ใช้	การขัดชิ้นงานแบบ 2 ขั้นตอน		รวมของเสียที่เกิดขึ้น แบบ 2 ขั้นตอน	การขัดชิ้นงานแบบ 1 ขั้นตอน	เปรียบเทียบปริมาณที่แตกต่าง	หน่วยที่ใช้	% ของเสียลดลง	หมายเหตุ
	การขัดหยาบ	การขัดละเอียด						
จำนวนเครื่องจักร (Machine)	1	1	2	1	1	เครื่อง	50.00	ไม่รวมเครื่องจักร & คนเพราะไม่ใช่ Waste แต่นำมาแสดงเพื่อให้เข้าใจข้อมูลได้ง่ายขึ้น
จำนวนคน (Man)	2	2	4	2	2	คน	50.00	
ชิ้นงานเสีย (Inner Ring)	3,000	3,000	6,000	3,000	3,000	ชิ้น	50.00	คิดต่อวัน
เศษตะกอนจากหินขัด (Sludge)	10	10	20	20	0	ลิตร	0.00	คิดต่อวัน
น้ำมันเสีย (Waste Oil Coolant)	75	75	150	75	75	ลิตร	50.00	คิดต่อวัน
ไฟฟ้า (Electric)	51	51	102	51	51	กิโลวัตต์	50.00	คิดต่อวัน
กล่องพลาสติกชำรุด (Box plastic fail)	1	1	2	1	1	กล่อง	50.00	คิดต่อเดือน
ผ้าทำความสะอาด (Rags)	4	4	8	4	4	ผืน	50.00	คิดต่อวัน
ผ้าปิดปาก (Mouth)	2	2	4	2	2	อัน	50.00	คิดต่อวัน
ถุงมือเสีย (Glove)	4	4	8	4	4	คู่	50.00	คิดต่อวัน
รวม (Total)	3,147	3,147	6,291	3,157	3,131	-	49.87	คิดต่อวัน

ตารางที่ 4.9 ปริมาณการใช้วัตถุดิบและทรัพยากรในกระบวนการผลิตแบบขัดชิ้นงาน 2 ขั้นตอนและการผลิตแบบขัดชิ้นงาน 1 ขั้นตอน

บทที่ 5

สรุป อภิปรายและข้อเสนอแนะ

การศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องจักรในกระบวนการขัดชิ้นงาน (OD Polishing) ของ บริษัท ไชโก๊ อินสตรูमेंท์ (ประเทศไทย) จำกัด สรุปผลได้ ดังนี้

5.1 สรุปผลและอภิปรายผลการทดลอง

สำหรับกระบวนการขัดชิ้นงาน (OD Polishing) ของบริษัท ไชโก๊ อินสตรูमेंท์ (ประเทศไทย) จำกัด นั้นได้มีการขัดชิ้นงานทั้งหมด 3 โมเดลด้วยกัน คือ โมเดล 6140 Inner Ring , 7040 Inner Ring และ 8050 Inner Ring ซึ่งทางผู้วิจัยได้ศึกษาการปรับปรุงหินขัดที่ใช้ในเครื่องจักรในส่วนงาน (OD Polishing) ได้ศึกษาเกี่ยวกับคุณลักษณะเฉพาะของหินขัด และวิเคราะห์ถึงโครงสร้างของตัวหินขัดที่สามารถปรับแต่งให้เหมาะกับการใช้งาน ซึ่งจากการทดลองได้หินขัดที่มีคุณสมบัติเหมาะสมที่สุด คือ หินขัดรหัส GC180 L 7V5S และได้ปรับเปลี่ยนสถานะของเครื่องจักรโดยเพิ่มรอบหมุนในการขัดชิ้นงานของตัวลูกยาง (Regulating wheel) ที่ใช้ประกอบตัวงานขณะขัดจาก 60 รอบต่อนาที เป็น 70 รอบต่อนาที เพื่อให้ได้คุณภาพของชิ้นงานที่ออกมาดีที่สุด ซึ่งผลการทดลองของแต่ละโมเดล ระหว่างคุณภาพชิ้นงานของกระบวนการปกติ (มีทั้งขั้นตอนขัดหยาบและขัดละเอียด) กับคุณภาพชิ้นงานของกระบวนการที่ทำการทดลอง (มีเพียงขั้นตอนขัดละเอียดอย่างเดียว) สามารถสรุปได้ดังนี้

5.1.1 ผลการเปรียบเทียบคุณภาพชิ้นงานของกระบวนการปกติและกระบวนการที่ทำการทดลอง สำหรับโมเดล 6140 Inner Ring

5.1.1.1 พบว่า OD Diameter ของกระบวนการปกติมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 7.047 mm และกระบวนการที่ทำการทดลองมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 7.047 mm ซึ่งในเชิงสถิติถือว่ากระบวนการทั้ง 2 กระบวนการไม่แตกต่างกัน

5.1.1.2 พบว่า OD Taper ของกระบวนการปกติมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.109 μm และกระบวนการที่ทำการทดลองมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.812 μm ซึ่งในเชิงสถิติถือว่ากระบวนการที่ทำการทดลองมีค่าเฉลี่ยสูงกว่ากระบวนการปกติ แต่ค่า OD Taper ของกระบวนการที่ทำการทดลองยังอยู่ใน Spec ที่ลูกค้าระบุ ดังนั้นจึงถือว่าค่า OD Taper อยู่ในเงื่อนไขที่ยอมรับได้

5.1.1.3 พบว่า Outer Roundness ของกระบวนการปกติมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ $0.294\ \mu\text{m}$ และกระบวนการที่ทำการทดลองมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ $0.295\ \mu\text{m}$ ซึ่งในเชิงสถิติถือว่ากระบวนการทั้ง 2 กระบวนการไม่แตกต่างกัน

5.1.1.4 พบว่า Outer Roughness (PRt) ของกระบวนการปกติมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ $0.407\ \mu\text{m}$ และกระบวนการที่ทำการทดลองมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ $0.420\ \mu\text{m}$ ซึ่งในเชิงสถิติถือว่ากระบวนการทั้ง 2 กระบวนการไม่แตกต่างกัน

5.1.2 ผลการเปรียบเทียบคุณภาพชิ้นงานของกระบวนการปกติและกระบวนการที่ทำการทดลองสำหรับโมเดล 7040 Inner Ring

5.1.2.1 พบว่า OD Diameter ของกระบวนการปกติมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ $4.697\ \text{mm}$ และกระบวนการที่ทำการทดลองมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ $4.696\ \text{mm}$ ซึ่งในเชิงสถิติถือว่ากระบวนการทั้ง 2 กระบวนการไม่แตกต่างกัน

5.1.2.2 พบว่า OD Taper ของกระบวนการปกติมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ $0\ \mu\text{m}$ และกระบวนการที่ทำการทดลองมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ $0\ \mu\text{m}$ ซึ่งในเชิงสถิติถือว่ากระบวนการทั้ง 2 กระบวนการไม่แตกต่างกัน

5.1.2.3 พบว่า Outer Roundness ของกระบวนการปกติมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ $0.284\ \mu\text{m}$ และกระบวนการที่ทำการทดลองมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ $0.287\ \mu\text{m}$ ซึ่งในเชิงสถิติถือว่ากระบวนการทั้ง 2 กระบวนการไม่แตกต่างกัน

5.1.2.4 พบว่า Outer Roughness (PRt) ของกระบวนการปกติมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ $0.365\ \mu\text{m}$ และกระบวนการที่ทำการทดลองมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ $0.307\ \mu\text{m}$ ซึ่งในเชิงสถิติถือว่ากระบวนการทั้ง 2 กระบวนการไม่แตกต่างกัน

5.1.3 ผลการเปรียบเทียบคุณภาพชิ้นงานของกระบวนการปกติและกระบวนการที่ทำการทดลองสำหรับโมเดล 8050 Inner Ring

5.1.3.1 พบว่า OD Diameter ของกระบวนการปกติมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ $5.727\ \text{mm}$ และกระบวนการที่ทำการทดลองมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ $5.727\ \text{mm}$ ซึ่งในเชิงสถิติถือว่ากระบวนการทั้ง 2 กระบวนการไม่แตกต่างกัน

5.1.3.2 พบว่า OD Taper ของกระบวนการปกติมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ $0\ \mu\text{m}$ และกระบวนการที่ทำการทดลองมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ $0.125\ \mu\text{m}$ ซึ่งในเชิงสถิติถือว่ากระบวนการทั้ง 2 กระบวนการไม่แตกต่างกัน

5.1.3.3 พบว่า Outer Roundness ของกระบวนการปกติมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ $0.288 \mu\text{m}$ และกระบวนการที่ทำการทดลองมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ $0.297 \mu\text{m}$ ซึ่งในเชิงสถิติถือว่ากระบวนการทั้ง 2 กระบวนการไม่แตกต่างกัน

5.1.3.4 พบว่า Outer Roughness (PRt) ของกระบวนการปกติมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ $0.467 \mu\text{m}$ และกระบวนการที่ทำการทดลองมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ $0.493 \mu\text{m}$ ซึ่งในเชิงสถิติถือว่ากระบวนการทั้ง 2 กระบวนการไม่แตกต่างกัน

5.1.4 ผลของการการเปรียบเทียบต้นทุนของการผลิตชิ้นงานที่กระบวนการขัดผิวด้านนอก (OD Polishing) หลังจากปรับปรุงกระบวนการผลิต

จากการปรับปรุงกระบวนการผลิตพบว่าต้นทุน (Cost) ของการผลิตชิ้นงานที่กระบวนการขัดชิ้นงาน (OD Polishing) ลดลงจาก 2 ขั้นตอน เหลือ 1 ขั้นตอน สามารถลดต้นทุนจาก 0.00150 บาทต่อชิ้นงาน เป็น 0.00073 บาทต่อชิ้นงาน คิดเป็น 51.18 เปอร์เซ็นต์

5.1.5 ผลการเปรียบเทียบปริมาณของเสีย (Waste) ที่เกิดในกระบวนการผลิตแบบขัดชิ้นงาน 2 ขั้นตอนและหลังจากปรับปรุงกระบวนการผลิตเหลือการขัดชิ้นงานเพียง 1 ขั้นตอนโดยคิดต่อวัน และทำการเทียบเปอร์เซ็นต์ของวัตถุดิบ อุปกรณ์ และทรัพยากรแต่ละชนิดที่ใช้

5.1.5.1 ปริมาณชิ้นงานเสีย (Inner Ring) ลดลงจาก 6,000 ชิ้นต่อวัน เป็น 3,000 ชิ้นต่อวัน คิดเป็น 50 เปอร์เซ็นต์

5.1.5.2 กากตะกอนจากหินขัด (Sludge) มีปริมาณ 20 กิโลกรัมต่อวัน มีปริมาณเท่ากัน ทั้ง 2 ขั้นตอน

5.1.5.3 ปริมาณน้ำมันเสีย (Waste Oil Coolant) ลดลงจาก 150 ลิตรต่อวัน เป็น 75 ลิตรต่อวัน คิดเป็น 50 เปอร์เซ็นต์

5.1.5.4 ปริมาณการใช้ไฟฟ้า (Electric) ลดลงจาก 102 กิโลวัตต์ต่อวัน เป็น 51 กิโลวัตต์ต่อวัน คิดเป็น 50 เปอร์เซ็นต์

5.1.5.5 ปริมาณกล่องพลาสติกชำรุด (Box plastic damage) ลดลงจาก 2 กล่องต่อเดือน เป็น 1 กล่องต่อเดือน คิดเป็น 50 เปอร์เซ็นต์

5.1.5.6 ปริมาณการใช้ผ้าทำความสะอาด (Rags) ลดลงจาก 8 ผืนต่อวัน เป็น 4 ผืนต่อวัน คิดเป็น 50 เปอร์เซ็นต์

5.1.5.7 ปริมาณการใช้ผ้าปิดปาก (Mouth) ลดลงจาก 4 อันต่อวัน เป็น 2 อันต่อวัน คิดเป็น 50 เปอร์เซ็นต์

5.1.5.8 ปริมาณถุงมือเสีย (Glove) ลดลงจาก 8 คู่ต่อวัน เป็น 4 คู่ต่อวัน คิดเป็น 50 เปอร์เซนต์

จากการลดกระบวนการขัดชิ้นงาน (OD Polishing) จาก 2 ขั้นตอน เหลือ 1 ขั้นตอน สามารถลดปริมาณวัตถุดิบและอุปกรณ์ รวมถึงพลังงานที่ต้องใช้ลงทำให้ลดปริมาณของเสีย (Waste) ที่เกิดจากกระบวนการผลิตในขั้นตอนของการขัดชิ้นงานลง คิดเป็น 51.18 เปอร์เซนต์

5.2 ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต

5.2.1 ในการศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องจักรโดยการปรับปรุงหินขัดที่ใช้ในเครื่องจักรเพื่อลดขั้นตอนในการทำงานลงนั้น สามารถเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องจักรขึ้นได้อีก หากในอนาคตทางผู้ผลิตหินขัดสามารถผลิตหินขัดที่มีประสิทธิภาพมากกว่าปัจจุบัน หรือมีการเปลี่ยนแปลงปัจจัยอื่นๆที่เกี่ยวข้องกับการขัดงาน อาทิ เช่น ขนาดของชิ้นงาน เครื่องจักรชนิดใหม่ หรือน้ำมันหล่อเย็นชนิดใหม่ เป็นต้น

5.2.2 เนื่องจากการศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องจักรโดยการปรับปรุงหินขัดที่ใช้ในเครื่องจักรเพื่อลดขั้นตอนในการทำงานในครั้งนี้ เป็นการศึกษากับขั้นตอนการขัดชิ้นงานวงแหวนด้านใน (Inner Ring) ดังนั้น ในอนาคตเราจึงควรขยายผลไปยังกระบวนการขัดชิ้นงานวงแหวนด้านนอก (Outer Ring)

5.2.3 จากการศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องจักรของการศึกษานี้ส่วนหนึ่งเป็นการปรับปรุงคุณสมบัติของหินขัดให้มีสัดส่วนขององค์ประกอบในเม็ดหินให้เหมาะสมมากขึ้น หลักการนี้สามารถนำไปเป็นแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพหรือเพิ่มอายุการใช้งานของอุปกรณ์ (Tooling) ในกระบวนการที่มีลักษณะใกล้เคียงหรือกระบวนการทำงานอื่นๆ ที่สนใจจะศึกษาหรือประยุกต์ใช้ เพื่อลดต้นทุนในการผลิต ลดเวลาสูญเสียในการที่ต้องเปลี่ยนอุปกรณ์บ่อยครั้ง

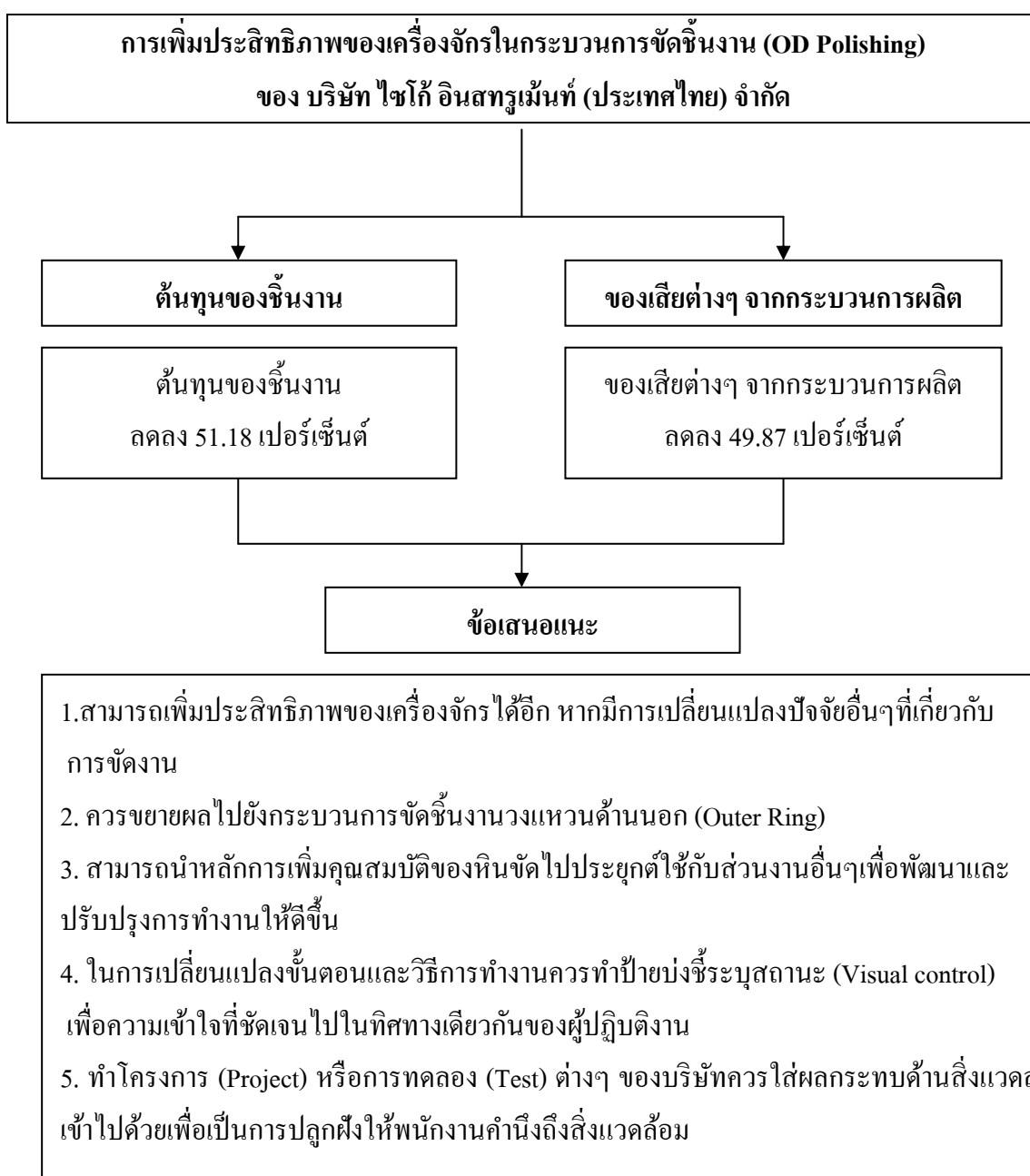
5.2.4 ในช่วงแรกของส่วนงาน OD Polishing ที่จะเปลี่ยนให้มีการเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องจักรโดยใช้หินขัดรหัสใหม่และสภาวะรอบการหมุนของลูกยางที่เพิ่มขึ้น ควรมีป้ายบ่งชี้เพื่อระบุสถานะของเครื่องจักรติดไว้บริเวณหน้าเครื่องนั้นๆ (Visual control) เพราะในส่วนงาน OD Polishing มีเครื่องจักรรวมทั้งหมด 9 เครื่อง เพื่อเป็นการเข้าใจที่ชัดเจนของพนักงานที่มารับช่วงงานต่อหรือพนักงานที่มาทำแทน

5.2.5 ในการทำโครงการ (Project) งานทดลอง (Test) อื่นๆ ของบริษัทฯ ที่ปรับปรุงให้เกิดประโยชน์อื่นๆ หากประโยชน์ได้รับเป็นการลดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมเข้ามาเกี่ยวข้อง ในบทสรุป

ของการทดลองควรมีการเพิ่มประโยชน์ในการลดผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมเข้าไปด้วยเพื่อกระตุ้นให้พนักงานคำนึงถึงสิ่งแวดล้อมขององค์กรและประเทศ

ผลการศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องจักรในกระบวนการจัดชิ้นงาน

(OD Polishing) ของบริษัท ไซโก้ อินสตรูमेंท์ (ประเทศไทย) จำกัด สามารถสรุปผลได้ดังภาพด้านล่าง



ภาพที่ 5.1 ผลการศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องจักรในกระบวนการจัดชิ้นงาน (OD Polishing)

บรรณานุกรม

พลพร แสงบางปลา. 2542. การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตโดยการบำรุงรักษา TMP (Total Preventive Maintenance). โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย : กรุงเทพฯ

วิฑูรย์ สิมะโชค. (ผู้แปล). โสภณ ทองสะอาด (บรรณาธิการ). 2535. ระบบคัมบังการผลิตแบบทันเวลาพอดีที่โตโยต้า. (พิมพ์ครั้งที่ 2). สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น) : กรุงเทพฯ

สมพจน์ วรรณุช. 2553. เศรษฐศาสตร์สิ่งแวดล้อม. คณะพัฒนาสังคมและสิ่งแวดล้อม. สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์ : กรุงเทพฯ

จำลอง โพธิ์บุญ. 2551. ISO 14001 ระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม. คณะพัฒนาสังคมและสิ่งแวดล้อม. สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์ : กรุงเทพฯ

สมเกียรติและคณะ. การหาประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร. 2543. โรงพิมพ์แห่งมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร : กรุงเทพฯ.

อภิชาติ บุญทศ. การปรับปรุงกระบวนการทำงานเพื่อเพิ่มผลผลิตของโรงงาน. 2546. โรงพิมพ์แห่งมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. : อุบลราชธานี.

ณัฐเศรษฐ์ สมแสน. การประยุกต์ใช้ของเสียจากการผลิตกระเบื้องซีเมนต์ไยหิน สำหรับผลิตภัณฑ์หมอนคอนกรีตกระเบื้อง. 2541. โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย : กรุงเทพฯ

โครงการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสะอาดในการผลิตเซรามิก. แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 10 พ.ศ.2550-2554. ค้นวันที่ 10 มกราคม 2554 ที่ค้นข้อมูลที่

www.ertc.deqp.go.th/ertc/images/stories/user/ct/

นิชนันท์ นิ่มหนู. การลดปริมาณน้ำเสียในโรงงานประเภทห้องเย็น กรณีศึกษา โรงงานแปรรูปอาหารทะเลจำพวกปลาแช่แข็ง. 2541. โรงพิมพ์แห่งมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี: กรุงเทพฯ

นคร กกแก้ว. 2545. การศึกษาแนวทางในการลดปริมาณของเสียจากการก่อสร้างในประเทศไทย. โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย : กรุงเทพฯ

กฤษชัย อนุธรรมณี และเชษฐพงษ์ สันธารา. 2546. Visual Control พลังการสื่อสารเพิ่มประสิทธิภาพองค์กร. ห้างหุ้นส่วนจำกัด ซีโน ดีไซน์ : กรุงเทพฯ

ธิดาเดิยว มยุรีสุวรรณค์. 2546. การควบคุมคุณภาพในอุตสาหกรรม (Industrial Quality Control). งานเอกสารการพิมพ์ กองบริการการศึกษา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ : กรุงเทพฯ

พิชิต สุขเจริญพงษ์. 2543. การควบคุมคุณภาพเชิงวิศวกรรม (Engineer Quality Control).
ฟิสิกส์เซ็นเตอร์ : กรุงเทพฯ

H. Xue et al., flow and Environmental impacts of manufacturing system via aggregated
input- output

Models, Journal of cleaner Production (2006), doi : 10.1016/j.jclepro.2006.07.007

NAE. Committee on Industrial Environmental performance Metrics, Industrial
Environmental performance Metrics, National Academy Press, 1999

Hawdon D, Pearson P. Input – Output Simulations of Energy , Environmental, Economy
Interactions in the UK Energy Economics 1995;17(1):73-86

Choi ACK, Kaebernick H, Lai WH. Manufacturing Processes modeling for Environmental
Impact Assesment. Journal of materials processing technology 1997;70231-38

Assembly Solutions. Accessed 30 March 2006, Available from <http://www.sanminaci.com/solutions/assembly.html>

Electronic Manufacturing Services (EMS). Accessed 24 February 2006, Available
from <http://www.sanmina-ci.com>

Production Availability A Measurement Guideline. Accessed 18 January 2006,
Available from <http://www.AMTonline.org>

Print Circuit Board Assembly Solutions. Accessed 30 March 2006, Available from
http://www.sanmina-ci.com/solutions/pcb_assembly.html

ภาคผนวก

1. ผลของข้อมูลจากการตรวจวัดด้านคุณภาพของชิ้นงาน

การศึกษาเรื่องการเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องจักรในกระบวนการขัดชิ้นงาน (OD Polishing) ของบริษัท ไซโก้ อินสตรูमेंท์ (ประเทศไทย) จำกัด มีการขัดชิ้นงานทั้งหมด 3 โมเดล คือ โมเดล 6140 Inner Ring , 7040 Inner Ring และ 8050 Inner Ring ซึ่งแต่ละ โมเดลได้ทำการเปรียบเทียบคุณภาพของงานที่ทำการทดลองและงานปกติที่มีอยู่ในกระบวนการผลิต โดยตรวจสอบคุณภาพเริ่มต้นจากส่วนงานที่ทดลองจนถึงกระบวนการสุดท้ายก่อนส่งมอบให้ลูกค้า ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการตรวจค่าในแต่ละมาตรฐานที่ได้กำหนดไว้ สำหรับภาคผนวกทางผู้ศึกษา ขอนำข้อมูลโมเดล 6140 Inner Ring มาแสดงข้อมูลเพราะอีก 2 โมเดล ลักษณะคล้ายคลึงกันแตกต่างกันเพียงค่าที่วัดได้ ซึ่งเราได้แสดงข้อมูลให้ดูในรูปกราฟ Box plot ในบทที่ 4 ไปแล้ว และข้อมูลจากการตรวจด้านคุณภาพแต่ละขั้นตอน มีดังนี้

ตารางที่ 1 ผลของข้อมูลจากการตรวจวัดด้านคุณภาพของชิ้นงานส่วนงาน OD Polishing

ลำดับของงาน	งานปกติ (Current Part)				งานจากการทดลอง (test Part)			
	OD Dia.	OD Taper	Roundness	PRt	OD Dia.	OD Taper	Roundness	PRt
1	7.0470	0.0	0.25	0.400	7.0475	1.0	0.29	0.463
2	7.0465	0.5	0.26	0.410	7.0460	1.0	0.28	0.449
3	7.0470	0.0	0.31	0.480	7.0475	1.0	0.28	0.495
4	7.0470	0.0	0.38	0.390	7.0465	0.5	0.30	0.350
5	7.0470	0.0	0.24	0.430	7.0465	0.0	0.21	0.496
6	7.0465	0.5	0.30	0.360	7.0475	0.0	0.29	0.371
7	7.0470	0.0	0.32	0.450	7.0465	1.0	0.32	0.449
8	7.0470	0.5	0.34	0.470	7.0465	1.0	0.34	0.420
9	7.0470	0.0	0.24	0.470	7.0465	1.0	0.31	0.367
10	7.0470	0.0	0.33	0.330	7.0470	1.0	0.33	0.347

ตารางที่ 2 ผลของข้อมูลจากการตรวจวัดด้านคุณภาพของชิ้นงานส่วนงาน OD Polishing (ต่อ)

ลำดับของงาน	งานปกติ (Current Part)				งานจากการทดลอง (test Part)			
	OD Dia.	OD Taper	Roundness	PRt	OD Dia.	OD Taper	Roundness	PRt
11	7.0465	0.5	0.23	0.340	7.0480	1.0	0.30	0.350
12	7.0470	0.0	0.33	0.360	7.0475	1.0	0.21	0.496
13	7.0470	0.0	0.24	0.470	7.0475	1.0	0.21	0.496
14	7.0475	0.5	0.30	0.360	7.0470	0.0	0.29	0.463
15	7.0470	0.0	0.26	0.410	7.0460	1.0	0.28	0.449
16	7.0470	0.0	0.31	0.480	7.0475	1.0	0.30	0.350
17	7.0465	0.0	0.38	0.390	7.0470	0.5	0.21	0.496
18	7.0475	0.0	0.26	0.410	7.0470	0.5	0.30	0.350
19	7.0475	0.0	0.24	0.470	7.0465	1.0	0.21	0.496
20	7.0470	0.0	0.33	0.330	7.0470	1.0	0.32	0.449
21	7.0470	0.0	0.23	0.340	7.0475	1.0	0.34	0.420
22	7.0475	0.0	0.24	0.470	7.0475	1.0	0.31	0.367
23	7.0470	0.0	0.33	0.360	7.0475	0.5	0.30	0.350
24	7.0470	0.0	0.25	0.400	7.0475	1.0	0.21	0.496
25	7.0470	0.0	0.26	0.410	7.0460	1.0	0.30	0.350
26	7.0470	0.0	0.31	0.480	7.0465	0.5	0.21	0.496
27	7.0470	0.0	0.38	0.390	7.0475	1.0	0.32	0.449
28	7.0470	0.0	0.24	0.470	7.0475	0.5	0.30	0.350
29	7.0465	0.5	0.30	0.360	7.0475	1.0	0.21	0.496
30	7.0470	0.0	0.26	0.410	7.0460	1.0	0.30	0.350
31	7.0465	0.0	0.31	0.480	7.0480	1.0	0.21	0.496
32	7.0465	0.5	0.38	0.390	7.0465	1.0	0.32	0.449

ตารางที่ 3 ผลของข้อมูลจากการตรวจวัดด้านคุณภาพของชิ้นงานส่วนงาน Bore Grinding

ลำดับของงาน	งานปกติ (Current Part)				งานจากการทดลอง (test Part)			
	Inner Dia		ID Taper	Visual	Inner Dia		ID Taper	Visual
	6.35 +0 / -0.005 mm				6.35 +0 / -0.005 mm			
	Side 1	Side 2	2 μ m Max		Side 1	Side 2	2 μ m Max	
1	6.356	6.356	0.0	OK	6.350	6.350	0.5	OK
2	6.356	6.356	0.0	OK	6.350	6.350	0.5	OK
3	6.356	6.356	1.0	OK	6.350	6.350	0.0	OK
4	6.356	6.356	0.5	OK	6.350	6.350	1.0	OK
5	6.356	6.356	0.0	OK	6.350	6.350	0.0	OK
6	6.356	6.356	1.0	OK	6.350	6.350	0.0	OK
7	6.356	6.356	0.5	OK	6.350	6.350	0.5	OK
8	6.356	6.356	0.0	OK	6.350	6.350	1.0	OK
9	6.356	6.356	1.0	OK	6.350	6.350	1.0	OK
10	6.356	6.356	0.5	OK	6.350	6.350	0.5	OK
11	6.356	6.356	0.0	OK	6.350	6.350	0.0	OK
12	6.356	6.356	0.5	OK	6.350	6.350	0.5	OK
13	6.356	6.356	0.5	OK	6.350	6.350	0.0	OK
14	6.356	6.356	0.5	OK	6.350	6.350	0.5	OK
15	6.356	6.356	0.0	OK	6.350	6.350	0.5	OK
16	6.356	6.356	0.0	OK	6.350	6.350	0.5	OK
17	6.356	6.356	0.5	OK	6.350	6.350	0.0	OK
18	6.356	6.356	0.5	OK	6.350	6.350	0.5	OK
19	6.356	6.356	0.0	OK	6.350	6.350	0.0	OK
20	6.356	6.356	0.5	OK	6.350	6.350	0.5	OK
21	6.356	6.356	0.5	OK	6.350	6.350	1.0	OK
22	6.356	6.356	0.5	OK	6.350	6.350	0.5	OK
23	6.356	6.356	0.5	OK	6.350	6.350	1.0	OK
24	6.356	6.356	0.0	OK	6.350	6.350	1.0	OK
25	6.356	6.356	0.0	OK	6.350	6.350	0.0	OK
26	6.356	6.356	0.5	OK	6.350	6.350	0.5	OK
27	6.356	6.356	0.0	OK	6.350	6.350	0.0	OK
28	6.356	6.356	0.5	OK	6.350	6.350	0.0	OK
29	6.356	6.356	0.5	OK	6.350	6.350	0.5	OK
30	6.356	6.356	0.0	OK	6.350	6.350	0.5	OK
31	6.356	6.356	0.0	OK	6.350	6.350	0.0	OK
32	6.356	6.356	0.5	OK	6.350	6.350	0.5	OK

ตารางที่ 4 ผลของข้อมูลจากการตรวจวัดด้านคุณภาพของชิ้นงานส่วนงาน IR Raceway

ลำดับของงาน	งานปกติ (Current Part)			งานจากการทดลอง (test Part)		
	RW Dia.	RW Position	Visual	RW Dia.	RW Position	Visual
	6.748 +0.012	10 μ m Max		6.748 +0.012	10 μ m Max	
1	6.748	2	OK	6.748	0	OK
2	6.749	2	OK	6.748	1	OK
3	6.748	3	OK	6.748	0	OK
4	6.748	2	OK	6.748	0	OK
5	6.748	2	OK	6.748	0	OK
6	6.749	2	OK	6.748	1	OK
7	6.749	3	OK	6.748	1	OK
8	6.748	3	OK	6.748	0	OK
9	6.748	3	OK	6.748	0	OK
10	6.748	2	OK	6.748	0	OK
11	6.748	4	OK	6.748	0	OK
12	6.748	4	OK	6.748	0	OK
13	6.748	2	OK	6.748	0	OK
14	6.748	2	OK	6.748	0	OK
15	6.751	3	OK	6.748	3	OK
16	6.748	3	OK	6.748	0	OK
17	6.748	2	OK	6.748	0	OK
18	6.748	2	OK	6.748	0	OK
19	6.749	2	OK	6.748	1	OK
20	6.748	4	OK	6.748	0	OK
21	6.751	3	OK	6.748	3	OK
22	6.752	2	OK	6.748	4	OK
23	6.748	2	OK	6.748	0	OK
24	6.749	2	OK	6.748	1	OK
25	6.748	3	OK	6.748	0	OK
26	6.748	3	OK	6.748	0	OK
27	6.748	2	OK	6.748	0	OK
28	6.749	2	OK	6.748	1	OK
29	6.750	2	OK	6.748	2	OK
30	6.748	2	OK	6.748	0	OK
31	6.750	4	OK	6.748	2	OK
32	6.748	4	OK	6.748	0	OK

ตารางที่ 2 ผลของข้อมูลจากการตรวจวัดด้านคุณภาพของชิ้นงานส่วนงาน Super Finish

ลำดับ ของงาน	งานปกติ (Current Part)				งานจากการทดลอง (Test Part)			
	Roughness		RW	Roundness	Roughness		RW	Roundness
	Ra		Curvature		Ra		Curvature	
		Rt	0.456 ±			Rt	0.456 ±	
	0.04 µm Max		0.010 mm	0.5 µm Max	0.04 µm Max		0.010 mm	0.5 µm Max
1	0.030	0.24	0.527	0.30	0.033	0.25	0.525	0.26
2	0.032	0.23	0.528	0.27	0.036	0.31	0.526	0.38
3	0.035	0.31	0.531	0.43	0.032	0.23	0.525	0.34
4	0.032	0.34	0.528	0.39	0.038	0.36	0.527	0.40
5	0.029	0.22	0.531	0.38	0.035	0.33	0.526	0.35
6	0.020	0.22	0.527	0.41	0.039	0.32	0.527	0.33
7	0.035	0.29	0.525	0.41	0.033	0.26	0.525	0.19
8	0.032	0.23	0.534	0.45	0.039	0.27	0.525	0.20
9	0.028	0.27	0.522	0.35	0.031	0.25	0.526	0.24
10	0.021	0.31	0.536	0.32	0.037	0.34	0.527	0.23
11	0.025	0.29	0.524	0.39	0.029	0.31	0.525	0.31
12	0.029	0.29	0.534	0.23	0.031	0.33	0.527	0.34
13	0.029	0.28	0.533	0.26	0.035	0.32	0.526	0.22
14	0.038	0.32	0.532	0.29	0.033	0.26	0.527	0.25
15	0.035	0.34	0.521	0.27	0.032	0.27	0.532	0.27
16	0.028	0.31	0.529	0.28	0.029	0.28	0.534	0.29
17	0.035	0.31	0.538	0.28	0.036	0.24	0.525	0.31
18	0.035	0.29	0.524	0.27	0.029	0.25	0.525	0.33
19	0.028	0.25	0.531	0.39	0.027	0.21	0.527	0.35
20	0.029	0.21	0.536	0.31	0.032	0.29	0.522	0.22
21	0.038	0.24	0.526	0.32	0.034	0.32	0.529	0.31
22	0.036	0.29	0.525	0.38	0.038	0.39	0.523	0.22
23	0.035	0.35	0.527	0.36	0.032	0.32	0.532	0.23
24	0.032	0.34	0.534	0.33	0.032	0.35	0.525	0.24
25	0.038	0.29	0.522	0.23	0.029	0.31	0.527	0.04
26	0.037	0.31	0.529	0.34	0.020	0.38	0.527	0.03
27	0.031	0.28	0.523	0.31	0.035	0.35	0.528	0.27
28	0.026	0.33	0.532	0.29	0.026	0.37	0.531	0.30
29	0.035	0.22	0.534	0.25	0.035	0.24	0.528	0.29
30	0.033	0.26	0.536	0.28	0.033	0.32	0.524	0.30
31	0.027	0.27	0.521	0.29	0.035	0.26	0.531	0.28
32	0.028	0.31	0.531	0.25	0.032	0.37	0.536	0.33

ตารางที่ 2 ผลของข้อมูลจากการตรวจวัดด้านคุณภาพของชิ้นงานส่วนงาน Anderson

ลำดับ ของงาน	งานปกติ (Current Part)			งานจากการทดลอง (Test Part)		
	L	M	H	L	M	H
	8.0 Ad max.	1.6 Ad max.	2.4 Ad max.	8.0 Ad max.	1.6 Ad max.	2.4 Ad max.
1	2.10	0.57	1.01	2.28	0.64	0.99
2	1.06	0.53	0.94	1.16	0.51	0.92
3	1.87	0.46	0.88	1.29	0.52	0.93
4	1.55	0.61	0.92	1.63	0.47	0.93
5	2.16	0.41	0.93	1.52	0.46	0.78
6	1.95	0.63	0.72	1.92	0.71	0.94
7	2.01	0.51	0.93	1.94	0.41	1.02
8	1.05	0.75	0.75	2.03	0.42	0.97
9	1.29	0.53	0.86	1.97	0.51	1.01
10	1.86	0.56	0.90	1.31	0.60	0.92
11	2.14	0.45	0.89	1.90	0.56	0.97
12	1.65	0.49	0.94	2.03	0.77	0.96
13	1.71	0.84	0.96	2.16	0.50	1.00
14	2.01	0.79	0.93	1.00	0.57	0.98
15	1.90	0.60	1.01	1.37	0.53	1.04
16	1.91	0.56	0.92	2.52	0.52	0.94
17	1.52	0.54	1.01	1.35	0.41	1.00
18	1.59	0.59	0.77	1.16	0.41	0.96
19	1.89	0.65	0.98	1.85	0.57	1.02
20	1.73	0.75	1.04	1.72	0.56	1.01
21	1.35	0.41	1.00	1.56	0.56	1.04
22	1.16	0.41	0.96	1.60	0.57	0.92
23	1.31	0.60	0.92	1.23	0.68	0.77
24	1.97	0.41	1.06	1.97	0.50	1.03
25	1.54	0.57	0.73	1.54	0.53	1.04
26	1.33	0.56	0.90	1.33	0.57	1.06
27	1.61	0.56	0.92	1.61	0.58	0.73
28	1.63	0.51	0.97	2.06	0.71	0.90
29	1.52	0.60	0.96	1.47	0.49	0.90
30	1.92	0.56	1.00	2.18	0.51	0.93
31	1.12	0.77	0.98	1.65	0.50	1.01
32	2.03	0.50	0.96	1.67	0.59	0.99

ประวัติผู้ศึกษา

ชื่อ – นามสกุล

นางสาวชนิกานต์ เกลิมงาม

ประวัติการศึกษา

วิทยาศาสตร์บัณฑิต (สาขาเคมี)

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

ปีการศึกษา 2548

ตำแหน่ง

ผู้ช่วยผู้จัดการฝ่ายผลิต

สถานที่ทำงานปัจจุบัน

บริษัท ไช้โก้ อินสทรูमेंท์ (ประเทศไทย) จำกัด

เลขที่ 60/83 หมู่ 19 นิคมอุตสาหกรรมนวนคร

โครงการ 3 ตำบลคลองหนึ่ง

อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี