



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ
การลดของเสียในการผลิตล้อแม็ก
Reduction of Defective in Alloy Wheel Production

โดย
นาย สุธรรม ศิวารุณ

31 มกราคม 2554

สัญญาเลขที่ CORE53520001

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ

การลดของเสียในการผลิตล้อแม็ก

Reduction of Defective in Alloy Wheel Production

นาย สุธรรม ศิวารุณ

วิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

ชุดโครงการ สหกิจวิจัยและพัฒนา ณ สถานประกอบการ

Industrial Co-operative Research & Development (In CoRe)

สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย สกว. ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

บทคัดย่อ

การศึกษางานวิจัยการลดของเสียในการผลิตล้อแม็ก เป็นการศึกษาเพื่อหาทางแก้ไขปรับปรุงการกลึง Center Bore ในกระบวนการ CNC โดยการใช้หลักการกลุ่มคุณภาพ (QCC) การวิเคราะห์ปัญหาด้วยแผนผังพาเรโต พบว่า ของเสียในกระบวนการกลึง Center Bore และผลิตภัณฑ์ล้อแม็ก รุ่น TYR1 มีปริมาณของเสียสูงสุด จากนั้นทำการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาดังกล่าว โดยการใช้แผนผังก้างปลา พบว่า สาเหตุสำคัญมีอยู่ 4 สาเหตุ ได้แก่ ปัญหาเครื่องมือวัดไม่เหมาะสม ปัญหากระบวนการตัดเฉือนไม่เหมาะสม ปัญหาอุณหภูมิในการตัดเฉือนไม่เหมาะสม และปัญหาข้อมูล Feedback ไม่เหมาะสมต่อการใช้งาน ทีมงานระดมสมองร่วมกันหาวิธีการแก้ไขปัญหาดังกล่าวนี้ แล้วนำไปใช้ในการปรับปรุงแก้ไข ผลลัพธ์ที่ได้จากการปรับปรุง พบว่า สามารถลดปริมาณของเสียลงเหลือ 0% และเมื่อเปรียบเทียบเป็นมูลค่าความสูญเสียลดลงถึง 211,488 บาท/เดือน

คำสำคัญ : การลดของเสีย, ล้อแม็ก, กลุ่มคุณภาพ (QCC)

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยในครั้งนี้สำเร็จลงได้ด้วยการสนับสนุนของทุนอุดหนุนจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ฝ่ายอุตสาหกรรม โครงการอุตสาหกรรมและวิจัย สำหรับปริญญาดรี ประจำปี 2553 และคุณจิตติชัย เมธีธรรมสกุล บริษัท เอนโก ไทย จำกัด ที่ให้ความสะดวกในการทำการวิจัยครั้งนี้มาโดยตลอด ทางผู้วิจัยจึงขอขอบคุณมา ณ ที่นี้ด้วย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ	
กิตติกรรมประกาศ	
สารบัญตาราง	
สารบัญภาพ	
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมา และความสำคัญของปัญหา	1
1.2 การคัดเลือกปัจจัยที่เกี่ยวข้อง	2
1.3 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	2
1.4 ขอบเขตการทำวิจัย	2
1.5 ขั้นตอนการทำวิจัยและดำเนินงาน	3
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย	3
1.7 แผนการดำเนินการวิจัย	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 คุณภาพ	4
2.2 ล้อแม็ก	9
2.3 ขนาดรูกกลางของล้อแม็ก	13
2.4 ชนิดของล้อแม็ก	13
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	15
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย	17
3.1 การศึกษาวิธีการกลึง Center Bore	17
3.2 การวิเคราะห์ปัญหาการกลึง Center Bore	18
บทที่ 4 ผลการดำเนินงานวิจัย	23
4.1 เครื่องมือวัดไม่เหมาะสม	23
4.2 ระยะเวลาตัดเฉือนไม่เหมาะสม	25
4.3 อุณหภูมิในการตัดเฉือนไม่เหมาะสม	26
4.4 ข้อมูล Feedback ไม่เหมาะสมต่อการใช้งาน	27

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	29
5.1 สรุปผลการวิจัย	29
5.2 ข้อเสนอแนะ	30

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1-1 แผนการดำเนินการวิจัย	3
2-1 การควบคุมคุณภาพมีส่วนร่วมในทุกๆ ขั้นตอน	5

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1-1	แผนผังพาราเรโตจำแนกประเภทของเสีย	2
2-1	การจัดผังองค์กรเพื่อการควบคุมคุณภาพ	6
2-2	ตัวอย่างแผนภูมิควบคุม	8
3-1	การกลึง Center Bore ส่วน Hub ล้อแม่ึก	17
3-2	แผนผังพาราเรโตเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ของเสีย	18
3-3	ผลิตภัณฑ์ล้อแม่ึก รุ่น TYR1	19
3-4	แผนผังก้างปลาเกี่ยวกับปัญหาการเจาะ Center Bore	19
3-5	ความยุ่งยากในการใช้ Bore Gauge แบบเข็ม	20
3-6	Bore Gauge แบบ Digital	21
3-7	ผลเสียจากการเกิดแรงต้านเพิ่มขึ้น เนื่องจากการใช้อัตราการป้อนกินลึกน้อยกว่ารัศมีของมีดกลึง	21
4-1	เครื่องมือวัดแบบเดิม	24
4-2	เครื่องมือวัดแบบใหม่	24
4-3	จุดควบคุมสำหรับการวัด Center Bore	25
4-4	ผลการปรับปรุงสามารถลดการเกิดแรงต้านลง เนื่องจากการใช้อัตราการป้อนกินลึกมากกว่ารัศมีของมีดกลึง	26
4-5	การตรวจสอบอุณหภูมิของน้ำหล่อเย็น	27
4-6	การบันทึกข้อมูลแบบ Digital ซึ่งสามารถส่งข้อมูลเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์ได้อัตโนมัติ และแสดงผลการทำงานเป็นไปตามเวลาจริง (Real Time)	28
5-1	การเปรียบเทียบปริมาณของเสียภายหลังการปรับปรุง	30

บทที่ 1

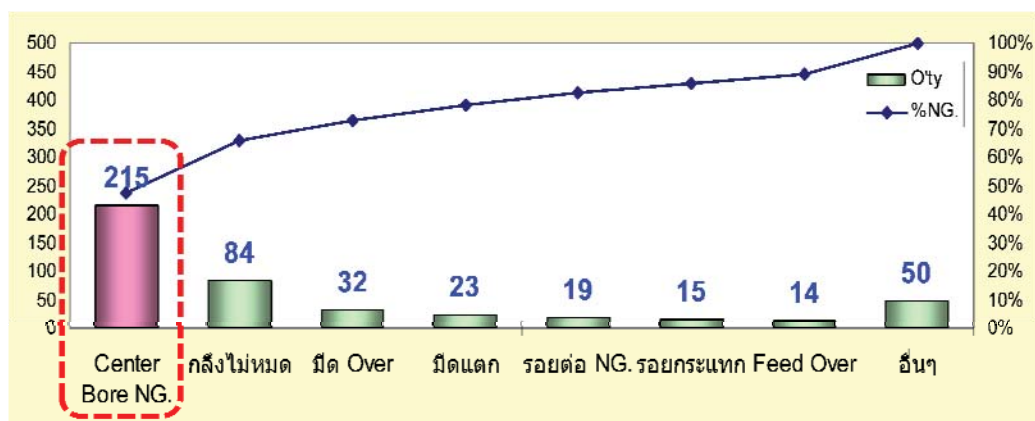
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การดำเนินธุรกิจในปัจจุบันเป็นไปตามกลไกการค้าโลก ที่มีลักษณะเสรีทางการค้ามากขึ้น การเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันในด้านต้นทุนและเทคโนโลยี นับเป็นกลยุทธ์สำคัญที่ทำให้ธุรกิจอยู่รอด โดยเฉพาะอย่างยิ่งอุตสาหกรรมยานยนต์ ซึ่งในปัจจุบันมีอิทธิพลต่อสภาวะการแข่งขันของธุรกิจอื่นๆ มากมาย ปัจจุบันมีมูลค่าการส่งออกอุตสาหกรรมยานยนต์มากติดอันดับต้นๆ ของประเทศ อีกทั้งยังเป็นการดึงดูดผู้ประกอบการอุตสาหกรรมจากต่างประเทศเข้ามาลงทุนในประเทศไทยโดยตรง ทำให้เกิดการจ้างงานภายในประเทศ และเป็นการถ่ายโอนเทคโนโลยีจากต่างประเทศเข้าสู่ประเทศไทย

เนื่องจากการผลิตล้อแม็กในปัจจุบันมีการแข่งขันทางการตลาดสูง จากปริมาณการผลิตรถยนต์ของค่ายรถยนต์ต่างๆ มีจำนวนมาก ดังนั้นโรงงานที่ผลิตล้อแม็กในปัจจุบัน จึงมีหลายค่ายหลายบริษัททำการแข่งขันทางการตลาด บริษัท เอนโก จำกัด เป็นหนึ่งในบริษัทที่มีการผลิตล้อแม็กที่ส่งให้กับค่ายรถยนต์ขนาดใหญ่ ทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ ดังนั้น นโยบายของทางบริษัทจึงมุ่งเน้นในเรื่องของมาตรฐานการผลิตที่ต้องมีคุณภาพ เพื่อสร้างความเชื่อมั่นให้กับลูกค้า แต่ในปัจจุบัน ยังคงพบว่ามีข้อเสียเนื่องจากกระบวนการผลิตในแต่ละขั้นตอน กระบวนการผลิตที่พบของเสียมากคือ ขั้นตอนในส่วนของงานกลึง CNC ดังนั้น จึงมีความจำเป็นที่จะต้องไปวิเคราะห์และแก้ไขปัญหาดังกล่าว เพื่อลดข้อเสียจากกระบวนการกลึง CNC เพื่อผลประโยชน์ของบริษัท และเพื่อเพิ่มความเชื่อมั่นในมาตรฐานของสินค้าก่อนนำออกไปยังลูกค้า

จากการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นของเดือนกันยายน 2553 โดยการใช้แผนผังพาเรโต ดังแสดงในภาพที่ 1-1 เพื่อลำดับความสำคัญของปัญหาในการเลือกมาดำเนินการแก้ไขปรับปรุง จะเห็นได้ว่า ปริมาณของเสียในกระบวนการ CNC มีมากที่สุด ซึ่งสาเหตุสำคัญมาจากการกลึง Center Bore โดยมีจำนวนมากถึง 215 ชิ้น หรือ 48%



ภาพที่ 1-1 แผนผังพาราร ไตจำแนกประเภทของเสีย

1.2 การคัดเลือกปัจจัยที่เกี่ยวข้อง

เนื่องจากการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น พบว่า ปริมาณของเสียในกระบวนการ CNC มากที่สุด มีสาเหตุมาจากการกลึง Center Bore จากการวิเคราะห์ปัญหาการกลึง Center Bore ในกระบวนการ CNC กับผลิตภัณฑ์ล้อแม่เหล็ก รุ่น TYR1 พบว่ามี 4 สาเหตุสำคัญๆ ดังนี้

- 1.2.1 เครื่องมือวัดไม่เหมาะสม
- 1.2.2 ระยะการตัดเฉือนไม่เหมาะสม
- 1.2.3 อุณหภูมิในการตัดเฉือนไม่เหมาะสม
- 1.2.4 ข้อมูล Feedback ไม่เหมาะสมต่อการใช้งาน

1.3 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

- 1.3.1 เพื่อลดของเสียในกระบวนการผลิตล้อแม่เหล็ก
- 1.3.2 เพื่อหาสาเหตุของการเกิดของเสีย
- 1.3.3 เพื่อลดต้นทุนในกระบวนการผลิต

1.4 ขอบเขตการทำวิจัย

การศึกษางานวิจัยการลดของเสียในการผลิตล้อแม่เหล็ก เพื่อหาทางแก้ไขปรับปรุงการกลึง Center Bore ในกระบวนการ CNC โดยการใช้หลักการกลุ่มคุณภาพ (QCC) การวิเคราะห์ปัญหาของเสียในกระบวนการกลึง Center Bore และผลิตภัณฑ์ล้อแม่เหล็ก รุ่น TYR1 เนื่องจากมีปริมาณของเสียสูงสุด

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในอดีตยุคต้นของการปฏิวัติอุตสาหกรรมเป็นยุคของปริมาณความต้องการสินค้ามากกว่าปริมาณการสนองตอบ (Demand over Supply) ซึ่งองค์กรการผลิตส่วนใหญ่จะใช้ระบบการผลิตแบบจำนวนมากๆ (Mass Production) เพราะในขณะนั้น ไม่ว่าจะผลิตอะไรออกมาก็สามารถขายได้หมด ถือว่าการผลิตเป็นหัวใจสำคัญขององค์กร แต่ในยุคโลกาภิวัตน์ เช่นปัจจุบัน ผู้ผลิตมีการแข่งขันอย่างรุนแรง เนื่องด้วยเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้า และการขนส่งที่มีประสิทธิภาพ ทำให้ผู้ผลิตจากที่ต่างๆ สามารถเข้าถึงผู้บริโภคได้ทั่วทุกมุมโลก ประกอบกับความต้องการของผู้บริโภคมีความประณีตขึ้น กล่าวคือ นอกจากความสามารถในการทำงานได้ตามหน้าที่ของผลิตภัณฑ์ชนิดนั้นแล้ว ผู้บริโภคยังมีความคาดหวังให้ผลิตภัณฑ์สามารถตอบสนองความต้องการด้านอื่นๆ ได้อีกด้วย เช่น การมีลักษณะรูปร่างที่ออกแบบมาอย่างสวยงาม ความคงทน การดูแลรักษาง่าย เป็นต้น โดยปกติการเสาะหาข้อมูลความต้องการของลูกค้าจะต้องอาศัยกระบวนการวิจัยทางการตลาดเข้าช่วย ดังนั้น ในยุคปัจจุบัน การตลาด และการผลิต จะต้องประสานงานไปในทิศทางเดียวกัน โดยมีฝ่ายควบคุมคุณภาพทำหน้าที่ตรวจสอบ ควบคุมให้ผลิตภัณฑ์ที่ออกมาจากฝ่ายผลิต เป็นไปตามข้อมูลที่ลูกค้าต้องการจากฝ่ายการตลาด

2.1 คุณภาพ (Quality)

2.1.1 การควบคุมคุณภาพ (Quality Control)

ก่อนที่จะกล่าวถึงการควบคุมคุณภาพ ควรทำความเข้าใจคำว่า “คุณภาพ” ก่อน สำหรับนิยามของคำว่าคุณภาพนั้น มีอยู่หลายๆ ความหมาย แต่ความหมายที่นิยมใช้กันมากในปัจจุบัน คือความหมายที่กล่าวว่า คุณภาพ คือ ความพึงพอใจของลูกค้า ตามความหมายนี้ ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตขึ้นนอกจากจะต้องสามารถทำงานตามหน้าที่ได้แล้ว ยังจะต้องตอบสนองสิ่งที่ลูกค้าคาดหวังได้อีกด้วยเช่น รยยนต์ นอกจากจะวิ่งได้ตามหน้าที่หลักแล้ว สิ่งที่ลูกค้าคาดหวังเพิ่มเติมคือ มีลักษณะที่สวยงาม มีความคงทน ดูแลรักษาง่าย มีระบบความปลอดภัยที่ดี และมีบริการหลังการขายที่ดี เป็นต้น ดังนั้น จะเห็นได้ว่าการจะผลิตสินค้าหรือบริการให้ลูกค้าพึงพอใจนั้นไม่ใช่เรื่องง่ายๆ แต่ก็ไม่ใช่ว่าเรื่องที่ยาก ถ้าหากมีความเข้าใจ มีการจัดการและมีการวางแผนอย่างเป็นระบบ การควบคุมคุณภาพ (Quality Control) จึง

2.1.2 หน้าที่ในการควบคุมคุณภาพ

ในระบบการผลิตสมัยใหม่โดยทั่วไป การควบคุมคุณภาพจะเริ่มจากการที่ฝ่ายการตลาด สำรวจความต้องการของลูกค้า จากนั้นส่งข้อมูลให้ฝ่ายวิศวกรรมออกแบบ ก่อนจะส่งต่อไปยังฝ่ายผลิตและฝ่ายควบคุมคุณภาพเพื่อดำเนินการต่อไป ซึ่งจะมีการสั่งซื้อวัตถุดิบเข้าสู่กระบวนการผลิต เพื่อให้สำเร็จออกมาเป็นผลิตภัณฑ์ กระบวนการการควบคุมคุณภาพจะเข้าไปมีส่วนร่วมในทุกๆ ขั้นตอนเหล่านี้ ดังตารางที่ 1-1 จากตารางที่ 1-1 จะสังเกตได้ว่าหน้าที่ความรับผิดชอบด้านคุณภาพ เป็นหน้าที่ของทุกคนในองค์กร ไม่ใช่หน้าที่ของผู้ใดผู้หนึ่ง หรือหน่วยงานใด หน่วยงานหนึ่ง

ตารางที่ 2-1 การควบคุมคุณภาพมีส่วนร่วมในทุกๆ ขั้นตอน

ฝ่าย	กิจกรรม	การควบคุมคุณภาพ
การตลาด	สำรวจความต้องการของลูกค้า	พยายามให้ได้ข้อมูลตรงตามความเป็นจริง
วิศวกรรม	ออกแบบผลิตภัณฑ์	ออกแบบผลิตภัณฑ์ให้สอดคล้องกับความต้องการของลูกค้า มีกระบวนการผลิตไม่ซับซ้อน เพื่อลดการเกิดของเสียจากการผลิต
จัดซื้อ	เลือกซื้อวัตถุดิบ	รับผิดชอบในการจัดหาวัตถุดิบ หรือชิ้นส่วนที่มีคุณภาพ
ผลิต	ทำการผลิตผลิตภัณฑ์	ผลิตผลิตภัณฑ์ให้ได้ตามมาตรฐานที่กำหนด
ควบคุมคุณภาพ	ตรวจสอบ และทดสอบคุณภาพของวัตถุดิบ ผลิตภัณฑ์ ระหว่างการผลิต และผลิตภัณฑ์สำเร็จ	ประสานงานกับหน่วยงานต่างๆ ถึงปัญหาด้านคุณภาพที่เกิดขึ้น และพยายามแก้ไขปัญหานั้นให้ลดลง
สินค้าคงคลังและจัดส่งสินค้า	จัดเก็บผลิตภัณฑ์ก่อนการจำหน่าย จัดส่ง และติดตั้งผลิตภัณฑ์	รักษาและป้องกันคุณภาพของผลิตภัณฑ์ก่อนการจำหน่าย ระหว่างการจำหน่าย การจัดส่ง และการติดตั้ง
บริการ	ให้บริการ บำรุงรักษา ซ่อมแซม	ให้บริการที่รวดเร็ว ตรงตามเวลา

2.1.3 การจัดองค์กรเพื่อการควบคุมคุณภาพ

ในองค์กรสมัยใหม่การจัดผังองค์กรเพื่อการควบคุมคุณภาพส่วนใหญ่จะพยายามถ่วงดุลระหว่างฝ่ายการผลิต และฝ่ายควบคุมคุณภาพ ดังภาพที่ 1-1 ทั้งนี้เพราะหากฝ่ายควบคุมคุณภาพเป็นเพียงหน่วยงานภายใต้ฝ่ายการผลิต สิ่งที่จะเกิดขึ้นก็คือ การควบคุมคุณภาพจะไม่มีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะเมื่อมีเหตุการณ์ผลิตไม่ทันกับความต้องการของตลาด ผลิตภัณฑ์ที่คุณภาพไม่ถึงเกณฑ์มักถูกดันออกสู่ตลาดได้โดยง่าย ในทางกลับกัน ถ้าฝ่ายการผลิตเป็นเพียงหน่วยงานหนึ่งภายใต้ฝ่ายควบคุมคุณภาพ ก็มักจะมีปัญหาคือ ผลผลิตไม่เพียงพอกับความต้องการของตลาด โดยเฉพาะกรณีตลาดมีความต้องการสินค้ามาก เช่นกัน เนื่องจากฝ่ายควบคุมคุณภาพมักจะไม่นิยมให้ผลิตภัณฑ์ที่ต่ำกว่ามาตรฐานออกไปสู่ลูกค้า (ซึ่งในบางกรณี ผลิตภัณฑ์ไม่ได้มีความบกพร่องที่จะทำให้เกิดอันตรายต่อผู้ใช้ หรือบกพร่องในการทำหน้าที่หลักของผลิตภัณฑ์นั้น แต่เป็นเพราะฝ่ายควบคุมคุณภาพตั้งเกณฑ์ในการยอมรับผลิตภัณฑ์สูงเกินความจำเป็น ซึ่งนอกจากจะทำให้การผลิตเกิดของเสียจำนวนมากแล้ว ยังเป็นการเพิ่มต้นทุนโดยใช่เหตุ) อย่างไรก็ตาม ในการจัดองค์กรเพื่อการควบคุมคุณภาพนั้น ควรจะปลูกจิตสำนึกของพนักงานทุกระดับ ทุกคนขององค์กรให้มีจิตสำนึกด้านคุณภาพ เพราะการควบคุมคุณภาพเป็นหน้าที่ของพนักงานทุกคน



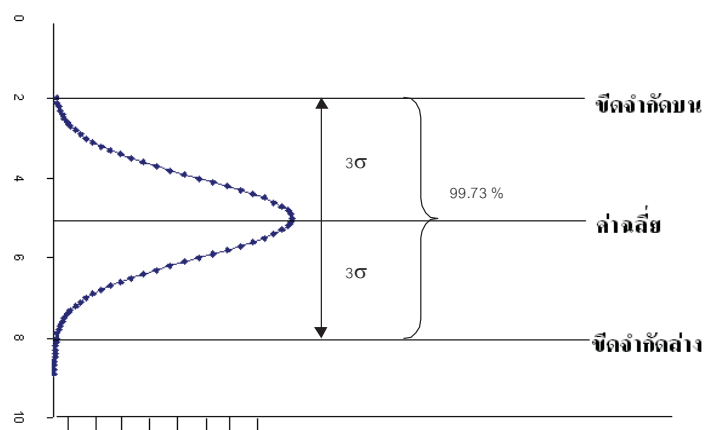
ภาพที่ 2-1 การจัดผังองค์กรเพื่อการควบคุมคุณภาพ

2.1.4 เทคนิคและวิธีการในการควบคุมคุณภาพ

ในการควบคุมคุณภาพนั้นมีเทคนิคและวิธีการอยู่มากมาย ส่วนใหญ่จะเป็นการประยุกต์ทฤษฎีทางสถิติเข้ามาใช้ประโยชน์ ซึ่งผู้ปฏิบัติควรทำความเข้าใจ และเลือกใช้ให้เหมาะสม

2.1.4.1 การตรวจรับวัตถุดิบ ในอดีตการตรวจรับวัตถุดิบแบบตรวจสอบ 100% เป็นวิธีที่นิยมใช้อยู่ทั่วไป เนื่องจากจำนวนชิ้นที่ต้องตรวจสอบยังมีไม่มากนัก แต่ในยุคต่อมาปริมาณการผลิตเพิ่มขึ้น

2.1.4.2 การเฝ้าติดตามคุณภาพในกระบวนการผลิต ในการเฝ้าติดตามคุณภาพในกระบวนการผลิต ส่วนใหญ่จะนิยมใช้แผนภูมิควบคุม (Control Chart) แผนภูมิควบคุมถูกสร้างขึ้นโดยใช้หลักการทางสถิติ มีองค์ประกอบเป็นเส้นกึ่งกลาง (Central Line, CL) ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยของกระบวนการ และเส้นควบคุม 2 เส้น คือ เส้นพิสัยควบคุมบน (Upper Control Limit, UCL) และเส้นพิสัยควบคุมล่าง (Lower Control Limit, LCL) ดังภาพที่ 2-2 จากหลักการทางสถิติ การแจกแจงความน่าจะเป็นแบบปกติ (Normal Distribution) มีพื้นที่ใต้กราฟรวม 100% และพื้นที่ระหว่าง UCL และ LCL มีอยู่ 99.73% ซึ่งทำให้โอกาสในการที่มีค่าออกนอกพิสัยควบคุมบน หรือ พิสัยควบคุมล่างมีอยู่น้อยมาก (ข้างละ 0.135%) ดังนั้น ถ้าหากมีค่าที่ออกนอกพิสัยควบคุมดังกล่าวแสดงว่ามีสิ่งผิดปกติเกิดขึ้นในกระบวนการ หรือในกรณีที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นหรือลดลงอย่างต่อเนื่องก็แสดงว่ามีสิ่งผิดปกติเกิดขึ้นใน



ภาพที่ 2-2 ตัวอย่างแผนภูมิควบคุม

2.1.5 กิจกรรมส่งเสริมคุณภาพ

การควบคุมคุณภาพให้ได้ผล พนักงานทุกคนขององค์กรควรมีจิตสำนึกด้านคุณภาพ ดังนั้น เพื่อปลูกฝังทัศนคติดังกล่าว รวมถึงช่วยในการพัฒนาคุณภาพผลิตภัณฑ์ สภาพแวดล้อมการทำงาน ฯลฯ กิจกรรมส่งเสริมคุณภาพจึงมีความสำคัญมาก โดยลักษณะของกิจกรรมส่งเสริมคุณภาพที่เป็นที่รู้จักอย่างแพร่หลาย 3 เรื่อง คือ กิจกรรม 5 ส กิจกรรมกลุ่มคุณภาพ และกิจกรรมการลดของเสียเป็นศูนย์

2.1.5.1 กิจกรรม 5 ส

กิจกรรม 5 ส เป็นกิจกรรมพื้นฐานของการปรับปรุงพัฒนาด้านต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นด้านคุณภาพ ด้านความปลอดภัย หรือแม้แต่ในเรื่องการลดต้นทุน การเพิ่มผลผลิต กิจกรรมนี้ประกอบไปด้วยหลักการ 5 ประการ คือ สะสาง สะดวก สะอาด สุขลักษณะ และสร้างนิสัย

สะสาง หมายถึง การแยกของที่ไม่ต้องการ หรือไม่จำเป็นออกจากสิ่งที่ต้องการ หรือต้องใช้

สะดวก หมายถึง การจัดวางของที่ใช้งานให้เป็นระเบียบหมวดหมู่ ง่ายต่อการใช้งาน

สะอาด หมายถึง การทำบริเวณทำงานและบริเวณโดยรอบให้สะอาด

สุขลักษณะ หมายถึง การรักษามาตรฐานการปฏิบัติ 3 ส แรกให้ดี และค้นหาสาเหตุต่างๆ เพื่อยกระดับมาตรฐานให้สูงขึ้น

สร้างนิสัย หมายถึง การปฏิบัติตามกฎเกณฑ์ของหน่วยงานอย่างสม่ำเสมอ จนกลายเป็นการกระทำที่เกิดขึ้นเองโดยธรรมชาติ

2.1.5.2 กิจกรรมกลุ่มคุณภาพ (QC Circle หรือ QCC)

ความหมายของกิจกรรมกลุ่มคุณภาพ คือ กลุ่มคนงานที่ปฏิบัติงาน ณ หน่วยงานเดียวกัน รวมกลุ่มกันด้วยความสมัครใจ เพื่อทำกิจกรรมเกี่ยวกับการปรับปรุงงานด้วยตนเองอย่างอิสระ อย่างไรก็ตาม กิจกรรมนี้ต้องได้รับการสนับสนุนจากผู้บริหารระดับสูงจึงจะสำเร็จผลได้ เช่น สนับสนุนให้พนักงานได้รับการอบรมการแก้ปัญหาโดยการใช้ QC Tools การให้รางวัลแก่กลุ่มคุณภาพที่สามารถลดต้นทุน หรือของเสียลงได้ เป็นต้น

2.1.5.3 กิจกรรมการลดของเสียให้เป็นศูนย์ (Zero Defect, ZD)

กิจกรรมนี้จะสำเร็จได้ จำเป็นต้องอาศัยกิจกรรมอื่นๆ ช่วย ในความเห็นของ ดร.ชิน โกะ เชื่อว่า กิจกรรม ZD จะสำเร็จได้ ต้องอาศัยหลักการ 3 ประการ คือ การใช้การตรวจสอบที่ต้นเหตุ หรือที่ตำแหน่งงานนั้นๆ (Source Inspection) การตรวจสอบแบบ 100% โดยใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์ช่วย (Poka-Yoke) และการแก้ไขปรับปรุงทันทีทันใดเมื่อพบปัญหา

Poka-Yoke เป็นเครื่องมือที่ใช้ป้องกันความผิดพลาด หรือการหลงลืม ซึ่งมีลักษณะสำคัญดังต่อไปนี้สามารถทำการตรวจเช็คชิ้นงานแต่ละชิ้น หรือตรวจสอบ 100% ได้ เครื่องมือ Poka-Yoke จะต้องไม่ยุ่งยากและสามารถใช้ในการตรวจสอบชิ้นงานได้ทุกชิ้น และต้นทุนในการติดตั้งต่ำ ตัวอย่างของเครื่องมือ Poka-Yoke เช่น ในแผนกประกอบชิ้นส่วนต้องใส่สปริงทั้งหมด 8 ชิ้น เพื่อเป็นการกันการหลงลืม หัวหน้าแผนกจึงได้สร้างกล่องใส่สปริงและกำหนดให้นำสปริงจำนวน 8 ชิ้น วางลงในกล่องก่อนการเริ่มการประกอบชิ้นส่วน เมื่อทำตามขั้นตอนดังนี้แล้ว ถ้าครั้งใดที่ประกอบชิ้นส่วนเสร็จแล้วแต่ยังเหลือสปริงในกล่องแสดงว่าการประกอบครั้งนั้นผิดพลาดเนื่องจากลืมใส่สปริงในบางตำแหน่ง กล่องใส่สปริงที่สร้างขึ้นมานี้ คือ เครื่องมือ Poka-Yoke เป็นต้น

2.2 ล้อแม็ก (Mag wheel)

ล้อแม็ก (mag wheel) หรือ ล้ออัลลอย ชื่อเต็มคือ ล้อแมกนีเซียมอัลลอย (magnesium alloy wheel) ในไทยนิยมเรียกว่า ล้อแม็กซ์ (max wheel) เป็นลักษณะล้อสำหรับรถยนต์ทำจากอัลลอยวัสดุผสมจากแมกนีเซียม ซึ่งมีลักษณะเด่นแตกต่างจากล้อรถยนต์เหล็กทั่วไปที่มีน้ำหนักที่เบาว่า รวมถึงการนำความร้อนที่ดีกว่า ซึ่งทำให้ลดปัญหาการเบรกไม่อยู่ได้ส่วนหนึ่ง นอกจากนี้ ยังมีความสวยงามของตัวล้อที่แตกต่างจากล้อทั่วไป

ล้อยแม็กผลิตจากการหลอมในขั้นตอนเดียวของอัลลอยของแม็กนิเซียม ZK60 และ MA-14 ล้อยอัลลอยที่ผลิตจากอะลูมิเนียม บางครั้งก็ถูกเรียกรวมว่า "ล้อยแม็ก" ถึงแม้ว่าไม่ได้มีแม็กนิเซียมเป็นส่วนผสมก็ตาม

พื้นฐานของล้อยแม็กถูกพัฒนาขึ้นต่อเนื่องจากการใช้กระทะล้อยเหล็กแบบดั้งเดิม โดยนำวัสดุที่มีน้ำหนักเบาผลิตเป็นกระทะล้อย แทนการผลิตแบบเหล็กอัดขึ้นรูปแล้วนำมาเชื่อมประกบกัน แม็กนิเซียมเป็นวัสดุที่ถูกนำมาผลิตแทนเหล็กเป็นกระทะล้อยแบบใหม่ ตั้งแต่หลายสิบปีที่ผ่านมารลดน้ำหนักกระทะล้อยลงมีหลายจุดประสงค์ อาจมีเพียงจุดประสงค์เดียวหรือหลายจุดประสงค์ร่วมกัน จากคุณสมบัติเด่นของล้อยแม็กดังนี้

1. เพื่อช่วยระบายความร้อน

เหล็กอมความร้อนมากกว่าแม็กนิเซียมหรืออะลูมิเนียมอัลลอย เมื่อกระทะล้อยร้อน ยางก็ร้อนตาม และจานเบรก-ผ้าเบรกที่อมความร้อนก็จะลดแรงเสียดทานในการเบรกลง จุดประสงค์นี้มักเน้นในวงการรถแข่ง

2. เพื่อลดภาระระบบช่วงล่าง

เช่นเดียวกับการยึดแขนตรงออกไปแล้วมีสิ่งของหนักหรือเบาแขวนอยู่ที่มือ สิ่งของน้ำหนักเบาข้อมเบาแรงและขยับแขนได้ง่ายกว่า นอกจากนั้น ยังเพิ่มอายุการใช้งานของระบบช่วงล่างได้เล็กน้อยอีกด้วย

3. เพื่อลดแรงต้านการหมุน

กระทะล้อยและยางที่มีน้ำหนักมากข้อมหมุนได้ยากกว่า หากลดแรงต้านได้ อัตราเร่งจะดีขึ้น และประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิงเพิ่มขึ้นอีกเล็กน้อย

4. สามารถเพิ่มขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางกระทะล้อย

เพื่อใส่จานดิสก์เบรกขนาดใหญ่หลายๆ หรือเพื่อความสวยงาม โดยยังสามารถควบคุมน้ำหนักของกระทะล้อยไว้ได้จากวัสดุน้ำหนักเบา จุดประสงค์นี้มักเน้นในวงการรถแข่ง หรือรถยนต์ทั่วไปที่อยากเพิ่มความสวย หรืออยากใส่ยางแก้มเตี้ยลงแต่ต้องการรักษาเส้นรอบวงเดิมไว้

5. เพื่อความสวยงาม

วัสดุที่นำมาผลิตล้อแม็กมีสีเงินวาววับ และสามารถออกแบบลวดลายได้หลากหลาย ต่างจากกระทะล้อเหล็กที่ต้องพ่นสีทับและมีลวดลายจำกัด แท้จริงแล้วจุดประสงค์นี้เป็นผลพลอยได้ แต่กลายเป็นจุดเด่นหลักของล้อแม็ก

2.2.1 ขนาดของล้อแม็ก

การระบุขนาดของล้อแม็กมีอยู่ 2 จุดมีหน่วยเป็นนิ้ว คือ เส้นผ่าศูนย์กลาง หรือเรียกสั้นๆ ว่าขอบ...นิ้ว เช่น 13, 15,...นิ้ว ต้องพอดีกับเส้นผ่าศูนย์กลางของยาง (มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร) ที่จะนำมาใส่ และความกว้างหรือเรียกสั้นๆ ว่ากว้าง...นิ้ว มีหน่วยจำนวนเต็มหรือ .5 เช่น 5, 5.5, 8,...นิ้ว เกี่ยวข้องกับหน้ากว้างของยางที่จะนำมาใส่ เมื่อเรียกรวมกันจะระบุบนตัวล้อแม็ก เช่น ขนาด 6 X 15 นิ้ว หมายความว่า หน้ากว้าง 6 นิ้ว เส้นผ่าศูนย์กลาง 15 นิ้ว

2.2.2 ระยะ PCD

PCD-PITCH CIRCLE DIAMETER หมายถึง ระยะห่างของรูนอตบนตัวล้อแม็กและคัมล้อที่ต้องเท่ากัน โดยวัดจากกึ่งกลางรูนอตทุกตัวลากเส้นเป็นวงกลม แล้ววัดผ่านเส้นผ่าศูนย์กลาง มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร ถ้าเป็นจำนวนเลขคู่ 4 หรือ 6 รูนอตต่อ 1 ล้อ ก็สามารถวัดจากกึ่งกลางรูนอตด้านหนึ่งไปยังด้านตรงข้ามได้เลย แต่ถ้าเป็นจำนวนเลขคี่ 3 หรือ 5 รูนอต ต้องวัดจากแนววงกลมกึ่งกลางรูนอตผ่านเส้นผ่าศูนย์กลาง รอยนตขนาดเล็กมักมี 4 รูนอตต่อ 1 ล้อ และรอยนตขนาดใหญ่ขึ้นไปมักมี 5-6 รูนอต เพื่อความแน่นอนหนาในการยึดล้อเข้ากับคัมล้อ ระยะ PCD ของรอยนตรุ่นใหม่แบบ 4 รูนอต นิยมที่ 100 มิลลิเมตร ส่วนระยะ PCD อื่นมีมากมาย เช่น 98, 108, 110, 114.3 (มาจาก 5 5/8 นิ้ว), 120, 130 มิลลิเมตร ฯลฯ

หากล้อแม็กกับคัมล้อมีระยะ PCD ไม่ตรงกัน มีหลายวิธีดัดแปลง เช่น เจาะคัม เจาะล้อแม็ก กว้านรูนอตเดิมแล้วอัดบูชแบบเยื้อง และใส่สแปคเตอร์ ฯลฯ แต่ควรหลีกเลี่ยง เพราะอาจด้อยกว่ามาตรฐานจนเกิดอาการล้อสั่นหรือไม่ได้สมดุลขึ้นได้ และยังมีล้อแม็กหลายยี่ห้อหลายรุ่นให้เลือกอีกมากที่มีระยะ PCD ตรงกับคัมล้อ หากชอบล้อแม็กลวดลายนั้นจริงอาจดัดแปลงได้ แต่ต้องใช้ฝีมือช่างและความละเอียดมากๆ

ปัจจุบันล้อแม็กหลายรุ่นมีการเจาะรูนอตไว้เพื่อสำหรับรอยนตหลายรุ่นมาเสร็จสรรพ เช่น 1 วง มี 8 รูนอต โดย 4 รูนอตมีระยะ PCD 100 มิลลิเมตร และอีก 4 รูนอตมีระยะ PCD 114.3 มิลลิเมตร หรือล้อแม็กหลายรุ่นไม่มีการเจาะรู เพื่อให้เลือกเจาะเองได้ตามสะดวก

2.2.3 ออฟเซต

OFFSET-ออฟเซต คือ ตำแหน่งของหน้าแปลนด้านหลังของล้อแม็กที่ต้องยึดติดกับคัมล้อ เมื่อเปรียบเทียบกับกึ่งกลางล้อแม็กด้านขวาง ระบุเป็นบวกหรือลบด้วยหน่วยมิลลิเมตรบนตัวล้อแม็กด้านหน้าหรือด้านหลัง เช่น 0, +30, -25 ฯลฯ ล้อแม็กที่มีค่าออฟเซตเท่ากัน อาจยื่นออกมาจากคัมล้อไม่เท่ากัน ถ้าความกว้างของล้อแม็กไม่เท่ากัน เช่น ล้อแม็ก 2 นิ้ว มีค่าออฟเซต 0 มิลลิเมตรเท่ากัน คือ หน้าสัมผัสของล้อแม็กกับคัมอยู่ตรงกลางพอดี แต่วงหนึ่งมีความกว้าง 6 นิ้ว กับอีกวงมีความกว้าง 7 นิ้ว วงแรกจะยื่นออกมาจากคัม 3 นิ้ว และวงหลังจะยื่นออกมา 3.5 นิ้ว ทั้งที่มีค่าออฟเซต 0 มิลลิเมตรเท่ากัน

2.2.3.1 ค่าออฟเซตน้อยหรือลบมากเกินไป

ล้อแม็กจะยื่นออกมาจากคัมล้อมาก แต่ถ้ามีระยะออฟเซตมากหรือลบมากเกินไป ล้อแม็กจะหุบเข้าไปในตัวถัง เช่น ล้อแม็ก 2 นิ้ว มีขนาดเท่ากันทุกอย่าง ทั้งเส้นผ่าศูนย์กลางและหน้ากว้าง ยกเว้นค่าออฟเซต ล้อแม็กวงหนึ่ง -20 มิลลิเมตร และอีกวง +10 มิลลิเมตร วงแรกเมื่อใส่เข้ากับตัวรถยนต์จะยื่นออกมามากกว่าอีกวง 30 มิลลิเมตร ($-20 + 10 = 30$ มิลลิเมตร) รถยนต์ขับเคลื่อนล้อหลังมักกำหนดให้ใช้ล้อแม็กที่มีค่าออฟเซตเป็นลบ หรือลบไม่มากนัก และรถยนต์ขับเคลื่อนล้อหน้า (หรือขับเคลื่อนล้อหลังรุ่นใหม่) มักใช้ล้อแม็กค่าออฟเซตเป็นบวก เพราะในการออกแบบและทดสอบพบว่า ล้อแม็กที่มีค่าออฟเซตมากหรือลบมากเกินไป เมื่อยางแตกรถยนต์จะเสียการทรงตัวน้อย

การเปลี่ยนล้อแม็กวงโตกับยางแก้มเตี้ย เช่น ล้อแม็กขอบ 16-17 นิ้ว กับยาง 45-50 ซีรีส์ ตามความนิยมเพิ่มความสวย คนส่วนใหญ่มักมีมุมมองเบื้องต้นว่า ยางจะติดขอบบังโคลนด้านใน เพราะมีขนาดล้อแม็กเพิ่มขึ้น ทั้งที่อาจเกี่ยวข้องกับค่าออฟเซตที่น้อยเกินไป ซึ่งมีผลโดยตรงต่อการยื่นหรือหุบเข้าไปของล้อแม็กกับขอบบังโคลนของตัวถัง เช่น เปลี่ยนล้อแม็กวงโตแล้วยางกระแทกขอบบังโคลนเมื่อรถยนต์ถูกโหลดลความสูงหรือยวบตัวมากๆ ทำให้หลายคนรีบสรุปว่า ล้อแม็กมีเส้นผ่าศูนย์กลางมากเกินไป เช่น ขอบ 16-17 นิ้ว ทั้งที่จริงแล้วอาจมีปัญหาจากค่าออฟเซต ในความเป็นจริง ยางจะติดขอบบังโคลนด้านใน อยู่ที่ 2 กรณีหลัก คือ ขนาดของล้อแม็กและยาง และค่าออฟเซตของล้อแม็ก ถ้าไม่เลือกล้อแม็กขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางใหญ่เกินไป โดยส่วนใหญ่จะเกิดปัญหาจากค่าออฟเซตไม่เหมาะสม คือ ล้อแม็กและยางจะยื่นเลยออกมานอกแนวขอบบังโคลน เมื่อโหลดลความสูงของตัวถังลงมาหรือรถยนต์ยวบตัวมากๆ ขอบบังโคลนด้านในจะกระแทกกับยางจนเกิดเสียงดังและยางเสียหาย

การเลือกแบบประยุกต์หรือสูตรสำเร็จก็คือ ลองใส่ล้อแม็กพร้อมยาง แล้วนำรถยนต์ขับเดินหน้า-ถอยหลังสัก 4-5 ครั้ง เพื่อให้ช่วงล่างปรับเข้าสู่ระยะปกติ หากคนนั่งในรถยนต์บนเบาะหลัง 2-3 คน พร้อมขยับตัวถังเหนือล้อหลัง แล้วดูว่าริมขอบบังโคลนด้านในยวบลงมากกระแทกยางหรือเปล่า ถ้า

2.2.3.2 ค่าออฟเซตมากหรือบวกเกินไป

หากล้อแม็กหุบเข้าไปเกินปกติ แสดงว่าค่าออฟเซตมากไป กรณีนี้ไม่เกี่ยวกับปัญหาของกระทะขอบบังโคลน แต่อาจดูไม่สวย และล้อหรือยางจะติดขัดกับช่วงล่างบางชิ้นหรือซุ้มล้อด้านใน ถ้าไม่มาก สามารถใช้แผ่นอะลูมิเนียมรองแบนกลมบางๆ สเปเซอร์-SPACER ซึ่งมีจำนวนรูให้ถอดรื้อผ่านเท่ากับระยะ PCD แทรกระหว่างล้อแม็กกับคัมล้อ เพื่อให้ล้อแม็กยื่นออกมามากขึ้น

ล้อและยางจะหุบเข้าไปในตัวถัง ดูไม่สวย อาจติดช่วงล่างบางชิ้น ฐานล้อระหว่างซ้าย-ขวาน้อยลง และสูญเสียประสิทธิภาพการทรงตัวลงไป

2.3 ขนาดรูกลางของล้อแม็ก

รถยนต์ทุกคันต้องมีแกนกลางของคัมล้อยื่นออกมา เพื่อสวมทะลุเข้าสู่รูกลางบนตัวล้อแม็ก นอกจากต้องมีระยะ PCD, ค่าออฟเซต และขนาดโดยรวมของล้อแม็กเหมาะสมแล้ว ขนาดรูกลางของล้อแม็กต้องกว้างเท่ากันพอดีกับแกนคัมล้อ เพื่อป้องกันการสับัดหรือแกว่งของล้อแม็ก แม้นอตล้อจะยึดแน่นอยู่แล้วก็ตาม หากขนาดรูกลางของล้อแม็กเล็กเกินไป ย่อมสวมเข้ากับคัมล้อไม่ได้ ต้องกลิ้งคว้านด้วยความละเอียดให้มีขนาดรูกลางเท่ากับแกนคัมล้อพอดี อย่าให้หลวมถ้าขนาดรูกลางของล้อแม็กใหญ่กว่าแกนคัมล้อ ควรอัดบูชหรือคว้านแล้วอัดบูชให้พอดีกัน เพื่อป้องกันการแกว่ง

2.4 ชนิดของล้อแม็ก

2.4.1 ล้อแม็กแบบชิ้นเดียว (One-piece Cast Wheel)

เป็นล้อแม็กชนิดที่พบมากที่สุด เป็นการขึ้นรูปล้อทั้งวงในแม่พิมพ์โดยใช้อลูมิเนียมเหลว แบ่งออกเป็น

2.4.1.1 หล่อแบบใช้แรงโน้มถ่วง (Gravity Casting)

การหล่อแบบนี้เป็นเบสิกพื้นฐานที่สุด สำหรับกระบวนการใส่อลูมิเนียมเหลวลงในแม่พิมพ์ เป็นการเทลงไปในแม่พิมพ์ โดยใช้ประโยชน์จากแรงโน้มถ่วงของโลก การหล่อแบบนี้ช่วยประหยัดต้นทุนในการผลิต เหมาะสำหรับการใช้งานทั่วไปที่ไม่ได้เน้นว่า น้ำหนักของล้อต้องเบาและ

2.4.1.2 หล่อแบบใช้ความดันต่ำ (Low Pressure Casting)

ใช้แรงดันในการฉีดอลูมิเนียมเหลวเข้าไปในแม่พิมพ์ รวดเร็วกว่าแบบแรก ทำให้ได้ล้อย่อม็กที่มีคุณสมบัติทางกลศาสตร์ที่ดีกว่า คือความหนาแน่นของอลูมิเนียมที่มากกว่าแบบแรก กระบวนการผลิตแบบนี้ จะมีต้นทุนที่สูงกว่าแบบแรก กระบวนการผลิตชนิดนี้เป็นแบบที่ธรรมดาสามัญที่สุด ที่ได้รับการอนุมัติให้จำหน่ายสู่ตลาด O.E.M. อย่างไรก็ตาม ผู้ผลิตล้อย่อม็ก ก็ยังคงพยายามหากระบวนการผลิตที่ดีกว่านี้ เพื่อให้ ลื่อน้ำหนักเบาขึ้นและแข็งแรงขึ้น แต่ทำให้ต้นทุนสูงขึ้นด้วย

2.4.1.3 SPUN-RIM, FLOW-FORMING OR RIM ROLLING

กระบวนการหล่ออลูมิเนียมเหลวลงในแม่พิมพ์จะใช้แรงดันต่ำ เหมือนแบบที่สอง แต่จะใช้เครื่องจักรพิเศษที่จะหมุนแม่พิมพ์ในตอนเริ่มต้นหล่อ, ให้ความร้อนเพิ่มเติมที่ส่วนด้านนอก ของล้อที่กำลังขึ้นรูป และยังมีตัวกลิ้งเหล็กกล้า ที่จะคอยกดบริเวณขอบของล้อเย่อม็ก เพื่อให้ได้รูปทรงและความกว้างที่ต้องการ การรวมกันของความร้อน, แรงดัน และการหมุน ทำให้บริเวณขอบของล้อเย่อม็กมีความแข็งแรงคล้ายกับล้อชนิด Forged โดยไม่ต้องใช้ต้นทุนที่สูงเท่า ล้อชนิดนี้จะผลิตให้ตลาด O.E.M. ที่ต้องการล้อสมรรถนะสูง การผลิตล้อย่อม็กวิธีนี้ทำให้ได้ล้อที่เบา และแข็งแรงด้วยราคาที่สมเหตุสมผล ผู้ผลิตล้อย่อม็ก BBS ใช้เทคโนโลยีนี้ในการผลิตล้อแข่งให้กับ Formula 1 และรถอินดี้ RC wheel ของ BBS เป็นล้อในตลาดทั่วไปที่ใช้การผลิตวิธีนี้

2.4.1.4 Forged/Semi-solid Forged

เป็นล้อแบบขึ้นเดียวที่ดีที่สุด Forging เป็นกระบวนการอัดหรือกด อลูมิเนียมขึ้นเล็กๆ ในสภาวะของแข็งเข้าไปในตัวแม่พิมพ์ ภายใต้แรงดันอันมหาศาล ล้อย่อม็กที่ผลิตขึ้นจึงมีความหนาแน่นสูงมากๆ แข็งแรงมากๆ และก็น้ำหนักเบา แต่ต้นทุนของอุปกรณ์เครื่องมือต่างๆ ในการผลิตสูงมากๆ ด้วย ทำให้ราคาล้อชนิดนี้ในตลาดสูงอย่างมาก

2.4.1.5 Semi-solid forged (SSF)

เป็นการผลิตที่จะให้ความร้อน อลูมิเนียมขึ้นเล็กๆ ในสภาวะของแข็งจนกระทั่งเกือบจะเป็นสภาวะของเหลว จากนั้นจึงบีบอัดเข้าแม่พิมพ์ด้วยความเร็วสูง ล้อย่อม็กที่ได้จะมีคุณสมบัติใกล้เคียงกับล้อชนิด Forged แต่ต้นทุนในการผลิตต่ำกว่า หากให้ความสำคัญ กับน้ำหนักที่เบาและมีสมรรถนะ

2.4.2 ล้อแม่เหล็กแบบหลายชิ้น (Multi-Piece Wheel)

ล้อชนิดนี้จะมีชิ้นส่วน 2-3 ชิ้นมาประกอบกันเพื่อให้ได้ล้อแม่เหล็กที่สมบูรณ์ ล้อชนิดนี้ มีขั้นตอนการผลิตหลายแบบ อาทิเช่น ส่วนกลางของล้ออาจใช้การหล่อวิธีต่างๆ หรือ Forged ส่วนขอบของล้อสำหรับ ล้อแบบ 3 ชิ้น จะใช้การขึ้นรูปแบบการปั้นแผ่นอลูมิเนียม ส่วนขอบของล้อแม่เหล็กจะยึดกับส่วนกลางของล้อแม่เหล็กด้วยสารพนัก ล้อชนิดนี้ส่วนขอบจะสามารถเปลี่ยนแปลง ให้ขึ้นกับการใช้งานได้ ล้อชนิดนี้เริ่มต้นใช้ในการแข่งรถแต่งปัจจุบันก็มีขายในตลาดทั่วไป นิยมใช้ตั้งแต่ 17 นิ้ว

ล้อชนิด 2 ชิ้นจะคล้ายกับแบบ 3 ชิ้นแต่จะไม่สามารถเปลี่ยนแปลงแก้ไขให้เข้ากับการใช้งานได้ เนื่องจากส่วนของขอบล้อแม่เหล็กกันส่วนกลางจะยึดติดด้วยการเชื่อมตาย ไม่สามารถแยกออกจากกันได้ แต่ล้อแบบ 2 ชิ้นจะนิยมมากกว่าในตลาดการใช้งานทั่วไป

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สามารถ (2539) ได้ศึกษาเพื่อปรับปรุงคุณภาพกระบวนการผลิตคอนกรีตผสมเสร็จ ซึ่งจากปัญหาคอนกรีตผสมเสร็จมีกำลังอัดไม่สม่ำเสมอ และบางส่วนมีกำลังอัดต่ำกว่าข้อกำหนด การศึกษาวิจัยเพื่อหาแนวทางในการปรับปรุงคุณภาพกำลังอัดของคอนกรีตผสมเสร็จให้มีความสม่ำเสมอเพิ่มขึ้น โดยใช้ค่าดัชนีความสามารถในการผลิต (Cpk) ในการประเมินผล อาศัยกลวิธีทางสถิติเพื่อการออกแบบการทดลอง General Factorial Design มาใช้ในการวิจัย โดยได้ศึกษาผลกระทบของปัจจัยต่างๆ จากการศึกษพบว่าปัจจัยที่มีผลต่อกำลังอัดได้แก่ ขนาดผลของหิน ขนาดผลของทราย และอัตราส่วนของทรายต่อมวลรวม ภายหลังการปรับปรุงตามระดับปัจจัยที่เหมาะสมที่ได้จากการศึกษาทำให้ค่าเฉลี่ยของกำลังอัดเพิ่มขึ้นจากเดิม 39.2% และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานลดลงจากเดิม 24.0% และโอกาสของกำลังอัดคอนกรีตที่ผลิตได้ต่ำกว่าข้อกำหนดลดลงจากเดิม 3.8%

Chowdhury และ Gojo (2000) ได้ศึกษาเพื่อปรับปรุงคุณภาพด้วยการออกแบบการทดลองในขั้นตอนการบัดกรีของแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ จากปัจจัยที่ในกระบวนการประกอบด้วย ความเร็วรางเลื่อน (Conveyer Speed) มุมของรางเลื่อน (Conveyer Angle) อุณหภูมิอ่าง (Solder batch temperature) ความสูงของคลื่น (Solder wave height) การสั่นของคลื่น (Vibration of wave) อุณหภูมิการอุ่นชิ้นงาน (Preheat temperature) มีด (Air knife) ปริมาณกรด (Acid number) แต่ในทางปฏิบัติพบว่าปริมาณกรด

Rao และ Joseph (2001) ได้ศึกษาเพื่อเพื่อหาทางลดเวลาในการปฏิบัติงานในกระบวนการผลิต โดยใช้การออกแบบการทดลองจากปัญหาในการผลิตเส้นใยผ้าสังเคราะห์ พบว่าต้องมีขั้นตอนการผลิตหลายขั้นตอนและแต่ละขั้นตอนต้องมีการควบคุมที่ซับซ้อนและใช้เวลาต่างกัน จากการวิเคราะห์ด้วย CPM (Critical Patch Method) พบว่ามี 3 กิจกรรมที่ต้องใช้ระยะเวลานานที่สุดคือ Sheet drying, refluxing, และ residual drying จึงวิเคราะห์หาปัจจัยการทำงานใน 3 ขั้นตอนดังกล่าวเพื่อหาทางลดเวลาลงไป จากการวิเคราะห์ปัจจัยและระดับปัจจัยภายในกระบวนการ ได้ออกแบบการทดลอง 2^k Full Factorial Design การทดลองใช้นักเคมีและเครื่องจักรเครื่องเดียวกันตลอดการทดลองจากการศึกษาพบว่าสามารถลดเวลาในกิจกรรม ทั้ง 3 กิจกรรมได้ และพบว่าสามารถลดเวลาในการวัดใน 2 กิจกรรม โดยความแปรปรวนไม่เปลี่ยนแปลง ผลจากการศึกษาครั้งนี้นำไปใช้ในการปฏิบัติงานจริงพบว่าสามารถลดเวลาทำงานลงไปได้ 1 ชั่วโมงจากทราบผลการวัดได้เร็วขึ้น โดยไม่มีการลงทุนใดๆ เพิ่มเติม

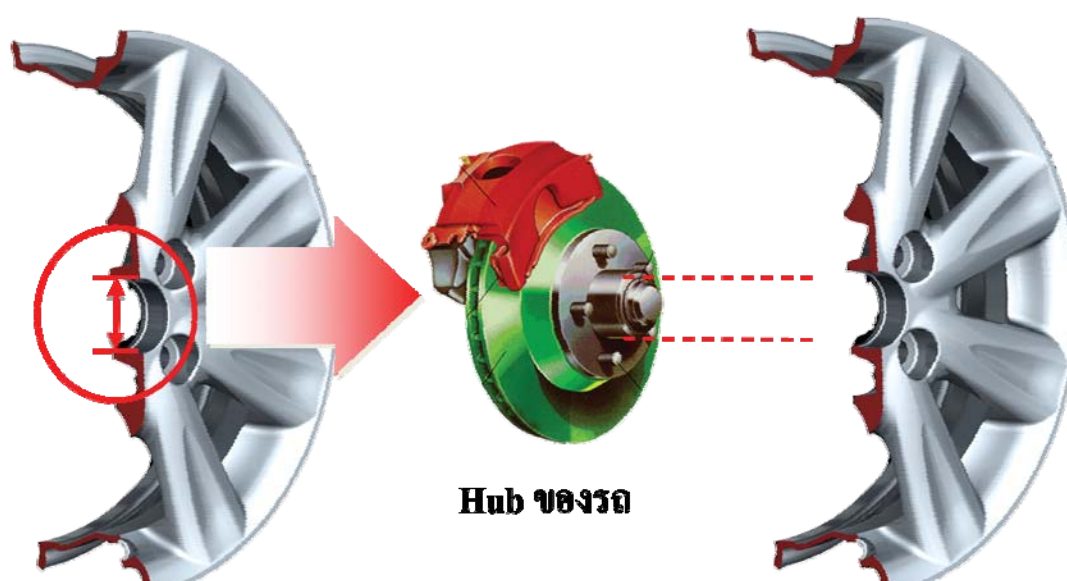
บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 การศึกษาวิธีการกลึง Center Bore

Center Bore คือ การคว้านรูบริเวณศูนย์กลางของล้อแม็ก (Hub) ดังแสดงในภาพที่ 3-1 โดย Hub จะมีหน้าที่เป็นจุดอ้างอิงในการประกอบล้อแม็กเข้ากับแกนเพลาล้อของรถยนต์ โดยมีค่าพิทช์เผื่ออยู่ที่ 0.0046 mm เท่านั้น ส่งผลให้ยากต่อการควบคุมขนาดในกระบวนการผลิต จึงจำเป็นต้องทำการตรวจสอบ 100%

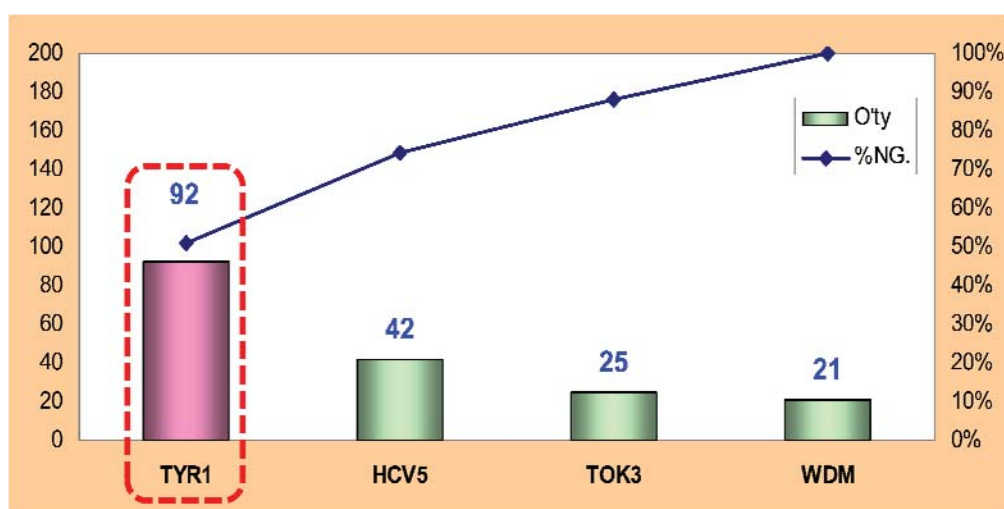
ผลเสียจากการกลึง Center Bore ส่วน Hub ล้อแม็กไม่ดีนั้น อาจแยกออกเป็น 2 กรณี ได้แก่ กรณีที่ 1 ถ้ารูกลึง Center Bore ส่วน Hub ล้อแม็กมีขนาดเล็กกว่าพิทช์ที่กำหนด จะส่งผลให้ล้อแม็กไม่สามารถประกอบเข้ากับแกนเพลาล้อของรถยนต์ได้ ส่วนกรณีที่ 2 ถ้ารูกลึง Center Bore ส่วน Hub ล้อแม็กมีขนาดใหญ่กว่าพิทช์ที่กำหนด จะส่งผลให้ล้อแม็กที่ประกอบเข้ากับแกนเพลาล้อของรถยนต์มีระยะคลอน ซึ่งเป็นอันตรายอย่างมากในขณะขับรถยนต์



ภาพที่ 3-1 การกลึง Center Bore ส่วน Hub ล้อแม็ก

3.2 การวิเคราะห์ปัญหาการกลึง Center Bore

เมื่อทำการศึกษาวิเคราะห์ปัญหาการกลึง Center Bore ในกระบวนการ CNC ที่เกิดขึ้นในเดือนกันยายน 2553 โดยใช้แผนผังพารето ดังแสดงในภาพที่ 3-2 จะเห็นได้ว่าผลิตภัณฑ์ที่เกิดปัญหาดังกล่าวมากที่สุด คือ สลักแม่กลึง รุ่น TYR1 มากถึง 92 ชิ้น หรือ 42% ดังแสดงในภาพที่ 4 ดังนั้นทีมงานจึงเลือกผลิตภัณฑ์ดังกล่าวนี้มาดำเนินการแก้ไข



ภาพที่ 3-2 แผนผังพาราเรโตเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ของเสีย

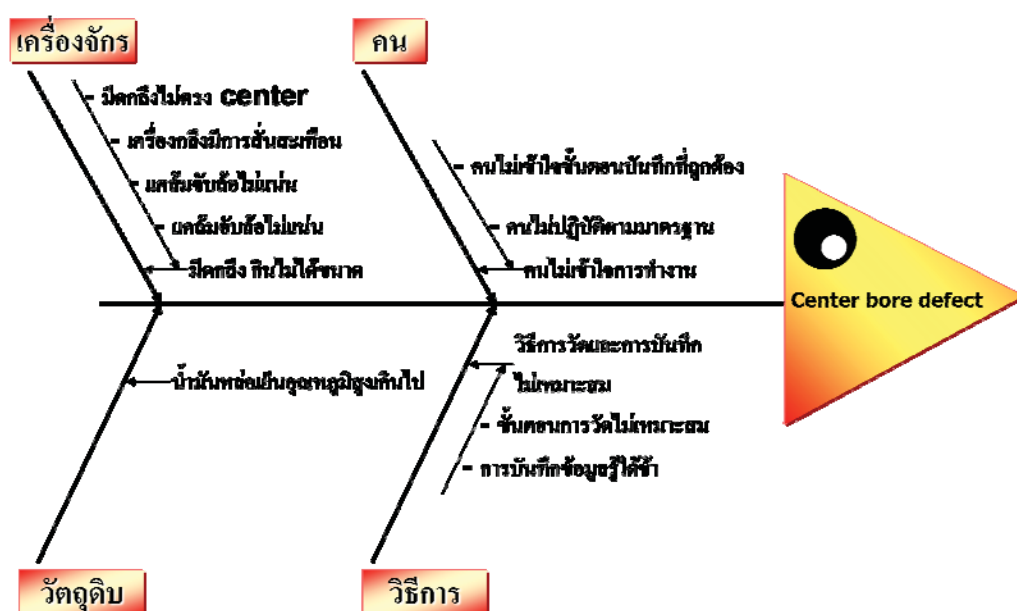
จากนั้นทีมงานได้ดำเนินการวิเคราะห์ปัญหาการกลึง Center Bore ในกระบวนการ CNC กับผลิตภัณฑ์สลักแม่กลึง รุ่น TYR1 ดังภาพที่ 3-3 โดยใช้แผนผังก้างปลา (Fishbone Diagram) พบว่าปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นนั้น อาจสรุปได้เป็น 4 สาเหตุสำคัญๆ ดังนี้

- เครื่องมือวัดไม่เหมาะสม
- ระยะเวลาตัดเฉือนไม่เหมาะสม
- อุณหภูมิในการตัดเฉือนไม่เหมาะสม
- ข้อมูล Feedback ไม่เหมาะสมต่อการใช้งาน



ภาพที่ 3-3 ผลิตภัณฑ์ล้อแม็ก รุ่น TYR1

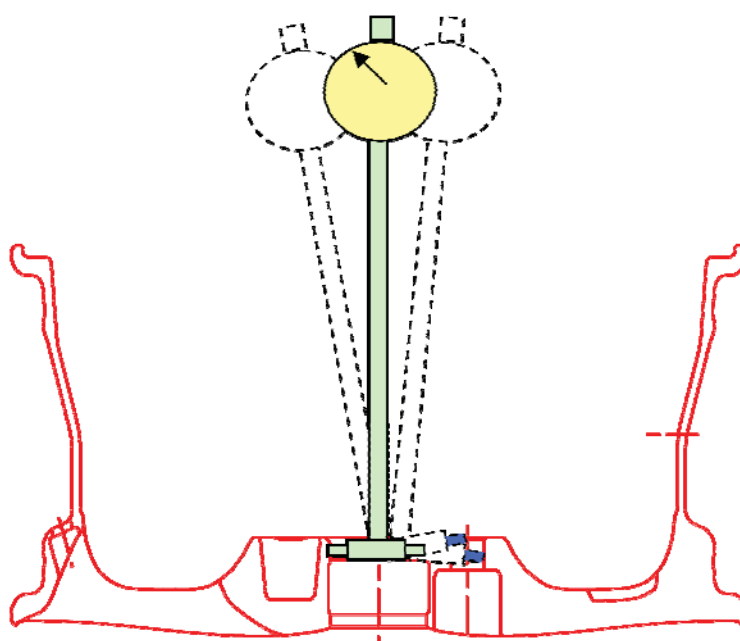
จากการวิเคราะห์ปัญหาการกลึง Center Bore ในกระบวนการ CNC กับผลิตภัณฑ์ล้อแม็ก รุ่น TYR1 โดยการใช้แผนผังก้างปลา (Fishbone Diagram) ได้ทำการวิเคราะห์ทั้ง 4 ด้าน คือ ด้าน เครื่องจักร ด้านคน ด้านวัตถุดิบ และวิธีการ ดังแสดงในภาพที่ 3-4



ภาพที่ 3-4 แผนผังก้างปลาเกี่ยวกับปัญหาการเจาะ Center Bore

3.2.1 เครื่องมือวัดไม่เหมาะสม

สาเหตุสำคัญของกรณีนี้ คือ ค่าวัดที่พนักงานวัดได้หลังจากการกลึง Center Bore มีค่าไม่ตรงกับค่าที่เกิดขึ้นจริง สาเหตุเกิดมาจากเครื่องมือวัดที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบันไม่เหมาะสม เครื่องมือวัดดังกล่าว คือ Bore Gauge แบบเข็ม ซึ่งมีข้อเสียในการทำงาน เนื่องจากพนักงานจำเป็นต้องมีทักษะสูง รวมไปถึงการอ่านค่าจากหน้าปัดที่เป็นเข็มชี้ที่ยุ่งยาก ส่งผลให้ค่าการวัดในแต่ละครั้งมีผลแตกต่างกัน ดังแสดงในภาพที่ 3-5



ภาพที่ 3-5 ความยุ่งยากในการใช้ Bore Gauge แบบเข็ม

วิธีการแก้ไขปัญหาคำวัดไม่เหมาะสมดังกล่าวข้างต้น คือ การเปลี่ยนเครื่องมือวัดใหม่เป็น Bore Gauge แบบ Digital ดังแสดงในภาพที่ 3-6

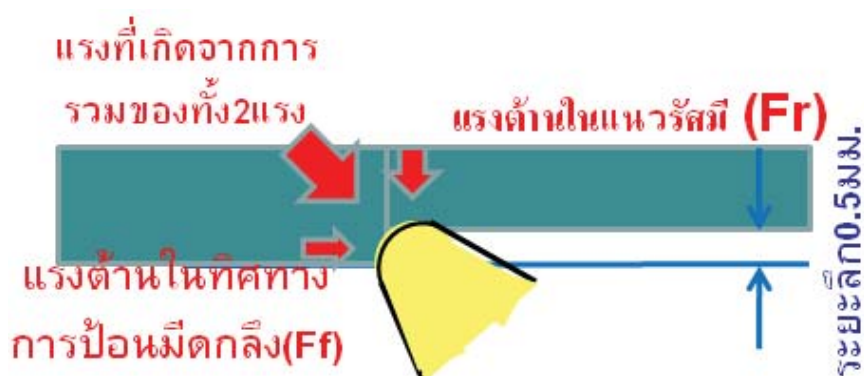


ภาพที่ 3-6 Bore Gauge แบบ Digital

ภายหลังการปรับปรุงแก้ไขปัญหาเครื่องมือวัดไม่เหมาะสมนี้ พบว่าพนักงานลดความยุ่งยากในการวัดตรวจสอบล้อแม่กลอง เนื่องจากพนักงานสามารถวางเครื่องมือวัดลงตามตำแหน่งแล้วอ่านค่าได้เลย ทำให้ไม่ต้องเสียเวลาในการตัดสินใจ ไม่ต้องเสียเวลากำหนดตำแหน่งการวัด นอกจากนี้ ค่าวัดในแต่ละครั้งที่พนักงานวัดมีค่าตรงกับค่าจริงมาก

3.2.2 ระยะการตัดเนื้อไม่เหมาะสม

สาเหตุสำคัญของกรณีนี้ คือ การใช้อัตราการป้อนกินลึกน้อยเกินไป หรือน้อยกว่ารัศมีของมีดกลึง ทำให้มีดกลึงรับแรงต้านเพิ่มขึ้นจากทิศทางอื่น โดยสภาพการทำงานปัจจุบันมีการใช้อัตราการป้อนกินลึก = 0.5 mm และรัศมีของมีดกลึง = 0.8 mm ดังแสดงในภาพที่ 3-8



ภาพที่ 3-7 ผลเสียจากการเกิดแรงต้านเพิ่มขึ้น เนื่องจากการใช้อัตราการป้อนกินลึกน้อยกว่ารัศมีของมีดกลึง

3.2.3 อุณหภูมิในการตัดเฉือนไม่เหมาะสม

สาเหตุสำคัญของกรณีนี้ คือ ในขณะที่ทำการผลิตนั้น ปริมาณน้ำมันหล่อเย็นจะมีการลดลงของอุณหภูมิอย่างต่อเนื่อง และพนักงานจะทำการเติมน้ำมันในช่วงต้นกะการทำงานเท่านั้น สิ่งเหล่านี้ส่งผลให้อุณหภูมิของน้ำมันหล่อเย็นในขณะที่ทำการตัดเฉือนเกิดการเปลี่ยนแปลงโดยตลอด

3.2.4 ข้อมูล Feedback ไม่เหมาะสมต่อการใช้งาน

สาเหตุสำคัญของกรณีนี้ คือ พนักงานทำการตรวจสอบขนาดแล้วทำการบันทึกผลลงในเอกสารสำหรับการข้อมูลจะเป็นเพียงตัวเลข ไม่สามารถมองเห็นถึงแนวโน้มก่อนการเกิดปัญหา เนื่องจากไม่มีการนำมาวิเคราะห์ผลเพื่อใช้สำหรับการติดตามผล หรือเพื่อใช้สำหรับการเตือนความเสี่ยงต่างๆ ที่เป็นผลเสียต่อกระบวนการผลิต

บทที่ 4

ผลการดำเนินงานวิจัย

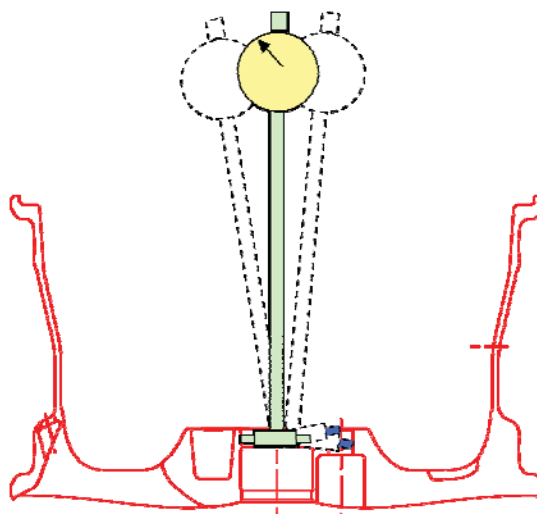
วัตถุประสงค์ในการศึกษางานวิจัยการลดของเสียในการผลิตล้อแม็ก เป็นการศึกษาเพื่อหาทางแก้ไขปรับปรุงการกลึง Center Bore ในกระบวนการ CNC โดยใช้หลักการกลุ่มคุณภาพ (QCC) การวิเคราะห์ปัญหาด้วยแผนผังพาเรโต พบว่า ของเสียในกระบวนการกลึง Center Bore และผลิตภัณฑ์ล้อแม็ก รุ่น TYR1 มีปริมาณของเสียสูงสุด จากนั้นทำการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาดังกล่าว โดยใช้แผนผังก้างปลา พบว่า สาเหตุสำคัญมีอยู่ 4 สาเหตุ ได้แก่ ปัญหาเครื่องมือวัดไม่เหมาะสม ปัญหากระบวนการตัดเฉือนไม่เหมาะสม ปัญหาอุณหภูมิในการตัดเฉือนไม่เหมาะสม และปัญหาข้อมูล Feedback ไม่เหมาะสมต่อการใช้งาน ผลจากการดำเนินงานวิจัย เป็นดังนี้

ผลเสียจากการกลึง Center Bore ส่วน Hub ล้อแม็กไม่ดีนั้น อาจแยกออกเป็น 2 กรณี ได้แก่ กรณีที่ 1 ถ้ารูกลึง Center Bore ส่วน Hub ล้อแม็กมีขนาดเล็กกว่าฟักัดที่กำหนด จะส่งผลให้ล้อแม็กไม่สามารถประกอบเข้ากับแกนเพลาล้อของรถยนต์ได้ ส่วนกรณีที่ 2 ถ้ารูกลึง Center Bore ส่วน Hub ล้อแม็กมีขนาดโตกว่าฟักัดที่กำหนด เมื่อทำการศึกษาวิเคราะห์ปัญหาการกลึง Center Bore ในกระบวนการ CNC ที่เกิดขึ้นจากปัญหาต่างๆ สรุปได้เป็น 4 สาเหตุสำคัญๆ ดังนี้

- 4.1 เครื่องมือวัดไม่เหมาะสม
- 4.2 กระบวนการตัดเฉือนไม่เหมาะสม
- 4.3 อุณหภูมิในการตัดเฉือนไม่เหมาะสม
- 4.4 ข้อมูล Feedback ไม่เหมาะสมต่อการใช้งาน

4.1 เครื่องมือวัดไม่เหมาะสม

ค่าวัดที่พนักงานวัดได้ภายหลังจากการกลึง Center Bore มีค่าไม่ตรงกับค่าที่เกิดขึ้นจริง สาเหตุเกิดมาจากเครื่องมือวัดที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบันไม่เหมาะสม เครื่องมือวัดดังกล่าว คือ Bore Gauge แบบเข็ม ภาพที่ 4-1ก จึงทำการเปลี่ยนเครื่องมือวัดใหม่เป็น Bore Gauge แบบ Digital ภาพที่ 4-1ข

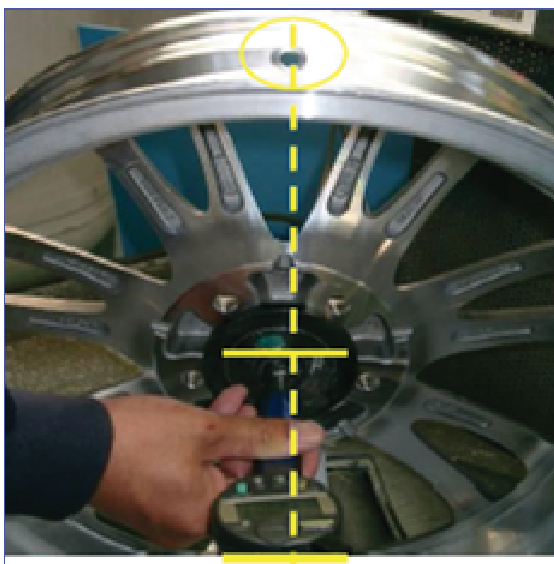


ภาพที่ 4-1 เครื่องมือวัดแบบเดิม



ภาพที่ 4-2 เครื่องมือวัดแบบใหม่

นอกจากนี้ยังได้ทำการปรับเปลี่ยนวิธีการวัดใหม่ โดยการกำหนดตำแหน่งในการวัดให้เป็นตำแหน่งเดียวกันทุกครั้งและทุกสัปดาห์ โดยกำหนดจุดอ้างอิงจาก Valve Hole และกำหนด Contact Point เพื่อให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน จากการปรับปรุงแก้ไขปัญหาดังกล่าว พบว่า พนักงานลดความยุ่งยากในการวัดตรวจสอบแม้มิถลง เนื่องจากพนักงานสามารถวางเครื่องมือวัดลงตามตำแหน่ง

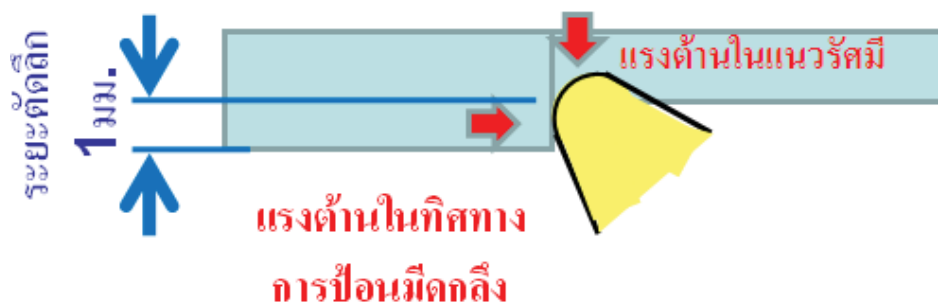


ภาพที่ 4-3 จุดควบคุมสำหรับการวัด Center Bore

4.2 ระยะการตัดเฉือนไม่เหมาะสม

สาเหตุสำคัญของกรณีนี้ คือ การใช้อัตราการป้อนกินลึกน้อยเกินไป หรือน้อยกว่ารัศมีของมีดกลึง ทำให้มีดกลึงรับแรงต้านเพิ่มขึ้นจากทิศทางอื่น โดยสภาพการทำงานปัจจุบันมีการใช้อัตราการป้อนกินลึก = 0.5 mm และรัศมีของมีดกลึง = 0.8 mm ภายหลังการปรับปรุงแก้ไขปัญหาระยะการตัดเฉือนไม่เหมาะสมนี้ แก้ปัญหาโดยการเพิ่มอัตราการป้อนกินลึกเป็น 1.0 mm จากเดิม 0.5 mm ทำให้ค่าอัตราการป้อนกินลึกมากกว่ารัศมีของมีดกลึง คือ 0.8 mm ส่งผลให้ค่าความคลาดเคลื่อนในการผลิตลดลงจากเดิม

ภายหลังการปรับปรุงแก้ไขปัญหาระยะการตัดเฉือนไม่เหมาะสมนี้ พบว่าเมื่อเพิ่มอัตราการป้อนกินลึกเป็น 1.0 mm จากเดิม 0.5 mm ดังภาพที่ 4-3 ซึ่งทำให้ค่าอัตราการป้อนกินลึกมากกว่ารัศมีของมีดกลึง คือ 0.8 mm การดำเนินการแก้ไขปรับปรุงเหล่านี้ ส่งผลให้ค่าความคลาดเคลื่อนในการผลิตลดลงจากเดิม

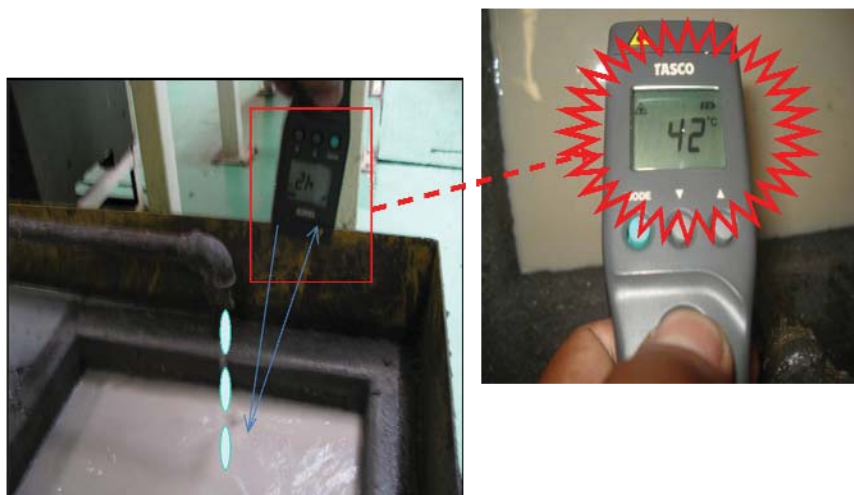


ภาพที่ 4-4 ผลการปรับปรุงสามารถลดการเกิดแรงดันลง เนื่องจากการใช้อัตราการป้อนกินลึกมากกว่ารัศมีของมีดกลึง

4.3 อุณหภูมิในการตัดเฉือนไม่เหมาะสม

ในขณะที่ทำการผลิตนั้น ปริมาณน้ำมันหล่อเย็นจะมีการลดลงของอุณหภูมิอย่างต่อเนื่อง และพนักงานจะทำการเติมน้ำมันในช่วงต้นกะการทำงานเท่านั้น สิ่งนี้จึงส่งผลให้อุณหภูมิของน้ำมันหล่อเย็นในขณะที่ทำการตัดเฉือนเกิดการเปลี่ยนแปลง หลังจากการปรับปรุงแก้ไขปัญหาคืออุณหภูมิในการตัดเฉือนไม่เหมาะสมนี้ พบว่า อุณหภูมิของน้ำหล่อเย็นคงที่ 42°C โดยตลอดกระบวนการทำงาน ซึ่งในการแก้ไขจะใช้การควบคุมอุณหภูมิของน้ำมันหล่อเย็น โดยการกำหนดให้ใช้การเติมน้ำมันหล่อเย็นแบบต่อเนื่อง โดยเปิดน้ำมันหล่อเย็นเพิ่มในปริมาณน้อยๆ เพื่อชดเชยปริมาณน้ำหล่อเย็นที่ลดลงไป ซึ่งจะใช้การตรวจสอบอุณหภูมิของน้ำหล่อเย็นทุกๆ ครึ่งชั่วโมง

ภายหลังการปรับปรุงแก้ไขปัญหาคืออุณหภูมิในการตัดเฉือนไม่เหมาะสมนี้ พบว่า อุณหภูมิของน้ำหล่อเย็นคงที่ 42°C โดยตลอดกระบวนการทำงาน ซึ่งในการแก้ไขจะใช้การควบคุมอุณหภูมิของน้ำมันหล่อเย็น โดยการกำหนดให้ใช้การเติมน้ำมันหล่อเย็นแบบต่อเนื่อง โดยเปิดน้ำมันหล่อเย็นเพิ่มในปริมาณน้อยๆ เพื่อชดเชยปริมาณน้ำหล่อเย็นที่ลดลงไป ซึ่งจะใช้การตรวจสอบอุณหภูมิของน้ำหล่อเย็นทุกๆ ครึ่งชั่วโมง ดังแสดงในภาพที่ 4-4

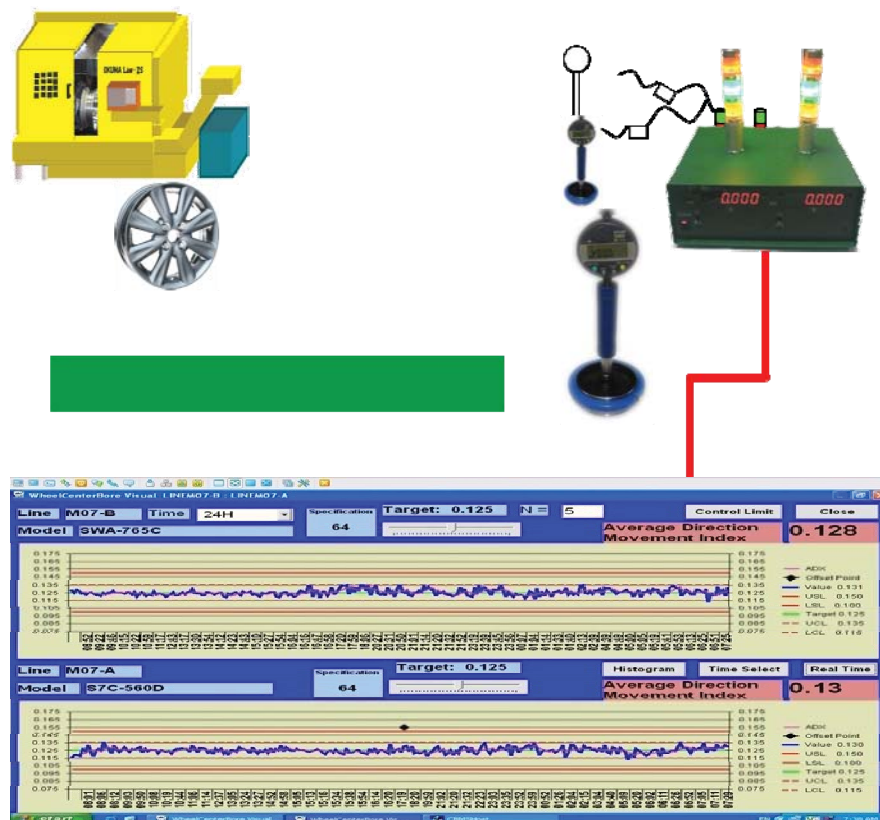


ภาพที่ 4-5 การตรวจสอบอุณหภูมิของน้ำหล่อเย็น

4.4 ข้อมูล Feedback ไม่เหมาะสมต่อการใช้งาน

สาเหตุสำคัญของกรณีนี้ คือ พนักงานทำการตรวจสอบขนาดแล้วทำการบันทึกผลลงในเอกสารสำหรับการข้อมูลจะเป็นเพียงตัวเลข ไม่สามารถมองเห็นถึงแนวโน้มก่อนการเกิดปัญหา เนื่องจากไม่มีการนำมาวิเคราะห์ผลเพื่อใช้สำหรับการติดตามผล หรือเพื่อใช้สำหรับการเตือนความเสี่ยงต่างๆ ที่เป็นผลเสียต่อกระบวนการผลิต

ภายหลังการปรับปรุงแก้ไขปัญหาข้อมูล Feedback ไม่เหมาะสมต่อการใช้งานนี้ ทีมงานได้ทำการปรับปรุงเครื่องมือบันทึกข้อมูลให้เป็นแบบ Digital ซึ่งสามารถส่งข้อมูลเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์ได้อัตโนมัติ ทำให้การแสดงผลการทำงานเป็นไปตามเวลาจริง (Real Time) ดังแสดงในภาพที่ 4-5 ผลลัพธ์ของการปรับปรุง พบว่า สามารถลดขั้นตอนการทำงานได้ 1 ขั้นตอน นอกจากนี้ ผู้บริหารสามารถรับรู้ปัญหาได้ทันทีที่เกิดปัญหา



ภาพที่ 4-6 การบันทึกข้อมูลแบบ Digital ซึ่งสามารถส่งข้อมูลเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์ได้อัตโนมัติ และแสดงผลการทำงานเป็นไปตามเวลาจริง (Real Time)

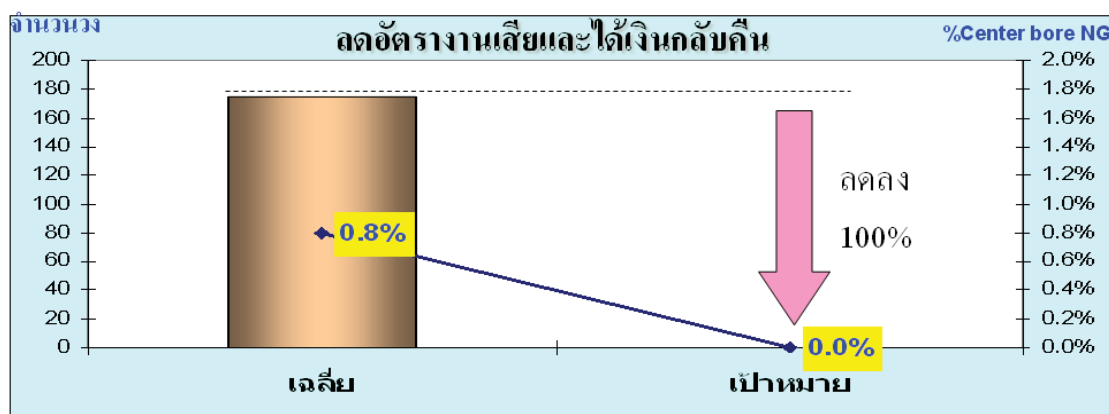
บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

การศึกษางานวิจัยการลดของเสียในการผลิตล้อแม็ก เป็นการศึกษาเพื่อหาทางแก้ไขปรับปรุงการกลึง Center Bore ในกระบวนการ CNC ซึ่งในสภาพการทำงานเดิมจะมีปริมาณของเสียโดยเฉลี่ยประมาณ 177 วง หรือ 0.8% แต่ภายหลังการปรับปรุง โดยรวมจากปัญหาทั้ง 4 ได้แก่ ปัญหาเครื่องมือวัดไม่เหมาะสม ปัญหาระยะการตัดเฉือนไม่เหมาะสม ปัญหาอุณหภูมิในการตัดเฉือนไม่เหมาะสม และปัญหาข้อมูล Feedback ไม่เหมาะสมต่อการใช้งาน ผลลัพธ์เกี่ยวกับปริมาณของเสียจากกระบวนการกลึง Center Bore ลดลงเหลือ 0% หรือของเสียเป็นศูนย์ ดังแสดงในภาพที่ 5-1 และเมื่อเปรียบเทียบข้อมูลในเดือนธันวาคม 2553 ในเชิงเศรษฐศาสตร์ พบว่า สามารถลดมูลค่าความสูญเสียลงได้ 211,488 บาท/เดือน โดยมีรายละเอียดได้ดังนี้

จาก	ต้นทุนเฉลี่ยล้อแม็ก	=	1,200 บาท/วง
	ปริมาณการผลิต	=	22,030 วง
	ของเสีย (เดิม)	=	0.8 %
จะได้ มูลค่าความสูญเสีย (เดิม)			
		=	22,030 x 0.8 x 1,200
		=	211,488 บาท/เดือน
ดังนั้นสามารถลดมูลค่าความสูญเสียลงได้			
		=	211,488 - 0
		=	211,488 บาท/เดือน



ภาพที่ 5-1 การเปรียบเทียบปริมาณของเสียภายหลังการปรับปรุง

5.2 ข้อเสนอแนะ

เมื่อกล่าวถึงอุตสาหกรรมการผลิต การหลีกเลี่ยงความสูญเสีย นับเป็นสิ่งที่ต้องให้ความสำคัญ เนื่องจาก ความสูญเสียดังกล่าวก็คือ ต้นทุนในการผลิต นอกจากการศึกษาค้นคว้าที่เกิดขึ้น และ ดำเนินการปฏิบัติเพื่อแก้ไขปัญหาแล้วนั้น สิ่งที่ควรคำนึงต่อไปคือ การป้องกันความเสียหายที่จะ เกิดขึ้น รวมทั้งการตรวจสอบคุณภาพในทุกขั้นตอนการผลิต เพื่อให้สินค้าที่ผลิตออกมามีมาตรฐาน ตามที่กำหนด

เอกสารอ้างอิง

การปรับปรุงอย่างต่อเนื่องตามแบบ PDCA, บุรณะศักดิ์ มาดหมาย, วารสาร Productivity World

ฉบับที่ 89 พ.ค.-มิ.ย. 51, สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งประเทศไทย

การลดของเสียในกระบวนการผลิตเหล็กหล่อ FC – 20

การลดของเสียในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนยาง

การลดของเสียในอุตสาหกรรมผลิตล้ออูมิเนียมอัลลอยด์

การลดของเสียในการผลิตล้อแม็ก
Reduction of Defective in Alloy Wheel Production
(C5320002)

สุธรรม ศิวาวุธ¹ นพพร เกิดศิริ¹ จิตติชัย เมธีธรรมสกุล²

¹ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

sutham.s@rmutk.ac.th

²บริษัท เอนโก ไทย จำกัด

บทคัดย่อ

การศึกษางานวิจัยการลดของเสียในการผลิตล้อแม็ก เป็นการศึกษาเพื่อหาทางแก้ไขปรับปรุงการกลึง Center Bore ในกระบวนการ CNC โดยการใช้หลักการกลุ่มคุณภาพ (QCC) การวิเคราะห์ปัญหาด้วยแผนผังพาเรโต พบว่า ของเสียในกระบวนการกลึง Center Bore และผลิตภัณฑ์ล้อแม็ก รุ่น TYR1 มีปริมาณของเสียสูงสุด จากนั้นทำการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาดังกล่าว โดยการใช้แผนผังกังปลา พบว่า สาเหตุสำคัญมีอยู่ 4 สาเหตุ ได้แก่ ปัญหาเครื่องมือวัดไม่เหมาะสม ปัญหาการตัดเฉือนไม่เหมาะสม ปัญหาอุณหภูมิในการตัดเฉือนไม่เหมาะสม และปัญหาข้อมูล Feedback ไม่เหมาะสมต่อการใช้งาน ทีมงานระดมสมองร่วมกันหาวิธีการแก้ไขปัญหาเหล่านี้ แล้วนำไปใช้ในการปรับปรุงแก้ไข ผลลัพธ์ที่ได้จากการปรับปรุง พบว่า สามารถลดปริมาณของเสียลงเหลือ 0% และเมื่อเปรียบเทียบกับมูลค่าความสูญเสียลดลงถึง 211,488 บาท/เดือน

คำสำคัญ : การลดของเสีย, ล้อแม็ก, กลุ่มคุณภาพ (QCC)

Abstract

The study of research was reduction of defective in alloy wheel production, such as the improvement of center bore lathing on CNC process by principle's quality control circle (QCC). The analyses of PARETO-diagram were showed the center bore lathing with alloy wheel model-TYR1 maximum defects. After that, The

analyses of FISHBONE-diagram were showed four problems namely; the problem of measuring tool, the problem of machining, the problem of coolant temperature and the problem of data-feedback systematic. This teamwork of research was used brainstorming for solving method. The results of improvement were reduced the defect rate 0% and the waste value 211,488 baht/month

Keywords : Reduction of Defective

, Alloy Wheel

, quality control circle (QCC)

1. บทนำ

การดำเนินธุรกิจในปัจจุบันเป็นไปตามกลไกการค้าโลก ที่มีลักษณะเสรีทางการค้ามากขึ้น การเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันในด้านต้นทุนและเทคโนโลยี นับเป็นกลยุทธ์สำคัญที่ทำให้ธุรกิจอยู่รอด โดยเฉพาะอย่างยิ่งอุตสาหกรรมยานยนต์ ซึ่งในปัจจุบันมีอิทธิพลต่อภาวะการเติบโตของธุรกิจอื่น ๆ มากมาย ปัจจุบันมีมูลค่าการส่งออกอุตสาหกรรมยานยนต์มากติดอันดับต้นๆของประเทศ อีกทั้งยังเป็นการดึงดูดผู้ประกอบการอุตสาหกรรมจากต่างประเทศเข้ามาลงทุนในประเทศไทยโดยตรง ทำให้เกิดการจ้างงานภายในประเทศ และเป็นการถ่ายโอนเทคโนโลยีจากต่างประเทศเข้าสู่ประเทศไทย

เนื่องจากการผลิตล้อแม็กในปัจจุบันมีการแข่งขันทางการตลาดสูง จากจำนวนการผลิตรถยนต์ในค่ายรถยนต์ต่างๆ มีจำนวนมาก ดังนั้นโรงงานที่ผลิตล้อแม็กในปัจจุบันจึงมีหลายค่ายหลายบริษัททำ

การแข่งขันทางการตลาด บริษัท เอนโก เป็นหนึ่งในบริษัทที่มีการผลิตล้อแม็กส่งให้กับค่ายรถยนต์ใหญ่ๆ ทั้งในประเทศและต่างประเทศ ดังนั้น นโยบายของทางบริษัทจึงเน้นมาตรฐานการผลิตที่ต้องมีคุณภาพ เพื่อสร้างความเชื่อมั่นให้กับลูกค้า แต่ในปัจจุบันยังมีของเสียเนื่องจากกระบวนการผลิตในแต่ละขั้นตอน กระบวนการผลิตที่พบว่ามีความเสียหายมาก คือ ในส่วนของงานกลึง CNC ดังนั้นจึงจำเป็นต้องไปวิเคราะห์และแก้ไขปัญหา เพื่อลดของเสียจากกระบวนการกลึง CNC เพื่อผลประโยชน์ของบริษัทและเพื่อเพิ่มความเชื่อมั่นให้กับลูกค้าโดยไม่ส่งของเสียไปสู่ลูกค้า

การวิเคราะห์เบื้องต้นจากข้อมูลในเดือนกันยายน 2553 โดยการใช้แผนผังพาเรโต ดังแสดงในรูปที่ 1 เพื่อลำดับความสำคัญของปัญหาในการเลือกมาดำเนินการแก้ไขปรับปรุง จะเห็นได้ว่า ปริมาณของเสียในกระบวนการ CNC มากที่สุด มีสาเหตุมาจากการกลึง Center Bore มากถึง 215 ชิ้น หรือ 48%

รูปที่ 1 แผนผังพาเรโตเกี่ยวกับประเภทของเสีย

2. การดำเนินงานวิจัย

2.1 การกลึง Center Bore

Center Bore คือ การคว้านรูบริเวณศูนย์กลางของล้อแม็ก (Hub) ดังแสดงในรูปที่ 2 โดย Hub จะมีหน้าที่เป็นจุดอ้างอิงในการประกอบล้อแม็กเข้ากับแกนเพลาล้อของรถยนต์ โดยมีค่าพิทช์เผื่ออยู่ที่ 0.0046 mm เท่านั้น ส่งผลให้ยากต่อการควบคุมขนาดในกระบวนการผลิต จึงจำเป็นต้องทำการตรวจสอบ 100%

ผลเสียจากการกลึง Center Bore ส่วน Hub ล้อแม็กไม่ดีนั้น อาจแยกออกเป็น 2 กรณี ได้แก่ กรณีที่ 1 ถ้ารูกลึง Center Bore ส่วน Hub ล้อแม็กมีขนาดเล็กกว่าพิทช์ที่กำหนด จะส่งผลให้ล้อแม็กไม่สามารถประกอบเข้ากับแกนเพลาล้อของรถยนต์ได้ ส่วนกรณี

ที่ 2 ถ้ารูกลึง Center Bore ส่วน Hub ล้อแม็กมีขนาดใหญ่กว่าพิทช์ที่กำหนด จะส่งผลให้ล้อแม็กที่ประกอบเข้ากับแกนเพลาล้อของรถยนต์มีระยะคลอน ซึ่งเป็นอันตรายอย่างมากในขณะขับรถยนต์

รูปที่ 2 การกลึง Center Bore ส่วน Hub ล้อแม็ก

2.2 การวิเคราะห์ปัญหาการกลึง Center Bore

เมื่อทำการศึกษาวิเคราะห์ปัญหาการกลึง Center Bore ในกระบวนการ CNC ที่เกิดขึ้นในเดือนกันยายน 2553 โดยการใช้แผนผังพาเรโต ดังแสดงในรูปที่ 3 จะเห็นได้ว่าผลิตภัณฑ์ที่เกิดปัญหาดังกล่าวมากที่สุด คือ ล้อแม็ก รุ่น TYR1 มากถึง 92 ชิ้น หรือ 42% ดังแสดงในรูปที่ 4 ดังนั้นทีมงานจึงเลือกผลิตภัณฑ์ดังกล่าวนี้มาดำเนินการแก้ไข

รูปที่ 2 แผนผังพาเรโตเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ของเสีย

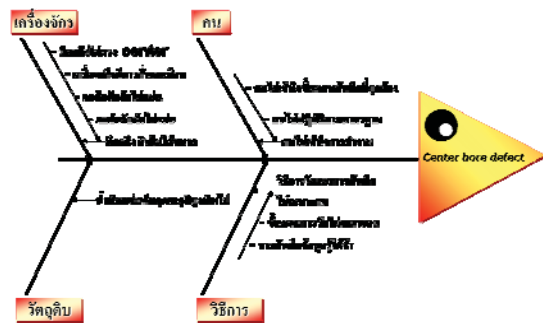
จากนั้นทีมงานได้ดำเนินการวิเคราะห์ปัญหาการกลึง Center Bore ในกระบวนการ CNC กับผลิตภัณฑ์ล้อแม็ก รุ่น TYR1 โดยการใช้แผนผังก้างปลา (Fishbone Diagram) ดังแสดงในรูปที่ 4 พบว่าปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นนั้น อาจสรุปได้เป็น 4 สาเหตุสำคัญๆ ดังนี้

- เครื่องมือวัดไม่เหมาะสม
- ระยะการตัดเฉือนไม่เหมาะสม
- อุณหภูมิในการตัดเฉือนไม่เหมาะสม

- ข้อมูล Feedback ไม่เหมาะสมต่อการใช้งาน



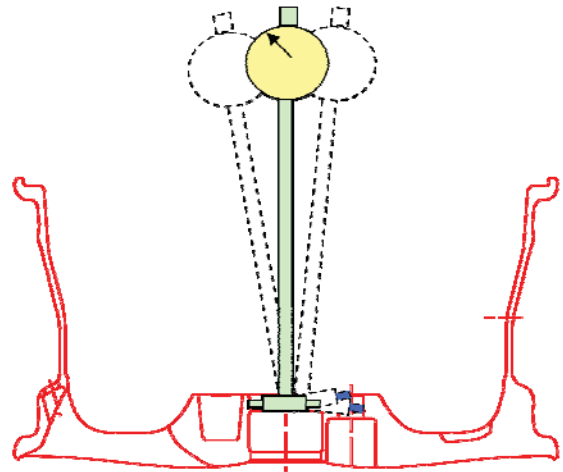
รูปที่ 3 ผลิตภัณฑ์ล้อแม็ก รุ่น TYR1



รูปที่ 4 แผนผังก้างปลาเกี่ยวกับปัญหาการเจาะ Center Bore

2.2.1 เครื่องมือวัดไม่เหมาะสม

สาเหตุสำคัญของกรณีนี้ คือ ค่าวัดที่พนักงานวัดได้หลังจากการกลึง Center Bore มีค่าไม่ตรงกับค่าที่เกิดขึ้นจริง สาเหตุเกิดมาจากเครื่องมือวัดที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบันไม่เหมาะสม เครื่องมือวัดดังกล่าวคือ Bore Gauge แบบเข็ม ซึ่งมีข้อเสียในการทำงานเนื่องจากพนักงานจำเป็นต้องมีทักษะสูง รวมไปถึงการอ่านค่าจากหน้าปัดที่เป็นเข็มนั้นยุ่งยาก ส่งผลให้ค่าการวัดในแต่ละครั้งมีผลแตกต่างกัน ดังแสดงในภาพที่ 5



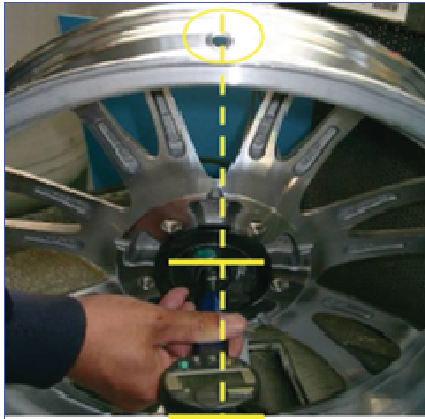
รูปที่ 5 ความยุ่งยากในการใช้ Bore Gauge แบบเข็ม

วิธีการแก้ไขปัญหาเครื่องมือวัดไม่เหมาะสมดังกล่าวข้างต้น คือ การเปลี่ยนเครื่องมือวัดใหม่เป็น Bore Gauge แบบ Digital ดังแสดงในรูปที่ 6



รูปที่ 6 Bore Gauge แบบ Digital

นอกจากนี้ ในการแก้ไขปัญหาเครื่องมือวัดไม่เหมาะสม จะมีการปรับเปลี่ยนวิธีการวัดใหม่ โดยการกำหนดตำแหน่งในการวัดให้เป็นตำแหน่งเดียวกันทุกครั้งและทุกครั้ง โดยกำหนดจุดอ้างอิงจาก Valve Hole และกำหนด Contact Point เพื่อให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน ดังแสดงในรูปที่ 7

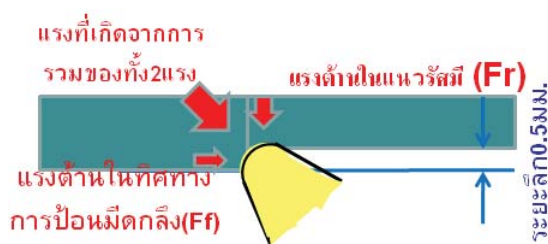


รูปที่ 7 จุดควบคุมสำหรับการวัด Center Bore

ภายหลังการปรับปรุงแก้ไขปัญหาเครื่องมือวัดไม่เหมาะสมนี้ พบว่าพนักงานลดความยุ่งยากในการวัดตรวจสอบล้อแม็ก เนื่องจากพนักงานสามารถวางเครื่องมือวัดลงตามตำแหน่งแล้วอ่านค่าได้เลย ทำให้ไม่ต้องเสียเวลาในการตัดสินใจ ไม่ต้องเสียเวลากำหนดตำแหน่งการวัด นอกจากนี้ ค่าวัดในแต่ละครั้งที่พนักงานวัดมีค่าตรงกับค่าจริงมาก

2.2.2 ระยะการตัดเฉือนไม่เหมาะสม

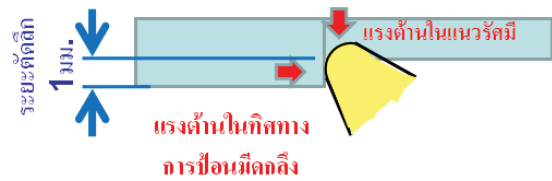
สาเหตุสำคัญของกรณีนี้ คือ การใช้อัตราการป้อนกินลึกน้อยเกินไป หรือน้อยกว่ารัศมีของมีดกลึง ทำให้มีดกลึงรับแรงต้านเพิ่มขึ้นจากทิศทางอื่น โดยสภาพการทำงานปัจจุบันมีการใช้อัตราการป้อนกินลึก = 0.5 mm และรัศมีของมีดกลึง = 0.8 mm ดังแสดงในรูปที่ 8



รูปที่ 8 ผลเสียจากการเกิดแรงต้านเพิ่มขึ้น เนื่องจากการใช้อัตราการป้อนกินลึกน้อยกว่ารัศมีของมีดกลึง

ภายหลังการปรับปรุงแก้ไขปัญหาระยะการตัดเฉือนไม่เหมาะสมนี้ พบว่าเมื่อเพิ่มอัตราการป้อนกินลึกเป็น 1.0 mm จากเดิม 0.5 mm ซึ่งทำให้ค่าอัตราการป้อนกินลึกมากกว่ารัศมีของมีดกลึง คือ 0.8 mm

การดำเนินการแก้ไขปรับปรุงเหล่านี้ ส่งผลให้ค่าความคลาดเคลื่อนในการผลิตลดลงจากเดิม

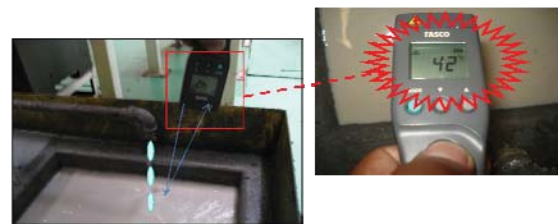


รูปที่ 9 ผลการปรับปรุงสามารถลดการเกิดแรงต้านลง เนื่องจากการใช้อัตราการป้อนกินลึกมากกว่ารัศมีของมีดกลึง

2.2.3 อุณหภูมิในการตัดเฉือนไม่เหมาะสม

สาเหตุสำคัญของกรณีนี้ คือ ในขณะที่ทำการผลิตนั้น ปริมาณน้ำมันหล่อเย็นจะมีการลดลงของอย่างต่อเนื่อง และพนักงานจะทำการเติมน้ำมันในช่วงต้นกะการทำงานเท่านั้น สิ่งเหล่านี้ส่งผลให้อุณหภูมิของน้ำมันหล่อเย็นในขณะที่ทำการตัดเฉือนเกิดการเปลี่ยนแปลงโดยตลอด

ภายหลังการปรับปรุงแก้ไขปัญหามาตรฐานในการตัดเฉือนไม่เหมาะสมนี้ พบว่า อุณหภูมิของน้ำหล่อเย็นคงที่ 42°C โดยตลอดกระบวนการทำงาน ซึ่งในการแก้ไขจะใช้การควบคุมอุณหภูมิของน้ำหล่อเย็น โดยการกำหนดให้ทำการเติมน้ำมันหล่อเย็นแบบต่อเนื่อง โดยเปิดน้ำมันหล่อเย็นเพิ่มในปริมาณน้อยๆ เพื่อชดเชยปริมาณน้ำหล่อเย็นที่ลดลงไป ซึ่งจะใช้การตรวจสอบอุณหภูมิของน้ำหล่อเย็นทุกๆ ครึ่งชั่วโมง ดังแสดงในรูปที่ 10

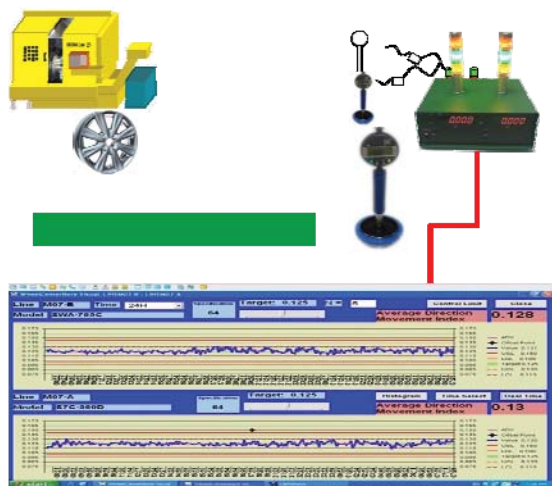


รูปที่ 10 การตรวจสอบอุณหภูมิของน้ำหล่อเย็น

2.2.4 ข้อมูล Feedback ไม่เหมาะสมต่อการใช้งาน

สาเหตุสำคัญของกรณีนี้ คือ พนักงานทำการตรวจสอบขนาดแล้วทำการบันทึกผลลงในเอกสาร สำหรับการข้อมูลจะเป็นเพียงตัวเลข ไม่สามารถ

ภายหลังการปรับปรุงแก้ไขปัญหาข้อมูล Feedback ไม่เหมาะสมต่อการใช้งานนี้ ทีมงานได้ทำการปรับปรุงเครื่องมือบันทึกข้อมูลให้เป็นแบบ Digital ซึ่งสามารถส่งข้อมูลเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์ได้อัตโนมัติ ทำให้การแสดงผลการทำงานเป็นไปตามเวลาจริง (Real Time) ดังแสดงในรูปที่ 11 ผลลัพธ์ของการปรับปรุง พบว่า สามารถลดขั้นตอนการทำงานได้ 1 ขั้นตอน นอกจากนี้ ผู้บริหารสามารถรับรู้ปัญหาได้ทันทีที่เกิดปัญหา



รูปที่ 11 การบันทึกข้อมูลแบบ Digital ซึ่งสามารถส่งข้อมูลเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์ได้อัตโนมัติ และแสดงผลการทำงานเป็นไปตามเวลาจริง (Real Time)

3. สรุปผลการวิจัย

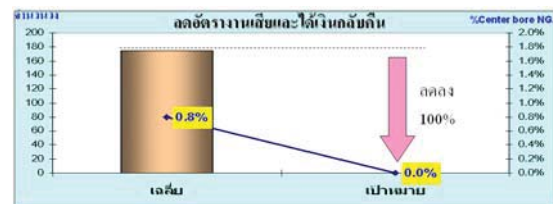
การศึกษางานวิจัยการลดของเสียในการผลิตล้อแม็ก เป็นการศึกษาเพื่อหาทางแก้ไขปรับปรุงการกลึง Center Bore ในกระบวนการ CNC ซึ่งในสภาพการทำงานเดิมจะมีปริมาณของเสียโดยเฉลี่ยประมาณ 0.8% แต่ภายหลังการปรับปรุงโดยรวมจากปัญหาทั้ง 4 ได้แก่ ปัญหาเครื่องมือวัดไม่เหมาะสม ปัญหาระยะเวลาการตัดเฉือนไม่เหมาะสม ปัญหาอุณหภูมิในการตัดเฉือนไม่เหมาะสม และปัญหาข้อมูล Feedback ไม่

เหมาะสมต่อการใช้งาน ผลลัพธ์เกี่ยวกับปริมาณของเสียจากกระบวนการกลึง Center Bore ลดลงเหลือ 0% ดังแสดงในรูปที่ 12 และเมื่อเปรียบเทียบข้อมูลในเดือนธันวาคม 2553 ในเชิงเศรษฐศาสตร์ พบว่าสามารถลดมูลค่าความสูญเสียลงได้ 211,488 บาท/เดือน โดยมีรายละเอียดได้ดังนี้

จาก	ต้นทุนเฉลี่ยล้อแม็ก	=	1,200 บาท/วง
	ปริมาณการผลิต	=	22,030 วง
	ของเสีย (เดิม)	=	0.8 %

$$\begin{aligned} \text{จะได้} \quad & \text{มูลค่าความสูญเสีย (เดิม)} \\ & = 22,030 \times 0.8 \times 1,200 \\ & = 211,488 \text{ บาท/เดือน} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้น} \quad & \text{สามารถลดมูลค่าความสูญเสียลงได้} \\ & = 211,488 - 0 \\ & = 211,488 \text{ บาท/เดือน} \end{aligned}$$



รูปที่ 12 การเปรียบเทียบปริมาณของเสียภายหลังการปรับปรุง

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยในครั้งนี้สำเร็จลงได้ด้วยการสนับสนุนของทุนอุดหนุนจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ฝ่ายอุตสาหกรรม โครงการอุตสาหกรรมและวิจัยสำหรับปริญญาดุษฎี ประจำปี 2553 และคุณจิตติชัย เมธีธรรมสกุล บริษัท เอนโก ไทย จำกัด ที่ให้ความสะดวกในการทำการวิจัยครั้งนี้มาโดยตลอด ทางผู้วิจัยจึงขอขอบคุณมา ณ ที่นี้ด้วย

เอกสารอ้างอิง

การปรับปรุงอย่างต่อเนื่องตามแบบ PDCA, บุรณะ
ศักดิ์ มาดหมาย, วารสาร Productivity World
ฉบับที่ 89 พ.ค.-มิ.ย. 51, สถาบันเพิ่มผลผลิต
แห่งประเทศไทย

การลดของเสียในกระบวนการผลิตเหล็กหล่อ FC –
20

การลดของเสียในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนยาง

การลดของเสียในอุตสาหกรรมผลิตล้อลูมิเนียมอัล
ลอยด์

สรุปข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะผู้ทรงคุณวุฒิ

โครงการ “การลดของเสียในการผลิตล้อแม็ก”

ข้อคิดเห็น

1. ควรเพิ่มผลการทดลอง การเก็บข้อมูล เช่น ปริมาตรของเสียเฉลี่ยเดิม 0.8% มาจากไหนและผลลัพธ์ – 0% มาจากไหน การวัด Center Bore (ไม่เป็น)
/ ปริมาตรของเสียเฉลี่ยเดิม 0.8% มาจากไหน => มาจาก 177 วง โดยอธิบายไว้ในหน้าแรกของ
/ ผลลัพธ์ – 0% มาจากไหน => มาจากของเสียเป็นศูนย์ จากข้อมูลในเดือนธันวาคม 2553 โดย
/ การวัด Center Bore (ไม่เป็น) => ผมไม่เข้าใจคำถาม ??? แต่เอาตามที่เขาใจ คือ พนักงานไม่
 2. ควรเพิ่มบทคัดย่อ บทสรุปผู้บริหาร กิตติกรรมประกาศ สารบัญ เอกสารอ้างอิง และบทความสำหรับเผยแพร่
/ ทำการเพิ่มเติม บทคัดย่อ, กิตติกรรมประกาศ, สารบัญ, บรรณานุกรม และบทความสำหรับ
 3. ควรแก้ไขการสะกดคำผิดทั้งหมด
/ ทำการแก้ไขการสะกดคำผิดทั้งหมด เรียบร้อยแล้ว