รหัสบทความ SEITS 73

การออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์จับยึดในกระบวนการผลิตชิ้นงานความเที่ยงตรงสูง

Design and development of jig & fixture in the Production of high-precision workpiece.

เจษฎาภรณ์ ยอดเพชร[1], สิทธิชัย วรรณกิจ[1], ชานนท์ มูลวรรณ[2], วีรญา กรทิพย์[2], สหรัตน์ วงษ์ศรีษะ[3]

[1] ฝ่ายผลิต บริษัท มาสเตอร์พีซ (เอเซีย) จำกัด

[2] อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต

[3] สาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรมเพื่อความยั่งยืน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน เพื่อแก้ไขปัญหาชิ้นงานไทเทเนียมขนาดไม่ตรงตามแบบสั่งผลิต โดยออกแบบอุปกรณ์จับยึดและกำหนดความแม่นยำบนชิ้นงานพร้อมเป็นอุปกรณ์นำทางให้เครื่องมือขึ้นรูปชิ้นงานได้ ความเที่ยงตรงมากขึ้น ลดการผิดพลาด ลดความเมื่อยล้าของพนักงาน ลดเวลาในการทำงาน และเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน โดยใช้หลักการ CDIO เพื่อปรับปรุง แก้ไขและพัฒนาขั้นตอนการปฏิบัติ หลังปรับปรุงปรากฏว่าเวลาในการตรวจสอบชิ้นงานก่อนผลิต ลดลงจาก 10,446 วินาที เป็น 1,194 วินาที และ ของเสียลดลงร้อยละ 99 สามารถเพิ่มผลผลิตและส่งมอบสินค้าเป็นไปตามเป้าหมาย

คำสำคัญ : การออกแบบ, จิ๊กและฟิกซ์เจอร์, ลดเวลา, กระบวนการผลิต, CDIO

Abstract

This article presents the design and development of jig & fixture. To solve the problem of titanium parts that do not match the size of the production order. Designing of tools the precision on the work-piece as well as being a guiding device for the forming tool. More accuracy, reduces defect, less staff fatigue reduce working time and increase process efficiency. Using CDIO principles to improve revise and develop procedures After improvement, it appears that the time of pre-production inspection decreased from 10,446 seconds to 1,194 seconds, and waste was reduced by 99%. It was able to increase productivity and deliver products as targeted.

Keywords: design, jig and fixture, reduce time, production process, CDIO

1. บทนำ (Introduction)

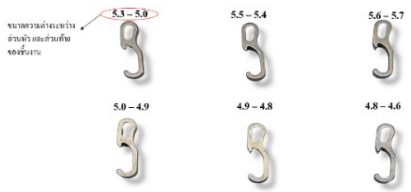
ชิ้นงานไทเทเนียมมีการสั่งผลิตจำนวน 1,000 ชิ้นต่อเดือน เป็นการผลิตในขั้นตอนการลบคมชิ้นงาน (Chamfer) แสดงดังภาพที่ 1 โดยผลิตบนเครื่องกัด (Machining Center.) เป็นการผลิตชิ้นงานจำนวนมาก อุปกรณ์จับยึดชิ้นงานจึงสำคัญเพื่อสะดวกต่อการใช้งานและสร้างมาตรฐานในกระบวนผลิตโดยใช้เวลาดีที่สุด (วัชระ มีทอง. 2551) [1] กล่าวไว้ว่า จิ๊กและฟิกซ์เจอร์เป็นอุปกรณ์ช่วยในการผลิต การออกแบบให้สามารถจับยึดและตั้งตำแหน่งชิ้นงานพร้อมเป็นตัวนำทางให้เครื่องมือทำงานบนชิ้นงานได้ง่ายและแม่นยำขึ้น ลดโอกาสผิดพลาดของการทำงาน ลดความเมื่อยล้าและเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน

ภาพที่ 1 ชิ้นงานไทเทเนียม

จากการศึกษากระบวนการผลิตชิ้นงานไทเทเนียม ได้ออกแบบอุปรกรณ์จับยึดชิ้นงาน และบันทึกกระบวนการผลิตจับเวลาการทำงานย่อยของแต่ละขั้นตอนเพื่อหาเวลาในกระบวนการผลิตที่ดีที่สุด

ภาพที่ 2 อุปกรณ์จับยึดแบบเดิม

จากภาพที่ 2 แสดงอุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน ถูกนำไปกัดลบคมชิ้นงานบันทึกผลระหว่างกระบวนการผลิต เพื่อต้องการหาเวลาที่ใช้ในการผลิตและทราบถึงขั้นตอนการผลิตชิ้นงานไทเทเนียมที่มีขนาดชิ้นงานไม่ตรงตามแบบสั่งผลิต



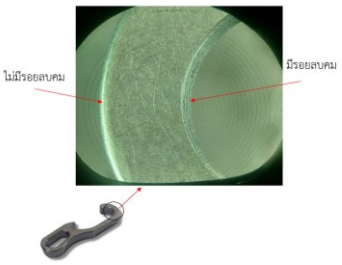
ภาพที่ 3 คัดแยกขนาดของชิ้นงาน 100 ชิ้น ได้จำนวน 6 ชุด

จากภาพที่ 3 แสดงชิ้นงานมีขนานความหนาไม่ตรงตามแบบสั่งผลิตจึงต้องใช้พนักงาน 1 คน เพื่อจัดกลุ่มชิ้นงานที่มีขนาดใกล้เคียงกันและทดลองผลิตชิ้นงานจำนวน 100 ชิ้น มีขนาดของชิ้นงานที่ใกล้เคียงกันทั้งหมด 6 ชุด ในการคัดแยกชิ้นงานใช้เวลา 32.46 วินาทีต่อชิ้น รวมเวลาทั้งหมด 3,246 วินาที ใช้เวลาในขั้นตอนการเขียน NC Part Programing จำนวน 6 ครั้ง 2,052 วินาที และขั้นตอนติดตั้งชิ้นงานจำนวน 6 ครั้ง 5,148 วินาที

ตารางที่ 1 ตรวจสอบชิ้นงานจำนวน 100 ชิ้น

ลำดับการตรวจสอบ	จำนวนชิ้นงานที่ถูกตรวจสอบ	จำนวนชิ้นงานเสีย	เปอร์เซ็นต์ของเสียต่อ 25 ชิ้น
1	25	22	88%
2	25	23	92%
3	25	18	72%
4	25	17	68%

จากตารางที่ 1 แสดงผลการตรวจสอบชิ้นงานหลังการผลิต พบว่ามีจำนวนชิ้นงานเสียที่เกิดจากขนาดของผิวถูกลบคมไม่เท่ากัน เป็นชิ้นงานเสีย 80 ชิ้น ซึ่งเป็นจำนวนมากที่ไม่สามารถยอมรับได้



ภาพที่ 4 ตรวจสอบชิ้นงานบนกล้องไมโครสโคป (Microscopes) จุดที่ส่งผลทำให้ชิ้นงานเสีย

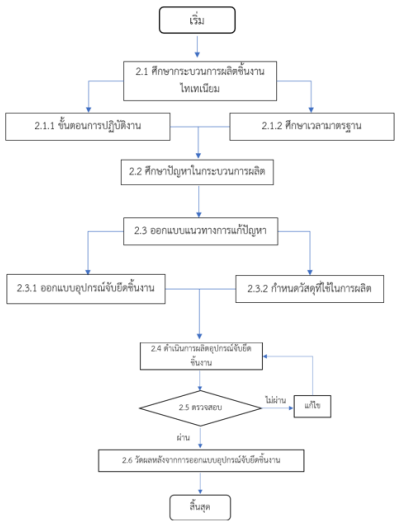
จากภาพที่ 4 นำชิ้นงานไทเทเนียมไปตรวจสอบขนาดของการลบคม (Chamfer) โดยใช้กล้องไมโครสโคปในการตรวจสอบขนาดรอยลบคมไม่เท่ากันอย่างเห็นได้ชัดส่งผลให้ชิ้นงานเสีย

จากสาเหตุของปัญหาในการออกแบบอุปกรณ์จับยึดชิ้นงานแบบเดิมไม่สามารถควบคุมของเสียได้ โครงการนี้จึงต้องปรับปรุงการออกแบบอุปกรณ์จับยึดชิ้นงานขึ้นมาใหม่ โดยศึกษาทฤษฎีในการอ้างอิงในขั้นตอนการออกแบบอุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน (อำนาจ มีแสง 2554) [2] งานวิจัยเพื่อออกแบบเครื่องมือจับยึดชิ้นงานประกอบกับเครื่องมือทาง

วิศวกรรมอุตสาหการในการลดความสูญเสียจากการทิ้งเศษวัตถุดิบในกระบวนการตัดท่อยางอบแล้ว จากการศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องจึงมีแนวคิดในการออกแบบอุปกรณ์จับยึดชิ้นงานขึ้นมาใหม่ โดยวางแผนการทำงานโดยประยุคใช้หลัก CDIO (สุชีรา อินทโชติ, ณัฏฐนันท์จันนิวงศ์, พิสิษฐ์บัวงาม, ขนิตา ภูละมูล) [3] ในการนำมาแก้ไขปัญหากระบวนการผลิต

โครงการนี้จึงมีเป้าหมายในการออกแบบอุปกรณ์จับยึดชิ้นงานขึ้นมาใหม่ เพื่อสร้างต้นแบบในกระบวนการผลิตชิ้นงานไทเทเนียมที่มีขนานความหนาไม่ตรงตามแบบสั่งผลิตในกระบวนการการลบคมชิ้นงานโดยศึกษากระบวนการผลิตแบบเดิม เพื่อต้องการลดของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตโดยตั้งเป้าหมายให้เป็นชิ้นงานดีร้อยละ 99 และลดขั้นตอนการการตรวจสอบขนาดของชิ้นงานก่อนกระบวนการผลิต

2. วิธีการวิจัย (Methodology)



ภาพที่ 5 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยแสดงในรูปแบบโฟลชาร์ต

จากภาพที่ 5 แสดงขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยในรูปแบบโฟลชาร์ตเพื่อให้ง่ายต่อการทำโครงการและเกิดการทำงานอย่างเป็นระบบส่งผลให้โครงการเสร็จทันเวลาที่กำหนด

2.1 ศึกษากระบวนการผลิตชิ้นงาน

2.1.1 ศึกษากระบวนการผลิต

กระบวนการผลิตในขั้นตอนการกัดลบคมชิ้นงานจึงจำเป็นต้องใช้อุปกรณ์จับยึดชิ้นงานช่วยในการผลิตเพื่อให้สะดวกต่อกระบวนการผลิต ดังนั้นโครงการนี้จึงได้ศึกษางานย่อยและเก็บข้อมูลในกระบวนการผลิต

ตารางที่ 2 ขั้นตอนการเตรียมชิ้นงานก่อนการผลิต

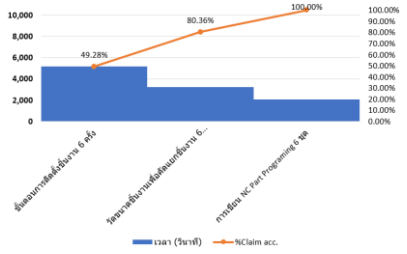
ขั้นตอนการเตรียมชิ้นงานก่อนการผลิต	เวลา (วินาที)	%
1. วัดขนาดชิ้นงานเพื่อคัดแยกชิ้นงาน 6 ชุด	3,246	31.08
2. ขั้นตอนการ Set-up ชิ้นงาน 6 ครั้ง	5,148	49.28
3. การเขียน NC Part Programing 6 ชุด	2,052	19.64
รวม	10,446	100%

จากตารางที่ 2 ขั้นตอนการเตรียมชิ้นงานก่อนการผลิตโดยใช้ทฤษฎีจาก ธนกฤษ ชุ่มแช่ง (2557) [4] บันทึกชิ้นงานเสียโดยการสร้างตารางแสดงรายละเอียดเพื่อให้ดูแล้วเข้าใจง่าย (หน้า 64) เป็นการบันทึกขั้นตอนการเตรียมชิ้นงานไทเทเนียมก่อนการผลิต (นันกฤษณ์ ยอดพิจิตร). 2547 [5] ศึกษาวิธีการทำงานเพื่อเพิ่มผลผลิต แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอนหลักๆ ดังนี้

1. ขั้นตอนการตรวจสอบขนาดของชิ้นงานและคัดแยกชิ้นงานใช้เวลา 32.46 วินาทีต่อชิ้น โดยใช้พนักงาน 1 คนในการตรวจสอบด้วยเวอร์เนียร์ไดร์อัล ยี่ห้อ Mitutoyo. ค่าความละเอียด 0.2 มม. คัดแยกชิ้นงานได้ทั้งหมด 6 ชุดต่อ 100 ชิ้น รวมเวลาทั้งหมด 3,246 วินาที คิดเป็นร้อยละ 31.08

2. ขั้นตอนการติดตั้งชิ้นงาน 1 ครั้ง ใช้เวลา 852 วินาที โดยติดตั้งทั้งหมด 6 ครั้ง รวมเวลา 5,148 วินาที คิดเป็นร้อยละ 49.28

3. ขั้นตอนการเขียน NC Part Programing. ในการเขียน 1 ครั้ง ใช้เวลา 342 วินาที โดยเขียนทั้งหมด 6 ครั้ง รวมเวลา 2,052 วินาที คิดเป็นร้อยละ 19.64 %



ภาพที่ 6 แผนภาพพาเรโตแสดงเปอร์เซ็นต์เวลาที่ใช้ในขั้นตอนการเตรียมชิ้นงานก่อนเริ่มการผลิต

จากภาพที่ 6 แสดงเวลาในขั้นตอนการการเตรียมชิ้นงาน เปรียบเทียเวลาเป็นเปอร์เซ็นต์สะสม โครงการนี้ต้องการลดขั้นตอนการตรวสอบขนาดของชิ้นงานก่อนผลิตชิ้นงาน (ธัญลักษณ์ โคตะมี, พรรณทิภา อติชาติ, วรรณพร จันโทภาส) [6] การใช้แผนภูมิพาเรโตสำหรับการควบคุมคุณภาพในโรงงานอุตสาหกรรม

1.2 ศึกษาเวลาในกระบวนการกัดลบคมชิ้นงาน

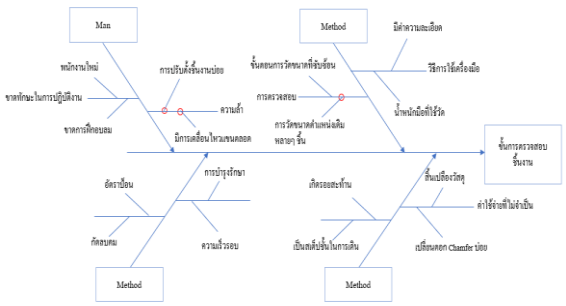
ตารางที่ 3 การจับเวลา 4 งานย่อย ในสถานีงานกัด

ขั้นตอนการกัดลบคมชิ้นงาน สถานีงานกัด CNC	เวลา (วินาที)	%
1. ชิ้นงานถูกเคลื่อนย้ายเข้าเครื่องกัด CNC	25.28	15.21%
2. ชิ้นงานถูกกัดด้วยเครื่องกัด CNC	111.45	67.07%
3. ชิ้นงานถูกเคลื่อนย้ายออกจากเครื่องจักร	17.09	10.28%
4.ชิ้นงานถูกตรวจสอบด้วยกล้องไมโครสโคป	12.36	7.44%
รวม	166.18	100%

จากตารางที่ 3 เป็นการจับเวลางานย่อยในสถานีงานกัด มีทั้งหมด 4 งานย่อย เวลาผลิตรวมทั้งหมด 166.18 วินาทีต่อการกัดลบคมชิ้นงาน 2 ชิ้น

2.2 ศึกษาปัญหาในกระบวนการผลิต

วิเคราะห์สาเหตุของปัญหาในกระบวนการผลิตในขั้นตอนการเตรียมชิ้นงานก่อนผลิต งานย่อยในขั้นตอนการวัดขนาดเพื่อคัดแยกชิ้นงานใช้เวลา 32.46 วินาทีต่อชิ้น (จิตลดา หมายมั่น) [7] ได้นำผังก้างปลามาใช้วิเคราะห์เพื่อหาสาเหตุการเกิดของเสียในแผนกปั่นเกลียวเชือก จึงนำมาวิเคราะห์ด้วยแผนผัง ก้างปลา



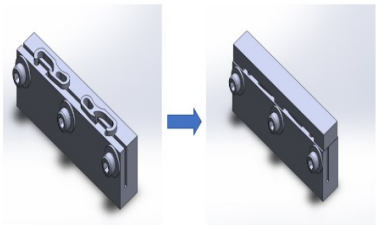
ภาพที่ 7 แสดงสาเหตุที่ใช้เวลาในการวัดขนาดของชิ้นงาน

จากภาพที่ 7 เป็นการคัดกรองปัจจัยที่ทำให้ใช้เวลาในขั้นตอนการวัดขนาดของชิ้นงานก่อนการผลิต ด้วยการวิเคราะห์ผังก้างปลาหาสาเหตุที่มีหลายปัจจัยและสาเหตุที่มากที่สุดมาจากขนาดของชิ้นงานที่ไม่เท่ากัน ซึ่งทำให้สูญเสียเวลาในขั้นตอนการวัดขนาดของชิ้นงานเพื่อเตรียมชิ้นงานก่อนการผลิต มีดังนี้

1. การวัดตำแหน่งเดิมหลายๆชิ้น
2. มีการเคลื่อนไหวของแขนตลอดเวลา
3. ปรับตั้งชิ้นงานบ่อยๆ

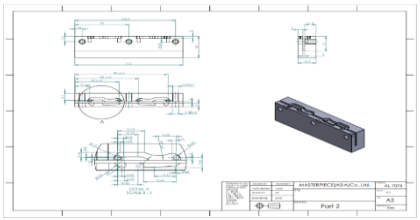
2.3 การออกแบบและผลิตอุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน โดยการใช้โปรแกรม Solid work ช่วยในการออกแบบ

2.3.1 ออกแบบอุปกรณ์จับยึด



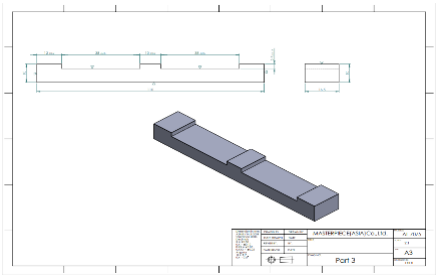
ภาพที่ 8 แบบโมเดล 3D จิ๊ก ฟิกซ์เจอร์

จากภาพที่ 8 แสดงแบบโมเดล 3D ของ จิ๊ก ฟิกซ์เจอร์ แบบใหม่ โดยใช้โปรแกรม Solid work ช่วยในการออกแบบและตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน มี 2 ส่วน ดังนี้



ภาพที่ 9 part 1 ฟิกซ์เจอร์

จากภาพที่ 9 แสดงการออกแบบ ฟิกซ์เจอร์ ในการออกแบบมีลักษณะรูปร่างของชิ้นงานและการใช้งานสามารถใส่ชิ้นงานได้ 2 ชิ้น มีการขุดร่องเป็นรูปของชิ้นงานและร่องที่ผ่าจะมีความกว้าง 2 มม. เพื่อใช้ในการบีบล็อคชิ้นงาน



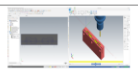
ภาพที่ 10 part 2 ตัวประคองชิ้นงาน

จากภาพที่ 10 ตัวประคองใช้ในการอ้างอิงระนาบในการกัดชิ้นงาน โดยหลักการทำงานนำตัวประคองประกบเข้ากับฟิกซ์เจอร์ แล้วสปริงจะทำหน้าที่ในการดันชิ้นงานชนตัวประคองเพื่อให้ได้ระนาบในการผลิต

2.4 ดำเนินการผลิตอุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน

2.4.1 ผลิตอุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน Drawing Part 1 มีขั้นตอนการผลิต 4 ขั้นตอน

ตารางที่ 4 ขั้นตอนการผลิตผลิตอุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน

ลำดับ	รูปภาพ	วิธีการ
1		ตัดแทงอลูมิเนียม 7075 - T6 ขนาดกว้าง 20 มม. ยาว 112 มม. สูง 52 มม. เพื่อที่จะนำไปสถานีงานกัดขึ้นรูป
2		การกัดขึ้นรูป Jig & Fixture และการกัดผ่าร่องของ Fixture
3		การเจาะรูต๊าปเกลียว M 6 x 1.0 มม. โดยใช้เครื่องจักร CNC ช่วยในขั้นตอนการเจาะรู Fixture และใช้โปรแกรม มาสเตอร์แคม ในเวอร์ชั่นทดลองใช้ ช่วยในขั้นตอนการกัดขึ้นรูป
4		การกัดขุดร่องเพื่อวางชิ้นงานและคว้านรูเพื่อวางสปริง โดยใช้เครื่องจักร CNC ในขั้นตอนการกัด Fixture และใช้โปรแกรม มาสเตอร์แคม ในเวอร์ชั่นทดลองใช้งาน ช่วยในขั้นตอนการกัดขึ้นรูป

จากตารางที่ 4 แสดงการผลิตอุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน Drawing Part 1 โดยแบ่งการผลิตทั้งหมดออกเป็น 4 ขั้นตอน

ขั้นตอนที่ 1 ตัดแทงอลูมิเนียม 7075 – T6 ขนาดกว้าง 20 มม.สูง 52 มม.

ขั้นตอนที่ 2 การกัดขึ้นรูป Jig & Fixture

ขั้นตอนที่ 3 เจาะรูต๊าปเกลียว M 6 x 1.0 มิลลิเมตร โดยใช้เครื่อง Machining Center ยี่ห้อ HASS VF2 ในการเจาะรูต๊าปเกลียว

ขั้นตอนที่ 4 ขุดร่องเพื่อว่างชิ้นงานและคว้านรูเพื่อใส่สปริง

2.4.2. ผลิตตัวประคองชิ้นงาน Drawing Part 2 การผลิตตัวประคองชิ้นงานให้ได้ระนาบมีขั้นตอนการผลิต 2 ขั้นตอน

ตารางที่ 5 ขั้นตอนการผลิตชิ้นที่ 2 ตัวประคองชิ้นงาน Drawing Part 2 แบ่งเป็น 2 ขั้นตอน

ลำดับ	รูปภาพ	วิธีการ
1		ตัดแทงอลูมิเนียม 7075 - T6 ขนาดกว้าง 20 มม. ยาว 112 มม. สูง 15 มม. เพื่อที่จะนำไปสถานีงานกัดขึ้นรูป
2		กัดขึ้นรูปตัวประคองชิ้นงาน

จากตารางที่ 5 แสดงขั้นตอนการผลิตตัวประคองชิ้นงาน โดยแบ่งได้ 2 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ตัดอลูมิเนียม 7075 – T6 ขนาดกว้าง 20 มม. ยาว 112 มม. สูง 15 มม.

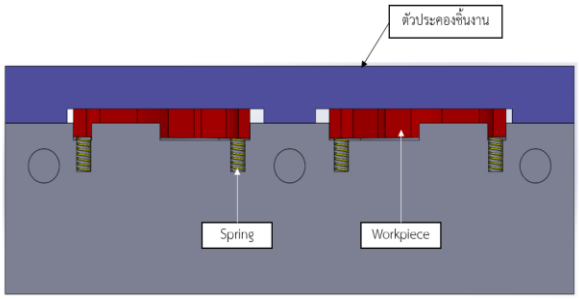
ขั้นตอนที่ 2 กัดขึ้นรูปชิ้นงานตามแบบ Drawing Part 2

2.5 ตรวจสอบอุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน

จากกระบวนการผลิตอุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน มีการตรวจสอบด้วยการประกอบทดลองการทำงานของอุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน ผลการทดลองการทำงานปรากฏว่า สปริงสามารถดันชิ้นงานไปชนกับตัวประคองชิ้นงาน จึงทำให้ได้ระนาบในการผลิต แสดงดังภาพที่ 11

ภาพที่ 11 องค์ประกอบของอุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน

2.6 วัดผลหลังจากการออกแบบอุปกรณ์จับยึดชิ้นงานกระบวนการผลิต



ภาพที่ 12 การทำงานของอุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน

จากภาพที่ 12 ขั้นตอนการนำชิ้นงานเข้าไปที่ ฟิกซ์เจอร์ สปริงจะมีหน้าที่ในการดันชิ้นงานเพื่อให้ผิวด้านบนของชิ้นงานให้ไปชนกับตัวประคองชิ้นงานเพื่อให้ได้ระนาบเดียวกัน จากนั้นล็อคฟิกเจอร์ โดยใช้สกรู M6x1 mm. ในขั้นตอนการขันล็อคอุปกรณ์จับยึดชิ้นงานเข้ากับชิ้นงานโดยใช้ร่องที่โดนผ่าของ ฟิกซ์เจอร์ ใช้ในการบีบเพื่อล็อคชิ้นงาน จากนั้นนำตัวประคองชิ้นงานออกชิ้นงานได้ ในส่วนของอุปกรณ์จับยึดชิ้นงานถูกออกแบบมาเพื่อใช้กับงานที่มีขนาดเล็กและเบาเท่านั้นจึงสามารถทำงานได้ดี

3.ผลลัพธ์จากการวิจัย (Results)

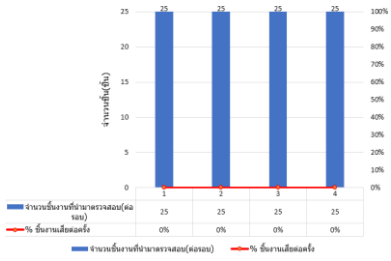
3.1 สร้างมาตรฐานใหม่ในกระบวนการผลิตให้มีประสิทธิภาพ โดยได้มีการเปรียบเทียบการออกแบบอุปกรณ์จับยึดชิ้นงานแบบเดิมและแบบใหม่ จากการทดลองกัดลบคมชิ้นงาน

ตารางที่ 6 เปรียบเทียบขั้นตอนการเตรียมชิ้นงานของกระบวนการผลิตทั้ง 2 แบบ

	ขั้นตอนการเตรียมชิ้นงานก่อนการผลิต	เวลา (วินาที)	เวลาที่ลดลง(วินาที)
กระบวนการผลิตแบบเดิม	1. วัดขนาดชิ้นงานเพื่อคัดแยกชิ้นงาน 6 ชุด	3,246	-
	2. การเขียน NC Part Programing 6 ชุด	2,052	-
	3.ขั้นตอนการ Set-up ชิ้นงาน 6 ครั้ง	5,148	-
กระบวนการผลิตแบบใหม่	1. วัดขนาดชิ้นงานเพื่อคัดแยกชิ้นงาน 6 ชุด	0	3,246
	2. การเขียน NC Part Programing 1 ชุด	342	1,710
	3. ขั้นตอนการ Set-up ชิ้นงาน 1 ครั้ง	852	4,296

จากตารางที่ 6 เปรียบเทียบข้อมูลการจับเวลาในขั้นตอนการเตรียมชิ้นงานก่อนการผลิตโดยใช้อุปรกรณ์จับยึดชิ้นงานทั้ง 2 แบบ อุปรกรณ์จับยึดชิ้นงานแบบที่ถูกพัฒนา ลดขั้นตอนในการวัดขนาดของชิ้นงานก่อนการผลิตเป็นเวลา 3,246 วินาที และลดเวลาการเขียน NC Part Programing จำนวน 6 ไฟล์ เหลือ 1 ไฟล์ เป็นเวลา 1,710 วินาที และลดเวลาติดตั้งชิ้นงาน จำนวน 6 ครั้ง เหลือ 1 ครั้ง เป็นเวลา 4,296 วินาที

3.2 จากการผลิตชิ้นงานไทเทเนียมในกระบวนการลบคมชิ้นงาน โดยใช้อุปกรณ์จับยึดชิ้นงานแบบใหม่



ภาพที่ 13 การตรวจสอบชิ้นงาน

จากภาพที่ 13 แสดงผลการตรวจสอบคุณภาพชิ้นงานจำนวน 100 ชิ้น จะเห็นได้ว่าไม่มีจำนวนชิ้นงานเสียเกิดขึ้น

3.3 ต้นทุนในกระบวนการผลิต

การวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตที่ทำให้เกิดของเสียโดยใช้สูตรการวิเคราะห์ทางการ บัญชีดังนี้

3.3.1ต้นทุนการผลิต = วัตถุทางตรง +ค่าแรงงานทางตรง + ค่าใช้จ่ายในการผลิต [8] โดยต้นทุนการผลิตชิ้นงานไทเทเนียมมีดังนี้

ตารางที่ 7 ต้นทุนการผลิตต่อหน่วย

รายการสิ่งผลิต	ต้นทุนการผลิตทางตรง	ปริมาณที่ ใช้ผลิต	ต้นทุนต่อหน่วย	ต้นทุนการผลิต (บาทต่อชิ้น)
ชิ้นงานไทเทเนียม	ไทเทเนียม เกรด 5	1 ชิ้น	32.90 บาท/ชิ้น	32.90
	เครื่อง Machining Center.	3.51 นาที / ชิ้น	5 บาท / นาที	17.55
	Cutting Tool.	1 ดอก / 1,000 ชิ้น	0.75 บาท	0.75
รวม				51.2

จากตารางที่ 7 แสดงต้นทุนการผลิตชิ้นงานไทเทเนียมทางตรงเฉลี่ย เท่ากับ 51.2 บาทต่อชิ้น แบ่งออกได้ทั้งหมด 3 ประเภทคือ

1.ต้นทุนชิ้นงานไทยเทเนียม เกรด 5 ต้นทุนต่อหน่วยละ 32.90 บาทต่อชิ้น

2. ต้นทุนการใช้เครื่อง Machining Center ยี่ห้อ HASS VF2 ต้นทุนต่อหน่วย 5 บาทต่อนาที

3. ต้นทุนเครื่องมือตัดต้นทุนต่อหน่วย 0.75 บาทต่อชิ้น

ตารางที่ 8 เปรียบเทียบต้นทุนของเสีย

ประเภทอุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน	จำนวนการทดลองผลิต	จำนวนของเสีย	ต้นทุนแรงงานต่อชิ้น (บาท)	ต้นทุนการผลิต (บาทต่อชิ้น)	รวมต้นทุนของเสีย (บาท)
แบบเดิม	100	80	3.05	51.2	4,340
แบบพัฒนา	100	0	3.05	51.2	0

จากตารางที่ 8 แสดงต้นทุนค่าแรงงานทางตรง ใช้ในการผลิตชิ้นงานไทเทเนียมโดยใช้แรงงาน 1 คน จ่ายค่าแรงงาน 400 บาทต่อวัน การคำนวณต้นทุนค่าแรงงานในการผลิต

$$\text{ต้นทุนค่าแรงงานต่อหน่วย} = \frac{\text{ค่าแรงงานต่อวันต่อคน}}{\text{จำนวนหน่วยที่ต้องผลิตได้ต่อวันต่อคน}}$$

ชิ้นงานไทเทเนียม มีจำนวนหน่วยที่ผลิตได้ต่อวัน เฉลี่ยเท่ากับ 131 ชิ้นต่อวัน คำนวนต้นทุนแรงงานต่อหน่วยของการผลิตชิ้นงานไทเทเนียม

$$\text{การคำนวณต้นทุนค่าแรงงานต่อหน่วย} = \frac{400}{131} = 3.05 \text{ บาทต่อชิ้น}$$

จากการผลิตชิ้นงานโดยใช้กระบวนการผลิตแบบเดิมมาคำนวณต้นทุนของเสียในกระบวนการผลิตชิ้นงานเป็นของเสียจำนวน 80 ชิ้น เป็นต้นทุนของเสียเท่ากับ 4,340 บาท จึงได้ออกแบบอุปกรณ์จับยึดขึ้นมาใหม่เพื่อลดของเสียโดยการทดลองผลิตชิ้นงาน 100 ชิ้น ซึ่งไม่มีของเสียในกระบวนการผลิต

3.4 ผลของการออกแบบอุปกรณ์จับยึดชิ้นงานแบบที่ถูกพัฒนา

ภาพที่ 14 การจับยึดชิ้นงานโดยใช้อุปกรณ์จับยึดที่พัฒนาขึ้นใหม่

จากภาพที่ 14 การออกแบบอุปกรณ์จับยึดชิ้นงานที่พัฒนาขึ้นมาใหม่สามารถจับชิ้นงานได้ครั้งละ 2 ชิ้น สะดวกต่อการนำชิ้นงานเข้าและนำชิ้นงานออก โดยใช้ตัวประคองชิ้นงานเป็นจุดอ้างอิงระนาบในการผลิต และลดขั้นตอนการตรวจสอบขนาดของชิ้นงานก่อนผลิต 32.46 วินาทีต่อชิ้น ลดขั้นตอนการเขียน NC part programming. จากจำนวน 6 ไฟล์ เหลือ 1 ไฟล์ เป็นเวลา 1,710 วินาที ลดขั้นตอนการตั้งค่าชิ้นงานของเครื่องจักรจำนวน 6 ครั้ง เหลือ 1 ครั้งเป็นเวลา 4,296 วินาที สามารถลดของเสียได้ร้อยละ 99

4. การอภิปลายผล (Discussion)

จากการศึกษาและแก้ปัญหาในการผลิตชิ้นงานไทเทเนียมที่มีขนาดไม่ตรงตามแบบสั่งผลิต เพื่อต้องมาตรฐานใหม่ในกระบวนการผลิตจึงมีแนวทางการออกแบบอุปกรณ์จับยึดชิ้นงานแบบเดิมและทดสอบใช้งานบันทึกผลจึงพบปัญหาในกระบวนการผลิตในเรื่องของเวลาในขั้นตอนการวัดขนาดของชิ้นงานเพื่อเตรียมชิ้นงานก่อนการผลิต ใช้เวลาทั้งหมด 10,446 วินาที และพบชิ้นงานเสียในการผลิตจำนวน 80 ชิ้น ซึ่งไม่สามารถยอมรับได้ เป็นต้นทุนของเสียคิดเป็นเงิน 4,340 บาท โครงการนี้จึงมีแนวคิดในการออกแบบอุปกรณ์จับยึดขึ้นมาใหม่ได้ทดลองลบคมชิ้นงาน (Chamfer.) และบันทึกผลพบว่าสามารถลดเวลาการตรวจสอบชิ้นงานก่อนผลิตเป็นเวลาทั้งหมด 9,225 วินาที และลดชิ้นงานเสียได้ร้อยละ 99 ดั้งนั้นอุปกรณ์จับยึดชิ้นงานที่พัฒนาขึ้นมาใหม่จึงเป็นมาตรฐานในการกัดลบคมชิ้นงานไทเทเนียมที่มีขนาดไม่ตรงตามแบบสั่งผลิต และสามารถนำแนวทางในการออกแบบอุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน ใช้กับงานที่มีลักษณะเบาและขนาดเล็ก

5. สรุปผล (Conclusion)

จากการศึกษาในกระบวนการผลิตชิ้นงานในขั้นตอนการลบคมชิ้นงาน (Chamfer) โดยการใช้อุปกรณ์จับยึดชิ้นงานแบบเดิมผลิตชิ้นงานจำนวนทั้งหมด 100 ชิ้น และได้มีการตรวจสอบขนาดของการกัดลบคมชิ้นงานพบชิ้นงานเสียที่เกิดขึ้นจำนวน 80 ชิ้น

ดังนั้นโครงการนี้ได้มีการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน ได้ผลิตชิ้นงานและบันทึกข้อมูลเชิงสถิติ จำนวนทั้งหมด 100 ชิ้น ได้ตรวจสอบชิ้นงานไม่มีของเสียเกิดขึ้นในกระบวนการกัดลบคมชิ้นงาน เป็นชิ้นงานดีทั้งหมด 100 ชิ้น สามารถลดต้นทุนของเสียต่อหน่วย เท่ากับ 54.25 บาทต่อชิ้น และลดเวลาการตรวจสอบขนาดของชิ้นงานก่อนเตรียมการผลิตทั้งหมดเป็นเวลา 3,246 วินาที

6. กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgements)

ทางผู้จัดทำขอขอบคุณ บริษัทมาสเตอร์พีซ (เอเซีย) จำกัด และสาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต ที่ช่วยสนับสนุนและให้ความร่วมมือในการวิจัยโครงการนี้ ตลอดทั้งหัวหน้างาน อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการที่ช่วยให้คำปรึกษาตลอดมา

7. เอกสารอ้างอิง (References)

[1] วชิระ มีทอง. 2551. การออกแบบจิ๊กและฟิกซ์เจอร์ (Jig and Fixture Design) กรุงเทพมหานคร: สมาคม ส่งเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

[2] อำนาจ มีแสง ,(2554).การออกแบบเครื่องมือจับยึดเพื่อลดความสูญเสียในกระบวนการดัดท่อยางกรณีศึกษาโรงงานผลิตชิ้นส่วนยานยนต์,มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

[3] สุชีรา อินทโชติ, ณัฏฐนันท์จันนิวงศ์, พิสิษฐ์บัวงาม, ขนิตา ภูละมูล การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบ CDIO โดยใช้รูปแบบการเรียนแบบมีส่วนร่วมเพื่อเพิ่มสมรรถนะความเป็นครูทางด้านนาฏศิลป์ ภาควิชานาฏดุริยางค์ศิลป์คณะศิลปกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี (หน้า 130–131)

[4] ธนกฤษ ชุ่มแช่ง (2557) การลดของเสียในกระบวนการฉีดพลาสติก กรณีศึกษา : ของเสียประเภทจุดดำ

สาขาวิชาการจัดการทางวิศวกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

[5] นันกฤษณณ์ ยอดพิจิตร. 2547. การประยุกต์ใช้เทคนิคการทำงานเพื่อเพิ่มผลผลิต กรณีศึกษา หจก. รวมการช่าง จำกัด. กรุงเทพมหานคร: ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

[6] ธัญลักษณ์ โคตะมี, พรรณทิภา อติชาติ, วรรณพร จันโทภาส การใช้แผนภูมิพาเรโตสำหรับการควบคุมคุณภาพในโรงงานอุตสาหกรรม (หน้า 2-7)

[7] จิตลดา หมายมั่น การลดของเสียในกระบวนการปั่นเกลียวเชือก กรณีศึกษา แผนกปั่นเกลียวของอุตสาหกรรมผลิตเชือกพลาสติก

[8] ศรีสุดา อาชวานันทกุล. 2559. การบัญชีเพื่อการจัดการ. กรุงเทพฯ: ทีพีเอ็น เพรส.

[9] วัชรินทร์ สิทธิเจริญ. 2547. การศึกษางาน (Work Study). พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร:สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ.

[10] อภิชาต เปรมปราชญ์ชยันต์. (2555). การเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตโดยใช้เทคนิคการผลิต แบบลีน กรณีศึกษา:โรงงานผลิตชิ้นส่วนยานยนต์. งานนิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิชาการจัดการการขนส่งและโลจิสติกส์,คณะโลจิสติกส์, มหาวิทยาลัยบูรพา.

[11] สุวิมล จันทร์แก้วและธรรมมา เจียรธราวานิช. (2550). การลดของเสียในอุตสาหกรรมผลิตล้อ อลูมิเนียมอัลลอยด์. ใน การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ครั้งที่5 (หน้า 151-159). สงขลา: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร

[12] บุญชม ศรสะอาด. (2550). วิธีการทางสถิติสำหรับการวิจัย เล่ม 1. กรุงเทพฯ : สุวิริยาสาส์น