รหัสบทความ SEITS 69

การพัฒนากระบวนการผลิต คัทติ้งทูลส์ พีซีดี ความเที่ยงตรงสูง กรณีศึกษา สเต็ป ดิล ไดมอนด์ พีซีดี ขนาด 20 มิลลิเมตร

Production Process Development, Cutting Tools, PCD high precision. Case study: Step Drill Diamond PCD, size 20 mm.

วัชระ พิกาศ[1]* , จิรายุทธ วาตะรัมย์[1] , เกียรติศักดิ์ จักะพักดิ์[1]
ชานนท์ มูลวรรณ[2] , วีรญา กรทิพย์[2] , สหรัตน์ วงษ์ศรีษะ[3]

[1] ฝ่ายผลิต บริษัท ท็อป เทค ไดมอนด์ทูลส์ จำกัด ttd@toptechdiamond.com
[2] อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต; ie.engineer@kbu.ac.th
[3] สาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรมเพื่อความยั่งยืน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร saharat_w@hotmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีเป้าหมายเพื่อพัฒนากระบวนการผลิตคัทติ้งทูลส์ความเที่ยงตรงสูงและความแข็งสูง ชนิดพีซีดี ในการเจียระไนขึ้นรูปจากเดิมใช้เวลา 23.22 นาทีต่อชิ้น มีจำนวน 19 ขั้นตอน ทำการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตด้วยเครื่องเลเซอร์เพื่อขึ้นรูปทดแทนวิธีการเจียระไน โดยวิเคราะห์ด้วยแผนภูมิพาเรโต ปรับปรุงการดำเนินการด้วย ECRS ปรากฏว่าสามารถลดขั้นตอนการเจียระไนจาก 19 ขั้นตอน เป็น 12 ขั้นตอน ผลการเลเซอร์สามารถลดเวลาจาก 23.22 นาทต่อชิ้น เป็น 10.18 นาทีต่อชิ้น คิดเป็นลดลงร้อยละ 56.16 ประสิทธิภาพการทำงานจากร้อยละ 45.61 เพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 77.40 ต้นทุนวัตถุดิบลดลงจากร้อยละ 61.25 เป็นร้อยละ 30.75 ต้นทุนรวมลดลง 360,000 บาท

คำสำคัญ : การลดเวลาการเจียระไน (PCD), การวิเคราะห์ด้วยพาเรโต, ต้นทุนการผลิตเครื่องเลเซอร์

Abstract

This study aims To develop the production process cutting tools high precision and high hardness. PCD type for grinding forming from the original takes 23.22 minutes per piece there are 19 steps increasing the production efficiency with a laser machine to replace the grinding method by analyzing the Pareto chart Improved operations with ECRS. It appears that the grinding process can be reduced from 19 steps to 12 steps Laser results can be reduced from 23.22 minutes per piece to 10.18 minutes per piece accounted for a percentage reduction 56.16 Work efficiency from 45.61% increased to 77.40% raw material cost decreased from 61.25 percent to 30.75 percent. Total cost decreased by 360,000 baht.

Keywords : reduction of grinding time (PCD) ; Pareto analysis ; Cost of manufacturing a laser machine

.

1.บทนำ (Introduction)

การผลิตคัตติ่งทูลส์ความเที่ยงตรงสูง ชนิด สเต็ป ดิล พีซีดี (Step Drill PCD) ขนาดมาตรฐาน 20 มิลลิเมตร มีความสำคัญต่อการผลิตและการนำไปใช้งาน เนื่องจากบริษัท ท็อป เทค ไดมอนด์ ทูลส์ มีแนวโน้มการผลิตเพิ่มขึ้น ปัจจุบันนี้การผลิตด้วยการเจียระไนมีวิธีการตามภาพที่ 1

ภาพที่ 1 การเจียระไนลดขนาด

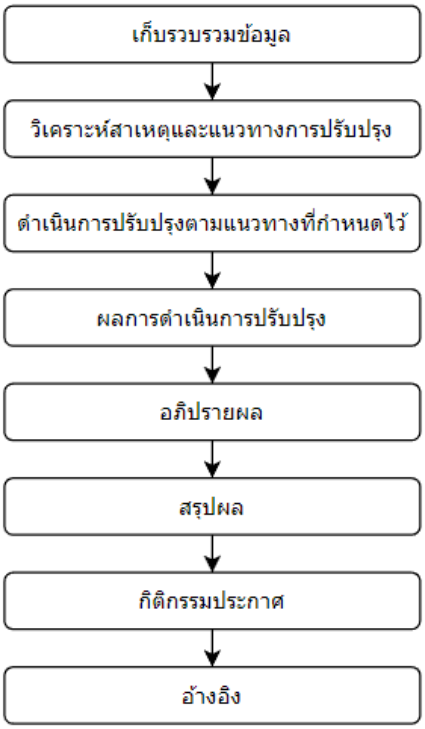
ใช้เวลาผลิตสเต็ป ดิล ด้วยขนาด Ø16.3 , Ø14.9 Ø14.6 , Ø14 , Ø11 มิลลิเมตร เป็นเวลานาน 23.22 นาที/ชิ้น ทำให้ลูกค้าเกิดการรอคอย สาเหตุจากการเจียระไนที่ใช้หินไดมอนด์ ทูลส์ลิ่ง(Diamond Tooling)ขนาด 405 มม.ความละเอียด 600 ไมครอน โดยมี 19 ขั้นตอนในการผลิต

การเจียระไนในปัจจุบันนี้มีการพัฒนา โดยการใช้เลเซอร์ในการกัดผิว (PCD) และวัสดุอื่นๆ โดยใช้เครื่องเลเซอร์กัดละเอียดเม็ด (Insert) และมุมหลบ (Cutting tools PCD) ยังไม่เคยนำมาผลิตกัดหยาบ (PCD) แต่พบว่าการใช้เลเซอร์ในการกัดหยาบ (Cutting Tools PCD) ปรากฏว่าได้ผลตาม [1] Christian Brecher , Michael Emonts ได้ผลโดยวิธีการใช้เลเซอร์ด้วยการตัดเฉือนแบบทั่วไปโดยการเจียรใช้เวลาประมาณ 8 นาที ในขณะที่การเก็บผิวละเอียด 20 µm สุดท้ายใช้เวลาประมาณ 2.5 นาที ด้วยการผสมผสานระหว่างการเจียรหยาบและการเลเซอร์หยาบ เวลาประมวลผลโดยรวมจะลดลง 50% จาก 8 นาทีเหลือ 3.5 นาที

โครงงานวิจัยนี้มีเป้าหมายเพื่อพัฒนากระบวนการขึ้นรูปสเต็ป ดิล ไดมอนด์ พีซีดี (Step Drill Diamond PCD) โดยการปรับปรุงการเจียระไนกลมหยาบ (PCD) ไปเป็นการเลเซอร์หยาบ (PCD) โดยเปรียบเทียบด้านผิวของชิ้นงาน ด้านเวลาการผลิต ด้านอัตราการผลิต ด้านประสิทธิภาพการทำงานและด้านต้นทุนการผลิตเครื่องเลเซอร์แบบเก่าและแบบใหม่ ถ้าผลิตได้ตามนี้จะนำไปทำการผลิตจริง วัตถุประสงค์เพื่อศึกษากระบวนการผลิตด้วยการเลเซอร์ ในการเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องเลเซอร์จากเดิมร้อยละ 45.61

2.วิธีการวิจัย (Methodology)

ขั้นตอนการออกแบบการทดลอง



ภาพที่ 2 ขั้นตอนการวางแผนดำเนินการวิจัย

2.1 การเก็บข้อมูล

(เวลาในการผลิตชิ้นงานต่อชิ้น ซึ่งในกรณีศึกษาใช้เป็นการผลิตที่ 1 ชิ้นต่อนาที) {5} (คมสัน จิระภัทรศิลป, 2548) เก็บข้อมูลจำนวน 10 ชิ้น ดังตารางที่ 1 เพื่อหาค่าเฉลี่ยและความแม่นยำของข้อมูล ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 รอบเวลางานย่อยของเครื่องเจียระไน

ลำดับงานย่อย	การจับเวลาเริ่มต้น										5/8/2022			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	ค่าเฉลี่ย	ค่าพิสัย	R/X̄	
1	0.6	0.56	0.58	0.6	0.61	0.67	0.59	0.55	0.59	0.6	0.595	0.12	0.202	
2	2	2.03	2.26	2.15	2.1	2.07	2.2	2.19	2.15	2.13	2.128	0.26	0.122	
3	1.05	1.03	1.04	1	1.08	1.13	1.19	1.08	1.12	1.11	1.083	0.19	0.175	
4	0.03	0.04	0.03	0.04	0.04	0.03	0.03	0.04	0.04	0.03	0.035	0.01	0.286	1
5	0.37	0.34	0.35	0.32	0.4	0.46	0.48	0.49	0.38	0.39	0.398	0.17	0.427	3
6	0.55	0.49	0.58	0.46	0.59	0.57	0.48	0.53	0.51	0.52	0.528	0.13	0.246	1
7	0.05	0.06	0.07	0.05	0.06	0.05	0.04	0.05	0.05	0.05	0.053	0.03	0.566	5
8	0.1	0.08	0.12	0.13	0.1	0.09	0.1	0.11	0.12	0.11	0.106	0.05	0.472	3
9	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.03	0.02	0.03	0.02	0.02	0.023	0.01	0.435	3
10	0.5	0.53	0.54	0.49	0.48	0.46	0.49	0.5	0.51	0.52	0.502	0.08	0.159	
11	15.56	15.5	16.1	16	15.55	15.58	15.45	15.43	16.07	16.15	15.739	0.72	0.046	3
12	0.03	0.02	0.03	0.03	0.03	0.02	0.03	0.02	0.03	0.03	0.027	0.01	0.370	2
13	0.1	0.08	0.09	0.09	0.08	0.1	0.11	0.12	0.13	0.1	0.1	0.05	0.500	4
14	0.2	0.26	0.25	0.24	0.19	0.2	0.23	0.2	0.24	0.22	0.223	0.07	0.314	1
15	0.12	0.13	0.1	0.14	0.13	0.12	0.1	0.15	0.13	0.12	0.124	0.05	0.403	2
16	0.1	0.08	0.09	0.09	0.12	0.1	0.09	0.12	0.11	0.1	0.1	0.04	0.400	2
17	0.2	0.2	0.21	0.22	0.24	0.2	0.2	0.21	0.23	0.22	0.213	0.04	0.188	
18	0.03	0.04	0.03	0.04	0.03	0.04	0.04	0.04	0.03	0.04	0.036	0.01	0.278	1
19	0.05	0.05	0.05	0.06	0.05	0.06	0.05	0.05	0.05	0.06	0.053	0.01	0.189	
รวม	21.66	21.54	22.55	22.17	21.9	21.98	21.92	21.91	22.51	22.52	22.066	1.01	0.046	3

การคำนวณจำนวนครั้งในการจับเวลาของงานย่อยที่ 1 รอบ เวลาการทำงานย่อยที่ 10 รอบที่บันทึกได้คือ0.6,0.56, 0.58,0.6,0.61,0.67,0.59,0.55,0.59และ0.6 วินาที

รอบเวลาเฉลี่ย =

$$\frac{0.6+0.56+0.58+0.6+0.61+0.67+0.59+0.55+0.59+0.6}{10}$$

รอบเวลาเฉลี่ย = 0.595

รอบเวลาสูงสุด = 0.67

รอบเวลาต่ำสุด = 0.55

จากการเปิดตาราง (Maytag) จะได้ค่าของ N ระหว่าง 7 ซึ่งเมื่อเทียบบัญญัติไตรยางค์

N = 7

ซึ่งหมายความว่าจำนวนข้อมูลที่ต้องการสำหรับ ±5% ความคลาดเคลื่อน 95 % ความเชื่อมั่นคือ 7 ข้อมูล

หาเวลามาตรฐานเครื่องเจียระไน Outside Grinding (OG-1)

การกำหนดเวลาเผื่อรวมเวลาเผื่อ เท่ากับ 5.0 %

เวลาปกติ

เวลาปกติ = เวลาเลือก x (ค่าสเกล) / 100 ; ค่าสเกลเท่ากับ 100 คือ อัตราการทำงานปกติ

= 22.06 x (100) / 100

= 22.06 นาที

เวลารวมในสถานีงานGrinding = 22.06 นาที

การหาเวลามาตรฐานต่องาน 1 ชิ้น

= (เวลาปกติ x 100%) / (100% - %เวลาเผื่อ)

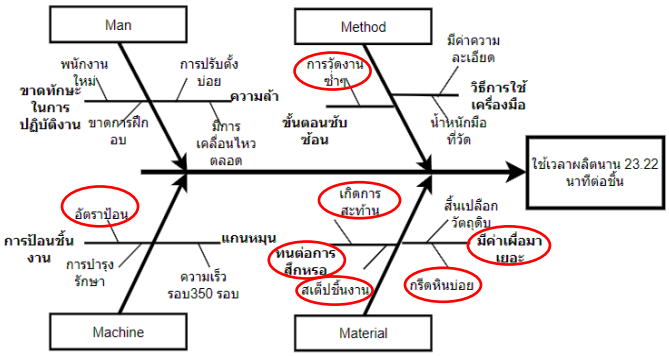
= (22.06 x 100%) / (100% - 5.0%)

= 23.22 นาที /ชิ้น

เวลามาตรฐานในสถานีงานTool Grinding = 23.22 นาที/ชิ้น

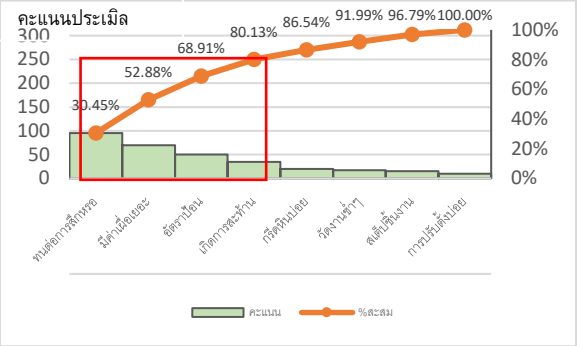
2.2 วิเคราะห์สาเหตุและแนวทางการปรับปรุง

จากการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาเวลาผลิตนาน 23.22 นาที/ชิ้น เพื่อนำมาวิเคราะห์ด้วยแผนผังก้างปลาดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 แสดงสาเหตุที่ใช้เวลาผลิตนาน

จากภาพที่ 3 จากการคัดกรองปัจจัยที่ทำให้ใช้เวลาผลิตนานด้วยการวิเคราะห์ผังก้างปลาจะเห็นได้ว่าสาเหตุที่ทำให้ใช้เวลาผลิตนาน มีหลายปัจจัย และสาเหตุที่มากที่สุดมาจากค่าเผื่อชิ้นงานและ ทนต่อการสึกหรอ ซึ่งทำให้เสียเวลาการผลิตและสิ้นเปลืองวัตถุดิบ {6} (นันทกฤษณ์ ยอด พิจิตร 2545. วิทยานิพนธ์ : การประยุกต์ใช้เทคนิคการศึกษางานเพื่อเพิ่มผลผลิต) ทางผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลกระทบให้เกิดปัญหาของเวลาผลิตที่สูง ด้วยการให้คะแนน (Cause & Effect Matrix)



ภาพที่ 4 แสดงคะแนนประเมิล (Cause & Effect Matrix)

พบว่าปัจจัยทั้งหมดที่คาดว่าจะทำให้ใช้เวลาการผลิตนามีสาเหตุต่างๆได้แก่มีค่าเผื่อชิ้นงานมาเยอะ ทนต่อการสึกได้ดี เกิดการสะท้านจากอัตราป้อนที่ไม่คงที่ จึงต้องมีการแก้ไข เพราะเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้ใช้เวลาการผลิตนาน ซึ่งปัจจัยทั้ง 4 ปัจจัยนี้ {7}ชาญ ทองไพรวรรณ. (2554). การประยุกต์ใช้เทคนิค FMEA จึงเป็นที่มาของการศึกษางานวิจัย การพัฒนากระบวนการผลิต คัทติ้งทูลส์ พีซีดี กรณีศึกษา สเต็ป ดิล ไดมอนด์ พีซีดี ขนาด 20 มิลลิเมตร

2.3 ต้นทุนการผลิตเครื่องเจียระไน

ตารางที่ 2 วิเคราะห์ต้นทุนเครื่องเจียระไน

ค่าใช้จ่าย	หน่วย/ชิ้น (บาท)
ค่าหิน	100
ค่าแรง	19.27
ค่าไฟฟ้า	87.54
ค่าน้ำ	6
ค่าอื่นๆ	27.82
รวม	240.63

หมายเหตุ : การสอบถามข้อมูลต้นทุนจากฝ่ายวางแผนต้นทุน

2.4 ดำเนินการปรับปรุงตามแนวทางที่กำหนดไว้

ศึกษาและเก็บข้อมูลเครื่องเลเซอร์ โดยศึกษาจาก {2} Christian Brecher , Michael Emonts แนวทางโดยรวมของกลยุทธ์นี้คือการเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการเจียร ที่เป็นที่ยอมรับโดยใช้เทคโนโลยีเลเซอร์ ดังภาพที่ 5 แบบบูรณาการในกระบวนการผลิต ซึ่งช่วยลดเวลาในการตัดเฉือนผิวสำเร็จและลดการใช้ล้อเจียรเพชรที่มีต้นทุนสูง

ภาพที่ 5 เครื่อง Laser line Precision

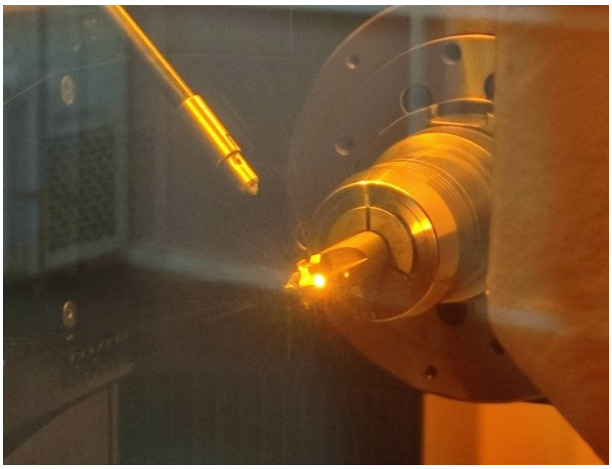
สาเหตุที่เลือกเครื่อง Laser line Precision รุ่น 1-20019 เนื่องจากประสิทธิภาพเครื่องเลเซอร์ ช่วงปี 2564 ต่ำกว่า 80%

ตารางที่ 3 ประสิทธิภาพการใช้เครื่องจักรปี 2564

รายชื่อเครื่องจักร	ประสิทธิภาพเครื่องจักร (%)	จำนวนที่ผลิต (ชิ้น)
LASER	45.61%	4,126

หมายเหตุ : ข้อมูลได้จากฝ่ายวางแผนการผลิต

จากข้อมูลข้างต้น ประสิทธิภาพเครื่องเลเซอร์ 45.61% เนื่องจากมีงานเข้าเครื่องจักรค่าเฉลี่ย 11-15 ชิ้น/วัน ทำให้ประสิทธิภาพเครื่องจักรต่ำกว่า 80% ดังนั้นการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานด้วยการพัฒนาจาการเจียระไน เป็นการเลเซอร์ โดยการตัดเฉือนด้วยลำแสงเลเซอร์แบบสัมผัสจะสร้างคมตัดคุณภาพสูงและรูปทรงการตัดอย่างมีประสิทธิภาพ ในขั้นตอนนี้ พื้นผิวจะถูกสร้างด้วยพื้นผิวด้านนอกของลำแสงเลเซอร์ ร่องตัดเกิดขึ้นจากรูปแบบการฟักซ้ำๆของหน่วยสแกนด้วยเลเซอร์และโดยการเคลื่อนที่ไปพร้อมกันของแกน CNC เทคโนโลยีการตัดเฉือนที่จดสิทธิบัตรเฉพาะนี้วางตลาดภายใต้ แบรนด์ EWAG Laser Touch Machining



ภาพที่ 6 Short-pulse laser in green-wavelength range(532 nm)with perfect erosion properties

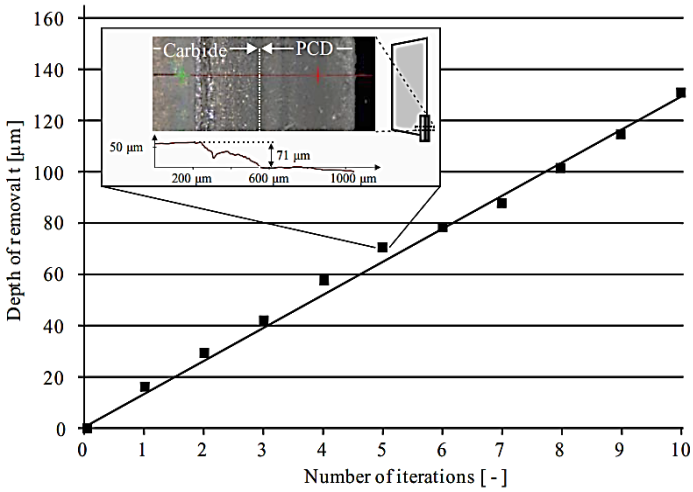
จากภาพที่ 6 เงื่อนไขในการทำงานจะต้องเป็นไปตามพารามิเตอร์ ดังตารางที่ 4 เพื่อความเหาะสมในการใช้งาน

ตารางที่ 4 Laser Parameter

PCD Laser Parameter				
description	Unit	Rough all Full cut	Rough all Partial cut	Finish 1
Laser power	Watt	40		20
Laser frequency	KHZ	100		300
Laser hatch	Ø in mm.	0.3	0.3	0.2
Scan Speed	mm/s	2,000	2,000	800
CNC Feed rate	mm/min	70		60
Pitch angle	°	2.5		2.5
Tool offset	mm	0.156	0.156	0.106
Contour offset	mm	0.03		0
Layer step size	µm	80		1

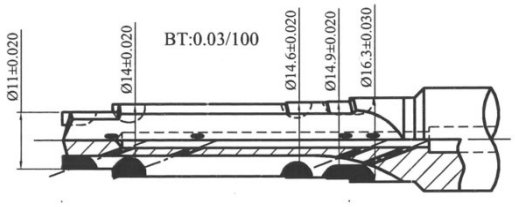
ความลึกของการกำจัดถูกตรวจสอบโดยการทดลองด้วยการเปลี่ยนจำนวนการวนซ้ำ ดังแสดงในภาพที่ 7 มีแนวโน้มเชิงเส้นตรงโดยประมาณระหว่างจำนวนการวนซ้ำและความลึกของการกำจัด หลังจากทำซ้ำสิบครั้ง ความลึกในการขจัด 130 µm

Christian Brecher et al. / Physics Procedia 56 (2014) 1107 – 1114



ภาพที่ 7. Depth of removal as a function of number of iterations

หลังจากการหยาบทั้งสี่ด้าน ค่าเผื่อ PCD ที่วัดได้หลังกระบวนการแสงเลเซอร์คือ 30-50 ไมครอน อยู่ในค่าเผื่อมาตรฐานที่เหลือสำหรับกระบวนการเก็บผิวละเอียดโดยการเจียรถูกกำหนดไว้ ดังภาพที่ 8



ภาพที่ 8 Process การทำงานขั้นตอนเจียระไนเก็บละเอียด

2.5 เก็บข้อมูลงานย่อยเครื่องเลเซอร์

จากการเก็บข้อมูลเครื่องจักรสามารถแบ่งออกเป็นขั้นตอนย่อยๆ ได้ 12 ขั้นตอน ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 รอบเวลางานย่อยของเครื่องเลเซร์

ลำดับ	การจับเวลาเริ่มต้น										25/9/22			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	ค่าเฉลี่ย	ค่าพิสัย	R/$\bar{X}$	N
1	0.6	0.59	0.58	0.61	0.53	0.52	0.5	0.55	0.62	0.54	0.564	0.12	0.213	7
2	0.02	0.03	0.03	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.026	0.01	0.385	24
3	0.34	0.36	0.34	0.3	0.31	0.39	0.31	0.34	0.32	0.37	0.338	0.09	0.266	11
4	0.03	0.04	0.04	0.03	0.03	0.04	0.03	0.03	0.04	0.04	0.035	0.01	0.286	13
5	2	2.1	2.12	2.13	2.03	2.09	2.04	2.1	2.13	2.15	2.089	0.15	0.072	2
6	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.025	0.01	0.400	27
7	0.34	0.3	0.34	0.33	0.31	0.39	0.37	0.35	0.33	0.31	0.337	0.09	0.267	11
8	6	6	6	6.01	6.01	6.02	6	6	6.01	6	6.005	0.02	0.003	2
9	0.12	0.13	0.11	0.12	0.12	0.15	0.14	0.12	0.11	0.15	0.127	0.04	0.315	16
10	0.03	0.03	0.02	0.03	0.03	0.02	0.03	0.04	0.04	0.04	0.031	0.02	0.645	69
11	0.6	0.57	0.56	0.59	0.68	0.59	0.64	0.63	0.59	0.57	0.602	0.12	0.199	7
12	0.03	0.03	0.04	0.05	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04	0.037	0.02	0.541	49
รวม	10.1	10.2	10.2	10.2	10.1	10.3	10.11	10.2	10.3	10.2	10.18	0.68	0.07	2

การคำนวณจำนวนครั้งในการจับเวลาของงานย่อยที่ 2 รอบ เวลาการทำงานย่อยที่ 10 รอบที่บันทึกได้คือ0.34,0.36, 0.34,0.3,0.31,0.39,0.31,0.34,0.32และ0.37 วินาที

รอบเวลาเฉลี่ย =

$$\frac{0.34+0.36+0.34+0.3+0.31+0.39+0.31+0.34+0.32+0.37}{10}$$

รอบเวลาเฉลี่ย = 0.338

รอบเวลาสูงสุด = 0.39 รอบเวลาต่ำสุด = 0.3

จากการเปิดตาราง (Maytag) จะได้ค่าของ N ระหว่าง 11 ซึ่งเมื่อเทียบบัญญัติไตรยางค์

N = 11

ซึ่งหมายความว่าจำนวนข้อมูลที่ต้องการสำหรับ ±5% ความคลาดเคลื่อน 95 % ความเชื่อมั่นคือ 11 ข้อมูล

หาเวลามาตรฐานครื่องเลเซอร์

เวลาปกติ

เวลาปกติ = เวลาเลือก x (ค่าสเกล) / 100 ; ค่าสเกลเท่ากับ 100 คือ อัตราการทำงานปกติ

= 10.18 x (100) / 100

= 10.18 นาที

เวลารวมในสถานีงานGrinding = 10.18 นาที

การหาเวลามาตรฐานต่องาน 1 ชิ้น

= (เวลาปกติ x 100%) / (100% - %เวลาเผื่อ)

= (10.18 x 100%) / (100% - 5.0%)

= 10.72 นาที /ชิ้น

เวลามาตรฐานในสถานีงานTool Grinding = 10.72 นาที/ชิ้น

2.6 ต้นทุนการผลิตเครื่องเลเซอร์หยาบ

ตารางที่ 6 วิเคราะห์ต้นทุนเครื่องเลเซอร์หยาบ (PCD)

ค่าใช้จ่าย	หน่วย/ชิ้น (บาท)
ค่าแรง	8.90
ค่าไฟฟ้า	117.92
ค่าน้ำ	12
ค่าอื่นๆ	27.82
รวม	166.64

หมายเหตุ : การสอบถามข้อมูลต้นทุนจากฝ่ายวางแผน

3.ผลการดำเนินการ (performance)

ผลจากการดำเนินการพัฒนาเพื่อลดเวลาการผลิตขั้นตอนเจียระไนกลม โดยใช้หลักการ Work Study และการใช้หรือเทคนิคต่างๆ ที่ทำให้ปฏิบัติงานรวดเร็วขึ้น การสรุปผลการดำเนินงานแบ่งออกเป็น 4 ส่วน คือผลด้านการลดเวลาด้วยการเลเซอร์หยาบ (PCD) ผลด้านการเปรียบเทียบผิว ผลด้านประสิทธิภาพเครื่องจักรและผลด้านต้นทุนการผลิต

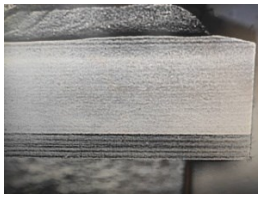
3.1 ผลด้านการลดเวลาด้วยการเลเซอร์หยาบ (PCD)

จากการดำเนินการด้านลดเวลาด้วยเครื่องเลเซอร์ แสดงให้เห็นว่าสามารถลดเวลาที่ใช้ในการผลิตได้ โดยการพัฒนาจากการเจียระไน เป็นการเลเซอร์ ซึ่งผลมาจากก่อนปรับปรุงการเจียระไนมี 19 ขั้นตอนและเวลารวม 23.22 นาที หลังปรับปรุงโดยการเลเซอร์มี 12 ขั้นตอนและเวลารวม 10.18 นาที ในเบื้องต้นสามารถลดขั้นตอนได้ 7 ขั้นตอนและลดเวลาลงได้ 13.04 นาที ร้อยละ 56.16

3.2 ผลด้านการเปรียบเทียบผิว

จากการเปรียบเทียบการเจียระไนและเลเซอร์

ภาพที่ 9 ผิวเจียระไน



ภาพที่ 10 ผิวเลเซอร์

จากการเทียบผิวเจียระไนความละเอียด 0.1 ไมครอน และผิวเลเซอร์ความละเอียด 1 ไมครอนสามารถมองเห็นด้วยตาได้

3.3 ผลด้านประสิทธิภาพเครื่องจักร

ตารางที่ 7 สรุปประสิทธิภาพที่ได้จากการปรับปรุง

ประสิทธิภาพเครื่องจักร	ก่อนปรับปรุง (%)	หลังปรับปรุง (%)
	45.61	77.40

หมายเหตุ : อ้างอิงจากฝ่ายวางแผนการผลิต ข้อมูลที่ได้หลังจากการปรับปรุงแล้ว

3.4 ผลด้านต้นทุนการผลิต

จากการวิเคราะห์ต้นทุนด้านค่าแรง วัคฤดิบ ค่าสาธารณูปโภค มารวมต้นทุนได้ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 สรุปต้นทุนที่ได้จากการปรับปรุง

สรุปต้นทุน	ก่อนได้รับการปรับปรุง (บาท)	หลังได้รับการปรับปรุง (บาท)	รวม (บาท)
	240.63	166.64	74

ต้นทุนแรงงานต่อหน่วยผลิต = อัตราค่าแรงของพนักงานเฉลี่ยต่อคนต่อนาที x นาทีต่อชิ้นต่อคน

ต้นทุนแรงงานต่อชิ้นก่อนการปรับปรุงเท่ากับ

ต้นทุนแรงงานต่อหน่วยผลิต = 0.83 บาทต่อคนต่อนาที x 23.22 นาทีต่อชิ้นต่อคน

ต้นทุนแรงงานต่อหน่วยผลิต = 19.3 บาทต่อชิ้น

ต้นทุนแรงงานต่อชิ้นหลังการปรับปรุงเท่ากับ

ต้นทุนแรงงานต่อหน่วยผลิต = 0.83 บาทต่อคนต่อนาที x 10.18 นาทีต่อชิ้นต่อคน

ต้นทุนแรงงานต่อหน่วยผลิต = 8.45 บาทต่อชิ้น

4. อธิปายผล (explain)

จากวัตถุประสงค์ที่ทำการศึกษาและวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาในกระบวนการผลิต Cutting Tools (PCD) เพื่อลดเวลาขั้นตอนการเจียระไนโดยพัฒนาเป็นการเลเซอร์ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องจักร

ผลทดลองพบว่า ผลด้านเวลาหลังการปรับปรุงสามารถลดเวลาได้ 13.04 นาที ลดขั้นตอนได้ 7 ขั้นตอน ซึ่งผลการดำเนินการโครงงานสอดคล้องกับผลงานวิจัย{1} ที่ศึกษาพบว่า หลักการการเลเซอร์สามารถผลิตชิ้นงานได้รวดเร็วกว่าการเจียระไนร้อยละ50 ผลด้านประสิทธิภาพเครื่องจักรสามารถเพิ่มขึ้นได้ร้อยละ 77.40 ผลด้านต้นทุน สามารถลดค่าใช้จ่ายหินไดมอนด์ทูลส์ได้ 360,000 ต่อปี (อ้างอิงจากข้อมูลฝ่ายวางแผนการผลิตปี 2564)

5.สรุปผลดำเนินงาน (performance summary)

ผลจากการดำเนินการพัฒนาเพื่อลดเวลาการผลิตขั้นตอนเจียระไนกลม โดยใช้หลักการ Work Study และการใช้หรือเทคนิคต่างๆ ที่ทำให้ปฏิบัติงานรวดเร็วขึ้น การสรุปผลการดำเนินงานแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือผลด้านการลดเวลาด้วยการเลเซอร์หยาบ (PCD) ผลด้านประสิทธิภาพสายการผลิตและผลด้านต้นทุนการผลิต การสรุปผลดำเนินงาน แสดงดังภาพที่ 9

ตารางที่ 9 สรุปผลดำเนินงาน

วัตถุประสงค์ของการศึกษา	เป้าหมาย (ร้อยละ)	ผลดำเนินงาน (ร้อยละ)
ผลด้านการลดเวลาด้วยการเลเซอร์หยาบ (PCD)	50	56.18
ผลด้านการลดต้นทุนการผลิต	50	30.75
ประสิทธิภาพเครื่องจักร	50	87.5

6.กิติกรรมประกาศ (Acknowledgments)

การค้นคว้าอิสระฉบับนี้สำร็จลุล่วงได้ด้วคำแนะนำจากผู้ช่วยศาสตราจารย์สหรัตน์ วงษ์ศรีษะ ที่ได้สละเวลาอันมีค่าเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาและได้ให้คำแนะนำต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัย การให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่างๆ ต่องานวิจัยนี้ทำให้งานวิจัยมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ซึ่งผู้วิจัยมีความรู้สึกซาบซึ้งและขอขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่ง

ขอขอบพระคุณผู้บังคับบัญชา เพื่อนร่วมงาน พนักงานของหน่วยงานสายการผลิต (Cutting Tools) ของบริษัท ที อป เทค ไดมอนด์ ทูลส์ จำกัด ที่ได้มีส่วนในการให้ความช่วยเหลือในการดำเนินงานสำหรับการวิเคราะห์ และการปรับปรุงสายการผลิตในครั้งนี้ รวมทั้งการสนับสนุนข้อมูลการ

ดำเนินงาน เพื่อใช้เป็นประโยชน์สำหรับการปรับปรุงสายการผลิตให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ ส่งผลให้งานวิจัยนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี

ท้ายที่สุดขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ครอบครัว และเพื่อนๆ ที่ร่วมเป็นกำลังใจและคอยให้ความช่วยเหลืออย่างดีเสมอมา ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่างานวิจัยฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจ เพื่อนำไปประยุกต์ใช้เพื่อก่อให้เกิดประโยชน์ในงานหรือเป็นแนวทางในการศึกษาเพิ่มเติมต่อไปในอนาคต

7.เอกสารอ้างอิง (References)

[1] Christian Brechera,b, Michael Emonts เลเซอร์หยาบของ (PCD) Steinbachstraβe 17, Aachen 52074, เยอรมนี สืบค้นเมื่อ 11 กันยายน 2565

[2] Dold, C., Henerichs, M., Bochmann, L., Wegener, K., 2012. Comparison of ground and laser machined polycrystalline diamond (PCD) tools in cutting carbon fiber reinforced plastics (CFRP) for aircraft structures, CIRP Procedia 1C, p. 178-183.

[3] Westraadt JE, Dubrovinskaia N, Neethling JH, Sigalas I, 2007. 622: Thermally stable polycrystalline diamond sintered with calcium 623 carbonate. Diam Relat Mater 16:1929–1935

[4] ณัฏฐพงษ์สอนสุวิทย์. (2547). วิศวกรรมวิธีการ Method Engineering. กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น.

[5] คมสัน จิระภัทรศิลป. (2548). การใช้เทคนิคการศึกษาการเคลื่อนไหวและ เวลา.กรุงเทพฯ: ภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหการ,คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี

[6] นันทกฤษณ์ยอดพิจิตร. 2547 .“การประยุกต์ใช้ เทคนิคการศึกษางานเพื่อเพิ่มผลผลิต: กรณีศึกษา หจก. รวมการช่าง จำกัด” นำเสนอใน การประชุมวิชาการ40ปี คณะ 117 วิศวกรรมศาสตร์เรื่อง นวัตกรรมทางวิศวกรรมสำหรับการจัดการทรัพยากรอย่างยั่งยืน ณ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

[7] วิชาญ ทองไพรวรรณ. (2554). การประยุกต์ใช้เทคนิค FMEA ในการปรับปรุงกระบวนการออกแบบ และพัฒนาแม่พิมพ์ขึ้นรูปแก้วที่ใช้บนโต๊ะอาหาร. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยราชมงคลธัญบุรี อ.ดร.อลงกต ลิ้มเจริญ “เอกสารคำสอนวิชา 255251 Motion And Time Study” สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

[8] สุพัฒตรา เกษราพงศ์. (2551). ใช้ เทคนิค 5W1H, ECRS และผังก้างปลามาทำการวิเคราะห์สายการผลิต. หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ,คณะวิศวกรรมศาสตร์, กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีปทุม.

[9] สุลภัส เครือกาญจนา. (2550). เพิ่มประสิทธิภาพการทำงานด้วยไคเซ็น (Kaizen).กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

[10] อัจฉรา กลิ่นจันทร์. (2553). การศึกษาต้นทุนต่อหน่วยผลผลิตของมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์. ราชภัฏเพชรบูรณ์สาร, 13(1), 61-62