

การลดเวลาในขั้นตอนของการขัดผิวชิ้นงานในอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนจากโลหะผง

Reducing the Time Required for Surface Finishing
in the Powder Metallurgy Industryสมพงษ์ พิริยานนท์¹ ภูริดา ปินโต¹ ธีรชาติ นุสโส¹ พัทธมน์ สุจิตธรรมกุล¹ และ พีรวิทย์ โชคเหมาะ^{2*}¹สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ 217 ถนนนันทบุรี ต.สวนใหญ่ อ.เมือง จ.นนทบุรี 11000

²สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น 150 ถ.ศรีจันทร์ ต.ในเมือง อ.เมือง จ.ขอนแก่น 40000

Sompong Piriyayon^{1*} Purida Pinto¹ Teerachart Nusso¹ Pipat Sujitthammakul¹ and Peerawit Chokemorh²¹Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering and Architecture,

Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi 217 Nonthaburi Road, Suan Yai subdistrict, Mueang

Nonthaburi district, Nonthaburi province 11000

²Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering,

Rajamangala University of Technology Isan, Khon Kaen Campus 150 Srichan Road, Nai Meuang subdistrict,

Mueang District, Khon Kaen province 40000

*Corresponding author Email: peerawit.ch@rmuti.ac.th

(Received: June 8, 2026; Revise: June 29, 2026; Accepted: June 29, 2026)

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อกำหนดเวลามาตรฐานที่เหมาะสมในการขัดผิวชิ้นงานโลหะ จากกระบวนการโลหะผง วิทยา โดยใช้เครื่องขัดแบบสั่นสะเทือนที่ใช้วัสดุขัดเซรามิก เพื่อแก้ไขปัญหาการไม่มีมาตรฐานเวลาที่ชัดเจนในขั้นตอนของการลบครีบกมและขัดผิวชิ้นงาน ที่พนักงานตั้งเวลาการขัดโดยอิงจากประสบการณ์และการบอกกล่าวจากพนักงานที่เคยปฏิบัติงาน เฉลี่ย 60 นาทีต่อรอบ ส่งผลให้เกิดต้นทุนการผลิตสูงขึ้นและสิ้นเปลืองพลังงานโดยไม่จำเป็น ผลการทดลองพบว่าสามารถลดเวลามาตรฐานในขั้นตอนการขัดผิวจากเดิม 60 นาที เหลือเพียง 50 นาที หรือลดลง 16.67% โดยที่คุณภาพผิวของชิ้นงานที่ไม่มีครีบกมและผิวเรียบ ผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่ลูกค้ากำหนด

คำสำคัญ: โลหะผงวิทยา เวลามามาตรฐาน การลดต้นทุน

Abstract

This study proposes to establish an optimal standard time for surface finishing of metal workpieces using the powder metallurgy process by a vibrating polisher with ceramic abrasive materials. This addresses the problem of the lack of clear time standards for the deburring and surface finishing steps, where employees typically set times based on experience and feedback from previous workers, averaging 60 minutes per cycle. This results in higher production costs and unnecessary energy waste. The experiment showed that the standard polishing time could be reduced from 60 minutes to just 50 minutes, or

approximately 16.67%, while the resulting surface quality, free of sharp burrs and smooth, passed the customer's standards requirements.

Keywords: Powder Metallurgy, Standard Time, Cost Reduction

1. บทนำ

ในอุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนโลหะที่มีความเที่ยงตรงสูง (Precision Manufacturing) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในภาคส่วนอุตสาหกรรมการบินและอวกาศ กระบวนการปรับปรุงสภาพผิวชิ้นงาน (Surface Finishing Process) ถือเป็นขั้นตอนขั้นปลาย (Downstream Process) ที่มีความสำคัญเชิงกลยุทธ์ ซึ่งส่งผลกระทบต่อคุณภาพเชิงมิติ ความเรียบเนียนเชิงมหภาค (Surface Roughness) และความสวยงามทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้าย ในปัจจุบัน แนวทางการปรับปรุงสภาพผิวที่นิยมใช้อย่างแพร่หลายในภาคอุตสาหกรรม ประกอบด้วย การปรับปรุงสภาพผิวด้วยกำลังแรงงานคน (Manual Finishing) การขัดด้วยเครื่องจักรกลเฉพาะทาง (Conventional Machining) และการขัดผิวด้วยระบบสั่นสะเทือน (Vibratory Finishing) ซึ่งแต่ละระเบียบวิธีต่างมีข้อได้เปรียบและข้อจำกัดเชิงเทคนิคที่แตกต่างกันไปตามลักษณะการประยุกต์ใช้งาน [1-6]

จากการศึกษาวิจัยและสำรวจเชิงลึกในกระบวนการผลิตภายในโรงงานกรณีศึกษา พบว่ากระบวนการปรับปรุงสภาพผิวชิ้นงานยังคงประสบปัญหาการขาดมาตรฐานเวลาการปฏิบัติงานที่ชัดเจน (Standard Time) พนักงานผู้ปฏิบัติงานส่วนใหญ่จึงอาศัยการตัดสินใจบนพื้นฐานของประสบการณ์ส่วนบุคคลและสัญชาตญาณ (Heuristic Decision-Making) ส่งผลให้เกิดการกำหนดระยะเวลาการทำงานที่มากเกินไป (Over-processing) เพื่อประกันความเสี่ยง จากการเก็บข้อมูลเชิงประจักษ์พบว่า ระยะเวลาที่ใช้ในการขัดผิวเฉลี่ยในปัจจุบันอยู่ที่ 60 นาทีต่อรอบการทำงาน โดยกระบวนการดังกล่าวขาดการตรวจสอบคุณภาพระหว่างกระบวนการ (In-process Inspection) เพื่อประเมินความสอดคล้องกับเกณฑ์ข้อกำหนด (Quality Conformance) การไร้ซึ่งมาตรฐานเวลาและระบบควบคุมที่มีประสิทธิภาพนี้ นำไปสู่ความสูญเปล่าในกระบวนการผลิต (Manufacturing Wastes) ทั้งในมิติของเวลา (Waiting Time) และการใช้พลังงานโดยเปล่าประโยชน์ ซึ่งส่งผลกระทบเป็นลูกโซ่ทำให้ต้นทุนการผลิตส่วนเพิ่ม (Incremental Cost) สูงขึ้น และประสิทธิภาพประสิทธิผลโดยรวมของอุปกรณ์ (Overall Equipment Effectiveness: OEE) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ด้วยเหตุนี้ การศึกษาและพัฒนาแนวทางเชิงระบบเพื่อลดระยะเวลาในกระบวนการขัดผิวด้วยเครื่องสั่นสะเทือนจึงเป็นประเด็นเร่งด่วนในการเพิ่มประสิทธิภาพเชิงกระบวนการและลดต้นทุนการผลิต

งานวิจัยฉบับนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา วิเคราะห์ และกำหนดมาตรฐานเวลาที่เหมาะสมที่สุด (Optimal Standard Time) สำหรับกระบวนการปรับปรุงสภาพผิวชิ้นงานโลหะผง (Powder Metallurgy Components) ด้วยเครื่องขัดระบบสั่นสะเทือน โดยนำระเบียบวิธีวิจัยเชิงทดลองร่วมกับการสุ่มตรวจวัดคุณภาพระหว่างกระบวนการเป็นระยะ (Periodic In-process Sampling) มาประยุกต์ใช้ เพื่อระบุจุดอิ่มตัวของการปรับปรุงสภาพผิว (Saturation Point) ซึ่งเป็นจุดที่ชิ้นงานบรรลุเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพตามข้อกำหนดและสามารถยุติกระบวนการขัดได้ทันที แนวทางดังกล่าวนอกจากจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในสายการผลิตและลดการใช้พลังงานส่วนเกินแล้ว ยังช่วยยกระดับการควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์ให้มีความสอดคล้องกับความต้องการของตลาดที่มีการแข่งขันสูงในปัจจุบัน การปรับปรุงกระบวนการขัดผิวชิ้นงานให้มีความเป็นเลิศในการดำเนินงาน (Operational Excellence) นี้ จะส่งเสริมให้โครงสร้างกระบวนการผลิตในภาพรวมมีความยืดหยุ่น (Lean and Agile Manufacturing) ลดรอบเวลาการทำงาน (Lead Time) ลดต้นทุนต่อหน่วย (Unit Cost) และเป็นการสร้างความได้เปรียบทางการแข่งขันอย่างยั่งยืนให้แก่องค์กรในยุคอุตสาหกรรมแห่งอนาคต

2. วิธีการดำเนินงาน

ระเบียบวิธีวิจัยในบทความฉบับนี้ ครอบคลุมขั้นตอนการดำเนินงานเชิงระบบอย่างเป็นขั้นตอน ประกอบด้วย การวางแผนและการออกแบบกระบวนการทำงาน (Process Planning and Design) การเตรียมวัสดุศาสตร์และอุปกรณ์ทดลอง (Materials and Equipment Preparation) การดำเนินการทดสอบเชิงทดลอง (Experimental Execution) การบันทึกและรวบรวมข้อมูลเชิงประจักษ์ (Data Acquisition) ตลอดจนการประเมินผลการทดลอง (Statistical Data Analysis and Evaluation)

2.1 วัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือ

2.1.1 เครื่องมือหลักที่ใช้ในการทดลองนี้คือ เครื่องปรับปรุงสภาพผิวชิ้นงานแบบสั่นสะเทือนชนิดอ่างกลม (Circular Bowl Vibratory Finishing Machine) ซึ่งขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าขนาดกำลัง 3.7 กิโลวัตต์ (kW) แรงดันไฟฟ้าที่กำหนด 380 โวลต์ (V) และมีปริมาตรความจุของถังสั่นรวม 300 ลิตร โดยระบบดังกล่าวถูกออกแบบมาเพื่อรองรับการไหลเวียนของเม็ดขัดและชิ้นงานอย่างสม่ำเสมอ รายละเอียดทางกายภาพและโครงสร้างของอุปกรณ์ดังกล่าวถูกแสดงไว้ในรูปที่ 1



รูปที่ 1 เครื่องขัดผิวแบบสั่นสะเทือน (Circular Bowl Vibratory Finishing Machine)

2.1.2 สารเร่งปฏิกิริยาและสารตัวพาในกระบวนการ (Process Compound and Carrier Liquid) ในการทดลองนี้ได้มีการประยุกต์ใช้น้ำมันดีเซล (Diesel Fuel) ในปริมาณครั้งที่ 3 ลิตร เพื่อทำหน้าที่เป็นสารหล่อลื่นและสารพาหะ (Alternative Liquid Compound) ทดแทนสารเคมีขัดผิวสำเร็จรูปในอุตสาหกรรม โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อควบคุมการเสียดทาน ลดความร้อนสะสมในระเบียบวิธีวิจัย และช่วยในการชะล้างเศษอนุภาคโลหะขนาดเล็กที่หลุดออกจากผิวชิ้นงานในระหว่างกระบวนการขัดสั่นสะเทือน

2.1.3 อุปกรณ์ตรวจสอบลักษณะพื้นผิวเชิงทัศนศาสตร์ (Optical Inspection Equipment) แวนขยายความละเอียดสูง (Optical Magnifier) ถูกนำมาใช้เป็นเครื่องมือขั้นต้นในการตรวจสอบและประเมินลักษณะทางกายภาพสภาพของผิว (Surface Topography) และความบกพร่องบนพื้นผิวชิ้นงานโลหะผงในระหว่างกระบวนการขัด (In-process Visual Inspection) เพื่อวิเคราะห์ผลการเปลี่ยนแปลงในแต่ละช่วงเวลาได้อย่างแม่นยำ โดยผู้ชำนาญการของสถานประกอบการเป็นผู้กำหนดผลขั้นตอนสุดท้ายว่า “ผ่าน” และ “ไม่ผ่าน”

2.1.4 วัสดุขัดผิวประเภทเซรามิก (Ceramic Abrasive Media) รูปทรงกระบอกตัดเฉียง (Angle-Cut Cylinder) ซึ่งมีขนาดมิติตามเส้นผ่านศูนย์กลางและความยาวเท่ากับ 5x10 มิลลิเมตร เม็ดขัดชนิดนี้มีคุณสมบัติเด่นในด้านความหนาแน่นสูงและความทนทานต่อการสึกหรอ เหมาะสำหรับการลบคม (Deburring) และการปรับปรุงความเรียบเนียนของชิ้นงานโลหะผง โดยลักษณะทางกายภาพและรูปทรงของเม็ดขัดดังกล่าวได้แสดงรายละเอียดไว้ในรูปที่ 2



รูปที่ 2 ลักษณะของเม็ดขัดเซรามิก (Ceramic Abrasive Media) ทรงกระบอกตัดเฉียง ขนาด 5x10 มิลลิเมตร

2.1.5 ชิ้นงานทดสอบจากกระบวนการโลหะวิทยาผง (Powder Metallurgy Test Specimens) ชิ้นงานที่ใช้ในการศึกษาทดลองครั้งนี้ คือชิ้นงานตัวอย่างที่ขึ้นรูปและผ่านการเผาผนึก มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตามข้อกำหนดการออกแบบเท่ากับ 19 มิลลิเมตร โดยลักษณะทางกายภาพ มิติสัณฐาน เริ่มต้นของชิ้นงานทดสอบได้แสดงรายละเอียดไว้ในรูปที่ 3



รูปที่ 3 ชิ้นงานที่ผลิตจากกระบวนการโลหะผง

2.2 การเก็บข้อมูล

การวิเคราะห์ขั้นต้นเริ่มต้นด้วยการศึกษากระบวนการขั้นต้นและเกณฑ์มาตรฐานพื้นฐาน (Baseline Data) ในกระบวนการปรับปรุงสภาพผิวชิ้นงานโลหะของ บริษัท เคเพาเตอร์เมทัล จำกัด โดยชิ้นงานทดสอบที่นำมาศึกษาเป็นชิ้นงานโลหะผงที่ผ่านกระบวนการอัดขึ้นรูป (Compacting) และผ่านกระบวนการเผาผนึกทางความร้อน (Sintering Process) เป็นที่เรียบร้อยแล้ว เพื่อใช้เป็นสารตั้งต้นในการเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงทดลอง

ในส่วนของระเบียบวิธีทดลอง การดำเนินการขัดผิวชิ้นงานด้วยเครื่องปรับปรุงสภาพผิวระบบสั่นสะเทือนจะถูกกำหนดให้ทำงานแบบต่อเนื่องภายใต้สภาวะควบคุม จากนั้นจะใช้ระเบียบวิธีการสุ่มตัวอย่างในระหว่างกระบวนการ (In-process Sampling) โดยการสุ่มหยิบชิ้นงานทดสอบจากถังขัดจำกัดจำนวนครั้งละ 5 ชิ้น ในทุกช่วงรอบเวลา 5 นาที (Time Interval) สอดคล้องตามแผนภาพขั้นตอนการทดลองที่แสดงในรูปที่ 4 โดยเริ่มดำเนินการเก็บข้อมูลตั้งแต่ชิ้นงานเริ่มต้น (นาที่ที่ 0) จนถึงระยะเวลารวม 60 นาที เพื่อพิสูจน์ทราบและระบุตำแหน่งเวลาเชิงหน้าที่ (Functional Time) ที่ทำให้ชิ้นงานผ่านเกณฑ์ข้อกำหนดคุณภาพทางเทคนิคของลูกค้า

ระเบียบวิธีการสุ่มตัวอย่างเชิงทดลองนี้จะดำเนินต่อไปอย่างเป็นระบบ จนกระทั่งผลการตรวจสอบเชิงสถิติแสดงให้เห็นว่าชิ้นงานตัวอย่างที่สุ่มตรวจทั้งหมดในรอบเวลานั้น ๆ (จำนวน 5 จาก 5 ชิ้น คิดเป็นร้อยละ 100) ผ่านเกณฑ์มาตรฐานขั้นต่ำอย่างสมบูรณ์ ผู้วิจัยจึงจะทำการบันทึกค่าเวลาดังกล่าวเพื่อนำไปกำหนดเป็นเวลามาตรฐานใหม่ที่เหมาะสมที่สุด (Optimized Standard Time) สำหรับกระบวนการผลิต ในส่วนของกรรมวิธีการประเมินผล คุณภาพผิวชิ้นงานจะถูกตรวจสอบด้วยสายตา (Visual Inspection) ร่วมกับการใช้อุปกรณ์ทัศนศาสตร์ เพื่อประเมินความสม่ำเสมอเชิงโครงสร้างผิว ความเรียบเนียน และการมีอยู่ของครีบกม (Burs) ทั้งนี้ เพื่อขจัดความคลาดเคลื่อนอันเกิดจากอคติส่วนบุคคล (Subjective Bias) และประกันความถูกต้องแม่นยำของผลลัพธ์ การประเมินผลทั้งหมดจึงถูกดำเนินการร่วมกับผู้เชี่ยวชาญด้านการควบคุมคุณภาพ (Quality Control Expert) ของสถานประกอบการ เพื่อให้มั่นใจว่าการตัดสินใจตัดสินและทวนสอบผลการทดลอง (Validation) เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานสากลและข้อกำหนดของอุตสาหกรรมอย่างแท้จริง



รูปที่ 4 ทำการสุ่มหยิบชิ้นงานจากถังขัด

3. ผลการวิจัย

การทดสอบเชิงทดลองในส่วนนี้ มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อระบุและวิเคราะห์ระยะเวลาที่เหมาะสมที่สุด (Optimal Processing Time) ที่ส่งผลให้ชิ้นงานทดสอบบรรลุเกณฑ์ข้อกำหนดด้านคุณภาพอย่างสมบูรณ์ โดยระเบียบวิธีทดลองได้กำหนดให้มีการสุ่มตรวจวัดคุณภาพชิ้นงานจำนวน 5 ชิ้นต่อการอบการทดลอง ในทุกช่วงเวลาสม่ำเสมอที่ 5 นาที (Periodic 5-Minute Time Interval) นับตั้งแต่สภาวะเริ่มต้นก่อนการปรับปรุงสภาพผิว (นาฬิกาที่ 0) ไปจนกระทั่งสิ้นสุดระยะเวลาสิ้นสุดตามเกณฑ์ปฏิบัติเดิมของพนักงานปฏิบัติงานคือ 60 นาที (Baseline Operational Time)

การประเมินและการทวนสอบคุณภาพชิ้นงาน จะอ้างอิงและดำเนินการภายใต้กรอบมาตรฐานระบบบริหารงานคุณภาพ ISO 9001 และตามความต้องการของลูกค้าของสถานประกอบการกรณีศึกษา โดยมุ่งเน้นการวิเคราะห์ดัชนีชี้วัดเชิงคุณภาพเกณฑ์สมบูรณ์ ได้แก่ การตรวจสอบการหลงเหลืออยู่ของครีบกม (Burr Disappearance) และการประเมินสภาพลักษณะพื้นผิวในมิติต่าง ๆ (Surface Topology and Quality Status) ทั้งนี้ เพื่อให้สามารถจำแนกพฤติกรรมการเปลี่ยนแปลงและจุดอิ่มตัวเชิงกระบวนการ (Process Saturation Point) ได้อย่างแม่นยำ ผลการวิเคราะห์เชิงทดลองและระดับอัตราการผ่านเกณฑ์การควบคุมคุณภาพในแต่ละช่วงเวลา ได้ถูกรวบรวมและแสดงสรุปไว้ในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการตรวจสอบตามเกณฑ์คุณภาพของชิ้นงานโดยผู้ชำนาญการของสถานประกอบการ

เวลา (นาที)	คุณภาพชิ้นงาน	ผ่านเกณฑ์	ผล
0 – 35	มีครีบกม ผิวไม่เรียบ	0/5	ไม่ผ่าน
40	มีครีบกมเล็กน้อย, ผิวเรียบ	0/5	ไม่ผ่าน
45	มีครีบกมเล็กน้อย, ผิวเรียบ	4/5	ไม่ผ่าน
50	ไม่มีครีบกม ผิวเรียบ	5/5	ผ่าน
55	ไม่มีครีบกม ผิวเรียบ	5/5	ผ่าน
60	ไม่มีครีบกม ผิวเรียบ	5/5	ผ่าน



รูปที่ 5 ลักษณะของชิ้นงานก่อนขัด 0 นาที



รูปที่ 6 ลักษณะของชิ้นงานหลังขัด 50 นาที



รูปที่ 7 ลักษณะของชิ้นงานหลังขัด 55 นาที

4. อภิปรายผล

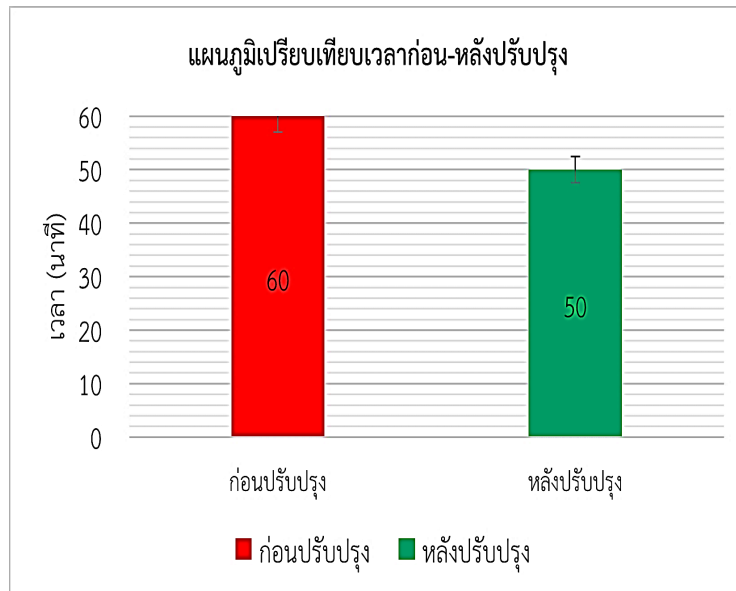
จากผลการทดลองในตารางที่ 1 สามารถอภิปรายผลได้ 3 ประเด็นหลัก ดังนี้

4.1 ช่วงเวลาที่ยังไม่เพียงพอ (0-40 นาที) ในช่วง 0-40 นาทีแรกของการขัด ชิ้นงานที่สุ่มมาทั้งหมดไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน (0/5 ชิ้น) แม้ว่าสภาพผิวจะเริ่มเรียบขึ้นหลังจาก 30 นาที แต่จากการตรวจสอบด้วยการสัมผัสและใช้แว่นขยาย ยังคงพบครีบกขนาดเล็ก (Micro-burrs) หลงเหลืออยู่บริเวณขอบชิ้นงาน (ดังแสดงตัวอย่างในรูปที่ 5) ส่วนที่ช่วงเวลา 45 นาที ยังพบว่ามีบางส่วนที่ยังไม่ผ่านเกณฑ์คุณภาพอย่างสมบูรณ์ (4/5)

4.2 ช่วงเวลาที่เหมาะสมที่สุด (Optimal Point) ที่ 50 นาที จุดเปลี่ยนสำคัญเกิดขึ้นที่เวลา 50 นาที ซึ่งเป็นครั้งแรกที่ชิ้นงานทั้ง 5 ชิ้น (5/5 ชิ้น) ผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพของลูกค้า ดังแสดงในรูปที่ 6 ชิ้นงานมีสภาพผิวเรียบสม่ำเสมอ และไม่พบครีบกหลงเหลืออยู่เมื่อตรวจสอบด้วยแว่นขยาย นี่คือการจุดที่กระบวนการขัดผิวบรรลุวัตถุประสงค์ด้านคุณภาพแล้ว

4.3 ช่วงเวลาที่เกินความจำเป็น (Over processing) ที่ 55 นาที เป็นต้นไป เมื่อทดสอบชุดต่อที่เวลา 55 นาที ดังแสดงในรูปที่ 7 พบว่าชิ้นงานยังคงมีคุณภาพ “ผ่าน” มาตรฐาน แต่จากการเปรียบเทียบ ไม่พบความแตกต่างเชิงคุณภาพที่ดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับชิ้นงานที่ 50 นาที

จากการกำหนดเวลามาตรฐานใหม่เป็น 50 นาที ทำให้สามารถลดเวลาในกระบวนการขัดผิวลงจากเดิม 60 นาที หรือลดลง 10 นาทีต่อรอบ เมื่อนำค่านี้ไปคำนวณ จะได้ผลคือ เปอร์เซ็นต์การลดเวลา: $(10 \text{ นาที} / 60 \text{ นาที}) \times 100\% = 16.67\%$



รูปที่ 8 แผนภูมิการเปรียบเทียบเวลาก่อนและหลังการปรับปรุง

จากการทดลอง พบว่าสามารถลดเวลาการขัดผิวชิ้นงานได้ถึง 10 นาที จาก 60 นาที เหลือเพียง 50 นาที ดังแสดงในแผนภูมิ รูปที่ 8 โดยที่คุณภาพของชิ้นงานผ่านเกณฑ์มาตรฐานทุกอย่างที่สถานประกอบการต้องการ

5. สรุป

บนพื้นฐานของผลลัพธ์เชิงประจักษ์ ที่ได้จากการศึกษาและการทดสอบกระบวนการปรับปรุงสภาพผิวชิ้นงานด้วยระบบสันสะเทือน บทความวิจัยฉบับนี้สามารถสรุปผลการดำเนินงานจากการวิเคราะห์เปรียบเทียบเชิงพฤติกรรมของรอบเวลาการขัดผิวในช่วงระยะเวลา 0 ถึง 60 นาที ได้อย่างมีนัยสำคัญ โดยผลการทดลองบ่งชี้อย่างเด่นชัดว่า ระยะเวลาในการปรับปรุงสภาพผิวที่เหมาะสมที่สุด (Optimal Processing Time) คือ 50 นาที ซึ่ง ณ ช่วงเวลาดังกล่าว ชิ้นงานทดสอบสามารถรักษาระดับคุณภาพทางกายภาพและมิติสัณฐานผิวให้เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานที่ถูกกำหนด โดยผู้ชำนาญการตรวจสอบของสถานประกอบการที่ทำการผลิตชิ้นงานได้อย่างสมบูรณ์

จากการค้นพบดังกล่าว สถานประกอบการกรณีศึกษาจึงสามารถนำผลการวิจัยนี้ไปประยุกต์ใช้ในการกำหนดค่ามาตรฐานเวลาปฏิบัติงานใหม่ (Optimized Standard Time) ที่ระดับ 50 นาทีต่อรอบการทำงาน ซึ่งการปรับปรุงกระบวนการในครั้งนี้ส่งผลให้สามารถลดรอบเวลาในการขัดผิวชิ้นงานลงจากเกณฑ์ปฏิบัติเดิม (Baseline Time) ที่เคยใช้เวลา 60 นาที ลงได้ทั้งสิ้น 10 นาที คิดเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพด้านเวลาและลดระยะเวลาในกระบวนการผลิต (Lead Time Reduction) ได้สูงถึงร้อยละ 16.67 ซึ่งการลดลงของสัดส่วนเวลาดังกล่าวย่อมส่งผลดีเชิงบวกต่อการลดการใช้พลังงานในระบบ และการเพิ่มขีดความสามารถในการผลิตรวม (Production Capacity) ขององค์กรในภาพรวมอย่างยั่งยืน

6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการอนุเคราะห์ชิ้นงาน กระบวนการ และสิ่งอำนวยความสะดวก จากบริษัท เค เพาเดอร์ เมทัล จำกัด พร้อมด้วยห้องปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น และห้องปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์นนทบุรี

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] D. Fang and Y. Zhang, “Recent Developments in Vibratory Finishing Technology: Materials, Media, and Process Optimization,” *Journal of Materials Processing Technology*, vol. 297, p. 117276, 2022.
- [2] P. Müller et al., “Alternative Lubricants and Fluids in Surface Finishing Processes,” *Procedia CIRP*, vol. 108, pp. 45–50, 2023.
- [3] P. T. Nguyen, “Media Geometry and its Influence on Deburring Efficiency in Vibratory Systems,” *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, vol. 122, pp. 243–252, 2024.
- [4] M. Rahman and S. Nair, “A Study on Polishing Behavior of Fine Spherical Media in Vibratory Bowl Finishing,” *Procedia CIRP*, vol. 108, pp. 442–447, 2022.
- [5] Sundar, “Powder Metallurgy Process,” ExtrudeDesign.com. <https://extrudesign.com/powder-metallurgy-process/> (accessed May 20, 2025).
- [6] L. Zhang, Y. Li, and C. Wang, “Effect of Ceramic Media Shape on Surface Roughness and Material Removal in Vibratory Finishing,” *Journal of Manufacturing Processes*, vol. 68, pp. 1–9, 2023.