

การพัฒนาแผ่นมีดซีเมนต์ทังสเตนคาร์ไบด์สำหรับการตัดปาดผิวหยาบในงานกัด Development of cemented tungsten carbide for rough milling machine

สรายุทธ จงเทพ , สหรัตน์ วงษ์ศรีษะ , ปริญญ์ บุญนิษฐ
สาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรมเพื่อความยั่งยืน
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
1381 ถนนประชากรราษฎร์ 1 เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร 10800
rscb.sarayut@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์แผ่นมีดซีเมนต์คาร์ไบด์ที่มีขนาดเทียบเท่า SEKN1203AFTN เพื่อเพิ่มอายุการใช้งาน สำหรับการตัดปาดผิวหยาบ (Rough machine) ในงานปาดหน้า (Face milling machine) โดยให้ผิวหลบ (Flank) มีพื้นผิวสัมผัสลดลงเพื่อคงความแข็งแรงของคมตัด เนื่องจากสารหล่อเย็นมีระบบการไหลเปลี่ยนไปส่งผลให้ผิวงานและคมตัดมีความร้อนสะสมลดลง ซึ่งการตัดเฉือนแตกต่างไปจากเดิม ผิวหลบส่งเสริมการไหลของสารหล่อเย็น (Coolant) และลดแรงเสียดทาน (Friction force) ผลปรากฏว่าอายุการใช้งานเพิ่มขึ้น (Life Time) ร้อยละ 26.31 การสั่นสะเทือนลดลง (Vibration) จากผลการวิเคราะห์ความดังเสียงลดลง (Decibel) ร้อยละ 35 และชิ้นงานที่ผลิตมีความหยาบผิวลดลง (Surface Roughness) ร้อยละ 62.79 ดังนั้นผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาผิวหลบมีอายุการใช้งานเพิ่มขึ้น จึงสามารถนำไปใช้ในการผลิตในอุตสาหกรรมต่อไป

คำสำคัญ (Key word): ซีเมนต์ทังสเตนคาร์ไบด์; กัดผิวหยาบ; ทังสเตนคาร์ไบด์; อายุการใช้งาน; ความหยาบผิว

Abstract

Carbide Insert product development of this research equivalent to standard insert type : SEKN1203AFTN. For the higher operating efficiency is the machining time by the tool life increased for rough machine of face milling machine. Flank designed to have a flow slot coolant , flow rate of coolant to have a increased convenient flow as a result, the surface and cutting edges less heat. The machining ability is different compared to the unslot in flank. The flank slot reduces the contact and slot, which to have coolant flow and friction force milling machining. As a result the milling time was 26.31%, the vibration was reduced by 35% and the workpiece surface Roughness was reduced 62.79%. As a result to development the phototype product is performance in using and cutting edge increased. It can be apply in using Cement Tungsten Carbide in sustainable industries.

Key word: Cementcarbide; Rough machine; Tungsten Carbide; Tool Life; Surface Roughness

1. บทนำ (Introduction)

การพัฒนาอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนโลหะความแข็งสูง (Hard metals) จำเป็นต้องมีการพัฒนากระบวนการรีไซเคิลวัสดุต้นน้ำชนิดทั้งสแตนคาร์ไบด์เพื่อผลิตโลหะผงให้มีสมบัติที่เหมาะสมสำหรับการนำไปใช้งาน โดยเฉพาะคุณลักษณะผงโลหะในด้าน ขนาด รูปร่าง การกระจายและความบริสุทธิ์ ซึ่งมีอิทธิพลต่อสมบัติของชิ้นส่วนซีเมนต์คาร์ไบด์โดยเฉพาะความแข็ง (Hardness) ความต้านทานการสึกหรอ เป็นต้น ผู้ผลิตในอุตสาหกรรมชิ้นส่วนโลหะความแข็งสูงมีการรีไซเคิลโลหะผงทั้งสแตนคาร์ไบด์จากเศษซีเมนต์คาร์ไบด์กลับมาใช้ใหม่มากขึ้น [1] ซึ่งโลหะผงทั้งสแตนคาร์ไบด์รีไซเคิลส่วนใหญ่ประยุกต์ใช้สำหรับการผลิตชิ้นส่วนโลหะความแข็งสูง (Hard metals) คิดเป็นร้อยละ 72 ปริมาณการบริโภคทั้งสแตนคาร์ไบด์ทั่วโลกประมาณ 59,000 ตันต่อปี ประกอบด้วย ยุโรปบริโภค 17,000 ตันต่อปี จีนบริโภค 16,000 ตันต่อปี สหรัฐอเมริกาประมาณ 10,000 ตันต่อปี ญี่ปุ่น 5,000 ตันต่อปี รัสเซียและอินเดีย 4,000 ตันต่อปี และเกาหลีใต้บริโภคทั้งสแตนคาร์ไบด์ 3,000 ตันต่อปี [2] ปัจจุบันการเติบโตในด้านอุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนและแม่พิมพ์ซึ่งเป็นอุตสาหกรรมพื้นฐานสำคัญ ซึ่งเครื่องมือตัดที่ใช้นั้นส่วนใหญ่จะนำเข้าจากต่างประเทศใช้เป็นจำนวนมาก และมีราคาสูงซึ่งจากปัญหาดังกล่าวจะทำให้ผู้ประกอบการหรือผู้ใช้งานภายในประเทศไม่สามารถที่จะผลิตใช้งานเองได้ จะทำให้สูญเสียต้นทุนในการนำเข้าจากต่างประเทศ ทำให้เกิดความล่าช้า มีราคาสูง ซึ่งเป็นปัญหาสำหรับผู้ประกอบการเป็นอย่างยิ่ง แผ่นมิดซีเมนต์คาร์ไบด์เป็นสิ่งที่ต้องการสำหรับการตัดเฉือน เนื่องจากมีความแข็งและความต้านทานการสึกหรอได้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่าวัสดุประเภทอื่น โดยประสิทธิภาพการทำงานเหล่านี้สัมพันธ์ระหว่างเครื่องมือและชิ้นงาน ทั้งสแตนเป็นโลหะที่ทำได้ยากโดยใช้กันอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมการบินและอวกาศและอุตสาหกรรมทางทหารประมาณครึ่งหนึ่งของทั้งสแตนที่ใช้ในการผลิตซีเมนต์คาร์ไบด์หรือทั้งสแตนคาร์ไบด์ (WC) ผงและคาร์ไบด์ซีเมนต์นี้ใช้กันอย่างแพร่หลายในการทำเครื่องมือตัดและเครื่องมือในการทำเหมือง เครื่องมือผ่าตัด ชิ้นส่วนที่สึกหรอและกระสุนเพราะความแข็งสูงและความต้านทานการสึกหรอ จุดหลอมเหลวสูงและความทนทานต่อการกัดกร่อนของสารเคมี แม้ว่าทั้งสแตนจะผลิตจากเหมือนในประเทศจีนเป็นอันดับแรกของโลกคิดเป็น 81.61% ของยอดส่งออกทั่วโลก รวม 87,000 ตันในปี 2015 [3] การส่งออกซีเมนต์คาร์ไบด์, วัสดุทั้งสแตน, เส้นใยทั้งสแตนและผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าสูงอื่น ๆ ในประเทศจีนมีเพียง 38.32% ของมูลค่าการส่งออกผลิตภัณฑ์ทั้งสแตนทั้งหมดในปี 2015 สัดส่วนนี้เป็นส่วนหนึ่ง

เนื่องจากคุณภาพ (เช่น ความบริสุทธิ์, ความละเอียด) ของวัตถุดิบ (เช่น WC) มีคุณภาพต่ำ [4] ความต้องการสำหรับทั้งสแตนได้เพิ่มขึ้น ในขณะที่การเจริญเติบโตประจำปีโดยเฉลี่ยอัตราการผลิตทั้งสแตนมีน้อยกว่า 5% ในปี 2553-2558 [3] ภายใต้สถานการณ์นี้ การรีไซเคิลเศษของทั้งสแตนกลายเป็นแหล่งสำคัญของอุปทานทั้งสแตนของโลก ปริมาณของการรีไซเคิลทั้งสแตนของอเมริกันประมาณเป็นที่ยอมรับคิดเป็น 59% ของการบริโภคทั้งหมด และ 24% ของค่าเฉลี่ยของโลก[3] อย่างไรก็ตามในประเทศจีนมีเพียง 10% ของข้อมูลทั้งหมด (AM, 2016) เมื่อเทียบกับกำลังการผลิตทั้งสแตนของโลกที่สูง อุตสาหกรรมการรีไซเคิลในประเทศจีนเป็นอุตสาหกรรมที่ยังไม่ประสบความสำเร็จ ซึ่งประสบกับภาวะมลพิษทางสิ่งแวดล้อม ทำให้การรีไซเคิลอยู่ในระดับต่ำ [4]

ปัจจัยที่มีผลต่อสมรรถนะการใช้งานของแผ่นมิดซีเมนต์คาร์ไบด์ ได้แก่ ชนิดของตัวประสาน ปริมาณโคบอลต์ ขนาดของเกรน การกระจายของขนาดเกรน ปริมาณการผสมกันของชนิดคาร์ไบด์ และเทคนิคกระบวนการผลิตคาร์ไบด์ของผู้ผลิต ปริมาณของโคบอลต์ เป็นปัจจัยที่สำคัญในการแบ่งเกรดของคาร์ไบด์ หากใช้ปริมาณของโคบอลต์สูงขึ้นจะได้ซีเมนต์คาร์ไบด์อ่อนลง ทำให้ทนการสึกหรอได้น้อย ขนาดเกรน ส่งผลต่อความแข็งโดยตรง เกรนยิ่งเล็กความแข็งยิ่งสูง ในขณะที่เกรนของคาร์ไบด์ขนาดใหญ่ช่วยให้ทนแรงกระแทกได้ดีกว่า (ดร.สุรศิษฐ์ โรจนนันท.ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องมือและวัสดุ, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี) [5]

เหล็กแม่พิมพ์เกรด S45C เป็นเหล็กกล้าที่มีคาร์บอนเป็นธาตุผสมหลัก มีคุณสมบัติที่ดีในหลายด้าน ทั้งความแข็งแรง ความเหนียว ความแกร่ง และมีราคาถูก นอกจากนี้ยังสามารถทำการอบชุบเพื่อเพิ่มความแข็งและความแข็งแรงได้ ตัวอย่างส่วนผสมทางเคมีของเหล็กกล้า [6]

อธิบายการศึกษาถึงอิทธิพลของตัวแปรที่มีผลต่อความขรุขระผิวในการกัดปาดผิวหน้าเหล็กแม่พิมพ์ด้วยมิดคาร์ไบด์เพื่อประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมผลิตแม่พิมพ์พลาสติกและอุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง วัสดุทดลองเป็นเหล็กทำแม่พิมพ์ เกรด S50C ความแข็งอยู่ระหว่าง 280-325 HB ใช้เครื่องกัดกึ่งอัตโนมัติ ยี่ห้อ Obraeci Stroje รุ่น FGV 32 ใช้เม็ดมิดคาร์ไบด์ ยี่ห้อ Iscar แบบ SEKT 1204AFR-HM ปัจจัยในการทดลองประกอบด้วย ความเร็วรอบ อัตราป้อน และความลึกในการกัด จากการทดลองเบื้องต้นพบว่าความลึก ไม่มีผลต่อค่ากำหนดความลึกในการกัดคงที่ไว้ 0.5 มม. จากการทดลองพบว่าปัจจัยที่ส่งผลต่อความขรุขระผิว คือ อัตราป้อน และความเร็วรอบ โดยมี

แนวโน้มว่าเมื่อใช้อัตราป้อนต่ำและการเพิ่มความเร็วยกขึ้นสูงขึ้นมีผลทำให้ค่าความขรุขระผิวลดลง [7]

อิทธิพลของตัวแปรในการกัดด้วยเม็ดมิดคาร์ไบด์เคลือบผิวไทเทเนียมออกไซด์ในไดรคัทบนเหล็กหล่อสีขาวพบว่า ความเร็วตัดมีผลต่อการสึกหรอของเม็ดมิดมากที่สุด รองลงมาคือ อัตราป้อน และความลึกในการกัด ค่าที่เหมาะสมเมื่อพิจารณาจากการสึกหรอของเม็ดมิดคือ ความเร็วตัด 100 เมตร/นาที อัตราป้อน 0.1 มิลลิเมตร/ฟัน และความลึกในการกัด 0.6 มิลลิเมตร สำหรับต้นทุนการผลิตค่าที่เหมาะสมที่สุดคือ ความเร็วตัด 100 เมตร/นาที อัตราป้อน 0.1 มิลลิเมตร/ฟัน และความลึกในการกัด 1.0 มิลลิเมตร ให้ต้นทุนการผลิตที่ต่ำที่สุด [8]

อิทธิพลของตัวแปรในการแล่นประสานที่มีผลต่อความต้านทานแรงเฉือนในรอยต่อระหว่างเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำเกรด SS400 กับทั้งสแตนคาร์ไบด์ (WC) โดยใช้โลหะเติมชนิด Si CD1050-5M ซึ่งตัวแปรที่พิจารณาประกอบด้วย อุณหภูมิและเวลาทำการทดลองแบบแฟคทอเรียล 32 ทดลองซ้ำ 3 ครั้ง และเปรียบเทียบค่าความต้านทานแรงเฉือนระหว่างการแล่นประสานในเตาภายใต้บรรยากาศปกติกับการแล่นประสานในเตาภายใต้บรรยากาศ [9] เมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ที่ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$ ผลพบว่า อุณหภูมิมีอิทธิพลต่อค่าความต้านทานแรงเฉือน โดยการแล่นประสานที่อุณหภูมิ 790°C ภายใต้บรรยากาศอาร์กอนให้ค่าความต้านทานแรงเฉือนสูงสุด [10]

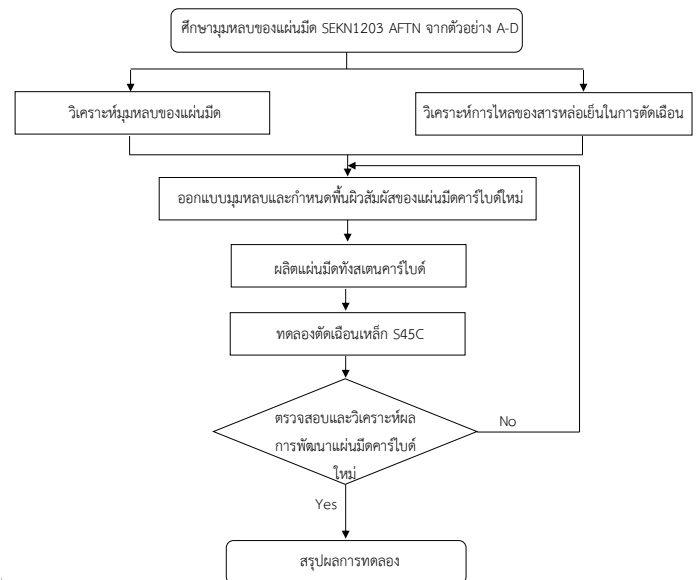
การใช้งานผลิตภัณฑ์ทั้งสแตนคาร์ไบด์ในประเทศไทยนิยมใช้ผลิตภัณฑ์ของผู้ผลิตที่มีชื่อเสียงและเป็นผู้นำของอุตสาหกรรมเครื่องมือตัดเช่น KYOCERA SECO และ SANDVIK ดังนั้นเพื่อเป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์แผ่นมิดคาร์ไบด์สำหรับใช้งานภายในประเทศและศึกษาประสิทธิภาพการใช้งาน กรณีศึกษา แผ่นมิดคาร์ไบด์รหัส SEKN1203 AFTN โดยแผ่นมิดซีเมนต์คาร์ไบด์ที่ใช้จากผู้ผลิตที่มีชื่อเสียงข้อจำกัดที่พบคือมีราคาสูง โดยการพัฒนาขึ้นภายในประเทศนั้นจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อ

องค์กรและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนผู้ประกอบการและผู้ใช้ ซึ่งจะสามารถพึ่งพาตัวเองได้อย่างยั่งยืน

การวิจัยนี้จึงศึกษาผลิตภัณฑ์แผ่นมิดคาร์ไบด์สำหรับการตัดปาดผิวหยาบในการกัด โดยพัฒนาแบบของแผ่นมิดที่มีพื้นที่การสัมผัสผิวชิ้นงานลดลง เพื่อเพิ่มอายุการใช้งานของคมตัด โดยลดแรงเสียดทาน และลดความร้อนบริเวณคมตัด ซึ่งส่งผลให้อายุการใช้งานของคมตัดเพิ่มขึ้น และนำผลการศึกษาความคิดค้นออกแบบพัฒนาผลิตภัณฑ์ต้นแบบแผ่นมิดซีเมนต์คาร์ไบด์ที่มีประสิทธิภาพในการกัดผิวเพื่อการใช้งานในอุตสาหกรรมอย่างยั่งยืนต่อไป

2. วิธีการวิจัย (Research Methodology)

การพัฒนาผลิตภัณฑ์แผ่นมิดคาร์ไบด์รหัส SEKN1203 AFTN [11] ทดสอบด้วยเครื่องมิลลิ่ง CNC Hurco Model: VM1P Serial No.VM1P-06311018 AKA สามารถอธิบายขั้นตอนการวิจัยได้ ดังนี้



ภาพที่ 1 ขั้นตอนการออกแบบวิจัยแผ่นมิดซีเมนต์คาร์ไบด์

ศึกษาแบบของแผ่นมิดทั้งสแตนคาร์ไบด์ SEKN1203 AFTN ตามแผ่นมิดมาตรฐานตัวอย่าง A-D โดยการศึกษาแบบตัดเฉือนและแบบของแผ่นมิดที่มีอิทธิพล และตัวแปรในการกัดชิ้นงานเหล็ก S45C เพื่อนำผลและขีดจำกัดตามแผ่นมิดมาตรฐานมาออกแบบพัฒนาผลิตภัณฑ์ต้นแบบใหม่สำหรับการออกแบบแบบให้เป็นร่อง (Slot) เพื่อลดการสัมผัสแผ่นมิดกับผิวชิ้นงานและสารหล่อเย็นไหลผ่านดีขึ้น สามารถลดความร้อนระหว่างการตัดเฉือนชิ้นงาน ส่งผลให้อายุการใช้งานเพิ่มขึ้น

การผลิตแผ่นมิดทั้งสแตนคาร์ไบด์ที่พัฒนาขึ้นใหม่ จากการออกแบบแบบที่เป็นร่อง โดยจะนำทั้งสแตนคาร์ไบด์ในรูปของผง (RTP : Ready To Press) ที่มีปริมาณทั้งสแตน (W) ร้อยละ 80.5 และปริมาณโคบอลต์ (Co) ร้อยละ 9.5 (Grain size $3.0\ \mu\text{m}$) นำมาอัดขึ้นรูปตามรูปร่างของแม่พิมพ์ด้วยเครื่องอัด (Press) แล้วนำชิ้นงานที่ได้อบผนึก ด้วยเครื่องอบผนึกสุญญากาศ (Sintering) เป็นเวลา 12 ชั่วโมง เมื่อได้ชิ้นงานที่อบผนึกแล้วนำมาวัดค่าความหนาแน่น (Spec. $13.00\ \text{g/cm}^3$) วัดขนาดชิ้นงาน และวัดค่าความแข็ง (Spec. 90.4 HRA) จากนั้นทำการเจียระไนผิวหน้าและร่อง Slot ตามขนาดที่ได้ทำการออกแบบไว้ด้วยหินเพชร

การทดสอบการตัดเฉือน กำหนดการทดสอบโดยใช้
ชิ้นงานเหล็ก S45C ขนาด 45x300x124 มิลลิเมตร ด้วย
เครื่อง มิลลิ่ง CNC Hurco Model : VM1P ความเร็วรอบ
600 รอบต่อนาที (Speed) , อัตราป้อน 120 เมตรต่อนาที
(Feed) ทดสอบการกัดชิ้นงานโดยใช้หัวกัดปาดผิวจำนวน 4
แผ่นมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตร (Face Milling
Holder) กัดชิ้นงานลึกครั้งละ 2 มิลลิเมตร (Depth/Cut)
เก็บข้อมูลการทดลองด้านอายุการใช้งาน วัดจากระยะทางใน
การกัดชิ้นงานทั้งหมด ตั้งแต่เริ่มการกัดจนแผ่นมีดเกิดความ
เสียหายคำนวณเป็นระยะทาง (เมตร) , ความดังเสียงวัดจาก
ความดังเสียง ณ ตำแหน่งเดียวกันในการกัดชิ้นงาน จากเริ่ม
การกัดจนแผ่นมีดเกิดความเสียหายแล้วคำนวณเป็นค่าเฉลี่ย
(เดซิเบล) และความหยาบผิว วัดจากการใช้ไดอัลเกจค่าความ
ละเอียด 0.001 มิลลิเมตร ลากผ่านผิวชิ้นงานแล้วอ่านค่า (μ
m) เมื่อการทดสอบและการวัดผลเป็นไปตามเงื่อนไขดังกล่าว
แล้วจึงทำการรวบรวมผลการทดลองของแผ่นมีดมาตรฐาน
และแผ่นมีดที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ทำการวิเคราะห์ผลและ
สรุปผลต่อไป

3. ผลการวิจัย (Results)

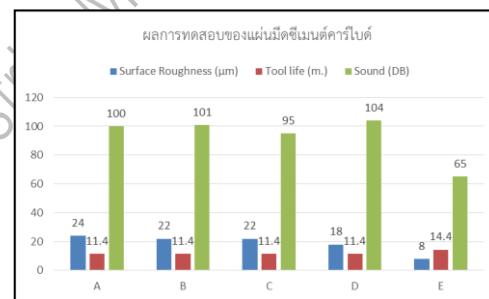
ทดสอบจากแผ่นมีดคาร์ไบด์จากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 5
ตัวอย่าง เพื่อเปรียบเทียบคุณภาพของแผ่นมีดซีเมนต์คาร์ไบด์
รหัส SEKN1203 AFT ผลการวิจัยพบว่าการพัฒนาแผ่นมีด
ซีเมนต์คาร์ไบด์ E ที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ มีค่าอายุและ
ประสิทธิภาพการมิลลิ่งชิ้นงานเพิ่มขึ้นร้อยละ 26.31 มีความ
ดังเสียงลดลงร้อยละ 35 และมีความหยาบผิวลดลงร้อยละ
62.79 ซึ่งเป็นผลการทดสอบที่มีผลลัพธ์และประสิทธิผล
มากกว่าแผ่นมีดมาตรฐาน
ตารางที่ 1 การทดสอบแผ่นมีดซีเมนต์คาร์ไบด์สำหรับงานกัด
ผิว โดยใช้แผ่นมีดมาตรฐานและแผ่นมีดที่พัฒนาขึ้นมาใหม่

จากตารางที่ 1 แสดงผลการทดสอบแผ่นมีดสำหรับงาน

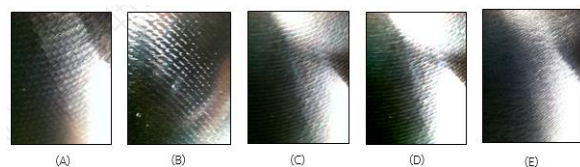
Insert	Speed (RPM)	Feed (m/min)	Life Time (min)	Sound (DB)	Tool Life (m.)	Surface Roughness (μ m)	Hardness (HRA)
A	600	120	95 min	100	11.40	24	90
B	600	120	95 min	101	11.40	22	91
C	600	120	95 min	95	11.40	22	88.5
D	600	120	95 min	104	11.40	18	90
E	600	120	120 min	65	14.40	8	90.6

กัดผิวหน้าคาร์ไบด์มาตรฐาน A-D ที่เป็นแผ่นมีดมาตรฐานที่
ผลิตขึ้นจากต่างประเทศ ได้แก่ ประเทศสวีเดน ประเทศญี่ปุ่น
เป็นต้น และแผ่นมีดที่ผ่านการพัฒนาใหม่เพื่อใช้งาน
ภายในประเทศ ผลการศึกษาพบว่า แผ่นมีดคาร์ไบด์ A ที่
ความเร็วรอบ 600 rpm อัตราป้อน 120 เมตรต่อนาที ใช้
เวลากัด 95 นาที กัดได้ระยะทาง 11.40 เมตร ผิวชิ้นงานมี

ความเรียบ 24 ไมครอน ความแข็ง 90 HRA ความดังของ
เสียงขณะทดสอบ 100 เดซิเบล แผ่นมีดคาร์ไบด์ B ที่ความเร็ว
รอบ 600 rpm อัตราป้อน 120 เมตรต่อนาที ใช้เวลากัด 95
นาที กัดได้ระยะทาง 11.40 เมตร ผิวชิ้นงานมีความเรียบ 22
ไมครอน ความแข็ง 91 HRA ความดังของเสียงขณะทดสอบ
101 เดซิเบล แผ่นมีดคาร์ไบด์ C ที่ความเร็วรอบ 600 rpm
อัตราป้อน 120 เมตรต่อนาที ใช้เวลากัด 95 นาที กัดได้
ระยะทาง 11.40 เมตร ผิวชิ้นงานมีความเรียบ 22 ไมครอน
ความแข็ง 88.5 HRA ความดังของเสียงขณะทดสอบ 95
เดซิเบล แผ่นมีดคาร์ไบด์ D ที่ความเร็วรอบ 600 rpm อัตรา
ป้อน 120 เมตรต่อนาที ใช้เวลากัด 95 นาที กัดได้ระยะทาง
11.40 เมตร ผิวชิ้นงานมีความเรียบ 18 ไมครอน ความแข็ง
90 HRA ความดังของเสียงขณะทดสอบ 104 เดซิเบล และ
แผ่นมีดคาร์ไบด์ E ที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ ที่ความเร็วรอบ 600
rpm อัตราป้อน 120 เมตรต่อนาที ใช้เวลากัด 95 นาที กัด
ได้ระยะทาง 14.40 เมตร ผิวชิ้นงานมีความเรียบ 8 ไมครอน
ความแข็ง 90.6 HRA ความดังของเสียงขณะทดสอบ 65 เดซิ
เบล



ภาพที่ 2 ผลการทดสอบ ความหยาบผิว อายุการใช้งาน และ
ความดังเสียง ของแผ่นมีดซีเมนต์คาร์ไบด์มาตรฐานและ
แผ่นมีดที่พัฒนาขึ้นมาใหม่



ภาพที่ 3 พื้นผิวชิ้นงานทดสอบความหยาบผิว (Surface
Roughness) ที่ผ่านการตัดปาดจากแผ่นมีดซีเมนต์คาร์ไบด์

จากพื้นผิวชิ้นงาน A แสดงผิวงานที่ผ่านการกัด
ผิวหน้าด้วยแผ่นมีดซีเมนต์คาร์ไบด์มาตรฐาน A ผลการ
ทดสอบพบว่า ลักษณะพื้นผิวชิ้นงานเป็นคลื่น ไม่ราบเรียบ มี
ลักษณะเป็นรอยแบบมีการสะท้อนของเครื่องมือ (Tool)
(Surface Roughness 24 μ m)

จากพื้นผิวชิ้นงาน B แสดงผิวงานที่ผ่านการกัด
ผิวหน้าด้วยแผ่นมีดซีเมนต์คาร์ไบด์มาตรฐาน B ผลการ

ทดสอบพบว่า ลักษณะพื้นผิวชิ้นงานเป็นคลื่นสะท้อนตัดกันเป็นเส้นโค้ง มีความราบเรียบน้อย (Surface Roughness 22 μm)

จากพื้นผิวชิ้นงาน C แสดงผิวงานงานที่ผ่านการกัดผิวหน้าด้วยแผ่นมิตซีเมนต์คาร์ไบด์มาตรฐาน C ผลการทดสอบพบว่า ลักษณะพื้นผิวชิ้นงานเป็นคลื่นสะท้อนตัดกันเป็นเส้นโค้ง มีความราบเรียบน้อย (Surface Roughness 22 μm)

จากพื้นผิวชิ้น D แสดงผิวงานงานที่ผ่านการกัดผิวหน้าด้วยแผ่นมิตซีเมนต์คาร์ไบด์มาตรฐาน D ผลการทดสอบพบว่า ลักษณะพื้นผิวชิ้นงานเป็นคลื่นสะท้อนตัดกันเป็นเส้นโค้ง มีความราบเรียบปานกลาง (Surface Roughness 18 μm)

จากพื้นผิวชิ้น E แสดงผิวงานงานที่ผ่านการกัดผิวหน้าด้วยแผ่นมิตซีเมนต์คาร์ไบด์ที่พัฒนาขึ้นใหม่ E ผลการทดสอบพบว่า ลักษณะพื้นผิวชิ้นงานมีรอยเล็กน้อยเป็นเส้นโค้ง มีความราบเรียบมาก (Surface Roughness 8 μm)

4. อภิปรายผล (Discussion)

การตัดเฉือนชิ้นงานแบบกัดหยาบสำหรับงานปาดหน้ามุ่งเน้นปริมาตรการตัดหรืออัตราการตัดต่อเวลาเพิ่มขึ้นโดยการลดการถอดเปลี่ยนแผ่นมิตดังนั้นจึงขึ้นกับอายุการใช้งานที่มากขึ้นเป็นหลัก ผลจากการออกแบบแผ่นมิตโดยลดพื้นที่บริเวณผิวหลบของแผ่นมิตให้สัมผัสกับผิวชิ้นงาน (Work piece) น้อยลงแต่ยังคงความแข็งแรงเหมือนเดิมได้นั้น โดยการทำให้ผิวหลบมีลักษณะเป็นร่อง (Slot) แบบฟันปลาสอดคล้องกับการทำร่องฟันปลาเพื่อลดแรงเสียดทาน ซึ่งลักษณะของร่องเป็นสี่เหลี่ยมคางหมู ส่วนการออกแบบใหม่ของงานวิจัยนี้แตกต่างที่ร่อง (Slot) มีรัศมีโค้ง 0.77 มิลลิเมตร ตลอดความยาวร่อง 4.97 มิลลิเมตร ระยะห่าง (Pitch) 1.40 มิลลิเมตร ความสูง 0.30 มิลลิเมตร ร่องฟันปลาห่างจากคมตัด (Cutting edge) 2.70 มิลลิเมตร และรัศมีของร่องฟันปลา 10.49 มิลลิเมตร ลดผิวสัมผัสระหว่างแผ่นมิตและชิ้นงานลงร้อยละ 49.15

การวิจัยนี้จึงเป็นการพัฒนาต่อยอดที่มีความแตกต่างด้านการออกแบบร่องฟันปลา จากผลการทดลองการใช้งานของแผ่นมิตมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลเพิ่มขึ้นประกอบด้วย การสั่นสะเทือนลดลง (Reduce of Vibration) พิจารณาได้จากการตรวจสอบความดังเสียงลดลงร้อยละ 35 ขณะที่อายุการใช้งานเพิ่มขึ้น สาเหตุจากบริเวณคมตัดมีความร้อนลดลง

ดังนั้น ความร้อนที่ลดลงมีสาเหตุมาจากระบบสัมผัส (พื้นผิวสัมผัสน้อยลง การไหลและความร้อนของสารหล่อ

เย็น) น้อยลงและการไหล (Flow rate) ของ Coolant สะดวกมากกว่าแบบร่องสี่เหลี่ยม [12] จึงมี ผลต่อการเสียดทาน (Friction) บริเวณการตัดลดลง เป็นผลที่เกิดจากลักษณะของร่องที่มีรัศมีโค้ง ดังนั้น ทั้งการสัมผัสน้อยลง การไหลของสารหล่อเย็นไหลดีขึ้นและการเสียดทานความร้อนจะเกิดช้าหรือความร้อนน้อยลงที่มีความสัมพันธ์กับระดับเสียงลดลงอย่างมีนัยสำคัญ

ความสัมพันธ์ดังกล่าวทำให้การตัดเฉือนมีประสิทธิภาพมากขึ้น อัตราการตัดเป็นไปตามเงื่อนไข (Condition) แต่อายุการใช้งานเพิ่มขึ้นอันเนื่องมาจากการออกแบบ การใช้เครื่องมือเฉพาะทาง (Special tool) ในการเจาะรูร่อง (Slot) จึงเป็นการวิจัยที่สามารถพัฒนาเครื่องมือตัดให้อายุการใช้งานยาวนานมากขึ้น อย่างไรก็ตามการวิจัยนี้เป็นการตัดเฉือนเหล็กกล้าชนิด S45C ซึ่งเป็นข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนาระบบการตัดเฉือนที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมต่อไป

5 สรุปผล (Conclusion)

ผลการวิจัยเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์แผ่นมิตซีเมนต์คาร์ไบด์สำหรับงานกัด (milling) กรณีศึกษาแผ่นมิตรหัส SEKN1203AFTN โดยแผ่นมิตมาตรฐานใช้เวลาในการกัดอยู่ที่ 95 นาที ได้ระยะทางในการกัดผิวที่ 11.40 เมตร ความดังของเสียงที่เกิดจากการตัดเฉือนระหว่าง 95-104 เดซิเบล มีความแข็งแรงระหว่าง 88.5 - 91 HRA ผิวชิ้นงานมีความหยาบผิวอยู่ระหว่าง 18-24 μm สรุปได้ว่าแผ่นมิตซีเมนต์คาร์ไบด์ที่พัฒนาขึ้นใหม่มีประสิทธิภาพมากกว่าแผ่นมิตมาตรฐานที่อายุการใช้งานเพิ่มขึ้น (Life Time) ร้อยละ 26.31 การสั่นสะเทือนลดลง (Vibration) จากผลการวิเคราะห์ความดังเสียงลดลง (Decibel) ร้อยละ 35 และชิ้นงานที่ผลิตมีความหยาบผิวลดลง (Surface Roughness) ร้อยละ 62.79 สามารถใช้งานได้มีประสิทธิภาพและลดการนำเข้าแผ่นมิตซีเมนต์คาร์ไบด์จากต่างประเทศที่มีราคาสูง เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาสู่อุตสาหกรรมอย่างยั่งยืนต่อไป

6. กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgement)

ผู้วิจัยจึงขอขอบพระคุณ ดร.ปริญญา บุญนิษฐ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์สัทธิรัตน์ วงษ์ศรีษะ ที่ให้คำปรึกษาและแนะนำ การพัฒนาแผ่นมิตซีเมนต์ที่ทดสอบค่าไบด์สำหรับการตัดปาดผิวหยาบในงานกัด

7. เอกสารอ้างอิง (Reference)

- [1] Sandvik Annual Report 2011
- [2] Wolf-W.Albrecht. 2008. “Hard Metal (WC-Co), retired Director of H.C. Starck, Germany, and November.”
- [3] U.S. Geological Survey, Reston, Virginia: 2016
- [4] Yuan et al., 2016; Liu et al., 2010; Hu et al., 2016
- [5] ดร.สุรศิษฐ์ ไรจนันต์. ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องมือและวัสดุ, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
- [6] อภิชาติ และ อุษณีย์. 2554. การอบชุบทางความร้อนของโลหะ, หน่วยวิจัยการประยุกต์ใช้ความรู้ทางโลหะวิทยาสำหรับการขึ้นรูปโลหะ (IMIARU) สาขาวิชาวิศวกรรมโลหการ สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
- [7] จักรนรินทร์และคณะ. 2555. อิทธิพลของตัวแปรที่เหมาะสมในการกัดปาดผิวหน้าเหล็กแม่พิมพ์เกรด S50C ด้วยมีดคาร์ไบด์, การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 26, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย.
- [8] เกษร หล่อบุญสม. 2554. อิทธิพลของตัวแปรในการกัดด้วยมีดมีดคาร์ไบด์เคลือบผิวไททาเนียมอลูมิเนียมไนไตรด์บนเหล็กหล่อสีขาว, วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการพัฒนางานอุตสาหกรรม ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- [9] อาหาร แสงทับทิม และ กรรณชัย กัลยาศิริ. 2557. การศึกษาอิทธิพลของตัวแปรในการแล่นประสานที่มีต่อความต้านทานแรงเฉือนในรอยต่อระหว่างเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำเกรด SS400 และทั้งสแตนคาร์ไบด์, สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- [10] ดร.สุรศิษฐ์ ไรจนันต์. ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องมือและวัสดุ, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
- [11] MITSUBISHI MATERIALS CORPORATION.
Function of tool features for turning