

การศึกษาอิทธิพลของตัวแปรที่มีผลต่อคุณภาพชิ้นงานสำหรับแม่พิมพ์ตัดเจาะเหล็กซิลิกอน

The Study of Variable that Can Affect the Quality of Mold Parts for Cutting Silicon Steel

เคลือวัลย์ มั่นระวัง^{1*} และ สิริชัย ต่อสกุล²

Kluawan Manrawang^{1*} and Sirichai Torsakul²

¹นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมการผลิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี 39 หมู่ 1 ถนนรังสิต-นครนายก (คลองหก) อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี 12110

²อาจารย์ประจำ หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมการผลิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี 39 หมู่ 1 ถนนรังสิต-นครนายก (คลองหก) อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี 12110

¹Graduate student in Master of Engineering in Manufacturing Engineering Department of Industrial Engineering

Faculty of Engineering ,Rajamangala University of Technology Thanyaburi

39 Moo1, Rangsit-Nakhonnayok Rd. Klong6, Thanyaburi Pathum Thani 12110

²Lecturer in Master of Engineering in Manufacturing Engineering Department of Industrial Engineering

Faculty of Engineering ,Rajamangala University of Technology Thanyaburi

39 Moo1, Rangsit-Nakhonnayok Rd. Klong6, Thanyaburi Pathum Thani 12110

*Corresponding author. E mail: surasingh_kmitl@hotmail.com.

บทคัดย่อ

กระบวนการเจาะเหล็กซิลิกอน 27PH100 มีการผลิตอย่างต่อเนื่องเป็นจำนวนมาก เป็นเหตุให้เกิดการสึกหรอของแม่พิมพ์อย่างรวดเร็วทำให้ชิ้นงานเกิดครีบก้นส่งผลต่อค่าทดสอบทางไฟฟ้า รวมทั้งแม่พิมพ์ที่สั่งจากต่างประเทศมีราคาสูง จึงมีการสั่งแม่พิมพ์ที่มีขายทั่วไปภายในประเทศเป็นเหล็ก SKH51 มาใช้ทดแทนและมีการนำเทคโนโลยีด้านการเคลือบผิวด้วยฟิล์มแข็งและสารหล่อลื่นเข้ามาช่วยยืดอายุการใช้งานของแม่พิมพ์มากขึ้น ขอบเขตของการศึกษาจะทำการยึดอายุชิ้นเจาะรู เหล็ก ซิลิกอน 27PH100 ความหนา 0.27 มม. โดยนำฟิล์ม SKH51 ที่ไม่มีการเคลือบผิวเคลือบผิวด้วย TiCN, TiAlN ด้วยกระบวนการ PVD ทั้งหมด 9 ตัว มาติดตั้งบนแม่พิมพ์ชุดเดียวกัน และขณะทำการเจาะรูได้น้ำมันหล่อลื่น 3 ชนิดคือ น้ำมันสังเคราะห์ น้ำมันแร่ น้ำมันมะพร้าว ซึ่งแบ่งการทดลองเป็น 9 ชุดการทดลอง เพื่อทำการเปรียบเทียบด้วยการวัดอัตราการสึกหรอของฟิล์มด้วยการชั่งน้ำหนักของฟิล์ม วัดระยะการสึกหรอของฟิล์มที่ผิวด้านข้าง และเปรียบเทียบคุณภาพของขอบตัดชิ้นงาน ผลการทดลองพบว่าฟิล์มที่ไม่มีการเคลือบผิวและใช้สารหล่อลื่นที่เป็นน้ำมันสังเคราะห์มีอัตราการสึกหรอสูงสุด ส่วนฟิล์มที่เกิดการสึกหรอน้อยที่สุดคือฟิล์มที่เคลือบผิวด้วย TiAlN และใช้น้ำมันมะพร้าวเป็นสารหล่อลื่น

คำสำคัญ: ฟิล์มแข็ง ครีบก้น

Abstract

The process of cutting silicon steel 27DH100 has many productions incessantly that caused rapid wear of mold, make molded parts burr and effect to the value of electrical testing. The mold importing from oversea is very expensive. So, we can order SKH51 steel mold which are sold locally instead of importing from overseas. Nowadays, there are technology of film hardness coating and using lubricant to extend mold life. The scope of studying will be extending the lifetime of 27PH100 silicone steel punch, thickness of 0.27 mm. The simulation testing used SKH51 steel punch without TiCN, TiALN coating and PVD process. Then, installed at the same mold. During punching, 3 kinds of lubricants were used. They are housing oil, mineral oil and coconut oil. The study was separated into 9 trials. Then, compared by measuring the rate wear of punch and the weight of punch. The method measured the wear of punch from side surface. Then, compare the quality of molded parts edge. After trial it was found that the punch without coating and using housing oil had high wear on mold. The punch which coated with TiALN and using coconut oil had low wear on mold.

Keywords: Piercing, Burr, Coating

1.บทนำ

ปัจจุบันอุตสาหกรรมในประเทศไทย มีการพัฒนาทางด้านอุตสาหกรรมการผลิตสูงมาก โดยเฉพาะอุตสาหกรรมทางการผลิตชิ้นส่วนจากโลหะแผ่น ไม่ว่าจะเป็นอุตสาหกรรมทางการผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ อุตสาหกรรมผลิตเครื่องใช้ในครัวเรือน หรืออุตสาหกรรมในด้านอื่นๆ ผลิตภัณฑ์เหล่านี้ ส่วนใหญ่เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้มาจากโลหะแผ่น ซึ่งต้องผ่านกระบวนการผลิตต่างๆ เช่นการตัดแผ่นเปล่า การเจาะรู การลากขึ้นรูปเป็นต้น เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ตรงตามความต้องการของตลาดกระบวนการผลิตเหล่านี้ล้วนต้องใช้แม่พิมพ์ในการผลิต ดังนั้นแม่พิมพ์จึงมีความสำคัญ ถ้าแม่พิมพ์มีคุณภาพหรือมีความเที่ยงตรงก็จะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพด้วย

การตัดเจาะรูเพื่อนำรูไปใช้งาน (Piercing) เป็นการตัดเจาะรูเพื่อนำรูไปใช้งานต่างจากการตัดที่ต้องการนำส่วนที่ถูกตัดไปแปรสภาพเป็นชิ้นงาน คือการตัดเจาะรูเพื่อนำรูไปใช้งาน เป็นการนำรูไปใช้งาน

คือส่วนที่วางอยู่บน ดาย ส่วนที่หล่นลงไปคือ เศษ (ชาญ ถนัดงาน,2538) เราจะเลือกใช้วัสดุในการทำแม่พิมพ์ที่มีราคาถูกเพื่อลดค่าใช้จ่ายในการผลิต แต่ถ้าหากว่าต้องการผลิตผลิตภัณฑ์จำนวนมากๆ จำเป็นจะต้องเลือกใช้วัสดุในการทำแม่พิมพ์ (ชาญ ชัยทรัพย์ากรณ์ และคณะ, 2534) ที่มีประสิทธิภาพและเหมาะสมเพื่อป้องกันการด้อยคุณภาพของชิ้นงานที่เกิดจากการสึกหรอของแม่พิมพ์ โดยการพิจารณาจากจำนวนของผลิตภัณฑ์และชนิดของโลหะแผ่นที่ใช้ทำผลิตภัณฑ์ นอกจากการเลือกใช้วัสดุในการทำแม่พิมพ์แล้ว (ประสงค์ ศรีเจริญชัย, 2557) จะต้องคำนึงถึงการออกแบบแม่พิมพ์ที่ถูกต้องเหมาะสม (มาโนช ริทินโย, 2551) เพื่อให้ได้ชิ้นงานที่มีคุณภาพและช่วยยืดอายุการใช้งานของแม่พิมพ์ (S.Y. Luo,1996) ซึ่งจะส่งผลทำให้ต้นทุนในการผลิตลดลง เพราะจะมีผลต่ออัตราการสึกหรอของแม่พิมพ์และคุณภาพของขอบตัดชิ้นงานที่ได้

สำหรับงานวิจัยนี้จะทำการศึกษาลักษณะของแม่พิมพ์ โดยการกำหนดชนิดของสารเคลือบผิว(ปัญหา

ศรีจันทร์ ทิพบรรณ สดประเสริฐ,2538) ด้วยกระบวนการ PVD (A.I. Fernández-Abia ,2013)และสารหล่อลื่น(วีระศักดิ์ กรีวิเชิธร,2544) ที่ใช้ในการตัดต่างๆ กัน เพื่อให้ทราบถึงการสึกหรอของคมตัด[ชาญยุทธ มะกา,2545) และคุณภาพของขอบตัดชิ้นงาน (วารุณี เปรมานนท์ ,2555) เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแม่พิมพ์ ลักษณะการสึกหรอและคุณภาพของขอบตัดชิ้นงาน โดยวัดผลจากคุณภาพของรูเจาะที่ได้ในปัจจุบันได้อาศัยการวัดความสูงของเส้นใยไมโครมิเตอร์เพื่อวัดความสูงโดยประมาณของรอยเส้นใยที่เกิดขึ้นเป็นเกณฑ์ตัดสินว่าการบิมนี่สามารถผลิตชิ้นงานได้จำนวนเท่าใดหรือกี่ชิ้นในช่วงระยะเวลาหนึ่งแล้วจึงนำแม่พิมพ์มาเจียรระไน(grinding) ผิวราบเพื่อลบรอยสึกหรอและความทื่อของแม่พิมพ์ บริเวณพื้นผิวของแม่พิมพ์เพื่อให้แม่พิมพ์มีคมตัดแล้วใช้งานต่อไป ทำให้ไม่ทราบถึงค่าระยะสึกหรอที่เกิดการสึกหรอบริเวณคมตัดของแม่พิมพ์ ทำให้สังเกตเห็นความสำคัญของการศึกษาพฤติกรรมของการสึกหรอแม่พิมพ์ตัดบริเวณพื้นผิวของฟันและดาบ และศึกษาจากคุณภาพของรูเจาะที่เกิดขึ้นเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงการสึกหรอของคมตัด จากค่าน้ำหนักที่เปลี่ยนไปของแม่พิมพ์ตัด และลักษณะการสึกหรอของคมตัด รวมถึงคุณภาพของขอบตัดชิ้นงาน การศึกษาครั้งนี้เพื่อนำไปลดต้นทุนและรักษาคุณภาพของชิ้นงานในอุตสาหกรรมการผลิตต่อไป

2.วัตถุประสงค์

1 เพื่อศึกษาอิทธิพลของสารเคลือบผิวที่มีผลต่อพฤติกรรมการสึกหรอของคมตัด และคุณภาพของขอบชิ้นงานที่ได้

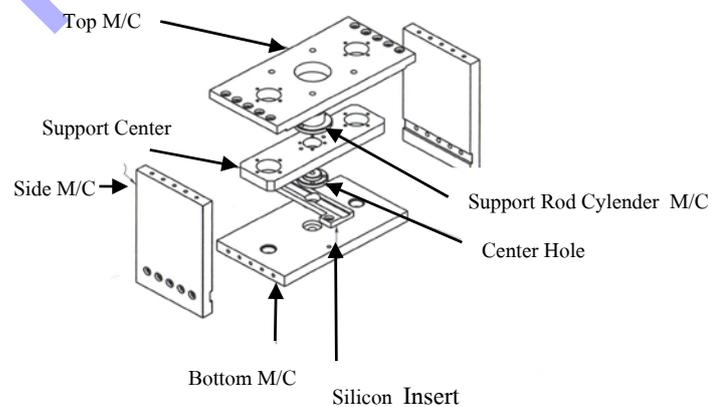
2 เพื่อศึกษาอิทธิพลของสารหล่อลื่นที่มีผลต่อพฤติกรรมการสึกหรอของคมตัด และคุณภาพของขอบชิ้นงานที่ได้

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 การออกแบบชิ้นส่วนแม่พิมพ์ที่ใช้ในการทดลอง เมื่อทำการศึกษารายละเอียดต่างๆ ของแม่พิมพ์ตัดเรียบร้อยแล้ว ได้ทำการออกแบบแม่พิมพ์ตัด โดยคำนึงถึงความปลอดภัยในการทำงาน ความสะดวกรวดเร็ว รวมถึงประสิทธิภาพและความเที่ยงตรงของแม่พิมพ์ตัด ลักษณะแม่พิมพ์ที่ทำการออกแบบ ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 แม่พิมพ์เจาะ



รูปที่ 2 แบบแม่พิมพ์เจาะ

3.2 การเตรียมวัสดุชิ้นงานที่ใช้ในการทดลอง

เลือกใช้แผ่นเหล็กซิลิกอน ซึ่งมีปริมาณซิลิกอน 4 % กลุ่มเหล็กกล้าซิลิกอนเกรด โอเรียนเตด

ตารางที่ 1 คุณสมบัติของเหล็กชิลิกอน 27PH10

	L	C
Thickness(mm)	0.27	
Tensile Strength (N/m ²)	370	412
Yield Point(N/m ²)	337	367
Elongation(%)	7	38
Hardness Hv 1	195	
Lamination Factor (%)	97.5	



รูปที่ 3 แผ่นเหล็กชิลิกอน

3.3 การออกแบบชุดแม่พิมพ์ตัดเจาะ

ในการทดลองจะใช้พื้นที่เป็นทรงกลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 8.39 mm.

ตารางที่ 2 รายละเอียดการเคลือบผิวพื้นที่

Coating	Material	Description	Scratch	Thicknes
Film		(mm)	h (g)	s (μm)
TiCN	SKH51	13×90	400	2.65
TiALN	SKH51	13×90	400	3.45



รูปที่ 4 พื้นที่ที่ใช้ในการทดลอง

3.4 สารหล่อลื่นต่างชนิดกันดังนี้



(a) น้ำมันสังเคราะห์ (b) น้ำมันแร่ (c) น้ำมันมะพร้าว

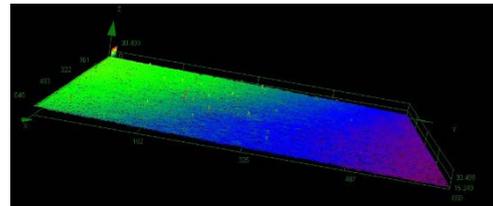
(a) น้ำมันสังเคราะห์

(b) น้ำมันแร่

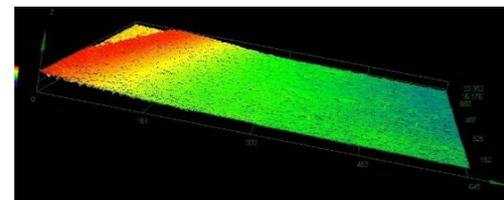
(c) น้ำมันมะพร้าว

3.4.4 ความหนาของฟิล์มน้ำมัน

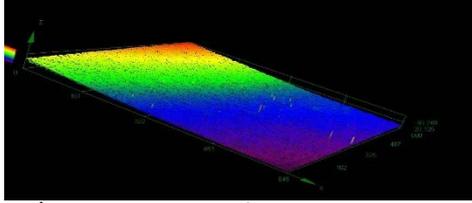
ความหนาของฟิล์มน้ำมันแต่ละชนิดที่ทำด้วยแปรงลงบนแผ่นเหล็กชิลิกอนวัดด้วยกล้องจุลทรรศน์ Microscope Laser ที่ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ (MTEC) ความหนาของฟิล์มน้ำมันอยู่ระหว่าง 15.00 – 21.00 μm. ซึ่งมีรายละเอียดของแต่ละชนิดจะสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 5-7



รูปที่ 5 ความหนาของฟิล์มน้ำมันสังเคราะห์หนาประมาณ 15.25 μm.



รูปที่ 6 ความหนาของฟิล์มน้ำมันแร่หนาประมาณ 16.176 μm.



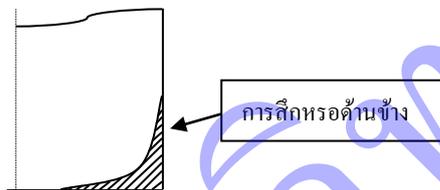
รูปที่ 7 ความหนาของฟิล์มน้ำมันมะพร้าวหนาประมาณ 20.124 μm .

3.5 การบันทึกข้อมูลและวิเคราะห์ผลการทดลอง

กำหนดช่วงการเก็บผลการทดลองเพื่อศึกษาอัตราการสึกหรอของคมตัด และคุณภาพของขอบตัดชิ้นงาน ดังนี้คือ บันทึกข้อมูลทุกๆ 300 ชั้น จนกระทั่งครบ 3,000 ชั้น จะได้ข้อมูลทั้งหมดในลักษณะต่างๆซึ่งประกอบไปด้วย

วัดขนาดการสึกหรอของคมตัดโดยการชั่งน้ำหนัก

วัดขนาดการสึกหรอของคมตัดโดยใช้กล้องจุลทรรศน์ตรวจสอบการสึกหรอ



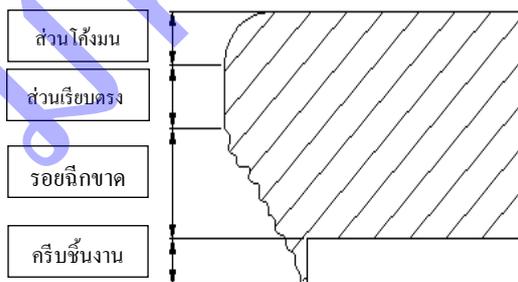
รูปที่ 8 ตำแหน่งการการสึกหรอด้านข้างของฟันซ์

ค่าความสูงของส่วนโค้งมน (Edges Radius)

ค่าความสูงของส่วนเรียบตรง (Shear Band)

ค่าความสูงของรอยร้าว (Band Fracture)

ค่าความสูงของครีบก้นงาน (Burr)



รูปที่ 9 ตำแหน่งการวัดความสูงต่างๆของขอบตัดชิ้นงาน

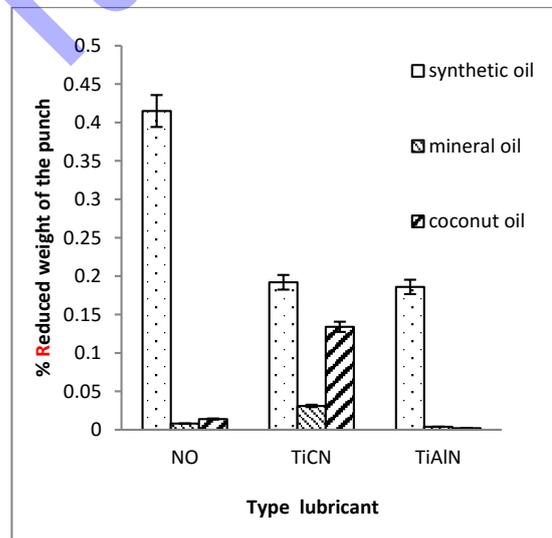
4. ผลการวิจัย

4.1 ผลการทดลอง

4.1.1 อัตราการสึกหรอจากการชั่งน้ำหนักฟันซ์

ตารางที่ 3 แสดงอัตราการสึกหรอของฟันซ์

NO.	สารเคลือบผิว	สารหล่อลื่น	คิดเป็น %
1	TiALN	น้ำมันมะพร้าว	0.002
2	TiALN	น้ำมันแร่	0.004
3	ไม่มีสารเคลือบผิว	น้ำมันแร่	0.008
4	ไม่มีสารเคลือบผิว	น้ำมันมะพร้าว	0.027
5	TiCN	น้ำมันแร่	0.031
6	TiCN	น้ำมันมะพร้าว	0.134
7	TiALN	น้ำมันสังเคราะห์	0.186
8	TiCN	น้ำมันสังเคราะห์	0.192
9	ไม่มีสารเคลือบผิว	น้ำมันสังเคราะห์	0.415

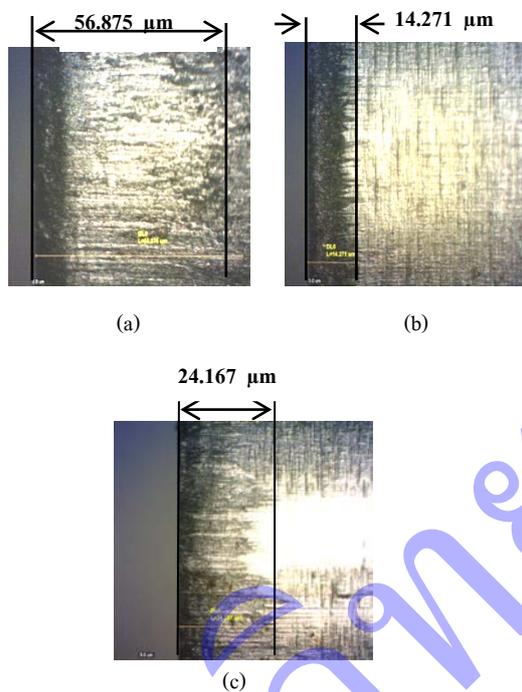


รูปที่ 10 รูปแสดง % การเปรียบเทียบน้ำหนักของฟันซ์ที่เปลี่ยนแปลง

จากรูปที่ 10 แสดงอิทธิพลของสารเคลือบผิวและสารหล่อลื่นที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าน้ำหนักของฟันซ์ หลังจากการตัดชิ้นงานค่าของน้ำหนักของฟันซ์ที่มีการเปลี่ยนแปลงได้คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของการลดลงของ

น้ำหนัก จากกราฟพบว่าพื้นที่ที่มีการลดลงของน้ำหนักน้อยที่สุดคือ พื้นที่ที่เคลือบด้วย TiAlN และใช้สารหล่อลื่นน้ำมันมะพร้าว น้ำหนักลดลงเพียง 0.002% พื้นที่ที่มีการลดลงของน้ำหนักมากที่สุด คือพื้นที่ที่ไม่มีสารเคลือบผิว และใช้น้ำมันสังเคราะห์ลดลงถึง 0.415%

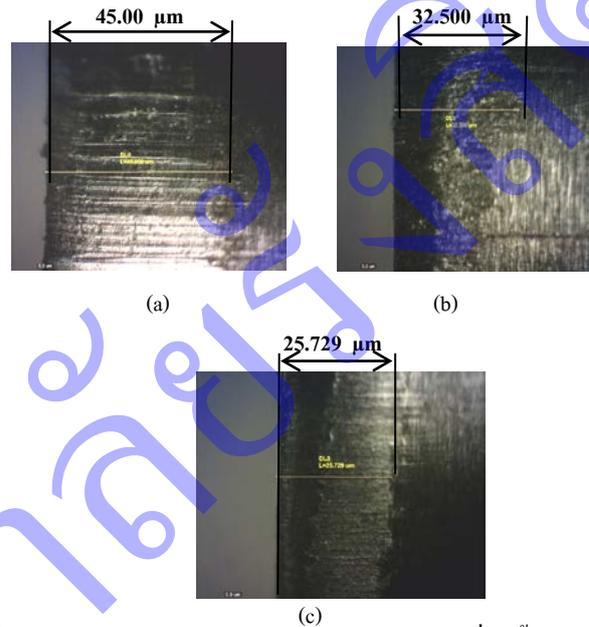
4.1.2 อัตราการสึกหรอที่ผิวด้านข้างของฟันซี่



- (a.) ไม่มีสารเคลือบและใช้สารหล่อลื่นน้ำมันสังเคราะห์
- (b.) ไม่มีสารเคลือบและใช้สารหล่อลื่นน้ำมันแร่
- (c.) ไม่มีสารเคลือบและใช้สารหล่อลื่นน้ำมันมะพร้าว

จากรูปที่ a b และ c แสดงผลภาพถ่ายลักษณะการสึกหรอของฟันซี่ที่ไม่มีสารเคลือบเมื่อพิจารณาภาพการสึกหรอของฟันซี่จากรูป a ซึ่งเป็นพื้นที่ที่ไม่มีสารเคลือบและใช้สารหล่อลื่นน้ำมันสังเคราะห์ผ่านการตัดเฉือนชิ้นงานมาจำนวน 3,000 ชิ้น พบว่าบริเวณคมตัดด้านข้างของฟันซี่เกิดการสึกหรอเกิดขึ้นมาก จะเห็นเป็นสีขาวมีความกว้างมาก รองลงมาคือพื้นที่ที่ไม่มีสารเคลือบและใช้สารหล่อลื่นน้ำมันมะพร้าวและพื้นที่ที่มีการสึกหรอน้อยที่สุด คือ พื้นที่ที่ไม่มีสารเคลือบและใช้

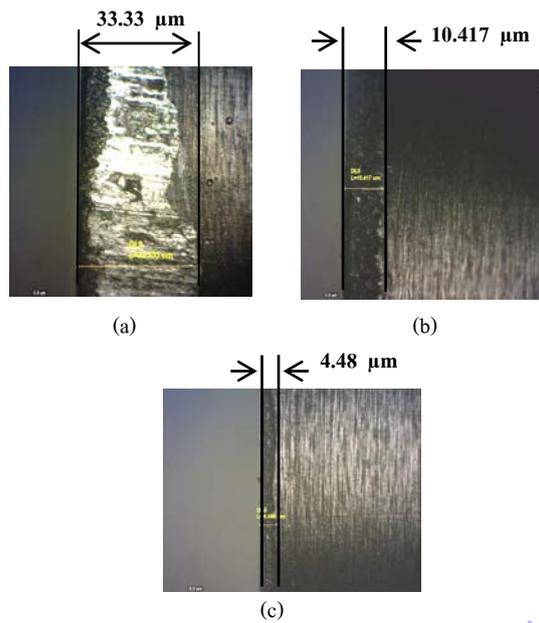
สารหล่อลื่นน้ำมันแร่โดยจะเห็นเป็นแถบสีขาวมีความกว้างน้อย ซึ่งการสึกหรอที่เกิดขึ้นที่ด้านข้างของคมตัดมากกว่าด้านหน้าของคมตัด



- (a.) เคลือบด้วย TiCN และใช้สารหล่อลื่นน้ำมันสังเคราะห์
- (b.) เคลือบด้วย TiCN และใช้สารหล่อลื่นน้ำมันแร่
- (c.) เคลือบด้วย TiCN และใช้สารหล่อลื่นน้ำมันมะพร้าว

จากรูปที่ a b และ c แสดงผลภาพถ่ายลักษณะการสึกหรอของฟันซี่ที่เคลือบผิวด้วย TiCN เมื่อพิจารณาภาพการสึกหรอของฟันซี่จากรูป a ซึ่งเป็นพื้นที่ที่เคลือบด้วย TiCN และใช้สารหล่อลื่นน้ำมันสังเคราะห์ผ่านการตัดเฉือนชิ้นงานมาจำนวน 3,000 ชิ้น พบว่าบริเวณคมตัดด้านข้างของฟันซี่เกิดการสึกหรอเกิดขึ้นมาก จะเห็นเป็นสีขาวมีความกว้างมาก รองลงมาคือพื้นที่ที่เคลือบด้วย TiCN และใช้สารหล่อลื่นน้ำมันแร่และพื้นที่ที่มีการสึกหรอน้อยที่สุด คือ พื้นที่ที่เคลือบด้วย TiCN และใช้สารหล่อลื่นน้ำมันมะพร้าว โดยจะเห็นเป็นแถบสีขาวมีความกว้างน้อย ซึ่งการสึกหรอที่

เกิด จะเกิดขึ้นที่ด้านข้างของคมตัดมากกว่าด้านหน้าของคมตัด

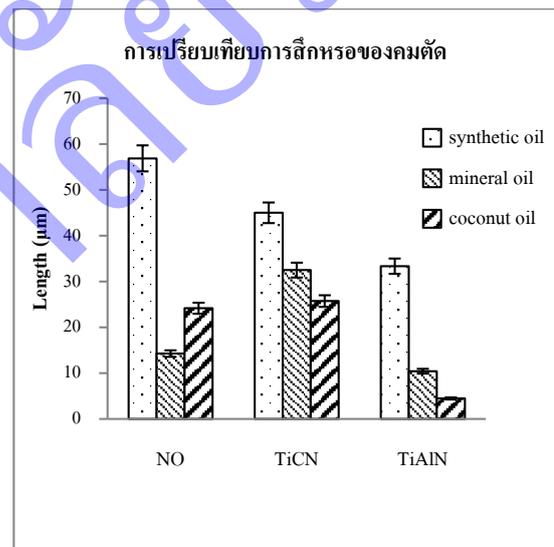


- (a.) เคลือบด้วย TiAlN และใช้น้ำมันสังเคราะห์
- (b.) ที่เคลือบด้วย TiAlN และใช้น้ำมันแร่
- (c.) เคลือบด้วย TiAlN และใช้น้ำมันมะพร้าว

จากรูปที่ a b และ c แสดงผลภาพถ่ายลักษณะการสึกหรอของฟันซี่ที่เคลือบผิวด้วย TiAlN เมื่อพิจารณาภาพการสึกหรอของฟันซี่จากรูป a ซึ่งเป็นฟันซี่ที่เคลือบด้วย TiAlN และใช้น้ำมันสังเคราะห์ผ่านการตัดเฉือนชิ้นงานมาจำนวน 3,000 ชิ้น พบว่าบริเวณคมตัดด้านข้างของฟันซี่เกิดการสึกหรอเกิดขึ้นมาก จะเห็นเป็นสีขาวมีความกว้างมาก รองลงมาคือฟันซี่ที่เคลือบด้วย TiAlN และใช้น้ำมันแร่และฟันซี่ที่มีการสึกหรอน้อยที่สุด คือ เคลือบด้วย TiAlN และใช้น้ำมันมะพร้าว โดยจะเห็นเป็นแถบสีขาวมีความกว้างน้อย ซึ่งการสึกหรอที่เกิดขึ้นที่ด้านข้างของคมตัดมากกว่าด้านหน้าของคมตัด

ตารางที่ 4 อัตราการสึกหรอที่ผิวด้านข้างของฟันซี่

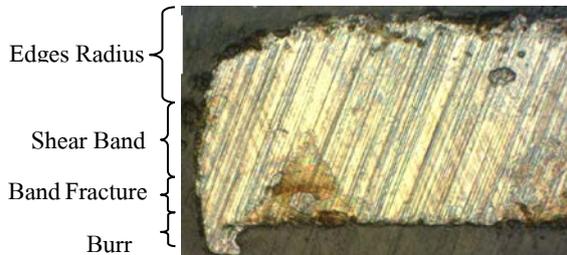
NO.	สารเคลือบผิว	สารหล่อลื่น	ความกว้าง
1	TiAlN	น้ำมันมะพร้าว	4.48
2	TiAlN	น้ำมันแร่	10.417
3	ไม่มีสารเคลือบผิว	น้ำมันแร่	14.271
4	ไม่มีสารเคลือบผิว	น้ำมันมะพร้าว	24.167
5	TiCN	น้ำมันมะพร้าว	25.729
6	TiCN	น้ำมันแร่	32.5
7	TiAlN	น้ำมันสังเคราะห์	33.333
8	TiCN	น้ำมันสังเคราะห์	45
9	ไม่มีสารเคลือบผิว	น้ำมันสังเคราะห์	56.875



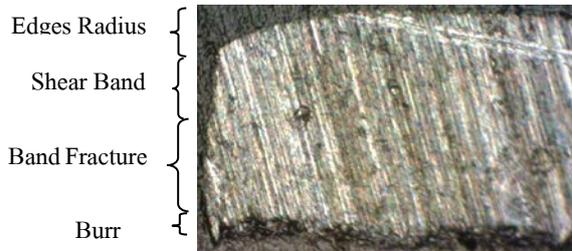
รูปที่ 11 รูปแสดงการเปรียบเทียบการสึกหรอของคมตัด

จากรูปที่ 11 จะเห็นได้ว่าสารเคลือบผิวฟันซี่ด้วย TiAlN มีการสึกหรอน้อยที่สุดเมื่อใช้กับน้ำมันมะพร้าวและน้ำมันแร่ แต่สารหล่อลื่นที่เป็นน้ำมันสังเคราะห์มีการสึกหรอมากที่สุด

4.1.3 คุณภาพของขอบตัดชิ้นงาน



รูปที่ 12 สักส่วนระยะขอบตัดชิ้นงานพื้นที่ไม่มีการเคลือบผิวและน้ำมันสังเคราะห์



รูปที่ 13 สักส่วนระยะขอบตัดชิ้นงานพื้นที่มีการเคลือบผิวด้วย TiAlN และน้ำมันมะพร้าว

จากรูปที่ 12-13 แสดงให้เห็นลักษณะของขอบตัดชิ้นงานที่เกิดจากพื้นที่ไม่มีการเคลือบผิวและใช้น้ำมันสังเคราะห์ที่มีการเกิดครีบบนผิวมากที่สุดและคุณภาพของขอบตัดชิ้นงานต่ำที่สุด เนื่องจากมีส่วนโค้งมนมาก รอยตัดเนียนน้อย รอยฉีกขาดมากจึงส่งผลให้เกิดครีบบนผิวแตกต่างจากพื้นที่การเคลือบผิวด้วย TiAlN และน้ำมันมะพร้าวที่มีครีบน้อย ส่วนโค้งมนน้อยรอยตัดเนียนมาก และมีรอยฉีกขาดที่ขอบตัดชิ้นงานน้อย

5. การอภิปรายผล

จากผลการทดลองสามารถกล่าวได้ว่า

ส่วนโค้งมนที่เกิดบนขอบตัดชิ้นงานเป็นผลจากสึกหรอที่ผิวด้านข้างของแม่พิมพ์จะส่งผลให้

ช่องว่างระหว่าง Punch และ Die ทำให้ความสูงของส่วนโค้งมนจะเพิ่มสูงขึ้นเมื่อจำนวนการตัดมากขึ้น

ความสูงของรอยตัดเนียนจะเกิดขึ้นสูงสุดกับชิ้นงานที่ผ่านการตัดด้วยแม่พิมพ์ที่ยังไม่มีการสึกหรอและเมื่อมีการสึกหรอเกิดขึ้นความสูงของรอยตัดเนียนจะมีแนวโน้มลดลงทุกๆชุดแม่พิมพ์ แต่แม่พิมพ์ที่ไม่มีการเคลือบผิวและใช้สารหล่อลื่นเป็นน้ำมันสังเคราะห์ ความสูงของรอยตัดเนียน จะมีแนวโน้มลดลงมากที่สุด

ความสูงของรอยฉีกขาดที่เกิดขึ้นบนขอบตัดชิ้นงาน ก่อนเกิดการสึกหรอจะมีความสูงของรอยฉีกขาดน้อยที่สุด และเมื่อมีการสึกหรอเกิดขึ้นระยะความสูงของรอยฉีกขาดจะเพิ่มขึ้นจากชิ้นงานที่ได้จากการตัดทุกชุดแม่พิมพ์

ค่าความสูงของครีบบนผิวที่เกิดบนขอบตัดชิ้นงานเป็นผลมาจากค่าระยะห่างของช่องว่างคมตัด ซึ่งเป็นผลจากการสึกหรอของคมตัดที่เกิดขึ้น ซึ่งครีบบนผิวจะเกิดขึ้นสูงกับชิ้นงานที่ได้จากชุดแม่พิมพ์ที่ไม่มีการเคลือบผิวและใช้น้ำมันสังเคราะห์

พื้นที่เคลือบผิวด้วยสาร TiAlN และใช้สารหล่อลื่นเป็นน้ำมันมะพร้าวเกิดการสึกหรอน้อยที่สุด รองลงมาคือ TiAlN น้ำมันแร่ และพื้นที่ไม่มีสารเคลือบผิวและใช้น้ำมันสังเคราะห์จะมีการสึกหรอของพื้นที่มากที่สุด แต่จากผลการทดลองจะสังเกตได้ว่าพื้นที่ใช้น้ำมันสังเคราะห์เป็นสารหล่อลื่นจะมีการสึกหรอมากที่สุด และพื้นที่ใช้น้ำมันสังเคราะห์เป็นสารหล่อลื่น จะมีการสึกหรอมากกว่าพื้นที่ใช้น้ำมันแร่ และน้ำมันมะพร้าว พื้นที่เคลือบผิวด้วย TiCN ที่ใช้น้ำมันแร่ และน้ำมันมะพร้าวเป็นสารหล่อลื่นมีการสึกหรอมากกว่าพื้นที่ไม่มีการเคลือบผิวและใช้สารหล่อลื่นเป็นน้ำมันแร่และน้ำมันมะพร้าวเช่นกัน ดังนั้นจะเห็นได้ว่าพื้นที่เคลือบผิวด้วยสาร TiCN ไม่เหมาะกับการนำมาใช้งาน รวมถึงน้ำมันสังเคราะห์ด้วยเช่นกันที่ไม่เหมาะสมกับการนำมาใช้งาน สารหล่อลื่น

ที่เหมาะสมกับการนำมาใช้งานมากที่สุดคือ น้ำมันแร่ เพราะราคาถูกหาซื้อได้ง่ายและช่วยลดการสึกหรอได้ดี สารเคลือบที่เหมาะสมกับการนำมาใช้งานมากที่สุดคือ TiALN ซึ่งสามารถอธิบายได้จากกระบวนการตัดเจาะ โลหะ ดังนี้ เมื่อพันธะลดลง เข้าไปในคาย ทำให้เกิดความเค้นอัดที่มีค่าสูงมากกระทำบริเวณด้านล่างพันธะ และด้านบนของคายแต่ใน ขณะเดียวกันทำให้เกิดความเค้นดึงที่เนื้อวัสดุบริเวณด้านข้างของพันธะและคายทำให้เนื้อ บริเวณ ด้านข้างของพันธะและคาย ถูกดันให้ไหลตามการเคลื่อนที่ของพันธะ เมื่อมีแรงบีบอัดสูงส่งผลให้เกิดแรงเสียดทานสูงเช่นกัน ซึ่งเป็นแรงเฉือนกระทำกับพันธะและคาย และเมื่อสารเคลือบที่มีแรงยึดเหนี่ยวกับพันธะ และคายน้อยลงและมีแรงเสียดทานมากขึ้นส่งผลให้เกิดการหลุดของสารเคลือบได้ง่ายขึ้น แต่เมื่อมีสารหล่อลื่นมาช่วยลดแรงเสียดทานทำให้เกิดการสึกหรอของพันธะน้อยลง

เมื่อพิจารณาสภาพรอยตัดเฉือนของชิ้นงานพบว่าเมื่อจำนวนครั้งการบีบอัดเพิ่มขึ้น ทำให้พันธะและคายเกิดการสึกหรอส่งผลให้รูปร่างคมตัดของพันธะเปลี่ยนไปและค่าช่องว่างระหว่างพันธะและคาย มากขึ้น ทำให้แรงตัดเฉือน ทำให้เกิดส่วนโค้งมนเพิ่มขึ้น ส่วนหน้าตัดเฉือนลดลง ส่วนรอยแตกและครีบเพิ่มขึ้น ซึ่งแสดงให้เห็นถึงลักษณะการฉีกขาดของส่วนรอยแตก ระยะช่องว่างระหว่างพันธะและคาย ส่งผลทำให้เกิดครีบเพิ่มขึ้น

6. บทสรุป

การเคลือบผิวและสารหล่อลื่นสามารถเพิ่มอายุการใช้งานของพันธะได้ โดยพันธะที่เคลือบผิวด้วย TiALN และใช้น้ำมันมะพร้าวเป็นสารหล่อลื่น มีการสึกหรอน้อยที่สุดและคุณภาพของชิ้นงานดีที่สุดเหมาะสมและคุ้มค่าในการลงทุนมากที่สุด

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมการผลิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

8. เอกสารอ้างอิง

- ชาญ ฤกษ์งาน. (2538). การออกแบบและสร้างแม่พิมพ์ขนาดเล็ก. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
- ชาญชัย ทรัพย์ากรณ์ และคณะ. (2534). การออกแบบแม่พิมพ์, สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), กรุงเทพฯ.
- ชาญยุทธ มะกา. (2545). การศึกษาอิทธิพลของชนิดของวัสดุทำแม่พิมพ์ที่มีผลต่อการสึกหรอของแม่พิมพ์ตัด, วิทยานิพนธ์ปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีขั้นรูปโลหะ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
- ปริญญา ศรีจันทร์ ทิพบรรณ สุดประเสริฐ. (2538). วิศวกรรมการชุบเคลือบผิว โลหะวัสดุและการกัดกร่อน, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- ประสงค์ ศรีเจริญชัย. (2557). เหล็กกล้า. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ
- มาโนช รัตนโย. 2551. การออกแบบแม่พิมพ์โลหะ (Punch and Die Design). ครั้งที่พิมพ์ 3. นครราชสีมา: แผนกงานเอกสารการพิมพ์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน.
- วารุณี เปรมานนท์ และ พงศ์พันธ์ แก้วดาทิพย์. (2555). แม่พิมพ์โลหะแผ่น. สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น) กรุงเทพฯ

วีระศักดิ์ ทรัพย์วิเชียร. (2544). น้ำมันหล่อลื่น. กรุงเทพฯ,
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ

A. I. Fernández-Abia, J. Barreiro, J. Fernández-
Larrinoa, L. N. López de Lacalle,
A. Fernández-Valdivielso, O. M. Pereira.
(2013). “Behaviour of PVD coatings in the
turning of austenitic stainless steels” ,
University of León

S.Y. Luo. (1996). Studies on the wear conditions and
the sheared edges in punching. Huafan
College of Humanities and Technology

มหาวิทยาลัยรังสิต