ME-NETT23
The 23rd Conference of the Mechanical Engineering Network of Thailand

AMM - 031065

การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 23
4 – 7 พฤศจิกายน 2552 จังหวัดเชียงใหม่

การยืดอายุการใช้งานของแม่พิมพ์เจาะรูในการผลิตคลิปรัดแหนบสปริง
LIFE EXTENSION OF PIERCINE PUNCH IN CLIP FOR LEAF SPRING PRODUCTION LINE

ปกรณ์ ชุมรุม, วารุณี เปรมานนท์

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องมือและวัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี แขวงบางมด เขตทุ่งครุ กรุงเทพฯ 10140

อีเมล์ pakorn.chu@kmutt.ac.th, varunee.pre@kmutt.ac.th , โทร 0-2470-9209 , โทรสาร 0-2470-9210

บทคัดย่อ

การที่กระบวนการปั๊มตัดคลิปรัดแหนบสปริง มีการผลิตอย่างต่อเนื่องเป็นจำนวนมาก เป็นเหตุให้แม่พิมพ์เกิดการสึกหรออย่างรวดเร็ว ทำให้ชิ้นงานไม่ได้มาตรฐาน การนำเทคโนโลยีด้านการเคลือบผิวด้วยฟิล์มแข็งเข้ามาประยุกต์ใช้เพื่อยืดอายุการใช้งานของแม่พิมพ์ ขอบเขตการศึกษาจะทำการยืดอายุพันช์ตัดเจาะรู เหล็กเกรด SS400 ความหนา 6 มม. ที่ใช้แรงในการตัดเจาะชิ้นงานประมาณ 5.8 ตัน/รูเจาะ ในแม่พิมพ์เจาะรู โดยนำพันช์ที่ทำการเคลือบผิวด้วยฟิล์มแข็ง TiCN กระบวนการ CVD (Multilayer) และ PVD (Double layer) และ พันช์ SKH51 ที่ไม่ได้เคลือบผิว ทั้ง 3 ตัว มาติดตั้งบนแม่พิมพ์ชุดเดียวกัน และทำการเปรียบเทียบด้วยการวัดการสึกหรอ ความเรียบผิว และน้ำหนักของพันช์ ผลการทดลองพบว่าพันช์ที่ไม่ได้เคลือบผิวเกิดการสึกหรอสูงที่สุด ส่วนพันช์ที่เคลือบผิวด้วย TiCN – CVD และ TiCN-PVD เกิดการสึกหรอรองลงมาตามลำดับ เมื่อพิจารณาแล้วสรุปได้ว่าการเคลือบผิวสามารถยืดอายุการใช้งานของพันช์เจาะรูได้ประมาณ 2 เท่า จากนั้นทำการวิเคราะห์ความคุ้มทุนในระยะเวลา 1 ปี พบว่าการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการเคลือบผิวไม่คุ้มค่าในการลงทุน เนื่องจากราคาต้นทุนของพันช์จะเพิ่มขึ้นประมาณ 4 เท่า

คำหลัก *:* แม่พิมพ์ปั๊มโลหะ / คลิปรัดแหนบสปริง / การเคลือบผิว

Abstract

The continuous process of clip for leaf spring production causes high wear of press die that reduces the parts quality. Technology of hard film coated is applied to extend tool life. Piercing punch in press die of clip for leaf spring was selected for case study. The material used is SS400 steel of 6 mm. thickness and piercing force about 5.8 Ton/hole. SKH51 punches are coated with TiCN film by CVD (Multilayer) and PVD (Double layer) processes. All punches TiCN-CVD, TiCN-PVD, and SKH51 non-coated) were located on the same press die. The measurements of wear, roughness, and weight have been made. From this study, it was found that non-coated punch has maximum wear rate while TiCN-CVD and TiCN-PVD yield lower wear rate. Therefore proper coating can extend tool life of about 2 times

can be concluded in this work. Analysis of break–even point in 1 year show that apply of hard film coated on piercing punch is unworthy to invest.

Keywords **:** Press Die / Clip for Leaf Spring, /Coating

1. บทนำ

ธุรกิจอุตสาหกรรมยานยนต์ในปัจจุบันมีการเจริญ เติบโตอย่างรวดเร็วประกอบกับสภาวะการแข่งขันทางด้านการตลาดมีความรุนแรงมากขึ้น ดังนั้นเป้า หมายที่สำคัญสำหรับการผลิตก็คือ มุ่งสร้างความสามารถในการแข่งขันด้วยการพัฒนาทางด้านเทคนิคเพื่อลดต้นทุนและเวลาในการผลิต ในส่วนของอุตสาหกรรมการผลิตคลิปรัดแหนบ กระบวนการผลิตจะเริ่มต้นจากการนำวัตถุดิบที่เป็นเหล็กเกรด SS400 หนา 6 มม. มาผ่านกระบวนการตัดพร้อมเจาะรู จากนั้นจึงนำชิ้นงานมาเข้าสู่กระบวนการ U-Bending และเข้าสู่กระบวนการ K-Bending ตามลำดับ โดยปัญหาที่พบส่วนมากจะเกิดการสึกหรอที่พันช์ที่ใช้ในการเจาะรูคลิปรัดแหนบอย่างรวดเร็วส่งผล ต่อการเกิดครีบที่ชิ้นงานและทำให้อายุการใช้งานของพันช์สั้นลง

งานวิจัยนี้นำเอาเทคโนโลยีการเคลือบผิวเข้ามาเคลือบผิวของพันช์เจาะรูเพื่อศึกษาประสิทธิภาพของผิวเคลือบที่มีผลต่อการเพิ่มอายุการใช้งานของพันช์ ซึ่งที่ผ่านมามีงานวิจัยหลายฉบับที่วิจัยเกี่ยวกับการเคลือบผิว ในปี 1987, Steinmann P.A. [1] ได้ทำการทดสอบคุณสมบัติและความสัมพันธ์ระหว่างแรงในการเกาะยึด แรงเสียดทาน และการสึกหรอของสารเคลือบผิวหลาย ๆ ชนิดทั้งกรรมวิธี CVD และ PVD ในปี 2003, Bull S.J. [2] ได้ทำงานวิจัยที่คล้าย ๆ กับของ Steinmann แต่เลือกทำเฉพาะผิวเคลือบแบบ TiCN ของทั้งกรรมวิธี CVD และ PVD ซึ่งกรรมวิธี PVD ก็จะแบ่งเป็น 5 ประเภท โดยได้ทำการทดสอบหลายแบบ คือทำการทดสอบการขีดข่วน (Scratch test) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการเกาะยึดของผิวฟิล์ม ทำการทดสอบแบบลูกบอลบนแผ่นจานหาค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานและอัตราการสึกหรอของฟิล์มแต่ละชนิด และในปี 2005, Polcar และคณะ [3] ได้ทำการทดลองเปรียบเทียบสารเคลือบผิวแม่พิมพ์แบบ TiN, TiCN และ CrN ของกรรมวิธี PVD ที่อุณหภูมิต่าง ๆ ในสภาวะไร้สารหล่อลื่น โดยทำการทดสอบแบบลูกบอลบนแผ่นจาน ซึ่งทำการเคลือบผิวที่แผ่นจาน โดยที่บอลทำจาก 100Cr6 และ Si_3N_4 กรณีแรกได้ผลว่า TiCN ให้ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานที่ต่ำที่สุดในทุกๆอุณหภูมิ และได้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานที่แปรผันตรงต่อกัน คือ เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจะเพิ่มมากขึ้นต่างจาก TiN และ CrN ที่ค่าที่ได้ไม่มีแนวโน้มอัตราการสึกหรอจะแปรผันตามอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น โดยแผ่นจานที่เคลือบด้วย TiCN เกิดอัตราการสึกหรอมากกว่า TiN และ CrN ตามลำดับ และแม้ว่าแผ่นจานที่เคลือบด้วย CrN จะเกิดการสึกหรอที่น้อยมาก แต่การสึกหรอของผิวคู่สัมผัส (บอล 100Cr6) เกิดขึ้นสูงมาก และเมื่อทดสอบกับบอล Si_3N_4 อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นไม่มีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นถึง 300°C ฟิล์มเคลือบ CrN และ TiCN จะเกิดการหลุดลอกของชั้นฟิล์ม และการต้านทานการสึกหรอของ CrN จะด้อยกว่า TiN และ TiCN ตามลำดับ

จากงานวิจัยหลายฉบับสรุปผลให้เห็นว่าการเคลือบผิวแม่พิมพ์ให้คุณสมบัติที่ดีในเรื่องป้องกันการเกิดการยึดติดกับผิวชิ้นงาน ลดค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานและลดการสึกหรอซึ่งจัดเป็นข้อมูลที่สำคัญในการใช้เป็นแนวทางการวิจัยในศาสตร์ด้านนี้ต่อไปในอนาคตได้เป็นอย่างดี

2. การเคลือบผิว (Surface coating)

การเคลือบผิวเป็นกรรมวิธีหนึ่งที่ใช้ในการปรับปรุงคุณสมบัติของผิวชิ้นงานให้เหมาะสมกับลักษณะการใช้งาน ซึ่งทำโดยการนำเอาวัสดุอื่นๆที่มีคุณสมบัติที่ดีกว่า เหมาะสมกว่ามาเคลือบลงบนผิว

ของชิ้นงานเพื่อช่วยปรับปรุงสภาวะในการทำงานให้เหมาะสม อีกทั้งยังเป็นการเพิ่มขีดจำกัดในการทำงานในด้านต่าง ๆมากขึ้น เช่น ลดค่าความเสียดทานระหว่างผิวสัมผัส เพิ่มความสามารถในการต้านทานการสึกหรอ [4] เพิ่มค่าความแข็งบริเวณผิวของชิ้นงาน ฯ ตัวอย่างของการเคลือบผิวในประเทศไทยที่นิยมใช้งานกัน ได้แก่ การเคลือบผิวด้วยกระบวนการไอเคมี (Chemical Vapour Deposition : CVD) และการเคลือบผิวด้วยกระบวนการไอกายภาพ (Physical Vapour Deposition : PVD) เป็นต้น

2.1 การเคลือบผิวด้วยกระบวนการไอเคมี (Chemical Vapour Deposition : CVD) [5]

เป็นกรรมวิธีในการเคลือบผิวที่อาศัยการเกิดปฏิกิริยาทางเคมีของสารในสถานะที่เป็นไอแก๊สกับของแข็งภายในห้องสุญญากาศ โดยมีแก๊สความดันต่ำและเงื่อนไขของอุณหภูมิที่เหมาะสม ผิวเคลือบที่ได้จากกรรมวิธีนี้จัดเป็นชนิดฟิล์มบาง เนื่องจากผิวเคลือบที่ได้จากกรรมวิธีนี้มักจะมีความหนาของผิวเคลือบไม่เกิน 10 µm และมีความสม่ำเสมอของชั้นฟิล์มที่ดี แต่มีข้อจำกัดในด้านของกรรมวิธีการเคลือบผิวที่ต้องใช้อุณหภูมิสูงซึ่งอาจส่งผลต่อขนาดหรือรูปร่างของชิ้นงานหลังผ่านกระบวนการเคลือบผิว

2.2 การเคลือบผิวด้วยกระบวนการไอกายภาพ (Physical Vapour Deposition : PVD) [6]

เป็นกรรมวิธีในการเคลือบสารลงบนชิ้นงานโดยใช้สถานะก๊าซอีกกรรมวิธีเพื่อสร้างผิวให้แข็งขึ้นแล้ว แต่มีข้อจำกัดในเรื่องของความหนาของชั้นผิวเคลือบและความบกพร่องในเนื้อของชั้นฟิล์ม ทำให้ความแข็งแรงและความหนาของผิวเคลือบที่ได้นั้นต่ำลง

3. อุปกรณ์และวิธีการดำเนินการทดลอง

3.1 การเคลือบผิวพันช์

พันช์ของแม่พิมพ์เจาะ รูการผลิตคลิปรัดแหนบสปริง ทำจากวัสดุ SKH51 ตาม JIS ชุบแข็งที่ 64±1 HRC เป็นวัสดุพื้น (Substrate) โดยมีพันช์ทั้งหมด 3 ชุด ได้แก่พันช์ที่ไม่ได้ทำการเคลือบผิว พันช์ที่เคลือบผิวด้วย TiCN-CVD (Multilayer) และพันช์ที่เคลือบผิวด้วย TiCN-PVD (Double layer) ดังแสดงในรูปที่ 1 ระยะเคลียแรนซ์ระหว่างพันช์และดาย 0.6 มม. โดยเงื่อนไขหรือเทคนิคของการปรับสภาพผิวและการเคลือบผิวจะใช้เงื่อนไขทางการค้าทั้งหมด ข้อมูลที่สำคัญดังแสดงตารางที่ 1

รูปที่ 1 พันช์ที่ใช้ในการทดลอง

ตารางที่ 1 ข้อมูลของการปรับสภาพผิว

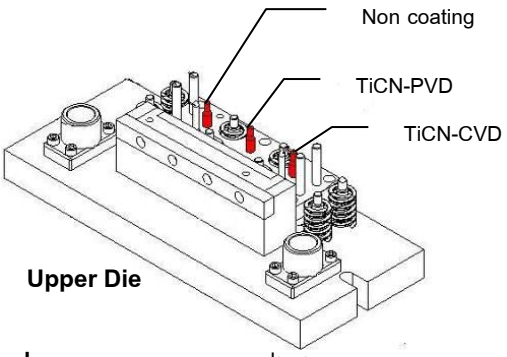
Type of surface modification	Ra(µm)	Thickness (µm)	Hardness (HV)
Non-coated	0.2354	-	720 ***
TiCN-PVD	0.1256	2 - 4	2,500
TiCN-CVD	0.1807	10 - 12	3,300

***กรณีไม่เคลือบผิวค่าความแข็งได้จากการวัดจริง กรณีการปรับสภาพผิวค่าความแข็งที่ได้จากบริษัทผู้ผลิต

3.2 วัตถุดิบและการเตรียมแม่พิมพ์

วัตถุดิบที่ใช้ในการทดลองเป็นเหล็กเกรด JIS SS400 หนา 6 มม. ซึ่งเป็นวัสดุที่ใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตคลิปรัดแหนบอยู่ในปัจจุบัน ขั้นตอนการทำงานมีลักษณะเดียวกับทางโรงงานผู้ผลิต คือเริ่มต้นจากการนำวัตถุดิบมาผ่านแม่พิมพ์ตัดเจาะคลิปรัดแหนบสปริง ทำการเจาะรู 3 รู พร้อมกัน แล้วทำการตัดให้ได้ขนาดตามความต้องการของลูกค้า ดังแสดงในรูปที่ 2 ซึ่งขั้นตอนในการเจาะรูและการตัดอยู่ในสถานะที่ไม่ใช้สารหล่อลื่น โดยในการทดลองนั้นจะทำการติดตั้งพันช์ที่ไม่เคลือบผิว พันช์ที่เคลือบผิวด้วย TiCN-CVD (Multilayer) และพันช์ที่เคลือบผิวด้วย TiCN-PVD (Double layer) ตามตำแหน่งดังแสดงในรูปที่ 3

รูปที่ 2 ชิ้นงานที่ผ่านการตัดเจาะจากแม่พิมพ์

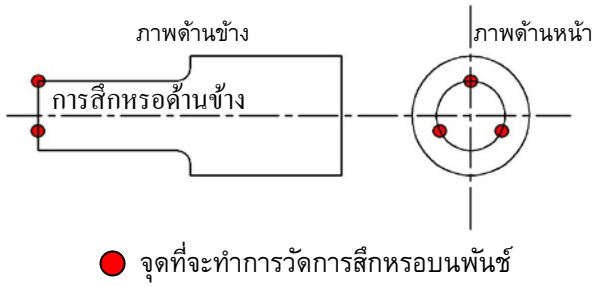


รูปที่ 3 ตำแหน่งของพันช์ที่ใช้ในการทดลอง

โดยในแต่ละช่วงของการทดลองจะทำการบันทึกผลของการทดลองด้านการสึกหรอของพันช์ทั้ง 3 ชุด ความหยาบผิวของพันช์ จำนวนในการตัดชิ้นงาน และน้ำหนักของพันช์ โดยทำการทดลองจนกระทั่งพันช์ไม่สามารถที่จะนำมาใช้งานต่อไปได้ โดยตัวแปรที่ใช้ในการกำหนดอายุการใช้งานของพันช์ คือ ค่าความสูงของครีบที่ชิ้นงานหลังผ่านการเจาะรูเกิน 0.5 มม. จากนั้นจะนำข้อมูลทั้งหมดมาทำการวิเคราะห์และเปรียบเทียบผล

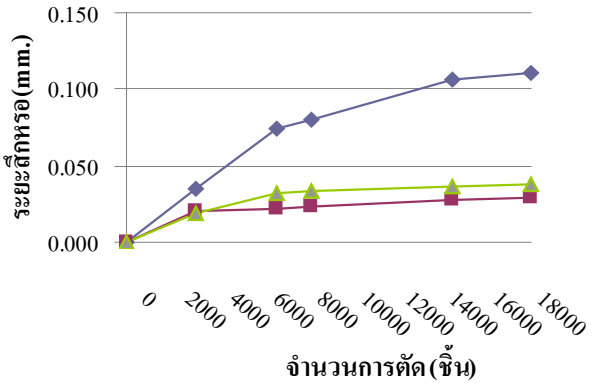
4. ผลการทดลองและการวิเคราะห์

4.1 อายุการใช้งานและระยะการสึกหรอที่เกิดขึ้นบริเวณคมตัดของใบมีดตัด



รูปที่ 4 ตำแหน่งการวัดระยะการสึกหรอทางด้านข้างของพันช์

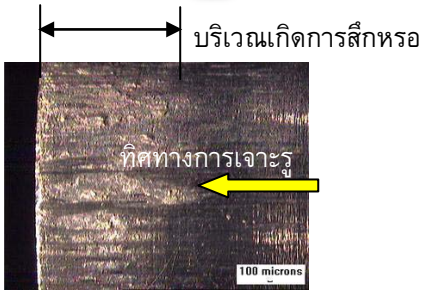
ในการวัดระยะการสึกหรอของ พันช์นั้นจะทำการวัดระยะการสึกหรอบริเวณด้านข้าง (Flank wear) ของพันช์ ด้วยการถ่ายภาพด้วยกล้องจุลทรรศน์ (Optical Microscope) ที่มีโปรแกรมฟังก์ชั่นวัดระยะโดยตำแหน่งที่ใช้ในการวัดระยะการสึกหรอบนคมตัดของพันช์ ดังแสดงในรูปที่ 4 จากผลการทดลองดังแสดงในรูปที่ 5 ปรากฏว่าในช่วงแรกของการตัด ระยะการสึกหรอจะค่อยๆเพิ่มขึ้น และเมื่อจำนวนครั้งของการตัดชิ้นงานเพิ่มขึ้น ระยะการสึกหรอทางด้านข้างมีอัตราการสึกหรอที่เพิ่มขึ้น โดยการสึกหรอบริเวณด้านข้างของ พันช์จะส่งผลให้ช่องว่างระหว่าง พันช์ (Punch) และดาย (Die) เพิ่มมากขึ้น



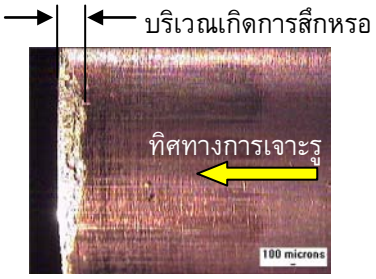
รูปที่ 5 ระยะการสึกหรอของพันช์บริเวณด้านข้าง

จากรูปที่ 5 เมื่อนำพันช์ที่เคลือบผิวและไม่เคลือบผิวเปรียบเทียบกัน จะสังเกตได้ว่าพันช์ที่ไม่ได้ทำการเคลือบผิวนั้นมีการสึกหรอที่เกิดขึ้นที่บริเวณด้านข้างของพันช์สูงกว่าพันช์ที่ทำการเคลือบผิว นั่นแสดงให้เห็นว่าการเคลือบผิวที่พันช์สามารถช่วย ลดการสึกหรอลงได้

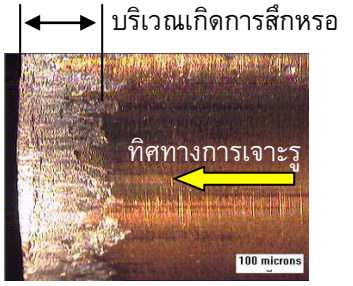
ในส่วนของพันช์ที่ทำการเคลือบผิวนั้นพันช์ที่เคลือบผิวด้วย TiCN-PVD (Double layer) มีการสึกหรอที่น้อยกว่าพันช์ที่เคลือบผิวด้วย TiCN-CVD (Multilayer) โดยรูปของการสึกหรอที่เกิดขึ้นบริเวณด้านข้างของพันช์แสดงไว้ในรูปที่ 6-8



รูปที่ 6 การสึกหรอด้านข้างของพันช์ที่ไม่เคลือบผิวที่จำนวนการตัดชิ้นงาน 18,769 ชิ้น



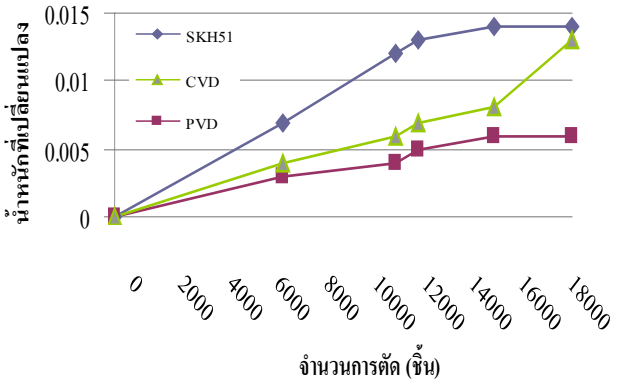
รูปที่ 7 การสึกหรอด้านข้างของพันช์ ที่เคลือบผิวด้วย TiCN-PVD (Double layer) ที่จำนวนการตัดชิ้นงาน 18,769 ชิ้น



รูปที่ 8 การสึกหรอด้านข้างของพันช์ ที่เคลือบผิวด้วย TiCN- CVD (Multilayer) ที่จำนวนการตัดชิ้นงาน 18,769 ชิ้น

4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักของพันช์ที่เปลี่ยนแปลงกับอายุการใช้งานของแม่พิมพ์

จากผลการทดลองดังแสดงในรูปที่ 9 พบว่าน้ำหนักของพันช์มีการเปลี่ยนแปลงสัมพันธ์กับระยะการสึกหรอในกรณีของพันช์ที่ทำการเคลือบผิวการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของพันช์จะเกิดขึ้นน้อยกว่ากรณีของพันช์ที่ไม่ทำการเคลือบผิว น้ำหนักของพันช์จะมีการเปลี่ยนแปลงซึ่งเห็นได้อย่างชัดเจน ซึ่งเป็นลักษณะเดียวกันกับระยะการสึกหรอที่เกิดขึ้นในพันช์



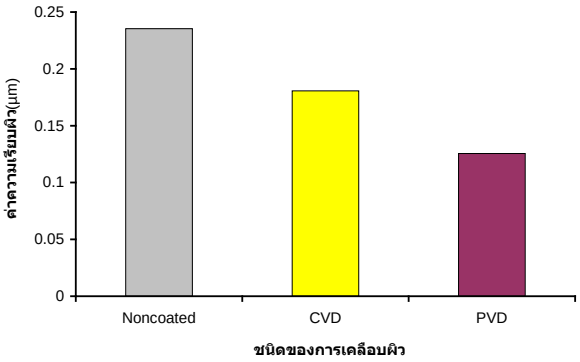
รูปที่ 9 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของพันช์

5. การวิเคราะห์ผล

5.1 อิทธิพลของความ หยาบผิวเคลือบที่มีต่อ การสึกหรอของแม่พิมพ์

จากการวัดความหยาบผิว พบว่าค่าของความหยาบผิวของ พันช์ทั้ง 3 ชนิดมีค่า ที่แตกต่างกัน ดังแสดงใน รูปที่ 10 เมื่อนำผลของความหยาบผิวมาทำการวิเคราะห์ พบว่า พันช์ที่มีค่าความหยาบผิวที่น้อยที่สุดคือ พันช์ที่เคลือบผิวด้วย TiCN-PVD (Double layer) รองลงมาคือ TiCN-CVD (Multilayer) และพันช์ที่ไม่เคลือบผิวมีค่าความหยาบผิวมากที่สุด ซึ่งทฤษฎีของการสึกหรอกล่าวไว้ว่า การเกิดการสึกหรอแบบการขูดขีดหรือขีดข่วนสูงขึ้น เมื่อค่าความหยาบผิวของพันช์มีค่าหยาบมากขึ้น [7] เนื่องจากวัสดุที่มีความหยาบผิวมากยอดแหลมที่ผิวของวัสดุจะมีความสูงมากกว่าวัสดุที่มีความหยาบผิวที่น้อยกว่า ดังนั้นเมื่อวัสดุทั้งสองเกิดการสัมผัสกันและเคลื่อนที่สวนทางกัน วัสดุที่มีความหยาบผิวมากจะสูญเสียเนื้อของวัสดุบริเวณยอดแหลมได้ง่ายกว่าวัสดุที่มีความหยาบผิวที่น้อยกว่าทำให้เกิดการสึกหรอที่มากกว่า ดังนั้นผลการวัดค่าความหยาบผิวของ พันช์ที่ผิวหยาบที่สุดจะเกิดการสึกหรอมากที่สุด นั่นคือ พันช์ที่ไม่มีการเคลือบผิว ซึ่งส่งผลให้อายุการใช้งานของ พันช์สั้นลง ส่วนพันช์ที่เคลือบผิวด้วย TiCN-CVD (Multilayer) และ TiCN-

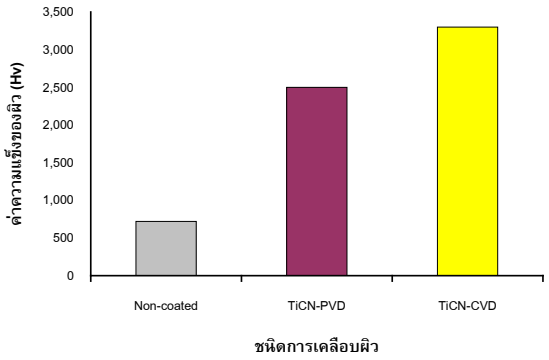
PVD (Double layer) ก็จะมีอายุการใช้งานมากขึ้นตามลำดับ



รูปที่ 10 กราฟแสดงค่าความหยาบผิวของพันช์

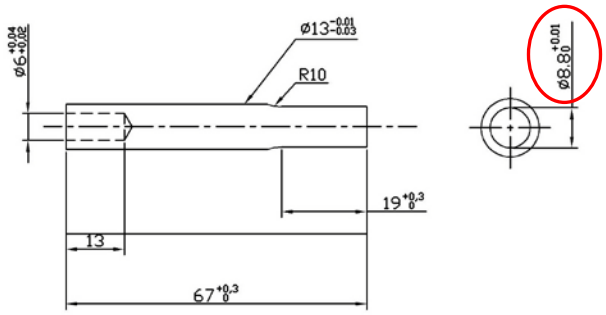
5.2 อิทธิพลของความแข็งผิวเคลือบที่มีต่อการสึกหรอของแม่พิมพ์

ความแข็งเป็นปัจจัยอย่างหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อการสึกหรอที่เกิดขึ้นในพันช์ จากการทดลองพบว่าค่าความแข็งของ พันช์ที่เคลือบผิวทั้ง 2 ชนิดและ พันช์ที่ไม่เคลือบผิวมีค่าความแข็งที่แตกต่างกันตามชนิดสารเคลือบและกรรมวิธีการเคลือบผิวแสดงในรูปที่ 11



รูปที่ 11 กราฟแสดงค่าความแข็งของผิวเคลือบ

เมื่อนำผลของความแข็งของผิวเคลือบมาทำการวิเคราะห์ พบว่า พันช์ที่มีผิวเคลือบที่มีความแข็งมากที่สุดคือ พันช์ ที่เคลือบผิวด้วย TiCN-CVD (Multilayer) มีค่าความแข็ง 3,300 Hv รองลงมาคือ TiCN-PVD (Double layer) มีค่าความแข็ง 2,500 Hv และ Noncoating มีค่าความแข็ง 720 Hv ตามลำดับ ในทางทฤษฎีได้กล่าวว่าวัสดุที่มีค่าความแข็งมากกว่าจะสามารถทนต่อการสึกหรอได้ดีกว่าวัสดุที่มีความแข็งที่น้อยกว่า เนื่องจากวัสดุที่มีค่าความแข็งมากสามารถต้านทานการขีดข่วนได้ดีกว่าวัสดุที่มีความแข็งที่ต่ำกว่า ซึ่ง พันช์ที่ไม่มีการเคลือบผิวนั้นมีค่าความแข็งต่ำที่สุดจึงเกิดการสึกหรอมากที่สุดส่งผลให้อายุการใช้งานของ พันช์สั้นลง และจากรูป พันช์ที่เคลือบด้วย TiCN-PVD (Double layer) มีค่าความแข็งที่น้อยกว่า TiCN-CVD (Multilayer) แต่กับมีอายุการใช้งานที่มากกว่า เนื่องจากพันช์ที่เคลือบผิวด้วย TiCN-CVD มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของพันช์ที่ผิดไปจากค่าที่กำหนด ดังแสดงในรูปที่ 12 ก-ง



ก. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางพันช์ที่กำหนด 8.8+0.01 มม.

ข. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของพันช์หลังเคลือบผิว TiCN-CVD คือ 8.847 มม.

ค. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของพันช์หลังเคลือบผิว TiCN-PVD คือ 8.810 มม.

ง. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของพันช์ที่ไม่เคลือบผิว คือ 8.804 มม.

รูปที่ 12 แสดงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของพันช์ก่อนและหลังเคลือบผิว

เหตุที่เป็นเช่นนี้เพราะว่าในกระบวนการ CVD ใช้อุณหภูมิการเคลือบที่สูงประมาณ 1000 °C เป็นเวลานานมากกว่า 10 ชั่วโมง ซึ่งอาจเป็นเหตุทำให้ชิ้นงานง่ายต่อการเสียรูป [8] ส่งผลให้ระยะเคลียแรนซ์ระหว่างพันช์และดายลดลงน้อยกว่า 0.6 มม. ทำให้การสึกหรอที่เกิดขึ้นกับพันช์ที่เคลือบด้วยTiCN-CVD (Multilayer) สูงกว่าพันช์ที่เคลือบด้วย TiCN-PVD (Double layer)

6. สรุปผลการทดลอง

การเคลือบผิวสามารถเพิ่มอายุการใช้งาน พันช์ได้ประมาณ 85-95% เมื่อเปรียบเทียบกับ พันช์ที่ไม่เคลือบผิว โดย พันช์ที่เคลือบผิวด้วย TiCN-PVD (Double layer) มีอายุการใช้งานมากที่สุด รองลงมาคือ การเคลือบผิวด้วย TiCN-CVD (Multilayer) โดยสารเคลือบ TiCN-PVD (Double layer) มีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการตัด เจาะชิ้นงานลักษณะนี้ แต่การเคลือบผิว พันช์ยังไม่มีความคุ้มค่าในการลงทุนในกระบวนการผลิตคริปรัดแหนบในปัจจุบัน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณในความร่วมมือที่ทางบริษัทบริษัทสยามซีเนเตอร์ มอบให้ โดยให้การเอื้อเฟื้อเหล็ก ที่ใช้ในการทดลอง โดยไม่คิดค่าใช้จ่าย และให้ข้อมูลต่างๆ ที่จำเป็นต้องใช้ในงานวิจัยชิ้นนี้ และนักศึกษาทั้ง 3 คนอันได้แก่ นายพงศ์พันธุ์ นิยมฤทธิ์ นายพงษ์ศิริ พรมชาติ และนางสาวสุภัค จันทภาค ที่ช่วยในการเก็บข้อมูล

เอกสารอ้างอิง

1.Steinmann P.A., 1987, “Adhesion Testing By The Scratch Test Method: The Influence of Intrinsic and Extrinsic Parameters on The Critical Load”, Journal of Thin Solid Films, Vol. 154, Issues 1-2, pp. 333-349.

2.Bull, S.J., 2003, “Properties and performance of commercials TiCN coating. Part 2 : tribological performance”, Journal ofSurface & Coating Technology, Vol.163-164, pp.507-514.

3.Polcar, T., Kubart, T., Novak, R., Kopecky, L. and Siroky, P., 2005a, “Comparison of Tribological Behaviour of TiN, TiCN and CrN at Elevated Temperatures”, **Journal of Surface & Coating Technology**, Vol. 193, Issues 1-3, pp.192-199

4.ปัญญา ศรีจันทร์ , ทิพบรรณ สุดประเสริฐ , “**วิศวกรรมการชุบเคลือบผิว**”, โลหะวัสดุและการกัดกร่อน, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, เมษายน 2538 หน้า 34-35.

5.Grainger,S., 1989**, Engineering Coating : design and application**, Ambridge, Abington, pp.135-185.

6.Holmberg, K. and Matthews, A., 1994, Coatings Tribology : propertires, techniques and application in surface engineering, Elsevier, Amsterdam, pp.45-53,221-240.

7.Stachowiak, G.W.,2001**, Engineering Tribology**, Butterworth-Heinemann, United State of America, pp.483-527.

8.สุรศักดิ์ สุรินทร์พงษ์ เอกสารประกอบการบรรยายพิเศษเรื่อง “ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการชุบเคลือบผิวระบบ PVD สำหรับงานชุบเคลือบผิวเครื่องมือ (Basic

knowledge about PVD coatings for Tool coating) หน้า 6-7.