

พฤติกรรมความต้านทานต่อแรงสัมผัสของการเจียรในเครื่องมือตัดโดยใช้เครื่องทดสอบอเนกประสงค์

Resistance behavior on contact force of cutting tools grinding using universal testing machine

สุภกิจ ขาวเนตร

Subhakij Khaonetr

ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์ อ. องครักษ์ จ. นครนายก 26120

โทร. 0-2649-5000 ต่อ 22071 โทรสาร. 0-3732-2608

E-mail: suphakij@swu.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาพฤติกรรมความต้านทานต่อแรงสัมผัสของการเจียรในเครื่องมือตัดโดยใช้เครื่องทดสอบอเนกประสงค์ (การเจียรในแห้ง) เครื่องมือตัดที่ศึกษาได้แก่ เอ็นมิลคาร์ไบด์ เกรด GC1620 เอ็นมิลไฮสปีด เกรด HSS Co8 และดอกสว่านไฮสปีด เกรด HSS โดยเครื่องมือตัดทั้งสามมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 mm ยาว 25 mm ทำมุมตั้งฉากกับหน้าล้อหินเจียรใน อัตราป้อนการเจียรในที่ศึกษามีค่าอยู่ในช่วง 1-5 mm/min ผลการวิจัยพบว่า เมื่ออัตราป้อนการเจียรในเพิ่มขึ้น แรงสัมผัส แรงบิดจากความเสียดทาน และอุณหภูมิการเจียรในของเครื่องมือตัดทั้งสามมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แต่เวลาการเจียรใน และความเร็วรอบมีแนวโน้มลดลง เอ็นมิลคาร์ไบด์ เกรด GC1620 มีค่าแรงสัมผัส และแรงบิดจากความเสียดทานสูงสุด ที่อัตราป้อนเจียรใน 3 และ 5 mm/min มีค่าเท่ากับ 103.39 N และ 48.21 Nm ตามลำดับ

คำสำคัญ: พฤติกรรมความต้านทาน แรงสัมผัส การเจียรใน เครื่องมือตัด เครื่องทดสอบอเนกประสงค์

Abstract

This research has an objective to study of resistance behavior on contact force in cutting tools grinding using universal testing machine (dry grinding). Carbide end mill (GC1620), high speed steel end mill (HSS Co8) and high speed steel drill (HSS) were selected as the cutting tools in this study. All of the cutting tools had 6 millimeters diameter, 25 millimeters long and were placed perpendicular to the grinding wheel

surface at the grinding feed rate of 1-5 mm/min. The results showed that the contact force, frictional torque and grinding temperature of three cutting tools increased as the grinding feed rate increased whereas the grinding time and speed decreased. The maximum contact force and frictional torque is 103.39 N and 48.21 Nm at the grinding feed rate of 3 and 5 mm/min respectively.

Keywords: Resistance behavior, Contact force, Cutting tools grinding, Universal testing machine

1. บทนำ

การเจียรในเฉพาะจุด (Point grinding) ของเครื่องมือตัดคือ กระบวนการตกแต่งชิ้นตอนสุดท้ายเพื่อขัดพื้นผิวของเครื่องมือตัดให้เรียบ มีรูปทรงสมมาตรสำหรับการจับยึด และเพื่อทำการลับคมตัด โดยไม่มีการเคลื่อนที่ในแนวขวาง (Cross sliding) ซึ่งในกระบวนการดังกล่าวต้องการความเที่ยงตรง [1-2] อันเป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องและบ่งชี้ถึงอิทธิพลจากพารามิเตอร์ของเครื่องมือตัด ได้แก่ ความต้านทานการสึกหรอ สมรรถนะด้านการหล่อลื่น ความเที่ยงตรง เสียรบกวน และอายุการใช้งานของเครื่องมือตัด [3] อีกทั้งยังส่งผลถึงพฤติกรรมเชิงกลของวัสดุ คุณสมบัติเชิงพฤติกรรมที่บ่งชี้ถึงความสามารถในการรับภาระเมื่อมีแรงภายนอกกระทำต่อวัสดุ ซึ่งอาจเป็นพฤติกรรมแบบเชิงเส้น หรือพฤติกรรมแบบไม่เป็นเชิงเส้น ตั้งแต่วัสดุเริ่มรับภาระจนกระทั่งวัสดุเกิดการเสียรูป [4] หากจำแนกตามลักษณะความเสียหาย คุณสมบัติเชิงพฤติกรรมสามารถแบ่งได้เป็น คุณสมบัติความต้านทานแรงดึง คุณสมบัติ

RECEIVED 3 January, 2013

ACCEPTED 28 March, 2013

ความต้านทานแรงกระแทก คุณสมบัติความต้านทานความล้า เป็นต้น อีกหนึ่งคุณสมบัติที่แตกต่างจากที่กล่าวมาแล้วคือ คุณสมบัติความต้านทานการเจียรไน เนื่องจากการเปลี่ยนสถานะระหว่างวัสดุ 2 ชนิดคือชิ้นทดสอบ และล้อหินเจียรไน

P. Radziszewski et al. [5] ศึกษาและพัฒนาวิธีการทดสอบการสึกหรอจากการเสียดสีของตัวกลางในเหล็กกล้าขัดมัน (Tumbling mill steel) ภายใต้สมมุติฐานการประมาณค่าพลังงานต่อแรงที่กระทำโดยใช้โมเดลดิสครีทเอลิเมนต์ (Discrete element model) ในการจำลองการเสียดสี ซึ่งแรงต้านทานที่ได้จากการทดลอง สามารถใช้เปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากอุตสาหกรรมการบด (Industrial mill) และการคำนวณวิธีดิสครีทเอลิเมนต์ (Discrete element method) ผลการทดสอบพบว่าพลังงานที่เกิดจากแรงบิดของล้อหินเจียรไนมีผลต่อสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานภายใต้ภาระที่กระทำ และความเร็วยรอบของล้อหินเจียรไน

L. C. Alvarez-Nunez et al. [6] ศึกษาความเร็วสัมพัทธ์และความสึกหรอจากการเสียดสีในเครื่องเจียรไนวัสดุ โดยใช้โมเดลสำหรับการคำนวณค่าความเร็วสัมพัทธ์จากเครื่องเจียรไนวัสดุ โมเดลนี้ได้มาจากการนำค่าเฉลี่ยจากการทดลอง โดยการวัดตัวแปรจลน์ศาสตร์ในเวลาจริง สมการจลน์ศาสตร์จากการทดลอง และสมการการประมาณ นำมาสู่การคำนวณค่าความเร็วสัมพัทธ์ และจำนวนของความสึกหรอที่เกิดขึ้น จากการประยุกต์สมการความสึกหรอจากการเสียดสีของเพรสตัน (Preston) หรือคูมานิน (Kumanin)

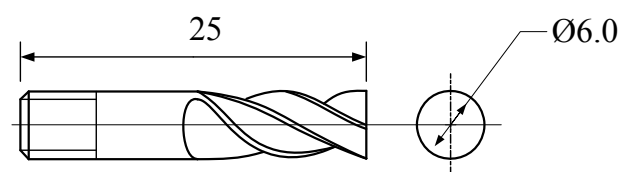
J. Pirso et al. [7] ศึกษาความสึกหรอจากการเสียดสีโดยการเจียรไนแห้งของเซอร์เมท (Cermets) ที่กระทำต่อผิวหน้าล้อหินเจียรไน ซึ่งเซอร์เมทมีส่วนประกอบของไททาเนียมและโครเมียมคาร์ไบด์ โดยใช้ทั้งสแตนคาร์ไบด์และโคบอลต์เป็นวัสดุอ้างอิง ทั้งสแตนคาร์ไบด์มีความต้านทานการสึกหรอจากการเสียดสีสูงกว่าเซอร์เมทที่มีส่วนผสมของไททาเนียมคาร์ไบด์และโครเมียมคาร์ไบด์ เมื่อส่วนผสมของคาร์ไบด์ในวัสดุคอมโพสิตเพิ่มขึ้น ทำให้สัมประสิทธิ์ความสึกหรอของเซอร์เมทมีแนวโน้มลดลง เมื่อความแข็งเชิงมวลเพิ่มขึ้น ทำให้ความสึกหรอเชิงปริมาตรมีแนวโน้มลดลงเช่นกัน

งานวิจัยดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น ศึกษา ทดสอบ และคำนวณปัจจัยและผลของการเสียดสี นำไปสู่ความเข้าใจเกี่ยวกับพฤติกรรมการเสียดสีของล้อหินเจียรไนกับชิ้นทดสอบ ซึ่งนำมาใช้ออกแบบการทดสอบ และวิเคราะห์พฤติกรรมการเจียรไน ในงานวิจัยนี้โดยปรับเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่ของการเจียรไน กล่าวคือจะพิจารณาการเคลื่อนที่ของชิ้นทดสอบเมื่อสัมผัสกับล้อหินเจียรไน เพื่อศึกษาพฤติกรรมความต้านทานต่อแรงสัมผัสของการเจียรไน เครื่องมือตัด (การเจียรไนแห้ง) ด้วยเครื่องทดสอบอเนกประสงค์

2. วิธีการทดสอบ

2.1 การเตรียมชิ้นทดสอบ และเครื่องทดสอบอเนกประสงค์ (Specimen preparing and universal testing machine, LR 10K; Lloyd Instrument)

ชิ้นทดสอบสำหรับการทดลองเพื่อศึกษาพฤติกรรมความต้านทานต่อแรงสัมผัสของการเจียรไนเครื่องมือตัดโดยใช้เครื่องทดสอบอเนกประสงค์ (การเจียรไนแห้ง) เครื่องมือตัดที่ศึกษาได้แก่ เอ็นมิลคาร์ไบด์ เกรด GC1620 เอ็นมิลไฮสปีด เกรด HSS Co8 และดอกสว่านไฮสปีด เกรด HSS โดยเครื่องมือตัดทั้งสาม มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 mm ยาว 25 mm ทำมุมตั้งฉากกับหน้าล้อหินเจียรไน อัตราป้อนการเจียรไนที่ศึกษามีค่าอยู่ในช่วง 1-5 mm/min (รูปที่ 1)

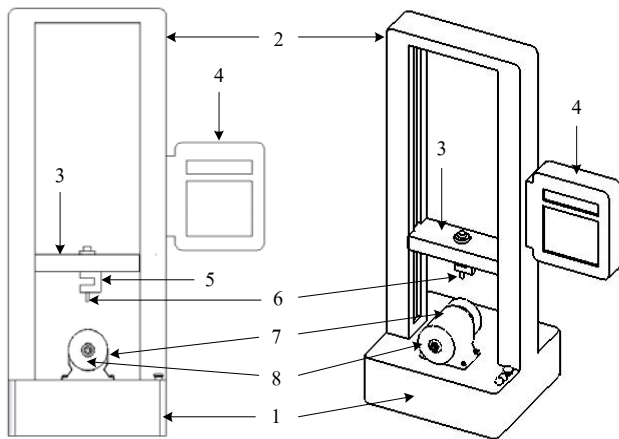


Unit in millimeters

รูปที่ 1 ขนาดของชิ้นทดสอบความต้านทานการเจียรไนเครื่องมือตัด

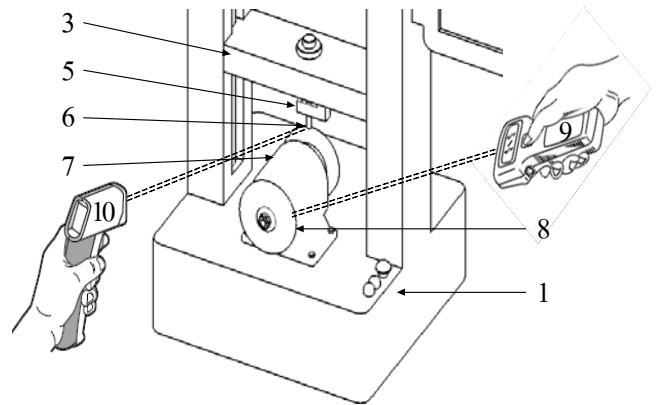
2.2 พฤติกรรมความต้านทานต่อแรงสัมผัส (Resistance behavior on contact force)

การศึกษาพฤติกรรมความต้านทานต่อแรงสัมผัสระหว่างการเจียรในเครื่องมือตัด เป็นการประยุกต์ใช้เครื่องทดสอบอเนกประสงค์ [8] (รูปที่ 2) สำหรับทดสอบหาปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมการเจียรใน และอิทธิพลของพารามิเตอร์ เช่น อัตราป้อนการเจียรใน แรงบิดของล้อหินเจียรใน และอุณหภูมิการเจียรใน เป็นต้น



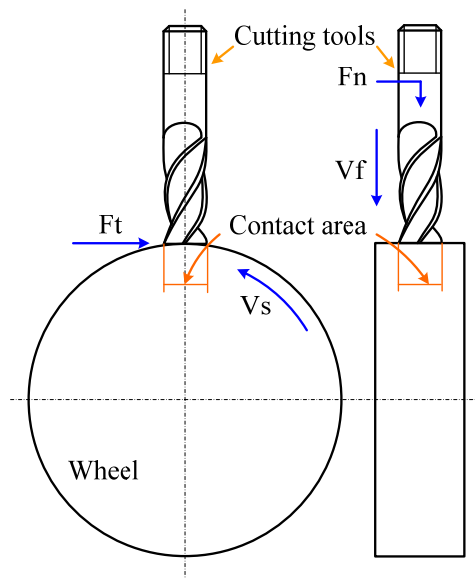
รูปที่ 2 การทดสอบพฤติกรรมความต้านทานการเจียรในเครื่องมือตัด โดยใช้เครื่องทดสอบอเนกประสงค์ (LR 10K, Lloyd Instrument)

การทำงานของเครื่องทดสอบการเจียรในเครื่องมือตัด (รูปที่ 2) เริ่มด้วยการตั้งโปรแกรมชนิดของการทดสอบ และความเร็วของคานทดสอบ (อัตราป้อน) (3) ส่วนของเครื่องทดสอบการเจียรในโลหะทำงานตามชุดคำสั่งเครื่องเจียรในแบบตั้งโต๊ะ (7) ติดตั้งอยู่ที่ฐานของเครื่องทดสอบการเจียรในโลหะ (1) วิธีการทดสอบเป็นการทดสอบแรงกด (Compression test) ตั้งค่าความเร็วของคานทดสอบ (อัตราป้อนการเจียรใน) (3) เท่ากับ 1-5 mm/min



รูปที่ 3 การวัดอุณหภูมิและความเร็วรอบของการเจียรในเครื่องมือตัด

หลังจากนั้นชุดคำสั่งจะสั่งให้คานทดสอบ (3) เคลื่อนที่ลงมาในตำแหน่งของปลายชิ้นทดสอบ (6) สัมผัสกับผิวหน้าล้อหินเจียรใน (8) ตั้งค่าในตำแหน่งนี้เป็นศูนย์เพื่อวัดค่าระยะการเจียรใน (Grinding extension) คานทดสอบ (3) จะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วที่กำหนดให้เครื่องมือตัด (6) กดลงบนผิวหน้า ล้อหินเจียรใน (8) ใช้เครื่องฉายอินฟราเรดวัดอุณหภูมิ (Non Contact Thermometer) (10) ซึ่งใช้แสงอินฟราเรดฉายไปที่ปลายชิ้นทดสอบ (6) เพื่อบันทึกอุณหภูมิต่อเวลาที่เพิ่มสูงขึ้นเนื่องจากการเจียรใน และใช้เครื่องมือวัดความเร็วรอบ (9) ฉายไปที่แถบรับสัญญาณนับความเร็วรอบ (รูปที่ 3) เพื่อสังเกตความเร็วรอบที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากแรงสัมผัส



รูปที่ 4 องค์ประกอบของแรงสัมผัสที่เกิดขึ้นจากการเจียรไน เครื่องมือตัด

2.3 อิทธิพลจากพารามิเตอร์ต่อพฤติกรรมการเจียรไน (Influence of parameters on grinding behavior)

พลังงานที่เกิดขึ้นจากการเจียรไน [9] เป็นการวัดค่าความต้านทานของล้อหินเจียรไนในกระบวนการเจียรไน เครื่องมือตัด (รูปที่ 4) พลังงานดังกล่าวขึ้นอยู่กับผงขัด (Abrasive grain) ของล้อหิน และชนิดของเครื่องมือตัด โดยสามารถเขียนได้ในรูปกำลังไฟฟ้าที่ใช้ในการเจียรไน (Grinding power, W) หารด้วยอัตราการเจียรไน (Removal rate, Q) ดังนั้นพลังงานการตัดจำเพาะ (e_c) สามารถเขียนได้ดังสมการที่ 1

$$e_c = \frac{P}{Q} \quad (1)$$

วิธีการเพิ่มอัตราการเจียรไนโดยปราศจากการเพิ่มขึ้นของความเค้นบนผิวหน้าล้อหินเจียรไน ด้วยการเพิ่มพื้นที่ผิวในการเจียรไนให้มากขึ้น [10] สามารถเขียนเป็นสมการได้ดังสมการที่ 2

$$Q = \left(\frac{\pi d^2}{4} \right) v_f \quad (2)$$

สมการดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าแรงที่ใช้ในการเจียรไนและพลังงานการตัดจำเพาะ สามารถอธิบายถึงองค์ประกอบของการเจียรไนและการเคลื่อนที่ในแนวขวาง แต่ในงานวิจัยนี้จะไม่พิจารณาการเคลื่อนที่ในแนวขวาง ซึ่งมีความสัมพันธ์ดังสมการที่ 3 และ 4

$$f_t = f_{t,c} + f_{t,sl} \quad (3)$$

$$f_n = f_{n,c} + f_{n,sl} \quad (4)$$

คุณลักษณะของกระบวนการสัมผัสระหว่างพื้นที่สึกหรอและชิ้นทดสอบแสดงได้ดังสมการที่ 5

$$f_n = \frac{1}{\mu} f_t + \left(\frac{\mu \cdot f_{n,c} - f_{t,c}}{\mu} \right) \quad (5)$$

แรงบิดจากความเสียดทานระหว่างล้อหินเจียรไนกับเครื่องมือตัดทั้งสามชนิด ในขณะที่ความเร็วเชิงมุมของล้อหินเจียรไนมีความเร็วรอบลดลง [11] คำนวณได้ดังสมการที่ 6

$$T_{fr} = \frac{I(\omega_1 - \omega_{01})}{t_1} \quad (6)$$

แรงบิดจากความเสียดทานระหว่างล้อหินเจียรไนกับเครื่องมือตัดทั้งสามชนิด เป็นแรงบิดภายในเกิดขึ้นบริเวณแกนเพลาลงของล้อหินเจียรไน ในขณะที่ความเร็วเชิงมุมของล้อหินเจียรไนมีความเร็วรอบเพิ่มขึ้น [12] คำนวณได้ดังสมการที่ 7

$$T_{applied} = \frac{I(\omega_2 - \omega_{02})}{t_2} - T_{fr} \quad (7)$$

ตารางที่ 1 คุณสมบัติทางกายภาพของเครื่องมือตัด

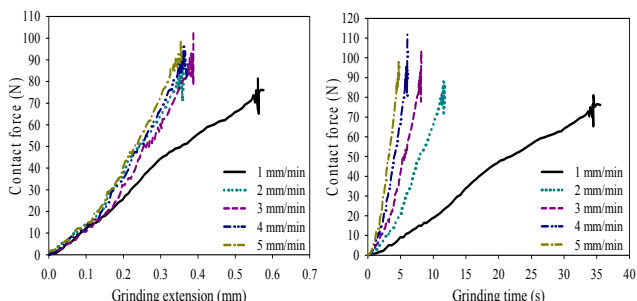
Cutting Tools	Carbide	HSS	HSS
Physical Properties	GC1620	Co8	
Density (g/cm^3)	4.4	8.2	8.6
Hardness (HRC)	48	40	25
Modulus of Elasticity (GPa)	114	71	20
Thermal Conductivity ($\text{W/m}^\circ\text{C}$)	7.2	2.3	1.3
Thermal Expansion ($\times 10^{-6}/^\circ\text{C}$)	8.8	7.9	7.5
Specific heat Capacity ($\text{J/g}^\circ\text{C}$)	0.56	0.48	0.42

ข้อมูลวิเคราะห์โดยภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มศว องครักษ์

3. ผลและการวิเคราะห์ผล

3.1 การวิเคราะห์ผลการศึกษาพฤติกรรมความต้านทานต่อแรงสัมผัสของการเจียรไนเครื่องมือตัด

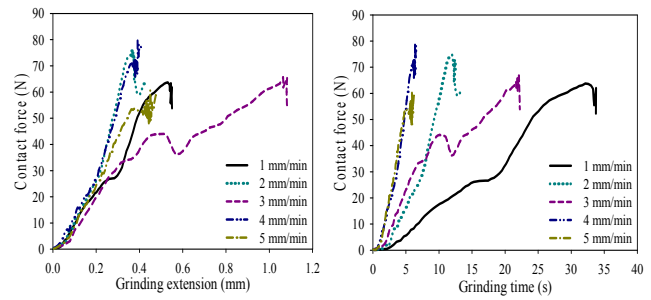
จากผลการทดสอบดังรูปที่ 5 (เอ็นมิลคาร์ไบด์ เกรด GC1620) รูปที่ 6 (เอ็นมิลไฮสปิด เกรด HSS Co8) และรูปที่ 7 (คอกสว่านไฮสปิด เกรด HSS) พบว่า เมื่ออัตราป้อนการเจียรไนเพิ่มขึ้น ทำให้ระยะการเจียรไน (Extension) และเวลาการเจียรไน (Time) มีแนวโน้มลดลง เพราะแรงเสียดทานระหว่างผิวหน้าของล้อหินเจียรไนกับเครื่องมือตัดทั้งสาม ส่งผลให้โครงสร้างของเครื่องมือตัด และผงขัด (Abrasive grain) เปลี่ยนเฟสจากโลหะแข็งเป็นโลหะผง [13]



รูปที่ 5a)

รูปที่ 5b)

รูปที่ 5 พฤติกรรมของการเจียรไนของเอ็นมิลคาร์ไบด์ เกรด GC1620

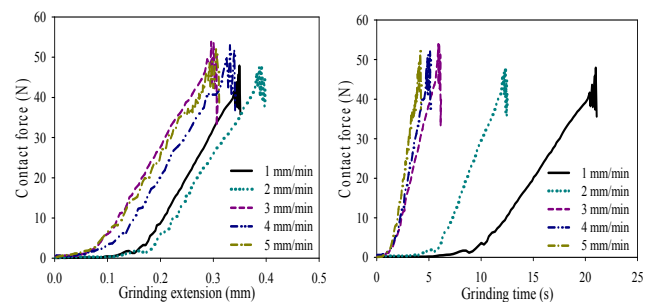


รูปที่ 6a)

รูปที่ 6b)

รูปที่ 6 พฤติกรรมของการเจียรไนของเอ็นมิลไฮสปิด

เกรด HSS Co8



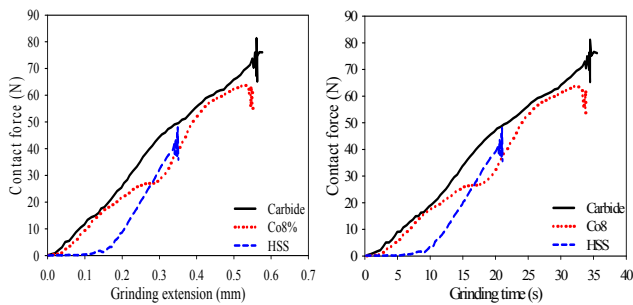
รูปที่ 7a)

รูปที่ 7b)

รูปที่ 7 พฤติกรรมของการเจียรไนของเอ็นมิลไฮสปิด เกรด HSS

เมื่อนำพฤติกรรมของการเจียรไนเครื่องมือตัดทั้งสามมาเปรียบเทียบกันที่อัตราป้อนการเจียรไน 1 mm/min (รูปที่ 8) 2 mm/min (รูปที่ 9) 3 mm/min (รูปที่ 10) 4 mm/min (รูปที่ 11) และ 5 mm/min (รูปที่ 12) พบว่า เมื่ออัตราป้อนการเจียรไนเพิ่มขึ้น กล่าวคือระยะการเจียรไน (Extension) และเวลาการเจียรไน (Time) ลดลง เอ็นมิลคาร์ไบด์ เกรด GC1620 มีค่าแรงสัมผัสสูงสุดเท่ากับ 103.39 N เพราะเอ็นมิลคาร์ไบด์มีค่าความแข็งสูงสุดเท่ากับ 48 HRC ทำให้เกิดความต้านทานระหว่างผงขัด (Abrasive grain) ของล้อหินเจียรไน ซึ่งทำจากซิลิกอนคาร์ไบด์ (Silicon carbide) มีความแข็งแรง และด้านการสึกหรอง ทำให้เกิดประกายไฟ และโลหะผงเล็กน้อย เอ็นมิลไฮสปิด เกรด HSS Co8 มีค่าแรงสัมผัสสูงสุดเท่ากับ 79.66 N และมีค่าความแข็งเท่ากับ 40 HRC เมื่อนำมาเจียรไนกับซิลิกอนคาร์ไบด์ ทำให้เกิดประกายไฟ และโลหะผงมากขึ้น เมื่อเทียบกับเอ็นมิลคาร์ไบด์ เกรด

GC1620 และคอกสวานไฮสปีด เกรด HSS มีค่าแรงสัมผัสสูงสุดเท่ากับ 53.79 N และมีค่าความแข็งเท่ากับ 25 HRC เมื่อนำมาเจียรในกับซิลิกอนคาร์ไบด์ จากการเสียดสีทำให้เกิดการเปลี่ยนเฟส มีประกายไฟ และโลหะผงมากขึ้นเมื่อเทียบกับเอ็นมิลไฮสปีด เกรด HSS Co8 [14]

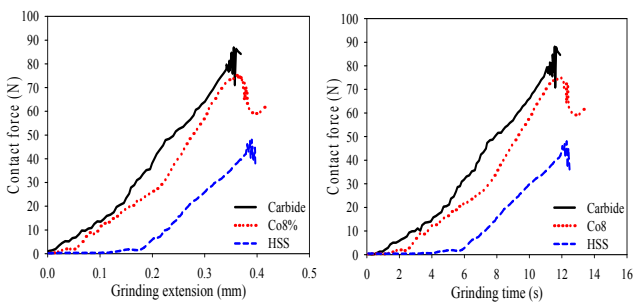


รูปที่ 8a)

รูปที่ 8b)

รูปที่ 8 พฤติกรรมการเจียรในเครื่องมือตัดที่อัตราป้อน

1 mm/min

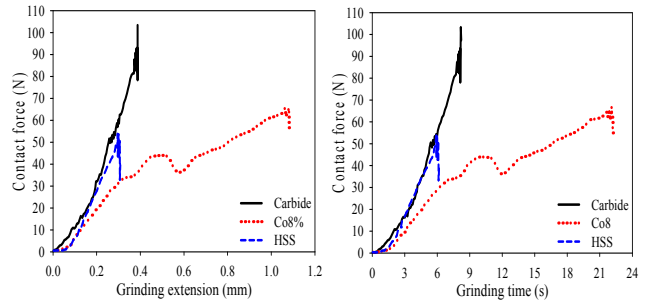


รูปที่ 9a)

รูปที่ 9b)

รูปที่ 9 พฤติกรรมการเจียรในเครื่องมือตัดที่อัตราป้อน

2 mm/min

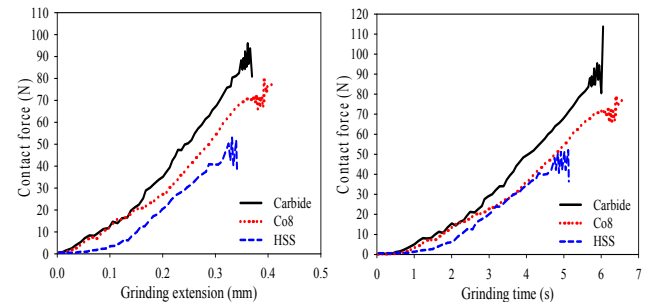


รูปที่ 10a)

รูปที่ 10b)

รูปที่ 10 พฤติกรรมการเจียรในเครื่องมือตัดที่อัตราป้อน

3 mm/min

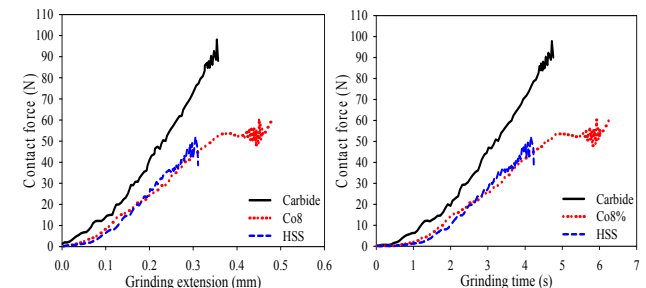


รูปที่ 11a)

รูปที่ 11b)

รูปที่ 11 พฤติกรรมการเจียรในเครื่องมือตัดที่อัตราป้อน

4 mm/min



รูปที่ 12a)

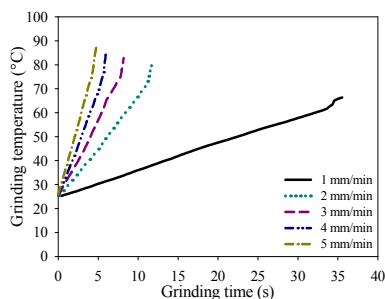
รูปที่ 12b)

รูปที่ 12 พฤติกรรมการเจียรในเครื่องมือตัดที่อัตราป้อน

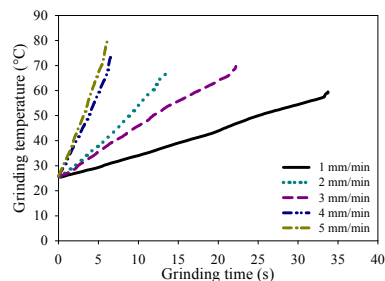
5 mm/min

พฤติกรรมอุณหภูมิระหว่างการเจียรในเอ็นมิลคาร์ไบด์ เกรด GC1620 (รูปที่ 13a) มีค่าสูงสุดเท่ากับ 87.3 °C ที่อัตราป้อนการเจียรใน 5 mm/min เมื่ออัตราป้อนการเจียรในเพิ่มขึ้น อุณหภูมิการเจียรในมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แต่เวลาการเจียรในมีแนวโน้มลดลง เพราะเกิดความต้านทานสูงระหว่างผงขัด (Abrasive grain) ของล้อหินเจียรในกับเอ็นมิลคาร์ไบด์ เกรด GC1620 การเสียดสีของวัสดุทั้งสองชนิดเป็นการเจียรในแห้ง

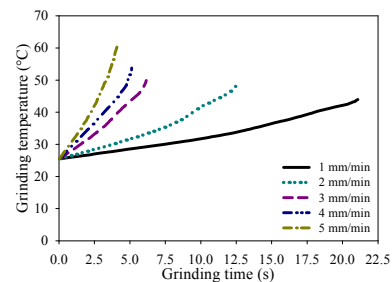
จึงส่งผลให้เกิดการถ่ายเทความร้อนจากล้อหินเจียรไนไปยังกับเอ็นมิลคาร์ไบด์ เกรด GC1620 เร็วขึ้น เอ็นมิลไฮสปิด เกรด HSS Co8 (รูปที่ 13b) มีอุณหภูมิการเจียรไนสูงสุดเท่ากับ 79.9°C ที่อัตราป้อนการเจียรไน 5 mm/min เนื่องจากเป็น การเจียรไนเฉพาะจุด (Point grinding) และมีค่าการนำ ความร้อนต่ำกว่าเอ็นมิลคาร์ไบด์ เกรด GC1620 ทำให้ การสะสมของความร้อนบริเวณพื้นผิวสัมผัสการเจียรไน ลดลง [15-16] และดอกสว่านไฮสปิด เกรด HSS (รูปที่ 13c) มี อุณหภูมิการเจียรไนสูงสุดเท่ากับ 61.6°C ที่อัตราป้อนการ เจียรไน 5 mm/min เป็นเครื่องมือตัดที่มีค่าการนำความร้อน ต่ำสุด ทำให้อุณหภูมิการเจียรไนมีค่าต่ำสุด



รูปที่ 13a)



รูปที่ 13b)



รูปที่ 13c)

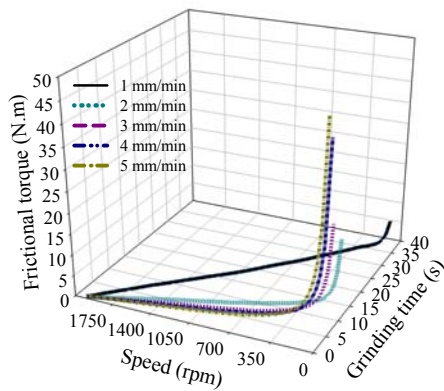
รูปที่ 13 พฤติกรรมอุณหภูมิของการเจียรไน

ก. เอ็นมิลคาร์ไบด์ เกรด GC1620

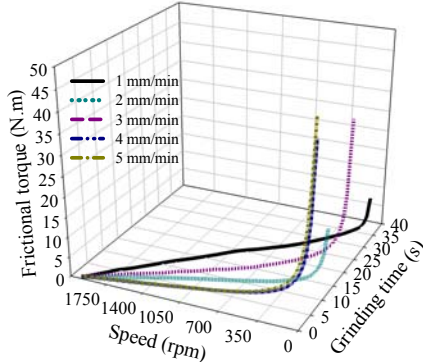
ข. เอ็นมิลไฮสปิด เกรด HSS Co8 และ

ค. ดอกสว่านไฮสปิด เกรด HSS

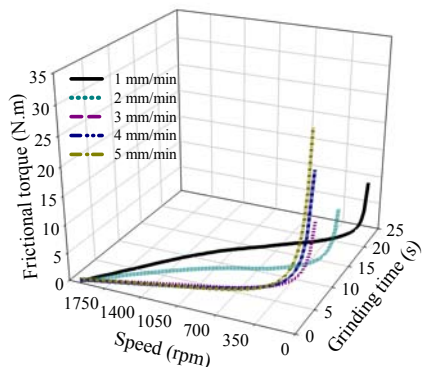
พฤติกรรมแรงบิดจากความเสียหายของการเจียรไนเอ็นมิล คาร์ไบด์ เกรด GC1620 (รูปที่ 14a) มีค่าสูงสุดเท่ากับ 48.21 Nm ที่อัตราป้อนการเจียรไน 5 mm/min เมื่ออัตราป้อน การเจียรไนเพิ่มขึ้น แรงบิดจากความเสียหายมีแนวโน้ม เพิ่มขึ้น แต่ความเร็วรอบของล้อหินเจียรไน และเวลา การเจียรไนมีแนวโน้มลดลง เพราะเกิดการเสียดสีระหว่าง ซิลิกอนคาร์ไบด์ ซึ่งมีคุณสมบัติด้านความแข็งแรง และ ด้านการสึกหรอสูง อีกทั้งเป็นการเจียรไนแห้ง จึงส่งผลให้ เกิดแรงบิดจากความเสียหายสูงขึ้น [17-12] เอ็นมิลไฮสปิด เกรด HSS Co8 (รูปที่ 14b) เมื่อเสียดสีกับซิลิกอนคาร์ไบด์ ทำ ให้ มีอัตราการเจียรไนเพิ่มขึ้น การเปลี่ยนเฟสเป็นโลหะผง มากกว่าเอ็นมิลคาร์ไบด์ เกรด GC1620 มีค่าแรงบิดจาก ความเสียหายสูงสุดเท่ากับ 45.00 Nm ที่อัตราป้อน การเจียรไน 5 mm/min และดอกสว่านไฮสปิด เกรด HSS (รูปที่ 14c) เมื่อเสียดสีกับซิลิกอนคาร์ไบด์ ทำให้มีอัตรา การเจียรไนและการเปลี่ยนเฟสเป็นโลหะผงมากกว่าเอ็นมิล ไฮสปิด เกรด HSS Co8 มีค่าแรงบิดจากความเสียหายสูงสุด เท่ากับ 30.45 Nm ที่อัตราป้อนการเจียรไน 5 mm/min



รูปที่ 14a)



รูปที่ 14b)



รูปที่ 14c)

รูปที่ 14 พฤติกรรมแรงบิดจากความเสียดทานของการเจียรไน 14a) เอ็นมิลคาร์ไบด์ เกรด GC1620 14b) เอ็นมิลไฮสปีด เกรด HSS Co8 และ 14c) ดอกสว่านไฮสปีด เกรด HSS

4. สรุปผล

ในงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาพฤติกรรมความต้านทานต่อแรงสัมผัสของการเจียรไนเครื่องมือตัดโดยใช้เครื่องทดสอบอเนกประสงค์ (การเจียรไนแห้ง) เครื่องมือตัดที่ศึกษาได้แก่ เอ็นมิลคาร์ไบด์ เกรด GC1620 เอ็นมิลไฮสปีด

เกรด HSS Co8 และดอกสว่านไฮสปีด เกรด HSS โดยเครื่องมือตัดทั้งสามมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 mm ยาว 25 mm ทำมุมตั้งฉากกับหน้าล้อหินเจียรไน อัตราป้อนการเจียรไนที่ศึกษามีค่าอยู่ในช่วง 1-5 mm/min ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

พฤติกรรมแรงสัมผัส (Contact force behavior) ของการเจียรไนเครื่องมือตัด เมื่ออัตราป้อนการเจียรไนเพิ่มขึ้นทำให้ระยะการเจียรไน และเวลาการเจียรไนมีแนวโน้มลดลง เครื่องมือตัดที่มีค่าแรงสัมผัสสูงสุดไปยังค่าต่ำสุดที่อัตราป้อน 5 mm/min ดังนี้ 1. เอ็นมิลคาร์ไบด์ เกรด GC1620 2. เอ็นมิลไฮสปีด เกรด HSS Co8 และ 3. ดอกสว่านไฮสปีด เกรด HSS มีค่าแรงสัมผัสเท่ากับ 103.39 N 77.57 N และ 35.85 N ตามลำดับ

พฤติกรรมอุณหภูมิ (Temperature behavior) ของการเจียรไนเครื่องมือตัด เมื่ออัตราป้อนการเจียรไนเพิ่มขึ้นอุณหภูมิการเจียรไนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แต่เวลาการเจียรไนมีแนวโน้มลดลง เครื่องมือตัดที่มีค่าอุณหภูมิสูงสุดไปยังค่าต่ำสุดที่อัตราป้อน 5 mm/min ดังนี้ 1. เอ็นมิลคาร์ไบด์ เกรด GC1620 2. เอ็นมิลไฮสปีด เกรด HSS Co8 และ 3. ดอกสว่านไฮสปีด เกรด HSS มีค่าอุณหภูมิการเจียรไนเท่ากับ 87.3°C 79.9°C และ 61.6°C ตามลำดับ

พฤติกรรมแรงบิด (Torque behavior) ของการเจียรไนเครื่องมือตัด เมื่ออัตราป้อนการเจียรไนเพิ่มขึ้น แรงบิดจากความเสียดทานมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แต่ความเร็วรอบของล้อหินเจียรไน และเวลาการเจียรไนมีแนวโน้มลดลง เครื่องมือตัดที่มีค่าแรงบิดสูงสุดไปยังค่าต่ำสุดที่อัตราป้อน 5 mm/min ดังนี้ 1. เอ็นมิลคาร์ไบด์ เกรด GC1620 2. เอ็นมิลไฮสปีด เกรด HSS Co8 และ 3. ดอกสว่านไฮสปีด เกรด HSS มีค่าแรงบิดจากความเสียดทานเท่ากับ 48.22 Nm 45.00 Nm และ 30.45 Nm ตามลำดับ

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมเคมี และภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มศว องค์กรที่ให้การ

ความอนุเคราะห์ใช้เครื่องมือ และห้องปฏิบัติการสำหรับงานวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] H.H. Habeeb, K.A. Abou-El-Hossein, B. Mohammad et al, "Effect of tool holder geometry and cutting condition when milling nickel-based alloy 242", *Journal of Materials Processing Technology*, Vol.201, 2008, pp.483-485.
- [2] Pengmin Dong, Bo Zhao, Yimin Wang et al, "The double-sided grinding technology for precision parts", *International Conference on Materials, Mechatronics and Automation*, Vol.15, 2012, pp.167-171.
- [3] Elias George K, Varadarajan A.S and Rani Joseph, "Influence of process parameters on cutting force and torque of drilling of glass fiber reinforced epoxy composites", *International Journal of Computer Technology and Electronics Engineering (IJCTEE)*, Vol.2, 2012, pp.26-31.
- [4] Donald R. Askeland, Pradeep P. Fulay and Wendelin J. Wright, "The science and engineering of materials", 6th Ed, Cengage Learning, 2010.
- [5] Peter Radziszewski, Rena Varadi, Tapiwa Chenje et al, "Tumbling mill steel media abrasion wear test development", *Minerals Engineering*, Vol.18, 2005, pp.333-341.
- [6] Luis C. Alvarez-Nunez and Ricardo B. Flores-Hernandez, "Relative velocity and loose abrasive wear in conventional grinding machines", *Optik*, Vol.120, 2009, pp.845-854.
- [7] J. Pirso, M. Viljus, K. Juhani et al, "Two-body dry abrasive wear of cermets", *Wear*, Vol.266, 2009, pp.21-29.
- [8] Subhakij Khaonetr. "Grinding testing machine", Petty Patent No.7087, 2012, Thailand.
- [9] Sanjay Agarwal and P. Venkateswara Rao, "Grinding characteristics, material removal and damage formation mechanisms in high removal rate grinding of silicon carbide", *International Journal of Machine Tools & Manufacture*, Vol.50, 2010, pp.1077-1087.
- [10] Y. Gao, X. Huang and Y. Zhang, "An improved discrete system model for form error control in surface grinding", *Journal of materials Processing Technology*, Vol.210, 2010, pp.1794-1804.
- [11] Jinyuan Tang, Jin Du and Yongping Chen, "Modeling and experimental study of grinding forces in surface grinding", *Journal of Materials Processing Technology*, Vol.209, 2009, pp.2847-2854.
- [12] K. Wegener, H. W. Hoffmeister, B. Karpuschewski et al, "Conditioning and monitoring of grinding wheels", *CIRP Annals-Manufacturing Technology*, Vol.60, 2011, pp.757-777.
- [13] Ding Wenfeng, Xu Jiuhua, Chen Zhenzhen et al, "Grindability and surface integrity of cast nickel-based superalloy in creep feed grinding with brazed CBN abrasive wheels", *Chinese Journal of Aeronautics*, Vol.23, 2010, pp.501-510.
- [14] D. Anderson, A. Warkentin and R. Bauer, "Experimental and numerical investigations of single abrasive-grain cutting", *International Journal of Machine Tools & Manufacture*, Vol.51, 2011, pp.898-910.
- [15] D. Anderson, A. Warkentin and R. Bauer, "Comparison of numerically and analytically predicted contact temperatures in shallow and deep dry grinding with infrared measurements", *International Journal of Machine Tools & Manufacture*, Vol.48, 2008, pp.320-328.
- [16] D. Anderson, A. Warkentin and R. Bauer, "Experimental validation of numerical thermal models for dry grinding", *Journal of Materials Processing Technology*, Vol.204, 2008, pp.269-278.
- [17] Taghi Tawakoli, Uwe Heisel, Dal Ho Lee et al, "An experimental investigation on the characteristics of

cylindrical plunge dry grinding with structured CBN wheels”,
Procedia CIRP, Vol.1, 2012, pp.399-403.