การทดลองเพื่อเปรียบเทียบคุณภาพผิวของชิ้นงานและอายุการใช้งานของหินเจียรนัยทรงกระบอก

A comparison of work surface quality and tool life grinding wheels an experiment

อนุชา สาเสน[1]*, เอกพจน์ ตันตราภิวัฒน์[2]*,จำลอง ปราบแก้ว[3]*

[1] นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร

[2] อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร

*ติดต่อ: E-mail: s.anucha035@hotmail.co.th , เบอร์โทรศัพท์: (662) 3264197, เบอร์โทรสาร: (662) 32264198

บทคัดย่อ

บทความนี้ได้นำเสนอผลการทดลองเพื่อเปรียบเทียบคุณภาพผิวของชิ้นงานและอายุการใช้งานของหินเจียรนัยทรงกระบอก 5 ชนิด ที่มีคุณสมบัติและส่วนประกอบที่แตกต่างกันคือ ชนิดเม็ดตัด, ขนาดเม็ดตัด, ระดับความแข็งของกาว, ความหนาแน่นของเม็ดตัดและชนิดของกาว นำมาทำการเจียรนัยรูในชิ้นงานส่วนประกอบของแบริ่งส์ โดยกำหนดเงื่อนไขการเจียรนัย หินเจียรนัย1ก้อน จะเจียรนัยชิ้นงาน 200 ชิ้นต่อเนื่องกันโดยไม่มีการขึ้นรูปหน้าหินใหม่ พร้อมทั้งทำการวัดค่ากำลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในขณะเจียรนัย ส่วนชิ้นงานที่เจียรนัยเสร็จในทุกๆ 20 ชิ้น จะนำไปวัดค่าคุณภาพผิวของชิ้นงาน คือ ค่าความกลมของชิ้นงาน, ค่าความหยาบของชิ้นงาน, ค่าการสึกหรอของหิน และค่าพิกัดรูปร่างของชิ้นงาน จากผลการทดลอง หินเจียรนัยชนิดที่ 1 ใช้กำลังงานทางไฟฟ้าขณะเจียรนัยน้อยที่สุด ในส่วนค่าการสึกหรอของหินจะเห็นว่า ชนิดที่ 3 กับ หินเจียรนัยชนิดที่ 4 มีค่าการสึกหรอของหินที่น้อยใกล้เคียงกัน ค่าความหยาบผิวเมื่อเทียบกันแล้ว หินชนิดที่ 4 มีค่าความหยาบผิวต่ำกว่าหินทุกชนิด สุดท้ายค่าความกลมของชิ้นงานเมื่อเทียบกันแล้ว หินชนิดที่ 2 กับ หินชนิดที่ 5 มีค่าความกลมของชิ้นงานที่ดีใกล้เคียงกัน

คำหลัก: ค่าความกลม, ค่าความหยาบผิว, ค่าการสึกหรอ, ค่าพิกัดรูปร่าง

Abstract

This article presents results of an experiment with the aim to compare five different cylindrical grinding wheels for surface qualities of the workpieces and tool life. The comparison parameters include Mesh Size Hardness of Bond, Concentration and Bond Type. Each grinding wheel was used for grinding a number of workpieces which were bearing components.The grinding experiment was under the following configuration machine conditions: one grinding wheel was used to grind 200 workpieces. Every 20 ground workpiece was measured for the surface qualities which include, roundness, roughness, wear, and profile. The results has showed that the 1 type grinding wheel has the least power and electrical power. In term of wear, the 3 type grinding wheel and the 4 type grinding wheel are the same. The roughness is compere to that of the 4 type grinding wheel minimum standard. Finally, the roundness is compare the 2 type grinding wheel and the 5 type grinding wheel are the same.

Keywords: Roundness, Roughness, Wear, Profile

1.บทนำ

ต้นทุนการผลิต เป็นปัจจัยสำคัญที่จะกำหนดว่าสิ้นค้าจะมีราคาถูกหรือแพง เพราะต้นทุนการผลิตมีส่วนประกอบหลายอย่างที่เป็นปัจจัยหลักในการผลิต ทั้งในเรื่อง วัสดุ ค่าแรงงาน ค่าสาธารณูปโภคต่างๆ ดังนั้น การลดต้นทุนการผลิต จึงมีความสำคัญอย่างมากในการทำให้สิ้นค้ามีต้นทุนต่ำลงหรือกำไรเพิ่มขึ้น ซึ่งส่งผลดีในด้านความสามารถการแข่งขันด้านการตลาด ในการแข่งขันที่สูงและรุนแรงในสภาพการตลาดในปัจจุบัน ส่งผลให้ทุกองค์กรมีการดำเนินกิจกรรมต่างๆเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการแข่งขัน ในอุตสาหกรรมก็เช่นเดียวกัน คู่แข่งที่มากขึ้นทุกวันต่างงัดกลยุทธออกมาต่อสู้กัน แต่ที่เห็นมากที่สุดก็คงเป็นเรื่องของราคาขายที่ถูกกว่าซึ่งเป็นการตอบสนองที่ตรงกับความต้องการของลูกค้าที่ต้องการสิ้นค้าที่มีราคาถูกและคุณภาพสิ้นค้าที่ดีไม่ลดหย่อนลงตามราคาสิ้นค้านั้นๆ แต่การที่จะได้มาซึ่งสิ้นค้าที่มีราคาถูกและคุณภาพที่ดีนั้น องค์ประกอบหลักของทางผู้ผลิตประกอบด้วย ต้นทุนด้านต่างๆ เช่น ด้านวัสดุ ด้านแรงงาน และด้านค่าใช้จ่ายในโรงงาน ดังนั้น จากปัญหาข้างต้นได้มีผู้ทำการศึกษาทดลองเพื่อที่ต้องการลดต้นทุนการผลิตในด้านวัสดุ ตัวอย่าง เช่น Krzysztof Nadolny [1] ได้ทำการศึกษาลักษณะของปัญหาที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการเจียรนัยภายในทรงกระบอก ได้พบว่าวิธีที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพและคุณภาพรวมถึงความเสถียรภาพต่อการเจียรนัยและการทำซ้ำ ก็คือ การควบคุมค่าการตัดเฉือนและวิธีการหล่อเย็น ปัญหานี้มีความสำคัญเป็นพิเศษจากมุมมองของค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับการซื้อการใช้สาร

หล่อเย็น ตลอดจนส่งผลกระทบต่อการกำจัดของเหลวอันตรายที่มีผลต่อสิ่งแวดล้อม จึงได้ทำการออกแบบอุปกรณ์พิเศษที่ติดตั้งเข้ากับชุดโครงสร้างของหินเจียรนัยขนาดเล็กแบบสองชิ้นประกอบกันที่มีระบบการหล่อเย็นแบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์ โดยมีการกำหนดทิศทางการไหลของน้ำหล่อเย็นให้ไหลผ่านจำนวนช่องที่ออกแบบไว้ที่หินเจียรนัยโดยตรง จากข้อมูลของการวิเคราะห์จำลองเกี่ยวกับผลกระทบของความเร็วของการเจียรนัยและขนาดช่องการไหล เช่นเดียวกับจำนวนช่องความเร็วการไหลของน้ำหล่อเย็นที่ไหลผ่านร่องในการเจียรนัยด้านในโดยคำนึงถึงผลของการจำลองต้นแบบของหินเจียรนัยแบบสองชิ้นประกบกันที่ถูกทำขึ้นและจำนวนของการทดลอง การทดลองบนกระบวนการของการเจียรนัยภายในรูปทรงกระบอกของเหล็กชนิด 100Cr6 ที่มีค่าความแข็ง 62±2 HRC. ผลการทดลองที่ได้มาเปรียบเทียบกับผลที่ได้เมื่อใช้วิธีระบายความร้อนแบบใส่น้ำจนท่วม จากผลการทดลองที่ได้นำมาเปรียบเทียบกับผลที่ได้เมื่อใช้เมื่อใช้วิธีระบายความร้อนแบบใส่น้ำจนท่วม ข้อมูลการทดสอบได้แสดงการใช้ประโยชน์ของหินเจียรนัยแบบสองชิ้นประกบกันช่วยลดอัตราการไหลของน้ำหล่อเย็นถึง 5 เท่า จาก 5.0 ลิตร/นาที ลดลงถึง 1.0 ลิตร/นาที โดยไม่มีผลกระทบต่อคุณภาพผิวชิ้นงานและพลังงานทางไฟฟ้าที่ใช้ในขณะเจียรนัย

(Marinescu et al., 2004, 2007). [2] จำนวนปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการเจียรนัยภายในทรงกระบอก ซึ่งผลจากกระบวนการกลศาสตร์การเคลื่อนไหว อุปสรรคที่สำคัญที่สุดคือพื้นที่ที่ยาวมากของการสัมผัสกันระหว่างหินเจียรนัยกับชิ้นงาน มักจะเกิดความแตกต่างเล็กน้อยของหินเจียรนัยกับเส้นผ่าศูนย์กลาง สภาวะที่ยากสำหรับการเจียรนัย คือการระบายความร้อนที่เหมาะสมในบริเวณเจียรนัยมีความสำคัญมากที่จะส่งถึงคุณภาพผิวชิ้นงาน เช่นเดียวกับความมั่นคงและการทำซ้ำของกระบวนการเจียรนัยในระยะเวลานาน อันเป็นผลมาจากเครื่องมือและสิ่งที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของชิ้นงาน พลังงานกลที่เข้าสู่กระบวนการเจียรนัยส่วนใหญ่จะถูกเปลี่ยนเป็นความร้อน ความร้อนนี้นำไปสู่การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิในพื้นที่ของการสัมผัสระหว่างหินเจียรนัยกับชิ้นงาน ส่วนใหญ่เกิดจากการเสียดสีและกระบวนการเปลี่ยนรูปที่นำไปสู่การก่อตัวชิปและการจำกัดวัสดุ ระยะของการสัมผัสกันระหว่างส่วนประกอบของพื้นผิวเจียรนัยที่ใช้งาน (GWAS)

และบริเวณผิวทำให้การจำกัดความร้อนจากบริเวณเจียรนัยภายในรูปทรงกระบอกเป็นหนึ่งปัจจัยที่สำคัญในการดำเนินการที่มีประสิทธิภาพในการตัดเฉือน (Machining).

(Marinescu et al., 2004, 2007; Jackson and Davim, 2012; Klocke, 2009) [3] อุณหภูมิที่เพิ่มมากขึ้นในกระบวนการเจียรนัยอาจนำไปสู่การสร้างความบกพร่องของผิวชิ้นงาน เช่น รอยแตกร้าวขนาดเล็กๆ การเจียรนัยไหม้หรือโหลดความเครียดที่ไม่เอื้ออำนวยในชั้นบนสุด ยิ่งไปกว่านั้นอุณภูมิที่เพิ่มสูงมากขึ้นในบริเวณการเจียรนัยทำให้เกิดการสึกหรอมากเกินไปของส่วนประกอบของหินเจียรนัย (เม็ดตัดและตัวประสาน) อิทธิพลของพลาสติกที่มีอุณหภูมิสูงเป็นจุดคมตัดที่ใช้งานอยู่นอกจากนี้ความร้อนอาจทำให้เกิดการสึกหรอของตัวประสานและบิ่นก่อนเวลาที่เหมาะสมของเม็ดตัดของ GWAS ก่อนเวลาที่เหมาะสม

ซึ่งจากตัวอย่างเหล่านี้ล้วนแล้วแต่เป็นวิธีการที่นำไปสู่กระบวนการลดต้นทุนการผลิตนั้นเอง

2.ทฤษฎี

ในการเจียรนัยภายในของชิ้นส่วนแบริ่งส์ จะมีส่วนที่สัมผัสกันระหว่างหินเจียรนัยกับชิ้นงานซึ่งจะมีตัวแปรหลายตัวที่มีผลต่อการเจียรนัยภายในชิ้นส่วนแบริ่งส์ เช่น ความเร็วรอบของหิน ความเร็วรอบชิ้นงาน ความเร็วตัดของหิน และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางหินเจียรนัย

2.1 ในกระบวนการตัดเฉือนชิ้นงานจะต้องรู้ค่าความเร็วตัด ซึ่งคำนวณได้จากสูตร

$$V = \frac{\pi d n}{1000} \qquad (1)$$

π คือ ค่าคงที่ มีค่าเท่ากับ 3.14

d คือ เส้นผ่านศูนย์กลางของหินเจียรนัย

n คือ ความเร็วรอบของหินเจียรนัย

2.2 ในการเจียรนัยชิ้นงาน พลังงานที่ใช้ในการตัดเฉือนคำนวณได้จากสูตร

$$U = \frac{P}{(V \times D \times B \times \pi)/2000} \qquad (2)$$

P คือ กำลังที่ใช้ในการเจียรนัย

V คือ ความเร็วตัด

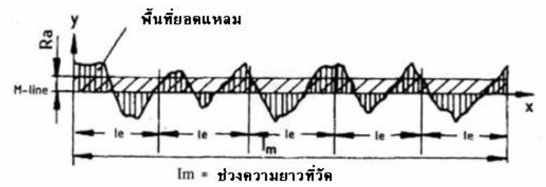
D คือ เส้นผ่านศูนย์กลาง Bore ของชิ้นงาน

π คือ ค่าคงที่ มีค่าเท่ากับ 3.14

และมีเกณฑ์ในการวัดคุณภาพผิวของชิ้นงานที่ผ่านการเจียรนัย คือ

2.3 ค่าความหยาบชิ้นงาน

ความหยาบผิวเฉลี่ยเลขคณิต (Roughness Average: Ra) เป็นการแสดงความหยาบด้วยค่าเฉลี่ยของพื้นที่ผิวที่วัด ซึ่งเป็นค่าที่นิยมใช้กันมากที่สุด และหลายมาตรฐานมักจะนิยมใช้ในการกำหนดมาตรฐานความหยาบผิว วิธีการหาความหยาบผิว การหาความหยาบผิวเฉลี่ยเลขคณิตได้จากการรวมพื้นที่ยอดแหลมของคลื่นเหนือเส้นกึ่งกลาง (M-Line) กับพื้นที่ยอดแหลมของคลื่นใต้เส้นกึ่งกลางหารด้วยความยาวเฉลี่ย (Lm) โดยค่าของ Ra มีหน่วยวัดเป็นไมโครเมตร (μm)

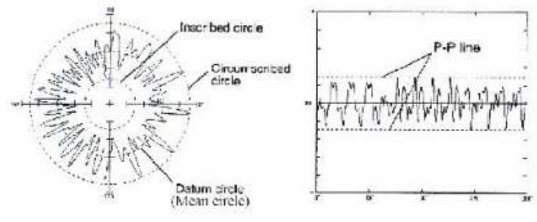


รูปที่ 1 แสดงวิธีหาความหยาบของผิวชิ้นงาน

2.4 ค่าความกลมของชิ้นงาน

ค่าความกลมที่ใช้ในงานทดลองนี้ จะใช้เป็นแบบ ค่าความกลมแบบพีคทูพีค (Peak to Peak: P-P) ค่าความกลมแบบนี้มีลักษณะของการหาค่าความกลมแตกต่างของขนาดผิวชิ้นงานที่เบี่ยงเบนออกไปจากเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยมากที่สุดด ค่าความกลมแบบนี้จะบ่งชี้ความสามารถในการสวมประกอบระหว่างแบริ่งส์และเพลา เมื่อค่าความกลมแบบพีคทูพีคนั้นมีค่ามากอาจจะแสดงให้เห็นว่าแบริ่งส์และเพลาอาจจะเกิดการเสียดสีขึ้นได้ ซึ่งค่าความ

กลมแบบนี้ สามารถหาได้จากค่าขนาดของชิ้นงานโตที่สุดลบด้วยค่าขนาดของชิ้นงานเล็กที่สุด ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 แสดงค่าความกลมแบบพีคทูพีค (Tokyo Seimitsu Co., Ltd.)

2.5 กระบวนการเจียรนัย

หลักการทำงานของการเจียรนัยภายในชิ้นส่วนแบริ่งส์ โดยมีหลักการทำงานดังนี้ ชุดชิ้นงานถูกจับยึดกับ Backing plate ด้วยอำนาจแม่เหล็กและรองรับชิ้นงานด้วย Shoe ชิ้นงานจะหมุนในความเร็วรอบที่กำหนด จากนั้นชุดเกจจะเคลื่อนที่เข้ามาวัดชิ้นงานบริเวณจุดที่จะทำการเจียรนัย หลังจากนั้นชุด Grinding wheel จะเคลื่อนที่เข้ามาตำแหน่งกึ่งกลางของชิ้นงานในแนวแกน X(-) จากนั้นชุดชิ้นงานจะเคลื่อนที่เข้ามาหาหินเจียรนัยด้วยความเร็วที่กำหนดไว้จนถึงระยะจุดสิ้นสุดในแนวแกน Z(+) ชุดเกจก็จะสั่งงานให้ชุดชิ้นงานถอยออกในแนวแกน Z(-) จากนั้นชุด Grinding wheel ก็จะถอยออกพร้อมกับชุดเกจในแนวแกน X(+) แล้วเครื่องจะทำการโหลดชิ้นงานออกอัตโนมัติซึ่งจะทำในลักษณะเดียวกันในชิ้นงานตัวต่อๆไป

2.6 การทำงานของ Mode CBN ไปสู่ Mode normal

Mode CBN คือ กระบวนสร้างคมตัดของหินเจียรนัยจากการขึ้นรูปหน้าหินเสร็จ (Dress) ในชิ้นงานตัวที่ 1 ถึง 6 หลังจากนั้น ชิ้นงานตัวที่ 7 ก็จะกลับมาใช้ Mode normal ตามปกติ ซึ่งการทำงานในโหมดนี้ จะเป็นในลักษณะการป้อนชิ้นงานเข้าหาหิน (Feed) จากอัตราการตัดเฉือนที่น้อยๆแล้วค่อยเพิ่มขึ้นตามลำดับ มีเหตุผลเนื่องจากหลังการขึ้นรูปหน้าหินใหม่ ที่บริเวณผิวหินเจียรนัยจะประกอบไปด้วยเม็ดตัดกับตัวประสาน (กาว) จึงมีความจำเป็นต้องจัดการเอาตัวประสานออกในปริมาณที่พอดี เพื่อให้เหลือความยาวของเม็ดตัดที่เหมาะสมกับการใช้งาน

โดยใช้อัตราการตัดเฉือนดังนี้

Mode CBN Rough 2 = 25 um/s

Mode CBN เจียรงาน 6 ชิ้น = 12.5 um/s

ชิ้นที่ 1 อัตราการตัดเฉือน = 25 um/s

ชิ้นที่ 2 อัตราการตัดเฉือน = 37.5 um/s

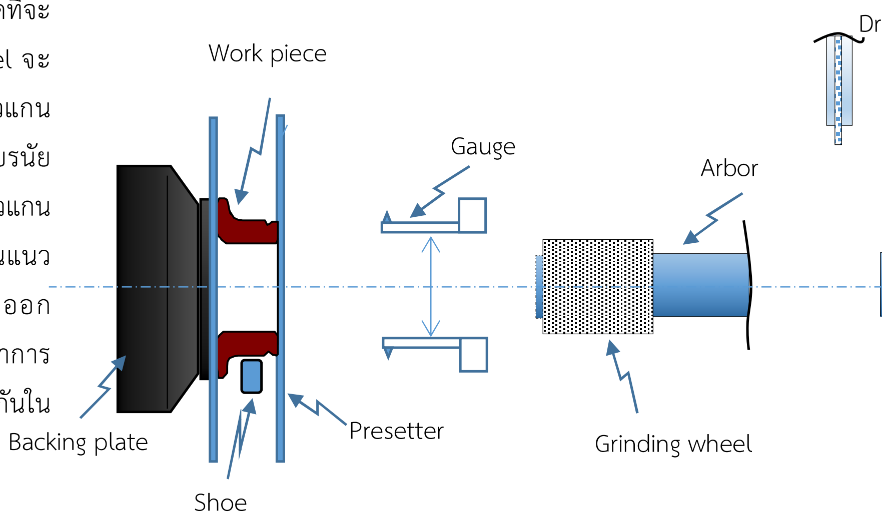
ชิ้นที่ 3 อัตราการตัดเฉือน = 50 um/s

ชิ้นที่ 4 อัตราการตัดเฉือน = 62.5 um/s

ชิ้นที่ 5 อัตราการตัดเฉือน = 75 um/s

ชิ้นที่ 6 อัตราการตัดเฉือน = 87.5 um/s

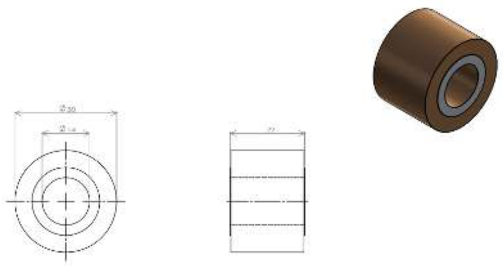
หลังจากนั้น ก็จะเริ่มเข้าสู่ Mode normal ชิ้นที่ 7 จะใช้ความเร็วที่ 100 um/s



รูปที่ 3 แสดงเครื่องมือและอุปกรณ์การทดลอง

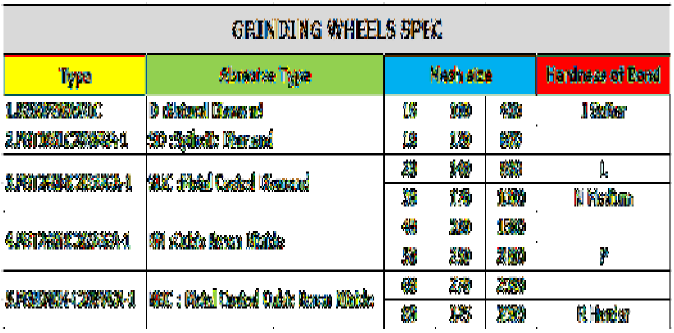
2.7 รูปชิ้นงานและหินเจียรนัยทรงกระบอก

รูปที่ 4 แสดงภาพชิ้นส่วนของแบริ่งส์



รูปที่ 5 แสดงภาพหินเจียรนัยทรงกระบอก

2.8 รายละเอียดหินเจียรนัยทรงกระบอก



GRINDING WHEELS SPEC					
Type	Abrasive Type	Mesh size			Hardness of Bond
1.[illegible]	D : Natural Diamond	16	100	400	J Softer
2.[illegible]	SD : Synthetic Diamond	18	120	600	
3.[illegible]	SDC : Metal Coated Diamond	24	140	800	L
		30	170	1000	N Medium
4.[illegible]	CBN : Cubic Boron Nitride	46	200	1500	
		50	230	2000	P
5.[illegible]	CBNC : Metal Coated Cubic Boron Nitride	60	270	2500	
		80	325	3000	R Harder

รูปที่ 6 แสดงรายละเอียดของหินเจียรนัย

3. การทดลอง

1. ทำการเปลี่ยนหินแล้วใส่สเปคหินที่ต้องการทดลอง

2. ทำการต่อ Power meter เข้ากับมอเตอร์

3. ทำการขึ้นรูปหน้าหิน (Dress) ซึ่งเครื่องจะทำการขึ้นรูปหน้าหินอัตโนมัติ โดยขึ้นรูปจากขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 30 mm ให้เหลือ 29.7 mm

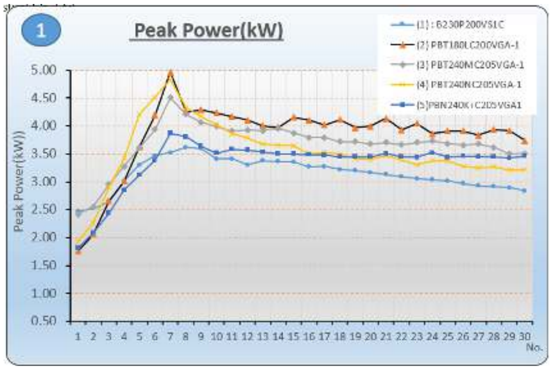
4. จากนั้นเริ่มทำการทดลองโดยสตาร์ทเครื่องเจียรนัยและใส่ชิ้นงานลงไปพร้อมกับเปิด Power meter เพื่อบันทึกค่ากำลังมอเตอร์ เมื่อเครื่องเริ่มเจียรงานชิ้นแรกเครื่องก็จะทำการโหลดชิ้นงาน เข้า-ออก อัตโนมัติ เราจะทำการเจียรนัยชิ้นงานจำนวน 200 ชิ้นต่อเนื่องกัน โดยไม่มีการขึ้นรูปหน้าหินใหม่เพื่อที่ต้องการทราบ limit test ของหินชนิดนั้นๆ หลังจากนั้นจะนำชิ้นที่ถูกเจียรนัยเสร็จสิ้นแล้วไปทำการวัดค่าคุณภาพผิวของชิ้นงานในทุกๆ 20 ชิ้น ดังนี้ ชิ้นที่ 20,40,60,80,100,120,140,160,180 และชิ้นที่ 200 ค่าคุณภาพผิวชิ้นงานที่จะทำการวัดคือ ความกลมของชิ้นงาน (Roundness) ความหยาบของผิวชิ้นงาน (Roughness) การสึกหรอของหิน (Wear) และรูปร่างของชิ้นงาน (Profile)

3.1 เงื่อนไขในการทดลอง

ในการทดลองนี้ จะใช้เงื่อนไขในการเจียรนัยเดียวกัน

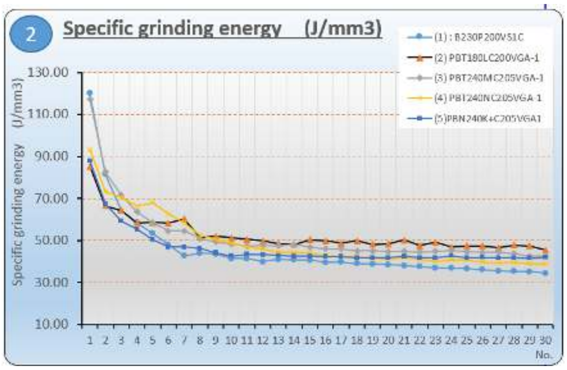
4. ผลการทดลอง

4.1 ค่ากำลังไฟฟ้ามอเตอร์ขณะเจียรนัย



รูปที่ 7 จากกราฟแสดงแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำลังงานทางไฟฟ้ากับจำนวนชิ้นงานที่ถูกเจียรนัยด้วยหินเจียรทั้ง 5 ชนิด จากกราฟจะเห็นได้ว่า หินชนิดที่ 1 ใช้กำลังงานทางไฟฟ้าเริ่มจาก 2.48 kw ไปถึง 3.62 kw แล้วค่อยๆลดลงมาในค่าที่ใกล้เคียงกัน หินชนิดที่ 2 ใช้กำลังงานทางไฟฟ้าเริ่มจาก 1.76 kw ไปถึง 4.96 kw แล้วค่อยๆลดลงมาในค่าที่ใกล้เคียงกัน

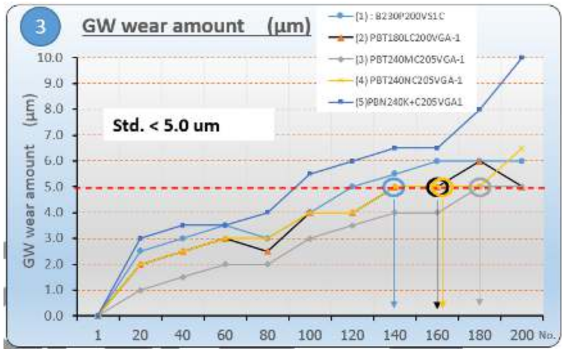
4.2 ค่าพลังงานในขณะเจียรนัย



รูปที่ 8 จากกราฟแสดงแสดงความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานงานทางไฟฟ้ากับจำนวนชิ้นงานที่ถูกเจียรนัยด้วยหินเจียรทั้ง 5 ชนิด

จากกราฟจะเห็นได้ว่า พลังงานทางไฟฟ้าที่ใช้ในขณะเจียรนัยชิ้นงานของหินแต่ละชนิดมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน แต่มีหินชนิดที่ 1 ใช้พลังงานทางไฟฟ้าเริ่มจาก 120.19 J/mm3 ลดลงมาที่ 42.73 J/mm3 (ในชิ้นงานตัวที่ 7) แล้วค่อยๆลดลงมาในค่าใกล้เคียงกันของชิ้นงานตัวที่ 8 เป็นต้นไป แสดงให้เห็นถึง การตัดเฉือนที่ดีใช้พลังงานน้อยกว่าหินชนิดอื่น ส่วนหินที่ใช้พลังงานมากกว่าหินชนิดอื่น คือ หินชนิดที่ 2 ใช้พลังงานทางไฟฟ้าเริ่มจาก 85.51 J/mm3 ลดลงมาที่ 51.61 J/mm3 (ในชิ้นงานตัวที่ 7) แล้วค่อยๆลดลงมาในค่าใกล้เคียงกัน แสดงให้เห็นถึงการตัดเฉือนที่ไม่ดี ทำให้ต้องใช้พลังงานมากกว่าหินชนิดอื่น

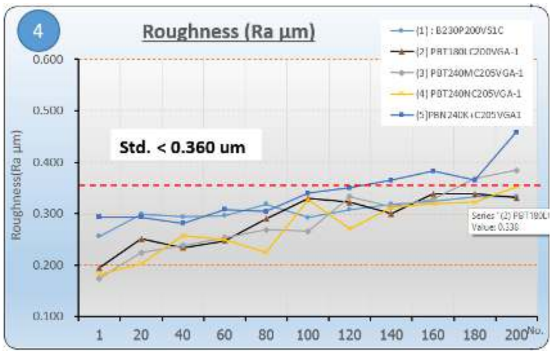
4.3 ค่าการสึกหรอของหินเจียรนัย



รูปที่ 9 จากกราฟแสดงแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการสึกหรอหินกับจำนวนชิ้นงานที่ถูกเจียรนัยด้วยหินเจียรทั้ง 5 ชนิด

โดยค่ามาตราฐานของการสึกหรอของหินต้องไม่เกิน 5 um เพราะว่าถ้ามากกว่า 5 um จะส่งผลในส่วนของขนาดชิ้นงานไม่มีความเสถียร แกว่งไปมา ดังนั้นเมื่อเปรียบเทียบการสึกหรอของหินแต่ละชนิดจากกราฟพบว่า หินชนิดที่ 5 เกิดการสึกหรอมากกว่า 5 um หลังจากเจียรชิ้นงานผ่านไป 100 ชิ้น ซึ่งน้อยกว่าหินชนิดอื่น แสดงให้เห็นถึงอายุการใช้งานที่น้อยกว่าหินชนิดอื่นๆ ส่วนหินชนิดที่ 3,4 เกิดการสึกหรอมากกว่า 5 um หลังจากเจียรชิ้นงานผ่านไป 180 ชิ้น ซึ่งมากกว่าหินชนิดอื่น แสดงให้เห็นถึงหินมีอายุการใช้งานที่ยาวนานกว่าหินชนิดอื่น

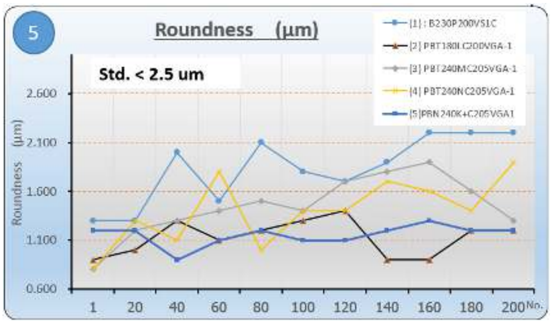
4.4 ค่าความหยาบผิวชิ้นงาน



รูปที่ 10 จากกราฟแสดงแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความหยาบกับจำนวนชิ้นงานที่ถูกเจียรนัยด้วยหินเจียรทั้ง 5 ชนิด

โดยมีค่ามาตราฐานความหยาบผิวชิ้นงานไม่เกิน 0.360 um จากกราฟค่าความหยาบของผิวชิ้นงานที่ผ่านการเจียรนัยจากหินในแต่ละชนิด มีแนวโน้มและทิศทางความหยาบผิวจากน้อยไปหามากขึ้นเรื่อยๆ ตามจำนวนชิ้นงานที่เพิ่มขึ้นด้วย จากหินทั้ง 5 ชนิด จะเห็นว่าหินชนิดที่ 1,2,4 มีค่าความหยาบผิวชิ้นงานที่ไม่เกิน 0.360 um จากการเจียรชิ้นงาน 200 ชิ้น แสดงให้เห็นถึงคุณภาพผิวชิ้นงานที่ดี ถึงแม้จะผ่านการใช้งานที่นานแต่หินยังสามารถรักษาคมตัดได้ดี ส่วนหินชนิดที่ 3,5 มีค่าความหยาบผิวชิ้นงานเกิน 0.360 um ตั้งแต่ชิ้นงานที่ 120 และ 180 แสดงให้เห็นว่าหินมาสามารถรักษาคมตัดไว้ได้นานส่งผลให้คุณภาพผิวชิ้นงานไม่ดี

4.5 ค่าความกลมของชิ้นงาน



รูปที่ 11 จากกราฟแสดงแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความกลมกับจำนวนชิ้นงานที่ถูกเจียรนัยด้วยหินเจียรทั้ง 5 ชนิด

โดยมีค่ามาตราฐานความกลมชิ้นงานไม่เกิน 2.5 um จากกราฟหินเจียรนัยทั้ง 5 ชนิด เจียรนัยชิ้นงานชนิดละ 200 ชิ้น พบว่าหินชนิดที่ 2,3,4,5 มีค่าความกลมชิ้นงานไม่เกิน 2.5 um แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของคมตัดหินกับความเร็วรอบการหมุนของหินกับชิ้นงานไปในทิศทางเดียวกันไม่เกิดแรงต้านมากกว่าแรงคมตัด ส่วนหินชนิดที่ 1 มีค่าความกลมชิ้นงานเกิน 2.5 um และค่ากระโดดไปมา เมื่อเจียรชิ้นงานผ่านไป 150 ชิ้น แสดงให้เห็นถึงความเร็วรอบหินกับชิ้นงานไม่สัมพันธ์กันเนื่องจากหินเกิดการหลุดร่อนของเม็ดตัดที่มากเกินไป

5. สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองและเปรียบเทียบค่าต่างๆของหินเจียรนัยทั้ง 5 ชนิด

หินชนิดที่ 1 B230P200VS1C ใช้กำลังงานไฟฟ้าและพลังงานทางไฟฟ้าน้อยกว่าหินชนิดอื่น แต่มีค่าการสึกหรอของหินที่มากเกินค่ามาตรฐาน 5 um เมื่อเจียรนัยชิ้นงานผ่านไป 120 ชิ้น เท่านั้นเอง และค่าความกลมของชิ้นงานก็สูงเกินค่ามาตราฐาน 2.5 um เมื่อเจียรนัยชิ้นงานผ่านไป 160 ชิ้น แต่มีค่าความหยาบผิวชิ้นงานอยู่ในเกณฑ์มาตราฐาน

หินชนิดที่ 2 PBT180LC200VGA-1 ใช้กำลังไฟฟ้าและพลังงานทางไฟฟ้ามากกว่าหินชนิดอื่น และมีค่าการสึก

หรออยู่ในระดับปานกลาง แต่มีค่าความหยาบและค่าความกลมของชิ้นงานไม่เกินมาตราฐาน

หินชนิดที่ 3 PBT240MC205VGA-1 ใช้กำลังไฟฟ้าและพลังงานทางไฟฟ้าอยู่ในระดับปานกลางถึงสูง แต่มีค่าการสึกหรอที่น้อยกว่าหินชนิดที่ 1,2,5 และค่าความหยาบผิวเกินมาตรฐานเมื่อเจียรนัยชิ้นงานผ่านไป 180 ชิ้น ส่วนค่าความกลมชิ้นงานอยู่ในระดับดี

หินชนิดที่ 4 PBT240NC205VGA-1 ใช้กำลังไฟฟ้าและพลังงานทางไฟฟ้าอยู่ในระดับปานกลาง มีค่าการสึกหรอที่น้อยกว่าหินชนิดที่ 1,2,5 สามารถเจียรนัยชิ้นงานผ่านไป 180 ชิ้น ค่าการสึกหรอยังไม่เกินมาตรฐาน มีค่าความหยาบและค่าความกลมของชิ้นงานอยู่ในมาตราฐานทั้งหมด

หินชนิดที่ 5 PBN240KC205VGA-1 ใช้กำลังไฟฟ้าและพลังงานทางไฟฟ้าอยู่ในระดับปานกลาง แต่มีการสึกหรอของหินมากกว่าหินชนิดอื่น เมื่อเจียรนัยชิ้นงานผ่านไป 100 ชิ้น และมีค่าความหยาบเกินมาตรฐานที่ ชิ้นงานตัวที่ 120 ส่วนค่าความกลมชิ้นงานอยู่ในระดับปานกลาง

เมื่อเปรียบเทียบอายุการใช้งานของหินแต่ละชนิดจากค่าการสึกหรอของหินพบว่า หินชนิดที่ 3,4 มีค่าการสึกหรอที่น้อย สามารถเจียรนัยชิ้นงานได้ถึง 180 ชิ้น ต่อการขึ้นรูปคมตัดหินหนึ่งครั้ง ซึ่งจะทำให้อายุการใช้งานยาวนานกว่าหินชนิดอื่น แต่เปรียบเทียบระหว่างหินสองชนิดนี้ในเรื่องคุณภาพความหยาบผิวและความกลมของชิ้นงาน หินชนิดที่ 4 เป็นหินที่ดีกว่าหินชนิดที่ 3 ถ้านำไปใช้งานในกระบวนการผลิตหินชนิดที่ 4 จะมีความคุ้มค่าในด้านคุณภาพและด้านต้นทุนการผลิตได้เป็นอย่างดี

6. เอกสารอ้างอิง

6.1 บทความจากวารสาร (Journal)

[1] Krzysztof Nadolny Department of production Engineering, Faculty of Mechanical Engineering, Koszalin University of Technology, Raciawicka 15-17,75-620, Koszalin, Poland

[2] Davim, J.P., 2013. Green Manufacturing: Processes and systems. Springer-Verlag, Berlin.

[3] Jackson, M.J., Davim, J.P., 2010. Machining with Abrasives. Springer, New York.

[4] Klock, F., 2011. Manufacturing Process 2: Grinding, Honing, Lapping. Springler-Verlag, Berlin.

[5] Marinescu, ID., Hitchiner, M., Uhlmann, E., Rowe, W.B., Inasaki, I., 2007. Handbook of Machining with grinding Wheels. CRC Press, Boca Raton.

[6] Marinescu, ID., Rowe, W.B., Dimitrov, B., Inasaki, I., 2004. Tribology of Abrasive Machining Processes. William Andrew, Inc., Norwich.

[7] Nadolny, K., Slowinski, B., 2011. The effects of wear upon the axial profile of a grinding wheels for internal cylindrical grinding. Adv. Tribol. 2011, 11 doi : http://dx.doi.org/10.1155/2011/516202 Article ID 516202

[8] Nakajima, T., Okamura, K., Uno, Y., 1984. Traverse grinding techniques for improving both productivity and surface finish. In: International Grinding Conferece, Fontana, Wisconsin, SME, Mr 84-534, Aug. 27-29.

6.2 รายงาน

[1] วิวัฒน์ มณีกองกล้า (2550) การออกแบบและสร้างเครื่องวัดความกลมแบบกึ่งอัตโนมัติโดยประยุกต์จากเครื่องมือวัดโดยใช้ลม