



รายงานโครงการวิจัย
การสร้างชุดอุปกรณ์ลับคมตัดดอกกัด (End Mill) บนเครื่องกลึงขนาดเล็ก
(CONSTRUCTION EQUIPMENT SHARPENING MILLING CUTTER
(End Mill) ON A SMALL LATHE MACHINE)

นายวิษณุ แฝงเมือง
นายนิรันดร์ พรหมเกษา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พงษ์ศักดิ์ เกิดลาภี
ว่าที่ร้อยตรี วิกร วงษ์เสถียร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุวันชัย ลินโพธิ์

คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์
โครงการวิจัยนี้ได้รับงบประมาณจากเงินกองทุนส่งเสริมงานวิจัย พ.ศ. 2561
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ



รายงานโครงการวิจัย
การสร้างชุดอุปกรณ์ลับคมตัดดอกกัด (End Mill) บนเครื่องกลึงขนาดเล็ก
(CONSTRUCTION EQUIPMENT SHARPENING MILLING CUTTER
(End Mill) ON A SMALL LATHE MACHINE)

คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์
โครงการวิจัยนี้ได้รับงบประมาณจากเงินกองทุนส่งเสริมงานวิจัย พ.ศ. 2561
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

ชื่อเรื่องงานวิจัย

การสร้างชุดอุปกรณ์ลับคมตัดดอกกัด (End Mill) บนเครื่องกลึงขนาดเล็ก
(CONSTRUCTION EQUIPMENT SHARPENING MILLING CUTTER (End Mill) ON A SMALL LATHE MACHINE)

ผู้เขียน

นายวิชณุ แผงเมือง
นายนิรันดร์ พรหมเกษา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พงษ์ศักดิ์ เกิดลาภี
ว่าที่ร้อยตรี วิกร วงษ์เสถียร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุวันชัย สิ้นโพธิ์

งบประมาณ

กองทุนส่งเสริมงานวิจัย ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2561

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยนี้เพื่อออกแบบและสร้างชุดอุปกรณ์ลับคมตัดดอกกัดติดตั้งไว้บนเครื่องกลึงขนาดเล็ก และถ่ายทอดองค์ความรู้ขั้นตอนและวิธีการลับคมตัดดอกกัดด้วยชุดอุปกรณ์ลับคมตัดดอกกัดที่สร้างขึ้นให้กับนักศึกษา เพราะดอกกัดสึกหรอที่ผ่านกระบวนการตัดเฉือนใช้งานในระยะเวลาหนึ่งจะเกิดการสึกหรอที่คมตัด จึงทำให้ประสิทธิภาพการตัดเฉือนของดอกกัดลดน้อยลง ส่งผลให้เกิดเสียงดังในเวลาทำการตัดเฉือน ขนาดของชิ้นงานผิดพลาด และที่สำคัญคือ ส่งผลถึงความละเอียดของผิวงาน

การดำเนินโครงการวิจัยใช้ตัวแปรในการศึกษาหาประสิทธิภาพของชุดอุปกรณ์ลับคมตัดดอกกัดบนเครื่องกลึงขนาดเล็กดังนี้ ดอกกัด (End Mill) ในการทดสอบมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 มิลลิเมตร ผลิตจากเหล็กโรบสูง (High Speed Steel) ประกอบด้วย ดอกกัดคมตัดด้านหน้าสึกหรอ ดอกกัดใหม่ และดอกกัดที่ผ่านการลับคมตัดด้วยอุปกรณ์ลับคมตัด วัสดุชิ้นงานทดสอบเป็นเหล็กแผ่นแบน AISI 1020 ความเร็วตัด 20 เมตรต่อนาที อัตราป้อนที่ใช้ 0.04, 0.07 และ 0.10 มิลลิเมตรต่อฟัน และนำชิ้นงานที่ทดสอบมาทำการวัดทดสอบความเรียบผิวรอยกัด

ผลการทดสอบความเรียบผิวรอยกัดที่กัดด้วยดอกกัดที่ผ่านการลับคมตัดใหม่ด้วยชุดอุปกรณ์ลับคมตัดดอกกัดที่สร้างขึ้น ให้ค่าเฉลี่ยความเรียบผิวอยู่ที่ 2.50, 2.63 และ 3.41 ไมโครเมตรตามลำดับ อัตราป้อนที่ใช้ ความสามารถทำให้รอยกัดมีผิวเรียบของดอกกัดที่ผ่านการลับคมตัดใหม่คิดเป็น 61.20, 57.03 และ 59.53 เปอร์เซนต์ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับความเรียบผิวรอยกัดที่กัดด้วยดอกกัดใหม่

คำสำคัญ : ดอกกัด, ลับคมตัด, ความเรียบผิว

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับความกรุณาจากสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ที่พิจารณาอนุมัติเงินงบประมาณในการดำเนินงานโครงการวิจัยในครั้งนี้ จนโครงการวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงสมบูรณ์เป็นอย่างดี คณะผู้ดำเนินโครงการวิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบคุณสาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์พระนครศรีอยุธยา หันตรา ที่ให้การสนับสนุนใช้เครื่องมือเครื่องจักร อุปกรณ์จับยึด ตลอดจนระบบสาธารณูปโภคต่างๆ จนโครงการวิจัยนี้สำเร็จสมบูรณ์ ขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ที่ให้ความอนุเคราะห์ดำเนินการด้านเอกสารที่เกี่ยวข้องกับโครงการวิจัยนี้ ขอขอบคุณทางหุ้นส่วนจำกัด วาย พี ออโต้พาร์ท ที่ให้การสนับสนุนด้านการผลิตชิ้นส่วนและทดสอบชิ้นงานทดลอง และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ที่ให้คำปรึกษา แนะนำ ตลอดจนให้ความช่วยเหลือทางด้านเทคโนโลยี ในการดำเนินงานโครงการวิจัยในครั้งนี้

ท้ายที่สุดนี้ หากโครงการวิจัยนี้มีข้อบกพร่องผิดพลาดประการใด คณะผู้ดำเนินโครงการวิจัยต้องขออภัยและยินดีน้อมรับคำชี้แนะ เพื่อนำไปปรับปรุงพัฒนาในโครงการวิจัยต่อไป

คณะผู้ดำเนินโครงการวิจัย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
สารบัญภาพ	ช
สารบัญตาราง	ณ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	1
1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย	2
1.4 ทฤษฎี สมมุติฐาน	2
1.5 ประโยชน์ที่จะได้รับจากโครงการวิจัย	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ทฤษฎีเครื่องกลึงยืนศูนย์	3
2.2 ทฤษฎีล้อหินเจียรระโน	10
2.3 ทฤษฎีเครื่องมือตัด	18
2.4 ทฤษฎีการตัดเฉือนวัสดุ	20
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	22
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน	
3.1 ออกแบบชุดจับยึดล้อหิน และชุดจับยึดดอกกัด	25
3.2 ปรับแต่งชุดระบบส่งกำลัง	25
3.3 จัดสร้างชิ้นส่วนอุปกรณ์ลับคมตัดตามแบบงาน	26
3.4 ขั้นตอนประกอบชิ้นส่วน	28
บทที่ 4 ผลการทดลอง	
4.1 การเตรียมดอกกัดและชิ้นงานทดสอบ	32
4.2 การทดสอบความเรียบผิว	34

บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง	39
5.2 ข้อเสนอแนะ	40
เอกสารอ้างอิง	41
ภาคผนวก	43
ภาคผนวก ก ตารางข้อมูลผลการทดสอบความเรียบผิว	44
ภาคผนวก ข ประวัติผู้เขียน	47

สวพ.มทร.สุวรรณภูมิ

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 เครื่องกลึงยันทันศูนย์กลาง (Center Lathe)	3
2.2 เครื่องกลึงแนวตั้ง (Vertical Lathe)	4
2.3 เครื่องกลึงหน้างาน (Facing Lathe)	4
2.4 เครื่องกลึงป้อมมีดหมุน (Turret Lathe)	5
2.5 ส่วนประกอบของเครื่องกลึงยันทันศูนย์กลาง	5
2.6 ส่วนประกอบของแท่นเลื่อน	6
2.7 ชุดยันทันศูนย์กลางท้ายแท่น	7
2.8 ส่วนประกอบของชุดระบบป้อน	7
2.9 แขนโยกชุดเฟืองป้อน	8
2.10 ชุดเฟืองแบบเปิด	8
2.11 ชุดเฟืองแบบปิด	9
2.12 ตำแหน่งเพลานำและเพลाप้อน	9
2.13 ส่วนประกอบของล้อหินเจียรระไน	10
2.14 ภาพหน้าตัดล้อหินเจียรระไนรูปร่างมาตรฐาน	17
2.15 รูปร่างมาตรฐานของล้อหินเจียรระไนแบบวงล้อเพชร	18
3.1 แผนขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย	24
3.2 การออกแบบชุดขึ้นส่วนอุปกรณ์จับยึดดอกกัด	25
3.3 การปรับแต่งชุดระบบส่งกำลัง	26
3.4 กลึงชุดจับยึดล้อหินเจียรระไน	26
3.5 ผลิตชุดปรับองศา	27
3.6 ผลิตชิ้นส่วนกำหนดตำแหน่งฟันกัด	27
3.7 ผลิตแผ่นสเกลบอกองศา	28
3.8 ประกอบชุดปรับองศาบนแท่นเลื่อนขวาง	29
3.9 ประกอบชุดปรับดอกกัดแนวตั้ง และกระบอกล้อจับยึดหัวจับดอกกัด	29
3.10 ชุดอุปกรณ์ลับคมตัดดอกกัด (End Mill) บนเครื่องกลึงขนาดเล็กหลังการประกอบ	30
3.11 ขั้นตอนการทดสอบการทำงาน	30
4.1 ตัวอย่างชิ้นงานกัดทดสอบ	31

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.2 คมตัดด้านหน้าดอกกัด	32
4.3 เครื่องกัด (Milling Machine) ที่ใช้ในการกัดทดสอบ	32
4.4 กัดทดสอบชิ้นงาน	33
4.5 การทดสอบความเรียบผิว	34
4.6 ค่าเฉลี่ยความเรียบผิวชิ้นงานกัดทดสอบ ที่อัตราป้อน 0.04 มิลลิเมตรต่อฟัน	34
4.7 ค่าเฉลี่ยความเรียบผิวชิ้นงานกัดทดสอบ ที่อัตราป้อน 0.07 มิลลิเมตรต่อฟัน	35
4.8 ค่าเฉลี่ยความเรียบผิวชิ้นงานกัดทดสอบ ที่อัตราป้อน 0.10 มิลลิเมตรต่อฟัน	36
4.9 กราฟเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความเรียบผิวชิ้นงานกัดทดสอบ	37

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 อลูมิเนียมออกไซด์	10
2.2 ซิพิกอนคาร์ไบด์	11
2.3 คิวบิกโบรอนไนไตรด์	12
2.4 เพชร	12
2.5 ชนิดของวัสดุประสาน	12
2.6 การจัดแบ่งเกรดของล้อยินเจียร์ไน	14
2.7 ขนาดเกรนของล้อยินเจียร์ไน	14
2.8 การจัดแบ่งโครงสร้างของล้อยินเจียร์ไน	15
2.9 รูปร่างมาตรฐานของล้อยินเจียร์ไน	15

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

ในปัจจุบัน การผลิตชิ้นงานหรือชิ้นส่วนเครื่องจักรกลต่างๆ ได้ให้ความสำคัญกับคุณภาพค่อนข้างสูง โดยพิจารณาจากขนาดและความละเอียดของผิวงาน ปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อความละเอียดผิวงานคือ เครื่องจักร เครื่องมือตัด กระบวนการผลิต การออกแบบ การควบคุมเครื่องจักร ซึ่งส่วนใหญ่ เครื่องจักร เครื่องมือตัด ที่มีอายุการใช้งานยาวนานมักจะเกิดความชำรุดเสียหายของชิ้นส่วนตามสภาพหรือลักษณะการใช้งาน การชำรุดเสียหายของชิ้นส่วนเครื่องมืออาจส่งผลถึงความละเอียดผิว และขนาดของชิ้นงานอีกด้วย

สาขาวิชาเทคนิคอุตสาหกรรม ศูนย์พระนครศรีอยุธยา หันตรา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ได้เปิดทำการเรียนการสอนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ซึ่งได้จัดการเรียนการสอนให้นักศึกษาได้ฝึกปฏิบัติ เกี่ยวกับการเตรียมผิวชิ้นงาน ทักษะการใช้เครื่องจักรกล จากเครื่องจักรกลพื้นฐาน เพื่อให้เกิดทักษะความชำนาญ เช่น การใช้เครื่องกลึง เครื่องเจาะ เครื่องไส และเครื่องกัด โดยเฉพาะการเตรียมผิวงานและชิ้นส่วนต่าง ๆ ด้วยเครื่องกัด แต่ละลักษณะของชิ้นงานมีการเลือกประเภท และชนิดของดอกกัด (End mill) ต่างกันไป ขึ้นอยู่กับประสบการณ์ และความพึงพอใจของผู้ใช้ ดังนั้น ดอกกัด เมื่อผ่านกระบวนการตัดเฉือนใช้งานในระยะเวลาหนึ่งจะเกิดการสึกหรอที่คมตัด จึงทำให้ประสิทธิภาพการตัดเฉือนของดอกกัดน้อยลง ส่งผลให้เกิดเสียงดังในเวลาทำการตัดเฉือน ขนาดของชิ้นงานผิดพลาด และที่สำคัญคือ ส่งผลถึงความละเอียดของผิวงาน

ดังนั้น ทางคณะผู้วิจัย ได้เล็งเห็นความสำคัญของการสึกหรอของคมตัดดอกกัด ที่สามารถนำกลับมาลับคมให้เกิดคมตัดใหม่ได้ เปรียบเช่นดอกสว่าน ประกอบกับดอกกัดมีราคาค่อนข้างสูง หากใช้แล้วทิ้งอาจไม่ก่อให้เกิดประสิทธิภาพและความคุ้มค่าสูงสุด ทางคณะผู้วิจัยจึงได้คิดหาวิธีสร้างอุปกรณ์ลับคมตัดดอกกัดบนเครื่องกลึงขนาดเล็กที่มีอยู่ในสาขาวิชา เพื่อนำดอกกัดที่ผ่านการใช้งานเกิดการสึกหรอที่คมตัดด้านหน้า ให้นำกลับมาใช้ใหม่ ก่อให้เกิดประสิทธิภาพ และความคุ้มค่าสูงสุด

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1.2.1 เพื่อออกแบบและสร้างอุปกรณ์ลับคมตัดดอกกัดบนเครื่องกลึงขนาดเล็ก

1.2.2 เพื่อถ่ายทอดองค์ความรู้การลับคมตัดดอกกัดบนเครื่องกลึงขนาดเล็กให้กับนักศึกษา

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

1.3.1 อุปกรณ์ลับคมตัดดอกกัต (End mill) สามารถลับคมดอกกัตที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 5 มิลลิเมตร ถึง 18 มิลลิเมตร

1.3.2 ใช้เครื่องกลึงยันทันขนาดเล็กรุ่น MT 12 เป็นฐานและโครงสร้างเครื่องลับคมตัด

1.3.3 ความเร็วรอบเพลาล้อหินเจียรใน 2,490 รอบต่อนาที

1.4 ทฤษฎี สมมติฐาน (ถ้ามี) และกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย

1.4.1 ดอกกัตที่ผ่านการลับคมใหม่ด้วยชุดอุปกรณ์ลับคมตัดดอกกัตสามารถกลับมาใช้งานใหม่ได้

1.4.2 ดอกกัตที่ผ่านการลับคมตัดใหม่มีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับดอกกัตใหม่

1.5 ประโยชน์ที่จะได้รับจากโครงการวิจัย

1.5.1 นำดอกกัตที่ชำรุด สึกหรอ กลับมาใช้ใหม่ได้

1.5.2 ลดค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อเครื่องมือตัดประเภทดอกกัตในการฝึกปฏิบัติงาน

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางในการจัดทำโครงการวิจัยการสร้างชุดอุปกรณ์ลับคมตัดดอกกัด (End Mill) บนเครื่องกลึงขนาดเล็ก คณะผู้จัดทำได้ศึกษาค้นคว้าข้อมูลทฤษฎีและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นข้อมูลอ้างอิงประกอบการดำเนินโครงการวิจัยดังนี้

- 2.1 ทฤษฎีเครื่องกลึงยืนศูนย์
- 2.2 ทฤษฎีล้อหินเจียรระโน
- 2.3 ทฤษฎีเครื่องมือตัด
- 2.4 ทฤษฎีการตัดเฉือนวัสดุ
- 2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีเครื่องกลึงยืนศูนย์

เครื่องกลึง (Lathe) เป็นเครื่องจักรกลที่สามารถทำงานขึ้นพื้นฐานได้เป็นอย่างดี โดยลักษณะการทำงาน จะยึดชิ้นงานจะหมุนอยู่กับที่และมีเคลื่อนที่เข้าตัดเฉือนชิ้นงาน

เครื่องกลึงที่ใช้ในอุตสาหกรรมทั่วไปที่นิยมใช้กันมีอยู่หลายชนิด แต่ที่นิยมใช้ คือเครื่องกลึงชนิดยืนศูนย์ เพราะเป็นเครื่องจักรกลขึ้นพื้นฐานใช้สำหรับทำชิ้นงานเครื่องมือกล เครื่องกลึงเป็นจุดรวมของเครื่องจักรกลทั้งหมด เนื่องจากสามารถทำงานได้หลายรูปแบบในเครื่องกลึงตัวเดียวกัน การศึกษาเกี่ยวกับเครื่องกลึงจะต้องศึกษาจากเครื่องกลึงยืนศูนย์เป็นขั้นพื้นฐาน ชนิดของเครื่องกลึงสามารถแบ่งออกได้ดังนี้

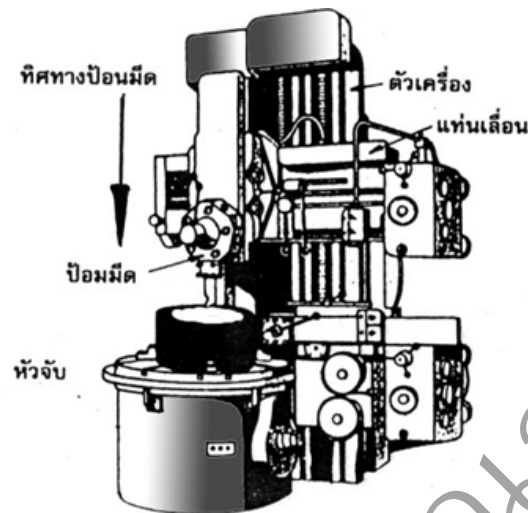
- 1 เครื่องกลึงยืนศูนย์ (Center Lathe)



ภาพที่ 2.1 เครื่องกลึงยืนศูนย์ (Center Lathe)

เครื่องกลึงยืนศูนย์ (Center Lathe) เป็นเครื่องกลึงที่มียืนศูนย์อยู่ทางซ้ายของแท่นกลึง สามารถกลึงชิ้นงานที่มีขนาดความยาวมากๆ และกลึงขึ้นรูปชิ้นงานได้หลากหลายลักษณะ

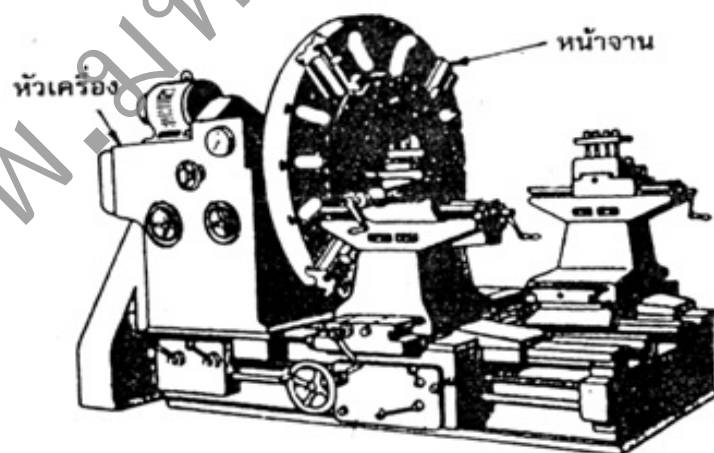
2. เครื่องกลึงแนวตั้ง (Vertical Lathe)



ภาพที่ 2.2 เครื่องกลึงแนวตั้ง (Vertical Lathe)

เครื่องกลึงแนวตั้ง (Vertical Lathe) เหมาะสมกับชิ้นงานที่มีขนาดใหญ่ เช่น ชิ้นงานมีความสูงมากหรือชิ้นงานที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางมากๆ

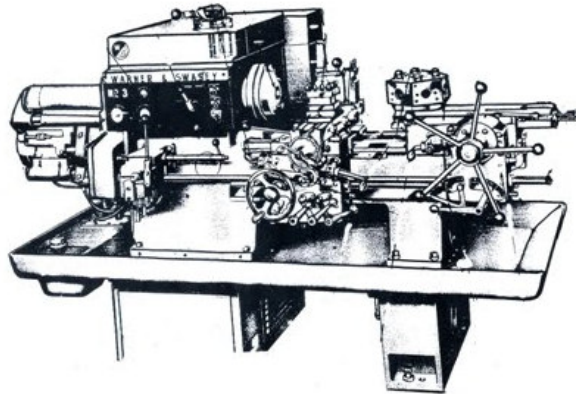
3. เครื่องกลึงหน้างาน (Facing Lathe)



ภาพที่ 2.3 เครื่องกลึงหน้างาน (Facing Lathe)

เครื่องกลึงหน้างาน (Facing Lathe) นิยมใช้ในการกลึงปาดหน้าชิ้นงานที่มีขนาดใหญ่แต่มีความหนาไม่มาก หรือชิ้นงานที่มีลักษณะกลมแบน

4. เครื่องกลึงป้อมมีดหมุน (Turret Lathe)



ภาพที่ 2.4 เครื่องกลึงป้อมมีดหมุน (Turret Lathe)

เครื่องกลึงป้อมมีดหมุน (Turret Lathe) เหมาะสำหรับงานผลิตที่มีลักษณะเหมือนกันจำนวนมากๆ เพราะภายนอกของเครื่องจะมีป้อมเครื่องมือ สามารถจับยึดเครื่องมือได้หลายชนิดพร้อมกัน

2.1.1 ส่วนประกอบของเครื่องกลึงยืนศูนย์

เครื่องกลึงยืนศูนย์มีส่วนประกอบที่สำคัญๆ อยู่หลายชิ้น สามารถแยกเป็นส่วนประกอบใหญ่ๆ ได้ 6 ส่วนสำคัญคือ

- 1) หัวเครื่องกลึง (Head Stock)
- 2) แท่นเลื่อน (Carriage)
- 3) ยันศูนย์ท้าย (Tail Stock)
- 4) ฐานเครื่องกลึง (Bed)
- 5) ระบบป้อน (Feed Mechanism)
- 6) เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้กับเครื่องกลึง



ภาพที่ 2.5 ส่วนประกอบของเครื่องกลึงยืนศูนย์

2.1.1.1 หัวเครื่องกลึง (Head Stock)

หัวเครื่องกลึง เป็นส่วนประกอบที่อยู่บนฐานเครื่องทางด้านซ้าย ภายในหัวเครื่องมีชุดเฟืองทดส่งกำลังสำหรับบังคับหัวจับที่จับชิ้นงานให้หมุน ชุดเฟืองทดสำหรับเปลี่ยนความเร็วรอบสามารถปรับความเร็วรอบระดับต่างๆ ให้เหมาะสมกับลักษณะงานแต่ละประเภท

2.1.1.2 แท่นเลื่อน (Carriage)

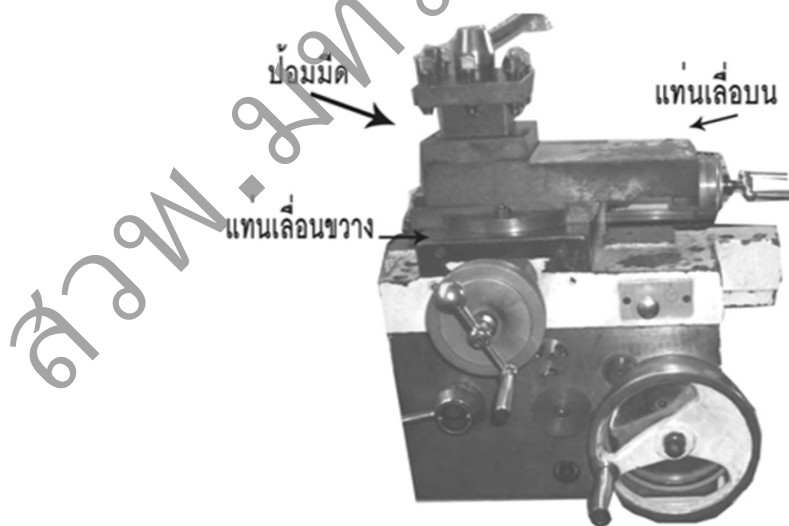
แท่นเลื่อน เป็นชิ้นส่วนที่เคลื่อนที่ไป-มา ตามความยาวรางเลื่อน สามารถเคลื่อนที่ด้วยมือและอัตโนมัติโดยมีชุดเฟืองทดและคันบังคับ ทำให้แท่นเลื่อนทำงานในระบบอัตโนมัติต่างๆ แท่นเลื่อนมีส่วนประกอบหลักคือ

- แท่นเลื่อนขวาง (Cross Slide) อยู่บนแท่นเลื่อน เคลื่อนตัวไปมา ในแนวตั้งฉากกับรางเลื่อน ทำหน้าที่ปรับป้อนมีดกลึงให้เคลื่อนตัวเข้าออก เพื่อตัดเฉือนวัสดุงานและกลึงปาดหน้าชิ้นงาน

- แท่นป้อนมีด (Compound Rest) อยู่บนแท่นเลื่อนขวาง โดยมีป้อนมีด (Tool Post) สำหรับจัดยึดมีดกลึง สามารถปรับตั้งมุมให้เอียงสำหรับทำการกลึงเรียวได้ด้วย

- แท่นเลื่อนบน (Top Slide) เป็นส่วนที่อยู่ระหว่างแท่นเลื่อนขวางและป้อนมีด สามารถเลื่อนให้เคลื่อนที่เข้าตัดเฉือน และสามารถใช้ในการกลึงเรียวได้

- ป้อนมีด (Tool Post) ใช้ในการจับมีดกลึงในการตัดเฉือนชิ้นงาน

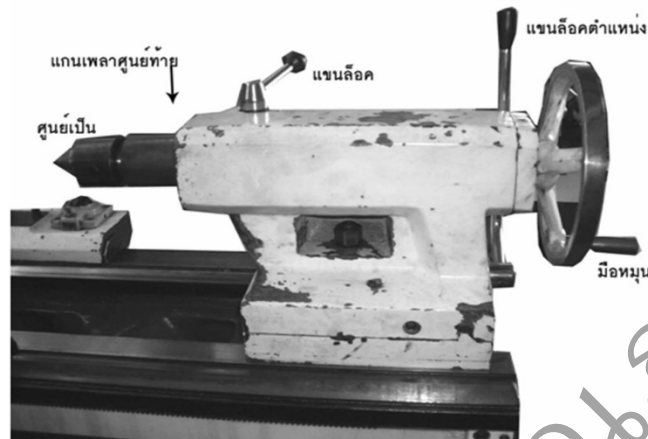


ภาพที่ 2.6 ส่วนประกอบของแท่นเลื่อน

2.1.1.3 ชุดยันศูนย์ท้าย (Tail Stock)

ชุดยันศูนย์ท้ายแท่น ทำหน้าที่ประคองชิ้นงานโดยการใช้ยันศูนย์

หรือเจาะชิ้นงานโดยใช้อุปกรณ์อื่นช่วย เช่น หัวจับดอกสว่าน ชุดยันศูนย์ท้าย สามารถเลื่อนไป - มาได้ บนรางเลื่อนแทนเครื่องกลึง



ภาพที่ 2.7 ชุดยันศูนย์ท้ายแทน

2.1.1.4 ฐานเครื่องกลึง (Bed)

ฐานเครื่อง ผลิตขึ้นจากเหล็กหล่อสีเทา (Gray Cast Iron) เพราะมีสมบัติรับแรงสั่นสะเทือนได้ดี ทำหน้าที่รองรับส่วนประกอบทั้งหมดของตัวเครื่องกลึง ได้แก่ หัวเครื่อง ชุดแทนเลื่อน และชุดยันศูนย์ท้าย ดังภาพที่ 2.5

2.1.1.5 ระบบป้อน (Feed Mechanism)

ชุดระบบป้อนเป็นชุดที่มีความสัมพันธ์กับระบบส่งกำลัง ใช้กลึงอัตโนมัติซึ่งประกอบด้วยส่วนต่างๆ คือ ชุดเฟืองป้อน เพลานำ และเพลाप้อน แต่ละส่วนจะทำงานสัมพันธ์และเกี่ยวข้องกัน ดังภาพที่ 2.8 และ 2.9



ภาพที่ 2.8 ส่วนประกอบของชุดระบบป้อน

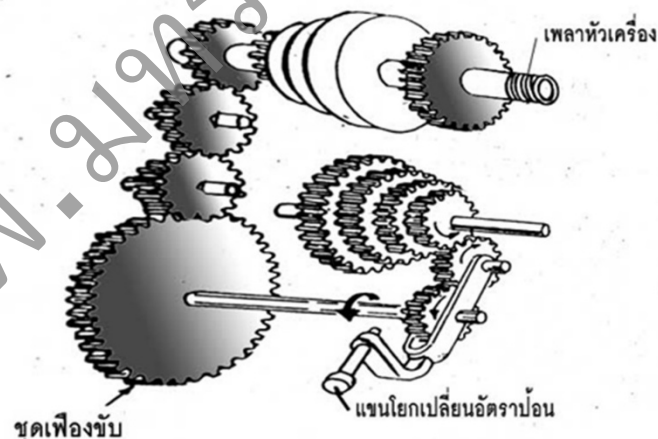


ภาพที่ 2.9 แชนโยกชุดเฟืองป้อน

2.1.1.6 ชุดเฟืองป้อน (FEEDGEAR)

ใช้สำหรับทดส่งกำลังไปให้เพลาหน้าและเพลาป้อนในการกลึงอัตโนมัติ เพลาหน้าใช้สำหรับกลึงเกลียว เพลาป้อนใช้สำหรับกลึงปอกผิวอัตโนมัติ ชุดเฟืองป้อนมี 2 แบบ ได้แก่

1) แบบเปิด (Open Type) เป็นชุดเฟืองที่อยู่ภายนอก เป็นเฟืองแบบเก่าใช้มานานแล้ว ดังภาพที่ 2.10



ภาพที่ 2.10 ชุดเฟืองแบบเปิด

2) แบบปิด (Close Type) เป็นชุดเฟืองที่ทำงานเช่นเดียวกับระบบเปิด ซึ่งได้มีการพัฒนาทำให้การใช้งานสะดวกยิ่งขึ้น ชุดเฟืองป้อนแบบเปิดและแบบปิดมีข้อแตกต่างกันตรงที่การมองเห็นเฟือง ดังภาพที่ 2.11



ภาพที่ 2.11 ชุดเฟืองแบบปิด

3) เพลาหน้า (LEADSCREW) ใช้สำหรับกลึงเกลียว ตัวเพลาหน้าเป็นเกลียวสี่เหลี่ยมคางหมู ดังภาพที่ 2.12

4) เพลาป้อน (FEED SHAFT) ใช้สำหรับกลึงปอกผิวอัตโนมัติ ตัวเพลาเป็นเพลากลมมีร่องลิ้น ดังภาพที่ 2.12

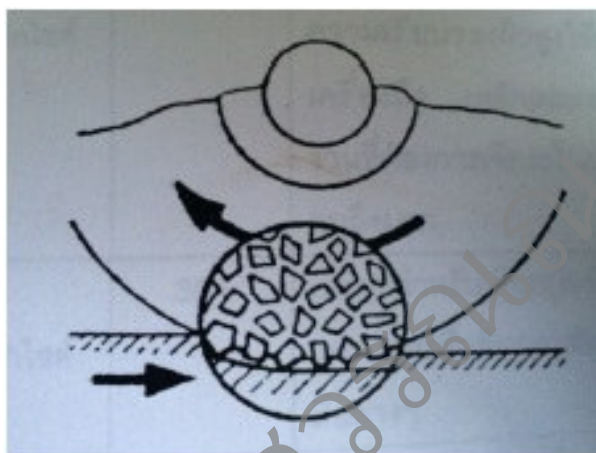


ภาพที่ 2.12 ตำแหน่งเพลาหน้าและเพลาป้อน

2.2 ทฤษฎีล้อหินเจียรระไน

2.2.1 องค์ประกอบของล้อหินเจียรระไน

ล้อหินเจียรระไนมีส่วนประกอบที่สำคัญ 2 ส่วน คือ สารเชิงทราย และวัสดุประสาน ดังภาพที่ 2.12 โดยเม็ดสารเชิงทรายทำหน้าที่เป็นวัสดุสำหรับหินเจียรระไน และวัสดุประสานทำหน้าที่เป็นตัวยึดเกาะเม็ดสารเชิงทราย นอกจากนี้ยังมีสมบัติทางฟิสิกส์อื่นๆ อีก เช่น ความแข็ง ขนาด เม็ดสารเชิงทราย และโครงสร้าง



ภาพที่ 2.13 ส่วนประกอบของล้อหินเจียรระไน

2.2.1.1 ชนิดของสารเชิงทราย

สารเชิงทราย (Abrasives) ที่นำมาผลิตเป็นล้อหินเจียรระไนแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ สารเชิงทรายที่ได้จากธรรมชาติ ได้แก่ หินควอทซ์ หินทราย คอแรนดัม เพชร และสารเชิงทรายที่ได้จากการสังเคราะห์ ได้แก่ อลูมิเนียมออกไซด์ ซิลิกอนคาร์ไบด์ โบรอนคาร์ไบด์ คูบิก โบรอนไนไตรด์ และเพชรอุตสาหกรรม ชนิดของสารเชิงทราย ที่นิยมใช้กันมากในอุตสาหกรรมการผลิตล้อหินเจียรระไน ได้แก่

ตารางที่ 2.1 อลูมิเนียมออกไซด์ ซึ่งมีการผลิตออกมาหลายชนิด คือ

ลำดับ	ชนิดของสารเชิงทราย	สัญลักษณ์	การใช้งาน
1	อลูมิเนียมออกไซด์	A	เหมาะกับวัสดุที่มีความแข็งแรงสูง เช่น เหล็กคาร์บอน โลหะผสม โลหะอ่อนหรือแข็ง เครื่องมือตัด
2	32 อลูมิเนียมออกไซด์	32A	เหมาะสำหรับเจียรงานที่ต้องการความเรียบของผิวสูงใช้เจียรเหล็ก

ลำดับ	ชนิดของสารเชิงทราย	สัญลักษณ์	การใช้งาน
			เครื่องมือ เหล็กผสมวานาเดียม และงานที่ต้องการเจียรระไนออก ขนาดกลางจนถึงมาก
3	38 อลูมิเนียมออกไซด์	38A	เหมาะสำหรับเจียรระไนที่ไวต่อความร้อนและ โลหะที่แข็งมากเช่น เหล็ก ทำเครื่องมือต่างๆ
4	19 อลูมิเนียมออกไซด์	19A	เหมาะสำหรับเจียรระไนที่ต้องการความเรียบของผิวสูง ทั้งเหล็กอ่อนและ เหล็กแข็ง เช่น งานเจียรระไนผิวราบ งานเจียรระไนทรงกระบอก และงานเจียรระไนแบบไร้ศูนย์
5	23 อลูมิเนียมออกไซด์	23A	เหมาะสำหรับงานเจียรระไนทั้งโลหะอ่อนและโลหะแข็งที่ต้องการความเที่ยงตรงของขนาดสูง

ตารางที่ 2.2 ซิสิกอนคาร์ไบด์ มีการผลิตออกมาหลายชนิด คือ

ลำดับ	ชนิดของสารเชิงทราย	สัญลักษณ์	การใช้งาน
1	ซิสิกอนคาร์ไบด์	C	เหมาะสำหรับเจียรระไนวัสดุที่มีความแข็งแรงดัดต่ำ และวัสดุที่มีความหนาแน่นสูง เช่น ซีเมนต์คาร์ไบด์ หินเซรามิก เหล็กหล่อ อโลหะ เหล็กไร้สนิม ทองเหลือง บรอนซ์ ทองแดง อลูมิเนียม หินอ่อน ยาง และพลาสติก
2	37 ซิสิกอนคาร์ไบด์	37C	เหมาะสำหรับเจียรระไนเหล็กหล่อสีขาว เหล็กหล่อสีเทา หิน กระเบื้อง อลูมิเนียม ทองเหลือง ทองแดง
3	39 ซิสิกอนคาร์ไบด์	39C	เหมาะสำหรับเจียรระไนซีเมนต์คาร์ไบด์ ทั้งสแตนคาร์ไบด์
4	เอซี	Ac	เหมาะสำหรับการเจียรระไนหยาบ

ตารางที่ 2.3 คิวบิกโบรอนไนไตรด์

ลำดับ	ชนิดของสารเชิงทราย	สัญลักษณ์	การใช้งาน
1	คิวบิกโบรอนไนไตรด์	CBN	เหมาะสำหรับงานเจียระไนเหล็ก เครื่องมือ

ตารางที่ 2.4 เพชร

ลำดับ	ชนิดของสารเชิงทราย	สัญลักษณ์	การใช้งาน
1	เพชร	D , SD	เหมาะสำหรับงานเจียระไน ทั้งสแตน คาร์ไบด์ ซีเมนต์คาร์ไบด์ มรกต เซรามิก และใช้ตัดหินอ่อน หินอัคนี และกระเบื้อง

2.2.1.2 สมบัติของสารเชิงทรายที่นำมาผลิตเป็นล้อหินเจียระไน

- 1) ต้องมีความแข็งมากกว่าวัสดุที่นำมาเจียระไน
- 2) ต้องมีความเปราะ
- 3) ต้านทานความร้อน
- 4) ทนต่อแรงกดในการเจียระไน

2.2.1.3 ชนิดของวัสดุประสาน

วัสดุประสานทำหน้าที่เป็นตัวยึดเม็ดสารเชิงทราย ให้ยึดเกาะกันเป็นรูปร่างของล้อหินเจียระไน แบบของล้อหินเจียระไนที่นิยมใช้ในวงการอุตสาหกรรมผลิตล้อหินเจียระไนมีอยู่หลายชนิดดังตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 ชนิดของวัสดุประสาน

ลำดับ	ชนิดของวัสดุประสาน	สัญลักษณ์	สมบัติและการใช้งาน
1	วิตไฟต์	V	เปราะ รับแรงกระแทกได้ดี มีความ โปร่งและแตกตัวได้เร็วเพื่อให้เกิดคม ตัดใหม่ขณะเจียระไน ไม่มีผลกระทบ กระเทือนต่อน้ำ น้ำมัน หรืออุณหภูมิ และเหมาะกับงานเจียระไนทุกแบบ

ลำดับ	ชนิดของวัสดุประสาน	สัญลักษณ์	สมบัติและการใช้งาน
2	ซิลิเกต	S	มีความร้อนจากการเสียดทานน้อย เกรนจะหลุดร่วงได้ง่าย ใช้กับล้อยหิน เจียรในขนาดใหญ่ และขนาดเล็ก เหมาะกับการใช้งานที่ไวต่อความร้อน เช่น งานเจียรในคมตัดเครื่องมือตัด
3	รับเบอร์	R	ยืดหยุ่นเหมาะกับการงานเจียรในตัดและ งานที่ต้องการความเรียบของผิวสูง
4	แซลแลค	E	ยืดหยุ่นเหมาะกับการงานเจียรใน ที่ ต้องการความเรียบของผิวสูง เช่น งานเจียรในเครื่องมือตัด เพลา ลูก เบี้ยว ลูกรีดกระดาษ
5	ริซินอย	B	ยืดหยุ่นใช้กับล้อยหินที่ต้องการ ความเร็วรอบสูง เหมาะกับการ เจียรในแบบหยาบๆ
6	แมกนีไซต์	Mg	มีความแข็งน้อย ไม่ทนต่อความชื้น เหมาะสำหรับลับคมมีด และเครื่องมือ ตัดเฉือนผิวงานละเอียด ใช้แทนหิน น้ำมัน
7	เมทัล	M	เป็นตัวประสานชนิดโลหะที่ใช้กับล้อย หินเจียรใน แบบวงล้อเพชร
8	โลหะซินเตอร์	Sint	มีความแข็งสูง โปรง ใช้กับการงาน เจียรในละเอียด และใช้กับล้อยหิน เจียรในแบบวงล้อเพชร

2.2.1.4 ความหมายเกรดของล้อยหินเจียรใน

เกรดของล้อยหินเจียรในหมายถึง ความแข็งแรงในการยึดเกาะของวัสดุ
ประสานกับสารเชิงทราย

- เกรดแข็ง หมายถึง เม็ดสารเชิงทรายบนล้อยหินเจียรในหลุดร่วงออกได้
ยาก ในระหว่างการทำงานเจียรใน

- เกรดอ่อน หมายถึง เม็ดสารเชิงทรายบนล้อยินเจียรไนหลุดร่วงอย่างรวดเร็วในระหว่างการทำงานเจียรไน

การจัดแบ่งเกรดของล้อยินเจียรไน

เกรดของล้อยินเจียรไนจัดแบ่งตามความแข็งของล้อยินซึ่งกำหนดแทนด้วยตัวอักษรภาษาอังกฤษ A ถึง Z ดังนี้

ตารางที่ 2.6 การจัดแบ่งเกรดของล้อยินเจียรไน

เกรดของล้อยินเจียรไน	อักษร
อ่อนมากที่สุด	A B C D
อ่อนมาก	E F G
อ่อน	H I J K
ปานกลาง	L M N O
แข็ง	P Q R S
แข็งมาก	T U V W
แข็งมากที่สุด	X Y Z

2.2.1.5 ความหมายขนาดเกรนของล้อยินเจียรไน

เกรน คือ ขนาดของเม็ดสารเชิงทรายที่นำมาผลิตเป็นล้อยินเจียรไน ขนาดของเกรนมีหน่วยวัดเป็น เมช (Mesh) หรือจำนวนช่องบนตะแกรงต่อนิ้ว เช่น เกรนเบอร์ 20 หมายความว่า เป็นเม็ดสารเชิงทรายที่ร่อนผ่านตะแกรงที่มี 20 ช่อง ต่อความยาว 1 นิ้ว หรือผ่านตะแกรงที่มีขนาด 20 x 20 ช่อง ต่อ 1 ตารางนิ้ว การแบ่งขนาดของเกรนดังตารางที่ 7

ตารางที่ 2.7 ขนาดเกรนของล้อยินเจียรไน

ขนาดเกรนของล้อยินเจียรไน	เบอร์
หยาบ	6 8 10 12 14 16 20 24
ปานกลาง	30 36 46 54 60
ละเอียด	70 80 90 100 120 150 180
ละเอียดมาก	220 240 280 320 400 500 600

2.2.1.6 ความหมายโครงสร้างของล้อยินเจียรไน

โครงสร้างของล้อยินเจียรไน (Structure) หมายถึง ช่องว่างหรือความโป่งพูนภายในล้อยินเจียรไน

ก) โครงสร้างโป่ง คือ โครงสร้างที่มีช่องว่างหรือความโป่งพูนภายในล้อยินเจียรไนมาก

ข) โครงสร้างทึบ คือ โครงสร้างที่มีช่องว่างหรือความโป่งพูนภายในล้อยินเจียรไนน้อย

ค) โครงสร้างของล้อยินเจียรไนถูกกำหนดด้วยตัวเลขจาก 1 (โครงสร้างทึบ) ถึง 15 (โครงสร้างโป่ง)

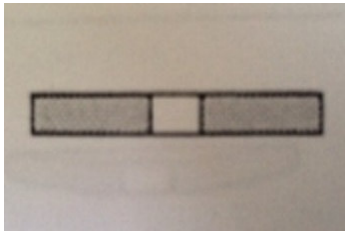
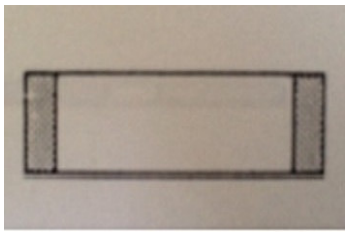
ตารางที่ 2.8 การจัดแบ่งโครงสร้างของล้อยินเจียรไน

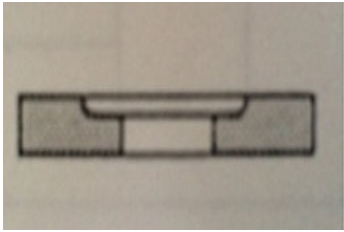
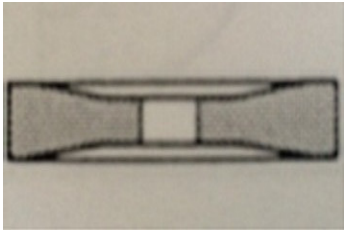
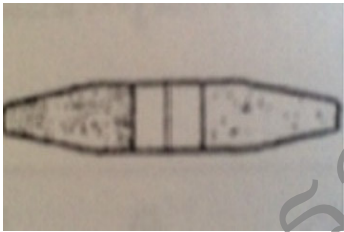
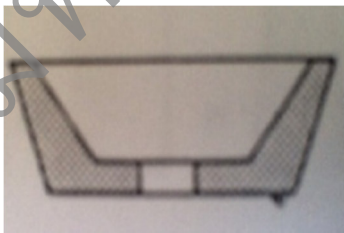
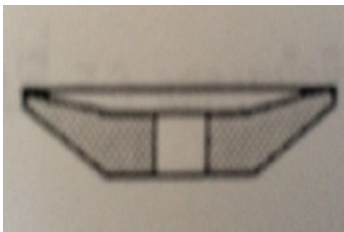
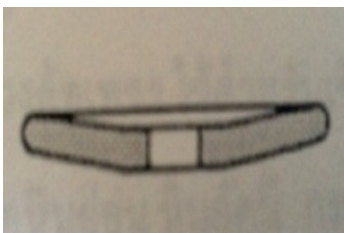
โครงสร้างของล้อยินเจียรไน	ตัวเลข
ทึบ	1-4
ปานกลาง	5-8
โป่ง	9-15

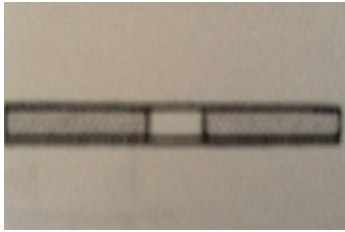
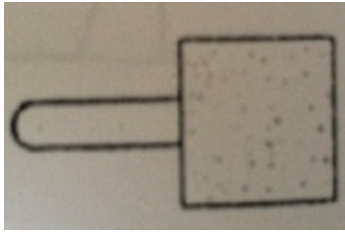
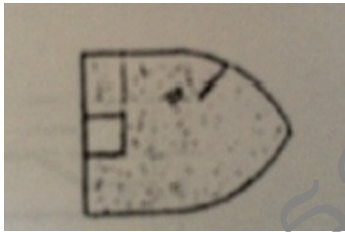
2.2.2 รูปร่างมาตรฐานของล้อยินเจียรไน

รูปร่างมาตรฐานของล้อยินเจียรไนที่ผู้ผลิตกำหนดขนาดและรูปร่างเพื่อสะดวกในการเลือกใช้และสั่งซื้อมีอยู่หลายแบบดังตารางที่ 2.9

ตารางที่ 2.9 รูปร่างมาตรฐานของล้อยินเจียรไน

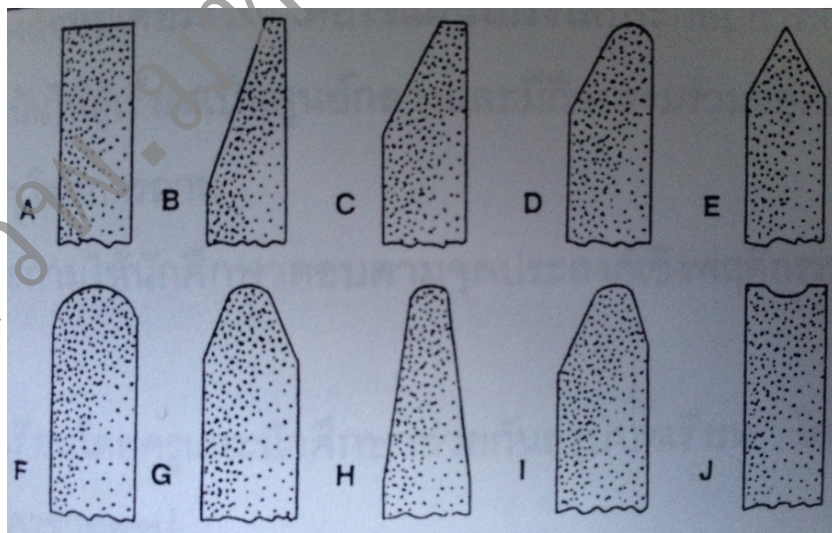
แบบล้อยิน	รูปร่างมาตรฐาน	การใช้งาน
แบบตรง		ใช้สำหรับเจียรไนเพลากลม เจียรไนไร้ศูนย์ เจียรไนผิวราบ เจียรไนภายในเจียรไนมีดกัด และ เจียรไนตัด
แบบกลม		ใช้สำหรับเจียรไนผิวราบ ทั้ง แกนเพลานในแนวนอน และแนวตั้ง

แบบล้อยหิน	รูปร่างมาตรฐาน	การใช้งาน
แบบตรงมีขอบข้างเดียว		ใช้สำหรับเจียรระโนเพลากลม เจียรระโนภายในเจียรระโนไร้ศูนย์ และเจียรระโนผิวราบ
แบบตรงมีขอบสองข้าง		ใช้สำหรับเจียรระโนเพลากลม เจียรระโนแบบไร้ศูนย์ และเจียรระโน ผิวราบ
แบบกลมเรียวที่ขอบทั้ง สองข้าง		ใช้สำหรับเจียรระโนงานที่ผิวขรุขระ
แบบถ้วยขอบตรง		ใช้สำหรับเจียรระโน มีดกัด เครื่องมือ ตัด เจียรระโนผิวราบ ทั้งแกนเพลานใน แนวนอน และแนวตั้ง
แบบถ้วยขอบเอียง		ใช้สำหรับเจียรระโน มีดกัด เครื่องมือ ตัด ลับคมตัดของมีดกัด และดอก คว้านละเอียด
แบบจาน		ใช้สำหรับเจียรระโนเครื่องมือตัดและ มีดกัด และเหมาะกับการเจียรระโน ร่องแคบๆ
แบบจานรองถ้วย		ใช้สำหรับเจียรระโนพื้นเลื่อย เจียรระโนร่องพื้นของมีดกัด

แบบล้อยหิน	รูปร่างมาตรฐาน	การใช้งาน
แบบเจียรระไนตัด		ใช้สำหรับเจียรระไนตัดชิ้นงาน
แบบมีแกนต่อ		ใช้สำหรับงานเจียรระไน ตกแต่งผิว งานเปื้องต้น งานตกแต่งผิว
แบบมีแกนเกลียวต่อ		ใช้สำหรับงานเจียรระไน รูใน งานตบ แต่งผิวเปื้องต้น งานตกแต่งผิว

รูปร่างมาตรฐานหน้าตัดของล้อยหินเจียรระไน

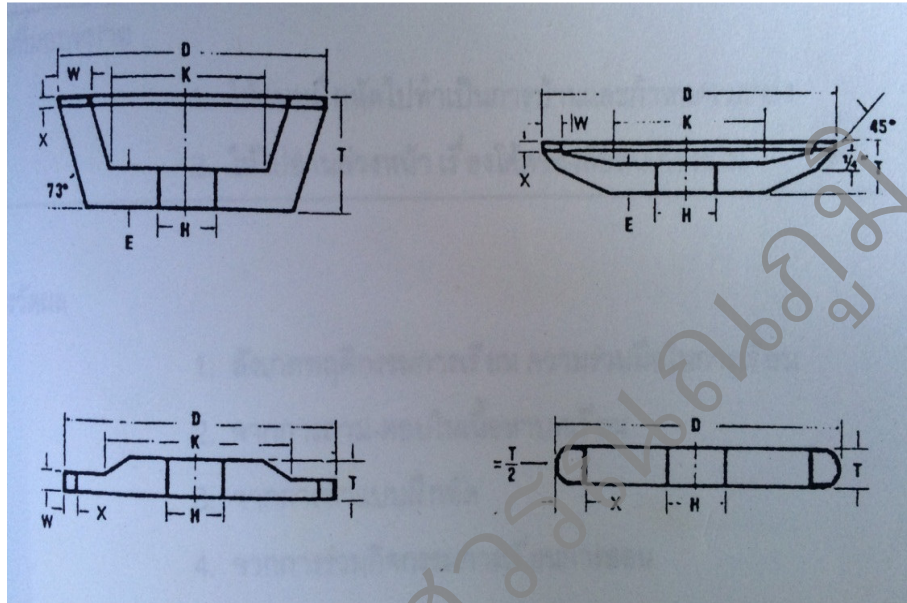
หน้าหินตัดมาตรฐานของล้อยหินเจียรระไนที่ผู้ผลิตกำหนดขนาด และรูปร่างเพื่อ
สะดวกในการเลือกใช้และสั่งซื้อมีอยู่หลายแบบ ดังภาพที่ 2.14



ภาพที่ 2.14 ภาพหน้าตัดล้อยหินเจียรระไนรูปร่างมาตรฐาน

รูปร่างมาตรฐานของล้อหินเจียรไนแบบวงล้อเพชร

ล้อหินเจียรไนแบบวงล้อเพชร ใช้สำหรับเจียรไนทั้งสแตนคาร์ไบด์ ซีเมนต์คาร์ไบด์ เซรามิก และใช้ตัดคอนกรีต หินอ่อน หินอัคนี กระเบื้อง ผลิตภัณฑ์หลายแบบ เช่น แบบตรง แบบรูปถ้วย แบบจาน และแบบมีแกนต่อ ซึ่งมีรูปร่างมาตรฐานที่นิยมใช้กัน ดังภาพที่ 2.15



ภาพที่ 2.15 รูปร่างมาตรฐานของล้อหินเจียรไนแบบวงล้อเพชร

2.3 ทฤษฎีเครื่องมือตัด

เครื่องมือในการตัดเฉือนวัสดุที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันนี้มีอยู่หลากหลายชนิดและประเภท ในแง่ของวัสดุที่ใช้ พบว่าวัสดุที่นำมาผลิตเป็นเครื่องมือตัดมีตั้งแต่ high carbon steel ไปจนถึง ceramics และเพชรด้วยความหลากหลายของวัสดุที่ใช้ สิ่งสำคัญที่ควรใส่ใจคือ วัสดุเครื่องมือตัดแต่ละชนิดมีความแตกต่างกันอย่างไร และจะเลือกเครื่องมือตัดให้เหมาะสมกับงานตัดเฉือนได้อย่างไร ปัจจุบันมีผู้ผลิตเครื่องมือตัดหลายบริษัท ซึ่งแต่ละบริษัทก็จะมีชื่อเรียกหรือรหัสของเครื่องมือตัดแตกต่างกันไป บางครั้งชื่อเรียกที่เหมือนกัน แต่ลักษณะการนำไปใช้กลับแตกต่างกันโดยสิ้นเชิง โดยส่วนใหญ่ ผู้ผลิตจะมีระดับของเครื่องมือตัดที่แตกต่างกันไปตามแต่ลักษณะกระบวนการและวัสดุงาน เครื่องมือตัดสำหรับงานเฉพาะด้าน เช่น การตัดวัสดุที่มีความแข็งมาก ราคาของมิตตัดมักจะสูงกว่ามิตตัดสำหรับงานทั่วไป อย่างไรก็ตาม มันก็ไม่ได้หมายความว่า เครื่องมือตัดราคาแพงจะให้ผลของการตัดที่มีคุณภาพดีตามราคาแต่อย่างใดเนื่องด้วยเทคโนโลยีวัสดุ การออกแบบและการผลิตเครื่องมือตัดได้รับการพัฒนาอยู่ตลอดเวลา มิตตัดที่เคยใช้กับงานแบบเดียวกันอาจเปลี่ยนไปในการทำงานครั้งต่อไปตามความเหมาะสม เพื่อให้เกิดความคุ้มค่าในแง่ของค่าใช้จ่ายต่างๆ ในกระบวนการ โดยยังคงคุณภาพงานตัดที่ดีในระดับที่ต้องการได้ หัวใจสำคัญของเครื่องมือตัดไม่ว่าจะใช้ในงานตัดแบบใดก็ตามจะต้อง

มีสมบัติต่อไปนี้ เพื่อให้ได้งานตัดที่มีคุณภาพดีและค่าใช้จ่ายโดยรวมในกระบวนการตัดเฉือนอยู่ในระดับที่เหมาะสม

ก) ความแข็ง (hardness) และความแข็งแรง (strength) ของเครื่องมือตัดต้องยังรักษาระดับความแข็งและความแข็งแรงไว้ได้ที่อุณหภูมิสูง หรือที่เรียกว่า hot hardness

ข) ความเหนียว เครื่องมือตัดที่มีความเหนียวจะต้านการเปลี่ยนรูป การแตกหักเสียหาย ได้เป็นอย่างดี โดยเฉพาะในกระบวนการตัดวัสดุที่มีความไม่ต่อเนื่องอยู่ในเนื้อวัสดุมาก เช่น วัสดุในกลุ่มเหล็กหล่อและอลูมิเนียม

ค) ความต้านทานการสึกหรอ เครื่องมือตัดที่ดีต้องมีความต้านทานต่อการสึกหรอสูง นั่นหมายถึงอายุการใช้งานที่ยาวนานขึ้น

วัสดุที่ใช้ทำเครื่องมือตัดจึงต้องมีสมบัติที่แข็งและเหนียว โดยวัสดุเหล่านี้สามารถแบ่งออกได้เป็นกลุ่ม ดังนี้

1. High carbon steel

เหล็กกล้า carbon เป็นวัสดุที่ใช้ทำเครื่องมือที่เก่าแก่ที่สุดซึ่งใช้กันมาเป็นหลายร้อยปีหากจะระบุให้ชัดเจนขึ้นก็คือเป็นเหล็กกล้าคาร์บอนสูง high-carbon steel ซึ่งจะมีส่วนผสม carbon ประมาณ 1.05% โดยปริมาณ carbon ที่สูงนี้จะช่วยในเรื่องความสามารถในการอบชุบแข็งได้ดี มีสมบัติในการต้านการสึกหรอได้ อย่างไรก็ตามเนื่องจาก plain high carbon steel นี้จะถูก tempered ได้โดยง่ายเมื่อใช้งานที่อุณหภูมิไม่สูงมากนัก (ประมาณ 150 ถึง 260 องศาเซลเซียส) เป็นผลให้ความแข็งแรงของตัววัสดุลดลง high carbon steel จึงนิยมใช้เป็นวัสดุตัดสำหรับกระบวนการตัดที่ไม่ก่อให้เกิดความร้อนในระหว่างการตัดมากนัก เช่น การผลิตใบเลื่อย

2. High Speed Tool Steel

เหล็กกล้าเครื่องมือประเภทนี้สามารถใช้กับงานตัดที่มีความเร็วในการตัดที่สูงและยังคงความแข็งที่อุณหภูมิสูงได้ดีกว่า plain high carbon steel ความแตกต่างหลักๆ ของ HSS และ plain high carbon steel ก็คือ HSS จะมีการเติมธาตุ alloy ต่างๆ เข้าไปด้วยเพื่อเสริมความแข็งแรงและความแข็งแรง การต้านทานการสึกหรอ รวมไปถึงสมบัติ hot hardness โดย alloying elements ส่วนใหญ่จะเป็น Mn Cr W V Mo Co Nb เป็นต้น โดยธาตุเหล่านี้จะเติมลงไปเพื่อเสริมสมบัติเฉพาะด้าน ซึ่งแตกต่างกันไปในแต่ละชนิดธาตุ HSS ส่วนใหญ่ที่ถูกใช้เป็นเครื่องมือตัดจะอยู่ในเกรด M และ T โดย M มาจาก Molybdenum และ T มาจาก Tungsten ความแตกต่างของ HSS ทั้งสองแบบนี้คือ ปริมาณส่วนผสมของ Mo จะมีมากเป็นพิเศษในเกรด M และ W ในเกรด T ซึ่งแน่นอนว่าลักษณะงานที่จะนำไปใช้ก็แตกต่างกันด้วย HSS บางส่วนผลิตจากกรรมวิธีวัสดุผง ซึ่งจะต่างไปจากกระบวนการผลิต HSS แบบทั่วไปที่ใช้การหล่อเป็น ingot จากนั้นผ่านกระบวนการขึ้น

รูปร้อน หรือเย็นเพื่อให้ได้รูปทรงตามต้องการ สำหรับกระบวนการ powder metal นั้น โดยชื่อก็สามารถรู้ได้โดยคร่าวๆ แล้วว่าการผลิตจะใช้การผสมผงวัสดุที่ต้องการขึ้นรูปเป็นเครื่องมือตัดเข้าด้วยกัน จากนั้นทำการอัดเข้าแบบภายใต้ความดันและอุณหภูมิสูงเพื่อให้ผงวัสดุหลอมติดกัน นอกจากนี้ การพัฒนาด้านการเคลือบผิววัสดุยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องมือตัดได้เป็นอย่างดีอีกด้วย เช่น การเคลือบผิว HSS ด้วย TiN โดยใช้กระบวนการ physical vapor deposition (PVD) TiN จะถูกเคลือบอยู่บนผิวเครื่องมือตัดด้วยวิธีการเคลือบผิวเช่นนี้ อุณหภูมิที่เกิดขึ้นในกระบวนการจะไม่สูงมากนัก ซึ่งไม่กระทบต่อโครงสร้างของวัสดุและความแข็งที่อาจเปลี่ยนไป เครื่องมือตัดที่ได้รับการเคลือบผิวที่เหมาะสมจะทำให้อายุการใช้งานเพิ่มขึ้นประมาณ 3 เท่า หรือความเร็วในการตัดสามารถเพิ่มขึ้นได้กว่า 50%

3. Cast Alloys

วัสดุในกลุ่มนี้จะเน้นไปที่ธาตุในกลุ่มของ Co Cr W เพื่อเพิ่มความสามารถในการตัดเฉือนโดย cast alloys จะไม่มีส่วนผสมของเหล็กอยู่ในวัสดุ ส่วนผสมทางเคมีโดยทั่วไปจะมี 45%Co 32%Cr 21%W และ 2%C ซึ่งจะช่วยให้เครื่องมือตัดมีสมบัติ hot hardness ได้ดีกว่า HSS ทั่วไปมาก อย่างไรก็ตาม cast alloy มักจะมีความเปราะมาก การยึดจับมีดตัดต้องทำอย่างเหมาะสม เนื่องจาก cast alloys มีสมบัติในการต้านการสึกหรอแบบ abrasion สูงมาก จึงเหมาะที่จะนำไปใช้ในการตัดวัสดุที่มีความไม่ต่อเนื่องในเนื้อวัสดุมาก หรือที่มี hard inclusion อยู่ในเนื้อวัสดุ

4. Cemented Tungsten Carbide

Henri Moissan ค้นพบ tungsten carbide ในปี ค.ศ. 1893 ในระหว่างที่กำลังหาวิธีการผลิตเพชรสังเคราะห์ โดยการผสม sugar และ tungsten oxide และหลอมเข้าด้วยกันด้วยเตา arc furnace ปริมาณ carbon ที่มีมากใน sugar ช่วยลดการเกิด oxide และเพิ่ม carbon ให้กับตัว tungsten เกิดเป็น tungsten carbide (WC) Moissan พบว่า WC ที่ได้มีความแข็งมาก ซึ่งมากกว่า sapphire แต่ก็มีค่าความเปราะอยู่เช่นกัน ซึ่งเป็นข้อจำกัดที่สำคัญหากจะนำไปใช้ในอุตสาหกรรม อย่างไรก็ตาม WC ที่ผลิตออกมาเพื่อการค้าได้ออกสู่ตลาดในเยอรมันในปี ค.ศ. 1926 โดยมีส่วนผสม Co ประมาณ 6% และเริ่มมีการผลิตขายในสหรัฐฯ และแคนาดาในปี ค.ศ. 1928 และ 1930 ตามลำดับ

2.4 ทฤษฎีการตัดเฉือนวัสดุ

กระบวนการกัดโลหะ ต้องอาศัยเครื่องมือตัดหรือมีดตัดในการกำจัดเนื้อโลหะออกจากชิ้นงาน แรงในการตัดและอุณหภูมิการตัดที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการตัดที่มีค่าสูง เป็นผลต่อความสามารถในการใช้งานของเครื่องมือตัด โดยถ้าค่าแรงตัดมีค่าสูงมากเกินไปจะทำให้เกิดการแตกหักของมีดตัด

และถ้าอุณหภูมิที่เกิดขึ้นในการตัดมีค่าสูงเกินไปจะมีผลให้มิดตัดอ่อนตัวลงและไม่สามารถใช้งานได้ หรือถึงแม้สภาวะทั้งสองไม่เกิดขึ้นแต่การสึกหรอของมิดตัดเนื่องจากการใช้งานต่อเนื่องเป็นเวลานานก็เป็นผลให้มิดตัดนั้นใช้งานไม่ได้เช่นกัน การพิจารณาเทคโนโลยีการตัดจะให้ความสนใจหลักพื้นฐาน 2 เรื่อง คือ วัสดุที่ใช้ทำเครื่องมือตัด (Tool material) และรูปร่างของเครื่องมือตัด (Tool geometry) หลักพื้นฐานข้อแรกจะเน้นที่การพัฒนาวัสดุที่สามารถทนแรง อุณหภูมิ และการสึกหรอในงานกัดโลหะได้ ส่วนหลักพื้นฐานข้อที่สองจะเกี่ยวข้องกับการพิจารณารูปร่างที่เหมาะสมของเครื่องมือตัด เมื่อใช้วัสดุและกระบวนการตัดต่างๆ กัน

อายุการใช้งานของเครื่องมือตัด (Tool Life) การพังทลายของมิดตัด (Tool failure) เกิดขึ้นได้ 3 ลักษณะ ดังนี้

2.4.1 การพังเนื่องจากการแตกหัก (Fracture Failure) เกิดขึ้นเนื่องจากแรงในการตัดมีค่าสูงมาก ทำให้เกิดจากแตกหักทันที โดยเฉพาะในวัสดุเปราะ

2.4.2 การพังเนื่องจากอุณหภูมิ (Temperature Failure) เกิดขึ้นเมื่ออุณหภูมิในการตัดมีค่าสูงเกินกว่าที่วัสดุที่ใช้ในการทำมิดตัดจะทนได้ ทำให้เกิดการอ่อนตัวลงและเกิดการเปลี่ยนรูปร่างถาวร (Plastic deformation) เป็นผลให้เกิดการสูญเสียคมในการตัด

2.4.3 การสึกหรอ (Gradual Wear) การสึกหรอที่ละเล็กละน้อยของคมตัดจะมีผลต่อการสูญเสียรูปร่างของมิดตัดและการลดลงของประสิทธิภาพการตัดที่สภาวะสุดท้ายของมิดตัดจะมีลักษณะคล้ายการพังเนื่องจากอุณหภูมิ การพังเนื่องจากการแตกหักและอุณหภูมิทำให้เกิดการสูญเสียการใช้งานของมิดตัดก่อนเวลาซึ่งเป็นสิ่งที่ไม่พึงปรารถนาในงานตัด แต่การพังเนื่องจากการสึกหรอนั้นสามารถพิจารณาการใช้งานและยืดอายุการใช้งานของมิดตัดได้ คุณภาพของงานตัดเป็นสิ่งที่ควรพิจารณาเช่นกัน เนื่องจากหากมิดตัดเสื่อมสภาพในระหว่างการตัดจะมีผลต่อผิวสำเร็จของชิ้นงานอันเป็นผลให้ต้องมีการปรับผิวชิ้นงานใหม่ ความเสียหายเหล่านี้สามารถหลีกเลี่ยงได้โดยการเลือกสภาวะการตัดให้มิดตัดค่อยๆ สึกหรอมากกว่าที่จะเสื่อมสภาพไป เนื่องจากการแตกหักหรือจากอุณหภูมิสูงรวมถึงการเปลี่ยนมิดตัดก่อนที่การสูญเสียคมตัดจะเกิดขึ้น กลไกของการเกิดการสึกหรอของมิดตัดสามารถสรุปได้ดังนี้

2.4.3.1 Abrasion เป็นการสึกหรอทางกลที่เกิดจากการขัดถูระหว่างชิ้นงานกับมิดตัดและเป็นสาเหตุ หลักของ Flank wear

2.4.3.2 Adhesion เมื่อโลหะสองชนิดสัมผัสกันภายใต้แรงดันและอุณหภูมิสูงจะเกิดการยึดติดหรือการเชื่อมติดกันระหว่างผิวสัมผัสทั้งสอง สภาวะนี้เกิดขึ้นกับเศษตัด และ rake face ของมิดตัดเมื่อเศษตัดเคลื่อนผ่านผิวหน้าของมิดตัดจะส่งผลให้เศษวัสดุเล็กๆ ของมิดตัดหลุดออกจากผิวหน้าของมิดตัดเป็นผลให้เกิดการสึกหรอของหน้ามิด

2.4.3.3 Diffusion เป็นกระบวนการที่มีการแลกเปลี่ยนอะตอมระหว่างผิวสัมผัสของวัสดุสองชนิดในกรณีของการสึกหรอในมิดตัด กระบวนการนี้เกิดขึ้นระหว่างเศษตัดกับมิด

ตัดโดยผิวหน้าของมิดดัตจะสูญเสียอะตอมอันเป็นผลให้ความแข็งของมิดดัตลดลง เมื่อกระบวนการ แลกเปลี่ยนอะตอมนี้เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องจะทำให้เกิดการสึกหรอเนื่องจาก Abrasion และ Adhesion เกิดได้ง่ายขึ้น กลไกนี้เป็นสาเหตุพื้นฐานของการเกิด Crater wear

2.4.3.4 Plastic deformation กลไกอีกอย่างหนึ่งที่ทำให้เกิดการสึกหรอของมิดดัตคือการเปลี่ยนรูปร่างถาวรของคมมิดดัตและเนื่องจากแรงจากการตัดที่กระทำต่อคมมิดดัตที่อุณหภูมิสูงทำให้คมมิดดัตเกิดการเปลี่ยนรูปร่างถาวร (plastic deformation) และกลไกนี้ส่วนใหญ่มีผลต่อ Flank wear

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.5.1 บัญญัติ พันธุ์ประสิทธิ์เวช ได้ศึกษาปัจจัยในการกัดชิ้นงานด้วยมิดดัตที่ผ่านกระบวนการลับคมตัดแล้วที่มีผลต่ออายุการใช้งานของคมตัด เพื่อเป็นการลดต้นทุนในกระบวนการผลิตเนื่องจากการเปลี่ยนมิดดัต (End Mill) ซึ่งมีต้นทุนค่อนข้างสูง จึงมีแนวคิดที่จะนำมิดดัตที่ผ่านการใช้งานเกิดการสึกหรอแล้ว สามารถนำกลับมาใช้ใหม่โดยการลับคมตัดและทำการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของมิดดัต ใช้เหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง (S45C) เป็นวัสดุในการทดลอง และใช้มิดดัตชนิด TiAlN ปัจจัยที่ใช้ในการศึกษาประกอบด้วย ความเร็วตัด อัตราการป้อน และการลับคมตัดเฉือน ตัวแปรตามคือ ความหยาบของผิวงาน ในการทดลองนี้ใช้เครื่องกัดโลหะที่ควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ ภายใต้สภาวะการตัดเฉือนแบบแห้ง ผลการศึกษาพบว่า การลับคมตัดเฉือน ความเร็วตัดและอัตราการป้อนมีผลต่อความเรียบผิว อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 การลับคมตัดแต่ละครั้งมีผลต่ออายุการใช้งานและความเรียบผิว โดยที่ความเร็วป้อนเพิ่มมากขึ้นมีผลทำให้ค่าความเรียบผิวมากขึ้น ตรงข้ามกับความเร็วตัดเพิ่มมากขึ้นทำให้ค่าความเรียบผิวลดลง

2.5.2 มานพ อาจปฐ ได้พัฒนาเครื่องลับมิดดกลึง และทำการประเมินหาสมรรถนะของเครื่องลับมิดดกลึง โดยมีกระบวนการในการวิจัย 2 ขั้นตอนได้แก่ขั้นตอนการออกแบบ โต๊ะวางอุปกรณ์ หินเจียรระโน ชุดจับมิดดกลึง และขั้นตอนการประเมินสมรรถนะของเครื่องลับมิดดกลึงโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ผลการประเมินพบว่า สมรรถนะด้านการนำไปใช้งานสามารถลับมิดดกลึงมุมคม มุมคายและมุมหลบได้ อยู่ในเกณฑ์ดี สมรรถนะด้านลักษณะทางกายภาพ อยู่ในเกณฑ์ดี ($\bar{X} = 4.45$, $SD = 0.11$) สมรรถนะด้านลักษณะการออกแบบ อยู่ในเกณฑ์ดี ($\bar{X} = 4.45$, $SD = 0.21$) สมรรถนะด้านลักษณะการบำรุงรักษา อยู่ในเกณฑ์ดี ($\bar{X} = 3.85$, $SD = 0.58$)

2.5.3 พี วุฒินัน และคณะ ได้ทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการวิเคราะห์ตัวแปรการสึกหรอของผิวเครื่องมืองานกัดในงานกัดละเอียด โดยจุดมุ่งหมายของการวิจัยเพื่อศึกษาชนิดของตัวแปรที่มีผลต่อการสึกหรอของเอ็นมิลล์ (End Mill) งานกัดละเอียด จากผลการวิจัยพบว่า ตัวแปรที่มีผลต่อการสึกหรอของเอ็นมิลล์ได้แก่ความเร็วตัด (cutting speed) ความเร็วป้อน (feed velocity) ความลึกในการ

ตัดเฉือน (depth of cut) อัตราการป้อนต่อฟัน (feed per tooth) ระยะทางในการตัดเฉือนและสมบัติทางโลหะวิทยาของเอ็นมิลล์ที่ได้จากการวิจัย ปรากฏว่า ถ้าโครงสร้างหลักของเอ็นมิลล์เป็นมาร์เทนไซด์และคาร์ไบด์ จะมีการสลายตัวแตกต่างกัน โครงสร้างที่มีการสลายตัวของคาร์ไบด์สม่ำเสมอและมีขนาดไม่แตกต่างกันมากนัก จะส่งผลต่อการสึกหรอเนื่องจากการตัดเฉือนน้อยกว่าเอ็นมิลล์ที่มีคาร์ไบด์ขนาดใหญ่ที่มีการสลายตัวไม่สม่ำเสมอ โครงสร้างมาร์เทนไซด์ของเหล็กกล้ารอบสูงจะมีความแข็งแรงมาก

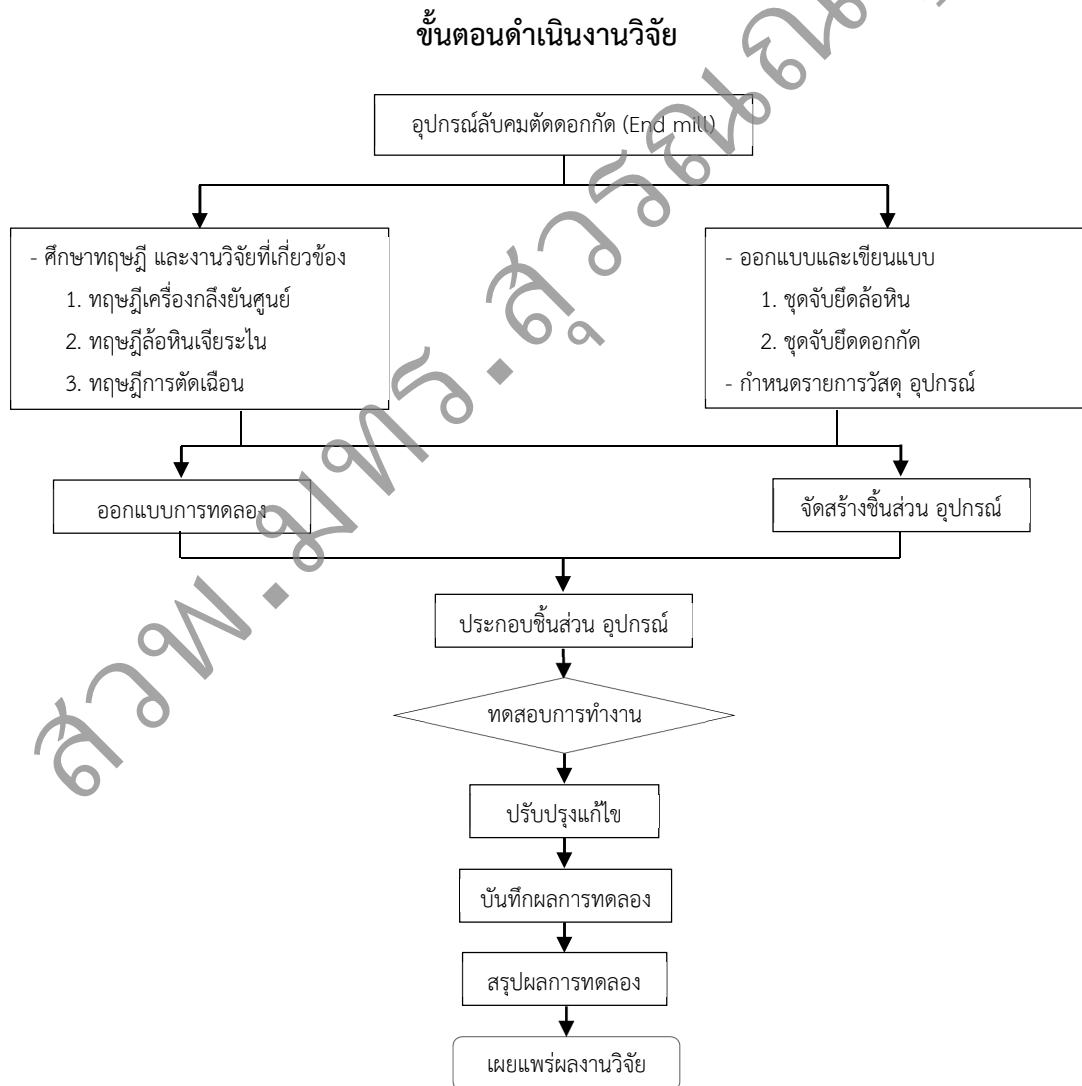
สวพ.มทร.สุวรรณภูมิ

บทที่ 3

ขั้นตอนการดำเนินงาน

โครงการวิจัยนี้ คณะผู้ดำเนินโครงการได้จัดทำแผนงานวิจัย การออกแบบ การจัดสร้าง และ ทดสอบ ซึ่งมีขั้นตอนดำเนินงานวิจัยดังต่อไปนี้

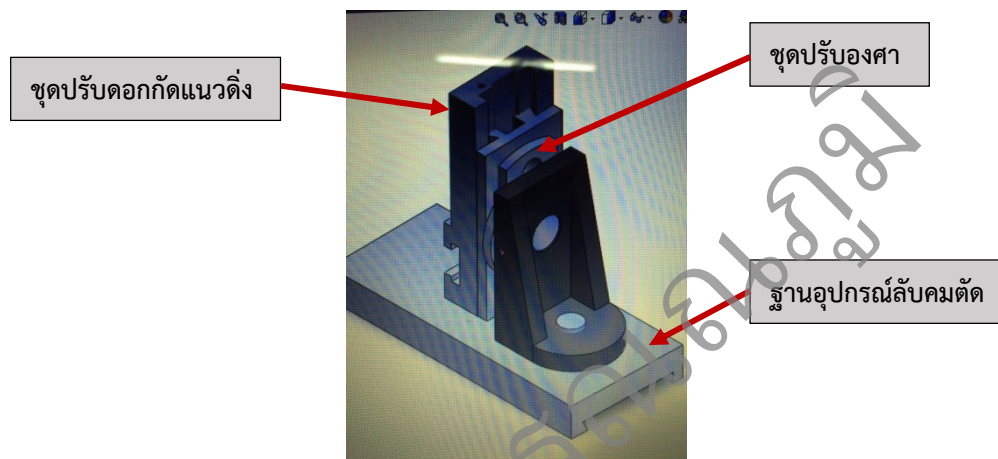
- 3.1 ออกแบบชุดจับยึดล้อหิน และชุดจับยึดดอกกัด
- 3.2 ปรับแต่งชุดระบบส่งกำลัง
- 3.3 จัดสร้างชิ้นส่วนอุปกรณ์หลักมิตตามแบบงาน
- 3.4 ขั้นตอนประกอบชิ้นส่วน



ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

3.1 ออกแบบชุดจับยึดล้อยิน และชุดจับยึดดอกกัด

ขั้นตอนการออกแบบใช้โปรแกรมออกแบบด้วยคอมพิวเตอร์ 3 มิติ เพื่อตรวจสอบรูปทรง
รูปลักษณะของชิ้นส่วนชุดอุปกรณ์จับยึดล้อยินและชิ้นส่วนอุปกรณ์จับยึดดอกกัด ดังภาพที่ 3.2
เมื่อทำการออกแบบเสร็จแล้วจึงถ่ายแบบลงในโปรแกรมเขียนแบบด้วยคอมพิวเตอร์ 2 มิติ เพื่อกำหนด
ขนาด พิกัดความเผื่อ ความเรียบผิวต่อไป



ภาพที่ 3.2 การออกแบบชุดชิ้นส่วนอุปกรณ์จับยึดดอกกัด

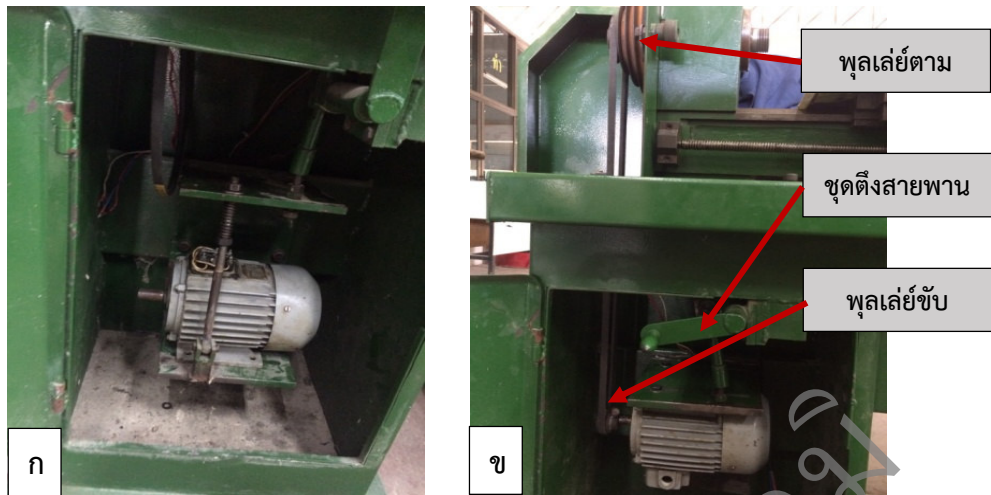
3.2 ปรับแต่งชุดระบบส่งกำลัง

โครงการวิจัยการสร้างชุดอุปกรณ์ลับคมตัดดอกกัด (End Mill) บนเครื่องกลึงขนาดเล็กนี้ ใช้
เครื่องกลึงยี่ห้อขนาดเล็ก รุ่น MT12 เป็นฐานและโครงสร้างหลักของชุดอุปกรณ์ลับคมตัดดอกกัด
จึงได้มีการปรับแต่งชุดระบบส่งกำลังให้มีความเหมาะสมต่อการหมุนของล้อยินเจียร์ไนที่ความเร็ว
รอบ 2,490 รอบต่อนาที โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานดังต่อไปนี้

3.2.1 เลือกใช้มอเตอร์ไฟฟ้าที่มีความเร็วรอบ 2,490 รอบต่อนาที

3.2.2 ปรับแต่งอัตราทดเกียร์และเฟืองตาม โดยใช้อัตราทด 1:1

3.2.3 ปรับเปลี่ยนตำแหน่งยึดมอเตอร์ไฟฟ้า เพื่อเพิ่มระยะตั้งสายพาน ดังภาพที่ 3.3 (ข)



ภาพที่ 3.3 การปรับแต่งชุดระบบส่งกำลัง

ก) ชุดระบบส่งกำลังก่อนปรับแต่ง

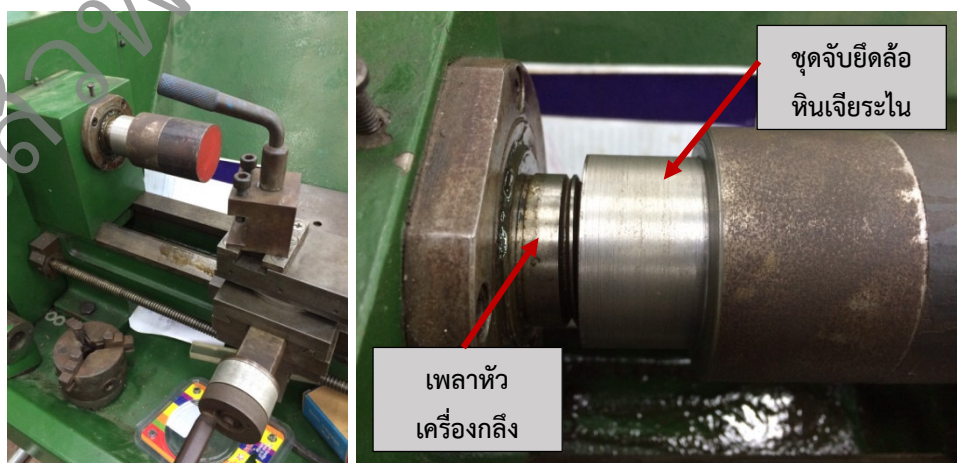
ข) ชุดระบบส่งกำลังหลังปรับแต่ง

3.3 จัดสร้างชิ้นส่วนอุปกรณ์ลับคมตัดตามแบบงาน

ขั้นตอนการจัดสร้างชิ้นส่วนอุปกรณ์ลับคมตัดตามแบบงานของชุดอุปกรณ์ลับคมตัดดอกกัด (End Mill) บนเครื่องกลึงขนาดเล็ก มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.3.1 ผลิตชิ้นส่วนชุดจับยึดล้อหินเจียรไน

การผลิตชิ้นส่วนชุดจับยึดล้อหินเจียรไนจะต้องทำการกลึงเหล็กเพลลาต้นบนเครื่องกลึงขนาดเล็ก รุ่น MT12 เพื่อให้ชุดจับยึดหินเจียรไนหมุนร่วมศูนย์กับชุดเพลลาหัวเครื่องของเครื่องกลึงในขณะทำการเจียรไน



ภาพที่ 3.4 กลึงชุดจับยึดล้อหินเจียรไน

3.3.2 ผลิตชุดปรับองศา

การผลิตชุดปรับองศาทำการกัดขึ้นรูปเหล็กแผ่นขนาดความหนา 15 มิลลิเมตร แผ่นฐานกัดโค้งให้เป็นรัศมีตามแบบงาน จำนวน 1 ชิ้น และทำการยึดด้วยโบลท์ 2 จุด ด้านข้าง และเชื่อมไฟฟ้าด้านบนเพื่อเสริมความแข็งแรง ดังภาพที่ 3.5

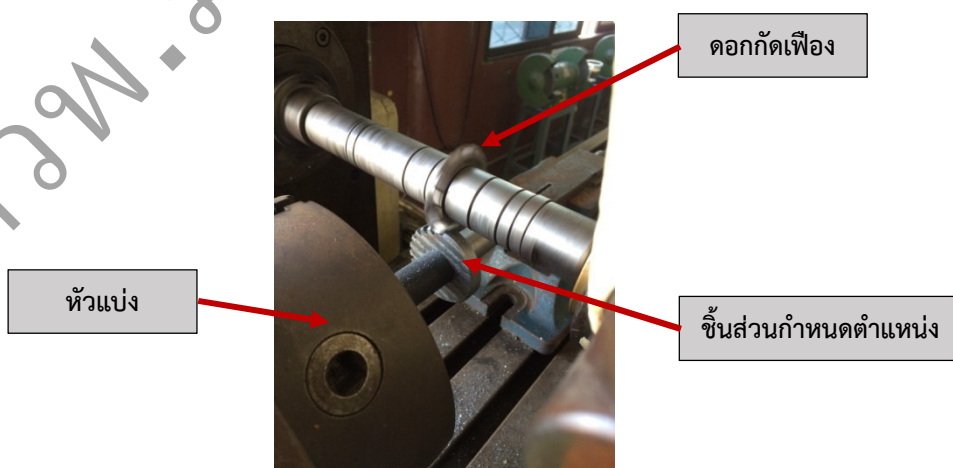


แผ่นฐาน

ภาพที่ 3.5 ผลิตชุดปรับองศา

3.3.3 ผลิตชิ้นส่วนกำหนดตำแหน่งฟันกัด

ชิ้นส่วนกำหนดตำแหน่งฟันกัด มีลักษณะเป็นเฟืองตรง มีขนาดความหนา 10 มิลลิเมตร ใช้เหล็กเพลากลมทำการกลึงขึ้นขึ้นรูปเตรียมกัดเฟือง จากนั้นทำการกัดเฟืองด้วยเครื่องกัด ขนาด 24 ฟัน โมดูล 1.25 ดังภาพที่ 3.6



ดอกกัดเฟือง

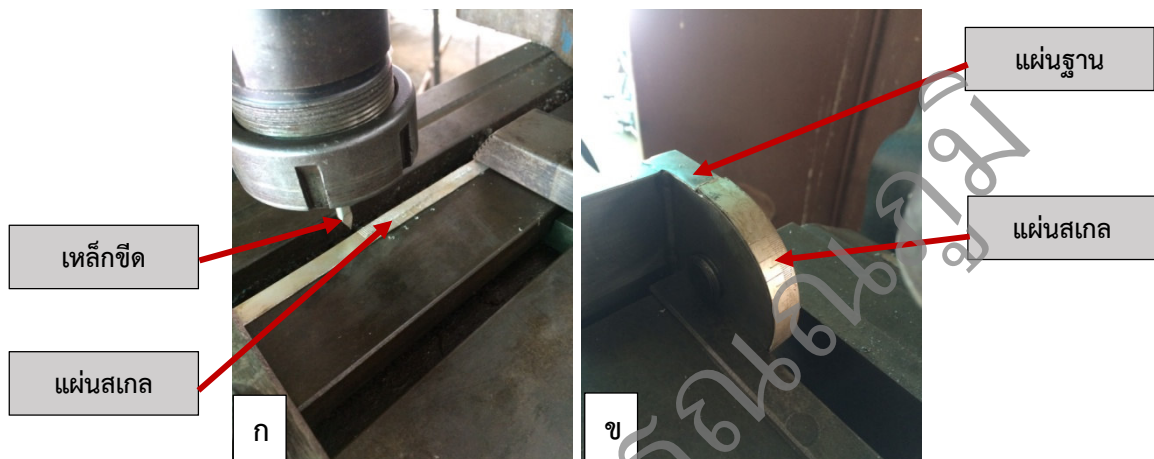
หัวแบ่ง

ชิ้นส่วนกำหนดตำแหน่ง

ภาพที่ 3.6 ผลิตชิ้นส่วนกำหนดตำแหน่งฟันกัด

3.3.4 ผลิตแผ่นสเกลบอกองศา

การผลิตแผ่นสเกลบอกองศาติดตั้งบนชิ้นส่วนฐานชุดปรับองศา เลือกใช้แผ่นเหล็กกล้าไร้สนิมขนาดความหนา 1.5 มิลลิเมตร ทำการขีดเป็นเส้นบอกสเกลบนเครื่องกัด ดังภาพ 3.7 (ก) โดยใช้ดอกกัดลับคมส่วนปลายให้แหลมทำเป็นเหล็กขีด เมื่อทำการขีดเส้นสเกลเสร็จเรียบร้อยแล้วนำไปติดตั้งบนชิ้นส่วนฐานชุดปรับองศา ดังภาพ 3.7 (ข)



ภาพที่ 3.7 ผลิตแผ่นสเกลบอกองศา

ก) ขั้นตอนการขีดเส้นบอกองศาลงบนแผ่นสเกล

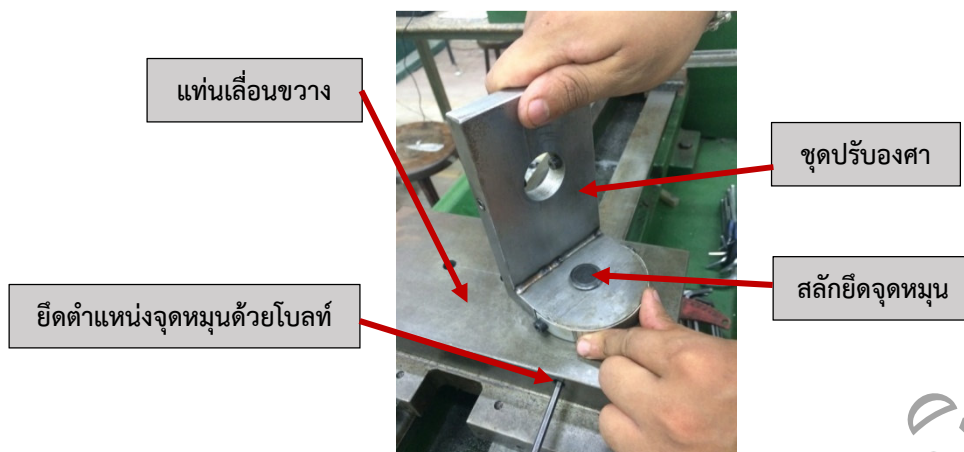
ข) การประกอบติดตั้งแผ่นสเกลลงบนชิ้นส่วนฐานชุดปรับองศา

3.4 ขั้นตอนประกอบชิ้นส่วน

หลังจากทำการผลิตชิ้นส่วนประกอบของอุปกรณ์ลับคมตัดดอกกัดเสร็จสิ้นทุกชิ้นส่วนแล้ว ขั้นตอนต่อจากนี้เป็นขั้นตอนการประกอบชิ้นส่วนประกอบ การปรับแต่งระยะงานสวม การติดตั้งชุดควบคุมระบบไฟฟ้า การทำสี และการทดสอบการทำงานของอุปกรณ์ลับคมตัดดอกกัดบนเครื่องกลึง โดยขั้นตอนการประกอบชิ้นส่วนต่างๆ มีดังต่อไปนี้

3.4.1 การประกอบชุดปรับองศาบนแท่นเลื่อนขวาง

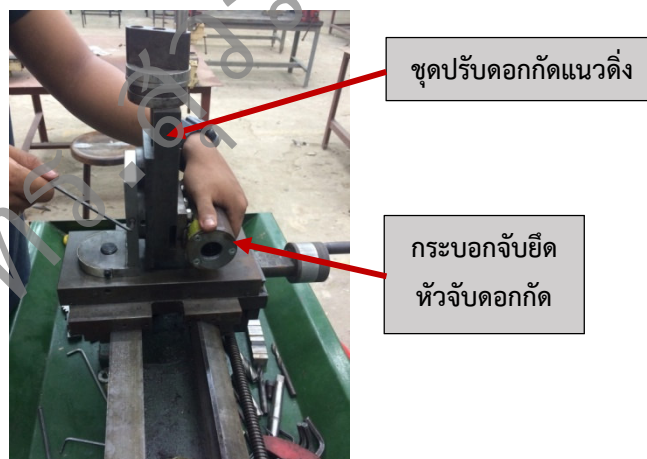
ทำการประกอบชุดปรับองศาบนแท่นเลื่อนขวางของเครื่องกลึง แล้วทำการยึดโบลท์ปรับการหมุนที่สลักยึดจุดหมุน ดังภาพที่ 3.8



ภาพที่ 3.8 ประกอบชุดป้องกันศาบนแผ่นเลื่อนขวาง

3.4.2 ประกอบชุดปรับดอกกัดแนวตั้ง และกระบอกจับยึดหัวจับดอกกัด

ทำการประกอบชุดปรับดอกกัดแนวตั้งบนชุดป้องกันศา และประกอบกระบอกจับยึดหัวจับดอกกัด ดังภาพที่ 3.9



ภาพที่ 3.9 ประกอบชุดปรับดอกกัดแนวตั้ง และกระบอกจับยึดหัวจับดอกกัด

3.4.3 ประกอบชุดหัวจับล้อยินเจียร์ไน ชิ้นส่วนกำหนดตำแหน่งฟันดอกกัด หัวจับดอกกัด และเครื่องป้องกัน

ทำการประกอบชุดหัวจับล้อยินเจียร์ไนเข้ากับเพลาลูกเครื่องกลึง ประกอบชิ้นส่วนกำหนดตำแหน่งฟันดอกกัดเข้ากับกระบอกจับยึดหัวจับดอกกัด และติดตั้งเครื่องป้องกันเศษเข้ากับส่วนหัวเครื่องกลึง ดังภาพที่ 3.10

3.4.4 ติดตั้งชุดควบคุมระบบไฟฟ้า

ทำการติดตั้งชุดควบคุมระบบไฟฟ้า เช่น เมนสวิตช์ สวิตช์เปิด – ปิดการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้า สวิตช์ฉุกเฉิน เป็นต้น



ภาพที่ 3.10 ชุดอุปกรณ์ลับคมตัดดอกกัด (End Mill) บนเครื่องกลึงขนาดเล็กหลังการประกอบ

3.4.5 ทดสอบการทำงาน

หลังจากดำเนินการประกอบชิ้นส่วนต่างๆ ของชุดอุปกรณ์ลับคมตัดดอกกัดบนเครื่องกลึงเสร็จเรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนต่อไปเป็นการทดสอบการทำงานของชุดอุปกรณ์ เพื่อตรวจสอบหาจุดบกพร่องและจากการทำงานทำงานของอุปกรณ์



ภาพที่ 3.11 ขั้นตอนการทดสอบการทำงาน

บทที่ 4

ผลการดำเนินงานและวิเคราะห์ผล

งานวิจัยนี้เพื่อออกแบบและสร้างอุปกรณ์ลับคมตัดดอกกัดบนเครื่องกลึงขนาดเล็ก ศึกษาทดสอบความเรียบผิวของรอยกัดหลังจากการกัดด้วยดอกกัดที่ผ่านการลับคมตัดด้วยอุปกรณ์ลับคมตัด และเปรียบเทียบความเรียบผิวรอยกัดจากดอกกัดใหม่ และเพื่อถ่ายทอดองค์ความรู้การลับคมตัดดอกกัดบนเครื่องกลึงขนาดเล็กให้นักศึกษา ในส่วนของบทนี้เป็นการนำเสนอผลการดำเนินงานวิจัยและอภิปรายผลการทดลองที่ได้จากการทดสอบ โดยมีค่าตัวแปรในการทดลองดังนี้

1. ดอกกัด (End Mill) ในการทดสอบมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 มิลลิเมตร ผลิตจากเหล็กโรบสูง (High Speed Steel) ประกอบด้วย

1.1 ดอกกัดคมตัดด้านหน้าสี่หอรอ จำนวน 1 ดอก

1.2 ดอกกัดใหม่ จำนวน 1 ดอก

1.3 ดอกกัดที่ผ่านการลับคมตัดด้วยอุปกรณ์ลับคมตัด จำนวน 1 ดอก

2. วัสดุชิ้นงานทดสอบเป็นเหล็กแผ่นแบน AISI 1020 ขนาด 75 x 100 x 10 มิลลิเมตร

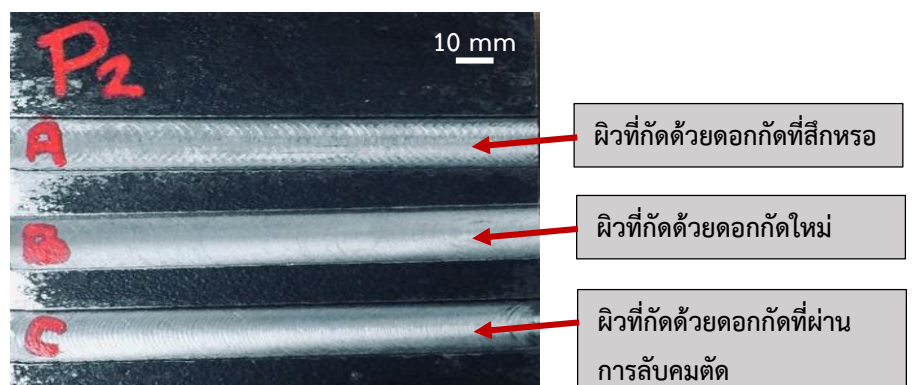
3. ความเร็วตัด 20 เมตรต่อนาที

4. อัตราป้อนที่ใช้ 0.04, 0.07, 0.1 มิลลิเมตรต่อฟัน

5. ความลึกรอยกัด 1 มิลลิเมตร

6. เงื่อนไขในการกัดเป็นการกัดแบบละเอียด

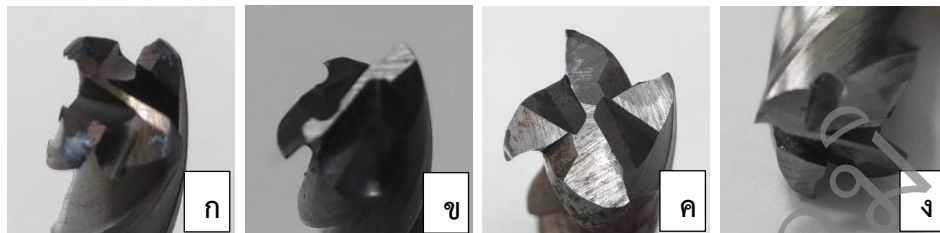
ผลการทดสอบที่ได้ตามค่าตัวแปรที่กำหนดเพื่อศึกษาความเรียบผิวของรอยกัดที่ได้จากเครื่องมือตัดที่ผ่านการลับคมตัดด้วยอุปกรณ์ลับคมตัดเปรียบเทียบกับความเรียบผิวรอยกัดที่ได้จากดอกกัดใหม่ ซึ่งได้ผลการทดสอบดังนี้



ภาพที่ 4.1 ตัวอย่างชิ้นงานกัดทดสอบ

4.1 การเตรียมดอกกัดและชิ้นงานทดสอบ

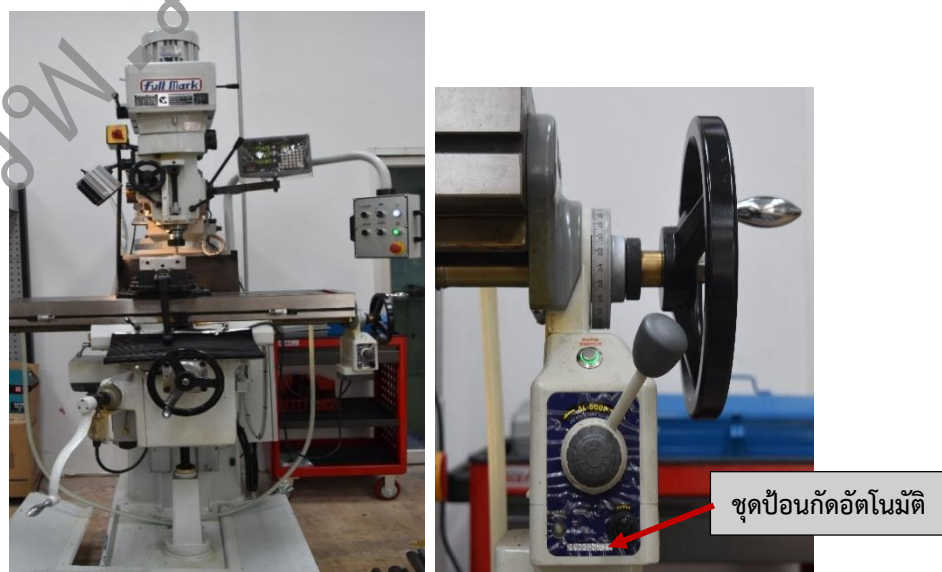
ชิ้นงานทดสอบใช้เหล็กแผ่นแบน AISI 1020 ขนาด 75 มิลลิเมตร มีความหนา 10 มิลลิเมตร นำมาตัดให้ได้ความยาว 100 มิลลิเมตร หลังจากนั้นนำมาตะไบลบคม จำนวนชิ้นงานทดสอบทั้งหมด 15 ชิ้น



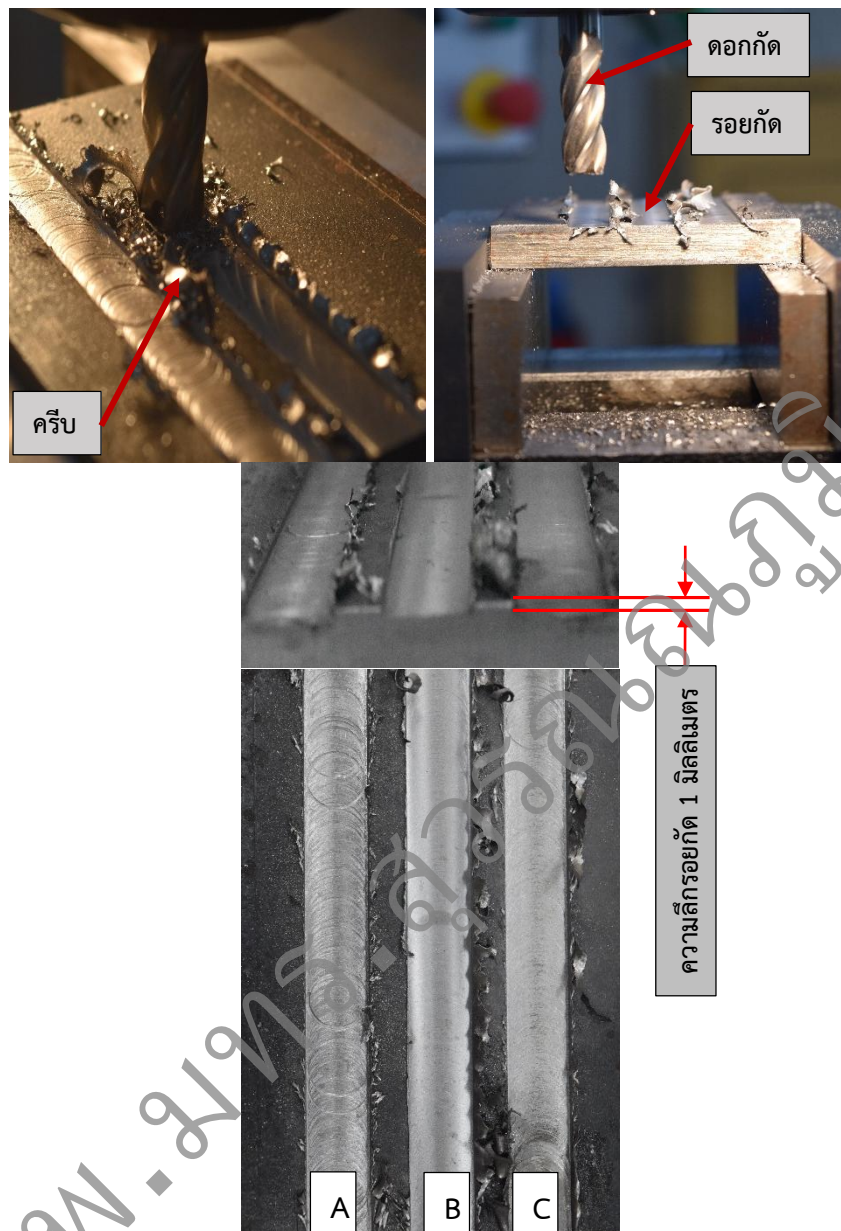
ภาพที่ 4.2 คมตัดด้านหน้าดอกกัด

- (ก) ดอกกัดที่มีคมตัดด้านหน้าดอกกัดสึกหรอเป็นรอยไหม้
- (ข) ดอกกัดที่มีคมตัดด้านหน้าสึกหรอแบบแตกหัก
- (ค) คมตัดด้านหน้าดอกกัดผ่านการลับคมด้วยชุดอุปกรณ์ลับคมตัดดอกกัด
- (ง) คมตัดด้านหน้าดอกกัดใหม่

ดอกกัดที่ใช้ในการทดสอบใช้ดอกกัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 มิลลิเมตรผลิตจากเหล็กความเร็วสูง (High Speed Steel) จำนวนทั้งหมด 3 ดอก ประกอบด้วย ดอกกัดคมตัดด้านหน้าสึกหรอ จำนวน 1 ดอก ดังภาพที่ 4.2 (ก) ดอกกัดใหม่ จำนวน 1 ดอก ดังภาพที่ 4.2 (ง) และดอกกัดที่ผ่านการลับคมตัดด้วยอุปกรณ์ลับคมตัด จำนวน 1 ดอก ดังภาพที่ 4.2 (ค)



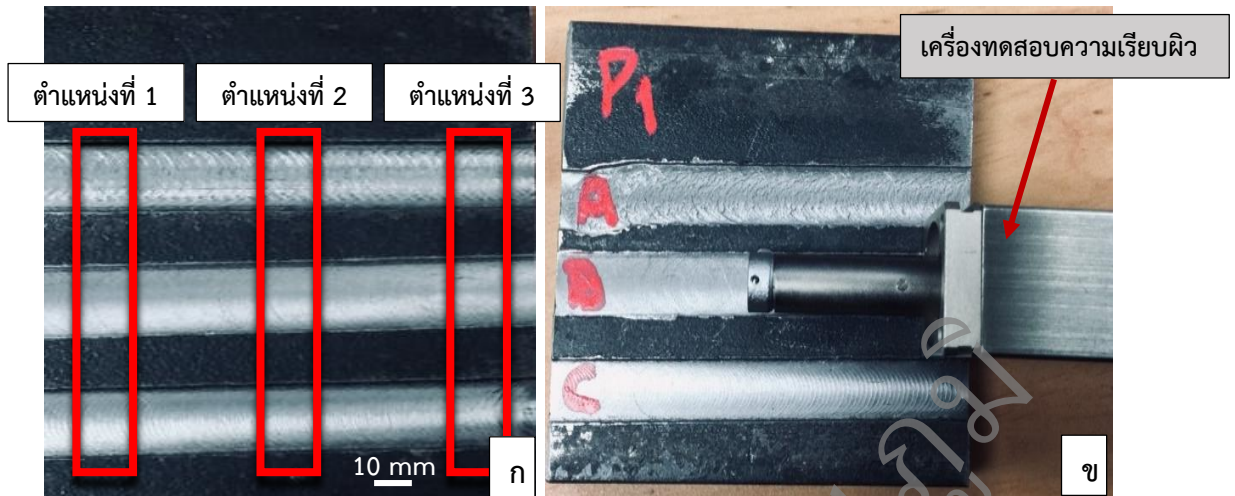
ภาพที่ 4.3 เครื่องกัด (Milling Machine) ที่ใช้ในการกัดทดสอบ



ภาพที่ 4.4 กัดทดสอบชิ้นงาน

การกัดชิ้นงานทดสอบใช้เครื่องกัดแบบเอนกประสงค์ ทำการป้อนกัดตามเงื่อนไขด้วยชุดป้อนอัตโนมัติ ดังภาพที่ 4.3 การกัดทดสอบเริ่มต้นด้วยการจับชิ้นงานบนปากกาจับงาน และทำการตั้งค่าต่างๆ ของเครื่องกัดตามเงื่อนไขที่กำหนด คือ ความเร็วตัด 20 เมตรต่ออนาที อัตราป้อนที่ใช้ 0.04, 0.07, 0.1 มิลลิเมตรต่อฟัน ความลึกรอยกัด 1 มิลลิเมตร และเงื่อนไขในการกัดเป็นการกัดแบบละเอียด หลังจากนั้นทำการกัดชิ้นงานโดยเริ่มจากการใช้ดอกกัดที่มีคมตัดด้านหน้าสึกหรอก่อนให้เป็นรอย A ต่อด้วยดอกกัดใหม่ให้เป็นรอย B และดอกกัดที่ผ่านการลับคมตัดด้วยอุปกรณ์ลับคมตัดให้เป็นรอย C เมื่อทำการกัดทดสอบเสร็จแล้วนำชิ้นงานทดสอบออกจากปากกาจับงานนำไปตะไบลบคมและครีปรอยกัด และทำความสะอาดชิ้นงานเป็นขั้นตอนสุดท้าย

4.2 การทดสอบความเรียบผิว

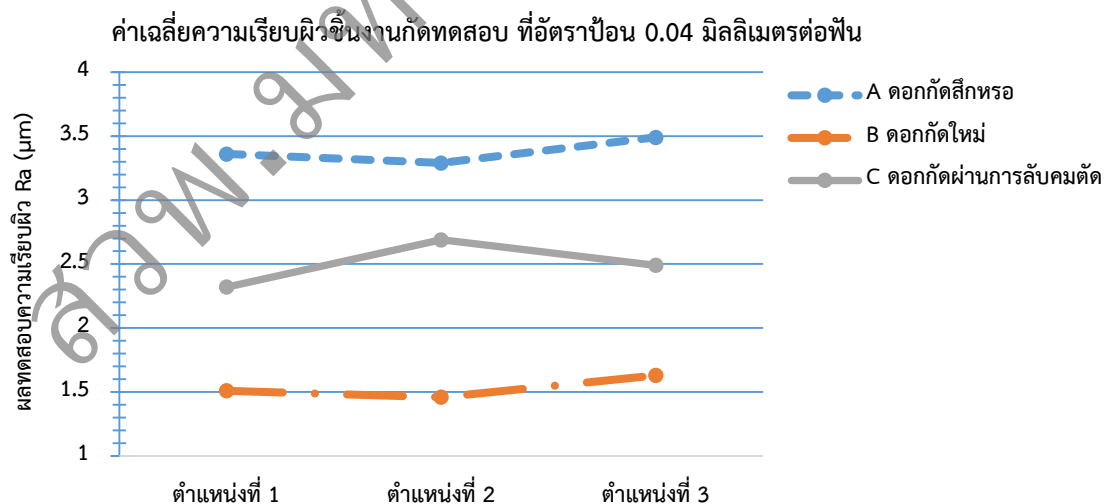


ภาพที่ 4.5 การทดสอบความเรียบผิว

(ก) ตำแหน่งตรวจวัดความเรียบผิว

(ข) เครื่องวัดผิวเรียบ Surface Roughness Tester

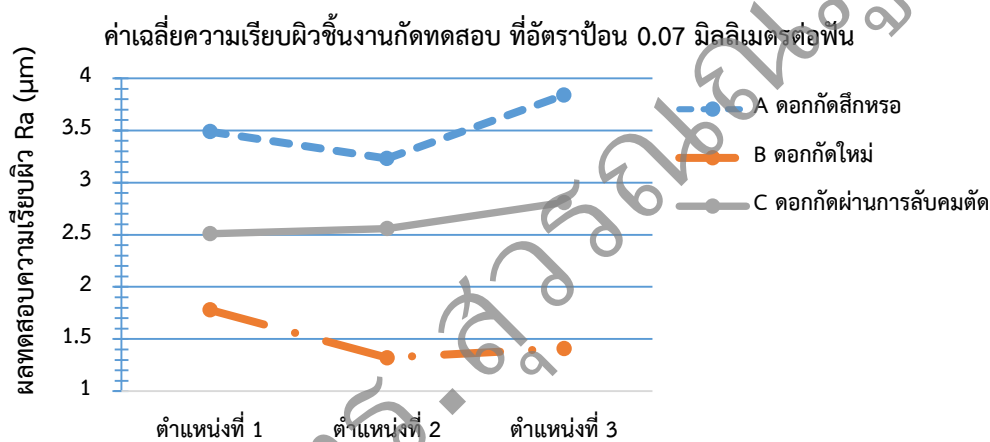
การทดสอบความเรียบผิวรอยกัดด้วยเครื่องวัดผิวเรียบ Surface Roughness Tester ดังภาพที่ 4.5 (ข) หน่วยการวัดเป็นไมโครเมตร (μm) โดยทำการวัดค่าความเรียบผิวทั้งหมด 3 จุดบนรอยกัดหนึ่งรอย ดังภาพที่ 4.5 (ก)



ภาพที่ 4.6 ค่าเฉลี่ยความเรียบผิวชิ้นงานกัดทดสอบ ที่อัตราป้อน 0.04 มิลลิเมตรต่อฟัน

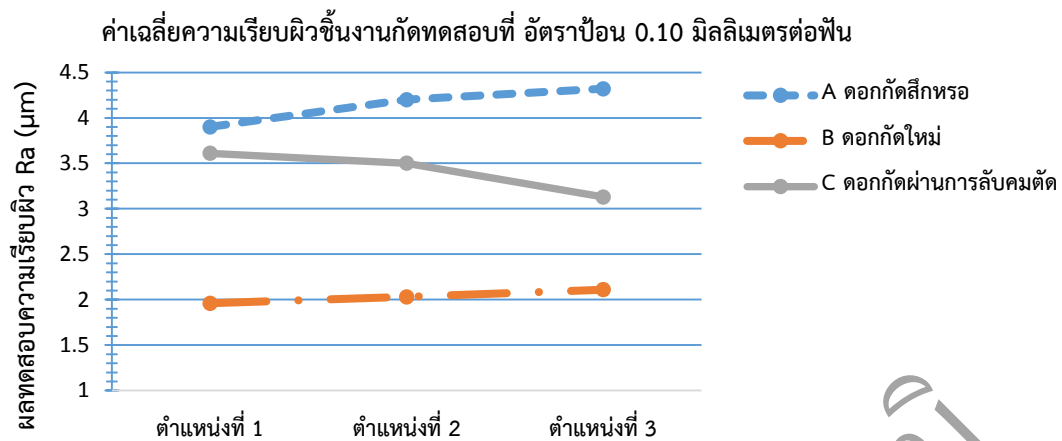
ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากภาพที่ 4.7 ค่าเฉลี่ยความเรียบผิวรอยกัดชิ้นงานทดสอบ ที่อัตราป้อน 0.04 มิลลิเมตรต่อฟัน พบว่ารอยกัด A ที่ผ่านการกัดด้วยดอกกัดที่สึกหรอมีค่าเฉลี่ยความเรียบ

ผิวที่ตำแหน่งวัดที่ 1 อยู่ที่ 2.98 ไมโครเมตร ตำแหน่งวัดที่ 2 อยู่ที่ 3.28 ไมโครเมตร และตำแหน่งวัดที่ 3 อยู่ที่ 3.39 ไมโครเมตร ค่าเฉลี่ยความเรียบผิวรวมทั้ง 3 ตำแหน่งอยู่ที่ 3.22 ไมโครเมตร รอยกีด B ที่ผ่านการกัดด้วยดอกกัดใหม่มีค่าเฉลี่ยความเรียบผิวที่ตำแหน่งวัดที่ 1 อยู่ที่ 1.51 ไมโครเมตร ตำแหน่งวัดที่ 2 อยู่ที่ 1.46 ไมโครเมตร และตำแหน่งวัดที่ 3 อยู่ที่ 1.63 ไมโครเมตร ค่าเฉลี่ยความเรียบผิวรวมทั้ง 3 ตำแหน่งอยู่ที่ 1.53 ไมโครเมตร และรอยกีด C ที่ผ่านการกัดด้วยดอกกัดใหม่มีค่าเฉลี่ยความเรียบผิวที่ตำแหน่งวัดที่ 1 อยู่ที่ 2.32 ไมโครเมตร ตำแหน่งวัดที่ 2 อยู่ที่ 2.69 ไมโครเมตร และตำแหน่งวัดที่ 3 อยู่ที่ 2.49 ไมโครเมตร ค่าเฉลี่ยความเรียบผิวรวมทั้ง 3 ตำแหน่งอยู่ที่ 2.50 ไมโครเมตร จากการวิเคราะห์ข้อมูลความเรียบผิวพบว่า รอยกีด C มีค่าเฉลี่ยความเรียบผิวรวมทั้ง 3 ตำแหน่งอยู่ในระดับปานกลางเมื่อเปรียบเทียบกับรอยกีด A และรอยกีด B



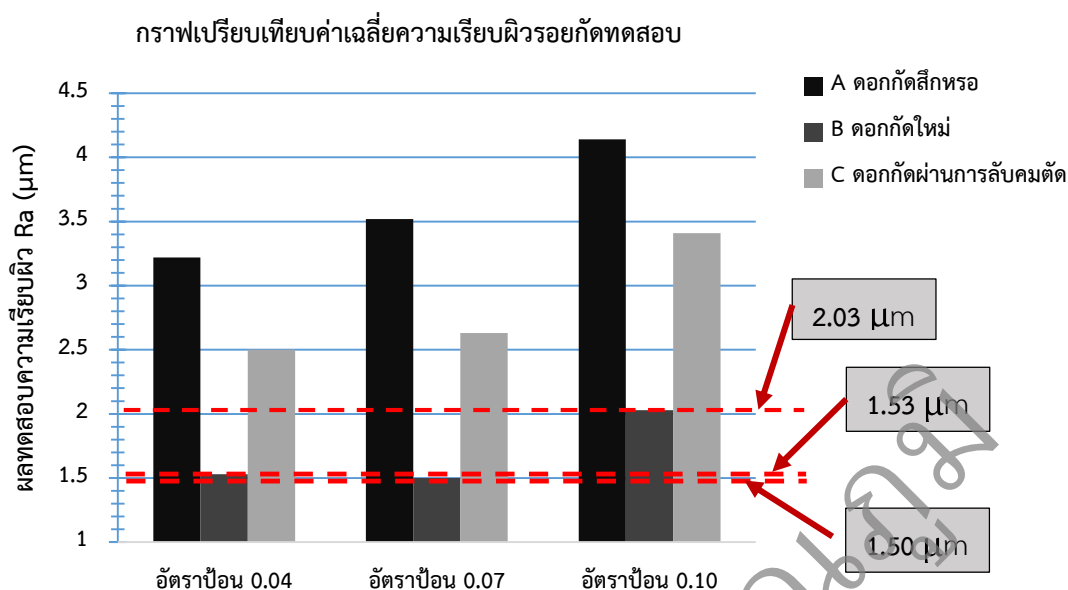
ภาพที่ 4.7 ค่าเฉลี่ยความเรียบผิวชิ้นงานกัดทดสอบ ที่อัตราป้อน 0.07 มิลลิเมตรต่อฟัน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากภาพที่ 4.8 ค่าเฉลี่ยความเรียบผิวรอยกีดชิ้นงานทดสอบ ที่อัตราป้อน 0.07 มิลลิเมตรต่อฟัน พบว่ารอยกีด A ที่ผ่านการกัดด้วยดอกกัดที่สึกหรอมีค่าเฉลี่ยความเรียบผิวที่ตำแหน่งวัดที่ 1 อยู่ที่ 3.49 ไมโครเมตร ตำแหน่งวัดที่ 2 อยู่ที่ 3.23 ไมโครเมตร และตำแหน่งวัดที่ 3 อยู่ที่ 3.84 ไมโครเมตร ค่าเฉลี่ยความเรียบผิวรวมทั้ง 3 ตำแหน่งอยู่ที่ 3.52 ไมโครเมตร ซึ่งค่าเฉลี่ยความเรียบผิวรวมของรอยกีด A มีค่าสูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยความเรียบผิวรวมที่อัตราป้อน 0.04 มิลลิเมตรต่อฟัน รอยกีด B ที่ผ่านการกัดด้วยดอกกัดใหม่มีค่าเฉลี่ยความเรียบผิวที่ตำแหน่งวัดที่ 1 อยู่ที่ 1.78 ไมโครเมตร ตำแหน่งวัดที่ 2 อยู่ที่ 1.32 ไมโครเมตร และตำแหน่งวัดที่ 3 อยู่ที่ 1.41 ไมโครเมตร ค่าเฉลี่ยความเรียบผิวรวมทั้ง 3 ตำแหน่งอยู่ที่ 1.50 ไมโครเมตร และรอยกีด C ที่ผ่านการกัดด้วยดอกกัดใหม่มีค่าเฉลี่ยความเรียบผิวที่ตำแหน่งวัดที่ 1 อยู่ที่ 2.51 ไมโครเมตร ตำแหน่งวัดที่ 2 อยู่ที่ 2.56 ไมโครเมตร และตำแหน่งวัดที่ 3 อยู่ที่ 2.81 ไมโครเมตร ค่าเฉลี่ยความเรียบผิวรวมทั้ง 3 ตำแหน่งอยู่ที่ 2.63 ไมโครเมตร รอยกีด C มีค่าเฉลี่ยความเรียบผิวรวมทั้ง 3 ตำแหน่งสูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยความเรียบผิวรวมของรอยกีด C ที่อัตราป้อน 0.04 มิลลิเมตรต่อฟัน



ภาพที่ 4.8 ค่าเฉลี่ยความเรียบผิวชิ้นงานกัดทดสอบ ที่อัตราป้อน 0.10 มิลลิเมตรต่อฟัน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากภาพที่ 4.9 ค่าเฉลี่ยความเรียบผิวรอยกัดชิ้นงานทดสอบ ที่อัตราป้อน 0.10 มิลลิเมตรต่อฟัน พบว่ารอยกัด A ที่ผ่านการกัดด้วยดอกกัดที่สึกหรอมีค่าเฉลี่ยความเรียบผิวที่ตำแหน่งวัดที่ 1 อยู่ที่ 3.90 ไมโครเมตร ตำแหน่งวัดที่ 2 อยู่ที่ 4.20 ไมโครเมตร และตำแหน่งวัดที่ 3 อยู่ที่ 4.32 ไมโครเมตร ค่าเฉลี่ยความเรียบผิวรวมทั้ง 3 ตำแหน่งอยู่ที่ 4.14 ไมโครเมตร ซึ่งค่าเฉลี่ยความเรียบผิวรวมของรอยกัด A มีค่าสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยความเรียบผิวรวมที่อัตราป้อน 0.04 และ 0.07 มิลลิเมตรต่อฟัน มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเมื่ออัตราป้อนเพิ่มมากขึ้น รอยกัด B ที่ผ่านการกัดด้วยดอกกัดใหม่มีค่าเฉลี่ยความเรียบผิวที่ตำแหน่งวัดที่ 1 อยู่ที่ 1.96 ไมโครเมตร ตำแหน่งวัดที่ 2 อยู่ที่ 2.03 ไมโครเมตร และตำแหน่งวัดที่ 3 อยู่ที่ 2.11 ไมโครเมตร ค่าเฉลี่ยความเรียบผิวรวมทั้ง 3 ตำแหน่งอยู่ที่ 2.03 ไมโครเมตร และรอยกัด C ที่ผ่านการกัดด้วยดอกกัดใหม่มีค่าเฉลี่ยความเรียบผิวที่ตำแหน่งวัดที่ 1 อยู่ที่ 3.61 ไมโครเมตร ตำแหน่งวัดที่ 2 อยู่ที่ 3.50 ไมโครเมตร และตำแหน่งวัดที่ 3 อยู่ที่ 3.13 ไมโครเมตร ค่าเฉลี่ยความเรียบผิวรวมทั้ง 3 ตำแหน่งอยู่ที่ 3.41 ไมโครเมตร รอยกัด C มีค่าเฉลี่ยความเรียบผิวรวมทั้ง 3 ตำแหน่งสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยความเรียบผิวรวมที่อัตราป้อน 0.04 และ 0.07 มิลลิเมตรต่อฟัน มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเมื่ออัตราป้อนเพิ่มมากขึ้น



ภาพที่ 4.9 กราฟเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความเรียบผิวชิ้นงานกัดทดสอบ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากภาพที่ 4.10 ค่าเฉลี่ยความเรียบผิวรอยกัดทดสอบ เงื่อนไขการทดลองกัดแบบละเอียด ที่ความถี่การกัด 1 มิลลิเมตรที่อัตราป้อน 0.04 มิลลิเมตรต่อฟัน พบว่ารอยกัด B ที่กัดด้วยดอกกัดใหม่มีค่าความเรียบผิวเฉลี่ยทั้ง 3 ตำแหน่งอยู่ที่ 1.53 ไมโครเมตร รอยกัด C ที่กัดด้วยดอกกัดที่ผ่านการลับคมตัดด้วยอุปกรณ์ลับคมตัดมีค่าความเรียบผิวอยู่ในระดับกึ่งกลางระหว่างรอยกัดจากดอกกัดใหม่และรอยกัดจากดอกกัดที่สึกหรอ ค่าเฉลี่ยทั้ง 3 ตำแหน่งการวัดอยู่ที่ 2.50 ไมโครเมตร ความสามารถทำให้อายุการใช้งานของดอกกัดที่ผ่านการลับคมตัดใหม่คิดเป็น 61.20 เปอร์เซ็นต์เมื่อเปรียบเทียบกับความเรียบผิวของดอกกัดใหม่ รอยกัด A ที่ผ่านการกัดด้วยดอกกัดที่สึกหรอมีค่าเฉลี่ยทั้ง 3 ตำแหน่งการวัดอยู่ที่ 3.22 ไมโครเมตร ความสามารถทำให้อายุการใช้งานของดอกกัดใหม่คิดเป็น 47.51 เปอร์เซ็นต์เมื่อเปรียบเทียบกับความเรียบผิวของดอกกัดใหม่

ที่อัตราป้อน 0.07 มิลลิเมตรต่อฟัน พบว่ารอยกัด B ที่กัดด้วยดอกกัดใหม่มีค่าความเรียบผิวเฉลี่ยทั้ง 3 ตำแหน่งอยู่ที่ 1.50 ไมโครเมตร รอยกัด C ที่กัดด้วยดอกกัดที่ผ่านการลับคมตัดด้วยอุปกรณ์ลับคมตัดมีค่าความเรียบผิวอยู่ในระดับกึ่งกลาง ระหว่างความเรียบผิวรอยกัดจากดอกกัดใหม่และรอยกัดจากดอกกัดที่สึกหรอเช่นเดียวกับที่อัตราป้อน 0.04 มิลลิเมตรต่อฟัน ค่าเฉลี่ยทั้ง 3 ตำแหน่งการวัดอยู่ที่ 2.63 ไมโครเมตร สูงขึ้นจากอัตราป้อน 0.04 มิลลิเมตรต่อฟันเล็กน้อย ความสามารถทำให้อายุการใช้งานของดอกกัดที่ผ่านการลับคมตัดใหม่คิดเป็น 57.03 เปอร์เซ็นต์เมื่อเปรียบเทียบกับความเรียบผิวของดอกกัดใหม่ รอยกัด A ที่ผ่านการกัดด้วยดอกกัดที่สึกหรอมีค่าเฉลี่ยทั้ง 3 ตำแหน่งการวัดอยู่ที่ 3.52 ไมโครเมตร ความสามารถทำให้อายุการใช้งานของดอกกัดใหม่คิดเป็น 42.61 เปอร์เซ็นต์เมื่อเปรียบเทียบกับ

กับความเรียบผิวของดอกกั๊ดใหม่ ความสามารถทำให้รอยกั๊ดมีผิวเรียบของรอยกั๊ด A และ B มีแนวโน้มลดลง

ที่อัตราป้อน 0.10 มิลลิเมตรต่อฟัน พบว่ารอยกั๊ด B ที่กั๊ดด้วยดอกกั๊ดใหม่มีค่าความเรียบผิวเฉลี่ยทั้ง 3 ตำแหน่งอยู่ที่ 2.03 ไมโครเมตร รอยกั๊ด C ที่กั๊ดด้วยดอกกั๊ดที่ผ่านการลับคมตัดด้วยอุปกรณ์ลับคมตัดมีค่าความเรียบผิวอยู่ในระดับกึ่งกลางระหว่างรอยกั๊ดจากดอกกั๊ดใหม่และรอยกั๊ดจากดอกกั๊ดที่สึกหรอ ค่าเฉลี่ยทั้ง 3 ตำแหน่งการวัดอยู่ที่ 3.41 ไมโครเมตร สูงขึ้นจากอัตราป้อน 0.04 และ 0.07 มิลลิเมตรต่อฟัน ความสามารถทำให้รอยกั๊ดมีผิวเรียบของดอกกั๊ดที่ผ่านการลับคมตัดใหม่คิดเป็น 59.53 เปอร์เซ็นต์เมื่อเปรียบเทียบกับความเรียบผิวของดอกกั๊ดใหม่ รอยกั๊ด A ที่ผ่านการกั๊ดด้วยดอกกั๊ดที่สึกหรอมีค่าเฉลี่ยทั้ง 3 ตำแหน่งการวัดอยู่ที่ 4.14 ไมโครเมตร ความสามารถทำให้รอยกั๊ดมีผิวเรียบคิดเป็น 49.03 เปอร์เซ็นต์เมื่อเปรียบเทียบกับความเรียบผิวของดอกกั๊ดใหม่ และทั้ง 3 อัตราป้อนมีความเรียบผิวของรอยกั๊ด A ที่ผ่านการกั๊ดด้วยดอกกั๊ดที่สึกหรอ และรอยกั๊ด C ที่ผ่านการกั๊ดด้วยดอกกั๊ดที่ผ่านการลับคมตัดใหม่ มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นตามอัตราป้อนที่เพิ่มขึ้นผิวของรอยกั๊ดที่ได้จะมีความหยาบผิวเพิ่มขึ้น นั่นหมายความว่า เมื่อผลการวัดค่าความเรียบผิวเพิ่มขึ้นความเรียบผิวของรอยกั๊ดจะลดลง หรือมีความหยาบผิวเพิ่มขึ้น

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

โครงการวิจัยนี้จัดทำขึ้นเพื่อออกแบบและสร้างอุปกรณ์ลับคมตัดดอกกัทบนเครื่องกลึงขนาดเล็ก ศึกษาทดสอบความเรียบผิวของรอยกัทหลังจากทำการกัทด้วยดอกกัทที่ผ่านการลับคมตัดด้วยอุปกรณ์ลับคมตัด และเปรียบเทียบความเรียบผิวรอยกัทจากดอกกัทใหม่และดอกกัทที่สึกหรอ เพื่อถ่ายทอดองค์ความรู้การลับคมตัดดอกกัทบนเครื่องกลึงขนาดเล็กให้กับนักศึกษา จากการศึกษาและทดสอบสามารถสรุปผลได้ดังนี้

5.1 สรุปผลการทดลอง

5.1.1 ผลจากการทดสอบความเรียบผิวรอยกัทที่กัทด้วยดอกกัทใหม่ให้ค่าเฉลี่ยความเรียบผิวที่อัตราป้อน 0.04 มิลลิเมตรต่อฟัน อยู่ที่ 1.53 ไมโครเมตร ที่อัตราป้อน 0.07 มิลลิเมตรต่อฟัน ให้ค่าเฉลี่ยความเรียบผิว 1.50 ไมโครเมตร และที่อัตราป้อน 0.10 มิลลิเมตรต่อฟัน ให้ค่าเฉลี่ยความเรียบผิว 2.03 ไมโครเมตร

5.1.2 ผลการทดสอบความเรียบผิวรอยกัทที่กัทด้วยดอกกัทที่ผ่านการลับคมตัดใหม่ด้วยชุดอุปกรณ์ลับคมตัดดอกกัทที่สร้างขึ้นที่อัตราป้อน 0.04, 0.07 และ 0.10 มิลลิเมตรต่อฟัน ให้ค่าเฉลี่ยความเรียบผิวอยู่ที่ 2.50, 2.63 และ 3.41 ไมโครเมตรตามลำดับ ความสามารถทำให้รอยกัทมีผิวเรียบของดอกกัทที่ผ่านการลับคมตัดใหม่คิดเป็น 61.20, 57.03 และ 59.53 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับความเรียบผิวรอยกัทที่กัทด้วยดอกกัทใหม่

5.1.3 ผลการทดสอบความเรียบผิวรอยกัทที่กัทด้วยดอกกัทที่สึกหรอ ที่อัตราป้อน 0.04, 0.07 และ 0.10 มิลลิเมตรต่อฟัน ให้ค่าเฉลี่ยความเรียบผิวอยู่ที่ 3.22, 3.52 และ 4.14 ไมโครเมตรตามลำดับ ความสามารถทำให้รอยกัทมีผิวเรียบของดอกกัทที่สึกหรอคิดเป็น 47.51, 42.61 และ 49.03 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับความเรียบผิวรอยกัทที่กัทด้วยดอกกัทใหม่

5.1.4 ชุดอุปกรณ์ลับคมตัดดอกกัทบนเครื่องกลึงขนาดเล็กสามารถใช้งานลับคมตัดดอกกัทที่สึกหรอ ทำให้คมตัดดอกกัทกลับมาใช้งานใหม่ได้จริง

5.1.5 ถ่ายทอดองค์ความรู้ให้นักศึกษาสาขาวิชาเทคนิคอุตสาหกรรม ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม และนักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมการผลิต ระดับปริญญาตรี คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ ได้ทดลองใช้อุปกรณ์ลับคมตัดดอกกัทลับคมตัดของดอกกัทที่สึกหรอ และนำดอกกัทที่ผ่านการลับคมตัดใหม่แล้วกลับไปใช้ใหม่ เป็นการลดต้นทุนการสั่งซื้อดอกกัทเพื่อใช้เป็นเครื่องมือตัดในการฝึกปฏิบัติงานวิชาเครื่องมือกลพื้นฐาน วิชางานเครื่องมือกล 1

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 โครงการวิจัยชุดอุปกรณ์ลับคมตัดดอกกัทบนเครื่องกลึงขนาดเล็ก สามารถพัฒนาให้มีชุดอุปกรณ์ลับคมตัดดอกกัทด้านข้างเพิ่มเติมได้

5.2.2 สามารถติดตั้งชุดอุปกรณ์ลับคมตัดเครื่องมือตัดชนิดอื่นๆ เช่น ดอกสว่าน มีดกัดราบ มีดกลึง เป็นต้น ที่ใช้ร่วมกับชุดอุปกรณ์ลับคมตัดดอกกัทเพิ่มเติมลงบนเครื่องกลึงขนาดเล็กได้

สวพ.มทร.สุวรรณภูมิ

เอกสารอ้างอิง

- ศ.บุญญศักดิ์ ใจจงกิจ. เกร์ลิงก์ ทฤษฎีงานเครื่องมือกล. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : ศูนย์ผลิตตำราเรียน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
- รศ.บรรจง ศรีนิล, รศ.สมนึก วัฒนศรีสกุล. ตารางคู่มืองานโลหะ. พิมพ์ครั้งที่ 11. กรุงเทพฯ : ศูนย์ผลิตตำราเรียน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
- มณฑล ฉายอรุณ. การทดสอบความแข็งแรงของวัสดุ. กรุงเทพฯ : ยูไนเต็ดบุ๊คส์ 2551
- มานพ ต้นตระกูลบัณฑิตย์. งานทดสอบวัสดุอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ : บริษัทแซท โพร พรินติ้ง จำกัด, 2539
- เขวง อยู่ยืนยง. เครื่องมือกล 3. เอกสารประกอบการสอน. สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตตากมาโนพ อาจปฐ, การพัฒนาเครื่องลับมีดกลึง, ปริญญาณิพนธ์ สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา หลักสูตรปริญาการศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2551.
- สุพจน์ ศรีนิล, แลลมทอง เหล่าคงถาวร. ปฏิบัติการทดสอบวัสดุวิศวกรรม. หน่วยตำราคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- บัญญัติ พันธุ์ประสิทธิ์เวช, ปฏิพัทธ์ หงส์สุวรรณ “การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่ออายุการใช้งาน มีดกัด Tialn ที่ผ่านการลับคมตัดแล้วชุบเคลือบผิว,” Naresuan University Journal: Science and Technology 2017; (25)3. 128-135.
- รศ.สมนึก วัฒนศรีสกุล. การทดสอบวัสดุ. พิมพ์ครั้งที่ 2 ภาควิชาวิศวกรรมการผลิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
- ณรงค์ศักดิ์ ธรรมโชติ, วัสดุวิศวกรรม (ฉบับปรับปรุง). พิมพ์ครั้งที่ 1. ส.เอเชียเพรส (1989) จำกัด กรุงเทพฯ: บริษัท ซีเอ็ด ยูเคชั่น จำกัด (มหาชน). 2549. 116 – 118.
- รศ.แมน อมรสิทธิ์ รศ. ดร.สมชัย อัครทิวา และ อ.ธรรมบุญ อุดมมัน วัสดุวิศวกรรม ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพ สำนักพิมพ์แมคกรอ-ฮิล
- ศ.ดร.วิสิทธิ์ อึ้งภากรณ์ และ รศ.ชาญ ถนัดงาน การออกแบบเครื่องจักรกล เล่ม 1 – กรุงเทพฯ : ซีเอ็ด ยูเคชั่น, 2522
- อนันต มีนาค. 2556. การวิเคราะห์สมรรถนะเครื่องมือกล. กรุงเทพฯ : ศูนย์ผลิตตำราเรียน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- Krar St, Aman D. (1978). **Machine Shop Training**, Mc Graw Hill Company of Canada Ltd. Mahmond M. Farag. (1997). **Materials Selection for Engineering Design**. PrenticeHall Europe, ISBN.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

James P. Schaffer, Ashok Saxena Stephe D. Antolovich; Thomas H. Snaders, Jr;& Stephen B.Wamer.(1995). The Science Design of Engineering Materials, Richard D Irwin, ISBN.

Endmill. **MELIN** [ออนไลน์], เข้าถึงได้จาก : <http://www.endmill.com/pages/specials.html> (15 ธันวาคม 2561).

ประกาศิต ปะธิเก. ห้องเรียนออนไลน์ วิชางานเครื่องมือกลเบื้องต้น [ออนไลน์], เข้าถึงได้จาก : <https://sites.google.com/site/prakasittid3qqq/si-xen-si/kheruxng-ceiyran> (18 มกราคม 2562).

ภาคผนวก

สวท.มทร.สุวรรณภูมิ

ภาคผนวก ก

ตารางข้อมูลผลการทดสอบความเรียบผิว

ก.1 ผลการวัดทดสอบความเรียบผิว

ตารางที่ ก.1.1 ค่าเฉลี่ยความเรียบผิวชิ้นงานกัดทดสอบ

ตัวแปรชิ้นงานกัดทดสอบ			ความเรียบผิว (μm)					ค่าเฉลี่ย (μm)
อัตราป้อน (มิลลิเมตรต่อฟัน)	ประเภทดอกกัด	ตำแหน่ง วัด	1	2	3	4	5	
0.04	ดอกกัดสี่เหลี่ยม A	1	3.17	3.06	2.62	3.14	2.89	2.98
		2	3.42	3.31	3.17	3.21	3.34	3.29
		3	3.56	3.16	3.64	3.42	3.19	3.39
	ดอกกัดใหม่ B	1	1.31	1.22	1.72	1.59	1.73	1.51
		2	1.48	1.57	1.46	1.38	1.41	1.46
		3	1.63	1.55	1.74	1.35	1.88	1.63
	ดอกกัดผ่านการ ลับคมตัด C	1	2.32	2.43	2.26	2.34	2.27	2.32
		2	2.71	2.74	2.53	2.68	2.79	2.69
		3	2.59	2.46	2.50	2.37	2.53	2.49
0.07	ดอกกัดสี่เหลี่ยม A	1	3.50	3.52	3.48	3.55	3.40	3.49
		2	3.32	3.14	3.16	3.27	3.28	3.23
		3	3.95	3.73	3.81	3.87	3.86	3.84
	ดอกกัดใหม่ B	1	1.91	1.63	1.83	1.66	1.88	1.78
		2	1.39	1.31	1.28	1.44	1.20	1.32
		3	1.43	1.52	1.46	1.37	1.28	1.41
	ดอกกัดผ่านการ ลับคมตัด C	1	2.60	2.51	2.55	2.38	2.53	2.51
		2	2.43	2.51	2.67	2.64	2.55	2.56
		3	2.92	2.81	2.76	2.73	2.84	2.81

ตารางที่ ก.1.1 ค่าเฉลี่ยความเรียบผิวชิ้นงานกัดทดสอบ (ต่อ)

ตัวแปรชิ้นงานกัดทดสอบ			ความเรียบผิว (μm)					ค่าเฉลี่ย (μm)
อัตราป้อน (มิลลิเมตรต่อฟัน)	ประเภทดอกกัด	ตำแหน่ง วัด	1	2	3	4	5	
0.10	ดอกกัดสี่เหลี่ยม A	1	3.88	3.91	3.76	4.04	3.89	3.90
		2	4.35	4.12	3.97	4.36	4.28	4.22
		3	4.44	4.21	4.58	4.06	4.63	4.32
	ดอกกัดใหม่ B	1	1.94	2.01	1.92	2.10	1.84	1.96
		2	2.06	1.98	1.88	2.09	2.13	2.03
		3	2.03	2.13	2.04	2.16	2.18	2.11
	ดอกกัดผ่านการ ลับคมตัด C	1	3.54	3.63	3.67	3.63	3.56	3.61
		2	3.61	3.49	3.54	3.42	3.51	3.51
		3	3.15	3.13	3.26	3.08	3.05	3.13