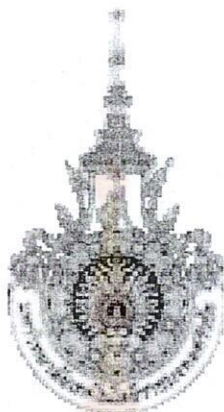


RMUTSV
SK074104

66277



รายงานการวิจัย

การสร้างอุปกรณ์ช่วยในการลับคมดอกกัดปลายทรงกลม

The Construction of Attachment
for Ball Nose End Mill Gridding

621.932

ส 427

2555

สุจิต สิงห์พันธุ์ Sujarit Singhapant

วิชาญ เพชรมณี Wichan Phetmanee

สมเกียรติ เจษฎารมย์ Somkiat Jetsadarom

นางสาว -
นาง - นางสาว

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

งบประมาณเงินรายได้ประจำปี พศ.2555



๒๕๖๓
๖๒๕
๖๖๖

ผู้วิจัย : สุจริต สิงห์พันธุ์ วิชาญ เพชรมณี สมเกียรติ เจษฎารมย์
ชื่อเรื่อง : การสร้างอุปกรณ์ช่วยในการล้มคอดอกกัศปลายทรงกลม
ปี พ.ศ. : 2555

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยเรื่องการสร้างอุปกรณ์ประกอบช่วยในการล้มคอดอกกัศปลายทรงกลมนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างอุปกรณ์ประกอบให้กับเครื่องล้มคอดอกกัศที่มีอยู่เดิม ให้สามารถล้มคอดอกกัศแบบปลายทรงกลมได้ ซึ่งต้องผ่านเกณฑ์ประสิทธิภาพตามที่กำหนด การวิจัยได้เครื่องต้นแบบในการทดลอง จากการศึกษาการใช้งานเครื่องล้มคอดอกกัศในละแวกใกล้เคียง ทั้งในสถานศึกษาและสถานประกอบเอกชน และได้สร้างอุปกรณ์ประกอบลงไป โดยขึ้นส่วนที่สร้างแบ่งเป็น 3 ส่วนหลัก ๆ คือ ชุดชั้นส่วนช่วยบังคับการเคลื่อนที่ในแนวแกน Z ชุดชั้นส่วนขับเคลื่อนชิ้นงานในแนวแกน X-Y และระบบบังคับการหมุนรอบตัวเองของหัวจับดอกกัศ เส้นไขที่สำคัญของอุปกรณ์ที่สร้างขึ้น ก็คือจะต้องบังคับการเคลื่อนที่ให้สัมพันธ์กันระหว่างการเคลื่อนที่ในแนวโค้งตามค่ารัศมีที่กำหนดและการหมุนรอบตัวเองของดอกกัศ จากการศึกษาทดลองล้มคอดอกกัศและนำไปวัดขนาด พบว่าค่าที่ผิดพลาดจากขนาดรัศมีที่กำหนดมีค่าเฉลี่ย 0.05 - 0.1 มม. ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % แสดงว่าประสิทธิภาพทางด้านความแม่นยำของขนาดรัศมีชิ้นงานที่ทำได้และประสิทธิภาพทางด้านความถูกต้องในด้านความเที่ยงศูนย์ อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ผลการทดลองวัดความหยาบของผิวงานกัศ โดยเปรียบเทียบกับชิ้นงานจากการกัดด้วยดอกกัศที่ล้มคอดอกกัศจากโรงงานผู้ผลิตและดอกกัศที่ล้มด้วยอุปกรณ์ที่สร้างขึ้น พบว่า ความหยาบผิวงานกัศไม่แตกต่างกัน ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %



กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยเรื่องการสร้างอุปกรณ์ช่วยในการล้มคอกักตปลาทรงกลมสำเร็จลงด้วยดี เพราะได้รับการช่วยเหลือและสนับสนุนเป็นอย่างดีจาก บุคคลากรภายในคณะครุศาสตร์ อุตสาหกรรมและคณะวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งมีอาจกล่าววนามได้ครบถ้วน

ขอขอบคุณคณาจารย์คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและคณะวิศวกรรมศาสตร์ทุกท่านที่มี อาจเอ่ยนามได้

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่ได้สละเวลาให้คำแนะนำ และช่วยเหลือใน การทดลอง จนสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

คณะผู้วิจัย





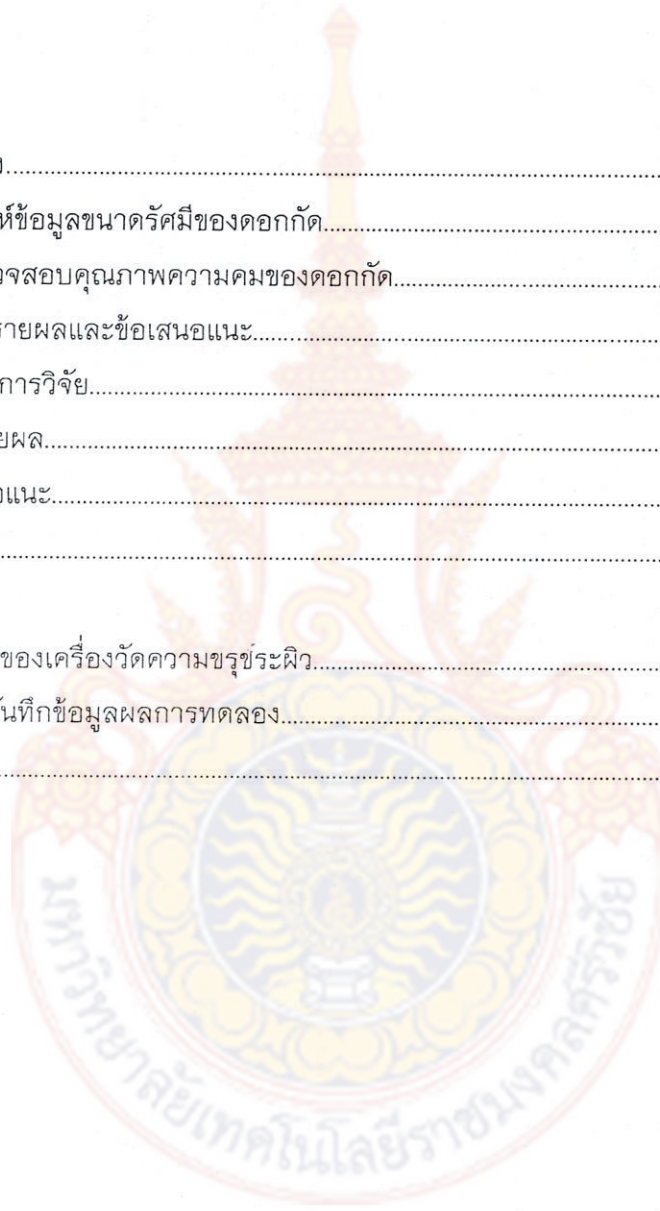
สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญตาราง	ค
สารบัญภาพ	ง
บทที่	
1. บทนำ	1
ความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์การวิจัย.....	4
สมมุติฐาน.....	4
ขอบเขตของการวิจัย.....	5
คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย.....	5
ประโยชน์ของผลการวิจัย.....	5
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	6
ลักษณะคมตัดของดอกกัตชนิดมีก้าน.....	6
เครื่องลับคมดอกกัต.....	8
การลับคมตัดปลายของดอกกัตปลายทรงกลม.....	9
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	11
3. วิธีดำเนินการวิจัย.....	13
การศึกษาข้อมูลเบื้องต้น.....	13
กลุ่มตัวอย่าง.....	20
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	20
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	26
การวิเคราะห์และสรุปผล.....	26



สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4. ผลการทดลอง.....	29
วิเคราะห์ข้อมูลขนาดรัศมีของดอกกัก.....	29
การตรวจสอบคุณภาพความคมของดอกกัก.....	29
5. สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ.....	33
สรุปผลการวิจัย.....	33
อภิปรายผล.....	33
ข้อเสนอแนะ.....	33
บรรณานุกรม.....	35
ภาคผนวก	
ก. ข้อมูลของเครื่องวัดความขรุขระผิว.....	36
ข. แบบบันทึกข้อมูลผลการทดลอง.....	37
เกี่ยวกับผู้วิจัย.....	38





สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.	ค่าความขรุขระของผิวงานเมื่อใช้ความเร็วรอบ 800 รอบต่อนาที	30
2.	ค่าควา ขรุขระของผิวงานเมื่อใช้ความเร็วรอบ 1200 รอบต่อนาที	30
3.	ค่าความขรุขระของผิวงานเมื่อใช้ความเร็วรอบ 1600 รอบต่อนาที	30
4.	ค่าความขรุขระผิวที่ได้จากกระบวนการผลิตแบบต่าง ๆ	32





สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1.	ภาพตัดแสดงหลักการการกักชิ้นงานด้วยดอกกัตปลายทรงกลม.....	1
2.	แสดงบริเวณที่มีการสึกหรอของดอกกัตปลายทรงกลม.....	2
3	เครื่องลับคมดอกกัต ที่ใช้ในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลต่าง ๆ	2
4	เครื่องลับคมดอกกัต ที่ใช้ในสถาบันพัฒนาฝีมือแรงงานภาค 12 สงขลา.....	3
5	เครื่องลับคมดอกกัต ที่ใช้ในวิทยาลัยเทคนิคหาดใหญ่ จ.สงขลา.....	3
6	แสดงตัวอย่างของดอกกัตชนิดมีก้านที่มีใช้งานในปัจจุบัน.....	6
7	แสดงลักษณะของคมตัดตรง และคมตัดโค้งครึ่งทรงกลม.....	7
8	แสดงมุมที่เป็นส่วนประกอบของคมตัดในงานกัด.....	7
9	แสดงมุมเลี้ยว.....	8
10	แสดงแนวความคิดการเพิ่มอุปกรณ์ เพื่อชดเชยให้สามารถเคลื่อนที่ไปตำแหน่งศูนย์ได้.....	10
11	แสดงการเคลื่อนที่ทางแกน X-Y เพื่อชดเชยให้จุดศูนย์กลางอยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้อง.....	11
12	แสดงคมตัดปลายของดอกกัตปลายทรงกลม.....	14
13	แสดงหลักการเคลื่อนที่ เพื่อให้ได้ส่วนโค้งตามค่ารัศมีที่ต้องการ.....	15
14	การวัดและตรวจสอบเพื่อหาตำแหน่งจุดศูนย์กลางของการหมุน	16
15	การวัดและตรวจสอบเพื่อหาตำแหน่งจุดศูนย์กลางของการหมุน กรณีชิ้นงานหมุน.....	17
16	แสดงหุ่นจำลองคมตัดปลายของดอกกัตปลายทรงกลม.....	17
17	แสดงความสัมพันธ์ของมุมเลี้ยว ระยะลัด และค่ารัศมี.....	18
18	แสดงชุดชิ้นส่วนช่วยการเคลื่อนที่ตามแนวแกน Z -ขณะยังไม่ประกอบใช้งาน.....	21
19	แสดงชุดชิ้นส่วนช่วยการเคลื่อนที่ตามแนวแกน Z -เมื่อประกอบใช้งานแล้ว.....	21
20	แสดงบอลสกรูที่ใช้เป็นเกสียวนำเลื่อนและระบบรางเลื่อนแบบลูกปืนลดความฝืด.....	22
21	แสดงชุดชิ้นส่วนขับเคลื่อนชิ้นงานในแนวแกน X-Y ก่อนการประกอบใช้งาน.....	22
22	แสดงชุดชิ้นส่วนขับเคลื่อนชิ้นงานในแนวแกน X-Y หลังการประกอบใช้งาน.....	23
23	แสดงการเปรียบเทียบเส้นโค้งที่ได้ในกรณีที่แตกต่างกัน.....	24
24	แสดงชุดเฟืองหนอนที่จะใช้ในระบบกลไกบังคับการหมุนของหัวจับดอกกัต.....	24
25	แสดงระบบกลไกบังคับการหมุนของหัวจับดอกกัตเมื่อประกอบใช้งาน.....	25



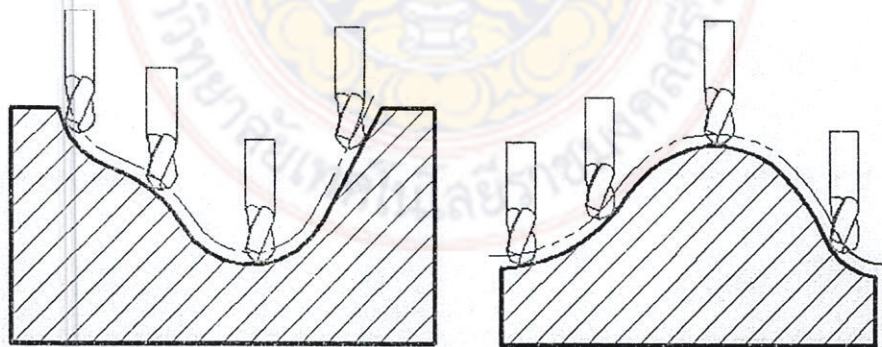
บทที่ 1

บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

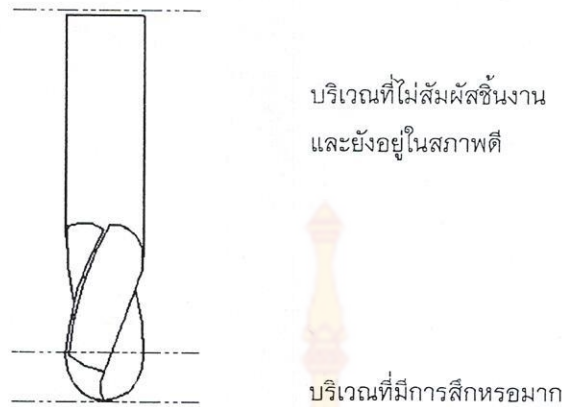
เครื่องมือตัดที่ใช้ในการขึ้นรูปชิ้นงานด้วยเครื่องกัด (milling machine) มีอยู่หลายประเภท ดอกกัดปลายทรงกลม (ball nose) เป็นเครื่องมือตัดชนิดหนึ่งที่ต้องใช้ในการกัดขึ้นรูปชิ้นงาน 3 มิติ โดยเฉพาะงานกัดแม่พิมพ์ชนิดต่าง ๆ ซึ่งดอกกัดปลายทรงกลมมักจะถูกใช้ในขั้นตอนการกัดผิวสำเร็จ (Finishing) และก่อนสำเร็จ (semi finishing)

คมตัดของดอกกัดจะมีอายุการใช้งานที่จำกัด เมื่อถูกใช้งานไประยะเวลาหนึ่งคมตัดบางส่วนก็จะสึกหรอ ในดอกกัดแต่ละประเภทจะมีการสึกหรอที่แตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งาน สำหรับดอกกัดปลายทรงกลมบริเวณส่วนปลายที่เป็นทรงกลมมักจะสึกหรอก่อนส่วนอื่น ๆ เนื่องจากเป็นบริเวณที่ถูกใช้งานมากที่สุด การนำดอกกัดที่คมตัดสึกหรอมาใช้งาน จะเกิดปัญหาต่อผิวสำเร็จของชิ้นงานทำให้ผิวงานที่ได้ไม่เรียบและมีผลเสียต่อเครื่องจักรเนื่องจากแรงตัดเฉือนที่ไม่สม่ำเสมอทำให้เกิดแรงกระแทกไปที่เพลาแกนหลัก (spindle) และอาจส่งผลให้ส่วนต่าง ๆ ของเครื่องจักรหลวมคลอนได้



ภาพที่ 1 ภาพตัดแสดงหลักการการกัดขึ้นงานด้วยดอกกัดปลายทรงกลม

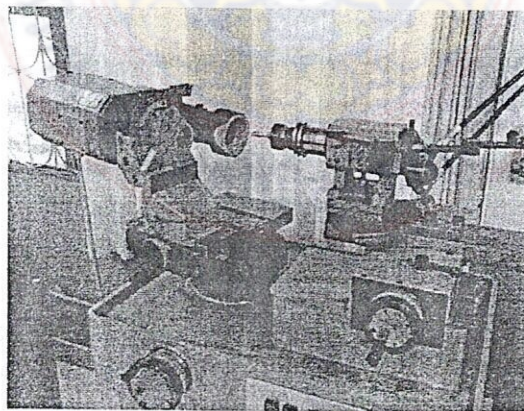




ภาพที่ 2 แสดงบริเวณที่มีการสึกหรอของดอกกัดปลายทรงกลม

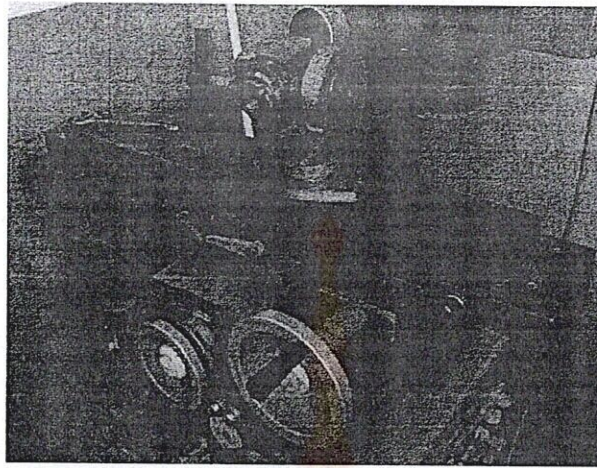
ถ้าต้องการนำดอกกัดที่คมตัดสึกหรอ กลับมาใช้อีกจำเป็นจะต้องลับคมตัดให้อยู่ในสภาพดีก่อนจึงจะสามารถนำกลับมาใช้ได้ ในสถานศึกษาของรัฐบาล จึงมักจะได้รับงบประมาณสนับสนุนจากรัฐบาลให้จัดซื้อเครื่องลับคมดอกกัดมาใช้ใช้งานและติดตั้งอยู่ในแผนกที่เกี่ยวข้อง ซึ่งเครื่องจักรดังกล่าวสามารถใช้ลับคมตัดของดอกกัดได้หลายชนิด แต่มีข้อจำกัดคือไม่สามารถลับคมตัดของดอกกัดปลายทรงกลมได้ เนื่องจากเครื่องจักรที่สามารถลับคมตัดของดอกกัดปลายทรงกลมได้มีราคาค่อนข้างสูง

ดังนั้นดอกกัดที่คมตัดบางส่วนสึกหรอ ก็อาจจะต้องถูกทิ้งไว้โดยเปล่าประโยชน์ ไม่มีการนำมาใช้งานอีกถึงแม้ว่าบริเวณอื่นส่วนใหญ่ยังอยู่ในสภาพที่ดี เครื่องลับคมดอกกัดที่ใช้ในโรงฝึกปฏิบัติของสถานศึกษามักจะใช้ได้เฉพาะการลับคมดอกกัดทั่ว ๆ ไป ไม่สามารถลับคมดอกกัดปลายทรงกลมได้ เนื่องจากข้อจำกัดทางด้านงบประมาณในการจัดซื้อ

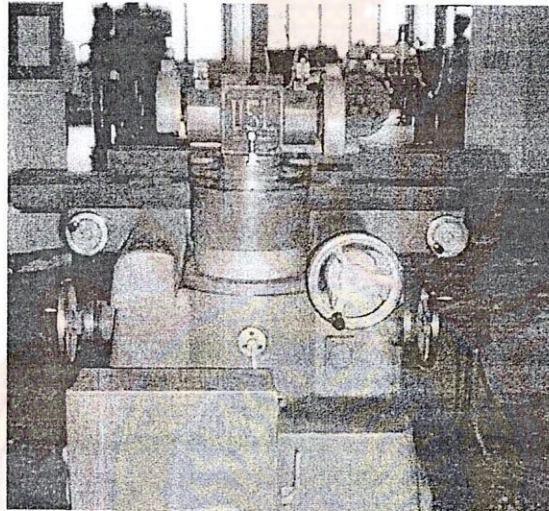


ภาพที่ 3 เครื่องลับคมดอกกัด ที่ใช้ในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลต่าง ๆ





ภาพที่ 4 เครื่องลับคมดอกกัต ที่ใช้ในสถาบันพัฒนาฝีมือภาค 12 สงขลา



ภาพที่ 5 เครื่องลับคมดอกกัต ที่ใช้ในวิทยาลัยเทคนิคหาดใหญ่ จ.สงขลา

ด้วยเหตุที่สถานศึกษาส่วนใหญ่ ไม่สามารถลับคมตัดของดอกกัตปลายทรงกลมได้ ในขณะที่รายวิชาที่นักศึกษาจะต้องฝึกภาคปฏิบัติโดยการกัตด้วยดอกกัตปลายทรงกลมยังคงต้องเปิดสอนอยู่อย่างต่อเนื่อง แต่ละปีการศึกษาสาขาวิชาที่ต้องใช้ดอกกัตปลายทรงกลมในการเรียนการสอนจึงต้องจัดสรรงบประมาณเพื่อจัดซื้อดอกกัตปลายทรงกลมอย่างต่อเนื่องทุกปี ถึงแม้ว่าในปัจจุบันได้มีภาคเอกชนบางแห่งที่รับจ้างลับคมตัดของดอกกัตปลายทรงกลมแต่ก็ยังไม่ทั่วถึง เนื่องจากมักจะตั้งอยู่ใกล้กับแหล่งอุตสาหกรรมใหญ่ ๆ

ดอกกัตปลายทรงกลมจึงมักไม่ได้ใช้ประโยชน์อย่างคุ้มค่า ดอกกัตปลายทรงกลมที่คมตัดสึกหรอเพียงเล็กน้อยแต่ถูกทิ้งไว้โดยเปล่าประโยชน์ จึงมีจำนวนเพิ่มขึ้นทุกปี จากการสำรวจราคาของดอกกัตปลายทรงกลมที่มีจำหน่ายอยู่ในปัจจุบัน ราคาจะขึ้นอยู่กับคุณภาพและขนาด



ตัวอย่างเช่น ดอกกั๊ดปลายทรงกลมขนาด \varnothing 10 มม. คุณภาพปานกลาง ราคาประมาณ 800- 1200 บาท

ถ้าจะให้สถานศึกษาส่วนใหญ่ในปัจจุบัน สามารถลับคมตัดของดอกกั๊ดปลายทรงกลมได้ ก็อาจจะต้องจัดสรรงบประมาณจัดซื้อเครื่องลับคมดอกกั๊ดเครื่องใหม่ ซึ่งราคาเครื่องลับคมดอกกั๊ดก็จะขึ้นอยู่กับอุปกรณ์ประกอบและความสามารถในการใช้งาน โดยเฉพาะในปัจจุบันเครื่องลับคมดอกกั๊ดคุณภาพสูงที่เป็นเครื่องจักรประเภทเครื่องจักรกลอัตโนมัติก็จะมีราคาสูงมาก

คณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดว่าจะได้มีการออกแบบและสร้างอุปกรณ์ช่วยการทำงานเพิ่มเติมลงไปในเรื่องลับคมดอกกั๊ดที่มีอยู่เดิม พร้อมทั้งเพิ่มเติมระบบควบคุมการเคลื่อนที่ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ที่บรรจุโปรแกรมควบคุมที่ถูกต้องสัมพันธ์กันตามเงื่อนไข จะทำให้เครื่องลับคมดอกกั๊ดที่มีอยู่เดิมมีความสามารถเทียบเท่าเครื่องลับคมดอกกั๊ดที่ควบคุมด้วยระบบคอมพิวเตอร์ที่มีจำหน่ายในราคาสูง ๆ ได้ อีกทั้งจะเป็นการเพิ่มความสามารถของเครื่องมือเครื่องจักรที่มีอยู่เดิม และสามารถนำดอกกั๊ดที่อาจจะถูกทิ้งไว้โดยเปล่าประโยชน์นำกลับมาใช้งานได้อย่างคุ้มค่า จะช่วยให้สถานศึกษาได้ประหยัดงบประมาณในการจัดซื้อวัสดุและครุภัณฑ์ทางด้านนี้ และในขณะเดียวกันนักศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการเรียนภาคปฏิบัติทางด้านนี้ก็จะได้มีดอกกั๊ดปลายทรงกลมไว้ใช้ในการฝึกได้อย่างต่อเนื่องและเพียงพอ

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการเคลื่อนที่ของชิ้นส่วนของเครื่องจักรในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการลับคมตัดของดอกกั๊ดปลายทรงกลม

2.2 เพื่อออกแบบสร้างและพัฒนาอุปกรณ์ประกอบพร้อมชุดควบคุมด้วยระบบคอมพิวเตอร์ติดตั้งให้กับเครื่องลับคมดอกกั๊ดที่มีอยู่เดิม ให้สามารถลับคมดอกกั๊ดแบบปลายทรงกลมได้

2.3 เพื่อหาประสิทธิภาพของอุปกรณ์ที่สร้างขึ้น

3. สมมติฐาน

3.1 อุปกรณ์ที่สร้างขึ้น ต้องสามารถลับคมตัดส่วนที่เป็นทรงกลมของดอกกั๊ดแบบปลายทรงกลมได้ค่ารัศมีอยู่ในช่วงพิสัยความเผื่อไม่เกิน ± 0.05 มม. ในช่วงความเชื่อมั่นไม่น้อยกว่า 95 %

3.2 ดอกกั๊ดที่ลับโดยใช้อุปกรณ์นี้ ต้องสามารถนำไปกัดชิ้นงานได้ความเรียบของผิวงานไม่แตกต่างกับดอกกั๊ดที่สั่งซื้อจากบริษัทผู้ผลิตเดิม ในช่วงความเชื่อมั่นไม่น้อยกว่า 95 %



4. ขอบเขตของการวิจัย

4.1 รูปแบบความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่ เป็นรูปแบบที่แสดงถึงการเคลื่อนที่ของชิ้นส่วนหลัก ๆ ของเครื่องลับคมดอกกัด ที่เกี่ยวข้องกับการลับคมตัดส่วนปลายของดอกกัดปลายทรงกลม

4.2 อุปกรณ์ที่สร้างขึ้นในการทดลองนี้ จะใช้สำหรับลับคมตัดส่วนปลายของดอกกัดปลายทรงกลม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่มีใช้งานกันทั่วไป ขนาด 6 ถึง 10 มม

4.3 อุปกรณ์ชิ้นส่วนทางกลที่สร้างขึ้นจะสามารถใช้กับเครื่องลับคมดอกกัดรุ่นเดียวกับที่ใช้ในการศึกษาวิจัยเท่านั้น

4.4 หน่วยควบคุมด้วยระบบคอมพิวเตอร์ที่สร้างขึ้นจะสามารถนำไปพัฒนาประยุกต์ ใช้กับเครื่องลับคมดอกกัดรุ่นอื่นได้ แต่จะขึ้นอยู่กับเงื่อนไขของระบบทางกลของเครื่องจักรที่มีอยู่เดิม

4.5 ความถูกต้องของรูปทรงของดอกกัดที่ผ่านการลับคมด้วยอุปกรณ์นี้ จะใช้การตรวจสอบด้วยเกจสอบรัศมี (radius gauge) โดยจะตรวจสอบเฉพาะระนาบที่มีผลกับผิวงานกัดเท่านั้น

5. คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

5.1 ดอกกัด หมายถึง เครื่องมือตัดในงานกัดชนิดมีก้าน (shank type) แบบก้านตรง มีคมตัด 2 หรือ 4 คมตัด และผลิตจากวัสดุประเภทเหล็กไฮสปีด (high speed steel)

5.2 ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการผลิต หมายถึง ผู้ที่มีความรู้ ความสามารถ ประสบการณ์ในด้านใดด้านหนึ่ง ดังต่อไปนี้ ไม่น้อยกว่า 5 ปี

5.2.1 ปฏิบัติงานทางด้านการผลิต (manufacturing) หรือทางด้านระบบอัตโนมัติ

5.2.2 สอนทางด้านการผลิต หรือทางด้านเครื่องจักรกลอัตโนมัติ

6. ประโยชน์ของผลการวิจัย

1. เครื่องลับคมดอกกัดของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย สามารถลับคมตัดของดอกกัดได้หลากหลายชนิดขึ้น ช่วยให้ประหยัดงบประมาณในการจัดซื้อวัสดุ

2. การเรียนการสอนในรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานเครื่องจักรกลอัตโนมัติ ได้มีเครื่องมือตัดที่เพียงพอกับการใช้งานและสภาพของคมตัดอยู่ในสภาพที่เหมาะสมกับการใช้งาน



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง การสร้างอุปกรณ์ช่วยในการลับคมดอกกัดแบบปลายทรงกลม ในครั้งนี้ ได้ค้นคว้าข้อมูลและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยสรุปเป็นหัวข้อต่างๆ ดังนี้

1. ลักษณะคมตัดของดอกกัดชนิดมีก้าน
2. เครื่องลับคมดอกกัด
3. การลับคมดอกกัด
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. ลักษณะคมตัดของดอกกัดชนิดมีก้าน

ดอกกัดมีอยู่หลายประเภท ดอกกัดปลายทรงกลม เป็นประเภทหนึ่งของดอกกัดชนิดมีก้าน ซึ่งคมตัดจะถูกแบ่งเป็นสองส่วนคือ คมตัดด้านหน้าหรือคมตัดปลายและคมตัดด้านข้าง



ภาพที่ 6 แสดงตัวอย่างของดอกกัดชนิดมีก้านที่มีใช้งานอยู่ในปัจจุบัน

1.1 คมตัดปลาย

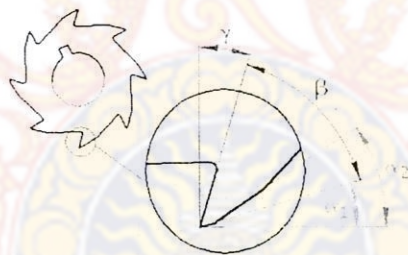
คมตัดด้านหน้าหรือที่นิยมเรียกว่าคมตัดปลายคือคมตัดที่อยู่ส่วนปลายของดอกกัด ในดอกกัดหนึ่งตัวจะมีคมตัดปลายมากกว่า 1 คม ดังในภาพที่ 7 (ก) ดอกกัดปลายตัดตรงจะมีคมตัดปลายเป็นคมตรงตั้งฉากกับแนวแกน ส่วนดอกกัดปลายทรงกลม คมตัดปลายจะอยู่ในแนวเส้นโค้งสามมิติตามรูปครึ่งทรงกลม ดังในภาพที่ 7 (ข) แต่ไม่ว่าจะเป็นคมตัดตรงหรือคมตัดโค้ง ในคมตัด



หนึ่งคมจะต้องประกอบด้วยมุมพื้นฐานต่าง ๆ คือ มุมลิ้ม (wedge angle ; β) , มุมคาย (relief angle ; γ) และมุมหลบ (clearance angle ; α) และด้วยลักษณะที่ดอกกัดต้องหมุนรอบตัวเองในการตัดเฉือนชิ้นงาน ทำให้ต้องมีมุมหลบเพิ่มขึ้นไปอีกหนึ่งมุมเรียกว่า มุมหลบที่สอง (secondary clearance angle ; α_2) และเรียกมุมหลบแรกว่ามุมหลบที่หนึ่ง (first clearance angle ; α_1) ดังในภาพที่ 8



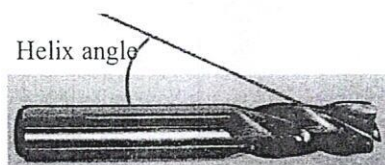
ภาพที่ 7 แสดงลักษณะของคมตัดตรง และคมตัดโค้งครึ่งทรงกลม



ภาพที่ 8 แสดงมุมที่เป็นส่วนประกอบของคมตัดในงานกัด

1.2 คมตัดข้าง

คมตัดด้านข้างเรียกสั้น ๆ ว่าคมตัดข้าง คมตัดข้างจะเลี้ยววนไปตามด้านข้างจนสุดช่วงความยาวคมตัด มุมที่คมตัดข้างกระทำกับแนวแกนเรียกว่ามุมเลี้ยว (Helix angle) คมตัดข้างเป็นคมตัดที่ต่อเนื่องกับคมตัดปลายดังนั้นจึงมีจำนวนเท่ากับจำนวนของคมตัดปลาย และเนื่องจากโครงสร้างส่วนลำตัวของดอกกัดปลายตัดตรงและดอกกัดปลายทรงกลมไม่แตกต่างกัน ดังนั้นลักษณะคมตัดข้างของดอกกัดทั้งสองชนิดจึงเหมือนกัน อย่างไรก็ตามทั้งในดอกกัดปลายตัดตรงและปลายทรงกลมอาจจะมีให้เลือกใช้งานด้วยค่ามุมเลี้ยวต่าง ๆ ขึ้นอยู่กับเงื่อนไขตามลักษณะของงาน



ภาพที่ 9 แสดงมุมเลี้ยว

2. เครื่องลับคมดอกกัด

เครื่องลับคมดอกกัดของบริษัทผู้ผลิตต่าง ๆ อาจจะมีลักษณะแตกต่างกันออกไปแล้วแต่การออกแบบ แต่จะต้องมีลักษณะที่สำคัญ คือ ต้องมีส่วนประกอบต่าง ๆ ที่สามารถจับยึดดอกกัดให้เอียงเป็นมุมต่าง ๆ และให้การเคลื่อนที่ ที่สามารถจะลับคมเพื่อให้เกิดเป็นมุมต่าง ๆ ได้ [4] จากการสำรวจ พบว่าเครื่องลับคมที่ใช้งานในแต่ละสถานศึกษาจะมีโครงสร้างที่แตกต่างกัน ตัวอย่างของเครื่องจักร แสดงไว้ในภาคผนวก

เครื่องลับคมตัดดอกกัดเป็นเครื่องจักรที่จะต้องคล่องตัวขณะทำงาน ดังนั้นส่วนประกอบต่าง ๆ ต้องสามารถใช้งานได้สะดวกและคล่องตัว ซึ่งส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่องลับคมตัดดอกกัด ประกอบด้วย

(1) ชุดเคลื่อนที่ในแนวตั้ง (vertical movement) ประกอบด้วยเพลาล้อหินเจียร์ไน ซึ่งสามารถเคลื่อนที่ขึ้นลงได้ นอกจากนี้จะต้องสามารถหมุนและเอียงได้ในตำแหน่งต่าง ๆ ทั้งในแนวระดับและแนวตั้ง

(2) โต๊ะงานหรือแท่นเลื่อน (table) เป็นส่วนที่จับยึดอุปกรณ์จับยึดดอกกัดและยื่นศูนย์ท้าย อาจจะใช้ลูกปืนทรงกระบอก (cylindrical bearing) หรือปลอกเพลลา (bush) ช่วยในการลดแรงเสียดทานในการเคลื่อนที่ เพื่อให้ความเร็วตัดขณะเจียร์ไนถูกต้อง และป้องกันเกิดรอยไหม้บริเวณคมตัด

(3) ชุดหัวแบ่งอเนกประสงค์ (universal workhead) ทำหน้าที่ในการหมุนแบ่งเพื่อให้แบ่งเป็นจำนวนคมที่เท่ากัน โดยประกอบอยู่กับชุดจับยึดดอกกัด ขณะใช้งานก็ต้องหมุนแบ่งคมตัดดอกกัดให้อยู่ในตำแหน่งที่ต้องการเจียร์ไนลับคม ซึ่งชุดหัวแบ่งนี้สามารถหมุนในแนวระดับได้ 360 องศา และหมุนแบ่งในแนวตั้งได้ไม่น้อยกว่าช่วงละ 30 องศา

(4) เกจเทียบศูนย์ (centre gauge) เป็นอุปกรณ์ช่วยในการหาดำแหน่งศูนย์กลางของดอกกัดเมื่อทำการจับยึดเข้ากับหัวแบ่งอเนกประสงค์ หรือจับยึดระหว่างศูนย์ เพื่อใช้เป็นระดับอ้างอิงในการปรับมุมต่าง ๆ ของดอกกัดขณะทำการเจียร์ไนลับคมตัด



(5.) อุปกรณ์รองรับคมตัด (tooth rest) ในการลับคมตัดของดอกกัดที่มีจำนวนคมตัดมาก ๆ จำเป็นจะต้องลับคมตัดทีละคม ดังนั้นในการหาตำแหน่งคมตัดที่จะทำการลับคม อาจจะใช้ อุปกรณ์รองรับคมตัดช่วยในการตั้งตำแหน่ง และต้านแรงที่เกิดขึ้นจากการสัมผัสระหว่างล้อหิน เจียรระโนและผิวคมตัด ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะของดอกกัด

อุปกรณ์รองรับคมตัดมีส่วนประกอบอยู่ด้วยกัน 2 ส่วน คือ ฐานยึดก้านแป้นรองรับคมตัด และแผ่นรองรับคมตัด (blade)

(6.) แท่นยันศูนย์ (centre) ในบางกรณีจำเป็นต้องมีการประกองดอกกัดที่จับยึดด้วยเพลลาอัด (mandrel) ดังนั้นจึงใช้แท่นยันศูนย์เพื่อประกองด้านท้ายของดอกกัด เช่น การลับคมตัดด้านข้างของ ดอกขัดผิว (reamer) การลับคมเลื่อยของดอกกัด เป็นต้น

ดังนั้น เครื่องลับคมดอกกัดที่จะสามารถลับคมดอกกัดได้ทุกชนิดจะต้องสามารถเคลื่อนที่ ในทิศทางของแนวแกนต่าง ๆ ที่สำคัญได้ครบถ้วน ได้แก่ แนวแกน X Y Z A B และ C แต่ละเครื่องที่ นำมาใช้งานอาจจะมีความสามารถแตกต่างกันขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้ใช้ในขณะนั้น

นอกจากคุณภาพในการผลิตแล้ว จำนวนของแกนที่สามารถเคลื่อนที่ได้ ก็จะสัมพันธ์กับ ราคาขายของเครื่องด้วย การที่เครื่องลับคมดอกกัดที่ผลิตมาจำหน่ายมีแกนการเคลื่อนที่ที่น้อยลง หนึ่งแนวแกน จะทำให้ลดความยุ่งยากในการออกแบบและการผลิตลงไปได้มาก แต่ก็ย่อมส่งผลทำให้ความสามารถในการใช้งานลดลงตามไปด้วย

3. การลับคมตัดปลายของดอกกัดปลายทรงกลม

การลับคมตัดปลายของดอกกัดปลายทรงกลม จะเป็นการลำดับขั้นการปฏิบัติเพื่อให้ได้คม ตัดเป็นรูปโค้งทรงกลมตามคาร์คมีที่ต้องการ และการตรวจสอบคาร์คมีโค้ง เพื่อให้ทราบผลการ ปฏิบัติตลอดทั้งการนำค่าไปปรับแต่งตำแหน่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อให้ได้คาร์คมีตามที่ต้องการต่อไป

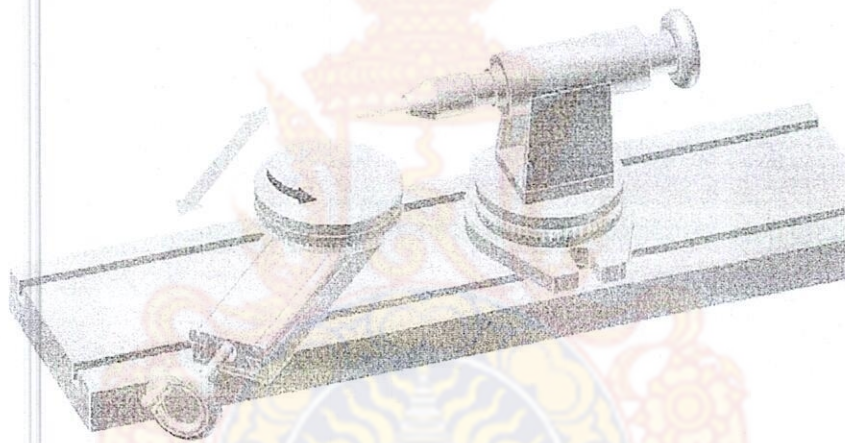
3.1 ขั้นตอนการปฏิบัติในการลับคมตัดปลายของดอกกัดปลายทรงกลม

การลับคมตัดปลายของดอกกัดปลายทรงกลม จะมีลำดับขั้นการทำงานที่สำคัญ คือ การ ตั้งมุมของดอกกัดหรือล้อหินเจียรระโนเพื่อให้เกิดเป็นมุมหลบที่หนึ่ง และการเจียรระโนให้ตลอดคม ตัดเพื่อให้เกิดเป็นผิวหลบที่หนึ่งโดยใช้การควบคุมให้เกิดการเคลื่อนที่ในแนวโค้งวงกลมตามคาร์คมีที่ ต้องการ พร้อม ๆ กับการหมุนรอบตัวเองของดอกกัด เมื่อเจียรระโนได้หนึ่งผิวแล้วก็ทำการหมุนแบ่ง ไปลับในคมตัดถัดไปจนครบทุกคมตัด เมื่อเสร็จแล้วก็จะไปตั้งมุมใหม่เพื่อลับผิวของมุมหลบที่สอง ซึ่งจะทำให้ทำในทำนองเดียวกับการลับมุมหลบที่หนึ่งแต่ต้องเจียรระโนในระดับที่ต่ำลงไปเพื่อให้เหลือ ผิวหลบที่หนึ่งไว้ให้เพียงพอต่อการใช้งาน



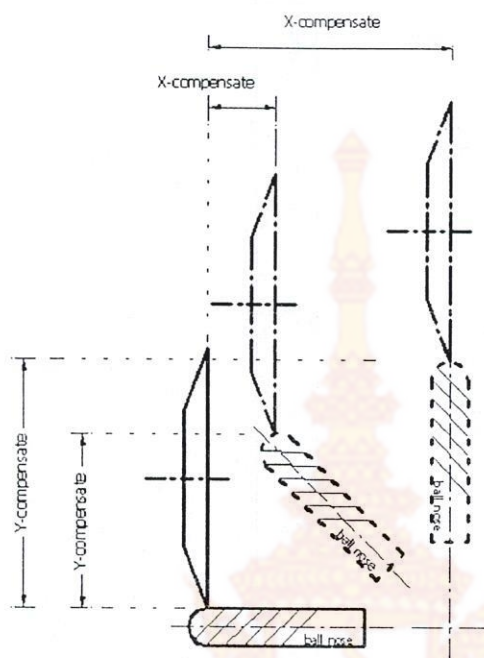
ดังนั้นจะเห็นว่าการปรับปรุงเครื่องลับคมที่มีอยู่เดิมให้สามารถลับคมตัดปลายของดอกกัด ปลายทรงกลมได้ จะต้องพิจารณาว่าสามารถทำให้มีการเคลื่อนที่ครอบคลุมกับเงื่อนไขต่าง ๆ ครบถ้วนแล้วหรือไม่ บางเครื่องอาจจะไม่มีระยะการเคลื่อนที่เพียงพอที่จะเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่ง ศูนย์กลางการหมุนของดอกกัดได้ ในกรณีนี้อาจจะแก้ปัญหาได้สองวิธี คือ วิธีการสร้างชิ้นส่วนทาง กลเพิ่มเติมลงไป และวิธีการควบคุมให้เคลื่อนที่ชดเชยทางแกน X และแกน Y

(1) วิธีการสร้างชิ้นส่วนทางกลเพิ่มเติมลงไป โดยอาศัยแนวคิดในการสร้างอุปกรณ์รองรับ ชุดล้อหินเจียรระโนเพื่อให้สามารถปรับให้ตำแหน่งจุดศูนย์กลางการหมุนเหวี่ยงให้ร่วมศูนย์เดียวกับ ศูนย์กลางผิวโค้งคมตัดปลายของดอกกัด ดังในภาพที่ 10



ภาพที่ 10 แสดงแนวคิดการเพิ่มอุปกรณ์ เพื่อชดเชยให้สามารถเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งศูนย์ได้

(2) วิธีการควบคุมให้เคลื่อนที่ชดเชยทางแกน X และแกน Y จะอาศัยการคำนวณ ค่าชดเชยในแนวแกน X และแกน Y เพื่อชดเชยให้จุดศูนย์กลางของเส้นโค้งอยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้อง แล้วใช้การควบคุมเพื่อให้มีการเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งที่ต้องการ ดังในภาพที่ 11



ภาพที่ 11 แสดงการเคลื่อนที่ทางแกน X-Y เพื่อชดเชยให้จุดศูนย์กลางอยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้อง

3.2 การตรวจสอบรัศมีความโค้ง

การตรวจสอบรัศมีความโค้งของมิดฟอร์ม, ความโค้งของงานหลังจากทำเสร็จแล้ว หรือรัศมีความโค้งของงานที่พบ ใช้เครื่องมือวัดที่เรียกว่า “เกจสอบรัศมี”[5] เกจสอบรัศมีที่มีใช้งานกันทั่วไปจะมีทั้งเกจสอบรัศมีนอกและเกจสอบรัศมีใน สำหรับดอกกัดปลายทรงกลมที่ผ่านการลับด้วยอุปกรณ์ที่สร้างนี้ จะตรวจสอบด้วยเกจสอบรัศมีใน ตัวอย่างของเกจวัดโค้งแสดงไว้ในภาคผนวก

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ธงชัย จันทรมณี, ศุภกิจ เคิกศิริ, อนุรัตน์ นิมเจริญ (2550) ได้ศึกษาการกัดแม่พิมพ์รูปแบบ 3 มิติสำหรับเครื่องจักร CNC เพื่อศึกษาระยะการตัดเฉือนกินชิ้นงานของเครื่องจักร CNC ให้มีประสิทธิภาพโดยการเลือกใช้ ดอกกัด(cutting tool) ที่เหมาะสม จากการทดลองพบว่าดอกกัดชนิด บอลโน้ส (ball nose) 12 มิลลิเมตร ที่ระยะการเก็บงาน (offset) 0.4 มีค่าความละเอียดเทียบเท่ากับ ดอกกัด ชนิด บอลโน้ส (ball nose) 6 มิลลิเมตร ที่ระยะการเก็บงาน(offset) 0.3 มิลลิเมตรใช้เวลา น้อยที่สุดที่เวลา 14.06 นาที ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ดอกกัดชนิด บอลโน้ส (ball nose) 12 มิลลิเมตร ที่ระยะการเก็บงาน (offset) 0.4 มิลลิเมตร ใช้เวลาน้อยที่สุด [3]



ถวัลย์ ภูนาเงิน และ สุภชัย อุจน์จันท์ (2550) ได้ศึกษาลักษณะการสึกหรอและอายุการใช้งานของดอกกัดที่ทำจากเหล็กกล้าความเร็วยุโรปสูง ในการกัดวัสดุชนิดเหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง ผลการทดลองพบว่า ที่อัตราป้อน 90 มม/นาที อายุการใช้งานของดอกกัด ประมาณ 1800 ชม การสึกหรอของคมตัดเกิดจาก การเสียดสี และที่อัตราป้อน 135 มม/นาที อายุการใช้งานของดอกกัด ประมาณ 600 ชม การ [2]

จตุรงค์ โพธิ์ศิริ, ชูชีพ วิลารัตน์, สมบัติ สักกัจจวันท์, สุธี นกเทียน (2549) ได้ศึกษาการฟื้นฟูสมรรถนะ และออกแบบสร้างอุปกรณ์เครื่องลับคมดอกกัด (End mill) ของเครื่องเจียรระโน เครื่องมือ (Universal Tools Grinding Machine) ยี่ห้อ Franz Kuhlmann KG ขนาด 800 × 1,000 × 1,500 มม. จากการสำรวจสภาพภายนอก และตรวจสอบ ความเที่ยงตรงของเครื่องก่อนทำการฟื้นฟูสมรรถนะ และวิเคราะห์หาสาเหตุความเสียหาย และทำชิ้นส่วนที่ชำรุดเสียหายขึ้นมาใหม่ จากการทดสอบการเจียรระโนลับคมดอกกัด ปรากฏว่ามีความคมของมุมเล็ยมากและใช้งานได้ดีตามมาตรฐาน สรุปได้ว่า สมรรถนะของเครื่องเจียรระโนลับคมดอกกัด หลังการฟื้นฟูแล้วมีประสิทธิภาพผ่านเกณฑ์ที่กำหนด [1]

Sheng Huang, Kiah Mok Goh, Kah Chuan Shaw ,Yoke San Wong and Geok Soon Hong (2007) ได้ศึกษาการความเสียหายที่เกิดขึ้นในการกัดชิ้นงานด้วยดอกกัดปลายทรงกลม เพื่อหารูปแบบความเสียหายสำหรับการสึกหรอของคมตัด โดยการทดลองกัดวัสดุชิ้นงานด้วยดอกกัดปลายทรงกลมชนิดคาร์ไบด์ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 มม ผลการทดลองพบว่ามีความเป็นไปได้ที่จะกำหนดรูปแบบของการสึกหรอ [6]

ชาวลิต ถนอมสวอย (2552) ได้ผลิตเครื่องเจียรระโนลับคมดอกกัดชนิดคมเล็ย โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อผลิตคมมีดตัดเฉือนชนิดคมเล็ย ตัดเฉือนชิ้นงานจากด้านหนึ่งของคมมีดไปยังอีกด้านหนึ่งของคมมีดโดย การหมุน ลดแรงในการเฉือน ผิวชิ้นงานเรียบ สามารถลับคมมีดตัดเฉือนโลหะทั้งชนิดคมตรงและชนิดคมเล็ยทั้งคมมีดที่ผลิต ขึ้นใหม่ หรือลับคมใหม่หลังการใช้งาน ผลการวิจัยเครื่องเจียรระโนสามารถลับคมมีดทำได้ง่าย โดยปรับมุม K และมุมพีที่หินเจียรระโน ดอกกัดชนิดคมเล็ยมีจำนวนคมหลากหลาย เช่น มีด 2 คมเล็ย หรือ 4 คมเล็ย เมื่อใช้แล้วคมจะทื่อ เมื่อเจียรระโน ก็สร้างคมใหม่ มีระยะความคมได้มากกว่าเดิม เครื่องเจียรระโนลับคมมีดที่ได้พัฒนาเป็นการเพิ่มสายพาน ฟันเฟืองแบบเฉียงองศาสามารถปรับได้ [7]

บัญญัติ พันธุ์ประสิทธิ์เวช และคณะ (2555) ได้ศึกษาหาปัจจัยในการกัดชิ้นงานด้วยมีดกัดที่ผ่านกระบวนการลับที่มีผลต่ออายุการใช้งานของคมตัด พบว่า การลับคมตัดเฉือน ความเร็วตัด และอัตราป้อนมีผลต่อความเรียบผิว อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 การลับคมแต่ละครั้งมีผลต่ออายุการใช้งานและความเรียบผิว โดยที่ความเร็วอัตราป้อนเพิ่มมากขึ้นมีผลทำให้ค่าความเรียบผิวมากขึ้น ซึ่งตรงข้ามกับความเร็วตัดเพิ่มมากขึ้นจะทำให้ค่าความเรียบผิวลดต่ำลง [8]



บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (experimental research) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อหาความสัมพันธ์ในการเคลื่อนที่ล้มคมตัดปลายของดอกกัตปลายทรงกลม แล้วนำรูปแบบการเคลื่อนที่ที่ได้ไปออกแบบและพัฒนาสร้างอุปกรณ์ช่วยในการล้มคมดอกกัตปลายทรงกลมพร้อมชุดควบคุมในระบบคอมพิวเตอร์ ตลอดจนหาประสิทธิภาพของอุปกรณ์ที่สร้างขึ้น ทั้งนี้เพื่อเพิ่มขีดความสามารถให้กับเครื่องล้มคมดอกกัตที่มีอยู่ในสถานศึกษา ให้ครู-อาจารย์ที่เกี่ยวข้องได้นำดอกกัตปลายทรงกลมที่อาจจะถูกทิ้งไว้โดยเปล่าประโยชน์ มาล้มคมตัดแล้วนำกลับมาใช้ได้ อีก เป็นการใช้เครื่องมือที่ซื้อมาได้อย่างคุ้มค่า และลดความสิ้นเปลืองของงบประมาณที่ใช้ในการจัดซื้อเครื่องมือในการเรียนการสอน มีรายละเอียดในการดำเนินการวิจัยดังต่อไปนี้

1. การศึกษาข้อมูลเบื้องต้น
2. กลุ่มตัวอย่าง
3. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์และสรุปผล

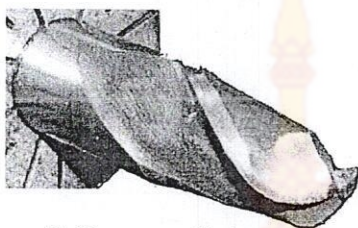
1. การศึกษาข้อมูลเบื้องต้น

จากการตรวจสอบการใช้เครื่องล้มคมดอกกัตที่มีใช้งานอยู่ในสถานศึกษาที่ใกล้เคียงได้แก่ วิทยาลัยเทคนิคหาดใหญ่ สถาบันพัฒนาฝีมือแรงงานภาค 12 สงขลา และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล รวมทั้งเครื่องล้มคมดอกกัตที่มีการใช้งานอยู่ในสถานประกอบการของเอกชนในระแวกใกล้เคียง พบว่ายังไม่สามารถล้มคมตัดของดอกกัตปลายทรงกลมได้ เครื่องล้มคมส่วนใหญ่ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ที่ทำให้มีการเคลื่อนที่ได้ ทั้ง 3 แนวแกน และสามารถหมุนเพื่อปรับตั้งองศาได้ทุกแนวแกน ทำให้สามารถล้มคมตัดของดอกกัตชนิดคมตัดตรงได้หลายชนิด แต่ยังไม่สามารถล้มคมของดอกกัตปลายทรงกลมได้ คณะผู้วิจัยจึงได้ค้นคว้าและรวบรวมข้อมูลต่างๆ เพื่อจะทำการศึกษาและทดลอง โดยมีลำดับขั้นตอนในการศึกษา ดังนี้

- 1.1 ทิศทางการเคลื่อนที่ในการล้มคมตัดปลายของดอกกัตปลายทรงกลม
- 1.2 การเคลื่อนที่ของชิ้นส่วนในเครื่องจักรที่มีอยู่เดิม
- 1.3 ความเหมาะสมของระบบกลไกและชิ้นส่วนเครื่องจักรกล ที่จะนำมาใช้งาน

1.1 ทิศทางการเคลื่อนที่ในการล้มคมตัดปลายของดอกกัตปลายทรงกลม

เนื่องจากคมตัดปลายของดอกกัตปลายทรงกลมมีลักษณะเป็นเส้นโค้งดังในภาพที่ 12



ภาพที่ 12 แสดงคมตัดปลายของดอกกัตปลายทรงกลม

ดังนั้นการที่จะทำให้เกิดการเฉีรระไนเป็นคมตัดโค้งตามแนวทรงกลมได้จะต้องอาศัยการเคลื่อนที่ที่สำคัญอยู่สองลักษณะคือ การเคลื่อนที่เพื่อให้เกิดแนวโค้งวงกลมและการหมุนรอบตัวเองของชิ้นงานหรือดอกกัต จึงแบ่งการพิจารณาตามลำดับ ดังนี้

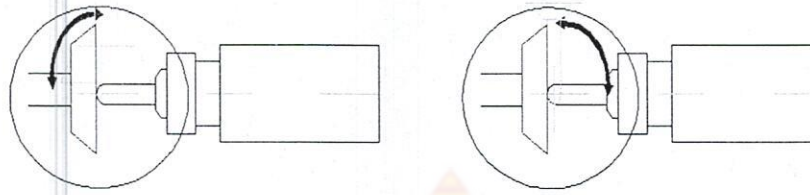
1.1.1. การเคลื่อนที่ในแนวโค้งวงกลม

การปฏิบัติเพื่อให้เกิดการเคลื่อนที่เป็นแนวเส้นโค้งตามคาร์คิมที่ต้องการ จะขึ้นอยู่กับการปฏิบัติให้ได้ตามเงื่อนไขสองประการกล่าวคือ การเคลื่อนที่เพื่อให้เกิดโค้งรอบจุดศูนย์กลางและการหาตำแหน่งจุดศูนย์กลางเพื่อการปรับเซตตำแหน่งให้ถูกต้อง เนื่องจากเครื่องล้มคมอาจจะถูกออกแบบมาไม่เหมือนกัน ดังนั้นจึงได้แบ่งการพิจารณาออก ดังนี้

1.1.1.1 การเคลื่อนที่เพื่อให้เกิดโค้งรอบจุดศูนย์กลาง

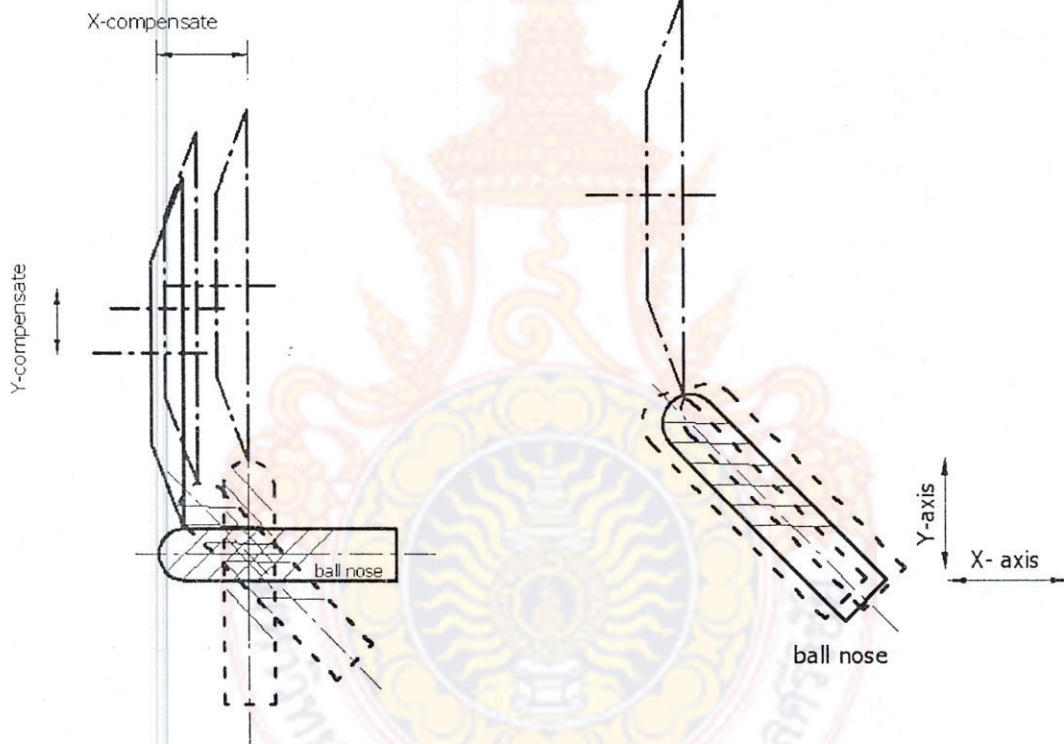
เป็นการปฏิบัติเพื่อให้เกิดเส้นโค้งในระนาบ X-Y และให้ได้คาร์คิมตามที่กำหนด ซึ่งอาจแบ่งออกได้เป็น 4 รูปแบบ คือ กรณีที่ล้อหินเฉีรระไนหมุนรอบจุดหมุนซึ่งเป็นจุดศูนย์กลางของรัศมีส่วนโค้ง กรณีที่ดอกกัตหมุนรอบจุดหมุนซึ่งเป็นจุดศูนย์กลางของรัศมีส่วนโค้ง กรณีที่อาศัยการหมุนเหวี่ยงรอบจุดหมุนซึ่งไม่ได้เป็นจุดศูนย์กลางของรัศมีส่วนโค้งที่ต้องการ และกรณีที่ไม่มี การหมุนเหวี่ยงแต่ใช้การเคลื่อนที่ตามแนวแกน X-Y เพื่อให้เกิดเป็นเส้นโค้งตามคาร์คิมที่ต้องการ ซึ่งสามารถแสดงเป็นภาพแนวคิดได้ ดังภาพที่ 13 กรณี ก และ ข อาจจะปฏิบัติให้เห็นได้ด้วยกลไกพื้นฐาน แต่กรณี ค และ ง จะไม่สามารถทำได้ด้วยระบบกลไกธรรมดาแต่ต้องอาศัยการคำนวณการเคลื่อนที่ด้วยระบบไมโครคอนโทรลเลอร์หรือระบบที่ใช้คอมพิวเตอร์ควบคุมการเคลื่อนที่





ก. กรณีลัดหินเจียรนัยหมุนรอบจุดศูนย์กลางของ
รัศมีส่วนโค้งที่ต้องการ

ข. กรณีคอกกัดหมุนรอบจุดศูนย์กลางของรัศมีส่วน
โค้งที่ต้องการ



(ค) กรณีขึ้นงานหมุนเหวี่ยงรอบจุดซึ่งไม่ได้เป็น
จุดศูนย์กลางของรัศมีส่วนโค้งที่ต้องการ

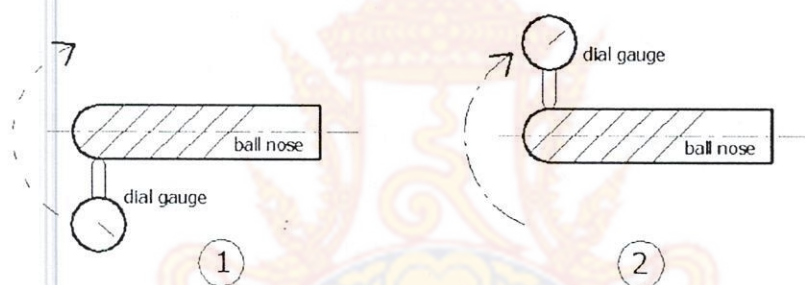
(ง) กรณีใช้การเคลื่อนที่ตามแนวแกน X-Y เพื่อให้
เกิดเป็นเส้นโค้งตามค่ารัศมีที่ต้องการ

ภาพที่ 13 แสดงหลักการเคลื่อนที่ เพื่อให้ได้ส่วนโค้งตามค่ารัศมีที่ต้องการ

1.1.1.2 การหาตำแหน่งจุดศูนย์กลาง

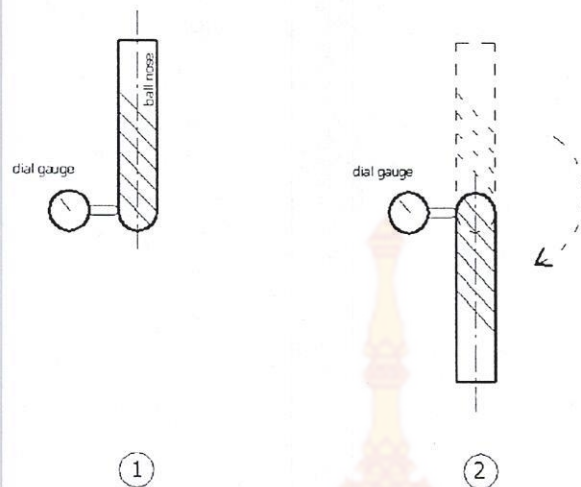
การหาตำแหน่งจุดศูนย์กลาง มีวิธีปฏิบัติได้หลายวิธี เช่นการใช้เกจวัดโค้งในการตั้งตำแหน่ง การตั้งตำแหน่งตามแนวเส้นศูนย์กลางที่กำหนดมาแล้วของเครื่องลับคมในแต่ละเครื่อง และการหาตำแหน่งโดยใช้นาฬิกาตรวจสอบ (dial gauge) ในที่นี้จะยกตัวอย่างการหาตำแหน่งจุดศูนย์กลาง โดยใช้นาฬิกาตรวจสอบ ซึ่งมีวิธีปฏิบัติจะขึ้นอยู่กับรูปแบบของการเคลื่อนที่ให้เกิดโค้งตามหัวข้อ 1.1.1.1 มีวิธีปฏิบัติในกรณีต่าง ๆ ดังนี้

(ก) กรณีที่ล้อหินเจียรนัยหมุนรอบจุดหมุนซึ่งเป็นจุดศูนย์กลางของรัศมีส่วนโค้งที่ต้องการ การหาตำแหน่งจุดศูนย์กลางจะใช้นาฬิกาตรวจสอบ (dial gauge) ติดที่ชุดล้อหินแล้วทำการตรวจสอบค่าทางแกน Y ในตำแหน่งที่ 1 และ 2 ดังในภาพที่ 14 นำค่าทั้งสองมาหาความแตกต่าง ก็จะทราบระยะที่ต้องเคลื่อนที่ในแนวแกน X เพื่อปรับให้จุดศูนย์กลางการหมุนอยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้องได้



ภาพที่ 14 การวัดและตรวจสอบเพื่อหาตำแหน่งจุดศูนย์กลางของการหมุน สำหรับกรณีที่ล้อหินเจียรนัย หมุนรอบจุดซึ่งเป็นจุดศูนย์กลางของรัศมีที่ต้องการ

(ข) กรณีที่ดอกกัดหมุนรอบจุดหมุนซึ่งเป็นจุดศูนย์กลางของรัศมีส่วนโค้งที่ต้องการ กรณีนี้การหาตำแหน่งจุดศูนย์กลาง จะใช้การติดนาฬิกาตรวจสอบไว้ที่ชุดของล้อหินเหมือนกรณีแรก แต่ต้องอ่านค่าทางแกน X ในตำแหน่งที่ 1 และ 2 เมื่อนำค่ามาหาความแตกต่าง ก็จะทราบระยะที่จะต้องปรับเพื่อให้ได้ตำแหน่งศูนย์ได้ ดังในภาพที่ 15

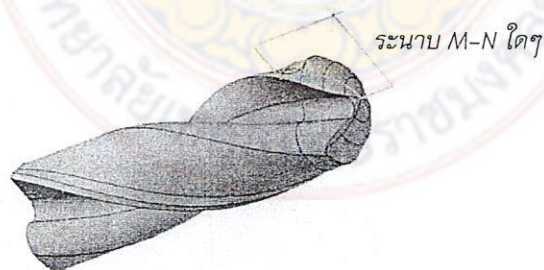


ภาพที่ 15 การวัดและตรวจสอบเพอหาตำแหน่งจุดศูนย์กลางของการหมุน สำหรับกรณีที่ใช้งานหมุนรอบจุดซึ่งเป็นจุดศูนย์กลางของรัศมีที่ต้องการ

ส่วนในกรณีอื่น การหาตำแหน่งจุดศูนย์กลางจะกระทำพร้อม ๆ กับการปรับตั้งเครื่องมือตัดในทำนองเดียวกับการใช้งานเครื่องจักรกลอัตโนมัติ ซึ่งอาศัยการกำหนดพิกัดให้กับโปรแกรมหน่วยควบคุมก็จะไปคำนวณหาตำแหน่งที่เหมาะสมในการเคลื่อนที่ต่อไป

1.1.2. การหมุนรอบตัวเองของดอกกัด

ในการวิจัยนี้ได้พิจารณาที่ชิ้นงานจริงและทดลองสร้างหุ่นจำลอง (model) ของดอกกัดปลายทรงกลม พบว่าคมตัดปลายของดอกกัดปลายทรงกลมในหนึ่งคมไม่ได้อยู่ในระนาบเดียวกันตลอดคมตัด ดังในภาพที่ 16 ซึ่งแตกต่างกับคมตัดปลายของดอกกัดปลายตัดตรง เพราะเป็นผลมาจากอิทธิพลของมุมเลี้ยวและค่ารัศมีที่เปลี่ยนแปลง ณ ตำแหน่งต่าง ๆ ของปลายคมตัด



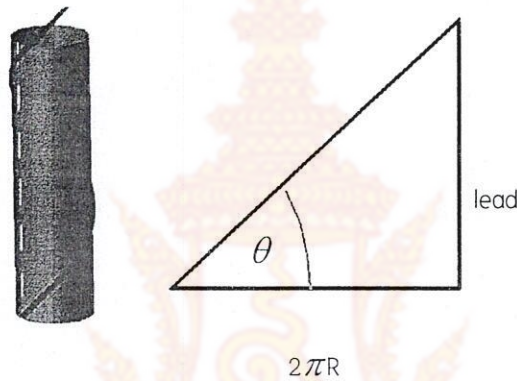
ภาพที่ 16 แสดงหุ่นจำลองคมตัดปลายของดอกกัดปลายทรงกลมเปรียบเทียบกับระนาบ สมมุติ M-N ใด ๆ



ดังนั้น ในขณะที่มีการเคลื่อนที่เพื่อให้เกิดคมตัดโค้งรูปครึ่งทรงกลม ดอกกัดจะต้องมีการหมุนรอบตัวเองไปด้วย เพื่อให้ได้คมตัดปลายของดอกกัดที่เหมาะสมกับการใช้งาน

เมื่อพิจารณาส່วนที่เป็นคมของคมตัดปลาย พบว่ามีความสัมพันธ์กับมุมเลี้ยว (Helix angle ; θ) , ระยะลีด (Lead : L) และขนาดรัศมี (radius ; R) ดังนั้นสมการที่สามารถนำมาใช้เพื่อกำหนดเส้นทางการเคลื่อนที่ของจุดคมตัดคือสมการของมุมเลี้ยว ดังในสมการที่ (1)

$$\tan \theta = \frac{L}{2\pi R} \dots\dots\dots(1)$$



ภาพที่ 17 แสดงความสัมพันธ์ของมุมเลี้ยว ระยะลีด และค่ารัศมี

จากภาพที่ 16 จะเห็นว่าคมตัดปลายของดอกกัดปลายทรงกลมจะเป็นคมเลี้ยวที่มีขนาดรัศมีไม่คงที่ โดยค่ารัศมีจะเริ่มจากขนาดน้อยสุดคือใกล้เคียง 0 mm จนกระทั่งถึงขนาดมากที่สุดคือขนาดเท่ากับขนาดของดอกกัดและในช่วงนี้คมตัดปลายก็จะต้องมีความต่อเนื่องกับคมเลี้ยวต่อไป ดังนั้นการลับเพื่อให้ได้คมตัดที่เหมาะสมกับการใช้งาน จำเป็นจะต้องควบคุมให้พิกัทของ X Y สัมพันธ์กับการหมุนรอบตัวเองของดอกกัดตามที่กล่าวแล้ว นอกจากนี้ในขั้นตอนของการลับคมจริงผู้ปฏิบัติจำเป็นต้องพิจารณาประกอบกับการตั้งมุมหลบด้วย เพราะจะต้องเกี่ยวข้องกับเส้นทางการเคลื่อนที่ต่าง ๆ



1.2 การเคลื่อนที่ของชิ้นส่วนต่าง ๆ ในเครื่องจักรที่มีอยู่เดิม

คณะผู้วิจัยได้สำรวจการใช้งานเครื่องลับคมดอกกัดในสถานศึกษาที่ใกล้เคียงได้แก่ วิทยาลัยเทคนิคหาดใหญ่ สถาบันพัฒนาฝีมือแรงงานภาค 12 สงขลา และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล รวมทั้งเครื่องลับคมดอกกัดที่มีการใช้งานอยู่สถานประกอบการของเอกชนในละแวกใกล้เคียง เพื่อหาความเป็นไปได้ในการสร้างชิ้นส่วนเพิ่มเติมลงไป จากการศึกษาจำนวน 5 ตัวอย่าง เมื่อนำมาเปรียบเทียบทางด้านความสามารถในการเคลื่อนที่ของชิ้นส่วนทั้งในการเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงและการเคลื่อนที่ในแนวการหมุน พบว่าเครื่องลับคมดอกกัดจำนวน 3 ตัวอย่างสามารถเคลื่อนที่ได้ทั้งหกแนวแกน มี 2 ตัวอย่างที่ไม่มีชิ้นส่วนสำหรับการเคลื่อนที่ในแนวแกน Z ส่วนการเคลื่อนที่ในทิศทางการหมุน ก็จะมีเพียงสองแนวแกนเท่านั้น รายละเอียดแสดงไว้ในภาคผนวก

และเมื่อพิจารณาถึงความเป็นไปได้ในการสร้างชิ้นส่วนเพิ่มเติมเพื่อให้สามารถลับคมตัดปลายของดอกกัดปลายทรงกลมได้ พบว่ามีความเป็นไปได้ที่ออกแบบและพัฒนาติดตั้งชิ้นส่วนเพิ่มเติมให้สามารถลับคมตัดดอกกัดปลายทรงกลมได้ทุกตัวอย่าง แต่แนวทางในการออกแบบในแต่ละเครื่องจะมีความแตกต่างกัน เนื่องจากโครงสร้างพื้นฐานที่แตกต่างกัน เมื่อพิจารณาเครื่องจักรในตัวอย่างที่ 4 พบว่าการเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงมีเพียงแกน X และแกน Y ซึ่งถือว่าไม่เพียงพอสำหรับการลับคมดอกกัดปลายทรงกลม นอกจากนี้การเคลื่อนที่ในทิศทางการหมุนก็มีเพียงสองแกน คือแกนการหมุนในแนวแกน C และแกนซึ่งมีทิศทางการหมุนรอบแกนในแนวระนาบ อีกหนึ่งแกนซึ่งอาจจะปรับให้เป็นแกน A หรือแกน B ก็ได้ คณะผู้วิจัยได้เลือกเครื่องจักรในตัวอย่างนี้มาใช้ในการทดลอง เพื่อจะได้ออกแบบและสร้างชิ้นส่วนให้มีการเคลื่อนที่ทางแกน Z รวมทั้งการและออกแบบและสร้างชิ้นส่วนเพื่อการขับเคลื่อนการหมุนในแนวแกน A หรือแกน B แล้วนำไปติดตั้งเพิ่มเติม และจะได้ทดลองใช้งานจริงต่อไป

1.3 ความเหมาะสมของระบบกลไกและชิ้นส่วนเครื่องจักรกล ที่จะนำมาใช้

เนื่องจากระบบกลไกและชิ้นส่วนที่จะติดตั้งเพิ่มเติมลงไปเครื่องลับคมดอกกัดเดิม เป็นชิ้นส่วนที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับการเคลื่อนที่ในการเสียดสีกันเพื่อให้เกิดเป็นรูปโค้งของคมตัด และเป็นชิ้นส่วนหลักในการขับเคลื่อนเพื่อให้เกิดการเคลื่อนที่สำหรับการลับคมตัดปลายของดอกกัดปลายทรงกลม

การเคลื่อนที่เหล่านี้จะต้องมีความละเอียดเพียงพอและมีความราบเรียบในการเคลื่อนที่ ชิ้นส่วนต่าง ๆ จะต้องผลิตให้พิถีพิถันตามระบบงานสวม ชิ้นส่วนที่รองรับการหมุนจะใช้แบริ่งลูกปืน ดังนั้นในตำแหน่งต่าง ๆ ที่เป็นจุดรองรับเพลาก็จะถูกติดตั้งแบริ่งรับแรงหนีศูนย์กลาง (deep groove ball

bearing) และแบร์ริงรับแรงในแนวแกน (thrust ball bearing) ในตำแหน่งเดียวกัน ชิ้นส่วนอื่นที่ต้องมีการเคลื่อนที่สัมผัสกัน เช่น ชิ้นส่วนประเภทเฟืองส่งกำลัง ก็จะใช้วัสดุที่มีความหล่อลื่นในตัวสำหรับเกลียวนำเลื่อนในชิ้นส่วนที่จะถูกขับเคลื่อนด้วยเสตีปมอเตอร์ ก็จะต้องใช้เกลียวนำเลื่อนชนิดบอลสกรู (ball screw) เนื่องจากมีระยะคลอนน้อยในขณะที่ความผิดพลาดจะมีน้อยด้วย ระบบรางเลื่อนที่ใช้คู่กับบอลสกรู ก็จะเป็นรางเลื่อนชนิดที่อาศัยการเคลื่อนที่ด้วยลูกปืน ส่วนระบบจับยึดชิ้นส่วนต่าง นอกจากจับยึดด้วยสกรูเกลียวแบบทั่วไปแล้ว จะต้องออกแบบให้มีสลัก (pin) เพื่อบังคับให้อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้องป้องกันการการเอียงศูนย์และขจัดตัวในขณะที่ใช้งาน ประกอบกับชิ้นส่วนต่าง ๆ ของเครื่องจักรเดิมที่จะเกี่ยวข้องมีน้ำหนักไม่มากนัก ทำให้สามารถออกแบบให้ชิ้นส่วนต่าง ๆ มีขนาดไม่โตมากนัก และเพียงพอกับพื้นที่ที่อยู่เดิม จากการพิจารณาจึงเห็นว่าเหมาะสมที่จะพัฒนาและติดตั้งชิ้นส่วนต่าง ๆ ลงไปได้

2. กลุ่มตัวอย่าง

การประเมินหาประสิทธิภาพทางด้านความแม่นยำในการลับคมดอกกัดปลายทรงกลมในครั้งนี้ จะนำดอกกัดปลายทรงกลมที่ผ่านการใช้งานแล้วและมีคมตัดบางส่วนสึกหรอนำมาผ่านการลับคมโดยใช้อุปกรณ์ที่สร้างขึ้น ซึ่งในการทดลองนี้ได้ทดลองลับดอกกัดขนาดต่าง ๆ คือ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 8 10 มม. เสร็จแล้วได้นำไปวัดขนาดรัศมีและนำไปทดลองกัดชิ้นงานจริงเพื่อตรวจสอบคุณภาพความคมต่อไป

3. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยนี้ แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ อุปกรณ์ช่วยในการลับคมดอกกัดปลายทรงกลม และแบบบันทึกข้อมูลผลการทดลองเพื่อวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของอุปกรณ์ช่วยในการลับคมดอกกัดปลายทรงกลมที่สร้างขึ้น ซึ่งเครื่องมือแต่ละชนิดมีรายละเอียดในการสร้างดังต่อไปนี้

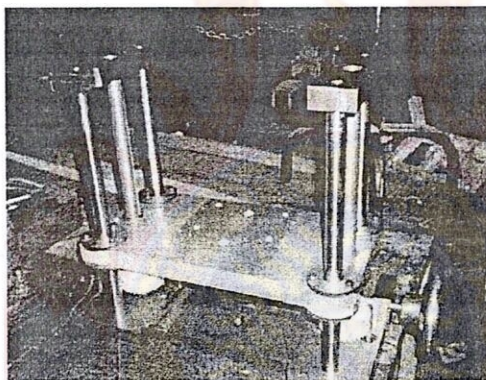
3.1 การสร้างอุปกรณ์ช่วยในการลับคมดอกกัดปลายทรงกลม

เนื่องจากการสร้างอุปกรณ์เพิ่มเติมลงไปเครื่องจักรเดิมเพื่อขยายขอบเขตการใช้งานให้กว้างมากขึ้น การออกแบบและสร้างอุปกรณ์จึงต้องพิจารณาให้เหมาะสมกับเครื่องจักรเดิม อุปกรณ์ที่สร้างเพิ่มเติมสามารถแบ่งได้เป็น 3 ส่วนหลัก ๆ คือ ชิ้นส่วนช่วยบังคับการเคลื่อนที่ทางแนวแกน Z ชุดชิ้นส่วนขับเคลื่อนชิ้นงานในแนวแกน X และแกน Y และระบบบังคับการหมุนรอบตัวเองของดอกกัด



3.1.1 ชุดชิ้นส่วนช่วยบังคับการเคลื่อนที่ทางแนวแกน Z

ชิ้นส่วนสำหรับการเคลื่อนที่ในแนวแกน Z ที่สร้างขึ้นได้นำไปติดตั้งบนแท่นซึ่งเดิมเป็นแท่นสำหรับติดตั้งมอเตอร์พร้อมเพลาลูกเบี้ยวของล้อหินเจียรนัย แล้วนำมอเตอร์พร้อมเพลาลูกเบี้ยวมาติดตั้งบนชิ้นส่วนที่สร้างขึ้นใหม่นี้แทน ทำให้สามารถปรับให้ล้อหินเจียรนัยสามารถเคลื่อนที่ขึ้นลงในแนวแกน Z ได้ ชุดของชิ้นส่วนที่ได้สร้างติดตั้งเพิ่มเติมลงไปประกอบด้วยส่วนหลัก ๆ คือ ชุดเกลิยวนำเลื่อนพร้อมมือหมุน (handle) สำหรับปรับตำแหน่งล้อหิน โดยใช้ระบบเสา (column) เป็นตัวบังคับแนว ซึ่งในที่นี้ได้ออกแบบเป็นระบบใช้เสาสี่เสาเพื่อป้องกันการขัดตัว และให้เสาเคลื่อนที่ที่อยู่ในปลอกเพลลา (bush) ทำจากบรอนซ์ และเนื่องจากหน้าที่หลักสำหรับการเคลื่อนที่แนวแกน Z คือการปรับเพื่อการตั้งตำแหน่งล้อหินเจียรนัย จึงออกแบบให้มีการเคลื่อนที่แบบละเอียด กล่าวคือการหมุนมือหมุนหนึ่งรอบจะทำให้ล้อหินเจียรนัยเคลื่อนที่ประมาณ 0.04 mm นอกจากนี้ชิ้นส่วนต่าง ๆ ที่ต้องนำมาสวมประกอบกันจะต้องผลิตให้ได้ค่าพิทตามระบบงาน การยึดชิ้นส่วนต่าง ๆ ที่มีผลต่อตำแหน่งที่สำคัญในการใช้งานกำหนดให้ยึดด้วยระบบสกรูเกลิยวและใช้สลัก (pin) เป็นตัวบังคับตำแหน่งเพื่อให้การยึดชิ้นงานได้ตำแหน่งที่ถูกต้อง และอยู่ในแนวศูนย์ (alignment) ที่ถูกต้อง



ภาพที่ 18 แสดงชุดชิ้นส่วนช่วยการเคลื่อนที่ตามแนวแกน Z ขณะยังไม่ประกอบใช้งาน



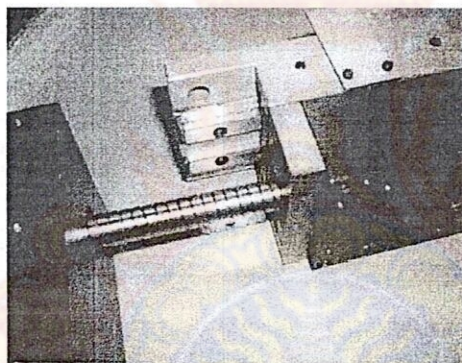
ภาพที่ 19 แสดงชุดชิ้นส่วนช่วยการเคลื่อนที่ตามแนวแกน Z เมื่อประกอบใช้งานแล้ว



3.1.2 ชุดชิ้นส่วนขับเคลื่อนชิ้นงานในแนวแกน X และแกน Y

เนื่องจากการเคลื่อนที่แนวแกน X แกน Y สำหรับการใช้งานในการทดลองนี้เป็นการเคลื่อนที่ที่จะทำให้เป็นแนวโค้งตามคาร์ทีเซียนที่ต้องการสำหรับการลับคมดอกกัดปลายทรงกลม และจะถูกควบคุมด้วยระบบทางอิเล็กทรอนิกส์และไฟฟ้า ดังนั้นระบบเก็ยวนำเลื่อนด้วยเก็ยวนำสี่เหลี่ยมคางหมูและระบบรางเลื่อนทางเหี่ยวที่มาพร้อมกับเครื่องจักรเดิมจะไม่เหมาะที่จะนำมาใช้งาน คณะผู้วิจัยจึงได้ติดตั้งชุดชิ้นส่วนสำหรับการเคลื่อนที่แนวเส้นตรงเพิ่มเติม และติดตั้งซ็อนลงบนแกน X แกน Y เดิม โดยชุดชิ้นส่วนที่ติดตั้งเพิ่มเติมลงไปนี้ใช้เก็ยวนำเลื่อนแบบบอลสกรู (ball screw) และใช้ระบบรางเลื่อนแบบใช้ลูกปืนลดความฝืด ball linear guide way ทำให้สามารถเคลื่อนที่ได้รวดเร็วและบังคับตำแหน่งได้แม่นยำกว่าระบบเดิม

ดังนั้นการเคลื่อนที่ในแนวแกน X และแกน Y ของชิ้นส่วนที่ได้พัฒนาสร้างขึ้นนี้ สามารถบังคับเคลื่อนที่ได้ด้วยมือหมุนที่มีอยู่เดิม และบังคับได้ด้วยระบบทางไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ที่ติดตั้งเพิ่มเติมลงไป



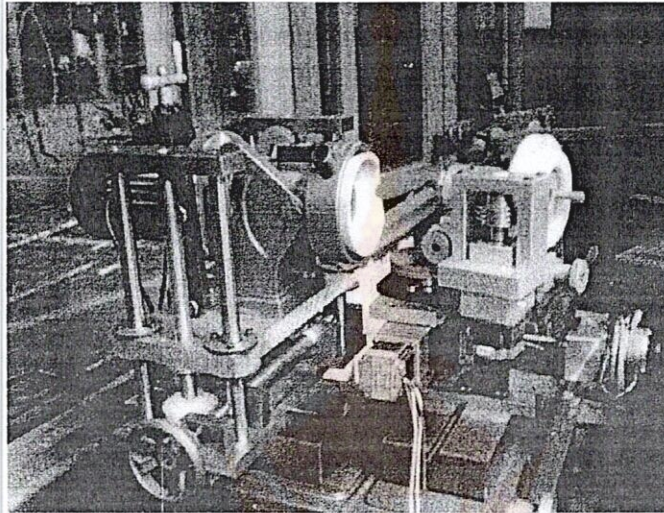
ภาพที่ 20 แสดงบอลสกรูที่ใช้เป็นเก็ยวนำเลื่อนและระบบรางเลื่อนแบบใช้ลูกปืนลดความฝืด



ภาพที่ 21 แสดงชุดชิ้นส่วนขับเคลื่อนชิ้นงานในแนวแกน X-Y ก่อนการประกอบใช้งาน



นอกจากนี้ การประกอบชิ้นส่วนต่าง ๆ เข้ากับส่วนของเครื่องจักรเดิม จะต้องติดตั้งด้วยสกรู จับยึด และใช้สลัก (pin) เป็นตัวกำหนดตำแหน่งทำให้สามารถถอดประกอบได้ง่าย โดยตำแหน่งยังอยู่ในพิกัดที่ใช้งานได้



ภาพที่ 22 แสดงชุดชิ้นส่วนขับเคลื่อนในแนวแกน X-Y หลังการประกอบใช้งานบนเครื่องลับคม

3.1.3 ระบบบังคับการหมุนรอบตัวเองของดอกกัด

จากการที่คมตัดหลักบริเวณส่วนปลายของดอกกัด มีลักษณะเป็นคมเลื่อยคล้ายกับคมเลื่อยด้านข้าง แต่มีความซับซ้อนมากกว่า เนื่องจากเป็นคมเลื่อยที่มีคาร์ตมีไม่คงที่ การพิจารณาทางเดินของจุดบนเส้นคมตัดหลัก จึงต้องพิจารณาในลักษณะ 3 มิติ จึงจะสามารถบังคับการเคลื่อนที่ได้ถูกต้อง

จากสมการที่ (1) แสดงให้เห็นว่า เส้นโค้งที่เกิดขึ้นสามารถเป็นไปได้ใน 2 กรณี คือ กรณีที่พิจารณาให้ระยะลัดคงที่ กรณีที่พิจารณาให้มุมเลื่อยคงที่ และกรณีที่พิจารณาให้ทั้งระยะลัดและมุมเลื่อยไม่คงที่

เมื่อนำมาสร้างโมเดลทางเดินของเส้นโค้ง ในกรณีทั้งสอง พบว่าเส้นโค้งที่ได้ไม่แตกต่างกันมากนัก และกรณีที่กำหนดให้ระยะลัดคงที่ จะมีรูปทรงที่ใกล้เคียงกับชิ้นงานจริงมากกว่า ซึ่งจะได้นำไปกำหนดเป็นความสัมพันธ์ของการเคลื่อนของชิ้นส่วนต่าง ๆ ในการลับคมตัดปลายต่อไป



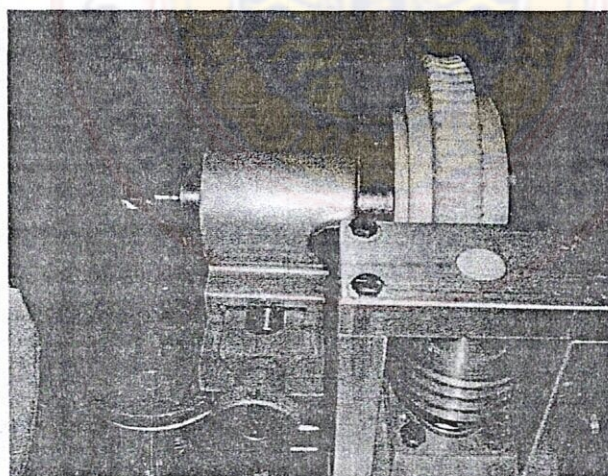
กรณีระยะสัดคงที่

กรณีมุมเลี้ยวคงที่

ภาพที่ 23 แสดงการเปรียบเทียบเส้นโค้งที่ได้จากกรณีที่แตกต่างกัน

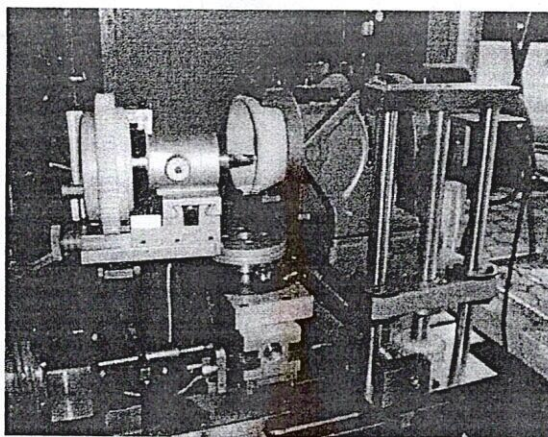
การออกแบบและสร้างระบบกลไก เพื่อบังคับการเคลื่อนที่ให้การหมุนของดอกกัทส์สัมพันธ์กับตำแหน่งการเคลื่อนที่ตามแนวโค้งของขอบล้อหิน ได้ออกแบบให้ใช้ชิ้นส่วนที่จะบังคับการเคลื่อนที่ด้วยระบบเฟืองหนอน ประกอบเข้าที่ด้านท้ายของส่วนจับยึดดอกกัทส์ดังในภาพที่ และได้ออกแบบให้ใช้ระบบบังคับการหมุนขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ ชุดเฟืองหนอนที่ผลิตขึ้นนี้มีอัตราทด 72:1

ชิ้นงานตัวเฟืองหนอนผลิตจากพลาสติกซูเปอร์ลีน (superlene) ส่วนชิ้นงานเกลียวหนอนซึ่งเป็นตัวขับเคลื่อนจากทองเหลือง ซึ่งวัสดุที่เลือกใช้สำหรับผลิตชิ้นงานชุดเฟืองหนอนนี้ถึงแม้จะมีความแข็งแรงน้อยกว่าเหล็ก แต่ก็เพียงพอที่จะนำมาใช้งานได้ แต่ข้อดีสำหรับวัสดุชนิดนี้คือมีความหล่อลื่นในตัวเองเมื่อนำมาใช้เป็นผิวสัมผัสจะมีค่าความเสียดทานน้อยกว่าเหล็ก ทำให้สามารถปรับลดระยะคลอน (clearance) ลงได้ และต้องการกำลังขับไม่มากนักซึ่งเหมาะสมที่จะนำไปทดลองใช้งานจริงต่อไป



ภาพที่ 24 แสดงชุดเฟืองหนอนที่จะใช้ในระบบกลไกบังคับการหมุนของหัวจับดอกกัท





ภาพที่ 25 แสดงระบบกลไกบังคับการหมุนของหัวจับดอกกัดเมื่อประกอบใช้งาน

3.2 การสร้างแบบบันทึกข้อมูลผลการทดลอง

ประสิทธิภาพของอุปกรณ์ชุดนี้ กล่าวได้ว่าขึ้นอยู่กับ ความแม่นยำในการปรับตำแหน่งศูนย์ ความแม่นยำของการลับให้ได้ขนาดรัศมี การเท่ากันของสันคมหลักทั้งสองคม ความเรียบของผิวจากการลับ ซึ่งจะส่งผลต่อดอกกัดที่ลับได้ เมื่อพิจารณาถึงผลที่เกิดขึ้นกับดอกกัดที่นำมาลับ จึงแบ่งการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของอุปกรณ์ที่สร้างขึ้นนี้ออกเป็น 2 ด้านคือ จากการวัดขนาดรัศมีของดอกกัดที่นำมาลับคมตัดและการวัดความเรียบผิวงานที่นำไปทดลองกัด

3.2.1 การบันทึกผลการวัดขนาดรัศมีของดอกกัดที่นำมาลับคมตัด

เนื่องจากในหน่วยงานที่ทำการวิจัยยังไม่มีเครื่องมือวัดที่สามารถวัดขนาดรัศมีของดอกกัดได้โดยตรง มีเพียงวิธีการตรวจสอบขนาดรัศมีโดยใช้เกจตรวจสอบ ซึ่งมีข้อจำกัดที่อาจทำให้มีความคลาดเคลื่อนในการตรวจสอบได้มาก เพื่อให้การตรวจสอบขนาดมีความแม่นยำมากขึ้น ในการทดลองนี้จึงใช้วิธีการตรวจสอบโดยการใช้อุปกรณ์โปรเจคเตอร์ โปรไฟล์ที่กำลังขยาย 50 เท่า แล้วใช้แผ่นตรวจสอบโดยสร้างส่วนโค้งที่มีขนาดรัศมีต่างกันเรียงกันตามลำดับทุก 2 มม. ดังนั้นจึงสามารถให้ความละเอียดในการตรวจสอบขนาดได้เท่ากับ 0.04 มม.

การบันทึกผลการวัดขนาดได้เตรียมบันทึกลงในแบบบันทึกผล ซึ่งคณะผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนการสร้างโดยเริ่มต้นจากการศึกษารูปแบบการบันทึกผลการทดลอง เมื่อได้รูปแบบครบถ้วนตามที่ต้องการแล้ว จึงนำไปออกแบบใบบันทึกผลการทดลอง และนำไปปรึกษาผู้เชี่ยวชาญให้ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะ ส่วนที่ผู้เชี่ยวชาญไม่เห็นด้วยก็ได้นำไปปรับปรุง เมื่อมีความเห็น



สอดคล้องกันแล้วจึงนำไปสร้างใบบันทึกผลการทดลอง เพื่อนำไปบันทึกข้อมูลจากผลการวัดขนาดรัศมีของดอกกัท

3.2.2 การบันทึกผลการวัดความหยาบของผิวงาน

ความหยาบของผิวงานที่กัทด้วยดอกกัทที่นำมาลับขึ้นอยู่กับ การเท่ากันของคมตัด ความหยาบผิวของคมตัด ขนาดของมุมที่ถูกตอง ในการทดลองนี้ไม่สามารถตรวจสอบความหยาบผิวของคมตัดและขนาดค่ามุมคมตัดที่นำมาลับได้ จึงอาศัยการประเมินจากการทดลองกัทชิ้นงานจริง โดยการวัดความหยาบของผิวงานที่ได้จากการทดลองกัท

การวัดความหยาบผิวงานกัทในการทดลองนี้ ใช้วิธีการวัดด้วยเครื่องวัดความหยาบผิว (Roughness Test) ผลการทดลองจะนำไปบันทึกในแบบบันทึกข้อมูลผลการวัดความหยาบผิวงานที่นำไปทดลองกัท ซึ่งได้อาศัยขั้นตอนในการสร้างเช่นเดียวกับแบบบันทึกข้อมูลผลการวัดขนาดรัศมีของดอกกัท

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อประเมินอุปกรณ์ช่วยในการลับคมดอกกัทแบบปลายทรงกลม ซึ่งข้อมูลดังกล่าวได้จากการวัดขนาดรัศมีดอกกัทที่นำมาลับโดยผู้ที่มีประสบการณ์และได้รับคำแนะนำวิธีการใช้มาแล้ว นำผลจากการทดสอบมารวบรวม เพื่อนำไปประมวลผลด้านคุณภาพของเครื่องพร้อมข้อเสนอแนะในการปรับปรุงให้เครื่องมีคุณภาพสูง และหาประสิทธิภาพ โดยมีรูปแบบการประเมินและการทดสอบ ดังนี้

ลำดับขั้นการบันทึกข้อมูลการทดสอบเพื่อประเมินหาประสิทธิภาพของอุปกรณ์ช่วยในการลับคมดอกกัทแบบปลายทรงกลม ได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

เริ่มจากการติดตั้งอุปกรณ์ทั้งหมดเข้ากับเครื่องจักรเดิม ทำการปรับตำแหน่งให้ได้ศูนย์และอยู่ในตำแหน่งพร้อมใช้งาน ทำการลับคมตัดปลายของดอกกัท แล้วนำดอกกัทที่ผ่านการลับไปวัดขนาดรัศมี และบันทึกผลในแบบบันทึกผลการวัดขนาดรัศมี จากนั้นจึงนำดอกกัทไปทดลองกัทชิ้นงานด้วยเครื่องกัท นำชิ้นงานที่กัทแล้วไปวัดความหยาบของผิวและบันทึกผล หลังจากนั้นก็รวบรวมข้อมูลเพื่อนำไปประเมินหาประสิทธิภาพของอุปกรณ์

5. การวิเคราะห์และสรุปผล

ในขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล คณะผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่เก็บรวบรวมไว้แล้วมาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติดังนี้



5.1 การวิเคราะห์ข้อมูลขนาดรัศมีของดอกกัต

โดยนำผลไปวิเคราะห์ด้วยการทดสอบทางสถิติ โดยวิธีการประมาณค่าเฉลี่ยของความแตกต่างของขนาดที่ผิดพลาดไปจากค่าที่กำหนดที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ดังนั้นสมการที่ใช้ในการทดสอบ คือ

$$\bar{X} - t_{\frac{\alpha}{2}} \cdot \frac{s}{\sqrt{n}} < \mu < \bar{X} + t_{\frac{\alpha}{2}} \cdot \frac{s}{\sqrt{n}}$$

เมื่อ \bar{X} คือ ค่าเฉลี่ยของขนาดรัศมีที่แตกต่างจากค่าที่กำหนด

μ คือ ค่าเฉลี่ยของความแตกต่างของขนาดที่ผิดพลาดไปจากค่าที่กำหนด

5.2 การตรวจสอบคุณภาพความคมของดอกกัต

จากการวัดและเปรียบเทียบความหยาบผิวงานจากการกัดด้วยดอกกัตที่ซื้อจากบริษัทผู้ผลิตเดิมกับดอกกัตที่ลับด้วยอุปกรณ์ที่สร้างขึ้น จะใช้วิธีการทดสอบสมมุติฐาน โดยกำหนดให้พารามิเตอร์ที่ใช้ในการทดสอบดังนี้

ให้ μ_1 คือค่าเฉลี่ยความเรียบผิวงานจากการกัดด้วยดอกกัตที่ซื้อจากบริษัทผู้ผลิตเดิม

μ_2 คือค่าเฉลี่ยความเรียบผิวงานจากการกัดด้วยดอกกัตที่ลับด้วยอุปกรณ์ที่สร้างขึ้น

สมมุติฐานทางสถิติ คือ $H_0 : \mu_1 = \mu_2$

$H_1 : \mu_1 < \mu_2$

โดยใช้สูตรในการคำนวณ คือ

$$T' = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - d_0}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$$



ที่ระดับชั้นความเสรี

$$v = \frac{\left(\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}\right)^2}{\frac{\left(\frac{s_1^2}{n_1}\right)^2}{n_1-1} + \frac{\left(\frac{s_2^2}{n_2}\right)^2}{n_2-1}}$$

จะปฏิเสธ H_0 ถ้าค่า T' ที่คำนวณได้ ตกในบริเวณวิกฤต





บทที่ 4

ผลการทดลอง

จากการดำเนินโครงการการออกแบบและสร้างเครื่องลับดอกกัดปลายทรงกลมเพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ของโครงการ คณะผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลจากการทดลองนำดอกกัดที่ผ่านการลับคมด้วยอุปกรณ์ที่สร้างขึ้นและนำไปวิเคราะห์ผลโดยการวัดขนาดรัศมีดอกกัดและจากการวัดความหยาบผิวงานที่ทดลองกัด ได้นำมาทำการวิเคราะห์ เพื่อประเมินประสิทธิภาพของเครื่องอุปกรณ์ช่วยในการลับคมดอกกัดปลายทรงกลมที่ได้พัฒนาขึ้น แบ่งเป็น 2 ด้าน คือ การวิเคราะห์ข้อมูลขนาดรัศมีของดอกกัดและตรวจสอบคุณภาพความคมของดอกกัด

1. การวิเคราะห์ข้อมูลขนาดรัศมีของดอกกัด

เพื่อเป็นการหาค่าเฉลี่ยของขนาดรัศมีที่ผิดพลาดไปจากขนาดที่กำหนด ซึ่งกำหนดให้ผิดพลาดได้ไม่เกิน ± 0.05 มม. ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % คณะผู้วิจัยได้นำผลไปวิเคราะห์ด้วยการทดสอบทางสถิติ โดยวิธีการประมาณค่าเฉลี่ยของความแตกต่างของขนาดที่ผิดพลาดไปจากค่าที่กำหนดที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % สมการที่ใช้ในการทดสอบ คือ

$$\bar{X} - t_{\frac{\alpha}{2}} \cdot \frac{s}{\sqrt{n}} < \mu < \bar{X} + t_{\frac{\alpha}{2}} \cdot \frac{s}{\sqrt{n}}$$

ผลการทดสอบ พบว่า ค่าเฉลี่ยของรัศมี มีค่าผิดพลาดจากค่าที่กำหนด อยู่ในช่วงระหว่าง 0.02 ถึง 0.05 มม. ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

2. การตรวจสอบคุณภาพความคมของดอกกัด

การตรวจสอบคุณภาพนี้ เป็นการตรวจสอบความคมของดอกกัดที่ผ่านการลับด้วยเครื่องลับดอกกัดปลายทรงกลมที่พัฒนาสร้างขึ้น โดยวิธีเปรียบเทียบความขรุขระของผิวชิ้นงาน (surface roughness) ระหว่างดอกกัดใหม่ที่ยังไม่ใช้งานกับดอกกัดที่ผ่านการใช้งานมาแล้วแต่นำมาลับใหม่ซึ่งจะมีขนาดของดอกกัดจำนวน 3 ขนาดที่นำมาทดลอง คือ ขนาด 6 มม. 8 มม. และ 10 มม. การวัดค่าความขรุขระผิวใช้เครื่องวัดความขรุขระผิวเครื่องหมายการค้า Mitutoyo รุ่น Surface 301 สำหรับวัดค่าความ



ขรุขระผิวของชิ้นงาน และการเลือกใช้ประเภทการวัดความขรุขระผิวจะเลือกใช้ค่าที่นิยมใช้กันมากที่สุด และหลายมาตรฐานมักอ้างอิงค่านี้ในการกำหนดมาตรฐานความหยาบผิวคือค่าความขรุขระเฉลี่ยของพื้นผิวตามอนุกรมเลขคณิต (Arithmetic Average: Ra) ซึ่งมีหน่วยเป็นไมโครเมตร (μm)

จากการทดลองกัดชิ้นงานโดยกัดบนเหล็ก St.37 มีความหนา 20 มม. ความกว้าง 100 มม. จากนั้นนำชิ้นงานไปวัดค่าความขรุขระผิวได้ผลดังต่อไปนี้
ตารางที่ 1 ความขรุขระของผิวงานเมื่อใช้ความเร็วรอบ 800 รอบต่อนาที อัตราป้อน 0.02 มม.ต่อรอบ และความลึกในการกัด 0.5 มม.

Ø Ball nose endmill (mm.)	ความขรุขระผิวเมื่อใช้ดอกใหม่ Ra(μm)				ความขรุขระผิวเมื่อใช้ดอกที่ผ่านการ ลับด้วยเครื่องลับทรงกลม Ra(μm)				avg1- avg2 Ra(μm)
	1	2	3	Avg1	1	2	3	Avg2	
6	2.54	2.52	2.55	2.53	2.50	2.55	2.65	2.56	-0.03
8	2.60	2.55	2.52	2.55	2.55	2.60	2.62	2.59	-0.04
10	2.44	2.30	2.50	2.41	2.40	2.44	2.45	2.43	-0.02

ตารางที่ 2 ความขรุขระของผิวงานเมื่อใช้ความเร็วรอบ 1200 รอบต่อนาที อัตราป้อน 0.04 มม.ต่อรอบ และความลึกในการกัด 1.0 มม.

Ø Ball nose endmill (mm.)	ความขรุขระผิวเมื่อใช้ดอกใหม่ Ra(μm)				ความขรุขระผิวเมื่อใช้ดอกที่ผ่านการ ลับด้วยเครื่องลับทรงกลม Ra(μm)				avg1- avg2 Ra(μm)
	1	2	3	Avg1	1	2	3	Avg2	
6	2.20	2.18	2.25	2.21	2.32	2.28	2.26	2.29	-0.08
8	2.24	2.38	2.45	2.41	2.52	2.47	2.46	2.48	-0.07
10	2.52	2.60	2.60	2.57	2.58	2.55	2.60	2.58	-0.01

ตารางที่ 3 ความขรุขระของผิวงานเมื่อใช้ความเร็วรอบ 1600 รอบต่อนาที อัตราป้อน 0.1 มม.ต่อรอบ และความลึกในการกัด 1.5 มม.

Ø Ball	ความขรุขระผิวเมื่อใช้ดอกใหม่ Ra(μm)	ความขรุขระผิวเมื่อใช้ดอกที่ผ่านการ ลับด้วยเครื่องลับทรงกลม Ra(μm)	avg1- avg2
--------	---	---	---------------



nose endmill (mm.)	1	2	3	Avg1	1	2	3	Avg2	Ra(μm)
6	2.10	1.80	1.88	1.93	2.15	1.90	2.20	2.02	-0.09
8	2.20	2.10	2.15	2.15	2.18	2.20	2.15	2.18	-0.03
10	2.40	2.35	2.30	2.35	2.45	2.42	2.48	2.45	-0.10

จากตารางที่ 1 2 และ 3 ค่าความขรุขระผิวงานเมื่อใช้ความเร็วรอบ 800 ,1200 และ1600 รอบต่อนาที อัตราป้อน 0.02 ,0.04 และ 0.10 มม.ต่อรอบ ความลึกในการกัด 0.5 ,1.0และ 1.5 มม. พบว่าเมื่อนำค่าความขรุขระผิวเฉลี่ยของดอกกัดใหม่และดอกกัดที่ผ่านการใช้งานมาแล้วมาลบคมตัดใหม่ ความขรุขระผิวที่ได้จากการกัดโดยใช้ดอกกัดทั้ง 3 ขนาดนั้น พื้นผิวมีความขรุขระที่แตกต่างกันไม่เกิน 0.10 μm ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่าเครื่องลับดอกกัดทรงกลมสามารถลับดอกกัดได้โดยไม่แตกต่างกับดอกกัดที่ซื้อมาใช้งาน

จากตารางที่ 4 จะเห็นได้ว่าค่าความขรุขระผิวเมื่อขึ้นงานผ่านกระบวนการกัด (Milling) โดยทั่วไปความขรุขระผิวเมื่อผ่านการกัดหยาบจะอยู่ในช่วง 0.8-3.2 μm และเมื่อมีการกัดละเอียดจะมีค่าอยู่ที่ 0.4 μm



Material removing or separating operations	roughness R_a in μm												
	0.012	0.025	0.05	0.1	0.2	0.4	0.8	1.6	3.2	6.3	13	25	50
flame cutting													
sawing													
planing													
punching													
chemical treatment													
spark erosion machining													
drilling													
boring													
milling													
turning													
broaching													
reaming													
filing													
grinding													
barreling													
brushing													
electrolytic grinding													
honing													
polishing													
lapping													
superfinishing													
Non material removing operation													

รูปที่ 4 ค่าความขรุขระผิวที่ได้จากกระบวนการผลิตแบบต่าง ๆ



บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การศึกษาวิจัยเรื่อง การสร้างสร้างอุปกรณ์ช่วยในการลับคมดอกกัดปลายทรงกลม มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างอุปกรณ์ช่วยในการลับคมดอกกัดปลายทรงกลม เพื่อหาประสิทธิภาพของอุปกรณ์โดยการวิเคราะห์จากผลการลับดอกกัดด้วยอุปกรณ์ที่สร้างขึ้น โดยอุปกรณ์ที่สร้างขึ้นนี้ต้องสามารถลับคมตัดส่วนที่เป็นทรงกลมของดอกกัดแบบปลายทรงกลมได้ค่ารัศมีอยู่ในช่วงพิกัดความเผื่อไม่เกิน ± 0.05 มม ในช่วงความเชื่อมั่นไม่น้อยกว่า 95 % และสามารถนำไปกัดชิ้นงานได้ความเรียบของผิวงานไม่แตกต่างกับดอกกัดที่สั่งซื้อจากบริษัทผู้ผลิตเดิม ในช่วงความเชื่อมั่นไม่น้อยกว่า 95 % ซึ่งสามารถสรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะได้ดังต่อไปนี้

1. สรุปผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการประเมินประสิทธิภาพของอุปกรณ์ช่วยในการลับคมดอกกัดปลายทรงกลมผลการวิเคราะห์ด้านประสิทธิภาพจากการลับขนาดดอกกัด พบว่าขนาดของค่าพิกัดความเผื่อมีค่าไม่เกิน ± 0.05 มม ตามวัตถุประสงค์ แต่อยู่ในระดับที่สูงกว่าค่ากำหนดเป็นส่วนใหญ่

2. อภิปรายผล

ผลการประเมินคุณภาพอุปกรณ์ช่วยในการลับคมดอกกัดปลายทรงกลม อุปกรณ์ที่ออกแบบสามารถนำไปใช้งานได้ แต่จะต้องนำไปปรับปรุงพัฒนาให้เหมาะกับเครื่องแต่ละแบบที่จะนำไปใช้งาน

3. ข้อเสนอแนะ

3.1 ข้อเสนอแนะทั่วไป

ควรมีการปรับปรุงและพัฒนาให้สามารถปรับขนาดดอกกัดได้ง่ายขึ้น และระบบกลไกการหมุนหัวจับดอกกัดควรให้เคลื่อนตัวได้คล่องกว่านี้



3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

ควรศึกษาวิธีการลดมลพิษ เพื่อเพิ่มขีดความสามารถของเครื่องจักรขึ้นอีก





บรรณานุกรม

- บัญญัติ พันธุ์ประสิทธิ์เวช, กัญจนา ทองสนิท, ปฏิพัทธ์ หงษ์สุวรรณ, สุจินต์ วุฒิชัยวัฒน์.
 “การศึกษาหาปัจจัยในการกีดชิ้นงานด้วยมีดกัดที่ผ่านกระบวนการลับที่มีผลต่ออายุ
 การใช้งานของคมตัด.” การประชุมวิชาการด้านการวิจัยดำเนินงานแห่งชาติ, 2555.
- ธงชัย จันทรมณี, ศุภกิจ เศกศิริ, อนุรัตน์ นิยมเจริญ. “การศึกษาตัวแปรการกัดแม่พิมพ์
 สำหรับเครื่องจักร CNC กรณีกัดงาน 3 มิติ.” การประชุมวิชาการช่างงานวิศวกรรม
 อุตสาหกรรม, 2550.
- ถวัลย์ ภูนาเงิน, สุภชัย อุ๋นจันท์. “การวิเคราะห์การสึกหรอของดอกกัด: กรณีศึกษา”
 โครงการนักศึกษา สำหรับบุคคลทั่วไป ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัย
 เทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2550.
- จตุรงค์ โพธิ์ศิริ, ชูชีพ วิลารัตน์, สมบัติ สักกัจจวันท์, สุธี นกเทียน. “พื้นฟูสมรรถนะและ
 ออกแบบสร้างอุปกรณ์เครื่องลับคมดอกกัด.” ปรินญาณิพนธ์ สาขาเทคโนโลยี
 เครื่องกล (ออกแบบเครื่องกล) ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัย
 เทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2549.
- มานพ ทองแสง, ชัยธวัช เจริญอัมพร. การสร้างชุดการสอนการลับคมตัดมีดกัดด้วยเครื่อง
 เจียรระโนลับคมตัดเครื่องมือ. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
 สาขาครุศาสตร์เครื่องกล บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระ
 นครเหนือ, 2533.
- Sheng Huang, Kiah Mok Goh, Kah Chuan Shaw, Yoke San Wong, Geok Soon Hong .
 “Model-based Monitoring and Failure Detection Methodology for Ball-nose End
 Milling.” Singapore Institute of Manufacturing Technology ,National University of
 Singapore, 2007.



ภาคผนวก





ภาคผนวก

ข้อมูลของเครื่องวัดความขรุขระผิว ยี่ห้อ Mitutoyo รุ่น SurfTest 301



เครื่องวัดความขรุขระผิว

ข้อมูลทั่วไป

ชื่อเครื่องจักร	เครื่องวัดความขรุขระผิว
ยี่ห้อ/รุ่น	มิตูดิโอ รุ่น เซฟเทส 301
ประเทศผู้ผลิต	ญี่ปุ่น
รายละเอียดทางเทคนิค	
ระยะในการวัด	12.5 mm
ความเร็วในการวัด	0.25, 0.5 mm/sec
ทิศทางในการวัด	ถอยหลังกลับ
ช่วงวัดในแกน Z	350 μm (-200 μm ถึง +250 μm)
ลักษณะการวัด	หัวกดเคลื่อนที่
แรงกดในการวัด	4 mN หรือ 0.75 mN
หัวกด	หัวเพชร 90 องศา (60 องศา สำหรับการใช้แรงกดต่ำ)
การเคลื่อนที่แนวโค้ง	40 mm
แรงเคลื่อนที่ของหัวกด	น้อยกว่า 400 mN
การเคลื่อนที่หัววัด	หัวกดเคลื่อนที่โดยใช้แม่เหล็ก
แหล่งกระจายไฟฟ้า	หม้อแปลงไฟฟ้ากระแสตรง และแบตเตอรี่สำรอง
ขนาดและน้ำหนัก	307×165×94 มิลลิเมตร, 1.2 กิโลกรัม



แบบบันทึกข้อมูลผลการทดลอง

ข้อมูลผลการทดลองจะนำมาบันทึกในตารางบันทึกผลด้านล่าง

ครั้งที่	ขนาดที่ต้องการ ลับ	ขนาดที่ลับได้	ค่าผิดพลาด
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			

ตารางที่ การบันทึกข้อมูลจากการวัดขนาดดอกกั๊ด

ความหยาบผิววงนั๊ด		
ครั้งที่	เมื่อกั๊ดด้วยดอกกั๊ดก่อนการลับ	เมื่อกั๊ดด้วยดอกกั๊ดหลังการลับ
1		
2		
3		
4		

ตารางที่ ตารางบันทึกข้อมูลจากการวัดความเรียบผิววงนั๊ดนำไปทดลองกั๊ด



เกี่ยวกับผู้วิจัย

ชื่อผู้วิจัย	นายสุจริต สิงห์พันธุ์
ประวัติการศึกษา	ปวช.สาขาวิชาช่างกลโรงงาน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ พศ.2523
	ค.อ.บ. (วิศวกรรมเครื่องกล) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ พศ.2527
	ค.อ.ม. (เครื่องกล) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ พศ.2550
หน่วยงานที่ติดต่อได้	สาขาวิชาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
ชื่อผู้วิจัย	นายวิชาญ เพชรมณี
ประวัติการศึกษา	ค.อ.บ. อิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์
	วศ.ม. วิศวกรรมไฟฟ้า
หน่วยงานที่ติดต่อได้	สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
ชื่อผู้วิจัย	นายสมเกียรติ เจษฎารมย์
ประวัติการศึกษา	วท.บ. เทคโนโลยีอุตสาหกรรม วิทยาลัยครูเพชรบุรีวิทยาถาวรณ ปทุมธานี
หน่วยงานที่ติดต่อได้	ฝ่ายอุตสาหกรรม สถาบันพัฒนาฝีมือแรงงานภาค 12 สงขลา

