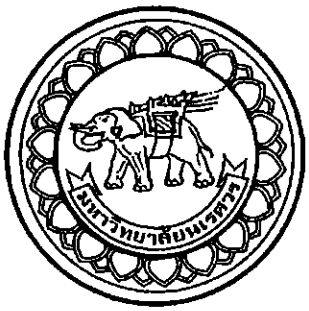


การพัฒนาปรับปรุงฟิกซ์เจอร์ของเครื่องกลึงสำหรับงานทำร่องลิ่ม

THE DEVELOPMENT OF FIXTURE ON LATHE MACHINE FOR KEYWAY MILLING

นางสาวปัทมา สายภู่ รหัส 56361358

นางสาวสิริมาศ พรหมรินทร์ รหัส 56361716

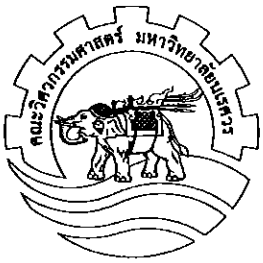
สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยนเรศวร
วันลงทะเบียน 02 ก.พ. 2561
เลขทะเบียน 17222919
เลขเรียกหนังสือ ปร
T533 ก
2559

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2559



ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อโครงงาน	การพัฒนาปรับปรุงฟิกซ์เจอร์ของเครื่องกลึงสำหรับงานทำร่องลิ่ม	
ผู้ดำเนินโครงงาน	นางสาวปัทมา สายภู่	รหัส 56361358
	นางสาวสิริมาศ พรหมรินทร์	รหัส 56361716
ที่ปรึกษาโครงงาน	อาจารย์เสาวลักษณ์ ตองกลิ่น	
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ	
ภาควิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ	
ปีการศึกษา	2559	

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

.....ที่ปรึกษาโครงงาน
(อาจารย์เสาวลักษณ์ ตองกลิ่น)

.....ที่ปรึกษาร่วมโครงงาน
(ครูช่างประเทือง โมรารายย)

.....กรรมการ
(รศ.ดร.กวิน สนธิเพิ่มพูน)

.....กรรมการ
(อาจารย์เกตุชนา บุญฤทธิ์)

ชื่อหัวข้อโครงงาน	การพัฒนาปรับปรุงฟิกซ์เจอร์ของเครื่องกลึงสำหรับงานทำร่องลิ่ม	
ผู้ดำเนินโครงงาน	นางสาวปัทมา สายภู่	รหัส 56361358
	นางสาวสิริมาศ พรหมรินทร์	รหัส 56361716
ที่ปรึกษาโครงงาน	อาจารย์เสาวลักษณ์ ตองกลิ่น	
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ	
ภาควิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ	
ปีการศึกษา	2559	

.....

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้ทำการศึกษา วิเคราะห์ ปรับปรุง ออกแบบ และจัดสร้างฟิกซ์เจอร์ของเครื่องกลึงสำหรับงานทำร่องลิ่มบนเพลา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงลดค่าความคลาดเคลื่อนของขนาดร่องลิ่ม และฟิกซ์เจอร์ของเครื่องกลึงสำหรับงานทำร่องลิ่มสามารถใช้งานกับเครื่องกลึงได้หลายขนาดยิ่งขึ้น ลดขนาดของฟิกซ์เจอร์ของเครื่องกลึงสำหรับงานทำร่องลิ่ม เพื่อให้ฟิกซ์เจอร์มีน้ำหนักเบาลง และใช้งานได้สะดวก โดยค่าใช้จ่ายต้นทุนวัสดุและต้นทุนแรงงานรวมทั้งหมดเป็นเงิน 7,645 บาท

จากการออกแบบ และสร้างฟิกซ์เจอร์ของเครื่องกลึงสำหรับงานทำร่องลิ่มขึ้นมาใหม่ พบว่าค่าของขนาดร่องลิ่มที่ได้เกิดความคลาดเคลื่อนเกินช่วงมาตรฐาน DIN 6885 (A) เนื่องมาจากเกิดการสั่นคลอนของเครื่องกลึงความสูงจากศูนย์เหนือแท่น 5 นิ้ว และเครื่องกลึงความสูงจากศูนย์เหนือแท่น 6 นิ้ว มีความคลาดเคลื่อนจากการคำนวณคิดเป็นร้อยละ 2.25 และ 3.05 ตามลำดับ ฟิกซ์เจอร์ของเครื่องกลึงสำหรับงานทำร่องลิ่มที่ปรับปรุงใหม่ใช้งานได้จริง โดยมีความคลาดเคลื่อนของร่องลิ่ม ซึ่งค่าความคลาดเคลื่อนของความกว้างหรือค่า b คิดเป็นร้อยละ 0.23 ค่าความคลาดเคลื่อนของความลึกหรือค่า t คิดเป็นร้อยละ 0.97 และค่าความคลาดเคลื่อนของความยาวหรือค่า l คิดเป็นร้อยละ 0.11 ซึ่งปัจจัยที่ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อน คือ การสั่นคลอนของเครื่องกลึงขณะที่เครื่องกำลังทำงาน การแกว่งของมีดกัดที่เกิดจากหัวจับของเครื่องกลึงขณะกำลังหมุน และการปรับระยะของแท่นเลื่อนในแนวแกน x และแกน z ขณะที่ทำการกัดชิ้นงาน นอกจากนี้ฟิกซ์เจอร์ของเครื่องกลึงสำหรับงานทำร่องลิ่มที่ปรับปรุงแล้ว สามารถกัดร่องลิ่มบริเวณกลางของชิ้นงานเพลากลมได้ จะเป็นร่องลิ่มแบบปลายปิดทั้ง 2 ด้าน ส่วนใหญ่จะใช้กับงานที่เกี่ยวกับพูลเลย์สายพาน

Project title	The development of fixture on lathe machine for keyway milling	
Name	Miss Patthama Saipu	ID. 56361358
	Miss Sirimas Prommarin	ID. 56361716
Project advisor	Miss Saowalak Tongklin	
Major	Industrial Engineering	
Department	Industrial Engineering	
Academic year	2016	

.....

Abstract

This institutional research is the study of analysis, development, and design to remake a new fixture for the lathe to be used in crafting a keyway on an axle. This research has 3 objectives: (1) to improve the mentioned equipment; (2) to increase the errors of the keyway's size; and (3) to develop the fixture so that it will be able to work along the lathes in other sizes and also minimize the size of its fixture in order to lighten its weight. Therefore, it can be comfortably used. The overall expense of this project is 7,645 Baht and within this price, 3,145 Baht is used for preparing the material. Moreover, this project takes nine hours to finish the experiment. Thus, to make the expense worth, this research will cover 45 units of keyway crafting.

From redesigning and remaking the new fixture, it is showed that the purpose of losing fixture's weight is accomplished. After that, the fixture of the lathe is tested to craft the keyway which, then, its result is brought to be compared to the DIN 6885 (A) standard point and the keyway crafted by the original fixture. An outcome is the new design of the fixture which can actually work and reduce the errors as its purposes. The test is done by comparing its own measurement with the standard errors and errors made by an old version of the fixture. For example, the experiment is tested by using the cutting tool in 8 mm and 10 mm. with the lathe machine 5 inch and 6 inch.

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้ดำเนินโครงงานขอแสดงความขอบคุณบุคคล สถานประกอบการ และสถาบันที่มีส่วนสำคัญทำให้การจัดทำโครงงานนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบคุณ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่ทำให้คณะผู้ดำเนินโครงงานได้มีโอกาสในการทำโครงงานนี้

ขอขอบคุณ อาจารย์เสาวลักษณ์ ตองกลิ่น อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน ที่ได้ให้คำแนะนำแนวทางในการดำเนินโครงงาน และค่อยให้ความช่วยเหลือผู้ดำเนินโครงงานในทุกๆด้าน

ขอขอบคุณ ครูช่างประเทือง โมรารายา อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่ได้ให้คำแนะนำและแนวทางในการทำฟิกซ์เจอร์ และการใช้เครื่องมือ

ขอขอบคุณ รศ.ดร.กวิน สนธิเพิ่มพูน ที่ได้ให้คำแนะนำ และเสนอแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในการดำเนินโครงงาน

ขอขอบคุณ อาจารย์เกตุชนา บุญฤทธิ์ ที่ได้ให้คำแนะนำ และเสนอแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในการดำเนินโครงงาน

สุดท้ายนี้คณะผู้ดำเนินโครงงานขอขอบคุณบิดามารดา ที่ค่อยให้การสนับสนุนในด้านการเงินและเป็นกำลังใจให้แก่ผู้ดำเนินโครงงานมาจนสำเร็จการศึกษา

ผู้ดำเนินโครงงาน
นางสาวปัทมา สายภู่
นางสาวสิริมาศ พรหมรินทร์
เมษายน 2560

สารบัญ

หน้า

ใบรับรองปริญญานิพนธ์.....ก
บทคัดย่อภาษาไทย.....ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....ค
กิตติกรรมประกาศ.....ง
สารบัญ.....จ
สารบัญตาราง.....ช
สารบัญรูป.....ช

บทที่ 1 บทนำ.....1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน.....1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน.....1
1.3 เกณฑ์ชี้วัดผลงาน.....1
1.4 เกณฑ์ชี้วัดผลสำเร็จ.....2
1.5 ขอบเขตการดำเนินโครงงาน.....2
1.6 สถานที่ในการดำเนินโครงงาน.....2
1.7 ระยะเวลาในการดำเนินโครงงาน.....2
1.8 ขั้นตอนและแผนการดำเนินโครงงาน.....3

บทที่ 2 หลักการและทฤษฎีเบื้องต้น.....4
2.1 การพิจารณาปัจจัยการออกแบบอุปกรณ์นำเจาะและจับงาน.....4
2.2 การออกแบบเครื่องมือ.....5
2.3 ลิ่มส่งกำลัง.....14
2.4 การวางแผนออกแบบอุปกรณ์นำเจาะและจับงาน.....27
2.5 งานกัด.....28
2.6 เครื่องกลึง.....30

บทที่ 3 วิธีดำเนินโครงงาน.....32
3.1 ศึกษาและทำความเข้าใจรายละเอียดในการทำฟิกซ์เจอร์.....33
3.2 วิเคราะห์และตรวจสอบฟิกซ์เจอร์แบบเดิม.....33
3.3 การออกแบบปรับปรุงพัฒนาฟิกซ์เจอร์.....36

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.4 การหาวัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการแก้ไขชิ้นงาน....36
3.5 การปรับปรุงแก้ไขฟิกซ์เจอร์....36
3.6 การวิเคราะห์และทดสอบฟิกเจอร์....37
3.7 สรุปผลการดำเนินงาน....37
3.8 จัดทำรูปเล่มโครงงาน....37

บทที่ 4 ผลการทดลองและวิเคราะห์....38
4.1 วิเคราะห์และเปรียบเทียบผล....38
4.2 การออกแบบฟิกซ์เจอร์....40
4.3 ผลการตั้งเป้าหมายและแผนการดำเนินงาน....44
4.4 การจัดหาวัสดุและอุปกรณ์ในการทำฟิกซ์เจอร์....45
4.5 การวิเคราะห์จุดคุ้มทุน....46
4.6 วิเคราะห์ผลการทดลอง....48

บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ....53
5.1 บทสรุป....54
5.2 ข้อเสนอแนะ....55

เอกสารอ้างอิง....56

ภาคผนวก ก Design and Drawing....57
ภาคผนวก ข การคำนวณที่เกี่ยวข้อง....72
ภาคผนวก ค ตารางมาตรฐานต่างๆ....94
ภาคผนวก ง การสร้างและทดลองฟิกซ์เจอร์....97
ภาคผนวก จ ภาพประกอบโครงงาน....102
ประวัติผู้ดำเนินโครงงาน....108

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1.1 ขั้นตอนและแผนการดำเนินโครงงาน....3

2.1 ตารางเปรียบเทียบความแข็ง....12

2.2 ปฏิกิริยาของธาตุต่างๆที่เติมลงในวัสดุ....14

3.1 ค่าความคลาดเคลื่อนของฟิกซ์เจอร์แบบเติม....35

4.1 เปรียบเทียบค่าการทดลอง....39

4.2 เปรียบเทียบค่าการทดลอง....39

4.3 รายการต้นทุนวัสดุ....47

4.4 ผลการทดลองที่ได้จากการวัดร่องลิ่มขนาด 8 × 4 × 40 มม. เครื่องกลึง 5 นิ้ว....48

4.5 การเปรียบเทียบค่ากับมาตรฐานขนาด 8 × 4 × 40 มม. เครื่องกลึง 5 นิ้ว....49

4.6 ผลการทดลองที่ได้จากการวัดร่องลิ่มขนาด 10 × 5 × 40 มม. เครื่องกลึง 5 นิ้ว....49

4.7 การเปรียบเทียบค่ากับมาตรฐานขนาด 10 × 5 × 40 มม. เครื่องกลึง 5 นิ้ว....50

4.8 ผลการทดลองที่ได้จากการวัดร่องลิ่มขนาด 8 × 4 × 40 มม. เครื่องกลึง 6 นิ้ว....50

4.9 การเปรียบเทียบค่ากับมาตรฐานขนาด 8 × 4 × 40 มม. เครื่องกลึง 6 นิ้ว....51

4.10 ผลการทดลองที่ได้จากการวัดร่องลิ่มขนาด 10 × 5 × 40 มม. เครื่องกลึง 6 นิ้ว....51

4.11 การเปรียบเทียบค่ากับมาตรฐานขนาด 10 × 5 × 40 มม. เครื่องกลึง 6 นิ้ว....52

4.12 ผลการทดลองที่ได้จากการวัดร่องลิ่มตรงกลางเพลา เครื่องกลึง 6 นิ้ว....52

4.13 การเปรียบเทียบค่ากับมาตรฐาน เครื่องกลึง 6 นิ้ว....53

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 ฟิกซ์เจอร์แบบแผ่น....7

2.2 ฟิกซ์เจอร์แบบแผ่นตั้งฉาก....7

2.3 ฟิกซ์เจอร์แบบแผ่นปรับมุม....8

2.4 ฟิกซ์เจอร์แบบปากกา....8

2.5 ฟิกซ์เจอร์แบบหัวแบ่ง....9

2.6 ชิ้นงานที่ถูกกระทำโดยฟิกซ์เจอร์แบบหัวแบ่ง....9

2.7 ฟิกซ์เจอร์แบบดูเพล็ก....10

2.8 ฟิกซ์เจอร์แบบโปรไฟล์....10

2.9 การยึดด้วยลิ่มส่งกำลัง....14

2.10 การกำหนดขนาดลิ่ม....15

2.11 ปฏิกิริยาของแรงในขณะยึดด้วยลิ่มส่งกำลัง....15

2.12 ปฏิกิริยาของแรงเมื่อลิ่มมีความลาดน้อย....15

2.13 ปฏิกิริยาของแรงเมื่อลิ่มมีความลาดมาก....16

2.14 แรงปฏิกิริยาเมื่อยึดด้วยลิ่มส่งกำลัง....16

2.15 ศูนย์เพลาและศูนย์ล้อมจะเยื้องกันเมื่อยึดประกอบ....16

2.16 การยึดล้อและเพลาด้วยลิ่มฝัง....17

2.18 การยึดล้อและเพลาด้วยลิ่มราบ....17

2.19 ทิศทางการตอกลิ่มเลื่อนเข้า-ออก....18

2.20 การประกอบลิ่มเลื่อน....18

2.21 การยึดล้อและเพลาด้วยลิ่มสัมผัส....19

2.23 การส่งถ่ายกำลัง, ระยะฟรี และร่องเพลา....19

2.24 ลักษณะภาระที่กระทำต่อลิ่มคู่ในขณะที่เพลาหมุนตามเข็มนาฬิกา....20

2.25 การยึดล้อกับเพลาด้วยลิ่มมีหัว....20

2.26 การยึดข้อต่อด้วยลิ่มขวาง....20

2.27 รูยาวเยื้องของชิ้นส่วนทั้งสองก่อนการประกอบด้วยลิ่มขวาง....21

2.28 ปฏิกิริยาของแรงที่เกิดขึ้นเมื่อยึดด้วยลิ่มขวาง....21

2.29 ระยะฟรีด้านข้างของลิ่มขวาง....21

2.30 ปฏิกิริยาของแรงต่อลิ่มอัด....22

2.31 การสวมอักล้อกับลิ่มให้ยึดแน่น....22

2.32 ล้อเลื่อนได้บนลิ่มอัด....23

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

2.33 ลิ่มอัดแบบปลายมนโค้ง (แบบ A)....23
2.34 ลิ่มอัดแบบปลายตัดตรง (แบบ B)....24
2.35 ลิ่มอัดปลายมนโค้ง (แบบ C)....24
2.36 ลิ่มอัดแบบปลายตัดตรง (แบบ D)....24
2.37 ลิ่มอักแบบงัดได้ (แบบ G)....25
2.38 ลิ่มอัดปลายมนโค้งโค้งแบบ E....25
2.39 ลิ่มอัดปลายตัดตรงแบบ F....25
2.40 ลิ่มอัดแบบวงพระจันทร์....26
2.41 ฟิกัดงานสวมสำหรับลิ่มอัด....26
2.42 งานกัดร่อง....29
2.43 เครื่องกลึง....30
2.44 หัวจับชิ้นงาน....31
2.45 ส่วนประกอบของแท่นเลื่อน....31
2.46 ระบบแกนของเครื่องกลึง....31
3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน....32
3.2 เครื่องกลึง ยี่ห้อ Mashstroy รุ่น C11MT....34
3.3 ฟิกซ์เจอร์ของเครื่องกลึงสำหรับงานทำร่องลิ่ม....34
3.4 จุดที่ทำการวัดเทียบกับมาตรฐาน DIN 6885 แบบ A....35
4.1 การจับยึดชิ้นงานของฟิกซ์เจอร์....40
4.2 ระบบจับยึดชิ้นงานของฟิกซ์เจอร์....41
4.3 ระบบการเลื่อนแนวแกน x....42
4.4 ระบบการเลื่อนแนวแกน y....43
4.5 ระบบติดตั้งบนเครื่องกลึงของฟิกซ์เจอร์....43
4.6 น้ำหนักของฟิกซ์เจอร์ก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง....45
4.7 ระยะที่ทำการวัดร่องลิ่ม....48

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน

จากปริญญานิพนธ์ เรื่องฟิกซ์เจอร์ของเครื่องกลึงสำหรับงานทำร่องลิ่ม (Fixture of Lathe Machine for Keyway Milling) ปี พ.ศ. 2555 ได้ออกแบบ และทำฟิกซ์เจอร์ขึ้นมารองรับงานทำร่องลิ่มบนเพลาสำหรับติดตั้งบนเครื่องกลึง เพื่อแก้ปัญหาสำหรับอู่ซ่อม ซ่อมเครื่องจักรกลทางการเกษตรที่ไม่มีเครื่องกัด และเครื่องไส

ปัจจุบันตามท้องตลาดได้มีเครื่องกลึงออกมาจำหน่าย หลายรุ่น หลายขนาด คณะผู้ดำเนินโครงงานได้ทำการสำรวจ พบว่า การค้าขายงานทำร่องลิ่มบนเพลาที่ลูกค้ามาสั่งนั้นยังต้องการความเร็ว และชิ้นงานร่องลิ่มบนเพลาต้องมีความคลาดเคลื่อนน้อย

คณะผู้ดำเนินโครงงานจึงได้ทำการพัฒนาปรับปรุง และออกแบบฟิกซ์เจอร์บนเครื่องกลึงสำหรับงานทำร่องลิ่มบนเพลาขึ้นมาใหม่ ให้สามารถประยุกต์ใช้งานในการติดตั้งบนเครื่องกลึงได้หลายขนาดขึ้น และยังคำนึงถึงเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนตามมาตรฐาน โดยได้ศึกษาการออกแบบฟิกซ์เจอร์ให้มีความเที่ยงตรง กะทัดรัด และมีน้ำหนักเบากว่าเดิม เพื่อที่จะลดความคลาดเคลื่อน สะดวกต่อการติดตั้ง การใช้งาน และการเคลื่อนย้าย เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องกลึง และชิ้นงานสำหรับงานทำร่องลิ่มบนเพลา

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 เพื่อปรับปรุงค่าความผิดพลาดในการจับยึดชิ้นงานของฟิกซ์เจอร์

1.2.2 เพื่อให้ฟิกซ์เจอร์มีน้ำหนักเบาลงกว่าแบบเดิม สามารถเคลื่อนย้าย และติดตั้งบนเครื่องกลึงได้สะดวกมากขึ้น

1.2.3 เพื่อให้ติดตั้งฟิกซ์เจอร์ และใช้งานกับเครื่องกลึงได้หลายขนาด

1.3 เกณฑ์การชี้วัดผลงาน (Output)

ชิ้นงานทำร่องลิ่มบนเพลา (SS400) ที่ได้จากฟิกซ์เจอร์ที่พัฒนาแล้ว มีค่าความคลาดเคลื่อนร้อยละ 1 เมื่อเทียบกับมาตรฐาน DIN 6885 (A)

1.4 เกณฑ์ชี้วัดผลสำเร็จ (Outcomes)

1.4.1 ชิ้นงานทำร่องลิ่มบนเพลาที่ได้จากการทำบนเครื่องกลึงความสูงจากศูนย์เหนือแท่น 5 นิ้ว (ยี่ห้อ YAM รุ่น YAM-1000G) และ 6 นิ้ว (ยี่ห้อ Mashstroy รุ่น C11MT)

1.4.2 สามารถทำร่องลิ่มได้โดยไม่ต้องใช้เครื่องกัด

1.4.3 ฟิกซ์เจอร์ที่พัฒนาแล้วมีน้ำหนักเบาลง

1.5 ขอบเขตในการดำเนินโครงงาน

1.5.1 ฟิกซ์เจอร์ใช้สำหรับติดตั้งบนเครื่องกลึงความสูงจากศูนย์เหนือแท่น 5 นิ้ว (ยี่ห้อ YAM รุ่น YAM-1000G) และ 6 นิ้ว (ยี่ห้อ Mashstroy รุ่น C11MT)

1.5.2 สามารถใช้ดอกกัด Endmill ชนิด High Speed Steel (HSS) ในการกัดร่องลิ่มที่มีขนาด 8 มิลลิเมตร และ 10 มิลลิเมตร เพราะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเพลา (SS400) 25.4 มิลลิเมตร และ 32 มิลลิเมตร

1.5.3 ประเมินค่าความคลาดเคลื่อนของชิ้นงานร่องลิ่มได้ไม่เกินร้อยละ 5 เมื่อเทียบกับมาตรฐาน DIN 6885 (A)

1.6 สถานที่ในการดำเนินโครงงาน

อาคารปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

1.7 ระยะเวลาในการดำเนินโครงงาน

ตั้งแต่ เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2559 ถึง เดือนเมษายน พ.ศ. 2560

1.8 ขั้นตอนและแผนการดำเนินโครงงาน

ตารางที่ 1.1 ขั้นตอนและแผนการดำเนินโครงการ

ลำดับ	การดำเนินโครงการ	ช่วงเวลาการดำเนินโครงการ (ส.ค.59- เม.ย.60)																	
		ส.ค.		ก.ย.		ต.ค.		พ.ย.		ธ.ค.		ม.ค.		ก.พ.		มี.ค.		เม.ย.	
1.8.1	ศึกษาและทำความเข้าใจรายละเอียดต่างๆ ในการทำฟิกซ์เจอร์																		
1.8.2	วิเคราะห์และตรวจสอบฟิกซ์เจอร์แบบเดิม																		
1.8.3	การออกแบบปรับปรุงพัฒนาฟิกซ์เจอร์																		
1.8.4	จัดหาวัสดุอุปกรณ์ในการทำฟิกซ์เจอร์																		
1.8.5	ลงมือทำฟิกซ์เจอร์																		
1.8.6	ทดสอบและแก้ไขฟิกซ์เจอร์																		
1.8.7	สรุป																		
1.8.8	จัดทำรูปเล่มฉบับสมบูรณ์																		

บทที่ 2
หลักการและทฤษฎีเบื้องต้น

2.1 การพิจารณาปัจจัยการออกแบบอุปกรณ์นำเจาะและจับงาน

ศุภชัย รมยานนท์ (2539) ได้กล่าวว่า การพิจารณาปัจจัยต่างๆ ในการออกแบบ ต้องพิจารณาการวางชิ้นงานและถอดชิ้นงานออก ความสะดวก รวดเร็ว โดยฝึกวิธีการวางตำแหน่งและจับยึดชิ้นงานหลายๆ แบบ การวางตำแหน่งมักมีปัญหา ควรใช้ตัวรองรับ หรือตัวบังคับชิ้นงาน (Locating stops) เป็นตัวปรับบังคับ (Adjusting stop)

การพิจารณาออกแบบอุปกรณ์นำเจาะหรืออุปกรณ์จับงาน พิจารณาปัจจัยหลัก 3 ประการในขณะออกแบบ ดังนี้

2.1.1 สมรรถภาพการปฏิบัติงาน (Efficient Operation)

เป็นการพิจารณาในส่วนของการปฏิบัติงานร่วมกับเครื่องมือพิเศษที่ออกแบบขึ้นใช้ในการผลิต สิ่งที่ควรพิจารณา มีดังนี้

2.1.1.1 ประเภทของอุปกรณ์นำเจาะหรือจับงานที่เหมาะกับชิ้นงานผลิต

2.1.1.2 การวางงานและถอดงานออก ควรพิจารณาจาก

ก. ช่องว่างที่จำเป็นสำหรับวางชิ้นงานที่ผลิต

ข. วิธีเอางานวางบนอุปกรณ์และถอดงานออกอย่างถูกต้อง

ค. การเอางานออกให้สะดวกและรวดเร็ว

2.1.1.3 วิธีจับยึดชิ้นงานด้วยความสะดวกรวดเร็ว

2.1.1.4 ความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน

2.1.2 ความเที่ยงตรงของชิ้นงานที่ผลิต (Accurate work piece)

อุปกรณ์นำเจาะหรือจับงานเป็นเครื่องมือพิเศษที่ช่วยให้ขนาดชิ้นงานผลิตมีความเที่ยงตรง ลักษณะการออกแบบเครื่องมือพิเศษจะแปรเปลี่ยนไปตามขนาดความเที่ยงตรงของชิ้นงาน และปัจจัยที่ควรพิจารณาเกี่ยวกับความเที่ยงตรงของงาน มีดังต่อไปนี้

2.1.2.1 งานที่ต้องนำมาประกอบกันต้องพิจารณาการทำงานขั้นสุดท้ายให้ได้รูปร่าง และขนาดที่เที่ยงตรง

2.1.2.2 ศูนย์กลางของรูเจาะต้องได้แนวในการประกอบกับส่วนอื่นๆ

2.1.2.3 การออกแบบอุปกรณ์จับยึดชิ้นงานให้มั่งคงแข็งแรงบนอุปกรณ์นำเจาะ หรือจับงานจะช่วยให้งานมีความเที่ยงตรง

2.1.3 การประหยัดค่าใช้จ่าย (Economy and Cost)

ค่าใช้จ่ายในการออกแบบและการสร้างเครื่องมือที่มีความสัมพันธ์กับชิ้นงานที่ผลิต และควรพิจารณาออกแบบเครื่องมือพิเศษที่ไม่ยุ่งยาก และเสียค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด การออกแบบสร้างอุปกรณ์นำเจาะหรือจับงานขึ้นก็เพื่อเพิ่มสมรรถภาพการทำงานโดยลดขั้นตอนการทำงานที่ไม่จำเป็น

การวางชิ้นงานให้อยู่ในตำแหน่งที่สะดวก และ สมดุล ตามรูปร่างและชิ้นงาน จุดที่ใช้วางตำแหน่งหรือรองรับชิ้นงานควรมีความทนทานต่อการสึกหรอ ขนาดเที่ยงตรง โดยเฉพาะอุปกรณ์วางตำแหน่งที่มีลักษณะตายตัว ผู้ออกแบบจำเป็นต้องพิจารณาในส่วนย่อยต่างๆ รวมทั้งลักษณะเฉพาะของอุปกรณ์นำเจาะและจับงาน ซึ่งมีความแตกต่างกันในบางลักษณะ เช่น การเคลื่อนย้ายเครื่องมือ ช่องวางสำหรับเศษกัด การประกอบอุปกรณ์นำเจาะและจับงาน การเปลี่ยนชิ้นส่วนอุปกรณ์ที่มีการสึกหรอความปลอดภัยในการทำงาน

2.2 การออกแบบเครื่องมือ

วชิระ มีทอง (2553) ได้กล่าวว่า การออกแบบเครื่องมือเป็นกระบวนการออกแบบปรับปรุงเครื่องมือวิธีการและเทคนิคที่จำเป็นหลายๆ อย่าง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการทำงานในโรงงานอุตสาหกรรม และเพิ่มผลผลิตให้สูงขึ้นด้วย การออกแบบเครื่องมือที่เกี่ยวกับเครื่องจักรในอุตสาหกรรม หรือเครื่องมือพิเศษอื่นๆ ทำให้ทุกวันนี้มีการผลิตงานได้อย่างรวดเร็ว มีปริมาณสูง และทำให้สินค้ามีคุณภาพ และประหยัดขึ้น ซึ่งจะทำให้เป็นที่แน่ใจว่าสินค้าที่ผลิตออกไปจะได้ผลสำเร็จเป็นอย่างดี

2.2.1 จุดประสงค์ของการออกแบบเครื่องมือ

จุดประสงค์ของการออกแบบเครื่องมือ คือ การช่วยลดค่าใช้จ่ายในการผลิตของภาคอุตสาหกรรมโดยที่คุณภาพไม่ลดลง และผลผลิตเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งการออกแบบเครื่องมือนักออกแบบต้องปฏิบัติตามสิ่งต่างๆ ดังต่อไปนี้

2.2.1.1 หาวิธีการทำงานกับเครื่องมือให้เป็นแบบธรรมดา

2.2.1.2 ลดค่าใช้จ่ายในการผลิต

2.2.1.3 ออกแบบเครื่องมือให้มีคุณภาพ

2.2.1.4 เพิ่มอัตราการผลิตด้วยเครื่องจักรที่มีอยู่แล้ว

2.2.1.5 ออกแบบเครื่องมือให้มีตัวกันพลาดเพื่อป้องกันการใช้งานที่อาจผิดพลาด

2.2.1.6 เลือกวัสดุที่ใช้ทำเครื่องมือซึ่งมีอายุการใช้งานอย่างเหมาะสมกับการผลิต

2.2.1.7 ออกแบบเครื่องมือให้ปลอดภัยต่อผู้ใช้

2.2.2 การพัฒนาการออกแบบฟิกซ์เจอร์

วิธีการพัฒนาปรับปรุงการออกแบบฟิกซ์เจอร์ มีลำดับขั้นตอน ดังต่อไปนี้

2.2.2.1 วิเคราะห์ชิ้นงาน และแผนการผลิตและจำนวนของชิ้นงานที่ต้องทำ

2.2.2.2 ร่างแบบชิ้นงานทั้งสามวิวในตำแหน่งที่ชัดเจน

2.2.2.3 กำหนดตัวกำหนดตำแหน่ง และตัวรองรับชิ้นงาน

2.2.2.4 ร่างแบบตัวจับยึดชิ้นงานลงไป

2.2.2.5 กำหนดตำแหน่งของเกจสำหรับตั้งเครื่องมือตัด

2.2.2.6 ร่างแบบฟิกซ์เจอร์

2.2.2.7 ประมาณการณ์ขนาดต่างๆ ของชิ้นส่วนที่เปลี่ยนแปลงไป

2.2.2.8 หลังจากตรวจสอบรายละเอียดต่างๆ

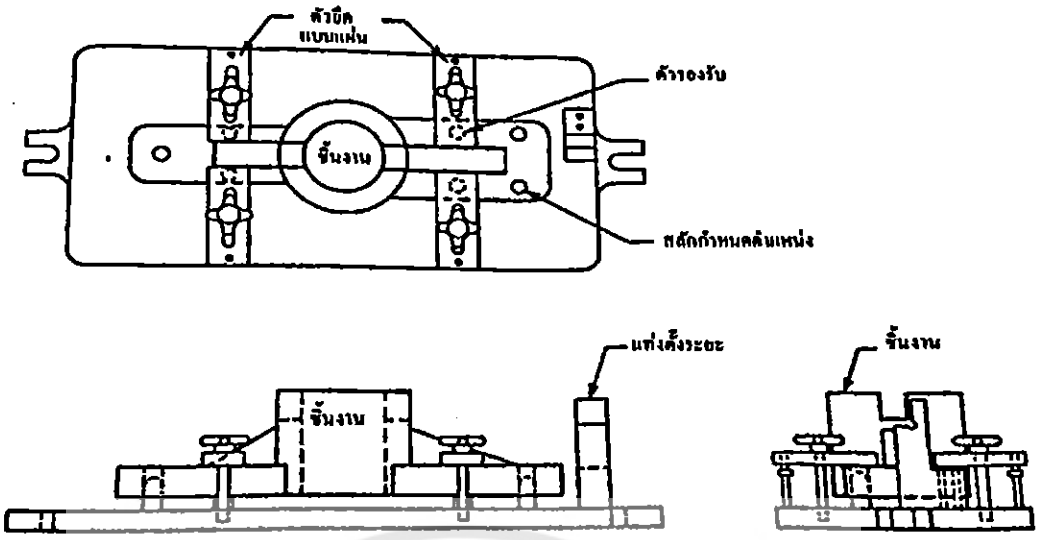
2.2.2.9 วาดแบบที่สมบูรณ์ และกำหนดรายละเอียดเกี่ยวกับวัสดุ

2.2.3 ชนิดและหน้าที่ของฟิกซ์เจอร์

ฟิกซ์เจอร์ เป็นเครื่องมือสำหรับการผลิตที่ใช้ในการกำหนดตำแหน่ง ตัวยึดจับชิ้นงาน และรองรับชิ้นงานให้อยู่คงที่ขณะเครื่องจักรทำงานอยู่ ฟิกซ์เจอร์จะแปรเปลี่ยนไปตามการออกแบบให้สัมพันธ์กับเครื่องมือต่างๆ ตั้งแต่แบบธรรมดาไปจนถึงแบบที่ยุ่งยาก และมีราคาแพง ฟิกซ์เจอร์ช่วยให้การทำงานด้านโลหะต่างๆ ง่ายขึ้น และสามารถใช้งานร่วมกับเครื่องมือพิเศษเป็นอย่างดี เช่น การทำงานกับเครื่องจักรที่เป็นมาตรฐาน เป็นต้น โดยที่ฟิกซ์เจอร์แบ่งเป็นชนิดต่างๆ ดังนี้

2.2.3.1 ฟิกซ์เจอร์แบบแผ่น

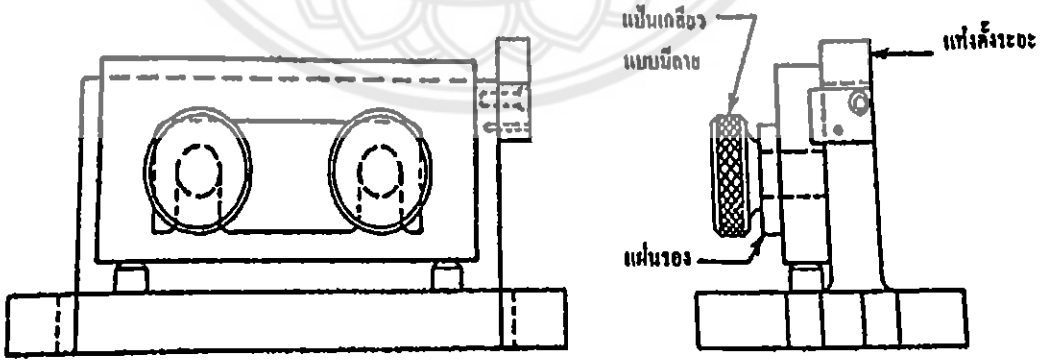
ฟิกซ์เจอร์แบบแผ่น เป็นฟิกซ์เจอร์ที่เป็นแบบธรรมดาที่สุด ดังแสดงในรูปที่ 2.1 โดยพื้นฐานแล้วฟิกซ์เจอร์ชนิดนี้จะถูกสร้างมาจากแผ่นเรียบๆ ซึ่งมีตัวจับยึด (Clamps) ชนิดต่างๆ ติดอยู่ และมีตัวกำหนดตำแหน่ง (Locator) อยู่ด้วย ซึ่งจะทำหน้าที่ในการจับยึด และกำหนดตำแหน่งของชิ้นงาน ความที่เป็นฟิกซ์เจอร์แบบธรรมดา ทำให้ฟิกซ์เจอร์แบบแผ่นเป็นฟิกซ์เจอร์ที่มีประโยชน์สำหรับการทำงานของเครื่องจักรทั่วๆ ไปเป็นอย่างมาก และเป็นฟิกซ์เจอร์ที่มีผู้นิยมใช้มากที่สุด



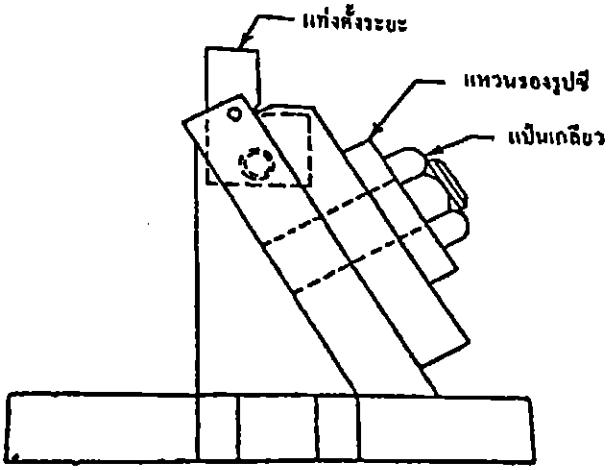
รูปที่ 2.1 ฟิกซ์เจอร์แบบแผ่น
ที่มา : วชิระ (2553)

2.2.3.2 ฟิกซ์เจอร์แบบแผ่นตั้งฉาก

ฟิกซ์เจอร์แบบแผ่นตั้งฉาก เป็นฟิกซ์เจอร์แบบหนึ่งของฟิกซ์เจอร์แบบแผ่น ดังแสดงในรูปที่ 2.2 การทำงานของฟิกซ์เจอร์ชนิดนี้ คือ ชิ้นงานจะถูกกระทำในทิศทางตั้งฉากกับตัวกำหนดตำแหน่ง (Locator) ของฟิกซ์เจอร์ ปกติแล้วฟิกซ์เจอร์แบบแผ่นตั้งฉากจะถูกทำให้เป็นมุม 90 องศา แต่มีบางครั้งที่ต้องใช้มุมอย่างอื่นที่ไม่ใช่ 90 องศา ซึ่งในกรณีนี้ต้องเปลี่ยนมาใช้ฟิกซ์เจอร์แบบแผ่นปรับมุม ดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.2 ฟิกซ์เจอร์แบบแผ่นตั้งฉาก
ที่มา : วชิระ (2553)

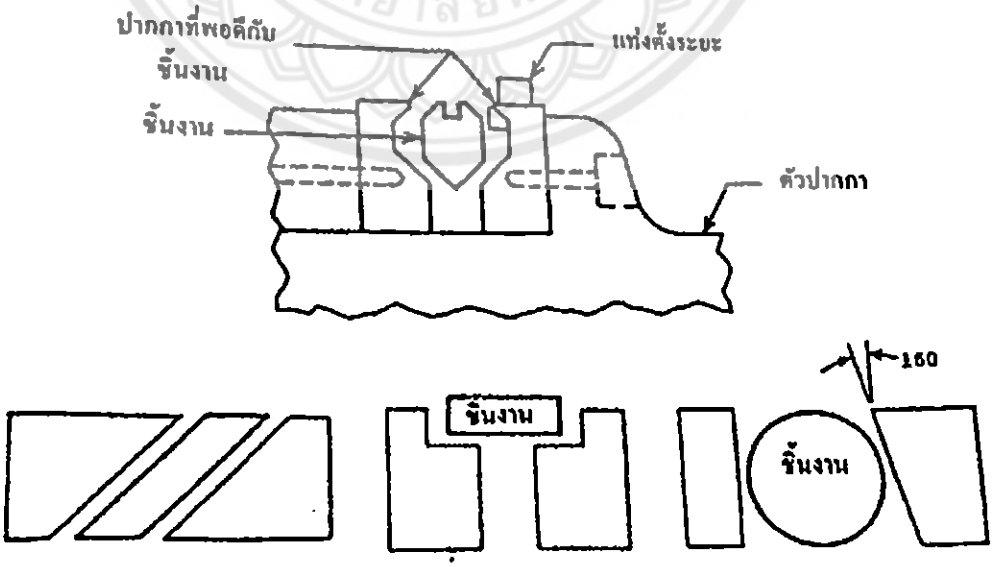


รูปที่ 2.3 ฟิกซ์เจอร์แบบแผ่นปรับมุม

ที่มา : วชิระ (2553)

2.2.3.3 ฟิกซ์เจอร์แบบปากกา

ฟิกซ์เจอร์แบบปากกา เป็นฟิกซ์เจอร์ที่ใช้สำหรับการทำงานกับชิ้นงานที่มีขนาดเล็ก ดังรูปที่ 2.4 สำหรับฟิกซ์เจอร์ชนิดนี้จะมีปากกาสำหรับจับชิ้นงาน (Vise Jaw) ที่เป็นมาตรฐาน ดังนั้น จึงสามารถที่จะเปลี่ยนปากสำหรับจับชิ้นงานได้อย่างสะดวก และรวดเร็ว ฟิกซ์เจอร์แบบปากกานี้ เป็นฟิกซ์เจอร์ที่มีราคาถูกที่สุดในบรรดาฟิกซ์เจอร์ทั้งหลายที่ถูกทำขึ้นมา การใช้งานของมันจะถูกจำกัดอยู่เฉพาะที่ขนาดของปากจับชิ้นงาน

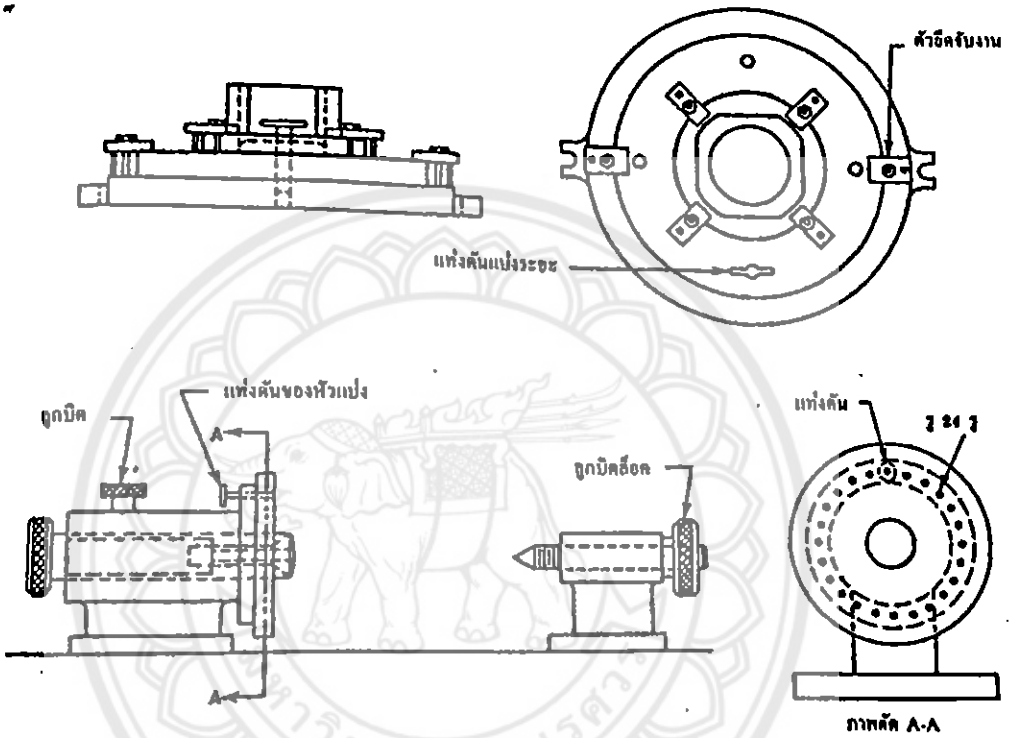


รูปที่ 2.4 ฟิกซ์เจอร์แบบปากกา

ที่มา : วชิระ (2553)

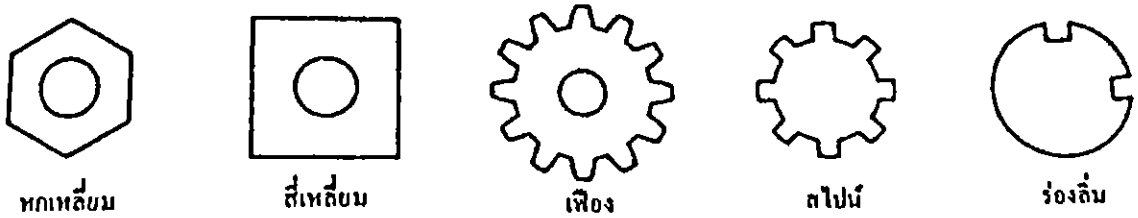
2.2.3.4 ฟิกซ์เจอร์แบบหัวแบ่ง

ฟิกซ์เจอร์แบบหัวแบ่ง เป็นฟิกซ์เจอร์ที่มีลักษณะคล้ายกับจิ๊กแบบหัวแบ่งเป็นอย่างมาก ดังรูปที่ 2.5 ฟิกซ์เจอร์แบบหัวแบ่งจะถูกใช้สำหรับการทำงานกับชิ้นงานที่จะต้องมีการตกแต่งให้มีช่องว่าง หรือระยะห่างเท่าๆ กัน และสำหรับตัวอย่างชิ้นงานที่ถูกทำบนฟิกซ์เจอร์ดังแสดงในรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.5 ฟิกซ์เจอร์แบบหัวแบ่ง

ที่มา : วชิระ (2553)

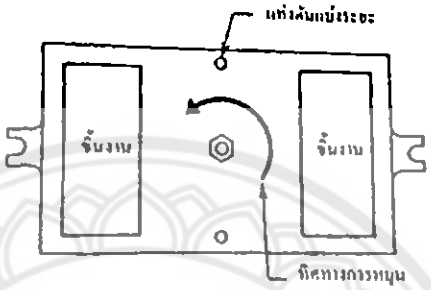


รูปที่ 2.6 ชิ้นงานที่ถูกกระทำโดยฟิกซ์เจอร์แบบหัวแบ่ง

ที่มา : วชิระ (2553)

2.2.3.5 ฟิกซ์เจอร์แบบหลายตำแหน่ง

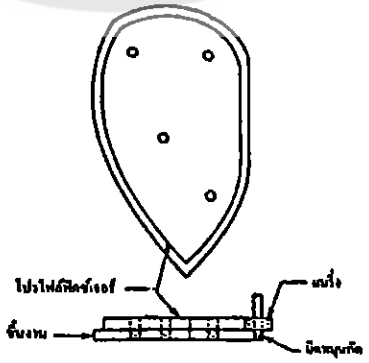
ฟิกซ์เจอร์แบบหลายตำแหน่ง เป็นฟิกซ์เจอร์ที่ถูกนำมาใช้เมื่อต้องการการผลิตที่มีความรวดเร็ว และมีปริมาณมากๆ ในขณะที่การทำงานของเครื่องจักรจะต้องทำงานเป็นจังหวะต่อเนื่องกันไปตลอด สำหรับดูเพล็กฟิกซ์เจอร์ เป็นแบบหนึ่งของฟิกซ์เจอร์แบบหลายตำแหน่งแบบที่ธรรมดาที่สุดโดยมีการทำงานเพียง 2 ตำแหน่งเท่านั้น ดังรูปที่ 2.7 ฟิกซ์เจอร์แบบนี้อนุญาตให้ทำงานในขั้นตอนการถอดชิ้นงานออก และการใส่ชิ้นงานเข้าไปถูกกระทำในขณะที่การทำงานของเครื่องจักรกำลังเดินเครื่องอยู่



รูปที่ 2.7 ฟิกซ์เจอร์แบบดูเพล็ก
ที่มา : วชิระ (2553)

2.2.3.6 ฟิกซ์เจอร์แบบโปรไฟล์

ฟิกซ์เจอร์แบบโปรไฟล์ เป็นฟิกซ์เจอร์ที่ถูกใช้เป็นตัวนำทางสำหรับการทำงานที่กระทำตามเส้นรอบรูปที่เครื่องจักรไม่สามารถไปตามทิศทางปกติได้ สำหรับเส้นรอบรูป (Contours) อาจจะเป็นเส้นรอบรูปภายในหรือภายนอกก็ได้ ในรูปที่ 2.8 แสดงการทำลูกเบี้ยว (Cam) โดยลูกเบี้ยวถูกตัดอย่างเที่ยงตรง โดยในการทำงานการสัมผัสอย่างคงที่ระหว่างฟิกซ์เจอร์กับแบริ่งของเครื่องมือตัด สำหรับแบริ่งนี้จะเป็นส่วนสำคัญในการทำงาน และจะถูกนำมาใช้อยู่เสมอ



รูปที่ 2.8 ฟิกซ์เจอร์แบบโปรไฟล์
ที่มา : วชิระ (2553)

2.2.4 ประเภทของฟิกซ์เจอร์

โดยปกติแล้วฟิกซ์เจอร์จะถูกแบ่งตามชนิดของเครื่องจักรที่ฟิกซ์เจอร์นั้นๆ ถูกนำไปใช้งาน และสามารถที่จะเรียกชนิดเฉพาะเจาะจงตามการใช้งานย่อยอีกได้ ตัวอย่างเช่น ถ้าฟิกซ์เจอร์ถูกออกแบบมาให้ใช้เครื่องกัด จะเรียกว่า ฟิกซ์เจอร์เครื่องกัด และถ้าชี้เฉพาะว่าใช้กับเครื่องกลึง จะเรียกว่า ฟิกซ์เจอร์เครื่องกลึง เป็นต้น

2.2.5 วัสดุที่ใช้ทำฟิกซ์เจอร์

ความสามารถในการดัดแปลง ความคงทนในการนำไปใช้งาน และความประหยัด จะต้องถูกนำมาพิจารณาก่อนที่วัสดุจะถูกเลือกมาใช้งาน อย่างไรก็ตาม ก่อนที่จะทำหรือเลือกสิ่งต่างๆ เหล่านี้ขึ้นมาได้ นักออกแบบฟิกซ์เจอร์จะต้องมีวามรู้เกี่ยวกับสมบัติ และลักษณะต่างๆ ของวัสดุสำหรับการสร้างฟิกซ์เจอร์เสียก่อน

2.2.5.1 สมบัติต่างๆ ของวัสดุที่ใช้ทำจิ๊กและฟิกซ์เจอร์

สมบัติต่างๆ ของวัสดุที่ใช้ทำจิ๊กและฟิกซ์เจอร์ จะมีผลกระทบโดยตรงต่อวัสดุในระหว่างการใช้งาน คุณสมบัติเหล่านี้มีทั้งผลดีและผลเสีย ซึ่งขึ้นอยู่กับจุดมุ่งหมายในการใช้งานว่าต้องการสมบัติอย่างไร

สมบัติของวัสดุที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบจิ๊กและฟิกซ์เจอร์ ได้แก่ ความแข็ง (Hardness) ความเหนียว (Toughness) การต้านทานความสึกหรอ (Wear Resistance) ความสามารถในการตกแต่ง (Machinability) ความเปราะ (Brittleness) ความแข็งแรงต่อแรงดึง (Tensile Strength) และความแข็งแรงต่อแรงเฉือน (Shear Strength)

ก. ความแข็ง คือ ความสามารถของวัสดุที่จะต้องต่อต้านแรงทะลุผ่าน หรือต่อต้านการทำให้เป็นรอยปกติ แล้ววัสดุที่มีความแข็งมากกว่าย่อมมีความแข็งแรงต่อแรงดึงมากกว่าด้วยวิธีการที่ใช้วัดความแข็งของวัสดุที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวาง คือ การทดสอบแบบร็อคเวล และการทดสอบแบบบริเนล การเปรียบเทียบของการวัดความแข็งของทั้งสองระบบ ดังแสดงในตารางที่ 2.1

ข. ความเหนียว คือ ความสามารถของวัสดุที่รองรับน้ำหนัก หรือแรงกระแทกซ้ำหลายๆ ครั้ง โดยปราศจากการเปลี่ยนแปลงของวัสดุนั้นอย่างถาวร ซึ่งความแข็งจะเป็นตัวควบคุมความเหนียวอีกทีหนึ่ง คือ ถ้าวัสดุที่มีความเหนียวจะมีความแข็งโดยประมาณไม่เกิน 44 - 48 Rc หรือ 410-453 BHN แต่ถ้าวัสดุมีความแข็งเกินนี้แล้ววัสดุนั้นจะเป็นวัสดุที่มีความเปราะ

ค. ความต้านทานความสึกหรอ คือ ความสามารถของวัสดุที่จะต่อต้านการขัดถูของวัสดุหรือโลหะอื่นๆ หรือมีความคงที่เมื่อสัมผัสวัสดุที่มีความแข็งเท่ากับปกติแล้ววัสดุที่มีความแข็งมากจะทนการสึกหรอไม่มากเช่นเดียวกัน

ง. ความสามารถในการตกแต่งวัสดุ คือ สิ่งต่างๆ ที่นำมาพิจารณาถึงความสามารถในการตกแต่ง ได้แก่ อัตราเร็วในการตัด อายุการใช้งาน และความเรียบของผิวหน้า

ตารางที่ 2.1 ตารางเปรียบเทียบความแข็ง

ร็อคเวล "C"	บริเนล BHN	แรงดึง×1000 ปอนด์/ตร.นิ้ว	ร็อคเวล "C"	บริเนล BHN	แรงดึง×1000 ปอนด์/ตร.นิ้ว
65	740	-	41	381	189
64	723	-	40	370	182
63	705	-	39	361	178
62	690	-	38	352	171
61	670	-	37	344	166
60	655	-	36	335	163
59	635	-	35	325	160
58	615	-	34	318	154
57	596	-	33	310	149
56	577	-	32	300	143
55	560	-	31	294	140
54	544	283	30	285	137
53	525	275	29	279	133
52	504	268	28	270	130
51	490	259	27	265	127
50	479	250	26	258	124
49	467	244	25	253	122
48	453	235	24	247	119
47	445	228	23	243	116
46	434	220	22	237	113
45	421	214	21	231	110
44	410	207	20	226	108
43	400	201	18	219	106
42	390	195	16	212	102

ที่มา : วชิระ (2553)

2.2.5.2 วัสดุที่ใช้ทำฟิกซ์เจอร์ที่เป็นเหล็ก

เหล็กที่ใช้ทำฟิกซ์เจอร์ ได้แก่ เหล็กหล่อ (Cast Iron) เหล็กเหนียวผสมคาร์บอน (Carbon Steel) เหล็กเหนียวผสมธาตุพิเศษ (Alloy Steel) และเหล็กทำเครื่องมือ (Tool Steel) ซึ่งโลหะเหล่านี้มีเหล็กเป็นส่วนผสมหลัก และเป็นกลุ่มที่ใหญ่ที่สุดที่นิยมนำมาใช้ทำฟิกซ์เจอร์ ดังนั้นจึงควรรู้รายละเอียดปลีกย่อยของเหล็กชนิดต่างๆ ถึงคุณสมบัติและความสามารถของมัน

ก. เหล็กหล่อ จะถูกนำมาใช้ทำลำตัวของจิ๊กและฟิกซ์เจอร์ (Tool Body) และส่วนประกอบบางส่วนที่ทำออกมาเพื่อการขายสำหรับทำจิ๊กและฟิกซ์เจอร์ แต่โดยทั่วๆ ไปแล้วเหล็กหล่อจะถูกวัสดุอย่างอื่นที่ถูกกว่า และเสียเวลาในการทำน้อยกว่าเข้ามาใช้งานแทน เพราะการใช้เหล็กหล่อมีข้อเสียอยู่อย่างหนึ่ง คือ ต้องใช้เวลาในการทำยาวนาน นับตั้งแต่ก่อนที่จะนำมาทำลำตัวของจิ๊กและฟิกซ์เจอร์ โดยจะต้องมีการทำแบบไม้ แบบหล่อ แล้วจึงทำการหลอมเหล็กเพื่อทำการหล่อเหล็ก

ข. เหล็กเหนียวผสมคาร์บอน เป็นวัสดุอย่างแรกที่ใช้ในการทำฟิกซ์เจอร์ด้วยคุณสมบัติในการขึ้นรูปต่างๆ ได้ง่าย ราคาต่ำหาได้ง่าย และใช้งานได้อย่างกว้างขวาง โดยเหล็กคาร์บอนแบ่งออกเป็น 3 ชนิดใหญ่ๆ คือ

ข.1 เหล็กเหนียวคาร์บอนต่ำ เป็นเหล็กสำคัญในการทำโครงสร้างฟิกซ์เจอร์ การใช้เหล็กชนิดนี้ควรจะใช้ในพื้นที่ที่ไม่ค่อยมีการสึกหรอหรือต้องรับแรงเครียด ปริมาณคาร์บอนที่ผสมอยู่ที่ระหว่าง 0.05 - 0.30 เหล็กเหนียวคาร์บอนต่ำสามารถป้องกันการสึกหรอในฟิกซ์เจอร์ที่มีการผลิตไม่มากนัก

ข.2 เหล็กเหนียวคาร์บอนปานกลาง ใช้งานเหมือนกับเหล็กเหนียวคาร์บอนต่ำ แต่มีความแข็งแรงมากกว่า โดยเหล็กเหนียวคาร์บอนปานกลางนี้จะนำมาใช้ทำเป็นตัวยึดจับชิ้นงาน สลักเดือย แป้นเกลียว และเหล็กชนิดนี้มีปริมาณคาร์บอนอยู่ระหว่างร้อยละ 0.3 - 0.5

ข.3 เหล็กเหนียวคาร์บอนสูง นำมาใช้ในการสร้างฟิกซ์เจอร์ในชิ้นส่วนที่ต้องการต้านทานการสึกหรอ เช่น ปอกนำทาง ดอกสว่าน ตัวกำหนดตำแหน่ง และตัวรองรับชิ้นงาน เหล็กชนิดนี้จะมีปริมาณคาร์บอนอยู่ระหว่างร้อยละ 0.5 - 2.0 ทำให้สามารถชุบแข็งได้เป็นอย่างดี แต่ไม่สามารถทน หรือต้านแรงสึกหรอได้ดีเท่าเหล็กทำเครื่องมือ

ค. เหล็กเหนียวผสมธาตุพิเศษ มีราคาสูงมาก ธาตุต่างๆ ที่เติมลงไปในเหล็กหรือวัสดุ จะทำการเปลี่ยนแปลง หรือปรับปรุงสมบัติต่างๆ สำหรับธาตุที่สำคัญ และการเกิดปฏิกิริยา ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ปฏิกิริยาของธาตุต่างๆ ที่เติมลงในวัสดุ

ชนิดของธาตุ	ปฏิกิริยา
คาร์บอน	ทำให้เกิดความแข็งแรง
ซัลเฟอร์	ตกแต่งได้ง่าย
ฟอสฟอรัส	ตกแต่งได้ง่าย
แมงกานีส	เพิ่มคงามแข็ง
นิเกิล	มีความเหนียว
โครเมียม	ป้องกันการกัดกร่อน

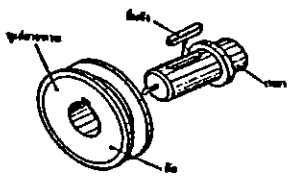
ที่มา : วชิระ (2553)

2.3 ลิ่มส่งกำลัง (Tapered Keys)

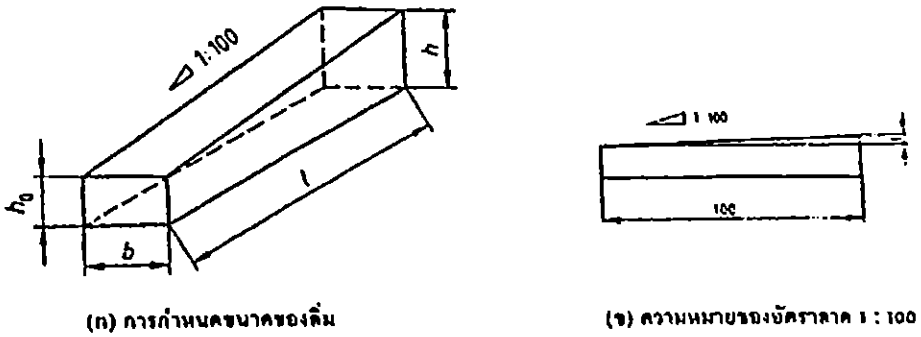
ลิ่มส่งกำลังมีหน้าที่ส่งกำลังระหว่างล้อ และเพลา ดังรูปที่ 2.9 ในเครื่องจักรกล เช่น เฟือง ล้อขับ และสายพาน โดยลิ่มส่งกำลังสามารถถอดประกอบได้ และได้กำหนดให้เป็นไปตามมาตรฐาน เช่น DIN 6886 เป็นลิ่มที่มีความลาด 1 : 100 หมายความว่า ที่ความยาวลิ่ม 100 มิลลิเมตร ความสูงของลิ่มจะลดลง 1 มิลลิเมตร ดังรูปที่ 2.10 เมื่อทำการสวมตอกลิ่มเข้าไปในร่องล้อ และเพลา ดังรูปที่ 2.11 ความลาดของร่องในล้อจะเท่ากับความลาดของลิ่มส่งกำลัง ลิ่มนี้จะพยายามอัดดันล้อและเพลาให้หนีออกจากกัน นั่นคือ แรงที่ตอกลิ่ม (F_E) จะทำให้เกิดแรงปกติ (F_N) และแรงอัด (F_V) ดังรูปที่ 2.12 และ 2.13 จะเห็นว่าอัตราลาดยิ่งน้อยลงจะทำให้แรงแรงปกติ (F_N) และแรงอัด (F_V) มากขึ้นด้วย

ในกรณีที่ล้อ หรือเพลารับภาระมากเกินไป ลิ่มจะเลื่อนไปสัมผัสร่องด้านข้าง และรับภาระเฉือนเพิ่มขึ้นจากการที่ตอกอัดลิ่มส่งกำลังเข้าไปในร่องลิ่มอัดดันล้อให้แน่น แรงจะอัดดันล้อและเพลาหนีออกจากกัน มีผลทำให้เกิดการเลื่อนศูนย์จากแกนเพลา

การเยื้องศูนย์เล็กน้อย ดังรูปที่ 2.15 ในขณะยึดเข้าด้วยกันถ้านำไปใช้ในงานที่มีความเร็วรอบสูง จะทำให้เกิดการเหวี่ยง (น้ำหนักไม่สมดุล) ทำให้เครื่องสั่นด้านบน และด้านล่างของลิ่มส่งกำลังจะอัดยึดแน่นกับล้อ และเพลา ส่วนด้านข้างของลิ่มจะมีระยะฟรี



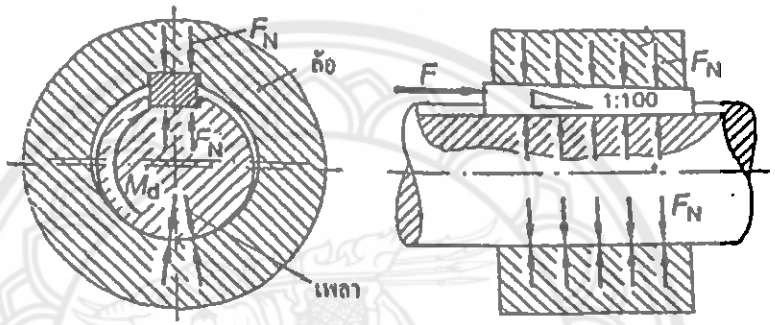
รูปที่ 2.9 การยึดด้วยลิ่มส่งกำลัง
ที่มา : มานพ, สำลี และสุทิน (2540)



(ก) การกำหนดขนาดของลิ่ม (ข) ความหมายของมัคราลาด 1 : 100

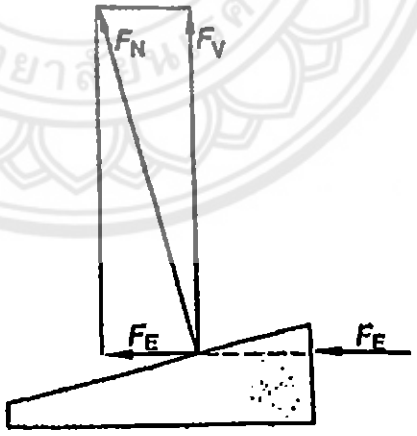
รูปที่ 2.10 การกำหนดขนาดลิ่ม

ที่มา : มานพ, สำลี และสุทิน (2540)



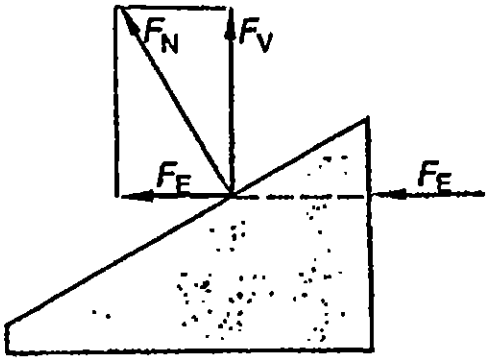
รูปที่ 2.11 ปฏิกิริยาของแรงในขณะยึดด้วยลิ่มส่งกำลัง

ที่มา : มานพ, สำลี และสุทิน (2540)

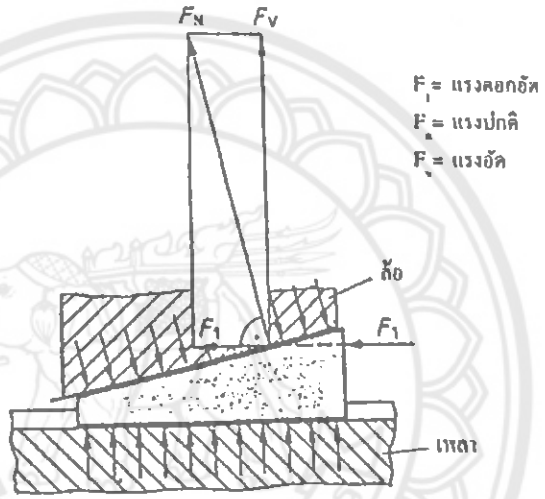


รูปที่ 2.12 ปฏิกิริยาของแรงเมื่อลิ่มมีความลาดน้อย

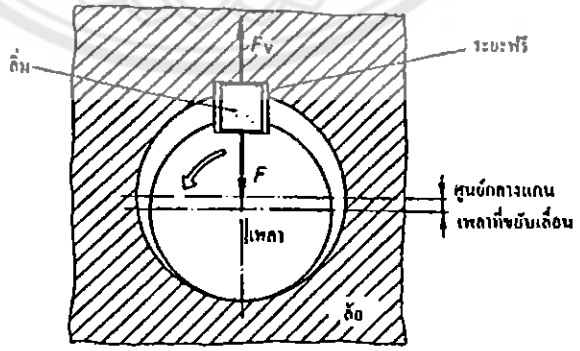
ที่มา : มานพ, สำลี และสุทิน (2540)



รูปที่ 2.13 ปฏิกิริยาของแรงเมื่อลิ่มมีความลาดมาก
ที่มา : มานพ, สำลี และสุทิน (2540)



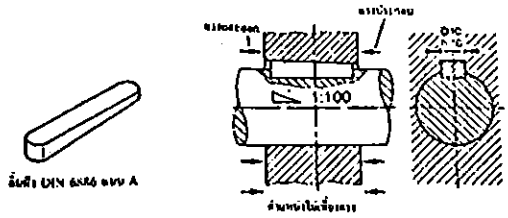
รูปที่ 2.14 แรงปฏิกิริยาเมื่อยึดด้วยลิ่มส่งกำลัง
ที่มา : มานพ, สำลี และสุทิน (2540)



รูปที่ 2.15 ศูนย์ล้อและศูนย์เพลาที่เยื้องกันเมื่อยึดประกอบ
ที่มา : มานพ, สำลี และสุทิน (2540)

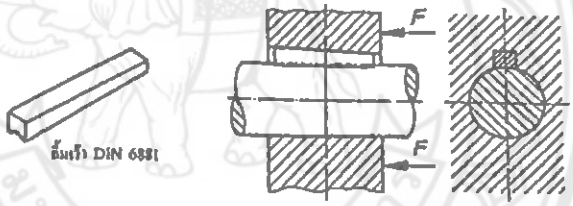
2.3.1 รูปร่างของลิ่มส่งกำลัง

2.3.1.1 ลิ่มฝัง จะมีหัวท้ายเป็นรูปโค้งครึ่งวงกลม ในการประกอบจะวางลิ่มลงในร่องเพลา แล้วเลื่อนล้อสวมอัดเข้าไปให้แน่น ดังรูปที่ 2.16 โดยตำแหน่งล้อที่อัดไม่สามารถกำหนดได้ตายตัว รวมทั้งการปาดผิวร่องก็ทำไม่ง่ายนัก จึงไม่เป็นที่นิยมในการนำมาใช้งาน แต่เนื่องจากลิ่มนี้ฝังลงในร่องเพลาจึงสามารถนำมาใช้งานที่รับโมเมนต์มากได้



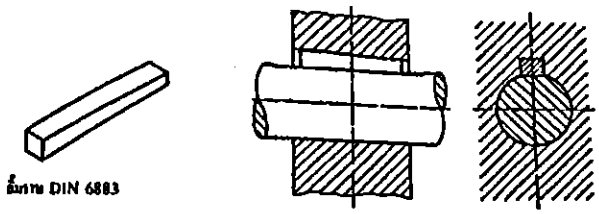
รูปที่ 2.16 การยึดล้อและเพลาด้วยลิ่มฝัง
ที่มา : มานพ, สำลี และสุทิน (2540)

2.3.1.2 ลิ่มเว้า มีด้านประกอบติดเพลาเป็นรูปร่างเว้า ดังรูปที่ 2.17 ให้แนบติดกับผิวเพลากลม ไม่จำเป็นต้องปาดผิวเพลาเพิ่มอีก ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายในการผลิต ใช้กับงานที่รับแรงต่ำ



รูปที่ 2.17 การยึดล้อและเพลาด้วยลิ่มเว้า
ที่มา : มานพ, สำลี และสุทิน (2540)

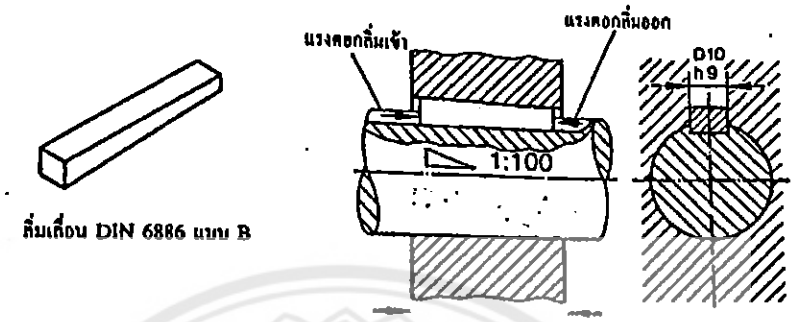
2.3.1.3 ลิ่มราบ เป็นลิ่มที่มีภาคตัดขวางเป็นสี่เหลี่ยมพื้นผ้า ก่อนการประกอบยึดจะต้องกัด หรือไสให้ผิวเพลาราบพอที่จะให้ลิ่มประกอบได้ โดยลิ่มนี้สามารถรับแรงได้น้อยกว่าลิ่มฝัง แต่มากกว่าลิ่มเว้า ดังรูปที่ 2.18



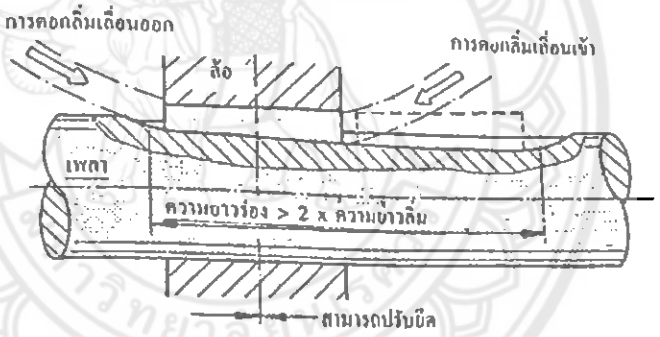
รูปที่ 2.18 การยึดล้อและเพลาด้วยลิ่มราบ
ที่มา : มานพ, สำลี และสุทิน (2540)

2.3.2 ลิ่มประเภทสวมอัดเข้าไปในล้อกับเพลา

2.3.2.1 ลิ่มเลื่อน จะมีหัวท้ายเป็นปลายตัดตรง ลิ่มนี้จะใช้สอดเข้าไประหว่างร่องล้อและเพลา จากนั้นจึงใช้แรงตอกอัดให้แน่น ดังรูปที่ 2.19 และ 2.20 เพื่อให้ได้ตำแหน่งของล้อตามที่ต้องการ ด้วยเหตุนี้ร่องของเพลาจะต้องยาวไม่น้อยกว่า 2 เท่าของความยาวลิ่ม ในการประกอบใส่ลิ่มจะกระทำในทิศทางเดียวกัน ส่วนเวลาถอดจะกระทำในทิศทางตรงกันข้าม ดังรูปที่ 2.20



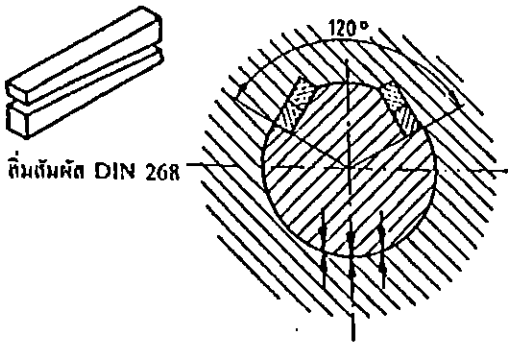
รูปที่ 2.19 ทิศทางการตอกลิ่มเลื่อนเข้า-ออก
ที่มา : มานพ, สำลี และสุทิน (2540)



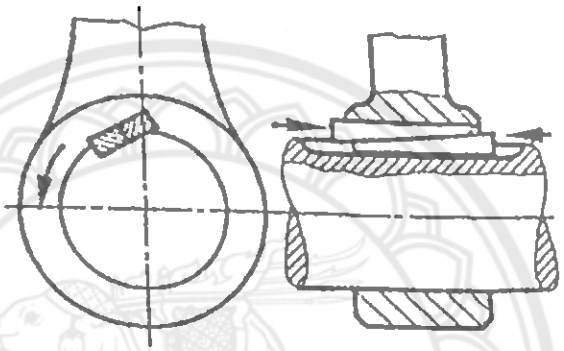
รูปที่ 2.20 การประกอบลิ่มเลื่อน
ที่มา : มานพ, สำลี และสุทิน (2540)

2.3.2.2 ลิ่มสัมผัส สามารถที่จะกำหนดทำร่องบากมุมฉากเข้าไปในเพลาได้ 2 ร่อง หรือร่องเดียว เหมาะสำหรับงานที่รับโมเมนต์มากๆ และมีการหมุนไปกลับ หรือรับภาระกระแทก ลิ่มสัมผัสนี้จะประกอบในลักษณะให้ผิวลาดของลิ่มทั้งสองสัมผัสกัน โดยปกติลิ่มสัมผัสจะกำหนดให้มีร่อง 2 ร่อง ทำมุม 120 องศา ดังรูปที่ 2.21 และ 2.22 แต่จะมีกรณียกเว้นให้ร่องทั้งสองทำมุม 180 องศา เมื่อกระบวนการผลิต หรือการประกอบนั้นต้องกระทำด้วยความลำบาก

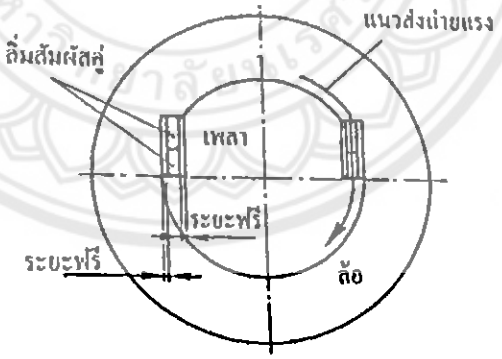
ระหว่างผิวด้านข้างของลิ่ม และร่องลิ่มจะมีระยะฟรีอยู่ เพราะ การส่งถ่ายแรงจะกระทำผ่านผิวขนานด้านบน และล่างของลิ่มสัมผัสทั้งสอง ดังรูปที่ 2.23 และ 2.24 ดังนั้น จะต้องปรับให้ลิ่มทั้งสองได้ความสูงที่จะไปอัดกับร่องลิ่มเท่านั้นเอง



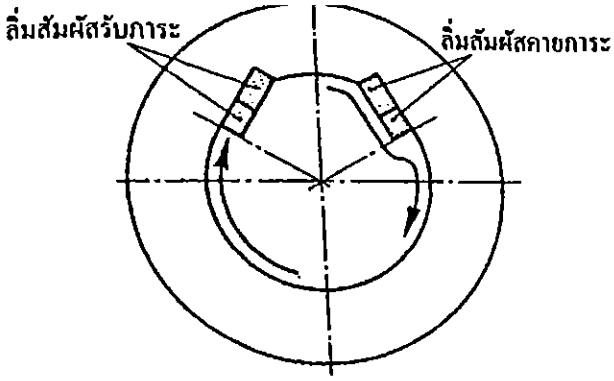
รูปที่ 2.21 การยึดล้อและเพลาด้วยลิ่มสัมผัส
ที่มา : มานพ, สำลี และสุทิน (2540)



รูปที่ 2.22 ลักษณะการประกอบอัดลิ่มสัมผัส
ที่มา : มานพ, สำลี และสุทิน (2540)



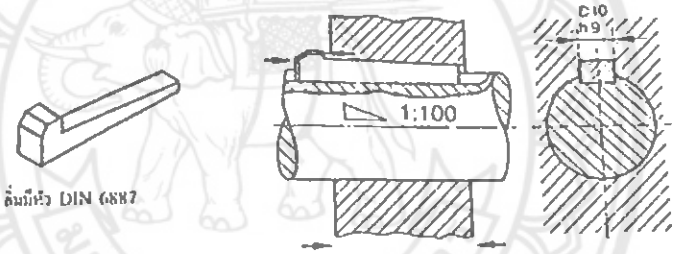
รูปที่ 2.23 การส่งถ่ายกำลัง, ระยะฟรี และร่องเพลา
ที่มา : มานพ, สำลี และสุทิน (2540)



รูปที่ 2.24 ลักษณะภาระที่กระทำต่อลิ่มคู่ในขณะที่เพลาหมุนตามเข็มนาฬิกา
ที่มา : มานพ, สำลี และสุทิน (2540)

2.3.3 ลิ่มมีหัว

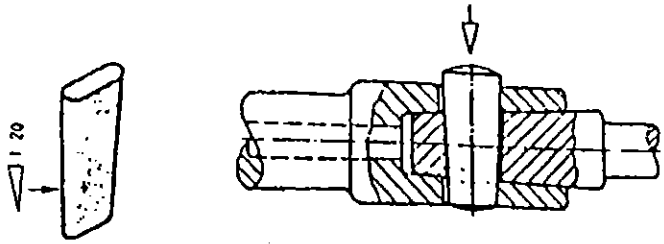
ลิ่มมีหัวจะใช้งานในกรณีที่ล้อ และเพลา สามารถใส่ได้เพียงด้านเดียว ดังนั้น การถอดประกอบจะทำได้เพียงด้านเดียว ในการออกแบบหรือประกอบลิ่มจะต้องไม่ให้หัวลิ่มโผล่พ้นเลยปลายของเพลา เพราะ จะทำให้เกิดอุบัติเหตุได้ง่าย ดังรูปที่ 2.25



รูปที่ 2.25 การยึดล้อกับเพลาด้วยลิ่มมีหัว
ที่มา : มานพ, สำลี และสุทิน (2540)

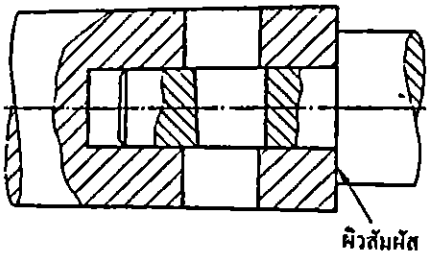
2.3.4 ลิ่มขวาง

ลิ่มขวาง เหมาะสำหรับชิ้นงานที่ต้องรับแรงดึง และแรงอัด แต่มีข้อเสีย คือ ชิ้นงานจะมีความแข็งแรงน้อยลง เพราะ มีรูขวางสำหรับใส่ลิ่ม โดยการยึดข้อต่อของลิ่มจะแสดงในรูปที่ 2.26



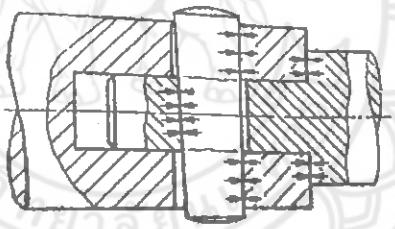
รูปที่ 2.26 การยึดข้อต่อด้วยลิ่มขวาง
ที่มา : มานพ, สำลี และสุทิน (2540)

ลิ่มขวางจะนำมาใช้ยึดชิ้นส่วนเครื่องจักรกล เช่น แอกเชิล เพลา และอื่นๆ การยึดด้วยลิ่มขวางสามารถถอดออกได้ง่าย จึงเหมาะสำหรับชิ้นส่วนที่ต้องการถอดแยกออกบ่อยๆ ตัวอย่างการใช้งานลิ่มขวางยึดชิ้นงาน เช่น แท่งแรงเฉือน แท่งรับแรงอัด หัวข้อต่อก้านสูบ ดังรูปที่ 2.27

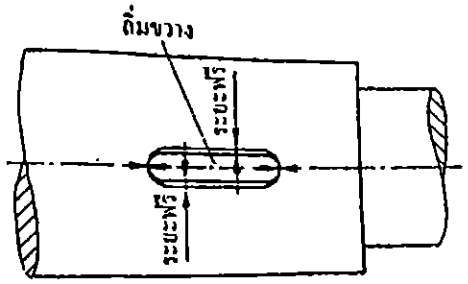


รูปที่ 2.27 รูยาวเยื้องของชิ้นส่วนทั้งสองก่อนการประกอบด้วยลิ่มขวาง
ที่มา : มานพ, สำลี และสุทิน (2540)

ลิ่มขวางมีลักษณะเช่นเดียวกับลิ่มอื่นๆ คือ สามารถถอดออกได้ ลิ่มนี้ทำหน้าที่ยึดชิ้นงานด้วยลักษณะรูปร่างจากการประกอบลิ่มเข้าไปในรูยาวซึ่งจะยึดชิ้นงานไม่ให้ขยับเลื่อนตามแนวแกน ดังรูปที่ 2.28 และ 2.29 แต่ละช่องมีระยะฟรีด้านข้างของลิ่มขวางทั้งสองข้าง แรงที่ใช้ส่งถ่ายกำลังไม่ควรจะมีค่ามากกว่าแรงอัดตามพื้นที่ระหว่างผิวโค้งของเพลา



รูปที่ 2.28 ปฏิกิริยาของแรงที่เกิดขึ้นเมื่อยึดด้วยลิ่มขวาง
ที่มา : มานพ, สำลี และสุทิน (2540)

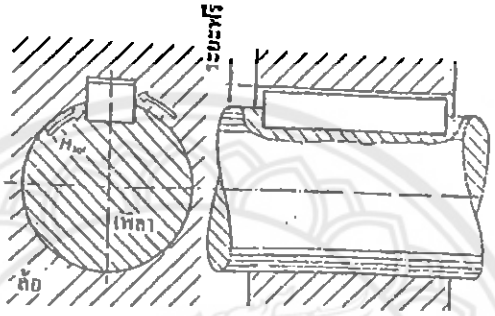


รูปที่ 2.29 ระยะฟรีด้านข้างของลิ่มขวาง
ที่มา : มานพ, สำลี และสุทิน (2540)

2.3.5 ลิ่มอัด

ลิ่มอัดเป็นลิ่มที่ไม่มีความลาดตามแนวยาวของลิ่ม (จะขนานตามแนวยาว ยกเว้น ลิ่มอัดแบบวงพระจันทร์) ดังนั้น แรงที่ขับล้อหรือเพลาให้หมุนจะกระทำผ่านผิวด้านข้างของลิ่มอัด คือ ผิวด้านข้างจะรับภาระเฉือน และระหว่างล้อกับเพลาจะไม่มีการเยื้องศูนย์เหมือนลิ่มส่งกำลัง แต่ผลิตจากเหล็กกล้าชนิดเดียวกับลิ่มส่งกำลัง

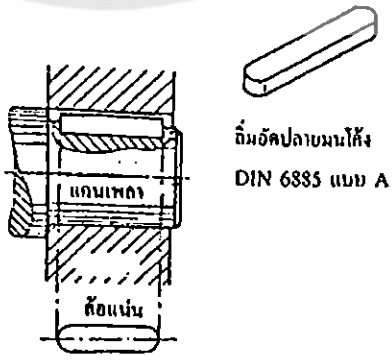
ลิ่มอัดนิยมใช้ในงานสร้างเครื่องจักรกลมาก เพราะเหมาะสมกับล้อ และเพลาที่หมุนเร็วได้ดี แต่เมื่อเทียบกับลิ่มส่งกำลังแล้ว ลิ่มอัดจะรับโมเมนต์ได้น้อยกว่า เพราะด้านบนของลิ่มอัดกับร่องล้อจะมีระยะฟรีเสมอ ดังรูปที่ 2.30 ลิ่มอัดสามารถแบ่งได้ ดังนี้



รูปที่ 2.30 ปฏิกิริยาของแรงต่อลิ่มอัด
ที่มา : มานพ, สำลี และสุทิน (2540)

2.3.5.1 ลิ่มอัดแบบล้อสวมอัดแน่น

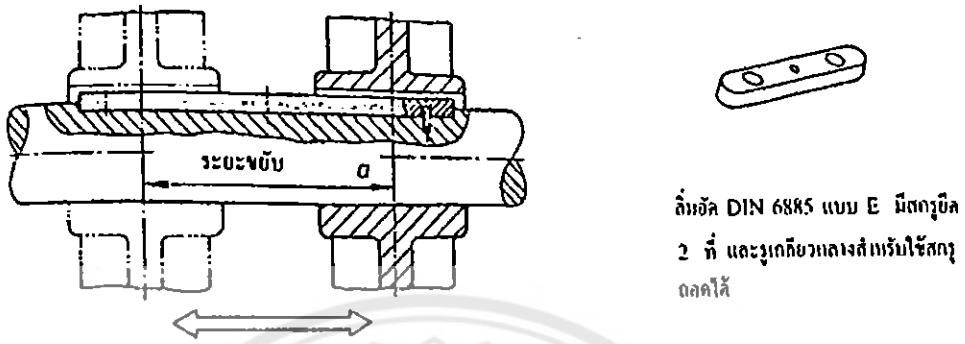
ลิ่มอัดแบบล้อสวมอัดแน่น จะใช้กับงานที่รับแรงมากๆ เช่น ล้อ เฟือง โดยในการประกอบให้ประกอบร่องล้อตรงกับลิ่มอัด ใช้ท่อสวมเข้าปลายเพลาสัมผัสล้อแล้วตอกอัดด้วยค้อน และกำหนดให้พิกัดความเผื่อระหว่างล้อกับลิ่มอัดเป็นแบบสวมฟิต เพื่อให้การถอดประกอบสามารถทำได้ง่ายขึ้น ดังรูปที่ 2.31



รูปที่ 2.31 การสวมอักล้อกับลิ่มให้ยึดแน่น
ที่มา : มานพ, สำลี และสุทิน (2540)

2.3.5.2 ลิ่มอัดแบบล้อสวมคลอน

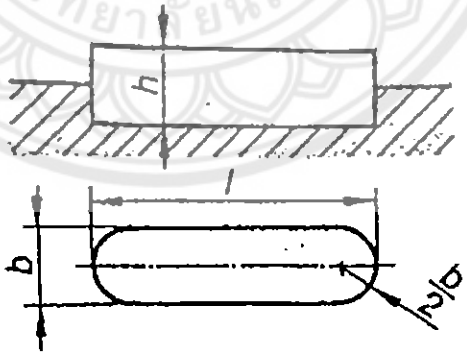
ลิ่มอัดแบบล้อสวมคลอน ใช้เฟืองที่ต้องเลื่อนไปมา และรับโมเมนต์ไม่มากนักในกระปุกเกียร์ มีการกำหนดพิกัดความเผื่อของล้อ ความยาวของลิ่มจะต้องรวมกับความกว้างของล้อ ดังรูปที่ 2.32



รูปที่ 2.32 ล้อเลื่อนได้บนลิ่มอัด
ที่มา : มานพ, สำลี และสุทิน (2540)

2.3.5.3 ลิ่มอัดแบบปลายมนโค้ง (แบบ A)

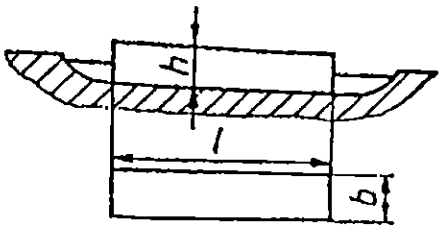
ลิ่มอัดแบบปลายมนโค้ง ดังรูปที่ 2.33 เป็นลิ่มที่มีการใช้งานบ่อยที่สุด ในการประกอบจะต้องแน่ใจว่าลิ่มอัดอยู่ในร่องลึกเพียงพอ โดยมุมโค้งของลิ่มจะต้องไม่เกยบนขอบ อาจจะมีผลทำให้เกิดการงัดเมื่อประกอบล้อ ลิ่มนี้ใช้ในงานที่ต้องการความเที่ยงตรง เช่น การยึดเฟือง ในเครื่องมือกล การยึดดอกกับเพลา



รูปที่ 2.33 ลิ่มอัดแบบปลายมนโค้ง (แบบ A)
ที่มา : มานพ, สำลี และสุทิน (2540)

2.3.5.4 ลิ่มอัดแบบปลายตัดตรง (แบบ B)

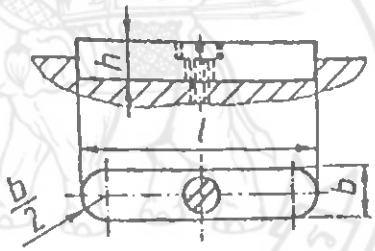
ลิ่มอัดแบบปลายตัดตรง จะต้องมีการยึดป้องกันการเลื่อนตามแนวแกนนอน ดังรูปที่ 2.34



รูปที่ 2.34 ลิ่มอัดแบบปลายตัดตรง (แบบ B)
ที่มา : มานพ, สำลี และสุทิน (2540)

2.3.5.5 ลิ่มอัดปลายมนโค้ง (แบบ C)

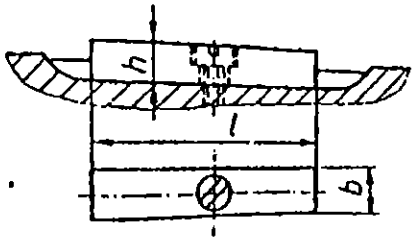
ลิ่มอัดปลายมนโค้ง (แบบ C) เป็นลิ่มอัดสำหรับประกอบกับเพลาที่มีพิกัดความเผื่อเป็นแบบสวมฟิตหรือสวมคลอน ด้วยเหตุนี้จะต้องมีสกรูขันลิ่มกันการหลุด ดังรูปที่ 2.35



รูปที่ 2.35 ลิ่มอัดปลายมนโค้ง (แบบ C)
ที่มา : มานพ, สำลี และสุทิน (2540)

2.3.5.6 ลิ่มอัดแบบปลายตัดตรง (แบบ D)

ลิ่มอัดแบบปลายตัดตรง (แบบ D) จะมีสกรูยึดลิ่มที่ร่องเพลา มีพิกัดความเผื่อเป็นแบบสวมฟิตหรือสวมคลอน เพื่อป้องกันไม่ให้ลิ่มหลุดออกจากร่องเพลา ดังรูปที่ 2.36

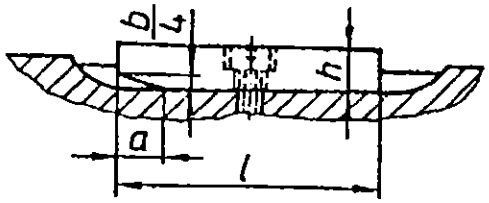


รูปที่ 2.36 ลิ่มอัดแบบปลายตัดตรง (แบบ D)
ที่มา : มานพ, สำลี และสุทิน (2540)

19222919

2.3.5.7 ลิ่มอักแบบงัดได้ (แบบ G)

ลิ่มนี้จะมีผิวเอียงด้านล่างเล็กน้อย ดังรูปที่ 2.37 เพื่อให้สามารถถอดลิ่มได้ง่าย จะมีการกำหนดค่าระยะ a หรือค่าสำหรับงัดเท่ากับ 5 มิลลิเมตร เมื่อความยาว 1 < 40 มิลลิเมตร และระยะ a = 8 มิลลิเมตร เมื่อระยะ 1 > 40 มิลลิเมตร

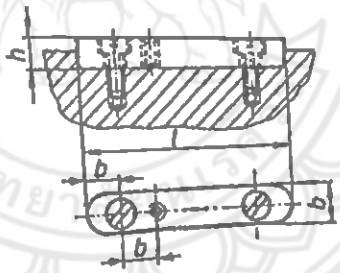


รูปที่ 2.37 ลิ่มอักแบบงัดได้ (แบบ G)

ที่มา : มานพ, สำลี และสุทิน (2540)

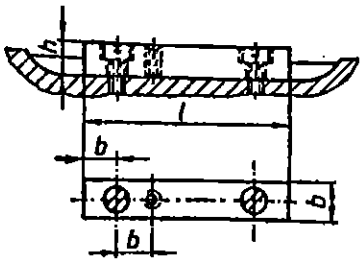
2.3.5.8 ลิ่มอัดปลายมนโค้งโค้งแบบ E และแบบปลายตัดตรงแบบ F

ลิ่มอัดปลายมนโค้งแบบ E และแบบปลายตัดตรงแบบ F **เป็นลิ่มที่นิยมใช้กับเพลา**ขนาดยาวๆ ที่ล้อ หรือเฟืองสามารถแล่นไปมาได้ ดังรูปที่ 2.38 และ 2.39 **ด้วยเหตุนี้ร่องลิ่มที่เพลา**กับลิ่มอัดจะต้องมีการยึดด้วยสกรูให้แน่นอย่างน้อย 2 ตัวขึ้นไป และมีรูเกลี**ยวสำหรับใช้สกรูขันอัดให้ลิ่ม**ถอยออกจากร่องลิ่มในเพลาได้



รูปที่ 2.38 ลิ่มอัดปลายมนโค้งโค้งแบบ E

ที่มา : มานพ, สำลี และสุทิน (2540)

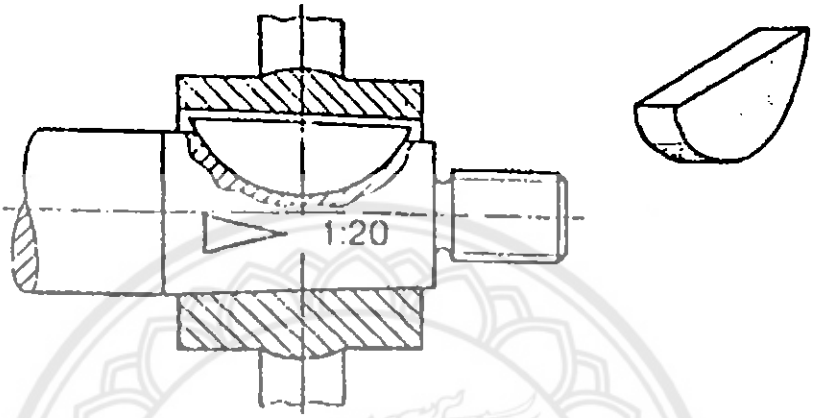


รูปที่ 2.39 ลิ่มอัดปลายตัดตรงแบบ F

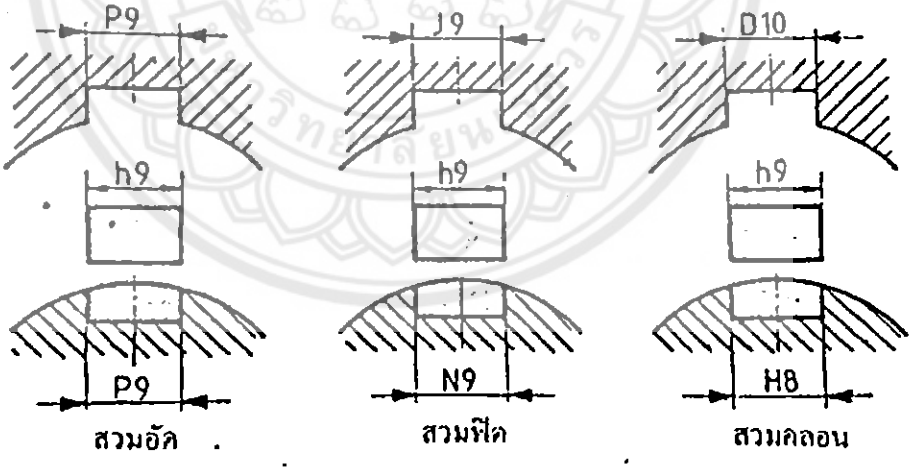
ที่มา : มานพ, สำลี และสุทิน (2540)

2.3.5.9 ลิ่มอัดแบบวงพระจันทร์

ลิ่มอัดแบบวงพระจันทร์ ดังแสดงในรูปที่ 2.40 เหมะสำหรับใช้รับภาระโมเมนต์บนเพลาเรียว เพราะลิ่มสามารถปรับตัวกับร่องของล้อได้เอง เนื่องจากมีรูปร่างเหมือนเสี้ยวของวงกลม และต้องให้มีความลึกของร่องบนเพลา จึงจะใช้งานรับภาระได้จำกัด ลิ่มอัดแบบวงพระจันทร์ที่มีขนาดใหญ่ นิยมใช้กับเพลาเรียวพิกัดงานสวม ระหว่างร่องเพลาลิ่มอัด ดังรูปที่ 2.41



รูปที่ 2.40 ลิ่มอัดแบบวงพระจันทร์
ที่มา : มานพ, สำลี และสุทิน (2540)



รูปที่ 2.41 พิกัดงานสวมสำหรับลิ่มอัด
ที่มา : มานพ, สำลี และสุทิน (2540)

2.4 การวางแผนออกแบบอุปกรณ์นำเจาะและจับงาน

2.4.1 การวิเคราะห์ชิ้นงานผลิต

ศุภชัย รมยานนท์ (2539) ได้กล่าวว่า การวางแผนออกแบบอุปกรณ์นำเจาะและอุปกรณ์จับงาน ผู้ออกแบบจะต้องจัดระบบความคิด พิจารณาชิ้นงานผลิตจากแบบงาน จำแนกตามลำดับขั้นในการทำงาน เลือกการปฏิบัติงานที่นำมาสร้างอุปกรณ์นำเจาะหรืออุปกรณ์จับงาน แล้วจึงวางแผนออกแบบอุปกรณ์นำเจาะหรืออุปกรณ์จับงาน ซึ่งควรทำเป็นขั้นตอน ดังต่อไปนี้

2.4.1.1 ศึกษาแบบชิ้นงานผลิตและแผนการผลิตอย่างละเอียด

การวิเคราะห์ชิ้นงานผลิตนั้น จะเริ่มจากการศึกษาแบบชิ้นงานอย่างละเอียด โดยเริ่มจากประเภทของวัสดุที่นำมาทำชิ้นงาน เฉือนกัดได้ดีหรือไม่ มีความแข็งแรงมากน้อยเพียงใด ตลอดจนรูปร่างและขนาดของชิ้นงาน ชิ้นงานที่ผลิตจะต้องผ่านกรรมวิธีการทำงานประเภทต่างๆ เช่น งานกัด งานเจาะ งานคว้าน งานไส เป็นต้น จนถึงขั้นสุดท้ายคือการประกอบหรือทาสี ผู้ออกแบบจะต้องทราบลำดับการทำงานประเภทต่างๆ โดยวิเคราะห์จากแบบชิ้นงานผลิตนั้นๆ ก่อนที่จะลงมือออกแบบอุปกรณ์นำเจาะหรือจับงาน

2.4.1.2 การร่างแบบอุปกรณ์นำเจาะและจับงาน ตามลำดับขั้นตอนการวางแผนมีดังต่อไปนี้

ก. วางตำแหน่งชิ้นงานผลิต (Position of the work piece)
ข. วางตำแหน่งปลอกเจาะ (Placing the bushing)
ค. วางตำแหน่งบังคับชิ้นงาน (Locating the work piece)
ง. การจับยึดชิ้นงาน (Clamping the work piece)
จ. การออกแบบตัวโครง (Designing the body)
ฉ. การให้ขนาด (determining-dimensions)

2.4.2 การร่างแบบอุปกรณ์จับงานกัดตามลำดับขั้นตอน

2.4.2.1 การวางตำแหน่งชิ้นงาน
2.4.2.2 การจับยึดชิ้นงาน
2.4.2.3 การเพิ่มอุปกรณ์พิเศษ
2.4.2.4 การออกแบบโครง
2.4.2.5 การให้ขนาด
2.4.2.6 การตรวจสอบระยะต่างๆ

2.4.3 ชนิดของแบบอุปกรณ์เครื่องมือ

การเขียนแบบควรใช้ขนาดเต็ม นอกจากเป็นแบบอุปกรณ์ขนาดใหญ่แบบเครื่องมือที่ใช้จะเป็นลักษณะการฉายภาพ (projection) ภาพตัด (section) รายละเอียดสำหรับการปฏิบัติงาน โดยพิกัดความเผื่อของอุปกรณ์นำเจาะและจับงานควรแสดงแบบ ดังต่อไปนี้

2.4.3.1 แบบประกอบเขียนลักษณะขนาดเต็ม (full size)

2.4.3.2 แบบประกอบพร้อมแยกรายละเอียด มีรายละเอียดรูปร่าง (shape) ขนาด (size) พิกัดความเผื่อ (tolerance)

2.4.3.3 แบบประกอบพร้อมกับแบบแยกรายละเอียดรวมอยู่ในแผ่นเดียวกัน

2.4.3.4 แบบประกอบพร้อมแบบแยกรายละเอียดบางส่วน

2.4.3.5 แบบโครงสร้างหรือแบบประกอบการทำงาน

2.4.3.6 รายละเอียดในการเขียนแบบเครื่องมือ

2.5 งานกัด

มีหลักการทำงานโดยการใช้มีดกัด (Cutter) เป็นการหมุนของตัวมีดกัดซึ่งติดอยู่บนเพลาหมุนใช้สาหรับกัดขึ้นรูปชิ้นงานตามที่เราต้องการ จะมีฟันอยู่รอบๆ ตัวเรียกว่า มีดกัด (Milling Cutter) ซึ่งจะมีการเครื่องที่ให้เกิดการตัดเฉือนโดยเพลา (Spindle) โดยที่พิจารณางานกัดของเครื่องกัดในแนวแกน y หรือแนวตั้ง (Vertical Machine) มีหลักการการคำนวณค่าต่างๆ ที่จำเป็นดังนี้

2.5.1 ความเร็วรอบ (n) ของมีดกัด (Cutter)

การคำนวณหาค่าความเร็วรอบ n ของเครื่องกัดจากเส้นผ่านศูนย์กลางของคมตัด d และความเร็วในการตัด V_c ที่เลือกใช้มีหน่วยความเร็วเป็นรอบต่อนาที สามารถหาได้จากสมการที่ 2.1

$$n = \frac{V_c \times 1000}{\pi d} \qquad (2.1)$$

2.5.2 ความเร็วป้อน (V_f)

ความเร็วป้อนสำหรับงานกัดสามารถหาได้จากสมการที่ 2.2

$$V_f = n \times f_z \times z \qquad (2.2)$$

โดยที่ V_f = ความเร็วป้อน

n = ความเร็วรอบ

f_z = ระยะป้อนต่อการตัดหนึ่งครั้ง

z = จำนวนคมตัด (จำนวนฟันเฟืองมีดตัด)

2.5.3 ระยะป้อนต่อมีดตัดหมุนหนึ่งรอบ (f)

ระยะป้อนต่อมีดตัดหมุนหนึ่งรอบสามารถหาได้จากสมการที่ 2.3

$$f = f_z \cdot z \tag{2.3}$$

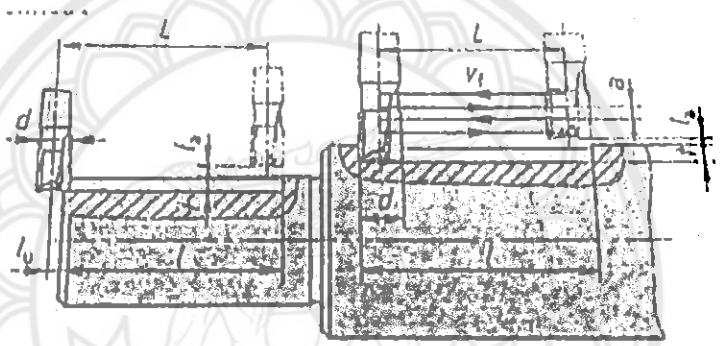
โดยที่ f = ระยะป้อนต่อรอบ

f_z = ระยะป้อนต่อการตัดหนึ่งครั้ง

z = จำนวนคมตัด (จำนวนฟันของเฟืองมีดตัด)

2.5.4 งานกัดร่อง

งานกัดร่องสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ลักษณะ ดังรูปที่ 2.42



รูปที่ 2.42 งานกัดร่อง
ที่มา : ปรีชา (2548)

2.5.4.1 ร่องเปิดด้านเดียว จะสามารถคำนวณระยะป้อนได้จากสมการที่ 2.4

$$L = l - \frac{d}{2} + l_u \tag{2.4}$$

โดยที่ L = ระยะป้อน

l = ความยาวชิ้นงาน

d = เส้นผ่านศูนย์กลางของมีดกัด

l_u = ระยะกัดชิ้นงาน

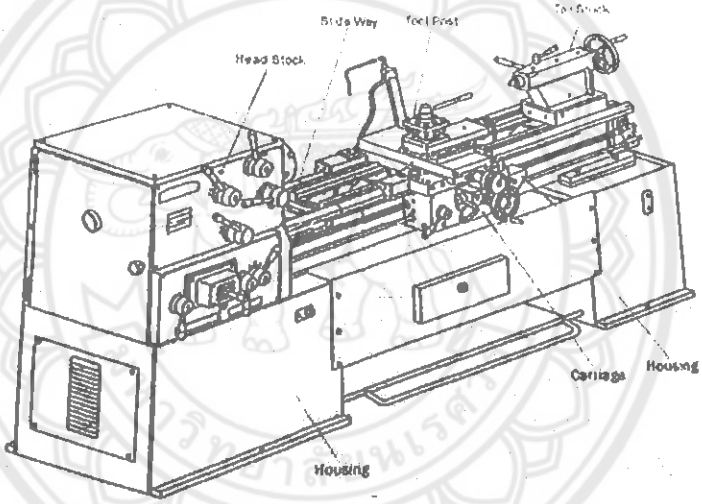
2.5.4.2 ร่องปิด จะสามารถคำนวณระยะป้อนได้จากสมการที่ 2.5

$$L = l - d \tag{2.5}$$

โดยที่ L = ระยะป้อน
l = ความยาวชิ้นงาน
d = เส้นผ่านศูนย์กลางของมีดกัด

2.6 เครื่องกลึง

เครื่องกลึง เป็นเครื่องจักรกลที่สามารถทำงานขั้นพื้นฐานได้เป็นอย่างดีในการแปรรูปโลหะ โดยลักษณะการทำงาน จะยึดชิ้นงานโดยหมุนอยู่กับที่ ส่วนประกอบของเครื่องกลึงแบ่งเป็นส่วนใหญ่ ได้ 6 ส่วน ดังรูปที่ 2.43

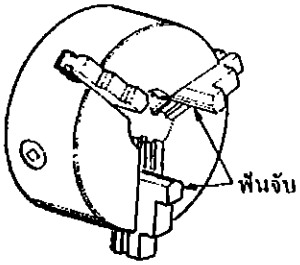


รูปที่ 2.43 เครื่องกลึง
ที่มา : ปรีชา (2548)

โดยส่วนประกอบต่างๆ คือ ฐานเครื่อง (Housing) ชุดหัวเครื่อง (Head Stock) รางนำเลื่อน (Slide Way) ชุดแคร่เลื่อน (Carriage) ชุดป้อมมีด (Tool Post) และ ยันศูนย์ท้าย (Tail Stock)

2.6.1 หัวจับชิ้นงาน (Chuck)

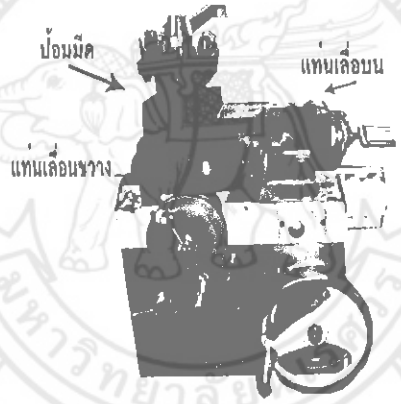
หัวจับชิ้นงาน (Chuck) คือ อุปกรณ์ที่ใช้จับชิ้นงานกลึงที่ใช้โดยปกติจะใช้ชนิดสามฟัน (Three Jaw Chuck) โดยที่ทั้งสามฟันจะเคลื่อนที่เข้าออกพร้อมกัน ลักษณะการจับฟันจับจะแบ่งออกเป็น 2 แบบ ฟันจับใน และฟันจับนอกสามารถถอดเปลี่ยนได้ แสดงดังรูปที่ 2.44



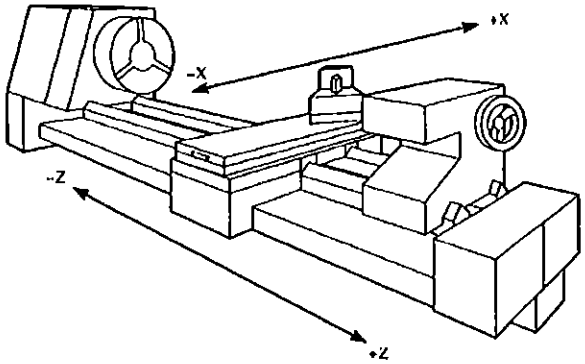
รูปที่ 2.44 หัวจับชิ้นงาน (CHUCK)
ที่มา : ปรีชา (2548)

2.6.2 แท่นเลื่อน (Carriage)

แท่นเลื่อน เป็นชิ้นส่วนที่เคลื่อนที่ไปมา ตามความยาวของรางเลื่อน สามารถเคลื่อนที่โดยใช้มือเลื่อน และเลื่อนอัตโนมัติโดยมีชุดเฟืองทดและคันบังคับ ทำให้แท่นเลื่อนทำงานในระบบอัตโนมัติได้ ดังแสดงในรูปที่ 2.45 และระบบแกนของเครื่องกลึง แสดงในรูปที่ 2.46

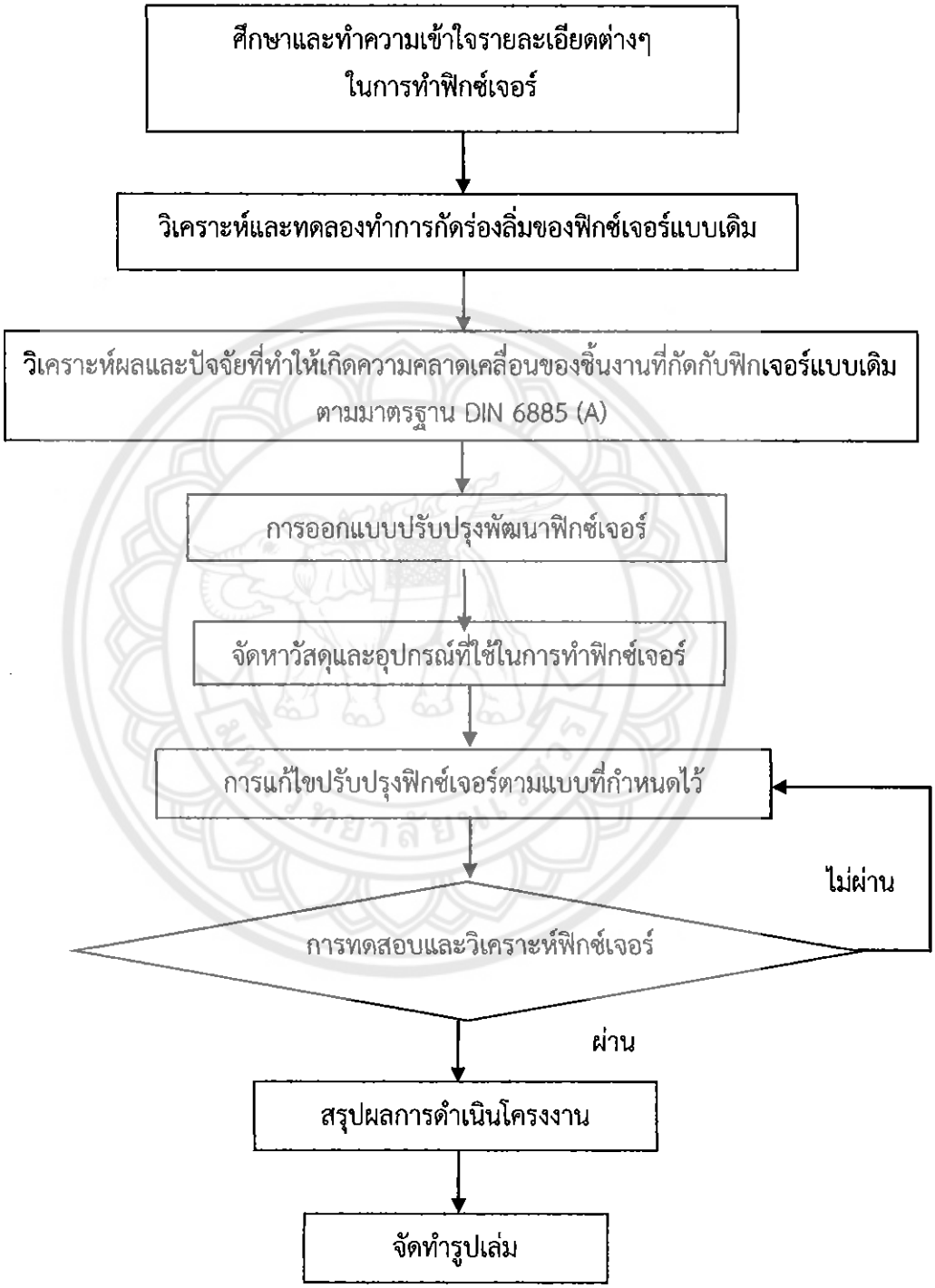


รูปที่ 2.45 ส่วนประกอบของแท่นเลื่อน
ที่มา : ปรีชา (2548)



รูปที่ 2.46 ระบบแกนของเครื่องกลึง
ที่มา : ปรีชา (2548)

บทที่ 3
วิธีการดำเนินโครงงาน



รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

3.1 ศึกษาและทำความเข้าใจรายละเอียดต่างๆ ในการทำฟิกซ์เจอร์ โดยศึกษารายละเอียด ดังต่อไปนี้

3.1.1 หลักการออกแบบจิ๊กฟิกซ์เจอร์

ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับการออกแบบจิ๊กและฟิกซ์เจอร์ รูปแบบของลิ่ม งานกัด ข้อมูลเกี่ยวกับเครื่องกลึง การสึกหรอที่เกิดจากการใช้งาน เป็นต้น เพื่อใช้ประกอบในการทำจิ๊กฟิกซ์เจอร์

3.1.2 ชิ้นส่วนต่างๆที่ใช้ในการทำจิ๊กฟิกเจอร์

ศึกษาเกี่ยวกับวัสดุเครื่องมือที่ใช้ทำฟิกซ์เจอร์ ค่าความแข็ง ค่าความเหนียว อายุการใช้งานของวัสดุ เป็นต้น เพื่อหาวัสดุในการทำให้เหมาะสมที่สุด

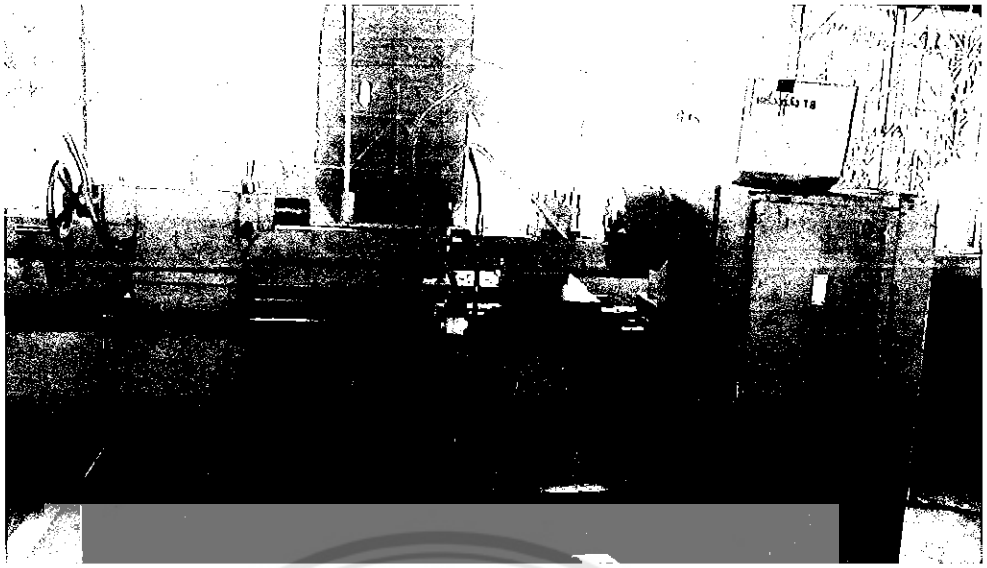
3.1.3 โปรแกรมที่ใช้ในการออกแบบ

ศึกษาและทำความเข้าใจเกี่ยวกับโปรแกรมออกแบบชิ้นงาน โดยทำความเข้าใจเกี่ยวกับการใช้งาน ความหลากหลายในการใช้งาน ความสามารถในการออกแบบวิเคราะห์งาน เป็นต้น

3.2 วิเคราะห์และตรวจสอบฟิกซ์เจอร์แบบเดิม

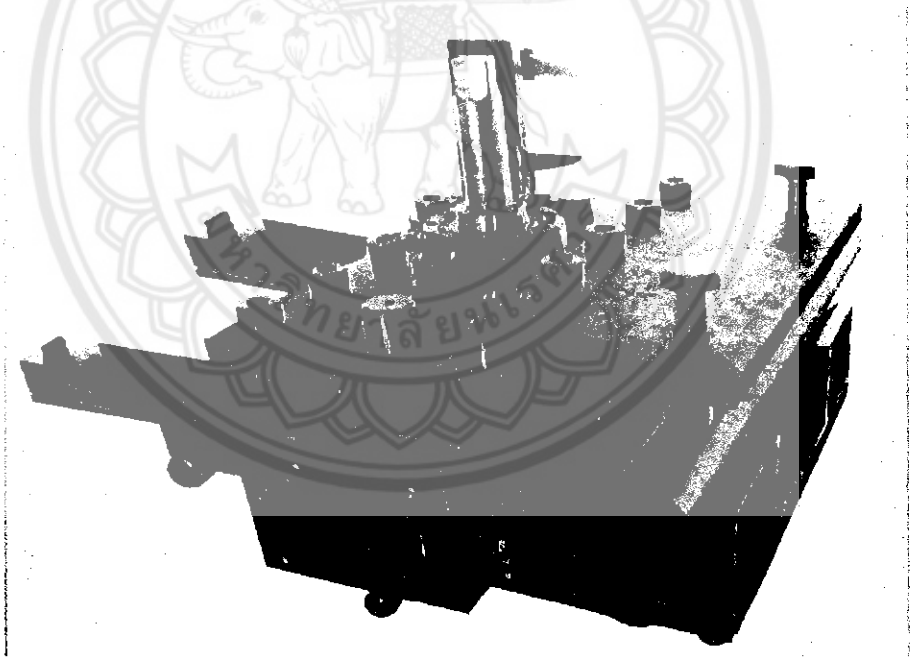
3.2.1 นำฟิกซ์เจอร์มาทำการตรวจสอบเพื่อหาจุดบกพร่องที่จะทำการแก้ไข

ในขั้นตอนนี้ทางคณะนิสิตผู้จัดทำ ได้นำเอาฟิกซ์เจอร์แบบเดิมมาวิเคราะห์ถึงน้ำหนักรายละเอียดที่ควรแก้ไขเบื้องต้น จากนั้นนำเอาไปติดตั้งกับเครื่องกลึง พบว่าฟิกซ์เจอร์แบบเดิม (รูปที่ 3.1) สามารถติดตั้งได้แค่เครื่องกลึง ยี่ห้อ Mashstroy รุ่น C11MT (รูปที่ 3.2) หรือเครื่องกลึงแบบเดียวกันเพียงเท่านั้น



รูปที่ 3.2 เครื่องกลึง ยี่ห้อ Mashstroy รุ่น C11MT

ที่มา : อาคารปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

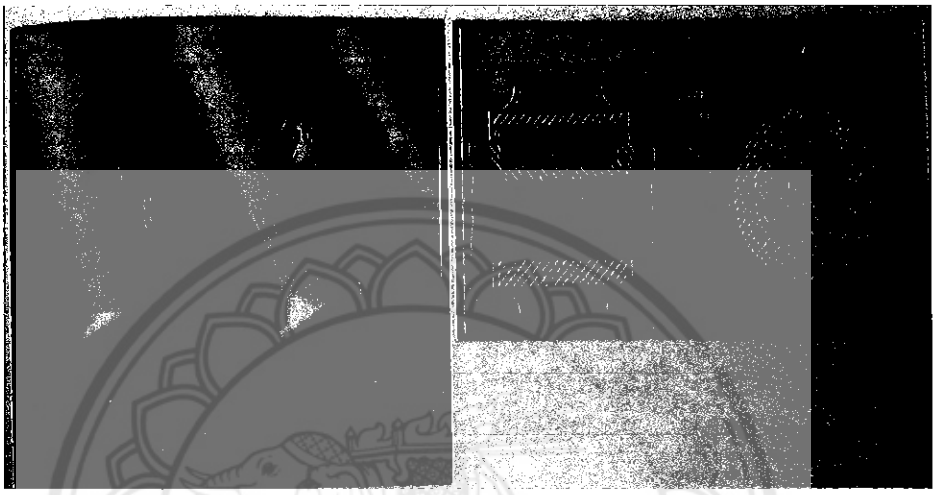


รูปที่ 3.3 ฟิกซ์เจอร์ของเครื่องกลึงสำหรับงานทำร่องลิ่ม

ที่มา : จิรยุทธ และพิทยา (2555)

3.2.2 นำฟิกซ์เจอร์แบบเดิมมาทำการตรวจสอบเพื่อวัดค่าความคาดเคลื่อน

จากปริญญานิพนธ์เรื่อง ฟิกซ์เจอร์ของเครื่องกลึงสำหรับงานทำร่องลิ่ม (2555) โดย จิรยุทธ สุพรรณ์ และพิทยา บุญงาม ได้มีการทดสอบฟิกซ์เจอร์กับชิ้นงาน โดยการใช้ดอกกัดร่องลิ่มที่มีขนาด 8 มิลลิเมตร ตามตำแหน่งที่วัดในรูปที่ 3.4 และเทียบกับมาตรฐาน DIN 6885 (A) ได้ค่าความคลาดเคลื่อน ดังแสดงในตารางที่ 3.1



รูปที่ 3.4 จุดที่ทำการวัดเทียบกับมาตรฐาน DIN 6885 แบบ A
ที่มา : ฟิกซ์เจอร์ของเครื่องกลึงสำหรับงานทำร่องลิ่ม (2555)

ตารางที่ 3.1 ค่าความคลาดเคลื่อนของฟิกซ์เจอร์แบบเดิม

ชนิด		ค่าเฉลี่ย	ช่วงของมาตรฐาน	ยอมรับได้/ยอมรับไม่ได้	ค่าความคลาดเคลื่อน (มม.)
แบบเปิด	b	8.126	7.964-8.000	ยอมรับไม่ได้	+ 0.126
	t_1	4.038	4.000-4.100	ยอมรับได้	-
	l	40.475	40.000-40.300	ยอมรับไม่ได้	+ 0.175
แบบปิด	b	8.118	7.964-8.000	ยอมรับไม่ได้	+ 0.118
	t_1	3.944	4.000-4.100	ยอมรับไม่ได้	- 0.056
	l	40.111	40.000-40.300	ยอมรับได้	-

ที่มา : ฟิกซ์เจอร์ของเครื่องกลึงสำหรับงานทำร่องลิ่ม (2555)

จากตารางวัดค่าความคาดเคลื่อนของจิ๊กฟิกซ์เจอร์แบบเดิม พบว่า ชิ้นงานที่ได้จากฟิกซ์เจอร์แบบเดิมยังมีความคลาดเคลื่อนอยู่มาก ซึ่งอาจเกิดได้จากสาเหตุ ดังต่อไปนี้

3.2.2.1 ระยะการคลอนของฟิกซ์เจอร์ที่เกิดจากการสั่นในขณะที่เครื่องกลึงกำลังทำงานอยู่และความคลาดเคลื่อนส่วนใหญ่จะเกิดที่ค่า b แสดงว่าระยะการปรับในแนวแกน z ยังคงมีระยะคลอนอยู่

3.2.2.2 ตัวจับยึดชิ้นงานของฟิกซ์เจอร์ยังจับชิ้นงานไม่แน่นพอที่จะทำให้ชิ้นงานอยู่ในตำแหน่งที่ยึดไว้

3.2.2.3 โครงสร้างของฟิกซ์เจอร์บางส่วนยังไม่เอื้ออำอวยต่อการกัดชิ้นงาน คือ ส่วนบนของตำแหน่งที่จับยึดชิ้นงานยังบดบังชิ้นงานอยู่มาก ทำให้ขณะที่ทำการกัดร่องลิ่มมองเห็นชิ้นงานไม่สะดวก

3.2.2.4 อายุการใช้งานของเครื่องกลึงใช้ในการกัดร่องลิ่มมีอายุการใช้งานนานทำให้เครื่องกลึงเกิดการสึกหรอ ส่งผลต่อความเที่ยงตรงในการกัดชิ้นงาน

3.2.2.5 บุคคลที่ทำการกัดชิ้นงาน ซึ่งเป็นปัจจัยที่ควบคุมได้ยาก

3.3 การออกแบบปรับปรุงพัฒนาฟิกซ์เจอร์

คณะนิสิตผู้จัดทำได้ทำการร่างแบบตรงส่วนต่างๆ ที่จะต้องทำการแก้ไขปรับปรุงก่อน จากนั้นนำเอามาวาดเป็นแบบสมบูรณ์ในโปรแกรมออกแบบ เพื่อช่วยให้สามารถวิเคราะห์แยกชิ้นส่วนได้ พร้อมทั้งกำหนดรายละเอียดในส่วนของวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำฟิกซ์เจอร์

3.4 การหาวัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการปรับปรุงแก้ไขชิ้นงาน

จัดหาวัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำฟิกซ์เจอร์แบบใหม่ ตามรายละเอียดที่วางไว้ในขั้นตอนการออกแบบ

3.5 การปรับปรุงแก้ไขฟิกซ์เจอร์

เมื่อจัดหาวัสดุอุปกรณ์ครบตามที่กำหนดเรียบร้อยแล้ว ก็ทำการแก้ไขปรับปรุงฟิกซ์เจอร์ตามที่ได้ออกแบบไว้ โดยมีการตรวจสอบชิ้นส่วนแต่ละชิ้นตามรายละเอียดรูปแบบที่กำหนดไว้

3.6 การวิเคราะห์และทดสอบฟิกซ์เจอร์

นำฟิกซ์เจอร์ที่ทำการแก้ไขปรับปรุงเสร็จเรียบร้อยแล้ว มาวิเคราะห์หาค่าความคลาดเคลื่อน โดยการเทียบกับเป้าหมาย และขอบเขตที่ได้กำหนดไว้ โดยจะทำการวิเคราะห์ 2 รูปแบบ คือ

3.6.1 วิเคราะห์ที่ตัวฟิกซ์เจอร์

โดยจะวิเคราะห์รายละเอียด ดังต่อไปนี้

3.6.1.1 การปรับระยะตามแนวแกน y

3.6.1.2 น้ำหนักของฟิกซ์เจอร์เบาลงจากเดิม

3.6.1.3 การติดตั้งบนเครื่องกลึงโดยการเทียบกับเวลา

3.6.1.4 ความสามารถในการกัดชิ้นงาน

3.6.2 วิเคราะห์ที่ตัวชิ้นงาน

ชิ้นงานที่ทำการกัดร่องลิ่มมีค่าความผิดพลาดที่ยอมรับได้ และมีระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 หรือยอมให้มีความคลาดเคลื่อนได้ร้อยละ 5

3.7 สรุปผลการดำเนินงาน

เมื่อทำการวิเคราะห์ และทดสอบฟิกซ์เจอร์เรียบเรียบร้อยแล้ว ก็นำข้อมูลตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงขั้นตอนสุดท้ายมาทำการสรุปผล เพื่อประมวลผลการดำเนินงาน

3.8 จัดทำรูปเล่มโครงงาน

เมื่อวิเคราะห์สรุปผลเรียบร้อยแล้ว นำข้อมูลที่ได้มาจัดทำเป็นรูปเล่ม เพื่อบันทึกเป็นลายลักษณ์อักษร

บทที่ 4
ผลการดำเนินโครงงาน

4.1 วิเคราะห์และเปรียบเทียบผล

จากการเก็บข้อมูลและศึกษาวิเคราะห์สภาพของฟิกซ์เจอร์ก่อนปรับปรุง โดยทำการเก็บข้อมูลและตัดเหล็กเพลา (SS400) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 25.4 มิลลิเมตร มีดกัดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 มิลลิเมตร ทดสอบทำร่องลิ่มบนเพลากลม โดยใช้เครื่องกลึงความสูงจากศูนย์เหนือแท่น 6 นิ้ว

4.1.1 ปัญหาที่พบ

4.1.1.1 เกิดความคลาดเคลื่อนของขนาดร่องลิ่มที่ไม่อยู่ในช่วงมาตรฐาน DIN 6885 (A)

4.1.1.2 การติดตั้งลำบาก และใช้เวลานาน เนื่องจากฟิกซ์เจอร์มีน้ำหนัก 26.4 กิโลกรัม

4.1.1.3 กัดชิ้นงานได้จำกัด คือ กัดชิ้นงานได้เฉพาะส่วนที่ยื่นออกมาด้านข้างฟิกซ์เจอร์เท่านั้น

4.1.1.3 ใช้ได้กับเครื่องกลึงขนาดเดียว คือ เครื่องกลึงความสูงจากศูนย์เหนือแท่น 6 นิ้ว

4.1.2 วิเคราะห์ปัญหา

4.1.2.1 ฟิกซ์เจอร์มีน้ำหนักมาก ทำให้เกิดการสั่นคลอนของฟิกซ์เจอร์ มีผลให้ขนาดของร่องลิ่มคลาดเคลื่อน และฟิกซ์เจอร์ชำรุดได้ง่าย

4.1.2.2 แรงสั่นสะเทือนของเครื่องกลึง เนื่องจากเครื่องกลึงมีอายุการใช้งานมาเป็นเวลาหลายปี ส่งผลให้เกิดความคลาดเคลื่อนของขนาดร่องลิ่ม

4.1.2.3 ระยะเลื่อนของป้อมมีดไม่สามารถเลื่อนให้ฟิกซ์เจอร์อยู่ระหว่างกึ่งกลางของหัวจับดอกกัดได้

4.1.3 การกำหนดค่าพิกัดความเผื่อตามมาตรฐาน DIN 6885 (A)

จากตารางมาตรฐาน DIN 6885 (ภาคผนวก ค) ร่องลิ่มต้องมีค่าพิกัดความเผื่อ ดังแสดงในตารางที่ 4.1 โดยค่าคำนวณ

ตารางที่ 4.1 ค่าพิกัดเผื่อของแต่ละช่วง (หน่วย/มิลลิเมตร)

พิกัดความเผื่อ	ค่าลบ	ค่าบวก
ความกว้าง (b)	- 0.04	0
ความลึก (t_1)	0	+ 0.1
ความยาว (l)	0	+ 0.3

4.1.4 เปรียบเทียบผล

ได้ทำการทดสอบ และนำข้อมูลการกัดชิ้นงานร่องลิ่มบนเพลา (SS400) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 25.4 มิลลิเมตร มีดกัดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 มิลลิเมตร โดยใช้เครื่องกลึงความสูงจากศูนย์เหนือแท่น 6 นิ้ว ของฟิกซ์เจอร์ที่ปรับปรุงแล้ว ดังตารางที่ 4.10 (หน้า 51) มาเทียบกับข้อมูลของฟิกซ์เจอร์ก่อนปรับปรุง ดังตารางที่ 3.1 (หน้า 35) ดังนี้

ตารางที่ 4.2 เปรียบเทียบค่าการทดลอง (หน่วย/มิลลิเมตร)

ข้อมูลของฟิกซ์เจอร์ก่อนปรับปรุง					
ชนิด		ค่าเฉลี่ย	ช่วงของมาตรฐาน	ยอมรับได้/ยอมรับไม่ได้	ค่าความคลาดเคลื่อน
แบบเปิด	b	8.13	7.96 - 8.00	ยอมรับไม่ได้	+ 0.126
	t_1	4.04	4.00 - 4.10	ยอมรับได้	-
	l	40.48	40.00 - 40.30	ยอมรับไม่ได้	+ 0.175
แบบปิด	b	8.12	7.96 - 8.00	ยอมรับไม่ได้	+ 0.118
	t_1	3.94	4.00 - 4.10	ยอมรับไม่ได้	- 0.056
	l	40.11	40.00 - 40.30	ยอมรับได้	-
ข้อมูลของฟิกซ์เจอร์ที่ปรับปรุงแล้ว					
แบบเปิด	b	7.99	7.96 – 8.00	ยอมรับได้	-
	t_1	4.01	4.00 – 4.10	ยอมรับได้	-
	l	39.97	40.00 – 40.30	ยอมรับไม่ได้	- 0.03
แบบปิด	b	8.00	7.96 – 8.00	ยอมรับได้	-
	t_1	4.04	4.00 – 4.10	ยอมรับได้	-
	l	40.02	40.00 – 40.30	ยอมรับได้	-

4.1.4.1 จากตารางที่ 4.2 ในการเปรียบเทียบค่าการทดลองของข้อมูลตารางที่ 3.1 ค่าความคลาดเคลื่อนของฟิกซ์เจอร์แบบเดิม กับ ตารางที่ 4.10 พบว่าขนาดของร่องลิ่มที่ได้จากการกัดชิ้นงานของฟิกซ์เจอร์ที่ปรับปรุงแล้วมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยกว่าขนาดของร่องลิ่มที่ได้จากการกัดชิ้นงานของฟิกซ์เจอร์ก่อนปรับปรุง โดยค่า b เป็นค่าความกว้างของร่องลิ่มมาจากขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางดอกกัด ซึ่งเป็นปัจจัยที่ควบคุมได้โดยเครื่องกลึง และพบว่าค่า b ที่ได้จากการกัดชิ้นงานของฟิกซ์เจอร์ที่ปรับปรุงแล้ว มีค่าที่อยู่ในช่วงมาตรฐาน DIN 6885 (A) คิดเป็นร้อยละ 100 ของค่าความคลาดเคลื่อนของฟิกซ์เจอร์แบบเดิม

4.1.4.2 น้ำหนักของฟิกซ์เจอร์ที่ปรับปรุงแล้วมีน้ำหนักเบาลงกว่าน้ำหนักของฟิกซ์เจอร์ก่อนปรับปรุงโดยฟิกซ์เจอร์ก่อนปรับปรุงหนัก 26.4 กิโลกรัม น้ำหนักของฟิกซ์เจอร์ที่ปรับปรุงแล้วหนัก 11.1 กิโลกรัม ซึ่งลดลงคิดเป็นร้อยละ 57.94 ของฟิกซ์เจอร์ก่อนปรับปรุง จึงทำให้มีการใช้งานติดตั้งที่สะดวกขึ้น และยังสามารถลดการสั่นคลอนของฟิกเจอร์ดังค่าที่ได้จากตารางที่ 4.2

4.1.4.3 ฟิกซ์เจอร์ที่ปรับปรุงแล้วสามารถกัดชิ้นงานระหว่างกึ่งกลางของเพลาได้ ซึ่งจะได้ร่องลิ่มบริเวณแท่งเพลาเป็นปลายปิดทั้ง 2 ด้าน ซึ่งฟิกซ์เจอร์ก่อนปรับปรุงกัดร่องลิ่มได้เฉพาะส่วนของเพลาที่ยื่นออกมาด้านข้างของฟิกซ์เจอร์เท่านั้น

รูปที่ 4.1 การจับยึดชิ้นงานของฟิกซ์เจอร์

4.1.4.4 ฟิกซ์เจอร์ที่ปรับปรุงแล้วสามารถเปลี่ยนระบบจับยึด สามารถใช้ได้กับเครื่องกลึงความสูงจากศูนย์เหนือแท่น 5 นิ้ว และ 6 นิ้ว เป็นผลมาจากการปรับปรุงน้ำหนักของฟิกซ์เจอร์ เพื่อให้สามารถสมดุลกับป้อมมีดของเครื่องกลึง และได้ทำการสำรวจตามอู่และโรงกลึง พบว่าเป็นเครื่องกลึงความสูงจากศูนย์เหนือแท่น 5 นิ้ว และ 6 นิ้ว ขนาดที่นิยมใช้กันทั่วไป

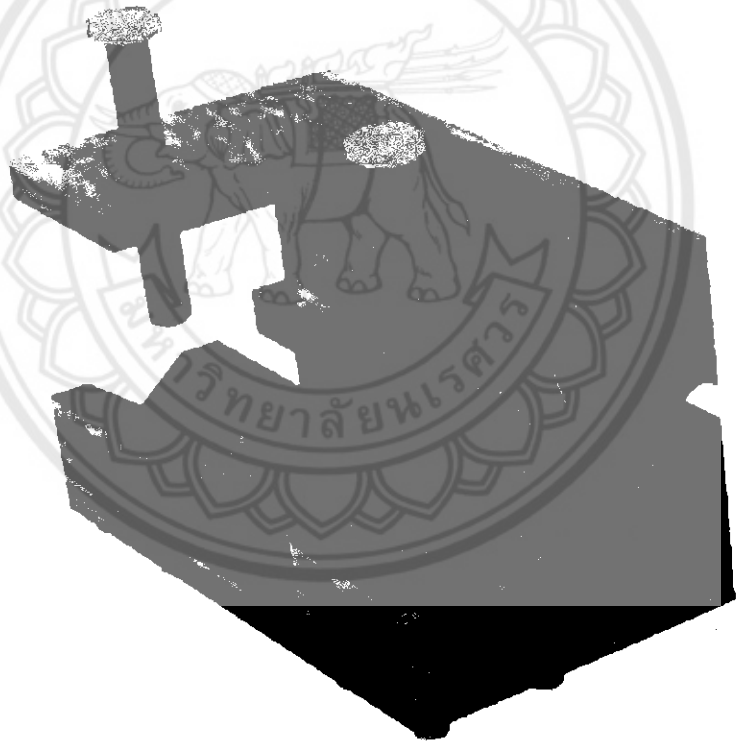
4.2 การออกแบบฟิกซ์เจอร์

4.2.1 การออกแบบระยะจับยึด

การออกแบบระยะจับยึดชิ้นงานเพื่อรองรับชิ้นงานเพลากลมในการกัดร่องลิ่ม ซึ่งจะออกแบบโดยเลือกใช้ V-Block ดังแสดงในรูปที่ ก. (ภาคผนวก ก) จะมีการกัดเป็น V-Block ให้เป็นมุมป้านเล็กน้อย เพื่อให้รองรับชิ้นงานเพลาที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดใหญ่ขึ้น ในขณะที่ V-Block มีขนาดเล็กลงจากฟิกซ์เจอร์ก่อนปรับปรุงแต่สามารถจับชิ้นงานที่มีขนาดเท่ากันได้ และในการออกแบบระบบการจับยึดชิ้นงานได้คำนึงถึงระยะเลื่อนของฟิกซ์เจอร์ในแนวแกน y และแนวแกน x โดยมีข้อจำกัดของระบบการจับยึดชิ้นงาน ดังต่อไปนี้

4.2.1.1 รองรับชิ้นงานเพลาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 35 มิลลิเมตร

4.2.1.2 รองรับชิ้นงานที่มีความยาวไม่เกิน 300 มิลลิเมตร



รูปที่ 4.2 ระบบจับยึดชิ้นงาน

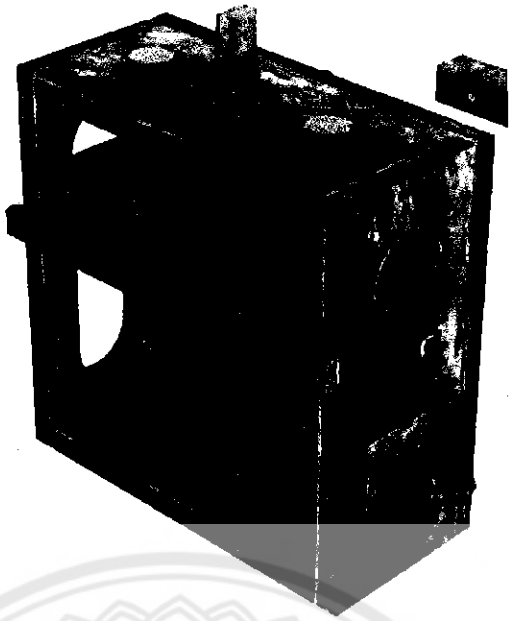
4.2.2 ออกแบบระบบการเลื่อนแนวแกน x (Cross Slide) หรือแนวขวาง

การออกแบบระบบแนวการเลื่อนในแนวแกน x เพื่อให้เลื่อนออกในแนวขวาง หรือแนวเลื่อนตามป้อมมีดจะเป็นการควบคุมโดยคน จะทำการวัดและติดตั้งให้สามารถกัดร่องลิ่มได้ในบริเวณที่ต้องการ ซึ่งฟิกเจอร์ก่อนปรุงปรุงไม่สามารถเลื่อนในแนวแกน x ได้ การออกแบบโดยใช้เพลา (SS400) คว้านแนวร่องตามแนวยาวตรงกลาง และเชื่อมติดกับการเลื่อนในแนวแกน y เพื่อให้ทุกแนวการเลื่อนสัมพันธ์ ในการเคลื่อนที่ในแนวแกน x เป็นการเพิ่มระยะในแนวป้อมมีดเพื่อให้สามารถกัดร่องลิ่มระยะกึ่งกลางได้ โดยมีข้อจำกัดของระบบการเลื่อนแนวแกน x คือ เลื่อนได้ในระยะการติดตั้งและใช้งานความยาวไม่เกิน 70 มิลลิเมตร

รูปที่ 4.3 ระบบการเลื่อนแนวแกน x

4.2.3 ออกแบบระบบการเลื่อนแนวแกน y หรือแนวดิ่ง

การออกแบบระบบแนวการเลื่อนในแนวแกน y เพื่อให้สามารถปรับระยะเลื่อนในแนวแกน y โดยมีการออกแบบโดยใช้เพลา (SS400) 2 ชิ้น เป็นตัวประคองฟิกซ์เจอร์ในการเลื่อน และใช้เพลาทำเกลียว 1 ชิ้นตรงกลางเพื่อควบคุมทิศทางการเคลื่อนที่ในแนวแกน y ซึ่งการออกแบบระบบการเลื่อนแนวแกน y ของฟิกซ์เจอร์ก่อนปรับปรุงดีอยู่แล้ว จึงได้นำมาปรับใช้โดยลดขนาด และทำการวัดระยะแนวแกน y ของเครื่องกลึงเพื่อทำระยะเลื่อนแกน y ให้สมดุลกับการใช้งานให้ฟิกซ์เจอร์ตรงกับหัวจับดอกกัด ระบบการจับยึดชิ้นงาน และระบบการติดตั้ง โดยการเคลื่อนที่จะถูกกำหนดโดยเกลียวเพื่อสามารถปรับให้ตรงตำแหน่งตามต้องการ ข้อเสนอแนะ หากทำการติดตั้งควรดูค่าสเกลเพื่อสะดวกและรวดเร็วในการติดตั้ง



รูปที่ 4.4 ระบบการเลื่อนแนวแกน y

4.2.4 ออกแบบชุดติดตั้งฟิกซ์เจอร์สำหรับเครื่องกลึง

การออกแบบชุดติดตั้งฟิกซ์เจอร์ การออกแบบส่วนนี้จะต้องออกแบบให้สามารถติดตั้งกับส่วนป้อมมีดของส่วนเครื่องกลึงได้ โดยการออกแบบได้คำนึงถึงการประกอบกับส่วนของระบบปรับตั้งในแนวแกน y และป้อมมีดของเครื่องกลึงทั้ง 2 ขนาด คือ เครื่องกลึงความสูงจากศูนย์เหนือแท่น 5 นิ้ว และเครื่องกลึงความสูงจากศูนย์เหนือแท่น 6 นิ้ว

รูปที่ 4.5 ระบบติดตั้งบนเครื่องกลึงของฟิกซ์เจอร์

4.3 ผลการตั้งเป้าหมายและแผนการดำเนินการทดลอง

4.3.1 ผลจากการตั้งเป้าหมาย

จากการเก็บข้อมูลและศึกษาวิเคราะห์สภาพของฟิกซ์เจอร์ก่อนปรับปรุง โดยทำการเก็บข้อมูลและตัดเหล็กเพลา (SS400) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 25.4 มิลลิเมตร และ 32 มิลลิเมตร ทดสอบทำร่องลิ่มบนเพลา (SS400) พบว่าการคลาดเคลื่อนและปัญหาเกิดจาก

4.3.1.1 แรงสั่นสะเทือนของเครื่องกลึง เนื่องจากเครื่องกลึงมีอายุการใช้งานมาเป็นเวลาหลายปีทำให้ฐานของเครื่องกลึงบริเวณ Carriage และ Cross Slide ที่เป็นชุดปรับการเคลื่อนที่ของชิ้นงาน จากการตรวจสอบมีความคลาดเคลื่อน และช่วงความเผื่อมากกว่ามาตรฐาน ส่งผลให้ชิ้นงานเกิดความคลาดเคลื่อนมากขึ้น

4.3.1.2 การวัดขนาดร่องลิ่มก่อนจะทำการกัด เนื่องจากเกิดความคลาดเคลื่อนจากการประมาณค่าของผู้วัด

4.3.1.3 การกัดชิ้นงานโดยคน เนื่องจากมีระยะการเดินชิ้นงานที่ผิดพลาดของผู้ทำการกัดชิ้นงาน

4.3.1.4 ฟิกซ์เจอร์มีน้ำหนักมาก ทำให้การสั่นคลอนของฟิกซ์เจอร์มาก และฟิกซ์เจอร์มีขนาดใหญ่กว่าป้อมมีดของเครื่องกลึงทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนขึ้น

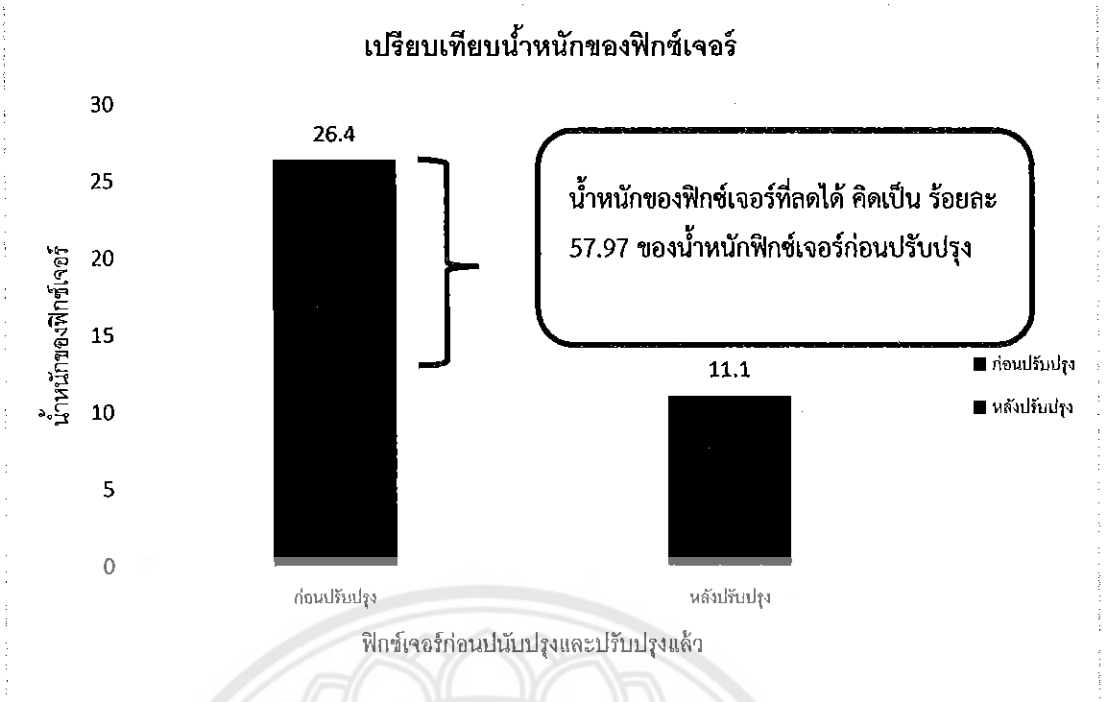
ดังนั้น คณะผู้ดำเนินโครงงานได้ตั้งเป้าหมายลดความคลาดเคลื่อนเพื่อให้ชิ้นงานร่องลิ่มอยู่ในเกณฑ์ขนาดมาตรฐานของลิ่มขัดแบบแท่งตาม DIN 6885 (A) มากที่สุด โดยคณะผู้จัดทำได้ทำการปรับปรุงขนาดของฟิกซ์เจอร์เพื่อให้น้ำหนักของฟิกซ์เจอร์ลดลงร้อยละ 25 เนื่องจากน้ำหนักฟิกซ์เจอร์มีผลต่อแรงสั่นสะเทือนของเครื่องกลึง โดยทำการเปรียบเทียบน้ำหนักของฟิกซ์เจอร์ก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง ดังรูปที่ 4.6

ค่าน้ำหนักของฟิกซ์เจอร์ที่เปลี่ยนแปลงคิดเป็นเปอร์เซ็น

$$\frac{(X_2 - X_1)}{X_1} \times 100 = \frac{(11.1 - 26.4)}{26.4} \times 100$$

$$= 57.94\ \%\ \text{ของน้ำหนักฟิกซ์เจอร์ก่อนปรับปรุง}$$

ในการออกแบบ และสร้างฟิกซ์เจอร์ขึ้นมาใหม่ พบว่า น้ำหนักของฟิกซ์เจอร์ลดลงคิดเป็นร้อยละ 57.97 ของน้ำหนักฟิกซ์เจอร์ก่อนปรับปรุง



รูปที่ 4.6 น้ำหนักของฟิกซ์เจอร์ก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง

4.3.2 แผนการดำเนินการทดลอง

หลังจากได้ทำการทดลองกัดร่องลิ่มบนเพลากลม และศึกษาวิเคราะห์ฟิกซ์เจอร์สภาพปัญหาก่อนปรับปรุง คณะผู้ดำเนินโครงงานได้ทำแผนการปรับปรุง เพื่อให้งานได้บรรลุตามวัตถุประสงค์ โดยแผนดำเนินการวิจัยนั้นเริ่มตั้งแต่ เดือนเมษายน พ.ศ. 2560

4.4 การจัดหาวัสดุและอุปกรณ์ในการทำฟิกซ์เจอร์

การจัดหาวัสดุและอุปกรณ์ที่ต้องใช้ในขั้นตอนออกแบบฟิกซ์เจอร์ของเครื่องกลึงสำหรับงานทำร่องลิ่ม ดำเนินการจัดหาดังนี้

4.4.1 จัดหาวัสดุอุปกรณ์สำหรับการสร้างระบบการจับยึดชิ้นงาน

วัสดุและอุปกรณ์ที่ต้องจัดหาหลังจากออกแบบระบบจับยึดชิ้นงาน

4.4.1.1 เหล็กแผ่นดำ (SS400) ขนาด 10 x 65 x 150 มิลลิเมตร	2	ชิ้น
4.4.1.2 เหล็กแผ่นดำ (SS400) ขนาด 20 x 90 x 150 มิลลิเมตร	2	ชิ้น
4.4.1.3 สกรูหัวจม (JISB1176) ขนาด M5 x 25 มิลลิเมตร	8	ตัว
4.4.1.4 สกรูหกเหลี่ยม (KEF 8.8) ขนาด M8 x 15 มิลลิเมตร	3	ตัว
4.4.1.5 สกรูหกเหลี่ยม BSW (BFC) ขนาด M12 x 75 มิลลิเมตร	2	ตัว

4.4.2 จัดหาวัสดุอุปกรณ์สำหรับการสร้างระบบการปรับตั้งระยะแนวแกน x หรือแนวขวาง

เหล็กเพลา (SS400) ขนาด Ø12 x 150 มิลลิเมตร	1	ตัว

4.4.3 จัดหาวัสดุอุปกรณ์สำหรับการสร้างระบบการปรับตั้งระยะแนวแกน Y หรือแนวดิ่ง

4.4.3.1 เหล็กแผ่นดำ (SS400) ขนาด 150 × 150 × 10 มิลลิเมตร	1	ชิ้น
4.4.3.2 เหล็กแผ่นดำ (SS400) ขนาด 60 × 150 × 10 มิลลิเมตร	2	ชิ้น
4.4.3.3 เหล็กแผ่นดำ (SS400) ขนาด 60 × 130 × 10 มิลลิเมตร	3	ชิ้น
4.4.3.4 เหล็กแผ่นดำ (SS400) ขนาด 100 × 150 × 20 มิลลิเมตร	1	ชิ้น
4.4.3.5 เหล็กแผ่นดำ (SS400) ขนาด 65 × 150 × 10 มิลลิเมตร	2	ชิ้น
4.4.3.6 เหล็กเพลา (SS400) ขนาด Ø16 × 195 มิลลิเมตร	1	ชิ้น
4.4.3.7 เหล็กเพลา (SS400) ขนาด Ø8 × 150 มิลลิเมตร	2	ชิ้น
4.4.3.8 เหล็กเพลา (SS400) ขนาด Ø8 × 150 มิลลิเมตร	1	ชิ้น
4.4.3.9 สกรูหัวจม (JISB1176) ขนาด M5 x 25 มิลลิเมตร	6	ตัว
4.4.3.10 สกรูหัวจม (KEF 8.8) ขนาด M8 x 15 มิลลิเมตร	4	ตัว
4.4.3.11 สกรูหัวหกเหลี่ยม BSW (BFC) ขนาด M12 x 75 มิลลิเมตร	2	ตัว
4.4.3.12 สกรูหัวจมเตเปอร์ M12 × 25 มิลลิเมตร	2	ตัว

4.4.4 จัดหาวัสดุและอุปกรณ์สำหรับการสร้างชุดติดตั้งฟิกซ์เจอร์สำหรับเครื่องกลึง

4.4.4.1 เหล็กแผ่นดำ (SS4400) ขนาด 150 × 150 × 17 มิลลิเมตร	1	ชิ้น
4.4.4.2 สกรูหัวจม (JIS B1176) M5 × 25 มิลลิเมตร	7	ตัว

4.5 การวิเคราะห์จุดคุ้มทุน

ต้นทุนวัสดุ และต้นทุนแรงงานในการสร้างฟิกซ์เจอร์ของเครื่องกลึงสำหรับงานทำร่องลิ่ม มีดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.3 รายการต้นทุนวัสดุ

NO.	รายการ	ราคา/หน่วย	จำนวนหน่วย	ค่าใช้จ่าย(บาท)
1	เหล็กแผ่นดำ (SS400)	35	40	1,400
2	เหล็กเพลาสี่เหลี่ยม 50 x 50 mm	120	2	240
3	เหล็กเพลา SS400 Ø12 x 150 mm	150	2	300
4	เหล็กเพลา SS400 Ø17 x 195 mm	190	1	190
5	เหล็กเพลา SS400 Ø16 x 160 mm	165	2	330
6	Screw M5 x 25	12	35	420
7	Screw M8 x 15	15	7	105
8	Screw M12 x 75	60	2	120
9	หัวน็อตหกเหลี่ยม	20	2	40
	รวม			3,145

ในการทำฟิกซ์เจอร์ของเครื่องกลึงสำหรับงานร้องลิ่มใช้เวลาโดยประมาณ 9 ชม. ใช้เวลาในการทำงาน 3 วัน เฉลี่ยวันละ 3 ชม. จะหาต้นทุนแรงงานได้ดังนี้

อัตราค่าแรง 500 บาท/ชม.

เวลาที่ใช้ในการผลิต 9 ชม.

ต้นทุนค่าแรงงานคือ 500 (บาท/ชม.) x 9 (ชม.) ได้เท่ากับ 4,500 บาท

โดยจะหาต้นทุนรวมของการสร้างฟิกเจอร์ของเครื่องกลึงสำหรับงานทำร่องลิ่ม ได้ดังนี้

ต้นทุนรวม = ต้นทุนวัสดุ + ต้นทุนแรงงาน

= 3,145 + 4,500 บาท

= 7,645 บาท

จากต้นทุนรวมทั้งหมดจะสามารถวิเคราะห์จุดคุ้มทุนได้ดังนี้ จากการสอบถามและสำรวจราคาในการทำร่องลิ่มคือ 170 บาท/หน่วย

$$\text{จะได้จุดคุ้มทุน (หน่วย)} = \frac{\text{ต้นทุนรวมของฟิกเจอร์ (บาท)}}{\text{ราคาการทำร่องลิ่ม (บาท/หน่วย)}}$$

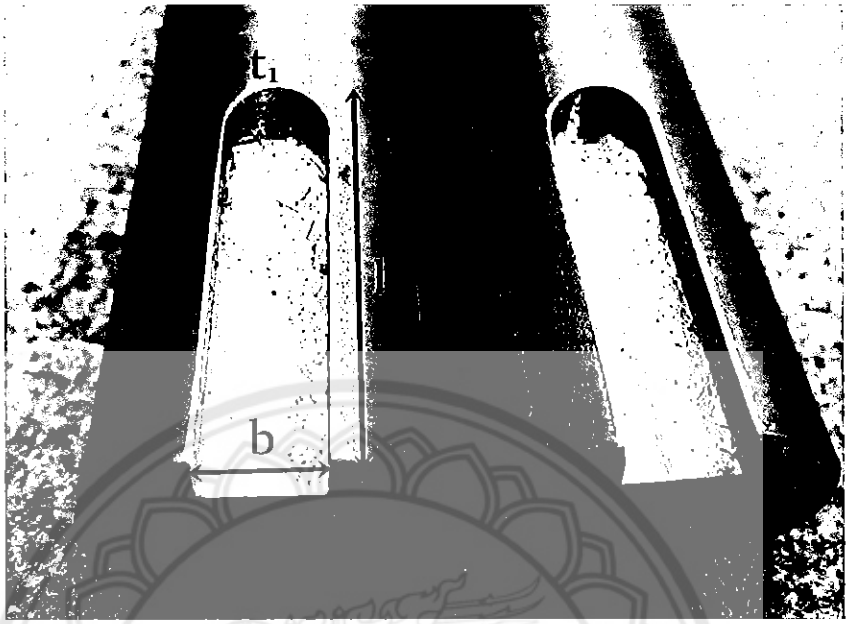
$$= \frac{7,645}{170}$$

$$= 44.97 \approx 45 \text{ หน่วย}$$

ดังนั้น ต้องร่องลิ่มจำนวน 45 หน่วย ถึงจะคุ้มทุน

4.6 วิเคราะห์ผลการทดลอง

จากการทดสอบกัดชิ้นงานด้วยฟิกซ์เจอร์สำหรับงานทำร่องลิ่ม และทำการวัดค่า ดังรูปที่ 4.7 ได้ผลการทดลอง ดังต่อไปนี้



รูปที่ 4.7 ระยะที่ทำการวัดร่องลิ่ม

4.6.1 การทดลองกับเครื่องกลึงความสูงจากศูนย์เหนือแท่น 5 นิ้ว

ตารางที่ 4.4 ผลการทดลองที่ได้จากการวัดร่องลิ่มขนาด 8 × 4 × 40 มิลลิเมตร **(หน่วย/มิลลิเมตร)** เพลา (SS400) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 25.4 มิลลิเมตร

ร่องลิ่มที่	แบบเปิด			แบบปิด		
	b	t_1	l	b	t_1	l
1	7.94	4.18	40.08	8.00	3.99	40.08
2	8.05	3.95	40.05	7.98	4.08	39.88
3	7.99	4.05	39.96	8.05	4.02	40.02
4	8.01	3.97	39.99	7.95	3.98	39.99
5	8.00	4.01	40.01	7.99	4.02	40.01
6	7.95	4.08	40.06	8.02	3.98	40.10
7	8.03	3.99	39.94	8.00	3.89	39.86
8	8.03	4.06	40.03	8.14	4.03	40.05
9	8.18	4.16	39.89	8.13	3.96	39.94
10	7.96	4.04	40.04	7.90	4.03	39.95
ค่าเฉลี่ย	8.00	4.03	40.00	8.02	4.00	39.98

นำค่าเฉลี่ยที่ได้จากการวัดมาเปรียบเทียบกับมาตรฐาน ว่าค่าที่ได้อยู่ในช่วงความคลาดเคลื่อนตามมาตรฐานที่ยอมรับได้หรือไม่ ดังแสดงในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 การเปรียบเทียบค่ากับมาตรฐานขนาด 8 × 4 × 40 มิลลิเมตร (หน่วย/มิลลิเมตร) เพลา (SS400) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 25.4 มิลลิเมตร

ชิ้นงาน		ค่าเฉลี่ย	ช่วงของมาตรฐาน	ยอมรับได้/ยอมรับไม่ได้	ค่าความคลาดเคลื่อน
แบบเปิด	b	8.00	7.96 – 8.00	ยอมรับได้	-
	t_1	4.03	4.00 – 4.10	ยอมรับได้	-
	l	40.00	40.00 – 40.30	ยอมรับได้	-
แบบปิด	b	8.02	7.96 – 8.00	ยอมรับไม่ได้	+ 0.02
	t_1	4.00	4.00 – 4.10	ยอมรับได้	-
	l	39.98	40.00 – 40.30	ยอมรับไม่ได้	- 0.02

จากตารางที่ 4.5 พบว่า ชิ้นงานมีค่าที่อยู่ในช่วงมาตรฐานและยอมรับได้อยู่**เกือบทั้งหมด ยกเว้น**ความยาวของชิ้นงานแบบปิดที่ค่าไม่อยู่ในช่วงมาตรฐานและยอมรับไม่ได้ คือ **ต่ำกว่ามาตรฐาน** 0.02 มิลลิเมตร ความกว้างของชิ้นงานแบบปิดมีค่าเกินกว่ามาตรฐานไป 0.02

ตารางที่ 4.6 ผลการทดลองที่ได้จากการวัดร่องลิ่มขนาด 10 × 5 × 40 มิลลิเมตร **(หน่วย/มิลลิเมตร)** เพลา (SS400) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 32 มิลลิเมตร

ร่องลิ่มที่	แบบเปิด			แบบปิด		
	b	t_1	l	b	t_1	l
1	10.05	4.82	40.05	10.17	5.06	40.21
2	9.91	5.01	40.01	10.05	5.05	40.08
3	9.90	4.99	40.04	9.96	5.03	40.10
4	10.03	5.04	40.12	10.02	5.05	40.15
5	9.93	4.91	40.03	9.99	5.01	40.09
6	10.01	5.00	40.08	10.00	5.00	40.11
7	9.94	4.98	40.18	10.05	4.99	40.03
8	10.05	5.02	40.12	10.02	5.03	39.93
9	10.15	4.88	39.9	9.82	4.96	40.89
10	9.98	5..06	40.05	10.03	5.22	40.05
ค่าเฉลี่ย	10.00	4.96	40.06	10.01	5.04	40.16

นำค่าเฉลี่ยที่ได้จากการวัดมาเปรียบเทียบกับมาตรฐาน ว่าค่าที่ได้อยู่ในช่วงความคลาดเคลื่อนตามมาตรฐานที่ยอมรับได้หรือไม่ ดังแสดงในตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 การเปรียบเทียบค่ากับมาตรฐานขนาด 10 × 5 × 40 มิลลิเมตร (หน่วย/มิลลิเมตร) เพลา (SS400) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 32 มิลลิเมตร

ชิ้นงาน		ค่าเฉลี่ย	ช่วงของมาตรฐาน	ยอมรับได้/ยอมรับไม่ได้	ค่าความคลาดเคลื่อน
แบบเปิด	b	10.00	9.96 – 10.00	ยอมรับได้	-
	t_1	4.96	5.00 – 5.10	ยอมรับไม่ได้	- 0.04
	l	40.06	40.00 – 40.30	ยอมรับได้	-
แบบปิด	b	10.01	9.96 – 10.00	ยอมรับไม่ได้	+ 0.01
	t_1	5.04	5.00 – 5.10	ยอมรับได้	-
	l	40.16	40.00 – 40.30	ยอมรับได้	-

จากตารางที่ 4.7 พบว่า ชิ้นงานมีค่าที่อยู่ในช่วงมาตรฐานและยอมรับได้อยู่เกือบทั้งหมด ยกเว้นความลึกของชิ้นงานแบบเปิดที่ค่าไม่อยู่ในช่วงมาตรฐานและยอมรับไม่ได้ คือ ต่ำกว่ามาตรฐาน 0.04 มิลลิเมตร และความกว้างของชิ้นงานแบบเปิดที่มีค่าเกินกว่ามาตรฐานไป + 0.01

4.6.2 การทดลองกับเครื่องกลึงความสูงจากศูนย์เหนือแท่น 6 นิ้ว

ตารางที่ 4.8 ผลการทดลองที่ได้จากการวัดร่องลิ่มขนาด 8 × 4 × 40 มิลลิเมตร (หน่วย/มิลลิเมตร) เพลา(SS400) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 25.4 มิลลิเมตร

ร่องลิ่มที่	แบบเปิด			แบบปิด		
	b	t_1	l	b	t_1	l
1	7.94	4.01	39.82	7.98	4.13	40.02
2	7.95	4.08	39.96	7.98	4.05	39.99
3	8.00	3.95	40	8.02	4.02	40.03
4	8.02	4.08	40.05	8.02	4.05	40.05
5	7.92	3.99	39.92	7.99	3.99	40.01
6	8.01	4.01	39.89	8.04	4.03	40.06
7	8.02	3.99	40.01	7.96	4.05	39.98
8	7.94	4.02	39.9	8.12	4.05	39.96
9	8.06	3.96	39.92	7.90	4.16	39.95
10	7.99	4.05	40.11	8.09	3.99	40.12
ค่าเฉลี่ย	7.99	4.01	39.97	8.00	4.04	40.02

นำค่าเฉลี่ยที่ได้จากการวัดมาเปรียบเทียบกับมาตรฐาน ว่าค่าที่ได้อยู่ในช่วงความคลาดเคลื่อนตามมาตรฐานที่ยอมรับได้หรือไม่ ดังแสดงในตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 การเปรียบเทียบค่ากับมาตรฐานขนาด 8 × 4 × 40 มิลลิเมตร (หน่วย/มิลลิเมตร) เพลา (SS400) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 25.4 มิลลิเมตร

ชิ้นงาน		ค่าเฉลี่ย	ช่วงของมาตรฐาน	ยอมรับได้/ยอมรับไม่ได้	ค่าความคลาดเคลื่อน
แบบเปิด	b	7.99	7.96 – 8.00	ยอมรับได้	-
	t_1	4.01	4.00 – 4.10	ยอมรับได้	-
	l	39.97	40.00 – 40.30	ยอมรับไม่ได้	- 0.03
แบบปิด	b	8.00	7.96 – 8.00	ยอมรับได้	-
	t_1	4.04	4.00 – 4.10	ยอมรับได้	-
	l	40.02	40.00 – 40.30	ยอมรับได้	-

จากตารางที่ 4.9 ชิ้นงานมีค่าที่อยู่ในช่วงมาตรฐาน และยอมรับได้อยู่เกือบทั้งหมด ยกเว้นความยาวของชิ้นงานแบบเปิดที่ค่าไม่อยู่ในช่วงมาตรฐาน และยอมรับไม่ได้ คือ ต่ำกว่ามาตรฐาน 0.03 มิลลิเมตร

ตารางที่ 4.10 ผลการทดลองที่ได้จากการวัดร่องลิ่มขนาด 10 × 5 × 40 มิลลิเมตร เพลา (SS400) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 32 มิลลิเมตร (หน่วย/มิลลิเมตร)

ร่องลิ่มที่	แบบเปิด			แบบปิด		
	b	t_1	l	b	t_1	l
1	10.05	5.19	40.03	9.99	5.03	40.03
2	9.99	5.18	40.10	10.02	4.96	39.96
3	9.95	4.93	39.98	10.03	4.81	40.05
4	10.04	5.22	40.04	10.02	5.13	39.95
5	9.99	5.08	39.93	9.95	5.02	40.00
6	10.00	5.09	40.05	10.00	4.96	40.05
7	9.95	5.18	39.98	9.98	5.08	40.08
8	9.81	5.22	40.03	9.94	5.03	40.04
9	10.09	5.14	39.96	10.14	4.90	39.94
10	10.02	4.98	40.05	9.96	5.01	40.03
ค่าเฉลี่ย	9.99	5.12	40.02	10.00	4.99	40.01

นำค่าเฉลี่ยที่ได้จากการวัดมาเปรียบเทียบกับมาตรฐาน ว่าค่าที่ได้อยู่ในช่วงความคลาดเคลื่อนตามที่ยอมรับได้หรือไม่ ดังแสดงในตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 การเปรียบเทียบค่ากับมาตรฐานขนาด 10 × 5 × 40 มิลลิเมตร (หน่วย/มิลลิเมตร) เพลา (SS400) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 32 มิลลิเมตร

ชิ้นงาน		ค่าเฉลี่ย	ช่วงของมาตรฐาน	ยอมรับได้/ยอมรับไม่ได้	ค่าความคลาดเคลื่อน
แบบเปิด	b	9.99	9.96 – 10.00	ยอมรับได้	-
	t_1	5.12	5.00 – 5.10	**ยอมรับไม่ได้**	+ 0.02
	l	40.02	40.00 – 40.30	ยอมรับได้	-
แบบปิด	b	10.00	9.96 – 10.00	ยอมรับได้	-
	t_1	4.99	5.00 – 5.10	**ยอมรับไม่ได้**	- 0.01
	l	40.01	40.00 – 40.30	ยอมรับได้	-

จากตารางที่ 4.11 พบว่า ชิ้นงานแบบเปิดและแบบปิดมีค่าที่อยู่ในช่วงมาตรฐาน และยอมรับได้อยู่สองค่า คือ ความกว้างและความยาวของร่องลิ่ม แต่มีค่าที่ไม่อยู่ในในช่วงมาตรฐาน และยอมรับไม่ได้แบบละหนึ่งค่า คือ ความลึกของชิ้นงาน โดยแบบเปิดมีค่าสูงกว่ามาตรฐานไป 0.02 มิลลิเมตร แต่แบบปิดมีค่าต่ำกว่ามาตรฐาน 0.01 มิลลิเมตร

ตารางที่ 4.12 ผลการทดลองที่ได้จากการวัดร่องลิ่มตรงกลางเพลาขนาด 8 × 4 × 40 มิลลิเมตร เพลา (SS400) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 25.4 มิลลิเมตร กับเครื่องกลึงความสูงจากศูนย์เหนือแท่น 5 นิ้ว (หน่วย/มิลลิเมตร)

ร่องลิ่มที่	แบบปิด 1			แบบปิด 2		
	b	t_1	l	b	t_1	l
1	8.03	4.06	40.28	8.05	3.94	40.14
2	8.12	4.23	40.13	8.26	3.91	40.13
3	7.86	4.07	39.94	7.99	4.02	39.93
4	8.19	4.14	40.3	7.92	4.05	40.12
5	8.03	4.17	40.02	8.03	3.88	40.15
6	8.31	3.92	40.13	8.18	4.03	40.03
7	7.99	3.99	39.95	8.00	4.11	39.85
8	8.06	4.10	40.12	7.89	3.88	39.37
9	8.07	4.19	40.00	7.95	4.01	40.11
10	7.98	4.30	39.99	8.11	3.96	39.85
ค่าเฉลี่ย	8.07	4.12	40.06	8.00	3.98	39.95

ตารางที่ 4.13 การเปรียบเทียบค่ากับมาตรฐานขนาด 8 × 4 × 40 มิลลิเมตร (หน่วย/มิลลิเมตร) เพลา (SS400) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 25.4 มิลลิเมตร

ชิ้นงาน		ค่าเฉลี่ย	ช่วงของมาตรฐาน	ยอมรับได้/ยอมรับไม่ได้	ค่าความคลาดเคลื่อน
แบบปิด 1	b	8.07	7.96 – 8.00	**ยอมรับไม่ได้**	+ 0.07
	t_1	4.12	4.00 – 4.10	**ยอมรับไม่ได้**	+ 0.02
	l	40.06	40.00 – 40.30	ยอมรับได้	-
แบบปิด 2	b	8.00	7.96 – 8.00	ยอมรับได้	-
	t_1	3.98	4.00 – 4.10	**ยอมรับไม่ได้**	- 0.02
	l	39.95	40.00 – 40.30	**ยอมรับไม่ได้**	- 0.05

จากตารางที่ 4.13 ชิ้นงานแบบปิดมีค่าความกว้าง b เกินกว่ามาตรฐานอยู่หนึ่งค่า ส่วนค่าความลึก t ทั้งสอง และค่าความยาว l ของแบบปลายปิดด้านที่ 2 ไม่อยู่ในช่วงมาตรฐาน DIN 6885 (A)

จากผลการทดสอบในการกัดร่องลิ่มบนเพลา (SS400) โดยใช้ฟิกซ์เจอร์ของเครื่องกลึงสำหรับงานทำร่องลิ่มเป็นตัวจับ ในการทดสอบใช้มีดกัดเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 8 มิลลิเมตร และ 10 มิลลิเมตร กับเครื่องกลึงความสูงจากศูนย์เหนือแท่น 5 นิ้ว และเครื่องกลึงความสูงจากศูนย์เหนือแท่น 6 นิ้ว พบว่า ค่าที่ได้อยู่ในช่วงมาตรฐาน DIN 6885 (A) จะเป็นค่า b คือ ความกว้างของร่องลิ่มเป็นส่วนมาก โดยมีผลมาจากขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของมีดกัด และเป็นส่วนที่ไม่ได้ทำการปรับระยะ (แนวแกน y) ขณะที่ทำการกัดชิ้นงาน ดังนั้น จึงสรุปได้ว่าฟิกซ์เจอร์ของเครื่องกลึงสำหรับงานทำร่องลิ่มที่ปรับปรุงใหม่ใช้งานได้จริง แต่เหตุที่ค่าทดลองไม่อยู่ในช่วงมาตรฐาน DIN 6885 (A) เกิดจากเครื่องกลึงมีการสั่นสะเทือนขณะทำการกัดชิ้นงาน การแกว่งของมีดกัดที่เกิดจากหัวจับของเครื่องกลึงขณะกำลังหมุนไม่ได้ศูนย์กลางพอดี และการปรับระยะของแท่นเลื่อน Cross Slide และ Carriage ขณะที่ทำการกัดชิ้นงาน

จากการตรวจสอบการปฏิบัติงาน พบว่า มีปัจจัยที่ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อน ดังต่อไปนี้

1. แรงที่เกิดจากการตัดเฉือน ส่งผลให้ Cross Slide และ Carriage ที่เป็นชุดควบคุมการเคลื่อนที่ของฟิกซ์เจอร์บางช่วงของการทำงานมีการสั่นขณะที่ทำการตัดเฉือน

2. ฟิกซ์เจอร์ยังมีขนาดใหญ่กว่าชุดป้อมมีด (Tool post) ส่งผลให้เกิดการสั่นสะเทือนขณะเครื่องกลึงทำงาน จึงทำให้บางครั้งเกิดความคลาดเคลื่อนมากกว่าที่กำหนด

3. การแกว่งของมีดกัดที่เกิดจากหัวจับของเครื่องกลึงขณะกำลังหมุนไม่ได้ศูนย์กลางพอดี

บทที่ 5
บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการดำเนินโครงงาน

5.1.1 หลังจากพบข้อผิดพลาดแล้วจึงได้ทำการออกแบบฟิกซ์เจอร์ของเครื่องกลึงสำหรับงานทำร่องลิ่ม พบว่า สามารถทำฟิกซ์เจอร์ได้ตามแบบและวัตถุประสงค์ ได้ฟิกซ์เจอร์ที่มีน้ำหนัก 11.1 กิโลกรัม จากฟิกซ์เจอร์ก่อนปรับปรุง 26.4 กิโลกรัม คิดเป็น 57.59 เปอร์เซ็นของน้ำหนักที่ลดได้ โดยค่าใช้จ่ายต้นทุนวัสดุและต้นทุนแรงงานรวมทั้งหมดเป็นเงิน 7,645 บาท

5.1.2 ค่าของขนาดร่องลิ่มที่ได้เกิดความคลาดเคลื่อนเกินช่วงมาตรฐาน DIN 6885 (A) ซึ่งค่าความคลาดเคลื่อนของความกว้างหรือค่า b คิดเป็นร้อยละ 0.23 และ ค่าความคลาดเคลื่อนของความลึกหรือค่า t คิดเป็นร้อยละ 0.97 และค่าความคลาดเคลื่อนของความยาวหรือค่า l คิดเป็นร้อยละ 0.11 ความคลาดเคลื่อนเกิดเนื่องจากการสั่นคลอนของเครื่องกลึงขณะที่เครื่องกำลังทำงานอยู่ โดยเครื่องกลึงความสูงจากศูนย์เหนือแท่น 5 นิ้ว และเครื่องกลึงความสูงจากศูนย์เหนือแท่น 6 นิ้ว มีความคลาดเคลื่อนจากการคำนวณคิดเป็นร้อยละ 2.25 และ 3.05 ตามลำดับ การแกว่งของมีดกัดที่เกิดจากหัวจับของเครื่องกลึงขณะกำลังหมุน และการปรับระยะของแท่นเลื่อนในแนวแกน x และแกน z ขณะที่ทำการกัดชิ้นงาน

5.1.3 ฟิกซ์เจอร์ของเครื่องกลึงสำหรับงานร่องลิ่มที่ปรับปรุงแล้วสามารถกัดร่องลิ่มบริเวณกลางของชิ้นงานเพลากลมได้ จะเป็นร่องลิ่มแบบปลายปิดทั้ง 2 ด้าน ส่วนใหญ่จะใช้กับงานที่เกี่ยวกับพูลเลย์สายพาน

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 การแก้ไขและปรับปรุง

การพัฒนาปรับปรุงฟิกซ์เจอร์ต้องทำการออกแบบฟิกซ์เจอร์ให้ได้ตามมาตรฐาน DIN 6885 (A) และศึกษาเกี่ยวกับป้อมมีด ระยะในการวิ่งของป้อมมีด และทำการออกแบบ

5.2.2 ข้อจำกัดการใช้งาน

ในการใช้เพลากลม ควรให้งานเพลากลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโตสุด 35 มิลลิเมตร เนื่องจากน้ำหนักของชิ้นงานมีผลต่อฟิกซ์เจอร์ อาจทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนเยอะ

5.2.3 การติดตั้งและการใช้งาน

เพื่อความสะดวกและง่ายในการติดตั้ง การใช้งานควรปฏิบัติดังนี้

5.2.3.1 ในการติดตั้งฟิกซ์เจอร์บนเครื่องกลึงควรเปลี่ยนชุดติดตั้งฟิกซ์เจอร์ให้พอดีกับบริเวณฐานป้อมมีดของเครื่องกลึง

5.2.3.2 ก่อนทำการกัดให้ปรับระยะในแนวแกน x และแกน y ให้พอดีกับการใช้งานในการกัดตำแหน่งนั้นๆ ของเพลากลมตัน

เอกสารอ้างอิง

จิรยุทธ สุพรรณ์ และ พิทยา บุญงาม. (2555). **ฟิกซ์เจอร์ของเครื่องกลึงสำหรับงานทำร่องลิ่ม.** ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.

บรรเลง ศรนิล และ สมนึก วัฒนศรียกุล. (2554). **ตารางคู่มืองานโลหะ.** กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

ปรีชา ช่างย้อม. (2548). **เอกสารประกอบการเรียนวิชาการออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล.** มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ภาณุฤทธิ์ ยุกตะทัต. (2552). **การออกแบบเครื่องจักรกล เล่ม 1.** กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ท้อป จำกัด.

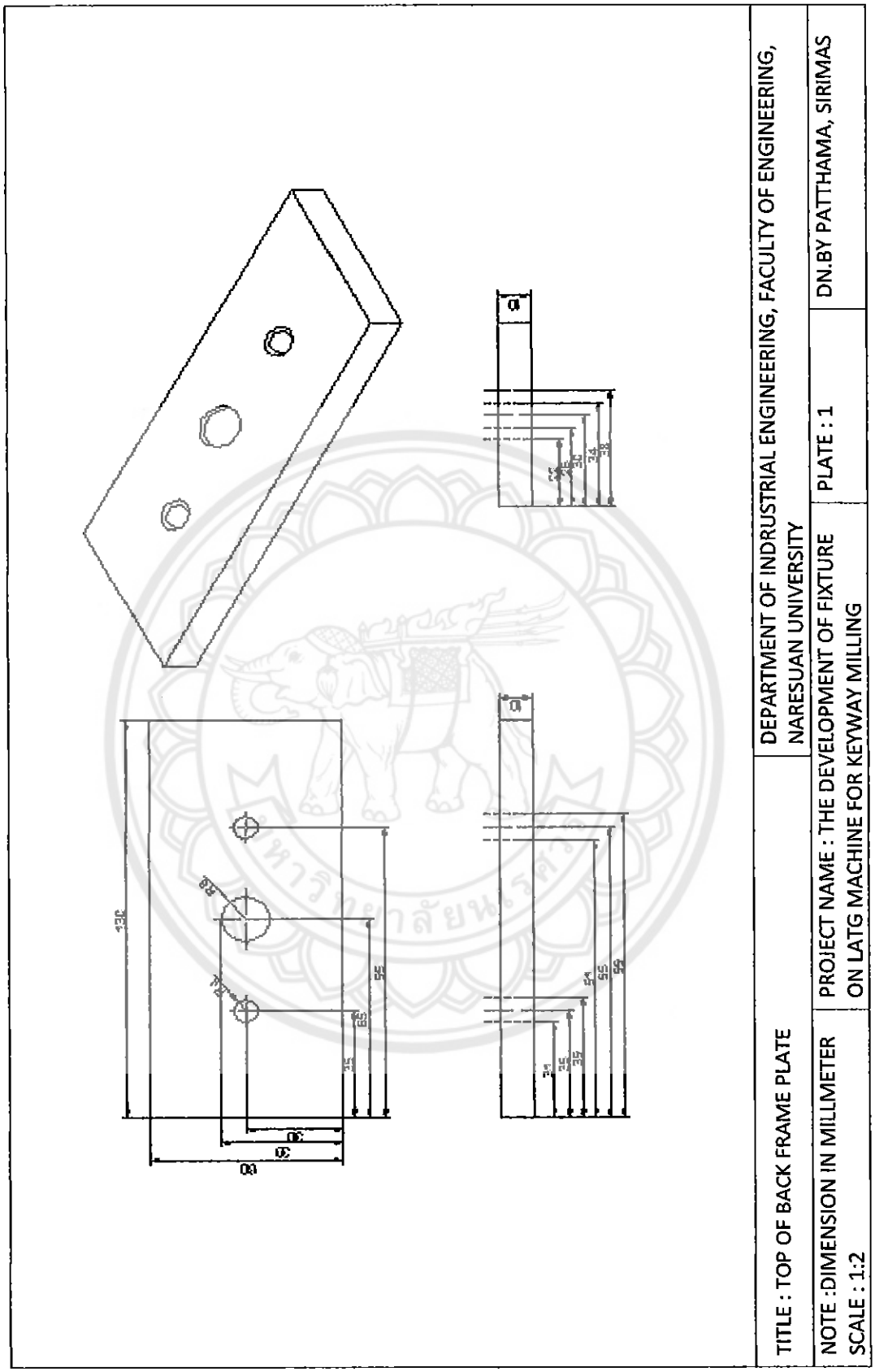
มานพ ตันตระบัณฑิตย์ สำลี แสงห้าว และสุทิน จิตร์เจริญ. (2540). **ชิ้นส่วนเครื่องจักรกล.** กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

วชิระ มีทอง. (2553). **การออกแบบจิ๊กและฟิกซ์เจอร์.** กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

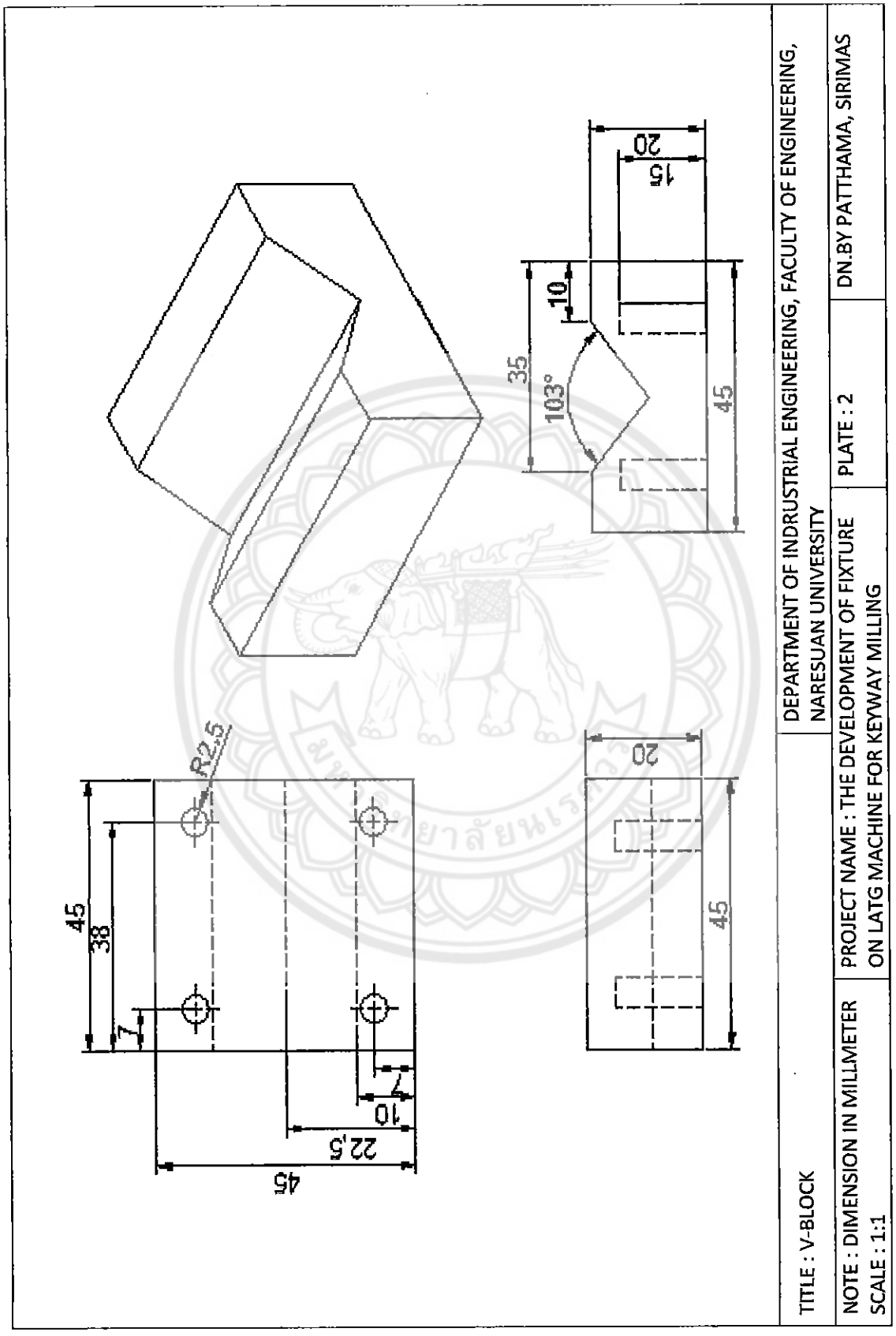
ศุภชัย รมยานนท์. (2539). **การออกแบบอุปกรณ์นำเจาะและจับงาน (Jig & Fixture Design).** กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น.

ภาคผนวก ก

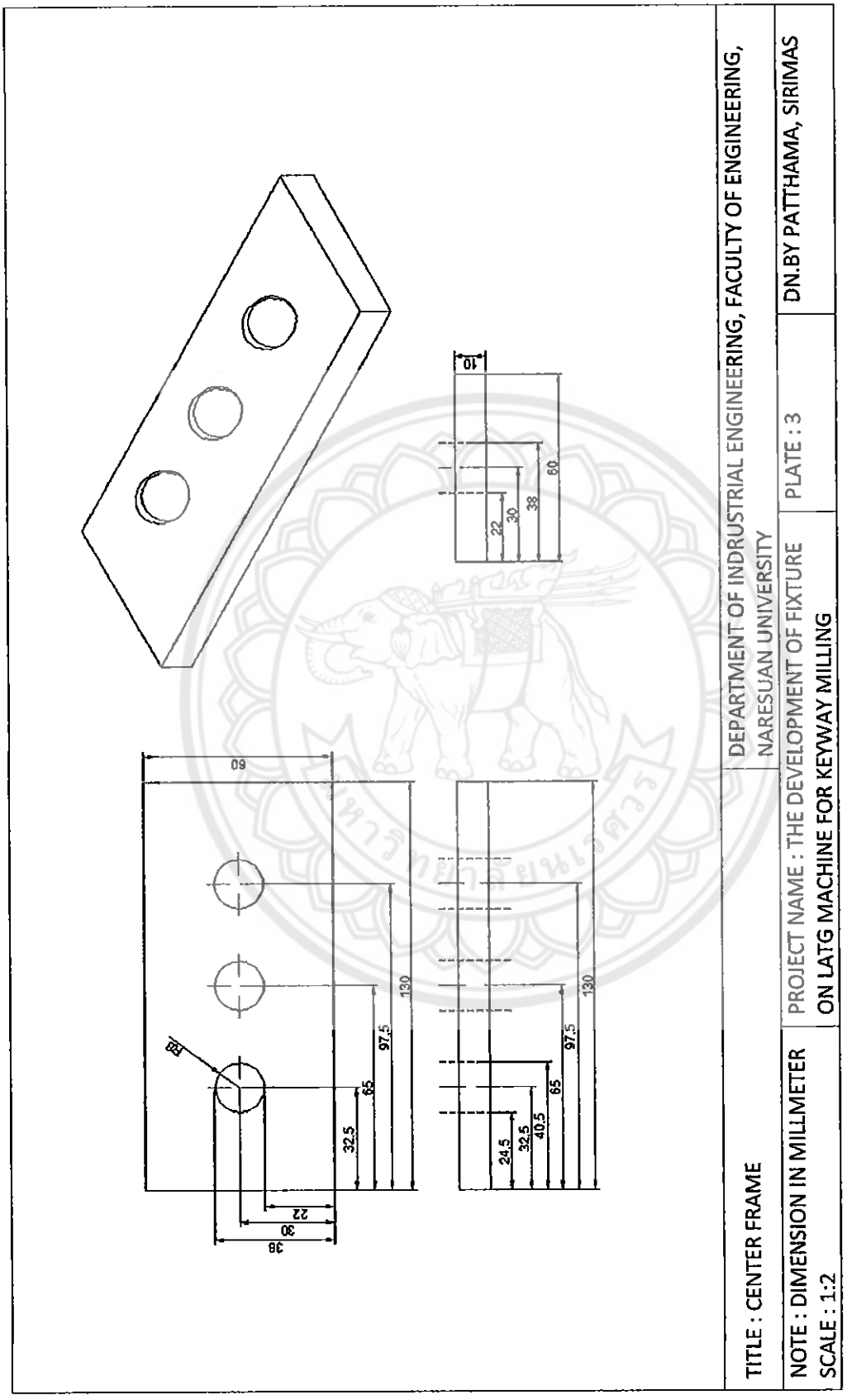
Design and Drawing



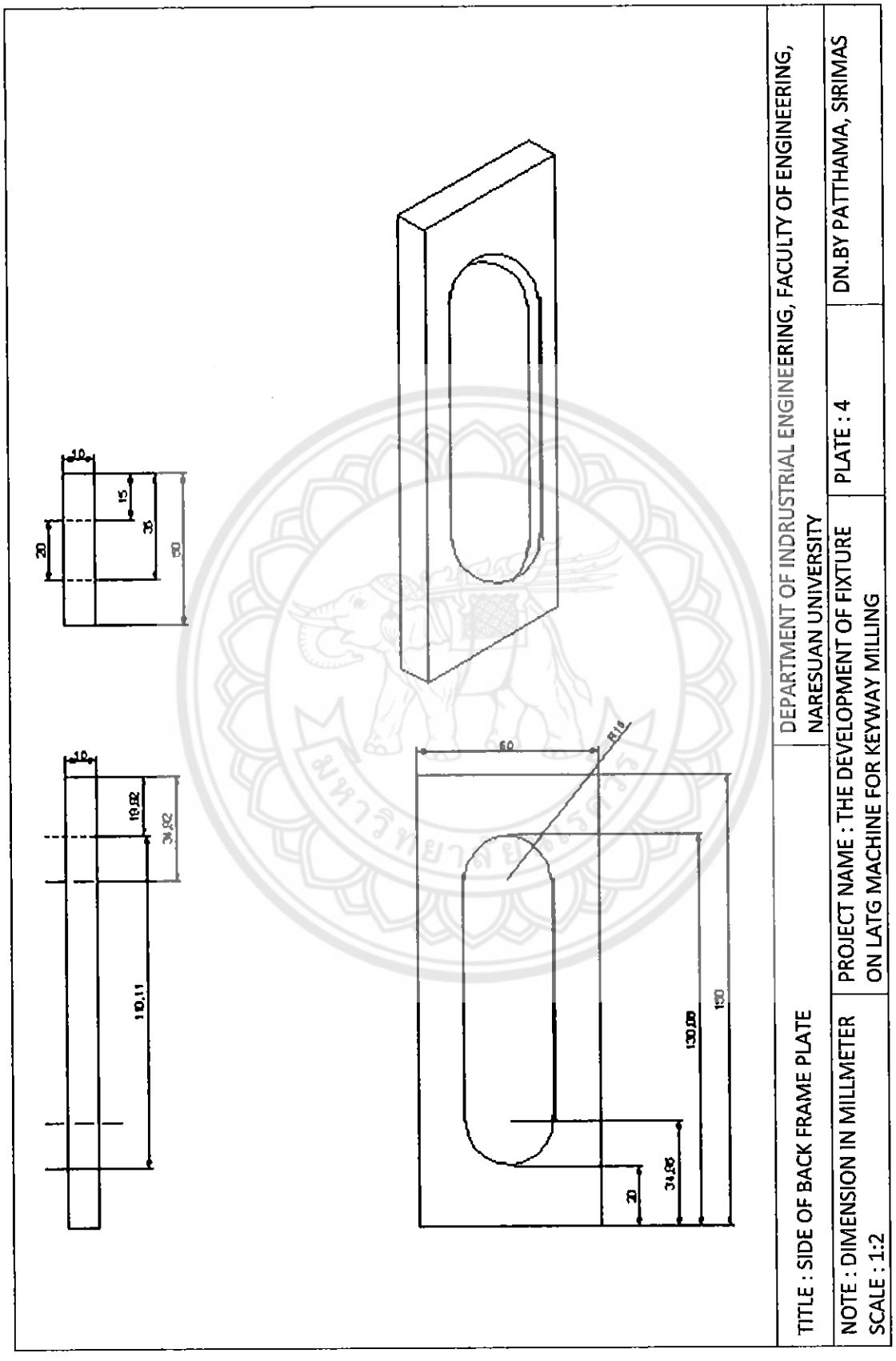
รูปที่ ก.1 ส่วนบนของระบบการปรับระยะแนวแกน Y



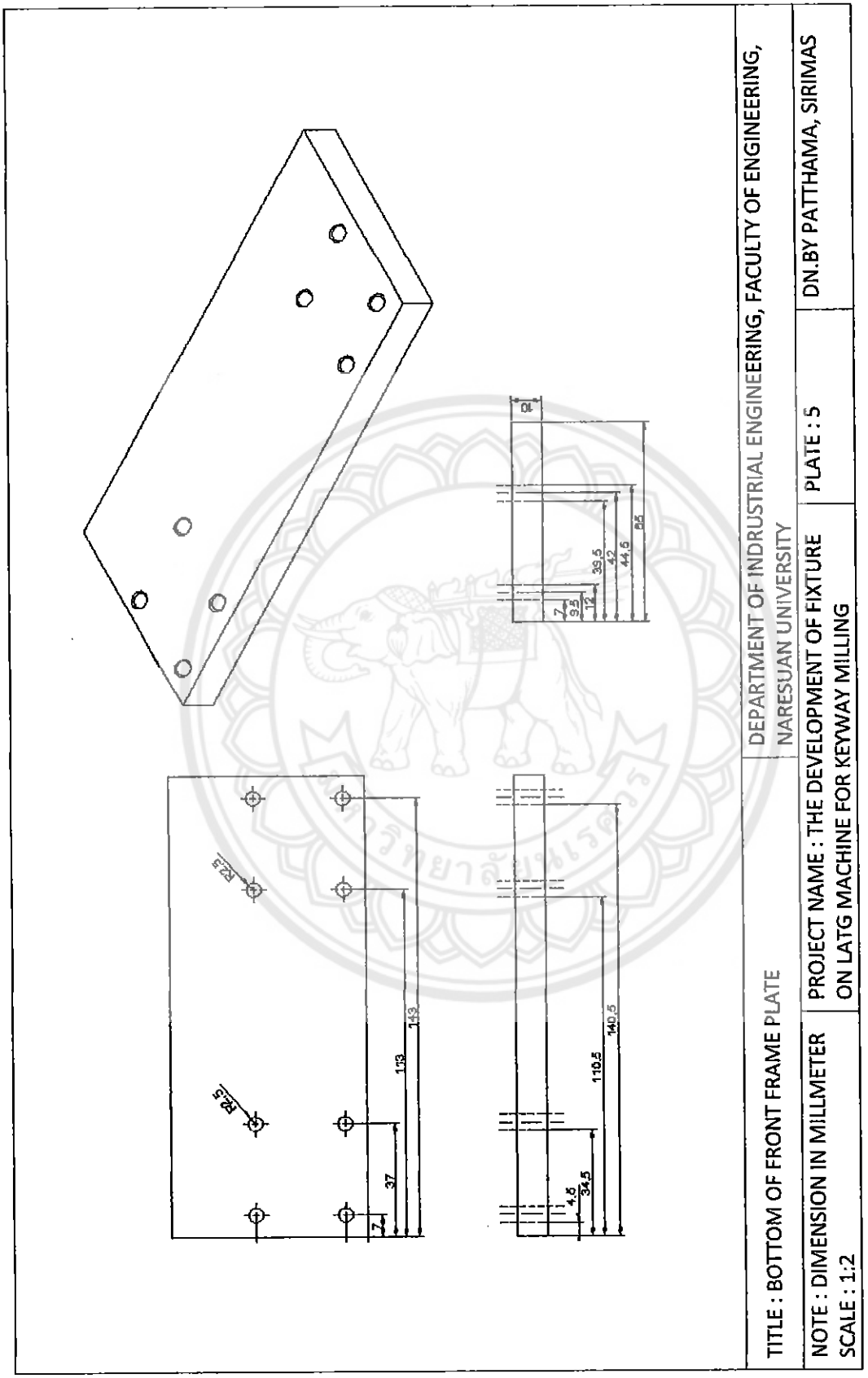
รูปที่ ก.2 V-Block



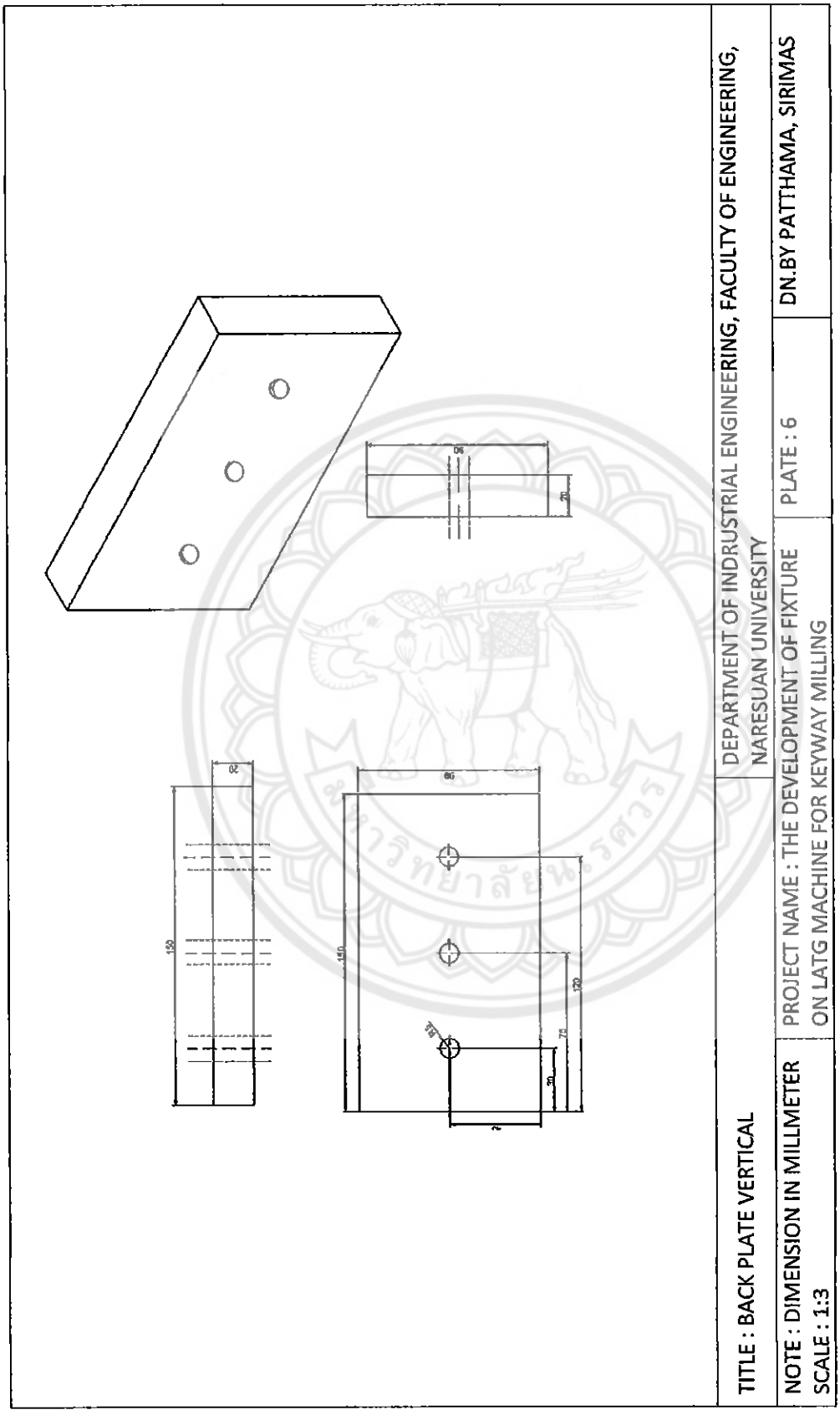
รูปที่ ก.3 ส่วนกลางของระบบการปรับตั้งระยะแนวแกน Y



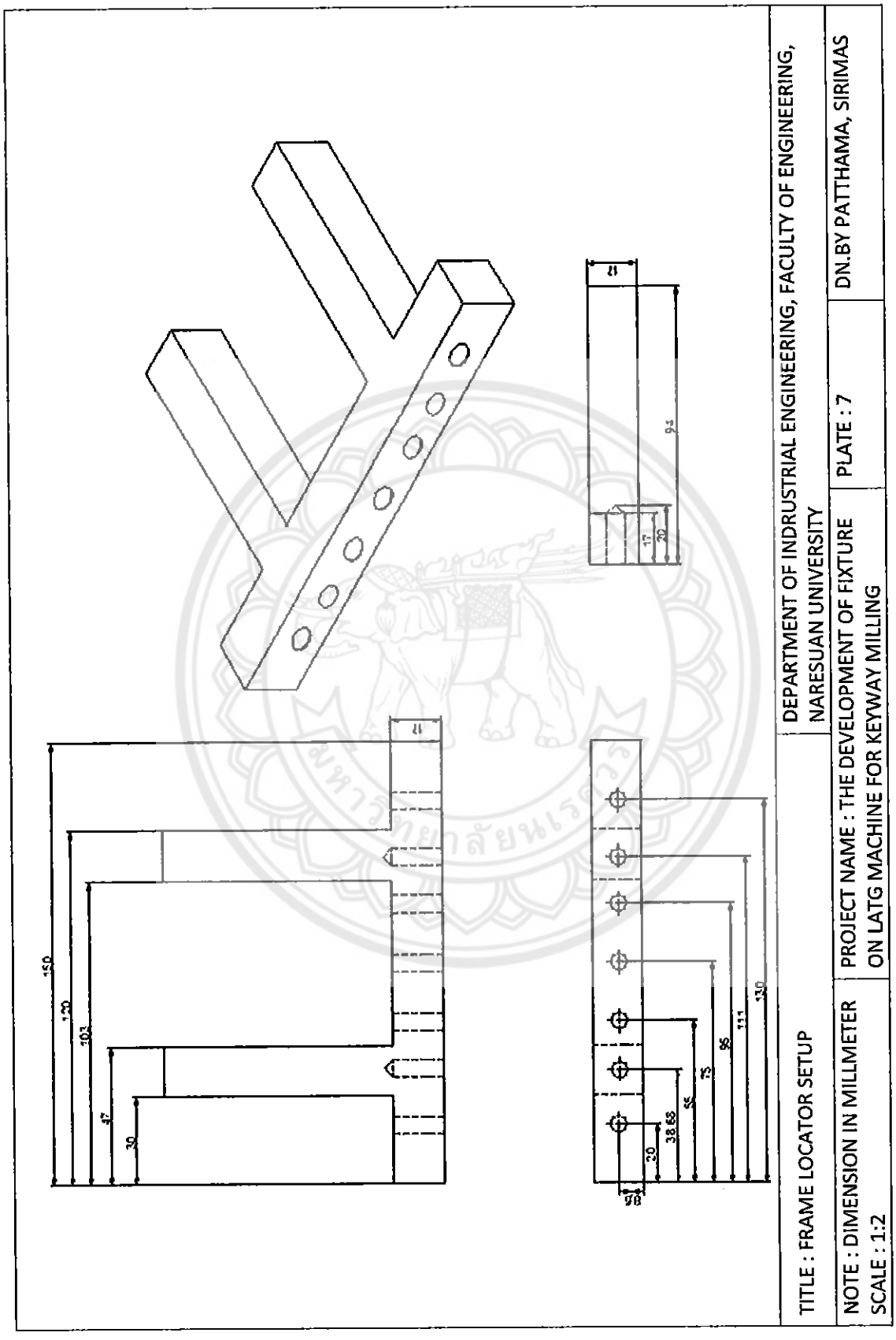
รูปที่ ก.4 ส่วนด้านข้างของระบบการปรับตั้งแกน Y



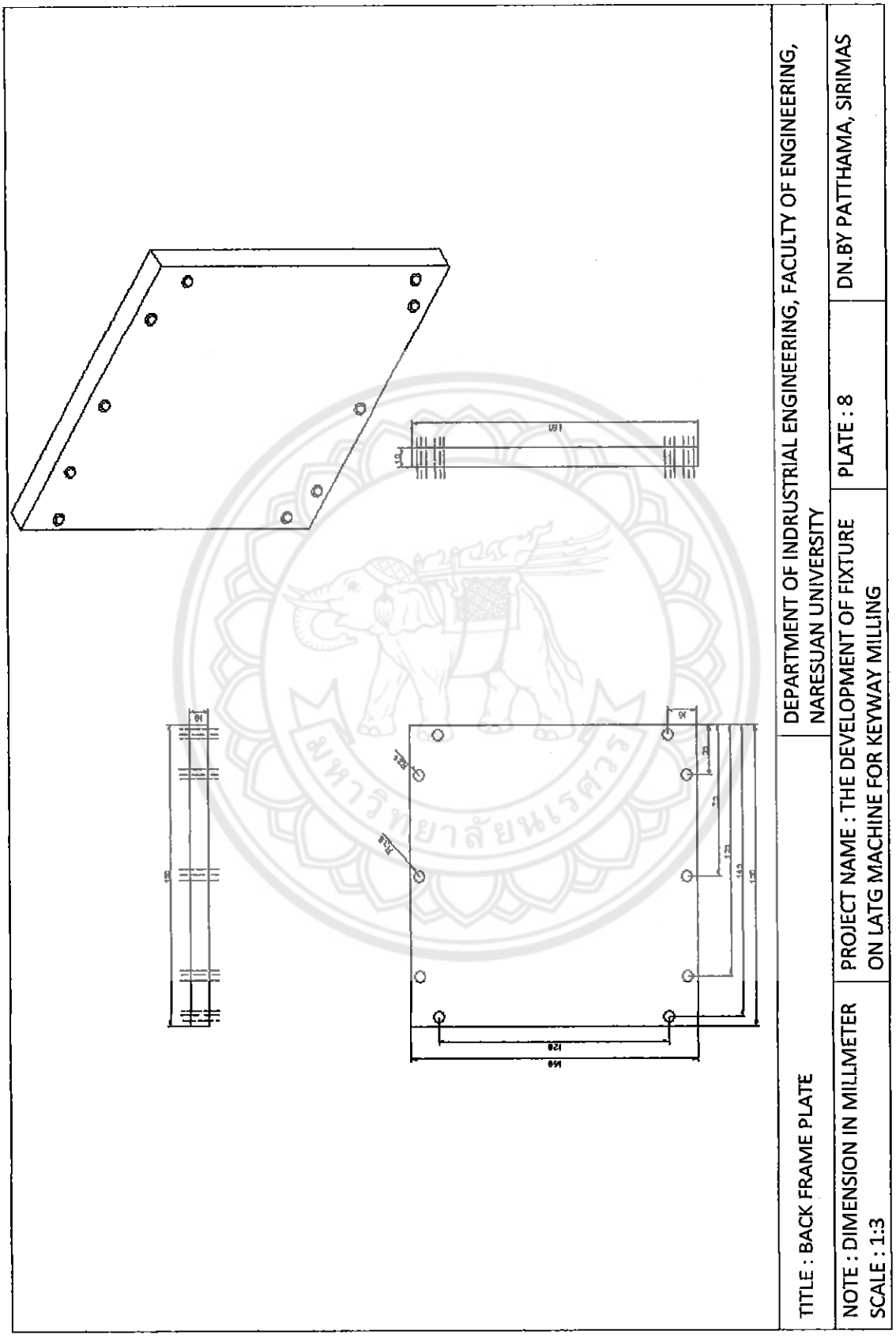
รูปที่ ก.5 ส่วนกลางของระบบการจับยึดชิ้นงาน



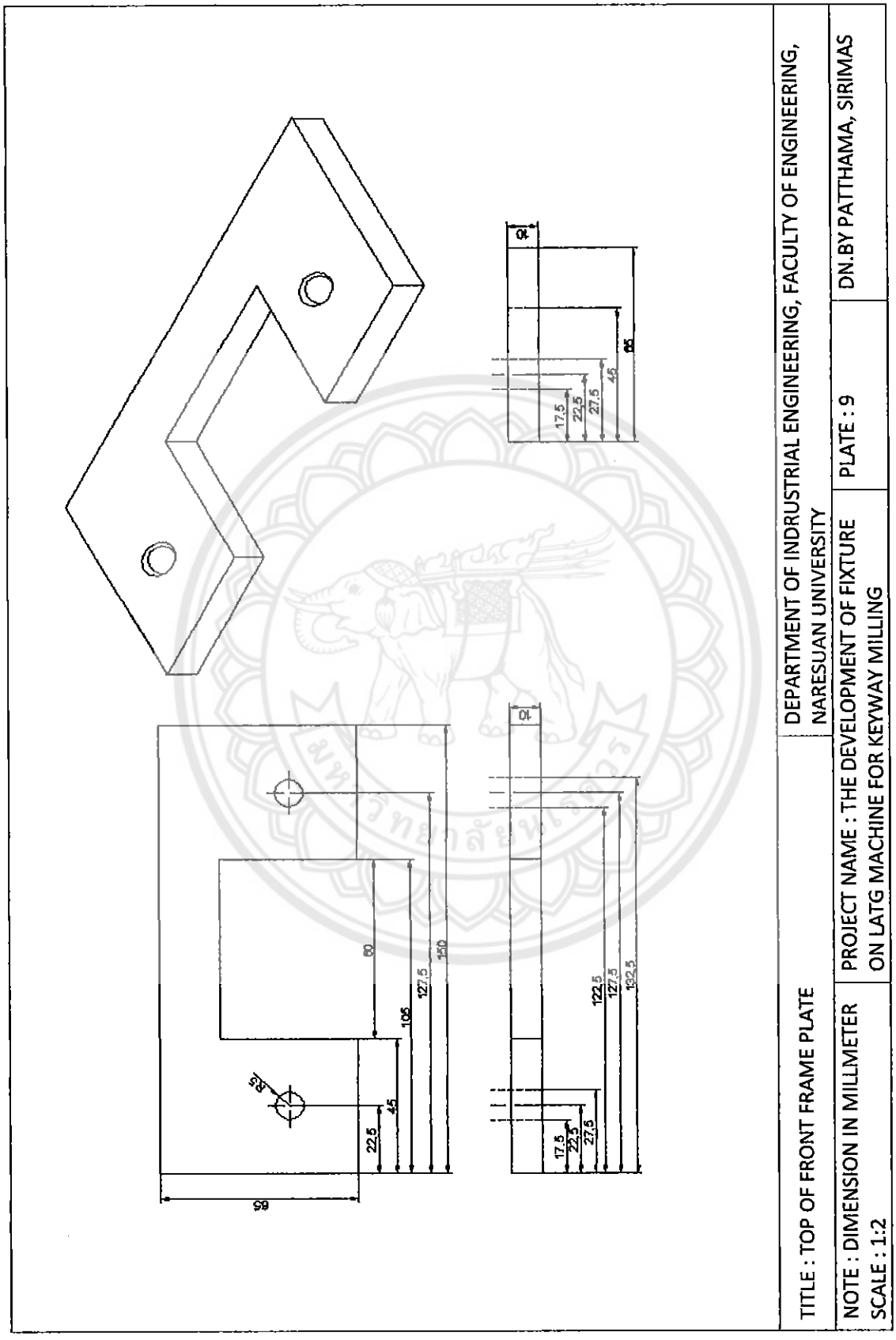
รูปที่ ก.6 ส่วนกลางของระบบการปรับตั้งระยะแกน Y



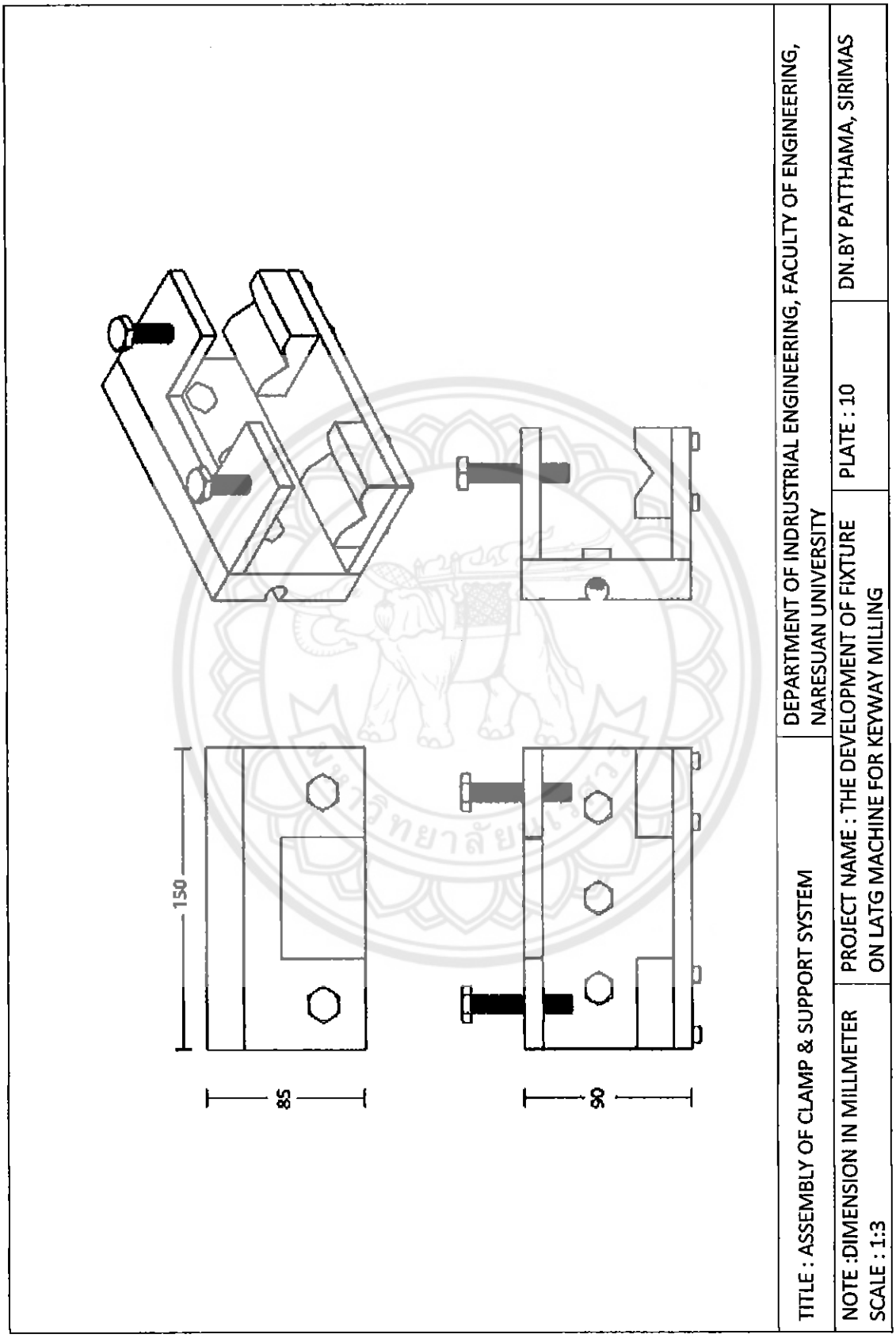
รูปที่ ก.7 ขาสำหรับติดตั้งฟิกซ์เจอร์สำหรับเครื่องกลึง



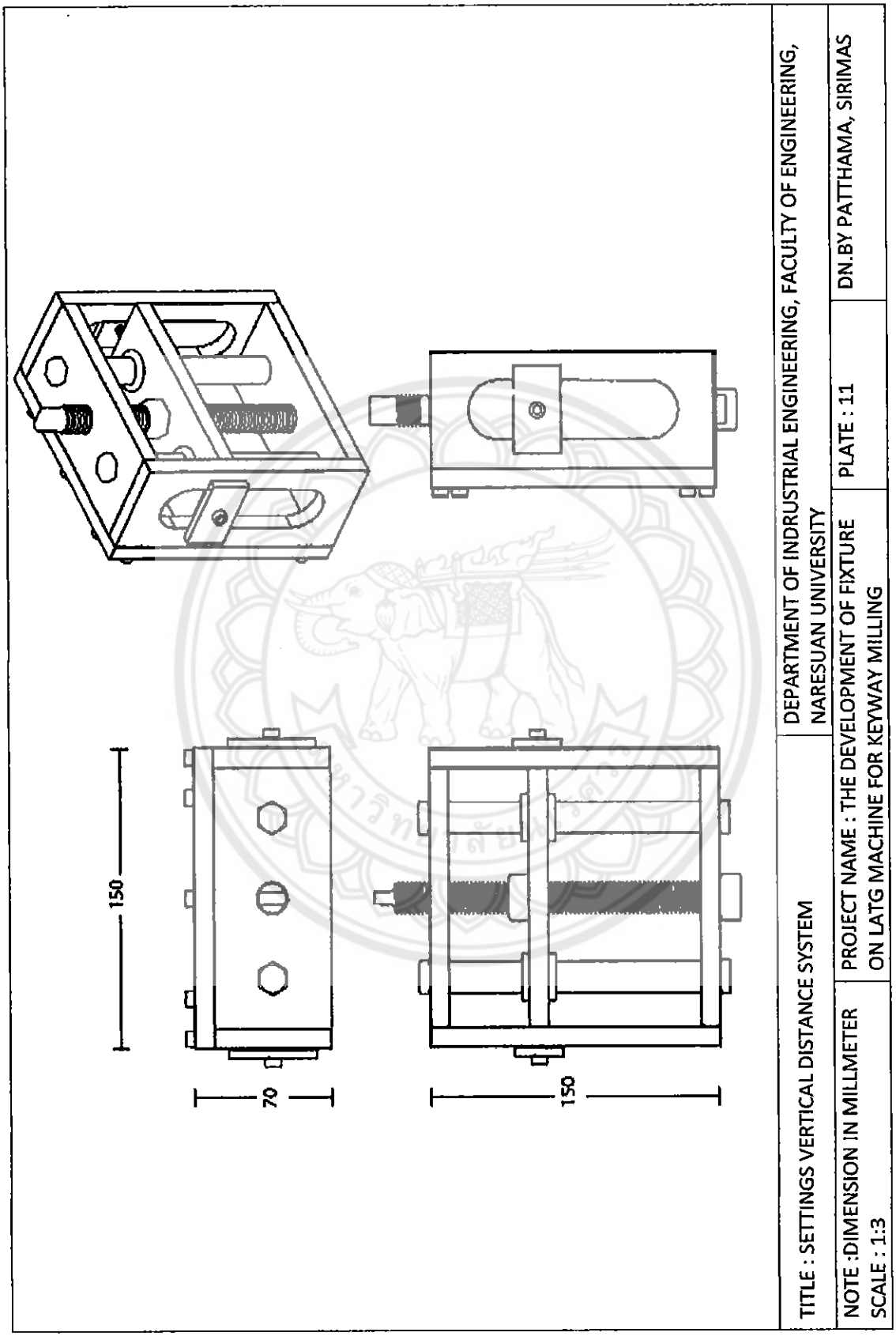
รูปที่ ก.8 ส่วนด้านหลังของระบบจับยึดแกน Y



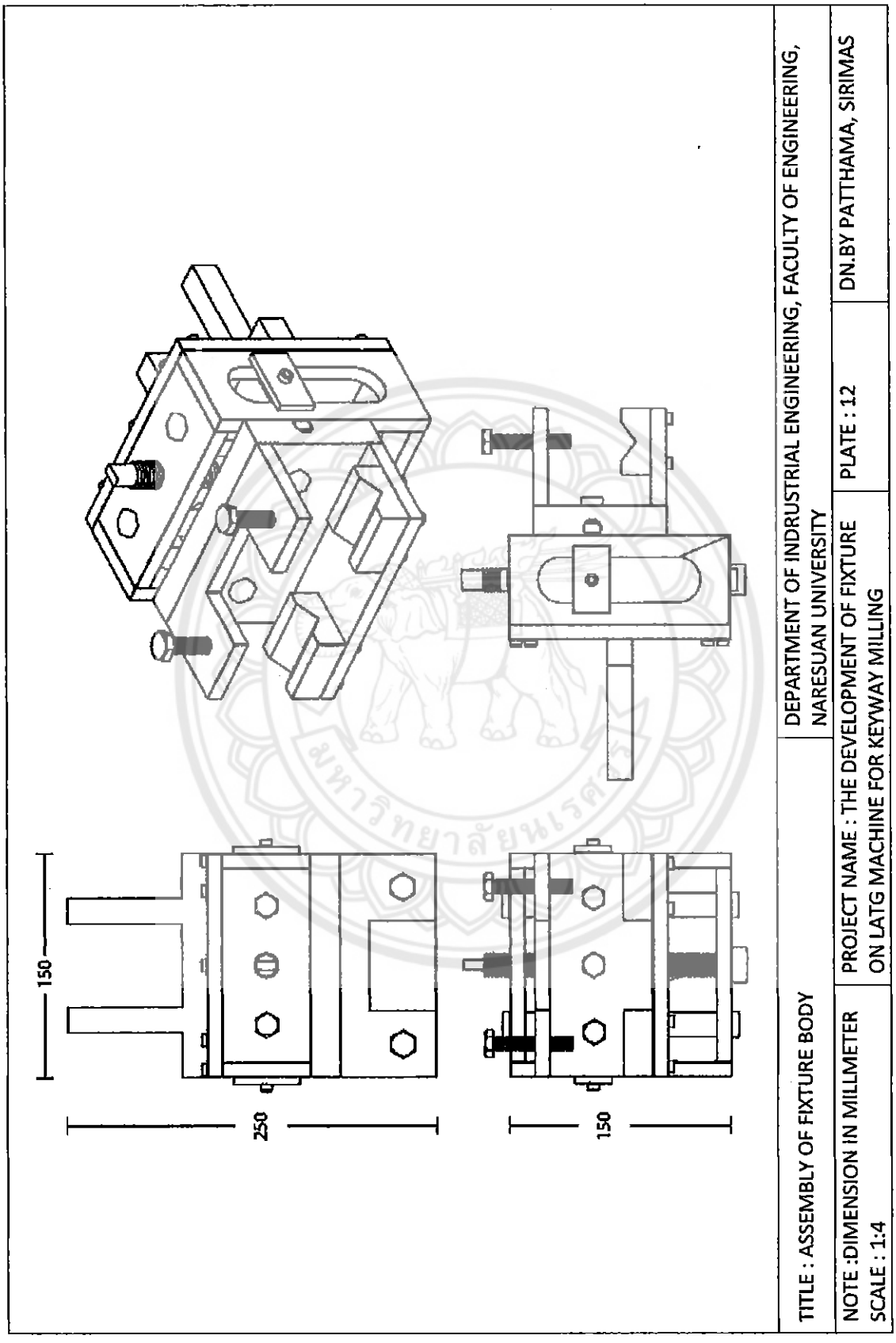
รูปที่ ก.9 ขาสำหรับติดตั้งฟิกซ์เจอร์สำหรับเครื่องกลึง



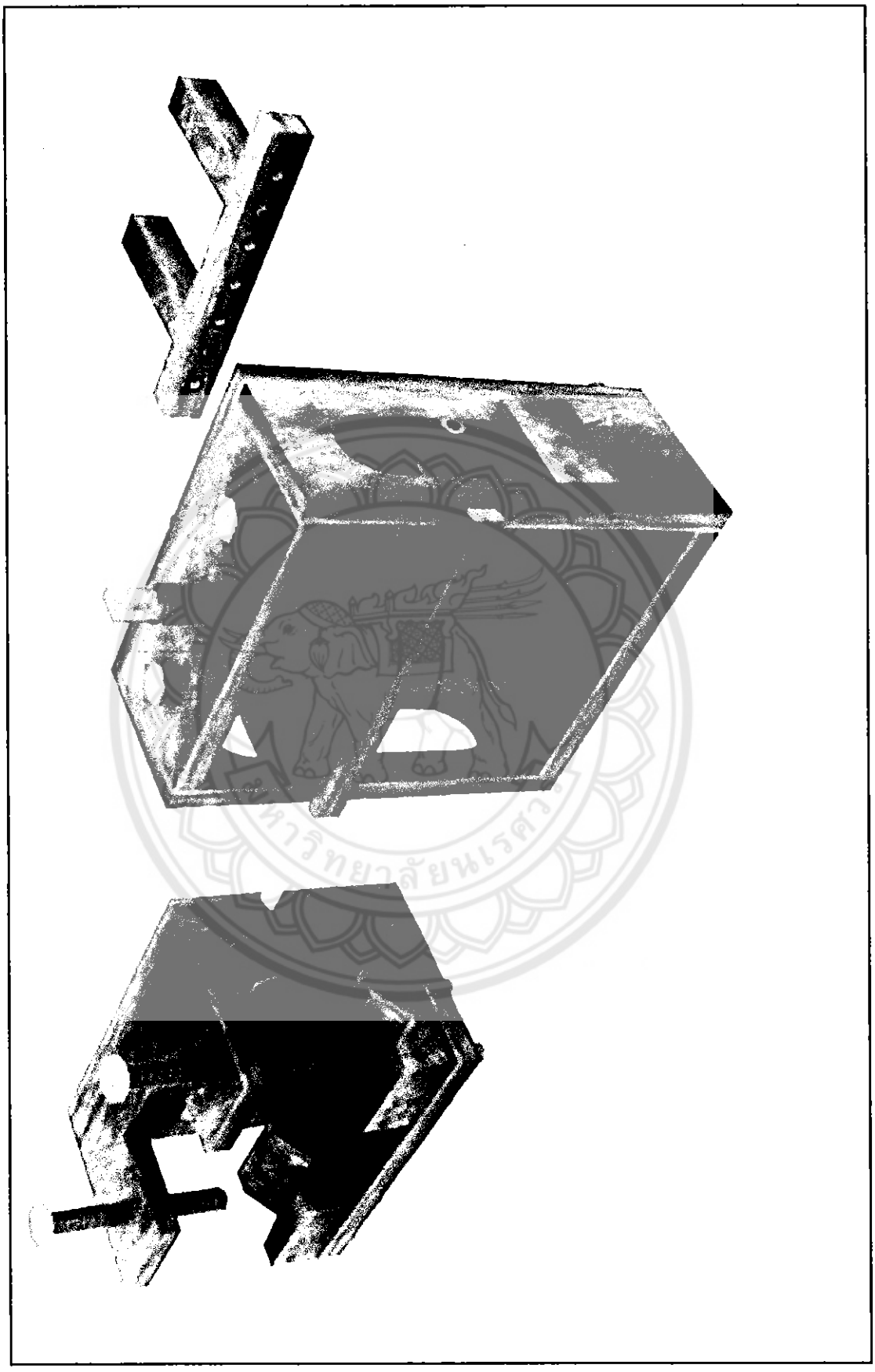
รูปที่ ก.10 ระบบการจับยึดชิ้นงาน



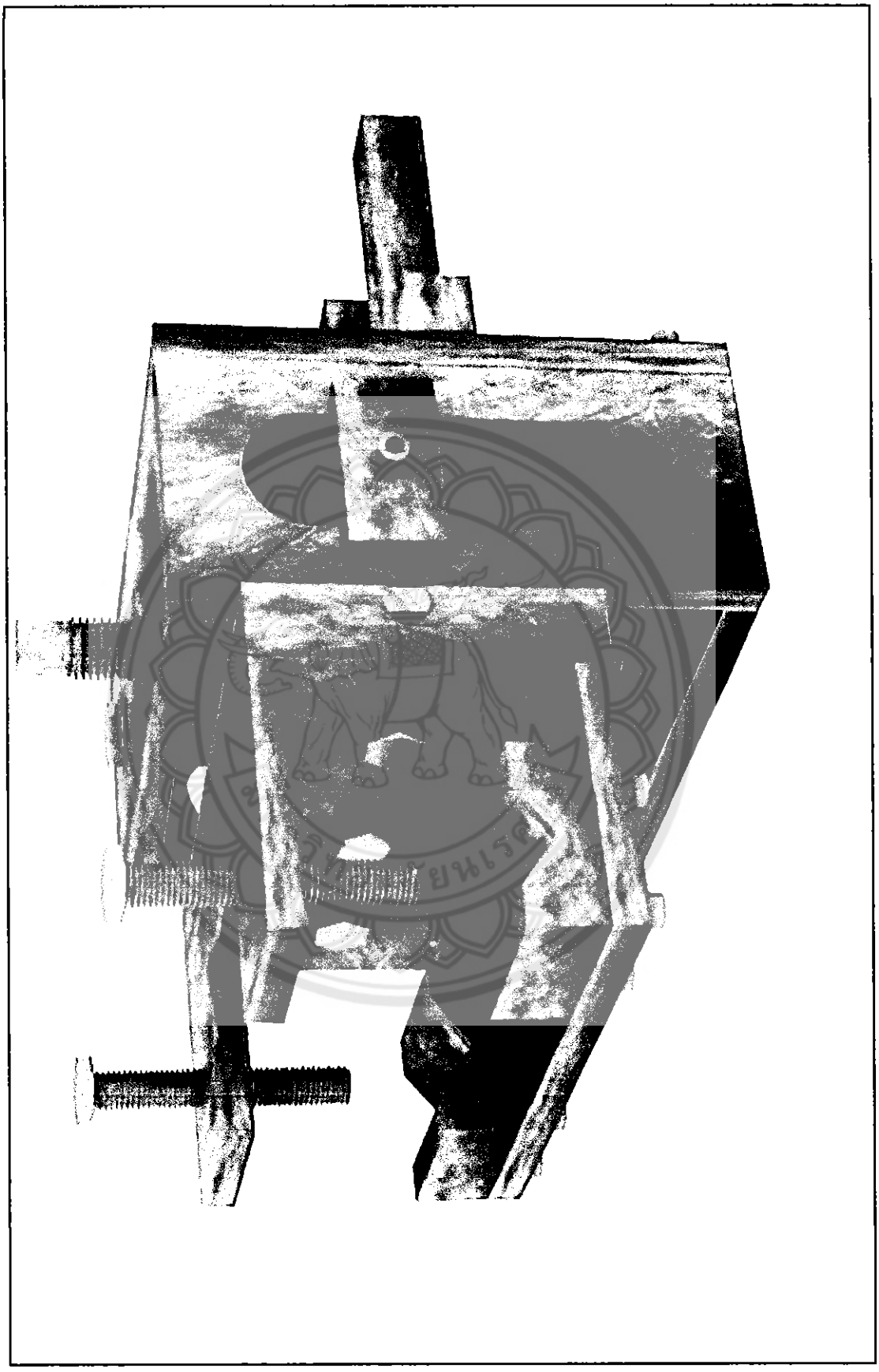
รูปที่ ก.11 ระบบการปรับตั้งระยะแนวแกน Y



รูปที่ ก.12 แสดงการประกอบทุกชิ้นส่วนของฟิกซ์เจอร์



รูปที่ ก.13 แสดงการประกอบฟิกซ์เจอร์



รูปที่ ก.14 ฟิกซ์เจอร์ของเครื่องกลึงสำหรับงานทำร่องลิ่ม

ภาคผนวก ข
การคำนวณที่เกี่ยวข้อง

ข.1 รายละเอียดคุณสมบัติของชิ้นงาน มีดกัด และเครื่องกลึง

1. รายละเอียดคุณสมบัติของชิ้นงานเพลากลม

เหล็กเพลากลม ใช้วัสดุชนิดเป็นเหล็กโครงสร้าง (Structure Steel) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 25.4 มิลลิเมตร และ 32 มิลลิเมตร มีคุณสมบัติทางกล ดังต่อไปนี้

Density	= 7860 Kg/m^3
Young's Modulus	= 190 – 210 GPa
Tensile Strength	= 400 – 510 MPa
Yield Strength	= 205 – 245 MPa
Brinell hardness	= 160 HB

2. รายละเอียดคุณสมบัติของมีดกัด End Mill

ขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางของมีดกัดที่ใช้ในการทดลอง คือ 8 และ 10 มิลลิเมตร ชนิดวัสดุของมีดกัดแบบ High Speed Steel (HSS) จำนวนฟันคมตัดของมีดกัด เท่ากับ 4 คมตัด

ใช้ในการกัดร่องลิ่มแบบแท่งมาตรฐาน DIN 6885 (A) ขนาดของร่องลิ่มคือ 8 × 4 × 40 มิลลิเมตร และ 10 × 5 × 40 มิลลิเมตร

3. รายละเอียดของเครื่องกลึงยันศูนย์

3.1 เครื่องกลึงความสูงจากศูนย์เหนือแท่น 5 นิ้ว

ยี่ห้อของเครื่องกลึง YAM

รุ่นเครื่องกลึง YAM-1000G

ความเร็วรอบแกนหมุน (n) เท่ากับ 50 – 2000 รอบ/นาที

ระยะป้อนคมตัด (Fz) อยู่ในช่วง 0.015 – 0.203 มิลลิเมตร

3.2 เครื่องกลึงความสูงจากศูนย์เหนือแท่น 6นิ้ว

ยี่ห้อของเครื่องกลึง Mashstroy

รุ่นเครื่องกลึง C11MT

ความเร็วรอบแกนหมุน (n) เท่ากับ 16 – 2000 รอบ/นาที

ระยะป้อนคมตัด (F_z) อยู่ในช่วง 0.013 – 0.11 มิลลิเมตร

ข.2 การคำนวณหาความเร็วรอบ (n) และความเร็วป้อน(V_f)

1. การกำหนดค่าความเร็วตัด (V_c)

จากตารางงานกัดด้วยมีดกัด High Speed Steel และวัสดุชิ้นงานทดสอบ Structural Steel ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มเหล็กสร้าง มีคุณสมบัติ ดังต่อไปนี้

ค่าความต้านแรงดึง (Tensile Strength) น้อยกว่า 700 Pa/mm^2

ค่าความแข็ง (Brinell hardness) น้อยกว่า 200 HB

เมื่อเปรียบเทียบกับตารางค่าความเร็วตัด หรือตารางที่ ค.3 (ภาคผนวก ค) แล้วทำให้ทราบว่า ค่าความเร็วตัด (V_c) จะมีค่าเท่ากับ 43 เมตร/นาที

2. หาความเร็วรอบของมีดกัด (n)

จากสมการที่ 2.1 (หน้า 28)

$$n = \frac{V_c \times 1000}{\pi d} \qquad (2.1)$$

เมื่อ V_c คือ ความเร็วตัด

d คือ เส้นผ่านศูนย์ของคมตัด

แทนค่าต่างๆ ลงในสมการที่ (2.1) ได้ดังนี้

2.1 ดอกกัด 8 มิลลิเมตร

เมื่อ V_c = 43 เมตรต่อนาที, d = 8 มิลลิเมตร

$$n = \frac{43 \times 1000}{\pi(8)} = 1710.92 \approx 1711 \text{ รอบ/นาที}$$

ดังนั้น ความเร็วรอบของการกัดร่องลิ่ม เท่ากับ 1711 รอบต่อนาที

2.2 ดอกกัด 10 มิลลิเมตร

เมื่อ V_c = 43 เมตรต่อนาที, d = 10 มิลลิเมตร

$$n = \frac{43 \times 1000}{\pi(10)} = 1368.73 \approx 1369 \text{ รอบ/นาที}$$

ดังนั้น ความเร็วรอบของการกัดร่องลิ่ม เท่ากับ 1369 รอบต่อนาที

3. หาความเร็วป้อน (V_f)

จากสมการที่ 2.2 (หน้า 28)

$$V_f = n \times f_z \times z \qquad (2.2)$$

เมื่อ n คือ ความเร็วรอบ

f_z คือ ระยะป้อนต่อการตัดหนึ่งครั้ง

z คือ จำนวนคมตัด (จำนวนฟันของเฟืองมีดตัด)

แทนค่าลงในสมการที่ (2.2) ได้ดังนี้

3.1 เครื่องกลึงความสูงจากศูนย์เหนือแท่น 125 มิลลิเมตร

3.1.1 ดอกกัดขนาด 8 มิลลิเมตร

เมื่อ n = 1711 รอบต่อนาทีม, f_z = 0.013 มิลลิเมตร, z = 4 คมตัด

$V_f = 1711 \times 0.013 \times 4 = 102.66 \approx 103$ มิลลิเมตร/นาที

ดังนั้น ความเร็วป้อนของการกัดร่องลิ่ม เท่ากับ 103 มิลลิเมตร/นาที

3.1.2 ดอกกัดขนาด 10 มิลลิเมตร

เมื่อ n = 1369 รอบต่อนาที, f_z = 0.013 มิลลิเมตร, z = 4 คมตัด

$V_f = 1369 \times 0.013 \times 4 = 82.14 \approx 83$ มิลลิเมตร/นาที

ดังนั้น ความเร็วป้อนของการกัดร่องลิ่ม เท่ากับ 83 มิลลิเมตรต่อนาที

3.2 เครื่องกลึงความสูงจากศูนย์เหนือแท่น 150 มิลลิเมตร

3.2.1 ดอกกัดขนาด 8 มิลลิเมตร

เมื่อ n = 1711 รอบต่อนาที, f_z = 0.013 มิลลิเมตร, z = 4 คมตัด

$V_f = 1711 \times 0.013 \times 4 = 88.972 \approx 89$ มิลลิเมตร/นาที

ดังนั้น ความเร็วป้อนของการกัดร่องลิ่ม เท่ากับ 89 มิลลิเมตร/นาที

3.2.2 ดอกกัดขนาด 10 มิลลิเมตร

เมื่อ n = 1369 รอบต่อนาที, f_z = 0.013 มิลลิเมตร, z = 4 คมตัด

$V_f = 1369 \times 0.013 \times 4 = 71.188 \approx 72$ มิลลิเมตร/นาที

ดังนั้น ความเร็วป้อนของการกัดร่องลิ่ม เท่ากับ 72 มิลลิเมตรต่อนาที

ข.3 หาระยะป้อนต่อมีดตัดหมุนหนึ่งรอบ (f)

ระยะป้อนต่อมีดตัดหมุนหนึ่งรอบสามารถหาได้จากสมการที่ 2.3 (หน้า 29)

$$f = f_z \cdot z \qquad (2.3)$$

โดยที่ f = ระยะป้อนต่อรอบ

f_z = ระยะป้อนต่อการตัดหนึ่งครั้ง

z = จำนวนคมตัด (จำนวนฟันของเฟืองมีดตัด)

แทนค่าลงในสมการที่ (2.3) ได้ดังนี้

3.1 เครื่องกลึงความสูงจากศูนย์เหนือแท่น 5 นิ้ว

เมื่อ f_z = 0.015 มิลลิเมตร, z = 4 คมตัด

$f = 0.015 \times 4 = 0.06$ มิลลิเมตร

ดังนั้น ระยะป้อนต่อมีดตัดหมุนหนึ่งรอบ เท่ากับ 0.06 มิลลิเมตร

3.2 เครื่องกลึงความสูงจากศูนย์เหนือแท่น 6 นิ้ว

เมื่อ f_z = 0.013 มิลลิเมตร, z = 4 คมตัด

$f = 0.013 \times 4 = 0.052$ มิลลิเมตร

ดังนั้น ระยะป้อนต่อมีดตัดหมุนหนึ่งรอบ เท่ากับ 0.052 มิลลิเมตร

ข.4 หาระยะป้อน

1. ร่องเปิดด้านเดียว

หาได้จากสมการที่ 2.4 (หน้า 29)

$$L = l - \frac{d}{2} + l_u \qquad (2.4)$$

เมื่อ L = ระยะป้อน

l = ความยาวชิ้นงาน

d = เส้นผ่านศูนย์กลางของมีดกัด

l_u = ระยะกัดชิ้นงาน

แทนค่าลงในสมการที่ (2.4) ได้ดังนี้

1.1 เครื่องกลึงความสูงจากศูนย์เหนือแท่น 5 นิ้ว

เมื่อ l = 40 มิลลิเมตร, d = 8 มิลลิเมตร, l_u = 0.015 มิลลิเมตร

$$L = 40 - \frac{8}{2} + 0.015 = 36.015 \approx 36 \text{ มิลลิเมตร}$$

เมื่อ l = 40 มิลลิเมตร, d = 10 มิลลิเมตร, l_u = 0.015 มิลลิเมตร

$$L = 40 - \frac{10}{2} + 0.015 = 35.015 \approx 35 \text{ มิลลิเมตร}$$

ดังนั้น ระยะป้อนป้อนชิ้นงานปลายเปิด 8 มิลลิเมตร เท่ากับ 36 มิลลิเมตร
ระยะป้อนป้อนชิ้นงานปลายเปิด 10 มิลลิเมตร เท่ากับ 35 มิลลิเมตร

1.2 เครื่องกลึงความสูงจากศูนย์เหนือแท่น 6 นิ้ว

เมื่อ l = 40 มิลลิเมตร, d = 8 มิลลิเมตร, l_u = 0.013 มิลลิเมตร

$$L = 40 - \frac{8}{2} + 0.013 = 36.013 \approx 36 \text{ มิลลิเมตร}$$

เมื่อ l = 40 มิลลิเมตร, d = 10 มิลลิเมตร, l_u = 0.013 มิลลิเมตร

$$L = 40 - \frac{10}{2} + 0.013 = 35.013 \approx 35 \text{ มิลลิเมตร}$$

ดังนั้น ระยะป้อนป้อนชิ้นงานปลายเปิด 8 มิลลิเมตร เท่ากับ 36 มิลลิเมตร
ระยะป้อนป้อนชิ้นงานปลายเปิด 10 มิลลิเมตร เท่ากับ 35 มิลลิเมตร

2. ร่องปิด

หาได้จากสมการที่ 2.5 (หน้า 30)

$$L = l - d \qquad (2.5)$$

เมื่อ L = ระยะป้อน

l = ความยาวชิ้นงาน

d = เส้นผ่านศูนย์กลางของใบมีด

แทนค่าลงในสมการที่ (2.5) ได้ดังนี้

เมื่อ l = 40 มิลลิเมตร, d = 8 มิลลิเมตร

$$L = 40 - 8 = 32 \text{ มิลลิเมตร}$$

เมื่อ l = 40 มิลลิเมตร, d = 10 มิลลิเมตร

$$L = 40 - 10 = 30 \text{ มิลลิเมตร}$$

ดังนั้น ระยะป้อนป้อนชิ้นงานปลายปิด 8 มิลลิเมตร เท่ากับ 32 มิลลิเมตร

ระยะป้อนป้อนชิ้นงานปลายปิด 10 มิลลิเมตร เท่ากับ 30 มิลลิเมตร

ข.5 การคำนวณหาจำนวนชิ้นที่ต้องทำการกัดร่องลิ่ม

1. รายละเอียดในการกัดร่องลิ่มชิ้นงาน

1.1 มีดกัด 8 มิลลิเมตร

ใช้เพลาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 25.4 มิลลิเมตร ยาว 300 มิลลิเมตร และเมื่อเทียบกับตารางมาตรฐานร่องลิ่ม DIN 6885 (A) หรือตารางที่ ค.1 (ภาคผนวก ค) ทำให้ต้องกัดร่องลิ่มขนาด 8 x 4 x 40 มิลลิเมตร (กว้าง x ลึก x ยาว) โดยจะทำการกัดร่องลิ่มแบบเปิดและแบบปิดอย่างละ 10 ร่องลิ่ม และต้องทำการทดลองกับเครื่องกลึงยันศูนย์ขนาด 5 นิ้ว และ 6 นิ้ว

1.2 มีดกัด 10 มิลลิเมตร

ใช้เพลาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 32 มิลลิเมตร ยาว 300 มิลลิเมตร และเมื่อเทียบกับตารางมาตรฐานร่องลิ่ม DIN 6885 (A) หรือตารางที่ ค.1 (ภาคผนวก ค) ทำให้ต้องกัดร่องลิ่มขนาด 10 x 5 x 40 มิลลิเมตร (กว้าง x ลึก x ยาว) โดยจะทำการกัดร่องลิ่มแบบเปิดและแบบปิดอย่างละ 10 ร่องลิ่ม โดยทำการทดลองกับเครื่องกลึงยันศูนย์ขนาด 5 นิ้ว และ 6 นิ้ว

2. การคำนวณหาจำนวนชิ้นงานที่ต้องวัด

คณะผู้ดำเนินโครงงานได้ใช้ทฤษฎีทางสถิติศาสตร์ ในเรื่องการกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง โดยคณะผู้จัดทำได้กำหนดการทดลองงานเป็นอย่าง 10 ซึ่งได้อ้างอิงมาจากตารางการกำหนดกลุ่มตัวอย่างของ Krejcie and Morgan ได้มีการกำหนดการทดลองเป็น 10 และมีการกำหนดกลุ่มตัวอย่าง เท่ากับ 10 เช่นกัน

และทางคณะผู้จัดทำมีความต้องการระดับความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 หรือยอมให้มีความคลาดเคลื่อนได้ร้อยละ 5 และได้ทำการกัดร่องลิ่มในแต่ละประเภทอย่างละ 10 ร่องลิ่ม จึงได้มีการคำนวณเพื่อสร้างความเชื่อมั่น โดยใช้สมการดังนี้

จากสมการที่ (ข.1)

$$n = \frac{N}{1-Ne^2} \qquad \textbf{(ข.1)}$$

เมื่อ n คือ จำนวนของตัวอย่าง

N คือ จำนวนของงาน

e คือ สัดส่วนความคลาดเคลื่อนเมื่อเทียบกับพารามิเตอร์

แทนค่าลงในสมการที่ (3) จะได้

$$n = \frac{10}{1-(10)(0.05)^2} = 10.26 \approx 10 \text{ ชิ้น}$$

ดังนั้น ต้องทำการวัดร่องลิ่มที่ได้ทำการกัดทั้งหมด 10 ชิ้น

ข.6 การคำนวณหาช่วงมาตรฐานที่ยอมรับได้

หาช่วงมาตรฐานโดยการเทียบกับตารางมาตรฐาน DIN 6885 (A) แสดงรายละเอียดในตารางที่ ค.1 และตารางที่ ค.2 (ภาคผนวก ค)

1. การคำนวณหาช่วงมาตรฐานที่ยอมรับได้ของร่องลิ่มขนาด 8 × 40 × 4 มิลลิเมตร

1.1 ความกว้างของร่องลิ่ม (b) ขนาด 8 มิลลิเมตร

ใช้เป็นงานสามพอดี จากตารางที่ ค.1 (ภาคผนวก ค) จะใช้ค่าความเผื่อที่ N9 และจากตารางที่ ค.2 ขนาดความกว้างของร่องลิ่ม อยู่ในช่วง 6 – 10 มิลลิเมตร คือ – 0.036 และ 0

ดังนั้นค่าพิกัดความเผื่อมาตรฐานของร่องลิ่มที่กว้าง 8 มิลลิเมตร คือ ค่าพิกัดความเผื่อตั้งแต่ 8 – 0.036 = 7.964 มิลลิเมตร และ 8 + 0 = 8.000 มิลลิเมตร หรือมีค่าพิกัดความเผื่อมาตรฐานอยู่ในช่วง 7.964 – 8.000 มิลลิเมตร

1.2 ความยาวของร่องลิ่ม (l) ขนาด 40 มิลลิเมตร

ใช้เป็นงานสามพอดี จากตารางที่ ค.1 (ภาคผนวก ค) จะใช้ค่าความเผื่อที่ 32 – 80 มิลลิเมตร และจากตารางที่ ค.1 ขนาดความยาวของร่องลิ่ม 40 มิลลิเมตร อยู่ในช่วง 32 – 80 มิลลิเมตร คือ – 0 และ + 0.3 มิลลิเมตร

ดังนั้นค่าพิกัดความเผื่อมาตรฐานของร่องลิ่มที่ยาว 40 มิลลิเมตร คือ ค่าพิกัดความเผื่อตั้งแต่ 40 – 0 = 40 มิลลิเมตร และ 40 + 0.3 = 40.3 มิลลิเมตร หรือมีค่าพิกัดความเผื่อมาตรฐานอยู่ในช่วง 40.0 – 40.3 มิลลิเมตร

1.3 ความลึกของร่องลิ่ม (t_1) ขนาด 4 มิลลิเมตร

ใช้เป็นงานสามพอดี จากตารางที่ ค.1 (ภาคผนวก ค) จะใช้ค่าความเผื่อที่ ≤22 และจากตารางที่ ค.1 ขนาดความลึกของร่องลิ่ม 4 มิลลิเมตร คือ – 0 และ + 0.1

ดังนั้นค่าพิกัดความเผื่อมาตรฐานของร่องลิ่มที่ลึก 4 มิลลิเมตร คือ ค่าพิกัดความเผื่อตั้งแต่ 4 – 0 = 4 มิลลิเมตร และ 4 + 0.1 = 4.1 มิลลิเมตร หรือมีค่าพิกัดความเผื่อมาตรฐานอยู่ในช่วง 4.0 – 4.1 มิลลิเมตร

2. การคำนวณหาช่วงมาตรฐานที่ยอมรับได้ของร่องลิ่มขนาด 10 × 40 × 5 มิลลิเมตร

2.1 ความกว้างของร่องลิ่ม (b) ขนาด 10 มิลลิเมตร

ใช้เป็นงานสามพอดี จากตารางที่ ค.1 (ภาคผนวก ค) จะใช้ค่าความเผื่อที่ N9 และจากตารางที่ ค.2 ขนาดความกว้างของร่องลิ่ม อยู่ในช่วง 6 – 10 มิลลิเมตร คือ – 0.036 และ + 0

ดังนั้นค่าพิกัดความเผื่อมาตรฐานของร่องลิ่มที่กว้าง 8 มิลลิเมตร คือ ค่าพิกัดความเผื่อตั้งแต่ 10 – 0.036 = 9.964 มิลลิเมตร และ 10 + 0 = 10.000 มิลลิเมตร หรือมีค่าพิกัดความเผื่อมาตรฐานอยู่ในช่วง 9.964 – 10.000 มิลลิเมตร

2.2 ความยาวของร่องลิ่ม (l) ขนาด 40 มิลลิเมตร

ใช้เป็นงานสามพอดี จากตารางที่ ค.1 (ภาคผนวก ค) จะใช้ค่าความเผื่อที่ 32 – 80 มิลลิเมตร และจากตารางที่ ค.1 ขนาดความยาวของร่องลิ่ม 40 มิลลิเมตร อยู่ในช่วง 32 – 80 มิลลิเมตร คือ – 0 และ + 0.3 มิลลิเมตร

ดังนั้นค่าพิกัดความเผื่อมาตรฐานของร่องลิ่มที่ยาว 40 มิลลิเมตร คือ ค่าพิกัดความเผื่อตั้งแต่ 40 – 0 = 40 มิลลิเมตร และ 40 + 0.3 = 40.3 มิลลิเมตร หรือมีค่าพิกัดความเผื่อมาตรฐานอยู่ในช่วง 40.0 – 40.3 มิลลิเมตร

2.3 ความลึกของร่องลิ่ม (t_1) ขนาด 5 มิลลิเมตร

ใช้เป็นงานสามพอดี จากตารางที่ ค.1 (ภาคผนวก ค) จะใช้ค่าความเผื่อที่ ≤22 และจากตารางที่ ค.1 ขนาดความลึกของร่องลิ่ม 4 มิลลิเมตร คือ – 0 และ + 0.1

ดังนั้นค่าพิกัดความเผื่อมาตรฐานของร่องลิ่มที่ลึก 4 มิลลิเมตร คือ ค่าพิกัดความเผื่อตั้งแต่ 5 – 0 = 5.0 มิลลิเมตร และ 5 + 0.1 = 5.1 มิลลิเมตร หรือมีค่าพิกัดความเผื่อมาตรฐานอยู่ในช่วง 5.0 – 5.1 มิลลิเมตร

ข.7 การคำนวณหาร้อยละความคลาดเคลื่อน

จากสมการที่ (ข.2)

$$\text{ร้อยละความคลาดเคลื่อน} = \frac{|\text{ค่าจริง} - \text{ค่าทดลอง}|}{\text{ค่าจริง}} \times 100 \qquad \textbf{(ข.2)}$$

นำค่าเฉลี่ยที่ได้จากการทดสอบ และค่ามาตรฐาน มาแทนค่าในสมการที่ (4) ดังต่อไปนี้

1. การคำนวณหาร้อยละความคลาดเคลื่อนของร่องลิ่ม เครื่องกลึงขนาด 125 มิลลิเมตร

1.1 คำนวณหาร้อยละความคลาดเคลื่อนของร่องลิ่มขนาด 8 × 40 × 4 มิลลิเมตร

1.1.1 แบบปลายเปิด

1.1.1.1 ร้อยละความคลาดเคลื่อนของความกว้าง

ชิ้นงานทดสอบมีความกว้างของร่องลิ่ม เท่ากับ 8.02 มิลลิเมตร

ค่ามาตรฐานความกว้างร่องลิ่ม เท่ากับ 8.00 มิลลิเมตร

แทนค่าลงในสมการที่ (4)

$$\text{ร้อยละความคลาดเคลื่อนของความกว้าง} = \frac{|8.00 - 8.02|}{8.00} \times 100$$

$$= 0.25\ \%$$

ดังนั้น ร้อยละความคลาดเคลื่อนของความกว้าง เท่ากับ ร้อยละ 0.25

1.1.1.2 ร้อยละความคลาดเคลื่อนของความลึก

ชิ้นงานทดสอบมีความลึกองร่องลิ่ม เท่ากับ 4.03 มิลลิเมตร

ค่ามาตรฐานความลึกของร่องลิ่ม เท่ากับ 4.00 มิลลิเมตร

แทนค่าลงในสมการที่ (4)

$$\text{ร้อยละความคลาดเคลื่อนของความลึก} = \frac{|4.00-4.03|}{4.00} \times 100$$

$$= 0.75\ \%$$

ดังนั้น ร้อยละความคลาดเคลื่อนของความลึก เท่ากับ ร้อยละ 0.75

1.1.1.3 ร้อยละความคลาดเคลื่อนของความยาว

ชิ้นงานทดสอบมีความยาวของร่องลิ่ม เท่ากับ 40.00 มิลลิเมตร

ค่ามาตรฐานความยาวของร่องลิ่ม เท่ากับ 40.00 มิลลิเมตร

แทนค่าลงในสมการที่ (4)

$$\text{ร้อยละความคลาดเคลื่อนของความยาว} = \frac{|40.00-40.00|}{40.00} \times 100$$

$$= 0\ \%$$

ดังนั้น ไม่มีความคลาดเคลื่อนของความยาว

1.1.2 แบบปลายปิด

1.1.2.1 ร้อยละความคลาดเคลื่อนของความกว้าง

ชิ้นงานทดสอบมีความกว้างของร่องลิ่ม เท่ากับ 0.02 มิลลิเมตร

ค่ามาตรฐานความกว้างร่องลิ่ม เท่ากับ 8.00 มิลลิเมตร

แทนค่าลงในสมการที่ (4)

$$\text{ร้อยละความคลาดเคลื่อนของความกว้าง} = \frac{|8.00-8.02|}{8.00} \times 100$$

$$= 0.25\ \%$$

ดังนั้น ร้อยละความคลาดเคลื่อนของความกว้าง เท่ากับ ร้อยละ 0.25

1.1.2.2 ร้อยละความคลาดเคลื่อนของความลึก

ชิ้นงานทดสอบมีความลึกองร่องลิ่ม เท่ากับ 4.00 มิลลิเมตร

ค่ามาตรฐานความลึกของร่องลิ่ม เท่ากับ 4.00 มิลลิเมตร

แทนค่าลงในสมการที่ (4)

$$\text{ร้อยละความคลาดเคลื่อนของความลึก} = \frac{|4.00-4.00|}{4.00} \times 100$$

$$= 0\ \%$$

ดังนั้น ไม่มีความคลาดเคลื่อนของความลึก

1.1.2.3 ร้อยละความคลาดเคลื่อนของความยาว

ชิ้นงานทดสอบมีความยาวของร่องลิ่ม เท่ากับ 39.98 มิลลิเมตร

ค่ามาตรฐานความยาวของร่องลิ่ม เท่ากับ 40.00 มิลลิเมตร

แทนค่าลงในสมการที่ (4)

$$\text{ร้อยละความคลาดเคลื่อนของความยาว} = \frac{|40.00-39.98|}{40.00} \times 100$$

$$= 0.05\ \%$$

ดังนั้น ร้อยละความคลาดเคลื่อนของความยาว เท่ากับ **ร้อยละ** 0.05

1.2 การคำนวณหาร้อยละความคลาดเคลื่อนของร่องลิ่มขนาด 10 × 40 × 5 มิลลิเมตร

1.2.1 แบบปลายเปิด

1.2.1.1 ร้อยละความคลาดเคลื่อนของความกว้าง

ชิ้นงานทดสอบมีความกว้างของร่องลิ่ม เท่ากับ 10.00 มิลลิเมตร

ค่ามาตรฐานความกว้างร่องลิ่ม เท่ากับ 10.00 มิลลิเมตร

แทนค่าลงในสมการที่ (4)

$$\text{ร้อยละความคลาดเคลื่อนของความกว้าง} = \frac{|10.00-10.00|}{10.00} \times 100$$

$$= 0\ \%$$

ดังนั้น ไม่มีความคลาดเคลื่อนของความกว้าง

1.2.1.2 ร้อยละความคลาดเคลื่อนของความลึก

ชิ้นงานทดสอบมีความลึกองร่องลิ่ม เท่ากับ 4.96 มิลลิเมตร

ค่ามาตรฐานความลึกของร่องลิ่ม เท่ากับ 5.00 มิลลิเมตร

แทนค่าลงในสมการที่ (4)

$$\text{ร้อยละความคลาดเคลื่อนของความลึก} = \frac{|5.00-4.96|}{5.00} \times 100$$

$$= 0.80\ \%$$

ดังนั้น ร้อยละความคลาดเคลื่อนของความลึก เท่ากับ ร้อยละ 0.80

1.2.1.3 ร้อยละความคลาดเคลื่อนของความยาว

ชิ้นงานทดสอบมีความยาวของร่องลิ่ม เท่ากับ 40.06 มิลลิเมตร

ค่ามาตรฐานความยาวของร่องลิ่ม เท่ากับ 40.00 มิลลิเมตร

แทนค่าลงในสมการที่ (4)

$$\text{ร้อยละความคลาดเคลื่อนของความยาว} = \frac{|40.00-40.06|}{40.00} \times 100$$

$$= 0.15\ \%$$

ดังนั้น ร้อยละความคลาดเคลื่อนของความยาว เท่ากับ ร้อยละ 0.15

1.2.2 แบบปลายปิด

1.2.2.1 ร้อยละความคลาดเคลื่อนของความกว้าง

ชิ้นงานทดสอบมีความกว้างของร่องลิ่ม เท่ากับ 10.01 มิลลิเมตร

ค่ามาตรฐานความกว้างร่องลิ่ม เท่ากับ 10.00 มิลลิเมตร

แทนค่าลงในสมการที่ (4)

$$\text{ร้อยละความคลาดเคลื่อนของความกว้าง} = \frac{|10.00-10.01|}{10.0} \times 100$$

$$= 0.1\ \%$$

ดังนั้น ร้อยละความคลาดเคลื่อนของความกว้าง เท่ากับ ร้อยละ 0.10

1.2.2.2 ร้อยละความคลาดเคลื่อนของความลึก

ชิ้นงานทดสอบมีความลึกองร่องลิ่ม เท่ากับ 5.04 มิลลิเมตร

ค่ามาตรฐานความลึกของร่องลิ่ม เท่ากับ 5.00 มิลลิเมตร

แทนค่าลงในสมการที่ (4)

$$\text{ร้อยละความคลาดเคลื่อนของความลึก} = \frac{|5.00-5.04|}{5.00} \times 100$$

$$= 0.8\ \%$$

ดังนั้น ร้อยละความคลาดเคลื่อนของความลึก เท่ากับ ร้อยละ 0.8

1.2.2.3 ร้อยละความคลาดเคลื่อนของความยาว

ชิ้นงานทดสอบมีความยาวของร่องลิ่ม เท่ากับ 40.16 มิลลิเมตร

ค่ามาตรฐานความยาวของร่องลิ่ม เท่ากับ 40.00 มิลลิเมตร

แทนค่าลงในสมการที่ (4)

$$\text{ร้อยละความคลาดเคลื่อนของความยาว} = \frac{|40.00-40.16|}{40.00} \times 100$$

$$= 0.4\ \%$$

ดังนั้น ร้อยละความคลาดเคลื่อนของความยาว เท่ากับ ร้อยละ 0.4

1. การคำนวณหาร้อยละความคลาดเคลื่อนของร่องลิ่ม เครื่องกลึงขนาด 150 มิลลิเมตร

1.1 คำนวณหาร้อยละความคลาดเคลื่อนของร่องลิ่มขนาด 8 × 4 × **40 มิลลิเมตร**

2.1.1 แบบปลายเปิด

2.1.1.1 ร้อยละความคลาดเคลื่อนของความกว้าง

ชิ้นงานทดสอบมีความกว้างของร่องลิ่ม เท่ากับ 7.99 มิลลิเมตร

ค่ามาตรฐานความกว้างร่องลิ่ม เท่ากับ 8.00 มิลลิเมตร

แทนค่าลงในสมการที่ (4)

$$\text{ร้อยละความคลาดเคลื่อนของความกว้าง} = \frac{|8.00-7.99|}{8.00} \times 100$$

$$= 0.125\ \%$$

ดังนั้น ร้อยละความคลาดเคลื่อนของความกว้าง เท่ากับ ร้อยละ 0.125

2.1.1.2 ร้อยละความคลาดเคลื่อนของความลึก

ชิ้นงานทดสอบมีความลึกองร่องลิ่ม เท่ากับ 4.01 มิลลิเมตร

ค่ามาตรฐานความลึกของร่องลิ่ม เท่ากับ 4.00 มิลลิเมตร

แทนค่าลงในสมการที่ (4)

$$\text{ร้อยละความคลาดเคลื่อนของความลึก} = \frac{|4.00-4.01|}{4.00} \times 100$$

$$= 0.25\ \%$$

ดังนั้น ร้อยละความคลาดเคลื่อนของความลึก เท่ากับ ร้อยละ 0.25

2.1.1.3 ร้อยละความคลาดเคลื่อนของความยาว

ชิ้นงานทดสอบมีความยาวของร่องลิ่ม เท่ากับ 39.97 มิลลิเมตร

ค่ามาตรฐานความยาวของร่องลิ่ม เท่ากับ 40.00 มิลลิเมตร

แทนค่าลงในสมการที่ (4)

$$\text{ร้อยละความคลาดเคลื่อนของความยาว} = \frac{|40.00-39.97|}{40.00} \times 100$$

$$= 0.075\ \%$$

ดังนั้น ร้อยละความคลาดเคลื่อนของความยาว เท่ากับ ร้อยละ 0.075

2.1.2 แบบปลายปิด

2.1.2.1 ร้อยละความคลาดเคลื่อนของความกว้าง

ชิ้นงานทดสอบมีความกว้างของร่องลิ่ม เท่ากับ 8.01 มิลลิเมตร

ค่ามาตรฐานความกว้างร่องลิ่ม เท่ากับ 8.00 มิลลิเมตร

แทนค่าลงในสมการที่ (5)

$$\text{ร้อยละความคลาดเคลื่อนของความกว้าง} = \frac{|8.00-8.01|}{8.00} \times 100$$

$$= 0.125\ \%$$

ดังนั้น ร้อยละความคลาดเคลื่อนของความกว้าง เท่ากับ ร้อยละ 0.125

2.1.2.2 ร้อยละความคลาดเคลื่อนของความลึก

ชิ้นงานทดสอบมีความลึกองร่องลิ่ม เท่ากับ 4.04 มิลลิเมตร

ค่ามาตรฐานความลึกของร่องลิ่ม เท่ากับ 4.00 มิลลิเมตร

แทนค่าลงในสมการที่ (5)

$$\text{ร้อยละความคลาดเคลื่อนของความลึก} = \frac{|4.00-4.04|}{4.00} \times 100$$

$$= 1\ \%$$

ดังนั้น ร้อยละความคลาดเคลื่อนของความลึก เท่ากับ ร้อยละ 1

2.1.2.3 ร้อยละความคลาดเคลื่อนของความยาว

ชิ้นงานทดสอบมีความยาวของร่องลิ่ม เท่ากับ 40.02 มิลลิเมตร

ค่ามาตรฐานความยาวของร่องลิ่ม เท่ากับ 40.00 มิลลิเมตร

แทนค่าลงในสมการที่ (5)

$$\text{ร้อยละความคลาดเคลื่อนของความยาว} = \frac{|40.00-40.02|}{40.00} \times 100$$

$$= 0.05\ \%$$

ดังนั้น ร้อยละความคลาดเคลื่อนของความยาว เท่ากับ ร้อยละ 0.05

2.2 การคำนวณหาร้อยละความคลาดเคลื่อนของร่องลิ่มขนาด 10 × 40 × 5 มิลลิเมตร

2.2.1 แบบปลายเปิด

2.2.1.1 ร้อยละความคลาดเคลื่อนของความกว้าง

ชิ้นงานทดสอบมีความกว้างของร่องลิ่ม เท่ากับ 9.99 มิลลิเมตร

ค่ามาตรฐานความกว้างร่องลิ่ม เท่ากับ 10.00 มิลลิเมตร

แทนค่าลงในสมการที่ (5)

$$\text{ร้อยละความคลาดเคลื่อนของความกว้าง} = \frac{|10.00-9.99|}{10.00} \times 100$$

$$= 0.1\ \%$$

ดังนั้น ร้อยละความคลาดเคลื่อนของความกว้าง เท่ากับ ร้อยละ 0.1

2.2.1.2 ร้อยละความคลาดเคลื่อนของความลึก

ชิ้นงานทดสอบมีความลึกองร่องลิ่ม เท่ากับ 5.12 มิลลิเมตร

ค่ามาตรฐานความลึกของร่องลิ่ม เท่ากับ 5.00 มิลลิเมตร

แทนค่าลงในสมการที่ (4)

$$\text{ร้อยละความคลาดเคลื่อนของความลึก} = \frac{|5.00-5.12|}{5.00} \times 100$$

$$= 2.4\ \%$$

ดังนั้น ร้อยละความคลาดเคลื่อนของความลึก เท่ากับ ร้อยละ 2.4

2.2.1.3 **ร้อยละความคลาดเคลื่อนของความยาว**

ชิ้นงานทดสอบมีความยาวของร่องลิ่ม เท่ากับ 40.02 มิลลิเมตร

ค่ามาตรฐานความยาวของร่องลิ่ม เท่ากับ 40.000 มิลลิเมตร

แทนค่าลงในสมการที่ (4)

$$\text{ร้อยละความคลาดเคลื่อนของความยาว} = \frac{|40.00-40.02|}{40.00} \times 100$$

$$= 0.05\ \%$$

ดังนั้น ร้อยละความคลาดเคลื่อนของความยาว เท่ากับ ร้อยละ 0.05

2.2.2 แบบปลายปิด

2.2.2.1 **ร้อยละความคลาดเคลื่อนของความกว้าง**

ชิ้นงานทดสอบมีความกว้างของร่องลิ่ม เท่ากับ 10.00 มิลลิเมตร

ค่ามาตรฐานความกว้างร่องลิ่ม เท่ากับ 10.00 มิลลิเมตร

แทนค่าลงในสมการที่ (4)

$$\text{ร้อยละความคลาดเคลื่อนของความกว้าง} = \frac{|10.00-10.00|}{10.00} \times 100$$

$$= 0\ \%$$

ดังนั้น ไม่มีความคลาดเคลื่อนของความกว้าง

2.2.2.2 ร้อยละความคลาดเคลื่อนของความลึก

ชิ้นงานทดสอบมีความลึกองร่องลิ่ม เท่ากับ 4.99 มิลลิเมตร

ค่ามาตรฐานความลึกของร่องลิ่ม เท่ากับ 5.00 มิลลิเมตร

แทนค่าลงในสมการที่ (4)

$$\text{ร้อยละความคลาดเคลื่อนของความลึก} = \frac{|5.00-4.99|}{5.00} \times 100$$

$$= 0.2\ \%$$

ดังนั้น ร้อยละความคลาดเคลื่อนของความลึก เท่ากับ ร้อยละ 0.2

2.2.2.3 ร้อยละความคลาดเคลื่อนของความยาว

ชิ้นงานทดสอบมีความยาวของร่องลิ่ม เท่ากับ 40.01 มิลลิเมตร

ค่ามาตรฐานความยาวของร่องลิ่ม เท่ากับ 40.00 มิลลิเมตร

แทนค่าลงในสมการที่ (4)

$$\text{ร้อยละความคลาดเคลื่อนของความยาว} = \frac{|40.00-40.01|}{40.00} \times 100$$

$$= 0.025\ \%$$

ดังนั้น ร้อยละความคลาดเคลื่อนของความยาว เท่ากับ ร้อยละ 0.025

2. การคำนวณหาร้อยละความคลาดเคลื่อนของร่องลิ่มตรงกลางเพลา กับเครื่องกลึงความสูงจากศูนย์เหนือแท่น 5 นิ้ว

1.2 แบบปลายปิดตำแหน่งที่ 1

3.1.1 ร้อยละความคลาดเคลื่อนของความกว้าง

ชิ้นงานทดสอบมีความกว้างของร่องลิ่ม เท่ากับ 8.07 มิลลิเมตร

ค่ามาตรฐานความกว้างร่องลิ่ม เท่ากับ 8.00 มิลลิเมตร

แทนค่าลงในสมการที่ (4)

$$\text{ร้อยละความคลาดเคลื่อนของความกว้าง} = \frac{|8.00-8.07|}{8.00} \times 100$$

$$= 0.875\ \%$$

ดังนั้น ร้อยละความคลาดเคลื่อนของความกว้าง เท่ากับ ร้อยละ 0.875

3.1.2 ร้อยละความคลาดเคลื่อนของความลึก

ชิ้นงานทดสอบมีความลึกองร่องลิ่ม เท่ากับ 4.12 มิลลิเมตร

ค่ามาตรฐานความลึกของร่องลิ่ม เท่ากับ 4.00 มิลลิเมตร

แทนค่าลงในสมการที่ (4)

$$\text{ร้อยละความคลาดเคลื่อนของความลึก} = \frac{|4.00-4.12|}{4.00} \times 100$$

$$= 3\ \%$$

ดังนั้น ร้อยละความคลาดเคลื่อนของความลึก เท่ากับ ร้อยละ 3

3.1.3 ร้อยละความคลาดเคลื่อนของความยาว

ชิ้นงานทดสอบมีความยาวของร่องลิ่ม เท่ากับ 40.06 มิลลิเมตร

ค่ามาตรฐานความยาวของร่องลิ่ม เท่ากับ 40.00 มิลลิเมตร

แทนค่าลงในสมการที่ (4)

$$\text{ร้อยละความคลาดเคลื่อนของความยาว} = \frac{|40.00-40.06|}{40.00} \times 100$$

$$= 0.15\ \%$$

ดังนั้น ร้อยละความคลาดเคลื่อนของความยาว เท่ากับ ร้อยละ 0.15

1.2 แบบปลายปิดตำแหน่งที่ 2

3.2.1 ร้อยละความคลาดเคลื่อนของความกว้าง

ชิ้นงานทดสอบมีความกว้างของร่องลิ่ม เท่ากับ 8.04 มิลลิเมตร

ค่ามาตรฐานความกว้างร่องลิ่ม เท่ากับ 8.00 มิลลิเมตร

แทนค่าลงในสมการที่ (4)

$$\text{ร้อยละความคลาดเคลื่อนของความกว้าง} = \frac{|8.00-8.04|}{8.00} \times 100$$

$$= 0.5\ \%$$

ดังนั้น ร้อยละความคลาดเคลื่อนของความกว้าง เท่ากับ ร้อยละ 0.5

3.2.2 ร้อยละความคลาดเคลื่อนของความลึก

ชิ้นงานทดสอบมีความลึกองร่องลิ่ม เท่ากับ 3.98 มิลลิเมตร

ค่ามาตรฐานความลึกของร่องลิ่ม เท่ากับ 4.00 มิลลิเมตร

แทนค่าลงในสมการที่ (4)

$$\text{ร้อยละความคลาดเคลื่อนของความลึก} = \frac{|4.00-3.98|}{4.00} \times 100$$

$$= 0.5\ \%$$

ดังนั้น ร้อยละความคลาดเคลื่อนของความลึก เท่ากับ ร้อยละ 0.5

3.2.3 ร้อยละความคลาดเคลื่อนของความยาว

ชิ้นงานทดสอบมีความยาวของร่องลิ่ม เท่ากับ 39.95 มิลลิเมตร

ค่ามาตรฐานความยาวของร่องลิ่ม เท่ากับ 40.00 มิลลิเมตร

แทนค่าลงในสมการที่ (4)

$$\text{ร้อยละความคลาดเคลื่อนของความยาว} = \frac{|40.00-39.95|}{40.00} \times 100$$

$$= 0.125\ \%$$

ดังนั้น ร้อยละความคลาดเคลื่อนของความยาว เท่ากับ ร้อยละ 0.125

2. สรุปร้อยละความคลาดเคลื่อน

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

2.1 เฉลี่ยร้อยละความคลาดเคลื่อนของความกว้าง

$$\bar{x} = \frac{0.25 + 0.25 + 0 + 0.1 + 0.125 + 0.125 + 0.1 + 0 + 0.875 + 0.5}{10} = 0.23$$

ดังนั้น เฉลี่ยร้อยละความคลาดเคลื่อนของความกว้าง เท่ากับ ร้อยละ 0.23

2.2 เฉลี่ยร้อยละความคลาดเคลื่อนของความลึก

$$\bar{x} = \frac{0.75 + 0 + 0.8 + 0.8 + 0.25 + 1 + 2.4 + 0.2 + 3 + 0.5}{10} = 0.97$$

ดังนั้น เฉลี่ยร้อยละความคลาดเคลื่อนของความลึก เท่ากับ ร้อยละ 0.97

2.3 เฉลี่ยร้อยละความคลาดเคลื่อนของความยาว

$$\bar{x} = \frac{0 + 0.05 + 0.15 + 0.4 + 0.075 + 0.05 + 0.05 + 025 + 0.15 + 0.125}{10} = 0.11$$

ดังนั้น เฉลี่ยร้อยละความคลาดเคลื่อนของความยาว เท่ากับ ร้อยละ 0.11

ข.8 คำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อนของเครื่องกลึง

รูเพลาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 mm designation เป็น H7-g6 จะได้ว่า สำหรับรูเพลาค่าพิกัดความเผื่อคือ 0 ถึง +0.015 มีค่าพิกัดความเผื่อต่ำสุดอยู่ใน 8 มิลลิเมตร และมากสุดอยู่ที่ 8.015 มิลลิเมตร

ดังนั้นค่าพิกัดความเผื่อมาตรฐานของรูเพลาขนาด 8 มิลลิเมตร มีค่าพิกัดความเผื่อมาตรฐานอยู่ในช่วง 8 – 8.015 มิลลิเมตร

ตารางที่ ข.1 ผลการทดสอบกลึงคว้านรู 8 × 40 มิลลิเมตร ชิ้นงานเพลา (SS400) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 25.4 มิลลิเมตร

เครื่องกลึงความสูงจากศูนย์เหนือแท่น 5 นิ้ว		เครื่องกลึงความสูงจากศูนย์เหนือแท่น 6 นิ้ว	
ชิ้นงาน	ขนาดของรูเพลา (ม.ม.)	ชิ้นงาน	ขนาดของรูเพลา (ม.ม.)
1	8.19	1	8.21
2	8.32	2	8.18
3	8.20	3	8.28
4	8.22	4	8.25
5	8.26	5	8.30
ค่าเฉลี่ย	8.22	ค่าเฉลี่ย	8.244

1. คำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อนของเคลื่อนกลึงความสูงจากศูนย์เหนือแท่น 5 นิ้ว

$$\text{ร้อยละความคลาดเคลื่อนของเครื่องกลึง} = \frac{|8.00-8.22|}{8.00} \times 100$$

$$= 2.25\ \%$$

ดังนั้น ร้อยละความคลาดเคลื่อนของความลึก เท่ากับ ร้อยละ 2.25

2. คำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อนของเคลื่อนกลึงความสูงจากศูนย์เหนือแท่น 6 นิ้ว

$$\text{ร้อยละความคลาดเคลื่อนของเครื่องกลึง} = \frac{|8.00-8.244|}{8.00} \times 100$$

$$= 3.05\ \%$$

ดังนั้น ร้อยละความคลาดเคลื่อนของความลึก เท่ากับ ร้อยละ 3.05

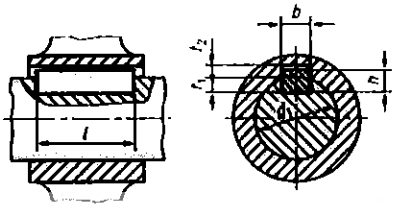
ภาคผนวก ค

ตารางมาตรฐานต่างๆ

ตารางที่ ค.1 ขนาดมาตรฐานของร่องลิ่มขัดแบบแท่งตาม DIN 6885

Passfedern (hohe Form) — vgl. DIN 6885-1 (1968-08)

Form A | Form B | Form C | Form D | Form E | Form F



Toleranzen für Passfedernuten			
Wellennutenbreite b	fester Sitz leichter Sitz		P 9 N 9
Nabennutenbreite b	fester Sitz leichter Sitz		P 9 JS 9
zul. Abweichung bei d_1	≤ 22	≤ 130	> 130
Wellennutentiefe t_1 Nabennutentiefe t_2	+ 0,1 + 0,1	+ 0,2 + 0,2	+ 0,3 + 0,3
zul. Abweichung bei Länge l	6...28	32...80	90...400
Längentoleranzen für Feder	- 0,2	- 0,3	- 0,5
Längentoleranzen für Nut	+ 0,2	+ 0,3	+ 0,5

d_1 über / bis	6 / 8	8 / 10	10 / 12	12 / 17	17 / 22	22 / 30	30 / 38	38 / 44	44 / 50	50 / 58	58 / 65	65 / 75	75 / 85	85 / 95	95 / 110	110 / 130
b	2	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32
h	2	3	4	5	6	7	8	8	9	10	11	12	14	14	16	18
t_1	1,2	1,8	2,5	3	3,5	4	5	5	5,5	6	7	7,5	9	9	10	11
t_2	1	1,4	1,8	2,3	2,8	3,3	3,3	3,3	3,8	4,3	4,4	4,9	5,4	5,4	6,4	7,4
l von	6	6	8	10	14	18	20	28	36	45	50	56	63	70	80	90
l bis	20	36	45	56	70	90	110	140	160	180	200	220	250	280	320	360

Nennlängen l: 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 25, 28, 32, 36, 40, 45, 50, 56, 63, 70, 80, 90, 100, 110, 125, 140, 160, 180, 200, 220, 250, 280, 320 mm

Beispiel: Passfeder DIN 6885 - A - 12 x 8 x 56: Form A, b = 12 mm, h = 8 mm, l = 56 mm

ที่มา : ตารางคู่มืองานโลหะ

ตารางที่ ค.2 ตารางพิกัดความเผื่อมาตรฐาน

ขนาดพิกัดสำหรับชิ้นส่วนมาตรฐาน — ตาม DIN ISO 286-2 (1990-11)

ช่วงขนาดระบุ มากกว่า...จนถึง มม.	ค่าพิกัดเป็น µm สำหรับชั้นพิกัดนี้ (1)														
	สำหรับรู							สำหรับแกน							
	E6	F7	G6	K6	N8	N9	P8	d10	f6	f9	g5	g7	m5	p6	r7
1... 3	+ 20 + 14	+ 16 + 6	+ 8 + 2	0 - 6	- 4 - 18	- 4 - 29	- 6 - 20	- 20 - 60	- 6 - 12	- 6 - 31	- 2 - 6	- 2 - 12	+ 6 + 2	+ 12 + 6	+ 20 + 10
3... 6	+ 28 + 20	+ 22 + 10	+ 12 + 4	+ 2 - 6	- 2 - 20	- 8 - 30	- 12 - 30	- 30 - 78	- 10 - 18	- 10 - 40	- 4 - 9	- 4 - 16	+ 9 + 4	+ 20 + 12	+ 27 + 19
6... 10	+ 34 + 25	+ 28 + 13	+ 14 + 5	+ 2 - 7	- 3 - 25	- 9 - 36	- 15 - 37	- 40 - 98	- 13 - 22	- 13 - 49	- 5 - 11	- 5 - 20	+ 12 + 6	+ 24 + 15	+ 34 + 19
10... 14	+ 43	+ 34	+ 17	+ 2	- 3	- 11	- 18	- 50	- 16	- 16	- 6	- 6	+ 15	+ 29	+ 41
14... 18	+ 32	+ 16	+ 6	- 9	- 30	- 43	- 45	- 120	- 27	- 59	- 14	- 24	+ 7	+ 18	+ 23
18... 24	+ 53	+ 41	+ 20	+ 2	- 3	- 13	- 22	- 65	- 20	- 20	- 7	- 7	+ 17	+ 35	+ 49
24... 30	+ 40	+ 20	+ 7	- 11	- 36	- 52	- 55	- 149	- 33	- 72	- 16	- 28	+ 8	+ 22	+ 28
30... 40	+ 66	+ 50	+ 25	+ 3	- 3	- 15	- 26	- 80	- 25	- 25	- 9	- 9	+ 20	+ 42	+ 59
40... 50	+ 50	+ 25	+ 9	- 13	- 42	- 62	- 66	- 180	- 41	- 87	- 20	- 34	+ 9	+ 26	+ 34

ที่มา : ตารางคู่มืองานโลหะ

ตารางที่ ค.3 ตารางค่าความเร็วตัด

กลุ่มวัสดุ	ความต้านแรงดึง R_m N/mm²	ความแข็ง HB	ความเร็วตัด v_c เป็น m/min	
			ไม่ผ่านน้ำมัน	ผ่านน้ำมัน[2]
เหล็กสร้าง, เหล็กคาร์บอนมีไม่เจือ, เหล็กกล้า Case hardening	< 700	< 200	43	70
เหล็กสร้าง, เหล็กกล้า Case hardening แบบเจือและไม่เจือ และเหล็กหล่อ	< 800	< 240	32	52
เหล็กกล้าแบบเจือและไม่เจือและ เหล็กอบชุบ, เหล็กไนไตรด, เหล็กสร้างแบบความเร็วสูง	< 800 ...1200	< 240 ...380	24	40
เหล็กอบชุบแล้ว, เหล็ก High speed, เหล็ก Stainless	< 1200	< 380	17	27
เหล็กหล่อ		< 150	24	40
		< 150	17	27
			90	180

ที่มา : ตารางคู่มืองานโลหะ

ภาคผนวก ง

การสร้างและทดลองฟิกซ์เจอร์

ง.1 การสร้างฟิกซ์เจอร์สำหรับงานทำร่องลิ่มแบบใหม่

ลงมือสร้างตามที่ได้ออกแบบไว้ ดังต่อไปนี้

1.1 สร้างระบบจับยึดชิ้นงาน

จากการที่ได้ทำการออกแบบจัดหาวัสดุและอุปกรณ์ของระบบการจับยึดชิ้น จึงได้ทำการสร้างดังนี้

1.1.1 นำเหล็กแผ่นดำที่เตรียมไว้มาปาดผิวให้ได้ขนาด 65 × 150 × 10 มิลลิเมตร จำนวน 2 ชิ้น ตามรูปที่ ก.5 (ภาคผนวก ก) แล้วนำมาตัดปาดผิวและคว้านรู จำนวน 1 ชิ้น ตามที่ออกแบบไว้ดังรูปที่ ก.9 (ภาคผนวก ก)

1.1.2 นำเหล็กแผ่นดำที่ได้ทำการจัดเตรียมไว้มาปาดผิวให้ได้ขนาด 90 × 150 × 20 มิลลิเมตร แล้วนำมาตัดคว้านรู จำนวน 1 ชิ้น ให้ได้ขนาดตามที่ออกแบบไว้ ดังรูปที่ ก.6 (ภาคผนวก ก)

1.1.3 นำเหล็กเพลาสี่เหลี่ยมที่เตรียมไว้จำนวน 1 ชิ้น มาตัดปาดผิวให้เป็น V-Block และตัดแบ่งออกเป็น 2 ชิ้น ให้ได้ตามที่ออกแบบไว้ ดังรูปที่ ก.2 (ภาคผนวก ก)

1.1.4 นำส่วนประกอบของระบบการจับชิ้นงานทั้งหมดที่ผ่านการตัดปาดผิวแล้วมาประกอบเข้าด้วยกันโดยวิธีการยึดสกรู โดยใช้สกรูที่มีขนาด M5 × 25 มิลลิเมตร จำนวน 8 ตัว และสกรูหัวจมเตเปอร์ M12 × 75 มิลลิเมตร สำหรับล็อคชิ้นงานจำนวน 2 ตัว ให้ได้ลักษณะตามที่ออกแบบไว้ หลังจากประกอบกันเรียบร้อยแล้วจะมีลักษณะ ดังรูปที่ ก.10 (ภาคผนวก ก)

1.2 สร้างระบบการปรับตั้งระยะแนวแกน y หรือแนวดิ่ง

จากการที่ได้ออกแบบจัดหาวัสดุและอุปกรณ์ของระบบการปรับตั้งระยะแนวแกน y หรือแนวดิ่ง จึงได้ทำการสร้างดังนี้

1.2.1 นำเหล็กแผ่นดำ (SS400) มาตัดปาดผิวให้ได้ขนาด 150 × 150 × 10 มิลลิเมตร จำนวน 1 ชิ้น ตามที่ออกแบบไว้ ดังรูปที่ ก.8 (ภาคผนวก ก)

1.2.2 นำเหล็กแผ่นดำ (SS400) มาตัดปาดผิวให้ได้ขนาด 60 × 150 × 10 มิลลิเมตร แล้วนำมาตัดคว้านระยะตรงกลางชิ้นงาน จำนวน 2 ชิ้น ตามที่ออกแบบไว้ ดังรูปที่ ก.4 (ภาคผนวก ก)

1.2.3 นำเหล็กแผ่นดำ (SS400) มาตัดปาดผิวให้ได้ขนาด 60 × 130 × 10 มิลลิเมตร จำนวน 3 ชิ้น แล้วนำมาคว้านรู ตามที่ออกแบบไว้ ดังรูปที่ ก.1 และรูปที่ ก.3 (ภาคผนวก ก)

1.2.4 นำเหล็กแผ่นดำ (SS400) ขนาด 25 × 40 × 10 มิลลิเมตร ที่จัดหาไว้จำนวน 2 ชิ้น มาคว้านรูตรงกลางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 มิลลิเมตร

1.2.5 เตรียมเหล็กเพลา (SS400) ขนาด 25 × 35 × 160 มิลลิเมตร 1 ชิ้น

1.2.6 เตรียมเหล็กเพลา (SS400) ขนาด Ø17 × 195 มิลลิเมตร จำนวน 2 ชิ้น

1.2.7 นำส่วนประกอบของระบบการจับชิ้นงานทั้งหมดที่ผ่านการตัดปาดผิวแล้วมาประกอบเข้าด้วยกันโดยวิธีการเชื่อม และการยึดสกรู ให้ได้ลักษณะตามที่ออกแบบไว้หลังจากประกอบกันเรียบร้อยแล้วจะมีลักษณะ ดังรูปที่ ก.11 (ภาคผนวก ก)

1.3 สร้างชุดติดตั้งฟิกซ์เจอร์สำหรับเครื่องกลึง

จากการที่ได้ออกแบบจัดหาวัสดุและอุปกรณ์ของชุดติดตั้งฟิกซ์เจอร์สำหรับเครื่องกลึงจึงได้ทำการสร้างดังนี้

1.3.1 นำเหล็กดำ (SS400) มาตัดปาดผิวให้ได้ขนาด ดังแสดงใน รูปที่ ก.7 (ภาคผนวก ก) จำนวน 2 ชิ้น สำหรับเครื่องกลึงยันศูนย์ขนาด 5 นิ้ว และ 6 นิ้ว

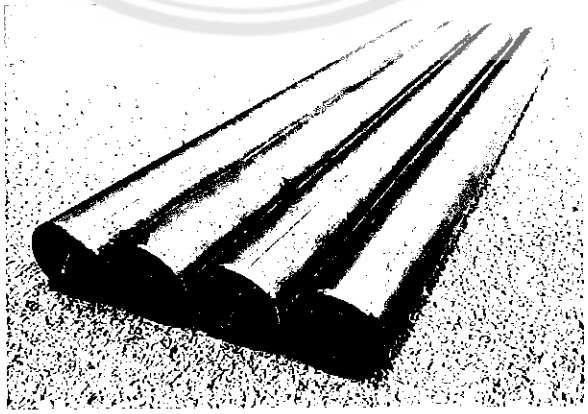
1.3.2 นำเหล็กแผ่นดำ (SS400) ที่ผ่านการตัดปาดผิวแล้วมาประกอบเข้ากับระบบของการปรับตั้งระยะแนวแกน y ด้วยการอัดสกรูหัวจม (JIS B1176) ขนาด M12 × 40 มิลลิเมตร จำนวน 7 ตัว หลังจากประกอบเรียบร้อยแล้ว

1.4 ทำการสร้างฟิกซ์เจอร์และประกอบทุกส่วนเข้าด้วยกัน

นำชิ้นส่วนต่างๆมาประกอบเข้าด้วยกัน โดยนำระบบจับยึดชิ้นงานมาติดกับกับระบบปรับระยะในแนวแกน y ซึ่งจะมีเพลาเป็นตัวเชื่อมทั้งสองระบบ และระบบจับยึดชิ้นงานสามารถปรับระยะในแนวแกน x ได้ เมื่อประกอบเสร็จแล้วจะได้ ดังแสดงในรูปที่ ก.12, ก.13 และ ก.14 (ภาคผนวก ก)

ง.2 วิธีการทดลอง

2.1 จัดเตรียมชิ้นงานตัวอย่างที่จะนำมาทำการทดลองกัดร่องลิ่มโดยใช้ขนาดของเหล็กเพลา (SS400) ดังแสดงในรูปที่ ง.1 ดังต่อไปนี้



รูปที่ ง.1 ชิ้นงานตัวอย่างเหล็กเพลา (SS400) ที่ใช้ทดสอบ

2.1.1 เหล็กเพลา (SS400) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 25.4 มิลลิเมตร ขนาดความยาว 300 มิลลิเมตร จำนวน 5 ชิ้น โดยทำการกัดร่องลิ่มขนาด 8 x 4 x 40 มิลลิเมตร (กว้าง x ลึก x ยาว) ทั้งแบบปลายเปิด และแบบปลายปิด ทำการกัดอย่างละ 10 ร่องลิ่ม

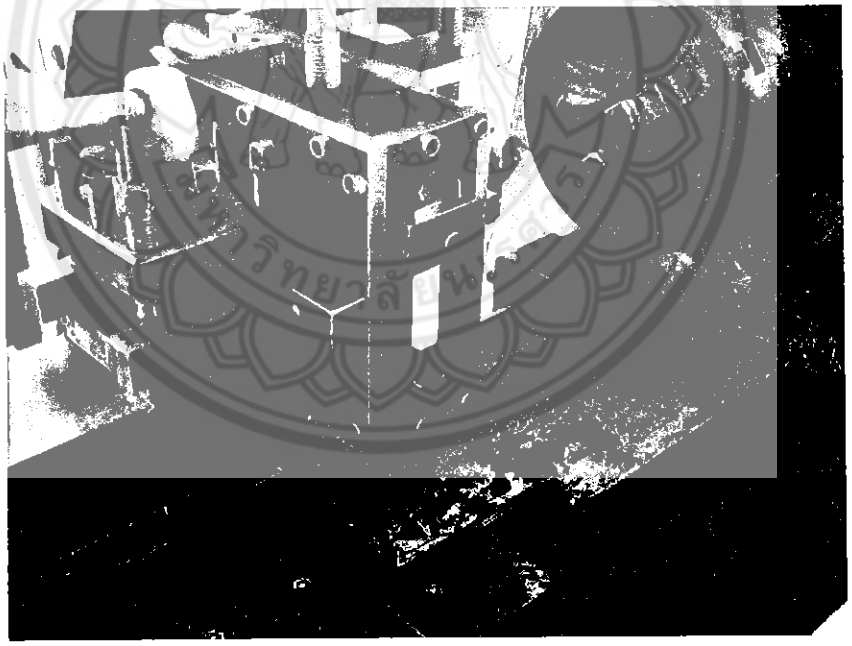
2.1.2 เหล็กเพลา (SS400) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 32 มิลลิเมตร ขนาดความยาว 300 มิลลิเมตร จำนวน 5 ชิ้น โดยทำการกัดร่องลิ่มขนาด 10 x 5 x 40 มิลลิเมตร (กว้าง x ลึก x ยาว) ทั้งแบบปลายเปิด และแบบปลายปิด ทำการกัดอย่างละ 10 ร่องลิ่ม

2.2 ทำการตรวจความสมบูรณ์ของเครื่องกลึง และการปรับระยะในแนวแกน x และ z โดยจะใช้เครื่องกลึง 2 ขนาด คือ เครื่องกลึงยันศูนย์ขนาด 5 นิ้ว และ 6 นิ้ว

2.3 ทำการตรวจความสมบูรณ์ของฟิกซ์เจอร์

2.4 นำมีดกัดจับที่หัวจับของเครื่องกลึงและทำการตั้งความเร็วรอบให้ใกล้เคียงกับการคำนวณมากที่สุด ซึ่งความเร็วรอบจะขึ้นอยู่กับดอกกัด โดยจะมีใช้มีดกัด 2 ขนาด คือ มีดกัด 8 มิลลิเมตร และ 10 มิลลิเมตร

2.5 นำฟิกซ์เจอร์ของเครื่องกลึงสำหรับงานทำร่องลิ่มมาติดตั้งบนป้อมมีดของเครื่องกลึง และทำการล็อคให้แน่น ดังรูปที่ ง.2



รูปที่ ง.2 ฟิกซ์เจอร์ของเครื่องกลึงสำหรับงานทำร่องลิ่มมาติดตั้งบนป้อมมีดของเครื่องกลึง

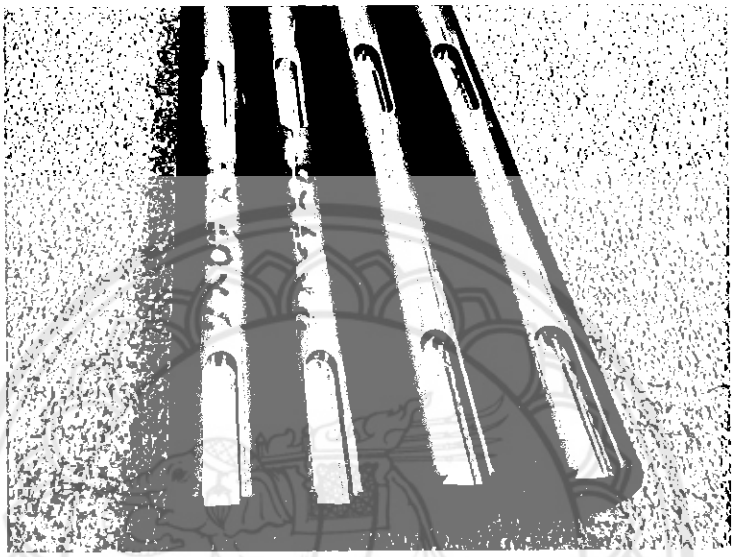
2.6 นำชิ้นงานทดสอบมาใส่ในฟิกซ์เจอร์และทำการล็อคให้แน่น

2.7 ทำการปรับตั้งศูนย์ในแนวแกน x, y และ z ให้ตรงกับแนวกัดของชิ้นงาน โดยให้มีดกัดสัมผัสที่ด้านบนของชิ้นงาน

2.8 เปิดเครื่องกลึงและทำการกัดชิ้นงานตามที่ได้กล่าวไว้ในข้อที่ 2.1

2.9 ทำการวัดและบันทึกค่าของชิ้นงานที่ผ่านการกัดร่องลิ่มเรียบร้อยแล้ว ดังรูปที่ ง.3 ลงในตารางบันทึกผล แล้วทำการหาค่าเฉลี่ยของค่าแต่ละด้าน แล้วบันทึกค่า จากนั้นนำไปเทียบกับมาตรฐานว่าค่าอยู่ในช่วงที่ยอมรับได้หรือไม่

2.10 วิเคราะห์สาเหตุของชิ้นงานที่มีความคลาดเคลื่อนและมีค่าไม่ตรงตามมาตรฐาน DIN 6885 (A)

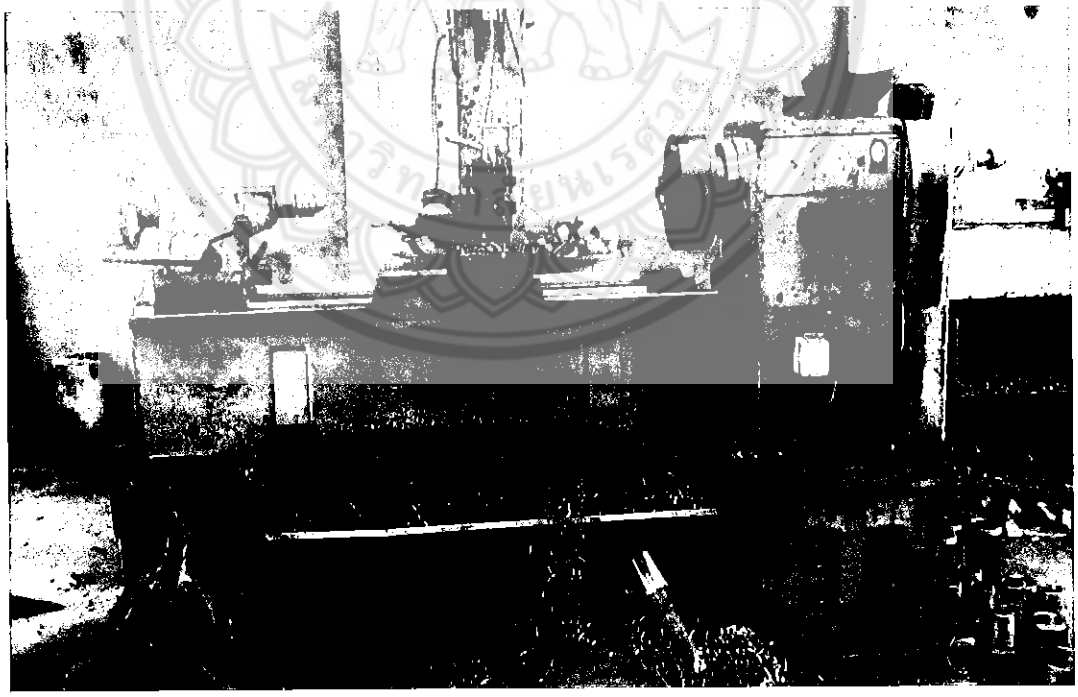


รูปที่ ง.3 ชิ้นงานที่ผ่านการกัดร่องลิ่มเรียบร้อยแล้ว

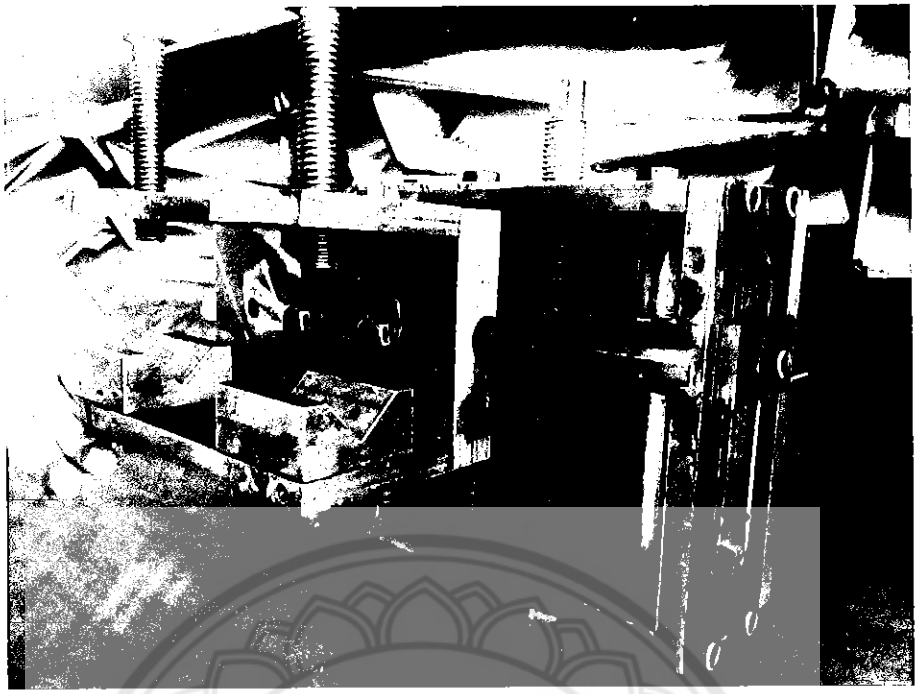
ภาคผนวก จ

ภาพประกอบโครงงาน

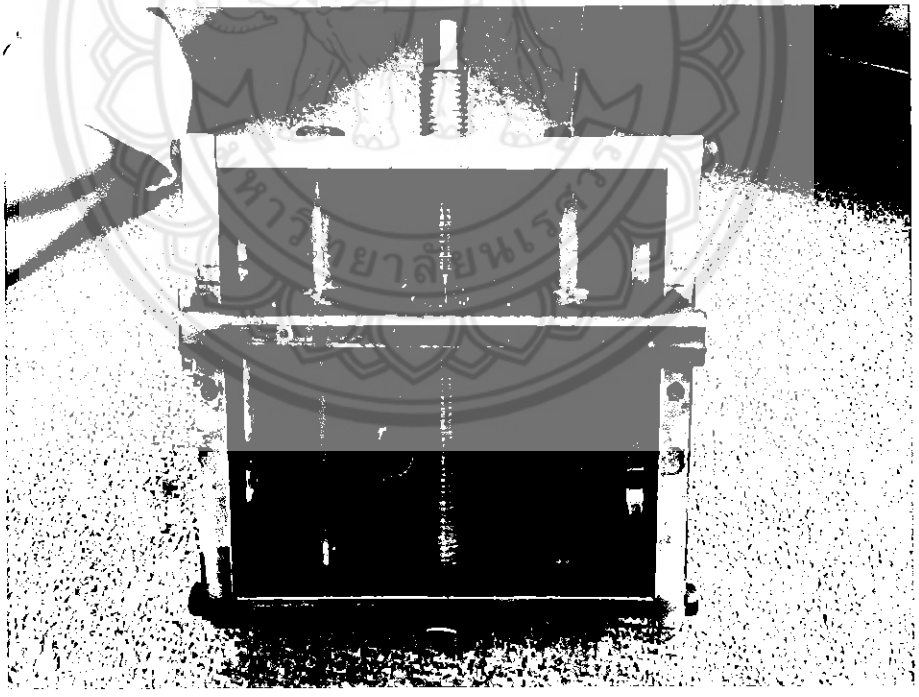
รูปที่ จ.1 เครื่องกลึง 5 นิ้ว ยี่ห้อ YAM รุ่น YAM-1000G
ที่มา : อยุธยาการกลึง



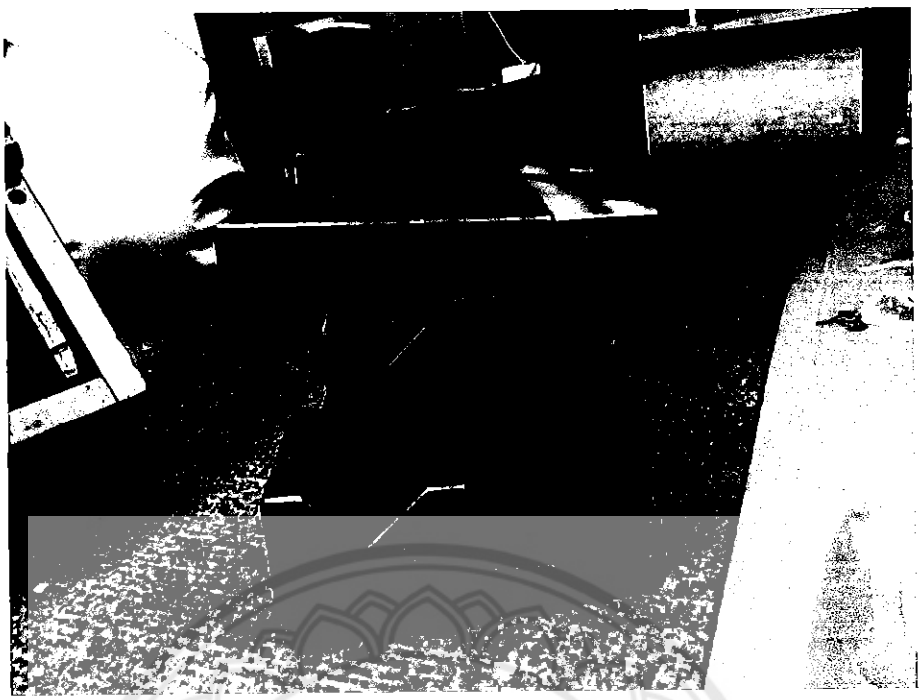
รูปที่ จ.2 เครื่องกลึง 6 นิ้ว ยี่ห้อ Mashstroy รุ่น C11MT
ที่มา : อยุธยาการกลึง



รูปที่ จ.3 ฟิกซ์เจอร์สำหรับกัดชิ้นงานบนเครื่องกลึง

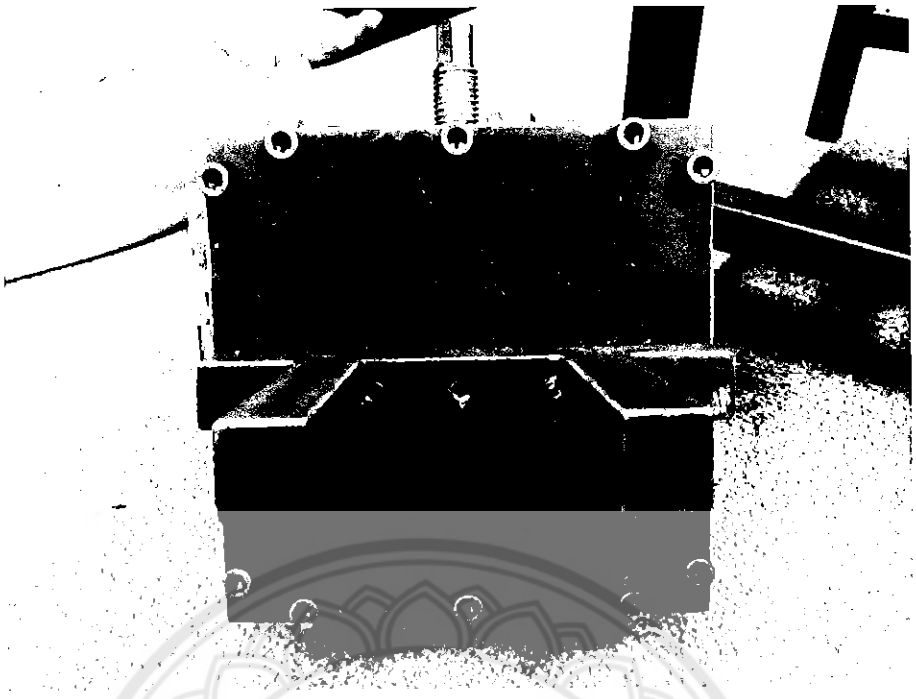


รูปที่ จ.4 ระบบปรับระยะในแนวแกน y ของฟิกซ์เจอร์



รูปที่ จ.5 ระบบจับยึดชิ้นงานของฟิกซ์เจอร์

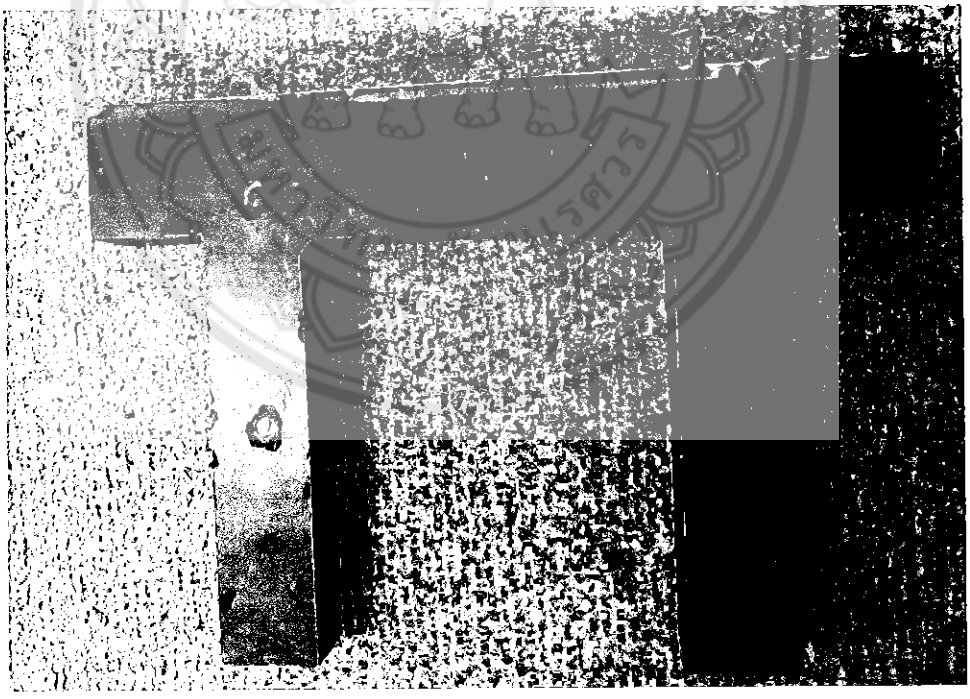
รูปที่ จ.6 ระบบปรับระยะในแนวแกน x ของฟิกซ์เจอร์



รูปที่ จ.7 ระบบติดตั้งบนเครื่องกลึงของฟิกซ์เจอร์

รูปที่ จ.8 การปรับระยะในแนวแกน x ของฟิกซ์เจอร์

รูปที่ จ.9 การปรับระยะในแนวแกน y ของฟิกซ์เจอร์



รูปที่ จ.10 ระบบติดตั้งบนเครื่องกลึงความสูงจากศูนย์เหนือแท่น 6 นิ้ว ของฟิกซ์เจอร์

ประวัติผู้ดำเนินโครงงาน

ชื่อ	นางสาวปัทมา สายภู่
ภูมิลำเนา	35/1 หมู่ 2 ต.หนองกรด อ.เมือง จ. นครสวรรค์
ประวัติการศึกษา	จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนนครสวรรค์ จ.นครสวรรค์
	ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
E-mail	Pattama_parn@outlook.co.th

ชื่อ	นางสาวสิริมาศ พรหมรินทร์
ภูมิลำเนา	135 หมู่ 1 ต.น้ำชำ อ.เมือง จ. แพร่
ประวัติการศึกษา	จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนห้วยม้าวิทยาคม จ.แพร่
	ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
E-mail	sirimas_play@hotmail.com