

## หน่วยที่ 6 เครื่องกัดและงานกัด

---

### จุดประสงค์ประจำหน่วย

1. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจการทำงานของเครื่องกัด และประเภทของเครื่องกัด
2. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจการใช้อุปกรณ์ และเครื่องมือสำหรับงานกัด
3. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจการคำนวณความเร็วกัด อัตราป้อนกัด และการป้อนลึก
4. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความปลอดภัยในการใช้เครื่องกัด
5. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการบำรุงรักษาเครื่องกัด
6. เพื่อให้มีทัศนคติในการทำงานที่มีระเบียบแบบแผนมีความรับผิดชอบต่อตนเองและส่วนรวม

### สาระการเรียนรู้

1. หลักการทำงานของเครื่องกัด
2. อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้สำหรับงานกัด
3. ความเร็วตัด อัตราป้อนกัด และการป้อนลึก
4. ความปลอดภัยในการใช้เครื่องกัด
5. การบำรุงรักษาเครื่องกัด

### ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

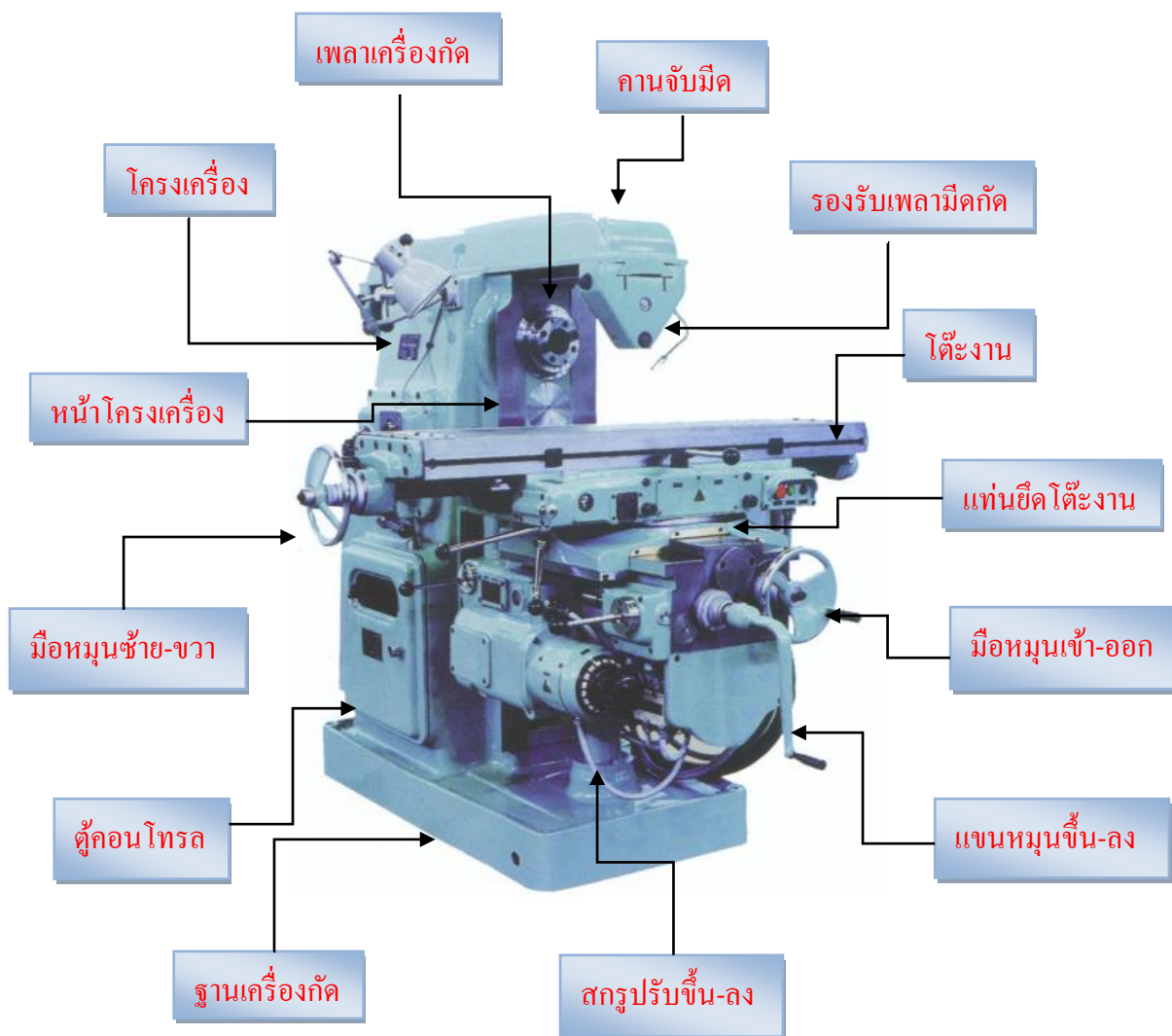
1. สามารถอธิบายการทำงานของเครื่องกัดได้
2. สามารถบอกอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้สำหรับงานกัดได้
3. สามารถคำนวณหาความเร็วตัด อัตราป้อนกัด และการป้อนลึกได้
4. สามารถอธิบายความปลอดภัยในการใช้เครื่องกัดได้
5. สามารถบอกวิธีการบำรุงรักษาเครื่องกัดได้

## เครื่องกัด

เครื่องกัด เป็น เครื่องจักรกล ใช้สำหรับผลิตหรือแปรรูปชิ้นงานให้มีขนาด และรูปทรงต่าง ๆ เครื่องกัดมีความละเอียด แม่นยำ มีหลักการทำงาน โดยมิดกัตจะหมุนตัดชิ้นงาน มิดกัตจะมีทั้งแบบคมตัดเดี่ยว และแบบหลายคมตัด ชิ้นงานจะถูกจับยึดอยู่บน โต๊ะงานของเครื่อง และจะจับยึดด้วยอุปกรณ์จับยึดชนิดต่าง ๆ เครื่องกัดเป็นเครื่องจักรกลที่มีประโยชน์มากมาย สามารถทำงานได้หลากหลาย เช่น กัดราบ กัดร่อง กัดเฟือง กัดเกลียว เจาะรู คว้านรู การรีมเมอร์ และไสร่องลิ้ม เป็นต้น

### 6.1 เครื่องกัดเพลานอน (Horizontal Milling Machine)

เครื่องกัดเพลานอนมีส่วนประกอบสำคัญดังนี้



รูปที่ 6.1 ส่วนประกอบของเครื่องกัดเพลานอน

ที่มา <http://www.amcomachine.en.made-in-china.com>

### 6.1.1 ฐานเครื่องกัด (Base)

เป็นส่วนที่อยู่ด้านล่างสุด ทำจากเหล็กหล่อต่อเนื่องมาจนถึง โครงเครื่อง (Column) ใช้รองรับส่วนต่างๆ ของเครื่องกัด ส่วนล่างสุดจะใช้ยึดกับพื้นและเป็นที่เก็บระบายน้ำหล่อเย็น โครงเครื่องจะเป็นที่เก็บชุดส่งกำลังสำหรับเพลามัดกัด

### 6.1.2. เพลเครื่องกัด (Spindle)

เป็นเพลที่ใช้จับยึดเพลajibมัดกัด (Cutter Arbor) เพลเครื่องกัดจะรับกำลังขั้บมาจากระบบส่งกำลังที่อยู่ภายใน โครงเครื่องกัด

### 6.1.3 คานจับมีด (Over Arm)

เป็นส่วนที่อยู่บนสุดของ โครงเครื่องกัด สามารถเลื่อนเข้า – ออก เพื่อปรับให้มีความยาวพอดีกับเพลajibมัดกัด คานจับมีดจะใช้สำหรับรองรับเพลajibมัดกัด โดยใช้ตัวรองรับเพลajibมัดกัด (Arber Support)

### 6.1.4 ตัวรองรับเพลajibมัดกัด (Arber Support)

ใช้รองรับเพลajibมัดกัด โดยยึดร่วมกับคานจับมีด เพื่อให้เพลajibมัดกัดมีความแข็งแรงยิ่งขึ้นในขณะที่มีดกัด กำลังกัดงาน

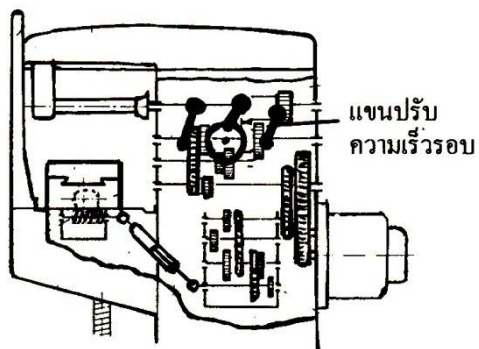
### 6.1.5 โต๊ะงานกัด (Table)

ใช้สำหรับรองรับชิ้นงานกัดหรือปากกาจับงานกัด สามารถเลื่อนไป – มา ซ้าย – ขวา หรือเลื่อนขึ้น – ลงในแนวตั้ง และสามารถปรับองศาได้ด้วย นอกจากนี้ โต๊ะงานยังสามารถป้อนกัดได้ด้วยมือ และอัตโนมัติ โต๊ะงานประกอบด้วย

- 1) โต๊ะงาน (Table) ใช้รองรับ และจับยึดงานกัด สามารถเลื่อน ซ้าย – ขวา ได้
- 2) แท่นยึดโต๊ะงาน (Swiveling Table Housing) ใช้รองรับ โต๊ะงาน หมุนปรับองศาได้
- 3) แคร่เลื่อน (Saddle) ใช้รองรับ โต๊ะงาน เพื่อให้โต๊ะงานหมุนเป็นองศา และเลื่อนเข้า – ออก จากเสาเครื่อง (Column)
- 4) แท่นเลื่อน (Knee) ใช้รองรับ โต๊ะงาน สามารถเลื่อนขึ้น – ลงตาม เสาเครื่อง
- 5) สกรูปรับขึ้น – ลง (Elevating Screw) ใช้รองรับและยกแท่นเลื่อน ขึ้น – ลง

### 6.1.6 ชุดปรับความเร็วรอบของเพลาเครื่องกัด (Speed Change of Spindle)

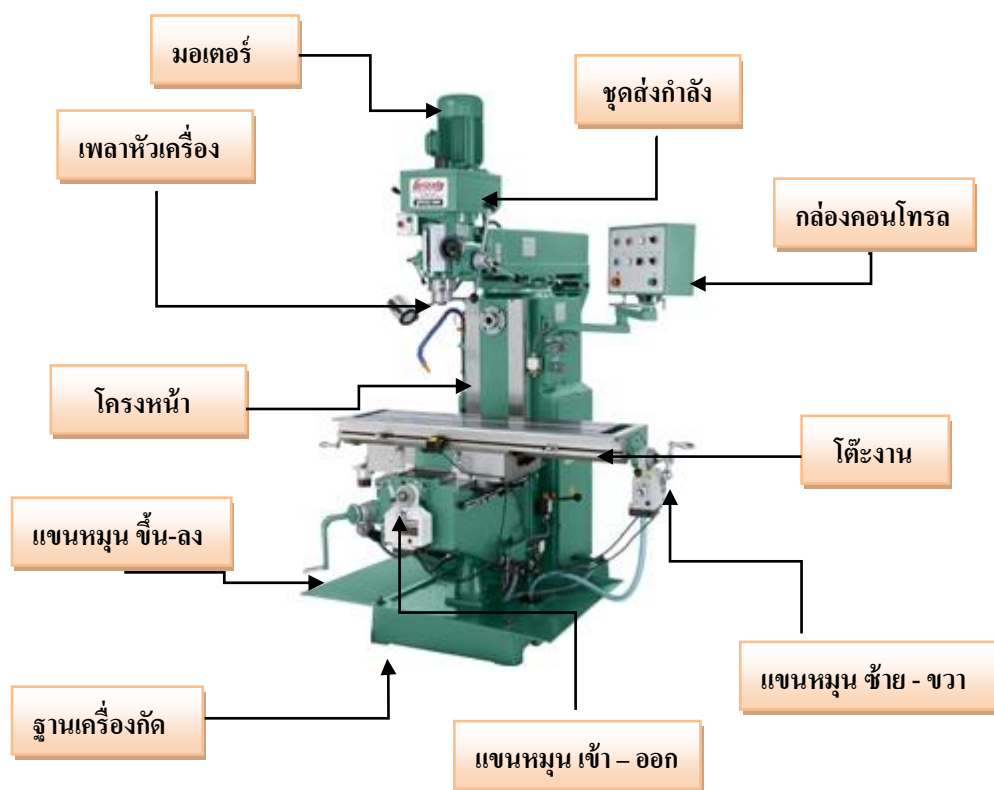
เป็นชุดเฟืองทดที่รับกำลังขั้บมาจากมอเตอร์ไฟฟ้า เพื่อปรับความเร็วรอบของเพลาเครื่องกัด ให้สามารถหมุนได้หลายความเร็วรอบ การปรับอาจใช้แบบแขนโยกหรือปุ่มหมุน



รูปที่ 6.2 แขนปรับความเร็วรอบของเพลาเครื่องกัด

### 6.2 เครื่องกัดเพลาตั้ง (Vertical Milling Machine)

เครื่องกัดเพลาตั้งมีส่วนประกอบคล้ายกันกับเครื่องกัดเพลาอน แต่ต่างกันที่เพลาเครื่องกัด (Spindle) ถูกวางในแนวตั้ง เครื่องกัดเพลาตั้งมีส่วนประกอบที่สำคัญ ดังนี้



รูปที่ 6.3 เครื่องกัดเพลาตั้ง

ที่มา <http://www.kollewin.com/>

### 6.3 อุปกรณ์จับยึดและเครื่องมือตัดที่ใช้สำหรับงานกัด

อุปกรณ์จับยึดและเครื่องมือตัดที่ใช้สำหรับงานกัดมีมากมายหลายชนิด จะกล่าวถึงเฉพาะที่สำคัญ และใช้งานประจำ ดังนี้

**6.3.1 อุปกรณ์จับยึด (Fixtures)** เป็นอุปกรณ์ที่ใช้จับยึดชิ้นงานให้มั่นคง และแข็งแรง เพื่อความสะดวกในการกัดงาน

**1) ปากกา (Vises)** เป็นอุปกรณ์ที่สำคัญสำหรับงานกัด สามารถจับยึดชิ้นงานได้สะดวก รวดเร็ว และเป็นที่ยอมรับกันอย่างกว้างขวาง ปากกาจับงานกัด มีรูปแบบต่าง ๆ ดังนี้

- **Plain Vise** เป็นปากกาที่จับยึดบนโต๊ะงานของเครื่องกัด สามารถจับให้ปากกานาน หรือตั้งฉากกับเฟลาเครื่องกัด

รูปที่ 6.4 Plain Vise  
ที่มา <http://www.asia.ru/>



- **Swivel Base Vise** มีรูปร่างคล้าย ๆ แบบ Plain Vise แต่ที่ฐานสามารถหมุนได้ 360 องศาในแนวระนาบ

รูปที่ 6.5 Swivel Base Vise มีรูปร่างคล้าย ๆ  
แบบ Plain Vise แต่ที่ฐานสามารถหมุนได้  
360 องศาในแนวระนาบ  
ที่มา <http://www.rotagriponline.com>



- **Universal Vise** เป็นปากกาจับงานแบบเอนกประสงค์ ที่สามารถหมุนได้ 360 องศาในแนวระนาบแล้วยังหมุนได้ 0 - 90 องศาในแนวตั้ง

รูปที่ 6.6 Universal Vise  
ที่มา <http://www.asia.ru/>



2) หัวแบ่ง (Indexing) เป็นอุปกรณ์ที่จำเป็น และมีประโยชน์มาก สำหรับงานกัด ใช้สำหรับแบ่งส่วนเพื่อกัดงาน เช่น กัดเฟือง กัดเหลี่ยมแป้นเกลียว ฯลฯ เมื่อนำมาต่อกับเพลากลีดวนำของเครื่องกัด จะพาให้งานหมุนเพื่อกัดเฟืองเฉียง และกัดร่องดอก สว่าน เป็นต้น



รูปที่ 6.7 หัวแบ่งเครื่องกัด  
ที่มา <http://www.asia.ru/>

3) ยันศูนย์ท้ายเครื่องกัด (Foot stock) เป็นอุปกรณ์ใช้ยันศูนย์เพื่อกัดงานบนเครื่องกัด โดยใช้ร่วมกับหัวแบ่ง



รูปที่ 6.8 ศูนย์ท้ายเครื่องกัด (Foot Stock)  
ที่มา <http://www.asia.ru/>

4) โต๊ะงานแบบหมุนได้รอบตัว (Rotary Table Attachment) เป็นอุปกรณ์พิเศษ ที่สามารถหมุนได้รอบตัว 360 องศา สามารถจับงานเพื่อกัดร่อง ไค้ และ สามารถจับงานเพื่อเจาะรูได้ โดยการกำหนดระยะห่างของรูเป็นองศา อุปกรณ์ชนิดนี้สามารถจับงาน และแบ่งงานได้แม่นยำเหมือนกับหัวแบ่ง



รูปที่ 6.9 หัวแบ่งแบบ Rotary Table  
ที่มา <http://www.troyke.com>



รูปที่ 6.10 การใช้หัวแบ่งแบบ Rotary Table กัดงานกลม  
ที่มา <http://www.arab-training.com>

5) **ชุดคว้าน (Boring Head)** เป็นอุปกรณ์ที่ใช้กับเครื่องกัด เพื่อใช้สำหรับการคว้านรูบนเครื่องกัดที่ต้องการขนาดที่แน่นอน ได้รูตรงและผิวเรียบ ที่ส่วนปลายจะมีสเกลที่สามารถปรับออกได้เพื่อคว้านรูขนาดต่าง ๆ



รูปที่ 6.11 ชุดคว้าน (Boring head)

ที่มา <http://www.max-t.co.uk/>

6) **Slotting Attachment** เป็นอุปกรณ์พิเศษที่ใช้สำหรับไสในแนวตั้งเป็นอุปกรณ์ที่เปลี่ยนจากการหมุนมาเป็นการเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง เพื่อไสร่องลิ้ม ร่องสไปล์ และไสรูปร่างต่าง ๆ



รูปที่ 6.12 Attachment

ที่มา <http://www.machineryvalues.com/>

7) **Angle Milling Attachment** เป็นอุปกรณ์ที่เปลี่ยนทิศทางของการกัดในแนวตั้งมาเป็นแนวนอน

รูปที่ 6.13 Angle Milling Attachment

ที่มา <http://www.nolansupply.com/>



8) **Universal Angle Attachment** เป็นอุปกรณ์ที่ใช้จับเครื่องมือเล็ก ๆ ที่ใช้กัดมุมต่าง ๆ ระหว่างแนวตั้งและแนวนอน

รูปที่ 6.14 Universal Angle Attachment  
ที่มา <http://www.esuppliersindia.com/>



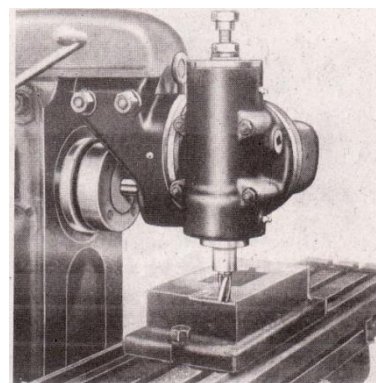
9) **Vertical Milling Attachment** เป็นอุปกรณ์พิเศษที่ใช้สำหรับเปลี่ยนทิศทางของเครื่องกัดนอนมาเป็นทิศทางในแนวตั้ง เพื่อใช้กัดงานในแนวตั้ง ซึ่งความเร็วของแกนเพลาก็เท่ากับความเร็วของแกนเพลาคูเครื่องกัด เพราะใช้อัตราทดเท่ากัน อุปกรณ์ชนิดนี้สามารถหมุนหัวเอียงได้ 0-45 องศา ทั้งด้านซ้ายและด้านขวาและบางรุ่นเอียงได้ 90 องศา สามารถใช้ได้กับดอกกัด Face Milling End Mill งานเจาะ งานคว้านรู และกัดร่อง ตัวย-T



รูปที่ 6.15 Vertical Milling Attachment  
ที่มา <http://www.indiamart.com/>

10) **High Speed Attachment** เป็นอุปกรณ์ที่ใช้กับเครื่องกัดนอน เพื่อให้เครื่องกัดนอนสามารถกัดตั้งได้ โดยการใช้ออก End Mill สามารถเอียงได้ 90 องศา แกนเพลามันเร็วเป็นการเพิ่มอัตราทด เพื่อเพิ่มความเร็ว

รูปที่ 6.16 High Speed Attachment

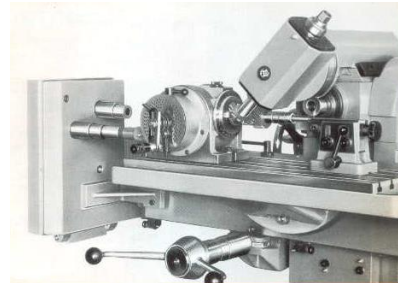


11) **Universal Spiral Attachment** เป็นอุปกรณ์พิเศษที่ออกแบบมาเพื่อสามารถให้เครื่องกัดธรรมดาสามารถกัดร่องบิดได้ อุปกรณ์ชนิดนี้จะยึดติดอยู่ด้านหน้าคอลัมน์ของเครื่องกัดและจะถูกขับโดยแกนเพลาสองส่วนหัวสามารถหมุนได้ทั้งแนวตั้งและ

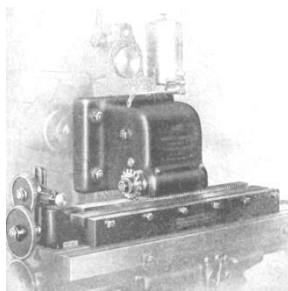


แน่นอน ความเร็วของดอกกัดจะเท่ากับความเร็วของแกนเพลาคู่อุปกรณ์ชนิดนี้ถ้าใช้กับเครื่องกัดแบบยูนิเวอร์แซลสามารถกัดร่องบิดได้มากกว่า 45 องศา สามารถกัดงานได้หลายอย่าง เช่น กัดเกลียว กัดเฟือง เฟืองสะพาน ฯลฯ

รูปที่ 6.17 Universal Spiral Attachment  
ที่มา <http://www.anglo-swiss-tools.co.uk/>

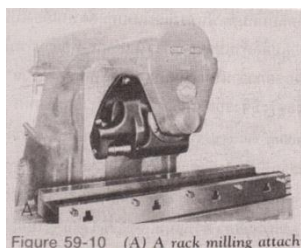


**12) Rack Milling Attachment** เป็นอุปกรณ์พิเศษของเครื่องกัด เพื่อใช้สำหรับกัดเฟืองสะพานด้วยเครื่องกัดนอน โดยการประกอบอุปกรณ์พิเศษดังกล่าว เพื่อเปลี่ยนทิศทางแกนเพลาคู่อุปกรณ์พิเศษดังกล่าวให้มากัดตามแนวยาวของโต๊ะงาน



รูปที่ 6.18 Rack Milling Attachment  
ที่มา <http://www.chestofbooks.com/>

**13) Rack Indexing Attachment** เป็นอุปกรณ์ที่ใช้แบ่งเพื่อกัดเฟืองสะพานใช้ร่วมกับ Rack Milling Attachment



รูปที่ 6.19 Rack Indexing Attachment

### 6.3.2 เครื่องมือตัด (Cutting Tool)

เครื่องมือตัดที่ใช้กับงานกัดมีมากมายหลายชนิดแต่ละชนิดจะแตกต่างกัน ดอกกัดเป็นเครื่องมือตัดที่มีหลายคมตัด ใช้กับเครื่องกัด ซึ่งมีหลายรูปร่าง และหลายขนาด ดังนี้

**1) End Mill Cutters** เป็นดอกกัดที่มีคมตัดอยู่ที่ด้านปลายและด้านข้าง แบบเป็นซี่น้เดียวทั้งอัน และแบบมีลำตัว ส่วนที่เป็นคมตัดแบบเปลี่ยนออกได้ ชนิดที่เป็นแบบซี่น้เดียวกันจะมีขนาดเล็กกว่า มีคมตัดแบบคมตัดพื้นตรงและแบบคมตัดพื้นเอียงเป็นมุม มีทั้งแบบ 2 ร่อง และ 4 ร่อง แบบ 2 ร่อง คมตัดด้านปลายจะยาวไม่เท่ากันเพื่อสามารถใช้สำหรับกัดงานในแนวตั้งเหมือนกับการเจาะงานด้วยสว่านได้ แต่แบบ 4 ร่อง คมตัดตรงปลายจะมีรูอยู่ตรงกลาง ถ้ากัดในแนวตั้งจะไม่ได้ เพราะวัสดุจะมีตั้งอยู่ตรงกลาง จะทำให้ดอกเอ็นมิลหัก

รูปที่ 6.20 End Mill Cutters แบบ 2 คม

ที่มา <http://www.busytrade.com/>



รูปที่ 6.21 End Mill Cutters แบบ 4 คม

ที่มา <http://www.trade.indiamart.com/>



**2) Solid End Milling Cutters** เป็นดอกเอ็นมิลที่เป็นซี่น้เดียวกันทั้งอัน บางชนิดเป็นแบบ Shell End Mill คือ จะมีส่วนที่เป็นลำตัวของดอกกัดและมีส่วนที่เป็นค้ำจับเป็นคั่นซี่น้ ดอกกัดชนิดนี้จะมีคมตัดอยู่รอบ ๆ ลำตัวและส่วนปลาย คมตัดมีแบบร่องตรงและแบบเอียงบิดเป็นมุม ส่วนก้านจะเป็นแบบก้านตรงและก้านเรียว ส่วนแบบ Shell End Mill จะเป็นแบบก้านเรียว

รูปที่ 6.22 End Mill Cutters แบบ 4 คม

ที่มา <http://www.mapal.com/>



**3) Two Flute End-Mill หรือ Slot Drill** เป็นดอกกัดที่มี 2 คมตัดที่ส่วนปลายของคมตัดออกแบบมาเพื่อให้กัดแนวศูนย์กลางได้เหมือนดอกสว่าน มีทั้งแบบคมตัดอยู่ปลายด้านเดียวและแบบมีคมตัดทั้งสองปลาย



รูปที่ 6.23 Two Flute End Mill

ที่มา <http://www.deltatool.net/>

**4) Multiple Flute End Mill** เป็นดอกกัดที่มีแบบหลายคมตัด คือ มีตั้งแต่ 3,4,6 และ 8 คมตัดจะแปรตามขนาดความโต มีขนาดถึง 50 มิลลิเมตร มีทั้งแบบปลายด้านเดียวและปลายสองด้าน

รูปที่ 6.24 Multiple Flute End Mill

ที่มา <http://www.kennametal.com/>



**5) Ball End - Mills** เป็นดอกกัดที่ใช้กัดหยาบสามารถกัดโลหะได้รวดเร็ว โดยใช้กำลังในการกัดน้อย มีตั้งแต่ 3-8 ร่อง ขึ้นอยู่กับขนาดของดอกกัด



รูปที่ 6.25 Ball End - Mill

ที่มา <http://www.kennametal.com/>

**6) Roughing End Mills** เป็นดอกกัดที่ใช้กัดหยาบสามารถกัดโลหะได้รวดเร็ว โดยใช้กำลังในการกัดน้อย มีตั้งแต่ 3-8 ร่อง ขึ้นอยู่กับขนาดของดอกกัด

รูปที่ 6.26 ดอกกัดหยาบ

ที่มา <http://www.amazon.com/>



**7) Insert-Type End Mill** เป็นดอกกัด ที่สามารถถอดเปลี่ยนดอกกัดได้ ซึ่งดอกกัดจะทำด้วยวัสดุเหล็กขอบสูง หรือคาไบด์ ถ้ามีขนาดไม่เกิน 25 มิลลิเมตร จะมี 2 คมตัด ถ้ามีขนาดมากกว่า 25 มิลลิเมตร จะมี 3-4 คมตัด



รูปที่ 6.27 ดอกกัด Insert-Type End Mill

ที่มา <http://thailand.rs-online.com/>

8) **T- Slot Milling Cutter** เป็นดอกกัดที่ใช้กัดร่องตัว-ที จะใช้กัดในแนวนอน โดยจะต้องใช้ดอกเอ็นมิลกัดในแนวตั้งก่อน



รูปที่ 6.28 T - Slot Milling Cutter และการกัดร่องตัว T

ที่มา <http://www.whitney-tool.com/>

9) **Woodruff Key Seat Cutters** เป็นดอกกัดชนิดพิเศษที่ออกแบบมาเพื่อกัดร่องลิ้นวงเดือน มีขนาดตั้งแต่เล็กจนถึงขนาด 50 มิลลิเมตร มีทั้งแบบพื้นตรงและพื้นสลับ



รูปที่ 6.29 ดอกกัด Woodruff key Seat Cutters

ที่มา <http://www.wttool.com/>

10) **Shell End Mills** เป็นดอกกัดที่ตรงกลางจะมีรูไว้เพื่อจับยึดกับค้ำมคมตัด ส่วนใหญ่จะเป็นมุมเอียง มีขนาดใหญ่กว่าเอ็นมิลธรรมดา จนถึงขนาด 150 มิลลิเมตร ใช้สำหรับกัดงานผิวราบ



A

B

C

A เป็น Shell End Mill แบบชิ้นเดียว

B และ C เป็น Shell End Mill แบบสามารถเปลี่ยนคมตัดได้

รูปที่ 6.30 ดอกกัด Shell End Mill

ที่มา <http://www.usinenouvelle.com/>

**11) Face Milling Cutters** เป็นดอกกัดชนิดพิเศษ มีหลายขนาดคือ ตั้งแต่ 150 มิลลิเมตร ขึ้นไปถ้ามีขนาดเล็กกว่า 150 มิลลิเมตร เรียกว่า shell end mills ตัวคมตัดของดอกกัดชนิดนี้สามารถถอดเปลี่ยนได้ใช้สำหรับปาดหน้าชิ้นงานที่มีหน้ากว้าง

ภาพที่ 6.31 Face milling cutter  
ที่มา <http://www.lmt-tools.de/>



**12) Plain milling cutters** เป็นดอกกัดที่มีคมตัดอยู่รอบๆ เส้นรอบวงมีรูที่มีขนาดที่แน่นอนเพื่อใช้ใส่กับแกนเพลลาของเครื่องกัดเพื่อจับยึดใช้สำหรับกัดราบ ในบางครั้งอาจใช้ร่วมกับดอกกัดชนิดอื่นๆ เพื่อกัดผิวงานเป็นรูปร่างต่างๆ ดอกกัดชนิดนี้มีความกว้างและเส้นผ่าศูนย์กลางหลายขนาด แบ่งออกเป็น 3 กลุ่มคือ

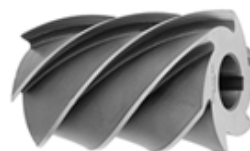
- **Light Duty Plain Milling Cutters** เป็นดอกที่กัดงานเบาๆ ถ้ามีขนาดความหนาไม่เกิน 19 มิลลิเมตร จะมีพื้นตรง ถ้ามีความหนาเกิน 19 มิลลิเมตร จะมีพื้นเอียงประมาณ 25 องศา ซึ่งแรงในการตัดเฉือนจะดีกว่าทำให้ผิวงานเรียบ



รูปที่ 6.32 Light Duty Plain Milling Cutters  
ที่มา <http://toolinghouse.com/>

- **Heavy Duty Plain Cutters** เป็นดอกกัดที่ใช้กัดหยาบจะมีขนาดความกว้างมากกว่าแบบแรก จะมีมุมเอียงของคมตัดประมาณ 25-45 องศา ออกแบบมาแข็งแรงเพื่อกัดงานหนักจะกัดงานได้ดี เพราะมุมคมตัดเอียงมากจะลดแรงในการตัดเฉือนในบางครั้งเรียกว่า Slab Mills

รูปที่ 6.33 Heavy Duty Plain Cutters  
ที่มา <http://toolinghouse.com/>



- **Helical Plain Milling Cutters** เป็นดอกกัดที่มีมุมเอียง 45-60 องศาเหมาะสำหรับกัดงานที่มีขนาดกว้าง กัดขึ้นรูป

รูปที่ 6.34 Helical Plain Milling Cutters

ที่มา <http://www.victornet.com/>

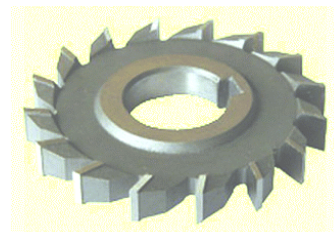


**13) Side Milling Cutters** เป็นดอกกัดที่คล้ายกับ Plain Milling Cutters แต่แตกต่างกันตรงที่มีพื้นด้านข้าง ดอกกัดชนิดนี้จะมีทั้งแบบด้านเดียวและแบบสองด้าน มีทั้งพื้นตรงและพื้นเอียงใช้สำหรับกัดด้านข้าง กัดร่องและกัดคร่อมด้วยดอกกัดสองอันมีแบบต่างๆ ดังนี้

- **Plain Side Milling Cutter** เป็นดอกกัดที่มีพื้นตรง มีพื้นด้านข้างทั้งสองด้าน

รูปที่ 6.35 Plain Side Milling Cutter

ที่มา <http://www.tide-tools.en.made-in-china.com/>



- **Half Side Milling Cutters** เป็นดอกกัดที่มีพื้นเอียงและด้านข้างมีพื้นด้านเดียว เป็นดอกกัดที่ใช้กัดงานที่ต้องการกัดด้านข้างด้านเดียว



รูปที่ 6.36 Half Side Milling Cutters

ที่มา <http://www.cgi.ebay.com/>

- **Staggered Tooth Side Milling Cutters** เป็นดอกกัดที่มีคมตัดแบบฟันสลับไป-มา เป็นดอกกัดที่ใช้กัดงานหนัก กัดร่อง กัดร่องลิ้ม

รูปที่ 6.37 Staggered Tooth Side Milling Cutters

ที่มา <http://www.abercutters.com/>

**14) Slitting Saws** เป็นดอกกัดที่มีขนาดบาง ออกแบบมาเพื่อใช้ตัดงานหรือกัดร่องแคบและกัดลึก

จะมีความหนาระหว่าง 0.8-4.8 มิลลิเมตร และมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางระหว่าง 63.5-203



มิลลิเมตร จะมีแบบ Plain Slitting Saws , Slitting Saw with Side Teeth เป็นดอกกัดที่มีคมตัดด้านข้างและ Staggered Tooth Slitting Saws เป็นดอกกัดที่มีฟันสลับกัน



A

B

รูปที่ 6.38 Plain Slitting Saw  
ที่มา <http://www.thurstonmfg.com/>

รูปที่ 6.39 (A) Slitting Saws with Side Teeth  
(B) Staggered Tooth Slitting Saws  
ที่มา <http://tool.wttool.com/>

**15) Angular หรือ Angle Milling Cutters** เป็นดอกกัดที่ใช้กัดงานให้เป็นมุม เช่น กัดร่องตัว-วี กัดร่องหางเหยี่ยว จะมีอยู่ 2 แบบ คือ

- **Single Angle Cutters** เป็นดอกกัด ที่มีมุมเอียงด้านเดียว มีมุมอยู่ระหว่าง 45-60 องศา

รูปที่ 6.40 Single Angle Cutters  
ที่มา <http://millingcutters.tradeindia.com/>



- **Double Angle Cutters** เป็นดอกกัด ที่มีมุมเอียงสองด้าน ใช้กัดร่องตัววี มีมุมรวม 45 , 60 หรือ 90 องศา



รูปที่ 6.41 Double Angle Cutters  
ที่มา <http://millingcutters.tradeindia.com/>

**16) Formed Cutters** เป็นดอกกัดที่ใช้กัดขึ้นรูปชิ้นงานให้เป็นรูปทรงต่างๆ เช่น กัดโค้งนูนและกัดโค้งเว้าด้วยดอกกัดชนิดต่าง ๆ

เครื่องวงกลมบนชิ้นงาน

- **Concave Milling Cutters** เป็นดอกกัดที่กัดผิวโค้งนูน



รูปที่ 6.42 Concave Milling Cutter

ที่มา <http://brijtools.com/>

ชิ้นงาน

- **Convex Milling Cutter** เป็นดอกกัดที่ใช้กัดเป็นโค้งเว้าใน

รูปที่ 6.43 Convex Milling Cutters

ที่มา <http://brijtools.com/>



บนชิ้นงาน

- **Corner - Rounding Cutters** เป็นดอกกัดที่ใช้กัดมุมมน



รูปที่ 6.44 Corner - Rounding Cutters

ที่มา <http://www.toolmex.com/>

- **Gear Milling Cutter** หรือ **Involutes Spur Gear Milling Cutters** เป็นดอกกัดที่ใช้กัดเฟือง

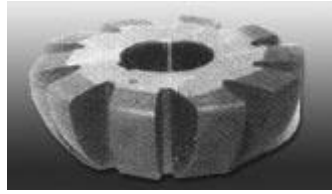
รูปที่ 6.45 Involute Spur Gear Milling Cutters

ที่มา <http://www.toolmex.com/>

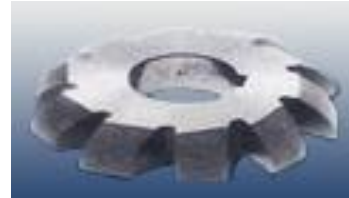




- Reamer Fluting Cutters และ Tap Fluting Cutters เป็น  
ดอกกัดที่ใช้กัดร่องของริมเมอร์ และดอกตีป



A



B

รูปที่ 6.46 A Reamer Fluting Cutters      รูปที่ 6.47 B Tap Fluting Cutters

- Fly Cutters เป็นดอกกัดที่มีทั้งคมตัดเดี่ยว และหลายคมตัด  
มีอยู่ 3 แบบ คือแบบใช้ขวานรู แบบใช้ในการปาดหน้าผิวงาน และแบบใช้ตัดร่องโดยใช้คม  
ตัดเดี่ยว สามารถปรับรัศมีให้ตัดเป็นขนาดความโตขนาดต่างๆ ได้



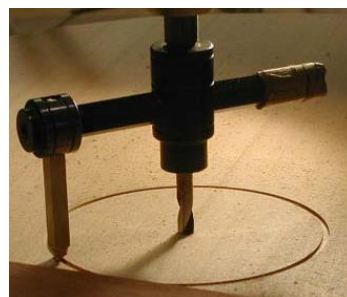
รูปที่ 6.48 ค้ามจับ Fly Cutters  
ที่มา <http://homepage3.nifty.com/>



รูปที่ 6.49 ชุด Fly Cutters ที่ใช้ขวานรูขนาดต่าง ๆ  
ที่มา <http://www.micro-machine-shop.com/>



รูปที่ 6.50 Fly Cutter ที่ใช้ปาดหน้า  
ที่มา <http://mini-machine.com/>



รูปที่ 6.51 Fly Cutter แบบใช้ตัดร่องโดยใช้คมตัดเดี่ยว  
ที่มา <http://instrumentmakers.net/>

### 6.3.3 Arbors

Arbors เป็นอุปกรณ์ที่ใช้จับยึดดอกกัดที่เป็นแบบ Plain, Side, Angle และ Form milling cutters ที่ใช้กับเครื่องกัดนอน ปกติแล้วจะจับยึดด้วย Arbors แบบ A หรือแบบ B Arbors แบบ A จะมีส่วนปลายเป็นบ่าเพื่อสวมอยู่กับตัวประคอง Arbors เพื่อประคองให้หมุนได้ศูนย์จะใช้กับเครื่องกัดขนาดเล็ก Arbors แบบ B จะมีรูปร่างเหมือนแบบ A แต่ไม่มีส่วนปลายเหมือนแบบ A จะมีปลอกเป็นตัวรองรับและหมุนอยู่ในตัวรองรับ Arbors จะมีใช้กับเครื่องกัดนอน Arbors แบบ C เป็นอุปกรณ์จับยึดที่ใช้จับ Shell End Mills และ Face Milling ดังรูป



รูปที่ 6.52 Arbor Style A

ที่มา <http://tidetools.en.alibaba.com/>



รูปที่ 6.53 Arbors Style B

ที่มา <http://tidetools.en.alibaba.com/>



ภาพที่ 6.54 Arbors Style C

ที่มา <http://www.millerstooling.com.au/>

## 6.4 ความเร็วตัด อัตราป้อนกัต และการป้อนลึก

### 6.4.1 ความเร็วตัด (Cutting Speed)

หนึ่งในความสำคัญมากๆ ขององค์ประกอบที่ทำให้เกิดประสิทธิภาพในงานกัดก็คือ ความเร็วตัด ความเร็วตัดจะมีผลในการเลือกใช้ความเร็วรอบ ซึ่งการพิจารณาองค์ประกอบต่างๆ ดังนี้

- 1) ชนิดของวัสดุชิ้นงาน
- 2) ชนิดของวัสดุที่ทำดอกกัต
- 3) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของดอกกัต
- 4) ความเรียบของผิวงานที่ต้องการ
- 5) ความลึกในการป้อนกัต
- 6) ความมั่นคงแข็งแรงและประสิทธิภาพของเครื่องกัต

สูตร การคำนวณหาความเร็วตัดของงานกัด

$$v = \frac{\pi dn}{1000} \quad \text{เมตร/นาที}$$

เมื่อกำหนด

$$v = \text{ความเร็วตัด (เมตร/นาที)}$$

$$d = \text{ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของดอกกัต (มิลลิเมตร)}$$

$$n = \text{ความเร็วรอบของดอกกัต (รอบ/นาที)}$$

ตัวอย่าง งานกัดราบใช้ความเร็วรอบ 500 รอบ/นาที และใช้ดอกกัต End Mill ขนาด  $\phi$  12 มิลลิเมตร จงคำนวณหา ความเร็วตัด

จากสูตร

$$v = \frac{\pi dn}{1000}$$

$$v = \frac{\pi \times 12 \times 500}{1000}$$

ดังนั้น ความเร็วตัด = 18.85 เมตร/นาที

#### 6.4.2 อัตราป้อนกัดและการป้อนลึก (Feed and Depth)

อัตราป้อนกัดของเครื่องกัด (Feed) เป็นระยะทาง ที่งานเคลื่อนที่ผ่าน ดอกกัด มีหน่วยเป็นมิลลิเมตรต่อนาที อัตราป้อนกัดขึ้นอยู่กับค่าตัวแปรต่าง ๆ เช่น

- 1) ความลึกและความกว้างของดอกกัด
- 2) ชนิดของดอกกัด
- 3) วัสดุของชิ้นงานที่กัด
- 4) ความแข็งและรูปร่างของวัสดุ
- 5) ชนิดความละเอียดผิวและความแม่นยำของขนาดที่ต้องการ
- 6) กำลังเครื่องและความมั่นคงแข็งแรงของเครื่องกัด
- 7) อุปกรณ์จับยึดและการติดตั้งเครื่องมือต่าง ๆ

#### สูตรคำนวณหาอัตราป้อนกัด

อัตราป้อนกัด = จำนวนฟันดอกกัด x อัตราป้อนกัด/ฟัน x ความเร็วรอบของดอกกัด

$$F = TRN$$

เมื่อกำหนด  $F =$  อัตราป้อนกัด (มิลลิเมตร/นาที)

$T =$  จำนวนฟันดอกกัด (ฟัน)

$R =$  อัตราป้อนกัดต่อฟัน (มิลลิเมตร/ฟัน)

$N =$  ความเร็วรอบ (รอบ/นาที)

ตัวอย่าง งานกัดร่องด้วยดอกกัด เอนมิล 4 ฟัน ใช้อัตราป้อนกัด 0.05 มิลลิเมตร/ฟัน และใช้ความเร็วรอบ 500 รอบ/นาที จงคำนวณหาอัตราป้อนกัด

$$\begin{aligned} \text{จากสูตร } F &= TRN \\ &= 4 \times 0.05 \times 500 \end{aligned}$$

$$\text{ดังนั้นอัตราป้อนกัด} = 100 \text{ มิลลิเมตร/นาที}$$

#### 6.4.3 การป้อนลึก (Depth of cut)

การป้อนลึก คือ การป้อนให้มีกัดกินงานในการกัดแต่ละครั้ง งานที่ต้องการความเรียบและความแม่นยำจะต้องทำการกัดหยาบและกัดละเอียด ในการกัดหยาบจะป้อนกินลึกมากกว่าการกัดละเอียด การป้อนลึกในงานกัดละเอียดไม่ควรป้อนเกิน 0.40 มิลลิเมตร

หมายเหตุ การป้องกันผิวงานเป็นรอยอย่าหยุดป้อนชิ้นงานในขณะที่ดอกกัดยังหมุนอยู่บนชิ้นงานและควรหยุดดอกกัดก่อนที่จะเคลื่อนที่ชิ้นงานกลับมาตำแหน่งเริ่มต้น

## 6.5 ความปลอดภัยในการใช้เครื่องกัด

เพื่อให้การปฏิบัติงานเกิดความปลอดภัยจำเป็นต้องคำนึงถึงข้อห้าม เช่นการแต่งกาย การสวมแว่นตาเพื่อป้องกันเศษ โลหะ และข้อปฏิบัติต่าง ๆ เป็นต้น

### 6.5.1 ข้อพึงปฏิบัติในการใช้เครื่องกัด

ข้อพึงปฏิบัติในการใช้เครื่องกัดมีดังนี้

- 1) ผู้ปฏิบัติงานต้องแต่งกายรัดกุมถูกต้องตามระเบียบของโรงงาน
- 2) จะต้องสวมแว่นตานิรภัยขณะปฏิบัติงาน
- 3) ศึกษาขั้นตอนการใช้และตรวจสอบความพร้อมของเครื่อง
- 4) ใช้แปรงปิดเศษโลหะห้ามใช้มือ
- 5) จะต้องให้เครื่องหยุดสนิทก่อนวัดขนาดงาน

## 6.6 การบำรุงรักษาเครื่องกัด

เครื่องกัดเป็นเครื่องจักรกลอีกชนิดหนึ่ง ที่สามารถทำงานได้หลากหลายและมีราคาแพง ดังนั้นเพื่อให้เครื่องกัดมีอายุการใช้งานที่ยาวนานและใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพจะต้องมีการบำรุงรักษาอย่างถูกต้องวิธี

### 6.6.1 ขั้นตอนการบำรุงรักษาเครื่องกัด

ขั้นตอนการบำรุงรักษาเครื่องกัดมีดังนี้

- 1) จะต้องตรวจสอบชิ้นส่วนต่าง ๆ ของเครื่องกัดเป็นประจำ
- 2) หยอดน้ำมันหล่อลื่นในส่วนที่เคลื่อนที่ทุกจุดก่อนใช้เครื่องกัดปฏิบัติงาน
- 3) เครื่องมือจะต้องมีผ้าหรือวัสดุที่อ่อนรองรับ ไม่วางบนโต๊ะงานโดยตรงเพราะจะทำให้โต๊ะงานเกิดความเสียหายได้
- 4) ตั้งความเร็วรอบและอัตราป้อนกัดให้เหมาะสมกับวัสดุงาน และวัสดุที่ทำมีดกัดเพื่อเป็นการรักษาอายุการใช้งานของเครื่องกัด
- 5) ควรหล่อเย็นด้วยน้ำหล่อเย็นขณะกัดงานเพื่อลดการเสียดสีและความร้อนที่เกิดขึ้น
- 6) หลังจากเลิกใช้งานจะต้องทำความสะอาดเครื่องกัดและหยอดน้ำมันในส่วนที่เคลื่อนที่ทุกจุด

## สรุป

เครื่องกัดเป็นเครื่องจักรกลที่สำคัญมากอีกประเภทหนึ่งในกระบวนการฝึก สำหรับการเรียนการสอน เนื่องจากมีความแม่นยำสูง ชิ้นงานออกมาจึงมีคุณภาพ อุปกรณ์ประกอบในการทำงานของเครื่องกัดก็มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากทำให้ชิ้นงานออกมามีคุณภาพ และยังสามารถใช้งานได้หลากหลายรูปแบบ ทั้งชิ้นงานปกติและชิ้นงานที่มีความซับซ้อน

ดังนั้น จึงมีความจำเป็นที่จะต้องเรียนรู้ให้เข้าใจอย่างถ่องแท้ใน หลักการทำงาน อุปกรณ์และเครื่องมือ ความเร็วตัด อัตราป้อนกัด ความปลอดภัย และการบำรุงรักษาเครื่องกัด จึงจะสามารถปฏิบัติงานกัดได้อย่างมีประสิทธิภาพ

### แบบประเมินผลการเรียนรู้

ตอนที่ 1 จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. จงอธิบายหลักการทำงานของเครื่องกัด

.....  
.....  
.....

2. จงบอกชนิดของปากกาจับงานมา 3 ชนิด

- 1. ....
- 2. ....
- 3. ....

3. จงบอกประโยชน์ของหัวแบ่ง

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

4. จงบอกคุณสมบัติของหัวแบ่งแบบ Rotary Table Attachment

.....  
.....  
.....

5. จงบอกคุณสมบัติของชุดคว้านเครื่องกัด

.....  
.....  
.....

6. Slotting Attachment เป็นอุปกรณ์สำหรับทำอะไร

.....  
.....  
.....

7. จงบอกชื่อของ Arbor มา 3 ชนิด

- 1. ....
- 2. ....
- 3. ....

8. จงคำนวณหาความเร็วรอบของงานกัด ด้วยดอกกัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 50 มม. กัด  
ชิ้นงานด้วย

ความเร็วตัด 25 เมตร/นาที

- .....
- .....
- .....
- .....
- .....
- .....

9. จงอธิบายความปลอดภัยในการใช้เครื่องกัด มา 5 ข้อ

- 1. ....
- 2. ....
- 3. ....
- 4. ....
- 5. ....

10. จงอธิบายวิธีการบำรุงรักษาเครื่องกัดมา 4 ข้อ

- 1. ....
- 2. ....
- 3. ....
- 4. ....



## แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

ตอนที่ 2 ข้อสอบมี 20 ข้อให้ทำทุกข้อ

จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว

1. ปากกาจับงานแบบธรรมดา คือข้อใด
 

ก. Plain Vise	ค. Swivel Base Vise
ข. Flanged Vise	ง. Universal Vise
2. ปากกาที่มีฐานหมุนได้ 360 องศา คือข้อใด
 

ก. Plain Vise	ค. Swivel Vase Vise
ข. Flanged Vise	ง. Universal Vise
3. ปากกาที่หมุนได้ทั้งแนวระนาบและแนวตั้งคือข้อใด
 

ก. Plain Vise	ค. Swivel Base Vise
ข. Flanged Vise	ง. Universal Vise
4. ในการกัดเพื่อจะต้องมีอุปกรณ์ในข้อใดช่วย
 

ก. ค้ำมีดคว้าน	ค. End Mill
ข. หัวแบ่ง	ง. ปากกาจับงาน
5. อุปกรณ์ชนิดใดหมุนได้ 360 องศา
 

ก. ศูนย์ท้าย	ค. อุปกรณ์พิเศษสำหรับไสงาน
ข. โต๊ะงานเครื่องกัด	ง. Rotary Table
6. Slotting Attachment เป็นอุปกรณ์สำหรับทำงานในข้อใด
 

ก. อุปกรณ์ไสแนวตั้ง	ค. อุปกรณ์กัดงาน
ข. อุปกรณ์กัดเฟือง	ง. อุปกรณ์กัดรู
7. Vertical Milling Attachment เป็นอุปกรณ์สำหรับทำงานในข้อใด
 

ก. เป็นอุปกรณ์เปลี่ยนทิศทางการกัดแนวนอน มากัดแนวตั้ง
ข. เป็นอุปกรณ์เปลี่ยนทิศทางการกัดแนวตั้ง มากัดแนวนอน
ค. เป็นอุปกรณ์เปลี่ยนจากการกัดมาไสงาน
ง. เป็นอุปกรณ์เปลี่ยนมากัดเฟืองสะพาน

8. Rack Milling Attachment เป็นอุปกรณ์สำหรับทำงานในข้อใด
- เป็นอุปกรณ์เปลี่ยนทิศทางการกัดแนวนอน มากัดแนวตั้ง
  - เป็นอุปกรณ์เปลี่ยนทิศทางการกัดแนวตั้ง มากัดแนวนอน
  - เป็นอุปกรณ์เปลี่ยนจากการกัดมาไสงาน
  - เป็นอุปกรณ์เปลี่ยนมากัดเฟืองสะพาน
9. Two Flute End Mill หรือ Slot Drill หมายถึงข้อใด
- End Mill 2 คมตัด
  - End Mill 3 คมตัด
  - End Mill 4 คมตัด
  - End Mill 5 คมตัด
10. End mill ในข้อใดสามารถใช้กัดในแนวโค้งเหมือนดอกสว่าน
- End Mill 2 คมตัด
  - End Mill 3 คมตัด
  - End Mill 4 คมตัด
  - End Mill 5 คมตัด
11. T-Slot Milling Cutters เป็นดอกกัดที่ใช้สำหรับกัดงานแบบใด
- กัดเฟืองตรง
  - กัดเฟืองเฉียง
  - กัดลิ้มวงเดือน
  - กัดร่องตัว – ที
12. Woodruff key Seat Cutters เป็นดอกกัดที่ใช้สำหรับกัดงานแบบใด
- กัดเฟืองตรง
  - กัดเฟืองเฉียง
  - กัดลิ้มวงเดือน
  - กัดร่องตัว – ที
13. Shell End Mill ส่วนใหญ่มีขนาดไม่เกินกี่ มิลลิเมตร
- 80
  - 100
  - 120
  - 150
14. ดอกกัดที่ใช้ปาดหน้าชิ้นงาน คือข้อใด
- Convex Cutter
  - Concave Cutter
  - Slitting Saw Cutter
  - Face Milling Cutter
15. ดอกกัดที่ใช้สำหรับกัดราบคือข้อใด
- Angular Cutter
  - Convex Cutter
  - Concave Cutter
  - Plain Milling Cutter
16. Plain Milling Cutters ที่มีฟันตรงมีขนาดความหนาไม่เกินกี่มิลลิเมตร
- 19
  - 25
  - 30
  - 35

17. Heavy Duty Plain Milling Cutters มีมุมเอียงคมตัดประมาณกี่องศา
- |          |          |
|----------|----------|
| ก. 10-15 | ค. 25-45 |
| ข. 15-20 | ง. 45-60 |
18. ดอกกัดที่กัดเป็นมุมคือข้อใด
- |                   |                         |
|-------------------|-------------------------|
| ก. Angular Cutter | ค. Concave Cutter       |
| ข. Convex Cutter  | ง. Plain Milling Cutter |
19. ดอกกัดที่มีรูปร่างโค้งเว้า เพื่อกัดชิ้นงานให้โค้งนูน คือข้อใด
- |                   |                         |
|-------------------|-------------------------|
| ก. Angular Cutter | ค. Concave Cutter       |
| ข. Convex Cutter  | ง. Plain Milling Cutter |
20. ดอกกัดที่มีรูปร่างโค้งนูน เพื่อกัดชิ้นงานให้โค้งเว้า คือข้อใด
- |                   |                         |
|-------------------|-------------------------|
| ก. Angular Cutter | ค. Concave Cutter       |
| ข. Convex Cutter  | ง. Plain Milling Cutter |

## แบบประเมินตนเอง

ชื่อ – สกุล.....เลขประจำตัว.....  
 ระดับชั้น.....กลุ่ม.....สาขาวิชา.....

### คำชี้แจง

1. ในหน่วยนี้มี 2 ตอน คือ ตอนที่ 1 มี 10 ข้อ = 10 คะแนน  
 ตอนที่ 2 มี 20 ข้อ = 20 คะแนน

ให้ผู้เรียนตอบคำถามจากแบบประเมินผลการเรียนรู้ แล้วให้คะแนนตนเองตามความเป็นจริงในแต่ละตอนจะมีช่องคะแนนพร้อมกำหนดเกณฑ์ที่ได้ เมื่อตอบเสร็จแต่ละตอน ผู้เรียนสามารถประเมินตนเองได้ว่าอยู่ในระดับเกณฑ์ใด เช่น ดีมาก ดี พอใช้ หรือต้องปรับปรุง

2. นำผลของคะแนนที่ได้ทั้ง 2 ตอนรวมกัน สมมติว่าผู้เรียนทำข้อสอบตอนที่ 1 ได้ 8 คะแนน อยู่ในเกณฑ์ ดี และตอนที่ 2 ได้ 16 คะแนน ก็อยู่ในเกณฑ์ ดี รวมทั้งหมด = 24 คะแนน แล้วนำมาสรุปผลในช่องข้างล่างสุด ผู้เรียนจะทราบผลการประเมินตนเองว่าอยู่ในเกณฑ์ใด

(จากตัวอย่างที่สมมติ สรุปผลทั้ง 2 ตอน คือ 24 คะแนน = ดี)

เนื้อหา	คะแนนที่ได้			
ตอนที่ 1	ดีมาก	ดี	พอใช้	ควรปรับปรุง
ข้อละ 1	( 9 – 10)	( 7 – 8)	( 5 – 6)	(ต่ำกว่า 5)
คะแนน				
ตอนที่ 2	ดีมาก	ดี	พอใช้	ควรปรับปรุง
ข้อละ 1	( 17 – 20)	( 13 – 16)	( 10 – 12)	(ต่ำกว่า 10)
คะแนน				

สรุปผล ตอนที่ 1 = .....คะแนน ตอนที่ 2 =.....คะแนน

รวม = ..... คะแนน

### ผลการประเมิน

- |  |  |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> ดีมาก (26 – 30 คะแนน) | <input type="checkbox"/> ดี (20 – 25 คะแนน)              |
| <input type="checkbox"/> พอใช้ (15 – 19 คะแนน) | <input type="checkbox"/> ต้องปรับปรุง (ต่ำกว่า 15 คะแนน) |