




เฟืองและงานกัดเฟืองตรง

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (BEHAVIORAL OBJECTIVES)

หลังจากศึกษาจบบทเรียนนี้แล้ว นักเรียนจะมีความสามารถดังนี้

1. บอกขนาดของเฟืองได้ทั้ง 2 ระบบ
 2. อธิบายชนิดของเฟืองและการใช้งานได้
 3. เลือกดอกกัดสำหรับกัดเฟืองแบบต่าง ๆ ที่กับเครื่องกัดเพลานอนได้
 4. ใช้สูตรคำนวณหาค่าต่าง ๆ ของเฟืองทั้งระบบ DP และระบบ Module
 5. อธิบายขั้นตอนการกัดเฟืองตรง
 6. ปฏิบัติงานกัดเฟืองตรงได้ตามหลักการ
- 



เฟืองและงานกัดเฟืองตรง

เฟือง (Gear) เป็นชิ้นส่วนเครื่องกลที่มีรูปร่างเป็นจานแบนรูปวงกลม ตรงขอบมีลักษณะเป็นแฉก เรียกว่า **ฟันเฟือง** ซึ่งสามารถนำไปประกบกับเฟืองอีกตัวหนึ่ง ทำให้เมื่อเฟืองตัวแรกหมุนเฟืองตัวที่สอง จะหมุนในทิศทางตรงกันข้าม เกิดเป็นระบบส่งกำลังขึ้น โดยความเร็วรอบของเฟืองที่สองจะขึ้นอยู่กับอัตราส่วนจำนวนฟันเฟืองของตัวแรกเทียบกับตัวที่สอง ซึ่งอัตราส่วนนี้สามารถปรับให้เกิดเป็นความได้เปรียบเชิงกลได้ จึงถือเป็นเครื่องกลอย่างง่ายชนิดหนึ่ง

เฟืองสามารถนำมาใช้ส่งผ่านแรงหมุน ปรับความเร็ว แรงหมุน และทิศทางการหมุนในเครื่องจักรได้ โดยระบบเฟืองหรือระบบส่งกำลังมีความสามารถคล้ายคลึงกับระบบสายพาน แต่จะดีกว่าตรงที่ระบบเฟืองจะไม่สูญเสียพลังงานไปกับการยืดหดและการลื่นไถลของสายพาน เฟืองมีประโยชน์มากในชีวิตประจำวัน เช่น ใช้ในการส่งกำลังในเครื่องมือกล ได้แก่ เครื่องกลึง เครื่องกัด เครื่องไส เป็นต้น และยังใช้เป็นชุดเฟืองในรถยนต์ เป็นต้น เฟืองมีหลายชนิด เช่น เฟืองตรง เฟืองเฉียง เฟืองดอกจอก เฟืองหนอน เฟืองสะพาน เป็นต้น

ระบบของเฟือง

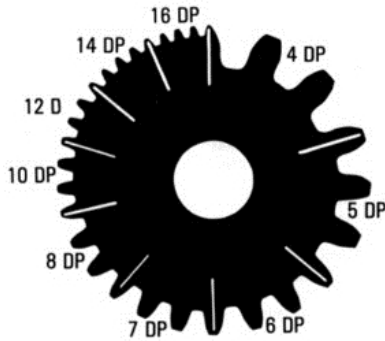
เฟืองโดยทั่วไปจะมีอยู่ 2 ระบบ คือ

1. **เฟืองระบบโมดูล (Module)** เป็นเฟืองระบบเมตริกใช้หน่วยเป็นมิลลิเมตร ถ้าเฟืองโมดูลเลขน้อยจะมีขนาดฟันเฟืองเล็ก ถ้าเฟืองโมดูลเลขมากจะมีฟันเฟืองขนาดใหญ่ ขนาดของเฟืองโมดูลแสดงไว้ในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ขนาดของเฟืองระบบโมดูลที่ใช้ทั่ว ๆ ไป

ระบบโมดูล	
0.50	3.50
0.75	3.75
1.00	4.00
1.25	4.50
1.50	5.00
1.75	5.50
2.00	6.00
2.25	6.50
2.50	7.00
2.75	8.00
3.00	9.00
3.25	10.00

2. **เฟืองตรงระบบดีพี (Diametral Pitch, DP)** ซึ่งเป็นเฟืองระบบนิ้ว ใช้หน่วยเป็นนิ้ว แต่สามารถเปลี่ยนหน่วยเป็นมิลลิเมตรได้โดยการคูณด้วย 25.4 มม. มีใช้ในเครื่องจักรกลของประเทศสหรัฐอเมริกา กลุ่มประเทศเครือจักรภพและแคนาดา จะมีขนาดของเฟืองเป็นเลขจำนวนเต็ม คือ 4, 5, 6, 7, 8, 10, 12, 14 และ 16 เฟืองดีพีเลขน้อยจะมีฟันเฟืองใหญ่ ถ้าเฟืองดีพีเลขมากจะมีขนาดฟันเฟืองเล็ก รูปที่ 3.1 แสดงรูปร่าง ขนาดของเฟืองระบบดีพี



รูปที่ 3.1 รูปร่างขนาดของเฟืองระบบดีพี

ชนิดของเฟือง

เฟืองมีหลายชนิด มีรายละเอียดและการใช้งานดังนี้

1. เฟืองตรง (Spur Gear) ดังรูปที่ 3.2 เป็นเฟืองที่นิยมใช้กันอยู่ทั่ว ๆ ไป เพราะว่าผลิตง่ายไม่ยุ่งยากเหมือนเฟืองชนิดอื่น ๆ และมีราคาถูก



รูปที่ 3.2 เฟืองตรง



รูปที่ 3.3 เฟืองเฉียง

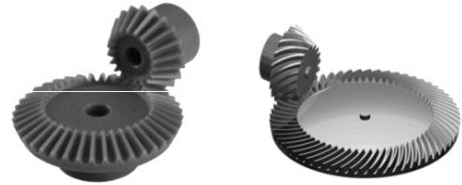
2. เฟืองเฉียง (Helical Gear) ดังรูปที่ 3.3 เป็นเฟืองที่สามารถส่งกำลังแบบแกนเพลลาขนานกันเหมือนเฟืองตรง หรือจะส่งกำลังแบบแกนเพลลาทำมุมได้

3. เฟืองก้างปลา (Herringbone Gear) ดังรูปที่ 3.4 เป็นเฟืองที่ดัดแปลงมาจากเฟืองเฉียง เพื่อแก้ปัญหาแรงรูน ซึ่งเป็นแรงดันออกทางด้านข้างเมื่อส่งกำลังด้วยเฟืองเฉียง แต่เฟืองก้างปลาใช้ส่งกำลังแบบแกนเพลลาขนานกันอย่างเดียวเหมือนกับเฟืองตรง จะไม่สามารถส่งกำลังแบบแกนเพลลาทำมุมกันได้



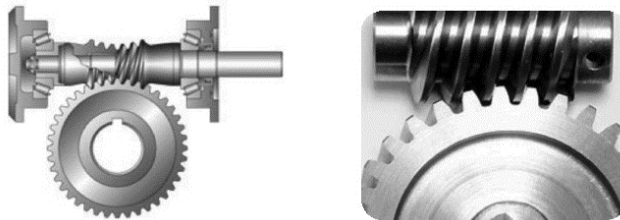
รูปที่ 3.4 เฟืองก้างปลา

4. เฟืองดอกจอก (Bevel Gear) ดังรูปที่ 3.5 เป็นเฟืองที่สามารถส่งกำลังโดยที่แกนเพลลาของเฟืองขับและเฟืองตามทำมุมกันได้ทั้ง 90 องศาหรือมุมมากกว่าหรือน้อยกว่า 90 องศาก็ได้



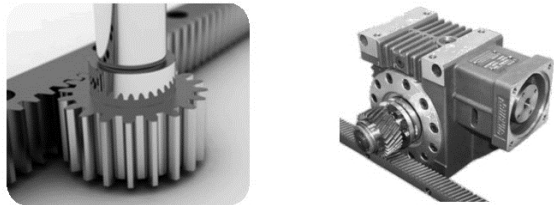
รูปที่ 3.5 เฟืองดอกจอก

5. เฟืองหนอนและเกลียวหนอน (Worm Thread and Worm Gear) ดังรูปที่ 3.6 จะประกอบไปด้วยชุดเฟือง 2 ส่วน คือ เกลียวหนอนและเฟืองหนอน ซึ่งต้องนำมาใช้งานร่วมกัน เกลียวหนอนจะทำหน้าที่หมุนส่งกำลังให้เฟืองหนอนหมุนตาม โดยทั้งคู่จะต้องมีระยะพิตซ์ที่เท่ากัน เฟืองหนอนจะเป็นชุดเฟืองสำหรับการส่งกำลังประเภทเพลลาว่างข้ามกัน และงานที่ต้องการทดรอบของความเร็วสูงให้เป็นความเร็วต่ำมาก ๆ มีอัตราทดสูง

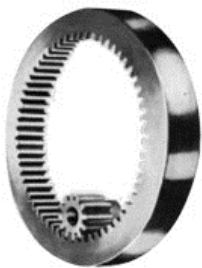


รูปที่ 3.6 เฟืองหนอนและเกลียวหนอน

6. เฟืองสะพาน (Rack Gear) ดังรูปที่ 3.7 เป็นเฟืองที่ใช้คู่กับเฟืองพีเนียน (Pinion Gear) ในการส่งกำลัง ซึ่งมีทั้งเฟืองตรงและเฟืองเฉียง ตัวอย่างการใช้งาน เช่น ระบบบังคับลิ้นของรถยนต์ เป็นต้น



รูปที่ 3.7 เฟืองสะพาน

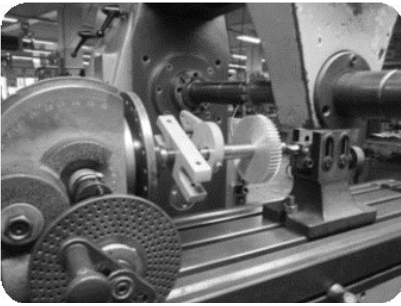


รูปที่ 3.8 เฟืองใน

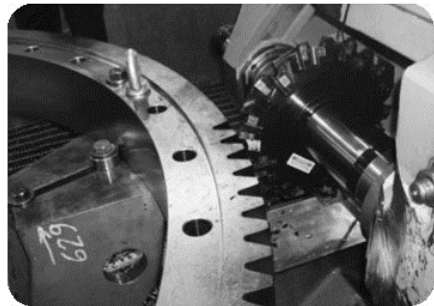
7. เฟืองใน (Internal Gear) ดังรูปที่ 3.8 ลักษณะเป็นวงแหวนและมีเฟืองที่อยู่ขอบด้านใน ไม่สามารถกัดด้วยวิธีการกัดด้วยเครื่องกัดแบบธรรมดาได้

การผลิตเฟือง

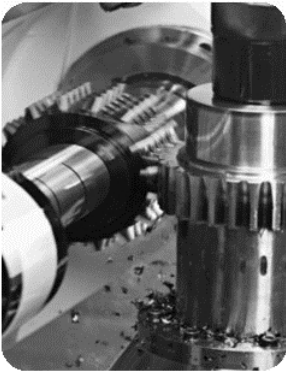
ในการผลิตเฟืองสามารถทำได้หลายวิธี แต่ละวิธีก็จะใช้ดอกกัดแบบต่าง ๆ เช่น การกัดเฟืองด้วยเครื่องกัดแกนเพลานอน จะใช้ดอกกัดเฟืองตรง (Involute Spur Gear) การกัดด้วยฮอบ (Hob Milling Cutter) การไสเฟือง (Gear Shaping) เป็นต้น และกรรมวิธีอื่น ๆ อีกหลายวิธี ในที่นี้จะขอกกล่าวถึงดอกกัดที่ใช้กับเครื่องกัดแกนเพลานอน ดังแสดงในรูปที่ 3.9 ถึงรูปที่ 3.23



รูปที่ 3.9 การกัดเฟืองตรงด้วย
ดอกกัดเฟืองตรง



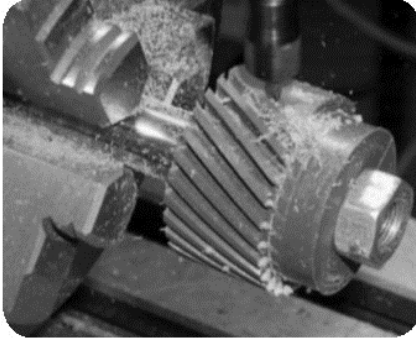
รูปที่ 3.10 การกัดเฟืองตรง
ด้วยดอกกัดคาร์ไบด์



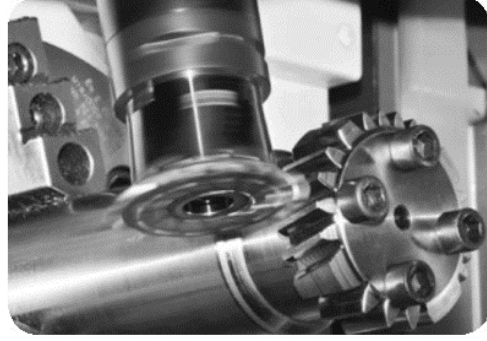
รูปที่ 3.11 การกัดเฟืองตรง
ด้วยดอกกัดฮอบ



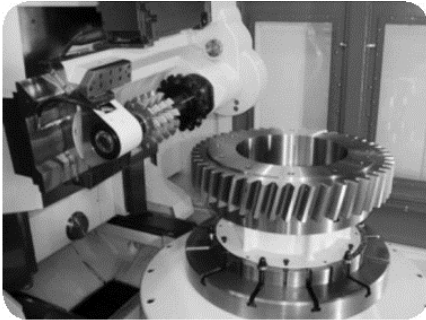
รูปที่ 3.12 การกัดเฟืองเฉียง
ด้วยดอกกัดเฟืองตรง



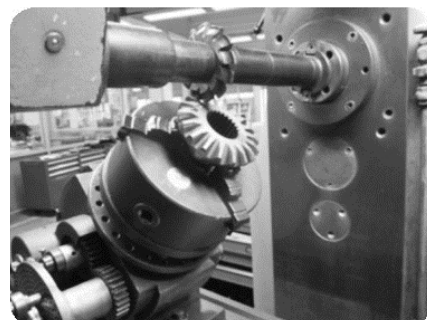
รูปที่ 3.13 การกัดเฟืองเฉียง
ด้วยเครื่องกัดตั้ง



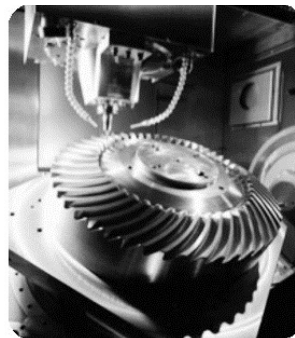
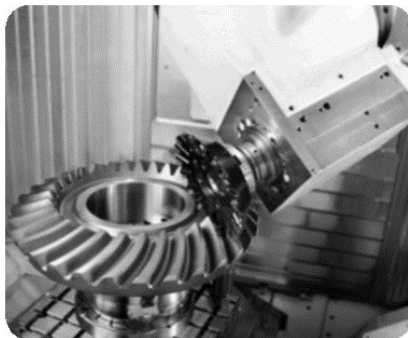
รูปที่ 3.14 การกัดเฟืองเฉียง
ด้วยดอกกัดคาร์ไบด์



รูปที่ 3.15 การกัดเฟืองเฉียง
ด้วยดอกกัดขอบ



รูปที่ 3.16 การกัดเฟืองดอกจอก
ด้วยดอกกัดเฟืองตรง

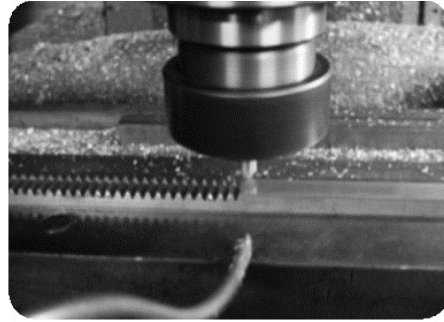


รูปที่ 3.17 การกัดเฟืองดอกจอก
ด้วยเครื่องกัดซีเอ็นซี 5 แกน

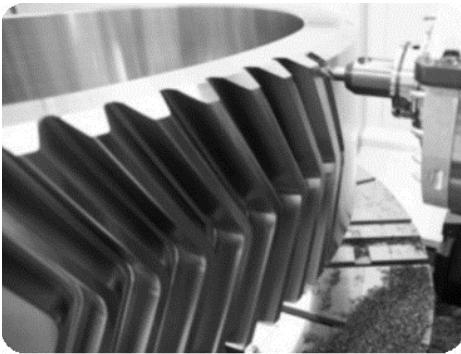
ผลิตชิ้นส่วนด้วยเครื่องมือกล 3



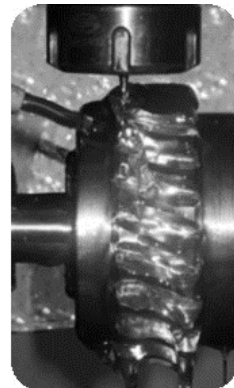
รูปที่ 3.18 การกัดเฟืองสะพาน
ด้วยดอกกัดเฟืองตรง



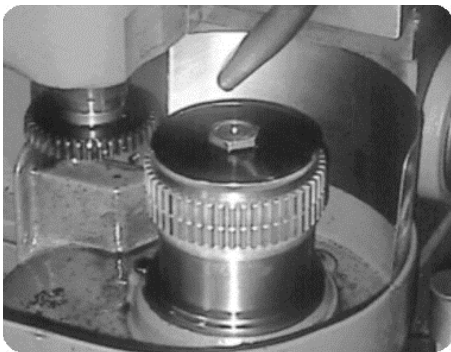
รูปที่ 3.19 การกัดเฟืองสะพาน
ด้วยเครื่องกัดตั้ง



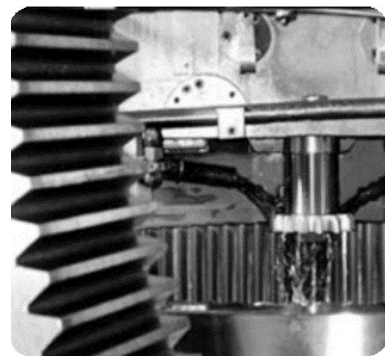
รูปที่ 3.20 การกัดเฟืองก้างปลา
ด้วยเครื่องกัดซีเอ็นซี 5 แกน



รูปที่ 3.21 การกัดเฟืองหนอน
ด้วยเครื่องกัดตั้ง



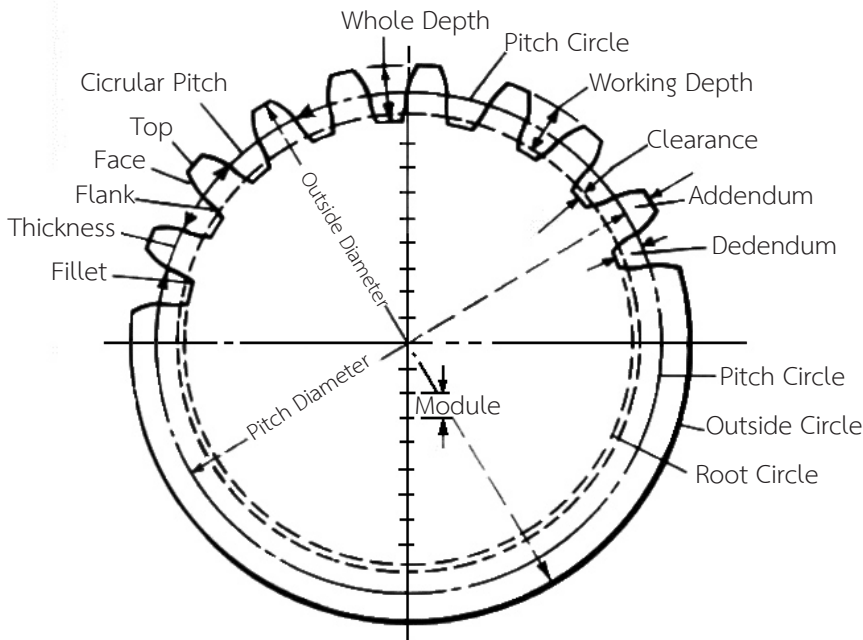
รูปที่ 3.22 การไสเฟือง



รูปที่ 3.23 การไสเฟืองใน

การกัดเฟืองตรง

เฟืองตรงเป็นเฟืองที่ผลิตง่ายสามารถผลิตได้หลายวิธีในที่นี้จะกล่าวถึงการกัดด้วยเครื่องกัดแกนเพลานอน เนื่องจากในสถานศึกษาต่าง ๆ จะมีเครื่องกัดประเภทนี้สำหรับใช้สอนกัดเฟืองตรงกัน สูตรในการคำนวณหาค่าต่าง ๆ ของเฟืองตรง บางตำราการใช้สัญลักษณ์ จะมีความแตกต่างกัน เช่น จำนวนฟันของเฟืองในระบบดีพี จะใช้ N เป็นสัญลักษณ์ ส่วนระบบโมดูล จะใช้ Z เป็นสัญลักษณ์ เป็นต้น ถ้าผู้เรียนศึกษาให้เข้าใจ ก็สามารถใช้นิยามสัญลักษณ์เดียวกันได้ ไม่ต้องจำสัญลักษณ์หลายตัว สามารถใช้นิยามที่เหมือนกันก็ได้ เพื่อที่จะเปรียบเทียบสูตรให้เห็นง่ายและเข้าใจว่าหลักการของสูตรทั้ง 2 ระบบนี้มีหลักการเดียวกัน แต่มีการเปลี่ยนจากคุณมาเป็นหาร เช่น เฟืองระบบดีพี การคำนวณหาค่าไดนอก ($N + 2$) หารด้วยดีพี แต่สูตรของโมดูล จะนำโมดูลมาคูณ สูตรจึงเป็น $(Z + 2)$ คูณด้วย M จะเห็นว่าถ้ามีความเข้าใจสูตรในระบบใดระบบหนึ่งก็จะใช้กับสูตรของอีกระบบได้เลย ส่วนต่าง ๆ ของเฟืองที่สำคัญดังรูปที่ 3.24 ควรจะจำได้เพื่อทำให้เข้าใจสูตรได้ง่ายยิ่งขึ้น



รูปที่ 3.24 ส่วนต่าง ๆ ของเฟืองตรง

สำหรับสูตรในการคำนวณค่าต่าง ๆ ของเฟืองทั้งระบบ DP และโมดูล แสดงไว้ในตารางที่ 3.2

ผลิตชิ้นส่วนด้วยเครื่องมือกล 3

ตารางที่ 3.2 สูตรของเฟืองตรงระบบ DP และระบบ Module

ส่วนที่คำนวณหา	DP	Module
1. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางยอดฟันเฟือง (Outside Diameter)	$OD = \frac{N + 2}{DP}$ หรือ $= PD + \frac{2}{DP}$ OD = เส้นผ่านศูนย์กลางยอดฟัน N = จำนวนฟัน DP = Diametral Pitch PD = เส้นผ่านศูนย์กลางวงกลมพิตช์	$d_a = (z + 2)m$ $= d + 2m$ d _a = เส้นผ่านศูนย์กลางยอดฟันเฟือง z = จำนวนฟันเฟือง m = โมดูล d = เส้นผ่านศูนย์กลางวงกลมพิตช์
2. ความลึกทั้งหมดของฟันเฟือง (Whole Depth)	$WD = \frac{2.157}{DP}$ WD = ความลึกทั้งหมดของฟันเฟือง DP = Diametral Pitch	$h = 2.166 m$ h = ความลึกทั้งหมดของฟันเฟือง m = โมดูล
3. ช่วงสูงบนหรือความสูงยอดฟันเฟือง (Addendum)	$A = \frac{1}{DP}$ A = ช่วงสูงบนหรือความสูงโคนฟันเฟือง	$h_a = m$ h _a = ช่วงสูงบนหรือความสูงยอดฟันเฟือง
4. ช่วงสูงล่าง หรือความสูงโคนฟันเฟือง (Dedendum)	$D = \frac{1.157}{DP}$ D = ช่วงสูงล่างหรือความสูงโคนฟันเฟือง DP = Diametral Pitch	$h_f = 1.166 M$ h _f = ช่วงสูงล่าง หรือความสูงโคนฟันเฟือง m = โมดูล
5. ระยะพิตช์ของฟันเฟือง วัดที่วงกลมพิตช์ (Circular Pitch)	$CP = \frac{\pi}{DP} \text{ หรือ } = \frac{\pi PD}{DP}$ CP = ระยะพิตช์ของฟันเฟือง DP = Diametral Pitch PD = เส้นผ่านศูนย์กลางวงกลมพิตช์ N = จำนวนฟันเฟือง	$p = \pi m \text{ หรือ } \frac{\pi d}{z}$ p = ระยะพิตช์ของฟันเฟือง m = โมดูล d = เส้นผ่านศูนย์กลางวงกลมพิตช์ z = จำนวนฟันเฟือง
6. เส้นผ่านศูนย์กลางวงกลมพิตช์ (Pitch Diameter)	$PD = \frac{N}{DP} \text{ หรือ } = OD - \frac{2}{DP}$ หรือ $= \frac{N \times OD}{N + 2} \text{ หรือ } = \frac{N \times CP}{\pi}$ PD = เส้นผ่านศูนย์กลางวงกลมพิตช์ N = จำนวนฟันเฟือง DP = Diametral Pitch OD = เส้นผ่านศูนย์กลางยอดฟันเฟือง CP = ระยะพิตช์ของฟันเฟือง	$d = z \times m = d_a - 2m$ หรือ $= \frac{Z \times da}{z + 2}$ d = เส้นผ่านศูนย์กลางวงกลมพิตช์ z = จำนวนฟันเฟือง m = โมดูล d _a = เส้นผ่านศูนย์กลางยอดฟันเฟือง

ตารางที่ 3.2 สูตรของเฟืองตรงระบบ DP และระบบ Module (ต่อ)

ส่วนที่คำนวณหา	DP	Module
7. Diametral Pitch (ระบบเฟือง DP)	$DP = \frac{N + 2}{OD} \text{ หรือ } = \frac{N}{DP} \text{ หรือ } \frac{\pi}{DP}$ <p>DP = Diametral Pitch N = จำนวนฟันเฟือง OD = เส้นผ่านศูนย์กลางยอดฟันเฟือง PD = เส้นผ่านศูนย์กลางวงกลมพิตช์ CP = ระยะพิตช์ของฟันเฟือง</p>	
8. Module (ระบบเฟืองโมดูล)		$m = \frac{d_a}{Z + 2} \text{ หรือ } = \frac{d}{z} \text{ หรือ } = \frac{p}{\pi}$ <p>m = โมดูล d_a = เส้นผ่านศูนย์กลางยอดฟันเฟือง z = จำนวนฟันเฟือง d = เส้นผ่านศูนย์กลางวงกลมพิตช์ p = ระยะพิตช์ของฟันเฟือง</p>
9. จำนวนฟันเฟือง (Number of Teeth)	$N = PD \times DP \text{ หรือ } \frac{\pi PD}{CP}$ <p>DP = Diametral Pitch N = จำนวนฟันเฟือง OD = เส้นผ่านศูนย์กลางยอดฟันเฟือง PD = เส้นผ่านศูนย์กลางวงกลมพิตช์ CP = ระยะพิตช์ของฟันเฟือง</p>	$Z = \frac{d}{m} \text{ หรือ } = \frac{\pi d}{p}$ <p>z = จำนวนฟันเฟือง d = เส้นผ่านศูนย์กลางวงกลมพิตช์ m = โมดูล d = เส้นผ่านศูนย์กลางวงกลมพิตช์ p = ระยะพิตช์ของฟันเฟือง</p>
10. ระยะห่างระหว่างจุดศูนย์กลาง ของเฟืองทั้งสอง (Center Distance)	$CD = \frac{PD_1 + PD_2}{2}$ <p>CD = ระยะห่างระหว่างจุดศูนย์กลาง PD_1 = เส้นผ่านศูนย์กลางวงกลมพิตช์ เฟืองตัวที่ 1 PD_2 = เส้นผ่านศูนย์กลางวงกลมพิตช์ เฟืองตัวที่ 2</p>	$a = \frac{d_1 + d_2}{2}$ <p>a = ระยะห่างระหว่างจุดศูนย์กลาง ของเฟืองทั้งสอง d_1 = เส้นผ่านศูนย์กลางวงกลมพิตช์ เฟืองตัวที่ 1 d_2 = เส้นผ่านศูนย์กลางวงกลมพิตช์ เฟืองตัวที่ 2</p>

ผลิตชิ้นส่วนด้วยเครื่องมือกล 3

ดอกกัดที่ใช้กับเฟือง

ดอกกัดเฟืองตรง (Involute Spur Gear) ดังรูปที่ 3.25 เป็นดอกกัดที่ใช้สำหรับกัดเฟืองตรงบนเครื่องกัดแกนเพลานอน และสามารถใช้กัดเฟืองเฉียง เฟืองดอกจอกได้ด้วย มีทั้งระบบตีพี และระบบโมดูล จะมีเป็นชุด แบบชุดละ 8 ตัว และแบบชุดละ 15 ตัว ดังตารางที่ 3.3 และตารางที่ 3.4 ตามลำดับ แต่ละตัวจะสามารถกัดฟันได้เป็นช่วง ๆ เพราะฉะนั้น ในการกัดฟันเฟืองจะต้องเลือก นัมเบอร์ให้ถูก



รูปที่ 3.25 ดอกกัดเฟืองตรง

ตารางที่ 3.3 ดอกกัดเฟือง แบบ 8 ตัวต่อชุด ทั้ง 2 ระบบ

เฟืองระบบโมดูลนัมเบอร์	จำนวนฟันที่ต้องการกัด (ฟัน)	เฟืองระบบตีพินัมเบอร์
1	12 - 13	8
2	14 - 16	7
3	17 - 20	6
4	21 - 25	5
5	26 - 34	4
6	35 - 54	3
7	55 - 134	2
8	135 - เฟืองสะพาน	1

ตารางที่ 3.3 ดอกกัดเฟืองแบบ 8 ตัวต่อชุด ทั้ง 2 ระบบ (ต่อ)

เฟืองระบบโมดูลนัมเบอร์	จำนวนฟันที่ต้องการกัด (ฟัน)	เฟืองระบบตีพินัมเบอร์
1	12	8
1½	13	7½
2	14	7

ตารางที่ 3.4 ดอกกัดเฟืองแบบ 8 ตัวต่อชุด ทั้ง 2 ระบบ (ต่อ)

เฟืองระบบโมดูลนัมเบอร์	จำนวนฟันที่ต้องการกัด (ฟัน)	เฟืองระบบตีฟันนัมเบอร์
2½	15 - 16	6½
3	17 - 18	6
3½	19 - 20	5½
4	21 - 22	5
4½	23 - 25	4½
5	26 - 29	4
5½	30 - 34	3½
6	35 - 41	3
6½	42 - 54	2½
7	55 - 79	2
7½	80 - 134	1½
8	135 - เฟืองสะพาน	1

การคำนวณหาค่าต่าง ๆ ของเฟืองตรง

ในการคำนวณหาค่าต่าง ๆ ของเฟืองตรงมีหลายค่า ดังที่ได้กล่าวไปแล้ว (ตารางที่ 3.2) แต่ค่าที่ใช้ในงานกัดมีไม่มาก จึงขอคำนวณหาเฉพาะค่าที่ใช้จริงดังตัวอย่างต่อไปนี้

ตัวอย่างที่ 3.1 ต้องการกัดเฟืองโมดูล 2 มม. จำนวน 24 ฟัน จงคำนวณหาค่าต่อไปนี้

1. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโตนอกของขนาดชิ้นงานที่จะกัดเฟือง
2. ความลึกทั้งหมดของฟันเฟือง
3. นัมเบอร์ของดอกกัดที่ใช้กัดเฟือง
4. จำนวนการหมุนหัวแบ่งเฟือกัดเฟือง โดยใช้จานแบ่งแบบ Brown and Sharpe

ผลิตชิ้นส่วนด้วยเครื่องมือกล 3

- วิธีทำ 1. ขนาดโตนอกของขนาดชิ้นงานที่จะกัดเฟือง จากตารางที่ 3.2 สำหรับเฟืองโมดูล
- $$d_a = (z + 2)m = (24 + 2)2 = 52 \text{ มม.}$$
2. ความลึกทั้งหมดของฟันเฟือง $h = 2.166 \times 2 = 4.33 \text{ มม.}$
3. นัมเบอร์ของดอกกัดที่ใช้กัดเฟือง เลือกนัมเบอร์ของดอกกัดจากตารางที่ 3.3 ใช้นัมเบอร์ 4
- กักระหว่าง 21 - 25 ฟัน

4. คำนวณการหมุนหัวแบ่งเพื่อกัดเฟืองนี้ โดยใช้งานแบ่งแบบ Brown and Sharpe

$$\begin{aligned} n_k &= \frac{40}{z} = \frac{40}{24} = 1\frac{16}{24} = 1\frac{2}{3} \\ &= 1\frac{26 \times 13}{2 \times 13} = 1\frac{26}{39} \end{aligned}$$

จากการคำนวณ เลือกใช้งานแบ่งแบบ Brown and Sharpe แผ่นที่ 3 โดยหมุนหัวแบ่งไปครั้งละ 1 รอบ กับอีก 26 รู บนหน้างาน 39 รู

ตัวอย่างที่ 3.2 ต้องการกัดเฟืองดีพี 10 จำนวน 48 ฟัน จงคำนวณหาค่าต่อไปนี้

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโตนอกของขนาดชิ้นงานที่จะกัดเฟือง

ความลึกทั้งหมดของฟันเฟือง

นัมเบอร์ของดอกกัดที่ใช้กัดเฟือง

คำนวณการหมุนหัวแบ่งเพื่อกัดเฟืองนี้ โดยใช้งานแบ่งแบบ Brown and Sharpe

- วิธีทำ 1. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโตนอกของขนาดชิ้นงานที่จะกัดเฟือง

$$OD = \frac{N + 2}{DP} = \frac{48 + 2}{10} = 5 \text{ นิ้ว} = 5 \times 25.4 = 127 \text{ มม.}$$

2. ความลึกทั้งหมดของฟันเฟือง

$$WD = \frac{2.157}{DP} = \frac{2.157}{10} = 0.2157 \text{ นิ้ว} = 0.2157 \times 25.4 = 5.48 \text{ มม.}$$

3. นัมเบอร์ของดอกกัดที่ใช้กัดเฟือง เลือกนัมเบอร์ของดอกกัดจากตารางที่ 3.3 ใช้นัมเบอร์ 3
- กักระหว่าง 35 - 54 ฟัน

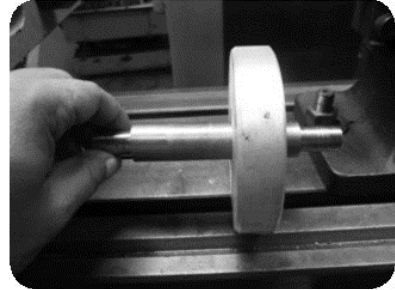
4. คำนวณการหมุนหัวแบ่งเพื่อกัดเฟืองนี้ โดยใช้งานแบ่งแบบ Brown and Sharpe

$$T = \frac{40}{N} = \frac{40}{48} = \frac{5}{6} = \frac{5 \times 3}{6 \times 3} = \frac{15}{18}$$

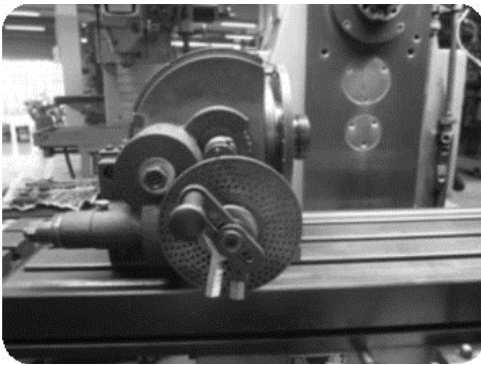
จากการคำนวณ เลือกใช้งานแบ่งแบบ Brown and Sharpe แผ่นที่ 1 ในการแบ่งหมุนหัวแบ่งไปครั้งละ 15 รู บนหน้างาน 18 รู

ขั้นตอนการกัดเฟืองตรง

1. กลึงขึ้นรูปชิ้นงานที่ต้องการกัดเฟืองให้ได้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโตนอกตามขนาดที่คำนวณได้ ดังรูปที่ 3.26 ในการกลึงจะต้องกลึงโดยการยันศูนย์หัวท้าย
2. นำหัวแบ่งและยันศูนย์หัวและยันศูนย์ท้ายมาจับยึดบนโต๊ะงาน โดยต้องมีการตรวจสอบให้ได้ศูนย์ทั้งในแนวระดับและแนวนอนด้วย ขั้นตอนนี้แสดงดังรูปที่ 3.27 ถึงรูปที่ 3.30



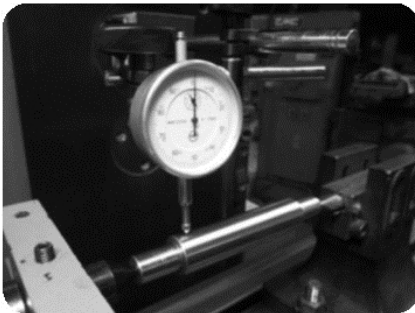
รูปที่ 3.26 ชิ้นงานที่กำลังกลึงขึ้นรูปเสร็จแล้ว



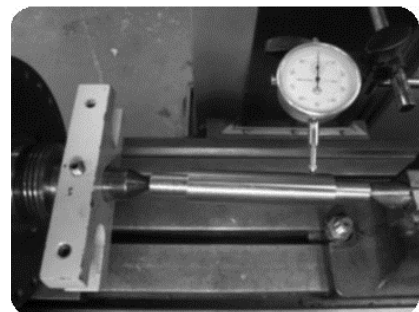
รูปที่ 3.27 นำหัวแบ่งมาจับยึดบนโต๊ะงาน



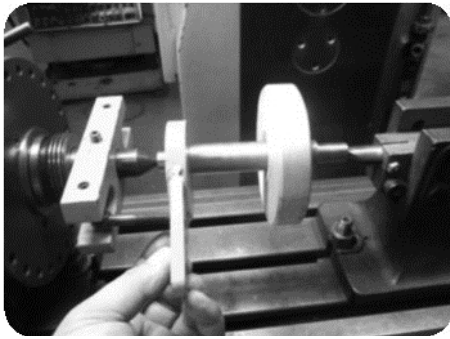
รูปที่ 3.28 นำยันศูนย์มาจับยึดบนโต๊ะงาน



รูปที่ 3.29 การตรวจสอบศูนย์ระหว่างหัวแบ่งกับศูนย์ท้ายในแนวระดับด้วยนาฬิกาวัด



รูปที่ 3.30 การตรวจสอบศูนย์ระหว่างหัวแบ่งกับศูนย์ท้ายในแนวนอนด้วยนาฬิกาวัด

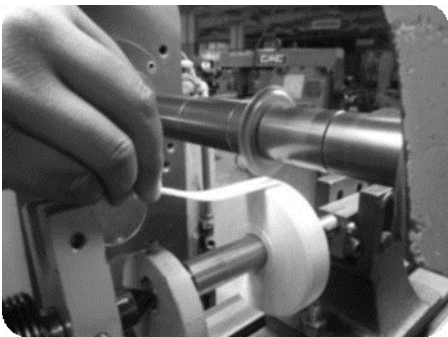


รูปที่ 3.31 นำชิ้นงานมาจับยึดด้วยการย่นศูนย์หัวท้ายบนเครื่องกัด



4. นำดอกกัดที่ใช้สำหรับกัดเฟืองตรงจับยึดบนแกนเพลาเครื่องกัด รูปที่ 3.32 ดอกกัดที่ใช้จะต้องเลือกให้ถูกต้อง ในการเลือกจะต้องรู้ก่อนว่าจะกัดเฟืองระบบโมดูลหรือระบบดีพี และต้องเลือกดอกกัด (Cutter) ให้ถูกนัมเบอร์ โดยดูได้จากตารางหรือคู่มือที่ด้านข้างของดอกกัด

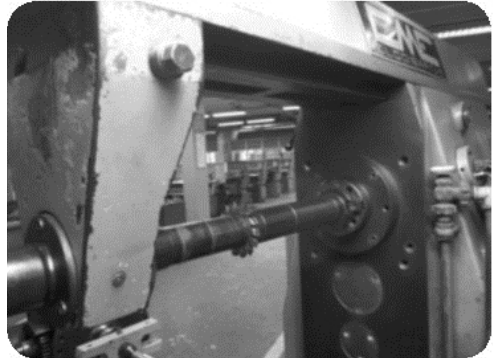
5. เลื่อนตำแหน่งของดอกกัดให้อยู่ตำแหน่งกึ่งกลางชิ้นงาน โดยการตรวจสอบด้วยเวอร์เนียร์คาลิเปอร์และฉาก ดังรูปที่ 3.33



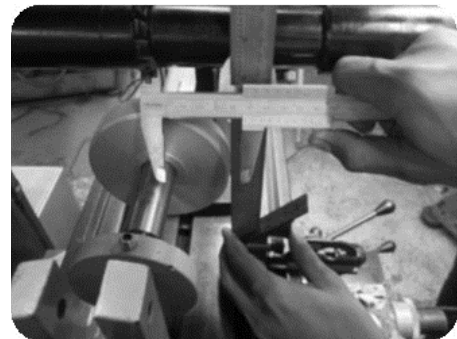
รูปที่ 3.34 การตรวจการสัมผัสระหว่างดอกกัดกับชิ้นงาน



3. นำชิ้นงานที่กลึงขึ้นรูปแล้วมาจับยึดบนเครื่องกัด โดยการย่นศูนย์ทั้งสองด้าน ดังรูปที่ 3.31



รูปที่ 3.32 นำดอกกัดจับยึดบนแกนเพลาเครื่องกัด

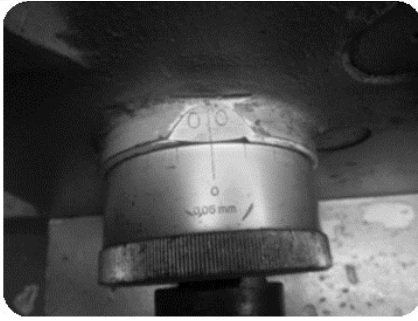



รูปที่ 3.33 การตรวจศูนย์กลางระหว่างดอกกัดกับชิ้นงาน



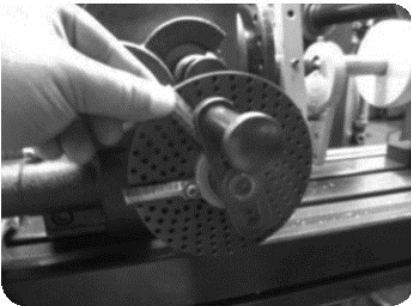
6. ตั้งความเร็วรอบให้เหมาะสมกับดอกกัดและวัสดุชิ้นงานที่นำมากัดเฟือง

7. เปิดสวิตซ์เครื่องแล้วค่อย ๆ เลื่อนดอกกัดให้ลงมาสัมผัสกระดาษที่วางแนบสัมผัสกับผิวงานจนดอกกัดเริ่มกัดกระดาษ ดังรูปที่ 3.34



 รูปที่ 3.35 ตั้งสเกลในการป้อนกัด
ความลึกให้เป็นศูนย์

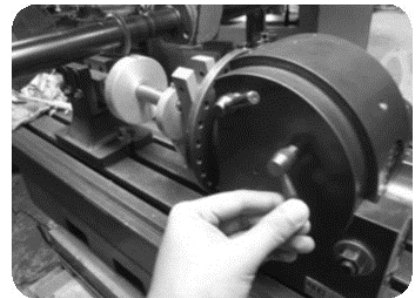
10. ป้อนความลึกทั้งหมดตามการคำนวณได้
11. ป้อนชิ้นงานผ่านดอกกัด โดยการหมุนเคลื่อนที่
โต๊ะงาน
12. ถอยงานออกจากดอกกัดมาตำแหน่งเริ่มต้นกัด
ดังรูปที่ 3.36



 รูปที่ 3.37 หมุนหัวแบ่ง
เพื่อกัดฟันต่อไป

8. ตั้งสเกลในการป้อนกัดความลึกให้เป็นศูนย์ ดังรูปที่ 3.35

9. เลื่อนดอกกัดออกให้พ้นชิ้นงานในแนวยาวของโต๊ะงาน ห้ามเลื่อนออกในแนวขวาง เพราะจะทำให้ดอกกัดกับชิ้นงานไม่อยู่ในแนวศูนย์กลางเดียวกัน



 รูปที่ 3.36 ถอยงานออกมาตำแหน่ง
เริ่มต้นกัดฟันต่อไป

13. หมุนหัวแบ่งตามที่คำนวณเพื่อกัด เพื่อให้
เกิดฟันต่อไป ดังรูปที่ 3.37

14. ทำการกัดจนครบจำนวนฟันที่ต้องการ