



ใบความรู้

รหัสวิชา 20102-2103

ชื่อวิชา ผลิตชิ้นส่วนด้วยเครื่องมือกล 3

หน่วยที่ 4

ชื่อหน่วย การกัดเฟืองลักษณะพิเศษ

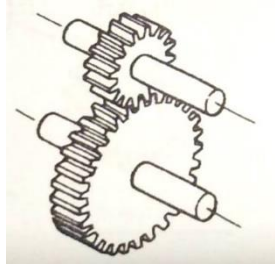
หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 การกัดเฟืองลักษณะพิเศษ

ชนิดของเฟือง (Type of Gears)

ดังที่กล่าวมาแล้วว่าเฟืองนั้นถือกำเนิดขึ้นมาแล้วและผ่านการปรับปรุงทั้งในเรื่องของวัสดุที่ใช้ทำเป็นตัวเฟืองและลักษณะหรือแบบต่าง ๆ เพื่อความเหมาะสมต่อการใช้งานและอย่างอื่น โดยทั่วไปแล้วเราแบ่งชนิดย่อย ๆ ของเฟืองออกเป็นชนิดต่าง ๆ ตามรูปร่างและลักษณะการใช้งานดังนี้ คือ

4.1 เฟืองตรง (Super Gears)

เฟืองตรง (Super gears) ดังรูปที่ 4.1 เป็นเฟืองที่มีใช้งานกันมากที่สุดในบรรดาเฟืองชนิดต่าง ๆ จะมีลักษณะเฉพาะ คือ ฟันของเฟืองจะเป็นแนวขนานไปกับรูเพลลา โดยเฟืองตรงเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าเฟืองขนานกับเพลลา (Parallel-shaft Gear)



รูปที่ 4.1 เฟืองตรง (Super Gear)

เฟืองตรงเป็นเฟืองที่มีโครงสร้างง่ายและไม่สลับซับซ้อน โดยถ้าเฟืองตรงสองตัวขบกันเราเรียกว่าเฟืองพีเนียน (Pinion Gears) โดยทั่วไปแล้วเฟืองตรงที่ใช้ส่งกำลังแต่ละคู่จะมีขนาดของฟันเฟืองหรือโมดูล (Module, m) เท่า ๆ กัน หมุนด้วยความเร็วเชิงเส้นที่เท่ากันแต่การได้เปรียบเชิงกลที่เกิดขึ้นจะเกิดจากจำนวนฟันที่ต่างกัน (อัตราทด , Ratio) ของเฟืองแต่ละตัว เฟืองตรงส่วนมากจะนำมาใช้ในระบบส่งกำลัง (Transmission Component)

ลักษณะเฉพาะของเฟืองตรง

- มีความง่ายในการผลิตเนื่องจากรูปแบบของฟันเฟืองไม่สลับซับซ้อน ส่งผลให้ราคาต่ำกว่าเฟืองชนิดอื่น
- ไม่มีแรงรูน (Trust) ที่เกิดขึ้นในแนวแกน (No Axial Force) ในขณะทำงาน
- มีความง่ายในการผลิตให้มีคุณภาพสูง
- เนื่องจากเป็นเฟืองแบบธรรมดาจึงมีความง่ายในการหาซื้อ



ใบความรู้

รหัสวิชา 20102-2103

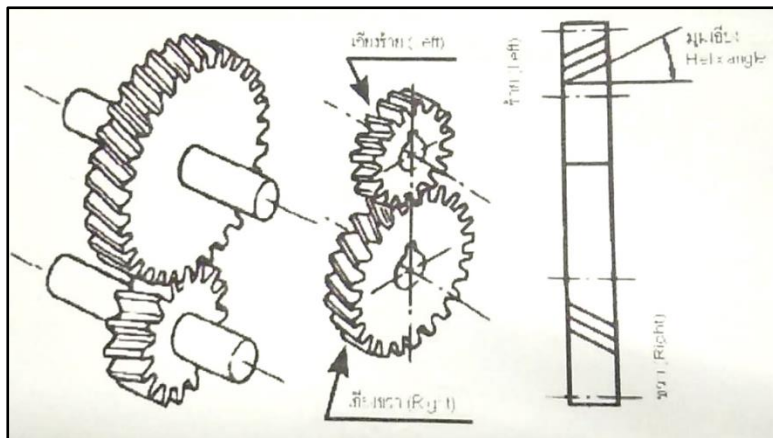
ชื่อวิชา ผลิตชิ้นส่วนด้วยเครื่องมือกล 3

หน่วยที่ 4

ชื่อหน่วย การกัดเฟืองลักษณะพิเศษ

4.2 เฟืองเฉียง (Helical Gears)

เฟืองเฉียงมีลักษณะทั่วไปเหมือนเฟืองตรง แต่ลักษณะแนวของฟันเฟืองจะไม่ขนานกับเพลาดังนั้นจะทำให้เกิดแรงสั่นสะเทือนและเสียงดังมากกว่าเฟืองตรง โดยอาจแก้ไขได้โดยการปรับมุมของฟันเฟืองให้เข้ากันได้กับเพลาดังนั้นเฟืองเฉียงจึงมีลักษณะรูปร่างดังรูปที่ 4.2 โดยเฟืองแต่ละคู่ที่ขบกับเฟืองส่งกำลังนั้นเฟืองหนึ่งเฟืองจะเอียงไปทางซ้ายและอีกฟันเฟืองหนึ่งจะเอียงไปทางขวาในมุมที่เท่ากัน



รูปที่ 4.2 เฟืองเฉียงและรายละเอียดของฟันเฟือง (Helical Gears)

ลักษณะเฉพาะของเฟืองเฉียง

- เมื่อเปรียบเทียบการรับภาระ (Load) แล้ว สำหรับเฟืองขนาดเดียวกัน เฟืองเฉียง (Helical Gear) จะรับภาระ (Load) ได้มากกว่าเฟืองตรง (Spur Gears) เนื่องจากที่ฟันเฟืองมีลักษณะเอียงจึงทำให้ความยาวของฟันเฟืองยาวกว่าและพื้นที่หน้าสัมผัสของฟันมีมากกว่าเฟืองตรง

- เสียงในขณะทำงานของเฟืองเฉียงจะเงียบกว่าเฟืองตรงเนื่องจากการขบกันของเฟืองจะกระทำอย่างนุ่มนวลกว่าเนื่องจากมุมที่เอียงของฟันเฟืองทำให้เกิดการเหลื่อม (Overlap) กันของฟันเฟืองขณะหมุน

- เกิดแรงรูด (Trust) ตามแนวแกนมากกว่าในขณะหมุนเนื่องจากการเอียงของฟันเฟืองที่มากซึ่งจะส่งผลให้อายุการใช้งานของแบริ่ง ลดต่ำลง



ใบความรู้

รหัสวิชา 20102-2103

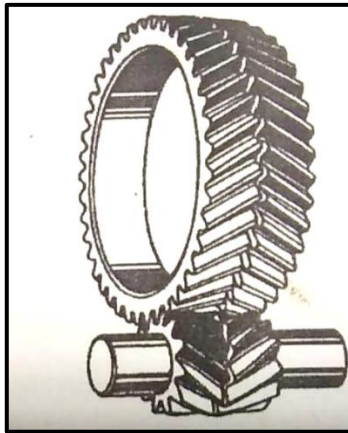
ชื่อวิชา ผลิตชิ้นส่วนด้วยเครื่องมือกล 3

หน่วยที่ 4

ชื่อหน่วย การกัดเฟืองลักษณะพิเศษ

4.3 เฟืองก้างปลา (Herringbone Gears or Double Helical Gears)

เพื่อลดแรงรูดด้านข้างในขณะทำงานของเฟืองเฉียง จึงได้ถูกพัฒนารูปแบบจากเฟืองเฉียงมาเป็นเฟืองก้างปลา ซึ่งมีลักษณะของฟันเฟืองที่เฉียงเข้าหากันในมุมที่เท่ากัน ทำให้แรงลัพท์ของแรงรูด (Trust) เท่ากับศูนย์จากลักษณะของเฟืองก้างปลาที่รูปที่ 4.3 จะเห็นว่ามีลักษณะเหมือนกับการเอาเฟืองเฉียงมาประกบกันในลักษณะที่สมมาตร ทำให้เฟืองก้างปลาสามารถรักษาข้อดีของเฟืองเฉียงไว้ได้ คือเสียงที่เงียบขณะทำงานรับภาระ (Load) ได้มากกว่าเฟืองตรง ในขณะเดียวกันแรงสั่นสะเทือนที่เกิดขึ้นในขณะทำงานก็ยังคงน้อยเมื่อเทียบกับเฟืองตรง แต่ลดข้อเสียที่มีอยู่เพียงอย่างเดียวของเฟืองเฉียงคือแรงรูด จากลักษณะของเฟืองก้างปลาที่มุมเอียงของเฟืองเอียงเข้าหากันในลักษณะที่องศาทำให้ผลลัพธ์ของแรงรูดไม่มี



รูปที่ 4.3 เฟืองก้างปลา (Double Herringbone Gears)

4.4 เฟืองสะพาน (Rack Gears)

ในหนึ่งชุดของเฟืองสะพานนั้นประกอบด้วยสองส่วนคือส่วนที่เป็นเฟือง (Gear) ตัวขับซึ่งส่วนมากแล้วจะเป็นเฟืองตรง (Spur Gear) แต่ในบางอุปกรณ์อาจเป็นเฟืองเฉียงก็มี และส่วนที่เป็นเฟืองสะพาน (Rack) ซึ่งมีลักษณะเป็นแท่งยาวตรงและมีฟันเฟืองอยู่ด้านบนบนขอบอยู่ส่วนที่เป็นฟันเฟือง (Gear) หน้าที่ของเฟืองสะพานที่ของเฟืองสะพานคือใช้ในการเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่ในลักษณะการหมุนหรือการเคลื่อนที่เชิงมุมเป็นการเคลื่อนที่เชิงเส้นหรือการเคลื่อนที่เชิงเส้นหรือการเคลื่อนที่กลับไปกลับมา



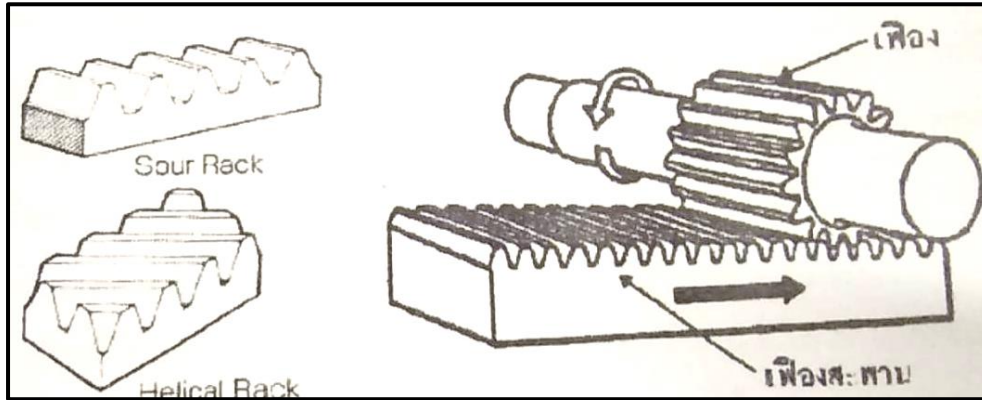
ใบความรู้

รหัสวิชา 20102-2103

ชื่อวิชา ผลิตชิ้นส่วนด้วยเครื่องมือกล 3

หน่วยที่ 4

ชื่อหน่วย การกัดเฟืองลักษณะพิเศษ



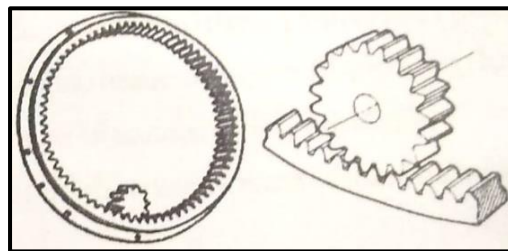
รูปที่ 4.4 เฟืองสะพาน (Rack Gears)

การใช้งานเฟืองสะพาน

- การส่งถ่ายกำลังในเครื่องจักรกล
- ใช้กับเครื่องพิมพ์หรือเครื่อง Plot ขนาดใหญ่
- หุ่นยนต์(Robot)
- การส่งถ่ายกำลังในระบบบังคับเลี้ยวของรถยนต์ (Steering)

4.5 เฟืองวงแหวน (Internal Gear, Ring Gear)

เฟืองวงแหวนเป็นเฟืองตรงอีกชนิดหนึ่งซึ่งมีลักษณะเหมือนกับเฟืองตรง แต่ฟันเฟืองจะอยู่ด้านในของวงกลมต้องใช้คู่กับเฟืองขนาดเล็กกว่าที่ขบอยู่ด้านในดังรูปที่ 4.5 เฟืองวงแหวนจะใช้งานในลักษณะที่ต้องการให้เฟืองขับและเฟืองตามทำงานหรือหมุนในทิศทางเดียวกัน สำหรับอัตราตานั้นสามารถออกแบบให้มากหรือน้อยได้โดยขึ้นอยู่กับขนาดของเฟืองตัวนอก (Ring) และเฟืองตัวใน (Pinion) ดังรูปที่ 4.5 โดยที่ถ้าหากเฟืองตัวในเล็กกว่าเฟืองตัวนอกมากอัตราตาก็จะมากและถ้าหากเฟืองตัวในมีขนาดใกล้เคียงกับเฟืองตัวนอกอัตราตาก็จะน้อย โดยปกติเฟืองวงแหวนแล้วเฟืองตัวเล็ก (Pinion Gear) ที่อยู่ด้านในจะทำหน้าที่เป็นตัวขับ



รูปที่ 4.5 เฟืองวงแหวน Internal Gear



ใบความรู้

รหัสวิชา 20102-2103

ชื่อวิชา ผลิตชิ้นส่วนด้วยเครื่องมือกล 3

หน่วยที่ 4

ชื่อหน่วย การกัดเฟืองลักษณะพิเศษ

4.6 เฟืองดอกจอก (Bevel Gear)

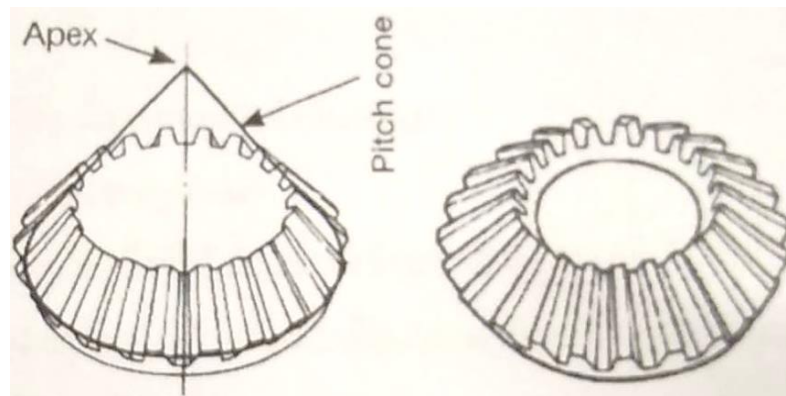
เฟืองดอกจอกจะมีรูปทรงคล้ายกับกรวยมีทั้งแบบเฟืองตรง (Straight Bevel Gear) และแบบเฟืองเฉียง (Spiral Bevel Gear) เฟืองดอกจอกจะเป็นเฟืองสองตัวที่ขบกันในลักษณะแนวเพลลา (Shaft) ของเพลลาทั้งคู่จะตั้งฉากหรือตัดกัน (Intersect) ส่วนมากแล้วเพลลาของเฟืองทั้งคู่จะตั้งฉากกันเป็นมุม 90 องศา

4.6.1 เฟืองดอกจอกแบบเฟืองตรง (Straight Bevel Gear)

จะมีลักษณะของฟันเฟืองที่เป็นเฟืองตรง โดยที่แนวของฟันเฟืองจะเป็นแนวเดียวกับยอดของเฟือง โดยที่แนวของฟันเฟืองจะเป็นมุมตัดกับแนวแกนเพลลา คุณสมบัติเฉพาะของเฟืองแบบนี้ คือ

- ง่ายต่อการผลิตจึงทำให้มีราคาถูกกว่า
- สามารถทำอัตราทดสูงสุดได้ถึง 1:5

ส่วนใหญ่แล้วจะใช้ในงาน ส่วนประกอบของเครื่องจักร และเฟืองท้ายของรถยนต์โดยทำหน้าที่เป็นเฟืองบายศรี (Differential Gear) ป้องกันการสะบัดของล้อทั้งสองข้างขณะเลี้ยว



รูปที่ 4.6 เฟืองดอกจอกแบบเฟืองตรง (Straight Bevel Gear)

4.6.2 เฟืองดอกจอกแบบเฟืองเฉียง (Spiral Bevel Gear)

ฟันของเฟืองแบบนี้จะมีลักษณะเป็นแนวโค้ง ออกไปรอบ ๆ รัศมีของเฟือง (ต่างจากแบบฟันตรงที่ฟันของแบบนี้จะออกมาตรง ๆ ตามแนวรัศมีของเฟือง) แล้วแนวด้านบนของฟันก็จะลาดลงในลักษณะโค้งจากด้านในออกไปสู่ด้านนอกขอบฟัน การที่เฟืองมีลักษณะโค้งแบบนี้ทำให้มีพื้นที่สัมผัสหรือพื้นที่รับแรงมากกว่าแบบเฟืองตรง ทำให้มีความทนทานมากกว่าและเสียงในขณะการทำงานน้อยกว่าเฟืองดอกจอกแบบเฟืองเฉียง



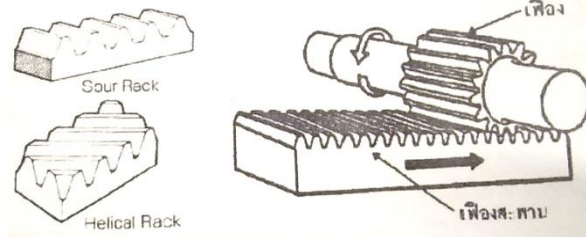
ใบความรู้

รหัสวิชา 20102-2103

ชื่อวิชา ผลิตชิ้นส่วนด้วยเครื่องมือกล 3

หน่วยที่ 4

ชื่อหน่วย การกัดเฟืองลักษณะพิเศษ



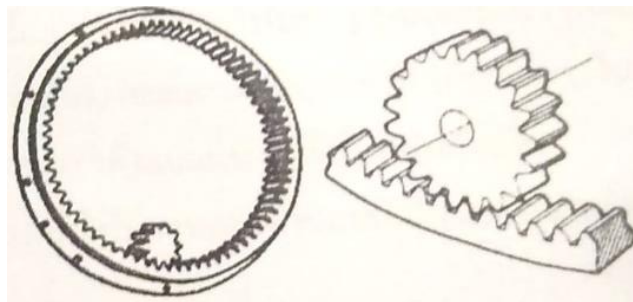
รูปที่ 4.4 เฟืองสะพาน (Rack Gears)

การใช้งานเฟืองสะพาน

- การส่งถ่ายกำลังในเครื่องจักรกล
- ใช้กับเครื่องพิมพ์หรือเครื่อง Plot ขนาดใหญ่
- หุ่นยนต์ (Robot)
- การส่งถ่ายกำลังในระบบบังคับเลี้ยวของรถยนต์ (Steering)

4.5 เฟืองวงแหวน (Internal Gear, Ring Gear)

เฟืองวงแหวนเป็นเฟืองตรงอีกชนิดหนึ่งซึ่งมีลักษณะเหมือนกับเฟืองตรง แต่ฟันเฟืองจะอยู่ด้านในของวงกลมต้องไขคู่กับเฟืองขนาดเล็กที่ขบอยู่ด้านในดังรูปที่ 4.5 เฟืองวงแหวนจะใช้งานในลักษณะที่ต้องการใช้เฟืองขับและเฟืองตามทำงานหรือหมุนในทิศทางเดียวกัน สำหรับอัตราทดนั้นสามารถออกแบบให้มากหรือน้อยได้โดยขึ้นอยู่กับขนาดของเฟืองตัวนอก (Ring) และเฟืองตัวใน (Pinion) ดังรูปที่ 4.5 โดยที่ถ้าหากเฟืองตัวในเล็กกว่าเฟืองตัวนอกมากอัตราทดก็จะมากและถ้าหากเฟืองในมีขนาดใกล้เคียงกับเฟืองตัวนอกอัตราทดก็จะน้อย โดยปกติของเฟืองวงแหวนแล้วเฟืองตัวเล็ก (Pinion Gear) ที่อยู่ด้านในจะทำหน้าที่เป็นตัวขับ



รูปที่ 4.5 เฟืองวงแหวน Internal Gear



ใบความรู้

รหัสวิชา 20102-2103

ชื่อวิชา ผลิตชิ้นส่วนด้วยเครื่องมือกล 3

หน่วยที่ 4

ชื่อหน่วย การกัดเฟืองลักษณะพิเศษ

คุณสมบัติเฉพาะในการใช้งานเฟืองดอกจอกแบบเฟืองเฉียง ที่โดดเด่นมีดังนี้คือ

- สามารถออกแบบให้อัตราทด (Ratio) มากกว่า โดยมีความแข็งแรงทนทานมากกว่าเฟืองดอกจอกแบบเฟืองตรง

- เหมาะสำหรับใช้กับอัตราทดของเฟืองที่มาก ๆ

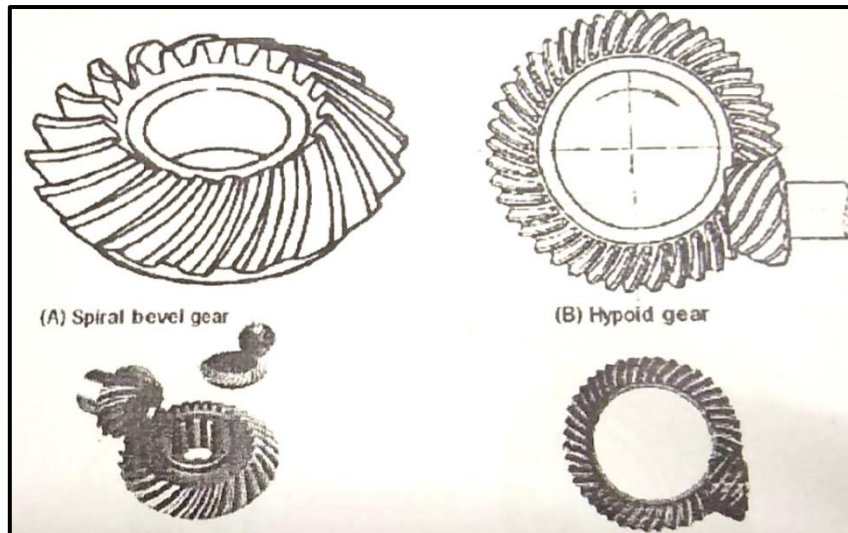
- มีประสิทธิภาพในการส่งถ่ายกำลังที่ดีกว่าในขณะที่การทำงานเรียกว่าเฟืองดอกจอกแบบเฟืองตรง

- มีความยากกว่าในการออกแบบและสร้าง จึงทำให้มีราคาแพงกว่า

การใช้งานเฟืองดอกจอกแบบเฟืองเฉียงจะพบใช้งานมากในยานพาหนะทั้งบกและน้ำ เช่น ในอุปกรณ์และชิ้นส่วนยานยนต์ โดยเฉพาะในระบบส่งกำลังและขับเคลื่อน ในรถแทรกเตอร์ ในระบบเฟืองส่งกำลังของเรือ

4.6.3 เฟืองไฮปอยด์ (Hypoid Gears)

เป็นเฟืองที่จัดอยู่ในประเภทเฟืองดอกจอกแบบเฟืองเฉียง แต่จะต่างกันตรงที่แกนเพลลาของเฟืองไฮปอยด์นั้นระนาบแกนของเพลลาของเฟืองขับและเพลลาของเฟืองตามจะไม่ตัดกัน ลักษณะรูปของเฟืองไฮปอยด์จะมีลักษณะการหมุนเป็นไฮเปอร์บอลิกและที่ผิวของเฟืองไฮปอยด์จะมีลักษณะเป็นผิวไฮเปอร์บอลิก ในขณะที่ผิวของเฟืองดอกจอกแบบเฉียงจะมีลักษณะรูปทรงกรวยธรรมดา (Normally Conical)



รูปที่ 4.7 เฟืองดอกจอกแบบเฟืองเฉียง (Spiral Bevel Gear) และเฟืองไฮปอยด์



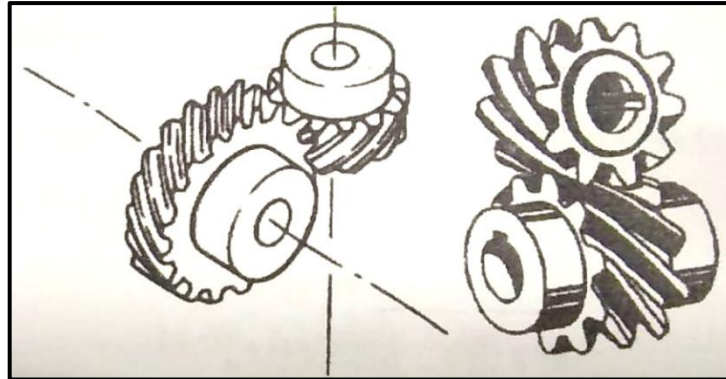
ใบความรู้

รหัสวิชา 20102-2103

ชื่อวิชา ผลิตชิ้นส่วนด้วยเครื่องมือกล 3

หน่วยที่ 4

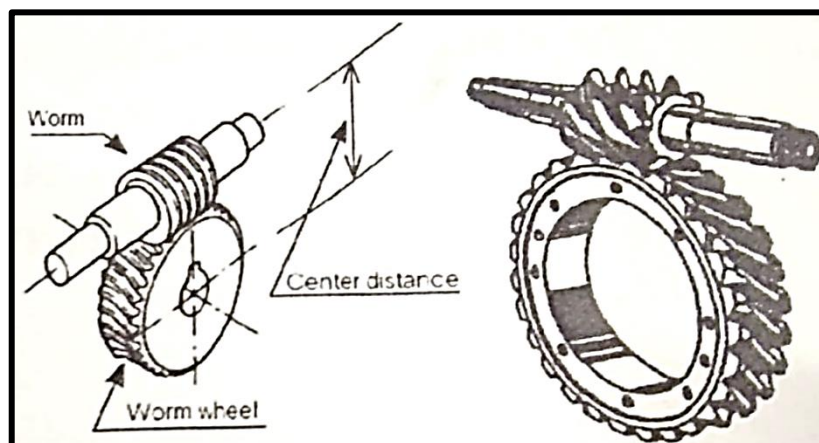
ชื่อหน่วย การกัดเฟืองลักษณะพิเศษ



รูปที่ 4.8 เฟืองเกลียวสกรู (Screw Gears or Spiral Gears)

4.9 เฟืองหนอน (Worm Gears)

เป็นชุดเฟืองที่ประกอบด้วยเกลียวตัวหนอน (Worm) ซึ่งมีลักษณะของเกลียวที่วางอยู่บนก้านเกลียวตัวหนอน (Shank) เหมือนลักษณะของสกรูและเฟือง (Worm Wheel) ซึ่งมีลักษณะเป็นล้อเฟืองคล้าย ๆ กับเฟืองเฉียง (Helical Gear) แต่จะต่างกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งตรงสันฟันเฟืองจะมีลักษณะเว้าเพื่อให้อรับกับความโค้งของเกลียวตัวหนอนดังรูปที่ 4.9 แนวเพลาชับ (Worm Shaft) และเพลาล้อม (Worm Wheel Shaft) ของเฟืองตัวหนอนจะทำมุมกันที่มุมฉาก 90 องศา การทำงานของเฟืองตัวหนอนจะเสียดและมีแรงสั่นสะเทือนเกิดขึ้นน้อย เนื่องจากการส่งถ่ายกำลังจากเฟืองขับไปยังเฟืองตามนั้นการส่งถ่ายกำลังจะเป็นไปในลักษณะของการลื่นไถล (Sliding)



รูปที่ 4.9 เฟืองหนอน (Worm Gears)



ใบความรู้

รหัสวิชา 20102-2103

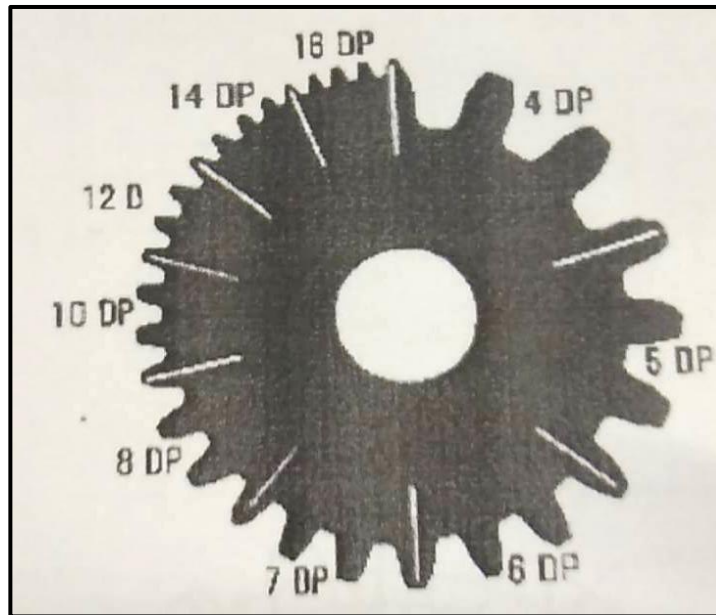
ชื่อวิชา ผลิตชิ้นส่วนด้วยเครื่องมือกล 3

หน่วยที่ 4

ชื่อหน่วย การกัดเฟืองลักษณะพิเศษ

- ระบบของเฟือง ไม่ว่าจะเฟืองชนิดใด โดยทั่วไปจะมีอยู่ 2 ระบบ คือ

1. เฟืองระบบ DP (Diametral Pitch) เป็นเฟืองระบบนี้จะมีขนาดของเฟืองเป็นเลขจำนวนเต็ม คือ 4,5,6,7,8,10,12,14 และ 16 (ระบบ DP ปัจจุบันไม่นิยมใช้ในภาคอุตสาหกรรม)



รูปที่ 4.10 ตัวอย่างเฟืองระบบ DP (Diametral Pitch)

2. เฟืองระบบโมดูล (Module) เป็นเฟืองระบบเมตริก ใช้หน่วยเป็นมิลลิเมตร ขนาดของเฟืองระบบ Module ที่นิยมใช้ทั่วไป 0.50, 0.75 ,

- 1.00, 1.25,1.75,2.00,2.25,2.50,2.75,3.00,

- 3.25,3.50,4.0,4.50,5.00,5.50,6.00,

- 6.50,7.00,8.00,9.00 และ 10.0



ใบความรู้

รหัสวิชา 20102-2103

ชื่อวิชา ผลิตชิ้นส่วนด้วยเครื่องมือกล 3


หน่วยที่ 4

ชื่อหน่วย การกัดเฟืองลักษณะพิเศษ

ดอกกัดที่ใช้ในการกัดเฟือง

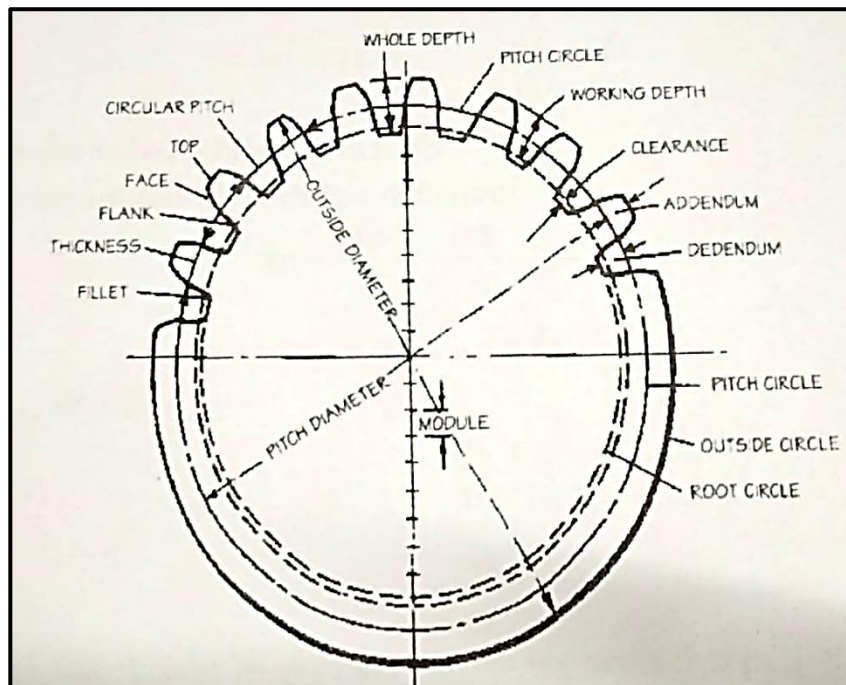
ตาราง ดอกกัดเฟือง แบบ 8 ตัวต่อชุด ทั้ง 2 ระบบ

จำนวนฟันที่กัด	12-13	14-16	17-20	21-25	26-34	35-54	55-134	135- เฟือง สะพาน
นัมเบอร์ (Module)	1	2	3	4	5	6	7	8
นัมเบอร์ (DP)	8	7	6	5	4	3	2	1



รูปที่ 4.11 ภาพตารางดอกกัดเฟือง 8 ตัวต่อชุด ทั้ง 2 ระบบ

ส่วนประกอบต่าง ๆ ของ เฟือง



รูปที่ 4.12 ส่วนประกอบต่าง ๆ ของเฟือง



ใบความรู้

รหัสวิชา 20102-2103

ชื่อวิชา ผลิตชิ้นส่วนด้วยเครื่องมือกล 3

หน่วยที่ 4

ชื่อหน่วย การกัดเฟืองลักษณะพิเศษ

การคำนวณหาค่าที่ใช้ในการกัดเฟืองเฉียง

ตัวอย่าง 4.1 ต้องการกัดเฟืองเฉียง DP 10 จำนวน 23 ฟัน มุม Helix 17° เอียงขวา ความกว้างเฟือง 2 นิ้ว จงคำนวณหาค่าที่ใช้ในการกัดเฟืองเฉียง

1.ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางวงกลมพิตซ์ (Pd)

$$Pd = \frac{N}{DP} \times \sec \angle \text{Helix}$$

$$Pd = \frac{23}{10} \times \sec 17^\circ = 2.4 \text{ นิ้ว}$$

2.ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโตสุด (OD)

$$OD = \frac{Pd}{DP} + 2$$

$$OD = \frac{2.4}{10} + 2 = 2.6 \text{ นิ้ว}$$

ดังนั้นต้องเตรียมชิ้นงานถึงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.6 นิ้ว

3.ความลึกทั้งหมดของฟันเฟือง หรือ ความลึกในการกัดเฟือง (WD)

$$WD = \frac{2.157}{DP} = \frac{2.157}{10} = 0.2157 \text{ นิ้ว}$$

4.การหมุนหัวแบ่งเพื่อกัดเฟือง (T)

$$T = \frac{40}{N} = \frac{40}{23} = 1 \frac{17}{23}$$

นั่นคือ เมื่อต้องการกัดเฟืองฟันต่อไป ให้หมุนหัวแบ่ง 1 รอบ กับอีก 17 รู บนจานแบ่ง 23 รู

ถ้าหากไม่มีจานแบ่ง 23 รู ให้เทียบหาจานแบ่งอื่น ๆ เช่น $17 \times 22 = 34$

$$23 \times 2 = 46$$

จะได้การหมุนหัวแบ่ง 1 รอบ กับอีก 34 รู บนจานแบ่ง 46 รู (ถ้าหากมีจานแบ่ง 46 รู)



ใบความรู้

รหัสวิชา 20102-2103

ชื่อวิชา ผลิตชิ้นส่วนด้วยเครื่องมือกล 3

หน่วยที่ 4

ชื่อหน่วย การกัดเฟืองลักษณะพิเศษ

5. การหาชุดเฟืองประกอบ มุม Helix เอียงขวา

$$\begin{aligned} \text{Lead of machine} &= \text{อัตราทดหัวแบ่ง} \times \text{ระยะพิตช์ Lead Screw เครื่องกัด} \\ &= (40/1) \times 5 \text{ มม.} = 200 \text{ มม.} \end{aligned}$$

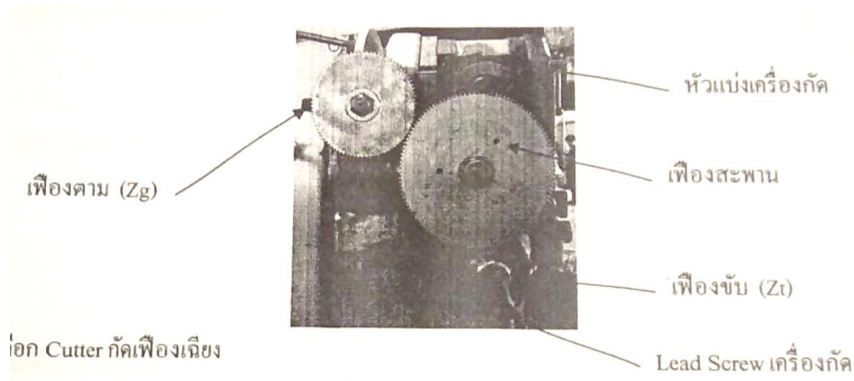
$$\text{Lead of Work} = \pi \times Pd \times \cot \angle \text{Helix}$$

ดังนั้น

$$\text{อัตราทดชุดเฟืองประกอบ} \left[\frac{Z_t}{Z_g} \right] = \left[\frac{\text{Lead of Machine}}{\text{Lead of Work}} \right]$$

$$\text{อัตราทดชุดเฟืองประกอบ} = \frac{200}{626.41} = 0.319 \approx 0.32$$

นั่นคือ ต้องใช้เฟืองขับ 32 ฟัน (Z_t) และเฟืองตาม 100 ฟัน (Z_g) ในการประกอบกับชุดหัวแบ่ง ดังรูปเฟืองสะพานมี 1 ตัว (จำนวนคี่ จะทำให้มุมฟันเฟืองเอียงขวา)



6. การเลือก Cutter กัดเฟืองเฉียง

$$N_v = N \times \sec^3 \angle \text{Helix}$$

$$N_v = 23 \times \sec^3 \angle 17^\circ = 25$$

ดังนั้น เลือกใช้ Cutter DP 10 นัมเบอร์ 5 กัดเฟือง ระหว่าง 21-25 ฟัน



ใบความรู้

รหัสวิชา 20102-2103

ชื่อวิชา ผลิตชิ้นส่วนด้วยเครื่องมือกล 3

หน่วยที่ 4

ชื่อหน่วย การกัดเฟืองลักษณะพิเศษ

ตัวอย่าง 4.2 ต้องการกัดเฟืองเฉียง โมดูล 2.5 จำนวน 23 ฟัน มุม Helix 17°เอียงซ้าย จงคำนวณหาค่าที่ใช้ในการกัดเฟืองเฉียง

1.ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโตสุด (OD)

$$OD = m \left(\frac{Z}{\cos \angle Helix} + 2 \right)$$

$$OD = 2.5 \left(\frac{23}{\cos 17^\circ} + 2 \right) = 66 \text{ มม.}$$

ดังนั้นต้องเตรียมชิ้นงานถึงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 66 มม.

2.ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางวงกลมพิตซ์ (Pd)

$$\begin{aligned} Pd &= OD - 2m \\ &= 66 - 2 \times 2.5 = 61 \text{ มม.} \end{aligned}$$

3.ความลึกทั้งหมดฟันเฟือง หรือ ความลึกในการกัดเฟือง (WD)

$$\begin{aligned} WD &= 2.2m \\ &= 2.2 \times 2.5 = 5.5 \text{ มม.} \end{aligned}$$

4.การหมุนหัวแบ่งเพื่อกัดเฟือง (T)

$$\begin{aligned} T &= \frac{40}{N} = \frac{40}{23} \\ &= 1 \frac{17}{23} \end{aligned}$$

นั่นคือ เมื่อต้องการกัดเฟืองฟันต่อไป ให้หมุนหัวแบ่ง 1 รอบ กับอีก 17 รู บนจานแบ่ง 23 รู

ถ้าหากไม่มีจานแบ่ง 23 รู ให้เทียบหาจานแบ่งอื่น ๆ เช่น $\frac{17 \times 2}{23 \times 2} = \frac{34}{46}$

จะได้การหมุนหัวแบ่ง 1 รอบ กับอีก 34 รู บนจานแบ่ง 46 รู (ถ้าหากมีจานแบ่ง 46 รู)



ใบความรู้

รหัสวิชา 20102-2103

ชื่อวิชา ผลิตชิ้นส่วนด้วยเครื่องมือกล 3

หน่วยที่ 4

ชื่อหน่วย การกัดเฟืองลักษณะพิเศษ

5. การหาชุดเฟืองประกอบ มุม Helix เอียงซ้าย

$$\begin{aligned} \text{Lead of machine} &= \text{อัตราทดหัวแบ่ง} \times \text{ระยะพิตช์ Lead Screw เครื่องกัด} \\ &= (40/1) \times 5 \text{ มม.} = 200 \text{ มม.} \end{aligned}$$

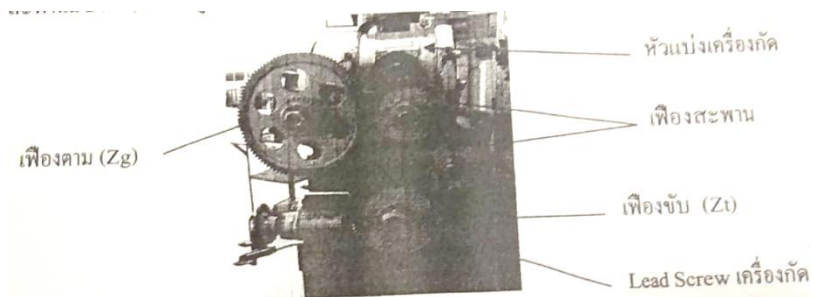
$$\begin{aligned} \text{Lead of Work} &= \pi \times Pd \times \cot \angle \text{Helix} \\ &= 3.1416 \times 61 \times \cot 17^\circ = 627.82 \text{ มม.} \end{aligned}$$

ดังนั้น

$$\text{อัตราทดชุดเฟืองประกอบ} = \frac{Z_t}{Z_g} = \frac{\text{Lead of Machine}}{\text{Lead of Work}}$$

$$\text{อัตราทดชุดเฟืองประกอบ} = \frac{200}{627.82} = 0.319 \approx 0.32$$

นั่นคือ ต้องใช้เฟืองขับ 32 ฟัน (Zt) และเฟืองตาม 100 ฟัน (Zg) ในการประกอบกับชุดหัวแบ่ง ดังรูปเฟืองสะพานมี 1 ตัว (จำนวนคี่ จะทำให้มุมฟันเฟืองเอียงซ้าย)



6. การเลือก Cutter กัดเฟืองเฉียง

$$N_v = N \times \sec^3 \angle \text{Helix}$$

$$N_v = 23 \times \sec^3 \angle 17^\circ = 25$$

ดังนั้น เลือกใช้ Cutter DP 10 นัมเบอร์ 5 กัดเฟืองระหว่าง 21 - 25 ฟัน



ใบความรู้

รหัสวิชา 20102-2103

ชื่อวิชา ผลิตชิ้นส่วนด้วยเครื่องมือกล 3

หน่วยที่ 4

ชื่อหน่วย การกัดเฟืองลักษณะพิเศษ

งานแบ่งของหัวแบ่งแบบธรรมดา งานแบ่งที่ใช้ทั่ว ๆ ไป
มีอยู่ 2 แบบ

1.งานแบ่งแบบ Brown and Shape มีงาน 3 แผ่น

แผ่น 1 มีจำนวนรู 15-16-17-18-19-20

แผ่น 2 มีจำนวนรู 21-23-27-29-31-33

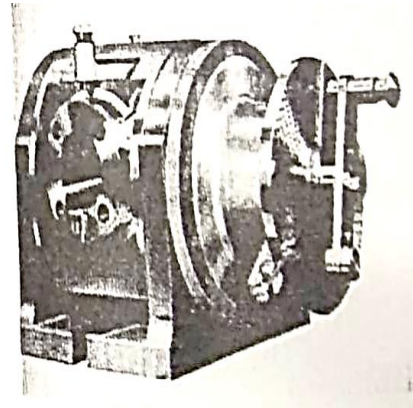
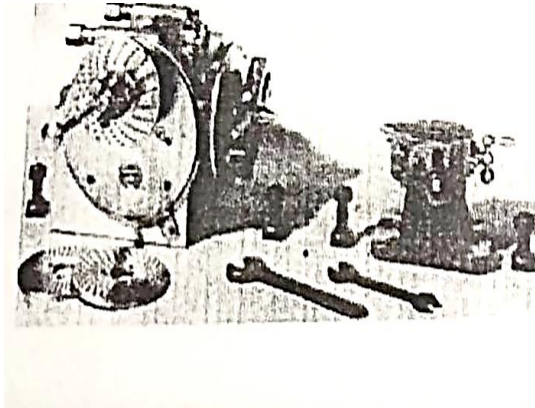
แผ่น 3 มีจำนวนรู 37-39-41-43-47-49

1. งานแบ่ง Cincinnati Standard Plate มีงานเดียว

แต่มี 2 ด้าน

ด้านที่ 1 มีรูดังนี้ 24-25-28-30-34-37-39-41-43

ด้านที่ 2 มีรูดังนี้ 46-47-51-53-54-57-58-59-62-66



รูปที่ 4.13 งานแบ่ง Cincinnati Standard Plate



ใบความรู้

รหัสวิชา 20102-2103

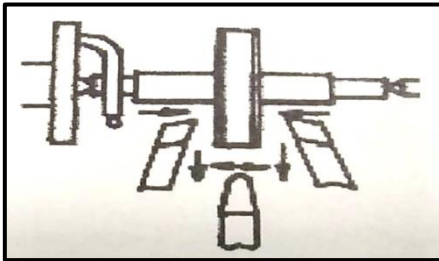
ชื่อวิชา ผลิตชิ้นส่วนด้วยเครื่องมือกล 3

หน่วยที่ 4

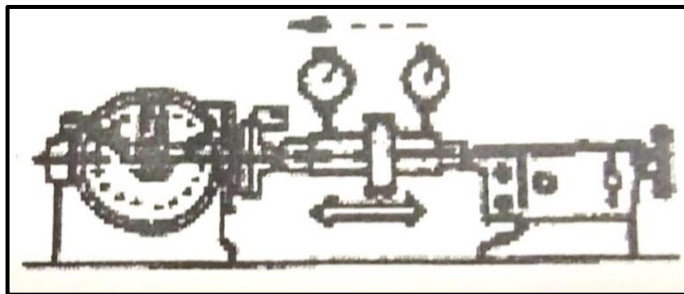
ชื่อหน่วย การกัดเฟืองลักษณะพิเศษ

ขั้นตอนการกัดเฟืองเฉียง

1. กลึงขึ้นรูปชิ้นงานที่ต้องการกัดเฟืองให้ได้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโตนอกตามขนาดที่คำนวณ

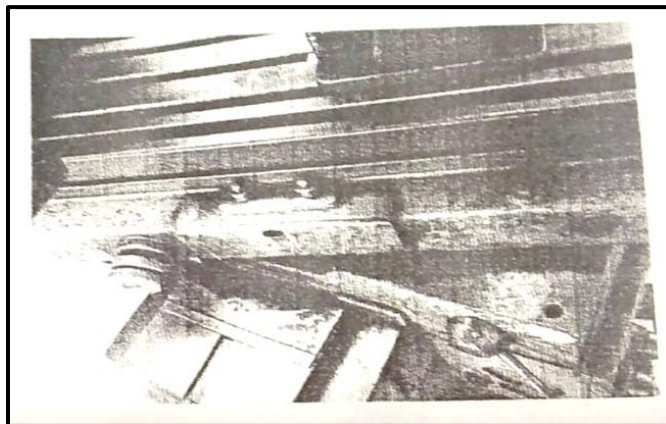


2. นำชิ้นงานกลึงขึ้นรูปมาจับยึดบนเครื่องกัดโดยการยันศูนย์ทั้งสองด้าน หัวแบ่งและศูนย์ท้ายของเครื่องกัดจะต้องมีการตรวจสอบให้ได้ศูนย์ ทั้งในแนวนอนและแนวระดับด้วย



3. นำดอกกัดที่ใช้สำหรับกัดเฟืองจับยึดบนแกนเพลลาเครื่องกัด ดอกกัดที่ใช้จะต้องทราบก่อนว่าเป็นระบบโมดูล หรือ ระบบ DP และต้องเลือกให้ถูกนัมเบอร์ด้วย

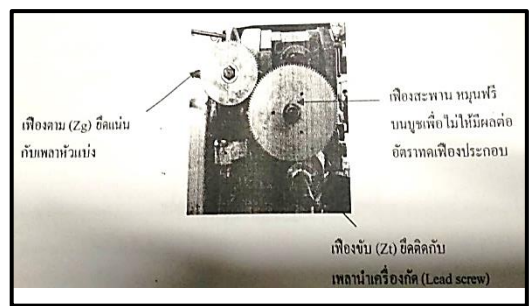
4. เอียงโต๊ะงานเครื่องกัดให้ได้องศาตาม มุม Helix ของเฟืองเฉียงที่จะทำการตัด



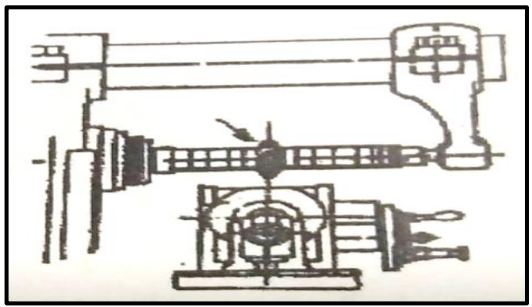


ใบความรู้	สัปดาห์ที่ 8-10
ชื่อวิชา ผลิตชิ้นส่วนด้วยเครื่องมือกล 3	หน่วยที่ 5
ชื่อหน่วย งานกัดเฟืองเฉียง	จำนวนคาบ 24 ชั่วโมง

5. ติดตั้งชุดเฟืองประกอบตามที่คำนวณอัตราทดมาได้ ดังรูป โดยให้เฟืองสะพานหมุนฟรีไม่ผลต่ออัตราทดระหว่างเฟืองขับ (Z_t) กับเฟืองตาม (Z_g)

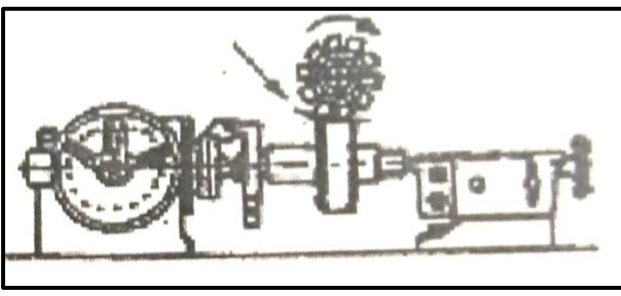


6. เลื่อนตำแหน่งของดอกกัดให้อยู่ในตำแหน่งกึ่งกลางชิ้นงาน



7. ตั้งความเร็วรอบให้เหมาะสม

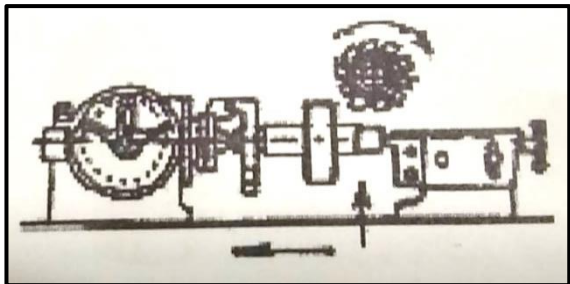
8. เปิดสวิตซ์เครื่อง แล้วค่อย ๆ เลื่อนดอกกัดให้ลงมาสัมผัสกระดาดที่วางแนบสัมผัสกับผิวงานจนดอกกัดเริ่มกัดกระดาด



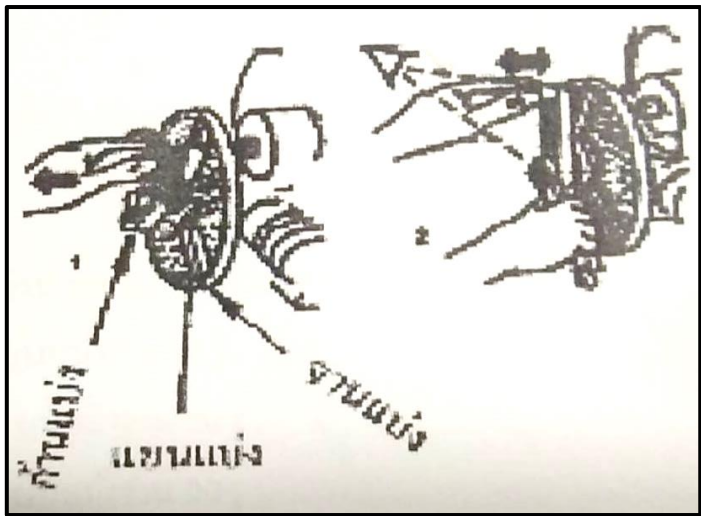


ใบความรู้	สัปดาห์ที่ 8-10
ชื่อวิชา ผลิตชิ้นส่วนด้วยเครื่องมือกล 3	หน่วยที่ 5
ชื่อหน่วย งานกัดเฟืองเฉียง	จำนวนคาบ 24 ชั่วโมง

- 9. ตั้งสเกลในการป้องกันความลึกให้เป็นศูนย์
- 10. เลื่อนดอกกัดดอกให้พ้นชิ้นงานในแนวยาวของโต๊ะงาน ห้ามเลื่อนออกในแนวขวางกับชิ้นงานจำทำให้ดอกกัดกับชิ้นงานไม่อยู่ในแนวศูนย์กลางเดียวกัน
- 11. ป้องกันความลึกทั้งหมดตามที่คำนวณได้
- 12. ป้องกันชิ้นงานผ่านดอกกัด โดยการหมุนเคลื่อนที่โต๊ะงาน



- 13. ถอยดอกกัดมาตำแหน่งเริ่มต้นกัด
- 14. หมุนหัวแบ่งตามที่ต้องการเพื่อให้เกิดฟันต่อไป



- 15. เริ่มทำตั้งแต่ข้อ 12-15 จนครบจำนวนฟันที่ต้องการ