แผนการจัดการเรียนรู้

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2567
สาขาวิชาเทคนิคการผลิต
กลุ่มอาชีพอุตสาหกรรมและการผลิต
ประเภทวิชาอุตสาหกรรม

30100-0006 งานชิ้นส่วนเครื่องกลทั่วไป

จัดทำโดย
นายสิทธิชัย คำเสียง
ตำแหน่งครู

วิทยาลัยการอาชีพบ้านผือ
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา
กระทรวงศึกษาธิการ

หลักสูตรรายวิชา

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2567
ประเภทวิชาอุตสาหกรรม กลุ่มอาชีพอุตสาหกรรมการผลิต สาขาวิชาเทคนิคการผลิต
รหัสวิชา 30100-0006 วิชางานชิ้นส่วนเครื่องกลทั่วไป (General Machine Elements)
ทฤษฎี 1 ชั่วโมง/สัปดาห์ ปฏิบัติ 3 ชั่วโมง/สัปดาห์ จำนวน 2 หน่วยกิต

อ้างอิงมาตรฐาน

-

ผลลัพธการเรียนรูระดับรายวิชา

ใชงานชิ้นสวนเครื่องกลทั่วไป วางแผนและปฏิบัติการถอดประกอบ วัดและตรวจสอบชิ้นส วน ติดตั้ง และปรับตั้งชิ้นสวนจับยึด ชิ้นสวนทั่วไปและชิ้นสวนสงกำลังเครื่องกล

จุดประสงค์รายวิชา เพื่อให้

1. รู้และเข้าใจชิ้นส่วนเครื่องกล หลักการถอดประกอบ การติดตั้ง และการปรับตั้งในงานเครื่องกล
2. สามารถวางแผนและปฏิบัติการถอดประกอบ วัดและตรวจสอบชิ้นส่วน ติดตั้ง และปรับตั้งชิ้นส่วนจับยึด ชิ้นส่วนทั่วไปและชิ้นส่วนส่งกำลังเครื่องกล
3. มีเจตคติที่ดีในการปฏิบัติงานอย่างประณีต เรียบร้อย มีระเบียบวินัย อดทน มีกิจนิสัยในการทำงานด้วยความรอบคอบและปลอดภัย
4. ประยุกต์ใช้การวางแผนและปฏิบัติการถอดประกอบ วัดและตรวจสอบชิ้นส่วน ติดตั้ง และปรับตั้งชิ้นส่วนจับยึด ชิ้นส่วนทั่วไปและชิ้นส่วนส่งกำลังเครื่องกล

สมรรถนะรายวิชา

1. ประมวลความรู้เกี่ยวกับชิ้นส่วนเครื่องกล หลักการถอดประกอบ วัดและตรวจสอบชิ้นส่วน ติดตั้ง การปรับตั้งในงานเครื่องกล
2. วางแผน เตรียมงาน ตรวจวิเคราะห์การถอดประกอบ วัดและตรวจสอบชิ้นส่วน ติดตั้ง ปรับตั้ง ชิ้นส่วนจับยึด บำรุงรักษา ชิ้นส่วนทั่วไปและชิ้นส่วนส่งกำลังเครื่องกลตามคู่มือ
3. ประยุกต์ใช้งานชิ้นส่วนเครื่องกลตามคู่มือ

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาและปฏิบัติเกี่ยวกับชิ้นส่วนเครื่องกลเพื่อการจับยึดและการส่งกำลัง ความปลอดภัยทั่วไป หลักการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ช่วยถอดประกอบ การวางแผนปฏิบัติงาน การถอดประกอบ วัดและตรวจสอบชิ้นส่วน การติดตั้ง การปรับตั้ง และการบำรุงรักษาชิ้นส่วนเครื่องกล

มาตรฐานอาชีพ

หน่วยงานรับรองมาตรฐานอาชีพ.....

มาตรฐานอาชีพ สาขาวิชาชีพ.....

อาชีพ.....**ระดับ**.....

หน่วยสมรรถนะ		สมรรถนะย่อย		เกณฑ์การปฏิบัติงาน	วิธีประเมิน
รหัส	คำอธิบาย	รหัส	คำอธิบาย		
-	-	-	-	-	-

ตารางวิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้

ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับรายวิชา ใช้งานชิ้นส่วนเครื่องกลทั่วไป วางแผนและปฏิบัติการถอดประกอบ วัดและตรวจสอบชิ้นส่วน ติดตั้งและปรับตั้งชิ้นส่วนจับยึด ชิ้นส่วนทั่วไปและชิ้นส่วนส่งกำลังเครื่องกล				
งานหลัก	**งานย่อย**	**สมรรถนะย่อย**	**ความรู้ในการปฏิบัติงาน**	**ทักษะในการปฏิบัติงาน**
1.สกรู โบลต์ และนัต	1.1 งานถอด ประกอบ และปรับตั้งสกรู โบลต์และนัตของเครื่องจักรกล	-	- หลักการทำงานของประแจวัดแรงบิด (Torque Wrench) - ขั้นตอนการถอดประกอบที่ถูกต้อง - ค่าแรงบิดมาตรฐานสำหรับงานแต่ละประเภท	- การใช้ประแจ, ไขควง, ประแจหกเหลี่ยม - การใช้ประแจวัดแรงบิด - การขันยึดตามลำดับและแรงบิดที่กำหนด
2.เพลา	2.1 งานติดตั้งและประกอบเพลาเครื่องจักรกล	-	- วิธีการติดตั้งเพลา (การสวมแน่น/หลวม) - การดูแลรักษาและหล่อลื่นเพลา - เทคนิคการประกอบเพื่อป้องกันความเสียหาย	- การใช้เครื่องมืออัดไฮดรอลิกหรือค้อนยาง - การตรวจสอบการหมุนที่คล่องตัวหลังการติดตั้ง - การประกอบลิ่มและร่องลิ่ม
3.ลิ่ม	3.1 งานประกอบลิ่มเครื่องจักรกล	-	- ขั้นตอนการตะไบและตกแต่งลิ่ม - เทคนิคการตรวจสอบความแนบสนิทของลิ่ม - ข้อควรระวังในการประกอบลิ่ม	- การใช้ตะไบและเครื่องมือวัดละเอียด - การประกอบชิ้นส่วนโดยใช้แท่งทองแดงหรือค้อน - การตรวจสอบการยึดติดและการหมุน
4.ตลับลูกปืน	4.1 งานถอด ประกอบ และตรวจสอบตลับลูกปืนเครื่องจักรกล	-	- วิธีการตรวจสอบเบื้องต้น (หมุนด้วยมือ, ฟังเสียง) - หลักการใช้เครื่องมือถอด (Puller) - ข้อกำหนดในการอัดจารบีหรือเติมน้ำมัน	- การใช้เครื่องมือถอดตลับลูกปืน - การอัดจารบีเข้าตลับลูกปืน - การประกอบตลับลูกปืนโดยการอัดหรือให้ความร้อน

5.เฟือง	5.1 งานประกอบและตั้งศูนย์เฟืองเครื่องจักรกล	-	- ความสำคัญของระยะแบ็คลาชและรูปแบบการสัมผัส - วิธีการปรับตั้งศูนย์เฟือง - การตรวจสอบการกัดกินของเฟือง	- การใช้ปะเก็น (Shim) ปรับระยะ - การตรวจสอบแบ็คลาชด้วย Dial Gauge - การตรวจสอบรอยสัมผัสด้วยสีทา
6.สายพานและพูลเลย์	6.1 งานติดตั้งและปรับตั้งสายพานเครื่องจักรกล	-	- ขั้นตอนการติดตั้งพูลเลย์และสายพาน - วิธีการจัดแนวพูลเลย์ (Alignment) - การวัดความตึงของสายพาน	- การใช้ไม้บรรทัดหรือเลเซอร์จัดแนวพูลเลย์ - การปรับระยะกึ่งกลางเพื่อเพิ่ม/ลดความตึง - การตรวจสอบความตึงด้วยมือหรือเครื่องมือวัด
7.ลูกเบี้ยว	7.1 งานตรวจสอบและประกอบลูกเบี้ยวเครื่องจักรกล	-	- ผลกระทบของการสึกหรอของลูกเบี้ยว - ขั้นตอนการตั้งระยะวาล์ว (Valve Clearance) - ค่าระยะวาล์วของเครื่องยนต์แต่ละรุ่น	- การใช้ฟิลเลอร์เกจ (Feeler Gauge) วัดระยะวาล์ว - การใช้ประแจและไขควงในการปรับตั้ง
8.คลัตช์และเบรค	8.1 งานปรับตั้งและประกอบคลัตช์และเบรคเครื่องจักรกล	-	- วิธีการปรับตั้งระยะคลัตช์และเบรก - ขั้นตอนการเปลี่ยนผ้าคลัตช์และผ้าเบรก - ระบบส่งกำลัง (ไฮดรอลิก, เคเบิล)	- การปรับตั้งน็อตล็อคและแกนปรับระยะ - การไล่ลมในระบบไฮดรอลิก (ถ้ามี) - การประกอบและการทดสอบการทำงาน

ตารางวิเคราะห์พฤติกรรมการเรียนรู้

รหัสวิชา 30100-0006 วิชางานชิ้นส่วนเครื่องกลทั่วไป (General Machine Elements)

ทฤษฎี 1 ชั่วโมง/สัปดาห์ ปฏิบัติ 3 ชั่วโมง/สัปดาห์ จำนวน 2 หน่วยกิต

หน่วยการเรียนรู้	ความสามารถที่คาดหวัง									รวม	จำนวนชั่วโมง ท/ป
	พุทธิพิสัย						ทักษะพิสัย	จิตพิสัย	ประยุกต์ใช้		
	ความรู้	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	การประเมินค่า	การสร้างสรรค์					
1.สกรู โบลต์ และนัต	2	3	1	-	-	-	10	2	2	20	2/6
2.เพลา	2	2	2	1	-	-	10	3	2	22	2/6
3.ลิ่ม	3	1	1	-	-	-	5	2	1	13	1/3
4.ตลับลูกปืน	3	2	2	1	-	-	10	2	2	22	2/6
5.เฟือง	3	3	2	1	-	-	10	3	2	24	2/6
6.สายพานและพูลเลย์	3	2	1	1	-	-	10	2	2	21	2/6
7.ลูกเบี้ยว	2	1	1	-	-	-	5	2	1	12	2/6
8.คลัตช์และเบรค	3	2	1	1	-	-	10	2	2	21	2/6
ประเมินผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับรายวิชา ใชงานชิ้นสวนเครื่องกลทั่วไป วางแผนและปฏิบัติการถอดประกอบ วัดและตรวจสอบชิ้นสวน ติดตั้งและปรับตั้งชิ้นสวนจับยึด ชิ้นสวนทั่วไปและชิ้นสวนสงกำลังเครื่องกล										10	-
รวมทั้งรายวิชา										**165**	**60**

หน่วยการเรียนรู้

รหัสวิชา 30100-0006 วิชางานชิ้นส่วนเครื่องกลทั่วไป (General Machine Elements)

ทฤษฎี 1 ชั่วโมง/สัปดาห์ ปฏิบัติ 3 ชั่วโมง/สัปดาห์ จำนวน 2 หน่วยกิต

สัปดาห์ที่	หน่วยการเรียนรู้	เวลาเรียน (ชม.)		
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ	รวม
1-2	หน่วยที่ 1 สกรู โบลต์ และนัต	2	6	8
3-4	หน่วยที่ 2 เพลา	2	6	8
5	หน่วยที่ 3 ลิ่ม	1	3	4
6-7	หน่วยที่ 4 ตลับลูกปืน	2	6	8
8-9	หน่วยที่ 5 เฟือง	2	6	8
10-11	หน่วยที่ 6 สายพานและพูลเลย์	2	6	8
12-13	หน่วยที่ 7 ลูกเบี้ยว	2	6	8
14-15	หน่วยที่ 8 คลัตช์และเบรค	2	6	8
รวม		**15**	**45**	**60**

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1
สกรู โบลต์ และนัต
(SCREW BOLT AND NUT)

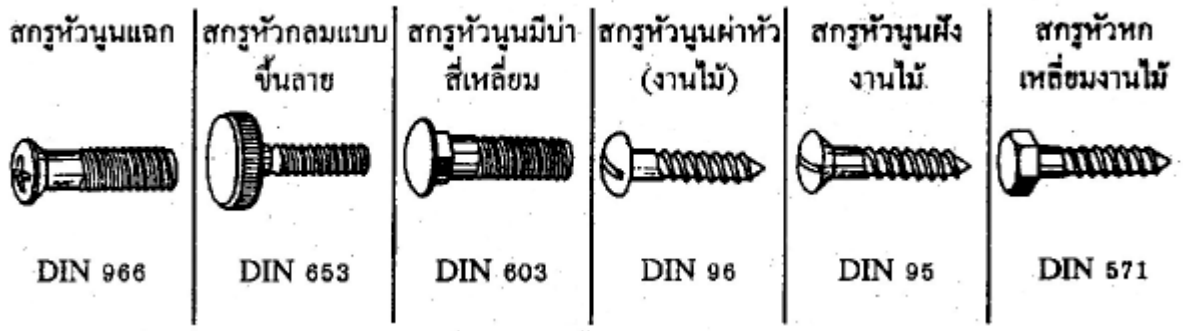
สาระสำคัญ

ในการจับยึดหรือยึดประสานชิ้นส่วนเครื่องจักรกล ทั่วไปแบบชั่วคราว โดยที่เมื่อถอดออกแล้วไม่เกิดความเสียหายแก่ชิ้นส่วนเครื่องจักร และชิ้นงานต่าง ๆ ทำให้ต้องศึกษาการใช้สกรู โบลต์ และนัต เพื่อเข้าใจถึงหลักการที่ถูกวิธี และการซ่อมแซมสกรู โบลต์ และนัต ซึ่งจะทำให้เกิดทักษะที่ดีต่อการปฏิบัติงานต่อไป

1.1 สกรู โบลต์ และนัต

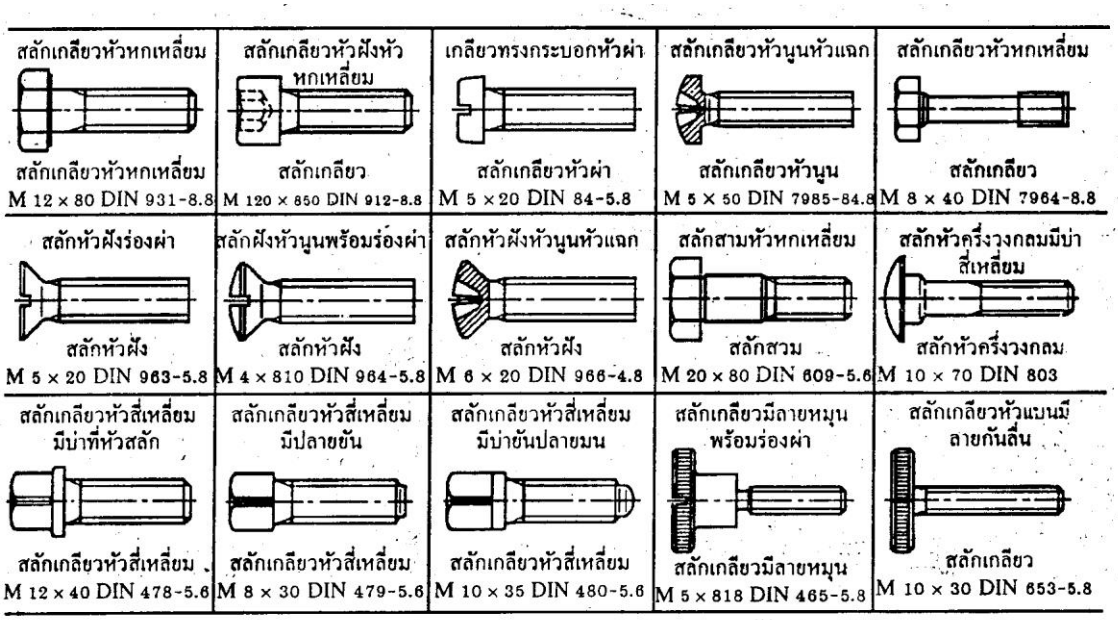
สกรู โบลต์ และนัต เป็นชิ้นส่วนประกอบของเครื่องจักรกล เพื่อใช้ในการจับยึดชิ้นส่วนต่าง ๆ ให้ติดกัน และยังสามารถถอดออกได้เมื่อต้องการให้ชิ้นส่วนสองชิ้นนั้นแยกจากกัน ดังรายละเอียด

1.1.1 สกรู (SCREW) คือ สลักเกลียวที่มีขนาดเล็ก บางแบบมีเกลียวตลอดทั้งตัวสกรูจะมีหัวแตกต่างกัน มีทั้งหัวกลม หัวหกเหลี่ยม หัวสี่เหลี่ยม และหัวฝัง บนหัวจะทำเป็นร่องผ่าเอาไว้หรือเป็นหลุมลงไปใช้สำหรับขันหรือคลายเกลียว สกรูตัวเล็ก ๆ ส่วนใหญ่จะมีปลายเรียวดังรูป



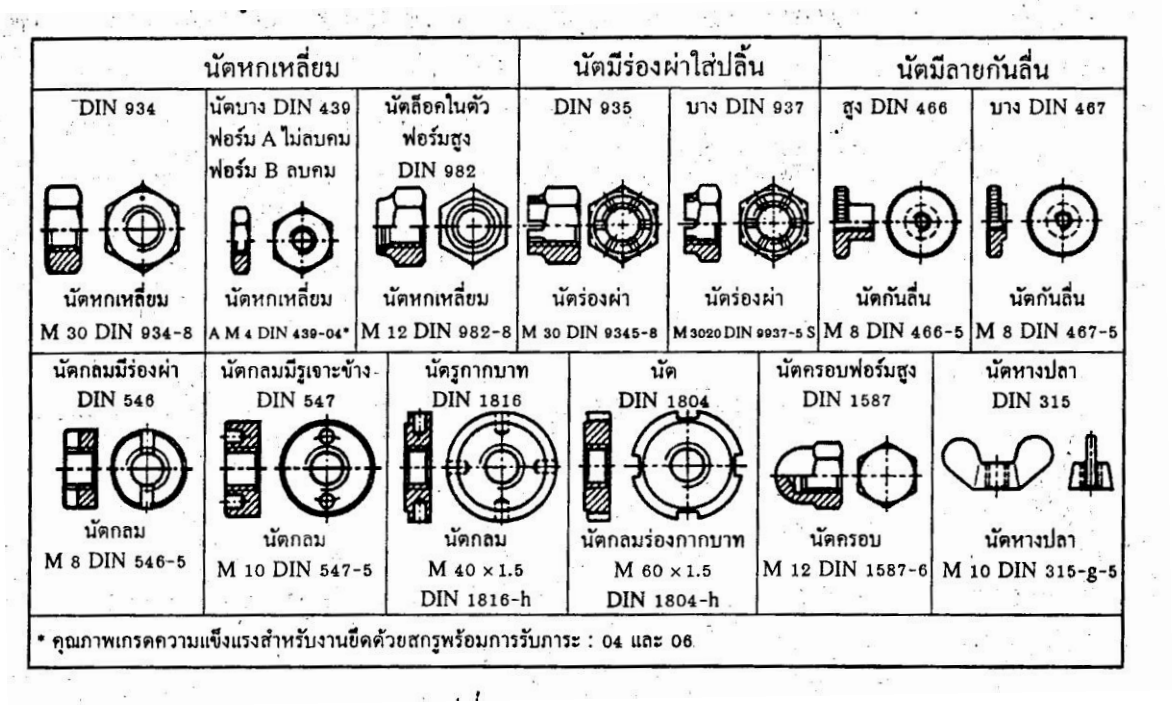
รูปที่ 1.1 สกรูรูปร่างต่าง ๆ

1.1.2 โบลต์ (BOLT) คือ สลักเกลียวอย่างหนึ่งมีหลายรูปแบบ รูปร่างของโบลต์ ด้านหนึ่งมีหัว ลำตัวมีเกลียว ลำตัวมีเกลียว ส่วนใหญ่โบลต์จะใช้ควบคู่กับเกลียวตัวเมีย (NUT) เสมอ ดังรูป



รูปที่ 1.2 โบลต์รูปร่างต่าง ๆ

1.1.3 นัต (NUT) เกลียวตัวเมียที่ใช้คู่กับสลักเกลียว นัตจะมีเกลียวอยู่ภายใน นัตที่ใช้มีนัตหัวกลม นัตหัวเหลี่ยม นัตหัวสี่เหลี่ยม และนัตบางแบบจะมีปีกเพื่อใช้สำหรับขันหรือคลายนัตออก ดังรูป

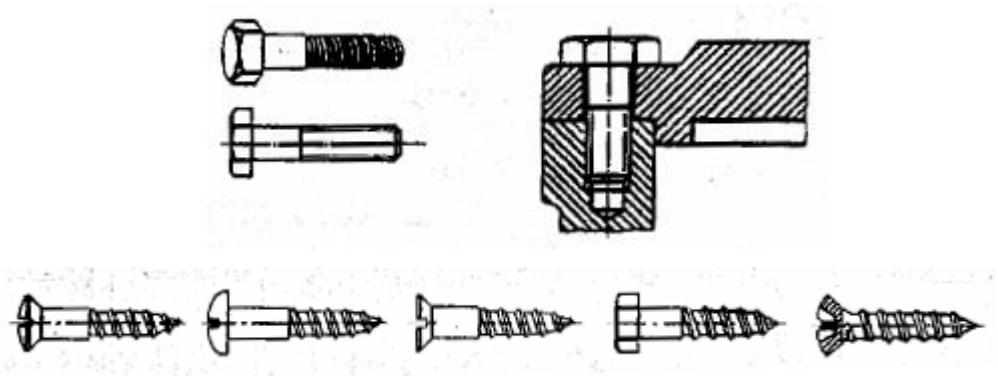


รูปที่ 1.3 นัตรูปร่างต่าง ๆ

1.2 ชนิดของสกรู โบลต์ และนัต

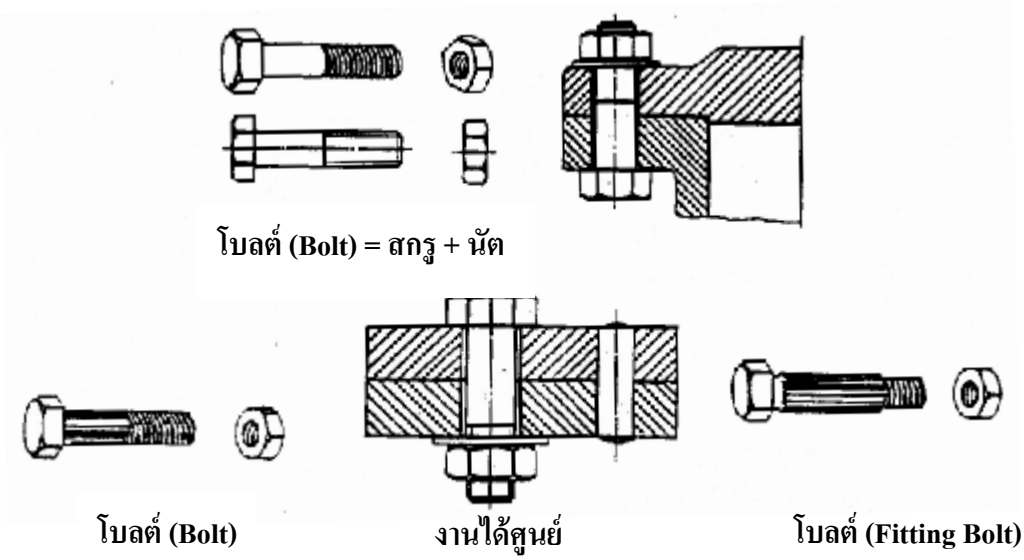
สกรู โบลต์ และนัต ที่ใช้กับชิ้นส่วนเครื่องจักรกลมีหลายชนิด ดังรายละเอียด

1.2.1 ชนิดของสกรู สกรูที่ใช้กันในวงการอุตสาหกรรมหรือใช้กันทั่วไปมีอยู่หลายชนิด เช่น สกรูหัวหกเหลี่ยม สกรูหัวฝัง สกรูสี่เหลี่ยม สกรูโลหะแผ่น และสกรูยึดไม้เป็นต้น ดังรูป



รูปที่ 3.4 สกรูชนิดต่าง ๆ

1.2.2 ชนิดของโบลต์ โบลต์ที่ใช้ในวงการอุตสาหกรรมและในงานชิ้นส่วนเครื่องจักรกล ทั่วไปมีหลายชนิด เช่น โบลต์หัวหกเหลี่ยมทั่วไป โบลต์อัด โบลต์รับแรงดึง โบลต์รับแรงดึง และโบลต์งานไม้เป็นต้น ดังรูป



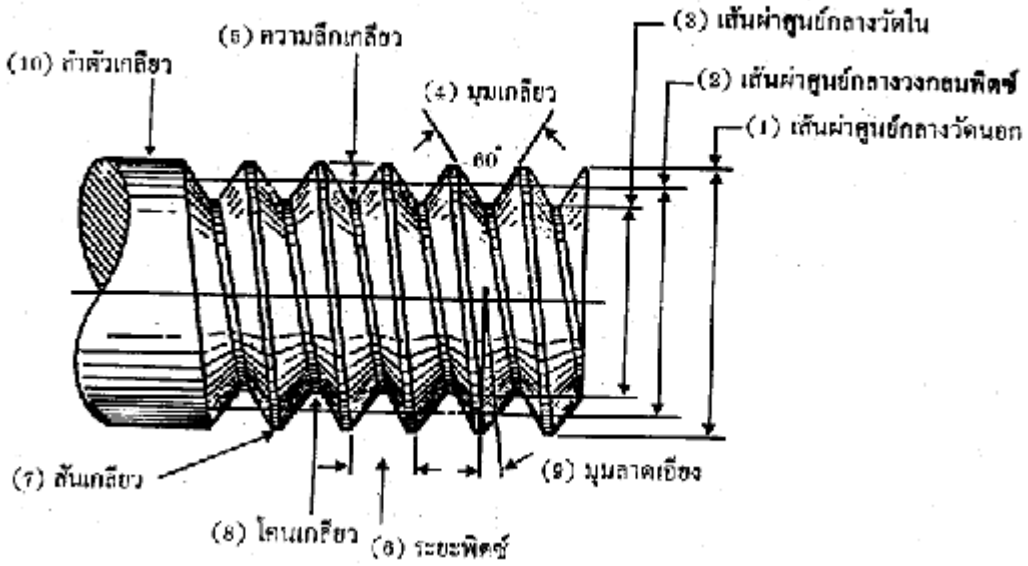
รูปที่ 1.5 โบลต์ชนิดต่าง ๆ

1.2.3 ชนิดของนัต นัตที่ใช้คู่กับสลักเกลียววงการอุตสาหกรรมและการใช้งานทั่วไปมีหลายชนิด เช่น นัตหัวกลม นัตหัวสี่เหลี่ยม นัตหัวกลมเจาะรูข้าง นัตหัวกลมร่องผ่าข้าง นัตหางปลา นัตหัวกลมพิมพ์ลาย และหัวผ่า ดังรูป

รูปที่ 1.6 นัตชนิดต่าง ๆ

1.3 มาตรฐานของสกรู โบลต์ และนัต

มาตรฐานของสกรู โบลต์ และนัต จะมีมาตรฐานเป็นไปตามมาตรฐานและรูปร่างของเกลียว ปัจจุบันนิยมใช้มาตรฐาน ISO มาตรฐานเกลียวที่ใช้กับสกรู โบลต์ และนัต ส่วนใหญ่จะมาจาก 2 ระบบ คือระบบเมตริก และระบบอังกฤษ ชิ้นส่วนเครื่องจักรกลโดยทั่วไปปัจจุบันนี้จะใช้มาตรฐานของระบบเมตริกเป็นส่วนมากที่มีหน่วยวัดเป็นมิลลิเมตร ส่วนต่าง ๆ ของเกลียวที่ใช้กันอยู่ระหว่างสลักเกลียวกับนัต จะประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังรูป



รูปที่ 1.7 ส่วนประกอบต่าง ๆ ของเกลียว

1.3.1 ตัวอักษรแทนค่าต่าง ๆ ของเกลียว ตัวอักษรอังกฤษที่ใช้แทนค่าต่างของเกลียวมีทั้งตัวพิมพ์ใหญ่และตัวพิมพ์เล็ก เช่น

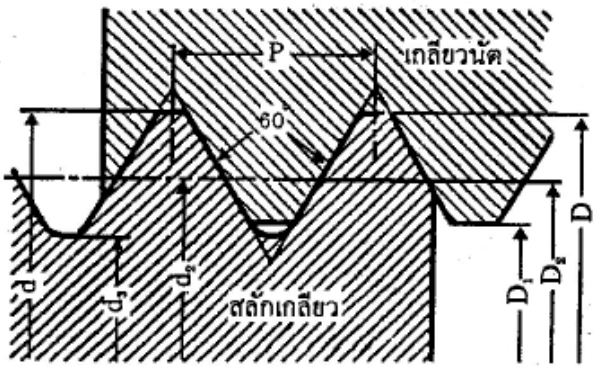
D ตัวพิมพ์ใหญ่แทนค่าความโตเกลียวของนัต

d ตัวพิมพ์เล็กแทนค่าความโตของสลักเกลียว

p แทนค่าระยะพิตช์ของเกลียว

α แทนค่าของมุมเกลียว

1.3.2 เกลียวยอดแหลม เป็นเกลียวสามเหลี่ยมที่มีใช้กันมากที่สุดในโลก เป็นเกลียวสามเหลี่ยมมุมของเกลียว 60 องศา ลักษณะเกลียว คือ ยอดเกลียวตัด โคนเกลียว ดังรูป



D = d คือ ขนาดเส้นผ่าศูนย์ของเกลียว

P = คือ ระยะพิตช์ของเกลียว

d_3 = d - 1.2269 x P คือ ขนาดเส้นศูนย์กลางโคนเกลียว

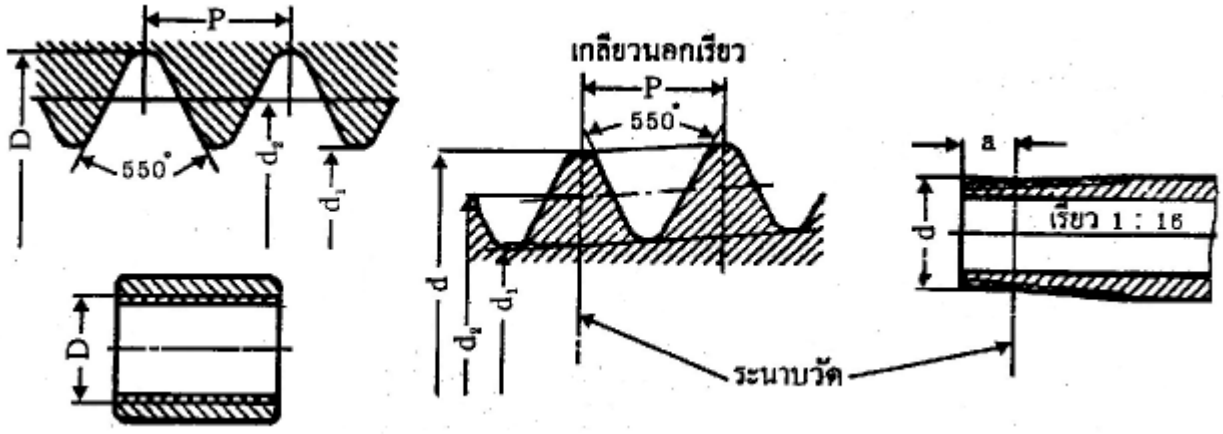
D_1 = d - 1.0825 x P คือ ขนาดเส้นผ่าศูนย์ยอดฟันเกลียวนัต

$d_2 = D_2$ = d - 0.649 x P

60 องศา คือ มุมรวมของเกลียว

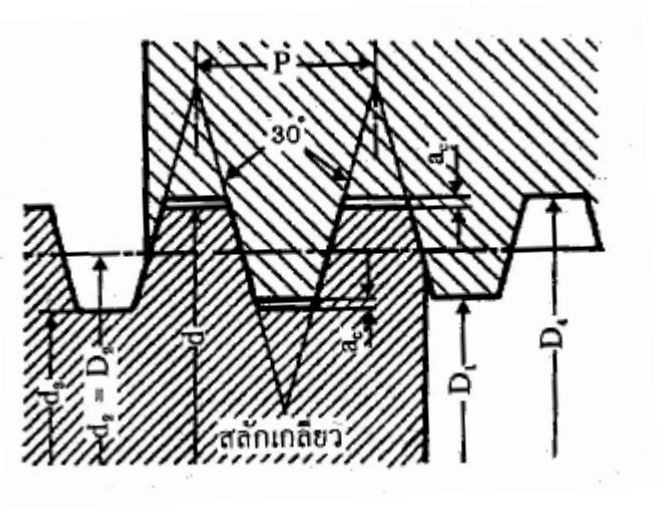
รูปที่ 1.8 เกลียวยอดแหลมและค่าระยะต่าง ๆ

1.3.3 เกลียววิตเวอต จะมีมุมรวมของเกลียว 55 องศา นิยมใช้ทำเกลียวท่อประปา และทำท่อสุขภัณฑ์ทั่วไป ดังรูป



รูปที่ 1.9 เกลียววิตเวอตและค่าระยะต่าง ๆ

1.3.4 เกลียวสี่เหลี่ยมคางหมู จะมีมุมเกลียวรวม 30 องศา เกลียวชนิดนี้จะมีแรงเสียดทานผิวข้างน้อยกว่าเกลียวยอดแหลม จึงนิยมใช้ทำเกลียวสำหรับการขับเคลื่อน เกลียวสี่เหลี่ยมคางหมูจะมีรูปร่างดังรูป



$D_4 = d + 2a_c$

$d_3 = d - (P + 2a_c)$

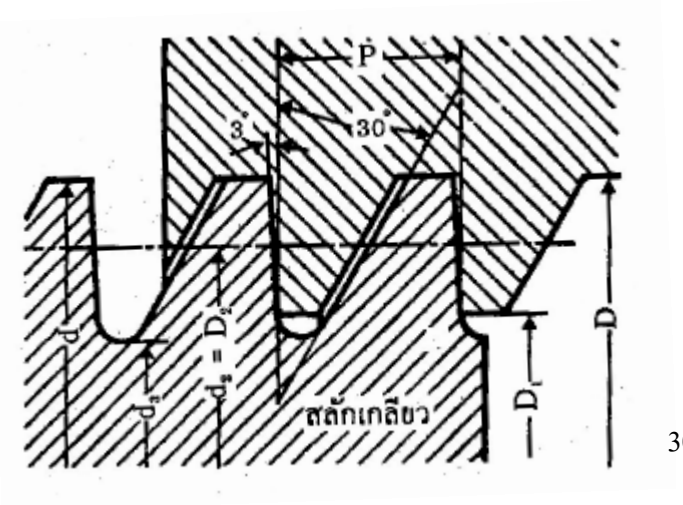
$D_1 = d\text{-}P$

$d_2 = d - 0.5P$

30 องศา คือ มุมเกลียว

รูปที่ 10 เกลียวสี่เหลี่ยมคางหมูและค่าระยะต่าง ๆ

1.3.5 เกลียวฟันเลื่อย จะมีมุมยอดเกลียว 33 องศา เกลียวชนิดนี้จะมีรูปร่างไม่สมมาตรนิยมใช้ให้ด้านข้างหนึ่งรับแรงสูงกว่าเกลียวที่ขับเคลื่อน เช่น เกลียวบีบ เกลียวอุปกรณ์ยกเกลียวชนิดนี้มีรูปร่าง ดังนี้



$d = D$

$d_1 = d - 1.736\ P$

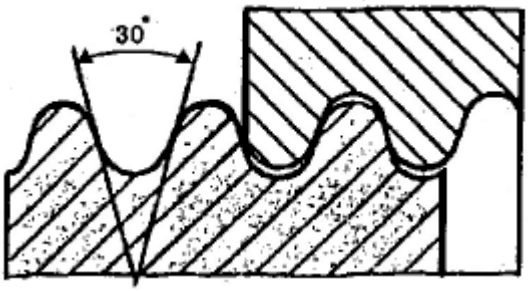
$D_1 = d - 1.5\ P$

$d_2 = d - 0.682\ P$

30 + 3 = 33 องศา คือมุมเกลียว

รูปที่ 1.11 เกลียวฟันเลื่อยและค่าระยะต่าง ๆ

1.3.6 เกลียวกลม เกลียวชนิดนี้จะมียอดเกลียวมนโค้ง มีมุมรวมยอดเกลียว 30 องศา ใช้สำหรับขันยึดในที่ที่มีความสกปรกสามารถรับความร้อนได้สูง รับแรงกระแทกได้ดี เหมาะสำหรับงานหยาบ ๆ เกลียวชนิดนี้มีรูปร่างดังนี้

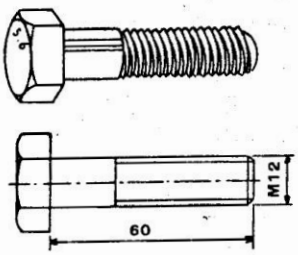
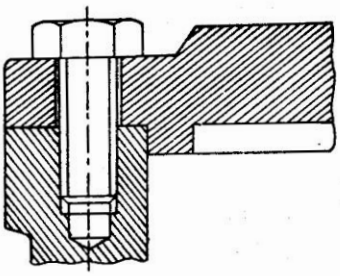
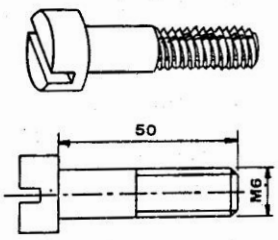
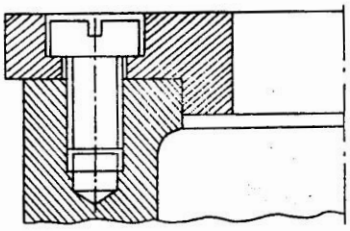


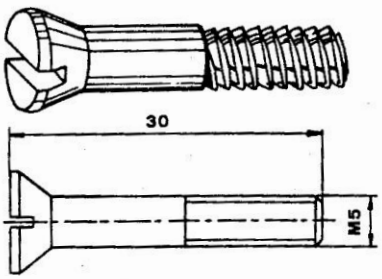
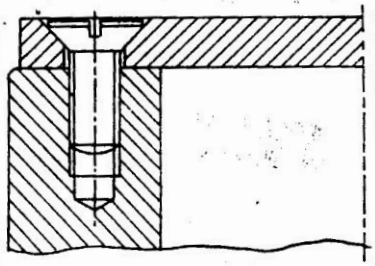
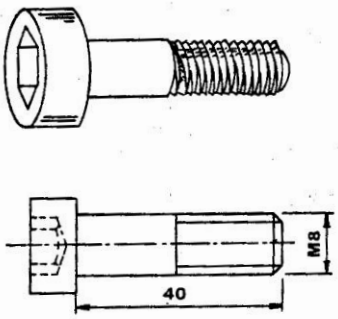
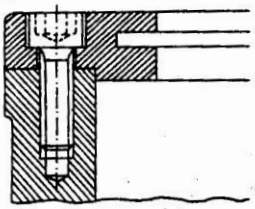
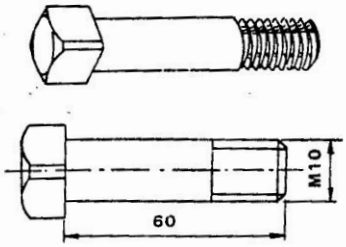
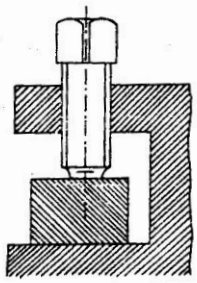
รูปที่ 3.12 ลักษณะเกลียวกลม

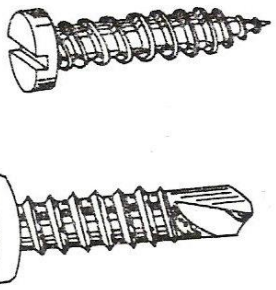
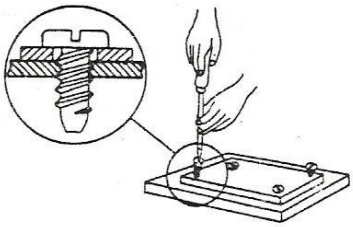
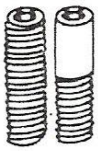
1.4 หน้าที่การใช้งานของสกรู โบลต์ และนัต

สกรู โบลต์ และนัต แต่ละขนาดมีหน้าที่การใช้งาน คือ ช่วยในการจับยึดชิ้นส่วนเครื่องจักรกล หรือชิ้นส่วนทั่วไปให้ยึดติดกัน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

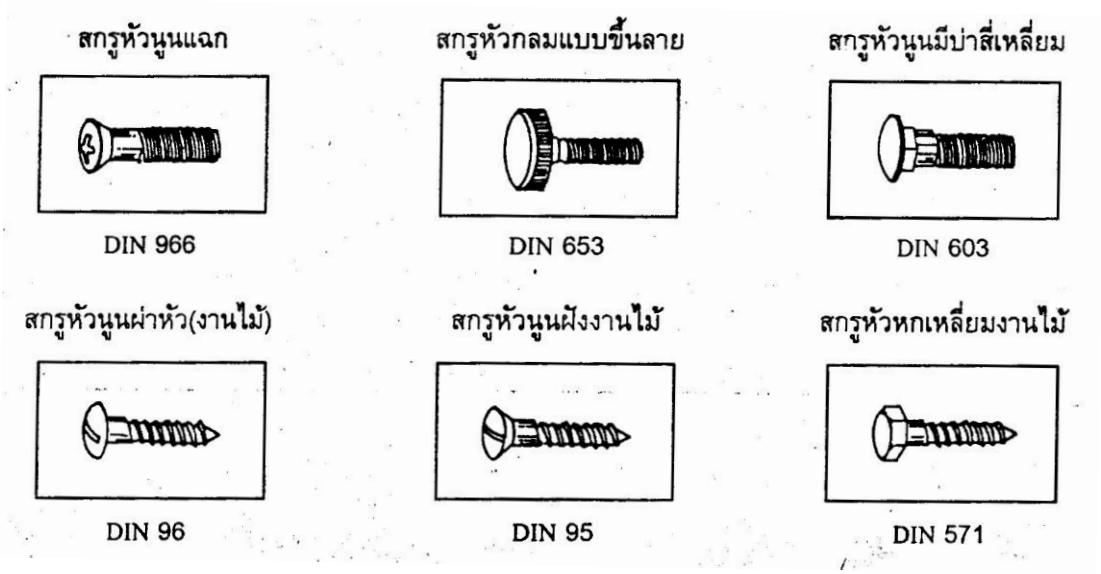
1.4.1 หน้าที่การใช้งานของสกรู

ลำดับ	ชื่อของสกรู	การใช้งาน	มาตรฐาน (DIN)
1	สกรูหัวหกเหลี่ยม (Hexagon Screw) 	 ▸ ใช้สำหรับยึดชิ้นส่วนที่มีการทำเกลียวอยู่ในชิ้นงาน	▸ DIN 931 (ความยาวของเกลียวไม่ตลอด) ▸ DIN 933 (ความยาวของเกลียวยาวตลอด)
2	สกรูหัวทรงกระบอกแบบผ่า (Cheese Head Screw) 	 ▸ ใช้สำหรับยึดชิ้นงานที่มีการรับภาระต่ำโดยที่หัวของสกรูจะใช้ไขควงในการขันยึด	▸ DIN 84 (ความยาวของเกลียวให้ดูตามมาตรฐาน)

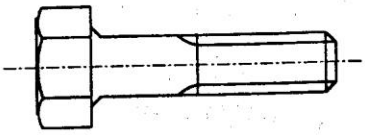
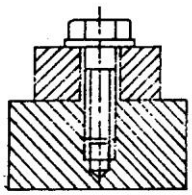
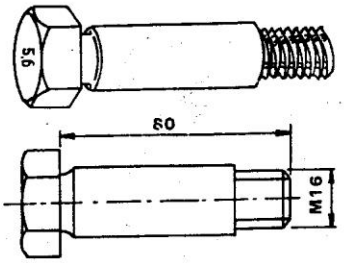
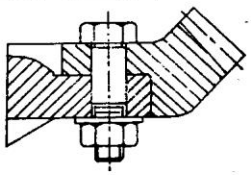
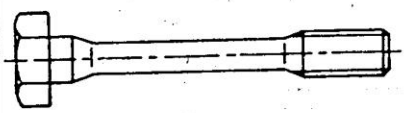
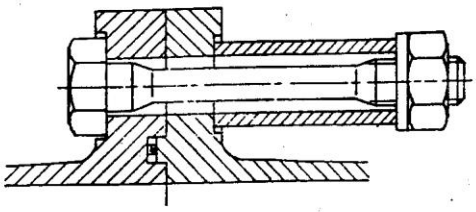
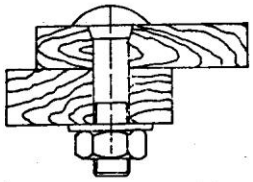
ลำดับ	ชื่อของสกรู	การใช้งาน	มาตรฐาน (DIN)
3	สกรูหัวเรียวแบบผ่า (Countersunk Head Screw) 	 • ใช้สำหรับการยึดชิ้นส่วนที่รับภาระต่ำ โดยที่สกรูชนิดนี้จะทำให้ผิวของชิ้นงานเรียบ	• DIN 87 เป็นสกรูที่ใช้ไขควงหัวปากแบนในการขันยึด • DIN 7987 เป็นสกรูที่ใช้ไขควงหัวปากแฉกในการขันยึด
4	สกรูหัวทรงกระบอกมีหกเหลี่ยมขันด้านใน (Socket Head Cap Screw) 	 • ใช้ในการจับยึดชิ้นส่วนที่ต้องการรับแรงจับยึดมากและเพื่อต้องการผิวงานเรียบ โดยสามารถฝังหัวของสกรูลงในชิ้นงานได้	• DIN 912
5	สกรูหัวสี่เหลี่ยม (Collar Head Screw) 	 • ใช้จับยึดและปรับล็อค ชิ้นส่วนเครื่องมือกลทั่วไป เช่นงานจับมีดไสและงานจับมีดกลึง	• DIN 478 (ตามรูป) • DIN 479 ลักษณะจะมีบ่าเป็นแหวนติดที่หัวของสกรู

ลำดับ	ชื่อของสกรู	การใช้งาน	มาตรฐาน (DIN)
6	สกรูสำหรับงานโลหะแผ่น (Sheet Metal Work Screw) 	 ◗ ใช้สำหรับการยึดโลหะที่มีความหนาถึง 2 มิลลิเมตร โดยมีลักษณะเกลียวเหมือนเกลียวขันไม้	◗ DIN 7971 (ตามรูป) ◗ DIN 7972 เป็นลักษณะหัวเรียว
7	สกรูแบบสลักฝัง (A Headless Socket Set Screw) 	◗ เป็นสกรูที่ไม่มีหัว แต่จะมีเกลียวยาว โดยส่วนใหญ่จะนำมาล็อคตำแหน่งของชิ้นงานกับเพลา ซึ่งปลายสกรูชนิดนี้จะทำการชุบแข็งได้	◗ DIN 913 ◗ DIN 653 ◗ DIN 914 ◗ DIN 915 ◗ DIN 417

นอกจากสกรูที่แนะนำให้รู้จักแล้วยังมีสกรูที่สามารถเลือกใช้ได้ตามความเหมาะสม ดังนี้



1.4.2 หน้าที่การใช้งานของโบลต์

ลำดับ	ชื่อของโบลต์	การใช้งาน	มาตรฐาน (DIN)
1	โบลต์หัวหกเหลี่ยม (Hexagon Bolts) 	 ◗ ใช้สำหรับยึดชิ้นส่วนเครื่องจักรกลทั่วไปที่มีการร้อยโบลต์ผ่าน	◗ DIN 555
2	โบลต์อัด (Fitting Bolts) 	 ◗ โบลต์ชนิดนี้จะมีลำตัวเป็นทรงกระบอกที่ผ่านการเจียระไนแล้ว ใช้สวมร้อยแบบฟิตกับผิวของชิ้นงาน (โดยที่รูจะต้องมีการผ่านการรีมเมอร์มาก่อน) จึงจะประกอบเข้าด้วยความเที่ยงตรง	◗ DIN 609
3	โบลต์แบบยืดตัว (Elastic Bolts) 	 ◗ ใช้สำหรับชิ้นส่วนที่ต้องรับภาระสูง และมีการเคลื่อนที่คล่องตัว เช่น ก้านสูบ	
4	โบลต์งานไม้ (Wood Bolts)	 ◗ ใช้สำหรับจับยึดงานไม้	

1.4.3 หน้าที่การใช้งานของนัต

ลักษณะของนัต	การใช้งาน
1. นัตหัวเหลี่ยม 1.1 นัตหัวหกเหลี่ยม (Hexogon Nut) ◗ DIN 934	◗ ใช้สำหรับการประกอบเครื่องจักรกลทั่ว ๆ ไป
1.2 นัตหัวสี่เหลี่ยม (Square Nut) ◗ DIN 439	◗ ใช้สำหรับงานชิ้นส่วนที่มีการรับภาระน้อย ๆ
2. นัตหัวกลม 2.1 นัตหัวกลมร่องผ่า (Slotted Nut) ◗ DIN 546	◗ โดยทั่วไปนัตหัวกลมจะเป็นนัตที่ใช้สำหรับงานที่พื้นที่การขันไม่พอและเส้นผ่านศูนย์กลางโต ๆ ในงานปรับเพลา เช่น ปรับระยะฟรีของร่องเพลา
2.2 นัตหัวกลมรูเจาะบน (Two hole Nut) ◗ DIN 547	
2.3 นัตหัวกลมหัวเจาะข้าง ◗ DIN 548	

ลักษณะของนัต	การใช้งาน
3. นัตที่ใช้มือหมุน 3.1 นัตหางปลา (Wing Nut) ◗ DIN 315	◗ นัตที่ใช้มือหมุนใช้กับงานเบาที่ขันเข้าออกโดยเพียงใช้มือหมุนเบา ๆ เท่านั้น
3.2 นัตกันเลื่อน (Knuried Nut) ◗ DIN 466	
4. นัตป้องกันการคลายตัว 4.1 นัตกันกระแทก ◗ DIN 1587	◗ ใช้ป้องกันการกระแทกและป้องกันการเกิดอันตรายจากคมของนัตบาดมือ และทำให้เกิดความสวยงาม
4.2 นัตหัวผ่า (Castled Nut) ◗ DIN 935	◗ ใช้กับงานที่ป้องกันการคลายตัว อันเนื่องมาจากการสั่นสะเทือน

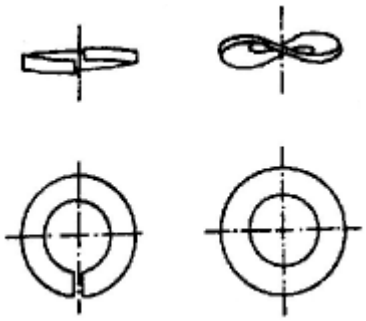
1.5 การป้องกันการคลายตัว

ในการใช้สกรู โบลต์ และนัตในการยึดชิ้นส่วนเครื่องจักรกลที่ต้องรับภาระในการสั่นสะเทือนอยู่ตลอดเวลาในบางที ทำให้ชิ้นส่วนที่ถูกยึดอยู่หลุดออกจากกันในขณะที่มีการเคลื่อนไหว โดยจะทำให้เกิดอุบัติเหตุต่อคนและเครื่องจักร การป้องกันการคลายตัวจึงเป็นวิธีที่จะทำให้สกรู โบลต์ และนัต เกิดความแข็งแรงในการจับยึด โดยสามารถแบ่งออกได้ดังนี้

1.5.1 การป้องกันการคลายตัวแบบความฝืด (Friction Locking)

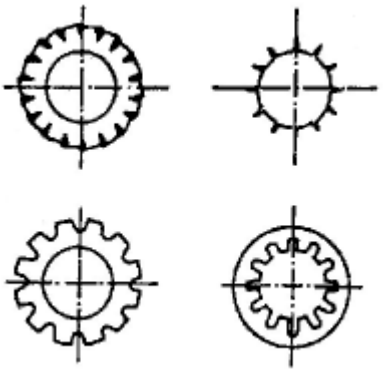
3.5.1.1 ใส่แหวนรองกันคลายเช่น

แหวนสปริง (Spring Washer) เป็นแหวนที่ใช้ใส่รองการร้อย เพื่อขันนัตและโบลต์ โดยอาศัยแรงเสียดทานจากความฝืดของแรงจากตัวแหวนสปริง ซึ่งสามารถถอดประกอบได้หลายครั้ง และผิวงานไม่เกิดความเสียหาย ดังรูป



รูปที่ 3.13 แสดงแหวนสปริง (Spring Washer)

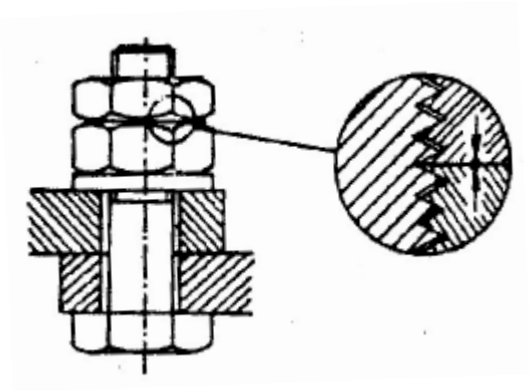
แหวนจักร (Fan Disk) เป็นแหวนที่ต้องใช้ขันยึดชิ้นส่วนตายตัว เวลาถอดชิ้นส่วนจะทำให้ชิ้นงานเกิดการเสียหาย ดังรูป



รูปที่ 3.14 แสดงแหวนจักรแบบต่าง ๆ

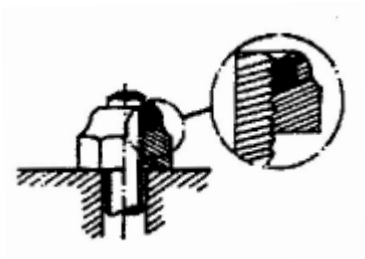
3.5.1.2 ใช้นัตกันคลาย เช่น

นัตล็อคนัต (Anti Locking) เป็นการป้องกันการคลายตัวอีกอย่างหนึ่ง โดยอาศัยแรงจากนัต 2 ตัว ที่มีทิศทางของแรงต่างกัน เมื่อเกิดการคลายตัวของนัตตัวล่างจะส่งแรงไปอัดนัตตัวบน ทำให้เกิดการแน่น ไม่สามารถเคลื่อนหลุดออกได้ ดังรูป



รูปที่ 3.15 แสดงนัตล็อคนัต

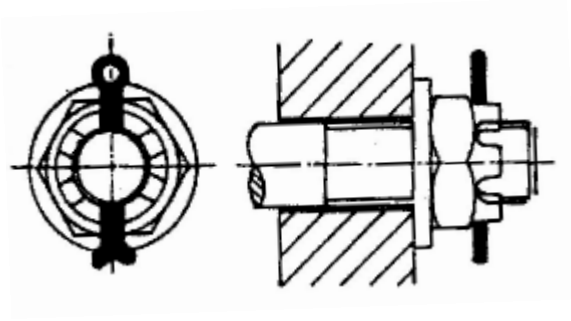
นัตล็อคตัวเอง (Self Locking Nut) ในการขันนัตชนิดนี้ อาศัยการอัดตัวของพลาสติกที่สอดอยู่ในตัวของนัต ซึ่งจะเบียดเข้าไปในฟันเกลียว ทำให้นัตชนิดนี้กันการคลายตัวได้อย่างแน่นอน ดังรูป



รูปที่ 1.16 แสดงนัตล็อคตัวเอง

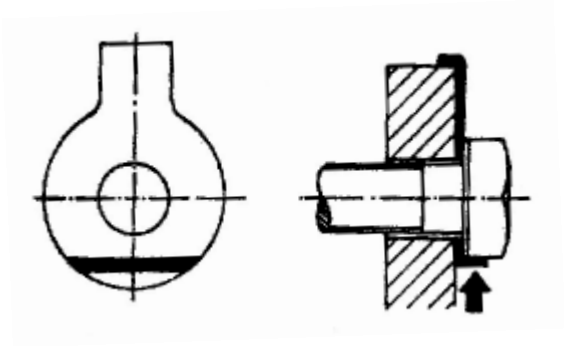
1.5.2 การป้องการคลายตัวแบบขัดตัว (Fitting Locking)

3.5.2.1 ล็อคด้วยสลัก (Split Pins) เป็นการล็อคเพื่อกันคลายที่หัวของนัตใช้กับงานที่มีการเคลื่อนไหว หรือมีการสั่นสะเทือนอย่างมาก เช่น ข้อต่อต่าง ๆ ลูกหมากชิ้นส่วนของรถยนต์เป็นต้น ดังรูป



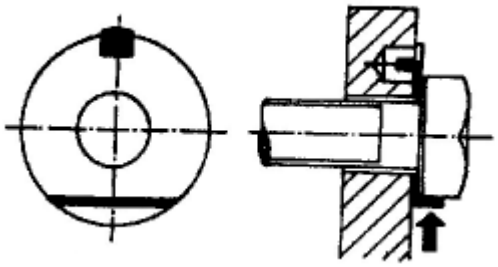
รูปที่ 3.17 แสดงการล็อคด้วยสลัก

ใช้แหวนล็อค (Tab Washer1) เป็นการล็อคกันคลายที่นัต หรือที่หัวของโบลต์ก็ได้ โดยมีข้อกำหนดว่าจะต้องอยู่ใกล้ขอบของชิ้นงาน เพื่อทำการรั้งแหวนล็อคได้ ดังรูป



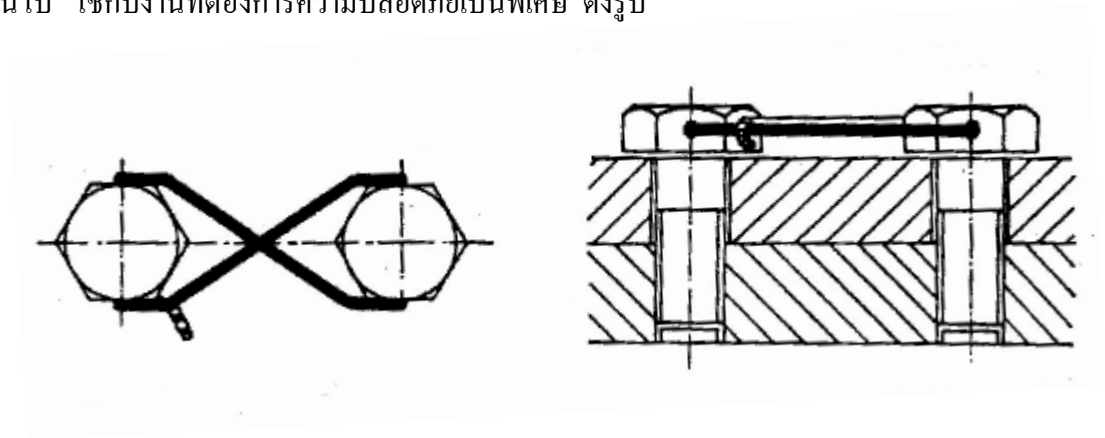
รูปที่ 3.18 แสดงแหวนล็อค

ใช้แผ่นล็อค (Locking Plate) การล็อคกันคลายโดยใช้แผ่นล็อคนี้จะมีลักษณะคล้ายกับการใช้แหวนล็อค แต่จะต่างกันที่แผ่นล็อคสามารถล็อคนัตในบริเวณใดก็ได้บนชิ้นงาน แต่จะต้องทำร่องบาก เพื่อใส่คีบส่วนที่ล็อคของแผ่นล็อคลงไปเท่านั้นเอง ดังรูป



รูปที่ 3.19 แสดงการใช้แผ่นล็อค

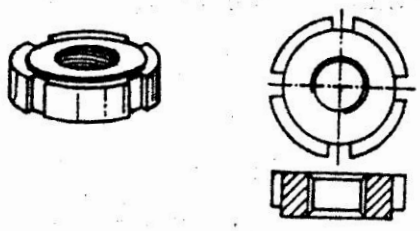
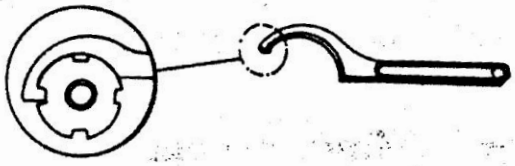
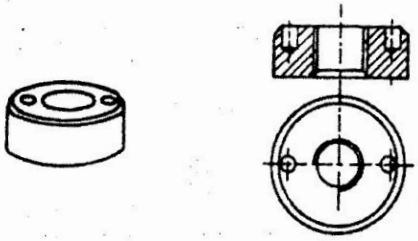
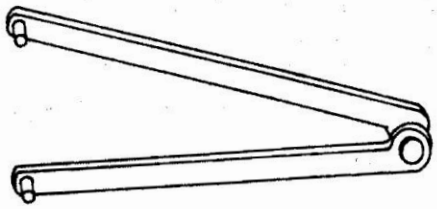
การล็อคด้วยลวด (Safety Wire) เป็นการล็อคที่หัวของสกรู หรือโบลต์ พร้อม ๆ กันตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป ใช้กับงานที่ต้องการความปลอดภัยเป็นพิเศษ ดังรูป

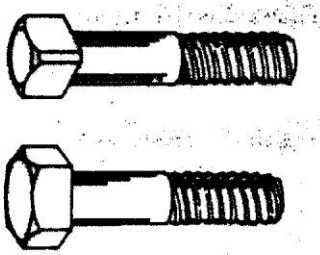
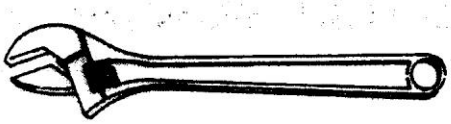
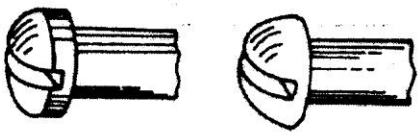
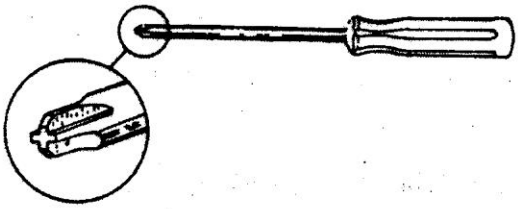
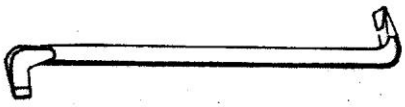
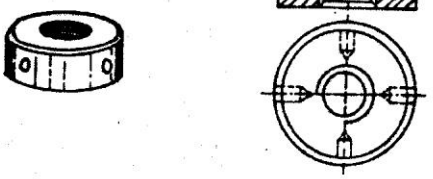


รูปที่ 1.20 แสดงการล็อคด้วยลวด

1.6 เครื่องมือในการถอดประกอบ

เครื่องมือที่จะใช้ในการถอดประกอบ สกรู นัต โบลต์ เป็นส่วนสำคัญที่จะทำให้ไม่เกิดความเสียหายกับหัวของสกรู นัต และโบลต์ ซึ่งสามารถอธิบายถึงลักษณะของสกรูที่เหมาะสมกับการใช้งานเครื่องมือ ดังนี้

ลักษณะของสกรู	เครื่องมือที่จะใช้
	 ประแจตะขอเกี่ยวข้าง สำหรับนัตกลมร่องบากกากบาท
	 ประแจกุญแจสำหรับนัตหัวกลมร่องอยู่บนตัวนัตกากบาทเฉียงกัน

ลักษณะของสกรู	เครื่องมือที่จะใช้
	 ประแจเลื่อนสำหรับขันหัวของสกรูหัวสี่เหลี่ยม สกรูหัวหกเหลี่ยม จะใช้ในกรณีไม่มีประแจปากตายหรือประแจแหวนที่เหมาะสม
	ไขควงปลายแบน ใช้สำหรับขันหัวสกรูร่องผ่า(ปลายด้ามจับเป็นเหล็ก สามารถใช้ตอกได้)
	 ไขควงปลายแฉก สำหรับขันสกรูช่องแฉก(ปลายด้ามจับเป็นเหล็กสามารถใช้ตอกได้)
	 ประแจแอล สำหรับใช้ขันสกรูหัวหกเหลี่ยมด้านใน
	ประแจปลายตะขอ ใช้สำหรับนัตกลมรูกากบาท

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2

เพลา (SHAFT)

สาระสำคัญ

เพลา เป็นชิ้นส่วนเครื่องจักรกลที่ใช้ในการส่งกำลังซึ่งมีความสำคัญมาก ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับชนิดของเพลา ลักษณะของเพลา และหน้าที่การใช้งานของเพลา เพื่อจะได้นำความรู้ความเข้าใจไปใช้ในการซ่อมบำรุงชิ้นส่วนเครื่องจักรกลต่อไป

2.1 การส่งกำลังด้วยเพลา

ชิ้นส่วนเครื่องจักรกลที่สำคัญอีตัวหนึ่ง คือ เพลา (Shaft) ซึ่งเป็นชิ้นส่วนเครื่องจักรกลที่หมุนได้ เพลาจะรับโมเมนต์บิดถ่ายภาระมาจากล้อเฟือง ล้อสายพาน หรือคลัตช์ เพลาจึงสามารถรับภาระบิดและภาระได้โดยเพลา จะใช้ทำหน้าที่เป็นชิ้นส่วนเครื่องจักรกลที่อยู่นิ่งหรือหมุน และเป็นที่รองรับการหมุนหรือการสั่นสะเทือน

การออกแบบเพลาจึงจำเป็นต้องพิจารณาถึงองค์ประกอบดังนี้

1. กำลังงานและภาระ (Power and Load) ที่ใช้ในการส่งกำลัง

2. ความเค้นที่เกิดขึ้นกับเพลา ตลอดจนรูปร่าง วัสดุ ขนาดและผิวงานที่สำเร็จ ซึ่งจะเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดความเค้น ณ ตำแหน่งต่าง ๆ ของเพลา

3. ความแกร่ง (Stiffness หรือ Rigidity) คือ ความทนต่อการแอ่นตัวหรือการบิดไปมาของเพลา เมื่อมีภาระเกิดขึ้น

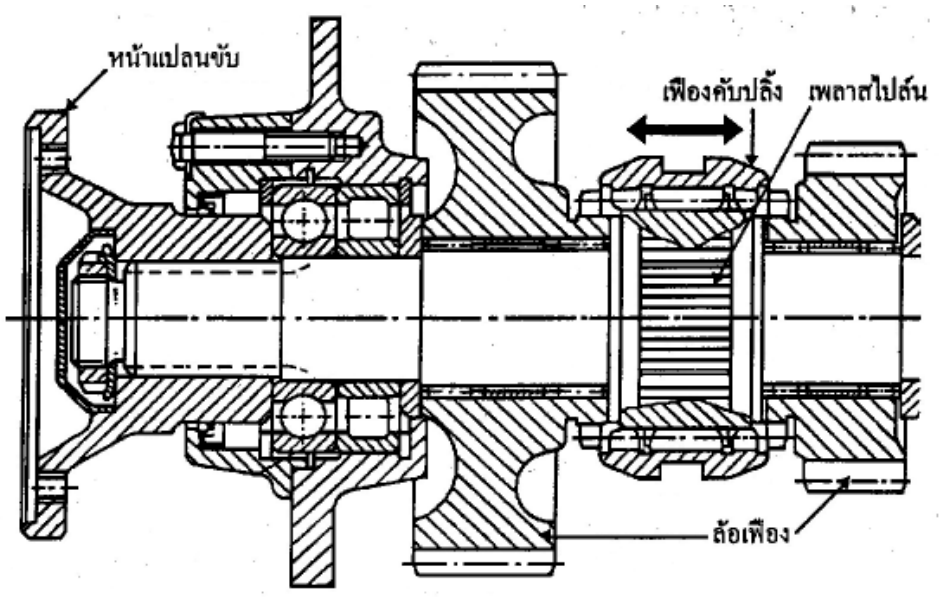
4. ความเร็ววิกฤต (Critical Speed หรือ Whrilling Speed) คือ การสั่นตัวของเพลาอันเป็นผลต่อเนื่องมาจาการแอ่นตัว

ซึ่งการออกแบบเพลาโดยทั่ว ๆ ไปในงานปกติ ขนาดของเพลาจะพิจารณาเฉพาะกำลังงานและภาระทั้งการคำนวณความเค้นที่เกิดขึ้น เพื่อให้ได้ค่าความปลอดภัยเพียงพอ สำหรับงานพิเศษในบางกรณี จึงพิจารณาความแกร่ง และความเร็ววิกฤต (Critical Speed) ด้วย

2.2 ชนิดของเพลา

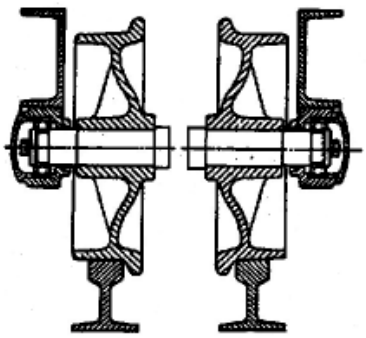
เพลาเป็นชิ้นส่วนเครื่องจักรกลที่หมุนได้ เพลาจะรับโมเมนต์บิดที่ถ่ายภาระมาจากล้อเฟืองล้อสายพาน หรือคลัตช์ เพลาจึงสามารถรับภาระบิดและดัด จึงมีการเพลาออกเป็น 2 อย่าง คือ เพลาส่งกำลัง และเพลารองรับภาระ ดังรายละเอียด

2.2.1 เพลาส่งกำลัง (TRANSMISSION SHAFTS) เพลาชนิดนี้ใช้เฉพาะบิดหรืออาจรับทั้งการบิดและการตัดผสมกันก็ได้ การส่งกำลังจะทอดผ่านเพลาโดยอาศัยแผ่นประกับต่อเพลา (COULPING) ผ่านเฟือง ผ่านพูลเลย์ ผ่านสายพาน จานโซ่ หรือโซ่ เป็นต้น ดังรูป



รูปที่ 4.1 เพลาส่งกำลังและส่วนประกอบอื่น ๆ

2.2.2 เพลารองรับภาระ เป็นเพลาชิ้นส่วนเครื่องจักรกลเช่นกัน ขณะใช้งานเพลาชนิดนี้อาจหมุนหรือไม่หมุนก็ได้ แต่ที่สำคัญเพลาชนิดนี้ไม่ได้ส่งกำลังจะทำหน้าที่เป็นตัวรองรับชิ้นส่วนอื่นให้หมุน เช่น เพลาลูกรอกสายพาน เพลาลูกล้อสลิงต่าง ๆ ซึ่งเป็นเพลาที่รับภาระน้ำหนักของอุปกรณ์อื่นที่กดทับอยู่ทำให้สภาพการเสียหายของเพลาเกิดการดัดงอเป็นส่วนใหญ่ เช่น เพลา ล้อรถไป เป็นต้น ดังรูป

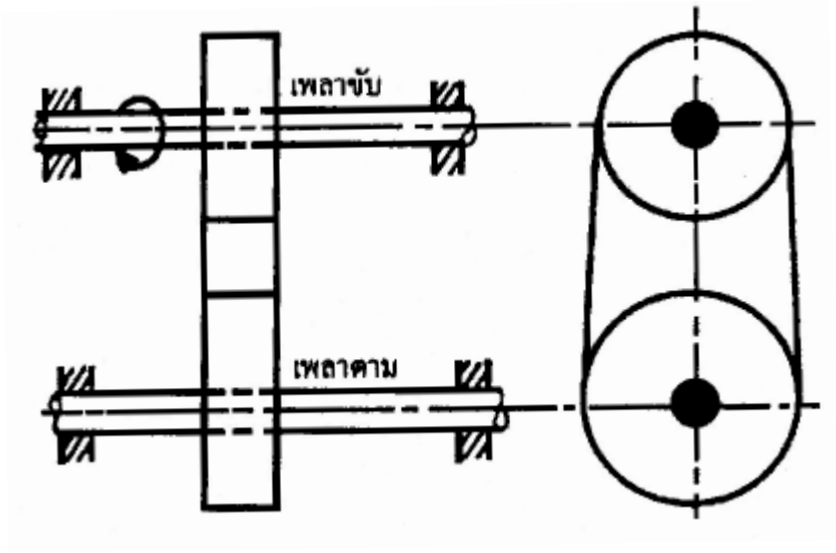


รูปที่ 4.2 เพลารองรับภาระ

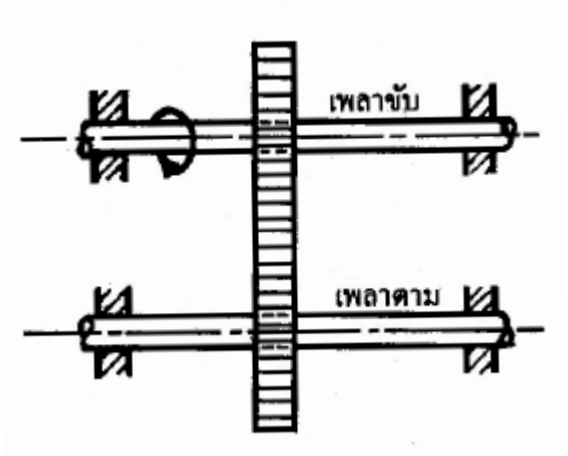
2.3 ลักษณะของเพลา

เพลาที่ใช้งานซึ่งเป็นชิ้นส่วนเครื่องจักรที่ใช้กันทั่วไปจะมีลักษณะรูปร่าง ดังต่อไปนี้

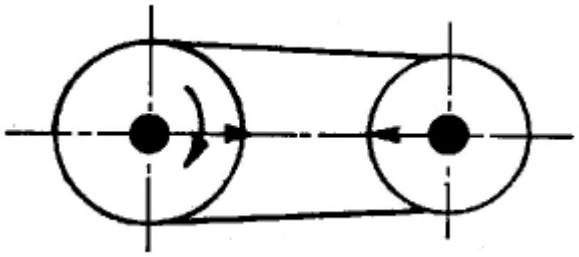
2.3.1 เพลาตัน เป็นเพลาที่ใช้งานกันทั่ว ๆ ไป จะมีลักษณะเป็นเพลาผิวเรียบไม่มีบ่าใด ๆ หรืออาจกลึงมาให้มีบ่าเล็กน้อยเพื่อการประกอบกับชิ้นส่วนอื่น เช่น เพลาล้อสายพาน เพลาของ ล้อเฟือง เพลาเฟืองโซ่ ดังรูป



รูปที่ 4.3 เพลาตันติดล้อสายพาน

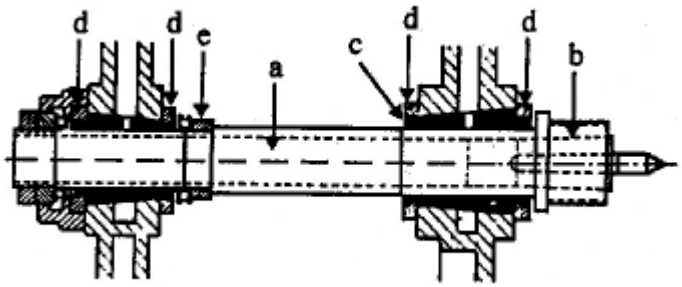


รูปที่ 4.4 เพลาตันติดล้อเฟือง



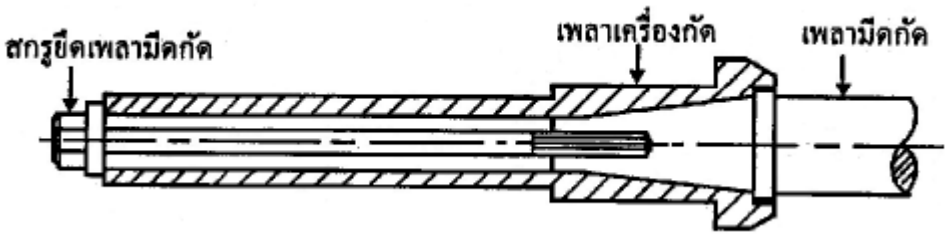
รูปที่ 4.5 เพลาตันติดเฟืองโซ่

2.3.2 เพลากลวง เป็นเพลาที่ผู้ออกแบบได้ออกแบบมาเพื่อต้องการลดน้ำหนัก ซึ่งจะมีน้ำหนักเบากว่าเพลาตันประมาณ 25 เปอร์เซ็นต์ ใช้ทำเพลาชิ้นส่วนเครื่องจักรกล เช่น เพลาหัวเครื่องกลึง เพลาเครื่องกัด เพลาเครื่องเจาะ ลักษณะของเพลาจะมีผิวเรียบ และใช้ทำเพลาขับเฟืองท้ายรถยนต์ แต่ลักษณะเพลาขับเฟืองท้ายรถยนต์ผิวของเพลาจะไม่เรียบ ดังรูป

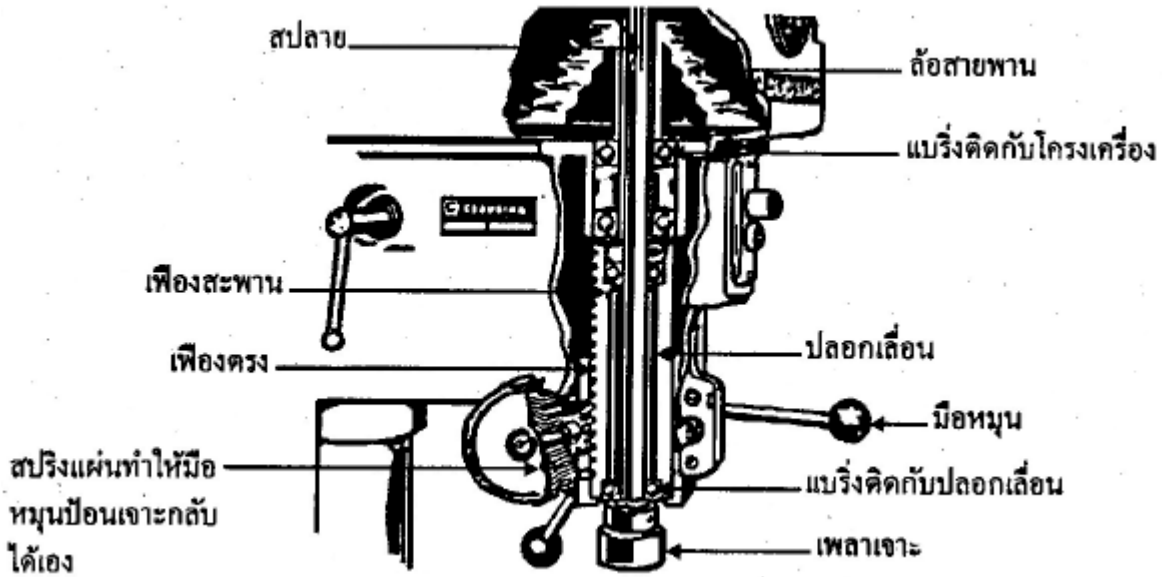


เพลากลึงกับแบริ่งชนิดปลอก
(a) เพลากลึง
(b) หัวเพลากลึง
(c) ปลอกบุชชิ่ง
(d) แหวนกลม
(e) บอลแบริ่ง

รูปที่ 4.6 เพลาหัวเครื่องกลึง

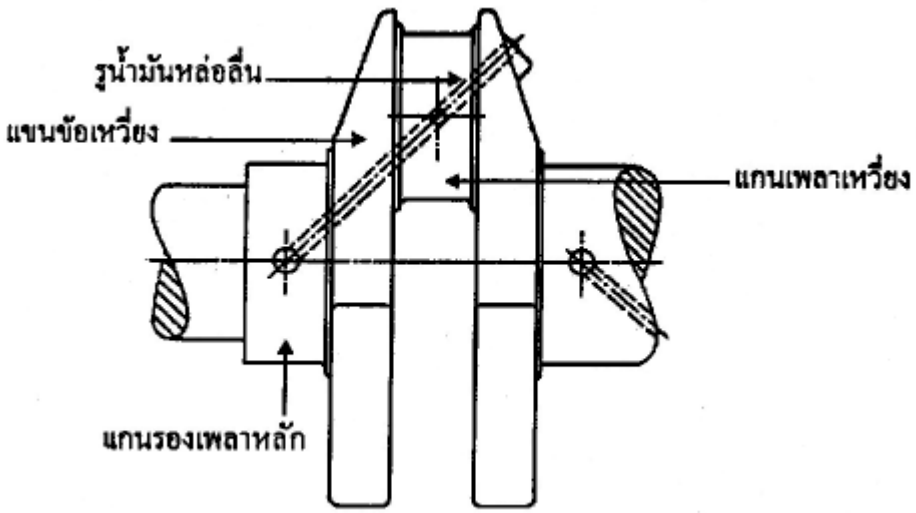


รูปที่ 4.7 เพลาหัวเครื่องกัด



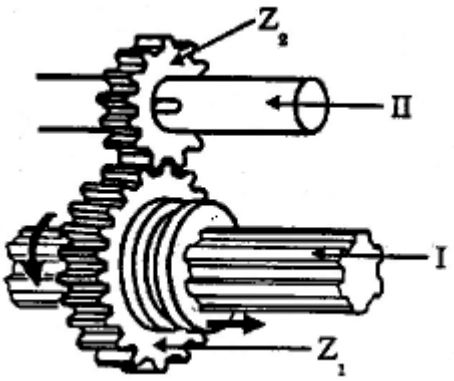
รูปที่ 4.8 เพลาหัวเครื่องเจาะ

2.3.3 เพลาข้อเหวี่ยง เป็นเพลาที่ทำหน้าที่เปลี่ยนการหมุนแบบเส้นตรงเป็นลักษณะตรงกันข้าม ส่วนใหญ่เพลาขอเหวี่ยงจะใช้เป็นชิ้นส่วนของเครื่องยนต์ ดังรูป



รูปที่ 4.9 ลักษณะเพลาขอเหวี่ยง

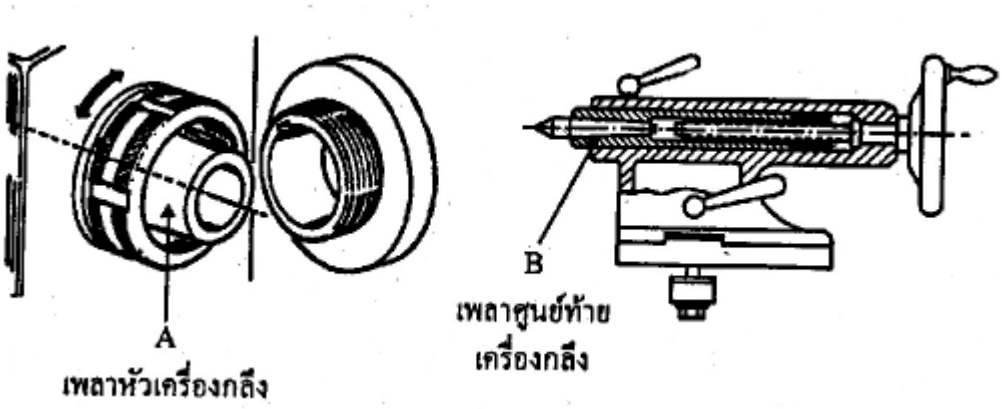
2.3.4 เพลาสปลายน์ (SPLINE) เป็นเพลาที่มีร่องคล้ายกับฟันเฟืองอยู่รอบตัวเพลา ความยาวของร่องฟันเฟืองจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งานของเพลานั้น เพลาชนิดนี้ส่วนใหญ่จะใช้กับเฟืองหัวเครื่องกลึง มีลักษณะดังรูป



ลักษณะทำงานของเฟืองเลื่อนบนร่องสปลายน์สี่เหลี่ยม เฟือง Z_2 ติดแน่นอยู่บนเพลา II แต่เพียง Z_1 เลื่อนเข้าขบและเลื่อนออกจากขบเพียง Z_2 ได้บนเพลา I

รูปที่ 4.10 ลักษณะของเพลาสปลายน์

2.3.5 เพลาเรียว เป็นเพลาชิ้นส่วนเครื่องจักรกลอีกลักษณะหนึ่ง ซึ่งตัวเพลาจะมีความเรียวตามมาตรฐานเพื่อใช้ในการจับยึดเข้าด้วยกันระหว่างเรียวนอกและเรียวใน เช่น เพลาเรียว หัวเครื่องกลึง เครื่องกัดและเครื่องเจาะ และศูนย์หัว-ท้ายของเครื่องกลึง ดังรูป

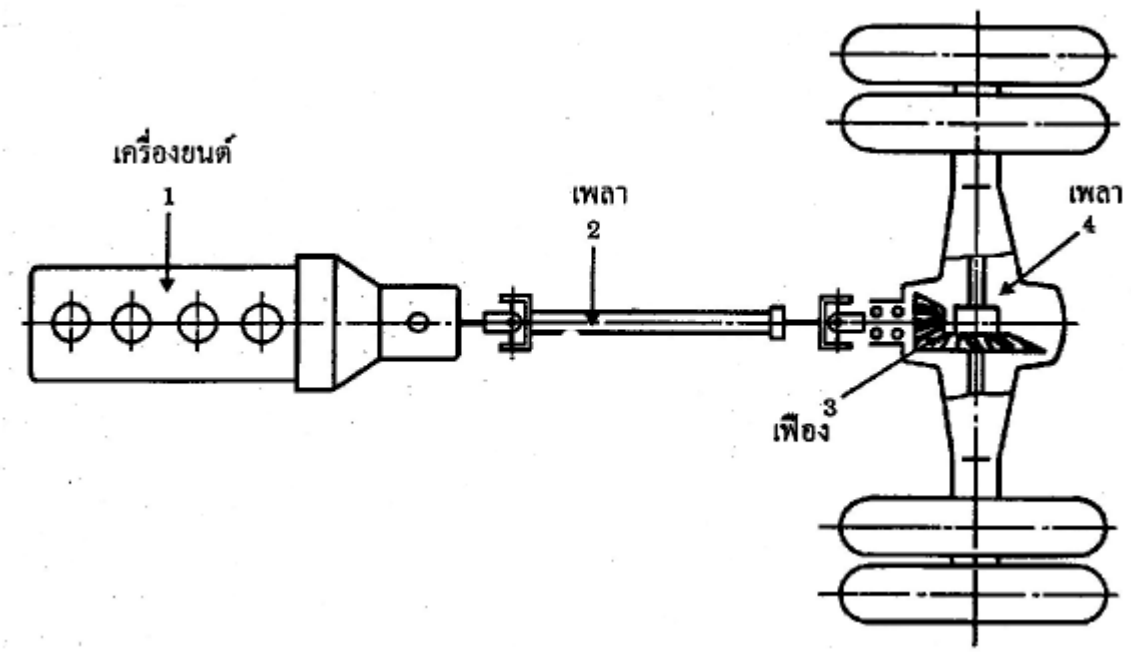


รูปที่ 4.11 ลักษณะเพลาเรียว

2.4 หน้าที่การใช้งานของเพลา

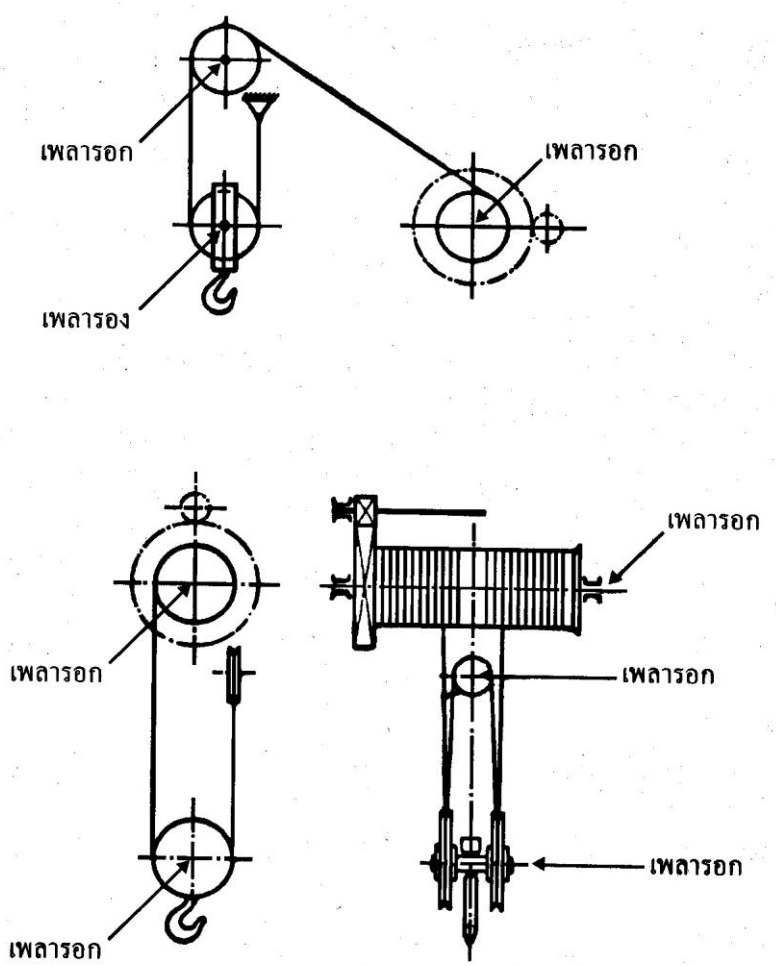
เพลาแต่ละชนิดมีหน้าที่การใช้งานดังต่อไปนี้

2.4.1 เพลาส่งกำลัง เพลาชนิดนี้มีหน้าที่ส่งถ่ายกำลังจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งโดยผ่านชิ้นส่วนอื่นต่าง ๆ ดังนี้ เช่น ส่งถ่ายกำลังมาจากเฟือง มาจากพลูเลย์ มาจากคลัตช์ ซึ่งชิ้นส่วนต่าง ๆ เหล่านี้ได้ต้นกำลังมาจากมอเตอร์ หรือเครื่องยนต์ ดังรูป



รูปที่ 4.12 การส่งกำลังด้วยเพลา

2.4.2 เพลารองรับภาระ เป็นเพลาที่ทำหน้าที่รองรับภาระจากชิ้นส่วนอื่นเช่นกัน ซึ่งเพลาอาจหมุนหรือไม่หมุนก็ได้ แต่ที่สำคัญเพลารองรับภาระทำหน้าที่หลักคือรับแรงกดอัดจากชิ้นส่วนอื่น ตลอดเวลาการใช้งาน เช่น เพลาของรอก ต่าง ๆ ดังรูป



รูปที่ 4.13 ลักษณะการใช้งานของเพลารองรับภาระ

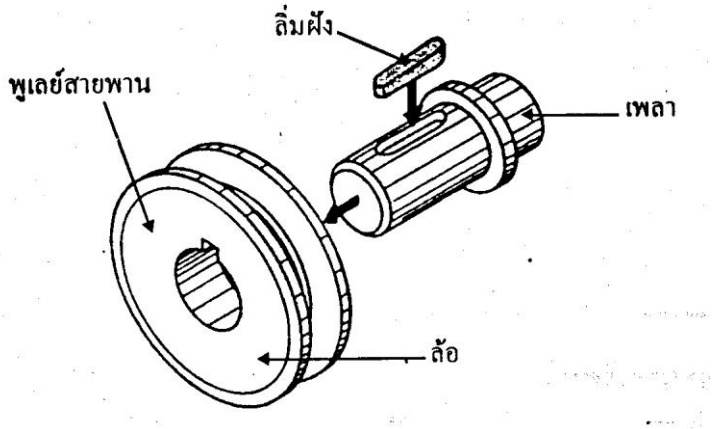
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3
ลิ่ม (KEYS)

สาระสำคัญ

ลิ่ม เป็นชิ้นส่วนเครื่องจักรกลชิ้นหนึ่งที่ทำให้ชิ้นส่วนเครื่องจักรกลอื่น ๆ เช่น เฟือง พูลเลย์ หน้าแปลน ยึดติดกับเพลา และช่วยถ่ายทอดแรงบิดจากเพลาไปยังดุมล้อหรือถ่ายทอดแรงบิดจากดุมล้อไปยังเพลาเพื่อให้ทั้งสองหมุนตามกันอย่างสมบูรณ์ หากใช้แต่ความฝืดของรูดุมล้อและเพลาเท่านั้น เมื่อเกิดแรงขึ้นก็จะทำให้ล้อหยุดหมุนหรือหมุนฟรี ดังนั้นจึงต้องใช้ลิ่มมาเป็นตัวล๊อกตำแหน่งในการหมุนสัมพัทธ์กันตลอดไป

3.1 ประเภทของลิ่ม

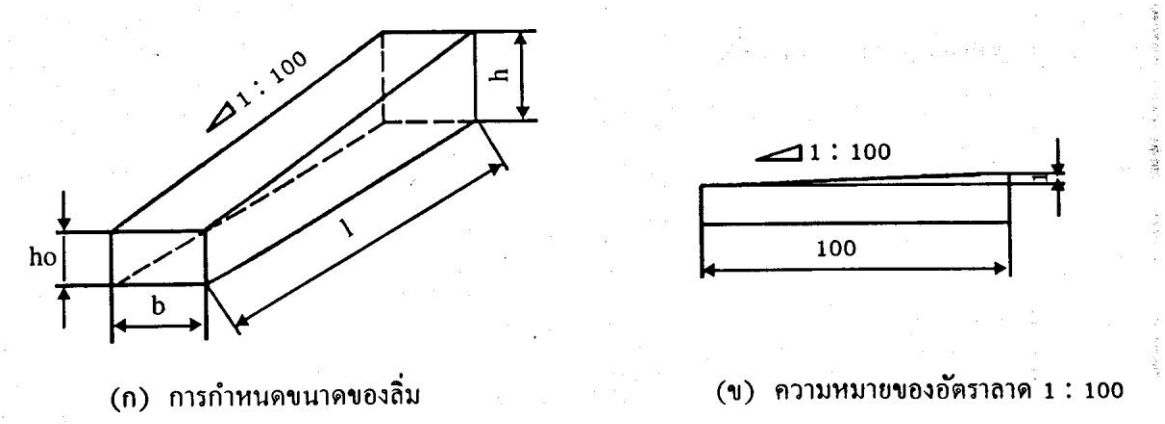
ลิ่มที่ใช้ประกอบระหว่างเพลากับชิ้นส่วนอื่นไม่ว่าจะเป็นเฟือง พูลเลย์ หรือล้อสายพาน ต่างๆ ลิ่มมีหลายประเภทขึ้นอยู่กับการใช้งาน โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้



รูปที่ 5.1 ส่วนประกอบที่ใช้คู่กับลิ่ม

3.1.1 ลิ่มกำลัง

ลิ่มประเภทนี้มีหน้าที่ส่งกำลังระหว่างล้อกับเพลาในเครื่องจักรกลใหญ่ ๆ ที่ใช้ล้อสายพาน ใช้เฟือง ใช้คลัตช์ หรือเครื่องจักรกลการเกษตร ก็ใช้ลิ่มส่งกำลัง ลิ่มชนิดนี้ถอดประกอบได้ง่าย ลิ่มส่งกำลังจะมีความลาด 1 ต่อ 100 หมายถึง ที่ความยาว 100 มิลลิเมตร ความสูงของลิ่มจะลดลง 1 มิลลิเมตร ดังรูป

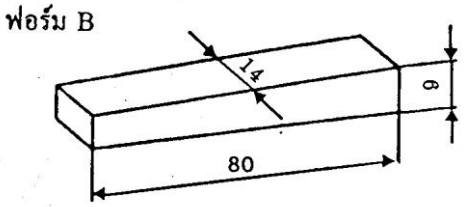


(ก) การกำหนดขนาดของลิ่ม (ข) ความหมายของอัตราลาด 1 : 100

รูปที่ 5.2 การกำหนดขนาดของลิ่มส่งกำลัง

3.1.2 ลิ่มสวมอัดเข้าไปในล้อกับเพลา

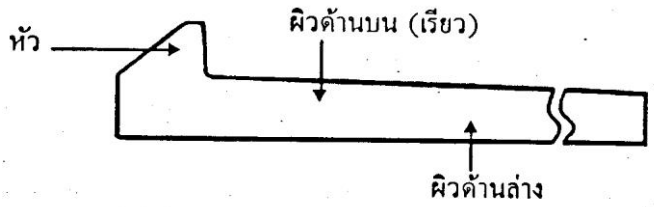
ลิ่มประเภทนี้จะมีหัวท้ายเป็นปลายตัดตรง การใช้จะสอดใส่เข้าไประหว่างล้อกับเพลา จากนั้นจึงใช้แรงกระแทกอัดให้แน่นให้ได้ตำแหน่งตามต้องการ ร่องลิ่มจะต้องมีความยาวมากกว่าลิ่มสองเท่า การใส่ลิ่มจะใส่ในทิศทางหนึ่งและเวลาถอดต้องถอดในทิศทางตรงกันข้าม



รูปที่ 5.3 ลักษณะของลิ่มสวมอัด

3.1.3 ลิ่มจมูก

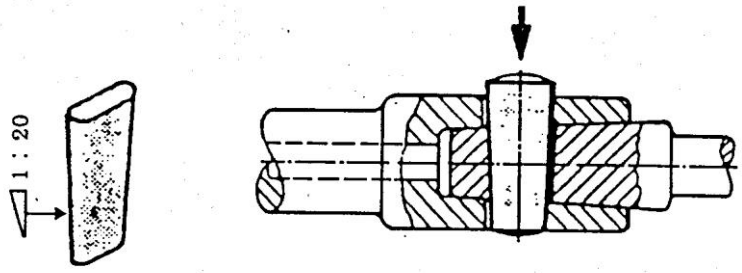
ลิ่มประเภทนี้จะใช้ในกรณีที่ล้อ และเพลาสามารถใส่ลิ่มได้เพียงด้านเดียวดังนั้นการถอดประกอบก็ต้องถอดเพียงด้านเดียว ดังรูป



รูปที่ 5.4 ลักษณะของลิ่มจมูก

3.1.4 ลิ่มขวาง

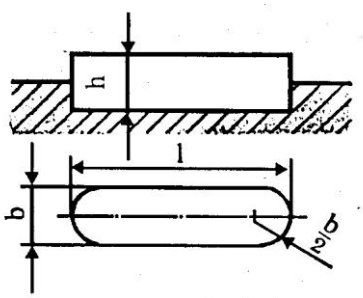
ลิ่มประเภทนี้เหมาะสำหรับยึดชิ้นงานที่ต้องรับแรงดึง แรงกดโก่ง และแรงอัด แต่มีข้อเสียคือชิ้นงานจะมีความแข็งแรงน้อยลงเพราะมีรูขวางอยู่ ดังรูป



รูปที่ 5.5 ลักษณะของลิ่มขวาง

3.1.5 ลิ่มขนาน

ลิ่มประเภทนี้ไม่มีความลาดตามแนวยาว จะขนานตามแนวยาวตลอดลำตัว ดังนั้นแรงที่ขับล้อหรือเพลาให้หมุนนั้นให้กระทำผ่านผิวด้านข้างของลิ่ม ผิวด้านข้างของลิ่มจะรับภาระเฉือนแต่มีข้อดีคือระหว่างล้อกับเพลาจะไม่มีการเยื้องศูนย์ ลิ่มประเภทนี้เหมาะสำหรับเพลาที่หมุนเร็ว ดังรูป

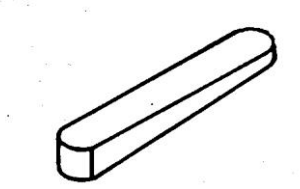


รูปที่ 5.6 ลักษณะของลิ่มขนาน

3.2 ลักษณะรูปร่างของลิ่มประเภทต่าง ๆ

ลิ่มที่ใช้กับเครื่องจักรกลแต่ละประเภทจะมีรูปร่างลักษณะที่แตกต่างกันตามลักษณะการใช้งาน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

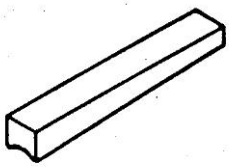
3.2.1 ลิ่มฝัง เป็นลิ่มกำลังตามมาตรฐานของ **DIN** 6886 แบบ **A** ลักษณะรูปร่างของลิ่มฝังจะมีหัวท้ายเป็นรูปโค้งวงกลม ในการประกอบจะวางลิ่มลงในร่องเพลาก่อน แล้วเลื่อนล้อสวมอัดเข้าไปให้แน่น ตำแหน่งล้อที่อัดแน่นจะไม่สามารถกำหนดได้แน่นอน การกัดผิวร่องกระทำได้ยากจึงไม่นิยมนำมาใช้ แต่ลิ่มชนิดนี้ฝังลงในร่องจึงนำมาใช้ในงานที่รับโมเมนต์มากได้ ลิ่มชนิดนี้มีลักษณะรูปร่าง ดังรูป



ลิ่มฝัง DIN 6886 แบบ A

รูปที่ 5.7 ลักษณะรูปร่างของลิ่มฝัง

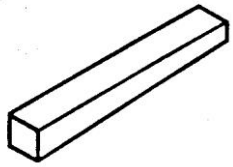
3.2.2 ลิ่มเว้า เป็นลิ่มส่งกำลังตามมาตรฐานของ DIN 6881 มีด้านที่ประกอบติดเพลาเป็นรูปเว้าให้แนวติดผิวเพลากลม ไม่ต้องปาดผิวเพลาทำให้ลดต้นทุนการผลิตใช้กับงานที่รับโมเมนต์ต่ำพวกล้อขนาดเล็กๆ ลิ่มชนิดนี้มีลักษณะรูปร่าง ดังรูป



ลิ่มเว้า DIN 6881

รูปที่ 5.8 ลักษณะของรูปร่างของลิ่มเว้า

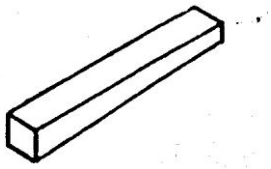
3.2.3 ลิ่มราบ เป็นลิ่มส่งกำลังตามมาตรฐานของ DIN 6883 มีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า ก่อนประกอบยึดต้องกัดหรือไสให้ผิวเพลาราบพอที่จะให้ลิ่มประกอบได้ ประหยัดค่าใช้จ่ายในการผลิตและผิวราบนี้มีผลต่อความแข็งแรงของเพลาน้อยรับแรงโมเมนต์ได้น้อยกว่าลิ่มฝัง ลิ่มชนิดนี้มีลักษณะ ดังรูป



ลิ่มราบ DIN 6883

รูปที่ 5.9 ลักษณะรูปร่างของลิ่มราบ

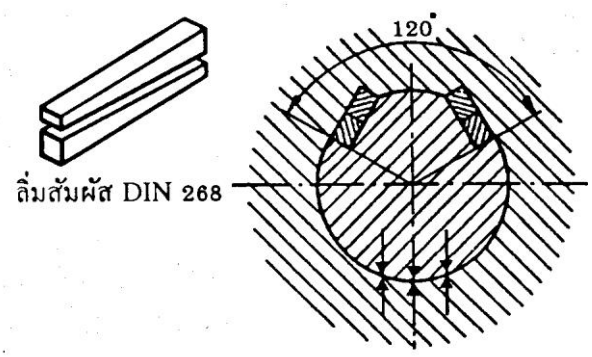
3.2.4 ลิ่มเลื่อน เป็นลิ่มประเภทสวมอัดเข้าไปในล้อเพลาตามมาตรฐานของ DIN 6886 แบบ B เป็นลิ่มรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า การประกอบยึดต้องสอดใส่เข้าไประหว่างร่องล้อและเพลา จากนั้นจึงใช้แรงตอกอัดให้แน่น ร่องของเพลาต้องยาวเป็นสองเท่าของลิ่ม ลิ่มเลื่อนมีลักษณะ ดังรูป



ลิ่มเลื่อน DIN 6886 แบบ B

รูปที่ 5.10 ลักษณะรูปร่างของลิ่มเลื่อน

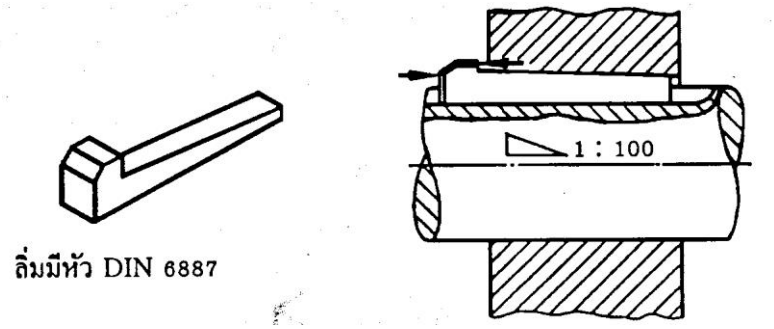
3.2.5 ลิ่มสัมผัส เป็นลิ่มสวมอัดเข้าไปในล้อเพลาตามมาตรฐานของ **DIN 268** เป็นลิ่มที่สามารถจะกำหนดทำร่องบากเป็นมุมฉากเข้าไปในเพลาได้ 1 ถึง 2 ร่อง เหมาะกับงานที่มีโมเมนต์มาก ๆ ที่เพลาหมุนไปกลับและรับแรงกระแทก ลิ่มสัมผัสจะประกอบในลักษณะผิวความลาดของลิ่มทั้งสองสัมผัสกัน มีลักษณะดังรูป



ลิ่มสัมผัส DIN 268

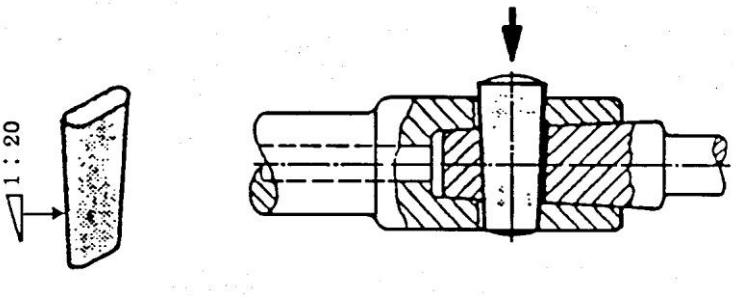
รูปที่ 5.11 ลักษณะรูปร่างของลิ่มสัมผัส

3.2.6 ลิ่มจมูก ตามมาตรฐานของ **DIN** 6887 เป็นลิ่มที่มีรูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้าลาดเอียงและมีหัว ใช้ประกอบล้อกับเพลาได้เพียงด้านเดียว การถอดประกอบก็ทำได้เพียงด้านเดียว ลิ่มชนิดนี้มีลักษณะ ดังรูป



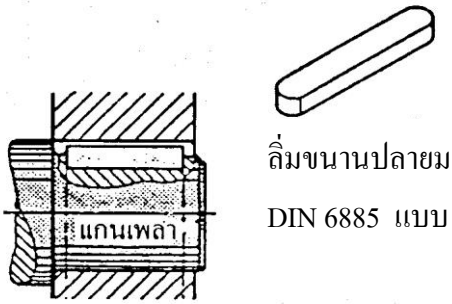
รูปที่ 5.12 ลักษณะรูปร่างของลิ่มจมูก

3.2.7 ลิ่มขวาง เป็นลิ่มที่มีรูปทรงกระบอกแบนเรียว เหมาะสำหรับชิ้นงานที่ต้องรับแรงดึงและแรงอัด แต่มีข้อเสียชิ้นงานจะไม่แข็งแรงเพราะมีรูขวาง ลิ่มชนิดนี้จะมีลักษณะ ดังรูป



รูปที่ 5.13 ลักษณะรูปร่างของลิ่มขวาง

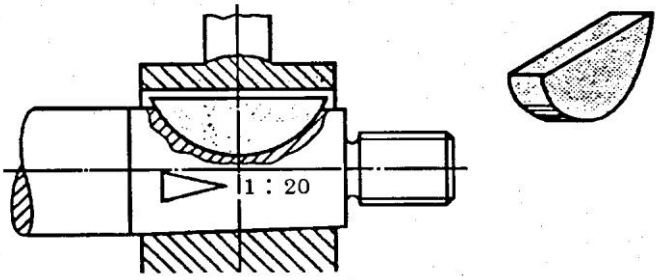
3.2.8 ลิ่มขนาน แบบขนานปลายมนโค้งตามมาตรฐานของ **DIN** 6885 แบบ **A** แบบขนานใช้สกูรยึดปลายมนโค้งตามมาตรฐานของ **DIN 6885** แบบ **E** และแบบวงเดือน ตามมาตรฐานของ **DIN 6886** ลิ่มทั้งหมดนี้เป็นลิ่มอัด ลิ่มชนิดนี้มีลักษณะดังรูป



รูปที่ 5.14 ลิ่มขนานปลายมนโค้งตาม **DIN 6885** แบบ **A**

ลิ่มขนาน **DIN 6885** แบบ **E** มีสกรูยึด 2 ที่
และรูเกลียวกลางสำหรับใช้สกูรถอดได้

รูปที่ 5.15 ลิ่มขนานปลายมนโค้งยึดด้วยสกรูตาม **DIN 6885** แบบ **E**

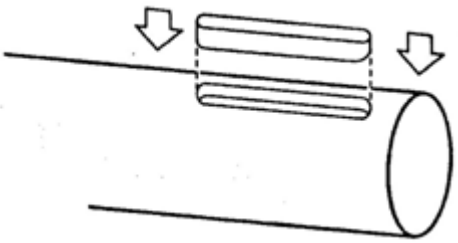


รูปที่ 5.16 ลิ่มวงเดือนตาม **DIN 6886**

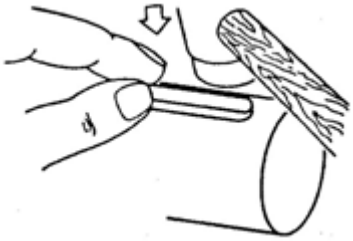
การประกอบและการถอดลิ่ม

การประกอบลิ่มนับว่าเป็นสิ่งจำเป็นที่ต้องศึกษา เพื่อให้เกิดความถูกต้อง ซึ่งจะยกตัวอย่างในการประกอบลิ่ม ในตัวที่นิยมใช้กันอยู่โดยทั่วไป ดังนี้

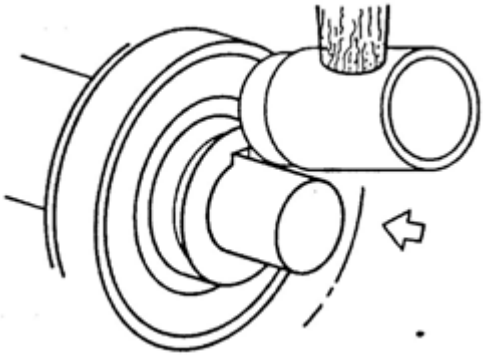
1. การประกอบลิ่มขนาน



♦ ก่อนการประกอบลิ่มขนาน จะต้องทำร่องลิ่มบนเพลาเสียก่อน

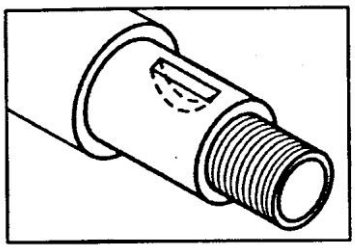


♦ สวมลิ่มโดยอัดลงไปในร่อง แล้วตอกด้วยค้อนพลาสติก หากลิ่มขยับไปมาทางด้านข้างได้ให้เปลี่ยนลิ่มใหม่

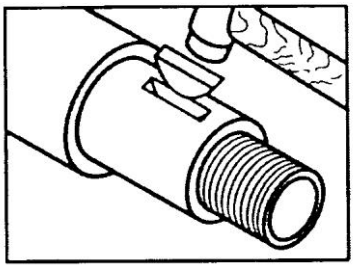


♦ ประกอบดุมล้อลงไป แล้วตอกด้วยค้อนพลาสติกหรือค้อนไม้

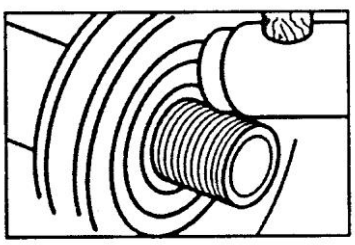
2. การประกอบลิ่มวงเดือน



♦ ทำร่องลิ่มบนเพลาให้ได้ตามมาตรฐานของร่องลิ่ม

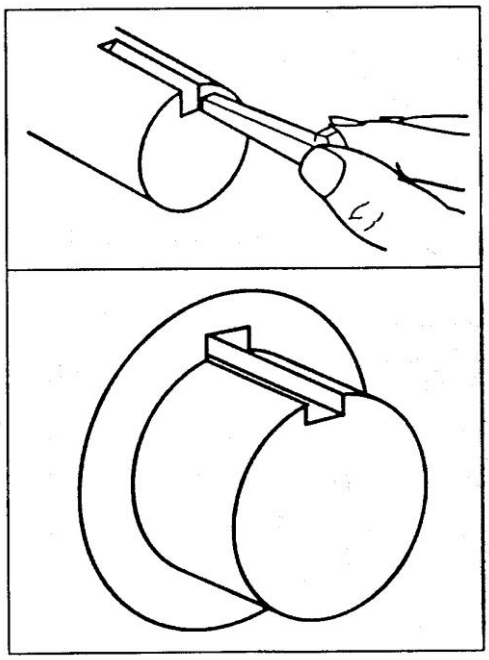


♦ ประกอบลิ่มวงเดือนเข้ากับเพลา โดยใช้ค้อนยางหรือค้อนไม้



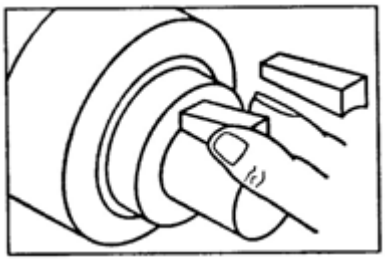
♦ ใช้ค้อนยางหรือค้อนไม้ตอกลงไปบนดุมล้อบริเวณขอบ ๆ

3. การประกอบลิ่มจมูก

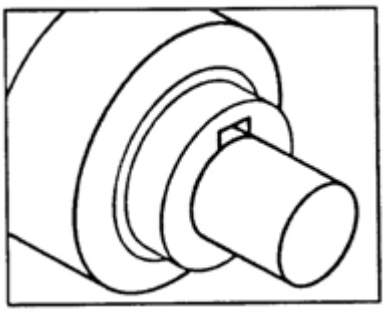


♦ ก่อนการประกอบลิ่มจมูกจะต้องทำร่องลิ่มที่ปลายเพลา และทดลองใส่ลิ่มลงไปในร่องก่อนเพื่อป้องกันการหลุดออกของลิ่ม

♦ ประกอบดุมล้อเข้ากับเพลา โดยต้องให้ร่องลิ่มที่เพลากับร่องที่ดุมล้อตรงกัน และได้ศูนย์เดียวกันด้วย

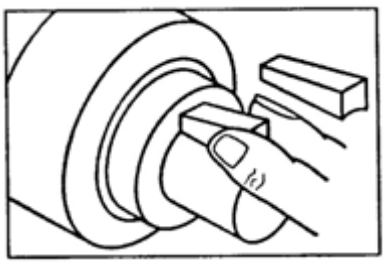


♦ ใส่ลิ่มจมูกไปด้วยมือ และใช้ค้อนยางหรือค้อนไม้เคาะ จนอัดแน่นในร่องลิ่ม



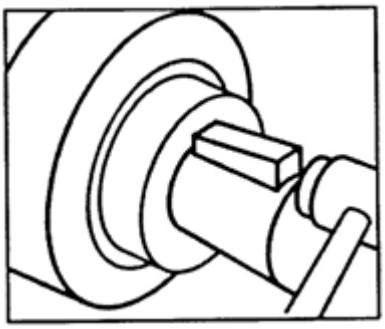
4. การประกอบลิ่มเว้า

♦ ในการประกอบลิ่มเว้าที่เพลางานไม่ต้องทำร่องลิ่มที่เพลาทำงาน แต่ที่ดุมล้อจะต้องทำร่องลิ่มไว้แล้วประกอบดุมล้อเข้ากับเพลาก่อน



♦ นำลิ่มเว้าใส่เข้าไปที่เพลากับดุมล้อซึ่งประกอบกันอยู่

♦ ตอกด้วยค้อนยางหรือค้อนไม้ จนลิ่มอัดแน่นในร่องลิ่ม

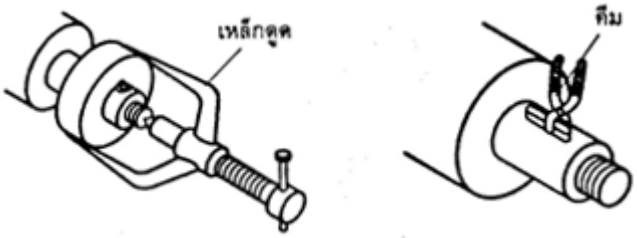


การถอดลิ่ม

ในการถอดลิ่มชนิดต่างๆ กระทำได้หลายวิธี ผู้ปฏิบัติการถอดควรต้องศึกษาการถอดอย่างถูกต้อง เพราะจะทำให้สามารถรักษาสภาพของเพลาและดุมล้อ ตลอดจนตัวลิ่มที่จะมีอายุการใช้งานที่ยืนยาวต่อไป ซึ่งวัตถุประสงค์ก็การถอดก็อาจเป็นการซ่อมแซมตัวลิ่ม ร่องลิ่ม เปลี่ยนดุมล้อ เปลี่ยนเพลา เป็นต้น โดยจะแนะนำการถอดลิ่มชนิดต่างๆ ดังนี้

1. การรถอดลิ่มขนาน

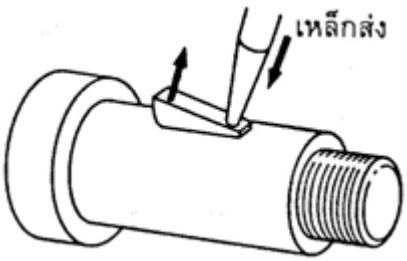
การถอดลิ่มขนานกระทำได้โดยใช้เหล็กดูด 3 ขาดึง เอาดุมล้อออกมาหลังจากนั้นใช้คีมจับลิ่มและดึงลิ่มออกมา ดังรูป



รูปที่ 5.17 แสดงการถอดลิ่มขนาน

2. การถอดลิ่มวงเดือน

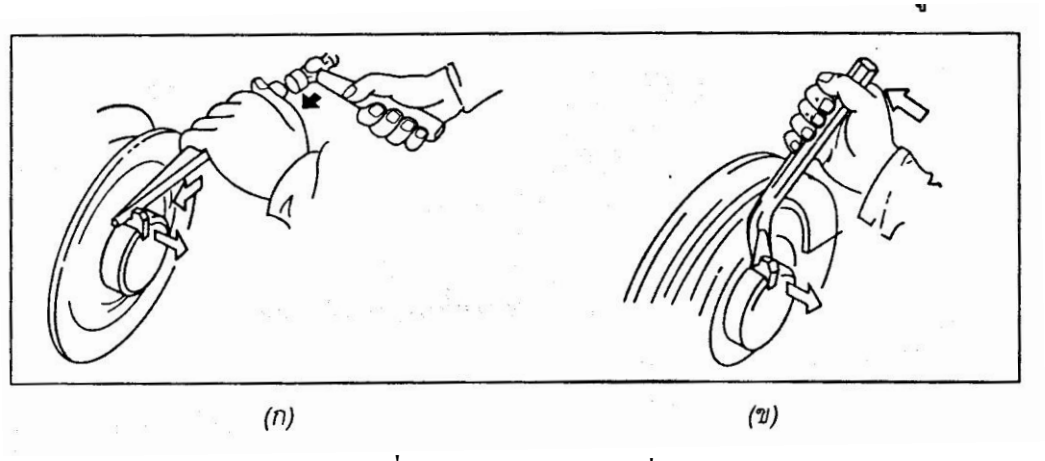
หลังจากที่ถอดดุมล้อออกจากกันแล้วนั้น ในการถอดลิ่มวงเดือน สามารถกระทำได้โดยใช้เหล็กส่ง ซึ่งอาจทำมาจาก ทองเหลือง ทองแดง ตอกที่ด้านใดด้านหนึ่ง ก็จะทำให้ลิ่มหลุดออกมา



รูปที่ 5.18 แสดงการถอดลิ่มวงเดือน

3. การถอดลิ่มจมูก

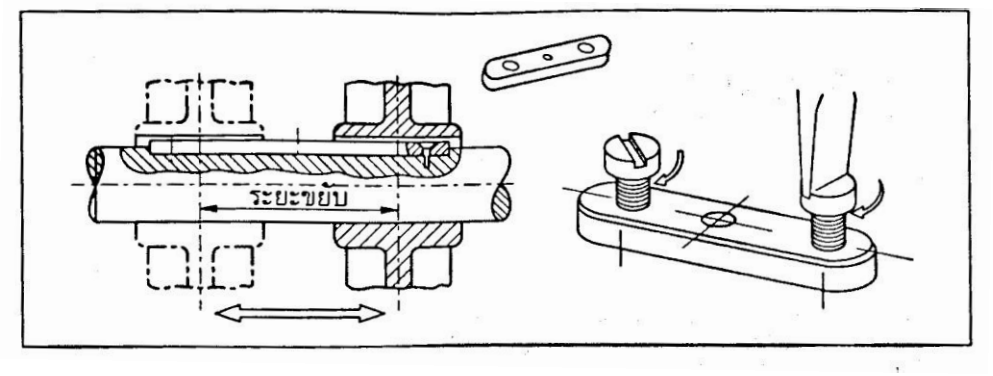
การถอดลิ่มจมูกด้วยแหล่งแท่งสี่เหลี่ยมเรียว (ดังรูปที่ 5.19 (ก)) ให้ผิวด้านเรียวอยู่ด้านหัวลิ่ม แล้วใช้ค้อนตอกเหล็กส่ง ให้ลิ่มถอยออกมา หรือถอดลิ่มด้วยเหล็กงัด ดังรูปที่ 5.19 (ข)



รูปที่ 5.19 แสดงการถอดลิ่มจมูก

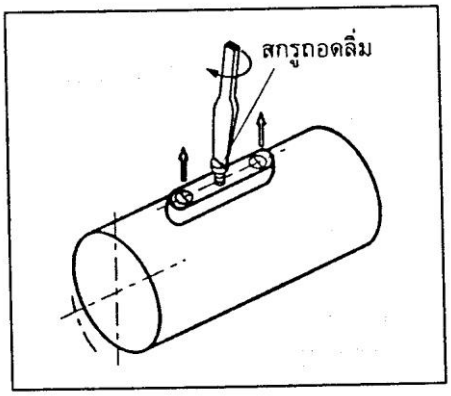
4. การถอกลิ่มแบบมีสกรูยึด

ลิ่มแบบมีสกรูยึดเป็นลิ่มที่ออกมาแบบมาเพื่อไม่ให้ลิ่มพลิกไปมา ขณะเลื่อนดุมล้อไปมาได้ (ดังรูปที่ 5.20) โดยลิ่มมีสกรูสำหรับขันอยู่ 2 ตัว แล้วกางไว้สำหรับนำเอาลิ่มออก



รูปที่ 5.20 แสดงการถอดลิ่มแบบมีสกรูยึด

ในการถอดลิ่มแบบมีสกรูยึดนี้ จะต้องนำสกรูยึดทั้งสองตัวออกมากก่อน แล้วจึงนำ ไขควงขันสกรูลงไปในรูที่อยู่ตรงกลาง เพื่อดันลิ่มออก ดังนั้นที่เพลาจะเจาะรูทำเกลียวเพียง 2 ตัวเท่านั้น สกรูตรงกลางจะไม่ทำเกลียวที่เพลา ดังรูป



รูปที่ 5.21 แสดงการถอดลิ่มแบบมีสกรู

การผลิตร่องลิ่ม

ในการผลิตร่องลิ่มที่ไม่ซับซ้อน จะสามารถพบเห็นอยู่ประจำตามโรงงานช่างกลทั่ว ๆ ไป ได้แก่

1. การผลิตบนเครื่องไส

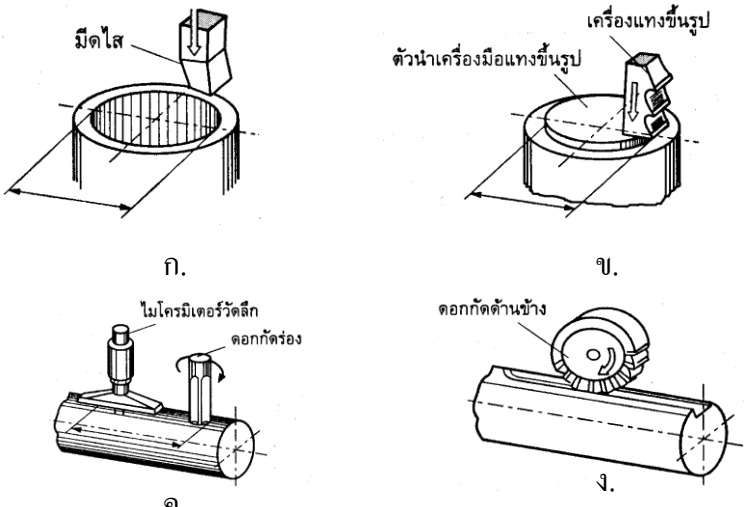
การผลิตร่องลิ่มจำนวนน้อย ๆ ก็สามารถจะกระทำได้บนเครื่องไสในแนวดิ่ง ดังรูปที่ 5.22 (ก)

2. การผลิตบนเครื่องแทงขึ้นรูป

การผลิตร่องลิ่มที่มีจำนวนมาก ๆ ในโรงงานอุตสาหกรรมและผลิตร่องลิ่มบนเพลาที่ยาว ๆ ดังรูปที่ 5.22 (ข)

3. การผลิตบนเครื่องกัด

การผลิตร่องลิ่มทีละชิ้นที่กลางเพลา จะใช้เครื่องกัดตั้งและกัดด้วยดอกกัดร่องยาว(End Mill) (ดังรูปที่ 5.22(ค)) และในส่วนการทำร่องลิ่มสำหรับเพลาปลายตัดตรงจะกระทำได้ด้วยดอกกัดด้านข้าง ดังรูปที่ 5.22 (ง)



รูปที่ 5.22 แสดงการผลิตร่องลิ่ม

5.4 ตารางมาตรฐานของลิ่ม

ตารางที่ 5.1 ขนาดลิ่มมาตรฐานที่ใช้กับเพลาขนาดต่าง ๆ

ขนาดเพลา (d) mm	ลิ่มสี่เหลี่ยมผืนผ้า ลิ่มสี่เหลี่ยมจัตุรัส ISO/R 773 ISO/R 774 b x h	ลิ่มแบน ISO 2491 ISO 2492 b x h	ลิ่มเว้า DIN 6881 b x h	ลิ่มวงเดือน ISO 3912		
				b x h_1 x R	t_1	t_2
3-4				1.0 x 1.40 x 4	1.0	0.6
4-5				1.5 x 2.60 x 7	2.0	0.8
5-6				2.0 x 2.60 x 7	1.8	1.0
6-7	2 x 2			2.0 x 3.70 x 10	2.9	1.0
7-8	2 x 2			2.5 x 3.70 x 10	2.7	1.2
8-10	3 x 3			3.0 x 5.00 x 13	3.8	1.4
10-12	4 x 4			3.0 x 6.50 x 16	5.3	1.4
12-14	5 x 5	5 x 3		4.0 x 6.50 x 16	5.0	1.8
14-16	5 x 5	5 x 3		4.0 x 7.50 x 19	6.0	1.8
16-18	5 x 5	6 x 4		5.0 x 6.50 x 16	4.0	2.3
18-20	6 x 6	6 x 4		5.0 x 7.50 x 19	5.5	2.3
20-22	6 x 6	6 x 4		5.0 x 9.00 x 22	7.0	2.3
22-25	8 x 7	8 x 5	8 x 3.5	6.0 x 9.00 x 22	6.5	2.8
25-28	8 x 7	8 x 5	8 x 3.5	6.0 x 10.0 x 25	7.5	2.8
28-32	8 x 7	8 x 5	8 x 3.5	8.0 x 11.0 x 28	8.0	3.3
32-38	10 x 8	10 x 6	10 x 4.0	10.0 x 13.0 x 32	10.0	3.3
38-44	12 x 8	12 x 6	12 x 4.0			
44-50	14 x 9	14 x 6	14 x 4.5			
50-58	16 x 10	16 x 7	16 x 5.0			
58-65	18 x 11	18 x 7	18 x 5.0			
65-75	20 x 12	20 x 8	20 x 6.0			
78-85	22 x 14	22 x 14	22 x 7.0			
85-95	25 x 14	25 x 9	25 x 7.0			
95-110	28 x 16	28 x 10	28 x 7.5			
110-130	32 x 18	32 x 11	32 x 8.5			
130-150	36 x 20	36 x 12	36 x 9.0			
150-170	40 x 22	40 x 14				
170-200	45 x 25	45 x 16				

ขนาดเพลา (d) mm	ลิ่มสี่เหลี่ยมผืนผ้า ลิ่มสี่เหลี่ยมจัตุรัส ISO/R 773 ISO/R 774 b x h	ลิ่มแบน ISO 2491 ISO 2492 b x h	ลิ่มเว้า DIN 6881 b x h	ลิ่มวงเดือน ISO 3912		
				b x h_1 x R	t_1	t_2
200-230	50 x 28	50 x 18				
230-260	56 x 32					
260-290	63 x 32					
290-330	70 x 36					
330-380	80 x 40					
380-440	90 x 45					
440-500	100 x 50					

*ขนาดตามมาตรฐานของประเทศสหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมัน

ความยาวของลิ่มที่ควรเลือกใช้ตามมาตรฐานระหว่างประเทศเป็น mm คือ

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	360	400		

ตารางที่ 5.2 ขนาดมาตรฐานของลิ่มสัมผัส (ISO 3117)

ขนาดเพลา d	หนา t	กว้าง b	ขนาดเพลา d	หนา t	กว้าง b
60	7	19.3	220	16	57.1
63	7	19.8	240	16	59.9
65	7	20.1	250	18	64.6
70	7	21.0	260	18	66.0
71	8	22.5	280	20	72.1
75	8	23.2	300	20	74.8
80	8	24.0	320	22	81.0
85	8	24.8	340	22	83.6
90	8	25.6	360	26	93.2
95	9	27.8	380	26	95.9
100	9	28.6	400	26	98.6
110	9	30.1	420	30	108.2
120	10	33.2	440	30	110.9
125	10	33.9	450	30	112.3
130	10	34.6	460	30	113.6
140	11	37.7	480	34	123.1
150	11	39.1	500	34	125.9
160	12	42.1	530	38	136.7
170	12	43.5	560	38	140.8
180	12	44.9	600	42	153.1
190	14	49.6	630	42	157.1
200	14	51.0			

ตารางที่ 5.3 ขนาดมาตรฐานของลิ่มสไพลน์

ขนาดเพลา	ขนาดเล็ก				ขนาดปานกลาง			
D	การให้ชื่อ	Z	D	B	การให้ชื่อ	Z	D	B
11					6 x 11 x 14	6	14	3.0
13					6 x 13 x 16	6	16	3.5
16					6 x 16 x 20	6	20	4.0
18					6 x 18 x 22	6	22	5.0
21					6 x 21 x 25	6	25	5.0
23	6 x 23 x 26	6	26	6.0	6 x 23 x 28	6	28	6.0
26	6 x 26 x 30	6	30	6.0	6 x 26 x32	6	32	6.0
28	6 x 28 x 32	6	32	7.0	6 x 28 x 34	6	34	7.0
32	8 x 32 x 36	8	36	6.0	8 x 32 x 38	8	38	6.0
36	8 x 36 x 40	8	40	7.0	8 x 36 x 42	8	42	7.0
42	8 x 42 x 46	8	46	8.0	8 x 42 x 48	8	48	8.0
46	8 x 46 x 50	8	50	9.0	8 x 46 x 54	8	54	9.0
52	8 x 52 x 58	8	58	10.0	8 x 52 x 60	8	60	10.0
56	8 x 56 x 62	8	62	10.0	8 x 56 x 65	8	65	10.0
62	8 x 62 x 68	8	68	12.0	8 x 62 x 72	8	72	12.0
72	10 x 72 x 78	10	78	12.0	10 x 72 x 82	10	82	12.0
82	10 x 82 x 88	10	88	12.0	10 x 82 x 92	10	92	12.0
92	10 x 92 x 98	10	98	14.0	10 x 92 x 102	10	102	14.0
102	10 x 102 x 108	10	108	16.0	10 x 102 x 112	10	112	16.0
112	10 x 112 x 120	10	120	18.0	10 x 112 x 125	10	125	18.0

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4

เพลา (SHAFT)

สาระสำคัญ

เพลา เป็นชิ้นส่วนเครื่องจักรกลที่ใช้ในการส่งกำลังซึ่งมีความสำคัญมาก ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับชนิดของเพลา ลักษณะของเพลา และหน้าที่การใช้งานของเพลา เพื่อจะได้นำความรู้ความเข้าใจไปใช้ในการซ่อมบำรุงชิ้นส่วนเครื่องจักรกลต่อไป

4.1 การส่งกำลังด้วยเพลา

ชิ้นส่วนเครื่องจักรกลที่สำคัญอีตัวหนึ่ง คือ เพลา (Shaft) ซึ่งเป็นชิ้นส่วนเครื่องจักรกลที่หมุนได้ เพลาจะรับโมเมนต์บิดถ่ายภาระมาจากล้อเฟือง ล้อสายพาน หรือคลัตช์ เพลาจึงสามารถรับภาระบิดและภาระได้โดยเพลา จะใช้ทำหน้าที่เป็นชิ้นส่วนเครื่องจักรกลที่อยู่นิ่งหรือหมุน และเป็นที่รองรับการหมุนหรือการสั่นสะเทือน

การออกแบบเพลาจึงจำเป็นต้องพิจารณาถึงองค์ประกอบดังนี้

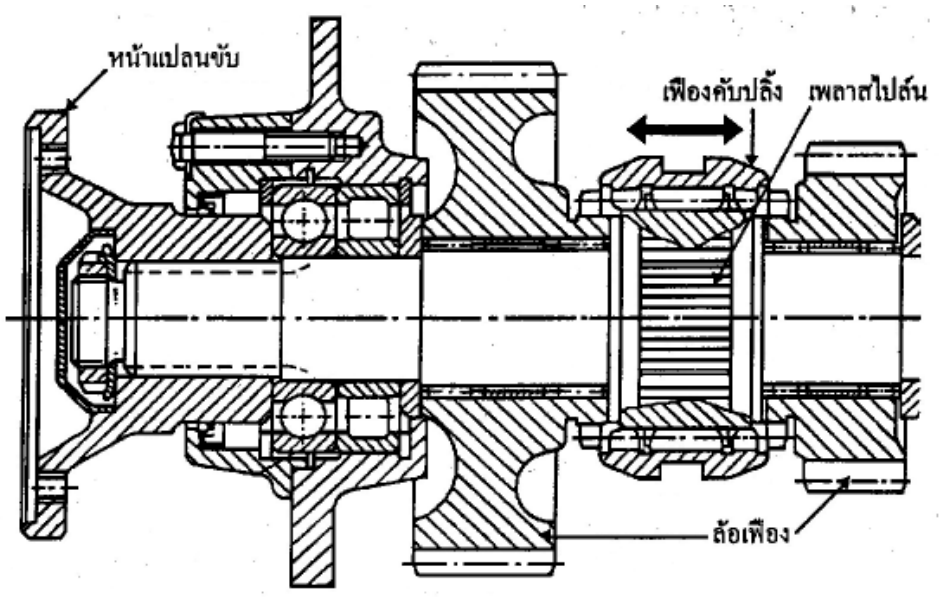
1. กำลังงานและภาระ (Power and Load) ที่ใช้ในการส่งกำลัง
2. ความเค้นที่เกิดขึ้นกับเพลา ตลอดจนรูปร่าง วัสดุ ขนาดและผิวงานที่สำเร็จ ซึ่งจะเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดความเค้น ณ ตำแหน่งต่าง ๆ ของเพลา
3. ความแกร่ง (Stiffness หรือ Rigidity) คือ ความทนต่อการแอ่นตัวหรือการบิดไปมาของเพลา เมื่อมีภาระเกิดขึ้น
4. ความเร็ววิกฤต (Critical Speed หรือ Whrilling Speed) คือ การสั่นตัวของเพลาอันเป็นผลต่อเนื่องมาจาการแอ่นตัว

ซึ่งการออกแบบเพลาโดยทั่ว ๆ ไปในงานปกติ ขนาดของเพลาจะพิจารณาเฉพาะกำลังงานและภาระทั้งการคำนวณความเค้นที่เกิดขึ้น เพื่อให้ได้ค่าความปลอดภัยเพียงพอ สำหรับงานพิเศษในบางกรณี จึงพิจารณาความแกร่ง และความเร็ววิกฤต (Critical Speed) ด้วย

4.2 ชนิดของเพลา

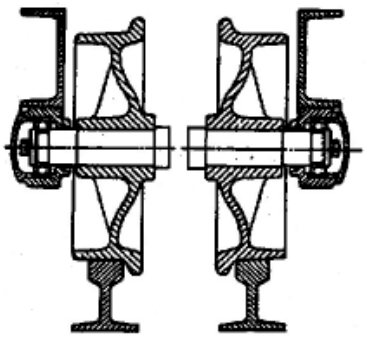
เพลาเป็นชิ้นส่วนเครื่องจักรกลที่หมุนได้ เพลาจะรับโมเมนต์บิดที่ถ่ายภาระมาจากล้อเฟืองล้อสายพานหรือคลัตช์ เพลาจึงสามารถรับภาระบิดและดัด จึงมีการเพลาออกเป็น 2 อย่าง คือ เพลาส่งกำลัง และเพลารองรับภาระ ดังรายละเอียด

4.2.1 เพลาส่งกำลัง (TRANSMISSION SHAFTS) เพลาชนิดนี้ใช้เฉพาะบิดหรืออาจรับทั้งการบิดและการตัดผสมกันก็ได้ การส่งกำลังจะทอดผ่านเพลาโดยอาศัยแผ่นประกับต่อเพลา (COULPING) ผ่านเฟือง ผ่านพูลเลย์ ผ่านสายพาน จานโซ่ หรือโซ่ เป็นต้น ดังรูป



รูปที่ 4.1 เพลาส่งกำลังและส่วนประกอบอื่น ๆ

4.2.2 เพลารองรับภาระ เป็นเพลาชิ้นส่วนเครื่องจักรกลเช่นกัน ขณะใช้งานเพลาชนิดนี้อาจหมุนหรือไม่หมุนก็ได้ แต่ที่สำคัญเพลาชนิดนี้ไม่ได้ส่งกำลังจะทำหน้าที่เป็นตัวรองรับชิ้นส่วนอื่นให้หมุน เช่น เพลาลูกรอกสายพาน เพลาลูกล้อสลิงต่าง ๆ ซึ่งเป็นเพลาที่รับภาระน้ำหนักของอุปกรณ์อื่นที่กดทับอยู่ทำให้สภาพการเสียหายของเพลาเกิดการดัดงอเป็นส่วนใหญ่ เช่น เพลา ล้อรถไป เป็นต้น ดังรูป

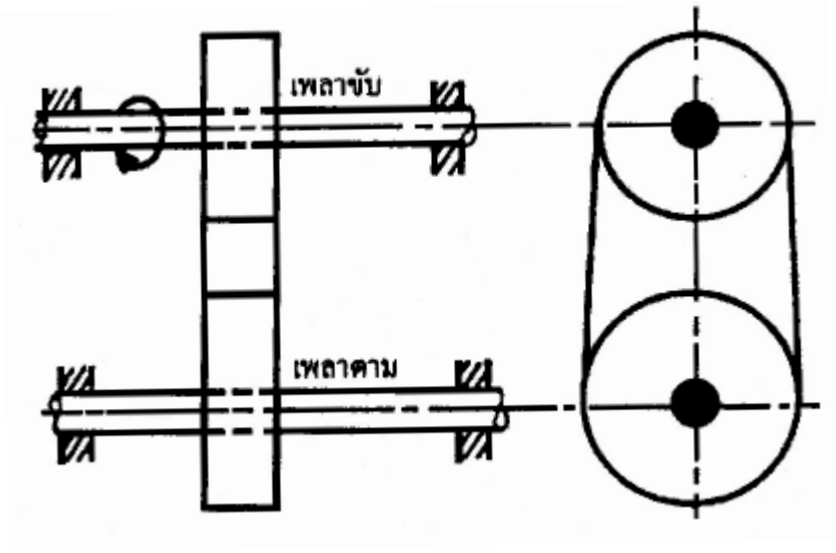


รูปที่ 4.2 เพลารองรับภาระ

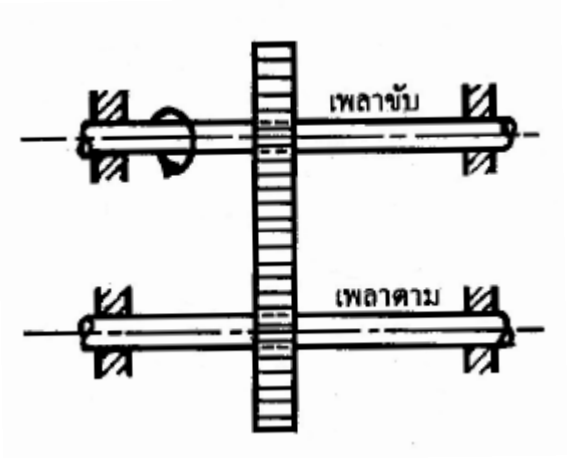
4.3 ลักษณะของเพลา

เพลาที่ใช้งานซึ่งเป็นชิ้นส่วนเครื่องจักรที่ใช้กันทั่วไปจะมีลักษณะรูปร่าง ดังต่อไปนี้

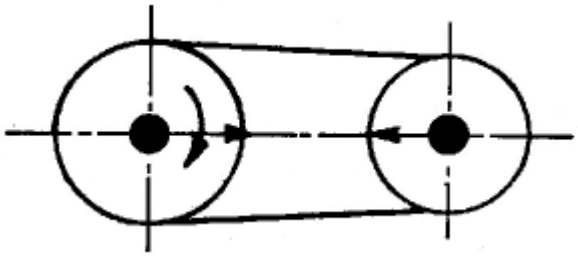
4.3.1 เพลาตัน เป็นเพลาที่ใช้งานกันทั่ว ๆ ไป จะมีลักษณะเป็นเพลาผิวเรียบไม่มีบ่าใด ๆ หรืออาจกลึงมาให้มีบ่าเล็กน้อยเพื่อการประกอบกับชิ้นส่วนอื่น เช่น เพลาล้อสายพาน เพลาของ ล้อเฟือง เพลาเฟืองโซ่ ดังรูป



รูปที่ 4.3 เพลาตันติดล้อสายพาน

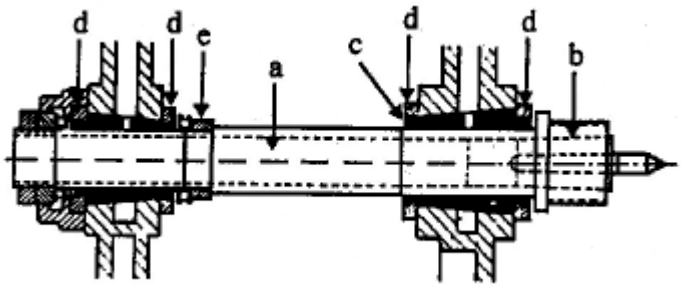


รูปที่ 4.4 เพลาตันติดล้อเฟือง



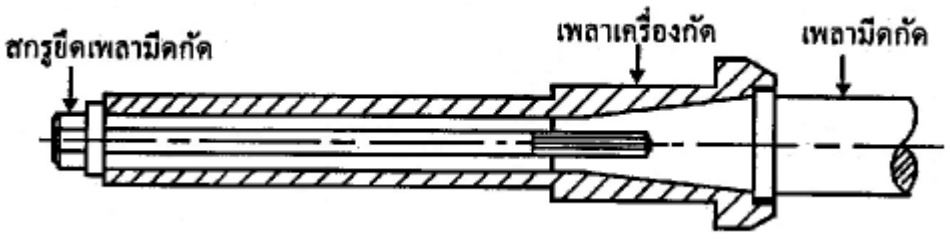
รูปที่ 4.5 เพลาตันติดเฟืองโซ่

4.3.2 เพลากลวง เป็นเพลาที่ผู้ออกแบบได้ออกแบบมาเพื่อต้องการลดน้ำหนัก ซึ่งจะมีน้ำหนักเบากว่าเพลาตันประมาณ 25 เปอร์เซ็นต์ ใช้ทำเพลาชิ้นส่วนเครื่องจักรกล เช่น เพลาหัวเครื่องกลึง เพลาเครื่องกัด เพลาเครื่องเจาะ ลักษณะของเพลาจะมีผิวเรียบ และใช้ทำเพลาขับเฟืองท้ายรถยนต์ แต่ลักษณะเพลาขับเฟืองท้ายรถยนต์ผิวของเพลาจะไม่เรียบ ดังรูป

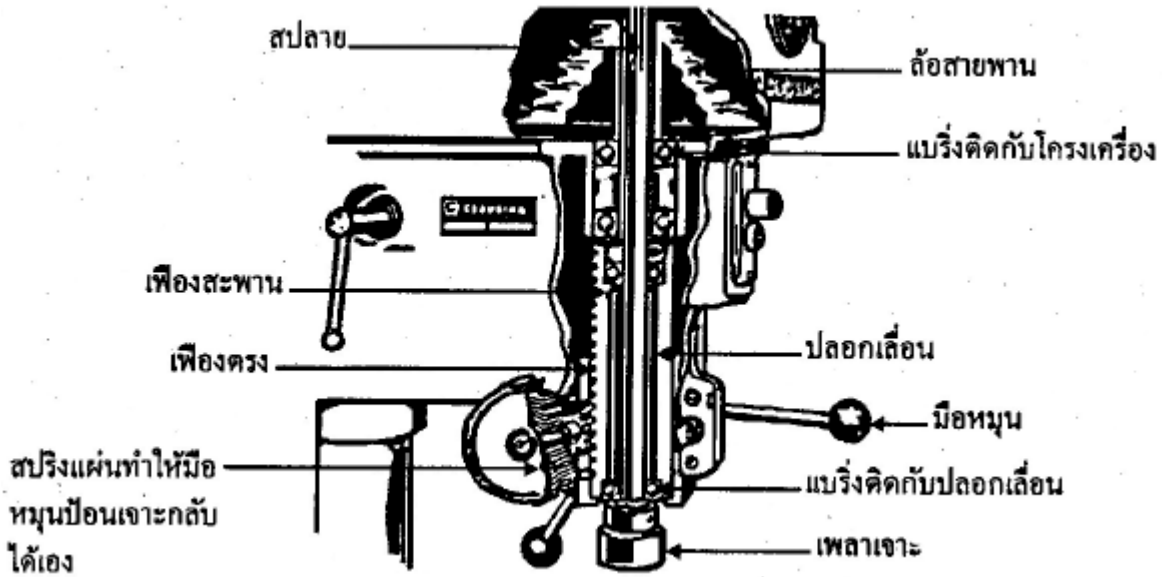


เพลากลึงกับแบริ่งชนิดปลอก
(a) เพลากลึง
(b) หัวเพลากลึง
(c) ปลอกบุชชิ่ง
(d) แหวนกลม
(e) บอลแบริ่ง

รูปที่ 4.6 เพลาหัวเครื่องกลึง

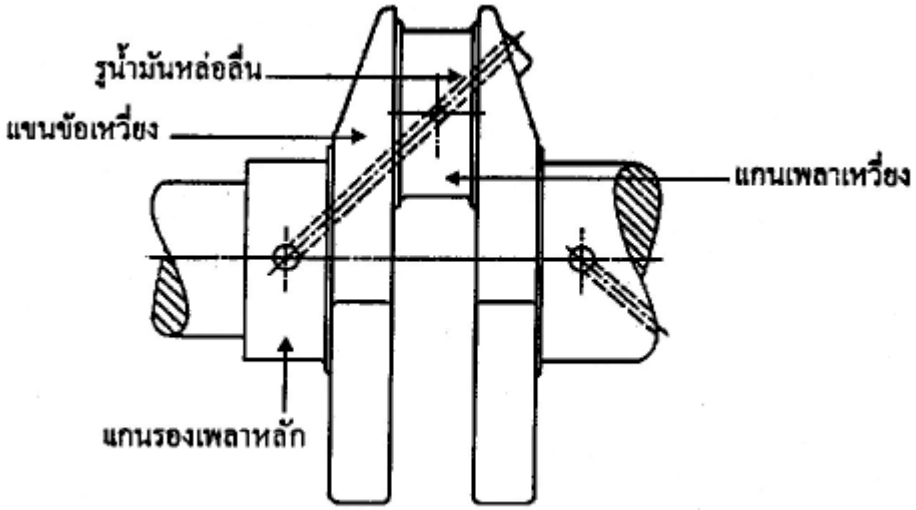


รูปที่ 4.7 เพลาหัวเครื่องกัด



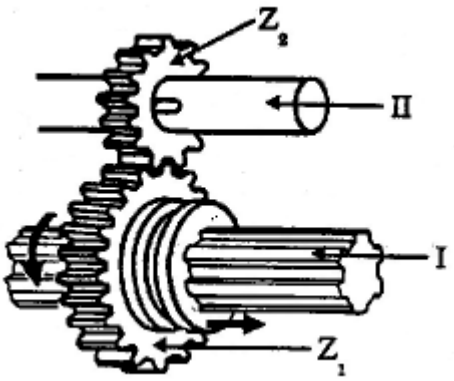
รูปที่ 4.8 เพลาหัวเครื่องเจาะ

4.3.3 เพลาข้อเหวี่ยง เป็นเพลาที่ทำหน้าที่เปลี่ยนการหมุนแบบเส้นตรงเป็นลักษณะตรงกันข้าม ส่วนใหญ่เพลาขอเหวี่ยงจะใช้เป็นชิ้นส่วนของเครื่องยนต์ ดังรูป



รูปที่ 4.9 ลักษณะเพลาขอเหวี่ยง

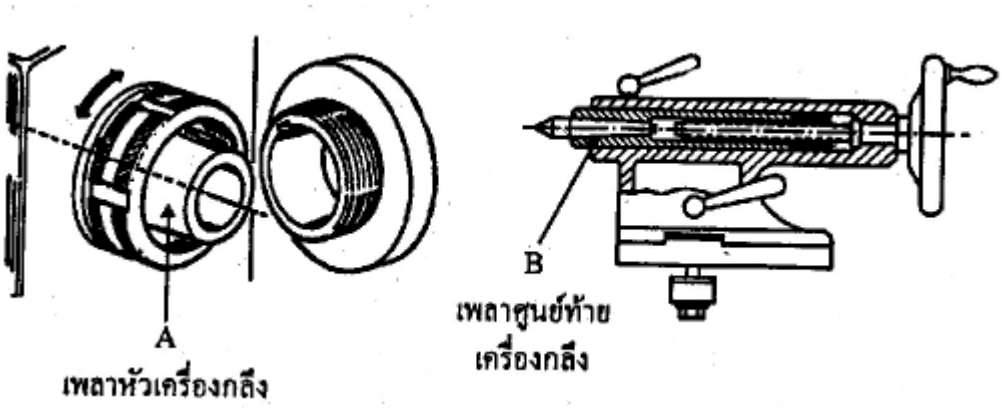
4.3.4 เพลาสปลายน์ (SPLINE) เป็นเพลาที่มีร่องคล้ายกับฟันเฟืองอยู่รอบตัวเพลา ความยาวของร่องฟันเฟืองจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งานของเพลานั้น เพลาชนิดนี้ส่วนใหญ่จะใช้กับเฟืองหัวเครื่องกลึง มีลักษณะดังรูป



ลักษณะทำงานของเฟืองเลื่อนบนร่องสปลายน์สี่เหลี่ยม เฟือง Z_2 ติดแน่นอยู่บนเพลา II แต่เพียง Z_1 เลื่อนเข้าขบและเลื่อนออกจากขบเพียง Z_2 ได้บนเพลา I

รูปที่ 4.10 ลักษณะของเพลาสปลายน์

4.3.5 เพลาเรียว เป็นเพลาชิ้นส่วนเครื่องจักรกลอีกลักษณะหนึ่ง ซึ่งตัวเพลาจะมีความเรียวตามมาตรฐานเพื่อใช้ในการจับยึดเข้าด้วยกันระหว่างเรียวนอกและเรียวใน เช่น เพลาเรียว หัวเครื่องกลึง เครื่องกัดและเครื่องเจาะ และศูนย์หัว-ท้ายของเครื่องกลึง ดังรูป

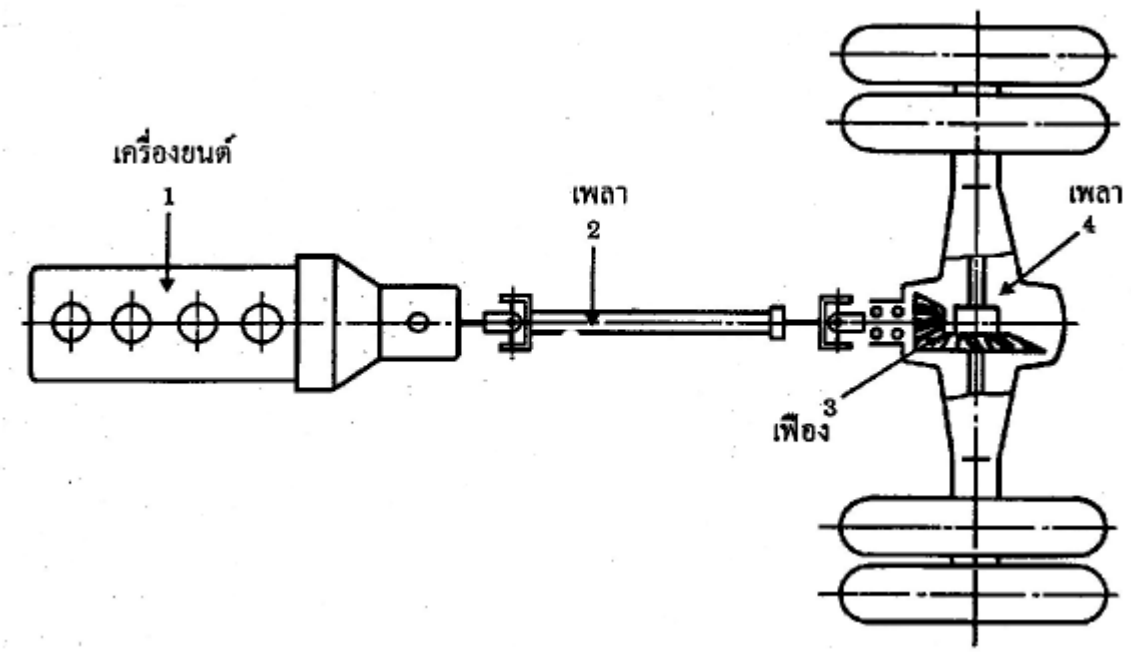


รูปที่ 4.11 ลักษณะเพลาเรียว

4.4 หน้าที่การใช้งานของเพลา

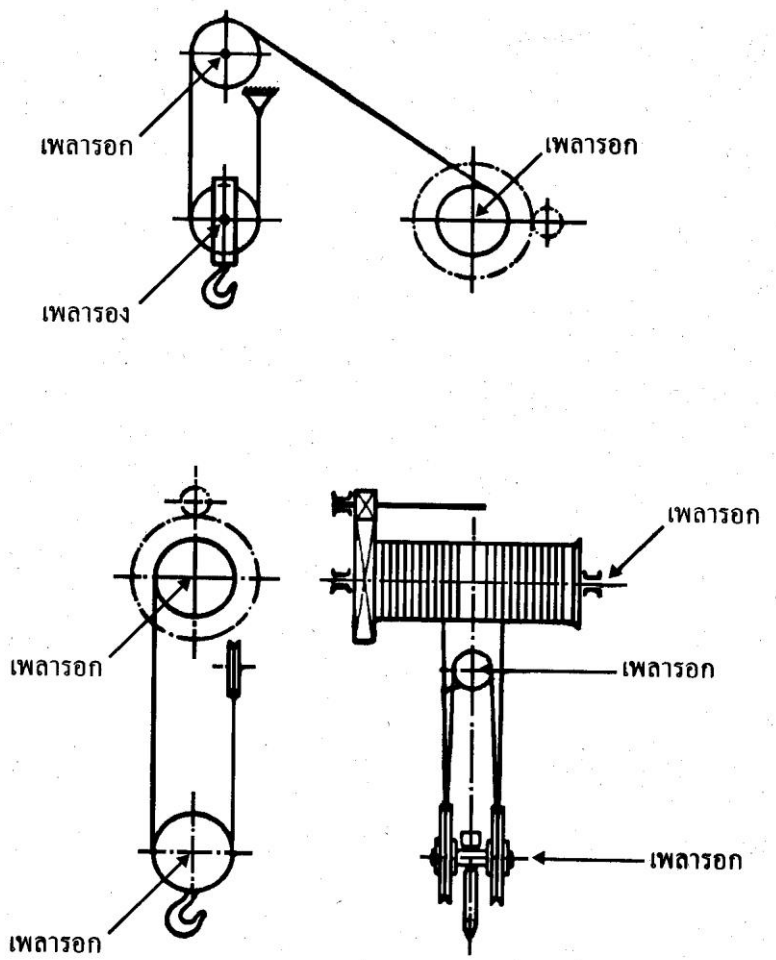
เพลาแต่ละชนิดมีหน้าที่การใช้งานดังต่อไปนี้

4.4.1 เพลาส่งกำลัง เพลาชนิดนี้มีหน้าที่ส่งถ่ายกำลังจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งโดยผ่านชิ้นส่วนอื่นต่าง ๆ ดังนี้ เช่น ส่งถ่ายกำลังมาจากเฟือง มาจากพลูเลย์ มาจากคลัตช์ ซึ่งชิ้นส่วนต่าง ๆ เหล่านี้ได้ต้นกำลังมาจากมอเตอร์ หรือเครื่องยนต์ ดังรูป



รูปที่ 4.12 การส่งกำลังด้วยเพลา

4.4.2 เพลารองรับภาระ เป็นเพลาที่ทำหน้าที่รองรับภาระจากชิ้นส่วนอื่นเช่นกัน ซึ่งเพลาอาจหมุนหรือไม่หมุนก็ได้ แต่ที่สำคัญเพลารองรับภาระทำหน้าที่หลักคือรับแรงกดอัดจากชิ้นส่วนอื่น ตลอดเวลาการใช้งาน เช่น เพลาของรอก ต่าง ๆ ดังรูป



รูปที่ 4.13 ลักษณะการใช้งานของเพลารองรับภาระ

หน่วยการเรียนรู้ที่ 5
เฟือง (GEARS)

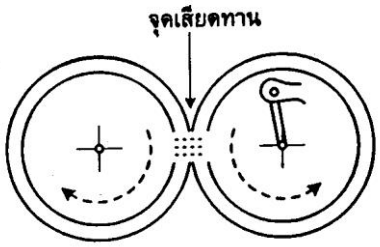
สาระสำคัญ

เฟือง (GEARS) เป็นชิ้นส่วนเครื่องจักรกลที่พบอยู่ทั่วไป ในเครื่องจักรกลโดยทำหน้าที่ส่งกำลังให้เพลาหนึ่งไปยังอีกเพลาหนึ่งได้ โดยส่วนใหญ่จะประกอบด้วยเฟืองขับและเฟืองตาม

5.1 การส่งกำลังเฟือง

การส่งกำลังระหว่างเพลาสองเพลากระทำได้หลายแบบ เช่น การส่งกำลังโดยใช้สายพาน โซ่ ล้อความฝืด เฟือง เป็นต้น

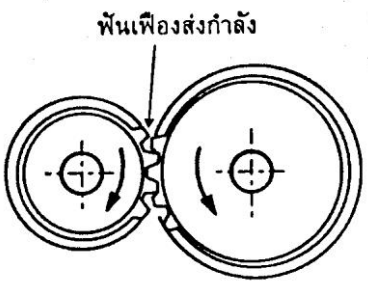
ล้อความฝืดเป็นการส่งกำลังอย่างหนึ่ง ที่ใช้ล้อสองล้อถูกดให้สัมผัสกัน เมื่อล้อแต่ละล้อประกอบอยู่กับเพลา ถ้าหมุนเพลาตัวใดตัวหนึ่ง เพลาอีกตัวหนึ่งจะหมุนตามไปด้วย เนื่องจากผิวหน้าของล้อทั้งสองเกิดความฝืด จากการสัมผัส ล้อที่ใช้ส่งกำลังระหว่างเพลาทั้งสองนี้เรียกว่า **ล้อความฝืด (Friction Wheels)** ดังรูป



รูปที่ 5.1 แสดงล้อความฝืด (Friction Wheels)

จากการส่งกำลังดังกล่าวข้างต้นด้วยล้อความฝืด เมื่อมีภาระมาก การส่งกำลังสูง ๆ หรือเมื่อเกิดแรงกระตุก (Shock Load) จะสามารถเกิดการลื่นไถล ทำให้การส่งกำลังไม่แม่นยำ และได้อัตราทดไม่แน่นอน

เพื่อให้ได้การหมุนที่แม่นยำขึ้น และสามารถถ่ายทอดกำลัง ระหว่างเพลาสองเพลาได้ จึงได้ติดฟันเฟืองไว้ที่ผิวของล้อโดยรอบ ล้อก็จะมีลักษณะเป็นล้อฟันเฟือง ทำให้การส่งกำลัง และถ่ายทอดการหมุนจากเพลาหนึ่งไปยังอีกเพลาหนึ่งได้ โดยไม่มีการลื่นไถล ล้อที่ติดฟันเฟืองเข้าไปโดยรอบนี้ เรียกว่า **เฟือง (GEAR)** ดังรูปที่ 5.2



รูปที่ 5.2 แสดงการส่งกำลังด้วยเฟือง (Gear)

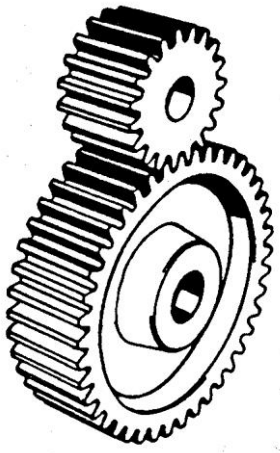
จากที่กล่าวแล้วว่าเฟืองเป็นชิ้นส่วนของเครื่องจักรกลที่มีความสำคัญมาก มีใช้ในงานวิศวกรรมกันอย่างกว้างขวาง เพราะสามารถส่งกำลังได้อย่างแม่นยำ เที่ยงตรง ซึ่งจะมีความแตกต่างจากล้อความฝืดที่สามารถสรุปได้ดังนี้

สาเหตุ	ล้อความฝืด	เฟือง
1. การลื่นไถล	มี	ไม่มี
2. ความเร็วรอบ	ไม่คงที่	คงที่
3. การส่งกำลัง	ต่ำและไม่คงที่	สูงและคงที่
4. ลักษณะการส่งกำลัง	อาศัยแรงเสียดทาน	อาศัยรูปร่างของฟันเฟือง

5.2 ชนิดของเฟือง

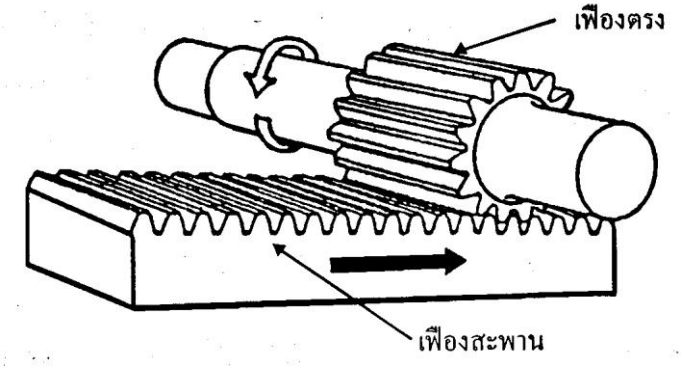
เฟืองที่ใช้เป็นชิ้นส่วนเครื่องจักรกลหลายชนิด แต่ละชนิดจะทำหน้าที่ให้กับชิ้นส่วนอื่น ๆ ของเครื่องจักรกลต่อไป เฟืองที่รู้จักกันจะมีลักษณะดังต่อไปนี้

5.2.2 เฟืองตรง (SPUR GEARS) เป็นเฟืองที่ใช้กันทั่วไปในเครื่องจักรกลทุกชนิดลักษณะของเฟืองเป็นรูปวงกลมฟันของเฟืองจะตรง ความตรงของฟันเฟืองจะขนานของรูปเพลา ฟันเฟืองตรงมีลักษณะ ดังรูป



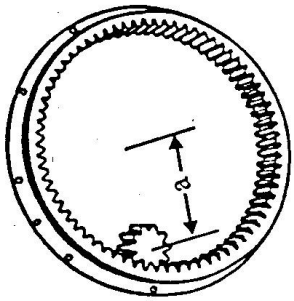
รูปที่ 5.3 ลักษณะของเฟืองตรง

5.2.2 เฟืองสะพาน (RACK GEARS) เป็นเฟืองตรงชนิดนี้ มีลักษณะรูปร่างยาวเป็นเส้นตรงเหมือนสะพาน ฟันเฟืองทำมุมกับลำตัว 90 องศา โดยประมาณ และต้องใช้คู่กับเฟืองตรงเฟืองสะพานที่ใช้งานกันทั่วไปมีรูปร่างลักษณะ ดังรูป



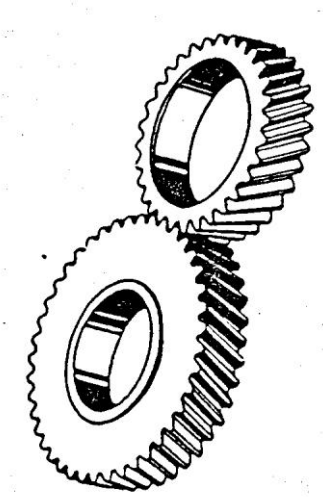
รูปที่ 5.4 ลักษณะของเฟืองสะพาน

5.2.3 เฟืองวงแหวน (INTERNAL GEARS) เป็นเฟืองตรงชนิดหนึ่งมีรูปร่างลักษณะกลมเช่นเดียวกับเฟืองตรง ตาฟันของเฟืองจะอยู่ด้านบนของวงกลม และต้องใช้คู่กับเฟืองตรงที่มีขนาดเล็กกว่าขบอยู่ภายในเฟืองวงแหวนจะมีรูปร่างลักษณะ ดังรูป



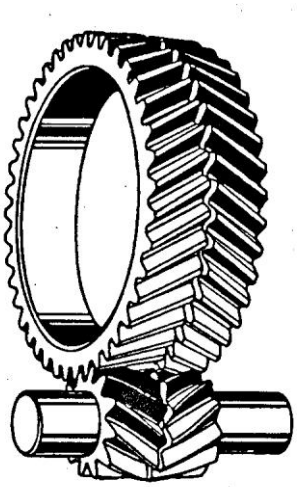
รูปที่ 5.5 ลักษณะของเฟืองวงแหวน

5.2.4 เฟืองเฉียง (HELICAL GEARS) จะมีลักษณะรูปร่างคล้ายเฟืองตรง คือ จะเป็นล้อกลมเช่นเดียวกัน แต่เฟืองเฉียงไปทำมุมเท่าที่ต้องการ อาจเฉียงไปทางซ้ายหรือเอียงไปทางขวาขึ้นอยู่กับการใช้งาน เฟืองเฉียงจะมีรูปร่างลักษณะ ดังรูป



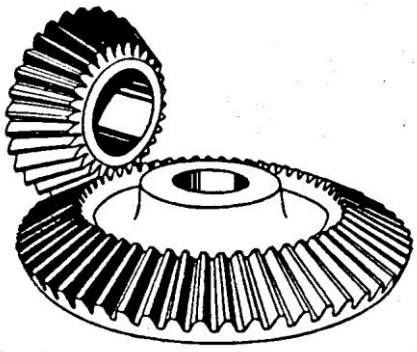
รูปที่ 7.6 ลักษณะของเฟืองเฉลียง

5.2.5 เฟืองเฉียงปลา (HERRINGBONE GEARS) เป็นเฟืองที่มีลักษณะคล้ายกับเฟืองตรงฟันของเฟืองจะเอียงสลับกันเป็นฟันปลา เฟืองชนิดนี้จะมีรูปร่างลักษณะ ดังรูป



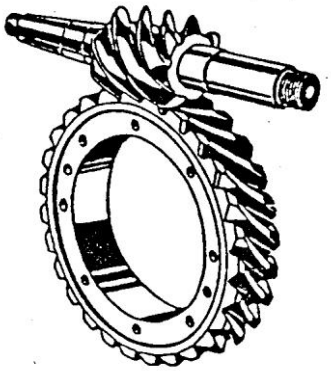
รูปที่ 5.7 ลักษณะของเฟืองก้างปลา

5.2.6 เฟืองดอกจอก (BEVAL GEARS) ลักษณะของเฟืองคล้ายกับกรวย ฟันของเฟืองดอกจอกมีทั้งแบบตรงและแบบเฉียง เฟืองดอกจอกมีลักษณะ ดังรูป



รูปที่ 5.8 ลักษณะของเฟืองดอกจอก

5.2.7 เฟืองหนอน (WORM GEARS) เป็นชุดเฟืองประกอบด้วยเกลียวและเฟืองที่ใช้ในการส่งกำลัง รูปร่างลักษณะของเฟืองหนอนจะมีรูปร่าง ดังรูป



รูปที่ 5.9 ลักษณะของเฟืองหนอน

5.2.8 เฟืองเกลียวสกรู (SPIRAL GEARS) เป็นเฟืองเกลียวที่ใช้สางกำลังระหว่างเพลาที่ทำมุม 90 องศา เฟืองเกลียวชนิดนี้มีลักษณะ ดังรูป

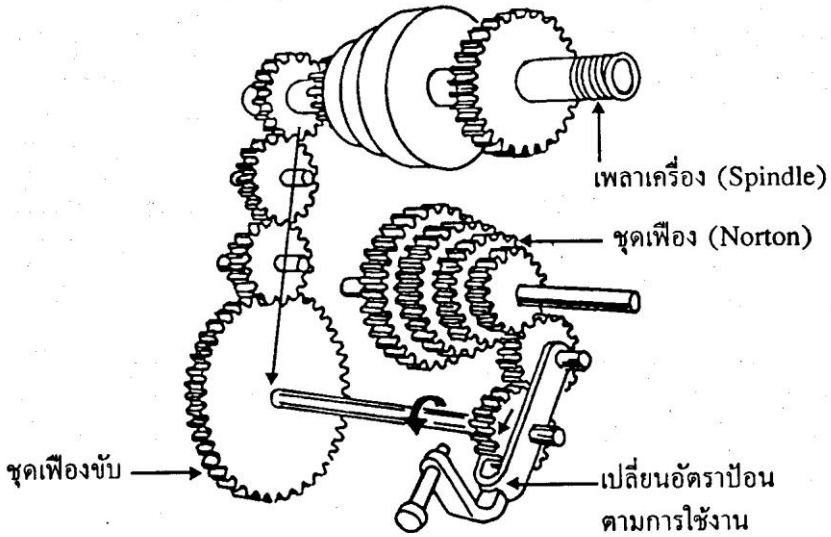
รูปที่ 5.10 ลักษณะของเกลียวสกรู

5.3 หน้าที่การใช้งานของเฟือง

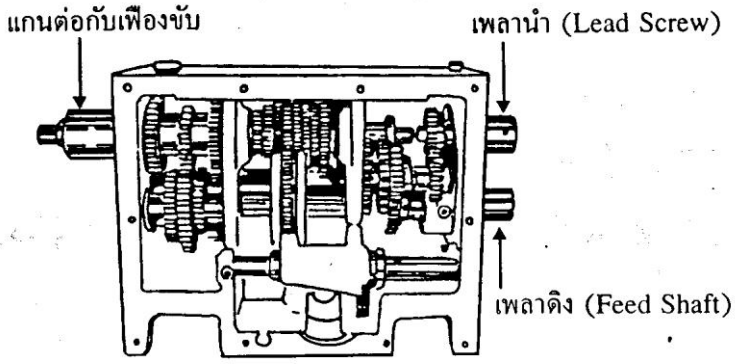
เฟืองแต่ละชนิดมีหน้าที่หลักที่เหมือนกัน คือ ใช้ในการส่งกำลังจากจุดหนึ่งไปอีกจุดหนึ่งแล้วแต่ลักษณะการใช้งาน แต่การใช้งานของเฟืองแต่ละชนิดจะมีหน้าที่รองต่างกันดังรายละเอียดต่อไปนี้

5.3.1 หน้าที่การใช้งานของเฟืองตรง เป็นเฟืองที่ใช้ส่งกำลังกับเพลาที่ขนานกัน เฟืองตรงเหมาะสำหรับการส่งที่มีความเร็วรอบต่ำ หรือความเร็วรอบปานกลางไม่เกิน 20 เมตร ต่อนาที เช่น ชุดเฟืองทดของเครื่องกลึงเพื่อเดินกลึงอัตโนมัติ หรือชุดเฟืองทดของเครื่องจักรกลการเกษตรที่ความเร็วรอบต่ำ ๆ ข้อดีของเฟืองตรงขณะใช้งาน คือ เฟืองตรงขณะใช้งานไม่เกิดแรงในแนวแกน ประสิทธิภาพในการทำงานสูง หน้า

กว้างของเฟืองตรงสามารถเพิ่มได้เพื่อให้เกิดผิวสัมผัสที่มากขึ้น เพื่อลดการสึกหรอให้น้อยลง ข้อเสียของเฟืองหมุนด้วยความเร็วรอบสูงจะเสียงดังมาก เนื่องจากผิวสัมผัสของฟันเฟืองจะสัมผัสพร้อมกันเต็มหน้าจึงทำให้เกิดเสียงดัง ตัวอย่างหน้าที่การใช้งานเฟืองตรง ดังรูป



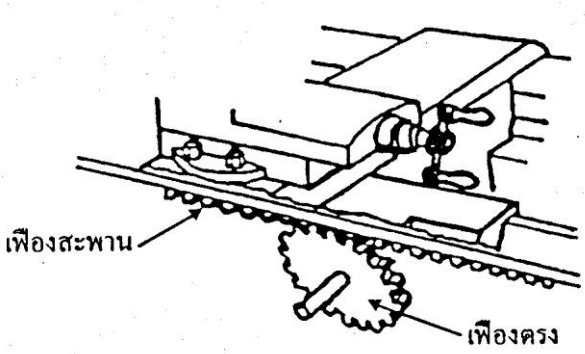
รูปที่ 5.11 การส่งกำลังของเฟืองตรงเพื่อเครื่องกลึงอัตโนมัติ



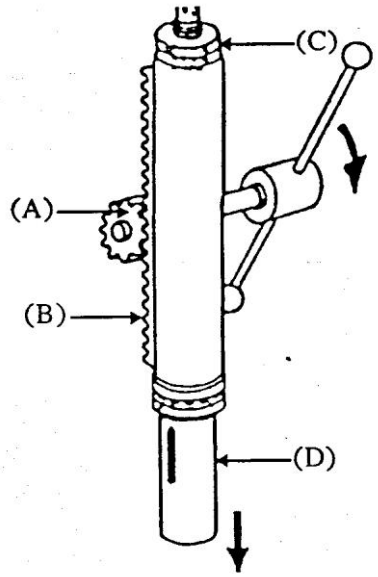
รูปที่ 5.12 ชุดเฟืองตรงภายในหัวเครื่องกลึง

5.3.2 หน้าที่การใช้งานเฟืองสะพาน ในการใช้งานของเฟืองสะพาน (RACK) จะต้องใช้คู่กับเฟืองตรงที่เรียกว่า พินเนียน (PINNION) เสมอ ก็จะสามารถทำการส่งกำลังได้ ลักษณะการใช้งานของเฟืองสะพาน

ตัวอย่างเช่น เฟืองของเครื่องกลึงยันศูนย์ ที่ช่วยให้ชุดแท่นเลื่อนเคลื่อนที่ ซ้าย – ขวา หรือเฟืองสะพานของเครื่องเจาะที่ทำหน้าที่เคลื่อนเพลาเครื่องเจาะให้ขึ้นลง ดังรูป

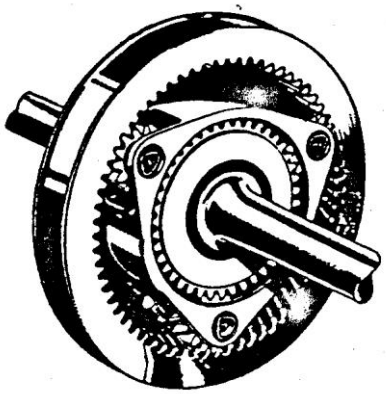


รูปที่ 7.13 หน้าที่การใช้เฟืองสะพานเครื่องกลึง



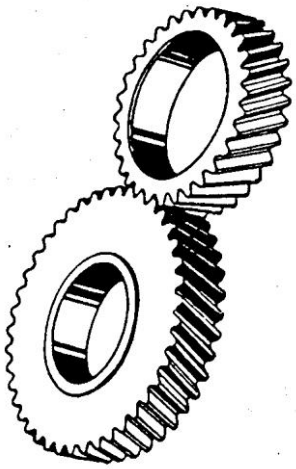
รูปที่ 5.14 หน้าที่การใช้งานเฟืองสะพานของเครื่องเจาะ

5.3.3 หน้าที่การใช้งานของเฟืองวงแหวน เฟืองชนิดนี้เป็นเฟืองเฉพาะอย่าง ที่ใช้งานกับเครื่องจักรกล เช่น ใช้เป็นเฟืองสำหรับปั๊มน้ำมันเครื่องของเครื่องยนต์ โดยที่เฟืองตัวเล็กที่อยู่ภายในเป็นตัวขับส่วนเฟืองตัวใหญ่จะหมุนลักษณะการเยื้องศูนย์ เพื่อดูดน้ำมันเครื่องส่งไปใช้งานดังรูปตัวอย่าง



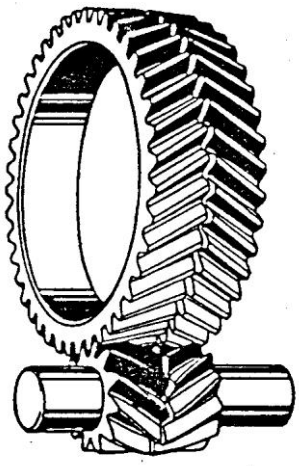
รูปที่ 5.15 ลักษณะการใช้งานของเฟืองวงแหวน

5.3.4 หน้าที่การใช้งานเฟืองเฉียง เฟืองเฉียงมีหน้าที่การใช้งานเหมือนกับเฟืองตรงทุกอย่าง แต่มีข้อดีกว่าเฟืองตรงที่เมื่อส่งกำลังด้วยความเร็วรอบสูง ๆ แล้วจะไม่เกิดเสียงดังเหมือนเฟืองตรง ลักษณะการใช้งานของเฟืองเฉียง ดังรูป



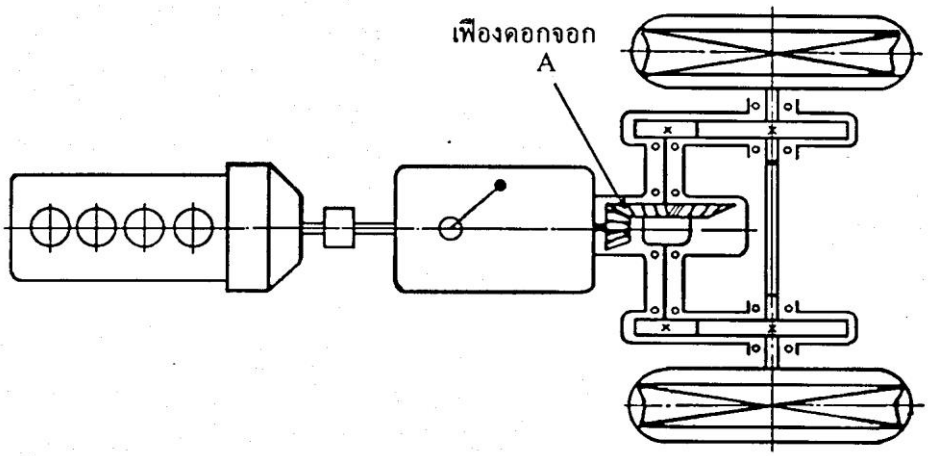
รูปที่ 7.16 ลักษณะการใช้งานของเฟืองเฉียง

5.3.5 หน้าที่การใช้งานของเฟืองก้างปลา เฟืองก้างปลาเป็นเฟืองที่ออกแบบมาเพื่อลบล้างแรงดันที่ปลายฟันเฟือง เนื่องจากเฟืองก้างปลาเป็นเฟืองเฉียงที่สร้างมาให้คู่ติดกัน เฟืองก้างปลาที่ใช้ส่งกำลังกับเพลาที่ขนานกันเท่านั้น ข้อดีของเฟืองชนิดนี้ คือ เฟืองจะเลื่อนออกจากกันไม่ได้ ลักษณะการใช้งาน ดังรูป



รูปที่ 5.17 ลักษณะการส่งกำลังของเฟืองก้างปลา

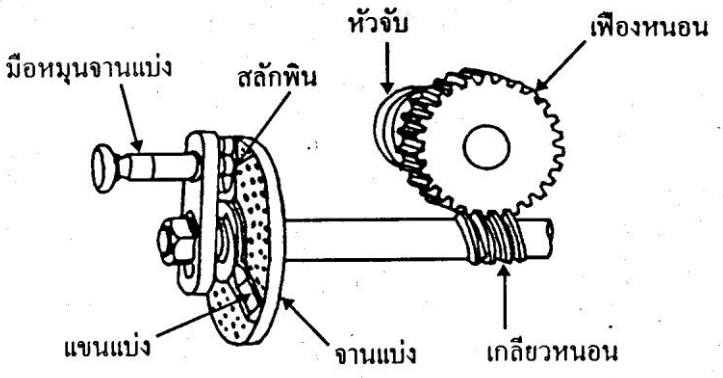
5.3.6 หน้าที่การใช้งานของเฟืองดอกจอก เฟืองดอกจอกเป็นที่ใช้ส่งกำลังเพื่อเปลี่ยนทิศทางของเพลา หรือเพลาสามารถทำมุมได้ 90 องศา และเป็นเฟืองที่ให้กำลังในการส่งมาก ส่วนใหญ่เป็นเฟืองของรถยนต์ เช่น เฟืองท้ายรถยนต์ เฟืองเกียร์รถยนต์ ดังตัวอย่าง



รูปที่ 5.18 การทำงานของเฟืองท้ายรถยนต์

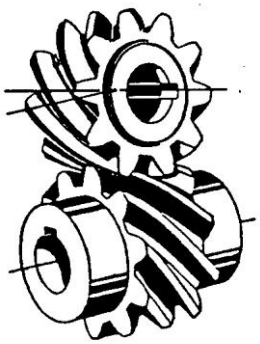
5.3.7 หน้าที่การใช้งานของเฟืองหนอน เฟืองหนอนประกอบด้วยเกลียวหนอนกับเฟืองหนอนซึ่งต้องใช้คู่กันเสมอ โดยที่เกลียวหนอนเป็นตัวส่งกำลังหมุนขับไปยังเฟืองหนอนเพื่อให้เฟืองหนอนส่งกำลังต่อไป เฟืองหนอนเป็นการส่งกำลังระหว่างเพลาที่ทำมุมกัน 90 องศา เป็นการส่งกำลังจากความเร็วรอบสูงให้มาเป็น

ความเร็วรอบต่ำ การส่งกำลังของชุดเฟืองหนอนของชุดหัวแบ่งเพื่อกัดเฟืองของเครื่องกัด ลักษณะการใช้งานดังรูป



รูปที่ 5.19 การทำงานชุดเฟืองหนอนในหัวแบ่งเครื่องกัด

5.3.8 หน้าที่การใช้งานของเฟืองสกรูเกลียว เป็นเฟืองที่ทำหน้าที่ใช้ส่งกำลังเพื่อต้องการเปลี่ยนทิศทางของเพลาให้ทำมุมกัน 90 องศา คล้ายกับชุดเฟืองหนอน แต่สามารถส่งกำลังได้น้อยเนื่องจากด้านข้างของฟันที่สัมผัสกันน้อยมาก สามารถให้อัตราทดได้ระหว่าง 1 ถึง 5 ลักษณะการทำงาน ดังรูป



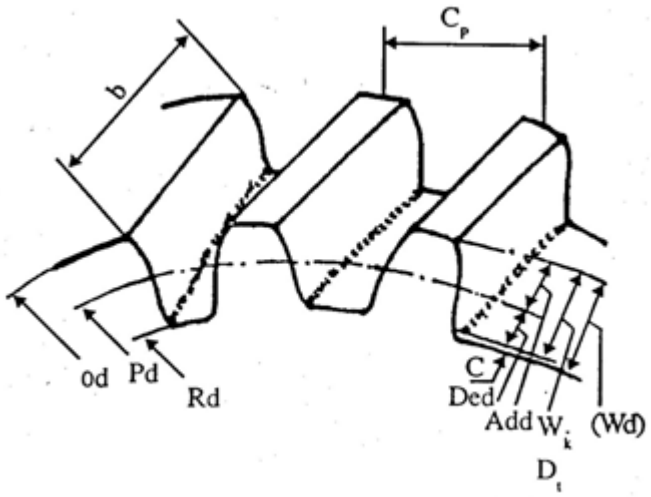
รูปที่ 5.20 ลักษณะการทำงานของเฟืองเกลียวหนอน

5.4 การคำนวณเฟือง

ก่อนที่จะคำนวณเฟืองจะต้องทราบส่วนประกอบต่าง ๆ ของเฟืองก่อนจึงสามารถคำนวณได้ส่วนต่าง ๆ เฟืองแต่ละชนิดมีส่วนประกอบต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

5.4.1 ส่วนประกอบต่าง ๆ ของเฟืองตรง (SPUR GEAR) ส่วนประกอบของเฟืองตรงเพื่อใช้สำหรับการคำนวณ มีดังต่อไปนี้

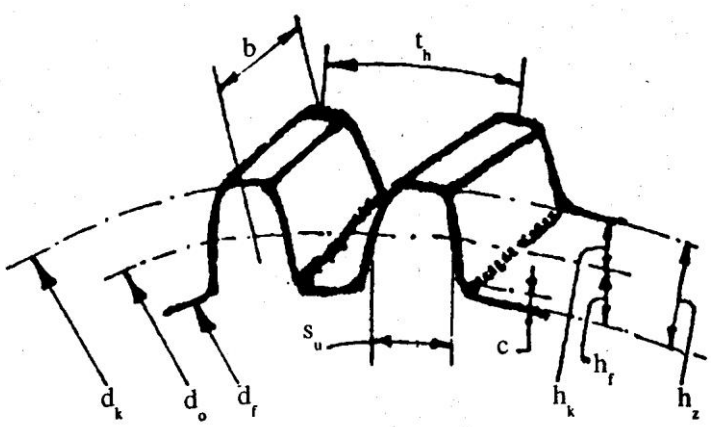
5.4.1.1 การคำนวณเฟืองตรงระบบอังกฤษ (DP)



รูปที่ 5.21 แสดงส่วนต่าง ๆ ของเฟืองตรงที่จะคำนวณแบบ DP

ตัวย่อ	ชื่อเรียก	สูตรคำนวณเฟืองตรงแบบ DP
Od	OUT SIDE DIAMETER	Od = Pd + 2/DP =N + 2/Dp
Pd	PITCH DIAMETER	Pd = π / Cp = N / Pd
Rd	ROOT DIAMETER	Rd = Od – 2Wd
Cp	CIRCULAR PITCH	Cp = π / Cp = Pd/0.3183 x N
b	FACE WIDTH	แล้วแต่กำหนด
C	CLEARANCE	C = 0.157/Pd
Wd	WHOLE DEPTH OF TOOTH	Wd = Add + Ded = Wk + C = 2.157/DP
Wk	WORKING DEPTH	Wk = Wd – C
Add	ADDENDUM	Add = Pd – 2Add
Ded	DEDENDUM	Ded = Pd – 2Add
N	NUMBER OF TEEH	N = Pd x Dp
DP	DIAMETER PITCH	DP = N/DP
I	อัตราทด	$I = N_2 / N_1$

5.4.1.2 การคำนวณเฟืองตรงระบบเมตริก (โมดูล M)

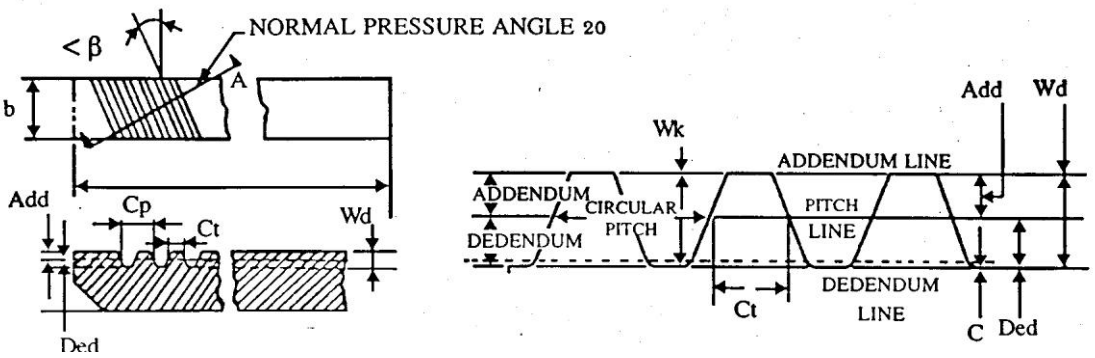


รูปที่ 5.22 ส่วนต่างของเฟืองที่คำนวณแบบโมดูล (M)

ตัวย่อ	ชื่อเรียก	สูตรคำนวณเฟืองตรงแบบ DP
dk	OUT SIDE DIAMETER	dk = do + 2M
do	PITCH DIAMETER	do = MZ = dk – 2M
df	ROOT DIAMETER	df = do – 2hk
t_n	CIRCULAR PITCH	$t_n = M\pi$
b	FACE WIDTH	แล้วแต่กำหนด
C	CLEARANCE	C = hf – hk
hz	WHOLE DEPTH OF TOOTH	Hz = 13/6 x M
hw	WORKING DEPTH	Hw = hz – C
hk	ADDENDUM	hk = M
hf	DEDENDUM	hf = 1.2 M
Z	NUMBER OF TEEH	$Z = \pi$ x do/t
M	MODULE	$M = t/\pi$
I	อัตราทด	$I = Z_2/ Z_1$

5.4.2 ส่วนประกอบต่าง ๆ ของเฟืองสะพาน (RACK GEAR) ส่วนประกอบของเฟืองตรงเพื่อใช้สำหรับการคำนวณ มีดังต่อไปนี้

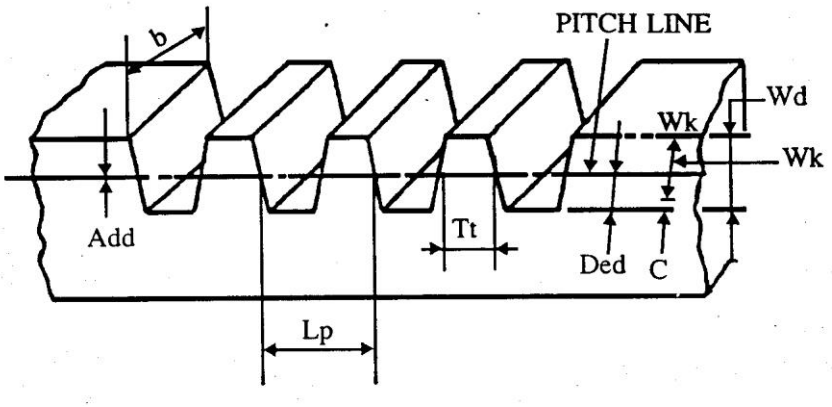
5.4.2.1 การคำนวณเฟืองสะพานระบบอังกฤษ (DP)



รูปที่ 5.23 แสดงส่วนต่าง ๆ ของเฟืองที่สะพานจะคำนวณแบบ DP

ตัวย่อ	ชื่อเรียก	สูตรคำนวณเฟืองตรงแบบ DP
Tt	TICKNESS OF TOOTH	Tt = ½ Lp = ½ x π/DP
Lp	CIRCULAR PITCH	Lp = π/DP
Pl	PITCH LINE	Pl เส้นกึ่งกลางของฟัน
Wd	WHOLE DEPTH	Wd = Add + Ded = 2.157/DP
Add	ADDENDUM	Add = 1/DP
Ded	DEDENDUM	Ded = 1.157/DP
Wk	WORKING DEPTH	Wk = 2/DP = Wd - C
C	CLEARANCE	C = Ded - Add
b	WIDTH	b แล้วแต่กำหนด
DP	DIAMETER PITCH	DP = π/Lb
Cd	CENTER DISTANCE	Cd = Pd + Add/2

5.4.2.2 การคำนวณเฟืองสะพานระบบเมตริก (โมดูล M)

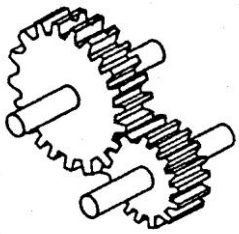
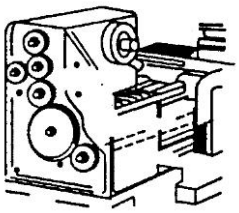
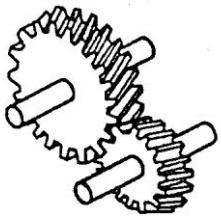
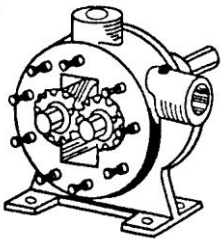
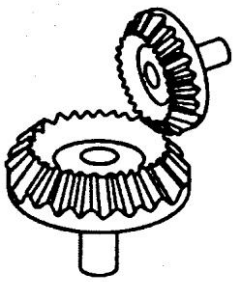
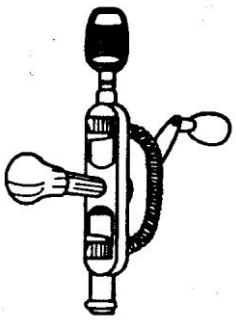


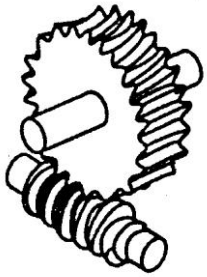
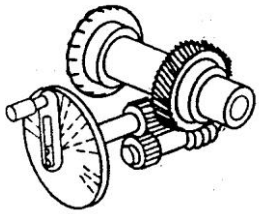
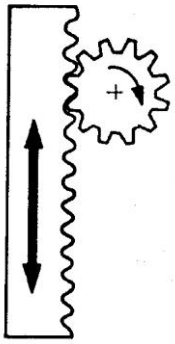
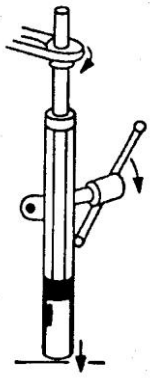
รูปที่ 5.24 แสดงส่วนต่างๆ ของเฟืองสะพานที่จะคำนวณแบบโมดูล (M)

ตัวย่อ	ชื่อเรียก	สูตรคำนวณเฟืองตรงแบบ DP
Tt	TICKNESS OF TOOTH	Tt = ½ Lp = ½ x Mπ
Lp	CIRCULAR PITCH	Lp = Mπ
Pl	PITCH LINE	Pl เส้นกึ่งกลางของฟัน
hz	WHOLE DEPTH	hz = hk + hf
hk	ADDENDUM	hk = M
hf	DEDENDUM	hf = 1.16M
hw	WORKING DEPTH	hw = hz - C
C	CLEARANCE	C = hf - hk
B	WIDTH	b 6 ถึง 10 x M
M	MODULE	M = Lp/π
Cd	CENTER DISTANCE	Cd = do + hk/2

5.5 ตัวอย่างการใช้งานเฟืองชนิดต่างๆ

ก่อนที่จะได้กล่าวถึงวัสดุในการผลิตเฟือง จะขอยกตัวอย่างการใช้งานของเฟืองที่นิยมใช้ในเครื่องมือ-เครื่องจักร และตัวอย่างการใช้งานจริง ตลอดจนข้อดี - ข้อเสีย โดยจำแนกได้ดังนี้

ชนิดเฟือง	ตัวอย่างการใช้งาน	ข้อดี	ข้อเสีย
◆ เฟืองตรง (Spur Gear) 	◆ หัวแท่นเครื่องกลึง 	◆ ผลิตได้ง่าย	◆ เสียงดังขณะใช้งาน
◆ เฟืองเฉียง (Helical Gear) 	◆ ปั๊มน้ำ 	◆ เกิดเสียงดังน้อยกว่าเฟืองตรง	◆ เกิดการด้านในแนวแกน ◆ การผลิตยากกว่าเฟืองตรง
◆ เฟืองดอกจอก (Bevel Gear) 	◆ สว่านมือ 	◆ ส่งกำลังเพลาที่ทำมุมต่อกันได้	◆ กรรมวิธีการผลิตที่ยุ่งยาก ◆ เกิดแรงต้านในแนวแกน

ชนิดเฟือง	ตัวอย่างการใช้งาน	ข้อดี	ข้อเสีย
♦ เฟืองหนอน (Worm Gear) 	♦ หัวแบ่งบนเครื่องกัด 	♦ ทดความเร็วรอบได้สูง (จากความเร็วรอบสูงไปต่ำ) ♦ สามารถส่งถ่ายแรงบิด (Torque) ได้สูง ♦ สามารถล็อคตั้งเองได้	♦ จะใช้ตัวเฟืองเป็นตัวต้นกำลังไม่ได้
♦ เฟืองสะพาน (Rack Gear) 	♦ สว่านตั้งโต๊ะ 	♦ เปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่จากการหมุนเป็นการเคลื่อนที่ เป็นเส้นตรง	

5.6 องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อการเลือกวัสดุทำเฟือง

เพื่อให้เฟืองชนิดต่าง ๆ ใช้งานอย่างได้ผลดีที่สุด จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้ออกแบบควรจะเลือกวัสดุให้เหมาะสมกับสภาวะของการใช้งาน และความปลอดภัย ในการออกแบบชุดเฟือง จะต้องคำนึงถึงราคา และองค์ประกอบสำคัญดังต่อไปนี้

1. ความแข็งแรงในการรับภาระของฟันเฟือง
2. ต้านทางต่อปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นบนวัสดุที่ใช้ทำเฟือง อันเกิดจากหมุนและลื่นไถล (Slide) บนฟันแต่ละฟัน
3. การหล่อลื่น

4. ชนิดของการรับภาระ รับแรงสม่ำเสมอ หมุนในทิศทางเดียว หมุนสองทิศทางหรือใช้กับงานที่รับแรงในลักษณะกระตุก
5. ระยะเวลาในการใช้งานแต่ละวัน
6. ความเร็วรอบที่ใช้งาน
7. อัตราทดเฟือง โดยสัมพันธ์กับความเร็วและการเข้าสัมผัสของฟันเฟืองแต่ละฟัน
8. ความสึกหรอของฟันเฟือง ซึ่งมีสาเหตุจาก
   - ♦ จำนวนครั้งของฟันเฟืองขับและตามที่สัมผัสกัน
   - ♦ วัสดุที่ใช้ทำเฟือง
   - ♦ ภายใต้สภาวะของการใช้งาน
9. ความเงียบของการส่งกำลังขับ
10. สภาพของการใช้งาน เช่น เมื่อเฟืองถูกยึดติดในปั๊ม
11. รูปร่างฟันเฟือง
12. ปัญหาของวัสดุในการชุบแข็ง

จะเห็นได้ว่า ในการออกแบบเฟืองนั้น เรามีข้อที่จะต้องพิจารณามากมาย ซึ่งในองค์ประกอบเหล่านี้ ข้อสำคัญที่สุดจะต้องคำนึงถึงก็คือ ความแข็งแรงของชุดเฟืองและคุณสมบัติในด้านเรื่องการทนต่อความสึกหรอ

วัสดุที่ใช้ทำเฟือง

5.6.1 เหล็กหล่อ (Cast Iron)

เป็นวัสดุที่มีราคาถูกใช้กันอย่างกว้างขวางในการนำมาผลิตเฟือง เป็นวัสดุสามารถหล่อรูปร่างต่างๆ และแปรรูปได้ง่ายใช้ผลิตเฟืองที่ส่งกำลังขับในงานที่ต้องการกำลังไม่มากนัก เฟืองขนาดใหญ่มักจะทำจากเหล็กหล่อสีเทา และเฟืองตัวเล็กที่เป็นตัวขับ และหมุนเร็วกว่าจะทำจากเหล็กหล่อผสม ซึ่งให้ความเค้นแรงดึงสูงกว่า และมีคุณสมบัติในการทนต่อการสึกหรอมากกว่า เหตุที่เฟืองมีความแข็งแรงมากกว่าเฟืองตัวใหญ่ ก็คือฟันของเฟืองตัวเล็ก จะเข้าขบมากกว่าและรับภาระมากกว่าเฟืองตัวใหญ่นั่นเอง

5.6.2 เหล็กกล้า

เหล็กกล้าที่นำมาใช้ในการผลิตเฟือง แบ่งออกเป็นกลุ่มใหญ่ ๆ 3 หัวข้อ คือ

ก. เหล็กกล้าที่ใช้กับภาระงานทั่ว ๆ ไป

ข. เหล็กกล้าที่ไม่สามารถชุบผิวแข็งได้

ค. เหล็กกล้าที่ใช้กับงานที่ต้องการชุบแข็ง คือ ให้ความร้อนแล้วทำให้เย็นตัวลงอย่างรวดเร็ว เพื่อเพิ่มความแข้งแรง และคุณภาพในการทนต่อการกัดร่อน โดยในเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ไม่สามารถทำ

การชุบแข็งได้ จึงไม่เหมาะสมกับงานที่มี ที่เกิดขึ้นบนผิวเฟืองสูง เป็นวัสดุที่มีความอ่อน เปลี่ยนแปลงรูปได้ง่ายและสึกหล่ออย่างรวดเร็ว

◆ เหล็กกล้าในกลุ่ม ก. การเลือกใช้ควรมีปริมาณของคาร์บอนอยู่ระหว่าง 0.4 ถึง 0.55% เหล็กกล้านี้เป็นวัสดุที่ทำเฟืองใช้กับงานในสภาวะที่ปกติ มีความเหนียว และทนต่อการสึกหรอ เหมาะสมสำหรับทำเฟืองใช้งานตรง เฟืองดอกจอกและเฟืองเฉียง

◆ เหล็กกล้าในกลุ่ม ข. เป็นกลุ่มของเหล็กที่สามารถนำมาทำการชุบแข็งได้เหล็กกลุ่มนี้จะมีธาตุต่าง ๆ ผสมอยู่ด้วย คือ นิเกิล โครเมียม โมลิบดินั่ม ซึ่งเหล็กในกลุ่มนี้สามารถชุบผิวแข็งได้ โดยเราต้องพิจารณาถึงการรับภาระของแกนเฟือง การชุบแข็ง จะทำให้ผิวของฟันเฟืองน้อยลง ทำให้อายุการใช้งานเพิ่มขึ้น

◆ เหล็กกล้าในกลุ่ม ค. เป็นเหล็กคาร์บอนปานกลาง สามารถชุบแข็งได้ด้วยอากาศ น้ำมัน หรือน้ำ การเลือกเหล็กกล้าเหล่านี้ บ่อยครั้งเรามักโอนเอียงไปในทางเหล็กเกรดที่ชุบผิวแข็ง ซึ่งให้ความด้านทานต่อแรงกระแทกได้สูง และมีความเค้นแรงดึงสูง

5.6.3 วัสดุที่เป็นอโลหะ

ซึ่งวัสดุที่เป็นอโลหะที่นำมาทำการผลิตเฟือง ได้แก่

ก. กระดาษ

ข. ลินินอัด

ค. พลาสติก

ง. ยาง

โดยที่วัสดุโลหะเหล่านี้ บ่อยครั้งจะถูกเลือกใช้ทำเฟืองแทนเหล็กหล่อหรือเหล็กกล้าทั้งนี้เพราะให้การหมุนขับที่เงียบ ในการออกแบบเฟืองที่จริงแล้วจะขึ้นอยู่กับขนาด และการเลือกใช้วัสดุ เฟืองที่ใช้กับอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า หรือของเล่นที่มีลักษณะการรับภาระไม่มาก ส่วนใหญ่จะทำจากพลาสติก ทั้งนี้เพราะราคาไม่แพง ขึ้นรูปง่าย น้ำหนักเบา และเสียงเงียบในการส่งกำลังแต่มีข้อเสียที่ว่าเกิดการสึกหรอได้ง่าย และรับภาระได้น้อย

5.6.4 วิธีการที่ใช้ในการผลิตเฟือง

ในการผลิตเฟืองเพื่อการค้า สามารถจำแนกได้ดังนี้

4.1 การหล่อ

◆แบบหล่อด้วยทรายหล่อ (Die Casting)

4.2 ปั๊มขึ้นรูป (Stemping)

4.3 แปรรูปด้วยเครื่องจักร

- ขบวนการขึ้นรูปฟันเฟืองด้วยเครื่องกัด
- ขบวนการขึ้นรูปฟันเฟืองด้วยเครื่องแทงขึ้นรูป
- ขบวนการขึ้นรูปฟันเฟืองด้วยเครื่องไส

4.4 กรรมวิธีการลอกแบบ (Template Process)

4.5 กรรมวิธีการใช้ชุดมีดกันเฟือง

- ชุดมีดตัดบนเครื่องไส
- ฮอบ (Hob)
- หัวกัดแบบโรตารี่

4.6 กรรมวิธีอัดโลหะผง (Sinter Materials)

4.7 กรรมวิธีการอัด (Extrudong)

4.8 รีดขึ้นรูป (Rolling)

4.9 กรรมวิธีเจียระไน

4.10 ฉีดด้วยโมลด์พลาสติก

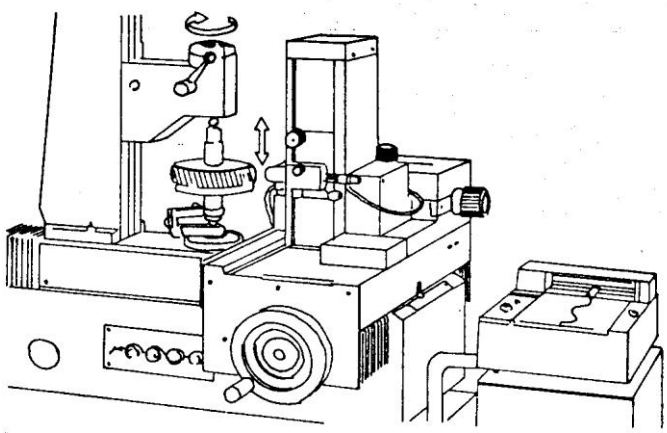
5.7 การซ่อมแซม และการบำรุงรักษาเฟือง

5.7.1 การตรวจสอบฟันเฟือง

อันเนื่องมาจากเฟืองเป็นชิ้นส่วนเครื่องจักรกลที่มีความซับซ้อนทางเทคนิค เฟืองจะทำหน้าที่ได้สมบูรณ์ก็ต่อเมื่อ ได้มีการดำเนินการผลิตเฟืองที่พิกัดกำหนด มิเช่นนั้นแล้วจะทำให้เกิดการสึกหรอกับเฟือง เกิดเสียงดัง โดยในการตรวจสอบเฟืองสามารถกระทำได้ดังนี้

5.7.1.1 การตรวจสอบรูปร่างฟันเฟือง

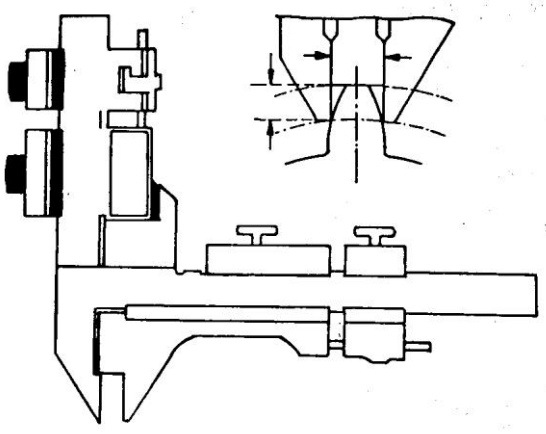
รูปร่างของฟันเฟือง จะถูกวัดด้วยอุปกรณ์ลอกแบบหรืออุปกรณ์ฉายโปรไฟล์ (Profile Projector) (ดังรูปที่ 7.25) โดยที่รูปร่างของฟันเฟืองจะถูกส่งสัญญาณผ่านหัวสัมผัส เพื่อนำไปแปลงเป็นคลื่นแม่เหล็กทางไฟฟ้า แล้วเขียนเป็นรูปร่างลงบนแผ่นกระดาษ โดยที่การสามารถขยายได้ 1,000 เท่า และสามารถวัดระยะพิตช์ของเฟืองได้อีกด้วย



รูปที่ 5.25 แสดงอุปกรณ์ตรวจสอบรูปร่างฟันเฟือง

5.7.1.2 การวัดความหนาของฟันเฟือง

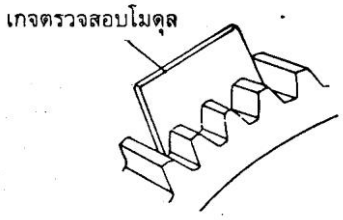
ในการวัดความหนาของฟันเฟือง สามารถที่จะวัดความหนาของฟันเฟืองได้ (ดังรูปที่ 7.26) ด้วยเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์วัดความหนา



รูป 5.26 แสดงเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์วัดความหนาฟังเฟือง

5.7.1.3 การตรวจสอบระบบเฟือง

ในการตรวจสอบระบบของเฟืองสามารถกระทำได้โดยการใช้แผ่นเกจในการตรวจสอบให้ตรงกับระบบของเฟืองที่ทำการผลิตมา เช่น เป็นระบบโมดูล หรือระบบดีพี เพื่อใช้ในการตรวดสอบขนาดสัดส่วนต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง ดังรูป

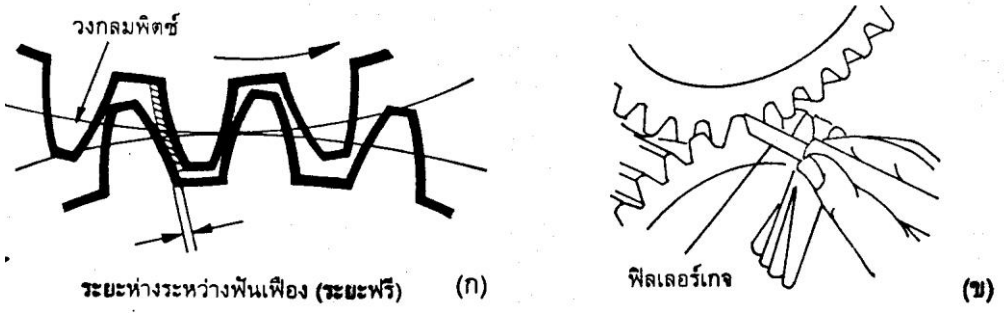


รูปที่ 5.27 แสดงการตรวจสอบระบบเฟืองด้วยเกจ

7.7.1.4 การตรวจสอบระยะฟรีของฟังเฟือง

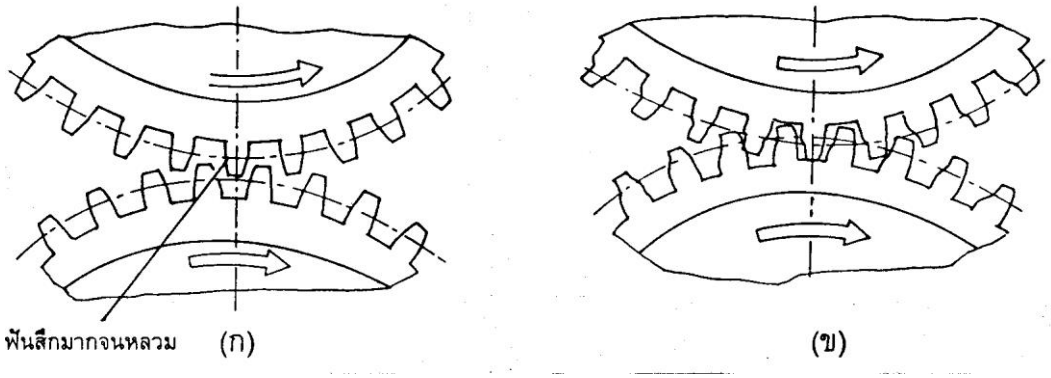
ในการขบกันของเฟืองสองตัวจะต้องทำให้เกิดช่องว่างระหว่างช่างฟันเฟือง เพื่อไม่ให้เสียดสีกัน และจะเกิดความร้อนที่สูงดังแสดงในรูป 7.28 (ก)

ดังนั้น ในการตรวจสอบระบบฟรีของฟันเฟือง สามารถกระทำได้โดยการใช้ฟิลเลอร์เกจในการตรวจสอบ โดยฟิลเลอร์เกจจะมีลักษณะเป็นแผ่นบาง ๆ ขนาดความหนาจะเท่ากับระยะฟรีของฟังเฟืองด้วย ดังรูปที่ 5.28 (ข)



รูป 5.28 แสดง (ก) การขบกันของฟันเฟืองสองตัว
(ข) ฟิลเลอร์เกจตรวจสอบช่องว่าง

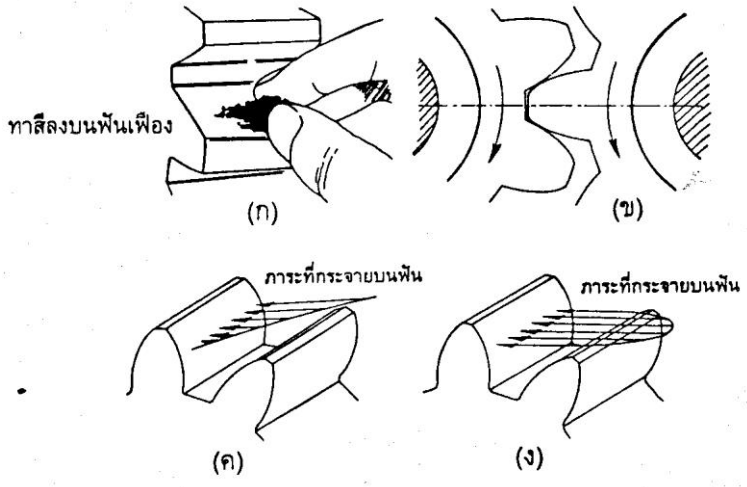
ซึ่งในการที่เฟืองสองตัวขบกันแล้วต้องมีระยะฟรีนั้น ความสำคัญในระยะฟรีในกรณีที่มีมากเกินไปก็จะทำให้เกิดเสียงดังในขณะที่ทำงานและยังเป็นสาเหตุให้ฟันสึกหรอเร็วอีกด้วย (ดังรูปที่ 7.29 (ก)) และในกรณีที่มีระยะฟรีน้อยเกิดไป ก็จะเกิดแรงเสียดทานที่สูงขึ้น และถ้าฟันเฟืองลึกมากในขณะขบกันก็จะทำให้เฟืองไม่หมุนได้ ดังรูปที่ 5.29 (ข)



รูปที่ 5.29 แสดงระยะฟรีของฟันเฟือง

5.7.1.5 การตรวจสอบการขบของฟันเฟือง

ในการตรวจสอบระบบของฟันเฟือง สามารถทำให้ทราบว่าเฟืองได้มีการติดตั้งให้ฟันสัมผัสกันเต็มตลอดหน้ากว้างของด้านข้างฟันหรือไม่ รายละเอียดแสดงในรูป



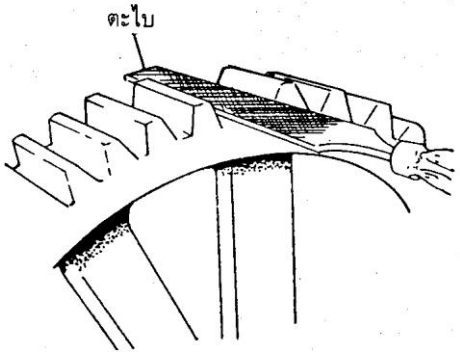
รูปที่ 5.30 แสดงขั้นต้อนการตรวจสอบการขบของฟันเฟือง

โดยการตรวจสอบ สามารถกระทำได้โดยใช้สีทาลงบนเฟือง (ดังรูปที่ 5.30 (ก)) และการหมุนฟันเฟืองคู่กันไปขบ (ดังรูปที่ 7.30 (ข)) โดยกระทำอย่างช้า ๆ หน้าสัมผัสฟันเฟืองจะขบกันและเกิดรอยขึ้น หากรอยสัมผัสที่เกิดขึ้นไม่สม่ำเสมอ (ดังรูปที่ 5.30 (ค)) แสดงว่าการเบียดกันมากเกินไปของฟันเฟือง ซึ่งอาจมาจาก

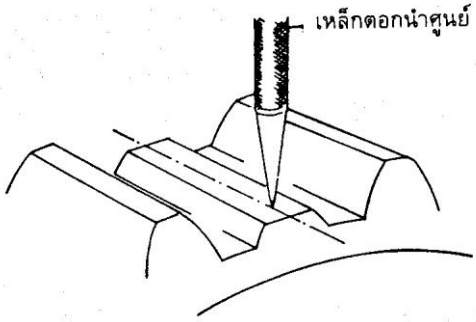
สาเหตุที่เฟืองขบไม่ขนานกัน (เยื้องกัน) และสามารถทำการปรับแก้แล้วทำการทดสอบใหม่ให้ได้รอยที่สัมผัสดังรูปที่ 5.30 (ง)

5.7.2 การซ่อมแซมฟันเฟือง

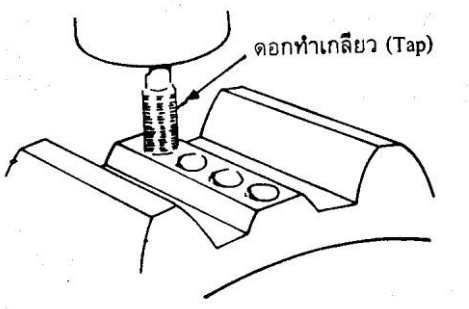
ในการซ่อมฟันเฟืองที่มีขนาดใหญ่ สามารถกระทำได้โดยการซ่อมขณะอยู่บนเครื่องจักร โดยไม่ต้องถอดออกมาจากเครื่องจักร แล้วล็อคเฟืองตัวขบคู่กันเอาไว้ จากนั้นก็หาผ้าคลุมส่วนต่าง ๆ ไม่เกี่ยวข้องเพื่อป้องกันเศษโลหะจากการตะไบเข้าไปได้ จากนั้นทำตามขั้นตอนดังนี้



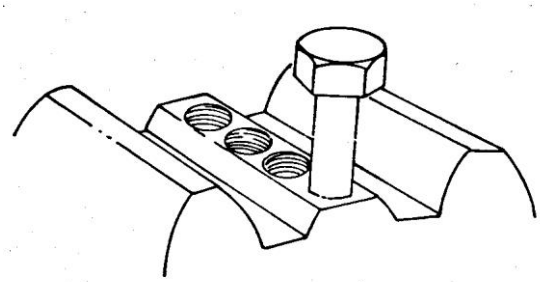
☞ ตะไบส่วนที่หักของฟันเฟืองจนเรียบ



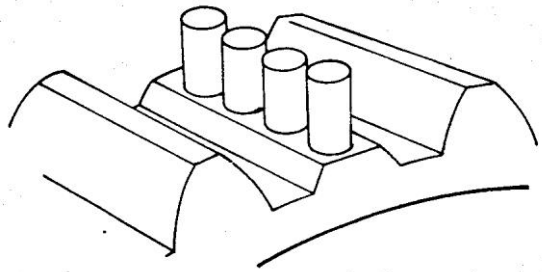
☞ ร่างแบบ เพื่อหาระยะที่จะทำการเจาะรูใส่สลักที่จะทำการเสริมฟันเฟือง



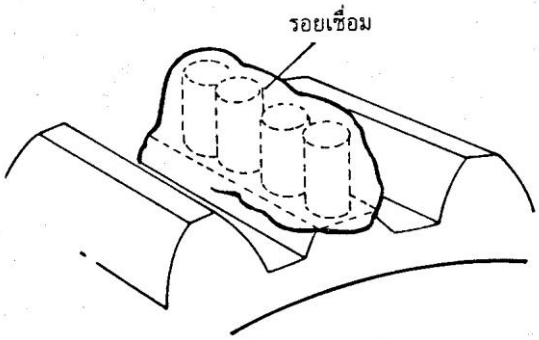
☞เจาะรูทำเกลียวตามที่ร่างแบบไว้



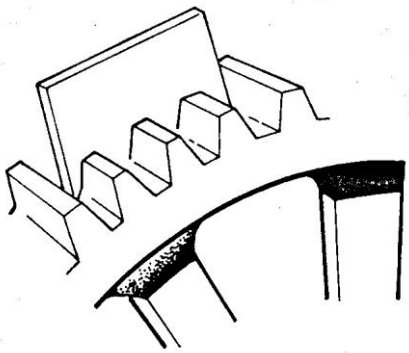
☞ขันสลักเกลียวลงไป เพื่อจะตัดให้ตามความสูง



☞ตัดสลักเกลียวให้ได้ความสูงใกล้เคียงกับฟันเฟืองเดิม



☞ทำการเชื่อมฟอกคลุมรอบสลักเกลียวและทำการตกแต่ง

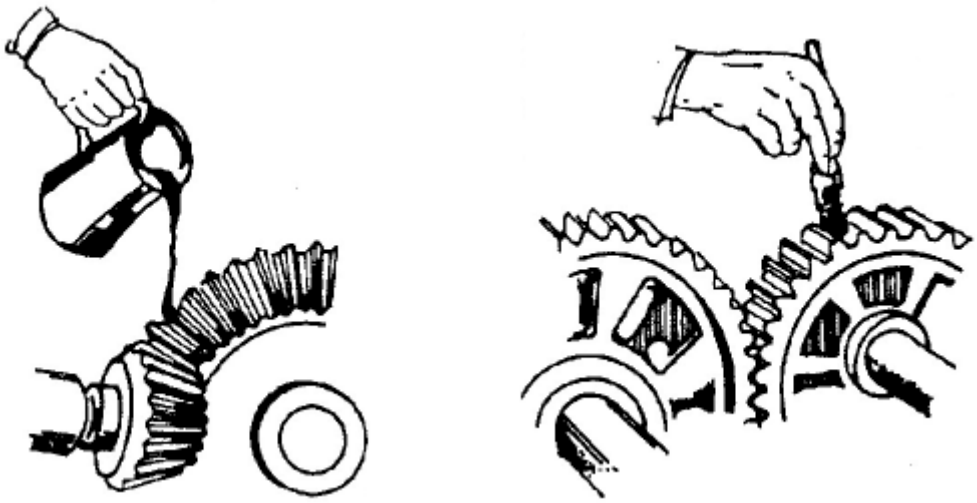


☞โดยในขณะตกแต่ง อาจใช้เกจในการวัดขนาดฟันเฟืองด้วย

5.7.3 การบำรุงรักษาเฟือง

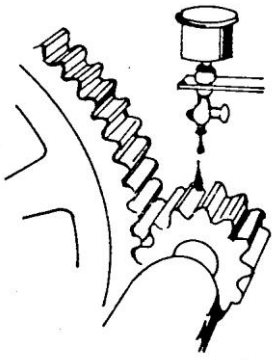
ในการบำรุงรักษาเฟืองสิ่งสำคัญที่จะทำให้เฟืองมีอายุการใช้งานที่ยาวนาน คือ การหล่อลื่นดังนั้น ในการบำรุงรักษาเฟืองจะอธิบายถึงการหล่อลื่นฟันเฟืองชนิดต่าง ๆ

5.7.3.1 การหล่อลื่นด้วยมือ คือ การทาหรือชโลมน้ำมันลงไป เหมาะกับงานที่มีความเร็วรอบต่ำ เช่น ลูกกลิ้งบดปลาหมึก เป็นต้น ดังรูป



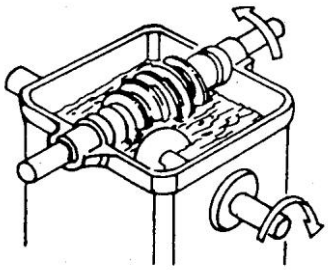
รูปที่ 7.31 แสดงการหล่อลื่นด้วยมือ

5.6.3.2 การหล่อลื่นแบบหยด เหมาะสำหรับชุดเฟืองที่มีความเร็วรอบต่ำ เช่น เครื่องเลื่อยไฟฟ้า เป็นต้น ดังรูป



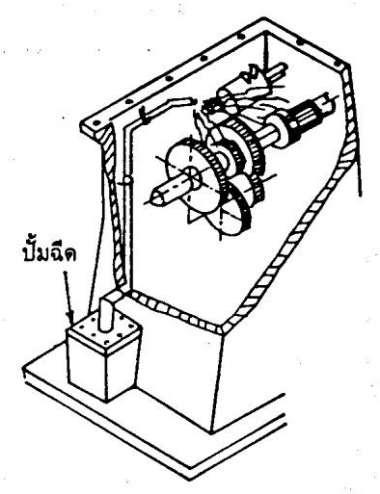
รูปที่ 5.32 แสดงการหล่อลื่นแบบหยด

5.7.3.3 การหล่อลื่นแบบจุ่มหรือแบบวิดสาด เป็นการหล่อลื่นที่เฟืองทั้งหมดแช่อยู่ในน้ำมัน เหมาะสำหรับชุดเฟืองส่งกำลังขนาดเล็ก และความเร็วรอบปานกลาง-สูง เช่น หัวเครื่องกลึง ดังรูป



รูปที่ 7.33 แสดงการหล่อลื่นแบบจุ่มหรือวิดสาด

5.7.3.4 การหล่อลื่นแบบปั๊มฉีด เหมาะสำหรับชุดเฟืองส่งกำลังขนาดใหญ่ มีความสูงที่ต่างระดับกัน และความเร็วรอบที่สูง ๆ โดยจะมีปั๊มทำหน้าที่ดูดน้ำมัน หมุนเวียนในการหล่อลื่น ดังรูป



รูปที่ 5.34 แสดงการหล่อลื่นแบบปั๊มฉีด

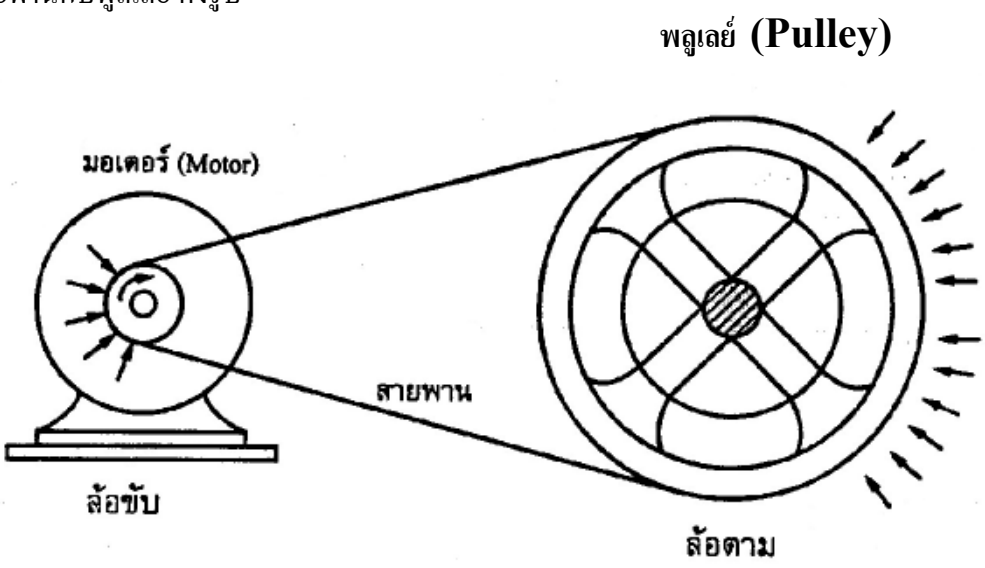
หน่วยการเรียนรู้ที่ 6
สายพานและพูลเลย์
(BELT AND PULLEY)

สาระสำคัญ

สายพาน เป็นชิ้นส่วนของเครื่องจักรกลประเภท ฉุด ดึง ตลอดจนทำหน้าที่ส่งถ่ายโมเมนต์หมุนและส่งการเคลื่อนที่ระหว่างเพลาตั้งแต่ 2 เพลาขึ้นไป ด้วยความเร็วรอบสูงต่ำได้ตามความต้องการและมีระยะห่างกันมากได้ โดยใช้พูลเลย์เป็นตัวช่วยในการติดตั้งสายพาน จึงจำเป็นต้องมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสายพานและพูลเลย์ เพื่อให้สามารถนำความรู้ความเข้าใจไปใช้ในการออกแบบ ผลิต ตลอดจนการซ่อมบำรุงด้านเครื่องจักรกลได้

6.1 การส่งกำลังด้วยสายพาน

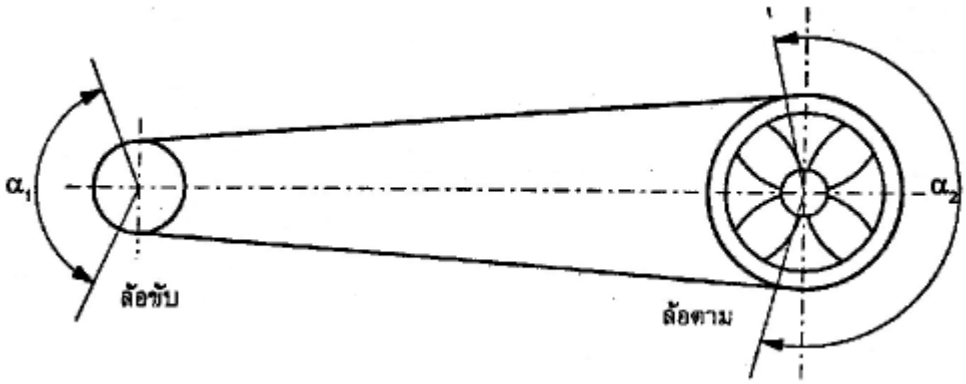
การส่งกำลังด้วยสายพาน จะเป็นการส่งถ่ายโมเมนต์ ให้หมุนไปด้วยความเสียดทาน (Friction) ระหว่างสายพานกับพูลเลย์ ดังรูป



รูปที่ 6.1 แสดงการส่งด้วยกำลังสายพาน

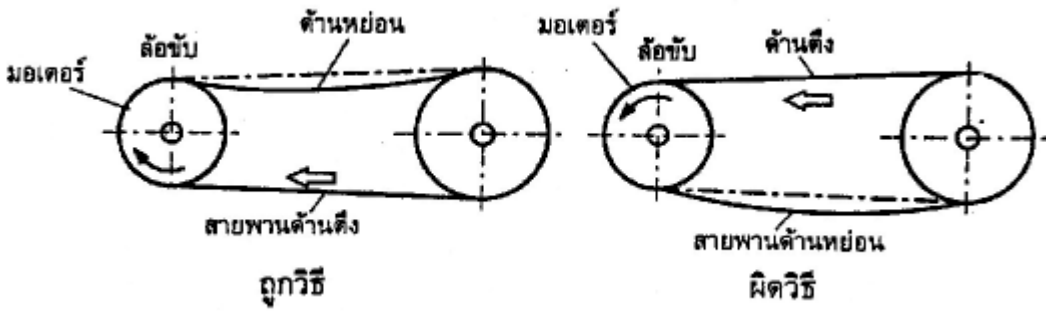
แรงบิดจะถูกส่งผ่านไปจากล้อขับ สู่ล้อตามด้วยความเสียดทาน ดังนั้น ความดึง (Tension) ของสายพาน จึงมีความจำเป็นในการสร้างความฝืด หากไม่เป็นดังกล่าวแล้ว จะไม่เกิดการส่งถ่ายแรงบิดได้เลย

และเหตุผลอีกประการหนึ่งที่จะทำให้เกิดการลื่นขณะส่งกำลัง ก็คือ มุมโอบ (Wrapping Angle) ซึ่งเป็นมุมพื้นที่ผิวสัมผัส (α) ดังรูป



รูปที่ 6.2 แสดงมุมโอบ

โดยที่มุม@1 น้อยกว่า @2 และพื้นที่สัมผัสที่ล้อขับจะต้องน้อยกว่าพื้นที่สัมผัสที่ล้อตาม ดังนั้นถ้าล้อสายพานที่มุมโอบมาก ก็จะทำให้การส่งถ่ายกำลังเป็นไปได้ด้วยดี สาเหตุอีกอย่างหนึ่งที่ทำให้เกิดการลื่นในขณะส่งกำลังก็คือ ทิศทางการหมุนของมอเตอร์ไม่สัมพันธ์กับการดึง และหย่อนของสายพาน ซึ่งการด้านตึง (Tight Side) และด้านหย่อน (Slag Side) อยู่ผิดตำแหน่งก็จะทำให้ลื่นได้ ดังรูป

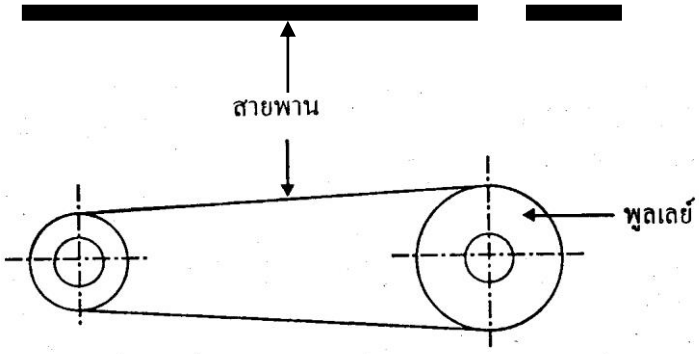


รูปที่ 6.3 แสดงทิศทางการเคลื่อนที่ของมอเตอร์

6.2 ชนิดของสายพาน

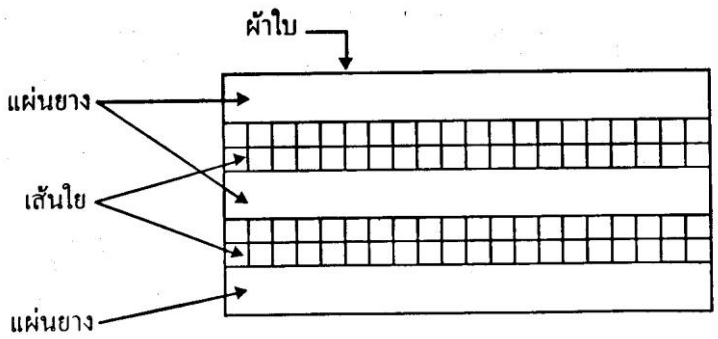
สายพานและพูลเลย์ที่ใช้งานกับเครื่องจักรกลทั่วไปมีหลายชนิดขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งานโดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

6.2.1 สายพานแบน (FLAT BELT) ใช้สำหรับถ่ายทอดกำลังระหว่างเพลาล้อผิวเกลี้ยงได้ระหว่าง 0.1 กิโลวัตต์ ถึง 4,000 กิโลวัตต์ ความเร็วรอบของล้อได้สูงถึง 200,000 รอบต่อนาทีและความเร็วแล่นของสายพานได้ถึง 100 เมตรต่อนาที โครงสร้างของสายพานแบบที่ใช้กันทั่วไปมี 3 แบบ คือ แบบหุ้มตัว แบบชั้น และแบบหล่อ



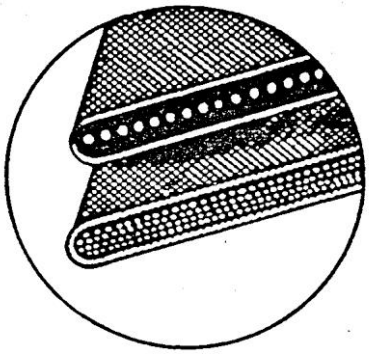
รูปที่ 6.4 ลักษณะของสายพาน

6.2.1.1 สายพานแบบหุ้มตัว (FOLD EDGE) ใช้เส้นใยทอเป็นแถบห่อแผ่นยางสลับกัน โดยใช้กาวยึดติด สายพานแบบนี้เมื่อใช้งานต้องต่อปลายทั้ง 2 ข้างเข้าด้วยกัน ตัวสายพานถูกห่อไว้โดยรอบตัวเพื่อป้องกันความเปลี่ยนแปลงของความชื้นในอากาศ และอุณหภูมิแวดล้อม และช่วยลดความสึกหรอเนื่องจากการเสียดสีระหว่างสายพานกับผิวล้อพูลเลย์



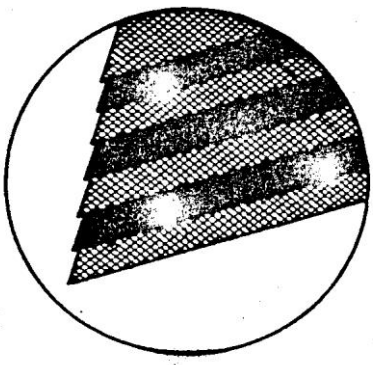
รูปที่ 6.5 โครงสร้างของสายพานแบบหุ้มตัว

6.2.1.2 สายพานแบบชั้น (CORD) เป็นสายพานที่นำเส้นเชือกที่มีขนาดต่างกันแต่ละขนาดขดเป็นวงเรียงกันและยึดติดกันและต่อติดกันด้วยยาง แล้วนำแต่ละวงมาผนึกติดกันเป็นชั้นๆ ด้วยกาวยาง สายพานแบบนี้สร้างเป็นวงสำเร็จรูปไม่มีรอยต่อ จะมีขนาดความยาวระบุจากวงกลมเล็กและกับล้อขึงสายพานดังรูป



รูปที่ 6.6 ลักษณะโครงสร้างของสายพานแบบชั้น

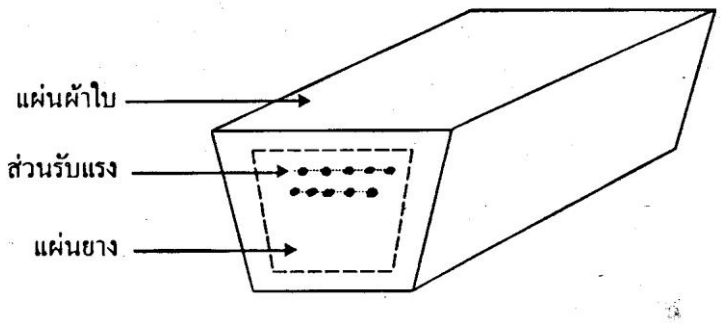
6.2.1.3 สายพานแบบหล่อ (ROW EDGE) เป็นสายพานที่วิวัฒนาการของกรรมวิธีการผลิตยางสำเร็จรูปเส้นเชือกแต่ละขนาดถูกนำมาทอเป็นแถบและเป็นวงวางซ้อนสลับกับยางโดยไม่มีรอยต่อ แล้วนำมาหล่อติดกันเป็นชั้นเดียวโดยการใช้ความร้อน สายพานแบบหล่อนี้จะโค้งตัวได้ดีเหมาะสำหรับใช้กับพูลเลย์ล้อเล็กๆ ได้ และสามารถรับแรงดึงได้สูงเหมาะสำหรับงานหนักโครงสร้างมีลักษณะ ดังรูป



รูปที่ 6.7 ลักษณะโครงสร้างของสายพานแบบหล่อ

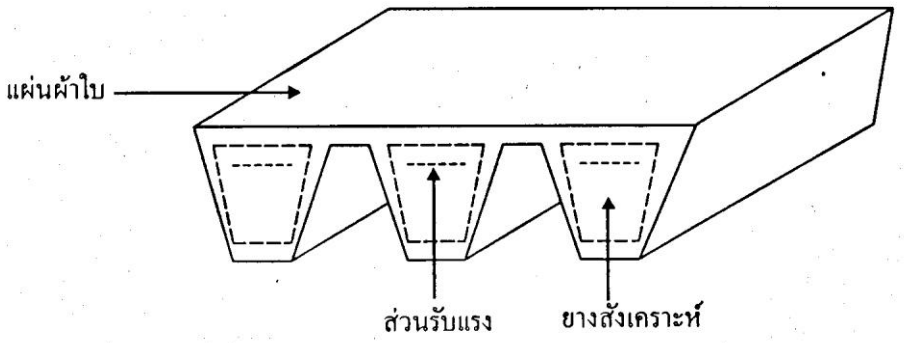
6.2.2 สายพานลิ่ม(V-BELT) สายพานลิ่มมีลักษณะคล้ายกับสายพานแบน คือ ใช้เส้นใยธรรมชาติและเส้นใยสังเคราะห์วงเป็นแกนแรง และห่อหุ้มด้วยยางหรือวัสดุเดียวกับแกน สายพานลิ่มมีรูปหน้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมู ด้านข้างทั้งสองเอียงสอบเข้าหากันทำมุม 38 ถึง 44 องศา สายพานลิ่มส่งถ่ายกำลังด้วยพูลเลย์ผิวเกลี้ยงเป็นร่อง สายพานลิ่มยังแบ่งชนิดออกไปตามลักษณะการใช้งานดังนี้

6.2.2.1 สายพานลิ่มปกติ เป็นสายพานที่ใช้งานกันโดยทั่วไปกับเครื่องจักรกลธรรมดาที่ใช้ความเร็วรอบไม่มากนัก ทำด้วยแผ่นยางสลับกับผ้าใบเป็นชั้นๆ สายพานแบบนี้มีลักษณะดังรูป



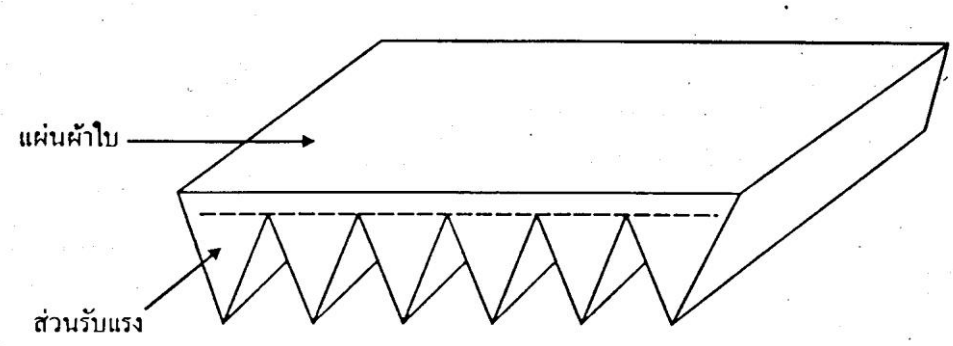
รูปที่ 6.8 ลักษณะโครงสร้างของสายพานปกติ

8.2.2.2 สายพานลิ่มร่วม เป็นสายพานที่สร้างลิ่มหลายลิ่มมารวมกันในเส้นเดียวปัจจุบันนิยมใช้มาก สายพานแบบนี้จะมีแผ่นปิดยางสังเคราะห์ จึงเหมาะสมกับงานที่มีงานที่ถ่ายโมเมนต์ที่ไม่สม่ำเสมอ และระยะห่างระหว่างแกนเพลามากๆ สายพานแบบนี้มีลักษณะดังรูป



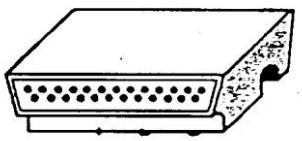
รูปที่ 6.9 ลักษณะโครงสร้างสายพานแบบลิ่มร่วม

6.2.2.3 สายพานลิ่มแหลม เป็นสายพานลิ่มเช่นกันแต่ลิ่มจะแหลม สามารถกระจายแรงตามแนวรัศมีไปยังแผ่นปิดด้านบนสายพานอย่างสม่ำเสมอตลอดหน้ากว้าง จึงเหมาะใช้กับแกนเพลาที่มีระยะห่างมาก ๆ และรับแรงสูง สายพานแบบนี้มีลักษณะ ดังรูป



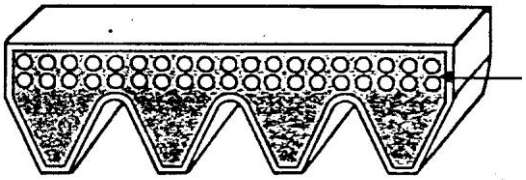
รูปที่ 6.10 ลักษณะโครงสร้างของสายพานลิ่มแบบแหลม

6.2.2.4 สายพานลิ่มหน้ากว้าง เป็นสายพานรูปร่างพิเศษที่ใช้สำหรับการส่งกำลังที่มีการปรับความเร็วรอบตามความต้องการ สายพานชนิดนี้มีลักษณะโครงสร้าง ดังรูป



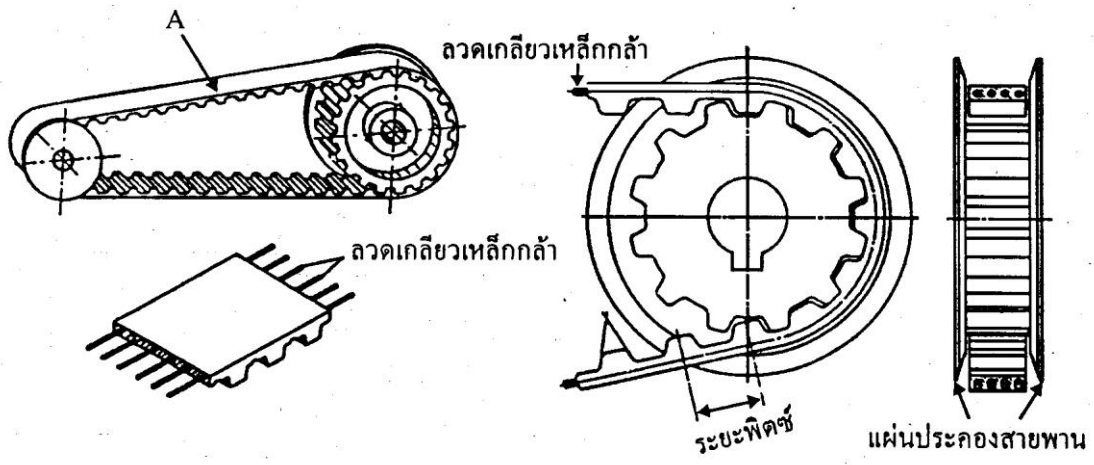
รูปที่ 6.11 ลักษณะโครงสร้างของสายพานหน้าลิ่มกว้าง

6.2.2.5 สายพานลิ่มหลายรูปพรรณ เป็นสายพานที่ผิวชั้นบนเป็นพลาสติกหุ้มอยู่โดยรอบทำหน้าที่เป็นผิวรับแรงดึงส่วนเนื้อสายพานร่องลิ่มเป็นลิ่มสายพานที่เรียงต่อกันที่สวมสัมผัสผิวร่องล้อพูลเลย์ได้แนบสนิทพอดี ซึ่งทำให้แรงตามแนวรัศมีถูกถ่ายเทไปยังด้านบนสายพานเหมาะกับงานที่มีอัตราทดสูงมาก ๆ และส่งกำลังได้ถึง 600 กิโลวัตต์ สายพานชนิดนี้มีลักษณะโครงสร้างดังรูป



รูปที่ 6.12 ลักษณะโครงสร้างของสายพานลิ่มรูปพรรณ

6.2.3 สายพานฟันเฟือง (TOOTH BELT) เป็นสายพานที่แกนรับแรงทำด้วยลวดเหล็กกล้า หรือทำด้วยลวดไฟเบอร์ฝังอยู่ในยางเทียม ซี่ฟันของสายพานทำด้วยยางเทียมแต่มีสูตรผสมพิเศษเพื่อให้คงรูปพอดีกับล้อพูลเลย์ ผิวภายนอกซึ่งสัมผัสกับผิวของล้อ ซี่ฟันจะหุ้มด้วยเส้นใยไนลอนเพื่อลดความสึกหรอ สายพานชนิดนี้สามารถงอตัวได้ดีใช้กับพูลเลย์ล้อเล็ก ๆ ที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 16 มิลลิเมตรได้ และมีระยะห่างระหว่างศูนย์กลางของเพลาชิดมากได้ ต้องการผิวสัมผัสบนล้อเพียง 6 ฟันก็เพียงพอ ความเร็วแล่นของสายพานระหว่าง 0.5 ถึง 80 เมตรต่อวินาที ส่งกำลังได้ถึง 450 กิโลวัตต์ ความตึงของสายพานแบบนี้ไม่ต้องให้ตึงเหมือนสานพานแบบลิ่มเนื่องจากมีฟันบนผิวล้อ โครงสร้างของสายพานชนิดนี้มีลักษณะ ดังรูป

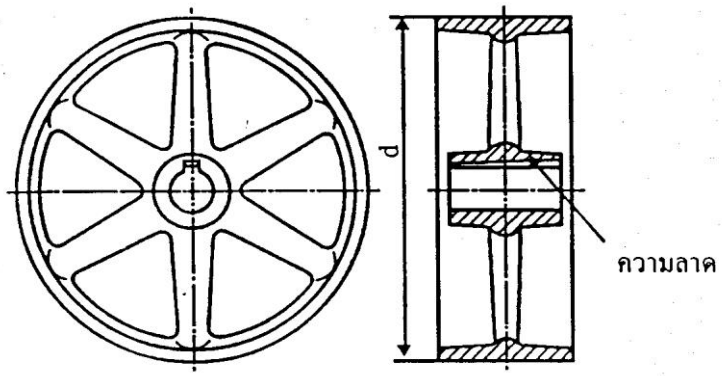


รูปที่ 6.13 ลักษณะโครงสร้างของสายพานฟันเฟือง

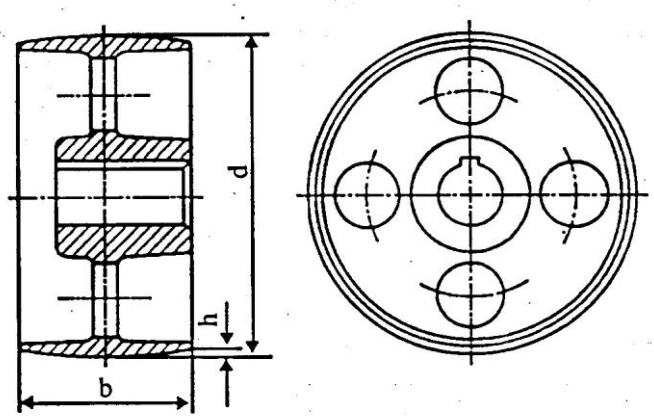
6.3 ชนิดของพูลเลย์

พูลเลย์เป็นชิ้นส่วนเครื่องจักรกลที่ใช้งานรวมกับสายพาน ลักษณะรูปร่างของพูลเลย์ที่ใช้ก็จะขึ้นกับลักษณะของสายพานชนิดนั้น ๆ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

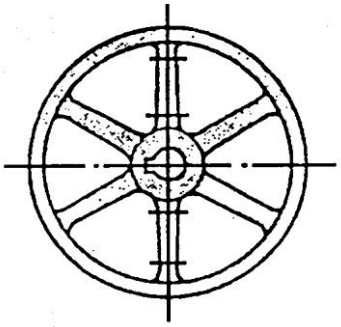
6.3.1 พูลเลย์สายพานแบน เป็นพูลเลย์ที่ใช้คู่กับสายพานแบนทำจากเหล็กกล้า โลหะเบา พลาสติก หรือไม้ บนผิวล้อที่สัมผัสกับสายพานจะต้องลื่นมิเช่นนั้นจะทำให้สายพานสึกหรอเร็วมาก โดยให้มีความหยาบของผิวอยู่ระหว่าง 4 ถึง 10 μm พูลเลย์สายพานแบนยังแบ่งออกเป็นแบบต่าง ได้แก่ พูลเลย์แบบรูปทรงกระบอก พูลเลย์แบบรูปผิวโค้งและพูลเลย์แบบถอดแยกเป็น 2 ชิ้นได้ ดังรูป



รูปที่ 6.14 ลักษณะโครงสร้างของพูลเลย์สายพานแบนรูปทรงกระบอก

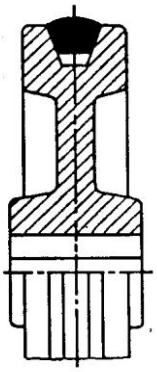


รูปที่ 6.15 ลักษณะโครงสร้างของพูลเลย์สายพานแบนรูปผิวโค้ง

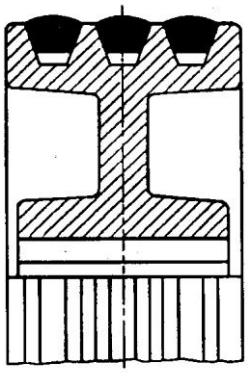


รูปที่ 6.16 ลักษณะโครงสร้างของพูลเลย์สายพานแบนแบบถอดแยก 2 ชิ้นได้

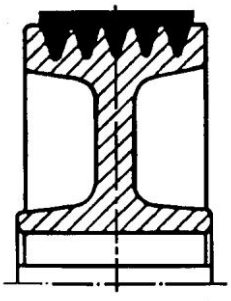
6.3.2 พูลเลย์สายพานลิ่ม ตามมาตรของ DIN 2217 พูลเลย์สายพานลิ่มจะแบบร่องเดียวหรือหลายร่อง มุมรวมของร่องล้อพูลเลย์สายพานลิ่มเท่ากับ 32 องศา 34 ลิปดา และ 38 องศา โดยล้อพูลเลย์ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโตกว่า จะมีมุมร่องล้อพูลเลย์ที่โตกว่า ร่องล้อพูลเลย์จะมีการผลิตให้สายพานที่สวมประกอบแล้วไม่เลยพ้นจากขอบร่องล้อ และจะต้องไม่จมอยู่ในร่องล้อไม่เช่นนั้นสายพานจะสูญเสียปฏิกิริยาแรงลิ่มขับ ลักษณะของพูลเลย์สายพานลิ่มมีลักษณะ ดังรูป



รูปที่ 6.17 ลักษณะพูลเลย์สายพานลิ่มแบบปกติ

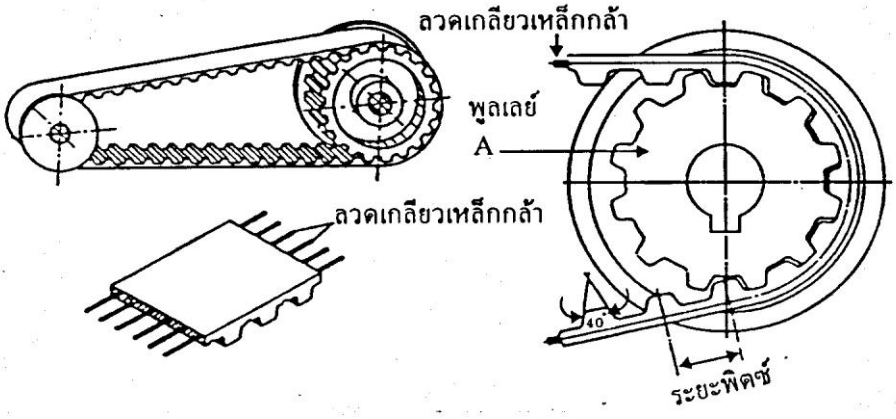


รูปที่ 6.18 ลักษณะพูลเลย์สายพานลิ่มแบบรวม



รูปที่ 6.19 ลักษณะพูลเลย์สายพานลิ่มแบบแหลม

6.3.3 พูลเลย์สายพานฟันเฟือง พูลเลย์แบบนี้มีลักษณะคล้ายกับเฟืองตรงมีฟันเฟืองสำหรับเป็นตัวสัมผัสกับสายพานเพื่อใช้ในการส่งกำลัง ระยะพิตช์ฟันเฟืองของพูลเลย์ กับระยะพิตช์ของสายพานจะต้องเท่ากันจึงสามารถใช้งานร่วมกันได้ พูลเลย์สายพานฟันเฟืองมีลักษณะโครงสร้างดังรูป

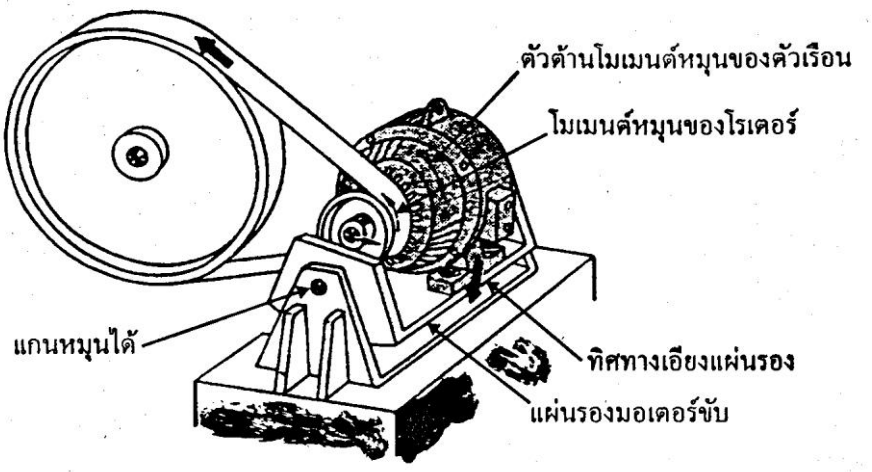


รูปที่ 6.20 ลักษณะของพูลเลย์สายพานฟันเฟือง

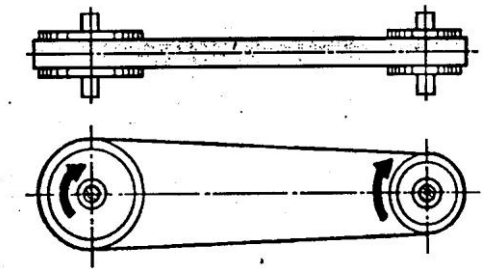
6.4 หน้าที่การใช้งานของสายพาน

สายพานแต่ละชนิดมีหน้าที่การใช้งานเหมือนกัน คือ ส่งกำลังจากเพลาตัวหนึ่งไปยังเพลาอีกตัวหนึ่งด้วยความเร็วตามที่กำหนด แต่ลักษณะการส่งกำลังของสายพานแต่ละชนิดจะแตกต่างกันตามลักษณะการใช้งานและความสามารถของสายพานนั้น ๆ สายพานแต่ละชนิดมีหน้าที่การใช้งานในลักษณะดังต่อไปนี้

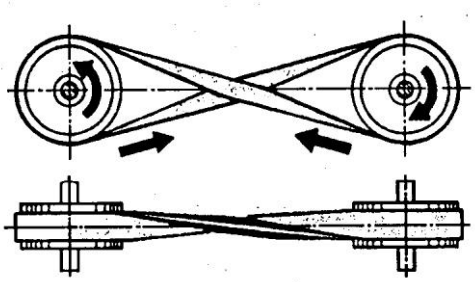
6.4.1 หน้าที่การใช้งานของสายพานแบน สายพานจะได้รับกำลังขับมาจากมอเตอร์ผ่านพูลเลย์ และส่งกำลังไปยังพูลเลย์ตัวต่อไป เช่น ใช้กับเครื่องสีข้าว สายพานแบนมีลักษณะการใช้งานในรูปแบบต่าง ๆ กันดังรูป



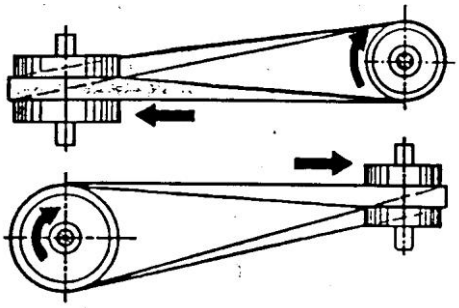
รูปที่ 6.21 ลักษณะการใช้งานของสายพานแบน



รูปที่ 6.22 ลักษณะการใช้งานของสายพานแบนแบบเปิด

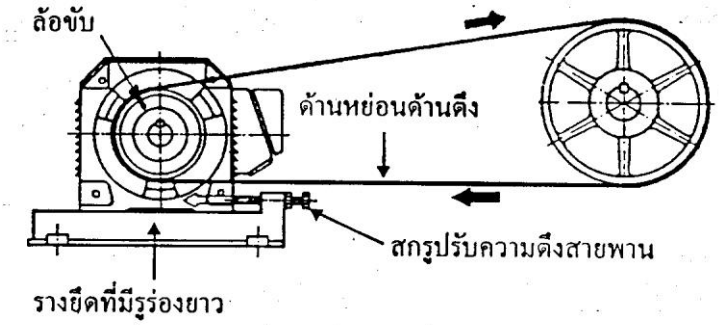


รูปที่ 6.23 ลักษณะการใช้งานของสายพานแบนแบบไขว้

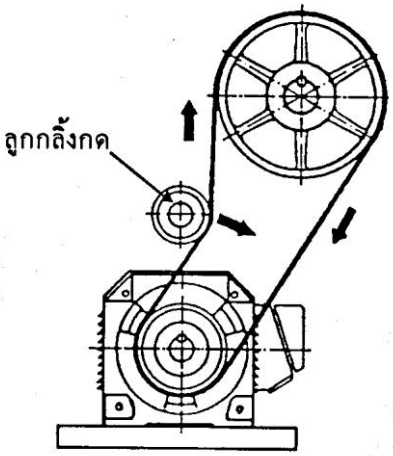


รูปที่ 6.24 ลักษณะการใช้งานของสายพานแบนแบบกึ่งไขว้

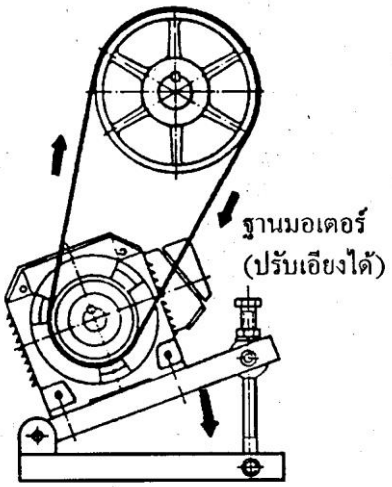
8.4.2 หน้าที่การใช้งานของสายพานลิ่ม สายพานลิ่มส่วนใหญ่ใช้กับเครื่องจักรกลตามโรงงานต่าง ๆ สามารถส่งกำลังได้ในตำแหน่งต่าง ๆ ได้ แต่ไม่สามารถส่งกำลังแบบไขว้เหมือนกับสายพานแบนลักษณะการใช้งานของสายพานลิ่ม เช่น สายพานของเครื่องกลึง สายพานของรถไถนาเดินตาม ดังรูป



รูปที่ 6.25 การใช้งานของสายพานลิ่มในแนวราบ

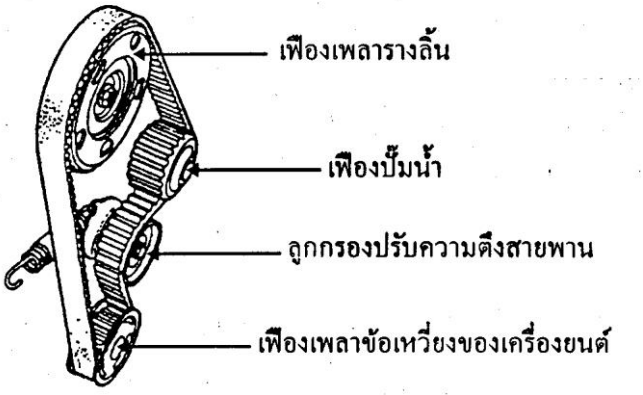


รูปที่ 6.26 การใช้งานของสายพานลิ่มในแนวดิ่งมีลูกกลิ้งกด



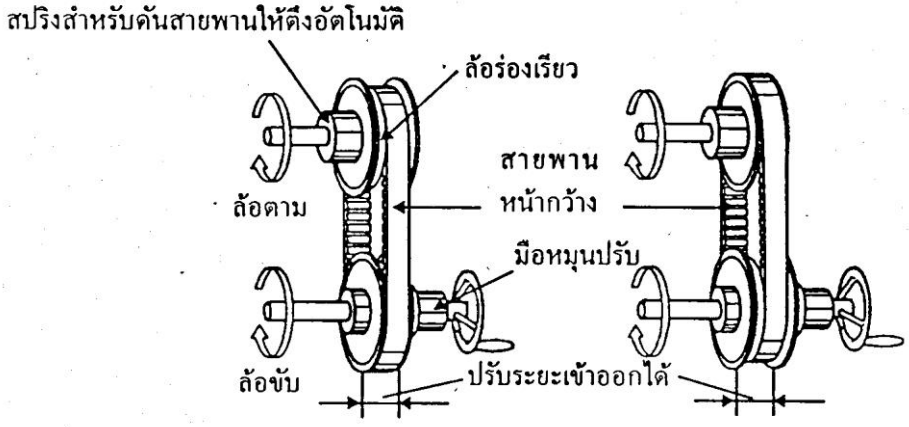
รูปที่ 6.27 การใช้งานของสายพานลิ่มในแนวดิ่งปรับฐานมอเตอร์ได้

6.4.3 หน้าที่การใช้งานของสายพานฟันเฟือง สายพานชนิดนี้ส่วนใหญ่จะใช้งานกับเครื่องจักรกลหรือเครื่องยนต์ที่มีความเร็วรอบสูง และไม่ให้เกิดการลื่นขณะส่งกำลัง เช่น สายพานโซ่ราวลิ้นของเครื่องยนต์ หน้าที่การใช้งานของสายพานชนิดนี้มีลักษณะดังรูป



รูปที่ 6.28 หน้าที่การทำงานของสายพานฟันเฟือง

6.4.4 หน้าที่การใช้งานของสายพานหน้ากว้าง การใช้งานของสายพานชนิดนี้ มีหน้าที่การใช้งานคล้ายกับสายพานแบบฟันเฟือง แต่ต่างกันที่พูลเลย์ของสายพานชนิดนี้สามารถปรับเข้าออกได้ ดังรูป



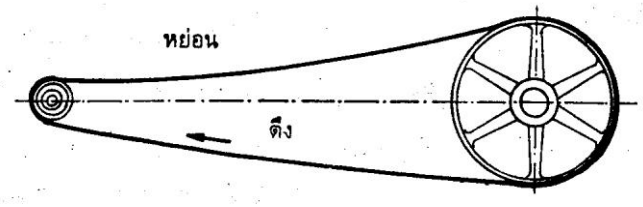
รูปที่ 6.29 ลักษณะการใช้งานของสายพานหน้ากว้าง

6.5 การทำให้สายพานตึง

จากการที่ได้กล่าวมาแล้วว่า ถ้าสายพานเกิดการตึง (Tension) จะทำให้การลื่นในการส่งกำลังมีน้อย ดังนั้น จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทำให้สายพานเกิดความตึงเสียก่อน โดยวิธีการดังนี้

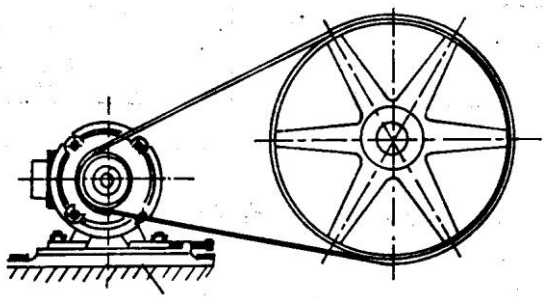
6.5.1 น้ำหนักของสายพาน

การเกิดแรงดึงดูดของโลกทำให้สายพานหย่อน จึงทำให้แรงกระทำต่อสายพานนั้นมีมากตามแนวยาว ดังนั้น โดยทั่วไปถ้าระยะห่างของศูนย์กลางล้อสายพาน ประมาณมากกว่าหรือเท่ากับ 5 เมตร ให้เอาสายพานด้านตึงไว้ข้างล่าง ทั้งนี้เพื่อป้องกันมุมโอบของสายพานน้อยเกิดไป



รูปที่ 6.30 แสดงน้ำหนักของสายพาน

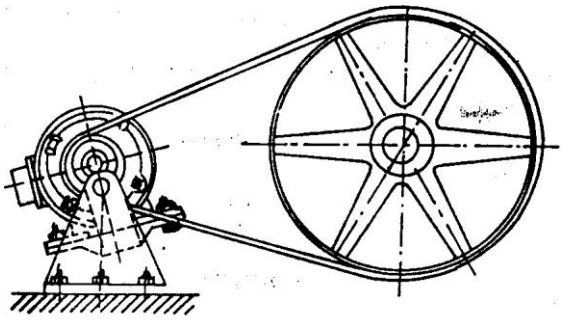
6.5.2 ดึงสายพานด้วยฐานของมอเตอร์



รูปที่ 6.31 แสดงการตึงสายพานด้วยฐานของมอเตอร์

6.5.3 ใช้ตุ้มน้ำหนักหรือสปริง

เป็นการอาศัยจุดหมุนของอุปกรณ์ที่ผลิตขึ้นมาอยู่เยื้องแนวศูนย์ เมื่อเกิดการหมุนก็จะทำให้เกิดการดึงรั้ง จึงเกิดความดึงขึ้น ดังรูป

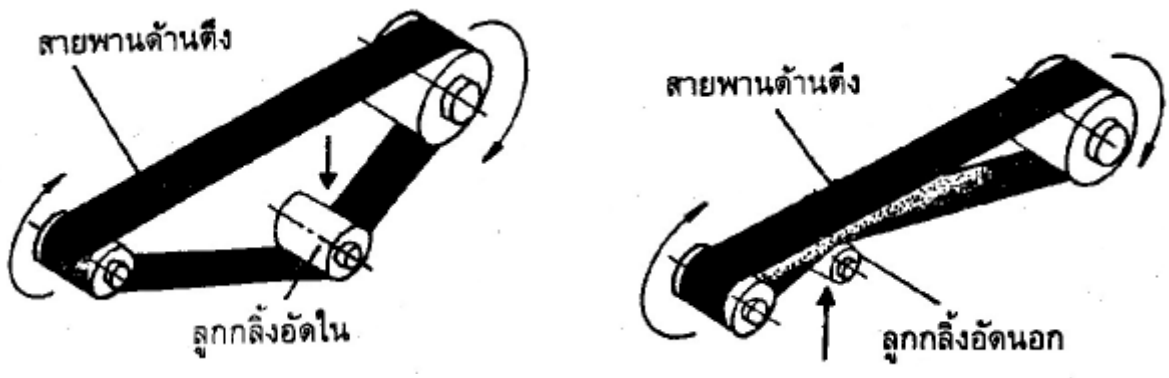


รูปที่ 6.32 แสดงการใช้ตุ้มน้ำหนักหรือสปริง

6.5.4 ใช้ล้อกดสายพาน (Idler)

เป็นการทำให้ล้อสายพานตึงโดยใช้อุปกรณ์ประกอบก็คือ ลูกกลิ้ง ซึ่งเมื่อประกอบเข้าไปแล้วก็จะทำให้การลื่น (Slip) เกิดขึ้นน้อยมาก หรืออาจสรุปได้ว่าการที่ใช้ล้อกดลงบนสายพานจะทำให้เกิดภาระดัดสูงขึ้น ทำให้เกิดเสียงดังมากขึ้น ประสิทธิภาพการทำงานลดลง

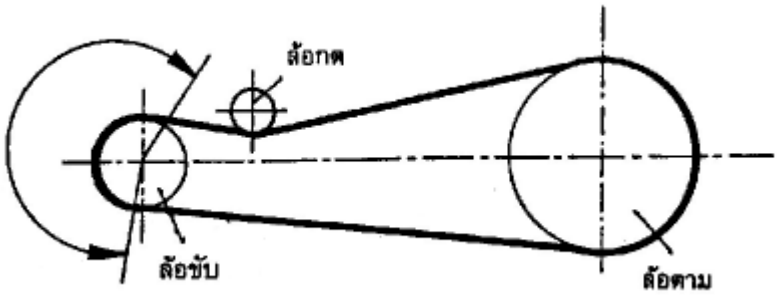
การใช้ลูกกลิ้งกดลงบนสายพาน อาจกระทำได้ 2 วิธีคือ ใช้ลูกกลิ้งกดลงในสายพาน เรียกว่า อัดใน และใช้ลูกกลิ้งอัดมาจากด้านนอก เรียกว่า **อัดนอก**



รูปที่ 6.33 แสดงการใช้ล้อกดสายพาน

ซึ่งถ้าเปรียบเทียบแรงโอน ซึ่งเกิดจากการใช้ล้อกดสายพานแล้ว จะพบว่ามุมโอบจะมากขึ้นพื้นผิวสัมผัสจะมากขึ้น ก็จะทำให้การส่งถ่ายแรงบิดได้ดี ดังรูป

ข้อควรจำ : ตำแหน่งล้อกดสายพานควรอยู่ใกล้กับล้อขับ



รูปที่ 6.34 แสดงผลของการใช้ล้อกดสายพาน

6.6 วัสดุที่ใช้ผลิตสายพาน

วัสดุที่ใช้ทำสายพานมีส่วนสำคัญที่จะทำให้เกิดประสิทธิภาพในการส่งกำลัง ซึ่งคุณสมบัติของวัสดุที่ใช้ทำสายพานจะต้องดี ต้องมีความเหนียวยืดหยุ่นได้ มีค่าความยืดมาก ทนต่อการดัดตัว ทนสภาพดินฟ้าอากาศ โดยวัสดุที่ใช้ทำสายพานมีดังนี้

6.6.1 หนัง เป็นวัสดุที่มีความเสียดทานมาก ซึ่งจะต้องมีวัสดุที่เคลือบผิวโดยที่สายพานที่ทำจากหนังจะต้องมีวัสดุเคลือบผิว เพื่อให้เกิดความคงทน ซึ่งวัสดุเคลือบผิวแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ Cern Leather คือสายพานหนังที่เคลือบด้วยวัสดุที่ทำมาจากพืช หรือมีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า Lohger (L) ชนิดต่อไป คือ Chrom Leather เป็นสายพานหนังที่เคลือบด้วยวัสดุที่ทำจากแร่ หรือมีชื่ออีกอย่างหนึ่งว่า Chromgar (C)

สายพานที่ทำจากหนัง สามารถแบ่งได้ดังนี้

- หนังมาตรฐาน (S) ใช้กับงานที่มีความเร็วรอบช้า ๆ และงานหยาบ ๆ
- หนังที่อ่อนตัว (G) ใช้สำหรับงานทั่ว ๆ ไป งานสายพานไขว้
- หนังที่อ่อนตัวได้มาก (GH) จะเหมาะสำหรับงานทุกชนิด ที่มีความเร็วสูง ความถี่ในการดัดตัวมาก งานที่มีมุมโอบสายพานน้อย ๆ

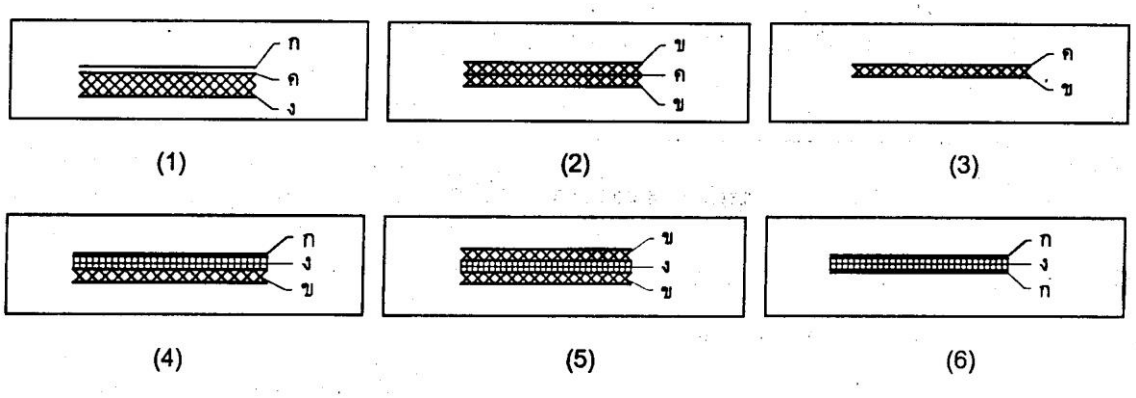
6.6.2 ผ้า สายพานที่ทำจากผ้ามีทั้งที่เป็นวัสดุธรรมชาติ และวัสดุสังเคราะห์ ซึ่งวัสดุจากธรรมชาติ ได้แก่ เยื่อไม้ ฝ้าย ขนสัตว์ (ขนอูฐและขนแพะ) ใยไหม ป่านและลินิน ส่วนวัสดุที่ได้จากการสังเคราะห์ คือ พวกโพลียาไมด์ (Polyamides) หรือไนบ่อน (Nylon)

ข้อดี ของสายพานผ้านี้ เมื่อเปรียบเทียบกับสายพานหนัง คือ จะสามารถทอให้มีโครงสร้างสม่ำเสมอกันได้ตลอดความยาว และสายพานจะไม่มีรอยต่อ จึงทำให้สายพานวิ่งเรียบกว่า

ข้อเสีย ของสายพานผ้า เมื่อมีรอยขาดเล็กน้อย ก็จะทำให้สายพานขาดง่าย

6.6.3 พลาสติก ได้แก่ โพลียาไมด์ (Polyamides) หรือไนล่อน (Nylon) จะมีคุณสมบัติคล้ายสายพานจากผ้า ดัดตัวได้ดีมาก ทนต่อน้ำมันสภาพดินฟ้าอากาศ

6.6.4 วัสดุผสม ปัจจุบันนิยมผลิตสายพานด้วยการผสมวัสดุหลาย ๆ อย่างที่กล่าวข้างต้น คือ ใช้หนังและพลาสติกมาวางเรียงเป็นชั้น ๆ ทำให้สายพานมีคุณภาพสูง ดังรูป



(ก) ผ้าสังเคราะห์ ข) หนัง
(ค) โพลียาไมด์ ง) โพลีเอสเตอร์

รูปที่ 6.35 แสดงวัสดุผสมในสายพาน

6.7 การบำรุงรักษาสายพาน

การบำรุงรักษาสายพานที่จะกล่าวเป็นการบำรุงรักษาของสายพานทุกชนิด โดยที่จะกล่าวรวมกัน ดังนี้

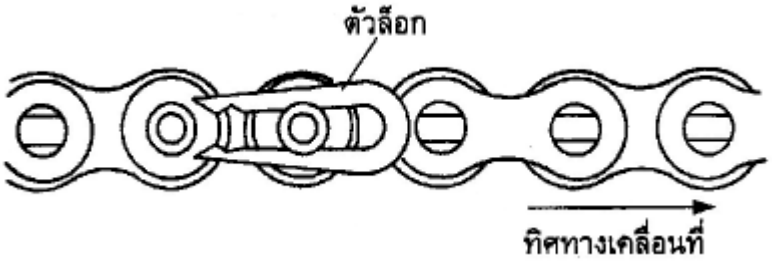
6.7.1 ควรหมั่นตรวจสอบร่องของล้อสายพานให้ปราศจากความคม

6.7.2 การปรับสายพานให้ตึง (สำหรับสายพานใหม่) ควรกระทำหลังจากให้สายพานทำงานไปเต็มภาระระหว่าง 30 นาทีถึง 4 ชั่วโมง เพื่อชดเชยการยืดตัวของสายพานในช่วงแรก

6.7.3 การใช้ลูกกลิ้งกดสายพานหากไม่มีความจำเป็นก็ไม่ควรใช้ลูกกลิ้งกดสายพาน หากจำเป็นต้องใช้ควรใช้ลูกกลิ้งกดด้านในดีกว่าด้านนอก เพราะหากกดด้านนอกอาจทำให้สายพานแตกได้

6.7.4 การตรวจสอบสายพานควรกระทำอย่างสม่ำเสมอ เช่นตรวจดูว่าสายพานหย่อนหรือตึงเกินไป หรืออุณหภูมิสูงเพียงใดและความชื้นมีมากน้อยขนาดไหน

6.7.5 อย่าติดตัวล็อคข้อต่อโซ่ (Grip) ให้หันไปในทิศทางที่โซ่เคลื่อนที่ ซึ่งการติดให้ถูกที่คือ ให้หันไปทิศทางตรงกันข้ามกับทิศทางที่โซ่เคลื่อนที่ ดังรูป



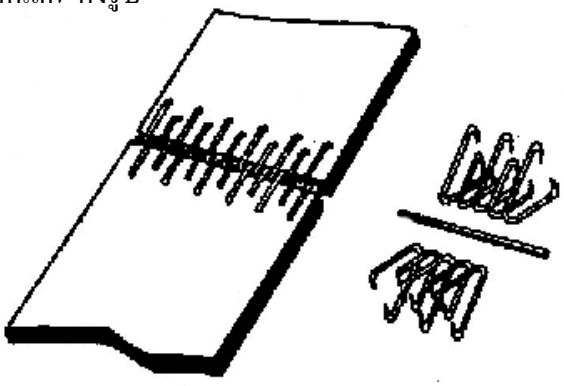
รูปที่ 8.36 แสดงการล็อคข้อต่อโซ่

6.7.6 อย่าเปลี่ยนสายพานในขณะที่อยู่ในสภาพที่ตึง คือ จะต้องปรับระยะให้แคบลงแล้วถอดสายพานออก จากนั้นจึงปรับความตึงของสายพาน

6.8 วิธีการต่อสายพาน

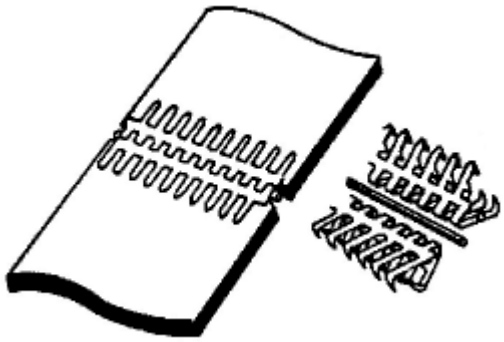
6.8.1 การต่อสายพานแบน การต่อสายพานนับว่าเป็นสิ่งจำเป็น เพราะในการส่งกำลังจะเกิดการกระชาก ซึ่งการต่อด้วยวิธีการยึดทางกลเป็นที่นิยมใช้ ซึ่งมีวิธีการ ดังนี้

6.8.1.1 การใช้ลวดถัก (Wire Laching) เป็นวิธีการกดเหล็กลงไปบนปลายสายพานทั้งสองด้าน จากนั้นก็นำปลายมาชนกันแล้วใช้สลักสอดผ่านวงลวดนี้ วิธีการกดลงไปนี้จะเป็นการใช้เครื่องมือช่วยเหมาะสำหรับงานขนาดเล็ก ดังรูป



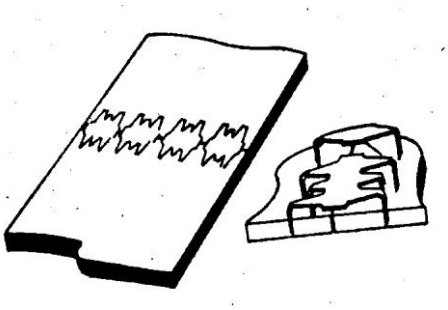
รูปที่ 6.37 แสดงการใช้ลวดถัก

6.8.1.2 การใช้ห่วงเหล็กกล้า (Steel Hinge) การต่อชนิดนี้มีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า **Alligator Lacing** ในการยึดจะติดห่างจากปลายของสายพานด้วยค้อน ตอกที่ห่วงเหล็กกล้า แล้วจึงสอดสลักผ่านห่วงเหล็กกล้า เหมาะสำหรับการทำงานต่อสายพานลำเลียง (Belt Conveyor) ที่รับแรงปานกลาง ดังรูป



รูปที่ 6.38 แสดงการใช้ห่วงเหล็กกล้า

6.8.1.3 การใช้แผ่นเหล็ก (Plate Type) เป็นการใช้แผ่นเหล็กรูปโค้งหนึ่งแผ่นหรือหลายแผ่นติดต่อกันซึ่งอยู่ด้านบนของสายพาน โดยรัศมีความโค้งของแผ่นเหล็กมักจะพอเหมาะกับรัศมีความโค้งของล้อสายพาน ดังรูป



รูปที่ 6.39 แสดงการใช้แผ่นเหล็ก

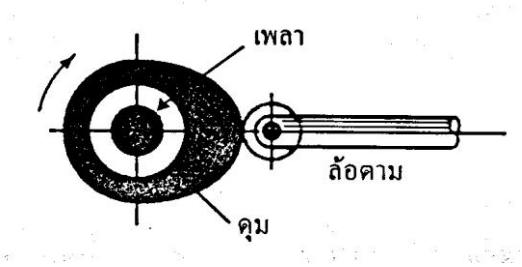
หน่วยการเรียนรู้ที่ 7
ลูกเบี้ยว
(CAMS)

สาระสำคัญ

ส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่องจักรกลที่ทำงานอัตโนมัติ หรือกลไกที่เปลี่ยนการหมุนหรือการแกว่งไปมาโดยการเคลื่อนไหวเชิงเส้น (กลับไปกลับมา) คือลูกเบี้ยว และการเคลื่อนที่พร้อมกับเพลา แต่ผิวของลูกเบี้ยวอยู่คนละศูนย์กลางกับเพลา ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีความเข้าใจเกี่ยวกับชนิดและหน้าที่การใช้งานของลูกเบี้ยว

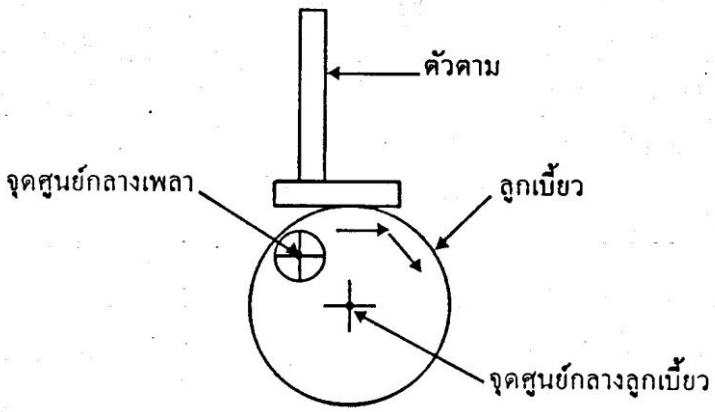
7.1 ชนิดของลูกเบี้ยว

ลูกเบี้ยวที่เป็นชิ้นส่วนของเครื่องจักรกลมีหลายชนิด แต่ละชนิดจะประกอบด้วย ตัวลูกเบี้ยว (CAM FACE) ตัวตาม (FOLLOWER ROLLER) เพลา (SHAFT) ดังรูป



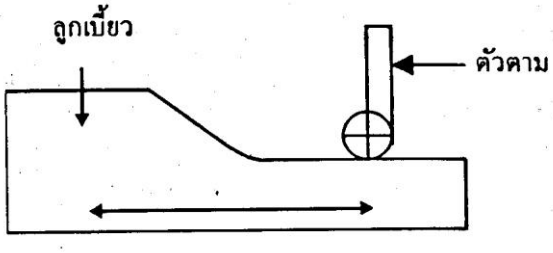
รูปที่ 7.1 ลักษณะของลูกเบี้ยว

7.1.1 ลูกเบี้ยววงกลม เป็นลูกเบี้ยวที่มีผิวกลมปกติ แต่การประกอบเพื่อใช้งานจุดศูนย์กลางของเพลาไม่ได้อยู่ตำแหน่งเดียวกับจุดศูนย์กลางของลูกเบี้ยว ลูกเบี้ยวกลมจะมีลักษณะ ดังรูป



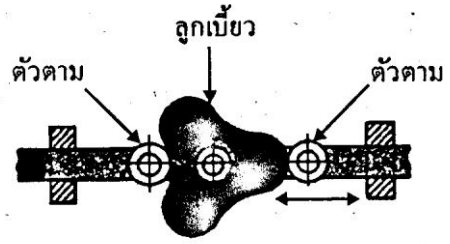
รูปที่ 7.2 ลักษณะของลูกเบี้ยววงกลม

7.1.2 ลูกเบี้ยวเลื่อนไปและกลับ ลูกเบี้ยวชนิดนี้ตัวลูกเบี้ยวไม่ได้หมุน แต่ผิวลูกเบี้ยวจะเป็นทางเลื่อนเคลื่อนที่ไปและกลับตามทิศทางซ้าย – ขวา หรือหน้าหลัง เพื่อส่งกำลังขับตัวตามให้เลื่อนขึ้นลงได้หรือบางอย่างลูกเบี้ยวแบบนี้อาจเป็นตัวบังคับสวิตซ์ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรกลระบบอัตโนมัติลักษณะของลูกเบี้ยวจะมีลักษณะ ดังรูป



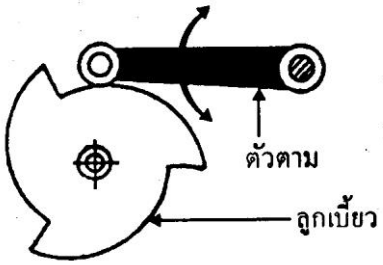
รูปที่ 7.3 ลักษณะของลูกเบี้ยวเลื่อนไปและกลับ

7.1.3 ลูกเบี้ยวแบบสมมาตร ลูกเบี้ยวชนิดนี้จะมียอด 3 ยอดที่สมมาตรกัน ขณะที่ลูกเบี้ยวหมุนไปหนึ่งรอบจะทำให้ตัวตามเคลื่อนที่ได้ 3 ครั้ง สามารถส่งกำลังได้ทั้งแนวดิ่ง แนวนอน อย่างสมดุลกัน ลักษณะของลูกเบี้ยวสมมาตรมีลักษณะ ดังรูป



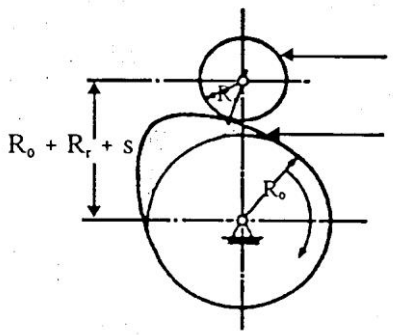
รูปที่ 7.4 ลักษณะของลูกเบี้ยวสมมาตร

7.1.4 ลูกเบี้ยวแบบตกบ่า เป็นลูกเบี้ยวแบบสมมาตรที่มียอด 3 ยอดเช่นกัน แต่ตรงยอดเป็นแบบตกบ่า ทางขึ้นจะลาดเอียง แต่ทางลงจะตกลงในแนวดิ่งตรงจุดศูนย์กลางของเพลาหมุนตัวตามจะเคลื่อนไหวแบบกระโดดอย่างรวดเร็ว ลูกเบี้ยวชนิดนี้มีลักษณะ ดังรูป



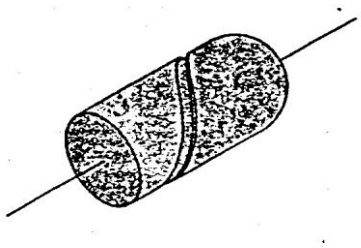
รูปที่ 7.5 ลักษณะของลูกเบี้ยวแบบตกบ่า

7.1.5 ลูกเบี้ยวแบบแผ่น ลูกเบี้ยวชนิดนี้จะเซาะร่องภายในเป็นรูปวงรี ลูกเบี้ยวจะมีความโตกว่าลูกกลิ้งเล็กน้อย ทิศทางเดินของตัวตามจะเดินในแนวจุดศูนย์กลางของเพลาลูกเบี้ยวชนิดนี้มีลักษณะ ดังรูป



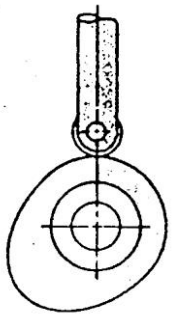
รูปที่ 7.6 ลักษณะของลูกเบี้ยวแบบแผ่น

7.1.6 ลูกเบี้ยวแบบทรงกระบอก ลูกเบี้ยวชนิดนี้เป็นรูปทรงกระบอก เซาะร่องหมุนรอบลำตัวโดยที่ปลายอีกข้างสามารถกลึงให้เป็นรูปตามที่ต้องการได้ ลูกเบี้ยวชนิดนี้มีลักษณะ ดังรูป



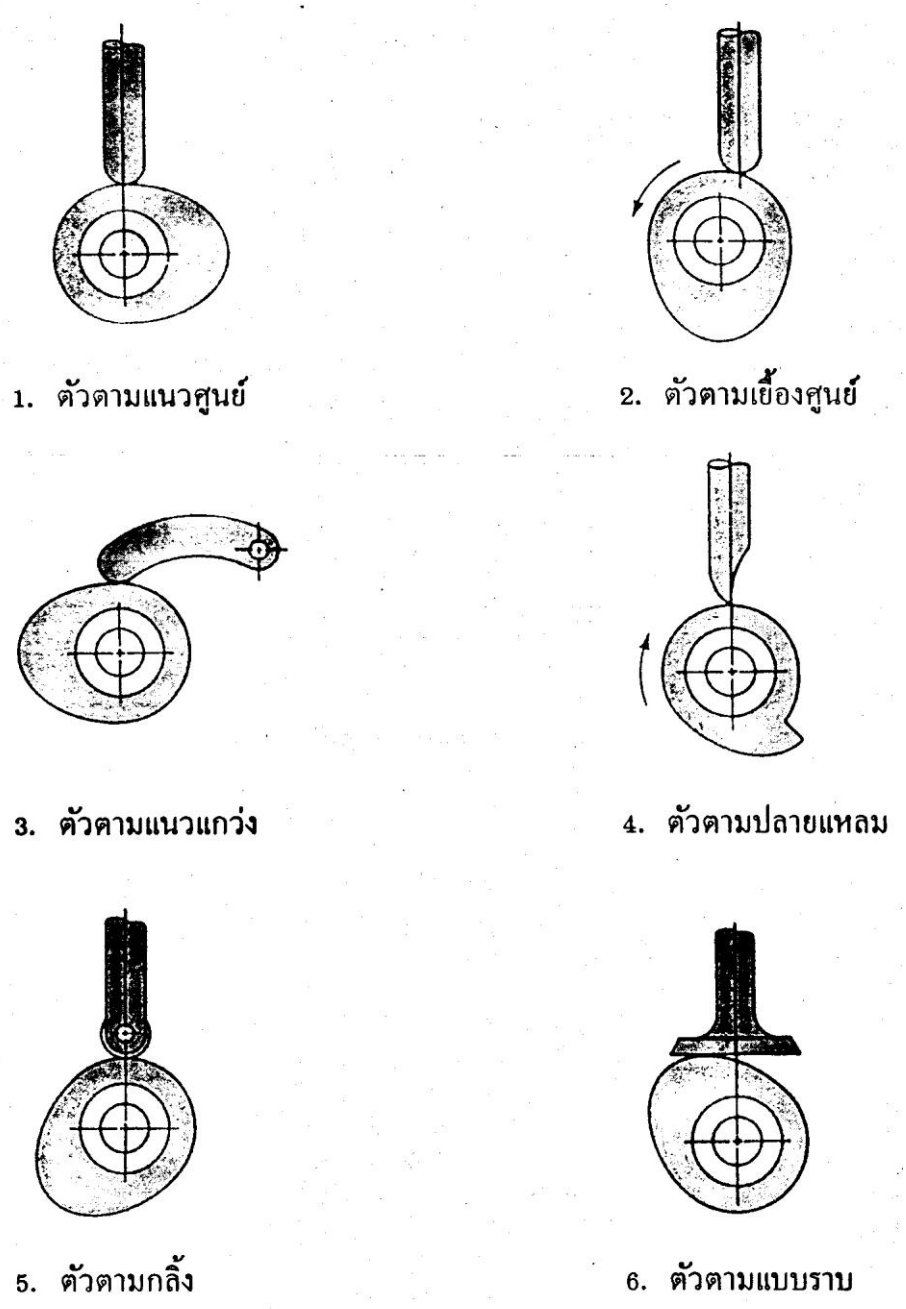
รูปที่ 7.7 ลักษณะของลูกเบี้ยวแบบทรงกระบอก

7.1.7 ลูกเบี้ยวแบบขับส่งตัวตาม ลูกเบี้ยวชนิดนี้มีลักษณะเป็นรูปไข่ ขับส่งให้ตัวตามเป็นตัวถ่ายแรงจากลูกเบี้ยวโดยตรง ตัวตามจะสัมผัสกับผิวของลูกเบี้ยวตลอดเวลา และจะเลื่อนขึ้นลงตามลักษณะความสูงของลูกเบี้ยวไม่มีการเปลี่ยนแปลงเป็นการส่งกำลังแบบคงที่ ลูกเบี้ยวชนิดนี้มีลักษณะ ดังรูป



รูปที่ 7.8 ลักษณะของลูกเบี้ยวแบบขับส่งตัวตาม

7.1.8 ลักษณะของตัวตามที่ใช้กับลูกเบี้ยว ตัวตามของลูกเบี้ยวแบบส่งตัวตามที่ใช้กับเครื่องจักรกลมีหลายแบบ ซึ่งแต่ละแบบจะมีความไวต่างกัน ดังนี้ ตัวตามปลายแหลมมีความไวสูงสุด ถัดมาเป็นแบบปลายมน ส่วนแบบปลายแบนจะช้าที่สุด ตำแหน่งของตัวตามจะมีลักษณะ ดังรูป

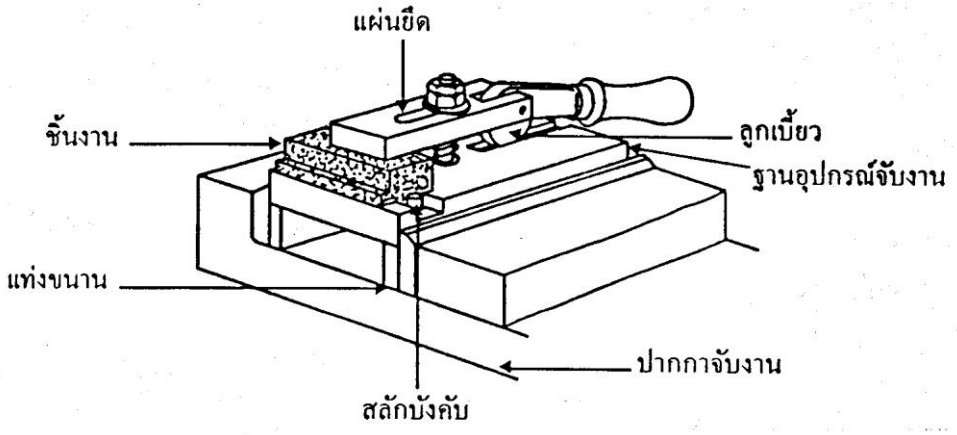


รูปที่ 7.9 รูปร่างของตัวตามและตำแหน่งการใช้งาน

7.2 หน้าที่การใช้งานของลูกเบี้ยว

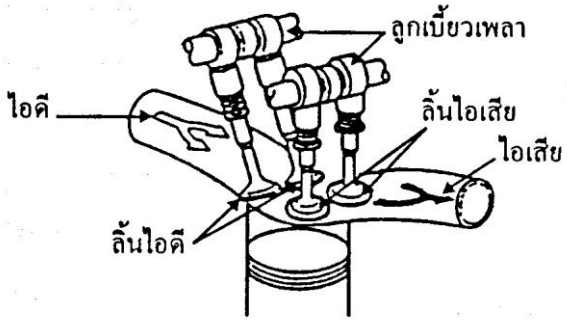
ลูกเบี้ยวเป็นชิ้นส่วนเครื่องจักรกลที่มีหน้าที่การใช้งานมากมาย ขึ้นอยู่กับลักษณะของเครื่องและลักษณะของงานนั้น ๆ ดังตัวอย่าง

7.2.1 ลูกเบี้ยวใช้กับงานจับชิ้นงาน เป็นลักษณะการใช้งานในรูปของอุปกรณ์จับยึดที่สร้างขึ้นมาเฉพาะงานนั้น ๆ ดังรูป

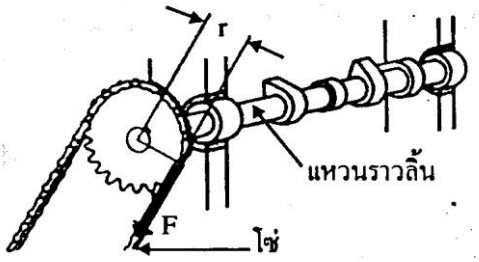


รูปที่ 7.10 ลักษณะการจับยึดชิ้นงานโดยใช้ลูกเบี้ยว

7.2.2 ลูกเบี้ยวใช้กับการควบคุมการทำงาน การใช้งานของลูกเบี้ยวแบบนี้ส่วนใหญ่จะเป็นลูกเบี้ยวของเครื่องยนต์ เช่น ควบคุมการทำงานของลิ้นไอดีและลิ้นไอเสียของเครื่องยนต์ควบคุมการทำงานของเรื่องยนต์ 4 จังหวะ ดังรูป

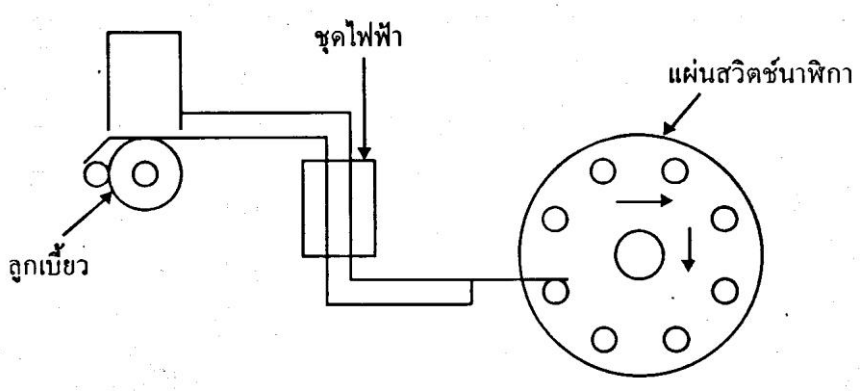


รูปที่ 7.11 ลักษณะการทำงานของระบบเปิดปิดไอดีและไอเสียของเครื่องยนต์



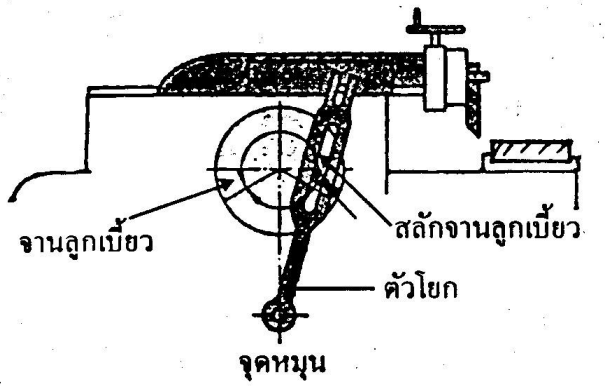
รูปที่ 7.12 ลักษณะการทำงานของเครื่องยนต์ 4 จังหวะ

7.2.3 ลูกเบี้ยวใช้กับการควบคุมเวลา เป็นลูกเบี้ยวที่ควบคุมการทำงานของตัวส่งสัญญาณที่จะส่งผ่านไปยังนาฬิกาตั้งเวลาอีกครั้ง ซึ่งจะมีแผ่นสวิตซ์ที่หมุนตลอดเวลาผ่านแกนที่มีลูกเบี้ยว ดังรูป



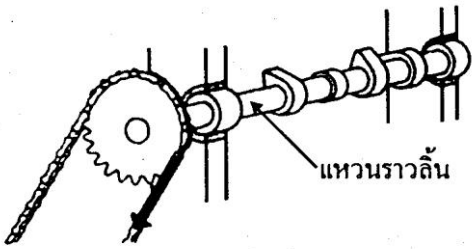
รูปที่ 7.13 การควบคุมเวลาการทำงานด้วยลูกเบี้ยว

7.2.4 ลูกเบี้ยวใช้กับการควบคุมระยะทาง เป็นลูกเบี้ยวที่ต้องทำงานร่วมกับแขนโยกลักษณะของลูกเบี้ยวแบบนี้เป็นลูกเบี้ยววงกลมแต่ตำแหน่งของจุดหมุนเยื้องออกไปตามที่ต้องการ เช่น ลูกเบี้ยวที่ใช้ในการปรับระยะของเครื่องไสแนวราบ ดังรูป



รูปที่ 7.14 ลักษณะการทำงานของลูกเบี้ยวควบคุมระยะทาง

7.2.5 ลูกเบี้ยวเครื่องยนต์เพื่อเพิ่มสมรรถนะ เป็นลูกเบี้ยวที่สร้างติดกับเพลาหลายตัวและอยู่ละคนตำแหน่งในเพลาอันเดียวกัน ใช้สำหรับเพิ่มสมรรถนะให้กับเครื่องยนต์ ดังรูป



รูปที่ 7.15 ลักษณะการทำงานของลูกเบี้ยวเครื่องยนต์

หน่วยการเรียนรู้ที่ 8
คลัตช์และเบรค
(CLUTCH AND BRAKE)

สาระสำคัญ

คลัตช์ เป็นชิ้นส่วนเครื่องจักรกลที่ทำหน้าที่ส่งถ่ายโมเมนต์บิดไปยังส่วนอื่น แต่สภาพการตัดต่อกำลัง (Disengagement) ต่างกัน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับชนิด และหน้าที่ การใช้งานของคลัตช์และคับปลิ้ง และเบรก เป็นชิ้นส่วนเครื่องจักรกลที่สำคัญมาก ทำหน้าที่หยุดการหมุนของวงล้อ หรือชะลอให้ช้าลงตามความต้องการ จึงเป็นอุปกรณ์ที่ทำให้เกิดความปลอดภัย โดยเฉพาะอุตสาหกรรมยานยนต์

8.1 หน้าที่ของคลัตช์

8.1.1 หน้าที่การใช้งานของคลัตช์

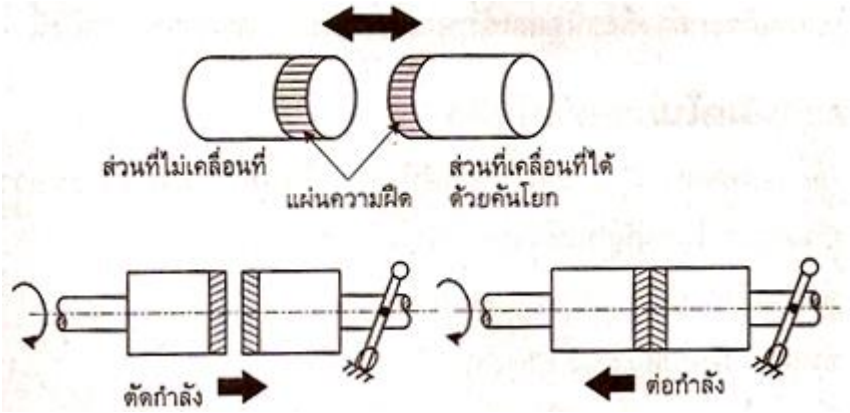
หน้าที่หลักของคลัตช์ประการแรก ใช้สำหรับในการตัดและต่อการส่งกำลังระหว่างเพลา 2 ตัว คลัตช์สามารถที่จะต่อกำลังระหว่างเพลา 2 เพลา ด้วยความฝืดได้อย่างรวดเร็วและนิ่มนวลเป็นชิ้นส่วนเครื่องจักรกลที่ออกแบบมาใช้ในการทุ่นแรง เช่น คลัตช์ของรถจักรยานยนต์ คลัตช์ของรถยนต์ คลัตช์ของปั่นจั่นตอกเสาเข็มงานก่อสร้าง คลัตช์ที่ใช้กับเครื่องจักรกลที่ต้องใช้ต้นกำลังจากเครื่องยนต์หรือมอเตอร์ที่ทำงานไม่ต่อเนื่อง บางครั้งต้องหยุดรอจังหวะและบางครั้งต้องการส่งกำลัง เช่น คลัตช์ส่งต่อกำลังระหว่างเครื่องยนต์กับกระปุกเกียร์ของรถยนต์

หน้าที่หลักของคลัตช์ประการที่สอง เป็นตัวทำหน้าที่ไม่ให้เครื่องยนต์หรือต้นกำลังทำงานเกินพิกัดที่กำหนดจนเกิดเป็นอันตรายเครื่องยนต์ต้นกำลังต้องเสียหาย แต่ยอมให้ความเสียหายตกอยู่ที่แผ่นคลัตช์ เช่น ไม่ให้ฟันเฟืองในเกียร์ของรถยนต์แตกหัก แต่ยอมให้แผ่นคลัตช์ไหม้แทน

หน้าที่หลักของคลัตช์ประการที่สาม เป็นตัวป้องกันการส่งกำลังหมุนกลับทิศทางในกรณีที่ตัวตามเป็นตัวขับ เช่น กรณีของคลัตช์ทางเดียว

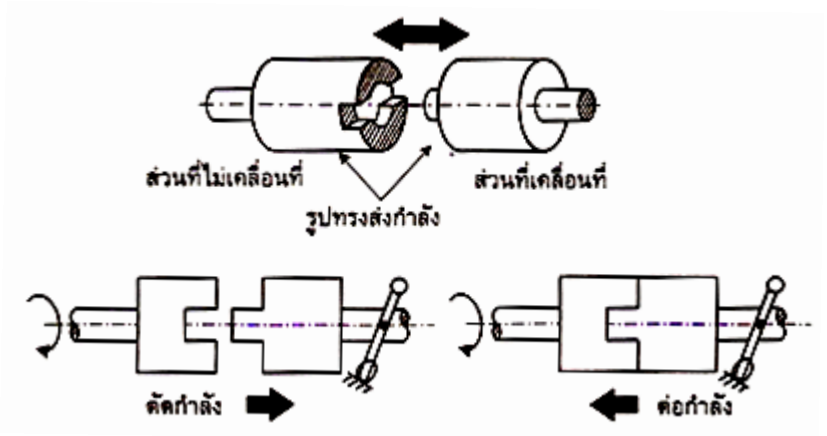
8.2 ลักษณะของคลัตช์ สามารถแบ่งคลัตช์ ออกเป็น 2 ชนิดตามลักษณะการส่งกำลัง ได้ดังนี้

8.2.1 คลัตช์ที่อาศัยความฝืดในการส่งกำลัง (Friction Clutch) ซึ่งในการต่อกำลัง จะอาศัยแผ่นความฝืดในการต่อส่งกำลัง จึงทำให้เพลาตามหมุนได้



รูปที่ 8.2 แสดงการตัดต่อกำลังของคลัตช์ที่อาศัยความฝืดในการส่งกำลัง

8.2.2 คลัตช์ที่อาศัยรูปทรงในการส่งกำลัง (Shape Clutch) โดยที่การตัดต่อกำลังของคลัตช์จะอาศัยรูปทรงที่ออกแบบมา และคลัตช์ที่อาศัยรูปทรงบางชนิด ต้องหยุดต้นกำลังก่อนที่จะส่งถ่ายกำลัง แต่จะเป็นการตัดกำลังการหมุนชั่วคราวเท่านั้น เมื่อทำการโยกตัดต่อกำลังเสร็จ ก็สามารถส่งถ่ายกำลังได้ดังเดิม



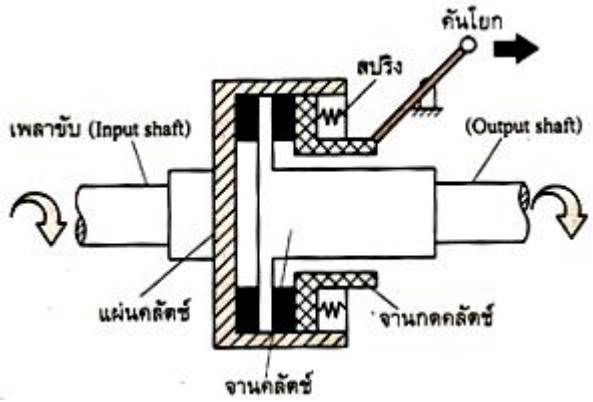
รูปที่ 8.3 แสดงการตัดต่อกำลังแบบคลัตช์อาศัยรูปร่าง

8.3 ชนิดของคลัตช์

คลัตช์ที่ใช้งานกันอยู่จะแบ่งตามประเภทรูปร่างของผิวแผ่นคลัตช์ ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น คลัตช์แผ่นเดียว คลัตช์หลายแผ่น คลัตซ์กรวย คลัตช์ลาเมลลา คลัตช์เรียว ดังรายละเอียด

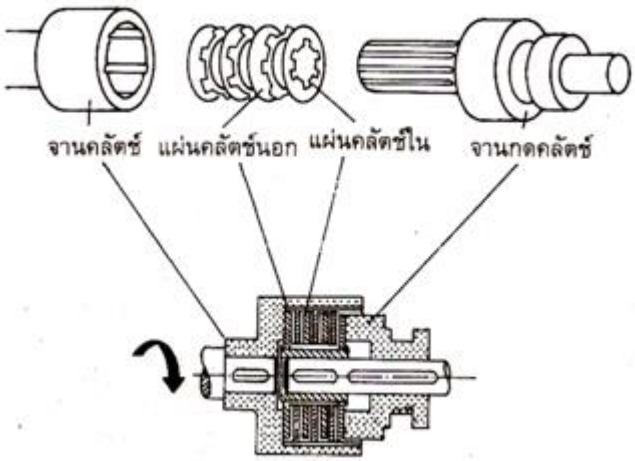
8.3.1 คลัตช์แผ่นเดียว (Single Disk Clutch) หรือคลัตซ์แผ่นโดยมีชื่อเรียกหลายชื่อ เช่น Axial Clutch Plate Clutch การส่งกำลังอาศัยความเสียดทานระหว่างผิวหน้าของแผ่นคลัตซ์ ดังนั้นกำลังที่จะส่งได้ขึ้นอยู่กับแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นระหว่างหน้าแผ่นคลัตซ์ โดยมีส่วนประกอบและหน้าที่ดังนี้

1. คันโยก มีหน้าที่ในการตัดต่อกำลัง
2. สปริง มีหน้าที่สร้างแรงกดให้เกิดความเสียดทาน
3. แผ่นคลัตซ์ ทำหน้าที่เป็นตัวสร้างความฝืดระหว่างจานคลัตซ์และจานกดคลัตซ์
4. จานกดคลัตซ์ ทำหน้าที่กดแผ่นคลัตซ์ให้เข้ากับจานคลัตซ์
5. จานคลัตซ์ ทำหน้าที่ส่งกำลังจากเพลาขับผ่านแผ่นคลัตซ์ไปยังเพลาตาม



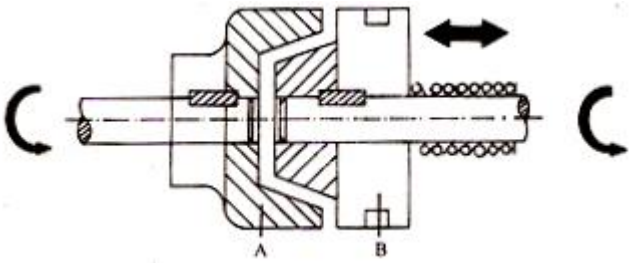
รูปที่ 8.4 ส่วนประกอบของคลัตซ์แผ่นเดียว

8.3.2 คลัตซ์หลายแผ่น (Multiple Clutch) เป็นคลัตซ์ชนิดที่ส่งกำลังด้วยความฝืดเช่นเดียวกับคลัตซ์แผ่นเดียว แต่จะใช้แผ่นคลัตซ์หลายๆแผ่น ทำให้การส่งกำลังได้สูง เมื่อใช้แรงกด ขนาดของแผ่นคลัตซ์เท่ากับของคลัตซ์แผ่นเดียว การส่งกำลังจะเงียบและนุ่มนวลกว่า โดยทั่วไปแรงกดคลัตซ์จะอาศัยกำลังแม่เหล็กเพื่อให้การกดคลัตซ์ที่มั่นคง หล่อลื่นแผ่นคลัตซ์ขณะใช้งานด้วยน้ำมัน



รูปที่ 8.5 ส่วนประกอบของคลัตช์หลายแผ่น

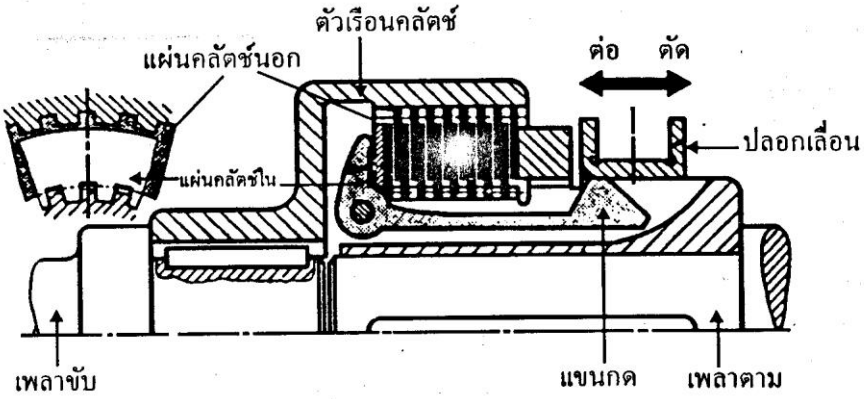
8.3.3 คลัตช์กรวย (Cone Clutch) เป็นคลัตช์ที่มีโครงสร้างและส่วนประกอบง่าย คลัตช์ชนิดนี้การต่อกำลังจะมีความนิ่มนวล เพราะอาศัยความฝืดของหน้าสัมผัสที่เรียวในคลัตช์เป็นตัวต่อกำลัง ส่งกำลังได้ปานกลาง



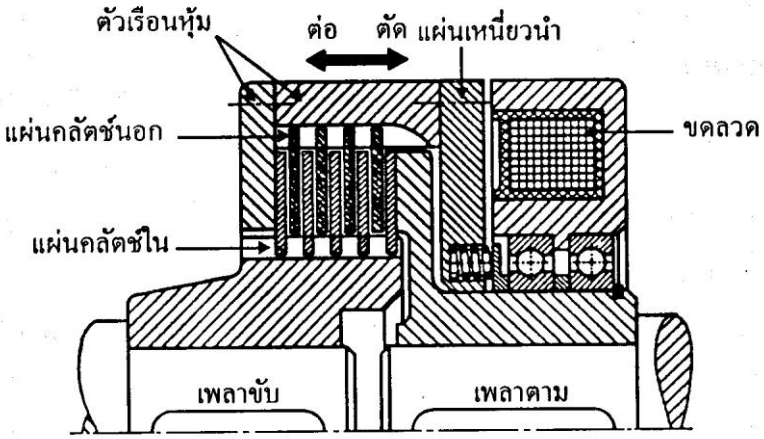
รูปที่ 10.6 ส่วนประกอบของคลัตช์กรวย

8.3.4 คลัตช์ลาเมลลา (LAMALLAR CLUTCH) เป็นคลัตช์ชนิดหลายชนิดแผ่นเรียงซ้อนสลับกัน โดยคลัตช์แผ่นนอกจะสวมอยู่ในร่องตัวเรือนและคลัตช์แผ่นในจะสวมอยู่บนร่องเพลาตาม แผ่นคลัตช์สามารถขยับเลื่อนตามแนวแกนได้ แผ่นคลัตช์หลายแผ่นที่ซ้อนกันจะถูกปลอกเลื่อนดันกดบังคับให้แขนกดไปกดแผ่น

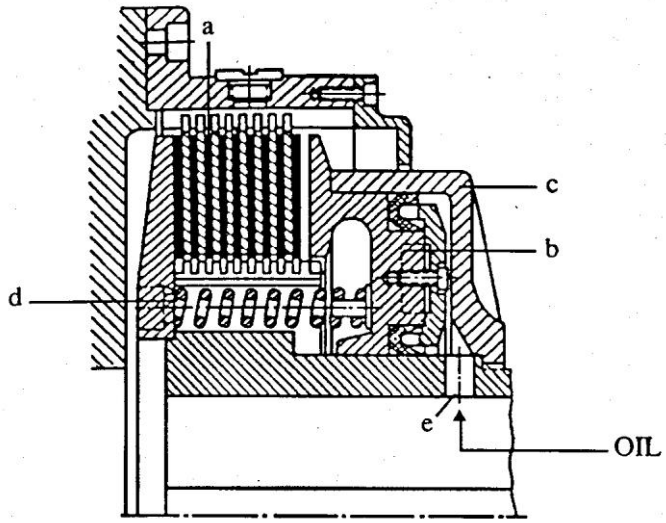
คลัตช์ ทำให้เกิดการส่งกำลังจากเพลาขับไปยังเพลาตามคลัตช์ชนิดนี้มีลักษณะการทำงานด้วยแขนกด ทำงานด้วยแม่เหล็กไฟฟ้า ทำงานด้วยแรงดันน้ำมัน ดังรูป



รูปที่ 8.7 ลักษณะของคลัตช์ลาเมลลาที่ทำงานด้วยแขนกด

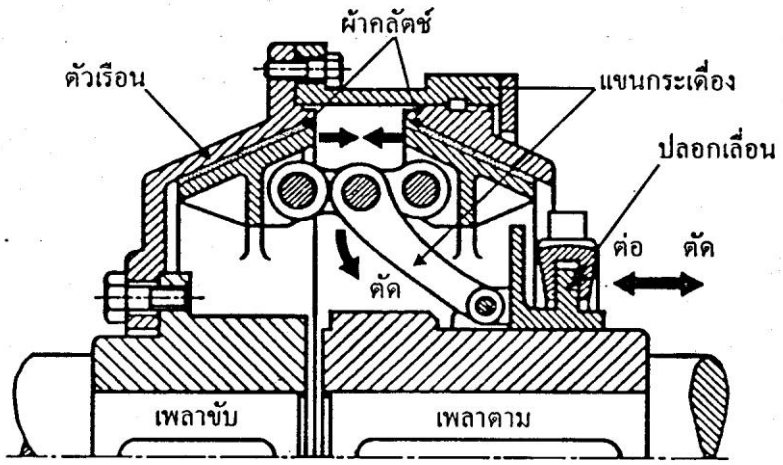


รูปที่ 8.8 ลักษณะของคลัตช์ลาเมลลาที่ทำงานด้วยแม่เหล็กไฟฟ้า



รูปที่ 8.9 ลักษณะของคลัตช์ลาเมลลาที่ทำงานด้วยแรงดันน้ำมัน

8.3.5 คลัตช์แบบเรียว เป็นคลัตช์ที่มีพื้นที่เสียดทานรูปร่างเรียวอยู่ภายในตัวเรือนคลัตช์ คลัตช์ชนิดนี้สามารถส่งถ่ายโมเมนต์บิดได้มาก สามารถเลื่อนปลอกเลื่อนตามแนวแกนจะทำให้เกิดแรงอัดผ่านแขนกระเดื่องไปดันแผ่นคลัตช์ให้สัมผัสกับตัวเรือนจะได้แรงอัดสัมผัสสูมาก คลัตช์ชนิดนี้มีลักษณะรูปร่าง ดังรูป

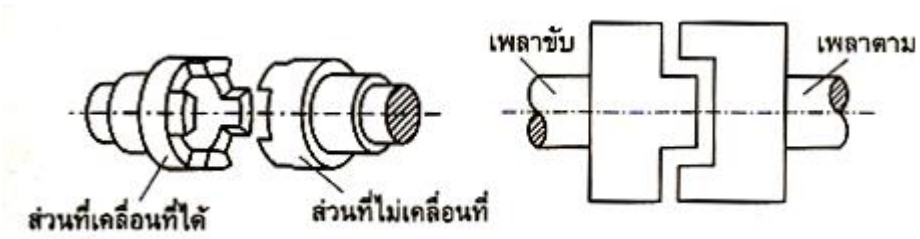


รูปที่ 8.10 ลักษณะของคลัตช์แบบเรียว

8.3.6 คลัตช์ที่อาศัยรูปทรงในการส่งกำลัง ในการส่งกำลังจะใช้การล็อคทางกลโดยตรง ซึ่งเป็นการล็อคที่ไม่มีอัตราส่วนของแรงที่สะท้อนกลับ (Relative Rotation) และในขณะการตัดต่อกำลังจะไม่เกิดการลื่น(No Slip) โดยที่การตัดต่อกำลังจะเป็นไปได้อย่างต่อเนื่อง เพลาจะต้องเริ่มหมุน คือยังหยุดอยู่กับที่ หรือเพลาทั้งสองหมุนความเร็วใกล้เคียงกัน คลัตช์ชนิดนี้ประกอบด้วยคลัตช์ 2 ชนิดคือ

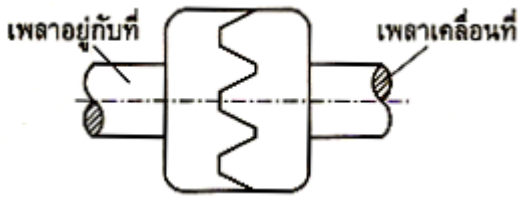
8.3.6.1 คลัตช์แบบฟัน (Jaw Clutch) เป็นคลัตช์ที่ส่งกำลังโดยใช้รูปร่างลักษณะของฟัน และมีข้อจำกัดคือไม่สามารถต่อกำลังภายใต้ภาระได้ คลัตช์ชนิดนี้ที่ใช้กันมากมีอยู่ 2 ชนิดคือ

(1). คลัตช์ฟันตรง เป็นคลัตช์ที่ส่งกำลังได้ 2 ทิศทาง การต่อคลัตช์ ต้องต่อในขณะที่เพลาขับและเพลาตามยังไม่หมุน แต่การตัดคลัตช์กระทำได้ขณะเพลาขับและเพลาตามกำลังหมุน



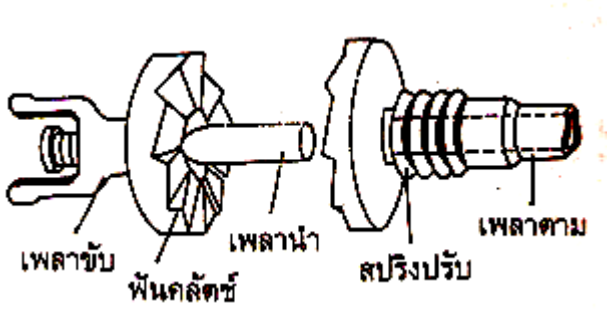
รูปที่ 8.11 คลัตช์ฟันตรง

(2). คลัตช์ฟันเหลี่ยม ใช้ส่งกำลังได้สองทิศทาง ถ้าส่งกำลังเกินพิกัด ฟันคลัตช์จะลื่นออกจากกัน และคลัตช์ฟันเหลี่ยมนี้ สามารถใช้กับเพลาที่มีภาระสูงได้



รูป 8.11 คลัตช์ฟันเหลี่ยม

8.3.7 คลัตช์นิรภัย (Safety Clutch) เป็นคลัตช์ที่ส่งกำลังทางเดียว ลักษณะของฟันคลัตช์จะไปในทิศทางเดียว โดยที่ในการส่งกำลังเพลาขับและเพลาตามต้องมีความเร็วใกล้เคียงกัน คุณลักษณะพิเศษของคลัตช์ชนิดนี้ คลัตช์สามารถตัดกำลังได้เองเมื่อแรงบิดสูงเกินไป (Overload)



รูปที่ 10.12 ส่วนประกอบของคลัตช์นิรภัย

ส่วนประกอบของคลัตช์นิรภัย

1. เพลาขับ จะต่อกับต้นกำลัง เช่น มอเตอร์
2. ฟันคลัตช์ จะยึดติดอยู่กับเพลาขับ ทิศทางการเอียงของฟันจะมีผลทำให้การส่งกำลังได้ทิศทางเดียว
3. เพลานำ มีหน้าที่นำศูนย์ก่อนการต่อกำลัง
4. สปริงปรับ จะเป็นตัวกดแผ่นฟันคลัตช์ที่ติดอยู่กับเพลาตาม

8.5 การบำรุงรักษาคลัตช์และคับปลิ้ง

8.5.1 การบำรุงรักษาคลัตช์

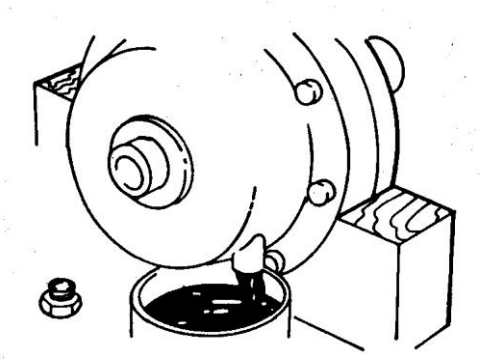
การบำรุงรักษาคลัตช์เป็นสิ่งสำคัญที่ผู้ปฏิบัติงาน จะต้องตรวจสอบให้อยู่ในสภาพที่ดีเสมอ ซึ่งจะส่งผลทำให้คลัตช์มีอายุการใช้งานยาวนาน โดยสามารถแยกการบำรุงรักษาของคลัตช์ออกได้ ดังนี้

8.5.1.1 การบำรุงรักษาคลัตช์แผ่นเดียว

หลังจากที่คลัตช์ใช้งานไปได้ระยะหนึ่ง จะทำให้ผ้าคลัตช์เกิดการสึกหรอ ซึ่งผ้าคลัตช์อาจทำด้วยวัสดุแอซเบชทอส (Asbestos) จึงทำให้ต้องตั้งคลัตช์ใหม่ และเมื่อเกิดการเสียดสี จนสึกหรอถึงหมุดย้ำที่ทำด้วยทองแดง จะต้องเปลี่ยนผ้าคลัตช์ใหม่ทันที

8.5.1.2 การบำรุงรักษาคลัตช์หหลายแผ่น

คลัตช์แบบหลายแผ่นจำเป็นต้องใช้น้ำมันหล่อลื่นในขณะใช้งาน ซึ่งจะหมุนเวียนด้วย Pump และต้องเปลี่ยนถ่ายน้ำมันออกจากคลัตช์ ตามระยะเวลาที่กำหนด หากมีการถ่ายน้ำมันออกมาพบเศษของโลหะแสดงว่าชิ้นส่วนภายในสึกหรอ หรือแตกหักเสียหาย จะต้องถอดรื้อคลัตช์แล้วทำการตรวจสอบ ดังรูป



รูปที่ 8.26 แสดงการถ่ายน้ำมันจากคลัตช์

8.5.1.3 การบำรุงรักษาคลัตช์แบบฟัน

หมั่นตรวจสอบและบำรุงรักษาคลัตช์แบบฟัน โดยการทาจารบีที่บริเวณฟันคลัตช์อย่างสม่ำเสมอ และตรวจดูที่ฟันว่าอยู่ในสภาพที่สมบูรณ์หรือไม่

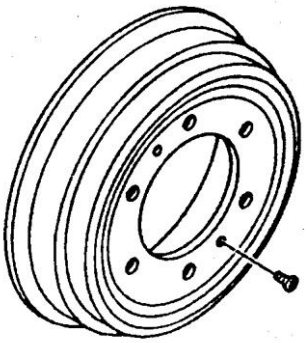
8.6 ความหมายของเบรก

เบรก หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าห้ามล้อ เป็นอุปกรณ์ควบคุมการเคลื่อนที่ของวัตถุ โดยทั่วไปแล้วเบรกจะทำให้วัตถุเคลื่อนที่ช้าลงหรือหยุดการเคลื่อนที่ การเกิดการเบรก คือ การใช้ความฝืดไปสัมผัสกับวัตถุ จึงทำให้เกิดการหยุดขึ้น ดังนั้นถ้ามีการใช้เบรกติดต่อกันในระยะเวลาหนึ่ง อุณหภูมิของเบรกจะเพิ่มมากขึ้น จึงมีผลทำให้ค่าสัมประสิทธ์ความเสียดทานในการสัมผัสลดลง

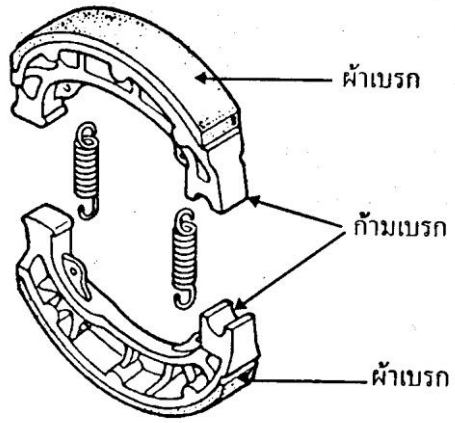
8.7 ชนิดของเบรก

เบรกที่ใช้กับเครื่องจักรวาลและที่ใช้กับเครื่องยนต์มีหลายแบบ สามารถแยกออกได้ดังนี้

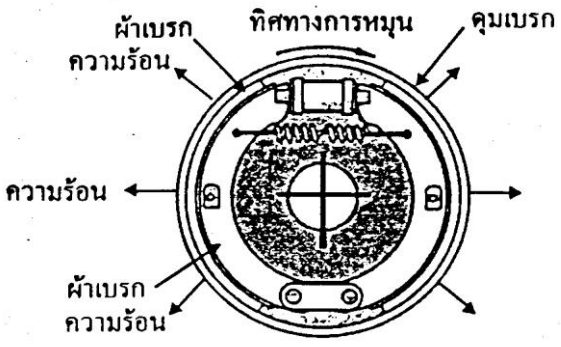
8.7.1 เบรกแบบดุม (DRUM BRAKE)ที่นิยมใช้กันมากในรถยนต์เบรกดุมมีข้อดีคือ ผ้าเบรกยาวนาน แต่จุดอ่อนของเบรกชนิดนี้ คือ การระบายความร้อนไม่ดีเนื่องจากแท่งมีลักษณะคล้ายก้ามปู บางครั้งจะเรียกเบรกชนิดนี้ว่า เบรกก้ามปู เบรกชนิดนี้มีส่วนประกอบที่สำคัญ ๆ ได้แก้ ดุมเบรก ผ้าเบรก ก้ามเบรก สปริงกระบอกเบรก ดังรูป



รูปที่ 11.1 ลักษณะดุมเบรก



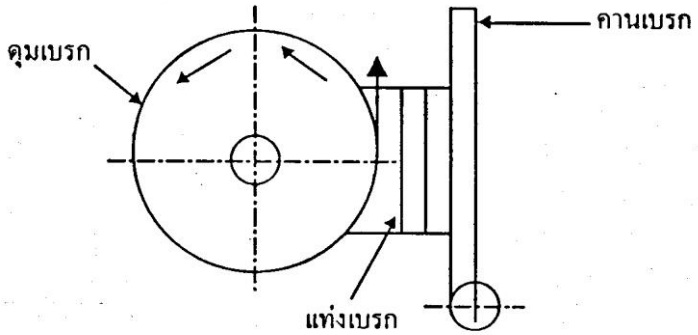
รูปที่ 11.2 ลักษณะผ้าเบรกและก้ามเบรก



รูปที่ 11.3 องค์ประกอบของเบรกแบบดุม

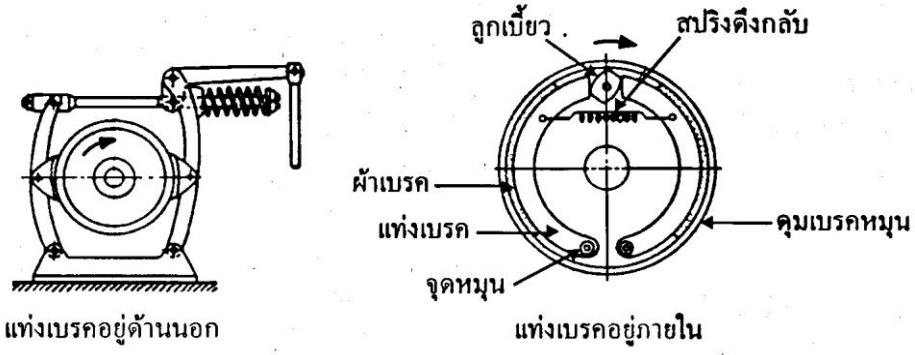
8.7.2 เบรกแบบแท่ง (BLOCK BRAKE) เบรกแท่งที่ใช้กับเครื่องจักรกลมี 2 อย่าง ดังนี้

11.2.2.1 เบรกแท่งแบบแท่งเบรกเดียว เบรกชนิดนี้จะประกอบไปด้วย ดุมเบรก แท่งเบรก คานเบรก มีทั้งแบบแท่งเบรกคู่และแท่งเบรกเดี่ยว เบรกชนิดนี้ถ้าเบรกด้วยแรงคนสามารถให้แรงประมาณ 15-20 กิโลกรัม นิยมใช้กับเครื่องจักรกลที่มีแรงบิดมาก ๆ เบรกชนิดนี้มีลักษณะ ดังรูป



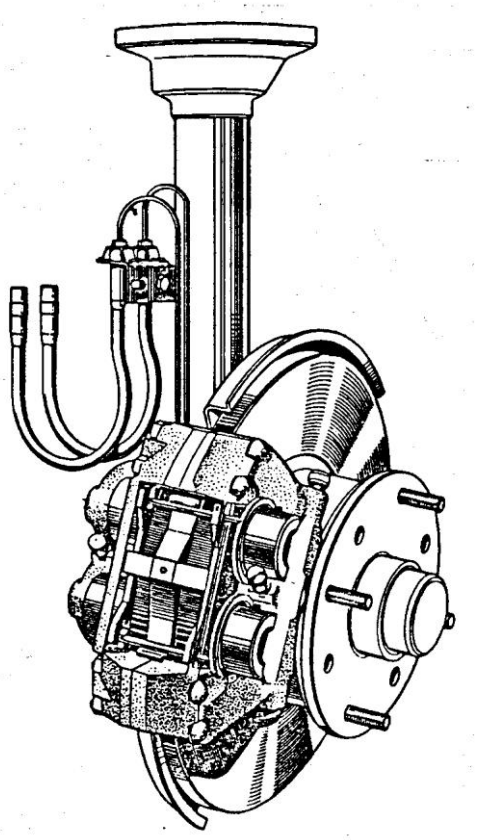
รูปที่ 11.4 ลักษณะของเบรกแท่งแบบแท่งเบรกเดี่ยว

8.7.2.2 เบรกแท่งแบบแท่งเบรกคู่ เบรกชนิดนี้จะใช้งานได้ดีกว่าแบบเบรกแท่งเดี่ยว เนื่องจากจะมีแรงกดสองด้านจะให้แรงได้มากกว่า เบรกแท่งเบรกคู่มีทั้งแท่งเบรกที่อยู่ภายนอกและแท่งเบรกที่อยู่ภายใน ซึ่งมีลักษณะดังรูป



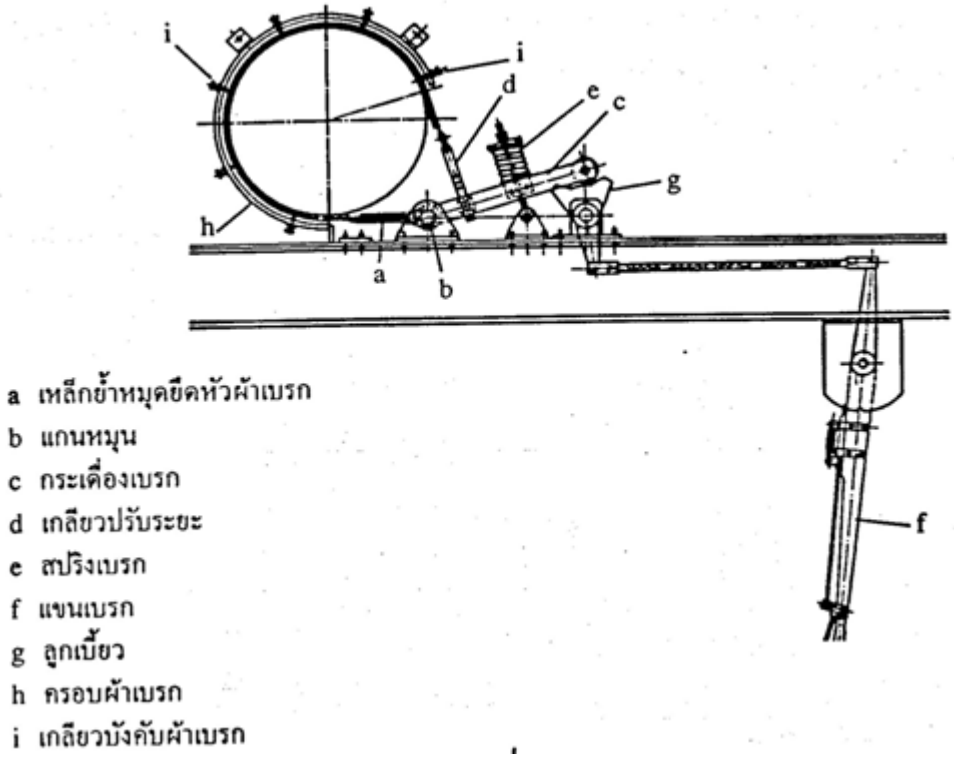
รูปที่ 11.5 ลักษณะของเบรกแท่งแบบแท่งเบรกคู่

8.7.3 เบรกแบบจาน (DISK BRAKE) เบรกชนิดนี้จะประกอบไปด้วยจานเบรกที่มีรูปเป็นแผ่นกลม และมีผ้าเบรกประกบอยู่ทั้งสองด้าน เบรกชนิดนี้สามารถควบคุมได้ง่าย ถ่ายเทความร้อนได้ดี เหมาะสมสำหรับงานที่มีความเร็วรอบสูง ๆ นิยมใช้กับรถยนต์ รถจักรยานยนต์ เบรก ชนิดนี้มีลักษณะ ดังรูป



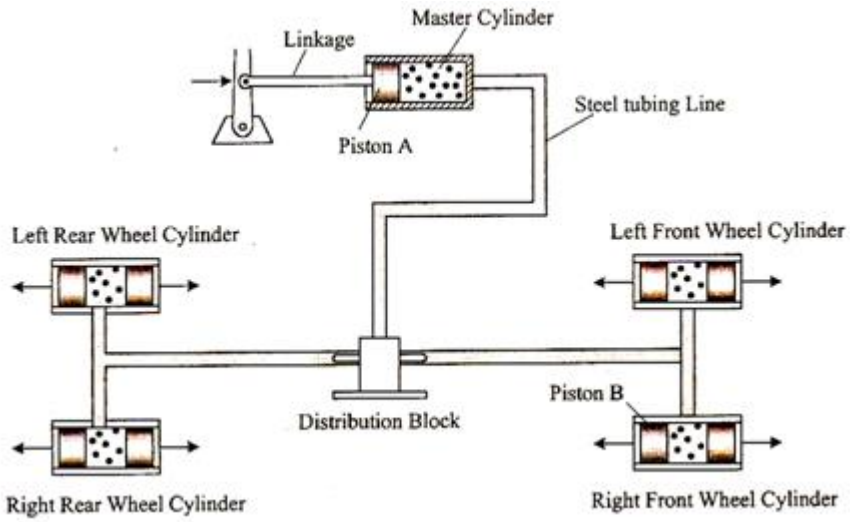
รูปที่ 11.6 องค์ประกอบของเบรกชนิดจาน

8.7.4 เบรกแบบสายพาน (BAND BRAKE) เบรกชนิดนี้ประกอบไปด้วยแถบเหล็กที่เคลือบด้วยวัสดุทนความเสียดทาน ดุมเบรกและคานโยก ข้อดีของเบรกชนิดนี้ คือ สามารถทำให้ผิวสายพานมีขนาดใหญ่ ๆ ได้ การประกอบทำได้ง่าย สามารถให้แรงเบรกสูง ๆ ได้ ไม่เหมาะกับงานที่มีความเร็วสูง นิยมใช้กับเครื่องกว้านต่าง ๆ เบรกชนิดนี้มีลักษณะ ดังรูป



รูปที่ 11.7 ลักษณะของเบรกแบบสายพาน

8.7.5 เบรกไฮโดรลิกส์ (Hydraulic Brake) จากหลักการที่ของเหลวไม่สามารถยุบตัวได้ และถ้าแรงดันในระบบไม่มีการรั่วไหลจะเท่ากันทุกจุด หลักการนี้จึงนำมาใช้ในระบบเบรกไฮโดรลิกส์ ในระบบคันเหยียบเบรก จะยึดต่อกับแม่ปั๊ม เมื่อเหยียบกดคันเบรก จะทำให้ลูกสูบถูกดันเข้าไปในกระบอกลูกสูบของแม่ปั๊ม การเคลื่อนที่ของลูกสูบนี้จะดันน้ำมันเบรกตลอดระบบและเข้าไปในกระบอกเบรกของแต่ละล้อ เมื่อเป็นเช่นนี้ ลูกสูบในกระบอกเบรกที่ล้อแต่ละล้อ จะถูกแรงดันน้ำมันเบรก ดันให้เคลื่อนออก ซึ่งจะไปดันขาเบรกให้กางออกเช่นกัน



รูปที่ 11.8 แสดงแรงกระทำที่คานเบรก ทำให้ของเหลวในระบบเกิดความดัน

เพื่อให้การทำงานของเบรกไฮโดรลิกส์ เกิดประสิทธิภาพสูงได้ดีทุกสภาวะ น้ำมันเบรกต้องมีคุณสมบัติดังนี้

1. ต้องไม่ทำปฏิกิริยากับชิ้นส่วนที่เป็นยางของระบบ เช่นทำให้เกิดการบวมหรืออ่อนตัว
2. ต้องไม่เป็นอันตรายต่อโลหะต่างๆ ที่ใช้ในระบบ เพราะถ้าชิ้นส่วนเกิดสนิม ทำให้เบรกติดแน่นได้
3. น้ำมันเบรกต้องไม่ระเหยกลายเป็นไอ ที่อุณหภูมิสูงสุดตามสภาพการทำงานของมัน
4. ต้องไม่แข็งตัวในอุณหภูมิต่ำ และต้องคงสภาพเป็นของเหลว แม้จะมีน้ำปนอยู่บ้างก็ตาม
5. ทำหน้าที่คล้ายกับตัวหล่อลื่นชิ้นส่วนต่างๆ ที่เคลื่อนที่ในระบบ
6. ต้องรวมตัวหรือผสมเข้ากับสิ่งอื่น ที่นำมาผสมเป็นน้ำมันเบรกได้เป็นอย่างดี
7. ต้องรักษาคุณสมบัติดังกล่าวได้นาน

8.8 การปรับแต่งและซ่อมบำรุงเบรก

8.8.1 การวินิจฉัยข้อขัดข้องของเบรก (Brake Trouble Diagnosis)

ในการวินิจฉัยรายระเอียดข้อขัดข้องของเบรก เพื่อทำให้สามารถทำการแก้ไขได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งจะข้อยกตัวอย่างในการวินิจฉัยของเบรกบางชนิด โดยสามารถจำแนกข้อขัดข้องที่เกิดขึ้น สาเหตุที่อาจทำให้เกิดการขัดข้อง ตลอดจนวิธีการตรวจหรือแก้ไขข้อขัดข้องเหล่านั้นในเบื้องต้น

1. การวินิจฉัยการขัดข้องของเบรกดรัม (Drum Brake)

ข้อขัดข้อง	สาเหตุ	การแก้ไข
1. เบรกฝืดหรือติด (One Brake Drags)	-ปรับแต่งก้านเบรกไม่ถูกต้อง -ปั๊มเบรกขัดข้องหรือชำรุด -ถ้าเป็นระบบเบรกดรัมไฮดรอลิคอาจมีน้ำเข้าปนในเบรก	-ปรับแต่งก้านต่อ -ซ่อมแซมหรือเปลี่ยนปั๊มเบรก -เปลี่ยนชิ้นส่วนที่เป็นยางในน้ำมันเบรกตามคำแนะนำ
2. เบรกไม่ค่อยอยู่และต้องออกแรงเหยียบคัดเบรกเพิ่มขึ้น (Poor Braking Action Requiring Excessive Pedal Pressure)	-ผ้าเบรกอาจเปียกน้ำ -ผ้าเบรกร้อนจัด -ผ้าเบรกไหม้ -ขาเบรกเคลื่อนไปจากที่ปรับแต่งไว้หรือปรับแต่งขาเบรกไม่ถูกต้อง	-เมื่อผ้าเบรกแห้งจะเป็นปกติอาจทำให้ -ปรับแต่งขาเบรกใหม่ -ให้โอกาสผ้าเบรกเย็นลง -เปลี่ยนผ้าเบรกใหม่
3. เบรกมีเสียงดัง (Noisy Brake)	-ผ้าเบรกสึกหรอ -ขาเบรกบิดเบี้ยวหรือคดงอ -หมุดย้ำผาเบรกหลวม -ชิ้นส่วนต่างๆ ของเบรกหลวม	-เปลี่ยนผ้าเบรกใหม่ -เปลี่ยนขาเบรกใหม่ -ขัดชิ้นส่วนต่างๆ ของเบรกให้แน่น
4. มีลมในระบบเบรก	-แม่ปั๊มเบรกชำรุด -ข้อต่อหลวมหรือท่อเบรกชำรุด -น้ำมันเบรกสูญหายไป	-ซ่อมแซมหรือเปลี่ยนปั๊มเบรก -ขันข้อต่อให้แน่นเปลี่ยนท่อที่ชำรุด

2. การวินิจฉัยข้อขัดข้องของดิสด์เบรก

ข้อขัดข้อง	สาเหตุ	การแก้ไข
1. เบรกไม่สม่ำเสมอ ดันแบรกสั่นเป็นห้วงๆ (Brake-pedal Pulsations)	-ตัวจานเบรกแกว่งมากเกินไป -ลูกปืนที่ล้อหลวม	-ตรวจอาการแกว่งของจาน ถ้าแกว่งมากเกินไปก็ให้เปลี่ยน -ปรับลูกปืนเป็นที่ล้อใหม่
2. เบรกมีเสียงดังจากการขูดขีดหรือเสียดสีกันระหว่างโลหะกับโลหะ (Scraping)	-เบรกมีเสียงดังที่ความเร็วต่ำในขณะที่รถวิ่งบนถนนที่ขรุขระ อาจเกิดจากช่องว่างระหว่างขาเบรกกับคาลิเปอร์มากเกินไป -จานเบรกเสียดสีกับเสื้อคาลิเปอร์ -ผ้าเบรกสึกหรอมาก ทำให้เครื่องเตือน (Telltal Tabs) ขูดกับจานเบรก	-เปลี่ยนผ้าเบรกและผ้าเบรกใหม่ -ตรวจดูสนิมหรือโคลนที่เกาะจับอยู่กับจานเบรก ตรวจการติดตั้งคาลิเปอร์ให้แน่น -เปลี่ยนผ้าเบรก
3. ระดับน้ำมันเบรกในปั๊นต่ำ	-เกิดการรั่วในระบบ -ผ้าเบรกสึกหรอมาก	-ตรวจหารอยรั่วและทำการแก้ไข -เปลี่ยนผ้าเบรกใหม่

8.8.2 ความปลอดภัยในการตรวจซ่อมเบรก

ในการลงมือทำการตรวจซ่อมเบรกทั้งก่อนปฏิบัติและหลังการปฏิบัติ ผู้ทำงานต้องคำนึงถึงความปลอดภัยหลายๆ ด้าน ดังนี้

1. อันตรายเกี่ยวกับสุขภาพ

วัสดุที่ทำผ้าเบรกส่วนใหญ่จะมีแอสเบสทอผสมอยู่ด้วย เรียกว่า ตาร์ซิโนเจน (Carcinogen) โดยที่เป็นสารทำให้เกิดมะเร็ง การเจียระไนผ้าเบรกหรือการทำความสะอาดส่วนประกอบของเบรก ทำให้เกิดฝุ่นละอองของคาร์ซิโนเจนฟุ้งกระจายในร่างกายได้ ควรใส่อุปกรณ์ป้องกันด้วยเวลาปฏิบัติงาน

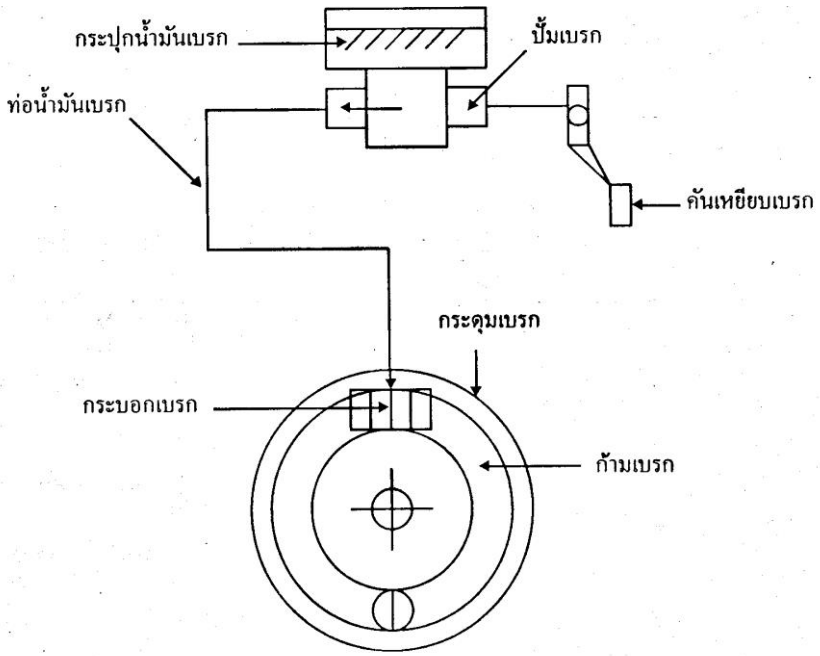
2. การระวังน้ำมันเบรก

น้ำมันเบรกเป็นอันตรายต่อสีรถยนต์ ระวังอย่าให้น้ำเบรกหกหรือกระเด็นถูกสีรถยนต์หากเกิดการหกหรือกระเด็น รีบใช้ผ้าซับออกแล้วนำน้ำสบู่อย่างอ่อนมาล้างจากนั้นใช้น้ำสะอาดล้างอีกครั้งหนึ่ง

8.9 หน้าที่การใช้งานของเบรก

เบรกแต่ละชนิดมีหน้าที่การใช้งานตามวัตถุประสงค์เดียวกัน คือ ทำหน้าที่เป็นตัวชะลอความเร็วจากการหมุนของวงล้อให้ช้าลง หรือให้หยุดเพื่อความปลอดภัย เป็นการเปลี่ยนพลังงานการเคลื่อนที่ให้เป็นพลังงานความร้อน ทำหน้าที่บังคับการหยุดในระยะทางหรือเวลาที่กำหนดไว้เช่น จะหยุดรถที่เราขับขี่อยู่ตรงสัญญาณไฟแดงตามทางแยกต่าง ๆ หรือหยุดการหมุนของหัวจับเครื่องกลึงขณะทำการกลึงเพื่อตรวจวัดขนาดของชิ้นงาน และทำหน้าที่บังคับให้หยุดอยู่กับที่ไม่ให้ไปได้ เช่น การหยุดด้วยเบรกมือของรถยนต์เพื่อต้องการให้รถจอดอยู่กับที่ไม่ให้เลื่อนไปที่อื่น

เบรกที่ใช้งานกันอยู่ทั่วไปจะใช้แรงคนในการเบรกผ่านระบบการทำงานของเบรก เช่น ผ่านระบบกลไก ผ่านระบบลม ผ่านระบบน้ำมัน ผ่านระบบไฟฟ้า และผ่านระบบอัตโนมัติ ไปยังเบรกชนิดต่าง ๆ เช่น เบรกแบบดุม เบรกแบบแท่ง เบรกแบบจาน หรือเบรกแบบแม่เหล็กไฟฟ้า เป็นต้น



รูปที่ 11.8 ลักษณะการทำงานของเบรกรถยนต์