เอกสารประกอบการสอน

รายวิชาระบบส่งกำลังเครื่องมือกล รหัส 2102-2110

หน่วยที่ 4

งานคำนวณระบบส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยเฟือง

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556

นายดำรง สัพโส

ค.อ.ม.(เครื่องกล)

วิทยาลัยเทคนิคท่าหลวงซิเมนต์ไทยอนุสรณ์

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

เอกสารประกอบการสอน
วิชาระบบส่งกำลังเครื่องมือกล รหัสวิชา 2102-2110
หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556

นายดำรง สัพโส
ค.อ.ม.(เครื่องกล)

วิทยาลัยเทคนิคท่าหลวงซิเมนต์ไทยอนุสรณ์
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา
กระทรวงศึกษาธิการ

คำนำ

การออกแบบการเรียนรู้รายวิชา ระบบส่งกำลังเครื่องมือกล รหัสวิชา 2102-2110 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอนรายวิชาทฤษฎีที่เน้นการคำนวณให้สามารถเรียนรู้เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ในรูปแบบใหม่ ทำให้ผู้เรียนมีกิจกรรมร่วมตลอดเวลาในลักษณะของผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ตลอดจนได้เกิดแนวคิดในการนำไปประยุกต์ใช้งานได้จริงกับภาคอุตสาหกรรมหลังจบการศึกษา เครื่องมือที่ใช้ในการเรียนรู้คือ ใบเนื้อหา แบบทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน แบบฝึกหัด แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ วิธีการสร้างชุดการสอนนี้เริ่มจากศึกษาหลักสูตรรายวิชาคำอธิบายรายวิชา หนังสือตำรา ผู้ชำนาญงานในภาคอุตสาหกรรมให้คำแนะนำ และจากประสบการณ์ของผู้สอนเอง พร้อมทั้งจากการสังเกตการณ์ปฏิบัติงาน จากนั้นวิเคราะห์ออกมาเป็นงานคำนวณ (Job Analysis) จำนวน 12 หน่วยการเรียนรู้โดยเรียงลำดับตามความยากง่ายและกลุ่มของ ระบบส่งกำลังของเครื่องมือกล ซึ่งผู้จัดทำหวังว่าผู้เรียนที่ผ่านการใช้ชุดการสอนดังกล่าว จะมีความกระตือรือร้นมากขึ้นจากการที่มีกิจกรรมร่วมตลอดเวลา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน นอกจากนี้คาดหวังให้ผู้เรียนยังสามารถนำไปใช้งานได้จริงและสามารถนำไปปรับประยุกต์ใช้ได้ต่อไป

ดำรง สัพโส
สาขาวิชาช่างกลโรงงาน
วิทยาลัยเทคนิคท่าหลวงซิเมนต์ไทยอนุสรณ์

โครงสร้างการจัดการเรียนรู้

วิชาระบบส่งกำลังเครื่องมือกล รหัสวิชา 2102-2110

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556

เวลาเรียน 2 ชั่วโมง / สัปดาห์ จำนวน 2 หน่วยกิต

---

1. สภาพรายวิชา

เป็นรายวิชาเรียนแผนกช่างกลโรงงาน สาขาเครื่องมือกล กลุ่มทักษะวิชาชีพเลือก หลักสูตรระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พุทธศักราช 2556 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

2. จุดประสงค์รายวิชา เพื่อให้

1. เข้าใจหลักการของระบบส่งกำลังเครื่องมือกล
2. คำนวณการส่งกำลังเครื่องมือกล
3. มีกิจนิสัยในการทำงานอย่างมีระเบียบแบบแผน มีความรับผิดชอบต่อตนเอง และส่วนรวม

3. สมรรถนะรายวิชา

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับหลักการและกระบวนการ การคำนวณการส่งกำลังเครื่องมือกล
2. ประยุกต์การส่งกำลังในงานเครื่องมือกล

4. คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาเกี่ยวกับหลักการทำงานของระบบส่งกำลัง วิธีการส่งกำลังของเครื่องมือกลแบบต่างๆ เครื่องเจาะ เครื่องกลึง เครื่องไส เครื่องเจียระไน เครื่องกัด คำนวณการส่งกำลัง

การจัดหน่วยการเรียนรู้

วิชาระบบส่งกำลังเครื่องมือกล รหัสวิชา 2102-2110

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556

เวลาเรียน 2 ชั่วโมง / สัปดาห์ จำนวน 2 หน่วยกิต

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	จำนวนชั่วโมง
1	งานคำนวณพื้นฐานระบบส่งกำลังเครื่องมือกล	2
2	งานคำนวณระบบส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยสายพาน	4
3	งานคำนวณระบบส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยโซ่	4
4	งานคำนวณระบบส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยเฟือง	4
5	งานคำนวณระบบส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยเพลา	4
6	งานคำนวณระบบส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยคลัตซ์	2
7	งานคำนวณระบบส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยคัปปลิ้ง	2
8	งานคำนวณระบบขัดตัวส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยลิ่ม	4
9	งานคำนวณระบบขัดตัวส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยสลักเกลียว	4
10	งานคำนวณระบบขัดตัวส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยสลักอัด	2
11	งานคำนวณระบบส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยลูกเบี้ยว	2
12	งานคำนวณระบบส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยไฮดรอลิกส์	2
	รวม	36

ตารางวิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้

วิชาระบบส่งกำลังเครื่องมือกล รหัสวิชา 2102-2110 หลักสูตรระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

เวลาเรียน 2 ชั่วโมง / สัปดาห์ จำนวน 2 หน่วยกิต

	ด้านพุทธิพิสัย					ด้านทักษะพิสัย					ด้านจิตพิสัย					จำนวนชั่วโมงสอน
	1. ความรู้ความจำ	2. ความเข้าใจ	3. การนำไปใช้	4. การวิเคราะห์	5. การประเมินค่า	1. การเตรียมพร้อม	2. การตอบสนอง	3. ปฏิบัติถูกต้อง	4. มีทักษะ	5. นำไปประยุกต์	1. ความรับผิดชอบ	2. ความสนใจใฝ่รู้	3. ความซื่อสัตย์	4. ความมีวินัย	5. ความสามัคคี	
งานคำนวณพื้นฐานระบบส่งกำลังเครื่องมือกล	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	2
งานคำนวณระบบส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยสายพาน	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	4
งานคำนวณระบบส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยโซ่	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	4
งานคำนวณระบบส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยเฟือง	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	4
งานคำนวณระบบส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยเพลา	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	4
งานคำนวณระบบส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยคลัตซ์	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	2
งานคำนวณระบบส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยคัปปลิ้ง	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	2
งานคำนวณระบบขัดตัวส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยลิ่ม	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	4
งานคำนวณระบบขัดตัวส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยสลักเกลียว	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	4
งานคำนวณระบบขัดตัวส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยสลักอัด	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	2
งานคำนวณระบบส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยลูกเบี้ยว	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	2
งานคำนวณระบบส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยไฮดรอลิกส์	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	2

คำแนะนำการใช้เอกสารประกอบการสอน

เอกสารประกอบการสอนฉบับนี้ ใช้ประกอบกิจกรรมการเรียนการสอนรายวิชา ระบบส่งกำลังเครื่องมือกล รหัสวิชา 2102 – 2110 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ เป็นแนวทางในการสอนของครู และเป็นแนวทางการประกอบการเรียนของนักศึกษา ตลอดจนใช้เป็นแนวทางสำหรับผู้ที่สนใจในวิชาดังกล่าว โดยแบ่งออกเป็น 12 หน่วยการเรียนรู้ ในแต่ละหน่วยกำหนดให้ครูผู้สอนและผู้เรียนปฏิบัติดังนี้

คำชี้แจงสำหรับครูผู้สอน

1. ศึกษาเนื้อหาวิชาในแต่ละหน่วยให้เข้าใจก่อนทำการสอนและจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อใช้ในการเรียนการสอนตามที่ระบุไว้ในแผนการเรียนรู้แต่ละหน่วย
2. ดำเนินการสอนตามแผนการเรียนรู้ทุกหน่วยให้ครบ
3. การจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ในแต่ละหน่วยมีส่วนประกอบดังนี้

   ขั้นตอนที่ 1 ขั้นตอนการนำสู่บทเรียน (Motivation)

   ขั้นตอนที่ 2 ให้รายระเอียดเนื้อหา (Information)

   ขั้นตอนที่ 3 มอบหมายงาน (Application)

   ขั้นตอนที่ 4 สรุปผลและประเมินผล (Progress)

ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้สอนจะต้องมีทักษะและความชำนาญในการอภิปรายและการสาธิตอย่างดี ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิผล

4. ผู้สอนต้องทำการทดสอบผู้เรียนก่อนเรียน
5. การสรุปบทเรียนในแต่ละหน่วยด้วยการให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัด และผู้สอนควรเฉลยแบบฝึกหัดร่วมกับผู้เรียนเพื่อให้รู้ถึงข้อผิดพลาดในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
6. หลังจากผู้เรียนได้เรียนรู้ในแต่ละหน่วยแล้วให้ผู้สอนแจกแบบทดสอบหลังเรียนและทำการประเมินผล

คำชี้แจงสำหรับผู้เรียน

1. ผู้เรียนควรศึกษาจุดประสงค์การเรียนรู้
2. ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนและตรวจสอบคำตอบในแบบเฉลยด้วยความซื่อสัตย์ร่วมกับครูผู้สอน
3. ผู้เรียนรับฟังการบรรยายเนื้อหาจากครูผู้สอนและจากเอกสารประกอบการสอนด้วยความตั้งใจ
4. ผู้เรียนทำแบบฝึกหัดท้ายหน่วยการเรียน และประเมินผลการทำแบบฝึกหัดด้วยตนเองร่วมกับผู้ครูสอน
5. ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน และประเมินผลด้วยความซื่อสัตย์ร่วมกับผู้ครูสอน
6. หากผู้เรียนมีปัญหาจากการฟังเนื้อหาการบรรยาย สามารถสอบถามครูผู้สอนได้ทันที

การประเมินผล

ครูผู้สอนประเมินผลจากกิจกรรมการเรียนการสอนดังนี้

1. จากข้อสอบประเมินผลรายวิชาก่อนเรียนและหลังเรียน
2. จากแบบทดสอบประเมินผลก่อนเรียนและหลังเรียนแต่ละหน่วยการเรียนรู้
3. จากใบงานที่มอบหมายให้ผู้เรียนทำ
4. จากแบบฝึกหัดแต่ละหน่วยการเรียน

เกณฑ์การวัดผลและประเมินผล

การวัดผลและประเมินผลได้กำหนดให้ใช้สัดส่วนของคะแนนระหว่างภาคต่อคะแนนสอบปลายภาค เท่ากับ 80 : 20 โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. คะแนนระหว่างภาค	**80 คะแนน**
1.1 คะแนนจิตพิสัย	20 คะแนน
1.2 คะแนนงานตามกิจกรรมในแต่ละหน่วย	60 คะแนน
2. คะแนนสอบปลายภาค	**20 คะแนน**

3. เกณฑ์การประเมินผล

ใช้เกณฑ์การประเมินผลแบบอิงเกณฑ์โดยแบ่งระดับดังนี้

80-100	คะแนน	ระดับเกรด	4
75-79	คะแนน	ระดับเกรด	3.5
70-74	คะแนน	ระดับเกรด	3
65-69	คะแนน	ระดับเกรด	2.5
60-64	คะแนน	ระดับเกรด	2
55-59	คะแนน	ระดับเกรด	1.5
50-54	คะแนน	ระดับเกรด	1
0-49	คะแนน	ระดับเกรด	0

สารบัญ

	หน้า
คำนำ	ก
โครงสร้างการจัดการเรียนรู้	ข
การจัดหน่วยการเรียนรู้	ค
ตารางวิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้	ง
คำแนะนำการใช้เอกสารประกอบการสอน	จ
สารบัญ	ช
สารบัญภาพ	ฌ
สารบัญตาราง	ฎ
สาระสำคัญ	1
วัตถุประสงค์ทั่วไป	2
วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมด้านทฤษฎี	3
วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมด้านปฏิบัติ	4
แบบทดสอบก่อนเรียน	5
เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน	12
หน่วยที่ 4. งานคำนวณระบบส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยเฟือง	
1. ชนิดของเฟืองและการใช้งาน พร้อมทั้งข้อดี-ข้อด้อยของเฟืองชนิดต่างๆ	13
2. รูปร่างและสัดส่วนต่างๆของเฟืองระบบอังกฤษ	18
3. ลักษณะมาตรฐานรูปทรงฟันเฟืองระบบอังกฤษ	19
4. รูปร่างและ สัดส่วนต่างๆของเฟืองระบบเมตริก	20
5. ลักษณะมาตรฐานรูปทรงฟันเฟืองระบบเมตริก	21
6. มาตรฐานรูปทรงฟันเฟือง	22
7. วิธีการหาระยะช่องว่างระหว่างแก้มฟันเฟือง(Backlash)	23
8. วิธีการหาพื้นที่หน้าสัมผัสแก้มฟันเฟือง (Tooth Contact)	25
9. การคำนวณขนาดต่าง ๆสำหรับเฟืองฟันตรง	26
10. ขั้นตอนการซ่อมแซมฟันเฟือง	28
11. วิธีการบำรุงรักษาเฟือง	33
12. การคำนวณการส่งกำลังด้วยชุดเฟืองอัตราทดชั้นเดียว	35
13.การส่งถ่ายกำลังด้วยชุดเฟืองอัตราทดหลายชั้น	37

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
14. เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการคำนวณระบบส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยเฟือง	39
15. วิธีการคำนวณระบบส่งกำลังด้วยชุดเฟืองอัตราทดชั้นเดียว	39
16. การบันทึกสรุปผลรายงานการปฏิบัติงาน	47
17. การจัดเก็บเครื่องมืออุปกรณ์และบริเวณปฏิบัติงาน	48
18. กฎความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน	48
แบบฝึกหัด	49
เฉลยแบบฝึกหัด	54
แบบทดสอบหลังเรียน	59
เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน	66
ใบลำดับขั้นการปฏิบัติงาน	67
ใบสั่งงาน	76
ใบประเมินผล	79
ตารางดัชนีแสดงประสิทธิผลการจัดการเรียนรู้	82
บันทึกหลังการสอน	84
บรรณานุกรม	85

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
4.1 แสดงลักษณะรูปร่างของเฟือง	13
4.2 แสดงชนิดของเฟืองแบ่งตามลักษณะการวางตัวของเพลา	13
4.3 แสดงลักษณะเฟืองฟันตรง (Spur Gear)	14
4.4 แสดงลักษณะเฟืองฟันเฉียง (Helical Gear)	14
4.5 แสดงลักษณะเฟืองฟันเฉียงสองทิศทางหรือเฟืองก้างปลา (Herringbone Gear)	15
4.6 แสดงลักษณะเฟืองดอกจอก (Beval Gear)	15
4.7 แสดงลักษณะเฟืองหนอน (Worm Gear)	16
4.8 แสดงลักษณะเฟืองเกลียวสกรู (Spiral Gear)	16
4.9 แสดงลักษณะเฟืองสะพาน (Rack Gear)	17
4.10 แสดงลักษณะรูปร่างสัดส่วนของเฟือง	17
4.11 แสดงลักษณะรูปร่างและสัดส่วนของเฟืองระบบอังกฤษ	18
4.12 แสดงลักษณะมาตรฐานฟันเฟืองระบบอังกฤษ	19
4.13 แสดงลักษณะมาตรฐานฟันเฟืองระบบอังกฤษ	20
4.14 แสดงลักษณะมาตรฐานฟันเฟืองระบบเมตริก	21
4.15 แสดงลักษณะมาตรฐานฟันเฟืองรูปทรงอินโวลูท (Involute Teeth)	22
4.16 แสดงลักษณะมาตรฐานฟันเฟืองรูปทรงไซคลอยดัล (Cycloidal Teeth)	22
4.17 แสดงลักษณะระยะช่องว่างระหว่างแก้มฟันเฟือง (Backlash)	23
4.18 แสดงวิธีการทดสอบระยะช่องว่างระหว่างแก้มฟันเฟืองด้วยวัสดุอ่อนสอดรอง	24
4.19 แสดงวิธีการทดสอบระยะช่องว่างระหว่างแก้มฟันเฟืองด้วยฟิลเลอร์เกจ	24
4.20 การหาพื้นที่สัมผัสแก้มฟันเฟือง (Tooth Contact)	25
4.21 แสดงลักษณะขนาดต่าง ๆ สำหรับเฟืองฟันตรง	26
4.22 แสดงลักษณะการคำนวณขนาดต่าง ๆ ของฟันเฟือง	27
4.23 แสดงลักษณะการชำรุดเสียหายของฟันเฟือง	28
4.24 แสดงลักษณะการตะไบฟันเฟืองที่ชำรุดให้เรียบ	28
4.25 แสดงลักษณะการร่างแบบเพื่อเจาะรูทำเกลียวใน	29
4.26 แสดงลักษณะการตอกนำศูนย์	29
4.27 แสดงลักษณะการเจาะรูเพื่อทำเกลียวใน	30
4.28 แสดงลักษณะต๊าปเกลียวเพื่อยึดสลักเกลียว	30
4.29 แสดงลักษณะการขันยึดสกรู	31

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.30 แสดงลักษณะการตัดสลักเกลียวให้ได้ความสูงใกล้เคียงกับฟันเฟืองเดิม	31
4.31 แสดงลักษณะการเชื่อมฟอกสลักเกลียว	32
4.32 แสดงลักษณะการตรวจสอบขนาดฟันเฟืองด้วยเกจ	32
4.33 แสดงลักษณะการหล่อลื่นเฟืองด้วยมือ	33
4.34 แสดงลักษณะการหล่อลื่นเฟืองแบบหยด	33
4.35 แสดงลักษณะการหล่อลื่นเฟืองแบบจุ่มหรือวิดสาด	34
4.36 แสดงลักษณะการหล่อลื่นเฟืองแบบปั๊มฉีด	34
4.37 แสดงลักษณะการส่งถ่ายกำลังด้วยชุดเฟืองอัตราทดชั้นเดียว	35
4.38 แสดงลักษณะตัวอย่างการคำนวณการส่งถ่ายกำลังด้วยชุดเฟืองอัตราทดชั้นเดียว	36
4.39 แสดงลักษณะตัวอย่างการคำนวณการส่งถ่ายกำลังด้วยชุดเฟืองอัตราทดหลายชั้น	37
4.40 แสดงลักษณะตัวอย่างการคำนวณการส่งถ่ายกำลังด้วยชุดเฟืองอัตราทดหลายชั้น	38
4.41 แสดงลักษณะเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการคำนวณระบบส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยเฟือง	39
4.42 แสดงลักษณะการใช้ปากกาเคมีทำเครื่องหมายเพื่อให้ทราบจุดเริ่มต้นของการนับจำนวนฟันเฟืองขับ(Z_1)	39
4.43 แสดงลักษณะการนับจำนวนฟันเฟืองขับ (Z_1)	40
4.44 แสดงลักษณะการใช้ปากกาเคมีทำเครื่องหมายเพื่อให้ทราบจุดเริ่มต้นของการนับจำนวนฟันเฟืองที่เฟืองตาม(Z_2)	40
4.45 แสดงลักษณะการนับจำนวนฟันเฟืองตาม (Z_2)	41
4.46 แสดงลักษณะการตรวจสอบความเร็วรอบมอเตอร์ขับจากเนมเพลส (Motor Nameplate)	41
4.47 แสดงลักษณะการคำนวณค่าต่างๆที่ต้องการทราบ	42
4.48 แสดงลักษณะการใช้ปากกาเคมีทำเครื่องหมายเพื่อให้ทราบจุดเริ่มต้นของการนับจำนวนฟันเฟืองขับ(Z_1)	42
4.49 แสดงลักษณะการนับจำนวนฟันเฟืองขับ (Z_1) แล้วจดบันทึก	43
4.50 แสดงลักษณะการใช้ปากกาเคมีทำเครื่องหมายเพื่อให้ทราบจุดเริ่มต้นของการนับจำนวนฟันเฟืองตาม(Z_2)	43
4.51 แสดงลักษณะการนับจำนวนฟันเฟืองตาม (Z_2) แล้วจดบันทึก	44
4.52 แสดงลักษณะการใช้ปากกาเคมีทำเครื่องหมายเพื่อให้ทราบจุดเริ่มต้นของการนับจำนวนฟันเฟืองขับ(Z_3)	44
4.53 แสดงลักษณะการนับจำนวนฟันเฟืองขับ (Z_3) แล้วจดบันทึก	45

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

4.54 แสดงลักษณะการใช้ปากกาเคมีทำเครื่องหมายเพื่อให้ทราบจุดเริ่มต้นของการนับจำนวนฟันเฟืองตาม(Z_4) 45

4.55 แสดงลักษณะการนับจำนวนฟันเฟืองตาม (Z_4) แล้วจดบันทึก 46

4.56 แสดงลักษณะการตรวจสอบความเร็วรอบมอเตอร์ขับจากเนมเพลส (Motor Nameplate) 46

4.57 แสดงลักษณะการคำนวณค่าต่างๆที่ต้องการทราบ 47

4.58 แสดงลักษณะการบันทึกสรุปผลรายงานการปฏิบัติงาน 47

4.59 แสดงลักษณะการจัดเก็บเครื่องมืออุปกรณ์และบริเวณปฏิบัติงาน 48

4.60 แสดงลักษณะการจัดเก็บเครื่องมืออุปกรณ์และบริเวณปฏิบัติงาน 48

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
4.1 ค่าเปอร์เซ็นต์พื้นที่สัมผัสแก้มฟันเฟือง	29
4.2 ขั้นความละเอียดของเฟือง	29
4.3 สูตรคำนวณหาค่าขนาดต่างๆ ของเฟืองฟันตรง	30

สาระสำคัญ

1. ชนิดและการใช้งาน พร้อมทั้งข้อดี-ข้อด้อยของเฟืองชนิดต่างๆ
2. รูปร่างและสัดส่วนต่างๆของเฟืองระบบอังกฤษ
3. ลักษณะมาตรฐานรูปทรงฟันเฟืองระบบอังกฤษ
4. รูปร่างและสัดส่วนต่างๆของเฟืองระบบเมตริก
5. ลักษณะมาตรฐานรูปทรงฟันเฟืองระบบเมตริก
6. มาตรฐานรูปทรงฟันเฟือง
7. วิธีการหาระยะช่องว่างระหว่างแก้มฟันเฟือง (Backlash)
8. วิธีการหาพื้นที่หน้าสัมผัสแก้มฟันเฟือง(Tooth Contact)
9. การคำนวณขนาดต่าง ๆสำหรับเฟืองฟันตรง
10. ขั้นตอนการซ่อมแซมฟันเฟือง
11. วิธีการบำรุงรักษาเฟือง
12. การคำนวณการส่งกำลังด้วยชุดเฟืองอัตราทดชั้นเดียว
13. คำนวณการส่งกำลังด้วยชุดอัตราทดหลายชั้น
14. รายการเครื่องมือและ อุปกรณ์ที่ใช้ในการคำนวณระบบส่งกำลังด้วยเฟือง
15. วิธีการคำนวณระบบส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยเฟือง
16. หัวข้อที่ต้องทำการบันทึกรายงานสรุปผลการปฏิบัติงาน
17. วิธีการจัดเก็บเครื่องมืออุปกรณ์และบริเวณปฏิบัติงาน
18. กฎความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน

วัตถุประสงค์ทั่วไปของการเรียนรู้

1. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับชนิดและการใช้งานพร้อมทั้งข้อดี-ข้อด้อยของเฟืองชนิดต่างๆ
2. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับรูปร่างและ สัดส่วนต่างๆของเฟืองระบบอังกฤษ
3. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะรูปทรงฟันเฟืองระบบอังกฤษ
4. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับรูปร่างและ สัดส่วนต่างๆของเฟืองระบบเมตริก
5. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะรูปทรงฟันเฟืองระบบเมตริก
6. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะมาตรฐานรูปทรงฟันเฟือง
7. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับวิธีการหาระยะช่องว่างระหว่างแก้มฟันเฟือง (Backlash)
8. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับวิธีการหาพื้นที่หน้าสัมผัสแก้มฟันเฟือง(Tooth Contact)
9. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการคำนวณขนาดต่าง ๆสำหรับเฟืองฟันตรง
10. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับขั้นตอนการซ่อมแซมฟันเฟือง
11. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับวิธีการบำรุงรักษาเฟือง
12. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการคำนวณการส่งกำลังด้วยชุดเฟืองอัตราทดชั้นเดียว
13. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการคำนวณการส่งกำลังด้วยชุดเฟืองอัตราทดหลายชั้น
14. เพื่อให้มีทักษะในจัดเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการคำนวณระบบส่งกำลังด้วยเฟือง
15. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับวิธีการคำนวณการส่งกำลังด้วยเฟือง
16. เพื่อให้มีทักษะในการบันทึกรายงานสรุปผลการปฏิบัติงาน
17. เพื่อให้มีเจตคติที่ดีต่อการจัดเก็บเครื่องมืออุปกรณ์และบริเวณปฏิบัติงาน
18. เพื่อให้มีเจตคติที่ดีต่อกฎความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน

วิทยาลัยเทคนิคท่าหลวงซิเมนต์ไทยอนุสรณ์	**วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมด้านทฤษฎี**	หน้าที่ : 3
	หน่วยที่ 4 : งานคำนวณระบบส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยเฟือง	

Behavioral Objectives	TKL			Remark
	R	A	T	
1. บอกชนิดและการใช้งาน ของเฟืองชนิดต่างๆได้	✓			
2. อธิบายรูปร่างและ สัดส่วนต่างๆที่สำคัญของเฟืองระบบอังกฤษได้		✓		
3. อธิบายลักษณะมาตรฐานฟันเฟืองระบบอังกฤษได้		✓		
4. อธิบายรูปร่างและ สัดส่วนต่างๆที่สำคัญของเฟืองระบบเมตริกได้		✓		
5. อธิบายลักษณะมาตรฐานฟันเฟืองระบบเมตริกได้		✓		
6. อธิบายลักษณะมาตรฐานรูปทรงฟันเฟืองได้		✓		
7. อธิบายวิธีการหาระยะช่องว่างระหว่างแก้มฟันเฟือง (Backlash)ได้		✓		
8. อธิบายวิธีการหาพื้นที่หน้าสัมผัสแก้มฟันเฟือง (Tooth Contact) ได้		✓		
9. คำนวณค่าขนาดต่าง ๆของเฟืองฟันตรงได้		✓		
10. อธิบายขั้นตอนการซ่อมแซมฟันเฟืองได้		✓		
11. อธิบายวิธีการบำรุงรักษาเฟืองได้		✓		
12. คำนวณหาอัตราทดการส่งถ่ายกำลังด้วยชุดเฟืองอัตราทดชั้นเดียวได้		✓		
13. คำนวณหาอัตราทดการส่งถ่ายกำลังด้วยชุดเฟืองอัตราทดหลายชั้นได้		✓		
14. บอกชื่อเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการคำนวณระบบส่งกำลังด้วยเฟืองได้	✓			
15. อธิบายวิธีการคำนวณการส่งกำลังด้วยเฟืองอัตราทดชั้นเดียวได้		✓		
16. อธิบายวิธีการคำนวณการส่งกำลังด้วยเฟืองอัตราหลายชั้นได้		✓		
17. อธิบายหัวข้อที่ต้องทำการบันทึกรายงานสรุปผลการปฏิบัติงานได้		✓		
18. บอกวิธีจัดเก็บเครื่องมืออุปกรณ์และบริเวณปฏิบัติงานได้	✓			
19. บอกกฎความปลอดภัยในการคำนวณระบบส่งกำลังด้วยเฟืองได้	✓			

TKL = Task Knowledge Level

R = Recalled A = Applied T = Transferred

วิทยาลัยเทคนิคท่าหลวงซิเมนต์ไทยอนุสรณ์	**วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมด้านปฏิบัติ**	หน้าที่ : 4
	หน่วยที่ 4 : งานคำนวณระบบส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยเฟือง	

Behavioral Objectives	TSL			Remark
	I	C	A	
1. เตรียมเครื่องมือและ อุปกรณ์ที่ใช้ในการคำนวณระบบส่งกำลังด้วยเฟืองได้	✓			
2. ตรวจสอบค่าทางเทคนิคที่ใช้ในการคำนวณระบบส่งกำลังด้วยเฟืองได้		✓		
3. คำนวณระบบส่งกำลังด้วยชุดเฟืองอัตราทดชั้นเดียวได้		✓		
4. คำนวณระบบส่งกำลังด้วยชุดเฟืองอัตราทดหลายชั้นได้		✓		
5. บันทึกรายงานสรุปผลการปฏิบัติงานได้		✓		
6. จัดเก็บเครื่องมืออุปกรณ์และบริเวณปฏิบัติงานได้	✓			

TSL = Task Skill Level

I = Imitation C = Control A = Automatism

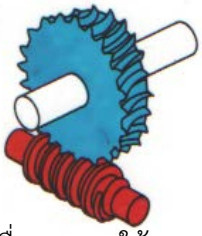
วิทยาลัยเทคนิคท่าหลวงซิเมนต์ไทยอนุสรณ์	**แบบทดสอบก่อนเรียน** **ด้านทฤษฎี**	หน้าที่ : 5
	หน่วยที่ 4 : งานคำนวณระบบส่งกำลังเครื่องมือกล ด้วยเฟือง	

คำสั่ง : จงทำเครื่องหมายกากบาท (X) ทับข้อที่ถูกลงในกระดาษคำตอบที่แจกให้ เวลาที่กำหนด : 20 นาที

1. ชื่อและการใช้งานของเฟืองตามรูปภาพด้านล่างข้อใดกล่าวได้ถูกต้อง

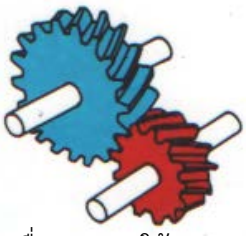
ก. เฟืองฟันตรง ส่งกำลังเพลาขนานเสียงจะดังหากรอบหมุนเร็ว
ข. เฟืองเฉียง หมุนใช้งานรอบสูงได้ดีแต่มีแรงรุนตามแนวแกน
ค. ชุดเฟืองหนอน ส่งกำลังเพลาตัดขวางอัตราทดสูงมากหมุนใช้งานเสียงเงียบ
ง. เฟืองดอกจอกฟันเฉียง ส่งกำลังเพลาตั้งฉากฟันเลื้อยหมุนใช้งานรอบสูงได้ดี

2. ชื่อและการใช้งานของเฟืองตามรูปภาพด้านล่างข้อใดกล่าวได้ถูกต้อง



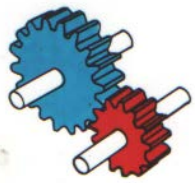
ก. ชุดเฟืองหนอน ส่งกำลังเพลาตัดขวางอัตราทดสูงมากหมุนใช้งานเสียงเงียบ
ข. เฟืองดอกจอกฟันเฉียง ส่งกำลังเพลาตั้งฉากฟันเลื้อยหมุนใช้งานรอบสูงได้ดี
ค. เฟืองเฉียง หมุนใช้งานรอบสูงได้ดีแต่มีแรงรุนตามแนวแกน
ง. เฟืองฟันตรง ส่งกำลังเพลาขนานเสียงจะดังหากรอบหมุนเร็ว

3. ชื่อและการใช้งานของเฟืองตามรูปภาพด้านล่างข้อใดกล่าวได้ถูกต้อง



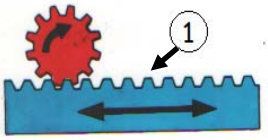
ก. เฟืองดอกจอกฟันเฉียง ส่งกำลังเพลาตั้งฉากฟันเลื้อยหมุนใช้งานรอบสูงได้ดี
ข. เฟืองเฉียง หมุนใช้งานรอบสูงได้ดีแต่มีแรงรุนตามแนวแกน
ค. ชุดเฟืองหนอน ส่งกำลังเพลาตัดขวางอัตราทดสูงมากหมุนใช้งานเสียงเงียบ
ง. เฟืองฟันตรง ส่งกำลังเพลาขนานเสียงจะดังหากรอบหมุนเร็ว

4. ชื่อและการใช้งานของเฟืองตามรูปภาพด้านล่างข้อใดกล่าวได้ถูกต้อง



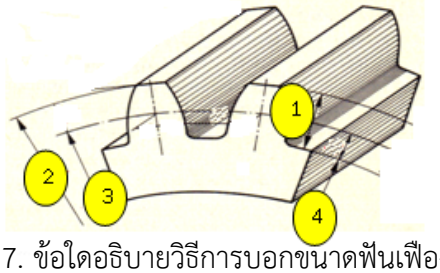
ก. เฟืองดอกจอกฟันเฉียง ส่งกำลังเพลาตั้งฉากฟันเลื้อยหมุนใช้งานรอบสูงได้ดี
ข. ชุดเฟืองหนอน ส่งกำลังเพลาตัดขวางอัตราทดสูงมากหมุนใช้งานเสียงเงียบ
ค. เฟืองฟันตรง ส่งกำลังเพลาขนานเสียงจะดังหากรอบหมุนเร็ว
ง. เฟืองเฉียง หมุนใช้งานรอบสูงได้ดีแต่มีแรงรุนตามแนวแกน

5. ชื่อเรียกและลักษณะการใช้งานของเฟืองตามรูปภาพหมายเลข 1 ข้อใดกล่าว ได้ถูกต้อง



ก. เฟืองสะพาน ส่งกำลังทิศทางการเคลื่อนที่จากแนวเส้นรอบวงเป็นเส้นตรง
ข. ชุดเฟืองหนอน ส่งกำลังเพลาตัดขวางอัตราทดสูงมากหมุนใช้งานเสียงเงียบ
ค. เฟืองดอกจอกฟันเฉียง ส่งกำลังเพลาตั้งฉากฟันเลื้อยหมุนใช้งานรอบสูงได้ดี
ง. เฟืองฟันตรง ส่งกำลังเพลาขนานเสียงจะดังหากรอบหมุนเร็ว

6. การบอกสัดส่วนของเฟืองในระบบอังกฤษ หมายเลข 3 ข้อใดถูกต้อง



ก. ความลึกโคนฟัน (Ded)

ข. ขนาดความโตยอดฟัน (Od)

ค. ขนาดความโตวงกลมโคนฟัน (Rd)

ง. ขนาดความโตวงกลมพิต (Pd)

7. ข้อใดอธิบายวิธีการบอกขนาดฟันเฟืองระบบอังกฤษ(DP)ได้ถูกต้อง

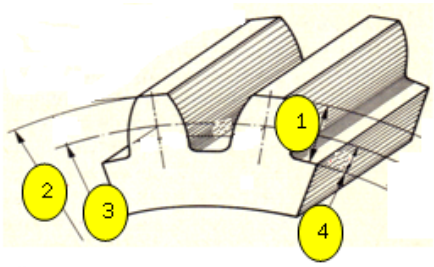
ก. ขนาดฟันเฟือง คิดจากอัตราส่วนระหว่างจำนวนฟันเฟืองต่อวงกลมพิต

ข. ขนาดฟันเฟือง คิดจากค่าอัตราส่วนระหว่างขนาดความโตวงกลมพิตต่อจำนวนฟันเฟือง

ค. ขนาดฟันเฟือง คิดจากอัตราส่วนระหว่างจำนวนฟันเฟืองต่อวงกลมยอดฟัน

ง. ขนาดฟันเฟือง คิดจากค่าอัตราส่วนระหว่างขนาดความโตวงกลมยอดฟันต่อจำนวนฟันเฟือง

8. การบอกสัดส่วนของเฟืองในระบบโมดุล (Module) หมายเลข 2 ข้อใดถูกต้อง



ก. ความสูงฟันช่วงบน (ha)

ข. ความโตวงกลมโคนฟันเฟือง (df)

ค. ขนาดความโตวงกลมพิต (d)

ง. ความโตวงกลมยอดฟันเฟือง (da)

9. วิธีการบอกขนาดฟันเฟืองระบบโมดุล (Module) ข้อใดกล่าวได้ถูกต้อง

ก. ขนาดฟันเฟืองที่คิดจากค่าอัตราส่วนระหว่างขนาดความโตวงกลมยอดฟันต่อจำนวนฟันเฟือง

ข. ขนาดฟันเฟืองที่คิดจากอัตราส่วนระหว่างจำนวนฟันเฟืองต่อวงกลมยอดฟัน

ค. ขนาดฟันเฟืองที่คิดจากค่าอัตราส่วนระหว่างขนาดความโตวงกลมพิตต่อจำนวนฟันเฟือง

ง. ขนาดฟันเฟืองที่คิดจากอัตราส่วนระหว่างจำนวนฟันเฟืองต่อวงกลมพิต

10. รูปทรงฟันเฟืองแบบไซคลอยดัลข้อใดอธิบายได้อย่างถูกต้อง

ก. รูปทรงฟันเฟืองแบบไซคลอยดัลเป็นรูปทรงเคอฟฟันเฟืองที่ใช้ทั่วไปในเครื่องจักรกลหรือยานยนต์

ข.วิธีสร้างเคอฟเกิดจากการนำเชือกมาพันรอบทรงกระบอกจากนั้นดึงเชือกให้ตึงค่อยๆคลี่เชือกออก

ค. วิธีการสร้างเคอฟเกิดจากการนำจุดใดๆของวงกลม(จุดP) มาหมุนกลิ้งสัมผัสกับวงกลมยอดฟัน

ง. รูปทรงฟันเฟืองแบบไซคลอยดัลเป็นรูปทรงเคอฟฟันเฟืองที่ใช้กับเฟืองหล่อขึ้นรูปขนาดใหญ่

11. ข้อใดอธิบายรูปทรงฟันเฟืองแบบอินโวลูท (Involute)ได้ถูกต้อง

ก. เป็นรูปทรงเคอฟฟันเฟืองที่ใช้ทั่วไปในเครื่องจักรกลหรือยานยนต์

ข. เป็นรูปทรงเคอฟฟันเฟืองที่ใช้กับเฟืองหล่อขึ้นรูปขนาดใหญ่

ค. วิธีสร้างเคอฟเกิดจากการนำจุดใดๆของวงกลม(จุดP)มาหมุนกลิ้งสัมผัสกับวงกลมพิต

ง. วิธีสร้างเคอฟเกิดจากการนำเชือกมาพันรอบทรงกรวยจากนั้นดึงเชือกให้ตึงค่อยๆคลี่เชือกออก

12. ความสัมพันธ์ของจำนวนฟันเฟืองและความเร็วรอบในการส่งกำลังด้วยฟันเฟืองข้อใดกล่าวถูกต้อง

ก. $z1 . n2 = n2 . z1$ ข. $n2 : z1 = n1 : z2$

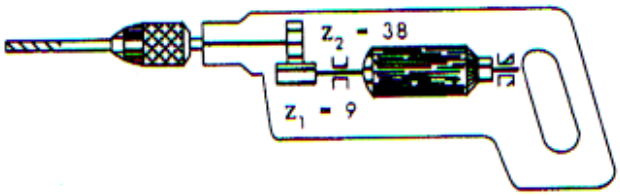
ค. $n1 : Z2 = z2 : z1$ ง. $n1 . z1 = n2 . Z2$

13. ข้อใดคือสูตรหาค่าอัตราทดฟันเฟือง (i) ที่ถูกต้อง

ก. $i = Z1 / Z2$ ข. $i = Z2 / Z1$

ค. $i = n2 / n1$ ง. $i = Z1 - Z2$

14.การส่งกำลังด้วยเฟืองดังรูป ส่งกำลังแบบอัตราทดชั้นเดียว ความเร็วรอบขาเข้า $n1 = 4,000$ รอบ/นาที จำนวนฟันเฟืองขับ $Z1 = 9$ ฟัน หมุนขบกับเฟืองตาม $Z2 = 38$ ฟัน เพลาตามจะหมุนด้วยความเร็วรอบ $n2 = ?$ เท่าใด



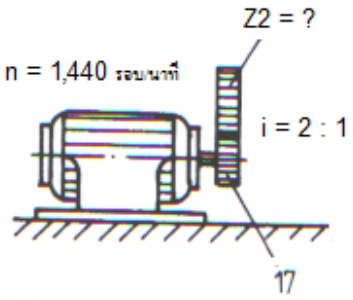
ก. 947.37 รอบ/นาที

ข. 847.37 รอบ/นาที

ค. 747.37 รอบ/นาที

ง. 647.37 รอบ/นาที

15.การส่งกำลังด้วยเฟืองดังรูป ส่งกำลังแบบอัตราทดชั้นเดียว ความเร็วรอบขาเข้า $n1 = 1,440$ รอบ/นาที มีอัตราทด 2 : 1 จำนวนฟันเฟืองขับ $Z1 = 17$ ฟัน จงหาจำนวนฟันเฟืองตาม $Z2 = ?$



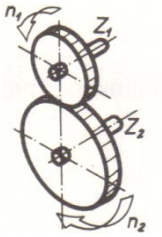
ก. 24 ฟัน

ข. 34 ฟัน

ค. 44 ฟัน

ง. 54 ฟัน

16. ชุดเฟืองดังรูปกำหนดให้จำนวนฟันเฟืองขับ Z1 = 40 ฟัน หมุนขบกับเฟืองตาม Z2 = 60 ฟัน อัตราทดข้อใดถูกต้อง



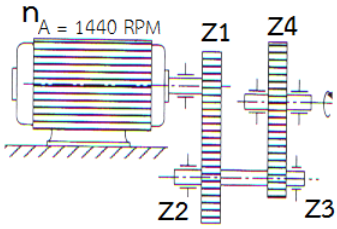
ก. 40 : 60

ข. 2 : 3

ค. 1 : 3

ง. 4 : 6

17. ส่งกำลังด้วยเฟืองดังรูป โดยกำหนดให้ความเร็วรอบขาเข้า nA = 1,440 รอบ/นาที จำนวนฟันเฟืองขับ Z1 =17 ฟัน หมุนขบกับเฟืองตาม Z2 = 51 ฟัน Z3 = 25 ฟัน Z4 = 41 ฟัน จงหาความเร็วรอบเพลาขาออก (nE) = ?



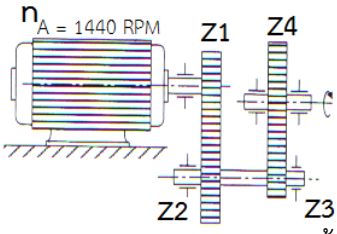
ก. 292.68 รอบ/นาที

ข. 392.68 รอบ/นาที

ค. 492.68 รอบ/นาที

ง. 592.68 รอบ/นาที

18. ส่งกำลังด้วยเฟืองดังรูป ความเร็วรอบขาเข้า nA = 1,440 รอบ/นาที จำนวนฟันเฟืองขับZ1 =30 ฟัน หมุนขบกับเฟืองตาม Z2 = 60 ฟัน Z3 = 50 ฟัน ความเร็วรอบเพลาขาออก (nE) = 583.33 รอบต่อนาทีจงหาจำนวน Z4 = ? ฟัน



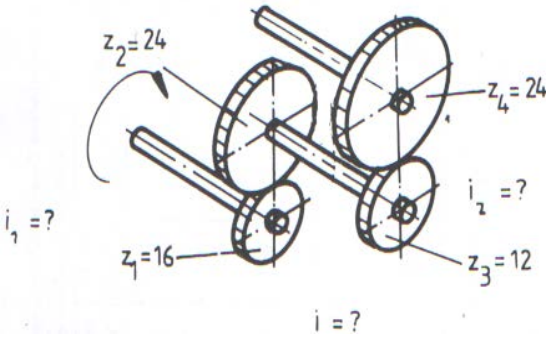
ก. 40 ฟัน

ข. 50 ฟัน

ค. 60 ฟัน

ง. 70 ฟัน

19. การส่งกำลังด้วยเฟืองดังรูป จงหาอัตราทดขั้นที่ 1 อัตราทดขั้นที่ 2 และอัตราทดรวมที่ถูกต้อง



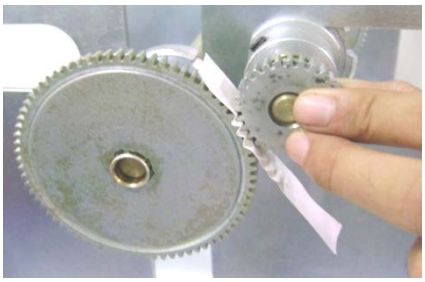
ก. i_1 = 1.5 : 1 i_2 = 2 : 1 $i_{รวม}$ = 3 : 1

ข. i_1 = 1 : 1.5 i_2 = 1 : 2 $i_{รวม}$ = 1 : 3

ค. i_1 = 1 : 2 i_2 =1.5:1 $i_{รวม}$ = 1 : 3

ง. i_1 = 2 : 1 i_2 = 2 : 1 $i_{รวม}$ = 4 : 1

20. การหาระยะช่องว่างระหว่างแก้มฟันเฟืองด้วยวิธีวัสดุอ่อนรองสอดข้อใดเรียงลำดับ ได้ถูกต้อง



1. ประกอบติดตั้งคู่เฟืองขบ
2. ใช้ไมโครมิเตอร์วัดส่วนที่แบนตัวลงของวัสดุรอง
3. สอดวัสดุระหว่างซี่ฟันเฟือง
4. หมุนล้อเฟืองบดวัสดุอ่อนให้แบนตัวลง

ก. 1-3-4-2 ข. 1-2-3-4 ค. 2-3-4-1 ง. 2-1-3-4

21. วัตถุประสงค์ของการหาพื้นที่สัมผัสแก้มฟันเฟือง(Tooth Contact) คือข้อใด

ก. ตรวจสอบการหมุนร่วมศูนย์ของเฟืองขับ

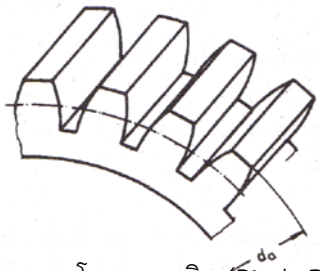
ข. ตรวจสอบพิกัดงานสวมระหว่างเพลากับรูแบริ่ง

ค. ตรวจสอบพิกัดงานสวมระหว่างเพลากับรูคว้านของเฟือง

ง. ตรวจสอบความขนานของเพลาขับและเพลาตามของล้อเฟือง

จากข้อคำถามที่กำหนดให้ ใช้ตอบคำถามข้อที่ 22 -24 ต้องการผลิตเฟืองขนาด โมดุล (m) = 2 จำนวนฟัน(Z) = 45 ฟัน

22. ขนาดความโตยอดฟัน(Outside Diameter) ข้อใดถูกต้อง



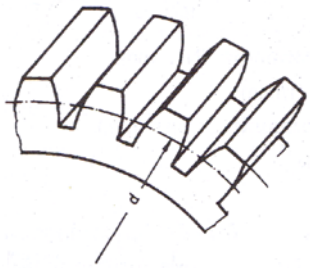
ก. 92 มิลลิเมตร

ข. 93 มิลลิเมตร

ค. 94 มิลลิเมตร

ง. 95 มิลลิเมตร

23. ขนาดความโตวงกลมพิต (Pitch Diameter) ข้อใดถูกต้อง



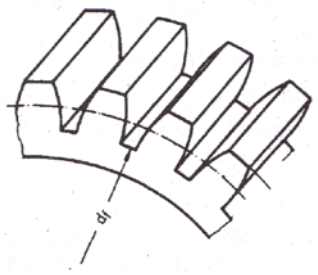
ก. 90 มิลลิเมตร

ข. 91 มิลลิเมตร

ค. 92 มิลลิเมตร

ง. 93 มิลลิเมตร

24. ขนาดความโตโคนฟัน (Root Diameter) ข้อใดถูกต้อง



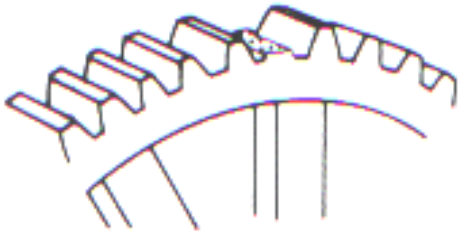
ก. 86.34 มิลลิเมตร

ข. 85.34 มิลลิเมตร

ค. 84.34 มิลลิเมตร

ง. 83.34 มิลลิเมตร

25. ข้อใดแสดงลำดับขั้นตอนการซ่อมแซมฟันเฟืองได้ถูกต้อง



1. ตะไบส่วนที่หักของฟันเฟืองจนเรียบ
2. เจาะรูทำเกลียวตามร่างแบบไว้
4. เชื่อมฟอกสลักเกลียวและทำการตกแต่ง
5. ขันสลักเกลียวให้ได้ความสูงตามต้องการ
6. ตัดสลักเกลียวให้ได้ความสูงใกล้เคียงกับฟันเฟืองเดิม
7. ตรวจสอบขนาดฟันเฟืองด้วยเกจ
8. ตอกนำศูนย์ตามที่ร่างแบบไว้
9. ต๊าปเกลียวเพื่อขันยึดสกรู

ก. 1-3-2-5-6 -4-7-8-9 ข. 1-2-3-4-6-5-7-8-9 ค. 1-3-8-2-9-5-6-4-7 ง. 1-2-3-4-5-6-7-9-8

26.การบำรุงรักษาเฟืองด้วยวิธีการหล่อลื่นที่เหมาะสมกับชุดเฟืองขนาดเล็กคือข้อใด

ก. การหล่อลื่นด้วยมือ ข. การหล่อลื่นแบบหยด

ค. การหล่อลื่นแบบจุ่มหรือวิดสาด ง. การหล่อลื่นแบบปั๊มฉีด

27. ข้อใด**<u>ไม่ใช่</u>**เครื่องมือที่ใช้ในการคำนวณหาระบบการส่งกำลังด้วยสายพาน

ก. โมเดลระบบส่งกำลังเครื่องมือกล+เครื่องคิดเลข ข. เหล็กส่ง+ ค้อนพลาสติก

ค. โมเดลระบบส่งกำลังเครื่องมือกล+ปากกาเคมี ง. ปากกาเคมี + เครื่องคิดเลข

28. ข้อใด**<u>ไม่ต้อง</u>**ทำการบันทึกรายงานสรุปผลการปฏิบัติงานคำนวณระบบส่งกำลังด้วยเฟือง

ก. วัสดุทำเฟือง ข. ความเร็วรอบของมอเตอร์ขับ

ค. จำนวนฟันเฟืองขับ ง. จำนวนฟันเฟืองขับและเฟืองตาม

29. ข้อใด**<u>ไม่ควร</u>**ปฏิบัติในการจัดเก็บเครื่องมืออุปกรณ์และบริเวณปฏิบัติงาน

ก. ชโลมน้ำมันเครื่องมืออุปกรณ์ที่เป็นเหล็ก ข.ใช้ไม้กวาดดอกหญ้ากวาดพื้นที่ปฏิบัติงาน

ค. ใช้ผ้าเช็ดทำความสะอาดเครื่องมือและอุปกรณ์ตัด ง. เก็บเครื่องมือวัดขนาดรวมกับเครื่องมือที่มีคม

30. ข้อใดควรปฏิบัติเป็นสิ่งแรกเพื่อความความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน

ก. ใส่แว่นตาเพื่อป้องกันเศษ ข. ปิดเมนสวิทย์เครื่องจักรก่อนทำงาน

ค. ใช้ค้อนเหล็กตอกล้อเฟืองขณะทำการประกอบ ง. หล่อลื่นชุดเฟืองก่อนทำการประกอบ

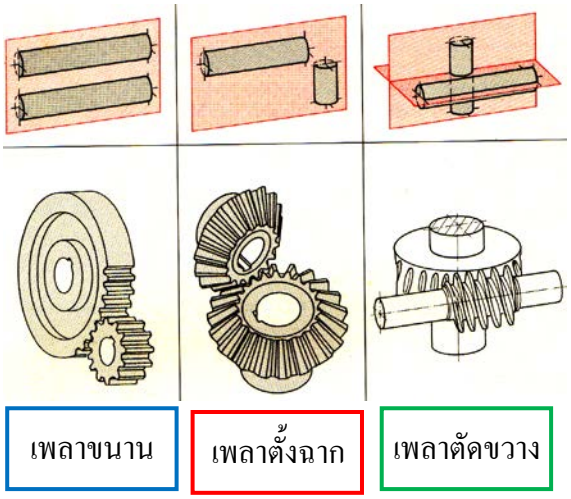
แบบเฉลยข้อทดสอบก่อนเรียน
ด้านทฤษฎี

ข้อที่	คำตอบ	ข้อที่	คำตอบ
1	ง	16	ข
2	ก	17	ก
3	ข	18	ค
4	ค	19	ก
5	ก	20	ข
6	ง	21	ง
7	ข	22	ค
8	ง	23	ก
9	ง	24	ข
10	ง	25	ค
11	ก	26	ค
12	ง	27	ข
13	ข	28	ก
14	ก	29	ง
15	ข	30	ข

ภาพที่ 4.1 แสดงลักษณะรูปร่างของเฟือง
(ที่มา : ดำรง สัพโส : 2559)

เฟืองเป็นชิ้นส่วนทางกล ใช้สำหรับส่งถ่ายกำลังจากเพลาหนึ่งสู่อีกเพลาหนึ่งโดยอาศัยรูปทรงของฟันเฟืองขัดส่งกำลัง ทำให้ ปราศจากการลื่นไถล และใช้งานอย่างแพร่หลายในเครื่องจักรกลนับตั้งแต่การส่งกำลังเพียงเล็กน้อย เช่น ลานนาฬิกา จนถึงการส่งกำลังมาก ๆ เช่น ในงานรีดโลหะ ดังนั้นเฟืองจึงมีหน้าที่หลักอยู่ 3 ประการ คือ

1. ส่งถ่ายโมเมนต์แรงบิด (Torque)
2. ทดรอบการหมุน (Speed Ratio)
3. เปลี่ยนทิศทางการหมุน (Change)

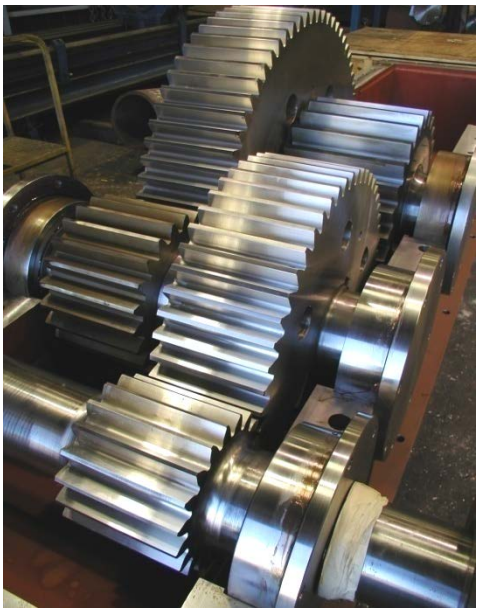


ภาพที่ 4.2 แสดงชนิดของเฟืองแบ่งตามลักษณะการวางตัวของเพลา
(ที่มา : ปรีชา ทิมทอง. 2541: 145)

1. ชนิดและการใช้งานของเฟืองพร้อมทั้งข้อดี – ข้อด้อยของเฟืองชนิดต่าง ๆ

โดยทั่วไปเราสามารถแบ่งประเภทของเฟืองตามตำแหน่งการวางตัวของเพลาได้ 3 รูปแบบคือ

1. แบบเพลาวางตัวขนานกัน
2. แบบเพลาวางตัวตั้งฉากกัน
3. แบบเพลาวางตัวตัดขวางกัน



ภาพที่4.3แสดงลักษณะเฟืองฟันตรง(Spur Gear)
(ที่มา: http://www.aceworldcompanies.com)

1.1 แบบเพลาวางตัวขนานกัน

1.1.1 เฟืองฟันตรง (Spur Gear)

เฟืองฟันตรงเป็นเฟืองที่ใช้กันทั่ว ๆ ไปในเครื่องจักรกลทุกชนิด ลักษณะของเฟืองเป็นรูปวงกลม ฟันของเฟืองจะตรง ความตรงของฟันเฟืองจะขนานกับเพลา

เฟืองตรงเหมาะสำหรับการส่งกำลังขับที่มีความเร็วรอบต่ำ ถึงปานกลางหรือความเร็วขอบไม่เกิน 20 m/s เช่นในกระปุกเกียร์แบบคันโยก

ข้อดี

ประสิทธิภาพการส่งกำลังสูง อัตราการสึกหรอต่ำ ผลิตง่าย ต้นทุนการผลิตต่ำ

ข้อด้อย

เกิดเสียงดังเมื่อหมุนด้วยรอบสูง

ภาพที่4.4 แสดงลักษณะเฟืองฟันเฉียง(Helical Gear)
(ที่มา : http://helicalgearh.tumblr.com)

1.1.2 เฟืองฟันเฉียง (Helical Gear)

เฟืองฟันเฉียงมีลักษณะรูปร่างคล้ายกันกับเฟืองฟันตรง คือ จะเป็นล้อกลมเช่นเดียวกัน แต่ฟันเฟืองจะเฉียงตามมุมที่ต้องการ อาจเฉียงไปทางซ้ายหรือเฉียงไปทางขวาขึ้นอยู่กับการใช้งาน

เฟืองฟันเฉียงเหมาะสำหรับการส่งกำลังขับที่มีความเร็วรอบสูง ๆ หรือความเร็วขอบ 100 m/s

ข้อดี

ขจัดปัญหาแรงรุนตามแนวแกน ส่งกำลังได้สูง หมุนราบเรียบ

ข้อด้อย

ผลิตยาก ราคาแพง

ภาพที่ 4.5 แสดงลักษณะเฟืองฟันเฉียงสองทิศทางหรือเฟืองก้างปลา (Herringbone Gear)
(ที่มา : https://commons.wikimedia.org)

1.1.3 เฟืองฟันเฉียงสองทิศทางหรือเฟืองก้างปลา (Herringbone Gear)

เฟืองฟันเฉียงสองทิศทางหรือนิยมเรียกกันว่าเฟืองก้างปลา ซึ่งฟันเฟืองจะมีลักษณะคล้ายกับการนำเอาเฟืองฟันเฉียงซ้ายและเฟืองฟันเฉียงขวามาประกบกันเพื่อส่งกำลัง

เฟืองฟันเฉียงสองทิศทางหรือเฟืองก้างปลาเหมาะสำหรับการส่งกำลังขับที่มีความเร็วรอบสูง ๆ และต้องการการหมุนที่ราบเรียบ

ข้อดี

ขจัดปัญหาแรงรุนตามแนวแกนส่งกำลังได้สูง หมุนราบเรียบ

ข้อด้อย

ผลิตยาก ราคาแพง

ภาพที่ 4.6 แสดงลักษณะเฟืองดอกจอก (Beval Gear)
(ที่มา : https://en.wikipedia.org)

1.2 แบบเพลาวางตัวตั้งฉากกัน

1.2.1 เฟืองดอกจอก (Beval Gear)

ลักษณะของเฟืองคล้ายกับรูปกรวยที่มีฟันเฟืองอยู่โดยรอบผิวทรงกรวย ลักษณะฟันของเฟืองดอกจอกมีทั้งแบบฟันตรง แบบฟันเฉียง และแบบฟันเลื้อย

ใช้ส่งกำลังเพลาที่วางเอียงทำมุมฉาก หรือเพลาที่เอียงทำมุมมากกว่าหรือน้อยกว่า 90°

ข้อดี

สามารถส่งถ่ายกำลังหมุนงานรอบสูงได้ราบเรียบ

ข้อด้อย

ผลิตยาก ราคาแพง

ภาพที่ 4.7 แสดงลักษณะเฟืองหนอน (Worm Gear)
(ที่มา : http://gear.sormor.com)

1.3 แบบเพลาวางตัดขวางกัน

1.3.1 เฟืองหนอน (Worm Gear)

เป็นชุดเฟืองที่ประกอบด้วยเกลียวและเฟืองที่ใช้ในการส่ง

การใช้งานของชุดเฟืองหนอนนิยมนำมาใช้กับชุดเกียร์ทดเพื่อทดรอบให้ต่ำลง

ข้อดี

สามารถทดรอบด้วยอัตราทดสูงๆได้ดีด้วยชุดเฟืองชุดเดียวซึ่งทดได้สูงถึง 1: 100 หมุนได้ราบเรียบไม่เกิดเสียงดัง ทนต่อแรงกระแทก

ข้อด้อย

ขณะใช้งานจะมีแรงเสียดทานมาก ทำให้อัตราการสึกหรอสูงและเกิดแรงรุนตามแนวแกน

ภาพที่ 4.8 แสดงลักษณะเฟืองเกลียวสกรู (Spiral Gear)
(ที่มา : http://mumbai.all.biz)

1.3.2 เฟืองเกลียวสกรู (Spiral Gear)

เป็นเฟืองหนอนแบบหนึ่ง ที่มีอัตราทดไม่มากเหมือนเฟืองหนอน โดยที่ตัวหนึ่งตัวใดจะเป็นตัวขับก็ได้

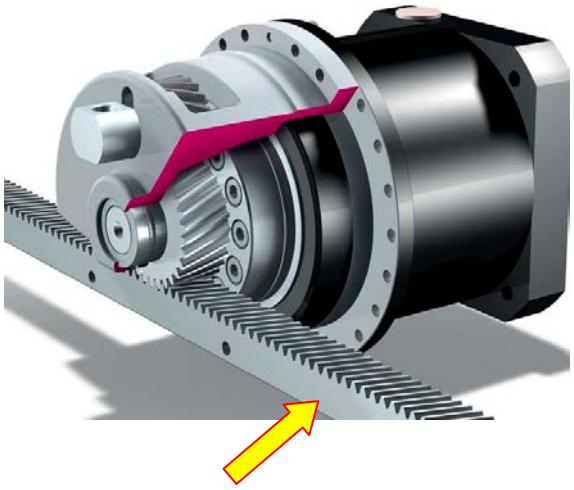
การใช้งานของเฟืองเกลียวสกรูเพื่อเปลี่ยนทิศทางการหมุนของตัวตาม เช่น เกลียวสกรูตัวขับเอียงซ้ายหากหมุนในทิศทางตามเข็มนาฬิกาตัวตามจะหมุนทวนเข็มนาฬิกา

ข้อดี

หมุนได้ราบเรียบไม่เกิดเสียงดัง

ข้อด้อย

ขณะใช้งานจะมีแรงเสียดทานมาก ทำให้อัตราการสึกหรอสูงและเกิดแรงรุนตามแนวแกน



ภาพที่ 4.9 แสดงลักษณะเฟืองสะพาน (Rack Gear)

(ที่มา : http://www.controlsdrivesautomation.com)

1.3.3 เฟืองสะพาน (Rack Gear)

เฟืองชนิดนี้ มีลักษณะรูปร่างยาวเป็นเส้นตรงเหมือนสะพาน ฟันเฟืองทำมุมกับลำตัว 90 องศา หรือเอียงตามมุมที่ต้องการ

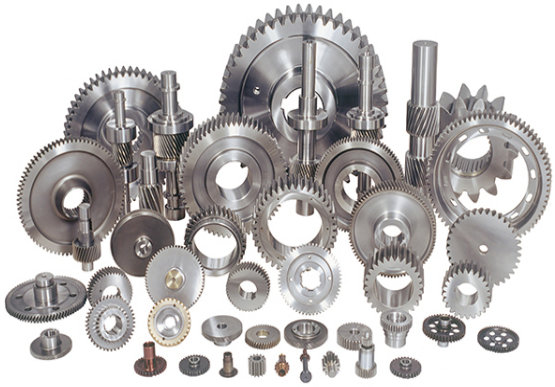
การใช้งานของเฟืองสะพานนิยมใช้เป็นกลไกเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่จากแนวเส้นรอบวงเป็นเส้นตรง เช่น ชุดขับป้อนเจาะ เป็นต้น

ข้อดี

สามารถเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่จากการหมุนเป็นการเคลื่อนที่เป็นเส้นตรง

ข้อด้อย

การผลิตยาก



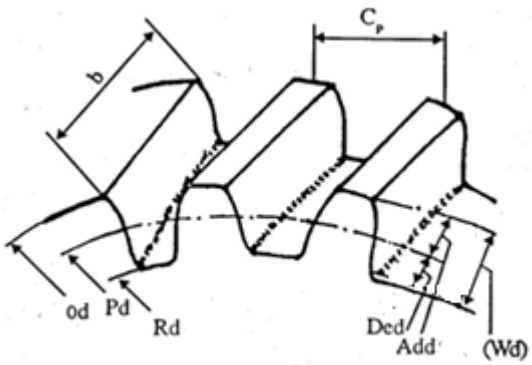
ภาพที่ 4.10 แสดงลักษณะรูปร่างสัดส่วนของเฟือง

(ที่มา: http://www.msmc.co.th)

รูปร่างและสัดส่วนต่าง ๆ ของเฟือง

รูปร่างและสัดส่วนต่าง ๆ ของเฟืองที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบันมีอยู่ด้วยกัน 2 ระบบ คือ

1. ระบบอังกฤษ
2. ระบบเมตริก



ภาพที่ 4.11 แสดงลักษณะรูปร่างและสัดส่วนของเฟืองระบบอังกฤษ

(ที่มา : ศุภชัย,ฉวีวรรณ รมยานนท์.2529 : 287)

2. รูปร่างและสัดส่วนต่าง ๆ ของเฟืองระบบอังกฤษ

รูปร่างและสัดส่วนต่าง ๆ ของเฟืองระบบอังกฤษ ประกอบด้วยส่วนต่างๆ และสัญลักษณ์ดังนี้

Od = (Outside Diameter) ขนาดความโตยอดฟันคือขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโตสุดของเฟือง

Pd = (Pitch Diameter) ขนาดความโตวงกลมพิต คือ ขนาดความโตวงกลมที่วัด ณ เส้นพิตซึ่งเฟืองจะขบสัมผัสกัน ณ วงกลมนี้

Rd = (Root Diameter) ขนาดความโตวงกลมโคนฟัน คือ ขนาดความโตวงกลมที่วัดขนาดจากบริเวณโคนฟันเฟือง

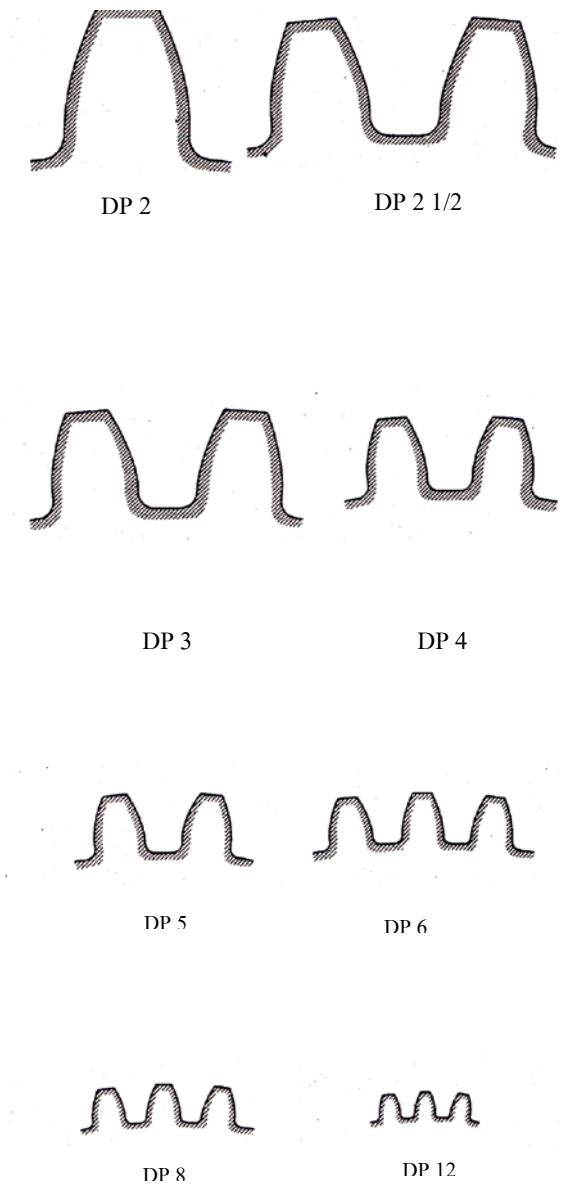
Cp = (Circular Pitch) ระยะพิต คือ ระยะห่างระหว่างยอดฟันเฟืองที่วัดบนวงกลมพิต

b = (Face Width Of Teeth) ความหนาฟันเฟือง คือ ความหนาของฟันเฟืองที่วัดในทิศทางเดียวกับแนวแกนของเฟือง

Wd = (Whole Depth Of Teeth) คือ ความลึกฟันทั้งหมดหรือระยะความลึกรวมของฟันเฟือง

Add = (Addendum)ความสูงฟันช่วงบน คือ ระยะความลึกฟันช่วงบนที่วัดในแนวรัศมีจากวงกลมยอดฟันถึงวงกลมพิต

Ded = (Dedendum) ความลึกโคนฟัน คือ ระยะความลึกฟันช่วงล่างที่วัดในแนวรัศมีจากวงกลมพิตถึงวงกลมโคนฟัน



ภาพที่ 4.12 แสดงลักษณะมาตรฐานฟันเฟือง ระบบอังกฤษ

(ที่มา : ศุภชัย,ฉวีวรรณ รมยานนท์.2529 : 266)

3. มาตรฐานฟันเฟืองระบบอังกฤษ

มาตรฐานรูปทรงฟันเฟืองระบบอังกฤษ เป็นการบอกขนาดฟันเฟืองที่มีหน่วยวัดเป็นนิ้ว โดยมีค่าเป็นอัตราส่วนระหว่างจำนวนฟันเฟืองต่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางวงกลมพิต โดยหาค่าได้จากสูตร

$$\text{Diametral Pitch} = \frac{\text{Number of Teeth}}{\text{Pitch Diameter}}$$

$$DP = \frac{N}{PD}$$

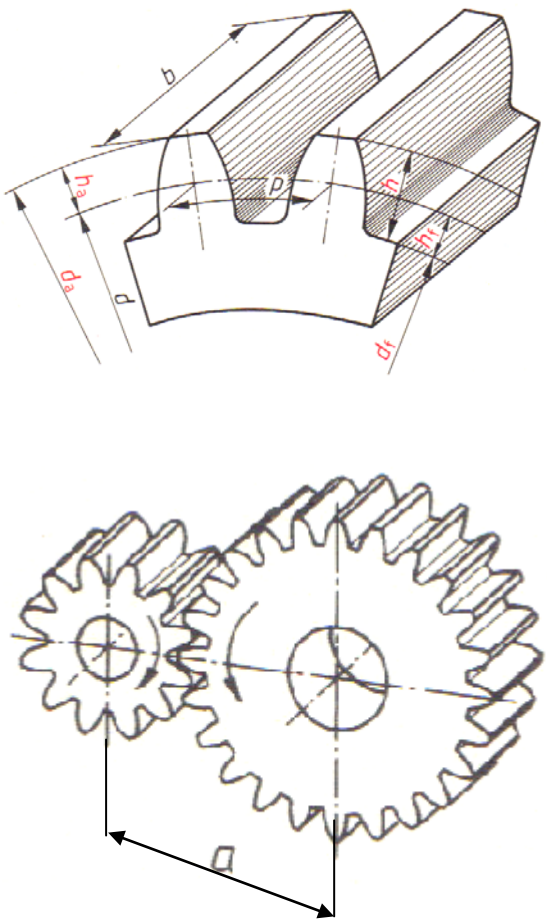
DP = ไดมิทรัลพิต (Diametral Pitch)

N = จำนวนฟันเฟือง

PD = ขนาดความโตวงกลมพิต (นิ้ว) (Pitch Diameter)

<u>ข้อสังเกตุ</u>

ตัวเลข DP มีค่าน้อย ซี่ฟันเฟืองจะโต แต่ถ้าตัวเลข DP มีค่ามาก ซี่ฟันเฟืองจะเล็ก



ภาพที่ 4.13 แสดงลักษณะมาตรฐานฟันเฟือง ระบบอังกฤษ

(ที่มา : ปรีชา ทิมทอง.2541 : 128)

4.รูปร่างและสัดส่วนต่างๆ ของเฟืองระบบเมตริก

รูปร่างและสัดส่วนต่าง ๆ ของเฟืองระบบเมตริก ประกอบด้วยส่วนต่างๆและสัญลักษณ์ดังนี้

Øda = ขนาดความโตยอดฟัน (Outside Diameter) คือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโตสุดของเฟือง

Ød = ขนาดความโตวงกลมพิต (Pitch Diameter) คือ ขนาดความโตวงกลมที่วัด ณ เส้นพิต ซึ่งเฟืองจะขบสัมผัสกัน ณ วงกลมนี้

Ødf = ขนาดความโตวงกลมโคนฟัน (Root Diameter) คือ ขนาดความโตวงกลมที่วัดขนาดจากบริเวณโคนฟันเฟือง

P = ระยะพิต (Circular Pitch) คือ ระยะห่างระหว่างยอดฟันเฟืองที่วัดบนวงกลมพิต

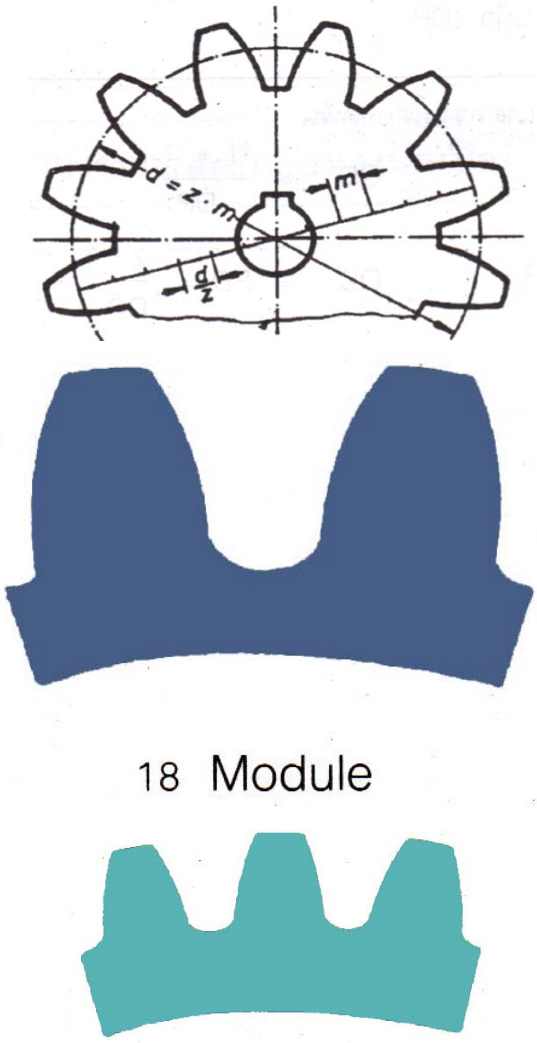
ha = ความสูงฟันช่วงบน (Addendum) คือ ระยะความลึกฟันช่วงบนที่วัดในแนวรัศมีจากวงกลมยอดฟันถึงวงกลมพิต

hf = ความลึกโคนฟัน (Dedendum) คือระยะความลึกฟันช่วงล่างที่วัดในแนวรัศมีจากวงกลมพิตถึงวงกลมโคนฟัน

h = ความลึกฟันทั้งหมด (Whole Depth) คือ ระยะความลึกรวมของฟันเฟือง

b = ความหนาฟันเฟือง (Face Width) คือ ความหนาของฟันเฟืองที่วัดในทิศทางเดียวกับแนวแกนของเฟือง

a = ระยะห่างศูนย์กลางเฟือง



ภาพที่ 4.14 แสดงลักษณะมาตรฐานฟันเฟืองระบบเมตริก

(ที่มา : ปรีชา ทิมทอง.2541 : 131)

5. มาตรฐานฟันเฟืองระบบเมตริก

มาตรฐานรูปทรงฟันเฟืองระบบเมตริก คือ การบอกขนาดเฟือง เป็น โมดุล (Module) ซึ่งเป็นมาตรฐานการบอกขนาดฟันเฟืองในหน่วยมิลลิเมตร โดยเป็นค่าอัตราส่วนระหว่างขนาดความโตวงกลมพิตต่อจำนวนฟันเฟือง โดยหาค่าได้จากสูตร

$$m = \frac{d}{z}$$

m = ขนาดโมดูล (มม.)

d = ขนาดความโตวงกลมพิต (มม.) (Pitch Diameter)

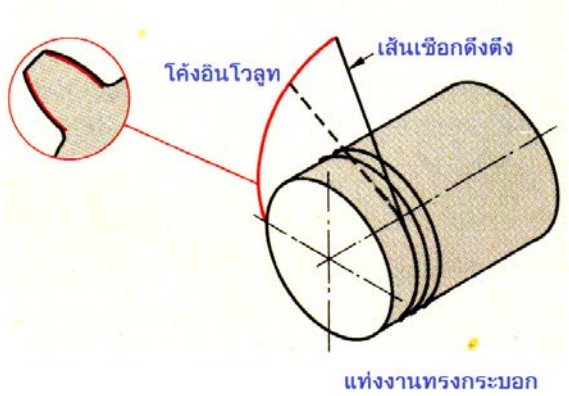
Z = จำนวนฟันเฟือง

<u>ข้อสังเกตุ</u>

เฟืองที่มีตัวเลขขนาดโมดุลน้อย ซี่ฟันเฟืองจะมีขนาดเล็ก

เฟืองที่มีตัวเลขขนาดโมดุลมาก ซี่ฟันเฟืองจะมีขนาดโต

เฟืองที่จะขบกันได้นั้น จะต้องมีขนาดโมดูลเดียวกันเท่ากัน



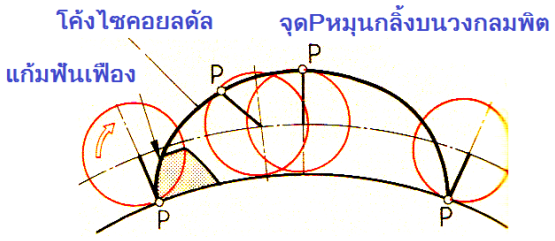
ภาพที่ 4.15 แสดงลักษณะมาตรฐานฟันเฟือง รูปทรงอินโวลูท (Involute Teeth)
(ที่มา : K. lakshminarayana และคณะ.1978 : 38)

6. มาตรฐานรูปทรงฟันเฟือง

รูปทรงฟันเฟืองถูกออกแบบเพื่อให้การหมุนและขบสัมผัสเป็นไปอย่างนุ่มนวล เกิดแรงเสียดทานน้อยที่สุด การออกแบบรูปทรงฟันเฟืองอาศัยหลักของเคอฟทางเรขาคณิต โดยสามารถ แบ่งลักษณะรูปทรงฟันเฟืองได้ดังนี้

6.1 รูปทรงอินโวลูท (Involute Teeth)

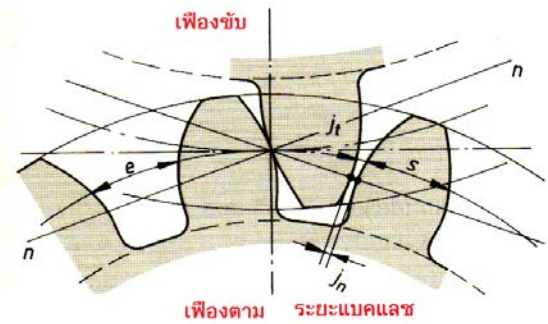
รูปทรงอินโวลูทเป็นรูปทรงฟันเฟืองที่นิยมใช้ทั่วไปในเครื่องจักรกลหรือยานยนต์ ให้การหมุนขบที่ราบเรียบ วิธีสร้างโค้งฟันเฟืองเกิดจากการนำเชือกมาพันรอบทรงกระบอกที่เปรียบเสมือนเป็นวงกลมฐาน (Base Circle) จากนั้นดึงเชือกให้ตึงค่อยๆคลี่เชือกออก โดยที่ปลายเชือกติดดินสอไว้ก็จะได้โค้งอินโวลูทออกมา



ภาพที่ 4.16 แสดงลักษณะมาตรฐานฟันเฟือง รูปทรงไซคลอยดัล (Cycloidal Teeth)
(ที่มา : K. lakshminarayana และคณะ.1978 : 38)

6.2รูปทรงไซคลอยดัล(Cycloidal Teeth)

เป็นรูปทรงฟันเฟืองที่ใช้กับเฟืองหล่อขึ้นรูปขนาดใหญ่ หมุนได้ไม่ราบเรียบเท่า โค้งอินโวลูท วิธีสร้างโค้งเกิดจากการนำจุดใดๆของวงกลม (จุดP) มาหมุนกลิ้งสัมผัสกับวงกลมพิต จากการเคลื่อนที่ของจุด P อย่างต่อเนื่องจะได้โค้งไซคลอยดัลออกมา



ภาพที่ 4.17 แสดงลักษณะระยะช่องว่างระหว่างแก้มฟันเฟือง(Backlash)
(ที่มา : ปรีชา ทิมทอง. 2541: 139)

7.วิธีการหาระยะช่องว่างระหว่างแก้มฟันเฟือง (Backlash)

ระยะช่องว่างระหว่างแก้มฟันเฟืองที่ขบกันอยู่นิยมเรียกว่า เบคแลช (Backlash) ทั้งนี้ช่องว่างดังกล่าวมีความจำเป็นต่อการส่งกำลังของเฟือง คือ

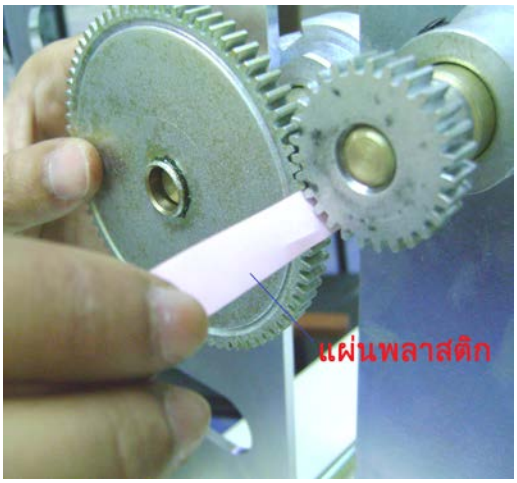
1. เป็นช่องว่างเผื่อฟันเฟืองขยายตัวเมื่อใช้งานแล้วมีอุณหภูมิสูงขึ้น
2. ลดการเบียดแน่นของแก้มฟันเฟือง
3. ทำให้เกิดช่องว่างทำให้สารหล่อลื่นแทรกตัวได้

ระยะช่องว่างระหว่างแก้มฟันเฟืองที่ยิมยอมสำหรับเฟืองระบบเมตริก (Module)

ค่าแบคแลชเฉลี่ย = (0.04 – 0.06) X ขนาดโมดุล

ระยะช่องว่างระหว่างแก้มฟันเฟืองที่ยิมยอมสำหรับเฟืองระบบอังกฤษ (DP)

$$\text{ค่าแบคแลชเฉลี่ย} = \frac{0.04}{DP}$$



ภาพที่ 4.18 แสดงวิธีการทดสอบระยะช่องว่างระหว่างแก้มฟันเฟืองด้วยวัสดุอ่อนสอดรอง
(ที่มา : ดำรง สัพโส : 2559)

วิธีการทดสอบระยะช่องว่างระหว่างแก้มฟันเฟืองหรือระยะแบคแลช(Backlash)สามารถทดสอบได้ 2 วิธี คือ

7.1. การทดสอบด้วยวัสดุอ่อนสอดรอง

การทดสอบระยะแบคแลชด้วยวัสดุอ่อนสอดรองสามารถกระทำได้ดังนี้

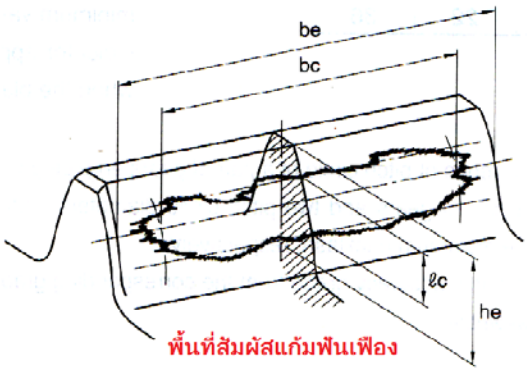
1. สอดวัสดุเข้าระหว่างซี่ฟันเฟืองแล้วทำการหมุน ให้เกิดการกดทับ
2. วัดส่วนที่เกิดการยุบตัวของวัสดุอ่อนด้วยไมโครมิเตอร์ก็จะทราบค่าระยะแบคแลช

ภาพที่ 4.19 แสดงวิธีการทดสอบระยะช่องว่างระหว่างแก้มฟันเฟืองด้วยฟิลเลอร์เกจ
(ที่มา : ดำรง สัพโส : 2559)

7.2 การทดสอบด้วยฟิลเลอร์เกจ

การทดสอบระยะแบคแลชด้วยฟิลเลอร์เกจสามารถกระทำได้ดังนี้

1. สอดแผ่นฟิลเลอร์เกจเข้าระหว่างช่องว่างฟันเฟือง โดยให้ความหนาใบฟิลเลอร์สัมผัสพอดีกับช่องว่างระหว่างฟันเฟือง
2. อ่านค่าความหนาของใบฟิลเลอร์เกจ



ภาพที่ 4.20 แสดงลักษณะพื้นที่สัมผัสแก้มฟันเฟือง (Tooth Contact)
(ที่มา : มานพ ตันตระบัณฑิตย์. 2545: 75)

8.การหาพื้นที่สัมผัสแก้มฟันเฟือง(Tooth Contact)

การติดตั้งเฟืองที่ขนาดใหญ่จำเป็นอย่างยิ่งว่าคู่เฟืองที่ประกอบกันต้องมีความเที่ยงศูนย์ โดยที่เพลาขับและเพลาตามจะต้องมีความขนานกันแท้จริง จึงจะทำให้เฟืองหมุนขับราบเรียบและสม่ำเสมอ นอกจากนี้การที่จะให้เฟืองเกิดการหมุนอย่างราบเรียบจำเป็นต้องหาพื้นที่สัมผัสแก้มฟันเฟืองด้วย

การหาเปอร์เซ็นต์พื้นที่สัมผัสแก้มฟันเฟือง หาได้จากสูตร

เปอร์เซ็นต์พื้นที่สัมผัสตามแนวลึก = $\frac{lc}{he} \times 100\%$

เปอร์เซ็นต์พื้นที่สัมผัสตามแนวยาว= $\frac{bc}{be} \times 100\%$

ตารางที่ 4.1 ค่าเปอร์เซ็นต์พื้นที่สัมผัสแก้มฟันเฟือง

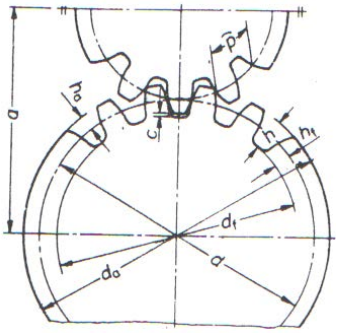
ชั้น	เปอร์เซ็นต์พื้นที่สัมผัสแก้มฟันเฟือง	
	ตามแนวลึก	ตามแนวยาว
A	40%หรือ>ของพท.สัมผัส	70%หรือ>ของพท.สัมผัส
B	30%หรือ>ของพท.สัมผัส	50%หรือ>ของพท.สัมผัส
C	20%หรือ>ของพท.สัมผัส	35%หรือ>ของพท.สัมผัส

ตารางที่ 4.2 ขั้นความละเอียดของเฟือง

ขั้นความละเอียดของเฟือง	ระดับเกรด
A	1,2
B	3,4
C	5,6

9. การคำนวณค่าขนาดต่าง ๆ สำหรับเฟืองฟันตรง

การผลิตเฟืองขึ้นใหม่หรือทดแทนของเดิม สิ่งที่จะต้องทราบคือขนาดต่าง ๆ ของเฟือง โดยขนาดต่างๆ ที่จำเป็นมีดังนี้

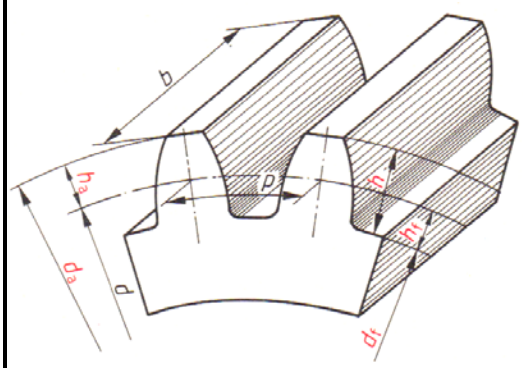


ภาพที่ 4.21 แสดงลักษณะขนาดต่าง ๆ สำหรับเฟืองฟันตรง

(ที่มา: รศ.บรรเลง ศรนิล. 2555 : 256)

ตารางที่ 4.3 สูตรคำนวณหาค่าขนาดต่างๆ ของเฟืองฟันตรง

ส่วนต่าง ๆ ของเฟือง	สูตรคำนวณ
1. ขนาดโมดุล	m $= \frac{P}{\pi}$ $= \frac{d}{z}$ $= \frac{d_a}{z+2}$
2. ระยะพิต	p $= \pi \bullet m$ $= \frac{\pi \bullet d}{z}$ $= \frac{\pi \bullet d_a}{z}$
3. จำนวนฟันเฟือง	z $= \frac{d}{m}$ $= \frac{\pi \bullet d}{p}$ $= \frac{d_a - 2 \bullet m}{m}$
4. ความโตวงกลมพิต	d $= m \bullet z$ $= \frac{p \bullet z}{\pi}$ $= d_a - 2 \bullet m$
5. ความโตวงกลมยอดฟัน	d_a $= d + 2 \bullet m$ $= m \bullet (z+2)$
6. ความโตวงกลมโคนฟัน	d_f $= d-2(m + c)$
7. ความสูงยอดฟัน	h_a $= m$ $= \frac{P}{\pi}$
8. ความสูงโคนฟัน	h_f $= m + c$
9. ความสูงฟันเฟืองทั้งหมด	h $=2 \bullet m + c$ $= h_a + h_f$
10.ความกว้างเฟือง	b $= 6...12 \bullet m$
11.ระยะห่างปลายฟันเฟือง	c $= z \bullet B \bullet \frac{1}{6} \bullet m$
12.ระยะห่างศูนย์กลางระหว่างเฟือง	a $= \frac{d_1 + d_2}{2}$ $= \frac{m \bullet z_1 + z_2}{2}$



ภาพที่ 4.22 แสดงลักษณะการคำนวณขนาดต่าง ๆ ของฟันเฟือง
(ที่มา : ปรีชา ทิมทอง.2541 : 128)

ตัวอย่างการคำนวณขนาดต่าง ๆ ของฟันเฟือง

ต้องการกัดเฟืองฟันตรงที่มีขนาดโมดูล(m) 2.25 จำนวนฟันเฟือง (z) 45 ฟัน ระยะห่างระหว่างฟันเฟือง 0.167•m และความกว้าง 10•m จงคำนวณหา

1. ความโตวงกลมพิต 2. ความโตวงกลมยอดฟัน
3. ความโตวงกลมโคนฟัน 4. ความสูงยอดฟัน
5. ความสูงโคนฟัน 6. ความสูงฟันเฟืองทั้งหมด
7. ความกว้างเฟือง

<u>วิธีทำ</u>

1. ความโตวงกลมพิต

จากสูตร $d = m \bullet z = 2.25 \times 45 = 101.25$ มม.

2. ความโตวงกลมยอดฟัน

จากสูตร $d_a = d + 2 \bullet m = 101.25 + 2 \times 2.25$

$= 105.75$ มม.

3. ความโตวงกลมโคนฟัน

จากสูตรd_f=d-2(m+c)=101.25–2(2.25+(0.167X2.25))

= 95.99 มม.

4. ความสูงยอดฟัน จากสูตร $h_a = m = 2.25$ มม.

5. ความสูงโคนฟัน

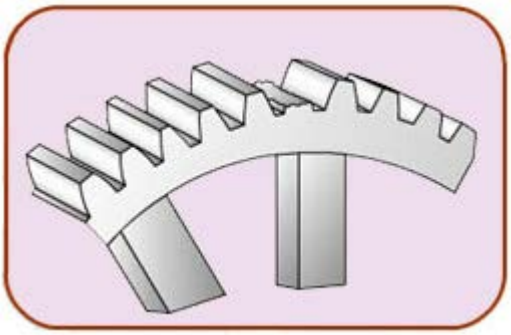
จากสูตร h_f =m+c = 2.25 + (0.167X2.25)=2.626 มม.

6. ความสูงฟันเฟืองทั้งหมด

จากสูตร $h = h_a + h_f = 2.25 + 2.626 = 4.876$ มม.

7. ความกว้างเฟือง

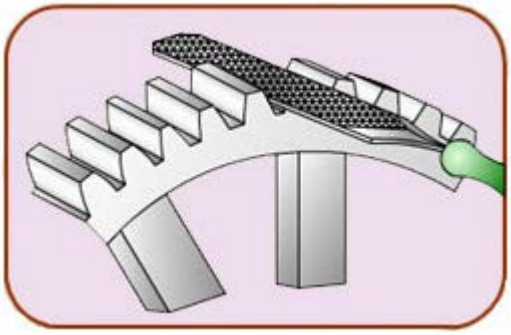
จากสูตร $b = 10 \bullet m = 10 \times 2.25 = 22.60$ มม.



ภาพที่ 4.23 แสดงลักษณะการชำรุดเสียหายของฟันเฟือง
(ที่มา : ดำรง สัพโส : 2559)

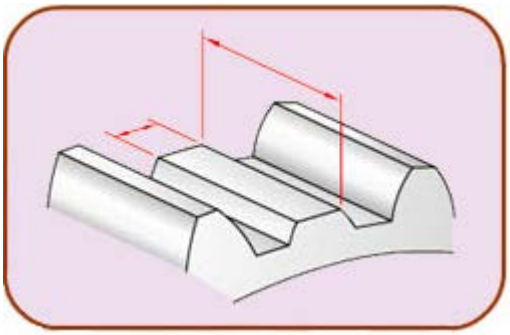
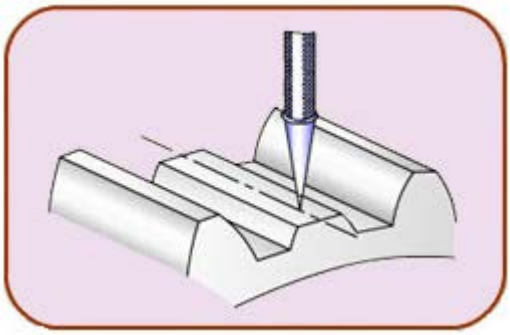
10.ขั้นตอนการซ่อมแซมฟันเฟือง

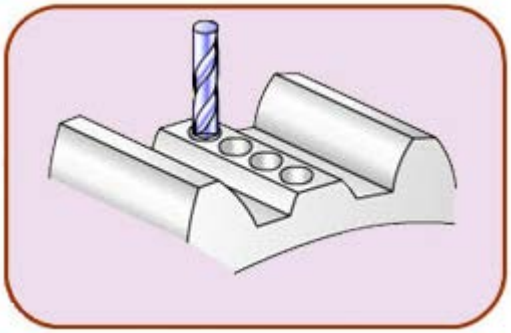
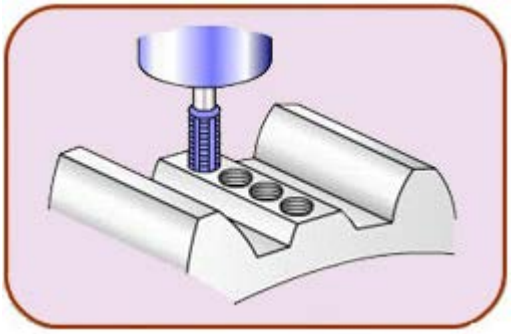
การซ่อมแซมฟันเฟืองที่มีขนาดใหญ่สามารถกระทำได้โดยการซ่อมแซมขณะอยู่บนเครื่องจักรโดยไม่ต้องถอดออกมาจากเครื่องซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

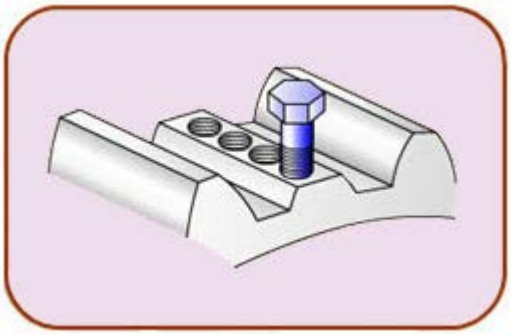


ภาพที่ 4.24 แสดงลักษณะการตะไบฟันเฟืองที่ชำรุดให้เรียบ
(ที่มา : ดำรง สัพโส : 2559)

10.1.ตะไบส่วนที่หักของฟันเฟืองให้เรียบ

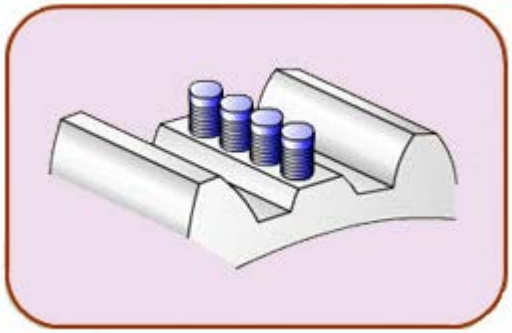
 ภาพที่ 4.25 แสดงลักษณะการร่างแบบเพื่อเจาะรูทำเกลียวใน (ที่มา : ดำรง สัพโส : 2559)	10.2 ร่างแบบเพื่อเจาะรูทำเกลียวใน
 ภาพที่ 4.26 แสดงลักษณะการตอกนำศูนย์ (ที่มา : ดำรง สัพโส : 2559)	10.3. ตอกนำศูนย์ตามร่างแบบไว้

 ภาพที่ 4.27 แสดงลักษณะการเจาะรูเพื่อทำเกลียวใน (ที่มา : ดำรง สัพโส : 2559)	10.4. เจาะรูเพื่อทำเกลียวใน
 ภาพที่ 4.28 แสดงลักษณะต๊าปเกลียวเพื่อยึดสลักเกลียว (ที่มา : ดำรง สัพโส : 2559)	10.5. ต๊าปเกลียวเพื่อยึดสลักเกลียว



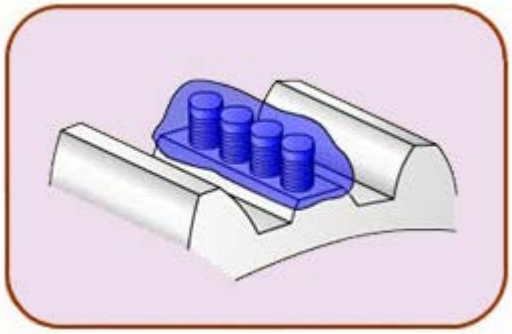
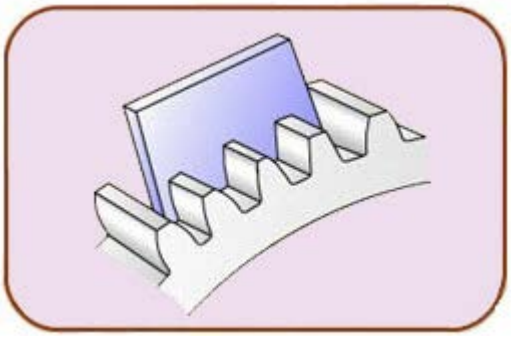
ภาพที่ 4.29 แสดงลักษณะการขันยึดสกรู
(ที่มา : ดำรง สัพโส : 2559)

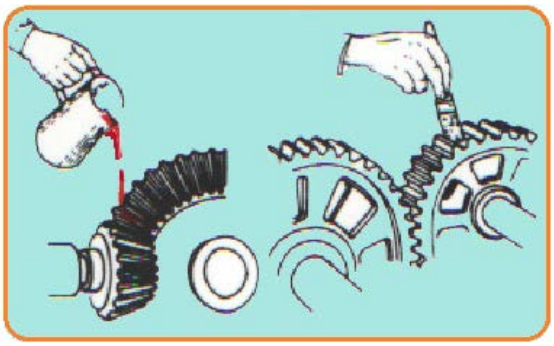
10.6. ขันยึดสกรูให้แน่น



ภาพที่ 4.30 แสดงลักษณะการตัดสลักเกลียว
ให้ได้ความสูงใกล้เคียงกับฟันเฟืองเดิม
(ที่มา : ดำรง สัพโส : 2559)

10.7. ตัดสลักเกลียวให้ได้ความสูงใกล้เคียงกับฟันเฟืองเดิม

 ภาพที่ 4.31 แสดงลักษณะการเชื่อมฟอกสลักเกลียว (ที่มา : ดำรง สัพโส : 2559)	10.8. เชื่อมฟอกสลักเกลียวและทำการตกแต่ง
 ภาพที่ 4.32 แสดงลักษณะการตรวจสอบขนาดฟันเฟืองด้วยเกจ (ที่มา : ดำรง สัพโส : 2559)	10.9. ตรวจสอบขนาดฟันเฟืองด้วยเกจ



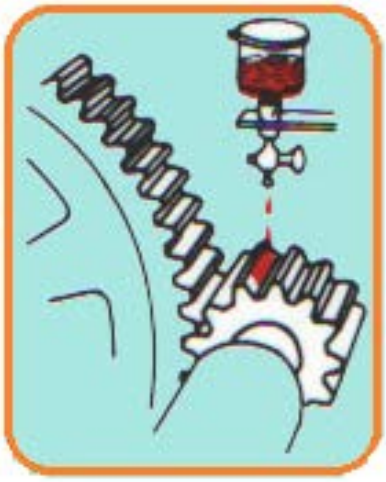
ภาพที่ 4.33 แสดงลักษณะการหล่อลื่นเฟืองด้วยมือ
(ที่มา : ดำรง สัพโส : 2559)

11. วิธีการบำรุงรักษาเฟือง

การบำรุงรักษาเฟืองเป็นสิ่งสำคัญที่จะทำให้เฟืองมีอายุการใช้งานที่ยาวนาน คือ การหล่อลื่น การหล่อลื่นเฟืองสามารถกระทำได้ดังนี้

11.1. การหล่อลื่นด้วยมือ

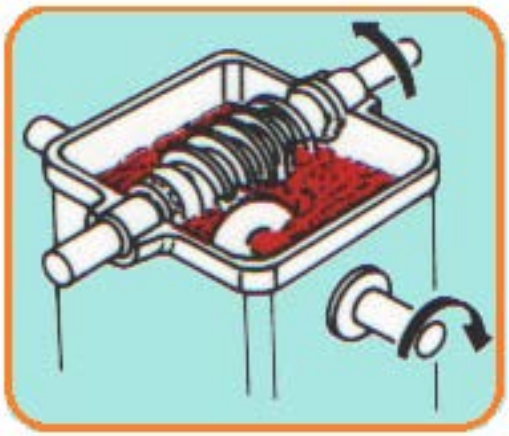
การหล่อลื่นด้วยมือเป็นการทาหรือชโลมน้ำมันลงไป เหมาะสำหรับงานที่มีความเร็วรอบต่ำ



ภาพที่ 4.34 แสดงลักษณะการหล่อลื่นเฟืองแบบหยด
(ที่มา : ดำรง สัพโส : 2559)

11.2. การหล่อลื่นแบบหยด

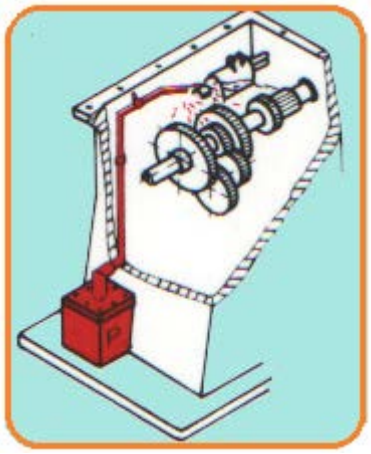
การหล่อลื่นแบบหยด เหมาะสำหรับ กับชุดเฟืองที่มีความเร็วรอบต่ำ เช่น เลื่อยกล



ภาพที่ 4.35 แสดงลักษณะการหล่อลื่นเฟืองแบบจุ่มหรือวิดสาด
(ที่มา : ดำรง สัพโส : 2559)

11.3. การหล่อลื่นแบบจุ่มหรือวิดสาด

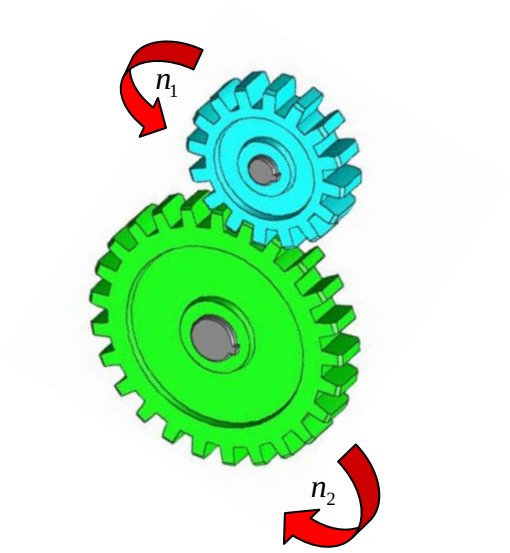
การหล่อลื่นแบบจุ่มหรือวิดสาด เป็นการหล่อลื่นที่เฟืองทั้งหมดแช่อยู่ในน้ำมัน เหมาะสำหรับชุดเฟืองส่งกำลังขนาดเล็ก และความเร็วรอบปานกลาง – สูง เช่น ชุดหัวเครื่องกลึง

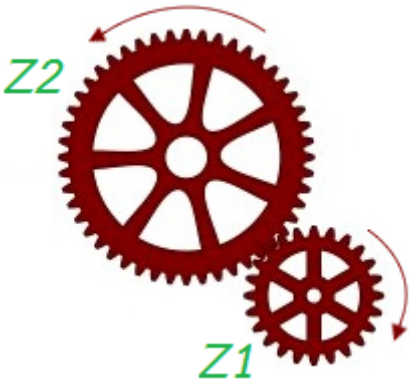


ภาพที่ 4.36 แสดงลักษณะการหล่อลื่นเฟืองแบบปั๊มฉีด
(ที่มา : ดำรง สัพโส : 2559)

11.4. การหล่อลื่นแบบปั๊มฉีด

การหล่อลื่นแบบปั๊มฉีด เหมาะสำหรับ กับชุดเฟืองส่งกำลังขนาดใหญ่ มีความสูงที่ต่างระดับกัน และความเร็วรอบที่สูง ๆ โดยมีปั๊มทำหน้าที่ดูดน้ำมันหมุนเวียนในการหล่อลื่น





ภาพที่ 4.37 แสดงลักษณะการส่งถ่ายกำลังด้วยชุดเฟืองอัตราทดชั้นเดียว
(ที่มา : ดำรง สัพโส : 2559)

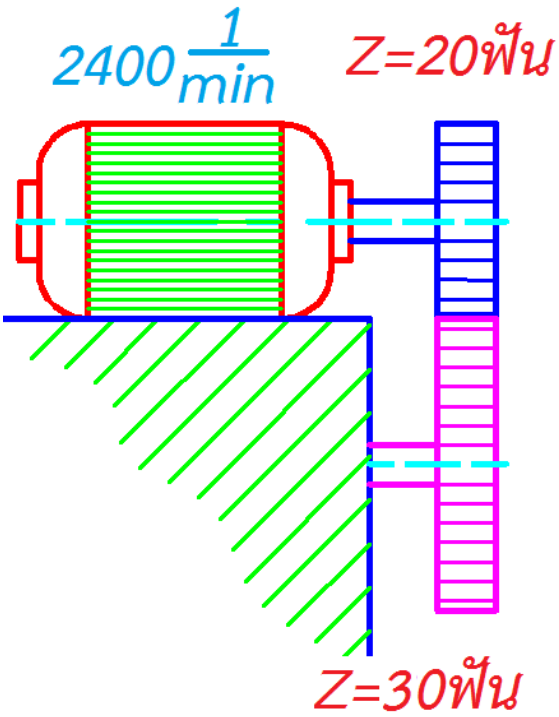
12.การส่งถ่ายกำลังด้วยชุดเฟืองอัตราทดชั้นเดียว

การส่งถ่ายกำลังด้วยอัตราทดชั้นเดียว เหมาะสำหรับการส่งกำลังที่มีอัตราทดไม่เกิน 1 : 6 โดยการส่งถ่ายกำลังชุดเฟืองอัตราทดชั้นเดียว สามารถหาค่าได้จากสูตรดังนี้

$$\text{อัตราทด (i)} = \frac{\text{ความเร็วรอบเฟืองขับ}}{\text{ความเร็วรอบเฟืองตาม}} = \frac{n_1}{n_2}$$

หรือ

$$\text{อัตราทด (i)} = \frac{\text{จำนวนฟันเฟืองตาม}}{\text{จำนวนฟันเฟืองขับ}} = \frac{Z_2}{Z_1}$$



ภาพที่ 4.38 แสดงลักษณะตัวอย่างการคำนวณการส่งถ่ายกำลังด้วยชุดเฟืองอัตราทดชั้นเดียว (ที่มา : ดำรง สัพโส : 2559)

ตัวอย่าง

จากรูปเพลาขับหมุนด้วยความเร็วรอบ 2,400 รอบต่อนาที จำนวนฟันเฟือง Z_1 = 20 ฟัน Z_2 = 30 ฟัน จงหาความเร็วรอบของเฟืองตัวตามและอัตราทด

<u>วิธีทำ</u> จากสูตร $i_1 = \frac{z_2}{z_1}$

$$= \frac{30}{20}$$

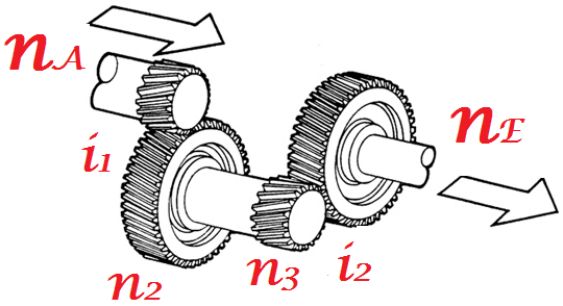
$$= \frac{1.5}{1}$$

<u>วิธีทำ</u> จากสูตร $= \frac{n_1}{n_2} \cdot \frac{z_2}{z_1}$

$$= \frac{2400}{n_2} \cdot \frac{30}{20}$$

$$n_2 = \frac{2400 \times 20}{30}$$

n_2 = 1,600 รอบ/นาที



ภาพที่ 4.39 แสดงลักษณะการส่งถ่ายกำลังด้วยชุดเฟืองอัตราทดหลายชั้น
(ที่มา : ดำรง สัพโส : 2559)

13.การส่งถ่ายกำลังด้วยชุดเฟืองอัตราทดหลายชั้น

การส่งถ่ายกำลังด้วยอัตราทดหลายชั้นเหมาะสำหรับการส่งกำลังที่มีอัตราทดมากกว่า 1 : 6 ขึ้นไป โดยการส่งถ่ายกำลังชุดเฟืองอัตราทดหลายชั้นสามารถหาค่าได้จากสูตรดังนี้

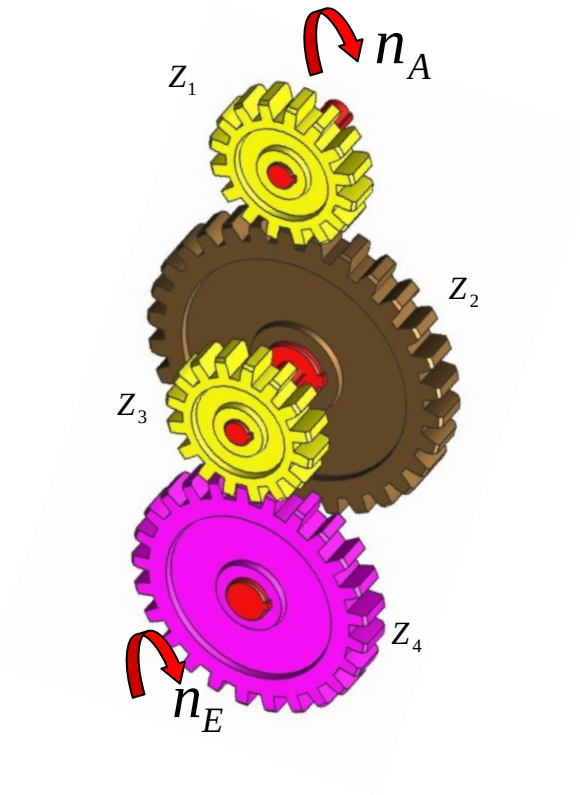
อัตราทดรวม(I) : $\frac{\text{ความเร็วรอบเฟืองขับตัวแรก}}{\text{ความเร็วรอบเฟืองตามตัวสุดท้าย}}$

$$= \frac{n_A}{n_E}$$

หรือ

อัตราทดรวม (I) : $\frac{\text{ผลคูณจำนวนฟันเฟืองตาม}}{\text{ผลคูณจำนวนฟันเฟืองขับ}}$

$$= \frac{Z_2 \bullet Z_4}{Z_1 \bullet Z_3}$$



ภาพที่ 4.40 แสดงลักษณะตัวอย่างการคำนวณการส่งถ่ายกำลังด้วยชุดเฟืองอัตราทดหลายชั้น (ที่มา : ดำรง สัพโส : 2559)

<u>ตัวอย่าง</u> จากรูปเพลาขับหมุนด้วยความเร็วรอบ 1,200 รอบต่อนาที จำนวนฟันเฟือง Z_1 = 20 ฟัน Z_2 = 60 ฟัน Z_3 = 40 ฟัน Z_4 = 80 ฟัน จงหาความเร็วรอบของเฟืองตัวสุดท้าย และอัตราทดของแต่ละขั้น พร้อมทั้งอัตราทดรวม

<u>วิธีทำ</u> จากสูตร $i_1 = \frac{z_2}{z_1} = \frac{60}{20} = \frac{3}{1}$

จากสูตร $i_2 = \frac{z_4}{z_3} = \frac{80}{40} = \frac{2}{1}$

จากสูตร $i_{รวม} = \frac{z_2}{z_1} \cdot \frac{z_4}{z_3} = \frac{60}{20} \times \frac{80}{40}$

$i_{รวม} = \frac{6}{1}$

<u>วิธีทำ</u> จากสูตร $= \frac{n_1}{n_2} \cdot \frac{z_2}{z_1} = \frac{1200}{n_2} \cdot \frac{60}{20}$

$n_2 = \frac{1200 \times 20}{60}$

n_2 = 400 รอบ/นาที

จากสูตร $= \frac{n_3}{n_4} \cdot \frac{z_4}{z_3} = \frac{400}{n_4} \cdot \frac{80}{40}$

$n_4 = \frac{400 \times 40}{80}$

n_4 = 200 รอบ/นาที

ภาพที่ 4.41 แสดงลักษณะเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการคำนวณระบบส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยเฟือง
(ที่มา : ดำรง สัพโส : 2559)

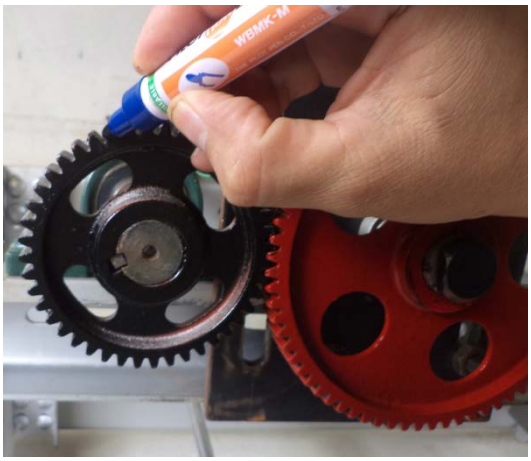
14. เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการคำนวณระบบส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยเฟือง

14.1 โมเดลระบบส่งกำลังเครื่องมือกล

14.2 เครื่องคิดเลข

14.3 ปากกาเคมี

14.4 ผ้า

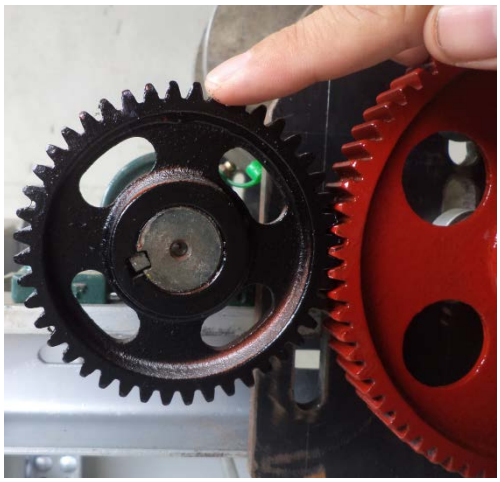


ภาพที่ 4.42 แสดงลักษณะการใช้ปากกาเคมีทำเครื่องหมายเพื่อให้ทราบจุดเริ่มต้นของการนับจำนวนฟันเฟืองขับ(Z_1)
(ที่มา : ดำรง สัพโส : 2559)

15. วิธีการคำนวณระบบส่งกำลังด้วยชุดเฟืองอัตราทดชั้นเดียว

15.1วิธีการคำนวณระบบส่งกำลังด้วยชุดเฟืองอัตราทดชั้นเดียว มีขั้นตอนดังนี้

1. ใช้ปากกาเคมีทำเครื่องหมายเพื่อให้ทราบจุดเริ่มต้นของการนับจำนวนฟันเฟืองขับ(Z_1)

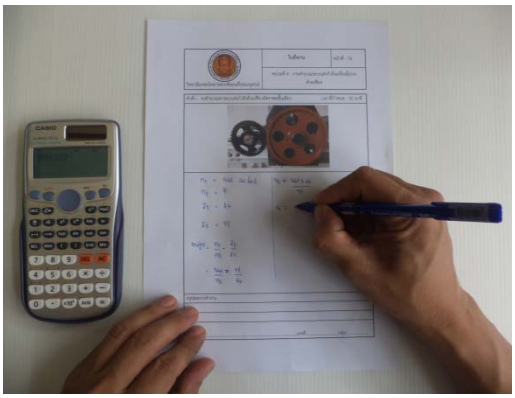
 ภาพที่ 4.43 แสดงลักษณะการนับจำนวนฟันเฟืองขับ(Z_1) (ที่มา : ดำรง สัพโส : 2559)	2. นับจำนวนฟันเฟืองขับ(Z_1)แล้วจดบันทึก
 ภาพที่ 4.44 แสดงลักษณะการใช้ปากกาเคมีทำเครื่องหมายเพื่อให้ทราบจุดเริ่มต้นของการนับจำนวนฟันเฟืองที่เฟืองตาม(Z_2) (ที่มา : ดำรง สัพโส : 2559)	3. ใช้ปากกาเคมีทำเครื่องหมายเพื่อให้ทราบจุดเริ่มต้นของการนับจำนวนฟันเฟืองตาม(Z_2)

ภาพที่ 4.45 แสดงลักษณะการนับจำนวนฟันเฟืองตาม(Z_2)
(ที่มา : ดำรง สัพโส : 2559)

4.นับจำนวนฟันเฟืองตาม(Z_2)แล้วจดบันทึก

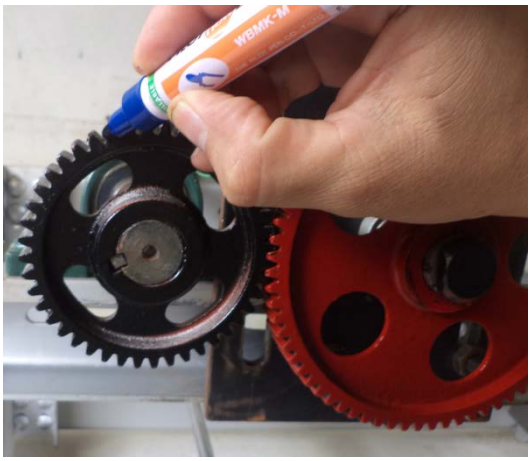
ภาพที่ 4.46 แสดงลักษณะการตรวจสอบความเร็วรอบมอเตอร์ขับจากเนมเพลส (Motor Nameplate)
(ที่มา : ดำรง สัพโส : 2559)

5. ตรวจสอบความเร็วรอบมอเตอร์ขับจากเนมเพลส (Motor Nameplate) แล้วจดบันทึก



ภาพที่ 4.47 แสดงลักษณะการคำนวณค่าต่างๆ ที่ต้องการทราบ
(ที่มา : ดำรง สัพโส : 2559)

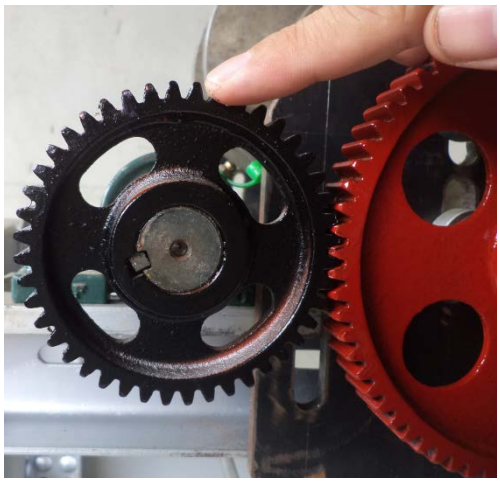
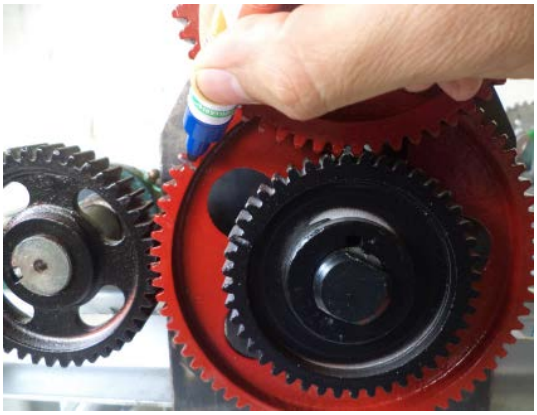
6. คำนวณค่าต่างๆที่ต้องการทราบ

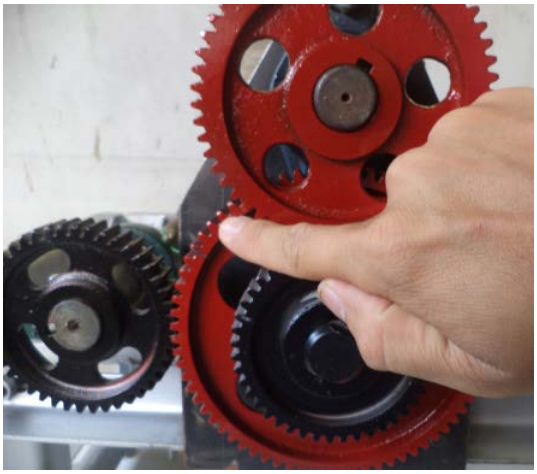


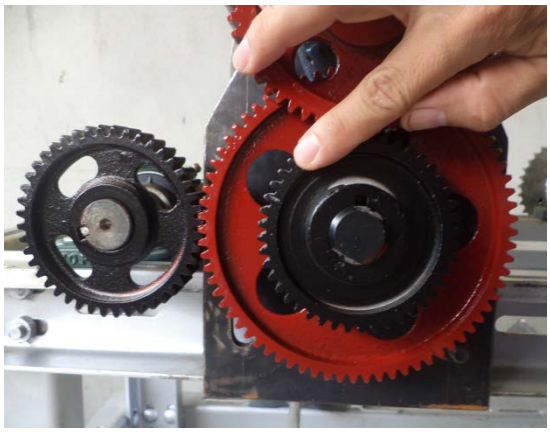
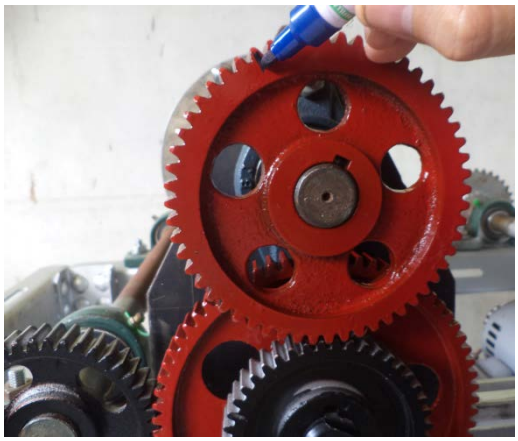
ภาพที่ 4.48 แสดงลักษณะการใช้ปากกาเคมีทำเครื่องหมายเพื่อให้ทราบจุดเริ่มต้นของการนับจำนวนฟันเฟืองขับ(Z_1)
(ที่มา : ดำรง สัพโส : 2559)

15.2 วิธีการคำนวณระบบส่งกำลังด้วยชุดเฟืองอัตราทดหลายชั้น มีขั้นตอนดังนี้

1. ใช้ปากกาเคมีทำเครื่องหมายเพื่อให้ทราบจุดเริ่มต้นของการนับจำนวนฟันเฟืองขับ(Z_1)

 ภาพที่ 4.49 แสดงลักษณะการนับจำนวนฟันเฟืองขับ(Z_1) แล้วจดบันทึก (ที่มา : ดำรง สัพโส : 2559)	2.นับจำนวนฟันเฟืองขับ(Z_1)แล้วจดบันทึก
 ภาพที่ 4.50 แสดงลักษณะการใช้ปากกาเคมีทำเครื่องหมายเพื่อให้ทราบจุดเริ่มต้นของการนับจำนวนฟันเฟืองตาม(Z_2) (ที่มา : ดำรง สัพโส : 2559)	3. ใช้ปากกาเคมีทำเครื่องหมายเพื่อให้ทราบจุดเริ่มต้นของการนับจำนวนฟันเฟืองตาม(Z_2)

 ภาพที่ 4.51 แสดงลักษณะการนับจำนวนฟันเฟืองตาม(Z_2) แล้วจดบันทึก (ที่มา : ดำรง สัพโส : 2559)	4. นับจำนวนฟันเฟืองตาม(Z_2) แล้วจดบันทึก
 ภาพที่ 4.52 แสดงลักษณะการใช้ปากกาเคมีทำเครื่องหมายเพื่อให้ทราบจุดเริ่มต้นของการนับจำนวนฟันเฟืองขับ(Z_3) (ที่มา : ดำรง สัพโส : 2559)	5. ใช้ปากกาเคมีทำเครื่องหมายเพื่อให้ทราบจุดเริ่มต้นของการนับจำนวนฟันเฟืองขับ(Z_3)

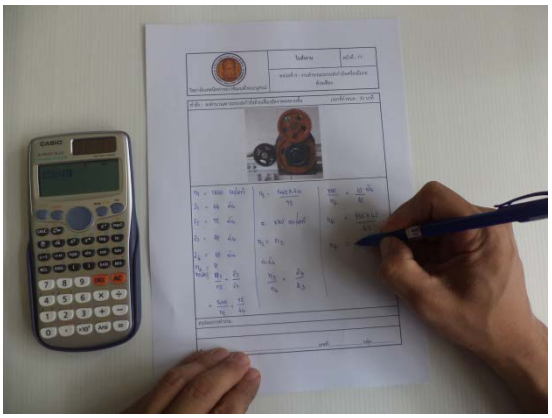
 ภาพที่ 4.53 แสดงลักษณะการนับจำนวนฟันเฟืองขับ(Z_3) แล้วจดบันทึก (ที่มา : ดำรง สัพโส : 2559)	6.นับจำนวนฟันเฟืองขับ(Z_3) แล้วจดบันทึก
 ภาพที่ 4.54 แสดงลักษณะการใช้ปากกาเคมีทำเครื่องหมายเพื่อให้ทราบจุดเริ่มต้นของการนับจำนวนฟันเฟืองตาม(Z_4) (ที่มา : ดำรง สัพโส : 2559)	7. ใช้ปากกาเคมีทำเครื่องหมายเพื่อให้ทราบจุดเริ่มต้นของการนับจำนวนฟันเฟืองตาม(Z_4)

ภาพที่ 4.55 แสดงลักษณะการนับจำนวนฟันเฟืองตาม(Z_4) แล้วจดบันทึก
(ที่มา : ดำรง สัพโส : 2559)

8.นับจำนวนฟันเฟืองตาม(Z_4)แล้วจดบันทึก

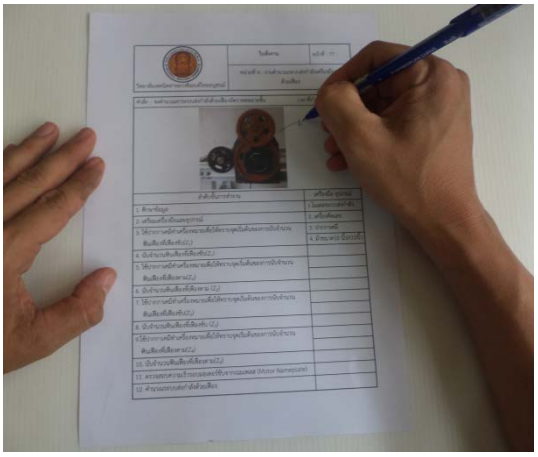
ภาพที่ 4.56 แสดงลักษณะการตรวจสอบความเร็วรอบมอเตอร์ขับจากเนมเพลส (Motor Nameplate)
(ที่มา : ดำรง สัพโส : 2559)

9. ตรวจสอบความเร็วรอบมอเตอร์ขับจากเนมเพลส (Motor Nameplate)แล้วจดบันทึก



ภาพที่ 4.57 แสดงลักษณะการคำนวณค่าต่างๆ ที่ต้องการทราบ
(ที่มา : ดำรง สัพโส : 2559)

10. คำนวณค่าต่างๆที่ต้องการทราบ



ภาพที่ 4.58 แสดงลักษณะการบันทึกสรุปผลรายงานการปฏิบัติงาน
(ที่มา : ดำรง สัพโส : 2559)

16. การบันทึกสรุปผลรายงานการปฏิบัติงาน

16.1 ผลการคำนวณความเร็วรอบระบบส่งกำลังด้วยเฟือง

16.2 ผลอัตราทดของระบบส่งกำลังด้วยเฟือง

ภาพที่ 4.59 แสดงลักษณะการจัดเก็บเครื่องมืออุปกรณ์และบริเวณปฏิบัติงาน
(ที่มา : ดำรง สัพโส : 2559)

17.การจัดเก็บเครื่องมืออุปกรณ์และบริเวณปฏิบัติงาน

17.1 เช็ดทำความสะอาดชิ้นงาน เครื่องมือและอุปกรณ์

17.2 จัดเก็บเครื่องมือ และอุปกรณ์โดยแยกประเภทของเครื่องมือเข้าที่พร้อมใช้งาน

17.3 ดูแลบริเวณปฏิบัติงานให้สะอาด โดยเก็บกวาดเศษผง ขยะให้เรียบร้อย

ภาพที่ 4.60 แสดงการแขวนป้ายล็อกเมนสวิทย์ก่อนการปฏิบัติงาน
(ที่มา : ดำรง สัพโส : 2559)

18. กฎความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน

18.1หยุดเครื่องจักรก่อนทำงานเสมอ

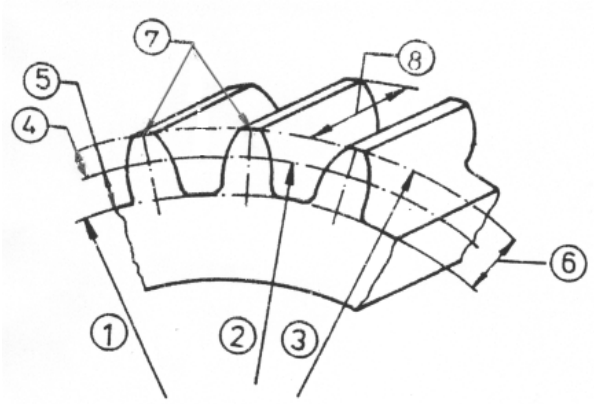
18.2 แขวนป้ายล็อกเมนสวิทย์

18.3 สวมใส่อุปกรณ์ป้องกันภัยส่วนบุคคล

วิทยาลัยเทคนิคท่าหลวงซิเมนต์ไทยอนุสรณ์	**แบบฝึกหัด**	หน้าที่ : 49
	หน่วยที่ 4 : งานคำนวณระบบส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยเฟือง	

คำสั่ง : จงตอบคำถามให้ถูกต้อง เวลาที่กำหนด : 10 นาที

1. จากรูปภาพ จงเลือกสัญลักษณ์ต่าง ๆ ของเฟืองให้สัมพันธ์กับหมายเลขที่กำหนดให้



da = ขนาดความโตยอดฟัน

d = ขนาดความโตวงกลมพิต

df = ขนาดความโตโคนฟัน

ha = ความสูงฟันช่วงบน

hf = ความสูงฟันช่วงล่าง

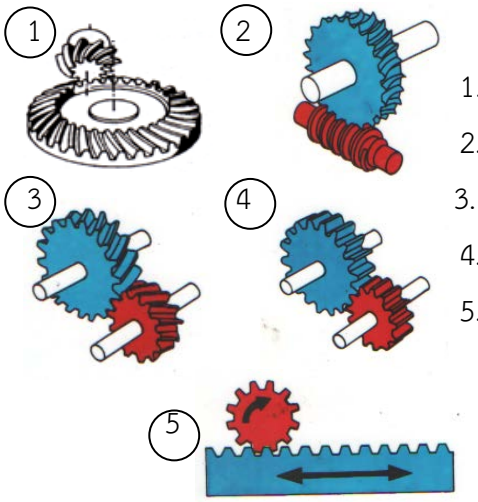
h = ความสูงฟันเฟืองทั้งหมด

p = ระยะพิตฟันเฟือง

b = ความกว้างฟันเฟือง

หมายเลข	1	2	3	4	5	6	7	8
สัญลักษณ์								

2. จากรูปภาพ จงนำหมายเลขหน้ารูปภาพ และหมายเลขการใช้งาน เติมลงในตารางให้ถูกต้อง

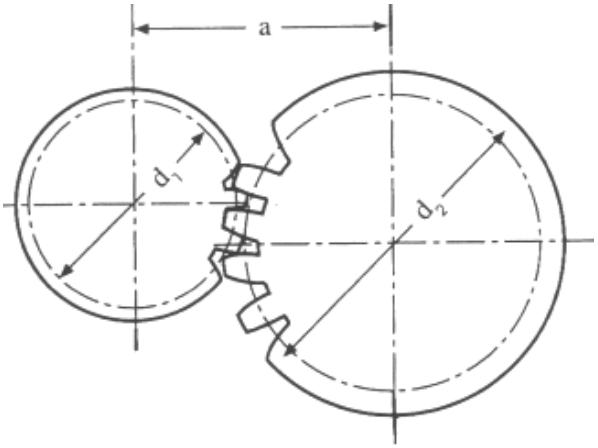


<u>ลักษณะการใช้งานฟันเฟือง</u>

1. หมุนใช้งานรอบสูงได้ดีแต่มีแรงรุนตามแนวแกน
2. ส่งกำลังเพลาขนานเสียงจะดังหากรอบหมุนเร็ว
3. ส่งกำลังทิศทางการเคลื่อนที่จากแนวเส้นรอบวงเป็นเส้นตรง
4. ส่งกำลังเพลาตั้งฉากฟันเลื่อยหมุนรอบสูงได้ดี
5. ส่งกำลังเพลาตัดขวางอัตราทดสูงมากหมุนใช้งานเสียงเงียบ

ชื่อ	เฟืองตรง	เฟืองเฉียง	เฟืองหนอน	เฟืองดอกจอกฟันเฉียง	เฟืองบรรทัด
หมายเลขรูปภาพ					
การใช้งานของเฟือง					

3. จงคำนวณขนาดต่าง ๆ ของเฟืองจากข้อคำถามที่กำหนดให้ลงในช่องว่างให้ถูกต้อง



สัญลักษณ์	สูตรคำนวณ	ขนาดเฟืองระบบโมดุล	
		เฟืองขับ (d1)	เฟืองตาม(d2)
m	$m = \frac{P}{\pi}$	2.5	
z	$z = \frac{\pi \bullet d}{p}$	24	48
da	$d_a = d + 2.m$		
d	$d = m . z$		
df	$df = d - 2.hf$		
ha	$h_a = m$		
hf	$hf = m+c$		
h	$h = ha + hf$		
a	$a = \frac{d1 + d2}{2}$		

4. จงกาเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อที่ถูกและเครื่องหมาย ✗ หน้าข้อที่ผิด

_____4.1 ขนาดฟันเฟืองที่คิดจากอัตราส่วนระหว่างจำนวนฟันเฟืองต่อวงกลมพิตเป็นเฟืองในระบบDP

_____4.2 การบอกขนาดฟันเฟืองยิ่งมีค่าตัวเลขมากซี่ฟันเฟืองจะยิ่งมีขนาดเล็กเป็นเฟืองในระบบโมดูล

_____4.3 รูปทรงฟันเฟืองเคอฟอินโวลูทนิยมใช้กับเครื่องจักรกลหรือยานยนต์

_____4.4 รูปทรงฟันเฟืองไซคลอยดัล เกิดจากการนำเชือกมาพันรอบทรงกระบอกที่เปรียบเสมือนวงกลมฐาน จากนั้นดึงเชือกให้ตึงค่อยๆคลี่ออก โดยที่ปลายเชือกติดดินสอไว้ก็จะได้โค้งไซคลอยดัล

_____4.5การส่งถ่ายกำลังด้วยอัตราทดหลายชั้นเหมาะสำหรับการส่งกำลังที่มีอัตราทดมากกว่า 1:6 ขึ้นไป

_____4.6 ระยะช่องว่างระหว่างแก้มฟันเฟืองที่ขบกันอยู่ นิยมเรียกว่า เบคแลช (Backlash)

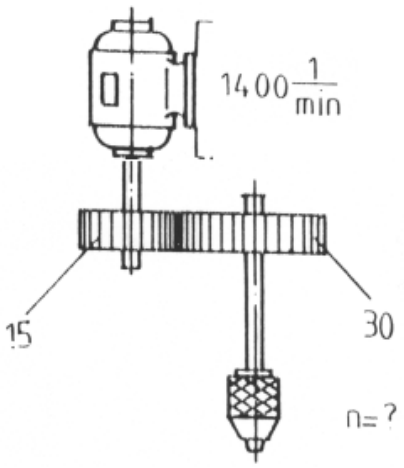
_____4.7 การหาพื้นที่สัมผัสแก้มฟันเฟืองกระทำเพื่อให้เฟืองหมุนขับราบเรียบและสม่ำเสมอ

_____4.8 การซ่อมแซมฟันเฟืองนิยมซ่อมแต่เฟืองที่มีขนาดเล็กเพราะกระทำได้ง่ายกว่าและราคาถูก

_____4.9 การหล่อลื่นแบบปั๊มฉีด เหมาะสำหรับชุดเฟืองส่งกำลังขนาดใหญ่ ที่ต่างระดับกัน และความเร็วรอบที่สูง ๆ โดยมีปั๊มทำหน้าที่ดุดน้ำมัน หมุนเวียนในการหล่อลื่น

_____4.10 การประกอบเฟืองสามารถนำเฟืองในระบบ DP ประกอบกับเฟืองระบบโมดูลได้

5. จากรูปที่กำหนดให้ Z_1 = 15 ฟัน Z_2 = 30 ฟัน ความเร็วรอบมอเตอร์ 1,400 รอบ/นาที จงคำนวณหาอัตราทด (i)ของชุดเฟืองส่งกำลัง และความเร็วรอบ(n)หัวจับดอกสว่าน



_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

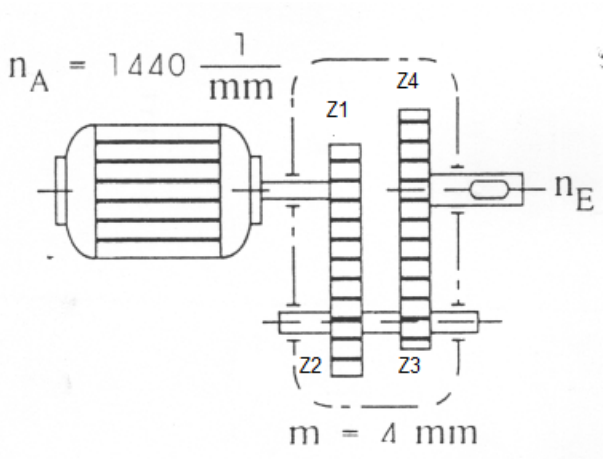
_____

_____

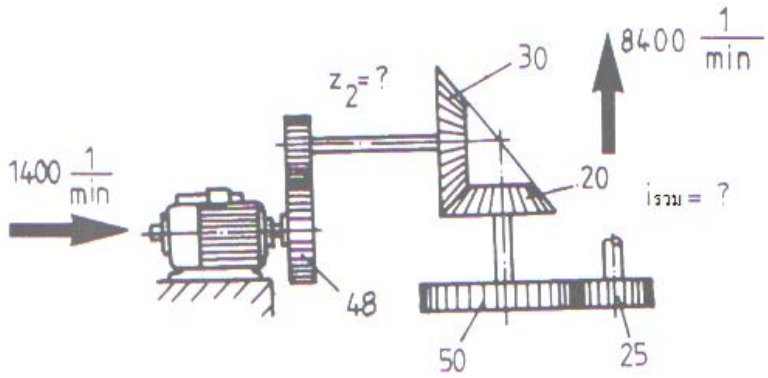
_____

_____

6. จากรูปที่กำหนดให้ Z_1 = 14 ฟัน Z_2 = 56 ฟัน Z_3 = 15 ฟัน Z_4 = 55 ฟัน ความเร็วรอบมอเตอร์ 1,440 รอบ/นาที จงคำนวณหา ความเร็วรอบของเพลางาน (n_E) อัตราทดขั้นที่ 1 (i_1) อัตราทดขั้นที่ 2 (i_2) อัตราทดรวม



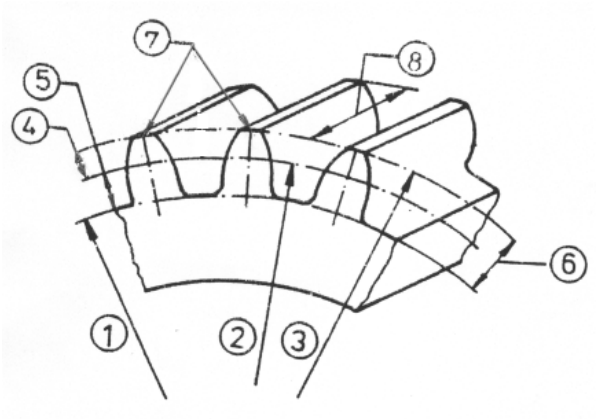
7. จากรูปที่กำหนดให้ จงคำนวณหาจำนวนฟันเฟือง Z_2 = ? ฟัน และอัตราทดรวมของระบบส่งกำลัง



วิทยาลัยเทคนิคท่าหลวงซิเมนต์ไทยอนุสรณ์	**เฉลยแบบฝึกหัด**	หน้าที่ : 54
	หน่วยที่ 4 : งานคำนวณระบบส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยเฟือง	

คำสั่ง : จงตอบคำถามให้ถูกต้อง

1. จากรูปภาพ จงเลือกสัญลักษณ์ต่าง ๆ ของเฟืองให้สัมพันธ์กับหมายเลขที่กำหนดให้



da = ขนาดความโตยอดฟัน

d = ขนาดความโตวงกลมพิต

df = ขนาดความโตโคนฟัน

ha = ความสูงฟันช่วงบน

hf = ความสูงฟันช่วงล่าง

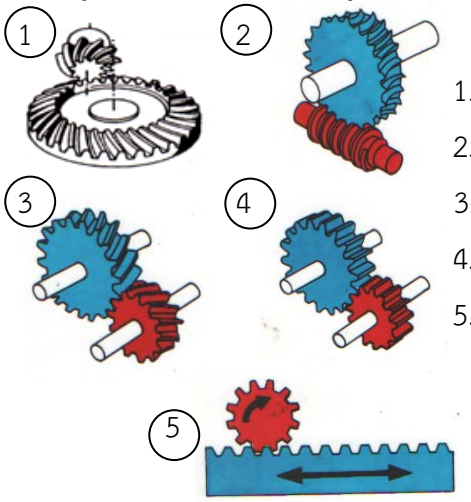
h = ความสูงฟันเฟืองทั้งหมด

p = ระยะพิตฟันเฟือง

b = ความกว้างฟันเฟือง

หมายเลข	1	2	3	4	5	6	7	8
สัญลักษณ์	df	d	da	ha	hf	h	P	b

2. จากรูปภาพ จงนำอักษรหน้ารูปภาพ และหมายเลขการใช้งาน เติมลงในตารางให้ถูกต้อง

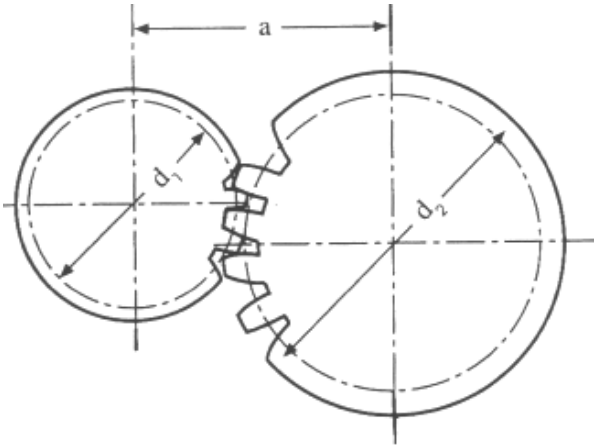


<u>ลักษณะการใช้งานฟันเฟือง</u>

1. หมุนใช้งานรอบสูงได้ดีแต่มีแรงรุนตามแนวแกน
2. ส่งกำลังเพลาขนานเสียงจะดังหากรอบหมุนเร็ว
3. ส่งกำลังทิศทางการเคลื่อนที่จากแนวเส้นรอบวงเป็นเส้นตรง
4. ส่งกำลังเพลาตั้งฉากฟันเลื่อยหมุนรอบสูงได้ดี
5. ส่งกำลังเพลาตัดขวางอัตราทดสูงมากหมุนใช้งานเสียงเงียบ

ชื่อ	เฟืองตรง	เฟืองเฉียง	เฟืองหนอน	เฟืองดอกจอกฟันเฉียง	เฟืองบรรทัด
หมายเลขรูปภาพ	4	3	2	1	5
การใช้งานของเฟือง	2	1	5	4	3

3. จงคำนวณขนาดต่าง ๆ ของเฟืองจากข้อคำถามที่กำหนดให้ลงในช่องว่างให้ถูกต้อง



สัญลักษณ์	สูตรคำนวณ	ขนาดเฟืองระบบโมดุล	
		เฟืองขับ (d1)	เฟืองตาม(d2)
m	$m = \frac{P}{\pi}$	**2.5**	**2.5**
z	$z = \frac{\pi \bullet d}{p}$	**24**	**48**
da	$d_a = d + 2.m$	**65**	**125**
d	$d = m . z$	**60**	**120**
df	$df = d - 2.hf$	**54.16**	**114.16**
ha	$h_a = m$	**2.5**	**2.5**
hf	$hf = m+c$	**2.917**	**2.917**
h	$h = ha + hf$	**6.5**	**6.5**
a	$a = \frac{d1+d2}{2}$	**90**	**90**

4. จงกาเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อที่ถูกและเครื่องหมาย ✗ หน้าข้อที่ผิด

✓ 4.1 ขนาดฟันเฟืองที่คิดจากอัตราส่วนระหว่างจำนวนฟันเฟืองต่อวงกลมพิตเป็นเฟืองในระบบDP

✗ 4.2 การบอกขนาดฟันเฟืองยิ่งมีค่าตัวเลขมากซี่ฟันเฟืองจะยิ่งมีขนาดเล็กเป็นเฟืองในระบบโมดูล

✓ 4.3 รูปทรงฟันเฟืองเคอฟอินโวลูทนิยมใช้กับเครื่องจักรกลหรือยานยนต์

✗ 4.4 รูปทรงฟันเฟืองไซคลอยดัล เกิดจากการนำเชือกมาพันรอบทรงกระบอกที่เปรียบเสมือนวงกลมฐาน จากนั้นดึงเชือกให้ตึงค่อยๆคลี่ออก โดยที่ปลายเชือกติดดินสอไว้ก็จะได้โค้งไซคลอยดัล

✓ 4.5 การส่งถ่ายกำลังด้วยอัตราทดหลายชั้นเหมาะสำหรับการส่งกำลังที่มีอัตราทดมากกว่า 1 : 6 ขึ้นไป

✓ 4.6 ระยะช่องว่างระหว่างแก้มฟันเฟืองที่ขบกันอยู่ นิยมเรียกว่า เบคแลช (Backlash)

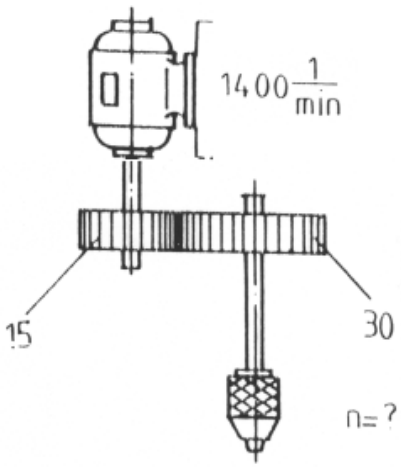
✓ 4.7 การหาพื้นที่สัมผัสแก้มฟันเฟืองกระทำเพื่อให้เฟืองหมุนขับราบเรียบและสม่ำเสมอ

✗ 4.8 การซ่อมแซมฟันเฟืองนิยมซ่อมแต่เฟืองที่มีขนาดเล็กเพราะกระทำได้ง่ายกว่าและราคาถูก

✓ 4.9 การหล่อลื่นแบบปั๊มฉีด เหมาะสำหรับชุดเฟืองส่งกำลังขนาดใหญ่ ที่ต่างระดับกัน และความเร็วรอบที่สูง ๆ โดยมีปั๊มทำหน้าที่ดูดน้ำมัน หมุนเวียนในการหล่อลื่น

✗ 4.10 การประกอบเฟืองสามารถนำเฟืองในระบบ DP ประกอบกับเฟืองระบบโมดูลได้

5. จากรูปที่กำหนดให้ Z_1 = 15 ฟัน Z_2 = 30 ฟัน ความเร็วรอบมอเตอร์ 1,400 รอบ/นาที จงคำนวณหาอัตราทด (i) ของชุดเฟืองส่งกำลัง และความเร็วรอบ(n)ของหัวจับดอกสว่าน



<u>วิธีทำ</u> จากสูตร $i = \frac{z_2}{z_1} = \frac{30}{15}$

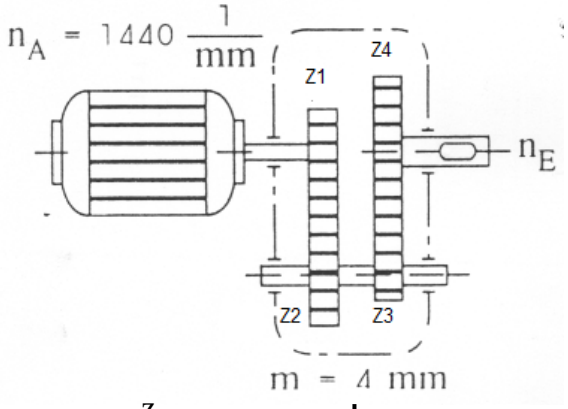
$i = \frac{2}{1}$

จากสูตร $= \frac{n_1}{n_2} \times \frac{z_2}{z_1} = \frac{1400}{n_2} \times \frac{30}{15}$

$n_2 = \frac{1400 \times 15}{30}$

n_2 = 700 รอบ/นาที

6. จากรูปที่กำหนดให้ Z_1 = 14 ฟัน Z_2 = 56 ฟัน Z_3 = 15 ฟัน Z_4 = 55 ฟัน ความเร็วรอบมอเตอร์ต้นกำลัง 1,440 รอบ/นาที จงคำนวณหาอัตราทดขั้นที่ 1 (i_1) อัตราทดขั้นที่ 2 (i_2) อัตราทดรวม ($i_{รวม}$)ของชุดเฟืองส่งกำลัง และความเร็วรอบของเพลาชุดที่ 2 (n_2) และความเร็วรอบของเพลางาน (n_E)



<u>วิธีทำ</u>

จากสูตร $i_1 = \frac{z_2}{z_1}$

$= \frac{56}{14}$

$i_1 = \frac{4}{1}$

จากสูตร $i_2 = \frac{z_4}{z_3}$

$= \frac{55}{15}$

$i_2 = \frac{3.66}{1}$

จากสูตร $i_{รวม} = \frac{z_2}{z_1} \cdot \frac{z_4}{z_3}$

$= \frac{56}{14} \times \frac{55}{15}$

$i_{รวม} = \frac{14.66}{1}$

จากสูตร $= \frac{n_1}{n_2} \cdot \frac{z_2}{z_1}$

$= \frac{1440}{n_2} \cdot \frac{56}{14}$

$n_2 = \frac{1440 \times 14}{56}$

n_2 = 360 รอบ/นาที

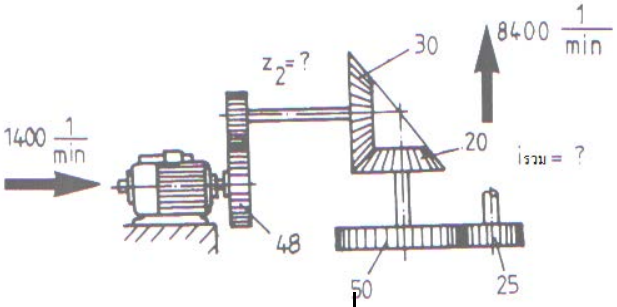
จากสูตร $= \frac{n_3}{n_4} \cdot \frac{z_4}{z_3}$

$= \frac{360}{n_4} \cdot \frac{55}{15}$

$n_4 = \frac{360 \times 15}{55}$

n_4 = 98.18 รอบ/นาที

7. จากรูปที่กำหนดให้ จงคำนวณหาจำนวนฟันเฟือง Z_2 = ? ฟัน และอัตราทดรวมของระบบส่งกำลัง



<u>วิธีทำ</u> จากสูตร $i_3 = \frac{n_5}{n_6} \times \frac{z_6}{z_5}$

แทนค่า $= \frac{n_5}{8,400} \times \frac{25}{50}$

$n_5 = \frac{8,400 \times 25}{50}$

n_5 = 4,200 รอบต่อนาที

จากสูตร $i_2 = \frac{n_3}{n_4} \times \frac{z_4}{z_3}$

แทนค่า $= \frac{n_3}{4,200} \cdot \frac{20}{30}$

$n_3 = \frac{4,200 \times 20}{30}$

n_3 = 2,800 รอบต่อนาที

จากสูตร $i_2 = \frac{n_1}{n_2} \times \frac{z_2}{z_1}$

แทนค่า $= \frac{1,400}{2,800} \times \frac{Z_2}{48}$

$Z_3 = \frac{1,400 \times 48}{2,800}$

Z_2 = 24 ฟัน **<u>ตอบ</u>**

จากสูตร $i_1 = \frac{z_2}{z_1}$

แทนค่า $i_1 = \frac{24}{48}$

$i_1 = \frac{1}{2}$

จากสูตร $i_2 = \frac{z_4}{z_3}$

แทนค่า $i_2 = \frac{20}{30}$

$i_2 = \frac{1}{1.5}$

จากสูตร $i_3 = \frac{z_6}{z_5}$

แทนค่า $i_3 = \frac{25}{50}$

$i_3 = \frac{1}{2}$

จากสูตร $i_{รวม} = i_1 \times i_2 \times i_3$

แทนค่า $i_{รวม} = \frac{1}{2} \times \frac{1}{1.5} \times \frac{1}{2}$

$i_{รวม} = \frac{1}{6}$ **<u>ตอบ</u>**

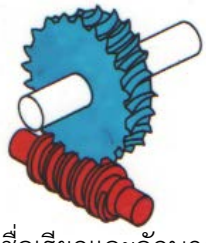
วิทยาลัยเทคนิคท่าหลวงซิเมนต์ไทยอนุสรณ์	**แบบทดสอบหลังเรียน ด้านทฤษฎี**	หน้าที่ : 59
	หน่วยที่ 4 : งานคำนวณระบบส่งกำลังเครื่องมือกล ด้วยเฟือง	

คำสั่ง : จงทำเครื่องหมายกากบาท (X) ทับข้อที่ถูกลงในกระดาษคำตอบที่แจกให้ เวลาที่กำหนด : 20 นาที

1. ชื่อเรียกและลักษณะการใช้งานของเฟืองตามรูปภาพข้อใดกล่าวได้ถูกต้อง

ก. เฟืองดอกจอกฟันเฉียง ส่งกำลังเพลาตั้งฉากฟันเลื้อยหมุนใช้งานรอบสูงได้ดี
ข. ชุดเฟืองหนอน ส่งกำลังเพลาตัดขวางอัตราทดสูงมากหมุนใช้งานเสียงเงียบ
ค. เฟืองฟันตรง ส่งกำลังเพลาขนานเสียงจะดังหากรอบหมุนเร็ว
ง. เฟืองเฉียง หมุนใช้งานรอบสูงได้ดีแต่มีแรงรุนตามแนวแกน

2. ชื่อเรียกและลักษณะการใช้งานของเฟืองตามรูปภาพข้อใดกล่าวได้ถูกต้อง

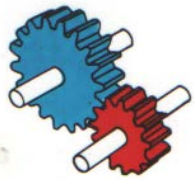


ก. เฟืองดอกจอกฟันเฉียง ส่งกำลังเพลาตั้งฉากฟันเลื้อยหมุนใช้งานรอบสูงได้ดี
ข. ชุดเฟืองหนอน ส่งกำลังเพลาตัดขวางอัตราทดสูงมากหมุนใช้งานเสียงเงียบ
ค. เฟืองเฉียง หมุนใช้งานรอบสูงได้ดีแต่มีแรงรุนตามแนวแกน
ง. เฟืองฟันตรง ส่งกำลังเพลาขนานเสียงจะดังหากรอบหมุนเร็ว

3. ชื่อเรียกและลักษณะการใช้งานของเฟืองตามรูปภาพข้อใดกล่าว ได้ถูกต้อง

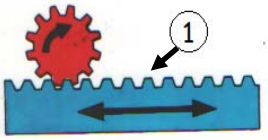
ก. เฟืองดอกจอกฟันเฉียง ส่งกำลังเพลาตั้งฉากฟันเลื้อยหมุนใช้งานรอบสูงได้ดี
ข. เฟืองเฉียง หมุนใช้งานรอบสูงได้ดีแต่มีแรงรุนตามแนวแกน
ค. ชุดเฟืองหนอน ส่งกำลังเพลาตัดขวางอัตราทดสูงมากหมุนใช้งานเสียงเงียบ
ง. เฟืองฟันตรง ส่งกำลังเพลาขนานเสียงจะดังหากรอบหมุนเร็ว

4. ชื่อเรียกและลักษณะการใช้งานของเฟืองตามรูปภาพข้อใดกล่าว ได้ถูกต้อง



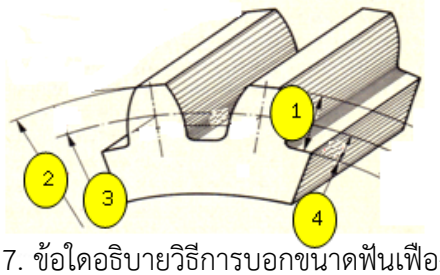
ก. เฟืองดอกจอกฟันเฉียง ส่งกำลังเพลาตั้งฉากฟันเลื้อยหมุนใช้งานรอบสูงได้ดี
ข. ชุดเฟืองหนอน ส่งกำลังเพลาตัดขวางอัตราทดสูงมากหมุนใช้งานเสียงเงียบ
ค. เฟืองเฉียง หมุนใช้งานรอบสูงได้ดีแต่มีแรงรุนตามแนวแกน
ง. เฟืองฟันตรง ส่งกำลังเพลาขนานเสียงจะดังหากรอบหมุนเร็ว

5. ชื่อเรียกและลักษณะการใช้งานของเฟืองตามรูปภาพหมายเลข 1 ข้อใดกล่าว ได้ถูกต้อง



ก. เฟืองดอกจอกฟันเฉียง ส่งกำลังเพลาตั้งฉากฟันเลื้อยหมุนใช้งานรอบสูงได้ดี
ข. ชุดเฟืองหนอน ส่งกำลังเพลาตัดขวางอัตราทดสูงมากหมุนใช้งานเสียงเงียบ
ค. เฟืองสะพาน ส่งกำลังทิศทางการเคลื่อนที่จากแนวเส้นรอบวงเป็นเส้นตรง
ง. เฟืองฟันตรง ส่งกำลังเพลาขนานเสียงจะดังหากรอบหมุนเร็ว

6. การบอกสัดส่วนของเฟืองในระบบอังกฤษ หมายเลข 3 ข้อใดถูกต้อง



ก. ความลึกโคนฟัน (Ded)

ข. ขนาดความโตยอดฟัน (Od)

ค. ขนาดความโตวงกลมโคนฟัน (Rd)

ง. ขนาดความโตวงกลมพิต (Pd)

7. ข้อใดอธิบายวิธีการบอกขนาดฟันเฟืองระบบอังกฤษ(DP)ได้ถูกต้อง

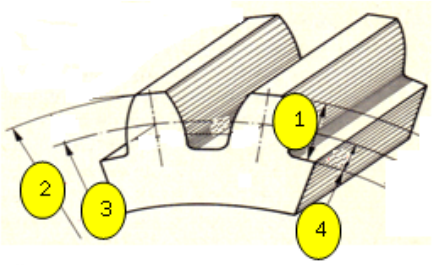
ก. ขนาดฟันเฟือง คิดจากอัตราส่วนระหว่างจำนวนฟันเฟืองต่อวงกลมพิต

ข. ขนาดฟันเฟือง คิดจากค่าอัตราส่วนระหว่างขนาดความโตวงกลมพิตต่อจำนวนฟันเฟือง

ค. ขนาดฟันเฟือง คิดจากอัตราส่วนระหว่างจำนวนฟันเฟืองต่อวงกลมยอดฟัน

ง. ขนาดฟันเฟือง คิดจากค่าอัตราส่วนระหว่างขนาดความโตวงกลมยอดฟันต่อจำนวนฟันเฟือง

8. การบอกสัดส่วนของเฟืองในระบบโมดุล (Module) หมายเลข 2 ข้อใดถูกต้อง



ก. ความสูงฟันช่วงบน (ha)

ข. ความโตวงกลมโคนฟันเฟือง (df)

ค. ขนาดความโตวงกลมพิต (d)

ง. ความโตวงกลมยอดฟันเฟือง (da)

9. วิธีการบอกขนาดฟันเฟืองระบบโมดุล (Module) ข้อใดกล่าวได้ถูกต้อง

ก. ขนาดฟันเฟืองที่คิดจากอัตราส่วนระหว่างจำนวนฟันเฟืองต่อวงกลมพิต

ข. ขนาดฟันเฟืองที่คิดจากอัตราส่วนระหว่างจำนวนฟันเฟืองต่อวงกลมยอดฟัน

ค. ขนาดฟันเฟืองที่คิดจากค่าอัตราส่วนระหว่างขนาดความโตวงกลมพิตต่อจำนวนฟันเฟือง

ง. ขนาดฟันเฟืองที่คิดจากค่าอัตราส่วนระหว่างขนาดความโตวงกลมยอดฟันต่อจำนวนฟันเฟือง

10. รูปทรงฟันเฟืองแบบไซคลอยดัลข้อใดอธิบายได้อย่างถูกต้อง

ก. รูปทรงฟันเฟืองแบบไซคลอยดัลเป็นรูปทรงเคอฟฟันเฟืองที่ใช้ทั่วไปในเครื่องจักรกลหรือยานยนต์

ข.วิธีสร้างเคอฟเกิดจากการนำเชือกมาพันรอบทรงกระบอกจากนั้นดึงเชือกให้ตึงค่อยๆคลี่เชือกออก

ค. วิธีการสร้างเคอฟเกิดจากการนำจุดใดๆของวงกลม(จุดP) มาหมุนกลิ้งสัมผัสกับวงกลมยอดฟัน

ง. รูปทรงฟันเฟืองแบบไซคลอยดัลเป็นรูปทรงเคอฟฟันเฟืองที่ใช้กับเฟืองหล่อขึ้นรูปขนาดใหญ่

11.ข้อใดอธิบายรูปทรงฟันเฟืองแบบอินโวลูท (Involute)ได้ถูกต้อง

ก. เป็นรูปทรงเคอฟฟันเฟืองที่ใช้ทั่วไปในเครื่องจักรกลหรือยานยนต์

ข. เป็นรูปทรงเคอฟฟันเฟืองที่ใช้กับเฟืองหล่อขึ้นรูปขนาดใหญ่

ค. วิธีสร้างเคอฟเกิดจากการนำจุดใดๆของวงกลม(จุดP)มาหมุนกลิ้งสัมผัสกับวงกลมพิต

ง. วิธีสร้างเคอฟเกิดจากการนำเชือกมาพันรอบทรงกรวยจากนั้นดึงเชือกให้ตึงค่อยๆคลี่เชือกออก

12. ความสัมพันธ์ของจำนวนฟันเฟืองและความเร็วรอบในการส่งกำลังด้วยฟันเฟืองข้อใดกล่าวถูกต้อง

ก. $n_1 . z_1 = n_2 . z_2$ ข. $n_2 : z_1 = n_1 : z_2$

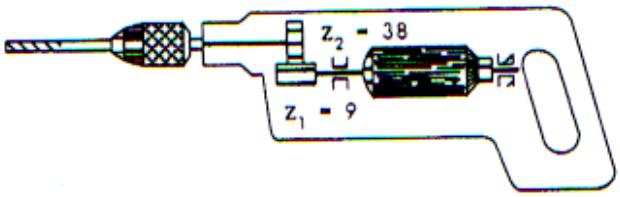
ค. $n_1 : z_2 = z_2 : z_1$ ง. $z_1 . n_2 = n_2 . z_1$

13. ข้อใดคือสูตรหาค่าอัตราทดฟันเฟือง (i) ที่ถูกต้อง

ก. $i = z_1 / z_2$ ข. $i = n_2 / n_1$

ค. $i = z_2 / z_1$ ง. $i = z_1 - z_2$

14. การส่งกำลังด้วยเฟืองดังรูปส่งกำลังแบบอัตราทดชั้นเดียว ความเร็วรอบขาเข้า n_1 = 4,000 รอบ/นาที จำนวนฟันเฟืองขับ Z_1 = 9 ฟัน หมุนขบกับเฟืองตาม Z_2 =38 ฟัน เพลาตามจะหมุนด้วยความเร็วรอบ n_2 = ? เท่าใด



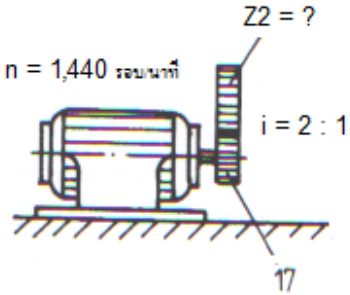
ก. 647.37 รอบ/นาที

ข. 847.37 รอบ/นาที

ค. 747.37 รอบ/นาที

ง. 947.37 รอบ/นาที

15.การส่งกำลังด้วยเฟืองดังรูป ส่งกำลังแบบอัตราทดชั้นเดียว ความเร็วรอบขาเข้า n_1 = 1,440 รอบ/นาที มีอัตราทด 2 : 1 จำนวนฟันเฟืองขับ Z_1 = 17 ฟัน จงหาจำนวนฟันเฟืองตาม Z_2 = ?



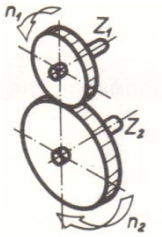
ก. 34 ฟัน

ข. 44 ฟัน

ค. 54 ฟัน

ง. 64 ฟัน

16. ชุดเฟืองดังรูปกำหนดให้จำนวนฟันเฟืองขับ Z1 = 40 ฟัน หมุนขบกับเฟืองตาม Z2 = 60 ฟัน อัตราทดข้อใดถูกต้อง



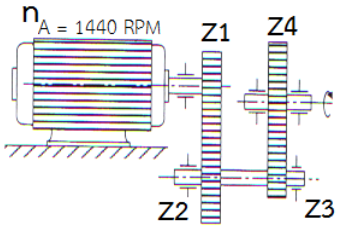
ก. 40 : 60

ข. 1 : 3

ค. 2 : 3

ง. 4 : 6

17. การส่งกำลังด้วยเฟืองดังรูป โดยกำหนดให้ความเร็วรอบขาเข้า nA = 1,440 รอบ/นาที จำนวนฟันเฟืองขับZ1 =17 ฟัน หมุนขบกับเฟืองตาม Z2 = 51 ฟัน Z3 = 25 ฟัน Z4 = 41 ฟัน จงหาความเร็วรอบเพลาขาออก (nE) = ?



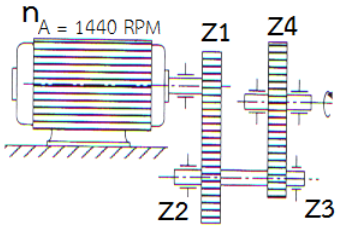
ก. 392.68 รอบ/นาที

ข. 292.68 รอบ/นาที

ค. 192.68 รอบ/นาที

ง. 92.68 รอบ/นาที

18. การส่งกำลังด้วยเฟืองดังรูป ความเร็วรอบขาเข้า nA = 1,440 รอบ/นาที จำนวนฟันเฟืองขับZ1 =30 ฟัน หมุนขบกับเฟืองตาม Z2 = 60 ฟัน Z3 = 50 ฟัน ความเร็วรอบเพลาขาออก (nE) = 583.33 รอบต่อนาที จงหาจำนวน Z4 = ? ฟัน



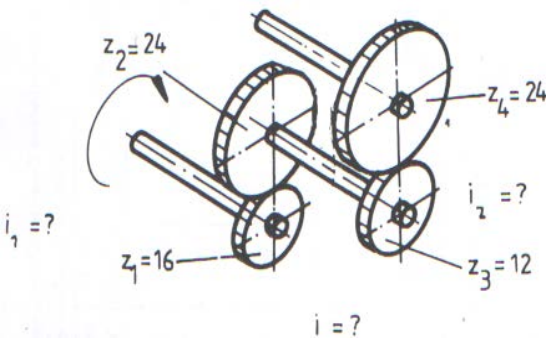
ก. 40 ฟัน

ข. 50 ฟัน

ค. 60 ฟัน

ง. 70 ฟัน

19. การส่งกำลังด้วยเฟืองดังรูป จงหาอัตราทดขั้นที่ 1 อัตราทดขั้นที่ 2 และอัตราทดรวมที่ถูกต้อง



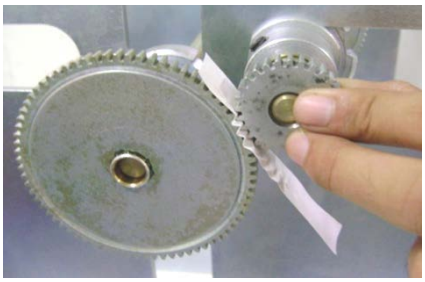
ก. i_1 = 1.5 : 1 i_2 = 2 : 1 $i_{รวม}$ = 3 : 1

ข. i_1 = 1 : 1.5 i_2 = 1 : 2 $i_{รวม}$ = 1 : 3

ค. i_1 = 1 : 2 i_2 =1.5:1 $i_{รวม}$ = 1 : 3

ง. i_1 = 2 : 1 i_2 = 2 : 1 $i_{รวม}$ = 4 : 1

20. การหาระยะช่องว่างระหว่างแก้มฟันเฟืองด้วยวิธีวัสดุอ่อนรองสอดข้อใดเรียงลำดับ ได้ถูกต้อง



1. ประกอบติดตั้งคู่เฟืองขบ
2.ใช้ไมโครมิเตอร์วัดส่วนที่แบนตัวลงของวัสดุรอง
3. สอดวัสดุระหว่างซี่ฟันเฟือง
4. หมุนล้อเฟืองบดวัสดุอ่อนให้แบนตัวลง

ก. 1-2-3-4 ข. 1-3-4-2 ค. 2-3-4-1 ง. 2-1-3-4

21. วัตถุประสงค์ของการหาพื้นที่สัมผัสแก้มฟันเฟือง(Tooth Contact) คือข้อใด

ก. ตรวจสอบความขนานของเพลาขับและเพลาตามของล้อเฟือง

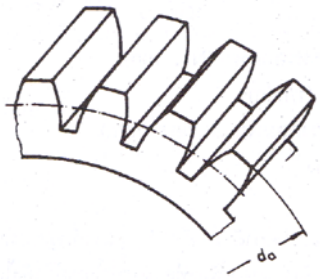
ข. ตรวจสอบพิกัดงานสวมระหว่างเพลากับรูแบริ่ง

ค. ตรวจสอบพิกัดงานสวมระหว่างเพลากับรูคว้านของเฟือง

ง. ตรวจสอบการหมุนร่วมศูนย์ของเฟืองขับ

จากข้อคำถามที่กำหนดให้ ใช้ตอบคำถามข้อที่ 22 -24 ต้องการผลิตเฟืองขนาด โมดุล (m) = 2 จำนวนฟัน(Z) = 45 ฟัน

22. ขนาดความโตยอดฟัน(Outside Diameter) ข้อใดถูกต้อง



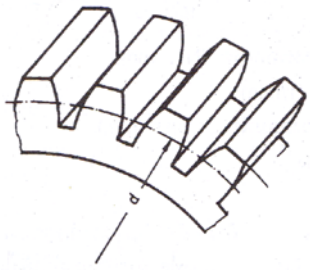
ก. 91 มิลลิเมตร

ข. 92 มิลลิเมตร

ค. 93 มิลลิเมตร

ง. 94 มิลลิเมตร

23. ขนาดความโตวงกลมพิต (Pitch Diameter) ข้อใดถูกต้อง



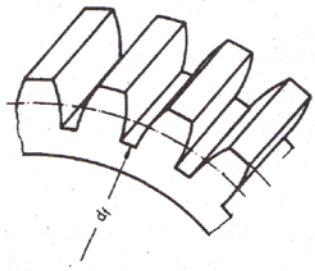
ก. 88 มิลลิเมตร

ข. 89 มิลลิเมตร

ค. 90 มิลลิเมตร

ง. 91 มิลลิเมตร

24.ขนาดความโตโคนฟัน (Root Diameter) ข้อใดถูกต้อง



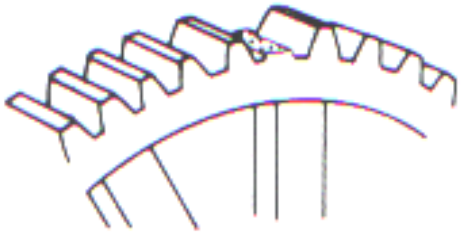
ก. 82.34 มิลลิเมตร

ข. 83.34 มิลลิเมตร

ค. 84.34 มิลลิเมตร

ง. 85.34 มิลลิเมตร

25.ข้อใดแสดงลำดับขั้นตอนการซ่อมแซมฟันเฟืองได้ถูกต้อง



1. ตะไบส่วนที่หักของฟันเฟืองจนเรียบ
2. เจาะรูทำเกลียวตามร่างแบบไว้
3. ร่างแบบเพื่อทำการเจาะรูใส่สลักเสริมฟันเฟือง
4. เชื่อมฟอกสลักเกลียวและทำการตกแต่ง
5. ขันสลักเกลียวให้ได้ความสูงตามต้องการ
6. ตัดสลักเกลียวให้ได้ความสูงใกล้เคียงกับฟันเฟืองเดิม
7. ตรวจสอบขนาดฟันเฟืองด้วยเกจ
8. ตอกนำศูนย์ตามที่ร่างแบบไว้
9. ต๊าปเกลียวเพื่อขันยึดสกรู

ก. 1-3-2-5-6 -4-7-8-9 ข. 1-2-3-4-6-5-7-8-9 ค. 1-3-8-2-9-5-6-4-7 ง. 1-2-3-4-5-6-7-9-8

26.การบำรุงรักษาเฟืองด้วยวิธีการหล่อลื่นชนิดเหมาะสมกับชุดเฟืองขนาดเล็กคือข้อใด

ก. การหล่อลื่นด้วยมือ ข. การหล่อลื่นแบบหยด

ค. การหล่อลื่นแบบจุ่มหรือวิดสาด ง. การหล่อลื่นแบบปั๊มฉีด

27.ข้อใดไม่ใช่เครื่องมือที่ใช้ในการคำนวณหาระบบการส่งกำลังด้วยสายพาน

ก. โมเดลระบบส่งกำลังเครื่องมือกล+เครื่องคิดเลข ข. ปากกาเคมี + เครื่องคิดเล

ค. โมเดลระบบส่งกำลังเครื่องมือกล+ปากกาเคมี ง. เหล็กส่ง+ ค้อนพลาสติ

28.ข้อใดไม่ต้องทำการบันทึกรายงานสรุปผลการปฏิบัติงานคำนวณระบบส่งกำลังด้วยเฟือง

ก. วัสดุทำเฟือง ข. ความเร็วรอบของมอเตอร์ขับ

ค. จำนวนฟันเฟืองขับ ง. จำนวนฟันเฟืองขับและเฟืองตาม

29.ข้อใดไม่ควรปฏิบัติในการจัดเก็บเครื่องมืออุปกรณ์และบริเวณปฏิบัติงาน

ก. ชโลมน้ำมันเครื่องมืออุปกรณ์ที่เป็นเหล็ก ข.ใช้ไม้กวาดดอกหญ้ากวาดพื้นที่ปฏิบัติงาน

ค. ใช้ผ้าเช็ดทำความสะอาดเครื่องมือและอุปกรณ์ ง. เก็บเครื่องมือวัดขนาดรวมกับเครื่องมือที่มีคมตัด

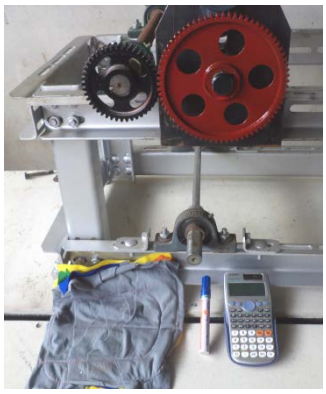
30.ข้อใดควรปฏิบัติเป็นสิ่งแรกเพื่อความกฎความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน

ก. ใส่แว่นตาเพื่อป้องกันเศษ ข. ปิดเมนสวิทย์เครื่องจักรก่อนทำงาน

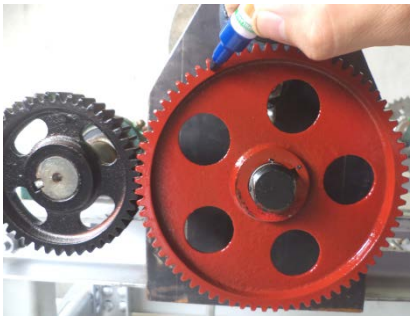
ค. ใช้ค้อนเหล็กตอกล้อเฟืองขณะทำการประกอบ ง. หล่อลื่นชุดเฟืองก่อนทำการประกอบ

แบบเฉลยข้อทดสอบหลังเรียน ด้านทฤษฎี			
ข้อที่	คำตอบ	ข้อที่	คำตอบ
1	ก	16	ค
2	ข	17	ข
3	ค	18	ค
4	ง	19	ก
5	ค	20	ข
6	ค	21	ก
7	ค	22	ง
8	ข	23	ค
9	ก	24	ง
10	ง	25	ค
11	ก	26	ค
12	ก	27	ง
13	ค	28	ก
14	ง	29	ง
15	ก	30	ข

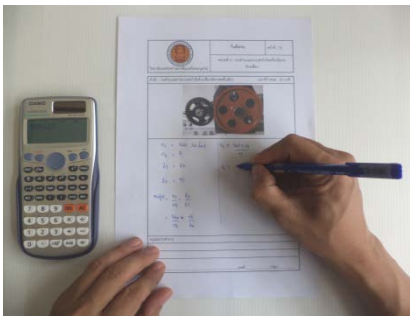
วิทยาลัยเทคนิคท่าหลวงซิเมนต์ไทยอนุสรณ์	**ใบลำดับขั้นการปฏิบัติงาน**	หน้าที่ : 67
	หน่วยที่ 4 : งานคำนวณระบบส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยเฟือง	

<u>ลำดับขั้นการปฏิบัติงานการคำนวณระบบส่งกำลังด้วยเฟืองอัตราทดชั้นเดียว</u>			
ลำดับขั้นการปฏิบัติงาน	คำอธิบายขั้นตอนการทำงาน	เครื่องมืออุปกรณ์	ข้อควรระวัง
1. ศึกษาข้อมูล	- รูปร่าง / สัดส่วนต่างๆ - ชนิด / การใช้งาน - สูตรคำนวณความเร็วรอบ - สูตรคำนวณอัตราทด	- ใบเนื้อหา	
2. เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ 	- เครื่องมือสำหรับที่ใช้ในการคำนวณระบบส่งกำลังด้วยเฟือง	- ใบเบิกเครื่องมือ	
3. ใช้ปากกาเคมีทำเครื่องหมายเพื่อให้ทราบจุดเริ่มต้นของการนับจำนวนฟันเฟืองที่เฟืองขับ(Z_1)	-ใช้ปากกาเคมีทำเครื่องหมายเพื่อให้ทราบจุดเริ่มต้นของการนับจำนวนฟันเฟืองที่เฟืองขับ (Z_1)	- ปากกาเคมี - ใบสั่งงาน	

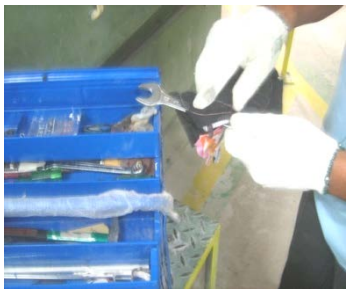
วิทยาลัยเทคนิคท่าหลวงซิเมนต์ไทยอนุสรณ์	**ใบลำดับขั้นการปฏิบัติงาน**	หน้าที่ : 68
	หน่วยที่ 4 : งานคำนวณระบบส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยเฟือง	

ลำดับขั้นการปฏิบัติงาน	คำอธิบายขั้นตอนการทำงาน	เครื่องมืออุปกรณ์	ข้อควรระวัง
4. นับจำนวนฟันเฟืองที่เฟืองขับ(Z_1)	-นับจำนวนฟันเฟืองขับ (Z_1) -จดบันทึกจำนวนฟันเฟืองขับ (Z_1) ที่นับได้	- ใบสั่งงาน	
5. ใช้ปากกาเคมีทำเครื่องหมายเพื่อให้ทราบจุดเริ่มต้นของการนับจำนวนฟันเฟืองที่เฟืองตาม(Z_2) 	-ใช้ปากกาเคมีทำเครื่องหมายเพื่อให้ทราบจุดเริ่มต้นของการนับจำนวนฟันเฟืองที่เฟืองตาม (Z_2)	- ใบสั่งงาน - ปากกาเคมี	
6. นับจำนวนฟันเฟืองที่เฟืองตาม (Z_2)	-นับจำนวนฟันเฟืองตาม(Z_2) -จดบันทึกจำนวนฟันเฟืองตาม (Z_2) ที่วัดได้	- ใบสั่งงาน	

วิทยาลัยเทคนิคท่าหลวงซิเมนต์ไทยอนุสรณ์	**ใบลำดับขั้นการปฏิบัติงาน**	หน้าที่ : 69
	หน่วยที่ 4 : งานคำนวณระบบส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยเฟือง	

ลำดับขั้นการปฏิบัติงาน	คำอธิบายขั้นตอนการทำงาน	เครื่องมืออุปกรณ์	ข้อควรระวัง
7. ตรวจสอบความเร็วรอบมอเตอร์ขับจากเนมเพลส(Motor Nameplate) 	- บันทึกความเร็วรอบของมอเตอร์โดยจดบันทึกจากเนมเพลส (MotorNameplate)	- ใบสั่งงาน	
8. คำนวณระบบส่งกำลังด้วยเฟือง 	- คำนวณความเร็วรอบ - คำนวณอัตราทด	- ใบสั่งงาน - เครื่องคิดเลข	
9. บันทึกรายงานสรุปผลการปฏิบัติงาน 	- บันทึกผลการคำนวณที่ได้ เช่น - คำนวณความเร็วรอบ - คำนวณอัตราทด	- ใบสั่งงาน	

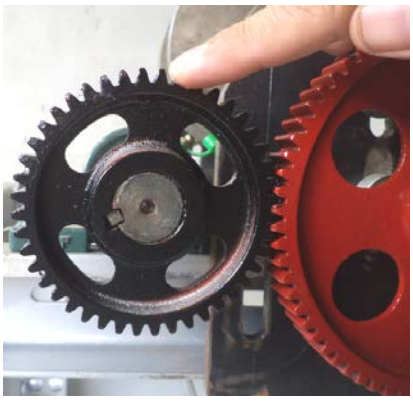
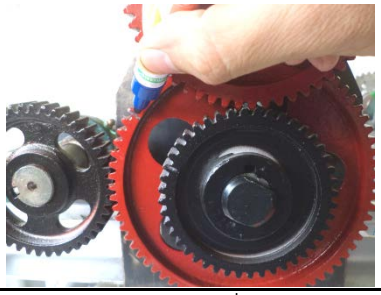
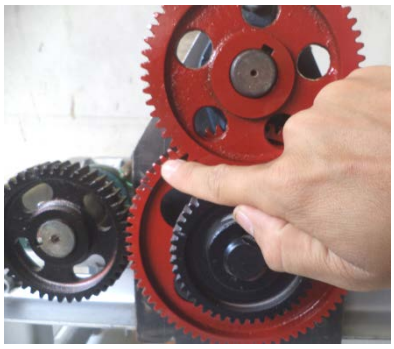
วิทยาลัยเทคนิคท่าหลวงซิเมนต์ไทยอนุสรณ์	**ใบลำดับขั้นการปฏิบัติงาน**	หน้าที่ : 70
	หน่วยที่ 4 : งานคำนวณระบบส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยเฟือง	

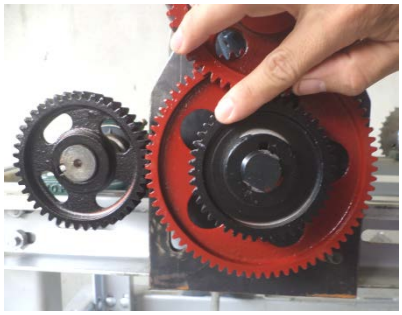
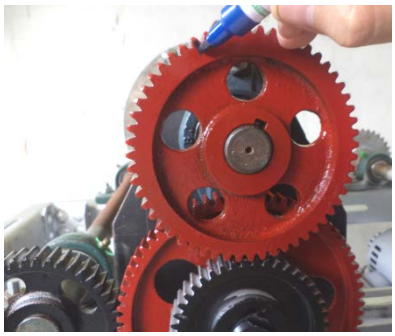
ลำดับขั้นการปฏิบัติงาน	คำอธิบายขั้นตอนการทำงาน	เครื่องมืออุปกรณ์	ข้อควรระวัง
10. จัดเก็บเครื่องมืออุปกรณ์และบริเวณปฏิบัติงาน 	- ทำความสะอาดเครื่องมือและชิ้นงานทุกครั้งหลังเสร็จงาน	- ผ้า - น้ำมันกันสนิม	

วิทยาลัยเทคนิคท่าหลวงซิเมนต์ไทยอนุสรณ์	**ใบลำดับขั้นการปฏิบัติงาน**	หน้าที่ : 71
	หน่วยที่ 4 : งานคำนวณระบบส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยเฟือง	

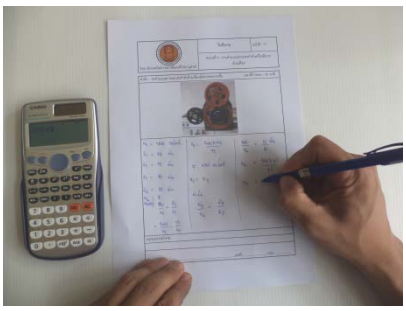
<u>ลำดับขั้นการปฏิบัติงานการคำนวณระบบส่งกำลังด้วยเฟืองอัตราทดหลายชั้น</u>			
ลำดับขั้นการปฏิบัติงาน	คำอธิบายขั้นตอนการทำงาน	เครื่องมืออุปกรณ์	ข้อควรระวัง
1. ศึกษาข้อมูล	- รูปร่าง / สัดส่วนต่างๆ - ชนิด / การใช้งาน - การใช้เครื่องมือวัดขนาด - สูตรคำนวณความเร็วรอบ - สูตรคำนวณอัตราทด	- ใบเนื้อหา	
2. เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์	- เครื่องมือสำหรับที่ใช้ในการคำนวณระบบส่งกำลังด้วยเฟือง	- ใบเบิกเครื่องมือ	
3. ใช้ปากกาเคมีทำเครื่องหมายเพื่อให้ทราบจุดเริ่มต้นของการนับจำนวนฟันเฟืองที่เฟืองขับ(Z_1)	-ใช้ปากกาเคมีทำเครื่องหมายเพื่อให้ทราบจุดเริ่มต้นของการนับจำนวนฟันเฟืองที่เฟืองขับ (Z_1)	- ใบสั่งงาน - ปากกาเคมี	

วิทยาลัยเทคนิคท่าหลวงซิเมนต์ไทยอนุสรณ์	**ใบลำดับขั้นการปฏิบัติงาน**	หน้าที่ : 72
	หน่วยที่ 4 : งานคำนวณระบบส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยเฟือง	

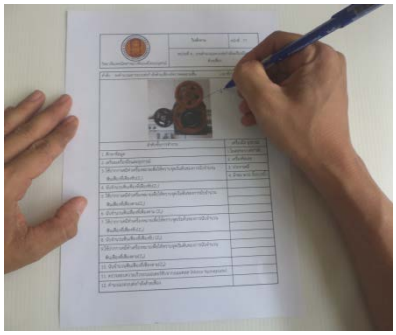
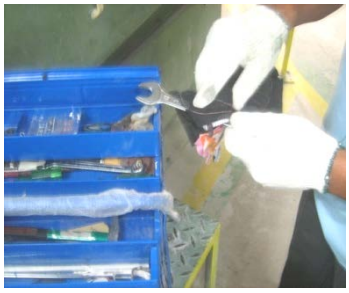
ลำดับขั้นการปฏิบัติงาน	คำอธิบายขั้นตอนการทำงาน	เครื่องมืออุปกรณ์	ข้อควรระวัง
4. นับจำนวนฟันเฟืองที่เฟืองขับ(Z_1) 	- นับจำนวนฟันเฟืองขับ(Z_1) - จดบันทึกจำนวนฟันเฟืองขับ (Z_1)ที่นับได้	- ใบสั่งงาน	
5. ใช้ปากกาเคมีทำเครื่องหมายเพื่อให้ทราบจุดเริ่มต้นของการนับจำนวนฟันเฟืองที่เฟืองตาม (Z_2) 	-ใช้ปากกาเคมีทำเครื่องหมายเพื่อให้ทราบจุดเริ่มต้นของการนับจำนวนฟันเฟืองที่เฟืองตาม (Z_2)	- ใบสั่งงาน - ปากกาเคมี	
6. นับจำนวนฟันเฟืองที่เฟืองตาม (Z_2) 	- นับจำนวนฟันเฟืองตาม (Z_2) - จดบันทึกจำนวนฟันเฟืองตาม (Z_2) ที่นับได้	- ใบสั่งงาน	

ลำดับขั้นการปฏิบัติงาน	คำอธิบายขั้นตอนการทำงาน	เครื่องมืออุปกรณ์	ข้อควรระวัง
7. ใช้ปากกาเคมีทำเครื่องหมายเพื่อให้ทราบจุดเริ่มต้นของการนับจำนวนฟันเฟืองที่เฟืองขับ(Z_3)	-ใช้ปากกาเคมีทำเครื่องหมายเพื่อให้ทราบจุดเริ่มต้นของการนับจำนวนฟันเฟืองที่เฟืองขับ (Z_3)	- ใบสั่งงาน - ปากกาเคมี	
8. นับจำนวนฟันเฟืองที่เฟืองขับ (Z_3) 	- นับจำนวนฟันเฟืองขับ (Z_3) - จดบันทึกจำนวนฟันเฟืองขับ(Z_3)ที่นับได้	- ใบสั่งงาน	
9. ใช้ปากกาเคมีทำเครื่องหมายเพื่อให้ทราบจุดเริ่มต้นของการนับจำนวนฟันเฟืองที่เฟืองตาม(Z_4) 	-ใช้ปากกาเคมีทำเครื่องหมายเพื่อให้ทราบจุดเริ่มต้นของการนับจำนวนฟันเฟืองที่เฟืองตาม (Z_4)	- ใบสั่งงาน - ปากกาเคมี	

วิทยาลัยเทคนิคท่าหลวงซิเมนต์ไทยอนุสรณ์	**ใบลำดับขั้นการปฏิบัติงาน**	หน้าที่ : 74
	หน่วยที่ 4 : งานคำนวณระบบส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยเฟือง	

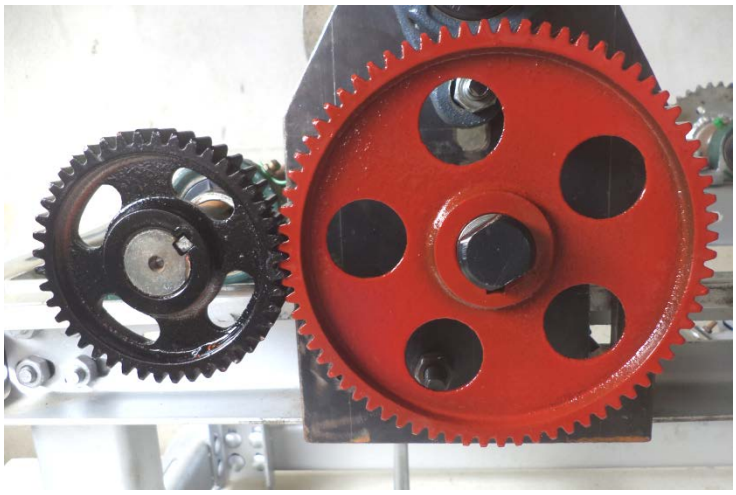
ลำดับขั้นการปฏิบัติงาน	คำอธิบายขั้นตอนการทำงาน	เครื่องมืออุปกรณ์	ข้อควรระวัง
10. นับจำนวนฟันเฟืองที่เฟืองตาม (Z_4) 	- นับจำนวนฟันเฟืองตาม (Z_4) - จดบันทึกจำนวนฟันเฟืองตาม(Z_4)ที่นับได้	- ใบสั่งงาน	
11.ตรวจสอบความเร็วรอบมอเตอร์จากเนมเพลส(Motor Nameplate) 	- บันทึกความเร็วรอบของมอเตอร์โดยจดบันทึกจากเนมเพลส (MotorNameplate)	- ใบสั่งงาน	
13. คำนวณระบบส่งกำลังด้วยเฟือง 	- คำนวณความเร็วรอบ - คำนวณอัตราทด	- ใบสั่งงาน - เครื่องคิดเลข	

วิทยาลัยเทคนิคท่าหลวงซิเมนต์ไทยอนุสรณ์	**ใบลำดับขั้นการปฏิบัติงาน**	หน้าที่ : 75
	หน่วยที่ 4 : งานคำนวณระบบส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยเฟือง	

ลำดับขั้นการปฏิบัติงาน	คำอธิบายขั้นตอนการทำงาน	เครื่องมืออุปกรณ์	ข้อควรระวัง
14.บันทึกรายงานสรุปผลการปฏิบัติงาน 	- บันทึกผลการคำนวณที่ได้ เช่น - คำนวณความเร็วรอบ - คำนวณอัตราทด	- ใบสั่งงาน	
15. จัดเก็บเครื่องมืออุปกรณ์และบริเวณปฏิบัติงาน 	- ทำความสะอาดเครื่องมือและชิ้นงานทุกครั้งหลังเสร็จงาน	- ผ้า - น้ำมันกันสนิม	

วิทยาลัยเทคนิคท่าหลวงซิเมนต์ไทยอนุสรณ์	**ใบสั่งงาน**	หน้าที่ : 76
	หน่วยที่ 4 : งานคำนวณระบบส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยเฟือง	

คำสั่ง : จงคำนวณหาระบบส่งกำลังด้วยเฟืองอัตราทดชั้นเดียว เวลาที่กำหนด : 30 นาที



ลำดับขั้นการทำงาน	เครื่องมือ อุปกรณ์
1. ศึกษาข้อมูล	1.โมเดลระบบส่งกำลัง
2. เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์	2. เครื่องคิดเลข
3. ใช้ปากกาเคมีทำเครื่องหมายเพื่อให้ทราบจุดเริ่มต้นของการนับจำนวนฟันเฟืองที่เฟืองขับ(Z_1)	3. ปากกาเคมี 4. ผ้าขนาด10 นิ้วX10นิ้ว
4. นับจำนวนฟันเฟืองที่เฟืองขับ (Z_1)	
5. ใช้ปากกาเคมีทำเครื่องหมายเพื่อให้ทราบจุดเริ่มต้นของการนับจำนวนฟันเฟืองที่เฟืองตาม(Z_2)	
6. นับจำนวนฟันเฟืองที่เฟืองตาม (Z_2)	
7. ตรวจสอบความเร็วรอบมอเตอร์ขับจากเนมเพลส (Motor Nameplate)	
8. คำนวณระบบส่งกำลังด้วยเฟือง	
9. บันทึกรายงานสรุปผลการปฏิบัติงาน	
10. จัดเก็บเครื่องมืออุปกรณ์และบริเวณปฏิบัติงาน	

สรุปผลการทำงาน

ชื่อ:_____เลขที่:_____กลุ่ม:_____

วิทยาลัยเทคนิคท่าหลวงซิเมนต์ไทยอนุสรณ์	**ใบสั่งงาน**	หน้าที่ : 77
	หน่วยที่ 4 : งานคำนวณระบบส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยเฟือง	

คำสั่ง : จงคำนวณหาระบบส่งกำลังด้วยเฟืองอัตราทดหลายชั้น	เวลาที่กำหนด : 30 นาที

ลำดับขั้นการทำงาน	เครื่องมือ อุปกรณ์
1. ศึกษาข้อมูล	1.โมเดลระบบส่งกำลัง
2. เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์	2. เครื่องคิดเลข
3. ใช้ปากกาเคมีทำเครื่องหมายเพื่อให้ทราบจุดเริ่มต้นของการนับจำนวนฟันเฟืองที่เฟืองขับ(Z_1)	3. ปากกาเคมี 4. ผ้าขนาด10 นิ้วX10นิ้ว
4. นับจำนวนฟันเฟืองที่เฟืองขับ(Z_1)	
5. ใช้ปากกาเคมีทำเครื่องหมายเพื่อให้ทราบจุดเริ่มต้นของการนับจำนวนฟันเฟืองที่เฟืองตาม(Z_2)	
6. นับจำนวนฟันเฟืองที่เฟืองตาม (Z_2)	
7. ใช้ปากกาเคมีทำเครื่องหมายเพื่อให้ทราบจุดเริ่มต้นของการนับจำนวนฟันเฟืองที่เฟืองขับ(Z_3)	
8. นับจำนวนฟันเฟืองที่เฟืองขับ (Z_3)	
9.ใช้ปากกาเคมีทำเครื่องหมายเพื่อให้ทราบจุดเริ่มต้นของการนับจำนวนฟันเฟืองที่เฟืองตาม(Z_4)	
10. นับจำนวนฟันเฟืองที่เฟืองตาม(Z_4)	

วิทยาลัยเทคนิคท่าหลวงซิเมนต์ไทยอนุสรณ์	**ใบสั่งงาน**	หน้าที่ : 78
	หน่วยที่ 4 : งานคำนวณระบบส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยเฟือง	

ลำดับขั้นการทำงาน	เครื่องมือ อุปกรณ์
11. ตรวจสอบความเร็วรอบมอเตอร์ขับจากเนมเพลส (Motor Nameplate)	
12. คำนวณระบบส่งกำลังด้วยเฟือง	
13. บันทึกรายงานสรุปผลการปฏิบัติงาน	
14. จัดเก็บเครื่องมืออุปกรณ์และบริเวณปฏิบัติงาน	

สรุปผลการทำงาน

ชื่อ:_____เลขที่:_____กลุ่ม:_____

วิทยาลัยเทคนิคท่าหลวงซิเมนต์ไทยอนุสรณ์	ใบประเมินผล (Evaluation Sheet)	หน้าที่ : 79
	หน่วยที่ 4 : งานคำนวณระบบส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยเฟือง	

การประเมินผลงานคำนวณระบบส่งกำลังด้วยเฟืองอัตราทดชั้นเดียว						
ชื่อ.....ว/ด/ป.....			ผู้ประเมิน.....			
จุดประเมินผล			ผลการประเมิน			
			ผ่าน	ไม่ผ่าน	หมายเหตุ	
1. ศึกษาข้อมูล						
2. เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์						
3. ใช้ปากกาเคมีทำเครื่องหมายเพื่อให้ทราบจุดเริ่มต้นของการนับจำนวนฟันเฟืองที่เฟืองขับ(Z_1)						
4. นับจำนวนฟันเฟืองที่เฟืองขับ (Z_1)						
5. ใช้ปากกาเคมีทำเครื่องหมายเพื่อให้ทราบจุดเริ่มต้นของการนับจำนวนฟันเฟืองที่เฟืองตาม(Z_2)						
6. นับจำนวนฟันเฟืองที่เฟืองตาม (Z_2)						
7. ตรวจสอบความเร็วรอบมอเตอร์ขับจากเนมเพลส (Motor Nameplate)						
8. คำนวณระบบส่งกำลังด้วยเฟือง						
9. บันทึกรายงานสรุปผลการปฏิบัติงาน						
10. จัดเก็บเครื่องมืออุปกรณ์และบริเวณปฏิบัติงาน						
คุณภาพของผลงาน	วัดได้					
	วัดไม่ได้		ดีมาก	ดี	พอใช้	แก้ไข
		1.ความเรียบร้อย				
		2.ความสะอาด				
เจตคติ		1.ความปลอดภัย				
		2.ความสะอาด(บริเวณทำงาน)				

เวลาเริ่ม.....เวลาเสร็จ.....ใช้เวลา.....ชม.....นาที สรุปผลการประเมิน ☐ ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน

วิทยาลัยเทคนิคท่าหลวงซิเมนต์ไทยอนุสรณ์	**ใบประเมินผล** **(Evaluation Sheet)**	หน้าที่ : 80
	หน่วยที่ 4 : งานคำนวณระบบส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยเฟือง	

การประเมินผลงานคำนวณระบบส่งกำลังด้วยเฟืองอัตราทดหลายชั้น			
ชื่อ.....ว/ด/ป.....		ผู้ประเมิน.....	
จุดประเมินผล	ผลการประเมิน		
	ผ่าน	ไม่ผ่าน	หมายเหตุ
1. ศึกษาข้อมูล			
2. เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์			
3. ใช้ปากกาเคมีทำเครื่องหมายเพื่อให้ทราบจุดเริ่มต้นของการนับจำนวนฟันเฟืองที่เฟืองขับ(Z_1)			
4. นับจำนวนฟันเฟืองที่เฟืองขับ(Z_1)			
5. ใช้ปากกาเคมีทำเครื่องหมายเพื่อให้ทราบจุดเริ่มต้นของการนับจำนวนฟันเฟืองที่เฟืองตาม(Z_2)			
6. นับจำนวนฟันเฟืองที่เฟืองตาม (Z_2)			
7. ใช้ปากกาเคมีทำเครื่องหมายเพื่อให้ทราบจุดเริ่มต้นของการนับจำนวนฟันเฟืองที่เฟืองขับ(Z_3)			
8. นับจำนวนฟันเฟืองที่เฟืองขับ (Z_3)			
9.ใช้ปากกาเคมีทำเครื่องหมายเพื่อให้ทราบจุดเริ่มต้นของการนับจำนวนฟันเฟืองที่เฟืองตาม(Z_4)			
10. นับจำนวนฟันเฟืองที่เฟืองตาม(Z_4)			
11. คำนวณระบบส่งกำลังด้วยเฟือง			
12. บันทึกรายงานสรุปผลการปฏิบัติงาน			
13. จัดเก็บเครื่องมืออุปกรณ์และบริเวณปฏิบัติงาน			

วิทยาลัยเทคนิคท่าหลวงซิเมนต์ไทยอนุสรณ์	ใบประเมินผล (Evaluation Sheet)	หน้าที่ : 81
	หน่วยที่ 4 : งานคำนวณระบบส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยเฟือง	

การประเมินผลงานคำนวณระบบส่งกำลังด้วยเฟืองอัตราทดหลายชั้น						
นางสาวของพเบ็ดหนึ่ง	วัดได้					
	วัดไม่ได้		ดีมาก	ดี	พอใช้	แก้ไข
		1.ความเรียบร้อย				
		2.ความสะอาด				
เจตคติ		1.ความปลอดภัย				
		2.ความสะอาด(บริเวณทำงาน)				

เวลาเริ่ม.....เวลาเสร็จ.....ใช้เวลา.....ชม.....นาที สรุปผลการประเมิน ☐ ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน

ดัชนีประสิทธิผล การจัดการเรียนรู้ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช) ภาคเรียนที่ ...../.....

แผนกวิชาช่างกลโรงงาน สาขางานเครื่องมือกล กลุ่ม .....

ลำดับ	**ชื่อ – สกุล**	**ผลคะแนน**		**ผลต่างคะแนน**	**ดัชนีประสิทธิผล**	**ร้อยละคะแนนที่เพิ่มขึ้น**
		Pre-Test	Post-Test			
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						

ดัชนีประสิทธิผล การจัดการเรียนรู้ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช) ภาคเรียนที่ ...../.....

แผนกวิชาช่างกลโรงงาน สาขางานเครื่องมือกล กลุ่ม .....

ลำดับ	**ชื่อ – สกุล**	**ผลคะแนน**		**ผลต่างคะแนน**	**ดัชนีประสิทธิผล**	**ร้อยละคะแนนที่เพิ่มขึ้น**
		Pre-Test	Post-Test			
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						

ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ผลการเรียนของนักเรียน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ผลการสอนของครู

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้บันทึก

(.....)

...../...../.....

มานพ ตันตระบัณฑิตย์. **งานซ่อมบำรุงชิ้นส่วนเครื่องจักรกล.** กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย – ญี่ปุ่น), 2545.

บรรเลง ศรนิล, รศ. และสมนึก วัฒนศรียกุล, รศ. **ตารางคู่มืองานโลหะ**. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2554.

ปรีชา ทิมทอง. **ชิ้นส่วนเครื่องจักรกล.** กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์จิตรวัฒน์, 2543.

ศุภชัย รมยานนท์,ฉวีวรรณ รมยานนท์. **ทฤษฎีงานเครื่องมือกลเบื้องต้น งานกัด.** กรุงเทพมหานคร: บริษัทสำนักพิมพ์ ไทยวัฒนาพานิช จำกัด, 2529.

K. Lakshminarayana, M.A. Parameswaran, and G.V.N. Rayudu. **Gustav Niemann Machine Elements Design and Calculation in Mechanical Engineering Volume II** . Spring-Verlag Berlin Heidelberg New York, 1978.

http://www.aceworldcompanies.com/power-transmission, เข้าถึง 10 ตุลาคม 2558

http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Herringbone_gears,_Clearwell_Caves.jpg, เข้าถึง 10 ตุลาคม 2558

http://www.controlsdrivesautomation.com/RACK-AND-PINION-REDESIGN-CUTS-GEAR-SIZES, เข้าถึง 15 ตุลาคม 2558

http://en.wikipedia.org/wiki/Bevel_gear, เข้าถึง 15 ตุลาคม 2558

http://gear.sormor.com/Product/Other%20Gears/WG03.html, เข้าถึง 18 ตุลาคม 2558

tp://helicalgearh.tumblr.com/, เข้าถึง 13 ตุลาคม 2558

http://mumbai.all.biz/spiral-gears-g675108#.V2j3HHHtmko, เข้าถึง 15 ตุลาคม 2558

http://www.msmc.co.th/Gear.html, เข้าถึง 18 ตุลาคม 2558