เอกสารประกอบการสอน

รายวิชาระบบส่งกำลังเครื่องมือกล รหัส 2102-2110

หน่วยที่ 6

งานคำนวณระบบส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยคลัตซ์

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 6. งานคำนวณระบบส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยคลัตซ์	
1. ลักษณะการใช้งานของคลัตซ์	13
2. ชนิดของคลัตซ์และข้อดี – ข้อด้อยของคลัตซ์แต่ละชนิด	13
3. รูปแบบการส่งถ่ายแรงกดคลัตซ์แบบใช้ความฝืด	19
4. การบำรุงรักษาคลัตซ์	21
5. การคำนวณระบบส่งกำลังด้วยคลัตซ์แบบความฝืดในกรณีการสึกหรอสม่ำเสมอ	22
6. รายการเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการคำนวณระบบส่งกำลังด้วยคลัตซ์	28
7. วิธีการคำนวณระบบส่งกำลังด้วยคลัตซ์แบบแผ่นความฝืด	28
8. การบันทึกรายงานสรุปผลการปฏิบัติงาน	31
9. วิธีการจัดเก็บเครื่องมืออุปกรณ์และบริเวณปฏิบัติงานที่ต้องทำ	32
10. กฎความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน	32
แบบฝึกหัด	33
เฉลยแบบฝึกหัด	38
แบบทดสอบหลังเรียน	44
เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน	51

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ใบลำดับขั้นการปฏิบัติงาน	52
ใบสั่งงาน	56
ใบประเมินผล	57
ตารางดัชนีแสดงประสิทธิผลการจัดการเรียนรู้	59
บันทึกหลังการสอน	60
บรรณานุกรม	61

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
6.1 แสดงลักษณะรูปร่างคลัตซ์	13
6.2 แสดงลักษณะรูปร่างของคลัตซ์แบบใช้การล็อกทางกล	13
6.3 แสดงลักษณะการใช้งานของคลัตซ์แบบใช้การล็อกทางกล	14
6.4 แสดงลักษณะรูปร่างของคลัตซ์แบบทรงลิ่มหรือทรงเรียว	14
6.5 แสดงลักษณะรูปร่างของคลัตซ์แบบก้ามปู	15
6.6 แสดงลักษณะรูปร่างของคลัตซ์แบบแผ่นความฝืดแผ่นเดียว	15
6.7 แสดงลักษณะรูปร่างของคลัตซ์แบบแผ่นความฝืดหลายแผ่น	16
6.8 แสดงลักษณะการใช้งานของคลัตซ์แบบใช้ความเสียดทาน	16
6.9 แสดงลักษณะรูปร่างของคลัตซ์แบบแรงเหวี่ยงส่งกำลังผ่านแผ่นความฝืดรูปเซกเมนต์	17
6.10 แสดงลักษณะรูปร่างของคลัตซ์แบบส่งถ่ายกำลังผ่านเม็ดบอลล์	17
6.11 แสดงลักษณะรูปร่างของคลัตซ์ไฟฟ้าชนิดอาศัยแรงเสียดทานทางกล	18
6.12 แสดงลักษณะรูปร่างของคลัตซ์ไฟฟ้าชนิดไม่อาศัยแรงเสียดทานทางกลแบบ Magnetic Particle Clutch	18
6.13 แสดงลักษณะรูปร่างของคลัตซ์อาศัยการตัดต่อด้วยระบบทางกลโดยใช้แขนโยก	19
6.14 แสดงลักษณะรูปร่างของคลัตซ์อาศัยการตัดต่อด้วยระบบไฮดรอลิค	19
6.15 แสดงลักษณะรูปร่างของคลัตซ์อาศัยการตัดต่อด้วยระบบแม่เหล็กไฟฟ้า	20
6.16 แสดงลักษณะรูปร่างของคลัตซ์ที่อาศัยการตัดต่อกำลังแบบต่าง ๆ	20
6.17 แสดงลักษณะการตรวจสอบคลัตซ์แบบแผ่นเดียว	21
6.18 แสดงลักษณะการตรวจสอบคลัตซ์แบบหลายแผ่น	21
6.19 แสดงลักษณะการบำรุงรักษาคลัตซ์แบบใช้การล็อกทางกล	22
6.20 แสดงค่าต่าง ๆ ที่ใช้ในการคำนวณระบบส่งกำลังด้วยคลัตซ์	22
6.21 แสดงลักษณะของขนาดความโตเฉลี่ยแผ่นคลัตซ์	23
6.22 แสดงลักษณะของขนาดแรงกดที่ผิวหน้าคลัตซ์	23
6.23 แสดงลักษณะของขนาดแรงเสียดทาน (FR)ที่เกิดจากแรงกด (Fa)	24
6.24 แสดงลักษณะของขนาดทอร์คที่คลัตซ์สามารถส่งถ่ายกำลังได้	25
6.25 แสดงลักษณะของขนาดกำลังงานที่คลัตซ์สามารถส่งถ่ายกำลังได้	25
6.26 แสดงลักษณะคลัตซ์แผ่นแบบมีผิวสัมผัสหน้าเดียว	26
6.27 แสดงเครื่องมือที่ใช้ในการคำนวณระบบส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยคลัตซ์	27

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
6.28 แสดงลักษณะการวัดขนาดความโตในของแผ่นคลัตช์	28
6.29 แสดงลักษณะการวัดขนาดความโตนอกของแผ่นคลัตช์	29
6.30 แสดงลักษณะการตรวจสอบคู่สัมผัสวัสดุเพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทาน	29
6.31 แสดงลักษณะการตรวจสอบความเร็วรอบมอเตอร์ขับจากเทมเพลส (Motor Nameplate)	31
6.32 แสดงลักษณะกำหนดแรงดันหน้าคลัตช์สูงสุด	32
6.33 แสดงลักษณะการคำนวณค่าต่าง ๆ ที่ต้องการทราบ	31
6.34 แสดงลักษณะการบันทึกรายงานสรุปผลการปฏิบัติงาน	31
6.35 แสดงลักษณะการจัดเก็บเครื่องมืออุปกรณ์และบริเวณปฏิบัติงาน	32
6.36 แสดงการปฏิบัติตามกฎความปลอดภัยในการคำนวณระบบส่งกำลังด้วยคลัตซ์ โดยการล็อกเมนวิทย์ก่อนปฏิบัติงาน	32

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

6.1 แสดงค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานและค่าความกดดันสูงสุดสำหรับวัสดุทำคลัตซ์ 24

สาระสำคัญ

1. ลักษณะการใช้งานของคลัตช์
2. ชนิดของคลัตช์และข้อดี ข้อด้อยของคลัตช์แต่ละชนิด
3. รูปแบบการส่งถ่ายแรงกดคลัตช์แบบใช้ความฝืด
4. วิธีการบำรุงรักษาคลัตช์
5. สูตรการคำนวณระบบส่งกำลังด้วยคลัตซ์แบบความฝืด
6. เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการคำนวณระบบส่งกำลังด้วยคลัตช์
7. วิธีการคำนวณระบบส่งกำลังด้วยคลัตซ์แบบแผ่นความฝืด
8. หัวข้อที่ต้องทำการบันทึกรายงานสรุปผลการปฏิบัติงาน
9. วิธีการจัดเก็บเครื่องมืออุปกรณ์และบริเวณปฏิบัติงาน
10. กฎความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน

วัตถุประสงค์ทั่วไปของการเรียนรู้

1. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะการใช้งานของคลัตช์
2. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับชนิดของคลัตช์และข้อดี ข้อด้อยของคลัตช์แต่ละชนิด
3. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับรูปแบบการส่งถ่ายแรงกดคลัตช์แบบใช้ความฝืด
4. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจวิธีการบำรุงรักษาคลัตช์
5. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสูตรการคำนวณระบบส่งกำลังด้วยคลัตช์แบบความฝืด
6. เพื่อให้มีทักษะในการเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการคำนวณระบบส่งกำลังด้วยคลัตช์
7. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับวิธีการคำนวณระบบส่งกำลังด้วยคลัตช์
8. เพื่อให้มีทักษะในการบันทึกรายงานสรุปผลการปฏิบัติงาน
9. เพื่อให้มีเจตคติที่ดีต่อการจัดเก็บเครื่องมืออุปกรณ์และบริเวณปฏิบัติงาน
10. เพื่อให้มีเจตคติที่ดีต่อกฎความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน

วิทยาลัยเทคนิคท่าหลวงซิเมนต์ไทยอนุสรณ์	**วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมด้านทฤษฎี**	หน้าที่ : 3
	หน่วยที่ 6 : งานคำนวณระบบส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยคลัตช์	

Behavioral Objectives	TKL			Remark
	R	A	T	
1. อธิบายลักษณะการใช้งานของคลัตช์ได้		✓		
2. บอกชื่อคลัตช์แต่ชนิดและข้อดี - ข้อด้อยของคลัตช์แต่ละชนิดได้	✓			
3. บอกลักษณะรูปแบบการส่งถ่ายแรงกดคลัตช์แบบใช้ความฝืดได้	✓			
4. อธิบายวิธีการบำรุงรักษาคลัตช์ได้		✓		
5. บอกสูตรที่ใช้ในการคำนวณระบบส่งกำลังด้วยคลัตช์แบบแผ่นความฝืดได้	✓			
6. บอกรายการเครื่องมือที่ใช้ในการคำนวณระบบส่งกำลังด้วยคลัตช์ได้	✓			
7. อธิบายวิธีการคำนวณระบบส่งกำลังด้วยคลัตช์แบบแผ่นความฝืดได้		✓		
8. อธิบายการบันทึกรายงานสรุปผลการปฏิบัติงานได้		✓		
9. อธิบายการจัดเก็บเครื่องมืออุปกรณ์และบริเวณปฏิบัติงานได้		✓		
10. บอกกฎความปลอดภัยในการปฏิบัติงานติดตั้งคลัตช์ได้	✓			

TKL = Task Knowledge Level

R = Recalled A = Applied T = Transferred

วิทยาลัยเทคนิคท่าหลวงซิเมนต์ไทยอนุสรณ์	**วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมด้านปฏิบัติ**	หน้าที่ : 4
	หน่วยที่ 6 : งานคำนวณระบบส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยคลัตช์	

Behavioral Objectives	TSL			Remark
	I	C	A	
1. เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการคำนวณระบบส่งกำลังด้วยคลัตช์ได้	✓			
2. วัดค่าทางเทคนิคที่ใช้ในการคำนวณระบบส่งกำลังด้วยคลัตช์ได้		✓		
3. คำนวณระบบส่งกำลังด้วยคลัตช์แบบแผ่นความฝืดได้		✓		
4. บันทึกรายงานสรุปผลการปฏิบัติงานคำนวณระบบส่งกำลังด้วยคลัตช์ได้		✓		
5. จัดเก็บเครื่องมือและบริเวณปฏิบัติงานคำนวณระบบส่งกำลังด้วยคลัตช์ได้	✓			
6. ปฏิบัติตามกฎความปลอดภัยในการคำนวณระบบส่งกำลังด้วยคลัตช์ได้	✓			

TSL = Task Skill Level

I = Imitation C = Control A = Automatism

วิทยาลัยเทคนิคศรีหลวงชัยนาทไทยอนุสรณ์	**แบบทดสอบก่อนเรียน ด้านทฤษฎี**	หน้าที่ : 5
	หน่วยที่ 6 : งานคำนวณระบบส่งกำลังเครื่องมือกล ด้วยคลัตช์	

คำสั่ง : จงทำเครื่องหมายกากบาท (X) ทับข้อที่ถูกลงในกระดาษคำตอบที่แจกให้ เวลาที่กำหนด : 20 นาที

1. ข้อใด<u>ไม่ใช่</u>หน้าที่การใช้งานของคลัตช์

   ก. ควบคุมการหมุนส่งกำลังให้รอบคงที่ ข. ป้องกันการรับภาระเกินกำลัง

   ค. ตัด–ต่อกำลังจากเพลาขับไปยังเพลาตาม ง. ควบคุมความเร็วรอบและทิศทางการหมุน

2. ข้อใดกล่าวชื่อเรียกของคลัตช์ตามรูปภาพได้ถูกต้อง

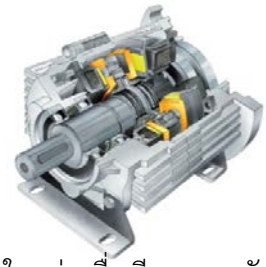
   ก. คลัตช์แบบแผ่นความฝืดแผ่นเดียว

   ข. คลัตช์แบบส่งถ่ายกำลังผ่านเม็ดบอลล์

   ค. คลัตช์แบบส่งถ่ายกำลังผ่านแผ่นความฝืดรูปเซกเมนต์

   ง. คลัตช์แบบใช้การล็อกทางกลการตัดต่อกำลังต้องหยุดเครื่องก่อน

3. ข้อใดกล่าวชื่อเรียกของคลัตช์ตามรูปภาพได้ถูกต้อง



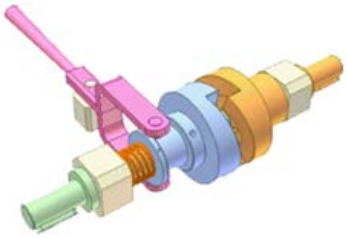
   ก. คลัตช์ไฟฟ้าชนิดอาศัยแรงเสียดทานทางกล

   ข. คลัตช์ไฟฟ้าชนิดไม่อาศัยแรงเสียดทานทางกล

   ค. คลัตช์แบบส่งถ่ายกำลังผ่านแผ่นความฝืดรูปเซกเมนต์

   ง. คลัตช์แบบส่งถ่ายกำลังผ่านเม็ดบอลล์

4. ข้อใดกล่าวชื่อเรียกของคลัตช์ตามรูปภาพได้ถูกต้อง



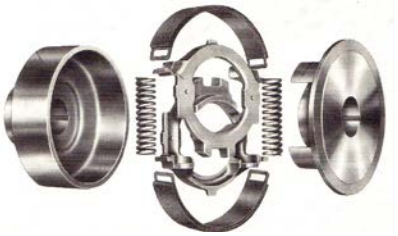
   ก. คลัตช์แบบใช้แรงเหวี่ยง

   ข. คลัตช์แบบใช้ความเสียดทาน

   ค. คลัตช์แบบใช้การล็อกทางกล

   ง. คลัตช์แบบใช้ไฟฟ้า

5. ข้อใดกล่าวชื่อเรียกของคลัตช์ตามรูปภาพได้ถูกต้อง



   ก. คลัตช์แบบใช้ความเสียดทานแบบทรงลิ่มหรือทรงเรียว

   ข. คลัตช์แบบใช้การล็อกทางกลการตัดต่อกำลังต้องหยุดเครื่องก่อน

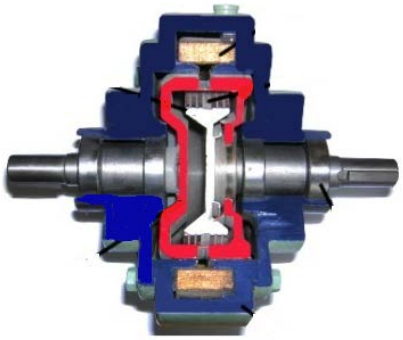
   ค. คลัตช์แบบใช้แรงเหวี่ยงส่งกำลังผ่านแผ่นความฝืดรูปเซกเมนต์

   ง. คลัตช์แบบใช้ความเสียดทานแบบก้ามปู

6. ข้อใดกล่าวชื่อเรียกของคลัตช์ตามรูปภาพได้ถูกต้อง

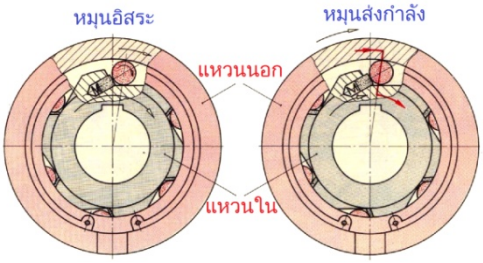
ก. คลัตช์แบบใช้ความเสียดทานแบบแผ่นความฝืดหลายแผ่น
ข. คลัตช์ไฟฟ้าชนิดอาศัยแรงเสียดทานทางกล
ค. คลัตช์แบบใช้แรงเหวี่ยงส่งถ่ายกำลังผ่านเม็ดบอลล์
ง. คลัตช์แบบใช้ความเสียดทานแบบแผ่นความฝืดแผ่นเดียว

7. ข้อใดกล่าวถึงการใช้งานของคลัตช์ตามรูปภาพ



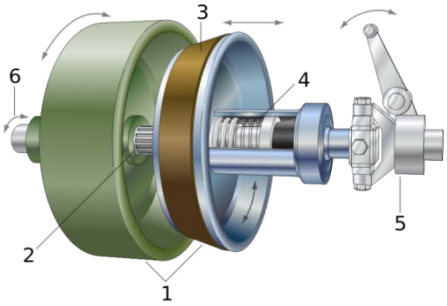
ก. คลัตช์แบบใช้แรงเหวี่ยง อาศัยทิศทางและรอบ หมุนเหวี่ยงของเพลาขับตัดกำลังได้เมื่อเครื่องจักรทำงานเกินกำลัง
ข. คลัตช์แบบใช้การล็อกทางกล อาศัยรูปทรงขัดตัว
ค. คลัตช์แบบใช้ไฟฟ้าไม่อาศัยแรงเสียดทานกลสามารถตัดต่อกำลังขณะที่เพลาหมุนได้
ง. คลัตช์แบบใช้แรงเหวี่ยงของแผ่นคลัตช์เข้ายึดกับล้อขับจนรอบหมุนเพลาตามเท่ากับเพลาขับ

8. ข้อใดกล่าวถึงการใช้งานของคลัตช์ตามรูปภาพ



ก. คลัตช์แบบใช้แรงเหวี่ยง อาศัยทิศทางและรอบ หมุนเหวี่ยงของเพลาขับตัดกำลังได้เมื่อเครื่องจักรทำงานที่เกินกำลัง
ข. คลัตช์แบบใช้การล็อกทางกล อาศัยรูปทรงขัดตัว
ค. คลัตช์แบบใช้ไฟฟ้าไม่มีการสัมผัสทางกลสามารถตัดต่อกำลังขณะที่เพลาหมุนได้
ง. คลัตช์แบบใช้แรงเสียดทานของแผ่นคลัตช์เข้ายึดกับล้อขับจนรอบหมุนเพลาตามเท่ากับเพลาขับ

9. ข้อใดกล่าวถึงการใช้งานของคลัตช์ตามรูปภาพ



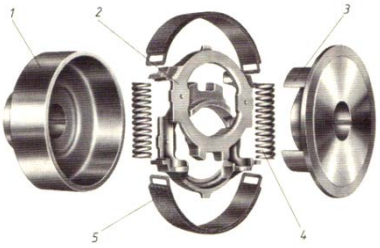
ก. คลัตช์แบบใช้แรงเหวี่ยง อาศัยทิศทางและรอบ หมุนเหวี่ยงของเพลาขับตัดกำลังได้เมื่อเครื่องจักรทำงานที่เกินกำลัง

ข. คลัตช์แบบใช้การล็อกทางกล อาศัยรูปทรงขัดตัว

ค. คลัตช์แบบใช้ไฟฟ้าไม่มีการสัมผัสทางกลสามารถตัดต่อกำลังขณะที่เพลาหมุนได้

ง. คลัตช์แบบใช้ความเสียดทาน อาศัยความเสียดทานของผิวหน้าแผ่นคลัตช์

10. ข้อใดกล่าวถึงการใช้งานของคลัตช์ตามรูปภาพ



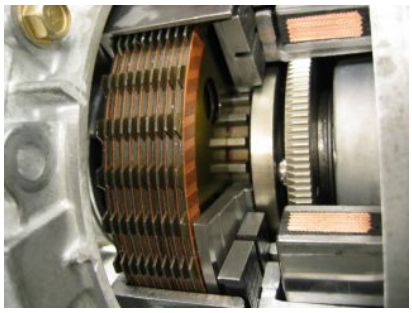
ก. คลัตช์แบบใช้แรงเหวี่ยง อาศัยทิศทางและรอบ หมุนเหวี่ยงของเพลาขับตัดกำลังได้เมื่อเครื่องจักรทำงานที่เกินกำลัง

ข. คลัตช์แบบใช้การล็อกทางกล อาศัยรูปทรงขัดตัว

ค. คลัตช์แบบใช้แรงเสียดทานโดยแผ่นความฝืดแบบก้ามปู ตัด-ต่อกำลังแล้ว ยังทำหน้าที่หยุดหรือหน่วงกำลังงานคล้ายเบรค

ง. คลัตช์แบบใช้ความเสียดทาน อาศัยความเสียดทานของผิวหน้าแผ่นคลัตช์

11. ข้อใดกล่าวถึงการใช้งานของคลัตช์ตามรูปภาพ



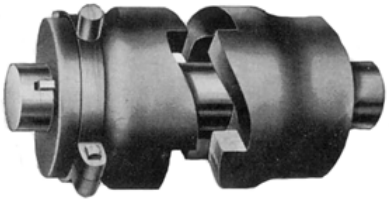
ก. คลัตช์แบบใช้แรงเหวี่ยง อาศัยทิศทางและรอบ หมุนเหวี่ยงของเพลาขับตัดกำลังได้เมื่อเครื่องจักรทำงานที่เกินกำลัง

ข. คลัตช์แบบใช้การล็อกทางกล อาศัยรูปทรงขัดตัว

ค. คลัตช์แบบใช้ไฟฟ้าไม่มีการสัมผัสทางกลสามารถตัดต่อกำลังขณะที่เพลาหมุนได้

ง. คลัตช์แบบใช้ความเสียดทานอาศัยความเสียดทานของแผ่นคลัตช์แบบหลายแผ่น

12. ข้อใดกล่าวถึงการใช้งานของคลัตช์ตามรูปภาพ



ก. คลัตช์แบบใช้แรงเหวี่ยง อาศัยทิศทางและรอบ หมุนเหวี่ยงของเพลาขับตัดกำลังได้เมื่อเครื่องจักรทำงานที่เกินกำลัง

ข. คลัตช์แบบใช้การล็อกทางกล อาศัยรูปทรงขัดตัว

ค. คลัตช์แบบใช้ไฟฟ้าไม่มีการสัมผัสทางกลสามารถตัดต่อกำลังขณะที่เพลาหมุนได้

ง. คลัตช์แบบใช้ความเสียดทานอาศัยความเสียดทานของแผ่นคลัตช์

13. คลัตช์ในข้อใดที่สามารถตัด-ต่อกำลังที่ความเร็วรอบใดๆก็ได้

ก. คลัตช์แบบเขี้ยวฟัน ข. คลัตช์แบบทรงลิ่ม

ค. คลัตช์แบบแผ่นความฝืด ง. คลัตช์แบบใช้แรงเหวี่ยง

14. คลัตช์ชนิดใดเมื่อต้องการต่อส่งกำลังต้องให้เพลาหยุดการหมุนก่อนต่อส่งกำลัง

ก.คลัตช์แบบใช้การล็อกทางกล ข. คลัตช์แบบใช้ไฟฟ้า

ค. คลัตช์แบบใช้ความเสียดทาน ง. คลัตช์แบบใช้แรงเหวี่ยง

15. ระบบคลัตช์ของเครื่องกลึงและเครื่องไสนิยมใช้คลัตช์ชนิดใด

ก.คลัตช์แบบแผ่นความฝืดหลายแผ่น ข. คลัตช์แบบแผ่นความฝืดแผ่นเดียว

ค. คลัตช์แบบใช้ความเสียดทาน ง. คลัตช์แบบใช้แรงเหวี่ยง

16. ข้อใด**<u>ไม่ใช่</u>**ข้อดีของคลัตช์แบบใช้การล็อกทางกล

ก.ไม่เกิดการลื่นไถลขณะส่งกำลัง ข. ความร้อนเกิดขึ้นน้อยมาก

ค. น้ำหนักเบา ง. ขนาดเล็กส่งกำลังได้มาก

17. ข้อใดคือข้อด้อยของคลัตช์แบบใช้การล็อกทางกล

ก. ไม่สามารถต่อกำลังขณะที่เพลาหมุนที่ความเร็วรอบสูงๆได้

ข. แผ่นคลัตช์มีขนาดใหญ่ ทำให้ต้องใช้พื้นที่ในการติดตั้งมาก

ค. เกิดความร้อนสูงขณะใช้งาน

ง. ประสิทธิภาพจะลดลงเนื่องจากความร้อนจากการเสียดสี

18. ข้อใดคือข้อดีของคลัตช์แบบแผ่นความฝืด แผ่นเดียว
    ก. แผ่นคลัตช์มีขนาดเล็ก ทำให้ต้องใช้พื้นที่ในการติดตั้งน้อย
    ข. ไม่เกิดความร้อนสูงขณะใช้งานเพราะจุ่มแช่ในน้ำมัน
    ค. สามารถตัด-ต่อกำลังที่ความเร็วรอบใดๆก็ได้
    ง. สามารถลื่นตัวได้ เมื่อรับภาระเกินกำหนด(Over Load)
19. ข้อใดคือข้อดีของคลัตช์แบบแผ่นความฝืดหลายแผ่น
    ก. ไม่เกิดความร้อนสูงขณะใช้งานเพราะจุ่มแช่ในน้ำมัน
    ข. แผ่นคลัตช์มีขนาดเล็ก ทำให้ต้องใช้พื้นที่ในการติดตั้งน้อย
    ค. สามารถตัด-ต่อกำลังที่ความเร็วรอบใดๆก็ได้
    ง. สามารถลื่นตัวได้ เมื่อรับภาระเกินกำหนด(Over Load)
20. ข้อ**ไม่ใช่**ข้อพิจารณาในการเลือกใช้วิธีการตัด-ต่อกำลังด้วยคลัตช์
    ก. ขนาดของแรงบิดที่ต้องการส่งถ่าย
    ข. ขนาดพื้นที่ที่ใช้ในการติดตั้งคลัตช์
    ค. ช่วงเวลาและความแม่นยำในการตัด-ต่อกำลัง
    ง. ระยะห่างระหว่างคลัตช์กับอุปกรณ์ตัด-ต่อกำลังขนาดของคลัตช์
21. ข้อใดเป็นระบบการตัด- ต่อกำลังคลัตช์แบบแผ่นความฝืดที่ให้ความแม่นยำที่สุด
    ก. ระบบส่งถ่ายแรงกดคลัตช์ทางกลโดยใช้แขนโยก ข. ระบบส่งถ่ายแรงกดคลัตช์โดยไฮดรอลิค
    ค. ระบบส่งถ่ายแรงกดคลัตช์โดยแม่เหล็กไฟฟ้า ง. ระบบส่งถ่ายแรงกดคลัตช์โดยนิวแมตริก
22. การบำรุงรักษาคลัตช์แบบหลายแผ่นควรปฏิบัติตามข้อใด
    ก. ใช้จาระบีหล่อลื่นป้องกันการสึกของแผ่นคลัตช์ ข. ใช้ลมในการระบายความร้อนแก่แผ่นคลัตช์
    ค. ใช้ไขสัตว์หล่อลื่นป้องกันการสึกของแผ่นคลัตช์ ง. ใช้น้ำมันหล่อลื่นโดยการจุ่มแช่
23. ข้อใดคือเครื่องมือและอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้ในการคำนวณระบบส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยคลัตช์
    ก. เวอร์เนียคาร์ลิปเปอร์ + เครื่องคิดเลข ข. ประแจปากตาย + เวอร์เนียคาร์ลิปเปอร์
    ค. เหล็กดูด + เวอร์เนียคาร์ลิปเปอร์ ง. ระดับน้ำ + เวอร์เนียคาร์ลิปเปอร์

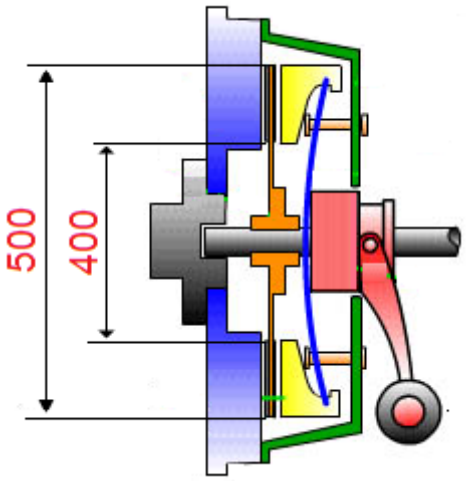
24. สูตรการหาค่าขนาดความโตเฉลี่ยแผ่นคลัตช์คือข้อใด

ก. $dm = \frac{d_o + d_i}{2}$ ข. $dm = \frac{d_i + d_o}{2}$

ค. $d = \frac{d_i + d_o}{2}$ ง. $d = \frac{d_i + d_o}{2}$

จากภาพที่กำหนดให้ใช้ตอบคำถามข้อที่ 25 ถึงข้อที่ 26

คลัตช์แผ่นหนึ่งมีผิวหน้าสัมผัสแบบหนังอัดกับโลหะ มีสัมประสิทธิ์ความเสียดทานเฉลี่ย 0.3 และความดันสูงสุดที่ใช้งาน 0.1 MPa ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางคลัตช์ภายใน 400 มิลลิเมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางคลัตช์ภายนอก 500 มิลลิเมตร



25. โมเมนต์แรงบิดที่คลัตช์สามารถส่งถ่ายได้ คือ ข้อใด

ก. 1070.25 N.m ข. 1073.25 N.m

ค. 1075.25 N.m ง. 1078.25 N.m

26. กำลังสูงสุดที่คลัตช์สามารถส่งได้ขณะหมุนด้วยความเร็ว 5,000 รอบต่อนาทีคือ ข้อใด

ก. 560.95 kW ข. 561.95 kW

ค. 562.95 kW ง. 563.95 kW

27. ข้อใดเรียงลำดับขั้นตอนการคำนวณระบบส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยคลัตช์ได้ถูกต้อง

1. วัดขนาดความโตนอกแผ่นคลัตช์ (mm) ด้วยเวอร์เนียคาร์ลิปเปอร์แล้วจดบันทึก
2. ตรวจสอบความเร็วรอบมอเตอร์ขับจากเทมเพลส
3. ตรวจสอบคู่สัมผัสวัสดุเพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทาน
4. วัดขนาดความโตในแผ่นคลัตช์ (mm) ด้วยเวอร์เนียคาร์ลิปเปอร์แล้วจดบันทึก
5. คำนวณค่าต่าง ๆ ที่ต้องการทราบ

ก. 5-3-1-2-4 ข. 1-4-2-3-5

ค. 5-2-3-1-4 ง. 1-2-4-3-5

28. ข้อใดที่ต้องทำการบันทึกเพื่อสรุปผลการปฏิบัติงานคำนวณระบบส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยคลัตช์

ก. ขนาดสปริงกดอัดผิวหน้าคลัตช์

ข. จำนวนสปริงกดอัดผิวหน้าคลัตช์

ค. คู่สัมผัสวัสดุทำแผ่นคลัตช์

ง. ความโตเพลายึดแผ่นคลัตช์

29. สิ่งที่ไม่ควรกระทำในการจัดเก็บเครื่องมืออุปกรณ์และบริเวณปฏิบัติงานบำรุงรักษาคลัตช์

ก. ใช้ลมเป่าเพื่อทำความสะอาดอุปกรณ์

ข. ใช้ผ้าเช็ดทำความสะอาดเครื่องมือและอุปกรณ์

ค. เก็บเครื่องมืออุปกรณ์เข้าตู้

ง. ชโลมน้ำมันบริเวณเครื่องมืออุปกรณ์ที่เป็นเหล็ก

30. ข้อใดคือสิ่งที่**<u>ไม่ควร</u>**กระทำด้านกฎความปลอดภัยในการปฏิบัติงานบำรุงรักษาคลัตช์

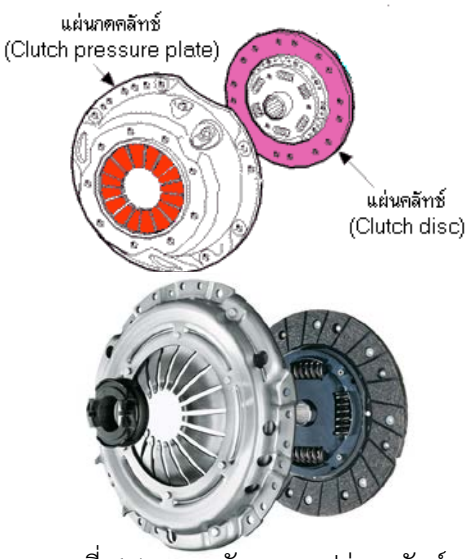
ก. ปิดเมนสวิทย์เครื่องจักรก่อนทำงาน

ข. ใส่ถุงมือขณะทำงาน

ค. ใช้ค้อนเหล็กทำการตอกประกอบชุดคลัตช์

ง. หล่อลื่นจารบีแผ่นคลัตช์หลังทำการประกอบ

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



ภาพที่ 6.1 แสดงลักษณะรูปร่างคลัตช์

(ที่มา : http://www. car.boxzaracing.com)

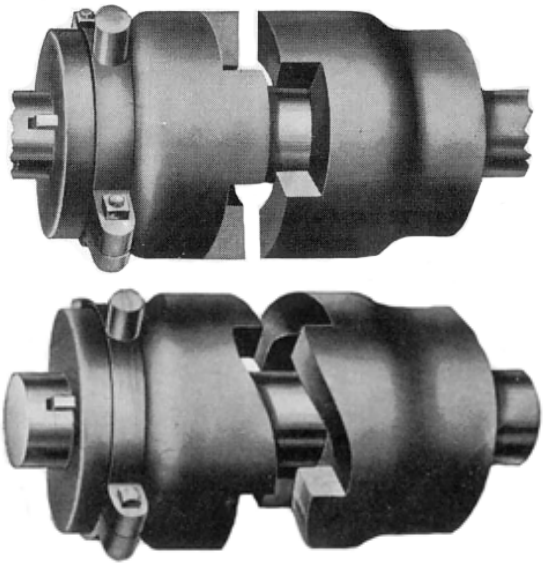
1. ลักษณะการใช้งานของคลัตช์

คลัตช์ เป็นอุปกรณ์ที่การออกแบบมาเพื่อใช้ในการตัด ต่อกำลัง และมีหน้าที่หลัก ๆ ดังนี้

1.1. ตัดแยกระบบการส่งกำลังจากต้นกำลังขับออกจากตัวตามเช่น คลัตช์ในรถยนต์

1.2. ป้องกันการรับภาระเกินกำลัง เช่น คลัตช์ในระบบแท่นกลึง แท่นเจาะ

1.3. ควบคุมความเร็วรอบและทิศทางการหมุน เช่น คลัตช์แบบOver Running ซึ่งเมื่อรอบหมุนเกินกำหนดจะตัดกำลังออกจากต้นกำลังขับ



ภาพที่ 6.2 แสดงลักษณะรูปร่างของคลัตช์แบบใช้การล็อกทางกล

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

2. ชนิดของคลัตช์และข้อดี ข้อด้อยของคลัตช์แต่ละชนิด

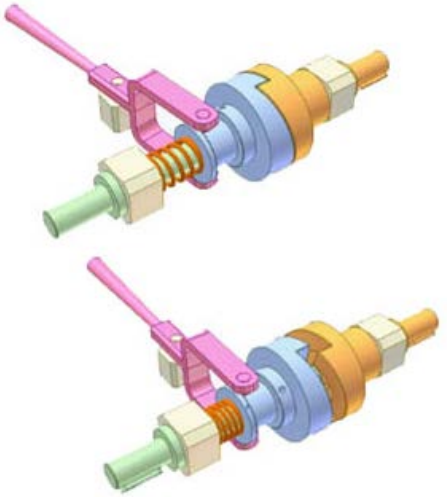
คลัตช์สามารถแบ่งตามลักษณะโครงสร้างได้ดังนี้

2.1 คลัตช์แบบใช้การล็อกทางกล

การทำงานของคลัตช์แบบใช้การล็อกทางกล ใช้การล็อกจากรูปทรงของคลัตช์โดยตรง คลัตช์แบบล็อกทางกลมี 2 ลักษณะคือ

2.1.1 แบบฟันรูปทรงสี่เหลี่ยม (Square Jaw Clutch) รูปทรงฟันสี่เหลี่ยมขนาดใหญ่ การตัด – ต่อกำลังต้องหยุดเครื่องก่อนทุกครั้ง

2.1.2 แบบซี่ฟันเฉียง (Spiral Jaw Clutch) ปรับปรุงจากซี่ฟันทรงสี่เหลี่ยม เพื่อให้การตัด-ต่อกำลังและหมุนใช้งานราบเรียบขึ้น



ภาพที่ 6.3 แสดงลักษณะการใช้งานของคลัตช์แบบใช้การล็อกทางกล
(ที่มา : http:// www.youtube.com)

ข้อดี ข้อด้อยของคลัตช์แบบใช้การล็อกทางกล

ข้อดี

1.ไม่เกิดการลื่นไถลขณะส่งกำลัง

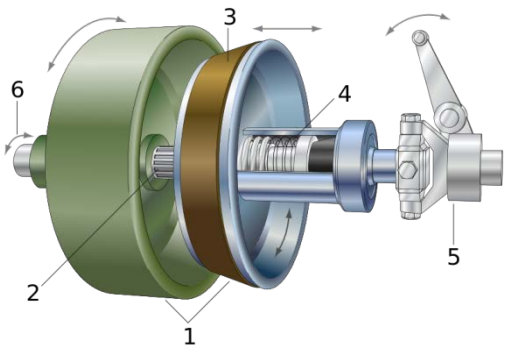
2. ความร้อนเกิดขึ้นน้อยมาก

3. น้ำหนักเบา

4. ราคาถูก

ข้อด้อย

1. ไม่สามารถต่อกำลังขณะที่เพลาหมุนที่ความเร็วรอบสูงๆได้



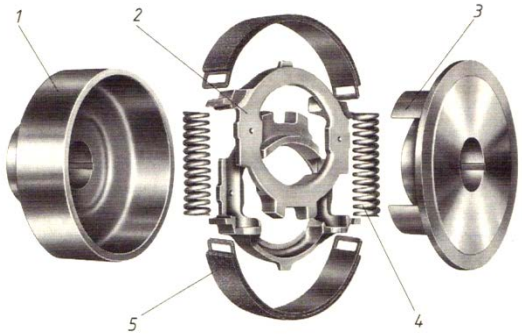
ภาพที่ 6.4 แสดงลักษณะรูปร่างของคลัตช์แบบทรงลิ่มหรือทรงเรียว
(ที่มา : http:// en.wikipedia.org)

2.2 คลัตช์แบบใช้ความเสียดทาน

หลักการทำงานของการส่งกำลังอาศัยความเสียดทานของผิวหน้าแผ่นคลัตช์ ดังนั้นกำลังที่ส่งได้จึงอาศัยความเสียดทานเป็นหลัก คลัตช์แบบใช้ความเสียดทานสามารถแบ่งออกได้ ดังนี้

2.2.1. แบบทรงลิ่มหรือทรงเรียว (Cone Clutch)

ลักษณะแผ่นความฝืดเป็นทรงเรียว ทำให้ส่งกำลังได้สูงกว่าคลัตช์แผ่น เมื่อมีขนาดความโตและแรงกดเท่ากัน เนื่องจากมีพื้นที่สัมผัสมากกว่าและมีรูปทรงลิ่มช่วยในการอัดส่งกำลังเพิ่มอีกด้วย คลัตช์ชนิดนี้ใช้กับการส่งกำลังที่มีความเร็วไม่สูงนัก



ภาพที่ 6.5 แสดงลักษณะรูปร่างของคลัตช์แบบก้ามปู
(ที่มา : ปรีชา ทิมทอง. 2543 : 174)

2.2.2. แบบก้ามปู (Shoe Type Clutch)

โครงสร้างประกอบไปด้วย (1) ตัวเรือนคลัตช์ (2) ห่วงพา (3) ขากด (4)สปริง (5)และแผ่นคลัตช์ โดยสปริงจะทำหน้าที่เบ่งห่วงพามายังแผ่นความฝืดเกิดแรงเสียดทานส่งถ่ายแรงมายังตัวเรือนคลัตช์ คลัตช์ชนิดนี้นอกจากตัด-ต่อกำลังแล้วยังทำหน้าที่หยุดหรือหน่วงกำลังงานคล้ายเบรคตลอดจนลื่นตัวเองได้เมื่อรับภาระเกินกำลัง

ภาพที่ 6.6 แสดงลักษณะรูปร่างของคลัตช์แบบแผ่นความฝืดแผ่นเดียว
(ที่มา : http://beta.hotrod.com)

2.2.3 คลัตช์แบบแผ่นความฝืด (Disc หรือ Plate Clutch)

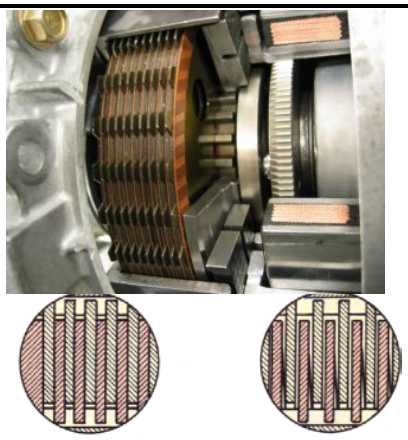
คลัตช์แบบแผ่นความฝืดสามารถแบ่งออกได้ 2 แบบ คือ

2.2.3.1.คลัตช์แบบแผ่นความฝืดแผ่นเดียว

แผ่นความฝืดเป็นรูปวงแหวน วางเรียงตามแนวแกนจำนวน 1 แผ่น หรือถ้าวางหากซ้อนกันหลายๆ แผ่น ก็จะทำให้ส่งกำลังได้มากขึ้น คลัตช์ชนิดนี้ใช้มากในระบบส่งกำลังของรถยนต์ แรงกดหน้าคลัตช์เกิดจากสปริง

ข้อดี ของคลัตช์แผ่นคือ สามารถตัด-ต่อกำลังที่ความเร็วรอบใดๆก็ได้

ข้อด้อย แผ่นคลัตช์มีขนาดใหญ่ ทำให้ต้องใช้พื้นที่ในการติดตั้งมาก



ภาพที่ 6.7 แสดงลักษณะรูปร่างของคลัตช์แบบแผ่นความฝืดหลายแผ่น
(ที่มา : ปรีชา ทิมทอง. 2543 : 175)

3.2.3.2. แบบแผ่นความฝืดหลายแผ่น (Multiple Disc Clutch)

แผ่นความฝืดทำจากวงแหวนโลหะ วางเรียงซ้อนกันเป็นชั้น ๆ ประสิทธิภาพของการส่งกำลังขึ้นอยู่กับจำนวนแผ่นความฝืดและแรงกดแผ่นคลัตช์ ใช้มากในระบบส่งกำลังเครื่องมือกลเช่นแท่นกลึง แท่นไส เป็นต้น

ข้อดี มีขนาดกะทัดรัดไม่เปลืองพื้นที่การติดตั้ง

ข้อด้อย เกิดความร้อนสูงขณะใช้งาน

ภาพที่ 6.8 แสดงลักษณะการใช้งานของคลัตช์แบบใช้ความเสียดทาน
(ที่มา : Robert O, Permley .1985 :8-7)

ข้อดีและข้อด้อยของคลัตช์แบบใช้ความเสียดทาน

ข้อดี

1.สามารถลื่นตัวได้ เมื่อรับภาระเกินกำหนด (Over Load)

2.สามารถตัด-ต่อกำลังได้ในขณะที่เพลาหมุนใช้งาน

ข้อด้อย

ประสิทธิภาพจะลดลงเนื่องจากความร้อนจากการเสียดสี

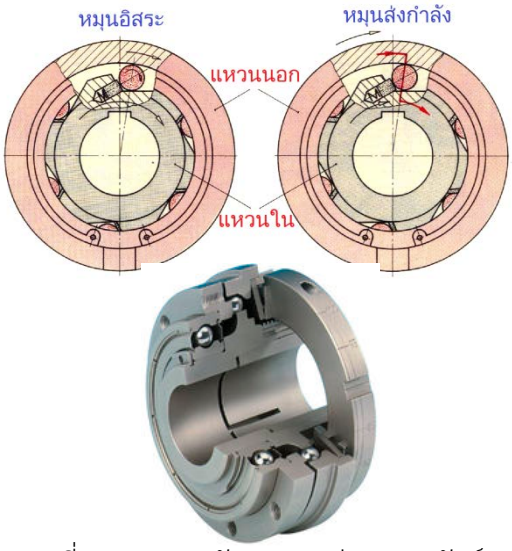
ภาพที่ 6.9 แสดงลักษณะรูปร่างของคลัตช์แบบแรงเหวี่ยงส่งกำลังผ่านแผ่นความฝืดรูปเซกเมนต์
(ที่มา : http:// www.suco-tech.com)

2.3. คลัตช์แบบใช้แรงเหวี่ยง (Centifugal Clutch)

การตัดต่อกำลังอาศัยทิศทางและรอบหมุนเหวี่ยงของเพลาขับ โดยตัดกำลังได้เมื่อเครื่องจักรมีภาระการทำงานที่เกินกำลัง โดยทั่วไปคลัตช์ชนิดนี้มี 2 ลักษณะคือ

2.3.1 คลัตช์แบบส่งถ่ายกำลังผ่านแผ่นความฝืดรูปเซกเมนต์

โครงสร้างประกอบไปด้วยแผ่นความฝืดรูปเซกเมนต์วางเรียงตัวโดยรอบตามแนวรัศมี เมื่อรอบหมุนของเพลาขับสูงขึ้นจะเกิดแรงเหวี่ยงของแผ่นคลัตช์เข้ายึดกับล้อขับจนรอบหมุนเพลาตามเท่ากับเพลาขับ เมื่อรอบลดต่ำลงแผ่นคลัตช์จะถูกดึงกลับด้วยสปริงดึง ทำให้กำลังถูกตัดจากระบบ

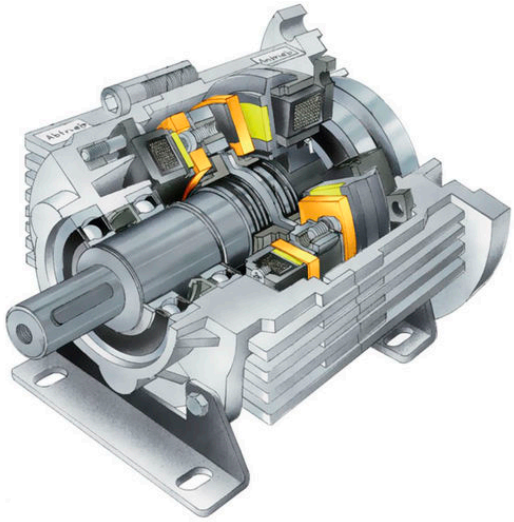


ภาพที่ 6.10 แสดงลักษณะรูปร่างของคลัตช์แบบส่งถ่ายกำลังผ่านเม็ดบอลล์
(ที่มา : Anthony Esposito และคณะ.1991: 323)

2.3.2คลัตช์แบบส่งถ่ายกำลังผ่านเม็ดบอลล์

การตัด - ต่อกำลังอาศัยทิศทางและรอบหมุนเหวี่ยงของเพลาขับและเพลาตาม

ถ้ารอบการหมุนของแหวนนอกน้อยกว่าแหวนวงในจะหมุนอิสระไม่เกิดการส่งถ่ายกำลัง แต่เมื่อรอบหมุนของแหวนวงนอกเท่ากับแหวนวงในจะเกิดการส่งถ่ายกำลังในทิศทางเดียวเท่านั้น เมื่อรอบหมุนเกินกำหนดจะตัดระบบการส่งถ่ายกำลัง ทำหน้าที่เป็นคลัตช์นิรภัยแบบ Over Running Clutch



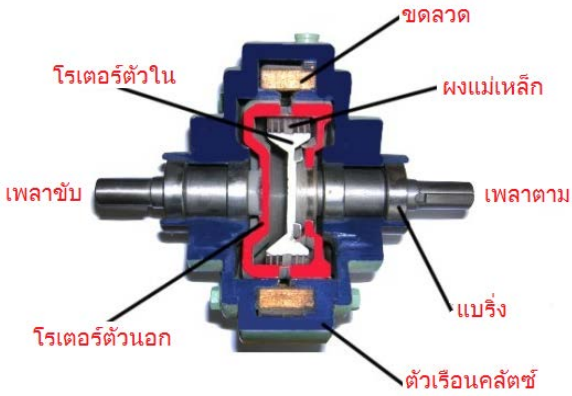
ภาพที่ 6.11 แสดงลักษณะรูปร่างของคลัตซ์ไฟฟ้าชนิดอาศัยแรงเสียดทานทางกล
(ที่มา : Robert O, Permley .1985 : 8-46)

2.4. คลัตช์แบบใช้ไฟฟ้า

คลัตช์แบบใช้ไฟฟ้าแบ่งออกได้ 2 แบบคือ

2.4.1.คลัตช์ไฟฟ้าชนิดอาศัยแรงเสียดทานทางกล

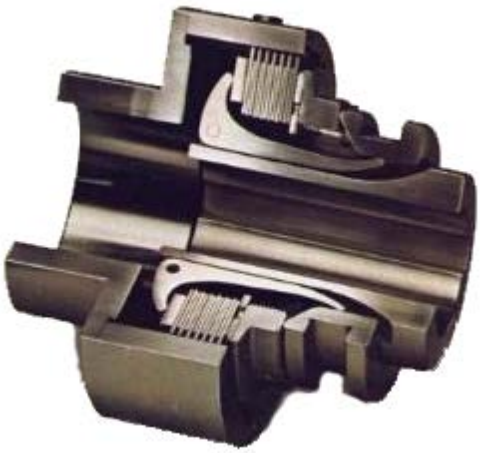
ใช้อำนาจแม่เหล็กไฟฟ้าดูดคลัตช์ให้ติดกันแล้วส่งถ่ายกำลังจากเพลาขับไปยังเพลาตามด้วยแรงเสียดทานทางกลโดยที่เพลาตามจะมีแม่เหล็กไฟฟ้าติดอยู่เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดจะเกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าขึ้นแล้วทำการดูดอเมเจอร์ซึ่งติดอยู่กับเพลาขับเข้ามาประกบติดกับแผ่นคลัตช์ผิวหน้าของแผ่นคลัตช์อาจเป็นแผ่นความฝืดหรือซี่ฟันเฟืองเพื่อเพิ่มค่าทอร์คในการส่งถ่ายกำลัง



ภาพที่ 6.12 แสดงลักษณะรูปร่างของคลัตซ์ไฟฟ้าชนิดไม่อาศัยแรงเสียดทานทางกลแบบ Magnetic Particle Clutch
(ที่มา : Robert O, Permley .1985 :8-47)

2.4.2 คลัตช์ไฟฟ้าชนิดไม่อาศัยแรงเสียดทานทางกลแบบ Magnetic Particle Clutch

ลักษณะของคลัตซ์ประกอบด้วยกระบอกขับซึ่งภายในบรรจุอนุภาคผงแม่เหล็ก เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดจะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าขึ้นและดูดผงแม่เหล็ก จนเป็นสะพานเชื่อมต่อหมุนขับกระบอกขับและถ่ายต่อมายังเพลาตาม



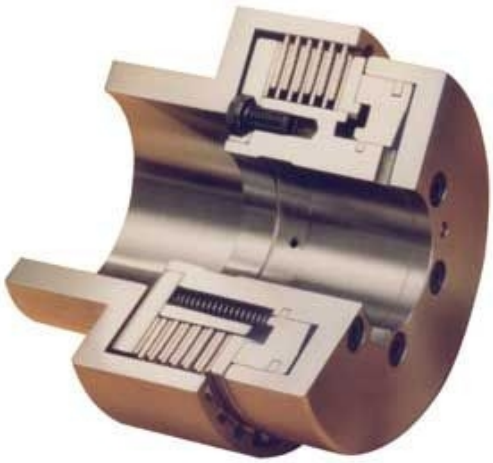
ภาพที่ 6.13 แสดงลักษณะรูปร่างของคลัตซ์อาศัยการตัดต่อด้วยระบบทางกลโดยใช้แขนโยก
(ที่มา : ปรีชา ทิมทอง. 2543 : 176)

3.รูปแบบการส่งถ่ายแรงกดคลัตช์แบบใช้ความฝืด

วิธีการตัด-ต่อกำลังของคลัตช์แบบใช้ความฝืดมี 3 รูปแบบคือ

3.1 ระบบทางกลโดยใช้แขนโยก

การส่งถ่ายแรงกดคลัตช์แบบใช้ความฝืดโดยใช้แขนโยก ความละเอียดแม่นยำในการตัด-ต่อกำลังไม่ดีนัก ไม่เหมาะกับการควบคุมในระยะไกล ตัวอย่างการใช้งาน เช่นในเครื่องมือกลทั่วไป

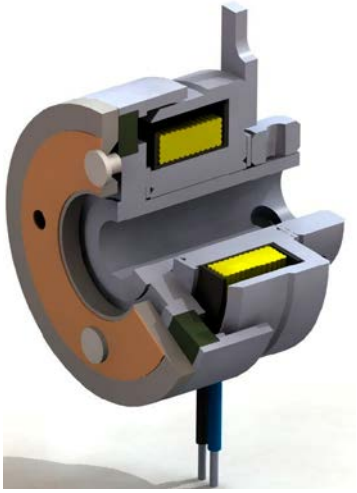


ภาพที่ 6.14 แสดงลักษณะรูปร่างของคลัตซ์อาศัยการตัดต่อด้วยระบบไฮดรอลิค
(ที่มา : ปรีชา ทิมทอง. 2543 : 176)

3.2 ระบบไฮดรอลิค

การส่งถ่ายแรงกดคลัตช์แบบใช้ความฝืดโดยระบบไฮดรอลิคจะมีขนาดกะทัดรัด สามารถส่งถ่ายโมเมนต์แรงบิดได้สูง และมีความแม่นยำในการส่งถ่ายกำลังสูงกว่าระบบทางกล

ตัวอย่างการใช้งานได้แก่ เครื่องจักรกลที่ไม่อยู่กับที่ เช่นรถขุด รถตัก

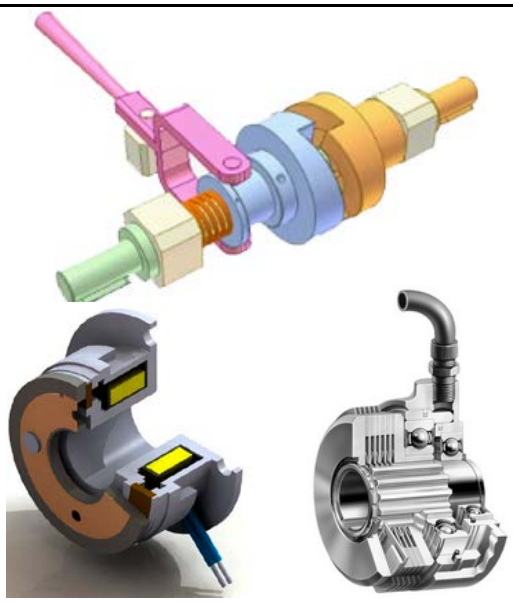


ภาพที่ 6.15 แสดงลักษณะรูปร่างของคลัตซ์อาศัยการตัดต่อด้วยระบบแม่เหล็กไฟฟ้า
(ที่มา : ปรีชา ทิมทอง. 2543 : 176)

3.3 ระบบแม่เหล็กไฟฟ้า

การส่งถ่ายแรงกดคลัตช์แบบใช้ความฝืด โดยระบบแม่เหล็กไฟฟ้าเหมาะกับงานที่ต้องการความแม่นยำในการส่งถ่ายกำลังสูงมาก และเหมาะอย่างยิ่งกับการตัด ต่อกำลังที่มีระยะห่างมากๆ หรือที่ต้องควบคุมด้วยการโปรแกรม

ตัวอย่างการใช้งาน เช่น ในระบบลำเลียงที่มีระยะทางยาวมากๆ



ภาพที่ 6.16 แสดงลักษณะรูปร่างของคลัตซ์ที่อาศัยการตัดต่อกำลังแบบต่าง ๆ
(ที่มา : ดำรง สัพโส. 2559)

ข้อพิจารณาในการเลือกใช้วิธีการตัด-ต่อกำลัง

1. ขนาดของแรงบิดที่ต้องการส่งถ่าย
2. ช่วงเวลาและความแม่นยำในการตัด-ต่อกำลัง
3. ระยะห่างระหว่างคลัตช์กับอุปกรณ์ตัด-ต่อกำลังขนาดของคลัตช์

ภาพที่ 6.17 แสดงลักษณะการตรวจสอบคลัตช์แบบแผ่นเดียว
(ที่มา : ดำรง สัพโส. 2559)

4. การบำรุงรักษาคลัตช์

การบำรุงรักษาคลัตช์เป็นสิ่งสำคัญที่จะต้องตรวจสอบให้อยู่ในสภาพที่ดีเสมอซึ่งจะส่งผลทำให้คลัตช์มีอายุการใช้งานยาวนาน โดยสามารถแยกการบำรุงรักษาคลัตช์ได้ดังนี้

4.1 การบำรุงรักษาคลัตช์แผ่นเดียว

คลัตช์แบบแผ่นเดียวผ้าคลัตช์ทำจากวัสดุแอสเบสตอส (Asbestos) เมื่อใช้งานไปนาน ๆ จะเกิดการสึกหรอและจะต้องตั้งระยะคลัตช์ใหม่ แต่ถ้าผ้าคลัตช์สึกถึงหมุดย้ำที่ทำด้วยทองแดงจะต้องเปลี่ยนผ้าคลัตช์ใหม่ทันที

ภาพที่ 6.18 แสดงลักษณะการตรวจสอบคลัตช์แบบหลายแผ่น
(ที่มา : ดำรง สัพโส. 2559)

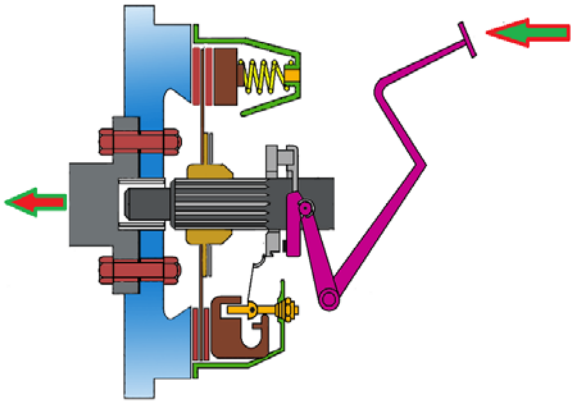
4.2 การบำรุงรักษาคลัตช์หลายแผ่น

คลัตช์แบบ หลาย แผ่น จำเป็นต้องใช้น้ำมันหล่อลื่นในขณะใช้งาน และจะต้องเปลี่ยนน้ำมันตามระยะเวลาที่กำหนด หากมีการถ่า ยน้ำมันออกมาพบว่ามีเศษโลหะ แสดงว่าชิ้นส่วนภายในเกิดการสึกหรอ หรือแตกหักเสียหาย จะต้องถอดรื้นชิ้นส่วนคลัตช์แล้วทำการตรวจสอบ

ภาพที่ 6.19 แสดงลักษณะการบำรุงรักษาคลัตช์
แบบใช้การล็อกทางกล
(ที่มา : ดำรง สัพโส. 2559)

4.3การบำรุงรักษาคลัตช์ใช้การล็อกทางกล

คลัตช์แบบใช้การล็อกทางกล มีความจำเป็นต้องหมั่นตรวจสอบรูปแบบฟัน และจะต้องทำการทาจาระบีที่บริเวณฟันคลัตช์อย่างสม่ำเสมอ และตรวจสอบดูที่ฟันว่าอยู่ในสภาพที่สมบูรณ์หรือไม่



ภาพที่ 6.20 แสดงค่าต่าง ๆ ที่ใช้ในการคำนวณ
ระบบส่งกำลังด้วยคลัตช์
(ที่มา : ดำรง สัพโส. 2559)

5. การคำนวณระบบส่งกำลังด้วยคลัตช์แบบความฝืดในกรณีการสึกหรอสม่ำเสมอ

การคำนวณค่าระบบส่งกำลังด้วยคลัตช์แบบความฝืดนิยมคำนวณหาค่าต่าง ๆ ดังนี้

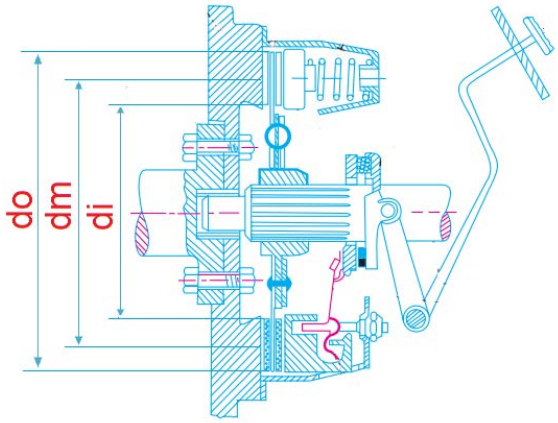
5.1ขนาดความโตเฉลี่ยแผ่นคลัตช์ (ødm)

5.2ขนาดแรงกดที่ผิวหน้าคลัตช์ (Fa)

5.3แรงเสียดทาน (F_R) ที่เกิดจากแรงกด (Fa)

5.4ทอร์คที่คลัตช์สามารถส่งถ่ายกำลังได้ (T)

5.5กำลังงานที่คลัตช์ส่งถ่ายกำลังได้



ภาพที่ 6.21 แสดงลักษณะของขนาดความโตเฉลี่ยแผ่นคลัตช์

(ที่มา : ดำรง สัพโส. 2559)

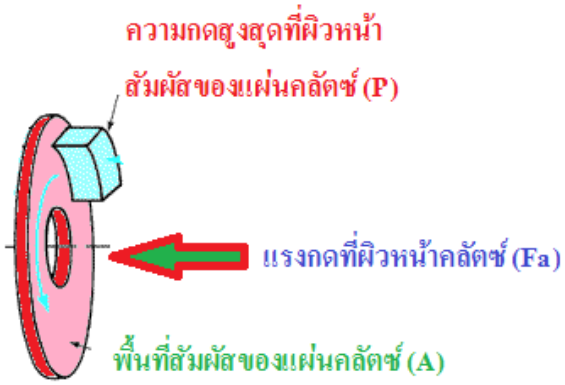
5.1 ขนาดความโตเฉลี่ยแผ่นคลัตช์ (ødm)

$$\varnothing dm = \frac{d_o + d_i}{2}$$

dm = ขนาดความโตเฉลี่ยแผ่นคลัตช์ (mm)

do = ขนาดความโตนอกแผ่นคลัตช์ (mm)

di = ขนาดความโตในแผ่นคลัตช์ (mm)



ภาพที่ 6.22 แสดงลักษณะของขนาดแรงกดที่ผิวหน้าคลัตช์

(ที่มา : ดำรง สัพโส. 2559)

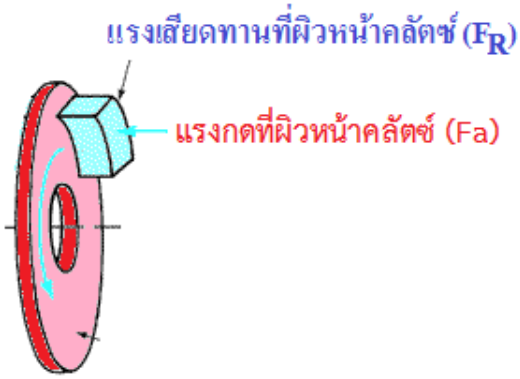
5.2 หาขนาดแรงกดที่ผิวหน้าคลัตช์ (Fa)

$$Fa = P \cdot A$$

Fa = แรงกดที่ผิวหน้าคลัตช์ (N)

P = ความกดสูงสุดที่ผิวหน้าสัมผัสของแผ่นคลัตช์ $(\frac{N}{mm^2})$

A = พื้นที่สัมผัสแผ่นคลัตช์ที่คิดจากรัศมีเฉลี่ย (rm) หรือความโตเฉลี่ยแผ่นคลัตช์ (dm)



ภาพที่ 6.23 แสดงลักษณะของขนาด
แรงเสียดทาน(F_R)ที่เกิดจากแรงกด(Fa)
(ที่มา : ดำรง สัพโส. 2559)

5.3แรงเสียดทาน(F_R)ที่เกิดจากแรงกด(Fa)

โดยที่แรงเสียดทานนี้ จะเป็นแรงที่กระทำตามแนวเส้นรอบวงของขนาด ødm และบิดพาให้แผ่นคลัตช์หมุนไปด้วยกัน

$$F_R = Fa \cdot \mu$$

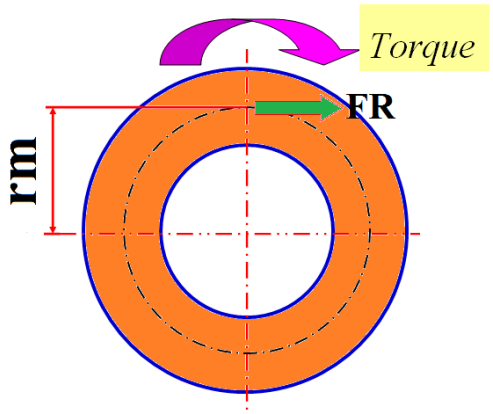
F_R = แรงเสียดทานที่ผิวหน้าคลัตช์ (N)

Fa = แรงกดที่ผิวหน้าคลัตช์

μ = ค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานของผิวสัมผัส

ตารางที่ 6.1 แสดงค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานและค่าความกดดันสูงสุดสำหรับวัสดุทำคลัตช์

คู่สัมผัสวัสดุ	ค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทาน(μ)	P.max (MPa)
เหล็กกล้า - เหล็กกล้า	0.15....0.30	1.40....1.70
เหล็กกล้า - หนัง	0.30....0.40	0.10....0.28
เหล็กกล้า - แอสเบสตอส	0.30....0.40	0.50....0.70
เหล็กกล้าจุ่มน้ำมัน - แอสเบสตอส	0.15	0.35....1.00
เหล็กหล่อจุ่มน้ำมัน – โลหะซินเตอร์	0.20	2.8



ภาพที่ 6.24 แสดงลักษณะของขนาดทอร์คที่คลัตช์สามารถส่งถ่ายกำลังได้
(ที่มา : ดำรง สัพโส. 2559)

5.4ทอร์คที่คลัตช์สามารถส่งถ่ายกำลังได้(T)

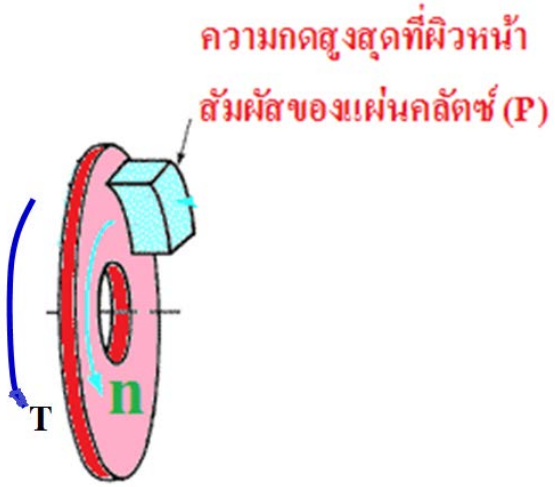
$$T = F_R \cdot r_m \cdot i$$

T = ทอร์ค (N.m)

F_R = แรงเสียดทานที่ผิวหน้าคลัตช์ (N)

rm = ขนาดรัศมีเฉลี่ยแผ่นคลัตช์ (mm)

i = จำนวนผิวหน้าสัมผัสแผ่นคลัตช์



ภาพที่ 6.25 แสดงลักษณะของขนาดกำลังงานที่คลัตช์สามารถส่งถ่ายกำลังได้
(ที่มา : ดำรง สัพโส. 2559)

5.5 กำลังงานที่คลัตช์ส่งถ่ายกำลังได้

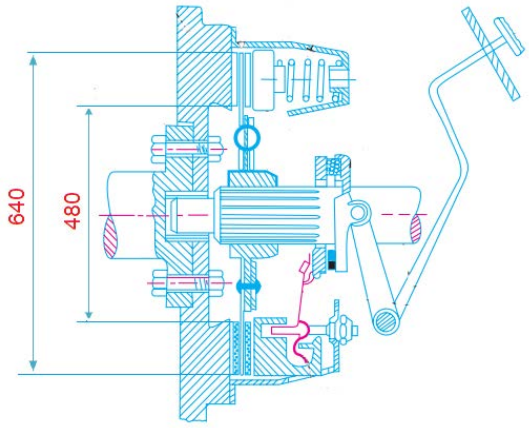
$$P = \frac{2 \times \pi \times T \times n}{60} \quad (\text{watt})$$

P = แรงกดสูงสุดที่ผิวหน้าสัมผัสของแผ่นคลัตช์ $\left(\frac{N}{mm^2}\right)$

T = ทอร์ค (N.m)

n = ความเร็วรอบ

5.6 การคำนวณออกแบบคลัตช์แบบแผ่นความฝืด



ภาพที่ 6.26 แสดงลักษณะคลัตช์แผ่นแบบมีผิวสัมผัสหน้าเดียว

(ที่มา : ดำรง สัพโส. 2559)

คลัตช์แบบผิวสัมผัสหน้าเดียวระหว่างเหล็กกับแอสเบสตอส โดยมีค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานเฉลี่ย 0.30 และแรงดันหน้าคลัตช์สูงสุด 1 MPa จงหาแรงกดสปริงเพื่อดันคลัตช์ ขนาดโมเมนต์แรงบิดและกำลังงานที่คลัตช์สามารถส่งถ่ายกำลังได้เมื่อหมุนด้วยความเร็วรอบ 3,000 รอบต่อนาที

<u>วิธีทำ</u> **1. แรงกดสปริงคลัตช์ (Fa)**

$Fa = P \cdot A$

$P = 1 \times 10^6 \ N/m^2$

$A = \pi \cdot dm^2$

$$dm = \frac{d_i + d_o}{2}$$

$$dm = \frac{640 + 480}{2}$$

$$dm = 560 \text{ mm}$$

$$A = \frac{\pi(0.56)^2}{4}$$

$$= \frac{\pi \times 0.314}{4}$$

$$= 0.246 \ m^2$$

ดังนั้น $F_a = (1 \times 10^6)(0.246)$

$= \mathbf{246{,}000}$ **N**

2. โมเมนต์แรงบิดที่ส่งถ่ายได้

$T = F_R \cdot r_m \cdot i$

$F_R = F_a \cdot \mu$

$= 246{,}000 \times 0.30$

$= 73{,}800$ N

$r_m = \frac{d_m}{2}$

$r_m = \frac{560}{2}$

$r_m = 280$ mm

ดังนั้น $T = 73{,}800 \times 0.280 \times 1$

$= \mathbf{20{,}664}$ **N.m**

3. กำลังงานที่คลัตช์ส่งได้

$$P = \frac{2 \times \pi \times T \times n}{60}$$

$$= \frac{2 \times \pi \times 20{,}664 \times 3{,}000}{60} \quad \frac{Nm}{S}$$

$$= \frac{2 \times \pi \times 20{,}664 \times 3{,}000}{60} \quad \frac{Nm}{S}$$

$= \mathbf{649.2}$ **kW**

ภาพที่ 6.27 แสดงเครื่องมือที่ใช้ในการคำนวณระบบส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยคลัตช์
(ที่มา : ดำรง สัพโส. 2559)

6. เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการคำนวณระบบส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยคลัตช์

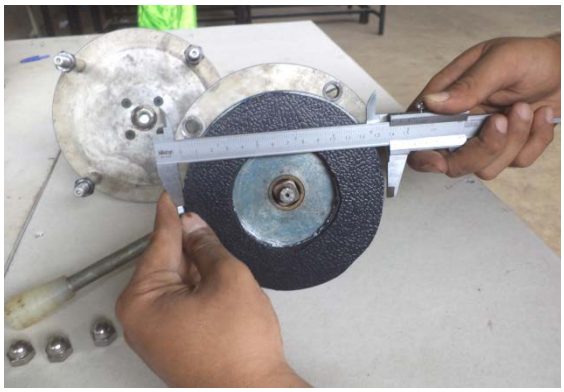
6.1 โมเดลระบบส่งกำลังเครื่องมือกล
6.2 เวอร์เนียคาร์ลิปเปอร์
6.3 เครื่องคิดเลข
6.4 ตาชั่งสปริง
6.5 หนังสือคู่มืองานโลหะ
6.6 ผ้า

ภาพที่ 6.28 แสดงลักษณะการวัดขนาดความโตในของแผ่นคลัตช์
(ที่มา : ดำรง สัพโส. 2559)

7. วิธีการคำนวณระบบส่งกำลังด้วยคลัตช์แบบแผ่นความฝืด

วิธีการคำนวณระบบส่งกำลังด้วยคลัตช์แบบแผ่นความฝืดมีขั้นตอนดังนี้

7.1 วัดขนาดความโตในแผ่นคลัตช์ (mm) ด้วยเวอร์เนียคาร์ลิปเปอร์แล้วจดบันทึก

 ภาพที่ 6.29 แสดงลักษณะการวัดขนาดความโตนอกของแผ่นคลัตช์ (ที่มา : ดำรง สัพโส. 2559)	7.2 วัดขนาดความโตนอกแผ่นคลัตช์ (mm) ด้วยเวอร์เนียคาร์ลิปเปอร์แล้วจดบันทึก
 ภาพที่ 6.30 แสดงลักษณะการตรวจสอบคู่สัมผัสวัสดุเพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทาน (ที่มา : ดำรง สัพโส. 2559)	7.3 ตรวจสอบคู่สัมผัสวัสดุเพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทาน

ภาพที่ 6.31 แสดงลักษณะการตรวจสอบความเร็วรอบมอเตอร์ขับจากเทมเพลส (Motor Nameplate)
(ที่มา : ดำรง สัพโส. 2559)

7.4 ตรวจสอบความเร็วรอบมอเตอร์ขับจากเทมเพลส (Motor Nameplate)

ภาพที่ 6.32 แสดงลักษณะกำหนดแรงดันหน้าคลัตช์สูงสุด
(ที่มา : ดำรง สัพโส. 2559)

7.5 กำหนดแรงดันหน้าคลัตช์สูงสุด

ภาพที่ 6.33 แสดงลักษณะการคำนวณค่าต่าง ๆ ที่ต้องการทราบ
(ที่มา : ดำรง สัพโส. 2559)

7.6 คำนวณค่าต่าง ๆ ที่ต้องการทราบ

ภาพที่ 6.34 แสดงลักษณะการบันทึกรายงานสรุปผลการปฏิบัติงาน
(ที่มา : ดำรง สัพโส. 2559)

8. การบันทึกรายงานสรุปผลการปฏิบัติงาน

8.1ผลการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางความโตนอกแผ่นคลัตช์ (mm)

8.2ผลการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางความโตในแผ่นคลัตช์ (mm)

8.3 ผลการตรวจสอบความเร็วรอบของมอเตอร์ต้นกำลัง

8.4 ผลการคำนวณระบบส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยคลัตช์

ภาพที่ 6.35 แสดงลักษณะการจัดเก็บเครื่องมืออุปกรณ์และบริเวณปฏิบัติงาน
(ที่มา : ดำรง สัพโส. 2559)

9.การจัดเก็บเครื่องมืออุปกรณ์และบริเวณปฏิบัติงาน

9.1เช็ดทำความสะอาดชิ้นงาน เครื่องมือและ อุปกรณ์

9.2เก็บเข้าที่พร้อมใช้งาน

9.3ดูแลบริเวณปฏิบัติงานให้สะอาดเรียบร้อย

ภาพที่ 6.36 แสดงการปฏิบัติตามกฎความปลอดภัยในการคำนวณระบบส่งกำลังด้วยคลัตซ์โดยการล็อกเมนวิทย์ก่อนปฏิบัติงาน
(ที่มา : ดำรง สัพโส. 2559)

10.กฎความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน

10.1 หยุดเครื่องจักรก่อนทำงานเสมอ

10.2 แขวนป้ายล็อกเมนสวิทย์

10.3 สวมใส่อุปกรณ์ป้องกันภัยส่วนบุคคล

วิทยาลัยเทคนิคท่าหลวงซิเมนต์ไทยอนุสรณ์	**แบบฝึกหัด**	หน้าที่ : 33
	หน่วยที่ 6 : งานคำนวณระบบส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยคลัตช์	

คำสั่ง : จงตอบคำถามให้ถูกต้อง เวลาที่กำหนด : 10 นาที

1. จงกาเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อที่ถูกและเครื่องหมาย ✕ หน้าข้อที่ผิดของลักษณะการส่งถ่ายกำลังด้วยคลัตช์

_____1.1 ช่วยลดแรงเสียดจากการส่งกำลังทำให้เกิดความร้อนน้อย

_____1.2 ตัดแยกระบบการส่งกำลังจากต้นกำลังขับออกจากตัวตาม

_____1.3 เพิ่มและลดความเร็วรอบในการส่งกำลังและป้องกันการเคลื่อนตัวของเพลาต้นกำลัง

_____1.4 ควบคุมความเร็วรอบของการส่งกำลัง

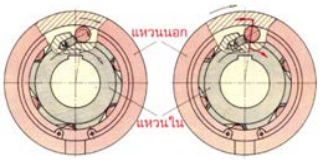
_____1.5 ใช้เพื่อป้องกันการส่งกำลังหรือรับภาระเกินกำลัง

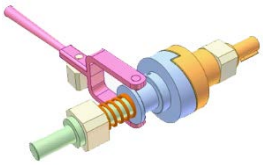
2. จากรูปภาพ จงเติมชื่อคลัตช์ตามหมายเลข และทำเครื่องหมาย ✓ ลงในชนิดของคลัตช์ให้ถูกต้อง

1

2

3

4


5


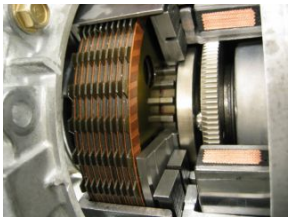
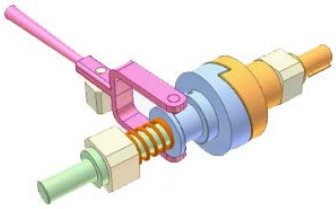
6

7

8

ชื่อคลัตช์	แบบใช้การล็อกทางกล	แบบใช้ความเสียดทาน	แบบใช้แรงเหวี่ยง	แบบใช้ไฟฟ้า
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
6.				
7.				
8.				

3. จงบอกข้อดีข้อด้อยของคลัตซ์

ภาพแสดงคลัตซ์	ข้อดี	ข้อด้อย
		
		

4. จงจับคู่แสดงความสัมพันธ์ของลักษณะรูปแบบการส่งถ่ายแรงกดคลัตช์แบบใช้ความฝืดให้ถูกต้อง

_____4.1 ไม่เหมาะกับการตัดต่อในระยะไกล ก. ระบบแม่เหล็กไฟฟ้า

_____4.2 มีขนาดกะทัดรัด ส่งถ่ายโมเมนต์แรงบิดได้สูง ข. ระบบไฮดรอลิค

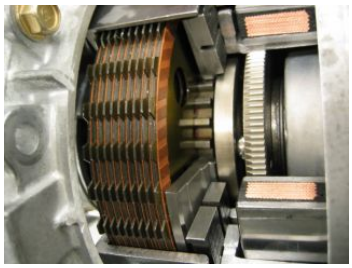
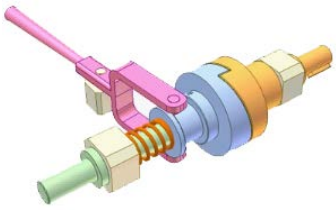
_____4.3 นิยมใช้กับเครื่องจักรที่ไม่อยู่กับที่ เช่นรถขุด รถตัก ค. ระบบทางกลโดยใช้แขนโยก

_____4.4 ความละเอียดแม่นยำในการตัด-ต่อกำลังไม่ดีนัก

_____4.5 เหมาะอย่างยิ่งกับการตัด- ต่อกำลังที่มีระยะห่างมาก ๆ

_____4.6 ใช้กับงานที่ต้องการความแม่นยำในการส่งถ่ายกำลังสูงมาก

5. อธิบายวิธีการบำรุงรักษาคลัตช์

ลักษณะคลัตช์	วิธีการบำรุงรักษาคลัตช์
	
	

6. จงบอกรายการเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการคำนวณระบบส่งกำลังด้วยคลัตช์มาพอเข้าใจ

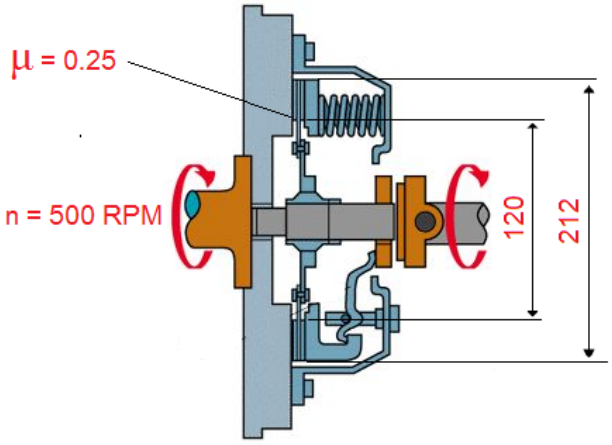
6.1_____

6.3_____

6.3_____

6.4_____

7. คลัตซ์แผ่น มีค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทาน 0.25 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางนอก 212 มิลลิเมตร และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใน 120 มิลลิเมตร ซึ่งมีแรงดันหน้าคลัตช์สูงสุด 0.1 MPa และหมุนด้วยความเร็วรอบ 500 รอบต่อนาที จงคำนวณหาแรงกดสปริงคลัตช์ (Fa) โมเมนต์แรงบิดที่ส่งถ่ายกำลังงานที่คลัตช์ส่งได้



8. จงนำหมายเลข 1-10 เรียงลำดับขั้นตอนการคำนวณระบบส่งกำลังด้วยคลัตช์ให้ถูกต้อง

_____8.1 วัดขนาดความโตนอกแผ่นคลัตช์ด้วยเวอร์เนียคาร์ลิปเปอร์แล้วจดบันทึก

_____8.2 ตรวจสอบความเร็วรอบมอเตอร์ขับจากเนมเพลส(Motor Nameplate)

_____8.3 ตรวจสอบคู่สัมผัสวัสดุเพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทาน

_____8.4 บันทึกรายงานสรุปผลการปฏิบัติงาน

_____8.5 คำนวณค่าต่างๆที่ต้องการทราบ

_____8.6 วัดขนาดความโตในแผ่นคลัตช์ด้วยเวอร์เนียคาร์ลิปเปอร์แล้วจดบันทึก

_____8.7 จัดเก็บเครื่องมืออุปกรณ์และบริเวณปฏิบัติงาน

9. จงอธิบาย การบันทึกรายงานสรุปผลการปฏิบัติงานคำนวณระบบส่งกำลังด้วยคลัตช์มาพอเข้าใจ

_____

_____

_____

_____

10. จงอธิบายวิธีการจัดเก็บเครื่องมือและบริเวณปฏิบัติงานคำนวณระบบส่งกำลังด้วยคลัตช์มาพอเข้าใจ

10.1._____

10.2._____

10.3._____

11. จงบอกกฎความปลอดภัยในการปฏิบัติงานคำนวณระบบส่งกำลังด้วยคลัตช์มาพอเข้าใจ

11.1._____

11.2._____

11.3._____

11.4._____

วิทยาลัยเทคนิคท่าหลวงซิเมนต์ไทยอนุสรณ์	**เฉลยแบบฝึกหัด**	หน้าที่ : 38
	หน่วยที่ 6 : งานคำนวณระบบส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยคลัตช์	

คำสั่ง : จงตอบคำถามให้ถูกต้อง

1. จงกาเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อที่ถูกและเครื่องหมาย ✕ หน้าข้อที่ผิดของลักษณะการส่งถ่ายกำลังด้วยคลัตช์

✕ 1.1 ช่วยลดแรงเสียดจากการส่งกำลังทำให้เกิดความร้อนน้อย

✓ 1.2 ตัดแยกระบบการส่งกำลังจากต้นกำลังขับออกจากตัวตาม

✕ 1.3 เพิ่มและลดความเร็วรอบในการส่งกำลังและป้องกันการเคลื่อนตัวของเพลาต้นกำลัง

✓ 1.4 ควบคุมความเร็วรอบของการส่งกำลัง

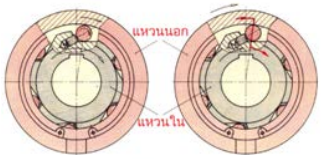
✓ 1.5 ใช้เพื่อป้องกันการส่งกำลังหรือรับภาระเกินกำลัง

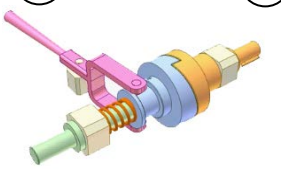
2. จากรูปภาพ จงเติมชื่อคลัตช์ตามหมายเลข และทำเครื่องหมาย ✓ ลงในชนิดของคลัตช์ให้ถูกต้อง

1

2

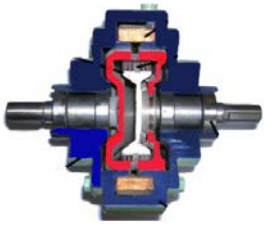
3

4


5


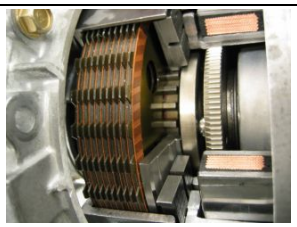
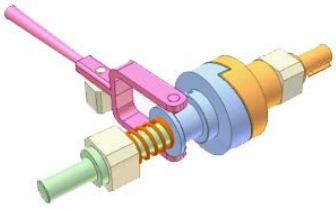
6

7

8


ชื่อคลัตช์	แบบใช้การล็อกทางกล	แบบใช้ความเสียดทาน	แบบใช้แรงเหวี่ยง	แบบใช้ไฟฟ้า
1.คลัตช์แบบทรงลิ่ม		✓		
2.คลัตช์แบบก้ามปู		✓		
3.คลัตช์แบบรูปเซกเมนต์			✓	
4.คลัตช์ส่งถ่ายกำลังผ่านเม็ดบอล			✓	
5.คลัตช์แบบการล็อกทางกล	✓			
6.คลัตช์แบบแผ่นเดียว		✓		
7.คลัตช์แบบหลายแผ่น		✓		
8.คลัตช์ชนิดไม่อาศัยแรงเสียดทานทางกลแบบ Magnetic Particle Clutch				✓

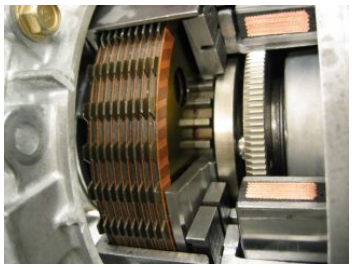
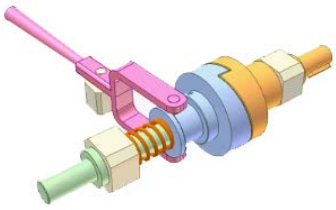
3. จงบอกข้อดีข้อด้อยของคลัตซ์

ภาพแสดงคลัตซ์	ข้อดี	ข้อด้อย
	มีขนาดกะทัดรัดไม่เปลืองพื้นที่การติดตั้ง	เกิดความร้อนสูงขณะใช้งาน
	ของคลัตช์แผ่นคือสามารถตัด-ต่อกำลังที่ความเร็วรอบใดๆก็ได้	แผ่นคลัตช์มีขนาดใหญ่ทำให้ต้องใช้พื้นที่ในการติดตั้งมาก
	1.ไม่เกิดการลื่นไถลขณะส่งกำลัง 2. ความร้อนเกิดขึ้นน้อยมาก 3. น้ำหนักเบา 4. ราคาถูก	ไม่สามารถต่อกำลังขณะที่เพลาหมุนที่ความเร็วรอบสูงๆได้

4. จงจับคู่แสดงความสัมพันธ์ของลักษณะรูปแบบการส่งถ่ายแรงกดคลัตช์แบบใช้ความฝืดให้ถูกต้อง

ค 4.1 ไม่เหมาะกับการตัดต่อในระยะไกล	ก. ระบบแม่เหล็กไฟฟ้า
ข 4.2 มีขนาดกะทัดรัด ส่งถ่ายโมเมนต์แรงบิดได้สูง	ข. ระบบไฮดรอลิค
ข 4.3 นิยมใช้กับเครื่องจักรที่ไม่อยู่กับที่ เช่นรถขุด รถตัก	ค. ระบบทางกลโดยใช้แขนโยก
ค 4.4 ความละเอียดแม่นยำในการตัด-ต่อกำลังไม่ดีนัก	
ก 4.5 เหมาะอย่างยิ่งกับการตัด- ต่อกำลังที่มีระยะห่างมาก ๆ	
ก 4.6 ใช้กับงานที่ต้องการความแม่นยำในการส่งถ่ายกำลังสูงมาก	

5. อธิบายวิธีการบำรุงรักษาคลัตช์

ลักษณะคลัตช์	วิธีการบำรุงรักษาคลัตช์
	คลัตช์แบบแผ่นเดียวผ้าคลัตช์ทำจากวัสดุแอสเบสทอส (Asbestos) เมื่อใช้งานไปนาน ๆ จะเกิดการสึกหรอและจะต้องตั้งระยะคลัตช์ใหม่ แต่ถ้าผ้าคลัตช์สึกถึงหมุดย้ำที่ทำด้วยทองแดงจะต้องเปลี่ยนผ้าคลัตช์ใหม่ทันที
	คลัตช์แบบหลายแผ่นจำเป็นต้องใช้น้ำมันหล่อลื่นในขณะใช้งาน และจะต้องเปลี่ยนน้ำมันตามระยะเวลาที่กำหนด หากมีการถ่านน้ำมันออกมาพบว่ามีเศษโลหะ แสดงว่าชิ้นส่วนภายในเกิดเกิดการสึกหรอ หรือแตกหักเสียหายจะต้องถอดรื้นชิ้นส่วนคลัตช์แล้วทำการตรวจสอบ
	คลัตช์แบบใช้การล็อกทางกลจำเป็นต้องหมั่นตรวจสอบรูปแบบฟัน และจะต้องทำการทาจาระบีที่บริเวณฟันคลัตช์อย่างสม่ำเสมอ และตรวจสอบดูที่ฟันว่าอยู่ในสภาพที่สมบูรณ์หรือไม่

6. จงบอกรายการเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการคำนวณระบบส่งกำลังด้วยคลัตช์มาพอเข้าใจ

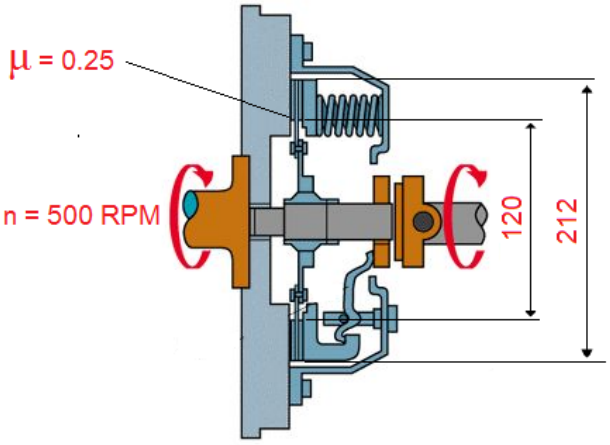
6.1 โมเดลระบบส่งกำลังเครื่องมือกล

6.3 เวอร์เนียคาร์ลิปเปอร์

6.3 เครื่องคิดเลข

6.4 ผ้า

7. คลัตซ์แผ่น มีค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทาน 0.25 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางนอก 212 มิลลิเมตร และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใน 120 มิลลิเมตร ซึ่งมีแรงดันหน้าคลัตช์สูงสุด 0.1 MPa และหมุนด้วยความเร็วรอบ 500 รอบต่อนาที จงคำนวณหาแรงกดสปริงคลัตช์ (Fa) โมเมนต์แรงบิดที่ส่งถ่ายกำลังงานที่คลัตช์ส่งได้



<u>วิธีทำ</u> **1. แรงกดสปริงคลัตช์ (Fa)**

$$Fa = P \cdot A$$

$$P = 0.1 \times 10^6 \ N/m^2$$

$$= 10{,}000 \ N/m^2$$

$$A = \pi \cdot dm^2$$

$$dm = \frac{d_o + d_i}{2}$$

$$dm = \frac{212 + 120}{2}$$

$$dm = 166 \ mm$$

$$A = \frac{\pi(0.166)^2}{4}$$

$$= \frac{\pi \times 0.028}{4}$$

$$= 0.022 \ m^2$$

ดังนั้น $Fa = P \cdot A$

$10{,}000\ N/m^2 \times 0.022\ m^2$

$= \mathbf{220\ N}$

2. โมเมนต์แรงบิดที่ส่งถ่ายได้

$T = F_R \cdot r_m \cdot i$

$F_R = Fa \cdot \mu \cdot i$

$= 220\ N \times 0.25$

$= 55\ N$

$r_m = \frac{dm}{2}$

$r_m = \frac{166}{2}$

$r_m = 83\ mm$

ดังนั้น $T = 55\ N \times 0.83\ m \times 1$

$= \mathbf{45.65\ N.m}$

3. กำลังงานที่คลัตช์ส่งได้

$$P = \frac{2 \times \pi \times T \times n}{60}$$

$$= \frac{2 \times \pi \times 45.65 N.m \times 500}{60 s}$$

$$= \frac{2 \times \pi \times 45.65 \times 500}{60} \frac{Nm}{S}$$

$= \mathbf{2.388\ kW}$

8. จงนำหมายเลข 1-10 เรียงลำดับขั้นตอนการคำนวณระบบส่งกำลังด้วยคลัตช์ให้ถูกต้อง

6 8.1 วัดขนาดความโตนอกแผ่นคลัตช์ด้วยเวอร์เนียคาร์ลิปเปอร์แล้วจดบันทึก

1 8.2 ตรวจสอบความเร็วรอบมอเตอร์ขับจากเนมเพลส(Motor Nameplate)

3 8.3 ตรวจสอบคู่สัมผัสวัสดุเพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทาน

2 8.4 บันทึกรายงานสรุปผลการปฏิบัติงาน

5 8.5 คำนวณค่าต่างๆที่ต้องการทราบ

4 8.6 วัดขนาดความโตในแผ่นคลัตช์ด้วยเวอร์เนียคาร์ลิปเปอร์แล้วจดบันทึก

7 8.7 จัดเก็บเครื่องมืออุปกรณ์และบริเวณปฏิบัติงาน

9. จงอธิบาย การบันทึกรายงานสรุปผลการปฏิบัติงานคำนวณระบบส่งกำลังด้วยคลัตช์มาพอเข้าใจ

การบันทึกรายงานสรุปผลการปฏิบัติงานคำนวณระบบส่งกำลังด้วยคลัตช์สิ่งที่ควรบันทึก คือ ขนาดความโตเฉลี่ยแผ่นคลัตช์ (ødm) ,ขนาดแรงกดที่ผิวหน้าคลัตช์ (Fa), แรงเสียดทาน (F_R) ที่เกิดจากแรงกด (Fa) ทอร์คที่คลัตช์สามารถส่งถ่ายกำลังได้ (T), กำลังงานที่คลัตช์ส่งถ่ายกำลังได้

10. จงอธิบายวิธีการจัดเก็บเครื่องมือและบริเวณปฏิบัติงานคำนวณระบบส่งกำลังด้วยคลัตช์มาพอเข้าใจ

10.1. เช็ดทำความสะอาดชิ้นงาน เครื่องมือและอุปกรณ์.

10.2. เก็บเครื่องมือ อุปกรณ์เข้าที่พร้อมใช้งาน.

10.3. กวาดและดูแลบริเวณปฏิบัติงานให้สะอาดเรียบร้อย.

11. จงบอกกฎความปลอดภัยในการปฏิบัติงานคำนวณระบบส่งกำลังด้วยคลัตช์มาพอเข้าใจ

11.1. หยุดเครื่องจักรก่อนทำงานเสมอ.

11.2. แขวนป้ายล็อกเมนสวิทย์.

11.3. สวมใส่อุปกรณ์ป้องกันภัยส่วนบุคคล.

11.4.การแต่งกายต้องรัดกุม ไม่รุ่มราม ไม่ผูกเน็กไท.

วิทยาลัยเทคนิคท่าหลวงซิเมนต์ไทยอนุสรณ์	**แบบทดสอบหลังเรียน ด้านทฤษฎี**	หน้าที่ : 44
	หน่วยที่ 6 : งานคำนวณระบบส่งกำลังเครื่องมือกล ด้วยคลัตช์	

คำสั่ง : จงทำเครื่องหมายกากบาท (X) ทับข้อที่ถูกลงในกระดาษคำตอบที่แจกให้ เวลาที่กำหนด : 20 นาที

1. ข้อใด<u>ไม่ใช่</u>หน้าที่การใช้งานของคลัตช์

ก. ควบคุมความเร็วรอบและทิศทางการหมุน ข. ป้องกันการรับภาระเกินกำลัง

ค. ตัด–ต่อกำลังจากเพลาขับไปยังเพลาตาม ง. ควบคุมการหมุนส่งกำลังให้รอบคงที่

2. ข้อใดกล่าวชื่อเรียกของคลัตช์ตามรูปภาพได้ถูกต้อง

ก. คลัตช์แบบแผ่นความฝืดแผ่นเดียว

ข. คลัตช์แบบส่งถ่ายกำลังผ่านเม็ดบอลล์

ค. คลัตช์แบบส่งถ่ายกำลังผ่านแผ่นความฝืดรูปเซกเมนต์

ง. คลัตช์แบบใช้การล็อกทางกลการตัดต่อกำลังต้องหยุดเครื่องก่อน

3. ข้อใดกล่าวชื่อเรียกของคลัตช์ตามรูปภาพได้ถูกต้อง

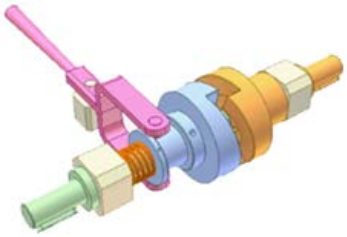
ก. คลัตช์ไฟฟ้าชนิดอาศัยแรงเสียดทานทางกล

ข. คลัตช์ไฟฟ้าชนิดไม่อาศัยแรงเสียดทานทางกล

ค. คลัตช์แบบส่งถ่ายกำลังผ่านแผ่นความฝืดรูปเซกเมนต์

ง. คลัตช์แบบส่งถ่ายกำลังผ่านเม็ดบอลล์

4. ข้อใดกล่าวชื่อเรียกของคลัตช์ตามรูปภาพได้ถูกต้อง



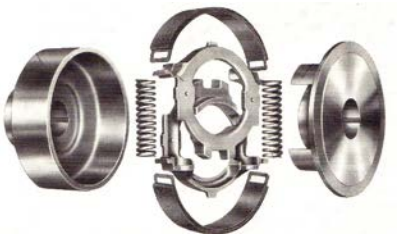
ก. คลัตช์แบบใช้แรงเหวี่ยง

ข. คลัตช์แบบใช้ความเสียดทาน

ค. คลัตช์แบบใช้ไฟฟ้า

ง. คลัตช์แบบใช้การล็อกทางกล

5. ข้อใดกล่าวชื่อเรียกของคลัตช์ตามรูปภาพได้ถูกต้อง



ก. คลัตช์แบบใช้ความเสียดทานแบบทรงลิ่มหรือทรงเรียว

ข. คลัตช์แบบใช้ความเสียดทานแบบก้ามปู

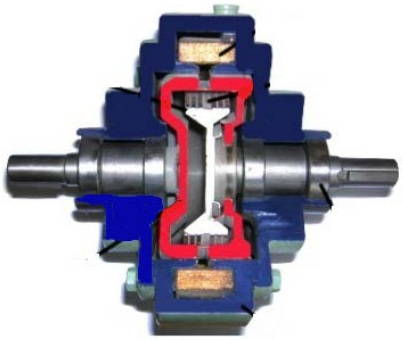
ค. คลัตช์แบบใช้แรงเหวี่ยงส่งกำลังผ่านแผ่นความฝืดรูปเซกเมนต์

ง. คลัตช์แบบใช้การล็อกทางกลการตัดต่อกำลังต้องหยุดเครื่องก่อน

6. ข้อใดกล่าวชื่อเรียกของคลัตช์ตามรูปภาพได้ถูกต้อง

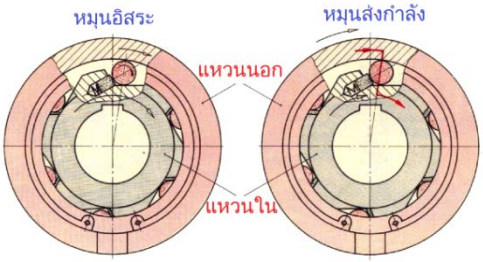
ก. คลัตช์แบบใช้ความเสียดทานแบบแผ่นความฝืดหลายแผ่น
ข. คลัตช์แบบใช้ความเสียดทานแบบแผ่นความฝืดแผ่นเดียว
ค. คลัตช์แบบใช้แรงเหวี่ยงส่งถ่ายกำลังผ่านเม็ดบอลล์
ง. คลัตช์ไฟฟ้าชนิดอาศัยแรงเสียดทานทางกล

7. ข้อใดกล่าวถึงการใช้งานของคลัตช์ตามรูปภาพ



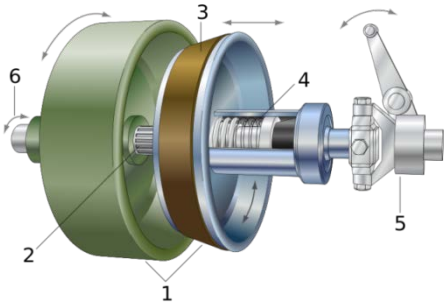
ก. คลัตช์แบบใช้แรงเหวี่ยง อาศัยทิศทางและรอบ หมุนเหวี่ยงของเพลาขับตัดกำลังได้เมื่อเครื่องจักรทำงานเกินกำลัง
ข. คลัตช์แบบใช้การล็อกทางกล อาศัยรูปทรงขัดตัว
ค. คลัตช์แบบใช้แรงเหวี่ยงของแผ่นคลัตช์เข้ายึดกับล้อขับจนรอบหมุนเพลาตามเท่ากับเพลาขับ
ง. คลัตช์แบบใช้ไฟฟ้าไม่อาศัยแรงเสียดทานกลสามารถตัดต่อกำลังขณะที่เพลาหมุนได้

8. ข้อใดกล่าวถึงการใช้งานของคลัตช์ตามรูปภาพ



ก. คลัตช์แบบใช้แรงเสียดทานของแผ่นคลัตช์เข้ายึดกับล้อขับจนรอบหมุนเพลาตามเท่ากับเพลาขับ
ข. คลัตช์แบบใช้การล็อกทางกล อาศัยรูปทรงขัดตัว
ค. คลัตช์แบบใช้ไฟฟ้าไม่มีการสัมผัสทางกลสามารถตัดต่อกำลังขณะที่เพลาหมุนได้
ง. คลัตช์แบบใช้แรงเหวี่ยง อาศัยทิศทางและรอบ หมุนเหวี่ยงของเพลาขับตัดกำลังได้เมื่อเครื่องจักรทำงานที่เกินกำลัง

9. ข้อใดกล่าวถึงการใช้งานของคลัตช์ตามรูปภาพ



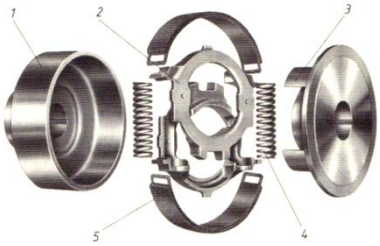
ก. คลัตช์แบบใช้แรงเหวี่ยง อาศัยทิศทางและรอบ หมุนเหวี่ยงของเพลาขับตัดกำลังได้เมื่อเครื่องจักรทำงานที่เกินกำลัง

ข. คลัตช์แบบใช้การล็อกทางกล อาศัยรูปทรงขัดตัว

ค. คลัตช์แบบใช้ไฟฟ้าไม่มีการสัมผัสทางกลสามารถตัดต่อกำลังขณะที่เพลาหมุนได้

ง. คลัตช์แบบใช้ความเสียดทาน อาศัยความเสียดทานของผิวหน้าแผ่นคลัตช์

10. ข้อใดกล่าวถึงการใช้งานของคลัตช์ตามรูปภาพ



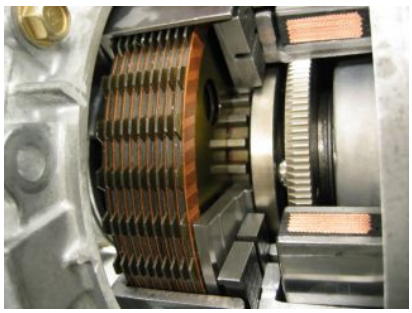
ก. คลัตช์แบบใช้แรงเสียดทานโดยแผ่นความฝืดแบบก้ามปูตัด-ต่อกำลังแล้ว ยังทำหน้าที่หยุดหรือหน่วงกำลังงานคล้ายเบรค

ข. คลัตช์แบบใช้แรงเหวี่ยง อาศัยทิศทางและรอบ หมุนเหวี่ยงของเพลาขับตัดกำลังได้เมื่อเครื่องจักรทำงานที่เกินกำลัง

ค. คลัตช์แบบใช้การล็อกทางกล อาศัยรูปทรงขัดตัว

ง. คลัตช์แบบใช้ความเสียดทาน อาศัยความเสียดทานของผิวหน้าแผ่นคลัตช์

11. ข้อใดกล่าวถึงการใช้งานของคลัตช์ตามรูปภาพ



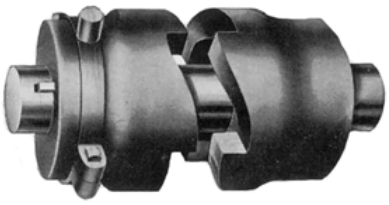
ก. คลัตช์แบบใช้แรงเหวี่ยง อาศัยทิศทางและรอบ หมุนเหวี่ยงของเพลาขับตัดกำลังได้เมื่อเครื่องจักรทำงานที่เกินกำลัง

ข. คลัตช์แบบใช้การล็อกทางกล อาศัยรูปทรงขัดตัว

ค. คลัตช์แบบใช้ความเสียดทานอาศัยความเสียดทานของแผ่นคลัตช์แบบหลายแผ่น

ง. คลัตช์แบบใช้ไฟฟ้าไม่มีการสัมผัสทางกลสามารถตัดต่อกำลังขณะที่เพลาหมุนได้

12. ข้อใดกล่าวถึงการใช้งานของคลัตช์ตามรูปภาพ



ก. คลัตช์แบบใช้แรงเหวี่ยง อาศัยทิศทางและรอบ หมุนเหวี่ยงของเพลาขับตัดกำลังได้เมื่อเครื่องจักรทำงานที่เกินกำลัง

ข. คลัตช์แบบใช้การล็อกทางกล อาศัยรูปทรงขัดตัว

ค. คลัตช์แบบใช้ไฟฟ้าไม่มีการสัมผัสทางกลสามารถตัดต่อกำลังขณะที่เพลาหมุนได้

ง. คลัตช์แบบใช้ความเสียดทานอาศัยความเสียดทานของแผ่นคลัตช์

13. คลัตช์ในข้อใดที่สามารถตัด-ต่อกำลังที่ความเร็วรอบใดๆก็ได้

ก. คลัตช์แบบเขี้ยวฟัน ข. คลัตช์แบบแผ่นความฝืด

ค. คลัตช์แบบทรงลิ่ม ง. คลัตช์แบบใช้แรงเหวี่ยง

14. คลัตช์ชนิดใดเมื่อต้องการต่อส่งกำลังต้องให้เพลาหยุดการหมุนก่อนต่อส่งกำลัง

ก. คลัตช์แบบใช้ไฟฟ้า ข.คลัตช์แบบใช้การล็อกทางกล

ค. คลัตช์แบบใช้ความเสียดทาน ง. คลัตช์แบบใช้แรงเหวี่ยง

15. ระบบคลัตช์ของเครื่องกลึงและเครื่องไสนิยมใช้คลัตช์ชนิดใด

ก. คลัตช์แบบแผ่นความฝืดแผ่นเดียว ข.คลัตช์แบบแผ่นความฝืดหลายแผ่น

ค. คลัตช์แบบใช้ความเสียดทาน ง. คลัตช์แบบใช้แรงเหวี่ยง

16. ข้อใด**<u>ไม่ใช่</u>**ข้อดีของคลัตช์แบบใช้การล็อกทางกล

ก.ไม่เกิดการลื่นไถลขณะส่งกำลัง ข. ความร้อนเกิดขึ้นน้อยมาก

ค. น้ำหนักเบา ง. ขนาดเล็กส่งกำลังได้มาก

17. ข้อใดคือข้อด้อยของคลัตช์แบบใช้การล็อกทางกล

ก. ไม่สามารถต่อกำลังขณะที่เพลาหมุนที่ความเร็วรอบสูงๆได้

ข. แผ่นคลัตช์มีขนาดใหญ่ ทำให้ต้องใช้พื้นที่ในการติดตั้งมาก

ค. เกิดความร้อนสูงขณะใช้งาน

ง. ประสิทธิภาพจะลดลงเนื่องจากความร้อนจากการเสียดสี

18. ข้อใดคือข้อดีของคลัตช์แบบแผ่นความฝืด แผ่นเดียว
   ก. แผ่นคลัตช์มีขนาดเล็ก ทำให้ต้องใช้พื้นที่ในการติดตั้งน้อย
   ข. ไม่เกิดความร้อนสูงขณะใช้งานเพราะจุ่มแช่ในน้ำมัน
   ค. สามารถลื่นตัวได้ เมื่อรับภาระเกินกำหนด(Over Load)
   ง. สามารถตัด-ต่อกำลังที่ความเร็วรอบใดๆก็ได้
19. ข้อใดคือข้อดีของคลัตช์แบบแผ่นความฝืดหลายแผ่น
   ก. ไม่เกิดความร้อนสูงขณะใช้งานเพราะจุ่มแช่ในน้ำมัน
   ข. สามารถตัด-ต่อกำลังที่ความเร็วรอบใดๆก็ได้
   ค. แผ่นคลัตช์มีขนาดเล็ก ทำให้ต้องใช้พื้นที่ในการติดตั้งน้อย
   ง. สามารถลื่นตัวได้ เมื่อรับภาระเกินกำหนด(Over Load)
20. ข้อ**<u>ไม่ใช่</u>**ข้อพิจารณาในการเลือกใช้วิธีการตัด-ต่อกำลังด้วยคลัตช์
   ก. ขนาดพื้นที่ที่ใช้ในการติดตั้งคลัตช์
   ข. ขนาดของแรงบิดที่ต้องการส่งถ่าย
   ค. ช่วงเวลาและความแม่นยำในการตัด-ต่อกำลัง
   ง. ระยะห่างระหว่างคลัตช์กับอุปกรณ์ตัด-ต่อกำลังขนาดของคลัตช์
21. ข้อใดเป็นระบบการตัด- ต่อกำลังคลัตช์แบบแผ่นความฝืดที่ให้ความแม่นยำที่สุด
   ก. ระบบส่งถ่ายแรงกดคลัตช์ทางกลโดยใช้แขนโยก ข. ระบบส่งถ่ายแรงกดคลัตช์โดยไฮดรอลิค
   ค. ระบบส่งถ่ายแรงกดคลัตช์โดยแม่เหล็กไฟฟ้า ง. ระบบส่งถ่ายแรงกดคลัตช์โดยนิวแมตริก
22. การบำรุงรักษาคลัตช์แบบหลายแผ่นควรปฏิบัติตามข้อใด
   ก. ใช้จาระบีหล่อลื่นป้องกันการสึกของแผ่นคลัตช์ ข. ใช้ลมในการระบายความร้อนแก่แผ่นคลัตช์
   ค. ใช้ไขสัตว์หล่อลื่นป้องกันการสึกของแผ่นคลัตช์ ง. ใช้น้ำมันหล่อลื่นโดยการจุ่มแช่
23. ข้อใดคือเครื่องมือและอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้ในการคำนวณระบบส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยคลัตช์
   ก. เหล็กดูด + เวอร์เนียคาร์ลิปเปอร์ ข. ประแจปากตาย + เวอร์เนียคาร์ลิปเปอร์
   ค. เวอร์เนียคาร์ลิปเปอร์ + เครื่องคิดเลข ง. ระดับน้ำ + เวอร์เนียคาร์ลิปเปอร์

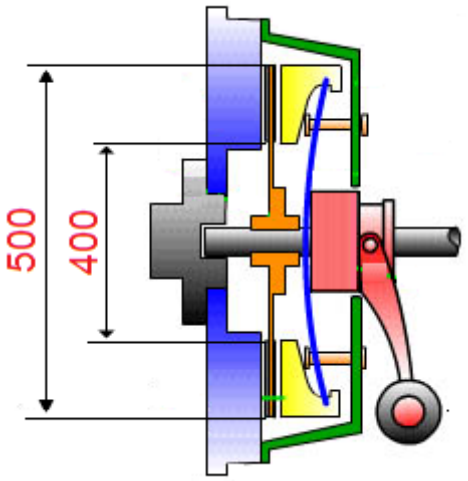
24. สูตรการหาค่าขนาดความโตเฉลี่ยแผ่นคลัตช์คือข้อใด

ก. $dm = \frac{d_o + d_i}{2}$ ข. $d = \frac{d_i + d_o}{2}$

ค. $d = \frac{d_i + d_o}{2}$ ง. $dm = \frac{d_i + d_o}{2}$

จากภาพที่กำหนดให้ใช้ตอบคำถามข้อที่ 25 ถึงข้อที่ 26

คลัตช์แผ่นหนึ่งมีผิวหน้าสัมผัสแบบหนังอัดกับโลหะ มีสัมประสิทธิ์ความเสียดทานเฉลี่ย 0.3 และความดันสูงสุดที่ใช้งาน 0.1 MPa ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางคลัตช์ภายใน 400 มิลลิเมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางคลัตช์ภายนอก 500 มิลลิเมตร



25. โมเมนต์แรงบิดที่คลัตช์สามารถส่งถ่ายได้ คือ ข้อใด

ก. 1073.25 N.m ข. 1075.25 N.m

ค. 1078.25 N.m ง. 1079.25 N.m

26. กำลังสูงสุดที่คลัตช์สามารถส่งได้ขณะหมุนด้วยความเร็ว 5,000 รอบต่อนาทีคือ ข้อใด

ก. 555.95 kW ข. 4568.95 kW

ค. 561.95 kW ง. 575.95 kW

27. ข้อใดเรียงลำดับขั้นตอนการคำนวณระบบส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยคลัตช์ได้ถูกต้อง

1. วัดขนาดความโตนอกแผ่นคลัตช์ (mm) ด้วยเวอร์เนียคาร์ลิปเปอร์แล้วจดบันทึก
2. ตรวจสอบความเร็วรอบมอเตอร์ขับจากเทมเพลส
3. ตรวจสอบคู่สัมผัสวัสดุเพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทาน
4. วัดขนาดความโตในแผ่นคลัตช์ (mm) ด้วยเวอร์เนียคาร์ลิปเปอร์แล้วจดบันทึก
5. คำนวณค่าต่าง ๆ ที่ต้องการทราบ

ก. 5-3-1-2-4 ข. 1-4-2-3-5

ค. 5-2-3-1-4 ง. 1-2-4-3-5

28. ข้อใดที่ต้องทำการบันทึกเพื่อสรุปผลการปฏิบัติงานคำนวณระบบส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยคลัตช์

ก. คู่สัมผัสวัสดุทำแผ่นคลัตช์

ข. จำนวนสปริงกดอัดผิวหน้าคลัตช์

ค. ขนาดสปริงกดอัดผิวหน้าคลัตช์

ง. ความโตเพลายึดแผ่นคลัตช์

29. สิ่งที่ไม่ควรกระทำในการจัดเก็บเครื่องมืออุปกรณ์และบริเวณปฏิบัติงานบำรุงรักษาคลัตช์

ก. ใช้ผ้าเช็ดทำความสะอาดเครื่องมือและอุปกรณ์

ข. ใช้ลมเป่าเพื่อทำความสะอาดอุปกรณ์

ค. เก็บเครื่องมืออุปกรณ์เข้าตู้

ง. ชโลมน้ำมันบริเวณเครื่องมืออุปกรณ์ที่เป็นเหล็ก

30. ข้อใดคือสิ่งที่**<u>ไม่ควร</u>**กระทำด้านกฎความปลอดภัยในการปฏิบัติงานบำรุงรักษาคลัตช์

ก. ปิดเมนสวิทย์เครื่องจักรก่อนทำงาน

ข. ใส่ถุงมือขณะทำงาน

ค. ใช้ค้อนเหล็กทำการตอกประกอบชุดคลัตช์

ง. หล่อลื่นจารบีแผ่นคลัตช์หลังทำการประกอบ

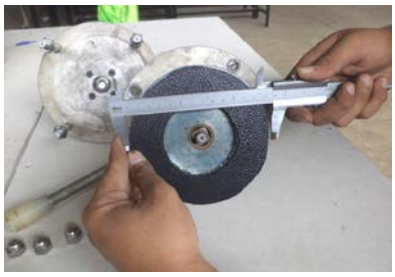
แบบเฉลยข้อทดสอบหลังเรียน ด้านทฤษฎี			
ข้อที่	คำตอบ	ข้อที่	คำตอบ
1	ง	16	ง
2	ค	17	ก
3	ก	18	ง
4	ง	19	ค
5	ข	20	ก
6	ข	21	ค
7	ง	22	ง
8	ง	23	ค
9	ง	24	ง
10	ก	25	ก
11	ค	26	ค
12	ข	27	ข
13	ข	28	ก
14	ก	29	ข
15	ข	30	ค

วิทยาลัยเทคนิคท่าหลวงซิเมนต์ไทยอนุสรณ์	**ใบลำดับขั้นการปฏิบัติงาน**	หน้าที่ : 52
	หน่วยที่ 6 : งานคำนวณระบบส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยคลัตช์	

<u>ลำดับขั้นการปฏิบัติงานคำนวณระบบส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยคลัตช์</u>

ลำดับขั้นการปฏิบัติงาน	คำอธิบายขั้นตอนการทำงาน	เครื่องมืออุปกรณ์	ข้อควรระวัง
1. ศึกษาข้อมูล	- รูปร่าง / สัดส่วนต่างๆ - หลักการทำงาน - หน้าที่การใช้งาน - สูตรคำนวณระบบส่งกำลังด้วยคลัตช์	- ใบเนื้อหา	
2. เตรียมชิ้นงานและเครื่องมือ	- เครื่องมือและอุปกรณ์ในการคำนวณระบบส่งกำลังด้วยคลัตช์	- ใบเบิกเครื่องมือ	
3. วัดขนาดความโตในแผ่นคลัตช์ด้วยเวอร์เนียคาร์ลิปเปอร์แล้วจดบันทึก	- วัดขนาดความโตในแผ่นคลัตช์แล้วจดบันทึก	- ใบสั่งงาน - เวอร์เนียคาร์ลิปเปอร์	

ลำดับขั้นการปฏิบัติงานคำนวณระบบส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยคลัตช์

ลำดับขั้นการปฏิบัติงาน	คำอธิบายขั้นตอนการทำงาน	เครื่องมืออุปกรณ์	ข้อควรระวัง
4. วัดขนาดความโตนอกแผ่นคลัตช์ด้วยเวอร์เนียคาร์ลิปเปอร์แล้วจดบันทึก 	- วัดขนาดความโตนอกแผ่นคลัตช์แล้วจดบันทึก	- ใบสั่งงาน - เวอร์เนียคาร์ลิปเปอร์	
5. ตรวจสอบคู่สัมผัสวัสดุเพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทาน	- ตรวจสอบคู่สัมผัสวัสดุเพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทาน	- หนังสือตารางคู่มืองานโลหะ	
6. ตรวจสอบความเร็วรอบมอเตอร์ขับจากเนมเพลส (Motor Nameplate)	- บันทึกความเร็วรอบของมอเตอร์โดยจดบันทึกจากเนมเพลสฃ (MotorNameplate)	- ใบสั่งงาน	

<u>ลำดับขั้นการปฏิบัติงานติดตั้งระบบส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยคลัตซ์</u>

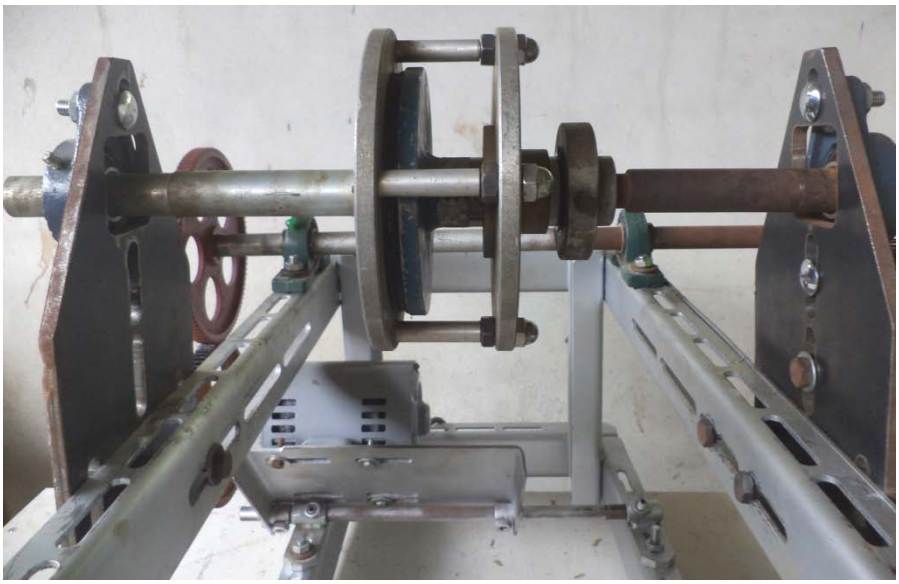
ลำดับขั้นการปฏิบัติงาน	คำอธิบายขั้นตอนการทำงาน	เครื่องมืออุปกรณ์	ข้อควรระวัง
7. กำหนดแรงดันหน้าคลัตซ์สูงสุด	- กำหนดแรงดันหน้าคลัตซ์สูงสุด	- ตาชั่งสปริง - ใบสั่งงาน	
8. คำนวณระบบส่งกำลังด้วยคลัตซ์	- ขนาด ødm - ขนาดแรงกด (Fa) - แรงเสียดทาน (F_R) ที่เกิดจากแรงกด (Fa) - ทอร์คที่คลัตช์สามารถส่งถ่ายกำลังได้ (T) - กำลังงานที่คลัตช์ส่งถ่ายกำลังได้	- ใบสั่งงาน - เครื่องคิดเลข	
9. บันทึกรายงานสรุปผลการปฏิบัติงาน	- ขนาด ødm - ขนาดแรงกด (Fa) - แรงเสียดทาน (F_R) ที่เกิดจากแรงกด (Fa) - ทอร์คที่คลัตช์สามารถส่งถ่ายกำลังได้ (T) - กำลังงานที่คลัตช์ส่งถ่ายกำลังได้	- ใบสั่งงาน	

วิทยาลัยเทคนิคท่าหลวงซิเมนต์ไทยอนุสรณ์	**ใบลำดับขั้นการปฏิบัติงาน**	หน้าที่ : 55
	หน่วยที่ 6 : งานคำนวณระบบส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยคลัตช์	

<u>ลำดับขั้นการปฏิบัติงานติดตั้งระบบส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยคลัตซ์</u>			
ลำดับขั้นการปฏิบัติงาน	คำอธิบายขั้นตอนการทำงาน	เครื่องมืออุปกรณ์	ข้อควรระวัง
10. จัดเก็บเครื่องมืออุปกรณ์และบริเวณปฏิบัติงาน	- ทำความสะอาดเครื่องมือและชิ้นงานทุกครั้งหลังเสร็จงาน	- ผ้า - น้ำมันกันสนิม	

วิทยาลัยเทคนิคท่าหลวงซิเมนต์ไทยอนุสรณ์	**ใบสั่งงาน**	หน้าที่ : 56
	หน่วยที่ 6 : งานคำนวณระบบส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยคลัตช์	

คำสั่ง : จงคำนวณระบบส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยคลัตช์ เวลาที่กำหนด : 30 นาที



ลำดับขั้นการทำงาน	เครื่องมือ อุปกรณ์
1. ศึกษาข้อมูล	1.โมเดลระบบกำลังด้วย
2. เตรียมชิ้นงานและเครื่องมือ	คลัตซ์
3. วัดขนาดความโตในแผ่นคลัตช์ด้วยเวอร์เนียคาร์ลิปเปอร์แล้วจดบันทึก	2. เวอร์เนียคาร์ลิปเปอร์
4. วัดขนาดความโตนอกแผ่นคลัตช์ด้วยเวอร์เนียคาร์ลิปเปอร์แล้วจดบันทึก	3. เครื่องคิดเลข
5. ตรวจสอบคู่สัมผัสวัสดุเพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทาน	4. ผ้า
6. ตรวจสอบความเร็วรอบมอเตอร์ขับจากเนมเพลส (Motor Nameplate)	
7. กำหนดแรงดันหน้าคลัตซ์สูงสุด	
8. คำนวณค่าต่างๆที่ต้องการทราบ	
9. บันทึกรายงานสรุปผลการปฏิบัติงาน	
10. จัดเก็บเครื่องมืออุปกรณ์และบริเวณปฏิบัติงาน	
สรุปผลการทำงาน	

ชื่อ:_____เลขที่:_____กลุ่ม:_____

วิทยาลัยเทคนิคท่าหลวงซิเมนต์ไทยอนุสรณ์	ใบประเมินผล (Evaluation Sheet)	หน้าที่ : 57
	หน่วยที่ 6 : งานคำนวณระบบส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยคลัตช์	

การประเมินผลงานคำนวณระบบส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยคลัตช์						
ชื่อ.....ว/ด/ป.....			ผู้ประเมิน.....			
จุดประเมินผล			ผลการประเมิน			
			ผ่าน	ไม่ผ่าน	หมายเหตุ	
1. ศึกษาข้อมูล						
2. เตรียมชิ้นงานและเครื่องมือ						
3. วัดขนาดความโตในแผ่นคลัตช์ด้วยเวอร์เนียคาร์ลิปเปอร์ แล้วจดบันทึก						
4. วัดขนาดความโตนอกแผ่นคลัตช์ด้วยเวอร์เนียคาร์ลิปเปอร์ แล้วจดบันทึก						
5. ตรวจสอบคู่สัมผัสวัสดุเพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทาน						
6. ตรวจสอบความเร็วรอบมอเตอร์ขับจากเนมเพลส(Motor Nameplate)						
7. กำหนดแรงดันหน้าคลัตช์สูงสุด						
7. คำนวณค่าต่างๆที่ต้องการทราบ						
8. บันทึกรายงานสรุปผลการปฏิบัติงาน						
9. จัดเก็บเครื่องมืออุปกรณ์และบริเวณปฏิบัติงาน						
คุณภาพของงาน	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**		**ผลต่าง คะแนน**	**ดัชนี ประสิทธิผล**	**ร้อยละคะแนน ที่เพิ่มขึ้น**
		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**		**ผลต่าง คะแนน**	**ดัชนี ประสิทธิผล**	**ร้อยละคะแนน ที่เพิ่มขึ้น**
		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

(.....)

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

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

Anthony Esposito, J. Robert Thrower. **Machine Design Second Edition**. New York : Delmar Publishers Inc. 1991.

Robert O. Permley. **Mechanical Components Handbook**. MC Graw-Hill book Company. 1985.

http://beta.hotrod.com/articles/hrdp-1005-new-disc-clutch-system-news, เข้าถึง 12 ตุลาคม 2558

http://car.boxzaracing.com/knowledge/138, เข้าถึง 23 ตุลาคม 2558

https://en.wikipedia.org/wiki/Cone_clutch, เข้าถึง 22 ตุลาคม 2558

http://www.suco-tech.com/product.php?p=81&c=6, เข้าถึง 24 ตุลาคม 2558

http://www.thompsonfoundry.com/parts/jaw-clutches-couplings, เข้าถึง 24 ตุลาคม 2558

https://www.youtube.com/watch?v=A6Az-YjwgeA, เข้าถึง 23 ตุลาคม 2558