เอกสารประกอบการสอน

รายวิชาระบบส่งกำลังเครื่องมือกล รหัส 2102-2110

หน่วยที่ 5

งานคำนวณระบบส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยเพลา

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	11
หน่วยที่ 5. งานคำนวณระบบส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยเพลา	
1. หน้าที่และลักษณะการใช้งานของเพลา	12
2. ชนิดของเพลาและการใช้งาน	13
3. ข้อกำหนดในการเลือกวัสดุทำเพลา	20
4. ขนาดมาตรฐานความโตของเพลา	20
5. สูตรคำนวณค่าทางเทคนิคสำหรับการออกแบบเพลา	21
6. เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการคำนวณระบบส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยเพลา	37
7. วิธีการคำนวณระบบส่งกำลังด้วยเพลา	37
8. การบันทึกรายงานสรุปผลการปฏิบัติงาน	41
9. การจัดเก็บเครื่องมืออุปกรณ์และบริเวณปฏิบัติงาน	42
10. กฎความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน	42
แบบฝึกหัด	43
เฉลยแบบฝึกหัด	48
แบบทดสอบหลังเรียน	55
เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน	61

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ใบลำดับขั้นการปฏิบัติงาน	62
ใบสั่งงาน	66
ใบประเมินผล	67
ตารางดัชนีแสดงประสิทธิผลการจัดการเรียนรู้	68
บันทึกหลังการสอน	70
บรรณานุกรม	71

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
5.1 แสดงการส่งถ่ายการหมุนด้วยเพลา	12
5.2 แสดงหน้าที่และการใช้งานของเพลา	12
5.3 แสดงลักษณะการใช้งานของแอกเซิล	13
5.4 แสดงลักษณะของเพลาแบบต่างๆ	13
5.5 แสดงชนิดของเพลาแบ่งตามรูปร่างหน้าตัด	14
5.6 แสดงลักษณะเพลาตัน	14
5.7 แสดงลักษณะเพลากลวง	15
5.8 แสดงลักษณะเพลาสปลายน์	15
5.9 แสดงลักษณะ เพลาซี่ฟันปลาหรือเพลาซี่ฟันแหลม	16
5.10 แสดงลักษณะเพลาโพลีกอน	16
5.11 แสดงลักษณะการใช้งานของเพลาต่างๆ	17
5.12 แสดงลักษณะเพลาสตัป	17
5.13 แสดงลักษณะเพลาอ่อน	18
5.14 แสดงลักษณะเพลาแนว	18
5.15 แสดงลักษณะเพลาแจ็ค	19
5.16 แสดงลักษณะเพลายูนิเวอร์แซล	19
5.17 แสดงภาระโมเมนต์แรงบิดและค่าความเค้นที่เกิดขึ้นในเพลา	21
5.18 แสดงภาระโมเมนต์แรงบิดและค่าความเค้นที่เกิดขึ้นในเพลาส่งกำลังด้วยล้อเฟือง	22
5.19 แสดงแรงต่างๆที่เกิดขึ้นบนล้อเสียดทานที่ส่งผลต่อเพลา	23
5.20 แสดงแรงต่างๆที่เกิดขึ้นบนเฟืองฟันตรงที่ส่งผลต่อเพลา	24
5.21 แสดงแรงต่างๆที่เกิดขึ้นบนเฟืองฟันเฉียงที่ส่งผลต่อเพลา	25
5.22 แสดงแรงต่างๆที่เกิดขึ้นบนสายพานที่ส่งผลต่อเพลา	26
5.23 แสดงแรงต่างๆที่เกิดขึ้นบนโซ่ที่ส่งผลต่อเพลา	27
5.24 แสดงแรงและความเค้นดัดที่เกิดขึ้นกับเพลา	28
5.25 แสดงแรงและความเค้นแรงบิดที่เกิดขึ้นกับเพลา	29
5.26 แสดงแรงและความเค้นรวมที่เกิดขึ้นกับเพลา	29
5.27 แสดงเพลาขับของอุปกรณ์ลำเลียงวัสดุ	30
5.28 แสดงเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการคำนวณระบบส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยเพลา	34
5.29 แสดงเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการคำนวณระบบส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยเพลา	37

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
5.30 แสดงการวัดความห่างระหว่างจุดรองรับหรือจุดที่ประกอบแบริ่งถึงชิ้นส่วนส่งกำลังทุกชิ้น แล้วจดบันทึก	37
5.31 แสดงการชั่งน้ำหนักของชิ้นส่วนส่งกำลังที่ติดตั้งบนเพลาเพื่อหาแรงที่กระทำต่อเพลา แล้วจดบันทึก	38
5.32 แสดงการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางชั่งของชิ้นส่วนส่งกำลัง	38
5.33 แสดงการตรวจสอบวัสดุทำเพลาเพื่อหาค่าความเค้นดัดอนุญาตของวัสดุทำเพลา	39
5.34 แสดงการตรวจสอบขนาดต้นกำลังขับมอเตอร์จากเนมเพลสของมอเตอร์แล้วจดบันทึก	39
5.35 แสดงการกำหนดโมเมนต์ดัดสูงสุดที่เพลาสามารถรับภาระได้	40
5.36 แสดงการตรวจค่าตัวประกอบความตึงของสายพาน	40
5.37 แสดงการคำนวณค่าต่างๆ ที่ต้องการทราบ	41
5.38 แสดงการบันทึกรายงานสรุปผลการปฏิบัติงาน	41
5.39 แสดงการจัดเก็บเครื่องมืออุปกรณ์และบริเวณปฏิบัติงาน	42
5.40 แสดงการปฏิบัติตามกฎความปลอดภัยในการคำนวณระบบส่งกำลังด้วยเพลาโดย การแขวนป้ายล็อกเมนสวิทย์ก่อนทำงาน	42

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
5.1 แสดงเกรดวัสดุทำเพลา	20
5.2 แสดงขนาดของเพลาตัน	20
5.3 แสดงขนาดของเพลากลวง	20
5.4 แสดงค่าตัวประกอบความตึงสายพาน	26
5.5 แสดงความแข็งแรงของวัสดุเมื่ออยู่ภายใต้ภาระความเค้นแบบต่างๆ	32

สาระสำคัญ

1. หน้าที่และลักษณะการใช้งานของเพลา
2. ชนิดของเพลาและการใช้งาน
3. ข้อกำหนดในการเลือกวัสดุทำเพลา
4. ขนาดมาตรฐานความโตของเพลา
5. สูตรคำนวณค่าทางเทคนิคสำหรับการออกแบบเพลา
6. เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการคำนวณระบบส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยเพลา
7. วิธีการคำนวณระบบส่งกำลังด้วยเพลา
8. การบันทึกรายงานสรุปผลการปฏิบัติงาน
9. การจัดเก็บเครื่องมืออุปกรณ์และบริเวณปฏิบัติงาน
10. กฎความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน

วัตถุประสงค์ทั่วไปของการเรียนรู้

1. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับหน้าที่และลักษณะการใช้งานของเพลา
2. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับชนิดของเพลาและการใช้งาน
3. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับข้อกำหนดในการเลือกวัสดุทำเพลา
4. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับขนาดมาตรฐานความโตของเพลา
5. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสูตรคำนวณค่าทางเทคนิคสำหรับการออกแบบเพลา
6. เพื่อให้มีทักษะในการจัดเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการคำนวณระบบส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยเพลา
7. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับวิธีการคำนวณระบบส่งกำลังด้วยเพลา
8. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการบันทึกรายงานสรุปผลการปฏิบัติงาน
9. เพื่อให้มีทักษะในการจัดเก็บเครื่องมืออุปกรณ์และบริเวณปฏิบัติงานได้
10. เพื่อให้มีเจตคติที่ดีต่อการจัดเก็บเครื่องมืออุปกรณ์และบริเวณปฏิบัติงานพร้อมกฎความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน

วิทยาลัยเทคนิคท่าหลวงซิเมนต์ไทยอนุสรณ์	**วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมด้านทฤษฎี**	หน้าที่ : 3
	หน่วยที่ 5 : งานคำนวณระบบส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยเพลา	

Behavioral Objectives	TKL			Remark
	R	A	T	
1. บอกหน้าที่การใช้งานของเพลาได้	✓			
2. บอกชนิดของเพลาส่งกำลังได้	✓			
3. อธิบายข้อกำหนดในการเลือกวัสดุทำเพลาได้		✓		
4. อธิบายข้อกำหนดในการเลือกขนาดมาตรฐานความโตของเพลาได้		✓		
5. บอกสูตรคำนวณค่าทางเทคนิคสำหรับการออกแบบเพลาได้	✓			
6. บอกรายการเครื่องมือที่ใช้ในการคำนวณระบบส่งกำลังด้วยเพลาได้	✓			
7. อธิบายวิธีการคำนวณระบบส่งกำลังด้วยเพลา		✓		
8. อธิบายหัวข้อที่ต้องทำการบันทึกรายงานสรุปผลการปฏิบัติงานได้		✓		
9. บอกวิธีการจัดเก็บเครื่องมืออุปกรณ์และบริเวณปฏิบัติงานได้	✓			
10. บอกกฎความปลอดภัยในการประกอบติดตั้งเพลาได้	✓			

TKL = Task Knowledge Level

R = Recalled A = Applied T = Transferred

วิทยาลัยเทคนิคท่าหลวงซิเมนต์ไทยอนุสรณ์	**วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมด้านปฏิบัติ**	หน้าที่ : 4
	หน่วยที่ 5 : งานคำนวณระบบส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยเพลา	

Behavioral Objectives	TSL			Remark
	I	C	A	
1. เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการคำนวณระบบส่งกำลังด้วยเพลาได้	✓			
2. วัดค่าทางเทคนิคที่ใช้ในการคำนวณระบบส่งกำลังด้วยเพลาได้		✓		
3. คำนวณระบบส่งกำลังด้วยเพลาได้		✓		
4. บันทึกรายงานสรุปผลการปฏิบัติงานได้		✓		
5. จัดเก็บเครื่องมืออุปกรณ์และบริเวณปฏิบัติงานได้	✓			

TSL = Task Skill Level

I = Imitation C = Control A = Automatism

วิทยาลัยเทคนิคท่าหลวงซิเมนต์ไทยอนุสรณ์	**แบบทดสอบก่อนเรียน**	หน้าที่ : 5
	หน่วยที่ 5 : งานคำนวณระบบส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยเพลา	

คำสั่ง : จงทำเครื่องหมายกากบาท (X) ทับข้อที่ถูกลงในกระดาษคำตอบที่แจกให้ เวลาที่กำหนด : 20 นาที

1.ข้อใดบอกหน้าที่และการใช้งานของเพลาได้ถูกต้อง

ก. เพลาใช้รับภาระที่กระทำเกิดจากแรงกดทับเป็นหลัก

ข. เพลาใช้รับงานในสภาพอยู่กับที่หรือหมุนเคลื่อนที่ก็ได้

ค. เพลาใช้ส่งถ่ายโมเมนต์แรงบิดและถ่ายทอดการหมุนของชิ้นส่วนทางกล

ง. เพลาใช้รับภาระที่เกิดจากการดัดงอเป็นหลัก ไม่มีการส่งถ่ายโมเมนต์แรงบิด

2.ข้อใด**<u>ไม่ใช่</u>**การแบ่งชนิดของเพลาตามรูปร่างหน้าตัดของเพลา

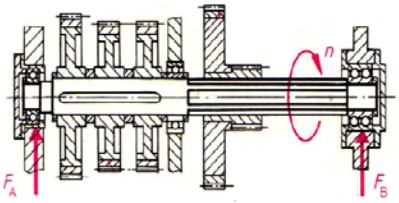
ก. เพลาตัน,เพลากลวง

ข. เพลาสปลายน์,เพลาโพลีกอน

ค. เพลายูนิเวอร์แซล,เพลาโพลีกอน

ง. เพลาซี่ฟันปลาหรือเพลาซี่ฟันแหลม,เพลาตัน

3.ชื่อและการใช้งานของเพลาตามรูปภาพข้อใดกล่าวได้ถูกต้อง



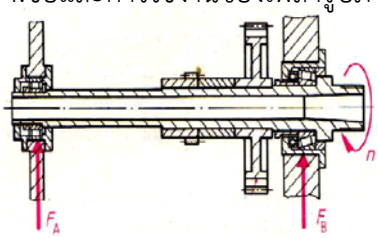
ก. เพลาตันใช้งานส่งกำลังทั่วไปของเครื่องจักรกล

ข. เพลากลวงออกแบบใช้งานเพื่อลดน้ำหนักของเพลา

ค. เพลาสตัปเป็นเพลาที่ติดเป็นชิ้นส่วนต่อเนื่องจากต้นกำลังขับ

ง. เพลาแนวเป็นเพลาที่ต่อตรงจากต้นกำลังใช้ส่งกำลังไปยังเครื่องอื่น ๆ

4.ชื่อและการใช้งานของเพลารูปภาพข้อใดกล่าวได้ถูกต้อง



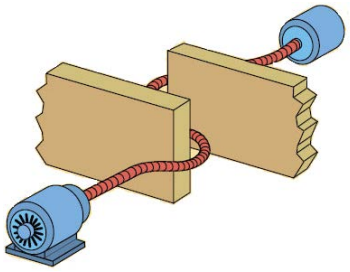
ก. เพลาตันใช้งานส่งกำลังทั่วไปของเครื่องจักรกล

ข. เพลากลวงออกแบบใช้งานเพื่อลดน้ำหนักของเพลา

ค. เพลาสตัปเป็นเพลาที่ติดเป็นชิ้นส่วนต่อเนื่องจากต้นกำลังขับ

ง. เพลาแนวเป็นเพลาที่ต่อตรงจากต้นกำลังใช้ส่งกำลังไปยังเครื่องอื่น ๆ

5.ชื่อและการใช้งานของเพลาตามรูปภาพข้อใดกล่าวได้ถูกต้อง



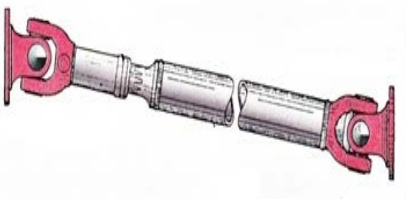
ก. เพลาอ่อน เป็นเพลาที่สามารถโค้งหรืออ่อนตัวได้

ข. เพลายูนิเวอร์แซลส่งกำลังในกรณีที่เพลาตามเอียงทำมุม

ค. เพลาสตัปเป็นเพลาที่ติดเป็นชิ้นส่วนต่อเนื่องจากต้นกำลังขับ

ง. เพลาแนวเป็นเพลาที่ต่อตรงจากต้นกำลังใช้ส่งกำลังไปยังเครื่องอื่น ๆ

6.ชื่อและการใช้งานของเพลาตามรูปภาพข้อใดกล่าวได้ถูกต้อง



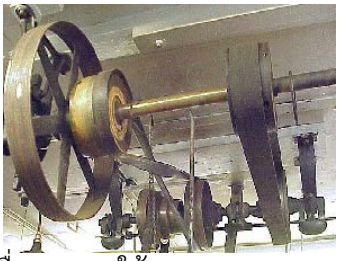
ก. เพลาอ่อน เป็นเพลาที่สามารถโค้งหรืออ่อนตัวได้

ข. เพลายูนิเวอร์แซลส่งกำลังในกรณีที่เพลาตามเอียงทำมุม

ค. เพลาสตัปเป็นเพลาที่ติดเป็นชิ้นส่วนต่อเนื่องจากต้นกำลังขับ

ง. เพลาแนวเป็นเพลาที่ต่อตรงจากต้นกำลังใช้ส่งกำลังไปยังเครื่องอื่น ๆ

7.ชื่อและการใช้งานของเพลาตามรูปภาพข้อใดกล่าวได้ถูกต้อง



ก. เพลาตันใช้งานส่งกำลังทั่วไปของเครื่องจักรกล

ข. เพลากลวงออกแบบใช้งานเพื่อลดน้ำหนักของเพลา

ค. เพลาสตัปเป็นเพลาที่ติดเป็นชิ้นส่วนต่อเนื่องจากต้นกำลังขับ

ง. เพลาแนวเป็นเพลาที่ต่อตรงจากต้นกำลังใช้ส่งกำลังไปยังเครื่องอื่น ๆ

8.ชื่อและการใช้งานของเพลาตามรูปภาพข้อใดกล่าวได้ถูกต้อง

ก. เพลาอ่อน เป็นเพลาที่สามารถโค้งหรืออ่อนตัวได้

ข. เพลายูนิเวอร์แซลส่งกำลังในกรณีที่เพลาตามเอียงทำมุม

ค. เพลาสตัปเป็นเพลาที่ติดเป็นชิ้นส่วนต่อเนื่องจากต้นกำลังขับ

ง. เพลาแนวเป็นเพลาที่ต่อตรงจากต้นกำลังใช้ส่งกำลังไปยังเครื่องอื่น ๆ

9.ชื่อและการใช้งานของเพลาตามรูปภาพข้อใดกล่าวได้ถูกต้อง

ก. เพลาอ่อน เป็นเพลาที่สามารถโค้งหรืออ่อนตัวได้

ข. เพลายูนิเวอร์แซลส่งกำลังในกรณีที่เพลาตามเอียงทำมุม

ค. เพลาสตัปเป็นเพลาที่ติดเป็นชิ้นส่วนต่อเนื่องจากต้นกำลังขับ

ง. เพลาหลายเหลี่ยม ส่งถ่ายกำลังโดยไม่ต้องใช้อุปกรณ์ขัดตัว

10.ข้อใด<u>ไม่ใช่</u>หลักในการพิจารณาในการออกแบบเพลา

ก. ความเค้นที่เกิดกับเพลา ข. อุณหภูมิในการใช้งาน

ค. ความคงทนต่อการอ่อนตัว ง. การสั่นตัวของเพลา

11.ข้อใดคือเกรดวัสดุทำเพลาที่เหมาะสมสำหรับการรับภาระปกติทั่วไป

ก. St.50 ข. 16MnCr5

ค. 28Mn6 ง. 42CrMo4

12.ข้อใดคือเกรดวัสดุทำเพลาที่เหมาะสมสำหรับการรับภาระปานกลางถึงหนัก

ก. St.50 ข. 16MnCr5

ค. 28Mn6 ง. Ck15

13.ข้อใดคือเกรดวัสดุทำเพลาที่มีความคงทนต่อการแอ่นตัวหรือบิดไปมาและเพลาสามารถชุบผิวแข็งได้

ก. St.50 ข. Ck15

ค. 28Mn6 ง. 42CrMo4

14.วัสดุที่ใช้ผลิตเพลาโดยเพลาไม่มีภาระแรงกระตุกหรือแรงกระแทกคือวัสดุชนิดใด

ก. เหล็กหล่อ ข. เหล็กกล้าคาร์บอน

ค. เหล็กเหนียว ง. ทองแดง

15. การเลือกขนาดมาตรฐานความโตของเพลาควรให้สัมพันธ์กับสิ่งใด

ก. เลือกตามขนาดทอร์คที่ต้องการส่งถ่าย ข. เลือกตามค่าความเร็วรอบหมุนของเพลา

ค. เลือกตามขนาดกำลังงานที่ต้องการส่งถ่าย ง. เลือกให้สัมพันธ์กับชิ้นส่วนอื่นๆที่จะใช้งานร่วมกัน

16. อุปกรณ์ส่งกำลังที่ทำให้เกิดแรงตามแนวรัศมีและตามแนวแกนกระทำกับเพลาพร้อมกันคือข้อใด

ก. เฟืองตรง ข. เฟืองเฉียง

ค. สายพาน ง. โซ่

17. สูตรการคำนวณการหมุนส่งถ่ายกำลังด้วยสายพานตามแนวรัศมีข้อใดถูกต้อง

ก. $Fr = \frac{19100 \bullet P \bullet G}{D \bullet N}$ ข. $Fr = \frac{19100 \bullet P}{D \bullet N}$

ค. $Fr = \frac{19100 \bullet P \bullet G}{N}$ ค. $Fr = \frac{19100 \bullet P \bullet G}{D}$

18. จากสูตรที่กำหนดให้ $\sigma e = \sqrt{\sigma b^2 + 0.75 (\alpha o \bullet \tau t)^2}$ เป็นสูตรหาค่าความเค้นในข้อใด

ก. ความเค้นแรงบิด ข. ความเค้นแรงดัด

ค. ความเค้นรวม (แรงดัด + แรงบิด) ง. ความเค้นรวม (แรงดัด + แรงดึง)

19. แรงตามแนวรัศมี (Fr) ของเพลาทำให้เกิดค่าความเค้นใด

ก. ความเค้นแรงดัด ข. ความเค้นแรงบิด

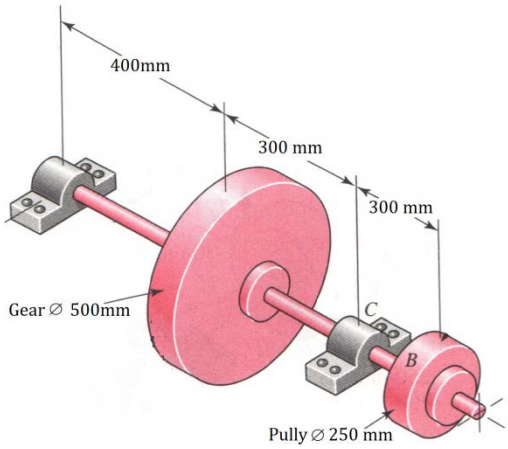
ค. ความเค้นแรงดึง ง. ความเค้นแรงอัด

20. โมเมนต์แรงบิดหรือทอร์คในเนื้อเพลาทำให้เกิดค่าความเค้นใด

ก. ความเค้นแรงดัด ข. ความเค้นแรงเฉือน

ค. ความเค้นแรงดึง ง. ความเค้นแรงอัด

จากโจทย์ที่กำหนดต่อไปนี้ใช้ตอบคำถามข้อ 21 - 25



เพลาส่งกำลังทำจากเหล็กกล้า St.50 มีกำลังเข้าที่พูลเล่ย์ขนาด 7 kW ที่ความเร็วรอบ 650 รอบต่อนาที และมีกำลังส่งออกที่เฟืองฟันตรง กำหนดให้พูลเล่ย์มีขนาดความโต ∅250 มิลลิเมตร ส่วนฟันเฟืองตรงมีขนาดวงกลมพิต ∅500 มิลลิเมตร เฟืองมีขนาดมุมกด 20 องศา น้ำหนักเฟือง 250 N น้ำหนักพูลเล่ย์ 150 N สายพานที่ใช้คือสายพานยางหน้าตัดแบนจำนวน 3 ชั้น โมเมนต์ดัดสูงสุดที่เพลาสามารถรับภาระได้ 496 N.m ความเค้นแรงบิดอนุญาต 30 N/mm^2 ความเค้นแรงดัดอนุญาต50 N/mm^2

21. แรงกระทำกับเพลาระนาบแนวนอนที่เกิดจากพูลเล่ย์คือข้อใด

ก. 1643.5 N ข. 1644.5 N

ค. 1645.5 N ง. 1646.5 N

22. แรงกระทำกับเพลาระนาบแนวนอนที่เกิดจากเฟืองตรงคือข้อใด

ก. 149 N ข. 148 N

ค. 149 N ง. 150 N

23. ขนาดของเพลาจากการคำนวณตามค่าความเค้นแรงดัดคือข้อใด

ก. 43.5 มิลลิเมตร ข. 44.5 มิลลิเมตร

ค. 45.5 มิลลิเมตร ง. 46.5 มิลลิเมตร

24. ขนาดของเพลาจากการคำนวณตามค่าความเค้นแรงบิดคือข้อใด

ก. 25.95 มิลลิเมตร ข. 26.95 มิลลิเมตร

ค. 27.95 มิลลิเมตร ง. 28.95 มิลลิเมตร

25. ขนาดของเพลาที่สามารถนำไปใช้งานเมื่อเทียบกับมาตรฐานขนาดเพลาคือข้อใด

ก. 50 มิลลิเมตร ข. 55 มิลลิเมตร

ค. 60 มิลลิเมตร ง. 70 มิลลิเมตร

26. ข้อใด**ไม่ใช่**เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการคำนวณระบบส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยเพลา

ก. เวอร์เนียคาร์ลิปเปอร์+เครื่องคิดเลข ข. เครื่องคิดเลข+ผ้า

ค เครื่องคิดเลข+ เวอร์เนียคาร์ลิปเปอร์ ง. ตารางความแข็งแรงของเพลา+ผ้า

27. ข้อใด**ไม่ใช่**ขั้นตอนวิธีการคำนวณระบบส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยเพลา

ก. วัดขนาดความยาวระหว่างจุดรองรับเพลาหรือจุดที่ประกอบแบริ่ง (ระยะLa) แล้วจดบันทึก

ข. วัดระยะห่างของพูลเล่ย์จากจุดติดตั้งกับจุดรองรับเพลาทั้งสองด้าน (ระยะ l1 และ l2) แล้วจดบันทึก

ค. ตรวจสอบขนาดของต้นกำลังขับจากเนมเพลสของมอเตอร์ แล้วจดบันทึก

ง. ตรวจสอบความยาวเพลาต้นกำลังหรือของมอเตอร์แล้วจดบันทึก

28. ข้อใด**ไม่ต้อง**บันทึกเพื่อรายงานสรุปผลการปฏิบัติงานคำนวณระบบส่งเครื่องมือกลกำลังด้วยเพลา

ก. วัสดุทำเพลา ข. ผลการตรวจสอบค่าความเค้นสะสม

ค. ขนาดความยาวเพลา ง. ขนาดความโตเพลา

29. สิ่งที่**ไม่ควร**กระทำในการจัดเก็บเครื่องมืออุปกรณ์และบริเวณปฏิบัติงานบำรุงรักษาเพลา

ก. เก็บเครื่องมืออุปกรณ์เข้าตู้

ข. ใช้ผ้าเช็ดทำความสะอาดเครื่องมือและอุปกรณ์

ค. ใช้ลมเป่าเพื่อทำความสะอาดเครื่องมือและอุปกรณ์

ง. ชโลมน้ำมันเพียงบางๆบริเวณเครื่องมืออุปกรณ์ที่เป็นเหล็ก

30. ข้อใดคือสิ่งที่**ไม่ควร**กระทำด้านกฎความปลอดภัยในการปฏิบัติงานบำรุงรักษาเพลา

ก. ปิดเมนสวิทย์เครื่องจักรก่อนทำงาน ข. ใส่ถุงมือขณะทำงาน

ค. หล่อลื่นเพลาด้วยน้ำมัน ง. ใช้ค้อนเหล็กตอกเพลาเพื่อประกอบ

เอกสารประกอบการพิจารณาแบบทดสอบข้อ 21-25

แสดงขนาดของเพลาตัน

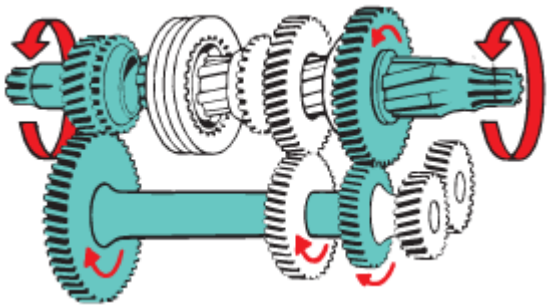
ชุดที่1	6	7	8	9	10											
ชุดที่2	12	14	16	18	20											
ชุดที่3	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
ชุดที่4	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200						
ชุดที่5	220	240	260	280	300	320	340	360	380							

แสดงค่าความเค้นแรงบิดอนุญาต $(\tau t)_{all}$ และความเค้นแรงดัดอนุญาต $((\sigma b)_{all}$ ของวัสดุทำเพลาเกรดต่าง ๆ

วัสดุทำเพลา	ความเค้นแรงบิดอนุญาต (N/mm^2)	ความเค้นแรงดัดอนุญาต (N/mm^2)
St.42	12-18	30-40
St.50	20-40	40-60
St.60	40-60	60-100
St.70	60-80	100-150

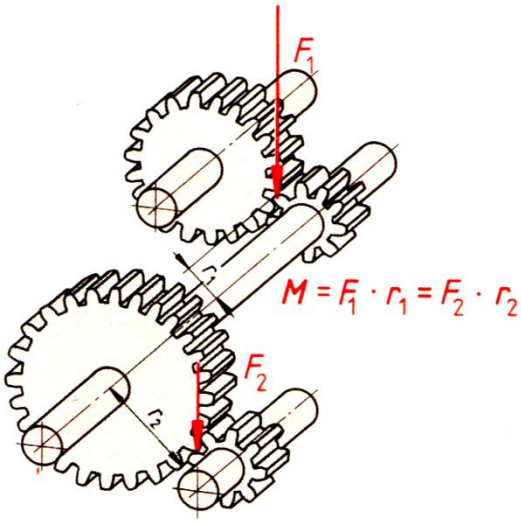
แบบเฉลยข้อทดสอบก่อนเรียน
ด้านทฤษฎี

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



ภาพที่ 5.1 แสดงการส่งถ่ายการหมุนด้วยเพลา
(ที่มา : ดำรง สัพโส. 2559)

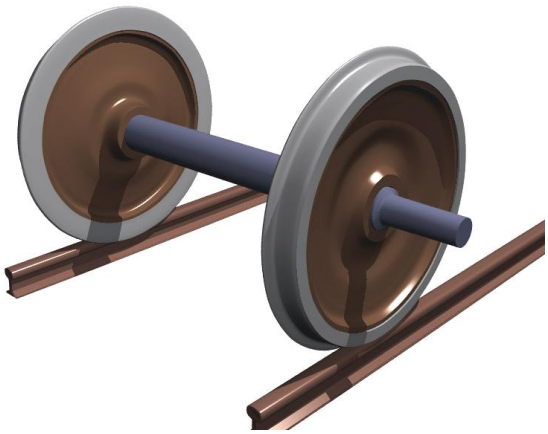
ชิ้นส่วนเครื่องจักรกลที่มีความสำคัญ ซึ่งเป็นชิ้นส่วนที่สามารถหมุนได้ ส่งถ่ายโมเน นต์บิดและถ่ายทอดการหมุนของชิ้นส่วนทางกลที่ติดตั้งอยู่ เช่น พูลเล่ย์ ล้อเฟือง คัปปลิ้ง เฟืองโซ่หรือลูกเบี้ยว ชิ้นส่วนนั้นคือ **เพลา**



ภาพที่ 5.2 แสดงหน้าที่และการใช้งานของเพลา
(ที่มา : ปรีชา ทิมทอง.2543 : 231)

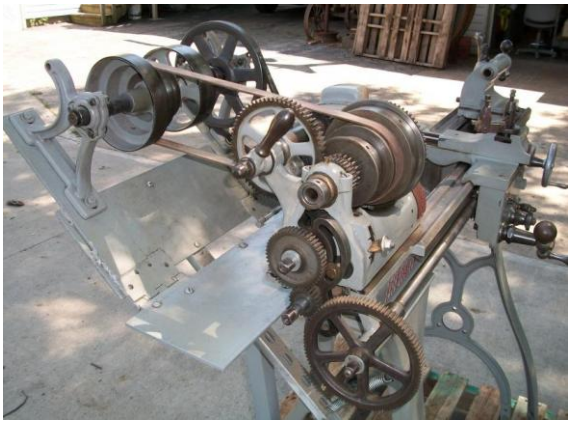
1. หน้าที่และลักษณะการใช้งานของเพลา

เพลาเป็นชิ้นส่วนที่หมุนเคลื่อนที่ตามแนวเส้นรอบวงขณะใช้งาน ใช้ส่งถ่ายโมเมนต์แรงบิดพร้อมทั้งถ่ายทอดการหมุนของชิ้นส่วนทางกลที่ติดตั้งอยู่กับเพลา



ภาพที่ 5.3 แสดงลักษณะการใช้งานของแอกเซิล
(ที่มา : ดำรง สัพโส. 2559)

ชิ้นส่วนที่มีลักษณะคล้ายเพลา คือ แอกเซิล (Axle) โดยทำหน้าที่เป็นชิ้นส่วนเครื่องจักรกลที่อยู่นิ่งหรือหนุน และเป็นที่รองรับการหมุนหรือการสั่นสะเทือน แอกเซิลจะไม่สามารถรับโมเมนต์บิดได้ จึงรับแต่ภาระดัดเป็นส่วนใหญ่ แอกเซิลจึงแบ่งเป็นแอกเซิลที่อยู่กับที่ เช่น ล้อหมุนของเครนหรือรอก และแอกเซิลแบบหมุนได้ เช่น ล้อของรถไฟ



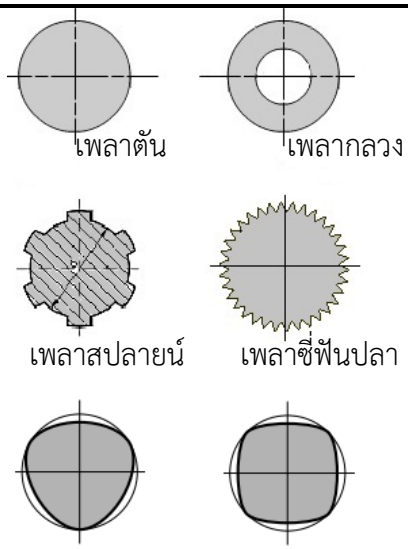
ภาพที่ 5.4 แสดงลักษณะของเพลาแบบต่างๆ
(ที่มา : ดำรง สัพโส. 2559)

2. ชนิดของเพลาและการใช้งาน

การแบ่งชนิดของเพลาโดยทั่วไปสามารถที่จะแบ่งออก 2 ลักษณะ คือ

2.1การแบ่งชนิดของเพลาตามรูปร่างหน้าตัด

2.2การแบ่งชนิดเพลาตามรูปทรงและลักษณะการใช้งาน



ภาพที่ 5.5 แสดงชนิดของเพลาแบ่งตามรูปร่างหน้าตัด

(ที่มา : ดำรง สัพโส. 2559)

2.1 การแบ่งชนิดของเพลาตามรูปร่างหน้าตัด

ลักษณะของเพลาหากแบ่งตามรูปร่างหน้าตัด โดยทั่วไปสามารถแบ่งได้ 5 หน้าตัด ดังนี้

2.1.1 เพลาตัน(Solid Shaft)

2.1.2 เพลากลวง(Hollow Shaft)

2.1.3 เพลาสปลายน์ (Spline Shaft)

2.1.4 เพลาซี่ฟันปลาหรือเพลาซี่ฟันแหลม (Serrated Tooth)

2.1.5 เพลาโพลีกอน (Polygon Shaft)

ภาพที่ 5.6 แสดงลักษณะเพลาตัน

(ที่มา : ดำรง สัพโส. 2559)

2.1.1 เพลาตัน (Solid Shaft)

เพลาตัน ใช้ สำหรับงานทั่วๆ ไป ลักษณะของเพลาอาจออกแบบเป็นเพลาที่ไม่มีบ่า ยกเว้นบ่าเพื่อติดตั้งอุปกรณ์ส่งกำลัง หรืออุปกรณ์รองรับเพลา เช่น ล้อพูลเล่ย์ ล้อเฟือง เพลาตันส่วนใหญ่มักใช้วิธีการกลึงขึ้นรูป

ภาพที่ 5.7 แสดงลักษณะเพลากลวง
(ที่มา : ดำรง สัพโส. 2559)

2.1.2 เพลากลวง (Hollow Shaft)

เพลากลวง ออกแบบเพื่อลดน้ำหนักเพลา ซึ่งเพลากลวงสามารถลดน้ำหนักให้เบากว่าเพลาตันประมาณ 25 เปอร์เซ็น ใช้เป็นเพลาเมนหลัก (Main Spindle) ของเครื่องมือกลทั่วไป เช่น เครื่องกลึง เครื่องกัด

หมายเหตุ โดยปกติ ขนาดความโตรูในของเพลากลวงจะมีค่าเท่ากับ 0.5 X ความโตนอกของเพลา

$$di = 0.5 \times do$$

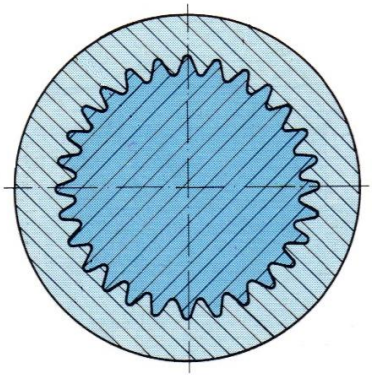
di = ขนาดความโตรูในของเพลา

do = ขนาดความโตนอกของเพลา

ภาพที่ 5.8 แสดงลักษณะเพลาสปลายน์
(ที่มา : ดำรง สัพโส. 2559)

2.1.3 เพลาสปลายน์ (Spline Shaft)

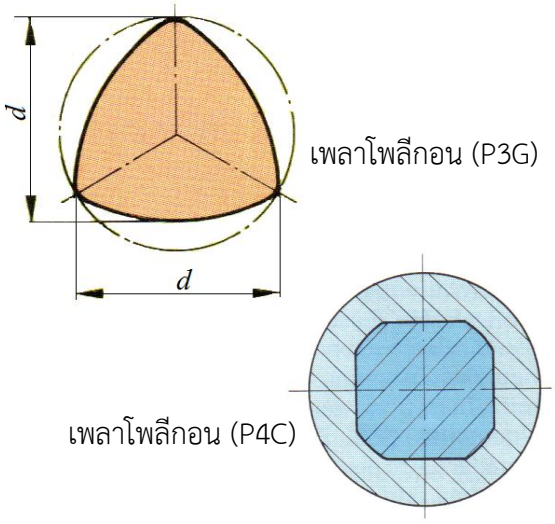
เพลาสปลายน์ ใช้ส่งถ่ายโมเมนต์แรงบิด นอกจากนี้การใช้งานของเพลาสปลายน์เพื่อต้องการให้ดุมล้อหรือเฟืองที่ติดตั้งอยู่เกิดการเลื่อนไปมาตามความยาวของเพลาได้



ภาพที่ 5.9 แสดงลักษณะ เพลาซี่ฟันปลาหรือเพลาซี่ฟันแหลม
(ที่มา : ปรีชา ทิมทอง.2543 : 227)

2.1.4 เพลาซี่ฟันปลาหรือเพลาซี่ฟันแหลม (Serrated Tooth)

เพลาซี่ฟันปลาหรือเพลาซี่ฟันแหลมเพลานี้ถูกออกแบบในการใช้งานสำหรับการจับยึดและส่งถ่ายกำลังของคันโยก เช่น คันสตาร์ทรถจักรยานยนต์ คันส่งพวงมาลัยรถยนต์ เป็นต้น



ภาพที่ 5.10 แสดงลักษณะเพลาโพลีกอน
(ที่มา : ปรีชา ทิมทอง.2543 : 227)

2.1.5 เพลาโพลีกอน (Polygon Shaft)

เพลาโพลีกอน มีลักษณะเป็น เพลาที่มีมุมหรือเหลี่ยมหลายเหลี่ยม ใช้สำหรับส่งถ่ายโมเมนต์แรงบิดของดุมล้อ โดยไม่ต้องใช้อุปกรณ์ขัดตัวเพื่อส่งถ่ายกำลัง เพลาโพลีกอน มีทั้งแบบ P3G P4C

ภาพที่ 5.11 แสดงลักษณะการใช้งานของเพลาต่างๆ
(ที่มา : ดำรง สัพโส. 2559)

2.2 การแบ่งชนิดเพลาตามรูปทรงและลักษณะการใช้งาน

ลักษณะของเพลาหากแบ่งตามรูปทรงและการใช้งาน โดยทั่วไปสามารถแบ่งได้ 5 รูปทรง ดังนี้

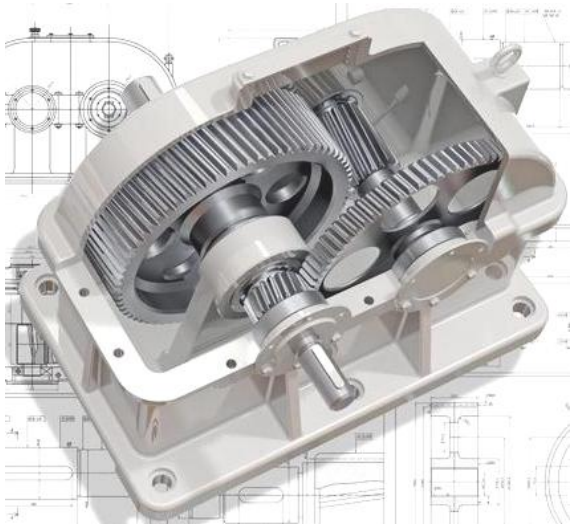
2.2.1 เพลาสตัป (Stub Shaft)

2.2.2 เพลาอ่อน(Flexibel Shaft)

2.2.3 เพลาแนว (Line Shaft)

2.2.4 เพลาแจ็ค (Jack Shaft)

2.2.5 เพลายูนิเวอร์แซล (Universal Joint Shaft)



ภาพที่ 5.12 แสดงลักษณะเพลาสตัป
(ที่มา : http://vishwagroup.co.in/GearBox.html)

2.2.1 เพลาสตัป (Stub Shaft)

เพลาสตัป บางครั้งเรียกว่า Head Shaft เป็นเพลาที่มีความยาวไม่มากนัก เช่น เพลาของมอเตอร์

ภาพที่ 5.13 แสดงลักษณะเพลาอ่อน
(ที่มา : ดำรง สัพโส. 2559)

2.2.2 เพลาอ่อน (Flexibel Shaft)

เพลาอ่อน เป็นเพลาที่สามารถโค้งหรืออ่อนตัวได้ เพลาชนิดนี้ผลิตจากเส้นลวดขนาดใหญ่ (Cable) ลวดสปริงหรือลวดเกลียว (Wire Rope) ซึ่งใช้ส่งกำลังในลักษณะที่แกนหมุนทำมุมกันได้ ข้อด้อยของเพลาอ่อน คือ กำลังได้น้อย นิยมใช้กับอุปกรณ์ทางการแพทย์

ภาพที่ 5.14 แสดงลักษณะเพลาแนว
(ที่มา : http://www.pmmodelengines.com)

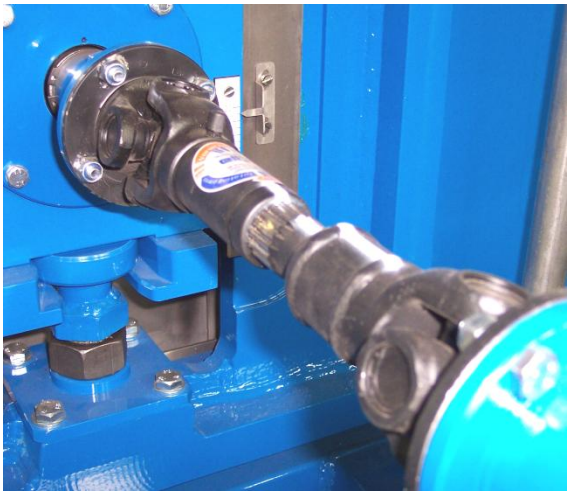
2.2.3 เพลาแนว (Line Shaft)

เพลาแนว หรือเพลาส่งกำลัง (Power Transmission Shaft) หรือเพลาหลัก (Main Shaft) เป็นเพลาที่ต่อตรงจากต้นกำลังเพื่อใช้ส่งกำลังไปยังเครื่องจักรกลชนิดอื่น ๆ หลายเครื่องพร้อมๆ กัน

ภาพที่ 5.15 แสดงลักษณะเพลาแจ็ค
(ที่มา : ดำรง สัพโส. 2559)

2.2.4 เพลาแจ็ค (Jack Shaft)

เพลาแจ็ค หรือ เคาน์เตอร์ชาฟต์ (Counter Shaft) เป็นเพลาขนาดสั้นที่อยู่ระหว่างต้นกำลังกับเพลาหลักหรือเครื่องจักรกลทั่วไป



ภาพที่ 5.16 แสดงลักษณะเพลายูนิเวอร์แซล
(ที่มา : http//en.wikipedia.org/wiki/Universal joint)

2.2.5 เพลายูนิเวอร์แซล (Universal Joint Shaft)

เพลายูนิเวอร์แซล สามารถส่งกำลังในกรณีที่เพลาตามเอียงทำมุมกับเพลาขับได้ดี และส่งกำลังได้สูงจากรูปทรงซี่ฟันของเพลาสไปล์น

ตารางที่ 5.1 แสดงเกรดวัสดุทำเพลา

กลุ่มวัสดุ	การใช้งาน	ตัวอย่างเกรดวัสดุ
1.เหล็กเหนียว (Mild Steel)	รับภาระปกติทั่วไปไม่มากนัก เช่น เพลาของระบบสายพานลำเลียง	St.37 St.42 St.50
2. เหล็กกล้าผสมต่ำ (Low alloy Steel)	เพลาของรถยนต์ แกนเพลามอเตอร์ เพลาเครื่องมือกล	25CrMo4 28Mn6 42CrMo4
3. เหล็กกล้าชุบผิวแข็ง (Case Hardening Steel)	รับแรงกระแทกหรือกระตุกได้ดี ผิวนอกแข็งส่วนแกนกลางจะเหนียว	C15 Ck15 16MnCr5

3.ข้อกำหนดในการเลือกวัสดุทำเพลา

ข้อกำหนดในการเลือกวัสดุมาทำเพลาหรือการเลือกเกรดวัสดุทำเพลามีข้อกำหนดคือ

3.1 ขนาดของภาระหรือกำลังงานที่เพลาต้องส่งถ่ายกำลังภาระปกติทั่วไปใช้วัสดุกลุ่มเหล็กเหนียว

3.2 ขนาดของภาระหรือกำลังงานที่เพลาต้องส่งถ่ายกำลังภาระปานกลางถึงหนักใช้วัสดุกลุ่มเหล็กกล้าผสมต่ำ

3.3 ต้องการความคงทนต่อการแอ่นตัวหรือบิดไปของเพลา เลือกใช้กลุ่มเหล็กกล้าชุบผิวแข็ง

4. ขนาดมาตรฐานความโตของเพลา

การกำหนดขนาดของเพลาโดยทั่วไป กำหนดตามมาตรฐาน ISO/R775-1969 เพื่อความสะดวกสำหรับเลือกใช้งาน และนอกจากนั้นยังเป็นขนาดที่สอดคล้องกับรูในของตลับลูกปืนด้วย

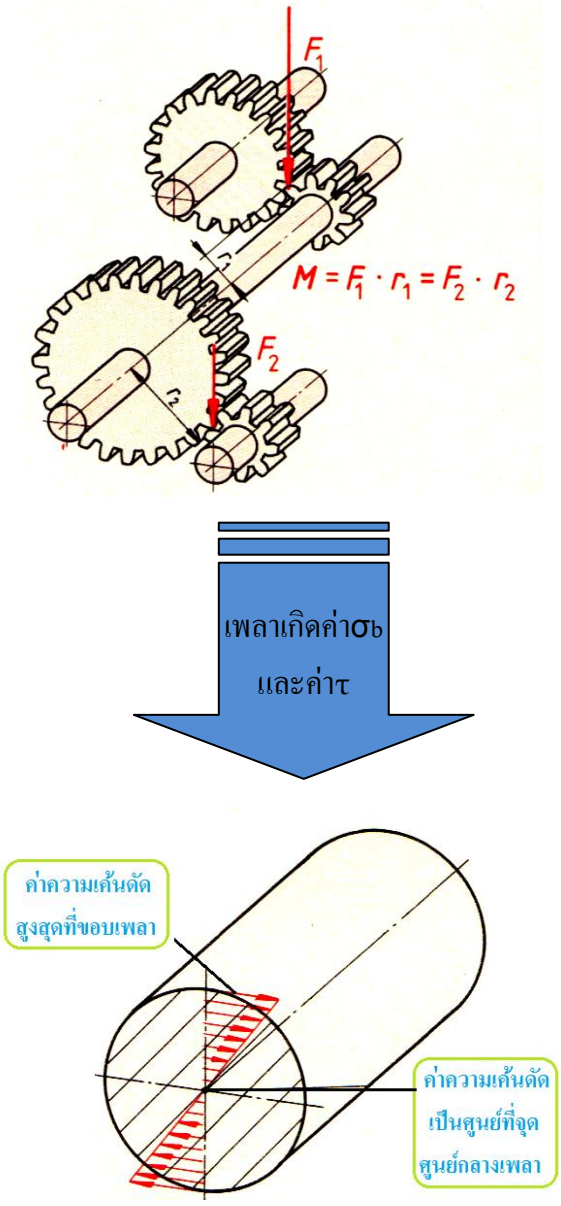
ตารางที่ 5.2 แสดงขนาดของเพลาตัน

ชุดที่1	6	7	8	9	10											
ชุดที่2	12	14	16	18	20											
ชุดที่3	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
ชุดที่4	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200						
ชุดที่5	220	240	260	280	300	320	340	360	380							

ตารางที่ 5.3 แสดงขนาดของเพลากลวง

ขนาดความโตนอก	ขนาดความโตใน
20	15.0
25	15.6
30	18.2
40	28.1

ขนาดความโตนอก	ขนาดความโตใน
50	29.7
60	36.0
80	56.9
-	-



ภาพที่ 5.17 แสดงภาระโมเมนต์แรงบิดและค่าความเค้นที่เกิดขึ้นในเพลา
(ที่มา : ปรีชา ทิมทอง.2543 : 231)

5. สูตรคำนวณค่าทางเทคนิคสำหรับการออกแบบเพลา

ในการหมุนส่งถ่ายกำลังด้วยเพลาขณะที่เพลาส่งถ่ายกำลังนั้นจะเกิดภาระต่าง ๆ ดังนี้

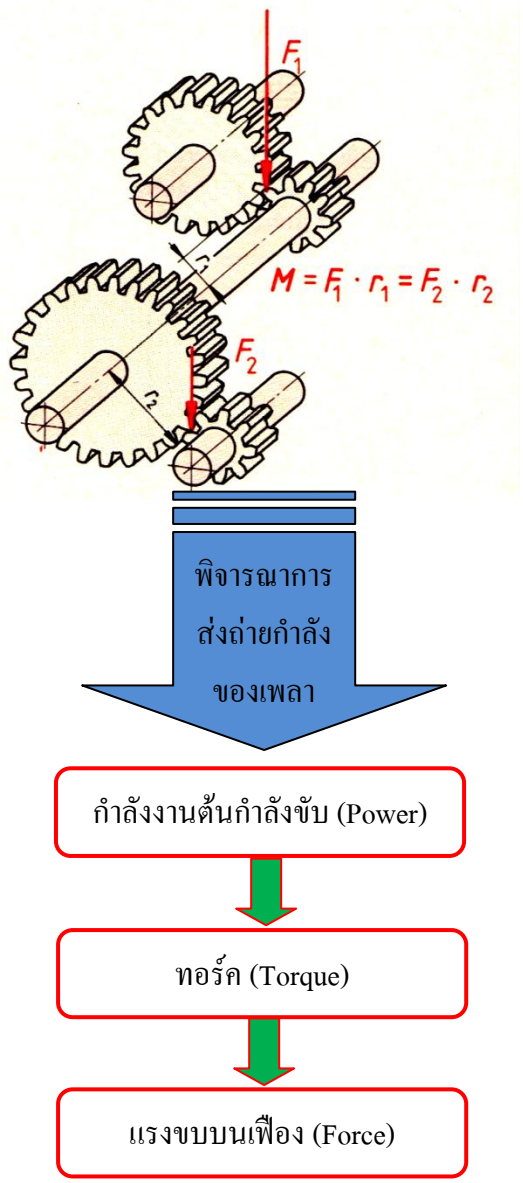
1. ภาระที่กระทำกับเพลาเกิดขึ้นทั้งการหมุนบิดและการโก่งงอ
2. การหมุนบิดของเพลาทำให้เพลาเกิดค่า “ความเค้นเฉือน” (τ)
3. การโก่งงอของเพลาทำให้เพลาเกิดค่า “ความเค้นดัด” (σ_b)

สำหรับการออกแบบเพื่อหาขนาดของเพลาจะต้องมีการพิจารณาถึงสิ่งต่าง ๆ ดังนี้

1. กำลังงาน และภาระงานที่เพลาจะต้องส่งกำลัง
2. ความเค้นที่เกิดขึ้นกับเพลารวมทั้งรูปร่างขนาด วัสดุทำเพลา และผิวงานสำเร็จของเพลา
3. ความแกร่ง หรือความคงทนต่อการแอ่นหรือบิดตัวของเพลาเมื่อรับภาระ
4. ความเร็ววิกฤตของเพลา

โดยปกติการส่งกำลังทั่วๆไปจะพิจารณาเฉพาะข้อที่ 1 และ 2

นอกจากนั้นยังจะต้องทำการวิเคราะห์แรงที่กระทำกับเพลา อันเนื่องมาจากอุปกรณ์ส่งกำลังแบบต่างๆและความเค้นที่เกิดกับเพลาดังนี้



ภาพที่ 5.18 แสดงภาระโมเมนต์แรงบิดและค่าความเค้นที่เกิดขึ้นในเพลาส่งกำลังด้วยล้อเฟือง (ที่มา : ปรีชา ทิมทอง. 2543 : 231)

5.1. กำลังงานของต้นกำลังขับ

ในการคำนวณหากำลังงานต้นกำลังขับสามารถคำนวณได้จากสูตร

$$P = \frac{2 \bullet M \bullet N}{60 \bullet 1000}$$

หรือ

$$M = 9550 \frac{P}{N}$$

โดยที่

P = กำลังงานต้นกำลังหรือกำลังที่เพลาสามารถส่งกำลังได้ (kW)

M(T) = ทอร์คหรือโมเมนต์แรงบิดที่ส่งถ่ายโดยเพลา (N.m)

N = ความเร็วรอบของเพลา (รอบต่อนาที หรือ rpm)

โมเมนต์แรงบิดที่ส่งถ่ายโดยเพลาเกิดจาก

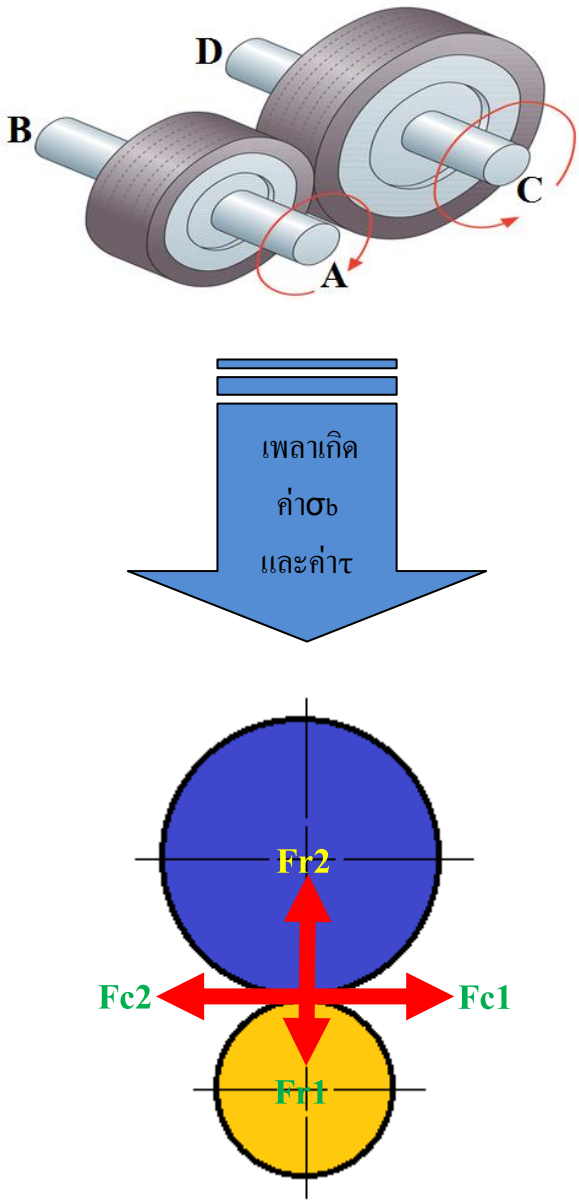
โมเมนต์แรงบิด = แรงขับตามแนวเส้นรอบ × รัศมี

$$M = F \times r$$

โดยที่

F = แรงขับตามแนวเส้นรอบวง (Circumferential Force)

r = ขนาดรัศมีของอุปกรณ์ส่งถ่ายกำลัง เช่น ล้อเฟือง mm,m



ภาพที่ 5.19 แสดงแรงต่างๆที่เกิดขึ้นบนล้อเสียดทานที่ส่งผลต่อเพลา

(ที่มา : ปรีชา ทิมทอง. 2543 : 234)

5.2. กำลังงาน และภาระที่เพลาต้องส่งกำลังจากอุปกรณ์ส่งกำลัง

5.2.1. ล้อเสียดทาน (Friction Wheel)

จากกฎการสมดุลของแรง

แรงกริยา = แรงปฏิกิริยา

นั่นคือ

$$F_{r1} = F_{r2}$$

และ

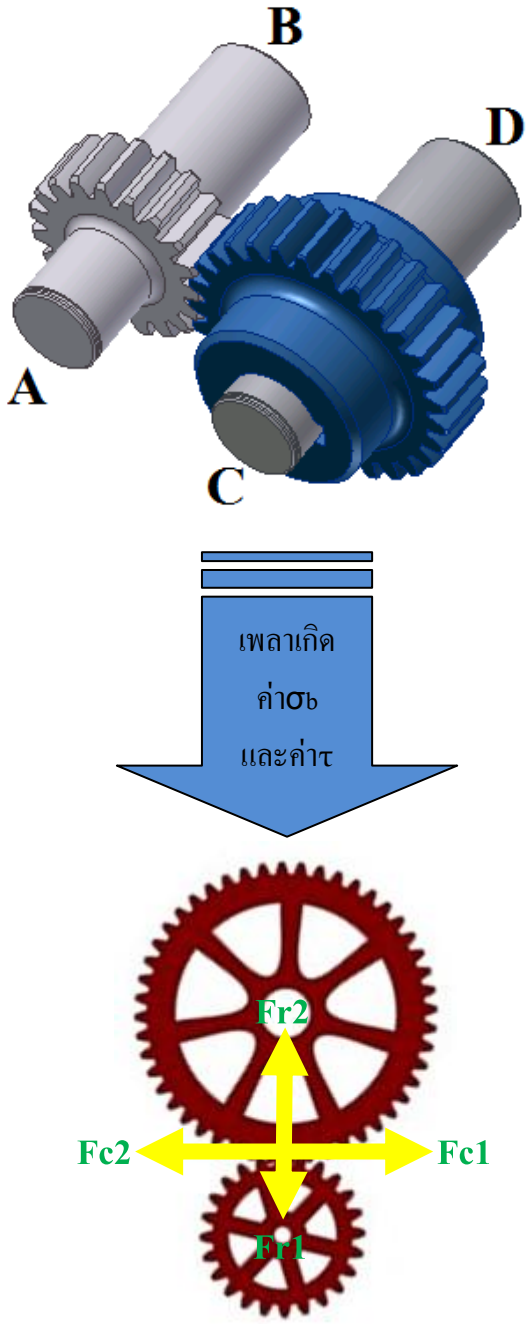
$$F_{c1} = F_{c2}$$

$$F_{c1} = \frac{\text{ทอร์คบนเพลาขับ A-B}}{\text{ขนาดรัศมี } r1} = \frac{T_{A-B}}{r1}$$

$$\text{ทอร์คบนเพลา C-D} = \frac{T_{A-B}}{r1} \times r2$$

$$F_r = \frac{F_c}{\mu}$$

μ = ค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทาน



ภาพที่ 5.20 แสดงแรงต่างๆที่เกิดขึ้นบนเฟืองฟันตรงที่ส่งผลต่อเพลา

(ที่มา : ปรีชา ทิมทอง. 2543 : 235)

5.2.2. เฟืองฟันตรง (Spur Gear)

จากกฎการสมดุลของแรง

แรงกริยา = แรงปฏิกิริยา

นั่นคือ

$$F_{r1} = F_{r2}$$

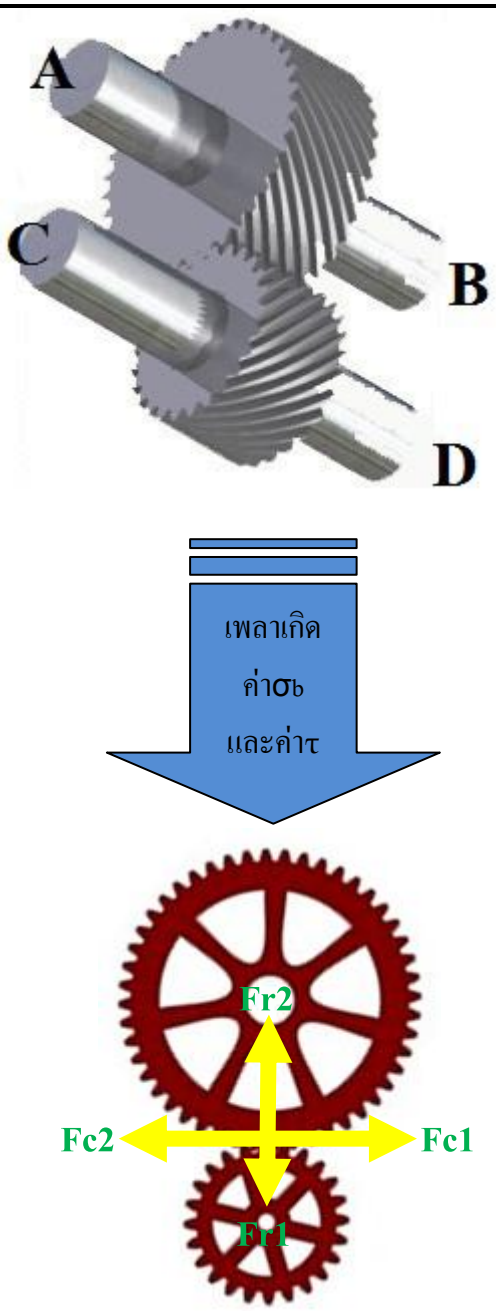
และ

$$F_{c1} = F_{c2}$$

$$F_{c1} = \frac{\text{ทอร์คบนเพลาขับA-B}}{\text{ขนาดรัศมีวงกลมพิตเฟืองขับ}} = \frac{T_{A-B}}{r_1}$$

$$F_{r1} = F_{c1} \cdot \tan\alpha$$

α = ขนาดมุมกดเฟือง ปกติใช้ค่า 20 องศา



ภาพที่ 5.21 แสดงแรงต่างๆที่เกิดขึ้นบนเฟืองฟันเฉียงที่ส่งผลต่อเพลา

(ที่มา : ปรีชา ทิมทอง. 2543 : 235)

5.2.3. เฟืองฟันเฉียง (Helical Gear)

จากกฎการสมดุลของแรง

แรงกริยา = แรงปฏิกิริยา

นั่นคือ

$$F_{r1} = F_{r2}$$

$$F_{c1} = F_{c2}$$

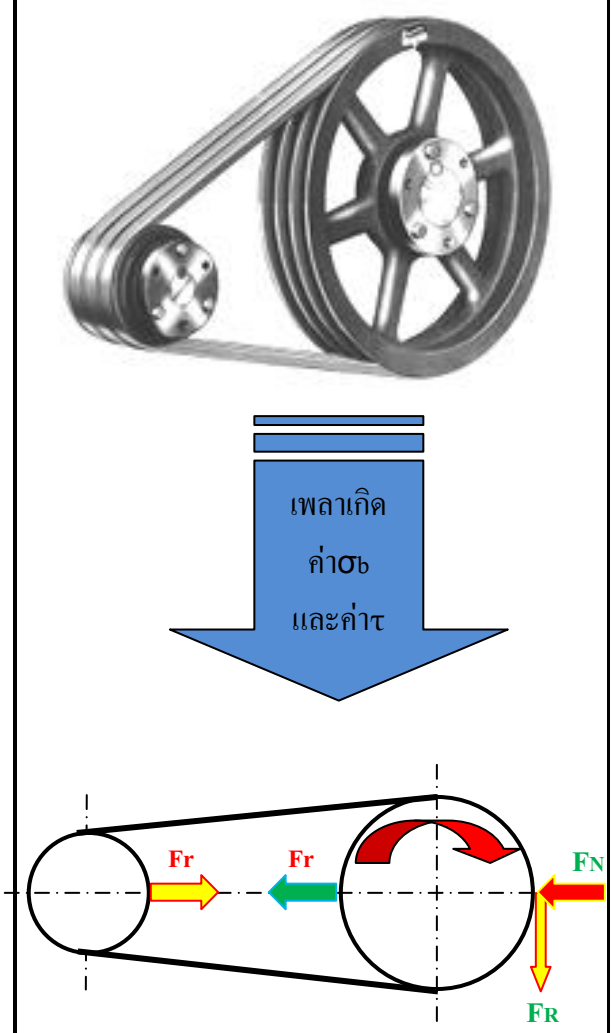
$$F_{a1} = F_{a2}$$

$$F_r = \frac{F_c \cdot \tan\alpha}{\cos\beta}$$

$$F_a = F_c \cdot \tan\alpha$$

α = ขนาดมุมกดเฟือง ปกติใช้ค่า 20 องศา

β = มุมบิดเฉียงของเฟือง (Helix Angle)



ภาพที่ 5.22 แสดงแรงต่างๆที่เกิดขึ้นบนสายพานที่ส่งผลต่อเพลา

(ที่มา : ปรีชา ทิมทอง. 2543 : 236)

5.2.4. สายพาน (Belt)

การขับส่งกำลังด้วยสายพานจะเกิดแรงในแนวรัศมี (Fr) กระทำกับเพลา โดยเมื่อทำการตึงสายพานจะเกิดแรงกด (FN) สร้างแรงเสียดทาน (FR) ฉุดล้อพูลเล่ย์ให้หมุนตามกันได้

$$F_r = \frac{P \cdot 60 \cdot 1000 \cdot G}{2\pi \cdot r \cdot N} \quad (N)$$

$$F_r = \frac{P \cdot 60 \cdot 1000 \cdot G}{D \cdot \pi \cdot N} \quad (N)$$

$$F_r = \frac{19100 \cdot P \cdot G}{D \cdot N} \quad (N)$$

P = กำลังงานที่สายพานส่งถ่ายกำลัง (w)

D = ขนาดความโตล้อพูลเล่ย์ (mm)

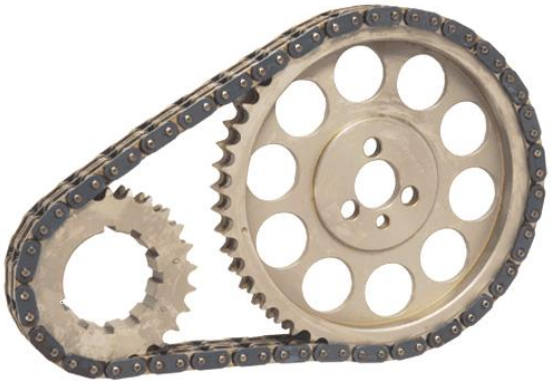
N = ความเร็วรอบหมุนล้อพูลเล่ย์ ($\frac{\text{รอบ}}{\text{นาที}}$)

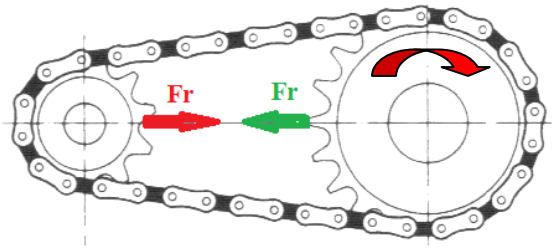
19100= ค่าตัวประกอบการแปลงหน่วยวัด

G = ค่าตัวประกอบความตึงสายพาน

ตารางที่ 5.4 แสดงค่าตัวประกอบความตึงสายพาน

ชนิดของสายพาน	ค่าตัวประกอบG
สายพานทรงวี	2.0
สายพานหนังจำนวน 1-3 ชั้น	2.0
สายพานหนังระยะห่างศูนย์กลางสั้นๆ	3.0
สายพานใช้งานที่อัตราทดสูงๆ ความเร็วรอบต่ำ	3.0
สายพานยางหน้าตัดแบน 3-12 ชั้น	2.0





ภาพที่ 5.23 แสดงแรงต่างๆที่เกิดขึ้นบนโซ่ที่ส่งผลต่อเพลา
(ที่มา : ปรีชา ทิมทอง. 2543 : 237)

5.2.5. โซ่ (Chain)

แรงที่เกิดจากการส่งกำลังของโซ่ทำให้เกิดแรงในแนวรัศมีกระทำกับเพลาที่เฟืองโซ่สวมอยู่ โดยมีค่าเท่ากับ

$$F_r = \frac{19100 \cdot P}{D \cdot N} \quad (N)$$

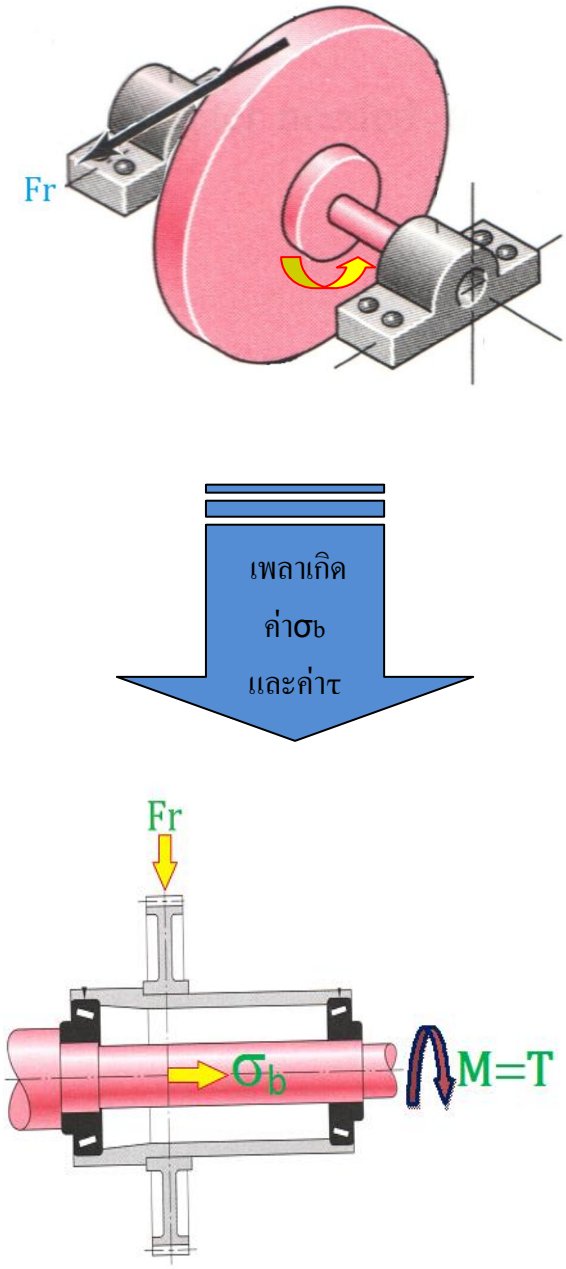
โดยที่

P = กำลังงานที่โซ่ส่งถ่ายกำลัง (w)

D = ขนาดความโตล้อเฟืองโซ่ (mm)

N = ความเร็วรอบหมุนของเฟืองโซ่ ($\frac{\text{รอบ}}{\text{นาที}}$)

19100 = ค่าตัวประกอบการแปลงหน่วยวัด



ภาพที่ 5.24 แรงและความเค้นดัดที่เกิดขึ้นกับเพลา

(ที่มา : ปรีชา ทิมทอง. 2543 : 237)

5.3. ลักษณะความเค้นที่เกิดขึ้นเมื่อมีการส่งถ่ายกำลัง

ลักษณะความเค้นของเพลาที่เกิดขึ้นเมื่อมีการส่งถ่ายกำลังสามารถจำแนกได้ดังนี้

5.3.1 ความเค้นดัด (Bending Stress = σb)

5.3.2 ความเค้นแรงบิด(Torsion Stress = τt)

5.3.3 ความเค้นรวม

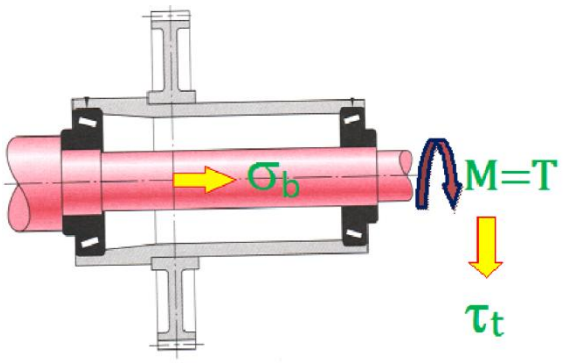
5.3.1.ความเค้นดัด(Bending Stress = σb)

ความเค้นดัด (Bending Stress = σb) เกิดจาก แรงในแนวรัศมี (Fr) ทำให้เกิดโมเมนต์ดัด (Mb) และจากโมเมนต์ดัดที่เกิดขึ้นทำให้เกิดค่าความเค้นดัดนั้นเอง ซึ่งจะมีค่า

$$\sigma b = \frac{Mb \bullet C}{I}$$

กรณีเพลากลมตัน

$$\sigma b = \frac{32 \bullet Mb}{\pi d^3}$$



ภาพที่ 5.25 แรงและความเค้นแรงบิดที่เกิดขึ้นกับเพลา

(ที่มา : ปรีชา ทิมทอง. 2543 : 238)

5.3.2. ความเค้นแรงบิด

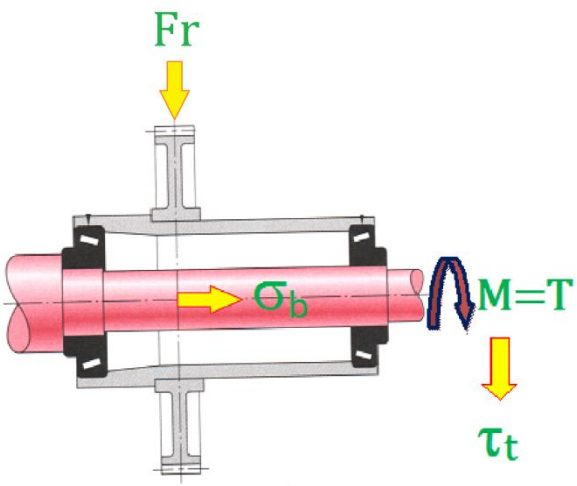
(Torsion Stress =τt)

ความเค้นแรงบิด (Torsion Stress = τt) เกิดจากโมเมนต์แรงบิดหรือทอร์ค และทำให้เพลาเกิดการบิดตัวโดยมีสูตรคำนวณค่าดังนี้

$$\tau t = \frac{T \bullet r}{J}$$

กรณีเพลากลมตัน

$$\tau t = \frac{16 \bullet T}{\pi d^3}$$



ภาพที่ 5.26 แรงและความเค้นรวมที่เกิดขึ้นกับเพลา

(ที่มา : ปรีชา ทิมทอง. 2543 : 238)

5.3.3 ความเค้นรวม

เนื่องจากขณะที่เพลาส่งกำลังอยู่นั้น จะเกิดค่าความเค้นแรงดัด (σb) และค่าความเค้นแรงบิด (τt) ขึ้นพร้อมๆกัน จึงต้องรวมค่าความเค้นทั้งสองเข้าด้วยกัน โดยใช้ทฤษฎีความเค้นเฉือนสูงสุด เป็นค่าความเค้นรวมที่เรียกว่า Equivalent Stress (σe) โดยหาได้จากสูตร

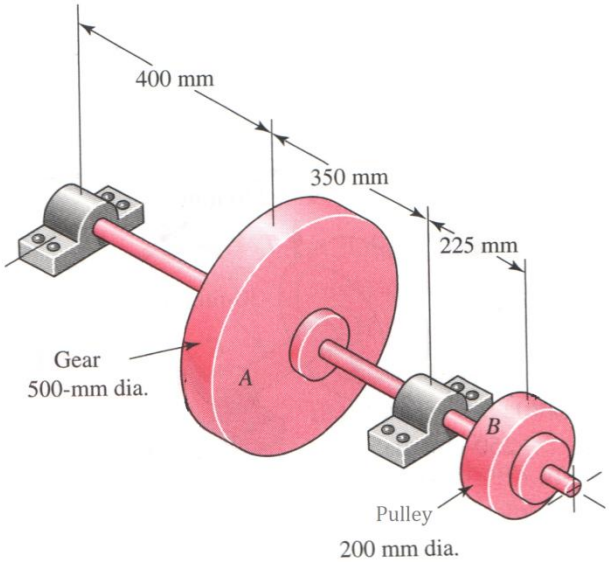
$$\sigma e = \sqrt{\sigma b^2 + 0.75\,(\alpha o \bullet \tau t)^2}$$

โดยที่ αo = 0.70 เมื่อความเค้นบิดคงที่

= 1.0 เมื่อความเค้นบิดไม่คงที่

ตัวอย่างการคำนวณ

ตัวอย่างที่ 1 เพลาส่งกำลังทำจากเหล็กกล้า St.37 มีกำลังเข้าที่พูลเล่ย์ขนาด 8 kW ที่ความเร็วรอบ 550 รอบต่อนาที และมีกำลังส่งออกที่เฟืองฟันตรง กำหนดให้พูลเล่ย์มีขนาดความโต ∅200 มิลลิเมตร ฟันเฟืองตรงมีขนาดวงกลมพิต ∅500 มิลลิเมตร เฟืองมีขนาดมุมกด 20 องศา น้ำหนักเฟือง 450 N น้ำหนักพูลเล่ย์ 250 N สายพานที่ใช้คือสายพานยางหน้าตัดแบนจำนวน 2 ชั้น โมเมนต์ดัดสูงสุดที่เพลาสามารถรับภาระได้ 596 N.m



รูปที่ 5.27 แสดงเพลาขับของอุปกรณ์ลำเลียงวัสดุ

(ที่มา : Richard G.Budynas และ J.Keith Nisbett. 2011 : 138)

แนวการออกแบบ ลักษณะของเพลาขณะใช้งานจะเกิดค่าความเค้นแรงดัดและแรงเฉือนขึ้นพร้อมกันจึงต้องออกแบบด้วยค่าความเค้นแบบผสม

<u>วิธีทำ</u> 1. หาแรงต่าง ๆ ที่กระทำกับเพลาอันเกิดจากพูลเล่ย์และเฟือง

1.1 แรงที่เกิดจากพูลเล่ย์ คือ

1.1.1 แรงในระนาบแนวนอน (Horizontal Plane) คือ แรงแนวรัศมี (Fr) ที่เกิดจากการฉุดของสายพาน

1.1.2 แรงในแนวดิ่ง (Vertical Plane) คือ แรงน้ำหนักของพูลเล่ย์

จากสูตร

$$M = 9550\frac{P}{N}$$

$$= \frac{9550 \times 8}{550}$$

$$= 138.91 \text{ N.m}$$

หาแรงแนวรัศมี

$$Fr = \frac{19100 \bullet P \bullet G}{D \bullet N}$$

จากตารางที่ 5.4 หน้าที่ 26 ค่าตัวประกอบความตึงสายพานได้ค่า G = 2.0

$$Fr = \frac{19100 \times 8 \times 10^3 \times 2}{200 \times 550}$$

$$= \frac{305,600,000}{110,000}$$

$$= 2,778.18 \text{ N}$$

ดังนั้น แรงที่กระทำบริเวณพูลเล่ย์ คือ

ระนาบแนวนอน Fr = 2,778.18 N

ระนาบแนวดิ่ง แรงจากน้ำหนักพูลเล่ย์ = 250 N **<u>ตอบ</u>**

1.2 แรงที่เกิดจากเฟือง คือ

1.2.1 แรงในระนาบแนวนอน (Horizontal Plane) คือ แรงขับตามแนวเส้นรอบวง (Fc)

1.2.2 แรงในแนวดิ่ง (Vertical Plane) คือ แรงตามแนวรัศมี (Ft) และแรงจากน้ำหนักเฟือง

จากสูตร

$$Fc = \frac{M}{r}$$

$$= \frac{138.91}{0.25}$$

$$= 555.64 \text{ N}$$

หาแรงแนวรัศมี $F_r = F_c \cdot \tan\alpha$

$= 555.64 \times \tan 20^\circ$

$= 202.64$ N

ดังนั้น แรงที่กระทำกับเฟือง คือ

ระนาบแนวนอน $F_c = 202.64$ N

ระนาบแนวดิ่ง F_r + แรงจากน้ำหนักเฟือง = 202.64 + 450 = 652.64 **ตอบ**

1.3 หาขนาดเพลาจากค่าความเค้นดัด (σ_b) และค่าความเค้นแรงบิด (τ_t)

ตารางที่ 5.5 แสดงความแข็งแรงของวัสดุเมื่ออยู่ภายใต้ภาระความเค้นแบบต่างๆ

(ที่มา : บรรเลง ศรนิล.2524 : 136)

ความแข็งแรงวัสดุ

ความเค้นสูงสุด σ_{zul} เป็น N/mm² (เป็นค่าเผื่อในการสร้างเครื่องกล)

สภาพการใช้งาน / ลักษณะการรับแรง		St 37	St 50	St 70	GS-45	GG-15	GG-30	G-AlSi	AlCuMg 2	AlMg 3
แรงดึง	I	100...150	140...210	210...310	100...150	35... 45	65... 85	30...50	110...160	80...120
	II	65... 95	90...135	135...200	65... 95	27... 37	50... 67	16...28	50... 70	50... 85
	III	45... 70	65... 95	90...140	45... 70	20... 30	35... 50	13...20	35... 55	42... 70
แรงอัด	I	100...150	140...210	210...310	110...165	85...115	165...215	40...60	110...160	80...120
	II	65... 95	90...135	135...200	70...105	65... 75	100...135	20...24	57... 70	50... 85
	III	45... 70	65... 95	90...140	45... 70	20... 30	35... 50	13...20	35... 55	42... 70
แรงเฉือน	I	80...120	110...170	170...250	80...120	—	—	20...40	90...120	65... 95
	II	50... 75	70...110	110...160	50... 75	—	—	12...20	40... 55	40... 70
	III	35... 55	50... 75	70...110	35... 55	—	—	10...15	30... 40	30... 55
แรงตัด	I	110...165	150...220	230...245	110...165	—	—	35...50	120...175	90...135
	II	70...105	100...150	150...220	70...105	—	—	20...28	50... 70	58... 88
	III	50... 75	70...105	105...125	50... 75	—	—	14...21	35... 55	45... 68
แรงบิด	I	65... 95	85...125	125...195	65... 95	—	—	25...35	65... 95	30... 70
	II	40... 60	55... 85	80...125	40... 60	—	—	16...28	32... 48	26... 46
	III	30... 45	40... 60	60... 90	30... 45	—	—	8...15	22... 32	18... 32

1.3.1 หาขนาดของเพลาจากความเค้นแรงดัด

$$\sigma_b = \frac{32M_b}{\pi d^3}$$

จากตารางที่ 5.5 เหล็ก St.37 มีค่าความเค้นดัดอนุญาต σ_b all. = 50 - 75 N/mm² เลือกใช้ค่าต่ำสุด

จากสูตร $50 = \dfrac{32 \times 595 \times 10^3}{\pi d^3}$

$$d^3 = \sqrt{\frac{32 \times 595 \times 10^3}{50 \times \pi}}$$

$$d^3 = \sqrt{\frac{19,040,000}{157.08}}$$

$$d^3 = \sqrt{121,212.12}$$

$$d = 49.49 \text{ มิลลิเมตร}$$

1.3.2 หาขนาดของเพลาจากความเค้นแรงบิด

$$\tau t = \frac{16T}{\pi d^3}$$

จากตารางที่ 5.5 เหล็ก St.37 มีค่าความเค้นบิดอนุญาต τt all. = 30 - 45 N/mm² เลือกใช้ค่าต่ำสุด

จากสูตร

$$30 = \frac{16 \times 138.91 \times 10^3}{\pi d^3}$$

$$d^3 = \sqrt{\frac{16 \times 138..91 \times 10^3}{30 \times \pi}}$$

$$d^3 = \sqrt{\frac{2,222,560}{94.25}}$$

$$d^3 = \sqrt{23,581.54}$$

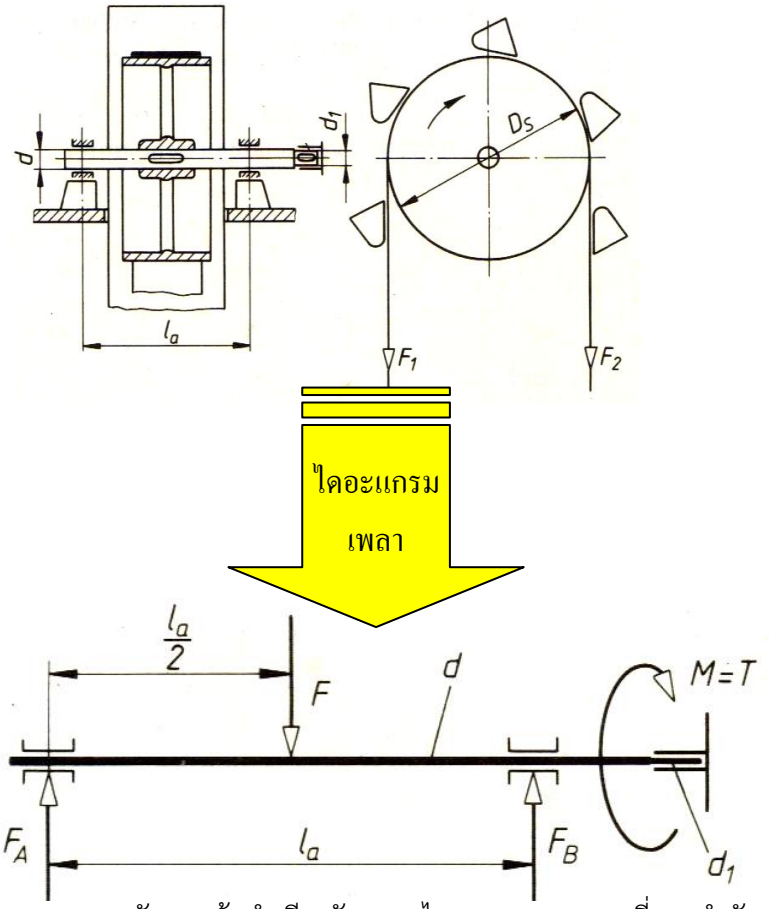
$$d = 28.68 \text{ มิลลิเมตร}$$

ผลการคำนวณนำขนาดเพลา Ød = 49.49 มิลลิเมตร มาพิจารณา และจากตารางที่ 10.2 (หน้าที่ 20) ขนาดมาตรฐานเพลาตันเลือกใช้เพลาจากค่าความเค้นแรงดัดซึ่งจะให้ขนาดเพลาที่โตกว่าและสามารถทนได้ทั้งแรงดัดและแรงบิดโดยเลือกขนาดโต **Ød = 50 mm**

ตัวอย่างที่ 2

เพลาขับกระพ้อลำเลียงวัสดุ ใช้มอเตอร์ขับที่มีกำลังขับ 6.6 kW หมุนด้วยความเร็วรอบ 100 rpm ระยะห่างจุดรองรับ la = 400 mm แรงด้านฉุดกระพ้อมีขนาด F1 = 12,000 N ส่วนด้านปล่อยวัสดุ F2 = 10,000 N วัสดุทำเพลา St 50

แนวการออกแบบ ลักษณะของเพลาขณะใช้งานจะเกิดค่าความเค้นแรงดัดและแรงเฉือนขึ้นพร้อมกันจึงต้องออกแบบด้วยค่าความเค้นแบบผสม



รูปที่ 5.28 แสดงเพลาขับกระพ้อลำเลียงวัสดุและไดอะแกรมของแรงที่กระทำกับเพลา

(ที่มา : มานพ ตันตระบัณฑิตย์. 2540 : 173)

แนวการออกแบบ ลักษณะของเพลาขณะใช้งานจะเกิดค่าความเค้นแรงดัดและแรงเฉือนขึ้นพร้อมกันจึงต้องออกแบบด้วยค่าความเค้นแบบผสม

<u>วิธีทำ</u> 1. หาค่าแรงที่จุดรองรับเพลา

แรงลัพธ์รวมที่กระทำกับเพลา

$$F = F1 + F2$$
$$= 12,000 + 10,000$$
$$= 22,000 \text{ N}$$

แรงที่จุดรองรับเพลา

$$F_A = F_B$$
$$= \frac{F}{2}$$
$$= \frac{22,000}{2}$$
$$= 11,000 \text{ N}$$

2. หาค่าโมเมนต์ดัดสูงสุดที่กระทำกับเพลา

$$Mb = \frac{F_A.la}{2}$$
$$= \frac{11,000 \times 400}{2}$$
$$= 2,200,000 \text{ N mm}$$

3. หาค่าโมเมนต์แรงบิดที่กระทำกับเพลา

$$T = \frac{9550 \times P}{n}$$
$$= \frac{9550 \times 6.6}{100}$$
$$= 630.3 \text{ Nm}$$

4. หาขนาดเพลาจากค่าความเค้นแรงดัด

$$\sigma b = \frac{32 \times Mb}{\pi d^3}$$

จากตารางที่ 5.5 (หน้าที่ 32) คุณสมบัติวัสดุเหล็ก St 50 อยู่ภายใต้แรงดัด ภาระแบบที่ 3 จะมีค่าความเค้นดัดอนุญาต σb all. = 70 - 105 N/mm² ตัดสินใจเลือกใช้ค่าต่ำสุด $= 70 \frac{N}{mm^2}$

แทนค่า $70 = \frac{32 \times 2,200,000}{\pi d^3}$

$d^3 = \frac{32 \times 2,200,000}{\pi \times 70}$

$d = 68.40$ mm

5. หาขนาดเพลาจากค่าความเค้นแรงบิด $\tau t = \frac{16 \bullet T}{\pi d^3}$

จากตารางที่ 5.5 (หน้าที่ 32) คุณสมบัติวัสดุเหล็ก St 50 อยู่ภายใต้แรงบิดภาระแบบที่ 3 จะมีค่า τt all. = 40 - 60 ตัดสินใจเลือกใช้ค่าต่ำสุด = 40 N/mm²

แทนค่า $40 = \frac{16 \times 630,300}{\pi d^3}$

$d^3 = \frac{16 \times 630,300}{\pi \times 40}$

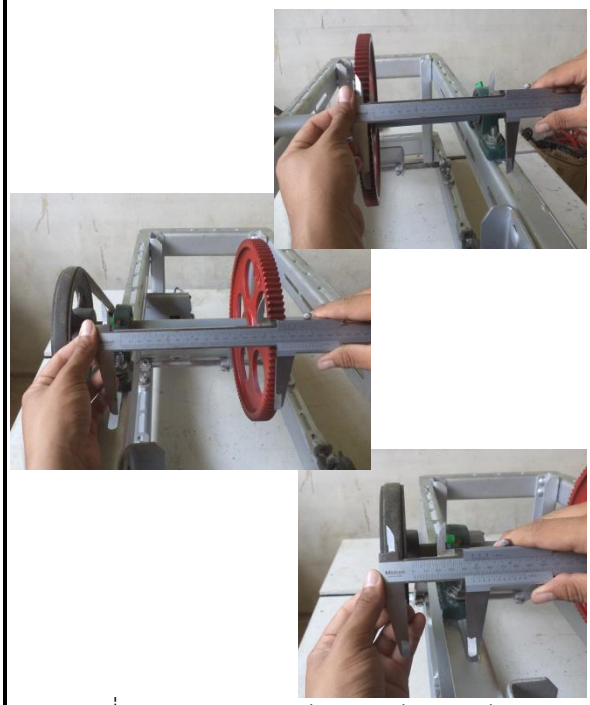
$d = 43.13$ mm

ผลการคำนวณนำขนาดเพลา Ød = 68.40 มิลลิเมตร มาพิจารณา และจากตารางที่ 10.2 (หน้าที่ 20) ขนาดมาตรฐานเพลาตันเลือกใช้เพลาจากค่าความเค้นแรงดัด ซึ่งจะให้ขนาดเพลาที่โตกว่าและสามารถทนได้ทั้งแรงดัดและแรงบิดโดยเลือกขนาดโต **Ød = 70 mm**

ภาพที่ 5.29 แสดงเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการคำนวณระบบส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยเพลา
(ที่มา : ดำรง สัพโส. 2559)

6. เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการคำนวณระบบส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยเพลา

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

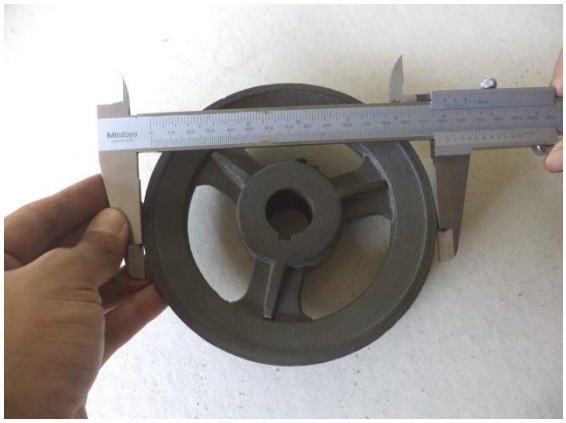


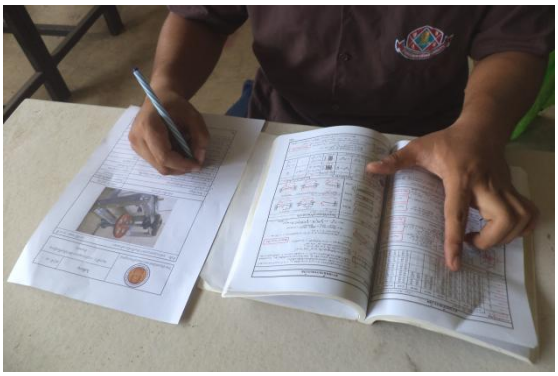
ภาพที่ 5.30 แสดงการวัดความห่างระหว่างจุดรองรับหรือจุดที่ประกอบแบริ่งถึงชิ้นส่วนส่งกำลัง
(ที่มา : ดำรง สัพโส. 2559)

7. วิธีการคำนวณระบบส่งกำลังด้วยเพลา

วิธีการคำนวณระบบส่งกำลังด้วยเพลา มีขั้นตอนดังนี้

1. วัดความห่างระหว่างจุดรองรับหรือจุดที่ประกอบแบริ่ง ถึงชิ้นส่วนส่งกำลังทุกชิ้นแล้วจดบันทึก

 ภาพที่ 5.31 แสดงการชั่งน้ำหนักของชิ้นส่วนส่งกำลังที่ติดตั้งบนเพลาเพื่อหาแรงที่กระทำต่อเพลา (ที่มา : ดำรง สัพโส. 2559)	2. ชั่งน้ำหนักของชิ้นส่วนส่งกำลังที่ติดตั้งบนเพลาเพื่อหาแรงที่กระทำต่อเพลา
 ภาพที่ 5.32 แสดงการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางชั่งของชิ้นส่วนส่งกำลัง (ที่มา : ดำรง สัพโส. 2559)	3. วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของชิ้นส่วนส่งกำลัง

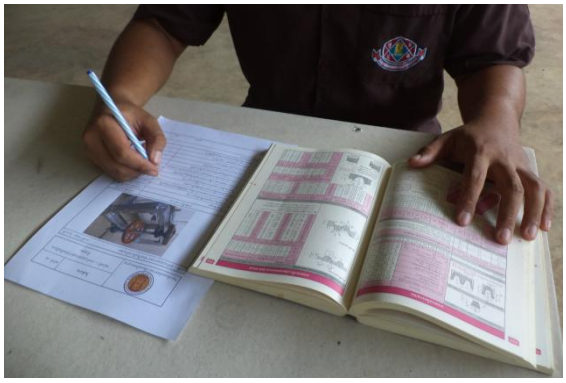


ภาพที่ 5.33 แสดงการตรวจสอบวัสดุทำเพลาเพื่อหาค่าความเค้นดัดอนุญาตของวัสดุทำเพลา
(ที่มา : ดำรง สัพโส. 2559)

4. ตรวจสอบวัสดุทำเพลาเพื่อหาค่าความเค้นดัดอนุญาตของวัสดุทำเพลา

ภาพที่ 5.34 แสดงการตรวจสอบขนาดของต้นกำลังขับมอเตอร์จากเนมเพลสของมอเตอร์
(ที่มา : ดำรง สัพโส. 2559)

5. ตรวจสอบขนาดของต้นกำลังขับมอเตอร์และความเร็วรอบจากเนมเพลสของมอเตอร์ แล้วจดบันทึก

 ภาพที่ 5.36 แสดงการตรวจค่าตัวประกอบความตึงของสายพาน (ที่มา : ดำรง สัพโส. 2559)	**6.** ตรวจค่าตัวประกอบความตึงของสายพาน
 ภาพที่ 5.37 แสดงการคำนวณระบบส่งกำลังด้วยเพลา (ที่มา : ดำรง สัพโส. 2559)	**7.** คำนวณระบบส่งกำลังด้วยเพลา

ภาพที่ 5.38 แสดงการบันทึกรายงานสรุปผลการปฏิบัติงาน
(ที่มา : ดำรง สัพโส. 2559)

8. การบันทึกรายงานสรุปผลการปฏิบัติงาน

8.1 ผลการวัดระยะต่าง ๆ ของเพลา

8.2 ผลการตรวจสอบต้นกำลังจากมอเตอร์

8.3 ผลการตรวจสอบความเร็วรอบมอเตอร์

8.2 ขนาดของเพลาที่คำนวณได้

ภาพที่ 5.39 แสดงการจัดเก็บเครื่องมืออุปกรณ์และบริเวณปฏิบัติงาน
(ที่มา : ดำรง สัพโส. 2559)

9. การจัดเก็บเครื่องมืออุปกรณ์และบริเวณปฏิบัติงาน

9.1 เช็ดทำความสะอาดชิ้นงาน เครื่องมือและ อุปกรณ์

9.2 เก็บเข้าที่พร้อมใช้งาน

9.3 ดูแลบริเวณปฏิบัติงานให้สะอาดเรียบร้อย

ภาพที่ 5.40 แสดงการปฏิบัติตามกฎความปลอดภัยในการคำนวณระบบส่งกำลังด้วยเพลาโดยการแขวนป้ายล็อกเมนสวิทย์ก่อนทำงาน
(ที่มา : ดำรง สัพโส. 2559)

10.กฎความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน

10.1 หยุดเครื่องจักรก่อนทำงานเสมอ

10.2 แขวนป้ายล็อกเมนสวิทย์

10.3 สวมใส่อุปกรณ์ป้องกันภัยส่วนบุคคล

วิทยาลัยเทคนิคท่าหลวงซิเมนต์ไทยอนุสรณ์	**แบบฝึกหัด**	หน้าที่ : 43
	หน่วยที่ 5 : งานคำนวณระบบส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยเพลา	

คำสั่ง : จงตอบคำถามให้ถูกต้อง เวลาที่กำหนด : 10 นาที

1. จงกาเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อที่ถูกและเครื่องหมาย ✗ หน้าข้อที่ผิด

_____1.1 เพลาเป็นชิ้นส่วนที่หมุนเคลื่อนที่ตามแนวเส้นรอบวงขณะใช้งาน

_____1.2 เพลาใช้ส่งถ่ายโมเมนต์แรงบิดและทดรอบการหมุน

_____1.3 ชิ้นส่วนที่มีลักษณะคล้ายเพลา คือ แอกเซิล

_____1.4 แอกเซิลจะไม่สามารถรับโมเมนต์บิดได้เหมือนเพลา รับแต่ภาระดัดเป็นส่วนใหญ่

_____1.5 การใช้งานของเพลามีเฉพาะแบบหมุนไม่ได้เท่านั้น

2. จงนำอักษรด้านขวามือมาเติมลงหน้าหมายเลขด้านซ้ายมือตามการแบ่งชนิดของเพลาให้ถูกต้อง

_____2.1 เพลาตัน (Solid Shaft)

_____2.2 เพลาอ่อน (Flexibel Shaft)

_____2.3 เพลายูนิเวอร์แซล (Universal Joint Shaft)

_____2.4 เพลาแนว (Line Shaft) ก. การแบ่งชนิดของเพลาตามรูปร่างหน้าตัด

_____2.5 เพลาสตัป (Stub Shaft) ข. การแบ่งชนิดเพลาตามรูปทรงและลักษณะการใช้งาน

_____2.6 เพลากลวง (Hollow Shaft)

_____2.7 เพลาโพลีกอน(Polygon Shaft)

_____2.8 เพลาสปลายน์ (Spline Shaft)

_____2.9 เพลาแจ็ค (Jack Shaft)

_____2.10 เพลาซี่ฟันแหลม (Serrated Tooth)

3.จงกาเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อที่ถูกและเครื่องหมาย ✗ หน้าข้อที่ผิด

_____3.1 ขนาดของภาระที่เพลาต้องส่งถ่ายกำลังภาระปกติทั่วไปใช้วัสดุกลุ่มเหล็กเหนียวทำเพลา

_____3.2 เพลาของระบบสายพานลำเลียงนิยมใช้เหล็กกล้าผสมต่ำทำเพลา

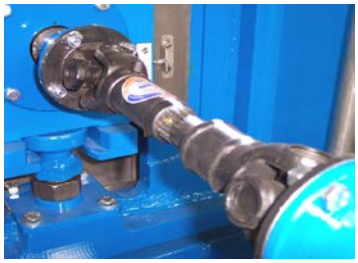
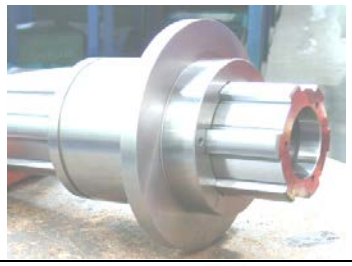
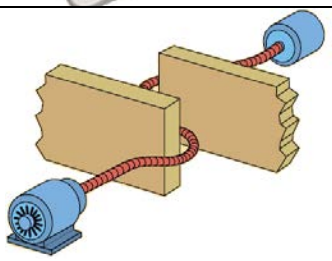
_____3.3 เพลาที่ต้องส่งถ่ายกำลังภาระปานกลางถึงหนักใช้วัสดุกลุ่มเหล็กกล้าผสมต่ำทำเพลา

_____3.4 เพลาของรถยนต์นิยมใช้วัสดุ 25CrMo4ทำเพลา

_____3.5 ต้องการให้เพลาทนต่อการแอ่นตัวหรือบิดไปมา ควรเลือกใช้กลุ่มเหล็กกล้าชุบผิวแข็ง

_____3.6 เพลาที่รับแรงกระแทกหรือกระตุกได้ดี ผิวนอกและแกนกลางจะต้องแข็ง

3. จงอธิบายการใช้งานของเพลาดังรูปที่กำหนดให้มาพอเข้าใจ

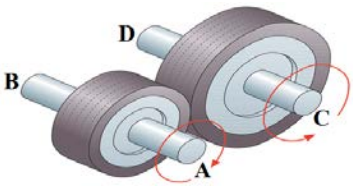
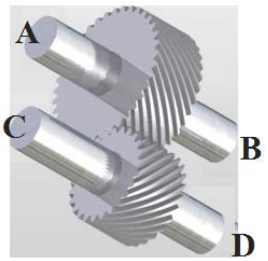
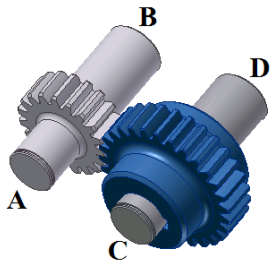
รูปภาพ	ชื่อเรียก	การใช้งาน
		
		
		

4. จงอธิบายข้อกำหนดในการเลือกขนาดมาตรฐานความโตเพลาว่ามีหลักในการเลือกใช้อย่างไร

_____

_____

5. จงเติมสูตรและชื่อเรียกอุปกรณ์ส่งกำลังที่ใช้ในการคำนวณระบบส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยเพลาให้ถูกต้อง

รูปภาพ	ชื่อเรียกอุปกรณ์ส่งกำลัง	สูตรที่ใช้ในการคำนวณ
		
		
		

6. จงบอกรายการเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการคำนวณระบบส่งกำลังด้วยเพลามาพอเข้าใจ

6.1_____

6.2_____

6.3_____

6.4_____

6.5_____

7. จงนำหมายเลข 1-7 เรียงลำดับขั้นตอนการคำนวณระบบส่งกำลังด้วยเพลาให้ถูกต้อง

_____7.1 วัดระยะห่างของมูเล่ย์จากจุดติดตั้งกับจุดรองรับเพลาทั้งสองด้าน(ระยะ l1 และ l2)

_____7.2 กำหนดแรงที่กระทำกับเพลา

_____7.3 ตรวจสอบความเร็วรอบของมอเตอร์ต้นกำลังแล้วจดบันทึก

_____7.4 ตรวจสอบขนาดของต้นกำลังขับจากเนมเพลสของมอเตอร์ แล้วจดบันทึก

_____7.5 ตรวจสอบขนาดของต้นกำลังขับมอเตอร์จากเนมเพลสของมอเตอร์ แล้วจดบันทึก

_____7.6 คำนวณค่าต่างๆที่ต้องการทราบ

_____7.7 วัดขนาดความยาวระหว่างจุดรองรับเพลาหรือจุดที่ประกอบแบริ่ง (ระยะLa) แล้วจดบันทึก

8. จงอธิบายการบันทึกรายงานสรุปผลการปฏิบัติงานคำนวณระบบส่งกำลังด้วยเพลามาพอเข้าใจ

_____

_____

_____

9. จงอธิบายวิธีการจัดเก็บเครื่องมือและบริเวณปฏิบัติงานคำนวณระบบส่งกำลังด้วยเพลามาพอเข้าใจ

9.1._____

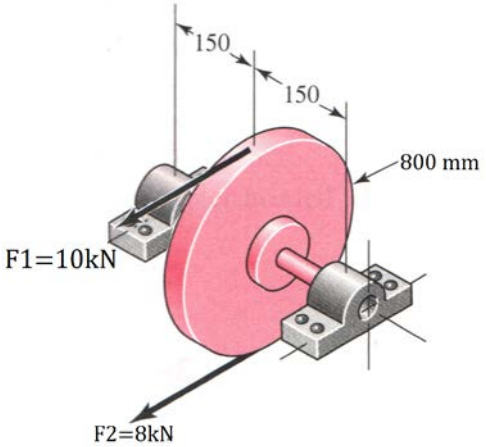
9.2._____

10. จงบอกกฎความปลอดภัยในการปฏิบัติงานคำนวณระบบส่งกำลังด้วยเพลามาพอเข้าใจ

10.1._____

10.2._____

11.จงออกแบบเพลาขับสายพานลำเลียงวัสดุ โดยกำหนดให้มอเตอร์ขับมีขนาด 5 kWหมุนที่ความเร็วรอบ 200 rpm ล้อขับมีขนาดϕDs = 800 mm ระยะห่างจุดรองรับ la = 150 mm แรงด้านลำเลียงวัสดุมีขนาดF1 = 10 kN ส่วนด้านปล่อยวัสดุ F2 = 8 kN วัสดุทำเพลา St 37



วิทยาลัยเทคนิคท่าหลวงซิเมนต์ไทยอนุสรณ์	**เฉลยแบบฝึกหัด**	หน้าที่ : 48
	หน่วยที่ 5 : งานคำนวณระบบส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยเพลา	

คำสั่ง : จงตอบคำถามให้ถูกต้อง

1. จงกาเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อที่ถูกและเครื่องหมาย ✗ หน้าข้อที่ผิด

✓ 1.1 เพลาเป็นชิ้นส่วนที่หมุนเคลื่อนที่ตามแนวเส้นรอบวงขณะใช้งาน

✗ 1.2 เพลาใช้ส่งถ่ายโมเมนต์แรงบิดและทดรอบการหมุน

✓ 1.3 ชิ้นส่วนที่มีลักษณะคล้ายเพลา คือ แอกเซิล

✓ 1.4 แอกเซิลจะไม่สามารถรับโมเมนต์บิดได้เหมือนเพลา รับแต่ภาระดัดเป็นส่วนใหญ่

✗ 1.5 การใช้งานของเพลามีเฉพาะแบบหมุนไม่ได้เท่านั้น

2. จงนำอักษรด้านขวามือมาเติมลงหน้าหมายเลขด้านซ้ายมือตามการแบ่งชนิดของเพลาให้ถูกต้อง

ก 2.1 เพลาตัน (Solid Shaft)

ข 2.2 เพลาอ่อน (Flexibel Shaft)

ข 2.3 เพลายูนิเวอร์แซล (Universal Joint Shaft)

ข 2.4 เพลาแนว (Line Shaft)

ข 2.5 เพลาสตัป (Stub Shaft)

ก 2.6 เพลากลวง(Hollow Shaft)

ก 2.7 เพลาโพลีกอน(Polygon Shaft)

ก 2.8 เพลาสปลายน์ (Spline Shaft)

ข 2.9 เพลาแจ็ค (Jack Shaft)

ก 2.10 เพลาซี่ฟันแหลม (Serrated Tooth)

ก. การแบ่งชนิดของเพลาตามรูปร่างหน้าตัด

ข. การแบ่งชนิดเพลาตามรูปทรงและลักษณะการใช้งาน

3.จงกาเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อที่ถูกและเครื่องหมาย ✗ หน้าข้อที่ผิด

✓ 3.1 ขนาดของภาระที่เพลาต้องส่งถ่ายกำลังภาระปกติทั่วไปใช้วัสดุกลุ่มเหล็กเหนียวทำเพลา

✗ 3.2 เพลาของระบบสายพานลำเลียงนิยมใช้เหล็กกล้าผสมต่ำทำเพลา

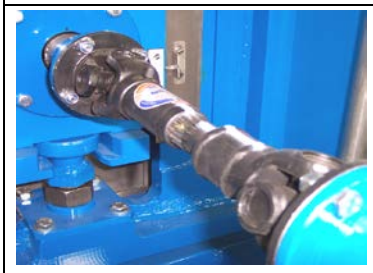
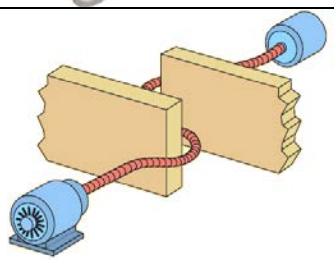
✓ 3.3 เพลาที่ต้องส่งถ่ายกำลังภาระปานกลางถึงหนักใช้วัสดุกลุ่มเหล็กกล้าผสมต่ำทำเพลา

✓ 3.4 เพลาของรถยนต์นิยมใช้วัสดุ 25CrMo4ทำเพลา

✓ 3.5 ต้องการให้เพลาทนต่อการแอ่นตัวหรือบิดไปมา ควรเลือกใช้กลุ่มเหล็กกล้าชุบผิวแข็ง

✗ 3.6 เพลาที่รับแรงกระแทกหรือกระตุกได้ดี ผิวนอกและแกนกลางจะต้องแข็ง

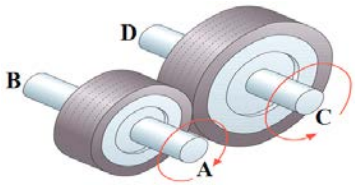
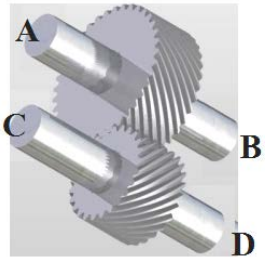
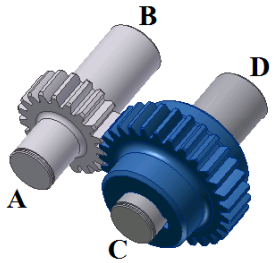
3. จงอธิบายการใช้งานของเพลาดังรูปที่กำหนดให้มาพอเข้าใจ

รูปภาพ	ชื่อเรียก	การใช้งาน
	เพลากลวง	เพลากลวง ออกแบบเพื่อลดน้ำหนักเพลา ซึ่งจะเบากว่าเพลาตันประมาณ 25 เปอร์เซ็น ใช้เป็นเพลาเมนหลักของเครื่องมือกลทั่วไป เช่น เครื่องกลึง เครื่องกัด
	**เพลายูนิเวอร์แซล (Universal Joint Shaft)**	เพลายูนิเวอร์แซล ใช้ส่งกำลังในกรณีที่เพลาตามเอียงทำมุมกับเพลาขับได้ดี และส่งกำลังได้สูงจากรูปทรงซี่ฟันของเพลาสไปล์น
	เพลาสปลายน์	เพลาสปลายน์ ใช้ส่งถ่ายโมเมนต์แรงบิดของดุมล้อต่างๆและต้องการให้ดุมล้อหรือเฟืองที่ติดตั้งอยู่เกิดการเลื่อนไป มา ตามความยาวของเพลาได้
	เพลาสตัป	เพลาสตัป บางครั้งเรียกว่า Head Shaft เป็นเพลาที่ติดอยู่กับชิ้นส่วนต่อเนื่องจากต้นกำลังอื่น ๆ มีปลายโผล่ยื่นออกมาสำหรับต่อเพื่อถ่ายทอดการส่งกำลังต่อไป
	**เพลาอ่อน**	เพลาอ่อน เป็นเพลาที่สามารถโค้งหรืออ่อนตัวได้ เพลาชนิดนี้ผลิตจากเส้นลวดซึ่งส่งกำลังได้น้อย และนิยมใช้กับอุปกรณ์ทางการแพทย์

4. จงอธิบายข้อกำหนดในการเลือกขนาดมาตรฐานความโตเพลาว่ามีหลักในการเลือกใช้อย่างไร

เลือกโดยให้มีความสัมพันธ์กับขนาดต่าง ๆ ของชิ้นส่วนทางกลที่จะมาประกอบร่วมด้วย เช่น ความโตของรูในของแบริ่ง

5. จงเติมสูตรและชื่อเรียกอุปกรณ์ส่งกำลังที่ใช้ในการคำนวณระบบส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยเพลาให้ถูกต้อง

รูปภาพ	ชื่อเรียกอุปกรณ์ส่งกำลัง	สูตรที่ใช้ในการคำนวณ
	ล้อเสียดทาน (Friction Wheel)	$Fr = \frac{Fc}{\mu}$
	เฟืองฟันเฉียง (Helical Gear)	$F_r = \frac{Fc \cdot \tan\alpha}{\cos\beta}$ $Fa = Fc \cdot \tan\alpha$
	สายพาน (Belt)	$F_r = \frac{19100 \cdot P \cdot G}{D \cdot N}$ (N)
	เฟืองฟันตรง (Spur Gear)	$Fr_1 = Fc_1 \cdot \tan\alpha$

6. จงบอกรายการเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการคำนวณระบบส่งกำลังด้วยเพลามาพอเข้าใจ

6.1 โมเดลระบบส่งกำลังเครื่องมือกล

6.2 เวอร์เนียคาร์ลิปเปอร์

6.3 เครื่องคิดเลข

6.4 ผ้า

6.5 ตารางความแข็งแรงของวัสดุเมื่ออยู่ภายใต้ภาระความเค้นแบบต่างๆ

7. จงนำหมายเลข 1-7 เรียงลำดับขั้นตอนการคำนวณระบบส่งกำลังด้วยเพลาให้ถูกต้อง

2 7.1 วัดระยะห่างของมูเล่ย์จากจุดติดตั้งกับจุดรองรับเพลาทั้งสองด้าน(ระยะ l1 และ l2)

6 7.2 กำหนดแรงที่กระทำกับเพลา

4 7.3 ตรวจสอบความเร็วรอบของมอเตอร์ต้นกำลังแล้วจดบันทึก

3 7.4 ตรวจสอบขนาดของต้นกำลังขับจากเนมเพลสของมอเตอร์ แล้วจดบันทึก

5 7.5 ตรวจสอบขนาดของต้นกำลังขับมอเตอร์จากเนมเพลสของมอเตอร์ แล้วจดบันทึก

7 7.6 คำนวณค่าต่างๆที่ต้องการทราบ

1 7.7 วัดขนาดความยาวระหว่างจุดรองรับเพลาหรือจุดที่ประกอบแบริ่ง (ระยะLa) แล้วจดบันทึก

8. จงอธิบายการบันทึกรายงานสรุปผลการปฏิบัติงานคำนวณระบบส่งกำลังด้วยเพลามาพอเข้าใจ

การบันทึกรายงานสรุปผลการปฏิบัติงานคำนวณระบบส่งกำลังด้วยเพลาสิ่งที่ควรบันทึก คือ ผลการวัดระยะต่าง ๆ ของเพลา ผลการตรวจสอบต้นกำลังจากมอเตอร์ผลการตรวจสอบความเร็วรอบมอเตอร์ ขนาดของเพลาที่คำนวณได้

9. จงอธิบายวิธีการจัดเก็บเครื่องมือและบริเวณปฏิบัติงานคำนวณระบบส่งกำลังด้วยเพลามาพอเข้าใจ

9.1. เช็ดทำความสะอาดชิ้นงาน เครื่องมือและอุปกรณ์

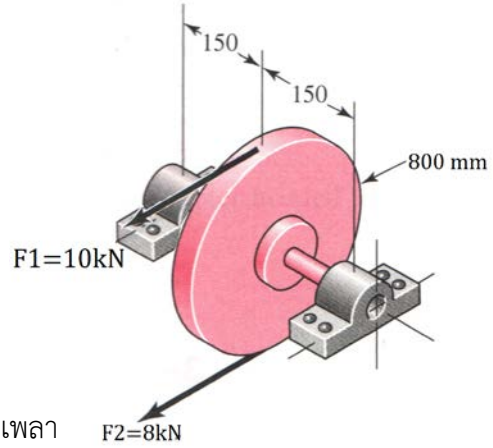
9.2. เก็บเครื่องมือ อุปกรณ์เข้าที่พร้อมใช้งาน

10. จงบอกกฎความปลอดภัยในการปฏิบัติงานคำนวณระบบส่งกำลังด้วยเพลามาพอเข้าใจ

10.1. หยุดเครื่องจักรก่อนทำงานเสมอ

10.2. แขวนป้ายล็อกเมนสวิทย์

11. จงออกแบบเพลาขับโดยกำหนดให้มอเตอร์ขับมีขนาด 5 kW หมุนที่ความเร็วรอบ 200 rpm ล้อขับมีขนาดϕDs = 800 mm ระยะห่างจุดรองรับ la = 150 mm แรงด้านฉุดกระพ้อมีขนาด F1 = 10 kN ส่วนด้านปล่อยวัสดุ F2 = 8 kN วัสดุทำเพลา St 37



<u>วิธีทำ</u> 1. หาค่าแรงที่จุดรองรับเพลา

แรงลัพธ์รวมที่กระทำกับเพลา $F = F1 + F2$

$= 10,000 + 8,000$

$= 18,000$ N

แรงที่จุดรองรับเพลา $F_A = F_B$

$$= \frac{F}{2}$$

$$= \frac{18,000}{2}$$

$= 9,000$ N

2. หาค่าโมเมนต์ดัดสูงสุดที่กระทำกับเพลา

$$Mb = \frac{F_A.la}{2}$$

$$= \frac{9,000 \times 150}{2}$$

$= 675,000$ N mm

3. หาค่าโมเมนต์แรงบิดที่กระทำกับเพลา

$$T = \frac{9550 \times P}{n}$$

$$= \frac{9550 \times 5}{200}$$

$$= 238.75 \text{ Nm}$$

4. หาขนาดเพลาจากค่าความเค้นแรงดัด

$$\sigma b = \frac{32 \times Mb}{\pi d^3}$$

จากตารางที่ 7.6 (หน้าที่ 32) คุณสมบัติวัสดุเหล็ก St 37 อยู่ภายใต้แรงดัด ภาระแบบที่ 3 จะมีค่าความเค้นดัดอนุญาต σb all. = 50 - 75 N/mm² ตัดสินใจเลือกใช้ค่าต่ำสุด = $50 \frac{N}{mm^2}$

แทนค่า $50 = \frac{32 \times 675{,}000}{\pi d^3}$

$$d^3 = \frac{32 \times 675{,}000}{\pi \times 50}$$

$$d = 51.62 \text{ mm}$$

5. หาขนาดเพลาจากค่าความเค้นแรงบิด

$$\tau t = \frac{16 \bullet T}{\pi d^3}$$

จากตารางที่7.6 (หน้าที่ 32) คุณสมบัติวัสดุเหล็ก St 50 อยู่ภายใต้แรงบิดภาระแบบที่ 3 จะมีค่า τt all. = 30 - 45 ตัดสินใจเลือกใช้ค่าต่ำสุด = 30 N/mm²

แทนค่า $30 = \frac{16 \times 238.75}{\pi d^3}$

$d^3 = \frac{16 \times 238.75 \times 1{,}000}{\pi \times 30}$

$d = 34.35$ mm

ผลการคำนวณนำขนาดเพลา Ød = 51.61 มิลลิเมตร มาพิจารณา และจากตารางที่ 10.2 (หน้าที่ 20) ขนาดมาตรฐานเพลาตันเลือกใช้เพลาจากค่าความเค้นแรงดัดซึ่งจะให้ขนาดเพลาที่โตกว่าและสามารถทนได้ทั้งแรงดัดและแรงบิดโดยเลือกขนาดโต **Ød = 55 มิลลิเมตร**

วิทยาลัยเทคนิคท่าหลวงซิเมนต์ไทยอนุสรณ์	**แบบทดสอบหลังเรียน**	หน้าที่ : 55
	หน่วยที่ 5 : งานคำนวณระบบส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยเพลา	

คำสั่ง : จงทำเครื่องหมายกากบาท (X) ทับข้อที่ถูกลงในกระดาษคำตอบที่แจกให้ เวลาที่กำหนด : 20 นาที

1.ข้อใดบอกหน้าที่และการใช้งานของเพลาได้ถูกต้อง

ก. เพลาใช้รับภาระที่เกิดจากการดัดงอเป็นหลัก ไม่มีการส่งถ่ายโมเมนต์แรงบิด

ข. เพลาใช้ส่งถ่ายโมเมนต์แรงบิดและถ่ายทอดการหมุนของชิ้นส่วนทางกล

ค. เพลาใช้รับงานในสภาพอยู่กับที่หรือหมุนเคลื่อนที่ก็ได้

ง. เพลาใช้รับภาระที่กระทำเกิดจากแรงกดทับเป็นหลัก

2.ข้อใด**<u>ไม่ใช่</u>**การแบ่งชนิดของเพลาตามรูปร่างหน้าตัดของเพลา

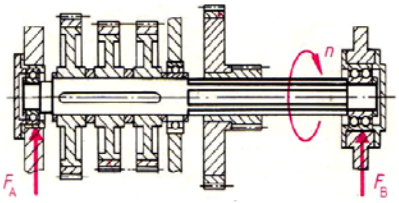
ก. เพลาซี่ฟันปลาหรือเพลาซี่ฟันแหลม,เพลาตัน

ข. เพลายูนิเวอร์แซล,เพลาโพลีกอน

ค. เพลาสปลายน์,เพลาโพลีกอน

ง. เพลาตัน,เพลากลวง

3.ชื่อและการใช้งานของเพลาตามรูปภาพข้อใดกล่าวได้ถูกต้อง



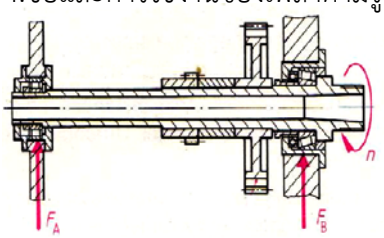
ก. เพลาแนวเป็นที่ต่อตรงจากต้นกำลังใช้ส่งกำลังไปยังเครื่องอื่นๆ

ข. เพลาสตัปเป็นเพลาที่ติดเป็นชิ้นส่วนต่อเนื่องจากต้นกำลังขับ

ค. เพลากลวงออกแบบใช้งานเพื่อลดน้ำหนักของเพลา

ง. เพลาตันใช้งานส่งกำลังทั่วไปของเครื่องจักรกล

4.ชื่อและการใช้งานของเพลาตามรูปภาพข้อใดกล่าวได้ถูกต้อง



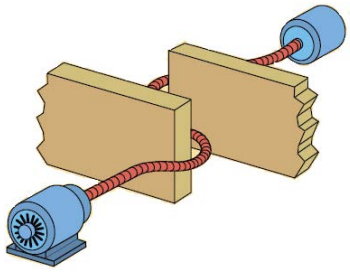
ก. เพลาแนวเป็นที่ต่อตรงจากต้นกำลังใช้ส่งกำลังไปยังเครื่องอื่น ๆ

ข. เพลาสตัปเป็นเพลาที่ติดเป็นชิ้นส่วนต่อเนื่องจากต้นกำลังขับ

ค. เพลากลวงออกแบบใช้งานเพื่อลดน้ำหนักของเพลา

ง. เพลาตันใช้งานส่งกำลังทั่วไปของเครื่องจักรกล

5.ชื่อและการใช้งานของเพลาตามรูปภาพข้อใดกล่าวได้ถูกต้อง



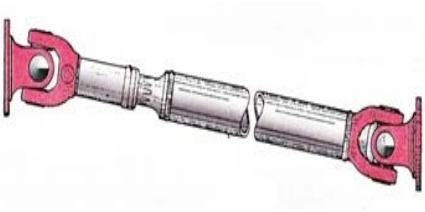
ก. เพลาแนวเป็นที่ต่อตรงจากต้นกำลังใช้ส่งกำลังไปยังเครื่องอื่น ๆ

ข. เพลาสตัปเป็นเพลาที่ติดเป็นชิ้นส่วนต่อเนื่องจากต้นกำลังขับ

ค. เพลายูนิเวอร์แซลส่งกำลังในกรณีที่เพลาตามเอียงทำมุม

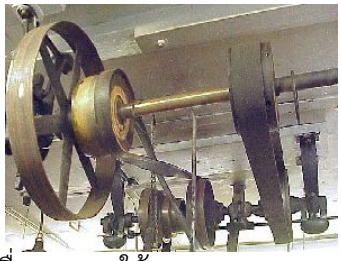
ง. เพลาอ่อนเป็นเพลาที่สามารถโค้งหรืออ่อนตัวได้

6.ชื่อและการใช้งานของเพลาตามรูปภาพข้อใดกล่าวได้ถูกต้อง



ก. เพลาแนวเป็นที่ต่อตรงจากต้นกำลังใช้ส่งกำลังไปยังเครื่องอื่น ๆ
ข. เพลาสตัปเป็นเพลาที่ติดเป็นชิ้นส่วนต่อเนื่องจากต้นกำลังขับ
ค. เพลายูนิเวอร์แซลส่งกำลังในกรณีที่เพลาตามเอียงทำมุม
ง. เพลาอ่อน เป็นเพลาที่สามารถโค้งหรืออ่อนตัวได้

7.ชื่อและการใช้งานของเพลาตามรูปภาพข้อใดกล่าวได้ถูกต้อง



ก. เพลาแนวเป็นที่ต่อตรงจากต้นกำลังใช้ส่งกำลังไปยังเครื่องอื่น ๆ
ข. เพลาสตัปเป็นเพลาที่ติดเป็นชิ้นส่วนต่อเนื่องจากต้นกำลังขับ
ค. เพลากลวงออกแบบใช้งานเพื่อลดน้ำหนักของเพลา
ง. เพลาตันใช้งานส่งกำลังทั่วไปของเครื่องจักรกล

8.ชื่อและการใช้งานของเพลาตามรูปภาพข้อใดกล่าวได้ถูกต้อง

ก. เพลาแนวเป็นที่ต่อตรงจากต้นกำลังใช้ส่งกำลังไปยังเครื่องอื่น ๆ
ข. เพลาสตัปเป็นเพลาที่ติดเป็นชิ้นส่วนต่อเนื่องจากต้นกำลังขับ
ค. เพลายูนิเวอร์แซลส่งกำลังในกรณีที่เพลาตามเอียงทำมุม
ง. เพลาอ่อน เป็นเพลาที่สามารถโค้งหรืออ่อนตัวได้

9.ชื่อและการใช้งานของเพลาตามรูปภาพข้อใดกล่าวได้ถูกต้อง

ก. เพลาสตัปเป็นเพลาที่ติดเป็นชิ้นส่วนต่อเนื่องจากต้นกำลังขับ
ข. เพลาหลายเหลี่ยม ส่งถ่ายกำลังโดยไม่ต้องใช้อุปกรณ์ขัดตัว
ค. เพลายูนิเวอร์แซลส่งกำลังในกรณีที่เพลาตามเอียงทำมุม
ง. เพลาอ่อน เป็นเพลาที่สามารถโค้งหรืออ่อนตัวได้

10.ข้อใด**<u>ไม่ใช่</u>**หลักในการพิจารณาในการออกแบบเพลา

ก. ความคงทนต่อการอ่อนตัว
ข. การสั่นตัวของเพลา
ค. ความเค้นที่เกิดกับเพลา
ง. อุณหภูมิในการใช้งาน

11.ข้อใดคือเกรดวัสดุทำเพลาที่เหมาะสมสำหรับการรับภาระปกติทั่วไป

ก. St.50
ข. 16MnCr5
ค. 28Mn6
ง. 42CrMo4

12.ข้อใดคือเกรดวัสดุทำเพลาที่เหมาะสมสำหรับการรับภาระปานกลางถึงหนัก

ก. St.50 ข. 16MnCr5

ค. 28Mn6 ง. Ck15

13.ข้อใดคือเกรดวัสดุทำเพลาที่มีความคงทนต่อการแอ่นตัวหรือบิดไปมาและเพลาสามารถชุบผิวแข็งได้

ก. Ck15 ข. St.50

ค. 28Mn6 ง. 42CrMo4

14.วัสดุที่ใช้ผลิตเพลาโดยเพลาไม่มีภาระแรงกระตุกหรือแรงกระแทกคือวัสดุชนิดใด

ก. เหล็กหล่อ ข. เหล็กกล้าคาร์บอน

ค. เหล็กเหนียว ง. ทองแดง

15. การเลือกขนาดมาตรฐานความโตของเพลาควรให้สัมพันธ์กับสิ่งใด

ก. เลือกตามขนาดทอร์คที่ต้องการส่งถ่าย ข. เลือกตามค่าความเร็วรอบหมุนของเพลา

ค. เลือกตามขนาดกำลังงานที่ต้องการส่งถ่าย ง. เลือกให้สัมพันธ์กับชิ้นส่วนอื่นที่จะใช้งานร่วมกัน

16. อุปกรณ์ส่งกำลังที่ทำให้เกิดแรงตามแนวรัศมีและตามแนวแกนกระทำกับเพลาพร้อมกันคือข้อใด

ก. เฟืองเฉียง ข. เฟืองตรง

ค. สายพาน ง. โซ่

17. สูตรการคำนวณการหมุนส่งถ่ายกำลังด้วยสายพานตามแนวรัศมีข้อใดถูกต้อง

ก. $Fr = \frac{19100 \bullet P \bullet G}{D \bullet N}$ ข. $Fr = \frac{19100 \bullet P}{D \bullet N}$

ค. $Fr = \frac{19100 \bullet P \bullet G}{N}$ ค. $Fr = \frac{19100 \bullet P \bullet G}{D}$

18. จากสูตรที่กำหนดให้ $\sigma e = \sqrt{\sigma b^2 + 0.75 (\alpha o \bullet \tau t)^2}$ เป็นสูตรหาค่าความเค้นในข้อใด

ก. ความเค้นรวม (แรงดัด + แรงดึง) ข. ความเค้นรวม (แรงดัด + แรงบิด)

ค. ความเค้นแรงบิด ง. ความเค้นแรงดัด

19. แรงตามแนวรัศมี (Fr) ของเพลาทำให้เกิดค่าความเค้นใด

ก. ความเค้นแรงดึง ข. ความเค้นแรงอัด

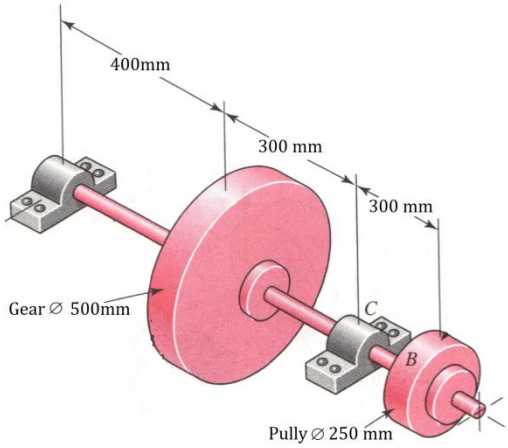
ค. ความเค้นแรงดัด ง. ความเค้นแรงบิด

20. โมเมนต์แรงบิดหรือทอร์คในเนื้อเพลาทำให้เกิดค่าความเค้นใด

ก. ความเค้นแรงดึง ข. ความเค้นแรงอัด

ค. ความเค้นแรงดัด ง. ความเค้นแรงเฉือน

จากโจทย์ที่กำหนดต่อไปนี้ใช้ตอบคำถามข้อ 21 - 25



เพลาส่งกำลังทำจากเหล็กกล้า St.50 มีกำลังเข้าที่พูลเล่ย์ขนาด 7 kW ที่ความเร็วรอบ 650 รอบต่อนาที และมีกำลังส่งออกที่เฟืองฟันตรง กำหนดให้พูลเล่ย์มีขนาดความโต ∅250 มิลลิเมตร ส่วนฟันเฟืองตรงมีขนาดวงกลมพิต ∅500 มิลลิเมตร เฟืองมีขนาดมุมกด 20 องศา น้ำหนักเฟือง 250 N น้ำหนักพูลเล่ย์ 150 N สายพานที่ใช้คือสายพานยางหน้าตัดแบนจำนวน 3 ชั้น โมเมนต์ดัดสูงสุดที่เพลาสามารถรับภาระได้ 496 N.m ความเค้นแรงบิดอนุญาต 30 N/mm^2 ความเค้นแรงดัดอนุญาต50 N/mm^2

21. แรงกระทำกับเพลาระนาบแนวนอนที่เกิดจากพูลเล่ย์คือข้อใด

ก. 1644.5 N ข. 1645.5 N

ค. 1646.5 N ง. 1647.5 N

22. แรงกระทำกับเพลาระนาบแนวนอนที่เกิดจากเฟืองตรงคือข้อใด

ก. 149 N ข. 148 N

ค. 149 N ง. 150 N

23. ขนาดของเพลาจากการคำนวณตามค่าความเค้นแรงดัดคือข้อใด

ก. 44.5 มิลลิเมตร ข. 45.5 มิลลิเมตร

ค. 46.5 มิลลิเมตร ง. 47.5 มิลลิเมตร

24. ขนาดของเพลาจากการคำนวณตามค่าความเค้นแรงบิดคือข้อใด

ก. 24.95 มิลลิเมตร ข. 25.95 มิลลิเมตร

ค. 26.95 มิลลิเมตร ง. 27.95 มิลลิเมตร

25. ขนาดของเพลาที่สามารถนำไปใช้งานเมื่อเทียบกับมาตรฐานขนาดเพลาคือข้อใด

ก. 50 มิลลิเมตร ข. 55 มิลลิเมตร

ค. 60 มิลลิเมตร ง. 70 มิลลิเมตร

26. ข้อใด**ไม่ใช่**เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการคำนวณระบบส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยเพลา

ก. เวอร์เนียคาร์ลิปเปอร์+เครื่องคิดเลข ข. เครื่องคิดเลข+ผ้า

ค เครื่องคิดเลข+ เวอร์เนียคาร์ลิปเปอร์ ง. ตารางความแข็งแรงของเพลา+ผ้า

27. ข้อใด**ไม่ใช่**ขั้นตอนวิธีการคำนวณระบบส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยเพลา

ก. ตรวจสอบความยาวเพลาต้นกำลังหรือของมอเตอร์แล้วจดบันทึก

ข. ตรวจสอบขนาดของต้นกำลังขับจากเนมเพลสของมอเตอร์ แล้วจดบันทึก

ค. วัดขนาดความยาวระหว่างจุดรองรับเพลาหรือจุดที่ประกอบแบริ่ง (ระยะLa) แล้วจดบันทึก

ง. วัดระยะห่างของพูลเล่ย์จากจุดติดตั้งกับจุดรองรับเพลาทั้งสองด้าน (ระยะ l1 และ l2) แล้วจดบันทึก

28. ข้อใด**ไม่ต้อง**บันทึกเพื่อรายงานสรุปผลการปฏิบัติงานคำนวณระบบส่งเครื่องมือกลกำลังด้วยเพลา

ก. วัสดุทำเพลา ข. ขนาดความยาวเพลา

ค. ผลการตรวจสอบค่าความเค้นสะสม ง. ขนาดความโตเพลา

29. สิ่งที่**ไม่ควร**กระทำในการจัดเก็บเครื่องมืออุปกรณ์และบริเวณปฏิบัติงานบำรุงรักษาเพลา

ก. เก็บเครื่องมืออุปกรณ์เข้าตู้

ข. ใช้ผ้าเช็ดทำความสะอาดเครื่องมือและอุปกรณ์

ค. ใช้ลมเป่าเพื่อทำความสะอาดเครื่องมือและอุปกรณ์

ง. ชโลมน้ำมันเพียงบางๆบริเวณเครื่องมืออุปกรณ์ที่เป็นเหล็ก

30. ข้อใดคือสิ่งที่**ไม่ควร**กระทำด้านกฎความปลอดภัยในการปฏิบัติงานบำรุงรักษาเพลา

ก. ปิดเมนสวิทย์เครื่องจักรก่อนทำงาน ข. ใส่ถุงมือขณะทำงาน

ค. หล่อลื่นเพลาด้วยน้ำมัน ง. ใช้ค้อนเหล็กตอกเพลาเพื่อประกอบ

เอกสารประกอบการพิจารณาแบบทดสอบข้อ 21-25

แสดงขนาดของเพลาตัน

ชุดที่1	6	7	8	9	10											
ชุดที่2	12	14	16	18	20											
ชุดที่3	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
ชุดที่4	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200						
ชุดที่5	220	240	260	280	300	320	340	360	380							

แสดงค่าความเค้นแรงบิดอนุญาต $(\tau t)_{all}$ และความเค้นแรงดัดอนุญาต $((\sigma b)_{all}$ ของวัสดุทำเพลาเกรดต่าง ๆ

วัสดุทำเพลา	ความเค้นแรงบิดอนุญาต (N/mm^2)	ความเค้นแรงดัดอนุญาต (N/mm^2)
St.42	12-18	30-40
St.50	20-40	40-60
St.60	40-60	60-100
St.70	60-80	100-150

แบบเฉลยข้อทดสอบหลังเรียน
ด้านทฤษฎี

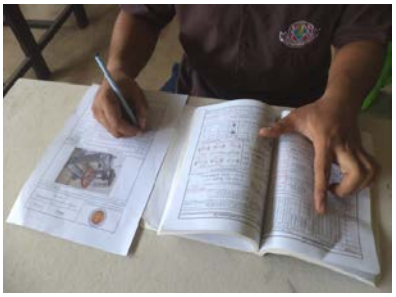
ข้อที่	คำตอบ	ข้อที่	คำตอบ
1	ข	16	ก
2	ข	17	ก
3	ง	18	ข
4	ค	19	ค
5	ง	20	ง
6	ค	21	ข
7	ก	22	ง
8	ข	23	ค
9	ข	24	ข
10	ง	25	ก
11	ก	26	ง
12	ค	27	ก
13	ก	28	ข
14	ค	29	ค
15	ง	30	ง

วิทยาลัยเทคนิคท่าหลวงซิเมนต์ไทยอนุสรณ์	**ใบลำดับขั้นการปฏิบัติงาน**	หน้าที่ : 62
	หน่วยที่ 5 : งานคำนวณระบบส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยเพลา	

<u>ลำดับขั้นการปฏิบัติงานคำนวณระบบส่งกำลังด้วยเพลา</u>

ลำดับขั้นการปฏิบัติงาน	คำอธิบายขั้นตอนการทำงาน	เครื่องมืออุปกรณ์	ข้อควรระวัง
1. ศึกษาข้อมูล	- การใช้เครื่องมือวัดขนาด - ชนิดของเพลา - สูตรคำนวณต่าง ๆ ในการคำนวณภาระของเพลาและขนาดเพลา	- ใบเนื้อหา	
2. เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์	- เครื่องมือสำหรับที่ใช้ในการคำนวณระบบส่งกำลังด้วยเพลา	- ใบเบิกเครื่องมือ	
3. วัดความห่างระหว่างจุดรองรับหรือจุดที่ประกอบแบริ่งถึงชิ้นส่วนส่งกำลังทุกชิ้นแล้วจดบันทึก	- วัดความยาวระหว่างจุดรองรับหรือจุดที่ประกอบแบริ่งถึงชิ้นส่วนส่งกำลังทุกชิ้น - จดบันทึกค่าที่วัดได้	- ใบสั่งงาน - เวอร์เนียคาร์ลิปเปอร์	

วิทยาลัยเทคนิคท่าหลวงซิเมนต์ไทยอนุสรณ์	**ใบลำดับขั้นการปฏิบัติงาน**	หน้าที่ : 63
	หน่วยที่ 5 : งานคำนวณระบบส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยเพลา	

ลำดับขั้นการปฏิบัติงาน	คำอธิบายขั้นตอนการทำงาน	เครื่องมืออุปกรณ์	ข้อควรระวัง
4. ชั่งน้ำหนักของชิ้นส่วนส่งกำลังที่ติดตั้งบนเพลา	- ชั่งน้ำหนักของชิ้นส่วนส่งกำลังที่ติดตั้งบนเพลาเพื่อหาแรงที่กระทำต่อเพลา - จดบันทึกค่าที่วัดได้	- ใบสั่งงาน - ตาชั่งสปริง	
5. วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางชั่งของชิ้นส่วนส่งกำลัง	- วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของชิ้นส่วนส่งกำลัง - จดบันทึกค่าที่วัดได้	- ใบสั่งงาน - เวอร์เนียคาร์ลิปเปอร์	
6. ตรวจสอบวัสดุทำเพลาเพื่อหาค่าความเค้นดัดอนุญาตของวัสดุทำเพลา 	- ตรวจสอบวัสดุทำเพลาเพื่อหาค่าความเค้นดัดอนุญาตของวัสดุทำเพลา - จดบันทึกค่าที่วัดได้	- ใบสั่งงาน - คู่มือตารางงานโลหะ	

วิทยาลัยเทคนิคท่าหลวงซิเมนต์ไทยอนุสรณ์	**ใบลำดับขั้นการปฏิบัติงาน**	หน้าที่ : 64
	หน่วยที่ 5 : งานคำนวณระบบส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยเพลา	

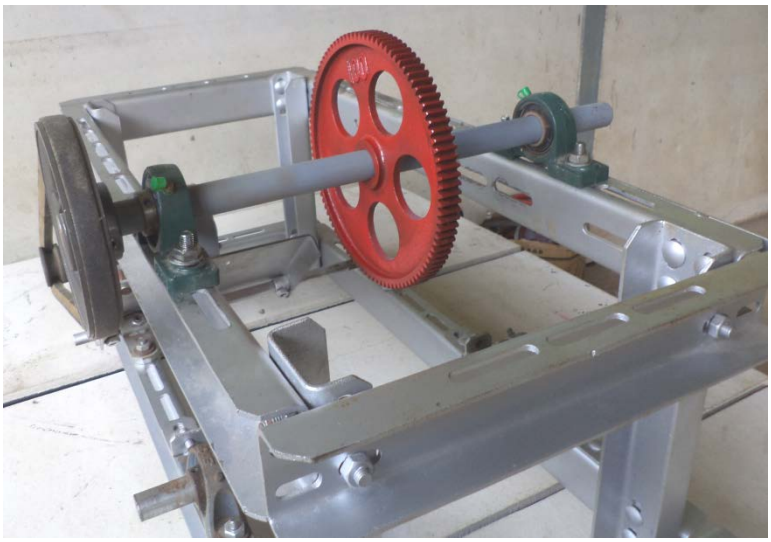
ลำดับขั้นการปฏิบัติงาน	คำอธิบายขั้นตอนการทำงาน	เครื่องมืออุปกรณ์	ข้อควรระวัง
7. ตรวจสอบขนาดของต้นกำลังขับมอเตอร์และความเร็วรอบจากเนมเพลสของมอเตอร์ แล้วจดบันทึก	- ตรวจสอบขนาดของต้นกำลังขับมอเตอร์และความเร็วรอบจากเนมเพลสของมอเตอร์ แล้วจดบันทึก	- ใบสั่งงาน	
8. ตรวจค่าตัวประกอบความตึงของสายพาน	- ตรวจค่าตัวประกอบความตึงของสายพาน - จดบันทึก	- ใบสั่งงาน - คู่มือตารางงานโลหะ	
9. คำนวณระบบส่งกำลังด้วยเพลา	- ขนาดโมเนนต์ - ความเค้นดัด - ความเค้นแรงบิด - ความเค้นรวม - ขนาดของเพลา	- ใบสั่งงาน - เครื่องคิดเลข	

วิทยาลัยเทคนิคท่าหลวงซิเมนต์ไทยอนุสรณ์	**ใบลำดับขั้นการปฏิบัติงาน**	หน้าที่ : 65
	หน่วยที่ 5 : งานคำนวณระบบส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยเพลา	

ลำดับขั้นการปฏิบัติงาน	คำอธิบายขั้นตอนการทำงาน	เครื่องมืออุปกรณ์	ข้อควรระวัง
10. บันทึกรายงานสรุปผลการปฏิบัติงาน	- บันทึกผลการคำนวณที่ได้ เช่น - ขนาดโมเนต์ - ความเค้นดัด - ความเค้นแรงบิด - ความเค้นรวม - ขนาดของเพลา	- ใบสั่งงาน	
11. จัดเก็บเครื่องมืออุปกรณ์และบริเวณปฏิบัติงาน	- ทำความสะอาดเครื่องมือและชิ้นงานทุกครั้งหลังเสร็จงาน	- ผ้า - น้ำมันกันสนิม	

วิทยาลัยเทคนิคท่าหลวงซิเมนต์ไทยอนุสรณ์	**ใบสั่งงาน**	หน้าที่ : 66
	หน่วยที่ 5 : งานคำนวณระบบส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยเพลา	

คำสั่ง : จงคำนวณระบบส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยเพลา เวลาที่กำหนด : 30 นาที



ลำดับขั้นการทำงาน	เครื่องมือ อุปกรณ์
1. ศึกษาข้อมูล	1.โมเดลระบบส่งเครื่องมือกล
2. เตรียมชิ้นงานและเครื่องมืออุปกรณ์	2.เวอร์เนียคาร์ลิปเปอร์
3. วัดความห่างระหว่างจุดรองรับหรือแบริ่งถึงชิ้นส่วนส่งกำลังทุกชิ้น	3.คู่มือตารางงานโลหะ
4.ชั่งน้ำหนักของชิ้นส่วนส่งกำลังที่ติดตั้งบนเพลา	4.เครื่องคิดเลข
5. วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางชั่งของชิ้นส่วนส่งกำลัง	5.ตาชั่งสปริง
6. ตรวจสอบวัสดุทำเพลาเพื่อหาค่าความเค้นดัดอนุญาตของวัสดุ	6.ผ้า
7. ตรวจสอบขนาดของต้นกำลังขับและความเร็วรอบมอเตอร์จากเนมเพลส	
8. ตรวจค่าตัวประกอบความตึงของสายพาน	
9. คำนวณระบบส่งกำลังด้วยเพลา	
10. บันทึกรายงานสรุปผลการปฏิบัติงาน	
11. จัดเก็บเครื่องมืออุปกรณ์และบริเวณปฏิบัติงาน	

สรุปผลการทำงาน

ชื่อ:_____เลขที่:_____กลุ่ม:_____

วิทยาลัยเทคนิคท่าหลวงซิเมนต์ไทยอนุสรณ์	**ใบประเมินผล** **(Evaluation Sheet)**	หน้าที่ : 67
	หน่วยที่ 5 : งานคำนวณระบบส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยเพลา	

การประเมินผลงานติดตั้งระบบส่งกำลังด้วยเพลา						
ชื่อ.....ว/ด/ป.....			ผู้ประเมิน.....			
จุดประเมินผล			ผลการประเมิน			
			ผ่าน	ไม่ผ่าน	หมายเหตุ	
1. ศึกษาข้อมูล						
2. เตรียมชิ้นงานและเครื่องมืออุปกรณ์						
3. วัดความห่างระหว่างจุดรองรับหรือแบริ่งถึงชิ้นส่วนส่งกำลังทุกชิ้น						
4. ชั่งน้ำหนักของชิ้นส่วนส่งกำลังที่ติดตั้งบนเพลา						
5. วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางชั่งของชิ้นส่วนส่งกำลัง						
6. ตรวจสอบวัสดุทำเพลาเพื่อหาค่าความเค้นดัดอนุญาตของวัสดุ						
7. ตรวจสอบขนาดของต้นกำลังขับและความเร็วรอบมอเตอร์จากเนมเพลส						
8. ตรวจค่าตัวประกอบความตึงของสายพาน						
9. คำนวณระบบส่งกำลังด้วยเพลา						
10. บันทึกรายงานสรุปผลการปฏิบัติงาน						
11. จัดเก็บเครื่องมืออุปกรณ์และบริเวณปฏิบัติงาน						
คุณภาพของ	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. **การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล1.** กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย – ญี่ปุ่น), 2540.

บรรเลง ศรนิล, รศ. และประเสริฐ ก๊วยสมบูรณ์, ผศ. **ตารางคู่มืองานโลหะ**. กรุงเทพมหานคร: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2524.

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

Richard G.Budynas And J.Keith Nisbett. **Shigley's Mechanical Engineering Design**. McGraw-hill book Company, 2011.

https://en.wikipedia.org/wiki/Drive_shaft, เข้าถึง 19 ตุลาคม 2558

http://www.pmmodelengines.com, เข้าถึง 19 ตุลาคม 2558

http://vishwagroup.co.in/GearBox.html, เข้าถึง 21 ตุลาคม 2558