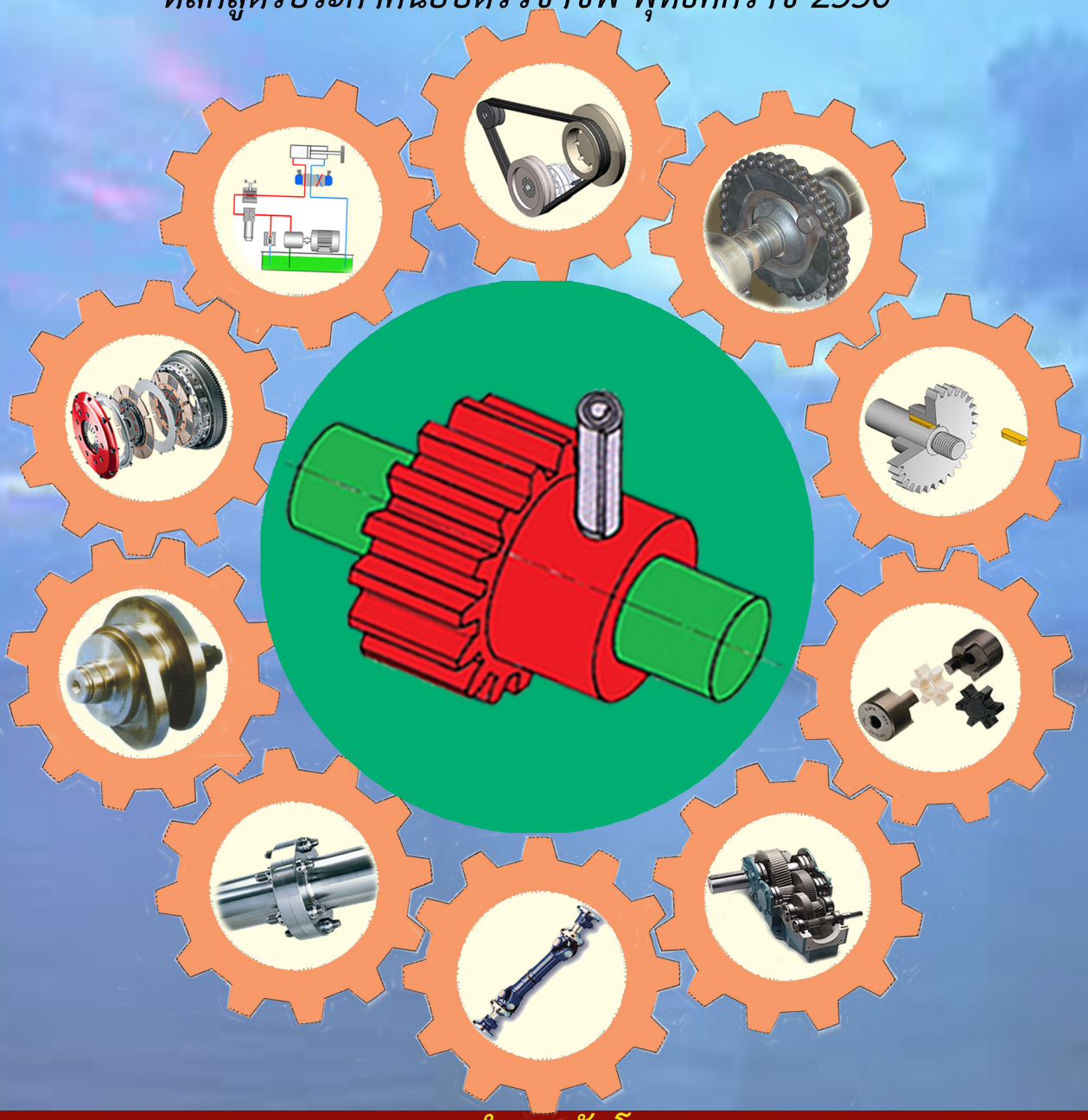
เอกสารประกอบการสอน

รายวิชาระบบส่งกำลังเครื่องมือกล รหัส 2102-2110

หน่วยที่ 10

งานคำนวณระบบขัดตัวส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยสลักอัด

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	งานคำนวณระบบส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยคลัตช์	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
งานคำนวณระบบส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยคลัตช์	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	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 10. งานคำนวณระบบขัดตัวส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยสลักอัด	
1. หน้าที่ของสลักอัด	12
2. ชนิดและการใช้งานของสลักอัด	14
3. ขนาดของสลักอัดตามมาตรฐาน	17
4. สูตรคำนวณขนาดสลักอัดเพื่อการใช้งาน	30
5. เครื่องมือที่ใช้ในการคำนวณระบบขัดตัวส่งกำลังด้วยสลักอัด	36
6. วิธีการคำนวณระบบขัดตัวส่งกำลังด้วยสลักอัด	36
7. การบันทึกรายงานสรุปผลการคำนวณระบบขัดตัวส่งกำลังด้วยสลักอัด	38
8. วิธีการจัดเก็บเครื่องมืออุปกรณ์และบริเวณปฏิบัติงานคำนวณระบบขัดตัวส่งกำลังด้วยสลักอัด	39
9. กฎความปลอดภัยในการปฏิบัติงานคำนวณระบบขัดตัวส่งกำลังด้วยสลักอัด	39
แบบฝึกหัด	40
เฉลยแบบฝึกหัด	46
แบบทดสอบหลังเรียน	52
เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน	58

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ใบลำดับขั้นการปฏิบัติงาน	59
ใบสั่งงาน	62
ใบประเมินผล	63
ตารางดัชนีแสดงประสิทธิผลการจัดการเรียนรู้	64
บันทึกหลังการสอน	66
บรรณานุกรม	67

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
10.1 แสดงลักษณะของสลัก	12
10.2 ลักษณะการใช้สลักยึดชิ้นงานให้แน่น	12
10.3 ลักษณะการใช้สลักกำหนดตำแหน่งชิ้นงาน	13
10.4 ลักษณะการใช้สลักป้องกันการใช้งานเกินกำลัง	13
10.5 แสดงลักษณะของสลักชนิดต่าง ๆ	14
10.6 แสดงลักษณะสลักอัดทรงกระบอก (DIN EN ISO 2338 , DIN EN ISO8734)	14
10.7 แสดงลักษณะสลักอัดทรงเรียว (DIN EN ISO2339 , ISO8736 , ISO8737)	15
10.8 แสดงลักษณะสลักอัดแบบมีร่องผ่าข้าง (Groove Pin)	15
10.9 แสดงลักษณะสลักอัดปลอกเบ่ง	16
10.10 แสดงลักษณะสลักอัดแบบเคลฟวิส (Clevis Pin)	16
10.11 แสดงสัดส่วนของสลักทรงกระบอก	17
10.12 แสดงสัดส่วนของสลักทรงกระบอกแบบชุบแข็ง	18
10.13 แสดงสัดส่วนของสลักทรงเรียว	19
10.14 แสดงสัดส่วนของสลักอัดผ่าข้างทรงกระบอกแบบมีลบคม	20
10.15 แสดงสัดส่วนของสลักอัดผ่าข้างแบบกลางป่อง	21
10.16 แสดงสัดส่วนของสลักอัดผ่าข้างแบบสอด	22
10.17 แสดงสัดส่วนของสลักอัดผ่าข้างแบบมีหัวครึ่งวงกลม	23
10.18 แสดงสัดส่วนของสลักอัดผ่าข้างแบบหัวฝัง	24
10.19 แสดงสัดส่วนของสลักเบ่ง DIN EN ISO 8752 (1998-03)	25
10.20 แสดงสัดส่วนของสลักเบ่ง DIN EN ISO13337 (1998-02)	26
10.21 แสดงสัดส่วนของสลักอัดเคลฟวิสแบบไม่มีหัว	27
10.22 แสดงสัดส่วนสลักอัดเคลฟวิสแบบมีหัว	28
10.23 แสดงสัดส่วนสลักอัดแบบมีหัวพร้อมเกลียว	29
10.24 แสดงลักษณะการใช้งานของสลัก	30
10.25 แสดงลักษณะการใช้สลักทำหน้าที่ขัดตัวส่งกำลัง	30
10.26 แสดงลักษณะการใช้สลักอัดทำหน้าที่เป็นข้อต่อแบบคอตเตอร์	31
10.27 แสดงลักษณะการใช้สลักอัดที่ทำหน้าที่เป็นสลักนิรภัย	31
10.28 การใช้งานสลักอัดแบบเคลฟวิสทำหน้าที่เป็นแกนหมุนของข้อเหวี่ยง โดยใช้งานร่วมกับสลักถ่าง (Split Pin)	32

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
10.29 การใช้งานสลักอัดผ่าข้าง ต่อข้อต่อแบบ Cotter Joint	33
10.30 สลักยึดเพลาและดุมล้อเพื่อทำหน้าที่เป็นสลักนิรภัย	35
10.31 แสดงเครื่องมือและ อุปกรณ์ที่ใช้ในการคำนวณระบบขัดตัวส่งกำลังด้วยสลักอัด	36
10.32 แสดงการวัดขนาดความโตเพลา (mm) ด้วยเวอร์เนียคาร์ลิปเปอร์แล้วจดบันทึก	36
10.33 แสดงการกำหนดกำลังที่ต้องการใช้ในการส่งถ่ายกำลัง	37
10.34 แสดงการคำนวณค่าต่าง ๆ ที่ต้องการทราบ	37
10.35 แสดงการเลือกขนาดความโตของสลักอัดจากตารางมาตรฐานสลักอัด	38
10.36 แสดงการบันทึกรายงานสรุปผลการปฏิบัติงาน	38
10.37 แสดงการจัดเก็บเครื่องมืออุปกรณ์และบริเวณปฏิบัติงาน	39
10.38 แสดงการแขวนป้ายล็อคเมนสวิทย์เพื่อความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน	39

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
10.1 แสดงขนาดของสลักทรงกระบอกไม่ชุบแข็ง	17
10.2 แสดงขนาดของสลักทรงกระบอกแบบชุบแข็ง	18
10.3 แสดงขนาดของสลักอัดทรงเรียว ไม่ชุบแข็ง	19
10.4 แสดงขนาดของสลักอัดผ่าข้างทรงกระบอกแบบมีลบคม	20
10.5 แสดงขนาดของของสลักอัดผ่าข้างแบบกลางป่อง	21
10.6 แสดงขนาดของของสลักอัดผ่าข้างแบบสอด	22
10.7 แสดงขนาดของสลักอัดผ่าข้างแบบมีหัวครึ่งวงกลม	23
10.8 แสดงขนาดของสลักอัดผ่าข้างแบบหัวฝัง	24
10.9 แสดงขนาดของสลักเบ่ง DIN EN ISO 8752 (1998-03)	25
10.10 แสดงขนาดของสลักเบ่ง DIN EN ISO 13337 (1998-02)	26
10.11 แสดงขนาดของสลักอัดเคลฟวิสแบบไม่มีหัว	27
10.12 แสดงขนาดของสลักอัดเคลฟวิสแบบมีหัว	28
10.13 แสดงขนาดของสลักอัดเคลฟวิสแบบมีหัวพร้อมเกลียว	29

สาระสำคัญ

1. หน้าที่ของสลักอัด
2. ชนิดและการใช้งานของสลักอัด
3. ขนาดของสลักอัดตามมาตรฐาน
4. สูตรคำนวณขนาดสลักอัดเพื่อการใช้งาน
5. รายการเครื่องมือที่ใช้ในการคำนวณระบบขัดตัวส่งกำลังด้วยสลักอัด
6. วิธีการคำนวณระบบขัดตัวส่งกำลังด้วยสลักอัด
7. หัวข้อที่ต้องทำการบันทึกรายงานสรุปผลการคำนวณระบบขัดตัวส่งกำลังด้วยสลักอัด
8. วิธีการจัดเก็บเครื่องมืออุปกรณ์และบริเวณปฏิบัติงานคำนวณระบบขัดตัวส่งกำลังด้วยสลักอัด
9. กฎความปลอดภัยในการปฏิบัติงานคำนวณระบบขัดตัวส่งกำลังด้วยสลักอัด

วัตถุประสงค์ทั่วไปของการเรียนรู้

1. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับหน้าที่ของสลักอัด
2. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับชนิดและการใช้งานของสลักอัด
3. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับขนาดของสลักอัดตามมาตรฐาน
4. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสูตรคำนวณหาขนาดสลักอัดสำหรับใช้งาน
5. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ในการคำนวณระบบขัดตัวส่งกำลังด้วยสลักอัด
6. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับวิธีการคำนวณระบบขัดตัวส่งกำลังด้วยสลักอัด
7. เพื่อให้มีมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการบันทึกรายงานสรุปผลการปฏิบัติงานคำนวณระบบขัดตัวส่งกำลังด้วยสลักอัด
8. เพื่อให้มีเจตคติที่ดีต่อการจัดเก็บเครื่องมืออุปกรณ์และบริเวณปฏิบัติงาน คำนวณระบบขัดตัวส่งกำลังด้วยสลักอัด
9. เพื่อให้มีเจตคติที่ดีต่อกฎความปลอดภัยในการปฏิบัติงานคำนวณระบบขัดตัวส่งกำลังด้วยสลักอัด

วิทยาลัยเทคนิคท่าหลวงซิเมนต์ไทยอนุสรณ์	**วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมด้านทฤษฎี**	หน้าที่ : 3
	หน่วยที่ 10 : งานคำนวณระบบขัดตัวส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยสลักอัด	

Behavioral Objectives	TKL			Remark
	R	A	T	
1. บอกหน้าที่ของสลักได้	✓			
2. บอกชนิดและการใช้งานของสลักอัดได้	✓			
3. บอกขนาดของสลักอัดตามมาตรฐานได้	✓			
4. สูตรคำนวณค่าทางเทคนิคสำหรับการออกแบบสลักได้		✓		
5. บอกชื่อเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการคำนวณระบบขัดตัวส่งกำลังด้วยสลักอัดได้	✓			
6. บอกขั้นตอนวิธีการคำนวณระบบขัดตัวส่งกำลังด้วยสลักอัดได้	✓			
7. อธิบายการบันทึกรายงานสรุปผลการปฏิบัติงานคำนวณระบบขัดตัวส่งกำลังด้วยสลักอัดได้		✓		
8. อธิบายการจัดเก็บเครื่องมืออุปกรณ์และบริเวณปฏิบัติงานคำนวณระบบขัดตัวส่งกำลังด้วยสลักอัดได้		✓		
9. บอกกฎความปลอดภัยในการปฏิบัติงานคำนวณระบบขัดตัวส่งกำลังด้วยสลักอัดได้	✓			

TKL = Task Knowledge Level

R = Recalled A = Applied T = Transferred

วิทยาลัยเทคนิคท่าหลวงซิเมนต์ไทยอนุสรณ์	**วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมด้านปฏิบัติ**	หน้าที่ : 4
	หน่วยที่ 10 : งานคำนวณระบบขัดตัวส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยสลักอัด	

Behavioral Objectives	TSL			Remark
	I	C	A	
1. เตรียมเครื่องมือและ อุปกรณ์ที่ใช้ในการคำนวณระบบขัดตัวส่งกำลังด้วยสลักอัดได้	✓			
2. วัดค่าทางเทคนิคที่ใช้ในการคำนวณระบบขัดตัวส่งกำลังด้วยสลักอัดได้		✓		
3. คำนวณระบบขัดตัวส่งกำลังด้วยสลักอัดได้		✓		
4. บันทึกรายงานสรุปผลการปฏิบัติงานคำนวณระบบขัดตัวส่งกำลังด้วยสลักอัดได้		✓		
5. จัดเก็บเครื่องมือและบริเวณปฏิบัติงานคำนวณระบบขัดตัวส่งกำลังด้วยสลักอัดได้	✓			
6. ปฏิบัติตามกฎความปลอดภัยในการคำนวณระบบขัดตัวส่งกำลังด้วยสลักอัดได้	✓			

TSL = Task Skill Level

I = Imitation C = Control A = Automatism

วิทยาลัยเทคนิคท่าหลวงซิเมนต์ไทยอนุสรณ์	**แบบทดสอบก่อนเรียน ด้านทฤษฎี**	หน้าที่ : 5
	หน่วยที่ 10 : งานคำนวณระบบขัดตัวส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยสลักอัด	

คำสั่ง : จงทำเครื่องหมายกากบาท (X) ทับข้อที่ถูกลงในกระดาษคำตอบที่แจกให้ เวลาที่กำหนด : 20 นาที

1. ข้อใดกล่าวถึงหน้าที่การใช้งานของสลักอัดได้อย่างถูกต้อง
   ก. จับยึดให้ชิ้นงานอัดแน่น ข. ทำหน้าที่กำหนดทิศทางการเคลื่อนที่
   ค. ตัด–ต่อกำลังและป้องกันการรับภาระเกินกำลัง ง. กำหนดตำแหน่งชิ้นงาน
2. ข้อใดกล่าวถึงข้อด้อยของการใช้งานสลักอัดได้อย่างถูกต้อง
   ก. การยึดชิ้นงานด้วยสลักจำเป็นจะต้องเจาะรู ซึ่งจะทำให้ความแข็งแรงของชิ้นงานลดลง
   ข. การกำหนดตำแหน่งชิ้นงานด้วยสลักในการประกอบชิ้นงานต้องใช้สลักจำนวนมาก ๆ
   ค. การป้องกันการใช้งานเกินกำลังด้วยสลักต้องใช้สลักอย่างน้อย 2 ตัวขึ้นไป
   ง. การใช้สลักกับชิ้นงานหมุนจำเป็นจะใช้สลักกับงานภาระปานกลางเท่านั้น
3. ข้อใดกล่าวถึงการใช้งานของสลักอัดทรงกระบอกได้อย่างถูกต้อง
   ก. ใช้กำหนดตำแหน่งชิ้นงานเป็นหลัก
   ข. ใช้งานในลักษณะยึดแน่น และกำหนดตำแหน่งชิ้นงาน
   ค. ใช้งานในลักษณะยึดแน่น กำหนดตำแหน่งชิ้นงาน และเป็นสลักนิรภัย
   ง. ใช้เป็นแกนหมุนของข้อเหวี่ยง โดยใช้งานร่วมกับสลักชนิดถ่าง (Split Pin)
4. ข้อใดกล่าวถึงการใช้งานของสลักอัดทรงเรียว ได้อย่างถูกต้อง
   ก. ใช้กำหนดตำแหน่งชิ้นงานเป็นหลัก
   ข. ใช้งานในลักษณะยึดแน่น และกำหนดตำแหน่งชิ้นงาน
   ค. ใช้งานในลักษณะยึดแน่น กำหนดตำแหน่งชิ้นงาน และเป็นสลักนิรภัย
   ง. ใช้เป็นแกนหมุนของข้อเหวี่ยง โดยใช้งานร่วมกับสลักชนิดถ่าง (Split Pin)
5. ข้อใดกล่าวถึงการใช้งานของสลักอัดแบบมีร่องผ่าข้าง ได้อย่างถูกต้อง
   ก. ใช้กำหนดตำแหน่งชิ้นงานเป็นหลัก
   ข. ใช้งานในลักษณะยึดแน่น และกำหนดตำแหน่งชิ้นงาน
   ค. ใช้งานในลักษณะยึดแน่น กำหนดตำแหน่งชิ้นงาน และเป็นสลักนิรภัย
   ง. ใช้เป็นแกนหมุนของข้อเหวี่ยง โดยใช้งานร่วมกับสลักชนิดถ่าง (Split Pin)

วิทยาลัยเทคนิคท่าหลวงซิเมนต์ไทยอนุสรณ์	**แบบทดสอบก่อนเรียน ด้านทฤษฎี**	หน้าที่ : 6
	หน่วยที่ 10 : งานคำนวณระบบขัดตัวส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยสลักอัด	

6. ข้อใดกล่าวถึงการใช้งานของสลักอัดแบบเคลฟวิส ได้อย่างถูกต้อง

ก. ใช้กำหนดตำแหน่งชิ้นงานเป็นหลัก

ข. ใช้งานในลักษณะยึดแน่น และกำหนดตำแหน่งชิ้นงาน

ค. ใช้งานในลักษณะยึดแน่น กำหนดตำแหน่งชิ้นงาน และเป็นสลักนิรภัย

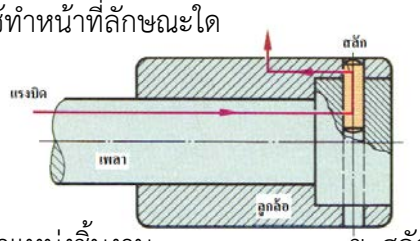
ง. ใช้เป็นแกนหมุนของข้อเหวี่ยง โดยใช้งานร่วมกับสลักชนิดถ่าง (Split Pin)

7. เพราะเหตุใดการใช้งานสลักเบ่งจึงไม่ควรให้รอยผ่าของของสลักยุบมาติดกัน

ก. สลักอาจเกิดการแตกหักได้ ข. การดูแลรักษาอาจทำได้ยากขึ้น

ค. เวลาถอดสลักจะทำได้ยาก ง. การส่งกำลังของสลักจะได้กำลังน้อย

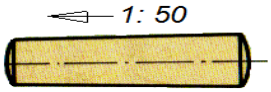
8. จากภาพสลักอัดที่ใช้ทำหน้าที่ลักษณะใด

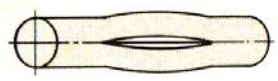


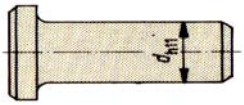
ก. สลักอัดกำหนดตำแหน่งชิ้นงาน ข. สลักอัดทำหน้าที่เป็นข้อต่อแบบคอตเตอร์

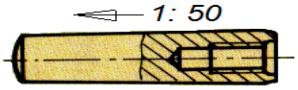
ค. สลักทำหน้าที่ขัดตัวส่งกำลัง ง. สลักอัดที่ทำหน้าที่เป็นสลักนิรภัย

9. จากภาพ สลักอัดใดใช้กับรูที่ไม่ทะลุ

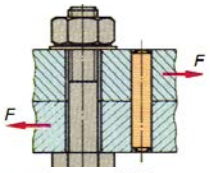
ก. 

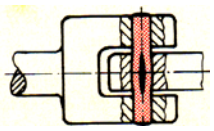
ข. 

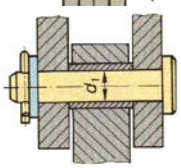
ค. 

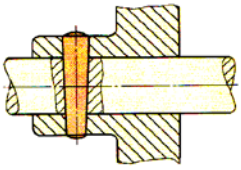
ง. 

10. ข้อใดแสดงการใช้งานของสลักอัดทรงกระบอก เพื่อกำหนดตำแหน่งชิ้นงานได้ถูกต้อง

ก. 

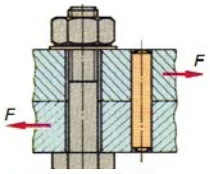
ข. 

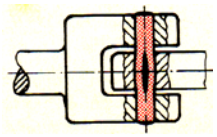
ค. 

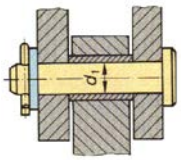
ง. 

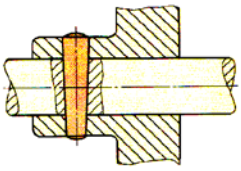
วิทยาลัยเทคนิคท่าหลวงซิเมนต์ไทยอนุสรณ์	**แบบทดสอบก่อนเรียน ด้านทฤษฎี**	หน้าที่ : 7
	หน่วยที่ 10 : งานคำนวณระบบขัดตัวส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยสลักอัด	

11. ข้อใดแสดงการใช้งานของสลักอัดทรงเรียว เพื่อใช้ยึดแน่นชิ้นงานได้ถูกต้อง

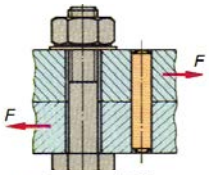
ก. 

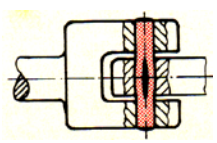
ข. 

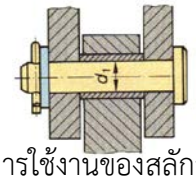
ค. 

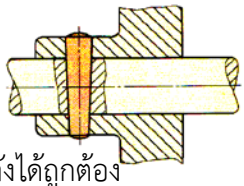
ง. 

12. ข้อใดแสดงการใช้งานของสลักอัดเคลฟวิส เพื่อทำหน้าที่เป็นแกนหมุนของแขนโยกได้ถูกต้อง

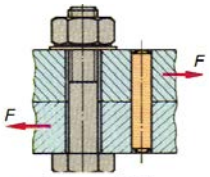
ก. 

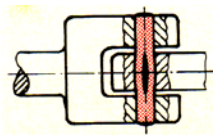
ข. 

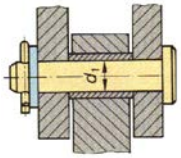
ค. 

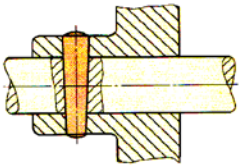
ง. 

13. ข้อใดแสดงการใช้งานของสลักอัดแบบกลางป่อง ใช้ขัดตัวส่งกำลังได้ถูกต้อง

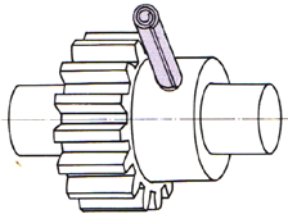
ก. 

ข. 

ค. 

ง. 

14. จากภาพสลักอัดที่ใช้คือสลักชนิดใด



ก. สลักอัดทรงกระบอก
ข. สลักอัดปลอกเบ่ง
ค. สลักอัดแบบเคลฟวิสแบบไม่มีหัว
ง. สลักอัดทรงเรียว

15. สลักอัดทรงกระบอกชุบแข็งขนาดความโต 6 มม. ยาว 30 มม. ข้อใดกำหนดขนาดสลักได้อย่างถูกต้อง

ก. สลักอัดทรงกระบอก ISO 8734 -6 m6x30 ข. สลักอัดทรงกระบอก ISO 8734-30 m6 x 6

ค. สลักอัดทรงกระบอก ISO 8734 -6 m30x6 ง. สลักอัดทรงกระบอก ISO 8734-30 m6

16. ข้อใดบอกขนาดสัดส่วนของสลักอัดทรงเรียวได้ถูกต้องตามมาตรฐาน

ก. Taper Pin ISO 2339 A– 5 x 50 ข. Taper Pin ISO 2339 A – 5 m6 x 50

ค. Taper Pin ISO 2339 m6 5 x 50 – st.50 ง. Taper Pin ISO 2339 A– 5 st.50 –50

17. สลักอัดมีการระบุขนาดคือ Clevis Pin ISO 2340 – A 10 h11 x 60 – st จะหมายถึงสลักอัดในข้อใด

ก. สลักอัดทรงกระบอกลำตัวชุบแข็ง ข. สลักทรงกระบอกแบบมีหัว

ค. สลักทรงกระบอกแบบไม่มีหัว ง. สลักม้วนขึ้นรูปจากแผ่นสปริง

18. สลักอัดทรงเรียวชนิด A ขนาดความโต 6 มม. ยาว 45 มม. ข้อใดกำหนดขนาดสลักได้อย่างถูกต้อง

ก. สลักอัดทรงเรียว ISO 2339 A 45x6 ข. สลักอัดทรงเรียว ISO 2339 A6 x 45

ค. สลักอัดทรงเรียว ISO 2339 A 6 x 45 ง. สลักอัดทรงเรียว ISO 2339 A45 x 6

19. สลักอัดเคลฟวิสแบบมีหัวชนิด B ความโต 10 มม. ยาว 60 มม.ข้อใดกำหนดขนาดสลักได้อย่างถูกต้อง

ก. สลักอัดแบบเคลฟวิส ISO 2341 B10 h11 x 60

ข. สลักอัดแบบเคลฟวิส ISO 2341 B10

ค. สลักอัดแบบเคลฟวิส ISO 2341 B 60 h11 x 10

ง. สลักอัดแบบเคลฟวิส ISO 2341 B10 h11 x 60

20. สลักอัดกำหนดขนาด Taper Pin ISO2339 B20 x 100 –st.50 ความหมายของ B20 คือข้อใด

ก. สลักรูปทรงชนิด Bขนาดความโต 20 มม ข. สลักรูปทรงชนิด B ขนาดความยาว 20 มม.

ค. สลักรูปทรงชนิด Bลบคมมุม 20 องศา ง. สลักรูปทรงชนิด B ลบมุมโค้งรัศมี 20 มม.

21. สูตรคำนวณหาขนาดความโตสลักอัดจากค่าความเค้นแรงเฉือนคือข้อใด

ก. $A = \frac{F.i}{\tau all}$ ข. $A = \frac{F}{\tau all}$

ค. $A = \frac{F}{i.\tau all}$ ง. $A = \frac{\tau all}{F.i}$

22. ค่าความปลอดภัย (Safety Factor) สำหรับค่าความเค้นอัดอนุญาตเมื่อภาระกระทำสลับไป-มาคือข้อใด

ก. N = 1.5 ข. N = 2.0

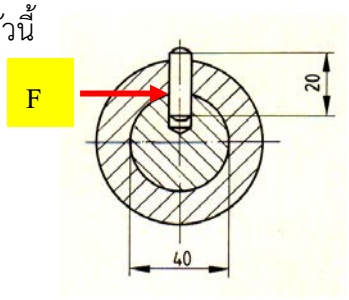
ค. N = 2.5 ง. N = 3.5

23. ค่าความปลอดภัย (Safety Factor) ที่กระทำกับสลักอัดที่ต้องใช้ค่าความปลอดภัยสูงสุดคือข้อใด

ก. ภาระแบบสลับไป-มา ข. ภาระแบบคงที่

ค. ภาระแบบเปลี่ยนแปลง ง. ภาระแบบกระแทก

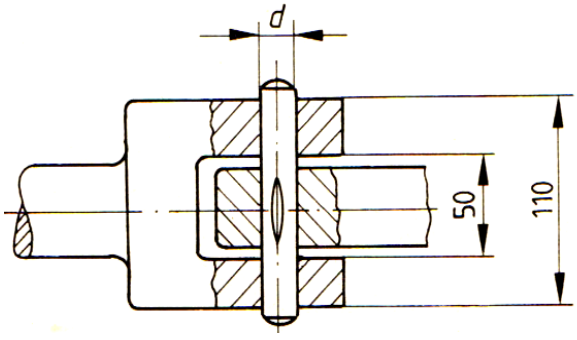
24. สลักนิรภัย ยาว 20 มิลลิเมตรทำจากวัสดุ st. 60 ($\sigma u = 570 \frac{N}{mm^2}$) ส่งถ่ายโมเมนต์แรงบิด 520 Nm จงคำนวณหาขนาดความโตสลักอัดตัวนี้



ก. ∅ 7 มิลลิเมตร ข. ∅ 8 มิลลิเมตร

ค. ∅ 9 มิลลิเมตร ง. ∅ 10 มิลลิเมตร

25. ข้อต่อดังภาพอยู่ภายใต้ภาระกระทำแบบสลับไป-มา ขนาดแรงที่กระทำ 50 kN จงออกแบบเพื่อหาขนาดแกนสลัก (ød) เพื่อรับภาระดังกล่าว กำหนดวัสดุมีค่า $\sigma u = 670 \frac{N}{mm^2}$: $\sigma y = 360 \frac{N}{mm^2}$



ก. ∅ 8 มิลลิเมตร ข. ∅ 10 มิลลิเมตร

ค. ∅ 12 มิลลิเมตร ง. ∅ 16 มิลลิเมตร

26. ข้อใดคือเครื่องมือและ อุปกรณ์ที่ใช้ในการคำนวณระบบขัดตัวส่งกำลังด้วยสลักอัด

ก. เหล็กส่ง ข. เหล็กดูดสามขา

ค. ค้อนพลาสติก ง. ตารางมาตรฐานสลักอัด

27. ข้อใดแสดงหมายเลขเพื่อเรียงลำดับขั้นตอนการคำนวณระบบขัดตัวส่งกำลังด้วยสลักอัดได้ถูกต้อง



1. คำนวณค่าต่าง ๆ ที่ต้องการทราบ
2. กำหนดกำลังที่ต้องการใช้ในการส่งถ่ายกำลัง
3. วัดขนาดความโตเพลา (mm) ด้วยเวอร์เนียคาร์ลิปเปอร์แล้วจดบันทึก
4. เลือกขนาดความโตของสลักอัดจากตารางมาตรฐานสลักอัด

ก. 1-2-3-4 ข. 2-1-3-4

ค. 3-2-1-4 ง. 3-1-2-4

28. ข้อใดไม่ต้องทำการบันทึกผลการปฏิบัติงานคำนวณระบบขัดตัวส่งกำลังด้วยสลักอัด

ก. ขนาดความโตสลัก ข. วัสดุทำสลัก

ค. ความยาวสลัก ง. พิกัดความเผื่อสลักอัด

29. การจัดเก็บเครื่องมืออุปกรณ์และบริเวณปฏิบัติงานถอด – ประกอบสลักข้อใดคือกล่าวได้ถูกต้อง

ก. เก็บเครื่องมืออุปกรณ์เข้าตู้โดยแยกเครื่องมือที่มีคมตัดออกจากเครื่องมือวัดขนาด

ข. ใช้ลมเป่าเพื่อทำความสะอาดเครื่องมือและอุปกรณ์

ค. ใช้เศษกระดาษเช็ดทำความสะอาดเครื่องมือและอุปกรณ์ที่เปื้อนน้ำมัน

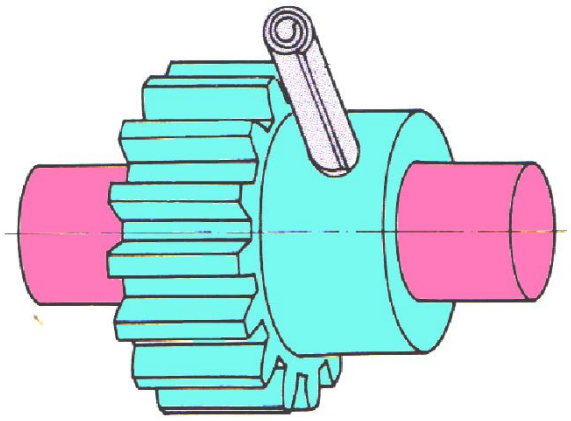
ง. ชโลมน้ำมันปริมาณมาก ๆ บริเวณเครื่องมืออุปกรณ์ที่เป็นเหล็ก

30. ข้อใดคือสิ่งแรกที่ควรกระทำด้านความปลอดภัยในการปฏิบัติงานถอด – ประกอบสลัก

ก. ใส่ถุงมือก่อนการปฏิบัติงานทุกครั้ง ข. ปิดเมนสวิทย์เครื่องจักรก่อนทำงาน

ค. แขวนป้ายล็อคเมนสวิทย์ ง. สวมใส่อุปกรณ์ป้องกันภัยส่วนบุคคล

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



ภาพที่ 10.1 แสดงลักษณะของสลัก
(ที่มา : ดำรง สัพโส. 2559)

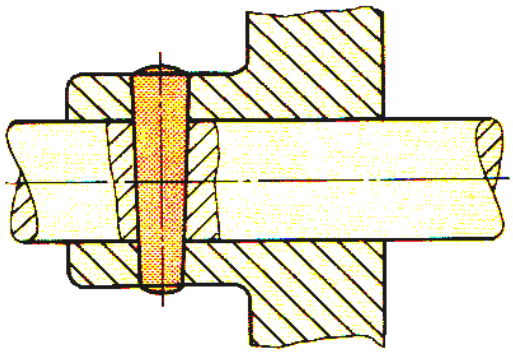
1. หน้าที่ของสลัก

สลัก เป็นชิ้นส่วนเครื่องจักรกลอย่างง่ายชนิดหนึ่ง โดยนำมาใช้เพื่อส่งกำลังที่มีภาระน้อยๆ และสามารถป้องกันการเคลื่อนที่และการหมุน หน้าที่หลัก ของสลัก คือ ดังนี้

1.1. การยึดชิ้นงานให้แน่น

1.2. การกำหนดตำแหน่งชิ้นงาน

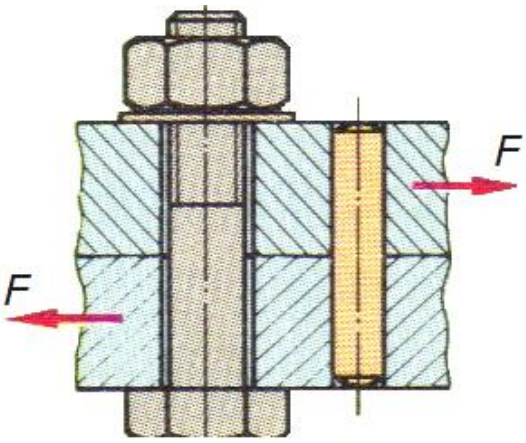
1.3. การป้องกันการใช้งานเกินกำลัง



ภาพที่ 10.2 ลักษณะการใช้สลักยึดชิ้นงานให้แน่น
(ที่มา : Hans Appold และคณะ.1982 :218)

1.1. การยึดชิ้นงานให้แน่น

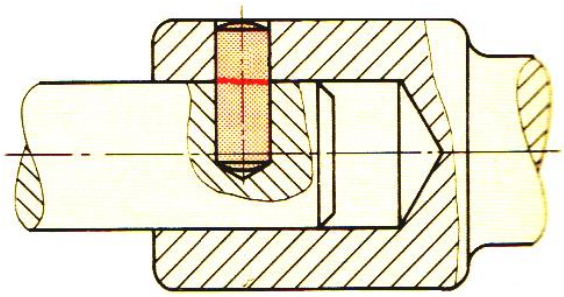
การใช้สลักยึดชิ้นงานให้แน่น เช่นชิ้นส่วนแขนโยก ข้อเหวี่ยง มือหมุนต่าง ๆ ซึ่งจำเป็นต้องยึดแน่นกับเพลาเพื่อส่งถ่ายกำลัง ไม่ต้องการให้เกิดการขยับขณะใช้งาน การยึดชิ้นงานด้วยสลักจำเป็นจะต้องเจาะรู ซึ่งจะทำให้ความแข็งแรงของชิ้นงานลดลง



ภาพที่ 10.3 ลักษณะการใช้สลักกำหนดตำแหน่งชิ้นงาน
(ที่มา : Hans Appold และคณะ.1982 :218)

1.2. การกำหนดตำแหน่งชิ้นงาน

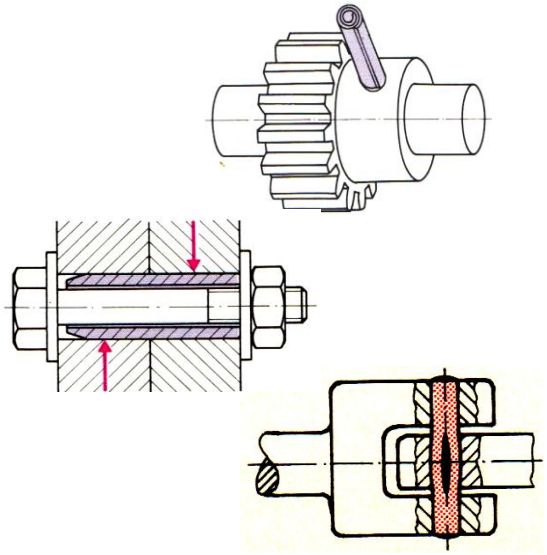
การกำหนดตำแหน่งชิ้นงานด้วยสลักเพื่อป้องกันความผิดพลาดในการประกอบชิ้นงาน เช่น ตำแหน่งของฝาปิด แม่พิมพ์ปั๊มตัดซึ่งไม่ว่าจะมีการถอดเข้าออกกี่ครั้งก็ยังคงรักษาตำแหน่งเดิมตลอดเวลา



ภาพที่ 10.4 ลักษณะการใช้สลักป้องกันการใช้งานเกินกำลัง
(ที่มา : Hans Appold และคณะ.1982 :218)

1.3. การป้องกันการใช้งานเกินกำลัง

การป้องกันการใช้งานเกินกำลังด้วยสลัก ลักษณะการใช้การขัดตัวส่งกำลังระหว่างเพลากับดุมล้อเฟืองหรือพูลเล่ย์ หากการส่งถ่ายกำลังแรงบิดเกินกำหนดที่เพลาสามารถจะรับภาระได้จะทำให้สลักดังกล่าวถูกเฉือนขาด เพื่อป้องกันมิให้ชิ้นส่วนข้างเคียงชำรุดเสียหาย

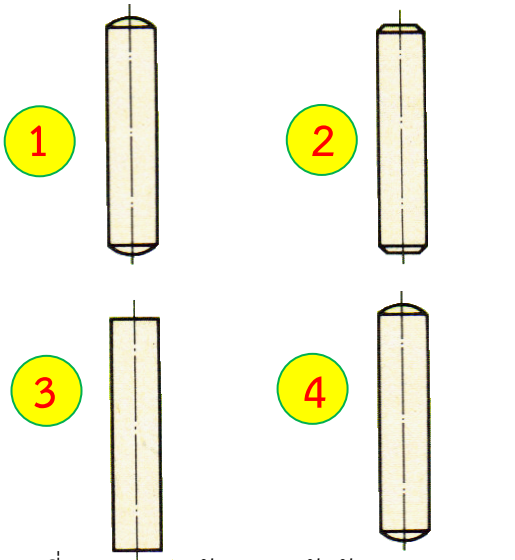


ภาพที่ 10.5 แสดงลักษณะของสลักชนิดต่าง ๆ
(ที่มา : ดำรง สัพโส. 2559)

2. ชนิดและการใช้งานของสลักอัด

การใช้งานของสลักมีลักษณะการใช้งานที่แตกต่างกัน จึงทำให้มีการออกแบบสลักหลากหลายลักษณะเพื่อตอบสนองการใช้งานซึ่งสามารถแบ่งชนิดของสลักได้ดังนี้

1. สลักอัดทรงกระบอก
2. สลักอัดทรงเรียว
3. สลักอัดแบบมีร่องผ่าข้าง (Groove Pin)
4. สลักอัดเบ่ง (Sleeve Pin)
5. สลักอัดแบบเคลฟวิส (Clevis Pin)



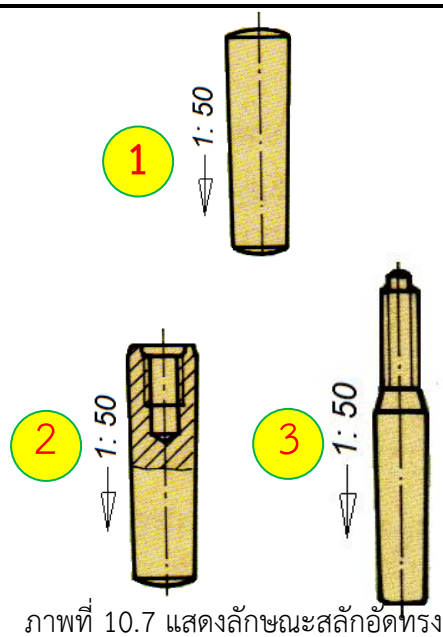
ภาพที่ 10.6 แสดงลักษณะสลักอัดทรงกระบอก
(DIN EN ISO 2338 , DIN EN ISO8734)
(ที่มา : Hans Appold และคณะ.1982 :218)

2.1. สลักอัดทรงกระบอก (DIN EN ISO 2338 , DIN EN ISO8734)

สลักชนิดนี้เป็นรูปทรงกระบอก ลำตัวของสลักจะมีผิวเรียบมัน ผ่านการเจียระไนโดยที่หัวของสลักมีลักษณะที่แตกต่างกันดังนี้

2.1.1. สลักอัดหัวมนโค้ง พิกัดลำตัว m6
2.1.2. สลักอัดหัวลบมุม พิกัดลำตัว h8
2.1.3. สลักอัดหัวปาดเรียบ พิกัดลำตัว h11
2.1.4 สลักอัดหัวมนโค้ง ลำตัวชุบแข็งพิกัดลำตัวm6

การใช้งาน สลักอัดทรงกระบอกปกติใช้งานในลักษณะยึดแน่น และกำหนดตำแหน่งชิ้นงาน



ภาพที่ 10.7 แสดงลักษณะสลักอัดทรงเรียว (DIN EN ISO2339 , ISO8736 , ISO8737)

(ที่มา : Hans Appold และคณะ.1982 :218)

2.2. สลักอัดทรงเรียว (DIN EN ISO2339, ISO8736 , ISO8737)

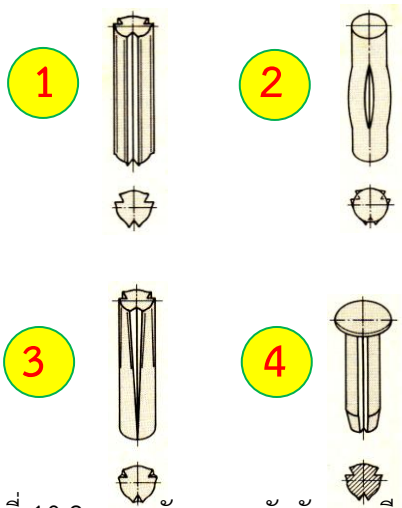
สลักชนิดนี้เป็นรูปทรงเรียว มีทั้งเรียวตลอดความยาวและเรียวไม่ตลอดความยาว อัตราเรียวที่ใช้ทั่วไป 1 : 50 ซึ่งมีลักษณะต่าง ๆ ดังนี้

2.2.1. สลักอัดทรงเรียว DIN EN ISO2339 ใช้ยึดชิ้นงานรูทะลุ

2.2.2. สลักอัดทรงเรียว ISO8736 ใช้ยึดชิ้นงานรูตัน

2.2.3. สลักอัดทรงเรียวISO8737 ใช้ยึดชิ้นงานรูตัน

การใช้งาน ปกติใช้กำหนดตำแหน่งชิ้นงานเป็นหลัก โดยสลักเรียวสามารถที่จะถอดประกอบเข้าตำแหน่งได้อย่างแม่นยำเหมือนเดิมเสมอ



ภาพที่ 10.8 แสดงลักษณะสลักอัดแบบมีร่องผ่าข้าง (Groove Pin)

(ที่มา : Hans Appold และคณะ.1982 :218)

2.3. สลักอัดแบบมีร่องผ่าข้าง (Groove Pin)

สลักชนิดนี้จะมีร่องผ่า 3 ร่อง ร่องนี้อาจบากเป็นร่องยาวตลอดหรือไม่ก็เพียงบากบางส่วน ซึ่งชนิดของสลักแตกต่างกันดังนี้

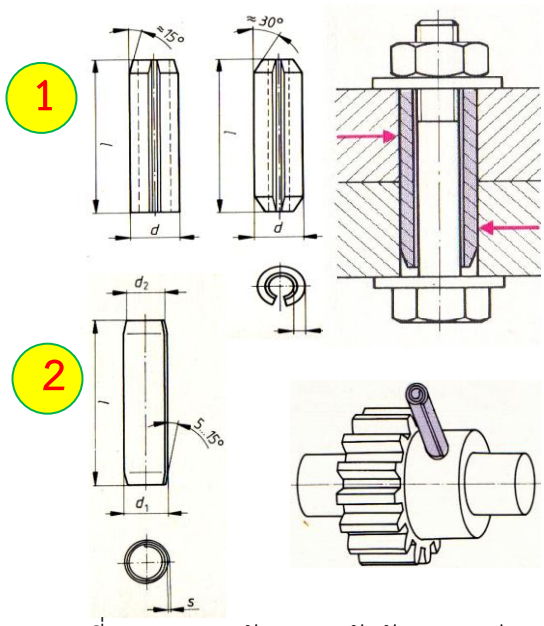
2.3.1. สลักอัดทรงกระบอกแบบมีลบคม ISO 8740

2.3.2. สลักอัดแบบกลางป่อง ISO 8742

2.1.3. สลักอัดแบบสอด ISO 8745

2.1.4. สลักอัดมีหัวครึ่งวงกลม ISO 8746

การใช้งานสลักอัดทั้ง 4 รูปแบบปกติใช้งานในลักษณะยึดแน่น กำหนดตำแหน่งชิ้นงาน และเป็นสลักนิรภัย



ภาพที่ 10.9 แสดงลักษณะสลักอัดปลอกเบ่ง

(ที่มา : ปรีชา ทิมทอง.2543 : 68)

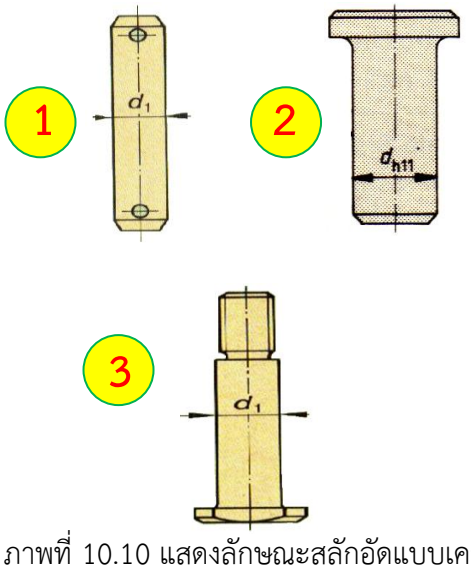
2.4. สลักอัดปลอกเบ่ง (Sleeve Pin)

สลักชนิดนี้เป็นสลักอัดทรงกระบอกคล้ายท่อขนาดเล็ก แต่จะมีลักษณะผ่าเพียงด้านเดียว เพื่อให้สามารถหดหรือขยายได้ เพราะสลักอัดปลอกเบ่งผลิตจากเหล็กสปริง โดยปกติสลักชนิดนี้สามารถแบ่งออกได้ดังนี้

2.4.1 แบบร่องผ่าตรง

2.4.2. แบบม้วนขด

การใช้งาน ปกติใช้ยึดแน่นชิ้นงานและการป้องกันการใช้งานเกินกำลัง ข้อควรระวังสำหรับสลักอัดปลอกเบ่งแบบร่องผ่าตรงไม่ควรให้รอยผ่าของของสลักยุบมาติดกันสลักอาจเกิดการแตกหักได้



ภาพที่ 10.10 แสดงลักษณะสลักอัดแบบเคลฟวิส (Clevis Pin)

(ที่มา : Hans Appold และคณะ.1982 :221)

2.5. สลักอัดแบบเคลฟวิส (Clevis Pin)

สลักชนิดนี้มีลักษณะทรงกระบอกมีทั้งแบบมีรูเจาะและไม่มีรูเจาะสำหรับใส่สลักชนิดถ่าง ซึ่งชนิดของสลักแตกต่างกันดังนี้

2.5.1. สลักอัดไม่มีหัว ISO 2340

2.5.2. สลักอัดแบบมีหัว ISO 2341

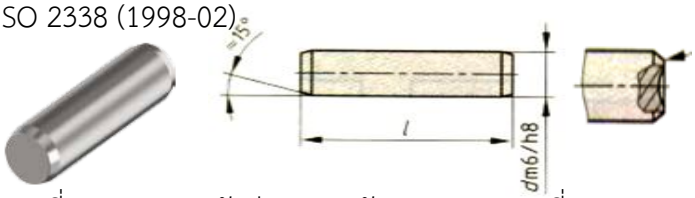
2.5.3. สลักอัดแบบมีหัวพร้อมเกลียว DIN 1445

การใช้งานสลักอัดแบบเคลฟวิสทำ หน้าที่เป็นแกนหมุนของข้อเหวี่ยง โดยใช้งานร่วมกับสลักชนิดถ่าง (Split Pin)

3. ขนาดของสลักอัดตามมาตรฐาน

3.1. ขนาดมาตรฐานสลักอัดทรงกระบอก

3.1.1 สลักอัดทรงกระบอกทำด้วยเหล็กไม่ชุบแข็งและทำด้วยเหล็กไร้สนิม Austenltic ตาม DIN EN ISO 2338 (1998-02)



1) อนุญาตให้มีรัศมีและโค้งเว้าที่ปลายสลักได้

ภาพที่ 10.11 แสดงสัดส่วนของสลักทรงกระบอก (ที่มา : บรรเลง ศรนิล.2554 : 218)

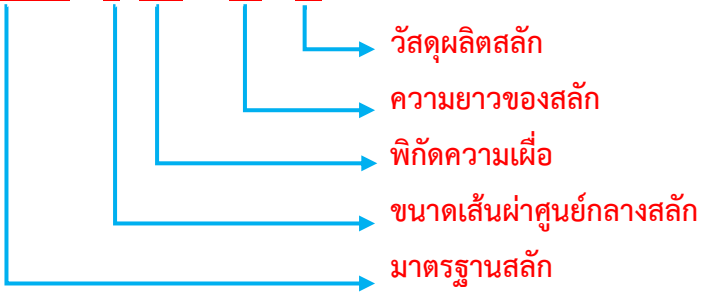
ตารางที่ 10.1 แสดงขนาดของสลักทรงกระบอกไม่ชุบแข็ง

∅ สลัก (มม.)	ความยาวสลัก (l)	∅ สลัก (มม.)	ความยาวสลัก (l)	∅ สลัก (มม.)	ความยาวสลัก (l)
0.6	2 - 6	3.0	8 – 30	16	26 – 180
0.8	2 - 8	4.0	8 – 40	20	35 - 200
1.0	4 – 10	5.0	10 - 50	25	50 - 200
1.2	4 – 12	6	12 – 60	30	60 - 200
1.5	4 – 16	8	14 – 80	40	80 - 200
2.0	6 – 20	10	18 – 95	50	95 - 200
2.5	6 – 24	12	22 – 140		

ขนาดความยาวสลักอัดทรงกระบอก คือ 2, 3, 4, 6, 8, 10, 12, 12, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 35 40...95, 100, 120, 140, 160, 180, 200 มม.

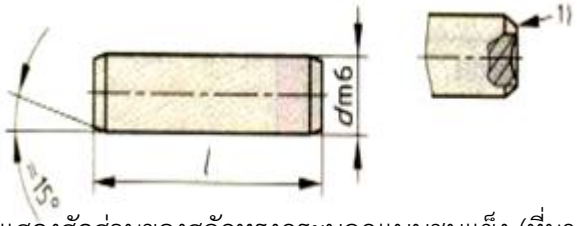
การสวมสลักเข้ากับรูพิกัดความเผื่อ H7 กับสลักพิกัดความเผื่อ m6 จะเป็นงานสวมพอดี แต่ถ้าใช้กับสลักพิกัดความเผื่อ h8 จะเป็นงานสวมคลอน

การบอกขนาดสลักอัดทรงกระบอก ISO2338 – 6 m6 X 30 – St



3.1.2 สลักอัดทรงกระบอกชุบแข็งและทำด้วยเหล็กไร้สนิม

สลักอัดทรงกระบอกชุบแข็ง ตาม DIN EN ISO 8734 (1998-03)



1) อนุญาตให้มีรัศมีและโค้งเว้าที่ปลายสลักได้

ภาพที่ 10.12 แสดงสัดส่วนของสลักทรงกระบอกแบบชุบแข็ง (ที่มา : บรรเลง ศรนิล.2554 : 218)

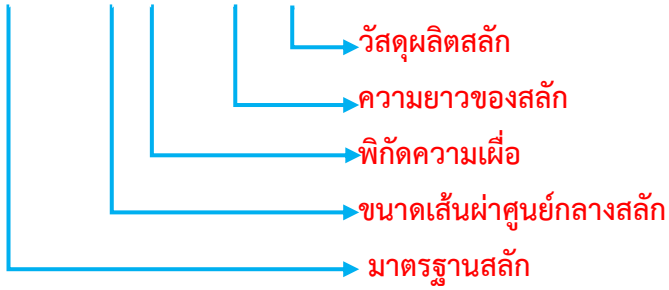
ตารางที่ 10.2 แสดงขนาดของสลักทรงกระบอกแบบชุบแข็ง

∅ สลัก (มม.)	ความยาวสลัก (l)	∅ สลัก (มม.)	ความยาวสลัก (l)
1.5	2 - 6	6	12 – 60
2	2 - 8	8	14 – 80
2.5	4 – 10	10	18 – 95
3	4 – 12	12	22 – 140
4	4 – 16	16	26 – 180
5	6 – 20	20	35 - 200

ขนาดความยาวมาตรฐานสลักอัดทรงกระบอกแบบชุบแข็ง คือ 3, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 35 40,50,55,60,65,70,75,80,85,90,95, 100, มม.

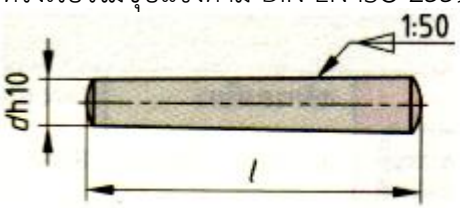
การสวมสลักเข้ากับรูพิกัดความเผื่อ H7 กับสลักพิกัดความเผื่อ m6 จะเป็นงานสวมพอดี แต่ถ้ากับสลักพิกัดความเผื่อ h8 จะเป็นงานสวมคลอน

การบอกขนาดสลักอัดทรงกระบอก ISO8734 – 6 m6 X 30 – St



3.2 มาตรฐานสลักอัดทรงเรียว ISO 2339

สลักอัดทรงเรียวไม่ชุบแข็งตาม DIN EN ISO 2339 (1998-03)





สลักอัดทรงเรียว ชนิด A เจียระไน R_a = 0.8 μm

สลักอัดทรงเรียว ชนิด B กลึง R_a = 3.2 μm

ภาพที่ 10.13 แสดงสัดส่วนของสลักทรงเรียว (ที่มา : บรรเลง ศรนิล.2554 : 218)

ตารางที่ 10.3 แสดงขนาดของสลักอัดทรงเรียว ไม่ชุบแข็ง

∅ สลัก (มม.) (d h10)	ความยาวสลัก (l)	∅ สลัก (มม.) (d h10)	ความยาวสลัก (l)
1	6 - 10	10	26 – 160
2	10 - 35	12	32 – 180
3	12 - 45	16	40– 200
4	14 – 55	20	45– 200
5	18 – 60	25	50– 200
6	22 – 90	30	55– 200
8	22 – 120		

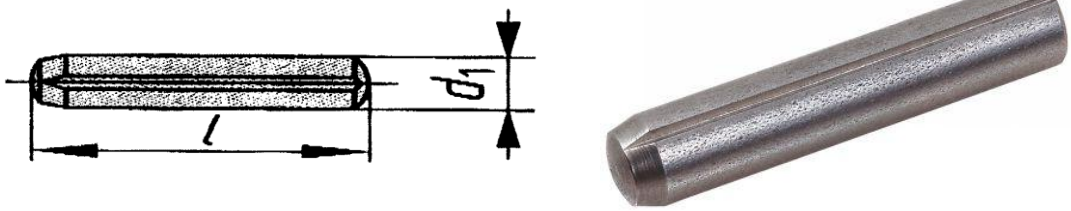
ขนาดความยาวมาตรฐานสลักอัดทรงเรียว คือ 2,3,4,5, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 35, 40,45...95,100,120...180, 200, มม.

การบอกขนาดสลักอัดทรงเรียว ISO 2339 - A - 10 X 40 – St

- St → วัสดุผลิตสลัก
- 40 → ความยาวของสลัก
- 10 → ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางสลัก
- A → ชนิดของการขึ้นรูปผิวสลัก
- 2339 → มาตรฐานของสลัก

3.3 มาตรฐานสลักอัดผ่าข้าง (Groove Pin)

3.3.1 สลักอัดทรงกระบอกแบบมีลบคม ISO 8740 มีขนาดต่าง ๆ ดังนี้



ภาพที่ 10.14 แสดงสัดส่วนของสลักอัดผ่าข้างทรงกระบอกแบบมีลบคม

(ที่มา : บรรเลง ศรนิล.2554 : 219)

ตารางที่ 10.4 แสดงขนาดของสลักอัดผ่าข้างทรงกระบอกแบบมีลบคม

∅ สลัก (มม.) (d1)	ความยาวสลัก (l)
1.5	8-20
2	8-30
2.5	10-30
3	10-40
4	10-60
5	14-60
6	14-80

∅ สลัก (มม.) (d1)	ความยาวสลัก (l)
8	14-100
10	
12	18-100
16	22-100
20	26-100
25	

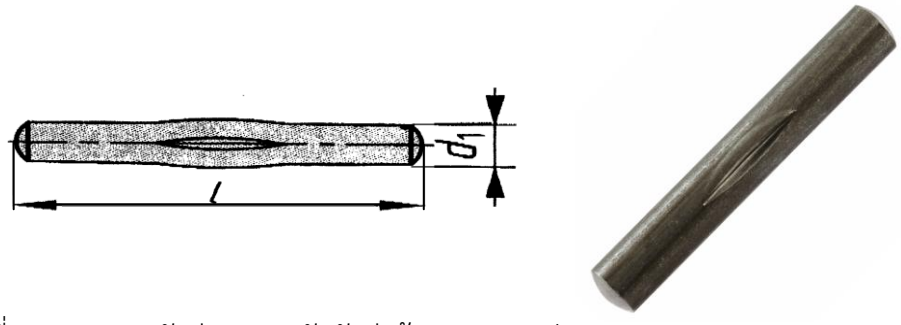
ขนาดความยาวมาตรฐานสลักอัดผ่าข้างทรงกระบอก คือ 8,10...30,32,35,40...100,120, 140... 180,200, มม.

การบอกขนาดสลักอัดทรงกระบอกแบบมีลบคม

ISO 8740 - 10X40 –St

- St → วัสดุผลิตสลัก
- 40 → ความยาวของสลัก
- 10 → ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางสลัก
- ISO 8740 → มาตรฐานของสลัก

3.3.2 สลักอัดผ่าข้างแบบกลางป่อง ISO 8742 มีขนาดต่าง ๆ ดังนี้



ภาพที่ 10.15 แสดงสัดส่วนของสลักอัดผ่าข้างแบบกลางป่อง

(ที่มา : บรรเลง ศรนิล.2554 : 219)

ตารางที่ 10.5 แสดงขนาดของของสลักอัดผ่าข้างแบบกลางป่อง

∅ สลัก (มม.) (d1)	ความยาวสลัก (l)
1.5	8-20
2	12-30
2.5	
3	12-40
4	18-60
5	
6	22-80

∅ สลัก (มม.) (d1)	ความยาวสลัก (l)
8	26-100
10	32-160
12	40-200
16	45-200
20	
25	

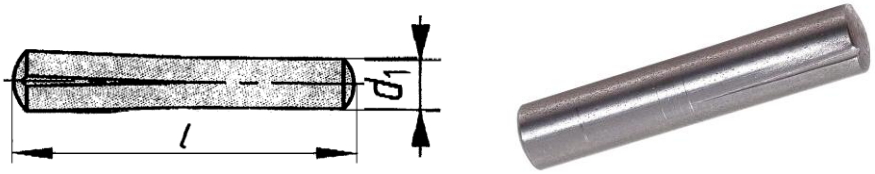
ขนาดความยาวมาตรฐานสลักอัดแบบกลางป่อง คือ 8, 10...30, 32, 35, 40...100,120, 140... 180,200, มม.

การบอกขนาดสลักอัดผ่าข้างแบบกลางป่อง

ISO 8742-6 X 40 – St

- St → วัสดุผลิตสลัก
- 40 → ความยาวของสลัก
- 6 → ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางสลัก
- ISO 8742 → มาตรฐานของสลัก

3.3.3 สลักอัดผ่าข้างแบบสอด ISO 8745 มีขนาดต่าง ๆ ดังนี้



ภาพที่ 10.16 แสดงสัดส่วนของสลักอัดผ่าข้างแบบสอด

(ที่มา : บรรเลง ศรนิล.2554 : 219)

ตารางที่ 10.6 แสดงขนาดของของสลักอัดผ่าข้างแบบสอด

∅ สลัก (มม.) (d1)	ความยาวสลัก (l)
1.5	8-20
2	8-30
2.5	
3	8-40
4	10-60
5	
6	10-80

∅ สลัก (มม.) (d1)	ความยาวสลัก (l)
8	14-100
10	14-200
12	18-200
16	26-200
20	
25	

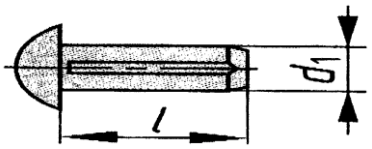
ขนาดความยาวมาตรฐานสลักอัดผ่าข้างแบบสอด คือ 8,10...30,32,35,40...100,120, 140... 180, 200, มม.

การบอกขนาดสลักอัดผ่าข้างแบบสอด

ISO 8745-6 X 40 – St

- St → วัสดุผลิตสลัก
- 40 → ความยาวของสลัก
- 6 → ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางสลัก
- ISO 8745 → มาตรฐานของสลัก

3.3.4 สลักอัดผ่าข้างแบบมีหัวครึ่งวงกลม ISO 8746 มีขนาดต่าง ๆ ดังนี้





ภาพที่ 10.17 แสดงสัดส่วนของสลักอัดผ่าข้างแบบมีหัวครึ่งวงกลม

(ที่มา : บรรเลง ศรนิล.2554 : 219)

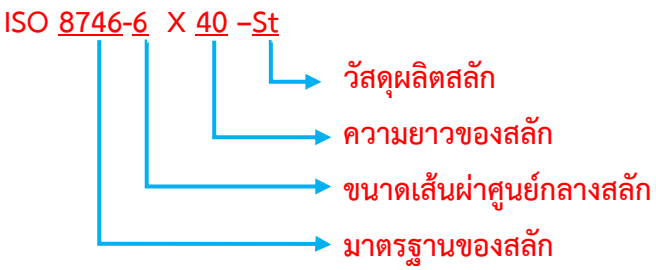
ตารางที่ 10.7 แสดงขนาดของสลักอัดผ่าข้างแบบมีหัวครึ่งวงกลม

∅ สลัก (มม.) (d1)	ความยาวสลัก (l)
1.4	3-6
1.6	3-8
2	3-10
2.5	3-12
3	4-16
4	5-20

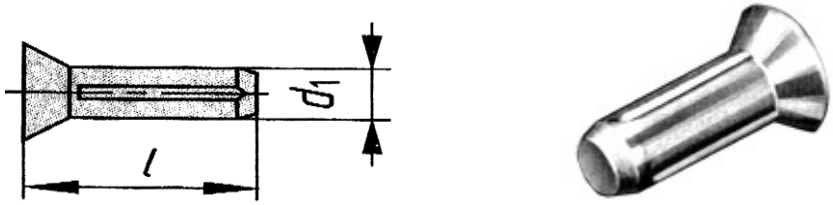
∅ สลัก (มม.) (d1)	ความยาวสลัก (l)
5	6-25
6	8-30
8	10-40
10	12-40
12	20-40
20	25-40

ขนาดความยาวมาตรฐานสลักอัดมีหัวครึ่งวงกลม คือ 8,10...30,32,35,40...100,120, 140... 180,200, มม.

การบอกขนาดสลักอัดผ่าข้างแบบมีหัวครึ่งวงกลม



3.3.5 สลักอัดผ่าข้างแบบหัวฝัง ISO 8747 มีขนาดต่าง ๆ ดังนี้



ภาพที่ 10.18 แสดงสัดส่วนของสลักอัดผ่าข้างแบบหัวฝัง

(ที่มา : บรรเลง ศรนิล.2554 : 219)

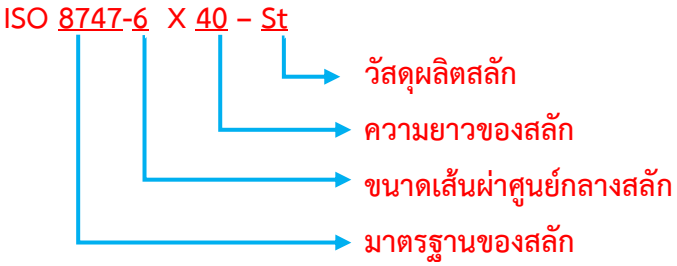
ตารางที่ 10.8 แสดงขนาดของสลักอัดผ่าข้างแบบหัวฝัง

∅ สลัก (มม.) (d1)	ความยาวสลัก (l)
1.4	3-6
1.6	3-8
2	4-10
2.5	4-12
3	5-16
4	6-20
5	8-25

∅ สลัก (มม.) (d1)	ความยาวสลัก (l)
6	8-30
8	10-40
10	12-40
12	16-40
16	20-40
20	25-40

ขนาดความยาวมาตรฐานสลักอัดผ่าข้างแบบหัวฝัง คือ 8,10...30,32,35,40...100,120, 140... 180,200, มม.

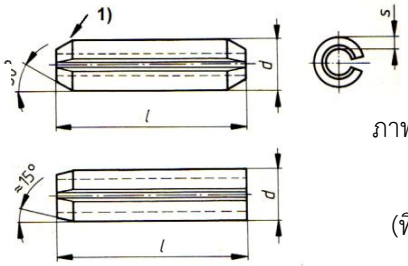
การบอกขนาดสลักอัดผ่าข้างแบบหัวฝัง



3.4 มาตรฐานสลักเบ่ง

3.4.1 สลักเบ่ง ตาม DIN EN ISO 8752 (1998-03) เหมาะสำหรับการใช้งานรับภาระหนัก มีขนาดมาตรฐานดังนี้

1) สลักเบ่งที่มี∅ d1≥10 มม. จะยอมให้มีการปาดหน้าลบคมด้านเดียว



ภาพที่ 10.19 แสดงสัดส่วนของสลักเบ่ง DIN EN ISO 8752 (1998-03)
(ที่มา : บรรเลง ศรนิล.2554 : 219)

ตารางที่ 10.9 แสดงขนาดของสลักเบ่ง DIN EN ISO 8752 (1998-03)

ขนาด∅สลัก (มม.) (d1)	∅ โตสุดของสลัก (d1 max)	ความหนาของสลัก (s)	ความยาวสลัก (l)	ขนาด ∅ สลัก (มม.) (d1)	∅ โตสุดของสลัก (d1 max)	ความหนาของสลัก (s)	ความยาวสลัก (l)
2	2.4	0.4	4-20	14	14.8	3	10-200
2.5	2.9	0.5	4-30	16	16.8	3	
3	3.5	0.6	4-40	20	20.9	4	
4	4.6	0.8	4-50	25	25.9	5	14-200
5	5.6	1	5-80	30	30.9	6	
6	6.7	1.2	10-100	35	35.9	7	20-200
8	8.8	1.5	10-120	40	40.9	7.5	
10	10.8	2	10-160	45	45.9	8.5	
12	12.8	2.5	10-180	50	50.9	9.5	

ขนาดความยาวมาตรฐานสลักเบ่ง คือ 4,5, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 35, 40,45...95,100,120,140,160,180, 200, มม.

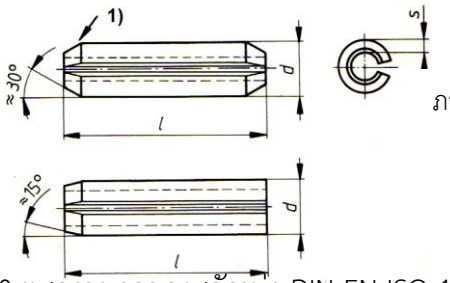
การบอกขนาดสลักเบ่ง ISO 8752- 6 X30 – St

- St → วัสดุผลิตสลัก
- 30 → ความยาวของสลัก
- 6 → ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางสลัก
- ISO 8752 → มาตรฐานของสลัก

การใช้งานสลักเบ่งขนาดของรูสำหรับสอดสลัก(พิกัดความเผื่อ H12) จะต้องเท่ากับขนาด d1 ของสลักที่ใช้ หลังจากประกอบสลักเข้าไปในรูเล็กสุดรอยผ่าของหรือร่องของสลักจะต้องไม่ยุบมาติดกัน

3.4.2 สลักเบ่งตาม DIN EN ISO 13337 (1998-02) เหมาะสำหรับการใช้งานรับภาระเบา มีขนาดมาตรฐานดังนี้

1) สลักเบ่งที่มี∅d1≥10มม. จะยอมให้มีการปาดหน้าลบคมด้านเดียว



ภาพที่ 10.20 แสดงสัดส่วนของสลักเบ่ง DIN EN ISO13337 (1998-02)
(ที่มา : บรรเลง ศรนิล.2554 : 219)

ตารางที่ 10.10 แสดงขนาดของสลักเบ่ง DIN EN ISO 13337 (1998-02)

∅ สลัก (มม.) (d1)	∅ โตสุดของสลัก (d1 max)	ความหนาของสลัก (s)	ความยาวสลัก (l)	ขนาด ∅ สลัก (มม.) (d1)	∅ โตสุดของสลัก (d1 max)	ความหนาของสลัก (s)	ความยาวสลัก (l)
2	2.4	0.2	4-20	14	14.8	1.5	10-200
2.5	2.9	0.25	4-30	16	16.8	1.5	
3	3.5	0.3	4-40	20	20.9	2	
4	4.6	0.5	4-50	25	25.9	2	14-200
5	5.6	0.75	5-80	30	30.9	2.5	
6	6.7	0.75	10-100	35	35.9	3.5	20-200
8	8.8	1	10-120	40	40.9	4	
10	10.8	1	10-160	45	45.9	4	
12	12.8	1.5	10-180	50	50.9	5	

ขนาดความยาวมาตรฐานสลักเบ่ง คือ 4,5, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 35, 40,45...95,100,120,140,160,180, 200, มม.

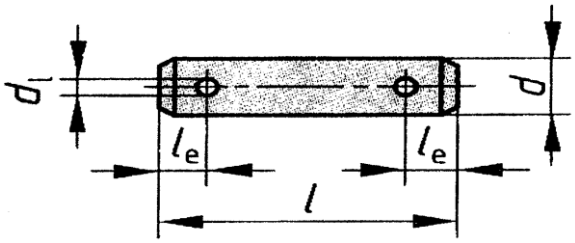
การบอกขนาดสลักเบ่ง ISO13337- 6 X 30 – St

- St → วัสดุผลิตสลัก
- 30 → ความยาวของสลัก
- 6 → ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางสลัก
- ISO13337 → มาตรฐานของสลัก

การใช้งานสลักเบ่งขนาดของรูสำหรับสอดสลัก(พิกัดความเผื่อ H12) จะต้องเท่ากับขนาด d1 ของสลักที่ใช้ หลังจากประกอบสลักเข้าไปในรูเล็กสุดรอยผ่าของหรือร่องของสลักจะต้องไม่ยุบมาติดกัน

3.5 มาตรฐานสลักอัดแบบเคลฟวิส (Clevis Pin)

3.5.1 สลักอัดแบบเคลฟวิสไม่มีหัว ISO 2340 มีขนาดมาตรฐานดังนี้





ภาพที่ 10.21 แสดงสัดส่วนของสลักอัดเคลฟวิสแบบไม่มีหัว

(ที่มา : บรรเลง ศรนิล.2554 : 219)

ตารางที่ 10.11 แสดงขนาดของสลักอัดเคลฟวิสแบบไม่มีหัว

Ø สลัก (มม.) (d h11)	Ø พินร้อยขัด (dl H13)	ระยะห่างของรูพินร้อยขัด (le)	ความยาวสลัก (l)
3	0.8	1.6	6-10
4	1	2.2	8-40
5	1.2	2.9	10-50
6	1.6	3.2	12-60
8	2	3.5	16-80
10	3.2	4.5	20-100
12	3.2	5.5	24-120

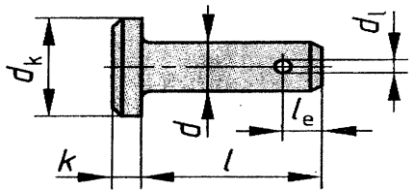
Ø สลัก (มม.) (d h11)	Ø พินร้อยขัด (dl H13)	ระยะห่างของรูพินร้อยขัด (le)	ความยาวสลัก (l)
14	4	6	28-140
16	4	6	30-160
18	5	7	35-180
20	5	8	40-200
22	5	8	45-200
24	6.3	9	50-200

ขนาดความยาวมาตรฐานสลักอัดเคลฟวิสแบบไม่มีหัว คือ 6, 8, 10...30, 32,35,40,45...95,100, 120,140...180, 200, มม. การบอกขนาดสลักอัดเคลฟวิสแบบไม่มีหัว

ISO 2340- B - 20 X 100 – St

- St → วัสดุผลิตสลัก
- 100 → ความยาวของสลัก
- 20 → ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางสลัก
- B → ชนิดของการขึ้นรูปผิวสลัก
- ISO 2340 → มาตรฐานของสลัก

3.5.2 สลักอัดเคลฟวิสแบบมีหัว ISO 2341 มีขนาดมาตรฐานดังนี้



แบบ A ไม่มีรูร้อยพิน

แบบ B มีรูร้อยพิน



ภาพที่ 10.22 แสดงสัดส่วนสลักอัดเคลฟวิสแบบมีหัว (ที่มา : บรรเลง ศรนิล.2554 : 219)

ตารางที่ 10.12 แสดงขนาดของสลักอัดเคลฟวิสแบบมีหัว

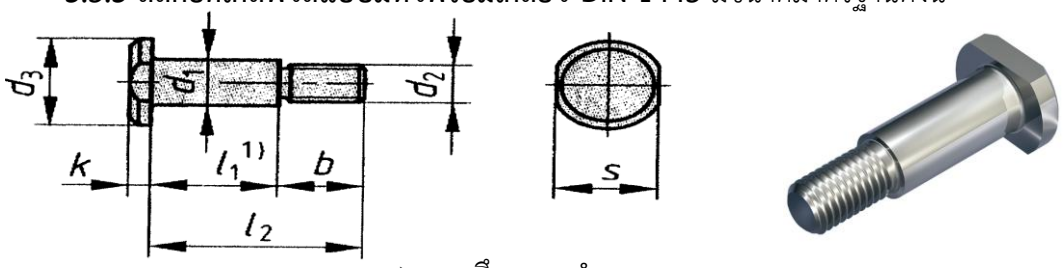
∅ สลัก (มม.) (d1 h11)	∅ พินร้อยขัด (dl H13)	∅ หัวสลัก (มม.) (dk h14)	ความหนาของหัวสลัก (k js14)	ระยะห่างของรูพินร้อยขัด (le)	ความยาวสลัก (l)
3	0.8	5	1	1.6	6-10
4	1	6	1	2.2	8-40
5	1.2	8	1.6	2.9	10-50
6	1.6	10	2	3.2	12-60
8	2	14	3	3.5	16-80
10	3.2	18	4	4.5	20-100
12	3.2	20	4	5.5	24-120
14	4	22	4	6	28-140
16	4	25	4.5	6	30-160
18	5	28	5	7	35-180
20	5	30	5	8	40-200
22	5	33	5.5	8	45-200
24	6.3	36	6	9	50-200

ขนาดความยาวมาตรฐานสลักอัดเคลฟวิสแบบมีหัว คือ 6, 8, 10...30, 32, 35,40,45...95,100, 120,140...180, 200, มม. การบอกขนาดสลักอัดเคลฟวิสแบบมีหัว

ISO 2341 - B - 20 X 100–St

- St → วัสดุผลิตสลัก
- 100 → ความยาวของสลัก
- 20 → ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางสลัก
- B → ชนิดของการขึ้นรูปผิวสลัก
- ISO 2341 → มาตรฐานของสลัก

3.5.3 สลักอัดเคลฟวิสแบบมีหัวพร้อมเกลียว DIN 1445 มีขนาดมาตรฐานดังนี้



1) ระยะยึดขนาดกำหนด l2 = l1+b

ภาพที่ 10.23 แสดงสัดส่วนสลักอัดเคลฟวิสแบบมีหัวพร้อมเกลียว (ที่มา : บรรเลง ศรนิล.2554 : 219)

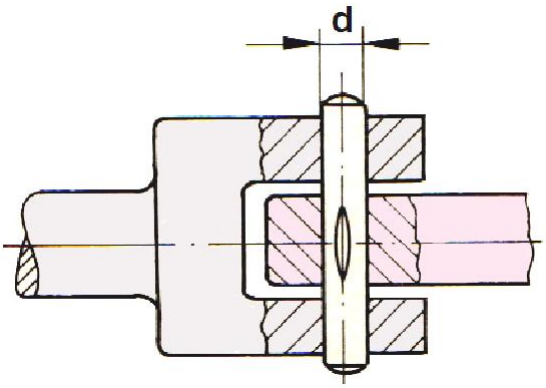
ตารางที่ 10.13 แสดงขนาดของสลักอัดเคลฟวิสแบบมีหัวพร้อมเกลียว

∅ สลัก (มม.) (d1 h11)	ความยาวเกลียวจับยึด (b min11)	∅ เกลียวจับยึด(d2)	∅ หัวสลัก (มม.) (d3 h14)	ความหนาของหัวสลัก (k js14)	ความกว้างปากประแจขันหันสลัก(s)
8	14	M6	14	3	11
10	17	M8	18	4	13
12	20	M10	20	4	17
14		M12	22	4	19
16		M12	25	4.5	22
18	25	M12	28	5	24
20	29	M16	30	5	27
24	36	M20	36	6	32
30	42	M24	44	8	36
40	49	M30	55	8	50
50		M36	66	9	60

ขนาดความยาวมาตรฐานสลักอัดเคลฟวิสแบบมีหัวพร้อมเกลียว DIN 1445 คือ 16, 20, 25,30, 35...125,130,140,150...190, 200, มม. การบอกขนาดสลักอัดเคลฟวิสแบบมีหัวพร้อมเกลียว

ISO 1445-14h11 - 20 X 100 – St

- St → วัสดุผลิตสลัก
- 100 → ความยาวของสลัก
- 20 → ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางสลัก
- 14h11 → ชนิดของการขึ้นรูปผิวสลัก
- ISO 1445 → มาตรฐานของสลัก



ภาพที่ 10.24 แสดงลักษณะการใช้งานของสลัก
(ที่มา : ปรีชา ทิมทอง.2543 : 73)

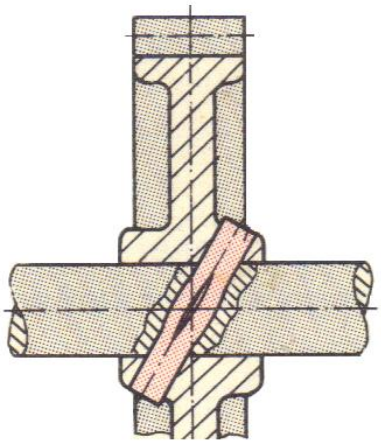
4. การคำนวณขนาดของสลักเพื่อใช้งาน

การคำนวณค่าทางเทคนิคสำหรับการออกแบบสลักจะต้องคำนึงถึงลักษณะการรับภาระของสลักในแต่ละงาน ซึ่งโดยทั่วไปแล้วสลักจะรับภาระต่าง ๆ ดังนี้

4.1สลักทำหน้าที่ขัดตัวส่งกำลัง

4.2สลักอัดที่ทำหน้าที่เป็นข้อต่อแบบคอตเตอร์

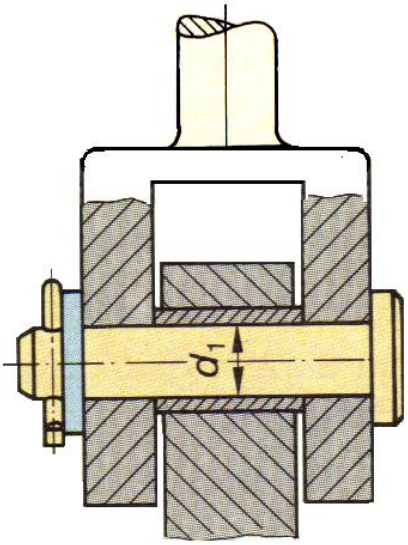
4.3สลักอัดที่ทำหน้าที่เป็นสลักนิรภัย



ภาพที่ 10.25 แสดงลักษณะการใช้สลักทำหน้าที่ขัดตัวส่งกำลัง
(ที่มา : ปรีชา ทิมทอง.2543 : 63)

4.1 สลักทำหน้าที่ขัดตัวส่งกำลัง

สลักทำหน้าที่ขัดตัวส่งกำลังระหว่างดุมล้อและเพลา จะต้องหาขนาดความโตของสลักให้มีความสามารถในการรับภาระส่งกำลังนั้น ๆ เช่น สลักอัดทรงเรียวตอกอัด

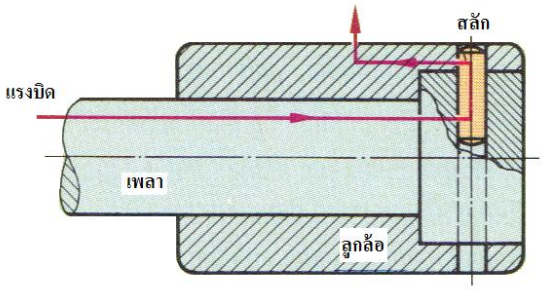


ภาพที่ 10.26 แสดงลักษณะการใช้สลักอัดทำหน้าที่เป็นข้อต่อแบบคอตเตอร์

(ที่มา : Hans Appold และคณะ.1982 :221)

4.2 สลักอัดทำหน้าที่เป็นข้อต่อแบบคอตเตอร์

สลักอัดทำหน้าที่เป็นข้อต่อแบบคอตเตอร์ขนาดความโตของสลักจะต้องมีความแข็งแรงสามารถรับแรงที่มากระทำได้ เช่น สลักอัดผ่าข้างของข้อต่อแบบคอตเตอร์



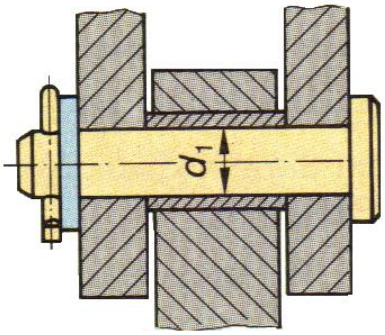
ภาพที่ 10.27 แสดงลักษณะการใช้สลักอัดที่ทำหน้าที่เป็นสลักนิรภัย

(ที่มา : Hans Appold และคณะ.1982 :221)

4.3 สลักอัดที่ทำหน้าที่เป็นสลักนิรภัย

สลักอัดทำหน้าที่เป็นสลักนิรภัย สลักอัดลักษณะนี้หากมีภาระเกินกำลังเกิดขึ้นสลักจะต้องถูกเฉือนขาดบริเวณรอยต่อของเพลาและดุมล้อ เช่น สลักอัดทรงกระบอกขัดตัวส่งกำลังระหว่างเพลาขับและลูกล้อ

สูตรคำนวณขนาดสลักเพื่อใช้งาน



ภาพที่ 10.28 การใช้งานสลักอัดแบบเคลฟวิสทำหน้าที่เป็นแกนหมุนของข้อเหวี่ยงโดยใช้งานร่วมกับสลักถ่าง (Split Pin)

(ที่มา : Hans Appold และคณะ.1982 :221)

พิจารณาข้อต่อสลักบริเวณรอยต่อระหว่างคอตเตอร์กับซอกเกตจะเกิด “ ความเค้นแรงเฉือน (τ)”

$$\tau \text{ all.} = \frac{F}{i.A}$$

τ all. = ความเค้นแรงเฉือนอนุญาต = $0.6\sigma y$ ($\frac{N}{mm^2}$)

F = แรงเฉือนที่กระทำกับสลัก (N)

A = พื้นที่หน้าตัดที่ถูกเฉือน (mm^2)

i = จำนวนพื้นที่ที่ถูกเฉือน

บริเวณพื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างสลักกับซอกเกตและสลักกับก้านดึงจะเกิด “ ความเค้นอัด(σc) ”

$$\sigma c \text{ all.} = \frac{F}{A}$$

σc all. = ความเค้นแรงอัดอนุญาต ($\frac{N}{mm^2}$)

F = แรงอัดที่กระทำกับสลัก (N)

A = พื้นที่ภาพฉายที่รับแรงอัด (mm^2)

สลักอัดกับก้านดึง A = d.t สลักอัดกับซอกเกต A = 2.d.s

แนะนำ ค่าความปลอดภัย(Safety Factor) สำหรับค่า ความเค้นอัดอนุญาต

N = 2.0 เมื่อภาระแบบอยู่นิ่ง

N = 2.5 เมื่อภาระแบบเปลี่ยนแปลง

N = 3.5 เมื่อภาระกระทำสลับไป-มา

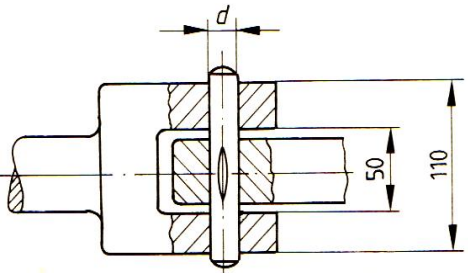
การคำนวณขนาดสลักอัดกรณีที่ทำหน้าที่ขัดตัวเพื่อยึดแน่นหรือส่งกำลัง

ตัวอย่าง ข้อต่อดังภาพอยู่ภายใต้ภาระกระทำแบบสลับไป-มา ขนาดแรงที่กระทำ 45,000 N จงออกแบบเพื่อหาขนาดแกนสลัก (ød) เพื่อรับภาระดังกล่าว กำหนดวัสดุทำแกนสลักคือ st 50

กำหนดให้ใช้ค่า σu = 490 – 660 $\frac{N}{mm^2}$: σy = 295 $\frac{N}{mm^2}$

ภาพที่ 10.29 การใช้งานสลักอัดผ่าข้าง ต่อข้อต่อแบบ Cotter Joint

(ที่มา : ปรีชา ทิมทอง.2543 : 73)



ข้อต่อลักษณะนี้ขณะใช้งานไม่ต้องการให้สลักเกิดการเสี
การรับภาระที่มากระทำโดยทำการหาขนาดจากค่าความเค้นแ

1.หาขนาดความโตสลักอัดจากค่าความเค้นแรงเฉือน

สูตร $\tau all. \quad \frac{F}{i.A}$

$\tau all. = 0.6.\sigma y$ (วัสดุ st 50 ค่า σy = 295 $\frac{N}{mm^2}$)

$= 0.6 \times 295$

$= 177 \ \frac{N}{mm^2}$

F = 45000 N

i = 2 (ถูกเฉือน 2 แนว)

$$A = \frac{F}{i.\tau all} = \frac{45,000}{2 \times 177} = 127.1 \ mm^2$$

$$A = \frac{\pi d^2}{4} \ ; \ d = \sqrt{\frac{4 \cdot A}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 127.1}{\pi}}$$

= 12.7 mm

จากตารางที่ 9.5 หน้าที่ 21 ทดลองเลือกใช้ขนาด ∅16 mm

2. หาขนาดความโตสลักอัดจากค่าความเค้นแรงอัด

σc all. = ; σc all. =

$$= \frac{295}{3.5}$$

$$= 84.29 \ \frac{N}{mm^2}$$

พื้นที่รับแรงอัด $A = d \cdot l$

$$A = \frac{F}{\sigma call}$$

$$= \frac{45,000}{84.29}$$

$$= 533.87 \ mm^2$$

$$d = \frac{A}{l}$$

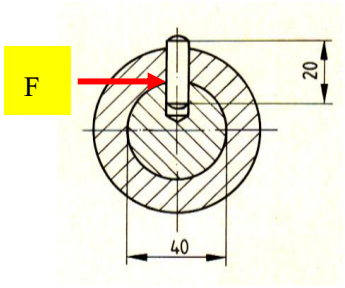
$$= \frac{533.8}{50}$$

$$= 10.67 \ mm$$

จากตารางที่ 9.5 หน้าที่ 21 ทดลองเลือกใช้ขนาด ∅12 mm จากการคำนวณพบว่าสลักจะเสียหายเนื่องจากแรงเฉือนมากกว่าแรงอัดดังนั้นจึงเลือกใช้ขนาดจากค่าความเค้นแรงเฉือนนั่นคือ **สลักอัดผ่าข้าง ISO 8742 –16 x110-st 50**

การคำนวณสลักอัดกรณีที่ทำหน้าที่เป็นสลักนิรภัย (safety pin)

ตัวอย่าง สลักดังรูปใช้งานเป็นสลักนิรภัย ทำจากวัสดุ st. 50 ($\sigma u = 490 - 660 \frac{N}{mm^2}$) เมื่อใดที่ส่งถ่ายโมเมนต์แรงบิดมากกว่า 520 Nm สลักจะต้องถูกเฉือนขาดจากเงื่อนไขดังกล่าวจงออกแบบขนาดความโตสลักอัดตัวนี้



ภาพที่ 10.30 สลักยึดเพลาและดุมล้อเพื่อทำหน้าที่เป็นสลักนิรภัย

(ที่มา : ปรีชา ทิมทอง.2543 : 74)

สลักลักษณะนี้ ต้องการให้สลักถูกเฉือนขาดเมื่อรับภาระเกินกำลังทั้งนี้เพื่อป้องกันมิให้ชิ้นส่วนขนาดใหญ่ชำรุดเสียหายซึ่งจะทำให้มีค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาสูง พิจารณาจากรูปดุมล้อและเพลาถูกขัดส่งกำลังด้วยสลักยาว 20 mm แรงที่จะทำให้สลักถูกเฉือนขาดคือแรงตามแนวเส้นรอบวง (Fc) ที่เกิดจากโมเมนต์แรงบิด 520 Nm

สูตร $M = Fc \cdot r$

$Fc = \frac{M}{r} = \frac{520,000}{20} = 26,000$ N

ดังนั้นแรงที่จะเฉือนทำให้สลักขาดคือ $= 26,000$ N

หาขนาดสลักอัดจากค่าความเค้นแรงเฉือน สูตร $\tau_s = \frac{F}{i.A}$

τ_s = ความเค้นแรงเฉือนสูงสุดที่ทำให้สลักขาด

$= 0.8\,\sigma u = 0.8 \times 660 = 528 \frac{N}{mm^2}$

= พื้นที่ที่ถูกเฉือน (1 พื้นที่)

$A = \frac{F}{i.\tau s} = \frac{26,000}{1 \times 528} = 49.2$ mm²

$A = \frac{\pi d^2}{4}$; $d = \sqrt{\frac{4 \cdot A}{\pi}} = \sqrt{\frac{4(49.2)}{\pi}}$

$= 7.9$ mm

สรุป จากตารางที่ 9.1 หน้าที่ 17 เลือกใช้สลักอัดทรงกระบอก ISO 2338A - 8h11 x 20 – st 50



ภาพที่ 10.31 แสดงเครื่องมือและ อุปกรณ์ที่ใช้ในการคำนวณระบบขัดตัวส่งกำลังด้วยสลักอัด
(ที่มา : ดำรง สัพโส.2559)

5. เครื่องมือและ อุปกรณ์ที่ใช้ในการคำนวณระบบขัดตัวส่งกำลังด้วยสลักอัด

5.1 โมเดลระบบส่งกำลังเครื่องมือกล

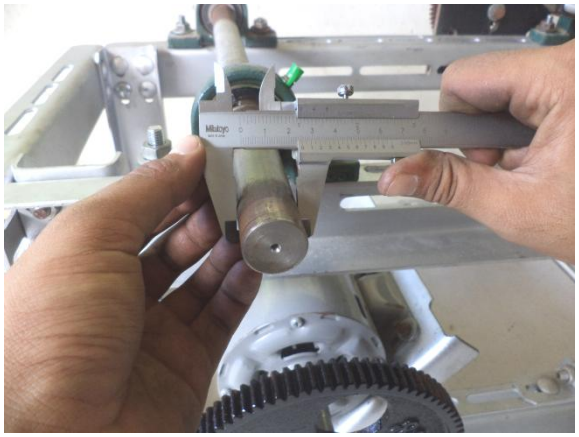
5.2 โมเดลสลัก

5.3 เครื่องคิดเลข

5.4 เวอร์เนียคาร์ลิปเปอร์

5.5 ตารางคู่มืองานโลหะ

5.6 ผ้า



ภาพที่ 10.32 แสดงการวัดขนาดความโตเพลา(mm) ด้วยเวอร์เนียคาร์ลิปเปอร์แล้วจดบันทึก
(ที่มา : ดำรง สัพโส.2559)

6. วิธีการคำนวณระบบขัดตัวส่งกำลังด้วยสลักอัด

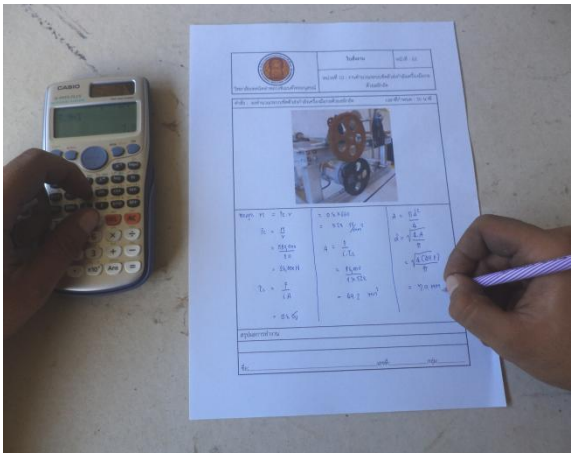
วิธีการคำนวณขัดตัวส่งกำลังด้วยสลักอัดมีขั้นตอนดังนี้

6.1 วัดขนาดความโตเพลา (mm) ด้วยเวอร์เนียคาร์ลิปเปอร์แล้วจดบันทึก



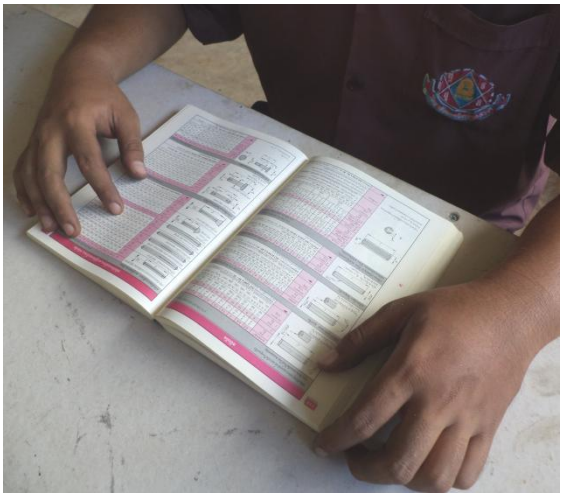
ภาพที่ 10.33 แสดงการตรวจสอบต้นกำลังที่ใช้ในการส่งถ่ายกำลังจากเทมเพลสมอเตอร์
(ที่มา : ดำรง สัพโส.2559)

6.2. ตรวจสอบต้นกำลังขับที่ใช้ในการส่งถ่ายกำลังจากเทมเพลสมอเตอร์



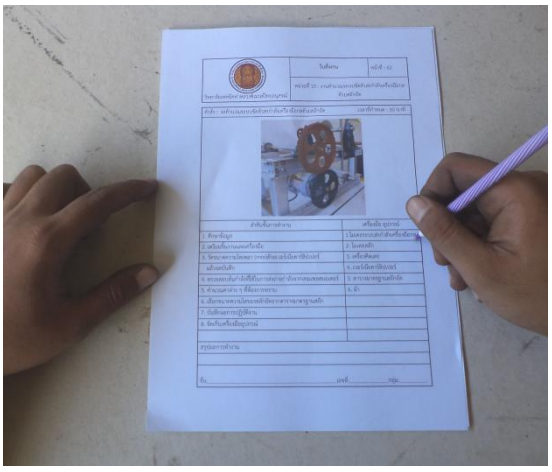
ภาพที่ 10.34 แสดงการคำนวณค่าต่าง ๆ ที่ต้องการทราบ
(ที่มา : ดำรง สัพโส.2559)

6.3. คำนวณค่าต่าง ๆ ที่ต้องการทราบ



ภาพที่ 10.35 แสดงการเลือกขนาดความโตของสลักอัดจากตารางมาตรฐานสลักอัด
(ที่มา : ดำรง สัพโส.2559)

6.4. เลือกขนาดความโตของสลักอัดจากตารางมาตรฐานสลักอัด



ภาพที่ 10.36 แสดงการบันทึกรายงานสรุปผลการปฏิบัติงาน
(ที่มา : ดำรง สัพโส.2559)

7.การบันทึกรายงานสรุปผลการปฏิบัติงาน

7.1 ผลการวัดขนาดความโตของเพลา

7.2 ผลการตรวจสอบต้นกำลังที่ใช้ในการส่งถ่ายกำลังจากเทมเพลสมอเตอร์

7.3 ขนาดความโตของสลักที่ใช้



ภาพที่ 10.37 แสดงการจัดเก็บเครื่องมืออุปกรณ์และบริเวณปฏิบัติงาน
(ที่มา : ดำรง สัพโส.2559)

8.การจัดเก็บเครื่องมืออุปกรณ์และบริเวณปฏิบัติงาน

8.1 เช็ดทำความสะอาดชิ้นงาน เครื่องมือและอุปกรณ์

8.2 เก็บเข้าที่พร้อมใช้งาน

8.3 ดูแลบริเวณปฏิบัติงานให้สะอาดเรียบร้อย



ภาพที่ 10.38 แสดงการแขวนป้ายล็อคเมนสวิทย์เพื่อความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน
(ที่มา : ดำรง สัพโส.2559)

9.กฎความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน

9.1 หยุดเครื่องจักรก่อนทำงานเสมอ

9.2 แขวนป้ายล็อคเมนสวิทย์

9.3 สวมใส่อุปกรณ์ป้องกันภัยส่วนบุคคล

วิทยาลัยเทคนิคท่าหลวงซิเมนต์ไทยอนุสรณ์	**แบบฝึกหัด**	หน้าที่ : 40
	หน่วยที่ 10 : งานคำนวณระบบขัดตัวส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยสลักอัด	

คำสั่ง : จงตอบคำถามให้ถูกต้อง เวลาที่กำหนด : 10 นาที

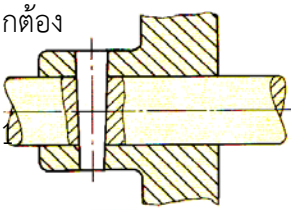
1. จงบอกหน้าที่ของการใช้งานสลักมาให้ถูกต้อง

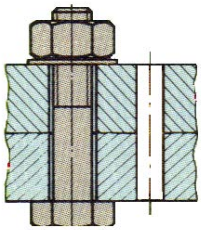
1.1. _____

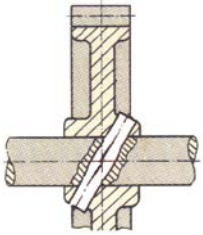
1.2. _____

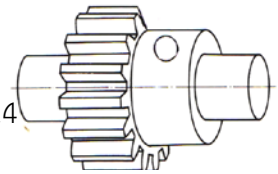
1.3. _____

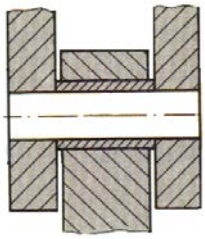
2. จงนำตัวอักษรหน้ารูปภาพด้านขวามือเติมลงหน้าหมายเลขรูปภาพด้านซ้ายมือในการใช้งานสลักอัดให้ถูกต้อง

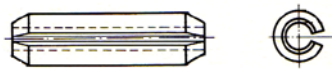
_____2.1 

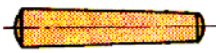
_____2.2 

_____2.3 

_____2.4 

_____2.5 

ก. 

ข. 

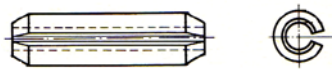
ค. 

ง. 

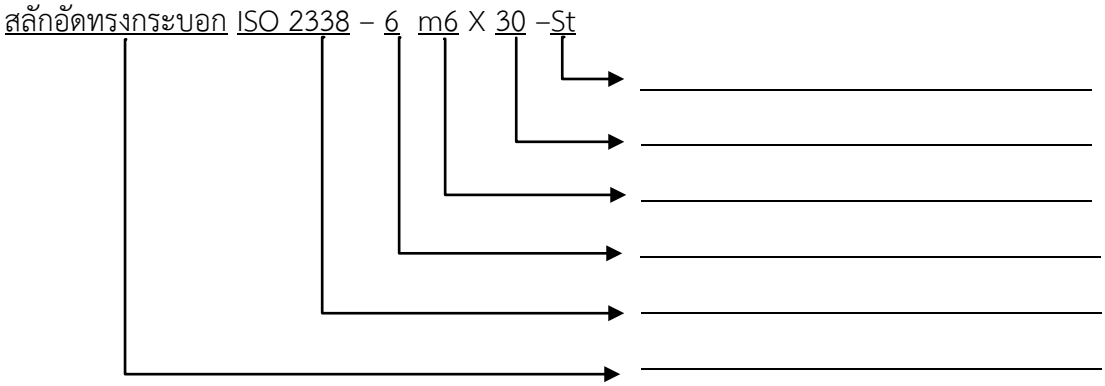
จ. 

วิทยาลัยเทคนิคท่าหลวงซิเมนต์ไทยอนุสรณ์	**แบบฝึกหัด**	หน้าที่ : 41
	หน่วยที่ 10 : งานคำนวณระบบขัดตัวส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยสลักอัด	

3. จงบอกชื่อของสลักอัดและอธิบายการใช้งานสลักอัดให้ถูกต้อง

รูปร่างสลักอัด	ชื่อสลักอัด	การใช้งาน
3.1 		
3.2 		
3.3 		
3.4 		
3.5 		

4. จงบอกความหมายของสัดส่วนสลักอัดให้ถูกต้อง



5. จงบอกขนาดสัดส่วนของสลักอัดให้ถูกต้อง

5.1 สลักอัดเคลฟวิสแบบมีหัว ไม่มีรูร้อยพิน ∅ 12 มิลลิเมตร ความยาวสลัก 40 มิลลิเมตร

_____

5.2 สลักอัดทรงกระบอกชุบแข็ง ∅ 8 มิลลิเมตร ความยาวสลัก 30 มิลลิเมตร

_____

5.3 สลักอัดทรงเรียว ขึ้นรูปด้วยวิธีการกลึง ∅ 5 มิลลิเมตร ความยาวสลัก 25 มิลลิเมตร

_____

5.4 สลักอัดผ่าข้างแบบป่องกลาง ∅ 10 มิลลิเมตร ความยาวสลัก 50 มิลลิเมตร

_____

5.5 สลักอัดเบ่ง ∅ 16 มิลลิเมตร ความยาวสลัก 50 มิลลิเมตร

_____

6. จงบอกชื่อเครื่องมือและ อุปกรณ์ที่ใช้ในการคำนวณระบบขัดตัวส่งกำลังด้วยสลักให้ถูกต้อง

6.1. _____

6.2. _____

6.3. _____

6.4. _____

6.5. _____

7. จงบอกขั้นตอนการคำนวณระบบขัดตัวส่งกำลังด้วยสลักให้ถูกต้อง

7.1. _____

7.2. _____

7.3. _____

7.4. _____

7.5. _____

7.6. _____

7.7. _____

8. จงบอกหัวข้อที่ต้องทำการบันทึกรายงานสรุปผลการปฏิบัติงานคำนวณระบบขัดตัวส่งกำลังด้วยสลักมาพอเข้าใจ

8.1. _____

8.2. _____

8.3. _____

8.4. _____

8.5. _____

8.6. _____

9. จงบอกกฎความปลอดภัยในการปฏิบัติงานคำนวณระบบขัดตัวส่งกำลังด้วยสลักมาพอเข้าใจ

9.1. _____

9.2. _____

9.3. _____

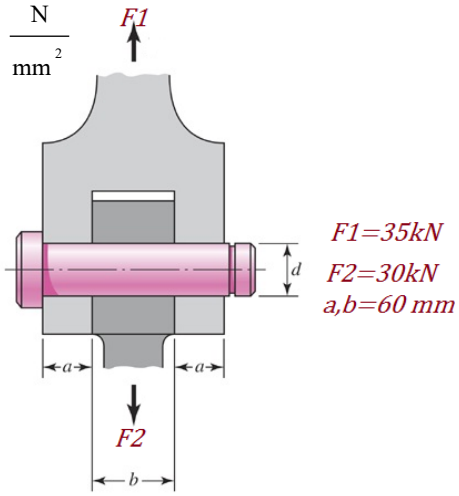
9.4. _____

9.5. _____

9.6. _____

10. ข้อต่อแบบ Cotter Joint ดังภาพด้านล่างอยู่ภายใต้ภาระกระทำแบบสลับไป-มา จงออกแบบเพื่อหาขนาดแกนสลัก (ød) เพื่อรับภาระดังกล่าว ซึ่งวัสดุทำแกนสลักคือ st 70 กำหนดให้ใช้ค่า

$\sigma u = 670 \frac{N}{mm^2}$: $\sigma y = 360 \frac{N}{mm^2}$



วิทยาลัยเทคนิคท่าหลวงซิเมนต์ไทยอนุสรณ์	**เฉลยแบบฝึกหัด**	หน้าที่ : 45
	หน่วยที่ 10 : งานคำนวณระบบขัดตัวส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยสลักอัด	

คำสั่ง : จงตอบคำถามให้ถูกต้อง

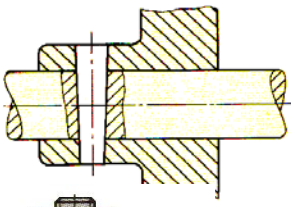
1. จงบอกหน้าที่ของการใช้งานสลักมาให้ถูกต้อง

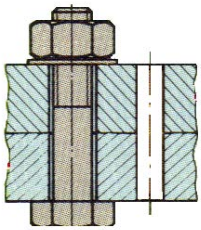
1.1. ยึดชิ้นงานให้แน่น

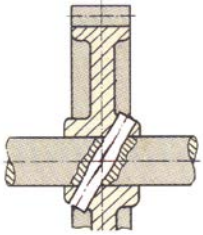
1.2. กำหนดตำแหน่งชิ้นงาน

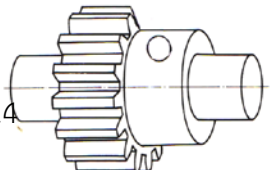
1.3. ป้องกันการใช้งานเกินกำลัง

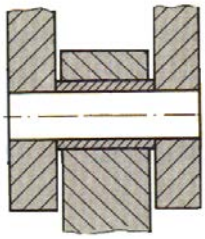
2. จงนำตัวอักษรหน้ารูปภาพด้านขวามือเติมลงหน้าหมายเลขรูปภาพด้านซ้ายมือในการใช้งานสลักอัดให้ถูกต้อง

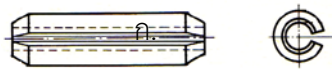
ข 2.1 

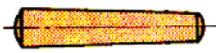
จ 2.2 

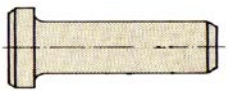
ง 2.3 

ก 2.4 

ค 2.5 

ก. 

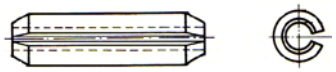
ข. 

ค. 

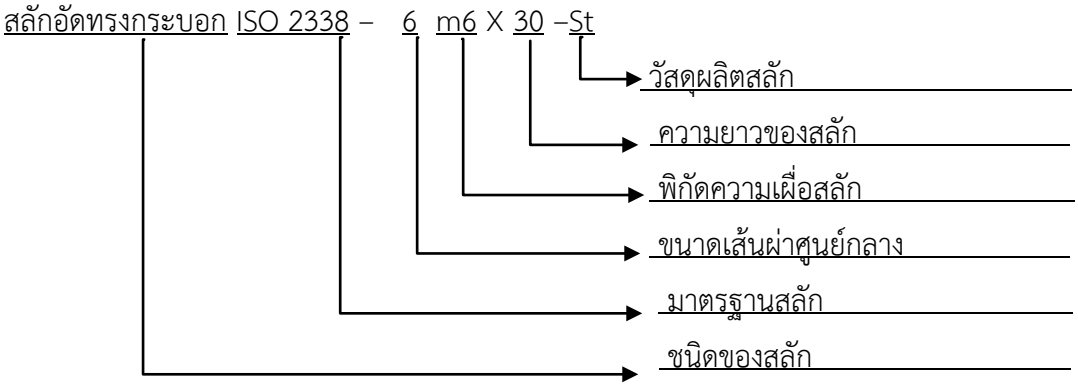
ง. 

จ. 

3. จงบอกชื่อของสลักอัดและอธิบายการใช้งานสลักอัดให้ถูกต้อง

รูปร่างสลักอัด	ชื่อสลักอัด	การใช้งาน
3.1 	สลักอัดปลอกเบ่ง	ใช้สำหรับงานสวมอัดเพื่อป้องกันชิ้นงานขยับและเลื่อน
3.2 	สลักอัดผ่าข้าง	ใช้สำหรับงานสวมอัดเพื่อขัดตัวส่งถ่ายกำลัง
3.3 	สลักอัดเคลฟวิสแบบมีหัว	ใช้สำหรับทำหน้าที่เป็นแกนหมุนหรือจุดหมุนของแขนโยก
3.4 	สลักอัดทรงเรียว	ใช้สำหรับงานสวมอัดเพื่อขัดตัวส่งกำลังของเฟือง หรือ ล้อขับและล้อตามแบบต่าง ๆ
3.5 	สลักอัดทรงกระบอก	ใช้สำหรับงานสวมอัดเพื่อกำหนดตำแหน่งของชิ้นงานร่วมกับสลักเกลียว

4. จงบอกความหมายของสัดส่วนสลักอัดให้ถูกต้อง



5. จงบอกขนาดสัดส่วนของสลักอัดให้ถูกต้อง

5.1 สลักอัดเคลฟวิสแบบมีหัว ไม่มีรูร้อยพิน ∅ 12 มิลลิเมตร ความยาวสลัก 40 มิลลิเมตร

สลักอัดแบบเคลฟวิส ISO 2341 A12 h11 x 40 –St.50k

5.2 สลักอัดทรงกระบอกชุบแข็ง ∅ 8 มิลลิเมตร ความยาวสลัก 30 มิลลิเมตร

สลักอัดทรงกระบอก ISO 8734 – 8 m6 x 30

5.3 สลักอัดทรงเรียว ขึ้นรูปด้วยวิธีการกลึง ∅ 5 มิลลิเมตร ความยาวสลัก 25 มิลลิเมตร

สลักอัดทรงเรียว ISO 2339 B5 x 25 –St.50k

5.4 สลักอัดผ่าข้างแบบป่องกลาง ∅ 10 มิลลิเมตร ความยาวสลัก 50 มิลลิเมตร

สลักอัดแบบป่องกลาง ISO 8742 8 x 50 –St.50k

5.5 สลักอัดเบ่ง ∅ 16 มิลลิเมตร ความยาวสลัก 50 มิลลิเมตร

สลักอัดเบ่ง ISO 8752 16 x 50 –St.50k

6. จงบอกชื่อเครื่องมือและ อุปกรณ์ที่ใช้ในการคำนวณระบบขัดตัวส่งกำลังด้วยสลักให้ถูกต้อง

6.1. โมเดลระบบส่งกำลังเครื่องมือกล

6.2. เครื่องคิดเลข

6.3. เวอร์เนียคาร์ลิปเปอร์

6.4. ผ้าขนาด 10 นิ้ว X 10 นิ้ว

6.5. ตารางมาตรฐานสลักอัด

7. จงบอกขั้นตอนการคำนวณระบบขัดตัวส่งกำลังด้วยสลักสลักให้ถูกต้อง

7.1. วัดขนาดความโตเพลา (mm) ด้วยเวอร์เนียคาร์ลิปเปอร์แล้วจดบันทึก

7.2. กำหนดกำลังที่ต้องการใช้ในการส่งถ่ายกำลัง

7.3. คำนวณค่าต่าง ๆ ที่ต้องการทราบ

7.4. เลือกขนาดความโตของสลักอัดจากตารางมาตรฐานสลักอัด

7.5. _____

7.6. _____

7.7. _____

8. จงบอกหัวข้อที่ต้องทำการบันทึกรายงานสรุปผลการปฏิบัติงานคำนวณระบบขัดตัวส่งกำลังด้วยสลักมาพอเข้าใจ

8.1. ผลการวัดขนาดความโตของเพลา

8.2. ผลวิเคราะห์ผลการคำนวณออกแบบสลักอัดตรงภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด

8.3. ขนาดความโตของสลักที่ใช้

8.4. _____

8.5. _____

8.6. _____

9. จงบอกกฎความปลอดภัยในการปฏิบัติงานคำนวณระบบขัดตัวส่งกำลังด้วยสลักมาพอเข้าใจ

9.1. หยุดเครื่องจักรก่อนทำงานเสมอ

9.2. แขวนป้ายล็อคเมนสวิทย์

9.3. สวมใส่อุปกรณ์ป้องกันภัยส่วนบุคคล

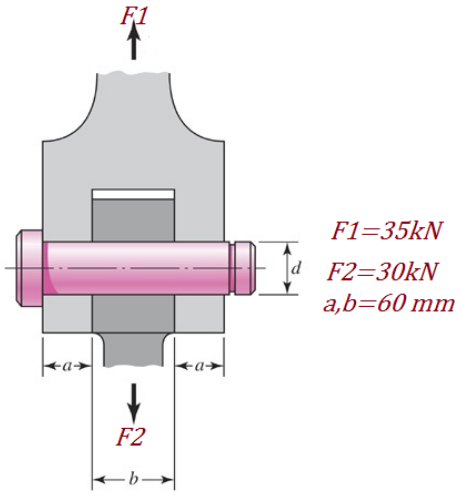
9.4. _____

9.5. _____

9.6. _____

10. ข้อต่อแบบ Cotter Joint ดังภาพด้านล่างอยู่ภายใต้ภาระกระทำแบบสลับไป-มา จงออกแบบเพื่อหาขนาดแกนสลัก (ød) เพื่อรับภาระดังกล่าว ซึ่งวัสดุทำแกนสลักคือ st 70 กำหนดให้ใช้ค่า

$\sigma u = 670 \frac{N}{mm^2}$: $\sigma y = 360 \frac{N}{mm^2}$



<u>วิธีทำ</u>

1. หาขนาดความโตสลักอัดจากค่าความเค้นแรงเฉือน

สูตร $\tau all. = \frac{F}{i.A}$

$\tau all. = 0.6.\sigma y$ (วัสดุ st 70 ค่า $\sigma y = 360 \frac{N}{mm^2}$)

$= 0.6 \times 360 \frac{N}{mm^2}$

$= 216 \frac{N}{mm^2}$

$F = F1+F2$

$= (35 \times 10^3)+(30 \times 10^3)$ N

$= 35{,}000+30{,}000$ N

$= 65{,}000$ N

i = 2 (ถูกเฉือน 2 แนว)

$$A = \frac{F}{i.\tau all}$$

$$= \frac{65{,}000}{2 \times 216}$$

$$= 150.46 \text{ mm}^2$$

$$A = \frac{\pi d^2}{4}$$

$$d = \sqrt{\frac{4 \times A}{\square}}$$

$$d = \sqrt{\frac{4 \times 150.46}{\square}}$$

d = 13.84 มิลลิเมตร

จากตารางที่ 9.22 หน้าที่ 28 ทดลองเลือกใช้ขนาด ∅14 mm

2. หาขนาดความโตสลักอัดจากค่าความเค้นแรงอัด

$$\sigma c \text{ all.} \quad \frac{F}{A} =$$

$$\sigma c \text{ all.} = \frac{\square y}{N} \quad \frac{N}{mm^2}$$

$$\sigma c \text{ all.} = \frac{360}{3.5} \quad \frac{N}{mm^2}$$

$$\sigma c \text{ all.} = 102.86 \quad \frac{N}{mm^2}$$

พื้นที่รับแรงอัด

$$A = d \cdot l$$

$$A = \frac{F}{\sigma_{call}}$$

$$A = \frac{65{,}000}{102.86}$$

$$A = 631.92 \text{ มิลลิเมตร}$$

$$d = \frac{A}{l}$$

$$d = \frac{631.92}{60}$$

$$d = 10.53 \text{ มิลลิเมตร}$$

จากตารางที่ 9.22 หน้าที่ 28 ทดลองเลือกใช้ขนาด ∅12 mm

จากการคำนวณพบว่าสลักจะเสียหายเนื่องจากแรงเฉือนมากกว่าแรงอัดดังนั้นจึงเลือกใช้ขนาดของสลักจากค่าความเค้นแรงเฉือนนั่นคือ **สลักอัดแบบมีหัว** ISO 2341 –14 x120-st 70

วิทยาลัยเทคนิคท่าหลวงซิเมนต์ไทยอนุสรณ์	**แบบทดสอบหลังเรียน ด้านทฤษฎี**	หน้าที่ : 52
	หน่วยที่ 10 : งานคำนวณระบบขัดตัวส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยสลักอัด	

คำสั่ง : จงทำเครื่องหมายกากบาท (X) ทับข้อที่ถูกลงในกระดาษคำตอบที่แจกให้ เวลาที่กำหนด : 20 นาที

1. ข้อใดกล่าวถึงหน้าที่การใช้งานของสลักอัดได้อย่างถูกต้อง
   ก. กำหนดตำแหน่งชิ้นงาน ข.ตัด–ต่อกำลังและป้องกันการรับภาระเกินกำลัง
   ค.ทำหน้าที่กำหนดทิศทางการเคลื่อนที่ ง. จับยึดให้ชิ้นงานอัดแน่น
2. ข้อใดกล่าวถึงข้อด้อยของการใช้งานสลักอัดได้อย่างถูกต้อง
   ก. การกำหนดตำแหน่งชิ้นงานด้วยสลักในการประกอบชิ้นงานต้องใช้สลักจำนวนมาก ๆ
   ข. การยึดชิ้นงานด้วยสลักจำเป็นจะต้องเจาะรู ซึ่งจะทำให้ความแข็งแรงของชิ้นงานลดลง
   ค. การใช้สลักกับชิ้นงานหมุนจำเป็นจะใช้สลักกับงานภาระปานกลางเท่านั้น
   ง. การป้องกันการใช้งานเกินกำลังด้วยสลักต้องใช้สลักอย่างน้อย 2 ตัวขึ้นไป
3. ข้อใดกล่าวถึงการใช้งานของสลักอัดทรงกระบอกได้อย่างถูกต้อง
   ก. ใช้งานในลักษณะยึดแน่น และกำหนดตำแหน่งชิ้นงาน
   ข. ใช้กำหนดตำแหน่งชิ้นงานเป็นหลัก
   ค. ใช้เป็นแกนหมุนของข้อเหวี่ยง โดยใช้งานร่วมกับสลักชนิดถ่าง (Split Pin)
   ง. ใช้งานในลักษณะยึดแน่น กำหนดตำแหน่งชิ้นงาน และเป็นสลักนิรภัย
4. ข้อใดกล่าวถึงการใช้งานของสลักอัดทรงเรียว ได้อย่างถูกต้อง
   ก. ใช้เป็นแกนหมุนของข้อเหวี่ยง โดยใช้งานร่วมกับสลักชนิดถ่าง (Split Pin)
   ข. ใช้งานในลักษณะยึดแน่น กำหนดตำแหน่งชิ้นงาน และเป็นสลักนิรภัย
   ค. ใช้งานในลักษณะยึดแน่น และกำหนดตำแหน่งชิ้นงาน
   ง. ใช้กำหนดตำแหน่งชิ้นงานเป็นหลัก
5. ข้อใดกล่าวถึงการใช้งานของสลักอัดแบบมีร่องผ่าข้าง ได้อย่างถูกต้อง
   ก. ใช้กำหนดตำแหน่งชิ้นงานเป็นหลัก
   ข. ใช้งานในลักษณะยึดแน่น และกำหนดตำแหน่งชิ้นงาน
   ค. ใช้งานในลักษณะยึดแน่น กำหนดตำแหน่งชิ้นงาน และเป็นสลักนิรภัย
   ง. ใช้เป็นแกนหมุนของข้อเหวี่ยง โดยใช้งานร่วมกับสลักชนิดถ่าง (Split Pin)

6. ข้อใดกล่าวถึงการใช้งานของสลักอัดแบบเคลฟวิส ได้อย่างถูกต้อง

ก. ใช้เป็นแกนหมุนของข้อเหวี่ยง โดยใช้งานร่วมกับสลักชนิดถ่าง (Split Pin)

ข. ใช้งานในลักษณะยึดแน่น กำหนดตำแหน่งชิ้นงาน และเป็นสลักนิรภัย

ค. ใช้งานในลักษณะยึดแน่น และกำหนดตำแหน่งชิ้นงาน

ง. ใช้กำหนดตำแหน่งชิ้นงานเป็นหลัก

7. เพราะเหตุใดการใช้งานสลักเบ่งจึงไม่ควรให้รอยผ่าของของสลักยุบมาติดกัน

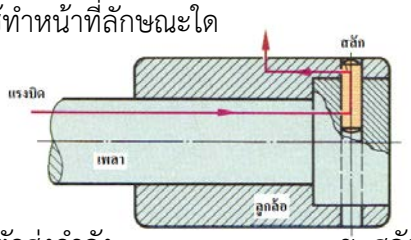
ก. เวลาถอดสลักจะทำได้ยาก

ข. การส่งกำลังของสลักจะได้กำลังน้อย

ค. สลักอาจเกิดการแตกหักได้

ง. การดูแลรักษาอาจทำได้ยากขึ้น

8. จากภาพสลักอัดที่ใช้ทำหน้าที่ลักษณะใด



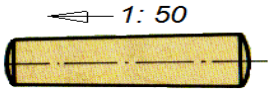
ก. สลักทำหน้าที่ขัดตัวส่งกำลัง

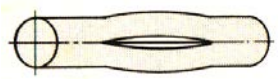
ข. สลักอัดที่ทำหน้าที่เป็นสลักนิรภัย

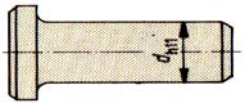
ค. สลักอัดกำหนดตำแหน่งชิ้นงาน

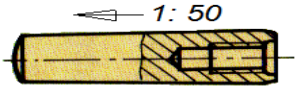
ง. สลักอัดทำหน้าที่เป็นข้อต่อแบบคอตเตอร์

9. จากภาพ สลักอัดใดใช้กับรูที่ไม่ทะลุ

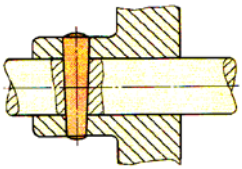
ก. 

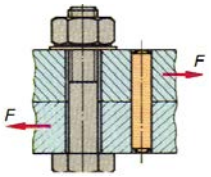
ข. 

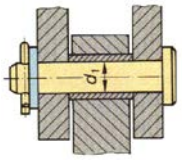
ค. 

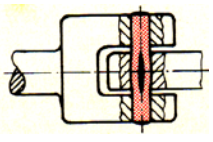
ง 

10. ข้อใดแสดงการใช้งานของสลักอัดทรงกระบอก เพื่อกำหนดตำแหน่งชิ้นงานได้ถูกต้อง

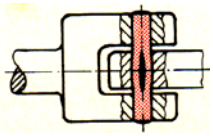
ก. 

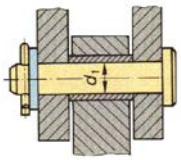
ข. 

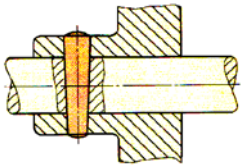
ค. 

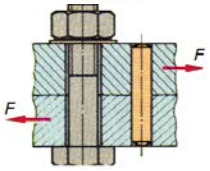
ง. 

11. ข้อใดแสดงการใช้งานของสลักอัดทรงเรียว เพื่อใช้ยึดแน่นชิ้นงานได้ถูกต้อง

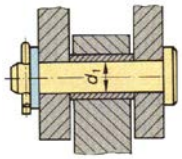
ก. 

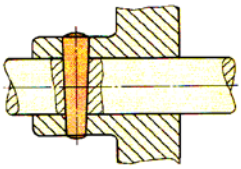
ข. 

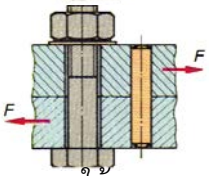
ค. 

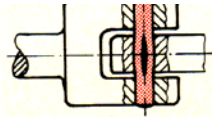
ง. 

12. ข้อใดแสดงการใช้งานของสลักอัดเคลฟวิส เพื่อทำหน้าที่เป็นแกนหมุนของแขนโยกได้ถูกต้อง

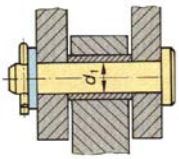
ก. 

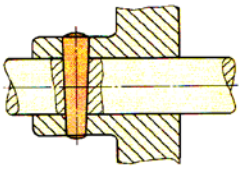
ข. 

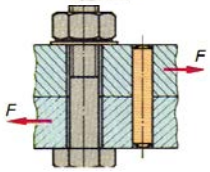
ค. 

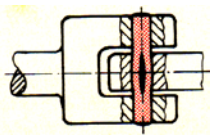
ง. 

13. ข้อใดแสดงการใช้งานของสลักอัดแบบกลางป่อง ใช้ขัดตัวส่งกำลังได้ถูกต้อง

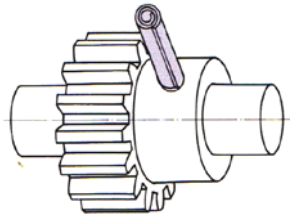
ก. 

ข. 

ค. 

ง. 

14. จากภาพสลักอัดที่ใช้คือสลักชนิดใด



ก. สลักอัดทรงกระบอก

ข. สลักอัดปลอกเบ่ง

ค. สลักอัดแบบเคลฟวิสแบบไม่มีหัว

ง. สลักอัดทรงเรียว

15. สลักอัดทรงกระบอกชุบแข็งขนาดความโต 6 มม. ยาว 30 มม. ข้อใดกำหนดขนาดสลักได้อย่างถูกต้อง

ก. สลักอัดทรงกระบอก ISO 8734-30 m6 ข. สลักอัดทรงกระบอก ISO 8734-30 m6 x 6

ค. สลักอัดทรงกระบอก ISO 8734 -6 m30x6 ง. สลักอัดทรงกระบอก ISO 8734 -6 m6x30

16. ข้อใดบอกขนาดสัดส่วนของสลักอัดทรงเรียวได้ถูกต้องตามมาตรฐาน

ก. Taper Pin ISO 2339 A – 5 m6 x 50 ข. Taper Pin ISO 2339 A– 5 x 50

ค. Taper Pin ISO 2339 A– 5 st.50 –50 ง. Taper Pin ISO 2339 m6 5 x 50 – st.50

17. สลักอัดมีการระบุขนาดคือClevis Pin ISO 2340 – A 10 h11 x 60 –st จะหมายถึงสลักอัดในข้อใด

ก. สลักทรงกระบอกแบบไม่มีหัว ข. สลักทรงกระบอกแบบมีหัว

ค. สลักอัดทรงกระบอกลำตัวชุบแข็ง ง. สลักม้วนขึ้นรูปจากแผ่นสปริง

18. สลักอัดทรงเรียวชนิด A ขนาดความโต 6 มม. ยาว 45 มม. ข้อใดกำหนดขนาดสลักได้อย่างถูกต้อง

ก. สลักอัดทรงเรียว ISO 2339 A 45x6 ข. สลักอัดทรงเรียว ISO 2339 A6 x 45

ค. สลักอัดทรงเรียว ISO 2339 A 6 x 45 ง. สลักอัดทรงเรียว ISO 2339 A45 x 6

19. สลักอัดเคลฟวิสแบบมีหัวชนิด B ความโต 10 มม. ยาว 60 มม.ข้อใดกำหนดขนาดสลักได้อย่างถูกต้อง

ก. สลักอัดแบบเคลฟวิส ISO 2341 B10

ข. สลักอัดแบบเคลฟวิส ISO 2341 B10 h11 x 60

ค. สลักอัดแบบเคลฟวิส ISO 2341 B10 h11 x 60

ง. สลักอัดแบบเคลฟวิส ISO 2341 B 60 h11 x 10

20. สลักอัดกำหนดขนาด Taper Pin ISO2339 B20 x 100 –st.50 ความหมายของ B20 คือข้อใด

ก. สลักรูปทรงชนิด Bขนาดความโต 20 มม. ข. สลักรูปทรงชนิด B ขนาดความยาว 20 มม.

ค. สลักรูปทรงชนิด Bลบคมมุม 20 องศา ง. สลักรูปทรงชนิด B ลบมุมโค้งรัศมี 20 มม.

21. สูตรคำนวณหาขนาดความโตสลักอัดจากค่าความเค้นแรงเฉือนคือข้อใด

ก. $A = \frac{F}{i.\tau all}$ ข. $A = \frac{F}{\tau all}$

ค. $A = \frac{F.i}{\tau all}$ ง. $A = \frac{\tau all}{F.i}$

22. ค่าความปลอดภัย (Safety Factor) สำหรับค่าความเค้นอัดอนุญาตเมื่อภาระกระทำสลับไป-มาคือข้อใด

ก. N = 1.5 ข. N = 2.0

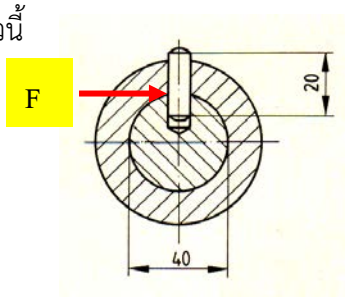
ค. N = 3.5 ง. N = 2.5

23. ค่าความปลอดภัย (Safety Factor) ที่กระทำกับสลักอัดที่ต้องใช้ค่าความปลอดภัยสูงสุดคือข้อใด

ก. ภาระแบบคงที่ ข. ภาระแบบสลับไป-มา

ค. ภาระแบบเปลี่ยนแปลง ง. ภาระแบบกระแทก

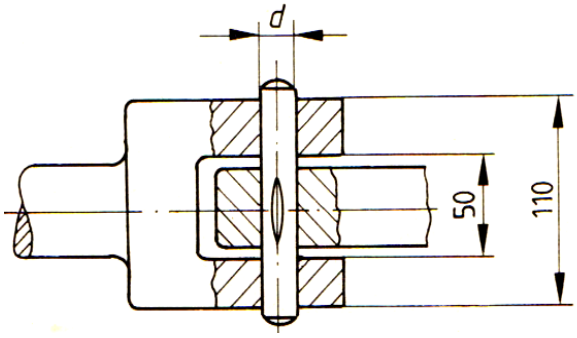
24. สลักนิรภัย ยาว 20 มิลลิเมตรทำจากวัสดุ st. 60 ($\sigma u = 570 \frac{N}{mm^2}$) ส่งถ่ายโมเมนต์แรงบิด 520 Nm จงคำนวณหาขนาดความโตสลักอัดตัวนี้



ก. ∅ 7 มิลลิเมตร ข. ∅ 8 มิลลิเมตร

ค. ∅ 9 มิลลิเมตร ง. ∅ 10 มิลลิเมตร

25. ข้อต่อดังภาพอยู่ภายใต้ภาระกระทำแบบสลับไป-มา ขนาดแรงที่กระทำ 50 kN จงออกแบบเพื่อหาขนาดแกนสลัก (ød) เพื่อรับภาระดังกล่าว กำหนดวัสดุมีค่า $\sigma u = 670 \frac{N}{mm^2}$: $\sigma y = 360 \frac{N}{mm^2}$



ก. ∅ 8 มิลลิเมตร ข. ∅ 10 มิลลิเมตร

ค. ∅ 12 มิลลิเมตร ง. ∅ 16 มิลลิเมตร

26. ข้อใดคือเครื่องมือและ อุปกรณ์ที่ใช้ในการคำนวณระบบขัดตัวส่งกำลังด้วยสลักอัด

ก. เหล็กส่ง ข. ตารางมาตรฐานสลักอัด

ค. ค้อนพลาสติก ง. เหล็กดูดสามขา

27. ข้อใดแสดงหมายเลขเพื่อเรียงลำดับขั้นตอนการคำนวณระบบขัดตัวส่งกำลังด้วยสลักอัดได้ถูกต้อง



1. คำนวณค่าต่าง ๆ ที่ต้องการทราบ
2. กำหนดกำลังที่ต้องการใช้ในการส่งถ่ายกำลัง
3. วัดขนาดความโตเพลา (mm) ด้วยเวอร์เนียคาร์ลิปเปอร์แล้วจดบันทึก
4. เลือกขนาดความโตของสลักอัดจากตารางมาตรฐานสลักอัด

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

28. ข้อใดไม่ต้องทำการบันทึกผลการปฏิบัติงานคำนวณระบบขัดตัวส่งกำลังด้วยสลักอัด

ก. ขนาดความโตสลัก ข. วัสดุทำสลัก

ค. พิกัดความเผื่อสลักอัด ง. ความยาวสลัก

29. การจัดเก็บเครื่องมืออุปกรณ์และบริเวณปฏิบัติงานถอด – ประกอบสลักข้อใดคือกล่าวได้ถูกต้อง

ก. ชโลมน้ำมันปริมาณมาก ๆ บริเวณเครื่องมืออุปกรณ์ที่เป็นเหล็ก

ข. ใช้ลมเป่าเพื่อทำความสะอาดเครื่องมือและอุปกรณ์

ค. ใช้เศษกระดาษเช็ดทำความสะอาดเครื่องมือและอุปกรณ์ที่เปื้อนน้ำมัน

ง. เก็บเครื่องมืออุปกรณ์เข้าตู้โดยแยกเครื่องมือที่มีคมตัดออกจากเครื่องมือวัดขนาด

30. ข้อใดคือสิ่งแรกที่ควรกระทำด้านความปลอดภัยในการปฏิบัติงานถอด – ประกอบสลัก

ก. ปิดเมนสวิทย์เครื่องจักรก่อนทำงาน ข. ใส่ถุงมือก่อนการปฏิบัติงานทุกครั้ง

ค. แขวนป้ายล็อคเมนสวิทย์ ง. สวมใส่อุปกรณ์ป้องกันภัยส่วนบุคคล

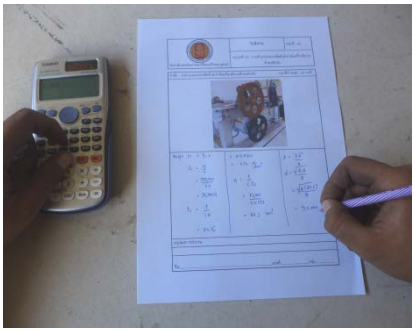
แบบเฉลยข้อทดสอบหลังเรียน ด้านทฤษฎี			
ข้อที่	คำตอบ	ข้อที่	คำตอบ
1	ก	16	ข
2	ข	17	ก
3	ก	18	ค
4	ง	19	ข
5	ค	20	ง
6	ก	21	ก
7	ค	22	ค
8	ข	23	ข
9	ง	24	ง
10	ข	25	ง
11	ค	26	ข
12	ก	27	ข
13	ง	28	ค
14	ข	29	ง
15	ง	30	ก

วิทยาลัยเทคนิคท่าหลวงซิเมนต์ไทยอนุสรณ์	**ใบลำดับขั้นการปฏิบัติงาน**	หน้าที่ : 59
	หน่วยที่ 10 : งานคำนวณระบบขัดตัวส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยสลักอัด	

ลำดับขั้นการปฏิบัติงานคำนวณระบบขัดตัวส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยสลักอัด			
ลำดับขั้นการปฏิบัติงาน	คำอธิบายขั้นตอนการทำงาน	เครื่องมืออุปกรณ์	ข้อควรระวัง
1. ศึกษาข้อมูล 	- ชนิดของสลัก - หน้าที่การใช้งาน	- ใบเนื้อหา	
2. เตรียมชิ้นงานและเครื่องมือ 	-เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ในการคำนวณระบบส่งกำลังด้วยสลัก	- ใบเบิกเครื่องมือ	
3. วัดขนาดความโตเพลา (mm) ด้วยเวอร์เนียคาร์ลิปเปอร์แล้วจดบันทึก 	- วัดขนาดความโตเพลา (mm) ด้วยเวอร์เนียคาร์ลิปเปอร์แล้วจดบันทึก	- ใบสั่งงาน - เวอร์เนียคาร์ลิปเปอร์	

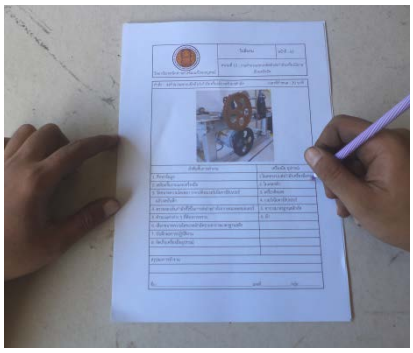
วิทยาลัยเทคนิคท่าหลวงซิเมนต์ไทยอนุสรณ์	**ใบลำดับขั้นการปฏิบัติงาน**	หน้าที่ : 60
	หน่วยที่ 10 : งานคำนวณระบบขัดตัวส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยสลักอัด	

<u>ลำดับขั้นการปฏิบัติงานคำนวณระบบขัดตัวส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยสลักอัด</u>

ลำดับขั้นการปฏิบัติงาน	คำอธิบายขั้นตอนการทำงาน	เครื่องมืออุปกรณ์	ข้อควรระวัง
4. ตรวจสอบต้นกำลังที่ใช้ในการส่งถ่ายกำลังจากเทมเพลสมอเตอร์ 	- ตรวจสอบต้นกำลังที่ใช้ในการส่งถ่ายกำลังจากเทมเพลสมอเตอร์	- ใบสั่งงาน	
5. คำนวณค่าต่าง ๆ ที่ต้องการทราบ 	- คำนวณค่าต่าง ๆ ที่ต้องการทราบ	- ใบสั่งงาน - เครื่องคิดเลข	
6. เลือกขนาดความโตของสลักจากตารางมาตรฐานสลัก 	- บันทึกผลการปฏิบัติงาน	- ใบสั่งงาน - หนังสือตารางคู่มืองานโลหะ	

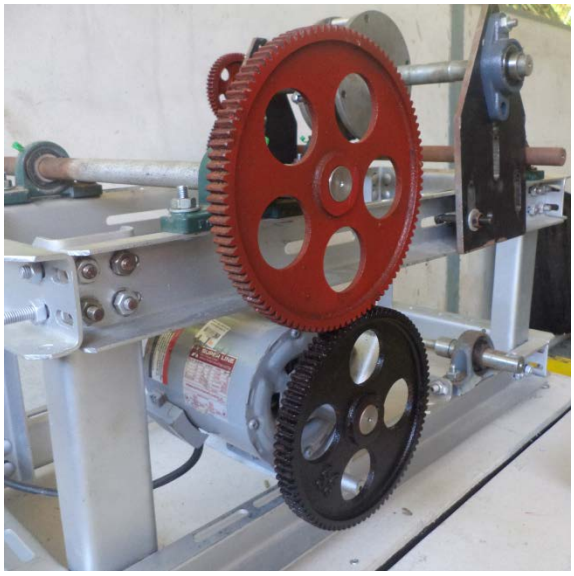
วิทยาลัยเทคนิคท่าหลวงซิเมนต์ไทยอนุสรณ์	**ใบลำดับขั้นการปฏิบัติงาน**	หน้าที่ : 61
	หน่วยที่ 10 : งานคำนวณระบบขัดตัวส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยสลักอัด	

<u>ลำดับขั้นการปฏิบัติงานคำนวณระบบขัดตัวส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยสลักอัด</u>

ลำดับขั้นการปฏิบัติงาน	คำอธิบายขั้นตอนการทำงาน	เครื่องมืออุปกรณ์	ข้อควรระวัง
7. บันทึกผลการปฏิบัติงาน 	- บันทึกผลการปฏิบัติงาน	- ใบสั่งงาน	
8. จัดเก็บเครื่องมืออุปกรณ์ 	- ทำความสะอาดเครื่องมือและชิ้นงานทุกครั้งหลังเสร็จงาน	- ผ้า - น้ำมันกันสนิม	

วิทยาลัยเทคนิคท่าหลวงซิเมนต์ไทยอนุสรณ์	**ใบสั่งงาน**	หน้าที่ : 62
	หน่วยที่ 10 : งานคำนวณระบบขัดตัวส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยสลักอัด	

คำสั่ง : จงคำนวณระบบขัดตัวส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยสลักอัด เวลาที่กำหนด : 30 นาที



ลำดับขั้นการทำงาน	เครื่องมือ อุปกรณ์
1. ศึกษาข้อมูล	1.โมเดลระบบส่งกำลังเครื่องมือกล
2. เตรียมชิ้นงานและเครื่องมือ	2. โมเดลสลัก
3. วัดขนาดความโตเพลา (mm)ด้วยเวอร์เนียคาร์ลิปเปอร์	3. เครื่องคิดเลข
แล้วจดบันทึก	4. เวอร์เนียคาร์ลิปเปอร์
4. ตรวจสอบต้นกำลังที่ใช้ในการส่งถ่ายกำลังจากเทมเพลสมอเตอร์	5. ตารางมาตรฐานสลักอัด
5. คำนวณค่าต่าง ๆ ที่ต้องการทราบ	6. ผ้า
6. เลือกขนาดความโตของสลักอัดจากตารางมาตรฐานสลัก	
7. บันทึกผลการปฏิบัติงาน	
8. จัดเก็บเครื่องมืออุปกรณ์	

สรุปผลการทำงาน

ชื่อ:_____เลขที่:_____กลุ่ม:_____

วิทยาลัยเทคนิคท่าหลวงซิเมนต์ไทยอนุสรณ์	**ใบประเมินผล (Evaluation Sheet)**	หน้าที่ : 63
	หน่วยที่ 10 : งานคำนวณระบบขัดตัวส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยสลักอัด	

การประเมินผลงานคำนวณระบบขัดตัวส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยสลักอัด						
ชื่อ.....ว/ด/ป.....			ผู้ประเมิน.....			
จุดประเมินผล			ผลการประเมิน			
			ผ่าน	ไม่ผ่าน	หมายเหตุ	
1. ศึกษาข้อมูล						
2. เตรียมชิ้นงานและเครื่องมือ						
3. วัดขนาดความโตเพลา (mm)ด้วยเวอร์เนียคาร์ลิปเปอร์ แล้วจดบันทึก						
4. ตรวจสอบต้นกำลังที่ใช้ในการส่งถ่ายกำลังจากเทมเพลสมอเตอร์						
5. คำนวณค่าต่าง ๆ ที่ต้องการทราบ						
6. เลือกขนาดความโตของสลักอัดจากตารางมาตรฐานสลัก						
7. บันทึกผลการปฏิบัติงาน						
8. จัดเก็บเครื่องมืออุปกรณ์						
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		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						

วิทยาลัยเทคนิคท่าหลวงซิเมนต์ไทยอนุสรณ์	**ตารางดัชนีการเรียนรู้**	หน้าที่ : 65
	หน่วยที่ 10 : งานคำนวณระบบขัดตัวส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยสลักอัด	

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						

วิทยาลัยเทคนิคท่าหลวงซิเมนต์ไทยอนุสรณ์	**บันทึกหลังการสอน**	หน้าที่ : 66
	หน่วยที่ 10 : งานคำนวณระบบขัดตัวส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยสลักอัด	

ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ผลการเรียนของนักเรียน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ผลการสอนของครู

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้บันทึก

(.....)

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

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

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

Hans Appold, Kurt Feiler, Alfred Reinhard,Paul Schmidt, **Technology of the Metal Trade**. Deutsche Gesellschaft Fur Technische Zusammenarbeit,1982.

