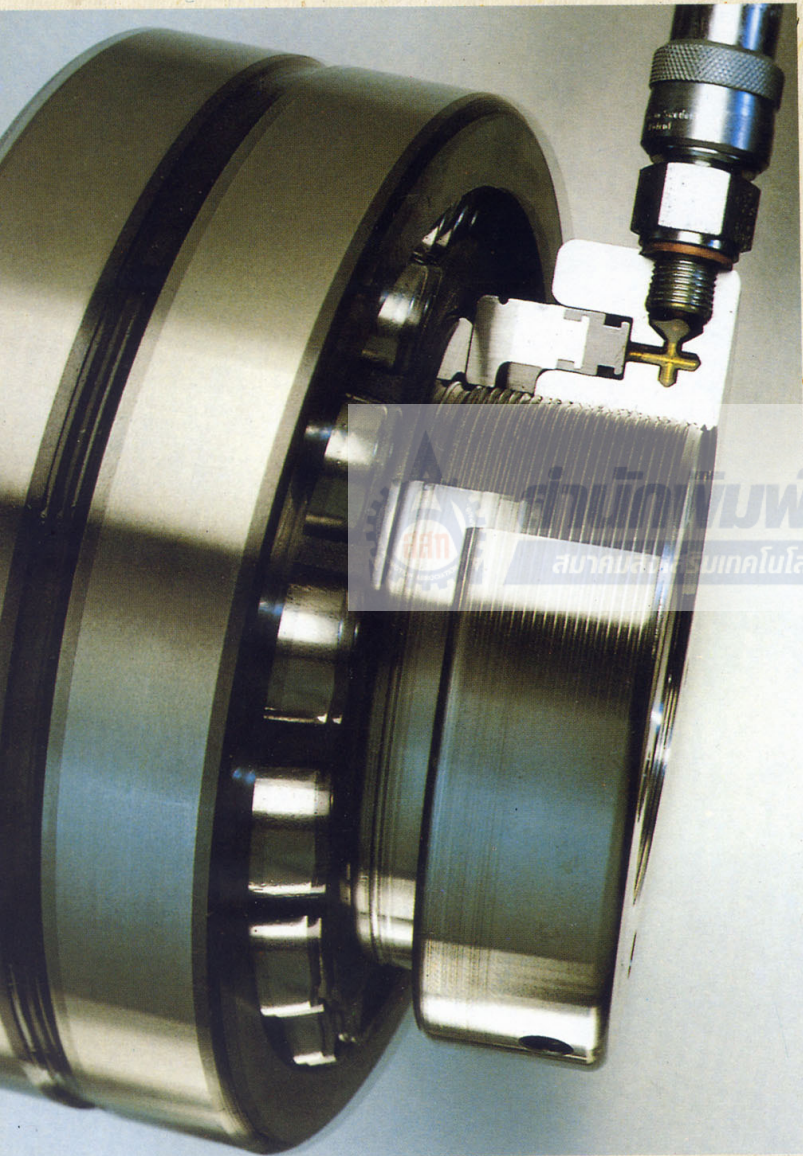
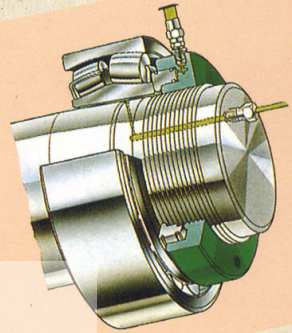


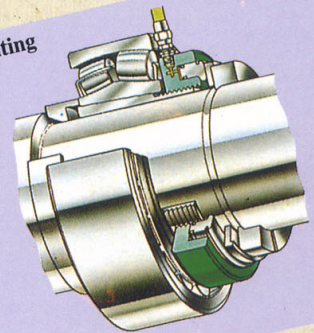
ขั้นตอนการถอดรื้อ



Mounting



Dismounting



บาทพ ดันดระบัทกิตย
สาลี แสงทาว
สุทิน จิตราธิญ



ชิ้นส่วนเครื่องจักรกล

มานพ ตันตระกูล

สำลี แสงหัว

สุทิน จิตร์เจริญ



สำนักพิมพ์ ส.ส.ท.

สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)



สำนักพิมพ์ ส.ส.ท.

สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)

ISBN : 974-7970-17-1

ชิ้นส่วนเครื่องจักรกล

โดย มานพ ตันตระกูล

สำลี แสงหัว

สุกีน จิตร์เจริญ

ราคา 165 บาท

พิมพ์ครั้งที่ 3	กรกฎาคม	2538	จำนวนพิมพ์	2,000	เล่ม
พิมพ์ครั้งที่ 4	ตุลาคม	2539	จำนวนพิมพ์	2,000	เล่ม
พิมพ์ครั้งที่ 5	สิงหาคม	2540	จำนวนพิมพ์	2,000	เล่ม
พิมพ์ครั้งที่ 6	เมษายน	2542	จำนวนพิมพ์	2,000	เล่ม
พิมพ์ครั้งที่ 7	กุมภาพันธ์	2544	จำนวนพิมพ์	2,000	เล่ม
พิมพ์ครั้งที่ 8	พฤษภาคม	2547	จำนวนพิมพ์	1,000	เล่ม

สงวนลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537 โดย สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)
ห้ามลอกเลียนไม่ว่าส่วนใดส่วนหนึ่งของหนังสือเล่มนี้ ไม่ว่าในรูปแบบใด ๆ
นอกจากจะได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษร

จัดพิมพ์โดย



สำนักพิมพ์ ส.ส.ท.
สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)

5-7 ซอยสุขุมวิท 29 ถนนสุขุมวิท แขวงคลองเตยเหนือ เขตวัฒนา กรุงเทพฯ 10110

โทร. 0-2258-0320 (6 เลขหมายอัตโนมัติ), 0-2259-9160 (10 เลขหมายอัตโนมัติ)

<http://www.tpa.or.th>

ออกแบบปกและรูปเล่ม : งานออกแบบสิ่งพิมพ์ ส่วนตำราฯ

จัดจำหน่ายโดย

บริษัท ดวงกลมสมัย จำกัด

90/21-25 ถนนราชปรารภ แขวงมักกะสัน เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400

โทร. 0-2245-5586, 0-2247-1030, 0-2245-5571 โทรสาร 0-2247-1033, 0-2642-4242

E-mail : DKTODAY@mozart.inet.co.th

พิมพ์ที่ : ห้างหุ้นส่วนจำกัด ที. เอส. บี. โปรดักส์ โทร. 0-2536-6085 โทรสาร : 0-2536-6087

“ถ้ามีข้อผิดพลาดเนื่องจากการพิมพ์ให้นำมาแลกเปลี่ยนได้ที่สมาคมฯ”

โทร. 0-2259-9160, 0-2258-0320 ต่อ 1560, 1570



ติดตามหนังสือออกใหม่ของ สำนักพิมพ์ ส.ส.ท. ได้ที่



[www.facebook.com/
tpabook](https://www.facebook.com/tpabook)



[www.twitter.com/
Tpa_publishing](https://www.twitter.com/Tpa_publishing)

สอบถามเพิ่มเติม

Book4u@tpa.or.th



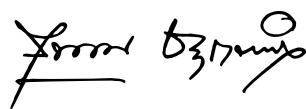
คำนำนายกสมาคม

สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น) ก่อตั้งขึ้นเมื่อปี พ.ศ. 2516 ด้วยความร่วมมือร่วมใจกันของกลุ่มบุคคลที่ได้ผ่านการศึกษาในระดับต่าง ๆ จากประเทศญี่ปุ่น โดยได้รับความร่วมมือทางด้านทุนทรัพย์บางส่วนจาก The Japan-Thailand Economic Cooperation Society (JTECS) เพื่อใช้จ่ายในการดำเนินงานกิจกรรมของสมาคมฯ ซึ่งประกอบด้วย ฝ่ายสำนักพิมพ์ ฝ่ายภาษาและวัฒนธรรม ฝ่ายการศึกษาและฝึกอบรม ฝ่ายบริการสอบเทียบและวิเคราะห์สิ่งแวดล้อม ฝ่ายวินิจัยและให้คำปรึกษาสถานประกอบการ และฝ่ายเทคโนโลยีสารสนเทศ ซึ่งแต่ละฝ่ายจัดดำเนินการโดยสมาชิกของสมาคมฯ ทำหน้าที่เป็นคณะที่ปรึกษารับผิดชอบบริหารงานให้เป็นไปตามเป้าหมาย

สำหรับฝ่ายสำนักพิมพ์ฯ โดยส่วนตำราสนับสนุนเทคนิคอุตสาหกรรม มีนโยบายพื้นฐานคือการส่งเสริมและเร่งรัดให้มีการจัดพิมพ์หนังสือตำราทางเทคโนโลยีทุกประเภท รวมถึงหนังสือทางด้านการบริหารจัดการธุรกิจ อุตสาหกรรม ทั้งที่เป็นงานแปลโดยตรง งานแปลเรียบเรียง งานถอดความ งานรวบรวม งานแต่ง และงานสำรวจวิจัยทางด้านอุตสาหกรรม โดยที่สมาคมฯ มีความเห็นว่า หนังสือตำราภาษาไทย โดยเฉพาะในระดับอาชีวศึกษาแขนงวิชาเทคโนโลยีต่าง ๆ ยังมีอยู่ในปริมาณจำกัดไม่พอเพียง ถ้าส่งเสริมให้มีหนังสือเช่นนี้เพิ่มขึ้นย่อมมีส่วนช่วยยกระดับมาตรฐานการศึกษาทางเทคโนโลยีให้สูงขึ้นและแพร่หลายขึ้นโดยปริยาย อีกทั้งยังช่วยสร้างสรรคปัญญา ความคิดริเริ่ม และความรู้ความเข้าใจอันถูกต้อง ซึ่งจะเป็นการปูรากฐานสำคัญในการพัฒนาอุตสาหกรรมของประเทศไทย เป็นประโยชน์แก่สังคมอุตสาหกรรมโดยรวม

ปัจจุบันสมาคมฯ ยังคงมีเจตนารมณ์อันแน่วแน่ที่จะขยายงานทุก ๆ ฝ่ายต่อไปอย่างไม่หยุดยั้ง และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าด้วยเจตนารมณ์อันบริสุทธิ์ของสมาคมฯ ในการดำเนินกิจการที่มีใช้การแสวงหาผลกำไร หากมุ่งมั่นที่จะให้นักศึกษาและประชาชนได้มีโอกาสซื้อหาหนังสือตำราในราคาย่อมเยาเช่นนี้ คงเกิดประโยชน์แก่สังคมส่วนรวมทั้งในทางตรงและทางอ้อม และหากสถาบันการศึกษาใดต้องการใช้ส่วนหนึ่งส่วนใดเพื่อใช้ประกอบการศึกษา ทางสมาคมฯ ก็ได้จัดซื้อ แต่ใครขอให้ทำเรื่องขออนุญาตต่อทางสมาคมฯ ก่อน

อนึ่ง สมาคมฯ ใครขอแสดงความขอบคุณเป็นอย่างยิ่งต่อผู้เขียนและคณะผู้จัดทำที่ได้พากเพียรจนทำให้ตำราชุดนี้สำเร็จขึ้นมาได้ไว้ ณ ที่นี้ด้วย



(นายสุพงศ์ ชยุตสาหกิจ)

นายกสมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)

คำแถลงของสำนักพิมพ์ ส.ส.ท.

สำนักพิมพ์ ส.ส.ท. โดยส่วนตำราสนับสนุนเทคนิคอุตสาหกรรม วิวัฒนาการมาจากโครงการสนับสนุนเทคนิคอุตสาหกรรม ซึ่งแต่เดิมใช้ชื่อว่า โครงการตำรา ซึ่งจัดตั้งขึ้นเมื่อปี พ.ศ. 2516 พร้อม ๆ กับการก่อตั้งสมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น) โดยมุ่งหวังที่จะให้มีตำราทางด้านวิทยาการต่าง ๆ ทั้งในระดับอาชีวศึกษา และประชาชนทั่วไป เพื่อเพิ่มพูนความรู้ทางด้านช่างที่สามารถนำไปใช้ปฏิบัติงานได้

ในระยะแรกนั้น ตำราที่ผลิตโดยโครงการตำราส่วนใหญ่จะเป็นหนังสือแปลจากต้นฉบับภาษาญี่ปุ่น ต่อมาจึงได้ขยายขอบข่ายของการจัดพิมพ์ครอบคลุมไปถึงงานแปลและเรียบเรียงจากต้นฉบับภาษาอื่น งานเรียบเรียง-เขียนตำราจากประสบการณ์ของผู้ชำนาญในแต่ละสาขา ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นอาจารย์จากสถาบันการศึกษา

ต่อมาในระยะ 4 - 5 ปีหลังจากการก่อตั้งสมาคมฯ โครงการตำราได้วิวัฒนาการเป็นโครงการสนับสนุนเทคนิคอุตสาหกรรม และเป็นส่วนตำราสนับสนุนเทคนิคอุตสาหกรรมในปี พ.ศ. 2539 พร้อม ๆ กับการขยายขอบข่ายหนังสือที่จัดพิมพ์เพิ่มเติม ได้แก่ หนังสือทางด้านการบริหารจัดการธุรกิจ การบริหารจัดการคุณภาพ และอื่น ๆ ซึ่งสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การดำเนินงาน

โดยที่หนังสือที่จัดพิมพ์โดยสมาคมฯ ได้รับการต้อนรับเป็นอย่างดีจากนักศึกษาและประชาชนทั่วไป ทางสมาคมฯ จึงใคร่ขอเชิญชวนให้ผู้เชี่ยวชาญในวงการอุตสาหกรรมและสถาบันการศึกษาได้ช่วยกันเขียน-เรียบเรียงหนังสือทางด้านเทคนิคอุตสาหกรรมและอื่น ๆ ให้แพร่หลายยิ่งขึ้น โดยสมาคมฯ ยินดีให้การสนับสนุนในด้านการจัดพิมพ์

สำนักพิมพ์ ส.ส.ท. ขอขอบคุณท่านผู้เขียน-เรียบเรียงและเจ้าหน้าที่ของสมาคมฯ ทุกท่านที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการจัดพิมพ์หนังสือเล่มนี้ และหวังว่าหนังสือเล่มนี้จะมีส่วนช่วยในการพัฒนาเศรษฐกิจและอุตสาหกรรมของประเทศ และหากท่านผู้อ่านมีข้อชี้แนะประการใด ขอได้โปรดแจ้งให้ทางสำนักพิมพ์ทราบด้วย จักเป็นพระคุณยิ่ง



สำนักพิมพ์ ส.ส.ท.
สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)

คำนำ

ในปัจจุบันนี้ได้มีโรงงานอุตสาหกรรมเพิ่มขึ้นมากมาย ประจวบกับเทคโนโลยีใหม่ก็ได้นำมาใช้ควบคุมกลไก ชิ้นส่วนเครื่องจักรกลให้ทำงานเคลื่อนไหวตรงตามจุดประสงค์ที่ต้องการ ด้วยเหตุนี้การศึกษาคุณสมบัติ หน้าที่และนำไปใช้งาน รวมทั้งขั้นตอนการถอดประกอบที่ถูกต้อง จึงเป็นพื้นฐานที่สำคัญมากในงานซ่อมบำรุงเครื่องจักรกล ในโรงงานอุตสาหกรรมทุกประเภท หนังสือชิ้นส่วนเครื่องจักรกล (Machine Elements) เล่มนี้ได้มีการนำมาใช้สอนในแผนกช่างซ่อมบำรุงโรงงานอุตสาหกรรม (วิชาชีพ) โครงการโรงเรียน-โรงงาน (Dual System) วิทยาลัยเทคนิคท่าหลวงซิเมนต์ไทยอุสาหกรรม ที่ได้รับความช่วยเหลือจากรัฐบาลสหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมัน เนื้อหาต่างๆ ที่เขียนขึ้นนี้ได้รับความเห็นชอบจากสถานประกอบการในละแวกบริษัท ปูนซิเมนต์ท่าหลวง จำกัด ว่ามีความเหมาะสมสำหรับช่างซ่อมบำรุงโรงงานอุตสาหกรรม ผู้เขียนได้สอดแทรกมาตรฐานของพิกัดขนาดชิ้นส่วนเครื่องจักรกลที่จำเป็นเพิ่มเติมเพื่อเป็นแนวทางให้ผู้ปฏิบัติงานได้ทราบและเปรียบเทียบได้

หนังสือเล่มนี้ยังเหมาะในการเรียนการสอนสำหรับระดับปวส. ช่างเทคนิคอุตสาหกรรม สาขาซ่อมบำรุงระดับปวช. ช่างกลโรงงานและสาขาอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

เนื่องจากชิ้นส่วนเครื่องจักรกลในหนังสือเล่มนี้มีชิ้นส่วนสมัยใหม่มากมายและยังไม่มีการบัญญัติศัพท์ที่เป็นมาตรฐาน ผู้เขียนจึงใคร่ขอกัยในศัพท์ที่มีการถอดความหมายจากภาษาต่างประเทศที่อาจจะไม่สละสลวยนัก พร้อมทั้งยินดีน้อมรับฟังการติชม เพื่อนำมาปรับปรุงในโอกาสต่อไปและขอขอบพระคุณทุกท่านมา ณ โอกาสนี้

มานพ ตันตระกูล
คำลี แสงห้าว
สุทิน จิตรเจริญ

ขอขอบคุณหนังสือเล่มนี้หากจะมี
ก็ขอบอบการไว้แต่ ครู-อาจารย์ทุกท่าน
ที่ได้ประสาทวิชาความรู้แก่ผู้เขียน
ด้วยความเคารพยิ่ง

สารบัญ

บทนำ.....	บทนำ 1
1. ภาระและความเค้น	บทนำ 1
2. ประเภทของภาระ	บทนำ 2
3. ขนาดของความเค้นดิ่งวิกฤติ.....	บทนำ 3
4. ความเค้นอนุญาต.....	บทนำ 4
บทที่ 1 แอ็กเซียลและเพลลา.....	1
1.1 แอ็กเซียล.....	1
1.2 เพลลา.....	1
1.3 ข้อต่อเพลลา.....	4
1.4 เพลลาแบบคัตได้หรือเพลลาปลาไหล.....	4
1.5 การติดตั้งและการทำแนวศูนย์ของเพลลา.....	5
แบบทดสอบที่ 1.....	16
บทที่ 2 ร่องเพลลา.....	17
2.1 หน้าที่ของร่องเพลลา.....	17
2.2 ร่องเพลลาธรรมดา.....	17
2.3 วัสดุร่องเพลลาธรรมดา.....	22
2.4 ร่องเพลลาลูกกลิ้ง.....	28
2.5 การขูดลอกร่องเพลลาที่สึกหรอ.....	33
2.6 การถอดร่องเพลลาลูกกลิ้ง.....	38
2.7 การตรวจสอบร่องเพลลาลูกกลิ้ง.....	46
2.8 การประกอบร่องเพลลาลูกกลิ้ง.....	52
2.9 การหล่อลื่นร่องเพลลาลูกกลิ้ง.....	62
2.10 การบำรุงรักษาร่องเพลลาลูกกลิ้ง.....	65
แบบทดสอบที่ 2.....	68
บทที่ 3 สายพาน.....	69
3.1 สายพานส่งกำลัง.....	69
3.2 สายพานลักษณะส่งกำลังด้วยแรง.....	70
3.3 ล้อสายพานแบน.....	74
3.4 การส่งถ่ายกำลังด้วยสายพานลิ้ม.....	75
3.5 ล้อสายพานลิ้ม.....	78

3.6	สายพานลักษณะส่งกำลังด้วยรูปร่าง.....	79
3.7	การอ่านสัญลักษณ์ย่อของสายพานลิ้ม.....	80
3.8	การตรวจสอบล้อสายพานและเพลาก่อนประกอบสำหรับกรณีความเที่ยงตรงสูง.....	81
3.9	การประกอบสายพานและการตึงสายพาน.....	83
3.10	การบำรุงรักษาสายพาน.....	90
	แบบทดสอบที่ 3.....	91
บทที่ 4	โซ่ส่งกำลัง.....	92
4.1	โซ่ส่งกำลัง.....	92
4.2	ปฏิกิริยาจากหลายเหลี่ยม.....	93
4.3	ชนิดของโซ่.....	94
4.4	ล้อโซ่.....	99
4.5	ลักษณะรูปร่างของล้อโซ่.....	99
4.6	จำนวนฟันโซ่และความเร็วโซ่ที่ใช้งาน.....	100
4.7	การบำรุงรักษาโซ่.....	101
	แบบทดสอบที่ 4.....	111
บทที่ 5	เฟือง.....	112
5.1	เฟือง.....	112
5.2	เฟืองตรงธรรมดา.....	114
5.3	เฟืองคอกจอก.....	117
5.4	เฟืองเกลียวสกรู.....	118
5.5	เฟืองหนอน.....	119
5.6	วัสดุที่ใช้ทำเฟือง.....	119
5.7	การตรวจสอบฟันเฟือง.....	120
5.8	การตรวจสอบเฟืองที่ประกอบเข้าด้วยกัน.....	123
5.9	การซ่อมฟันเฟืองตรง.....	125
5.10	การปรับประกอบเฟืองคอกจอก.....	128
5.11	การตรวจสอบตำแหน่งแนวแกนของตัวเรือนเฟืองคอกจอก.....	128
5.12	การตรวจสอบและการประกอบชุดเฟืองหนอน.....	132
5.13	ล้อความผิด.....	133
	แบบทดสอบที่ 5.....	137
บทที่ 6	สลักและเกลียว.....	138
6.1	หน้าที่ของสลัก.....	138
6.2	รูปร่างของสลัก.....	139

6.3	โบลต์.....	158
6.4	เกลียว.....	162
6.5	ชนิดของเกลียว.....	163
6.6	เกลียวชนิดพิเศษ.....	166
6.7	การยึดด้วยสกรู.....	167
6.8	การผลิตสกรูและเกรดของสกรู.....	174
6.9	นัต.....	175
6.10	การป้องกันคลายตัวของสกรูและนัตยึด.....	177
	แบบทดสอบที่ 6.....	187
บทที่ 7	ลิ่มส่งกำลัง.....	188
7.1	ลิ่มส่งกำลัง.....	188
7.2	รูปร่างของลิ่มส่งกำลัง.....	191
7.3	ลิ่มประเภทสวมอัดเข้าไปในล้อยกับเพลาลูก.....	192
7.4	ลิ่มมีหัว.....	200
7.5	ลิ่มขวาง.....	203
7.6	ลิ่มอัด.....	207
	แบบทดสอบที่ 7.....	220
บทที่ 8	เฟืองสไปลัน.....	221
8.1	ฟันสไปลันตรง.....	221
8.2	ฟันสไปลันแบบเซอร์เรชันและแบบอินโวลูต.....	231
8.3	การยึดส่งกำลังด้วยล้อและเฟืองโพลีคอน.....	232
8.4	การยึดและส่งกำลังด้วยเฟืองจาน.....	232
	แบบทดสอบที่ 8.....	234
บทที่ 9	คัปปลิงและคลัตช์.....	235
9.1	คัปปลิงแบบตัดต่อกำลังไม่ได้.....	236
9.2	คัปปลิงแบบตัดต่อกำลังได้.....	241
9.3	คัปปลิงหรือคลัตช์สำหรับการใช้งานพิเศษ.....	245
9.4	การตรวจสอบการสึกหรอของคัปปลิง.....	249
9.5	สาเหตุการสึกหรอของคัปปลิง.....	252
9.6	ข้อผิดพลาดของการหล่อลื่นคัปปลิง.....	255
9.7	การเปลี่ยนชิ้นส่วนของคัปปลิงยึดหยุ่น.....	255
	แบบทดสอบที่ 9.....	259

บทที่ 10 สปริง.....	260
10.1 บทบาทหน้าที่ของสปริง.....	260
10.2 คุณสมบัติของสปริง.....	260
10.3 ประเภทของสปริง.....	262
10.4 วัสดุสปริง.....	267
10.5 การม้วนสปริงบนปากกา.....	267
10.6 การม้วนสปริงบนเครื่องกลึง.....	269
10.7 การม้วนสปริงด้วยอุปกรณ์ม้วนสปริง.....	269
10.8 เครื่องมือที่ใช้ในการม้วนสปริง.....	270
10.9 การเตรียมสปริงที่ม้วนแล้วให้สำเร็จเพื่อใช้งาน.....	271
10.10 การคำนวณความยาวลวดเพื่อม้วนลวดสปริงอัด.....	273
แบบทดสอบที่ 10.....	276
บทที่ 11 ปะเก็น.....	277
11.1 ประเภทของปะเก็น.....	277
11.2 ปะเก็นอ่อน.....	278
11.3 ปะเก็นแข็ง.....	280
11.4 ปะเก็นพลาสต์หรือปะเก็นแบบหยุ่น.....	281
11.5 การประกอบปะเก็นสติด.....	289
11.6 การเปลี่ยนปะเก็นสต้อปนูช.....	293
11.9 ตัวอย่างการประกอบซีลวงแหวนกลม(โอ-ริง).....	296
11.8 การประกอบซีลสปริงรัดเพลา.....	297
แบบทดสอบที่ 11.....	301
บรรณานุกรม.....	302-303
ภาคผนวก.....	304-315
ดัชนี.....	316-319

บทนำ

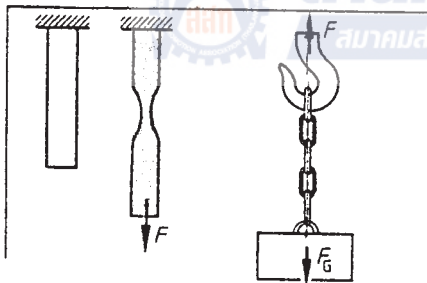
ชิ้นส่วนเครื่องจักรกล

1. ภาระและความเค้น

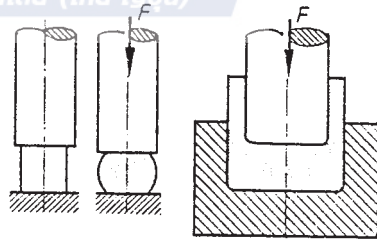
การรับภาระของชิ้นส่วนเครื่องจักรกลจะเกิดจากการที่มีแรงมากระทำต่อชิ้นส่วนตามทิศทางที่แรงมากระทำ โดยจะมีแรงดึง แรงอัด แรงเฉือน แรงดัด และแรงบิด (ดูตามรูปที่ 1 ถึง 5) สำหรับแรงกดนั้น จะรวมการกดโก่ง และแรงกดตามพื้นที่ การกดโก่งนั้นแรงกดโก่งจะทำให้ชิ้นส่วนเครื่องจักรโก่งงอ เช่น เสาคอกตัดของเครื่องดกตัด ส่วนแรงกดตามพื้นที่นั้นจะเกิดจากการสัมผัสกันของชิ้นส่วนสองชิ้น เช่น แรงกดของเพลานในรองเพลาน

ชิ้นส่วนเครื่องจักรกล ตัวอย่างเช่น เพลานของกระปุกเกียร์ที่มีการรับแรงดัดและแรงหมุนบิดในเวลาเดียวกัน ในกรณีเช่นนี้จะเรียกว่า การรับภาระร่วม การที่มีแรงกระทำต่อชิ้นงานจะทำให้เกิดความเค้นในชิ้นงาน ความเค้นนี้จะขึ้นอยู่กับความสัมพันธ์ของขนาดแรงและรูปร่างขนาดภาคตัดขวางของชิ้นงานที่รับแรงดัด แรงหมุนบิด และแรงกดโก่ง โดยจะกำหนดเป็น นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร (N/mm^2)

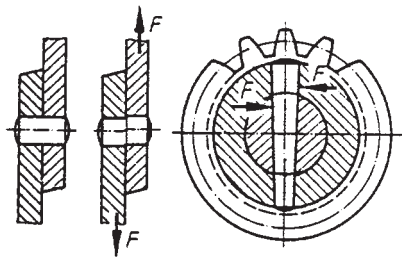
ชิ้นงานวัสดุที่รับแรงดึงจนแตกหักขาดจะเรียกว่า ความต้านแรงดึง (Tensile Strength) หากเป็นการรับแรงอัด จะเรียกว่า ความเค้นอัด (Compressive Strength) หรือถ้ารับแรงเฉือนจะเรียกว่า ความเค้นเฉือน (Shear Strength)



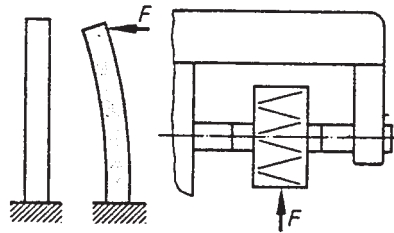
รูปที่ 1 การรับแรงดึงของชิ้นส่วน



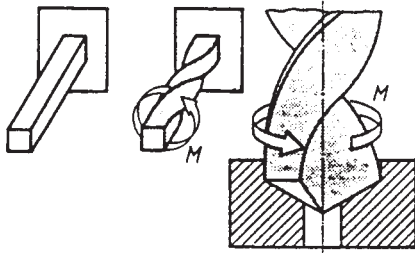
รูปที่ 2 การรับแรงอัดของชิ้นงาน



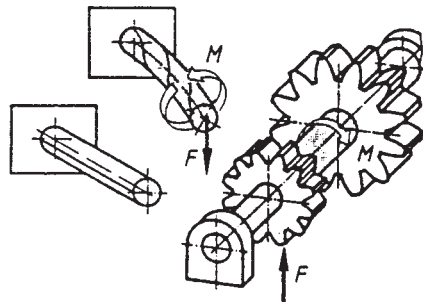
รูปที่ 3 การรับแรงเฉือนของชิ้นงาน



รูปที่ 4 การรับแรงดัดของชิ้นงาน



รูปที่ 5 การรับแรงหมุนบิดของชิ้นส่วน



รูปที่ 6 การรับแรงหลายลักษณะรวมกัน

2. ประเภทของภาระ (Type of Loading)

แรงที่กระทำต่อชิ้นส่วนเครื่องจักรกลในระยะเวลาสั้น สามารถแบ่งได้ดังนี้

2.1 ภาระสถิตย์ (Statics Load) (ภาระประเภทที่ I)

เป็นลักษณะที่ภาระหรือแรงกระทำต่อชิ้นส่วนเครื่องจักรกล ความเค้นจะเริ่มจากศูนย์ไปถึงค่าสูงสุดแล้วอยู่คงที่ (ดูรูปที่ 7 ก)

ตัวอย่าง การหมุนของเพลาขับของพัดลม ความเค้นบิดจะเกิดจากการที่เพลาเริ่มหมุน (ศูนย์) ไปจนถึงความเร็วรอบที่ (ค่าความเค้นบิดจะอยู่สูงสุดคงที่)

2.2 ภาระพลวัต (Dynamics Load)

จะมีการเปลี่ยนแปลงขนาดพิคหรือทิศทางของความเค้นไปตลอด ซึ่งสามารถแบ่งแยกได้ดังนี้

ก. ภาระพลวัตขึ้นลง (Fluctuating Load หรือ Varying Load) (ภาระประเภทที่ II) ความเค้นจะขึ้นลงระหว่างศูนย์ถึงค่าสูงสุด (ดูรูปที่ 7 ข)

ตัวอย่าง การรับภาระตัดของกระเบื้องกดลิ้นไอดีหรือไอเสียในเครื่องยนต์สันดาปภายใน

ข. ภาระพลวัตสลับ (Alternating Load) (ภาระประเภทที่ III) ความเค้นจะสลับขึ้นลงตลอดระหว่างค่าความเค้นบวกและค่าความเค้นลบ (ดูรูปที่ 7 ค)

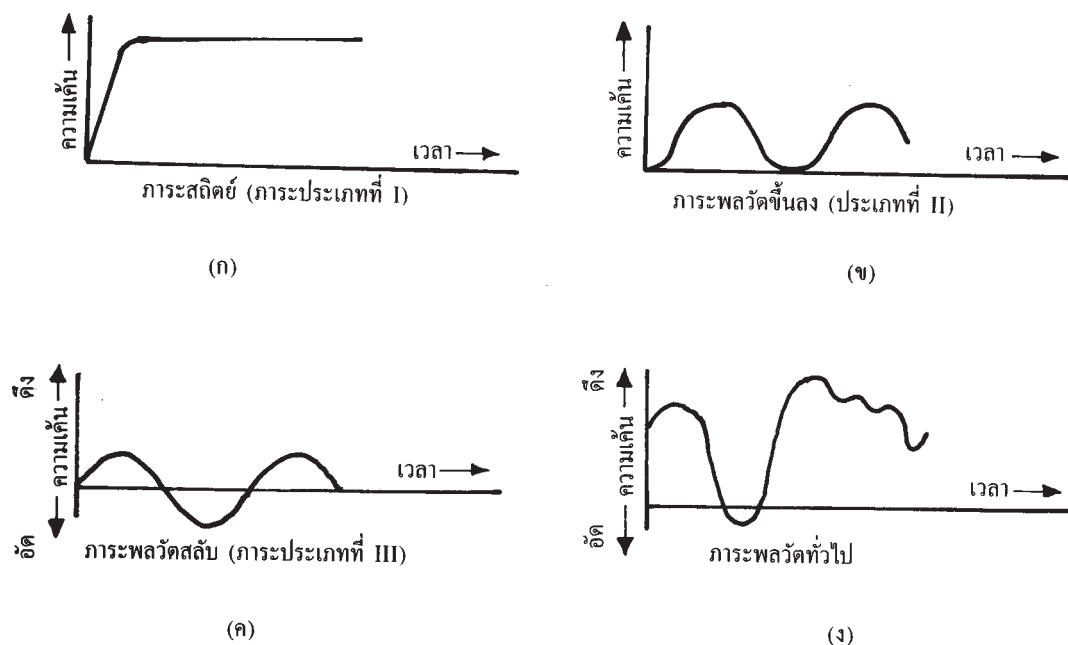
ตัวอย่าง เพลาที่หมุนขับในทิศทางตามเข็มนาฬิกาหรือทวนเข็มนาฬิกา เพลาจะรับภาระตัดหรือบิดหรือภาระทั้งสองรวมกัน

ค. ภาระพลวัตทั่วไป (General Dynamic Load) ความเค้นจะมีค่าระหว่างค่าสูงสุด และค่าต่ำสุด และค่าต่ำสุดโดยอิสระ (ดูรูปที่ 7 ง)

ตัวอย่าง การหมุนบิดของเพลาทดสปีดในขณะกักดันรถขึ้นงานที่รับภาระพลวัตหรือมีร่องบาก จะเกิดแตกหักหรือขาดเนื่องจากการล้าของเนื้อวัสดุได้ง่ายหรือเร็วกว่าชิ้นงานที่รับภาระสถิตย์

ชิ้นงานที่ไม่มีร่องบากจะมีเส้นใยแนวแรงในขณะรับแรงดึงสม่ำเสมอ ส่วนชิ้นงานที่มีร่องบากจะมีเส้นใยแนวแรงในขณะรับแรงดึง เป็นแนวเส้นใยฉีกตัว (ดูรูปที่ 8) ที่เป็นสาเหตุความเค้นสูงขึ้นบริเวณร่องบากทำให้เกิดการร้าวแตกหักหรือขาดได้

ร่องบากจะทำให้ภาคตัดขวางของชิ้นงานน้อยลง เช่น ร่องดกบ่าของเพลา ร่องลิ้นบนเพลา เพลาที่มีผิวกลิ้งหยาบ ส่วนเพลาที่ทำจากเหล็กหล่อเทาจะมีเกล็ดแกรไฟต์แทรกอยู่ที่ผิวเป็นร่องบากภายในเนื้อเหล็กหล่อเทาเช่นกัน

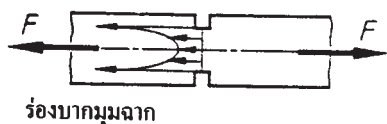
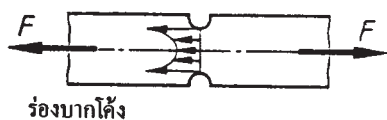


รูปที่ 7 ประเภทของภาวะ



รูปที่ 8 เส้นใยแนวแรงในแท่งชิ้นงานที่รับแรงดึง

ขนาดและรูปร่างของร่องบากมีผลต่อความไวร่องบากเป็นอย่างมาก (ดูรูปที่ 9) เหล้าที่มีการดกร่องเป็นรัศมีจะช่วยลดแนวเส้นใยความเค้นที่หักมุมให้น้อยลงซึ่งจะทำให้เหล้าทนต่อการหัก ขาดได้นานขึ้น (ดูรูปที่ 10) นอกจากนี้ผิวชิ้นงานที่ผ่านการปาดผิวหยาบจะมีผลต่อความไวร่องบากมากกว่าผิวที่มีความละเอียดมากกว่า



รูปที่ 9 แนวเส้นใยความเค้นในแท่งชิ้นงานที่รับแรงดึง



รูปที่ 10 แนวเส้นใยของแรงที่เกิดจากร่องบากโค้ง

3. ขนาดของความเค้นดึงวิกฤติ (Critical Tension)

สำหรับชิ้นงานแล้วจะเป็นความเค้นที่สามารถทำให้รูปร่างชิ้นงานเกิดการเปลี่ยนแปลง เสียหาย หรือ แตกหักได้ โดยจะขึ้นกับวัสดุ ประเภทของภาระ และลักษณะของแรงที่มากระทำ ตัวอย่างเช่น ชิ้นงานวัสดุเหนียวรับแรงดึงภาระสถิตย์ จะมีความเค้นดึงวิกฤติคือ ความเค้นคราก (R_c) หรือความเค้นที่ความยืด 0,2 % ($R_{p0.2}$) ส่วนกรณีที่เป็นวัสดุเปราะให้ถือความต้านแรงดึง R_m เป็นเกณฑ์ แต่ถ้าหากใช้รับภาระพลวัตให้ใช้ค่าความเค้นล้าตัว (Fatigue Strength) เป็นเกณฑ์

4. ความเค้นอนุญาต (Allowance Stress) σ_{all}

ด้วยเหตุผลความปลอดภัยของชิ้นงานที่จะใช้รับภาระ ชิ้นงานจะอนุญาตให้รับภาระต่ำกว่าความเค้นดึงวิกฤติเสมอ ดังนั้น สัดส่วนระหว่างความเค้นดึงวิกฤติและความเค้นอนุญาต จะกำหนดให้มีตัวเลขความปลอดภัย ตัวอย่าง วัสดุของโชติงสำหรับแฉวนน้ำหนักรมีความเค้นคราก $R_c = 540 \text{ N/mm}^2$ กำหนดให้ค่าความปลอดภัย

$n = 1,8$ จะได้ค่า

$$\sigma_{all} = \frac{R_c}{n} = \frac{540 \text{ N/mm}^2}{1,8} = 300 \text{ N/mm}^2$$

คำถามทบทวน

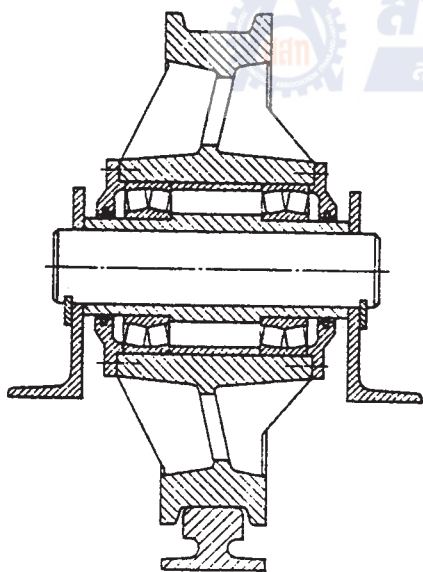
1. ลักษณะของแรงที่กระทำต่อชิ้นงานมีอะไรบ้าง
2. ความเค้นที่กระทำต่อวัสดุหมายความว่าอย่างไร
3. เพราะเหตุใดค่าความเค้นอนุญาตจึงต้องต่ำกว่าความเค้นดึงวิกฤติ (ไทย-ญี่ปุ่น)



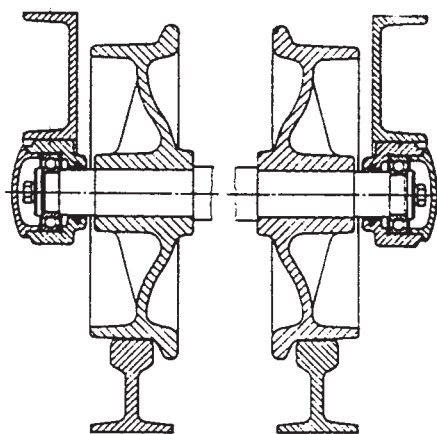
แอกเซล (Axle) และเพลลา (Shaft)

1.1 แอกเซล (Axle)

แอกเซลจะใช้ทำหน้าที่เป็นชิ้นส่วนเครื่องจักรกลที่อยู่นิ่งหรือหมุน ที่รองรับการหมุนหรือการสั่นสะเทือน แอกเซลจะไม่สามารถรับโมเมนต์บิด จึงรับแต่ภาระดัดเป็นส่วนใหญ่ แอกเซลจึงแบ่งเป็นแอกเซลที่อยู่กับที่ เช่น ล้อหมุนของเครนหรือรถยก ส่วนแอกเซลแบบหมุนได้เช่น ล้อของรถไฟ ดังรูปที่ 1.1 และ 1.2 จะเห็นว่า ร่องเพลลาของแอกเซลที่หมุนได้จะได้รับการหล่อลื่นดีขึ้น เพราะสารหล่อลื่นอยู่ตรงเรือนร่องเพลลาและไม่ได้เป็นแบบหล่อลื่นผ่านทางรูกลางของแกนเพลลาแต่อย่างใด



รูปที่ 1.1 แอกเซลแบบอยู่กับที่ของล้อเครน



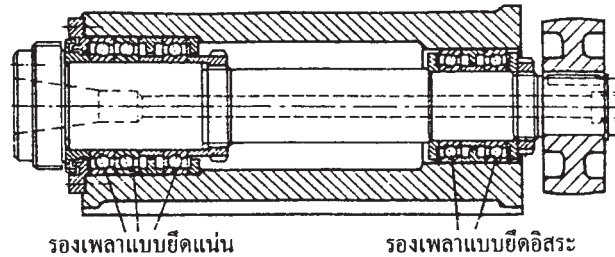
รูปที่ 1.2 แอกเซลแบบหมุนได้ของล้อรถไฟ

1.2 เพลลา

เพลลาเป็นชิ้นส่วนเครื่องจักรกลที่หมุนได้เพลลาจะรับโมเมนต์บิดที่ถ่ายภาระมาจากล้อเฟือง, ล้อสายพานหรือ คลัตช์ เพลลาจึงสามารถรับภาระบิดและภาระดัดจึงมีการแบ่งเพลลาออกเป็นแบบเกร็ง, แบบข้อต่อและแบบดัดได้ ในเครื่องมือกลจะมีการเรียกเพลลาบางเพลลาว่า เพลลาสปินเดิล

1.2.1 เฟลาแบบเกร็ง

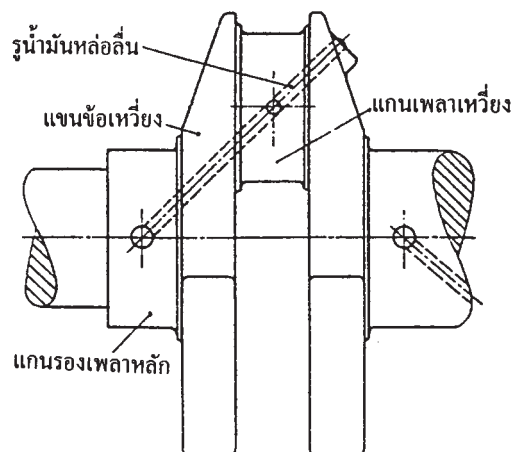
เฟลาแบบเกร็งจะแยกออกตามแต่แนวของภาคตัดขวางในลักษณะที่ตรงและโค้ง, ดกบารวมทั้งเฟลาดันและเฟลากวาง ในการสวมเครื่องมือหรือชิ้นงานจะนิยมให้เฟลาสปินเดิลของเครื่องมือกลเป็นเฟลากวาง ดังรูปที่ 1.3 รูเจาะของเฟลากวางครึ่งหนึ่งของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางจะหนักร้อยกว่าเฟลาดัน $\approx 25\%$ แต่จะสามารถรับโมเมนต์บิดได้เกือบเท่ากัน



รูปที่ 1.3 เรือนรับเฟลาสปินเดิล

1.2.2 เฟลาข้อเหวี่ยง

เป็นเฟลาที่ทำหน้าที่เปลี่ยนการเคลื่อนที่แบบหมุนให้เคลื่อนที่แบบเส้นตรงหรือเป็นลักษณะตรงกันข้าม เช่นในเครื่องยนต์แบบเพาไหม้ ดังรูปที่ 1.4 เฟลาข้อเหวี่ยงจะผลิตด้วยการหล่อขึ้นรูปหรือการทุบกระแทกขึ้นรูป (ในแม่พิมพ์) หรือได้จากการอัดเข้าด้วยกันจากหลาย ๆ ชิ้นหรือจากการยึดด้วยสกรูหรือสวมด้วยวิธีให้หดตัวเข้าด้วยกัน



รูปที่ 1.4 เฟลาข้อเหวี่ยง