



เครื่องรีดยางพาราอัตโนมัติ
Automatic Natural Rubber Roller Machine



โดย
นาย วรวิทย์ ตันเล่ง 37014377

วัน เดือน ปี..... 11. ธค. 2541
เลขทะเบียน..... 038868.....
เลขเรียกหนังสือ..... T 40112 0281 ค

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2540

พ.ศ.
๒๕๔๑
๒๕๔๐

นี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้ง
038868

ปริญญาโทปีการศึกษา 2540

ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง เครื่องรีดยางพาราอัตโนมัติ

ผู้จัดทำ

นายวรวิทย์ ตันเล่ง





(อาจารย์พิชิต กิตติพันธ์)

อาจารย์ที่ปรึกษา



(อาจารย์ภัทรชัย วิชัยยะ)

อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องรีดยางอัตโนมัติ

วรวิทย์ ตันแสง
พิชิต กิตตินนท์ อาจารย์ที่ปรึกษา
ภัทรชัย วิชัยยะ อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2540

บทคัดย่อ

เครื่องรีดยางอัตโนมัติ เป็นเครื่องจักรที่พัฒนามาจากเครื่องรีดยางแบบใช้แรงคน โดยการนำขั้นตอนการนวดด้วยมือ, การรีดเรียบ และการรีดสาย มารวมไว้ในเครื่องเดียวกัน ซึ่งเกษตรกรสามารถป้อนยางดิบให้กับเครื่องจักร จากนั้นเครื่องจักรจะทำการนวดได้เป็นยางแผ่น แล้วส่งยางแผ่นไปยังลูกกลิ้งรีดเรียบ ต่อจากนั้นนำไปผ่านลูกกลิ้งรีดสาย ซึ่งเป็นกระบวนการสุดท้ายในการแปรรูปยางแผ่น

เครื่องรีดยางอัตโนมัติ สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตยางแผ่นของเกษตรกร ทั้งในด้านเวลา, แรงงาน และคุณภาพของยางแผ่น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Automatic Natural Rubber Roller Machine

Warawit Tunleng

Pichit Kittinont Advisor

Patharachai Wichaiya Advisor

1997

Abstract

The automatic natural rubber roller machine is developed from the manual natural rubber roller machine. This machine is composed of the following processes: kneading, smooth rolling and stripe rolling. The agriculturist inputs the rubber latex into the machine. Then it kneads the rubber latex to be the crepe rubber. After that convey the crepe rubber to the smooth roller and the stripe roller which is the last process of the crepe rubber transmutation.

The automatic natural rubber roller machine is able to improve the efficiency of the crepe rubber transmutation.

สารบัญ

	เรื่อง	หน้า
บทที่ 1	บทนำ	1
	1.1 หลักการและเหตุผล	1
	1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	1
	1.3 ขอบเขตของโครงการ	1
	1.4 วิธีการดำเนินงาน	1
บทที่ 2	หลักการ	2
	2.1 การผลิตยางพารา	2
	2.2 การตลาดของยางพารา	7
	2.3 วิธีทำยางชั้นดี	11
บทที่ 3	ทฤษฎีและการคำนวณ	19
	3.1 สายพาน	19
	3.2 โซ่	41
	3.3 เฟืองเกลียวทอน	56
บทที่ 4	การออกแบบ	74
	4.1 วัสดุที่ใช้ทำโครงการ	74
	4.2 การออกแบบลูกรีด	75
	4.3 การจัดระยะห่างระหว่างลูกรีด	76
	4.4 ระบบการเลื่อนระยะของลูกรีดแต่ละคู่	77
	4.5 ระบบการส่งกำลัง	78
บทที่ 5	การทดลองและผลการทดลอง	79
	5.1 วัตถุประสงค์	79
	5.2 วิธีการทดลอง	79
	5.3 ผลการทดลอง	79
	5.4 สรุปผลการทดลองและวิจารณ์	80
บทที่ 6	สรุปและวิจารณ์	81
	6.1 ข้อบกพร่องและแนวทางในการแก้ไข	81
	6.2 ข้อเสนอแนะ	81
	เอกสารอ้างอิง	82
	กิตติกรรมประกาศ	83
	ภาคผนวก	84

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
ตารางที่ 3.1.1 ขนาดสายพานลีม และล้อสายพานตามมาตรฐาน ISO/R 52-1957(E) และ ISO/R 256-1962(E)	25
ตารางที่ 3.1.2 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางพิตซ์ d_p ของล้อสายพานลีมตามมาตรฐาน ISO/R 52-1975(E) และ ISO/R 253-1962(E) ขนาดเป็น mm	25
ตารางที่ 3.1.3 ตัวประกอบใช้งาน	27
ตารางที่ 3.1.4 ค่าตัวประกอบ k_2	28
ตารางที่ 3.1.5 ตัวประกอบใช้งาน N_s สำหรับสายพานลีม	30
ตารางที่ 3.1.6 ตัวประกอบแก้ไขส่วนโค้งสัมผัส N_u สำหรับสายพานลีม	31
ตารางที่ 3.1.7 สมรรถนะในการส่งกำลังของสายพานลีมหน้าตัด "Y" ต่อเส้น P_r (เป็น kW) สำหรับสายพานยาว $L_p=319$ mm. และส่วนโค้งสัมผัส $\alpha = 180^\circ$	32
ตารางที่ 3.1.8 สมรรถนะในการส่งกำลังของสายพานลีมหน้าตัด "Z" ต่อเส้น P_r (เป็น kW) สำหรับสายพานยาว $L_p=824$ mm. และส่วนโค้งสัมผัส $\alpha = 180^\circ$	33
ตารางที่ 3.1.9 สมรรถนะในการส่งกำลังของสายพานลีมหน้าตัด "A" ต่อเส้น P_r (เป็น kW) สำหรับสายพานยาว $L_p=1732$ mm. และส่วนโค้งสัมผัส $\alpha = 180^\circ$	34
ตารางที่ 3.1.10 สมรรถนะในการส่งกำลังของสายพานลีมหน้าตัด "B" ต่อเส้น P_r (เป็น kW) สำหรับสายพานยาว $L_p=2282$ mm. และส่วนโค้งสัมผัส $\alpha = 180^\circ$	35
ตารางที่ 3.1.11 สมรรถนะในการส่งกำลังของสายพานลีมหน้าตัด "C" ต่อเส้น P_r (เป็น kW) สำหรับสายพานยาว $L_p=3811$ mm. และส่วนโค้งสัมผัส $\alpha = 180^\circ$	36
ตารางที่ 3.1.12 สมรรถนะในการส่งกำลังของสายพานลีมหน้าตัด "D" ต่อเส้น P_r (เป็น kW) สำหรับสายพานยาว $L_p=6380$ mm. และส่วนโค้งสัมผัส $\alpha = 180^\circ$	37
ตารางที่ 3.1.13 สมรรถนะในการส่งกำลังของสายพานลีมหน้าตัด "E" ต่อเส้น P_r (เป็น kW) สำหรับสายพานยาว $L_p=7184$ mm. และส่วนโค้งสัมผัส $\alpha = 180^\circ$	38
ตารางที่ 3.2.1 (ก) โซโรเลอร์ตามมาตรฐาน ISO/R 606-1976(E)	44
ตารางที่ 3.2.1 (ข) มวลโซโรเลอร์ต่อความยาว	45
ตารางที่ 3.2.2 โซฟันตามมาตรฐาน DIN 8190-1954	46
ตารางที่ 3.2.3 ตัวประกอบใช้งานสำหรับแรงกระทำสม่ำเสมอ	48
ตารางที่ 3.2.4 ตัวประกอบใช้งานสำหรับแรงกระทำที่มีการกระตุกปานกลาง	49
ตารางที่ 3.2.5 ตัวประกอบใช้งานสำหรับแรงกระทำที่มีการกระตุกมาก	50
ตารางที่ 3.2.6 จำนวนฟันของเฟืองโซ	51
ตารางที่ 3.3.1 มิติฟันเฟืองเกลียวทอน แนะนำโดย AGMA	59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.3.2 จำนวนฟันเฟืองที่แนะนำสำหรับระยะห่างจุดศูนย์กลางต่างๆ	59
ตารางที่ 3.3.3 จำนวนฟันต่ำสุดสำหรับแอนเดนต์มีมาตรฐานและมุมกดตันตั้งฉาก	60
ตารางที่ 3.3.4 มุมหลิ็ดสูงสุดของเกลียวทอนที่ไม่ต้องเว้าโคนฟัน	60
ตารางที่ 3.3.5 มุมหลิ็ดที่แนะนำสำหรับจำนวนปาก(ฟัน)ของเกลียวทอน	60
ตารางที่ 3.3.6 ประสิทธิภาพของเฟืองเกลียวทอน	62
ตารางที่ 3.3.7 แฟคเตอร์วัสดุ และขนาด K_S ของเฟืองเกลียวทอนทรงกระบอก	69
ตารางที่ 3.3.8 แฟคเตอร์อัตราทด K_m	69
ตารางที่ 3.3.9 แฟคเตอร์ความเร็ว K_v	70
ตารางที่ 3.3.10 แฟคเตอร์การใช้งาน K_o	71
ตารางที่ 3.3.11 แฟคเตอร์ด้านการสึกหรอของเฟืองเกลียวทอนรูปทรงกระบอก, K_w	74



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

รูปภาพ	หน้า
รูปที่ 3.1.1 ลักษณะการจับด้วยสายพาน	19
รูปที่ 3.1.2 การจับด้วยสายพาน (ก)Open Drive (ข)Crossed Drive	20
รูปที่ 3.1.3 แรงในสายพานแบน	21
รูปที่ 3.1.4 หน้าตัดสายพานลิ่มและล้อสายพาน	24
รูปที่ 3.1.5 แรงบนสายพานลิ่ม	26
รูปที่ 3.1.6 แผนภูมิที่ใช้ในการเลือกขนาดหน้าตัดของสายพานลิ่ม	29
รูปที่ 3.2.1 เฟืองโซ่สำหรับโซโรเลอร์และโซบูช	42
รูปที่ 3.2.2 การเคลื่อนที่ของโรเลอร์ขณะส่งกำลัง	42
รูปที่ 3.2.3 การส่งกำลังจากเฟืองโซ่ไปยังโซโรเลอร์	43
รูปที่ 3.2.4 แผนภูมิที่ใช้เลือกโซโรเลอร์แบบ B (สำหรับพีเนียน 19 ฟัน)	52
รูปที่ 3.2.5 แผนภูมิที่ใช้เลือกโซโรเลอร์แบบ A (สำหรับพีเนียน 15 ฟัน)	53
รูปที่ 3.2.6 แผนภูมิที่ใช้เลือกโซโรเลอร์แบบ A (สำหรับพีเนียน 19 ฟัน)	54
รูปที่ 3.3.1 เฟืองเกลียวทอน	56
รูปที่ 3.3.2 ฟันโอบด้านเดียว	56
รูปที่ 3.3.3 ฟันโอบสองด้าน	56
รูปที่ 3.3.4 เกลียวทอน	57
รูปที่ 3.3.5	58
รูปที่ 3.3.6 แรงที่กระทำต่อเกลียวทอนแบบเกลียวขวาเมื่อหมุนตามเข็มนาฬิกา	61
รูปที่ 3.3.7	63
รูปที่ 3.3.8 ค่าสัมประสิทธิ์ของความเสียดทาน	63
รูปที่ 3.3.9 สัมประสิทธิ์การระบายความร้อน	73

บทที่ 1

บทนำ

1.1 หลักการและเหตุผล

เนื่องจากยางพาราเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย แต่การแปรรูปน้ำยางเพื่อจำหน่ายในปัจจุบัน ยังอาศัยเครื่องจักรที่ต้องใช้แรงงานคนเป็นส่วนใหญ่ แม้ว่าจะมีเครื่องรีดยางที่เป็นแบบอัตโนมัติ อยู่แล้วก็ตาม แต่ก็ยังมีราคาแพงมาก และต้องเสียค่าใช้จ่ายในการดำเนินการแต่ละครั้งสูงอยู่ จึงได้มีการออกแบบเพื่อลดราคา และต้นทุนในการดำเนินการลง เพื่อให้เกษตรกรผู้มีรายได้น้อยสามารถนำไปใช้งานได้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อปรับปรุงกรรมวิธีในการแปรรูปน้ำยางดิบ ในขั้นตอนของการรีดยาง
2. เพื่อลดเวลาการผลิตให้สั้นลง โดยยังคงคุณภาพของยางไว้
3. เพื่อเป็นการลดค่าใช้จ่ายในการดำเนินการผลิตลง
4. เพื่ออำนวยความสะดวกต่อการแปรรูปน้ำยางในเบื้องต้น และเป็นการผ่อนแรง
5. เพื่อเป็นการพัฒนาเครื่องจักรกลที่ใช้ในการผลิตยางให้มีความเหมาะสมมากขึ้น
6. เพื่อนำเอาความรู้เกี่ยวกับ MACHINE DESIGN และความรู้ที่เรียนมานำไปประยุกต์ใช้งาน

1.3 ขอบเขตของโครงการ

1. เนื่องจากการทำยางแผ่นในปัจจุบัน ต้องใช้เวลาในการทำประมาณแผ่นละ 5 นาที โดยการนับเวลาเฉพาะที่ต้องทำกับจักรรีดยางเท่านั้น จึงตั้งเป้าหมายไว้ว่า ต้องการลดเวลาในการทำงานลง โดยกำหนดให้ใช้เวลาประมาณ 30-60 วินาทีต่อแผ่น
2. เนื่องจากเครื่องรีดยางในปัจจุบัน ต้องอาศัยการใช้กำลังคนในการหมุน ดังนั้นจะทำการปรับปรุงโดยจะใช้มอเตอร์เป็นต้นกำลังในการหมุน

1.4 วิธีการดำเนินงาน

1. ศึกษารายละเอียดความเป็นไปได้ของระบบต่างๆ จากทฤษฎีในหนังสือ
2. รวบรวม และเรียบเรียงข้อมูลที่ได้ค้นคว้ามา พร้อมทั้งวิเคราะห์ข้อมูล และทฤษฎีต่างๆ เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบ
3. ออกแบบ เขียนแบบโครงการ และระบบโครงสร้าง
4. สร้าง และประกอบเครื่อง
5. ทดสอบประสิทธิภาพ และการทำงานของเครื่อง
6. ประเมินผลการทำงานของเครื่อง และแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ

บทที่ 2 หลักการ

2.1 การผลิต

แหล่งผลิต

แหล่งผลิตที่สำคัญ แบ่งได้ดังนี้

- ภาคใต้ ปลูกมากในจังหวัดสงขลา นครศรีธรรมราช ตรัง ยะลา และสุราษฎร์ธานี
- ภาคตะวันออก ปลูกมากในจังหวัดระยอง จันทบุรี ตราด และชลบุรี

พันธุ์

พันธุ์ยางที่ชาวสวนยางนิยมปลูก มี 2 พันธุ์ คือ

พันธุ์พื้นเมือง เป็นยางซึ่งให้ผลผลิตต่ำกว่า 40 กก./ไร่ / ปี

พันธุ์ดี เป็นพันธุ์ที่สถาบันวิจัยยางแนะนำ และสามารถให้ผลผลิตสูงกว่า 200 กก./ไร่ / ปี แบ่งเป็น

- พันธุ์ยางชั้น 1 ประกอบด้วย TG1, PR225, RRIM600, TR261
- พันธุ์ยางชั้น 2 ประกอบด้วย PR235, TB225, TB260, TB217, PB 28/59 และ RRIM623

การแบ่งเขตแนะนำพันธุ์ยาง

ภาคใต้

- เขตตะวันตก ได้แก่ จังหวัดระยอง ภูเก็ต พังงา ส่วนใหญ่ของจังหวัดกระบี่ ตอนเหนือของจังหวัดตรัง และทางตะวันออกของจังหวัดสุราษฎร์ธานี
- เขตตอนกลาง ได้แก่จังหวัดชุมพร พื้นที่ทางด้านตะวันออกและส่วนกลางของจังหวัดสุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช ด้านตะวันออกของจังหวัดกระบี่ ตรัง
- เขตตอนใต้ ได้แก่ จังหวัดปัตตานี ยะลา และนราธิวาส
- เขตชายแดน ได้แก่จังหวัดสตูล บางส่วนของจังหวัดสงขลา ยะลา นราธิวาส และชายแดนมาเลเซีย

ภาคตะวันออก

- เขตตอนกลางของภาคตะวันออก ได้แก่จังหวัดระยอง ชลบุรี และฉะเชิงเทรา
- เขตชายแดนภาคตะวันออก ได้แก่ จังหวัดจันทบุรี และตราด

การปรับปรุงคุณภาพยางแผ่น

1 ลักษณะของยางประเภทต่างๆ แบ่งออกได้ดังนี้

- **ยางแผ่น** มีลักษณะเป็นแผ่นบาง ทำเป็นแผ่นโดยการรีด
- **ยางเครพ** มีลักษณะเป็นแผ่นบาง เป็นยางที่ทำจากน้ำยางสด หรือซียางก็ได้ โดยเครื่องจักรที่ใช้รีดนั้นต้องเป็นเครื่องเครพ
- **ยางแผ่นดิบ** หมายถึงยางแผ่นที่ไม่ได้ทำให้แห้ง ซึ่งเป็นยางที่ชาวสวนนิยมทำกัน เพราะสะดวกเมื่อทำเสร็จแล้วก็จำหน่ายต่อกับพ่อค้าคนกลางต่อไป
- **ยางแผ่นผึ่งแห้ง** คือยางแผ่นดิบที่นำไปทำให้แห้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ยางแผ่นรมควัน หมายถึง ยางแผ่นดิบที่นำมาทำให้แห้งโดยการรมควัน

2 ปัจจัยที่ใช้เป็นบรรทัดฐานในการจัดแบ่งยางแผ่นรมควัน

- การหีบห่อ
- ยางเสียปลอมปน
- คุณสมบัติของยางแผ่นรมควัน

3 กรรมวิธีผลิตยางแผ่นรมควัน มีขั้นตอนการผลิต ดังนี้

- การกรีตและรวบรวมน้ำยางจากสวนส่งโรงงาน
- การรีดทำแผ่นภายในโรงงาน
- การรมและการจัดชั้นบรรจุหีบห่อ

4 กรรมวิธีผลิตยางแผ่นของสวนขนาดใหญ่ จำแนกเป็น

4.1 การปฏิบัติในสวน

- ระบบการกรีต
- ลี้นรองน้ำยาง
- ลวดแขวนถ้วย
- ถ้วยรองน้ำยาง
- น้ำในถ้วยน้ำยาง
- การเก็บน้ำยาง
- ถังเก็บน้ำยาง
- เศษขี้ยาง
- เศษยางดิบ
- การลำเลียงน้ำยาง
- เนื้อยางแห้งของยาง
- การใช้สารกันบูด โซเดียมซัลไฟด์ ,ฟอร์มาลีน ,แอมโมเนีย

4.2 การปฏิบัติในโรงงาน

- การปรับความเข้มข้นของน้ำยาง
- การเติมสารกันบูด
- การทำให้น้ำยางจับตัว โดยใช้กรดฟอสฟอริก และกรดน้ำส้ม
- ถังทำให้น้ำยางจับตัว
- การคนให้น้ำยางและน้ำกรดเข้ากัน
- การเอาฟองน้ำยางออก
- การรีด
- ความหนาของยางแผ่น
- จักรรีดดอก
- ความเร็วของลูกกลิ้ง
- ประสิทธิภาพของจักรรีดดอก
- การปล่อยให้ยางแผ่นสะเด็ดน้ำ
- การใช้สารกันเชื้อรา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การปฏิบัติในโรงรม

- โรงรม
- เต่า
- เชื้อเพลิง
- อุณหภูมิและการควบคุมอุณหภูมิ
- การคัดเลือกยาง

อย่างไรก็ตาม เนื่องจากสวนยางของไทยประมาณร้อยละ 95 เป็นสวนยางขนาดเล็ก สวนยางขนาดใหญ่ที่มีพื้นที่ปลูกเกิน 250 ไร่ มีเพียงประมาณร้อยละ 5 การทำยางแผ่นของเจ้าของสวนยางขนาดเล็กยังขาดความประณีต และชาวสวนยางยังไม่เห็นความสำคัญที่จะทำยางแผ่นให้มีคุณภาพดี เพราะยางธรรมชาติเป็นสินค้าเกษตรที่มีคุณสมบัติพิเศษ กล่าวคือเมื่อน้ำยางสดเมื่อได้รับการแปรรูปออกอย่างไร แม้จะเป็นเศษยาง ยางเนา ยางก้อน และยางป่นดิน ก็ยังนำไปขายได้ จากคุณสมบัติพิเศษนี้จึงเป็นสาเหตุให้การปรับปรุงคุณภาพยางแผ่นเป็นไปอย่างเชื่องช้า และมีปัญหาในการดำเนินงานอย่างมาก ดังนั้นในการนำน้ำยางธรรมชาติ มาแปรรูปให้เป็นยางดิบประเภทต่างๆ การรักษาความสะอาดจึงเป็นสิ่งจำเป็น โดยต้องทำตั้งแต่เริ่มกรีดยาง หากการรวบรวมและลำเลียงน้ำยางจากสวนต้องเสียเวลานาน หรือวันที่มีอากาศชื้น จะทำให้น้ำยางจับตัวเป็นเม็ดพริกได้ง่าย ต้องเติมสารกันบูด เช่น โซเดียมซัลไฟต์ ,ฟอร์มาลีน,แอมโมเนีย เมื่อน้ำยางมาถึงโรงงาน ต้องกรองให้สะอาดก่อน แล้งเจือจางให้ได้มาตรฐาน ก่อนเติมกรดให้จับตัว ในกรณีที่มีฟองอากาศมาก ต้องเติมสารกันบูดลงในน้ำยางอีก จากนั้นน้ำยางจะจับตัวแข็งใน 30-60 นาที จากนั้นนำไปรีดด้วยจักรชุดประกอบด้วย ดอกเรียบ 3 คู่ จักรตอก 1 คู่ เครื่องยนต์จุดขนาด 5-7 แรงม้า จะได้ยางที่มีความหนาประมาณ 3 มิลลิเมตร ปล่อยให้สะเด็ดน้ำ 2 ชั่วโมง แล้วนำไปรม อุณหภูมิของโรงรม 40 - 50 องศา ใช้เวลา 9-10 วัน จึงจะแห้ง ในกรณีที่เกิดรามาก หลังรีดเสร็จใหม่ๆ ต้องจุ่มสารละลาย พาราไนโตรฟินอล แล้วจึงนำไปรม ยางที่แห้งแล้ว ต้องแยกกลุ่มตามวันที่นำเข้ารม จึงแบ่งชั้นตามวิธีมาตรฐานต่อไป

การทำยางแผ่น

การทำยางแผ่นชั้นดี มีหลักง่ายๆคือ ทำยางให้สะอาด รีดยางแผ่นให้บาง มีขนาดและลักษณะสวยงาม ใช้น้ำและกรดให้ถูกส่วน ซึ่งมีวิธีการขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. การเก็บรวบรวมน้ำยาง

- ควรเช็ดด้วยยางให้สะอาดก่อนรองรับน้ำยาง
- ทำความสะอาดถังเก็บน้ำยางก่อนใช้ทุกครั้ง
- อย่าใส่ซีซังหรือใบไม้ลงในถังเก็บน้ำยาง
- ถังเก็บน้ำยางควรมีฝาปิด

2. การทำความสะอาดเครื่องมือ

ต้องทำความสะอาดเครื่องมือทำยางแผ่นทุกชนิด ก่อนและหลังการใช้งาน เครื่องมือที่จำเป็นในการทำยางแผ่น

1. เครื่องกรองลวด เบอร์ 40 และ 60
2. ตะก
3. ถังสำหรับใส่น้ำและน้ำยาง
4. โต๊ะนวดยาง
5. เครื่องรีดชนิดสั้นและชนิดดอก
6. โรงเรือน
7. กระจบองตวงน้ำยาง
8. ใบพายสำหรับกวนน้ำยาง
9. ภาชนะผสมน้ำกรด

3. การกรองน้ำยาง

การกรองน้ำยางด้วยเครื่องกรองลวด เบอร์ 40 และ 60 เพื่อเอาสิ่งสกปรกออก โดยวางเครื่องกรองซ้อนกัน 2 ชั้น เบอร์ 40 ไว้ข้างบน เบอร์ 60 ไว้ข้างล่าง

4. การผสมน้ำยาง

ใช้น้ำสะอาด 2 ส่วน ผสมน้ำยาง 3 ส่วน

5. การตวงน้ำยางใส่ตะก

ตวงน้ำยางที่ผสมน้ำ ซึ่งกรองเรียบร้อยแล้ว ใส่ในตะกที่สะอาด ตะกละ 5 ลิตร

6. การผสมน้ำกรด

ใช้กรดฟอร์มิคเข้มข้น 90% ในการทำยางแผ่น เพื่อให้ยางจับตัวภายใน 30-45 นาที โดยผสมในอัตรา กรดฟอร์มิค 2 ช้อนแกง ต่อน้ำสะอาด 3 กระจบองนม หรือ กรดฟอร์มิค 2 ชวด ต่อน้ำสะอาด 40 ชวด

ข้อควรระวัง

1. ให้อากาศลงในน้ำ อย่าเทน้ำลงในกรด
2. ถ้ากรดถูกผิวหนัง ให้รีบล้างน้ำและฟอกด้วยสบู่ทันที
3. ไม่ควรผสมน้ำกรดไว้หลายวัน น้ำกรดจะเสื่อม ผสมให้พอใช้แต่ละวัน

7. การใช้น้ำกรดผสมน้ำยาง

ใช้ใบพายกวนน้ำยางในตะก 1-2 เที้ยว แล้วเติมน้ำกรดที่ผสมแล้ว 1 กระจบองนม เทลงในน้ำยางให้ทั่วตะก ขณะที่เทน้ำกรดใช้ใบพายกวนไปมาประมาณ 6 เที้ยว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้บริการวิชาการแก่สังคม ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. การกวาดพองน้ำยาง

ขณะกวนน้ำยางจะมีพองเกิดขึ้น ใช้ใบพายกวาดออกจากตะกอนให้หมด เก็บรวบรวมไว้ขาย เป็นเศษยางชั้นดี

พองน้ำยางถ้าไม่กวาดออก เมื่อนำยางไปรมควันจะทำให้เห็นรอยจุดอากาศในแผ่นยาง ทำให้ได้ยางชั้นต่ำกว่าที่ควรจะเป็น

9. การใช้วัสดุปิดตะกอน

ควรใช้แผ่นสังกะสีหรือวัสดุอื่นใดก็ได้ปิดตะกอน เพื่อป้องกันมิให้ฝุ่นละอองหรือสิ่งสกปรกตกลงไปในน้ำยางที่กำลังจับตัว ทั้งไว้ประมาณ 30-45 นาที

10. การนวดแผ่นยาง

เมื่อยางจับตัวแล้วก่อนนำไปนวด ควรรินน้ำสะอาดไว้ทุกตะกอน เพื่อสะดวกในการเทแห้งยางออกจากตะกอน

การนวดยางควรนวดแผ่นยางบนโต๊ะที่สะอาดซึ่งปูด้วยอลูมิเนียมหรือแผ่นสังกะสี นวดด้วยมือหรือไม้กลมแล้วแต่ถนัด นวดยางให้หนาประมาณ 1 เซนติเมตร

11. การรีดแผ่นยางด้วยเครื่องรีดเส้น

ควรล้างแผ่นยางที่นวดแล้วด้วยน้ำสะอาดแล้วรีดแผ่นยางด้วยเครื่องรีดเส้น 3-4 ครั้งให้หนาประมาณ 3-4 มิลลิเมตร

12. การรีดแผ่นยางด้วยเครื่องรีดดอก

หลังจากนำยางเข้าเครื่องรีดเส้นแล้วก็นำยางเข้าเครื่องรีดดอกอีก 1 ครั้ง การรีดดอกจะช่วยให้แผ่นยางแห้งเร็วขึ้น

13. การล้างแผ่นยาง

แผ่นยางที่รีดดอกแล้ว ควรล้างด้วยน้ำสะอาด เพื่อล้างน้ำกรดและสิ่งสกปรกที่ติดอยู่ตามผิวของแผ่นยางออกให้หมด

14. การผึ่งแผ่นยาง

แผ่นยางที่ล้างด้วยน้ำสะอาดแล้ว ควรนำไปผึ่งไว้ในที่ร่มไม่ควรนำไปผึ่งหรือตากแดด เพราะจะทำให้แผ่นยางเสื่อมคุณภาพยาง

15. การอบยางหรือรมยาง

การรมยางจะทำให้แผ่นยางแห้ง และป้องกันเห็ดรา สามารถเก็บไว้ได้นาน หรืออบยางในโรงอบพลังงานแสงอาทิตย์ จะช่วยให้ยางมีคุณภาพดี แต่ถ้าไม่มีโรงรมหรือโรงอบยางก็ให้พาดยางไว้บนราวในชายคาบ้านหรือโรงเรือน

2.2 การตลาดของยางพารา

วิธีการตลาดยางพารา

การตลาดยางพาราในปัจจุบันประกอบด้วย ผู้ขาย คือเจ้าของสวนยางและคนกรีดยาง ส่วนผู้ซื้อได้แก่ พ่อค้ายางระดับต่างๆ ตั้งแต่พ่อค้ายางระดับหมู่บ้าน พ่อค้ายางในตำบล อำเภอ จังหวัด โรงรมควันยางและผู้ส่งออก เมื่อเปรียบเทียบกับผู้ขายแล้ว ผู้ซื้อมีจำนวนน้อยราย ฉะนั้นสภาพของตลาดจึงเป็นของผู้ซื้อดังนี้

1 **พ่อค้าระดับหมู่บ้าน** พ่อค้าระดับนี้เป็นที่พึ่งของชาวสวนยาง ลำดับแรกสำหรับชาวสวนยางที่มีรายได้น้อยไม่สามารถเก็บยางแผ่นไว้ได้นานๆ จำเป็นต้องขายออกทุก 3-4 วัน

2 **พ่อค้าระดับตำบลและอำเภอ** เป็นพ่อค้าที่รับซื้อยางหรือขายสินค้า และรับซื้อสินค้าเกษตรอื่นๆด้วย สำหรับยางที่ซื้อขายกันในระดับนี้ จะนำส่งขายให้แก่เจ้าของโรงรมควันยาง เมื่อมีปริมาณมากพอ คัทรถบรรทุก โดยจะมีการขนส่งออกทุกวัน หรือทุก 2 วันก็ได้

3 **พ่อค้าระดับจังหวัด** เป็นพ่อค้าที่มีการรับซื้อเช่นเดียวกับระดับตำบลและอำเภอส่วนมากจะตั้ง อยู่ใกล้กับทางเข้าตัวจังหวัด หรือปากทางเข้ากับตัวเมือง อันเป็นแหล่งที่จอดรถโดยสารที่มาจากชนบทซึ่งเกษตรกรชาวสวนนำยางออกมาขายด้วย โดยเฉพาะร้านรับซื้อยางที่ใกล้ท่ารถจะซื้อยางได้มาก

4 **โรงรมควันยาง** มีทั้งเป็นคนกลาง และบางโรงก็เป็นผู้ส่งออก โรงรมเหล่านี้จะอยู่ไกลจากแหล่งชุมชน เพราะเป็นโรงงานอุตสาหกรรมที่เสี่ยงต่ออัคคีภัยและส่งกลิ่นเหม็นยาง

5 **ผู้ส่งออก** เป็นพ่อค้ายางระดับสุดท้าย ที่ซื้อยางที่โรงรมแล้วนำไปบรรจุหีบห่อส่งออกไปยังผู้ซื้อในต่างประเทศ

- **วิธีการตลาดยางแผ่น** เริ่มต้นที่ชาวสวนยางผลิตยางแผ่นดิบทำการขายผ่านพ่อค้าในระดับหมู่บ้านและตำบล ขายโดยตรงให้กับพ่อค้าในเมือง เพื่อขายต่อให้กับผู้แปรรูปและผู้ส่งออกต่อไป
- **วิธีการตลาดยางแท่ง** ผู้ผลิตยางแท่งจะซื้อน้ำยางจากชาวสวน ซื้อยางแผ่นดิบและชื้อยางจากพ่อค้าคนกลาง โดยนำมาแปรรูปเป็นยางแท่ง โรงงานผลิตยางแท่งต้องจดทะเบียนต่อสถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ และจะต้องส่งตัวอย่างยางแท่งให้กรมวิชาการเกษตร ตรวจสอบเพื่อออกใบรับรองเป็นหลักฐานประกอบการส่งออก

การแปรรูป

ผลผลิตยางของชาวสวนมี 3 รูปแบบ คือ น้ำยาง ยางแผ่นดิบและชื้อยาง ซึ่งชื้อยางนี้มีน้ำหนักประมาณร้อยละ 15-20 ของน้ำหนักยางทั้งหมดที่กรีดยได้ และน้ำยางและชื้อยางที่เก็บได้ในแต่ละวันจะนำไปแปรรูปขั้นต้น 4 รูปแบบ ได้แก่

• ยางแผ่นรมควัน

การผลิตยางธรรมชาติในประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นยางแผ่นรมควันประมาณร้อยละ 80 ของผลผลิตทั้งหมดที่ผลิตได้ เป็นยางแผ่นรมควันชั้นพิเศษ ร้อยละ 0.4 ชั้น 1 ร้อยละ 2.5 และชั้น 2 ร้อยละ 9.1 ที่เหลือเป็นยางแผ่นรมควันชั้น 3 ชั้น 4 และชั้น 5 ร้อยละ 71.1 ,14.4 และ 25 ตามลำดับ โดยในปัจจุบันในประเทศไทยมีโรงงานผลิตยางแผ่นรมควันประมาณ 146 โรง ภาครัฐได้ 134 โรง และภาคตะวันออก 12 โรง กำลังผลิต 1,038,528 ตัน/ปี

• ยางแท่ง

การผลิตยางแท่งมีแนวโน้มมากขึ้น เนื่องจากตลาดทางประเทศมีความต้องการมากขึ้นโดยในปี 2529 สามารถผลิตยางแท่งได้ร้อยละ 97 เป็นยางแท่ง TTR20 ซึ่งผลิตจากยางแผ่นดิบชั้น 3 ซึ่ยาง และเศษยาง ส่วนที่เหลือเป็นยางแท่ง TTR5L ร้อยละ 1.6 TTR10 ร้อยละ 1.0 TTR50 ร้อยละ 0.6 TTR5 ร้อยละ 0.2 ปัจจุบันโรงงานผลิตยางแท่งในประเทศไทยมีจำนวน 27 โรง ภาครัฐได้ 25 ภาคตะวันออก 2 โรง กำลังผลิต 273,840 ตัน/ปี

• ยางเครพ

ผลิตจากซี่ยางมีสีน้ำตาล ร้อยละ 98 เป็นยางเครพสีน้ำตาลชนิดบาง ที่เหลือเป็นยางเครพสีน้ำตาลชนิดหนา ส่วนยางเครพขาวผลิตได้จากน้ำยางสดที่ปริมาณน้อยมาก ปัจจุบันมีโรงงานผลิตยางเครพ 26 โรง ภาครัฐได้ 20 ตะวันออก 6 โรง กำลังผลิต 41,931 ตัน/ปี

• น้ำยางข้น

ปัจจุบันยางชนิดนี้ได้รับความสนใจในการผลิตมาก เนื่องจากเป็นยางที่สามารถนำมาจำหน่ายทดแทนยางแท่ง TTR5L ในการเป็นวัตถุดิบสำหรับโรงงานอุตสาหกรรมได้ ในช่วงปี 2525-2530 ปริมาณการผลิตได้เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว และมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น มีโรงงานผลิตยางแผ่นผึ่งแห้งในประเทศไทย ประมาณ 10 โรง กำลังการผลิต 12,600 ตัน/ปี

การจัดชั้นมาตรฐานยางพารา

การจัดชั้นยาง มี 2 วิธีคือ

- วิธีใช้สายตาพิจารณา ได้แก่ยางแผ่นรมควัน และยางเครพ
- วิธีทดสอบตามหลักวิชาการ ได้แก่ ยางแท่ง

ยางแผ่นรมควัน

ยางแผ่นรมควัน ที่แห้งดีแล้วจะถูกจัดแยกเป็นชั้นต่างๆโดยใช้สายตา ซึ่งผู้ที่ทำหน้าที่จัดชั้นยางแผ่นรมควันจะต้องมีความชำนาญและมีประสบการณ์มาก

ข้อกำหนดสากลเกี่ยวกับการจัดชั้นยางแผ่นรมควันมีดังนี้

- **ยางแผ่นรมควันชนิดพิเศษ** ก้อนยางแต่ละก้อนต้องไม่ชื้นรา ไม่ปรากฏรอยต่างมากเกินไป แผ่นยางต้องแห้งดี สะอาด รมควันสม่ำเสมอทั่วทั้งแผ่นปราศจากอากาศและสิ่งสกปรก ตลอดจนสิ่งแปลกปลอมอื่นๆ
- **ยางแผ่นรมควันชั้น 1** ก้อนยางแต่ละก้อนต้องไม่ชื้นรา ไม่ปรากฏรอยต่างมากเกินไป แผ่นยางต้องแห้งดี สะอาด รมควันสม่ำเสมอทั่วทั้งแผ่นปราศจากอากาศและสิ่งสกปรก ตลอดจนสิ่งแปลกปลอมอื่นๆ
- **ยางแผ่นรมควันชั้น 2** ก้อนยางมีราขึ้นได้ไม่เกิน 5% แผ่นยางมีฟองอากาศได้บ้าง ยางต้องแห้งดี สะอาด ไม่มีจุดต่างของสิ่งสกปรก ก้อนยางแต่ละก้อนต้องรมควันสม่ำเสมอทั่วทั้งแผ่น
- **ยางแผ่นรมควันชั้น 3** ก้อนยางมีราขึ้นได้ไม่เกิน 10% แผ่นยางมีฟองอากาศได้บ้าง ยางต้องแห้งดี สะอาด ไม่มีจุดต่างของสิ่งสกปรก ก้อนยางแต่ละก้อนต้องไม่มีสิ่งแปลกปลอม
- **ยางแผ่นรมควันชั้น 4** ก้อนยางมีราขึ้นได้ไม่เกิน 20% แผ่นยางมีจุดต่าง ฟองอากาศ และร่องรอยของการรมควันไม่ถูกต้องปานกลาง ยางต้องแห้งดี ไม่มีสิ่งปลอมปนหรือรอยต่างมากเกินไป รมควันสม่ำเสมอทั่วทั้งแผ่นปราศจากสิ่งสกปรก ตลอดจนสิ่งแปลกปลอมอื่นๆ
- **ยางแผ่นรมควันชั้น 5** ก้อนยางมีราขึ้นได้ไม่เกิน 30% แผ่นยางมีจุดต่าง ฟองอากาศ และร่องรอยของการรมควันไม่ถูกต้องขนาดใหญ่ ยางต้องแห้งดี ไม่มีสิ่งปลอมปน

ยางเครพ

ข้อกำหนดสากลของการจัดยางเครพ มีดังนี้

- **ยางเครพขาวและยางเครพสีจาง**

จะต้องเป็นยางเครพที่ผลิตจากก้อนยางจับตัวใหญ่ๆ ภายใต้การควบคุมการผลิตอย่างดี ยางต้องแห้งดี สีขาวหรือจางสม่ำเสมอไม่มีร่องรอยของสิ่งแปลกปลอม

- **ยางเครพสีน้ำตาลจากสวนขนาดใหญ่**

จะต้องเป็นยางเครพที่ผลิตจากก้อนยางสด หรือเศษยางคุณภาพดีจากสวนยางขนาดใหญ่ หากใช้เศษยางติดเปลือกไม้ จะต้องทำความสะอาดแยกเปลือกไม้ออกให้หมดใช้ เครื่องบดล้างยางเพื่อบดล้างให้สะอาด ห้ามใช้เศษยางที่ตกอยู่ตามพื้นดิน เศษยางแผ่นรมควันและยางเศษยางเปียก

- **ยางคอมไปเครพ**

เครพเหล่านี้ทำจากยางก้อน เศษยางเส้นจากรอยกรีด เศษยางตัดจากยางแผ่นรมควัน ยางก้อนเปียก ต้องใช้เครื่องบดล้างยางก้อนเข้าเครื่องรีดแผ่นเครพ ห้ามใช้เศษยางที่ ตกอยู่ตามพื้นดิน

- **ยางเครพสีน้ำตาลชนิดบาง**

เครพเหล่านี้ผลิตโดยใช้เครื่องบดล้างพวกยางก้อนเปียก ยางแผ่นดิบก้อนยาง

- **ยางเครพแผ่นหนา**

เครพเหล่านี้ผลิตโดยใช้เครื่องบดล้างพวกยางก้อนเปียก ยางแผ่นดิบก้อนยางเศษยางอื่นๆ หากใช้เศษยางติดเปลือกจะต้องทำความสะอาดและแยกเปลือกไม้ออกให้หมด

- **ยางเครพ**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลิตจากการบดล้างเศษยางชนิดต่างๆ รวมทั้งเศษยางที่ตกอยู่ตามพื้นดิน สีของยางเข้มจนดำ

- **ยางเครพจากเศษยางแผ่นรมควัน**

ผลิตจากการบดล้างยางพวยกรมควันที่ตัดออกจากการจัดยางแผ่นรมควัน หรือเศษยางที่ตัดจากแผ่นยางรมควันขณะจำแนกชั้น ห้ามใช้ยางชนิดอื่นๆมาผลิต

ยางแท่ง

การจัดยางแท่งอาศัยวิธีทางเทคนิค หรือการตรวจสอบในห้องปฏิบัติการ ซึ่งมีวิธีการดังนี้คือ

- **การเก็บรวบรวมตัวอย่าง**

โดยปรกติการผลิตยางแท่งจะจัดยางแท่งเป็นชุดๆโดยชุดหนึ่งๆมียางแท่งจำนวน 2 หรือ 5 ตัน การเก็บตัวอย่างยางแท่งให้ใช้วิธีสุ่มเก็บตัวอย่างชุดละ 10 % ให้ตัดตัวอย่างจากมุมทะเลของแท่งยางมุมละ 1 ชั้น แล้วนำ 2 ชั้น มาประกบให้ได้จำนวนตัวอย่างของ 2 ชั้น ประมาณ 250-300 กรัม เขียนป้ายรายละเอียดของตัวอย่างแล้วบรรจุตัวอย่าง พร้อมป้ายลงถุงปิดผนึกเพื่อกันความชื้น รวบรวมตัวอย่างส่งให้ห้องทดสอบ เพื่อทดสอบจัดลำดับยางต่อไป

- **คุณสมบัติมาตรฐานยางแท่ง**

คุณสมบัติมาตรฐานซึ่งระบุไว้ในกาทดสอบยางแท่ง เพื่อการวิเคราะห์ผล และจำแนกชั้นมีดังนี้

- ปริมาณผง
- ปริมาณผงดำ
- ปริมาณไนโตรเจน
- ปริมาณสิ่งระเหย
- ความอ่อนตัวเริ่มแรกและดัชนีความอ่อนตัวของยาง

น้ำยางชั้น

น้ำยางเป็นผลผลิตจากการแปรรูปน้ำยางสดจากสวนยางและเป็นวัตถุดิบสำคัญที่จะนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ เช่น ยางฟองน้ำ ถุงมือ และยางยืด เป็นต้น

คุณสมบัติของยางแผ่นชั้นดี

1. มีน้ำหนักแผ่นละ 0.8-1.2 กิโลกรัม
2. ขนาดของแผ่นกว้าง 40-45 เซนติเมตร ยาว 80-85 เซนติเมตรหนา 3 มิลลิเมตร
3. สะอาดไม่มีสิ่งสกปรก เชื้อราและฟองอากาศ เจือปนในแผ่นยาง
4. เป็นรูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้าไม่คอดกั้ว
5. สีใสสม่ำเสมอตลอดแผ่นยาง ลายดอกเห็นเด่นชัด
6. แท่งมีความชื้นไม่ 3%
7. มีความยืดหยุ่นดี ไม่ฉีกขาดง่าย

2.3 วิธีทำยางแผ่นชั้นดี

1.เตรียมอุปกรณ์ในการทำยางแผ่นให้พร้อม และล้างให้สะอาด



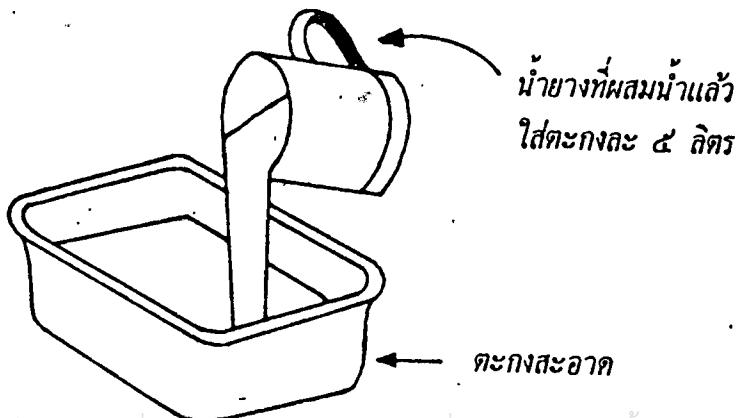
2.กรองน้ำยางให้สะอาดด้วยตะแกรงกรองน้ำยาง



3.เติมน้ำสะอาดผสมลงน้ำยางที่กรองแล้ว 1 เท่าตัวคนให้เข้ากัน ในกรณีที่เป็น้ำยางจากต้นยางที่เพิ่งกรีดใหม่ควรผสมน้ำยาง 3 ส่วนต่อน้ำสะอาด 1 ส่วน



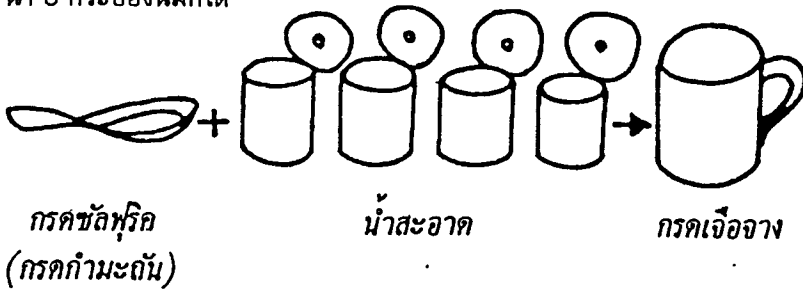
4.เทส่วนผสมของน้ำยางและน้ำลงในตะกอลูมิเนียม ตะกอละ 5 ลิตร



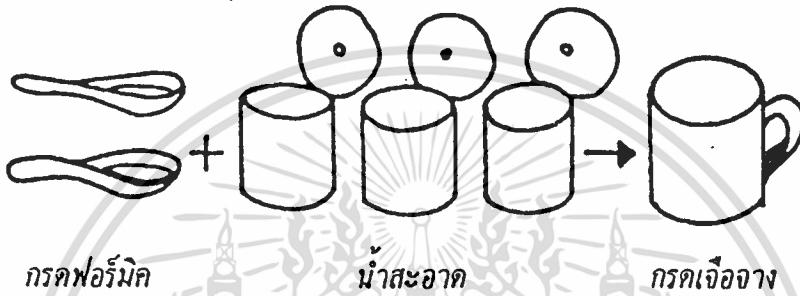
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.ผสมน้ำกรดเจือจาง โดยเทกรดลงในน้ำ ดังนี้

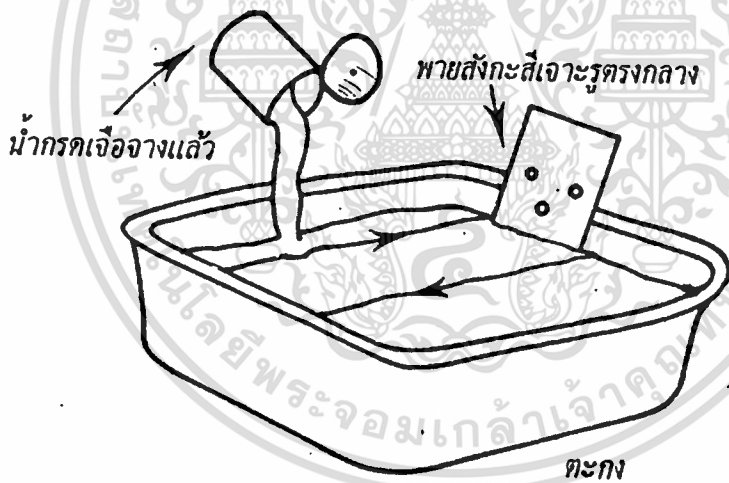
ก.กรดฟอร์มิค ใช้ 1 ช้อนโต๊ะ ผสมน้ำ 1 กระป๋องนมหรือจะใช้ 2 ช้อนโต๊ะ ผสมน้ำ 3 กระป๋องนมก็ได้



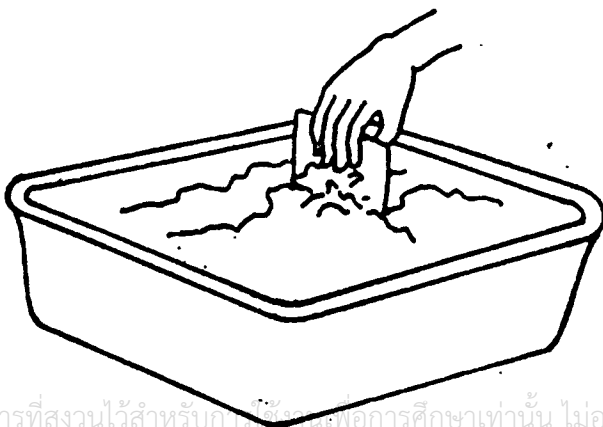
ข.กรดซัลฟูริก ใช้ 1 ช้อนโต๊ะ ผสมน้ำ 4 กระป๋องนม



6.นำกรดที่เจือจางแล้วนี้ 1 กระป๋องนม เทผสมในน้ำอย่าง 1 ตะก

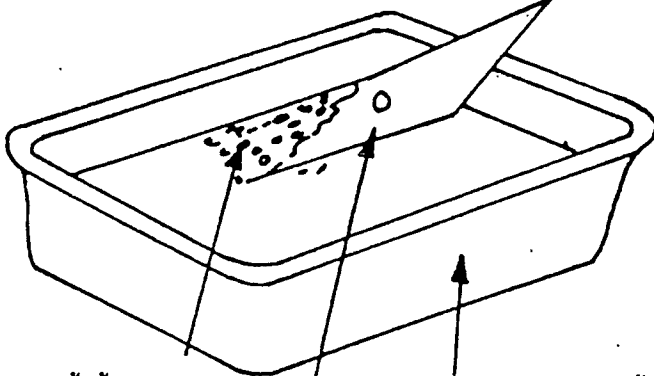


7.กวนน้ำอย่างในตะกให้น้ำกรดและยางเข้ากันอย่างทั่วถึง

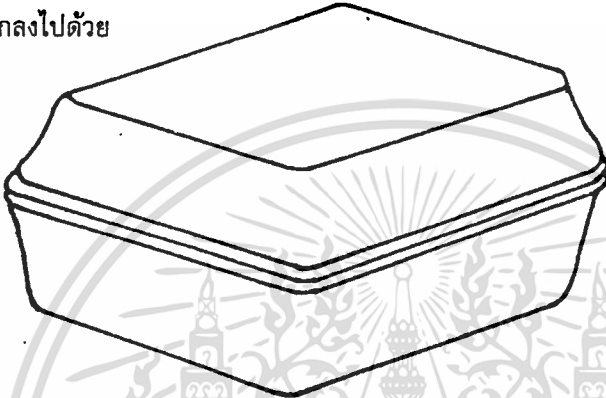


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เฉพาะเพื่อการศึกษานี้เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

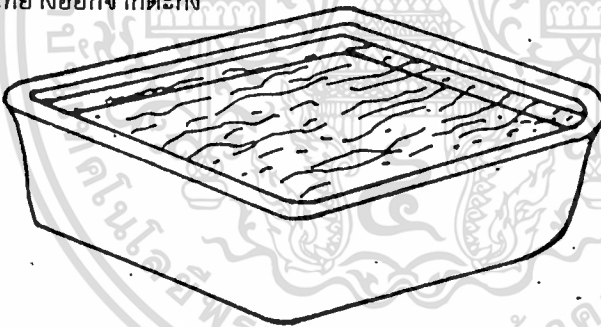
8. ตักฟองอากาศที่เกิดขึ้นจากการกวนออกให้หมด



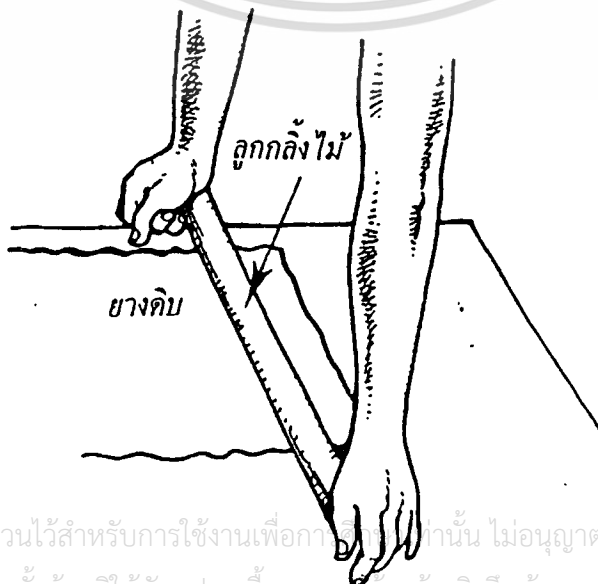
9. ตั้งทิ้งไว้ให้ยางแข็งตัวประมาณ 30-40 นาที ระหว่างตั้งทิ้งไว้ควรทาวีสดูปิดกันฝุ่น ผงตกลงไปด้วย



10. เมื่อยางแข็งตัวดีแล้ว ก่อนนำมาวัดควรหล่อน้ำทิ้งไว้ทุกตะกวดเพื่อความสะดวกในการเทยางออกจากตะกวด

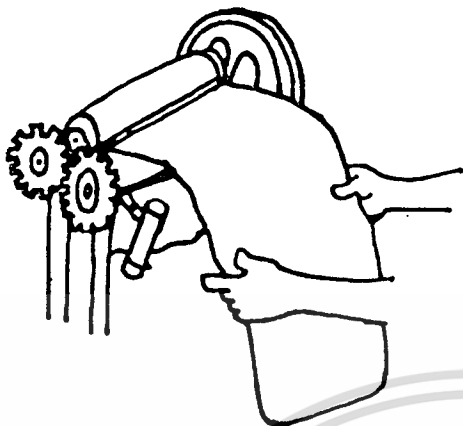


11. นวดยางบนแท่นนวดยางที่สะอาด ให้ยางมีความหนาประมาณ 1 เซนติเมตร

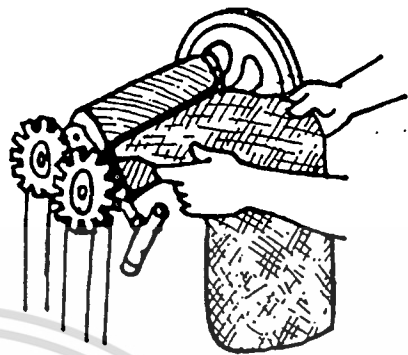


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

12. รีดยางด้วยจักรรีดเรียบ 2-3 ครั้ง จนได้ยางแผ่นหนาประมาณ 3-4 มิลลิเมตร
แล้วนำไปรีดด้วยจักรรีดดอก 1 ครั้ง จะได้ยางแผ่นหนาประมาณ 2-3 มิลลิเมตร



จักรรีดเรียบ



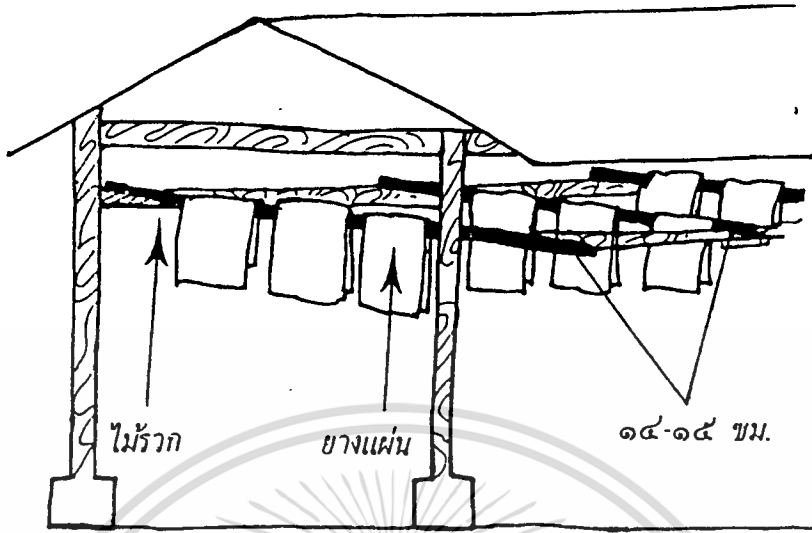
จักรรีดดอก

13. ยางแผ่นที่รีดเรียบร้อยแล้ว ต้องล้างน้ำสะอาดอีกครั้งหนึ่ง เพื่อล้างเอาน้ำกรดออก
ให้หมด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเฉพาะที่ศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

14. น้้ายางแผ่นไปฝึงบรวาวที่สะอาดในที่ร่ม ซึ่งมีอากาศถ่ายเทได้สะดวก

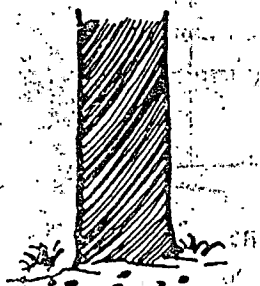


ภาพหน้าตัดของเนื้อยาง



ท่อน้ำยางมีอยู่เฉพาะส่วนเปลือกของต้นยาง และมีหน้าแน่นมากใกล้เนื้อเยื่อเจริญเท่านั้น ท่อน้ำยางเรียงตัวเวียนไปตามต้นยาง จากซ้ายต่ำไปขวาทำมุมกับแนวตั้ง ประมาณ 2.1-7.1 องศา การกรีดยางจึงควรกรีดจากซ้ายต่ำลงมาทางขวา เพื่อจะได้ตัดท่อน้ำยางได้มาก

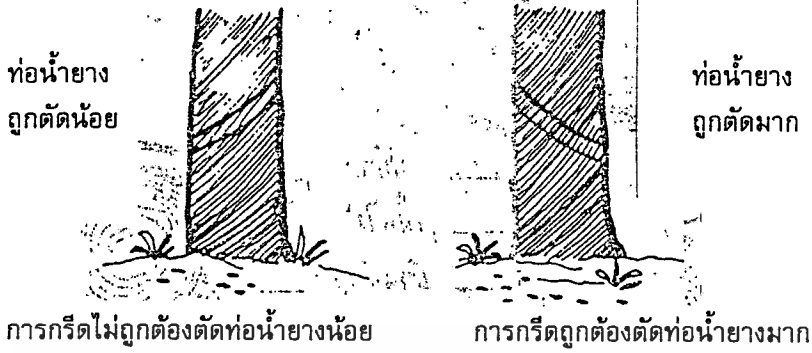
การเรียงตัวของท่อน้ำยาง



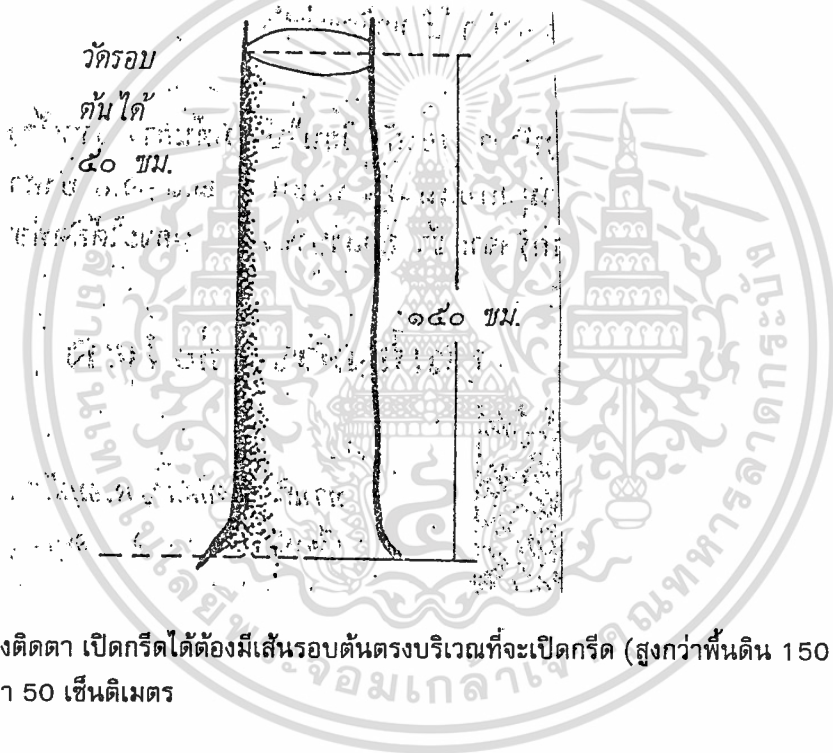
ทางเดินของท่อน้ำยางรอบต้นยาง
ทำมุมเอียง 2.1-7.1 องศา กับแนวตั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การกรีดที่ถูกต้อง คือ กรีดจากซ้ายไปขวา



ขนาดของต้นยางที่เปิดกรีดได้

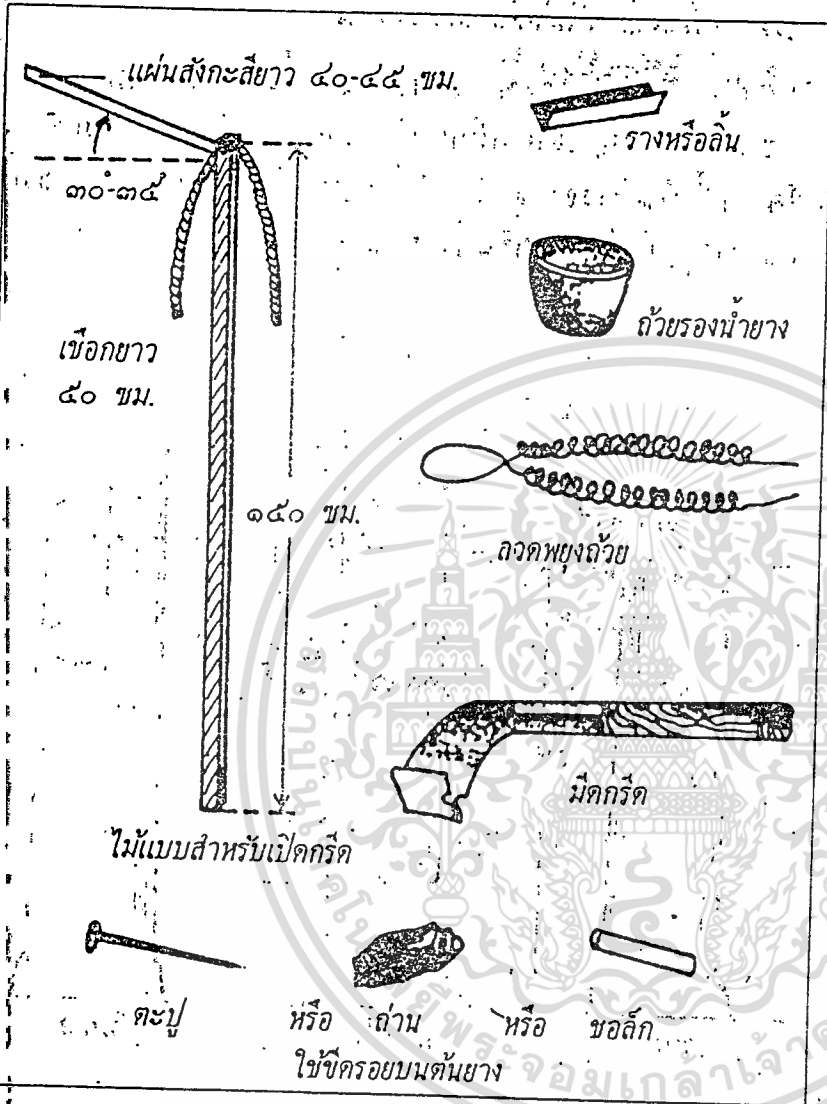


ต้นยางติดตา เปิดกรีดได้ต้องมีเส้นรอบต้นตรงบริเวณที่จะเปิดกรีด (สูงกว่าพื้นดิน 150 เซนติเมตร) ไม่ต่ำกว่า 50 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

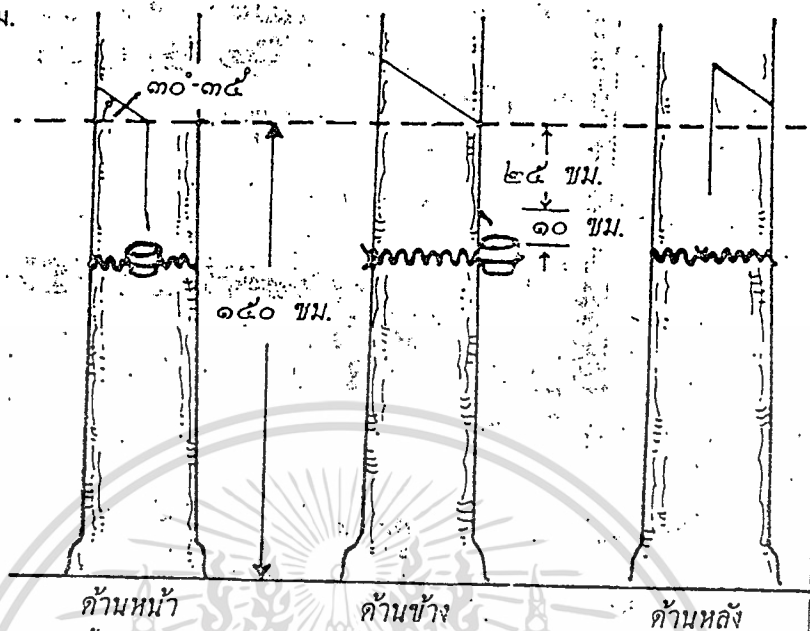
ขั้นตอนการเปิดกรีด

- เตรียมไม้แบบและอุปกรณ์ สำหรับเปิดกรีดให้พร้อม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- วัดขนาดต้นยางในสวน พร้อมทำเครื่องหมายรอยกรีดไว้ทุกต้น
- รอยเปิดกรีดที่ดี คือรอยกรีดครึ่งต้นเอียงทำมุม 30-35 องศา กับแนวระดับ พร้อมกับการติดลื่นและวางถ้วยอย่างเหมาะสม โดยติดลื่นให้ห่างจากจุดต่ำสุดของรอยกรีดประมาณ 25 ซม. และวางถ้วยให้ห่างจากลื่นประมาณ 10 ซม.



- ต้นยางที่จะทำการเปิดกรีดครั้งแรก ควรเปิดกรีดในช่วงต้นฤดูหนาว หน้ายางจะไม่เป็นโรค
- ระบบกรีด ควรใช้ระบบครึ่งต้น วันเว้นวัน อนุโลมให้กรีด 2 วันเว้นวัน หรือ 3 วันเว้นวันได้ แต่ทั้งนี้ เดือนหนึ่งต้องไม่เกิน 20 วัน หรือปีหนึ่งไม่เกิน 150 วัน
- การกรีดแต่ละครั้ง ควรกรีดให้ลึก เพื่อให้ตัดท่อน้ำยางมากที่สุด แต่ต้องไม่ถึงเยื่อเจริญ
- อย่างกรีดหนาเกินไป เดือนหนึ่งไม่ควรเปลี่ยนแปลงเปลือกเกิน 2.5 ซม.



ขนาดความกว้างของรอยกรีดใน ๑ เดือน
ไม่ควรเกิน ๒.๕ เซนติเมตร

- ควรกรีดตอนเช้า เมื่อมีแสงสว่างแล้ว
- อย่างกรีดยางในขณะที่ต้นยางเปียก
- ในฤดูฝนหรือในช่วงที่มีโรคใบร่วงระบาด ควรทายาป้องกันโรคหน้ายางด้วย
- หยุดกรีดยางเมื่อยางผลัดใบ
- เมื่อกรีดหน้าแรกหมดแล้ว การเปิดกรีดหน้ายางต่อไป ให้เปิดกรีดที่ความสูงจากพื้นดินเท่าเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทฤษฎีและการคำนวณ

3.1 สายพาน(Belts)

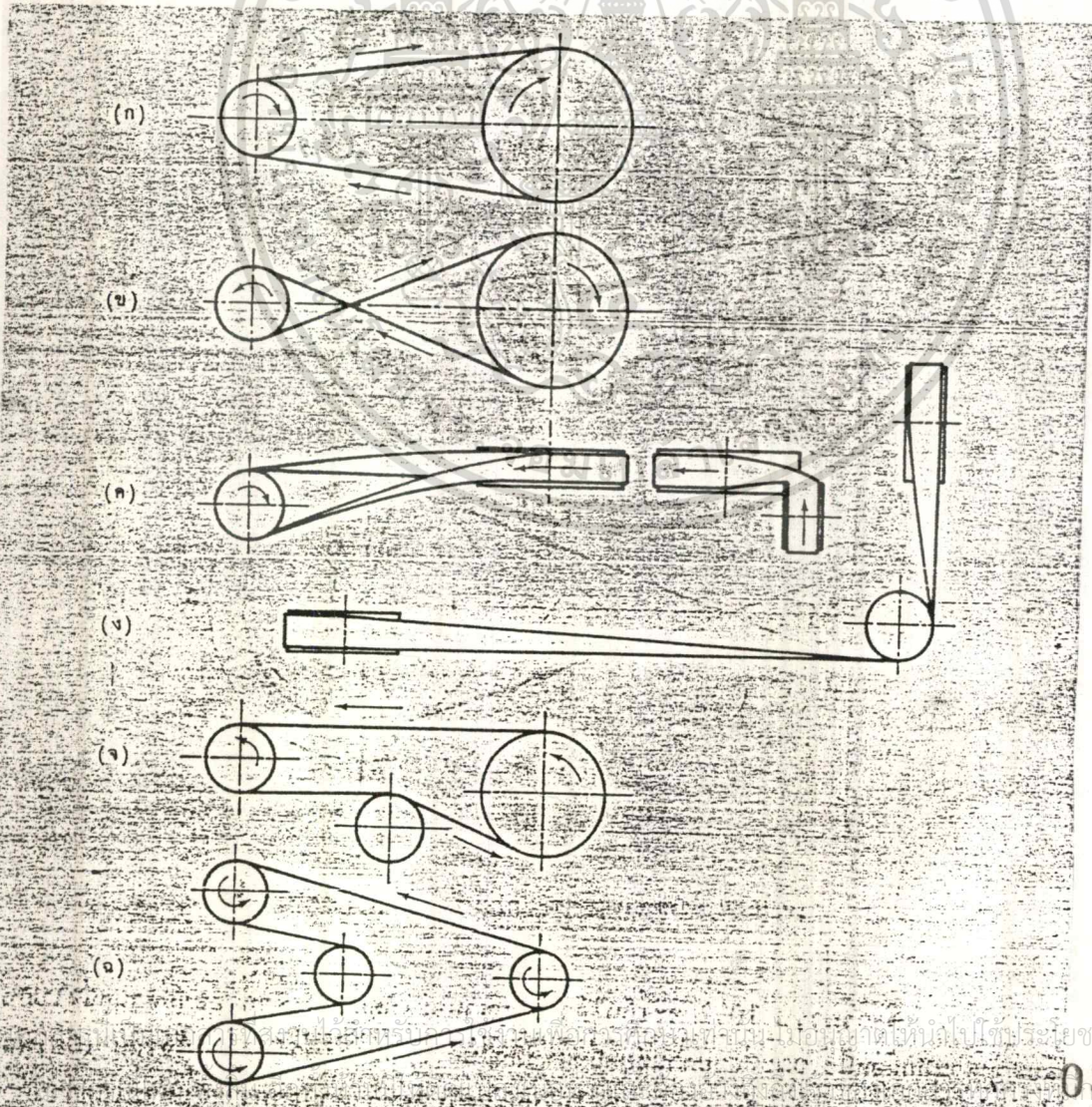
บทนำ

การส่งกำลังทางกลจากเพลานหนึ่งไปยังเพล่อีกอันหนึ่ง อาจทำได้สามวิธีคือโดยใช้เฟือง ใช้สายพาน หรือใช้โซ่ การส่งกำลังโดยสายพานเป็นการส่งกำลังแบบอ่อนตัวได้ (flexible) ซึ่งมีข้อดีและข้อเสียหลายประการเมื่อเปรียบเทียบกับ การส่งกำลังโดยใช้เฟือง ข้อดีก็คือ มีราคาถูกและใช้งานง่าย รับแรงกระตุก และการสั่นสะเทือนได้ดี ขณะใช้งานไม่มีเสียงดัง เหมาะสำหรับการส่งกำลังระหว่างเพลที่อยู่ห่างกันมากๆ และค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาต่ำ เป็นต้น แต่ก็มีข้อเสียคือ อัตราการทดไม่แน่นอนเนื่องจากการสลิป (slip) และการครีพ(creep) ของสายพาน และต้องมีการปรับระยะห่างระหว่างเพลหรือปรับแรงตึงในสายพานระหว่างใช้งาน นอกจากนี้ยังไม่อาจใช้งานที่มีอัตราทดสูงมากได้ ซึ่งมักใช้กับอัตราทดไม่เกิน 5

ลักษณะการขับสายพาน

เนื่องจากคุณสมบัติในการอ่อนตัวของสายพาน จึงอาจจัดลักษณะการขับของสายพานได้ต่างๆกัน ดังรูป 3.1.1

รูปที่ 3.1.1 ลักษณะการขับด้วยสายพาน



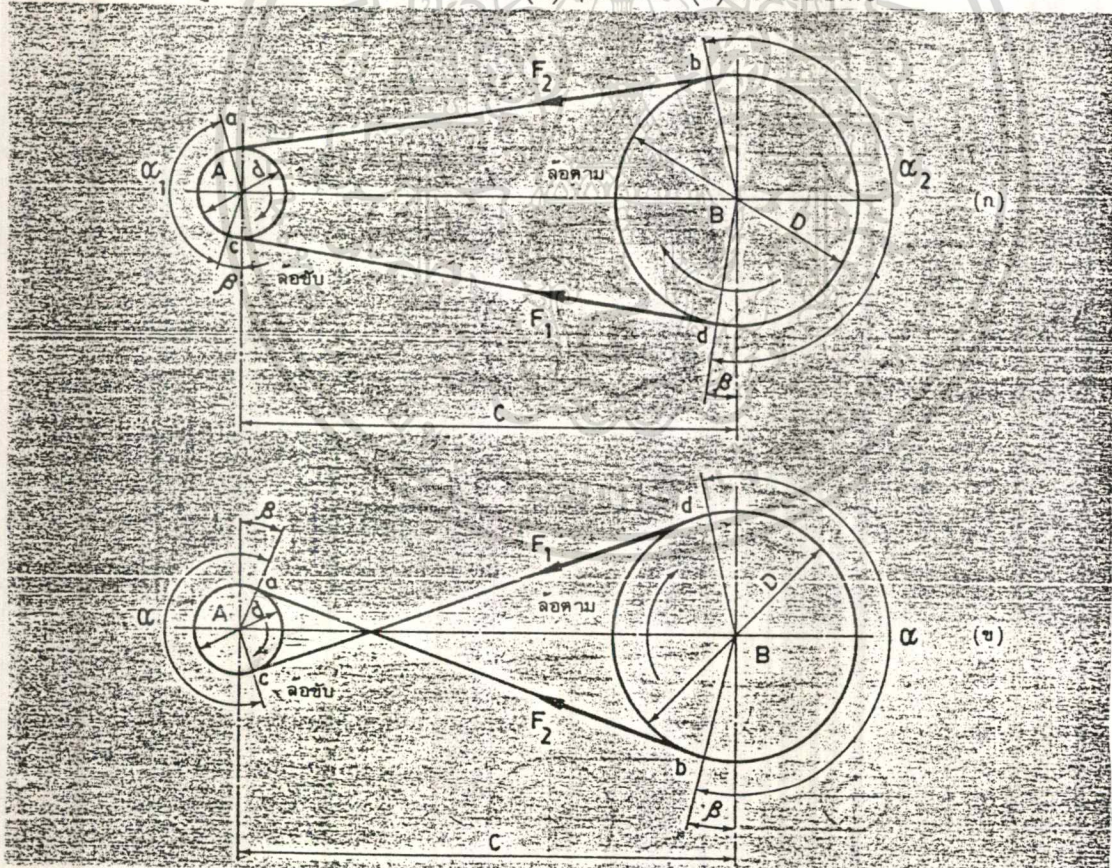
เมื่อต้องการขับเพลลาที่อยู่ขนานกัน และต้องการให้เพลลาทั้งสองหมุนในทิศทางเดียวกัน ก็อาจทำได้ ดังรูป ก. ซึ่งเรียกว่า (open drive) และถ้าเพลลาอยู่ห่างกันมากควรจะให้สายพานด้านล่างตึง (tight) และด้านบนอ่อน (slack) แต่ถ้าต้องการให้เพลลาทั้งสองหมุนสวนทางกัน ก็ทำได้โดยใช้วิธีดังรูป ข. ซึ่งเรียกว่า (crossed drive) แต่การขับในลักษณะนี้จุดที่สายพานไขว้กันจะทำให้สายพานถุกกัน ทำให้สายพานเกิดการสึกหรอมาก ดังนั้นเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการสึกหรอมากเกินไปจึงควรจะให้จุดศูนย์กลางของล้อสายพานอยู่ห่างกันไม่น้อยกว่าสี่สิบเท่าของความกว้างสายพาน และทำงานที่ความเร็วไม่เกิน 15m/s

การขับแบบ(quarter turn drive) ดังรูป ค. ใช้เมื่อเพลลาทั้งสองตั้งฉากกัน และเพื่อป้องกันไม่ให้สายพานหลุดออกจากล้อสายพานในขณะที่ใช้งาน จึงต้องใช้ล้อสายพานที่มีขนาดกว้างเพียงพอ โดยทั่วไปมักจะต้งกว้างมากกว่าความกว้างสายพานไม่น้อยกว่า 1.4 เท่า และก่อนใช้งานต้องทดสอบก่อนเสมอ ส่วนการขับแบบ (mule drive) ดังรูป ง. ใช้เมื่อเพลลาทั้งสองตั้งฉากกัน แต่ไม่อาจจัดในลักษณะ quarter turn drive ได้ หรือเมื่อต้องการให้หมุนกลับทิศทางได้

เมื่อไม่สามารถขับในลักษณะ open drive ได้ เพราะส่วนโค้งสัมผัสผ่นล้อสายพานเล็กมีค่าน้อยเกินไป (เพราะอัตราทดสูง และล้อสายพานอยู่ใกล้กันมาก) อาจใช้ล้อช่วยได้ดังรูป จ. เป็นการช่วยให้สายพานสัมผัสกับล้อมากขึ้น ส่วนการขับแบบ reverse drive ใช้เมื่อต้องการส่งกำลังไปยังเพลลาหลายอันพร้อมกัน

กลศาสตร์ของสายพานแบน

รูป 3.1.2 การขับด้วยสายพาน (ก)Open Drive (ข)Crossed Drive

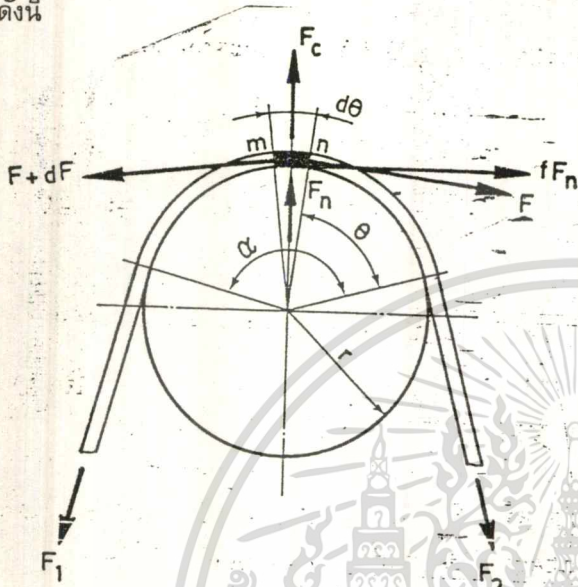


พิจารณาจากรูป จะเห็นได้ว่าสายพานจะเกิดการยึดจากล้อสายพานหนึ่งไปยังล้อสายพานหนึ่ง ขณะที่สายพานหยุดนิ่งแรงตึงในสายพานจะเท่ากันตลอดทั้งเส้น เมื่อเพลลาที่อยู่ติดกับล้อสายพาน A เริ่มหมุน จะเกิดโมเมนต์บิดในทิศทางตามลูกศร แต่จะเกิดการต้านทานที่ล้อตาม คือล้อสายพาน B ทำให้สายพานช่อง c-d เกิดแรงตึง และสายพานเกิดแรงตึง ส่วนสายพานช่วง a-b จะหย่อน เมื่อแรงตึงในสายพานช่วง c-d เพิ่มขึ้นเป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขึ้นจนมีค่าเท่ากับ F_1 (แรงดึงในด้านตั้ง) และแรงดึงในสายพานช่วง a-b ลดลงจนมีค่าเท่ากับ F_2 (แรงดึงในด้านหย่อน) แรงดึงเหล่านี้จะมีทิศทางตรงข้ามกัน แต่เนื่องจาก F_1 มีค่ามากกว่า F_2 จึงมีแนวโน้มที่จะทำให้ล้อยสายพาน B หมุนในทิศทางตามแรงดึง F ซึ่ง

$$F = F_1 - F_2$$

ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึง F_1 และ F_2 ขึ้นอยู่กับค่าส่วนโค้งสัมผัสของสายพาน สัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างสายพานกับผิวหน้าล้อยสายพาน และแรงหนีศูนย์กลางในล้อยสายพาน ซึ่งวิเคราะห์หาค่าได้ดังนี้



รูปที่ 3.1.3 แรงในสายพานแบน

$$F_c = m r \omega^2 = (w A r d\theta) r \omega^2 / g = w A v^2 d\theta / g$$

โดยที่ w = ความเร็วเชิงมุมของล้อยสายพานเป็น rad/s

v = ความเร็วสายพาน เป็น mm/s

g = ความเร่งเนื่องจากแรงดึงดูดของโลก เป็น mm/s²

เนื่องจาก $d\theta$ เป็นมุมเล็กมากจึงอาจประมาณได้ว่า $\cos \theta = 1$ และ $\sin \theta = 0$ rad ดังนั้นเมื่อรวมแรงในแนวระดับจะได้

$$f F_n = dF$$

และรวมแรงในแนวตั้งจะได้

$$F_c + F_n = (F + 1/2 dF) d\theta$$

เมื่อกำจัด F_n ออกจากสมการทั้งสองนี้จะได้

$$dF = f(F + 1/2 dF) d\theta - f F_c = (F + 1/2 dF - w A v^2 / g) f d\theta$$

g

พิจารณาสายพานแบนความยาว $m-n$ ดังรูป รองรับมุมมีจุดศูนย์กลาง $d\theta$ แรงที่กระทำกับสายพานยาว $m-n$ จะประกอบไปด้วย

แรงดึง F และ dF ในสายพานแรง

ปฏิกิริยา F_n เนื่องจากการสัมผัสกันระหว่างสายพานและล้อยสายพาน แรง

เสียดทาน $f F_n$ และแรงหนีศูนย์กลาง F_c

ถ้าสายพานมีน้ำหนัก w N/mm³ มีพื้นที่หน้าตัด A mm² และถ้าล้อยสายพานมีรัศมี r mm ดังนั้นน้ำหนักของสายพานยาว $m-n$ คือ $w A r d\theta$ และ

หรือ

$$\frac{dF}{(F+1/2dF-wAv^2)} = fd\theta$$

$$\ln \frac{F_1 - \frac{wAv^2}{g}}{F_2 - \frac{wAv^2}{g}} = \alpha f$$

$$\frac{F_1 - F_c}{F_2 - F_c} = \alpha f$$

หรือ

อินทิเกรตสมการนี้จาก $\theta=0$ ถึง α และจาก $F = F_2$ ถึง $F = F_1$ จะได้

โดยที่ $F_c =$ แรงหนีศูนย์กลาง $= wAv^2/g$ เป็น N

$\alpha =$ มุมสัมผัส เป็น rad

$f =$ ค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทาน

และกำลังที่ส่งได้โดยสายพานคือ

$$W_p = (F_1 - F_2)v = Fv \quad W$$

โดยที่ $v =$ ความเร็วของสายพาน เป็น m/s

การคำนวณหามุมสัมผัส α และความยาวสายพาน L ในแต่ละกรณี ทำได้โดยใช้สมการดังนี้

สำหรับการขับแบบ open drive ดังรูป 3.1.1 ก.

$$\alpha_1 = \pi - 2\sin^{-1}\left(\frac{D-d}{2C}\right) \text{ rad}$$

$$\alpha_2 = \pi + 2\sin^{-1}\left(\frac{D-d}{2C}\right) \text{ rad}$$

$$\beta = \sin^{-1}\left(\frac{D-d}{2C}\right) \text{ rad}$$

$$L = \{4C^2 - (D-d)^2\}^{1/2} + 1/2(D\alpha_1 + d\alpha_2)$$

โดยที่ C เป็นระยะห่างระหว่างศูนย์กลางล้อสายพาน

การครีพและการสลิบ

ความแตกต่างระหว่างการครีพและการสลิบของสายพานจะเห็นได้อย่างชัดเจนโดยการพิจารณาการขับเคลื่อนด้วยสายพาน เมื่อสายพานส่วนหนึ่งเคลื่อนเข้าหาล้อขับ สายพานจะเคลื่อนที่ไปตามส่วนโค้งสัมผัสบนล้อสายพาน ด้วยความเร็วเท่ากับความเร็วขอบของล้อสายพาน เมื่อสายพานส่วนนี้ใกล้จะออกจากล้อสายพาน แรงดึงในสายพานจะลดลงเท่ากับแรงดึงในด้านหย่อน เป็นผลให้สายพานนั้นหดสั้นลง ในทำนองเดียวกันกับสายพานที่เคลื่อนที่ตามออกไปก็จะหดสั้นลงด้วย ดังนั้นความเร็วจริงของสายพานที่เคลื่อนที่ออกจากล้อขับจะมีค่าน้อยกว่าความเร็วขณะเข้าสู่ล้อสายพาน ในทำนองเดียวกัน ความเร็วของสายพานจะเพิ่มขึ้นในช่วงส่วนโค้งสัมผัสล้อตาม เมื่อแรงดึงในสายพานเพิ่มขึ้นเท่ากับแรงดึงในด้านตึง และสายพานที่เคลื่อนที่ตามออกมาก็จะยืดตัวจนมีความยาวเท่าเดิม ปรากฏการณ์ที่สายพานเปลี่ยนความเร็วเป็นที่ช้าลงบนล้อขับและเพิ่มความเร็วนล้อตาม เรียกว่า การครีพ (creep)

เมื่อแรงภายนอกเพิ่มขึ้นโดยไม่เพิ่มแรงดึงขึ้นต้นในสายพาน สายพานทุกส่วนจะเกิดการเปลี่ยนแปลงแรงดึง ในตัวสายพานเมื่อเข้าสู่โค้งสัมผัส ถ้าแรงภายนอกมากเพียงพอส่วนโค้งที่เกิดการครีพอาจจะเท่ากับส่วนโค้งสัมผัส ดังนั้นจึงเกิดการสลิบ (slip) ขึ้น การสลิบอาจเกิดขึ้นบนล้อสายพานเพียงล้อเดียว ส่วนการครีพจำเป็นต้องเกิดขึ้นเท่ากับบนล้อสายพานทั้งสองล้อ

การออกแบบการขับเคลื่อนด้วยสายพานที่ดี เมื่อทำงานในสภาวะปกติไม่ควรมีการสลิบ แต่การครีพจะเกิดขึ้นเสมอไม่ว่าจะเป็นสายพานชนิดใด การเกิดครีพและสลิบทำให้สูญเสียกำลังงานและความเร็ว แต่การสูญเสียที่เกิดจากการครีพมีค่าน้อย การสลิบอาจทำให้เกิดความร้อนมากเพียงพอที่จะทำให้ผิวหน้าของสายพานเสียหายได้ ดังนั้นจึงควรระมัดระวังไม่ให้เกิดการสลิบ ด้วยวิธีการดึงสายพานให้ตึงเพียงพอก่อนการใช้งานเพื่อกำจัดการสลิบ

เมื่อให้ d และ D เป็นเส้นผ่าศูนย์กลางของล้อขับและล้อตาม n_1 และ n_2 เป็นความเร็วรอบของล้อขับและล้อตามแล้ว

ความเร็วขอบของล้อขับ v_1 มีค่าเท่ากับ

$$v_1 = \pi d n_1$$

ความเร็วขอบของล้อขับ v_2 มีค่าเท่ากับ

$$v_2 = \pi D n_2$$

เมื่อไม่มีการสลิบ สายพานบางมากและไม่มีการยืดตัว $v_1 = v_2$ อัตราทด m_w เท่ากับ

$$m_w = n_1 / n_2 = D/d$$

แต่เมื่อมีการสลิบ

$$v_2 = \pi D n_2 = v_1 \frac{(100 - \phi)}{100} \approx 0.985 v_1$$

อัตราทดคือ

$$m_w = n_1 / n_2 = \frac{D}{d} \frac{100}{(100 - \phi)} \approx 1.015 D/d$$

ซึ่งจะเห็นได้ว่าผลจากการสลิบ 1 ถึง 2% จะไม่ทำให้อัตราทดเปลี่ยนแปลงไปมากนัก ในทางปฏิบัติจึงถือว่าใช้งานอย่างถูกต้องเพียงพอ แต่จะต้องระวังไม่ให้เกิดการสลิบมากกว่านี้

สายพานลิ่ม

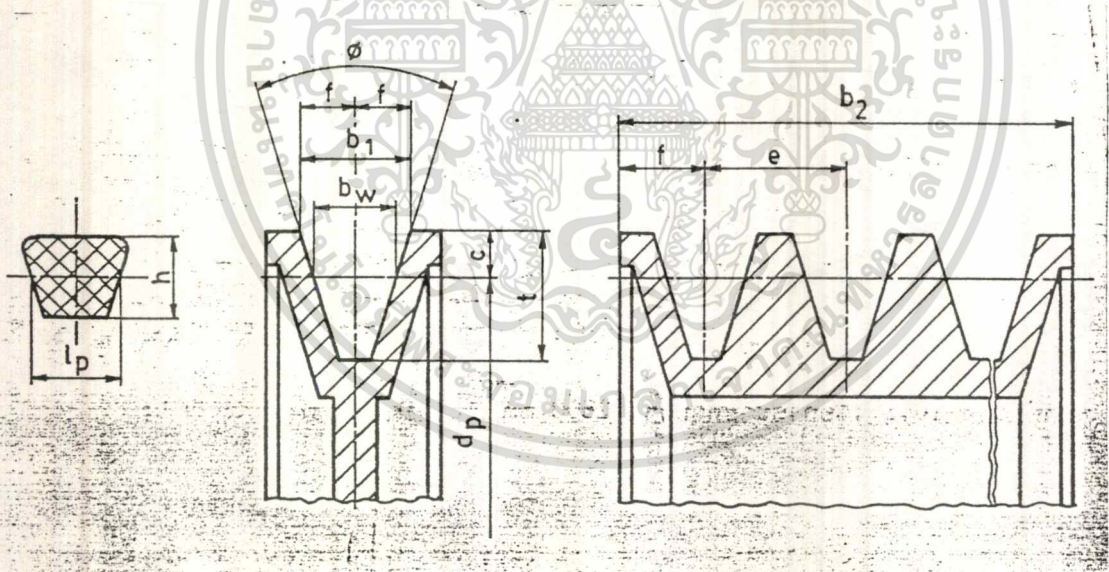
สายพานลิ่มใช้ส่งกำลังได้ค่อนข้างมากโดยต้องการแรงดึงในชั้นต้นในสายพานค่อนข้างน้อย ทั้งนี้เพราะผลการเกาะยึดตัวกันระหว่างด้านข้างของสายพานที่เร็ว กับร่องรูปลิ่มของล้อสายพาน ทำให้เกิดแรงเสียดทานสูง ซึ่งเป็นผลให้สายพานทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพดี แม้ว่าจะมีส่วนโค้งสัมผัสน้อย และมีแรงดึงชั้นต้นค่อนข้างต่ำ และเหมาะกับการใช้งานในกรณีที่ระยะห่างระหว่างระหว่างศูนย์กลางน้อย ในการส่งกำลังจะส่งได้มากที่สุดเมื่อผิวด้านข้างของสายพานอัดแน่นกับร่องบนล้อสายพาน และในกรณีที่มีเหตุฉุกเฉิน ก็อาจใช้ผลจากการอัดแน่นนี้ทำหน้าที่เป็นแบรกได้ด้วย

การขับเคลื่อนด้วยสายพานลิ่มมีข้อดีคือเงียบ สะอาด และสามารถรับแรงกระตุกได้ นอกจากนั้นยังมีขนาดกระทัดรัด มีประสิทธิภาพดี และแรงของเพลลาไม่ต้องรับแรงมากเกินไป จึงมักใช้กับการขับเคลื่อนทางด้านอุตสาหกรรมทั่วไป ซึ่งใช้สายพานขับได้โดยมีอัตราทดสูงประมาณ 7:1 ถึง 10:1

ขนาดสายพานและล้อสายพานลิ่ม

สายพานลิ่ม มีหน้าตัดเป็นรูปลิ่ม ดังนั้นในการกำหนดขนาดจึงมักกำหนดโดยใช้ความกว้างพิชช (pitch width) และความหนาสายพานโดยใช้ตัวอักษรแทน ซึ่งแบ่งออกเป็นสายพานลิ่มแบบแคบ (narrow V-belts) มีขนาด SPZ SPA SPB และ SPC และสายลิ่มแบบธรรมดา มีขนาด Y Z A B C D และ E ซึ่งในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะสายพานลิ่มแบบธรรมดาเท่านั้น รูปร่างหน้าตัดของสายพานลิ่มและล้อสายพาน ดูได้จากรูป 3.1.4 ส่วนขนาดต่างๆ ดูได้จากตาราง 3.1.1 และ 3.1.2

รูป 3.1.4 หน้าตัดสายพานลิ่มและล้อสายพาน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1.1 ขนาดสายพานลิ่ม และล้อสายพานตามมาตรฐาน

ISO/R 52-1957(E) และ ISO/R 256-1962(E)

หน้าตัดสายพาน	Y	Z	A	B	C	D	E
l_p	5.3	8.5	11	14	19	27	32
h	4	6	8	11	14	19	25
b_w	5.3	8.5	11	14	19	27	32
b_l	6.3	9.7	12.7	16.3	22	32	40
c	1.6	2	2.8	3.5	4.8	8.1	12
e	8 ± 0.3	12 ± 0.3	15 ± 0.3	19 ± 0.4	25.5 ± 0.5	37 ± 0.6	44.5 ± 0.7
f	6 ± 0.5	8 ± 0.6	10 ± 0.6	12.5 ± 0.8	17 ± 1	24 ± 2	29 ± 2
t_{min}	7	11	14	18	24	28	33
$32^\circ \phi$ สำหรับ	≤ 63	-	-	-	-	-	-
34° เส้นผ่าน	-	63-80	90-118	140-190	224-315	-	-
36° ศูนย์กลาง	63	-	-	-	-	≤ 500	≤ 630
38° พิตช์ d_p	-	> 80	> 118	> 190	> 315	> 500	> 630
1	12	16	20	25	34	48	58
2	20	28	35	44	59.5	85	102.5
จำนวน 3	28	40	50	63	85	122	147
ร่องบนล้อ 4	36	52	65	82	110.5	159	191.5
สายพาน 5	44	64	80	101	136	196	236
b_2 6	52	76	95	120	161.5	233	280.5
7	60	88	110	139	187	270	325
8		100	125	158	212.5	307	369.5
9		112	140	177	238	344	411
10		124	155	196	263.5	381	458.5
11		136	170	215	289	418	503
12		148	185	234	314.5	455	547.5
	28	50	80	125	200	355	500

ตารางที่ 3.1.2 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางพิตช์ d_p ของล้อสายพานลิ่มตามมาตรฐาน ISO/R 52-1975(E)

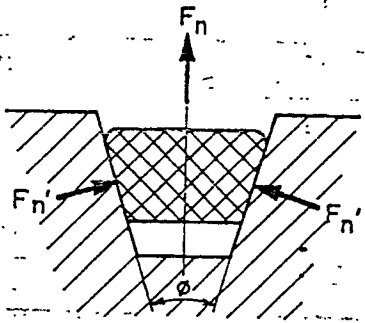
และ ISO/R 253-1962(E) ขนาดเป็น mm

25	60	100	170	280	500	900	1900
28	63	106	180	300	530	1000	2000
31.5	67	112	190	315	560	1060	2240
35.5	71	118	200	355	600	1120	2500
40	75	125	212	375	630	1250	
45	80	132	224	400	670	1400	
50	85	140	236	425	710	1500	
53	90	150	250	450	750	1600	
56	95	160	265	475	800	1800	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลศาสตร์ของสายพานลิ่ม



รูปที่ 3.1.5 แรงบนสายพานลิ่ม
แทนค่า F_n จะได้

$$\frac{fF_n}{\sin\phi/2} = dF$$

เมื่อพิจารณารูป 3.1.3 และรวมแรงในแนวตั้ง จะได้

$$F_c + F_n = (F + 1/2dF)d\theta$$

เมื่อกำจัด F_n ออกจากสมการทั้งสองนี้จะได้

$$dF = \frac{f}{\sin\phi/2} (F + 1/2dF)d\theta - \frac{fF_c}{\sin\phi/2}$$

$$= \frac{f}{\sin\phi/2} (F + 1/2dF - wAv^2)d\theta$$

$$= \frac{fd\theta}{\sin\phi/2}$$

$$\frac{dF}{F + 1/2dF - \frac{wAv^2}{g}}$$

อินทิเกรตสมการนี้จาก $\theta = 0$ ถึง α และจาก $F = F_1$ ถึง $F = F_2$ จะได้

$$\ln \frac{F - \frac{wAv^2}{g}}{F_1 - \frac{wAv^2}{g}} = \alpha f$$

$$\frac{F_2 - F_1}{F_1 - \frac{wAv^2}{g}} = e^{\alpha f}$$

$$F_2 - F_1$$

โดยที่ $f' = f/\sin(\phi/2)$

และกำลังที่ส่งได้โดยสายพานลิ่มหาได้จากสมการ

$$W_p = z(F_1 - F_2)v$$

โดยที่ v = ความเร็วของสายพาน เป็น m/s

z = จำนวนสายพาน

ความยาวพิตช์โดยประมาณของสายพานลิ่มหาได้จากสมการ

$$F_c = 2C + 1.57(D_p + d_p) + \frac{(D_p + d_p)^2}{4C}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่สัญลักษณ์ต่างๆ ยังคงมีความหมายเช่นเดียวกับสายพานแบน แต่ในกรณีของสายพานลิ่มจะใช้นิยามของเส้นผ่านศูนย์กลางพิตช์แทน หรือในกรณีที่ทราบความยาวพิตช์แล้วต้องการหาระยะห่างระหว่างศูนย์กลางก็ทำได้โดยใช้สมการ

$$C = p + \sqrt{p^2 - q}$$

$$\text{โดยที่ } p = 0.25L_p - 0.393 (D_p + d_p)$$

$$q = 0.125 (D_p - d_p)^2$$

การทำให้เกิดแรงดึง ขึ้นตันในสายพานลิ่ม

การทำให้เกิดแรงดึงขึ้นตันจะช่วยทำให้การขับเคลื่อนสายพานมีประสิทธิภาพดี และยืดอายุการใช้งานของสายพาน ถ้าออกแรงดึงขึ้นตันไม่เพียงพอจะทำให้ส่งกำลังได้น้อยลงประสิทธิภาพต่ำลง ทำให้สายพานมีอายุการใช้งานน้อยลงเนื่องจากการสลิป แต่ถ้าออกแรงดึงขึ้นตันมากเกินไป จะทำให้ขอบสายพานยึดตัวมาก เกิดความเค้นในสายพานมาก แบร์ริงที่รองรับล้อสายพานจะรับแรงมากเกินไป ด้วยเหตุนี้เองจึงต้องออกแรงดึงขึ้นตัน ให้เหมาะสมกับแรงภายนอกที่กระทำกับสายพาน

แรงดึงในสายพานขณะส่งกำลังคือ

$$F = F_1 - F_2 = W_p/v$$

ให้แรงดึงในแนวแกน

$$F_w = F_1 - F_2$$

แรงหนีศูนย์กลางเนื่องจากน้ำหนักสายพาน

$$F_w = \frac{wAv^2}{g}$$

แรงลัพธ์เนื่องจากแรงหนีศูนย์กลาง คือ

$$F_R = 2 z F_c \sin(\alpha/2)$$

โดยที่ z = จำนวนสายพาน

ดังนั้นแรงดึงขึ้นตันในสายพานจึงหาได้จากการรวมแรงดึงในแนวแกนขณะส่งกำลัง กับแรงลัพธ์เนื่องจากแรงหนีศูนย์กลาง นั่นคือ

$$F_1 = F_w + F_R$$

ในทางปฏิบัติมักจะใช้วิธีหาค่าประมาณแรงดึงในแนวแกนจากสมการ

$$F_w = k_1 F \sin(\alpha/2)$$

โดยที่ k_1 เป็นตัวประกอบการใช้งาน ซึ่งขึ้นอยู่กับสภาวะการใช้งาน ซึ่งหาค่าได้จากการใช้งาน 3.1.3 แล้วใช้แรงนี้เป็นแรงดึงขึ้นตัน

ตารางที่ 3.1.3 ตัวประกอบใช้งาน

k_1	สภาวะการทำงาน
1.3	งานเบา ทำงานคงที่
1.5	งานปานกลาง
2.0	งานหนัก แรงกระตุก เปิดปิดบ่อยครั้ง

ในกรณีที่ขับโดยมีระยะห่างระหว่างศูนย์กลางคงที่ หรือไม่มีอุปกรณ์ที่ทำให้เกิดแรงดึงในสายพานตลอดเวลา ก็จำเป็นต้องนำเอาแรงหนีศูนย์กลางมาคิดด้วย จากสมการ

$$F_R = 2 z F_c \sin(\alpha/2)$$

$$= \frac{2 z wAv^2 \sin(\alpha/2)}{g}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งเขียนใหม่ได้เป็น

$$F_R = z k_2 v^2 \sin(\alpha/2)$$

ค่า k_2 หาได้จากตาราง 3.1.4 ดังนั้นแรงดึงขึ้นต้นในสายพานจึงเท่ากับ

$$F_1 = (k_1 F + z k_2 v^2) \sin(\alpha/2)$$

ตารางที่ 3.1.4 ค่าตัวประกอบ k_2

หน้าตัดสายพาน	k_2
Y	0.049
Z	0.126
A	0.217
B	0.385
C	0.637
D	1.332

การคำนวณหาขนาดของสายพานลีม

การคำนวณทางด้านการส่งกำลังโดยสายพานลีมจะใช้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางพิตช์ของล้อสายพาน d_p เป็นพื้นฐาน และในที่นี้จะแสดงวิธีการเลือกขนาดของสายพานลีมตามคำแนะนำของผู้ผลิต

ในการเลือกขนาดของล้อสายพาน บริษัทผู้ผลิตได้แนะนำให้เลือกขนาดของล้อสายพานให้โตที่สุดเท่าที่จะทำได้ ขนาดของล้อสายพานไม่ควรจะเล็กกว่าค่าที่กำหนดให้ในตาราง 3.1.1 แต่ข้อควรระวังคือ ขณะใช้งานปกติความเร็วของสายพานไม่ควรสูงกว่า 30 m/s

การหาขนาดหน้าตัดโดยประมาณของสายพานลีมสำหรับการส่งกำลัง อาจทำได้โดยใช้รูป 3.1.6 แต่กำลังที่ใช้ส่งได้จริงของสายพานจะต้องตรวจสอบจากตารางกำหนดสมรรถนะในการส่งกำลังของสายพานลีม

การเลือกขนาดของสายพานลีม

$$z = \frac{W_p N_s}{P_R N_s N_L}$$

โดยที่ z = จำนวนเส้นของสายพานลีม

W_p = กำลังงานที่ต้องการส่ง

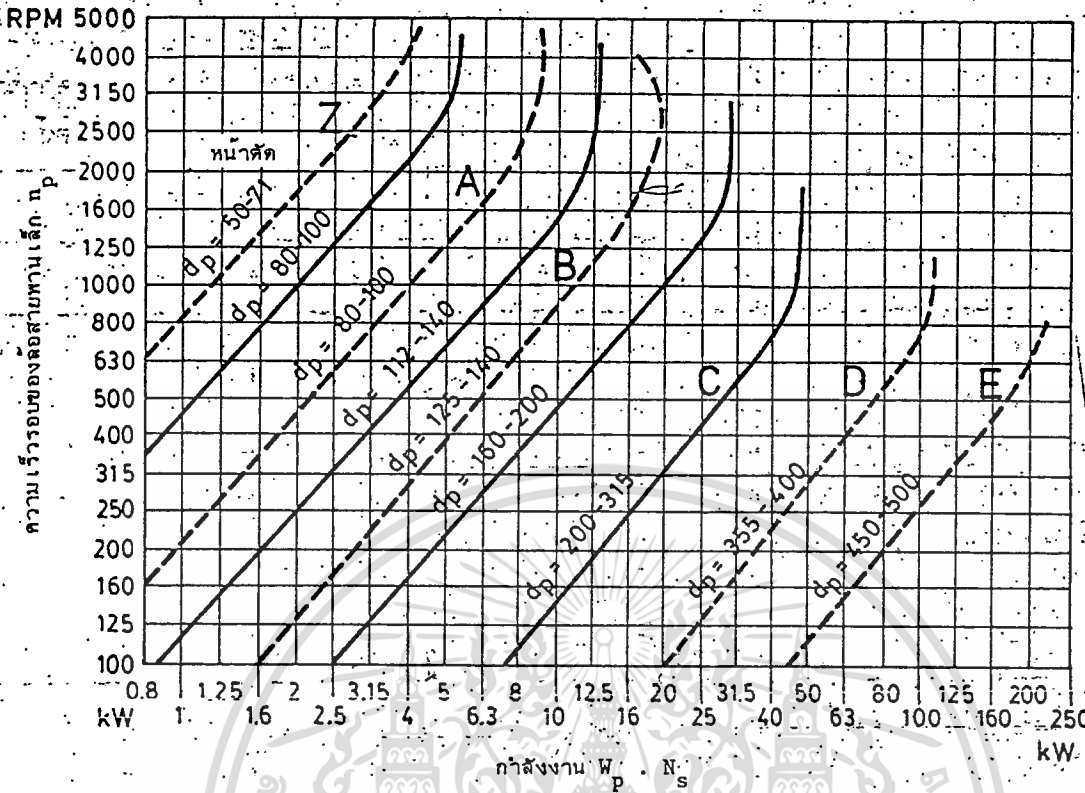
N_s = ตัวประกอบใช้งาน หาค่าได้จากตาราง 3.1.5

N_u = ตัวประกอบแก้ไขส่วนโค้งสัมผัส หาค่าได้จากตาราง 3.1.6

N_L = ตัวประกอบแก้ไขความยาวสายพาน หาค่าได้จากตาราง 3.1.7-3.1.13

P_R = กำลังที่สายพานลีมหนึ่งเส้นส่งได้ หาค่าได้จากตาราง 3.1.7-3.1.13

รูปที่ 3.1.6 แผนภูมิที่ใช้ในการเลือกขนาดหน้าตัดของสายพานลิ้ม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1.5 ตัวประกอบใช้งาน N_s สำหรับสายพานลีม

ชนิดของอุปกรณ์ที่ต้องการขับ	ชนิดของอุปกรณ์ขับ					
	มอเตอร์กระแสสลับ:			มอเตอร์กระแสสลับ:		
	normal torque, squirrel case, synchronous and split phase			high torque, high slip, repulsion-induction, single phase, series wound and slip ring		
ตัวประกอบใช้งานที่พิจารณาเฉพาะช่องเวลาใช้งานและชนิดอุปกรณ์ที่ต้องการขับแต่ไม่เกี่ยวข้องกับสภาวะการทำงาน ตัวอย่างเช่นทำงานในสภาวะแวดล้อมเป็นพิเศษ ดังนั้นจึงอาจเพิ่มค่าขึ้นได้อีกในกรณีพิเศษ	มอเตอร์กระแสตรง: shont wound			มอเตอร์กระแสตรง: series wound และ compound wound.		
	เครื่องมือต้นตอภายใน: ที่มีหลายลูกสูบ ความเร็วรอบสูงกว่า 600 rpm					
	ชั่วโมงทำงานต่อวัน			ชั่วโมงทำงานต่อวัน		
	≤ 10	10 - 16	>16	≤10	10 - 16	>16
งานเบา : เครื่องกวาดของเหลว เครื่องเป่าลม, เครื่องอัดลมและเครื่องสูบบแบบหอยโข่ง, พัดลมที่มีกำลังสูง 7.5Kw, สายพานลำเลียงงานเบา	1	1.1	1.2	1.1	1.2	1.3
งานปานกลาง: สายพานลำเลียงทรายหรือเมล็ดพืช, เครื่องผสมของชั้นเหนียว, พัดลมที่มีกำลังมากกว่า 7.5Kw เครื่องกำเนิดไฟฟ้า, เพลามาเนน, เครื่องชักผ้า, เครื่องมือกล	1.1	1.2	1.3	1.2	1.3	1.4
งานหนัก: เครื่องทำอิฐ, bucket, elevators, exciters, เครื่องอัดลมและเครื่องสูบบแบบลูกสูบ, สายพานลำเลียง, hammer mills, เครื่องเลื่อยและเครื่องจักรกลงานไม้, เครื่องทอผ้า	1.2	1.3	1.4	1.4	1.5	1.6
งานหนักพิเศษ: Crushers (Gyratory-Jaw-Roll), mills (Ball-Rod-Tube), รอกไฟฟ้า	1.3	1.4	1.5	1.5	1.6	1.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1.6 ตัวประกอบแก้ไขส่วนโค้งสัมผัส N_s สำหรับสายพานลิ้ม *

$D_p - d_p$	ส่วนโค้งสัมผัส	
C	α	N_s
0	180	1
0.15	170	0.98
0.35	160	0.95
0.5	150	0.92
0.7	140	0.89
0.85	130	0.86
1.0	120	0.82
1.15	110	0.78
1.3	100	0.73
1.45	90	0.68

- ค่าที่อยู่ระหว่างค่าในตาราง อาจหาค่าได้โดยประมาณ โดยใช้การประมาณแบบเชิงเส้น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1.7 สมรรถนะในการส่งกำลังของสายพานลิ่มหน้าตัด "Y"

ต่อเส้น P_R (เป็น kW) สำหรับสายพานยาว $L_p=319$ mm.

และส่วนโค้งสัมผัส $\alpha = 180^\circ$

d _p (mm)	m _ω	ความเร็วรอบของล้อสายพานเล็ก n (rpm)										
		400	700	800	950	1200	1450	1600	2000	2400	2850	3200
สมรรถนะในการส่งกำลังต่อเส้น P_R (kW)												
25	1.00	0.02	0.04	0.04	0.05	0.06	0.07	0.07	0.09	0.10	0.11	0.12
	1.05	0.02	0.04	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.10	0.12	0.13
	1.20	0.03	0.04	0.05	0.05	0.06	0.07	0.08	0.10	0.11	0.13	0.14
	1.50	0.03	0.04	0.05	0.05	0.07	0.08	0.08	0.10	0.11	0.13	0.14
	≥3.00	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.10	0.12	0.14	0.15
28	1.00	0.03	0.05	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.11	0.13	0.15	0.16
	1.05	0.03	0.05	0.05	0.06	0.07	0.09	0.09	0.11	0.13	0.15	0.16
	1.20	0.03	0.05	0.06	0.06	0.08	0.09	0.10	0.12	0.14	0.16	0.17
	1.50	0.03	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.10	0.12	0.14	0.16	0.18
	≥3.00	0.03	0.05	0.06	0.07	0.08	0.10	0.10	0.12	0.15	0.17	0.18
31.5	1.00	0.04	0.06	0.06	0.07	0.09	0.10	0.11	0.14	0.16	0.18	0.20
	1.05	0.04	0.06	0.06	0.07	0.09	0.11	0.12	0.14	0.16	0.19	0.20
	1.20	0.04	0.06	0.07	0.08	0.09	0.11	0.12	0.14	0.17	0.19	0.21
	1.50	0.04	0.06	0.07	0.08	0.10	0.11	0.12	0.15	0.17	0.20	0.22
	≥3.00	0.04	0.06	0.07	0.08	0.10	0.12	0.13	0.15	0.18	0.20	0.22
35.5	1.00	0.04	0.07	0.08	0.09	0.11	0.13	0.14	0.17	0.19	0.22	0.24
	1.05	0.04	0.07	0.08	0.09	0.11	0.13	0.14	0.17	0.20	0.23	0.25
	1.20	0.04	0.07	0.08	0.09	0.11	0.13	0.14	0.17	0.20	0.23	0.26
	1.50	0.04	0.07	0.08	0.09	0.12	0.14	0.15	0.18	0.21	0.24	0.26
	≥3.00	0.05	0.07	0.08	0.10	0.12	0.14	0.15	0.18	0.21	0.24	0.27
40	1.00	0.05	0.08	0.09	0.11	0.13	0.15	0.16	0.20	0.23	0.27	0.29
	1.05	0.05	0.08	0.09	0.11	0.13	0.15	0.17	0.20	0.23	0.27	0.30
	1.20	0.05	0.08	0.09	0.11	0.13	0.16	0.17	0.21	0.24	0.28	0.31
	1.50	0.05	0.09	0.10	0.11	0.14	0.16	0.17	0.21	0.25	0.28	0.31
	≥3.00	0.05	0.09	0.10	0.11	0.14	0.16	0.18	0.21	0.25	0.29	0.32
45	1.00	0.06	0.10	0.11	0.12	0.15	0.18	0.19	0.24	0.27	0.32	0.35
	1.05	0.06	0.10	0.11	0.13	0.15	0.18	0.20	0.24	0.28	0.32	0.35
	1.20	0.06	0.10	0.11	0.13	0.16	0.18	0.20	0.24	0.28	0.33	0.36
	1.50	0.06	0.10	0.11	0.13	0.16	0.19	0.20	0.25	0.29	0.33	0.37
	≥3.00	0.06	0.10	0.11	0.13	0.16	0.19	0.21	0.25	0.29	0.34	0.37
50	1.00	0.07	0.11	0.12	0.14	0.17	0.21	0.22	0.27	0.32	0.36	0.40
	1.05	0.07	0.11	0.12	0.14	0.18	0.21	0.23	0.27	0.32	0.37	0.40
	1.20	0.07	0.11	0.13	0.15	0.18	0.21	0.23	0.28	0.33	0.38	0.41
	1.50	0.07	0.11	0.13	0.15	0.18	0.21	0.23	0.28	0.33	0.38	0.42
	≥3.00	0.07	0.11	0.13	0.15	0.18	0.22	0.24	0.29	0.33	0.39	0.42

ตัวประกอบแก้ไขความยาวสายพาน N_1

L_p	284	299	319	354	358	377	419	444	469	519	559	869
N_1	0.97	0.98	1.00	1.02	1.03	1.04	1.06	1.07	1.08	1.11	1.13	1.25

ความยาวคิดที่แก้ไข $L_p = L_i + 15$ mm

L_i	250	265	270	280	300	335	339	400	425	450	500	540
	600	850										

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1.8 สมรรถนะในการส่งกำลังของสายพานลิ่มหน้าตัด "Z"

ต่อเส้น P_R (เป็น kW) สำหรับสายพานยาว $L_p=824$ mm.

และส่วนโค้งสัมผัส $\alpha = 180^\circ$

d _p (mm)	m ω	ความเร็วรอบของล้อสายพานเล็ก n (rpm)										
		400	700	800	950	1200	1450	2000	2400	2850	3200	3600
50	1.00	0.13	0.20	0.22	0.25	0.30	0.35	0.44	0.50	0.56	0.60	0.65
	1.05	0.13	0.21	0.23	0.26	0.31	0.36	0.46	0.52	0.59	0.63	0.68
	1.20	0.14	0.22	0.24	0.28	0.34	0.39	0.49	0.56	0.64	0.69	0.74
	1.50	0.15	0.23	0.26	0.29	0.35	0.41	0.52	0.60	0.68	0.73	0.79
	≥3.00	0.15	0.24	0.26	0.30	0.36	0.42	0.54	0.62	0.71	0.77	0.83
56	1.00	0.16	0.25	0.28	0.33	0.39	0.45	0.58	0.66	0.75	0.81	0.87
	1.05	0.17	0.26	0.29	0.33	0.40	0.47	0.60	0.68	0.77	0.84	0.90
	1.20	0.17	0.27	0.31	0.35	0.42	0.49	0.63	0.73	0.82	0.89	0.97
	1.50	0.18	0.28	0.32	0.36	0.44	0.51	0.66	0.76	0.86	0.94	1.02
	≥3.00	0.18	0.29	0.32	0.37	0.45	0.53	0.68	0.78	0.89	0.97	1.05
63	1.00	0.20	0.32	0.35	0.41	0.49	0.57	0.74	0.84	0.96	1.04	1.12
	1.05	0.20	0.32	0.36	0.42	0.50	0.59	0.75	0.87	0.98	1.07	1.16
	1.20	0.21	0.34	0.38	0.43	0.52	0.61	0.79	0.91	1.03	1.12	1.22
	1.50	0.22	0.35	0.39	0.45	0.54	0.63	0.82	0.94	1.07	1.17	1.27
	≥3.00	0.22	0.35	0.39	0.46	0.55	0.65	0.84	0.97	1.10	1.20	1.31
71	1.00	0.24	0.39	0.43	0.50	0.61	0.71	0.91	1.05	1.19	1.30	1.40
	1.05	0.25	0.39	0.44	0.51	0.62	0.72	0.93	1.07	1.22	1.32	1.43
	1.20	0.25	0.41	0.45	0.52	0.64	0.75	0.97	1.12	1.27	1.38	1.50
	1.50	0.26	0.42	0.47	0.54	0.65	0.77	0.99	1.15	1.31	1.43	1.55
	≥3.00	0.26	0.42	0.47	0.55	0.67	0.78	1.01	1.17	1.34	1.46	1.58
80	1.00	0.29	0.46	0.52	0.60	0.73	0.85	1.11	1.28	1.45	1.57	1.70
	1.05	0.29	0.47	0.53	0.61	0.74	0.87	1.13	1.30	1.48	1.60	1.73
	1.20	0.30	0.48	0.54	0.63	0.76	0.89	1.16	1.34	1.53	1.66	1.80
	1.50	0.30	0.49	0.55	0.64	0.78	0.91	1.19	1.37	1.57	1.70	1.85
	≥3.00	0.31	0.50	0.56	0.65	0.79	0.93	1.21	1.40	1.59	1.74	1.88
90	1.00	0.34	0.55	0.62	0.71	0.87	1.02	1.32	1.52	1.73	1.87	2.01
	1.05	0.34	0.56	0.62	0.72	0.88	1.03	1.34	1.54	1.75	1.90	2.05
	1.20	0.35	0.57	0.64	0.74	0.90	1.06	1.37	1.58	1.80	1.95	2.11
	1.50	0.36	0.58	0.65	0.75	0.92	1.08	1.40	1.62	1.84	2.00	2.16
	≥3.00	0.36	0.59	0.66	0.76	0.93	1.09	1.42	1.64	1.87	2.03	2.20
100	1.00	0.39	0.63	0.71	0.82	1.01	1.18	1.53	1.76	1.99	2.15	2.31
	1.05	0.39	0.64	0.72	0.83	1.02	1.19	1.55	1.78	2.01	2.18	2.34
	1.20	0.40	0.65	0.73	0.85	1.04	1.22	1.58	1.82	2.06	2.23	2.40
	1.50	0.41	0.66	0.74	0.86	1.05	1.24	1.61	1.85	2.10	2.28	2.45
	≥3.00	0.41	0.67	0.75	0.87	1.07	1.25	1.63	1.88	2.13	2.31	2.49

ค่าประกอบแก้ไขความยาวสายพาน N ₁												
L _p	424	449	474	494	524	554	584	624	654	704	734	824
N ₁	0.87	0.88	0.89	0.90	0.91	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.99	1.00
L _p	924	1024	1144	1274	1424	1624						
N ₁	1.03	1.06	1.08	1.11	1.14	1.17						
ความยาวคดขยี้ L _p = L + 22 (mm)												
L	375	380	400	425	450	475	500	520	530	560	575	600
L _p	630	670	710	730	750	775	800	820	850	875	900	950
L	980	1000	1060	1105	1120	1170	1180	1230	1250	1300	1320	1400
L _p	1450	1500	1525	1580	1600	1680	1700	1730	1800	1830	1900	2000
L	2080	2210	2480									

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1.9 สมรรถนะในการส่งกำลังของสายพานลิ่มหน้าตัด "A"

ต่อเส้น P_R (เป็น kW) สำหรับสายพานยาว $L_p = 1732$ mm.

และส่วนโค้งสัมผัส $\alpha = 180^\circ$

d p (mm)	m w	ความเร็วรอบของสายพานเล็ก n (rpm)										
		400	700	800	950	1200	1450	1800	2400	2850	3200	3600
สมรรถนะในการส่งกำลังต่อเส้น P_R (kW)												
71	1.00	0.29	0.45	0.50	0.56	0.67	0.76	0.88	1.05	1.16	1.22	1.28
	1.05	0.30	0.46	0.51	0.59	0.69	0.80	0.92	1.11	1.22	1.30	1.36
	1.20	0.32	0.50	0.55	0.63	0.75	0.86	1.00	1.22	1.35	1.44	1.52
	1.50	0.33	0.52	0.58	0.66	0.79	0.91	1.07	1.30	1.45	1.55	1.65
	≥ 3.00	0.34	0.54	0.60	0.69	0.82	0.95	1.11	1.37	1.53	1.64	1.74
80	1.00	0.37	0.59	0.65	0.74	0.89	1.02	1.20	1.45	1.61	1.71	1.81
	1.05	0.38	0.60	0.67	0.77	0.92	1.06	1.24	1.51	1.68	1.79	1.89
	1.20	0.40	0.63	0.71	0.81	0.97	1.12	1.32	1.62	1.81	1.93	2.05
	1.50	0.42	0.66	0.73	0.84	1.01	1.17	1.38	1.70	1.91	2.05	2.10
	≥ 3.00	0.43	0.68	0.75	0.87	1.04	1.21	1.43	1.76	1.98	2.13	2.27
90	1.00	0.47	0.74	0.82	0.94	1.13	1.31	1.54	1.88	2.10	2.24	2.36
	1.05	0.47	0.75	0.84	0.96	1.16	1.34	1.58	1.94	2.16	2.31	2.45
	1.20	0.49	0.78	0.87	1.01	1.21	1.41	1.66	2.05	2.29	2.45	2.61
	1.50	0.51	0.81	0.90	1.04	1.26	1.46	1.73	2.13	2.39	2.57	2.74
	≥ 3.00	0.52	0.83	0.92	1.06	1.29	1.50	1.77	2.19	2.47	2.65	2.83
100	1.00	0.56	0.88	0.99	1.14	1.37	1.59	1.88	2.30	2.56	2.73	2.88
	1.05	0.56	0.90	1.01	1.16	1.40	1.62	1.92	2.36	2.63	2.80	2.97
	1.20	0.58	0.93	1.04	1.20	1.45	1.69	2.00	2.46	2.76	2.95	3.13
	1.50	0.60	0.96	1.07	1.24	1.50	1.74	2.06	2.55	2.86	3.06	3.26
	≥ 3.00	0.61	0.98	1.09	1.26	1.53	1.78	2.11	2.61	2.93	3.14	3.35
112	1.00	0.66	1.06	1.19	1.37	1.65	1.92	2.27	2.78	3.09	3.29	3.46
	1.05	0.67	1.08	1.20	1.39	1.68	1.96	2.31	2.84	3.16	3.36	3.54
	1.20	0.69	1.11	1.24	1.43	1.74	2.02	2.39	2.95	3.29	3.51	3.70
	1.50	0.70	1.13	1.27	1.47	1.78	2.07	2.46	3.03	3.39	3.62	3.83
	≥ 3.00	0.71	1.15	1.29	1.49	1.81	2.11	2.50	3.09	3.46	3.70	3.92
125	1.00	0.78	1.25	1.40	1.61	1.95	2.27	2.68	3.28	3.63	3.84	4.01
	1.05	0.79	1.27	1.42	1.64	1.98	2.31	2.73	3.34	3.70	3.92	4.09
	1.20	0.80	1.30	1.45	1.68	2.04	2.37	2.81	3.44	3.83	4.06	4.26
	1.50	0.82	1.32	1.48	1.71	2.08	2.42	2.87	3.53	3.93	4.18	4.39
	≥ 3.00	0.83	1.34	1.50	1.74	2.11	2.46	2.92	3.59	4.00	4.26	4.48
140	1.00	0.91	1.47	1.64	1.89	2.30	2.67	3.15	3.83	4.21	4.42	4.56
	1.05	0.92	1.48	1.66	1.92	2.32	2.70	3.19	3.88	4.27	4.49	4.64
	1.20	0.93	1.51	1.69	1.96	2.38	2.77	3.27	3.99	4.40	4.64	4.80
	1.50	0.95	1.54	1.72	1.99	2.42	2.82	3.33	4.08	4.50	4.75	4.93
	≥ 3.00	0.96	1.56	1.74	2.02	2.45	2.86	3.38	4.14	4.58	4.83	5.02

ตัวประกอบแก้ไขความยาวสายพาน N_1

L_p	662	742	832	932	1032	1152	1282	1432	1632	1732	1832	2032
N_1	0.81	0.82	0.85	0.87	0.89	0.91	0.93	0.96	0.99	1.00	1.01	1.03
L_p	2272	2532	2832	3182	4032	5032						
N_1	1.06	1.09	1.11	1.13	1.20	1.25						

ความยาวคิซที่ $p = L_i + 30$ (mm)

L_i	483	535	560	580	600	630	655	670	690	710	730	750
	780	787	800	813	825	838	850	855	875	889	900	914
	925	950	965	975	1000	1016	1041	1060	1090	1105	1120	1143
	1168	1180	1200	1220	1250	1270	1300	1320	1346	1372	1400	1422
	1448	1475	1500	1525	1550	1575	1600	1625	1651	1676	1700	1725
	1750	1780	1800	1854	1900	1980	2000	2030	2057	2083	2100	2120
	2150	2200	2240	2285	2360	2435	2475	2500	2650	2730	2800	2840
	3000	3050	3150	3250	3550	3650	4000					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1.10 สมรรถนะในการส่งกำลังของสายพานลิ่มหน้าตัด "B"

ต่อเส้น P_R (เป็น kW) สำหรับสายพานยาว $L_p=2282$ mm.

และส่วนโค้งสัมผัส $\alpha = 180^\circ$

d _p (mm)	m _ω	ความเร็วรอบของล้อสายพานเล็ก n (rpm)										
		700	800	950	1000	1200	1450	1800	2000	2400	2850	3200
สมรรถนะในการส่งกำลังต่อเส้น P_R (kW)												
112	1.00	1.23	1.36	1.55	1.60	1.83	2.07	2.37	2.51	2.74	2.89	2.93
	1.05	1.27	1.41	1.60	1.66	1.90	2.16	2.48	2.63	2.88	3.06	3.12
	1.20	1.36	1.50	1.71	1.78	2.04	2.33	2.69	2.87	3.16	3.39	3.49
	1.50	1.42	1.58	1.80	1.87	2.15	2.46	2.85	3.05	3.38	3.65	3.78
	≥3.00	1.47	1.63	1.86	1.94	2.22	2.56	2.97	3.18	3.54	3.84	3.99
125	1.00	1.56	1.73	1.98	2.06	2.35	2.69	3.10	3.30	3.62	3.84	3.91
	1.05	1.60	1.78	2.03	2.11	2.42	2.77	3.20	3.41	3.76	4.01	4.10
	1.20	1.69	1.87	2.14	2.23	2.56	2.94	3.41	3.65	4.04	4.34	4.47
	1.50	1.75	1.95	2.23	2.32	2.67	3.08	3.58	3.83	4.26	4.60	4.76
	≥3.00	1.80	2.00	2.29	2.39	2.75	3.17	3.69	3.96	4.41	4.79	4.97
140	1.00	1.94	2.16	2.47	2.57	2.95	3.38	3.91	4.16	4.57	4.85	4.92
	1.05	1.98	2.20	2.52	2.63	3.02	3.47	4.01	4.28	4.71	5.02	5.11
	1.20	2.06	2.30	2.63	2.74	3.16	3.63	4.22	4.51	4.99	5.35	5.48
	1.50	2.13	2.37	2.72	2.83	3.27	3.77	4.39	4.70	5.21	5.61	5.78
	≥3.00	2.17	2.42	2.78	2.90	3.35	3.86	4.50	4.83	5.37	5.80	5.98
160	1.00	2.43	2.71	3.11	3.24	3.72	4.27	4.94	5.26	5.75	6.04	6.06
	1.05	2.47	2.76	3.16	3.29	3.79	4.36	5.04	5.37	5.89	6.21	6.25
	1.20	2.55	2.85	3.27	3.41	3.93	4.53	5.25	5.61	6.17	6.54	6.62
	1.50	2.62	2.92	3.36	3.50	4.04	4.66	5.42	5.79	6.39	6.80	6.91
	≥3.00	2.66	2.98	3.42	3.57	4.12	4.76	5.54	5.92	6.55	6.99	7.12
180	1.00	2.92	3.25	3.73	3.89	4.47	5.13	5.91	6.28	6.80	7.04	6.93
	1.05	2.96	3.30	3.79	3.95	4.54	5.22	6.02	6.39	6.94	7.21	7.12
	1.20	3.04	3.39	3.90	4.06	4.68	5.39	6.23	6.63	7.22	7.54	7.49
	1.50	3.10	3.47	3.99	4.16	4.79	5.52	6.39	6.81	7.44	7.80	7.78
	≥3.00	3.15	3.52	4.05	4.22	4.87	5.62	6.51	6.94	7.60	7.99	7.99
200	1.00	3.39	3.79	4.35	4.53	5.20	5.96	6.83	7.21	7.73	7.82	7.50
	1.05	3.44	3.83	4.40	4.59	5.27	6.04	6.93	7.33	7.87	7.99	7.69
	1.20	3.52	3.93	4.51	4.70	5.41	6.21	7.14	7.57	8.15	8.32	8.06
	1.50	3.58	4.00	4.60	4.79	5.52	6.35	7.31	7.75	8.37	8.58	8.36
	≥3.00	3.63	4.05	4.66	4.86	5.60	6.44	7.43	7.88	8.52	8.77	8.56
224	1.00	3.96	4.41	5.06	5.27	6.05	6.90	7.84	8.23	8.64		
	1.05	4.00	4.46	5.12	5.33	6.12	6.98	7.94	8.35	8.79		
	1.20	4.08	4.55	5.23	5.45	6.26	7.15	8.15	8.58	9.07		
	1.50	4.14	4.63	5.32	5.54	6.37	7.29	8.32	8.76	9.29		
	≥3.00	4.19	4.68	5.38	5.60	6.45	7.38	8.44	8.89	9.44		

ตัวประกอบแก้ไขความยาวสายพาน N_1

L_p	942	1042	1142	1292	1442	1642	1842	2042	2282	2592	2842	3192
N_1	0.81	0.84	0.86	0.88	0.90	0.93	0.95	0.98	1.00	1.03	1.05	1.07
L_p	3592	4042	4542	5042	5642	6342						
N_1	1.10	1.13	1.15	1.18	1.20	1.23						

ความยาวคัตช์ที่ใช้ $L_p = L_1 + 43$ (mm)

L_1	615	650	670	710	725	750	762	775	800	825	838	850
	875	889	900	925	950	965	975	990	1000	1017	1030	1050
	1060	1075	1090	1120	1150	1175	1180	1200	1215	1225	1250	1300
	1320	1350	1372	1400	1422	1450	1500	1525	1550	1575	1600	1625
	1650	1676	1700	1725	1750	1761	1800	1850	1900	1950	1981	2000
	2030	2060	2083	2108	2120	2160	2200	2240	2286	2300	2360	2400
	2450	2465	2500	2540	2650	2667	2700	2800	2840	2950	3000	3050
	3150	3250	3350	3450	3550	3658	3750	4000	4200	4250	4394	4500
	4572	4750	5000	5300	5600	6000	6300	6700	7000	7100		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1.11 สมรรถนะในการส่งกำลังของสายพานลิ่มหน้าตัด "C"

ต่อเส้น P_R (เป็น kW) สำหรับสายพานยาว $L_p=3811$ mm.

และส่วนโค้งสัมผัส $\alpha = 180^\circ$

d p (mm)	m w	ความเร็วรอบของล้อสายพานเล็ก n (rpm)										
		700	800	950	1000	1100	1200	1300	1450	1800	2000	2400
สมรรถนะในการส่งกำลังต่อเส้น P_R (kW)												
180	1.00	3.65	4.04	4.57	4.73	5.05	5.34	5.62	5.99	6.64	6.87	6.99
	1.05	3.76	4.16	4.71	4.88	5.22	5.53	5.81	6.20	6.91	7.17	7.35
	1.20	3.97	4.39	4.99	5.18	5.54	5.88	6.20	6.63	7.44	7.76	8.06
	1.50	4.13	4.58	5.21	5.41	5.80	6.16	6.50	6.97	7.86	8.23	8.62
	≥3.00	4.25	4.71	5.37	5.58	5.98	6.36	6.72	7.21	8.16	8.56	9.02
200	1.00	4.50	4.98	5.65	5.86	6.27	6.64	6.99	7.45	8.27	8.55	8.67
	1.05	4.60	5.10	5.80	6.01	6.43	6.82	7.18	7.67	8.54	8.86	9.03
	1.20	4.81	5.34	6.08	6.31	6.76	7.18	7.57	8.10	9.08	9.45	9.74
	1.50	4.98	5.52	6.30	6.54	7.01	7.46	7.87	8.44	9.50	9.92	10.30
	≥3.00	5.09	5.66	6.46	6.71	7.20	7.66	8.09	8.68	9.80	10.25	10.70
224	1.00	5.49	6.09	6.92	7.18	7.68	8.14	8.57	9.13	10.09	10.38	10.36
	1.05	5.60	6.21	7.07	7.34	7.85	8.32	8.76	9.35	10.36	10.68	10.72
	1.20	5.81	6.45	7.35	7.63	8.17	8.68	9.15	9.78	10.89	11.28	11.43
	1.50	5.97	6.64	7.57	7.87	8.43	8.96	9.45	10.12	11.31	11.75	11.99
	≥3.00	6.09	6.77	7.73	8.03	8.61	9.16	9.67	10.36	11.61	12.08	12.39
250	1.00	6.55	7.27	8.26	8.57	9.16	9.70	10.19	10.84	11.86	12.10	11.76
	1.05	6.66	7.39	8.41	8.72	9.32	9.88	10.39	11.06	12.13	12.41	12.12
	1.20	6.86	7.62	8.69	9.02	9.65	10.24	10.77	11.49	12.66	13.00	12.83
	1.50	7.03	7.81	8.91	9.25	9.91	10.52	11.08	11.82	13.08	13.47	13.39
	≥3.00	7.14	7.94	9.07	9.42	10.09	10.72	11.29	12.07	13.38	13.80	13.79
280	1.00	7.74	8.59	9.75	10.11	10.79	11.40	11.96	12.65	13.63	13.72	13.72
	1.05	7.85	8.71	9.90	10.26	10.96	11.59	12.15	12.87	13.90	14.02	14.02
	1.20	8.06	8.95	10.18	10.56	11.28	11.94	12.54	13.30	14.43	14.62	14.62
	1.50	8.22	9.13	10.40	10.79	11.54	12.22	12.84	13.64	14.85	15.08	15.08
	≥3.00	8.34	9.27	10.56	10.96	11.72	12.42	13.06	13.88	15.15	15.42	15.42
315	1.00	9.10	10.08	11.42	11.83	12.58	13.26	13.85	14.55	15.29	15.06	15.06
	1.05	9.21	10.20	11.56	11.98	12.75	13.44	14.04	14.77	15.56	15.37	15.37
	1.20	9.41	10.44	11.84	12.27	13.08	13.80	14.43	15.20	16.09	15.96	15.96
	1.50	9.58	10.63	12.06	12.51	13.33	14.08	14.73	15.54	16.51	16.43	16.43
	≥3.00	9.69	10.76	12.22	12.67	13.52	14.28	14.95	15.78	16.81	16.76	16.76
355	1.00	10.60	11.72	13.22	13.67	14.48	15.19	15.77	16.40	16.59	16.59	16.59
	1.05	10.70	11.84	13.36	13.82	14.65	15.37	15.97	16.62	16.87	16.87	16.87
	1.20	10.91	12.07	13.64	14.11	14.97	15.72	16.35	17.05	17.40	17.40	17.40
	1.50	11.08	12.26	13.86	14.35	15.23	16.00	16.66	17.39	17.82	17.82	17.82
	≥3.00	11.19	12.39	14.02	14.51	15.42	16.20	16.87	17.63	18.12	18.12	18.12

ตัวประกอบแก้ไขความยาวสายพาน N_1

L_p	1461	1661	1861	2061	2301	2561	2861	3211	3611	3811	4061	4561
N_1	0.81	0.84	0.85	0.88	0.91	0.93	0.95	0.97	0.98	1.00	1.02	1.04
L_p	5061	5661	6361	7161	8061	10061						
N_1	1.07	1.09	1.12	1.15	1.18	1.23						

ความยาวคัตที่ $L_p = L_1 + 52$ (mm)

L_1	1000	1090	1180	1210	1250	1295	1320	1400	1500	1524	1600	1700
	1727	1800	1900	2000	2057	2159	2286	2360	2450	2500	2560	2670
	2685	2800	2840	2965	3000	3050	3150	3250	3350	3454	3550	3658
	3750	4000	4020	4115	4390	4500	4572	5000	5300	5600	6000	6300
	6700	7100	7500	7650	8000	8500						

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1.12 สมรรถนะในการส่งกำลังของสายพานลิ่มหน้าตัด "D"

ต่อเส้น P_R (เป็น kW) สำหรับสายพานยาว $L_p=6380$ mm.

และส่วนโค้งสัมผัส $\alpha = 180^\circ$

d _p (mm)	m ω	ความเร็วรอบของล้อสายพานเล็ก n (rpm)										
		400	450	500	550	600	700	800	950	1000	1100	1200
315	1.00	8.22	8.99	9.72	10.41	11.07	12.27	13.34	14.66	15.02	15.61	16.03
	1.05	8.45	9.24	10.00	10.72	11.40	12.67	13.79	15.19	15.58	16.23	16.70
	1.20	8.89	9.73	10.54	11.32	12.06	13.44	14.67	16.23	16.68	17.43	18.02
	1.50	9.24	10.13	10.98	11.80	12.58	14.05	15.36	17.06	17.55	18.39	19.06
	≥3.00	9.48	10.40	11.29	12.14	12.95	14.48	15.86	17.65	18.16	19.07	19.80
355	1.00	10.32	11.31	12.24	13.14	13.99	15.55	16.92	18.60	19.05	19.78	20.27
	1.05	10.55	11.56	12.52	13.45	14.32	15.94	17.37	19.13	19.61	20.40	20.95
	1.20	10.99	12.05	13.07	14.05	14.98	16.71	18.25	20.17	20.71	21.61	22.27
	1.50	11.34	12.44	13.51	14.53	15.50	17.32	18.94	21.00	21.58	22.57	23.31
	≥3.00	11.58	12.72	13.82	14.87	15.87	17.75	19.44	21.59	22.20	23.24	24.05
400	1.00	12.64	13.86	15.02	16.13	17.17	19.09	20.75	22.73	23.24	24.03	24.49
	1.05	12.87	14.11	15.30	16.43	17.51	19.48	21.20	23.26	23.80	24.65	25.16
	1.20	13.30	14.61	15.85	17.04	18.17	20.25	22.08	24.31	24.90	25.86	26.48
	1.50	13.65	15.00	16.29	17.52	18.69	20.86	22.77	25.13	25.77	26.82	27.53
	≥3.00	13.90	15.27	16.59	17.86	19.06	21.29	23.27	25.72	26.39	27.49	28.27
450	1.00	15.16	16.63	18.02	19.34	20.59	22.84	24.75	26.92	27.44	28.16	28.41
	1.05	15.39	16.88	18.30	19.65	20.92	23.23	25.20	27.45	28.00	28.77	29.08
	1.20	15.83	17.37	18.85	20.25	21.58	24.00	26.07	28.49	29.10	29.98	30.40
	1.50	16.17	17.77	19.29	20.73	22.10	24.61	26.77	29.32	29.97	30.94	31.45
	≥3.00	16.42	18.04	19.59	21.07	22.47	25.04	27.26	29.91	30.58	31.62	32.19
500	1.00	17.63	19.32	20.93	22.44	23.86	26.38	28.46	30.64	31.10	31.59	31.45
	1.05	17.85	19.58	21.21	22.75	24.20	26.77	28.90	31.18	31.66	32.20	32.12
	1.20	18.29	20.07	21.76	23.36	24.86	27.54	29.78	32.22	32.76	33.41	33.44
	1.50	18.64	20.46	22.20	23.84	25.38	28.15	30.48	33.05	33.63	34.37	34.48
	≥3.00	18.89	20.74	22.50	24.18	25.75	28.58	30.97	33.63	34.25	35.05	35.22
560	1.00	20.51	22.46	24.30	26.01	27.59	30.34	32.49	34.45	34.74	34.70	
	1.05	20.73	22.72	24.58	26.32	27.93	30.74	32.94	34.99	35.30	35.32	
	1.20	21.17	23.21	25.13	26.92	28.59	31.51	33.82	36.03	36.40	36.53	
	1.50	21.52	23.60	25.56	27.40	29.11	32.12	34.52	36.86	37.27	37.49	
	≥3.00	21.77	23.88	25.87	27.74	29.48	32.55	35.01	37.44	37.88	38.17	
630	1.00	23.77	25.99	28.05	29.94	31.67	34.54	36.59	37.90	37.82		
	1.05	23.99	26.24	28.33	30.25	32.00	34.93	37.03	38.43	38.38		
	1.20	24.43	26.73	28.88	30.86	32.66	35.70	37.91	39.48	39.48		
	1.50	24.78	27.12	29.31	31.34	33.18	36.31	38.61	40.30	40.35		
	≥3.00	25.03	27.40	29.62	31.68	33.55	36.74	39.10	40.89	40.97		

ตัวประกอบแก้ไขความยาวสายพาน N_L

L_p	3230	3630	4080	4580	5080	5680	6380	7180	7580	8080	8500	9080
N_L	0.86	0.89	0.91	0.93	0.96	0.98	1.00	1.03	1.05	1.06	1.07	1.08
L_p	9580	10080	11280	12580	14080	16080						
N_L	1.10	1.11	1.14	1.17	1.20	1.22						

ความยาวคดของสาย $L = L_1 + 75$ (mm)

L_1	2500	2650	2800	3000	3150	3250	3350	3550	3658	3750	4000	4500
	5000	5300	5330	5600	6000	6300	6700	7100	7500	8000	8500	9000
	9500	10000	11200	12500								

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1.13 สมรรถนะในการส่งกำลังของสายพานลิ่มหน้าตัด "E"

ต่อเส้น P_R (เป็น kW) สำหรับสายพานยาว $L_p=7184$ mm.

และส่วนโค้งสัมผัส $\alpha = 180^\circ$

d_p (mm)	ω (rpm)	ความเร็วรอบของล้อสายพานเล็ก n (rpm)										
		400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	950
สมรรถนะในการส่งกำลังต่อเส้น P_R (kW)												
450	1.00	17.52	19.09	20.55	21.91	23.16	24.30	25.32	26.22	27.00	27.64	28.52
	1.05	17.95	19.57	21.09	22.50	23.81	25.00	26.08	27.03	27.86	28.56	29.55
	1.20	18.80	20.52	22.15	23.66	25.07	26.37	27.55	28.61	29.55	30.35	31.55
	1.50	19.46	21.27	22.98	24.58	26.07	27.45	28.72	29.86	30.88	31.77	33.13
	≥ 3.00	19.94	21.81	23.57	25.23	26.78	28.22	29.55	30.75	31.83	32.78	34.26
500	1.00	21.14	23.05	24.83	26.48	27.99	29.35	30.56	31.61	32.50	33.21	34.09
	1.05	21.57	23.54	25.37	27.07	28.63	30.05	31.31	32.42	33.36	34.13	35.11
	1.20	22.42	24.49	26.43	28.23	29.90	31.42	32.79	34.00	35.04	35.92	37.12
	1.50	23.08	25.24	27.26	29.15	30.90	32.50	33.96	35.25	36.38	37.34	38.70
	≥ 3.00	23.56	25.77	27.85	29.80	31.61	33.27	34.78	36.14	37.33	38.34	39.83
560	1.00	25.38	27.67	29.79	31.74	33.50	35.07	36.43	37.58	38.51	39.20	39.84
	1.05	25.81	28.15	30.33	32.33	34.15	35.77	37.19	38.39	39.37	40.12	40.86
	1.20	26.65	29.10	31.38	33.49	35.41	37.14	38.66	39.97	41.06	41.91	42.86
	1.50	27.32	29.85	32.22	34.41	36.41	38.22	39.83	41.22	42.39	43.33	44.45
	≥ 3.00	27.79	30.39	32.81	35.06	37.12	38.99	40.66	42.11	43.34	44.33	45.57
630	1.00	30.17	32.86	35.32	37.55	39.53	41.24	42.68	43.82	44.65	45.15	45.12
	1.05	30.60	33.34	35.86	38.14	40.17	41.94	43.43	44.62	45.51	46.07	46.14
	1.20	31.44	34.29	36.91	39.30	41.44	43.31	44.90	46.20	47.19	47.86	48.14
	1.50	32.11	35.04	37.75	40.22	42.44	44.39	46.07	47.46	48.53	49.28	49.73
	≥ 3.00	32.59	35.57	38.34	40.87	43.15	45.16	46.90	48.34	49.48	50.28	50.85
710	1.00	35.44	38.51	41.28	43.73	45.84	47.58	48.93	49.88	50.39	50.45	
	1.05	35.87	39.00	41.82	44.32	46.48	48.28	49.69	50.69	51.26	51.37	
	1.20	36.71	39.94	42.87	45.48	47.75	49.65	51.16	52.27	52.94	53.16	
	1.50	37.38	40.70	43.71	46.40	48.75	50.73	52.33	53.52	54.28	54.58	
	≥ 3.00	37.85	41.23	44.30	47.05	49.46	51.50	53.16	54.41	55.22	55.58	
800	1.00	41.09	44.50	47.50	50.05	52.14	53.72	54.75	55.22			
	1.05	41.52	44.98	48.04	50.65	52.78	54.42	55.51	56.03			
	1.20	42.36	45.93	49.09	51.81	54.05	55.78	56.98	57.61			
	1.50	43.03	46.68	49.92	52.72	55.05	56.87	58.15	58.86			
	≥ 3.00	43.50	47.22	50.52	53.37	55.76	57.64	58.98	59.75			
900	1.00	47.00	50.65	53.75	56.23	58.05	59.18					
	1.05	47.43	51.14	54.28	56.82	58.70	59.88					
	1.20	48.27	52.09	55.34	57.98	59.96	61.25					
	1.50	48.94	52.84	56.17	58.90	60.97	62.33					
	≥ 3.00	49.41	53.37	56.76	59.55	61.68	63.10					

ตัวประกอบแก้ไขความยาวสายพาน N_1

L_p	4834	5084	5384	5684	6084	6384	6784	7184	7585	8084	8584	9084
N_1	0.91	0.92	0.94	0.95	0.96	0.97	0.99	1.00	1.01	1.02	1.03	1.05
L_p	9584	10084	11284	12584	14084	16084						
N_1	1.06	1.07	1.10	1.12	1.15	1.18						

ความยาวติดต่อ $L_p = L_1 + 82$ (mm)

L_1	3000	3350	4000	5000	5600	6000	6300	7100	7500	8000	9000	10000
	11200	12500										

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำลังที่ส่งออกจากเฟืองทด 1/4Hp(186.5 W) ความเร็วรอบ 36.25 rpm ไปยัง roller ทำงานวัน
ละ 2 hr ที่ความเร็วรอบ 18 rpm

ขั้นแรกต้องหาขนาดหน้าตัดของสายพานก่อนโดยใช้รูป 3.1.6

กำลังที่ต้องการส่ง $W_p = 186.5$ W

จากตารางที่ 3.1.5 ตัวประกอบใช้งาน $N_s = 1.3$

ดังนั้น $W_p * N_s = 186.5 * 1.2 = 223.8$ W = 0.23 kW

จากรูป 3.1.6 เลือกสายพานหน้าตัด A

อัตราทด $m_w = n_1 / n_2 = 36.25 / 18 = 2$

เลือกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของล้อสายพานเล็ก จากตาราง 3.1.1

ให้ $d_p = 80$ mm

ดังนั้น $D_p = m_w * d_p = 2 * 80 = 160$ mm

ในการคำนวณหาระยะห่างระหว่างศูนย์กลางล้อสายพาน ผู้ผลิตได้แนะนำให้ใช้ค่าดังนี้

$$C_{max} = 2(d_p + D_p) = 2(80 + 160) = 480 \text{ mm}$$

$$C_{min} = 0.7(d_p + D_p) = 0.7(80 + 160) = 192 \text{ mm}$$

ทดลองเลือกใช้ $C = 400$ mm

หาความยาวพิตซ์โดยประมาณจากสมการ

$$L_p = 2C + 1.57(d_p + D_p) + \frac{(d_p + D_p)^2}{4C}$$
$$= 2 * 400 + 1.57(80 + 160) + \frac{(80 + 160)^2}{4 * 400}$$
$$= 1224 \text{ mm}$$

จากตาราง 3.1.9 เลือกใช้สายพาน $L_p = 1230$ mm

ระยะห่างระหว่างศูนย์กลางสายพาน

$$C = p + \sqrt{p^2 - q}$$

$$p = 0.25 L_p - 0.393(D_p + d_p)$$
$$= 0.25 * 1230 - 0.393(160 + 80) = 213.18$$

$$q = 0.125(d_p + D_p)^2$$
$$= 0.125(80 + 160)^2 = 800$$

$$C = 213.8 + \sqrt{(213.8)^2 - 800} = 425 \text{ mm}$$

ส่วนโค้งสัมผัส

$$\frac{D_p + d_p}{C} = \frac{160 + 80}{425} = 0.19$$

จากตาราง 3.1.6 ตัวประกอบแก้ไขส่วนโค้งสัมผัส

$$N_s = 0.75$$

จากตาราง 3.1.9 ตัวประกอบแก้ไขความยาวสายพาน

$$N_l = 0.82$$

และสำหรับล้อยาสายพานขนาด 80 mm อัตราทด $m_w = 2$ และ $n = 36.25$ rpm จากตาราง 3.1.9

$$P_R = 0.42 \text{ kW ต่อ เส้น}$$

$$z = \frac{W_p N_s}{P_R N_s N_L}$$
$$= \frac{0.186 \cdot 1.2}{0.24 \cdot 0.75 \cdot 0.82}$$
$$= 0.86$$

ดังนั้นเลือกใช้สายพานหน้าตัด A*1200 จำนวน 1 เส้น

มุมสัมผัสของสายพาน

$$\alpha_1 = \frac{\pi - 2 \sin^{-1} \left(\frac{D-d}{2C} \right)}{2} \text{ rad}$$

$$\alpha_1 = \frac{\pi - 2 \sin^{-1} \left(\frac{160-80}{2 \cdot 425} \right)}{2} \text{ rad}$$
$$= 169.19^\circ$$

$$\text{ความเร็วสายพาน } v_2 = \pi d_p n = \pi (80/1000) (36.25/60) = 1.5 \text{ m/s}$$

แรงดึงในสายพานขณะส่งกำลัง

$$F = W_p / v = 186.5 / 1.5 = 122.8 \text{ N}$$

$$\text{จากตาราง 3.1.3 } k_1 = 1.5$$

$$\text{จากตาราง 3.1.4 } k_2 = 0.217$$

$$\sin \alpha / 2 = 0.9955$$

$$v^2 = 2.3$$

แรงดึงขั้นต้นในสายพาน

$$F_1 = (k_1 F + k_2 v^2) \sin(\alpha / 2)$$
$$= (1.5 \cdot 122.5 + 1 \cdot 0.217 \cdot 2.3) 0.9955$$
$$= 183.86 \text{ N}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 โซ่

บทนำ

การขับเคลื่อนโซ่มีโซ่อยู่มากมายทางด้านเครื่องจักรกล เนื่องจากมีลักษณะคล้ายกับการขับเคลื่อนด้วยสายพาน โซ่จะคล้องอยู่กับเฟืองโซ่ (sprocket) ซึ่งติดอยู่บนเพลาลูกเบี้ยวและเพลาลูกตาม อัตราทดของการขับเคลื่อนขึ้นอยู่กับขนาดของเฟืองโซ่ทั้งสอง และการขับเคลื่อนโซ่จะไม่มีการสลิปเกิดขึ้นระหว่างโซ่กับเฟืองโซ่

เนื่องจากการขับเคลื่อนโซ่มีความไวใจได้และถูกต้องตามหลักเศรษฐศาสตร์ จึงนิยมใช้มาก การขับเคลื่อนโซ่มีก็ต่ออยู่ระหว่างการขับเคลื่อนระหว่างสายพาน และการขับเคลื่อนเฟือง ทางด้านราคา สมรรถนะในการส่งกำลังและการบำรุงรักษา โซ่สามารถขับเคลื่อนได้ในระยะทางไกลกว่าสายพาน และขับเคลื่อนพร้อมกันหลายเพลาลูกที่มีทิศทางหมุนตามกันหรือสวนทางกันก็ได้

ข้อดีของการขับเคลื่อนโซ่

1. ในการติดตั้งไม่ต้องการความเที่ยงตรงเท่ากับเฟือง
2. ไม่จำเป็นต้องมีแรงดึงขึ้นต้นในโซ่ด้านดึงเหมือนกับสายพาน ทำให้อายุการใช้งานและแบร็ริงที่รองรับเพลาลูกเบี้ยวมากขึ้น
3. ไม่มีการสลิปในการส่งกำลังเหมือนกับสายพาน ทำให้ได้อัตราทดที่แน่นอน
4. มีขนาดกะทัดรัดกว่าสายพาน เมื่อใช้งานด้วยอัตราทดที่เท่ากัน
5. ติดตั้งง่ายกว่าสายพาน เพราะเฟืองแค่คล้องเข้ากับเฟืองโซ่และสอดสลักเข้าไปเท่านั้น
6. ใช้งานได้กับอุณหภูมิสูง บริเวณที่มีความชื้นและฝุ่นละออง

ข้อเสียของการขับเคลื่อนโซ่

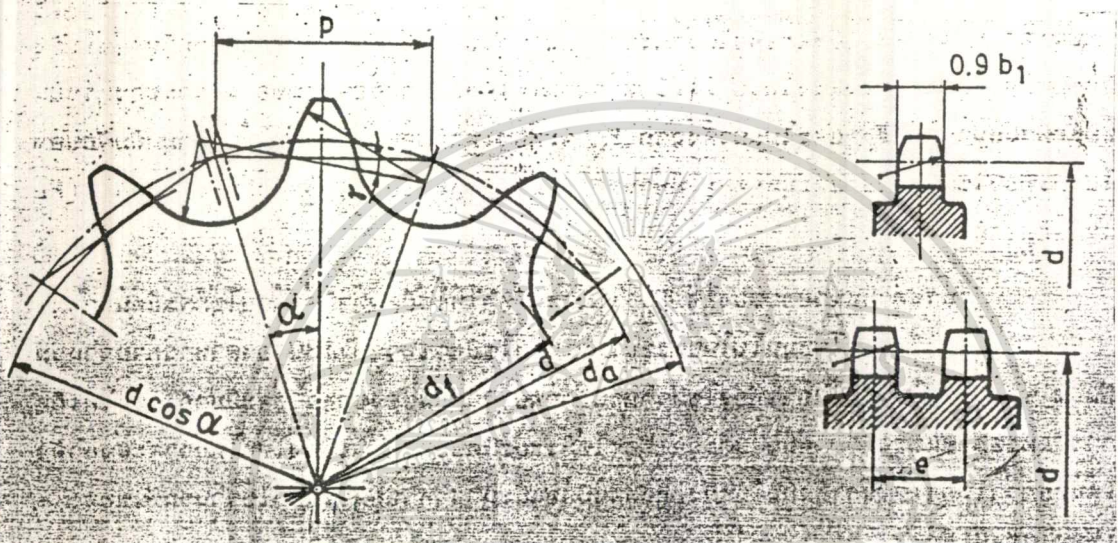
1. มีเสียงดัง
2. เนื่องจากความเร็วรอบจะมีอันตรายเมื่อโซ่ขาด
3. ไม่มีความอ่อนตัวในการส่งกำลัง เพลาลูกต้องขนานกัน
4. ส่งกำลังแบบ(crossed drive)ไม่ได้

เฟืองโซ่

เส้นผ่านศูนย์กลางพิตช์ของเฟืองโซ่ d ดังรูป 3.2.1 คือเส้นผ่านศูนย์กลางของวงกลมที่ลากผ่านจุดศูนย์กลางของข้อต่อโซ่ที่คล้องอยู่บนเฟืองโซ่ ซึ่งก็คือวงกลมที่ลากผ่านมุมของรูปหลายเหลี่ยมที่เกิดขึ้นเนื่องจากโซ่ คล้องบนเฟืองโซ่ เซอร์คิวลาพิตช์ P_c ของวงกลมพิตช์ซึ่งวัดตามส่วนโค้งของวงกลมพิตช์ จึงมีค่ามากกว่าระยะพิตช์ P ของโซ่ สำหรับเฟืองโซ่เฟืองหนึ่งจะมีมุมพิตช์ ; เป็นค่าคงที่ ซึ่ง

$$\sin \alpha = p/d$$

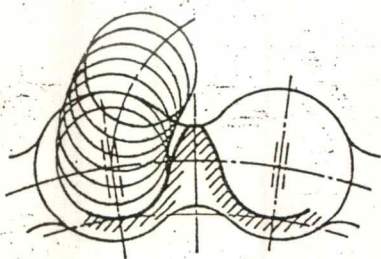
รูปที่ 3.2.1 เฟืองโซ่สำหรับโซ่โรลเลอร์และโซ่บูช



ลักษณะของฟันโซ่จะต้องทำให้การเคลื่อนที่ของโซ่เลอร์เป็นไปได้อย่างสะดวก ซึ่งจะเห็นการเคลื่อนที่ของโรลเลอร์ได้ดังรูป 3.2.2 นอกจากนี้อาจมีลักษณะแตกต่างกันออกไปตามความต้องการของบริษัทผู้ผลิต เพื่อให้โซ่มีมุมกด γ ตามความต้องการ

เฟืองโซ่สำหรับโซ่โรลเลอร์และโซ่บูชดังรูป 3.2.1 จะมีมุมกดแตกต่างกันไปมาก ถ้ามุมกด γ โดมากจะทำให้โซ่ยึดออกเท่ากันทุกข้อ แต่จะต้องทำให้โซ่ด้านหย่อนตึงขึ้น และทำให้เกิดเสียงดังในขณะขับมากขึ้น

รูปที่ 3.2.2 การเคลื่อนที่ของโรลเลอร์ขณะส่งกำลัง



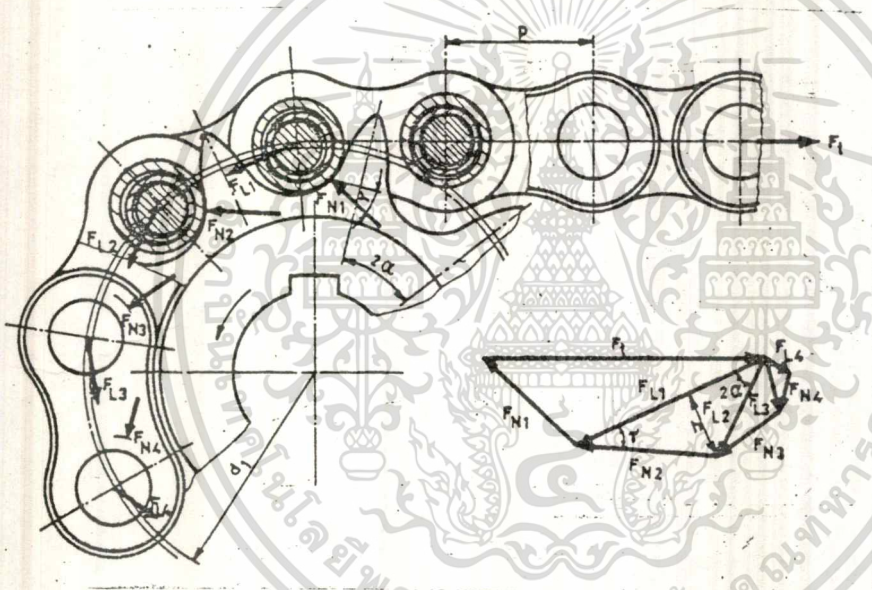
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การส่งกำลัง

ในขณะส่งกำลังแรงในแนวสัมผัส F_t ที่เกิดจากโซ่กระทำกับเฟืองโซ่ มีลักษณะดังรูป 3.2.4 ซึ่งจะเห็นได้ว่าแรงตามแนวยาวของโซ่ F_L จะลดลงจากฟันหนึ่งไปอีกฟันหนึ่ง แผนภาพของแรงในรูป 3.2.4 สร้างขึ้นได้โดยถือว่าข้อต่อทุกข้อ ผลรวมของแรงบนข้อต่อตามแนวยาว F_L และแรงในแนวตั้งฉาก F_N จะต้องเท่ากับศูนย์ จะเห็นได้ว่าถ้ามุมสัมผัสของโซ่กับเฟืองโซ่มีค่าน้อย และมุมกด γ มีค่ามาก จะมีแรงเหลืออยู่ในโซ่ด้านหย่อนค่อนข้างมาก (คือแรง F_{N4} ดังรูป 3.2.4)

แรงตามแนวยาวของโซ่ F_L เป็นแรงที่ทำให้โซ่ยืด ถ้ามีแรงน้อยโซ่ก็จะยืดน้อยลง มุมที่ข้อต่อโซ่หมุนไปในขณะขับโดยเฟืองโซ่มีค่าเท่ากับ 180 องศาหารด้วยจำนวนฟัน Z ของเฟืองโซ่ ดังนั้นถ้าเฟืองโซ่มีจำนวนฟันน้อย มุมหมุนของข้อต่อโซ่จะมีมาก ทำให้เกิดการสึกหรอที่บูชและสลักมากขึ้น และถ้าเฟืองโซ่มีระยะพิตช์เท่ากัน เฟืองโซ่ที่โตกว่าจะส่งกำลังได้น้อยกว่าเฟืองโซ่เล็ก ดังนั้นในทางปฏิบัติจึงมีข้อแนะนำสำหรับการเลือกใช้จำนวนฟันของเฟืองโซ่ดังนี้

รูปที่ 3.2.3 การส่งกำลังจากเฟืองโซ่ไปยังโซ่โรเลอร์



- ความเร็วต่ำมาก $Z_{min} = 12$
- ความเร็วต่ำ $Z_{min} = 17$
- ความเร็วปานกลาง $Z_{min} = 21$
- ความเร็วสูง $Z_{min} = 12$
- สำหรับการขับเพื่อทดเพิ่มความเร็ว $Z_{min} = 23$

โดยปกติมักจะใช้จำนวนฟันของโซ่เป็นเลขคู่ และจำนวนข้อต่อโซ่เป็นเลขคู่ เพื่อช่วยให้ความถี่ในการสัมผัสระหว่างฟันของเฟืองโซ่กับข้อต่อน้อยลง ช่วยให้โซ่มีความสึกหรอน้อยลง

โซ่มาตรฐาน

องค์การมาตรฐานระหว่างประเทศ (ISO) ได้กำหนดมาตรฐานของโซ่โรเลอร์ สำหรับใช้ส่งกำลังไว้ใน ISO/R 606-1967(E) ซึ่งครอบคลุมถึงโซ่โรเลอร์ตามมาตรฐานอังกฤษ (BS) และมาตรฐานอเมริกา (ANSI) โดยใช้อักษร B และ A ต่อท้ายเพื่อแสดงถึงที่มาของโซ่จากอังกฤษ และสหรัฐอเมริกาตามลำดับ

การให้ชื่อโรเลอร์ ISO กำหนดให้ใช้ตัวอักษรสองตัวแทนระยะพิตซ์ของโซ่โดยบอกเป็นเศษในสิบหกส่วนของหนึ่งนิ้ว ตามด้วยอักษร B หรือ A แล้วตามด้วยตัวเลขหลังยัติภังค์ (hyphen) ดังนี้คือ 1 แทนโซ่หนึ่งชั้น 2 แทนโซ่สองชั้น ตัวอย่างเช่น

โซ่โรเลอร์ ISO/R 606 16B-2 หมายความว่า โซ่โรเลอร์มีระยะพิตซ์เท่ากับ 16/16 คือ 1 in หรือ 25.40 mm เป็นโซ่ตามมาตรฐาน B และมีสองชั้น

ขนาดโซ่โรเลอร์มาตรฐาน ISO จะดูได้จากตาราง 3.2.1(ก) และมวลของโซ่ต่อความยาวดูได้จากตาราง 3.2.1 (ข)

ตารางที่ 3.2.1(ก) โซ่โรเลอร์ตามมาตรฐาน ISO/R 606-1976(E)

ขนาด เป็น mm

โซ่ ISO	พิตซ์ p	d ₁ max	b ₁ min	d ₂ max	b ₃ min	แรงแตกหัก kN		
						หนึ่งชั้น	สองชั้น	สามชั้น
05B	8.00	5.00	3.00	2.31	4.90	4.51	7.85	11.18
06B	9.525	6.35	5.72	3.28	8.66	8.93	16.97	24.92
08A	12.70	7.95	7.95	3.96	11.31	13.83	27.66	41.50
08B	12.70	8.51	7.75	4.45	11.43	17.85	31.20	44.54
10A	15.875	10.16	9.53	5.08	13.97	21.78	43.56	65.33
10B	15.875	10.16	9.65	5.08	13.41	22.27	44.54	66.81
12A	19.05	11.91	12.70	5.94	17.88	31.20	62.39	93.59
12B	19.05	12.07	11.68	5.72	15.75	28.94	57.88	86.82
16A	25.40	15.88	15.88	7.92	22.74	55.62	111.25	166.87
16B	25.40	15.88	17.02	8.28	25.58	42.28	84.56	126.84
20A	31.75	19.05	19.05	9.53	27.59	86.82	173.64	260.46
20B	31.75	19.05	19.56	10.19	29.14	64.55	129.10	193.65
24A	38.10	22.23	25.40	11.10	35.59	124.59	249.17	373.76
24B	38.10	25.40	25.40	14.63	38.05	97.90	195.81	293.71

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขนาดเป็น mm

ไซ้	พิศข	d ₁	b ₁	d ₂	b ₃	แรงแตกหัก kN		
						หนึ่งชั้น	สองชั้น	สามชั้น
ISO	p	max	min	max	min			
28A	44.45	25.40	25.40	12.70	37.32	169.12	338.25	507.37
28B	44.45	27.94	30.99	15.90	46.71	129.10	258.20	387.30
32A	50.80	28.58	31.75	14.27	45.34	222.49	444.98	667.47
32B	50.80	29.21	30.99	17.81	45.70	169.12	338.25	507.37
40A	63.50	39.68	38.10	19.84	55.02	347.08	694.16	1041.23
40B	63.50	39.37	38.10	22.89	55.88	262.61	525.23	787.84
48A	76.20	47.63	47.63	23.80	67.95	500.60	1001.21	1501.81
48B	76.20	48.26	45.72	29.24	70.69	400.54	800.99	1201.43
56B	88.90	53.98	53.34	34.32	81.46	542.89	1085.77	-
64B	101.60	63.50	60.96	39.40	92.15	712.01	1423.92	-
72B	114.30	72.39	68.58	44.48	103.94	898.89	1797.78	-

ตารางที่ 3.2.1(ข) มวลไซ้โรเลอร์ต่อความยาว

ไซ้	มวลของไซ้, kg/m			ไซ้	มวลของไซ้, kg/m			
	หนึ่งชั้น	สองชั้น	สามชั้น		ISO	หนึ่งชั้น	สองชั้น	สามชั้น
06B	0.39	0.74	1.10	06A	0.33	0.65	0.98	
08B	0.68	1.34	1.99	08A	0.61	1.22	1.83	2.44
10B	0.85	1.70	2.55	10A	0.98	1.96	2.95	3.93
12B	1.16	2.31	3.45	12A	1.59	3.05	4.54	6.10
16B	2.71	5.42	8.13	16A	2.50	5.00	7.50	10.00
20B	3.70	7.40	11.10	20A	3.68	7.35	11.03	14.70
24B	6.70	13.75	20.75	24A	5.54	11.07	16.61	22.14
28B	8.25	16.80	25.40	28A	7.52	15.00	22.60	30.10
32B	9.22	18.45	27.67	32A	9.67	19.34	29.02	38.69
40B	15.48	31.55	47.62	40A	15.48	30.95	46.43	61.90
48B	24.71	50.00	75.45	48A				
56B	33.20	67.60		56A				
64B	44.64	89.29		64A				
72B	59.50			72A				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับโซ่ที่ยังมิได้มีการกำหนดเป็นมาตรฐานระหว่างประเทศ ดังนั้นในที่นี้จึงจะใช้มาตรฐาน
อุตสาหกรรมของสหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมัน (DIN) แทนที่ประกอบในการคำนวณขนาดโซ่ฟันมาตรฐาน
DIN จะดูได้จากตารางที่ 3.2.2 การให้ชื่อจะบอกเป็นระยะพิตช์ของโซ่คูณกับความกว้างระบุของโซ่ เช่น
12.7*30 DIN 8190 หมายถึงโซ่ฟันที่มีระยะพิตช์ 12.7 mm มีกว้างระบุเป็น 30 mm

ตารางที่ 3.2.2 โซ่ฟันตามมาตรฐาน DIN 8190-1954

ขนาดเป็น mm

พิตช์ p	ความกว้าง ระบุ b _N	ความกว้าง โซ่งาน b	ความกว้าง ด้านนอก e	แรงแตกหัก kN		มวล kg/m
				A ไม่ขบแข็ง	B ขบแข็ง	
12.70	25	23.5	28.0	14.22	28.45	1.3
	30	29.5	34.0	17.66	35.32	1.6
	40	42.0	46.5	25.51	51.01	2.1
	50	48.5	53.0	29.43	58.86	2.6
15.875	25	23.5	28.5	15.70	31.39	1.9
	30	29.5	34.5	20.60	41.20	2.4
	40	42.0	47.0	29.43	58.86	3.2
	50	48.5	53.5	34.34	68.67	3.9
	65	64.0	69.0	45.13	90.25	5.1
19.05	30	29.5	35.0	27.47	54.94	3.0
	40	42.0	48.5	39.24	78.48	3.8
	50	48.5	54.0	46.11	92.21	4.8
	65	64.0	69.5	61.80	123.61	6.2
	75	76.5	82.0	73.58	147.15	7.4
25.40	50	52.0	59.0	85.35	122.63	7.0
	65	64.5	71.5	96.14	137.34	8.5
	75	76.5	83.5	128.51	183.45	10.1
	90	89.0	96.0	137.34	196.20	11.4
	100	101.0	108.0	171.68	245.25	13.2
38.10	65	64.5	72.5	130.47	186.39	13.2
	75	76.5	84.5	171.68	245.25	15.2
	100	101.0	109.0	230.54	329.62	20.2
	125	125.0	133.0	288.41	412.02	25.0
	150	150.0	158.0	377.69	539.55	30.0
50.80	75	78.0	88.0	233.48	333.54	19.5
	100	102.0	112.0	312.94	447.34	25.7
	125	128.0	138.0	391.42	559.17	32.0
	150	152.0	162.0	443.41	633.73	38.2
	175	176.0	186.0	542.49	774.99	44.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคำนวณหาขนาดโซ่

ในทางปฏิบัติการคำนวณหาขนาดโซ่มักจะใช้วิธีเลือกขนาดโซ่จากแค็ตตาล็อกของบริษัทผู้ผลิตโซ่ โดยทำตามคำแนะนำในแค็ตตาล็อกนั้น ซึ่งจะได้อีกต่อไป หลังจากเลือกขนาดของโซ่ได้แล้ว อาจจะต้องตรวจสอบว่าโซ่ทำงานได้หรือไม่ตามสมการ

$$F = F_0 / N_0$$

โดยที่ F_0 = แรงแตกหักน้อยที่สุดของโซ่

N_0 = ค่าความปลอดภัยซึ่งควรมีค่าระหว่าง 7 ถึง 15

โซ่โรเลอร์

ในการเลือกขนาดโซ่โรเลอร์จะต้องทราบข้อมูลดังต่อไปนี้

ก. กำลังงานที่ต้องการส่งเป็น kW

ข. ความเร็วรอบของเพลาลำดับและเพลาดำตามเป็น rpm

ค. การใช้งาน เช่น ชนิดอุปกรณ์ขับและอุปกรณ์ที่ต้องการขับ

จากข้อมูลดังกล่าวนี้ จึงเริ่มต้นการเลือกขนาดโซ่ตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

หาจำนวนฟันของพีเนียน (คือจำนวนฟันบนเฟืองโซ่เล็ก)

เพื่อให้โซ่มีอายุการใช้งานสูงสุด ทำงานได้อย่างราบรื่น และมีสมรรถนะที่อำนวยความสะดวกที่สูงสุด การหาจำนวนฟันบนพีเนียน ควรพิจารณาสิ่งต่อไปนี้

1. ในการขับส่วนมากจะใช้จำนวนพิตซ์ของโซ่เป็นคู่ และใช้พีเนียนที่มีฟันเป็นเลขคี่ เพื่อให้แน่ใจว่าโซ่และฟันบนพีเนียนจะเกิดการสึกหรออย่างสม่ำเสมอ

2. โดยทั่วไป ถ้าเป็นการขับอย่างสม่ำเสมอพีเนียนไม่ควรมีฟันน้อยกว่า 17 ฟันเนื่องจากโซ่จะวางตัวบนพีเนียนในลักษณะของรูปหลายเหลี่ยม ทำให้ความเร็วในการเคลื่อนที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ซึ่งผลที่เกิดขึ้นนี้จะน้อยมากเมื่อพีเนียนมีจำนวนฟันมากขึ้น นั่นคือมีมากกว่า 17 ฟัน

3. ถ้ามีการกระตุกเล็กน้อยควรใช้พีเนียนที่มีจำนวนฟันอย่างน้อย 23 ฟัน

4. พีเนียนควรผ่านกรรมวิธีทางความร้อน ให้มีความแข็ง HV-550

ตัวประกอบใช้งาน N_0 สำหรับโซ่เพื่อใช้ประกอบในการเลือกขนาดโซ่ ซึ่งจะแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มตามลักษณะของการใช้งาน

กลุ่ม 1 แร่งกระทำสม่ำเสมอ เช่น

เครื่องกวาด และเครื่องผสมของเหลว กิ่งของเหลว

เครื่องกำเนิดไฟฟ้า

เครื่องเป่าแบบหอยโข่ง และพัดลมขนาดเล็ก

เครื่องอัดอากาศแบบหอยโข่ง

อุปกรณ์ลำเลียงเช่น ลิฟท์ บรรรไถเลื่อน

เครื่องจักรในอุตสาหกรรมอาหาร และเครื่องตีมี เช่น เครื่องบรรจุขวด เครื่องบรรจุกระป๋อง

เครื่องสูบลมแบบหอยโข่ง แบบเฟือง แบบ โรตารี

เครื่องพิมพ์

เครื่องจักรกลงานไม้ชนิดละเอียด

ตัวประกอบใช้งานในกลุ่มนี้ได้จากตาราง 3.2.3

ไซโรลเลอร์แบบ B				ไซโรลเลอร์แบบ A			
จำนวน พื้นบน พีเนียน	อุปกรณ์ขับ *			จำนวน พื้นบน พีเนียน	อุปกรณ์ขับ **		
	สม่ำเสมอ	กระทัดกลาง	กระทัดมาก		ประเภท I	ประเภท II	ประเภท III
ใช้กับแผนภูมิรูป 3.2.4				ใช้กับแผนภูมิรูป 3.2.5			
11	1.72	2.16	2.59	11	1.41	1.41	1.69
12	1.59	1.98	2.38	12	1.28	1.28	1.54
13	1.47	1.84	2.21	13	1.19	1.19	1.43
14	1.35	1.69	2.03	14	1.10	1.10	1.32
15	1.27	1.58	1.90	15	1.00	1.00	1.20
16	1.19	1.49	1.79	16	0.93	0.93	1.11
17	1.12	1.40	1.69	17	0.86	0.86	1.03
18	1.05	1.32	1.58	18	0.81	0.81	0.98
19	1.00	1.25	1.50	ใช้กับแผนภูมิรูป 3.2.6			
20	0.95	1.19	1.43	19	1.00	1.00	1.20
21	0.91	1.14	1.36	20	0.93	0.93	1.12
22	0.86	1.08	1.29	21	0.88	0.88	1.06
23	0.83	1.03	1.24	22	0.84	0.84	1.01
24	0.79	0.99	1.19	23	0.80	0.80	0.96
25	0.76	0.95	1.14	24	0.75	0.78	0.93
				25	0.75	0.75	0.90

* สม่ำเสมอ : มอเตอร์ไฟฟ้า

กระทัดกลาง : เครื่องยนต์หลายสูบ

กระทัดมาก : เครื่องยนต์หนึ่งสูบ

** ประเภท I : เครื่องยนต์ต่อผ่านไฮดรอลิกคัปปลิง ประเภท II : มอเตอร์ไฟฟ้าหรือกังหัน

ประเภท III : เครื่องยนต์ต่อผ่านอุปกรณ์ทางกล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลุ่มที่ 2 แรงกระทำที่มีการกระตุกปานกลาง เช่น

เครื่องกวาดและเครื่องผสมของเหลวกับของแข็ง หรือเครื่องผสมที่ความหนาแน่นเปลี่ยนแปลง

เครื่องเป่าแบบหอยโข่งความดันสูง พัดลมในงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่

เครื่องมือวนสายเคเบิล

เครื่องผสมซีเมนต์

เครื่องอัดอากาศแบบลูกสูบ ที่มีลูกสูบตั้งแต่สามลูกขึ้นไป

อุปกรณ์ลำเลียง และลิฟท์ ที่มีอัตราการลำเลียงไม่สม่ำเสมอ

ปั้นจั่น และรอกขนาดใหญ่

เครื่องจักรในอุตสาหกรรมอาหาร และเครื่องตีมี เช่น เครื่องผสมแป้ง เครื่องบด เครื่องหั่น เครื่องซักผ้า

เครื่องมือกล เช่น เครื่องรีด เครื่องกลึง และเครื่องกัด

เครื่องรีดโลหะ

เครื่องทอผ้า

เครื่องเลื่อยไม้

ตัวประกอบการใช้งานในกลุ่มนี้ได้จากตาราง 3.2.4

ตารางที่ 3.2.4 ตัวประกอบใช้งานสำหรับแรงกระทำที่มีการกระตุกปานกลาง

ไซโรลเลอร์แบบ B				ไซโรลเลอร์แบบ A			
จำนวน พื้นบน คิเนียน	อุปกรณ์ขับ *			จำนวน พื้นบน คิเนียน	อุปกรณ์ขับ **		
	สม่ำเสมอ	กระตุก ปานกลาง	กระตุก มาก		ประเภท I	ประเภท II	ประเภท III
15	1.58	1.90	2.22	15	1.20	1.30	1.40
16	1.49	1.79	2.08	16	1.11	1.20	1.30
17	1.40	1.69	1.97	17	1.03	1.12	1.21
18	1.32	1.58	1.84	18	0.98	1.06	1.14
19	1.25	1.50	1.75	ใช้กับแผนภูมิรูป 3.2.6			
20	1.19	1.43	1.67	19	1.20	1.30	1.40
21	1.14	1.36	1.59	20	1.12	1.21	1.31
22	1.08	1.29	1.51	21	1.06	1.15	1.24
23	1.03	1.24	1.45	22	1.01	1.09	1.18
24	0.99	1.19	1.39	23	0.96	1.04	1.12
25	0.95	1.14	1.33	24	0.93	1.01	1.09
				25	0.90	0.97	1.04

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลุ่มที่ 3 แรงกระทำมีการกระตุกมากเช่น

เครื่องกำเนิดไฟฟ้า เช่น เครื่องเชื่อมไฟฟ้า

เครื่องเป่า และพัดลมแบบ positive displacement

เครื่องผลิตก้อนอิฐ

เครื่องจักรกลในโรงงานน้ำตาล

เครื่องยกรถ และเครื่องลากรถ

เครื่องบดซีเมนต์

เครื่องอัดอากาศแบบลูกสูบ ที่มีลูกสูบหนึ่งหรือสองลูกสูบ

เครื่องลำเลียงลิฟท์แบบไปกลับ และแบบเขย่า

เครื่องบดหิน

เครื่องขุด และเครื่องตักหิน

เครื่องมือกล เช่นเครื่องไส

เครื่องจักรกลในเหมืองแร่

เครื่องสูบน้ำมัน

เครื่องผลิตกระดาษ เช่นเครื่องบดเยื่อกระดาษ

เครื่องบดถ่านหิน

เครื่องรีดโลหะ

ตัวประกอบการใช้งานในกลุ่มนี้ได้จากตาราง 3.2.5

ตารางที่ 3.2.5 ตัวประกอบใช้งานสำหรับแรงกระทำที่มีการกระตุกมาก

ไซโรลเลอร์แบบ B				ไซโรลเลอร์แบบ A			
จำนวน ทับบน คิเนียม	อุปกรณ์ขับ *			จำนวน ทับบน คิเนียม	อุปกรณ์ขับ **		
	สม่ำเสมอ	กระตุก ปานกลาง	กระตุก มาก		ประเภท I	ประเภท II	ประเภท III
ใช้กับแผนภูมิรูป 3.2.4				ใช้กับแผนภูมิรูป 3.2.5			
11	3.02	3.45	3.88	11	1.97	2.11	2.39
12	2.78	3.17	3.57	12	1.79	1.92	2.18
13	2.57	2.94	3.31	13	1.67	1.79	2.02
14	2.36	2.70	3.04	14	1.54	1.65	1.87
15	2.22	2.53	2.85	15	1.40	1.50	1.70
16	2.08	2.38	2.68	16	1.30	1.39	1.57
17	1.97	2.25	2.53	17	1.21	1.29	1.47
18	1.84	2.11	2.37	18	1.14	1.22	1.38
19	1.75	2.00	2.25	ใช้กับแผนภูมิรูป 3.2.6			
20	1.67	1.90	2.14	19	1.40	1.50	1.70
21	1.59	1.82	2.05	20	1.31	1.40	1.59
22	1.51	1.72	1.94	21	1.24	1.33	1.50
23	1.45	1.65	1.86	22	1.18	1.26	1.43
24	1.39	1.59	1.79	23	1.12	1.20	1.36
25	1.33	1.52	1.70	24	1.09	1.16	1.32
				25	1.04	1.12	1.27

คำนวณหาอัตราทดที่ต้องการจาก อัตราทด

$$m_w = n_1 / n_2$$

คำนวณหาจำนวนฟันบนเฟืองโซ่ใหญ่ โดยการคูณจำนวนฟันบนพีเนียนด้วยอัตราทด ถ้าจำนวนฟันที่ได้ไม่เหมาะสมก็ให้เลือกใช้พีเนียนที่มีจำนวนฟันมากขึ้น และมีอัตราทดตามต้องการ จำนวนฟันของเฟืองโซ่ที่ใช้กับโซ่ระยะพิตซ์ต่างๆได้จากตาราง 3.2.6

เพื่อให้โซ่มีอายุใช้งานอย่างอำนวยประโยชน์ที่สุด จำนวนฟันของเฟืองโซ่ไม่ควรมากกว่า 120 ฟัน ตารางที่ 3.2.6 จำนวนฟันของเฟืองโซ่

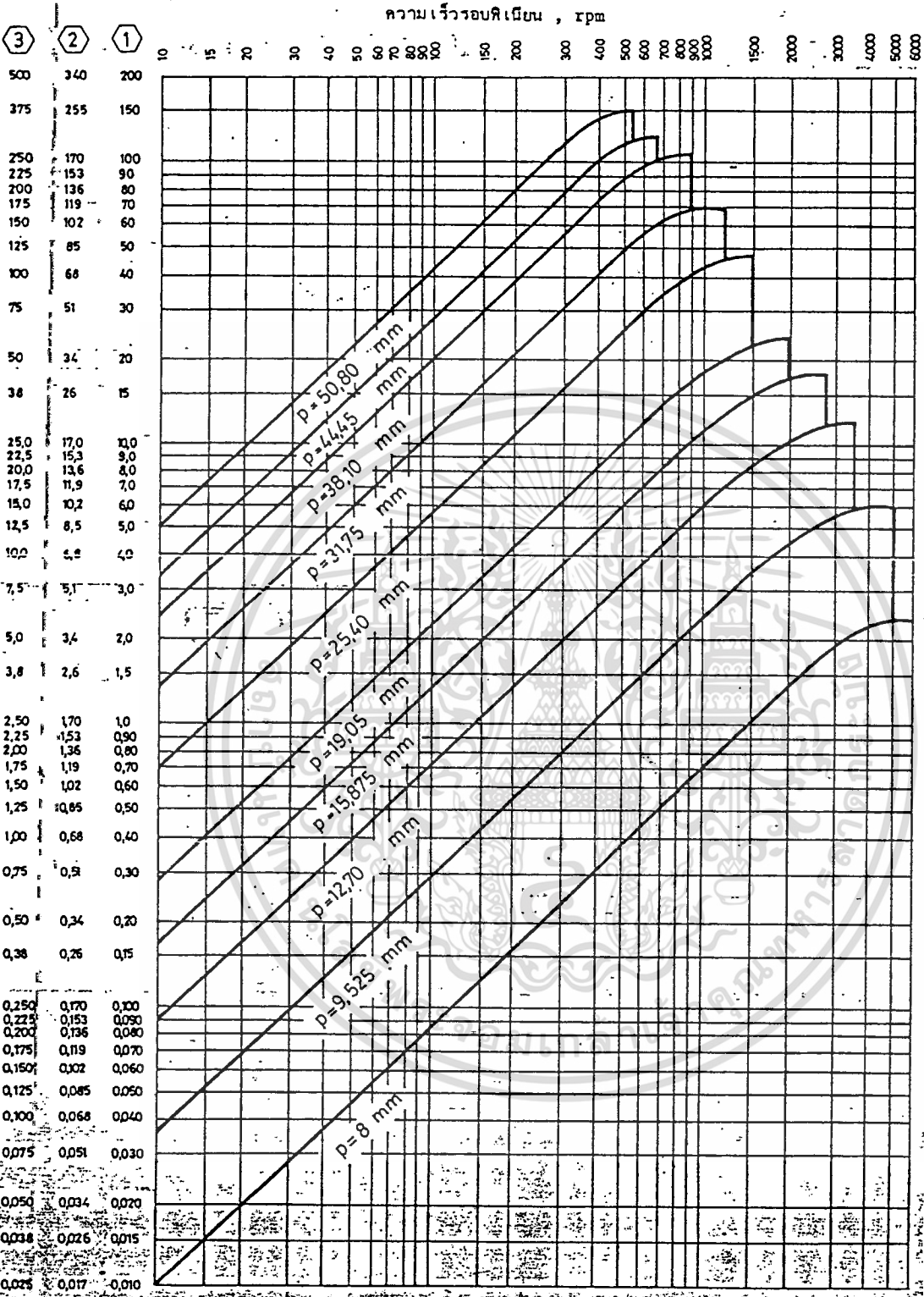
11	12	13	14	15	17	19	20	21	23
25	27	30	38	57	76	95	114	150	

คำนวณหาจำนวนฟันที่ใช้เลือกโซ่ P ได้โดยการคูณกำลังที่ต้องการส่งด้วยตัวประกอบใช้งานที่ทำได้ กำลังที่ใช้เลือกโซ่ $P = W_p * N_s$

เลือกขนาดโซ่ที่ต้องการใช้งานโดยพิจารณาจากรูป 3.2.5 ถึง 3.2.7 ในช่องหมายเลข 1 โดยพยายามเลือกโซ่ที่มีระยะพิตซ์น้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้ก่อน ด้วยการใช้ความเร็วรอบของพีเนียนในการเลือก ซึ่งจะได้อัตราทดที่ประหยัดที่สุด แต่อย่างไรก็ตาม ถ้าต้องการให้มีขนาดกระทัดรัด ใช้งานได้ที่ความเร็วสูง และขับได้อย่างราบรื่น ก็ควรเลือกโซ่หลายชั้นที่มีระยะพิตซ์น้อย

เมื่อกำลังที่พีเนียนส่งมีค่ามากกว่าค่าในช่องหมายเลข 1 ก็อาจเลือกโซ่หลายชั้นในช่องหมายเลข 2 3 และ 4 ตามลำดับ สำหรับโซ่ทั้งสามในแผนภูมิที่กล่าวมานี้ ถ้าใช้งานอย่างเต็มที่จะมีอายุการใช้งานประมาณ 15000 ชั่วโมง

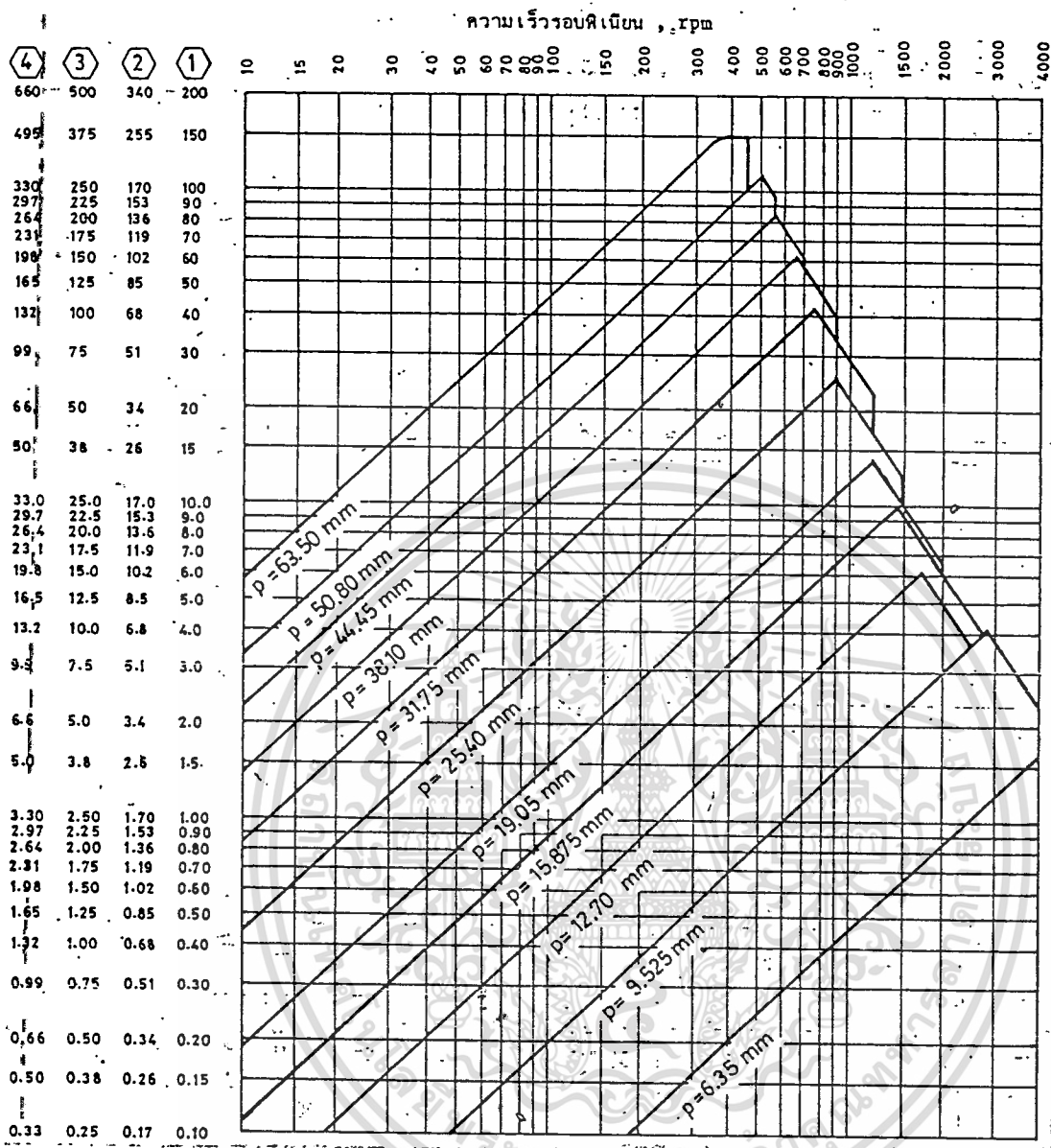
รูปที่ 3.2.4 แผนภูมิที่ใช้เลือกโซโรเลอร์แบบ B (สำหรับพีนี้น 19 ฟัน)



3 = โซสามชั้น 2 = โซสองชั้น 1 = โซหนึ่งชั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.2.5 แผนภูมิที่ใช้เลือกไซโรเตอร์แบบ A (สำหรับพินเยน 15 ฟัน)

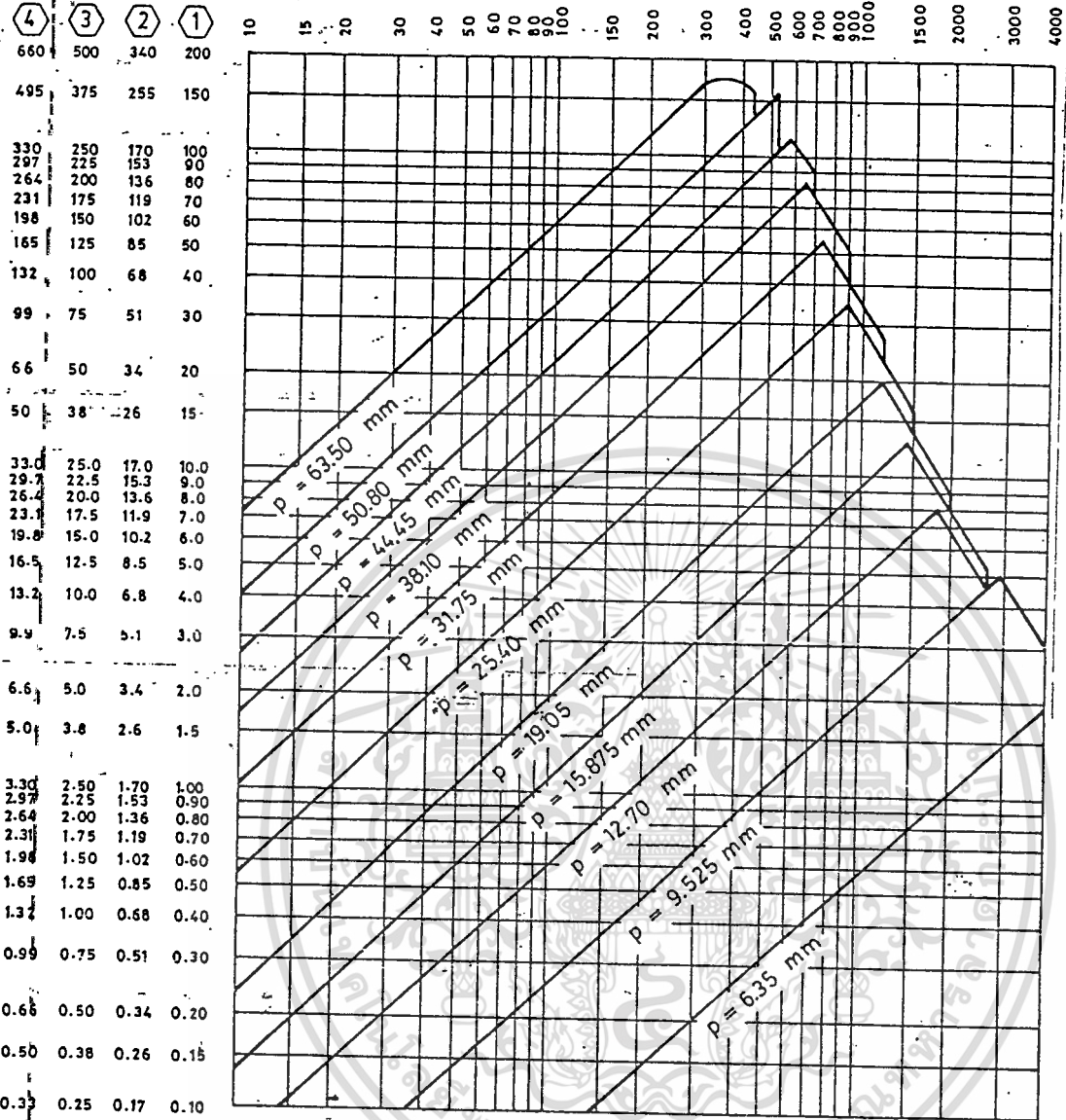


4 = ไซสี่ชั้น 3 = ไซสามชั้น 2 = ไซสองชั้น 1 = ไซหนึ่งชั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.2.6 แผนภูมิที่ใช้เลือกไซโรเลอร์แบบ A (สำหรับพีเนียน 19 ฟัน)

ความเร็วรอบเพียน , rpm



4 = ไซสี่ชั้น 3 = ไซสามชั้น 2 = ไซสองชั้น 1 = ไซหนึ่งชั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขับลูกรีดความเร็วต่ำด้วยโซ่ $W_p = 1/4 \text{ Hp}$, $n_1 = 18 \text{ rpm}$, $m_w = 1$ หาขนาดโซ่

จำนวนฟันบนพีเนียน $z = 28$ ฟัน

ลูกรีดจัดอยู่ในลักษณะของกลุ่มใช้งานกลุ่มที่ 1 จากตารางที่ 3.2.3 เมื่อใช้ประกอบกับแผนภูมิรูป 3.2.4
 $N_s = 1.14$

จำนวนฟันบนเฟืองโซ่ $z = 28 * 1 = 28$ ฟัน

กำลังที่ใช้เลือกโซ่ $P = W_p * N_s = (0.746/4)(0.89) = 0.166 \text{ kW}$

จากแผนภูมิรูปที่ 3.2.1 เลือกใช้โซ่หนึ่งชั้น ที่มีระยะพิตซ์ 12.70 mm ซึ่งให้ชื่อมาตรฐานว่า

โซ่โรลเลอร์ ISO/R606 08B-1 ซึ่งมีแรงแตกหัก 17.85 kN

ตรวจสอบความสามารถในการรับแรงของโซ่

ความเร็วโซ่ $v = pzn = 0.0127 * 28 * 18 / 60 = 0.1 \text{ m/s}$

$F_t = W_p / v = (0.746/4) / 0.1 = 1.865 \text{ kN}$

$F_{ct} = (w/g) * v^2$

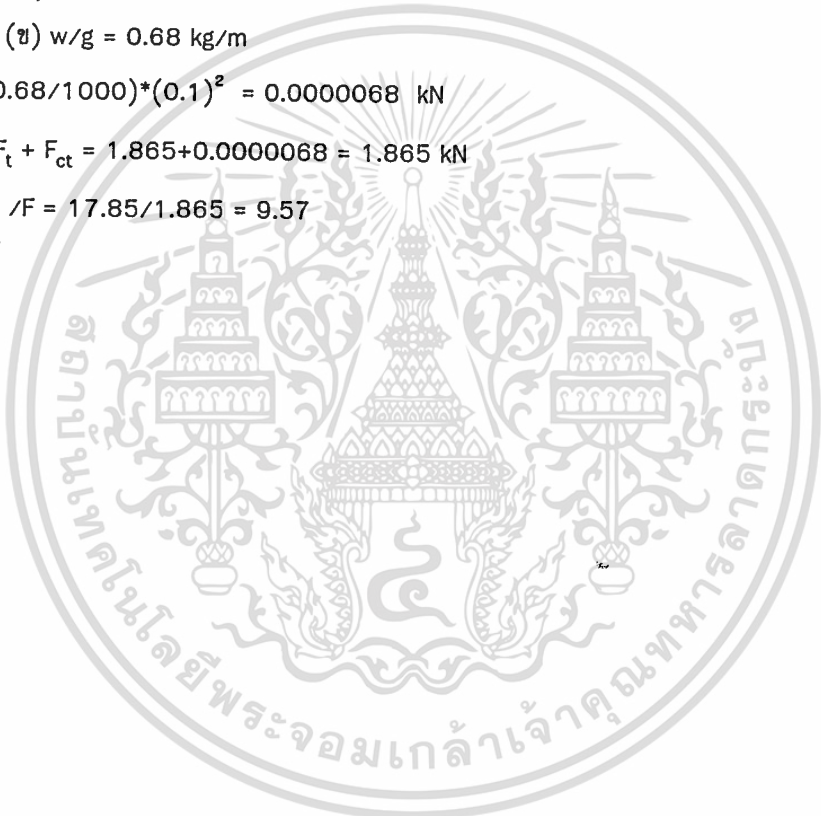
จากตาราง 3.2.1(ข) $w/g = 0.68 \text{ kg/m}$

ดังนั้น $F_{ct} = (0.68/1000) * (0.1)^2 = 0.0000068 \text{ kN}$

แรงดึงในโซ่ $F = F_t + F_{ct} = 1.865 + 0.0000068 = 1.865 \text{ kN}$

$N_b = F_b / F = 17.85 / 1.865 = 9.57$

ซึ่งถือว่าใช้งานได้



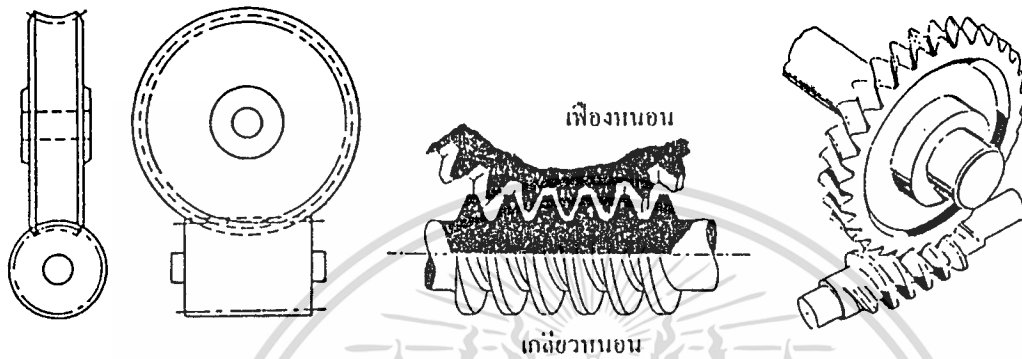
3.3 เฟืองเกลียวหนอน

ลักษณะทั่วไป

เฟืองเกลียวหนอนประกอบด้วยเกลียวหนอน(worm) และเฟืองหนอน(worm gear) ขบกันอยู่ ดังรูป

ที่ 3.3.1 ฟันของเกลียวหนอนคล้ายเกลียวแอกเมามาก เฟืองเกลียวหนอนใช้กับเพลาคู่ที่ขำกัน

รูปที่ 3.3.1 เฟืองเกลียวหนอน



ข้อดีของเฟืองเกลียวหนอน

- 1.ทำงานได้ราบเรียบและเงียบสนิท เนื่องจากการไถลของฟันตบซบกัน จึงไม่มีการกระแทก และไดนามิกโหลดต่ำ
- 2.ให้อัตราทดที่สูงมาก
- 3.การลื้อคตัวเอง เฟืองเกลียวหนอนเป็นเฟืองที่ถ่ายทอดการหมุนจากเกลียวหนอนไปยังเฟืองหนอนเท่านั้น

ข้อเสียของเฟืองเกลียวหนอน

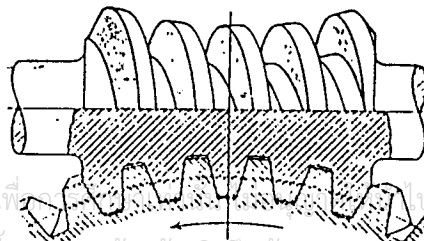
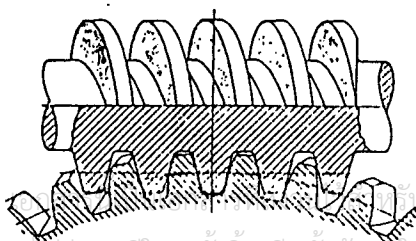
- 1.ประสิทธิภาพต่ำ(50% ถึง 90%) เนื่องจากการไถลของฟันขณะขบกัน
- 2.ความร้อนที่เกิดขึ้นเนื่องจากการไถลระหว่างฟัน เป็นขีดจำกัดความสามารถในกาถ่ายทอดกำลังของเฟืองเกลียวหนอนที่ความเร็วรอบสูงๆ

ชนิดของเฟืองเกลียวหนอน แบ่งตามลักษณะได้สองชนิด

- ก) ฟันโอบด้านเดียว หรือเกลียวหนอนรูปทรงกระบอก ผิวหน้าฟันเฟืองหนอนโค้งโอบฟันเกลียวหนอน ดังรูปที่ 3.3.2 การสัมผัสของฟันเป็นเส้น ชนิดนี้ใช้กันมาก
- ข) ฟันโอบสองด้าน หรือเกลียวหนอนลำตัวโค้ง ฟันเฟืองหนอนและเกลียวหนอนต่างโค้งโอบซึ่งกันและกัน ดังรูปที่ 3.3.3 การสัมผัสของฟันเป็นพื้นที่ ความสามารถในการถ่ายทอดกำลังสูงกว่าชนิดฟันโอบด้านเดียว แต่การผลิตและการติดตั้งให้ได้ศูนย์ยาก

รูปที่ 3.3.2 ฟันโอบด้านเดียว

รูปที่ 3.3.3 ฟันโอบสองด้าน

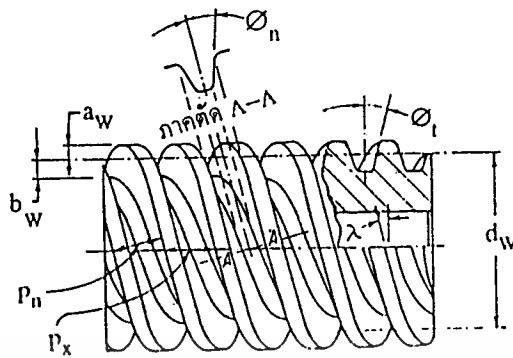


ไม่ว่าการมีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อส่วนต่าง ๆ ในที่นี้จะกล่าวเฉพาะเฟืองเกลียวทอนชนิดฟันโอบด้านเดียว

ก) เกลียวทอน

รูปที่ 3.3.4 เกลียวทอน



d_w คือ เส้นผ่านศูนย์กลางพิตช์ของเกลียวทอน

d_{r_w} คือ เส้นผ่านศูนย์กลางรากของเกลียวทอน

$$d_{r_w} = d_w - 2b_g$$

เมื่อ b_g คือ เติมนัดมของเฟืองทอน

d_{o_w} คือ เส้นผ่านศูนย์กลางวงนอกของเกลียวทอน

$$d_{o_w} = d_w - 2a_w$$

เมื่อ a_w แอนดันัดมของเฟืองทอน $a_w = m_n$

h_t คือ ความลึกทั้งหมดของฟัน

$$h_t = a_w + b_g$$

h_k คือ ความลึกใช้งานของฟัน

$$h_k = h_t - c$$

เมื่อ c = ระยะเว้น = 0.167m ถึง 0.3m ส่วนมากใช้ $c = 0.2m$

P_x คือ พิตช์ในแนวแกนของเกลียวทอน

P_t คือ พิตช์ในแนวเส้นรอบวงขวางของเฟืองทอน

สำหรับเฟืองทำมุม 90 องศา $P_x = P_t$ หรือ $m_x = m_t$

P_n คือ พิตช์ในแนวเส้นรอบวงตั้งฉาก (เกลียวทอนและเฟืองทอนเท่ากัน)

$$P_n = P_x \cos \lambda$$

เมื่อ λ มุมหัดของเกลียวทอน

$$\lambda = \tan^{-1} \frac{L}{\pi d_w}$$

$$\lambda = \tan^{-1} \frac{d_g}{d_w m_g}$$

สำหรับเฟืองทำมุม 90 องศา $\lambda = \Psi_g$

$$\lambda = 90^\circ - \Psi_w$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ $\Psi_w =$ มุมฮิลิกของเกลียวทอน (ปกติไม่ใช่)

L คือ ทล็ดของเกลียวทอน หมายถึง ระยะที่เกลียวทอนเคลื่อนที่ไปตามแนวแกน เมื่อหมุนเกลียวครบหนึ่งรอบ

$$L = P_x N_w = \pi m_x N_w$$

เมื่อ $N_w =$ จำนวนปาก (ฟัน) ของเกลียวทอน, $m_x =$ โมดูลในแนวแกน

ϕ_n คือ มุมกดตันในแนวตั้งฉาก

$$\tan \phi_n = \tan \phi_t \cos \lambda$$

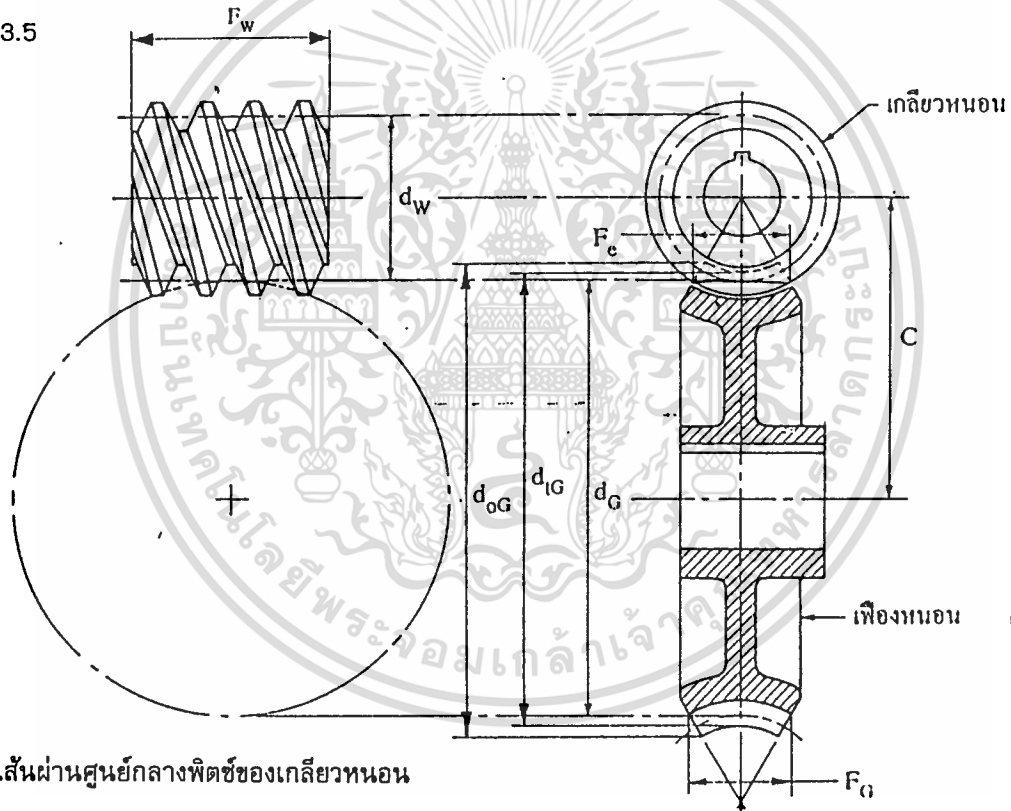
เมื่อ ϕ_t มุมกดตันในแนวขวาง

F_w คือ ความกว้างหน้าฟันหรือความยาวของเกลียวทอน

$$F_w = P_x (4.5 + N_w / 50)$$

ข) เฟืองทอน ดังแสดงในรูป

รูปที่ 3.3.5



d_G คือ เส้นผ่านศูนย์กลางพิตซ์ของเกลียวทอน

$$d_G = \frac{N_G P_t}{\pi} = m_t N_G$$

เมื่อ $P_t =$ พิตซ์ในแนวเส้นรอบวงขวางของเฟืองทอน

$m_t =$ โมดูลในแนวเส้นรอบวงขวางของเฟืองทอน

d_{oG} คือ เส้นผ่านศูนย์กลางวงกลมนอกของเฟืองทอน

$$d_{oG} = d_{tG} + (d_w + 2a_w) - [(d_w - 2a_w)^2 - (0.6F_e)^2]^{1/2}$$

เมื่อ d_{tG} เส้นผ่านศูนย์กลางที่คอ (throat)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$d_{tG} = d_g + 2a_g$$

เมื่อ $2a_g$ แอนเดนต์ัมของเฟืองทอน

$$a_g = h_g - b_g$$

F_g คือ ความกว้างหน้าฟันของเฟืองทอน

$$F_g = 1.05 \sqrt{d_{ow}^2 - d_w^2}$$

F_g คือ ความกว้างหน้าฟันประสิทธิผล

ทั่ว ๆ ไป

m_g คือ อัตราทด

$$m_g = N_G / N_w$$

C คือ ระยะห่างระหว่างจุดศูนย์กลางของเกสียทอนและเฟืองทอน

$$C = \frac{d_w + d_g}{2}$$

สัดส่วนของฟัน สัดส่วนของฟันตามปกติขึ้นอยู่กับฮีบที่มีอยู่ในโรงงาน มาตรฐานของฟันที่กำหนดโดย AGMA สำหรับอุตสาหกรรมทั่วไปชนิดโอบตั้นเดี่ยวพิชชทียบ เพลาทำมุม 90 องศา จำนวนฟันของเกสียทอน $N_w \leq 4$ ฟัน อัตราทด $m_g \leq 100$ ฟัน เฟืองทอนจะตัดด้วยฮีบขนาดเดียวกันกับเกสียทอน รูปร่างของฟันไม่มาตรฐานแต่ปกติมีหน้าตรง

ตารางที่ 3.3.1 มิติฟันเฟืองเกสียทอน แนะนำโดย AGMA

มุมทลีด(องศา)	แอนเดนต์ัมของเกสียทอน a_w (นิ้ว)	ดีเอนด์ัมของเกสียทอน b_g (นิ้ว)	ความลึกใช้งาน h_k (นิ้ว)
<30	$0.3183p_x$ *	$0.3683p_x$	$0.6366p_x$
30 ถึง <35	$0.2865p_x$	$0.3314p_x$	$0.5729p_x$
35 ถึง <40	$0.2546p_x$	$0.2947p_x$	$0.5093p_x$
40 ถึง <45	$0.2228p_x$	$0.2578p_x$	$0.4456p_x$

* ค่ามาตรฐาน $\frac{1}{4}, \frac{5}{16}, \frac{3}{8}, \frac{1}{2}, \frac{5}{8}, \frac{3}{4}, 1, 1\frac{1}{4}, 1\frac{1}{2}, 1\frac{3}{4}, 2$ นิ้ว

ตารางที่ 3.3.2 จำนวนฟันเฟืองที่แนะนำสำหรับระยะห่างจุดศูนย์กลางต่าง ๆ

ระยะห่างจุดศูนย์กลาง, C(mm)	50	75	100	200	250	375	500	600
N_G (ฟัน)	20	25	25	25	29	35	40	45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.3.3 จำนวนพื้นที่ต่ำสุดสำหรับแอนเดนมัตม
มาตรฐานและมุมกุดตันตั้งฉาก

มุมกุดตันตั้งฉาก ϕ_n (องศา)	จำนวนพื้นที่ต่ำสุดสำหรับ แอนเดนมัตมมาตร ฐาน, N_{Gmin} (พื้นที่)
1 $14\frac{1}{2}$	32
20	25
25	20
30	15

ตารางที่ 3.3.4 มุมหัดสูงสุดของ
เกลียวทอนที่ไม่ต้องเว้าโคนพื้นที่

มุมกุดตันตั้งฉาก ϕ_n (องศา)	มุมหัดสูงสุด λ_{max}
1 $14\frac{1}{2}$	15
20	25
25	35
30	45

ตารางที่ 3.3.5 มุมหัดที่แนะนำสำหรับ
จำนวนปาก(พื้นที่)ของเกลียวทอน

จำนวนปากของ เกลียวทอน, N_w	มุมหัดที่แนะนำ λ (องศา)
1	< 6
2	≤ 12
3-4	10-24
5-6	15-36
7ขึ้นไป	20ขึ้นไป

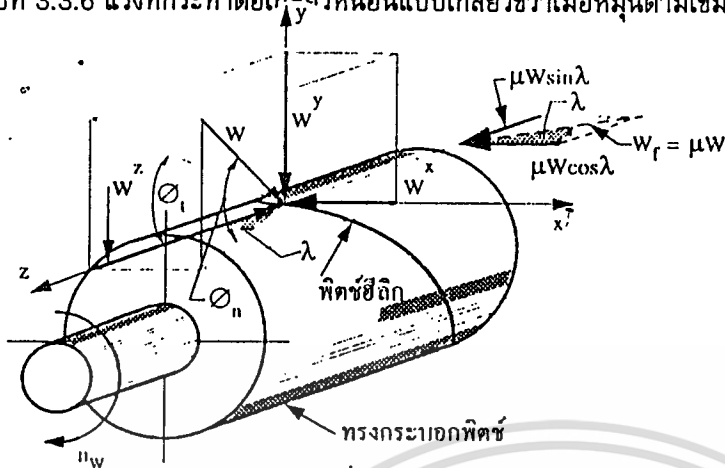
หมายเหตุ: ปกติใช้ $\lambda \leq 6$ องศาต่อปาก

: ประสิทธิภาพสูงสุด เมื่อมุม $\lambda = 30^\circ$ ถึง 45°

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โหนดของเฟืองเกลียวหอน

รูปที่ 3.3.6 แรงที่กระทำต่อเกลียวหอนแบบเกลียวขวาเมื่อหมุนตามเข็มนาฬิกา



จากรูป 3.3.6 แบ่งการพิจารณาแรงที่เฟืองหอนกระทำต่อเกลียวหอนออกเป็นสองกรณีดังนี้

ก) ไม่คิดความเสียดทาน แรงที่กระทำต่อเกลียวหอนคือ

$$W^x = W \cos \phi_n \sin \lambda$$

$$W^y = W \sin \phi_n$$

$$W^z = W \cos \phi_n \cos \lambda$$

ข) คิดความเสียดทาน ปกติการขบกันระหว่างฟันเฟืองหอนกับเกลียวหอนเป็นการไถอย่างเดียวดังนั้นแรงเสียดทาน

$$W_f = \mu W$$

เมื่อ μ = สัมประสิทธิ์ของความเสียดทาน

W_f = แรงที่ตั้งฉากกับ W (ตามหน้าฟัน)

แรงที่กระทำต่อเกลียวหอนเมื่อคิดความเสียดทานคือ

$$W_{wt} = W^x = W(\cos \phi_n \sin \lambda + \mu \cos \lambda)$$

$$W_{wr} = W^y = W \sin \phi_n$$

$$W_{wa} = W^z = W(\cos \phi_n \cos \lambda - \mu \sin \lambda)$$

หรือ

$$W_{wt} = -W_{gt} = W(\cos \phi_n \sin \lambda + \mu \cos \lambda)$$

$$W_{wr} = -W_{gr} = W \sin \phi_n$$

$$W_{wa} = -W_{ga} = W(\cos \phi_n \cos \lambda - \mu \sin \lambda)$$

เครื่องหมายบอกว่าแรงเท่ากัน แต่ทิศตรงข้ามกัน

$$W = \frac{W_{gt}}{\cos \phi_n \cos \lambda - \mu \sin \lambda}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตามปกติจะคิดแรงที่ถูกถ่ายทอด W_{gt} แล้วหาค่า W และแรงอื่นๆได้

$$W_{wt} = W_{gt} \frac{(\cos \phi_n \sin \lambda + \mu \cos \lambda)}{(\cos \phi_n \cos \lambda - \mu \sin \lambda)}$$

เมื่อไม่คิดความเสียดทาน แทนค่า $\mu = 0$ ในสมการ ได้

$$W'_{wt} = W_{gt} \frac{\sin \lambda}{\cos \lambda}$$

ประสิทธิภาพ η สามารถหาได้จาก W'_{wt} / W_{wt}

จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพของเฟืองเกลียวทอนกับมุมทลิต เมื่อสัมประสิทธิ์ของความเสียดทานแตกต่างกัน ได้ค่าดังแสดงในตารางที่ 3.3.6

ตารางที่ 3.3.6 ประสิทธิภาพของเฟืองเกลียวทอน

มุมทลิตของ เกลียวทอน λ (องศา)	ประสิทธิภาพ, ภาพ, %						
	$\mu=0.015$	$\mu=0.02$	$\mu=0.04$	$\mu=0.05$	$\mu=0.05$	$\mu=0.07$	$\mu=0.10$
3	77.5	72.0	65.0	55.0	48.0	42.0	35.0
5	86.0	81.5	75.1	70.0	63.0	55.0	48.0
10	92.0	89.5	84.5	82.0	77.0	72.0	63.0
15	94.5	92.5	89.5	87.0	83.2	78.0	72.0
25	96.2	95.1	92.6	90.0	88.5	84.0	78.0
35	96.8	95.9	93.6	92.1	90.2	86.8	81.5
45	97.1	96.2	94.2	92.4	90.5	87.2	82.0
55*	96.8	95.8	93.8	91.8	89.8	86.0	80.5

* โดยทั่วไปจะไม่ออกแบบเกลียวทอนที่มีมุมทลิตมากกว่า 45 องศา

มุมทลิต 55 องศา เป็นขีดจำกัดสูงสุดในการออกแบบทางปฏิบัติ

เฟืองจะลือกตัวเองเมื่อแรงในแนวสัมผัสจากเฟืองทอนที่จะมาขับให้เกลียวทอนหมุนมีค่าเท่ากับศูนย์ นั่นคือ

$$W(\cos \phi_n \cos \lambda - \mu \sin \lambda) = 0$$

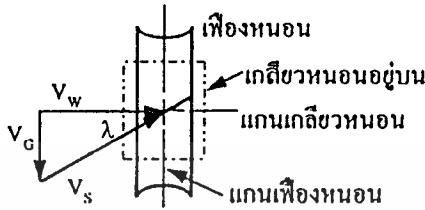
$$\mu / \cos \phi_n \tan \lambda$$

จากการทดลองพบว่าประสิทธิภาพของความเสียดทานขึ้นอยู่กับความเร็วไถล V_S ดังแสดงในรูป 3.3.7 เมื่อ V_G คือความเร็วพิตช์ของเฟืองหนอน และ V_W คือความเร็วแนวพิตช์ของเกลียวหนอน

$$\text{เวกเตอร์ความเร็วแนวพิตช์ } V_W = V_G + V_S$$

$$V_S = V_W / \cos\lambda$$

รูปที่ 3.3.7

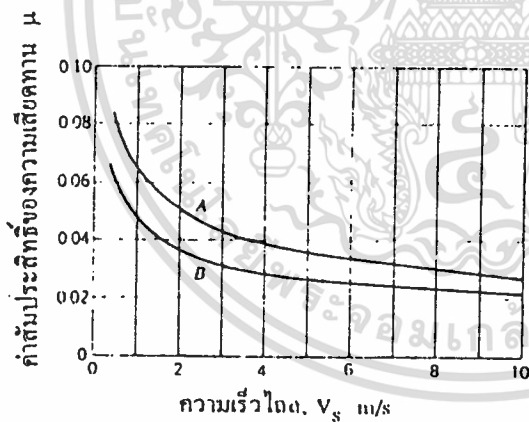


นอกจากนี้ประสิทธิภาพของความเสียดทานยังแตกต่างกันอีกประมาณร้อยละ 20 ตามลักษณะของผิวสำเร็จ วัสดุและการหล่อขึ้น ดังกราฟในรูป 3.3.8 ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพของความเสียดทานกับความเร็วไถลของเฟืองเกลียวหนอนที่มีการหล่อขึ้นอย่างดี ดังนี้

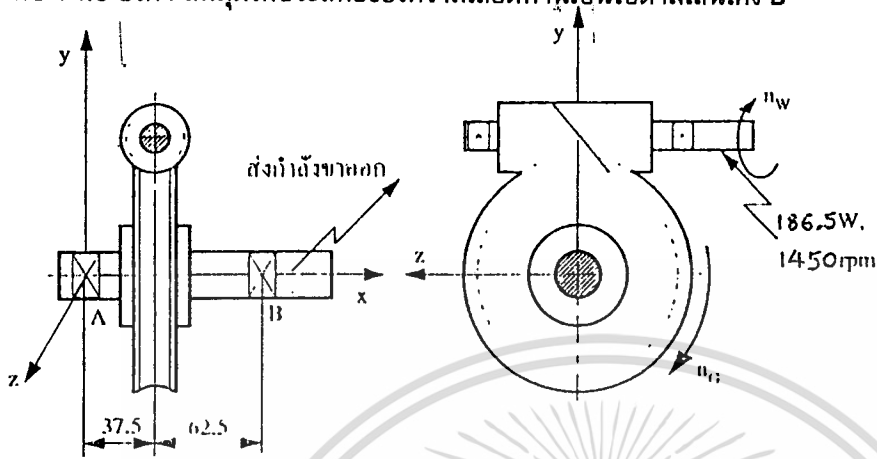
เส้นโค้ง B สำหรับวัสดุที่มีคุณภาพสูง เช่น เกลียวหนอนทำผิวให้เป็นคาร์ไบด์และเจียรไนกับเฟืองหนอนที่ทำจากสั้มฤทธิผสมพอสพอรัส

เส้นโค้ง A สำหรับวัสดุที่มีคุณภาพสูง เช่น เกลียวหนอนและเฟืองหนอนที่ทำจากเหล็กหล่อ

รูปที่ 3.3.8 ค่าสัมประสิทธิ์ของความเสียดทาน



เกลียวท่อนอน 1 ปากเกลียวขวา ถ่ายทอดกำลัง 1/4 Hp ที่อัตราเร็ว 1450 rpm ไปยังเฟืองท่อนอน ขนาด 40 ฟัน และความกว้างฟัน (F_g) 25 mm พิตซ์ในแนวแกนของเกลียวท่อนอน (P_t) 13 mm เกลียวท่อนอนมีเส้นผ่านศูนย์กลางพิตซ์ (d_w) 50 mm และความกว้างหน้าฟัน (F_w) 63 mm มุมกดติดตั้งฉากเท่ากับ 14.5 องศา สมมติให้ประสิทธิภาพของความเสียดทานเป็นไปตามเส้นโค้ง B



เส้นผ่านศูนย์กลางพิตซ์ของเฟืองท่อนอน (d_g)

$$d_g = \frac{N_g P_t}{\pi}$$

$$= \frac{40 * 13}{\pi} = 165.5 \text{ mm}$$

ระยะห่างของจุดศูนย์กลาง (C)

$$C = \frac{d_w + d_g}{2}$$

$$= \frac{50 + 165.5}{2}$$

ระยะของทลิต (L)

$$L = p_x N_w = 13 * 1 = 13 \text{ mm}$$

มุมทลิต (λ)

$$\lambda = \tan^{-1} \frac{L}{\pi d_w}$$

$$= \tan^{-1} \frac{13}{\pi * 50}$$

$$= 4.7^\circ$$

เมื่อเกลียวท่อนอนซึ่งเป็นเกลียวขวาหมุนรอบแกน Z ชับเฟืองท่อนอนดังรูป 3.3.1 (ก) เฟืองท่อนอนจะหมุนตามเข็มนาฬิกา รอบแกน X

ความเร็วแนวพิตซ์ของเกลียวท่อนอน คือ

$$V_w = \frac{\pi d_w n_w}{60}$$

$$= \frac{\pi * 0.05 * 1450}{60} = 3.8 \text{ m/s}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัตราเร็วของเฟืองทอน คือ

$$n_g = (1/40) * 1450 = 36.25 \text{ rpm}$$

ความเร็วแนวพิตซ์

$$V_g = \frac{\pi d_g n_g}{60}$$
$$= \frac{\pi 0.165 * 36.25}{60} = 0.313 \text{ m/s}$$

ความเร็วไกล

$$V_S = V_w / \cos \lambda = 3.8 / \cos 4.7 = 3.8 \text{ m/s}$$

ใช้รูปที่ 3.3.8 เส้นโค้ง B หาสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานได้

$$\mu = 0.03$$

หาแรงที่ถ่ายทอดจากเกลียวทอนได้

$$W_{wt} = H / V_w = 186.5 / 3.8 = 49 \text{ N (ทิศทางไปตามแกนล X)}$$

$$W^x = W_{wt} = 49 \text{ N}$$

$$W = W^x / (\cos \phi_n \sin \lambda + \mu \cos \lambda)$$
$$= 49 / (\cos 14.5 \sin 4.7 + 0.03 \cos 4.7)$$
$$= 448.75 \text{ N}$$

$$W^y = W \sin \phi_n$$
$$= 448.75 \sin 14.5 = 112.35 \text{ N}$$

$$W^z = W (\cos \phi_n \cos \lambda - \mu \sin \lambda)$$
$$= 448.75 (\cos 14.5 \cos 4.7 - 0.03 \sin 4.7)$$
$$= 431.8 \text{ N}$$

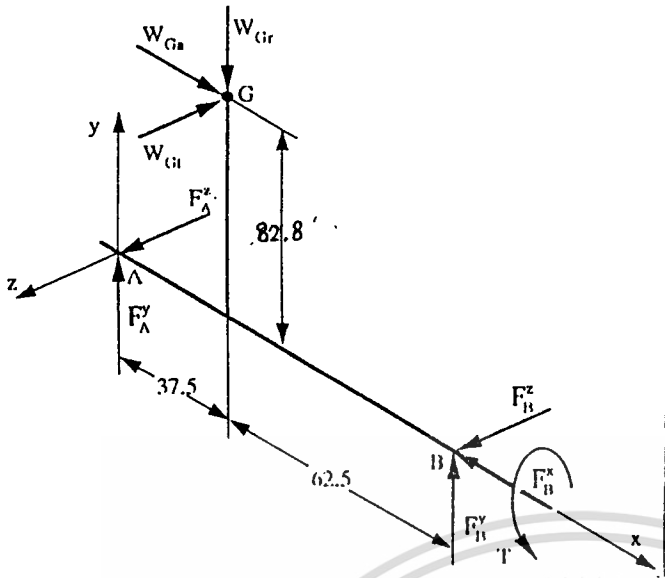
ดังนั้นแรงที่เกลียวทอนกระทำต่อเฟือง คือ

$$W_{ga} = -W^x = -49 \text{ N}$$

$$W_{gr} = -W^y = -112.35 \text{ N}$$

$$W_{gt} = -W^z = -431.8 \text{ N}$$

เขียนแผนภาพวัตถุอิสระบนเฟืองเพลลา แสดงทิศทางของแรงที่เกลียวทอนกระทำต่อเฟืองทอน และใช้แรงปฏิกิริยาที่เบร้งกระทำต่อเฟืองเพลลา โดยสมมติให้เบร้ง B รับแรงรุนและกำหนดทิศทางของแรงปฏิกิริยาอื่น ๆ ดังแสดงในรูป



$$\sum F^x = 0; 49 - F_B^x = 0$$

$$F^x = 49 \text{ N}$$

$$\sum M_A^z = 0; -49 * 82.8 - 112.35 + 100 * F_B^y = 0$$

$$F^y = 82.7 \text{ N}$$

$$\sum M_A^y = 0; 431.8 * 37.5 - 100 * F_B^z = 0$$

$$F_B^z = 162 \text{ N}$$

$$\sum F^y = 0; -112.35 + 82.7 + F_A^y = 0$$

$$F_A^y = 29.65 \text{ N}$$

$$\sum F^z = 0; -431.8 + 162 + F_A^z = 0$$

$$F_A^z = 269.8 \text{ N}$$

$$\sum M^x = 0; -431.8 * 82.8 + T_G = 0$$

$$T_G = 35.62 \text{ Nm}$$

ความสามารถในการถ่ายทอดกำลัง

$$H_G = W_{Gt} d_G n_W$$

=

$$= 0.1356 \text{ kW}$$

$$= 135.6 \text{ W}$$

$$T_W = 49 * 25$$

$$= 1.225 \text{ Nm}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสามารถในการรับโหลดของเฟืองเกลียวหนอน

ความเสียหาย แบ่งออกได้เป็น 3 กรณี คือ

- (ก) โมเมนต์ตัด เป็นการแตกหักเนื่องจากความเสียหายลำหรือสถิต
(ข) ร้อนเกินไป ชุดเฟืองร้อนเกินไปเนื่องจากการขบแบบไกลของฟัน ทำให้เกิดความร้อนเป็นจำนวนมาก ซึ่งทำให้

ข.1 อุณหภูมิ น้ำมันหล่อลื่นสูง ส่งผลทำให้เกิดออกซิเดชัน(oxidation) และลดเกรดของน้ำมันหล่อลื่น

ข.2 ความหนืดของน้ำมันหล่อลื่นลดลง และอาจส่งผลให้ผิวฟันเกิดการตกเป็นสะเก็ด

- (ค) การสึกหรอ เกิดขึ้นเนื่องจากการขบแบบไกลของฟัน

แพคเตอร์ในการออกแบบ

(ก) จุดวิกฤตในการออกแบบ ความต้านแรงของเฟืองเกลียวหนอน ไม่เป็นจุดวิกฤต ดังนั้นการออกแบบเฟืองเกลียวหนอน จึงมีหลายวิธี ยังไม่มีวิธีที่ยอมรับทั่วไป และผลที่ได้ไม่ค่อยตรงกัน ในการออกแบบเฟืองเกลียวหนอนโอบด้านเดียวจะใช้

ก.1) อัตรากำลังของ AGMA ออกแบบชุดเฟืองสำหรับความเสียหายทุกชนิด แล้วตรวจสอบการออกแบบสำหรับ

ก.2) ความสามารถในการระบายความร้อน

ก.3) ความสามารถด้านการสึกหรอ

- (ข) แพคเตอร์ต่าง ๆ สำหรับการออกแบบ

ข.1) เส้นผ่านศูนย์กลางพิตช์ของเกลียวหนอน

สำหรับการถ่ายทอดกำลังได้สูงสุด แนะนำให้ใช้

$$0.50C^{0.875} \leq d_w \leq 0.88C^{0.875} \text{ mm}$$

โดยทั่วไปแนะนำให้ใช้ $d_w = 0.68C^{0.875}$

$$\text{หรือ } d_w \approx 2.4p_x + 28 \text{ mm}$$

เมื่อเกลียวหนอนและเพลาดัดแยกกัน

$$d_w \approx 2.35p_x + 10 \text{ mm}$$

เมื่อเกลียวหนอนตัดบนเพลาลูก

ข.2) ความกว้างหน้าฟัน แนะนำให้ใช้ค่าความกว้างหน้าฟันของเกลียวหนอนและเฟืองหนอนจากสมการ

$$F_w = p_x \left(4.5 + \frac{N}{50G} \right)$$

$$F_g = 1.05 \sqrt{d_{ow}^2 - d_w^2}$$

ความกว้างหน้าฟันประสิทธิผล F_o แนะนำให้ใช้ค่าที่น้อยกว่าจากสมการ

$$F_o = F_w$$

$$\text{หรือ } F_o = \frac{2}{3} d_w$$

ข.3) มุมหัดของเกลียวท่อนอน แนะนำให้ใช้

$$\frac{\lambda}{N_w} \leq 6^\circ$$

ข.4) อัตราทด ช่วงปกติ

$$m_G = 3 \text{ ถึง } 100$$

ข.5) ยันทิงฐูท แนะนำสำหรับการสึกหรอสม่ำเสมอกว่าถ้าเป็นไปได้

ข.6) จำนวนของฟัน เกลียวท่อนอนใช้ตารางที่ 3.3.5 เฟืองท่อนอนใช้ตารางที่ 3.3.2 และ ตารางที่ 3.3.3

ข.7) ความเร็วแนวพิตซ์ โดยทั่วไปได้แก่

ชั้นพาณิชย์

1. ธรรมดา $V_w < 1.5 \text{ m/s}$

2. มีความประณีต $V_w < 7.5 \text{ m/s}$

3. มีความเที่ยงตรง $V_w = 5 \text{ ถึง } 25 \text{ m/s}$

อากาศยานและความเที่ยงตรงสูง

$$V_w < 50 \text{ m/s}$$

ข.8) พื้นที่เรือนเฟือง AGMA ได้แนะนำพื้นที่เรือนเฟืองเล็กที่สุด สำหรับการระบายความร้อนด้วยอากาศแบบธรรมชาติของเฟืองเกลียวท่อนอนที่ลดความเร็วรอบ และใช้งานหนักคือ

$$A_{min} = 114C^{1.7} \text{ mm}^2$$

เมื่อ A_{min} = พื้นที่เรือนเฟืองเล็กสุดไม่รวมปีก ครีบริหรือฐาน; mm^2

C = ระยะห่างระหว่างจุดศูนย์กลางเฟือง; mm

(ค) ความสามารถในการถ่ายเทความร้อน กำลังที่ส่งออกจากเฟืองท่อนอนหาได้จาก

$$H_G = W_{Gt} V_G$$

$$V_G = \frac{\pi d_G n_w}{60 \cdot 1000} = \frac{d_G n_w}{19100 m_G} \text{ m/s}$$

$$H_G = \frac{W_{Gt} d_G n_w}{19100000 m_G} \text{ kW}$$

เมื่อ H_G = กำลังที่ส่งออกจากเฟืองเกลียวท่อนอน ; kW

W_{Gt} = โหลดที่เฟืองถ่ายเทจริง

$\leq W_{Gt}$ โหลดที่ยอมให้เฟืองถ่ายเทได้ เท่ากับโหลดน้อยที่สุดที่หามาจากอัตรากำลังของ AGMA

จากความสามารถระบายความร้อนและความต้านทานการสึกหรอ

d_G = เส้นผ่านศูนย์กลางพิตซ์ของเฟืองท่อนอน ; mm.

n_w = อัตราเร็วรอบของเกลียวท่อนอน ; rpm.

m_G = อัตราทด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัตรากำลังของ AGMA สำหรับใช้กับอัตรากำลังของเกลียวหนอนเท่ากับ 3600 rpm และต่ำกว่า

($V_{sE} 30 \text{ m/s}$) อัตราทดเท่ากับ 3 ถึง 100 หาได้จาก

$$W_{Gta} = \frac{K_S d_G^{0.8} F_e K_m K_V}{75.95 K_O} N$$

เมื่อ W_{Gta} = โหลดที่ยอมให้เฟืองถ่ายทอดได้ ; N

K_S = แฟคเตอร์ขนาดและวัสดุ (ตารางที่ 3.3.7)

d_G = เส้นผ่านศูนย์กลางพิตช์ของเฟือง; mm

F_e = ความกว้างหน้าฟันประสิทธิภาพ ; mm

K_m = แฟคเตอร์อัตราทด (ตารางที่ 3.3.8)

K_V = แฟคเตอร์ความเร็ว (ตารางที่ 7.9)

K_O = แฟคเตอร์การใช้งาน (ตารางที่ 3.3.10)

ตารางที่ 3.3.7 แฟคเตอร์วัสดุ และขนาด K_S ของเฟืองเกลียวหนอนทรงกระบอก *

ความกว้างหน้าฟัน F_G mm. (in)	สัมฤทธิ์ หล่อทราย	สัมฤทธิ์หล่อ static chill	สัมฤทธิ์หล่อ แรงหนีศูนย์กลาง
≤75 (≤3)	700	800	1000
100 (4)	665	780	975
125 (5)	640	760	940
150 (6)	600	720	900
175 (7)	570	680	850
200 (8)	530	640	800
225 (9)	500	600	750

* สำหรับเฟืองสัมฤทธิ์ (ทองแดงผสมดีบุก) และสัมฤทธิ์ผสมนิเกิลขับเกลียวหนอน

เหล็กกล้าที่มีความแข็ง ผิวต่ำสุด 58 R_C

ตารางที่ 3.3.8 แฟคเตอร์อัตราทด K_m

อัตราทด m_G	K_m	อัตราทด m_G	K_m	อัตราทด m_G	K_m
3.0	0.500	8.0	0.724	30.0	0.825
3.5	0.554	9.0	0.744	40.0	0.815
4.0	0.593	10.0	0.760	50.0	0.785
4.5	0.620	12.0	0.783	60.0	0.745
5.0	0.645	14.0	0.799	70.0	0.687
6.0	0.679	16.0	0.809	80.0	0.622
7.0	0.706	20.0	0.820	100	0.490

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.3.9 แฟคเตอร์ความเร็ว K_V

ความเร็ว โกล, K_V m/s	K_V	ความเร็ว โกล, K_V m/s	K_V	ความเร็ว โกล, K_V m/s	K_V
0.005	0.649	1.50	0.472	7.00	0.216
0.025	0.647	1.75	0.446	8.00	0.200
0.050	0.644	2.00	0.421	9.00	0.187
0.100	0.638	2.25	0.398	10.00	0.175
0.150	0.631	2.50	0.378	11.00	0.165
0.200	0.625	2.75	0.358	12.00	0.156
0.300	0.613	3.00	0.340	13.00	0.148
0.400	0.600	3.75	0.310	14.00	0.140
0.500	0.588	4.00	0.289	15.00	0.134
0.750	0.558	4.50	0.269	20.00	0.106
1.000	0.528	5.00	0.258	25.00	0.089
1.250	0.500	6.00	0.238	30.00	0.079

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.3.10 แฟคเตอร์การใช้งาน K_0

ต้นกำลัง	เวลาทำงาน ทั้งหมดต่อวัน	ลักษณะโหลดของเครื่องจักรที่ถูกขับ		
		ราบเรียบ	กระแทก ปานกลาง	กระแทก หนัก
มอเตอร์ไฟฟ้า	บางครั้ง($\leq \frac{1}{2}$ ชม.)	0.80	0.90	1.00
	เป็นพักๆ(≤ 2 ชม.)	0.90	1.00	1.25
	10 ชม.	1.00	1.25	1.50
	24 ชม.	1.25	1.50	1.75
เครื่องยนต์ หลายสูบ	บางครั้ง($\leq \frac{1}{2}$ ชม.)	0.90	1.00	1.25
	เป็นพักๆ(≤ 2 ชม.)	1.00	1.25	1.50
	10 ชม.	1.25	1.50	1.75
	24 ชม.	1.50	1.75	2.00
เครื่องยนต์ สูบเดียว	บางครั้ง($\leq \frac{1}{2}$ ชม.)	1.00	1.25	1.50
	เป็นพักๆ(≤ 2 ชม.)	1.25	1.50	1.75
	10 ชม.	1.50	1.75	2.00
	24 ชม.	1.75	2.00	2.25
มอเตอร์ไฟฟ้า ที่สตาร์ท และ หยุดมากกว่า 10 ครั้งต่อวัน	บางครั้ง($\leq \frac{1}{2}$ ชม.)	0.90	1.00	1.25
	เป็นพักๆ(≤ 2 ชม.)	1.00	1.25	1.50
	10 ชม.	1.25	1.50	1.75
	24 ชม.	1.50	1.75	2.00

หมายเหตุ: อัตราที่ยอมรับสำหรับสตาร์ทปกติหรือเวลาที่ให้โหลดสูงสุด
ชั่วขณะหนึ่งถึงร้อยละ 300 ของโหลดถ่ายถอดปกติ
: เนื่องจากการขบแบบไกลจะมีไดนามิกโหลดน้อย และโดย
ทั่วไปไม่คำนวณ

การระบายความร้อน ความสามารถในการรับโหลดหรือถ่ายเทกำลังของเฟืองมักถูกจำกัดด้วยความสามารถในการระบายความร้อนของเรือนเฟือง ดังนั้นควรให้ความสนใจต่อการระบายความร้อนของชุดเฟือง โดยต้องมีปริมาณการไหลของน้ำมันหล่อลื่นหรืออากาศที่เพียงพอเป็นต้น ถ้าอุณหภูมิสูงมากความหนืดของน้ำมันหล่อลื่นจะลดลง และน้ำมันหล่อลื่นถูกรีดออกจากผิวหน้าฟัน ซึ่งอาจส่งผลให้เกิดรอยขีดข่วนหรือเกิดสะเก็ดเนื่องจากเกิดสัมผัสโดยตรงบนผิวฟัน

ความร้อนที่เกิดขึ้นจากกำลังที่เสียไป คือ

$$Q = V_S W_f \quad \text{J/s (W)}$$

$$W_f = \frac{\mu W_{Gt}}{\cos \phi_n \cos \lambda - \mu \sin \lambda}$$

และอัตราการระบายความร้อนจากชุดเฟือง

$$Q_C = h A_C (\Delta T) \quad \text{W}$$

ดังนั้นสมมูลความร้อนของเรือนเฟือง คือ

$$Q \leq Q_C$$

$$\text{หรือ } W_{Gta} = \frac{h A_C (\Delta T) (\cos \phi_n \cos \lambda - \mu \sin \lambda)}{\mu V_S}$$

เมื่อ W_{Gta} = โหลดที่ยอมให้เฟืองถ่ายเท ; N

h = สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน $\text{W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$ ซึ่งหาได้จาก รูปที่ 3.3.9

A_C = พื้นที่ที่เล็กที่สุดของเรือนเฟืองที่แนะนำ ; m^2

ΔT = อุณหภูมิที่แตกต่างกันของน้ำมันหล่อลื่นกับอุณหภูมิห้อง , $^\circ\text{C}$

แนะนำอุณหภูมิสูงสุดของน้ำมันหล่อลื่นไม่ควรเกิน $82 \text{ } ^\circ\text{C}$

V_S = ความเร็วโกล ; m/s

การสึกหรอ การสึกหรอเกิดขึ้นเนื่องจากการขบกันของฟันเป็นแบบโกล และเนื่องจากปกติเกสียวหนอนมีความแข็งสูงกว่าเฟืองหนอนมาก การสึกหรอของเฟืองหนอนจึงเป็นจุดวิกฤต หาค่าโหลดที่ยอมให้เฟืองถ่ายเทจาก

$$W_{Gta} = d_G F_e K_W$$

เมื่อ W_{Gta} = โหลดที่ยอมให้เฟืองถ่ายเทได้ ; N

d_G = เส้นผ่านศูนย์กลางพิตช์ของเฟือง ; mm

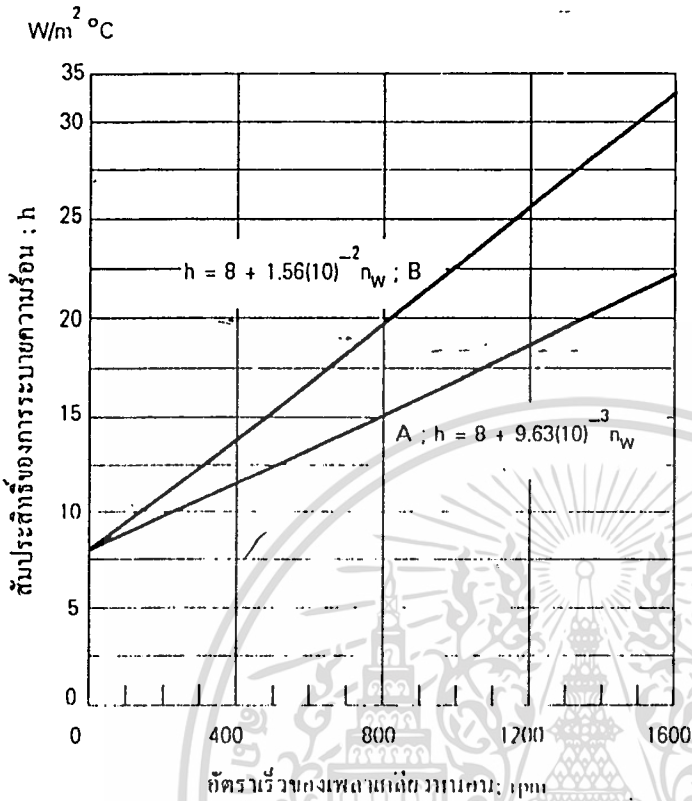
F_e = ความกว้างหน้าฟันประสิทธิภาพ ; mm

K_W = แฟคเตอร์ด้านการสึกหรอ ; Mpa จากตารางที่ 3.3.11

รูปที่ 3.3.9 สัมประสิทธิ์การระบายความร้อน

A ไม่มีพัดลมช่วยเป่า

B มีพัดลมติดกับเพลากลียวท่อนอน



ตารางที่ 3.3.11 แฟคเตอร์ด้านการสึกหรอของเฟืองเกลียวท่อนอนรูปทรงกระบอก, K_W

วัสดุ		มุมกดตันตั้งฉาก			
เกลียวท่อนอน	เฟืองท่อนอน	14.5°	20°	25°	30°
		K_W ;Mpa (psi)			
เหล็กกล้าชุบแข็ง (>500Bhn)	:chilled bronze	0.62 (90)	0.86 (125)	1.03 (150)	1.24 (180)
	:สำริดหล่อทราย	0.41 (60)	0.55 (80)	0.69 (100)	0.83 (120)
เหล็กกล้า (250Bhnต่ำสุด)	:สำริด	0.25 (36)	0.34 (50)	0.41 (60)	0.50 (72)
ความต้านแรงสูง ($S_u/275.6Mpa$) (40kpsi)	:สำริด	0.55 (80)	0.79 (115)	0.96 (140)	1.14 (165)
	:เหล็กหล่อสีเทา	0.62 (90)	0.86 (125)	1.03 (150)	1.24 (180)
	:เหล็กกล้าหล่อ	0.15 (22)	0.21 (31)	0.25 (37)	0.31 (45)
	:เหล็กหล่อความต้านสูง	0.93 (135)	1.27 (185)	1.55 (225)	1.86 (270)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ขั้นตอนการออกแบบ

4.1 วัสดุที่ใช้ทำโครงงาน

4.1.1 มอเตอร์ คือตัวต้นกำลังของโครงงาน เป็นตัวขับ

- Output $\frac{1}{4}$ Hp
- Power Supply 1 Phase 4 Pole 220V 50Hz
- Full load speed 1450 rpm

4.1.2 Worm Gear

- Ratio 1:40 $\frac{1}{2}$ Hp

4.1.3 สายพานตัว V เป็นตัวถ่ายกำลังจากตัวขับ หรือมอเตอร์

- สายพานแบบ A
- มีความกว้าง 12.5 mm. ความสูง 9.0 mm.
- ความยาว 762 mm.
- จำนวน 1 เส้น

4.1.4 Pulley

- ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 160 mm. จำนวน 1 อัน
- ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 80 mm. จำนวน 1 อัน

4.1.5 เฟลา หรือแกนเฟลา

- ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 mm. ยาว 400 mm. จำนวน 7 เฟลา

4.1.6 ท่อสตรีม

- ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง $6\frac{1}{2}$ in. ยาว 360 mm. จำนวน 7 ท่อ

4.1.7 เหล็กแผ่น ทำโครงสร้างด้านข้าง

- ทหนา 10 mm. จำนวน 2 แผ่น

4.1.8 ตลับลูกปืน

- แบบ UCT จำนวน 8 ตลับ
- แบบ UCR จำนวน 6 ตลับ
- แบบ 60292 จำนวน 16 ตลับ

4.1.9 งานโซ่

- 10 ฟัน ทหนา $\frac{1}{2}$ in. จำนวน 8 จาน
- 28 ฟัน ทหนา $\frac{1}{2}$ in. จำนวน 8 จาน
- 43 ฟัน ทหนา $\frac{1}{2}$ in. จำนวน 4 จาน

4.1.10 โซ่

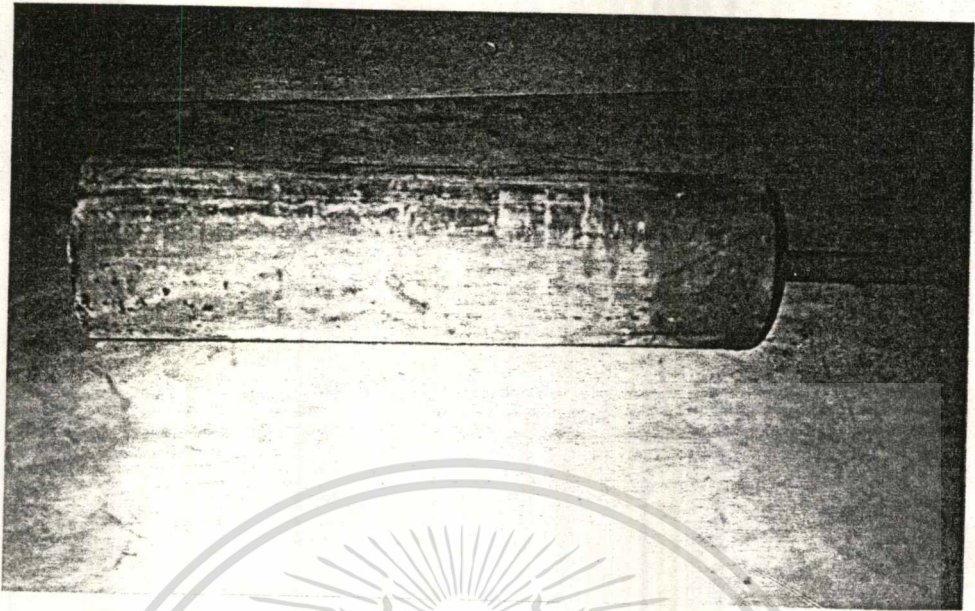
- ISO/R606 08B-1

4.2 การออกแบบลูกรีด

4.2.1 ลูกรีดเรียบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่เลือกใช้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6.5 นิ้ว ทหนา $\frac{3}{8}$ นิ้ว ยาว 24.5 นิ้ว ใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ใช้เหล็กแผ่นหนา 2/8 นิ้ว ปิดหัวท้ายของท่อ
- ใช้เหล็กเพลขนาด 1 นิ้ว ทำเป็นบุช เพื่อใช้เป็นรูในการใส่เหล็กเพล 1 นิ้ว



4.2.2 ลูกรีดสาย

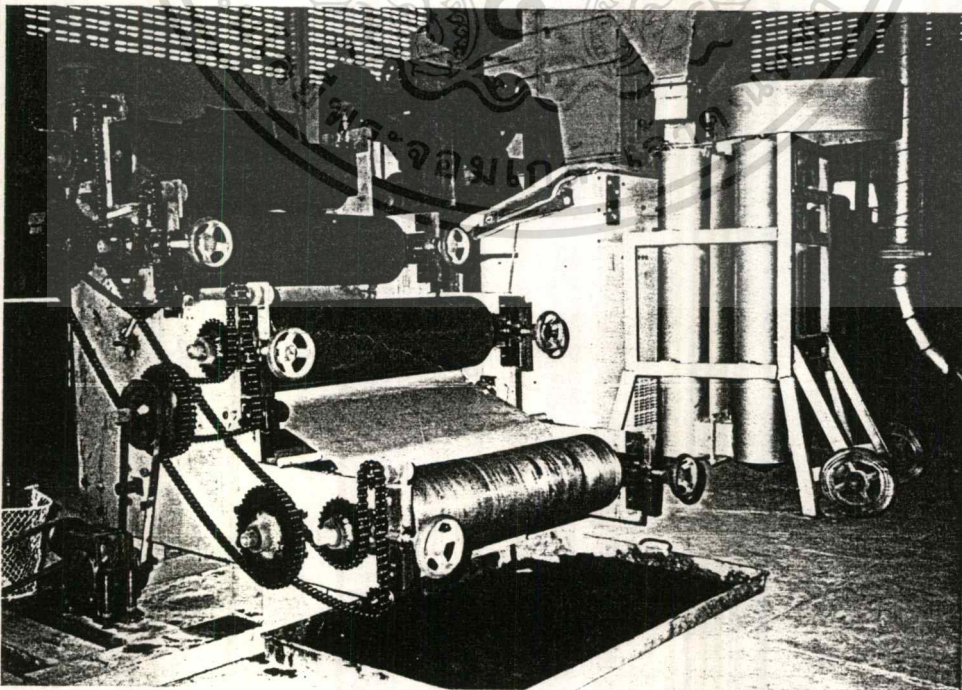
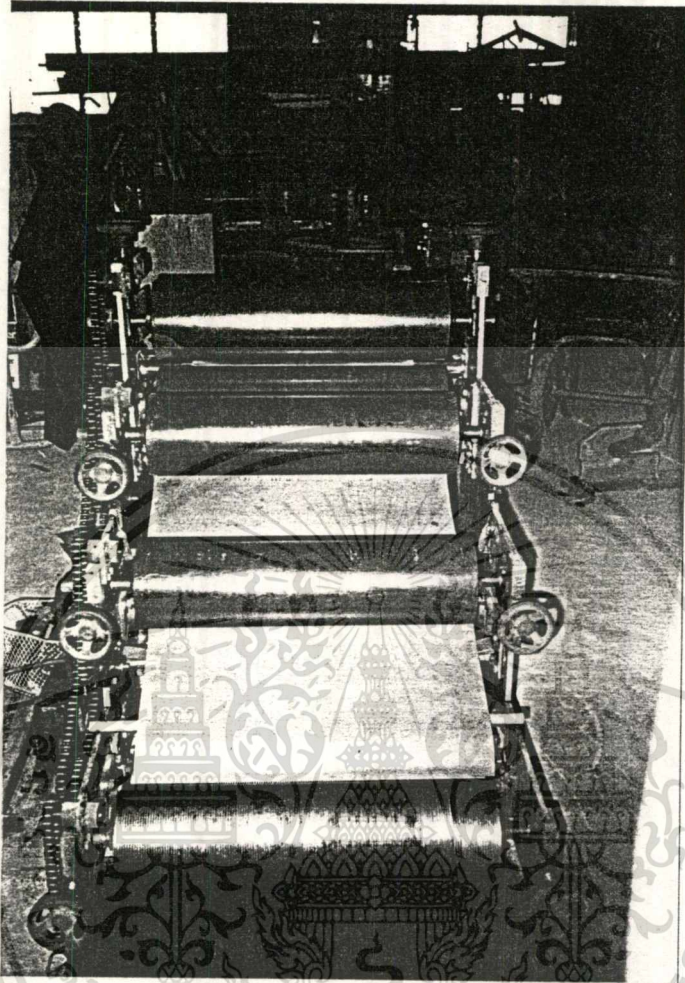
ลักษณะโครงสร้างทั่วไปของลูกรีดสาย จะมีลักษณะเดียวกับลูกรีดเรียบ แต่จะเพิ่ม ส่วนที่เป็นลายเข้าไปบนผิวท่อ ลักษณะของสายเป็นแบบเกลียว ที่มีความลึกของร่องเกลียว 3 มิลลิเมตร ความกว้างของเกลียว 2 มิลลิเมตร และระยะห่างของเกลียว 2 มิลลิเมตร ดังรูป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การจัดระยะห่างระหว่างลูกรีด

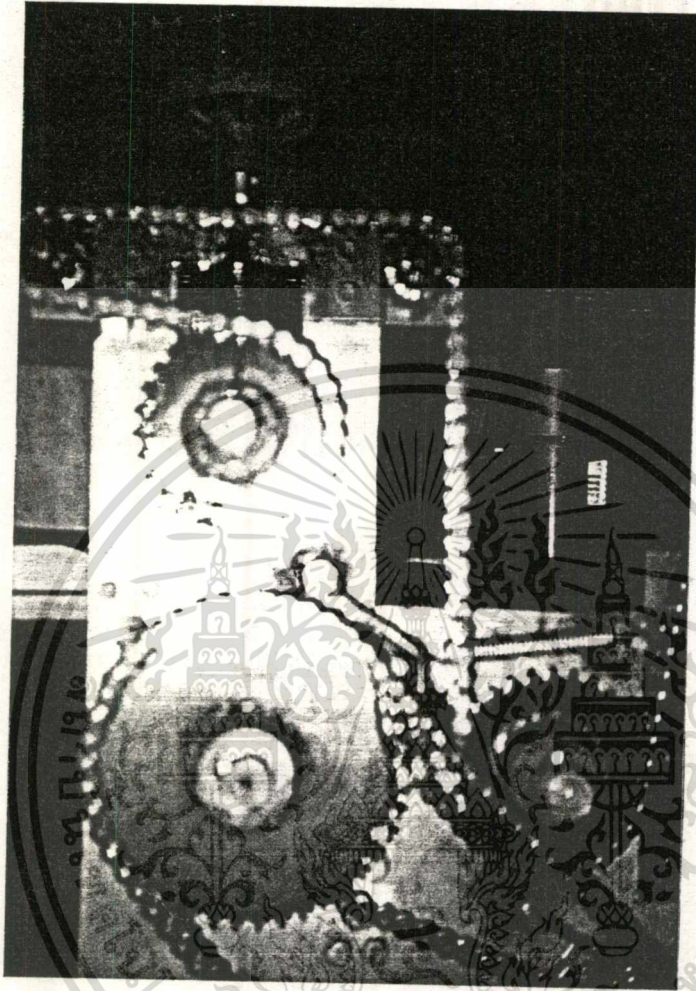
การทำงานของเครื่อง คือ จะมีการรีดเรียบ 3 ครั้ง และรีดลาย 1 ครั้ง โดยให้ระยะห่างระหว่างลูกรีดลดลง ตามรูป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

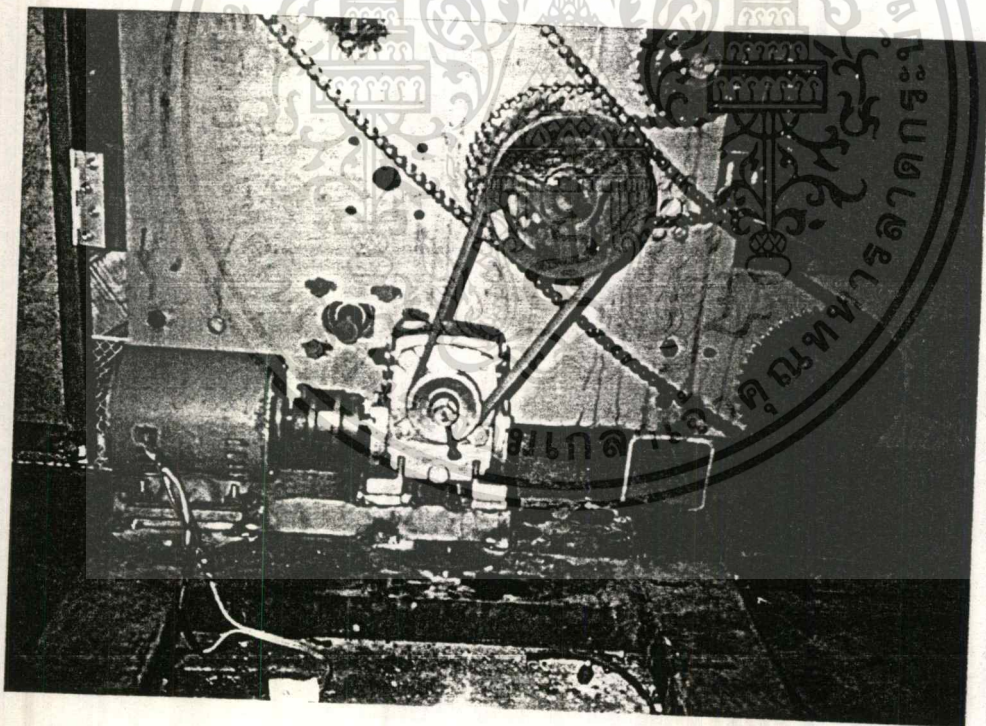
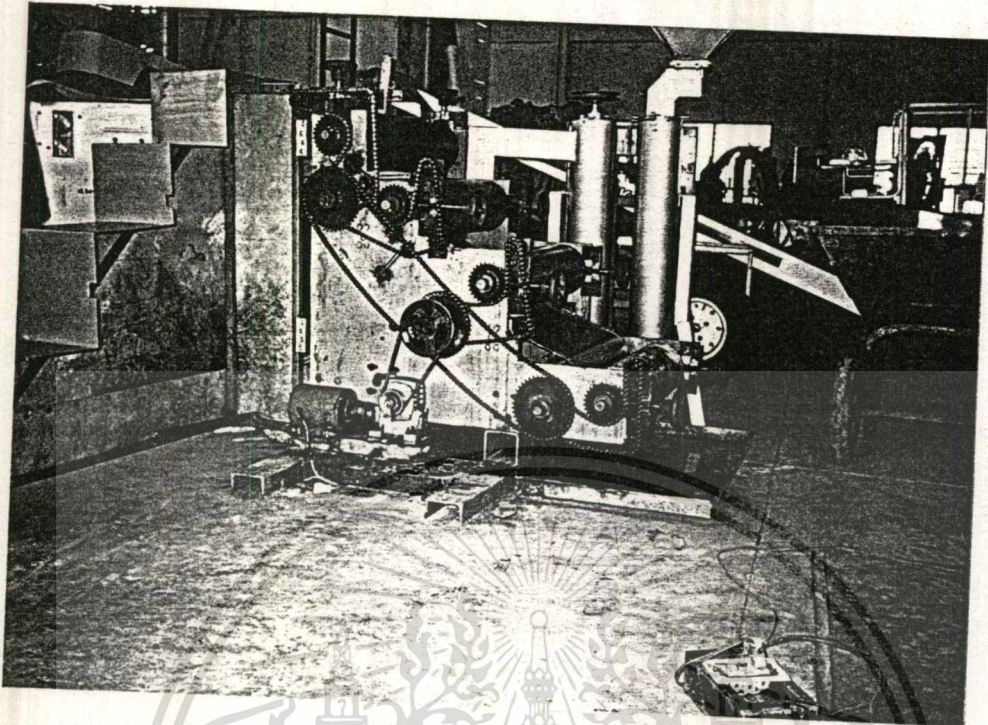
4.4 ระบบการเลื่อนระยะของลูกรีดแต่ละคู่

ลูกรีดแต่ละคู่ สามารถที่จะปรับระยะของการกดเนื้ออย่างได้ โดยใช้ Bearing แบบมีคั่นชักดังรูป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 ระบบการส่งกำลัง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

การทดลองและผลการทดลอง

5.1 วัตถุประสงค์

1. เพื่อทดลองใช้งานเครื่องรีดยาง ว่าสามารถใช้งานได้ผลเพียงไร
2. เพื่อจะได้ทราบถึงคุณภาพแผ่นยางที่รีดออกมา
3. เพื่อจะได้ทราบถึงจุดบกพร่องของการออกแบบเครื่องจักร
4. เพื่อจะได้ประเมินประสิทธิภาพของเครื่องจักร

5.2 วิธีการทดลอง

1. ผสมน้ำกับน้ำยางอัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตร
2. นำส่วนผสมของน้ำยางนี้เทผ่านตะแกรงกรอง 2 ชั้น เบอร์ 40 และเบอร์ 60
3. เทน้ำยางที่กรองแล้วใส่ตะกวงละ 5 ลิตร
4. เทน้ำกรดที่ผสมแล้วลงในตะกวง
5. กวนน้ำกรดและน้ำยางในตะกวงให้เข้ากัน แล้วตักฟองอากาศออก
6. ตั้งทิ้งไว้จนยางในตะกวงแข็งตัว
7. เทยางในตะกวงที่แข็งตัวแล้วบนแผ่นรองแผ่นแรก
8. เปิดเครื่องรีดยาง แล้วให้ยางไปเรื่อยๆ
9. นำยางที่รีดเสร็จแล้วไปล้างน้ำ และนำไปตาก
10. ในระหว่างการรีดจะมีการวัดความหนาของแผ่นยางที่ไหลออกจากลูกรีดแต่ละคู่
11. จับเวลาที่ใช้ในการทำยางแต่ละแผ่น

5.3 ผลการทดลอง

- ความหนาของแผ่นยาง

ความหนาของยางที่เทออกจากตะกวง ประมาณ 7 cm.

ความหนาแผ่นยางที่ออกจากลูกรีดคู่แรก ประมาณ 2 cm. (รีดเรียบ)

ความหนาแผ่นยางที่ออกจากลูกรีดคู่ที่ 2 ประมาณ 1 cm. (รีดเรียบ)

ความหนาแผ่นยางที่ออกจากลูกรีดคู่ที่ 3 ประมาณ 0.6 cm. (รีดเรียบ)

ความหนาแผ่นยางที่ออกจากลูกรีดคู่ที่ 4 ประมาณ 0.5 cm. (รีดลาย)

- ลายของแผ่นยาง

ลายของแผ่นยาง ปรากฏเป็นเส้นขนานกับแนวยาวของแผ่นยาง

- เวลาที่ใช้

เวลาที่ใช้รีดยาง 1 แผ่น ประมาณ 30 วินาที

ผลที่เกิดขึ้นในการทดลองครั้งแรกปรากฏว่า แผ่นยางที่ออกจากลูกรีดคู่แรก และลูกรีดคู่ที่สอง ซึ่งจะไหลผ่านแผ่นสะพานไปยังลูกรีดคู่ที่สามเกิดม้วนขึ้น เนื่องจากแผ่นเหล็กมีความยืดมาก ต่อมาเมื่อทำการรีดแผ่นที่สอง จึงได้ทดลองเอาน้ำผงซักฟอกทาบนเหล็กแผ่นสะพานทั้งสอง ปรากฏว่าแผ่นยางไหลผ่านแผ่นเหล็กได้ดีมาก ทำให้แผ่นยางไหลผ่านลูกรีดทุกคู่ได้โดยไม่มีปัญหา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์หรือการคุ้มครองโดยกฎหมายเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4 สรุปผลการทดลอง

เครื่องรีดยางอัตโนมัติที่นำมาทดลองนี้ สามารถนำมาใช้ในการแปรรูปน้ำยางดิบไปเป็นยางแผ่นได้ แต่แผ่นยางที่ผลิตได้นั้น มีความหนาเกินกว่ามาตรฐานอยู่ประมาณ 1 มิลลิเมตร และลายที่ได้ยังไม่เหมือนกับห้องตลาด ในด้านของประสิทธิภาพ เครื่องรีดยางอัตโนมัติสามารถผลิตยางแผ่นได้จำนวนประมาณ 100 แผ่นต่อหน้าที่ และในระหว่างการทำงานไม่ก่อให้เกิดเสียงดังรบกวน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6

บทสรุปและวิจารณ์

6.1 ข้อบกพร่องและแนวทางในการแก้ไข

- ลูกรีดเรียบของเครื่องต้นแบบ ยังไม่สมบูรณ์พอที่จะนำไปใช้ในการทำงานจริงได้ เนื่องจากลายของลูกรีดนั้นมีมูมน้อยเกินไป ทำให้ลายที่ปรากฏบนแผ่นยางเกือบจะเป็นแนวขนานกับแนวยาวของแผ่นยาง จึงต้องลูกรีดลายใหม่ให้มีมุมเอียงและความลึกมากกว่าเดิม
- ระยะระหว่างลูกรีดกว้างเกินไป ทำให้ได้แผ่นยางที่มีความหนามากเกินไปประมาณ 1 มิลลิเมตร จึงควรปรับระยะระหว่างลูกรีด 2 คู่สุดท้ายให้ลดลงอีก 2 มิลลิเมตร

6.2 ข้อเสนอแนะ

- ควรทำการทดสอบหาแรงบิดของลูกรีดแต่ละคู่ เพื่อให้ทราบถึงแรงบิดจริงที่จะนำไปใช้คำนวณหาขนาดของมอเตอร์ต้นกำลัง
- ลูกรีดเรียบสามารถลดความหนาลงได้ เนื่องจากแรงต้านทานของเนื้อยางมีน้อยมาก จนเกือบจะไม่มีผลกับลูกรีดเลย ซึ่งจะช่วยลดต้นทุนในการผลิตลง และทำให้อายุการใช้งานของแบร็ริงเพิ่มขึ้น
- ลูกรีดลายควรมีความหนามากกว่านี้ เพื่อให้ลายที่ได้มีความลึกมากกว่านี้ และควรนำมาชุบสังกะสีเพื่อป้องกันการเกิดสนิม
- ควรติดตั้งปั้มน้ำเพื่อฉีดน้ำลงบนแผ่นเหล็กรอง เพื่อลดความฝืดของแผ่นเหล็ก

เอกสารอ้างอิง

1. สำนักงานเกษตรจังหวัดตรัง กรมส่งเสริมการเกษตร : การประชุมสัมมนาทางวิชาการยางพารา งานวันยางพารา จังหวัดตรัง ปี 2531
2. พิพิธภัณฑสถานยางพาราจังหวัดตรัง ศูนย์การศึกษาออกโรงเรียน จังหวัดตรัง : การกรีดยาง
3. ดร.วริทธิ์ อึ้งภากรณ์ ,ชาญ ถนังงาน ,การออกแบบเครื่องจักรกลเล่ม2 ,ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด
4. รศ.จำรูณ ดันดีพิศาลกุล, การออกแบบเครื่องจักรกลเล่ม2 ,ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงการชิ้นนี้สำเร็จลงได้ด้วยความช่วยเหลือจากหลายฝ่ายดังนี้

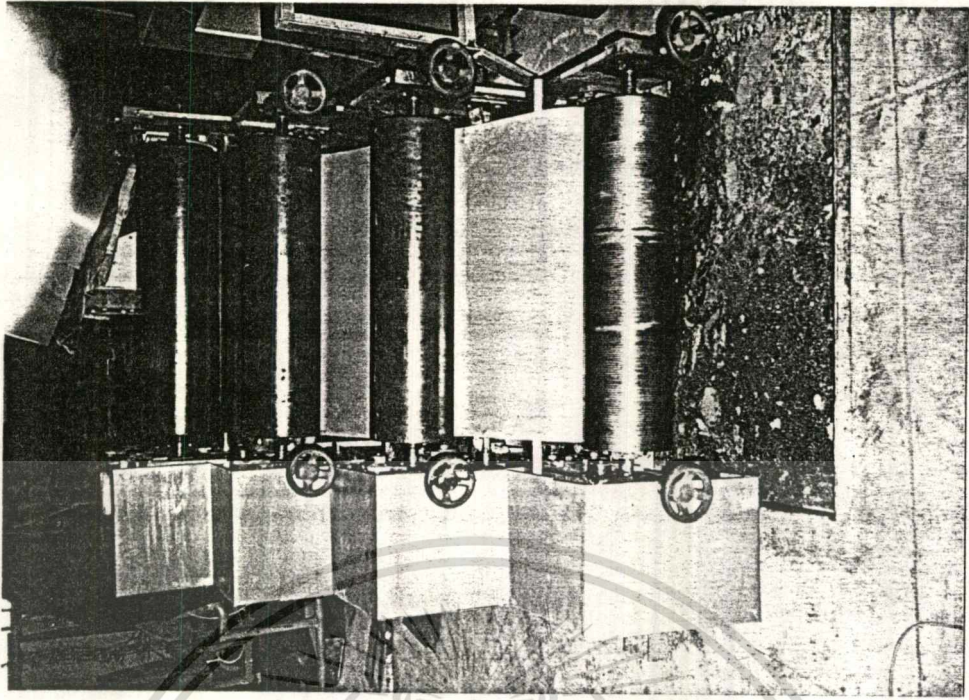
- อาจารย์พิชิต กิตตินนท์ และอาจารย์ภัทรชัย วิชัยยะ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ
- ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล และเจ้าหน้าที่ประจำโรงปฏิบัติการเครื่องกล ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้เครื่องมือต่างๆ สำหรับการทำชิ้นงาน
- ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร และเจ้าหน้าที่ในโรงปฏิบัติงาน ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้เครื่องมือต่างๆ สำหรับการทำชิ้นงาน
- คุณรัชดา ตันแสง และคุณนันทชัย ลากรัตนไตร ที่ให้ความช่วยเหลือในการจัดหาไม้ยางดิบ สำหรับทำทดลอง
- คุณเอกอัศวิน เอกอมร ที่ให้ความช่วยเหลือในการทำชิ้นงาน



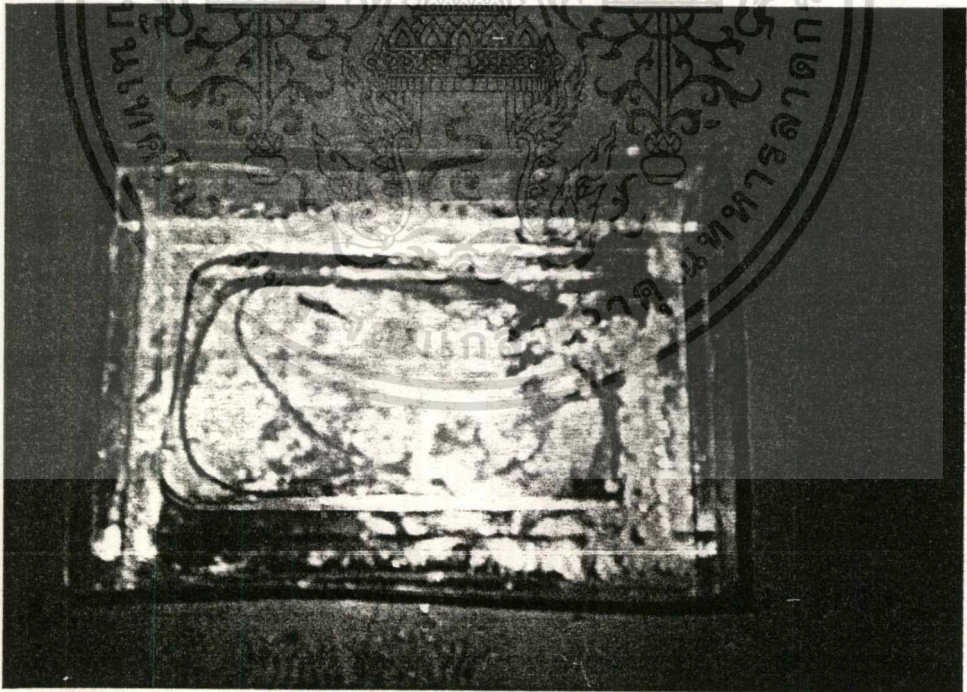
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

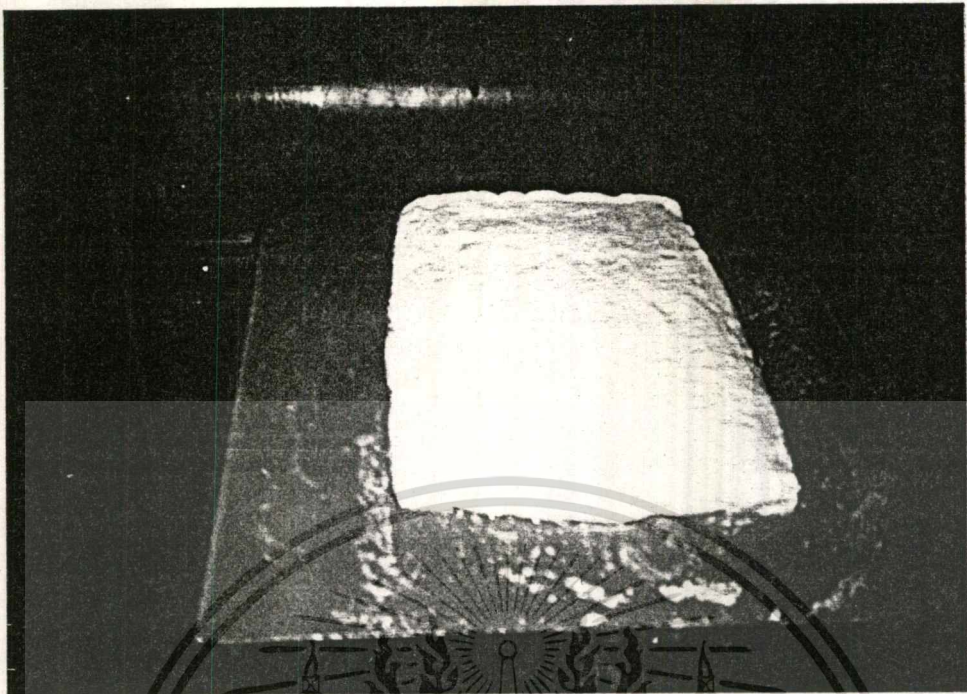


รูปเครื่องรีดยางอัตโนมัติ



ตะกุงที่ใช้ในการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

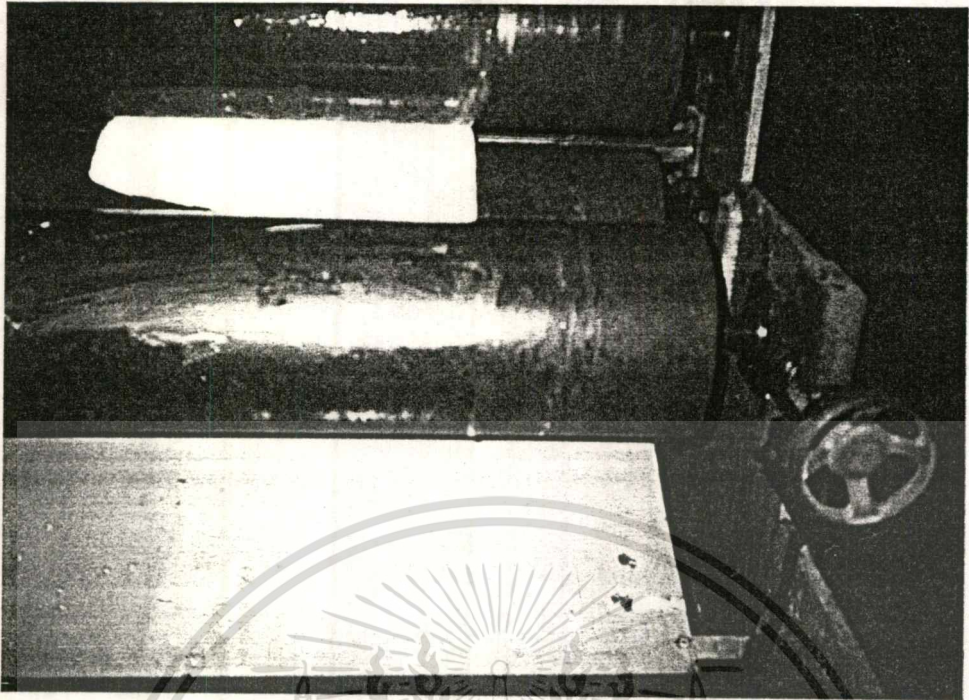


เทียงออกจากตะกง

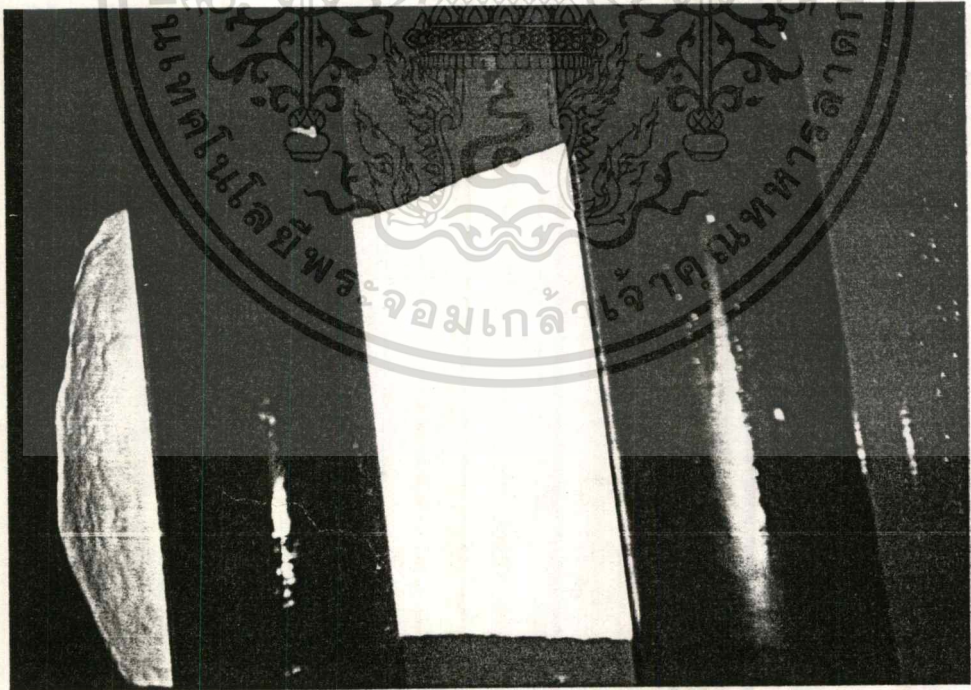


ใช้มือช่วยส่งเข้าเครื่องรีด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

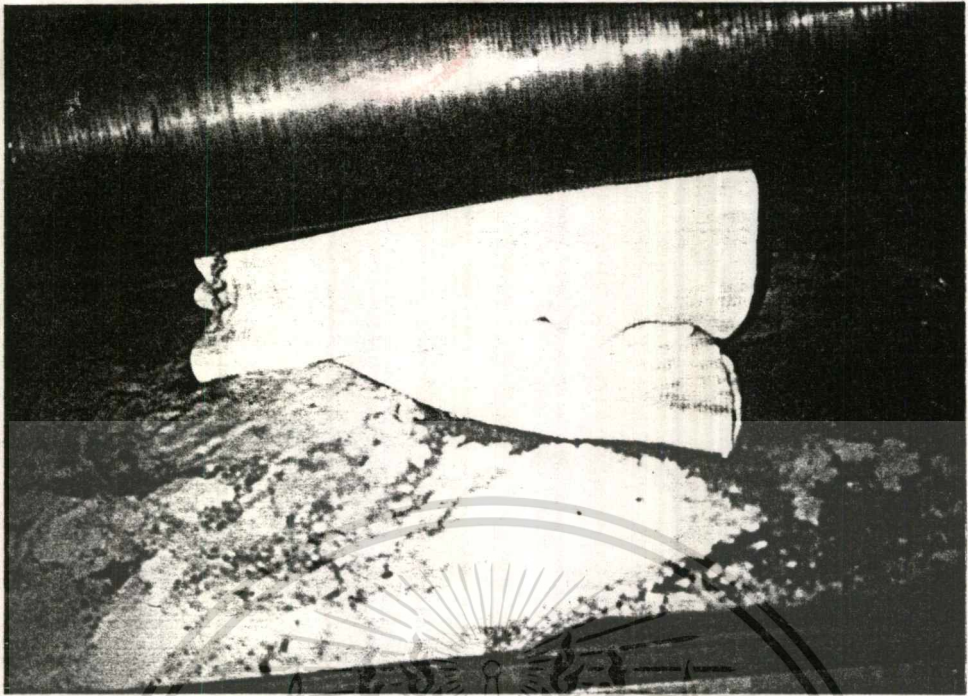


รีดผ่านลูกรีดคู่แรก



ผ่านลูกรีดคู่ที่สอง เข้าสู่ลูกรีดคู่ที่สาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ออกจากสุกรีตลาย



ยางแผ่นที่ได้จากการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้