ห้องสมุด
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

เครื่องรีดกระจูดสำหรับอุตสาหกรรมในครอบครัว

นางสาวชนิดา ภู่ผาสุก

เลขหมู่ .....
เลขทะเบียน 009033
วัน เดือน ปี 19 พ.ค. 2559

A019793

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาวิชาศิลปอุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า วิทยาเขตเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2558

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิทยานิพนธ์เรื่อง เครื่องรีดกระจูดสำหรับอุตสาหกรรมในครอบครัว

ชื่อนักศึกษา นางสาวชนิดา ภู่ผาสุก

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์วินัย อุดมทรัพย์

นายสำรวย เกษตรสกุลชัย

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ กรรมการตรวจวิทยานิพนธ์ ได้ตรวจพิจารณาและเห็นชอบแล้ว จึงอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต ประจำการศึกษา 2526

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บุญส่ง ศิวโมกษธรรม)
คณบดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ในการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "เครื่องรีดกระจูด สำหรับอุตสาหกรรมในครอบครัว"

เพื่อเป็นการศึกษารูปแบบการทำงานในการทำให้กระจูดแบน และนำมาปรับปรุงและออกแบบให้มีรูปแบบที่เหมาะสมกับลักษณะในการทำงาน เพื่อให้เกษตรกรสามารถเพิ่มผลผลิตที่มีคุณภาพดี และสนองความต้องการของเกษตรกรและผู้ใช้ที่ไม่สามารถจัดหาเครื่องรีดกระจูดที่มีขนาดใหญ่และราคาแพงเอามาไว้ใช้งานได้ เครื่องรีดกระจูดที่ทำการออกแบบนี้เป็นเครื่องรีดขนาดเล็กเหมาะสำหรับใช้ในครอบครัว ใช้มอเตอร์เป็นต้น กำลังเพื่อสามารถใช้แทนแรงคนได้สามารถซ่อมแซมได้โดยง่าย และใช้วัสดุผลิตขึ้นในประเทศได้ ผลจากการวิจัยนี้จะทำให้เกษตรกรมีเครื่องทุ่นแรงที่สามารถใช้ประโยชน์ในการประกอบด้านเกษตร เป็นการส่งเสริมเกษตรให้มีผลผลิตและรายได้

การดำเนินการค้นคว้า

เพื่อให้สามารถดำเนินการค้นคว้าให้ได้ประโยชน์ตามจุดหมายตามโครงการวิจัยจึงทำการศึกษาดังนี้คือ

1. ศึกษาถึงปัญหาที่เกิดขึ้น รูปแบบของเครื่องรีดกระจูดแบบต่าง ๆ เพื่อรวบรวมสรุปปัญหาและวางแนวทางการแก้ปัญหา ขอบเขตการวิจัย

2. ศึกษาถึงพฤติกรรม สภาพการทำงาน นำมาสรุปรวบรวมเพื่ออ้างอิงและนำมาเป็นแนวทางการออกแบบ

3. การวิเคราะห์ข้อมูลจากการศึกษา เรื่องการทำงาน สัดส่วนของเครื่องกับผู้ใช้รูปร่าง ประเภทวัสดุที่นำมาออกแบบ สี การตกแต่งขั้นสำเร็จ และสรุปเป็นแนวทางการออกแบบขั้นต้น

4. เสนอแบบร่าง เพื่อแก้ไขจุดที่มีปัญหา การพัฒนาความคิด จนถึงขั้นสุดท้ายนำมาแยกแบบศึกษาแยกประเภทวัสดุ พร้อมกับทำหุ่นจำลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. การทำงานขั้นสุดท้าย ประกอบด้วยการเสนอแบบจริง การทำหุ่นจำลอง

6. สรุปการวิจัย ผลที่คาดว่าจะได้รับเสนอแนะสำหรับผู้จะนำไปอ้างอิงหรือศึกษา

ขอบเขตการศึกษา

1. ใช้ในการเกษตรระดับกลาง ซึ่งจะเป็นงานอุตสาหกรรมภายในครัวเรือน

2. ผลิตและใช้วัสดุในประเทศ

3. เป็นเครื่องรีดกระจูดใช้มอเตอร์เป็นต้นกำลัง

4. สามารถซ่อมบำรุงได้ง่าย และรวดเร็ว รวมทั้งความปลอดภัยของผู้ใช้

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เป็นเครื่องรีดกระจูดที่สามารถจะเพิ่มผลผลิตที่มีคุณภาพดีและปริมาณมาก

2. ช่วยในการพัฒนาการทำงานของเกษตรกรให้ทำงานอย่างมีระบบระเบียบให้ก้าวหน้าไปถึงขั้นอุตสาหกรรมได้

3. ช่วยนำเทคโนโลยีไปสู่ชนบทเพื่อพัฒนาการผลิต

4. สามารถประหยัดแรงงานคนได้

ข้อเสนอแนะ

ในการวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ทางด้านเกษตรกรรมมากก็ต่อเมื่อมีการแก้ปัญหาร่วมกันเพื่อสนองประโยชน์ใช้สอยให้ได้ผลสมบูรณ์มากที่สุดคือ

– ในการรีดกระจูดควรใช้กระจูดที่มีอายุพอเหมาะแก้การใช้งานและควรผ่านขบวนการเตรียมการมาพร้อมแล้ว จึงจะสามารถรีดได้คุณภาพที่ดีตามต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

– จำนวนในการรีดครั้งหนึ่ง ๆ ควรอยู่ในขอบเขตที่กำหนดไม่ควรเกินมากนักเพราะจะทำให้กระจูดที่รีดนั้นจะติดกับผนังและออกนอกช่องทางการรีด

แนวทางการวิจัยครั้งนี้อาจมีข้อผิดพลาดอยู่บ้าง แต่ผู้วิจัยก็หวังอย่างยิ่งที่จะให้ได้ประโยชน์อย่างเต็มที่ทางการเกษตรต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลงได้ด้วยดี จากความช่วยเหลือของท่านผู้มีอุปการะคุณซึ่งข้าพเจ้ากล่าวด้วยความเคารพอย่างสูง ดังนี้

บิดา มารดา ผู้เป็นกำลังใจและกำลังทรัพย์ พร้อมทั้งรุ่นพี่และน้อง ๆ ตลอดจนเพื่อน ๆ ที่คอยให้แนวความคิด เพื่อมุ่งหวังให้ข้าพเจ้าประสพความสำเร็จในการทำวิทยานิพนธ์

อาจารย์วินัย อุดมทรัพย์ อาจารย์ที่ปรึกษา

นายสำรวย เกษตรสกุลชัย ที่ปรึกษาฝ่ายเทคนิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ .....

กิตติกรรมประกาศ .....

สารบัญ .....

รายการตารางประกอบ .....

รายการภาพประกอบ .....

บทที่

1. บทนำ 1

1.1 คำนำ 1-2

1.2 ความเป็นมาของปัญหา 3-5

1.3 วัตถุประสงค์ของการทำวิทยานิพนธ์ 6

1.4 ความเป็นมาของปัญหาและแนวทางแก้ปัญหา 6

1.5 การดำเนินงานวิจัย 7

1.6 ขอบเขตของการศึกษาข้อมูล 8

1.7 ขอบเขตการออกแบบ 8

1.8 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 9

2. วิธีดำเนินงานและรวบรวมข้อมูล 10

2.1 วิธีสำรวจและรวบรวมข้อมูล 10

2.2 แหล่งที่มาของข้อมูล 10

2.3 วิธีวิเคราะห์ข้อมูล 10-11

3. การศึกษาข้อมูล 12

3.1 ข้อมูลพื้นฐาน 12-13

-การปลูกกระจูด 14

-ประโยชน์ของกระจูด 15

-แหล่งที่มีกระจูดมากทางภาคใต้ 16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

-กรรมวิธีการเตรียมกระจกเพื่อสาน .....17_ 26

-สรุป 27

3.1.1 สรุปข้อมูลพื้นฐาน.....28

- สรุปลักษณะและขนาดของกระจก 28

- สรุปลักษณะของกระจกที่นำมาวิจัย..... .28

- สรุปกรรมวิธีทำให้กระจกแบนโดยใช้ไม้หุบและอุปกรณ์ 28

- สรุปพฤติกรรมทำให้กระจกแบนโดยใช้เครื่องรีดยางและอุปกรณ์...29

- สรุปลักษณะทั่วๆไปและสิ่งแวดล้อม 29

- สรุปอุปกรณ์ที่สำคัญ.....30

- สรุปความต้องการของผู้ใช้ 30

- สรุปเครื่องรีดกระจกสำหรับอุตสาหกรรมในครอบครัว 30-38

3.2 ข้อมูลเชิงเทคนิค 39

3.2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับระบบต้นกำลัง 39-46

3.2.2 ระบบส่งกำลัง 47

-สายพาน 47-53

-เฟือง 54-62

-แบริ่ง 63-67

3.2.3 ความรู้เกี่ยวกับโครงสร้างและเหล็กแบน 68-85

3.2.4 การยึดติด 86

-การเชื่อม 86-91

3.2.5 วัสดุประกอบ 92

-ยาง 92-95

-พลาสติก 96-116

-ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับสวิทช์ควบคุม 117-120

สรุปข้อมูลเทคนิค 121

-มอเตอร์ 121

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

-เฟือง 121
-สายพาน 121
-แบริ่ง 121
-โครงสร้าง 122
-เหล็กแผ่น 122
3.3 ข้อมูลในการออกแบบ 124
3.3.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับสีที่ใช้กับเครื่องจักร และการตกแต่งสี 124-127
สรุป 127
3.3.2 ขนาดสัดส่วนและธรรมศาสตร์ 128-143
สรุป 143
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล 144
3.4.1 ตารางวิเคราะห์เหล็กเหลี่ยมทำโครงสร้าง 144
3.4.2 ตารางวิเคราะห์ลักษณะมือจับปรับระดับ 145
3.4.3 ตารางวิเคราะห์เลือกใช้มือจับ เปิด - ปิด 146
3.4.4 ตารางวิเคราะห์ลักษณะที่รองขาเครื่อง 147
3.4.5 ตารางวิเคราะห์สีที่ใช้กับตัวเครื่อง 148
3.4.6 ตารางวิเคราะห์สีที่ใช้ปิดชุดเฟืองและพู่เลย์ 149
3.4.7 ตารางวิเคราะห์การเลือกใช้สายพาน 150

4. การออกแบบเครื่องรีดกระดูกสำหรับอุตสาหกรรมในครอบครัว 151
4.1 แนวทางการออกแบบ 151
4.2 การออกแบบขั้นต้น 151-155
4.3 การออกแบบขั้นสุดท้าย 156-159
4.4 แบบถ่ายออ 160-171

5. สรุปผลและเสนอแนะ 172
5.1 สรุปผลการวิจัย 172
5.2 ข้อเสนอแนะ 173

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

บรรณานุกรม 174

ภาคผนวก 175–184

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการตารางประกอบ

ตารางที่ หน้า

1. ตารางแสดงการเปรียบเทียบเครื่องต้นกำลัง 31
2. ตารางแสดงการเปรียบเทียบการส่งกำลัง 33
3. ตารางแสดงการเปรียบเทียบการส่งกำลัง 34
4. ตารางการเปรียบเทียบวัสดุที่ใช้ทำลูกกลิ้ง 37
5. ตารางประสิทธิภาพของรอยต่อสายพาน 50
6. ตารางเส้นผ่าศูนย์กลางล้อสายพานแบบมาตราฐาน.....51
7. ตารางผิวโค้งบนหน้าล้อสายพานแบบตามมาตราฐาน ISO 100-1975....52
8. ตารางความเร็วขอบของล้อสายพานแบน 53
9. ตารางแสดงน้ำหนัก(ออนซ์/ตารางฟุต)ของโลหะแผ่นชนิดต่างๆ 85
10. ตารางตัวเลขของความสูงยืนและน้ำหนักเฉลี่ยของคนไทย 142
11. ตารางวิเคราะห์เหล็กเหลี่ยมทำโครงสร้าง 144
12. ตารางวิเคราะห์ลักษณะมือจับปรับระดับ.....145
13. ตารางวิเคราะห์เลือกใช้มือจับ เปิด-ปิด 146
14. ตารางวิเคราะห์ลักษณะที่รองขาเครื่อง.....147
15. ตารางวิเคราะห์สีที่ใช้กับตัวเครื่อง.....148
16. ตารางวิเคราะห์สีที่ใช้ปิดชุดเฟืองและพู่เลย์.....149
17. ตารางวิเคราะห์การเลือกใช้สายพาน.....150

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการภาพประกอบ

ภาพที่		หน้า
1	ต้นกระจูดขึ้นตามที่มีน้ำขังตลอดเวลา	13
2	เสื่อกระจูดที่ทางราษฎรทางภาคใต้ นิยมสานไว้ใช้ทั่วไป	15
3	กระสอบกระจูด ใช้ใส่ข้าว เกลือ และอื่น ๆ	15
4	มัดกระจูดที่ตั้งพิงกับเรือนชานหรือข้างบ้าน	17
5	การนำกระจูดไปตลุกดินโคลน ในบริเวณที่เตรียมไว้	18
6,7	การนำกระจูดไปผึ่งแดด ที่บ้านควนยาว ตำบลเคร็ง อำเภอชะอวด จังหวัดนครศรีธรรมราช	19
8	การทำหรือทิ่ม บนมัดกระจูด แบบท้องถิ่นทั่ว ๆ ไป	20
9	สากหรือไม้ทุบ	20
10	ลูกกลิ้งคอนกรีต	21
11	ลักษณะเครื่องรีดยางที่ราษฎรใช้รีดกระจูด	22
12	ลักษณะเครื่องรีดยางที่ราษฎรใช้รีดกระจูด	23
13,14	แสดงการรีดกระจูดด้วยเครื่องรีดยางของชาวบ้านที่บ้านคอน ตำบลโคกเคียน อำเภอเมือง จังหวัดนราธิวาส	23
15	การย้อมสีกระจูดของชาวบ้าน	25
16	การนำไปตากหลังการย้อมสี	25
17	ลายสานเสื่อกระจูดทั่วไปที่ราษฎรนิยมสาน	26
18	ไดอาแกรมรีพัลชั่นสตาคร์มอเตอร์ที่มีชดสเตเตอร์สองชุด	42
19	รูปไดอะแกรมเชดเดดโพลมอเตอร์	43
20	สว่านมือไฟฟ้าใช้ยูนิเวอร์แซลมอเตอร์	44
21	ลักษณะคิดตั้งใช้งานมอเตอร์คิดตั้งไหลายลักษณะ	45
22	ลักษณะการทำงานของเฟืองกับฟริคชั่นวีล	54
23	ลักษณะฟันตรง	55
24	ลักษณะฟันโค้ง	56
25	เฟืองนอก	56
26	เฟืองใน	57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ หน้า

27 เฟืองหนอน 59
28 เฟืองที่ดัดแปลงมาจากเฟืองตรง 60
29 ลักษณะเฟืองที่ใช้กับงานความเร็วขอบสูง 60
30 ลักษณะเฟืองที่หมุนทางเดียวกัน 60
31 เฟืองที่ดัดแปลงมาจากเฟืองสะพาน 61
32 เฟืองที่ดัดแปลงมาจากเฟืองดอกจอก 61
33 สลักแบริ่งที่ใช้ได้กับงานหมุนทุกมุม 64
34 บอสแบริ่งกับห้องบรรจุไข 67
35 การเชื่อมรอยต่อชน 87
36 รูปแสดงรอยเชื่อมแบบต่าง ๆ 87
37 รูปแสดงรอยต่อเชื่อมแบบต่าง ๆ 87
38 ภาพแสดงส่วนสูงยืนเฉลี่ยของชาย - หญิงไทย 128
39 ความรู้เรื่องสัดส่วนคนไทยกับการออกแบบ 129
40 การจับปุ่มที่เล็กที่สุด ไม่ต่ำกว่า 3ส่วน8 นิ้ว 130
41 การจับปุ่มที่เล็กที่สุด ไม่ต่ำกว่า 3ส่วน8 นิ้ว ถึง 5ส่วน8 นิ้ว 130
42 การจับห่วงวงกลม ใช้นิ้วเดียว เส้นผ่าศูนย์กลางของห่วง ประมาณ 1 นิ้ว 131
43 การจับ 131
44 การจับโดยใช้นิ้วมือ 4 นิ้ว 132
45 การจับโดยใช้นิ้วมือ 2 นิ้ว 132
46 การจับปุ่มโดยใช้นิ้วมือและนิ้วชี้ 133
47 การจับในลักษณะการสอดนิ้ว 133
48 แสดงการจับลูกบิดประตูโดยมือเต็ม 134
49 การจับลูกบิดเต็มมือ 134
50 การจับลูกบิดเต็มมือ 135
51 การจับหลักหรือเสา 135
52 การใช้นิ้วดึงที่จับหางตอนใน 136
53 การศึกษาทางด้าน ขนาดสัดส่วน 137
54 แสดงความสามารถในการงอข้อศอกด้านข้าง 138

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ หน้า

55 แสดงความสามารถในการหันศีรษะ 138
56 แสดงความสามารถในการเอี้ยงตัว 138
57 แสดงความสามารถในการก้ม 138
58 แสดงความสามารถในการใช้หัวไหล่ 139
59 แสดงความสามารถในการบิดข้อมือ 139
60 แสดงความสามารถในการงอข้อมือ 139
61 แสดงความสามารถในการงอข้อนิ้ว 139
62 แสดงมุมมองด้านข้าง 140
63 แสดงมุมมองด้านบน 141
64 สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูลสัดส่วนมนุษย์ 143
65 แบบร่างครั้งที่ 1 152
66 แบบร่างที่ 2 153
67 แบบร่างที่ 3 154
68 แบบร่างที่ 4 155
69 แสดงภาพหุ่นจำลองด้านหน้า 156
70 แสดงภาพหุ่นจำลองด้านขวา 157
71 แสดงภาพหุ่นจำลองด้านซ้าย 158
72 แสดงหุ่นจำลองทางด้านหลัง 159

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 คำนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศที่ถูกจัดไว้ในกลุ่มกำลังพัฒนา และมีพื้นฐานเป็นเกษตรกรรม ประชากรส่วนใหญ่กว่า 80 % อาศัยชนบท มีฐานะยากจน เศรษฐกิจของประเทศขึ้นอยู่กับสินค้าออกประเภทเกษตรกรรมเป็นส่วนใหญ่ รัฐบาลพยายามที่จะพัฒนาเศรษฐกิจของไทยให้ก้าวไปสู่ "ประเทศกึ่งอุตสาหกรรม" และประสบความสำเร็จพอสมควร ดูได้จากสัดส่วนผลผลิตภาคอุตสาหกรรมได้เพิ่มขึ้นจากร้อยละ 13.1 ของผลผลิตรวมของประเทศในปี 2503 เป็นร้อยละ 21.1 ในปี 2524 จากการประเมินการพัฒนาอุตสาหกรรมในประเทศไทยเท่าที่ผ่านมาในประเด็นที่เกี่ยวกับการจ้างแรงงาน การส่งออกและการกระจายรายได้ไปสู่ส่วนภูมิภาค พบว่าอุตสาหกรรมมีผลต่อการกระจายรายได้ไปสู่ส่วนภูมิภาคน้อยมาก ทั้งนี้เพราะว่ากิจการอุตสาหกรรมกระจุกอยู่บริเวณกรุงเทพมหานคร และจังหวัดใกล้เคียง ไม่กระจายไปสู่ส่วนภูมิภาค แม้นว่ารัฐบาลได้มีนโยบายที่ต้องการกระจายอุตสาหกรรมไปสู่ส่วนภูมิภาค

สาเหตุที่อุตสาหกรรมไม่กระจายไปสู่ส่วนภูมิภาคนั้น เนื่องมาจากกรุงเทพมหานคร และบริเวณใกล้เคียงมีปัจจัยอำนวยความสะดวกขั้นพื้นฐานมาก ตลอดจนเป็นศูนย์กลางในด้านตลาดการคมนาคมขนส่งแหล่งเงินทุนและแรงงาน ทั้งนี้จะเห็นได้ว่าอุตสาหกรรมที่มีอยู่ในส่วนภูมิภาคนั้น จะเป็นอุตสาหกรรมการเกษตรที่ต้องการวัตถุดิบในท้องที่หรืออุตสาหกรรมที่ผลิตสินค้าสนองความต้องการในตลาดของพื้นที่เป็นส่วนใหญ่

จะเห็นว่าถึงแม้นอุตสาหกรรมของไทยจะมีบทบาทในด้านการสร้างแรงงานและนำรายได้เข้าประเทศ แต่ก็ยังมิได้มีบทบาทต่อการพัฒนาชนบทเท่าที่ควร ทั้งนี้เพราะมีลักษณะการกระจุกตัวและไม่มีการกระจายออกไปสู่ส่วนภูมิภาคอย่างได้ผล ทำให้รากฐานทางเศรษฐกิจในชนบทไม่มั่นคงพอและยังก่อให้เกิดช่องว่างระหว่างทางเศรษฐกิจระหว่างภาคอุตสาหกรรมกับภาคเกษตรกรรมมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การกระจุกตัวของอุตสาหกรรมทำให้เกิดปัญหาต่าง ๆ มากมายเช่น ปัญหาด้านมลภาวะ ปัญหาความแตกต่างของรายได้ ปัญหาการอพยพของราษฎรจากท้องถิ่นชนบท เพื่อมาหางานทำในโรงงานอุตสาหกรรมระหว่างเวลาว่างจากกสิกรประกอบอาชีพเกษตรกรรม ซึ่งนำไปสู่ปัญหาที่อยู่อาศัย ปัญหาอาชญากรรมและปัญหาทางด้านสังคมอื่น ๆ

การที่จะแก้ปัญหาต่าง ๆ และเป็นการพัฒนาชนบททางหนึ่ง คือ การพัฒนาอุตสาหกรรมให้เกิดขึ้นในท้องถิ่นชนบท โดยอุตสาหกรรมที่จพพัฒนาขึ้นนี้ต้องไม่ก่อให้เกิดปัญหาด้านมลภาวะ และไม่ก่อเกิดการสูญเสียทางทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่และควรเป็นอุตสาหกรรมที่ก่อให้เกิดการสนองความต้องการขั้นมูลฐาน เป็นอุตสาหกรรมที่ใช้แรงงานมาก ใช้ผลผลิตและวัตถุดิบที่มีอยู่ในท้องถิ่นให้เกิดประโยชน์มากที่สุด และใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมกับสภาพความต้องการและสิ่งแวดล้อมอันรวมถึงทางด้านวัฒนธรรม สังคม เศรษฐกิจ และการเมือง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 ความเป็นมาของปัญหา

ที่มาของปัญหา

กระจูดเป็นพันธุ์ไม้ประเภทเดียวกับกก ในเขตภาคใต้มีขึ้นเป็นจำนวนมาก ฉะนั้นจึงมีการนำกระจูดมาทำผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ซึ่งก่อนที่นำมาใช้ได้ดีนั้นต้องผ่านขั้นตอนการเตรียมกระจูดมากมาย และวิธีที่สำคัญที่จะทำให้กระจูดอ่อนตัวสามารถทำการสานได้นั้น คือ กรรมวิธีการทำให้กระจูดแบน โดยชาวบ้านมีอยู่ 3 วิธี คือ

1. การใช้ไม้หรือสากตำ
2. การใช้ลูกกลิ้งคอนกรีต
3. การใช้เครื่องรีดยาง

จากการศึกษากรรมวิธีต่าง ๆ นี้แล้ว จึงทำให้เห็นปัญหาพอสรุปได้ คือ

ปัญหาจากเครื่องมือที่ใช้แรงคน

1. ต้องใช้เวลาในการรีดนาน
2. ต้องอาศัยความชำนาญพิเศษ
3. ต้องใช้กำลังแรงงานมากในการรีด

ปัญหาจากเครื่องมือที่ใช้เครื่องจักร

เครื่องมือที่ใช้เครื่องจักร

1. ปัญหา เรื่องรูปร่างและราคา
   ก. รูปร่างของเครื่องมีขนาดใหญ่
      - ใช้สายพาน
      - เฟือง
      - กำลังในการขับ
   ข. ต้นทุนในการผลิตสูง
      - เมื่อวัสดุที่ใช้ใหญ่และกำลังในการขับมากก็ย่อมทำให้ต้นทุนสูงตามด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ปัญหาเรื่องวัสดุ

ก. วัสดุที่ใช้เป็นวัสดุที่หายากต้องสั่งทำ

- ลูกกลิ้ง ϕ 75 ซ.ม.
- เฟืองขับ ϕ 10 ซ.ม. เฟืองตาม ϕ 40 ซ.ม.

3. ปัญหาเรื่องระบบการทำงาน

ก. ตัวลูกกลิ้งที่ใช้สำหรับรีดกระจูดไม่สามารถปรับได้

ข. การรีดของกระจูดต้องรีดถึง 8 ครั้ง

4. ปัญหาเรื่องผลงานที่รีดกระจูดแล้ว

ก. รีดแล้วแตกมาก ซึ่งขึ้นกับความเร็วและระยะระหว่างลูกกลิ้งทั้งสองซึ่งปรับไม่ได้

ข. ต้นกระจูดไม่มีความอ่อนตัว มีความแข็งแล่ะบางที่มีการฉีกขาดเป็นหลาย ๆ ท่อนซึ่งไม่สามารถนำมาใช้งานได้

5. ปัญหาการออกแบบ

ก. เนื่องจากเครื่องที่ใช้รีดกระจูดออกแบบมาเพื่อรีดยางจึงทำให้การใช้งานไม่ดีพอ

ข. ลักษณะการออกแบบตัวเฟืองไม่มีที่ปิดทำให้เกิดการอุดตันอาจทำให้เฟืองขบกันได้

<u>แนวทางการแก้ไขปัญหา</u>

1. ปัญหาเรื่องรูปร่างและราคา

1.1 เพื่อที่จะให้ชาวบ้านสามารถใช้ได้ภายในครอบครัว จึงควรเป็นอุตสาหกรรมขนาดที่เหมาะ คือมีขนาดเล็กลงเพื่อที่จะทำให้ลดต้นทุนการผลิตลง ชาวบ้านสามารถซื้อหาเป็นเจ้าของได้

1.2 เมื่อเครื่องเล็กลงสามารถลดต้นกำลังได้

2. ปัญหาเรื่องการใช้วัสดุ

2.1 เมื่อลักษณะเครื่องเล็กลง การใช้วัสดุต่าง ๆ ลดลงและทำการผลิตชิ้นส่วนที่ประกอบเครื่องง่ายขึ้น

2.2 เพื่อที่จะทำให้การรีดได้รวดเร็ว ควรเพิ่มตัวลูกกลิ้งอีก 1 คู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ปัญหาเรื่องระบบการทำงาน

3.1 ลูกกลิ้งควรจะปรับได้เพื่อสามารถช่วยในการรีดกระจูดให้ดีขึ้น

3.2 จำนวนครั้งในการรีดควรจะพยายามลดจำนวนครั้งลง เพื่อการประหยัดเวลาและทำให้เพิ่มปริมาณ

4. ปัญหาเรื่องผลงานที่รีดกระจูดแล้ว

4.1 ควรมีการปรับระยะเพื่อในการลดขนาดของกระจูดเป็นลำดับจากใหญ่ไปเล็กจะช่วยลดการแตกและฉีดขาดหรืออาจจะใช้วัสดุตัวลูกกลิ้งที่มีความแข็งลดลง

4.2 ในการสานต้องการกระจูดที่อ่อนนิ่มจึงควรหาวิธีที่ทำให้นิ่มตัว วิธีที่ทำให้นิ่มของชาวบ้านโดยการต้ม ฉะนั้นในลักษณะการปรับปรุงควรนำลักษณะการทำงานนั้นมาช่วย

5. ปัญหาการออกแบบ

5.1 ควรออกแบบโดยศึกษาข้อมูลของกระจูดโดยตรง

5.2 ควรออกแบบโดยศึกษาวัสดุและสิ่งที่นำมาใช้ต้องดูแลศึกษาอย่างไร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 วัตถุประสงค์ของการทำวิทยานิพนธ์

1. เพื่อเป็นโครงการเสนอแนะ ชี้ให้เห็นปัญหาที่ควรปรับปรุง เปลี่ยนแปลงแก้ไข อุปกรณ์รีดกระจูดเดิมเพื่อใช้อุตสาหกรรมในครอบครัว

2. เพื่อออกแบบเครื่องรีดกระจูดให้มีประโยชน์ในการทำงานมากขึ้น และเมื่อเพิ่มผลผลิตให้มีปริมาณสูงขึ้น ตลอดจนได้คุณภาพกระจูดที่ดีขึ้นด้วย

3. เป็นการรวบรวมข้อมูล แนวความคิด หลักการ วิธีการ ในการปรับปรุงเครื่องรีดกระจูด

4. วิเคราะห์ข้อมูลและแนวทางการออกแบบเครื่องรีดกระจูด เพื่อเป็นประโยชน์ต่อผู้ใช้และผู้ค้นคว้าวิจัยเรื่องนี้

5. เพื่อสนองนโยบายของรัฐบาล สนับสนุนความคิดของการบริการอุตสาหกรรมครอบครัว อันจะก่อให้เกิดการพัฒนาในครอบครัว และส่งผลกระทบถึงเศรษฐกิจของประเทศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 การดำเนินงานวิจัย

ขั้นตอนที่ 1 เริ่มจากการกำหนดปัญหา จากข้อมูลที่ได้รับทั้งเป็นเอกสารและจากผู้เชี่ยวชาญว่ามีปัญหาจากการใช้เครื่องรีดกระจูดเดิมว่ามีอย่างไร โดยกำลังศึกษาอยู่และคิดว่าสามารถทำงานได้

ขั้นตอนที่ 2 เมื่อทราบถึงปฐมเหตุที่ก่อให้เกิดปัญหาในการใช้อุปกรณ์และเครื่องรีดกระจูดเดิมผู้เขียนได้ศึกษาแนวทางแก้ปัญหา ขอบเขตการวิจัย ตลอดจนผลที่คาดว่าจะได้รับโดยนำข้อมูลมาวิเคราะห์

ขั้นตอนที่ 3 คือการศึกษาการปฏิบัติงานลักษณะการทำงานของอุปกรณ์และเครื่องมือว่ามีขั้นตอนการทำงานอย่างไรบ้าง เพื่อสรุปขั้นตอนในการทำงานอันจะเป็นแนวทางการแก้ปัญหา

ขั้นตอนที่ 4 เป็นขั้นตอนทำโครงการออกแบบและออกแบบหลังจากได้ศึกษา สรุปปัญหาเกี่ยวข้องในการออกแบบ สัดส่วนมนุษย์ วัสดุที่ใช้ในการผลิต ตลอดจนขั้นตอนการผลิตในระบบอุตสาหกรรมมาประเมินและเริ่มทำการออกแบบ โดยเริ่มจากการทำสเก็ตไอเดียจนถึงขั้นตอนการเขียนแบบที่กำหนดสัดส่วนแน่นอน จึงทำหุ่นจำลองขึ้นมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6 ขอบเขตการศึกษาข้อมูล

โดยกำหนดขอบเขตของโครงการทำวิทยานิพนธ์นี้ไว้ เพื่อทำการออกแบบเครื่องรีดกระจูดสำหรับครอบครัวไว้เป็นข้อ ๆ ดังนี้

1. กำหนดโครงการให้เป็นเครื่องรีดกระจูดสำหรับอุตสาหกรรมในครอบครัวเท่านั้น

2. การวิจัยนี้สนองโครงการของกองบริการอุตสาหกรรมครอบครัวเท่านั้น

3. ศึกษาลักษณะการใช้งานและการทำงานเพื่อนำมาวิเคราะห์และปรับปรุง

4. การศึกษาระบบการผลิตอุตสาหกรรมเพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบ

1.7 ขอบเขตการออกแบบ

1. การออกแบบเพื่อสนองประโยชน์ต่อชาวบ้านผู้ต้องการ เพื่อใช้ในการทำผลิตภัณฑ์

2. ออกแบบเพื่อให้ชาวบ้านได้นำเทคโนโลยีเข้าไปช่วยในการทำงานมากขึ้น

3. ออกแบบโดยเพื่อให้สามารถใช้ให้เหมาะสมกับการปฏิบัติงาน และสอดคล้องกับสภาพการทำงาน

4. ออกแบบโดยคำนึงถึงว่าต้องเป็นที่เหมาะสมกับเศรษฐกิจในครอบครัว

5. ออกแบบโดยใช้วัสดุภายในประเทศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.8 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ใช้เป็นเครื่องรีดกระจูดสำหรับชาวบ้าน เพื่อสนับสนุนต่อโครงการของกองบริการอุตสาหกรรมในครอบครัว เป็นประโยชน์ต่อประชากรผู้ใช้คือ

1. สามารถเพิ่มผลิตที่มีคุณภาพ
2. ช่วยนำเทคโนโลยีเข้าไปใช้ในเกษตรกรรมมากขึ้น
3. ช่วยพัฒนาการทำงานของประชากรให้มีระบบ มีระเบียบให้ก้าวหน้าถึงขั้นระบบอุตสาหกรรมได้
4. สามารถช่วยประหยัดแรงงานในการทำการรีดและสามารถทำงานอื่นได้ต่อไป
5. สามารถลดอันตรายที่เกิดจากการใช้แรงคน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
วิธีดำเนินงานและรวบรวมข้อมูล

2.1 วิธีสำรวจและรวบรวมข้อมูล

การรวบรวมข้อมูลโดยการรวบรวมจากแหล่งต่าง ๆ นำมาศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการทำวิจัยซึ่งถือเป็นข้อมูลพื้นฐาน แล้วนำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์ โดยมีหลักการพิจารณาดังนี้ คือ

1. การศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการปลูกต้นกระจูดที่มีในประเทศ รวมทั้งวิธีการเก็บเกี่ยวการเตรียมกระจูดเพื่อนำไปรีด
2. การศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับเครื่องรีดกระจูดที่ใช้อยู่ จากสถานที่ทำและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง
3. ศึกษาองค์ประกอบอื่น ๆ เช่น พฤติกรรมผู้ใช้ ความต้องการ ขนาดสัดส่วนที่เหมาะสม
4. ศึกษาวัสดุและกรรมวิธีการผลิต

2.2 แหล่งที่มาของข้อมูล

1. กองบริการอุตสาหกรรมครอบครัว
2. หมู่บ้านชายหาดปากน้ำ จ.ชุมพร
3. กองบริการอุตสาหกรรม
4. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า ลาดกระบัง
5. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ

2.3 วิเคราะห์ข้อมูล

วิธีวิเคราะห์ข้อมูลโดยการนำข้อมูลที่สรุปเบื้องต้นแล้วว่าควรจะใช้ข้อมูลประเภทไหน ชนิดอะไร และจึงนำข้อมูลนั้นมาวิเคราะห์ และนำผลของการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิเคราะห์นั้นมาสรุป เพื่อทำการออกแบบเครื่องรีดกระจูดสำหรับอุตสาหกรรมในครอบครัวและการนำเครื่องรีดกระจูดปัจจุบันว่ามีอะไรบ้างนำมาศึกษาเพื่อทำการออปแบบปรับปรุงให้มีประโยชน์และประสิทธิภาพดีกว่าเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การศึกษาข้อมูล

3.1 ข้อมูลพื้นฐาน

"กระจูด" เป็นพันธุ์ไม้จำพวกกก (Sedge) ชนิดหนึ่งในตระกูล Cyperaccae มีชื่อทางพฤกษศาสตร์ว่า Lepirenia articalata ซึ่งอยู่ทางเกาะมาดากัสการ์ มอริเชียส ลังกา สุมาตรา แหลมมลายู และหมู่เกาะต่างๆ ในแหลมมลายู อินโดจีนตอนริมฝั่งทะเลฮ่องกง บอร์เนียว ตลอดถึงออสเตรเลีย ริมฝั่งตะวันออก แต่ในอินเดีย ปากีสถาน ชวา และฟิลิปปินส์ ไม่ปรากฏว่ามีที่ฮ่องกง ก็มีเฉพาะที่ปลูกกันขึ้นเป็นส่วนมากไม่ทราบว่าถิ่นเดิมอยู่ที่ไหน การที่ต้นกระจูดนี้แพร่หลายไปได้อย่างกว้างขวางเป็นปรากฏอยู่ในเวลานี้ ชั้นเดิมน่าจะมีผู้นำไปปลูกมาจากแหล่งใดแหล่งหนึ่งในประเทศไทย ต้นกระจูดมีขึ้นอยู่ตามชายหนองบึงในที่บริเวณมีน้ำขังและดินโคลนริมทะเลโดยทั่วไป มีอยู่ทางภาคตะวันออกและภาคใต้ของไทย แต่ที่มีอยู่ในเวลานี้นั้นในชั้นแรกก็คงจะนำเอาเข้ามาจากที่อื่นเช่นกัน

ลักษณะลำต้น

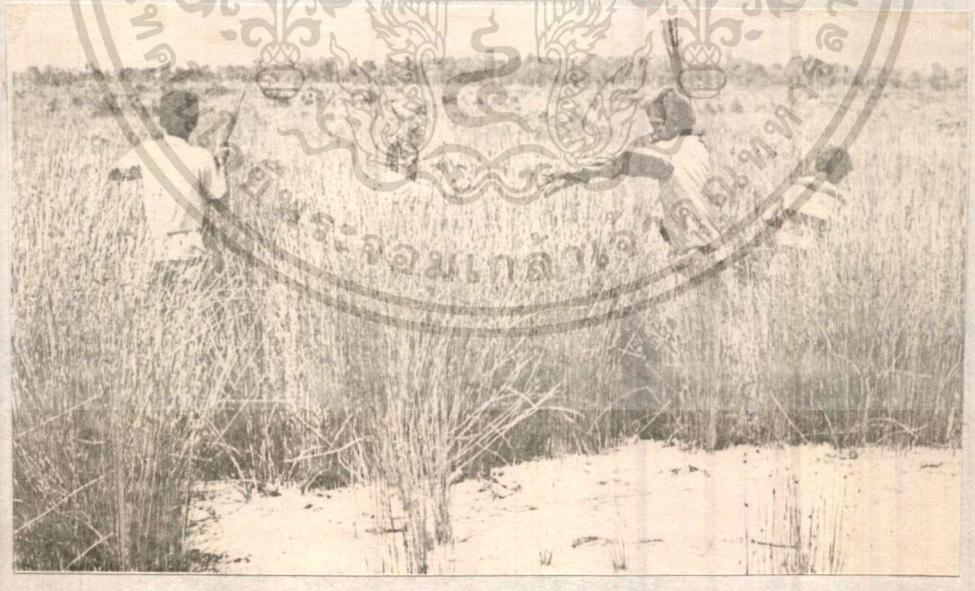
ลำต้นกระจูด เป็นลำต้นกลมกลวงเป็นปล้อง มีข้อภายในลักษณะเป็นเยื่อบาง เส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้นโดยเฉลี่ยประมาณ 1/8 – 5/16 นิ้ว หรือขนาดราวแท่งดินสอดำ มีความสูงประมาณ 1.00 – 3.00 เมตร และจะมีความสูงมากถ้าขึ้นในที่ร่ม ไม่มีใบ ดอกออกเป็นกระจุกแน่นหนึ่งกระจุกข้างลำต้น ตอนที่อยู่ใต้ยอดของลำต้นลงมาบ้าง ทำนองดอกหญ้าทรงกระเทียม (Scirpus articulatus) ความจริงที่ช่อดอกออกนั้นเป็นปลายลำต้น ตอนที่เลยจากช่อดอกขึ้นไป และดูเหมือนจะเป็นส่วนของลำต้นนั้น เป็นใบประกอบช่อดอก

ต้นกระจูดชอบขึ้นในที่ ๆ มีน้ำขังอยู่ตลอดเวลา บริเวณริมทะเลสาปที่เป็นดินโคลนซึ่งเรียกว่า "พรุ" หรือชาวพื้นเมืองทางภาคใต้เรียกว่า "ไพระ"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต้นกระจูดที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติจะมีขนาดเล็กและไม่ยาวนัก นอกจากต้นกระจูดที่กล่าวมาแล้ว ยังมีกกอีกชนิดหนึ่ง ซึ่งทางภาษามลายูเรียกกันว่า Kerchut และมีชื่อทางพฤกษศาสตร์ว่า Scirpus mucronatus ลำต้นเป็นสามเหลี่ยมสูงราวเมตรเศษ ๆ ในต่างประเทศมีอยู่โดยทั่วไป ตั้งแต่ยุโรปตลอดเอเชียมาถึงออกสเตรเลีย ในประเทศไทยก็มีแพรหลายชุกชุม ตามชายหนองคลองบึงและตามทุ่งนาร้าง ชาวพายัพเรียกว่า หญ้าสะแลย หรือ หญ้าลาบน้อย ต้นใช้ทำเสื่อกันมากที่เรียกว่า เสื่อกระจูด ก็คงจะทำมาจากกกชนิดนี้ด้วย

นอกเหนือจากที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติแล้ว ยังมีการปลูกต้นกระจูดตามที่ต่าง ๆ ทางภาคใต้ของประเทศไทย สำหรับจุดที่ได้ไปสำรวจศึกษาการปลูกต้นกระจูดมี 2 จุด คือ บ้านควนยาว ตำบลเคร็ง อำเภอชะอวด จังหวัดนครศรีธรรมราช และบ้านทะเลน้อย ตำบลพนางตุง อำเภอควนขนุน จังหวัดพัทลุง



รูปที่ 1 ต้นกระจูด ขึ้นตามที่มีน้ำขังตลอดเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การปลูกต้นกระจูด

การแพร่พันธุ์ของต้น มักจะใช้หัวสำหรับปลูก ต้นกระจูด มี 2 ชนิด คือ จูดใหญ่ และจูดหนู จูดใหญ่จะนำไปใช้ประโยชน์ได้มาก ส่วนจูดหนู มีลำต้นเล็กและสั้น มีความเหนียว น้อยกว่าจูดใหญ่ โดยทั่วไป ราษฎรนิยมปลูกต้นกระจูด เอาไว้ใช้สานเสื่อภายในครอบครัวและขายตามความจำเป็น เพิ่มรายได้ นอกเหนือจากการประกอบอาชีพหลัก

วิธีการปลูกกระจูด มี 2 วิธี คือ

วิธีแรก โดยการเตรียมพื้นที่สำหรับปลูก ควรมีน้ำขังสูง 70–80 เซนติเมตร และควรทำลายวัชพืชอื่น ๆ ออกให้หมด จากนั้นก็ถอนหัวต้นกระจูดที่มีอยู่เป็นกอ ๆ มัดรวมกันประมาณ 4–5 ต้น แล้วปักดำผังลึกลงไปในดิน ลึกประมาณ 10 เซนติเมตร เพื่อมิให้ต้นกระจูดหลุดลอยขึ้นมาเหนือน้ำ ระยะห่างระหว่างกอต้นประมาณ 18 นิ้ว บางทีก็มีการใส่ปุ๋ยเพื่อให้ต้นมีความเจริญงอกงามเร็วขึ้น ใช้ปุ๋ยประมาณไร่ละ 5–10 กระสอบ (กระสอบหนึ่งหนักประมาณ 50 กิโลกรัม) อายุของต้นตั้งแต่เริ่มปลูกจนกระทั่งใช้งานได้ประมาณ 2–3 ปี มีลำต้นสูงประมาณ 2 เมตร เมื่อถอนต้นกระจูดออกไปแล้ว ก็จะแตกขึ้นใหม่อีก และยิ่งระยะเวลานานเข้าต้นกระจูดก็จะขึ้นแน่น และขนาดต้นจะเล็กลงตามลำดับ

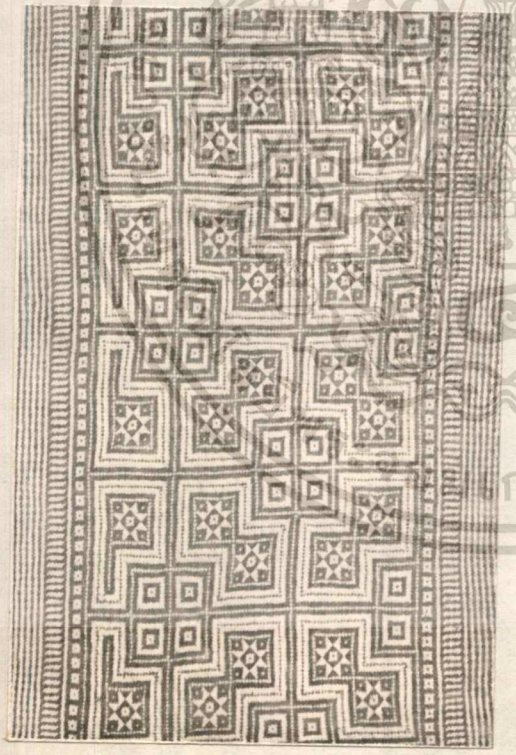
วิธีที่สอง เมื่อเตรียมพื้นที่ไว้แล้ว ให้ถอนกระจูดเป็นกำ ๆ รวมกันเข้าประมาณ 1 กำมือเต็ม จากนั้นใช้ไม้ปักลงในดินที่เตรียมไว้ เป็นระยะห่างกันประมาณ $\frac{1}{2}$ เมตร นำมัดจูดดังกล่าวไปผูกติดกับไม้ที่ปักไว้อย่างหลวม ๆ พอให้ต้นกระจูดขยับขึ้นได้ตามน้ำขึ้น และเลื่อนลงตามน้ำลง ขึ้นอยู่กับความมากน้อยของน้ำ วิธีนี้จะทำให้กระจูดสามารถแตกแขนงอย่างรวดเร็ว และสามารถถอนใช้งานได้ ภายในเวลา 1 ปี แต่ก็มีข้อเสียที่ใช้วิธีการปลูกอย่างนี้ คือ กอกระจูดจะหยั่งรากลงดินตื้น ๆ เท่านั้น เมื่อจะถอนต้นมาใช้มักจะติดขึ้นมาทั้งกอแทนที่จะขึ้นมาเป็นต้น ๆ ใช้ตามต้องการ ดังนั้นเวลาถอนต้นกระจูดจึงต้องระมัดระวัง โดยใช้เท้าเหยียบโคนต้นไว้ และถอนได้ครั้งละไม่กี่ต้น ทำให้เสียเวลาในการถอนต้นกระจูดมาใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปพ
ส 152 ค
2528
ห้องสมุด
คณะศิลปศาสตร์ อักษรศาสตร์

ประโยชน์ของกระจูด

จากการสอบถามราษฎรในท้องถิ่น ปรากฏว่า 1 ครอบครัวจะปลูกกระจูดไว้ประมาณ 1 ไร่ ซึ่งก็พอเพียงต่อการใช้ตลอดไป เพราะเมื่อถอนต้นกระจูดไปใช้แล้ว ก็จะแตกต้นใหม่ขึ้นมาแทนที่หมุนเวียนกัน โดยทั่วไปราษฎรจะเอาลำต้นกระจูดมาสานเสื่อปูรองนั่ง ที่เรียกกันว่า "เสื่อจูด" หรือ "สาดกระจูด" และ "เสื่อกระจูด" ก็เรียก นอกจากนั้นยังใช้ทำใบเรือ ทำเชือกผูกมัด และที่ใช้กันมากที่สุดคือ ทำกระสอบหรือเครื่องหุ้มห่อวัตถุต่าง ๆ ในภาษาฝรั่งเรียกว่า bales[1] กระสอบจูดนี้ถือกันว่ามีคุณภาพดีกว่ากระสอบที่ทำจากต้นกกหรือพืชชนิดอื่น ราษฎรนิยมใช้กระสอบจูดนี้ใส่เกลือ ข้าวเปลือก ข้าวสาร ถ่านไม้ และอื่น ๆ อีกมาก



รูปที่ 2 เสื่อกระจูดที่ราษฎรทางภาคใต้นิยมสานไว้ใช้ทั่วไป

รูปที่ 3 กระสอบจูด ใช้ใส่ข้าว เกลือ และอื่น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
000033

แหล่งที่มีกระจูดมากทางภาคใต้

– บ้านทอน ตำบลโคกเคียน อำเภอเมือง จังหวัดนราธิวาส เป็นแหล่งที่มีกระจูดขึ้นเองเป็นจำนวนมาก แต่จากการสำรวจพบว่าราษฎรสานเสื่อจำนวนน้อยมาก ส่วนใหญ่นิยมถอนต้นกระจูดไปขายยังที่อื่น ๆ

– บ้านทะเลน้อย ตำบลพนางตุง อำเภอควนขนุน จังหวัดพัทลุง เป็นแหล่งที่มีลักษณะที่ลุ่มรอบ ๆ ริมทะเลสาบสงขลา ราษฎรปลูกต้นกระจูดมีจำนวนมาก คิดเป็นเนื้อที่ประมาณ 1,000 ไร่ มีการสานเสื่อกันมาก และทำกันตลอดทั้งปี ในเขตตำบลพนางตุงนี้ มีราษฎรอาศัยอยู่ประมาณ 1,000 กว่าครอบครัว แต่ละบ้านจะมีผู้สานเสื่อกันประมาณ 1–8 คน

– บ้านควนยาว ตำบลเคร็ง อำเภอชะอวด จังหวัดนครศรีธรรมราช, ลักษณะพื้นที่เป็นที่ลุ่ม ดังนั้นจึงมีกระจูดขึ้นอยู่มากทั้งที่ปลูกขึ้นและขึ้นเองโดยธรรมชาติ ราษฎรนิยมสานเสื่อกันเกือบทุกครอบครัวและทำกันตลอดทั้งปี นอกจากนี้ยังมีการประดิษฐ์ของใช้อื่น ๆ เช่น ทำที่ใส่จดหมาย กระเป๋าถือ เสื่อสำหรับปูโต๊ะ เป็นต้น นอกเหนือจากที่อำเภอชะอวดแล้วยังมีกระจูดที่อำเภอหัวไทร อำเภอเชียรใหญ่ ในจังหวัดนครศรีธรรมราชอีกด้วย

– บ้านบ่อกรัง ตำบลท่าสะท้อน อำเภอพุนพิน จังหวัดสุราษฎร์ธานี นับเป็นแหล่งที่มีกระจูดมากที่หนึ่ง แต่ราษฎรในท้องถิ่นสานเสื่อกันน้อย โดยมากจะทำกันหลังฤดูเก็บเกี่ยวแล้วมีเวลาว่าง ส่วนใหญ่จะถอนต้นกระจูดนำไปขายที่อื่น หรือมีผู้มาซื้อถึงที่

นอกเหนือจากแหล่งที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ยังได้กระจูดมาจากแหล่งอื่น ๆ โดยมีผู้นำมาขายราคาขายมัดละประมาณ 20 บาท ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของมัดจูดประมาณ 12 นิ้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรรมวิธีการเตรียมกระจูดเพื่อใช้สาน

ในการนำกระจูดมาสานนั้น ราษฎรในท้องถิ่นภาคใต้จะต้องเตรียมถอนต้นกระจูดเมื่อโตเต็มที่แล้วประมาณ 2-3 ปี การถอนกระจูดโดยทั่วไป มักจะทำหลังช่วงฤดูฝนไปแล้ว เพราะต้นกระจูดจะขึ้นสูงชะลูด และมีตอกบางสะดวกแก่การนำไปทำให้แบน จะทำให้ตอกจูดไม่มีรอยแตก กระจูดที่ได้ในช่วงระยะนี้ ตอกจะมีความเหนียวนิ่ม ไม่เปราะหรือแตกง่าย ส่วนวิธีการถอนนั้นจะใช้วิธีรวบปลายหลายเส้นทำให้แน่นแล้วกระตุกหรือกระชากแรง ๆ ซึ่งชาวบ้านทะเลน้อย ตำบลพระนางตุง อำเภอควนขนุน จังหวัดพัทลุง เรียกวิธีนี้ว่า "หักคออ้ายเท่ง" (อ้ายเท่ง คือ ตัวตลกหนังตลุง)

เมื่อราษฎรถอนต้นกระจูดมาจากที่ขึ้นเองตามธรรมชาติหรือที่ปลูกไว้แล้วก็จะนำมามัดรวมกันเป็นมัด ๆ ตั้งพิงกับเรือนชานหรือฝาบ้าน ดังรูปที่ 4

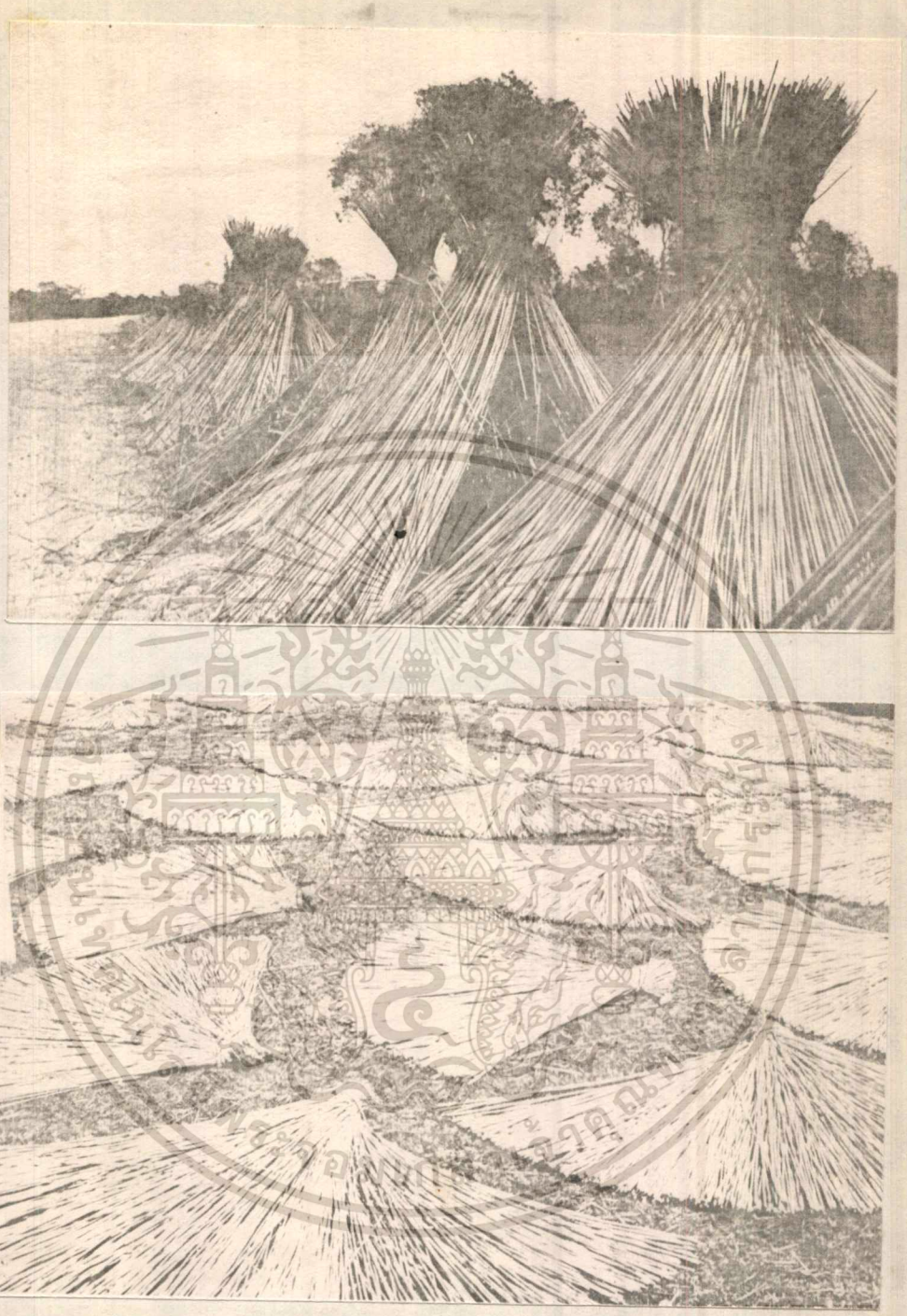
รูปที่ 4 มัดกระจูดที่ตั้งพิงกับเรือนชานหรือฝาบ้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคัดขนาด ใช้วิธีหยิบปลายส่วนที่ยื่นล้ำเหนือต้นอื่นดึงออกไป ได้จูดที่ยาวลงไปจนถึงซี่สั้นที่สุดเป็นมัด ๆ มัดหนึ่งจะมีกระจูดประมาณ 500 ตอก หรือซี่ ใช้สานได้เสื่อ 1 ผืน ขนาดทั่วไปคือ 4 7 ฟุต มัดกระจูดที่ใส่ได้ครั้งละ 5 มัด จะนำไปตัดปลายทิ้งให้มีความยาวเสมอกัน จากนั้นจึงนำไปคลุกดินโคลนในบริเวณที่เตรียมไว้ โดยการขุดหลุมขนาดกว้างและยาวกว่ามัดกระจูดเล็กน้อย นำดินโคลนหรือดินเหนียวปนทรายบางส่วนละลายน้ำในบ่อ เอามัดกระจูดลงแช่คลุกให้ทั่ว พอเกาะติดผิวกระจูดบาง ๆ สำหรับเหตุผลที่ต้องนำกระจูดไปคลุกน้ำดินโคลนนั้น ก็เพื่อป้องกันไม่ให้กระจูดเหี่ยวหรือแตกหักง่าย เวลาผึ่งแดดช่วยให้กระจูดที่แห้งแล้วมีผิวขาวนวล เพราะถ้าไม่นำกระจูดไปชุบน้ำดินโคลนก่อน เวลาตากแดดจะทำให้กระจูดมีสีออกแดง ๆ และกรอบขาดง่าย การผึ่งแดด จะใช้วิธีตั้งมัดกระจูดในแนวดิ่ง แล้วแผ่กระจูดกางออกเป็นฐานหรือวางเรียงกระจูดให้กระจายไปบนพื้นดินซึ่งมีหญ้าขึ้นอยู่เรียบ ๆ ดังรูปที่ 6, 7 ถ้ามีแดดจัด ๆ ใช้เวลาเพียง 2–3 วัน จะทำให้กระจูดแห้งเร็ว และนำมารวมกันเก็บในบริเวณใต้ถุนบ้าน

รูปที่ 5 การนำกระจูดไปคลุกดินโคลน ในบริเวณที่เตรียมไว้

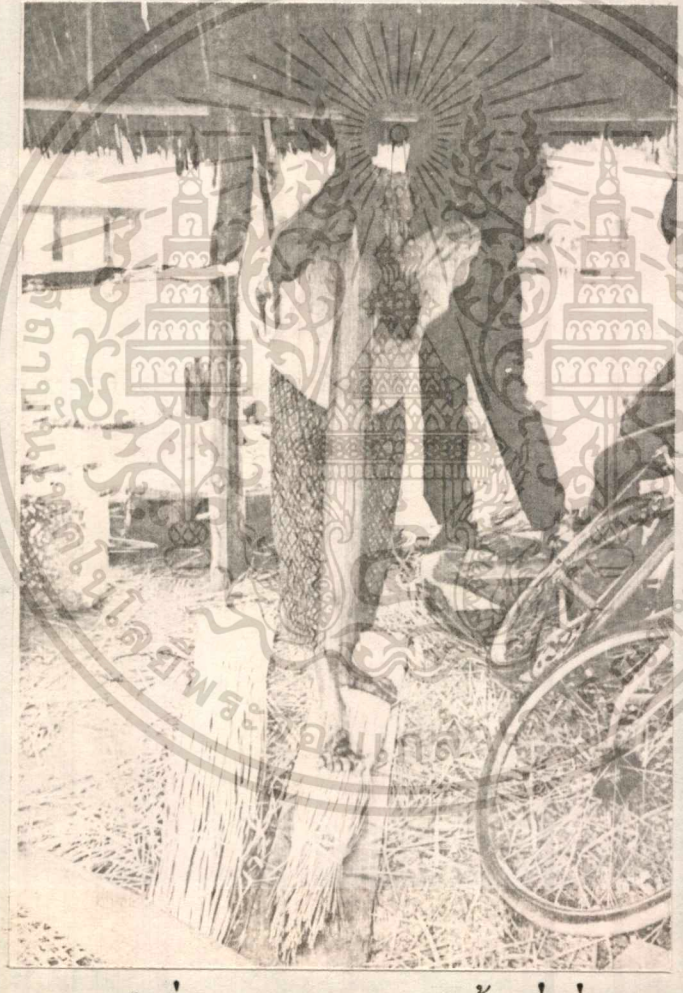
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



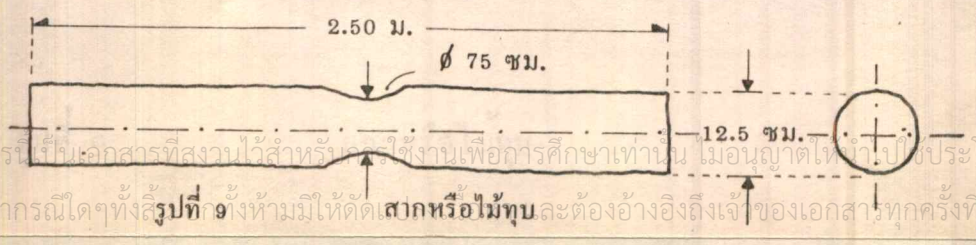
รูปที่ 6,7 การนำกระจูดไปผึ่งแดด ที่บ้านควนยาว ตำบลเคร็ง อำเภอชะอวด จังหวัดนครศรีธรรมราช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระจูดที่แห้งดีแล้ว จะนำไปตำหรือทิ่มให้แบน ชาวบ้านจะใช้วิธีเอากระจูดไปวางบนพื้นเรียบ ๆ และใช้เท้าเหยียบย่ำไปมาจนกระทั่งกระจูดแตกหมดทุกตอก เมื่อถึงเวลากลางคืน ก็จะนำออกไปวางไว้ในที่แจ้ง ให้ถูกน้ำค้างชื้น ๆ พอให้เส้นกระจูดอ่อนตัว ไม่เปราะหักง่าย พอถึงตอนใกล้รุ่งหรือยามเช้า ชาวบ้านจะนำกระจูดไปวางลงบนพื้นไม้กระดานผิวเรียบที่เตรียมไว้ และใช้เท้าทั้งสองข้างขึ้นไปเหยียบบนมัดกระจูด และใช้ไม้ซึ่งชาวบ้านเรียกว่า "สาก" ทุบตำหรือทิ่ม ขนาดของไม้ทุบ ดูรายละเอียดในรูปที่ 8,9



รูปที่ 8 การตำหรือทิ่ม บนมัดกระจูด แบบท้องถิ่นทั่วไป

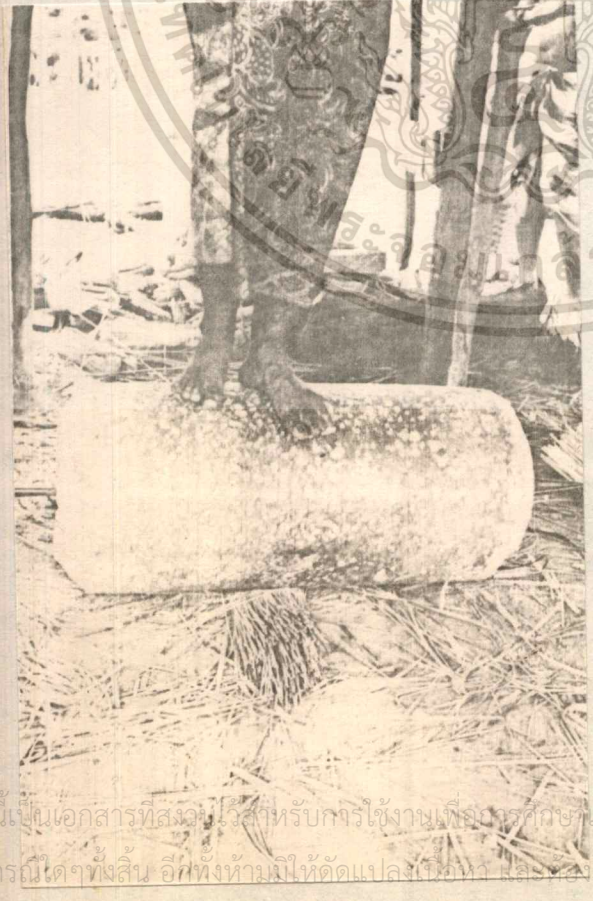


รูปที่ 9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไม้ทุบมีลักษณะกลม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 12.5 เซนติเมตร ยาวประมาณ 2.50 เมตร และที่บริเวณกึ่งกลางของความยาวจะทำเป็นที่จับเว้าลงไป มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 7.5 เซนติเมตร ส่วนไม้กระดานแผ่นรอง มักจะมีความกว้างประมาณ 8 นิ้ว ยาวประมาณ 3.00 เมตร และมีความหนาประมาณ 2 $\frac{1}{2}$ นิ้ว – 4 นิ้ว ไม้แผ่นนี้จะฝังในดินหรือวางอยู่บนพื้นเรียบ ไม้รองไม่ควรบิดงอ เพราะจะไม่สะดวกในการตำกระจูดให้แบน

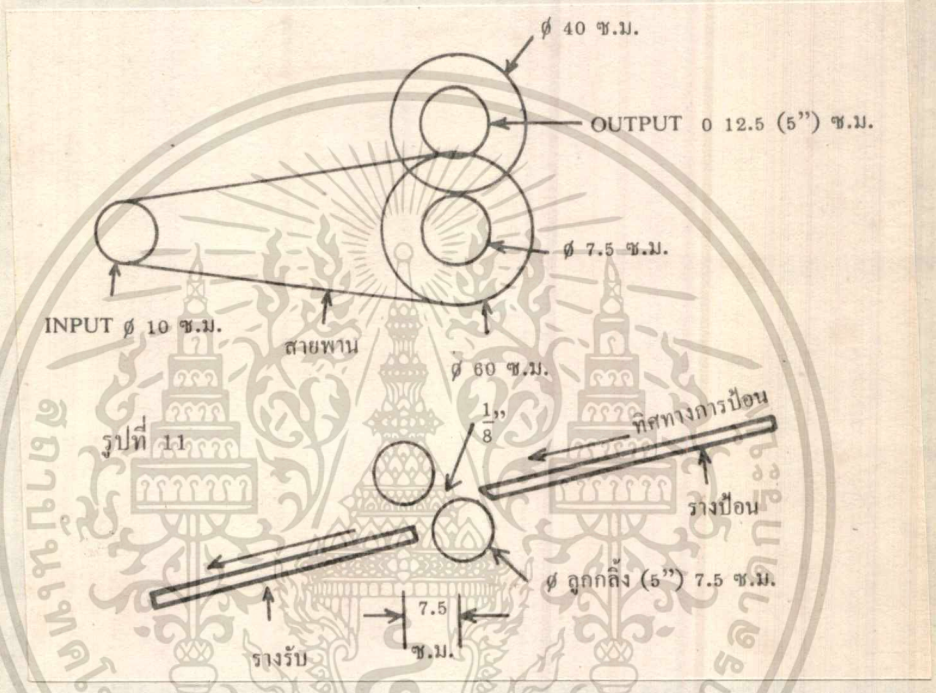
อนึ่ง ในการตำนั้น จะตำครั้งละ 1 มัด ซึ่งมีตอกจูดประมาณ 500–600 เส้นเพียงพอแก่การสานเสื่อ 1 ผืน การตำกระจูดให้แบน นาจใช้ผู้ตำจำนวน 2 คนพร้อมกัน โดยจะหันหน้าชนกัน คนหนึ่งเดินหน้า และอีกคนเดินถอยหลังสลับกันตำ หลังจากตำด้านหนึ่งไปแล้ว ประมาณ 1–2 เที่ยว พลิกกลับอีกด้านหนึ่งและตำเช่นเดียวกันกับตอนแรก ถ้าตำคนเดียวจะใช้เวลาประมาณ 45 ถึง 60 นาที แต่ถ้าใช้คนตำ 2 คน จะใช้เวลาตำประมาณ 20–30 นาที จนกระทั่งตอกจูดแบนเรียบหมดทุกตอก เสร็จแล้วชาวบ้านจะลอกกาบของต้นกระจูดออกทิ้งไป



รูปที่ 10 อีกลักษณะหนึ่งของการทำให้ตอกจูดแบนโดยใช้ลูกกลิ้งคอนกรีตกลิ้งทับบนตอกจูดแทนการใช้ไม้ตำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกเหนือจากการตำกระจูดให้แบน โดยใช้แรงคนแล้ว ยังมีวิธีการอื่นอีก จากการสำรวจพบว่า ราษฎรที่หมู่บ้านทอน ตำบลโคกเคียน อำเภอเมือง จังหวัดนราธิวาส ใช้เครื่องรีดยางทั่วไป รีดกระจูดให้แบน ช่วยประหยัดแรงงานและเวลา เครื่องรีดยางเป็นเครื่องยนต์ดีเซล ขนาด 6 HP. หรือ 4.41 KW. 1800 RPM. เป็นต้นกำลัง ดังรูปที่ 11, 12

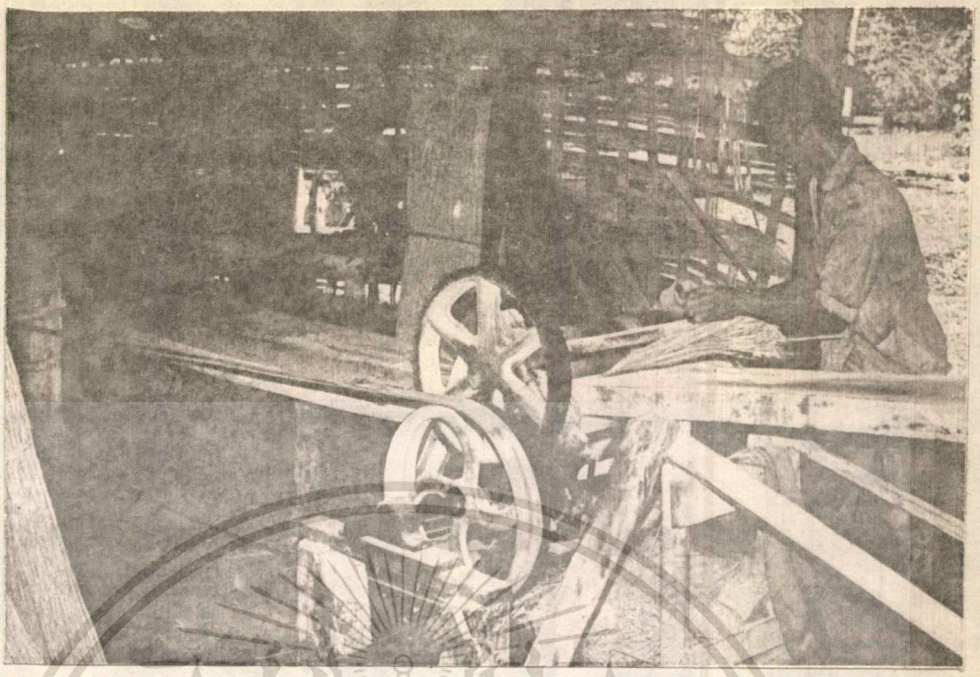


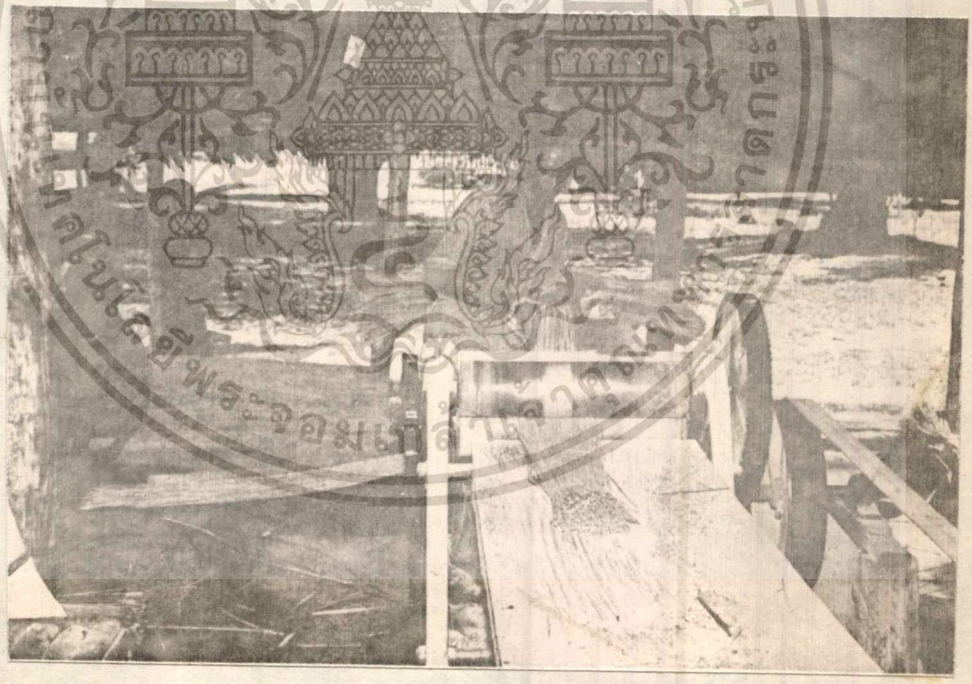
รูปที่ 12 ลักษณะเครื่องรีดยางที่ราษฎรใช้รีดกระจูด

เครื่องรีดประกอบด้วยลูกกลิ้งสองตัวขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 นิ้ว ยาวประมาณ 23 นิ้ว ติดเยื้องกันประมาณ 3 นิ้ว มีรางป้อนและรับ ขนาดกว้าง 11 นิ้ว ยาว 3 ฟุต ทำมุมประมาณ 20° กับแนวระดับ ช่องว่างระหว่างลูกกลิ้งทั้งสองประมาณ $\frac{1}{8}$ นิ้ว ปรับไม่ได้

ในการรีดจะป้อนต้นกระจูดทางด้านราง ป้อนในปริมาณที่เพียงพอกับการสานเสื่อ 1 ผืน โดยพยายามให้ความหนาของกระจูดมีเท่ากันตลอดราง โดยวิธีนี้จะทำการรีดกระจูดซ้ำกันถึง 4 ครั้ง ใช้เวลาประมาณ 10–15 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





รูปที่ 13–14 แสดงการรีดกระจูดด้วยเครื่องรีดยางของชาวบ้านที่บ้านดอน ตำบลโคกเคียน อำเภอเมือง จังหวัดนราธิวาส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียของการใช้ไม้ตำหรือเครื่องรีดยางทำให้กระจูดแบน

การใช้ไม้ตำ

ข้อดี	ข้อเสีย
1. กระจูดที่ได้ แบน เรียบ ไม่มีรอยแตกมากนัก	1. เสียเวลานาน
2. ได้กระจูดที่อ่อน นิ่ม ง่ายต่อการสาน	2. ใช้แรงหรือกำลังคนมาก
3. กระจูดไม่ค่อยบิดงอในระหว่างการตำ	3. ต้องอาศัยความชำนาญพิเศษ

การใช้เครื่องรีดยาง

ข้อดี	ข้อเสีย
1. ประหยัดเวลา	1. ได้กระจูดที่มีรอยแตกมาก
2. ผ่อนแรง	2. กระจูดไม่ค่อยมีความอ่อนตัว มักจะแข็ง บางฉีกขาดเป็นท่อน ๆ สานไม่ได้ดีเท่าที่ควร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การย้อมสี

การย้อมสีจะย้อมตอกกระจูดในส่วนที่จะนำไปสานเป็นลวดลายเท่านั้น โดยจะนำกระจูดหลังจากตำให้แบนเรียบแล้วนำไปล้าง เอาดินโคลนที่จับติดกับผิวนอกของกระจูดออกให้หมดแล้วจึงนำกระจูดไปจุ่มในปี๊บสังกะสีที่ใส่น้ำสีต้มจนเดือด ดังรูปที่ 15 เมื่อตอกกระจูดดูดน้ำสีได้ที่ดีแล้ว แล้วนำมาล้างด้วยน้ำธรรมดาอีกครั้งแล้วแขวนผึ่งแดดให้แห้ง สีที่ชาวบ้านนิยมย้อมทั่วไป ได้แก่ สีม่วง แดง เขียว เป็นสีหลัก มีสีน้ำเงินบ้างเล็กน้อย

อนึ่งในการย้อมสี กระจูดมักจะได้กระจูดสีไม่สดใส จะดูเก่า ๆ ซีด ๆ ไม่ดูดสีมาก เท่าสีกกลังกาที่จังหวัดจันทบุรี บางครั้งก็ย้อมไม่ค่อยติดสี

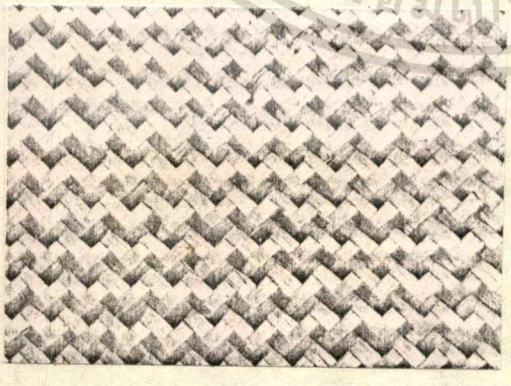
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสานเสื่อ

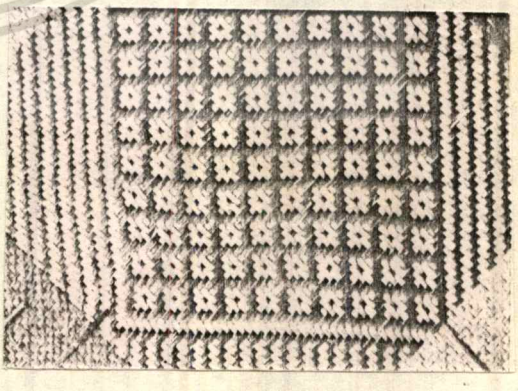
การสานเสื่อโดยทั่วไป นิยมสานลวดลายมาตรฐานคือ ลายขัดสอง หรือลายขัดสาม นอกจากนั้นก็มีการพัฒนาดัดแปลงลวดลายการสานออกไปอีก เช่น ลายลูกแก้ว ลายดาวล้อมเดือน ลายดอกจันทน์ ลายแก้วต่อดอกลาวโคม ลายแก้วเนื่อง ลายก้านต่อดอก ลาวแก้วบ้านดอน ลาวตัวหนังสือ เป็นต้น

อาชีพการสานเสื่อกระจูด โดยมากจะเป็นหน้าที่ของผู้หญิงไม่ว่าจะเป็นเด็กหรือคนแก่ จะสานเสื่อได้ชำนาญแทบทุกครัวเรือน โดยเฉพาะที่หมู่บ้านทะเลน้อย ตำบลพระนางตุง อำเภอควนขนุน จังหวัดพัทลุง ความสามารถในการผลิตจะขึ้นอยู่กับขนาดของเสื่อ ขนาดของกระจูด ความยากง่ายของลวดลายสาน อายุผู้สาน ตลอดจนประสบการณ์ความชำนาญของผู้สาน พอสรุปได้ดังนี้

สานเสื่อเป็นลายขัดสองหรือขัดสามธรรมดา ไม่มีลวดลาย คนหนึ่ง ๆ สามารถสานได้ประมาณ 1-3 ผืนต่อวัน ถ้าเป็นคนแก่มักจะสานได้วันละผืน ถ้าเป็นเสื่อมีลวดลาย คนหนึ่ง ๆ สามารถสานเสื่อได้ผืนหนึ่ง ๆ โดยใช้เวลาประมาณ 2-3 วัน การสานเสื่อนี้บางทีชาวบ้านก็จะมานั่งจับกลุ่มกันสาน พูดคุยกันไปพลางสานไปพลาง บางคนก็จะนั่งสานอยู่ในบ้านของตน ซึ่งเป็นลักษณะประกอบอาชีพอุตสาหกรรมในครอบครัวของคนไทยทั่ว ๆ ไป



รูปที่ 17 ลายสานเสื่อกระจูดทั่วไปที่ราษฎรนิยมสาน



รูปที่ 18 ลวดลายเสื่อกระจูด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตลาด

ราคาการจำหน่ายเสื่อกระจูดขึ้นอยู่กับฤดูกาล ปริมาณวัตถุดิบ คือกระจูดในการปลูกและถอนกระจูดที่อยู่ระยะเดียวกัน จะทำให้ราคากระจูดถูกลง กระจูดมัดหนึ่ง ๆ ที่ตัดปลายแล้ว จำนวน 10 มัดราคาประมาณ 70–120 บาท ยกเว้นบางปีที่แห้งแล้งมาก มักจะมีไฟไหม้แปลงกระจูด ราคาก็จะสูงนอกจากนั้น ราคาเสื่อกระจูดยังขึ้นอยู่กับ ขนา ด ลวดลาย ขนาดของกระจูดที่ใช้สาน การแตกของกระจูดที่เกิดจากการตำให้แบน สรุปรวมความง่าย ๆ คือ ความสวยงาม และฝีมือการสาน นั่นเอง

โดยทั่วไป ชาวบ้านมักจะสานเสื่อกระจูด 2 ขนาด คือ

ขนาดเล็ก กว้าง ยาว ประมาณ 0.70 1.50 เมตร ขายส่งประมาณ 5–20 บาทต่อผืน ถ้าสานมีลวดลายราคาผืนหนึ่งประมาณ 30–40 บาท

ขนาดใหญ่ กว้าง ยาว ประมาณ 1.20 2.50 เมตรต่อผืน ราคาประมาณ 20–35 บาท ถ้าสานมีลวดลายราคาประมาณ 50–70 บาทต่อผืน

แต่ถ้ากรณีมีผู้สั่งทำขนาดพิเศษ ชาวบ้านก็จะสานให้ ลักษณะการซื้อขายนอกจากบ้านจะนำส่งขายตามร้านค้าเองแล้ว ยังมีพ่อค้ามารับซื้อถึงหมู่บ้านอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 19 การสานเสื่อกระจูด ของชาวบ้านที่บ้านควนยาว ตำบลเคร็ง อำเภอชะอวด จังหวัดนครศรีธรรมราช

3.1.1 สรุปข้อมูลพื้นฐาน

สรุปลักษณะและขนาดของกระจูด

1. พันธ์ = กระจูดใหญ่
2. ขนาดกระจูด/ต้น = ø 5/6" ยาว 300 ม.
3. ขนาด/มัด = ø 5" ยาว 300 ม.
4. จำนวน/มัด = 500 เส้น
5. น.น. = 500 กรัม
6. ขนาดแบบ/มัด = 30 ซ.ม.

สรุปลักษณะของกระจูดที่จะนำมาใช้

1. ผ่านการถอดและตัดขนาด
2. ผ่านการชุบโคลน
3. ผ่านการตากแห้ง
4. ผ่านการมัดเตรียม

สรุปกรรมวิธีการทำให้กระจูดแบนโดยใช้ไม้ทุบและอุปกรณ์

1. กระจูดต้องผ่านกรรมวิธีการเตรียมมาแล้ว
2. ต้องมีอุปกรณ์ไม้รองและไม้ทุบ
3. วางกระจูดลงแผ่นไม้รอง
4. ต้องเหยียบกระจูดบนไม้เพื่อนวดและให้กระจูดไม่กลิ้งหล่นจากแผ่นไม้รอง
5. จับสากตรงกึ่งกลางของไม้อยู่ที่ระยะ 1.25 เมตร มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 7.5 ซ.ม. โดยจับทั้งสองมือ
6. ผู้ทุบยกไม้ทุบ ไม้ทุบห่างจากขา 2 นิ้ว ทุบติด ๆ กันจนตลอดความยาว
7. ต้องทุบซ้ำกัน 2 รอบ และพลิกกลับ และทุบลักษณะเดิมจนกว่าจะเรียบ
8. ขนาดที่แบนแล้วกว้าง 340 ซ.ม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุป พฤติกรรมในการทำให้กระจูดแบนโดยใช้เครื่องรีดยาง และชิ้นส่วนอุปกรณ์ที่สำคัญ

อุปกรณ์เครื่องรีด

1. เครื่องต้นกำลังเป็นเครื่องยนต์ดีเซล 6 แรงม้า
2. การติดเครื่องใช้ระบบกระชาก
3. ลูกกลิ้งมีขนาด 5 นิ้ว ยาว 23 นิ้ว มีรางรับรางป้อนกว้าง 11 นิ้ว ยาว 3 ฟุต ช่องว่างระหว่างลูกกลิ้งทั้งสองประมาณ 1/2 นิ้ว ปรับไม่ได้
4. มีรางรับรางป้อนกว้าง 11 นิ้ว ยาว 3 ฟุต
5. รีดกระจูดซ้ำกัน 4 ครั้งในเวลา 10 – 15 นาที

พฤติกรรมในการรีด

1. ติดเครื่องต้นกำลัง
2. วางกระจูดบนรางป้อน
3. ใส่กระจูดไปในช่องระหว่างลูกกลิ้ง
4. รับกระจูดบนรางรับ (ทำซ้ำ ข้อ 3 ข้อ 4 3 – 4 ครั้ง)
5. จึงได้กระจูดที่เรียบ

สรุป ลักษณะทั่ว ๆ ไป และสิ่งแวดล้อม

1. ผู้ใช้เป็นชาย – หญิง อายุประมาณ 30 – 40 ปี
2. เครื่องสามารถอยู่ในสภาวะของภูมิประเทศร้อนชื้นได้
3. โครงสร้างต้องแข็งแรงทนต่อการกัดกร่อนของอากาศได้
4. บริเวณตั้งเครื่องต้องมีสิ่งปกคลุมและมีฐานที่แข็งแรงและได้ระดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุป อุปกรณ์ที่สำคัญ

1. เครื่องต้นกำลัง
2. ตัวส่งกำลัง
3. ตัวสำหรับให้กระจูดแบน

สรุป ความต้องการของผู้ใช้

1. ความต้องการปริมาณการผลิตที่สูง
2. ความต้องการผลผลิตที่มีคุณภาพดี
3. ความต้องการความสะดวกสบายในการทำงาน
4. ความต้องการความปลอดภัย
5. ต้องมีความสูงที่สามารถยืนทำงานได้สะดวก

สรุป ลักษณะเครื่องรีดกระจูด

1. เครื่องต้นกำลัง

เครื่องต้นกำลังที่ใช้ในการทำงานนั้นมีหลายชนิด แต่เครื่องต้นกำลังที่ใช้ในอุตสาหกรรม นั้นนิยมใช้กันอยู่ 2 ประเภท คือ เครื่องยนต์ดีเซล และมอเตอร์ แต่ในการเลือกมาใช้นั้นเราต้องคำนึงถึงความเหมาะสมของงานในการใช้ ฉะนั้นในการเลือกใช้เครื่องต้นกำลังของเครื่องรีดกระจูด เราจะพิจรณาตามความเหมาะสม สามารถพิจารณาได้จากตาราง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ แสดงการเปรียบเทียบเครื่องต้นกำลัง

คุณสมบัติ	มอเตอร์	เครื่องยนต์
1. การบำรุงรักษา	3	2
2. การติดสตาส	4	3
3. เสียงรบกวน	2	1
รวม	9	6

หมายเหตุ 4 = ดีมาก 3 = ดี 2 = พอใช้ 1 = เลว

สรุป จากตารางการเปรียบเทียบจะเห็นได้ว่าต้นกำลังที่เหมาะสมคือ มอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ระบบส่งกำลัง

สำหรับงานเครื่องจักรกลที่ต้องใช้มอเตอร์ (Moter) เป็นตัวต้นกำลังนั้นการเลือกใช้ชนิดของมอเตอร์ (Moter) การกำหนดระบบส่งกำลัง การกำหนดความเร็วรอบ ฯลฯ จะมีการเจาะจงโดยเฉพาะกับเครื่องนั้น ๆ ซึ่งเพื่อความเหมาะสมของแต่ละเครื่องแต่ละขั้นตอน เป็นการแน่นอนที่ผู้ออกแบบจะต้องศึกษาระบบต่าง ๆ เพื่อช่วยในการออกแบบให้เครื่องนั้นมีประสิทธิภาพที่ดีขึ้น

ระบบส่งกำลังคืออะไร ระบบส่งกำลังคือ การชักนำ การถ่ายกำลังจากตัวต้นกำลังจากแกนหนึ่งไปสู่อีกแกนหนึ่ง ซึ่งการส่งกำลังที่กระทำนี้มีทิศทางการทำงานทั้งที่ทิศทางเดียวกันและทิศทางสวนกัน เป็นการช่วยเพิ่มความเร็วรอบของต้นกำลังให้มากขึ้น หรือลดความเร็วรอบต้นกำลังให้ช้าลง เป็นต้น ซึ่งทั้งหมดที่กล่าวมานี้เป็นระบบส่งกำลังที่ยกเป็นตัวอย่าง ทั้งนี้เพราะระบบส่งกำลังมีอยู่หลายวิธีด้วยกัน วิธีต่อไปนี้เป็นระบบส่งกำลังที่ใช้กันมาก คือ

1. การส่งกำลังด้วยสายพาน (BELT)
2. การส่งกำลังด้วยโซ่ (CHAIN)
3. การส่งกำลังด้วยเฟือง (GEAR)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ แสดงการเปรียบเทียบการส่งกำลัง

ลักษณะการทำงาน	เฟือง	โซ่	สายพาน
1. ความแข็งแรง	4	3	2
2. สามารถเปลี่ยนทิศทางการหมุนแกนเพลา	4	3	1
3. สามารถเพิ่มกำลังในการทำงาน	4	3	1
4. ทนความร้อน	4	3	1
5. ระยะส่งกำลังสั้น ๆ	4	3	1
สรุป	20	15	6

หมายเหตุ 4 = ดีมาก 3 = ดี 2 = พอใช้ 1 = เลว

สรุป จากตารางการเปรียบเทียบลักษณะการทำงานดังในตาราง เฟือง เหมาะสมที่จะทำงานมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. อุปกรณ์ทำให้แบน

เนื่องจากได้พิจารณาจากการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ แล้ว อุปกรณ์ที่จะนำไปสู่การผลิตในระบบอุตสาหกรรมได้คือ ระบบการทำให้แบนโดยลูกกลิ้ง และจากปัญหาและแนวทางแก้ปัญหาและแนวทางแก้ปัญหา ที่จะช่วยให้ลูกกลิ้งรีดกระจูดให้มีทั้งปริมาณและคุณภาพดียิ่งขึ้นคือ ลักษณะลูกกลิ้งดังต่อไปนี้

จำนวนลูกกลิ้ง เนื่องจากจะทำให้ลดเวลาในการทำงานจึงใช้วิธีการเพิ่มชุดลูกกลิ้งอีก 1 ชุด จึงสามารถรีดกระจูดในเวลาเท่าเดิมแต่ได้ปริมาณงาน 2 เท่า

สรุป จำนวนลูกกลิ้ง = 2 ชุด คือ 4 ลูก

การปรับระยะ เนื่องจากปัญหาที่มีอยู่คือ ผลงานของการรีดกระจูดด้วยเครื่องจะฉีกขาด เพราะถูกลดขนาดโดยรวดเร็วเกินไปจึงทำให้เกิดแรงเฉือนทำให้ฉีกขาดได้

สรุป ควรมีการปรับระยะได้

ลักษณะลูกกลิ้ง ในการศึกษาวิธีการที่จะนวดกระจูดให้มีการอ่อนตัวและแบนให้เหมาะกับการสาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>วัสดุที่ใช้ทำลูกกลิ้ง</u> ในการหาวัสดุที่มาทำลูกกลิ้งนั้นมีที่ควรศึกษาอยู่อย่างคือ เหล็ก ไม้ เหล็ก ยาง ฉะนั้นจะเปรียบเทียบให้เห็นความเหมาะสมของการใช้จากตารางดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ แสดงการเปรียบเทียบวัสดุที่ใช้ทำลูกกลิ้ง

คุณสมบัติ / ชนิด	เหล็ก	ยาง	ไม้	พลาสติก
1. การยืดหยุ่น	1	4	2	3
2. ความทนทาน	4	3	2	3
3. การผลิตระบบอุตสาหกรรม	4	3	2	4
4. การยึดติดกับแกนเหล็ก	4	3	1	2
5. การบำรุงรักษา	1	4	3	3
6. การเกิดสนิม	1	4	4	4
7. การขึ้นรูปลักษณะ	1	4	3	4
รวม	16	25	17	23

หมายเหตุ 4 = ดีมาก 3 = ดี 2 = พอใช้ 1 = เลว

สรุป วัสดุที่เหมาะสมที่จะนำมาทำลูกกลิ้ง คือ ยาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. เครื่องอำนวยความสะดวก

4.1 สวิทเปิด – ปิด เครื่อง

4.2 รางรับ – รางป้อน

4.3 มือหมุนปรับระดับ

5. เครื่องป้องกันความปลอดภัย

5.1 กาดกันฝุ่น

5.2 โครงสร้างปกคลุมชุดเฟือง

6. อุปกรณ์ประกอบ

6.1 ชุดโครงขา

6.2 มือจับเปิดบาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับระบบต้นกำลัง

ศึกษาเกี่ยวกับเรื่องมอเตอร์กระแสสลับ

อุปกรณ์ไฟฟ้าและอุปกรณ์เครื่องมือที่จะสามารถทำงานได้รวดเร็ว, มีประสิทธิภาพสูง ผ่อนแรงให้ผู้ใช้ได้มากนั้น จะต้องมีตัวที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานกล นั่นคือ มอเตอร์ (electric Motor) ซึ่งจะมีการเกิดสนามแม่เหล็กขึ้นภายใน เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่านจนครบวงจร โดยจะเกิดต่อไปเรื่อย ๆ ถ้ามีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน

มอเตอร์แบ่งออกเป็นประเภทใหญ่ ๆ ได้ 2 ประเภท คือ

1. มอเตอร์กระแสไฟสลับ (AC. MOTOR)
2. มอเตอร์กระแสไฟตรง (DC. MOTOR)

จะขอกล่าวถึงเฉพาะมอเตอร์กระแสไฟฟ้าที่จะนำมาใช้กับการออกแบบเท่านั้นและกล่าวถึงเฉพาะ SINGLE PHASE MOTOR เท่านั้น

มอเตอร์เหนี่ยวนำขนาดเล็กหรือขนาดกำลังเป็นเศษส่วน (FRACTIONAL HORSE POWER MOTORS)

1. SPLIT - PHASE INDUCTION MOTORS

มอเตอร์แบบสปลิตเฟสเป็นมอเตอร์ที่เก่าแก่ที่สุดแบบหนึ่ง ทุกวันนี้ยังมีความสำคัญอยู่มากเพราะแพร่หลายใช้งานได้กว้างขวาง ตัวอย่างงานได้แก่ เครื่องซักผ้าไฟฟ้า เตาน้ำมัน เครื่องเป่าลม เครื่องสูบหมุนเหวี่ยง เครื่องมือกลงานไม้ เครื่องจักรกล ธุรกิจ เครื่องล้างขวด เครื่องดนตรีอัตโนมัติ เครื่องขัดเงา มอเตอร์หินเจียระไน เครื่องมือกลขนาดเล็ก และอื่นอีกมาก

ขนาดที่ใช้กันมากที่สุด คือ 40 – 250 วัตต์ ($\frac{1}{20}$ – $\frac{1}{3}$ H.P)

สปลิตเฟสมอเตอร์เหมาะกับงานกว้าง ๆ 2 ลักษณะ คือ

1. งานมอเตอร์ที่ต้องสตาร์ทบ่อยครั้ง และเดินเครื่องใช้งานนานพอสมควร เช่น เตาน้ำมัน และตู้เย็น เป็นต้น

2. งานมอเตอร์ที่สตาร์ทไม่บ่อยและเดินเครื่องใช้งานไม่นาน เช่น เครื่องซักผ้า และเครื่องมือกลประจำบ้าน เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อสังเกตอื่น ๆ ในการใช้งานมอเตอร์ชนิดนี้ได้แก่

1. ขณะหยุดนิ่ง อาจตั้งให้มอเตอร์หมุนกลับทางหมุนได้ โดยกลับขั้วสายที่ลวดอันใดอันหนึ่ง

2. เหมาะใช้กับงานที่โหลดต้องการทอคคงที่ เริ่มหมุนและเร่งรอบด้วยทอคต่าง ๆ แต่ไม่เหมาะกับงานที่ต้องหมุนสตาร์ทบ่อย ๆ เพราะแต่ละครั้งมีความเฉื่อยมากและไม่เหมาะใช้งานระยะเวลาสั้น ๆ ด้วย

2. Capacitor - Start Motors

มอเตอร์ชนิดนี้ใช้คอนเดนเซอร์ช่วยสตาร์ท เหมาะกับการใช้งานหนักทั่ว ๆ ไป ที่ต้องการทอคสตาร์ทและทอคหมุนค่าสูง ๆ ปัจจุบันนิยมใช้กันอยู่ทั่วไป ขนาดตั้งแต่ 100 วัตต์ หรือ $\frac{1}{8}$ H.P. ขึ้นไป

มอเตอร์ แคแปซิเตอร์จำแนกได้ 3 ชนิด แต่ละชนิดมีคุณลักษณะที่แตกต่างกัน สิ่งที่เหมือน ๆ กัน คือ ขดสเตเตอร์มี 2 ชุด ขดหลักชุดหนึ่งและขอประกอบอีกชุดหนึ่ง ขดประกอบจะต้องจัดวางให้ทำมุมไฟฟ้า 90° กับขดหลัก และจะต้องต่อเป็นอนุกรมกับคอนเดนเซอร์หรือแคแปซิเตอร์เสมอ

ประเภทที่หนึ่ง : Capacitor - Start Motor ได้แก่มอเตอร์แคแปซิเตอร์ที่ใช้ขดประกอบกับตัวแคแปซิเตอร์ เฉพาะตอนหมุนสตาตเท่านั้น

ประเภทที่สอง : Permanent - Split Capacitor - Start Motor ได้แก่ มอเตอร์แคแปซิเตอร์ที่ใช้ขดประกอบกับตัวแคแปซิเตอร์อยู่ในวงจรตลอดเวลาที่หมุนใช้งาน โดยไม่เปลี่ยนค่าความจุของแคแปซิเตอร์แต่อย่างใด

ประเภทที่สาม : Two - Valve Capacitor Motor หมายถึงมอเตอร์แคแปซิเตอร์ที่ใช้ค่าแคแปซิเตอร์ขณะหมุนสตาตค่าหนึ่ง และขณะหมุนทำงานปกติอีกค่าหนึ่ง รวมใช้ค่าแคแปซิเตอร์ทำงานสองค่า

ข้อสังเกตสำคัญที่ควรทราบก็คือ แคแปซิเตอร์ที่ต่อใช้ในวงจรขดประกอบตลอดเวลาที่มอเตอร์หมุนใช้งานอยู่นั้น ช่วยให้มอเตอร์ลดรอบใช้งานต่ำลงมาจากความเร็วรอบซิงโครนัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้ถึง 50 % ซึ่งมอเตอร์เหนี่ยวนำธรรมดากระทำไม่ได้ หรือหากกระทำได้จะลดลงมาต่ำกว่า 70 % ของความเร็วรอบของซิงโครนัสไม่ได้เป็นอันขาด

3. Repulsion - Start Induction Motors

มอเตอร์ชนิดนี้เคยเป็นที่นิยมแพร่หลายมามากตั้งแต่สมัยเริ่มมีกำลังงานไฟฟ้า ปัจจุบันมอเตอร์ใหม่ ๆ มิได้ใช้ประเภทนี้มากนัก โดยได้ย้ายไปใช้แบบแคแปซิเตอร์สตาตมอเตอร์และแบบมอเตอร์แคแปซิเตอร์สองค่าแทนเป็นส่วนใหญ่ อย่างไรก็ตามมอเตอร์เก่า ๆ แบบรีพัลชั่นสตาตยังมีใช้งานแพร่หลายคืออยู่ แม้ว่าจะใช้งานมานานแล้วก็ตาม

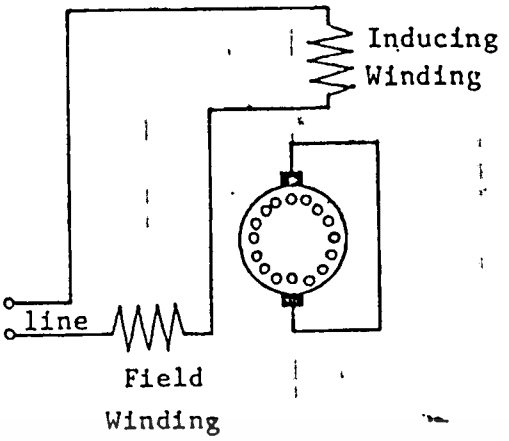
วิธีหมุนสตาต สตาตแบบรีพัลชั่น แต่เมื่อความเร็วรอบถึงขั้น ขดลวดในโรเตอร์จะถูกลัดวงจรกลายเป็นประหนึ่งโรเตอร์ทรงกระบอก หมุนทำงานเป็นมอเตอร์เหนี่ยวนำธรรมดาให้ความเร็วรอบที่คงที่มาก ๆ

รีพัลสตาตมอเตอร์เหมาะใช้ขับเครื่องสูบ เครื่องอัดลม และเครื่องจักรกลอื่น ๆ ที่ต้องใช้ทอคสตาตสูง และกระแสสตาตต่ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับงานขับที่โรเตอร์ต้องลอดแน่นตรงเข้ากับเครื่องจักร ในลักษณะงานเช่นเดียวกับแคแปซิเตอร์สตาตมอเตอร์ ข้อดีกว่าก็คือแม้จะให้ทอคสตาตสูงเท่า ๆ กัน แต่กินกระแสน้อยกว่า

ลักษณะสร้างของรีพัลสตาตมอเตอร์นั้นคล้ายกับมอเตอร์อนุกรมไฟตรงประกอบด้วยขดหลักหรือขดเมนฟิลด์ ขดโรเตอร์ พร้อมคอมมิวเตเตอร์และแปรง แปรงนั้นมีหน้าที่ลัดวงจรขดลวดในอเมเจอร์ นอกจากนี้ยังมีขดลวดเหนี่ยวนำ (Inducing Winding) อีกชุดหนึ่งวางไว้ ณ มุมไฟฟ้า 90° กับขดฟิลด์ (รูป)

ขดเหนี่ยวนำชุดที่สองนี้มีหน้าที่เหนี่ยวนำให้เกิดกระแสไหลในโรเตอร์ ในทิศทางไหลเช่นเดียวกับโรเตอร์ของมอเตอร์อนุกรมไฟตรง ทำให้เกิดทอคสตาตสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ไดอาแกรมรีพัลชั่นสตาตมอเตอร์ที่มีขดสเตเตอร์สองชุด

4. Repulsion & Repulsion Induction Motors

มอเตอร์ชนิดนี้เป็นรีพัลชั่นมอเตอร์ (ผิดกับหัวข้อ 3 ข้างต้นซึ่งมิได้เป็นรีพัลชั่นมอเตอร์แต่เป็นมอเตอร์ที่สตาตด้วยแรงรีพัลชั่นกับเดินด้วยวิธีมอเตอร์เหนี่ยวนำธรรมดา) ใช้มากกับงานที่ต้องปรับค่าความเร็วขอบขณะใช้งานได้ดี โดยปรับปรุงมุมเอียงของแปรงที่จะกดลงเพื่อลัดวงจรขดในโรเตอร์ งานรีพัลชั่นมอเตอร์จึงเป็นงานที่ต้องปรับค่าความเร็วรอบมอเตอร์ขั้นต่าง ๆ ได้เป็นพิเศษนั่นเอง

ขดสเตเตอร์ของมอเตอร์ชนิดนี้ยังต่อตรงเข้าวงจรไฟกำลังอย่างเดิม ขดโรเตอร์นั้นต่อเข้าคอมมิวเตเตอร์ และมีแปรงกดลงลัดวงจรโรเตอร์ได้ในลักษณะที่ทำให้แกนสนามแม่เหล็กของโรเตอร์กระทำเอียงเป็นมุมกับแกนสนามแม่เหล็กในขดสเตเตอร์ ค่ามุมเอียงต่าง ๆ กัน ทำให้ความเร็วรอบมอเตอร์เปลี่ยนแปลงได้

ส่วน Repulsion Induction Motors นั้นมีลักษณะสร้างแตกต่างออกไปบ้าง คือในโรเตอร์จะมีขดลวดแบบโรเตอร์กรงกระรอกเพิ่มขึ้นอีกส่วนหนึ่งนอกเหนือจากขดของรีพัลชั่นมอเตอร์ตามปกติ ทำให้สามารถให้งานได้ทั้งความเร็วรอบคงที่และปรับค่าความเร็วรอบได้ด้วย

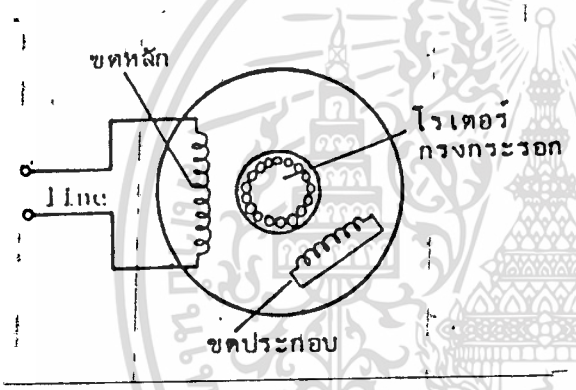
5. Shaded - pole Induction Motors

มอเตอร์เชดเดดโพล มีที่ใช้งานแพร่หลายมาก ปกติเป็นมอเตอร์ขนาดเล็ก ๆ ไม่โตกว่า 200 วัตต์ หรือ $\frac{1}{4}$ แรงม้า เลย ใช้เป็นมอเตอร์เอนกประสงค์ที่มีความเร็วรอบคงที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สร้างได้ง่าย ราคาถูก ทั้งทนทานและใช้งานได้ดีอายุใช้งานนาน ไม่ต้องมีคอมมิวเตอร์สวิต แหวนเก็บไฟ แปรง กะวานา หรือข้ัวสัมผัสใด ๆ เลย ปริมาณทอคสตาตมีเท่า ๆ กับ Permanent Capacitor Motor คือมีไม่มากนัก ประสิทธิภาพต่ำมากโดยที่เป็นมอเตอร์ขนาดเล็ก ค่าประสิทธิภาพก็ดีและค่าพาวเวอร์แฟคเตอร์ไม่เป็นเรื่องสำคัญเลย พบใช้งานทั่วไป เช่น เครื่องหมุนไก่อบ พัดลมขนาดเล็ก เครื่องฉายสไลด์ และงานใช้มอเตอร์ตัวเล็ก ๆ ทั้งหลาย บางครั้งสร้างติดมากับชุดเกียร์ทดเพื่อใช้ขับสิ่งของตั้งโชว์ด้วยความเร็วรอบต่ำ ๆ ก็มี

มอเตอร์ชนิดนี้หมุนได้ทางเดียว กลับทางไม่ได้ ตัวอย่างไดอะแกรมดูได้จากรูป ที่เรียกว่าเชดเดดโพลมอเตอร์นั้นเป็นเพราะ ขดประกอบจะต้องถูกลัดวงจรไว้เสมอ แต่การวางขดประกอบนั้นกระทำมุมไฟฟ้ากับสนามแม่เหล็กจากขดหลักมุมไฟฟ้าที่กระทำต่อกันจะมีค่ามุมใดมุมหนึ่งที่ไม่เกิน 90° การที่เกิดมุมเอียงเช่นว่านี้ ทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้นในขดประกอบที่เอียงเฟสกันกับแรงดันในขดหลัก เกิดเป็นทอคเบา ๆ หมุนขับมอเตอร์ให้หมุนได้



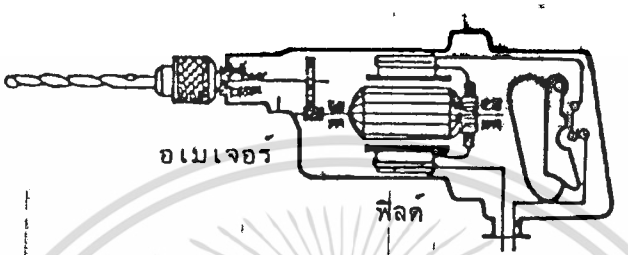
รูป ไดอะแกรมเชดเดดโพลมอเตอร์

6. ยูนิเวอร์แซลมอเตอร์ (Universal Motors)

ยูนิเวอร์แซลมอเตอร์เป็นมอเตอร์อนุกรมไฟเฟสเดียว ใช้ได้กับทั้งไฟสลับและไฟตรง ขนาดที่สร้างมักเป็นขนาดเล็กไม่โตกว่า 350 วัตต์ หรือ $\frac{1}{2}$ แรงม้า สาเหตุที่สร้างไม่ได้โตเพราะมีปัญหาเกี่ยวกับคอมมิวเตเตอร์ขณะใช้กับไฟสลับ ไฟสลับที่ใช้ด้วยได้ ได้กับทุกความถี่ แต่ไม่เกิน 60 เฮิตส์ มอเตอร์ชนิดนี้เรียกว่าให้อัตราส่วนสมรรถนะกำลังต่อจำนวนมอเตอร์มากที่สุด เพราะหมุนได้ด้วยความเร็วรอบสูง ๆ ความเร็วรอบขณะไร้ภาระอยู่ในเกณฑ์สูงมาก บางครั้งถึง 20,000 รอบต่อนาทีก็มี แต่เรามักออกแบบสร้างโรเตอร์มิให้หมุนได้เร็วถึงความเร็วรอบสูง ๆ ปกติพิสัยความเร็วรอบสูง ๆ ของมอเตอร์ชนิดนี้ คือระหว่าง 4000 – 16000 รอบต่อนาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยูนิเวอร์แซลมอเตอร์มิใช่มอเตอร์ที่บริษัทผู้สร้างจะสร้างสำเร็จขึ้นคอยจำหน่าย แต่มักสร้างจำหน่ายเป็นส่วนใดส่วนหนึ่งของเครื่องกล ที่นิยมมากคือใช้เป็นเครื่องมือกลไฟฟ้าขนาดเล็ก เช่น สว่านมือไฟฟ้า (รูป) เลื่อยกลมือ จักรเย็บผ้า เป็นต้น



สว่านมือไฟฟ้าใช้ยูนิเวอร์แซลมอเตอร์

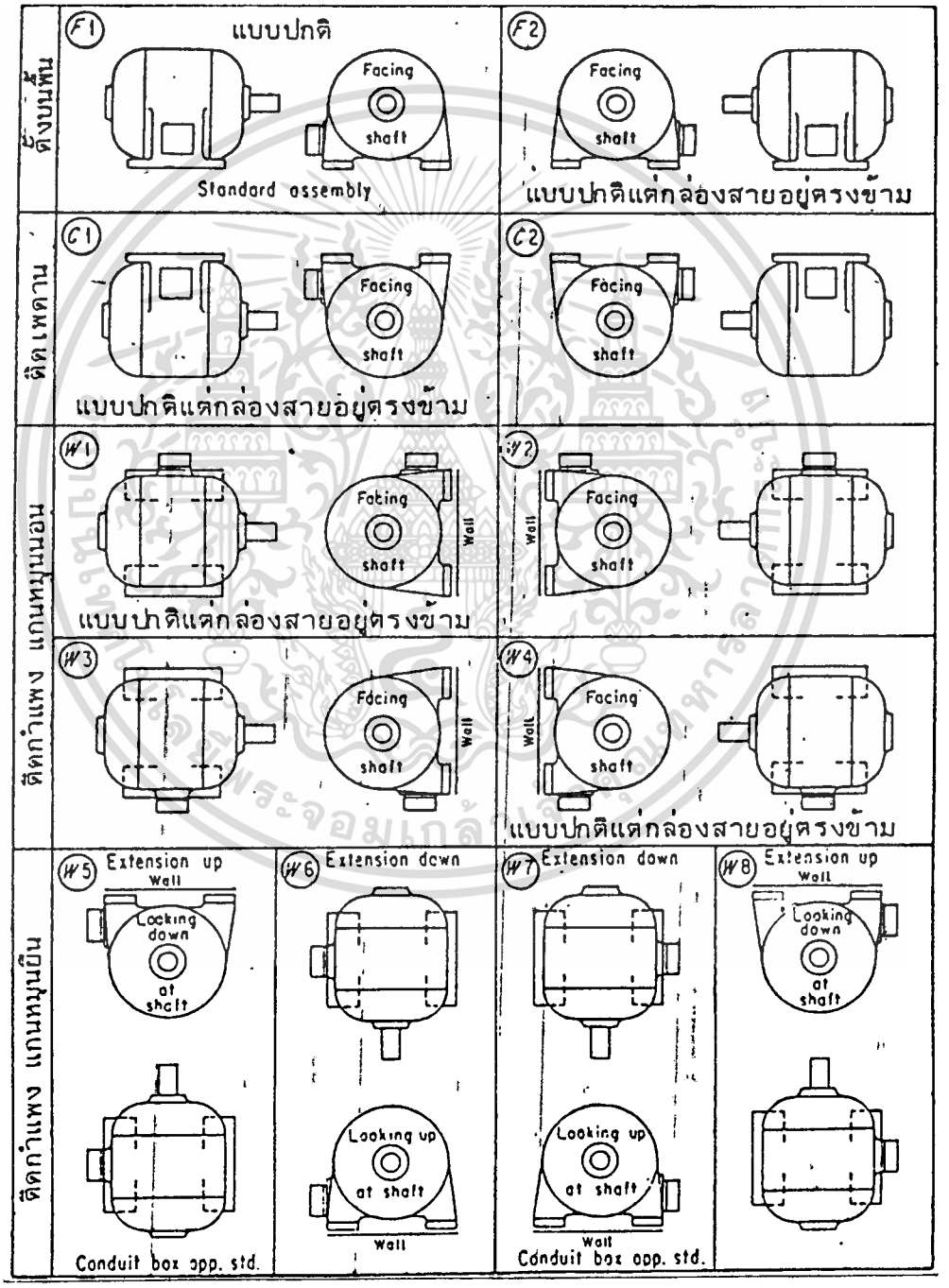
งานติดตั้งมอเตอร์

ขั้นตอนสำคัญในงานติดตั้งมี 3 ตอน คือ

1. งานติดตั้งฐานรองรับเครื่องจักรให้เข้าที่ (Machine Support)
2. งานติดตั้งแผ่นรองพื้น (Bedplates)
3. งานปรับศูนย์ (Alignment)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะติดตั้งใช้งานมอเตอร์ติดตั้งได้หลายลักษณะ ซึ่งสามารถกำหนดเป็นโค๊ต ได้ดังแสดงในรูป



โค้ดพยัญชนะแสดงลักษณะติดตั้งใช้งานมอเตอร์แบบอเมริกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การบำรุงรักษามอเตอร์ (Care and maintenanca of Motor)

เพื่อให้มอเตอร์มีอายุยืนนานและปฏิบัติงานได้ดีต่อไป ต้องทำการตรวจสอบบำรุงรักษาเป็นระยะเวลา ช่วงเวลาที่ทำการบำรุงรักษาจะเป็นเดือนหรือปีขึ้นอยู่กับการใช้งานของมอเตอร์

การตรวจสอบเป็นระยะเวลาจะปฏิบัติดังนี้ คือ

1. รักษาภายนอกและภายในมอเตอร์ให้สะอาด ปราศจากน้ำมัน ฝุ่นละออง น้ำ สำหรับมอเตอร์ที่ตั้งอยู่ในที่ฝุ่นละอองมาก ต้องถอดมาทำความสะอาดในช่วงเวลาหนึ่ง คือเดือนละครั้ง

2. ถ้าต้องการให้อายุของมอเตอร์ยืนนาน จะเอามาชุบน้ำมันวานิชปีละครั้งหรือ 2 ครั้ง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการใช้งานของมอเตอร์

3. ส่วนหมุนและ Commutator ต้องสะอาด ปราศจากน้ำมันใด ๆ ทั้งสิ้น ผิวหน้าจะต้องขึ้นมันโดยการใช้ผ้าสำลีเช็ดก็เป็นการเพียงพอแล้ว

4. แปรงถ่านต้องเคลื่อนที่ขึ้นลงในที่ยึดแปรงถ่านได้ดี และแปรงถ่านต้องสัมผัสกับซี่ Commutator ได้ดี ปกติต้องมีแรงสปริงดันแปรงถ่าน 2 – 2 $\frac{1}{2}$ ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เมื่อเปลี่ยนแปลงถ่านใหม่ต้องใช้กระดาษทรายขัดแปรงถ่าน ให้แปรงถ่านสัมผัสกับซี่ Commutator ดี และต้องมีแปรงถ่านอะไหล่เปลี่ยนได้ทันที

5. ตรวจสอบดูว่าอุณหภูมิที่อ่านจากมอเตอร์ต้องไม่เกิน 90 องศาเซนติเกรด หรือ 194 องศาฟาเรนไฮน์

6. ที่สำคัญที่สุดก็คือต้องตรวจดูว่า ตลับลูกปืนสกปรกหรือสึกหรอหรือเสียหายใช้การไม่ได้กับลูกปืนที่ใช้กันส่วนมาก ดังนั้นจึงต้องใช้น้ำมันไขหยอดโดยใช้อัดแบบ Hand gun ปกติมอเตอร์เมื่อซ่อมใหม่ ๆ จะหยอดน้ำมันมาจากโรงงานแล้วแต่เมื่อใช้ไปนาน ๆ แล้ว ระยะเวลาที่ต้องหยอดน้ำมันขึ้นอยู่กับการใช้งานของมอเตอร์ ถ้าใช้งานหนักแทนที่จะหยอดเดือนละครั้ง อาจต้องหยอด 15 วันครั้ง เป็นต้น น้ำมันไขที่หยอดในตลับลูกปืนต้องเป็นน้ำมันชนิดดีและมีคุณภาพสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สายพาน

บทนำ

การส่งกำลังทางกลจากเพลาอันหนึ่งไปยังเพลาอีกอันหนึ่ง อาจทำได้สามวิธี คือโดยใช้เฟือง ใช้สายพานหรือใช้โซ่ การส่งกำลังโดยสายพานเป็นการส่งกำลังแบบอ่อนตัวได้ (flexible) ซึ่งมีข้อดีและข้อเสียหลายประการเมื่อเปรียบเทียบกับการส่งกำลังโดยใช้เฟือง ข้อดีก็คือ มีราคาถูกและใช้งานง่าย รับแรงกระตุกและการสั่นสะเทือนได้ดี ขณะใช้งานไม่มีเสียงดัง เหมาะสำหรับการส่งกำลังระหว่างเพลาที่อยู่ห่างกันมาก ๆ และค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาต่ำ เป็นต้น แต่ก็มีข้อเสียคือ อัตราทดไม่แน่นอนนักเนื่องมาจากการสลิป (slip) และการครีพ (creep) ของสายพาน และต้องมีการปรับระยะห่างระหว่างเพลาหรือปรับแรงดึงในสายพานระหว่างใช้งาน นอกจากนั้นยังไม่อาจใช้งานที่มีอัตราทดสูงมากได้ ซึ่งมักใช้กับอัตราทดไม่เกิน 5

ชนิดและวัสดุสายพาน

สายพานแบ่งออกเป็นสี่ชนิดตามลักษณะหน้าตัดของสายพาน คือสายพานแบบ (flat belts) มีหน้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า สายพานลิ่ม (v-belts) มีหน้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมู สายพานกลม (ropes) มีหน้าตัดเป็นรูปวงกลม และไทมมิ่งเบ็ลท์ (timing belts) มีหน้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมู แต่จะทำเป็นร่องคล้ายฟันเฟืองตลอดความยาวของสายพาน สายพานแต่ละชนิดจะมีลักษณะในการใช้งานต่างกัน

วัสดุที่ใช้ทำสายพานจะต้องมีค่าความต้านแรงสูง (strength) สามารถบิดตัวได้ดี และจะต้องมีค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสสูง

วัสดุที่ใช้ทำสายพาน ซึ่งใช้งานกันมากก็คือหนัง (oak-tanned leather leather) แต่ถ้าเป็นการใช้งานเป็นพิเศษ เช่นอยู่ในบรรยากาศที่มีความชื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีไอของสารเคมี หรือมีน้ำมันอยู่ด้วย ก็มักใช้สายพานแบบ **chrome leather** เพื่อให้สายพานมีอายุการใช้งานได้นานพอสมควร จึงมักใช้ค่าความเค้นในการออกแบบสายพานต่ำกว่า ความต้านแรงดึงสูงสุดของสายพานมาก โดยทั่วไปจะใช้ค่าความปลอดภัยประมาณ 10 ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานของสายพานหนังจะมีค่าประมาณ 0.40 – 0.50 และความเร็วใช้งานของสายพานควรจะอยู่ในช่วง 1,000 – 2,000 **m/min**

สายพานอีกชนิดหนึ่งคือสายพานยาง **(rubber belts)** สายพานประเภทนี้จะมีผ้ายหรือผ้าใบเป็นไส้ภายในและมียางหุ้มอยู่ภายนอก ยางที่ใช้หุ้มจะเป็นยางที่อบด้วยกำมะถันในอุณหภูมิสูง **(vulcanised)** เพื่อเพิ่มความยืดหยุ่นและความต้านแรง สายพานยางเหมาะสำหรับใช้กับงานที่มีน้ำมันหรือแสงแดด เมื่อเปรียบเทียบกับสายพานหนังแล้ว สายพานยางจะมีราคาถูกกว่า แต่อายุใช้งานสั้นกว่า สายพานยางทนต่อสภาพบรรยากาศในการใช้งานได้ดีกว่าสายพานหนัง ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานของสายพานยางจะมีค่าประมาณ 0.30 – 0.40 และสามารถรับแรงดึงได้ประมาณ 20 **N** ต่อชั้น ต่อความกว้างสายพาน 1 **mm**

สายพานบาลลาตา **(balata belts)** เป็นยางคล้ายสายพานยาง แต่ไม่ต้องผ่านกรรมวิธีอบด้วยกำมะถัน ทนต่อกรดและความชื้นได้ดี แต่อุณหภูมิใช้งานไม่ควรเกิน 0° **C** สายพานชนิดนี้มีความต้านแรงมากกว่าสายพานยางประมาณ 25%

สายพานผ้าถัก **(textile belts)** ทำจากผ้ายหรือผ้าใบซ้อนกันเป็นชั้น ๆ แล้วยึดติดกัน จากนั้นจึงเคลือบด้วยน้ำมันลินซีด **(linseed)** เพื่อทำให้สายพานกันน้ำได้ มักใช้กับงานประเภทชั่วคราว

สายพานทุกชนิดที่กล่าวมานี้จะยืดตัวได้ดี ดังนั้นเมื่ออยู่ภายใต้แรงดึงจะยืดตัวทำให้เกิดการสลิปบนล้อสายพาน **(pulley)** ในทางปฏิบัติจึงมักจะยืดสายพานให้ตึงไว้ก่อนใช้งานทั้งนี้เพื่อเป็นการลดการสลิปของสายพาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะการขับด้วยสายพาน

เนื่องจากคุณสมบัติในการอ่อนตัวของสายพาน จึงอาจจัดลักษณะการขับของสายพานได้ต่าง ๆ กัน ลักษณะทั่วไปที่นิยมใช้ในการขับด้วยสายพานดูได้จากรูป 1

เมื่อต้องการขับเพลาที่อยู่ขนานกัน และต้องการให้เพลาทั้งสองหมุนในทิศทางเดียวกัน ก็จะทำได้ในลักษณะดังรูป 1 (ก) ซึ่งเรียกว่าโอพีนไดรว์ (open drive) และถ้าเพลาอยู่ห่างกันมากควรจะให้สายพานด้านล่างดึง (tight) และด้านบนหย่อน (slack) แต่ถ้าต้องการให้เพลาทั้งสองหมุนสวนทางกันก็ทำได้โดยใช้วิธีดังรูป 1 (ข) ซึ่งเรียกว่าครอสไดรว์ (crossed drive) แต่การขับในลักษณะนี้จุดที่สายพานไขว้กันจะทำให้สายพานถูกันทำให้สายพานเกิดการสึกหรอมาก ดังนั้นเพื่อเป็นการป้องกันมิให้สายพานสึกหรอมากเกินไปจึงควรจะให้จุดศูนย์กลางของล้อสายพานอยู่ห่างกันไม่น้อยกว่ายี่สิบเท่าของความกว้างสายพานและทำงานที่ความเร็วสายพานไม่เกิน 15 m/s

การขับแบบควอเตอร์เทอนไดรว์ (quarter turn drive) ดังรูป 1 (ค) ใช้เมื่อเพลาทั้งสองตั้งฉากกัน และเพื่อป้องกันไม่ให้สายพานหลุดออกจากล้อสายพานในขณะใช้งาน จึงต้องใช้ล้อสายพานที่กว้างเพียงพอ โดยทั่วไปมักจะต้องกว้างมากกว่าความกว้างสายพานไม่น้อยกว่า 1.4 เท่า และก่อนใช้งานจะต้องทดสอบก่อนเสมอ ส่วนการขับแบบมิวล์ไดรว์ (mule drive) ดังในรูป 1 (ง) ใช้เมื่อเพลาทั้งสองตั้งฉากกัน แต่ไม่อาจจัดในลักษณะควอเตอร์เทอนไดรว์ได้ หรือเมื่อต้องการให้หมุนกลับทิศทางได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อไม่สามารถใช้ขับในลักษณะโอพีนไดรว์ได้ เพราะส่วนโค้งสัมผัส (are of centact) บนล้อสายพานเล็กมีค่าน้อยเกินไป (เพราะอัตราทดสูงและล้อสายพานอยู่ใกล้กันมาก) หรือเมื่อไม่อาจทำให้สายพานตึงโดยวิธีอื่น ก็อาจทำได้โดยใช้ลูกช่วย (idler) ดังรูป 1 (จ) เป็นการช่วยให้สายพานสัมผัสกับล้อมากขึ้น ซึ่งเพิ่มกำลังที่ส่งได้ด้วย ส่วนการขับแบบริเวอสไดรว์ (reverse drive) ใช้เมื่อต้องการส่งกำลังไปยังเพลาหลาย ๆ อันพร้อมกัน

จากที่ได้กล่าวมาแล้วว่าการต่อสายพานทำให้ความต้านแรงของสายพานลดลง ดัชนีที่ใช้วัดค่านี้คือ ค่าประสิทธิภาพรอยต่อ ซึ่งจะมีค่าแตกต่างกันไปตามวิธีการต่อ และมีค่าประมาณดังตาราง

ตารางประสิทธิภาพของรอยต่อสายพาน

ชนิดของรอยต่อ		ประสิทธิภาพ ใน%
ต่อด้วยกาว (cementing)	รูป 5	75–90
ต่อด้วยลวดถัก (wire lacing)	รูป 6	60
ต่อด้วยห่วงเหล็กกล้า (alligator)	รูป 7	40 – 70
ต่อด้วยแผ่นเหล็กย้ำหมุด	รูป 9	50 – 60
ต่อด้วยแผ่นเหล็ก	รูป 10	60 – 70

ล้อสายพาน

การส่งกำลังโดยสายพานแบนทำได้โดยใช้ความเสียดทานระหว่างผิวหน้าล้อสายพานกับผิวหน้าของสายพาน ดังนั้นจึงจำเป็นจะต้องทราบรายละเอียดเกี่ยวกับล้อสายพาน เพื่อที่จะนำไปใช้งานได้อย่างถูกต้องเหมาะสม ลักษณะของล้อสายพานที่ใช้งานทั่วไป ดูได้จากรูป 11 ล้อสายพานจะยึดติดกับเพลาด้วยลิ่ม ดังนั้นที่ดุมล้อสายพานจึงต้องเจาะร่องลิ่มไว้เพื่อใช้ยึดกับเพลา เพื่อให้สายพานมีน้ำหนักเบาจึงมักทำเป็นแขนยื่นออกจากดุมล้อไปยังผิวหน้าที่สัมผัสกับสายพาน แขนยื่นนี้มีขนาดเรียวลงตลอดและมีพื้นที่หน้าตัดเป็นรูปวงรี ดังรูป 11 ขนาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เส้นผ่าศูนย์กลางมาตรฐานดูได้จากตาราง

ตาราง ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางล้อสายพานแบนตามมาตรฐาน ISO 99-1975 (E)

ขนาดระบุ mm	ขนาดระบุ in	ขนาดในพิกัด เล็กสุด mm	ขนาดในพิกัด ใหญ่สุด mm	ขนาดในพิกัด เล็กสุด in	ขนาดในพิกัด ใหญ่สุด in
40	1.6	39.5	40.5	1.56	1.60
45	1.8	44.4	45.6	1.75	1.80
50	(2)	49.4	50.6	1.95	(2.00)
56	2.24	55.2	56.8	2.17	2.24
63	2.5	62.2	63.8	2.45	2.51
71	2.8	70	72	2.76	2.84
80	3.15	79	81	3.11	3.19
90	3.55	88.8	91.2	3.50	3.59
100	4	98.8	101.2	3.88	3.98
112	4.5	110.8	113.2	4.36	4.46
125	5	123.4	126.6	4.86	4.98
140	5.6	138.4	141.6	5.45	5.58
160	6.3	158	162	6.22	6.38
180	7.1	178	182	7.01	7.17
200	8	198	202	7.80	7.95
224	9	221.5	226.5	8.72	8.92
250	10	247.5	252.5	9.74	9.94
280	11.2	276.8	283.2	10.90	11.15
315	12.5	311.8	318.2	12.28	12.53
355	14	351.8	358.2	13.85	14.10
400	16	396	404	15.59	15.91
450	18	446	454	17.56	17.87
500	20	496	504	19.53	19.84
560	22.4	555	565	21.85	22.24
630	25	625	635	24.61	25.00
710	28	705	715	27.75	28.74
800	31.5	793.7	806.3	31.25	31.74
900	35.5	893.7	906.3	35.18	35.68
1000	40	993.7	1006.3	39.12	39.62
1120	45	1112	1128	43.78	44.41
1250	50	1242	1258	48.90	49.41
1400	56	1392	1408	54.80	55.43
1600	63	1590	1610	62.60	63.39
1800	71	1790	1810	70.48	71.26
2000	80	1990	2010	78.35	79.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้สายพานในการส่งกำลังขึ้นอยู่กับขนาดและการจัดวางล้อสายพานเป็นอย่างมาก ดังนั้นการเลือกใช้สายพานอย่างเหมาะสมจึงเกี่ยวข้องกับขนาด ชนิด และผิวหน้าของล้อสายพาน

ผิวโค้งบนหน้าล้อสายพาน (pulley crown) h คือผลต่างระหว่างเส้นผ่าศูนย์กลางล้อสายพานตรงกึ่งกลางกับตรงขอบ ดังรูป 11 ล้อสายพานที่ดีจะต้องมีผิวโค้งบนหน้าล้อสายพาน แต่ถ้ามีมากเกินไปก็จะทำให้กึ่งกลางสายพานเกิดแรงดึงมากเกินไป ทำให้สายพานเสียหายเร็วยิ่งขึ้น ถ้าผิวโค้งบนหน้าล้อสายพานมีค่ามากจนกระทั่งขอบของสายพานไม่สัมผัสกับล้อสายพาน จะทำให้ควบคุมการเคลื่อนที่ของสายพานได้ไม่สะดวก สายพานสึกหรอเร็ว และยังทำให้สายพานชัดสีกับล้อสายพานจนเป็นมัน อันเป็นผลให้การเสียดทานระหว่างสายพานกับล้อสายพานลดลง ดังนั้นการทำผิวโค้งบนหน้าล้อสายพานจึงต้องเป็นไปตามมาตรฐาน ดังตารางและเมื่อเส้นผ่านศูนย์กลางล้อสายพานมีขนาด 400 ถึง 2000 mm ผิวโค้งบนหน้าล้อสายพานจะเปลี่ยนแปลงไปตามความกว้างของล้อสายพาน ดังในตาราง

ตาราง ผิวโค้งบนหน้าล้อสายพานแบบตามมาตรฐาน ISO 100-1975 (E)

เส้นผ่านศูนย์กลาง D mm	h mm	เส้นผ่านศูนย์กลาง D mm	h mm
40–112	0.3	200–224	0.6
125–140	0.4	250–280	0.8
160–180	0.5	315–355	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ล้อสายพานแบนขนาดเล็กมักจะทำจากเหล็กหล่อสีเทา โลหะเบา (light metal) พลาสติก ไม้ กระดาษอัด ส่วนล้อสายพานแบนขนาดใหญ่มักจะทำโดยการหล่อ หรือขึ้นรูปโดยใช้เหล็กกล้า โดยมีแขนยื่นออกมาจากดุมล้อดังรูป 11 ผิวหน้าของล้อสายพานจะต้องตัดกลึงให้เรียบ เพื่อเพิ่มความเสียดทานและลดการสึกหรอของสายพานเนื่องจากการครีพ

ความหนาของขอบล้อสายพาน ควรมีค่าประมาณ

(d/300) + 2 mm ถึง (d/200) + 3 mm

โดยที่ d เป็นขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของล้อสายพาน และจำนวนแขนของล้อสายพานควรมีประมาณ

1.7 d/100 - 4

ซึ่งมักจะเป็นเลขที่ ถ้าล้อสายพานแยกออกเป็นสองซีกไม่ได้ แต่เป็นล้อสายพานขนาดใหญ่ อาจทำเป็นสองซีกแล้วยึดติดกันโดยใช้สลักเกลียว ก็จะมีจำนวนแขนเป็นเลขคู่พื้นที่หน้าตัดของแขนที่เป็นรูปวงรีจะมีอัตราส่วนของด้านประมาณ 1/2 ถึง 1/2.5 และอัตราเรียวมีค่าประมาณ 5:4 และอัตราเรียวมีค่าประมาณ 5:4

สิ่งสำคัญก็คือจะต้องทำให้ล้อสายพานสมดุลย์เพื่อใช้งานได้ตามความเร็วรอบที่เหมาะสม ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญมากเมื่อความเร็วรอบสูง ความเค้นที่ขอบล้อสายพานเนื่องมาจากการหมุนจะต้องไม่เกินค่าที่กำหนด ซึ่งขึ้นอยู่กับความเร็วขอบของล้อสายพาน Green-wood (2) ได้เสนอความเร็วขอบของล้อสายพานที่เหมาะสมกับล้อสายพานชนิดต่าง ๆ ดังในตาราง

ตาราง ความเร็วขอบของล้อสายพานแบน

ชนิดของล้อสายพาน	ความเร็วขอบ m/s
เหล็กหล่อ	18 – 23
เหล็กกล้าขึ้นรูป	20 – 28
ไม้ทั้งหมด	25 – 30
ขอบเป็นไม้	40 – 50
กระดาษอัดหรือไฟเบอร์	40 – 50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เฟือง

การส่งกำลังจากเพลาหนึ่งไปอีกเพลาหนึ่งโดยใช้เฟือง (GEAR) นั้นใช้สำหรับงานที่ต้องใช้อุณหภูมิสูง เพราะเฟืองเป็นระบบส่งกำลังที่ทำงานได้ดีในกรณีเช่นนั้น อีกทั้งเฟืองมีความแข็งแรงเหมาะที่ทำงานรับน้ำหนักได้มากกว่าระบบอื่น อีกทั้งทำให้เกิดเป็นระบบอิสระได้ง่ายกว่าการทำงานของเฟืองนั้นโดยการใช้พันเฟืองหมุนสวนทางกันเป็นตัวผลักดันให้ตัวเฟืองหมุนไปในทิศทางที่ต้องการ เฟืองที่ใช้งานนั้นมีหลายชนิดด้วยกัน เช่นเฟืองตรง เฟืองสะพาน, เฟืองหนอน, เฟืองดอกจอก, เฟืองบายศรี เป็นต้น ดังนั้นรูปร่างลักษณะเฉพาะกันด้วย

ลักษณะการทำงานของเฟืองกับฟริคชั่นวีล (friction wheel) เหมือนกันจะต่างกันที่ฟริคชั่นวีลใช้พื้นที่ผิวเป็นแรงผลักดันซึ่งกันและกัน ส่วนเฟืองจะใช้พันเฟืองเป็นตัวผลักดัน เพื่อให้ไปในทิศทางที่ต้องการ ซึ่งเฟืองมีประสิทธิภาพในการทำงานดีกว่า เช่นทนในอุณหภูมิสูงกว่าฟริคชั่นวีล ใช้งานได้หนักกว่าเป็นต้น

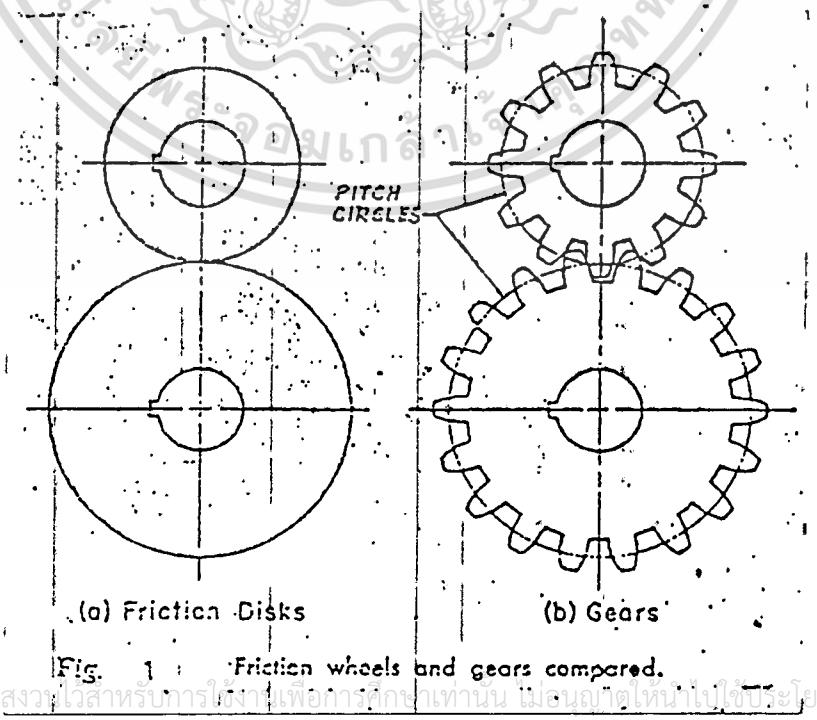


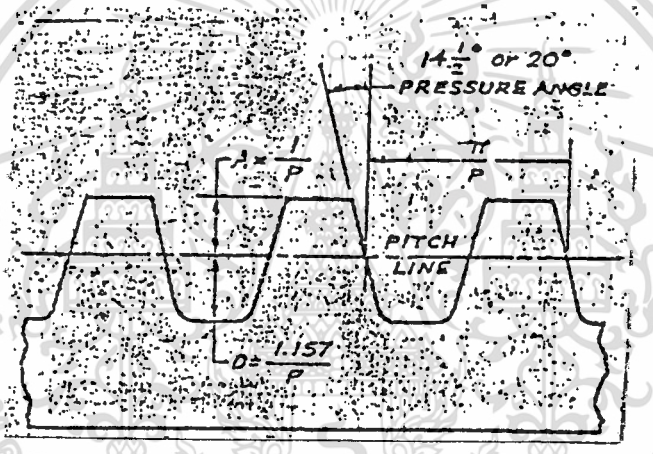
Fig. 1 : Friction wheels and gears compared.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะฟันเฟือง

ลักษณะของฟันเฟืองแต่ละชนิดมีความแตกต่างกันตามชนิดของเฟืองซึ่งแบ่งออกได้ดังนี้

1. ฟันตรง (STRIAGHT TEETH) เป็นเฟืองที่ใช้กับเฟืองชนิดและเฟืองใน (INTERNAL GEAR)

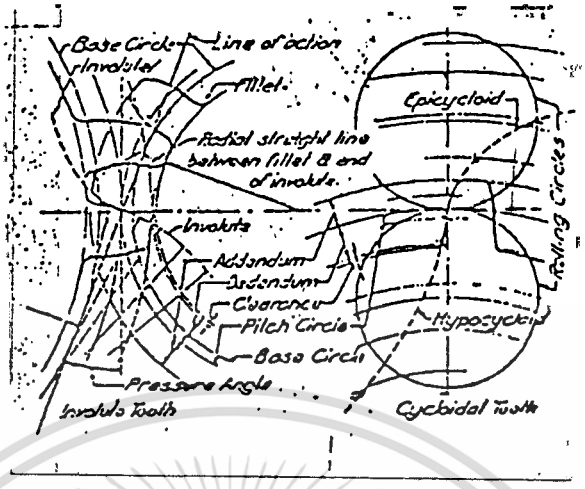


2. ฟันโค้ง (CURVE TEETH) ซึ่งแบ่งได้ออกเป็น 2 ลักษณะ ได้ดังนี้ คือ

- INVOLUTE TOOTH
- CYCLOIDAL TOOTH

แต่สำหรับปัจจุบันนิยมใช้ INVOLUTE TOOTH ซึ่งจะมี PRESSURE ANGEL $14\frac{1}{2}$ หรือ 20°

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เฟืองที่ใช้โดยทั่ว ๆ ไปแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

1. เฟืองนอก (EXTERNAL GEAR) คือเฟืองที่พันอยู่รอบนอกของวงล้อของตัวเฟือง ลักษณะของฟันจะเป็นแบบ STRAIGHT INVOLUTE, CYCLOIDAL TOOTH

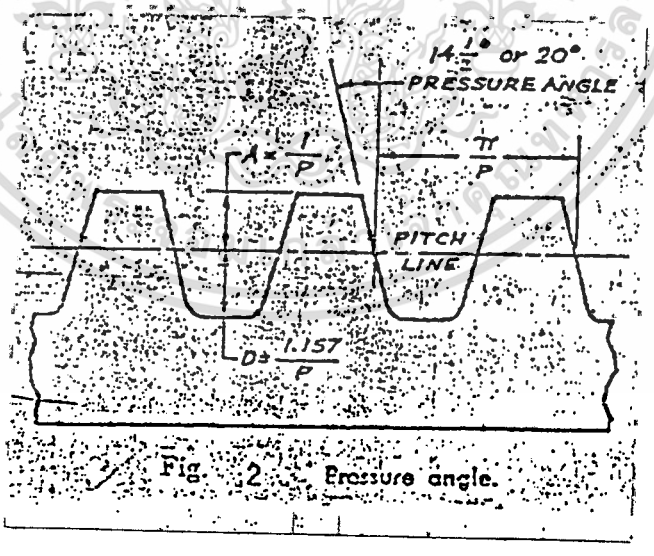


Fig. 2 Pressure angle.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เฟืองใน (INTERNAL GEAR) เป็นเฟืองที่มีฟันอยู่รอบในของวงล้อของตัวเฟือง ลักษณะของฟันจะเป็นแบบ STRAIGHT TOOTH

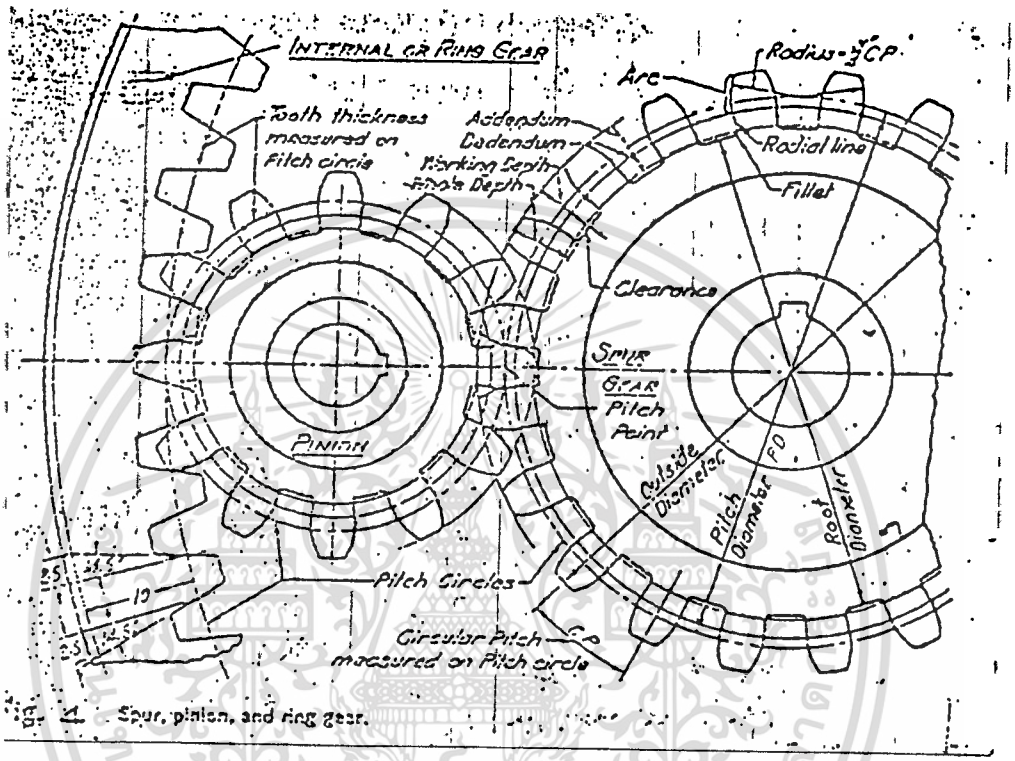


Fig. 4. Spur, pinion, and ring gear.

การแบ่งตามลักษณะการใช้งาน

การที่จะเลือกใช้เฟืองชนิดใด จะต้องมีการเลือกให้เหมาะสมกับงานนั้น ๆ ดังนั้นจึงมีการใช้เฟืองโดยแบ่งตามลักษณะการทำงานเป็น 4 ชนิดใหญ่ ๆ คือ

1. เฟืองตรง (SPUR GEAR)

เป็นเฟืองที่ใช้ทดความเร็วจากแกนเพลาหนึ่งไปแกนเพลาอื่น โดยที่จะวางแกนเพลาให้ขนานกัน ลักษณะของฟันจะวางแบบ INVOLUTE, CYCLOIDAL TEETH โดยที่แนวฟันจะขนานกับเพลา เฟืองตรงจัดเป็นเฟืองแบบง่าย ๆ และสามารถดัดแปลงให้เป็นเฟืองชนิดอื่นต่อไปได้หลายแบบ

2. เฟืองสะพาน(RACK GEAR)

คือเฟืองที่มีลักษณะแท่นตรงโดยจะเคลื่อนที่ในแนวตรง ทั้งนี้เพราะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้เฟืองสะพานนั้นจะต้องมีเฟืองต่างชนิดประกอบกัน ส่วนที่เป็นแท่นหรือสะพานฟันเป็นแบบ STRAIGHT TEETH ส่วนเฟืองที่ใช้ประกอบกัน โดยเป็นตัวหมุนเฟืองสะพานเป็นเฟืองตรง (SPUR GEAR)

3. เฟืองดอกจอก (BEVEL GEAR)

เป็นเฟืองที่มีลักษณะเป็นรูปกรวย ซึ่งดัดแปลงมาจาก ซึ่งเป็นเฟืองที่ใช้สำหรับทดลองความเร็ว และเปลี่ยนทิศทางการหมุนของแกนเพลา ซึ่งโดยทั่วไป แกนเพลาของเฟืองจะตั้งฉากกัน ลักษณะของฟันจะเป็นชนิด INVOLUTE OR CYCLOIDAL แต่ไม่ขนานกันกับแกนเพลาเพราะฟันจะลู่เรียวลงไปตามรูปกรวยเฟืองชนิดนี้มี 2 แบบ คือ

3.1 กรวยทั้ง 2 เท่ากัน จะเรียก MITRE GEAR

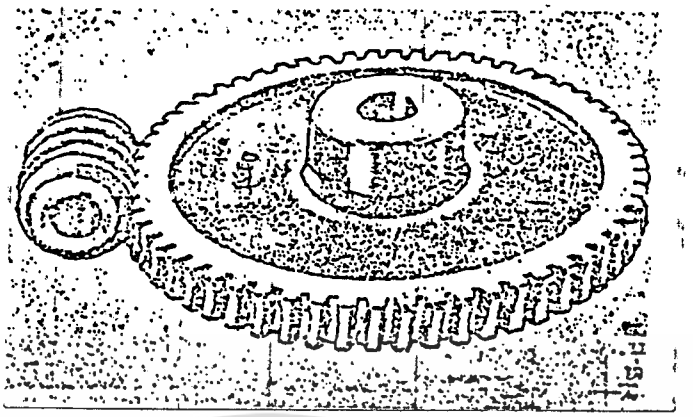
3.2 กรวยไม่เท่ากันจะเรียก BEVEL GEAR

4. เฟืองหนอน (WORM GEAR)

เป็นเฟืองที่มีลักษณะเป็นเกลียวชนิด ACHE THREAD จะเป็นตัวทำหน้าที่หมุนเฟืองตรง (SPUR GEAR) โดยที่แกนเพลาจะตั้งฉากกันแต่ไม่มีโอกาสพบกัน เฟืองหนอนจะมีลักษณะพิเศษคือ เฟืองหนอนทำหน้าที่หมุน SPUR GEAR ซึ่ง SPUR GEAR จะไม่สามารถหมุน WORM GEAR ได้ เพราะ SPUR GEAR จะหมุนได้ช้ามาก คือจะหมุนครบรอบเมื่อ WORM GEAR หมุนหลาย ๆ รอบแล้ว

เฟืองที่กล่าวมาแล้วทั้งหมดทั้ง 4 ชนิดนั้นเป็นเฟืองหลักที่สามารถนำไปดัดแปลงเป็นเฟืองที่มีประสิทธิภาพในการทำงาน, ใช้งานได้มากขึ้น ตามปกติแล้ว ฟันของเฟืองนี้จะตั้งอยู่ในระนาบเดียวกันวงล้อของเฟือง ทำให้ความยาวของแนวฟันเฟือง(A) สั้นและการทำงานของฟันในลักษณะผลักดันโดยตรงจุดสัมผัสของฟันน้อย (รูป A)

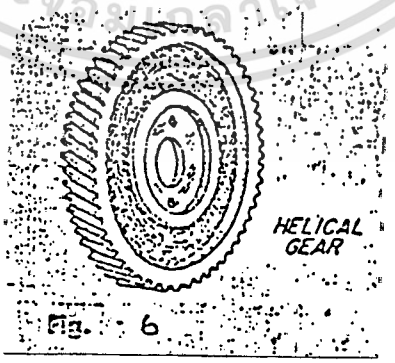
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



การที่จะทำให้เฟืองมีประสิทธิภาพที่ดียิ่งขึ้น โดยการทำให้แนวฟันเอียงทำมุม (HELIX ANGEL) กับวงล้อของเฟือง ซึ่งจะทำให้ความยาวของแนวฟัน (B) มีความยาวเพิ่มขึ้น อีกประการหนึ่ง การทำงานของฟันเฟืองเป็นไปในลักษณะเฉียง ทำให้ทำงานคล่องตัวยิ่งขึ้น ซึ่งมีชื่อเรียกได้ดังนี้ คือ

1. เฟืองที่ดัดแปลงมาจากเฟืองตรง (SPUR GEAR)

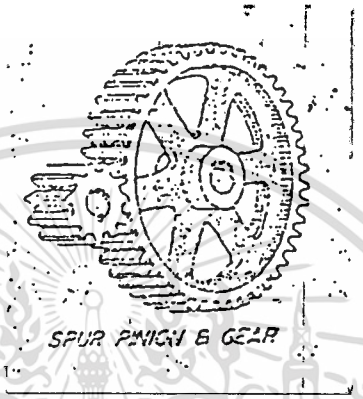
1.1 HELICAL GEAR เป็นเฟืองที่ดัดแปลงมีมุมเอียงกับแนววงล้อ 15° – 45° สำหรับในการทำงานนั้นถ้าเฟืองตัวหนึ่งเป็น RIGHT HAND HEILIX



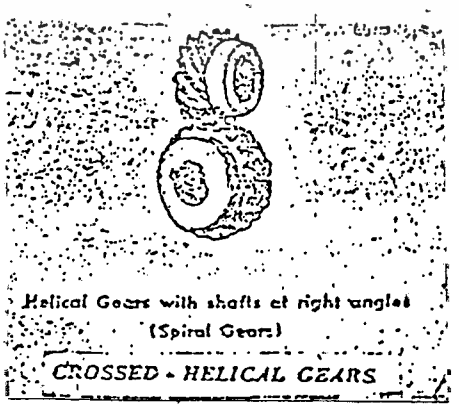
รูป 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เฟืองอีกตัวหนึ่งจะต้องเป็นลักษณะ LEFT HAND HEILIX โดยมีทิศทางการหมุนสลับกัน ลักษณะฟันเป็นชนิด INVOLUTE AND CYLOID ซึ่งเป็นเฟืองที่มีประโยชน์ในทางประสิทธิภาพดีกว่า SPUR GEAR โดยจะนำไปใช้กับงานที่มีความเร็วรอบสูง การรับน้ำหนักมากการทำงานที่มีแนวแกนเพลาขนานกัน



1.2 CROSSED HELICAL GEAR เป็นเฟืองชนิดเดียวกัน HELICAL GEAR แต่ลักษณะการทำงานใช้ในโอกาสที่แกนเพลาตั้งฉากและ HELIX ANGEL ของเฟืองแต่ละตัวเป็นแนวทิศทางเดียวกัน คือถ้าเฟือง ตัวใดตัวหนึ่งเป็น LELIX ANGEL อีกตัวหนึ่งก็เป็น GIGHT HAND HELIX แต่ทิศทางการหมุนก็เป็นทิศทางเดียวกัน คือตัวหนึ่งหมุนรอบตัวเองไปทางทิศ LEFT HAND ตัวต่อไปจะหมุนทางทิศทาง LEFT HAND เช่นเดียวกัน แต่เฟืองชนิดนี้มีจุดสัมผัสระหว่างเฟืองน้อย จึงเหมาะกับงานที่รับน้ำหนัก รับแรงที่น้อย ๆ



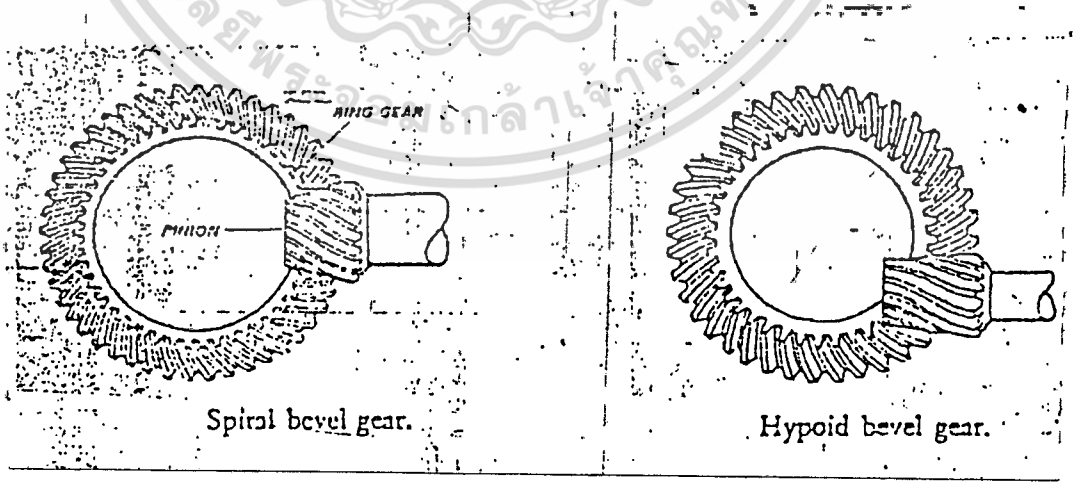
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เฟืองที่ดัดแปลงมาจากเฟืองสะพาน (RACK GEAR)

2.1 HELICAL RACK GEAR เป็นเฟืองที่ดัดแปลงมาจากเฟืองสะพาน (RACK GEAR) แต่เฟืองชนิดนี้ฟันเอียงทำมุม 15° – 45° จึงทำงานได้ดีกว่าเฟืองสะพาน ส่วนการทำงานนั้นเฟืองสะพานเหมือนกัน

3. เฟืองที่ดัดแปลงจากเฟืองดอกจอก (BEVEL GEAR)

3.1 SPIRAL BEVEL GEAR เป็นเฟืองที่ดัดแปลงมาจากเฟืองดอกจอก แต่แนวฟันทำมุมโค้งกับวงล้อของเฟือง ซึ่งมีลักษณะเป็นกรวย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 HYPOID GEAR เป็นเฟืองที่มีลักษณะคล้ายกับ SPIRAL GEAR หากมีความแตกต่างกันที่แนวแกนเฟือง คือจะไม่อยู่ในแนวเดียวกัน (NONINTERSECTI SHAFT CROSSED- AXIS) โดยที่แนวแกนจะมีระยะห่างจากกัน ซึ่งเรียกระยะนี้ว่า offset ที่ระยะ offset มีค่า เท่ากับ 0 เฟืองชนิดนี้ก็จะกลายเป็น spiral bevel gear

หน้าที่ที่สำคัญของเฟืองมี 5 ประการคือ

1. รับงานได้มากกว่า
2. ใช้ทดสอบความเร็วของเพลา
3. ใช้เปลี่ยนทิศทางการหมุนของแกนเพลา
4. เพิ่มกำลังในการทำงาน
5. ทนความร้อนได้ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ศึกษาเกี่ยวกับกับแบริ่งและการเลือกใช้

แบริ่งมีหน้าที่จับเพลาโรเตอร์ให้หมุนได้เที่ยง คล่อง และกินกำลังให้น้อยที่สุด แบริ่งที่ใช้มี 2 ประเภทคือแบริ่งธรรมดาที่ไม่ฝืดและบอลแบริ่ง แต่ละประเภทมีข้อดีข้อเสียในลักษณะต่าง ๆ กัน ข้อสำคัญที่ช่างเทคนิคจะต้องระลึกเสมอคือ แบริ่งเหล่านี้เมื่อใช้งานจะต้องสึกหรอ ฉะนั้นสภาพใช้งานก็ดี การติดตั้งมอเตอร์ใช้งานก็ดี และวิธีบำรุงรักษาแบริ่งจะช่วยให้ใช้งานมอเตอร์ได้ยาวนาน

1. แบริ่งธรรมดา (Plain Bearing)

มอเตอร์ส่วนใหญ่ใช้แบริ่งชนิดนี้ ได้แก่แบริ่งสลีฟ (Sleeve Bearing) หรือแบริ่งที่รับแรงผลักได้ คือเป็นแบริ่งปลอกประยุกต์ และจะต้องใช้ฟิล์มน้ำมันหล่อลื่นเข้าช่วยด้วยเพื่อลดแรงเสียดทานระหว่างผิวเพลากับผิวแบริ่งลงให้มากที่สุด

ฟิล์มน้ำมันนั้นจะต้องมีแรงไฮโดรไดนามิคเพียงพอ คือสามารถรับโหลดหนัก ๆ ทั้งโหลดกระแทกและโหลดที่กดลงหนักได้ แรงนี้อาจต้องอัดเป็นความกดดันน้ำมันไว้ด้วยถ้าจำเป็น

มอเตอร์ที่ใช้สลีฟแบริ่ง จะสามารถเดินใช้งานได้นานจนกว่าจะต้องเติมน้ำมันหล่อลื่นใหม่ เช่น 1–3 ปี เป็นต้น มอเตอร์ที่ใช้ชับระบบสายพานต้องดูแลว่าสายพานไม่รั้งเพลามอเตอร์จนตึงมากเกินไป มิฉะนั้นเพลาหมุนจะหมุนชิดแบริ่งไปข้างหนึ่ง ความสึกหรอจะเกิดขึ้นมากโดยไม่จำเป็น ความตึงของสายพานควรพอตึงที่สายพานไม่เลื่อนสลิปเท่านั้น

ในขณะเปลี่ยนตัวสลีฟแบริ่ง หากวัสดุแบริ่งมิได้เป็นแบบอิ่มตัวด้วยน้ำมัน แบริ่งนั้นจะต้องอัดแน่นเข้าที่โดยใช้รีมเมอร์ช่วยให้ได้ความฟิตภายในพิกัด 0.10 มม. หากวัสดุแบริ่งนั้นอิ่มน้ำมัน ระยะเยียดจะหลวมขึ้นได้มาก เมื่ออัดเข้าที่แล้วจะต้องใช้ปิดหัวท้ายป้องกันฝุ่นแข็งเข้าถึงภายในไว้ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปต่อไปนี้แสดงสลีฟแบริ่งลักษณะต่าง ๆ

ข้อดีของแบริ่งสลิฟ :

(1) มอเตอร์หมุนได้เงียบ บางครั้งจำเป็นมาก

(2) แบริ่งสลิฟไม่ค่อยไวต่อเมล็ดทรายหรือฝุ่นแข็ง เพราะเนื้อวัสดุแบริ่งนี้มสามารถรับฝังเมล็ดทรายนั้นลงได้ในเนื้อ และในทางกลับกันหากการหล่อลื่นแบริ่งสลิฟมากไปก็ไม่เสียหายอะไรมาก

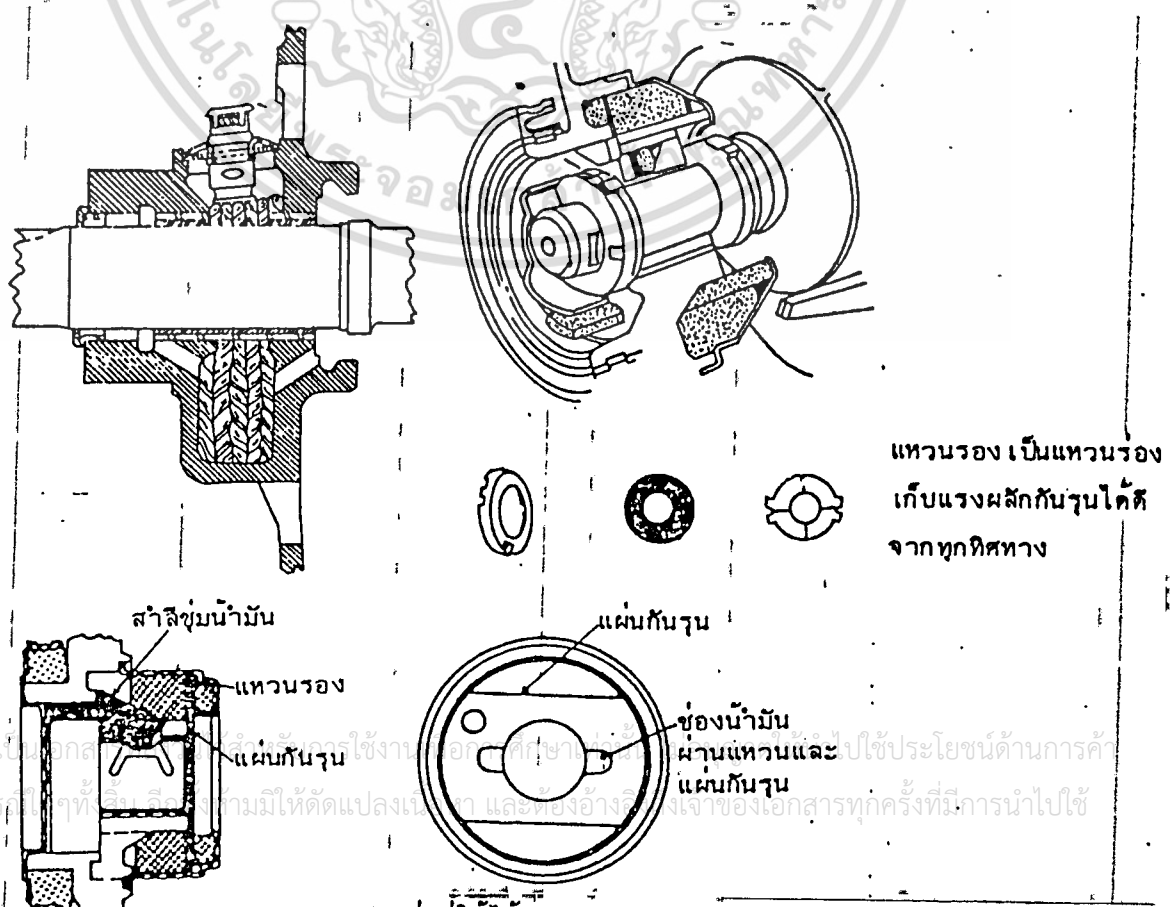
(3) หากหล่อลื่นพอดี อายุงานจะนานมาก

(4) เมื่อแบริ่งสึก ช่างสามารถเติมเนื้อแบริ่งใหม่ลงได้ง่ายและประหยัด ใช้งานได้อีก

(5) ตัวแบริ่งสลิฟเองอาจสร้างเป็นฝาประกบกันได้ สามารถถอดออกตรวจได้สะดวก โดยมิต้องรื้อหรือถอดมอเตอร์ออกแต่อย่างใด

ก. ภาพตัดของสลีฟแบริ่งแสดงให้เห็นผ้าขนสัตว์ชุ่มน้ำมันหล่อลื่นอยู่

ข. ลักษณะสร้างพิเศษของสลีฟแบริ่งที่ใช้มอเตอร์ฟอร์มและใช้หมุนได้ทุกมุมหมุน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. บอลแบริ่ง และ/หรือ แบริ่งลูกกลิ้ง

บอลแบริ่งและแบริ่งลูกกลิ้งเป็นชิ้นส่วนที่สร้างขึ้นด้วยความประณีต ขณะใช้งานจะต้องระวังเรื่องการสั่นสะเทือน การปรับฟิตแบริ่งเข้าที่จะต้องได้ลักษณะงานสวมที่ถูกต้องการกัดกร่อน และผงฝุ่นหรือเมล็กทรายแข็งจะเข้าถึงตัวบอลแบริ่งไม่ได้เป็นอันขาด ทั้งบอลแบริ่งและแบริ่งลูกกลิ้งจะต้องอัดไขไว้ แต่จะหล่อลื่นมากเกินความจำเป็นไม่ได้ เพราะแรงเสียดทานจากของไหลจะเกิดมากเกินไปไม่ดี

อายุงานของบอลแบริ่งและแบริ่งลูกกลิ้งขึ้นอยู่กับกำลังความแข็งแรงของวัสดุแบริ่งนั้นเอง เพราะขณะหมุนรอบสูงและต้องรับโหลดมาก จะเป็นภาระที่หนักแก่แบริ่งจริง ๆ

ข้อดีของบอลแบริ่ง

(1) แรงเสียดทานน้อยมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในขณะแรกหมุนสตาต ซึ่งเป็นผลดี
(2) รับโหลดได้สูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งโหลดที่เป็นแรงดันในแนวแกนรัศมีเพลา
(3) มีมาตรฐานกำหนดสร้างเรียบร้อยแล้ว งานซ่อมบริการและการจัดหาอะไหล่กระทำได้สะดวก
(4) ในกรณีแบริ่งชำรุด เพลามอเตอร์จะไม่ชำรุดตาม
(5) วิธีหล่อลื่นด้วยไขนั้นง่ายกว่าและสะอาดกว่าน้ำมัน เพราะใช้มอเตอร์ได้ในทุกลักษณะยืน นอน หรือแขวน ไม่เป็นอุปสรรคแต่อย่างใด
(6) แม้ว่าไขหล่อลื่นอาจเสื่อมคุณภาพได้ขณะใช้งาน แต่ก็ยังนับได้ว่าไม่เป็นปัญหาเพราะแบริ่งจะยังใช้งานต่อไปได้อีกระยะหนึ่ง ไม่ชำรุดในทันทีทันใด
(7) ในกรณีต้องใช้งาน ณ อุณหภูมิห้องร้อน เช่น ร้อนกว่า 100°C จะต้องหันไปใช้ ไซซิ ลิโคนแทน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(8) ในกรณีจำเป็นที่จะต้องลอดปลายเพลามอเตอร์ข้างหนึ่ง ให้แน่นและสั้นและต้องมีแบริ่งเช่น เครื่องสูบน้ำ บอลแบริ่งใช้ได้เป็นประโยชน์มาก

ข้อควรทราบเกี่ยวกับแบริ่งที่ใช้กับมอเตอร์

อุณหภูมิของแบริ่งทั้งแบริ่งสลิฟและบอลแบริ่ง ปกติไม่ควรร้อนกว่า 85°C เพราะโดยปกติอุณหภูมิที่แบริ่งมักจะเย็นกว่าในขดลวดประมาณ 15–20°C วิธีวัดอุณหภูมิแบริ่งควรใช้เทอร์มอมิเตอร์วัดเข้าไปในครอบแบริ่งนั้น

หากอุณหภูมิห้องงานมอเตอร์ที่ใช้บอลแบริ่งต้องร้อนกว่า 40 หรือ 50° C ควรต้องใช้แบริ่งอุณหภูมิร้อนซึ่งจะใช้ได้สูงถึง 125° C และหากอุณหภูมิห้องงานเย็นกว่า 25°C ก็จะต้องใช้แบริ่งพิเศษและไขหล่อลื่นพิเศษอีกเช่นกัน

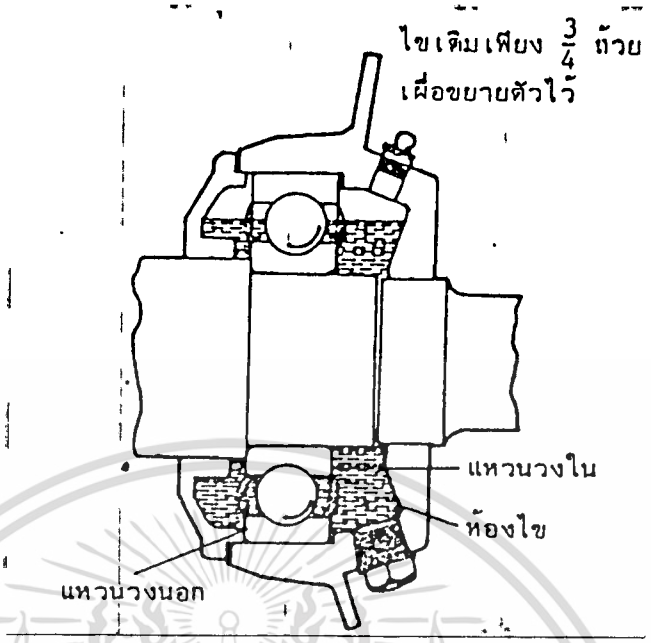
แบริ่งสลิปโดยปกติให้ใช้งาน ณ อุณหภูมิห้อง 30–50°C หากใช้ภายนอกอาคารที่อุณหภูมิเย็น เพราะอากาศหนาว ควรใช้ลวดความร้อนขนาดเล็ก ๆ อบน้ำมันให้อุ่นเสียก่อนหมุนสตาต

แบริ่งลูกกลิ้งที่ต้องรับแรงดันในแนวแกนรัศมีเพลามักร้อนกว่าแบริ่งใช้งานปกติ คือจะร้อนประมาณ 60–70° C หากหมุนด้วยความเร็วรอบสูง ๆ ถ้าเป็นมอเตอร์ขนาดใหญ่ควรใช้น้ำหล่อเย็นด้วย

การตรวจเพื่อบำรุงรักษาการหล่อลื่นมอเตอร์ จะต้องตรวจทุก ๆ 3 หรือ 6 เดือน เป็นประจำขณะตรวจจะต้องหยุดมอเตอร์ ถ้าน้ำสกปรกหรือมีสิ่งสกปรกปนอยู่ในน้ำมัน จะต้องเปลี่ยนน้ำมันใหม่ มอเตอร์ที่ใช้แท่งใยอาบน้ำมันประกอบแบริ่ง ต้องเปลี่ยนแท่งใยนั้นใหม่โดยชุ่มน้ำมันใหม่ด้วย

แบริ่งลูกกลิ้งที่หล่อลื่นด้วยไขใช้กับมอเตอร์ทั่วไปจนกระทั่งถึงขนาด 1000 HP รูป 6.60 แสดงบอลแบริ่งพร้อมห้องบรรจุไข และนมหนูอัดไข ระดับบรรจุไขจะบรรจุจนเต็มไม่ได้ ควรต้องเหลือช่องว่างไว้ประมาณ 1/4 เผื่อการขยายตัว เพราะความร้อนไว้ด้วย การใช้บอลแบริ่งนั้นได้เปรียบกว่าในเชิงสามารถรับแรงผลักตามแนวแกนเพลา (Axial Thrust) พร้อม ๆ กับแรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 6.60 บอลแบริ่งกับห้องบรรจุไข

ภาระในแนวรัศมี (Radial Load) ได้ดีด้วย ส่วนแบริ่งลูกกลิ้งนั้นให้ใช้เมื่อมีแรงภาระในแนวรัศมีเกินค่าสมรรถนะของบอลแบริ่ง เช่น มอเตอร์ที่ต่อเข้ากับล้อสายพานหรือชุดคัปปลิ้งอ่อนตัว อย่างไรก็ตาม แบริ่งลูกกลิ้งนั้นขณะใช้งานมีเสียงดังกล่าว และใช้ด้วยความเร็วรอบไม่สูงเท่าบอลแบริ่ง

ข้อเปรียบเทียบที่น่าสนใจระหว่างแบริ่งสลีฟกับบอลแบริ่ง คืออายุใช้งาน แบริ่งสลีฟหากได้รับการหล่อลื่นที่ดีอย่างตลอดเวลาจะมีอายุใช้งานได้นานตามพิกัด ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของแบริ่ง โหลดและความเร็วรอบตัวลูกบอลเองหากต้องรับภาระแรงกดนานเข้าบ่อย ๆครั้ง และแม้ว่าจะเป็นลูกกลมเหล็กชุบแข็งอย่างดีแล้วก็ตาม ก็อาจ "ล้า" ได้ และในที่สุดจะชำรุด กล่าวคือ

$$\text{อายุของบอลแบริ่ง ณ ความเร็วรอบคง} = \frac{K_1}{(\text{ภาระ})^3}$$

$$\text{อายุของบอลแบริ่ง ณ ภาระหรือโหลดคงที่} = \frac{K_2}{\text{ความเร็วรอบ}}$$

K_1 และ K_2 เป็นค่าคงที่ของบอลแบริ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3ความรู้เกี่ยวกับโครงสร้าง

โครงสร้าง คือ สิ่งที่จัดสร้างขึ้นโดยการต่อรวมหน่วยต่าง ๆ เข้าด้วยกันให้ทำหน้าที่อย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง ซึ่งต้องการมาตรการความมั่นคงบางประการ

หน้าที่ของโครงสร้าง อาคารที่ก่อสร้างขึ้นมาจะมีโครงสร้างเปรียบเสมือนกระดูกโครงหลัก และมีส่วนประกอบอื่น ๆ (MENBERS) ซึ่งทำหน้าที่ต่าง ๆ กัน เช่น ปิดหุ้มทับตกแต่ง เพื่อให้การใช้เนื้อที่ภายในอาคารนั้นสะดวกและเหมาะสมกับประเภทของอาคาร

โครงสร้างอาจแยกออกเป็นหลายส่วนหลายตอนประกอบร่วมกันจนสำเร็จเป็นตัวอาคารขึ้นมา โครงสร้างย่อยนี้อาจแยกออกเป็นหลายตอน เช่น ตัวอย่างโครงสร้างรับเครื่องมุงหลังคา โครงสร้างพื้น โครงเสา โครงสร้างบันได โครงคานต่อ โครงสร้างฐานราก ดังนี้เป็น โครงย่อยต่าง ๆ ดังกล่าว เมื่อประกอบกันเข้าทั้งหมดก็เป็นตัวอาคารในที่สุด จะเห็นว่ารูปร่างโครงสร้างแต่ละชนิดมีลักษณะเฉพาะ เนื่องจากมีแรงหรือน้ำหนักบรรทุกเป็นตัวการจัดระเบียบหรือบังคับให้เกิดเป็นรูปร่างต่าง ๆ กันไป เมื่อแรงที่ถ่ายทอดต่อเนื่องถูกตามกฎเกณฑ์แล้วโครงสร้างนั้นจะตั้งอยู่ได้โดยมั่นคง และ ก่อให้เกิดความรู้สึกพึงพอใจเมื่อมองดู ฉะนั้นเมื่อต้องใช้วัสดุต่างกันก็ต้องใช้ให้เหมาะกับความสามารถของการรับแรงนั้น ๆ ด้วยอย่างดี

แรงต้านทานภายในเนื้อวัสดุประกอบเป็นโครงสร้าง

แรงต้านทานภายใน (RESISTANCE FORCES) ที่ได้กล่าวนี้ อาจแยกเป็น 5 ชนิดด้วยกัน ซึ่งมีความแตกต่างกันดังนี้

(1) แรงดึง (TENSION OR PULL OR SUCTION) ต้านความพยายามที่จะทำให้วัสดุนั้นแยกยืดออก ยาวออก หรือ ขาดจากกัน

(2) แรงอัด (COMPRESSION OR PUSH OR PRESSURE) ต้านความพยายามที่จะทำให้วัสดุสั้นเข้า บีบเข้า หรือแตก

(3) แรงเฉือน (SHEAR) กระทำกับวัสดุในแนวสัมผัส TANGENTIAL กับพื้นผิวที่ต้องรับแรงนี้ วัสดุไม่จำเป็นต้องต่อติดกันเป็นเนื้อเดียวทางกายภาพเพื่อต้านแรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เฉือนนี้ก็ได้ แต่ต้องมีแรงอัดกดไว้ให้พื้นผิวดังกล่าวชนกันแน่นอยู่ เมื่อแรงมีขนาดเพียงพอต้านทานแรงเฉือนดังกล่าวมิให้วัสดุเลื่อนจากกันก็ใช้ได้

(4) แรงกัด (WENDING) เมื่อโครงสร้างรับแรงดัดแล้ว ผิวบนจากแกนสะเทิน (NEUTRAL AXIS) ขึ้นไปรับแรงอัด และผิวล่างของแกนสะเทือนรับแรงดึงด้วย หรือ บางกรณีเกิดกลับทรงกันข้ามกัน แรงดัดก่อให้เกิดแรงต้านทานแรงดัดมีขนาดเท่ากันขึ้นภายในเนื้อวัสดุด้วย

(5) แรงบิด (TORSION OR TORQUE OR TWISTING) ต้านความพยายามที่จะบิดวัสดุให้ขาดจากกัน

ในแรงทั้ง 5 ประเภทนี้ แรงใน 2 ประเภทหลัง คือ แรงดัด สามารถแยกออกเป็นแรงดึงและแรงอัดได้ แรงบิดแยกเป็นแรงเฉือนได้ ดังนั้น ถ้าพิจารณาแต่ละส่วนเล็ก ๆ ในเนื้อวัสดุโครงสร้าง จะมีแรงให้พิจารณาอยู่เพียงแรงดึง แรงอัด และ แรงเฉือนเท่านั้น ซึ่งเมื่อเราสามารถรู้ขนาดของแรงที่เกิดและผลเนื่องจากการกระทำของแรง ก็สามารถกะขนาดหน้าตัดวัสดุ โครงสร้าง และ รูปร่างได้ โดยหาขนาดของแรงและความเข้มของแรง ซึ่งมีค่าเท่ากับแรงที่เกิดขึ้นหารด้วยเนื้อที่หน้าตัดของวัสดุที่ใช้รับความเข้มของแรงนี้ เรียกว่า ความเค้น STRESS มีหน่วยเป็นน้ำหนักต่อพื้นที่

รูปทรงเบื้องต้นโครงสร้าง

เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางโครงสร้างของรูปทรงเบื้องต้นต่าง ๆ ซึ่งมีความแตกต่างกันเด่นชัด และเพื่อพิจารณาคุณสมบัติในการรับแรงเฉพาะของรูปนั้น ๆ อาจจัดแบ่งรูปทรงเบื้องต้นได้เป็นประเภทต่าง ๆ ได้ ดังแสดงในตารางดังนี้

รูปทรงเบื้องต้นที่เห็น	มิติทางเรขา	ประเภทมีความหลวมหย่อนได้	ประเภทมีความแข็งเคร่งตึงก้ำกึ่ง
จุด	0	เม็ด	ก้อน
ขีดยาว	1	เส้นเอ็น	ท่อน
พื้นที่	2	ผืน	แผ่น
เนื้อที่	3	กลอง	กลองตัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เม็ด PARTICLE ไม่มีคุณสมบัติในการรับแรง

เส้นเอ็น TENDON มีคุณสมบัติในการรับแรงได้ ดังนี้

(1) รับแรงดึงตามแนวเส้นได้

(2) เกิดแรงโก่งเคาะ BUCKING เมื่อรับแรงอัด

(3) รับแรงดัดแรงเฉือนไม่ได้

ความยาวได้โดยตกท้องช้าง SAG น้อยลง

ในทางปฏิบัติ เมื่อขึงเส้นเอ็นพาดช่วงจะบรรทุกน้ำหนักตลอดความยาวโดยวัสดุไม่เปลี่ยนรูป โดยทำตัวเส้นเอ็นดังกล่าวให้มีความแข็งตัวที่กลางความยาวช่วง โดยเพิ่มความโตให้มากกว่าความโตตอนปลายเส้น หรือทำการห้อยแขวนด้วยคาน STIFFENING BEAM ให้เส้นเอ็นมีความแข็งตัวตลอดความยาวของเส้น เมื่อใช้เส้นเอ็นจำนวนมากเส้นด้วยกันมัดรวมกัน จะทำให้มีความสามารถรับแรงซึ่งเกิดสลับทั้งแรงดัดและแรงดึงได้ดีทั้งสองชนิด

ผืน, SHEET มีคุณสมบัติในการรับแรง ดังนี้

ผืนสามารถรับแรงดึงได้ดีในแนวขนานกับระนาบของผืน หรือ เมื่อยึดรอบพื้นที่ผืน หรือ เมื่อยึดปลายทั้งสองผืน หรือ ยึดปลายหนึ่งของผืนไว้ ผืนความมีคุณสมบัติทางมีกำลังดี มีความเหนียว TOUGHNESS ผืนทำโค้งตามแนวเดียวได้ แต่ทำโค้ง 2 ทิศไม่ได้ ถ้าไม่ตัดประกอบใหม่ ผืนมีโครงกรอบ FRAME SHEET จะรับแรงดึง แรงเฉือน และ แรงอัดทะแยงได้ จะหักเสียหาย เมื่อแรงอัดทะแยงไปทำให้เกิดการโก่งเคาะตัวกรอบ

ก้อน BRICK มีคุณสมบัติต่างกันไปแล้วแต่คุณสมบัติที่วัสดุที่นำมาใช้ประกอบเป็นก้อน

ก้อนรับแรงประเภทต่าง ๆ ได้ดี พวกกล่องตัน คือ ก้อนขนาดโตขึ้น มีกำลังและความแข็งแกร่งมาก

ท่อน ROD คือ เส้นเอ็นขนาดใหญ่ขึ้น

รับแรงดึง อัด ดัด และ รับแรงบิดได้ดีมาก ถ้าใช้เป็นเสาสั้นรับแรงอัดได้ดีมาก ถ้ายาวมากขึ้นอาจโก่งเคาะได้ ต้องแก้ให้มีความแข็งตัวมากขึ้น เช่น ใช้ตัวดึงพันเป็นเกลียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รอบความยาว เมื่อใช้วัสดุรับแรงดึงดีมากเป็นท่อนจะรับแรงได้ทุกประเภท เมื่อใช้วัสดุที่มีความแข็งแกร่งจะรับแรงเฉือน กับ แรงบิด เมื่อใช้ท่อนทำหน้าที่เป็นคานได้

แผ่น PLATE คือ

ผืนมีความหนาเพิ่มขึ้น เพื่อยึดเป็นระยะในทิศตั้งฉากกับระนาบของตัวแผ่นแล้วจะบรรทุกแรงอัด รับแรงเฉือน และรับแรงดัดขนานกับระนาบของตัวแผ่นได้

ในทางปฏิบัติทำได้โดยการเสริมครีบถี่เป็นระยะ ๆ ขนานกับทิศที่รับแรงอัดโดยการเสริมกรอบรอบและกรอบตั้งขนานกับทิศรับแรงเฉือน หรือ เสริมแผ่นหนาเป็นปีกรับแรงอัดผิวบนของตัวแผ่น (คาน) เพื่อรับแรงดัด

กล่องตัน BLOCK คือ

ก้อนซึ่งมีขนาดโตมาก ในทางปฏิบัติอาจไม่มีการสร้างให้ได้รูปตันดังต้องการ เพราะต้องการประหยัดวัสดุ แต่ต้องการให้คงได้ความแข็งแรง และ ความแข็งแกร่งให้พอเท่านั้น จึงทำเป็นกล่องกลวงเปิดไว้ภายใน หรือ ประกอบรูปทรงพอให้ได้คุณสมบัติกล่องตัน

คานและแผ่นพาด BEAM AND PLANKS

พวกคานใช้ผิวของด้านแคบรับน้ำหนักบรรทุกคานรับแรงดัดในแนวดิ่งกับระนาบคาน ได้ดีที่ผิวบนรับแรงอัดนั้น อาจเสริมเนื้อให้แข็งตัว STIFFENER ให้มีหน้าตัดมากขึ้นได้ และอาจเสริมปล้องตันเป็นระยะ เพื่อช่วยรับแรงอัดแนวทะแยงซึ่งเกิดจากแรงเฉือน หรือทำการเสริมที่ผิวล่างให้หนาขึ้นเพื่อรับแรงดึงก็ได้ เมื่อพิจารณาดูคานปีกยื่น PLANCE จะเห็นว่าปีกบนปีกล่าง และ ตัวแผ่นแกนตั้งเดิมทำงานประกอบร่วมกันหมด โดยมีปีกบนรับแรงอัดปีกล่างรับแรงดึง และแผ่นแกนตั้งรับแรงเฉือน ซึ่งเกิดทั้งแรงอัดแนวทะแยงและแรงดึงด้วย

ส่วนแผ่นพาด มีความแตกต่างกันคานตรงที่ใช้ด้านแบบนอนรับน้ำหนักบรรทุกในทิศตั้งฉากกับแนวระนาบของตัวแผ่นพาด

เมื่อทำการเปรียบเทียบความสามารถในการรับแรงอัดของรูปหน้าตัด จะเห็นว่าในกรณีที่ใช้พื้นที่หน้าตัดเท่า ๆ กัน เมื่อพิจารณาแกนทั้ง 2 ในระนาบที่ตั้งฉากกับแรงอัดที่เกิดแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปจตุรัส	รับแรงโก่งเดาะได้ดีเท่ากันทั้ง 2 แกน
รูปผืนผ้า	จะเกิดแรงโก่งเดาะในแนวทิศตั้งฉากกับแกนยาว
รูปฉาก	ตรงมุมไม่โก่งเดาะ ตรงปลายฉากกำลังค้อย
รูปกลวงต่าง ๆ	เช่น รูปสี่เหลี่ยมกลวง รูปสามเหลี่ยมกลวง รูปกลมกลวง รับแรงอัดได้ดีมาก ทำให้เพิ่มความยาวของท่อนรับแรงอัดได้ โดยยังไม่เกิดโก่งเดาะเสียหาย ดังนั้น มุมมีส่วนช่วยให้ไม่โก่งเดาะง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โลหะแผ่น (Sheet Metal)

โลหะแผ่น (Sheet Metal) ใช้ในงานช่างทั่วไป หมายถึง โลหะแผ่นทุกชนิดที่มีความหนาไม่เกิน 3/16 นิ้ว

โลหะแผ่นที่ใช้ในงานอุตสาหกรรมมีอยู่หลายชนิด แต่ละชนิดมีลักษณะพิเศษเฉพาะตัวแตกต่างกันออกไป ดังนั้นการทำงานแต่ละประเภท จำเป็นจะต้องศึกษา และเลือกใช้วัสดุหรือโลหะให้เหมาะสมกับคุณภาพของงาน และคุณสมบัติของโลหะด้วย จึงจะทำให้ผลของงานที่ได้เป็นที่น่าพอใจและมีคุณค่ามากยิ่งขึ้น

โลหะแผ่นที่นำมาใช้งานส่วนมาก ได้แก่ เหล็ก ซึ่งรีดออกมาเป็นแผ่น ๆ มีขนาดความหนาหลายขนาดต่าง ๆ กัน และยังมีการเคลือบผิวด้วยโลหะต่าง ๆ อาทิเช่น เคลือบผิวด้วยตะกั่ว สังกะสี หรือดีบุก เป็นต้น นอกจากนี้แล้ว ยังมีการเอาโลหะผสมมาใช้อีกหลายชนิด เช่น ทองแดง อลูมิเนียม เป็นต้น

โลหะแผ่นโดยทั่วไปแบ่งเป็น 2 ประเภท ดังนี้คือ

1. โลหะแผ่นเปลือย (Bare Metal Or Uncoated Metal)
2. โลหะแผ่นเคลือบผิว (Coated Metal)

โลหะแผ่นเปลือย ส่วนมากจะเป็นโลหะแผ่นประเภทไม่ใช่เหล็ก (Non-Ferrous Metal) เช่น แผ่นทองแดง แผ่นอลูมิเนียม แผ่นทองเหลือง เป็นต้น

โลหะแผ่นเคลือบ จะทำเป็นโลหะแผ่นประเภทเหล็ก (Ferrous Metal) เสียก่อน แล้วจึงนำไปเคลือบผิวด้วยโลหะตามที่ต้องการ เช่น เหล็กอาบสังกะสีหรือดีบุก เป็นต้น

วัตถุประสงค์ของการเคลือบผิว เพื่อป้องกันมิให้เกิดการกัดกร่อน ซึ่งจะทำให้โลหะนั้นอายุการใช้งานได้นานขึ้น

ดังนั้น การใช้งานโลหะแผ่นเคลือบกับโลหะแผ่นเปลือย จึงต่างกันมาก การนำโลหะแผ่นเปลือยไปใช้งานอื่น ๆ เช่น นำไปเชื่อม ขัดผิว ตะไบ หรือกระบวนการอื่น ๆ ที่ต้องเสียผิวหน้าของงานก็จะไม่ทำให้เกิดผลเสียหายในการกัดกร่อนแต่อย่างใด แต่สำหรับโลหะเคลือบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แล้ว ผิวหน้าของงงานไม่ควรได้รับอันตรายใด ๆ เลย เพราะถ้าผิวหน้าของโลหะเสียหาย โลหะที่ผสมเคลือบผิวอยู่หลุดออกไป จะเป็นเหตุให้โลหะนั้นสูญเสียคุณสมบัติในด้านการคงทนต่อการกัดกร่อนได้ง่ายขึ้น

<u>โลหะแผ่นเปลือย</u>

1. <u>อลูมิเนียม</u> (Aluminium)

อลูมิเนียม เป็นโลหะแผ่นเปลือยประเภท Non-Ferrous Metal โดยปกติจะเป็นแผ่นอลูมิเนียมที่มีความบริสุทธิ์ไม่ถึง 100 เปอร์เซนต์ แต่จะเป็นอลูมิเนียมกลมโลหะหรือธาตุอื่น ๆ อีกเล็กน้อย เพื่อให้อลูมิเนียมมีคุณสมบัติบางประการดีขึ้น อลูมิเนียมบริสุทธิ์จะอ่อนมาก ในลักษณะที่เป็นแผ่นจะไม่ค่อยพบใช้งานบ่อยนัก

อลูมิเนียมแผ่นจะมีส่วนผสมของทองแดง ซิลิกอน เหล็ก และแมงกานีส ส่วนอลูมิเนียมชนิดอื่น ๆ ที่ไม่ได้อยู่ในลักษณะที่เป็นแผ่น จะผสมนิเกิล แมกนีเซี่ยม และโครเมี่ยม อย่างไรก็ตามอลูมิเนียมผสมทุกชนิดจะต้องมีอลูมิเนียมผสมอยู่ไม่น้อยกว่า 50 % เสมอ

อลูมิเนียมผสมมีอยู่หลายชนิด ชนิดต่าง ๆ เหล่านั้นมีคุณสมบัติแตกต่างกัน และมีค่าความแข็งที่แตกต่างกันออกไปอีกประมาณ 40 เกรด (Grade) ดังนั้นควรเลือกใช้ให้เหมาะสมกับงานแต่ละชนิด

อลูมิเนียมผสมจะถูกกำหนดคุณภาพคุณสมบัติตาม Number ต่าง ๆ กัน สำหรับในงานโลหะแผ่นจะใช้ Number 3003 แต่ในทางการค้าจะนิยมเรียกเป็นตัวอักษร เช่น O, H เป็นต้น

" O " หมายถึง อลูมิเนียมอ่อน (Soft) ใช้งานได้ดีเหมือนกันกับแผ่นสังกะสี

" H " หมายถึง อลูมิเนียมแข็ง (Hard) บางชนิดดัดโค้งได้ แต่บางชนิดไม่สามารถที่จะดัดโค้งได้

" T " หมายถึง อลูมิเนียมที่จะต้องใช้งานที่เกี่ยวกับความร้อน (Heat Treated) อยู่เสมอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวเลขตามหลังอักษร H หรือ T จะบอกความแข็ง เช่น Number 3003 ที่ใช้งานโลหะแผ่นทั่วไป จะเขียนเป็น H 14 เป็นต้น ซึ่งอลูมิเนียม Number ดังกล่าวนี้มีความแข็งไม่มากนัก สามารถดัดโค้งหรือขึ้นรูปได้ดี

อลูมิเนียมจะสังเกตได้ง่าย เพราะมีสีขาว น้ำหนักเบา บางชนิดจะมีสีใกล้เคียงกับสแตนเลส (Stainless Steel) สามารถจะนำไปเชื่อมได้และจะต้องใช้น้ำประสาน (Flux) ชนิดพิเศษ สำหรับการบัดกรีก็สามารถจะทำได้เช่นเดียวกัน แต่ทั้งนี้จะต้องใช้น้ำประสานตะกั่วบัดกรี และความร้อนของหัวแร้งให้ถูกต้อง มิฉะนั้นจะทำให้การบัดกรีไม่ได้ผล

อลูมิเนียมเป็นโลหะที่มีผิวเป็นมัน และทนต่อการกัดกร่อนได้ดีในบรรยากาศปกติ ดังนั้นจึงเหมาะสำหรับใช้ทำเฟอร์นิเจอร์ และอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ต้องการความสวยงาม

2. <u>ทองแดง</u> (Copper)

ทองแดงเป็นโลหะแผ่นเปลือยประเภท Non-Ferrous Metal) สังเกตได้ง่ายจากสีซึ่งเป็นสีแดงจนเกือบจะเป็นสีน้ำตาล ทองแดงเกิดออกไซด์ (Oxide) หรือทำปฏิกิริยากับออกซิเจน (Oxygen) ได้ง่าย Oxide ของทองแดงจะมีสีเขียวอมน้ำเงิน เป็นตัวปกคลุมผิวหน้าของทองแดงไม่ให้เกิด Oxide อีกต่อไป ดังนั้นทองแดงจึงทนต่อการกัดกร่อนได้สูง ดังจะพบเห็นได้จากหลังคาโบสถ์คาทอลิคในยุโรป ซึ่งสร้างมาตั้งแต่ยุโรปสมัยกลาง ปัจจุบันก็ยังคงมีสภาพที่ดีอยู่

ทองแดงเป็นโลหะที่มีราคาค่อนข้างสูง และมีน้ำหนักมาก การป้องกันผิวหน้าของทองแดงให้พ้นจากการกัดกร่อน สามารถจะทำได้โดยใช้แลคเกอร์ (Lacquer) เคลือบผิวหน้า ซึ่งจะทำให้ผิวของทองแดงแลดูเป็นเงา และสุกในอยู่เสมอ แต่อย่างไรก็ดีเมื่อใช้ไปนาน ๆ ทองแดงก็จะเกิด Oxide ได้อีก

การรีด (Rolled) ทองแดงสามารถทำได้ 2 วิธี คือ รีดร้อน (Hot Rolled) และรีดเย็น (Cold Rolled)

Hot Rolled Copper เป็นแผ่นทองแดงรีดร้อนที่ได้จากการรีดโดยใช้ความร้อนเข้าช่วย ผิวของทองแดงชนิดนี้จะไม่เป็นมันสุกใส มีความอ่อนมากกว่าทองแดงชนิดรีดเย็น ดังนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จึงเหมาะกับงานที่ต้องการความยืดตัวมากในขณะขึ้นรูป

ขณะขึ้นรูปแผ่นทองแดงรีดร้อน ความเค้นภายในจะทำให้ทองแดงมีความแข็งเพิ่มขึ้น จนใกล้เคียงกับแผ่นทองแดงชนิดรีดเย็น เมื่อทองแดงมีความแข็งมาก สามารถจะนำไปอบให้อ่อน (Annealed) ลงได้ โดยให้ความร้อนแก่แผ่นทองแดงจนมีสีแดงเรื่อย ๆ เหมือนสีลูกเชอรี่สุกแล้วนำไปจุ่มน้ำ หรือจะปล่อยให้เย็นตัวลงภายในอากาศก็ได้

Cold Rolled Copper เป็นแผ่นทองแดงรีดเย็น ซึ่งผลิตได้โดยการรีดและดึงออกมาในสภาพที่เย็น ผิวของทองแดงที่ได้จะเรียบและมีความแข็ง แต่ยังอ่อนกว่าเหล็กอาบสังกะสีสามารถนำไปดัดโค้งงอขึ้นรูปได้ง่าย และเป็นที่นิยมใช้ในงานโลหะแผ่นทั่วไป

ความเครียดภายในแผ่นของทองแดงรีดเย็นจะมีมากกว่าทองแดงชนิดรีดร้อนความเค้นในแผ่นของทองแดงไม่สามารถจะคงรูปร่างได้ดีเหมือนแผ่นเหล็ก ในสภาพงานเช่นเดียวกัน ถ้าจะใช้แผ่นทองแดงทำ จะต้องใช้ความหนาที่มากกว่าแผ่นเหล็กเล็กน้อย

ความหนาของแผ่นทองแดง จะบอกเป็นออนซ์ (Ounce) ต่อตารางฟุต เช่น "18 Ounce " หมายความว่า ทองแดงมีความหนาแน่นเป็นน้ำหนัก 18 ออนซ์ต่อตารางฟุต ดังจะเห็นได้จากตารางการเปรียบเทียบความหนากับโลหะอื่น ๆ

เนื่องจากทองแดงถ่ายเทความร้อนได้รวดเร็ว ดังนั้นการบัดกรีจะต้องใช้หัวแร้งที่มีขนาดใหญ่ จึงจะให้ความร้อนได้อย่างพอเหมาะกับการหลอมละลายของตะกั่วบัดกรี การต่อทองแดงไม่นิยมใช้การเชื่อม แต่นิยมใช้การ Brazing เพราะทำได้อย่างรวดเร็ว และให้ความแข็งแรงได้มากกว่า

3. <u>ทองเหลือง</u> (Brass)

ทองเหลืองเป็นโลหะผสมระหว่างทองแดงกับสังกะสี ซึ่งมีส่วนผสมของสังกะสีอยู่ระหว่าง 32 – 50 เปอร์เซนต์ ทองเหลืองสามารถดัดโค้ง งอ หรือขึ้นรูปได้ง่าย ผิวหน้าของทองเหลืองจะขุ่นมัว เนื่องจากการเกิด Oxide ได้ง่าย เช่นเดียวกับทองแดง Oxide ของทองเหลืองจะมีสีเขียวอ่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผิวของทองเหลืองสังเกตได้ง่าย เนื่องจากเป็นสีเหลือง เมื่อขัดจะเป็นมันเงาแวววาว และสวยงาม การเกิด Oxide ง่ายดังกล่าว จึงจำเป็นต้องมีการป้องกันมิให้เกิด Oxide โดยการขัดและเคลือบผิวด้วย

ทองเหลืองไม่ค่อยนิยมนำมาใช้งานมากนัก นอกจากจะใช้ทำภาชนะต่าง ๆ และงานที่ต้องการความสวยงามบางชนิดเท่านั้น

4. สแตนเลส (Stainless Steel)

Stainless Steel เป็นโลหะเปลือยประเภท Ferrous Metal ซึ่งมีส่วนผสมประกอบด้วย เหล็ก โครเมี่ยม นิเกิล และธาตุอื่น ๆ อีกเล็กน้อย Stainless Steel มีหลายชนิด สามารถที่จะเลือกใช้ให้เหมาะสมกับความต้องการได้ โดยปกติผิวของ Stainless Steel จะมีสีคล้ายเงินและมีลักษณะเป็นมัน

Stainless Steel นิยมใช้ทำเครื่องมือวิทยาศาสตร์ ภาชนะใส่อาหาร หรืองานเกี่ยวกับสถาปัตยกรรมอย่างละเอียด ที่ต้องการความสวยงามให้ได้ดีทั้งภายนอกและภายในตัวอาคาร โดยไม่ต้องมีการทาสีหรือเคลือบผิวหน้า เพื่อป้องกันการกัดกร่อนด้วยวัสดุอื่นใดทั้งสิ้น

คุณสมบัติทางกายภาพของ Stainless Steel ก็เหมือนโลหะผสมชนิดอื่น ๆ ขึ้นอยู่กับส่วนผสมของธาตุต่าง ๆ ที่ผสมผงไปในขณะที่ยังหลอมละลายอยู่ ซึ่งต้องระมัดระวังควบคุมอุณหภูมิและบรรยากาศของก๊าซต่าง ๆ ด้วย ธาตุต่าง ๆ ที่ผสมเข้าเป็น Stainless Steel ได้แก่

นิเกิล (Nickel) จะเพิ่มความแข็งแรง ความเหนียว ป้องกันการกัดกร่อนได้ดี และเพิ่มความยืดตัวในขณะดัดโค้งไม่ให้ฉีกขาดหรือแตกร้าวได้ง่าย

แมงกานีส (Manganese) ช่วยเพิ่มความแข็งแรง ความเหนียวและทนต่อแรงดึงได้สูง

โครเมียม (Chromium) จะเพิ่มความต้านทานการกัดกร่อน ความแข็งแรง และสามารถทนต่อแรงดึงได้สูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วานาเดียม (Vanadium) จะเพิ่มความเหนียวให้กับ Stainless Steel

โมลิบดินั่ม และ โคลัมเบียม (Molybdenum and Columbium) จะต้านทานการกัดกร่อน

ติตาเนียม และ แมกนีเซียม (Titanium and Magnesium) จะทำให้ Stainless Steel มีน้ำหนักเบา

Stainless Steel มีอยู่หลายชนิด ขึ้นอยู่กับส่วนผสมของธาตุต่าง ๆ ที่กล่าวมาแล้ว โดยทั่วไปจะมีส่วนผสมหลัก คือ เหล็ก (Fe) นิเกิล (Ni) และโครเมียม (Cr)

Stainless Steel แบ่งเป็นประเภทใหญ่ ๆ ได้ 3 ประเภท ตามชนิดของโครงสร้างซึ่งได้แก่

1. Austenitic Stainless Steel จะประกอบไปด้วยส่วนผสมของธาตุโครเมียม 18% นิเกิล 8% และธาตุอื่น ๆ ผสมอยู่ประมาณ 2 – 4 %

ประเภทนี้จะจัดอยู่ในหมู่ 300 และมีชื่อเรียกว่า Chrome-Nickel ซึ่งมีความแข็งแรงสูงมาก แต่มีความเหนียวต่ำ และไม่มีคุณสมบัติความเป็นแม่เหล็กอยู่เลย

2. Martensitic Stainless Steel จะประกอบไปด้วยส่วนประกอบของธาตุโครเมียมอยู่ระหว่าง 11.5 – 17 % และมีส่วนผสมของธาตุคาร์บอน (C) อีกไม่เกิน 1.2%

ประเภทนี้จะมีความแข็งแรงอยู่มาก แต่ก็มีความเปราะมากอีกเช่นเดียวกัน

3. Ferritic Stainless Steel ซึ่งจะประกอบไปด้วยส่วนผสมของธาตุโครเมียมอยู่ระหว่าง 17 – 27 % และมีส่วนผสมของธาตุคาร์บอนอีกไม่เกิน 0.2 % Stainless Steel ประเภทนี้มีคุณสมบัติอ่อนและเหนียวมาก

Stainless Steel เป็นโลหะที่มีราคาแพง แต่อายุการใช้งานยาวนานมาก ทนต่อการกัดกร่อนได้ดี และเสียค่าบำรุงรักษาถูกอีกด้วย เมื่อเทียบกับโลหะชนิดอื่น ๆ ดังนั้นในการทำงานควรเลือก Stainless Steel ให้เหมาะสมกับการทำงานด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. เหล็กดำ (Black Iron)

เหล็กในรูปของแผ่นโลหะเปลือยไม่ค่อยนิยมใช้งานมากนัก เพราะเกิดสนิมได้ง่าย เกิดการกร่อนได้รวดเร็ว และบัดกรียาก เหล็กชนิดนี้จึงใช้งานที่ต้องการพ่นสีเท่านั้น

การผลิตเหล็กแผ่น หลังจากได้เอาสินแร่เหล็กไปถลุงเป็น Ingot และเติมธาตุต่าง ๆ ได้ตามต้องการ ต่อจากนั้นจะนำ Ingot ไปอบให้มีอุณหภูมิสูงขึ้นเรื่อยเพื่อจะนำไปรีดให้เป็นเหล็กชนิดต่าง ๆ และรูปร่างต่าง ๆ กัน โดยให้ใช้ลูกกลิ้ง (Mills) แบบต่าง ๆ กัน เช่น

1. Blooming Mills จะเปลี่ยนรูปร่างของ Ingot ให้เป็นเหล็กโครงสร้างรูปร่างต่าง ๆ เช่น รางรถไฟ แท่งเหล็กสี่เหลี่ยม เหล็กกลม เหล็กรูปหัวใจ (I beam) เป็นต้น

2. Billet Mills จะเปลี่ยนแท่ง Ingot ให้เป็นเส้นลวดและท่อ (Pipe) ชนิดต่าง ๆ

3. Stabing Mills จะเปลี่ยนแท่ง Ingot ให้เป็นเหล็กแผ่นที่มีความหนาแตกต่างกัน ซึ่งสามารถรีดให้เหล็กมีความหนาได้น้อยกว่า 1/8 นิ้ว การรีดเหล็กให้มีความหนาลดน้อยลง สามารถจะรีดได้ทั้งในขณะที่ยังร้อนแดง (Hot Rolled) และในขณะที่เย็นตัวลงแล้ว (Cold Rolled)

เหล็กรีดร้อนจะปรากฏสีที่ขอบเป็นสีเทาหรือน้ำตาล ตลอดแผ่นจะมีสีดำ ซึ่งเนื่องจากผลของความร้อน เหล็กชนิดนี้จะให้ใช้ทำงานก่อสร้างเป็นส่วนใหญ่ เช่น เรือ หม้อน้ำ โครงสร้างเหล็ก เป็นต้น เพราะเหล็กรีดร้อนมีราคาถูกกว่าเหล็กรีดเย็น การนำไปใช้งานก็จะต้องมีการป้องกันการกัดกร่อนโดยการทาสี เป็นต้น

เหล็กรีดเย็นจะปรากฏเป็นสีน้ำตาลเทาบนผิวหน้าทั่ว ๆ ไป ใช้กับงานที่ต้องการผิวหน้าที่เรียบร้อย เช่น ผลิตภัณฑ์เฟอร์นิเจอร์เหล็ก เป็นต้น อย่างไรก็ตามจะต้องมีการป้องกันการกัดกร่อนเช่นเดียวกันกับเหล็กรีดร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากเหล็กเป็นโลหะแผ่นที่มีราคาถูก จึงนำมาเคลือบกับโลหะอื่นเพื่อให้เหล็กทนต่อการกัดกร่อนได้ดี มีอายุการใช้งานที่ยาวนาน ดังนั้นเหล็กแผ่นจึงเป็นโลหะหลักในการผลิตเหล็กเคลือบสังกะสี คีบุก และตะกั่ว ดังจะได้กล่าวต่อไป

<u>โลหะแผ่นเคลือบ</u>

1. เหล็กอาบสังกะสี (Galvanized Steel)

ในสภาพบรรยากาศปกติ สังกะสีเป็นโลหะที่ทนต่อการกัดกร่อนได้ดีมาก ดังนั้นจึงนิยมนำไปเคลือบแผ่นเหล็ก เพื่อช่วยให้แผ่นเหล็กมีอายุใช้งานที่ยาวนาน ถ้าสังกะสีที่ใช้เคลือบผิวเหล็กลอกหรือหลุดไป ก็จะทำให้เกิดสนิมขึ้นกับแผ่นเหล็กได้

การผลิตเหล็กอาบสังกะสี สามารถกระทำได้ 2 วิธีดังนี้คือ

1. โดยวิธีจุ่ม (Hot Dipped) นำเอาแผ่นเหล็กอ่อนที่ได้จากการรีดเย็นไปล้างไขมันในถังกรด แล้วนำไปล้างน้ำสะอาด จากนั้นจึงนำไปจุ่มลงในถังสังกะสีที่กำลังหลอมละลาย สังกะสีก็จะเกาะติดผิวหน้าของแผ่นเหล็ก แล้วจึงนำไปรีดให้เรียบอีกครั้งหนึ่ง

2. โดยวิธีเคลือบผิวด้วยไฟฟ้า อาศัยหลักการเดียวกับการชุบโครเมียมด้วยไฟฟ้า สังกะสีชนิดนี้มีชื่อเรียกทางการค้าโดยเฉพาะว่า Zincgrip หรือ Paintgrip

เหล็กอาบสังกะสีที่ได้จากการเคลือบผิวด้วยไฟฟ้า ผิวที่เคลือบจะติดแน่น เรียบสม่ำเสมอ มีลักษณะเป็นดอกสีเทา เหมาะอย่างยิ่งสำหรับงานที่ต้องการพ่นสี

เหล็กอาบสังกะสีสามารถสังเกตได้ง่าย จากลวดลายดอกที่ปรากฏบนผิวจะมีประกายแวววาวเห็นได้ชัดเจน ลวดลายนี้เกิดจากการเย็นตัวของสังกะสีบนผิวเหล็ก

ความคงทนต่อการกัดกร่อนของเหล็กอาบสังกะสี จะขึ้นอยู่กับคุณภาพของสังกะสีที่เกาะเคลือบผิวอยู่ ถ้ามีคุณภาพดีจะสามารถดัดโค้งงอ และพับให้เกิดความแข็งแรงได้โดยที่สังกะสีไม่กระเทาะหรือรอนออกจากผิวเปลือกเหล็กได้ง่าย และไม่เกิดการฉีกขาดเมื่อพับหลาย ๆ ครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหล็กแผ่นอาบสังกะสีสามารถบัดกรีได้ง่าย แต่ถ้าจะนำไปเชื่อมจะเกิดปัญหายุ่งยากมาก เนื่องจากสังกะสีเมื่อถูกเผาจะเกิดก๊าซและควันพิษขึ้น ผลของการเผาไหม้จะทำให้การเชื่อมติดได้ยาก นอกจากนี้การเชื่อมยังเป็นการทำลายสังกะสีที่เคลือบผิวเหล็กอีกด้วย

การนำแผ่นเหล็กอาบสังกะสีไปทำการเคลือบผิวด้วยการพ่นสีอีกก็สามารถทำได้ แต่ถ้าจะให้เกิดผลดีควรล้างด้วยน้ำกรดอ่อน ๆ ก่อนที่จะพ่นสีพื้น การล้างด้วยน้ำกรดจะช่วยให้สีพื้นเกาะติดผิวงานได้ดีขึ้น

การใช้งานในบรรยากาศปกติ จะมีอายุการใช้งานอย่างน้อย 5 – 10 ปี โดยไม่ต้องทาสีหรือป้องกันการกัดกร่อนแต่อย่างใด แต่ถ้านำไปใช้งานในบรรยากาศที่มีการกัดกร่อน เช่น ไอน้ำ กรด หรือที่มีความชื้นมาก ๆ ควรจะต้องทาสี

2. ตะกั่ว

ตะกั่วเป็นโลหะที่ใช้เคลือบผิวอีกชนิดหนึ่งในงานโลหะแผ่น เป็นโลหะเก่าแก่ที่นิยมใช้กันมานานแล้ว เช่น ตามโบสถ์คาทอลิคของยุโรปสมัยกลาง ซึ่งทำเป็นโลหะมุงหลังคา หรือกันสาด เป็นต้น ตะกั่วสามารถบัดกรีหรือเชื่อมได้ง่าย โดยให้ความร้อนอย่างถูกต้องเหมาะสม

ตะกั่วเป็นโลหะที่อ่อนมาก ยืดได้ง่าย จนสามารถรีดได้โดยเครื่องที่ใช้มือหมุนความอ่อนตัวของตะกั่วมีมากดังกล่าว การขึ้นรูปจึงสามารถทำได้ด้วยมือโดยไม่ยากนักและไม่มีการฉีกขาดด้วย การวัดขนาดความหนาของตะกั่ว จะวัดเป็นหน่วยน้ำหนักปอนด์ต่อตารางฟุต

ในปัจจุบันตะกั่วไม่ค่อยนิยมใช้มากนัก เพราะมีวัสดุอื่น ๆ ที่มีคุณสมบัติที่ดีกว่ามาใช้แทน เช่น Stainless Steel หรือ พลาสติก เป็นต้น อย่างไรก็ตามในที่ซึ่งมีการกัดกร่อนมากก็ยังใช้ตะกั่วกันอยู่ เช่น ที่ใส่น้ำกรด เป็นต้น

3. ดีบุก

เป็นโลหะแผ่นเคลือบที่เกิดจากการนำเอาเหล็กรีดเย็นมาเคลือบผิวด้วยดีบุก ผิวหน้าของดีบุกจะขุ่นมัว ไม่สะท้อนแสงหรือเป็นเงามันเหมือนกับโลหะชนิดอื่น มีความคงทนต่อไอน้ำหรือความชื้นได้ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขนาดความหนาของดีบุกจะกำหนดเป็นตัวเลขและตัวอักษร เช่น 1C (อ่าน One C) 1 X (อ่าน One Cross) หรือจะกำหนดเป็นขนาดน้ำหนักต่อกล่อง (Base Box) ก็ได้ เช่น 1 Base Box จะหมายถึงแผ่นดีบุกขนาด 14 – 20 นิ้ว จำนวน 112 แผ่น Double Box ก็จะบรรจุแผ่นดีบุกจำนวน 112 แผนเช่นเดียวกัน แต่มีขนาดเป็น 28 – 30 นิ้ว น้ำหนักของ Base Box นี้เรียกว่า Base Weight ซึ่งจะมีน้ำหนักต่าง ๆ ขึ้นอยู่กับความหนาของแผ่นดีบุก

นอกจากการบอกขนาดดังกล่าวแล้ว ยังมีชื่อเรียกในทางการค้าอีก 2 ชื่อ คือ Coke Plate และ Charcoal Plate ชื่อทั้งสองชนิดนี้ขึ้นอยู่กับขนาดความหนาของดีบุกที่เคลือบผิวอยู่ ได้แก่

ชนิดที่เคลือบบางจนถึง 1 ปอนด์ คือ Box เรียกว่า Coke Tin Plate

ชนิดที่เคลือบหนากว่า 1 ปอนด์ขึ้นไปจนถึง 7 ปอนด์ ต่อ Base Box เรียกว่า Charcoal Tin Plate

ชนิดที่เคลือบผิวหนากว่า 7 ปอนด์ขึ้นไปจนถึง 14 ปอนด์ต่อ Base Box เรียกว่า Dairy Plate นอกจากนี้ยังมีตะกั่วอีกชื่อหนึ่งที่ควรรู้จักคือ Terne Plate เป็นแผ่นเหล็กที่เคลือบด้วยตะกั่วและดีบุกอยู่ระหว่าง 8 – 40 ปอนด์

แต่ก่อนนี้ แผ่นดีบุกใช้สำหรับมุงหลังคา ภาชนะบรรจุอาหาร และเครื่องมือ เครื่องใช้ประจำบ้าน ครั้นพอ Stainless Steel ได้รับการปรับปรุงให้นำมาใช้อย่างกว้างขวางแล้ว จึงทำให้แผ่นดีบุกมีที่ใช้งานลดน้อยลง แต่ในปัจจุบันก็ยังคงใช้ทำกระป๋องบรรจุอาหาร กระป๋องเครื่องดื่ม ถึงแม้จะใช้โลหะอื่นแทนแล้วก็ตาม

ที่มา – หนังสือ "พื้นฐานโลหะแผ่น" (BASIC SHEET METAL) โดย คณะเบญจมิตร หน้า 1, 2, 4, 9 นายชาญวุฒิ ตั้งจิตวิทยา, วศ.บ. เกียรตินิยม (โลหะการ) อาจารย์คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาฯ นายสาโรช ฐิติเกียรติพงศ์, วศ.บ. (โลหะการ) หัวหน้าแผนกวิศวกรรม

บริษัท นวโลหะไทย จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขนาดมาตรฐานของโลหะแผ่น (Standard Size Sheet)

โลหะแผ่นมีขนาดต่าง ๆ กัน ขนาดมาตรฐานของอเมริกา มีดังนี้คือ

30 – 96 นิ้ว, 36 – 96 นิ้ว

30 – 120 นิ้ว, 36 – 120 นิ้ว

ขนาดที่นิยมใช้กันมากคือ 36 – 96 นิ้ว

ในท้องตลาดเมืองไทยจะใช้กันมากเพียง 2 ขนาดคือ 36 – 96 นิ้ว และ 48–96 นิ้ว ซึ่งเรียกกันจนเคยชินว่า โลหะแผ่นขนาด 3 – 8 ฟุต และ 4 – 8 ฟุต ตามลำดับ

ในกรณีที่ต้องการขนาดพิเศษ สามารถจะสั่งทำจากโรงงานที่ผลิตได้

GAGE (or GAUGE)

การกำหนดความหนาของโลหะแผ่น กำหนดเป็นตัวเลข (Number) ทั้งนี้ก็เพื่อความสะดวกและรวดเร็วในการวัด อ่านค่าความหมายของโลหะแผ่นได้อย่างละเอียดถูกต้อง ตัวเลขต่าง ๆ บน Gage จะบอกความหนาเป็น ทศนิยม หรือ เศษส่วน ของนิ้ว

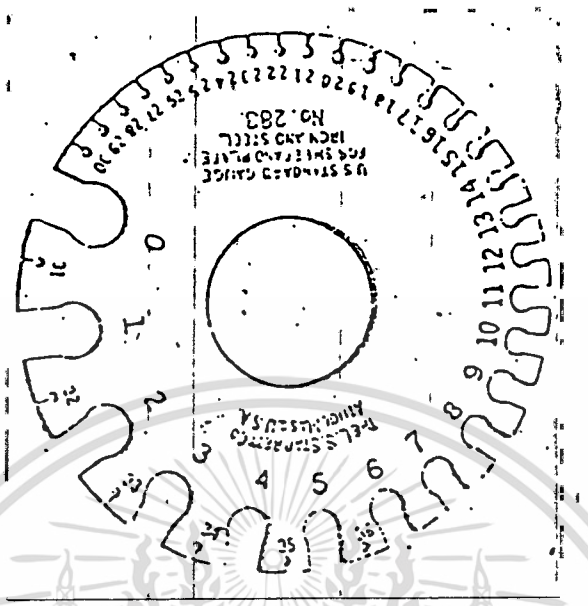
Gage ที่ใช้เป็นมาตรฐานสำหรับวัดความหนาของโลหะแผ่นมีอยู่ 2 ชนิด คือ

1. United States Standard Gage or Manufacturer's Gage

ใช้สำหรับวัดความหนาของโลหะแผ่นที่ไม่ใช่เหล็ก (Ferrous Metal) เช่น อลูมิเนียม ทองเหลือง ทองแดง ดีบุก สแตนเลส ฯลฯ เป็นต้น

ความหนาของโลหะแผ่นที่ใช้จะอยู่ระหว่าง 0.0070 นิ้ว (36 Gage) ถึง 0.1876 นิ้ว (7 Gage) ถ้า Number ที่แสดงความหนาของโลหะเพิ่มขึ้น ความหนาของแผ่นโลหะก็ลดน้อยลง เช่น โลหะแผ่นเบอร์ 16 ก็จะมีความหนามากกว่าโลหะแผ่นเบอร์ 22 เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปร่าง Gage สำหรับวัดความหนาของแผ่นโลหะ จะเป็นแผ่นกลมทำด้วยเหล็กแข็งอย่างดี มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 3/4 นิ้ว และหนา 1/8 นิ้ว ด้านหน้าของ Gage จะบอกความหนาเป็นตัวเลขจาก 0, 1, 2, 3 .... ถึง 26 เมื่อต้องการที่จะดูจำนวนความหนาเป็นทศนิยมก็ดูได้จากด้านหลังที่ตรงช่องเดียวกับตัวเลขของ Gage ด้านหน้า เช่น

ความหนาของโลหะแผ่นเบอร์ 16 จะหนาเท่ากับ 0.0624 หรือประมาณ 1/16 นิ้ว
ความหนาของโลหะแผ่นเบอร์ 22 จะหนาเท่ากับ 0.0312 หรือประมาณ 1/71 นิ้ว
ความหนาของโลหะแผ่นเบอร์ 28 จะหนาเท่ากับ 0.0156 หรือประมาณ 1/

การใช้ Gage วัดความหนาของโลหะแผ่นที่ไม่เคลือบผิว การอ่านค่าความหนาจะสามารถอ่านเป็นตัวเลขได้เลยโดยความหนาจะไม่ผิดพลาด แต่สำหรับโลหะที่มีการเคลือบผิวนั้นจะต้องอ่านตัวเลขของ Gage (Gage Number) ลดลงมา 1 Gage เสมอเช่น เมื่อวัดความหนาได้เท่า Gage เบอร์ 42 ความหนาจริงจะเท่ากับ Gage เบอร์ 23 เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขนาดน้ำหนักของโลหะแผ่น

น้ำหนักของโลหะแผ่นโดยทั่วไปจะมีหน่วยวัดเป็น ปอนด์ต่อตารางฟุต โลหะแผ่นแต่ละชนิด ก็จะมีน้ำหนักแตกต่างกันออกไปตามความถ่วงจำเพาะของโลหะนั้น ดังตารางข้างล่างนี้

ตารางแสดงน้ำหนัก (ออนซ์/ตารางฟุต) ของโลหะแผ่นชนิดต่าง ๆ

ขนาด	เหล็กรีดเย็น	สแตนเลส	เหล็กเคลือบ	อลูมิเนียม	ทองแดง
30	.500	.525	.656	.141	–
28	.625	.656	.781	.177	–
26	.750	.788	.906	.224	14
24	1.000	1.050	1.156	.282	16
22	1.250 1.250	1.313	1.406	.352	20
20	1.500	1.575	1.656	.451	28
18	2.000	2.100	2.156	.563	36
16	2.500	2.625	2.656	.718	48

พื้นฐานโลหะแผ่น (Basic Sheet Metal) หน้า 1 – 13

โดย คณะเบญจมิตร เกษมชัย บุญเพ็ญ มานพ ศรีตุลยโชติ

จงกล สุภารัตน์ อดิศักดิ์ วรรณะวัลย์ สุเทพ โชครัตนาเจริญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4 การยึดติด

การเชื่อม

ช่างเชื่อมที่มีความสามารถจะต้องเป็นผู้ที่เคยได้รับการฝึกหัดแบบขั้นมูลฐานมาเป็นอย่างดี การฝึกหัดการเชื่อมมุมแบบขั้นมูลฐานแบ่งได้ตามแบบของรอยต่อ (Joint) และตำแหน่งการเชื่อม (Position) ไว้ดังนี้

รอยต่อแบบมูลฐานและการเตรียมรอยต่อ

(1) รอยต่อชน (Butt)

(2) รอยต่อเกย (Lap Fillet Weld)

(3) รอยต่อมุมเชื่อมภายนอก (Outside corner)

(4) รอยต่อมุมเชื่อมภายใน (Inside corner Fillet Weld)

ตำแหน่งการเชื่อมแบบมูลฐาน

(1) ท่าราบ (Flat)

(2) ท่าขนานนอน (Horizontal)

(3) ท่าตั้ง (Vertical)

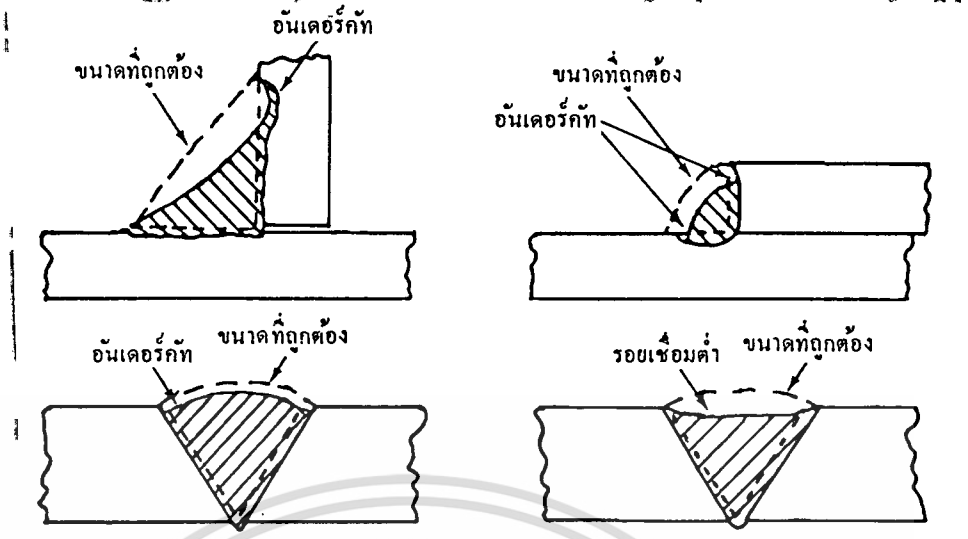
(4) ท่าเหนือศีรษะ (Over head)

รอยต่อเชื่อม (Joint) แต่ละแบบจะต้องฝึกหัดเชื่อมทุก ๆ แบบ และฝึกหัดกับแผ่นโลหะบางและหนา สำหรับแผ่นหนาควรหนาถึง 3/8 นิ้ว

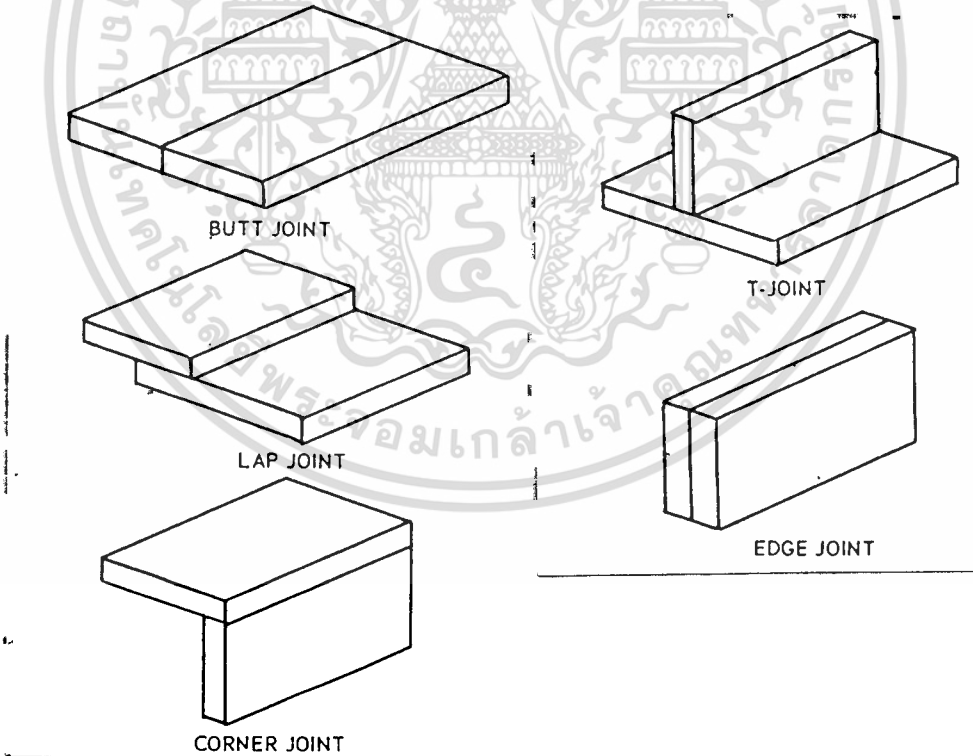
รอยเชื่อมที่ดีจะต้องประกอบขึ้นด้วยการหลอมของโลหะเข้าด้วยกันดี ภายนอกของรอยเชื่อมมีลักษณะดี การซึมลึกของรอยเชื่อมดี รอยเชื่อมจะดีหรือเลวขึ้นอยู่กับความชำนาญในการถือหัวเชื่อม การให้ความร้อนแก่รอยเชื่อม และต้องให้ความสัมพันธ์กับการถือลวดเชื่อมที่ป้อนลงในรอยเชื่อม

การเชื่อมรอยต่อชน (Butt joint) เป็นแบบรอยต่อธรรมดาที่ใช้งานเชื่อมด้วยแก๊สซึ่งในการเชื่อมนั้นต้องวางชิ้นงานทั้งสองชิ้นคร่อมบนอิฐทนไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

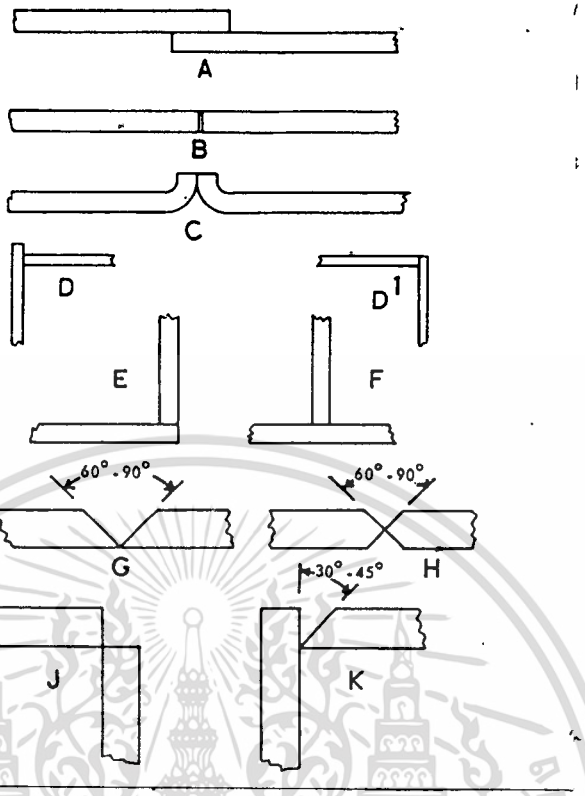


รูปแสดงภาคตัดให้เห็นรอยเชื่อมไม่สมบูรณ์และรูปร่างรอยเชื่อมที่สมบูรณ์ เมื่อรอยเชื่อมเกิดอันเดอร์คัท หรือถ้ารอยเชื่อมเติมโลหะไม่พอตามกำหนอ จะทำให้รอยเชื่อมไม่แข็งแรง



รูปแสดงรอยเชื่อมแบบต่าง ๆ ( ) รอยต่อเกย ( ) รอยต่อชน ( ) รอยต่อแฟลงจ์ ( ) และ ([1]) รอยต่อมุมเชื่อมภายนอก ( ) และ ( ) รอยต่อเชื่อมมุมภายใน (หรือรอยต่อตัวที) รอยต่อ เป็นรอยต่อสำหรับแผ่นโลหะบาง เป็นรอยต่อเชื่อมสำหรับโลหะแผ่นหนา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปแสดงรอยต่อเชื่อมแบบต่าง ๆ (A) รอยต่อเกย (B) รอยต่อชน (C) รอยต่อแฟลงจ์ (D) และ (D^1) รอยต่อมุมเชื่อมภายนอก (E) และ (F) รอยต่อเชื่อมมุมภายใน (F หรือรอยต่อตัวที) รอยต่อ A,B,C,D,D^1,E,F, เป็นรอยต่อสำหรับโลหะแผ่นบาง G,H,J,K, เป็นรอยต่อเชื่อมสำหรับโลหะแผ่นหนา

ข้อสังเกต การเชื่อมรอยต่อ A,B, และ D^1 จะต้องใช้ลวดเชื่อม แต่การเชื่อมรอยต่อ C และ D ไม่ต้องใช้ลวดเชื่อม เพราะว่าโลหะชิ้นงานจะถูกหลอมละลายกลายเป็นรอยเชื่อม

ให้ปลายทั้ง 2 ข้างวางอยู่บนอิฐทนไฟ ปลายข้างหนึ่งของขอบชิ้นงานทั้งสองที่จะใช้เป็นจุดเริ่มต้นเชื่อมวางติดกัน วางปลายอีกข้างหนึ่งของชิ้นงานทั้งสองวางให้มีระยะห่างกันพอสมควร เพื่อป้องกันการยึดแบบหดตัวของโลหะขณะปฏิบัติการเชื่อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขณะที่กำลังเชื่อมแบบแนวเชื่อม โลหะที่มีอยู่ในภาวะหลอมเหลว เมื่อเย็นตัวลงจะพยายามดึงโลหะสองชิ้นให้ติดกัน การหดตัวของชิ้นโลหะจะทำให้ชิ้นงานทั้งสองเกยกันหรือห่อตัวทำให้ไม่สามารถจะเชื่อมได้ตามรอยต่อที่ต้องการ ดังนั้นจึงต้องมีการเตรียมชิ้นงานเพื่อป้องกันการยึดและหดตัวดังนี้คือ

(1) การเชื่อมยึด (Tacking) โดยการเชื่อมยึดที่ปลายโลหะทั้งสองเข้าด้วยกันก่อนเริ่มการเชื่อม และในการเชื่อมยึดนี้ ควรเชื่อมให้ห่างกันประมาณ 1 นิ้ว

(2) การวางรอยต่อเรียง คือการวางชิ้นงานให้ปลายข้างหนึ่งของชิ้นงานติดกัน ส่วนอีกด้านหนึ่งให้ห่างกันในขนาดที่พอเหมาะ ซึ่งเมื่อทำการเชื่อมติดต่อกันไปตามรอยต่อจากจุดเริ่มต้นนั้น การยึดตัวและหดตัวของโลหะจะทำให้รอยต่อของชิ้นงานถูกดึงให้ชิดติดกันพอดี จนทำให้รอยต่อของแนวเชื่อมเป็นไปอย่างสม่ำเสมอ

(3) การใช้ลิ่มพิเศษ ลิ่มพิเศษนี้จะใส่แทรกเข้าในระหว่างชิ้นงานสองชิ้นซึ่งวางต่อกันเป็นรอยเชื่อม เพื่อป้องกันการหดตัวของโลหะชิ้นงานในขณะที่ชิ้นงานเริ่มเย็นลง

(4) การยึดงาน (Clamping) ให้แน่น เพื่อให้ชิ้นงานเคลื่อนตัวได้น้อยที่สุด

การเชื่อมรอยต่อเกย (Lap Joint) เป็นรอยเชื่อมที่นิยมใช้ในงานอุตสาหกรรม ลักษณะของรอยต่อเกยคือวางชิ้นงานชิ้นหนึ่งซ้อนอยู่บนชิ้นงานอีกชิ้นหนึ่ง ซึ่งจะมีเทคนิคที่ใช้สำหรับการเชื่อมรอยต่อเกยดังนี้คือ

(1) การเชื่อมรอยต่อเกยจะพบกับความยากลำบากในการให้ความร้อนแก่ชิ้นงานชิ้นล่าง เมื่อชิ้นล่างถูกให้ความร้อนจนถึงจุดหลอมเหลว งานชิ้นบนบริเวณรอยต่อขอบงานจะถูกหลอมมากเกินไป ทำให้รอยเชื่อมมีลักษณะเว้าแหว่ง ดังนั้นจึงต้องใช้เทคนิคในการเชื่อมให้ได้ผลดี โดยวิธีให้เปลวไฟจากหัวเชื่อมชี้ไปในทิศทางของการให้ความร้อนแก่ผิวงานชิ้นล่างมากกว่าชิ้นบน ซึ่งความร้อนที่ชิ้นงานแผ่นล่างได้รับจากหัวเชื่อมควรมีอัตราส่วน 2:3 ของความร้อนทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(2) ความนูนของรอยเชื่อมควรเชื่อมให้นูนอย่างน้อยเท่ากับความหนาของแผ่นโลหะที่ใช้เชื่อมและไม่ควรให้รอยเชื่อมมีความนูนมากเกินไป เพียงให้รอยเชื่อมนั้นนูนขึ้นจากผิวงานเพียงเล็กน้อย

การเชื่อมรอยต่อมุมเชื่อมภายนอกมุม อาจไม่ใช้ลวดเชื่อมสำหรับรอยต่อก็ได้ ซึ่งมีวิธีการวางรอยต่อซึ่งไม่เหมือนกับวิธีที่ใช้อยู่ตามปกติ โดยการวางชิ้นงานต่อชนกันโดยไม่ต้องวางเหลื่อมกัน โลหะของขอบงานทั้งสองจะหลอมเหลวเข้าด้วยกัน และเติมโลหะจากลวดเชื่อมเพื่อเพิ่มความแข็งแรงให้แก่รอยเชื่อม

การเชื่อมรอยต่อแบบเชื่อมภายในมุมและรอยต่อตัวที การเชื่อมรอยต่อแบบนี้เปลวไฟเชื่อมจะอยู่ด้านในของมุมซึ่งเป็นที่อับอากาศ ออกซิเจนจากบรรยากาศจะไม่พอเพียงกับการช่วยเผาไหม้ของเปลวไฟ บางครั้งการปรับเปลวไฟสำหรับการเชื่อมรอยต่อแบบนี้เพื่อให้เกิดเปลวธรรมชาติในขณะที่ทำการเชื่อมในมุมอับอากาศ เราต้องปรับเปลวเป็นออกซิไดซิ่ง (Oxidizing)

การเชื่อมด้วยแก๊สออกซีอเซทิลีนท่าขนานนอน

(Horizontal position welding)

การเชื่อมแบบแนวเชื่อมที่อยู่ในแนวขนานนอนของชิ้นงานที่วางอยู่ในแนวตั้ง การเชื่อมด้วยท่านี้ควรฝึกหัดเชื่อมด้วยรอยต่อชน ข้อควรระวังของการเชื่อมที่จะให้ได้ผลดีคือ การให้ความร้อนกับชิ้นงานควรถือหัวเชื่อมให้ปลายชี้ขึ้นทำมุมกับผิวหน้าของชิ้นงานเล็กน้อย เพื่อให้ความดันของแก๊สช่วยพยุงโลหะขณะหลอมเหลวมิให้ตกลงมาเป็นแนวย้อยบนชิ้นงาน และช่วยในการซึมลึกได้ดีขึ้น

การเชื่อมด้วยแก๊สออกซีอเซทิลีนท่าตั้ง

(Vertical position welding)

คือการเชื่อมในทิศทางดิ่งบนชิ้นงานที่วางอยู่ในแนวตั้งในการเชื่อมท่าตั้งจะไม่มีความลำบากมากนัก ถ้าปฏิบัติตามหัวข้อต่อไปนี้คือ

(1) การเชื่อมท่าตั้งจะต้องวางตำแหน่งหัวเชื่อมทำมุมกับผิวหน้าของชิ้นงานเป็นมุมประมาณ 15°–30° หัวเชื่อมจะต้องอยู่ในทิศทางตั้งขึ้น เพื่อให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความดันแก๊สจากหัวเชื่อมช่วยพยุงโลหะชิ้นงานหลอมเหลวมิให้ตกลงมาเกิดแนวย้อย

(2) ควรหมุนหรือส่ายหัวเชื่อมเล็กน้อย เพื่อช่วยให้ความดันแก๊สพยุงโลหะหลอมเหลวให้อยู่ในตำแหน่งเดิมของมัน

(3) รอยเชื่อม การหลอมเหลวและการซึมลึกจะต้องตรวจสอบตามวิธีที่กล่าวมาแล้ว

การเชื่อมด้วยแก๊สออกซีอเซทิลีนท่าเหนือศีรษะ

(Overhead Position Welding)

เป็นวิธีการเชื่อมที่ยากที่สุด การเชื่อมท่าเหนือศีรษะนี้ผู้ฝึกหัดจะต้องใช้ความพยายาม ความอดทนและความขยันต่อการฝึกหัดอย่างจริงจังจะได้รับผลเป็นที่น่าพอใจ ส่วนตำแหน่งช่องหัวเชื่อมและลวดเชื่อมจะอยู่ในตำแหน่งที่คล้ายกับการเชื่อมในท่าอื่น ๆ ที่ได้ฝึกหัดมาแล้ว แรงผลักของความดันแก๊สจากหัวเชื่อมบวกกับความตึงผิวของโลหะเหลวขณะเชื่อมจะต้องหลบเปลวไฟที่ให้ความร้อน กับแอ่งโลหะหลอมเหลว และขณะเดียวกันนั้นจะเติมโลหะจากลวดเชื่อมลงไป การหลบเปลวไฟให้ทำด้วยความรวดเร็ว จะทำให้รอยเชื่อมที่ได้มีคุณภาพดีเช่นเดียวกันกับรอยเชื่อมที่ได้จากการเชื่อมด้วยท่าราบ

การเชื่อมโลหะหนา ๆ จะต้องมีการเตรียมรอยต่อดังนี้

เราสามารถเชื่อมโลหะแผ่นต่าง ๆ และแผ่นหนาได้ เราก็ควรรู้จักชื่อต่าง ๆ ของรอยต่อเชื่อมและชื่อส่วนต่าง ๆ ของรอยต่อเชื่อม วิ่อและส่วนต่าง ๆ ของรอยต่อเชื่อมเหล่านั้นได้ตั้งขึ้นโดย **A.W.S. (American Welding Society)**

วิธีบากงานสำหรับรอยต่อเชื่อมแบบรอยต่อชน การบากงานตรงหรือเป็นร่องตัว V สามารถบากงานได้โดยเครื่องมือชธรรมดาที่ใช้อยู่ในโรงงาน ส่วนการบากเป็นร่องตัว U หรือตัว J ต้องใช้เครื่องมือพิเศษสำหรับการบากงาน รอยต่อแบบตัว U และตัว J เป็นรอยต่อแบบประหยัด เพราะใช้ลวดเชื่อมน้อยกว่า และประหยัดค่าแก๊สหรือกระแสไฟฟ้าและเวลาได้อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.5 วัสดุประกอบ

เรื่องยาง (RUBBER)

ยางเป็นวัสดุช่างที่สำคัญ เพราะยืดหยุ่นได้ดีมาก ใช้ทำท่อยางในรถยนต์ ยางเครื่องบิน สายพาน รองเท้า ตลอดจนกระทั่งยางหนังสติ๊ก

ยางแบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ

1. ยางธรรมชาติ
2. ยางเทียม

1. ยางธรรมชาติ น้ำยางที่ได้ ได้จากต้นยางพารา ซึ่งต้นยางนี้มีถิ่นกำเนิดในประเทศบราซิลซึ่งเป็นพืชเมืองร้อน มีฝนตกชุก และความชื้นสูง โตเร็วและไม่ต้องบำรุงรักษามาก ยางพารามีปลูกมากใน ซีลอน ไทย มาเลเซีย และอินโดนีเซีย ประเทศไทยผลิตยางธรรมชาติได้เป็นอันดับ 3 ของโลก แต่เรานำมาใช้ในประเทศในด้านอุตสาหกรรมน้อยคือ ราว 4% เท่านั้น ส่วนใหญ่แล้วเราจะส่งยางแผ่นไปขายต่างประเทศ เช่น ญี่ปุ่น อเมริกา และจีนแดง ได้เงินปีละประมาณหมื่นล้านบาท ปัจจุบันไทยเราปลูกยางพารามีเนื้อที่ประมาณ 10 ล้านไร่ ส่วนใหญ่ปลูกในจังหวัดภาคใต้ และภาคตะวันออก เช่น จันทบุรี ตราด และระยอง

ต้นยางต้องมีอายุประมาณ 6 ปีถึง 7 ปีจึงจะกรีดน้ำยางได้และกรีดได้เรื่อยไปจนถึงอายุประมาณ 30 ปี

น้ำยางที่กรีดได้จากต้นยางจะมีประมาณ 35 เปอร์เซนต์ที่เป็นเนื้อยาง นอกนั้นจะเป็นน้ำ น้ำยางจะไหลลงไปในถ้วยดินเผาที่รองอยู่ด้านใต้และคนงานก็จะเดินเก็บน้ำยางไปเทรวมกันพอปริมาณได้มากพอก็ทำการแยกเนื้อยางออกจากน้ำยาง ซึ่งจะทำให้เนื้อยางนั้นตกตะกอนลงโดยการเติมกรดน้ำส้ม (อาเซติก) เมื่อเติมกรดน้ำส้มลงไปแล้วจะทำให้น้ำยางนั้นข้นเหนียวจับกันเป็นก้อน ต่อจากนั้นก็นำไปรีดให้เป็นแผ่นบาง ๆ เพื่อไล่น้ำออกให้หมดแล้วนำไปเข้าห้องรมควันอบด้วยความร้อน 40–50 องศาเซลเซียส จะได้แผ่นยางสีน้ำตาล เรียกว่า "ยางรมควัน" แล้วส่งไปขายต่างประเทศหรือขายแก่โรงงานผลิตภัณฑ์ยาง เช่น

เอกสารนี้ได้รับการสงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โรงงานผลิตยางรถยนต์ หรือโรงงานผลิตรองเท้า เป็นต้น

แต่ยางดิบที่ได้ยังนำไปใช้งานไม่ได้จะต้องนำไปบดผสมกำมะถันแล้วอบด้วยความร้อนประมาณ 130 ถึง 150 องศาเซลเซียส ซึ่งวิธีนี้เราเรียกว่า "วัลแคไนเซชั่น"(Vulcanization) ซึ่งผู้คิดวิธีนี้ขึ้นมาคือ นายชาร์ล กู๊ดเยียร์ ซึ่งเป็นผู้ก่อตั้งบริษัทผลิตยางกู๊ดเยียร์ขึ้นใช้จนถึงปัจจุบันมีชื่อเสียงมาก นอกจากกำมะถันอาจเติมสารอื่นเข้าไปด้วยเช่น ผงถ่านสีดำเพื่อช่วยให้ยางทนการสึกหรอและเหนียวขึ้นใช้ในการทำยางรถยนต์และผลิตภัณฑ์ยางสีดำทั้งหลาย

ส่วนยางสีขาวจะผสมคาร์บอนไม่ได้ ยางสีขาวจะต้องผสมกรดซิลิลิคอลูมิเนียม ซิลิเกต ผงแม่สีขาว และกำมะถัน

ปัจจุบันมีการค้นพบสารเคมีหลายอย่างที่ช่วยให้คุณภาพของยางมีคุณภาพดียิ่งขึ้น เช่น สังกะสีออกไซด์หรือแบเรียมซัลเฟตและมีการเสริมเหล็กหรือเชือกเข้าไปในเนื้อยางเพื่อให้แข็งแรง

ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีหลายชนิด ได้แก่ยางแข็ง ยางฟองน้ำ เป็นต้น

ยางแข็ง เป็นยางที่ผสมกำมะถันจำนวนมากประมาณ 30–50 เปอร์เซ็นต์ ยางชนิดนี้ กลึงได้สะดวกเพราะมีความแข็ง ขณะกลึงเนื้อยางจะไม่พยายามหนีมีดเหมือนยางธรรมดา งานที่ใช้ยางแข็งได้แก่กล่องแบตเตอร์รี่รถยนต์ วัสดุประสานสำหรับหินเจียระไนบางชนิดและใช้เคลือบผิวเหล็กที่ต้องใช้กับงานกรดที่มีฤทธิ์กัดมาก ๆ เป็นต้น

ยางฟองน้ำ เป็นยางที่ผ่านกรรมวิธีอบร้อน แต่ก่อนที่จะอบร้อนจะต้องทำเป็นฟองยางเสียก่อน เช่น เติมสารเคมีที่ทำให้เกิดฟองลงไปหรือด้วยการกวนให้เกิดฟองและอบด้วยความร้อนก็จะเป็นยางฟองน้ำใช้ทำหมอน เบาะสปริงที่รับแรงกระแทกในลักษณะตำแหน่งต่าง ๆ กันทำเป็นเส้นเพื่อกันน้ำตามประตูรถยนต์

ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากยางธรรมชาติที่พบเห็นมากที่สุดได้แก่ ยางรถยนต์ รองเท้า ท่อยาง ยางขอบตู้เย็น ที่นอนยางฟองน้ำ สายพาน กาวและใช้ฉาบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้านหลังพรมปูพื้น

ยางธรรมชาติเหมาะกับงานที่ทนต่อแรงกระแทก มีความยืดหยุ่นสูง ทนกรด ด่างและเป็นฉนวนไฟฟ้า แต่ไม่เหมาะกับงานที่ต้องสัมผัสกับน้ำมันเบนซิน หรือน้ำมันเครื่อง เพราะยางจะบวม ไม่เหมาะกับงานที่ต้องตากแดดและไม่เหมาะกับงานที่ร้อนจะทำให้ยางแห้ง แตก แข็งและกรอบ

2. ยางเทียม ยางเทียมเป็นพลาสติกชนิดยืดหยุ่นได้ คือเป็นยางทำเทียมธรรมชาติในสงครามโลกครั้งที่สอง ปริมาณยางพาราขาดไปจากตลาดโลก เพราะเขตที่ทำการปลูกยางพาราได้ถูกญี่ปุ่นยึดครองทั้งอเมริกาและเยอรมันไม่สามารถชนยางพาราไปจากเอเชียอาคเนย์ได้ทันนักวิทยาศาสตร์ทั้งสองประเทศจึงพยายามที่จะคิดค้นสร้างโมเลกุลใหม่ ๆ โดยอาศัยปฏิกิริยาเคมีชนิดที่ผลิตสารพลาสติกให้ได้สารใหม่ที่มีลักษณะโมเลกุลใกล้กับยางธรรมชาติมากที่สุด ผลการค้นคว้าทดลองได้เป็นที่น่าพอใจเพราะได้ค้นพบวิธีทำยางเทียมหลายอันได้แก่

BUNA และ BUTYL RUBBER

ข้อสังเกตเกี่ยวกับยางเทียมที่นักเรียนควรทราบก็คือ ยางเทียมมีความยืดตัวหรือความยืดหยุ่นสู้ยางธรรมชาติไม่ได้เลย แต่ยางเทียมมีคุณสมบัติทางเคมีในด้านอื่น ๆ ดีกว่ายางธรรมชาติ เช่น ยางธรรมชาติใช้กับน้ำมันแร่ไม่ได้ แต่ยางเทียมใช้ได้ดี

ยาง (BUNA) ยางชนิดนี้จะมี 2 เกรดคือ

1. BUNA S
2. BuNA N

ยาง BUNA S ดีกว่ายางธรรมชาติคือเก็บได้นานและเนื้อเหนียว แก๊สซึมผ่านได้ยาก แต่สู้ยางธรรมชาติไม่ได้เพราะเนื้อไม่เหนียวเท่าคือฉีกขาดได้ง่ายกว่า มักใช้ผสมปนกันกับยางธรรมชาติ ทั้งนี้เพื่อให้ได้คุณสมบัติที่ประนี-ประนอมกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยาง BUNA N มีข้อดีคือทนต่อน้ำมันแร่ สารละลายและสารเคมีต่าง ๆ แต่เนื้อไม่เหนียวเท่ายางธรรมชาติ คือฉีกขาดได้ง่ายกว่า ยาง BUNA N ใช้ทำถังน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องบินชนิดอุดรูถูกยิงได้เอง ใช้ทำท่อสายยางในเครื่องบิน สายท่อน้ำมันเบนซิน สายท่อน้ำมันแร่ และสายเคเบิลที่ต้องทนน้ำแร่และทนต่อการสึกหรอ

ยาง BUTYL RUBBER ยางชนิดนี้มีเนื้อแน่น แก๊สซึมผ่านได้ยากที่สุด ดีกว่ายางธรรมชาติประมาณ 10 เท่า ส่วนคุณสมบัติอื่น ๆ ใกล้เคียงกับยางธรรมชาติมาก

ยางชนิดนี้เหมาะสำหรับทำยางในรถยนต์ ยางล้อเครื่องบิน เพราะเก็บลมได้นานและทนต่อแรงฉีกขาดได้ดีมากที่สุด

ชนิด	คุณสมบัติ	ประโยชน์
ยางธรรมชาติ	– ทนต่อการสึกหรอ – เหนียว – ทนแรงกระแทก – มีความยืดหยุ่นสูง – เป็นฉนวนไฟฟ้า	– ทำยางรถยนต์ รองเท้า – ยางแข็ง ยางฟองน้ำ – กาว สายพาน – ที่นอนยาง – ปะเก็นยาง ฯลฯ
ยางเทียม	– เก็บได้นาน – แก๊สซึมผ่านได้ยาก – ทนต่อน้ำมันแร่, สารละลาย – สารเคมีอื่น ๆ – ทนความร้อน	– ทำถังน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องบินชนิดอุดรูถูกยิงได้เอง – ทำท่อสายยางในเครื่องบิน – ทำสายเคเบิล – ยางล้อเครื่องบิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พลาสติก

พลาสติก **Plastic** คือสารสังเคราะห์ที่มนุษย์คิดขึ้นมา ประกอบด้วยธาตุคาร์บอน (C) ออกซิเจน (O) ไฮโดรเจน (H) และคลอรีน (Cl)

ประวัติความเป็นมาของพลาสติก พลาสติกได้ถูกประดิษฐ์ขึ้นมาประมาณร้อยปีมาแล้ว โดยในปี พ.ศ.2398 นักเคมีชาวอังกฤษชื่อ **Alexander Parker** ได้เทกรดลงบนพื้นฝ้ายแล้วเติมการบูรลงไปทำให้เกิดเป็นสารชนิดใหม่ขึ้นมาชนิดหนึ่งคล้ายเขาสัตว์ เรียกสารชนิดนี้ว่าพาร์เคซีน **Parkesine** แต่อเลกซานเดอร์ ปาร์กเกอร์ ก็ไม่ได้นำเอาสารชนิดที่ค้นพบได้บังเอิญนี้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในทางอุตสาหกรรมเลย

ต่อมาในปี พ.ศ.2411 ช่างพิมพ์ชาวอเมริกันชื่อ **John Wesley Hyatt** ได้ค้นพบโดยเอาฝ้ายผสมกับกรดไนตริกและเติมการบูรลงไปเกิดเป็นพลาสติกสังเคราะห์ชนิดแรกเรียกว่า "เซลลูลอยด์" ซึ่งต่อมาได้นำเซลลูลอยด์ไปทำเป็นผลิตภัณฑ์หลายอย่างเช่น ลูกบิดเลียด เหงือกปลอม กระจกรถยนต์ ลูกปิงปอง ฟิล์มภาพยนต์

ต่อมาในปี พ.ศ.2427 นักเคมีชาวฝรั่งเศสชื่อ **Hilaire Chardounet** ได้ค้นพบการผลิต "เรยอง" ซึ่งเป็นใยสังเคราะห์ทำจากเซลลูโลสในพืช

ต่อมาในปี พ.ศ.2452 นักเคมีชาวเบลเยียมชื่อ **Dr.L de Hendrik Backelund** ได้ค้นพบพลาสติกชื่อ เบคาไลท์ หรือ เบเกอร์ไลท์ ใช้ทำอุปกรณ์ไฟฟ้าหูกระทะ

ต่อจากนั้นมาก็มีผู้ค้นพบพลาสติกต่าง ๆ อีกหลายชนิด มีคุณสมบัติต่าง ๆ กันเช่นบางอย่างแข็ง บางอย่างอ่อน บางอย่างทนความร้อนได้ดี บางอย่างใสคล้ายแก้ว บางอย่างทนต่อกรด ด่าง และสารเคมีบางอย่างได้ บางอย่างเป็นฉนวนไฟฟ้า ฯลฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แหล่งกำเนิดที่ได้พลาสติกแหล่งใหญ่ ๆ คือ

ก. พลาสติกทางการเกษตร เช่น **Cellulose Nitrate, Cellulose**

ข. ผลิตผลทางการเกษตรและน้ำมันมีจำนวนน้อย เช่น **Furan**

ค. ผลิตผลจากน้ำมันและถ่านหิน เป็นแหล่งที่ใช้ผลิตพลาสติกชนิดต่างๆ ได้มากที่สุด เช่น **Polystyrene, Phenol-Formaldehyde, Melamine-Formaldehyde, Polyethylene, Urea - Formaldehyde, Nylon, Polyester, Acrylic Epoxy**

ง. ผลิตผลจากน้ำมันและสินแร่ เช่น **Polyvinyl Butyral, Polyvinyl Carbazole Polyvinyl Acetate, Polyvinyl Alcohol, Silicone, Polyvinyl Acetate-Chloride**

จ. ผลิตผลจากสินแร่ มีน้อย เช่น **Calcium-Aluminium Silicate**

คุณสมบัติของพลาสติกโดยทั่ว ๆ ไป คือ

ก. แข็ง อ่อนนุ่ม ยืดตัว เหนียวทนทาน ใส ทึบ เบา ลอยน้ำได้ ฯลฯ

ข. ทนความร้อน ทนการสึกกร่อน ทนสารเคมี เป็นชนวนไฟฟ้า กันน้ำ ไม่ติดง่าย หล่อลื่นในตัว ทำเป็นสีต่าง ๆ ฯลฯ

พลาสติกมีคุณสมบัติทางโครงสร้างพิเศษเรียกว่า **High Molecular Weight** คือในหนึ่งโมเลกุลต่าง ๆ ร่วมกัน พลาสติกมีทั้งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติและที่สังเคราะห์ขึ้น พลาสติกที่เกิดขึ้นจากธรรมชาติได้แก่ อำพัน ยาง สน ครั่ง ยางจากต้นยางพารา เขาสัตว์ยางเทกซ์จากต้นกัตตา ส่วนพลาสติกสังเคราะห์ แบ่งออกเป็น 2 พวก พวกแรกสังเคราะห์มาจากธรรมชาติคือต้นไม้ ได้แก่ เซลลูโลส ใช้ทำเป็นเซลลูลอยด์ อีกพวกหนึ่งสังเคราะห์มาจากสารเคมีต่าง ๆ เช่น พลาสติกโพลีทีน พลาสติกต่าง ๆ ที่ผลิตออกมาเป็นวัตถุดิบเพื่อนำไปประกอบเป็นผลิตภัณฑ์จะทำออกมาในรูปต่าง ๆ คือ

ก. เป็นผง **(Powder)**

ข. เป็นเม็ด **(Pellet, Granule)**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค. เป็นของเหลว **(Liguid)**

แต่ละชนิดมีคุณสมบัติแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับเครื่องจักรอุปกรณ์และกรรมวิธีการผลิตชนิดผงและชนิดเม็ดเหมาะสำหรับประกอบเป็นอุตสาหกรรมที่มีปริมาณการผลิตเป็นจำนวนมากต้องลงทุนในเรื่องเครื่องจักรและอุปกรณ์สูง ชนิดเหลวเหมาะสำหรับประกอบทำเป็นอุตสาหกรรมขนาดเล็ก เช่น ผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กลาส ผลิตภัณฑ์พลาสติกหล่อ ผลิตภัณฑ์ไม้อัด เคลือบผิวพลาสติก วัตถุดิบ พลาสติกที่นิยมใช้คือ โปลีเอสเตอร์ อีพอกซี่ และโปลียูเรเทน วัตถุดิบพลาสติกเหลวที่นำไปประกอบเป็นอุตสาหกรรมขนาดเล็กหรือขนาดกลางที่นิยมใช้คืออะคริลิค **(Acrylic)** ใช้หล่อทำเป็นแผ่นอะคริลิค อีกชนิดหนึ่งที่มีปริมาณการใช้มากคือโปลียูเรเทน ใช้ทำโฟมและฟองน้ำชนิดต่าง ๆ

เนื่องจากพลาสติกมีด้วยกันมากมายหลายชนิด แต่ละชนิดมีลักษณะคุณสมบัติแตกต่างกันจึงถูกนำไปทำผลิตภัณฑ์แตกต่างกันออกไปตามคุณสมบัติของพลาสติกนั้น ๆ พลาสติกชนิดเม็ดผงหรือเหลวใช้ในการอุตสาหกรรมหลายชนิด ส่วนพลาสติกเหลวมักจะนำไปใช้ในงานหัตถกรรม พลาสติกแบ่งออกเป็นพวกใหญ่ ๆ 2 ประเภท

1. เทอร์โมพลาสติก **(Thermoplastic** หรือ **Thermoplastic Resin)** หมายถึง พลาสติกอ่อนหรือพลาสติกคืนรูป เป็นพลาสติกที่นำไปผลิตหล่อหลอมเป็นผลิตภัณฑ์แล้วเมื่อทิ้งหรือชำรุดเสียหายก็นำไปบดเป็นผง แล้วนำกลับมาหล่อหลอมเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ได้อีกพลาสติกแบบนี้ทนต่อความร้อนที่มีอุณหภูมิต่ำ เมื่อถูกความร้อนแล้วมักจะงอและละลายไม่ทนต่อความกดดันสูง ๆ การนำพลาสติกชนิดนี้ไปประกอบหรือผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ กระทำได้โดยการเอาพลาสติกผงหรือเม็ดใส่ลงไปในเครื่องละลายพลาสติกด้วยความร้อนแล้วฉีด, รีด, เป่า หรืออัด ลงในแม่แบบ แล้วถอดแม่แบบออกก็จะได้ชิ้นงานที่ต้องการ พลาสติกชนิดนี้มีด้วยกันมากมายหลายชนิดแต่กล่าวเฉพาะที่สำคัญและใช้งานเท่านั้น คือ

1.1 แอสเซทอล **(Acetals)** เป็นเทอร์โมพลาสติกที่ค้นพบเมื่อ ค.ศ.2499 แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก. **Acetal Momopolymer Resins**

ข. **Acetal Copslymer Resins**

ลักษณะทั่วไปของพลาสติกแอสเซทอล คือ จับลื่นคล้ายเทียนไข ผิวลักษณะคล้ายโปลีโปรปีลีน **(Polypropylene)** สามารถทำเป็นสีต่าง ๆ ได้เนื้อโปร่งแสง

คุณสมบัติของพลาสติกแอสเซทอล คือ

ก. เหนียว ทนทาน รับแรงดึงได้ดีมาก แข็งแรง

ข. ทนสารเคมี

ค. ไม่มีกลิ่น, ไม่มีรส, ไม่เป็นพิษ

ง. ใช้ได้ดีทั้งอุณหภูมิสูงกว่าจุดเดือด 212 – 225 องศาฟาเรนไฮต์ และจุดต่ำสุด –40 องศาฟาเรนไฮต์

ประโยชน์ของพลาสติกแอสเซทอล คือ

ก. พลาสติกนี้ใช้แทนชิ้นส่วนโลหะที่หล่อโดยวิธีดายคาสท์ **(Die Casting)**

ข. ทำชิ้นส่วนในรถยนต์ และเครื่องจักรกล เช่น คาบูเรเตอร์ เกียร์ แบริ่ง บูช ลูกกลิ้ง ชิ้นส่วนที่มีการเคลื่อนไหวและเสียดทาน

ค. ทำเป็นขวดบรรจุสเปร์ย, ชิ้นส่วนภายนอกในกอกน้ำ, เครื่องตีไข่ อุปกรณ์ไฟฟ้า

1.2 อะครีลิค **Acrylics** เป็นเทอร์โมพลาสติก อะครีลิคหรือเรียกว่า **Polymethylmethacrylate** และรู้จักกันดีในชื่อการค้าว่าเพลคซิกกล้าส **(Plexiglas)** ลูไซท์ **(Lucite)** โพลีกล้าส **(Polyglas)** ได้นำมาใช้ในอุตสาหกรรมในสหรัฐอเมริกา อะครีลิคได้ถูกนำไปผสมกับพลาสติกชนิดอื่น ๆ เช่น สไตรีน **(Styrene)** บ้าง พีวีซี **(P.V.C)** บ้าง เกิดเป็นพลาสติกชนิดใหม่ เช่น **Methyl Methacrylate-Styrene**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติของพลาสติกอะคริลิค คือ

ก. เป็นพลาสติกใสที่สุดชนิดหนึ่ง

ข. แข็งแรงพอสมควร เป็นรอยขีดข่วนง่าย

ค. ทนแสงอุลตราไวโอเลตได้ดี

ง. เป็นฉนวนไฟฟ้าดีมาก

จ. ทนสารเคมีได้พอสมควร

ฉ. ไม่สมควรให้ถูกน้ำมันเบนซิน, อาซีโตน, คลอโรฟอร์ม, สเปร์ย น้ำหอมและพวกกรดออกซิไดซิ่ง **Oxidizing Acide** ชนิดเข้มข้น

ช. อะคริลิคทำเป็นสีต่าง ๆ ได้ มีทั้งชนิดใส ฝ้า และทึบแสง เมื่อจับจะรู้สึกอุ่นและสบายมือ

ซ. ทนความร้อนได้ 200 องศาเอฟ.

ประโยชน์ของพลาสติกอะคริลิค คือ

ก. ทำป้ายร้านค้า ป้ายโฆษณา โคมหลังคา

ข. ทำเลนซ์แว่นตา, ทำเลนซ์ต่าง ๆ กรอบกระจก

ค. ทำเฟอร์นิเจอร์, อ่างล้างหน้า

ง. ทำถาดและถ้วยบรรจุของเหลวชนิดใส และเครื่องใช้ต่าง ๆ ฯลฯ

ฉ. อะคริลิค สามารถเลื่อย กลึง ตัด ดัด เชื่อมให้ได้รูปตามต้องการ ได้ทำเป็นเหงือกและฟันปลอม

ช. ใช้ในงานทางด้านวิศวกรรม สถาปัตยกรรมและศิลปกรรม

1.3 ฟลูออโรคาร์บอน **Fluorocarbons** ในขณะที่พลาสติกชนิดอื่น ๆ มีคุณสมบัติพิเศษเฉพาะตัว แต่ฟลูออโรคาร์บอนเป็นพลาสติกชนิดเดียวที่มีคุณสมบัติพิเศษหลาย ๆ อย่างรวมอยู่ด้วยกัน เช่น ทนความร้อนได้ดี เป็นฉนวนไฟฟ้า ไม่ดูดซึม นำรับแรงกระทบได้สูง และไม่ติดง่าย ฟลูออโรคาร์บอน มีสูตรต่าง ๆ อีกดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **Tetrafluoroethylene (TFE)**
- **Chlorotrifluoroethylene (CTEF)**
- **Vinylidene Flouride (PVF)**
- **Fluorinated Ethylene Polypropylene (FEP)**

ฟลูออโรคาร์บอน รู้จักกันดีในชื่อในท้องตลาดว่า เทฟล่อน **Teflon** ราคาแพงมาก ใช้ในวงจำกัด

คุณสมบัติฟลูออโรคาร์บอน

ก. เป็นพลาสติกชนิดที่มีน้ำหนักมากที่สุดชนิดหนึ่ง มีความถ่วงจำเพาะ 2.1–2.3

ข. รับแรงดึงและแรงอัดได้ดีพอสมควร แต่รับแรงกระทบได้ดีมาก มีทั้งชนิดแข็งและอ่อน

ค. คุณสมบัติคงที่แม้จะอยู่ในอุณหภูมิสูงถึง 480 องศาฟาเรนไฮต์ นานหนึ่งเดือนในช่วงเวลาสั้นจะทนอุณหภูมิได้สูงขึ้นอีก และหากเพิ่มแรงกดดัน **(Pressure)** สูงขึ้นถึง 15,000 ปอนด์/ตร.นิ้ว จุดหลอมละลายจะสูงถึง 930 องศาฟาเรนไฮต์ และแม้จะอยู่ในอุณหภูมิ –320 องศาฟาเรนไฮต์

ง. มีความเสียดทานต่ำและไม่ติดง่าย

จ. เป็นฉนวนไฟฟ้าดีมากโดยไม่คำนึงถึงความถี่ อุณหภูมิหรือความชื้น

ฉ. ทนต่อสารเคมีได้ดีทุกชนิด ยกเว้น **Fluorine, Matten Alkali Metats**

ช. การดูดซึมน้ำไม่ดี สภาพอากาศโดยทั่วไปไม่มีผลการเปลี่ยนแปลง

ซ. พลาสติกสูตร **CTFE** มีทั้งใสและฝ้า ชนิดอื่นทึบโดยปกติจะเป็นสีขาวแต่สามารถทำเป็นสีได้

ประโยชน์ของพลาสติกฟลูออโรคาร์บอน

ก. ใช้ทำฉนวนไฟฟ้ากับลวดไฟฟ้าที่ต้องเชื่อมความร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข. ใช้ทำประเก็น **Gasket** ในเครื่องจักร แหวนลูกสูบ **(Piston Rings)** วาวล์ **Valve** แบริ่ง บูช

ค. ทำอุปกรณ์ไฟฟ้า อุปกรณ์ในเครื่องอิเลคโทรนิค

ง. ใช้ทาน้ำยาเคลือบฐานสกีของเครื่องบินใช้ในบริเวณที่มีหิมะ เช่น ขั้วโลก

จ. ใช้ทำท่อส่งสารเคมี ภาชนะในห้องทดลองทางเคมี

ฉ. ใช้เคลือบหม้อกระทะฝรั่ง มี สีเขียว สีน้ำตาล สีดำ ฯลฯ

1.4 โปลียาไมด์ **(Polyamides)** เป็นพลาสติกอ่อนหรือเทอร์โมพลาสติกอีกชนิดหนึ่ง รู้จักกันดีในชื่อไนลอน **Nylon** ซึ่งคิดค้นและนำมาใช้ในอุตสาหกรรม โดยบริษัท **Du Pont** จุดประสงค์เพื่อใช้เป็นวัสดุทดแทนเส้นไหมในอุตสาหกรรมทำถุงเท้า ซึ่งได้รับความสำเร็จอย่างงดงาม ในช่วงระยะเวลาอันสั้นไนลอนได้เข้ามีบทบาทแทนเส้นไหมเกือบทั้งหมดเตรียมได้จากสารประกอบที่พบในถ่านหินจากอากาศและน้ำ

คุณสมบัติของไนลอนหรือโปลียาไมด์ คือ

ก. มีน้ำหนักเบา

ข. ทนทานต่อการเสียดทานสูง รับแรงดึงแรงอัดได้ดี ทนความร้อน ทนการขีดข่วนอุณหภูมิใช้งานไม่ควรเกิน 100 องศาเซ็นติเกรด

ค. เป็นฉนวนไฟฟ้าแต่ไม่เหมาะสำหรับไฟฟ้าแรงสูง

ง. ทนกรดชนิดอ่อน ทนด่างได้ทั้งชนิดอ่อนและเข้มข้น ทนสารเคมี เช่น น้ำมัน แอลกอฮอล์ ไขมัน

จ. ดูดซึมน้ำได้บ้าง ไม่เหมาะกับการใช้ทำเป็นถ้วยชาม หรือถ้วยกาแฟ เพราะจะเป็นคราบติด

ฉ. เนื้อของไนล่อนมีความโปร่งแสงในรูปของเส้นใยจะโปร่งใสสามารถทำเป็นสีต่าง ๆ ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประโยชน์ของไนล่อน หรือโปลียาไมด์ คือ

ก. ใช้ทำเกียร์ แบริ่ง บูช ส่วนที่รับน้ำหนักและมีแรงเสียดทานสูง

ข. ในรูปเส้นใย ใช้ทำรมชูชีพ ถุงเท้า เสื้อผ้า เอ็นตกปลา แห อวน ผงกำมะหยี่ ทำค้อนพลาสติก กระเป๋า รองเท้า ทำใย ฯลฯ

ค. ทำวาวส์ ท่อส่งน้ำมันและสารเคมีอื่น ๆ ใบพัด ขวดสเปรย์บางชนิด

1.5 โปลีโอเลฟิน **Polyolefins** เป็นเทอร์โมพลาสติกอีกชนิดหนึ่งแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ

1.5.1 โปลีเอทีลีน **Polyolefins** เป็นพลาสติกที่มีส่วนประกอบทางเคมีธรรมดาที่สุดชนิดหนึ่ง ถูกคิดค้นขึ้นในประเทศอังกฤษและถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรมในปีต่อมา เพราะด้วยเหตุที่ใช้ประโยชน์ได้อย่างกว้างขวางในกิจการทหาร รัฐบาลสหรัฐอเมริกา จึงสนับสนุนให้บริษัทใหญ่ในประเทศ 2 บริษัท ผลิตวัตถุดิบพลาสติกชนิดนี้ขึ้นใช้และนับตั้งแต่หลังสงครามโลกครั้งที่สอง เป็นต้นมา โปลีเอทีลีนจึงเข้าไปมีบทบาทในสินค้าเครื่องใช้สอยในบ้านอย่างรวดเร็ว โปลี-เอทเทอร์ลีนเตรียมได้จากแก๊สเอทีลีน ซึ่งเป็นแก๊สพลอยได้จากการกลั่นน้ำมัน กรรมวิธีการทำโดยนำแก๊สเอทีลีนนี้มาอัดจนได้ความกดดันสูงถึง 3,000 บรรยากาศ แล้วให้แก๊สนี้ไหลผ่านตัวเร่งได้โมเลกุลใหม่เป็นพลาสติกโปลีเอทีลีน

คุณสมบัติของพลาสติกโปลีเอทีลีน คือ

ก. โปลีเอทีลีน มีน้ำหนักเบา มีความถ่วงจำเพาะ 0.92 ในรูปแผ่นบางสามารถพับงอได้ดีมีความหนามากขึ้นจะคงรูป รับแรงดึงและแรงอัดได้น้อย มีความยืดตัวได้สูงถึง 50 % ฉีกขาดยาก มีลักษณะคล้ายขี้ผึ้งไม่เกาะติดน้ำ

ข. เป็นชนวนไฟฟ้าได้ดีมากทนความร้อนได้น้อย แต่ทนความเย็นได้ขนาด –100 องศา เอฟ. ได้โดยไม่ทำให้คุณสมบัติทางกายภาพเปลี่ยนแปลง

ค. ทนกรดและด่างอ่อนแต่จะเกิดปฏิกิริยาอย่างช้า

ง. ไม่ทนน้ำมันและไขมันโดยเฉพาะน้ำมันกาด น้ำมันเบนซิน และในขณะที่มีอุณหภูมิสูงแม้ว่าจะไม่ดูดซึมความชื้นแต่ยอมให้แก๊สผ่านได้จึงเหมาะสำหรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้บรรจุอาหารสดเช่น ผัก ผลไม้ และเนื้อได้ดี

จ. มีลักษณะใสเมื่อเป็นแผ่นบาง จะมีสีขุ่นเมื่อความหนาเพิ่มขึ้น สามารถทำเป็นสีต่าง ๆ ตามความต้องการ

ประโยชน์ของพลาสติกโปลีเอททีลีน คือ

ก. โปลีเอททีลีน มีปริมาณการใช้งานสูงสุดในพลาสติกเทอร์โมพลาสติก เพราะมีน้ำหนักเบากว่าจึงสามารถผลิตได้ปริมาณมาก

ข. ใช้ทำถุงพลาสติกบรรจุอาหาร และเสื้อผ้า ตุ๊กตาเด็กเล่น ดอกไม้พลาสติกสิ่งต่าง ๆ ถาดน้ำแข็งใส่ตู้เย็น ขวดและภาชนะบรรจุของเหลว พลาสติกคลุมโรงเพาะชำถังน้ำใส่เครื่องดื่ม

ค. ทำสายเคเบิล แผ่นกั้นความชื้นในอาคารและของใช้ราคาถูกมาก มายทำสายไฟฟ้า สายเคเบิลเดินในทะเล

1.5.2 โปลีโปรปิลีน **Polypropylene** มีคุณสมบัติโดยทั่วไปคล้ายกับโปลีเอททีลีนแต่มีคุณสมบัติดีกว่าทนทานและแข็งแรงกว่าโปลีเอททีลีนทั้ง ๆ ที่มีความถ่วงจำเพาะ 0.92 ซึ่งน้อยกว่า ทนความร้อนได้ดีกว่าซึ่งสามารถใช้งานได้ดี ในอุณหภูมิ 300 องศาเอฟ. ในรูปของเส้นใยรับแรงดึงได้ถึง 100,000 ปอนด์/ตร.นิ้ว ซึ่งโปลีเอททีลีนรับได้เพียง 80,000 ปอนด์/ตร.นิ้ว

คุณสมบัติของพลาสติกโปรปิลีน

คล้ายกับโปรลีนเอททีลีน แต่คุณภาพดีกว่าราคาแพง

ประโยชน์ของพลาสติกโปลีโปรปิลีน

ก. ทำถุงบรรจุอาหารร้อน พลาสติกหุ้มของบุหรี่ เชือกปอพลาสติกเชือกมัดของ

ข. ทำสายไฟฟ้า สายเคเบิล กล่องแบตเตอรี่

ค. ถังตักน้ำ, ฝาปิดส้วม, หมวกกันน็อค กระเป๋าใส่ของ และเครื่องใช้ในบ้าน กระติกน้ำแข็ง ถังขยะ ฯลฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6 โปลีสไตรีน **Polystyrene** เป็นพลาสติกที่มีปริมาณการผลิตมากที่สุดอีกชนิดหนึ่ง และด้วยความต้องการให้มีคุณสมบัติพิเศษต่างจากชนิดเดิมจึงได้ผสมวัตถุอื่น ๆ เข้าไปกลายเป็นพลาสติกชนิดใหม่ขึ้นมา วัตถุดิบที่มาทำพลาสติกชนิดนี้คือการกลั่นถ่านหิน

โปลีสไตรีน แบ่งเป็น

- **ABS (Aerylonitrile - Butadiene - Styrene)**
- **SAN (Styrene Acrylonitrile)**
- **SMM (Styrene Methyl Methacrylate)**

คุณสมบัติของพลาสติกโปลีสไตรีน

ก. มีความคงรูปดีแต่เปราะสามารถทำเป็นสีต่าง ๆ ได้ มีทั้งใส ฝ้า และทึบ ผิวมีผิวมีทั้งเรียบและขนุขระ ไม่มีรส และกลิ่น
ข. เป็นชนวนไฟฟ้าได้ดี
ค. ดูดซึมน้ำต่ำไม่เหมาะกับการใช้ภายนอก
ง. ทนความร้อนได้พอสมควร
จ. ทนสารเคมีใช้ในบ้านได้ ทนกรดและด่างชนิดอ่อนได้
ฉ. ไม่ทนน้ำมันเบนซิน ทินเนอร์ น้ำมันสน
ช. น้ำหนักเบา, ผสมเป็นสีต่าง ๆ ได้ ทั้งใสและทึบ

ประโยชน์ของพลาสติกโปลีสไตรีน

ก. ทำกล่องบรรจุอาหารชนิดใส กล่องบรรจุของใช้อื่น ๆ เช่น แปรงสีฟัน ของเด็กเล่น ไม้บรรทัด แผงและตู้โทรทัศน์ วิทยุ
ข. ทำโฟม ซึ่งรู้จักกันดีในชื่อสไตโรโฟม
ค. ใช้ทำป้ายและสิ่งประดับในงานต่าง ๆ
ง. ทำวัสดุกันแตกในกล่องบรรจุของแผ่นชนวนกับความร้อนและเสียง
จ. ทำตู้เย็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.7 เอบีเอส (ABS ชื่อเต็มคือ **Acrylonitrile Butadien Styrene**) เป็นพลาสติกชนิดที่ได้ปรับปรุงใช้ใหม่

คุณสมบัติของพลาสติก เอบีเอส คือ

ก. รับแรงกระทบได้ดีมาก

ข. ทนความร้อนได้ถึง 100 องศาซี. ทนกรดด่างได้ดีพอสมควร

ค. เป็นชนวนไฟฟ้า

ง. มีคุณสมบัติพิเศษที่ชุบโครเมี่ยมได้ดี จึงนิยมนำไปทำปุ่มหมุนวิทยุโทรทัศน์

ประโยชน์ของพลาสติก เอบีเอส คือ

ก. ใช้ทำหมวกกันน็อค ผนังในตู้เย็น เครื่องรับโทรทัศน์ แผงเครื่องปรับอากาศ ปุ่มหมุนวิทยุโทรทัศน์ ถาดอาหาร ถาดอาหารบนเครื่องบิน

ข. ชิ้นส่วนในรถยนต์ ชิ้นส่วนพัดลมไฟฟ้า

1.8 ไวนิล (**Vinyl**) เป็นพลาสติกที่นำมาใช้เมื่อ 100 ปีมานี้เอง ถูกนำมาใช้อุตสาหกรรมในประเทศเยอรมันและในสหรัฐอเมริกาได้นำไปใช้เป็นวัตถุเคลือบผิวกระป๋องดีบุกอย่างกว้างขวาง ไวนิลแบ่งเป็นชนิดต่าง ๆ 7 ชนิด คือ

Polyvinyl Acetal

Polyvinyl Acetate

Polyvinyl Alcohol

Polyvinyl Chloride

Polyvinyl Carbazole

Polyvinyl Chloride (PVC)

Polyvinyl Chloride Acetate

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติของพลาสติกไวนิล คือ

ก. ไวนิลทุกชนิดเหนียวทนทาน มีทั้งชนิดอ่อน แข็ง และโฟม ติดไฟยาก

ข. ทนกรดต่าง ๆ ได้บ้าง ไม่ควรทิ้งไว้ใกล้

ค. ทำน้ำยาทาเล็บ

ง. เป็นชนวนไฟฟ้าดีมากไฟฟ้าความถี่สูงและต่ำ

จ. สามารถทำเป็นสีต่าง ๆ ได้ ไม่เหมาะกับการใช้ภายนอก

ประโยชน์ของพลาสติกไวนิล คือ

ก. **Polyvinyl Acetal** มีความใสดีมาก ยืดยุ่นตัวได้ดี ทั้งยังมีความเกาะแน่นสูง จึงนำไปใช้ทำชั้นกลางของแว่นตา บุเป็นฝ้าเพดานซ่อนไฟ

ยังแบ่งออกเป็น 3 พวก คือ

Polyvinyl Farmal

Polyvinyl Acetal

Polyvinyl Butyral

ข. **Polyvinyl Acetate** ไม่ละลายในน้ำ ไขมัน ขี้ผึ้ง และ **Aliphatic Hydro Carbons** ใช้ทำเป็นกาวประสาน กาวติดหลอดไฟ สีทาบ้าน และที่รู้จักกันดีในรูปกาวชื่อ **Latex (White Glue)**

ค. **Polyvinyl Alcohd** มีคุณสมบัติทนสารเคมีเหนียวทนทานและอ่อนตัวจึงใช้ทำท่ออย่างชิ้นส่วนในรถยนต์ และอุปกรณ์ไฟฟ้าไม่ละลายได้ในน้ำจึงนิยมทำเป็นวัตถุเคลือบผิว ใช้เคลือบกระดาษบรรจุสบู่ผงซักฟอก และสีย้อมผ้าต่าง ๆ และที่สำคัญใช้เป็นน้ำยาถอดแบบในอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กลาสและผลิตภัณฑ์พลาสติกหล่อ

ง. **Polyvinyl Carbazole** มีคุณสมบัติเป็นชนวนไฟฟ้าที่ดี จึงนิยมใช้ทำเป็นชิ้นส่วนในอุปกรณ์ไฟฟ้า พลาสติกชนิดนี้ไม่นิยมนำมาใช้มากนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จ. **Polyvinyl Chloride** มีคุณสมบัติทนสารเคมี ทำความสะอาดง่ายไม่เกาะติดสิ่งสกปรก จึงใช้ทำกระเบื้องปูพื้นซึ่งมักจะผสมใยหิน **(Asbestos)** ด้วย

คุณสมบัติเหนียว ทนทาน ใส และพิมพ์ง่ายจึงนิยมใช้ทำท่อน้ำ สายไฟฟ้า ถุงมือของเด็ก ของเด็กเล่น ชนิดเป่าลม ด้วยและถาดบรรจุอาหาร ชนิดแผ่นบางใช้ทำถุงและพลาสติกบรรจุของ ชนิดโฟมใช้ทำฟองน้ำชนิดดี ใช้กับเฟอร์-นิเจอร์ชนิดต่าง ๆ ผลิตจากแก๊สอะซิติลีน (C_2H_2) และแกสกรดเกลือ **(HCl)**

ฉ. **Polyvinyl Chloride-Acetate** คุณสมบัติที่อ่อนตัว ฉีกขาดยาก พับงอได้ดีจึงนิยมทำผ้ายางชนิดต่าง ๆ เช่นเสื้อกันฝน ผ้ายางในห้องน้ำ สายไฟฟ้า ส้นรองเท้า แผ่นเสี่ยง นอกจากนั้นยังใช้เคลือบบนผ้าเป็นผ้ายางชนิดต่าง ๆ และใช้เป็นวัตถุเคลือบผิววัตถุอื่น ๆ ได้อีกด้วย ไม่ควรใช้ **PVC** กับน้ำมันเครื่องและสารละลายประเภท **Trichloroethylene** กับ **Ketone**

ช. **Polyvinylidene Chloride** มีคุณสมบัติรับแรงดึงได้ดี ไม่สกปรกง่าย สามารถทำเป็นสีต่าง ๆ ได้ง่าย จึงนิยมใช้ทำเป็นเส้นใยทอเป็นผ้าม่าน ผ้าคลุมเบาะ เฟอร์นิเจอร์ นอกนั้นยังนิยมใช้ทำท่อยาง ถ้า **PVC** ผสมกับ **Plasticizer** ซึ่งเป็นของเหลวก็จะทำให้ **PVC** อ่อนตัว

ประโยชน์ของพลาสติกไวนิล

ก. ไวนิลชนิด **PVC** แข็งใช้ทำท่อน้ำ ท่อร้อยสายไฟและสายโทรศัพท์ วัสดุก่อสร้าง ทำกล่องหรือภาชนะใส่ของ ของเด็กเล่นชนิดเป่าลม **P.V.C** ชนิดนี้ถ้าเติมสารที่ทำให้เกิดฟองจะเป็นโฟม

ข. **PVC** ชนิดอ่อนมีลักษณะยืดหยุนและอ่อนใช้ทำชนวนไฟฟ้า กระเบื้องปูพื้น หนังเทียม ผ้าปูโต๊ะ เบาะเก้าอี้ รองเท้า ฯลฯ

ค. ใช้ทำรางน้ำฝน

ง. เพดานทำจาไวนิลแผ่น ฟองน้ำ ไวนิล เบาะ ฟองน้ำไวนิล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จ. ผ้ายาง **Vinylehloride Acetate** ใช้ปูทำเป็นอ่างเก็บน้ำ

1.9 เซลลูโลซิค **(Cellulosics)** เป็นพลาสติกที่ทำมาจากเยื่อ **(Cellulose Fibers)** ฝ้าย **(Cotton)** และพืชชนิดอื่น ๆ **(Wood)** พลาสติกชนิดนี้เป็นพวกแรกซึ่งถูกคิดค้นนำมาใช้ในอุตสาหกรรมที่รู้จักกันดีในชื่อ เซลลูลอยด์ **Celluloid** หรือชื่อเรียกทางการว่า เซลลูโลสไนเตรท **Cellulose Nitrate** เซลลูโลซิคแบ่งออกเป็น 5 ชนิด คือ

ก. เซลลูโลสไนเตรท **(Cellulose Nitrate)** หรือ **CN**

ข. เซลลูโลสอาซีเตท **(Cellulose Acetate)** หรือ **CA**

ค. เซลลูโลสอาซีเตทบูไทเรท **(Cellulose Acetate Butyrate)** หรือ **CAB**

ง. อีธีเซลโลส **Ethyl Cellulose** หรือ **EC**

จ. เซลลูโลสปรอบปิโอเนท **Cellulose Propionate** หรือ **CP**

คุณสมบัติของพลาสติกเซลลูโลซิค คือ

ก. เป็นพลาสติกที่มีความแข็งแรงทนทานมากที่สุดชนิดหนึ่ง ทนความร้อนได้ดีพอสมควร ไม่เหมาะกับการใช้ภายนอกยกเว้นชนิด **Cellulose Acetate Butyrate** และ **Cellulose propionate** ซึ่งสามารถนำไปใช้ภานนอกได้

ข. เซลลูโลซิคเป็นชนวนไฟฟ้าได้ดี สามารถทำเป็นสีต่าง ๆ ได้มีทั้งชนิดใส ฝ้า และทึบ

ค. พลาสติกเซลลูโลซิคชนิด **CN** ทนกรดต่าง ๆ ได้ดีโดยปกติพลาสติกชนิดนี้จะทำเป็นรูปแผ่นฟิล์ม ท่อ และแท่งตัน รูปของเหลวใช้ทำเป็นน้ำยาเคลือบผิวคิดไฟง่ายจึงไม่เหมาะกับการหล่อประเภทอื่น

ง. พลาสติกเซลลูโลซิค ชนิด **CA** ทนสารเคมีได้ดี ไม่ควรวางใกล้แอลกอฮอล์และพวกฮอล์และพวกด่าง พลาสติกชนิดนี้ไม่มีกลิ่น ไม่มีรส ทนชื้น ทนความร้อนได้พอสมควร ทนอุณหภูมิใต้จุดเยือกแข็ง

จ. พลาสติกเซลลูโลสชนิด **CAB** และ **CP** ทนสภาพดินฟ้าอากาศภายนอกได้ดี ทนสารเคมีบางชนิดได้ดียกเว้นพวกแอลกอฮอล์ ด่าง ทินเนอร์ และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาซีโทน

ฉ. พลาสติกเซลลูโลสซนิด EC เป็นพลาสติกแข็งแรงที่สุดในกลุ่มเซลลูโลสซิค ไม่ทนต่อกรดอ่อน ด่าง และควรวางให้ห่างจากน้ำมันและสารละลายอื่น ๆ

การใช้ประโยชน์ของพลาสติกเซลลูโลซิค

ก. พลาสติกเซลลูโลซิค ชนิด CN ใช้ทำลูกบิลเลียด เหงื อกฟันปลอม ฟิล์มภาพยนต์ ส้นรองเท้า และน้ำยาเคลือบผ้า ลูกปิงปอง ฯลฯ

ข. พลาสติกเซลลูโลซิคชนิด CA ทำห่อบรรจุอาหารที่รู้จักกันดีชื่อเซลโลเฟน ทำเทปบันทึกเสียง ฟิล์มถ่ายรูป ปกหนังสือ กรอบแว่นตาของเด็กเล่น

ค. พลาสติกเซลลูโลซิคชนิด CAB ใช้ทำเป็นพวกบรรจุของต่าง ๆ ทำพวงมาลัยรถยนต์ ตู้วิทยุ ทอ ด้ามเครื่องมือ เครื่องรับโทรศัพท์

ง. พลาสติกเซลลูโลซิคชนิด EC ทำยางขอบโต๊ะ อุปกรณ์ไฟฟ้า กระ-บอกไฟฉาย

จ. พลาสติกเซลลูโลซิคชนิด CP ใช้ทำพวกบรรจุเครื่องใช้ต่าง ๆ ในบ้าน ปากกา

1.10 โปลีคาร์บอเนท (Polycarborate) เป็นพลาสติกใสชนิดที่แข็งแรงที่สุด

คุณสมบัติของพลาสติกโปลีคาร์บอนเนท คือ

ก. แข็งแรงทนทานดีมาก

ข. ทนความร้อนขณะที่ใช้งานได้ถึง 240 องศาเอฟ. หากนำไปใช้กับใยแก้วเป็นผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กลาสจะทนทานมากยิ่งขึ้น

ค. เป็นชนวนไฟฟ้าดี

ง. ทนกรด, ทนด่างได้ดี

ประโยชน์ของพลาสติกโปลีคาร์บอเนท คือ

ก. ใช้ทำขวดนมเด็กชนิดดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข. ทำโคมไฟฟ้าสาธารณะ ฝาครอบไฟ

ค. ทำช่องมองหน้าหมวกนักบินอวกาศ

ง. ทำตู้เครื่องปรับอากาศ

จ. ทำด้ามเครื่องมือ และอุปกรณ์ต่าง ๆ

ฉ. ทำแว่นดำกันแดด

1.11 ไอโอโนเมอร์ **(Ionomer)** เป็นพลาสติกที่ค้นพบใหม่ คุณสมบัติของพลาสติกไอโอโนเมอร์ คือ

ก. เป็นพลาสติกที่ใสและเหนียวทนทานได้ดีทั้งกรดและด่าง

ข. ดูดซึมความชื้นได้บ้างเล็กน้อย ไม่มีรสไม่มีกลิ่น

ค. ทำเป็นสีต่าง ๆ ได้

ง. สามารถเชื่อมให้ติดกันโดยใช้ความร้อน

ประโยชน์ของพลาสติกไอโอโนเมอร์ คือ

ก. ใช้ในอุตสาหกรรมบรรจุแบบ

ข. ทำตุ๊กตาเด็กเล่น

ค. ทำด้ามเครื่องมือ

ง. ทำขวดบรรจุของเหลว

จ. ทำสายไฟฟ้า ทำท่อ และเป็นแผ่น

ฉ. ใช้ทำเครื่องป้องกันหน้าในงานอุตสาหกรรม

1.12 โปลีไยไมด์ **(Polyimide)** เป็นพลาสติกชนิดไม่หลอมละลายชนิดใหม่ แม้ว่าจะอยู่ในประเภทเทอร์โมพลาสติก แต่มีคุณสมบัติเหมือนกับเทอร์โมเซตติ้ง ถูกนำมาใช้ใน ปี พ.ศ.2505

คุณสมบัติของพลาสติกโปลีไยไมด์ คือ

ก. ทนความร้อนได้ดีเยี่ยม สามารถทนได้ถึง 750 องศาเอฟ. โดยไม่เสียคุณภาพและสามารถนำไปใช้ได้ตลอดภายนอกอุณหภูมิถึง 500 องศาเอฟ.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ช. เป็นชนวนไฟฟ้า

ประโยชน์ของพลาสติกโปลีไบไมด์ คือ

ก. ใช้ทำชิ้นส่วนรับน้ำหนักทนแรงเสียดทานมาก ๆ เช่น ทำแบริ่ง แหวนรับน้ำหนัก แหวนลูกสูบ เกียร์

ข. ใช้ทำชิ้นส่วนในยานอวกาศ อุปกรณ์เครื่องบิน

ค. ใช้ทำท่อยาง

ง. ใช้ทำน้ำยาลวดไฟฟ้า กาว ฟิล์มหุ้มผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ

จ. ทำอุปกรณ์มิเตอร์วัดน้ำ ฯลฯ

1.13 โปลีซัลโฟน (Polysulphone) เป็นพลาสติกที่ค้นพบใหม่ ทนความร้อน และทนปฏิกิริยาออกซิเดชั่น (oxidation) ได้สูง

คุณสมบัติของพลาสติกโปลีซัลโฟน คือ

ก. ทนความร้อนได้สูงสุดชนิดหนึ่ง ระหว่าง –150 องศาเอฟ. ถึง 300 องศาเอฟ.

ข. มีทั้งชนิดใส และทึบ สามารถทำเป็นสีต่าง ๆ ได้โดยการย้อม

ค. ทนแรงดึง และแรงอัดได้สูง ทนกรดด่างและสารเคมีอื่น ๆ ได้ดี ทนความชื้น

ง. เป็นชนวนไฟฟ้าได้ดีมาก

ประโยชน์ของพลาสติกโปลีซัลโฟน คือ

ก. ทำฝาครอบของเครื่องมือและอุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดต่าง ๆ

ข. ทำชิ้นส่วนในเครื่องคอมพิวเตอร์

ค. ทำชิ้นส่วนบางชนิดในรถยนต์

ง. ทำท่อ ทำเป็นแผ่น

จ. ทำน้ำยาเคลือบผิวลวดไฟฟ้า

ฉ. นิยมใช้ทำมากในอุตสาหกรรมการบรรจุ ฯลฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.14 เอทที่ลีนไวนิลอาซีเตท **(Ethylene Vinyl Acetate)** หรือเรียกย่อ ๆ ว่าพลาสติก **EVA** เป็นพลาสติกที่ถูกพัฒนาและนำมาใช้ในปี พ.ศ. 2507

คุณสมบัติของพลาสติก **EVA** คือ

ก. มีความยืดหยุ่นตัวสูงจึงนำมาใช้ในปี พ.ศ.2507
ข. ทนอุณหภูมิสูงต่ำได้ปานกลาง
ค. รับแรงกระทบได้ดีมาก

ประโยชน์ของพลาสติก **EVA** คือ

ก. ใช้ทำท่อยางส่งนม
ข. ใช้ทำหลอดดูดของเหลว หลอดดูดยาทางการแพทย์
ค. ใช้ทำผ้ายางในโรงพยาบาล ผ้ายางห้องน้ำ
ง. ใช้ทำพลาสติกคลุมโรงเพาะชำ
จ. ใช้ทำถุงมือยาง ของเด็กเล่น ยางประเภทเป่าลม ฯลฯ

2. เทอร์โมเซตติง **(Thermosetting** หรือ **Thermosetting Resin** หรือเรียกกันว่า พลาสติกแข็ง หรือเรียกว่าพลาสติกคงรูป หรือเรียกว่า ดูโรพลาสติก **(Duroplastic)** เป็นพลาสติกที่เมื่อประกอบเป็นผลิตภัณฑ์แล้วกลับไปหลอมละลายอีกไม่ได้ พลาสติกชนิดนี้ทนความร้อนที่มีอุณหภูมิสูงทนต่อสารเคมีและทนต่อความกดดัน ทนต่อกรดและด่าง จึงเหมาะที่จะนำไปใช้ในการทำผลิตภัณฑ์ที่ทนความร้อนและความแข็งแรง ลักษณะวัตถุดิบของพลาสติกชนิดนี้มีทั้งชนิดเม็ดและของเหลว แต่ส่วนมากมักจะอยู่ในรูปของเหลวเรียกว่าเรซิน **(Resin)** เมื่อนำไปประกอบเป็นผลิตภัณฑ์ก็ใช้วิธีหล่อลงไปในแม่แบบโดยใช้กรรมวิธีเปลี่ยนแปลงทางเคมีพลาสติกชนิดนี้มีหลายอย่างแต่ที่ได้เคยพบเห็นบ่อย ๆ และใช้งานมีดังนี้คือ

2.1 อามิโน **(Amino)** แบ่งเป็น 2 ชนิดคือ

ก. ยูเรีย **(Urea)** หรือ **Urea-formaldehyde Resin**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข. เมลามีน **Melamine** หรือ **Melamine formaldehyde Resin**

ยูเรียถูกนำมาใช้ปี พ.ศ.2472 และเมลามีน ถูกนำมาใช้ปี พ.ศ.2482 ยูเรีย ได้จากปฏิกิริยารวมโมเลกุลระหว่าง

คุณสมบัติของพลาสติกอามิโน คือ

ก. มีน้ำหนักมากกว่าพลาสติกทั่ว ๆ ไปเล็กน้อย มีความถ่วงจำเพาะระหว่าง 1.47 – 1.55 อามิโนชนิดเมลามีน ใช้ทำกาวไม่อัดที่ทนน้ำได้ ใช้ทำชามชนิดดี

ข. รับแรงดึงได้ดีพอสมควร รับแรงอัดและแรงบิดงอได้ดีมาก

ค. ทนความร้อนหากผสมใยหิน **(Asbestos)** จะทนความร้อนได้ถึง 400 องศาเอฟ. และใช้เก็บความเย็นได้ในอุณหภูมิ –70 องศาเอฟ. เนื้อแข็งทนการขีดข่วนได้ดีไม่เหมาะกับการใช้งานภายนอกถูกแสงแดดจะขีดเสื่อมคุณภาพมีสีต่าง ๆ มีทั้งฝ้าและทึบแสง ชนิดฝ้ากระจายแสงได้ดีมากจึงเหมาะนำไปใช้ทำฝาครอบโคมไฟฟ้าอามิโนชนิด ยูเรียใช้ทำกาวที่เป็นวัสดุประสานไม้อัดแต่ไม่ทนน้ำต้องใช้ภายใน

ง. เป็นฉนวนไฟฟ้าที่ดีกับประแสไฟฟ้าความถี่ต่ำ ไม่เหมาะกับการใช้กับกระแสไฟฟ้าความถี่สูง ใช้ทำอุปกรณ์ไฟฟ้าบางชนิดที่เกิดไฟอาร์คแทนการใช้พลาสติกชนิดฟีโนลิค

จ. ทนกรดและด่างชนิดอ่อนได้ไม่ทนกรดแจะด่างชนิดแก่ ทนสารเคมีอื่น ๆ เช่น ผงซักฟอก น้ำมัน ไขมัน ทินเนอร์ ดูดซึมน้ำได้บ้าง น้ำชากาแฟจะทำให้เกิดคราบเปื้อนได้

ประโยชน์ของพลาสติกอามิโน คือ

ก. พลาสติกอามิโนชนิดยูเรีย ถ้าเป็นลักษณะของเหลวนิยมใช้ทำกาสไม่อัดและซิฟบอร์ด ทำน้ำยาเคลือบผิวประเภทผลิตภัณฑ์นิยมใช้ทำอุปกรณ์ไฟฟ้า ตู้วิทยุ ปุ่มจับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข. พลาสติกอามิโนชนิดเมลามีน นิยมใช้ทำถ้วยชามมากที่สุด

2.2 อีพอกซี่ (Epoxy) ถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรมปี พ.ศ. 2490 รู้จักอย่างแพร่หลายในรูปของกาวติดโลหะ และผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กลาสชนิดดีโดยทั่วไป อีพอกซี่จะทำเป็น 2 หลอด ๆ หนึ่งเป็นอีพอกซี่อีกหลอดหนึ่งเป็นน้ำยาทำให้แข็งเมื่อจะใช้ก็นำมาบีบผสมให้เข้ากันใช้ติดสิ่งต่าง ๆ อีพอกซี่บางชนิดเป็นชนิดสำเร็จรูปอยู่ในหลอดเดียวกันใช้ได้ทันที

คุณสมบัติของพลาสติกอีพอกซี่ คือ

ก. มีน้ำหนักปานกลาง มีความถ่วงจำเพาะระหว่าง 1.11 – 1.8

ข. รับแรงดึงได้มากรับแรงอัดได้ดีและรับแรงกระทบได้ดีพอควรในรูปของผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กลาสสามารถรับแรงดึงได้ถึง 65,000 ปอนด์ ต่อตารางนิ้ว ซึ่งมากกว่าเหล็กโครงสร้าง

ค. สามารถติดแนบได้ดีกับวัตถุอื่น ๆ เช่น โลหะ แก้ว พลาสติก เซรามิค ยาง ไม้ กระดาษ ฯลฯ ได้โดยไม่คำนึงถึงลักษณะของผิวจะเรียบหรือขรุขระนอกจากนั้นยังมีคุณสมบัติอ่อนตัว จึงเหมาะสำหรับทำกาวอย่างยิ่ง

ง. หดตัวได้น้อยมากเป็นชนวนไฟฟ้าที่ดี ทนไฟอาร์คได้ดีอีกด้วย ทนความร้อนได้สูงถึง 600 องศาเอฟ. หรือประมาณ 300 องศาซี. ในสภาพปกติใช้งานทนความร้อนได้ในอุณหภูมิ 200 องศาเอฟ. ถึง 300 องศาเอฟ.

จ. ทนกรดและด่างและสารละลายได้ดี มีความดูดซึมน้ำในอัตราต่ำ

ประโยชน์ของพลาสติกอีพอกซี่ คือ

ก. ในรูปของเหลวใช้ทำการชนิดดีติดวัตถุต่าง ๆ ติดโครงสร้างรังผึ้งในเครื่องบิน และกาวสารพัดประโยชน์อีพอกซี่

ข. วัตถุเคลือบผิว เช่น พลาสติกเคลือบพื้นโรงยิมเนเซี่ยม, เคลือบกรอบหน้าเครื่องรับโทรทัศน์ซึ่งทนและถูกกว่าการนำไปชุบเคลือบผิวด้วยไฟฟ้า

ค. นิยมนำไปทำพลาสติกผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กลาสชนิดดีใช้ทำชิ้นส่วนเครื่องบิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ง. รูปโฟม ใช้ทำเป็นไส้ เพื่อลดน้ำหนักและเพิ่มความแข็งแรงในโครงสร้างแบบ

จ. ทำท่อส่งของเหลวไฟเบอร์กลาส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ข้อมูลในการออกแบบ

ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับสวิทช์ควบคุม

การออกแบบที่ไม่ดีหรือการวางตำแหน่งของปุ่มควบคุมเครื่องจักรไม่ถูกต้องจะทำให้เกิดอุบัติเหตุได้ง่าย ๆ แต่ไหนแต่ไรมาแม้กระทั่งในปัจจุบันนี้ เมื่อเกิดอุบัติเหตุขึ้นซึ่งเป็นผลให้ผู้ปฏิบัติงานต้องนิ้วด้วน แขนขาด หรือถึงตายก็มักจะโทษว่าเกิดเนื่องจากความสะเพร่าไม่ระมัดระวังของผู้ปฏิบัติงาน ทั้ง ๆ ที่มีอยู่หลายกรณีเลยทีเดียวที่ต้นเหตุเกิดเนื่องมาจากความผิดพลาดของผู้ออกแบบ วางตำแหน่งของปุ่มควบคุมไม่ดีก่อให้เกิดอุบัติเหตุได้ง่าย ๆ การออกแบบที่ดีจะต้องคำนึงว่าจะทำอย่างไรจึงจะลดโอกาสที่จะเกิดอุบัติเหตุให้น้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้ สิ่งสำคัญก็คือส่วนประกอบของปุ่มควบคุมต้องถูกต้องและวางในตำแหน่งที่ปลอดภัยที่สุด

ปุ่มบังคับแบบต่าง ๆ

หลักการที่สำคัญที่สุดที่ต้องระลึกไว้เสมอก็คือต้องจัดวางตำแหน่งของปุ่มควบคุมให้ห่างไกลจากการที่อาจจะแตะต้องได้โดยบังเอิญ เช่น ในกรณีปุ่มบังคับเครื่องอัดสายพานหมุน ลูกกลิ้ง เครื่องเจาะรู และ เครื่องจักรที่ทำงานในทำนองเดียวกันนี้ ปุ่มเหล่านี้ต้องวางให้อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม ไม่ถูกชิ้นส่วนของงานกระทบถูกโดยง่ายในระหว่างทำงานถูกเกี่ยวโดยเสื้อผ้า หรือโดยการขนอย่างไม่ตั้งใจของผู้ปฏิบัติงาน

สวิทช์แบบโยกและวิทช์แบบเลือกปรับชนิดมีหัว อาจเป็นเหตุให้เกิดอันตรายได้ง่าย สวิทช์เหล่านี้ไม่เหมาะสมที่จะใช้ในที่ที่ชิ้นล่างที่เคลื่อนที่มีส่วนที่ยื่นออกมาซึ่งอาจจะเกี่ยวถูกได้ หรือสวิทช์อยู่ในตำแหน่งที่ผู้ปฏิบัติงานหรือผู้ช่วยอาจเกี่ยวถูกโดยบังเอิญ ควรจะเลือกใช้แบบเรียบไม่มีส่วนยื่นแหลมออกมา ถ้าจะใช้แบบเลือกปรับก็ไม่ควรมีหัวชี้แต่ทำเป็นเครื่องหมายชีดเป็นร่องและทาสีได้ดีกว่า จะได้ไม่ถูกเกี่ยวโดยง่าย ส่วนสวิทช์แบบโยกควรเปลี่ยนไปใช้แบบปุ่มกอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สวิทช์ แบบปุ่มกดจะต้องระมัดระวังไม่ให้ถูกกดโดยบังเอิญ เช่น ยืน พิงถูกหรือห้าวถูกปัญหาเหล่านี้จะป้องกันได้ง่าย ๆ โดยทำขอบกัน ปุ่มจะถูกกดลงเมื่อเราเอานิ้วจิ้มลงตรงกลางเท่านั้น ถ้าบังเอิญไปพิงถูกขอบที่กันไม่ทำให้ปุ่มบุ๋มลงไป ขอบกันนี้ก็ต้องกันให้เก็มที่ไม่ควรให้มีส่วนที่โผล่ขึ้นมาได้เลย จะให้ดีควรปุ่มเล็กน้อย

ขนาดและแรงสปริงของปุ่มควบคุมก็เป็นส่วนประกอบอีกอย่างหนึ่งที่ต้องพิจารณาด้วย ปุ่มที่ใหญ่เกินไปเล็กเกินไป หรือแข็งไป ทำให้ต้องออกแรงในการกดมาก เหล่านี้ล้วนแต่เป็นอุปสรรคที่จะทำให้ลดความคล่องตัวของผู้ปฏิบัติงาน เป็นการเปิดโอกาสให้เกิดอุบัติเหตุได้โดยง่าย ปุ่มควบคุมขนาดเล็กที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางราว ๆ 1 1/4 นิ้ว สามารถจะกดได้ด้วยนิ้วเพียงนิ้วเดียว แตะเพียงเบา ๆ เท่านั้นปุ่มขนาดนี้สะดวกแก่การปฏิบัติงานมาก ในทางปฏิบัติแล้วผู้ที่อยู่ในวงการแนะนำให้ใช้ปุ่มควบคุมแบบที่ใหญ่ขึ้นไปสักเล็กน้อย เช่น แบบที่ต้องกดด้วยนิ้ว 2 นิ้ว หรือ 3 นิ้ว ซึ่งมีเส้นผ่าศูนย์กลางของปุ่มขนาดคราว ๆ 2 $\frac{1}{2}$ นิ้ว แบบนี้จะต้องแข็งสักหน่อยเพื่อว่าผู้ปฏิบัติงานจะต้องใช้ 2–3 นิ้ว ในตอนกดแทนที่จะใช้เพียงนิ้วเดียว เป็นการป้องกันการกดโดยเผลอไผลไม่ได้ตั้งใจได้ ปุ่มควบคุมที่ต้องใช้สองนิ้วกดควรคำนึงถึงปัญหาเรื่องการเลือกขนาดของปุ่ม ความแข็งตลอดจนการฝึกผู้ปฏิบัติงานด้วย เพราะนิ้วอาจเมื่อยได้ง่าย ๆ ในทางปฏิบัติแล้วควรใช้นิ้วชี้และนิ้วกลางในการกด

สวิทช์เลือกแบบปรับหรือหมุนเช่นที่ใช้ปรับความเร็วของเครื่องจักร ถ้ามีเส้นผ่าศูนย์กลางเกินกว่า 4 นิ้ว ก็จะสร้างความลำบากในการหมุนปรับ ทางที่ดีแล้วต้องใช้ขนาดที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 2 นิ้ว เป็นขนาดที่เหมาะมือที่สุด

ปุ่มกดให้เครื่องหยุดฉุกเฉินโดยปกติแล้วมักจะต้องมีขนาดใหญ่กว่าปุ่มชนิดอื่น ๆ และต้องไม่แข็ง กดลงได้ทันทีทันควัน นอกจากนี้แล้วยังควรจะทาสีให้เห็นเด่นชัด และมีตัวอักษรกำกับให้เห็นได้ชัดอีกด้วย ไม่ควรจะมีขอบรอบ เพื่อจะได้กดลงได้รวดเร็วโดยไม่คิดชักอะไร ถึงแม้จะกดด้วยฝ่ามือก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตำแหน่งที่จะติดตั้งปุ่มควบคุม

ปุ่มสำหรับเดินเครื่องและปุ่มสำหรับหยุดเครื่องควรวางอยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม ผู้ปฏิบัติงานไม่ว่าใหม่หรือเก่าต้องไม่หลงลืม สามารถกดปุ่มได้ถูกต้อง แม้ว่าจะอยู่ในสภาพที่รีบร้อนก็ตาม ถ้าปุ่มทั้งสองนี้อยู่ในแผงเดียวกันก็ต้องพยายามแยกให้อยู่ห่างกัน โดยมีปุ่มอื่น ๆ แทรกอยู่ตรงกลาง ในกรณีที่แผงควบคุมเป็นแผงคู่ ควรจะจัดตำแหน่งของปุ่มบังคับของแผงทั้งคู่ให้เหมือนกันเพื่อจะจำได้ง่าย ส่วนในกรณีที่มีเครื่องเดินหลายเครื่อง ต้องวางแผงให้อยู่ในตำแหน่งที่เห็นเครื่องได้หมด อาจมองจากกระจกก็ได้ถ้าต้องการที่ต้องทำเช่นนี้ก็เพื่อป้องกันอันตราย ซึ่งอาจเกิดขึ้นได้เมื่อมีคนกำลังทำความสะอาด ปรับ หรือซ่อมบำรุงรักษาเครื่องอยู่ ถ้ามองเห็นได้ทั่วก็ไม่มีอันตราย ถ้ามองไม่เห็นเมื่อกดปุ่มไปแล้วก็อาจเกิดอันตรายต่อคนเหล่านี้ได้ โดยรู้เท่าไม่ถึงการณ์ เพราะไม่รู้ว่ามีคนอยู่ที่นั่น ปุ่มกดให้เครื่องหยุดฉุกเฉินเป็นปุ่มที่มีความสำคัญมาก ต้องจัดวางในตำแหน่งที่เหมาะสม ถ้าไม่วางไว้ตรงกลางก็ต้องวางไว้ด้านข้างทั้งสองเพื่อว่าถ้าผู้ปฏิบัติงานโดยเครื่องหนีบที่มือขวา เขาก็ยังคงสามารถใช้มือซ้ายกดปุ่มฉุกเฉินหยุดเครื่องทันท่วงที ตำแหน่งที่จะติดตั้งปุ่มก็ต้องวางอยู่ในที่ที่จะแตะถึงได้อย่างสะดวก ไม่ต้องก้มตัวหรือเขย่งตัวในขณะกด ข้อแนะนำอีกอย่างหนึ่งคือ ควรวางอยู่ในตำแหน่งที่อยู่ใกล้จุดที่เกิดอุบัติเหตุได้ง่าย ความสูงของปุ่มนี้จากพื้นควรจะให้ได้ 30 นิ้ว เพื่อจะได้ให้ผู้ปฏิบัติงานกดได้อย่างสะดวกไม่ว่าจะอยู่ในอิริยาบทอย่างไร เช่น ยืนอยู่ก้มตัวอยู่หรือกำลังก้ม ถ้าบริเวณที่อาจเกิดอันตรายได้ง่ายมีบริเวณกว้างจะต้องมาใช้ปุ่มหยุดฉุกเฉินหลายปุ่มต่อเนื่องกันไป ผู้ปฏิบัติงานจะได้กดหยุดได้จากจุดใดจุดหนึ่งก็ได้ จะได้รวดเร็วขึ้น

หลักการออกแบบแผงควบคุมเครื่องจักรที่ปลอดภัย

- ต้องพิจารณาถึงความสัมพันธ์ระหว่างผู้ปฏิบัติงานกับเครื่องจักรด้วย
- ในการออกแบบขนาด ช่องว่างระหว่างปุ่มควบคุมและตำแหน่งที่จะติดตั้งจะต้องคำนึงถึงส่วนสูงของผู้ปฏิบัติงานโดยเฉลี่ยด้วย จะได้ปฏิบัติงานได้สะดวกคล่องแคล่ว ไม่ควรยึดถือระยะตายตัวตามของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ ห้ามนำไปใช้เพื่อการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฝรั่ง เพราะคนของเขาตัวสูงกว่าคนไทย

- จัดวางปุ่มต่าง ๆ ให้รวบรวมกันอยู่ในที่ที่ผู้ปฏิบัติงานสามารถควบคุมได้ถนัดมือที่สุด
- ควรจำไว้ด้วยว่าผู้ปฏิบัติงานมีมือและเท้าอย่างละคู่ ซึ่งสามารถใช้ประโยชน์ได้เต็มที่ในการบังคับปุ่มป้องกันภัยในยามฉุกเฉินได้เสมอ
- ไม่ควรใช้สวิทช์แบบโยก และแบบเลือกปรับที่มีเข็มชี้ในงานเกี่ยวกับเครื่องจักรที่เคลื่อนที่
- ปุ่มหยุดฉุกเฉินควรใช้สีแตกต่างจากปุ่มอื่น ๆ และควรใช้สีให้เป็นมาตรฐานเดียวกันกับเครื่องทุกเครื่องในโรงงานจะได้ไม่ปวดหัว

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุป ข้อมูลเชิงเทคนิค

มอเตอร์

1. กระแสไป = ไฟสลับ (AC.MOTOR)
2. ไฟฟ้า = 2 สาย (SINGLE PHASE MOTOR)
3. ชนิด = สปลิต เฟส (SPLIP-PHASE INDUCTION MOTORS)

MOTORS)

4. ขนาด = 1 แรงม้า
5. การติดตั้ง = แบบปกติ (F_2)

เฟือง

- เฟืองขับลูกกลิ้ง = เฟืองตรง (SPUR GEAR)
- เฟืองปรับระยะ = เฟืองสะพาน (RACK GEAR)

และเฟืองตรง (SPUR GEAR)

สายพานและล้อสายพาน

1. ชนิด = ลิ่ม, แบน
2. วัสดุ = ยาง, หนัง
3. ลักษณะการขับ = แบบโอพีนไดรน์ (OPEN DRIVE)
4. ลักษณะการต่อ = กาว
5. การผลิตล้อสายพาน = เหล็กกล้าหล่อ

แบริ่ง

ชนิด = ธรรมดา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงสร้าง

พอสรุปหลักการได้ว่า สำหรับรูปหน้าตัด และ รูปด้านนั้น ควรพิจารณาจากการรับแรงต่าง ๆ คือ

เมื่อต้องรับแรงดึง ระวังอย่าให้รูปด้านตกท้องช้างมากนัก แก้โดยเพิ่มความลึกมากขึ้น หรือ เลือกรูปด้านทางแนวนอนที่มีความแข็งแกร่งเครั่งตึงมาก

เมื่อต้องรับแรงอัด ต้องเลือกรูปหน้าตัดที่รับแรงโก่งเดาะได้ดี ทำการแผ่กระจายพื้นที่ของรูปหน้าตัดให้เพิ่มความแข็งแกร่งเครั่งตึงในแนวนั้น ๆ ผนังบาง ๆ ของรูปหน้าตัดจะมีกำลังมากขึ้นโดยการทำรูปมุมฉาก ทำรูปลอนลูกฟูก ทำความโค้ง เพื่อเพิ่มกำลังขจัดไม่ให้มีรูปหน้าตัดที่ปลอยชาย (FREE EDGES) ซึ่งด้อยกำลังการรับแรงโก่งเดาะ การทำรูปหน้าตัดแบบเปิด (OPEN SECTIONS) ทำได้โดยต้องมีการยึดระหว่างตัวมุมของหน้าตัดแบบเปิดดังกล่าว ให้หน้าตัดทั้งหมดทำงานร่วมกันได้อย่างดี

เมื่อต้องรับแรงดัดและแรงเฉือน จะเห็นว่าแรงดัดมีความสัมพันธ์กับแรงเฉือนผิวบนสุด และล่างสุดของหน้าตัดมีประสิทธิภาพพอที่จะรับแรงดัดมากกว่าแนวแกนสะเทิน ดังนั้นรูปหน้าตัดที่มีหน้าลึกมาก แข็งแรงดีกว่าหน้าตื้น ปีกที่รับแรงอัดต้องคิดป้องกันแรงโก่งเดาะให้ส่วนที่โก่งตัว จะรับทั้งแรงเฉือนและแรงดัดตลอดความยาว ดังนั้น ส่วนที่โก่งของคานต้องมีปีกไว้รับแรงดัด มีแผ่นแกนตั้งระหว่างปีกบนปีกล่างไว้ยึดให้ทำงานร่วมกัน ได้คุณสมบัติของความเป็นแผ่นให้แก่ท่อนโครงตลอดความยาว

ยาว

สามารถทนต่อการสึกกร่อน เหนียว ทนแรงกระแทก มีความยืดหยุ่นสูงและสามารถขึ้นรูปได้ตามต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พลาสติก

ที่เหมาะกับการทำมือจับต้องทนต่อแรงกระทบกระแทกได้ดี และควรเป็นฉนวนไฟฟ้าสามารถทำสีได้ และหล่อเป็นแท่งได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับสีที่ใช้กับเครื่องจักรและการตกแต่งสี

การเลือกสีกับผลิตภัณฑ์ นอกจากต้องการความสวยงามแล้ว ก็ยังมีอิทธิพลในการทำให้เกิดความรู้สึกทางด้านอื่นซึ่งเป็นผลต่อการใช้ผลิตภัณฑ์อย่างมาก

อิทธิพลของสีที่มีต่อความรู้สึก

สีแดง จัดอยู่ในพวกสีร้อนไม่เพียงแต่ให้ความรู้สึกตื่นเต้นเร้าใจ ในทางโรงงานถือว่าเป็นสีที่เกี่ยวข้องกับอันตราย เป็นสีต้องห้าม การระมัดระวังการใช้สีพวกสกุลสีแดงสำหรับผลิตภัณฑ์เพียงเล็กน้อยอาจทำให้ผลิตภัณฑ์เด่นขึ้นมาได้ แต่ถ้าใช้มากเกินไปอีกทั้งใช้สีสดก็จะมีผลทางจิตวิทยาได้เช่นกัน

สีส้ม เป็นสีสดใส มองเห็นได้ไกล แสดงความรู้สึกเตือนอยู่ตลอดเวลาเมื่อใช้กับผลิตภัณฑ์ทำให้เกิดความรู้สึกสะอาดเบาขึ้น

สีเหลือง เป็นสีที่อยู่ได้ทั้ง 2 วรรณะคือ สามารถเป็นได้ทั้งสีร้อนและสีเย็น แต่ขึ้นอยู่กับความเข้มและความแรง (Chrome) ของสี สีเหลืองโดยทั่วไปทำให้เกิดความรู้สึกสดชื่น ร่าเริง สดใส สีเหลืองอ่อนทำให้เกิดความรู้สึกสะอาด มีความสว่าง แต่ถ้ามีความเข้มของสีมากเกินไป จะทำให้สมองเกิดหงุดหงิดได้ สีเหลืองที่ใช้ไปทางสีส้มจะคล้ายกับของเด่นทางวิทยาศาสตร์ สมัยใหม่ และคล้ายกับของเทียม

สีเหลืองเนย (Butter Yellow) ทำให้ผลิตภัณฑ์ดูสว่างขึ้น

สีเหลืองเขียว (Yellow Green) ช่วยในด้านความเย็น แต่อย่างไรก็ตามสีเหลืองทำให้ดูสกปรกง่าย แต่ถ้า Brake สีสักเล็กน้อยก็จะทำให้ช่วยได้บ้าง และขึ้นอยู่กับวัสดุที่ใช้ด้วย

สีม่วง เป็นสีที่อยู่ได้ทั้ง 2 วรรณะเหมือนกับสีเหลือง โดยทั่วไปให้ความรู้สึกเศร้าทำให้ง่วงบางครั้งอาจแสดงว่าเป็นสีแห่งความเศร้า ลึกลับ แต่สีม่วงก็มีลักษณะของความสง่างาม ทำให้ดูมีค่า เช่น สีม่วงอ่อน

สีน้ำเงิน จัดอยู่พวกสีเย็น สีน้ำเงินเข้มทำให้ความสึกสงบ ลึกลับทำให้เกิดสมาธิเป็นสีที่บอกถึงความสุภาพ ความหนักแน่น สีน้ำเงินอ่อน เช่น สีน้ำทะเลหรือฟ้าจะมีความสดใส ถ้าอมเขียวเล็กน้อยสามารถให้ความรู้สึกตื่นเต้นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สีเขียว ให้ความรู้สึกสดชื่นกระชุ่มกระชวย ใช้พักสายตาได้ สีเขียวใบไม้หรือเขียวเข้มใช้ได้ก็ในการเน้นส่วนพื้นหรือฐาน แสดงถึงความสงบเยือกเย็นได้

สีน้ำตาล จัดอยู่ในพวกสีอุ่นเป็นสีที่ใกล้ความรู้สึกแห้งแล้งไม่ให้ความพักผ่อน ถ้าใช้โดดเดี่ยวจะทำให้เกิดความรู้สึกสลดหดหู่ใจ

สีเทา ให้ความรู้สึกภูมิฐาน เคร่งขรึม สุภาพเรียบร้อย เป็นผู้ที่ใช้ได้ก็ในเนื้อกว้าง ลดความจ้าของสีขาวและความลึกลับของสีดำ สามารถใช้เป็นสีกลางได้กับทุกสีเพราะสามารถทำให้เกิดความกลมกลืนระหว่างสีอื่น ๆ ดูสบายตา

สีดำ โดยปกติสีดำเป็นสีที่ให้ความรู้สึกหดหู่ ลึกลับ แต่ให้ความรู้สึกหนักแน่น แต่มั่นคง การใช้สีดำสลับกับสีขาวในพื้นที่รวมกับสีอื่น จะทำให้เกิดความกระปรี้กระเปร่ามีชีวิตชีวา ถ้าใช้สีดำกับผลิตภัณฑ์จะแสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์มีความแข็งแรง และไม่สลับซับซ้อน

สีขาว ให้ความรู้สึกสะอาดบริสุทธิ์ ถ้าใช้โดดเดี่ยวให้ความรู้สึกเย็น สามารถใช้เป็นสีของฐานหรือส่วนที่อยู่ต่ำกว่าเพื่อเน้นให้เด่น

สีที่กล่าวไปแล้วนี้เป็นสีทางด้านความงามที่เราตกแต่งลงบนผิววัสดุ แต่ยังมีสีที่ควรรู้อีกนั่นคือสีของวัสดุต่าง ๆ ในการให้ความรู้สึกของมันออกมา เช่น สีของอลูมิเนียม จะออกเป็นสีเทาจัด

<u>ความสัมพันธ์ของสีที่มีต่อผลิตภัณฑ์</u>

1. ขนาด
   - 1.1 สีอ่อน (Light Valve) ทำให้ผลิตภัณฑ์แลดูใหญ่ขึ้น
   - 1.2 สีเข้ม (Dark Valve) ทำให้ผลิตภัณฑ์แลดูเล็กลง
2. น้ำหนัก
   - 2.1 สีอ่อนและสีร้อน (Worm Color) ทำให้ผลิตภัณฑ์ดูเบา
   - 2.2 สีเข้มและสีเย็น (Cool Color) ทำให้ผลิตภัณฑ์ดูหนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ความแข็งแรง

3.1 สีร้อน ทำให้มีความรู้สึกแข็งแรงมาก

3.2 สีเย็น ทำให้มีความรู้สึกแข็งแรงน้อย

4. อุณหภูมิ

4.1 สีร้อน ให้ความรู้สึกสดชื่นอบอุ่น

4.2 สีเย็น ให้ความรู้สึกสงบเยือกเย็น

5. ความสะอาด

5.1 สีขาวเป็นสีที่ให้ความรู้สึกสะอาดที่สุด

5.2 สีอ่อน เช่น สีงาช้าง (Ivory) สีเหลืองอ่อน (Pale Warm Yellow) สีฟ้าอ่อน (Pale Blue) และสีเขียวอ่อน (Pale Green) ให้ความรู้สึกนุ่มนวล สะอาดตา ถูกสุขลักษณะ

6. ความภูมิฐาน

สีเทาเป็นสีที่ให้ความรู้สึกภูมิฐานที่สุด

ลักษณะของสีกับการใช้งาน

1. สีจะช่วยให้ทัศนวิสัยที่แจ่มใสที่สุด เมื่อนำมาใช้ดังนี้

- สีอ่อนตัดกับสีแก่ (ค่าแปรเปลี่ยนของสี)
- สีสดใสตัดกับสีสดใส
- สีอุ่นตัดกับสีสดใส
- สีอุ่นตัดกับสีเย็น

2. สีที่ตัดกันเองอยู่แล้วตามปกติ เช่น

- สีดำบนพื้นสีเหลือง
- สีเหลืองบนพื้นดำ
- สีแดงบนพื้นขาว
- สีเหลืองบนพื้นน้ำเงิน
- สีส้มบนพื้นน้ำตาล
- สีชมพูบนพื้นดำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. สีสามารถทำให้เห็นเป็นว่า เข้ามาใกล้หรือห่างออกไปได้ ตามปกติสีอุ่น ซึ่งได้แก่ สีเหลือง สีเหลืองนี้ดูแล้วคล้ายกับว่าเข้ามาอยู่ใกล้ตัวผู้ดูในเมื่อสีเย็น คือ สีน้ำเงิน สีน้ำเงินเขียวและม่วงถอยห่างจากผู้ดูออกไป

<u>สรุป</u>

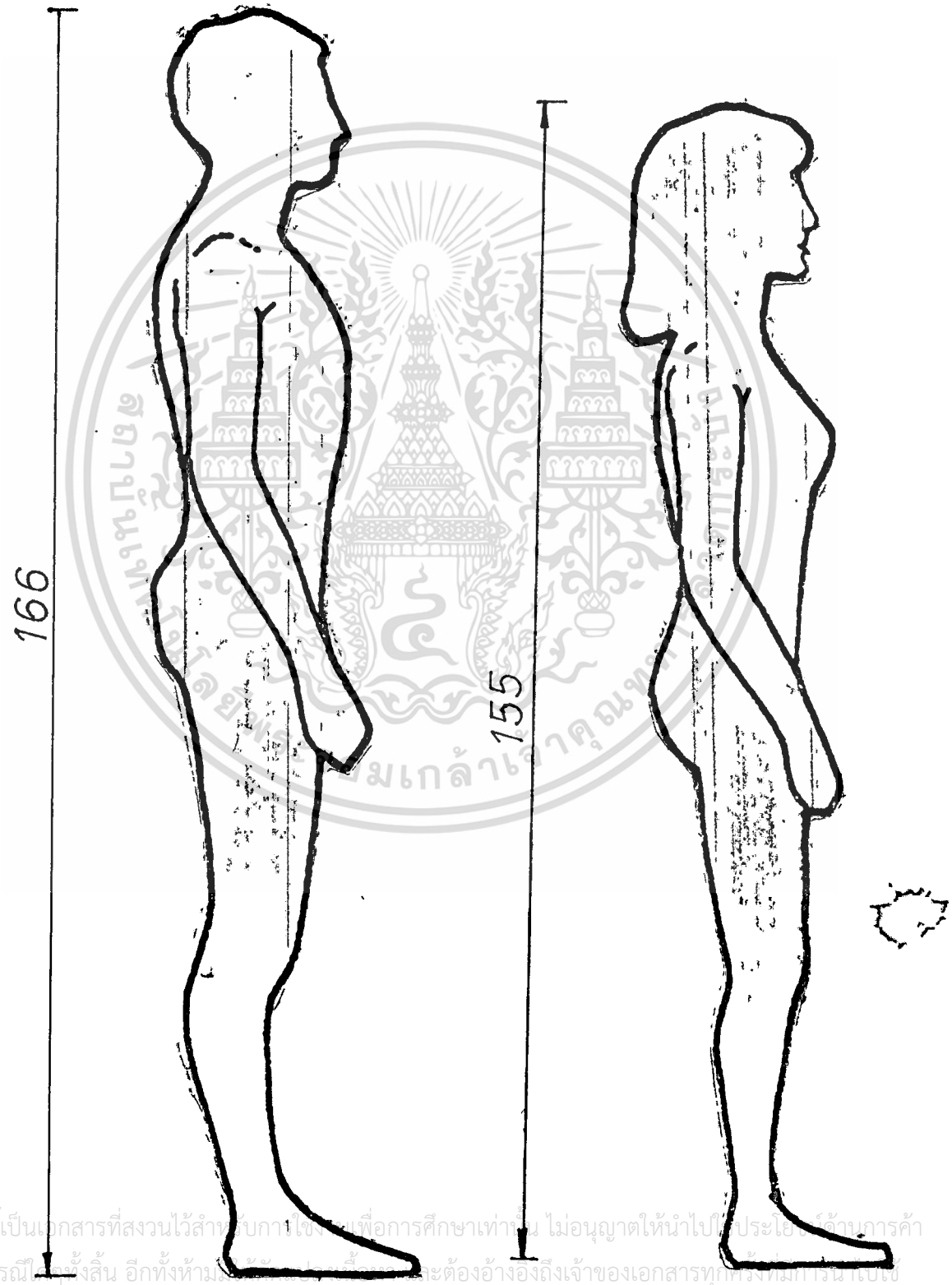
สีที่นิยมใช้กับ Product ที่เกี่ยวข้องกับการบริโภค ควรจะเป็น

- สีที่ให้ความรู้สึกสะอาด ไม่ดูสกปรกง่าย ทนต่อการใช้งาน
- สีที่ให้ความรู้สึกสดชื่น นุ่มนวล ถูกสุขลักษณะ
- สีที่เข้ากับสภาพแวดล้อมได้ทำให้ดูเด่น ดูเบา และแข็งแรง

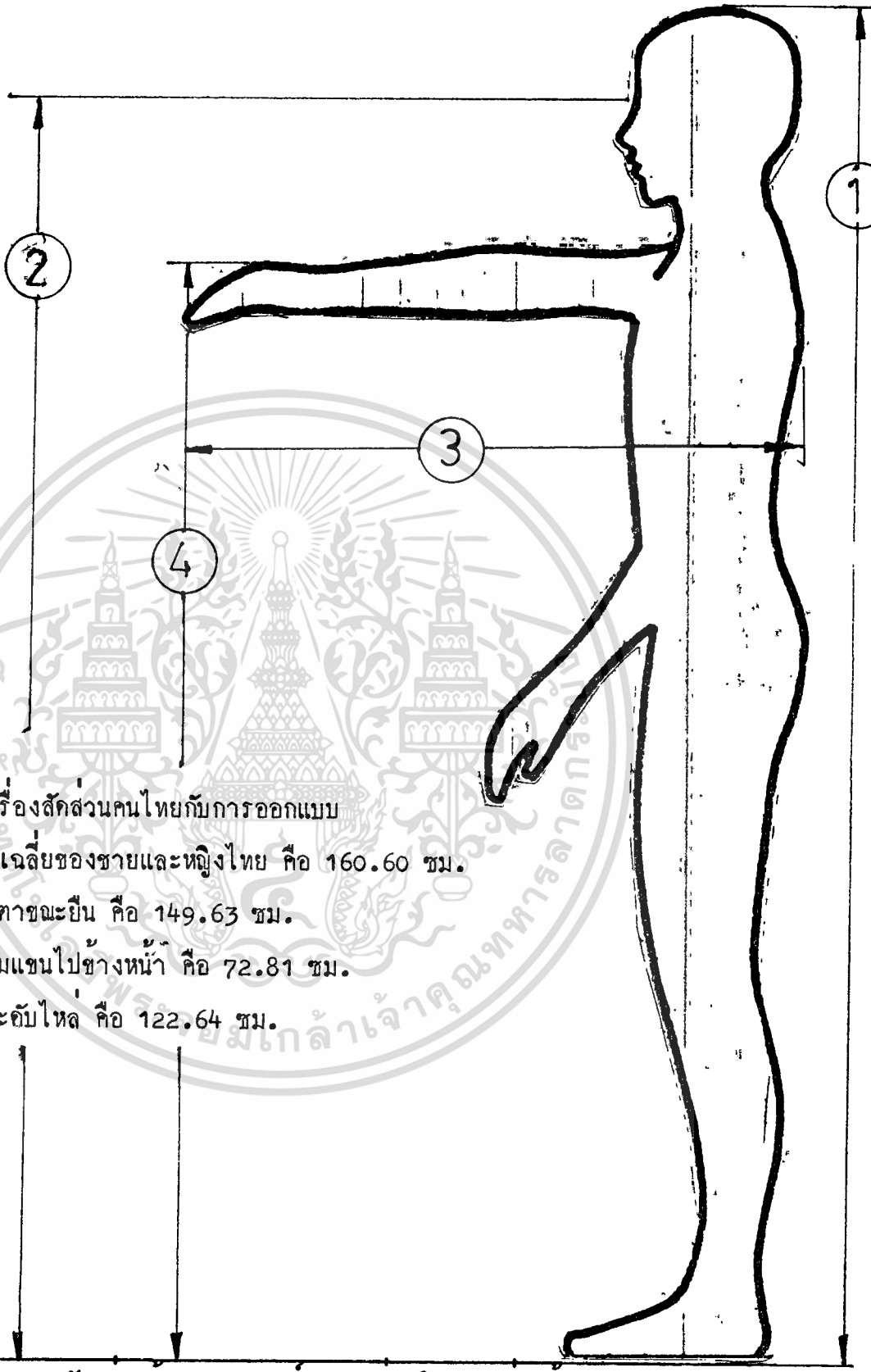
ซึ่งสีร้อนเป็นสีที่ทำให้ผลิตภัณฑ์ดูเบาและแข็งแรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพแสดงส่วนสูงยืนเฉลี่ยของชาย, หญิงไทย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ความรู้เรื่องสัดส่วนคนไทยกับการออกแบบ

1. ความสูง เฉลี่ยของชายและหญิงไทย คือ 160.60 ซม.
2. ระดับสายตาขณะยืน คือ 149.63 ซม.
3. ระยะเอื้อมแขนไปข้างหน้า คือ 72.81 ซม.
4. ความสูงระดับไหล่ คือ 122.64 ซม.

จากหนังสือสารานุกรมวัสดุกอสร้างและอุปกรณ์ ของ ฝ่ายวิจัยการกอสร้างสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

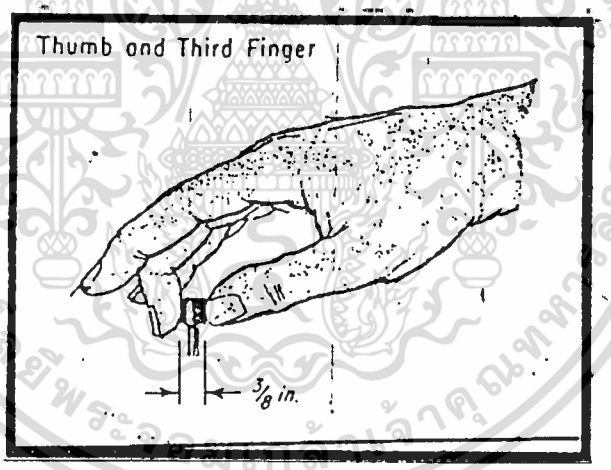
สรีรศาสตร์ (PHYSIOLOGY)

สรีรศาสตร์ เป็นข้อมูลที่จะศึกษาถึงขีดจำกัดความสามารถของอวัยวะต่าง ๆ เพื่อใช้ประกอบการออกแบบให้มีประโยชน์ใช้สอยดียิ่งขึ้น

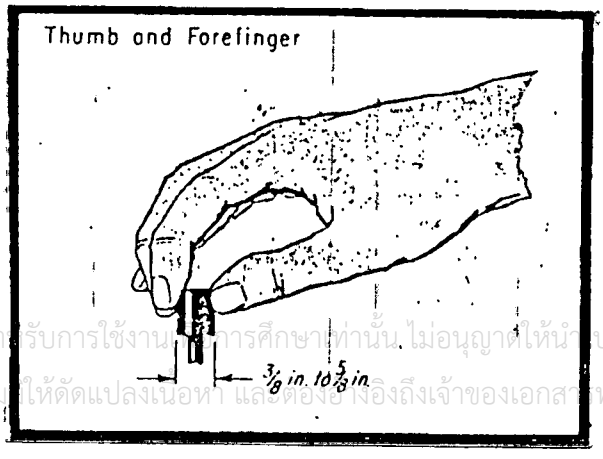
มนุษย์ย่อมมีขีดจำกัดระบบต่าง ๆ ของมนุษย์ ความสามารถของมนุษย์จะมีขีดจำกัดเสมอเช่น ความสามารถในการยกน้ำหนัก ความสามารถในการมองเห็น ความสามารถในการหยิบ จับสิ่งของ และขีดความสามารถในด้านอื่น ๆ ทั้งหมดนี้คือหน้าที่ของนักออกแบบที่จะต้องทราบเพื่อนำไปประกอบการออกแบบ

ความสามารถของมือที่สัมพันธ์กับปุ่มบังคับ

1. การจับปุ่มที่เล็กที่สุด เมื่อใช้นิ้วหัวแม่มือกับนิ้วกลาง ปุ่มจะต้องเล็กไม่ต่ำกว่า 3/8 นิ้ว



2. การจับปุ่มที่เล็กที่สุด เมื่อใช้นิ้วหัวแม่มือกับนิ้วชี้ ปุ่มจะเล็กที่สุดได้ไม่ต่ำกว่า 3/8 นิ้วถึง 5/8 นิ้ว



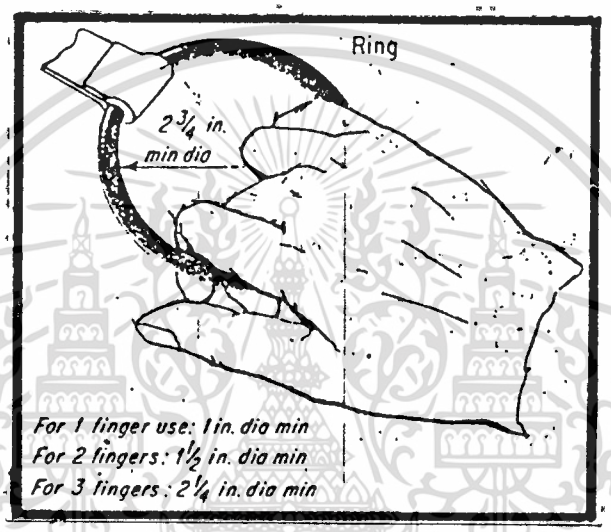
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การจับห่วงวงกลม ใช้นิ้วเดียว เส้นผ่าศูนย์กลางของห่วงประมาณ 1 นิ้ว

ใช้ 2 นิ้ว เส้นผ่าศูนย์กลางของห่วงประมาณ 1 1/2 นิ้ว

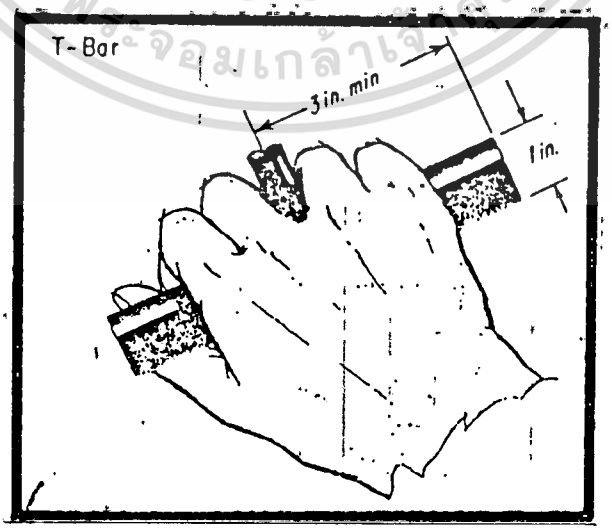
" 3 " " " 2 1/4 "

" 4 " " " 2 3/4 "



4. การจับ T-BAR ตามลักษณะดังภาพ

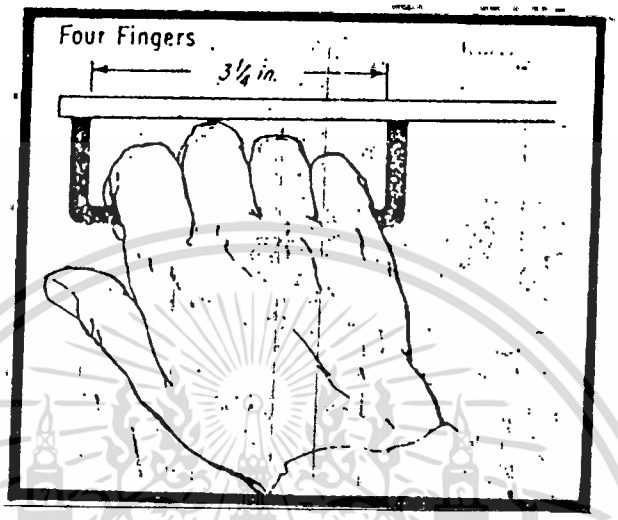
ระยะห่างจากแกนฉากถึงปลายอีกด้านหนึ่งประมาณ 3 นิ้ว และความหนาของที่จับประมาณ 1 นิ้ว



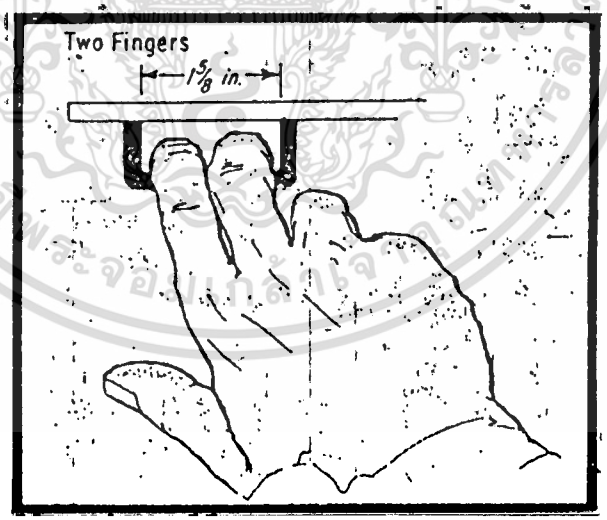
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสามารถของมือที่ใช้จับ

1. จับ HANDLES โดยใช้นิ้วมือ 4 นิ้วจับ ที่จับจะต้องมีช่องห่าง ประมาณ 3 1/4 นิ้ว

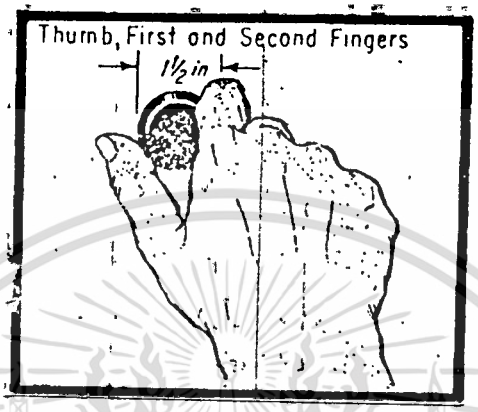


2. จับ HANDLES โดยใช้นิ้วมือ 2 นิ้วจับ ที่จับจะต้องมีช่องห่าง ประมาณ 1 5/8 นิ้ว

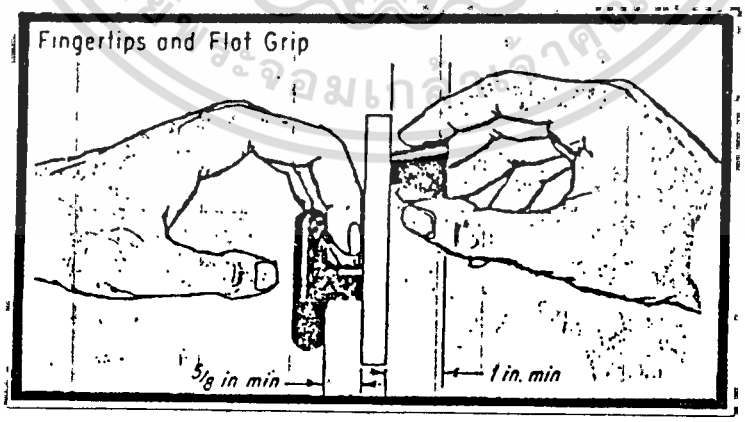


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การจับปุ่มโดยใช้นิ้วหัวแม่มือและนิ้วชี้ดังรูป ปุ่มควรมีขนาด 1 1/2 นิ้ว

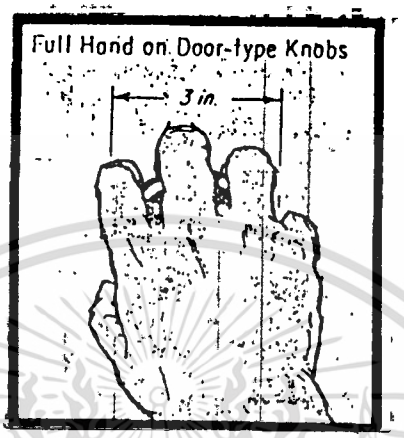


4. การจับปุ่มในลักษณะการสอดนิ้วดังรูป ช่องห่างของปุ่มที่นิ้วสามารถสอดเข้าไปได้ควรประมาณ 5/8 นิ้ว เป็นอย่างน้อยที่สุด และ 1 นิ้ว เป็นอย่างน้อยที่สุดสำหรับแบบด้านขวา



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. การจับลูกบิดประตูโดยจับเต็มมือดังภาพ ลูกบิดควรมีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 3 นิ้ว

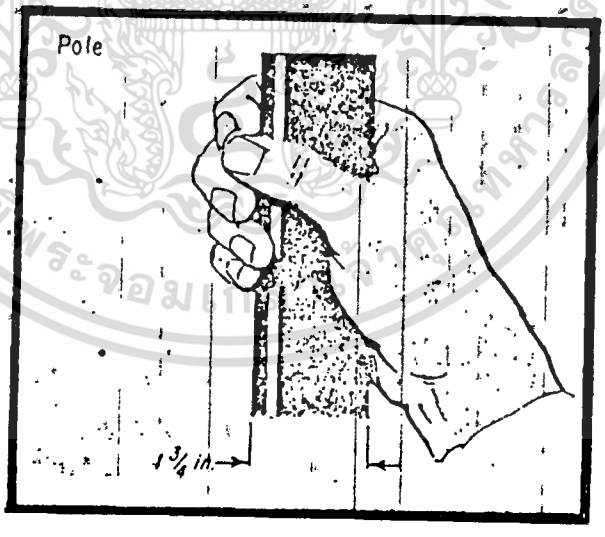


6. กการจับลูกบิดเต็มมือโดยนิ้วแยกจากกันเล็กน้อยและนิ้วยังคงคลุมขอบลูกบิด ๆ ควรมีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 5 1/2 นิ้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

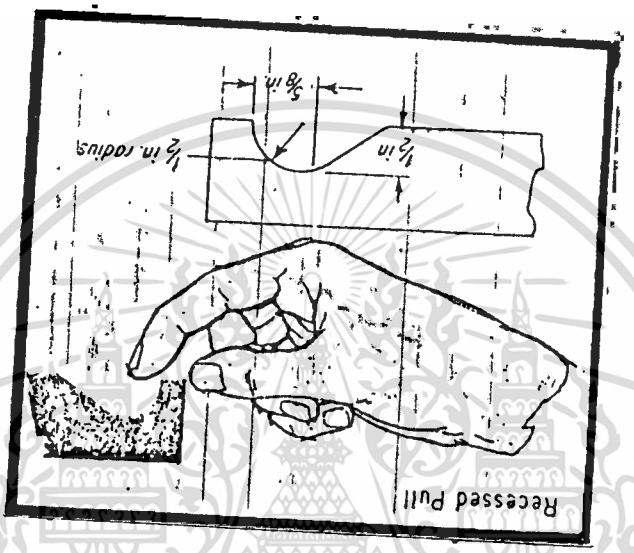
7. การจับลูกบิดเต็มมือโดยปลายนิ้วอยู่ที่ขอบลูกบิด ๆ ควรมีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 7 นิ้ว

8. การจักหลักหรือเสาดังรูป หลักนั้นควรมีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1 3/4 นิ้ว



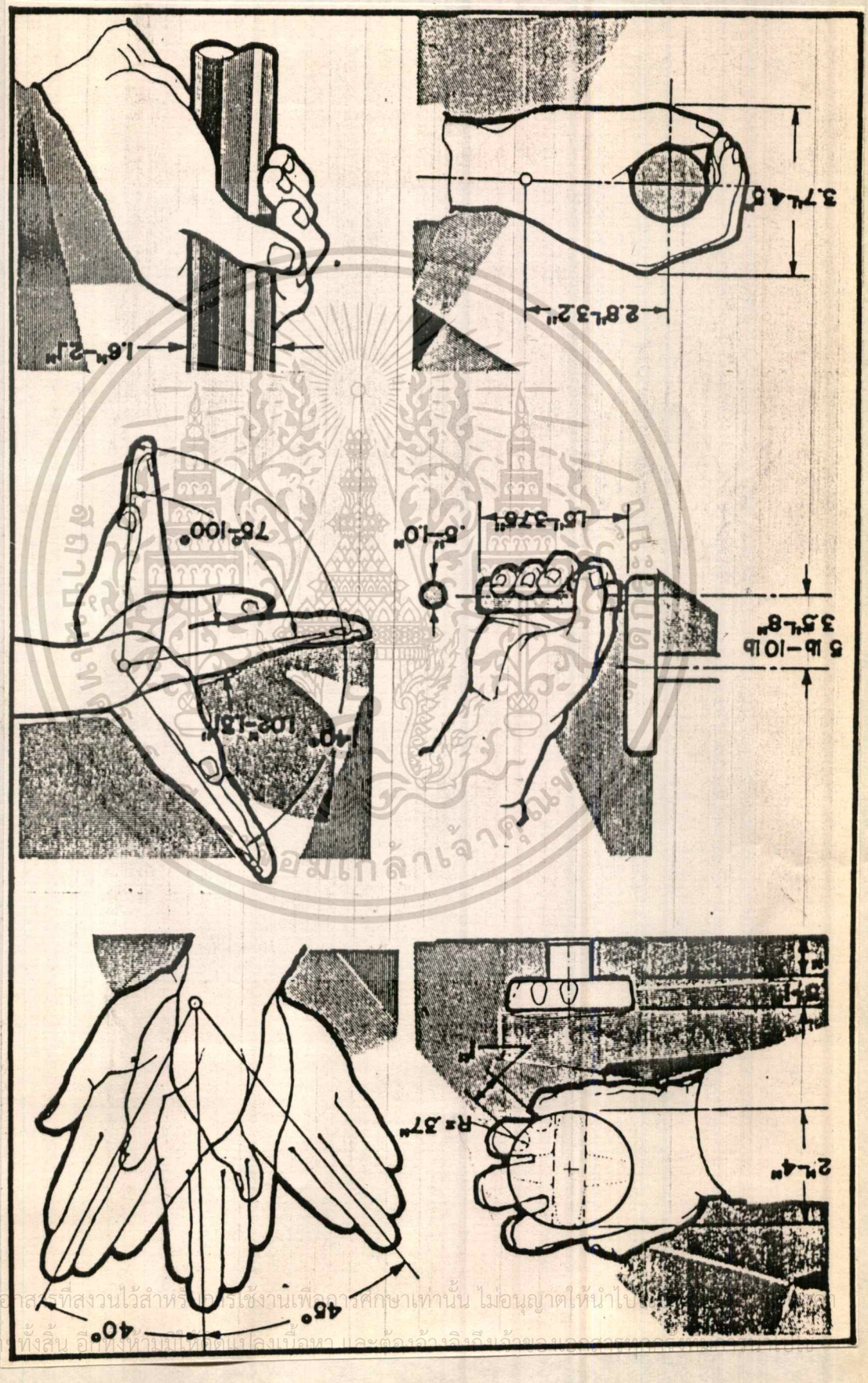
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. การใช้นิ้วดึงที่จับหางตอนใน ส่วนโค้งควรมีรัศมี 1/2 นิ้ว และระยะของส่วนโค้งเท่ากับ 5/8 นิ้ว

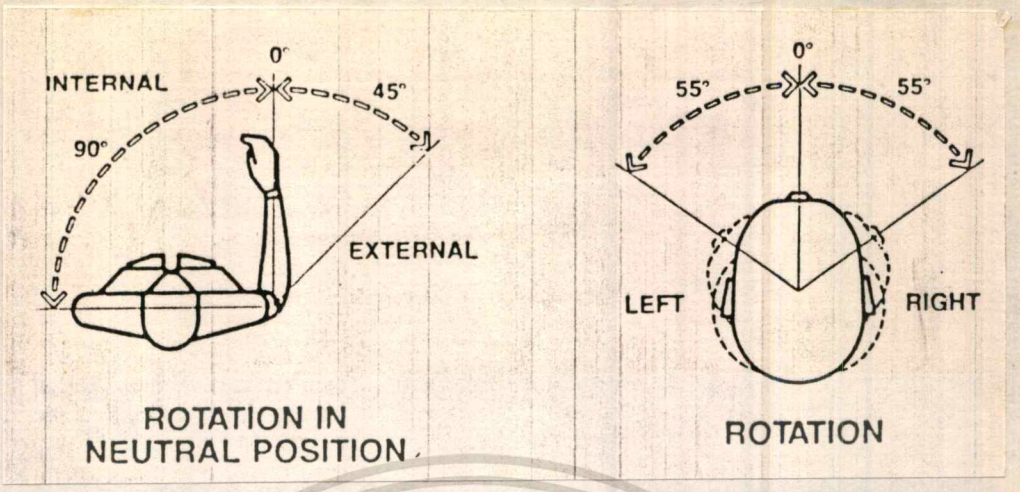


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

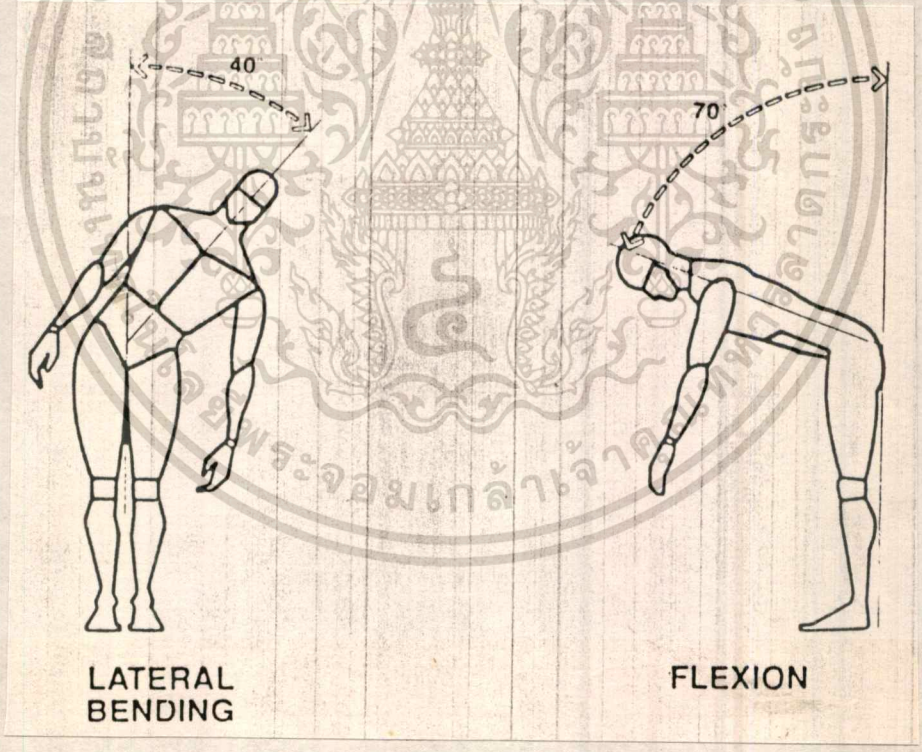
การศึกษาทางด้าน ERGONOMICS



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้

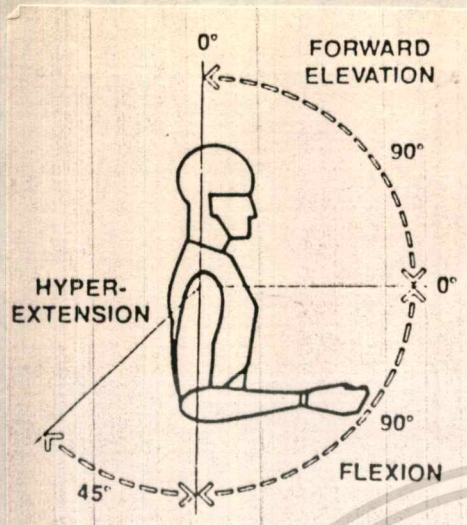


แสดงความสามารถในการงอข้อศอกด้านข้าง แสดงความสามารถในการหันศีรษะ



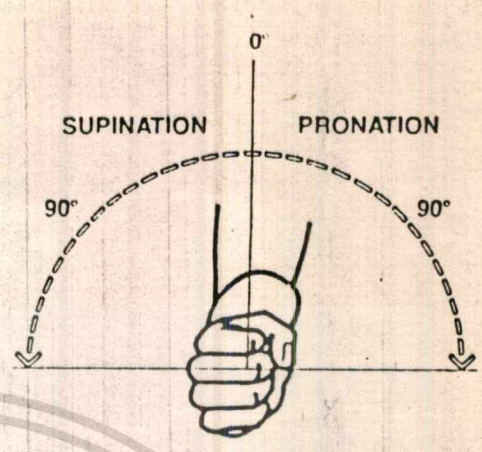
แสดงความสามารถในการเอียงตัว แสดงความสามารถในการก้ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



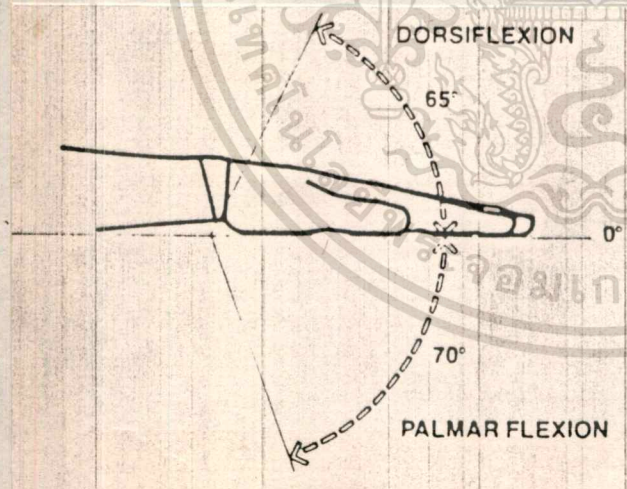
HYPEREXTENSION AND FLEXION

แสดงความสามารถในการใช้หัวไหล่



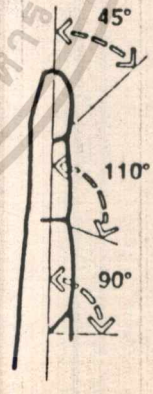
PRONATION AND SUPINATION

แสดงความสามารถการบิดข้อมือ



FLEXION AND EXTENSION

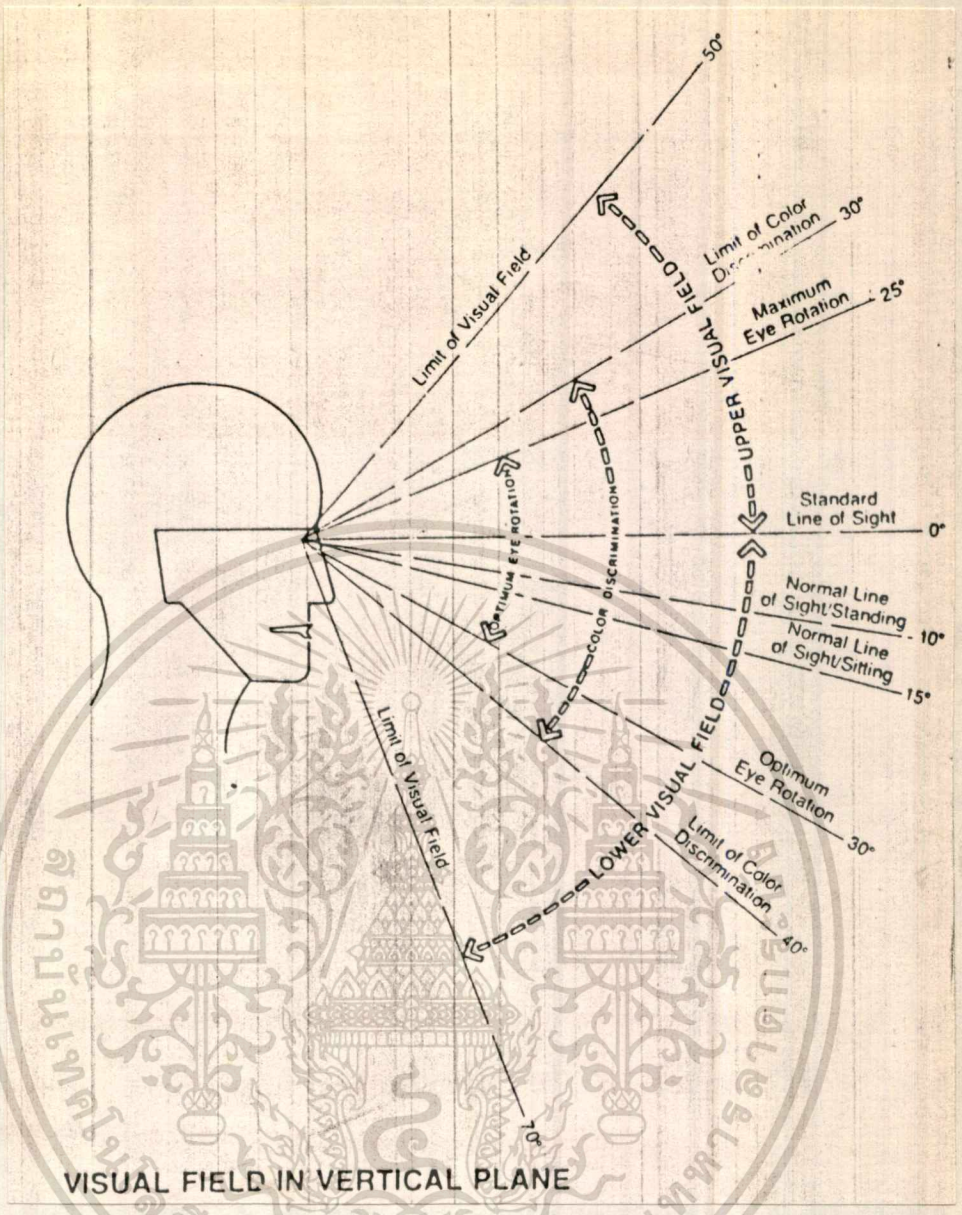
แสดงความสามารถในการงอข้อมือ



FLEXION

แสดงความสามารถในการงอข้อนิ้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

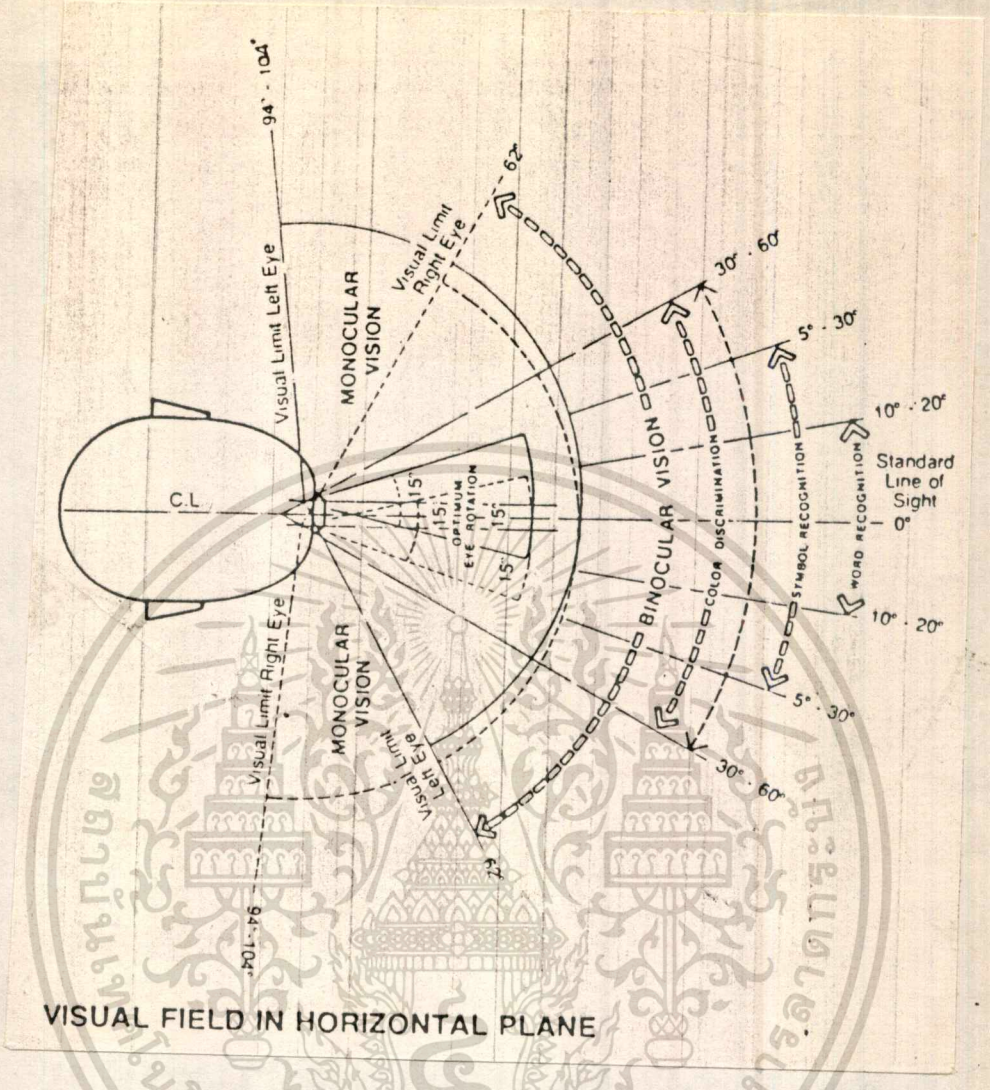


VISUAL FIELD IN VERTICAL PLANE

ภาพแสดงมุมมองจากด้านข้าง

มุมเงยสูงสุด	50°
มุมมองที่ดีของสีมากที่สุด ขึ้นบน	30°
" " ลงล่าง	40°
มุมเหลือบตาขึ้นมากที่สุด	25°
มุมเหลือบตาลงมากที่สุด	30°
มุมสายตาปกติขณะยืน	10°
มุมสายตาปกติขณะนั่ง	15°
มุมก้มสูงสุด	70°

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



VISUAL FIELD IN HORIZONTAL PLANE

ภาพแสดงมุมมองด้านบน

มุมมองตัวหนังสือ 10 – 20°

มุมมองของสัญญาลักษณ์ 5 – 20°

มุมมองที่ดีที่สุดของสี 30 – 20°

มุมมองกว้างสุด 99 – 104°

มุมกวาดสายตามาอีกข้างหนึ่ง 62°

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางวิเคราะห์ที่ แสดงการวิเคราะห์ลักษณะที่รองขาเครื่อง

แบบที่ 1 แบบที่ 2 แบบที่ 3

คุณสมบัติ	แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3
1.ปลอดภัย	1	2	4
2.แข็งแรง	1	4	3
3.ติดตั้ง	1	4	3
4.ผลิต	4	4	4
5.ความสวยงาม	2	3	4
รวม	9	17	18

หมายเหตุ 4 = ดีมาก 3 = ดี 2 = พอใช้ 1 = ไม่ดี

สรุป จากตารางวิเคราะห์เห็นว่าลักษณะที่รองขาเครื่องที่เหมาะสม คือ แบบที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางวิเคราะห์ที่ แสดงการวิเคราะห์ใช้สีที่ใช้กับตัวเครื่อง

คุณสมบัติ	เทา	ดำ	น้ำเงิน
1. ความแข็งแรง	2	4	3
2. การรักษาความสะอาด	3	4	3
3. ใช้ในเนื้อที่กว้าง	4	1	2
4. ความรู้สึกสบายตา	4	1	2
5. เป็นสีกลาง	4	2	2
รวม	17	12	12

หมายเหตุ 4 = ดีมาก 3 = ดี 2= พอใช้ 1 = ไม่ดี

สรุป จากตารางวิเคราะห์ แสดงให้เห็นว่าสีที่ใช้ควรจะเป็นสี เทา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางวิเคราะห์ที่ แสดงการวิเคราะห์เลือกใช้สีที่ใช้ปิดชุดเพื่องและพู่เลย์

คุณสมบัติ	ดำ	น้ำตาล	เทา
1. ความแข็งแรง	4	3	2
2. ขนาดเล็ก	4	3	2
3. รักษาความสะอาด	4	3	2
รวม	12	9	6

หมายเหตุ 4 = ดีมาก 3 = ดี 2 = พอใช้ 1 = ไม่ดี

สรุป จากตารางวิเคราะห์จะเห็นได้ว่าสีที่เหมาะสมกับชุดกล่องปิดเพื่องและพู่เลย์ คือสีดำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางวิเคราะห์ แสดงการวิเคราะห์เลือกใช้สายพาน

คุณสมบัติ	สายพานแบน	สายพานลิ่ม
1. อายุการใช้งาน	3	2
2. ราคา	4	3
3. การลื่นของสายพาน	3	4
4. แรงในการดุด	2	4
รวม	11	13

หมายเหตุ 4 = ดีมาก 3 = ดี 2 = พอใช้ 1 = ไม่ดี

สรุป จากตารางวิเคราะห์จะเห็นว่าสายพานที่เหมาะสม คือ สายพานลิ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การออกแบบเครื่องรีดกระจูดสำหรับอุตสาหกรรมในครอบครัว

4.1 แนวทางการออกแบบ

จากการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน และศึกษาลักษณะเครื่องมือทางการเกษตรที่ใช้รีดกระจูด ในการออกแบบนั้นต้องคำนึงถึงปริมาณและคุณภาพของกระจูดที่ได้นั้นดีที่สุด และออกแบบให้เหมาะสมกับผู้ใช้

จากการสรุปพฤติกรรมผู้ใช้และสรุปหาข้อดีข้อเสียของเครื่องมือเดิม และนำข้อดีของเครื่องมือเดิมมาทำการออกแบบ และปรับปรุงจากการวิเคราะห์ เนื่องจากเมื่อเราสรุปความต้องการของเครื่องได้แล้ว จึงทำการวิเคราะห์หาวัสดุที่เหมาะสมที่สุดที่จะนำมาอุปกรณ์แต่ละชิ้นส่วนและวิเคราะห์สีที่จะให้เพื่อเป็นส่วนช่วยในการทำงาน

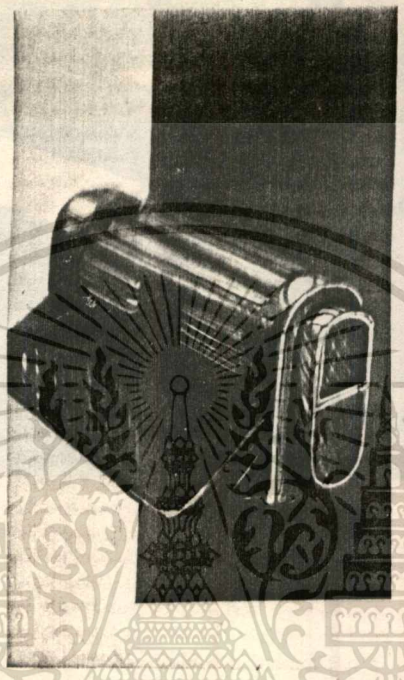
4.2 การออกแบบขั้นต้น

จากการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลเรื่องเครื่องรีดกระจูกอย่างละเอียดแล้วได้ทำการออกแบบ คือ

4.2.1 แบบร่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 65 แบบร่างครั้งที่ 1



ข้อดี

1. รูปทรงสวยงาม
2. มีรองรับ

ข้อเสีย

1. ผลิตยาก
2. ไม่มั่นคง
3. ทิศทางการป้อนแนวดิ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 67 แบบร่างที่ 3

ข้อดี

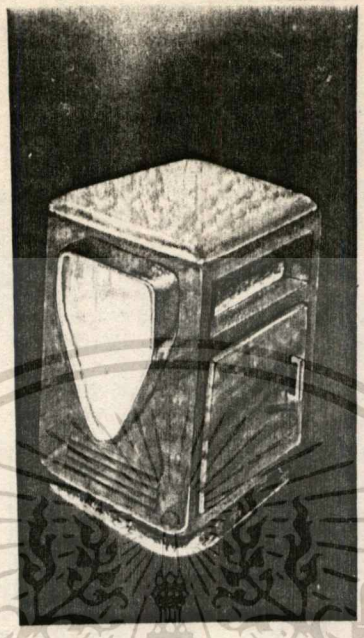
1. มีบานเปิดปิด
2. มีรางรับ - รางป้อน

ข้อเสีย

1. ต้นทุนสูง
2. ผลิตยาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 68 แบบร่างที่ 4



ข้อดี

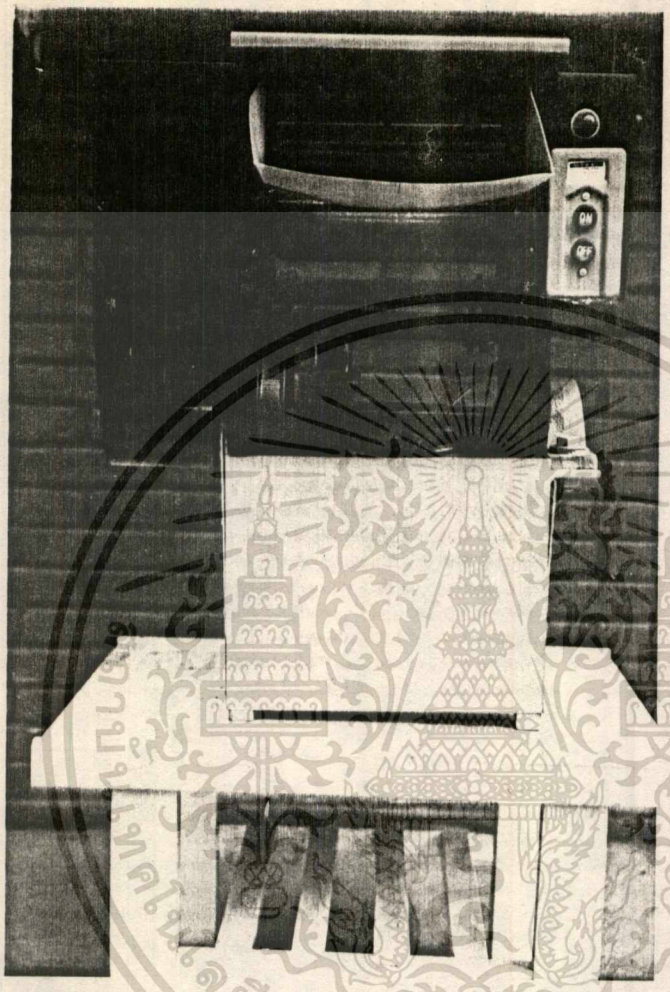
1. มีรูปทรงที่มั่นคง
2. มีบานปิดเปิด
3. มีช่องระบายอากาศ

ข้อเสีย

1. ไม่มีรางรับรางน้อน
2. ไม่มีการ์ดกันฝุ่น

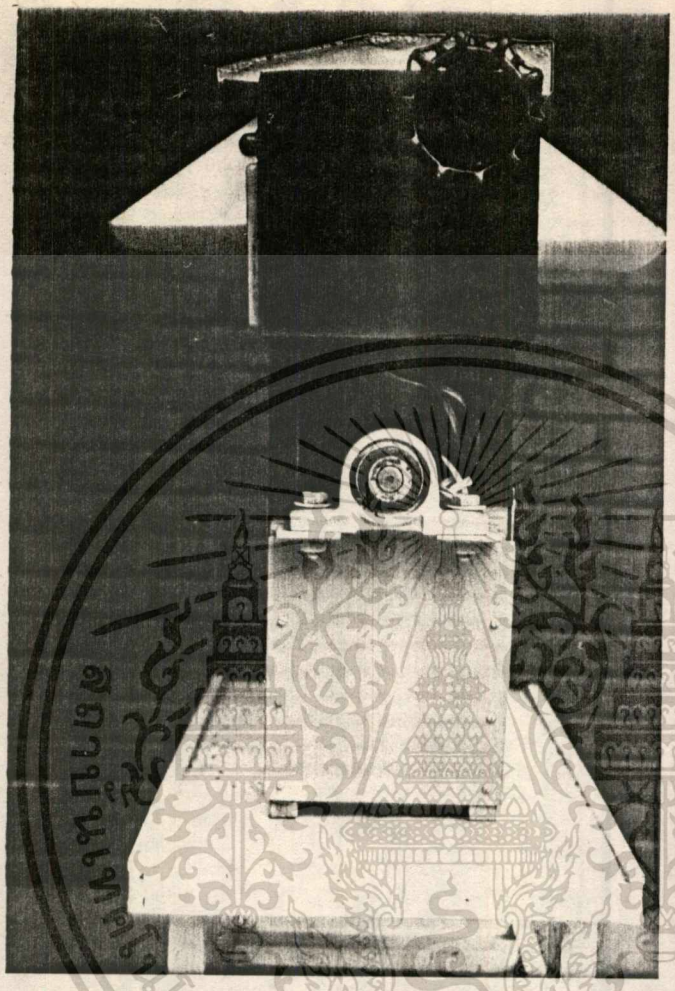
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การออกแบบขั้นสุดท้าย



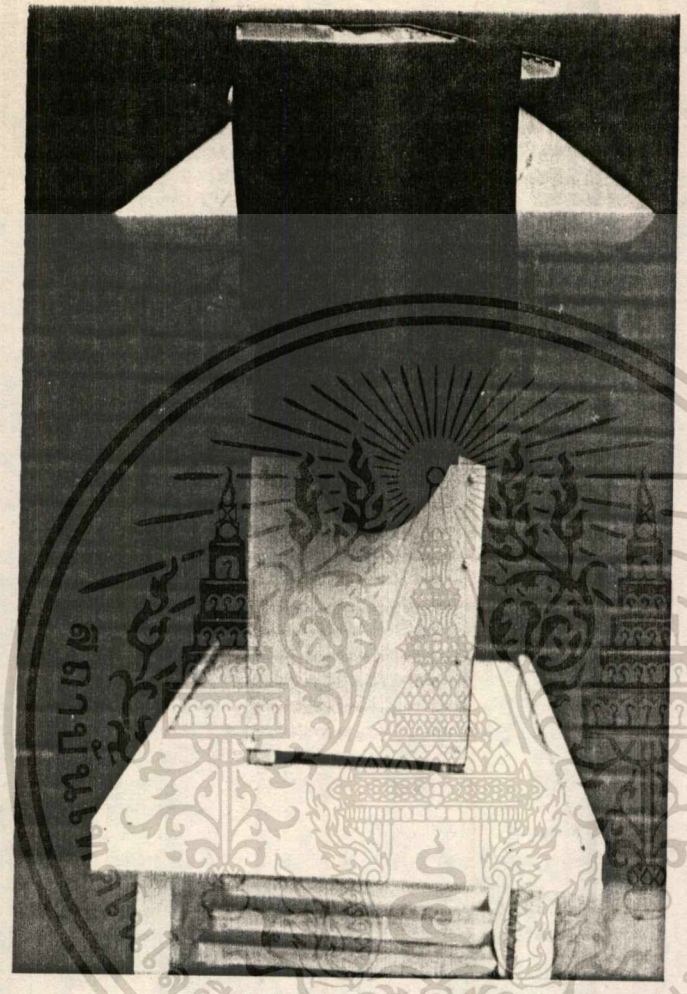
ภาพที่ 69 แสดงภาพหุ่นจำลองด้านหน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



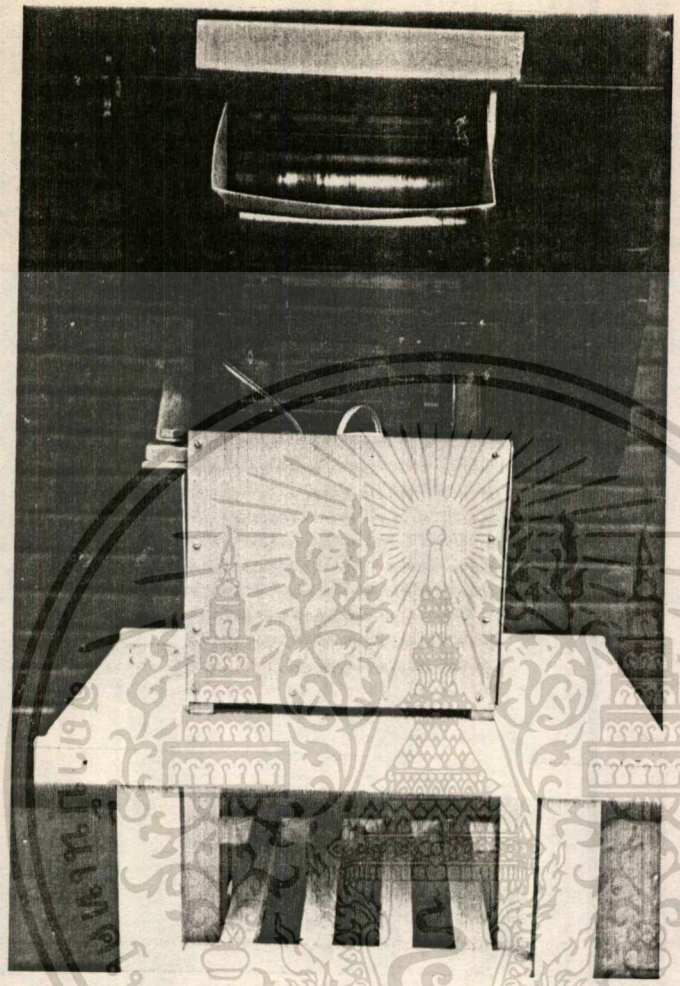
ภาพที่ 70 แสดงภาพหุ่นจำลองทางด้านด้านขวา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 71 แสดงภาพหุ่นจำลองทางด้านซ้าย

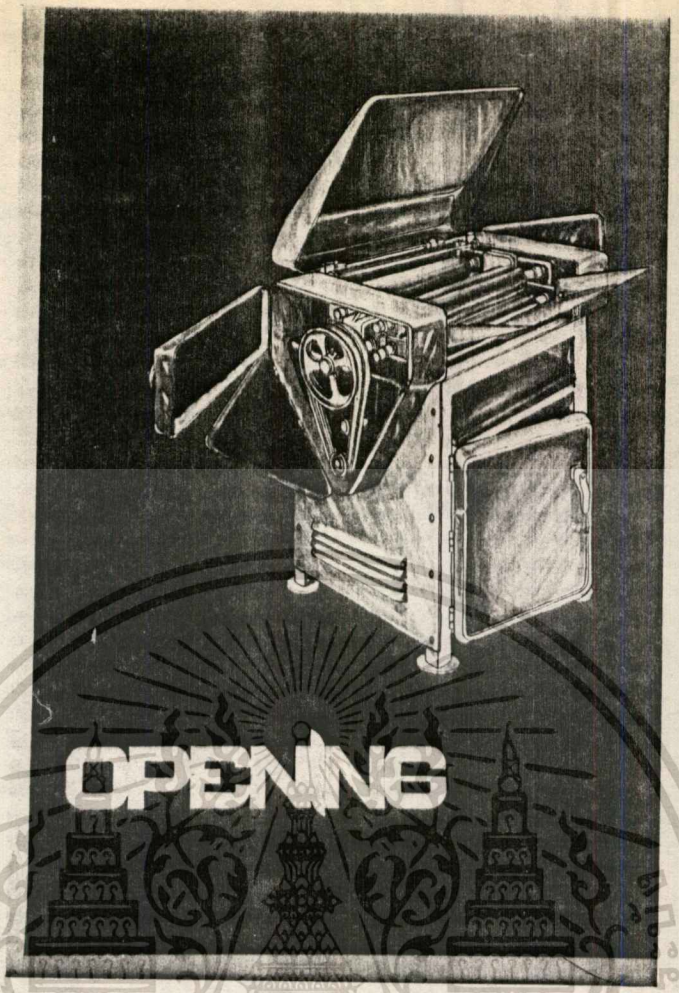
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

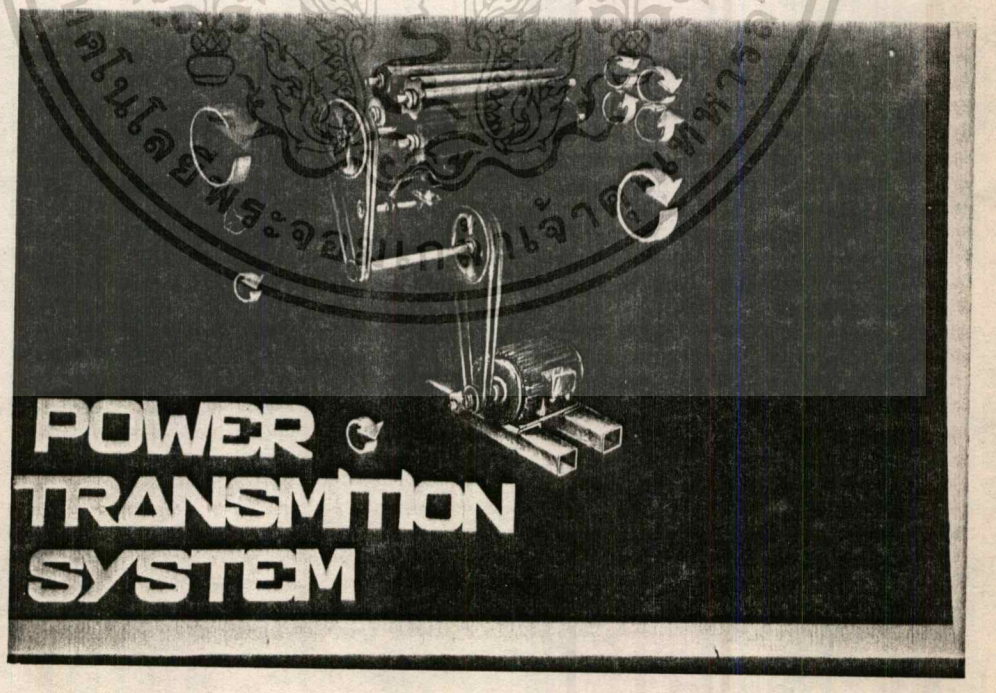


ภาพที่ 72 แสดงหุ่นจำลองทางด้านหลัง

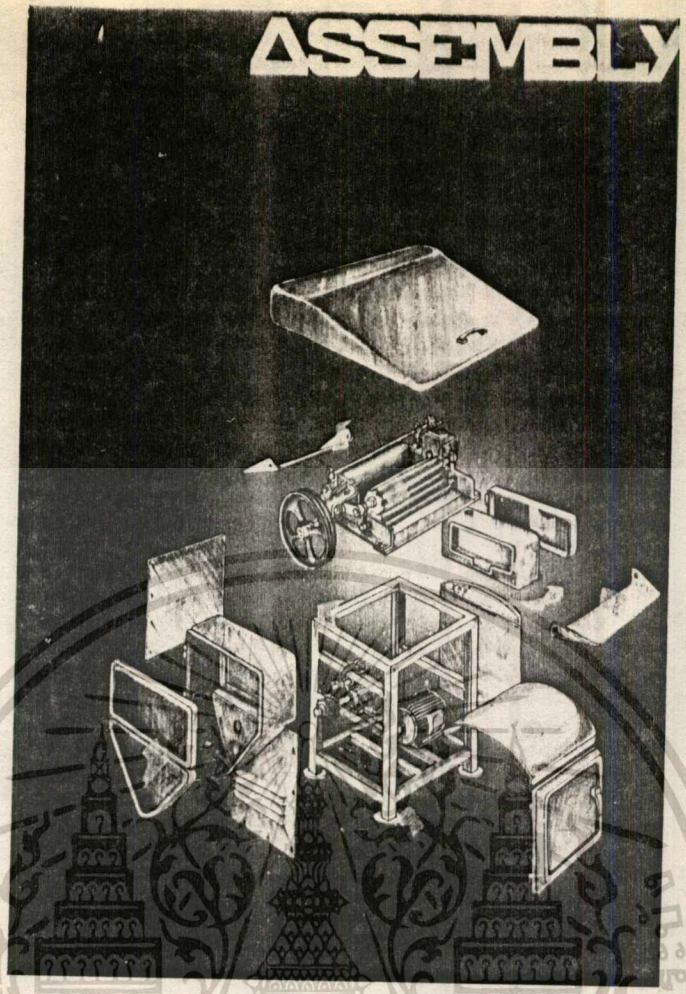
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

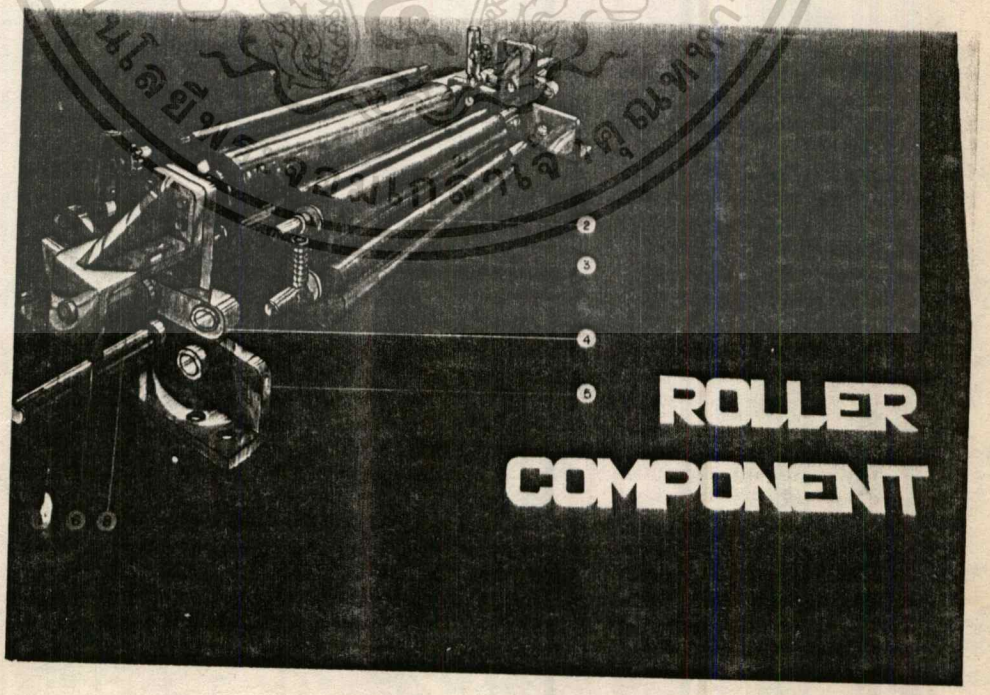
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



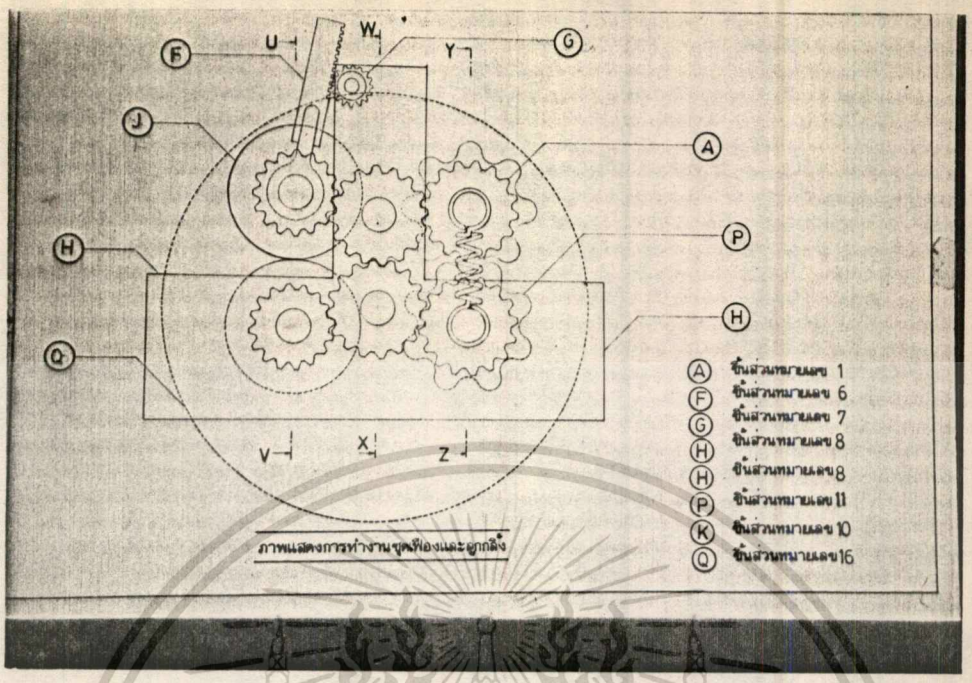


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

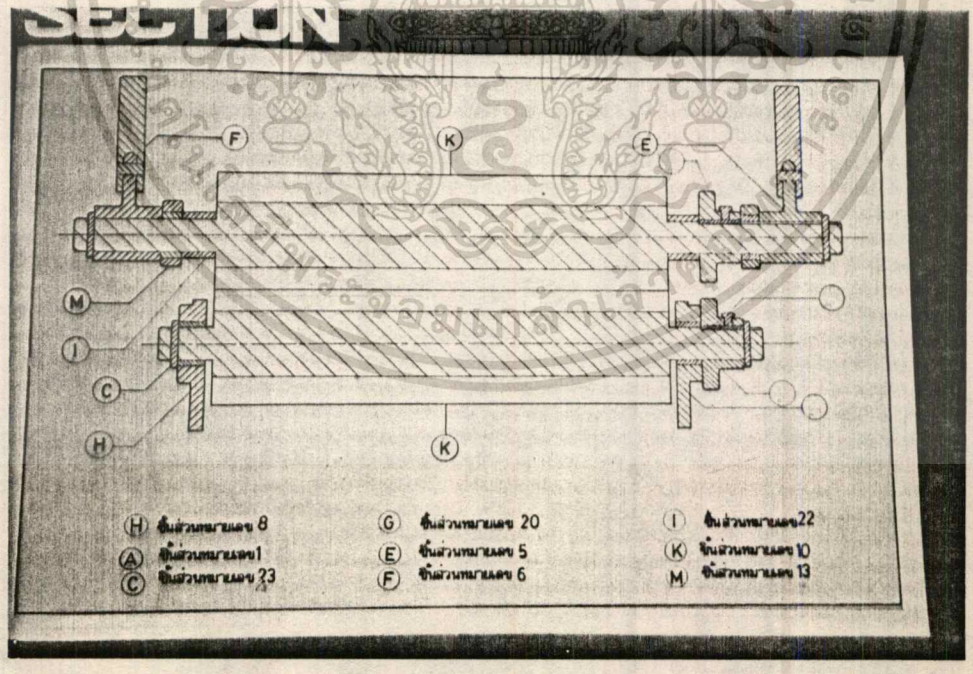




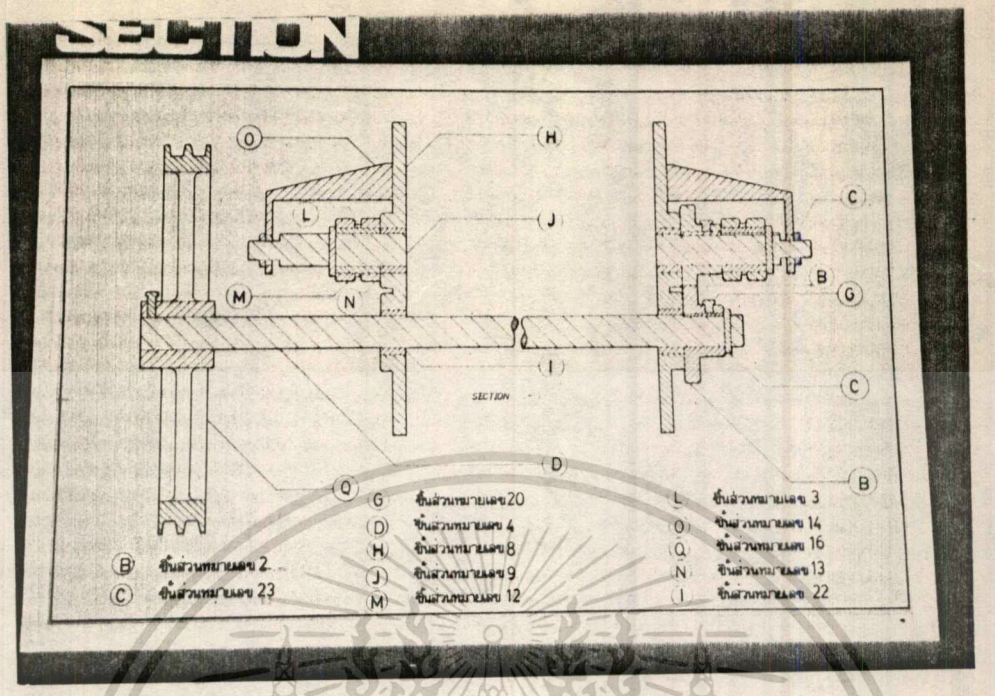
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

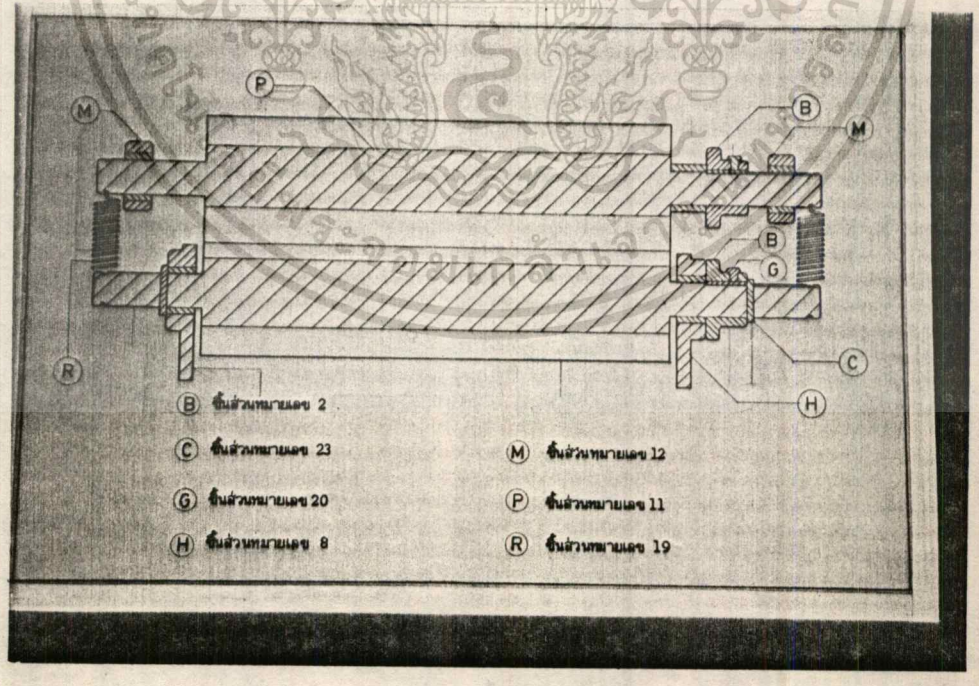


ภาพแสดงการทำงานชุดฟันองและลูกกลิ้ง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

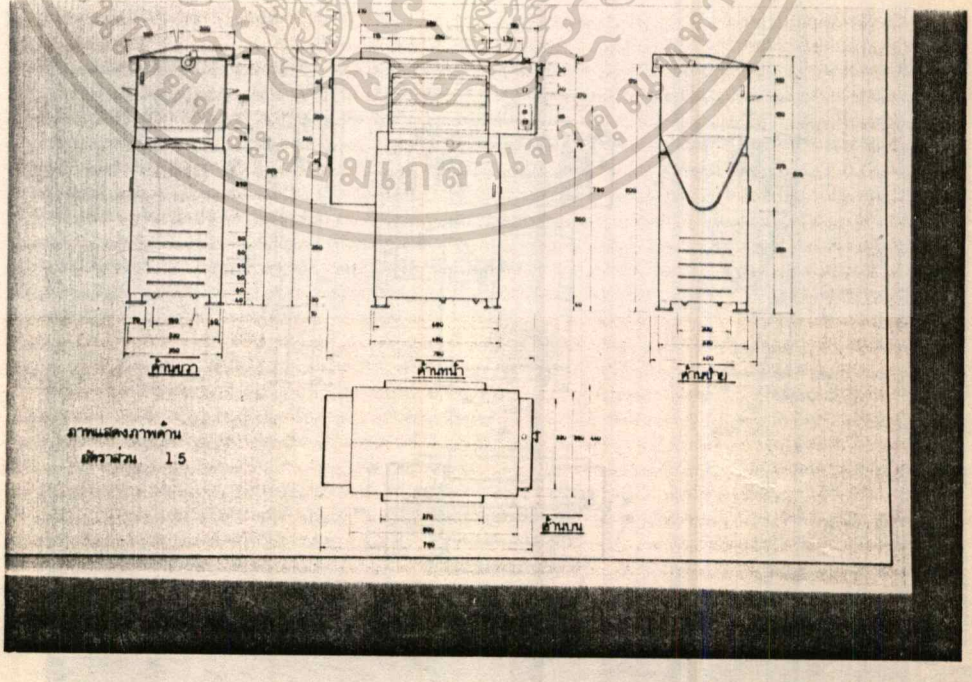




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

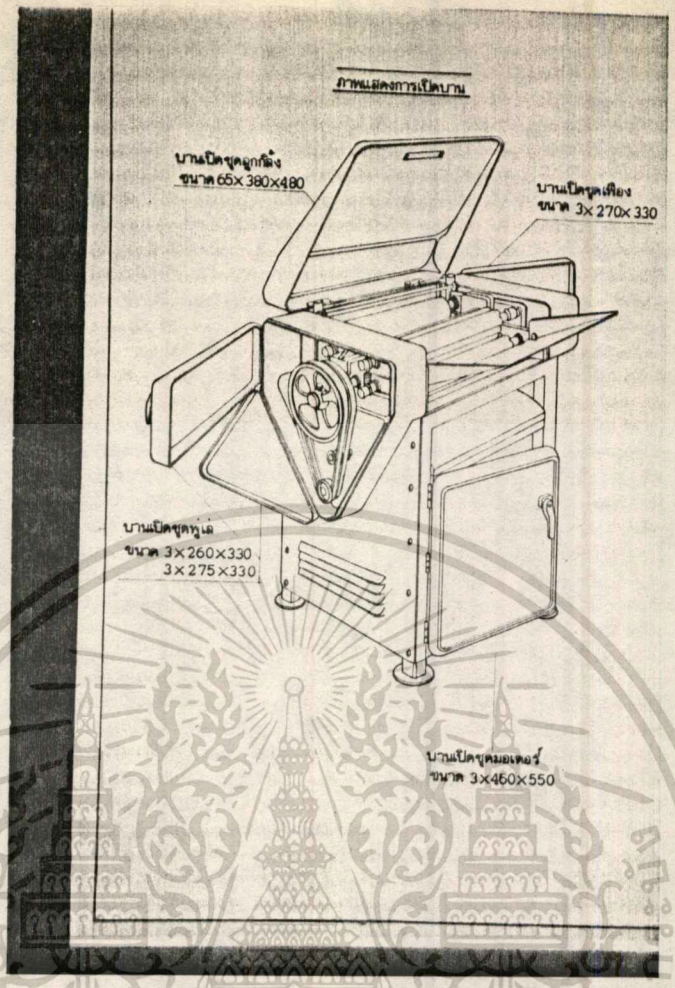
รายละเอียดประกอบแบบ

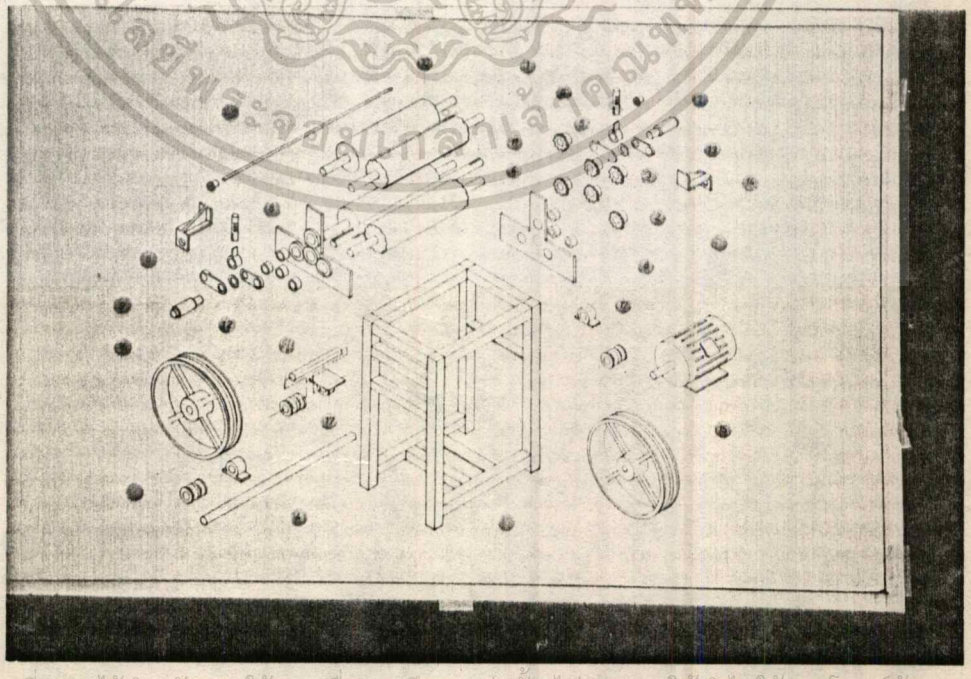
ลำดับ	รายการ	วัสดุ
1	ลูกกลิ้งบดกระจุดชั้นสอง(ชุดB)	ยาง
2	ลูกกลิ้งบดกระจุดชั้นแรก(ชุดA)	"
3	สปริงสำหรับยึดลูกกลิ้ง	เหล็ก
4	แขนเหล็กไส้บูชทองสัมฤทธิ์ยึดลูกกลิ้งตัว บน	"
5	แขนเหล็กไส้บูชทองเหลืองยึดลูกกลิ้งตัว ล่าง	"
6	แขนเพลาคันกลิ้ง	"
7	เหล็กฉากช่างยึดแกนลูกกลิ้งชุดB	"
8	แกนยึดแขนเหล็กทั้งสองข้าง	"
9	ชุดเฟืองสำหรับปรับระยะลูกกลิ้ง ชุดB	"
10	ชุดเฟืองตัวหนอนสำหรับปรับระยะลูกกลิ้ง	"
11	แกนยึดชุดเฟืองสั่งกำลังการหมุน	"
12	ฝาปิดบน	"
13	รางสั่งกระจุด	สเตนเลส
14	ชุดลูกกลิ้ง	ยาง
15	บานเปิดชุดเฟือง	เหล็ก
16	ฝาครอบชุดเฟือง	"
17	รางปอนกระจุด	สเตนเลส
18	ฝาปิดเครื่องด้านข้าง	เหล็ก
19	ตะแกรงระบายอากาศ	"
20	เหล็กโค้งฝาครอบมอเตอร์	"
21	ฝาปิดด้านหน้า	"
22	โครงเหล็กยึดมอเตอร์	"
23	พื้นรองโครงเหล็ก	"
24	ฝาครอบสายพาน	"
25	บานปิด-เปิดชุดสายพาน	"
26	ฝาปิดด้านหลัง	"



ภาพแสดงภาพด้าน
มีราส่วน 1:5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

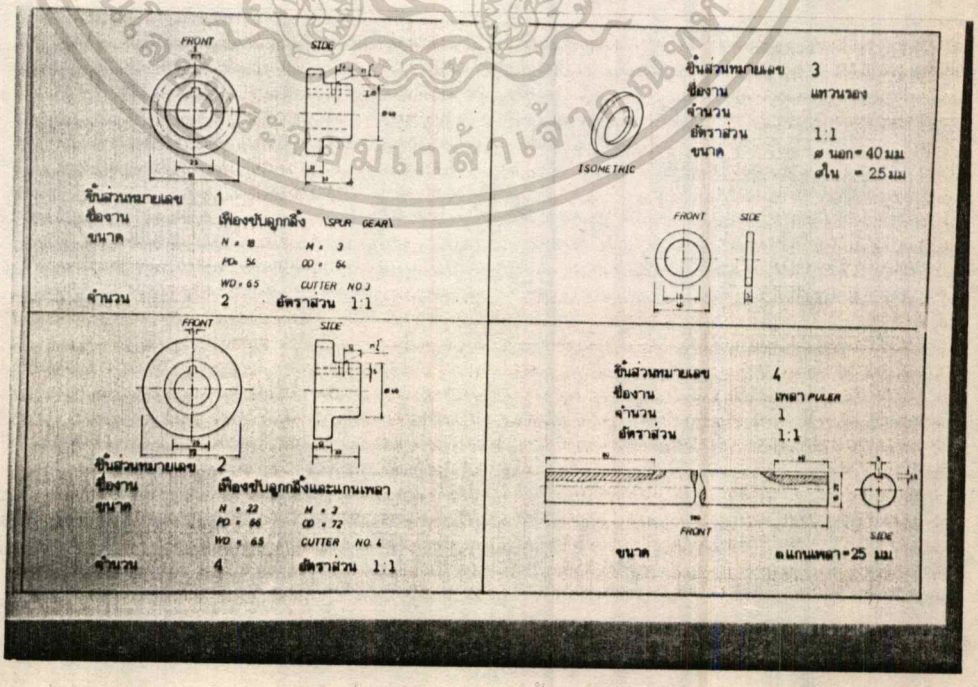




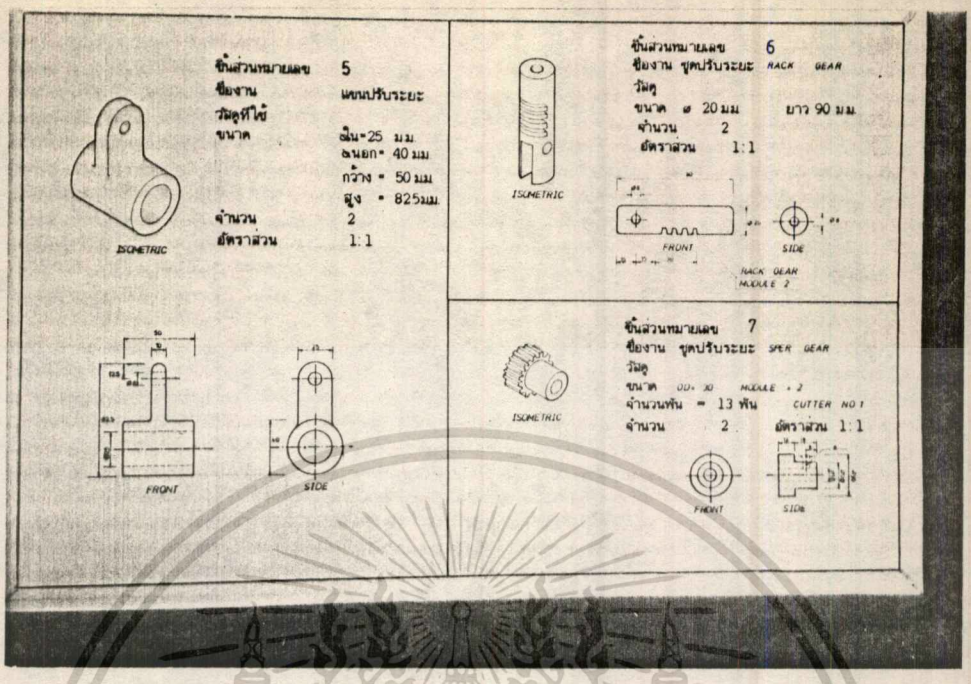
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

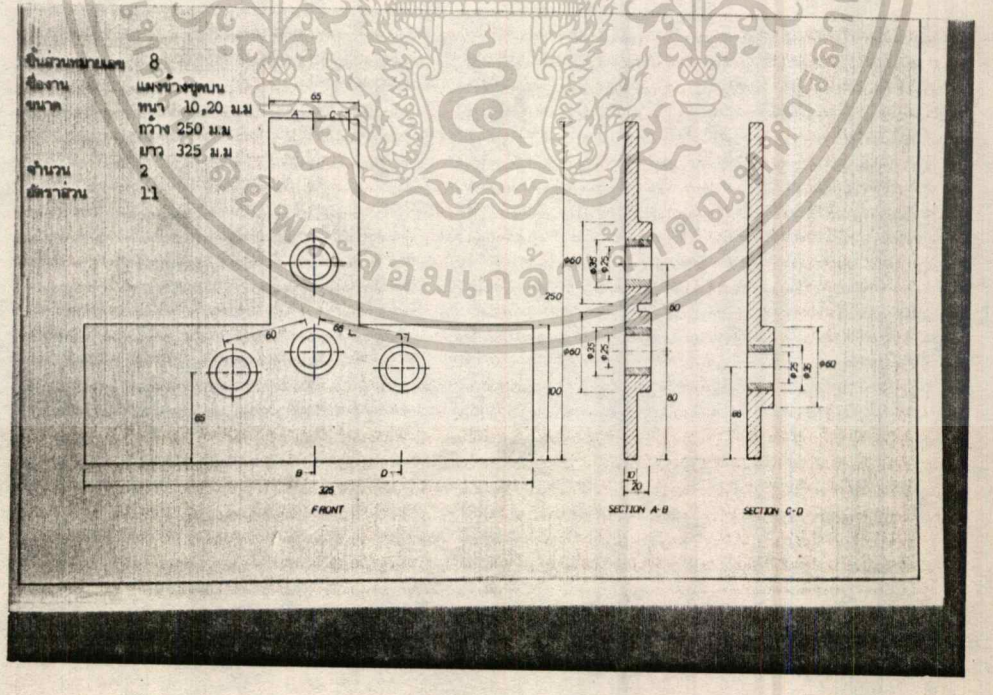
รายการวัสดุ

ชิ้นส่วน	รายการ	วัสดุ	ขนาด	จำนวน
1	เฟืองลูกกลิ้ง	เหล็ก	ø นอก 54 มม. ø ใน 25 มม.	2
2	เฟืองลูกกลิ้ง	"	ø นอก 72 มม. ø ใน 25 มม.	4
3	แกนรอง	"	ø นอก 40 มม. ø ใน 25 มม.	2
4	เพลา PULLEY	"	ø 25 มม ยาว 580 มม.	1
5	แขนปรับระยะ	"	ø นอก 40 มม. ø ใน 25 มม.	2
6	RACK GEAR	"	ø 200 มม. ยาว 90 มม.	2
7	SPER GEAR	"	ø นอก 30 มม. ø ใน 12.5 มม	2
8	แผงข้าง	"	หนา 10,20 มม. กว้าง 250 มม ยาว 325 มม.	2
9	เพลาลอย	"	ø นอก 25 มม. ø ใน 12.5 มม.	2
10	ลูกกลิ้งเรียบ	เหล็ก+ยาง	ø นอก 94 มม. ø ใน 25 มม.	2
11	ลูกกลิ้งลาย	"	ø นอก 94 มม. ø ใน 25 มม	2
12	ตัวปรับลูกกลิ้ง	เหล็ก	กว้าง 50 มม. ยาว 111 มม.	2
13	ตัวปรับลูกกลิ้ง	"	กว้าง 50 มม. ยาว 116 มม.	2
14	แขนยึดเพลา	"	กว้าง 50 มม. สูง 95 มม.	2
15	แขนยึดเพลาปรับสายพาน	"	กว้าง 115 มม. ยาว 152 มม สูง 60 มม	1
16	พื้นรับ MOTOR	"	กว้าง 135 มม. ยาว 240 มม. สูง 6 มม	1
17	เพลาปรับสายพาน	"	กว้าง 135 มม. ยาว 820 มม. สูง 45 มม	1
18	รางรับรางป้อน	เหล็กหนา 3 มม	กว้าง 250 มม ยาว 350 มม สูง 150 มม	2
19	สปริง	เหล็ก	ยาว 70 มม	2
20	สกรู	"	หัว 6 เกลียว M6	10
21	NUT	"	หัวหกเกลียว M6	2
22	BUCH	ทองเหลือง	ø นอก 35 มม ø ใน 25 มม	14
23	สลัก	เหล็ก	ø 35 มม ยาว 35 มม	10

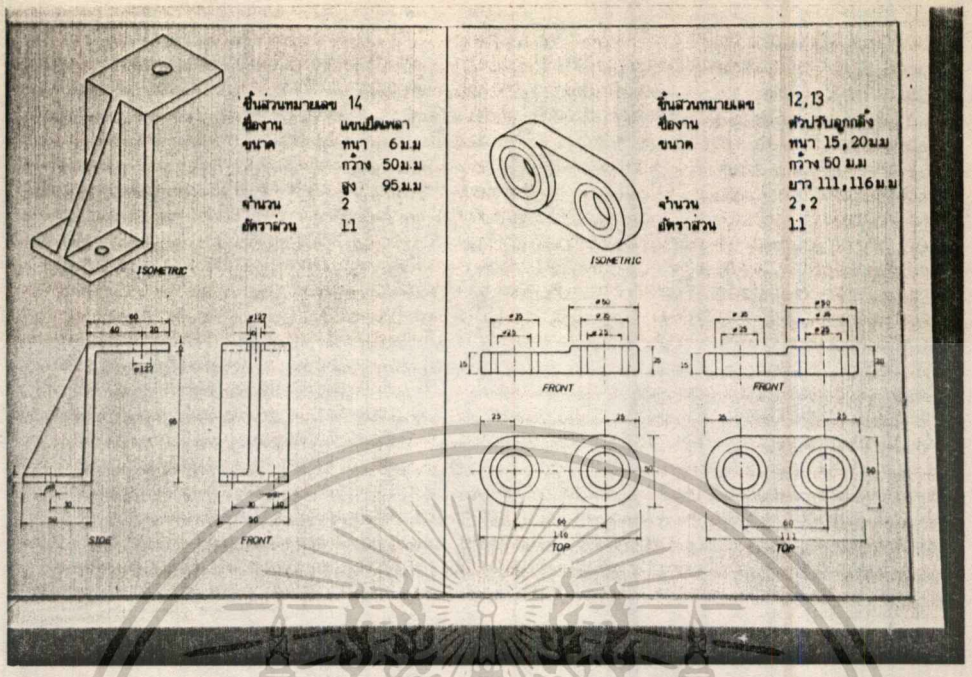


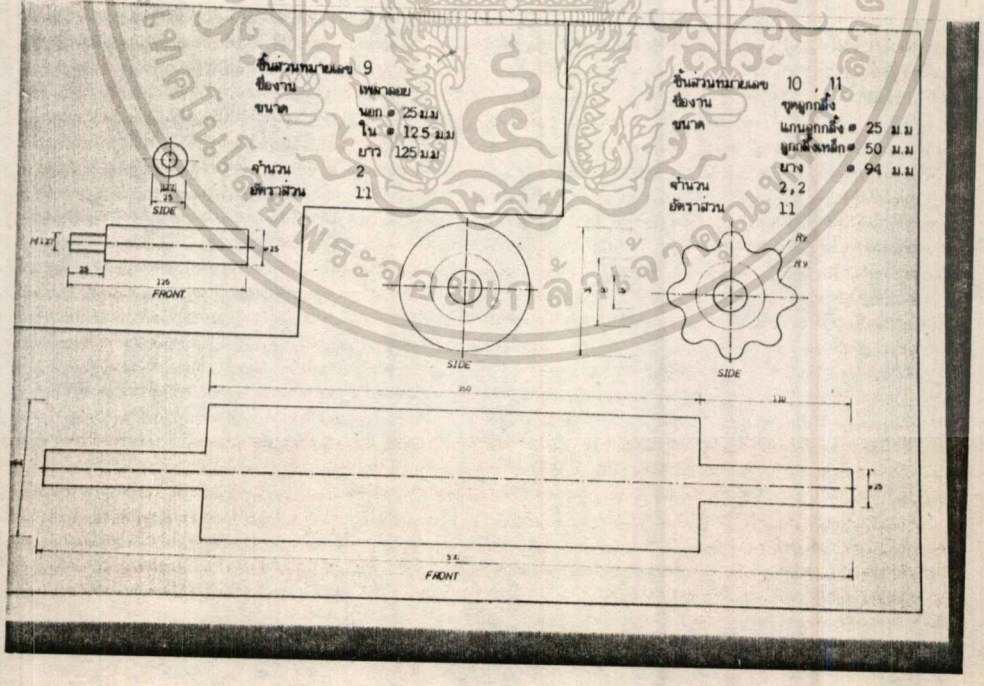
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



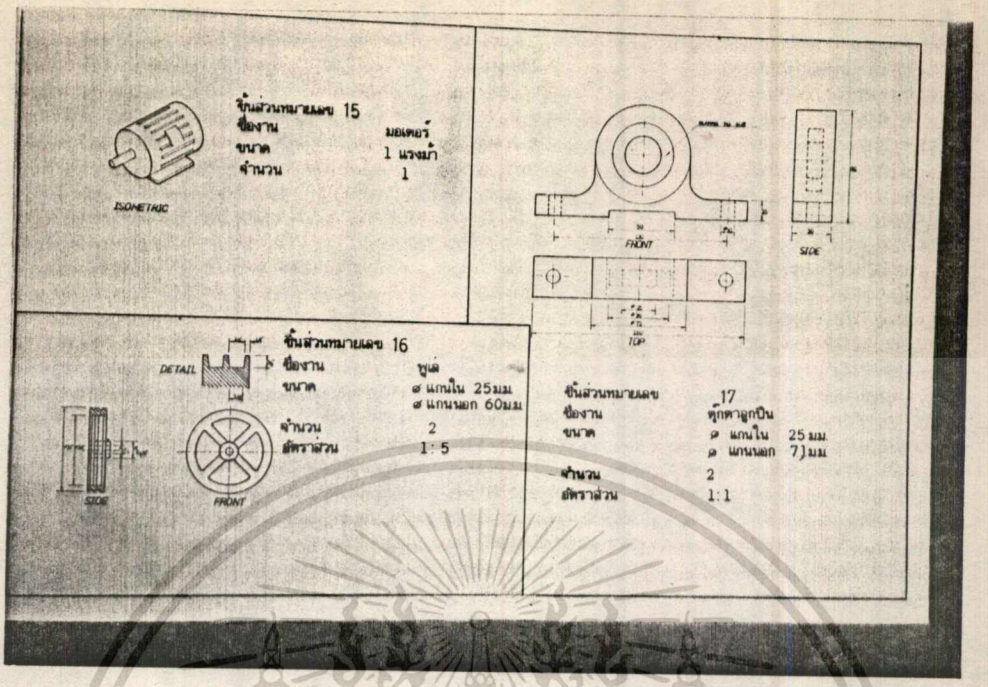


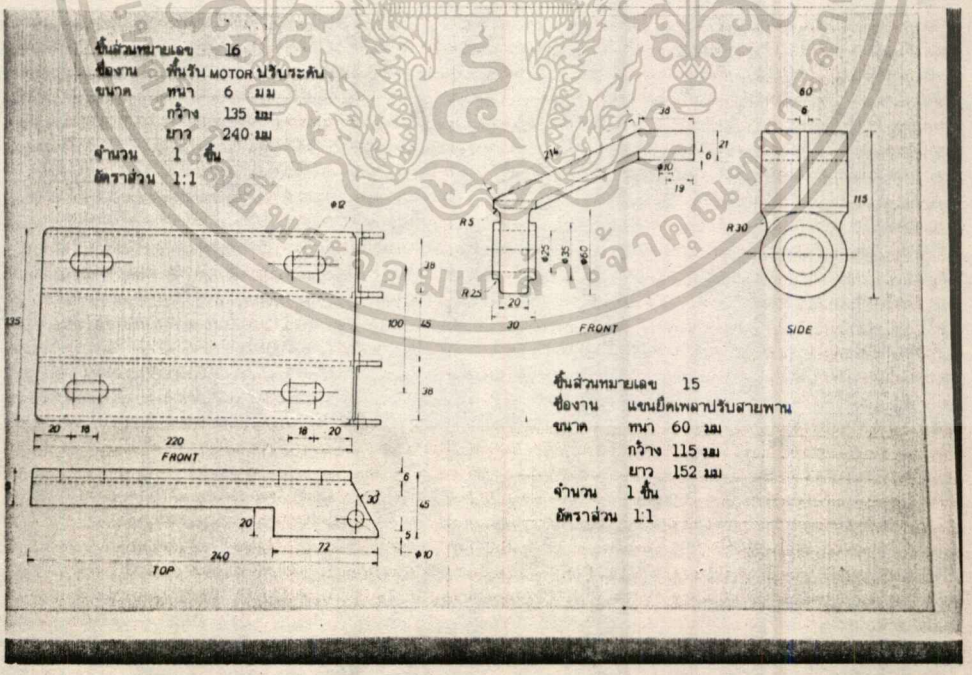
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

วัตถุประสงค์ในการทำวิจัย เพื่อศึกษาเครื่องรีดกระจูดเดิมและนำมาปรับปรุง เปลี่ยนแปลง เพื่อทำการพัฒนาปรับปรุงแก้ไขให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น และสามารถสนองความต้องการของเกษตรกรผู้ใช้ได้อย่างเต็มที่ สามารถผลิตเป็นระบบอุตสาหกรรม

ลักษณะการรีดกระจูดโดยทั่ว ๆ ไป คือการใช้สากตำ โดยใช้แรงคน และใช้เครื่องรีดยางรีดโดยใช้เครื่องจักรกล

สัดส่วนของร่างกาย ขนาดสัดส่วนของร่างกายศึกษาเฉพาะที่เกี่ยวกับการทำงานในการรีดกระจูดเท่านั้น ได้แก่ ระยะความสูงที่เหมาะสมในการยืนทำงาน ระยะความสูงของการยืนจับมือหมุน รัศมีการหมุน ขนาดขอมือที่สัมพันธ์กับปุ่มบังคับ

วัสดุที่นำมาใช้ในการทำมีดังนี้

1. เหล็กสี่เหลี่ยมกลวง
2. เหล็กแผ่น
3. ยาง
4. พลาสติก

ลักษณะของเครื่องกะเทาะถั่วลิสง

1. ลักษณะโครงสร้างชุดขาเป็นสี่เหลี่ยมรูปกล่อง โดยใช้เหล็กเหลี่ยมรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส เป็นโครงสร้าง
2. ตัวรีดกระจูดเป็นลูกกลิ้งทรงกระบอกทำโดยยางหล่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ที่ลูกกลิ้งสามารถปรับระยะได้
4. มีรางรับรางป้อนที่สามารถถอดแยกกับเครื่องได้
5. มีชุดปิดอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้แก่เฟือง ชุด
6. โครงสร้างบนและล่างสามารถถอดแยกได้
7. สามารถเปิด – ปิด ตรวจเช็คเครื่องได้

5.2 ข้อเสนอแนะ

ในการทำวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ทางด้านเกษตรกรรมมากก็ต่อเมื่อมีการแก้ไขปัญหาร่วมกันเพื่อสนองประโยชน์ใช้สอยให้ได้ผลสมบูรณ์มากที่สุดคือ

– ในการรีดกระจูดควรใช้กระจูดที่อายุเหมาะกับการใช้งานและควรผ่านขบวนการเตรียมการรีดมาแล้ว จึงจะสามารถรีดได้ตามต้องการ

– จำนวนกระจูดในการรีดครั้งหนึ่ง ๆ ควรอยู่ในขอบเขตที่กำหนดไม่ควรเกินมากนัก เพราะจำทำให้ลักษณะการแบนได้ดีพอและจะเป็นการทำให้เครื่องรับแรงมากเกินไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

วิมลพรรณ ปิตธวัชชัย ศิลปหัตถกรรมพื้นบ้านของภาคใต้ กรุงสยามการพิมพ์

ชิดชัย สายเชื้อ เครื่องกระเทะถั่วลิสง วิทยานิพนธ์คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า วิทยาเขตเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร

วิจัยการก่อสร้าง, ฝ่ายข้อมูลสัดส่วนของคนไทย สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ กรุงเทพมหานคร

กองอุตสาหกรรมในครอบครัว กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม ออกแบบผลิตภัณฑ์กระจูด สำนักพิมพ์พีเอ็นเซ็นเตอร์เพรส ปี 2527

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

ภาคผนวก

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเลือกวิธีหล่อหลอมโลหะแบบประหยัด

ชิ้นงานหล่อนับว่าเป็นส่วนสำคัญของงานออกแบบผลิตภัณฑ์ในปัจจุบันเพื่อที่จะได้ชิ้นงานที่เหมาะสมในการใช้งานจริง ๆ และประหยัด ผู้ออกแบบควรเข้าใจถึงกรรมวิธีการหล่อหลอมอยู่บ้าง เพื่อที่จะให้ได้งานที่ถูกต้องตามวิธีการผลิตและการหล่อ การออกแบบชิ้นส่วนงานหล่อควรคำนึงถึงหลักการดังต่อไปนี้

1. เลือกวิธีการหล่อที่ดีที่สุด และเหมาะสมกับการออกแบบของชิ้นงานนั้น ๆ
2. ควรคำนึงถึงความต้องการของคุณสมบัติทางกลและทางกายภาพของชิ้นส่วนที่จะผลิต
3. เลือกโลหะผสมให้เหมาะที่สุดกับความต้องการของชิ้นงาน
4. ควรเผื่อขนาดสำหรับที่จะใช้ตกแต่งชิ้นงานให้ถูกต้องตามวิธีการ
5. การตกแต่งผิวหน้าหรือการเจาะรูในชิ้นงานควรเปรียบเทียบการใช้เครื่องมือเจาะกับการทำให้เป็นรูโดยวิธีการหล่อว่าอย่างไหนจะประหยัดกว่ากัน
6. ติดตั้งเครื่องมือการใช้ปิดแบบที่เหมาะสม เพื่อไม่ให้ชิ้นงานบิดเบี้ยวซึ่งจะยากต่อการปรับชิ้นงานเมื่อตกแต่งบนเครื่องมือต่อไป

สำหรับหัวข้อต่อไปนี้เป็นคุณสมบัติธรรมดาทั่วไปสำหรับการหลอดด้วยวิธีต่าง ๆ แต่ก็ควรได้รับการพิจารณาด้วยคือ

1. งานหล่อหลอมสามารถผลิตชิ้นส่วนได้ทั้งประเภทที่มีรูปร่างธรรมดาและรูปร่างซับซ้อน
2. การผลิตชิ้นงานด้วยเครื่องมือกล การขึ้นรูป หรือการเชื่อมต่อสามารถตัดลงได้โดยใช้วิธีหล่อหลอมเข้ามาแทน
3. ขนาดของชิ้นงานสามารถหล่อออกมาได้ตามขนาด
4. สามารถเลือกผลิตชิ้นงานด้วยโลหะผสมชนิดต่าง ๆ ได้
5. สามารถลดเศษที่เสียจากการตัดแต่งด้วยเครื่องจักรได้มาก
6. ค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการตรวจสอบและควบคุมคุณภาพลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการออกแบบควรคำนึงถึงหัวข้อต่อไปนี้ด้วย

1. รูปร่างของงานควรให้เหมาะกับการผลิตโดยวิธีการหล่อหลอม
2. ราคาของแบบกระสวนหรือได การหล่อหยาบและการตัดแต่งสมควรพิจารณาเลือกใช้กรรมวิธีใดทำการหล่อ

การเลือกวิธีการหล่อเพื่อให้เหมาะกับงานขึ้นอยู่กับ

1. รูปร่างสลับซับซ้อนมากน้อยเพียงใด
2. ราคาของแบบกระสวนหรือแม่แบบ
3. ปริมาณของชิ้นงานที่จะทำการผลิต
4. ความประณีตของผิวงาน
5. การเผื่อความใหญ่ของชิ้นงานที่ต้องการ
6. ราคาของการตกแต่งชิ้นงานด้วยเครื่องมือชนิดต่าง ๆ
7. ความแข็งแรงของงาน
8. น้ำหนักของงาน
9. การเลือกใช้วัสดุ

<u>การหล่อโดยใช้แบบทราย</u> (Sand Castings)

เป็นวิธีการที่สะดวกและใช้กันมาก เพราะสามารถผลิตงานที่มีรูปร่างต่าง ๆ ได้สะดวกและรวดเร็ว โดยเฉพาะงานที่มีขนาดใหญ่และน้ำหนักมาก ๆ หรืองานที่ต้องการผลิตในปริมาณปานกลางนับว่าเหมาะมาก

การเผื่อความโตของชิ้นงาน การเผื่อให้น้อยที่สุด เพื่อประหยัดค่าใช้-จ่ายในการผลิต เช่น โลหะผสมพวกอลูมิเนียม ทองแดง แมกนีเซียม และพวกทองแดงผสมเบอรีลเลียม จะเผื่อไว้ประมาณ 0.028 ถึง – 0.030 สำหรับขนาดความยาว 6 นิ้วแรก ส่วนงานที่มีความยาวเกิน 6 นิ้วหลังจาก 6 นิ้วแรกแล้วจะเผื่อต่อไปอีกนิ้วละ 0.003 ส่วนความยาวในทิศทางตั้งฉากกันข้ามกับเส้นแยกแบบ (Parting Line) ควรเผื่อไว้ถึง 0.030 แต่ถ้างานที่จะผลิตใช้ทำด้วยโลหะผสมเหล็กหล่อหรือเหล็กเหนียวแล้วควรเผื่อไว้ประมาณ 0.005

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การหล่อด้วยแบบหล่อถาวร (Permanent Mould Castings)

วิธีการหล่อด้วยแบบหล่อถาวรนี้เรามักเลือกใช้เมื่อต้องการงานที่มีคุณภาพดีและประหยัด ถึงแม้ว่าค่าใช้จ่ายในการทำแม่แบบและอุปกรณ์ต่าง ๆ จะแพงกว่าแบบกระสวนที่ใช้หล่อด้วยแบบทราย แต่เมื่อคิดถึงปริมาณที่จะผลิตได้เป็นจำนวนมากเมื่อเทียบกันแล้วจะถูกกว่า และค่าแรงก็ถูกกว่าการใช้ช่างชำนาญทำแบบทราย นอกจากนี้ขนาดและผิวงานที่ได้ก็ใกล้เคียงกับของจริงซึ่งทำให้สามารถลดค่าใช้จ่ายในการตกแต่งด้วยเครื่องลงได้ โดยปกติแล้วการหล่อด้วยวิธีนี้ใช้กับงานที่มีรูปร่างธรรมดาคือไม่ซับซ้อนมากนัก และเหมาะกับงานที่มีน้ำหนักไม่มาก ส่วนมากใช้กับงานที่ต้องการผลิตชิ้นส่วนที่ทำด้วยอลูมิเนียม ทองแดงผสม และแมกนีเซียม ซึ่งจะได้งานที่มีผิวเรียบและเนื้อแน่นกว่าพวกที่หล่อด้วยแบบทราย

การเผื่อขนาดความโตสำหรับพวกอลูมิเนียมและแมกนีเซียมประมาณ 0.010 สำหรับงานที่มีความยาว 5 นิ้วแนก หรือน้อยกว่า ส่วนความยาวเกิน 6 นิ้วไปแล้วเราจะเผื่อให้อีกประมาณ 0.0015 ต่อความยาวทุก ๆ 1 นิ้วถัดไป ส่วนโลหะผสมพวกทองแดงผสมเราเผื่อไว้ประมาณ 0.010 ต่อความยาว 6 นิ้วแรกหรือน้อยกว่า และอีก 0.005 สำหรับความยาวทุก ๆ 1 นิ้วที่ถัดไป

การหล่อด้วยวิธี อินเวสต์เม้นต์ (Investment)

การหล่อโดยวิธีอินเวสต์เม้นต์ (Investment) งานที่ผลิตจะมีต้นทุนสูง แต่งานที่ได้มีความประณีตมากกว่าขนาดของงานใกล้เคียงกับของจริงมากที่สุด และไม่ต้องนำไปตกแต่งด้วยเครื่อง สามารถผลิตงานที่มีรูปร่างซับซ้อนได้ดีอีกด้วย

หลักการที่สำคัญในการออกแบบเพื่อทำการหล่อด้วยวิธีอินเวสต์เม้นต์

1. พยายามอย่าให้ชิ้นงานเป็นเส้นตรงหรือเป็นมุมแหลมมาก
2. งานที่จะผลิตโดยวิธีนี้ควรเป็นงานที่มีผิวเรียบ และไม่สามารถผลิตได้จากวิธีอื่นแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การเผื่อความโตถ้าต้องการตกแต่งด้วยเครื่องจริง ๆ แล้วเผื่อให้น้อยที่สุด คือประมาณ 0.010 สำหรับงานเจียระไนและ 0.30 สำหรับงานตกแต่งด้วยเครื่องอื่น ๆ
4. ถ้าต้องการความกลมหรือเหลี่ยมบนงาน ควรเผื่อไว้ให้สำหรับการตกแตกด้วยเครื่อง
5. อย่าเผื่อความโตตามมาตรฐานเพราะจะโตเกินความจำเป็น
6. พยายามเลือกชนิดของโลหะผสมที่ถูกที่สุดใช้กับวิธีการหล่อแบบนี้ ซึ่งจะได้ผลคุ้มค่าเหมือนกัน

การคิดค่าเผื่อความโตการเปรียบเทียบกับทุก ๆ วิธีที่ใช้ผลิตงานเพื่อจะได้เลือกเอาวิธีที่ถูกที่สุด และสะดวกที่สุดมาใช้งานต่อไป

<u>ความเที่ยงตรงทางขนาด</u>

วิธีต่อไปนี้ใช้สำหรับการออกแบบความเที่ยงตรงทางขนาดและพิจารณาเลือกวิธีการหล่อที่เหมาะสม

สูตรง่าย ๆ ข้างล่างนี้ใช้ในการเปรียบเทียบเลือกวิธีการหล่อ

$$x = \frac{T - t}{p - P}$$

x = จุดเสมอทุน (Bread - even point)

T = ราคาเครื่องมือที่ใช้วิธีที่ 1

t = ราคาเครื่องมือที่ใช้วิธีที่ 2

P = ค่าใช้จ่ายต่อ 1 ชิ้น ถ้าใช้วิธีที่ 1

p = ค่าใช้จ่ายต่อ 1 ชิ้น ถ้าใช้วิธีที่ 2

ตัวอย่าง ชิ้นงานยึดแผ่นวงจรทำด้วยโลหะหล่อ อาจใช้วิธีหล่อแบบใดหรือวิธีหล่ออินเวสต์เม้นต์ เนื่องจากเป็นชิ้นงานซับซ้อนและจำกัดความคลาดเคลื่อนขนาด ในการพิจารณาว่าวิธีไหนประหยัดที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคำนวณจุดเสมอทุน

	การหล่อแบบใด	การหล่อแบบอินเวสต์เม้นต์
ราคาเครื่องมือ	= 13,000 บาท	7,000 บาท
ค่าใช้จ่ายต่อชิ้น	= 18 บาท	70 บาท
รวม	13,018 บาท	7,070 บาท

$$x = \frac{13,000 - 7,000}{70 - 18} = \frac{6,000}{52} = 115 \text{ ชิ้น}$$

ถ้าดูตามราคาแล้ว การหล่อแบบใดถ้ามากชิ้นก็ยิ่งราคาถูก จากการคำนวณราคางานหล่อทั้งสองชนิดจะเท่ากันที่ 115 ชิ้น ถ้าหล่อมากกว่า 115 ชิ้น งานหล่อแบบใดจะมีราคาถูกกว่า

	การหล่อแบบใด		การหล่อแบบอินเวสต์เม้นต์
ราคางานต่อชิ้น เมื่อหล่อ 115 ชิ้น	$= \frac{\text{ราคาเครื่องมือ}}{\text{จำนวนชิ้นงาน}}$	+ ค่าใช้จ่ายต่อชิ้น	$= \frac{\text{ราคาเครื่องมือ}}{\text{จำนวนชิ้นงาน}}$
	$= \frac{13,000}{115}$	+ 18	= 131 บาท
	$= \frac{7,000}{15}$	+ 70	= 131 บาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบคุณสมบัติของงานหล่อด้วยวิธีต่าง ๆ

ลักษณะคุณสมบัติ	ไดแบบถาวร	ทราย	อินเวสต์เม้นต์
ความแข็งแรง	ข	ก	ข	ข
ความแน่นของโครงสร้าง	ค	ก	ข	ข
การผลิตแบบเดียวกันมากชิ้น	ก	ข	ค	ข
การใช้กับงานความดัน	ค	ก	ข	ข
ราคาต่อชิ้น	ก	ข	ค	ง
อัตราการผลิต	ก	ข	ค	ง
สามารถใช้กับโลหะผสมได้ทุกชนิด	ค	ข	ค	ก
ความเที่ยงตรงทางขนาด	ค	ข	ก	ก
การจำกัดขนาด	ข	ข	ก	ค
เวลาเตรียมเครื่องมือ	ข	ข	ก	ข
ราคากระสวนหรือแม่แบบ	ก	ค	ก	ข
ความบางของผนังงาน	ก	ข	ค	ก
ไม่มีรูพรุน	ง	ก	ข	ก
ความสม่ำเสมอทางโครงสร้างระหว่างชิ้นงาน	ง	ข	ข	ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คะแนน ก ข ค ง แสดงคุณสมบัติที่ดีตามลำดับ ก ดีที่สุด

เครื่องหมาย แม้ว่าคะแนนจะให้กับงานส่วนใหญ่ สำหรับกรณี multiple pattern หรือ mold cavities วิธีหล่อแบบทรายหรือแบบถาวรอาจมาเป็นที่ 1

ตารางที่ 2 ความเที่ยงตรงทางขนาดของการหล่อแบบอินเวสต์เม้นต์

ขนาดนิ้ว	ความคลาดเคลื่อนที่น้อยที่สุดต่อนิ้ว ในทางปฏิบัติ	ความคลาดเคลื่อนที่น้อยที่สุดต่อนิ้ว ในทางประหยัด
$\frac{5}{8}$ นิ้วหรือต่ำกว่า	± .003	± .010
1 นิ้ว	± .005	± .010
2 นิ้ว	± .010	± .020
3 นิ้ว	± .015	± .030
4 นิ้วขึ้นไป	± .020	± .040

ความยาว	ความแบนและความตรง F.I.R ตามสภาพที่หล่อ	F.I.R. ความตรง
2 นิ้ว	± .10	± .005
2 นิ้วถึง 4 นิ้ว	± .015	± .010
4 นิ้วถึง 6 นิ้ว	± .020	± .015
6 นิ้วขึ้นไป	± .030	± .020

การหล่อด้วยวิธีไค (Die Castings)

โดยทั่วไปแล้วการหล่อด้วยวิธีไคนี้งานที่ได้ออกมาจะมีขนาดรูปร่างใกล้เคียงกับของจริงมาก เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีอื่น เพราะฉะนั้นการออกแบบและการเผื่อความใหญ่จึงควรทำให้ใกล้เคียงของจริงมากที่สุด โดยปกติเรามักใช้วิธีผลิตงานที่มีรูปร่างไม่ซับซ้อนนัก เพราะการทำแม่แบบเหล็กราคาแพงพอสมควร ยิ่งในกรณีที่แบบมีรูปร่างซับซ้อนมากราคาการทำแม่แบบเหล็กย่อมแพงตามขึ้นไปอีก เราจึงนิยมใช้วิธีการนี้ผลิตงานที่ค่อนข้างจะมีปริมาณมากสักหน่อย จะได้คุ้มกับค่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทุนที่ใช้จ่ายไปในการทำแบบเหล็ก

ข้อได้เปรียบของการผลิตงานโดยใช้วิธีนี้ที่เห็นได้คือประหยัดน้ำโลหะที่จะสูญเสียไปได้มาก และรูปร่างของงานจะมีขนาดสม่ำเสมอคุณภาพก็คล้ายคลึงกันซึ่งจะเป็นการประหยัดต้นทุนได้ทางหนึ่ง ดังนั้นในการเลือกวิธีการผลิตตามวิธีการต่าง ๆ ที่ได้กล่าวมานี้จะเห็นได้ว่ามีทั้งผลดีและผลเสียรวมกันไป ในการออกแบบควรคิดคำนวณค่าใช้จ่ายของแต่ละวิธีและความยากง่ายของมันให้ละเอียดเสียก่อนเพื่อนำมาเปรียบเทียบกันว่าวิธีใดจะเป็นวิธีที่ประหยัดต้นทุนและสะดวกต่อการทำงานมากที่สุดจึงจะเลือกเอามาใช้งานได

หลักในการออกแบบ

หลักในการออกแบบการหล่อแบบได้นี้คล้ายคลึงกับวิธีต่าง ๆ ที่ได้กล่าวมาแล้วเช่นกัน คือ เพื่อประหยัดต้นทุนและใช้งานได้ดีที่สุด แต่มีข้อยกเว้นบางประการที่แตกต่างออกไปบ้าง หลักการเหล่านี้นักออกแบบควรให้ความสนใจเป็นอย่างมาก แต่ก็ยังมีข้อยกเว้นอื่นที่อยู่นอกเหนือหลักเกณฑ์เหล่านี้อันจะทำให้ได้งานที่ดีกว่าและถูกกว่า หลักที่สำคัญที่จะกล่าวถึงมี

1. งานที่จะผลิตโดยวิธีนี้ควรออกแบบให้มีน้ำหนักน้อยที่สุด และเผื่อความใหญ่ให้ผิดไปจากของจริงน้อยที่สุด
2. ชิ้นงานควรได้รับการออกแบบให้บางที่สุด และมีความแข็งแรงมากที่สุด คือมีความแข็งแรงมากแต่มีน้ำหนักน้อย
3. รักษาขนาดของส่วนต่าง ๆ ในงานให้ใกล้เคียงกันมากที่สุด อย่าให้มีทั้งบางและหนาอยู่ในงานชิ้นเดียวกัน แต่ถ้าจำเป็นต้องมีควรลดหลั่นความหนาไล่กันไป
4. พยายามออกแบบรูปร่างให้ง่ายที่สุด และหลีกเลี่ยงตัดส่วนที่ไม่จำเป็นออกเสีย
5. พยายามหลีกเลี่ยงการใส่ไส้แกน (core) ให้มากที่สุด โดยมากถ้าความโตของไส้แกนเล็กกว่า $\frac{3}{12}$ นิ้ว ใช้เจาะด้วยเครื่องจะถูกกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. พยายามอย่าให้มี Loose pieces ในแม่แบบเหล็ก นอกจากจำเป็นจริง ๆ เท่านั้น

ความเรียบของผิวงาน

ความเรียบของผิวงานหล่อจะขึ้นอยู่กับวิธีการทำแบบที่ใช้ วิธีที่จะได้งานหล่อที่มีผิวมี 4 วิธี คือ การหล่อแบบทราย การหล่อแบบถาวร การหล่อแบบอิน-เวสต์เม้นต์ และการหล่อแบบได ต่อไปข้างล่างนี้นำไปใช้ได้กับส่วนสำคัญของผิวงานหล่อ พื้นที่ของทางเดินน้ำโลหะรูลุ้น เป็นต้น

- การหล่อด้วยแบบทราย ความละเอียดของผิวไม่ละเอียดกว่า 250 ไมโครนิ้ว (RMS)
- การหล่อด้วยแบบถาวร ความละเอียดไม่ละเอียดกว่า 200 ไมโครนิ้ว (RMS)
- การหล่อแบบอินเวสต์เมนต์ ความละเอียดไม่ละเอียดกว่า 125 ไมโคร-นิ้ว (RMS)
- การหล่อแบบได ความละเอียดขึ้นอยู่กับความประณีตของแม่แบบและการทำงานแต่ก็จะไม่ละเอียดกว่า 63 ไมโคร-นิ้ว (RMS) โดยวิธีการหล่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้