โครงการออกแบบปรับปรุงชุดอุปกรณ์ผลิตกระดาษสา ในขั้นตอนเตรียมเยื่อปอสา สำหรับใช้ในอุตสาหกรรมขนาดย่อม

นายสยาม กองไชย

รหัสประจำตัว 37030524

หอสมุดคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

A021342

เลขหมู่ 1573 02 1342

เลขทะเบียน

วัน เดือน ปี 29 ตค 2539

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต

สาขาศิลปอุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2539

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงการออกแบบปรับปรุงชุดอุปกรณ์ผลิตกระดาษสาในขั้นตอนเตรียมเยื่อปอสา สำหรับใช้ในอุตสาหกรรมขนาดย่อม

THE EQUIPMENT USED IN THE PRODUCTION OF SA PAPER, EMPHASIZING THE EFFICIENT PROCEDURE IN PREPARATION OF SATISSVE IN THE MEDIUM SIZE FACTORY

นายสยาม กองไชย

MR. SAYAM KONGCHAI

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาศิลปอุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2539

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ โครงการออกแบบปรับปรุงชุดอุปกรณ์ผลิตกระดาษสาในขั้นตอนเตรียมเยื่อปอสาสำหรับใช้อุตสาหกรรมขนาดย่อม

นักศึกษา นายสยาม กองไชย

หลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาศิลปอุตสาหกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์	ลงนาม
อ. จุตมศักดิ์ สาริบุตร	
อ. สถาพร ดีบุญมี ณ ชุมแพ	
อ. ถนอม จันทร์หมื่นไวย	
อ. ดารณี เฟื่องสะแก	
อ. ธเนศ ภิรมย์การ	
อ. พิศุทธิ์ ศิริพันธุ์	
อ. อนันท์ อินทร์ค้ำ	
อ. นิรัช สุดสังข์	
อ. เอกชัย เสิศชำนอง	
อ. ประวิทย์ เหลียงกอบกิจ	

วัน/เดือน/ปี ที่สอบ_____ **เวลาสอบ**_____

สถานที่สอบ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

_____ **คณบดี**

(รศ.ดร.ปรียาพร วงอนุตรโรจน์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	:	โครงการออกแบบปรับปรุงชุดอุปกรณ์ผลิตกระดาษสาในขั้นตอนเตรียมเยื่อปอสาสำหรับใช้อุตสาหกรรมขนาดย่อม
นักศึกษา	:	นายสยาม กองไชย
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	:	อาจารย์ถนอม จันทร์หมื่นไวย
ระดับการศึกษา	:	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาครุศาสตร์ศิลปอุตสาหกรรม
ภาควิชา	:	ครุศาสตร์สถาปัตยกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พุทธศักราช	:	2539

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อออกแบบปรับปรุงชุดอุปกรณ์ผลิตกระดาษสา ในขั้นตอนเตรียมเยื่อปอสาสำหรับใช้ในอุตสาหกรรมขนาดย่อม ให้มีความเหมาะสมกับสภาพการใช้งานและให้มีความสะดวกรวดเร็วในการผลิตเยื่อปอสา ในด้านสัดส่วนการใช้งานและเหมาะสมกับพฤติกรรมของผู้ใช้งานโดยออกแบบให้มีส่วนในการต้มเปลือกปอสา ส่วนตีเปลือกปอสาให้เป็นเยื่อ และส่วนในการให้ความร้อนในการต้มเปลือกปอสาด้วย

วิธีดำเนินการวิจัย โดยการสำรวจข้อมูลและเสนอหัวข้อ ข้อมูลเบื้องต้นวิเคราะห์ข้อมูล สรุปผลการวิเคราะห์ แบบร่าง การเขียนแบบเพื่อการผลิต การนำเสนอผลงาน ข้อมูลฉบับสมบูรณ์ บทคัดย่อ ต้นแบบ หุ่นจำลอง กลุ่มประชากรที่ใช้ผลิตภัณฑ์ คือ ชาวบ้านผู้ผลิตกระดาษสาในเขตจังหวัดภาคเหนือ และตะวันออกเฉียงเหนือ

ผลการวิจัยปรากฏว่า ได้ชุดอุปกรณ์ผลิตกระดาษสาในขั้นตอนเตรียมเยื่อปอสาสำหรับใช้ในอุตสาหกรรมขนาดย่อม ที่มีการตอบสนองในด้านการใช้พลังงานเชื้อเพลิงในการให้ความร้อนแก่ถังต้มเปลือกปอสา ถังต้นเปลือกปอสา ตัววัดปริมาณเปลือกปอสาในการนำเข้าสู่ถังตีในปริมาณที่ต้องการ และถังที่ใช้ตีเปลือกปอสาให้เป็นเยื่อ ตลอดจนความสอดคล้องในด้านพฤติกรรมการใช้งาน และความงามในด้านสุนทรียภาพ

4, I-xxIV, 490

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

THESIS TITLE	THE EQUIPMENT USED IN THE PRODUCTION OF SA PAPER, EMPHASZING THE EFFICIENT PROCEDURE IN PREPARATION OF SATISSUE IN THE MEDIUM SIZE FACTORY
STUDENT	MR. SAYAM KONGCHAI
THESIS ADVISOR	MR. THANOM JUNMURNWAI
LEVEL OF STUDENT	BACHELOR OF SCIENCE IN INDUSTRIAL EDUCATION (INDUSTRIAL DESIGN) B.S.I.ED. (INDUSTRIAL DESIGN)
DEPARTMENT	INDUSTRIAL DESIGN EDUCATION
YEAR	1996

ABSTRACT

The purpose of this research is to design an equipment used in the production of sa paper, emphasizing the efficient procedure in preparation of sa tissue in the medium size factory. The design will be based on survey findings of workers in area strarting from boiling of the outer shell, crushing into tissues taking into account effective temperatue of heating.

Research method starts with the general survey of the present conditions, selection of research title, preliminary data collection, data analysis, conclusion, design of equipment for production, presentation of the detailed report, preparing abstract and making of the model prototype.

What come out of this report is the improved equipment for producing sa paper for medium sized factory from boiling process using fuel efficiently, improved boiler design, regulating device to control movement of sa plant to crushing machine. Each step in the process must supplement each other nicely and finally turn out beautiful products.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลงได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับการอุปการะและสนับสนุน โดยได้รับความช่วยเหลือในด้านการศึกษาตั้งแต่ระดับประถมศึกษาจนถึงระดับอุดมศึกษาที่ได้แนะแนวทางที่เป็นประโยชน์ในการครองตน ครองงาน และครองคน ซึ่งข้าพเจ้าใคร่ขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ ที่นี้ด้วย

- บิดา มารดา นายปัญญา นางเฉลิมศรี กองไชย และนางสาวสายฝน กองไชย ผู้ให้ความอุปการะคุณในด้านเงินทุน และกำลังใจในการเล่าเรียน ตลอดจนได้เลี้ยงดูตั้งแต่เล็กจนโต จนสามารถเดินทางมาจนถึงจุดมุ่งหมายที่ได้ตั้งไว้อย่างราบรื่น
- อาจารย์ถนอม จันทร์หมื่นไวย อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และที่ปรึกษาในด้านการออกแบบ
- อาจารย์นิรัช สุดสังข์ อาจารย์ที่ปรึกษาภาคเอกสารข้อมูล
- อาจารย์ทุกท่านในภาควิชาครุศาสตร์ศิลปอุตสาหกรรมที่ได้ประสิทธิประสาทวิชาให้แก่ข้าพเจ้าตลอดเวลา 2 ปีที่ได้เข้ามาศึกษาในรั้วสถาบันเทคโนโลยีเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ขอบคุณ

- บ้าอนุรักษ์กระดาษสา ผู้ใหญ่บ้านเจริญ นางจันทร์ฟอง หล้าปินตา ที่อนุเคราะห์ในการศึกษาข้อมูลภาคสนาม
- คุณพ่อบุญสิน และคุณแม่อรพินทร์ พิณเสนาะ ที่ให้ที่พักในขณะเดินทางไปหาข้อมูลภาคสนาม
- ขอบคุณเพื่อน ๆ และน้อง ๆ ภาควิชาครุศาสตร์ศิลปอุตสาหกรรมที่ช่วยแนะนำและช่วยเหลือในสิ่งดี ๆ มาตลอดทุกคน

สยาม กองไชย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	XI
สารบัญภาพ	XXII

บทที่ 1 บทนำ

เหตุผลในการเสนอวิทยานิพนธ์....1

วัตถุประสงค์ในการเสนอวิทยานิพนธ์....1

วัตถุประสงค์....1

ที่มาของปัญหา....2

ปัญหาที่เกิดขึ้น....2

แนวทางการแก้ไขปัญหา....3

วิธีดำเนินการวิจัย....12

ขอบเขตการศึกษาข้อมูล....12

ขอบเขตการออกแบบ....12

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ....13

บทที่ 2 วรรรณกรรมและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ความเป็นมาของกระดาษสา....14

ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับต้นปอสา....15

ต้นปอสา....15

พันธุ์ปอสาที่พบในประเทศไทย....18

การขยายพันธุ์ปอสา....18

การเก็บเกี่ยวปอสา....19

คุณภาพของปอสา....20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรื่อง หน้า

อุตสาหกรรมเยื่อกระดาษปอสา.....21
คุณสมบัติพิเศษของกระดาษสา.....26
กรรมวิธีการผลิตกระดาษสา.....26
ประเภทของกระดาษสา.....34
การพัฒนาผลิตภัณฑ์กระดาษสา.....34
กระดาษสาสารพัดประโยชน์.....34
ผลิตภัณฑ์กระดาษสา.....35
ความหมายของอุตสาหกรรม.....39
ประเภทของอุตสาหกรรม.....40
ความสำคัญของอุตสาหกรรมที่มีต่อประเทศ.....42
ความสำคัญต่อเศรษฐกิจ.....43
ความสำคัญต่อสังคม.....44
ความสำคัญต่อความมั่นคงของประเทศชาติ.....44
การเข้าสู่แรงงานของนักเรียน.....45
ระบบต้นกำลัง.....48
มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ.....48
มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง.....49
ระบบส่งกำลัง.....69
การส่งกำลังด้วยสายพาน.....70
การส่งกำลังด้วยโซ่.....84
การส่งกำลังด้วยเฟือง.....92
อุปกรณ์ในการให้ความร้อน.....96
เตาถ่าน.....96
เตาไฟฟ้า.....96
เตาเหนี่ยวนำแม่เหล็ก.....97
เตาแผ่นจากเหล็กหล่อ.....99
เตาแก๊ส.....100
ระบบจุดไฟ.....100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรื่อง หน้า

พลังงานเชื้อเพลิง.....102
น้ำมันเตา.....103
คุณสมบัติของน่ามันเตาทั่ว ๆ ไป.....116
ก๊าซปิโตรเลียมเหลว.....123
พลังงานไฟฟ้า.....126
การถ่ายทอดพลังงาน (สายไฟฟ้า).....127
สวิทช์ควบคุม.....136
ข้อมูลเกี่ยวกับวัสดุและการนำมาผลิต.....141
โลหะแผ่น.....141
เหล็กหล่อ.....146
พลาสติกเสริมกำลัง.....153
พลาสติก.....161
ยาง.....176
กรรมวิธีการผลิต.....178
โครงสร้าง.....180
สัดส่วนมาตรฐานของมนุษย์.....182
จิตวิทยาการใช้สี.....205
ทฤษฎีสี.....205
การเลือกสีของผลิตภัณฑ์.....205
สีสำหรับเครื่องจักรเครื่องมือ.....207
อิทธิพลของสีที่มีต่อความรู้สึก.....209
ข้อแนะนำในการใช้สี.....210

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรื่อง หน้า

บทที่ 3 การรวบรวมและการศึกษาข้อมูล

วิธีสำรวจและรวบรวมข้อมูล.....212

ภาคเอกสาร.....212

ภาคสนาม.....212

แหล่งที่มาของข้อมูล.....212

ข้อมูลบุคคล.....212

ข้อมูลสถานที่.....212

ข้อมูลจากหนังสืออ้างอิง.....213

วิธีวิเคราะห์.....213

การศึกษาข้อมูล.....213

การศึกษาแหล่งที่มาของวัตถุดิบ.....213

การศึกษาข้อมูลด้านการเก็บวัตถุดิบในการผลิตกระดาษสา.....216

การศึกษาข้อมูลพื้นที่ใช้งานของการผลิตกระดาษสา.....221

การศึกษาข้อมูลในด้านการผลิตและการส่งขาย.....228

การศึกษาข้อมูลจำนวนผู้ผลิตกระดาษสาในระดับครอบครัว.....228

การศึกษาข้อมูลปริมาณการผลิตกระดาษสาต่อวัน.....229

การศึกษาข้อมูลด้านพฤติกรรมของผู้ผลิตในขั้นตอนเตรียมเยื่อปอสา...238

การศึกษาข้อมูลด้านการผลิตภัณฑ์เดิม.....239

เตาสำหรับต้มเปลือกปอสา.....239

ถังต้มหรือหม้อต้มเปลือกปอสา.....240

อุปกรณ์ในการผลิตเยื่อปอสา.....241

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรื่อง หน้า

การศึกษาข้อมูลด้านการผลิตใกล้เคียง.....248
ข้อมูลเครื่องชุดมะพร้าวไฟฟ้า.....248
ข้อมูลเครื่องกวนสับปะรด.....251
ข้อมูลเครื่องผสมอาหาร.....255
ข้อมูลเครื่องผสมปูน.....256
ข้อมูลเครื่องบดถั่วลิสง.....257
ข้อมูลเครื่องกวนน้ำสลิ่ม.....258
การศึกษาข้อมูลเรื่องมอเตอร์ที่ใช้งานและตำแหน่งมอเตอร์ของ-
เครื่องปั่นกระดาษสา.....261
การศึกษาข้อมูลด้านลักษณะการปั่นและการกวนแบบต่าง ๆ.....263
แบบรอบต่ำ ทนงานหนัก ใช้เฟืองทด.....263
แบบรอบสูง.....263
แบบปรับความเร็วรอบได้.....264
การศึกษาข้อมูลด้านลักษณะของถังที่ใช้สำหรับในการตีเปลือกปอสา.....267
การศึกษาลักษณะของถังแบบเป็นเหลี่ยม.....267
การศึกษาลักษณะของถังแบบทรงกลมปากสอบ.....269
การศึกษาลักษณะของถังแบบวงรี.....270
การศึกษาข้อมูลลักษณะการหมุนของน้ำ.....271
ลักษณะทิศทางการหมุนเข้าสู่จุดศูนย์กลาง.....272
ลักษณะทิศทางการหมุนเป็นวงกลมโดยรอบ และไหลจาก
ด้านล่างขึ้นสู่ด้านบน.....274
ลักษณะการหมุนวนแล้วมีทิศทางทะแยงไปด้านข้าง.....274
การศึกษาข้อมูลการนำเยื่อปอสาออกจากถังตี.....277
แบบหมุนคว่ำภาชนะเพื่อนำวัตถุภายในออก.....277
แบบใช้วาวล์เปิดหรือปิด.....278

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรื่อง หน้า

การศึกษาหาข้อมูลด้านใบมีดที่ใช้สำหรับปั่นเยื่อปอสา.....284
ใบมีดแบบเฟือง.....284
ใบมีดที่ใช้ในเครื่องบดเนื้อหรือบดอาหาร.....287
ใบมีดที่ใช้สำหรับเครื่องบดน้ำแข็ง.....288
ใบมีดแบบลูกกลิ้ง.....290
ใบมีดที่ใช้ในการผสมแป้งเพื่อทำขนม.....291
การศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับปะเก็นกันน้ำ.....292
การศึกษาข้อมูลลักษณะของการเคลื่อนตัวของวัตถุจากที่สูงสู่ที่ต่ำ.....309
ลักษณะก้นของกะบะใส่ไม้เสียบลูกชิ้น.....309
ลักษณะของตระกร้าใส่ลูกมะนาวของเครื่องคั้นน้ำมะนาว.....310
ลักษณะก้นของอ่างล้างหน้า.....311
การศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะของหูจับฝาปิดถังต้ม.....312
การศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับบานพับ.....315
การศึกษาข้อมูลด้านลักษณะของการถ่ายย้ายเปลือกปอสาออกจาก
ถังต้มเปลือกปอสา.....316
ระบบการลำเลียงแบบตัวลำเลียงเป็นวงกลม.....317
ระบบการลำเลียงแบบตัวลำเลียงเป็นสายโซ่.....318
ระบบการลำเลียงแบบเกลียว.....322
การศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับระบบการทดรอบของมอเตอร์.....326
ระบบเกียร์ทดรอบสำเร็จรูป.....326
ระบบการทดรอบโดยใช้มู่เล่.....327
ระบบการทดรอบโดยใช้ Planctary gear.....330
ระบบการทดรอบโดยใช้การสับเปลี่ยนการขับมู่เล่ของสายพาน.....333

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรื่อง	หน้า
การศึกษาข้อมูลระบบในการทำให้สายพานตึง	340
การใช้ลูกกลิ้งอัดภายในและภายนอก	340
การปรับน็อตเลื่อนตัวกดสายพานหรือโซ่	343
การปรับโดยหมุนเฟืองปรับที่เชื่อมติดกับมู่เล่	344
การศึกษาข้อมูลระบบการผลิตเพลากับมู่เล่	347
ลิ่มส่งกำลัง	347
สลักเกลียวยึดเพลากับมู่เล่	353
การศึกษาอุปกรณ์ในการรองเพลา	354
รองเพลาลูกกลิ้ง	354
รองเพลาธรรมดา	358
การศึกษาข้อมูลลักษณะการยึดโครงสร้างกับฐานรอง	362
การศึกษาข้อมูลด้านอุปกรณ์ในการยึดโครงสร้าง	365
การศึกษาข้อมูลระบบการตั้งเวลา	370
การศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะของช่องระบายอากาศและความร้อนของผลิตภัณฑ์	377
การศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะของ Grachic บนตัวผลิตภัณฑ์	379
การวิเคราะห์ข้อมูล	382
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	424
การออกแบบ	424
แนวการออกแบบ	429
แบบถ่ายย่อ	441
บทที่ 5 สรุปการวิจัยข้อเสนอแนะ	448
ข้อเสนอแนะ	449
บรรณานุกรม	450

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

1. แสดงไดอะแกรมการทำงานและเวลาในการทำกระดาษสา ในแต่ละขั้นตอน....3
2. แสดงอุปกรณ์ที่ใช้ในการต้มเปลือกปอสา....4
3. แสดงเตาฟืนและความร้อนที่สูญเสียในการต้ม....5
4. แสดงการยกอุปกรณ์ต้มเปลือกปอสา....6
5. แสดงการเทน้ำออกจากอุปกรณ์ต้มเปลือกปอสา....7
6. แสดงลักษณะการตีเปลือกปอสาให้เป็นเยื่อ....8
7. แสดงอุปกรณ์ในการฟอกขาวและการฟอกขาว....9
8. แสดงตำแหน่งของสวิสท์ของเครื่องตีเยื่อปอสา....10
9. แสดงตำหน่งของมอเตอร์ในเครื่องตีเยื่อปอสา....11
10. แสดงลักษณะของต้นปอสา....16
11. แสดงลักษณะของใบปอสา....16
12. แสดงลักษณะของลำต้นปอสา....17
13. แสดงลักษณะของเปลือกปอสาแห้ง....20
14. แสดงลักษณะของเยื่อกระดาษสา....24
15. แสดงลักษณะของกระดาษสา....25
16. แสดงเปลือกปอสาที่ถูกแช่น้ำเพื่อให้อ่อนตัว....27
17. แสดงการทุบเปลือกปอสาด้วยมือ....29
18. แสดงลักษณะของเครื่องปั่นกระดาษสา....30
19. แสดงการทำแผ่นกระดาษโดยการช้อน....31
20. แสดงการทำแผ่นกระดาษด้วยวิธีการแตะ....32
21. แสดงการตากกระดาษหลังจากการช้อนหรือแตะ....33
22. แสดงการลอกกระดาษออกจากจากตะแกรง....34
23. แสดงผลิตภัณฑ์ที่ทำจากกระดาษสา....37
24. แสดงสลิปเฟสมอเตอร์....51
25. แสดงการทำงานของสลิปเฟสมอเตอร์....52
26. แสดงคาแพซชิเตอร์มอเตอร์....53
27. แสดงคาแพซชิเตอร์มอเตอร์สตาร์ทแอนด์รันมอเตอร์....54
28. แสดงรีพัลชั่นไท้ฟ์มอเตอร์....55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่		หน้า
29.	แสดงการทำงานของรีพัลชั่นสตาร์ทอินดัคชั่นรันมอเตอร์	56
30.	แสดงรีพัลชั่นมอเตอร์	57
31.	แสดงรีพัลอินดัคชั่นมอเตอร์	57
32.	แสดงเชดเดดโปลมอเตอร์	58
33.	แสดงการทำงานของเชดเดดโปลมอเตอร์	59
34.	แสดงมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิด 3 เฟส	60
35.	แสดงการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิด 3 เฟส	61
36.	แสดงลักษณะมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	62
37.	แสดงภายในมอเตอร์กระแสตรง แบบขั้วแม่เหล็กผสม	63
38.	แสดงลักษณะยูนิเวอร์ซัลมอเตอร์	64
39.	แสดงการทำงานยูนิเวอร์ซัลมอเตอร์	64
40.	แสดงลักษณะการขับสายพานแบบต่าง ๆ	72
41.	แสดงภาพตัดสายพาน V มาตรฐาน	73
42.	แสดงภาพตัดสายพาน V แบบพิเศษ	74
43.	แสดงภาพตัดสายพาน V ขอบต่ำ	75
44.	แสดงภาพตัดของสายพาน V (แบบ L) ใช้กับงานเบา ๆ	76
45.	แสดงภาพตักสายพาน V แคบ	77
46.	แสดงภาพตัดสายพาน V มุมกว้าง	78
47.	แสดงภาพตัดสายพาน V ใช้กับความเร็วที่เปลี่ยนไป ๆ มา ๆ	79
48.	แสดงภาพตัดสายพานท้องฟันขอบต่ำ	80
49.	แสดงภาพตัดสายพานหกเหลี่ยม	81
50.	แสดงภาพตัดสายพานฟัน	82
51.	แสดงภาพตัดสายพานร่องรอบ	83
52.	แสดงภาพตัดสายพานที่ทำจากส่วนผสมของไนล่อนและหนัง	84
53.	แสดงการวางเฟืองโซ่สองเฟืองที่ขับกันอย่างเหมาะสมและไม่เหมาะกับเฟืองโซ่ในแนวระดับ	86
54.	แสดงลักษณะของโซ่โรลเล่อร์	88
55.	แสดงโซ่โรลเลอร์สองชั้นและสามชั้น	88
56.	แสดงข้อต่อของโซ่โรลเลอร์ จากด้านซ้ายต่อด้วยคอตเตอร์ฟันต่อด้วยสปริงรูปตัวยู และต่อด้วยข้อต่อแบบพิเศษ	89

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่		หน้า
57.	แสดงลักษณะของโซ่บูช	89
58.	แสดงลักษณะของโซ่ฟัน	90
59.	แสดงโซ่ชนิดอื่น ๆ	91
60.	การจำแนกประเภทของเฟือง	94
61.	แสดงลักษณะของเตาเหนี่ยวนำแม่เหล็ก	98
62.	แสดงลักษณะของเตาแผ่นจากเหล็กหล่อ	99
63.	แสดงลักษณะของเตาแก๊ส	100
64.	แสดงการจุดไฟของเตาแก๊ส	101
65.	ส่วนประกอบของเตา Parts name	102
66.	แสดงลักฯณะของสายดัน	128
67.	แสดงลักษณะของสายเกลียว	128
68.	แสดงสายไฟสำหรับดวงโคมแบบแขน	129
69.	แสดงสายไฟสำหรับดวงโคมแบบเกลียว	129
70.	แสดงสายไฟสำหรับอุปกรณ์ประเภทให้ความร้อน	130
71.	แสดงสายไฟสำหรับเครื่องกลหนัก	130
72.	แสดงสายไฟแบบอื่น ๆ ที่ใช้ทั่วไป	131
73.	แสดงสายไฟใช้งานประเภทต่าง ๆ	132
74.	แสดงปลั๊กใช้งานแบบต่าง ๆ	132
75.	แสดงสวิทช์แบบกดติดกดดับ	137
76.	แสดงสวิทช์แบบโยก	138
77.	แสดงสวิทช์แบบเลื่อน	138
78.	แสดงสวิทช์แบบหมุน	138
79.	แสดงสวิทช์แม่เหล็กแบบต่าง ๆ	139
80.	แสดงโครงสร้างของเหล็กหล่อสีเทา	148
81.	การจับปุ่มเล็กด้วยนิ้วหัวแม่มือกับนิ้วกลาง	190
82.	การจับปุ่มเล็กด้วยนิ้วหัวแม่มือกับนิ้วชี้	191
83.	แสดงการจับห่วงกลม	191
84.	การจับทีบาร์	192
85.	แฮนด์เด้ล โดยใช้นิ้ว 4 นิ้ว	192

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่		หน้า
86.	การจับแฮนด์เด้ล โดยใช้นิ้ว 2 นิ้ว	193
87.	การจับปุ่มโดยใช้นิ้วหัวแม่มือและนิ้วชี้	193
88.	การจับปุ่มในลักษณะสอดนิ้ว	194
89.	การจับลูกบิดประตูเต็มมือ	194
90.	การจับลูกบิดประตูเต็มมือ โดยนิ้วแยกออกจากกัน	195
91.	การจับลูกบิดเต็มมือ โดยใช้ปลายนิ้วอยู่ที่ลูกบิด	195
92.	การจับหลักหรือเสา	196
93.	การใช้นิ้วดึงที่จับหางตอนใน	196
94.	การศึกษาด้าน ERGONOMIC ของมือ	197
95.	แสดงมิติต่าง ๆ ของร่างกาย	198
96.	แสดงความสามารถในการงอข้อศอกด้านข้าง	199
97.	แสดงความสามารถในการหันศีรษะ	199
98.	แสดงความสามารถในการเอียงตัว	200
99.	แสดงความสามารถในการก้ม	200
100.	แสดงความสามารถในการใช้หัวไหล่	201
101.	แสดงความสามารถในการบิดข้อมือ	201
102.	แสดงความสามารถในการงอข้อมือ	202
103.	แสดงความสามารถในการงอข้อนิ้ว	202
104.	แสดงการจับแบบต่าง ๆ	203
105.	แสดงลักษณะสัดส่วนของมุมการพับงอของแขน	204
106.	แสดงแหล่งวัตถุดิบ และการส่งวัตถุดิบ	215
107.	แสดงลักษณะเปลือกปอสาที่นำมาส่งแหล่งผลิตกระดาษสา	216
108.	แสดงลักษณะโรงเรือนที่ใช้กับเปลือกปอสาแห้ง	217
109.	แสดงลักษณะของเปลือกปอสาที่ถูกเก็บไว้ในโรงเก็บ	218
110.	แสดงลักษณะของโรงเก็บเปลือกปอสาของบ้านอนุรักษ์กระดาษสา	219
111.	แสดงลักษณะโรงเก็บเปลือกปอสาขนาดเล็กของชาวบ้าน	220
112.	แสดงลักษณะพื้นที่ในการผลิตกระดาษสา	222
113.	แสดงลักษณะภายในโรงเตรียมเยื่อ	223
114.	แสดงผิวตำแหน่งของอุปกรณ์ในโรงเตรียมเยื่อ	223
115.	แสดงลักษณะโรงเรือนในการทำแผ่นกระดาษสา	224

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ หน้า

116. แสดงลักษณะของอ่างในการทำกระดาษสาแบบซ้อน.....225
117. แสดงลักษณะของถาดที่ใช้ทำกระาดาษสาแบบแตะ.....226
118. แสดงลักษณะของการตากตะแกรงทำกระดาษสา.....227
119. แสดงลักษณะของเตาฟืนที่มีใช้กันอยู่ในปัจจุบัน.....239
120. แสดงลักษณะของเตาแบบก่ออิฐถือปูน.....240
121. แสดงลักษณะของถังต้มเปลือกปอสา.....241
122. แสดงการทุบเปลือกปอสาด้วยมือ.....242
123. แสดงลักษณะของค้อนไม้.....242
124. แสดงลักษณะของค้อนไม้และแท่นตี.....243
125. แสดงลักษณะของเครื่องปั่นเยื่อปอสา.....244
126. แสดงลักษณะฝาครอบใบมีด.....244
127. แสดงลักษณะของเครื่องสลัดน้ำเยื่อปอสา.....245
128. แสดงการวางมอเตอร์ซึ่งวางไว้ด้านหลัง.....246
129. แสดงลักษณะของถังด้านในซึ่งเจาะรูให้น้ำออก.....246
130. แสดงท่อน้ำทิ้งหลังจากการสลัดเยื่อปอสา.....247
131. แสดงเครื่องชุดมะพร้าวแบบใช้สายพานเป็นตัวส่งกำลัง.....248
132. แสดงเครื่องชุดมะพร้าวแบบใช้แกนต่อโดยตรงเป็นตัวส่งกำลัง.....249
133. แสดงลักษณะของเครื่องชุดมะพร้าวแบบใช้แกนเป็นตัวส่งกำลัง.....249
134. แสดงลักษณะของการใช้สายพานเป็นตัวส่งกำลัง.....250
135. แสดงลักษณะของเครื่องกวนสับปะรดจากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.....252
136. แสดงลักษณะของเครื่องกวนสับปะรดของสจล.....254
137. แสดงลักษณะของเครื่องผสมอาหารที่ใช้กันทั่วไป.....255
138. แสดงลักษณะของเครื่องผสมปูน.....256
139. แสดงลักษณะของเครื่องบดถั่วลิสง.....257
140. แสดงชิ้นส่วนของเครื่องบดถั่วลิสง.....258
141. แสดงลักษณะของเครื่องกวนน้ำสลิป.....260
142. แสดงตำแหน่งการติดตั้งมอเตอร์ของเครื่องปั่นเยื่อปอสา.....262
143. แสดงลักษณะของครีบที่ติดในถังเพื่อป้องกันการหมุนของน้ำ.....266
144. แสดงลักษณะการเกิดเกลียวนในถังที่ใช้เครื่องกวนที่มีกำลังสูงเกินไป หรือไม่มีครีบถัง.....266

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่		หน้า
145.	แสดงลักษณะของถังกวนน้ำสลิป	267
146.	แสดงการหมุนของน้ำ	268
147.	แสดงลักษณะของถังผสมปูนซิเมนต์	269
148.	แสดงลักษณะของครีบผสมปูน	270
149.	แสดงลักษณะของถังตีเยื่อปอสา	271
150.	แสดงลักษณะภาชนะและใบพัดตีของเครื่องปั่นน้ำแข็ง	272
151.	แสดงลักษณะการตีของใบแกนปั่นทั้งสองแนว	273
152.	แสดงลักษณะการหมุนวนของน้ำสู่ศูนย์กลางภาชนะ	273
153.	แสดงทิศทางการหมุนของน้ำจากล่างสู่บนภาชนะ	274
154.	แสดงลักษณะของแกนปั่นขนไก่	275
155.	แสดงทิศทางการตีของแกนปั่นรูปทรงกรวย	276
156.	แสดงลักษณะของพวงมาลัยหมุนถัง	277
157.	แสดงลักษณะการหมุนคว่ำถัง	278
158.	แสดงโครงสร้างของวาล์ว	279
159.	แสดงลักษณะของวาล์วที่ใช้ในการเปิดปิด	283
160.	แสดงใบมีดปั่นเยื่อปอสา	284
161.	แสดงการหมุนของใบมีดปั่น	285
162.	แสดงท่อสำหรับปล่อยน้ำและเยื่อปอสา	286
163.	แสดงลักษณะตะแกรงของเยื่อปอสาที่ปล่อยจากเครื่องปั่น	286
164.	แสดงลักษณะของใบมีดบดเนื้อ	287
165.	แสดงลักษณะของใบมีดปั่นน้ำแข็ง	288
166.	แสดงลักษณะของใบมีดของเครื่องขูดมะพร้าว	289
167.	แสดงลักษณะของเครื่องบดปลาหมึก	290
168.	แสดงลักษณะของใบมีดผสมแป้ง	291
169.	ปะเก็นบริเวณผิวสกิดย์	293
170.	หน้าแปลนยึดต่อกันที่มีปะเก็นวงแหวนกลมและปะเก็นแบน	293
171.	ปะเก็นกระดาษ	294
172.	ปะเก็นเชือกและยาง	295
173.	แสดงปะเก็นกระดาษวานิช และผ้าจุ่มในแกร์ไฟต์	295
174.	ปะเก็นทองแดงหุ้มแอสเบสตอส	296

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่		หน้า
175.	การใช้งานของปะเก็นสถิตย์รูปพรรณ	297
176.	แสดงสต็อปบูชและซีลวงแหวนตัว V	298
177.	แสดงซีลวงแหวนตามแนวแกน	299
178.	แสดงการทำงานของซีลวงแหวนลื่นตามแนวแกนอีกแบบหนึ่ง	300
179.	ซีลวงแหวนกลม	300
180.	ซีลร่องจารบี	301
181.	ซีลลาบีรินต์	301
182.	ซีลลาบีรินต์	302
183.	ซีลลาบีรินต์	303
184.	ซีลรองเพลาแบบช่องว่าง	303
185.	ซีลสักหลาด	304
186.	การประกอบซีลสักหลาด	305
187.	ซีลสปริงรัดเพลา	306
188.	รองเพลาลูกกลิ้ง	308
189.	การซีลด้วยผิวราบสำหรับหน้าแปลน	308
190.	แสดงลักษณะกะบะใส่ไม้เสียบลูกชิ้น	310
191.	แสดงลักษณะการไหลของไม้	310
192.	แสดงลักษณะของตะกร้าใส่ลูกมะนาว	311
193.	แสดงทิศทางการไหลของลูกมะนาว	311
194.	แสดงลักษณะของอ่างล้างหน้า	312
195.	แสดงการไหลของวัตถุในอ่างล้างหน้า	312
196.	แสดงลักษณะของหูจับแบบในตัว BODY	313
197.	แสดงลักษณะของหูจับแบบลอยตัว	314
198.	แสดงลักษณะของหูจับพับเก็บได้	315
199.	แสดงบานพับแบบเหล็กแผ่น	316
200.	แสดงบานพับแบบสลักเสียบ	317
201.	แสดงระบบการลำเลียงไม้ลูกชิ้น	318
202.	แสดงลักษณะของวงล้อลำเลียงไม้	319
203.	แสดงลักษณะของเครื่องคั้นน้ำมะนาว	320
204.	แสดงลักษณะของระบบการลำเลียงลูกมะนาว	321

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่		หน้า
205.	แสดงลักษณะตัวเกี่ยวลูกมะนาว	322
206.	แสดงลักษณะของเกลียวลำเลียง	323
207.	แสดงลักษณะการใช้เกลียวลำเลียง	324
208.	แสดงเกลียวคั้นมะนาวของเครื่องคั้นน้ำมะนาว รุ่น JER SQUEEZER. A-01	325
209.	แสดงการทำงานของเกลียวคั้นน้ำมะนาว	326
210.	แสดงลักษณะของชุดเกียร์สำเร็จรูป	327
211.	แสดงลักษณะการทดแรงโดยใช้มู่เล่ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางต่างกัน	330
212.	แสดงลักษณะแกนหมุนของเครื่องซักผ้า	331
213.	แสดงลักษณะของ Plancytary gear	332
214.	แสดงการประกอบชุด Plancytary gear เข้ากับมอเตอร์	333
215.	แสดงจำนวนการทดรอบของ Plancytary gear	333
216.	แสดงลักษณะของเครื่องจิ๊กปูนพลาสเตอร์	334
217.	แสดงระบบต้นกำลังและส่งกำลังของเครื่องจิ๊กปูนพลาสเตอร์	334
218.	แสดงลักษณะของมู่เล่ส่งที่แกนเพลาแรก	335
219.	แสดงลักษณะของมู่เล่รองสายพานแบบทั้งสองตัวของแกน	336
220.	แสดงการยึดมู่เล่ของแกนหมุนแทนหล่อปูน	337
221.	แสดงลักษณะของตัวเหยียบเบรคของเครื่องจิ๊กปูนพลาสเตอร์	338
222.	แสดงลักษณะของสายพานก่อนเหยียบเบรค	339
223.	แสดงลักษณะของสายพานหลังเหยียบเบรค	339
224.	แสดงลักษณะของตัวบังคับสายพานขึ้นและลง	340
225.	แสดงลักษณะของการใช้ลูกกลิ้งกดสายพาน	342
226.	การติงสายพานภายนอกและภายใน	343
227.	แสดงลักษณะของสายพานรองลูกกลิ้งกดสายพานหรือโซ่	344
228.	แสดงลักษณะการเลื่อนของลูกกลิ้ง	345
229.	แสดงการหมุนเฟืองตัวปรับ	346
230.	แสดงตัวปรับสายพานของเครื่องที่เชื่อมกับมู่เล่	347
231.	แสดงการยึดด้วยลิ่มส่งกำลัง	349
232.	การยึกล้อและเพลาด้วยลิ่มฝัง	349
233.	การยึดล้อและเพลาด้วยลิ่มเว้า	350

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่		หน้า
234.	การยึดล้อและเพลาด้วยลิ่มราบ	350
235.	ทิศทางแรงตอกลิ่มเลื่อนเข้า-ออก	351
236.	การประกอบลิ่มเลื่อน	351
237.	ลิ่ม DIN 6886 - B 14 x 9 x 80	352
238.	การใช้เหล็กตอกประกอบลิ่มเข้าไปในล้อ	353
239.	แสดงการประกอบลิ่ม	353
240.	การใช้ค้อนตอกเหล็กตอกให้ถอยออกจากล้อ	354
241.	แสดงลักษณะการยึดเพลากับมู่เล่ด้วยสลักเกลียว	354
242.	แสดงลักษณะของรองเพลาเมื่อนำไปใช้งาน	355
243.	แสดงโครงสร้างของรองเพลาลูกกลิ้ง	356
244.	รองเพลาลูกกลิ้งทรงกระบอกที่มีโครงยึดลูกกลิ้งที่แข็งแรง	357
245.	แสดงลักษณะรองเพลาลูกกลิ้ง	358
246.	ตุ๊กตารองเพลาแบบปิด	360
247.	ตุ๊กตารองเพลาแบบแยกส่วนได้	361
248.	รองเพลาลิ้นแบบปรับได้	361
249.	แสดงลักษณะรองเพลาแบบหลายลิ่ม	362
250.	แสดงลักษณะการยึดแบบเหล็กฉาก	363
251.	แสดงการยึดแบบขันน็อตเข้าด้านหลัง	364
252.	ลักษณะการต่อยึดแบบเข้าเดือย	365
253.	แสดงลักษณะของสลักเกลียวใช้ยึด	366
254.	สลักเกลียวปล่อยหัวกลมและสลักเกลียวปล่อยหัวผ่า	366
255.	สลักเกียวล็อก	367
256.	แป้นเกลียวแบบต่าง ๆ	368
257.	การต่อทาบ	368
258.	การต่อแบบใช้แผ่นประกับ	369
259.	หัวหมุดย้ำชนิดต่าง ๆ	369
260.	แสดงลักษณะของสกรูแบบมีพุก	370
261.	การทำงานของระบบตั้งเวลา	371
262.	ตัวตั้งเวลาชนิดลบ	372
263.	ตัวตั้งเวลาอิเล็กทรอนิกส์	372

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ หน้า

264. แสดงลักษณะช่องระบายอากาศแบบเจาะตรง.....378
265. แสดงลักษณะของช่องระบายอากาศแบบเจาะรู.....379
266. แสดงลักษณะของช่องระบายอากาศแบบครีบ.....380
267. แสดงลักษณะของ Graphic แบบสติกเกอร์.....381
268. แสดงลักษณะของ Graphic แบบซิลสกรีน.....382
269. แสดงลักษณะ Graphic แบบร่องลึกหรือนูนต่ำ.....382
270. แสดงลักษณะของการทดรอบของมู่เล่ ชุดที่ 1.....427
271. แสดงมู่เล่ ชุดที่ 2.....428
272. PRESENTATION.....430
273. PRESENTATION.....430
274. PRESENTATION.....431
275. PRESENTATION.....431
276. PRESENTATION.....432
277. PRESENTATION.....432
278. PRESENTATION.....433
279. PRESENTATION.....433
280. PRESENTATION.....434
281. PRESENTATION.....434
282. PRESENTATION.....435
283. PRESENTATION.....435
284. PRESENTATION.....436
285. PRESENTATION.....436
286. PRESENTATION.....437
287. PRESENTATION.....437
288. PRESENTATION.....438
289. PRESENTATION.....438
290. PRESENTATION.....439
291. PRESENTATION.....439
292. PRESENTATION.....440
293. PRESENTATION.....440

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ หน้า

294. ภาพแสดง MODEL.....441

295. ภาพแสดง MODEL.....441

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1. ตารางแสดงกำลังการผลิตและปริมาณความต้องการใช้เยื่อและกระดาษ....22
2. ตารางปริมาณและมูลค่าการนำเข้าและส่งออกเยื่อกระดาษและกระดาษ....23
3. ตารางแสดงอาชีพของอุตสาหกรรมในครอบครัวและหัตถกรรม.....47
4. ตารางแจกแจงคุณสมบัติของมอเตอร์ชนิดต่างๆ.....65
5. ตารางแจกแจงมอเตอร์ออกโดยสมบัติและหลักการทำงาน.....66
6. ตารางแสดงตัวอย่างการเลือกชนิดมอเตอร์.....67
7. ตารางแสดงการติดตั้งมอเตอร์.....68
8. ตารางแสดงการจำแนกเฟืองประเภทต่าง ๆ.....95
9. ตารางแสดงข้อกำหนดคุณภาพน้ำมันเตา.....106
10. ตารางแสดงคุณสมบัติของน้ำมันเตาชนิดต่าง ๆ ของปรอท.....107
11. ตารางแสดงคุณสมบัติของน้ำมันเตา (เอสโซ่) ตามประกาศของกระทรวงพาณิชย์.....110
12. ตารางแสดงหน่วยความหนืดของน้ำมันเตา.....111
13. ตารางแสดงข้อกำหนดของน้ำมันเตาเกรดต่าง ๆ.....112
14. ตารางแสดงส่วนประกอบและคุณสมบัติที่สำคัญของน้ำมันเตา.....113
15. ตารางแสดงคุณสมบัติของน้ำมันเตาตามมาตรฐาน USBM.....114
16. ตารางแสดงคุณสมบัติของน้ำมันเตาที่ให้ความร้อนกับหม้อน้ำ.....115
17. ตารางแสดงการคำนวณค่าความร้อน.....122
18. ตารางแสดงค่าความร้อนของน้ำมันแบบต่าง ๆ.....123
19. ตารางแสดงการเปรียบเทียบค่าความร้อน.....123
20. ตารางแสดงชนิดของสายไฟเกลียวและการใช้งาน.....133
21. ตารางแสดงอุณภูมิในการขึ้นรูปของพลาสติกแต่ละชนิด.....167
22. ตารางแสดงพลาสติกที่สำคัญเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันมากที่สุด.....168
23. ตารางแสดงการนำพลาสติกไปทำผลิตภัณฑ์.....173
24. ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอายุและน้ำหนักบรรทุกของชายไทย ระหว่างอายุ 20-45 ปี.....184
25. ตารางแสดงตัวเลขอัตราส่วนระหว่างมิติของส่วนต่าง ๆ ของร่างกายที่มีต่อความสูงขึ้นและมิติวิกฤต.....186
26. ตารางแสดงตัวเลขความสูง-ต่ำและค่าเฉลี่ยน้ำหนักคนไทย ระหว่างอายุ 3-60 ปี..... 187

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่		หน้า
27.	ตารางแสดงการสะท้อนของแสง	208
28.	ตารางแสดงรายชื่อผู้ผลิตกระดาษสาในเขตจังหวัดภาคเหนือ	230
29.	ตารางแสดงรายชื่อผู้ผลิตในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	231
30.	ตารางการวิเคราะห์ระบบต้นกำลัง	383
31.	ตารางการวิเคราะห์ประเภทของมอเตอร์	384
32.	ตารางการวิเคราะห์ชนิดของมอเตอร์	385
33.	ตารางการวิเคราะห์การยึดมอเตอร์ให้ติดกับโครงสร้าง	386
34.	ตารางการวิเคราะห์ระบบในการลดจำนวนรอบของมอเตอร์ลง	387
35.	ตารางการวิเคราะห์ระบบส่งกำลัง	388
36.	ตารางการวิเคราะห์การติดตั้งสวิสท์ในการควบคุมการทำงาน	389
37.	ตารางการวิเคราะห์ตำแหน่งของสวิสท์ควบคุม	390
38.	ตารางการวิเคราะห์ลักษณะของสวิทส์ในการควบคุมมอเตอร์	391
39.	ตารางการวิเคราะห์สายไฟฟ้าที่นำมาใช้งาน	392
40.	ตารางการวิเคราะห์ปลั๊กที่นำมาใช้งาน	393
41.	ตารางการวิเคราะห์โครงสร้างหลัก	394
42.	ตารางการวิเคราะห์ฐานของเครื่องผลิตกระดาษสา	395
43.	ตารางการวิเคราะห์วัสดุที่ใช้ในการทำเสาโครงสร้าง	396
44.	ตารางการวิเคราะห์การยึดเสาโครงสร้างกับฐาน	397
45.	ตารางการวิเคราะห์การยึดประกอบกันโครงสร้าง	398
46.	ตารางการวิเคราะห์วัสดุในการใช้ทำตัวครอบโครงสร้างภายใน	399
47.	ตารางการวิเคราะห์การยึดไฟเบอร์กลาสเข้าด้วยกัน	400
48.	ตารางการวิเคราะห์ช่องระบายอากาศ	401
49.	ตารางการวิเคราะห์วัสดุที่ใช้ในการทำถังต้มเปลือกปอสา	402
50.	ตารางการวิเคราะห์ประเภทของโลหะแผ่นในการนำมาใช้ทำถังต้ม	403
51.	ตารางการวิเคราะห์รูปทรงของถังต้มเปลือกปอสาและถังตีเปลือกปอสา	404
52.	ตารางการวิเคราะห์ระบบในการนำเปลือกปอสาออกจากถังต้มมาสู่ถังตี	405
53.	ตารางการวิเคราะห์ลักษณะของก้นถังของถังต้มเปลือกปอสา	406
54.	ตารางการวิเคราะห์ลักษณะของการติดหูบนถังต้มเปลือกปอสา	407
55.	ตารางการวิเคราะห์ลักษณะของฝาปิด-เปิดถังต้มเปลือกปอสา	408

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ หน้า

56. ตารางการวิเคราะห์ลักษณะหูจับเพื่อปิด-เปิดของฝาถังต้ม.....409
57. ตารางการวิเคราะห์บานพับในการปิด-เปิดฝาถังต้ม.....410
58. ตารางการวิเคราะห์วัสดุที่ใช้ในการผลิตถังตีเปลือกปอสา.....411
59. ตารางการวิเคราะห์ลักษณะของก้นถังตีเปลือกปอสา.....412
60. ตารางการวิเคราะห์การยึดถังตีกับโครงสร้าง.....413
61. ตารางการวิเคราะห์การวัดปริมาณเปลือกปอสาก่อนนำลงถังตี.....414
62. ตารางการวิเคราะห์ลักษณะของใบมีดที่ใช้ในการตีเปลือกปอสา.....415
63. ตารางก้ารวิเคราะห์วัสดุใช้ในการทำใบมีดตีเปลือกปอสา.....416
64. ตารางการวิเคราะห์ตำแหน่งการยึดใบมีดเข้ากับถังตี.....417
65. ตารางการวิเคราะห์การล็อคใบมีดตีเปลือกปอสากับเพลาขับ.....418
66. ตารางการวิเคราะห์การนำเยื่อปอสาออกจากถังตี.....419
67. ตารางการวิเคราะห์ตำแหน่งของท่อปล่อยน้ำทิ้งและปล่อยเยื่อปอสาของถังตี.420
68. ตารางการวิเคราะห์พลังงานที่ใช้ในการต้มเปลือกปอสา.....421
69. ตารางการวิเคราะห์ชนิดของน้ำมันเตา.....422
70. ตารางการวิเคราะห์หัวฉีดน้ำมันเตา.....423
71. ตารางการวิเคราะห์หัวจุดไฟในการจุดน้ำมันเตา.....424

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

เหตุผลในการเสนอวิทยานิพนธ์

ปอสาเป็นพืชเส้นใยชนิดหนึ่ง ตระกูลเดียวกับม่อนและขนุน ซึ่งปอสานี้มีการส่งเสริมการปลูกอย่างจริงจังในเขตการพัฒนาดอยตุง จังหวัดเชียงราย นอกจากนี้ยังมีการปลูกกันในจังหวัดใกล้เคียง ได้แก่ เชียงใหม่ แพร่ น่าน ลำปาง สุโขทัย เป็นต้น ประโยชน์จากปอสาจะมีแทบทุกส่วนของลำต้น เช่น ใบใช้ชับปัสสาวะ แก้พิษแมลงสัตว์กัดต่อย กลากเกลื้อน ผลสุกใช้บำรุงไต แก้อ่อนเพลีย เปลือกลำต้นใช้ห้ามเลือด แก้อาเจียน และน้ำยางใช้แก้อาการบวมน้ำและแมลงสัตว์กัดต่อยได้อีกด้วย

ปอสานอกจากจะใช้ทำประโยชน์ในการทำสมุนไพรรักษาโรคดังที่กล่าวมาแล้ว เปลือกปอสายังสามารถนำมาทำกระดาษที่มีคุณภาพทนทานไม่กรอบยุ่ยเปื่อย เก็บรักษาได้นานา หากใช้ทำหนังสือแล้วตัวหนังสือจะไม่ซีดจางอยู่เป็นร้อย ๆ ปี ซึ่งนอกจากนี้ยังใช้ทำกระดาษทำร่ม ดอกไม้ประดิษฐ์ โคมไฟ พัด ว่าว แต่ผลผลิตปอสาส่วนใหญ่ใช้ทำกระดาษด้วยมือ ซึ่งกระบวนการในการทำนั้นจะแยกส่วนออกจากกัน ขบวนการดังกล่าวทำให้สิ้นเปลืองเวลา พลังงานเชื้อเพลิง อีกทั้งกำลังคนในการผลิตอีกด้วย และในปัจจุบันสภาพการตลาดของกระดาษสาได้มีการเจริญเติบโตขึ้นสูงมาก ทั้งในการผลิตผลิตภัณฑ์ที่จำหน่ายภายในประเทศและส่งจำหน่ายนอกประเทศ แต่การผลิตกระดาษสาสำหรับใช้ทำผลิตภัณฑ์นั้นยังล่าช้า เพราะขาดเครื่องมือที่ทันสมัยในการอำนวยการผลิตให้ได้ผลผลิตที่เพียงพอต่อความต้องการ ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้เล็งเห็นถึงความสำคัญของอุปกรณ์ในการอำนวยความสะดวกในการผลิต จึงได้คิดออกแบบชุดอุปกรณ์ผลิตกระดาษสาในขั้นตอนเตรียมเยื่อปอสา สำหรับใช้ในอุตสาหกรรมขนาดย่อมเพื่อเป็นการเพิ่มความสะดวกสบายในการผลิตและเพิ่มผลผลิตด้วย

วัตถุประสงค์

1. เพื่อออกแบบปรับปรุงชุดอุปกรณ์ผลิตกระดาษสาในขั้นตอนเตรียมเยื่อปอสาสำหรับใช้ในอุตสาหกรรมขนาดย่อม

2. เพื่อออกแบบปรับปรุงชุดอุปกรณ์ผลิตกระดาษสาในขั้นตอนเตรียมเยื่อปอสาให้มีความเหมาะสมกับสภาพการใช้งาน และให้มีความสะดวกรวดเร็วในการผลิตเยื่อปอสา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่มาของปัญหา

เนื่องจากปัจจุบันในการผลิตกระดาษสายังมีการใช้แรงงานการผลิตจากคน เพราะยังไม่มีอุปกรณ์ที่เข้าไปตอบสนองในด้านการผลิต ดังนั้นจากอุปกรณ์ที่ใช้ในปัจจุบันได้เกิดปัญหาทางพฤติกรรมมากคือในการต้มพลังงานเชื้อเพลิงที่ใช้คือฟืนหรือถ่าน จะต้องมีการเติมเชื้อเพลิงอยู่ตลอดเมื่อเกิดการเผาไหม้หมดไป อีกทั้งสภาพเตาที่ใช้ต้มยังไม่สามารถเก็บความร้อนได้ดีอีกด้วย หม้อที่ใช้ต้มนั้นมีขนาดใหญ่ทำให้ลำบากในการยกขึ้นลง ในการล้างน้ำทำความสะอาดเปลือกปอสาที่ต้มแล้วให้โซดาไฟหมดไป ลักษณะของหม้อต้มนั้นไม่เอื้ออำนวยในการล้างน้ำหลาย ๆ ครั้ง เพราะหม้อนั้นมีขนาดใหญ่ ในการตีเปลือกปอสาที่ต้มแล้วให้เป็นเยื่อจะต้องทุบด้วยมือ ซึ่ง 2 ก.ก. จะใช้เวลาในการทุบ 2 ช.ม. แต่ถ้าใช้เครื่องตีเยื่อจะใช้เวลา 35 นาที ซึ่งในการตีเยื่อปอสาแต่ละครั้งนั้น จะปั่นได้ทีละน้อย จึงต้องมีคนคอยเติมเปลือกปอสาที่ต้มแล้ว และต้องคอยตักเยื่อที่ปั่นเสร็จออกจากเครื่องตีอยู่ตลอด เมื่อปั่นเสร็จจะต้องนำเยื่อไปฟอกขาว โดยการเติมคลอรีนลงไป เมื่อใช้มือคนเยื่อปอสาที่ฟอกขาวด้วยคลอรีน จะทำให้เล็บดำ อีกทั้งเมื่อคลอรีนกระเด็นโดนเสื้อผ้าจะทำให้เสื้อผ้านั้นโดนคลอรีนกัดเป็นรอยด่าง เมื่อฟอกขาวเสร็จจะต้องนำเยื่อปอสานั้นไปล้างน้ำให้หมดกลิ่นคลอรีน แต่ภาชนะที่ใช้ล้างนั้นเวลาเทน้ำออก จะทำให้เยื่อปอสานั้นไหลออกมาพร้อมน้ำที่เทออกมา จึงต้องคอยระวังในการเท ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้นำเสนอโครงการออกแบบปรับปรุงชุดอุปกรณ์ผลิตกระดาษสา ในขั้นตอนเตรียมเยื่อปอสาให้สะดวกและรวดเร็วแก่การใช้งานยิ่งขึ้น

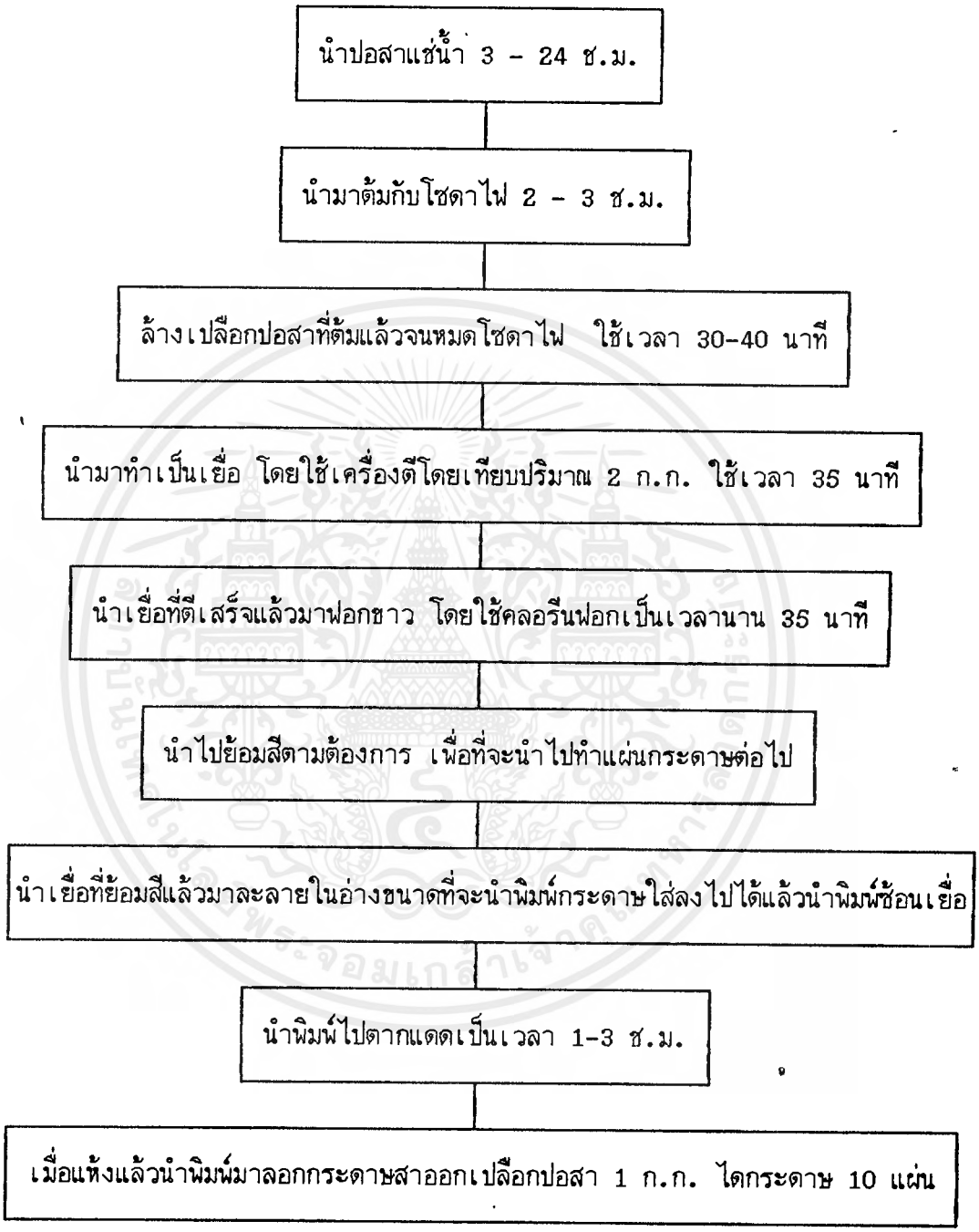
ปัญหาที่เกิดขึ้น

1. ปัญหาด้านระยะเวลาในการผลิตกระดาษสาในแต่ละขั้นตอนจะใช้เวลามาก ทำให้สิ้นเปลืองพลังงานและเวลาในการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 1

แสดงไดอะแกรมการทำงานและเวลาในการทำกระดาษสาในแต่ละขั้นตอน



แนวทางในการแก้ปัญหา

ออกแบบอุปกรณ์ในการทำกระดาษสา ให้ลดระยะเวลาในการทำงานลงเพื่อเพิ่มผลผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ปัญหาด้านภาชนะต้มเปลือกปอสาที่มีขนาดต่างกัน ทำให้ต้องตวงสารเคมี คือ โซดาไฟและคลอรีน ในการใช้แต่ละครั้งที่แตกต่างกันออกไป

ภาพที่ 2

แสดงลักษณะอุปกรณ์ในการต้มที่มีรูปร่างและขนาดต่างกัน ทำให้เติมสารเคมีต่างกัน

แนวทางการแก้ไขปัญหา

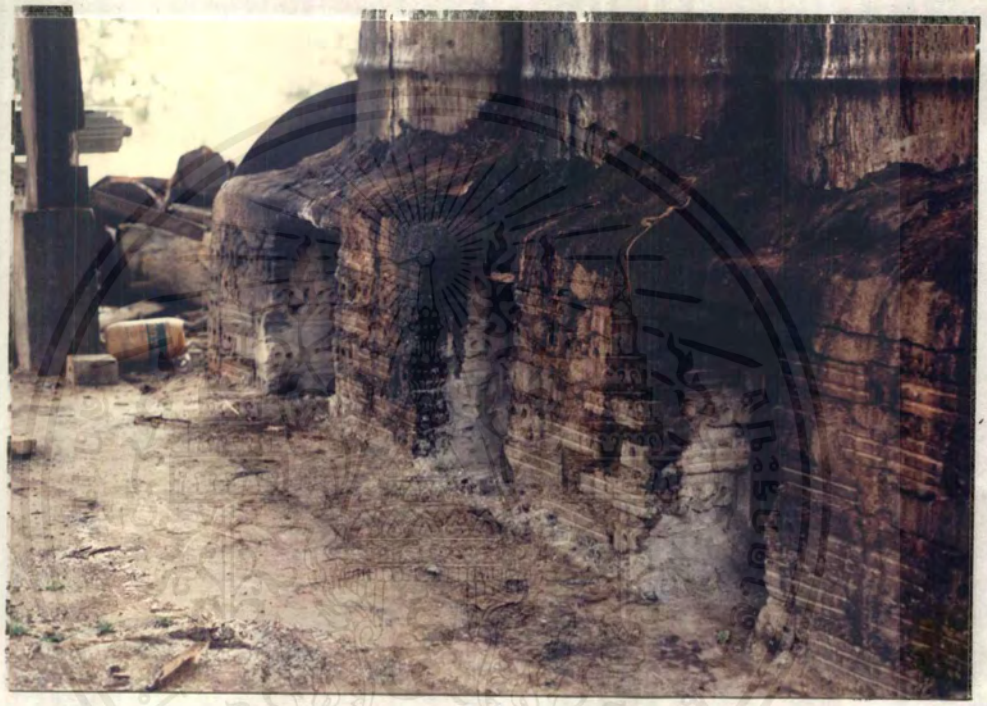
ออกแบบภาชนะที่ใช้ต้มเปลือกปอสา ให้มีขนาดที่สามารถกำหนดปริมาณของเปลือกปอสาที่ใช้ต้มในแต่ละครั้งเท่ากัน เพื่อที่จะได้กำหนดปริมาณสารเคมีที่จะใส่ในแต่ละครั้งให้เท่ากัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ปัญหาด้านพลังงานเชื้อเพลิงและการเก็บความร้อน เชื้อเพลิงที่ใช้ต้มเปลือกบ่อล่วนใหญ่จะใช้ฟืนและถ่านไม้บนเตาที่ไม่สามารถเก็บความร้อนได้ ทำให้ความร้อนสูญเสียไปและสิ้นเปลืองพลังงานและเวลาด้วย

ภาพที่ 3

แสดงเตาฟืนและความร้อนที่สูญเสียไปในการต้ม



แนวทางการแก้ไขปัญหา

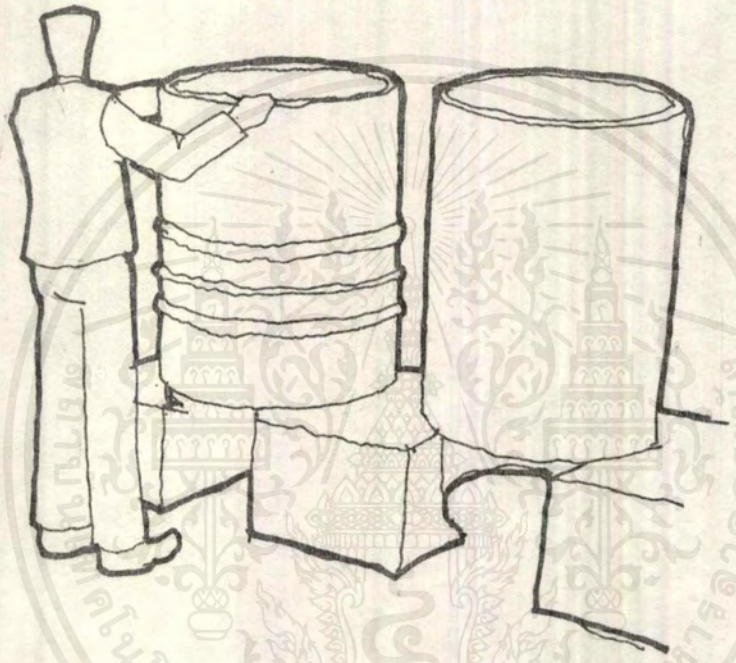
ออกแบบให้มีการเก็บความร้อนให้ใช้ได้อย่างเต็มที่ และเลือกใช้พลังงานที่เหมาะสมกับการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ปัญหาด้านการเคลื่อนย้ายอุปกรณ์ต้มเปลือกปอสา ซึ่งจะมีขนาดใหญ่ไม่เหมาะสมต่อการจับยก และยากต่อการนำเยื่อปอสาออกจากตัวถังต้ม

ภาพที่ 4

แสดงการยกอุปกรณ์ต้มเปลือกปอสา



แนวทางการแก้ไขปัญหา

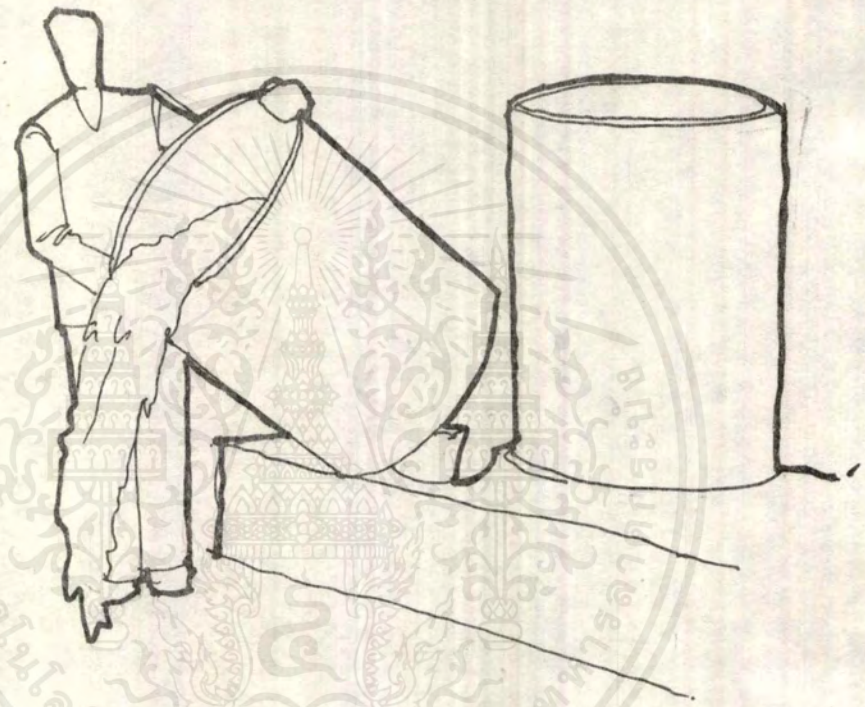
ออกแบบให้อุปกรณ์ในการต้มเปลือกปอสามีความสะดวกและปลอดภัยในการเคลื่อนย้าย และนำเปลือกปอสาที่ต้มแล้วออกจากถังต้มได้ง่ายและสะดวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ปัญหาด้านอุปกรณ์ต้มเปลือกปอสาไม่เอื้ออำนวยความสะดวกในการเทน้ำออก เพราะปากของอุปกรณ์มีขนาดใหญ่ เมื่อเทน้ำออกจะทำให้เปลือกที่ต้มแล้วของปอสาไหลออกมาด้วย

ภาพที่ 5

แสดงการเทน้ำออกจากอุปกรณ์ต้มเปลือกปอสา



แนวทางการแก้ไขปัญหา

ออกแบบอุปกรณ์ต้มเปลือกปอสาให้มีความสะดวกในการเทน้ำออก และสะดวกในการทำความสะอาดเปลือกปอสาที่ต้มแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ปัญหาด้านการตีเปลือกปอสาให้เป็นเยื่อ เนื่องจากอุปกรณ์ที่ใช้ตีเปลือกปอสาให้เป็นเยื่อนั้นตีเปลือกปอสาได้ในปริมาณที่น้อยในแต่ละครั้ง และต้องทำการตีหลายครั้ง

ภาพที่ 6

แสดงลักษณะการตีเปลือกปอสาให้เป็นเยื่อ

แนวทางในการแก้ไขปัญหา

ออกแบบอุปกรณ์ในการตีเปลือกปอสาให้เป็นเยื่อให้มีปริมาณในการตีเปลือกปอสาที่มากขึ้นและตีได้เร็วขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ปัญหาด้านอุปกรณ์ในการฟอกขาวยังไม่สะดวก เพราะในการฟอกขาวต้องใช้มือคน ทำให้สารเคมีทำอันตรายต่อมือ หรือเมื่อสารเคมีกระเด็นมาโดนเสื้อผ้า ทำให้เสื้อผ้าเป็นรอยด่าง

ภาพที่ 7

แสดงอุปกรณ์ในการฟอกขาวและลักษณะการฟอกขาว

แนวทางการแก้ไขปัญหา

ออกแบบอุปกรณ์ในการฟอกขาวให้มีความสะดวกและฟอกได้ในปริมาณที่มาก ๆ โดยไม่ต้องใช้มือลงไปคน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. สวิทส์ในการปิดเปิดเครื่องไม่ปลอดภัยในการใช้งาน เพราะไม่มีส่วนป้องกันน้ำหรือฝุ่นละออง อาจทำให้เกิดอันตรายได้

ภาพที่ 8

แสดงตำแหน่งของสวิทส์เปิด-ปิด ของเครื่องตีเยื่อปอสา

แนวทางการแก้ไขปัญหา

ออกแบบให้มีส่วนป้องกันสวิทส์ปิดเปิด ให้มีความปลอดภัยมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. ตำแหน่งของมอเตอร์ในเครื่องตีเยื่อป่อสาไม่เหมาะ เพราะน้ำอาจหกไปโดนทำให้เกิดการลัดวงจรของไฟฟ้าขณะปฏิบัติงานได้

ภาพที่ 9

แสดงตำแหน่งของมอเตอร์ในเครื่องตีเยื่อป่อสา

แนวทางการแก้ไขปัญหา

ออกแบบให้มอเตอร์อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ขั้นรวบรวมปัญหา
2. ขั้นตีปัญหา
3. ขั้นความคิดสร้างสรรค์เบื้องต้น
4. ขั้นวิเคราะห์การออกแบบ
5. ขั้นกลั่นกรองหรือสังเคราะห์
6. ขั้นตกลงใจในการออกแบบ
7. ขั้นทำให้เกิดผลสำเร็จ
8. ขั้นเสนอการออกแบบ

ขอบเขตของการศึกษาข้อมูล

1. ศึกษาลักษณะของปอสาที่นำมาให้ผลิตกระดาษสา
2. ศึกษาขบวนการทำกระดาษสา
3. ศึกษาอุปกรณ์ในการทำกระดาษสา
4. ศึกษาอุตสาหกรรมขนาดย่อม
5. ศึกษาวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่สามารถอำนวยความสะดวกในการทำกระดาษสา
6. ศึกษาข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง
4. ศึกษาขนาดสัดส่วนของคนไทย

ขอบเขตการออกแบบ

1. ออกแบบให้มีส่วนในการเตรียมเยื่อปอสาอยู่ในส่วนเดียวกัน
2. ออกแบบให้ใช้ในอุตสาหกรรมขนาดย่อม
3. ออกแบบให้มีการใช้พลังงานที่ประหยัด
4. ออกแบบให้มีส่วนในการวัดปริมาณเปลือกปอสาตามปริมาณที่ต้องการก่อนนำสู่ถังตี
5. ออกแบบให้มีการนำน้ำและเยื่อปอสาออกจากอุปกรณ์ได้สะดวกยิ่งขึ้น
6. ออกแบบให้มีส่วนลำเลียงเปลือกปอสาที่ต้มแล้วออกจากถังต้มสู่ถังตี
7. ออกแบบให้ใช้วัสดุที่เหมาะสมกับการใช้งาน
8. ออกแบบให้สามารถผลิตในระบบอุตสาหกรรมได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ชุดอุปกรณ์ผลิตกระดาษสาในขั้นตอนเตรียมเยื่อปอ สำหรับใช้ในอุตสาหกรรมขนาดย่อม
2. ได้ชุดอุปกรณ์ที่สะดวกและสอดคล้องกับพฤติกรรมการผลิตกระดาษสา
3. ได้ชุดอุปกรณ์ที่ผลิตกระดาษสาในขั้นตอนเตรียมเยื่อปอสาได้รวดเร็วประหยัดเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
วรรณกรรมและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

"ต้นสา" เป็นพืชล้มลุก ชอบขึ้นในสภาพอากาศทั่วไป และจะขึ้นหนาแน่นตามริมน้ำ และลภาพพื้นดินที่ชุ่มชื้น ประโยชน์ของต้นสาคือ การนำมาทำกระดาษสา ซึ่งมีราคาไม่แพงนัก "ต้นสา" จึงเป็นพืชที่ไม่มีค่าในสายตาของคนทั่วไป[1] แต่ว่าในปัจจุบันได้มีการส่งเสริมจากกองส่งเสริมหัตถกรรมไทย กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรมให้มีการนำต้นสามาใช้ในการทำกระดาษสา และแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์กระดาษสา ซึ่งสามารถแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ได้มากมาย ทำให้ต้นสาที่ ที่มองกันว่าเป็นพืชที่ไร้ค่ากลายเป็นพืชเศรษฐกิจทำรายได้แก่ผู้ผลิตปีละไม่น้อย และนำเงินเข้าสู่ประเทศไทยอีกทางหนึ่งด้วย

กระดาษสานับเป็นผลิตภัณฑ์จากพืชที่กำลังได้รับความนิยมเป็นอย่างยิ่ง เป็นส่วนที่ได้จากเปลือกของต้นสาหรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า "ปอสา" โดยนำเปลือกปอสามาแปรรูปนั่นเอง ในการผลิตกระดาษสามีคุณสมบัติดีคือ ทนทานไม่กรอบยุ่ยเก็บรักษาได้นาน หากใช้ทำหนังสือตัวหนังสือจะไม่ซีดจาง อยู่ได้นานกว่าร้อยปี ปัจจุบันผลผลิตปอสาส่วนใหญ่ใช้ทำกระดาษด้วยมือ (handmade paper) ทำประโยชน์ได้มากมายและกว้างขวางในปัจจุบัน คือ สมุด จดที่อยู่เบอร์โทรศัพท์ กระดาษเขียนจดหมายพร้อมซอง บัตรอวยพรต่างๆ ดอกไม้ประดิษฐ์ โคมไฟ ภาพวาด เสื้อผ้าชุดวิวาห์ ชุดผ่าตัด กระดาษเช็ดมือ กระดาษชำระใช้ซับเลือด กระดาษห่อเครื่องมือ และอุปกรณ์ทางการแพทย์ก่อนนำไปฆ่าเชื้อโรค ฯลฯ ทำให้กระดาษสาเป็นที่รู้จักและได้รับความนิยมอย่างกว้างขวางมากขึ้นในปัจจุบัน[2]

2.1 ความเป็นมาของกระดาษสา

กระดาษสาได้รับการยอมรับว่าเป็นกระดาษที่มีพื้นผิวที่สวยด้วยคุณลักษณะในตัวมันเอง คงทนเก็บไว้ได้นานจนได้ชื่อว่า "กระดาษพันปี" เพราะปลวกมอดไม่กัดกิน อีกทั้งยังสามารถย่อยสลายกลับไปเป็นประโยชน์แก่สภาพแวดล้อมทางธรรมชาติอีกด้วย

---

[1] สมฤทธิ์ ชัยพลังฤทธิ์, เทคโนโลยีชาวบ้าน (กรุงเทพฯ : พิฆเณศ พริ้นท์ติ้ง เซ็นเตอร์, 2538), หน้า 47

[2] รุจิพร จารุพงศ์, เทคโนโลยีชาวบ้าน (กรุงเทพฯ : พิฆเณศ พริ้นท์ติ้ง เซ็นเตอร์, 2538), หน้า 44-47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุด
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.
ส 319 ค 2539

กระดาษสาทำจากเยื่อปอสา (Paper Mulberry) เป็นพืชตระกูลปอ มักขึ้นโดยทั่วไปตามป่าเขาโดยเฉพาะบริเวณริมห้วย ลำธารที่มีความชุ่มชื้นสูง มีสรรพคุณในการรักษาโรคต่างๆ เช่น ใบใช้ขับปัสสาวะ แก้พิษแมลงกัดต่อย ผลสุกใช้บำรุงไต เปลือกใช้ห้ามเลือด รากแก้ไอ แก้อาเจียน ยางใช้แก้การบวมน้ำและแมลงกัดต่อย

ในอดีตได้มีการนำเปลือกปอสามาใช้ทำกระดาษเพราะได้รับวัฒนธรรมมาจากประเทศจีน ซึ่งเป็นผลสืบทอดกันเป็นอุตสาหกรรมในครอบครัวต่อมา ซึ่งในปัจจุบันนอกจากจะนำเปลือกปอสามาผลิตเป็นกระดาษแล้ว ยังนำกระดาษที่ได้มาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ที่มาจากกระดาษสาอีกด้วย ซึ่งนอกจากจะจำหน่ายในประเทศแล้วยังสามารถส่งออกทำรายได้ให้ประเทศปีละไม่น้อย ประมาณว่าในปัจจุบันที่มีการส่งออกเปลือกปอสาตากแห้ง กระดาาสาและผลิตภัณฑ์ประเภทต่าง ๆ ที่ทำจากกระดาษสาคิดเป็นมูลค่ากว่า 1,000 ล้านบาทต่อปี โดยเฉพาะสินค้าหัตถกรรม ที่ทำจากกระดาษสากำลังได้รับความนิยมจากต่างประเทศและเป็นสินค้าส่งออกตัวใหม่ที่มีลู่ทางดีและควรได้รับการส่งเสริมเป็นอย่างยิ่ง[3]

2.2 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับต้นปอสา

วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตกระดาษสาคือปอสา มีมากทางแถบภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือของไทย เช่น น่าน เชียงใหม่ เชียงราย พะเยา สุโขทัย เลย ขอนแก่น

2.2.1. ต้นปอสา (Paper Mulberry)[4]

ปอสาเป็นพืชเส้นใยชนิดหนึ่งที่ให้เส้นใยจากเปลือกของลำต้น

ชื่อโดยทั่วไป	ปอสา ปอกะสา (ภาคเหนือ) หมูพีหรือ หมอพี (ภาคกลาง) ปอย้าย (ภาคใต้), ชำสา (นครสวรรค์), ฉำฉา (โคราช)
ชื่อสามัญ	Paper Mulberry
ชื่อวิทยาศาสตร์	Broussonetia papyrifera ZLinn.) Vent.
วงศ์	MORACEAE

[3] สุดสาหกรรม; กระทรวง, ผลิตภัณฑ์หัตถกรรมกระดาษสา (ม.ป.ท.) หน้า 1-37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
1573
021342

ภาพที่ 10
แสดงลักษณะของต้นปอสา

ภาพที่ 11
แสดงลักษณะของใบปอสา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 12

แสดงลักษณะของลำต้นปอสา

ลักษณะโดยทั่วไป

ต้น เป็นไม้ยืนต้น ขนาดกลาง ผิวเปลือกของลำต้นมีลักษณะค่อนข้างขรุขระลำต้นเมื่อถูกกรีด จะมีน้ำยางสีขาวไหลออกมา

ใบ ลักษณะของใบเป็นรูปมนรี โคนใบเว้าลึกคล้ายรูปหัวใจ ส่วนใบปลายใบแหลม ริมใบหยักเป็นแบบฟันปลา หลักใบมีขนชั้นประปราย ใบมีความกว้างประมาณ 2.5-5 นิ้ว ยาวประมาณ 3-7 นิ้ว ก้านใบยาวประมาณ 1-4 นิ้ว

ดอก ดอกออกเป็นช่อ มีทั้งดอกตัวผู้และดอกตัวเมีย แยกออกเป็นอย่างละช่อ ลักษณะของช่อดอกตัวเมียจะเป็นรูปทรงกลม ก้านเกษรเป็นเส้นฝอยยาว และมีสีม่วง ส่วนรังไข่อยู่กลางดอก สำหรับช่อดอกตัวผู้มีขนาดยาวประมาณ 2 นิ้ว มีกลีบดอกอยู่ทั้ง 4 กลีบ และมีเกษร 4 อัน โดยออกดอกในช่วงเดือน มิถุนายนและให้เมล็ดในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ของปีถัดไป ลำต้นส่วนที่เป็นเยื่อไม้จะให้เส้นใยสั้นคิดเป็นร้อยละ 90 ของน้ำหนัก ที่เหลือเป็นส่วนเปลือก ให้เส้นใยยาว และเหนียวกว่าเนื้อไม้ เยื่อที่ได้จากต้นปอสาเหมาะอย่างยิ่งที่ใช้ในการทำกระดาษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผล ผลจะออกบริเวณต่อมใบ มีเนื้อนิ่ม ขนาดโต ประมาณ 2 ซ.ม. เมื่อแก่จัดจะมีสีแดงสด

2.2.2. พันธุ์ปอสาที่พบในประเทศไทย

ปอสาซึ่งนิยมปลูกกันเพื่อนำมาทำกระดาษสานั้นจะมีอยู่ 2 พันธุ์ คือ

2.2.2.1. ปอสาต้นสีม่วง มีกิ่งอ่อน และก้านใบมีสีม่วงแกมน้ำตาลขึ้นได้ดีทั่วทุกภาค และให้ผลผลิตมากกว่าพันธุ์อื่นๆ

2.2.2.2. ปอสาต้นสีเขียว ลักษณะกิ่งอ่อนมีก้านใบสีเขียว ไม่ค่อยแพร่หลาย เพราะปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ไม่ดี

2.2.3. การขยายพันธุ์ปอสา[5]

การขยายพันธุ์ปอสาทำได้ 3 วิธีคือ การขยายพันธุ์ด้วยเมล็ด ปอสาออกดอก และผลิตเมล็ดในช่วงเดือนมิถุนายน-กุมภาพันธ์ และการปลูกปอสาด้วยเมล็ดจะได้ผลดี ได้ผลดี การขยายพันธุ์ด้วยไหล (Stolen) ปอสามีราก (ไหล) สามารถเจริญเป็นต้นอ่อนได้ การขยายพันธุ์ด้วยลำต้นและกิ่งสามารถนำไปปักชำได้ การขยายพันธุ์ปอสาทั้ง 3 วิธีนี้ ในระยะแรกต้องปลูกในเรือนเพาะชำก่อน จนกระทั่งปอสาเจริญเติบโตได้ดีอายุประมาณ 1 - 2 เดือน จึงย้ายไปปลูกในพื้นที่ตามต้องการในต้นฤดูประมาณเดือนมิถุนายน สำหรับระยะการปลูกที่เหมาะสมนั้นขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการใช้ประโยชน์กล่าวคือ ถ้าหากต้องการปลูกปอสาเพื่อใช้ต้นสด (จะไม่ลอกเปลือก) เพื่อส่งโรงงานผลิตเยื่อกระดาษในประเทศ ควรปลูกในระยะห่างประมาณ 0.75 x 0.75 เมตร หรือคิดเป็นไร่ละ 2,844 ต้น ทั้งนี้เพื่อให้มีการแตกกิ่งน้อยที่สุด อย่างไรก็ตามด้านสถิติเกี่ยวกับปริมาณผลผลิตปอสาที่แน่นอนนั้นขณะนี้ยังไม่สามารถเก็บรวบรวมได้ เนื่องจากปัจจุบันยังไม่มีการปลูกปอสากันอย่างจริงจัง ผลผลิตส่วนใหญ่จึงได้จากธรรมชาติ แต่จากการประเมินอย่างคร่าวๆ คาดว่า ประเทศไทยสามารถผลิตปอสาเฉพาะเปลือกปอสาแห้ง ได้ประมาณปีละกว่า 500 ตัน (บนพื้นที่ 1 ไร่ สามารถผลิตปอสาในรูปลำต้น (เนื้อไม้และเปลือก) ตากแห้งได้ปีละ 750-800 กิโลกรัม และแปรรูปเป็นเปลือกปอสาแห้งประมาณ 150-180 กิโลกรัม) โดยแยกเป็นความต้องการบริโภคภายในประเทศ ประมาณปีละ 130-150 ตัน ที่เหลือจะส่งออกจำหน่ายต่างประเทศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งญี่ปุ่น ส่วนผลผลิตลำต้นเป็นความต้องการใช้ภายในประเทศทั้งหมดประมาณปีละกว่า 100,000 ตัน

---

[5] กระทรวงอุตสาหกรรม , ผลิตภัณฑ์หัตถกรรมกระดาษสา (ม.ป.ท.) หน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.4. การเก็บเกี่ยวปอสา

ปอสาที่ใช้ในประเทศไทยขณะนี้ส่วนใหญ่เป็นผลผลิตที่ได้จากธรรมชาติ เกษตรกร จะมีการตัดปอสากันมากในช่วงเดือน มีนาคม-พฤศจิกายน ซึ่งอยู่ในช่วงฤดูฝน-ฤดูหนาว ตอปอสาจะแตกกิ่งใหม่เมื่อมีฝนเพียงพอ และสามารถลอกเปลือกได้ง่าย สำหรับในช่วงเดือนธันวาคม-กุมภาพันธ์ ก็มีการตัดลอกเปลือกขายกันบ้างแต่มีปริมาณน้อย[๕]

เกษตรกรแต่ละท้องที่จะมีการตัดปอสาขายในรูปแบบต่างๆ กันทั้งนี้ขึ้นอยู่กับตลาดที่ต้องการว่าลักษณะของเปลือกปอสาที่เก็บได้เป็นลักษณะใด ซึ่งการเก็บเกี่ยวจึงแบ่งได้ 3 ลักษณะดังนี้

2.2.4.1. การเก็บเกี่ยวปอสาทั้งต้น เกษตรกรจะตัดต้นปอสาโดยไม่จำกัดขนาดตัดต้นปอสาสูงจากพื้นประมาณ 30-50 ซม. แล้วตัดปอสาออกเป็นท่อนๆ ละไม่เกิน 1.5 เมตร ตัดใบและกิ่งเล็กออก เกษตรกร 1 คนจะสามารถตัดปอสาได้ประมาณวันละ 1 ตัน

2.2.4.2. การเก็บเกี่ยวเปลือกปอสาเพื่อผลิตกระดาษสาในประเทศ เกษตรกรจะตัดต้นปอสาโดยไม่จำกัดขนาด และตัดสูงจากพื้นประมาณ 30-50 ซม. และ แบ่งเป็นท่อนๆ ละ 1-1.2 เมตร แล้วนำมาลอกเอาเปลือกซึ่งมี 2 วิธีคือ

การลอกเปลือกสด หลักจากตัดปอสาเป็นท่อนแล้วทำการลอกเปลือกปอสาได้เลย จะทำให้ได้เปลือกปอสาคุณภาพดีและสีขาวสะอาด เป็นวิธีเหมาะกับต้นปอสาที่อายุน้อยและเปลือกยังไม่หนาทำให้ลอกง่าย

การลอกเปลือกเผา ใช้ในกรณีที่ต้นปอสามีขนาดใหญ่ หรือปอสาที่ตัดค้างไว้นาน โดยการนำต้นปอสาย่างไฟจนเปลือกหดตัวใช้มีดกรีดแล้วลอกเปลือกออกหลังจากการลอกเปลือกสดหรือเผาแล้วจะต้องขูดเปลือกและผิวนอกของเปลือกออก จนได้เปลือกปอสาที่มีสีขาว จึงนำมาตากแดดให้แห้ง

การเก็บเกี่ยวปอสาเพื่อส่งขายต่างประเทศ ควรจะตัดต้นปอสาเฉพาะที่มีสีเขียวอ่อนขนาดอายุประมาณ 1-3 ปี เส้นผ่าศูนย์กลางของกิ่ง 1-2 นิ้ว ตัดแบ่งเป็นท่อนยาว 1-1.80 เมตร แล้วลอกเปลือกได้ 2 วิธี

การลอกเปลือกดิบ หลังจากแบ่งเป็นท่อนแล้วลอกเปลือกปอสาขูดผิวและเปลือกให้สะอาดเก็บตาไม้ออกให้หมดแล้วนำไปตากให้แห้งสนิทเพื่อมิให้เกิดเชื้อรา

---

[๕] รุจิพร จารุพงศ์, เทคโนโลยีชาวบ้าน ฉบับที่ 122 ปักษ์แรก (กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์พิฆเณศ พริ้นท์ติ้ง เซ็นเตอร์, 2538) หน้า 44-47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การลอกเปลือกปอสาสุก แตกต่างจากการลอกเปลือกดิบตรงที่ก่อนลอกเปลือกต้นปอสาต้องผ่านการนึ่งให้สุกประมาณ 15 นาทีก่อน ซึ่งมีข้อดีคือลอกเปลือกได้ง่าย เปลือกแห้งเร็วเก็บรักษาง่าย เกิดเชื้อราได้ยาก เปลือกที่ได้จะมีสีขาวสะอาดและมีราคาสูงกว่าเปลือกดิบ[7]

2.2.5. คุณภาพของปอสา[8]

ในการจำหน่ายปอสาในแต่ละระดับการตลาด ผู้รับซื้อจะกำหนดมาตรฐานหรือคุณภาพเป็นเกณฑ์ดังนี้

ภาพที่ 13

แสดงลักษณะของเปลือกปอสาแห้ง

[7]กระทรวงอุตสาหกรรม, ผลิตภัณฑ์หัตถกรรมกระดาษสา (ม.ป.ท.) หน้า

[8]กระทรวงอุตสาหกรรม, ผลิตภัณฑ์หัตถกรรมกระดาษสา (ม.ป.ท.) หน้า 9-10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต้นปอสาสด

1. ไม่มีการหักเปอร์เซ็นต์ความชื้น

2. ขนาดของต้นไม่จำกัด แต่ต้องตัดเป็นท่อนยาวไม่เกินท่อนละ 1.50 เมตร

3. แต่ละท่อนต้องไม่มีใบ แขนงกิ่ง และรากตัดมาด้วย

4. ปอสาที่มีขนาดเล็กกว่าข้อมือ ต้องมัดรวมกันด้วยเชือกปอสาหรือเชือกป่านเท่านั้น โดยให้พอโอบอุ้มได้

5. ปอสาทุกท่อนต้องมีเปลือกไม้หุ้มอยู่โดยสมบูรณ์และต้องไม่ถูกไฟไหม้

เปลือกปอสา

1. สีของเปลือกต้องขาวสะอาด ไม่มีเปลือกสีเขียวติดอยู่และผิวเรียบไม่มีตาไม้

2. ความชื้นของเปลือก การซื้อขายในประเทศไม่ได้ระบุเปอร์เซ็นต์ความชื้น แต่ที่จำหน่ายต่างประเทศจะกำหนดความชื้นไม่เกินร้อยละ 17

2.3. อุตสาหกรรมเยื่อกระดาษปอสา[1]

ปัจจุบันประเทศไทยมีการทำกระดาษสาจากเยื่อปอสากระจายไปตามจังหวัดต่าง ๆ แถบภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยเป็นอุตสาหกรรมขนาดย่อมที่ใช้แรงงานชาวบ้านโดยตรงและมีบริษัทถ้วงไก่สเปเชียล จำกัด เพียงบริษัทเดียวเท่านั้นที่ผลิตกระดาษสาจากเครื่องจักร ใช้วัตถุดิบเยื่อปอสาจำนวนมากมาทำการผลิตกระดาษสาเพื่อให้พอเพียงกับการส่งออก และจำหน่ายภายในประเทศโดยเน้นการส่งออกไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 ตลาดใหญ่คือญี่ปุ่นและเกาหลีใต้ นอกจากส่งออกในรูปกระดาษสาแล้ว บริษัทถ้วงไก่สเปเชียส จำกัดยังส่งออกปอสำหรับเป็นวัตถุดิบในการทำกระดาษเป็นจำนวนมากในแต่ละปีด้วย

แต่อย่างไรก็ตามอุตสาหกรรมผลิตเยื่อกระดาษซึ่งเป็นอุตสาหกรรมหนึ่งที่ทวีบทบาทสำคัญขึ้นโดยลำดับวัตถุดิบใช้ในการผลิตเยื่อกระดาษส่วนใหญ่คือ ชานอ้อย และปอแก้ว นอกจากนี้ยังมีไม้ไผ่ ยูคาลิปตัส ปอสา และเศษกระดาษเก่าอีกส่วนหนึ่ง ในปีพ.ศ.2525 ประเทศไทยมีผู้ผลิตเยื่อกระดาษ 4 ราย กำลังการผลิตรวมประมาณ 16,000 ตันต่อปี ซึ่งไม่พอเพียงกับความต้องการ จึงมีการนำเข้าเยื่อกระดาษและขยายกำลังการผลิตเยื่อกระดาษเพิ่มมากขึ้นเมื่อผู้ผลิตเยื่อกระดาษรายใหญ่ 2 ราย ซึ่งมีกำลังการผลิตรวมประมาณ 104,000 ตัน ถือกำเนิดขึ้นในปี 2525 แต่ปัญหาการขาดแคลนเยื่อกระดาษกลับมิได้หมดไป เนื่องมาจากขาดแคลนวัตถุดิบที่จะป้อนแก่โรงงานผลิตเยื่อกระดาษ ขณะที่ปริมาณความต้องการใช้เยื่อกระดาษยังคงมีอยู่สูงเกินกำลังการผลิตของเยื่อกระดาษ

---

[1] อุตสาหกรรม : กระทรวง. ผลิตภัณฑ์หัตถกรรมกระดาษสา (มปท.) หน้า 10-37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1

กำลังผลิตและปริมาณความต้องการใช้เยื่อและกระดาษ

ปี 2527-2533

หน่วย : ตัน

ปี	เยื่อกระดาษ		กระดาษ	
	กำลังผลิต	ความต้องการ	กำลังผลิต	ความต้องการ
2527	86,925	255,517.7	540,575	697.896
2528	99,352	315,970.7	585,750	628.462
2529	116,732	306,991.2	647,750	630.860
2530	134,875	372,615.9	720,250	689.500
2531	139,000	451,421.1	784,450	731.100
2532	150,000	509,229.4	784,450	782.500
2533*	150,000	550,000	784,450	834.500

ที่มา :1/ธนาคารแห่งประเทศไทย

:2/สมาคมอุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษไทย

หมายเหตุ : *คาดการณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2
ปริมาณและมูลค่าการนำเข้า-ส่งออกเยื่อกระดาษและกระดาษ
ปี 2527-2532*

ปริมาณ :ตัน
มูลค่า : ล้านบาท

ปี	เยื่อกระดาษ				กระดาษและผลิตภัณฑ์			
	นำเข้า		ส่งออก		นำเข้า		ส่งออก	
	ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า
2527	171,925.2	1,192.2	2,432.5	36.4	146,696.8	2,872.1	20,466.9	244.6
	(-16.3)	(-19.6)	(165.5)	(200.8)	(-33.9)	(-66)	(30.4)	(14.8)
2528	222.114.7	1,509.3	5,496.0	74.2	205,939.8	3,594.3	26,823.4	539.3
	(29.3)	(26.6)	(125.9)	(103.8)	(40.4)	(25.1)	(31.1)	(120.5)
2529	216,826.1	1,515.1	26,566.9	264.3	166,842.5	3,289.9	60,845.0	927.9
	(-2.4)	(0.4)	(383.4)	(256.2)	(-19.0)	(-8.5)	(126.8)	(72.0)
2530	251,780.5	2,237.9	14,030.6	200.2	393,672.3	4,725.6	75,141.7	1,371.7
	(16.1)	(47.7)	(-47.2)	(-24.3)	(135.9)	(43.6)	(23.5)	(47.8)
2531	392,103.2	2,905.8	16,682.1	277.5	231.865.9	5,434.3	56,784.6	1,189.2
	(30.7)	(29.8)	(18.8)	(38.6)	(-41.1)	(15.0)	(-24.4)	(-13.3)
2532	384.813.5	3,396.8	25,584.1	477.9	229,413.6	5,573.9	54,977.5	1,155.3
(ม.ค.-พ.ย.)	(31.1)	(30.3)	(94.6)	(126.1)	(9.9)	(14.3)	(6.0)	(8.2)

ที่มา : กรมศุลกากร
หมายเหตุ ตัวเลขในวงเล็บหมายถึง อัตราการเปลี่ยนแปลงร้อยละ
มกราคม-พฤศจิกายน 2532

ภาพที่ 14
แสดงลักษณะของเยื่อกระดาษสา

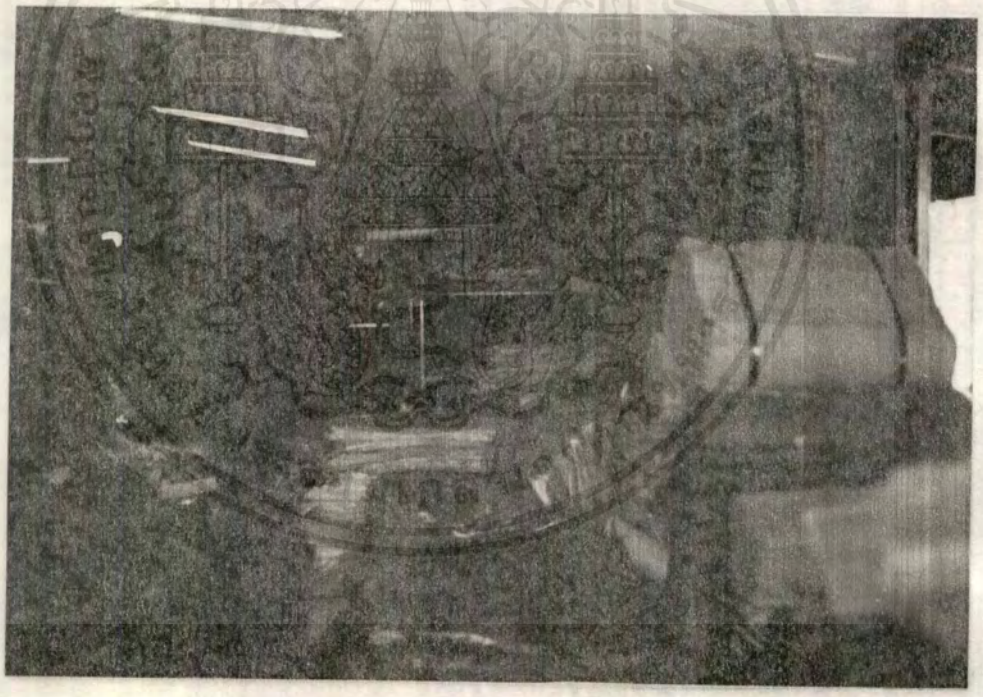
ผลจากการที่การผลิตเยื่อกระดาษภายในประเทศมีอาจจะตอบสนองต่อความต้องการใช้ของอุตสาหกรรมได้อย่างพอเพียงจนเป็นผลต่อเนื่องทำให้ต้องนำเข้าเยื่อกระดาษถึงกว่า 3,000 ล้านบาทต่อปี และหากรวมปริมาณการนำเข้ากระดาษแล้วจะมีการนำเข้ารวมสูงประมาณ 8,000 ล้านบาทต่อปี ซึ่งนับเป็นการสูญเสียเงินตราเป็นจำนวนมากและยังเป็นแนวโน้มที่จะนำเข้าเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง เพื่อสนองตอบความต้องการกระดาษประเภทต่างๆ ที่ขยายตัวไปอย่างรวดเร็ว

ดังนั้นเพื่อที่จะให้อุตสาหกรรมเยื่อกระดาษขยายตัวต่อไปอย่างมีเสถียรภาพ จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องเร่งพัฒนาศักยภาพในการผลิตเยื่อกระดาษเพื่อสนองความต้องการภายในประเทศได้เพียงพอ และยืนหยัดด้วยตนเองได้ซึ่งไม่เพียงจะประหยัดเงินตราในการนำเข้าเยื่อกระดาษจากต่างประเทศปีละหลายพันล้านบาท แต่ยังเกื้อหนุนต่อการพัฒนาบรรจุภัณฑ์ซึ่งมีบทบาทสำคัญต่ออุตสาหกรรมการส่งออกเป็นการช่วยเพิ่มศักยภาพในด้านการส่งออกของไทย ทำให้มีความได้เปรียบในการขายแข่งขันในตลาดต่างประเทศ นอกจากนี้ยังส่งเสริมให้อุตสาหกรรมกระดาษมีการขยายตัวไปอย่างรวดเร็วสามารถสนองความต้องการภายในประเทศและขยายตลาดไปยังต่างประเทศ ช่วยเพิ่มพูนรายได้ให้แก่ประเทศได้อย่างรวดเร็วจากปัจจุบันที่มีการส่งออกกระดาษคิดเป็นมูลค่าเฉลี่ยปีละ 1,000 ล้านบาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระดาษสาเป็นผลิตภัณฑ์หัตถกรรมพื้นเมืองซึ่งนิยมทำเป็นอุตสาหกรรมในครอบครัว ทางภาคเหนือของประเทศมาเป็นเวลากว่าร้อยปีมาแล้ว วัตถุดิบที่จะนำมาทำกระดาษสาคือ ปอสาเป็นพืชเส้นใย ซึ่งสามารถนำไปต้มให้เปื่อยได้ง่าย การผลิตกระดาษสามีการทำกันมากในเขตจังหวัดเชียงราย จังหวัดเชียงใหม่ จังหวัดลำปาง จังหวัดพะเยา และจังหวัดน่าน ทั้งนี้สันนิษฐานว่าการทำกระดาษสาของไทยคงจะได้รับอิทธิพลมาจากประเทศจีน ผลิตภัณฑ์กระดาษสาในสมัยก่อนมักจะจำหน่ายในเขตพื้นที่และ บริเวณใกล้เคียง โดยนำไปใช้ประโยชน์เป็นกระดาษสำหรับการจดบันทึกตำรายาโบราณ การเขียนคัมภีร์พุทธศาสนา การวาดภาพ ทำกระดาษเช็ดมือ กระดาษห่อของทำสายชนวนพลุไฟ ทำร่ม พัด หัวโขน ถุง หรือใช้เป็นกระดาษแบบเสื้อจะเห็นได้ว่ากระดาษยังนำไปใช้ประโยชน์ไม่มากนักเมื่อเปรียบเทียบกับคุณสมบัติพิเศษของกระดาษสา

ภาพที่ 15
แสดงลักษณะของกระดาษสา



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4. คุณสมบัติพิเศษของกระดาษสา

คุณสมบัติพิเศษของกระดาษสา เกิดมาจากวัตถุดิบปอสา ซึ่งเป็นพืชที่มีเยื่อเป็นเส้นใยยาว มีความเหนียวมากสามารถนำมาแปรสภาพโดยการทุบ ตีเยื่อไม้ เพื่อนำมาทำเป็นกระดาษทำเชือกหรือใช้เป็นเยื่อผสมปูนขาว ปูนพลาสเตอร์ ในการหล่อแบบผลิตภัณฑ์ โดยเสริมความแข็งแรงคงทนให้แก่ตัวผลิตภัณฑ์นั้นๆ ได้

สำหรับตัวกระดาษสานั้น เป็นกระดาษที่แปรสภาพมาจากการทุบเยื่อไม้บริสุทธิ์ที่ให้กระจายออก และยังคงรักษาเนื้อกาวในตัวเส้นเยื่อ เพื่อรักษาคุณภาพของเยื่อกระดาษเป็นเส้นใยเกาะประสานกันอย่างเหนียวแน่นมีความนุ่ม ทนทาน เก็บไว้ได้นานนับร้อยปี โดยไม่มีการผุกร่อน แตกหัก แห้งกรอบ อีกทั้งเนื้อกระดาษสาไม่มีการผสมพวกแป้งหรือดินขาว จึงมีคุณสมบัติแมลงไม่ชอบแทะกัดอีกด้วย นับเป็นคุณสมบัติเด่นในตัวของกระดาษสา ซึ่งกระดาษชนิดอื่นๆ ไม่มี

การพัฒนานำกระดาษมาทำผลิตภัณฑ์จึงควรที่จะทำความเข้าใจในคุณสมบัติพิเศษของวัตถุดิบปอสาและกระดาษสา เพื่อหยิบยกเอาความดีเด่นของคุณสมบัติเหล่านั้นออกมาใช้ให้สอดคล้องกับประโยชน์ใช้สอยตามความต้องการ อนึ่งเป็นที่น่าสังเกตว่าเศษกระดาษที่เหลือทิ้งจากการทำผลิตภัณฑ์สามารถเก็บนำมาแช่น้ำและตีเยื่อทำเป็นกระดาษแผ่นใหม่ได้ โดยไม่ต้องทิ้งไป

2.5. กรรมวิธีการผลิตกระดาษสา

การทำกระดาสาในปัจจุบันมี 2 วิธีคือ

2.5.1. การทำกระดาษสาด้วยมือ เป็นอุตสาหกรรมในครอบครัว

2.5.2. การทำกระดาษสาด้วยเครื่องจักร ในโรงงานอุตสาหกรรม

อนึ่ง ในงานวิจัยฉบับนี้จะกล่าวเฉพาะการทำกระดาษสาด้วยมือตามแบบพื้นบ้าน ซึ่งมีรายละเอียดจะกล่าวดังต่อไปนี้

2.5.1. การทำกระดาษสาด้วยมือเป็นอุตสาหกรรมในครอบครัว

การทำกระดาษสาด้วยมือเป็นอุตสาหกรรมในครอบครัว จัดเป็นงานหัตถกรรมพื้นบ้านของภาคเหนือที่สามารถทำรายได้ให้แก่ครอบครัวจากอดีตที่ทำกระดาษสาในปริมาณจำกัด เนื่องจากตลาดผู้ใช้มีน้อยราย แต่ภายหลังได้รับการส่งเสริมจากการส่งเสริมอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม เป็นผลให้มีการทำกระดาษสาเป็นอาชีพเพิ่มมากขึ้นในเขตจังหวัดทางภาคเหนือ โดยเฉพาะเขตจังหวัดเชียงใหม่และลำปาง ประกอบกับกรมส่งเสริมอุตสาหกรรมได้พัฒนาออกแบบสร้างเครื่องทุนแรงตีเยื่อปอสาช่วยให้กำลังการผลิตทำให้รวดเร็วมีปริมาณมากเพียงพอ สนองความต้องการของตลาดผู้ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.1.1. การเตรียมวัตถุดิบปอสา

เปลือกปอสาซึ่งเป็นวัตถุดิบในการผลิตกระดาษสานั้นมีแหล่งที่ขึ้นตามธรรมชาติในที่ชุ่มชื้น เช่นเขตอำเภอเชียงดาว อำเภอพร้าว จังหวัดเชียงใหม่ อำเภองาว อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง และอำเภอแม่สาย อำเภอพาน อำเภอเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงราย

ต้นสาโดยทั่วไปที่นำเปลือกมาใช้ผลิตกระดาษมี 2 ชนิดคือ ชนิดต้นเขียว (ชาวบ้านในท้องถิ่นเรียกต้นลายงูเหลือม) ซึ่งให้เปลือกสาที่มีคุณภาพดี และต้นม่วง (ชาวบ้านในท้องถิ่นเรียกต้นดำ) การตัดกิ่งสาเพื่อลอกเอาเปลือกสานั้นจะต้องเลือกกิ่งสาที่มีอายุประมาณ 8 เดือน ถึง 1 ปี เมื่อตัดกิ่งสาแล้วจะนำมาขูดผิวนอกออกแล้วลนไฟเพื่อให้เปลือกล่อนออกจากแกนกลางของลำต้น

การตัดกิ่งสาส่วนใหญ่จะตัดในช่วงฤดูร้อน และฤดูหนาวที่ไม่มีฝนเพราะจะเป็นการสะดวกที่จะเข้าไปตัดเนื่องจากต้นสาซึ่งขึ้นอยู่ตามธรรมชาติมักอยู่ในป่าที่ชุ่มชื้น

2.5.1.2. การเตรียมเยื่อปอสาสำหรับทำแผ่นกระดาษ

เปลือกสาที่จะนำมาผลิตเป็นแผ่นกระดาษจะต้องผ่านขั้นตอนการเตรียมเยื่อปอสา ดังนี้

ก. การแช่เปลือกสาในน้ำ โดยการนำเปลือกสาแช่ในถังน้ำทิ้งไว้ประมาณ 24 ชั่วโมง เพื่อให้เปลือกสาอ่อนตัวลงก่อนที่จะนำไปต้มต่อไป แต่แหล่งผลิตบางแห่งก็จะไม่มีการแช่เปลือกสาโดยจะนำไปต้มเลยทีเดียว ซึ่งทำให้การต้มกินเวลานานกว่าการแช่เสียก่อนแล้วจึงต้ม

ภาพที่ 16

แสดงเปลือกสาที่ถูกแช่น้ำเพื่อให้อ่อนตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสาร... การค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข. การต้มเยื่อ เพื่อให้เปลือกสานิ่มและเยื่อแยกตัวได้ดีก่อนที่จะนำไปทุบ การต้มนี้ทำได้ใน 2 ลักษณะคือ

ต้มโดยใช้ขี้เถ้า เป็นวิธีแบบพื้นบ้านทั่วไป ขี้เถ้าที่ใช้จะเป็นขี้เถ้าไม้จริงหรือขี้เถ้าถ่าน วิธีการต้มจะใช้ถังน้ำมันหรือถังก๊าซเก่าใส่น้ำ เปลือกสาและขี้เถ้าและนำไปต้มประมาณ 3-6 ชั่วโมง ขึ้นอยู่กับปริมาณและคุณสมบัติของขี้เถ้าที่ใส่คือถ้าใส่ขี้เถ้าจำนวนมากหรือเป็นขี้เถ้าเค็มก็จะใช้เวลาในการต้มน้อยกว่าการใส่ขี้เถ้าน้อยและเป็นขี้เถ้าไม่เค็ม ขี้เถ้าที่ใช้หาซื้อได้ในราคาปี๊บละ 4 บาท เปลือกสาที่ผ่านการต้มโดยใช้ขี้เถ้านี้อาจจะมีคุณภาพไม่ดีสม่ำเสมอ ทั้งนี้เนื่องจากอัตราส่วนของขี้เถ้าและเวลาที่ใช้ในการต้มไม่แน่นอน

ต้มโดยใช้โซดาไฟ เป็นวิธีที่สะดวกและประหยัดเวลาทั้งยังให้ผลแน่นอนกว่าใช้ขี้เถ้า แต่จะมีค่าใช้จ่ายสูงกว่าวิธีต้มด้วยขี้เถ้า

โซดาไฟที่ใช้ในการต้ม ในการต้มเปลือกสาจำนวน 5 กิโลกรัม จะใช้โซดาไฟประมาณ 2 ขีด เวลาในการต้มประมาณ 50 นาที

เปลือกสาที่ผ่านการต้มแล้วจะต้องล้างน้ำสะอาดเพื่อกำจัดเศษผง ขี้เถ้า หรือโซดาไฟออก

ค. การฟอกสี เปลือกสาที่ต้มแล้วผู้ผลิตโดยทั่วไปจะนำไปทุบเยื่อเลย แต่มีผู้ผลิตในบางแหล่งผลิตทำการฟอกสีเยื่อสาเสียก่อนที่จะนำไปทุบเพื่อให้ได้กระดาษที่ขาวขึ้นกว่าสีของเยื่อสาตามธรรมชาติ

การฟอกสีจะใช้แคลเซียมไฮโปคลอไรด์จำนวน 1 ขีดต่อเปลือกสาจำนวน 5 กิโลกรัม แช่ทิ้งไว้ 30 นาทีแล้วนำไปล้างน้ำสะอาดอีกครั้งหนึ่ง

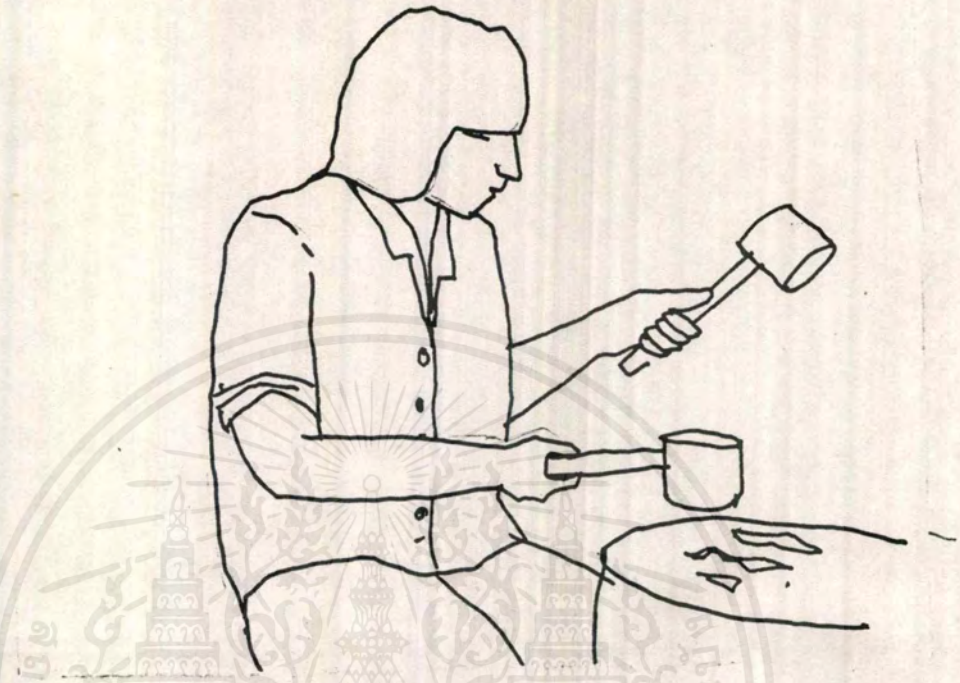
แคลเซียมไฮโปคลอไรด์หาซื้อค่อนข้างยาก ทำให้ผู้ผลิตในท้องถิ่นไม่สามารถทำการฟอกขาวเยื่อสาได้แต่บางแห่งจะเลือกใช้คลอรีนเป็นตัวฟอกขาว

ง. การทุบเยื่อ เยื่อสาซึ่งผ่านการต้มทำความสะอาดแล้วจะนำมาตีหรือทุบเยื่อให้แตกละเอียดสม่ำเสมอเพื่อนำไปทำแผ่นกระดาษต่อไป การทุบเยื่อสามารถทำได้ 2 วิธีคือ

ทุบด้วยมือ โดยนำเยื่อวางบนท่อนไม้แล้วทุบด้วยฆ้อนไม้ 2 มือสลับกัน การทุบนี้จะทำให้เยื่อสาไม่แตกละเอียดจนเกินไป ซึ่งเมื่อนำไปทำเป็นแผ่นกระดาษแล้วเยื่อจะประสานตัวกันเป็นอย่างดีทำให้ได้กระดาษที่มีความเหนียว เยื่อสาที่ทุบแล้วถ้าจะนำไปใช้ทำแผ่นกระดาษด้วยวิธีแตะจะต้องเตรียมเยื่อให้เป็นก้อนๆ ที่มีขนาดเท่าๆ กัน เพื่อทำเป็นกระดาษแต่ละแผ่นต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 17
แสดงการทุบเปลือกปอสาด้วยมือ



ทุบด้วยเครื่อง โดยใช้เครื่องตีเยื่อซึ่งกองอุตสาหกรรมในครอบครัวค้นคว้าทดลองทำขึ้น การใช้เครื่องตีเยื่อทำให้การผลิตรวดเร็วขึ้น เพราะเครื่องสามารถปันปอสาจำนวน 2-3 กิโลกรัม ได้ในเวลาครึ่งชั่วโมงต่อครั้ง ปอสาที่ได้จากการตีด้วยเครื่องจะแหลกละเอียดสม่ำเสมอเมื่อนำไปทำแผ่นกระดาษจะได้กระดาษที่มีความหนาสม่ำเสมอ แต่การประสานตัวของเส้นใยจะไม่เหนียวเท่ากับการทุบด้วยมือเนื่องเพราะความแรงของเครื่องตีเยื่อ ทั้งนี้ควรปรับปรุงเครื่องตีเยื่อปอสา โดยให้ลดความเร็วต่อรอบและไม่จำเป็นต้องตีแรง จนเส้นใยแหลกละเอียด อันเป็นสิ่งซึ่งทำลายคุณสมบัติพิเศษของปอสาให้ด้อยลงไปคือความเหนียวของกระดาษสาจะลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 18

แสดงลักษณะของเครื่องปั่นกระดาษสา

จ. การทำแผ่นกระดาษ

จากเยื่อสาที่ผ่านการทุบแล้วจะนำมาทำเป็นแผ่นกระดาษได้ 2 วิธีคือ

การตักช้อน โดยการนำเยื่อที่ทุบแล้วมาละลายลงในบ่อน้ำลึกประมาณ 80 ซม. ใช้ไม้กวนเพื่อให้เยื่อกระจายตัวสม่ำเสมอแล้วใช้ตะแกรงซึ่งอาจเป็นได้ทั้งตะแกรงไนลอนและตะแกรงมุ้งลวดตักช้อนเยื่อปอสาในบ่อขึ้นมา การตักช้อนนี้ถ้าเป็นตะแกรงขนาดเล็กก็สามารถตักคนเดียวได้ แต่ถ้าตะแกรงสำหรับผลิตกระดาษขนาดใหญ่จะต้องใช้คนงาน 2 คนช่วยกันตักการช้อนนี้จะทำได้ 6-10 แผ่นต่อครั้งแล้วจึงใส่ปอสาลงในบ่อ

ตะแกรงที่ใช้ตักช้อนเมื่อใช้ไประยะหนึ่งมีเศษเยื่อเกาะติดอยู่จะต้องนำมาขัดเอาเศษเยื่อออกโดยใช้แปรงลวดและเมื่อขัดแล้วจะทาตะแกรงด้วยน้ำมันหมูเพื่อให้ผิวตะแกรงลื่นเป็นมัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 19

แสดงการทำแผ่นกระดาษโดยการช้อน

การแตะ โดยการนำเยื่อที่ทุบเป็นก้อนมาละลายกวนในกระบอกไม้ไผ่ โดยผสมกับน้ำเล็กน้อยใช้ไม้กระทุ้งเพื่อให้เยื่อแตกตัวสม่ำเสมอดีเทลงในตะแกรงกรุด้วยผ้ามุ้ง ซึ่งวางอยู่ในกะบะน้ำตื้น ใช้มือเกลี่ยแตะให้เยื่อกระจายออกไปทั่วตะแกรงอย่างสม่ำเสมอแล้วยกขึ้นวางผึ่งให้สะเด็ดน้ำก่อนที่จะนำไปตากต่อไป สำหรับวิธีการแตะนี้ถ้าหากต้องการให้ได้กระดาษที่มีความหนามาก จะใช้วิธีตากกระดาษแผ่นหนึ่งให้แห้งเสียก่อนแล้วจึงนำไปประกบลงบนเยื่อสาของอีกแผ่นหนึ่งในขณะกำลังแตะ ซึ่งจะทำให้ได้กระดาษที่หนาสม่ำเสมอและทุกๆ แผ่นจะมีความหนาเท่าๆ กัน โดยกำหนดจากก้อนเยื่อสาที่ใส่ลงในกระบอกไม้ไผ่ แต่ละครั้ง ซึ่งเยื่อสา 1 ก้อนจะทำกระดาษได้ 1 แผ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 20

แสดงการทำแผ่นกระดาษด้วยวิธีแตะ

เมื่อตักช้อนหรือแตะแผ่นกระดาษเสร็จแล้วจะนำไปตากแดดหรือผึ่งไฟทั้งตะแกรงจนแห้งสนิทดี

วิธีการทำแผ่นกระดาษด้วยการแตะจะเสียเวลามากกว่าการตักช้อน กล่าวคือ ถ้าใช้วิธีแตะในวันหนึ่งๆ ผู้ผลิตจะทำแผ่นกระดาษได้ประมาณ 40-100 แผ่น แต่ถ้าใช้วิธีตักช้อนจะทำได้ถึง 300-600 แผ่นต่อวัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 21

แสดงการตากกระดาษสาหลังจากช้อนหรือแตะ

ภาพที่ 22

แสดงการลอกกระดาษสาออกจากตะแกรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6. ประเภทของกระดาษสา

กระดาษสาที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการทำผลิตภัณฑ์กระดาษสา แบ่งตามกรรมวิธีการผลิตได้เป็น 2 ประเภทคือ

2.6.1. กระดาษสาทำด้วยมือตามแบบพื้นบ้าน ลักษณะเนื้อกระดาษจะมีผิวพรรณขรุขระ สามารถทำหนาบางได้ตามต้องการ ซึ่งแสดงออกถึงงานหัตถกรรมทำด้วยมืออย่างแท้จริง ให้ความรู้สึกเป็นธรรมชาติ เนื้อกระดาษสาเดิมจะเป็นสีขาว หรือขาวตุ่นค่อนข้างเหลือง ขนาดของกระดาษสาจะขึ้นอยู่กับขนาดของตะแกรงที่ใช้ โดยทั่วไปผู้ผลิตกระดาษสาจะใช้ตะแกรงขนาด 55 x 77 ซม. และขนาด 65 x 125 ซม. จึงทำให้กระดาษสาที่ซื้อขายทั่วไปมี 2 ขนาดตามขนาดของตะแกรง

2.6.2. กระดาษทำด้วยเครื่องจักรในโรงงาน ลักษณะเนื้อกระดาษผิวเรียบ เนื้อบางเหนียว ขนาดของกระดาษสาทำด้วยเครื่องจักรมีหลายขนาด แต่ที่นิยมนำมาใช้ในงานหัตถกรรมคือเบอร์ความหนา 40-50 กรัม ขนาด (กว้าง x ยาว) 64 x 97 เซนติเมตร ราคาจำหน่ายประมาณแผ่นละ 17-18 บาท

2.7. การพัฒนาผลิตภัณฑ์กระดาษสา

การผลิตกระดาษสาเป็นอุตสาหกรรมในครัวเรือนของชาวชนบท ซึ่งผลิตกันมาตั้งแต่สมัยโบราณและต่อเนื่องมาถึงปัจจุบัน ในอดีตการผลิตกระดาษสาจะสนองประโยชน์ใช้สอยไม่กว้างขวางนักการใช้ประโยชน์จำกัดอยู่เฉพาะในท้องถิ่นและทำท่าว่าจะสูญหายไปเนื่องจากไม่มีตลาดรับซื้ออย่างไรก็ตามเนื่องจากกระดาษสาสามารถผลิตได้ในครัวเรือนมีวิธีการผลิตที่ง่ายไม่ยุ่งยากซับซ้อน วัตถุดิบก็หาได้ในท้องถิ่น และที่สำคัญคือกระดาษสามีประโยชน์และคุณสมบัติพิเศษที่แตกต่างจากกระดาษชนิดอื่นคือมีความเหนียวและคงทนเก็บได้นานนับ 100 ปี โดยที่แมลงต่างๆ ไม่สามารถกัดกินได้ มีความสวยงามและความอ่อนในตัวเอง กรมส่งเสริมอุตสาหกรรมได้เข้าไปฟื้นฟูกระดาษสาโดยพัฒนาทั้งด้านการผลิต การตลาด และเน้นให้เห็นคุณค่าของประโยชน์ใช้สอยอย่างแท้จริงตั้งแต่ปลายปี 2528 เป็นต้นมา

2.8. กระดาษสาสารพัดประโยชน์

ปัจจุบันการพัฒนากระดาษสานอกจากจะเน้นการพัฒนาในด้านการผลิตเพื่อให้ได้กระดาษคุณภาพดีและนำมาทำเป็นสินค้าหัตถกรรมหรือส่งออกเป็นหลักแล้ว ยังมีการนำเทคโนโลยีที่ทันสมัยมาใช้ในการผลิต เพื่อนำกระดาษสามาใช้ในงานอุตสาหกรรม เช่น นำกระดาษสามาชุบน้ำยาเพื่อป้องกันการติดไฟโดยส่งเสริมให้ใช้กับสถานที่ที่ต้องการความปลอดภัยสูง เช่น บนเครื่องบิน โรงแรม และโรงพยาบาล ใช้ในอุตสาหกรรมการบรรจุหีบห่อโดย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เฉพาะสินค้าที่ต้องการทะนุถนอม เช่น อัญมณีและเครื่องประดับเซรามิค กล้องถ่ายรูป เลนส์แว่นตา และใช้ในการหีบห่อผลไม้เพื่อป้องกันน้ำและความชื้น ใช้ห่อดอกไม้เพื่อเพิ่มความสวยงาม รวมทั้งการใช้ในวงการแพทย์และทำผ้าอนามัย

2.9. ผลิตภัณฑ์กระดาษสา

นอกจากประโยชน์ของกระดาษสาดังที่ได้กล่าวมาแล้วกองส่งเสริมหัตถกรรมไทย กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม ได้ทำการส่งเสริมและพัฒนาการทำผลิตภัณฑ์กระดาษเป็น 3 ลักษณะใหญ่คือ

2.9.1. ด้านเงินทุน

2.9.2. ด้านการตลาด

2.9.3. ด้านพัฒนาเทคนิคและรูปแบบผลิตภัณฑ์ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.9.1. ด้านเงินทุน เป็นการให้กู้ยืมเงินทุนหมุนเวียนเพื่อเป็นทุนประกอบอาชีพหรือขยายการผลิตอุตสาหกรรมในครอบครัวและหัตถกรรมไทย มีวงเงินที่อนุมัติให้กู้และอัตราดอกเบี้ย

- วงเงินรายละไม่เกิน 50,000 บาท (ห้าหมื่นบาทถ้วน)
- กำหนดผ่อนชำระคืนเป็นรายเดือน ไม่เกิน 2 ปี
- อัตราดอกเบี้ย ร้อยละ 10 ต่อปี

ผู้สนใจสามารถติดต่อขอรายละเอียดได้ที่ฝ่ายส่งเสริมตลาดและสินเชื่อ กองส่งเสริมหัตถกรรมไทย ถนนพระราม 6 ราชเทวี กรุงเทพฯ 10400 โทรศัพท์ 248-8098, 245-0140 โทรสาร 245-0201

2.9.2. ด้านการตลาด เป็นการส่งเสริมผู้ผลิตสินค้าหัตถกรรมกระดาษสาและสินค้าหัตถกรรมประเภทอื่นๆ ให้มีตลาดจำหน่ายกว้างขวางยิ่งขึ้น โดยดำเนินการในรูปแบบดังนี้

- จัดแสดงนิทรรศการและจำหน่ายสินค้าหัตถกรรมกระดาษสา ซึ่งในปีงบประมาณ 2535 ได้จัดงาน 'เสน่ห์กระดาษสา ครั้งที่ 4' ณ แกรนด์ฮอลล์ ศูนย์สรรพสินค้าริเวอร์ซิตี้ กรุงเทพฯ นอกจากนี้ยังนำผลิตภัณฑ์และผู้ประกอบการหัตถกรรมกระดาษสาไปร่วมแสดงในนิทรรศการในต่างประเทศ เช่น งานแซนแดงเทเรียร์ (Scenes d'Interieur) ณ กรุงปารีส ประเทศฝรั่งเศส งานแสดงนิทรรศการหัตถกรรมอาเซียน ณ กรุงเวียนนา ประเทศออสเตรีย งานนิทรรศการผลิตภัณฑ์หัตถกรรมจากประเทศสมาชิกในภูมิภาคเอเชีย-แปซิฟิค ณ กรุงเกียวโต ประเทศญี่ปุ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- จัดศูนย์ส่งเสริมการตลาดหัตถกรรมไทย (Craft Promotion Center) เพื่อเป็นศูนย์แสดงสินค้าหัตถกรรมเพื่อส่งออก ชั้น 1 อาคารกองส่งเสริมหัตถกรรมไทย กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม ถนนพระราม 6 ราชเทวี กรุงเทพฯ 10400 ซึ่งผู้ผลิตสินค้าหัตถกรรมกระดาษสานำสินค้าร่วมตั้งแสดงเพื่อเผยแพร่

2.9.3. ด้านการพัฒนาเทคนิคและรูปแบบผลิตภัณฑ์ กองส่งเสริมหัตถกรรมไทยได้ทำการส่งเสริมและพัฒนาผลิตภัณฑ์กระดาษสาเป็น 2 ลักษณะคือ

2.9.3.1. พัฒนาเทคนิคการตกแต่งลวดลายและสีบนกระดาษสา

2.9.3.2. พัฒนาการออกแบบผลิตภัณฑ์กระดาษสา ทั้งนี้เพื่อเป็นต้นแบบอย่างของแนวความคิดให้ผู้ประกอบการหัตถกรรมและผู้สนใจทั่วไปเกิดความสนใจลงทุนทำการผลิตและแปรรูปผลิตภัณฑ์จากกระดาษสา ปอสา เพื่อให้มีมูลค่าเพิ่มขึ้น ขณะเดียวกันก็จะช่วยส่งเสริมขยายตลาดผลิตภัณฑ์จากกระดาษสาทั้งในประเทศและต่างประเทศให้กว้างขวาง ก่อให้เกิดความต้องการใช้กระดาษสา อันเป็นผลผลิตจากชาวชนบท และช่วยอนุรักษ์งานศิลปพื้นบ้านการทำกระดาษสาให้สืบทอดต่อไป ทั้งยังเป็นการสร้างงานกระจายรายได้ไปสู่ภาคชนบทตามนโยบายของรัฐด้วย

2.9.3.1. การพัฒนาเทคนิคการตกแต่งลวดลายและสีบนกระดาษสา เป็นการพัฒนาตกแต่งกระดาษสาให้มีลวดลาย ความสวยงามสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้กว้างขวางมากยิ่งขึ้น ซึ่งกองส่งเสริมหัตถกรรมไทยได้ทำการพัฒนาเทคนิคต่างๆ ในการตกแต่งลวดลายและสีบนกระดาษสาจำนวน 6 วิธีคือ

1. วิธี Stencil
2. การเขียนเทียนบาติก
3. การมัดย้อม
4. การพิมพ์ซิลค์สกรีน
5. วิธี Collage
6. วิธี Marbling

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 23
แสดงผลิตภัณฑ์ที่ทำจากกระดาษสา

2.9.3.2. การออกแบบผลิตภัณฑ์กระดาษสา

ในด้านการพัฒนาการออกแบบผลิตภัณฑ์กระดาษสา กองส่งเสริมหัตถกรรมไทย กรมส่งเสริมอุตสาหกรรมมีกลุ่มนักออกแบบผลิตภัณฑ์หัตถกรรมทำการออกแบบผลิตภัณฑ์กระดาษสาประเภทต่างๆ โดยยึดแนวการออกแบบผลิตภัณฑ์ต่อไปนี้

ก. เป็นผลิตภัณฑ์หัตถกรรมที่มีประโยชน์ใช้สอย มีความสวยงามและสามารถผลิตได้ไม่ยุ่งยากซับซ้อนมากนัก

ข. เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีลู่ทางการจำหน่ายที่ดี ตรงกับความต้องการของตลาดทั้งตลาดในประเทศและต่างประเทศ

ค. เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความเหมาะสม ในการถ่ายทอดเผยแพร่ให้แก่ผู้ประกอบการหรือเป็นต้นแบบนำไปผลิตเป็นสินค้าหัตถกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประเภทของแบบผลิตภัณฑ์กระดาษสา

จากแนวทางการออกแบบผลิตภัณฑ์ดังที่ได้กล่าวมาแล้วนั้น กลุ่มนักออกแบบผลิตภัณฑ์ได้ทำการออกแบบผลิตภัณฑ์หัตถกรรมกระดาษสาไว้เป็นจำนวนมากแบ่งได้ 3 ประเภทใหญ่คือ

1. ประเภทของใช้ประจำวัน
2. ประเภทของประดับตกแต่งและของที่ระลึก
3. ประเภทดอกไม้ประดิษฐ์

โดยในแต่ละประเภทประกอบด้วยผลิตภัณฑ์ดังต่อไปนี้

ประเภทของใช้ประจำวัน เป็นการออกแบบผลิตภัณฑ์กระดาษสาโดยเน้นลักษณะผลิตภัณฑ์ที่นำไปใช้ในชีวิตประจำวันทั้งที่บ้านและที่ทำงานประกอบด้วย

- กล่องใส่เครื่องประดับรูปทรงต่างๆ
- กล่องใส่กระดาษเช็ดมือทรงต่างๆ
- ที่ใส่ซองจดหมายแบบต่างๆ
- ภาชนะใส่ของ ตะกร้ารูปทรงต่างๆ
- กล่องใส่กระดาษบันทึก
- กล่องใส่นามบัตร
- แฟ้มเอกสาร

ประเภทของประดับตกแต่งและของที่ระลึก เป็นการออกแบบผลิตภัณฑ์กระดาษสาเน้นลักษณะผลิตภัณฑ์นำไปใช้ประดับตกแต่งและให้เป็นของที่ระลึกในโอกาสต่างๆ ประกอบด้วย

- ภาพประดับผนัง
- โคมไฟแขวนและตั้งโต๊ะ
- ฉากกั้นห้อง
- ปฏิทินแขวน
- พัด
- ว่าวรูปทรงต่างๆ
- โมบายด์แขวนแบบต่างๆ
- การ์ดสำหรับเทศกาลต่างๆ
- ของประดับตกแต่งต้นคริสต์มาส
- กรอบรูปแขวน ตั้งโต๊ะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประเภทดอกไม้ประดิษฐ์ มีการออกแบบผลิตภัณฑ์เป็น 2 ลักษณะคือ ประเภทอนุรักษ์ของเดิมและประเภทเลียนแบบดอกไม้จริงและสร้างสรรค์ ประกอบด้วย

- พุ่มบูชาประเภทต่างๆ
- ของชำร่วย (พู่กลีบ พู่จิ๋ว)
- พวงอุบะแขวน
- กระทง
- ดอกไม้ประดิษฐ์เลียนแบบดอกไม้จริงและสร้างสรรค์ประเภทต่างๆ

2.10 ความหมายของ "อุตสาหกรรม"[10]

คำว่า "อุตสาหกรรม" หมายถึงการทำสิ่งของเพื่อให้เป็นสินค้าหรือการทำอะไรก็ตาม อันทำให้ผลที่ออกมามีมูลค่าเพิ่มในทางเศรษฐกิจ (Value Added) อุตสาหกรรมในโลกอาจจำแนกได้เป็น 3 กลุ่มใหญ่ๆ คือ

อุตสาหกรรมที่นำหรือสกัดทรัพยากรธรรมชาติมาใช้ (Extraction Industry) เช่น การเพาะปลูก (crop) การป่าไม้ การเลี้ยงสัตว์ การประมง การเหมืองแร่ และย่อยหิน เป็นต้น

อุตสาหกรรมการผลิต (Manufacturing Industry) เป็นการนำเอาวัตถุดิบมาปรุงแต่ง ตัดแปลง แปรสภาพ ด้วยแรงมนุษย์หรือเครื่องจักรก็ตาม เพื่อเปลี่ยนสภาพมาเป็นเครื่องอุปโภคบริโภค ให้เป็นสินค้าหรือผลิตภัณฑ์สำหรับบริโภคใช้สอย เช่นการผลิตอาหาร การผลิตรองเท้า การผลิตรถยนต์ การผลิตยา เป็นต้น

อุตสาหกรรมบริการ (Servicing Industry) เป็นการดำเนินการในลักษณะการให้บริหาร เช่น การค้าขาย การขนส่ง การท่องเที่ยว การธนาคาร เป็นต้น

เพราะฉะนั้นจะเห็นได้ว่าการทำอะไรก็ตามไม่ว่าจะเป็นการเกษตรกรรม การเหมืองแร่ การผลิตสินค้าในโรงงาน และการให้บริการต่างๆ จัดเป็นอุตสาหกรรมทั้งสิ้น แต่ความหมายของคำว่า "อุตสาหกรรม" ที่เป็นที่เข้าใจกันและที่กระทรวงอุตสาหกรรมมีขอบข่ายรับผิดชอบ หมายถึงเฉพาะอุตสาหกรรมการผลิต ที่ก่อให้เกิดเป็นสินค้ามีมูลค่าเพิ่มทางเศรษฐกิจ

---

[10] กรมส่งเสริมหัตถกรรมไทย "กระดาษสา" กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม : กระทรวงอุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.11 ประเภทของอุตสาหกรรม

การแบ่งประเภทอุตสาหกรรมหากแบ่งตามขนาดของอุตสาหกรรมแล้วในประเทศไทยยังมิได้กำหนดหลักเกณฑ์แน่นอนเด็ดขาด แต่โดยปกติแล้วอุตสาหกรรมอาจแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภทใหญ่ๆ คือ

2.11.1. อุตสาหกรรมขนาดใหญ่ (Large Scale Industry)

2.11.2. อุตสาหกรรมขนาดกลาง (Medium Scale Industry)

2.11.3. อุตสาหกรรมขนาดย่อม (Small Scale Industry)

ก. Modern Small Scale Industry (Factory)

ข. Traditional Small Scale Industry

- อุตสาหกรรมในครอบครัว (Household Industry) หรือ (Cottage Industry) หรือ (Home Industry)
- อุตสาหกรรมหัตถกรรม (Artisan Industry) หรือ (Handicrafts Industry)

2.11.1 อุตสาหกรรมขนาดใหญ่ หมายถึงอุตสาหกรรมที่ต้องใช้เงินทุนเป็นจำนวนมาก และในการดำเนินงานจะต้องมีเจ้าหน้าที่ที่มีความรู้ความสามารถในการดำเนินกิจการนั้น ๆ โดยเฉพาะ และโดยปกติจะต้องมีจำนวนคนงานในโรงงานเป็นจำนวนมากด้วย ยกเว้นแต่ในอุตสาหกรรมใหญ่บางประเภทที่ใช้เครื่องจักรอัตโนมัติในการดำเนินงาน ก็มีคนงานจำนวนลดน้อยลง อุตสาหกรรมประเภทนี้ ได้แก่อุตสาหกรรมถลุงเหล็กกล้า อุตสาหกรรมเคมี อุตสาหกรรมผลิตรถยนต์ อุตสาหกรรมผลิตเครื่องมือกล และอุตสาหกรรมผลิตเครื่องต้นกำลัง เป็นต้น

2.11.2 อุตสาหกรรมขนาดกลาง หมายถึงอุตสาหกรรมที่ต้องใช้เงินทีนน้อยกว่าอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ แต่ยังต้องใช้คนที่มีความรู้ความสามารถดดยเฉพาะที่จะมาดำเนินงานอุตสาหกรรมประเภทนี้ จำนวนคนงานอาจจจะมีมากหรือน้อยก็แล้วแต่ชบวนการผลิตหรือกรรมวิธีการผลิตของอุตสาหกรรมประเภทนั้น ๆ ว่าจะใช้กระบวนการผลิตหรือกรรมวิธีการผลิตอย่างใด อุตสาหกรรมประเภทนี้ ได้แก่อุตสาหกรรมประกอบรถยนต์นั่ง หรือรถบรรทุก อุตสาหกรรมประกอบหรือผลิตเครื่องรับวิทยุและเครื่องรับโทรทัศน์ อุตสาหกรรมผลิตหรือประกอบเครื่องปรับอากาศ ตู้เย็น เครื่องไฟฟ้า อุปกรณ์ไฟฟ้า อุตสาหกรรมทอผ้าปั่นด้าย อุตสาหกรรมผลิตแผ่นเหล็กชุบสังกะสี และอุตสาหกรรมผลิตผงชูรส เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.11.3 **อุตสาหกรรมขนาดย่อม** หมายถึงอุตสาหกรรมที่มีเงินลงทุนน้อย และมีคนงานน้อยกว่าอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดใหญ่ และการดำเนินงานก็ไม่มีการแบ่งเป็นแผนก ๆ ซึ่งมีหน้าที่โดยเฉพาะ คำจำกัดความของอุตสาหกรรมขนาดย่อมไม่ได้มีเป็นที่แน่นอน แต่จะแตกต่างกันไปตามประเทศ เวลา สถานที่ หรือวัตถุประสงค์ที่ต่างกัน เราอาจใช้ปัจจัยในการกำหนดขนาดของอุตสาหกรรมขนาดย่อมได้ต่าง ๆ กันหลายประการ เป็นต้นว่า จำนวนผลผลิตเบื้องต้น (gross output) หรือจำนวนผลผลิตสุทธิ (net output) จำนวนเงินลงทุน ปริมาณพลังงานของเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตหรือจำนวนคนงาน เป็นต้น

อุตสาหกรรมขนาดย่อมตามความหมายของสำนักงานธนกิจอุตสาหกรรมขนาดย่อม (Small Industries Finance Office) หมายถึงอุตสาหกรรมที่ดำเนินงานโดยเอกชนซึ่งมีสินทรัพย์ประจำ (Fixed assets) หรือทุนจดทะเบียน (Registered Capital) ไม่เกินกว่า 5 ล้านบาท

อุตสาหกรรมขนาดย่อมเป็นอุตสาหกรรมที่ใช้แรงงานเป็นเกณฑ์ในการกำหนดขนาดเป็นส่วนมาก รองลงมาก็ได้แก่ทุน และเครื่องจักรพลังงานต่างๆ อย่างไรก็ดี โดยลักษณะของอุตสาหกรรมขนาดย่อมเอง จะมีการดำเนินงานที่เรียกว่าเป็นทั้ง Modern Small Industry คือมีการดำเนินงานที่ทันสมัย มีการนำเครื่องจักรอุปกรณ์และพลังงานต่างๆ มาช่วยในการผลิต และในขณะเดียวกันก็มีลักษณะเป็น Traditional Small Industry คือเป็นการดำเนินการผลิตแบบดั้งเดิม ที่ได้รับการถ่ายทอดกันมาจากบรรพบุรุษ ซึ่งอุตสาหกรรมขนาดย่อมประเภท Traditional นี้ เรามักจะได้รู้จักกันในชื่อของ

อุตสาหกรรมในครอบครัว (Household Industry หรือ Cottage Industry หรือ Home Industry) และ

อุตสาหกรรมหัตถกรรม (Artisan Industry หรือ Handicrafts Industry) ทั้งอุตสาหกรรมในครอบครัว และอุตสาหกรรมหัตถกรรม จะมีลักษณะโดยทั่วๆ ไป ดังนี้

อุตสาหกรรมในครอบครัว

กิจกรรมที่ดำเนินการผลิตภายในบ้าน หรือใกล้กับบริเวณบ้านโดยใช้แรงงานจากสมาชิกในครอบครัว บางครั้งเรียกว่า Cottage Industry ซึ่งควรจะใช้เรียกอุตสาหกรรมในครอบครัวประเภทที่อยู่ในถิ่นชนบท

เป็นรูปแบบของการผลิต (Manufacturing) ที่เก่าแก่ที่สุดและมีความสำคัญที่สุดในหลายๆ ประเทศที่กำลังมุ่งพัฒนา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยลักษณะจะมีการผลิตที่ขาดประสิทธิภาพ และเกิดผลเสียทางสังคม ซึ่งยากแก่การควบคุมให้ได้ผลอย่างจริงจัง ทั้งนี้เนื่องจาก

ค่าจ้างแรงงานต่ำ

มีระยะเวลาทำงานยาวนานมาก

ใช้แรงงานเด็กเป็นส่วนใหญ่

อุตสาหกรรมหัตถกรรม

กิจการที่ดำเนินการผลิตภายในโรงงานปฏิบัติการ (workshop) โดยช่างฝีมือ (Craftsman) ซึ่งรับผิดชอบในการดำเนินงานแต่เพียงผู้เดียว หรือหากจะมีผู้ช่วยก็จะว่าจ้างมาเพียง 2-3 คน หรือเป็นช่างฝึกหัดเท่านั้น

ลักษณะการดำเนินงาน จะเป็นดังนี้

ไม่มีการแบ่งงานกันทำ

ผลิตสินค้าตามสั่งของลูกค้าเฉพาะราย

ตัวอย่างของอุตสาหกรรมหัตถกรรมในระยะแรก ๆ ได้แก่ การทำหม้อ การปั่นฝ้าย การตีเหล็ก การทำรองเท้า การทำขนมปัง และอื่น ๆ (Old lines) ต่อมาเมื่อเศรษฐกิจเจริญขึ้น Artisan Industry ก็ลดน้อยลง เนื่องจากประสบปัญหาการแข่งขันกับสินค้าที่ผลิตจากโรงงาน ในระยะหลังต่อ ๆ มาจึงเกิด New Line Artisen Industry ขึ้น เช่น การซ่อมรถยนต์ การติดตั้งและซ่อมอุปกรณ์การไฟฟ้า และร้านถ่ายรูป ผลิตภัณฑ์หัตถกรรม การออกแบบผลิตภัณฑ์และตกแต่ง (Decoration) เป็นต้น

อุตสาหกรรมขนาดย่อม จึงเป็นอุตสาหกรรมประเภทหนึ่งที่พัฒนามาจาก Artisan Industry โดยมีบุคคลผู้ทำหน้าที่ผู้จัดการ (Manager) เป็นตัวกลางบริหารงานที่กำหนดให้มีการแบ่งงานกันทำและเริ่มใช้การวางแผนและการประสานงานประกอบการดำเนินกิจกรรมอุตสาหกรรมดังกล่าว

2.12 ความสำคัญของอุตสาหกรรมที่มีต่อประเทศ

อุตสาหกรรมไม่ว่าขนาดใด สาขาใด หรือประเภทใดก็ตามย่อมมีความสำคัญต่อประเทศชาติทั้งสิ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งประเทศไทย ซึ่งกำลังอยู่ในระยะของการพัฒนาทางเศรษฐกิจ อุตสาหกรรมจะมีบทบาทสำคัญที่จะก่อให้เกิดความเจริญก้าวหน้าทางเศรษฐกิจเป็นอย่างมาก ทั้งนี้เพราะอุตสาหกรรมจะทำให้ประสิทธิภาพในการผลิตของแรงงานสูงขึ้นกว่าที่จะใช้แรงงานในด้านการเกษตรแบบดั้งเดิมถึง 8-9 เท่าตัว เป็นการช่วยยกระดับมาตรฐานการครองชีพของประชาชนให้สูงขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสำคัญของอุตสาหกรรมพอจะแยกกล่าวได้ดังนี้

2.12.1 ความสำคัญต่อเศรษฐกิจ

ความสำคัญต่อการพัฒนาเศรษฐกิจ การพัฒนาเศรษฐกิจคือการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของระบบเศรษฐกิจ ซึ่งต้องการความเจริญเติบโตจากระบบกสิกรรมไปสู่ระบบอุตสาหกรรม หรือกสิกรรมกึ่งอุตสาหกรรมแล้วแต่กรณี หรืออีกนัยหนึ่งก็คือการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของระบบเศรษฐกิจให้ที่ลักษณะที่สามารถจะเพิ่มผลผลิตให้มีมูลค่าสูงกว่าที่เป็นอยู่เดิม และสามารถเพิ่มให้สูงขึ้นอยู่ตลอดไป ซึ่งการจะกระทำเช่นนี้ได้ก็ด้วยการพัฒนาอุตสาหกรรม เพราะอุตสาหกรรมทำให้มีการเพิ่มหรือขยายขอบเขตการใช้ทรัพยากรของประเทศให้มากที่สุดเพิ่มและขยายความต้องการในผลิตผลทางการเกษตร การพลังงาน บริการธนาคาร บริการขนส่ง และคมนาคม การศึกษา การวิจัย ตลอดจนกำลังคนในทุกประเภททุกระดับอาชีพ

ความสำคัญต่อเสถียรภาพทางเศรษฐกิจ เสถียรภาพทางเศรษฐกิจ หมายถึงความราบรื่นของระบบเศรษฐกิจ ความเสมอต้นเสมอปลายของราคาสินค้า และความมั่นคงในฐานะทางการเงินและการคลังของประเทศ เสถียรภาพทางเศรษฐกิจขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งนโยบายการเงินและคลังของรัฐ แต่อย่างไรก็ตามอุตสาหกรรมก็มีส่วนช่วยเป็นอย่างมากในการรักษาเสถียรภาพทางเศรษฐกิจ

พิจารณาจากข้อเท็จจริงที่เห็นกันอยู่ทุกวันนี้ ถ้าระบบเศรษฐกิจของประเทศขึ้นอยู่กับการเกษตร พึ่งผลผลิตทางเกษตรเป็นหลักในการส่งเป็นสินค้าออก และพึ่งตลาดต่างประเทศเป็นส่วนใหญ่ หมายถึงเสถียรภาพทางเศรษฐกิจของประเทศไม่แน่นอน เพราะผลิตผลทางเกษตรต้องอาศัยดินฟ้าอากาศเข้าช่วย หากประสบกับภัยทางธรรมชาติ ฝนแล้ง หรือน้ำท่วม เกิดผลเสียหายแก่ผลผลิตทางการเกษตร ย่อมหมายความว่า รายได้ประชาชาติและรายได้ของประชากรส่วนใหญ่ในประเทศได้รับความกระทบกระเทือนอย่างหนัก ในกรณีเช่นนี้อุตสาหกรรมจะเป็นเครื่องช่วยพยุงเสถียรภาพทางเศรษฐกิจของประเทศไว้ได้ เนื่องจากผลผลิตทางอุตสาหกรรมพึ่งพาดินฟ้าอากาศน้อยกว่าการเกษตร ดังนั้นความเคลื่อนไหวขึ้นๆ ลงๆ ของอุปทานสินค้าอุตสาหกรรมจึงมีน้อยกว่า กล่าวคืออุปทานของสินค้าอุตสาหกรรมมีความยืดหยุ่นมากกว่าสินค้าเกษตรกรรมนั่นเอง ด้วยเหตุนี้อุตสาหกรรมจึงมีส่วนที่จะช่วยรักษาเสถียรภาพทางเศรษฐกิจของประเทศไว้ได้

ความสำคัญต่อดุลย์การค้าและดุลย์การชำระเงิน นักเศรษฐศาสตร์ผู้หนึ่งได้กล่าวว่า "ประเทศจะแก้ไขดุลย์การค้าเสียเปรียบเป็นความจริงอย่างยิ่ง เนื่องจากการปรับปรุงประสิทธิภาพทางการผลิตสินค้าอุตสาหกรรม สามารถทำได้โดยง่ายและรวดเร็วกว่าสินค้าเกษตรกรรม ซึ่งต้องอาศัยธรรมชาติช่วยในการผลิต การที่จะพัฒนาอุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของประเทศเพื่อช่วยแก้ปัญหาดุลย์การค้า และดุลย์การชำระเงินขาดดุลย์ จะทำได้โดยดำเนินนโยบายดังต่อไปนี้

ก. ส่งเสริมอุตสาหกรรมที่ใช้วัตถุดิบและทรัพยากรธรรมชาติภายในประเทศ

ข. ส่งเสริมอุตสาหกรรมที่ทดแทนสินค้าชาเข้า

ค. ส่งเสริมอุตสาหกรรมเพื่อส่งออก

จะเห็นได้ว่าอุตสาหกรรมที่ได้รับการส่งเสริมตามนโยบาย ข้อ ก. และข้อ ข. จะสามารถช่วยประหยัดเงินตราต่างประเทศได้มากที่สุด เพราะสามารถใช้สิ่งของและผลิตสินค้าที่แต่ก่อนเคยสั่งเข้าจากต่างประเทศไปได้ ส่วนการส่งเสริมอุตสาหกรรมตามนโยบายข้อ ค. จะสามารถทำให้ประเทศเพิ่มพูนรายได้ และเงินตราต่างประเทศไหลเข้าประเทศ เมื่อเป็นเช่นนี้ในที่สุดดุลย์การค้าและดุลย์การชำระเงินของประเทศก็จะดีขึ้น และสามารถรักษาภาวะดุลย์การชำระเงินไว้ให้อยู่ในสภาพที่เหมาะสมได้

2.12.2 ความสำคัญต่อสังคม

สังคมที่ดีของประเทศ หมายถึง การมีงานทำของประชาชน การกินดีอยู่ดี มีระดับการครองชีพสูงขึ้น ประชาชนทุกคนอยู่ร่วมกันในสังคมด้วยความสุข สงบ และปลอดภัย

กิจการอุตสาหกรรมมีความสำคัญต่อสังคมในแง่ที่ว่าอุตสาหกรรมช่วยให้คนมีงานทำมากขึ้น แม้ว่าประชาชนส่วนใหญ่จะมีอาชีพทางเกษตรกรรม แต่ในกิจการด้านการเกษตรนั้นก็มีการว่างงานแฝง (Disguised Unemployment) อยู่มากมาย ซึ่งมิได้ทำประโยชน์ให้แก่เศรษฐกิจและสังคมของประเทศอย่างแท้จริง จะเห็นได้ว่าหากมีการเคลื่อนย้ายแรงงานแบ่งออกมาจากสาขาเกษตร และมีอุตสาหกรรมรองรับแรงงานส่วนนี้เข้าทำงานในอุตสาหกรรม ผลที่จะได้รับก็คือผลผลิตทั้งทางด้านเกษตรและอุตสาหกรรมจะเพิ่มขึ้น ประสิทธิภาพของแรงงานสูงขึ้น มีการว่าจ้างแรงงานเพิ่มขึ้นคนว่างงานลดลง รายได้เพิ่มขึ้น ความเป็นอยู่และสังคมเป็นส่วนรวมมีระดับดีขึ้นตามไปด้วย

2.12.3 ความสำคัญต่อความมั่นคงของประเทศชาติ

อุตสาหกรรมเป็นรากฐานของความมั่นคงแห่งชาติ จะเห็นว่าแสนยานุภาพของกองทัพย่อมประกอบไปด้วยปัจจัยสองอย่างคือ กำลังทหารที่เข้มแข็งพร้อมทั้งกำลังชั้นสมองประการหนึ่งกับอาวุธยุทธปัจจัยในปริมาณที่เพียงพอและคุณภาพดีอีกประการหนึ่ง ปัจจัยทั้งสองประการนี้จะต้องมีควบคู่กันไปเสมอ จะขาดอย่างใดอย่างหนึ่งไม่ได้ เพื่อให้บรรลุถึงความสำเร็จในการรักษาความมั่นคงของประเทศชาติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะเห็นได้ว่า ปัจจัยประการที่สองคือ อาวุธยุทธปัจจัยต่างๆ รวมทั้งวัตถุอุปกรณ์ทุกประเภทที่กิจการทหารจำเป็นต้องใช้ เป็นต้นว่า อาหารสำเร็จรูป ยารักษาโรค เสื้อผ้า อุปกรณ์การขนส่งและสื่อสารและอื่น ๆ เป็นสิ่งที่ต้องผลิตมาจากโรงงานอุตสาหกรรมทั้งสิ้น และแม้ในบางประเทศที่เป็นประเทศอุตสาหกรรม แต่มิได้ทำการผลิตยุทธปัจจัยต่าง ๆ ดังกล่าวข้างต้น สำหรับกิจการทหารโดยตรง เมื่อถึงคราวมีสงครามโลก โรงงานอุตสาหกรรมที่มีอยู่เหล่านั้นก็สามารถหันมาผลิตยุทธปัจจัยต่างๆ ให้แก่กิจการทหารได้ เช่น โรงงานอุตสาหกรรมโลหะ เครื่องกล ฯลฯ หรือโรงงานอุตสาหกรรมอาหารกระป๋อง เครื่องดื่ม หรือยารักษาโรค เป็นต้น จึงสามารถกล่าวได้อย่างเต็มที่ว่าอุตสาหกรรมมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อความมั่นคงแห่งชาติ ดังเหตุผลที่ได้กล่าวมาข้างต้นนั่นเอง

2.14. การเข้าสู่กำลังแรงงานของนักเรียน นักศึกษาและการเลือกประกอบอาชีพทางด้านอุตสาหกรรม

ในปีหนึ่งๆ มีผู้สำเร็จการศึกษาในระดับต่างๆ ตั้งแต่ประถมปีที่ 4 ถึงระดับมหาวิทยาลัยเป็นจำนวนหลายแสนคน จากสถิติประมาณการของกองวางแผนประชากรและกำลังคน สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ในปี 2521 มีผู้สำเร็จการศึกษา และออกทำงานในระดับต่างๆ เป็นกำลังแรงงานใหม่ ดังนี้

ประถมปีที่ 4 และต่ำกว่าและประถมปีที่ 7 ประมาณ	602,800 คน
มัธยมศึกษาปีที่ 3 (รวม ม.ศ.ต้น สายอาชีพ) ประมาณ	119,200 คน
มัธยมศึกษาปีที่ 5 ประมาณ	10,300 คน
มัธยมศึกษาปีที่ 6 (สายอาชีพ) ประมาณ	23,400 คน
ป.กศ. ต้น ประมาณ	3,000 คน
ป.กศ. สูง ประมาณ	2,700 คน
อนุปริญญา วิชาชีพชั้นสูง และ ป.ม.วส. ประมาณ	14,700 คน
ปริญญาตรีขึ้นไปประมาณ	22,200 คน

รวมแล้วในปี 2521 มีผู้เข้าสู่กำลังแรงงานใหม่ประมาณ 998,300 คน ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นเยาวชนที่อยู่ในครอบครัวที่ประกอบอาชีพเกษตรกรรมตามชนบท กล่าวคือ ผู้ที่จบชั้นประถมปีที่ 7 ประถมปีที่ 4 และต่ำกว่า ต้องออกมาช่วยครอบครัวทำงาน และทำงานในสาขาอื่นๆ ถึงร้อยละ 75.5 ของกำลังแรงงานใหม่ทั้งหมด เยาวชนเหล่านี้นอกจากจะช่วยครอบครัวประกอบอาชีพทางเกษตรกรรมแล้ว หากหันมาประกอบอาชีพอุตสาหกรรมในครอบครัวหรือการหัตถกรรมอีกทางหนึ่งก็จะเป็นการช่วยเพิ่มพูนรายได้ให้กับครอบครัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การประกอบอาชีพทางอุตสาหกรรมในครอบครัวหรือหัตถกรรมทำได้ไม่ยากนัก โดยนำวัสดุที่หาได้หรือที่มีอยู่ในท้องถิ่นมาเป็นวัตถุดิบ ใช้ความรู้ความชำนาญที่มีอยู่และหากไม่มีความรู้ความชำนาญในสิ่งที่จะทำก็ฝึกฝนขึ้นได้ โดยใช้เวลาไม่มากนัก การฝึกฝนดังกล่าวกระทำได้โดยเรียนรู้จากผู้ที่ทำเป็นอยู่แล้วในหมู่บ้านนั้น หรือกับเจ้าหน้าที่ของหน่วยงานต่าง ๆ ทั้งของรัฐบาลและเอกชน ซึ่งให้การฝึกอบรมในสาขาวิชาการต่าง ๆ แก่ผู้ที่สนใจ การฝึกอบรมดังกล่าว ได้จัดขึ้นทั้งในกรุงเทพฯ และในท้องถิ่นชนบททั่วประเทศ ในเรื่องนี้กรมส่งเสริมอุตสาหกรรมมีหน่วยงานที่ทำหน้าที่ให้การฝึกอบรมในสาขาวิชาชีพอุตสาหกรรมในครอบครัวและการหัตถกรรม แต่โดยที่อุตสาหกรรมในครอบครัวและการหัตถกรรมมีอยู่หลายชนิด การที่จะแนะนำและฝึกอบรมอุตสาหกรรมดังกล่าวทุกชนิดยังไม่สามารถกระทำได้ เพราะอัตรากำลังเจ้าหน้าที่และเงินงบประมาณมีไม่เพียงพอ กรมส่งเสริมอุตสหกรรมจึงได้เลือกชนิดของอุตสาหกรรมในครอบครัวและการหัตถกรรมที่เห็นว่าเป็นที่ต้องการของตลาดและเหมาะสมกับความสามารถของราษฎรและชนิดวัตถุดิบที่มีอยู่ในท้องถิ่นต่าง ๆ กับมีช่องทางที่จะส่งเสริมให้เจริญก้าวหน้าในอนาคต ชนิดของอุตสาหกรรมดังกล่าวได้แสดงแยกไว้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3

แสดงอาชีพของอุตสาหกรรมในครอบครัวและหัตถกรรม

อุตสาหกรรมในครอบครัว	การหัตถกรรม
1. เครื่องปั้นดินเผา	1. การประดิษฐ์ผลิตภัณฑ์จากใบลาน
2. จักสานไม้ไผ่	2. การประดิษฐ์ผลิตภัณฑ์จากเส้นใยพืช
3. ทอเสื่อกก	3. การประดิษฐ์ดอกไม้ผ้าและวัสดุอื่นๆ
4. ทอผ้าด้วยมือ	4. การประดิษฐ์ของชำร่วย
5. ย้อมสีฝ้ายและไหม	5. การประดิษฐ์ผลิตภัณฑ์จากหวาย
6. หัตถกรรมเย็บสานทอ	6. การประดิษฐ์ของเด็กเล่นจากผ้า
7. ทำกระดาษด้วยมือ	7. การประดิษฐ์ตุ๊กตาไทย
8. ทำผลิตภัณฑ์จากกระดาษ	8. การประดิษฐ์ตุ๊กตาไทย
9. ทำเฟอร์นิเจอร์หวาย	9. การประดิษฐ์ผลิตภัณฑ์ไม้ไผ่
10. เจียระไนพลอย	10. การเขียนลายแจกันดินเผาด้วยสี
11. เครื่องเงินเครื่องถม	11. การเขียนลายไทย
12. เครื่องเงินประดับมุก	12. การเขียนลายปิดทองรดน้ำเครื่องเขิน
13. กลึงไม้และแกะสลักไม้	13. การประดิษฐ์ผลิตภัณฑ์ไม้กลึง
14. ตีเหล็ก	14. การลงรักสีและประดับเปลือกไข่เครื่องเขิน
15. ช่างไม้ครุภัณฑ์	15. การประดิษฐ์ดอกไม้จากรังไหม
16. ช่างซ่อมบริการ (เครื่องยนต์ จักรยาน วิทยุ)	16. การประดิษฐ์ดอกไม้ไผ่
17. บัดกรีโลหะ	17. การประดิษฐ์ผลิตภัณฑ์เครื่องประดับ
18. สร้างกี่ทอผ้า	18. การประดิษฐ์ผลิตภัณฑ์เครื่องหนัง
19. หล่อโลหะ	19. การเขียนลายแจกันแบบบ้านเชียง
20. จักสานหวาย	20. ที่เก็บน้ำไม้ไผ่ ทาฟลินท์โค้ท
21. เครื่องรักประดับมุก	
22. ทำร่มและพัด	
23. ถนอมอาหาร	
24. ผลิตภัณฑ์ซีเมนต์	
25. ทำอิฐ	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.15 ระบบต้นกำลัง

ในการผลิตเยื่อกระดาษสาจะต้องทำการตีเปลือกปอสาที่ได้จากการต้มให้ละเอียดกลายเป็นเยื่อ ซึ่งแต่เดิมใช้ต้นกำลังจากแรงงานคนซึ่งจะได้ปริมาณงานที่น้อยและเสียเวลาในการทำงานมาก ดังนั้นจึงได้มีการหันมาใช้ต้นกำลังในการทำงานที่ประหยัดและให้แรงงานมากกว่าแรงงานคนนั่นคือ มอเตอร์ไฟฟ้า ทั่วไปประกอบด้วยขดลวด 2 ชุด ขดลวดชุดนอกตรึงอยู่กับที่เรียกว่า สเตเตอร์ (Stator) ส่วนขดลวดชุดในหมุนได้เรียกว่า อาเมเจอร์ (Armature)

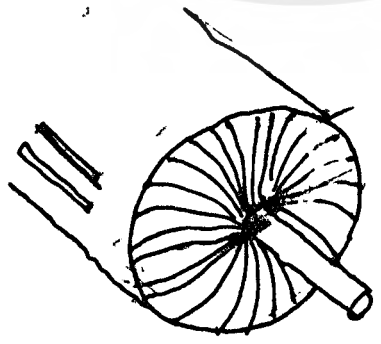
2.15.1 การทำงานของมอเตอร์

ขดลวดสเตเตอร์ประกอบด้วยชั้นเส้นลวดขนาดเล็กหลายชั้น อาร์เมเจอร์ประกอบด้วยห่วงเส้นลวดอิสระจำนวนหลายห่วงปลายของห่วงเส้นลวดแต่ละห่วงต่อเข้ากับคอมมิเดเตอร์ ซึ่งประกอบด้วยเส้นทองแดงจำนวนมากพร้อมฉนวนกันแต่ละเสี้ยวทองแดงคู่ที่อยู่ตรงกันข้ามบนคอมมิวเตเตอร์ แปรงถ่านจะสัมผัสกับคอมมิวเตเตอร์อย่างราบเรียบโดยอาศัยแรงกดของสปริงเส้นลวดจากสเตเตอร์ และอาร์เมเจอร์ ต่อผ่านสวิทช์ไปยังสายไฟฟ้า (ซึ่งเสียบเข้ากับปลั๊กไฟ)

เมื่อเราเปิดไฟฟ้ามอเตอร์ กระแสไฟฟ้าจะไหล่ผ่านขดลวดสเตเตอร์และขดลวดอาเมเจอร์ เกิดสนามแม่เหล็กสวนทิศทางกัน เนื่องจากสเตเตอร์ตรึงอยู่กับที่ ดังนั้นแรงผลักของสนามแม่เหล็กจะทำให้อาร์เมเจอร์หมุนไป ในขณะที่อาร์เมเจอร์หมุนไปนั้นแปรงถ่านจะสัมผัสเสี้ยวคอมมิวเตเตอร์คู่ใหม่ ซึ่งจะเกิดสนามแม่เหล็กสวนทิศทางกับสนามแม่เหล็กของสเตเตอร์ต่อไปอีก และเกิดแรงผลักดันต่อกันทำให้อาร์เมเจอร์หมุนไปได้อย่างต่อเนื่อง

ภาพที่ 23

แสดงส่วนประกอบของมอเตอร์แสดงการเชื่อมต่อของอาร์เมเจอร์และคอมมิวเตเตอร์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.15.2. รูปแบบ ชนิด และลักษณะของมอเตอร์

มอเตอร์ที่เราพบเห็นในปัจจุบันมีขนาดมากมายตั้งแต่ขนาดใหญ่ที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม และขนาดเล็กที่ใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าขนาดเล็กเช่น ซาวด์อเบาท์ เป็นต้น เราสามารถแยกชนิดของมอเตอร์ตามลักษณะการใช้งานได้ดังนี้

มอเตอร์กระแสสลับ (Ac motor) เป็นมอเตอร์ที่ใช้กระแสไฟฟ้าสลับเป็นตัวจ่ายพลังงาน

มอเตอร์กระแสตรง (Dc motor) ใช้ไฟฟ้ากระแสตรงเป็นตัวจ่ายพลังงาน

มอเตอร์ยูนิเวอร์ซัล (Universal motor) ใช้ได้ทั้งไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับเป็นตัวจ่ายพลังงาน

ซึ่งในการวิจัยนี้จะขอกล่าวแต่รายละเอียดของมอเตอร์กระแสสลับ เพราะเป็นมอเตอร์ที่นิยมใช้กันในวงการอุตสาหกรรมมากที่สุด

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ (Ac motor)

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับเป็นมอเตอร์ ที่ใช้กันแพร่หลายในโรงงานต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งโรงงานอุตสาหกรรม ข้อดีของมอเตอร์ชนิดนี้คือ ส่วนหมุนซึ่งเรียกกันว่า โรเตอร์ (Rotor) ส่วนมากเป็นโรเตอร์ทรงกระรอก (Squirrel Cage Rotor) ไม่มีอันตรายจากประกายกระแสไฟฟ้า มอเตอร์ชนิดนี้ไม่มีคอมมิวเตเตอร์จึงนำไปใช้งานได้บางแห่งที่มีแก๊สหรือน้ำมันไวไฟได้

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับแบ่งออกดังนี้

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิด 1 เฟส (A.C. Single Phase Motor)

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิด 2 เฟส (A.C. Two Phase Motor) ไม่มีใช้

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิด 3 เฟส (A.C. Three Phase Motor)

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิด 1 เฟส

ส่วนประกอบภายนอก ได้แก่เปลือกของมอเตอร์เรียกทับศัพท์ว่า Frame การสร้าง (Frame) ของมอเตอร์เขาแยกสร้างเป็น 2 แบบคือแบบหนึ่งทำไว้โปร่งอากาศภายนอกสามารถพัดผ่านเข้าไปถ่ายเทอากาศภายในมอเตอร์ได้โดยสะดวกเพื่อลดระดับความร้อนขณะมอเตอร์กำลังใช้งาน อีกแบบหนึ่ง Frame ปิดหมดเกือบจะพูดได้ว่าแทบไม่มีอากาศผ่านเข้าออกได้ ส่วนรูปร่างของมอเตอร์แล้วแต่บริษัทผู้สร้างจะสร้างเป็นรูปทรงแปลกๆ กันการที่เขาสร้าง Frame ไว้ 2 แบบนี้ เพื่อให้ผู้ใช้เลือกใช้ให้เหมาะสมกับงานและสถานที่ เช่นถ้าเราจะเอามอเตอร์ไปใช้งานในการบดของให้เป็นผง เช่นยานัตถ์หรือแป้ง งานเช่นนี้ย่อมมีฝุ่นละอองมากมาย ถ้าใช้มอเตอร์แบบ (Frame) โปร่งผงฝุ่นละอองที่ปลิวหรือตกอยู่ใกล้ๆ จะเข้าไปภายในมอเตอร์และไปเกาะติดอยู่ตามน้ำมันหล่อลื่นทำให้น้ำมันข้นและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แห้ง มอเตอร์หมุนไม่สะดวกและเป็นอันตรายต่อแบริ่งรองรับเพลา นอกจากนี้ที่ Frame จะมีแผ่นป้าย (Name Plate) ติดกำกับไว้ด้วยแผ่นป้ายนี้จะบอกอัตราสำคัญต่างๆ ของมอเตอร์ไว้ให้ทราบ เช่นบอกว่ามีกี่กำลังม้า กินกระแสเท่าใด ใช้ความดันไฟฟ้ากี่โวลท์หมุนกี่รอบต่อนาที เป็นต้น

ส่วนประกอบภายใน

ส่วนที่อยู่ภายในติดกับ Frame มีหลักแผ่นบางๆ อัดไว้เป็นปีกมีร่อง (Slot) สำหรับพันขดลวด เรียกรวมส่วนประกอบภายในด้านติดกับ Frame พร้อมทั้งขดลวดว่าสเตเตอร์ (Stator) ส่วนตัวหมุนมีแกนเลายาวรองรับด้วยแบริ่งที่ฝากทั้ง 2 ข้าง และเป็นส่วนที่สวมติดพูลเล่ (Pulley) เพื่อไปหมุนขับกับของที่จะใช้งาน ส่วนที่กล่าวนี้เรียกว่าโรเตอร์ (Rotor)

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิด 1 เฟส แบ่งออกเป็น 4 แบบดังนี้

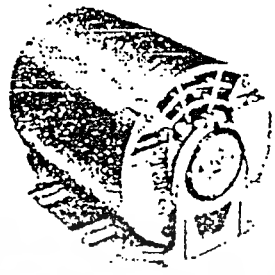
1. สปลิทเฟสมอเตอร์ (Split-phase Motor)
2. คาแพซซิเตอร์มอเตอร์ (Capacitor Motor)
3. รีพั้ลชั่นไท้พ์มอเตอร์ (Repulsion-type Motor)
4. เชดเดดโปลมอเตอร์ (Shaded-pole Motor)

1. สปลิทเฟสมอเตอร์ (Split-phase Motor)

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟสชนิดหนึ่ง ซึ่งมีขนาดไม่เกิน 1 กำลังม้าและมักจะนำไปใช้กับงาน เช่น เครื่องซักผ้าเต่าน้ำมัน ตู้เย็นและปั๊มน้ำขนาดเล็กๆ เป็นต้น (ดังภาพที่ 24)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 24
แสดงสปลิทเฟสมอเตอร์



ส่วนประกอบที่สำคัญของสปลิทเฟสมอเตอร์มีดังนี้

1. โรเตอร์ (Rotor)
2. สเตเตอร์ (Stator)
3. ฝาครอบ (End Plate)
4. สวิชแรงเหวี่ยงจากศูนย์กลาง (Centrifugal Switch)

การทำงานของสปลิทเฟสมอเตอร์

สปลิทมอเตอร์ประกอบด้วยขดลวดที่สำคัญ 3 ชุดดังนี้คือ ทางด้านโรเตอร์ ประกอบด้วยขดลวด 1 ชุดคือ ลวดทองแดงหรืออลูมิเนียมเส้นโตๆ ฝังอยู่ในร่องเรียกว่าสเควอเรลเคจไวนด์ดิ้ง (Squirrel Cage Winding) ทางด้านสเตเตอร์ประกอบด้วยขดลวดอีก 2 ชุด คือ ลวดเส้นใหญ่พันจำนวนรอบมากเรียกว่ารันนิ้งไวนด์ดิ้ง (Running Winding) บางทีก็เรียกว่าเมนไวนด์ดิ้ง (Main Winding) และส่วนมากพันไว้ตอนล่างของร่อง (Slot) ส่วนอีกชุดหนึ่งเป็นลวดเส้นเล็ก พันจำนวนน้อยรอบกว่ารันนิ้งไวนด์ดิ้งเรียกว่าสตาร์ทดิ้งไวนด์ดิ้ง (Starting Winding) บางทีก็เรียกว่าอ๊อกซิเลียรี่ไวนด์ดิ้ง (Auxiliary Winding) และส่วนมากพันไว้ตอนบนของร่อง (Slot) คือทับอยู่บนรันนิ้งไวนด์ดิ้งนั่นเอง ขดลวดทั้ง 2 ชุดนี้ต่อขนานกันและต่อไปยังสายเมนไฟฟ้ากระแสสลับ ในตอนแรกกระแสจะไหลผ่านขดลวดทั้ง 2 ชุด คือ ขดลวดรันนิ้งไวนด์ดิ้งและขดลวดสตาร์ทดิ้งไวนด์ดิ้งก็จะเกิดสนามแม่เหล็ก (Magnetic Field) ขึ้นที่สเตเดอร์ ซึ่งในขณะนี้เองก็จะชักนำให้เส้นลวดทองแดงหรืออลูมิเนียมที่ฝังอยู่ในร่องของโรเตอร์เกิดมีกระแสไหลจึง

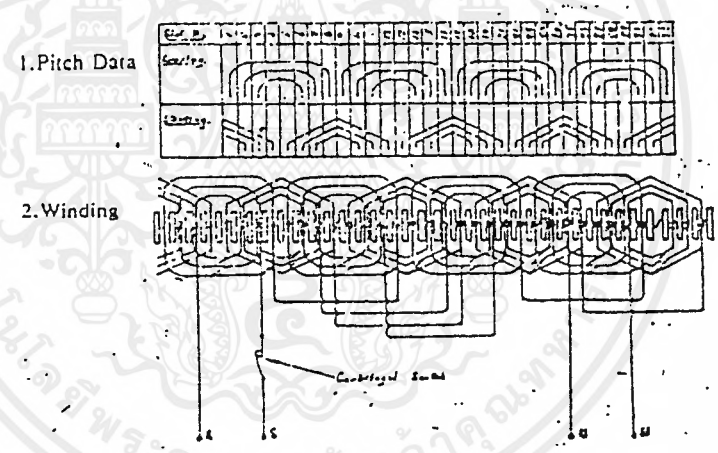
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำให้เกิดเส้นแรงแม่เหล็กขึ้นที่เส้นลวดเหล่านี้ จึงไปผลักกับทางสเตเตอร์โรเตอร์จึงเคลื่อนตัวหมุนไปได้ และเมื่อโรเตอร์หมุนมีความเร็วประมาณ 75% ของความหมุนเร็วของมันสวิชแรงเหวี่ยงจากศูนย์กลาง (Centrifugal Switch) ก็จะตัดขดลวดสตาร์ทดิ้งไวน์ดิ้งจากวงจรได้เองโดยแรงเหวี่ยงจากศูนย์กลาง จึงมีข้อควรสังเกตว่า ขดลวดสตาร์ทดิ้งไวน์ดิ้งมีดิ้งมีความจำเป็นในตอนเริ่มหมุนตอนแรกเท่านั้น ดังนั้นเมื่อเราจะนำมอเตอร์แบบนี้ไปใช้ในงาน จึงต้องให้โรเตอร์หมุนตัวเปล่า (Free-Load) เสียก่อน คือ ให้หมุนให้รอบเต็มอัตราความเร็วของมันจึงจะ Load ได้เมื่อโรเตอร์ยังไม่หมุน และ เมื่อโรเตอร์หมุน 75% แล้ว

ตัวอย่าง Stator Winding ของ Split-Phase Motor ชนิด 32 Slot 4 Pole

ภาพที่ 25

แสดงการทำงานของสปลิทเฟสมอเตอร์



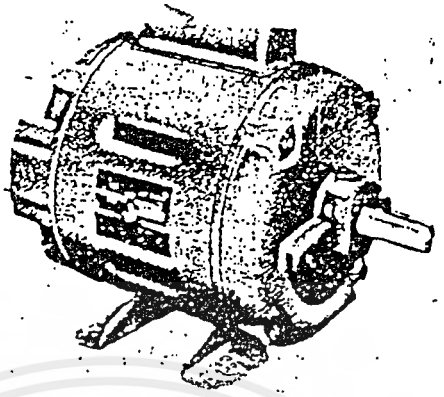
2. คาแพซิตเตอร์มอเตอร์ (Capacitor Motor)

เป็นมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟสชนิดหนึ่ง ซึ่งมีขนาดตั้งแต่ 1ฝ20 กำลังม้าถึง 10 กำลังม้า มอเตอร์แบบนี้นำไปใช้ในงานกลได้อย่างกว้างขวางเช่น ตู้เย็น เครื่องอัดลม เตาน้ำมัน ปั๊มน้ำมันต่างๆ และเครื่องซักผ้า เป็นต้น (ดังภาพที่ 26)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 26

แสดงคาแพซซิเตอร์มอเตอร์



การสร้างของมอเตอร์แบบนี้มีส่วนประกอบเหมือนกับแบบสปลิทเฟสมอเตอร์หากแต่เพิ่ม Capacitor หรือ Condenser ขึ้นเท่านั้นและต่อเป็นอันดับกับขดลวดสตาร์ทดิ้งไวนด์ดิ้ง โดยปกติ Capacitor นี้จะติดอยู่ทางด้านบนของมอเตอร์ ซึ่งเขามักจะสร้างเป็นกระป๋องกลมยาวใส่เอาไว้ มอเตอร์แบบนี้มีคุณสมบัติพิเศษกว่าสปลิทเฟสมอเตอร์ คือ จะกินกระแสในตอนเริ่มหมุนสูงซึ่งแบบสปลิทเฟสมอเตอร์นั้น จะกินกระแสในตอนเริ่มหมุนมาก แต่มีแรงเริ่มหมุนต่ำ

ส่วนประกอบที่สำคัญของคาแพซซิเตอร์มอเตอร์มีดังนี้

1. โรเตอร์ (Rotor) เป็นแบบกรงกระรอก (Squirrel Cage Rotor)

2. สเตเตอร์ (Stator) ประกอบด้วยขดลวดรันนิ้งไวนด์ดิ้ง (Running Winding) และสตาร์ทดิ้งไวนด์ดิ้ง (Starting Winding)

3. ฝาครอบ (End Plate) ประกอบด้วยปลอกทองเหลือง (Bush) หรือ ตลับลูกปืน (Ball Bearing) สำหรับรองรับเพลาเช่นสปลิทเฟสมอเตอร์

4. คาแพซซิเตอร์หรือคอนเดนเซอร์ (Capacitor or Condenser)

การทำงานของคาแพลซิตเตอร์มอเตอร์

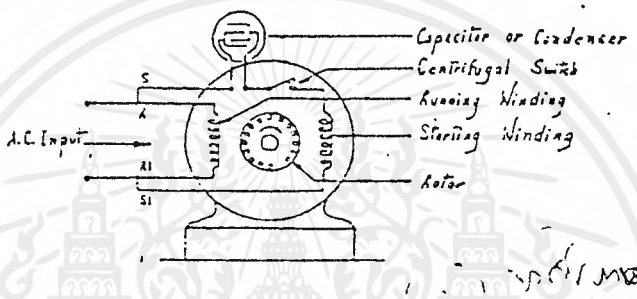
การทำงานของมอเตอร์แบบนี้เหมือนกับแบบสปลิทเฟสมอเตอร์ แต่เนื่องด้วยขดลวดสตาร์ทดิ้งไวนด์ดิ้งต่ออันดับกับคาแพลซิตเตอร์ จึงทำให้กระแสที่ไหลเข้าไปในขดลวดสตาร์ทดิ้งไวนด์ดิ้งถึงจุดสูงสุด (Maximum) ก่อนขดลวดรันนิ้งไวนด์ดิ้ง จึงทำให้กระแสในขดลวดสตาร์ทไวนด์ดิ้ง นำหน้าขดลวดรันนิ้งไวนด์ดิ้งซึ่งนำหน้ามากกว่าแบบสปลิทเฟสมอเตอร์ มอเตอร์แบบนี้จึงมีแรงเริ่มขับหมุน (Starting Torque) ดีกว่าแบบสปลิทเฟสมอเตอร์ มอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เตอร์ตัวใด ถ้าคาแพซซิตเตอร์ถูกตัดออกจากวงจรด้วยสวิชแรงเหวี่ยงจากศูนย์กลางมีชื่อเรียกว่าคาแพซซิตเตอร์สตาร์ทมอเตอร์ (Copacitor Start Motor) ถ้าคาแพซซิตเตอร์ติดอยู่ในวงจรตลอดไปมีชื่อเรียกว่า คาแพซซิตเตอร์ สตาร์ทแอนด์รันมอเตอร์ (Capacitor Start-and Run Motor) (ดังภาพที่ 26 และ 27)

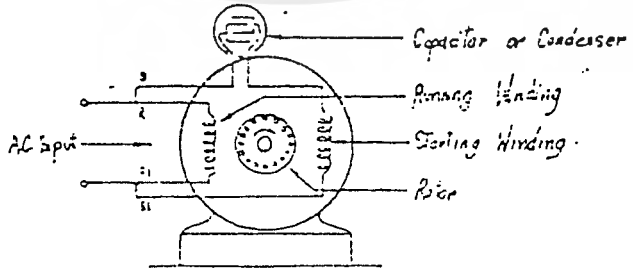
ก. คาแพซซิตเตอร์สตาร์ทมอเตอร์ (Capacitor-Start Motor)

ภาพที่ 26
แสดงคาแพซซิตเตอร์สตาร์ทมอเตอร์



ข. คาแพซซิตเตอร์สตาร์ทแอนด์รันมอเตอร์ (Capacitor Start-and-Run Motor)

ภาพที่ 27
แสดงคาแพซซิตเตอร์สตาร์ทแอนด์รันมอเตอร์

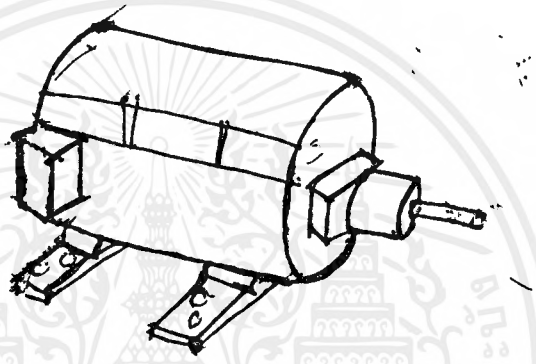


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. รีพัลชั่นไท้พ์มอเตอร์ (Repulsion-type Motor)

เป็นมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟสชนิดหนึ่งซึ่งมีขนาดตั้งแต่ 1ฝ10 กำลังม้า ถึง 20 กำลังม้า คุณลักษณะพิเศษของมอเตอร์แบบนี้ก็คือมีแรงหมุนสูงและรอบคงที่ (High Starting Torque Constant Sqeed) และส่วนมากนำไปใช้กับงานที่ต้องการแรงขับหมุนสูงในตอนเริ่มหมุนครั้งแรก ดังนั้นเราจึงสามารถใส่ Load ได้เลยตั้งแต่เริ่มหมุนมอเตอร์ครั้งแรก เช่น ตู้เย็นขนาดใหญ่ เครื่องอัดลม ปั้มน้ำขนาดใหญ่และในงานกลอื่นๆ อีกมากมาย (ดังภาพที่ 28)

ภาพที่ 28
แสดงรีพัลชั่นไท้พ์มอเตอร์



รีพัลชั่นไท้พ์มอเตอร์แบ่งออกได้เป็น 3 ชนิดดังนี้

1. รีพัลชั่นสตาร์ทอินดัคชั่นรันมอเตอร์ (Repulsion-Start, Induction Run Motor)
2. รีพัลชั่นมอเตอร์ (Repulsion Motor)
3. รีพัลชั่นอินดัคชั่นมอเตอร์ (Requlsion-Induction Motor)

ทั้ง 3 ชนิดตามที่กล่าวมานี้ชนิดที่นำไปใช้งานและพบเสมอๆ ก็คือชนิดที่ 1 (Repulsion-Start, Induction Run Motor) ส่วนอีก 2 ชนิดจะพบน้อยมากนอกจากมีไว้ศึกษาและทั้ง 3 ชนิดจะต้องมีส่วนประกอบที่สำคัญดังนี้

1. อามะเจอร์ (Armature)
2. สเตเตอร์ (Stator)
3. ฝาครอบ (End Plate)
4. แปรงถ่าน (Brush)
5. ซองถ่าน (Brush Holder)

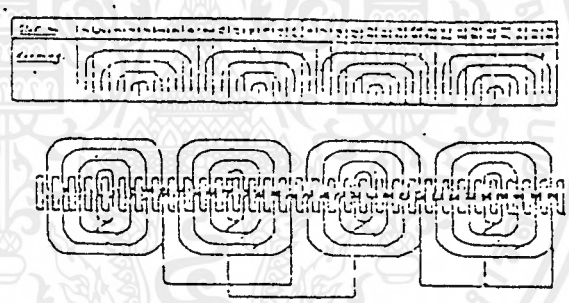
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานของรีพัลชั่นไท้พ์สตาร์ทอินดัคชั่นรันมอเตอร์

เมื่อสับสวิชต่อเข้ากับสายไฟฟ้ากระแสสลับ กระแสก็จะไหลเข้าขดลวดรันนิ้งไวนด์ดิ้งซึ่งพันอยู่ทางสเตเตอร์ก็จะทำให้เกิดสนามแม่เหล็ก (Magenetic Field) ขึ้นทางสเตเตอร์และจะไปชักนำให้ขดลวดที่พันอยู่ทางอามีเจอร์เกิดมีกระแสไฟฟ้าไหลจึงเกิดเส้นแรงแม่เหล็ก (Flux) ขึ้นทางอามะเจอร์ ซึ่งมีจำนวนขั้วเท่ากันกับทางสเตเตอร์จึงเกิดแรงผลักกันขึ้นระหว่างสเตเตอร์กับอามะเจอร์ อามะเจอร์จึงเคลื่อนตัวหมุนไปได้และจะค่อยๆ หมุนเร็วขึ้นจนกระทั่งมีความเร็วประมาณ 75% ของความหมุนเร็วของมัน ซี่คอมมิวเตเตอร์ของอามะเจอร์ก้จะถูกเซนตริฟูกัลดิไว้ส์ (Centrifugal Device) ผลักเนคเลส (Necklace) ให้ออกมาลัดวงจรระหว่างซี่ไว้ (ดังภาพที่ 29)

ภาพที่ 29

แสดงการทำงานของรีพัลชั่นสตาร์ทอินดัคชั่นรันมอเตอร์

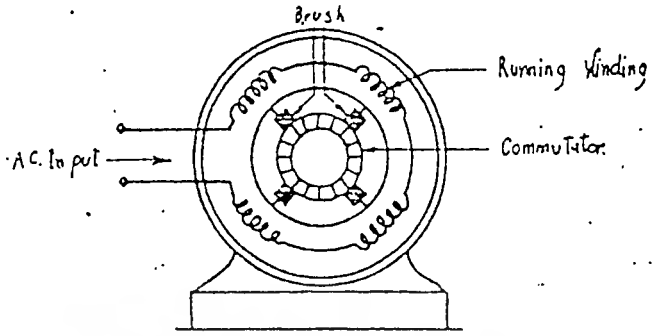


ถ้าเป็นมอเตอร์ขนาดเล็กๆ เนคเลสจะสร้างเป็นแบบง่ายๆ โดยใช้สัปริงรัดโดยรอบซี่เนคเลส และจะอาศัยแรงเหวี่ยงจากศูนย์กลางในขณะอามะเจอร์กำลังหมุนให้บานออกมาลัดวงจรซี่คอมมิวเตเตอร์ของอามะเจอร์ได้โดยไม่ต้องอาศัยเซนตริฟูกัลดิไว้ส์ (Centrifugal Device) ให้ทำหน้าที่ผลักเนคเลส ดังนั้นอามะเจอร์ของมอเตอร์แบบนี้จึงมีสภาพเหมือนกับโรเตอร์แบบกรงกระรอก (Squirrel Cage Rotor) ซึ่งเมื่ออามะเจอร์หมุนเต็มอัตราความเร็วแล้วจะมีการทำงานคล้ายกับแบบสปลิทเฟสมอเตอร์

รีพัลชั่นมอเตอร์ (Repalsion Motor)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 30
แสดงรีพัลชั่นมอเตอร์

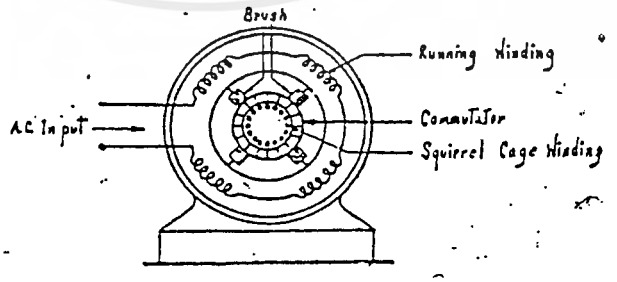


การทำงานของรีพัลชั่นมอเตอร์

มอเตอร์แบบนี้มีลักษณะที่แตกต่างกับรีพัลชั่นสตาร์ทอินดัคชั่นรันมอเตอร์ตรงที่ไม่มีเซนตริฟูกัลเมกคานิซึม (Centrifugal Mechanism) แบะเนคเลส (Necklace) ดังนั้นมอเตอร์แบบนี้จึงมีการทำงานอยู่ในระบบเดียวตั้งแต่เริ่มหมุนจนกระทั่งหมุนเต็มอัตราความเร็ว ซึ่งคล้ายกับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบเซียรี่ส์มอเตอร์ คุณลักษณะของมอเตอร์แบบนี้มีแรงหมุนบิดในตอนเริ่มหมุนดีและสามารถลดความเร็วได้โดยการเลื่อนมอเตอร์
(Inductive-series Motor) (ดังภาพที่ 30)

รีพัลชั่นอินดัคชั่นมอเตอร์ (Repulsion-Induction Motor)

ภาพที่ 31
แสดงรีพัลชั่นอินดัคชั่นมอเตอร์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

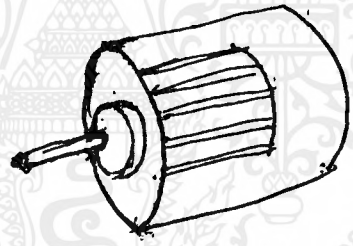
การทำงานของรีพัลชั่นอินดัคชั่นมอเตอร์

มอเตอร์แบบนี้กับรีพัลชั่นมอเตอร์มีลักษณะคล้ายกันมาก แต่อามะเจอร์ของรีพัลชั่นมอเตอร์มีการสร้างที่พิเศษ ก็คือได้ร่องสำหรับพันขดลวดของอามะเจอร์จะมีขดลวดกรงกระรอกฝังอยู่ด้วยโดยรอบเรียกว่า (Squirrel Cage Winding) ดังนั้นการทำงานของมอเตอร์แบบนี้ จึงเหมือนกับแบบรีพัลชั่นมอเตอร์ในตอนเริ่มหมุน แต่เมื่ออามะเจอร์หมุนไปแล้วขดลวดกรงกระรอก (Squirrel Cage Rotor) มอเตอร์แบบนี้จึงมีการทำงานเหมือนกับแบบสปลิทเฟสมอเตอร์เมื่อมอเตอร์หมุนเต็มอัตราความเร็วแล้ว (ดังภาพที่ 31)

4. เชดเดดโปลมอเตอร์ (Shaded-Pole Motor)

เป็นมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส ชนิดหนึ่งซึ่งมีขนาดตั้งแต่ 1ฝ100 กำลังม้า ถึง 1ฝ20 กำลังม้า คุณลักษณะของมอเตอร์ชนิดก็คือมีแรงเริ่มหมุนต่ำ (Low Starting Torque) ดังนั้นจึงมักนำไปใช้กับงานเล็กๆ น้อยๆ เช่นพัดลม เครื่องหมุนจานเสียงและมอเตอร์ขนาดเล็กทั่วๆ ไป (ดังภาพที่ 32)

ภาพที่ 32
แสดงเชดเดดโปลมอเตอร์



ส่วนประกอบที่สำคัญของเชดเดดโปลมอเตอร์ มีดังนี้

1. โรเตอร์ (Rotor)

2. สเตเตอร์ (Stator)

3. ฝาครอบ (End Plate)

การทำงานของเชดเดดโปลมอเตอร์

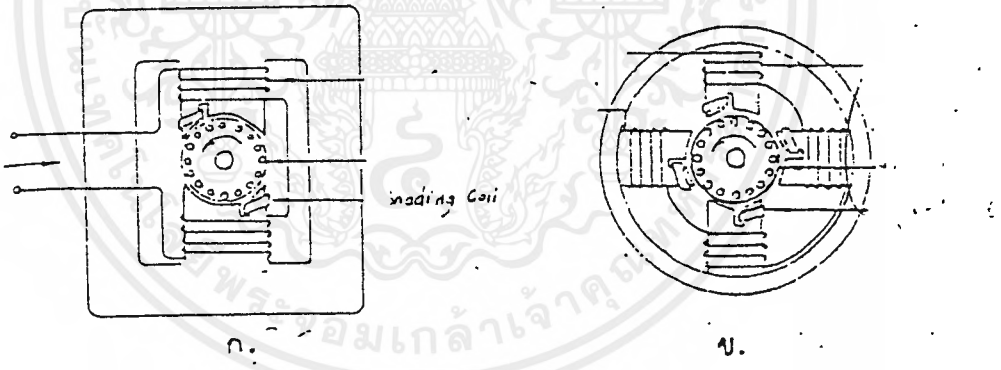
มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟสทั่วๆ ไปจะต้องมีขดลวดสตาร์ทดิ้งไวน์ด์ดิ้งไว้เพื่อช่วยในตอนเริ่มหมุนมอเตอร์ครั้งแรก สปลิทเฟสมอเตอร์และคาแพซิวิตุเดอร์มอเตอร์ขดลวดสตาร์ทดิ้งไวน์ด์ดิ้งจะต้องวางอยู่ในลักษณะที่ทำมุม 90 องศา Electrical Degrees

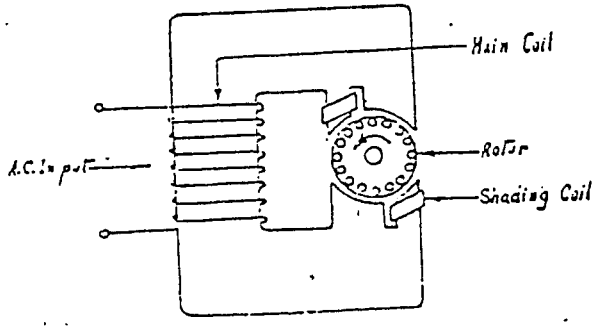
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กับขดลวดรันนิ้งไวนด์ดิ้ง ด้วยเหตุนี้เองเชดเดดโปลมอเตอร์จึงต้องมีขดลวดสตาร์ทดิ้งไวนด์ดิ้งช่วยในตอนเริ่มหมุนด้วย แต่เป็นวงแหวนทองแดงหรือเป็นขดลวด (Coil) เส้นโตพันคร่อมเอาไว้แทนขดลวดสตาร์ทดิ้งไวนด์ดิ้ง ซึ่งมีชื่อเรียกว่าเชดดิ้งคอยส์ (Shading Coil)

เมื่อสับสวิชให้ไฟฟ้ากระแสสลับไหลผ่านเมนคอยส์ (Main Coil) ก็จะชักนำให้กระแสเกิดขึ้นในเชดดิ้งคอยส์ (Shading Coil) จึงเกิดสนามแม่เหล็ก (Magnetic Field) ขึ้นในเชดเดดโปล (Shaded-Pole) คือในส่วนที่มีวงแหวนทองแดงคร่อมอยู่นั้น ซึ่งเป็นขั้วที่ตรงกันข้ามกับเมนโปล (Main Pole) จึงทำให้มอเตอร์เกิดมีเฟสเพิ่มขึ้นอีกเฟสหนึ่ง โรเตอร์จึงเคลื่อนตัวหมุนไปได้ และจะค่อยๆ หมุนเร็วขึ้นจนกระทั่งถึงเต็มอัตราความเร็วจึงมีข้อสังเกตว่าฟลั๊ก (Flux) จะเกิดขึ้นที่เมนโปล (Main Pole) ก่อนแล้วกลับมาเกิดที่เชดเดดโปล (Shaded Pole) ทีหลังต่อเนื่องกันไป โรเตอร์จึงหมุนจากเมนโปล (Main Pole) มาทางเชดเดดโปล (Shaded Pole) คือหมุนได้ทางเดียว (ดังภาพที่ 33 ก-ค)

ภาพที่ 33 (ก-ค)
แสดงการทำงานของเชดเดดโปลมอเตอร์



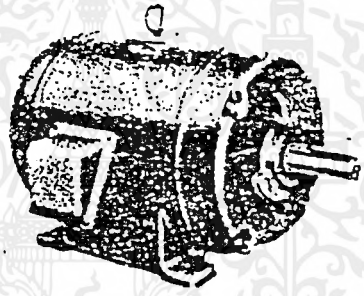


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิด 3 เฟส

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิด 3 เฟสจะมีขนาดตั้งแต่ต่ำกว่า 1 กำลังม้าจนกระทั่งถึงหลายๆ พันกำลังม้า ลักษณะพิเศษของมอเตอร์ชนิดนี้ก็คือมีรอบความเร็ว (Sheed) คงที่ และยังสามารถลร้างให้มีแรง บิดหมุน (TorqueO ได้ต่างๆ กันด้วย มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิด 3 เฟสบางตัวมีแรงเริ่มหมุนสูง (High Starting Torque) บางตัวมีแรงเริ่มหมุนต่ำ (Low starting Torque) บางตัวกินกระแสไม่มากนักในตอนเริ่มหมุน เพราะเป็นขนาดเล็ก บางตัวกินกระแสมากในตอนเริ่มหมุนเพราะเป็นขนาดใหญ่ แต่ Voltage Frequency ส่วนมากเขาสร้างให้มีค่าอยู่ในมาตรฐานลากลนิยมทั่วไป และต่อให้ใช้แรงเคลื่อนได้ 2 ขนาด เพื่อประโยชน์ในทางการค้า (ดังภาพที่ 34)

ภาพที่ 34
แสดงมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิด 3 เฟส



มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิด 3 เฟสส่วนมากนำไปใช้กับงานในด้านการกำลัง เช่น ในงานกลึงเจาะโลหะ (Machine tools) ปั๊มขนาดใหญ่ต่างๆ (Pumsp) ใช้ยกขึ้นลงในที่สูงๆ เช่นลิฟท์ (Lift) พัดลมขนาดใหญ่ๆ (Fans) ปั้นจั่นยกของ (Crane) เครื่องมือยกของหนักๆ (Hoists) เครื่องเป่าลมต่างๆ (Blowers) และในงานกลอื่นๆ อีกมากมาย

การทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิด 3 เฟส

มอเตอร์แบบนี้ขดลวด (Coil) ที่พันอยู่ที่ร่องของสเตเตอร์ จะแบ่งออกเป็น 3 ส่วนเท่าๆ กัน แต่ละส่วนก็จะต่อกันเฉพาะในส่วนของมัน ซึ่งมีชื่อเรียกว่าเฟสดังนั้น 3 ส่วนจึงเรียกว่า 3 เฟส และเมื่อมีกระแสไหลผ่านก็จะเกิดสนามแม่เหล็ก (Magnetic Field) ขึ้นและสนามแม่เหล็กนี้ก็จะไปชักนำให้เส้นลวดตัวนำ (Conductor Bars) ที่ฝังอยู่ในร่องของโรเตอร์แบบกรงกระรอก (Squirrel Cage Rotor) หรือขดลวด (Coil) ที่พันอยู่ในร่องของเวานต์โรเตอร์ (Wound Rotor) เกิดฟลั๊ก (Flux) ขึ้น จึงถูกสนามแม่เหล็ก

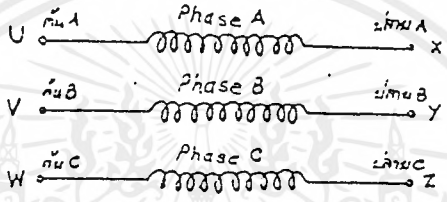
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทางสเตเตอร์ผลักในขณะที่ขั้วแม่เหล็กของสเตเตอร์เปลี่ยนไปตามจังหวะของทุกๆ ครึ่งไซเกิ้ล (Cycle0 ดรเตอร์จึงเคลื่อนตัวหมุนไปได้

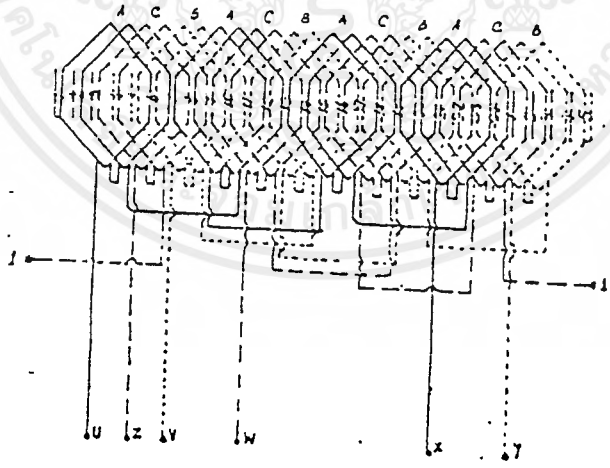
มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิด 3 เฟสตามปกติเขาสร้างมาให้ต่อใช้งานได้ทั้งแบบสตาร์ท (Star) และแบบเดลต้า (Detra) ดังนั้นเขาจึงสร้างขั้ว (Terminal) ไว้ต่อสาย 6 ขั้ว ให้เครื่องหมายต้นเฟสเป็น U.V.W. และปลายเฟสเป็น X.Y.Z. เรียงกันตามลำดับตามแบบสากลนิยม (ดังภาพที่ 35)

ภาพที่ 35

แสดงการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิด 3 เฟส



ตัวอย่าง Stator Winding ของ Three Phose Motor ชนิด 24 Slot 4 Pole



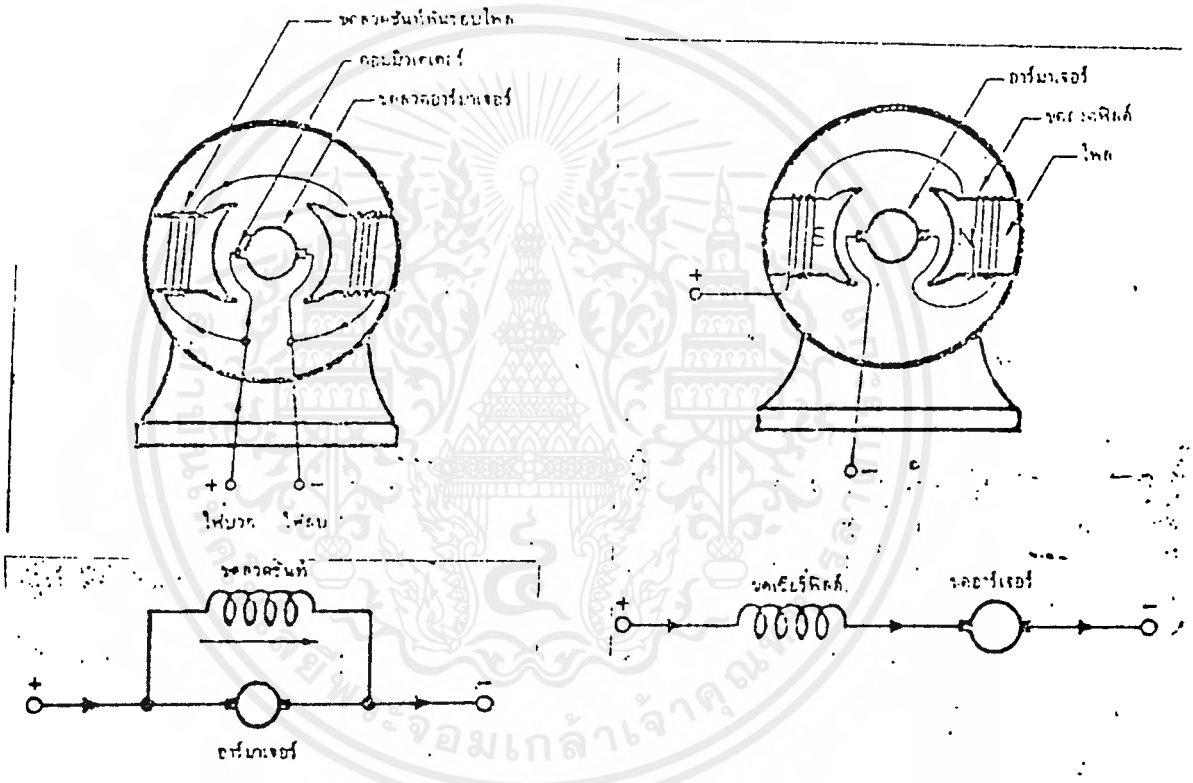
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (Dc Motor) มี 3 ชนิดคือ

2.1. ชนิดวงจรขั้วแม่เหล็กขนาน (DC SHUNT MOTOR) ในดีซีซันท์มอเตอร์ขดลวดชุดแรกเป็นชุดใหญ่พันอยู่รอบหุ่นอาร์เมเจอร์ (ตัวหมุน) ส่วนขดลวดอีกชุดที่แยกออกไปพันรอบโพลทั้ง 2 ข้าง เรียกว่าขดลวดซันท์ (SHUNT COIL) ซึ่งจะก่อให้เกิดสนามแม่เหล็กคงที่เป็นฟิลด์ฟลักซ์ ทำหน้าที่ออกแรงผลักหุ่นอาร์เมเจอร์ให้หมุนไป

ภาพที่ 36

แสดงลักษณะมอเตอร์กระแสตรง



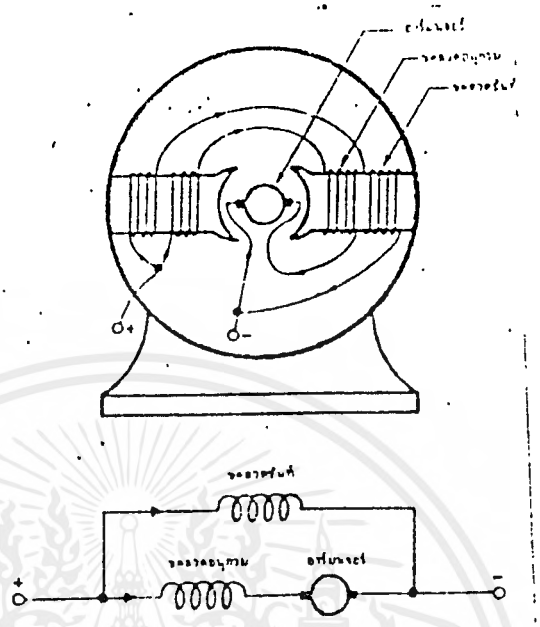
2.2. ชนิดวงจรขั้วแม่เหล็กอนุกรรม (DC SERIES MOTOR) ดีซี ซีรี่ส์มอเตอร์นี้ต่างจากดีซีซันท์ตรงที่ขดลวดชุดที่สร้างสนามแม่เหล็กจะต่ออนุกรรมกับอาร์เมเจอร์

2.3 ชนิดวงจรขั้วแม่เหล็กผสม (DC COMPOUND MOTOR) เป็นการรวมลักษณะของดีซีซันท์และดีซี ซีรี่ส์ เข้าไว้ด้วยกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 37

ภาพแสดงภายในมอเตอร์กระแสตรง แบบขั้วแม่เหล็กผสม

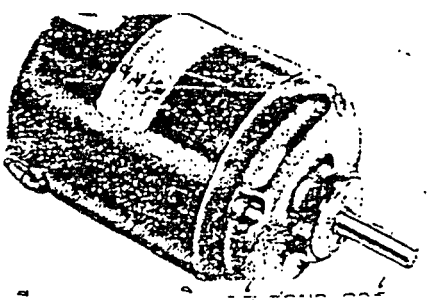


ยูนิเวอร์แซลมอเตอร์ (Universal Motor)

ยูนิเวอร์แซลมอเตอร์เป็นมอเตอร์ชนิดหนึ่ง ซึ่งสามารถนำไปใช้งานได้ทั้งไฟฟ้ากระแสตรงและไฟฟ้ากระแสสลับ (ชนิด 1 เฟส) ฉะนั้นบางแห่งก็เรียกว่ามอเตอร์ กระแสพันธุ์ทางมอเตอร์ชนิดนี้จะมีขนาดตั้งแต่ 1ฝ200 กำลังม้าถึง 1ฝ3 กำลังม้า คุณสมบัติพิเศษของมอเตอร์ชนิดนี้ก็คือแรงเริ่มหมุนสูง (หมุนได้ตั้งแต่ 3000 รอบต่อนาทีขึ้นไป) และยังสามารถลดความเร็วได้ ดังนั้นจึงมักนำไป สร้างเป็นเครื่องมือเครื่องใช้ภายในบ้าน เช่น เครื่องบดอาหารไฟฟ้า กรรไกรตัดผมไฟฟ้า มีดโกนหนวดไฟฟ้า ปั๊มน้ำขนาดเล็กๆ สว่านเจาะโลหะ และหมุนจักรเย็บผ้า เป็นต้น (ดังภาพที่ 38)

ภาพที่ 38

แสดงลักษณะของยูนิเวอร์ซัลมอเตอร์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนประกอบที่สำคัญของยูนิเวอร์แซลมอเตอร์มีดังนี้

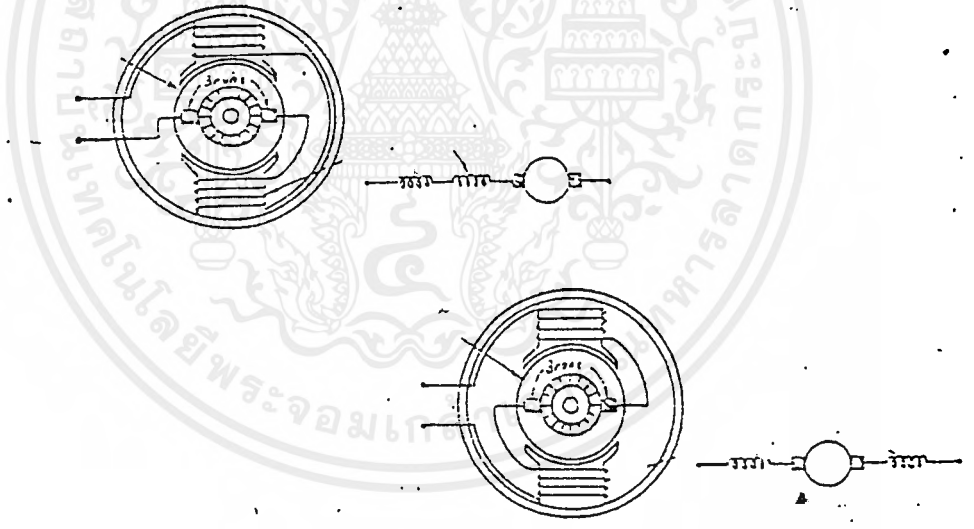
1. โครง (Frame)
2. ขั้วสนามแม่เหล็ก (Field Core)
3. อามะเจอร์ (Armature)
4. ฝาครอบ (End Plate)
5. แปรงถ่าน (Brush)

การทำงานของยูนิเวอร์แซลมอเตอร์

มอเตอร์แบบนี้อามะเจอร์และขดลวดสนามแม่เหล็ก (Fieldcoil) ต่ออันดับกันดังนั้นเมื่อเราสับสวิชกระแสก็จะไหลผ่านทั้งทางอามะเจอร์ และขดลวดสนามแม่เหล็ก จึงทำให้เกิดแม่เหล็กไฟฟ้าขึ้นทั้ง 2 ส่วนคือทางอามะเจอร์ และขดลวดสนามแม่เหล็กมาผลักซึ่งกันและกันอามะเจอร์จึงเคลื่อนตัวหมุนไปได้

ภาพที่ 39

แสดงการทำงานของยูนิเวอร์แซลมอเตอร์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4

ตารางแจกแจงคุณสมบัติของมอเตอร์ชนิดต่างๆ

ข้อเปรียบเทียบ	มอเตอร์ไฟตรง	มอเตอร์ไฟฟ้า	
		อินดัคชั่นมอเตอร์	
		เฟสเดียว	3 เฟส
1. วิ่งความเร็วเต็มโหลด	ได้	ได้	ได้
2. ความเร็วรอบคงที่	ไม่เชิง	ค่อนข้างคงที่	ค่อนข้างคงที่
3. วิ่งความเร็วที่ซิงโครนัส	ไม่เลย	ต่ำกว่าเล็กน้อย	ต่ำกว่าเล็กน้อย
4. ปรับความเร็วได้	ใช่	ไม่ได้	เฉพาะแบบวาวด์โรเตอร์
5. หลายความเร็วรอบเช่น 7,501,000 rpm	ไม่ได้	บางแบบทำได้	ทำได้
6. วิ่งความเร็วเกินขนาด (over speed)	ได้	ได้	ได้
7. กลับทิศทางได้	ได้	ได้บางแบบ	ได้
8. เพาเวอร์แฟคเตอร์	ต่ำกว่า 1 lag	เฟสเดียว	ต่ำกว่า 1lag
9. แรงหมุนเริ่มแรก	ค่อนข้างสูง	ต่ำกว่า 1lag ขึ้นกับชนิดมอเตอร์	100-300% ของแรงหมุนตามพิกัด

* ปกติตัวมอเตอร์จะปรับความเร็วเองไม่ได้ นอกจากเราจะดัดแปลง เช่น เปลี่ยนความถี่ไฟสลับหรืออื่นๆ
* มอเตอร์ที่มีหลายความเร็วรอบนั้นสำหรับอินดัคชั่นจะให้เพียงตัวถังเดียว แต่สำหรับแบบซิงโครนัสจะต้องใช้สองตัวถัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5

ตารางแสดงการแจกแจงมอเตอร์ออกโดยสมบัติและหลักการทำงาน

แจกแจงตามสมบัติ	แจกแจงโดยหลักการทำงาน
มอเตอร์ชนิดความเร็วรอบคงที่	- มอเตอร์ไฟตรง แบบขนาน (DC SHUNT) - มอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส ชนิดโรเตอร์ทางกระบอก - มอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส ชนิดโรเตอร์พัดชดลวด - มอเตอร์ซิงโครนัส
มอเตอร์ชนิดความเร็วเกือบคงที่	- มอเตอร์เหนี่ยวนำเฟสเดียว
มอเตอร์ชนิดปรับความเร็วรอบได้	- มอเตอร์ไฟตรงแบบขนาน - คอมมิวเตเตอร์ มอเตอร์ 3 เฟส ชนิดขนาน - มอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส ชนิดโรเตอร์พันชดลวด
มอเตอร์ชนิดเปลี่ยนความเร็วรอบได้	- มอเตอร์ไฟตรงแบบอนุกรม - คอมมิวเตเตอร์ 3 เฟส ชนิดวงจรอนุกรม - คอมมิวเตเตอร์เฟสเดี่ยว ชนิดวงจรอนุกรม - มอเตอร์ ชนิดผลักหมุน - มอเตอร์ เหนี่ยวนำ 3 เฟส
มอเตอร์หลายความเร็วรอบ	- มอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส ชนิดโรเตอร์ทรงกระบอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6

แสดงตัวอย่างการเลือกชนิดมอเตอร์

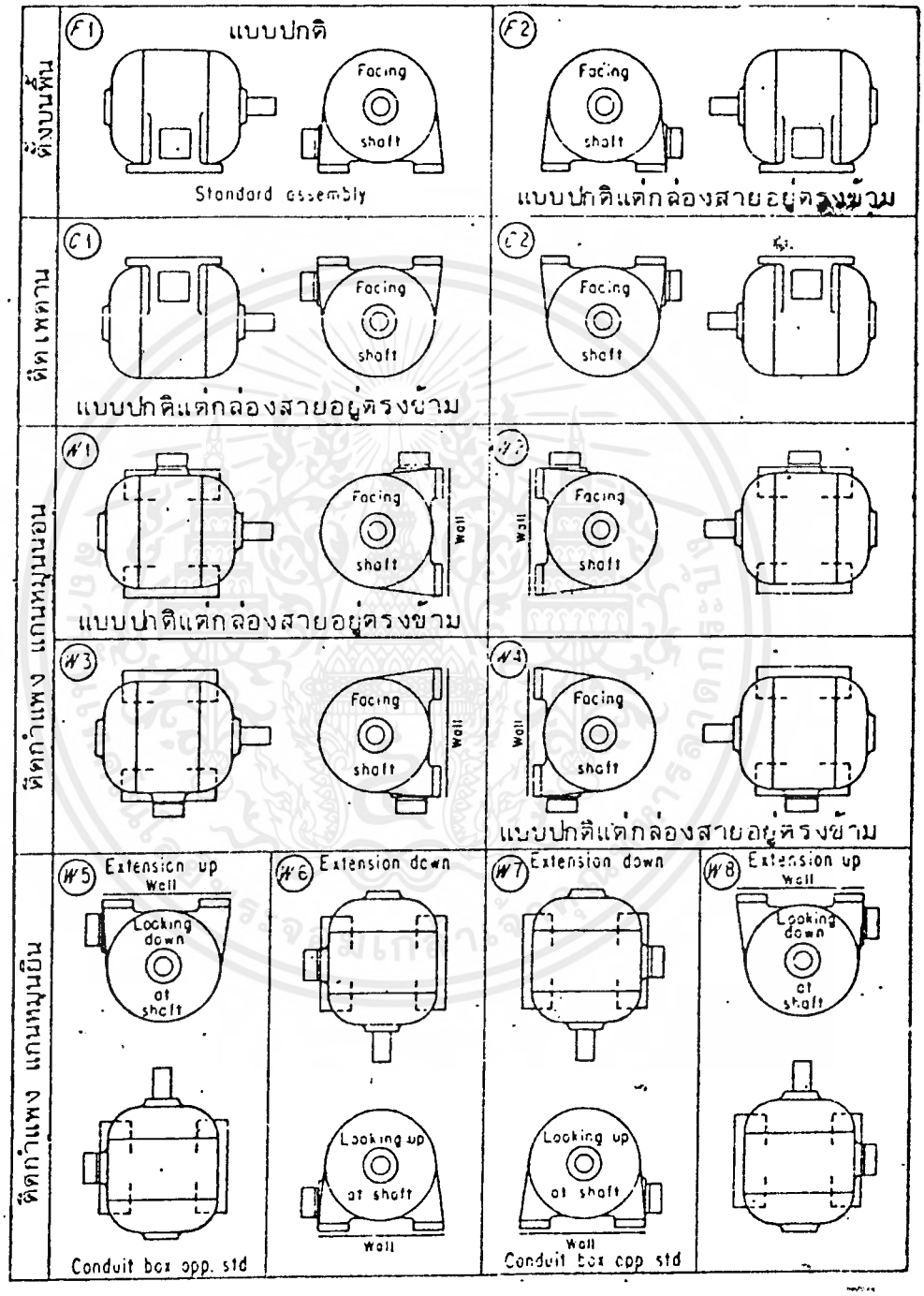
ชนิด / การใช้งาน	ชนิดแยกเฟสสตาร์ท	ชนิดกาปาซิเตอร์สตาร์ท	ชนิดกาปาซิเตอร์ถาวร	ชนิดเฉดโหลด
เครื่องเจาะขนาดเล็ก	o	o		
เครื่องบดขนาดเล็ก	o	o		
เตาฟู			o	o
คอมเพรสเซอร์ขนาดเล็ก	o	o		
โบลเวอร์ขนาดเล็ก	o		o	o
พัดลมดูดอากาศ			o	o
ปั๊มน้ำมัน	o		o	o
ปั๊มขนาดเล็ก	o	o	o	o
เครื่องแยกน้ำออก			o	
เครื่องซักผ้า			o	
เครื่องล้างจาน			o	
ปั๊มขนาดเล็ก			o	
เครื่องฉายหนัง				o
เครื่องฉายสไลด์				o
เครื่องคั้นผลไม้			o	o
เครื่องบดกาแฟ	o			
เครื่องเล่นจานเสียง		o		o
เครื่องเล่นเทป			o	o
ปัดตาเลี่ยนตัดผม				o
เครื่องเป่าผม				o
เครื่องใช้ในการกสิกรรม	o	o		
เครื่องเย็บผ้า	o			
เครื่องแอร์		o		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7

แสดงการติดตั้งมอเตอร์

RATINGS, FRAME SIZES, AND WINDINGS



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.15.3. การบำรุงรักษามอเตอร์

เพื่อให้มอเตอร์มีอายุการใช้งานนาน และใช้งานได้ดี ต้องคอยหมั่นตรวจสอบบำรุงรักษาเป็นระยะ ช่วงเวลาที่จะบำรุงรักษา จะเป็นเดือนหรือเป็นปีขึ้นอยู่กับการใช้งานของมอเตอร์

การตรวจสอบบำรุงรักษาเป็นระยะจะปฏิบัติดังนี้

1. รักษาภายใน และนอกของมอเตอร์ให้สะอาด ปราศจากน้ำมัน ฝุ่นละอองน้ำสำหรับมอเตอร์ที่ตั้งอยู่ในที่ที่มีฝุ่นมาก ต้องถอดออกมาทำความสะอาดเดือนละครั้ง

2. ถ้าต้องการให้อายุของมอเตอร์ยาวนาน ควรจะนำมอเตอร์มาชุบน้ำมันวานิชปีละครั้ง หรือ 2 ครั้ง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการใช้งานของมอเตอร์

3. ส่วนเหมุน และคอมมิวเตเตอร์ ต้องสะอาด และปราศจากน้ำมันใดๆ ทั้งสิ้น ผิวหน้าจะต้องขัดมันโดยการใช้ผ้าสำลีเช็ดก็เป็นการเพียงพอแล้ว

4. แปรงถ่านจะต้องเคลื่อนที่ขึ้นลงในที่ยึดแปรงถ่ายต้องสัมผัสกับซี่คอมมิวเตเตอร์ได้ดี ปกติต้องมีแรงสปริงดัน 2-2.5 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เมื่อเปลี่ยนแปลงถ่ายใหม่ต้องใช้กระดาษทรายขัดแปรงให้แปรงสัมผัสกับซี่คอมมิวเตเตอร์ดี และควรมีอะไหล่สำหรับเปลี่ยนไว้

5. ตรวจสอบอุณหภูมิที่อ่านได้จากมอเตอร์จะต้องไม่เกิน 90° เซนติเกรด หรือ 194° ฟาเรนไฮน์

6. ที่สำคัญที่สุดก็จะต้องตรวจดูว่า ตลับลูกปืนสกปรก หรือสึกหรอใช้การไม่ได้ดังนั้นจึงต้องใช้น้ำมันไขหยอดแบบปืนอัด ปกติมอเตอร์ที่ซ่อมใหม่ๆ จะหยอดน้ำมันมาจากโรงงานแล้วแต่เมื่อใช้ไปนานๆ ระยะเวลาที่ต้องหยอดน้ำมันขึ้นอยู่กับการใช้งานของมอเตอร์ถ้าใช้งานหนักแทนที่จะหยอดเดือนละครั้ง ก็อาจหยอดเดือนละ 2 ครั้ง น้ำมันไขที่หยอดในตลับลูกปืนต้องเป็นชนิดที่ดี และมีคุณภาพสูง

2.16. ระบบส่งกำลัง

สำหรับงานเครื่องจักรที่ต้องใช้มอเตอร์เป็นตัวต้นกำลังนั้น การเลือกชนิดของมอเตอร์ การกำหนดระบบส่งกำลัง การกำหนดความเร็วรอบ ฯลฯ จะมีการเจาะจงโดยเฉพาะกับเครื่องนั้นๆ ซึ่งเพื่อความเหมาะสมของแต่ละเครื่องแต่ละขั้นตอน เป็นการแน่นอนที่ผู้ออกแบบจะต้องศึกษาถึงระบบต่างๆ เพื่อช่วยในการออกแบบให้เครื่องนั้นมีประสิทธิภาพที่ดีขึ้น

ระบบส่งกำลังคืออะไร ระบบส่งกำลังคือการชักนำ การถ่ายกำลังจากตัวต้นกำลังจากแกนหนึ่งไปสู่แกนหนึ่ง ซึ่งการส่งกำลังที่กระทำนี้มีทิศทางการทำงานทั้งที่ทิศทางเดียวกันและ ทุกทางสวนกัน เป็นการช่วยเพื่อความเร็วรอบของต้นกำลังให้มากขึ้น หรือลดความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เร็วรอบต้นกำลังให้ช้าลง เป็นต้น ซึ่งทั้งหมดที่กล่าวมานี้เป็นระบบส่งกำลังที่ยกเป็นตัวอย่าง ทั้งนี้เพราะระบบส่งกำลังมีอยู่หลายวิธีด้วยกัน วิธีต่อไปนี้เป็นระบบส่งกำลังที่ใช้กันมากคือ

2.16.1. การส่งกำลังด้วยสายพาน

2.16.2. การส่งกำลังด้วยโซ่

2.16.3. การส่งกำลังด้วยเฟือง

2.16.1. การส่งกำลังด้วยสายพาน

สายพานเป็นชิ้นส่วนของเครื่องจักรกลประเภทฉุดดึงสายจะทำหน้าที่ส่งถ่ายโมเม้นต์หมุนและการเคลื่อนที่ระหว่างเพลาตั้งแต่ 2 เพลาขึ้นไป ด้วยความเร็วรอบสูงและให้มีระยะห่างกันมากได้ การส่งกำลังโดยสายพานเป็นการส่งกำลังแบบอ่อนตัวได้ ซึ่งจะมีข้อดีข้อเสีย คือ

ข้อดี

ส่งถ่ายแรงได้อย่างยืดหยุ่น

ดูดซับเสียงดังและการสั่นสะเทือน

ไม่ต้องมีการหล่อลื่น

เหมาะสำหรับการส่งกำลังระหว่างเพลาที่อยู่ห่างกันมากๆ

ค่าใช้จ่ายในการบำรุงต่ำ

ข้อเสีย

เกิดการลื่นในขณะส่งกำลังได้

รองเพลารับภาระสูง

เปลืองเนื้อที่มาก

ต้องมีการปรับระยะระหว่างเพลาหรือปรับแรงตึง

ไม่อาจใช้งานที่มีอัตราทดสูงมากได้

ชนิดของสายพาน

สายพานแบ่งออกเป็น 4 ชนิดตามลักษณะหน้าตัดของสายพานคือ สายพานแบบ (FLAT BELTS) มีหน้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า สายพานลิ่ม (V-BELTS) มีหน้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมู สายพานกลม (ROPES) มีหน้าตัดเป็นรูปวงกลม และไทม์มิ่งเบ็ลท์ (TIMING BETLS) มีหน้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมู แต่จะทำเป็นร่องคล้ายฟันเฟืองตลอดความยาวของพานสายพานแต่ละชนิดจะมีลักษณะการใช้งานที่ต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะการขับด้วยสายพาน

เนื่องจากคุณสมบัติในการอ่อนตัวของสายพาน จึงอาจจัดลักษณะการขับของสายพานได้ต่างๆ กัน ลักษณะทั่วไปที่นิยมใช้ในการขับด้วยสายพานดูได้จากภาพที่ 40

เมื่อต้องการขับเพลาที่อยู่ขนาดกันและต้องการให้เพลาทั้งสองหมุนในทิศทางเดียวกันก็จะทำได้ในลักษณะดังภาพที่ 40 (ก) ซึ่งเรียกว่า โอเพ่นไดรว์ (OPEN DRIVE) และถ้าเพลาอยู่ห่างกันมากควรจะให้สายพานด้านล่างตึง (TIGHT) และด้านบนหย่อน (SLACK) แต่ถ้าต้องการให้เพลาทั้งสองหมุนสวนทางกันก็ทำได้โดยใช้วิธีดังภาพที่ 40 (ข) ซึ่งเรียกว่าครอสไดรว์ (CROSSED DRIVE) แต่การขับในลักษณะนี้จุดที่สายพานไขว้กันจะทำให้สายพานถูกัน ทำให้สายพานเกิดการสึกหรอมาก ดังนั้นเพื่อเป็นการป้องกันมิให้สายพานสึกหรอมากเกินไปจึงควรจะให้จุดศูนย์กลางของล้อสายพานอยู่ห่างกันไม่น้อยกว่าสี่สิบเท่าของความกว้างสายพาน และทำงานที่ความเร็วสายพานไม่เกิน 15 เมตร/วินาที

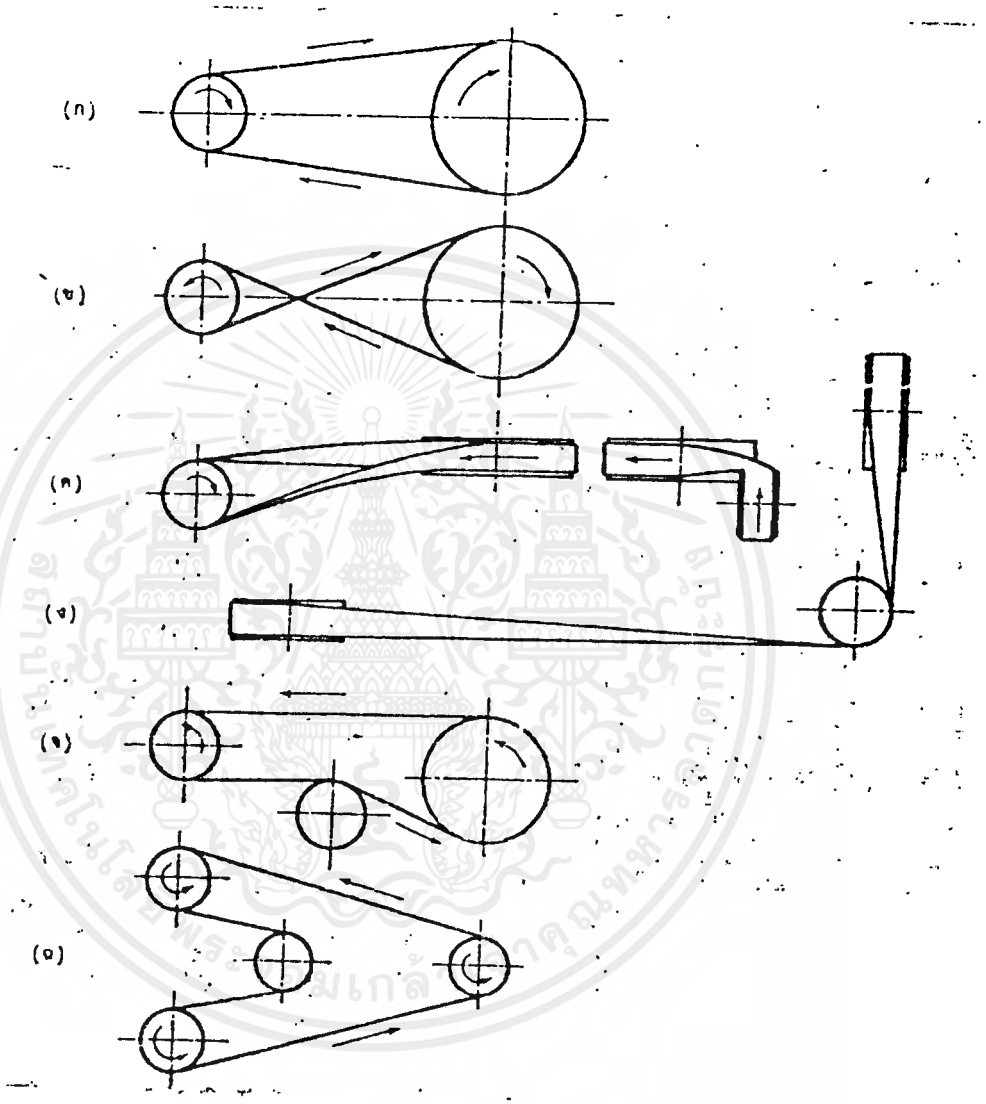
การขับแบบควอเตอร์เทอนไดรว์ (QUARTER TURN DRIVE) ดังภาพที่ 40 (ค) ให้เมื่อเพลาทั้งสองตั้งฉากกัน และเพื่อป้องกันมิให้สายพานหลุดออกจากล้อสายพานขณะใช้งานจึงต้องใช้ล้อสายพานที่กว้างเพียงพอ โดยทั่วไปมักจะต้องกว้างมากกว่าความกว้างสายพานไม่น้อยกว่า 1.4 เท่า และก่อนใช้งานจะต้องทดสอบก่อนเสมอ ส่วนการขับแบบมิวล์ไดรว์ (MULE DRIVE) ดังภาพที่ 40 (ง) ใช้เมื่อเพลาทั้งสองตั้งฉากกัน แต่ไม่อาจจัดในลักษณะควอเตอร์ไดรว์ได้ หรือเมื่อต้องการให้หมุนกลับทิศทางได้

เมื่อไม่สามารถใช้ขับในลักษณะโอเพ่นไดรว์ได้ เพราะส่วนได้สัมผัส (ARC OF CONTACT) บนล้อสายพานเล็กมีค่าน้อยเกินไป (เพราะอัตราทดสูง และล้อสายพานอยู่ใกล้กันมาก) หรือไม่อาจทำให้สายพานตึงได้โดยวิธีอื่น ก็อาจทำได้โดยใช้ล้อช่วย (IDLER) ดังภาพที่ 40 (จ) เป็นการช่วยให้สายพานสัมผัสกับล้อมากขึ้นซึ่งเพิ่มกำลังที่ส่งได้ด้วย ส่วนการขับแบบริเวอสไดรว์ (REVERSE DRIVE) ใช้เมื่อต้องการส่งกำลังไปยังเพลาหลายๆ อันพร้อมกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 40

แสดงลักษณะการขับสายพานแบบต่างๆ

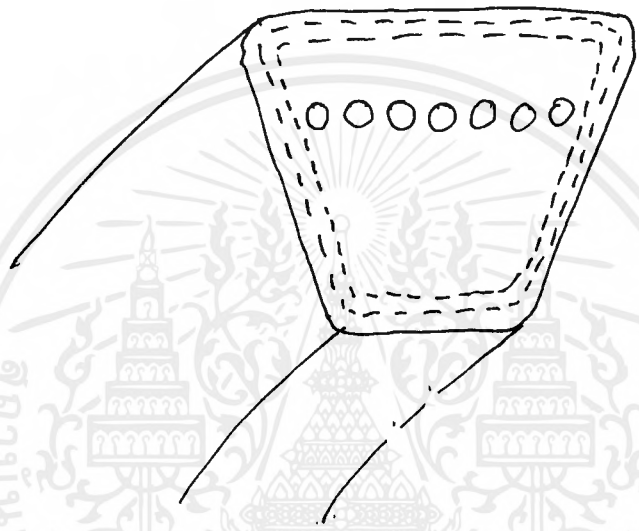


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สายพานที่ใช้ในการส่งกำลังจะมีด้วยกันมากมายหลายรูปแบบซึ่งแต่ละแบบจะมีหน้าที่การใช้งานที่แตกต่างกันไปซึ่งรูปลักษณะของสายพานแบบต่างๆ จะแสดงดังต่อไปนี้

ภาพที่ 41

แสดงภาพตัดสายพาน V มาตรฐาน



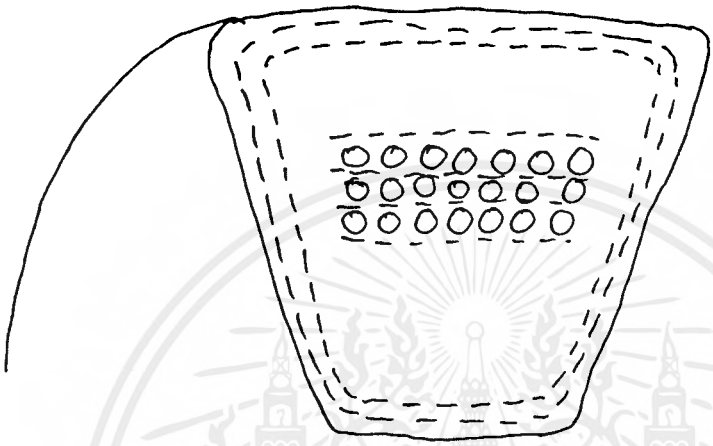
คุณสมบัติของสายพาน-V มาตรฐาน

1. สายพาน-V มาตรฐาน (แบบโครงชั้นเดียว และหลายชั้น)
2. นิยมใช้กันมากในท้องตลาดและราคาถูก
3. สำหรับใช้กับเครื่องเครื่องจักรกลโรงงานอุตสาหกรรมทั่วๆ ไปสามารถใช้ในที่ร้อนถึง 60 เซนติเกรด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 42

แสดงภาพตัดของสายพาน V แบบพิเศษ



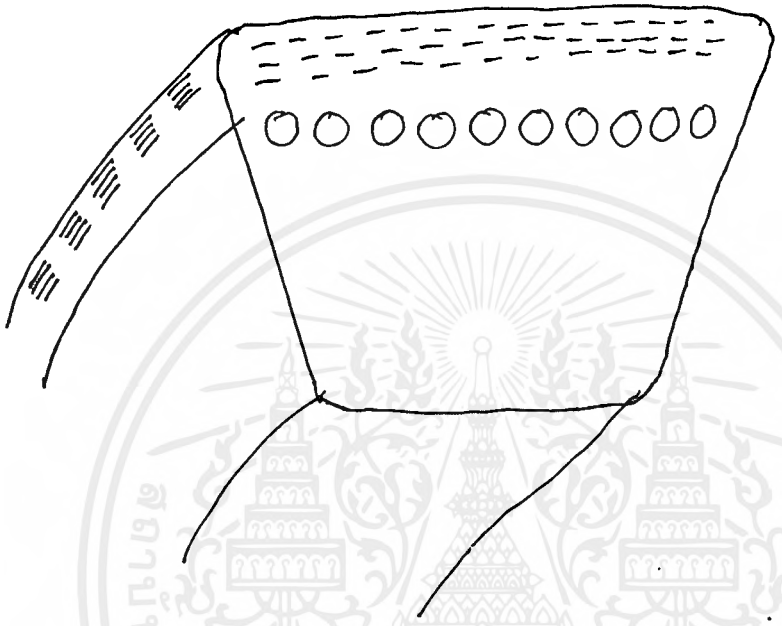
คุณสมบัติของสายพาน-V แบบพิเศษ

1. มีทั้งแบบโครงสร้างชั้นเดียวและหลายชั้น
2. มีความต้านทานต่อความร้อน น้ำมันและไฟฟ้าสถิตย์ มีความแข็งแรงสูง
3. ใช้สำหรับงานหนักๆ และเพื่อต้องการจะลดจำนวนของสายพานลง
4. สามารถใช้ได้ในที่ร้อนถึง 90 เซนติเกรด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 43

แสดงภาพตัดสายพาน-V ขอบต่ำ



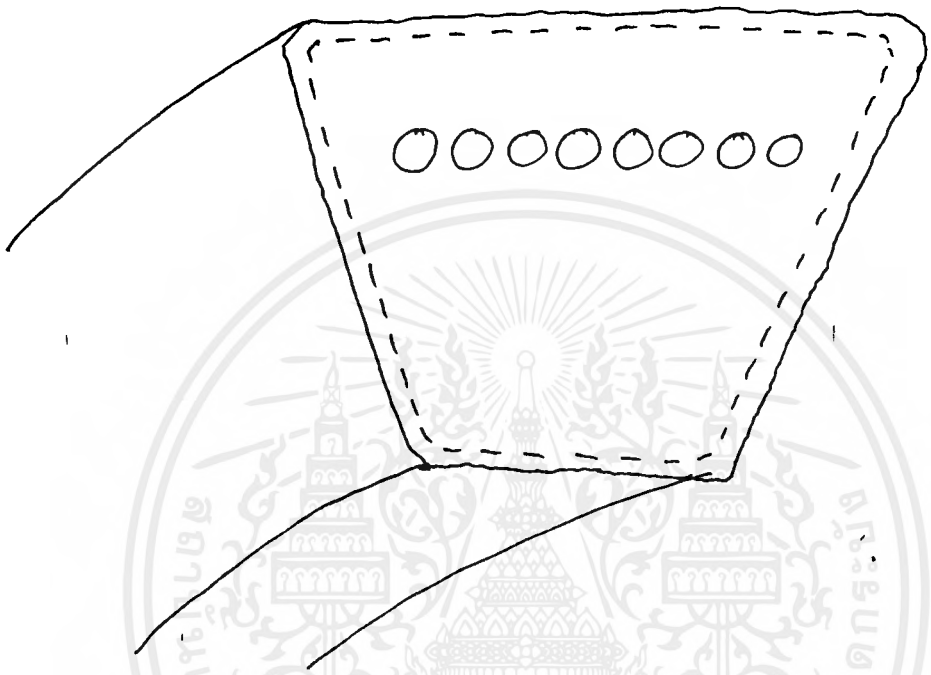
คุณสมบัติของสายพาน-V ขอบต่ำ

1. มีความต้านทานต่อการโค้งและทนทานต่อการขับที่ความเร็วสูงๆ
2. ใช้สำหรับรถยนต์และมู่เล่ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเล็กๆ
3. ใช้ในที่ๆ ร้อนถึง 90 เซนติเกรด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 44

แสดงภาพตัดของสายพาน-V (แบบ L) ใช้กับงานเบาๆ



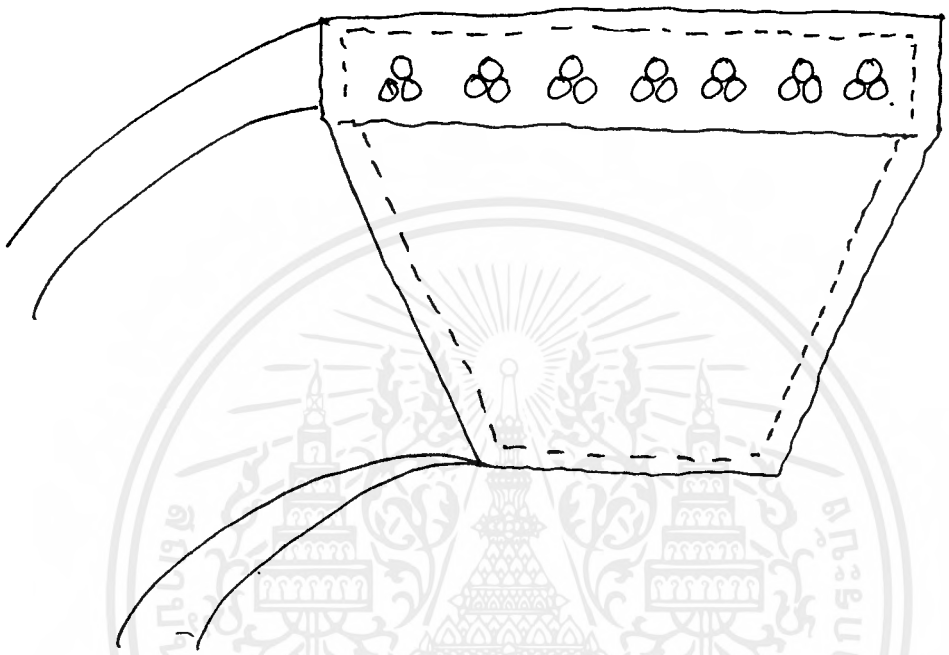
คุณสมบัติของสายพาน-V (แบบ L) ใช้กับงานเบาๆ

1. มีความต้านทานต่อการโค้งและทนทานต่อการชับที่ความเร็วสูงๆ
2. ใช้สำหรับพวกเครื่องจักรกลทางการเกษตร
3. สามารถใช้ได้ในที่ๆ ร้อนถึง 60 เซนติเกรด (สำหรับการใช้งานที่อุณหภูมิสูงกว่า 60 เซนติเกรด ให้ใช้สายพาน-V แบบพิเศษ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 45

แสดงภาพตัดสายพาน-V แคบ



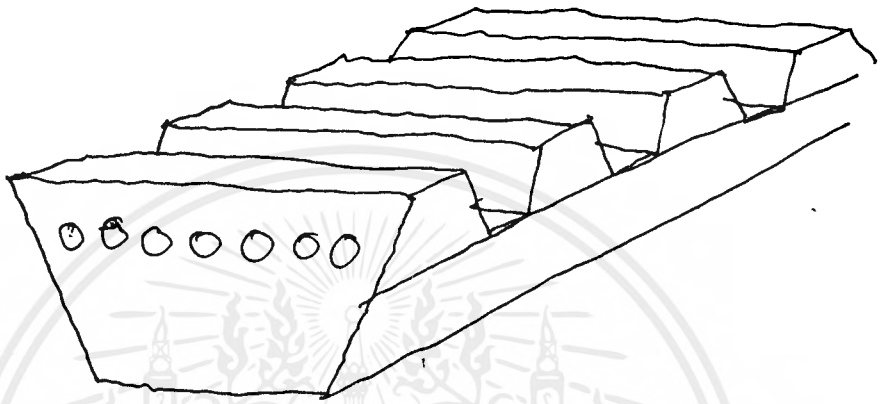
คุณสมบัติของสายพาน-V แคบ

1. มีความสามารถในการถ่ายทอดกำลังได้มาก
2. ใช้กับเครื่องจักรกลในโรงงานอุตสาหกรรมทั่วๆ ไปสามารถใช้งานได้ในที่ๆ ร้อนถึง 90 เซนติเกรด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 46

แสดงภาพตัดสายพาน-V มุมกว้าง



คุณสมบัติของสายพาน-V มุมกว้าง

1. สำหรับการถ่ายทอดที่ความเร็วสูง และการถ่ายทอดกำลังมากๆ โดยใช้มู่เล่แคบๆ
2. ใช้กับพวกรถยนต์
3. สามารถใช้งานได้ในที่ๆ ร้อนถึง 80 ° เซนติเกรด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

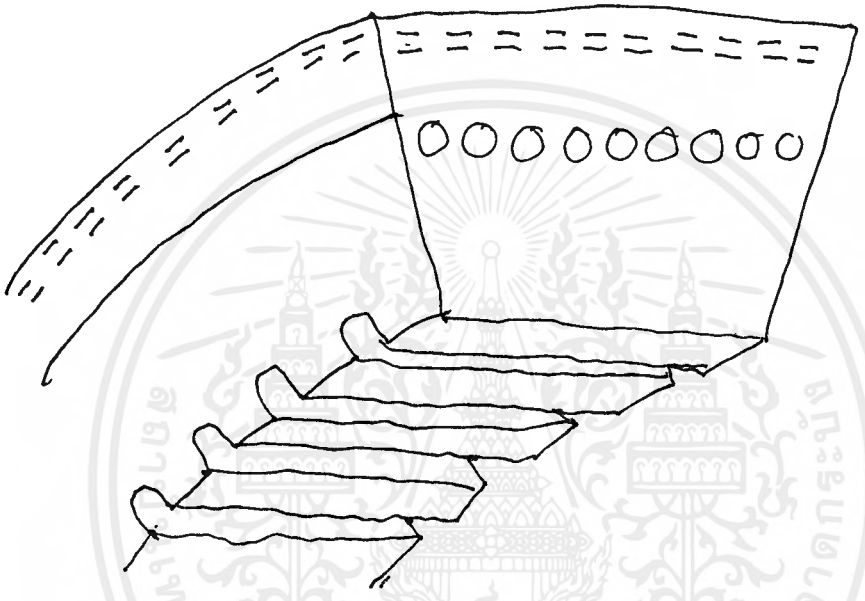
ภาพที่ 47
แสดงภาพตัดสายพาน-V ใช้กับความเร็วที่เปลี่ยนไปๆ มาๆ

คุณสมบัติของสายพาน-V

1. ใช้กับงานที่ความเร็วเปลี่ยนแปลงบ่อยครั้ง
2. มีความต้านทานต่อการโค้ง และความตันด้านข้าง
3. ใช้สำหรับการทดความเร็วให้ต่ำลง และการทำหลายๆ ความเร็ว
4. ใช้งานได้ในที่ๆ ร้อนถึง 90° เซนติเกรด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 48
แสดงภาพตัดสายพานท้องฟันขอบต่ำ



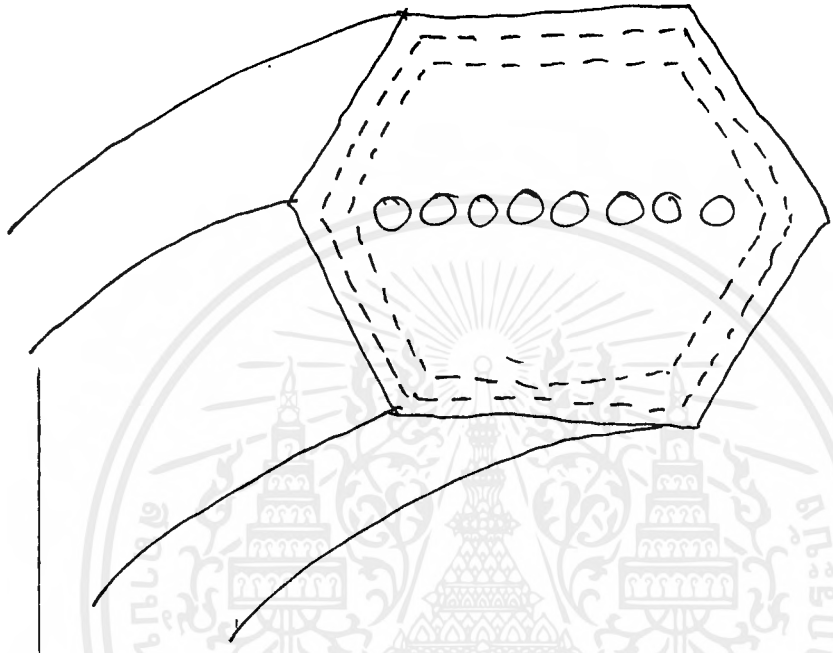
คุณสมบัติของสายพานท้องฟันขอบต่ำ

1. มีความต้านทานต่อการโค้ง และทนทานต่อการขับที่ความเร็วสูง
2. ใช้สำหรับเครื่องยนต์รถยนต์ขนาดใหญ่
3. สามารถใช้งานได้ในที่ๆ ร้อนถึง 90° เซนติเกรด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 49

แสดงภาพตัดสายพานหกเหลี่ยม



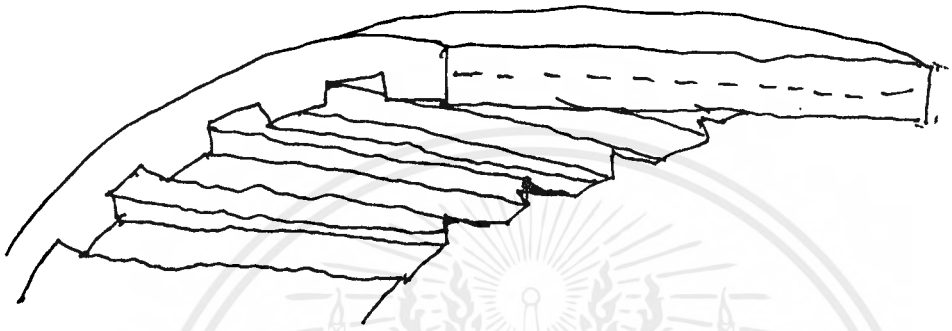
คุณสมบัติของสายพานหกเหลี่ยม

1. ใช้สำหรับชิ้นเพลาที่ชิบซ้อน
2. ใช้สำหรับอุตสาหกรรม และเครื่องจักรกลทางเกษตร
3. สามารถใช้งานได้ในที่ๆ ร้อนถึง 60 ° เซนติเกรด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 50

แสดงภาพตัดสายพานฟัน



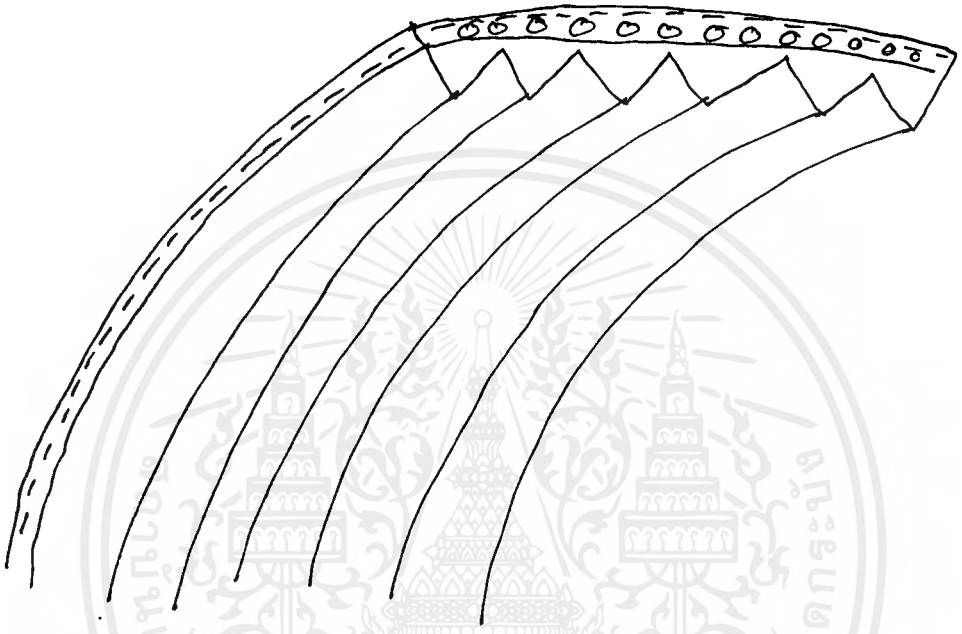
คุณสมบัติของสายพานฟัน

1. ไม่มีการลื่นไหล สามารถให้การขับที่ความเร็วคงที่เสมอ
2. ใช้สำหรับเครื่องคำนวณอัตโนมัติ เครื่องกล รถยนต์ ฯลฯ
3. สามารถใช้ในที่ร้อนถึง 80° เซนติเกรด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 51

แสดงภาพตัดสายพานร่องรอบ

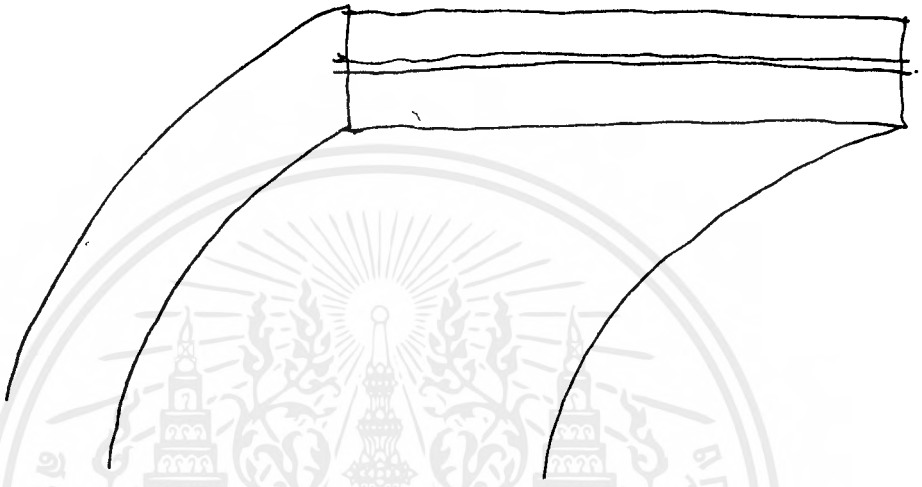


คุณสมบัติของสายพานร่องรอบ

1. ให้การหมุนที่พอประมาณได้ว่ามีความเร็วเชิงมุมคงที่
2. ใช้สำหรับเครื่องมือกล และอื่นๆ
3. สามารถใช้งานได้ในที่ๆ ร้อนถึง 80 เซนติเกรด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 52
แสดงภาพตัดสายพานที่ทำจากส่วนผสมของไนล่อนและหนัง



คุณสมบัติของสายพานที่ผสมระหว่างไนล่อนและหนัง

1. ใช้สำหรับการถ่ายทอดที่ความเร็วสูงๆ และมีระยะระหว่างจุดศูนย์กลางการถ่ายทอดคงที่
2. ใช้สำหรับเครื่องทำกระดาษ เครื่องทอผ้า และอื่นๆ
3. สามารถใช้ได้ในที่ๆ ร้อนถึง 80 เซนติเกรด

2.16.2. การส่งกำลังด้วยโซ่

การขับด้วยโซ่มีอยู่มากทางด้านงานเครื่องจักรกล เนื่องจากมีลักษณะคล้ายกับการขับด้วยสายพาน โซ่จะคล้องอยู่กับล้อโซ่หรือเฟืองโซ่ (SPROCKET) ซึ่งติดอยู่บนเพลาขับและเพลาตาม อัตราทดของการขับจะขึ้นอยู่กับขนาดของเฟืองโซ่ทั้งสอง และการขับด้วยโซ่นี้จะไม่มีการสลิปเกิดขึ้นระหว่างโซ่กับเฟือง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากการขับด้วยโซ่มีความไว้วางใจได้และถูกต้องตามหลักเศรษฐศาสตร์ จึงนิยมใช้มากเช่น ในการส่งกำลังในเรือ เครื่องยนต์ เครื่องจักรกลการเกษตร เครื่องมือกล เครื่องทอผ้า และเครื่องจักรกลงานไม้ เครื่องพิมพ์ และในการขนส่งและการขนถ่ายวัสดุ

การขับด้วยโซ่มีข้อดีอยู่ระหว่างการขับด้วยสายพานและการขับด้วยเฟือง ทางด้านราคา สมรรถนะในการส่งกำลัง และการบำรุงรักษา โซ่สามารถขับได้ในระทางไกลกว่าสายพานและขับได้พร้อมกันหลายๆ เพลา ซึ่งมีทิศทางหมุนตามกันหรือสวนกันก็ได้

ข้อดีของการขับด้วยโซ่

ในการติดตั้งไม่ต้องการความเที่ยงตรงเท่ากับเฟือง

ไม่จำเป็นต้องมีแรงดึงในโซ่ชั้นต้นเพื่อต้านแรงดึงเหมือนกับสายพาน ทำให้อายุการใช้งานของแบร์ริ่งที่รองรับเพลาเพิ่มมากขึ้น

ไม่มีการสลิปในขณะส่งกำลังเหมือนสายพาน ทำให้ได้อัตราทดที่แน่นอน

มีขนาดกะทัดรัดกว่าสายพาน เมื่อใช้งานด้วยอัตราทดเท่ากัน เฟืองโซ่จะมีขนาดเล็กกว่าล้อสายพานและถ้าต้องการส่งกำลังเท่ากัน ความกว้างของโซ่จะน้อยกว่าสายพาน

ติดตั้งง่ายกว่าสายพานเพราะเพียงแต่คล้องเข้าเฟืองโซ่แล้วใส่สลักเข้าไป

ใช้งานได้กับอุณหภูมิสูง บริเวณที่มีความชื้นและฝุ่นละออง

ข้อเสียของการขับด้วยโซ่

มีเสียงดัง และต้องมีการหล่อลื่นมาก

เนื่องจากความเร็วขอบสูงจะมีอันตรายเมื่อโซ่ขาด

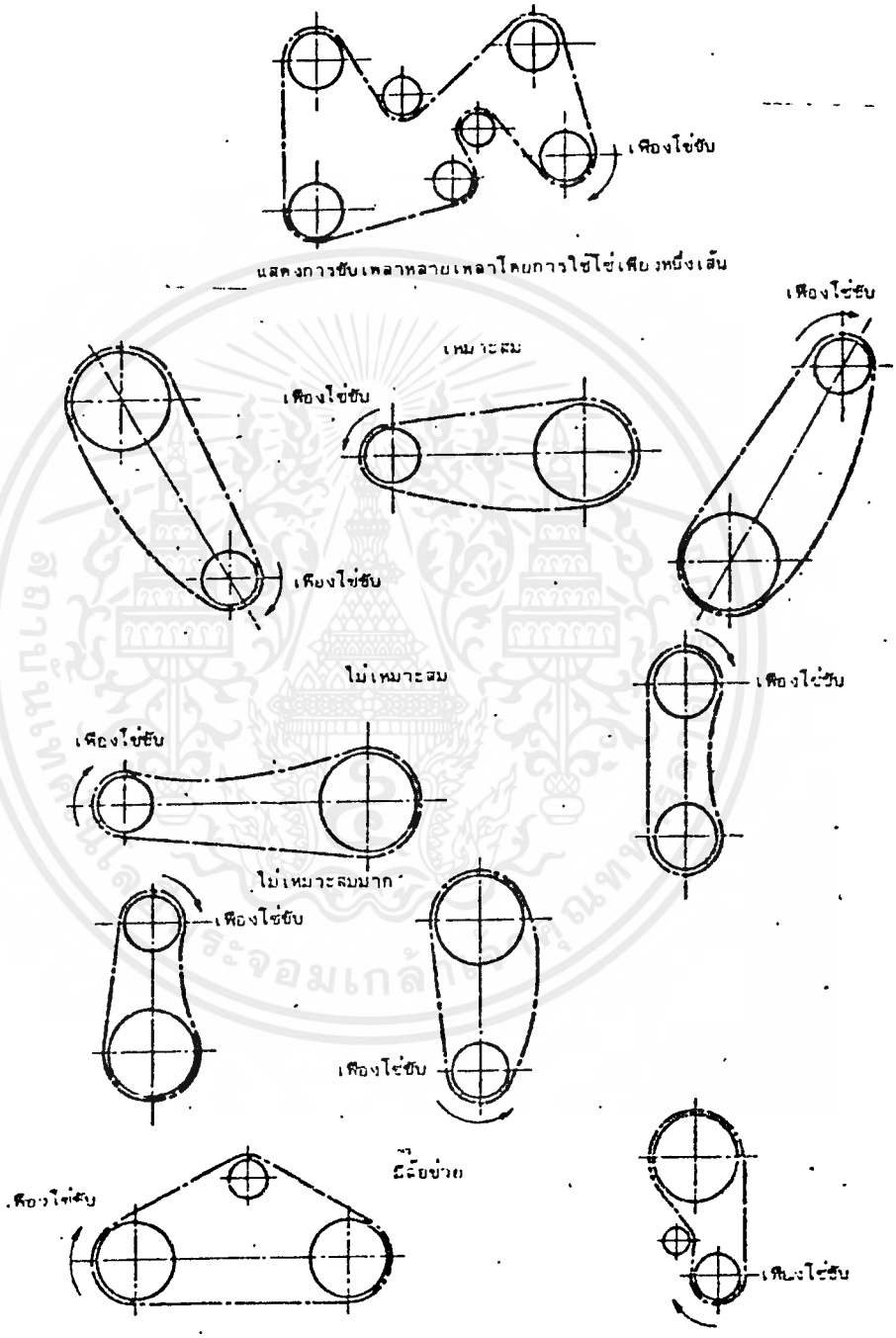
ไม่ความอ่อนตัวในการส่งกำลัง เพลาจะต้องขนานกัน

ส่งกำลังแบบครอสไดรว์ไม่ได้

มีราคาแพงกว่าการขับด้วยสายพาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 53
แสดงการวางเฟืองโซ่สองเฟืองที่ขับกันอย่างเหมาะสม
และไม่เหมาะสมเพลาของเฟืองโซ่อยู่ในแนวระดับ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การนำโซ่ไปใช้งาน

จากรูป 1 และ 2 จะเห็นได้ว่าในการขับด้วยโซ่อาจขับเพียงหนึ่งเฟืองโซ่ หรือหลายเฟืองโซ่ก็ได้ และอาจหมุนในทิศทางเดียวกันกับเฟืองโซ่ขับหรือสวนทางกันก็ได้ แต่อย่างไรก็ตามมีข้อสมมติฐานว่าเฟืองโซ่จะต้องอยู่ในระนาบเดียวกัน และเพลาจะต้องขนานกันและอยู่ในแนวระดับด้วย ความเร็วขอบของเฟืองโซ่สามารถใช้ได้ถึง 20 - 25 เมตร/วินาที

สิ่งจำกัดในการส่งกำลังด้วยโซ่เมื่อใช้งานด้วยความเร็วปานกลางจนถึงความเร็วสูงก็คือ การสึกหรอของข้อต่อและความต้านแรงล้า (FATIGUE STRENGTH) ของวัสดุชิ้นส่วนโซ่ นอกจากนี้แล้วถ้าใช้งานด้วยความเร็วสูงจะต้องคำนึงถึงแรงที่จะเกิดขึ้นในโซ่ เนื่องจากแรงหนีศูนย์กลาง ในการขับดดยใช้โซ่หลายเส้นขนานกันเป็นสองชั้น (DOUBLE-STRAND) หรือสามชั้น (TRIPLE-STRAND) อาจทำให้แรงที่กระทำกันกับโซ่ไม่กระจายไปเท่า ๆ กันตลอดความกว้างของโซ่ และถ้าหล่อลื่นไม่ดีพอ ก็จะเป็นสาเหตุประการสำคัญที่ทำให้โซ่สึกหรอได้มาก

โซ่ที่คล้องอยู่บนเฟืองโซ่จะมีลักษณะคล้ายรูปหลายเหลี่ยมบนเฟืองโซ่ (ซึ่งจะกล่าวถึงในภายหลัง) ทำให้แขนของแรงในแนวสัมผัสกับเฟืองโซ่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลาที่ส่งกำลัง นอกจากนี้ในระหว่างที่โซ่เคลื่อนเข้าหากันและเคลื่อนออกจากเฟืองโซ่ ข้อต่อแต่ละข้อจะเกิดการหมุนเทียบกับข้อต่อโซ่ข้างเคียงเป็นมุม 2 การหมุนนี้จะให้เกิดความเสียดทานขึ้นเป็นผลทำให้สูญเสียกำลังและโซ่สึกหรอ ผลต่อมาก็คือระยะพิชของโซ่เพิ่มขึ้นจนอาจหลุดออกจากเฟืองโซ่ได้ชนิดของโซ่

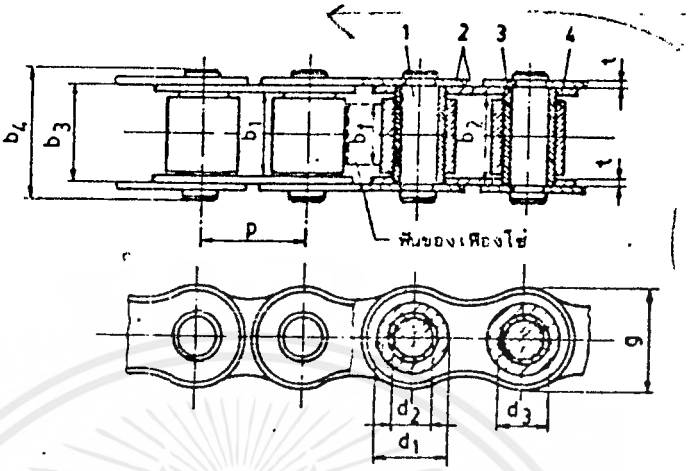
โซ่แบ่งออกเป็นชนิดใหญ่ๆ ได้ 3 ชนิดคือ

1. โซ่โรลเล่อร์ (ROLLER CHAINE) โซ่ชนิดนี้ประกอบด้วยแผ่นต่อ (LINK) ด้านในและด้านนอกยึดติดกันด้วยสลักและบูช (BUSHES) โรลเล่อร์กลวงสวมอยู่กับบูช ดังภาพที่ 54 เมื่อใช้รับแรงมากอาจใช้แบบสองชั้นและสามชั้น ดังภาพที่ 55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 54

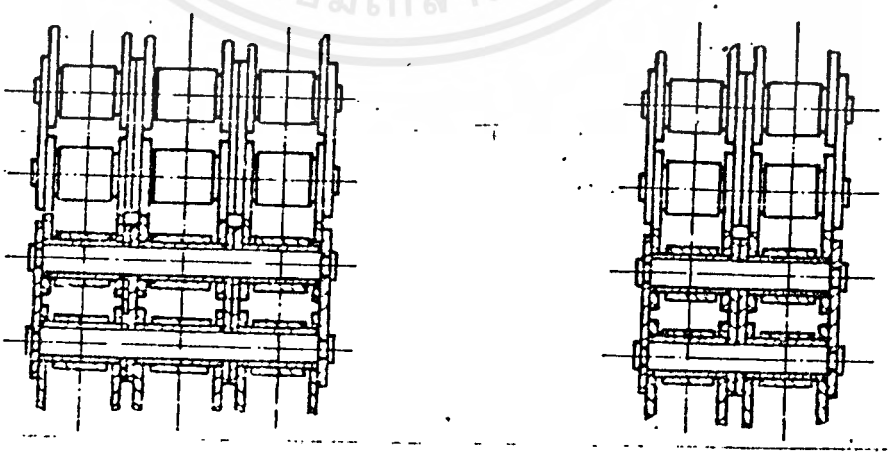
แสดงลักษณะของโซ่โรลเลอร์



1. สลัก
2. แผ่นต่อด้านนอกและด้านใน
3. บูชที่จัดแน่นกับแผ่นต่อด้านใน
4. โรลเลอร์หมุนได้อิสระบนบูช 3

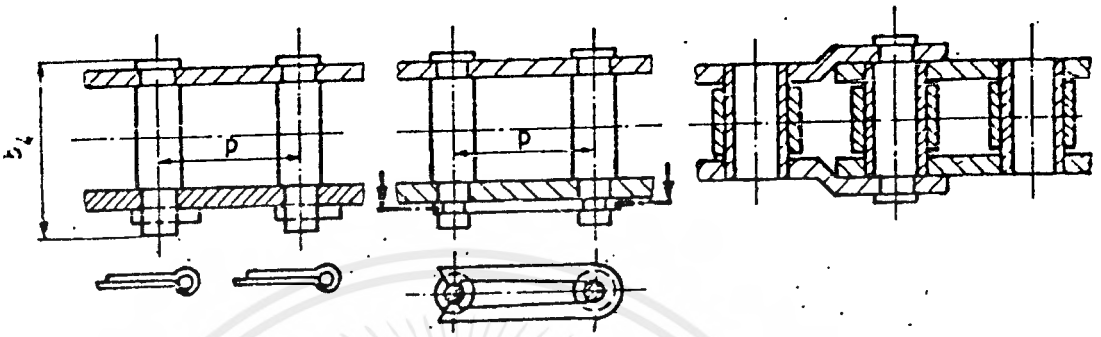
ภาพที่ 55

แสดงโซ่โรลเลอร์สองชั้นและสามชั้น



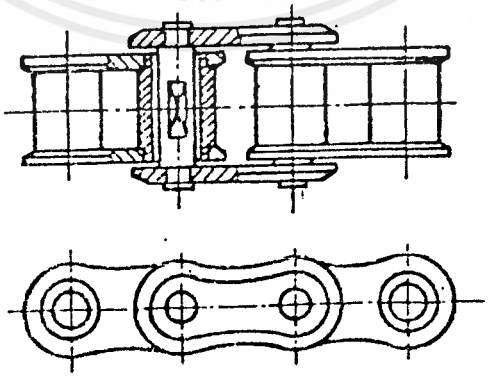
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 56
แสดงข้อต่อสำหรับโซ่โรลเลอร์ จากด้านซ้ายต่อด้วยคอตเตอร์พิน
ต่อด้วยสปริงรูปตัวยู และต่อด้วยข้อต่อแบบพิเศษ



2. โซ่บูช (BUSHES CHAINE) โซ่ชนิดนี้แตกต่างกับโซ่โรลเล่อร์ตรงที่ไม่มีโรลเล่อร์ ดังนั้นจึงสามารถออกแบบให้บูชและสลักมีขนาดใหญ่ได้มากกว่าโซ่โรลเล่อร์ โดยที่ระยะพิตช์เท่ากัน ใช้บูชจึงรับแรงได้มากกว่าและแข็งแรงกว่า แต่เนื่องจากในการใช้งานจะเกิดเสียงดัง และสึกหรอมาก โดยทั่วไปแล้วจึงนิยมใช้โซ่โรลเล่อร์มากกว่าโซ่บูช

ภาพที่ 57
แสดงลักษณะของโซ่บูช

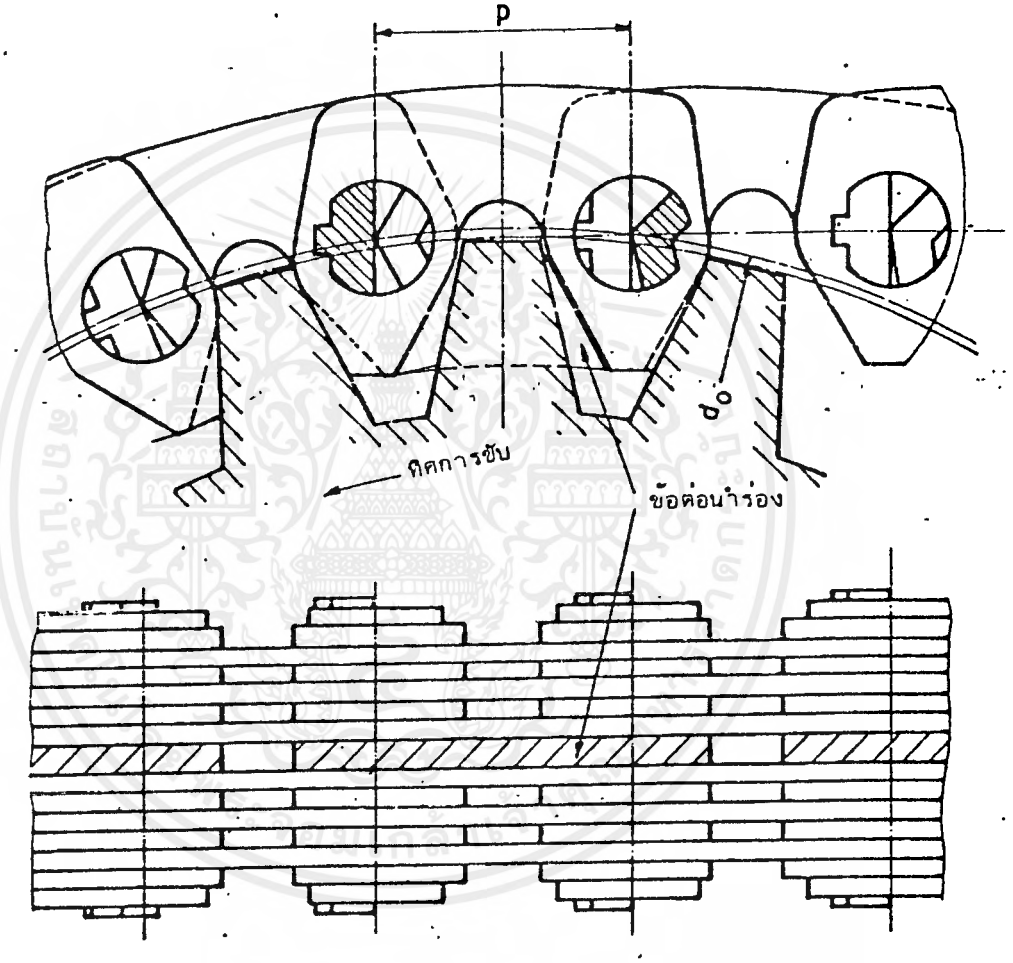


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. โซ่ฟัน (TEETHED CHAINE) โซ่ชนิดนี้อาจเรียกว่า SILENT CHAINE ได้ โซ่ฟันประกอบด้วยแผ่นต่อหลายแผ่นเรียงซ้อนกัน และยึดติดกันด้วยสลักดังภาพที่ 58 แผ่นต่อแต่ละแผ่นจะมีฟันสองฟัน ในขณะส่งกำลัง

ภาพที่ 58

แสดงลักษณะของโซ่ฟัน

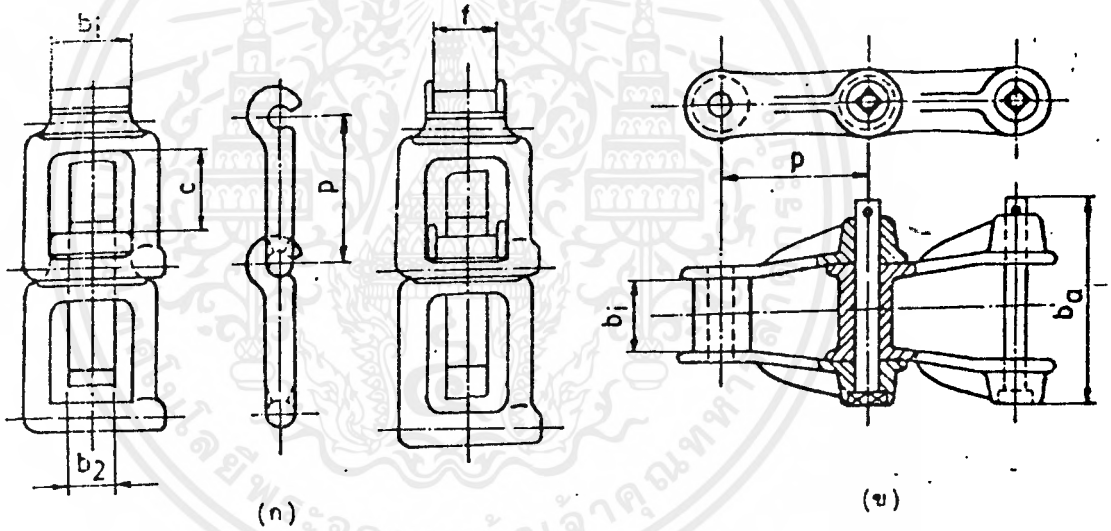


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อต่อโซ่จะทำหน้าที่เป็นจุดหมุนของข้อโซ่ ทำโซ่แนบสนิทกับฟันบนเฟืองโซ่ จึงมีการสึกหรอน้อย ซึ่งเฟืองโซ่ควรจะมีฟันไม่น้อยกว่า 12 ฟัน โซ่ฟันใช้ขับด้วยความเร็วสูงกว่าโซ่โรลเล่อร์ ทำงานได้โดยเกือบจะไม่เสียงดัง แต่จะมีน้ำหนักมากกว่าโซ่โรลเล่อร์ ราคาแพงกว่า และต้องการให้มีการบำรุงรักษาที่ดีกว่าโซ่โรลเล่อร์

4. โซ่ชนิดอื่น เมื่อใช้ส่งกำลังด้วยความเร็วต่ำ (ไม่เกิน 2 เมตร/วินาที) หรืองานที่ไม่ต้องการความแม่นยำนัก เช่น ในการขับเครื่องจักรกลการเกษตร ก็มักใช้โซ่ที่มีลักษณะเป็นพิเศษดังภาพที่ 59

ภาพที่ 59
แสดงโซ่ชนิดอื่นๆ (ก) DETACHABLE CHAIN
(ข) STEEL PIN CHAIN



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อดีของโซ่เมื่อเทียบกับสายพานแบนและสายพานร่อง

ส่งถ่ายกำลังได้สูงโดยไม่มีการลื่นที่ระยะห่างระหว่างเพลาน้อยและให้อัตราทดสูง

เปลืองน้อยที่น้อย

ไม่ต้องมีการดึงให้แน่นมาก และรองเพลารับภาระน้อย

ข้อเสียของโซ่เมื่อเทียบกับสายพานแบนและสายพานร่อง

มีการทดเบี่ยงเบน เนื่องจากมุมข้อต่อของโซ่

รับภาระกระแทก และการลื่นสะเทือนได้น้อย

ไม่สามารถวางเพลาไขว้กันได้

มีราคาสูงกว่า

ต้องเสียค่าใช้จ่าย บำรุงรักษามากกว่า (การหล่อลื่น)

ข้อดีเมื่อเทียบกับเฟือง

แก้ปัญหาระยะห่างระหว่างเพลาที่ห่างกันมากๆ ได้

มีความไวต่อสิ่งสกปรกน้อยกว่า

ข้อเสียเมื่อเทียบกับเฟือง

มีความเร็วรอบหรือมีความเร็วรอบน้อยกว่า (เนื่องจากแรงหนีศูนย์)

ที่มีความเร็วรอบสูงจะต้องใช้ตัวประกบกันการสั่นของโซ่

เพลาต้องวางให้ขนานกันและส่วนใหญ่ต้องวางในแนวนอน

2.3 การส่งกำลังด้วยเฟือง

เมื่อมีล้อสองล้อสัมผัสกันและถูกกดให้ติดกัน สมมุติว่าล้อแต่ละอันมีเพลายึดอยู่ ถ้าหมุนเพลาตัวใดตัวหนึ่ง จะพบว่าเพลาของอีกตัวหนึ่งก็จะหมุนตามไปด้วย เนื่องจากความฝืดของการสัมผัสเชิงเส้น (LINE CONTACT) ของล้อทั้งสอง เครื่องมือที่ใช้ถ่ายทอดกำลัง และหรือการหมุนระหว่างเพลาทั้งสองนี้เรียกว่า ล้อความฝืด (FRICTION WHEEL) แต่การถ่ายทอดแบบนี้ใช้ได้แต่การถ่ายทอดกำลังน้อยๆ หรือการหมุนที่สู้ไม่สม่ำเสมอนัก

เพื่อให้ได้การถ่ายทอดการหมุนที่แม่นยำขึ้น และสามารถถ่ายทอดกำลังสูงๆ ระหว่างเพลาทั้งสองได้ จึงได้มีการวางฟันไว้บนเส้นรอบวงของล้อทั้งสอง โดยให้ฟันแต่ละซี่ห่างกันด้วยระยะที่เท่าๆ กัน แล้วเรียกล้อที่มีฟันนี้เสียใหม่ว่า เฟือง

จากลักษณะการทำงานที่ได้กล่าวมาแล้ว จะเห็นว่าสายพานหรือโซ่ก็อาจทำงานได้เช่นเดียวกัน อย่างไรก็ตามการใช้เฟืองจะช่วยให้ทำงานได้รัดกุมกว่ามาก เมื่อเปรียบเทียบกับสายพานและโซ่ นอกจากนี้ยังสามารถถ่ายทอดได้ที่ความเร็วสูงๆ โดยมีการกะจังหวะได้แม่นยำ แม้เพื่อกำลังถ่ายทอดแรงม้าสูงๆ ด้วย แต่เมื่อมองอีกด้านหนึ่ง การใช้เฟืองต้องการความเอาใจใส่ดูแลอย่างใกล้ชิดมากกว่าแบบอื่น เช่น การหล่อลื่น ต้องการห้องกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฝุ่น และการประกอบเข้ากับเพลา แต่เนื่องจากความสามารถที่ดีเหนือการถ่ายทอดแบบอื่นๆ จึงมีการใช้กับงานที่สำคัญต่างๆ มานานติดต่อกันกว่า 200 ปีแล้ว โดยใช้ตั้งแต่เฟืองตัวเล็กที่มีความละเอียดสูงๆ ดังเช่นที่ใช้ในเครื่องมือวัดต่างๆ ไปจนถึงเฟืองขนาดใหญ่ เช่น เฟืองทดของเครื่องยนต์กังหันที่ใช้ในเรือ เป็นต้น

การจำแนกประเภทของเฟือง

ตาราง 8 ได้แสดงการจำแนกประเภทของเฟืองโดยยึดเอาตำแหน่งของเพลาทั้งสอง ทิสทางการหมุน และรูปร่างของฟันเฟืองเป็นหลัก เฟืองแบบต่างๆ ดังที่ปรากฏในตารางได้แสดงไว้ในรูป

เฟืองบนเพลาที่ขนานกันคือ เฟืองที่มีฟันวางอยู่บนพื้นผิวทรงกระบอกด้วยระยะที่เท่าๆ กัน (เรียกว่าผิวพิตช์ เส้นสัมผัสเรียกว่าเส้นกำหนด และพื้นผิวทั้งสองจะสัมผัสแบบพึ่งซึ่งกันและกัน โดยปราศจากการลื่นไถล) เฟืองตรง (ก) เป็นเฟืองที่ธรรมดาที่สุดโดยฟันของเฟืองจะถูกกัดให้ให้ขนานกับผิวของเพลา ถ้าเป็นเฟืองเอียง ฟันทุกตัวที่ถูกกัดลงบนทรงกระบอกพิตช์จะเอียงเป็นก้นหอย แต่เนื่องจากจำนวนคู่ของฟันที่สัมผัสกันอยู่ (ซึ่งเรียกว่าอัตราส่วนสัมผัส) ของเฟืองชนิดนี้มีมากกว่าแบบเฟืองตรง ดังนั้นการขบกันจึงทำได้อย่างราบเรียบ และทำให้เหมาะกับการถ่ายทอดที่โหลดและความเร็วสูงๆ อย่างไรก็ตามเฟืองแบบนี้ต้องการรองรื่นกันรุน และห้องเฟืองที่แข็งแรง เนื่องจากแรงดันรุนที่ส่งมาจากเฟืองและผ่านต่อมายังเพลา แต่ถ้าเป็นเฟืองเอียงฟันคู่ (ค) แบบที่มีฟันเอียงไปเป็นมุมกับ แรงดันรุนสามารถทำให้หักล้างกันเองได้อัตราทดความเร็วในแนวเส้นรอบวงเฟือง และกำลังที่ถ่ายทอดจะกระทำได้มาก แต่มีข้อเสียคือสร้างได้ยาก เฟืองฟันใน (ง) มีประโยชน์ในการลดขนาดของเฟืองลง และอัตราทดสูง เนื่องจากมีเฟืองพีเนียนวางไว้ภายในนั่นเอง เฟืองรางและพีเนียน (จ) เหมาะจะใช้กับงานที่ต้องการเปลี่ยนจากการหมุนไปเป็นการเคลื่อนที่ในแนวเส้น

เฟืองดอกจอก เป็นเฟืองที่มีผิวหน้าเป็นรูปทรงกรวยตรง พื้นผิวของกรวยที่มีจุดยอดรวมกัน เรียกว่าพื้นผิวพิตช์ เฟืองดอกจอกตรง (ฉ) เป็นแบบที่ใช้กันมากที่สุด แต่จะมีเสียงดังมากในขณะทำงาน ทั้งนี้เนื่องจากมีอัตราส่วนสัมผัสน้อย และยังมีความลำบากในการใส่รองลื่นรับที่ปลายทั้งสองของเพลาที่ประกอบกันกับเฟืองอีก ยังมีเฟืองดอกจอกเกลียว (ช) อีกแบบหนึ่งซึ่งจะให้อัตราส่วนสัมผัสเพิ่มมากขึ้น ทำให้สามารถถ่ายทอดโหลดมากๆ และที่รอบสูงๆ ได้มุมที่เพลาทั้งสองของเฟืองที่กระทำกันปกติแล้วเท่ากับ 90°

เฟืองที่ใช้กับเพลาข้ามได้แก่ พวกเฟืองเอียงชวาง (ฌ) เฟืองหนอน (ญ) (ฎ) และเฟืองหน้าเอียง (ฏ) ฯลฯ เฟืองหนอนใช้ถ่ายทอดการหมุนของเพลาข้าม ที่ข้ามตั้งฉากกันด้วยอัตราทดที่สูง เฟืองทรงกระบอกเป็นแบบที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย แต่ถ้าต้องการให้ถ่ายทอดโหลดสูงๆ ต้องเลือกใช้เฟืองหนอนล้อมคู่ (ฎ) ซึ่งมีอัตราส่วนสัมผัสมากกว่า เฟือง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้าเอียง (ฏ) เป็นชนิดที่ใช้กับเฟืองท้ายของรถยนต์ การกัดเฟืองจะกัดเป็นเส้นโค้งจากเส้นตรงร่วมทำให้ฟันเฟืองใน ขณะที่ขบกัน เป็นลักษณะของการกลิ้งไถลไป

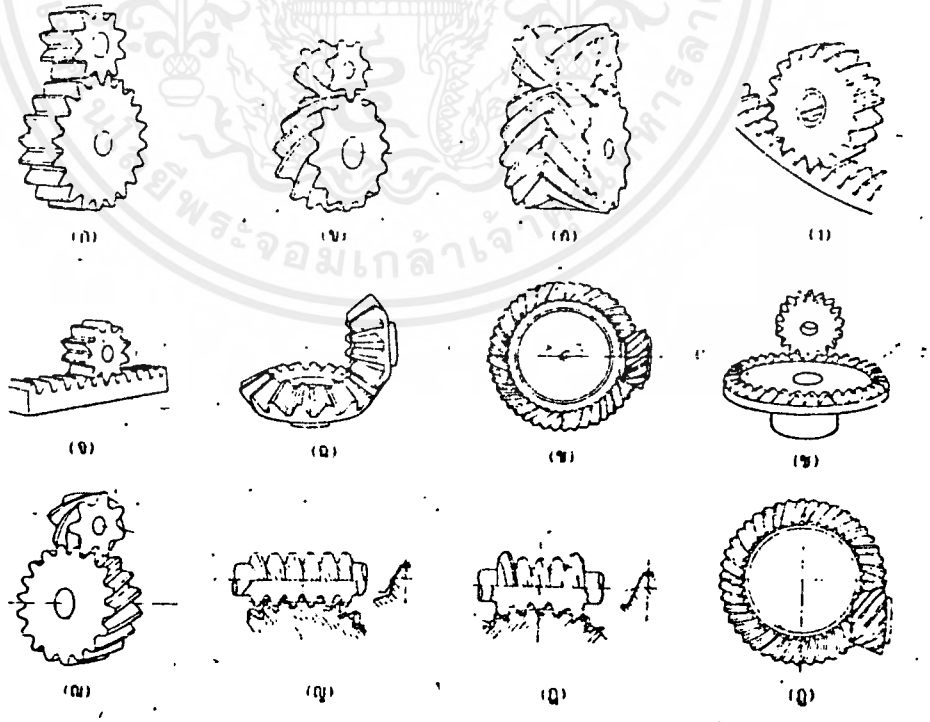
เฟืองทั้งหมดที่ได้กล่าวมาแล้วเป็นประเภทที่ให้อัตราส่วนของความเชิงมุมระหว่างเพลาทั้งสองคงที่อยู่เสมอ แต่ยังมีเฟืองอีกบางชนิดที่อัตราส่วนส่งความเร็วเชิงมุมเปลี่ยนแปรไปมา เฟืองพวกนี้ได้แก่เฟืองเยื้องศูนย์ เฟืองที่ไม่กลม ฯลฯ และเฟืองรูปไข่ เช่น ที่ใช้ในเครื่องมือวัดการไหล หรือใช้กับรถยนต์

ยังมีเฟืองบางชนิดที่ใช้ถ่ายทอดการเคลื่อนที่แบบหยุดเป็นระยะๆ เรียกว่าเฟืองจังหวะ (INTERMITTENT GEAR) และเฟืองเจนีวา (GENEVA GEAR) ที่ใช้กับเครื่องป้อมฟิมล์เข้าเครื่องฉาย

มีการตั้งข้อสมมุติว่าเฟืองเป็นชิ้นส่วนที่แข็งแรงมาก ซึ่งจะไม่มีการเปลี่ยนรูปในช่วงเวลานานๆ ถึงแม้ว่าที่จริงแล้วมันจะเปลี่ยนรูปไปบ้างเมื่อได้รับโหลด แต่ในทางทฤษฎีเราถือว่ามันแข็งแกร่งมากจนกระทั่งไม่มีการเปลี่ยนรูปไป แต่ในปัจจุบันได้มีการศึกษาเรื่องการขับแบบฮาโมนิค (HAMONIC DRIVE) ซึ่งรวมเอาผลของการเปลี่ยนรูปของฟันเฟืองเนื่องมาจากการยืดหด โดยไม่ถึงกับเสียรูปร่างเข้ามาพิจารณาด้วย

ภาพที่ 60

การจำแนกประเภทของเฟือง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8

แสดงการจำแนกเฟืองประเภทต่างๆ

ตำแหน่งของเพลา	เฟือง	หมายเหตุ
เฟืองอยู่บนเพลาที่ขนานกัน (Parallel) Shaft gears)	เฟืองตรง (ก) เฟืองเอียง (ข) เฟืองเอียงคู่ (ค)	(การจำแนกประเภทแบ่งตามรูปร่างของฟัน)
	เฟืองฟันนอก เฟืองฟันในและพีเนียน (ง) เฟืองราวและพีเนียน (จ)	หมุนสวนทางกัน หมุนทางเดียวกัน หมุนและเคลื่อนที่ในแนวเส้น
เฟืองที่อยู่บนเพลาที่ตัดกัน Cintersection shaft gears)	เฟืองดอกจอกตรง (ฉ) เฟืองดอกจอกเกลียว (ช) เฟืองดอกจอกซีโรล (Zerol) เฟืองดอกจอกเอียง เฟืองดอกจอกเอียงคู่	(การจำแนกประเภทแบ่งตามรูปร่างของฟัน)
	เฟืองลาดเพลาตัดกัน เฟืองหน้าเพลาตัดกัน (ซ)	(เฟืองที่ใช้กับเพลาตัดกันแบบพิเศษ)
เฟืองที่มีเพลาข้ามกัน (crossed axis gears)	เฟืองเอียงขวาง (ฌ) เฟืองเอียงและราวฟัน	สัมผัสเป็นจุด หมุนและเคลื่อนที่ในแนวเส้น
	เฟืองหนอนทรงกระบอก (ญ) เฟืองหนอนล้อมคู่ (ฏ) เฟืองหนอนช้าง	
	เฟืองหน้าเอียง (ฏ) เฟืองหน้าเพลาข้ามกัน	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.17: อุปกรณ์ในการให้ความร้อน

เตาถือว่าเป็นอุปกรณ์ในการให้ความร้อนที่นิยมใช้กันมากซึ่งการเลือกใช้เตาก็ขึ้นอยู่กับประเภทของพลังงานเชื้อเพลิงที่จะนำมาใช้ ซึ่งเตาในปัจจุบันมีดังนี้

เตาถ่าน เตาถ่านเป็นที่นิยมใช้กันโดยทั่วไปตามชนบท โดยเฉพาะผู้ที่มีรายได้น้อย เพราะราคาถูก หาซื้อง่าย เชื้อเพลิงคือถ่าน ในปัจจุบันนี้ป่าไม้โดยเฉพาะพวกป่าชายเลนที่มีไม้จำพวกไม้โกงกาง แสม ลำพู ที่นิยมนำมาเผาถ่านนั้นเหลือน้อยเต็มที ทำให้ถ่านมีราคาสูงขึ้น

เตาถ่านมักทำจากดินเหนียวผสมขี้เถ้าแกลบ ปั้นเป็นรูปเตา จะมีสังกะสีหุ้มภายนอกตัวเตาอีกชั้นหนึ่ง ตัวเตามีลักษณะฐานเล็กกว่าหัวเตา จะมีปากเตาด้านล่างสำหรับเขี่ยขี้เถ้าออกตรงกลางจะมีแผ่นดินเผาทำเป็นรังผึ้งเพื่อให้อากาศเข้ามาช่วยเผาไหม้และช่วยให้ขี้เถ้าลอดผ่านลงมา เวลาจะใช้งานต้องมีเชื้อล่อไฟ ได้แก่ พวกขี้ใต้และเศษไม้แล้วจึงเติมถ่านลงไปในเตา การติดไฟนี้จะทำให้เกิดควันมากและทำให้สกปรกทั่วบริเวณที่ใช้ยากในการทำความสะอาด หม้อหรือกะทะที่ใช้กับเตาถ่านจะมีคราบดินหม้อจับมากจะทำให้ยากในการทำความสะอาด ในขณะใช้งานจะมีการสูญเสียความร้อนไปมาก เมื่อไม่ต้องการใช้หรือจะดับไฟในเตาก็เอาขี้เถ้าเทลงไปบนถ่านที่ยังติดไฟอยู่ แต่ค่อนข้างอันตรายเนื่องจากมักมีลูกไฟที่ยังลุกไหม้อยู่กระเด็นออกมา

เตาไฟฟ้า

เตาไฟฟ้าแบบขดลวด ความร้อนจะได้จากการปล่อยกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดด้านทานเตาไฟฟ้าจะใช้งานได้ดีเพราะไม่มีเขม่าหรือควัน แต่จะเปลืองไฟมาก ถ้าจะให้ประหยัดและสูญเสียกำลังไฟฟ้าน้อยสุด จะต้องหาภาชนะที่จะรับความร้อนให้พอดีกับขนาดของเตาไฟฟ้า เตาไฟฟ้าแบ่งออกเป็น 2 ชนิด

ชนิดให้ความร้อนระดับเดียว เตาไฟฟ้าชนิดนี้จะไม่มีสวิทช์ควบคุมการทำงานของขดลวดความร้อน ถ้าต้องการใช้เตาไฟฟ้าชนิดนี้ก็เสียบปลั๊กกับปลั๊กภายในบ้านได้เลยและถ้าจะเลิกใช้ก็ถอดปลั๊กออก

เตาไฟฟ้าชนิดมีสวิทช์ควบคุมระดับความร้อน เตาไฟฟ้านี้จะประกอบด้วยลวดความร้อนตั้งแต่ 2 ชุดขึ้นไป และจะมีสวิทช์ควบคุมระดับความร้อนหรือควบคุมการทำงานของลวดความร้อนให้ทำงานและให้ความร้อนตามต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เตาฮาโลเจน เตาชาโลเจนจะให้ความร้อนออกมาได้รวดเร็วมาก หลอดให้ความร้อนที่ทำด้วยควอร์ตภายในบรรจุก๊าซฮาโลเจนแล้วหุ้มภายนอกหลอดอีกชั้นด้วยวัสดุที่มีส่วนผสมระหว่างแก้ว - เซรามิกซ์ความร้อนจะถูกผลิตออกมาอย่างต่อเนื่อง โดยจะมีการสูญเสียพลังงานไปในรูปของแสงสว่าง (เห็นเป็นแสงสีแดงหรือสีส้มเมื่อใช้งาน) เพียงเล็กน้อย

การทำงานของเตาฮาโลเจน หลอดฮาโลเจนจะร้อนขึ้นด้วยพลังงานจากรังสีอินฟาเรด ควอร์ตซ์ที่อยู่ภายในหลอดจะกระตุ้น HALOGANE ก๊าซฮาโลเจนและทำให้เกิดความร้อน ความร้อนที่เกิดขึ้นจะแผ่ผ่านชั้นของแก้ว - เซรามิกซ์ที่หุ้มอยู่ไปยังภาชนะหุงต้มที่อยู่ทางด้านบน

แม้ว่าเตาฮาโลเจนจะให้ความสะดวกสบายในการใช้งานแต่ก็ยังมีราคาแพง ข้อเสียคือภาชนะจำพวกแก้ว แก้วเซรามิกซ์หรือภาชนะอื่นใดที่สามารถสะท้อนคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้ดีก็จะไม่เหมาะกับเตาชนิดนี้ หม้อหรือกะทะที่ดีที่สุดคือ ที่มีลักษณะใหญ่และแบนเพราะจะได้มีพื้นที่ผิวสัมผัสมากขึ้นอันจะทำให้ดูดกลืนรังสีความร้อนแผ่ออกมาจากหลอดฮาโลเจนได้ดี การปรุงที่ต้องมีการคนบ่อยหรือการทอดก็ไม่เหมาะกับเตาชนิดนี้เครื่องครัวที่ผิวโครงไม่เหมาะจะใช้กับอุปกรณ์นี้เนื่องจากจะดูดกลืนรังสีความร้อนได้น้อย

สิ่งประดิษฐ์ในครัวหลายๆ ชิ้นรวมทั้งเตาฮาโลเจนมีประวัติคล้ายคลึงกันก็คือเริ่มวางตลาดในยุโรปก่อนจากนั้นจึงแพร่หลายเข้าสู่อเมริกาและประเทศไทยในที่สุด และในปี พ.ศ. 2534 ก็มีเตาฮาโลเจนแบบใหม่ๆ เข้าสู่ตลาด เช่น ฮาโลริง (HALORING) โดยบริษัทในอังกฤษ ฮาโลริงเป็นเตาฮาโลเจนรูปวงกลมที่เชื่อมต่อกับชดลวดด้านทานและผนึกอยู่ในแก้ว - เซรามิกซ์ การที่รวมเตาฮาโลเจนและชดลวดด้านทานเข้าด้วยกัน ทำให้พลังงานที่ได้อยู่ในรูปของความร้อนล้วนและเตาฮาโลเจนล้วนๆ ยังคงไม่แพร่หลายมากนักในตลาด ทางผู้ผลิตก็มักจะแก้ปัญหาโดยการพ่วงเตาฮาโลเจนไปกับเตาไฟฟ้าแบบอื่นๆ โดยออกแบบเป็นชุดของเตาแบบต่างๆ

เตาเหนี่ยวนำแม่เหล็ก

เตาชนิดนี้พัฒนามาจากเตาไฟฟ้าที่ใช้ในครัว หลักการของเตาชนิดนี้ก็คือ เมื่อเราปล่อยให้มีการไหลของกระแสไฟฟ้าเข้าสู่ชดลวดเหนี่ยวนำซึ่งผนึกอยู่ภายในวัสดุประเภทแก้ว - เซรามิกซ์ จะเกิดการสร้างสนามแม่เหล็กขึ้น สนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นนี้เองที่จะมีผลให้เกิดการเหนี่ยวนำการไหลของกระแสในภาชนะหุงต้มซึ่งวางอยู่ด้านบนอีกที่หนึ่ง โมเลกุลของภาชนะหุงต้มจะสั่นอย่างรวดเร็วและก่อให้เกิดแรงเสียดทานและความร้อนในที่สุดด้วยเหตุผลดังกล่าวข้างต้นอุปกรณ์ชนิดนี้จะไม่ปรากฏการเปลี่ยนแปลงในรูปของพลังงานแสงหรือพลังงานความร้อนที่ตัวเตา (รวมทั้งบริเวณผิวหน้าของคุกทอป) ความร้อนจะเกิดขึ้นโดยตรงที่ตัวภาชนะหุงต้ม ผิวหน้าของเตาจะยังคงเย็น (แก้วที่ผิวหน้าจะอุ่นขึ้นเล็กน้อยจาก

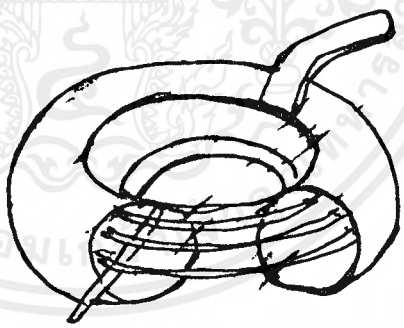
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความร้อนที่ถ่ายเทมาจากภาชนะ) โอกาศที่จะเกิดการไหม้ของเตาก็เกือบจะไปได้เลยทีเดียวอาหารที่หกหรือกระเด็นบนคุกทอปก็จะไม่ทิ้งคราบและไม่เกิดรอยไหม้

การทำงานของเตาเหนี่ยวนำแม่เหล็ก กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านขดลวดจะเหนี่ยวนำให้เกิดสนามแม่เหล็ก ซึ่งจะกระตุ้นโมเลกุลของกะทะที่ทำด้วยโลหะผสมของเหล็กที่วางอยู่บนคุกทอป ความเสียดทานภายในที่เกิดขึ้นจะก่อให้เกิดความร้อนแก่ภาชนะและส่งต่อไปยังอาหาร

คุกทอปของเตาเหนี่ยวนำแม่เหล็กจะให้ความสะดวกสบายไม่ต่างจากเตาฮาโลเจน (สามารถปรุงอาหารได้อย่างรวดเร็ว การควบคุมเตาทำได้ง่าย สามารถเลือกอุณหภูมิของการหุงต้มได้ตามที่ต้องการหากต้องการอุณหภูมิต่ำๆ ในช่วงท้ายของการปรุงก็สามารถที่จะใช้ความร้อนที่ยังคงเหลืออยู่ภายในภาชนะได้ (อุปกรณ์ชนิดนี้เมื่อคุณปิดสวิทช์ความร้อนก็จะหยุดผลิตในทันที) เตาชนิดนี้มีข้อเสียคือ เนื่องจากเทคโนโลยีทางด้านนี้ยังใหม่อยู่มากเตาเหนี่ยวนำที่มีใช้กันอยู่จะสามารถปรุงอาหารได้เพียงคราวละน้อยๆ ราคาก็ยังคงสูงอยู่มาก ภาชนะที่ใช้ได้ก็ต้องมีลักษณะเป็นภาชนะพื้นแบนและทำด้วยโลหะจำพวกเหล็กหรือเหล็กกล้า ไม่สามารถใช้อุปกรณ์จำพวกอลูมิเนียมหรือแก้วได้

ภาพที่ 61
แสดงลักษณะเตาเหนี่ยวนำแม่เหล็ก



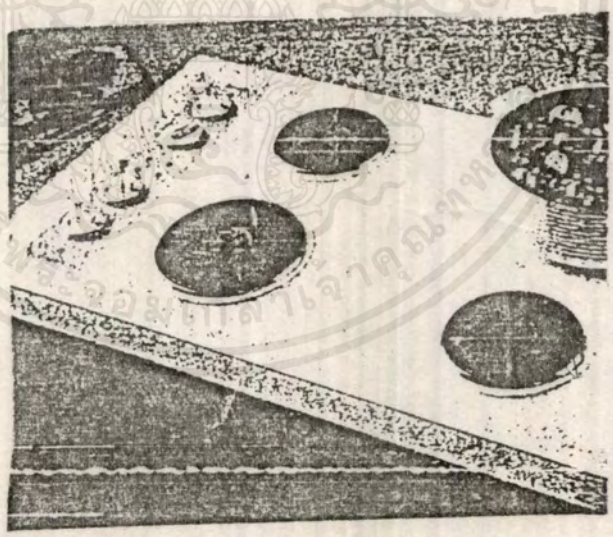
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เตาแผ่นจากเหล็กหล่อ

เตาไฟฟ้าที่มีส่วนบนสุดเป็นแบบแผ่นฐาน laminating โดยบางครั้งจะเรียกส่วนแผ่นจากนั้นว่า "ฮ็อบ" (hop) เตาแบบแผ่นฐานมีหลักการพื้นฐานเหมือนกับเตาที่ใช้ขดลวดต้านทานในการนำความร้อนแบบเก่า แต่มีรูปลักษณ์ที่ต่างกันออกไป

ภายในฮ็อบประกอบด้วยขดลวดต้านทานไฟฟ้าฝังอยู่ภายในฉนวนที่ทำจากเซรามิกซ์ เมื่อเปิดปุ่มบังคับฮ็อบจะค่อยๆ ร้อนและส่งผ่านความร้อนนั้นสู่ภาชนะ ฮ็อบจึงมีลักษณะที่ค่อยๆ ร้อนขึ้นและจะค่อยๆ เย็นลง เช่นเดียวกันเมื่อเลิกใช้ ส่วนนอกสุดของฮ็อบจะเป็นแผ่นแก้วจึงสะดวกต่อการทำความสะอาดหม้อหรือกะทะที่เหมาะกับเตาชนิดนี้จึงควรจะมีลักษณะแบนแบบมากๆ เนื่องจากความร้อนจะส่งผ่านจากฮ็อบสู่ภาชนะโดยการนำความร้อนภาชนะที่มีรูปร่างโค้งงอนอกจากจะทำให้ได้รับความร้อนไม่สม่ำเสมอแล้วยังทำให้เครื่องต้องทำงานหนักขึ้นเนื่องจากการที่คอยปิดๆ เปิดๆ อยู่ตลอดเวลาเพื่อควบคุมให้ได้อุณหภูมิตามต้องการ การดูแลฮ็อบก็ต้องคอยหมั่นชโลมน้ำมัน หรือน้ำมันหล่อลื่นชนิดพิเศษเพื่อป้องกันสนิม

ภาพที่ 62
แสดงลักษณะของเตาแผ่นจากเหล็กหล่อ



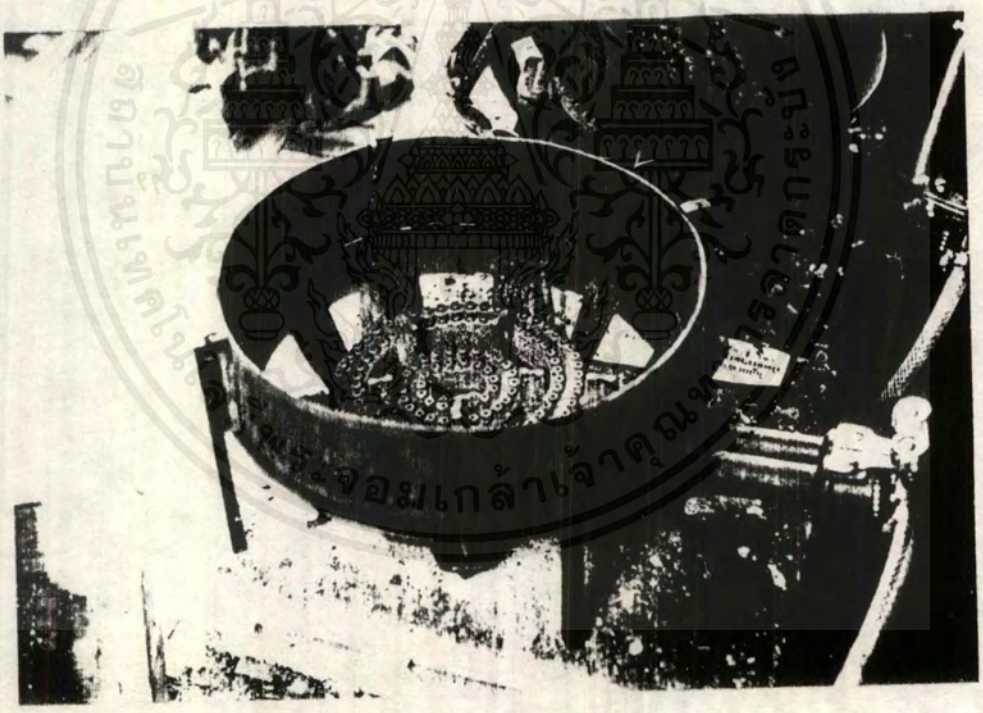
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เตาแก๊ส

เตาแก๊สมักเป็นที่นิยมใช้กันทั่วไปในกลุ่มผู้มีรายได้ปานกลางและสูง เตาแก๊สจะสะดวกสบายและรวดเร็วในการใช้งาน สามารถเร่งหรือหรี่ไฟได้ตามต้องการสามารถปรับความร้อนได้เที่ยงตรงไม่มีควันรบกวน การทำความสะอาดง่าย การใช้งานก็เพียงแต่มีเตาแก๊ส (หัวเตา) อาจจะเป็นหัวเตาเดี่ยวหรือเป็นชุด และถังแก๊สขนาดที่เหมาะสมนำมาต่อเข้ากับระหว่างหัวเตาและถังแก๊ส การจุดไฟก็เพียงแต่เปิดสวิทช์ให้แก๊สออกตามรูแก๊สที่หัวเตาแล้วจุดไฟหรือถ้าเป็นระบบจุดไฟอัตโนมัติก็เพียงแต่ใช้มือปิดลูกบิดก็จะเกิดประกายไฟติดกับแก๊สที่หัวเตา หัวจุดเตาอัตโนมัตินี้จะมีส่วนช่วยให้มีความสะดวกสบายและความปลอดภัยเพิ่มขึ้นเมื่อไฟติดก็ปรุงอาหารได้เลย เมื่อไม่ต้องการใช้ก็ปิดสวิทช์ไม่ให้แก๊สออกมาได้ไฟก็จะดับ

ภาพที่ 63

แสดงลักษณะของเตาแก๊ส



ระบบจุดไฟ

ระบบธรรมดา (จุดเอง) การจุดก็เพียงเปิดสวิทช์ให้แก๊สออกตามรูแก๊สมาที่หัวเตาแล้วจุดไฟโดยใช้ไม้ขีดไฟไปจ่อที่หัวเตา ก็จะทำให้ไฟติด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบจุดด้วยปืน การจุดก็เปิดสวิทช์ให้แก๊สออกมาตามรูแก๊สมาที่หัวเตาแล้วจุดไฟโดยใช้ปืนสำหรับจุดแก๊สยิงที่หัวเตาจะเกิดประกายไฟทำให้ไฟติด

ระบบจุดอัตโนมัติ มี 2 แบบ

แบบ PIEZO เป็นการจุดประกายไฟโดยใช้มือบิดลูกบิด โดยที่แกนของลูกบิดนั้นเชื่อมต่อกับถ่านไฟแช็ก เมื่อบิดลูกบิดก็จะเกิดประกายไฟติดกับแก๊สที่หัวเตาพอดี ระบบจุดแบบนี้ต้นทุนการผลิตไม่สูงนัก เตาแก๊สที่มีระบบจุดแบบนี้จึงราคาไม่แพง

ภาพที่ 64

แสดงการจุดไฟของเตาแก๊ส

การทำงานเมื่อกดลูกบิดของเตาจะทำให้รูที่จะนำแก๊สจากถังแก๊สไปยังท่อนำจุดเปิด (A) เมื่อบิดลูกบิดต่อไป แก๊สจะสามารถไหลไปยังท่อนำจุดและที่หัวเตา เมื่อหมุนลูกบิดจนกระทั่งมีเสียงดัง "คลิ๊ก" ก็จะเป็นช่วงที่รูที่นำแก๊สจากถังแก๊สตรงกับท่อนนำจุดและท่อที่ส่งไปหัวเตาพอดี การเกิดประกายไฟทำให้ไฟติดและเป็นไฟแรงสูงด้วยเพราะรูที่ปล่อยแก๊สจากถังแก๊สตรงพอดีกับท่อนำแก๊สไปหัวเตาถ้าต้องการไฟอ่อนก็สามารถลดระดับได้โดยปล่อยมือจากลูกบิดของหัวเตาที่ใช้อยู่ก่อนแล้วค่อยหมุนต่อไปจะทำให้รูที่ตรงกับท่อนำแก๊สไปยังหัวเตาค่อยๆ ลดลงก็จะทำให้ความแรงของไฟลดลงตามต้องการเมื่อต้องการปิดเตาก็ให้หมุนลูกบิดไปยังตำแหน่งเริ่มต้นจะทำให้รูนำแก๊สจากถังแก๊สไปยังหัวเตาปิดสนิทแก๊สไม่สามารถไปที่หัวเตาได้ ทำให้ไฟดับ

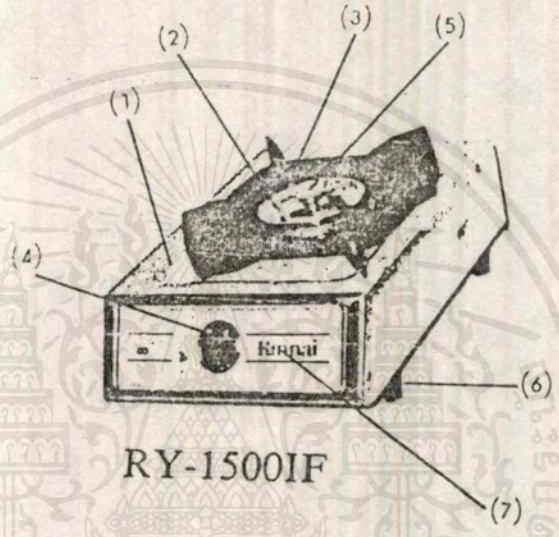
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบอีเลคทรอนิกส์

เป็นการจุดไฟด้วยกระแสไฟฟ้า ที่บริเวณหัวเตาจะมีหัวจุดไฟฟ้าเมื่อเวลากดสวิทช์จะเกิดประกายไฟสปาร์คขึ้นที่หัวจุก เพียงแต่เปิดแก๊สแล้วกดสวิทช์ไฟก็จะติดที่หัวเตาทันที เนื่องจากใช้ไฟฟ้าในการจุดไฟดังนั้นเตาแก๊สแบบนี้จึงต้องเสียบปลั๊กก่อนใช้งาน

ภาพที่ 65

ส่วนประกอบของเตา Parts name



1. ฝาครอบส่วนบน Top plats
2. หัวเตา Burner
3. ขาเตา Grate Assy
4. ปุ่มลูกบิดจุดไฟ Ignition Knop
5. หัวเตาวงใน Inner Durner
6. ลูกยางขาเตา Rubber Leg
7. แผ่นป้ายชื่อยี่ห้อ Brand bandage

2.18. พลังเชื้อเพลิง

"เชื้อเพลิง" (Fuel) คือวัสดุใดๆ ก็ตาม เมื่อทำปฏิกิริยาทางเคมีกับออกซิเจน (Oxidation) จะเกิดการลุกไหม้แล้วให้พลังงานความร้อน (Heat energy)ออกมา แต่พลังงานความร้อนที่ได้จะมากน้อยแตกต่างกันไปตามชนิดของเชื้อเพลิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการนำเชื้อเพลิงมาใช้ในการให้ความร้อนแก่ชุดอุปกรณ์ผลิตกระดาษสานั้นพลังงานเชื้เพลิงนั้นจะต้องมีราคาถูกและช่วยรักษาสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติ หาง่าย และให้พลังงานความร้อนได้ดีอีกด้วย

"เชื้อเพลิงเมื่อแบ่งตามอุณหภูมิปกติแล้ว แบ่งออกได้ 3 ชนิดคือ

เชื้อเพลิงแก๊ส (Gaseous Fuels) คือ เชื้อเพลิงที่มีสภาพเป็นแก๊สเมื่ออุณหภูมิปกติ ได้แก่ แก๊สธรรมชาติ (Natural Gas)

เชื้อเพลิงเหลว (Liguid Fuels) คือเชื้อเพลิงที่มีสภาพเป็นของเหลวเมื่ออุณหภูมิปกติ ได้แก่ น้ำมันพืช น้ำมันสัตว์ และน้ำมันแร่

เชื้อเพลิงแข็ง (Soild Fuels) คือเชื้อเพลิงที่มีสภาพเป็นของแข็งเมื่ออุณหภูมิปกติ ได้แก่ ถ่าน ไม้ และเศษพืชต่างๆ"

ซึ่งในที่นี้จะกล่าวถึงเชื้อเพลิงที่มีความเหมาะสมในการใช้เป็นแหล่งพลังงานความร้อนให้แก่ชุดอุปกรณ์ผลิตกระดาษสาประมาณ 2 ชนิดได้แก่ น้ำมันเตาและแก๊ส ซึ่งจะได้กล่าวถึงคุณสมบัติดังต่อไปนี้

2.18.1. น้ำมันเตา[1]

น้ำมันเตาคือผลิตภัณฑ์ที่ได้จากส่วนล่างของหอกลั่น อันเป็นส่วนที่เหลือตกค้างอยู่หลังจากส่วนเบาๆ ได้ระเหยและกลั่นตัวไปแล้ว จึงเรียกน้ำมันเตาว่า Residual Fuel ในพวกเชื้อเพลิงจากโรงกลั่นน้ำมัน น้ำมันเตาราคาถูกที่สุด จึงใช้กันอย่างกว้างขวางในอุตสาหกรรม และในการผลิตกระแสไฟฟ้า แต่ส่วนที่เหลือจากการกลั่นนี้ข้นเหนียวมาก ยังไม่สะดวกในการใช้งานจึงต้องผสมกับส่วนที่เบากว่า (พวก Distillate) ให้ได้ความหนืดเหมาะกับความต้องการ

การแบ่งประเภทน้ำมันเตาจะแบ่งเป็น 3 ประเภทคือ

น้ำมันเตาชนิดเบา (light fuel oil) มีค่าความข้นใส (viscosity) ต่ำส่วนมากใช้เผาไหม้ให้ความร้อนกับหม้อน้ำขนาดเล็กทั่วไป เพื่อใช้ในการผลิตไอน้ำแล้วนำไปใช้งานต่าง ๆ

---

[1] ธำรง โชตะมังสะ และ สุจิตต์ สนองคุณ , เชื้อเพลิงและวัสดุหล่อลื่น (กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ศึกษานุกูลการพิมพ์, 2521),หน้า 1-20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำมันชนิดกลาง (medium fuel oil) น้ำมันชนิดนี้มีค่าความข้นใสปานกลาง ส่วนมากจะใช้เผาให้ความร้อนแก่หม้อน้ำ (boiler) เตาเผาขนาดกลาง หรือขนาดเล็กที่มีอุปกรณ์อุ่นน้ำมัน

น้ำมันเตาชนิดหนัก (heavy fuel oil) น้ำมันชนิดนี้จะมีค่าความหนืดหรือความข้นใสสูง ส่วนมากจะนำไปใช้กับเตาเผาขนาดใหญ่ในโรงงานอุตสาหกรรม เช่น เตาเผาของโรงงานอุตสาหกรรมผลิตปูนซีเมนต์

กระทรวงพาณิชย์กำหนดคุณภาพของน้ำมันเตาไว้ 6 ชนิด ซึ่งความแตกต่างขึ้นอยู่กับความหนืดเป็นหลัก ซึ่งลักษณะของคุณภาพจะแสดงในตารางที่ 9

ในการนำน้ำมันเตามาใช้กรรมวิธีการใช้จะแตกต่างกันไปตามคุณสมบัติของน้ำมันเตา คือ บางชนิดต้องนำมาอุ่นให้ความร้อนก่อนนำไปใช้และบางชนิดสามารถใช้ได้เลยซึ่งสามารถแบ่งลักษณะของน้ำมันเตาเป็น 2 ประเภทคือ

น้ำมันเตา (Residual Fuel Oils) มีส่วนผสมของน้ำมันหนักๆ ที่เหลือด้านล่างหอกลั่น (Residual refinery) จึงต้องมีการอุ่นให้ความร้อน (Preheating) ก่อนที่จะนำไปใช้งาน

น้ำมันเตาใส (Distillation Fuel Oils) ไม่ต้องอุ่นให้ความร้อนก่อนนำไปใช้งาน และใช้ผสมกับน้ำมันเตา"

Distillate Fuel Oils (Distillation Heating Oils) และ Residual Fuel Oils ที่ใช้มากมากในวงการอุตสาหกรรมมี 5 ชนิด คือแบ่งตาม ASTM คือ

ชนิด No.1 คือน้ำมันก๊าดใช้ให้ความอบอุ่นในบ้าน (Pot - type home burners)

ชนิด No.2 ใช้ให้ความอบอุ่นในบ้าน (Gun - type home burners)

ชนิด No.4 ใช้ให้ความร้อนในวงการอุตสาหกรรม (Industrial heating)

ชนิด No.5 ใช้ให้ความร้อนในวงการอุตสาหกรรม (Industrial heating) หรือใช้เป็นเชื้อเพลิงเครื่องยนต์ดีเซลรอบช้า (Low - speed diesel) อาจจะต้องอุ่นให้ความร้อน (Preheating) ก่อนจะนำไปใช้งานหรือเรียกว่า "Bunker B"

ชนิด No.6 ใช้ให้ความร้อนในวงการอุตสาหกรรม (Industrial heating) มากหรือเรียกอีกอย่างว่า "Bunker C" หรือใช้เป็นเชื้อเพลิงเครื่องยนต์ดีเซลรอบช้าขนาดใหญ่ (Large, low speed diesel) ก่อนนำไปใช้งานต้องอุ่นเสียก่อนชนิดนี้ใช้มากในเมืองไทย เช่นโรงจักรพระนครเหนือ (ยันฮี) และ ฯลฯ"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิดที่ 1 และชนิดที่ 2 เป็น Distillation Fuel Oils

ชนิดที่ 3 และชนิดที่ 4 อยู่ระหว่าง Distillation Fuel Oils กับ Residual Fuel Oils

ชนิดที่ 5 และชนิดที่ 6 เป็น Residual Fuel Oils

ในการนำน้ำมันเตาออกมาจำหน่ายของบริษัทผู้ผลิตน้ำมันจะมีการแบ่งชนิดที่แตกต่างกันออกไปคือ

น้ำมันเตาของปตท. มี 6 ชนิดคือ ชนิดที่ 1, 2, 3, 4, 5, และ 6

น้ำมันเตาของเชลล์ มี 4 ชนิดคือ น้ำมันเตาชนิด A, B, C และ D

น้ำมันเตาของเอสโซ่มี 3 ชนิด คือ

1. น้ำมันเตาชนิดใส (light fuel oil, LFO หรือ stanfuel)
2. น้ำมันเตาชนิดกลาง (medium fuel oil, MFO หรือ bunker C)
3. น้ำมันเตาชนิดหนัก (heavy fuel oil, HFO)

น้ำมันเตาที่บริษัทเชลล์ฯจัดจำหน่ายในตลาดเมืองไทยแบ่งตามความหนืดได้ 4 เกรด คุณสมบัติต่าง ๆ แสดงได้ดังตารางที่ 5.29, 5.30, 5.31 และ 5.32

ในตารางที่ 5.29 แสดงข้อกำหนด (specification) ของน้ำมันเตาทั้ง 4 ชนิด ส่วนตารางที่ 5.30 แสดงถึงค่าตัวแทนของคุณสมบัติของน้ำมันเตา (typical properties) และองค์ประกอบต่างๆ ของน้ำมันเตา

น้ำมันเกรด B นั้นผลิตขึ้นเพื่อสนองความต้องการของอุตสาหกรรมกระเบื้องเคลือบและอุตสาหกรรมการทำแก้ว ซึ่งต้องการปริมาณกำมะถันในน้ำมันเตาที่จะใช้เผาในเตาต่ำ และปริมาณกำมะถันจะถูกควบคุมให้ต่ำกว่า 1.5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 9
ตารางแสดงข้อกำหนดคุณภาพน้ำมันเตา

ข้อกำหนด	ชนิดที่ 1	ชนิดที่ 2	ชนิดที่ 3	ชนิดที่ 4	ชนิดที่ 5	ชนิดที่ 6
1. ความถ่วงจำเพาะ ณ 15.6/15.6 ซ. ไม่สูงกว่า	0.985	0.985	0.990	0.990	0.995	0.995
2. ความหนืด ณ 50 ซ. (เซนติสโตก)	7-80	7-80	ไม่สูงกว่า 145	180	230	280
3. จุดวาบไฟ-PM ซ. ไม่ต่ำกว่า	60	60	60	60	60	60
4. จุดไหลเท ซ. ไม่สูงกว่า	24	24	24	24	30	30
5. ปริมาณกำมะถัน (% น้ำหนัก) ไม่สูงกว่า	3.0	3.2	3.5	3.5	3.5	3.5
6. ค่าความร้อน (แคลอรี่/กรัม) ไม่ต่ำกว่า	10,000	10,000	10,000	9,900	9,900	9,900
7. ปริมาณเถ้า (% น้ำหนัก) ไม่สูงกว่า	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2
8. น้ำและตะกอน (% ปริมาตร) ไม่สูงกว่า	1.0	1.0	1.2	1.5	1.5	1.5
*RW 1 @ 100 °Fmax	600	600	1,200	1,500	2,000	2,500

คุณสมบัติของน้ำมันเตาของแต่ละบริษัทจะดูได้จากตารางการแจกแจงคุณสมบัติของน้ำมันเตา ดังนี้

ตารางที่ 10
ตารางแสดงคุณสมบัติของน้ำมันเตาชนิดต่างๆ ของ ปตท.

คุณสมบัติ	ชนิดที่ 1		ชนิดที่ 2	
	ขีดจำกัด	วิธีทดสอบ	ขีดจำกัด	วิธีทดสอบ
1. ความถ่วงจำเพาะที่ 60/60 °F (15.6/15.6 °C)	ค่าสูงสุด 0.97	ASTM D1298	-	-
2. จุดวาบไฟ (°F, °C) แบบ PM	ค่าต่ำสุด 140(60)	ASTM D93	ค่าต่ำสุด 140(60)	ASTM D93
3. จุดไหลเท (°F, °C)	ค่าสูงสุด 75(24)	ASTM D97	ค่าสูงสุด 75(24)	ASTM D97
4. ความข้นใส @ 122 °F(SUS)หรือ	ค่าสูงสุด 360	ASTM D88	110-225	ASTM D88
@ 50 °C (cSt)	ค่าสูงสุด 80	ASTM D445	23-48	ASTM D445
5. น้ำและตะกอน (% โดยปริมาตร)	ค่าสูงสุด 0.50	ASTM D1796	ค่าสูงสุด 0.5	ASTM D1796
6. เถ้า (% โดยน้ำหนัก)	ค่าสูงสุด 0.10	ASTM D482	ค่าสูงสุด 0.1	ASTM D482
7. กากถ่านแบบคอนรัดสัน (% โดยน้ำหนัก)	ค่าสูงสุด 8	ASTM D189	ค่าสูงสุด 10	ASTM D189
8. ค่าความร้อนทางเชื้อเพลิง (But/lb)	18,500	ASTM D240	19,000	ASTM D240
(kJ/kg)	43,000	ASTM D240	44,200	ASTM D240
9. ปริมาณกำมะถัน (% โดยน้ำหนัก)	ค่าสูงสุด 3.0	ASTM D129	ค่าสูงสุด 3.2	ASTM D189

ตารางที่ 10 (ต่อ)

คุณสมบัติ	ชนิดที่ 3		ชนิดที่ 4	
	ขีดจำกัด	วิธีทดสอบ	ขีดจำกัด	วิธีทดสอบ
1. ความถ่วงจำเพาะที่ 60/60 °F (15.6/15.6 °C)	ค่าสูงสุด 0.99	ASTM D1298	ค่าสูงสุด 0.98	ASTM D1298
2. จุดวาบไฟ (°F, °C) แบบ PM	ค่าต่ำสุด 140(60)	ASTM D93	ค่าต่ำสุด 140(60)	ASTM D93
3. จุดไหลเท (°F, °C)	ค่าสูงสุด 75(24)	ASTM D97	ค่าสูงสุด 75(24)	ASTM D97
4. ความข้นใส @ 122 °F(SUS)หรือ	ค่าสูงสุด 660	ASTM D88	ค่าสูงสุด 835	ASTM D88
@ 50 °C (cSt)	ค่าสูงสุด 145	ASTM D445	ค่าสูงสุด 180	ASTM D445
5. น้ำและตะกอน (% โดยปริมาตร)	ค่าสูงสุด 1.50	ASTM D1796	ค่าสูงสุด 1.50	ASTM D1796
6. เถ้า (% โดยน้ำหนัก)	ค่าสูงสุด 0.10	ASTM D482	ค่าสูงสุด 0.10	ASTM D482
7. กากถ่านแบบคอนรัดสัน (% โดยน้ำหนัก)	-	-	-	-
8. ค่าความร้อนทางเชื้อเพลิง (Btu/lb)	18,400	ASTM D240	ค่าต่ำสุด 18,000	ASTM D240
(kJ/kg)	42,800	ASTM D240	ค่าต่ำสุด 41,900	ASTM D240
9. ปริมาณกำมะถัน (% โดยน้ำหนัก)	ค่าสูงสุด 3.5	ASTM D129	ค่าสูงสุด 3.5	ASTM D129

ตารางที่ 10 (ต่อ)

คุณสมบัติ	ชนิดที่ 5		ชนิดที่ 6	
	ขีดจำกัด	วิธีทดสอบ	ขีดจำกัด	วิธีทดสอบ
1. ความถ่วงจำเพาะที่ 60/60 °F (15.6/15.6 °C)	ค่าสูงสุด 0.995	ASTM D1298	ค่าสูงสุด 0.995	ASTM D1298
2. จุดวาบไฟ (°F, °C) แบบ PM	ค่าต่ำสุด 140(60)	ASTM D93	ค่าต่ำสุด 140(60)	ASTM D93
3. จุดไหลเท (°F, °C)	ค่าสูงสุด 75(24)	ASTM D97	ค่าสูงสุด 75	ASTM D97
4. ความข้นใส @ 122 °F(SUS)หรือ	ค่าสูงสุด 1050	ASTM D88	ค่าสูงสุด 1300*	ASTM D88
@ 50 °C (cSt)	ค่าสูงสุด 230	ASTM D445	ค่าสูงสุด 280	ASTM D445
5. น้ำและตะกอน (% โดยปริมาตร)	ค่าสูงสุด 1.50	ASTM D1796	ค่าสูงสุด 1.50	ASTM D1790
6. เถ้า (% โดยน้ำหนัก)	ค่าสูงสุด 0.20	ASTM D482	ค่าสูงสุด 0.20	ASTM D482
7. กากถ่านแบบคอนรัดสัน (% โดยน้ำหนัก)	-	-	-	-
8. ค่าความร้อนทางเชื้อเพลิง (Btu/lb)	ค่าสูงสุด 17,820	ASTM D240	ค่าต่ำสุด 17,820	ASTM D240
(kJ/kg)	ค่าสูงสุด 41,400	ASTM D240	ค่าต่ำสุด 41,400	ASTM D240
9. ปริมาณกำมะถัน (% โดยน้ำหนัก)	ค่าสูงสุด 3.5	ASTM D129	ค่าสูงสุด 3.5	ASTM D129

ตารางที่ 11

ตารางแสดงคุณสมบัติของน้ำมันเตา (เอสโซ่) ตามประกาศของกระทรวงพาณิชย์

เกรด	LFO			MFO		HFO
คุณสมบัติ	เกรด 1	เกรด 2	เกรด 3	เกรด 4	เกรด 5	เกรด 6
1. ความถ่วงจำเพาะที่ @ 15.6 °C/15.6 °C (สูงสุด)	0.985	0.985	0.990	0.990	0.995	0.995
2. ความข้นใสที่ @ 50 °C (cSt)	7.80	7.80	สูงสุด 145	สูงสุด 180	สูงสุด 230	สูงสุด 280
RW1 ที่ @ 100 ° F (ค่าโดยประมาณ)	600	600	1200	1500	2000	2500
3. จุดวาบไฟ PMC. °C (ต่ำสุด)	60	60	60	60	60	60
4. จุดไหลเท (°C)ค่าสูงสุด	24	24	24	24	30	30
5. ปริมาณกำมะถัน (% โดยน้ำหนัก)	3.0	3.2	3.5	3.5	3.5	3.5
6. ค่าความร้อนเชื้อเพลิงค่าทางสูง (kcal/kg)	10,000	10,000	10,000	9,900	9,900	9,900
7. เถ้า (% โดยน้ำหนัก) ค่าสูงสุด	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2
8. น้ำและตะกอน (% โดยปริมาตร) ค่าสูงสุด	1.0	1.0	1.2	1.5	1.5	1.5
9. สี ASTM (ค่าต่ำสุด)	8.0	8.0	-	-	-	-

ตารางที่ 12
ตารางแสดงหน่วยความหนืดของน้ำมันเตา

หน่วย	ตัวย่อ	อุณหภูมิอ้างอิง	ประเทศที่ใช้	หมายเหตุ
1. เซนติสโตก	cSt	50 °C	SI ยูนิต, เมตริก	หน่วยสากล
2. เซย์โบลต์ยูนิเวอร์แซล (วินาที)	SSU	100 °F	สหรัฐอเมริกา	ใช้กับน้ำมันใส
3. เซย์โบลต์ฟูรอล (วินาที)*	SSF	122 °F	สหรัฐอเมริกา	ใช้กับน้ำมันข้น
4. เรดวูด (วินาที)	RW1	100 °F	อังกฤษ	เคยใช้ในประเทศไทย

ตารางที่ 13
ตารางแสดงข้อกำหนดของน้ำมันเตาเกรดต่าง ๆ

คุณสมบัติ		เกรดของน้ำมันเตา			
	ขีดจำกัด	เกรด A	เกรด B	เกรด C	เกรด D
1. ความหนาแน่นที่ 15 °C (kg/litre)	สูงสุด	0.985	0.975	0.990	0.995
2. ความหนืดแบบเรดวูดที่ 100 °F (s)	ต่ำสุด	500	50	1100	2000
	สูงสุด	600	200	1500	2500
ความหนืดแบบคิเนแมติกที่ 50 °C (cSt)	ต่ำสุด	67	7	135	240
	สูงสุด	80	30	180	280
3. จุดไหลเท (°C)	สูงสุด	24	24	24	30
4. จุดวาบไฟ ถ้วยปิดแบบ PMCC (°C)	ต่ำสุด	68	68	68	68
5. กำมะถัน (% โดยปริมาตร)	สูงสุด	3.0	1.5	3.5	3.5
6. น้ำและตะกอนสิ่งสกปรก (% โดยปริมาตร)	สูงสุด	1.0	1.0	1.5	1.5
7. ค่าความร้อนรวม (cal/g)	ต่ำสุด	10,000	10,000	9,900	9,900
8. ค่าความเป็นกรดแก่ (mg KOH/g)	-	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
9. เถ้า (% โดยน้ำหนัก)	สูงสุด	0.1	0.1	0.2	0.2

ตารางที่ 14

ตารางแสดงส่วนประกอบและคุณสมบัติที่สำคัญของน้ำมันเตา

คุณสมบัติ	เกรดของน้ำมันเตา			
	เกรด A	เกรด B	เกรด C	เกรด D
1. ความหนาแน่นที่ 15 °C (kg/litre)	0.965	0.910	0.972	0.980
30 °C (kg/litre)	0.955	0.900	0.962	0.970
2. ความหนืด	77	12	160	252
3. กำมะถัน (% โดยน้ำหนัก)	2.53	1.48	2.70	3.01
4. น้ำ (% โดยน้ำหนัก)	0.01	0.01	0.01	0.01
5. เถ้า (% โดยน้ำหนัก)	0.03	0.03	0.03	0.03
6. ค่าความร้อนรวมที่ 30 °C (Btu/litre)	38,738	37,454	38,859	38,966
(Btu/litre)	18,398	18,877	18,325	18,222
7. อัตราส่วนไฮโดรเจนต่อคาร์บอน	0.130	0.142	0.129	0.127

ตารางที่ 15
ตารางแสดงคุณสมบัติของน้ำมันเตาตามมาตรฐาน USBM

คุณสมบัติ	วิธีทดสอบแบบ ASTM	เกรดของน้ำมันเตา				
		1	2	3	4	5
1. ความถ่วง API	D 287	42.4	35.0	19.8	14.8	10.0
2. จุดวาบไฟ (°F)	D 56	120.158	128-215	156-235	135-270	158-325
3. ความข้นใสที่ 100 °F (cSt)	D 445	1.78	2.50	17.7	79.3	-
4. ฟูรอลที่ 122 °F (s)	D 88	-	-	-	25.8	185.8
5. จุดไหลเท (°F)	D 97	-60 ถึง -10	-25 ถึง 0	-40 ถึง 15	-30 ถึง 55	20 ถึง 80
6. จุดหมอก (°F)	D 97	-50 ถึง 30	-18 ถึง 16	-	-	-
7. ก้ามะถัน (% โดยน้ำหนัก)	D 129	0.119	0.292	0.790	1.20	1.25
8. จุดอะนิลีน (°F)	D 611	150.5	136.8	-	-	-
9. กากถ่าน (% โดยน้ำหนัก)	D 524	0.064	0.130	3.88	7.54	10.88
10. เถ้า (% โดยน้ำหนัก)	D 482	0.000	0.000	0.030	0.041	0.065
11. น้ำและตะกอน	D 96	0.00	0.00	0.13	0.17	0.25
12. การกลั่น	D 158					
จุดเริ่มต้นการกลั่น (°F)	-	350	362	-	-	-
10% ของการระเหย	-	386	426	-	-	-
50% ของการระเหย	-	439	497	-	-	-
90% ของการระเหย	-	508	575	-	-	-
จุดสุดท้ายของการกลั่น	-	548	624	-	-	-

ตารางที่ 16
ตารางแสดงคุณสมบัติของน้ำมันเตาที่ให้ความร้อนกับหม้อน้ำ
(ตามมาตรฐานทางการทหารของสหรัฐอเมริกา)

คุณสมบัติ	น้ำมันเตาชนิดพิเศษ	น้ำมันเตาชนิดหนัก
1. จุดวาบไฟต่ำสุด (°F)	150	150
2. จุดติดไฟต่ำสุด (°F)	200	200
3. ความข้นใสที่ 122 °F, SSF (ค่าสูงสุด)	-	150
ความข้นใสที่ 122 °F, SSU	110-225	-
4. เถ้าสูงสุด (% โดยน้ำหนัก)	0.10	0.12
5. น้ำสูงสุด (% ดดยปริมาตร)	0.5	0.5
6. ความถ่วง (API ต่ำสุด	11.5	10.0
7. จุดไหลเทสูงสุด (°F)	15	60
8. กากถ่านสูงสุด (% โดยน้ำหนัก)	15	-
9. ตะกอนสูงสุด (% โดยน้ำหนัก)	0.12	0.15
10. น้ำและตะกอนสูงสุด (% โดยปริมาตร)	0.5	-

คุณสมบัติที่สำคัญของน้ำมันเตาทั่ว ๆ ไป

ความถ่วงจำเพาะและความถ่วงเอพีไอ

กราวิตี้ (Gravity) ระบุความหนักเบาของน้ำมันที่อุณหภูมิ 60 °ฟ. มี 2 สเกล ที่ใช้กันคือ

1.1 API Gravity @ 60 °F

1.2 Specific Gravity @ 60 °F

โดยมีความสัมพันธ์คือ Degree API Gravity @ 60 °F = $\frac{141.5}{\text{Sp.Gr @ 60 °F}}$ - 131.5

เป็นที่น่าสังเกตว่าน้ำมันที่มี API Gravity ยิ่งต่ำลง, Specific Gravity จะยิ่งสูงขึ้น (มีค่าใกล้ 1 เข้าไปทุกที) น้ำมันก็ยิ่งหนักขึ้น และในทางตรงข้าม ถ้าน้ำมันยิ่งเบาลง, API Gravity ก็ยิ่งสูงขึ้น และ Sp. Gr. ยิ่งต่ำลงด้วย

โดยเหตุที่ผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมมักจะซื้อขายกันเป็นปริมาตร เช่น บาเรล, แกลลอน หรือลิตร และแก้มาที่อุณหภูมิ 60 °ฟ.

นอกจากนี้ความถ่วงจำเพาะของน้ำมันยังมีส่วนสัมพันธ์กันกับ

ก. ปริมาณของไฮโดรเจนในน้ำมัน

คือน้ำมันที่หนักขึ้น (API ต่ำลง) จะมีเปอร์เซนต์ของไฮดรเจนในน้ำมันน้อยลง

ข. ค่าความร้อนของน้ำมัน

คือค่าความร้อนของน้ำมันต่อหน่วนน้ำหนักจะลดลง เมื่อน้ำมันหนักขึ้น (Sp. Gr. สูงขึ้นหรือ API ต่ำลง) ฉะนั้น ถ้าเราซื้อน้ำมันที่หนักขึ้นเป็นหน่วยปริมาตร (ลิตร) เราจะได้รับพลังงานความร้อนต่อหน่วยปริมาตรมากกว่าซื้อน้ำมันที่เบากว่า เพราะเหตุว่าในหน่วยปริมาตรที่เท่ากัน (ลิตร) เราจะได้รับน้ำหนักของน้ำมันมากกว่า หรืออาจจะกล่าวได้อีกนัยหนึ่งว่า

ค่าความร้อนของน้ำมัน/หน่วยน้ำหนัก จะลดลงเมื่อน้ำมันหนักขึ้น

ค่าความร้อนของน้ำมัน/หน่วยปริมาตร จะสูงขึ้นเมื่อน้ำมันหนักขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จุดวาบไฟ (Flash point)

น้ำมันเตาทุกเกรดมักจะระบุจุดวาบไฟของน้ำมัน เพื่อเป็นเครื่องชี้ถึงอันตรายอันจะเกิดจากไฟไหม้น้ำมัน และเพื่อกำหนดมาตรการในทางกฎหมายต่อการประกันภัย การควบคุมไฟไหม้ โดยทั่วไปแล้วน้ำมันเตาจะมีจุดวาบไฟสูง (ไม่ต่ำกว่า 150 °ฟ.) ฉะนั้นจึงนับได้ว่าน้ำมันเตาเป็นน้ำมันไม่มีอันตราย เพราะการเก็บ การสูบน้ำมัน กระทำในแบบที่มีระบบระบายอากาศ ณ อุณหภูมิบรรยากาศ ซึ่งต่ำกว่าจุดวาบไฟของน้ำมันมาก

ความหนืด (Viscosity)

เป็นคุณสมบัติที่สำคัญที่สุดของน้ำมันเตาที่จะต้องคำนึงถึงในการเก็บ การสูบส่งและการเผาไหม้ของน้ำมัน โดยทั่วไปหน่วยความหนืดของน้ำมันเตาที่ใช้กันมีหลายหน่วย ได้แก่

ก. อเมริกาใช้ SSU @ 100 °F (37.8 °C) สำหรับเกรดใสๆ
SSF @ 122 °F (50 °C) สำหรับเกรดข้นๆ

ข. อังกฤษใช้ RW_1 @ 100 °F

ค. ยุโรปใช้ E° และ/หรือ cSt @ 20 °C (68 °F), @ 50 °C (122 °F)

SSU or SUS = Saybolt Second Universal
SSF = Saybolt Second Furol
RW_1 = Redwood 1
E° = Engler Degree
cSt = Centistokes

แต่อย่างไรก็ตามแม้หน่วยความหนืดจะต่างกัน และวัดที่อุณหภูมิต่างๆ กันก็ตาม ก็สามารถเทียบกลับมายังหน่วยและอุณหภูมิที่เราต้องการได้ โดยอาศัยกราฟน้ำมัน ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนืดและอุณหภูมิ ยกตัวอย่างน้ำมันเตาที่มีความหนืด

37 cSt (5 E) @ 50 °C จะมีความหนืด = 280 RW_1 @ 100 °F
450 cSt (59 E) @ 50 °C มีความหนืด = 5000 Rw_1 @ 100 °F

ความหนืดของน้ำมันเตาเป็นคุณสมบัติที่สำคัญที่สุดที่จะต้องคำนึงถึง หรือจะต้องนำมาพิจารณาในการใช้น้ำมันเตา ความหนืดเป็นเครื่องแสดงถึงอัตราการไหลของน้ำมันในระบบน้ำมันเชื้อเพลิง และความยากง่ายต่อการที่น้ำมันจะถูกฉีดออกจากหัวฉีดหรือหัวเบิเนอร์ให้เป็นฝอยละเอียด เพราะเหตุว่าความหนืดของน้ำมันจะลดลงหรือใสขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ฉะนั้นถ้าน้ำมันเตาได้รับการอุ่นให้ร้อนขึ้นพอเหมาะ การสูบส่งและการฉีดน้ำมันให้เป็นฝอยละเอียดก็จะง่ายขึ้น แต่ถ้าหากว่าไม่มีเครื่องอุปกรณ์ในการอุ่นน้ำมันเตา ก็จำเป็นต้องใช้น้ำมันเตาอย่างใส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้าน้ำมันข้นมากเกินไป การสูบส่งน้ำมันด้วยปั๊มอาจมีปัญหา คืออัตราการสูบส่งอาจทำไม่ได้ตามต้องการ หัวฉีดไม่อาจฉีดน้ำมันให้เป็นฝอยละเอียดได้ดี และการสตาร์ทจุดติดเตาอยากขึ้นและอาจเกิดไฟดีกลับได้ นอกจากนี้ความหนืดของน้ำมันยังมีผลต่อปริมาณน้ำมันที่ออกจากหัวฉีด และต่อมุมของฝอยน้ำมันที่ฉีดออกไป (spray angle) ซึ่งมีผลต่อการเผาไหม้สมบูรณ์และทั่วถึง

ถ้าความหนืดของน้ำมันที่หัวฉีดไม่ถูกต้อง น้ำมันที่ถูกฉีดออกจากหัวฉีดก็ไม่เป็นฝอยละเอียดเพียงพอ จะเป็นผลให้การเผาไหม้เลว เกิดควัน และเขม่าในบริเวณเตา-ปล่อง หรืออาจเกิดคราบคาร์บอนเกาะสะสมที่ปลายหัวฉีดหรือเกิดโค๊กหรือคาร์บอนเกาะตามผนังเตาได้ง่าย

โดยทั่วไปแล้ว การสูบส่งน้ำมันด้วยปั๊มจะทำได้ง่าย ถ้าน้ำมันมีความหนืดประมาณ 5,000 SSU ถ้าน้ำมันข้นกว่านี้การสูบส่งก็อาจทำได้แต่อัตราการสูบส่งจะลดลงตามส่วนโดยเฉพาะอย่างยิ่งในเขตภาคเหนือตอนหน้าหนาว อากาศเย็นจัดน้ำมันจะข้นขึ้นมาก ควรพิจารณาว่า จำเป็นหรือไม่ที่ถังเก็บน้ำมันและท่อทางดูด-ส่งจะต้องมีการอุ่นให้น้ำมันร้อนขึ้น เพื่อจะสูบส่งได้ดี กราฟของน้ำมันแต่ละเกรดจะช่วยบอกได้ดีกว่า ที่อุณหภูมิต่ำๆ เท่าใด น้ำมันจะมีความหนืดเท่าใด

อนึ่งขนาดโตและความยาวของท่อสูบส่งน้ำมัน ควรนำมาพิจารณาเกี่ยวกับความหนืดของน้ำมันด้วย น้ำมันยิ่งข้นและระยะไกล ควรใช้ท่อขนาดใหญ่ โดยทั่วไปท่อน้ำมันเตามีกใช้ท่อขนาดโต 3 นิ้วเป็นอย่างน้อย ระยะทางควรสั้นที่สุด การหัก-งอ ของท่อควรให้มีน้อยชิ้นสุดและควรใช้เกทวาวล์ (Gate value) เพื่อให้มีความต้านทานการไหลของน้ำมันน้อยที่สุด

ในเรื่องของการเผาไหม้ (Burning) น้ำมันเตาก่อนที่มันจะเผาไหม้ได้ มันจะต้องถูกฉีดออกเป็นฝอยละเอียดเพื่อผสมหรือรวมตัวกับอ๊อกซิเจนในอากาศได้ทั่วถึงกัน การเผาไหม้ก็จะสมบูรณ์ดีให้ความร้อนสูง ปราศจากควันและเขม่า และประหยัดเชื้อเพลิงด้วย ฉะนั้นความหนืดของน้ำมันที่หัวฉีดจึงเป็นสิ่งสำคัญที่สุด ซึ่งขึ้นอยู่กับแบบต่างๆ ของหัวฉีด อาจจำแนกออกได้เป็น 4 แบบ ซึ่งแต่ละแบบต้องการความหนืดของน้ำมันที่หัวฉีดต่างๆ กันคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสดงหัวฉีดต่อที่เหมาะสมกับความหนืด

แบบของหัวฉีด	ต้องการความหนืดที่หัวฉีด SSU
1. แบบพ่นน้ำมันด้วยอากาศ (Air atomized)	80-90
2. แบบพ่นน้ำมันด้วยกำลังดัน (Pressure or Mechanical atomized)	80-120
3. แบบพ่นน้ำมันด้วยไอน้ำ (Steam atomized)	100-180
4. แบบพ่นน้ำมันด้วยถ้วยหมุน (Rotary cup Burner)	350-400

ฉะนั้นโดยอาศัย กราฟน้ำมันแต่ละเกรดที่จะใช้ เราก็สามารถทราบได้ว่าควรจะต้องอุ่นน้ำมัน (oil preheating) ให้ร้อนประมาณเท่าใดจึงจะได้ความหนืดของน้ำมันที่หัวฉีดตามต้องการ เช่น ใช้น้ำมันเตา Bunker C มีความหนืด 1,500 เร็ดรูด 1, ที่ 100 °ฟ. ใช้กับหัวฉีดแบบพ่นน้ำมันด้วยอากาศจำเป็นต้องอุ่นน้ำมันให้ร้อนประมาณ 105-110 °ซ. แต่ถ้าใช้กับหัวฉีดพ่นน้ำมันด้วยไอน้ำ อุ่นน้ำมันให้ร้อนประมาณ 80-100 °ซ. ก็เพียงพอเป็นต้น

จุดหยุดไหลเท (Pour Point)

ข้อดีอันหนึ่งของเชื้อเพลิงเหลวก็คือ ง่ายต่อการส่งหรือสูบถ่ายจากที่แห่งหนึ่งไปยังที่อีกแห่งหนึ่งแต่ก็อาจจะมีปัญหาในภูมิประเทศเมืองหนาวที่มีอุณหภูมิต่ำๆ มันอาจจะแข็งตัวจนหยุดไหลได้ จุดหยุดไหลเทของน้ำมันเตาจะต่ำมากน้อยแค่ไหนขึ้นอยู่กับแหล่งน้ำมันดิบที่จะมีขี้ผึ้ง (Wax) มากหรือน้อย และยังขึ้นอยู่กับกรรมวิธีการกลั่นที่จะแยกเอาขี้ผึ้งออกหรือไม่ด้วย

น้ำมันเตาในประเทศไทยปกติจะมีจุดหยุดไหลเทประมาณ 35-55 °ฟ. (5-13° ซ.) ซึ่งในประเทศเมืองร้อนมักจะไม่มีปัญหานอกจากในฤดูหนาวบางปีที่อากาศเย็นจัดในภาคเหนืออุณหภูมิอากาศลดลงจนถึงจุดหยุดไหลเท ซึ่งก็เป็นในช่วงระยะเวลาสั้นๆ อนึ่งน้ำมันเกรดข้นจะมีจุดหยุดไหลเทสูงกว่าน้ำมันเตาเกรดใส เล็กน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณของตะกอนและน้ำ (Sediment and water content)

ตะกอน (Sediment) ได้แก่สารหรือของแข็งที่ไม่ละลาย (non-soluble matter or insoluble solids) เช่น เกลือ, ทราย, สิ่งสกปรก และเส้นใยของสารต่างๆ เป็นต้น สิ่งเหล่านี้จะติดมากับน้ำมันดิบ และหรือจากตกค้างอยู่กับน้ำมันเตา ส่วนน้ำอาจเกิดมีขึ้นได้ในระหว่างการขนส่งทางเรือ หรือจากความชื้นในอากาศ

ตะกอนในน้ำมันเตาถ้ามีมากเกินไปอาจสะสมมากขึ้นในถังเก็บ, อาจทำให้หม้อกรองน้ำมันอุดตัน, รูหัวฉีดอุดตัน, หรือรูหัวฉีดสึกหรอมากเกินไปได้ เป็นผลทำให้การไหลของน้ำมันจากถังไปยังหัวฉีดไม่สะดวก ส่วนน้ำถ้ามีมากจะสะสมอยู่ก้นถัง มีส่วนทำให้เกิดสนิมกัดกร่อนแก่ถัง-ท่อทาง และเครื่องอุปกรณ์ต่างๆ ได้ นอกจากนี้น้ำมันกับตะกอน ถ้ามีรวมกันมากๆ อาจเกิดกลายเป็นตะกอนโคลนที่เรียกว่า สลัชจ์ (Sludge) ได้

โดยทั่วไปน้ำมันเตาจะระบุปริมาณของน้ำและปริมาณของตะกอนรวมกันเป็นเปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร (BS & W = Bottom Sediment and Water) โดยทั่วไปน้ำมันเตาเกรดชั้นที่สุดจะมีไม่เกิน 0.2% โดยปริมาตร

เพื่อขจัดปัญหาอันเนื่องมาจากตะกอนและน้ำในน้ำมันเตา ควรระบายน้ำออกจากกันถังเก็บและถังใช้การประจำวัน ทุกๆ 1-2 อาทิตย์ ส่วนหม้อกรองน้ำมันเตาควรทำความสะอาดทุก ๆ อาทิตย์หรือกว่านั้นตามความสกปรกที่ตรวจพบ ส่วนในถังเก็บและถังใช้การประจำวันควรมีการล้างทำความสะอาดภายในทุกๆ 2 ปี เป็นอย่างน้อย

ปริมาณกำมะถัน (Sulfur Content)

ปริมาณกำมะถันในน้ำมันเตาขึ้นอยู่กับแหล่งน้ำมันดิบ และเกรดของน้ำมันเตา ซึ่งน้ำมันเตาเกรดที่หนักที่สุด อาจมีกำมะถันถึง 5% ความสำคัญของกำมะถันก็เนื่องมาจากความจริงที่ว่า กำมะถันเมื่อเผาไหม้จะกลายเป็น กำมะถันไดออกไซด์ SO_2 จะทำปฏิกิริยากับออกซิเจนในอากาศที่เหลืองจากการเผาไหม้กลายเป็น กำมะถันไดรออกไซด์ (SO_3) ซึ่งมันอาจจะ

1. รวมตัวกับน้ำ (ความชื้น) กลายเป็นกรดกำมะถัน (H_2SO_4) ในบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำ ๆ ไอของกรดจะกลั่นตัวและทำให้เกิดการกัดกร่อนชิ้นส่วนโลหะของหม้อน้ำ เช่น ในบริเวณหม้ออุ่นอากาศ (air heater) และหม้ออุ่นน้ำเข้าหม้อ (Economizer)

2. ทำปฏิกิริยากับขี้เถ้า (Ash) ในน้ำมันเตา เกิดเป็น Slagging เกาะติดตามหลอดหม้อน้ำในบริเวณที่มีอุณหภูมิสูงๆ เป็นผลทำให้เกิดการกัดกร่อนแก่หลอดหม้อน้ำได้ และทำให้การถ่ายเทความร้อนเลวลงด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในกรณีที่ใช้น้ำมันเตาที่มีเปอร์เซ็นต์กำมะถันสูงๆ เป็นเชื้อเพลิง หนทางที่จะช่วยลดปัยหาดังกล่าวมาแล้ว ก็คือ พยายามให้น้ำมันเตาเผาไหม้ ด้วยการใช้อากาศที่เกินน้อยที่สุด (Minimum Excess Air) หมายความว่าในระหว่างการเผาไหม้ คาร์บอน, ไฮโดรเจน และ กำมะถันในน้ำมันใช้ออกซิเจนในอากาศเผาไหม้ไปจนหมดแล้วเหลือออกซิเจนเพียงเล็กน้อย ที่จะทำปฏิกิริยากับ SO_2 กลายเป็น SO_3 เป็นส่วนน้อย ก็ช่วยขจัดปัญหาลงได้มาก

อนึ่งกำมะถันในน้ำมันเตาอาจเป็นอันตรายหรือทำความเสียหายให้กับผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปในอุตสาหกรรมบางอย่างได้เช่น เครื่องแก้ว, ผลิตภัณฑ์เซรามิคส์ - กระเบื้องเคลือบ และอื่น ๆ ฉะนั้นน้ำมันเชื้อเพลิงที่จะใช้กับอุตสาหกรรมพวกนี้จะต้องพิจารณาถึงปริมาณของกำมะถันในน้ำมันด้วย

ปริมาณเถ้า (Ash Content)

เถ้าคือสารอนินทรีย์ (Inorganic matters) ที่เหลือตกค้างอยู่หลังจากการเผาไหม้ของน้ำมัน ซึ่งเป็นสารที่ไม่สามารถเผาไหม้ให้หมดไปได้ (Non-Combustible matters) สารประกอบที่จะทำให้เกิดเถ้า จะมาจากพวกเกลือของโลหะ (Mettalic Salt0 ที่มีอยู่ในน้ำมันดิบตามธรรมชาติหรืออาจมาจากน้ำทะเลในระหว่างการขนส่งน้ำมันเตาทางทะเล หรือจากสนิมในถังน้ำมันและจากพวกของแข็งต่างๆ ที่อาจต้องมากับน้ำมันเตาในระหว่างกรรมวิธีการผลิตน้ำมัน

ตามปกติปริมาณเถ้าในน้ำมันเตาจะมีน้อยกว่า 0.2% โดยน้ำหนัก ซึ่งถ้าพวกนี้ได้แก่ การประกอบของ โซเดียม (Na), แมกนี่เซี่ยม (Mg) วานาเดี่ยม (V) นิกเกล (Ni) เหล็ก (Fe) และซิลิกอน (Si)

ผลหรืออันตรายอันจะเกิดจากเถ้าในน้ำมันเตา !

1. ทำให้เกิดการกัดกร่อนหลอดหม้อน้ำในบริเวณอุณหภูมิสูงๆ เช่นตามหลอดซูเปอร์ฮีท ในลักษณะของแสลกกิ้ง (Slagging)

2. อาจมีผลต่อผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปพวก แก้ว และเซรามิคส์

3. อาจทำลายอิฐทนไฟภายในเตาหม้อน้ำ เตาเผา หรือ Kilns ได้

หมายเหตุ การเกิดการผุกร่อนในรูปของ แสลกกิ้ง พอสรุปได้คือ แม้ว่าเถ้าในน้ำมันเตาจะมีน้อยมาก ประมาณ 0.1% โดยน้ำหนัก ถ้าหม้อน้ำขนาดใหญ่ ใช้น้ำมัน 50 ตัน/วัน จะมีเถ้าเกิดขึ้นประมาณ 18 ตัน/ปี ซึ่งส่วนใหญ่จะออกไปกับแก๊สเสียทางปล่อง ประมาณ 10% ของเถ้าจะจับอยู่ตามผิวหลอดหม้อน้ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ที่หลอดซูเปอร์ฮีทถ้าหม้อน้ำมีอุปกรณ์เป่าเขม่า (Soot blower) และใช้เป็นประจำวัน การจับเกาะของเถ้าก็จะมีน้อยมาก เถ้าที่เกาะติดเป็นพวกส่วนผสมของโซเดี่ยมวานาเดท, โซเดี่ยมซัลเฟท และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารประกอบของนิกเกิลและเหล็กด้วย สารผสมเหล่านี้จะมีจุดหลอมละลายที่ประมาณ 500 °ซ. มันจะหลอมเหลวเกาะอยู่ตามผิวหลอดซูเปอร์ฮีท ซึ่งจะช่วยให้เถ้าไปเกาะติดสะสมได้ง่ายขึ้นและมากขึ้น จนเป็นแผ่นๆ เกาะรอบๆ หลอดทำการกัดกร่อนหลอด ทำให้อายุการใช้งานสั้นลง การถ่ายเทความร้อนตกลงถ้าเกาะหนามาก อาจทำให้แก๊สร้อนผ่านไม่สะดวก และดราฟในเตาหม้อน้ำตกลงด้วย

เพราะเหตุที่ส่วนใหญ่ของเถ้าในน้ำมันเตาเกิดขึ้นจากธรรมชาติฉะนั้นจึงเป็นการลำบากยุ่งยาก และสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายสูง ในการที่จะแยกหรือสกัดเอาเถ้าออกจากน้ำมันเตา เพราะฉะนั้นวิธีที่จะแก้ปัญหาอันจะเกิดจากเถ้ามักจะใช้สารเพิ่มคุณภาพ (Fuel oil Additives) เข้าช่วยเฉพาะในกรณีที่เกิดปัญหาร้ายแรงจริงๆ เท่านั้น

ค่าความร้อน (Heating Value or Calorific Value)

ค่าความร้อนของน้ำมันมีหน่วยเป็น บีทียู ต่อ ปอนด์ (Btu/lb)หรือ กิโลแคลลอรี่ต่อกิโลกรัม (Kcal/Kg) โดย I Kcal/Kg = 1.8 Btu/lb ค่าความร้อนของน้ำมันเชื้อเพลิงหาได้จากเครื่องมือในห้องแลป ซึ่งจะต้องให้ค่าความร้อนทั้งหมด (Gross heating Value) ซึ่งหมายถึงค่าความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้รวมกับค่าความร้อนแฝงที่ได้จากการกลั่นตัวของไอน้ำ ซึ่งเกิดจากไฮโดรเจนเผาไหม้กับอ๊อกซิเจนในอากาศ บางทีเรียกว่า Higher heating Value

การคำนวณหา HHV ของเชื้อเพลิงเหลวโดยประมาณนั้นหาได้โดยอาศัย API gravity จากสูตรดังตารางที่ 17

ตารางที่ 17

การคำนวณหาค่าความร้อน

Gasoline,	HHV = 18,320 + 40 (API.gr. - 10).	Btu/lb
Kerosine,	HHV = 18,440 + 40 (API.gr. - 10).	Btu/lb
Diesel oil,	HHV = 18,640 + 40 (API.gr. - 10).	Btu/lb
Heavy oil,	HHV = 17,645 + 54 (API.gr.),	Btu/lb

การคำนวณใช้ตารางค่า API ประกอบดังตารางที่ 18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 18

API	Sp.gr.	
10	1.0000	Heavy oil
20	0.9340	
30	0.8762	Diesel oil
40	0.8251	
50	0.7796	Kerosene
60	0.7389	
70	0.7022	Gasoline

สำหรับเชื้อเพลิงแก๊สค่าความร้อนจะเปลี่ยนไปตามแหล่งที่ได้ แต่โดยทั่วๆ ไปอยู่ในช่วง 970-1130 HHV และ 880-1020 LHVโดยมีหน่วยเป็น Btu/ft^3 ที่อุณหภูมิ 60 °F จะเห็นได้ว่าเชื้อเพลิงเบาจะมีค่าความร้อนต่อน้ำหนักมากกว่าเชื้อเพลิงหนัก แต่เชื้อเพลิงเบาจะมีค่าความร้อนต่อปริมาตรน้อยกว่าเชื้อเพลิงหนัก ดังตารางที่ 19

ตารางที่ 19
ตารางแสดงการเปรียบเทียบค่าความร้อน

Sp.gr.	Gravity °API	Net heat of combustion	
		(Btu/lb.)	(Btu/gal.)
0.75	55	18,400	116,400
0.74	60	18,500	114,000
0.72	65	18,600	111,800

2.18.2 ก๊าซปิโตรเลียมเหลว

ก๊าซปิโตรเลียมเหลว หรือที่กล่าวถึงในชื่ออื่นๆ เช่น แก๊ส ก๊าซ ก๊าซหุงต้ม แอลพีจี ชื่อต่างๆ เหล่านี้ล้วนมีความหมายเดียวกัน คือ หมายถึงเชื้อเพลิงชนิดหนึ่งที่ใช้กันมากตามบ้านเพราะเป็นเชื้อเพลิงที่สะอาดเหมาะแก่การหุงต้มอาหาร นอกจากนั้น ก๊าซยังเป็นเชื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพลิงคุณภาพดีเหมาะแก่การใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ มากมาย เช่น อุตสาหกรรมเครื่องแก้วผลิตอาหารและอุตสาหกรรมบ่มใบยา เป็นต้น สำหรับการใช้ก๊าซในรถยนต์ก็กำลังเป็นที่นิยมใช้กันเพิ่มขึ้นอย่างแพร่หลาย

ก๊าซเป็นผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียม ซึ่งได้มาจากแหล่งผลิตที่สำคัญ 2 แห่ง คือจากขบวนการกลั่นน้ำมันดิบและจากขบวนการก๊าซธรรมชาติ องค์ประกอบสำคัญของก๊าซปิโตรเลียมเหลวคือ ก๊าซโปรเพนบริสุทธิ์ (C_3H_8) หรือ ก๊าซบิวเทนบริสุทธิ (C_4H_{10}) หรือส่วนผสมของก๊าซทั้งสองในอัตราส่วนต่างๆ ในอุณหภูมิปกติ ก๊าซปิโตรเลียมเหลวจะมีสภาพเป็นไอก๊าซ แต่ถ้าเพิ่มความดันก็สามารถเปลี่ยนสภาพเป็นก๊าซเหลวได้ ถ้าเรารู้ซึ่งถึงการใช้ก๊าซอย่างปลอดภัยได้นั้น เราจำเป็นเข้าใจถึงคุณสมบัติต่างๆ ของก๊าซเป็นสำคัญ

สี : ก๊าซปิโตรเลียมเหลวเป็นสารไม่มีสี ฉะนั้นในกรณีที่เกิดการรั่วไหลของก๊าซเราจึงมองไม่เห็น แต่ในกรณีที่ก๊าซรั่วออกมามาก หรือน้ำก๊าซรั่ว เราจะเห็นเป็นละอองขาว แต่ความจริงแล้วละอองขาวที่เห็นนั้น คือ ไอน้ำซึ่งกลั่นตัว เนื่องจากได้รับความเย็นจัดจากการระเหยของก๊าซ

กลิ่น : ก๊าซปิโตรเลียมเหลวเป็นสารไม่มีกลิ่น จึงจำเป็นต้องใส่สาร "อเอธิลเมอร์แคบเทน"(ETHYL MERCAPTAN) ลงไปเพื่อให้เกิดกลิ่นฉุน และเป็นการเตือนเมื่อเกิดก๊าซรั่ว

ไม่เป็นพิษ : ก๊าซปิโตรเลียมเหลวเป็นสารที่ไม่เป็นพิษ แต่ถ้าเราหายใจหรือสูดเข้าไปมาก อาจเกิดอาการวิงเวียนเป็นลมได้ ทั้งนี้เพราะร่างกายได้รับออกซิเจนไม่เพียงพอ

หนักกว่าอากาศ : ก๊าซปิโตรเลียมเหลวเมื่อมีสภาพเป็นไอก๊าซ จะหนักประมาณ 2 เท่า ของอากาศ เมื่อก๊าซรั่วจึงทำให้ไหลไปรวมในที่ต่ำ ดังนั้นที่ตั้งถังก๊าซจึงไม่ควรเป็นที่ต่ำกว่าระดับพื้นทั่วๆ ไป เช่น ไม่ควรตั้งถังก๊าซในห้องใต้ดิน ใกล้หลุมบ่อ หรือรางระบายน้ำ เป็นต้น

เบากว่าน้ำ : ก๊าซปิโตรเลียมเหลวเมื่อมีสภาพเป็นน้ำก๊าซจะหนักประมาณครึ่งหนึ่งของน้ำจึงลอยอยู่เหนือน้ำไม่จมน้ำ ถ้าก๊าซรั่วลงในคูน้ำ ท่อน้ำ หรือแม่น้ำลำคลอง อาจจะไหลไปตามน้ำไปติดไฟ ณ จุดที่ห่างออกไป

จุดเดือด : ก๊าซปิโตรเลียมเหลวมีจุดเดือดต่ำมาก ประมาณ 0 องศาเซลเซียส อุณหภูมิของอากาศโดยเฉลี่ยของประเทศไทย เกินกว่า 20 องศาเซลเซียส ดังนั้นเมื่อก๊าซถูกปล่อยออกจากภาชนะบรรจุ พ้นจากสภาพถูกกดดันก๊าซจะเดือดและเปลี่ยนสภาพเป็นไอทันที การที่ก๊าซจะระเหยหรือเดือด จำเป็นต้องดึงดูดความร้อนจากบริเวณใกล้เคียง ในการทำงานเกี่ยวกับก๊าซถ้าส่วนหนึ่งส่วนใดของร่างกายสัมผัสกับน้ำก๊าซ อาจจะทำให้ร่างกายส่วนนั้นเย็นจัดถึงกับไหม้ได้ ยิ่งถ้าก๊าซไปถูกส่วนสำคัญของร่างกาย เช่น ตาอาจจะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พิการได้ การทำงานเกี่ยวกับก๊าซจึงควรต้องมีความระมัดระวังเป็นพิเศษ และควรมีเครื่องมือป้องกัน เช่น ถุงมือ ชุดป้องกัน เป็นต้น

อัตราการขยายตัวสูง : ก๊าซปิโตรเลียมเหลวมีการขยายสูงมาก ถ้าอุณหภูมิเพิ่มขึ้น ดังนั้นการเติมก๊าซลงในภาชนะบรรจุ จึงไม่ควรเติมให้เต็ม เพื่อให้ช่องว่างไว้สำหรับการขยายตัวเมื่อได้รับความร้อนสูง

ความดันสูง : เมื่อก๊าซปิโตรเลียมเหลวมีอุณหภูมิสูงขึ้น ความดันของก๊าซจะยิ่งสูงขึ้น ดังนั้นภาชนะและอุปกรณ์ สำหรับก๊าซจึงต้องได้รับการออกแบบต่อแรงดันสูง การใช้ภาชนะและอุปกรณ์ที่ไม่ได้มาตรฐาน อันจะทำให้เกิดอุบัติเหตุร้ายแรง และเป็นอันตรายได้

อัตราการขยายตัวจากของเหลวเป็นก๊าซ : ก๊าซปิโตรเลียมเหลวในสภาพของก๊าซเหลว เมื่อเปลี่ยนสภาพเป็นไอแก๊สจะมีปริมาตรเพิ่มขึ้นถึง 250 เท่า ดังนั้นถังก๊าซเล็กๆ สามารถเก็บพลังงานไว้ได้มากมาย ในขณะเดียวกันเมื่อน้ำก๊าซรั่วจะมีอันตรายมากกว่าไอก๊าซรั่ว

ความข้นใสต่ำ : ก๊าซปิโตรเลียมเหลวมีความข้นใสน้อยมาก จึงทำให้ก๊าซรั่วซึมได้ง่ายกว่าของเหลวอื่น ดังนั้น อุปกรณ์ที่ใช้ก๊าซจึงต้องแน่นอนกว่าใช้กับผลิตภัณฑ์อื่นๆ

ความร้อนสูง : ก๊าซปิโตรเลียมเหลวเป็นเชื้อเพลิงที่ให้ความร้อนสูงเมื่อเปรียบเทียบกับเชื้อเพลิงชนิดอื่นๆ

ความดันไอ (VAPOUR PRESSURE)

ที่อุณหภูมิ - 40 °C

โพรเพน มีความดันไอ = 20 ปอนด์/ตารางนิ้ว

บิวเทน มีความดันไอ = 0 ปอนด์/ตารางนิ้ว

ที่อุณหภูมิบรรยากาศ 37.8 °C (อากาศร้อนตอนกลางวัน)

โพรเพน ส่วนผสม 70% = 145 ปอนด์/ตารางนิ้ว

บิวเทน ส่วนผสม 30%

การขยายตัวของก๊าซปิโตรเลียมเหลวในอุณหภูมิบรรยากาศ

ก๊าซปิโตรเลียมเหลว 1 ลิตร ขยายตัวเป็นไอถึง 250 เท่า

(ก๊าซเหลว 1 ลิตร = ไอก๊าซ 250 ลิตร)

ปริมาตรจำเพาะ (เปรียบเทียบ น้ำ/ก๊าซ ในขนาดบรรจุเท่ากัน)

สมมุติ	ปริมาณน้ำ 1 ลิตร	เทียบเป็นน้ำหนักเท่ากับ	1	กิโลกรัม
โปรเพน	1 ลิตร	เทียบเป็นน้ำหนักเท่ากับ	1/2	กิโลกรัม
บิวเทน	1 ลิตร	เทียบเป็นน้ำหนักเท่ากับ	1/2	กิโลกรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความหนาแน่น (เปรียบเทียบ อากาศ/ก๊าซ ในขนาดบรรจุเท่ากัน)

อากาศ 1 กรัม/1 ลูกบาศ์กเซนติเมตร เท่ากับ 1 หน่วยมาตรฐาน

ก๊าซ 1 กรัม/1 ลูกบาศ์กเซนติเมตร เท่ากับ 1 - 53 หน่วยมาตรฐาน

แสดงว่า ก๊าซ/อากาศ ในขนาดบรรจุที่เท่ากัน ก๊าซจะหนักกว่าอากาศ

ค่าอ๊อกเทน ของก๊าซปิโตรเลียมเหลว เปรียบเทียบกับน้ำมันเชื้อเพลิง

น้ำมันธรรมดา	มีค่าอ๊อกเทนเท่ากับ	33
น้ำมันซุปเปอร์	มีค่าอ๊อกเทนเท่ากับ	96
โพรเพน	มีค่าอ๊อกเทนเท่ากับ	100
บิวเทน	มีค่าอ๊อกเทนเท่ากับ	92

2.19 พลังงานไฟฟ้า

ระบบพลังงานในที่นี้คือพลังงานไฟฟ้า ซึ่งแบ่งได้คือ ไฟฟ้ากระแสตรง (Dc) และกระแสสลับ (AC)

กระแสไฟฟ้าที่จ่ายจากแบตเตอร์รี่แห้งหรือแบตเตอร์รี่รถยนต์เรียกว่ากระแสตรง (DC) ซึ่งไหลจากขั้ว (+) ไปยังขั้ว (-) ส่วนกระแสที่จ่ายจากหม้อแปลงเรียกว่ากระแสสลับ (AC) การเปลี่ยนไหลของกระแส 50 ครั้งต่อนาที ที่มีความถี่ 50

กำลังไฟฟ้า Power

กำลังไฟฟ้าที่กำหนดเป็นความต่างศักย์ กระแสไฟฟ้าก็เช่นเดียวกับกำลังที่ได้โดยใช้น้ำหนักผลคูณของปริมาณน้ำความสูงของระดับน้ำ กำลังไฟฟ้าเป็นปริมาณที่ได้รับต่อหน่วยระยะเวลาก็คือผลคูณของความต่างศักย์ 1 โวลย์ กับกระแส 1 แอมแปร์ในเวลา 1 วินาที เรียกว่า 1 วัตต์ ฉะนั้นเมื่อหลอดไฟขนาด 3 แอมแปร์ที่ใช้กับแบตเตอร์รี่จะมีกำลังช่วงสว่าง 36 วัตต์

กรณีกระแสสลับ (AC) เนื่องจากกระแสเปลี่ยนทางตลอดเวลาประมาณกำลังไฟ (Watt) จะเป็น 0.9 เท่าของความต่างศักย์ และกระแสไฟฟ้าในเฟดเดียวและ 1.5 เท่าในเเฟดสาม

เหมือน 1000 เมตร เท่ากับ 1 กิโลกรัม และ 1000 กรัม เท่ากับ 1 กิโลกรัม 1000 วัตต์คือเท่ากับ 1 กิโลวัตต์ (KW) 36 วัตต์เท่ากับ 0.036 กิโลวัตต์

ปริมาณงาน (Work)

กำหนดกระแสไฟฟ้า สว่างอยู่นาน 50 ชั่วโมง ปริมาณไฟฟ้าที่ได้รับคือ 1.8 KEH (Kilowatt-Hour) ซึ่งหมายถึง 0.036 กิโลวัตต์ x 50 ชั่วโมง = 1.8 กิโลชั่วโมง หรืออาจจะพูดได้ว่า 1.8 กิโลวัตต์ของไฟฟ้าได้ถูกใช้ไปก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าไฟถูกคำนวณจากปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ไปเป็นค่ากิโลวัตต์ชั่วโมงต่อเดือน เช่น ปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ในหลอดไฟ 100 วัตต์ 6 ชั่วโมง/วัน และเครื่องยนต์ขนาด 30 วัตต์-45 กิโลวัตต์ ปริมาณกระแสไฟฟ้า 50 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อเดือน

ความต้านทาน (Resistance)

แม้จะมีความสูงของระดับน้ำ หากลิ้นหรือประตูน้ำปิด น้ำจะไม่ไหลในท่อหรือหากเปิดเล็กน้อยน้ำก็จะไหลออกมาเล็กน้อย หรืออาจจะกล่าวได้ว่าการไหลของน้ำจะลดลงเมื่อมีความต้องการในท่อกระแสไหลของน้ำจะลดลงเมื่อมีความต้านทานในลวดแม้ว่าจะมีความต่างศักย์ก็ตาม

สื่อไฟฟ้า เช่น โลหะที่มีความต้านทานน้อยหรือต่ำและกระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านได้ดีในทางตรงข้ามสื่อไฟฟ้าที่เลว เช่น ไม่มีความต้านทานสูงและกระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้น้อยวัตถุที่มีความต้านทานสูงจนหยุดการไหลของกระแสไฟฟ้าเหมือนกับลิ้นที่หยุดการไหลของน้ำในท่อเรียกว่า ฉนวน

หลอดไฟที่กล่าวถึงจะมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน 3 แอมแปร์ เมื่อมันถูกต่อกับแบตเตอร์รี่ขนาด 12 โวลท์แต่อีกหลอดหนึ่งกระแสไหลเพียง 1 แอมแปร์ (หมายถึงหลอดขนาด 12 วัตต์) ดังนั้นหลอดอันหลังก็มีความต้านทานสูงกว่าหลอดอันแรก 3 เท่า เนื่องจากฉนวนไม่ยอมให้กระแสไหลผ่านเลย จึงมีค่าของความต้านทานสูงไม่มีกำหนด

ความต้านทานที่กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ 1 แอมแปร์ ที่ความต่างศักย์ 1 โวลต์ เรียกว่า 1 โอห์ม (Ω) หรือผลหารระหว่างความต่างศักย์กับกระแสไฟฟ้าจะเป็นความต้านทานหรือความต่างศักย์ (V) = กระแสไฟฟ้า (A) = ความต้านทาน (Ω) หลอดไฟ 2 หลอดที่กล่าวมานี้ความต้านทาน 4 และ 12 ตามลำดับ

2.20 การถ่ายทอดพลังงาน (สายไฟฟ้า)

ชนิดของสายไฟฟ้า

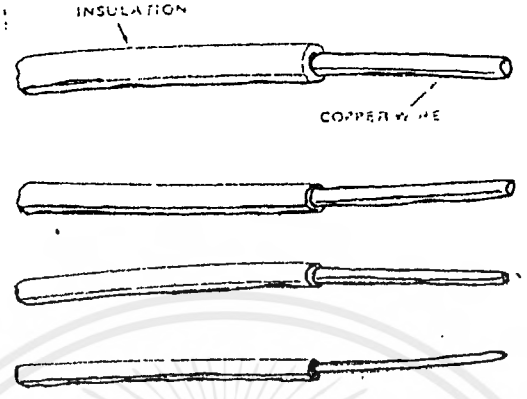
สายไฟโดยทั่วไปมีอยู่ 2 แบบใหญ่ๆ คือ

2.20.1. สายตัน (Solid Conductor) เป็นสายเส้นเดียว อาจเป็นทองแดงหรืออลูมิเนียมก็ได้ มีเพียงเส้นเดียว แข็งตัดให้งอลำบาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 66

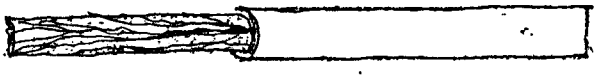
แสดงลักษณะของสายตัน



2.20.2. สายเกลียว (Stranded Conductor) ประกอบด้วยสายเส้นเดียวหลายๆ เส้นดีเป็นเกลียวเข้าด้วยกัน มีคุณสมบัติอ่อนตัวดัดง่าย

ภาพที่ 67

แสดงลักษณะของสายเกลียว



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเลือกใช้ขนาดของสายไฟฟ้า

ในการเลือกใช้ขนาดของสายไฟฟ้า มีสิ่งที่จะต้องคำนึงถึงอยู่ดังนี้

1. จำนวนกระแสที่สายสามารถจะทนได้
2. กำลังไฟฟ้าสูญเสียไปในสาย
3. ค่าแรงดันไฟฟ้าเปลี่ยนแปลง

ลักษณะของสายไฟที่ใช้ตามบ้านทั่วไป

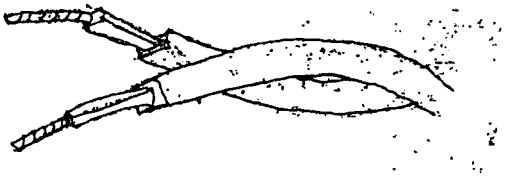
สายสำหรับดวงโคม เป็นสายแบบย่อยๆ หลายเส้น เพื่อต้องการให้ยืดหยุ่นอ่อนตัวได้ง่าย ใช้ฉนวนพวกเทอร์โมพลาสติกหุ้ม

ภาพที่ 68

แสดงสายไฟสำหรับดวงโคม แบบแบน

ภาพที่ 69

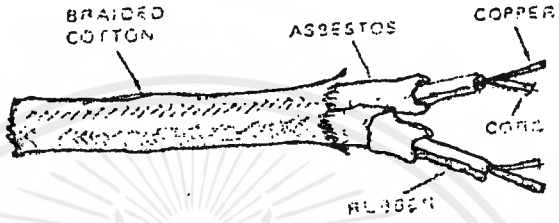
แสดงสายไฟสำหรับดวงโคม แบบเกลียว



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

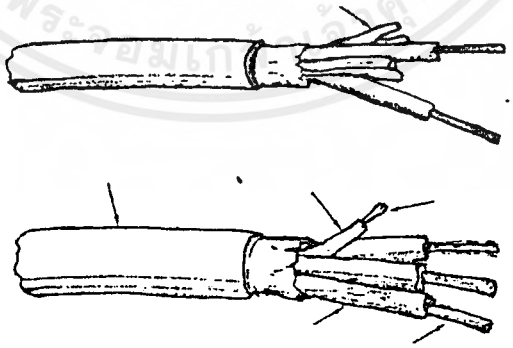
สายไฟสำหรับเครื่องใช้ไฟฟ้าประเภทความร้อน เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้ความร้อน เช่น เตารีด เครื่องปิ้งขนมปัง เตาเผา มักจะมีแอสเบสทอสหุ้มรอบๆ ภายนอกของสายจะมีด้ายถักหุ้มไว้อีกชั้นหนึ่ง

ภาพที่ 70
แสดงสายไฟสำหรับอุปกรณ์ประเภทให้ความร้อน



สายไฟสำหรับเครื่องใช้ไฟฟ้าประเภทให้กำลังงาน เป็นสายอ่อนที่นำมาต่อใช้พวกมอเตอร์ขนาดใหญ่ ซึ่งใช้งานหนักรับกระแสมาก ต้องเป็นสายโต เพื่อป้องกันมิให้เกิดความร้อน

ภาพที่ 71
แสดงสายไฟสำหรับเครื่องกลหนัก



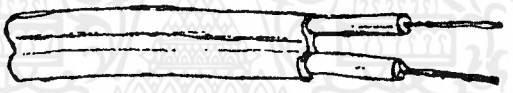
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 72
สายไฟแบบอื่น ๆ ที่ใช้ทั่วไป

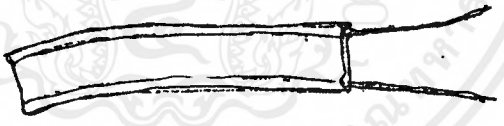
สายควบคุมอุณหภูมิ ชนิด 4 แถบ

สายควบคุมอุณหภูมิ ชนิด 3 แถบ

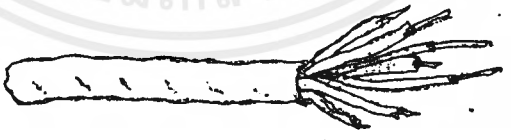
สายควบคุมอุณหภูมิ ชนิด 2 แถบ



สายสำหรับ T.V.



สายสำหรับ T.V.

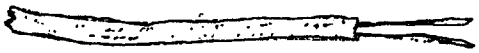


สายโทรศัพท์

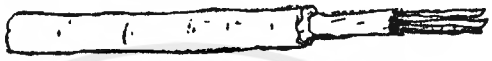
สายไมโครโฟน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 73
แสดงสายไฟใช้งานประเภทต่างๆ



สายลำโพงวิทยุ

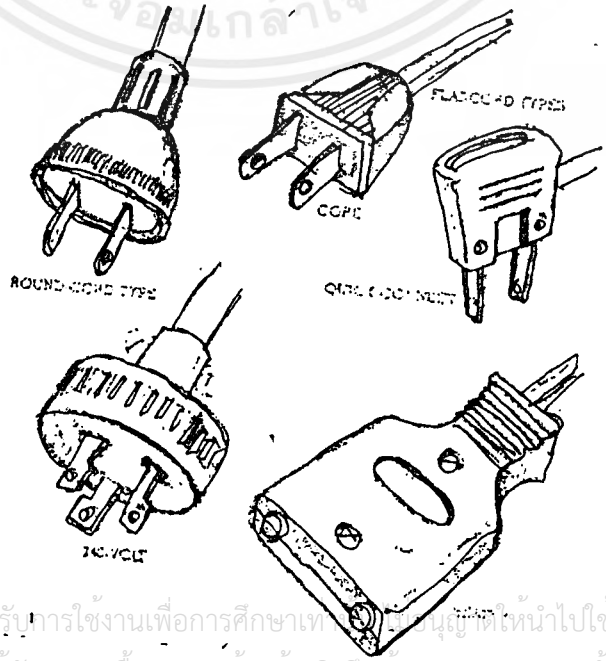


สายเตาอบ

สายสำหรับเครื่องดูดฝุ่น

หมายเหตุ การเลือกสายชนิดใด ประเภทใด ต้องพิจารณาให้เหมาะสมกับสภาพเครื่องใช้ไฟฟ้านั้นด้วย โดยมีสิ่งที่จะต้องคำนึงเกี่ยวกับสาย แรงดันไฟฟ้าเท่าใด กระแสไฟฟ้าเท่าใดอุณหภูมิเท่าใด สภาพบรรยากาศเป็นอย่างไร

ภาพที่ 74
แสดงปลั๊กใช้งานแบบต่างๆ

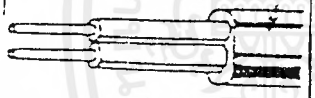
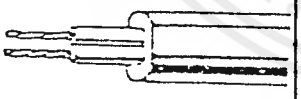
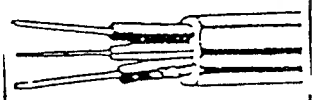


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิดและการใช้สายไฟฟ้า[1]

ตารางที่ 20

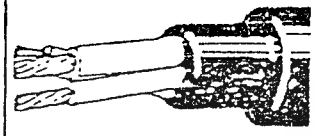
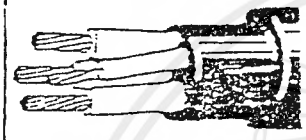
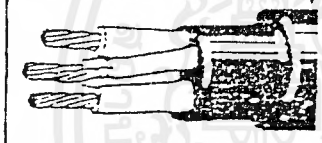
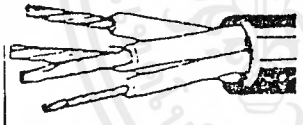
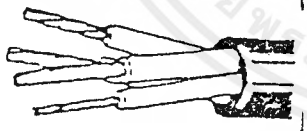
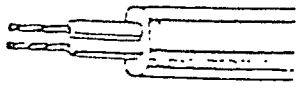
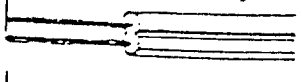
แสดงชนิดของสายไฟเกลียว และการใช้งาน

	Type Letter	Voltage Rating	Max. Conductor Temp.	Standard	ใช้กับงาน
		250v	60 ° C 75 ° C		ใช้กับงานทั่วไปในที่แห้งและที่เปียก
		750V	60 ° C 75 ° C		ใช้กับงานทั่วไปในที่แห้งและที่เปียก
		250V	60 ° C 75 ° C		ใช้เดินเกาะผนัง
		250V	60 ° C 75 ° C		ใช้เดินเกาะผนังและมีระบบกราวน์
		750V	60 ° C 75 ° C		ใช้เดินเกาะผนัง
		750V	60 ° C 75 ° C		ใช้เดินเกาะผนังและมีระบบกราวน์

[1]ศุลี บรรจงจิตร "การออกแบบระบบไฟฟ้า" คณะวิศวกรรมศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (หน้า 6-7).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาค ที่ 20 (ต่อ)

	Type Letter	Voltage Rating	Max. Conductor Temp.	Standard	ใช้กับงาน
		750v	60 ° C 75 ° C		ใช้กับงานฝังดินหรือไม่ร้อยห่อ
		750V	60 ° C 75 ° C		ใช้กับงานฝังดินหรืองานไม่ร้อยห่อในระบบ 3 เฟส 4สาย
		750V	60 ° C 75 ° C		ใช้กับงานฝังดินหรืองานไม่ร้อยห่อพร้อมระบบกราวน์
		750V	60 ° C 75 ° C		ใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เคลื่อนไหว
		750V	60 ° C 75 ° C		ใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เคลื่อนไหวพร้อมระบบกราวน์
		250V	60 ° C 75 ° C		ใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เคลื่อนไหว
		250V	60 ° C 75 ° C		ใช้กับเครื่องใช้เล็กๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 20 (ต่อ)

	Type Letter	Voltage Rating	Max. Conductor Temp.	Standard	ใช้กับงาน
		250V	60 ° C 75 ° C		ใช้กับเครื่องใช้เล็กๆ พร้อมทั้งระบบกราวน์
		250V	60 ° C 75 ° C		ใช้กับอุปกรณ์เครื่องใช้เล็ก ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.21 สวิทช์ควบคุม

การออกแบบที่ไม่ดีหรือการวางตำแหน่งของปุ่มควบคุมเครื่องจักรไม่ถูกต้องจะทำให้เกิดอุบัติเหตุได้ง่ายๆ แต่ไหนแต่ไรมาแม้กระทั่งในปัจจุบันนี้เมื่ออุบัติเหตุขึ้นซึ่งเป็นผลให้ผู้ปฏิบัติงานต้องนิ้วด้วน แขนขาด หรือกิ่งตายก็มักจะโทษว่าเกิดเนื่องจากความสะเพร่าไม่ระมัดระวังของผู้ปฏิบัติงาน ทั้งๆ ที่มีอยู่หลายกรณีเลยทีเดียวที่ต้นเหตุเกิดเนื่องมาจากความผิดพลาดของผู้ออกแบบวางตำแหน่งของปุ่มควบคุมไม่ดี ก่อให้เกิดอุบัติเหตุได้ง่ายๆ การออกแบบที่ดีจะต้องคำนึงว่าจะทำอย่างไรจึงจะลดโอกาสที่เกิดอุบัติเหตุให้น้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้ สิ่งสำคัญก็คือส่วนประกอบของปุ่มควบคุมต้องถูกและวางไว้ในตำแหน่งที่ปลอดภัยที่สุดปุ่มบังคับแบบต่างๆ

หลักการที่สำคัญที่สุดที่จะต้องระลึกไว้เสมอก็คือต้องจัดวางตำแหน่งของปุ่มควบคุมให้ห่างไกลจากการที่อาจจะแตะต้องได้โดยบังเอิญ เช่น ในกรณีปุ่มบังคับเครื่องอัดสายพานหมุนลูกกลิ้ง เครื่องเจาะรู และเครื่องจักรที่ทำงานในทำนองเดียวกัน ปุ่มเหล่านี้ต้องวางให้อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสมไม่ถูกชิ้นส่วนของงานกระทบถูกได้โดยง่ายในระหว่างทำงานถูกเกี่ยวโดยเสื้อผ้า หรือโดยการชนอย่างไม่ตั้งใจของผู้ปฏิบัติงาน

สวิทช์แบบโยกและสวิทช์แบบเลือกปรับชนิดมีหัว อาจเป็นเหตุให้เกิดอันตรายได้ง่าย สวิทช์เหล่านี้ไม่เหมาะสมที่จะใช้ในที่ที่ชิ้นส่วนที่เคลื่อนที่มีส่วนที่ยื่นออกมาซึ่งอาจจะเกี่ยวถูกได้ หรือ สวิทช์อยู่ในตำแหน่งที่ผู้ปฏิบัติงานหรือผู้ช่วยอาจเกี่ยวถูกได้โดยบังเอิญ ควรจะเลือกใส่ชนิดแบบเรียบไม่ส่วนยื่นออกมา ถ้าจะใช้แบบเลือกปรับก็ไม่ควรมีหัวชี้แต่ทำเป็นเครื่องหมายขีดเป็นร่องและทาสีจะดีกว่า จะได้ไม่ถูกเกี่ยวโดยง่าย ส่วนสวิทช์แบบโยกควรเปลี่ยนไปใช้แบบกดปุ่ม

สวิทช์แบบกดปุ่มจะต้องระมัดระวังไม่ให้ถูกกดโดยบังเอิญ เช่น ยืนพิงถูก หรือท้าวถูก ปัญหาเหล่านี้จะป้องกันได้โดยง่ายๆ โดยการทำขอบกัน ปุ่มจะถูกกดลงเมื่อเราเอานิ้วจิ้มลงตรงกลางเท่านั้น ถ้าบังเอิญไปพิงถูกขอบที่กันก็ไม่ทำให้ปุ่มบุ๋มลงไป ขอบกันนี้จะต้องกันให้เต็มที่ไม่ควรให้มีส่วนที่โผล่ขึ้นมาได้เลย จะให้ดีควรปุ่มเล็กน้อย

ขนาดและแรงสปริงของปุ่มควบคุมก็เป็นส่วนประกอบอีกอย่างหนึ่งที่ต้องพิจารณาด้วย ปุ่มที่ใหญ่เกินไปหรือเล็กเกินไปหรือแข็งไป ทำให้ต้องออกแรงในการกดมาก สิ่งเหล่านี้ล้วนแต่เป็นอุปสรรคที่จะทำให้ลดความคล่องตัวของผู้ปฏิบัติงาน เป็นการเปิดโอกาสให้เกิดอุบัติเหตุได้โดยง่าย ปุ่มควบคุมขนาดเล็กที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางราว 1 1/4 นิ้ว สามารถจะกดได้ด้วยนิ้วเพียงนิ้วเดียว แตะเพียงเบาๆ เท่านั้น ปุ่มขนาดนี้สะดวกต่อการปฏิบัติงานมาก ในทางปฏิบัติแล้วผู้ที่อยู่ในวงการแนะนำให้ใช้ปุ่มควบคุมแบบที่ใหญ่ขึ้นไปเล็กน้อย เช่น แบบที่ต้องกดด้วยนิ้ว 2 นิ้ว หรือ 3 นิ้ว ซึ่งมีเส้นผ่าศูนย์กลางของปุ่มขนาดราวๆ 2 1/2 นิ้ว แบบนี้จะต้องแข็งสักหน่อย เพื่อว่าผู้ปฏิบัติจะต้องใช้ 2 - 3 นิ้ว ในตอนกดแทนที่จะใช้นิ้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เดียว เป็นการป้องกันการกดโดยเผลอไผลไม่ได้ตั้งใจได้ ปุ่มควบคุมที่ต้องใช้สองนิ้วกดควรคำนึงถึงปัญหาเรื่องการเลือกขนาดของปุ่ม ความแข็งแรง ตลอดจนการฝึกผู้ปฏิบัติงานด้วย เพราะนิ้วอาจจะเมื่อยได้ง่ายในทางปฏิบัติแล้วควรใช้นิ้วชี้และนิ้วกลางในการกด

สวิทช์เลือกแบบปรับหรือหมุน เช่น ที่ใช้ปรับความเร็วของเครื่องจักร ถ้ามีเส้นผ่าศูนย์กลางเกินกว่า 4 นิ้ว ก็จะสร้างความลำบากในการหมุนปรับ ทางที่ดีแล้วต้องใช้ขนาดที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 2 นิ้ว เป็นขนาดที่เหมาะมือที่สุด

ปุ่มกดให้เครื่องหยุดฉุกเฉินโดยปกติแล้วมักจะต้องมีขนาดใหญ่กว่าปุ่มชนิดอื่นๆ และต้องไม่แข็ง กดได้ทันทีทันควัน นอกจากนี้แล้วยังควรจะทาสีให้เห็นเด่นชัดและมีตัวอักษรกำกับให้เห็นได้ชัดอีกด้วย ไม่ควรจะมีขอบรอบ เพื่อจะกดลงได้รวดเร็วโดยไม่ติดขัดอะไร ถึงแม้จะกดด้วยผ่ามือก็ตาม

สวิทช์จะเป็นตัวกำหนดการปิด, เปิดวงจร สวิทช์อาจประกอบด้วยขั้ว ๆ เดียวหรือหลายขั้วก็ได้ เช่น อาจจะมีขั้วเพียงขั้วเดียว สองขั้ว หรือมากกว่านั้น โดยทั่วไปสวิทช์มักจะใช้เป็นตัวเปิด, ปิด ให้วงจรทำงานหรือไม่ให้วงจรทำงาน การสัมผัสของตัวนำไฟไฟ้าให้ครบวงจรการทำงานของสวิทช์ควบคุม โดยระบบแมคคานิค

ลักษณะของสวิทช์ มีมากมายหลายชนิด แล้วแต่หน้าที่การทำงาน หรือลักษณะการเปิดปิดวงจร แบ่งออกเป็น

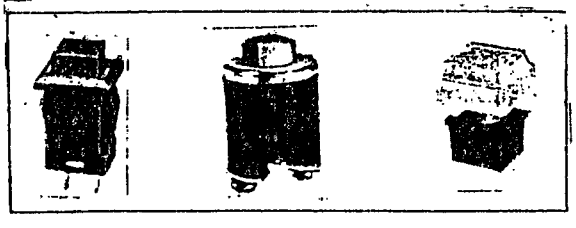
2.21.1 แบบกด (Push Button Switch) ทำงานโดยการใช้มือกด แบ่งเป็น

สวิทช์กดติดปล่อยดับ (Momentary Switch) เมื่อกดจะทำให้วงจรเปิด เมื่อปล่อยจะทำให้วงจรเปิด เช่น สวิทช์กดออด เป็นต้น สวิทช์แบบนี้เหมาะแก่งานจำพวกปิดวงจรชั่วขณะ

สวิทช์กดติดกดดับ (Lock Switch) เมื่อกดจะทำให้วงจรปิด การให้วงจรเปิดก็กดอีกครั้ง วงจรก็จะเปิด บางสวิทช์มีไฟอยู่ในตัว เมื่อกดปิดให้รู้ว่า เครื่องกำลังทำงานและกดอีกครั้งวงจรจะเปิดไฟจะดับเป็นที่นิยมใช้กันทั่วไป

ภาพที่ 75

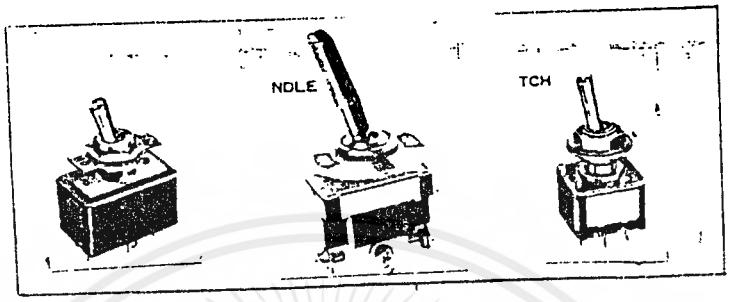
แสดงสวิทช์แบบกดติดกดดับ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สวิทช์โยก (Toggle Switch) ลักษณะการใช้งานเป็นการโยกก้านสวิทช์ให้ทำงาน จำนวนของขาสวิทช์แล้วแต่การใช้งาน โดยมากจะมีตั้งแต่ 2 ขาขึ้นไป

ภาพที่ 76
แสดงสวิทช์แบบโยก

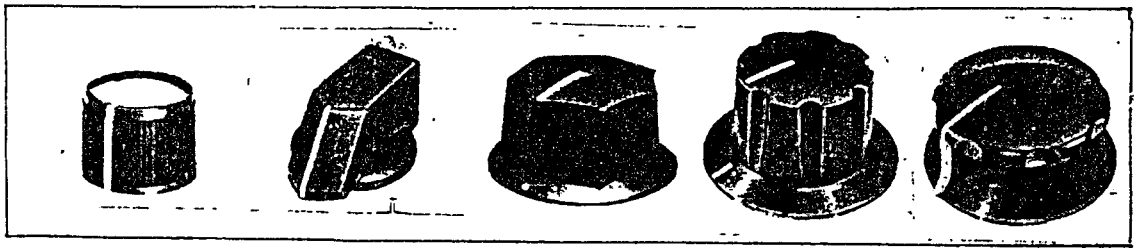


สวิทช์เลื่อน (Slide Switch) คล้ายกับสวิทช์โยกแต่ใช้งานโดยการเปลี่ยนปุ่มสวิทช์ซึ่งอาจจะมีจังหวะการเลื่อน หลายๆ ช่วง

ภาพที่ 77
แสดงสวิทช์แบบเลื่อน

สวิทช์หมุน (Rotary or Selector Switch) ส่วนมากจะเป็นการใช้ในหน้าที่เลือกทางเดินไฟฟ้าหลายตำแหน่ง เช่นการเลือกแบนด์ในวิทยุ เป็นต้น

ภาพที่ 78
แสดงสวิทช์แบบหมุน



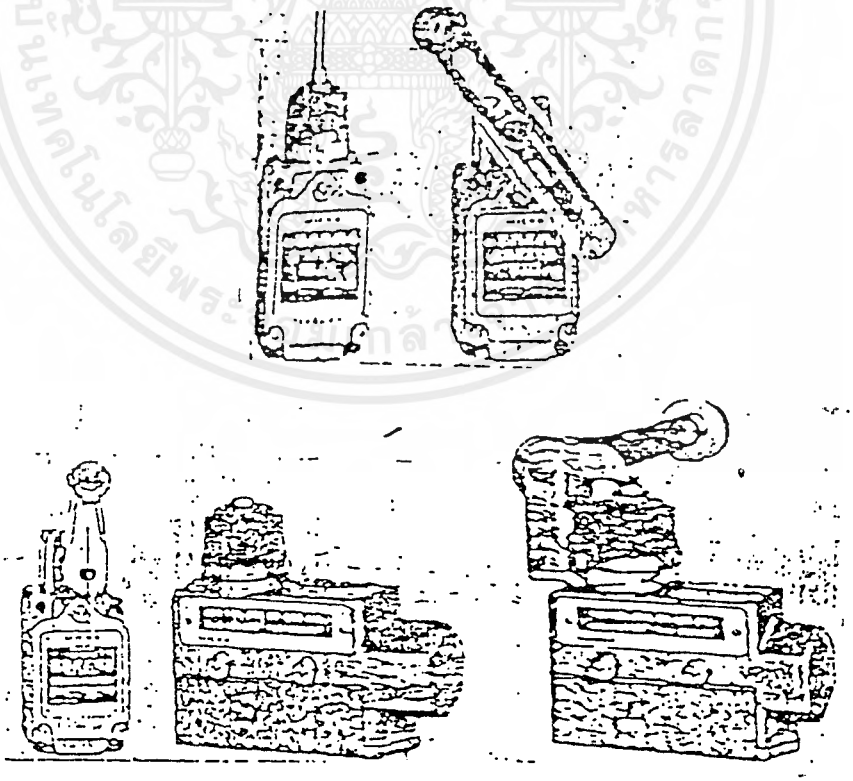
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สวิทช์จิ๋ว (Micro Switch) เป็นสวิทช์ที่มีความเชื่อถือไว้สูง สามารถทนแรงเคลื่อนและกระแสได้หลายๆ แอมแปร์ ส่วนสัมผัสที่เป็นตัวนำเคลือบด้วยทอง ทำให้เป็นทางเดินไฟฟ้าที่ดี ลักษณะสวิทช์จะทำงานโดยการกดเบาๆ ที่คานหรือปุ่มเล็กๆ โดยปกติแล้วจะต้องมีกลไกเข้ามาประกอบ เพื่อทำหน้าที่กดสวิทช์ เพราะปุ่มกดเล็กเกินไปกว่าที่จะใช้นิ้วกดได้โดยสะดวก ไมโครสวิทช์นี้ มีหลายชนิด จำนวนขาที่ใช้งานจะมี 2 หรือ 3 ขาขึ้นไป สวิทช์ชนิดนี้ได้รับการออกแบบมาให้ใช้กับงานเฉพาะอย่างต่างๆ รูปร่างของไมโครสวิทช์แตกต่างกันไปตามสถานะการที่ใช้ การติดตั้งจะต้องระมัดระวัง เพราะส่วนของแรงกดอาจทำให้สวิทช์แตกได้

2.21.2 **สวิทช์แม่เหล็ก** (Reed Switch) หน้าสัมผัสของสวิทช์จะบรรจุอยู่ภายในหลอดแก้วเล็กๆ ที่ข้างในเป็นสูญญากาศ โดยจะวางอยู่ใกล้ชิดกันมาก การที่หน้าสัมผัสอยู่ในหลอดแก้วที่ปิดสนิท จึงช่วยลดการสปาร์คของหน้าสัมผัสลงไปอีกมาก

สวิทช์แม่เหล็กอีกชนิดคือ Magnetic Switch สวิทช์นี้เป็นสวิทช์ที่ติดตั้งง่ายมีความแน่นอนสูง แต่จะต้องใช้เป็นคู่

ภาพที่ 79
แสดงสวิทช์แม่เหล็ก แบบต่าง ๆ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การติดตั้งจะติดส่วนที่จะซ่อมแม่เหล็กไว้ในส่วนที่เคลื่อนไหวได้ ส่วนตัวสวิทช์จะติดอยู่กับส่วนคงที่และต่อสายเป็นวงจรออกมา หากใช้ในระบบกันชโมยอาจต้องซ่อนสวิทช์เหล่านี้ไว้ขณะเมื่อทั้งสองส่วนนี้ประกอบอยู่ใกล้กัน สวิทช์จะถูกอำนาจแม่เหล็กกระทำอยู่ แต่ถ้าเมื่อไรชิ้นส่วนแม่เหล็กเคลื่อนออก สวิทช์ก็จะเปลี่ยนตำแหน่งสั่งงานไปที่แผงควบคุมทันที

ตำแหน่งที่จะติดตั้งปุ่มควบคุม

ปุ่มสำหรับเดินเครื่องและปุ่มสำหรับหยุดเครื่องควรวางอยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสมกับผู้ปฏิบัติงานไม่ว่าใหม่หรือเก่าต้องไม่หลงลืม สามารถกดปุ่มได้ถูกต้อง แม้ว่าจะอยู่ในสภาพที่รีบร้อนก็ตาม ถ้าปุ่มทั้งสองอยู่ในแผงเดียวกันก็ต้องพยายามแยกให้อยู่ห่างกัน โดยมีปุ่มอื่นๆ แทรกอยู่ตรงกลาง ในกรณีที่แผงควบคุมเป็นแผงอยู่ ควรจะจัดตำแหน่งของปุ่มบังคับของแผงทั้งคู่ให้ดูเหมือนกับเพื่อที่จะจำได้ง่าย ส่วนในกรณีที่มีเครื่องเดินหลายเครื่อง ต้องวางแผงให้อยู่ในตำแหน่งที่เห็นเครื่องได้หมด อาจจะมองจากกระจกก็ได้ถ้าต้องการ ที่ต้องทำเช่นนี้ก็เพื่อป้องกันอันตรายซึ่งอาจเกิดขึ้นได้เมื่อมีคนกำลังทำความสะอาด ปรับ หรือ ซ่อมบำรุงรักษาเครื่องอยู่ ถ้ามองเห็นได้ทั่วก็ไม่มีอันตราย ถ้ามองไม่เห็นเมื่อกดปุ่มไปแล้วก็อาจเกิดอันตรายต่อคนเหล่านี้ได้โดยรู้เท่าไม่ถึงการณ์ เพราะไม่รู้ว่ามีคนอยู่ที่นั่น ปุ่มกดให้เครื่องหยุดฉุกเฉินเป็นปุ่มที่มีความสำคัญมาก ต้องจัดวางในตำแหน่งเหมาะสม ถ้าไม่วางไว้ตรงกลางก็ต้องวางไว้ด้านข้างทั้งสองเพื่อว่าถ้าผู้ปฏิบัติงานโดยเครื่องหนีบที่มือขวาเข้า เขาก็ยังคงสามารถใช้มือซ้ายกดปุ่มฉุกเฉินหยุดเครื่องทันท่วงที ตำแหน่งที่จะติดตั้งปุ่มก็ต้องวางอยู่ในตำแหน่งที่อยู่ใกล้กับที่เกิดอุบัติเหตุได้ง่ายความสูงของปุ่มนี้จากพื้นควรจะให้ได้ 30 นิ้ว เพื่อจะได้ให้ผู้ปฏิบัติงานกดได้อย่างสะดวกไม่ว่าจะอยู่ในอริยาบทอย่างไร เช่น ยืนหรือก้มตัวอยู่ หรือกำลังก้ม ถ้าบริเวณที่จะเกิดอันตรายได้ง่ายมีบริเวณกว้างจะต้องมาใช้ปุ่มหยุดฉุกเฉินหลายปุ่มต่อเนื่องกันไป ผู้ปฏิบัติงานจะได้กดหยุดได้จากจุดใดจุดหนึ่งก็ได้ จะได้รวดเร็วขึ้น

หลักการออกแบบแผงควบคุมเครื่องจักรที่ปลอดภัย

ต้องพิจารณาถึงความสัมพันธ์ระหว่างผู้ปฏิบัติงานกับเครื่องจักรด้วย

ในการออกแบบช่องว่างระหว่างปุ่มควบคุมและตำแหน่งที่จะติดตั้งต้องคำนึงถึงส่วนสูงของผู้ปฏิบัติงานโดยเฉลี่ยด้วย จะได้ปฏิบัติงานได้สะดวกคล่องแคล่วไม่ควรยึดถือระยะตามตัวตามของฝรั่ง เพราะของเขาสูงกว่าคนไทย

จัดวางปุ่มต่างๆ ให้รวบรวมกันอยู่ในที่ที่ผู้ปฏิบัติงานสามารถควบคุมได้ถนัดมือที่สุด ควรจำไว้ด้วยว่าผู้ปฏิบัติงานมีมือและเท้าอย่างละคู่ ซึ่งสามารถใช้ประโยชน์ได้เต็มที่ในการบังคับปุ่มป้องกันภัยในยามฉุกเฉินได้เสมอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไม่ควรใช้สวิทช์แบบโยกและแบบเลือกปรับที่มีเข็มชี้ในงานเกี่ยวกับเครื่องจักรที่เคลื่อนที่

ปุ่มหยุดฉุกเฉินควรใช้สีแตกต่างจากปุ่มอื่นๆ และควรใช้สีให้เป็นมาตรฐานเกี่ยวกันกับเครื่องทุกเครื่องในโรงงานจะได้ไม่ปวดหัว

2.22 ข้อมูลเกี่ยวกับวัสดุและการนำมาผลิต

2.22.1 โลหะแผ่น (SHEET METAL)[1]

โลหะแผ่น (SHEET METAL) ใช้ในงานช่างทั่วไป หมายถึง โลหะแผ่นทุกชนิดที่มีความหนาไม่เกิน 3/16 นิ้ว

โลหะที่ใช้ในงานอุตสาหกรรมมีอยู่หลายชนิด แต่ละชนิดมีลักษณะพิเศษเฉพาะตัวแตกต่างกันออกไป ดังนั้นการทำงานแต่ละประเภท จำเป็นจะต้องศึกษา และเลือกใช้วัสดุหรือโลหะให้เหมาะสมกับคุณภาพของงาน และคุณสมบัติของงานด้วย จึงจะทำให้ผลของงานที่ได้เป็นที่น่าพอใจและมีคุณค่ายิ่งขึ้น

โลหะแผ่นที่นำมาใช้งานส่วนมาก ได้แก่ เหล็ก ซึ่งรีดออกมาเป็นแผ่นๆ มีขนาดความหนาหลายขนาดต่างกัน และยังมีการเคลือบผิวด้วยโลหะต่างๆ อาทิเช่น เคลือบผิวด้วยตะกั่ว สังกะสี หรือ ดีบุก เป็นต้น นอกจากนี้แล้ว ยังมีการเอาโลหะผสมมาใช้อีกหลายชนิด เช่น ทองแดง อลูมิเนียม เป็นต้น

โลหะแผ่นโดยทั่วไปแบ่งเป็น 2 ประเภท ดังนี้คือ

โลหะแผ่นเปลือย (BARE METAL OR UNCOATED METAL)

โลหะแผ่นเคลือบผิว (COATED METAL)

โลหะแผ่นเปลือย ส่วนมากจะเป็นโลหะแผ่นประเภทไม่ใช่เหล็ก (MON-FERRCUS METAL) เช่น แผ่นอลูมิเนียม แผ่นทองแดง แผ่นท่องเหลือง เป็นต้น

โลหะแผ่นเคลือบ จะทำเป็นโลหะแผ่นประเภทเหล็ก (FERRCOUS METAL) เสียก่อนแล้วจึงนำไปเคลือบผิวด้วยโลหะตามที่ต้องการ เช่น เหล็กอาบสังกะสีหรือดีบุก เป็นต้น

วัตถุประสงค์ของการเคลือบผิว เพื่อป้องกันมิให้เกิดการกัดกร่อน ซึ่งจะทำให้โลหะนั้น อายุการใช้งานได้นานขึ้น

ดังนั้นการใช้งานโลหะแผ่นเคลือบกับโลหะแผ่นเปลือยจึงต่างกันมาก การนำโลหะแผ่นเปลือยไปใช้งานอื่นๆ เช่น นำไปเชื่อม ขัดผิว ตะไบ หรือกระบวนการอื่นๆ ที่ต้องเสียผิวหน้าของงานก็จะไม่ทำให้เกิดผลเสียหายในการกัดกร่อนแต่อย่างใด แต่สำหรับโลหะเคลือบแล้วผิวหน้าของงานไม่ควรได้รับอันตรายใดๆ เลย เพราะถ้าผิวหน้าของโลหะเสียหาย โลหะที่ผสมเคลือบผิวอยู่หลุดออกไป จะเป็นเหตุให้โลหะนั้นสูญเสียคุณสมบัติในด้านการคงทนต่อการกัดกร่อนได้ง่ายขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โลหะแผ่นเปลือย

อลูมิเนียม (ALUMINIUM)

อลูมิเนียมเป็นโลหะแผ่นเปลือยประเภท NON-FERROUS METAL โดยปกติจะเป็นแผ่น อลูมิเนียมมีความบริสุทธิ์ไม่ถึง 100 เปอร์เซ็นต์ แต่จะเป็นอลูมิเนียมผสมโลหะหรือธาตุอื่นอีกเล็กน้อย เพื่อให้อลูมิเนียมคุณสมบัติบางประการดีขึ้น อลูมิเนียมบริสุทธิ์จะอ่อนมาก ในลักษณะที่เป็นแผ่นจะไม่ค่อยพบใช้งานบ่อยนัก

อลูมิเนียมแผ่นจะมีส่วนผสมของทองแดง ซิลิกอน เหล็ก และแมงการนีส ส่วนอลูมิเนียมชนิดอื่นๆ ที่ไม่ได้อยู่ในลักษณะที่เป็นแผ่น จะผสมนิกเกิล แมกนิเซียม และโครเมียม อย่างไรก็ตามอลูมิเนียมผสมทุกชนิดจะต้องมีอลูมิเนียมผสมอยู่ไม่น้อยกว่า 50% เสมอ

อลูมิเนียมผสมมีอยู่หลายชนิด ชนิดต่างๆ เหล่านี้มีคุณสมบัติแตกต่างกันและมีค่าความแข็งที่แตกต่างกันออกไปอีกประมาณ 40 เกรด ดังนั้นควรเลือกใช้ให้เหมาะสมกับงานแต่ละชนิด

อลูมิเนียมผสมจะถูกกำหนดคุณภาพคุณสมบัติตาม NUMBER ต่างๆ กัน สำหรับในงานโลหะแผ่นจะใช้ NUMBER 3003 แต่ในทางการค้าจะนิยมเรียกเป็นตัวอักษร เช่น O, H เป็นต้น

"O" หมายถึง อลูมิเนียมอ่อน ใช้งานได้ดีเหมือนกันกับแผ่นสังกะสี

"H" หมายถึง อลูมิเนียมแข็ง บางชนิดโค้งตัวได้แต่บางชนิดไม่สามารถที่จะโค้งได้

"T" หมายถึง อลูมิเนียมที่ต้องใช้งานที่เกี่ยวกับความร้อนอยู่เสมอ

ตัวเลขตามหลังอักษร H หรือ T จะบอกความแข็ง เช่น NUMBER 3003 ที่ใช้งานโลหะแผ่นทั่วไปจะเขียนเป็น H 14 เป็นต้น ซึ่งอลูมิเนียม NUMBER ดังกล่าวนี้มีความแข็งไม่มากนักสามารถดัดโค้งหรือขึ้นรูปได้ดี

อลูมิเนียมจะสังเกตได้ง่าย เพราะมีสีขาว น้ำหนักเบา บางชนิดจะมีสีใกล้เคียงกับสแตนเลส (STAINLESS STEEL) สามารถจะนำไปเชื่อมได้และจะต้องใช้น้ำประสาน (FLUX) ชนิดพิเศษ สำหรับการบัดกรีก็สามารถจะทำได้เช่นเดียวกัน แต่ทั้งนี้จะต้องใช้น้ำประสานตะกั่วบัดกรี และความร้อนของหัวแร้งให้ถูกต้อง มิฉะนั้นจะทำให้การบัดกรีไม่ได้ผล

อลูมิเนียมเป็นโลหะที่มีผิวมัน และทนต่อการกัดกร่อนได้ดีในบรรยากาศปกติ ดังนั้นจึงเหมาะสำหรับใช้ทำเฟอร์นิเจอร์ และอุปกรณ์ต่างๆ ที่ต้องการความสวยงาม

สแตนเลส (STAINLESS STEEL)

สแตนเลส เป็นโลหะเปลือยประเภท FERRCUS METAL ซึ่งมีส่วนประกอบด้วยเหล็ก โครเมียม นิคเกิล และธาตุอื่นๆ อีกเล็กน้อย สแตนเลสมีหลายชนิดสามารถที่จะเลือกใช้ให้เหมาะสมกับความต้องการได้ โดยปกติผิวของสแตนเลสจะมีสีคล้ายเงินและมีลักษณะเป็นมัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สแตนเลสนิยมใช้ทำเครื่องมือวิทยาศาสตร์ ภาชนะใส่อาหาร หรืองานเกี่ยวกับสถาปัตยกรรมอย่างละเอียด ที่ต้องการความสวยงามให้ได้ดีทั้งภายนอกและภายในตัวอาคาร โดยไม่ต้องการทาสีหรือการเคลือบผิวหน้า เพื่อต้องการกัดกร่อนด้วยวัสดุอื่นใดทั้งสิ้น

คุณสมบัติทางกายภาพของสแตนเลสก็เหมือนโลหะผสมชนิดอื่นๆ ขึ้นอยู่กับส่วนผสมของธาตุต่างๆ ที่ผสมลงไปขณะที่ยังหลอมละลายอยู่ ซึ่งต้องระมัดระวังควบคุมอุณหภูมิและบรรยากาศของแก๊สต่างๆ ด้วย ธาตุต่างๆ ที่ผสมเข้าเป็นสแตนเลสได้แก่

นิคเกิล (NIKLE) จะเพิ่มความแข็งแรง ความเหนียว ป้องกันการกัดกร่อนได้ดี และเพิ่มความยืดหยุ่นตัวในขณะดัดโค้งไม่ให้ฉีกขาดหรือแตกร้าวได้ง่าย

แมงกานิส (MANGANESE) ช่วยเพิ่มความแข็งแรง ความเหนียวและทนต่อแรงดึงได้สูง

โครเมียม (CHROMIUM) จะเพิ่มความต้านทานการกัดกร่อน ความแข็งแรงและสามารถทนต่อแรงดึงได้สูง

วานาเดียม (VANADIUM) จะเพิ่มความเหนียวให้กับสแตนเลส

โมลิบดินั่ม และ โคลัมเบียม (MOLYBDENUM AND COLUNBIUM) จะต้านทานการกัดกร่อน

ตาตาเนียม และ แมกนีเซียม (TITANIUM AND MAGNESIUM) จะทำให้สแตนเลสมีน้ำหนักเบา

สแตนเลสแบ่งเป็นประเภทใหญ่ได้ 3 ประเภท ตามชนิดของโครงสร้างซึ่งได้แก่

AUSTENITIC STAINLESS STEEL จะประกอบไปด้วยส่วนผสมของธาตุโครเมียม 8% และธาตุอื่นผสมอยู่ประมาณ 2 - 4%

ประเภทนี้จัดอยู่ในหมู่ 300 และมีชื่อเรียกว่า CHROME-NICKEL ซึ่งมีความแข็งแรงสูงมาก แต่มีความเหนียวต่ำ และไม่มีคุณสมบัติความเป็นแม่เหล็กเลย

MARTENSITIC STATNLESS STEEL จะประกอบไปด้วยส่วนผสมของธาตุโครเมียมอยู่ระหว่าง 11.5 - 17% และมีส่วนผสมของธาตุคาร์บอน C อีกไม่เกิน 1.2% ประเภทนี้จะมีความแข็งแรงอยู่มาก แต่ก็มีความเปราะมาก

FERRITIC STAINLESS STEEL ซึ่งประกอบไปด้วยส่วนผสมของธาตุโครเมียมอยู่ระหว่าง 17 - 27% และมีส่วนผสมของธาตุคาร์บอนอีกไม่เกิน 0.2% สแตนเลสประเภทนี้มีคุณสมบัติอ่อนและเหนียวมาก

สแตนเลสเป็นโลหะมีราคาแพง แต่อายุการใช้งานยาวนานมาก ทนต่อการกัดกร่อนได้ดี และสียค่าบำรุงรักษาถูกอีกด้วย เมื่อเทียบกับโลหะชนิดอื่นๆ ดังนั้นในการทำงานควรเลือกสแตนเลสให้เหมาะสมกับการทำงานด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหล็กดำ (BLACK IRON)

เหล็กดำในรูปของแผ่นโลหะเปลือยไม่ค่อยนิยมใช้งานมากนัก เพราะเกิดสนิมได้ง่ายเกิดการกร่อนได้รวดเร็ว และบังกรียาก เหล็กชนิดนี้จึงจึงใช้งานที่ต้องการพ่นสีเท่านั้น

โลหะแผ่นเคลือบ

เหล็กอาบสังกะสี (GALVANIZED STEEL)

ในสภาพบรรยากาศปกติสังกะสีเป็นโลหะที่ทนต่อนการกัดกร่อนได้ดีมาก ดังนั้นจึงนิยมนำไปเคลือบแผ่นเหล็ก เพื่อช่วยให้แผ่นเหล็กมีอายุการใช้ที่ยาวนาน ถ้าสังกะสีที่ใช้เคลือบผิวเหล็กลอกหรือหลุดไป ก็จะทำให้เกิดสนิมขึ้นกับแผ่นเหล็กได้

การผลิตเหล็กอาบสังกะสี สามารถกระทำได้สองวิธีดังนี้คือ

โดยวิธีจุ่ม (HOT DIPPED) นำเอาแผ่นเหล็กอ่อนที่ได้จากการรีดเย็น ไปล้างไขมันถังกรด แล้วนำไปล้างน้ำสะอาด จากนั้นจึงนำไปจุ่มในถังสังกะสีที่กำลังหลอมละลาย สังกะสีก็จะเกาะติดผิวหน้าของแผ่นเหล็ก แล้วจึงนำไปรีดให้เรียบอีกครั้งหนึ่ง

โดยวิธีเคลือบผิวด้วยไฟฟ้า อาศัยหลักการเดียวกับการชุบโครเมียมด้วยไฟฟ้า สังกะสีชนิดนี้มีชื่อเรียกทางการค้าโดยเฉพาะว่า ZINOCHIP หรือ PAINTGRIP

เหล็กอาบสังกะสีที่ได้จากการเคลือบผิวด้วยไฟฟ้า ผิวที่เคลือบจะติดแน่นเรียบสม่ำเสมอ มันลักษณะเป็นสีออกเทา เหมาะอย่างยิ่งสำหรับงานที่ต้องการพ่นสี

เหล็กอาบสังกะสีสามารถสังเกตได้ง่าย จากลวดลายดอกที่ปรากฏบนผิวจะมีประกายแวววาวเห็นได้ชัดเจน ลวดลายนี้เกิดจากการเย็นตัวของสังกะสีบนผิวเหล็ก

ความคงทนต่อการกัดกร่อนของเหล็กอาบสังกะสี จะขึ้นอยู่กับคุณภาพของสังกะสีที่เกาะเคลือบผิวอยู่ ถ้ามีคุณภาพดีจะสามารถดัดโค้งงอและพับให้เกิดความแข็งแรงได้โดยที่สังกะสีไม่กะเทาะหรือร่อนออกจากผิวเปลือกเหล็กได้ง่าย และไม่เกิดการฉีกขาดเมื่อพับหลายๆ ครั้ง

เหล็กแผ่นอาบสังกะสีสามารถบัดกรีได้ง่าย แต่ถ้านำไปเชื่อมจะเกิดปัญหายุ่งยากมาก เนื่องจากสังกะสีเมื่อถูกเผาจะเกิดก๊าซและควันพิษขึ้น ผลของการเผาไหม้จะทำให้การเชื่อมติดได้ยาก นอกจากนี้การเชื่อมยังเป็นการทำลายสังกะสีที่เคลือบผิวเหล็กอีกด้วย

การนำแผ่นเหล็กอาบสังกะสีไปทำการเคลือบผิวด้วยการพ่นสีอีกสามารถทำได้แต่ถ้าจะให้เกิดผลดีควรล้างด้วยน้ำกรดอ่อนๆ ก่อนที่จะพ่นสีพื้น การล้างด้วยน้ำกรดจะช่วยให้สีพื้นเกาะติดผิวงานได้ดีขึ้น

การใช้งานในบรรยากาศปกติ จะมีอายุการใช้งานอย่างน้อย 5 - 10 ปีโดยไม่ทาสีหรือป้องกันการกัดกร่อนแต่อย่างไร แต่ถ้านำไปใช้งานในบรรยากาศที่มีการกัดกร่อน เช่น ไอน้ำ กรด หรือที่มีความชื้นมากๆ ควรจะต้องทาสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหล็กอาบดีบุก

เป็นโลหะแผ่นเคลือบที่เกิดจากการนำเอาแผ่นเหล็กกรีดเย็นมาเคลือบผิวด้วยดีบุก ผิวหน้าของดีบุกจะชุ่นมัว ไม่สะท้อนแสงหรือเป็นเงามันเหมือนกับโลหะชนิดอื่น มีความคงทนต่อไอน้ำ หรือความชื้นได้ดี

ขนาดความหนาของดีบุกจะกำหนดเป็นตัวเลขและตัวอักษร เช่น 1 (อ่าน One C) 1 x (อ่าน One Cross) หรือจะกำหนดเป็นขนาดน้ำหนักต่อกล่อง (BASE BOX) ก็ได้ เช่น 1 BASE BOX จะหมายถึงดีบุกขนาด 14 - 20 นิ้ว จำนวน 112 แผ่น DOUBLE BOX ก็จะบรรจุแผ่นดีบุกจำนวน 112 แผ่นเช่นเดียวกัน แต่มีขนาดเป็น 28 - 30 นิ้ว น้ำหนักของ BASE BOX นี้เรียกว่า BASE WEIGHT ซึ่งจะมีน้ำหนักต่างๆ ขึ้นอยู่กับความหนาของแผ่นดีบุก

นอกจากการบอกขนาดดังกล่าวแล้ว ยังมีชื่อเรียกในทางการค้าอีก 2 ชื่อคือ COKE PLATE และ CHARCOAL PLATE ชื่อทั้งสองชนิดนี้ขึ้นอยู่กับขนาดความหนาของดีบุกที่เคลือบผิวอยู่ได้แก่

ชนิดที่เคลือบบางจนถึง 1 ปอนด์ คือ BOX เรียกว่า COKE TIN PLATE

ชนิดที่เคลือบหนากว่า 1 ปอนด์ขึ้นไปจนถึง 1 ปอนด์ ต่อ BASE BOX เรียกว่า CHARCOAL TIN PLATE

ชนิดที่เคลือบผิวหนากว่า 7 ปอนด์ขึ้นไปจนถึง 14 ปอนด์ต่อ BASE BOX เรียกว่า DAIRY PLATE นอกจากนี้ยังมีตะกั่วอีกชื่อหนึ่งที่ควรรู้คือ TERNEPLATE เป็นแผ่นเหล็กดำเคลือบด้วยตะกั่วและดีบุกอยู่ระหว่าง 8 - 40 ปอนด์

แต่ก่อนนี้แผ่นดีบุกใช้สำหรับมุงหลังคา ภาชนะบรรจุอาหาร และเครื่องมือเครื่องใช้ประจำบ้าน ครั้นพอสแตนเลสได้รับการปรับปรุงให้นำมาใช้อย่างกว้างขวางแล้ว จึงทำให้แผ่นดีบุกที่มีใช้งานลดน้อยลง แต่ในปัจจุบันก็ยังคงใช้ทำกระป๋องบรรจุอาหาร กระป๋องเครื่องดื่ม เป็นต้น

---

[1]หนังสือ " พื้นฐานโลหะแผ่น " โดย คณะเบญจมิตร หน้า 1 2 4 9 นายชาญวุฒิ ตั้งจิตวิทยา วศ.บ. เกียรตินิยม (โลหะการ) อจ. คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาฯ นายสาโรช ฐิติเกียรติพงศ์ วศ.บ. (โลหะการ) หัวหน้าแผนกวิศวกรรม และ บริษัทนวโลหะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.22.2 เหล็กหล่อ (CAST IRON)

เหล็กหล่อคล้ายกับเหล็กกล้า (steels) ก็ตรงที่เหล็กหล่อเป็นเหล็กที่มีธาตุคาร์บอนผสมอยู่เช่นเดียวกันและสามารถศึกษาโครงสร้างจากแผนภาพสมดุลยภาค (phase equilibrium) ระหว่างเหล็กกับคาร์บอนได้เหมือนกัน เพียงแต่ว่าปริมาณของคาร์บอนในเหล็กหล่อจะมีมากกว่าในเหล็กกล้าคือ ตั้งแต่ 2% คาร์บอนขึ้นไปจนถึง 6.67% ส่วนเหล็กกล้าจะมีธาตุคาร์บอนผมตั้งแต่ 0.008% ไปจนถึงไม่เกิน 2 เปอร์เซนต์ในอุตสาหกรรมผลิตเหล็กหล่อจะผลิตเหล็กหล่อมีคาร์บอนอยู่ระหว่าง 2.5-4% ถ้าปริมาณมากกว่านี้ เหล็กจะสูญเสียคุณสมบัติทางด้านความเหนียว (ductility0 คือจะเปราะและแตกหักได้ง่ายเมื่อถูกแรงกระแทกปกติ เหล็กหล่อส่วนมากจะขาดคุณสมบัติทางด้านความเหนียวเมื่อเทียบกับเหล็กกล้า ไม่สามารถจะฟอร์มขึ้นรูปโดยการรีดหรือดึงขึ้นรูปที่อุณหภูมิสูง เหล็กหล่อส่วนใหญ่ จะให้คุณสมบัติความแค้นแรงดึงสูงสุดต่ำและขาดคุณสมบัติทางด้านความเหนียวแต่เหล็กหล่อมีราคาถูกกว่า มีจุดหลอมตัวต่ำสามารถหล่อได้รูปร่างง่ายกว่าเหล็กกล้าและยังสามารถปรับปรุงคุณสมบัติต่างๆ โดยการเติมธาตุผสมที่เหมาะสม และการชุบที่ดีจะทำให้คุณสมบัติของเหล็กหล่อเปลี่ยนแปลงได้อย่างกว้างขวางจนเหล็กหล่อบางชนิดมีคุณสมบัติใกล้เคียงกับเหล็กกล้า

ในโลหะตระกูลเหล็กทั้งหมด เหล็กหล่อดูจะเป็นเหล็กที่นิยมใช้มากที่สุด ทั้งนี้นอกจากจะมีราคาถูกที่สุดแล้ว ชิ้นงานหล่อรูปพรรณที่ทำด้วยเหล็กหล่อยังสามารถออกแบบให้มีลักษณะซับซ้อนได้ โดยที่การหล่อยังคงทำได้ง่าย แม้โดยข้อเท็จจริงแล้วโลหะวิทยาว่าด้วยเหล็กหล่อจะสลับซับซ้อนกว่าพวกเหล็กกล้าก็ตาม เหล็กหล่อเป็นโลหะผสมของธาตุที่สำคัญ ชนิด คือ เหล็ก คาร์บอน (Carbon) ซิลิกอน (Silicon) และแมงกานิส (Manganese) เหล็กหล่อบางชนิดที่นำไปใช้ในงานเฉพาะอย่างอาจจะมีโลหะผสมอยู่ด้วยก็ได้

โดยที่รูปร่างและขนาดของชิ้นงานที่จะหล่อมีส่วนควบคุมอัตราการเย็นตัว (solidification rate) ซึ่งจะมีผลโดยตรงต่อคุณสมบัติการต้านแรงดึง (tensile strength) ของเหล็กหล่อการเลือกชนิดและข้อกำหนดจึงต้องพิจารณาทั้งการออกแบบของชิ้นงานและขบวนการหล่อด้วยในขณะที่งานหล่อด้วยโลหะอื่น มักจะกำหนดในข้อกำหนดด้วยสัดส่วนประกอบทางเคมี แต่สำหรับเหล็กหล่อแล้วแม้จะมีส่วนประกอบทางเคมีเหมือนกันทุกประการก็อาจจะมีคุณสมบัติทางกลต่างกันก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นกับขบวนการผลิตรูปร่างและขนาดของชิ้นงานดังได้กล่าวมาแล้ว ข้อกำหนดของเหล็กหล่อจึงมักกำหนดด้วยคุณสมบัติทางกล เช่น การทนแรงดึง ความแข็ง เป็นต้น สำหรับงานหล่อที่จะนำไปใช้งานเฉพาะอย่าง เช่น ทนการสึกหรอ (corrosion resistance) หรือทนการสึกหรอ (wear resistance) ก็อาจจะกำหนดโลหะที่จะต้องผสมลงไปด้วย เพื่อเพียงคุณสมบัติเหล่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณคาร์บอนหรือถ่านในเหล็กจะเป็นตัวการสำคัญที่ทำให้เหล็กหล่อมีคุณสมบัติต่างๆ กัน ปริมาณคาร์บอนในเหล็กหล่อจะมีตั้งแต่ 2 ถึง 4% โดยน้ำหนัก ถ้าปริมาณคาร์บอนสูงก็จะทำให้น้ำเหล็กมีความเหลวมากทำให้มันแทรกเข้าไปตามช่องเล็กช่องน้อย หรือช่องบางหรือแคบได้ดี

เหล็กหล่อยังแบ่งออกเป็นชนิดต่างๆ ได้ถึง 5 ชนิดดังต่อไปนี้

เหล็กหล่อสีเทา (gray iron)

เหล็กหล่อสีขาว (white iron)

เหล็กหล่อกราไฟต์กลม (nodular or ductile iron)

เหล็กหล่อเหนียว (malleable iron)

เหล็กหล่อโลหะผสม (alloy cast iron)

เหล็กหล่อสีเทา

เป็นเหล็กที่มีปริมาณคาร์บอนสูง 2 ถึง 4% โดยน้ำหนัก และซิลิกอนประมาณ 2% โดยน้ำหนัก คาร์บอนในเหล็กสีเทาจะตกผลึก (precipitate) เป็นคาร์บอนอิสระในรูปเกล็ด เรียกว่า กราไฟต์แบบเกล็ด (flake type graphite) การตกผลึกจะเกิดขึ้นระหว่างการแข็งตัว (solidification) ของเหล็กหล่อและจะแก้การหดตัวเป็นโพรง (shrinkage) ที่มักเกิดขึ้นกับโลหะทั่วๆ ไปทำให้เหล็กหล่อไม่มีโพรงเป็นส่วนมาก นอกจากนี้กราไฟติในเหล็กหล่อยังทำให้ความสามารถในการรับการแต่งขึ้นรูป (machinabilify) ดี แม้ในบางครั้งมันจะมีความแข็งสูงก็ตามคุณสมบัติที่สำคัญอื่น ๆ ที่เกิดจากผลึกของกราไฟต์ก็มีคุณสมบัติการทนแรงกระแทก (impact) การทนแคมป์ไวเบรชั่น (damp vibration) และการหล่อลื่นบริเวณส่วนสัมผัสได้ดี

เกรดต่าง ๆ ของเหล็กหล่อที่กำหนดเป็นมาตรฐานคือเอาการต้านแรงดึงเป็นตัวกำหนดดังได้กล่าวมาแล้ว การที่เหล็กหล่อเกรดต่างๆ มีคุณสมบัติทางกลต่างๆ กันก็เพราะมันมีโครงสร้างเล็กๆ (microstructure) ที่ล้อมรอบผลึกของกราไฟต์แตกต่างกันไป โครงสร้างพื้นฐาน (matrix) ที่ล้อมรอบกราไฟต์นี้มีความสัมพันธ์กับคุณสมบัติของเหล็กหล่ออย่างใกล้ชิด ในบางครั้งอาจจะมีโครงสร้างพื้นฐานถึง 2 ชนิดในเหล็กหล่อชิ้นเดียวกัน โครงสร้างพื้นฐานเหล่านี้อาจจะเปลี่ยนรูปได้โดยการเผาอบชุบ (heat treatment) ส่วนลักษณะของกราไฟต์เมื่อเกิดขึ้นแล้วก็จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงอีก

ในเหล็กหล่อบางเกรดโครงสร้างพื้นฐานของมันจะเป็นเฟอร์ไรท์ (ferrite) ทั้งหมดเฟอร์ไรท์ในเหล็กหล่อแม้จะมีโครงสร้างผลึก (crystaline structure) เหมือนกับเฟอร์ไรท์ในเหล็กเหนียว (carbon steel) คือเป็นบอดี้เซนเตอร์ คิวบิคแลททิส (body centered cubic lattice) เหมือนกัน แต่ก็มีคุณสมบัติต่างกัน กล่าวคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เฟอร์ไรท์ในเหล็กหล่อจะมีซิลิกอนละลายในรูปสารละลายของแข็ง (solid solution) อยู่มาก ทำให้ไม่เหนียวหยุ่น (gummy) เหมือนในเหล็กเหนียว ดังนั้นจึงไม่ต้องเพิ่มปริมาณกำมะถันหรือตะกั่วลงไปในเหล็กหล่อสีเทาเหมือนในเหล็กเหนียวบางชนิด ในการที่จะทำให้มันกลึงไสแต่งขึ้นรูปได้ง่ายขึ้น

ยังมีเหล็กบางชนิดมีโครงสร้างพื้นฐานประกอบด้วยเฟอร์ไรท์และเหล็กคาร์ไบด์ (Fe_3C) เรียงตัวสลับกันไปเรียกว่า เพอร์ไลท์ เหล็กหล่อชนิดนี้จะทนแรงดึงได้สูง หรือพูดอีกนัยหนึ่งมีความแข็งแรงมากและทนการสึกหรอได้ดี คือมีความแข็งมากแต่ก็ยังคงกลึงไสแต่งขึ้นรูปได้ง่ายขนาดของเพอร์ไลท์นี้ยิ่งเล็กก็จะมีความแข็งแรงมากยิ่งขึ้น

สำหรับเหล็กหล่อสีเทาโดยทั่วไป จะมีโครงสร้างพื้นฐานเป็นทั้งเฟอร์ไรท์และเพอร์ไลท์ผสมกัน ความแข็งแรงในด้านทนแรงดึงกันขึ้นกับปริมาณเฟอร์ไรท์กับเพอร์ไลท์ว่าอย่างไหนจะมีมากกว่ากัน ถ้ามีเฟอร์ไรท์มากความแข็งแรงก็น้อยกว่าอันที่มีเพอร์ไลท์มาก

ภาพที่ 80

ภาพแสดงโครงสร้างของเหล็กหล่อสีเทา

เหล็กหล่อสีเทาโครงสร้างเบื้น
Ferrite–Pearlite+Primary Graphite 100x

เหล็กหล่อสีเทาโครงสร้างเบื้น
Ferrite + Graphite 250 x

เหล็กหล่อสีเทาโครงสร้างเบื้น
Acicular + Graphite 500 x

เหล็กหล่อสีเทาโครงสร้างเบื้น
Pearlite + Graphite 500 x

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติของเหล็กหล่อสีเทาที่เหมาะสำหรับใช้งานในอุตสาหกรรมมีหลายประการดังนี้

1. มีความแข็งไม่สูงสามารถกลึงหรือไสตกแต่งให้ได้ขนาดตามต้องการได้ง่าย

2. มีอุณหภูมิหลอมเหลวต่ำ และมีความสามารถในการไหล (Fluidity) ดี สามารถหล่อให้ได้รูปร่างชนิดซับซ้อนได้ง่าย

3. มีอัตราการขยายตัวน้อย สามารถใช้ทำส่วนประกอบของเครื่องจักรกลที่ต้องการรูปร่างและขนาดที่แน่นอน

4. มีความต้านทานต่อแรงอัด และรับแรงสั่น (Damping Capacity) ได้ดีใช้ทำแท่นรองรับอุปกรณ์ เครื่องมือกลต่างๆ ได้ดี

5. สามารถที่จะปรับปรุงคุณสมบัติความต้านทานแรงดึงได้มาก ขึ้นอยู่กับการปรับปรุงส่วนผสมและการอบชุบทำให้ใช้งานได้กว้างขวาง

สรุป

เหล็กหล่อสีเทาเป็นวัสดุที่นิยมใช้อย่างแพร่หลายในงานวิศวกรรม เพราะนอกจากจะมีราคาถูกยังสามารถหล่อให้มีรูปร่างพิสดารได้ โดยมีคุณสมบัติในเชิงวิศวกรรมแตกต่างกัน ทั้งนี้แล้วแต่ขบวนการหล่อ สำหรับเหล็หล่อที่ผลิตด้วยวิธีการของ มีฮาไนท์ ที่มีชื่อเสียงของโลกเป็นขบวนการผลิตที่อาศัยหลักการทางวิทยาศาสตร์เข้าช่วยในการควบคุมการผลิตให้ได้เหล็กหล่อที่มีคุณสมบัติตามต้องการ การกำหนดชั้นมาตรฐานทางเหล็กหล่อจะถือเอาค่าหน่วยต้านแรงดึงต่ำสุด (minimum tensile strength) เป็นตัวกำหนด

เหล็กหล่อกราไฟต์กลม (Nodular cast iron)

เหล็กหล่อกราไฟต์กลมมีชื่อเรียกเป็นภาษาอังกฤษได้หลายชื่อ เช่น nodular iron, ductile iron หรือ spheroidal graphite iron เป็นเหล็กหล่อสีเทาที่ผสมแมกเนเซี่ยมลงไปในน้ำเหล็กเหลว ทำให้กราไฟต์ตกผลึกเป็นเม็ดกลมเล็กๆ กระจายทั่วไป แทนที่จะเป็นแบบเกล็ดเหมือนในเหล็กหล่อสีเทาอื่นๆ ลักษณะโครงสร้างที่มีเม็ดกราไฟต์กลมนี้จะทำให้ความเหนียวความแข็งแรง และการต้านแรงกระทำกระทันหัน (shock resistance) ของเหล็กหล่อกราไฟต์กลมดีกว่าเหล็กหล่อสีเทาธรรมดา นอกจากนี้เหล็กหล่อกราไฟต์กลมยังแสดงจุดจำนน (yield point) เหมือนในเหล็กล้าอีกด้วย ดังนั้นการกำหนดคุณภาพของเหล็กหล่อกราไฟต์กลมจึงเพิ่มแรงเค้นจำนนต่ำสุด (minimum yield strength) และการยืด (elongation) ไว้ด้วย รวมเป็นตัวเลขสามกลุ่ม เช่น 400-300-15 ตัวเลขกลุ่มแรกจะแสดงถึงหน่วยต้านแรงดึงต่ำสุด (minimum tenslie strength) มีค่า 400 นิวตัน/มม^2 ตัวเลขตัวกลางจะแสดงค่าแรงเค้นจำนนต่ำสุด (minimum yield strength) เท่ากับ 300 นิวตัน/มม^2 ส่วนตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เลขตัวสุดท้ายหมายถึงการยืดเท่ากับ 15% เมื่อความยาวพิกัดเท่ากับ 50 มิลลิเมตร เช่นเดียวกับเหล็กหล่อสีเทาที่คุณสมบัติต่างๆ ของเหล็กหล่อกราไฟต์กลมจะขึ้นอยู่กับโครงสร้างเล็กๆ (micro structure) กล่าวคือหากเม็ดกราไฟต์ฝังอยู่ในโครงสร้างที่มีเฟอร์ไรท์มาก เหล็กหล่อนี้ก็จะมีความแข็งแรงต่ำแต่การยืดจะมาก ทำนองกลับกันหากเม็ดกราไฟต์ฝังอยู่ในโครงสร้างพื้นฐานที่เป็นเพอร์ไลท์ก็จะมีความแข็งแรงสูงแต่การยืดต่ำ

เหล็กหล่อกราไฟต์กลมที่ผลิตโดยบริษัท นวโลหะไทย จำกัด เป็นการผลิตตามกรรมวิธีของมีฮาไนท์ และกำหนดคุณภาพเป็น SF 400, SP 5000 และ SH 600 มีลิขสิทธิ์ทางการค้าว่า Meehanite ductliron ความหมายของแต่ละชนิดก็คล้ายกับข้อกำหนดมาตรฐานทั่วไปกล่าวคือ S หมายถึง spheroidal graphite, F หมายถึงโครงสร้างพื้นฐานเป็น เฟอร์ไรท์, P หมายถึงโครงสร้างพื้นฐานเป็น เพอร์ไลท์ และ H หมายถึงคุณสมบัติที่สามารถทำให้แข็งได้ (hardenability) ส่วนตัวเลขท้ายตัวอักษรแสดงค่าหน่วยต้านแรงดึงต่ำสุดเป็นนิวตันต่อตารางมิลลิเมตร, ดังนั้น SF 400 หมายถึงเหล็กหล่อกราไฟต์กลมที่มีโครงสร้างพื้นฐานเป็นเฟอร์ไรท์และมีค่าหน่วยต้านแรงดึงได้ต่ำสุดเป็น 400 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตรเป็นต้น

เหล็กหล่อสีขาว (White cast irons)

เหล็กหล่อสีขาวได้แก่เหล็กหล่อที่มีคาร์บอนทั้งหมดอยู่ในลักษณะเป็นคาร์ไบด์หรือซีเมนไดต์ (Fe_3C) ที่แข็งและเปราะ ดังนั้นเหล็กหล่อสีขาวจึงมีความแข็ง (hardness) สูงและเปราะมาก ส่วนผสมของเหล็กหล่อชนิดนี้ต่างกว่าเหล็กหล่อสีเทาเล็กน้อย กล่าวคือมีปริมาณคาร์บอน 2.0 ถึง 3.5% โดยน้ำหนักและมีซิลิกอนต่ำเพียง 0.5 ถึง 1% โดยน้ำหนัก เมื่อหล่อในแบบทรายแล้วปล่อยให้เย็นลงจนถึงอุณหภูมิห้อง ก็จะได้เหล็กหล่อสีขาวคาร์บอนไม่ตกผลึกออกมาในรูปของกราไฟต์ การเลือกส่วนผสมจะขึ้นอยู่กับความหนาของงานหล่อด้วย

เหล็กหล่อสีขาวที่ปล่อยให้เย็นลงช้าๆ ในแบบหล่อ จะมีโครงสร้างเล็กๆ เป็นเพอร์ไลท์และซีเมนไดต์อิสระ (ที่ไม่รวมกับเฟอร์ไรท์เป็นเพอร์ไลท์) คล้ายกับที่เกิดในเหล็กกล้าคาร์บอนสูง ต่างกันเพียงแต่ว่าในเหล็กหล่อสีขาวจะมีปริมาณซีเมนไดต์อิสระมากกว่า

โดยที่เหล็กหล่อสีขาวมีความแข็งสูงมาก จึงเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในงานที่มีการเสียดสี (abrasive) เช่น เหล็กบุผนังเครื่องไม่ (mill liners) หัวพ่นในเครื่องยิงทราย (shot blasting nozzle) ผ้าเบรครถไฟ (rail road brake-shoes) แผ่นกันสึกอุปกรณ์ผสมโคลนอุปกรณ์ทำอิฐ อุปกรณ์ในเครื่องบดและเครื่องปั่น ฯลฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหล็กหล่อสีขาวยังอาจจะผลิตได้จากเหล็กที่มีส่วนผสมเหมือนของเหล็กหล่อสีเทา โดยการบังคับให้มันเย็นลงอย่างรวดเร็วและไม่เป็นโอกาสให้คาร์บอนตกผลึกเสียก่อน นอกจากนี้โครงสร้างเล็กๆ จะมีขนาดเล็กละเอียดมากทำให้มันมีความแข็งเพิ่มขึ้นอีกด้วย การทำเหล็กหล่อสีขาวด้วยวิธีเหมาะสำหรับงานหล่อที่มีขนาดบางมากๆ เพราะอัตราการเย็นตัวจะสูงอยู่แล้ว การบังคับให้เหล็กแข็งตัวอย่างรวดเร็วอาจทำได้โดยการใช้ทุ่นเย็น (chillers) ฝังลงในแบบทรายบริเวณผิวที่จะสัมผัสกับน้ำหนัก

เหล็กหล่อสีขาวนี้ตรงกับชั้นคุณภาพ W_1 ของมีฮาไนท์และจัดอยู่ในกลุ่ม Meehanite "aLMANITE" ซึ่งประกอบด้วยเหล็กหล่อ W_2 W_4 WS และ WSH ดังจะได้กล่าวในตอนท้ายของบทนี้

การใช้งาน งานที่หล่อนำไปใช้ในงานที่มีการเสียดสี เช่น เครื่องบดถ่านหิน (coalpulverizer) ใบมีดต่างๆ (knife blades) ใบพัดของเครื่องดูดทราย ฯลฯ

เหล็กหล่อเหนียว (Malleable cast iron)

คือเหล็กหล่อสีขาวที่แข็งเปราะได้ถูกเปลี่ยนโครงสร้าง ให้เป็นเหล็กหล่อที่อ่อนและเหนียวโดยกรรมวิธีการอบในบรรยากาศพิเศษ ทำให้พวกคาร์ไบด์ที่แข็งเปราะสลายตัวเป็นผลึกคาร์บอนเม็ดกลมกับเฟอร์ไรท์ หรือเพอร์ไลท์ ทำให้เหล็กหล่อชนิดนี้มีคุณสมบัติเหมือนเหล็กกล้าดรงที่มีความเหนียวดี คือแสดงจุดจำนน (yield point) เมื่อทำการทดสอบแรงดึง (tensiletest)

ปกติเหล็กหล่อเหนียวจะมีส่วนผสมดังนี้ คาร์บอน 2.30-2.65% แมงกานิส 0.30-0.40% ซิลิกอน 1.00-1.70% กำมะถัน 0.07-0.15% และฟอสฟอรัส 0.05-0.12% เหล็กหล่อเหนียวจะมีโครงสร้างต่างจากเหล็กหล่อชนิดอื่นตรงที่มีผลึกกราไฟต์กลมหรือค่อนข้างกลมที่เกิดจากการอบ (ธรรมชาติของการเกิดผลึกกราไฟต์ต่างจากเหล็กหล่อกราไฟต์กลม) เหล็กหล่อเหนียวมักจะถูกนำไปใช้งานมากกว่าเหล็กหล่อคาร์บอนธรรมดาก็เพราะนอกจากจะมีความเหนียวเหมือนกันแล้ว ก็ยังมีคุณสมบัติที่สำคัญที่เหนือกว่าก็คือการต้านแรงกระแทก (impact resistance) การต้านทานความล้า (Fatigue resistance) ต้านการสึกหรอ (wear resistance) ความสามารถรับการกลึงใสแต่งขึ้นรูปดีกว่า กล่าวโดยสรุปเหล็กหล่อเหนียวรวบรวมคุณสมบัติที่สำคัญของเหล็กสีเทากับเหล็กกล้าเข้าไว้ด้วยกันนั่นเอง อย่างไรก็ตามเหล็กหล่อเหนียวจะมีราคาต่ำกว่าเหล็กหล่อกราไฟต์กลมเล็กน้อย

เหล็กหล่อเหนียวจะแบ่งตามชนิดเป็นเหล็กหล่อเหนียวเฟอริติคกับเหล็กหล่อเพอร์ลิติค ชนิดเฟอริติคจะเหนียวและตกแต่งกลึงไสได้ง่ายกว่า ส่วนชนิดเพอร์ลิติคจะมีความแข็งและความแข็งแรงสูงกว่า การผลิตจริงจะมีชนิดหนึ่งชนิดผสมระหว่างเฟอริติคและเพอร์ลิติค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คือในโครงสร้างจะมีทั้งผลึกกราไฟต์กลมเฟอร์ไรท์และเพอร์ไลท์รวมกันอยู่ นอกจากนี้ ยังมีชนิดที่น่าจะกล่าวถึงก็คือ ชนิดมาร์เทนซิติคเกรด ได้แก่เหล็กหล่อเหนียวชนิดใดชนิดหนึ่งที่กล่าวมาข้างต้นถูกนำไปอบชุบแข็งให้มีโครงสร้างเป็นมาร์เทนไซต์ แต่โดยปกติชนิดมาร์เทนซิติคมักจะรวมเป็นชนิดเดียวกับเพอร์ลิติคที่มีความแข็งแรงสูงเป็นพิเศษ

ข้อแตกต่างที่สำคัญอีกข้อหนึ่งระหว่างเหล็กหล่อเหนียวชนิดเฟอริติคกับชนิดเพอร์ลิติคจะมีคาร์บอนที่รวมกับเหล็กเป็นคาร์ไบด์ประมาณ 0.3 ถึง 0.9% (ซึ่งอยู่ในรูปของเพอร์ไลท์) และส่วนผสมนี้สามารถทำให้มีความแข็งเพิ่มขึ้นได้ โดยการอบและชุบแข็งซึ่งมีความแข็งบริเวณผิวอาจจะสูงถึง 60 Rc (Rockwell hardners)

เหล็กหล่อเหนียวที่ผลิตโดยบริษัท นวโลหะไทย จำกัด เป็นชนิดเพอร์ลิติคซึ่งมีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า ไวท์ฮาร์ท มาลีเอเบิ้ล (white-heart malleable iron) และมีความแข็งแรงสูงเป็นพิเศษดังได้กล่าวข้างต้นแล้ว

เหล็กหล่อโลหะผสม (Alloy cast iron)

เหล็กหล่อโลหะผสมได้แก่เหล็กหล่อที่มีโลหะอื่นผสมอยู่เพื่อเพิ่มคุณสมบัติพิเศษเฉพาะอย่างให้แก่เหล็กหล่อ เช่น คุณสมบัติด้านการสึกหรอ (wear resistance) คุณสมบัติด้านการกัดกร่อน (corrosion resistance) คุณสมบัติทนความร้อน (heat resistance) ฯลฯ

โลหะที่มักใช้ผสมกับเหล็กหล่อก็มี นิเกิ้ล โครเมี่ยม ทองแดง โมลิบเดนั่ม วาเนเดี่ยม ฯลฯ ซึ่งธาตุเหล่านี้จะทำให้โครงสร้างเล็กๆ ของเหล็กหล่อเปลี่ยนทำให้คุณสมบัติบางอย่างดีขึ้นและใช้กับงานเฉพาะอย่างได้ดี ผลของธาตุต่างๆ ที่มีต่อโครงสร้าง เช่น การทำให้เม็ดโครงสร้าง (grain Size) เล็กลง การทำให้ซีเมนไดต์หรือคาร์ไบด์มีเสถียรภาพมากขึ้น ซึ่งทำให้เหล็กหล่อมีความแข็งสูงขึ้นด้วย ในลำดับนี้ขอกล่าวถึงผลของธาตุต่างๆ ที่มีต่อเหล็กหล่อพอเป็นพื้นฐานดังนี้

ผลของนิเกิ้ล (Ni) นิเกิ้ลมีแนวโน้มที่จะทำให้กราไฟต์ตกผลึกได้ง่าย ทำนองเดียวกับซิลิกอนในเหล็กหล่อสีเทา ในขณะเดียวกันก็ทำให้โครงสร้างมีขนาดเล็กละเอียดขึ้นด้วย ดังนั้นนิเกิ้ลจึงช่วยขจัดการเกิดเหล็กหล่อสีขาวในงานหล่อที่มีขนาดบางๆ (โปรดดูเหล็กหล่อสีขาวที่เกิดจากการใช้ทุ่นเย็น) และป้องกันไม่ให้เกิดโครงสร้างอย่างหยาบในงานหล่อที่มีขนาดหนามากๆ นอกจากนี้ นิเกิ้ลยังลดการเกิดรอยร้าวในงานหล่อบางๆ ได้อีกด้วย

ผลของโครเมี่ยม (Cr) โครเมี่ยมเป็นธาตุที่ชอบรวมกับคาร์ไบด์และจับกันอย่างแน่นหนาจึงเป็นธาตุที่ทำให้คาร์ไบด์มีสถียรภาพสูง การที่คาร์บอนจับกับเหล็กและโครเมี่ยมเป็นธาตุที่กันไม่ให้เกิดการตกผลึกของกราไฟต์ คาร์ไบด์ที่มีโครเมี่ยมผสมนี้จะมีเสถียรภาพมาก แม้อุณหภูมิใช้งานจะสูงขึ้น ซึ่งผิดกับคาร์ไบด์ของเหล็ก (Fe_3C) ที่ไม่มีโครเมี่ยม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลของโมลิบเดนั่ม (Mo) โดยธรรมชาติแล้ว หากมีปริมาณโมลิบเดนั่มผสมอยู่น้อย มันจะละลายอยู่ในเฟอร์ไรท์ในรูปสารละลายของแข็ง แต่ถ้าหากมีปริมาณมากเกินกว่าที่จะละลายในเฟอร์ไรท์ได้ โมลิบเดนั่มจะทำให้งานหล่อด้วยเหล็กหล่อที่มีความหนามากๆ มีความแข็งสม่ำเสมอตลอดทั้งก้อน

ผลของวาเนเดียม (V) เพิ่มคุณสมบัติทนความร้อนให้เหล็กหล่อ โดยการทำให้คาร์ไบด์มีเสถียรภาพมากขึ้น และไม่สลายตัวเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ความแข็งและการต้านแรงดึงจะเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะเมื่อใช้ผสมในเหล็กหล่อร่วมกับโลหะอื่น

ผลของทองแดง (Cu) ละลายในเหล็กได้บ้าง และมีผลต่อการตกผลึกของกราไฟต์น้อยมากเมื่อเทียบกับซิลิกอนและนิเกิ้ล ทองแดงในเหล็กหล่อไม่ค่อยมีผลต่อคุณสมบัติทางกลเท่าไรนัก แต่จะเพิ่มคุณสมบัติการกัดกร่อนมากขึ้น

2.22.3 พลาสติกเสริมกำลัง (Ranforced plastions)

พลาสติคเสริมกำลังหรือ พลาสติคเสริมใยแก้ว เป็นพลาสติกคงรูปด้วยวิธีการทอเส้นใยแก้ว และเรซิน มีคุณสมบัติที่ดีหลายประการ ซึ่งเหมาะแก่การนำไปใช้ประโยชน์ในงานที่ต้องการความแข็งแรงสูงและน้ำหนักเบา

ลักษณะของพลาสติกเสริมใยแก้ว (Fiber Glass Rainforced Plastics) นี้ เป็นผลิตภัณฑ์พลาสติกที่มีส่วนประกอบที่สำคัญอยู่ 2 ประการ คือ

พลาสติค (Plastic)

ใยแก้ว (Fiber Glass)

โดยพลาสติคทำหน้าที่เป็นตัวยึดเหนี่ยว ใยแก้วเป็นตัวให้กำลัง ลักษณะของพลาสติคเสริมใยแก้วนี้ อาจนำมาเปรียบเทียบกับคอนกรีตเสริมเหล็กได้ คือ ตัวพลาสติคทำหน้าที่เหมือนคอนกรีต และตัวใยแก้วทำหน้าที่เหมือนเหล็กเส้น ใยแก้วที่เสริมอยู่ในพลาสติคจะทำให้สิ่งของที่ผลิตมีความแข็งแรง เหนียวไม่เปราะหรือแตกง่าย

นอกจากส่วนประกอบที่สำคัญของพลาสติคเสริมใยแก้วคือ พลาสติคหรือเรซิน (Resin) กับใยแก้ว (Fiber Glass) แล้วยังมีตัวช่วยและตัวเร่งอีก 2 อย่างที่นำมาผสมกัน คือ น้ำยา Catalyst กับน้ำยา Accelerator

เรซินเป็นชื่อเรียกพลาสติคที่ยังอยู่ในสภาพเป็นของเหลว เป็นวัตถุที่มีสีเทาอ่อนหรือสีก้านมะลิอ่อน ๆ โดยสภาพมันแล้วเรซินเป็นของเหลวที่ไหลได้ แต่เมื่อมีปฏิกิริยาเกิดขึ้นจะทำให้มันเปลี่ยนสภาพจากของเหลวกลายเป็นของแข็งได้ในทันที เรซินเป็นผลิตกรรมของเทียมมีลักษณะคล้ายยางสนหรือยางไม้ เป็นวัตถุที่ไม่ละลายน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรซินที่สำคัญและนำมาใช้มากที่สุดสำหรับอุตสาหกรรมพลาสติคเสริมใยแก้ว คือ โปลีเอสเตอร์เรซิน (Polyester Resin) และในสกุลโปลีเอสเตอร์เรซินก็ยังแยกออกไปอีกมากตามคุณภาพและคุณสมบัติที่แตกต่างกัน ผู้ใช้ควรจะได้ศึกษาให้เข้าใจโดยถ่องแท้ว่าเรซินชนิดใดควรจะใช้กับงานอะไร

คุณสมบัติของเรซิน

1. ความข้นและความเหนียวต้องคำนึงถึงความเหมาะสมกับอุปกรณ์ที่ใช้ เช่น ใช้แปรงหรือใช้เครื่องพ่นหรือนำมาใช้โดยที่มีแม่แบบเป็นตัวผู้และตัวเมียอัดกัน

2. อายุของเรซินบางชนิดมีอายุสั้นมาก ไม่เหมาะสำหรับประเทศร้อน และไม่ทนต่อการเก็บรักษานานๆ สำหรับโปลีเอสเตอร์เรซินนั้น ควรจะเก็บไว้ในที่เย็นประมาณ 20 องศาเซลเซียส จะมีอายุอยู่ได้ประมาณ 6 เดือน

3. ความยืดหยุ่นของเรซินบางชนิดมีความยืดหยุ่นมาก แต่บางชนิดมีความยืดหยุ่นน้อยทั้งนี้แล้วแต่ความต้องการของผู้ใช้ และโรงงานอุตสาหกรรมที่ผลิตเรซิน

4. การดูดซึมน้ำ (Water Absobtion) และการดูดซึมน้ำมัน (Oil Absobtion) เรซินบางชนิดสามารถที่จะดูดน้ำได้มากหรือน้อย ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของเรซิน ในลักษณะนี้มีความสำคัญในกรณีที่เราใช้เรซินสำหรับต่อเรือ ซึ่งควรจะหาเรซินที่ดูดซึมน้ำได้ดีที่สุด การดูดซึมน้ำมันก็ใช้หลักในการพิจารณาเช่นเดียวกันกับการดูดซึมน้ำ

5. ความคงทนต่อน้ำยาเคมีและสภาพดินฟ้าอากาศที่อาจจะทำให้เกิดการสึกกร่อน

6. นอกจากนี้ยังมีคุณสมบัติอื่นๆ ที่มีความสำคัญมากน้อยแล้วแล้วแต่ผลิตภัณฑ์ที่ทำขึ้นมาและสภาพการใช้งานของผลิตภัณฑ์นั้น ๆ

พลาสติคหรือเรซิน

พลาสติคหรือเรซินมีหลายชนิดดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ซึ่งมีรายละเอียดพอเป็นสังเขปดังต่อไปนี้

โปลีเอสเตอร์เรซิน (Polyester Resins)

โปลีเอสเตอร์เรซินเป็นของเหลวที่มีความเหนียวไม่มากนัก เพราะสามารถไหลได้เมื่อหล่อเป็นผลิตภัณฑ์ ฉะนั้นจึงไม่ต้องการความกดดันมากนัก สามารถที่จะหล่อเป็นผลิตภัณฑ์ได้ เป็นวัตถุที่มีคุณสมบัติทำให้แข็งตัวได้ภายในอุณหภูมิที่เหมาะสมระหว่าง 25 - 30 องศาเซลเซียส หากอุณหภูมิต่ำหว่าจะทำให้แข็งตัวช้า หรือถ้าอุณหภูมิสูงเกินไปก็จะทำให้แข็งตัวเร็วและแตกง่าย โปลีเอสเตอร์เรซินสามารถที่จะสร้างเป็นผลิตภัณฑ์ด้วยมือ ดังนั้นจึงเป็นวัตถุที่จะดัดแปลงขึ้นมาใหม่ให้มีสภาพเหมือนโลหะ และสามารถที่จะสร้างเป็นผลิตภัณฑ์ใหญ่ๆ ได้ เช่น เรือชุด และอุปกรณ์ของเครื่องบิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความแข็งแรงของพลาสติดเสริมใยแก้ว ความทนทานและความทนถาวรนั้นขึ้นอยู่กับความแข็งแกร่งของไฟเบอร์กลาส เพราะโปลีเอสเตอร์เรซินเป็นเพียงตัวประกอบที่จะช่วยยึดไฟเบอร์กลาสเท่านั้น

การเก็บรักษาน้ำยาแคตาลิสท์และน้ำยาแอคซีลีเรเตอร์

น้ำยาแคตาลิสท์และน้ำยาแอคซีลีเรเตอร์ ถ้าผสมกันจะเกิดระเบิดและลุกเป็นไฟได้ เฉพาะนั้นการเก็บรักษาควรจะปฏิบัติดังนี้

1. เก็บน้ำยาแคตาลิสท์และน้ำยาแอคซีลีเรเตอร์ไว้ในห้องมืดและเย็น และให้แยกห่างจากกัน

2. อย่าเก็บในที่เดียวกัน

3. อย่าใช้ภาชนะปนกัน

4. ผ้าขี้ริ้วหรือกระดาษที่ใช้กับน้ำยาแคตาลิสท์ อย่านำไปปนกับผ้าขี้ริ้วหรือกระดาษที่ใช้กับน้ำยาแอคซีลีเรเตอร์

5. ถ้าเกิดอุบัติเหตุลุกเป็นไฟให้ใช้น้ำดับ เตรียมน้ำใส่ถังไว้มากๆ

อัตราส่วนผสม

ส่วนประกอบในการผสมโดยการชั่งน้ำหนัก เรซิน 100 ส่วน น้ำยาแคตาลิสท์ 2 ส่วน และน้ำยาแอคซีลีเรเตอร์ 2 ส่วน จะทำให้เรซินกลายเป็นวุ้นและแข็งตัวภายใน 30 นาที ซึ่งเป็นระยะเวลาที่เหมาะในการทำงานกับเรซินได้ แต่ถ้าต้องการให้แข็งตัวเร็วกว่านี้ ก็ให้เพิ่มอัตราส่วนของน้ำยาแคตาลิสท์กับน้ำยาแอคซีลีเรเตอร์ขึ้นอีก หรือถ้าหากอากาศร้อนอบอ้าวเรซินจะแข็งตัวเร็ว ก็ให้ลดเปอร์เซ็นต์ของน้ำยาแคตาลิสท์กับน้ำยาแอคซีลีเรเตอร์ลงไปอีก

กรรมวิธีในการผสม

นำน้ำยาแอคซีลีเรเตอร์ 2 ส่วน โดยน้ำหนักเติมลงไปในเรซิน 100 ส่วน ผสมให้เข้ากันดีแล้วนำน้ำยาแคตาลิสท์เติมไปอีก 2 ส่วน ผสมให้เข้ากันโดยเร็ว เพราะเรซินจะเริ่มเป็นวันและแข็งตัวในเวลาประมาณ 30 นาที ปริมาณที่ผสมกันแต่ละครั้งต้องให้พอใช้ให้ได้หมดภายใน 30 นาที เพราะถ้าผสมกันมากเกินไปจะใช้ไม่ทัน เรซินจะเริ่มเป็นวุ้นและแข็งตัวใช้การไม่ได้ เครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้กับเรซินควรล้างด้วยอาซีโทนหรือทินเนอร์ก่อนที่เรซินจะแข็งตัวทนล้างไม่ออก

ข้อควรระวัง

1. ห้ามสูบบุหรี่หรือจุดไฟในที่ทำงาน

2. ห้ามนำน้ำยาแคตาลิสท์ ผสมกับน้ำยาแอคซีลีเรเตอร์เป็นอันขาด เพราะอาจจะเกิดปฏิกิริยาถึงกับระเบิดได้ แม่แต่ภาชนะที่ใช้กับน้ำยาอย่างหนึ่ง หากยังไม่ได้ล้างให้สะอาดก็อย่าเทน้ำยาอีกอย่างหนึ่งลงไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใยแก้ว

โรงงานอุตสาหกรรมที่ผลิตใยแก้วได้ผลิตออกมาหลายคุณภาพด้วยกัน มีลักษณะคุณสมบัติแตกต่างกันออกไปตามความต้องการของตลาด

ชนิดของใยแก้ว

ใยแก้วที่ผลิตออกมาจากโรงงานอุตสาหกรรมมีหลายชนิด คือ

ชนิดอี (Class E)

เป็นใยแก้วที่ใช้แพร่หลายที่สุดในปัจจุบัน เพราะมีกำลังดี มีความคงทนถาวรต่อสภาพดินฟ้าอากาศ คุณภาพไม่เสื่อมต่อการแช่น้ำนานๆ เมื่อผลิตเป็นผลิตภัณฑ์แล้วจะสามารถทนกับแรงอัด แรงตัด แรงเฉือน และแรงกดได้ดีกว่าใยแก้วที่ผลิตจากใยแก้วชนิดอื่นๆ ในจำพวกใยแก้วธรรมดาด้วยกัน

ชนิดเอ (Class A)

เป็นใยแก้วที่ผลิตจากแก้วธรรมดา ใยแก้วชนิดนี้มักจะมีกำลังและคุณสมบัติอื่นๆ ด้อยกว่าชนิด อี ใยแก้วชนิดเอเป็นใยแก้วที่ผลิตขึ้นมาเพื่อทำกระจกธรรมดา

ชนิด ซี (Class C)

เป็นใยแก้วที่ผลิตขึ้นใช้เฉพาะในการผลิตภาชนะบรรจุน้ำยาเคมีเท่านั้น เพราะมีความคงทนถาวร ทนทานต่อการกัดกร่อน ส่วนมากใช้ในวงการแพทย์โรงพยาบาลและเกี่ยวกับงานวิทยาศาสตร์

ชนิด เอส (Class S)

เป็นใยแก้วที่ผลิตขึ้นเฉพาะเพื่อให้ต้านทานกับแรงดึง แรงปะทะ แรงกด มีคุณสมบัติสูงกว่าใยแก้วชนิดอื่นๆ ดีกว่าชนิด อี เอ และ ซี

ลักษณะของใยแก้ว

ใยแก้วที่จำหน่ายในท้องตลาดมีลักษณะแตกต่างกัน ดังนี้

แบบ Roving มีลักษณะเป็นเส้นใย เหมาะสำหรับโรงงานที่ใช้เครื่องตัดและเครื่องพ่น ส่วนมากใช้ในการต่อเรือบด

แบบ Chopped Strand Mat มีลักษณะสานขัดกัน ความหนาแล้วแต่ต้องการจะให้หนากี่ชั้นก็ได้ เหมาะสำหรับงานที่ทำด้วยลูกกลิ้งหรือแปรง

แบบ Wover Roving มีลักษณะแบบเสื่อคือสานกันแบบสานเสื่อ ทำให้เกิดกำลังแข็งแรงติดแน่นกับภาชนะที่จะทำการห่อหุ้ม

แบบ Fiber Glass Cloth มีลักษณะเป็นผ้าใช้ง่าย ตัดเป็นรูปร่างใดๆ ก็ได้ มีประโยชน์มากสำหรับวัตถุผิวเรียบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใยแก้วที่ผลิตออกมาสู่ท้องตลาดแต่เดิมนั้นเป็นใยแก้วธรรมดา แต่ผลิตภัณฑ์ของใยแก้วสมัยใหม่ได้เพิ่มการอาบน้ำยาเคมีบางชนิดเข้าไปด้วย จุดประสงค์ของการอาบน้ำยาก็เพื่อเสริมคุณภาพของใยแก้วให้ดีขึ้น ทั้งนี้ผู้ใช้ควรจะได้ศึกษาและเลือกใช้ให้เหมาะสม เพราะน้ำยาที่อาบใยแก้วแต่ละชนิดไม่เหมือนกัน บางชนิดทำให้เส้นใยแข็ง ไม่เหมาะที่จะใช้เครื่องตัด บางชนิดเหมาะที่จะนำไปใช้กับโปลีเอสเตอร์เรซิน เช่น Fab Mat บางชนิดเหมาะสำหรับอีพ็อกซีเรซินแต่ไม่เหมาะกับโปลีเอสเดอร์เรซิน ใยแก้วบางชนิดที่ผลิตออกมาจะมีราคาถูกเพราะโรงงานไม่ได้อาบน้ำยาเนื่องจากไม่มีความประสงค์จะผลิตออกมาสำหรับเสริมพลาสติค

แต่อย่างไรก็ดีเพื่อจะให้รู้ซึ้งถึงคุณสมบัติของเรซินและใยแก้ว และเพื่อนที่จะจัดหาวัสดุได้ถูกต้อง ผู้ใช้ควรหาความรู้เพิ่มเติมจากหนังสือต่างประเทศ หรือขอคำแนะนำจากผู้แทนที่จำหน่ายผลิตภัณฑ์เหล่านี้โดยตรง

กรรมวิธีการผลิตพลาสติคเสริมใยแก้ว

กรรมวิธีการผลิตประเภทนี้มีหลักการใหญ่คือ ทาหรือผสมพลาสติคเหลวชนิดใดก็ได้กับวัสดุเสริมกำลัง เช่น ใยแก้ว เพื่อต้องการให้ชิ้นงานมีความแข็งแรงเป็นพิเศษมากขึ้น

แบบใช้มือทา (Ward Lay-Up)

กรรมวิธีการผลิต

1. เตรียมแม่แบบที่จะใช้ทำชิ้นงาน ซึ่งอาจเป็นแม่แบบไม้ ปูนพลาสเตอร์ โลหะหรือพลาสติคก็ได้ ผิวของแม่แบบจะต้องขัดเรียบเพื่อจะได้ชิ้นงานที่เรียบและช่วยให้ถอดแบบได้ง่าย

2. ทาน้ำยาถอดแบบ (Release Agent) ซึ่งส่วนมากจะเป็นขี้ผึ้ง

3. ทาพลาสติคเหลวโดยใช้แปรง ลูกกลิ้ง หรือเครื่องพ่นเป็นชั้นของพื้นหรือชั้นผิวหน้า (Gelcoat) หนาพอสมควร

4. นำวัสดุเสริมกำลังในรูปแผ่นวัสดุเสริมกำลังกับพลาสติคเหลวทาบติดกันโดยตลอดทั้งยังเป็นการไล่ฟองอากาศออก ในชั้นนี้อาจจะทาหรือพ่นพลาสติคเหลวทับลงไปอีกชั้นหนึ่งเพื่อเพิ่มความหนาก็ได้

5. ปล่อยให้แข็งตัวโดยอุณหภูมิปกติ หรือจะนำไปอบให้แข็งตัวเร็วขึ้นในห้องอบก็ได้ ขณะที่พลาสติคกำลังหมาดๆ อยู่ ควรรีบตบแต่งขอบนอกโดยใช้มีดคมๆ เฉือนออกจะสะดวกมากหากปล่อยให้พลาสติคแห้งแข็งตัวจะทำงานลำบาก

6. ถอดชิ้นงานออกจากแบบ

ในอุตสาหกรรมพลาสติคเสริมใยแก้ว หลังจากทาน้ำยาถอดแบบแล้วจะทาน้ำยา Vinyl Alcohol (PVA) อีกชั้นหนึ่ง น้ำยานี้จะช่วยให้พลาสติคชั้นรองพื้นหรือชั้นผิวหน้าจับผิวได้ดียิ่งขึ้น พลาสติคชั้นผิวหน้าคือพลาสติคเหลวที่ผสมสีเรียบร้อยแล้ว มีสีต่างๆ ตามต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบใช้เครื่องพ่น (SPRAY-UP)

กรรมวิธีการผลิต

กรรมวิธีนี้เหมือนกับแบบใช้มือทา ผิดกันตรงที่กรรมวิธีแบบนี้วัสดุเสริมกำลังจะไม่ใช้เป็นแผ่น แต่ใช้ในรูปเส้นใยท่อนสั้นๆ ซึ่งใช้พ่นมากับพลาสติคเหลวลงไปบนผิวหน้าของแม่แบบเลย ไม่ต้องใช้ลูกกลิ้งมาบดทับอีกเพราะแรงอัดจากเครื่องพ่นจะทำให้เส้นใยกับพลาสติคเหลวเกาะผิวหน้าอย่างสนิท กรรมวิธีแบบนี้ใช้กับการผลิตที่มีจำนวนมากกว่าแบบแรก

แบบใช้แม่แบบอัด (Match ed Moulding)

กรรมวิธีการผลิต

เป็นกรรมวิธีที่ใช้แรงอัดกับความร้อน ใช้กับการผลิตชิ้นงานที่ต้องการความแข็งแรงเป็นพิเศษ เช่น ช่วงล่างของตัวถังรถยนต์ และผลิตเป็นจำนวนมากๆ

ขั้นการผลิต

1. ทาหรือพ่นแม่แบบซึ่งปกติเป็นโลหะและเป็นแม่แบบคู่ คือมีทั้งตัวผู้และตัวเมีย ด้วยน้ำยาถอดแบบ
2. นำวัสดุเสริมกำลังในรูปแผ่นหรือเส้นใยสั้นๆ วางหรือพ่นบนแม่แบบตัวล่าง
3. เทพลาสติคเหลวให้ทั่วบนวัสดุเสริมกำลัง
4. กดแม่แบบตัวบนลงพร้อมทั้งให้ความร้อน ในแม่แบบลทิ้งไว้ตามเวลาที่กำหนด
5. ถอดชิ้นงานที่ได้ออก

แบบอัดเหลว (Premix Moulding)

กรรมวิธีการผลิต

1. ทาหรือพ่นแม่แบบโลหะตัวผู้และตัวเมียด้วยน้ำยาถอดแบบ
2. ผสมวัสดุเสริมกำลัง ประเภทเส้นใยสั้นๆ (Chopped) กับพลาสติคเหลวที่เรียกว่า Premix หรือ Gunk
3. นำวัสดุเสริมกำลังที่ผสมกับพลาสติคเหลวที่ได้ในปริมาณที่พอดี ใช้ลงในแม่แบบ
4. กดแม่แบบลงพร้อมให้ความร้อน ทิ้งไว้นานตามที่กำหนด
5. ถอดชิ้นงานที่ได้ออก

แบบถุงอัดอากาศ (Pressure- Bag Molding)

กรรมวิธีการผลิต

1. ทาหรือพ่นน้ำยาถอดแบบที่แม่แบบ ซึ่งโดยปกติจะเป็นแม่แบบตัวเมีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. วางวัสดุเสริมกำลัง ซึ่งผสมกับพลาสติคเหลวลงบนแม่แบบ ตามกรรมวิธีแบบใช้มือทาหรือแบบใช้เครื่องพ่น

3. วางถุงอัดอากาศบนวัสดุเสริมกำลังผสมพลาสติคเหลว

4. อัดอากาศเข้าไปในถุง ด้วยแรงอัดประมาณ 20 - 50 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ถุงอัดอากาศจะอัดให้วัสดุเสริมกำลังซึ่งผสมกับพลาสติคเหลวแนบกับแม่แบบทิ้งไว้จนกระทั่งชิ้นงานแข็งตัว

5. ปล่อยอากาศออกจากถุง และถอดชิ้นงานออก

แบบถุงสูญญากาศ (Vacum-Bag Moulding)

กรรมวิธีการผลิต

กรรมวิธีแบบนี้ลักษณะตรงกันข้ามกับแบบใช้ถุงอัดอากาศคือแทนที่จะอัดอากาศเข้าไปกลับดูดอากาศออกให้เป็นสูญญากาศ และแม่แบบแทนที่จะเป็นตัวเมีย กลับเป็นแม่แบบตัวผู้มีกรรมวิธีตามลำดับขั้นดังนี้

1. ทาหรือพ่นน้ำยาถอดแบบลงบนแม่แบบตัวผู้

2. ทาพลาสติคเหลวและวัสดุเสริมกำลังลงบนแม่แบบ เหมือนกับกรรมวิธีแบบใช้มือทาหรือใช้เครื่องพ่น

3. วางถุงสูญญากาศยางชนิดหนาลงทับ

4. ดูดอากาศออกทำให้เกิดสูญญากาศภายในถุงยาง และถุงยางจะอัดวัสดุเสริมกำลังแนบกับแบบทิ้งไว้จนชิ้นงานแข็งตัว

5. ถอดชิ้นงานออก

ชนิดของพลาสติค กรรมวิธีการผลิตประเภทหล่อพลาสติคเหลวกับวัสดุเสริมกำลังสามารถใช้ได้กับพลาสติคเหลวเกือบทุกชนิด แต่ที่นิยมใช้มากที่สุดคือ โปลีเอสเตอร์ ส่วนชนิดอีพ็อกซ์ใช้มากรองลงมา ใช้กับของที่ต้องการคุณภาพดีกว่า

ชนิดของผลิตภัณฑ์

กรรมวิธีแบบใช้มือทา

ใช้ทำชิ้นงานที่ผลิตจำนวนน้อย ชิ้นงานใหญ่ๆ หรือพวกงานทดลองออกแบบ เช่น เรือ เฟอร์นิเจอร์ ฯลฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรรมวิธีแบบใช้เครื่องพ่น

ใช้ทำชิ้นงานที่ต้องการความรวดเร็วกว่าแบบใช้มือทา กรรมวิธีแบบนี้ใช้ใยแก้วเป็นเส้นสั้นๆ จะผสมกับพลาสติคเหลวในเครื่องพ่นให้ความแข็งแรง และทำงานได้รวดเร็วกว่ากรรมวิธีแบบนี้มักใช้สำหรับซ่อมแซมหรือทำภาชนะบรรจุขนาดใหญ่ เช่น อ่างอาบน้ำ

กรรมวิธีแบบใช้แม่แบบอัด

ใช้กับการผลิตผลิตภัณฑ์เป็นจำนวนมาก คุณภาพดีผิวเรียบทั้งสองด้าน เช่น เก้าอี้นั่งในสนามกีฬา หมวกสนามสำหรับช่างก่อสร้าง

กรรมวิธีแบบอัดเหลว

ใช้เหมือนกับแบบแม่แบบอัด แต่ชิ้นงานต้องการความแข็งแรงน้อยกว่า เพราะวัสดุเสริมกำลังที่ใช้เป็นแบบเส้นใยสั้นๆ ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ผลิต เช่น ถาด กล่อง

กรรมวิธีแบบถุงอัดอากาศ และแบบถุงสูญญากาศ

ใช้ทำชิ้นงานที่มีขนาดใหญ่ และผลิตเป็นจำนวนมากมีผิวหน้าเรียบด้านเดียว ความหนาไม่เสมอกันตลอด เช่น เรือ ฯลฯ แบบถุงอัดอากาศจะใช้ผิวเรียบมากกว่าแบบถุงสูญญากาศ

Moulding คือแบบหรือแม่พิมพ์แบบหล่อ มีรูปร่างกลวงหรือโปร่งเป็นแม่พิมพ์ที่พิมพ์ออกมาเป็นแบบต่างๆ เช่น แว่นตา ชวด ฯลฯ

ความพยายามในการผลิตชิ้นพลาสติคเหลว โดยเปลี่ยนสภาวะให้เป็นของแข็งได้รูปร่างตามที่ต้องการนั้นต้องอาศัยแบบที่เหมาะสม พลาสติคเสริมใยแก้วใช้ทำประโยชน์ในสิ่งที่สำคัญอย่างมากมาย จึงนับว่าเป็นวัสดุที่มีค่ามหาศาลในวงการอุตสาหกรรม โรงงานต่างๆ ได้พยายามแข่งขันกันที่จะผลิตพลาสติคเสริมใยแก้วให้มีคุณสมภาพตามที่ต้องการของตลาด และ ปรับปรุงแบบที่หล่อออกมาให้ดีที่สุดเท่าที่จะทำได้ จึงได้มีการแก้ไขปรับปรุงแบบให้ดียิ่งขึ้นเพื่อให้เหมาะสมที่จะใช้กับเครื่องจักรหรือวัสดุที่จะผลิตด้วยมือ แบบแต่ละชนิดที่ผลิตออกมาจะมีคุณภาพเหมาะสมกับงานแต่ละอย่าง เมื่อนำไปใช้กับการผลิตพลาสติคเสริมใยแก้วจะทำให้พลาสติคเสริมใยแก้วที่ผลิตออกมาได้ผลงานที่มีคุณภาพสูง ความแข็งแรงทนทานถาวรย่อมขึ้นอยู่กับคุณภาพของแบบที่จะหล่อออกมาด้วย

แบบหล่อ

ลักษณะสำคัญของแบบหล่อก็คือ มีความคงทน แข็งแรง ถาวร มีผิวเรียบ และ ต้องคำนึงถึงราคาของบบอีกด้วย เพราะแบบก็ขึ้นอยู่กับจำนวนผลิตที่ต้องการ การสิ้นเปลืองค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้จ่ายในการทำแบบหล่อมากน้อยแค่ไหนขึ้นอยู่กับผู้มีความรู้ความชำนาญในการใช้วัสดุและเข้าใจในการทำงานตลอดจนเข้าใจในสภาพของวัสดุที่นำมาใช้ทำแบบด้วย

วัสดุที่ใช้ในการทำแบบ

วัสดุต่างๆ ไม่ว่าชนิดไหนสามารถใช้ทำแบบได้เกือบทั้งสิ้น ผิดกันอยู่ที่ว่าจะสร้างเป็นแบบถาวรหรือชั่วคราว หากเป็นแบบถาวรก็ใช้เป็นจำพวกโลหะ ส่วนจะใช้โลหะชนิดใดทำแบบ ย่อมขึ้นอยู่กับขนาดความใหญ่โตหรือรูปร่างของแบบและผู้สร้างมีความชำนาญในด้านนี้เพียงใด ถ้าเป็นแบบชั่วคราวและมีขนาดเล็ก ก็อาจใช้ปูนปลาสเตอร์ทำแบบก็ได้ หากใช้ปูนปลาสเตอร์ทำแบบควรจะใส่ตะแกรงเหล็กลงไปด้วยเพื่อความแข็งแรง ปูนซีเมนต์ ไม้และไม้อัดใช้ทำแบบได้ทั้งนั้น แบบเมื่อสร้างเสร็จแล้วควรทาด้วยน้ำมันหรือจารบีก่อนนำไปปฏิบัติงาน โลหะที่ใช้ทำแบบแม้จะมีความคงทนถาวรแต่ก็มีราคาแพงมาก นอกจากนี้พลาสติคเสริมใยแก้วยังใช้ทำแบบหล่อได้อีกด้วย

พลาสติคเสริมใยแก้วได้นำไปใช้ในการสร้างแบบอย่างกว้างขวาง วัสดุที่ใช้เป็นประจำก็คือ โปลีเอสเตอร์เรซินหรืออีพ็อกซ์เรซิน เหตุที่นิยมนำพลาสติคเสริมใยแก้วไปสร้างแบบก็เพราะมีผิวเรียบ สามารถทำแบบให้หนาบางได้สะดวก มีความแข็งแรงทนทานดีและน้ำหนักเบา ข้อสังเกตในการเลือกวัสดุทำแบบ ขึ้นอยู่กับกระบวนการผลิตและวัสดุในการผลิตโดยทั่วไปเลือกใช้วัสดุที่ทนพอสำหรับอายุการใช้งานที่กำหนดไว้

2.22.4 พลาสติค

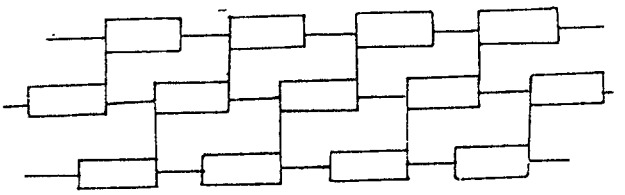
พลาสติค คือสารประกอบพวกไฮโดรคาร์บอน ที่มนุษย์สังเคราะห์ขึ้นมา โดยกรรมวิธีทางเคมีทำให้เกิดการเกาะตัวของโมเลกุลเป็นจำนวนมากๆ ที่เป็นพวก อินทรีย์สารเคมี (Organic chemistry) คือมีธาตุคาร์บอน (Carbon) เป็นศูนย์รวมการเกาะตัว ธาตุที่ทำให้เกิดพลาสติคเกิดจากการรวมตัวของธาตุที่ซึ่งมีอยู่ 8 ชนิด คือ คาร์บอน, ไฮโดรเจน, ไนโตรเจน, คลอรีน ฟอสฟอรัส, กำมะถัน และซิลิกอน พลาสติคมีแหล่งกำเนิดจากแห่งใหญ่ คือ น้ำมันดิบ (crude oil) กาซธรรมชาติ (Natural gas) ถ่านหิน, สินแร่ และพืช

โครงสร้างการเกาะตัวของพลาสติก

พลาสติกมีโครงสร้างการเกาะตัวของโมเลกุลหลายชนิด ซึ่งแบ่งเป็นประเภทใหญ่ๆ ได้ 2 ชนิด คือ

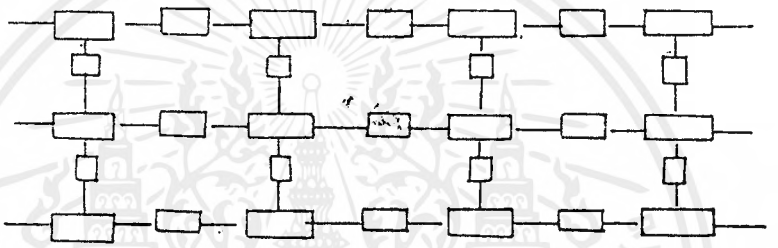
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. พลาสติคที่มีโมเลกุลการเกาะตัวแบบต่อแขนยาวออกเป็นเส้นด้าย หรือแบบลูกโซ่ (Filament or chain) คือ เรียกพลาสติกชนิดนี้ว่า "Thermoplastic"



โมเลกุลแบบลูกโซ่
(chains Molecule)

2. พลาสติกที่คงรูปร่างมีการเกาะตัวของโมเลกุลเป็นแบบตาข่ายหรือร่างแห (net) เวลาได้รับความร้อนจะไม่ยืดหรือหดตัวของโครงสร้างพลาสติกที่มีการเกาะตัวของโมเลกุลแบบนี้เรียกว่าประเภท "Thermosetting"



ชนิดของพลาสติค แบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ

1. พลาสติกประเภทคงรูป (Thermosettings)
2. พลาสติกประเภทคืนรูป (Thermoplastics)

พลาสติกประเภทคงรูป (Thermosettings) หรือที่รู้จักกันทั่วไปว่า พลาสติกแข็ง คือ พลาสติกที่มีรูปทรงภาวรเมื่อผ่านกรรมวิธีการผลิตโดยใช้ความร้อน (Heat)และแรงอัด (Pressure) จะนำไปหลอมละลายอีกไม่ได้ เปรียบเสมือนไข่เมื่อนำไปต้มสุกแล้วจะทำให้เหลวเหมือนเดิมอีกไม่ได้ในประเทศอังกฤษเรียกพลาสติกชนิดนี้อีกชื่อหนึ่งว่าดูโรพลาสติก (Duroplastics)

วิธีแบ่งประเภทนั้นนักวิทยาศาสตร์ ได้แบ่งโดยลักษณะต่างๆ ดังนี้

แบ่งโดยพิจารณาจากการเกาะตัวของโมเลกุล

1. พลาสติกประเภทคงรูป การเกาะตัวของโมเลกุลเป็นแบบตาข่าย
2. พลาสติกประเภทคืนรูป การเกาะตัวของโมเลกุลเป็นแบบเส้นด้ายหรือแบบลูกโซ่
3. อีลาสโตเมอร์ (Elastomer) การเกาะตัวของโมเลกุลเป็นแบบตาข่ายแต่อยู่ในสภาพอ้อนตัว คุณสมบัติคล้ายพลาสติกประเภทคืนรูป เช่น ยางเทียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบ่งตามคุณสมบัติทางฟิสิกส์

พลาสติกประเภทคืนรูป

1. ปกติแข็งตัว
2. เมื่อได้รับความร้อนถึงจุดละลายจะละลาย
4. เมื่อเย็นตัวลงคุณสมบัติจะเปลี่ยนไป นำไปใช้งานไม่ได้อีก

พลาสติกประเภทคงรูป จะมีสภาพดังนี้

1. ปกติจะเป็นของแข็ง
2. เมื่อได้รับความร้อนจะเกิดการยืดหยุ่นได้
3. เมื่อเพิ่มความร้อนถึงจุดละลายจะละลาย
4. เมื่อเย็นตัวจะมีคุณสมบัติดังเดิม

พลาสติกประเภทคืนรูป (Thermoplastics) หรือที่รู้จักกันทั่วไปว่า พลาสติกอ่อน เป็นพลาสติกที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้อีก หลังจากนำไปหล่อทำเป็นผลิตภัณฑ์แล้ว เปรียบเสมือนน้ำนำไปทำน้ำแข็ง เมื่อถูกความร้อนก็จะละลายกลายเป็นน้ำอีก และน้ำนี้ก็สามารถนำกลับไปทำน้ำแข็งได้อีกไม่มีที่สิ้นสุด เรียกว่า "Plastics with a Menory"

ประวัติของพลาสติก

ในปี ค.ศ. 1868 ช่างพิมพ์ (Printer) ชาวอเมริกาชื่อ John Wesley Hyatt ได้ค้นพบพลาสติกชนิดแรกของสหรัฐอเมริกา ชื่อ เซลลูลอยด์ (Celluloid หรือ Cellulose Nitrate) โดยการนำเอาไพรอกซิลีน (Pyroxylin) ซึ่งทำจากฝ้ายกับกรดไนตริกผสมการบูร (Solid Camphor) ทำเป็นลูกบิลเลียดแทนการใช้งาช้าง ซึ่งเกิดขาดแคลนมากในระยะนั้น ขณะเดียวกันที่อังกฤษได้นำไพรอกซิลีนไปทำเป็นแลคเคอร์และวัสดุเคลือบผิว (Coating Materials) อื่นๆ ต่อมาได้มีผู้นำเอาเซลลูลอยด์ดัดแปลงไปใช้ทำเหงือกฟันปลอม (สีชมพู) แทนการใช้ยางแข็ง หลักจากนั้น ได้นำเอาไปใช้ทำกระจกรถยนต์ จนกระทั่งปี ค.ศ.1882 บริษัท Eastman ได้ประดิษฐทำเป็นฟิลม์ภาพยนต์ การคิดค้นพลาสติกได้หยุดชะงักไปชั่วระยะเวลาหนึ่งจนกระทั่งในปี ค.ศ.1909 Dr.Leo Hendrik Baekeland ได้ค้นพบพลาสติก ชื่อ ฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์ (Phenol-Formalde-hyde) โดยการผสมฟีนอลกับฟอร์มาลดีไฮด์เข้าด้วยกัน พลาสติกชนิดนี้เรารู้จักกันดีในชื่อ Bakelite ซึ่งใช้ทำด้ามกะทะ หูหม้อ และอุปกรณ์ไฟฟ้าอื่นๆ

สมาคมวิศวกรพลาสติก (SPE) และสมาคมอุตสาหกรรมพลาสติก (SPI) แห่งสหรัฐอเมริกาได้จำกัดความของพลาสติกไว้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

"พลาสติก คือวัสดุที่ประกอบด้วยสารหลายอย่างมีน้ำหนักโมเลกุลสูงลักษณะอ่อนตัวขณะทำการผลิต ซึ่งโดยมากใช้กรรมวิธีการผลิตด้วยความร้อน หรือแรงอัดหรือทั้งสองอย่าง" แหล่งกำเนิดของพลาสติก แบ่งออกเป็นแหล่งใหญ่ๆ ได้ 5 แหล่ง คือ

1. แห่งผลิตผลทางเกษตร เช่น เซลลูโรดไนเตรด (Cellulose Nitrate) เซลลูโรสอะซีเดต (Cellulose Acetate) เซลลูโรสอะซีเดต บรูไทเรท (Cellulose Acetate Butyrate) เอธีทเซลลูโรส เคซีน (Ethyl Cellulose Casein)

2. แหล่งผลิตผลทางเกษตรและน้ำมัน มีน้อยมาก

3. แหล่งน้ำมันและถ่านหิน เป็นแหล่งที่ใช้ผลิตพลาสติกชนิดต่างๆ ได้มากที่สุด เช่น โปลีสไตรีน (Polystyrene) ฟีนอลฟอมาลดีไฮด์ (Phenol-Formalolehyde) เมลามีฟอมาลดีไฮด์ (Melamine Formaldehyde) โปลีเอทธีรีน (Polyethylene) ยูเรีย-ฟอมาลดีไฮด์ (Urea-Formaldehyde) ไนลอน (Nylon) โปลีเอสเตอร์ (Polyester) อะครีริค (Acrylic) อีพอกซี่ (Epoxy)

4. แหล่งน้ำมันและสินแร่ เช่น โปลีไวนีลบรูไทราล (Polyvinyl Butyral) โปลีไวนีลคาร์บาซอล (Polyvinycarbazole) โปลีไวนีล อะซีเดท, โปลีไวนีล แอกอฮอล์ (Polyvinyl Alcohol) ซิลิโคน (Silicone) โปลีไวนีล อะซีเดท ครอไรด์ (Polyvinyl Acetate-chloride) โปลีไวนีลครอไรด์ (Polyvinyl Chloride)

5. สินแร่ มีน้อย เช่น แคลเซี่ยม (Calcium) อลูมิเนียมซิลิเคต (Aluminium Silicate)

คุณสมบัติของพลาสติก

พลาสติกนับว่าเป็นวัสดุที่มีบทบาทและสำคัญมากในยุคปัจจุบันนี้ และเป็นคู่แข่งของเหล็ก ซึ่งนับวันได้ถูกใช้อย่างมากมายจนเหลือน้อยทำให้พลาสติกได้ถูกนำมาใช้แทนอย่างมากเพราะพลาสติกมีคุณสมบัติพิเศษดีเด่นกว่าวัสดุอื่นที่ใช้กันมาก่อนอย่างมากมาย เพราะสามารถใช้แทนวัสดุอื่นได้เกือบทั้งหมด เช่น

แข็ง	ทนการสึกกร่อน
อ่อนนุ่ม	ทนสารเคมี
ยืดตัว	เป็นฉนวนไฟฟ้า
เหนียวทนทาน	กันน้ำ
ใส	ไม่ติดง่าย
ทึบ	หล่อลื่นในตัว
เบา	ทำเป็นสีต่าง ได้
ลอยน้ำได้	ทนความร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พลาสติกมีคุณสมบัติทางโครงสร้างพิเศษที่เรียกว่า High Molecular Weight คือ ในหนึ่งโมเลกุลมีจำนวนอะตอมมากกว่าสารชนิดอื่นมากมาย จึงบทำให้มีคุณสมบัติหลายๆ อย่างพร้อมกันไป คือ

คุณสมบัติทางกายภาพ มีความแข็งแรง เหนียว ยืดหยุ่น ฯลฯ

คุณสมบัติทางไฟฟ้า เป็น ฉนวนไฟฟ้า

คุณสมบัติทางเคมี ทนกรด ด่าง และสารเคมีอื่นๆ

ข้อเปรียบเทียบคุณสมบัติพลาสติกเมื่อเทียบกับเหล็ก

ข้อดี

1. น้ำหนักเบา สามารถขนย้ายได้ง่าย
2. ทนต่อกรด-ด่างได้ดี ทำให้ไม่เกิดสนิม
3. กรรมวิธีผลิตชิ้นงานทำได้ง่ายและครั้งละหลายๆ ชิ้น
4. เป็นฉนวน กับกระแสไฟฟ้าได้ดี
5. สามารถ เชื่อม กลึง ใส เจาะ ประกอบได้ง่าย
6. ราคามีแนวโน้มลดลงเรื่อยๆ เพราะกรรมวิธีการผลิตทันสมัย และปริมาณการผลิตเพิ่มขึ้น
7. ผสมสีเข้ากันได้ดี ชิ้นงานจึงสามารถจะย้อมสีอะไรก็จะทำได้ง่ายและคงทน

ข้อเสีย

1. ความมั่นคงแข็งแรงน้อยกว่าเหล็ก
2. ทนความร้อนได้น้อย ทำให้อ่อนตัวได้ง่าย
3. ระยะเวลาการใช้งานสั้นกว่า
4. เมื่อชำรุดแล้วซ่อมแซมได้ยาก
5. เปอร์เซ็นต์การหดตัวมากกว่าเหล็กมาก

วัตถุดิบที่ใช้ผลิตพลาสติก

วัตถุดิบที่ใช้ผลิตพลาสติกทั่วๆ ไปมี 3 ชนิด คือ

1. ผง (Powder) เหมาะสำหรับการผลิตในอุตสาหกรรมพลาสติกแบบใช้แรงอัด (Press Mould)

2. เม็ด (Pellet & Granule) เหมาะสำหรับผลิตพลาสติกแบบฉีด (Injection Mould) หรือที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์พลาสติกทั่วๆ ไป

3. เหลว (Liquid) เหมาะสำหรับอุตสาหกรรมผลิตพลาสติกหล่อและผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กลาส สำหรับอุตสาหกรรมภายในครอบครัว หรืออุตสาหกรรมพลาสติกขนาดย่อม นั่นเองไม่นิยมในอุตสาหกรรมพลาสติกขนาดใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเลือกชนิดของพลาสติก

การทดสอบเพื่อให้รู้ว่าเป็นพลาสติกชนิดไหนนั้น มีวิธีการทดสอบอยู่หลายอย่าง ซึ่งจะต้องสังเกตด้วยประสาททั้งสามคือ หู ตา จมูก และวิธีอื่นๆ อีก คือ

1 ทดลองใช้เลื่อยตัดหู และสังเกตจะพบว่าพลาสติกคืนรูปจะเหนียวหนืด ขี้เลื่อยออกมาจะเหนียวฝืด พลาสติกคงรูปจะแข็งเปราะ

2. ทดสอบโดยใช้ความร้อน

พลาสติกคืนรูป จะค่อยๆ อ่อนตัว ถึงจุดละลาย

พลาสติกคงรูป จะไม่อ่อนตัวแม้ใช้ความร้อนสูงจะไม่ยืดหยุ่น ถึงจุดละลาย เมื่อเย็นจะแข็งเปราะ

3. สังเกตจากสีตามธรรมชาติ คือสีที่ยังไม่ได้ย้อมจะพบว่า

PMMA, PS	จะใสโปร่ง เหมือนกระจก
PE	สีเหมือนนมข้น ถ้าย้อมสีส่วนมากใช้สีดำ
PA	สีของผสมนมข้น ทำถุงเป็นสีใส
PP	สีเทา ๆ
PE	สีอิฐมหิน

4. ทดลองแช่น้ำดู มีพลาสติกอยู่ 2 ชนิด เบากว่าน้ำคือ PE, PP เมื่อเอาเล็บจิกดู PP จะเป็นรอยเพราะอ่อนกว่า PE, PS จะจมอย่างช้าๆ

5. พิสูจน์จากการฟังเสียงโดยโยนลงบนพื้น

PS, MF, SAN	เสียงใสแหลม
PP, PE, PVC	เสียงทึบ

6. พิสูจน์กลิ่นและเปลวไฟเมื่อเผาดู

PP	สีเหมือนเปลวเทียน กลิ่นหอม
PVC	ไม่ติดไฟเมื่อเอาออกจากเปลว
PE	ไฟลุกคล้ายใต้
POM	กลิ่นฉุนเปลวคล้ายใต้

7. พิจารราดูจากคุณสมบัติของมัน

แข็ง	:	PVC แข็ง PMMA
เหนียว	:	PA, PE แข็ง Celluloid
อ่อนเหนียว	:	pe อ่อน, PVE อ่อน PP เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปวิธีตรวจสอบพลาสติกอย่างง่ายๆ คือ

1. พลาสติกคงรูป หรือพลาสติกแข็ง จะไหม้กลายเป็นเถ้า หรือแตก และจะเปลี่ยนสีแต่ไม่หลอมตัวหรืออ่อนตัวลง

2. พลาสติกคืนรูป หรือพลาสติกอ่อน จะอ่อนตัวละลายแล้วหยดเหมือนน้ำตาเทียน

อุณหภูมิขึ้นรูปของพลาสติก

อุณหภูมิที่ใช้ขึ้นรูปพลาสติกมีช่วงการขึ้นรูปอยู่ไม่ห่างนัก ดังนั้นการจะทำงานขึ้นรูปจึงต้องมีตัวคอยบังคับอุณหภูมิให้อยู่ในช่วงนั้นๆ อุณหภูมิการขึ้นรูปของพลาสติกแต่ละชนิดก็จะต่างกัน, คือ

ตารางที่ 21

แสดงอุณหภูมิในการขึ้นรูป ของพลาสติกแต่ละชนิด

ชนิดของพลาสติก	อุณหภูมิขึ้นรูป °C	ลักษณะงานผลิต
Phenolic	140 - 180	Press Mould
Aminoplastic & Melamin	140 - 180	" "
Unsaturated O\Polyester (UP)	120 - 180	" "
A B S	190 - 250	Injection Mould
P V C	160 - 170	" "
P V C	160	Extruder
P E	260	Injection Mould
P S	170 - 280	" "
S A N	200 - 250	" "
P M M A	180 - 240	" "
P C	180 - 220	" "
P A	180 - 220	" "
P O M	180 - 220	" "
C A	140 - 190	" "
P P	220 - 280	" "

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 22

พลาสติกที่สำคัญและเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันมากที่สุด

ประเภท	ชื่อ	ตัวย่อ
	Acrylonitilebutadiene-Styrene- Copolymers	A B S
	Cellulose Acctate	C A
	Cellulose Acetate Butyrate	C A B
	Cellulose nitrate	C N
	Cellulose Propionate	C P
	Polyamide (Nylon)	P A
	Polycarbonate	P C
	Polychlortrifluoroethylene	PCTFE
	Polyethlene	PE
	Polyisobutylene	PIB
	Polymethyl methaceylate (Acrylic)	PMMA
	Polyoxymethylene	POM
	Polypropylene	PP
	Polystyrene	PS
	Polytetrafluoroethylene	PTFE
	Polyviny Lacetate	PVAC
	Polyvinylchloride	PVC
	Styrene-Acry-onitrile-Copolymers	SAN
	Styrene-Butadiene-Copolymers	SB
	EPOXY resin	EP
	Melamine formualdehyde	MF
	Phenol formaldehyde	PF
	Polyurethane	PUR
	Urea Formaldehyde	UF
	Unsaturated Polyester	UP
	Silicone	SI

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมบัติและประโยชน์ของพลาสติกบางชนิด

ประเภทพลาสติกคืนรูป

โพลีเมทธีนเมตาอะคริเลต (Polymethymethaacrylate) หรือ อะคริลิค (Acrylics) มีตัวย่อว่า PMMA รู้จักกันดีในชื่อการค้าว่าเพลคซิกกลาส (Plexiglass) ลูไซท์ (Lucite) โพลีกลาส (Polyglass) ถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรมในสหรัฐอเมริกา ปี ค.ศ. 1936 อะคริลิค ได้ถูกนำไปผสมกับพลาสติกชนิดอื่นเช่น สไตรีน (styrene) บ้าง พีวีซี บ้าง เกิดเป็นพลาสติกชนิดใหม่เช่น Methyl Methacrylate Styrene เป็นต้น

คุณสมบัติ เป็นพลาสติกที่ใสที่สุดชนิดหนึ่ง แข็งแรงพอสมควร เป็นรอยขีดข่วนง่าย ทนแสงอุลตราไวโอเลทได้ดี ทนความร้อน ความเย็น เป็นฉนวนไฟฟ้าดีมาก ทนสารเคมีได้พอสมควร ไม่ควรให้ถูกน้ำมัน เบนซิน อาซีโทน คลอโรฟอร์ม สเปรย์น้ำหอม และพวกกรดออกซิไดซิ่ง ชนิดเข้มข้น ไม่มีกลิ่น ไม่มีรส ไม่เป็นพิษ โปร่งใส อะคริลิคยังทำเป็นสีต่างๆ ได้มีทั้งชนิดใส ฝ้าและทึบแสง

ประโยชน์ นิยมนำไปทำเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ เช่น ป้ายร้านค้า ป้ายโฆษณา โคมหลังคา กรอบแว่นตา เลนซ์ โคมไฟ เฟอร์นิเจอร์ ถาดและถ้วยบรรจุของเหลวชนิดใส

โพลียาไมด์ (Polyamides or Nylon) ย่อว่า PA

พลาสติกชนิดนี้รู้จักกันดีในชื่อ ไนล่อน ซึ่งคิดค้นและนำเข้ามาใช้ในอุตสาหกรรม เมื่อ ค.ศ.1938 โดยบริษัท Du Pont จุดประสงค์เพื่อใช้เป็นวัสดุทนแทนเส้นไหมในอุตสาหกรรมทำถุงเท้า ซึ่งได้รับความสำเร็จอย่างงดงามในช่วงระยะเวลาอันสั้น ไนล่อนได้เข้ามามีบทบาทแทนเส้นไหมเกือบทั้งหมด

คุณสมบัติ มีน้ำหนักเบา ราคาแพง แข็งแรง ทนทาน ตกไม่แตก ไม่มีปฏิกิริยาต่อน้ำมัน ไม่มีกลิ่น ไม่มีรส และไม่เป็นพิษ เป็นฉนวนไฟฟ้าแต่ไม่เหมาะสำหรับไฟฟ้าแรงสูง มีความทนทานต่อการเสียดทานสูง รับแรงดึง แรงอัดได้ดี ทนความร้อน ทนการขีดข่วน ทนกรดชนิดอ่อน ทนด่างได้ทั้งชนิดอ่อนและเข้ม สามารถทำเป็นสีต่างๆ ได้

การใช้ประโยชน์ ใช้ทำเครื่องนุ่งห่ม ทำเกียร์ แบริ่ง บูช ส่วนรับน้ำหนักและมีแรงเสียดทานสูง ในรูปเส้นใยใช้ทำร่มชูชีพ ถุงเท้า เสื้อผ้า เอ็นตกปลา ผงกำมะหยี่ นอกจากนั้นยังใช้ทำค้อนพลาสติก วาวล์ ท่อส่งน้ำมันและสารเคมีอื่นๆ ใบพัด ขวดสเปรย์บางชนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปลีเอททีลีน (Polyethylene) ย่อว่า PE

มีน้ำหนักเบาในรูปของแผ่นบาง สามารถพับงอได้ดี มีความหนามากขึ้นจะคงรูปรับแรงดึงและแรงอัดได้น้อย มีความยืดตัวได้สูงถึง 500 เปอร์เซนต์ ฉีกขาดยาก มีลักษณะคล้ายขี้ผึ้ง ไม่เกาะติดน้ำ เป็นฉนวนไฟฟ้าได้ดีมาก โดยทั่วไป โปลีเอททีลีน มีลักษณะใส เมื่อเป็นแผ่นบางจะมีสีขุ่น เมื่อความหนาเพิ่มขึ้น สามารถทำเป็นสีต่างๆ ได้ตามต้องการ

การใช้ประโยชน์ โปลีเอททีลีน มีปริมาณการใช้สูงสุดในพลาสติกประเภทเทอร์โมพลาสติก แม้ราคาต่อปอนด์จะไม่ถูกที่สุด แต่เพราะมีน้ำหนักเบากว่าจึงสามารถผลิตได้ปริมาณมาก นิยมใช้ทำถุงบรรจุอาหารและเสื้อผ้า ตุ๊กตาเด็กเล่น ดอกไม้พลาสติก ภาชนะบรรจุในครัวถาดทำน้ำแข็งในตู้เย็น ขวดและภาชนะบรรจุของเหลว พลาสติกคลุมโรงเพาะชำ สายเคเบิล แผ่นกันความชื้นในอาคารและของใช้ราคาถูกอีกมากมาย

โปลีสไตรีน (Polystyrene) ย่อว่า PS

น้ำหนักเบาที่สุดในพลาสติกชนิดแข็ง (Rigid Plastices) มีความคงรูปดีแต่เปราะสามารถทำเป็นสีต่างๆ ได้ มีทั้งใส ฝ้าและทึบ ผิวมีทั้งเรียบและขรุขระไม่มีรสและกลิ่นเป็นฉนวนไฟฟ้าดี

การใช้ประโยชน์ ทำกล่องบรรจุอาหารชนิดใส กล่องบรรจุของใช้อื่นๆ เช่น แปรงสีฟัน ของเด็กเล่น ไม้บรรทัดราคาถูก แผงและตู้โทรทัศน์ วิทยุ ในรูปโฟมซึ่งเรารู้จักดีในชื่อสไตโรโฟม (styrofoam) ใช้ทำป้ายและสิ่งประดับในงานต่างๆ วัสดุกันแตกในกล่องบรรจุของแผ่นฉนวนกันความร้อนและเสียง

โปลีสไวนีล ครอไรด์ (Polyvinylchloride) ย่อว่า PVC

มีคุณสมบัติทนทางเคมี ทำความสะอาดง่ายไม่เกาะติดสิ่งสกปรก จึงใช้ทำกระเบื้องยางปูพื้นซึ่งมักจะผสมใยหิน (Asbestos) ด้วยคุณสมบัติเหนียวทนทานใสและพิมพ์ง่ายจึงนิยมใช้ทำท่อน้ำ สายไฟฟ้า ถุงมือ ของเด็กเล่นชนิดเป่าลม ถ้วยและถาดบรรจุอาหารชนิดแผ่นบาง ใช้ทำถุงและพลาสติกบรรจุของ รองเท้าเด็ก ขวดน้ำมันพืชชนิดต่าง ๆ

โปลีสเตตระฟลูออโรเอสทีลีน (Polytereafluoroethylene) ย่อว่า PTFE

เป็นพลาสติกที่มีน้ำหนักมากที่สุดชนิดหนึ่ง กับแรงดึงและแรงอัดได้ดีพอสมควร แต่รับแรงกระทบได้ดีมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้ประโยชน์ เนื่องด้วยพลาสติกชนิดนี้มีราคาแพงมาก จึงถูกนำไปใช้งานที่ต้องการคุณสมบัติพิเศษหลายอย่างรวมกับคุณสมบัติด้านทนความร้อน ใช้ทำฉนวนไฟฟ้ากับลวดไฟฟ้าที่ต้องเชื่อมด้วยความร้อนปะเก็น (Gasket) ในเครื่องจักรแหวนลูกสูบ (Piston Rings) วาล์ว (Valve) คุณสมบัติทางไฟฟ้าใช้ทำฉนวนและอุปกรณ์ไฟฟ้า คุณสมบัติทางไม่ติดไฟง่าย ใช้เคลือบหม้อกะทะฝรั่ง (มีสีเขียว น้ำตาล ดำ)

โปลีคาร์บอเนต (Polycarbonate) ย่อว่า PC

เป็นพลาสติกใสชนิดที่แข็งแรงที่สุด คุณสมบัติแข็งแรง ทนทานดีมาก ทนความร้อนขณะใช้งานได้ถึง 240 °F หากนำไปใช้กับใยแก้วเป็นผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กลาสจะทนทานมากยิ่งขึ้นเป็นฉนวนไฟฟ้าดีทนกรดด่างได้ดี

การใช้ประโยชน์ เช่นขวดนมเด็กชนิดดี โคมไฟฟ้าสาธารณะ ช่องมองหน้าหมวกนักบินอวกาศ ด้ามเครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ แว่นตากันแดด

ฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์ (Phenol-Formaldehyde) ย่อว่า PF

พลาสติกชนิดนี้รู้จักกันดีในชื่อเบกเกลไลท์ (Bakelite) มีปริมาณการใช้สูงสุดในประเภทเทอร์โมเซทติ้ง

การใช้ประโยชน์ นิยมทำด้ามมือจับ หูหม้อ หูกะทะ ฝาครอบจาจ่ายรถยนต์อุปกรณ์ไฟฟ้า ถาดบรรจุสารเคมี

โปลีเอสเตอร์ (Unsaturated Polyester) ย่อว่า UP

รู้จักกันดีในรูปของผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กลาส **การใช้ประโยชน์** นิยมทำผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กลาส เช่น เรือ รถยนต์ ชิ้นส่วนในเครื่องบิน กระดุมชนิดต่างๆ ไม้อัดต่างๆ เคลือบด้วยโปลีเอสเตอร์

ยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์ (Ureaformadihyde) ย่อว่า UF

คุณสมบัติ ตกไม่แตก ทนต่อน้ำยาเคมี ไขมัน และน้ำมัน เป็นฉนวนไฟฟ้า บางอย่างทึบแสงบางอย่างโปร่งแสง ไม่มีกลิ่น ไม่มีรส ไม่เป็นพิษ ประโยชน์ที่อุณหภูมิใช้งานได้คือ 70-80 องศาเซนติเกรดใช้ทำกระดุมเรือ ตัวถังรถยนต์ ยูเรียชนิดเหลวนิยมใช้ทำกาวไม้อัด และชิปบอร์ด น้ำยาเคลือบผิวประเภทผลิตภัณฑ์นิยมใช้ทำอุปกรณ์ไฟฟ้า ตู้วิทยุ ปุ่มจับด้ามเครื่องมือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมลามีนฟอร์มาลดี ไฮด์ (Melamineformande hyde) ย่อว่า MF

คุณสมบัติน้ำหนักมากกว่าพลาสติกทั่วๆ ไปเล็กน้อย คือมีสมรรถภาพ ระหว่าง 1.47-1.55 รับแรงดึงได้ดีพอสมควร รับแรงอัดและแรงดึงบิดงอได้ดีมาก ทนความร้อนหากผสมใยหินจะทนความร้อนได้ถึง 400 °F และใช้เก็บความเย็นได้ในอุณหภูมิ-70 °F คุณสมบัติทางไฟฟ้าเป็นฉนวนไฟฟ้าที่ดีกับกระแสไฟฟ้า ความถี่ต่ำไม่เหมาะกับการใช้กับกระแสไฟฟ้าความถี่สูง คุณสมบัติทางเคมี ทนกรดด่างชนิดแก่ ทนสารเคมีอื่นๆ เช่น ผงซักฟอก น้ำมัน ทินเนอร์ ดูดซึมน้ำได้บ้าง น้ำชากาแฟจะทำให้เกิดคราบเปื้อนได้

การใช้ประโยชน์ นิยมใช้ทำถ้วยชามมากที่สุด นอกจากนั้นยังใช้ทำวัสดุปิดผิวโต๊ะที่รู้จักกันดีในชื่อ โฟไมก้า (Fomica) และ Texolite ชนิดเหลวใช้ทำกาว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 23

แสดงการนำพลาสติกไปทำผลิตภัณฑ์

ชื่อพลาสติก	ตัวอย่างผลิตภัณฑ์	วิธีตรวจสอบแบบง่ายๆ โดยเผาไฟ
เทอร์โมพลาสติก อะคริลิค (ACRYLIC)	แผ่นพลาสติกทำป้ายยี่ห้อ กรอบพระห้อยคอ เครื่องสุขภัณฑ์ เช่น อ่างล้างหน้า กรอบกระจกสี ฯลฯ	ไวไฟ ไม่ดับเอง เปลวสีน้ำเงินปลายเหลือง มีควันเล็กน้อย กลิ่นเหมือนผลไม้
ฟลูออโรคาร์บอน (FLUOROCARBON) หรือเทฟล่อน (TEFLON)	บูช, แบริ่ง, ประเก็นทนความร้อน, เทปทนความร้อน, พลาสติดเคลือบภายในหม้อกะทะ, น้ำยาถอดแบบในรูปสเปรย์และผงแป้ง ฯลฯ	ติดไฟยาก ดับเอง ไม่มีกลิ่น
โปลียาไมด์ (POLYAMIDE) หรือไนล่อน (NYLON)	บูช, แบริ่ง, ขนแปรงสีฟัน, เส้นใยทำถุงเท้าและสิ่งทอ, ผ้าพิมพ์ซิลค์กรีน เส้นเอ็น ฯลฯ	ติดไฟง่ายปานกลาง ส่วนมากจะดับเอง เปลวสีน้ำเงิน ปลายเหลือง หลอมและหยด กลิ่นคล้ายเส้นผมไหม้
โปลีเอททีลีน (POLYETHYLENE)	ถุงนิ่ม, ดอกไม้พลาสติก, ขวดและกระป๋องบรรจุของเหลว, ถังใส่น้ำ, ขวด ถ้วย ฯลฯ	ติดไฟง่าย ไม่ดับเอง หยดเปลวสีน้ำเงินปลายเหลือง กลิ่นคล้ายพาราฟิน
โปลีปรอบบิลีน (POLYPROPYLENE	ถุงร้อน, เชือกปอ, แถบบัดลัง, ขวด ถังใส่น้ำ, หลอดดูด ฯลฯ	ติดไฟง่าย ไม่ดับเอง หยดเปลวสีน้ำเงิน ปลายเหลืองกลิ่นคล้ายพาราฟินแต่หอมหวาน (SWEET)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 23 (ต่อ)

ชื่อพลาสติก	ตัวอย่างผลิตภัณฑ์	วิธีตรวจสอบแบบง่ายๆ โดยเผาไฟ
โปลิสไตรีน (POLYSTYRENE)	กล่องบรรจุเทป แปรงสีฟันและอาหาร, ตู้วิทยุ, โทรทัศน์, กล่องใส่สไลด์ ถ้วยไอสครีม กล่องใส่ไข่, โฟมแผ่นและโฟมบรรจุของสีขาว ฯลฯ	ติดไฟง่าย ไม่ดับเอง เปลวสีเหลือง มีควันดำ มีเขม่าหลอมและเป็นฟอง กลิ่นไตรีน แต่อันตรายมาก
เอทธีลเซลลูโลส (ETHYL CELLULOSE)	ทำด้ามยาง, อุปกรณ์ไฟฟ้า กระบอกไฟฉาย ฯลฯ	ติดไฟง่าย, ไม่ดับเอง หลอมเป็นหยด เปลวเหลือง ปลายสีน้ำเงิน กลิ่นคล้ายน้ำตาลไหม้
พี.วี.ซี. (POLYVINYL CHLORIDE)	ผ้ายาง, หนังเทียม, สายไฟ, สายยาง, ท่อประปา, ขวดบรรจุของเหลว เช่น ยาสระผม น้ำมันพืช, กระเบื้องยาง ฯลฯ	ติดไฟง่ายปานกลาง ดับเอง เปลวสีเหลือง มีควัน หลอมเป็นหยด กลิ่นกรดเกลือ (ไฮโรคลอริล)
โปลีคาร์บอเนท (POLYCARBONATE)	ขวดนมชนิดดี, โคมไฟสาธารณะ, แผงใส่น้ำหมวกนักบินอวกาศ ฯลฯ	ติดไฟยาก ดับเอง อ่อนตัวและมีฟองเปลวสีเหลือง มีควัน กลิ่นหอม
เทอร์โมเซตติ้งยูเรีย (URREA)	กาว, อุปกรณ์ไฟฟ้า (สีอ่อน) ฯลฯ	ติดไฟยาก ดับเอง เปลวสีเหลือง ขอบสีเขียว น้ำเงิน พองร้าวและแตก มีกลิ่นเหม็นคาวปลากลิ่นฉุนของฟอร์มาลดีไฮด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 23 (ต่อ)

ชื่อพลาสติก	ตัวอย่างผลิตภัณฑ์	วิธีตรวจสอบแบบง่ายๆ โดยเผาไฟ
เอบีเอส (ACRYLONITRILE BUTADIENE-STYRENE)	เครื่องรับโทรศัพท์ หน้ากาก เครื่องแอร์ ชิ้นส่วนพัดลม, ปุ่มหมุนวิทยุโทรทัศน์ (ชุบโครเมี่ยม) ฯลฯ	ติดไฟง่ายปานกลาง ไม่ดับเอง เปลวสีเหลืองมีควัน เขม่า หลอมและเป็นฟอง กลิ่นสไตรีน
โปลีเอสเตอร์ (POLYESTER)	เส้นใยทอเสื้อผ้า, ฟิล์มไมล่าร์ เทป, ฟิล์มถ่ายรูป ฯลฯ	ติดไฟง่าย ไม่ดับเอง เปลวสีเหลือง มีควันทึบ หลอมตัวมีสีดำ กลิ่นไตรีน
เซลลูโลสไนเตรท (CELLULOSENITRATE) หรือ CELLULOID)	ฟิล์ม, แผ่นกระจก, ลูกบิลเลียด, ลูกปิงปอง, ส้นรองเท้า, น้ำยาเคลือบผ้า, แลคเกอร์ ฯลฯ	ติดไฟง่ายรวดเร็ว ไม่ดับเอง เปลวสีขาวสด กลิ่นการบูร
เซลลูโลสอาซีเตท (CELLULOSE ACETATE CELLOPPHANE	กระดาษแก้ว, ฟิล์มบรรจุผลิตภัณฑ์ เทปบันทึกเสียง, ฟิล์มถ่ายรูป, กรอบแว่นตา เส้นใย ฯลฯ	ติดไฟง่าย, ไม่ดับเอง หลอมเป็นหยดเปลวเหลือง ควันดำ กลิ่นฉุนเหมือนน้ำส้ม (ACETICACID)
เซลลูโลสอสซิเตท-บูไทเรท (CELLULOSE ACETATE BUTYRATE)	ฟิล์มบรรจุผลิตภัณฑ์, พวงมาลัยรถยนต์, ด้ามเครื่องมือ, กรอบแว่นตา ฯลฯ	ติดไฟง่าย ไม่ดับเอง เปลวน้ำเงินปลายเหลือง หลอมเป็นหยด ฟู กลิ่นเหมือนเนยเปรี้ยว
เซลลูโลสปรอบบิโอเนท (CELLULOSE PROPIONATE)	ฟิล์มบรรจุผลิตภัณฑ์, ปากกา. แปรงสีฟัน หวี ฯลฯ	เหมือนเซลลูโลสอาซีเตทบูไทเรท กลิ่นหอม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.22.5 ยาง (Rubber)

ปัจจุบันจัดว่ายางเป็นส่วนประกอบที่สำคัญในงานอุตสาหกรรมทุกประเภท ไม่โดยตรง ก็ทางอ้อม โดยตรงได้แก่ อุตสาหกรรมประเภทยางรถยนต์ ยางในรองเท้า ท่อน้ำ สายพาน ลูกยางต่างๆ เป็นต้น โดยทางอ้อมก็เป็นชิ้นส่วนประกอบของเครื่องจักร เครื่องมือต่างๆ และมันเป็นส่วนที่สำคัญยิ่งในอุตสาหกรรมประเภทนั้นด้วย

ประเภทของยาง

ด้วยเหตุผลดังที่กล่าวมาขั้นต้น ยางจึงแบ่งออกเป็นหลายประเภท หลายชนิด ซึ่งพอจะแบ่งออกได้ดังนี้ คือ

ยางธรรมชาติ (Natural Rubber) เป็นยางที่ได้มาจากยางพารา วัตถุดิบชนิดนี้มีมากในประเทศไทย มีคุณสมบัติที่พอสรุปได้ดังนี้ คือ

- ค่าความทนต่อแรงดึงดีมาก
- ความสามารถในการยืดหดดี
- การทนต่อการขีดข่วนดี
- เปอร์เซนต์ในการรับน้ำหรือดูดซับมีค่าน้อย

ค่าต่างๆ ที่กล่าวมาจะดีมากเมื่ออยู่ในช่วงอุณหภูมิไม่เกิน 70 องศาเซลเซียส ถ้าเกินกว่านี้ คุณสมบัติจะลดลงอย่างรวดเร็วคือ ไม่สามารถทนต่อความร้อนสูงได้ และข้อเสียอีกอย่างของยางประเภทนี้คือ ไม่สามารถทนน้ำมันได้ เพราะฉะนั้นจึงไม่นิยมนำเอาของชนิดนี้ไปเป็นวัตถุดิบในการผลิตอะไหล่ที่ต้องรับความร้อนหรือต้องเกี่ยวข้องกับน้ำมัน

ยางสังเคราะห์ (Synthetic Rubber) เนื่องจากความไม่สามารถทนต่อความร้อนและน้ำมัน จึงทำให้มีผู้คิดประดิษฐ์ยางเทียมหรือยางสังเคราะห์ขึ้นมาเพื่อชดเชยข้อเสียของยางธรรมชาติ โดยมีคุณสมบัติทนต่อความร้อนได้สูงขึ้น ทนน้ำมัน ทนกรด ด่าง เป็นต้น ดังนั้นราคายางจึงแพงกว่ายางธรรมชาติมาก

ยางสังเคราะห์มีอยู่มากมายหลายประเภท แต่ประเภทใหญ่ๆ ที่นิยมใช้ในบ้านเรามีดังนี้คือ

1. SBR (Styrene Butadiene Rubber) ใช้ทำ Machanical Parts ทั่วไป เพราะทนความร้อน ทนการเสียดสี ดีกว่ายางธรรมชาติ แต่ทนน้ำมันไม่ได้

2. NBR (Nitrile Butadiene Rubber) เป็นยางสังเคราะห์ที่นิยมใช้กันมาก เพราะกันน้ำมันได้ดี ทนความร้อนได้ประมาณ 125 องศาเซลเซียส

3. Cr (Chloroprene Rubber) ทนความร้อนได้ดีพอๆ กับ NBR แต่กันน้ำมันได้ไม่ดีนัก มีความทนต่อแรงดึง ความสามารถในการยืดหดตัวมีค่าสูงกว่าแบบ NBR

4. SR (Silicone Rubber) เป็นยางที่มีคุณสมบัติทนความร้อนสูงประมาณ 250 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยางสังเคราะห์ (Synthetic Rubber)

ยางสังเคราะห์ได้ถูกผลิตขึ้นมาใช้ในสมัยสงครามโลกครั้งที่ 2 เพราะเกิดการขาดแคลนยางธรรมชาติ โดยได้ผลิตมาจากอุตสาหกรรมเคมี โดยใช้สารเคมี 2 ชนิดผสมกันคือ สไตรีนกับบิวตะไดอีน และในบางอย่างจะต้องมียางธรรมชาติผสมอยู่ด้วย เพราะยางสังเคราะห์นั้นจะมีคุณสมบัติบางอย่างด้อยกว่ายางธรรมชาติ เช่น การยืดหยุ่นตัว และยางสังเคราะห์ก็มีข้อเด่นกว่ายางธรรมชาติ คือ ทนต่อสารเคมี และพวกน้ำมันแร่ได้

ยางสังเคราะห์ได้ถูกผลิตขึ้นมาจากหลายๆ ประเทศ ซึ่งมีมากมาย และก็มีชื่อเรียกต่างกันไป แต่ที่มีใช้ในชีวิตประจำวันทั่วๆ ไปก็มี

1. GR-S (Government Rubber-Styrene) ซึ่งประเทศสหรัฐเป็นผู้ผลิต โดยผลิตมาจากหลิตภัณฑ์น้ำมันปิโตรเลียม ยางประเภทนี้คล้ายคลึงกับยางธรรมชาติมากที่สุด และต้องมีการผ่านกรรมวิธี Valcanization เช่นเดียวกับยางธรรมชาติซึ่งทนต่อการสึกกร่อนได้ดี

ประโยชน์ ใช้ผสมกับยางธรรมชาติผลิตเป็นยางรถยนต์ สายน้ำมันเบนซิน หรือสายน้ำมันแร่ พื้นรองเท้า ฯลฯ

2. ยางบูน่า (Buna Rubber) นั้นผลิตในประเทศเยอรมนี โดยจะแบ่งเป็น 2 เกรด คือ

2.1 ยางบูน่า เกรด S (Buna-S) ซึ่งมีคุณสมบัติทนต่อการสึกหรอเหนียว อายุการใช้งานนาน

ประโยชน์ ในประเทศเยอรมนีนิยมใช้ทำเป็นดอกยางรถยนต์

2.2 ยางบูน่า เกรด N (Bune-N) จะมีคุณสมบัติทนต่อน้ำมันแร่ และสารเคมีต่างๆ แต่ไม่ทนต่อการฉีกขาด

ประโยชน์ ใช้ทำถังน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องบินชนิดอุดรูที่ถูกยิงได้เอง

3. ยางบิวทาย (Butyl Rubber) มีเนื้อยางที่มีคุณสมบัติพิเศษกว่ายางชนิดอื่นคือ มีเนื้อแน่นทำให้แก๊สหรือของเหลวซึมผ่านได้ยาก ทนต่อสารเคมี และความชื้น มีสารพวกอนินทรีย์ผสมอยู่ เช่น ปูนขาว แป้ง และซิลิก้า เพื่อให้ยืดหยุ่นได้ดี

ประโยชน์ ใช้ทำยางในรถยนต์-รถจักรยานยนต์ และยางเครื่องบิน

4. ยางซิลิโคน (Silicone Rubber) เป็นยางสังเคราะห์ที่มีคุณสมบัติยืดหยุ่นได้ดี แม้อุณหภูมิจะต่ำหรือสูง (สูงไม่เกิน 200° ซ.) เพราะเนื้อยางประกอบด้วยโมเลกุลของ Si และ O_2 จึงจัดเป็นพลาสติกอ่อนชนิดหนึ่ง

ประโยชน์ ใช้ทำฉนวนหุ้มสายไฟ สายเคเบิล ท่อยาง ประเก็นกันซึม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ยางไทโอโค (Thioko Rubber) เป็นยางสังเคราะห์ที่ได้มาจากสารอินทรีย์โพลีซัลไฟต์ มีคุณสมบัติพิเศษทนต่อสารเคมีพวกน้ำมันแร่ได้ดี

ประโยชน์ ใช้ทำท่อขนส่งน้ำมันสำหรับรถ-เรือบรรทุกน้ำมัน

6. ยางโฟลียูรีเทน (Polyuretane Rubber) เป็นยางฟองน้ำ ซึ่งได้มาจากสารเออทิลีน ผสมกับโพลีพีลันไกลคอล และอดีพิคเอซิค เมื่อสารทั้ง 3 ทำปฏิกิริยากันจะทำให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา

ประโยชน์ ใช้ทำหมอน ที่นอน เบาะเก้าอี้ เป็นต้น

2.23. กรรมวิธีการผลิต

กรรมวิธีการผลิตการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของวัสดุ

กรรมวิธีการผลิตขั้นต้นที่เปลี่ยนแปลงรูปร่างของวัสดุมีดังนี้

การหล่อ (Casting) หมายถึงการนำวัสดุมาหล่อหลอมให้เป็นเหลวโดยใช้ความร้อน แล้วเทลงในแบบหรือใช้วิธีการอัด เพื่อจะได้ชิ้นงานตามแบบที่ต้องการ

การตี (Forging) หมายถึงการนำวัสดุมาแปรรูปร่างให้ได้ตามแบบที่ต้องการโดยการตี เช่น ช่างตีเหล็ก ตีเหล็กจากเหล็กเส้นกลมให้แบน หรือการให้ความร้อนแก่วัสดุอยู่ในสภาวะกึ่งละลายแล้วมาตีอัดให้เป็นเนื้อเดียวกัน

การอัดขึ้นรูป (Extruding) หมายถึงกรรมวิธีการอัดโลหะ ซึ่งอยู่ในสภาพเป็นกึ่งละลาย ให้ไกลผ่านแบบแม่พิมพ์ ซึ่งจะทำให้ได้ชิ้นงานที่มีรูปร่างหน้าตัดเหมือนกันตลอด (Uniform-Cross-Section) หลังการคล้ายๆ กับการบีบยาสีฟันออกจากหลอดนั่นเอง

การม้วน (Rolling) หมายถึงกรรมวิธีการขึ้นรูปชิ้นงานโดยวิธีการม้วน เช่น การม้วนโลหะ เป็นรูปทรงกระบอก ทรงกรวย เป็นต้น

การดึงขึ้นรูป (Drawing) หมายถึงกรรมวิธีการดึงวัสดุชิ้นงานเพื่อให้ยืดออกจากเดิมในลักษณะความยาวขึ้น แต่ขนาดชิ้นงานเล็กลง เช่น การผลิตลวด

การอัดขึ้นรูปแบบพิมพ์ (Squeeaint) หมายถึงการอัดขึ้นรูปแบบพิมพ์ทรายโดยใช้แรงกระแทกทรายให้ได้รูปร่างและขนาดตามแบบ เช่น การทำแบบแม่พิมพ์ทราย

การบด (Crushing) หมายถึงกรรมวิธีการทำผิวชิ้นงานให้เรียบโดยวิธีการ บด เช่น การบดหน้าวาวไอดีไอเสีย เป็นต้น การบดนี้จะประกอบด้วยแรงกดและแรงหมุน

การเจาะอัดขึ้นรูป (Piercing) หมายถึงกรรมวิธีผลิตท่อไม่มีตะเข็บแท่งเหล็กถูกใส่เข้าไประหว่างลูกกลิ้งหมุนอยู่จะมีแกนเจาะสำหรับเจาะชิ้นงานเพื่อให้เกิดรู เช่น การผลิตต่อ เป็นต้น

การตีหรือการอัด (Swaging) หมายถึงการแปรรูปชิ้นงานโดยการตีหรืออัดกระแทก เพื่อให้ได้ชิ้นงานตามแบบแม่พิมพ์ เช่น การผลิตสลัก หมุดย้ำ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การดัด (Bending) หมายถึงกรรมวิธีการขึ้นรูปชิ้นงานโดยวิธีการดัดอาจจะดัดชิ้นงานที่อยู่ในสภาพพร้อมหรือเย็น ความยากง่ายในการดัดขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุขนาดความหนาและรัศมี เช่น การดัดเหล็กฉากตัวยู เป็นต้น

การตัด (Shearing) หมายถึงกรรมวิธีการตัดเฉือนวัสดุชิ้นงานเพื่อให้ได้ขนาดตามที่ต้องการ เช่น การตัดโลหะแผ่น เป็นต้น

การหมุนขึ้นรูป (Spinning) หมายถึงกรรมวิธีการหมุนขึ้นรูปงานที่จะทำต้องเป็นแผ่นการขึ้นรูปมาก่อน เช่น รูปถ้วย แต่ปากถ้วยไม่โค้งงอ เราสามารถนำมาทำการหมุนขึ้นให้ปากถ้วยโค้งงอได้ โดยใช้เครื่อง

การดันขึ้นรูป (Stretch Forming) หมายถึงการดัดหรือดัดวัสดุชิ้นงานเพื่อให้ได้งานตามขนาดและรูปร่างตามแบบพิมพ์ เช่น กรผลิตท่อแป๊ป เป็นต้น

การรีดม้วนขึ้นรูป (Rool Forming) หมายถึงการรีดม้วนขึ้นรูปวัสดุชิ้นงานเพื่อให้ได้ขนาดและรูปร่างตามแบบโดยใช้ลูกกลิ้ง เช่น การผลิตท่อแป๊ป

การตัดด้วยหัวตัดแก๊ส (Torch Cutting) หมายถึงการตัดวัสดุชิ้นงานเพื่อได้รูปร่างและขนาดตามที่ต้องการ โดยการตัดด้วยหัวตัดแก๊ส เช่น การตัดเหล็กแผ่นหนาด้วยแก๊สอะเซทีลีน

การใช้พลังงานอัดขึ้นรูป (Explosive Forming) หมายถึงการขึ้นรูปวัสดุชิ้นงานให้ได้ขนาดและรูปร่างตามแบบที่ต้องการ โดยการใช้พลังงานของน้ำหรือแก๊สอัดขึ้นรูป เช่น การผลิตปลอกกระสุนปืน เป็นต้น

การใช้กระแสไฟฟ้าและไฮดรอลิคขึ้นรูป (Electrohydaulic Forming) หมายถึงการดัดโลหะ โดยวิธีการใช้กระแสไฟฟ้าตัวอาร์คพร้อมกับ มีตัวไฮดรอลิคเป็นตัวอัดแบบเข้ากับชิ้นงาน เพื่อให้เกิดรูปร่างและขนาดตามที่ต้องการ

การใช้อำนาจแม่เหล็กขึ้นรูป (Magnetic Forming) หมายถึง การเปลี่ยนแปลงรูปร่างวัสดุชิ้นงานให้ได้ตามแบบที่ต้องการโดยใช้อำนาจแม่เหล็ก

การเคลือบผิวชิ้นงานโดยใช้กระแสไฟฟ้า (Electroforming) หมายถึงการเปลี่ยนแปลงชิ้นงานโดยการใช้กระแสไฟฟ้า ความหนาของผิวชิ้นงานจะเพิ่มขึ้นและสามารถควบคุมขนาดความหนาได้ เช่น การชุบโครเมี่ยม ทองแดง นิเกิล

การขึ้นรูปโดยใช้ผงโลหะ (Powder Metal Forming) หมายถึงการใช้ผงโลหะมาเทลงในแบบพิมพ์แล้วใช้แรงอัดสูง เพื่อให้ผงโลหะเกิดความร้อนหลอมเหลวติดกันซึ่งจะได้ชิ้นงานตามแบบแม่พิมพ์

แบบแม่พิมพ์พลาสติก (Plastic Molding) หมายถึง กรรมวิธีที่ใช้ความร้อนและแรงกดหรือดัดขึ้นรูปวัสดุชิ้นงานเพื่อให้ได้ชิ้นงานตามแบบพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การผลิตขั้นต้นนี้วัสดุจะถูกนำมาแปรรูปลักษณะต่างๆ ให้มีขนาดและรูปร่างเหมาะสมกับการใช้ประโยชน์ทางด้านการค้า กรรมวิธีการขึ้นนี้เป็นการเตรียมวัสดุชิ้นงานเพื่อผลิตในขั้นต่อไปเป็นส่วนใหญ่ เช่น การหล่อ การรีด เหล็กเส้น การดึง เป็นต้น ซึ่งผลผลิตที่ได้จะไม่นำไปใช้งานโดยตรง โดยมากจะต้องผ่านกรรมวิธีขั้นต่อไปอีกแล้วจึงจะนำไปใช้งานจริง ดังนั้นกรรมวิธีการผลิตบางอย่างจึงไม่ต้องคำนึงถึงขนาดและความเรียบร้อยของผิวชิ้นงานมากนัก

2.24 โครงสร้าง

2.24.1 หน้าที่ของโครงสร้าง

โครงสร้างคือ สิ่งที่จัดสร้างขึ้นโดยการต่อรวมหน่วยต่างๆ เข้าด้วยกัน ให้ทำหน้าที่อย่างใดอย่างหนึ่ง ซึ่งต้องการมาตรฐานความมั่นคงบางประการ

หน้าที่ของโครงสร้าง อาคารที่ก่อสร้างขึ้นมาจะมีโครงสร้างเปรียบเสมือนกระดูกโครงหลัก และมีส่วนประกอบอื่นๆ (Members) ซึ่งทำหน้าที่ต่างๆ กัน เช่น ปิดหุ้มทับตกแต่ง เพื่อให้การใช้เนื้อที่ภายในอาคารนั้นสะดวก และ เหมาะสมกับประเภทของอาคาร

โครงสร้างอาจแยกเป็นหลายส่วนหลายตอนประกอบร่วมกันจนสำเร็จเป็นตัวอาคารขึ้นมา โครงสร้างย่อยนี้อาจแยกออกเป็นหลายจุดหลายตอน เช่น ตัวอย่างโครงสร้างรับเครื่องมุงหลังคา โครงสร้างพื้น โครงสร้างบันได โครงสร้างคานต่อ โครงสร้างฐานราก ดังนี้เป็นโครงสร้างย่อยต่างๆ ดังกล่าวเมื่อประกอบกันเข้าทั้งหมดก็เป็นตัวอาคารในที่สุด จะเห็นว่ารูปร่างโครงสร้างแต่ละชนิดมีลักษณะเฉพาะเนื่องจากมีแรง หรือน้ำหนักบรรทุกเป็นตัวการจัดระเบียบ หรือบังคับให้เกิดเป็นรูปต่างๆ กันไป เมื่อแรงที่ถ่ายทอดถูกตามกฎเกณฑ์แล้วโครงสร้างนี้จะต้องอยู่ได้อย่างมั่นคง และก่อให้เกิดความรู้สึกที่พึงพอใจเมื่อมองดู ฉะนั้น เมื่อต้องใช้วัสดุต่างๆ ก็ต้องใช้ให้เหมะสมกับความสามารถของการรับแรงนั้นๆ ด้วยอย่างดี

แรงต้านภายในเนื้อวัสดุประกอบเป็นโครงสร้าง

แรงต้านภายใน (Resistance Force) ที่ได้กล่าวนี้อาจแยกเป็น 5 ชนิด ด้วยกัน ซึ่งมีความแตกต่างกันดังนี้

แรงดึง (Tension or Pull or Suction) ด้านความพยายามที่จำทำให้วัสดุนั้นยืดออก ยาวออก หรือขาดออกจากกัน

แรงอัด (Compression or Push or Pressure) ด้านความพยายามที่จะทำให้วัสดุนั้นสั้นเข้า บีบเข้า หรือแตก

แรงเฉือน (Shear) กระทำกับวัสดุในแนวสัมผัส Tangential กับพื้นผิวที่ต้องรับแรงนี้ วัสดุไม่จำเป็นต้องติดต่อกันเป็นเนื้อเดียวทางกายภาพเพื่อต้านแรงเฉือนนี้ไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่ต้องมีแรงอัดไว้ให้พื้นผิวดังกล่าวชนกันแน่นอยู่ เมื่อแรงผิดมีขนาดเพียงพอต้านแรงเฉือนดังกล่าวมิให้วัสดุเลื่อนจากกันก็ใช้ได้

ในทางปฏิบัติเมื่อชิงเส้นเอ็นพาดช่วงจะบรรทุกน้ำหนักตลอดความยาวโดยวัสดุไม่เปลี่ยนรูป โดยทำตัวเส้นเอ็นดังกล่าวให้มีความแข็งตัวที่กลางความยาวช่วง โดยเพิ่มความโตให้มากกว่าความโตตอนปลายเส้น หรือทำการห้องแขวนด้วยคาน Stiffen Ream ให้เส้นเอ็นมีความแข็งตัวตลอดความยาวของเส้น เมื่อใช้เส้นเอ็นจำนวนมากเส้นด้วยกันมักรวมกัน จะทำให้ความสามารถรับแรงเกิดสลับทั้งแรงตัดและแรงดึงได้ทั้งสองชนิด

ในทางปฏิบัติทำได้โดยการเสริมครีบถี่เป็นระยะๆ ขนากับทิศที่รับแรงอัดโดยการเสริมกรอบรอบและกรอบตั้งขนานกับทิศรับแรงเฉือน หรือเสริมแผ่นหนาเป็นปีกรับแรงอัดผิวบนซองดังแผ่น (คาน) เพื่อรับแรงอัด

2.24.2 รูปทรงเบื้องต้นของโครงสร้าง

กล่องตัน Flock คือ ก้อนซึ่งมีขนาดโตมาก ในทางปฏิบัติอาจไม่มีการสร้างให้ได้รูปตันดังต้องการ เพราะต้องการประหยัดวัสดุแต่ต้องการให้คงได้ความแข็งแรง และความแข็งแกร่งให้พอเท้านั้นจึงทำเป็นกล่องกลวงเปิดภายใน หรือประกอบรูปทรงพอให้ได้คุณสมบัติกล่องตันและแผ่นพาด Beamand Planks พวกคานใช้ผิวของด้านแคบรับน้ำหนักบรรทุกคานรับแรงดันในแนวดิ่งกับระนาบคานได้ดี ที่ผิวแรงอัดนั้นอาจเสริมเนื้อให้แข็งตัว Stffener ให้มีหน้าตัดมากขึ้นได้ และอาจเสริมปล่องตันเป็นระยะ เพื่อช่วยรับแรงอัดแนวทะแยงซึ่งเกิดจากแรงเฉือน หรือทำการเสริมที่ผิวล่างให้หนาขึ้นเพื่อรับแรงดึงก็ได้ เมื่อพิจารณาดูคานปีกยื่น Pange จะเห็นว่าปีกบนปีกล่าง และตัวแผ่นแกนตั้งรับแรงเฉือน ซึ่งเกิดทั้งแรงอัดแนวทะแยง และแรงดึงด้วย

ส่วนแผ่นพาด มีความแตกต่างกันกับคานตรงที่ใช้ด้านแบบนอนรับน้ำหนักบรรทุกในทิศทางตั้งฉากกับแนวระนาบกับตัวแผ่นพาด

เมื่อทำการเปรียบเทียบความสามารถในการรับแรงอัดของรูปหน้าตัดจะเห็นว่าในกรณีที่ใช้พื้นที่หน้าตัดเท่าๆ กัน เมื่อพิจารณาแกนทั้ง 2 ในระนาบที่ตั้งฉากกับแรงอัดที่แล้ว

รูปจัตุรัส----------รับแรงโก่งเดาะได้ดีเท่ากันทั้ง 2 แกน

รูปผืนผ้า----------จะเกิดแรงโก่งเดาะ ในแนวทิศตั้งฉากกับแกนยาว

รูปฉาก----------ตรงมุมไม่โก่งเดาะ ตรงปลายฉากกำลังด้อย

รูปกลวงต่างๆ-------เช่น รูปสี่เหลี่ยมกลวง รูปสามเหลี่ยมกลวง รูปกลมกลวงรับแรงอัดได้ดีมาก ทำให้เพิ่มความยาวของท่อนรับแรงอัดได้ โดยยังไม่เกิดโก่งเดาะเสียหาย ดังนั้นมุมมีส่วนช่วยให้ไม่โก่งเดาะง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เม็ด Particle ไม่มีคุณสมบัติในการรับแรง

เส้นเอ็น Tendon มีคุณสมบัติในการรับแรงได้ดังนี้

1. รับแรงดึงตามแนวเส้นได้

2. เกิดแรงโก่งเดาะ Buckling เมื่อรับแรงอัด

3. รับแรงอัดเฉือนไม่ได้

ความยาวได้โดยยกท้องช้าง Sag น้อยลง

ผืน Sheet มีคุณสมบัติในการรับแรง ดังนี้

ผืนสามารถรับแรงดึงได้ดีในแนวขนานกับระนาบของผืน หรือเมื่อยึดกรอบพื้นที่ผืน หรือเมื่อยึดปลายทั้งสองผืน หรือยึดปลายหนึ่งของผืนไว้ ผืนควรมีคุณสมบัติทางมีกำลังดี มีความเหนียว (Toughness) ผืนทำโค้งตามแนวเดียวได้ แต่ทำโค้ง 2 ทิศไม่ได้ถ้าไม่ติดประกอบใหม่ ผืนมีดครงกรอบ Trame Sheet จะรับแรงดึงแรงเฉือน และแรงอัดทะแยงได้ จะเสียหายเมื่อแรงอัดทะแยงไปทำให้เกิดการโก่งเดาะตัวกรอบ

ก้อน Brick มีคุณสมบัติต่างกันไปแล้วแต่คุณสมบัติวัสดุที่นำมาใช้ประกอบเป็นก้อน ก้อนรับแรงประเภทต่างๆ ได้ดี พวกกล่องตันคือก้อนขนาดโตขึ้น มีกำลังและความแข็งแกร่งมาก

ท่อน Rod คือ เส้นเอ็นขนาดใหญ่ขึ้น รับแรงดึง อัด ตัด และรับแรงบิดได้ดีมาก ถ้าใช้เป็นเสาสั้นรับแรงตัดได้ดีมาก ถ้ายาวมากขึ้นอาจโก่งเดาะได้ ต้องแก้ให้มีความแข็งตัวมากขึ้น เช่น ใช้ตัวดึงมันเป็นเกลียวรอบความยาว เมื่อใช้วัสดุรับแรงดึงดีมากเป็นท่อนจะรับแรงได้ทุกประเภท เมื่อใช้วัสดุที่มีความแข็งแกร่งจะรับแรงเฉือนกับแรงบิดได้

2.25. สัดส่วนมาตรฐานของมนุษย์

ฝ่ายวิจัยการก่อสร้าง สถาบันวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทยได้ทำการสำรวจข้อมูลตัวเลข เพื่อหามาตรฐานสัมพันธ์ระหว่างอายุ ส่วนสูง น้ำหนัก โดยส่งแบบสอบถามที่เกี่ยวกับตัวเลขอายุ ส่วนสูง และน้ำหนักไปยังสถานศึกษาและหน่วยราชการบางหน่วยทั่วประเทศไทยใน พ.ศ. 2525 จำนวนทั้งสิ้น 640 แห่ง ได้รับคำตอบกลับมา 385 แห่ง (ประมาณร้อยละ 60) เป็นจำนวนทั้งสิ้นประมาณ 100,000 ตัวอย่าง และด้วยความร่วมมือของการบริการคำนวณ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย ในการคำนวณหาค่าเฉลี่ยของตัวเลข ความสูงและน้ำหนักในระดับอายุต่าง ๆ

2.25.1. มาตรฐานสัมพันธ์ระหว่าง อายุ ความสูง และน้ำหนัก

ข้อมูล ที่ได้จากแบบสอบถามออกไปสำรวจทั่วประเทศได้ถูกนำมาหาค่าเฉลี่ยเพื่อให้ได้เกณฑ์มาตรฐานเบื้องต้นก่อนทำการศึกษาวิจัยต่อไป เกณฑ์มาตราฐานอันนี้เรียกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาตราฐานสัมพันธ์ระหว่าง อายุ ความสูง และน้ำหนัก โดยแยกตาม เพศ คือ เพศหญิง เพศชาย และชายหญิงรวมกัน ตามตาราง ตามลำดับ

ในหลายประเทศที่มีการพัฒนาแล้ว มักมีเกณฑ์มาตราฐานกำหนดไว้ เพื่อบอกให้ทราบว่าชายหรือหญิงมีอายุเท้ากัน ควรจะมีความสูงและน้ำหนักตัวสัมพันธ์กันอย่างไร โดยถือค่าเฉลี่ยเป็นเกณฑ์ ตัวเลขความสูง และน้ำหนักนี้จะแตกต่างกันในแต่ละเชื้อชาติ และเผ่าพันธ์ นอกจากนี้การพัฒนาในการโภชนาการก็มีส่วนในการทำให้ตัวเลขความสูง และน้ำหนักเปลี่ยนแปลงได้เหมือนกัน

2.25.2. มิติของส่วนต่างๆ ของร่างกายที่มีความสัมพันธ์ในการออกแบบ

ในการหามิติของส่วนต่าง ๆ ของร่างกายที่มีความสัมพันธ์ในการออกแบบ เช่น ความสูงยืน ความสูงในระดับสายตา ความกว้างของช่วงไหล่ ฯลฯ ตามวิธีการทำบันทึกทางสถิติ ควรจะได้ทำการตรวจและบันทึกมิติโดยละเอียดด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่าง

ในทั่วพื้นที่ของประเทส จากตัวอย่างที่มาจากหลายอาชีพเพื่อให้ได้ข้อมูลตัวเลขที่มีความถูกต้องและมั่นใจได้ แต่การสำรวจข้อมูลดังกล่าวจะต้องทำการสำรวจในพื้นที่กว้างและมีจำนวนตัวอย่างที่มากพอสมควร ซึ่งเป็นเรื่องที่ทำได้ยาก และสิ้นเปลืองเวลามาก

เป็นที่ยอม รับกันแล้วว่า มิติของส่วนต่างๆ ของร่างกายที่ได้ เมื่อนำมาเปรียบเทียบความสูง standing Height จะได้อัตราส่วนที่คงตัวหรือใกล้เคียงกัน ในแต่ละตัวอย่างดังนั้นการทำการสำรวจวิจัยของการก่อสร้าง จึงมุ่งสำรวจเฉพาะตัวเลข ความสูงและน้ำหนักทุกระดับอายุ และนำมาจัดทำเป็นมาตรฐานสัมพันธ์ เพื่อใช้เลือกตัวอย่างมาทำการวัดและบันทึกมิติของส่วนต่างๆ ของร่างกาย ที่พอจะให้ความถูกต้องและมั่นใจได้ มิติของส่วนต่างๆ ของร่างกายมีความสำคัญต่อการออกแบบ การนำไปใช้มิติวิกฤตและมิติปรับปรุง ได้แสดงไว้ในตาราง "การนำไปใช้" นั้นเป็นเพียงให้แนวทางกว้างๆ เท่านั้น สถาปนิกและนักออกแบบสามารถนำไปใช้ประยุกต์ใช้ในงานออกแบบได้อีกหลายกรณีตามความเหมาะสม

มิติวิกฤต

มิติของส่วนต่างๆ ของร่างกาย เช่นเดียวกับความสูงยืน คือค่าที่วัดได้จะมีค่าสูงสุด Max ค่าต่ำสุด Min และค่าเฉลี่ย Mean การที่จะกำหนดค่าใดเป็นมิติวิกฤตขึ้นอยู่กับการนำไปใช้ ซึ่งแต่ละกรณีจะไม่เหมือนหัน ยกตัวอย่าง เช่น การนำมิติหมายเลข 1. ความสูงยืนไปใช้ในการกำหนดความสูง (ที่ต่ำที่สุด๗ สำหรับช่องประตู ค่าที่นำไปกำหนดเป็นมิติวิกฤต เป็นค่าสูงสุด หรือการนำมิติหมายเลข (5) ความสูงที่เอื้อมือขึ้นบน ไปใช้ในการกำหนดของสูงของชั้นวางของ Shelf ค่าที่ถูกกำหนดเป็นมิติวิกฤต คือค่าต่ำสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งใน 2 กรณี หรือในทุกกรณี การพิจารณาเลือกกำหนดมิติวิกฤต ถือหลักว่า มิติวิกฤตที่เลือกจะต้องไปช่วยให้งานออกแบบนำไปใช้งานได้สะดวกสบายกับผู้ใช้ทุกขนาด หรือใช้ได้กว้างขวางที่สุด

มิติปรับปรุง

มิติที่แสดงไว้ในตารางที่ 1 เป็นมิติที่วัดจากตัวอย่างที่ไม่สวมรองเท้า ความสูงยืนวัดแนบกับศีรษะตอนบนสุด ในขั้นการนำตัวเลขไปใช้งานจะต้องปรับปรุงมิติเพื่อให้ได้ค่าที่มีความถูกต้องยิ่งขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งมิติในทางตั้ง

สิ่งที่จะต้องนำมาพิจารณาประกอบมิติวิกฤต คือ

ก. ความหนาของรองเท้า กำหนดค่า Varies จาก 2.5 เซนติเมตรถึง 10 เซนติเมตร Footwear

ข. ที่ว่างเหนือศีรษะ Headger กำหนดประมาณ 10 เซนติเมตร

ค. ความหนาของเครื่องแต่งกาย เสื้อผ้า Clothing กำหนดประมาณ 2.5 เซนติเมตร

ตารางที่ 24

แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอายุ และน้ำหนักบรรทุกของชายไทย ระหว่างอายุ 20 - 45 ปี

อายุ (ปี)	น้ำหนักเฉลี่ย (กิโลกรัม)	น้ำหนักบรรทุก (กิโลกรัม)
20	54.22	16.266
21	54.27	16.281
22	54.29	16.287
23	54.95	16.485
24	55.64	16.629
25	55.69	16.707
26	57.12	17.136
27	56.26	16.878
28	58.26	17.487
29	57.79	17.337
30	58.02	17.406

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 24 (ต่อ)

อายุ (ปี)	น้ำหนักเฉลี่ย (กิโลกรัม)	น้ำหนักบรรทุก (กิโลกรัม)
31	58.65	17.559
32	58.53	17.559
33	58.67	17.601
34	58.47	17.541
35	59.98	17.994
36	59.55	17.865
37	60.10	18.030
38	60.95	18.285
39	60.80	18.240
40	60.31	18.093
41	59.66	17.898
42	95.65	17.895
43	61.24	18.372
44	58.13	17.439
45	62.11	18.633

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 25

แสดงตัวเลขอัตราส่วน (RATIO) ระหว่างมิติของส่วนต่างๆ ของร่างกาย ต่อ ความสูงยืนและมิติวิกฤต (CRITICAL BODY DIMENSION)

มิติส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย	อัตราส่วน	ความสูงยืนต่ำสุด	ความสูงยืนเฉลี่ย	ความสูงยืนสูงสุด
ความสูงยืน	1.000	148.30	161.60	173.27
ความสูงระดับสายตา	0.939	138.36	149.83	161.66
ความสูงระดับไหล่	0.827	122.64	132.81	141.29
ความสูงระดับมือ	0.437	64.80	70.18	75.17
ความสูงเอื้อมมือขึ้นบน	1.255	186.11	201.55	217.45
ความสูงนั่ง	0.523	77.56	83.99	90.62
ความสูงระดับสายตา	0.460	68.21	73.87	79.70
ความสูงระดับที่นั่งถึงระดับไหล่	0.354	352.49	56.85	61.33
ความสูงจากที่นั่งถึงข้อศอก	0.143	21.20	22.96	24.77
ความสูงจากที่นั่งตอนบนของขาอ่อน	0.082	12.16	13.16	14.20
ความสูงจากพื้นถึงตอนบนของเข่า	0.303	44.93	48.66	52.50
ความสูงจากพื้นถึงขาอ่อนตอนล่าง	0.218	32.32	35.01	37.77
ระยะจากหน้าท้องถึงเข่า	0.233	34.07	35.81	38.63
ระยะจากอ้นถึงระดับน่องตอนบน	0.254	37.66	40.79	44.01
ระยะจากก้นถึงเข่า	0.329	48.79	52.83	57.00
ความยาวของขาเหยียดตรง	0.626	92.83	100.53	100.46
ความกว้างของที่นั่ง	0.226	33.51	36.29	39.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 26

แสดงตัวเลขความสูง - ต่ำและค่าเฉลี่ยน้ำหนักคนไทย

อายุระหว่าง 3 - 60 ปี

ชาย - หญิง

อายุ (ปี)	ความสูงเฉลี่ย (ซ.ม.)	ความสูงสูงสุด (ซ.ม.)	ความสูงต่ำสุด (ซ.ม.)	ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน	น้ำหนักเฉลี่ย
3	96.86	109.00	77.00	6.40	14.09
4	99.85	120.50	84.00	4.84	14.77
5	104.49	123.00	86.00	5.09	16.00
6	110.19	127.00	84.00	5.30	17.66
7	115.47	135.00	89.00	5.53	19.45
8	120.01	188.00	91.00	6.25	21.31
9	125.30	183.00	95.00	6.45	23.54
10	130.11	182.10	107.00	7.04	26.25
11	134.91	168.00	109.00	7.27	28.92
12	140.27	172.00	100.00	8.26	32.58
13	148.96	199.00	112.00	7.60	37.41
14	151.44	195.00	112.00	7.10	41.36
15	155.44	184.00	118.00	6.99	44.65
16	157.77	189.00	107.00	6.92	47.03
17	159.65	185.00	106.00	7.12	48.63
18	160.76	186.00	132.00	7.45	49.34
19	161.95	189.00	137.00	7.63	50.34
20	162.43	185.00	130.00	7.74	50.07
21	162.17	192.50	142.00	7.59	58.03
22	161.54	186.00	142.00	7.62	56.75
23	161.12	182.00	140.00	7.76	50.75
24	161.06	184.00	143.00	7.76	50.98
25	160.33	185.00	140.00	7.82	50.69

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 26 (ต่อ)

ชาย - หญิง

อายุ (ปี)	ความสูงเฉลี่ย (ซ.ม.)	ความสูงสูงสุด (ซ.ม.)	ความสูงต่ำสุด (ซ.ม.)	ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน	น้ำหนักเฉลี่ย
26	160.33	188.00	140.00	7.91	51.82
27	160.08	183.00	138.00	7.50	51.09
28	160.90	183.00	144.00	7.60	52.97
29	160.93	180.00	135.00	7.42	53.24
30	159.49	181.00	142.00	7.43	52.62
31	159.86	180.00	139.00	7.54	53.16
32	159.57	180.00	141.00	7.56	53.32
33	159.43	180.00	141.00	7.42	53.53
34	159.44	184.00	140.00	7.37	53.87
35	159.62	182.00	135.00	7.91	54.50
36	159.89	186.00	137.00	7.43	54.84
37	159.49	184.00	140.00	7.44	54.61
38	159.54	180.00	144.00	7.50	55.13
39	158.82	178.00	141.00	7.48	55.53
40	158.10	187.00	144.00	7.60	55.51
41	158.41	180.00	143.00	7.26	55.55
42	158.48	182.00	142.00	7.03	55.22
43	158.46	178.00	135.00	7.31	56.61
44	158.96	176.00	139.00	6.89	55.59
45	157.76	182050	141.00	6.96	56.24
46	157.31	175.00	140.00	7.22	55.59
47	157.66	182.00	145.00	6.72	56.01
48	156.80	180.00	141.00	7.62	55.94
49	157.93	175.00	145.00	7.38	55.84
50	159.19	175.00	146.00	7.34	56.55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 26 (ต่อ)

ชาย - หญิง

อายุ (ปี)	ความสูงเฉลี่ย (ซ.ม.)	ความสูงสูงสุด (ซ.ม.)	ความสูงต่ำสุด (ซ.ม.)	ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน	น้ำหนักเฉลี่ย
51	158.74	180.00	144.00	7.65	56.10
52	158.73	182.00	146.00	8.15	57.09
53	158.96	188.00	143.00	8.54	57.05
54	159.46	185.00	142.00	7.80	58.37
55	160.30	178.00	146.00	7.52	58.23
56	159.93	176.00	145.00	7.97	56.58
57	158.71	180.00	139.00	9.62	58.07
58	159.41	180.00	139.00	7.65	57.83
59	159.00	176.00	143.00	8.17	57.89
60	155.68	175.00	142.50	8.13	53.72

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

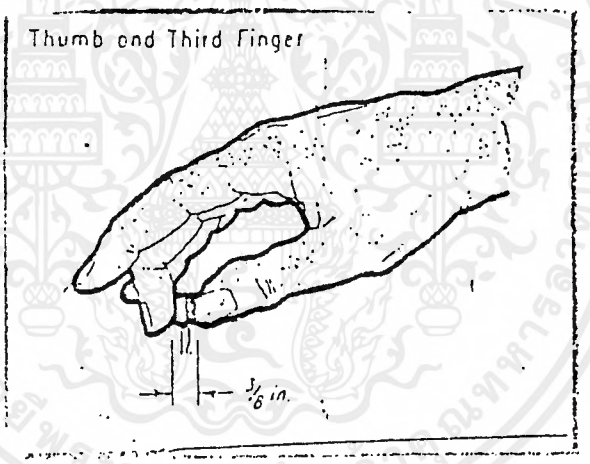
สรีรศาสตร์ เป็นข้อมูลที่จะศึกษาถึงขีดจำกัดความสามารถของวัยวะต่างๆ เพื่อการออกแบบให้มีประโยชน์ใช้สอยดียิ่งขึ้น

มนุษย์ย่อมมีขีดจำกัดระบบต่างๆ ของมนุษย์ ความสามารถก็มีขีดจำกัดเสมอเช่นกัน เช่นความสามารถในการยกน้ำหนัก ความสามารถในการมองเห็น ความสามารถในการหยิบจับสิ่งของ และขีดความสามารถในด้านอื่นๆ ทั้งหมดนี้คือหน้าที่ของนักออกแบบที่จะต้องทราบเพื่อนำไปประกอบการออกแบบ

ความสามารถของมือที่สัมพันธ์กับปุ่มบังคับ

การจับปุ่มที่เล็กที่สุด เมื่อใช้นิ้วแม่มือกับนิ้วกลาง ปุ่มจะต้องเล็กไม่ต่ำกว่า 3/8 นิ้ว

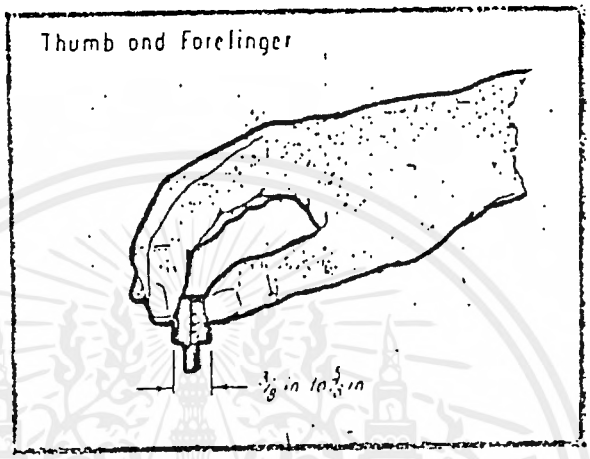
ภาพที่ 81
การจับปุ่มเล็กด้วยนิ้วหัวแม่มือกับนิ้วกลาง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

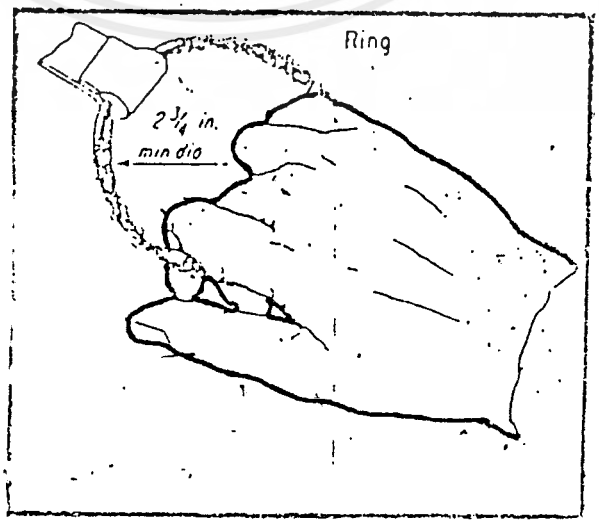
การจับปุ่มที่เล็กที่สุด เมื่อใช้นิ้วหัวแม่มือกับนิ้วชี้ ปุ่มจะเล็กที่สุดได้ไม่ต่ำกว่า 3/8 ถึง 5/8 นิ้ว

ภาพที่ 82
การจับปุ่มเล็กด้วยนิ้วหัวแม่มือกับนิ้วชี้



การจับห่วงวงกลม ใช้นิ้วเดียว เส้นผ่าศูนย์กลางของห่วงประมาณ 1 นิ้ว
ใช้ 2 นิ้ว เส้นผ่าศูนย์กลางของห่วงประมาณ 1-1/2 นิ้ว
" 3 " 2-1/4 "
" 4 " 2-2/4 "

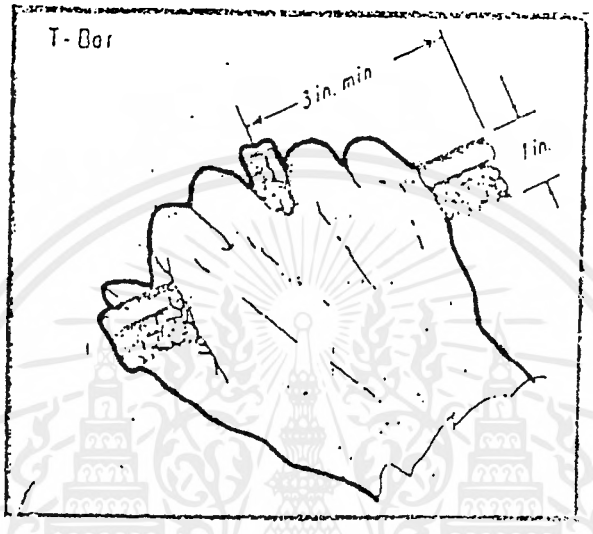
ภาพที่ 83
การจับห่วงกลม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

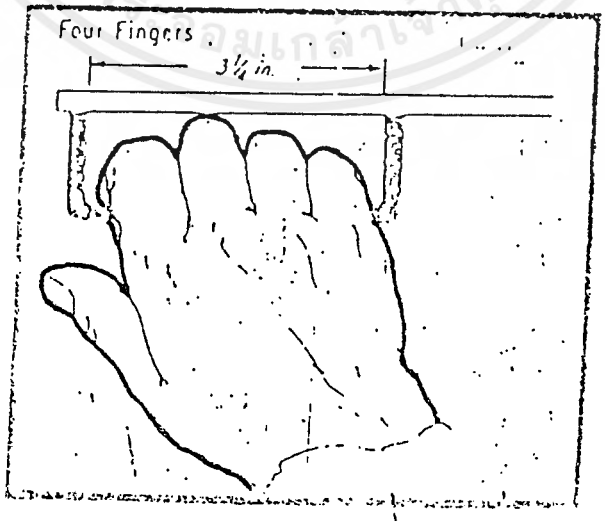
ระยะห่างจากแกนฉากถึงปลายอีกด้านหนึ่งประมาณ 3 นิ้ว และความหนาของที่จับประมาณ 1 นิ้ว

ภาพที่ 84
การจับ ที บาร์



จับแฮนด์เด้ล โดยใช้นิ้วมือ 4 นิ้ว ที่จับจะต้องมีช่องห่างประมาณ 3 1/4 นิ้ว

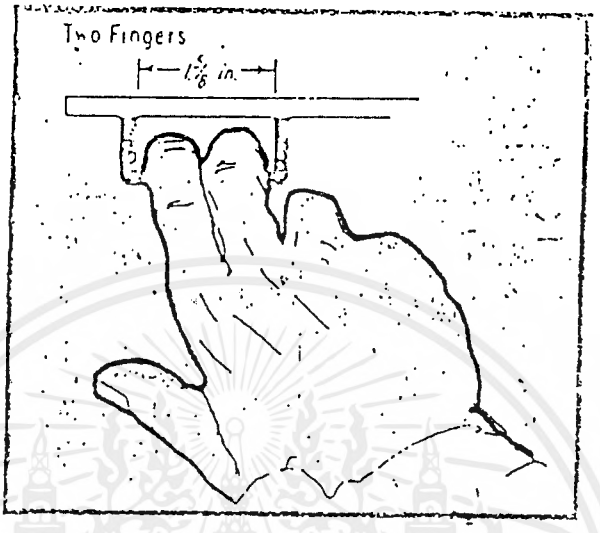
ภาพที่ 85
แฮนด์เด้ล โดยใช้นิ้ว 4 นิ้ว



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

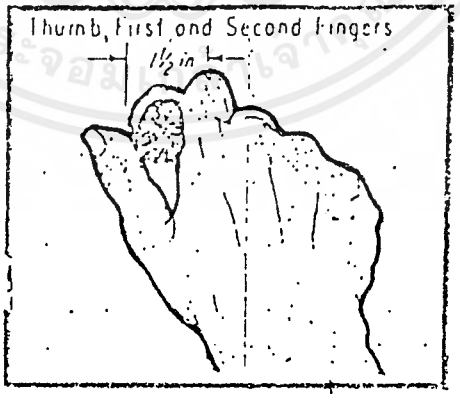
จับ แฮนด์เด้ล โดยใช้นิ้วมือ 2 นิ้วจับ ที่จับต้องมีช่องห่างประมาณ 1 5/8 นิ้ว

ภาพที่ 86
การจับ แฮนด์เด้ล โดยใช้ 2 นิ้ว



การจับปุ่มโดยใช้นิ้วหัวแม่มือและนิ้วชี้ดังรูป ปุ่มควรมีจนาด 1 1/2 นิ้ว

ภาพที่ 87
การจับปุ่มโดยใช้นิ้วหัวแม่มือและนิ้วชี้

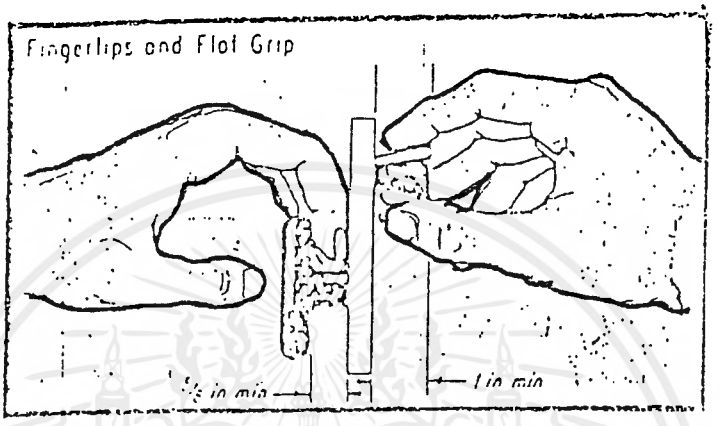


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การจับปุ่มในลักษณะการสอดนิ้วดังรูป ช่องห่างของปุ่มที่นิ้วสามารถสอดเข้าไปได้ควรประมาณ 5/8 นิ้ว เป็นอย่างน้อยที่สุด และ 1 นิ้วเป็นอย่างน้อยที่สุดสำหรับแบบด้านขวา

ภาพที่ 88

การจับปุ่มในลักษณะสอดนิ้ว



การจับลูกบิดประตูโดยจับเต็มมือ ลูกบิดควรมีเส้นผ่าศูนย์กลาง ประมาณ 3 นิ้ว

ภาพที่ 89

การจับลูกบิดประตูเต็มมือ

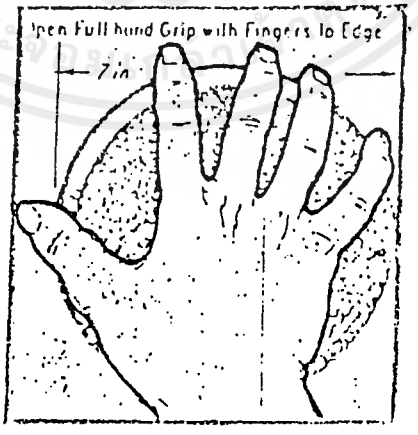
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การจับลูกบิดเต็มมือโดยนิ้วแยกจากกันเล็กน้อยและนิ้วยังคงคลุมขอบลูกบิด ลูกบิดควรมีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 5 1/2 นิ้ว

ภาพที่ 90
การจับลูกบิดเต็มมือโดยนิ้วแยกออกจากกัน

การจับลูกบิดเต็มมือโดยปลายนิ้วอยู่ที่ขอบลูกบิดๆ ควรมีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 7 นิ้ว

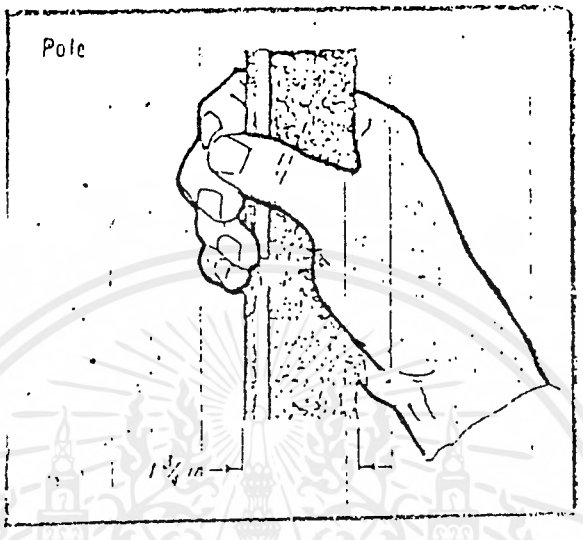
ภาพที่ 91
การจับลูกบิดเต็มมือโดยใช้ปลายนิ้วอยู่ที่ขอบลูกบิด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

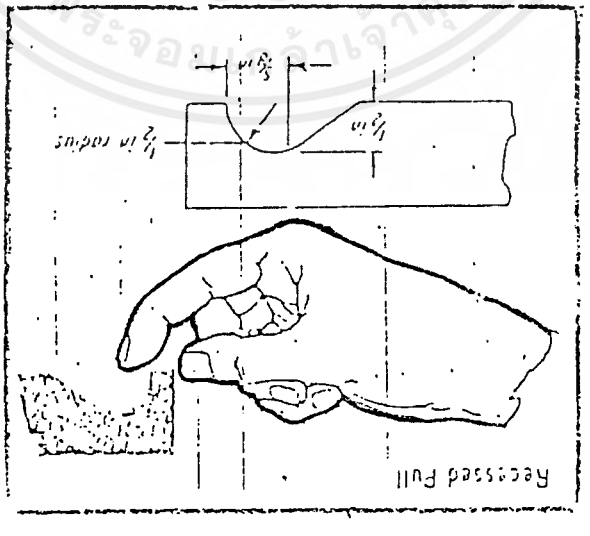
การจับหลักหรือเลา หลักควรมีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1 3/4 นิ้ว

ภาพที่ 92
การจับหลักหรือเสา



การใช้นิ้วดังที่จับหางตอนใน ส่วนโค้งควรมีรัศมี 1/2 นิ้ว และระยะของส่วนโค้งเท่ากับ 5/8 นิ้ว

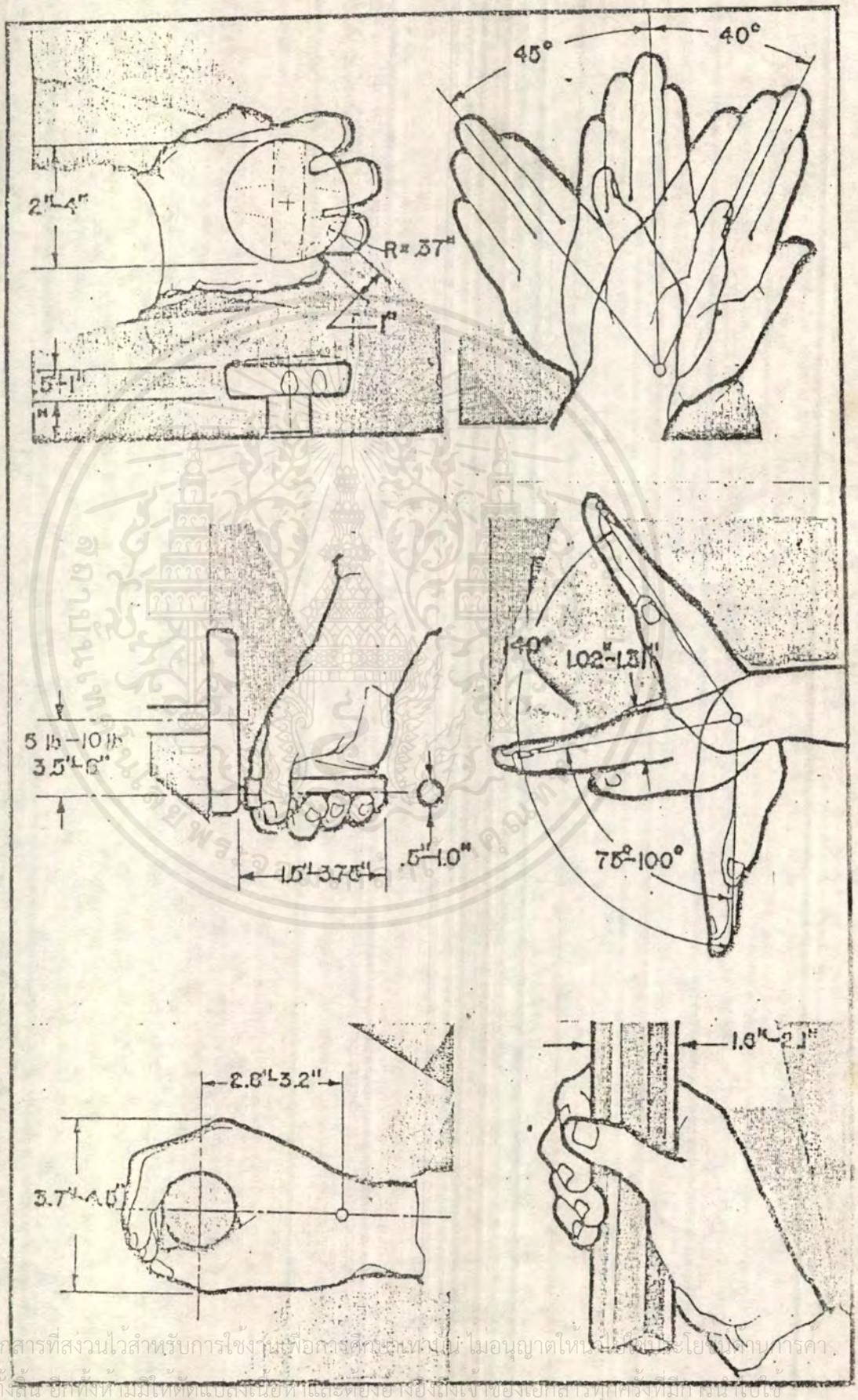
ภาพที่ 93
การใช้นิ้วดังที่จับหางตอนใน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 94

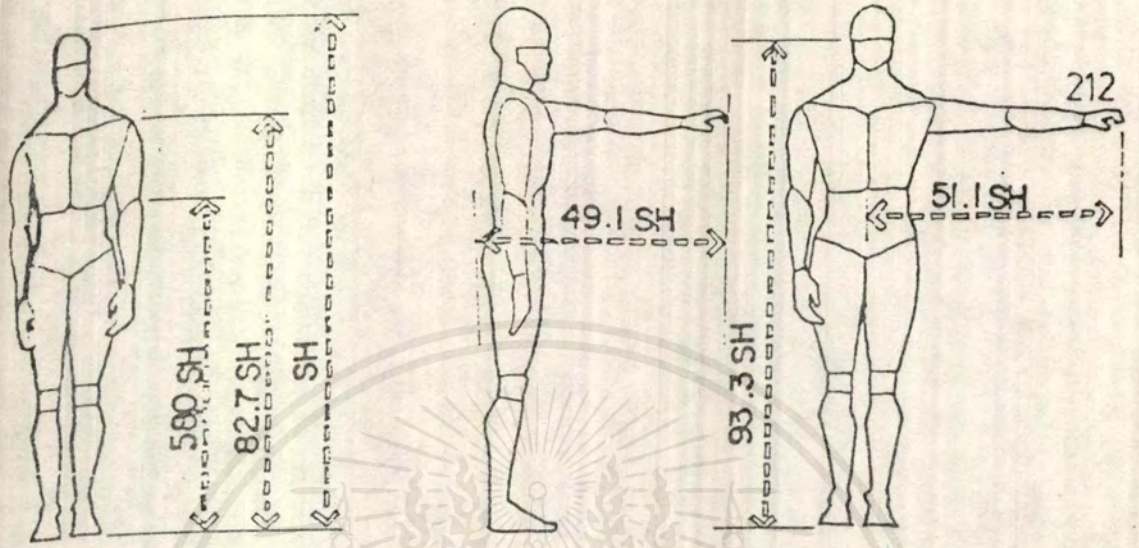
การศึกษาด้าน ERGONOMIC ของมือ



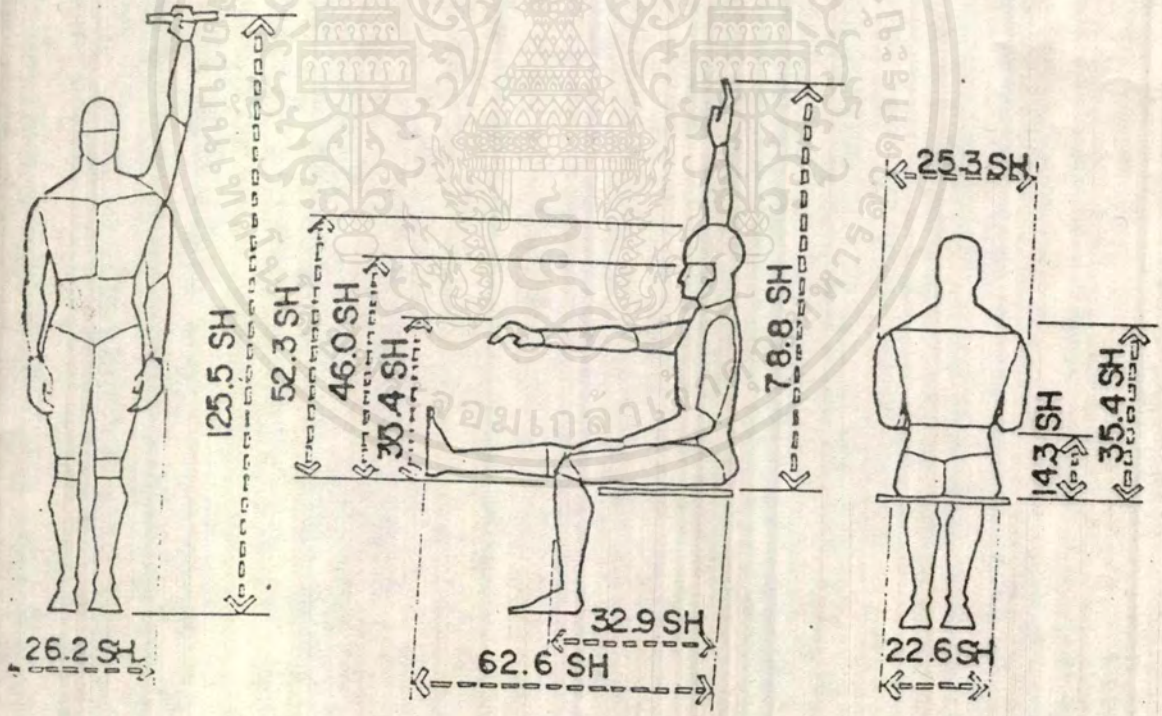
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 95

แสดงมิติต่าง ๆ ของร่างกาย



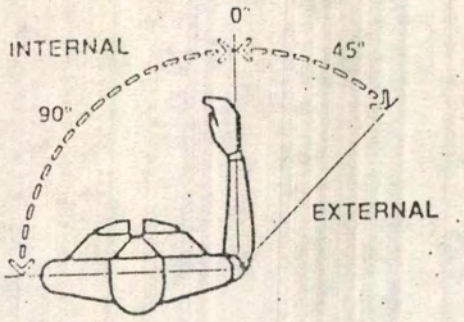
THE ADULT THAI PEOPLE ACTION



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 96

แสดงความสามารถในการงอข้อศอกด้านซ้าย

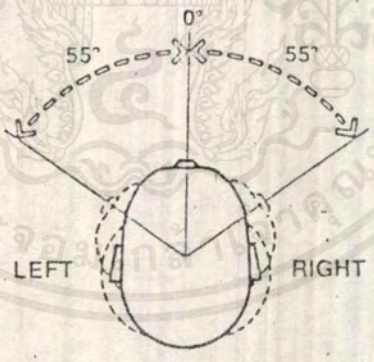


~~ROTATION IN NEUTRAL POSITION~~

ROTATION IN NEUTRAL POSITION

ภาพที่ 97

แสดงความสามารถในการหันศีรษะ



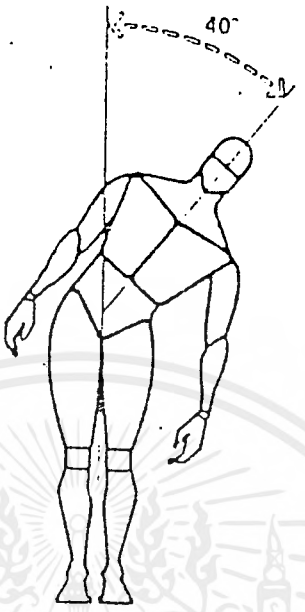
~~ROTATION~~

ROTATION

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 98

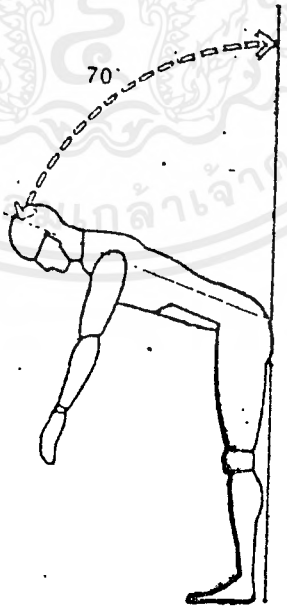
แสดงความสามารถในการเอียงตัว



LATERAL BENDING

ภาพที่ 99

แสดงความสามารถในการก้ม

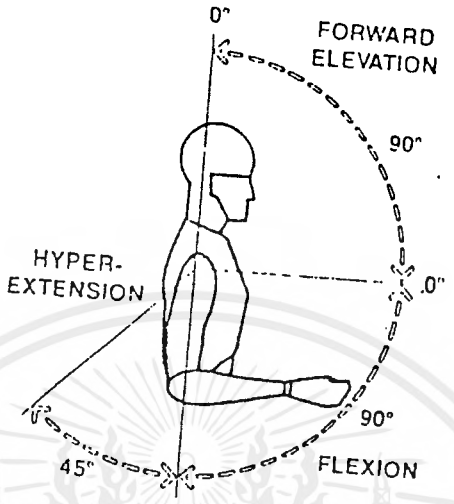


FLEXION

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 100

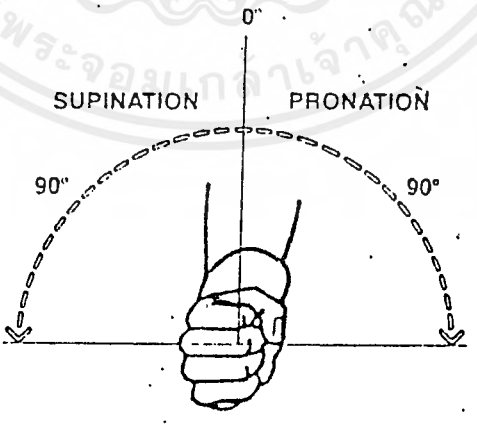
แสดงความสามารถในการใช้หัวไหล่



HYPEREXTENSION AND DLEXION

ภาพที่ 101

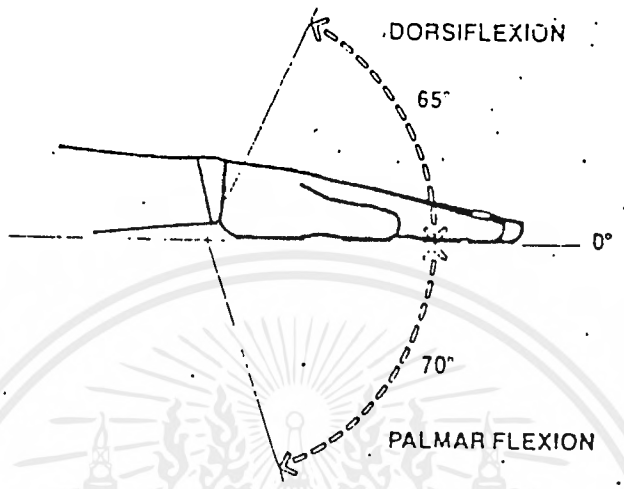
แสดงความสามารถของการบิดข้อมือ



PRONATION AND SUPINATION

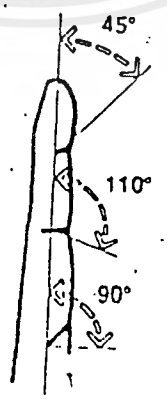
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 102
แสดงความสามารถในการงอข้อมือ



FLEXION AND EXTENSION

ภาพที่ 103
แสดงความสามารถการงดข้อนิ้ว



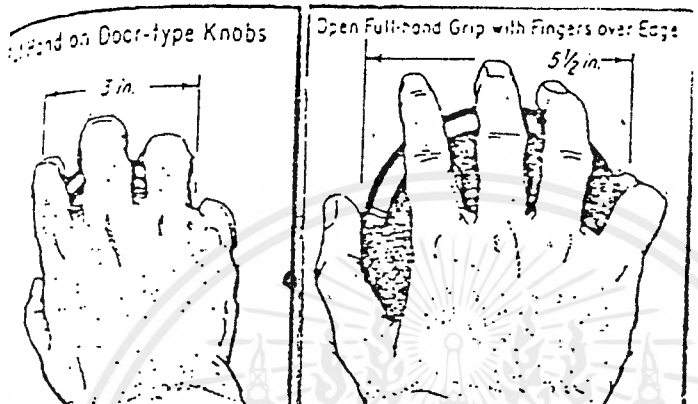
FLEXION

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มือสามารถที่จะทำงานและเคลื่อนไหวได้โดยอาศัยส่วนแขน มือที่ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ หมุนขึ้น 45° หมุนลง 75° - 100° และพลิกเอียงคว่ำ-หงาย 90°

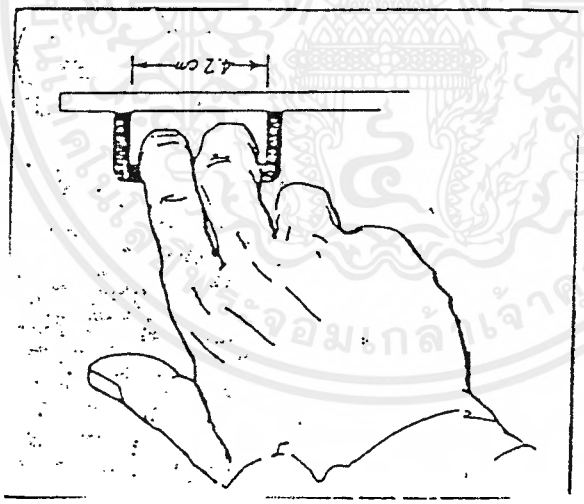
ภาพที่ 104

แสดงลักษณะการจับแบบต่าง ๆ



ลักษณะการจับกระชับเต็มมือ
(Spherical Chasp)
ขนาดที่จับ 0 ประมาณ 7.5 ซ

ลักษณะการจับกระชับโดยนิ้วมือ
ขนาดที่จับ 0 ประมาณ 14 ซม



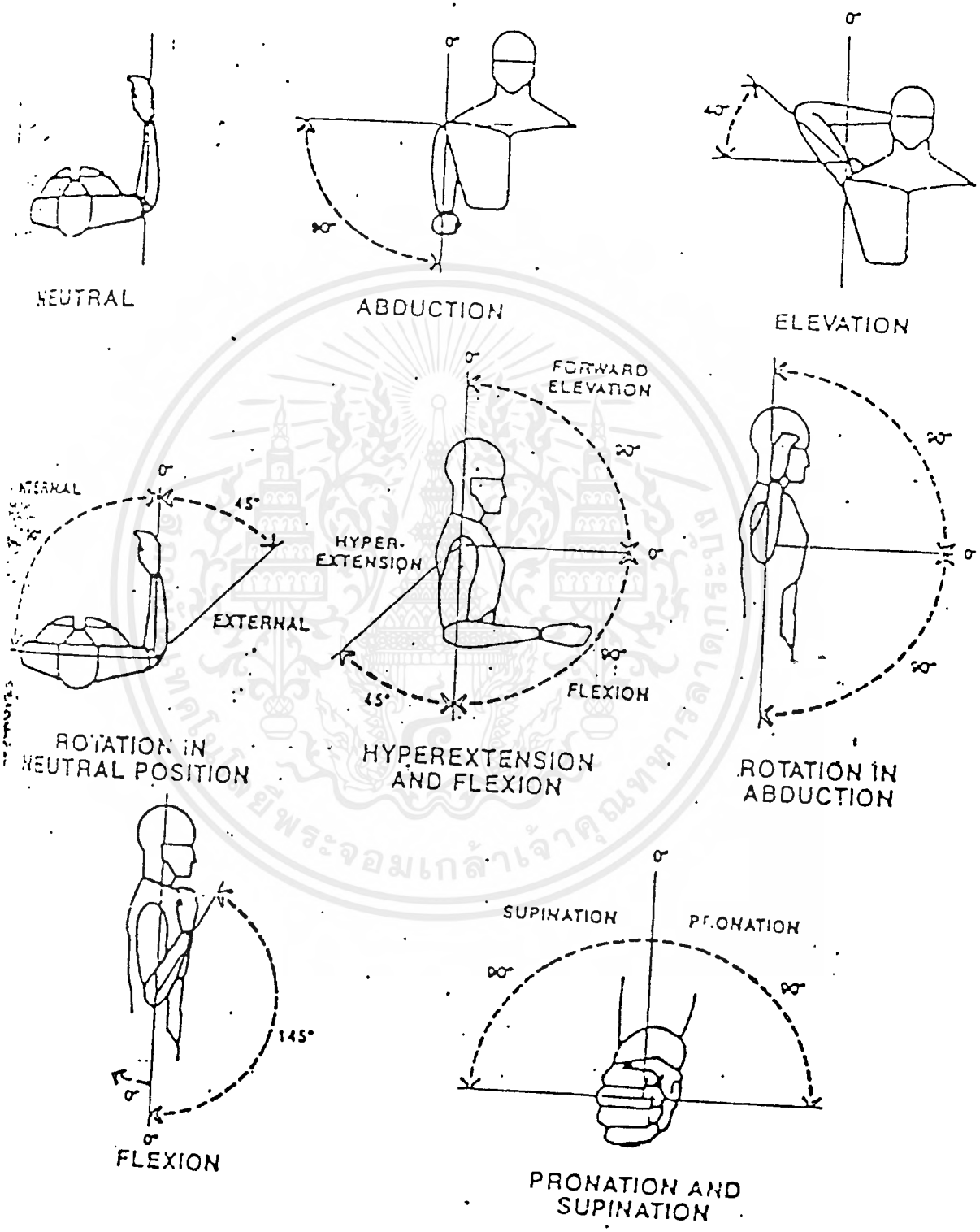
ลักษณะการจับแบบ HANDLE โ
ใช้นิ้วเกี่ยว ขนาดที่จับยาวพอดี
ประมาณ 4.0-5.0 ซม.
กว้างประมาณ 0.8-1.0 ซม.

ลักษณะการจับแบบ KNOB ใช้นิ้
กับนิ้วหัวแม่มือในการจับ ขนาดที่
0 ประมาณ 0.9-0.6 ซม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 105

แสดงลักษณะลัดส่วนของมุมการพับงอของแขน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.26 จิตวิทยาการใช้สี

2.26.1 ทฤษฎีสี

ทฤษฎีสีเราแบ่งออกเป็น 3 สี คือ

สีแดง (Red)

สีเหลือง (Yellow)

สีน้ำเงิน (Blue)

เมื่อผสมแม่สีทั้งสามสีจะทำให้เกิดสีใหม่ขึ้น เมื่อนำมาเรียงกันเป็นวงจรโดยอาศัยหลักทฤษฎีสีของ Munse แบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ

สีร้อน (Warm Tone)

สีเย็น (Cool Tone)

สีร้อน

คือสีที่ดึงดูดความรู้สึก (Adancing Coloured) มีความสะดุดตาเมื่อมองไกลๆ เป็นสีที่มีความกระชุ่มกระชวย

สีเย็น

คือสีที่ไม่ดึงดูดความรู้สึก ไม่สะดุดตา ให้ความรู้สึกสบายตา สามารถมองได้นานๆ โดยไม่ระคายเคืองตา

2.26.2 การเลือกสีของผลิตภัณฑ์

นอกจากต้องการความสวยงามแล้ว สียังมีผลในการทำให้เกิดความรู้สึกทางด้านอื่นซึ่งเป็นผลต่อการใช้ผลิตภัณฑ์อยู่มาก

การใช้สีเพื่อการออกแบบ

การใช้สีในการตกแต่งผิวภายนอกเพื่อให้เกิดความสวยงามตามลักษณะของสุนทรียภาพและเพื่อชักจูงใจ สำหรับการขายและความชอบนั้นๆ ส่วนใหญ่มักมีการตกแต่งผลิตภัณฑ์ทุกชนิดสีการแต่งผิวเพื่อชักนำโน้มน้าวให้เกิดผลทั้งการขาย ความสะดุดตา และความหมายความงามทั้งหมดแล้ว โดยประดยชน์ของสีก็ยังแยกได้ประโยชน์หลายชนิดอาจมีทั้ง สีกันสนิมกันน้ำ หรือต่อต้านภาวะการทำลายจากภายนอกสำหรับวัตถุหรือผลิตภัณฑ์นั้นๆ ด้วย

แต่การที่จะตกแต่งสำหรับผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด นอกจากผลิตภัณฑ์นั้นจะต้องการความงามในการตกแต่งแล้ว สียังเป็นสัญญลักษณ์บอกถึงเป้าหมายสำหรับบอกการทำงาน หรือเตือนใจสำหรับผลิตภัณฑ์ในด้านประโยชน์ใช้สอยแต่ละอย่างด้วย โดยมีกำหนดความหมายของสีจากความรู้สึก และกำหนดจากมาตรฐานสากลเพื่อบ่งบอกสำหรับผลิตภัณฑ์ใช้งานตามประโยชน์ใช้สอย นอกเหนือจากผลิตภัณฑ์ตกแต่งซึ่งอาจใช้สีใดก็ได้ตามความต้องการของผู้ออกแบบและความนิยมของตลาดแต่สำหรับผลิตภัณฑ์เพื่อใช้ด้านประโยชน์ใช้สอยรวมถึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องจักรต่างๆ ซึ่งอาจมีอันตรายหรือเตือนไว้ เช่น เครื่องจักร เคลื่อนที่ช้า

เช่น เครื่องรถบรรทุกหรือสกูตเตอร์ ควรใช้สีเหลืองเทาหรืออาจเป็นสีเหลืองบริเวณท้ายหรือกันชน และสีเหลืองยังให้ความรู้สึกเบาสะอาด รวมถึงการซ่อมสีก็ทำได้ง่าย ตัวอย่าง เช่น รถโรงเรียนตามมาตรฐานสากลนั้น มักใช้สีในกลุ่มสีแดง และสีเหลือง

เครื่องจักรทางไฟฟ้า อาจใช้สีกลางเป็นสีน้ำเงิน โดยใช้สีผิวภายในเป็นสีแดง เพื่อเตือนถึงอันตรายหรือบริเวณที่มีกระแสไฟฟ้า หรือใช้สีสดเตือนไว้เช่นกันสำหรับเครื่องมือในการรักษาพยาบาล กล่องหรือสีแสดต่างๆ ให้ใช้กากบาทสีเขียวบนพื้นสีขาว เป็นต้น

เทคนิคใช้สี (Colour Techique)

สีกับรูปร่าง (Colour in Relation to Form)

สีกับผิว (Colour and Texture)

สีกับวัสดุ (Colour and Naterial)

การกำหนดสี ZColour Specification)

สีกับรูปร่าง (Colour in Relation to Form)

สีกับรูปร่างมีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิด สีชนิดเดียวกันกับของที่มีรูปร่างต่างกันจะแตกต่างกัน แท่งกลมหรือกลมจะมีสีเข้มเพราะสามารถสะท้อนแสงได้ดีทำให้จุดที่สะท้อนกับจุดที่อยู่หลังกันอย่างแรง จึงทำให้สีที่อยู่หลังตัดกันอย่างแรง จึงทำให้สีที่อยู่ตอนหลังเข้มกว่า

สีกับผิว (Colour and Texture)

ผลิตภัณฑ์ที่มีผิวขรุขระ หรือผลิตภัณฑ์ที่มีจุ หรือรูปพื้นผิด หากไม่ต้องการให้เห็นง่าย ให้ใช้สีดำหรือสีอ่อน พวกเครื่องจักรที่มีความต้องการให้เคลื่อนไหวไม่ควรใช้สีมันเพราะจะทำให้ระคายสายตา ทำงานไม่สะดวก

การพยายามใช้วัสดุบางอย่างลอกเลียนให้เหมือนของบางอย่าง เช่น ทำพลาสติกให้ได้เป็นลายใบไม้ ควรหลีกเลี่ยงจะใช้วัสดุตามความเป็นจริง

สีกับวัสดุ (Colour and Material)

วัสดุที่เกี่ยวข้องกับสี คือ

ก. สีต่างๆ แลคเกอร์ และเคลือบ (Plants, Lacquers, and Enamels)

ข. โลหะ (Meterial Colours) พวกชุบโครเมี่ยม นิเกิล ชุบอลูมิเนียมมีแตกต่างกัน

- เครื่องพิมพ์ดีด เครื่องอัดสำเนา เครื่องโรเนียว สีดำหรือเทา เมื่อใช้สีที่สะอาดแล้ว ผู้ใช้ของนั้นก็พยายามทำให้สะอาดตามไปด้วย การเลือกใช้สีบางครั้งต้องพิจารณาถึงภาวะเศรษฐกิจด้วย ตัวอย่างเช่น สมัยเมื่อเศรษฐกิจตกต่ำ รถยนต์ส่วนมากมักจะใช้สีดำ และเทา ครั้งเศรษฐกิจค่อยคืนตัวขึ้นจึงใช้สีฉูดฉาดกันใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การกำหนดสี (Colour Specification)

การออกแบบต้องกำหนดสี และในเมื่องานเสร็จเรียบร้อยแล้ว สิ่งที่ขาดไม่ได้คือการกำหนดชนิดสีที่ต้องการบนแผ่นสี่เหลี่ยมเป็นตัวอย่าง บางครั้งนักออกแบบต้องติดตามควบคุมการใช้สีในการผลิตครั้งแรก เพื่อให้เป็นไปตามความต้องการ

ความสัมพันธ์ของสีต่อผลิตภัณฑ์

ขนาด (Size)

1.1 สีอ่อน (Light Value) ทำให้ผลิตภัณฑ์ดูใหญ่ขึ้น

1.2 สีเข้ม (Dark Value) ทำให้ผลิตภัณฑ์ดูเล็กลง

น้ำหนัก (Weight)

2.1 สีอ่อนและสีร้อน (Warm Balur) ทำให้ผลิตภัณฑ์ดูเบา

2.2 สีเข้มและสีเย็น (Cool Colour) ทำให้ผลิตภัณฑ์ดูหนัก

ความแข็งแรง (Strenght)

3.1 สีร้อน ทำให้ความรู้สึกแข็งแรง

3.2 สีเย็น ทำให้ความรู้สึกแข็งแรงน้อย

อุณหภูมิ (Temperature)

4.1 สีร้อน ให้ความรู้สึกอบอุ่น ไม่สบายใจ

4.2 สีเย็น ให้ความรู้สึกสดชื่น สงบเยือกเย็น สบายใจ

ความสะอาด (Cleaness)

5.1 สีขาว เป็นสีที่ให้ความรู้สึกสะอาดที่สุด

5.2 สีอ่อน เช่น สีงาช้าง (Tvory) สีเหลืองอ่อน (Pale Warm Yellow)

สีสำหรับเครื่องจักรเครื่องมือ

การตกแต่งภายนอกเพื่อให้เกิดความสวยงามตามลักษณะของสุนทรียภาพ และเพื่อชักจูงใจสำหรับการขาย และความชอบนั้น ส่วนใหญ่มีการตกแต่งผลิตภัณฑ์ทุกชนิด หรือแต่ละชนิดด้วยสี การตกแต่งผิวเพื่อนำโน้มน้าวให้เกิดผลทั้งทางการขาย ความสะดุดตา และความงาม ทั้งหลายแล้ว โดยประโยชน์ของสีเองก็ยังแยกได้ประโยชน์หลายชนิด อาจจะมีทั้งสีกันสนิม กันน้ำ หรือต่อต้านภาวะการทำลายจากภายนอก สำหรับวัตถุหรือผลิตภัณฑ์นั้นๆ ด้วย

แต่การที่จะตกแต่งสีสำหรับผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด นอกจากผลิตภัณฑ์จะต้องการความงามในแง่ตกแต่งแล้ว สียังเป็นสัญญลักษณ์บอกถึงเป้าหมายสำหรับบอกการทำงาน หรือเตือนใจสำหรับผลิตภัณฑ์ในประโยชน์ใช้สอยแต่ละอย่างด้วย โดยมีการกำหนดความหมายของสีจากความรู้สึก และการกำหนดจากมาตรฐานสากลเพื่อบ่งบอกสำหรับผลิตภัณฑ์ใช้งานตามประโยชน์ใช้สอยรวมถึงอิทธิพลของสีที่มีต่อความรู้สึก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางการสะท้อนของแสง (ดังตารางที่ 27)

ตารางที่ 27

แสดงการสะท้อนของแสง

สี	สะท้อนแสงได้ร้อยละ	สี	สะท้อนแสงได้ร้อยละ
ขาว	80-90	ฟ้า	35.50
งาช้าง	70-80	เขียวอ่อน	25.50
ครีม	65-75	เขียวแก่	15-25
ชมพูอมม่วง	60-65	เขียวแก่	41.0
ชมพู	40-70	น้ำเงินแก่	10-20
เนื้อ	56.0	น้ำเงินอ่อน	45.5
เหลือง	65.0	น้ำตาล	8-12
เทา	33-50	แดงเข้ม	7.0
เทาอ่อน	53-60	ดำ	2-5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อิทธิพลของสีที่มีต่อความรู้สึก

อันที่จริง อิทธิพลของสีที่กระทบจิตใจของเราจะรู้สึกไม่เหมือนกันทุกคน ทั้งนี้เพราะบางคนพอใจอีกสีหนึ่ง ในขณะที่อีกคนหนึ่งชอบสีที่เราเกลียด ข้อนี้เป็นผลมาแต่เหตุต่างๆ กัน เช่นประทับใจจากธรรมชาติ และชอบสีเขียวมากกว่าสิ่งใดๆ ซึ่งแต่ละคนจะมีความชอบแตกต่างกันออกไป เพราะฉะนั้น จะต้องทราบถึงความพอใจในสีของเขาของแต่ละบุคคลต่างๆ ควบคู่กับความรู้ในเรื่องของสีของผู้ออกแบบเองด้วย

ต่อไปนี้เป็นลักษระของสีที่เกี่ยวกับความรู้สึก โดยแบ่งออกเป็นสกุลใหญ่ๆ คือ

สีแดง จัดอยู่ในพวกสีร้อน ไม่เพียงแต่จะให้ความรู้สึกตื่นเต้น เร้าใจ ในทางโรงเรียนถือว่าเป็นสีที่เกี่ยวกับอันตราย เป็นสีต้องห้าม การระมัดระวัง การใช้สีพวกสกุลสีแดงเพียงเล็กน้อยอาจทำให้ผลิตภัณฑ์เด่นขึ้นมาได้ แต่ถ้าใช้มากเกินไปจะให้สีสดก็จะมีผลทางจิตวิทยาได้เช่นกัน คือ เป็นภัยทางด้านจิตวิทยา เช่น ทำให้รู้สึกปวดศรีษะและตาลายได้ แม้ว่าจะใช้อย่างถูกต้อง และอย่างละเล็กละน้อยก็ตามที เช่น ไฟแดงในห้องอัดรูป

สรุป สีแดงให้ความรู้สึกที่มั่นคงสมบูรณ์ ความสวย ความสุข ความหวาน ความอบอุ่น เร้าใจ

ส้ม เป็นสีสดใสมองเห็นได้แต่ไกล แสดงความรู้สึกเตือนอยู่ตลอดเวลาเมื่อใช้กับผลิตภัณฑ์ ทำให้เกิดความรู้สึกสะอาด ดูเบาขึ้น

สีเหลือง เป็นสีที่อยู่ได้ 2 วรรณะ คือ สามารถเป็นได้ทั้งสีร้อน และสีเย็น แต่ขึ้นอยู่กับความเข้ม และแข็งแรง (Chrome) ของสี สีเหลืองโดยทั่วไปทำให้เกิดความสดชื่นร่าเริง สดใส สีเหลืองอ่อนทำให้เกิดความรู้สึกสะอาด มีความสว่าง แต่ถ้ามีความเข้มของสีมากเกินไป จะทำให้สมองเกิดความรู้สึกหงุดหงิดได้ สีเหลืองที่ใกล้ไปทางสีส้มจะคล้ายกับของเล่นทางวิทยาศาสตร์สมัยใหม่และคล้ายกับของเทียม

สีเหลืองเนย (Butter Yellow) ทำให้ผลิตภัณฑ์สว่างขึ้น

สีเหลืองเขียว (Yellow Green) ช่วยในเรื่องเกี่ยวกับด้านของความเย็น อย่างไรก็ตามสีเหลืองทำให้ดูสกปรกง่าย แต่ถ้า Brake สีสักเล็กน้อย ก็จะทำให้ช่วยได้บ้างและขึ้นอยู่วัสดุที่ใช้ด้วย

สรุป สีเหลืองให้ความรู้สึกเปรี้ยว ร่าเริง ดีใจ มีอำนาจความมั่นคง

สีม่วง เป็นสีที่อยู่ได้ทั้ง 2 วรรณะ เหมือนกับสีเหลือง โดยทั่วไปให้ความรู้สึกเศร้าทำให้ง่วง บางครั้งอาจแสดงว่าเป็นสีแห่งความเศร้า ลึกลับ แต่มีสีม่วงมีลักษณะของความสง่างามทำให้ดูมีค่า เช่น สีม่วงอ่อน

สรุป สีม่วงทำให้รู้สึกเศร้า เหงา ลึกลับ สง่างาม มีค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สีน้ำเงิน Blue จัดอยู่ในพวกสีเย็น สีน้ำเงินเข้มทำให้ความรู้สึกสงบ ลึกลับ ทำให้เกิดสมาธิ เป็นที่บ่งบอกถึงความสุภาพ ถ่อมตน เยือกเย็น ความหนักแน่น สีน้ำเงินอ่อน เช่น สีน้ำทะเล หรือสีฟ้า จะมีความสดใส ถ้าอมสีเขียวเล็กน้อย สามารถให้ความรู้สึกตื่นเต้น เช่น แสงของโอปอล การแนบหางของนกยูง เป็นสีซึ่งมีเสน่ห์งดงาม

สีเขียว ให้ความรู้สึกสดใส สดชื่น กระชุ่มกระชวย ให้พักสายตาได้ สีใบไม้ หรือสีเขียวเข้ม ใช้ได้ก็ในการเน้นส่วนพื้นฐาน แสดงความสงบเสงี่ยม แสดงความมีฐานันดรศักดิ์

สีน้ำตาล จัดอยู่ในพวกสีอุ่น เป็นสีที่ให้ความรู้สึกแห้งแล้ง ไม่ให้ความรู้สึกพักผ่อน ถ้าใช้โดดเดี่ยวจะทำให้งานเกิดความรู้สึกสลดหดหู่ใจ

สีเทา ให้ความรู้สึกภูมิฐาน เคร่งขรึม สุภาพเรียบร้อย เป็นผู้ดีได้ในเนื้อที่กว้างๆ ลดความเบาของสีขาว และความลึกลับของสีดำ สามารถใช้เป็นสีกลางได้ทุกสี เพราะสามารถทำให้เกิดความกลมกลืนระหว่างสีอื่นๆ ดูแล้วสบายตา

สีดำ โดยปกติสีดำเป็นสีที่ให้ความรู้สึกหดหู่ ลึกลับ ให้ความรู้สึกหนักแต่มั่นคง การใช้สีดำสลับกับสีขาวให้ใช้ร่วมกับสีอื่น จะทำให้เกิดความกระปรี้กระเปร่ามีชีวิตชีวา ถ้าใช้สีดำกับผลิตภัณฑ์ที่มีความแข็งแรง และไม่สกปรก

สีขาว ให้ความรู้สึกสะอาดบริสุทธิ์ ถ้าใช้โดดเดี่ยวให้ความรู้สึกเย็น สามารถใช้เป็นสีของฐาน หรือที่อยู่ต่ำกว่าเพื่อเน้นให้เด่น

สีที่กล่าวมานี้เป็นสีด้านความงาม ที่เราตกแต่งลงบนผิววัสดุ แต่ยังมีสีที่ควรรู้อีกนั้น คือ สีของวัสดุต่างๆ ในการให้ความรู้สึกของมันอีกมาก เช่น สีของอลูมิเนียม จะออกเป็นสีเทา สำหรับสีเทาขาวและดำ จะจัดเป็นสีที่เรียกว่า "สีเอกรงค์" ไม่ควรใช้ร่วมกันระหว่างแม่สี (สีเหลือง แดง น้ำเงิน)

2.26.3 ข้อแนะนำในการใช้สี

การใช้สีคล้องไปกับสิ่งแวดล้อม ผู้ใช้สีจะต้องคิดว่าสีที่ใช้นั้น กลมกลืนหรือแตกต่าง (contrast) กับสิ่งแวดล้อม เช่น ภูมิประเทศ ดินฟ้าอากาศ อาคารบ้านเรือนข้างเคียง เป็นต้น ถ้าใช้สีเหมือนธรรมชาติมากไปทำให้มองไม่เห็นเด่นออกมา และถ้าหากใช้สีแตกต่างกับสีธรรมชาติมากไปทำให้เกิดความไม่น่าดูไปได้ ตัวอย่างเช่น ฝ้า เพดาน ประตู หน้าต่าง สีที่ใช้จะช่วยพยุงความรู้สึกในน้ำหนักของสีได้ และยังช่วยถ่วงน้ำหนักของสีได้ และยังช่วยถ่วงน้ำหนักของอาคารให้อยู่ในดุลยภาพที่ดีด้วย การใช้สีไล่น้ำหนักของอาคารจากอ่อนไปหาแก่ ทำให้เกิดการลวงตาเป็นนูนขึ้นหรือเว้าลง ถ้าใช้สีส่วนบนหนักส่วนล่างเบาจะทำให้รู้สึกอาคารเบาลอยอยู่ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้สีให้คล้อยตามวัสดุก่อสร้าง เช่น สิ่งก่อสร้างทำด้วยอิฐ ควรให้ความรู้สึกเป็นอิฐ ถ้าเป็นวัสดุอื่น เช่น ไม้ กระจก โลหะต่างๆ ก็ไม่ควรที่จะปิดบังอำพรางความเป็นตัวของมันเองเสียจนน่าเกลียด เช่น ทาอิฐด้วยสีฟ้า ทำให้ความรู้สึกธรรมชาติของวัสดุขาดความรู้สึกอบอุ่นปลอดภัย สีที่อยู่มีอยู่ตามธรรมชาติจะเป็นสีซึ่งใช้ได้มากโดยไม่มีผลเสีย เพราะสีของมันจะถูกเบรคอยู่ในตัว

ควรใช้สีตามประดยชน์ใช้สอย การให้สีที่ดีจะเป็นการบอกลักษณะประโยชน์ใช้สอยของมันเสร็จ เช่น สีที่ทาโรงเรียน บ้านพักอาศัย สถานที่ราชการ เป็นต้น หลักการที่ใช้สีที่เป็นบ้านพักอาศัยไม่ควรเป็น Shade ฉูดฉาด ควรให้มีสีอ่อนเหนือสีที่ถูกเบรคลงบ้าง เพราะสีที่ฉูดฉาดจะทำให้ประสาทตาของเราเหนื่อยเมื่อยล้าไม่รู้สึกว่าได้พักผ่อนในบ้านเมื่อเราเห็นแต่สีฉูดฉาดตรงกันข้ามกับสีของโรงมหรสพ ซึ่งเป็นที่ๆ เราต้องการความเปลี่ยนแปลง เพื่อสนุกตื่นเต้นเพียงชั่วคราว จึงจะสามารถใช้สีสด ๆ ฉูดฉาดตกแต่งไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การรวบรวมและการศึกษาข้อมูล

3.1 วิธีสำรวจและรวบรวมข้อมูล

การรวบรวมข้อมูลและสำรวจข้อมูลนั้นผู้วิจัยได้ สำรวจและเก็บรวบรวมข้อมูลโดยแบ่งออกเป็น ภาคเอกสาร การสัมภาษณ์ การศึกษาของจริงภาคสนาม โดยแบ่งเป็นประเภทดังนี้

3.1.1 ผู้วิจัยได้ทำการค้นคว้าจากหนังสือ (ทุติยภูมิ) เกี่ยวกับการผลิตกระดาษสาในอุตสาหกรรมขนาดย่อม หรืออุตสาหกรรมในครัวเรือน ของกองส่งเสริมหัตถกรรมไทย กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม และหนังสือรายชื่อผู้ผลิตแหล่งผลิต และหมู่บ้านหัตถกรรม จังหวัดภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคเหนือ ความเป็นมาของกระดาษสา การแปรรูปปอสา กรรมวิธีการผลิตปอสา การสร้างลวดลายลงบนกระดาษสา ลักษณะของอุปกรณ์ต่างๆ ที่นำมาผลิตเป็นอุปกรณ์ ชนิดของวัสดุ กรรมวิธีการผลิต การใช้เชื้อเพลิง ข้อมูลกายวิภาคเชิงกล

3.1.2 การศึกษาข้อมูลภาคสนาม

การสัมภาษณ์ ผู้วิจัยได้ทำการสัมภาษณ์กลุ่มผู้ผลิตกระดาษสาในจังหวัดเชียงใหม่ ที่บ้านอนุรักษ์กระดาษสา หมู่บ้านต้นเปา อ.สันกำแพง และชาวบ้านในละแวกใกล้เคียงที่ทำการผลิตกระดาษสาเพื่อหาข้อสรุปในปริมาณการผลิตกระดาษสาแต่ละครั้ง ในด้านของการผลิตกระดาษสาและผลิตภัณฑ์จากกระดาษสา ศึกษาข้อมูลด้านผลิตภัณฑ์เดิมที่ใช้ทำการผลิตกระดาษสาในขั้นตอนเตรียมเยื่อของชาวบ้านโดยการเก็บภาพถ่ายและสัมภาษณ์

3.2 แหล่งที่มาของข้อมูล

3.2.1 ข้อมูลบุคคลได้แก่ ผู้ผลิตกระดาษสาในหมู่บ้านต้นเปา อ.สันกำแพง จ.เชียงใหม่ บ้านอนุรักษ์กระดาษสา และผู้มีความรู้ความเชี่ยวชาญด้านอุตสาหกรรมกระดาษสา

3.2.2 ข้อมูลจากสถานที่

กองส่งเสริมหัตถกรรมไทย

กลุ่มผู้ผลิตกระดาษสาจังหวัดเชียงใหม่

ห้องสมุดคณะสถาปัตยกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 ข้อมูลจากหนังสืออ้างอิง

ตำราและเอกสารที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมกระดาษสาในครอบครัว

หนังสือเทคโนโลยีชาวบ้าน

หนังสือชั้นส่วนจักรกล

หนังสือแนะนำอุตสาหกรรม

หนังสือรายชื่อผู้ผลิต แหล่งผลิต และหมู่บ้านหัตถกรรมจังหวัดภาคเหนือ

วิทยานิพนธ์ที่เกี่ยวข้อง

3.3 วิธีวิเคราะห์

ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการแยกข้อมูลจัดลำดับความสำคัญ เพื่อเป็นการนำมาประเมินค่าและวิเคราะห์ในขั้นต่อไป ในบางครั้งอาจตัดสินในการใช้เทคนิคและวิธีการแต่บางครั้งไม่อาจตัดสินใจในวิธีการนั้น ๆ ได้ ดังนั้นจึงต้องทำการวิเคราะห์หลาย ๆ ระบบ และเลือกตามคะแนนความเป็นไปได้มากน้อยเพียงใด การเปรียบเทียบ ตั้งแต่ 2 ระบบ รูปแบบขั้นไปการวิเคราะห์แบ่งส่วนใหญ่ ๆ ได้ดังนี้

การวิเคราะห์ปัญหาและหน้าที่การใช้งาน

การวิเคราะห์ลักษณะรูปแบบการใช้งาน

การวิเคราะห์สัดส่วนที่สัมพันธ์กับการใช้งาน

การวิเคราะห์วัสดุ

การวิเคราะห์กรรมวิธีการผลิต

3.4 การศึกษาข้อมูล

ในการศึกษาข้อมูลผู้วิจัยได้ทำการศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวกับกรรมวิธีการผลิตและขบวนการในการจัดการผลิตภัณฑ์กระดาษสาหลังจากผลิตรวมแหล่งที่มาของวัตถุดิบที่นำมาใช้ในการผลิตโดยผู้วิจัยได้สุ่มตัวอย่างเพื่อศึกษาข้อมูลที่บ้านต้นเปา อำเภอสันกำแพง จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งเป็นแหล่งผลิตกระดาษสาที่มีชื่อเสียงของจังหวัดเชียงใหม่

3.4.1 การศึกษางานแหล่งที่มาของวัตถุดิบ

วัตถุดิบที่นำมาผลิตกระดาษสาที่สำคัญคือเปลือกปอสา ซึ่งเป็นไม้ล้มลุกชอบชื้นตามที่ชุมชื้นเช่น ริมคลอง ลำธาร ในป่า ภูเขา ในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคเหนือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการไปศึกษาข้อมูลจากบ้านต้นเปา บ้านอนุรักษ์กระดาษสา จะแบ่งแหล่งที่มาของวัตถุดิบ เพื่อนำมาทำกระดาษสาได้ 3 แหล่ง คือ แหล่งที่หนึ่งมาจากพม่าโดยการขนส่งมาทางแม่น้ำ โดยขนส่งมาทางเรือ และนำมาขึ้นที่ฝั่งไทยแล้ว นำใส่รถบรรทุกเพื่อนำมาส่งยังบ้านต้นเปา ราคาในการรับซื้อคือ กก.ละ 5 บาท แหล่งที่สองคือภายในประเทศโดยมาจากจังหวัดที่อยู่ทางภาคเหนือ และตะวันออกเฉียงเหนือ ได้แก่ เชียงราย เชียงใหม่ แพร่ ลำปาง น่าน เลย ซึ่งจะต้องเข้าไปตัดในป่าเขา ซึ่งตกราคา กก.ละ 16-18 บาท โดยการสั่งให้ตัดและนำมาส่ง ซึ่งชาวบ้านที่ผลิตกระดาษสาจะสั่งมาเก็บเข้าไว้ในโรงเก็บ เมื่อจะนำมาใช้ก็นำออกมาแช่น้ำ ซึ่งเปลือกปอสาจะเก็บได้นานโดยที่ปลวกและมอดไม่เกิน และแหล่งสุดท้ายคือจากโรงงานอุตสาหกรรมผลิตกระดาษสาถ้วงไก่สเปเชียลซึ่งโรงงานจะใช้เฉพาะปอเกรดดีคือ เปลือกปอสาอ่อนในการผลิตเพราะเครื่องจักรรับได้เฉพาะเปลือกปออ่อนเท่านั้น ส่วนเปลือกปอแก่ทางโรงงานจะส่งมายังบ้านอนุรักษ์กระดาษสา แล้วบ้านอนุรักษ์กระดาษสาจะส่งเปลือกปออ่อนไปเพื่อเป็นการแลกเปลี่ยน แหล่งที่มาทางโรงงานถ้วงไก่สเปเชียลสั่งเปลือกปอสาคือ จังหวัดเลย

ซึ่งนอกจากนี้ชาวบ้านซึ่งทำการผลิตกระดาษสาก็สามารถหาวัตถุดิบคือเปลือกปอปาโดยการสั่งให้ตัดและตากแห้งให้นำมาส่งจากแหล่งที่มีต้นปอสามาก ๆ เช่น อำเภอพร้าว แม่ขวาน เชียงราย แม่ริม ได้ตลอดฤดูการเก็บเกี่ยวตามกำลังที่ตนจะรับซื้อไว้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 106

แสดงแหล่งวัตถุดิบและการส่งวัตถุดิบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2 การศึกษาข้อมูลด้านการเก็บวัตถุดิบในการผลิตกระดาษสา

ปัจจุบันปอสาในประเทศไทยยังไม่มีการปลูกกันอย่างจริงจังผลผลิตส่วนใหญ่จึงได้มาจากธรรมชาติ โดยการใช้แรงงานคนเข้าไปตัดปอสาในแหล่งที่มีปอสาขึ้นอยู่ แล้วนำเปลือกออกมาตากแห้ง ประมาณ 4 แดด จากนั้นนำมามัดรวมเป็นมัดๆ ละ 1 กก. ในการตัดจนวันระยะตัดปอสาราวๆ 6 เดือน เพื่อให้ปอสาได้แตกกิ่งขึ้นมาใหม่ ข้อดีอย่างหนึ่งของต้นปอสาคือ เมื่อตัดแล้วไม่ต้องปลูกจากแทนเพราะถ้ายังมีรากอยู่ปอสาจะสามารถแตกต้นอ่อนขึ้นมาเป็นต้นปอสาใหม่ได้ในบริเวณที่มีรากอยู่

ดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้นคือในประเทศไทยยังไม่มีการปลูกต้นปอสาอย่างจริงจังดังนั้นกลุ่มผู้ผลิตกระดาษสาจึงใช้วิธีเก็บตุนเปลือกปอสาไว้เพื่อนำมาใช้ในคราวที่ไม่สามารถหาเปลือกปอสาได้

ภาพที่ 107

แสดงลักษณะเปลือกปอสาที่นำมาส่งแหล่งผลิตกระดาษสา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเก็บเปลือกปอสาตากแห้งเพื่อส่งขายจะมัดเปลือกปอสาแห้งมัดละ 1 ก.ก. จากนั้นนำมามัดรวมกันเป็นมัดใหญ่มัดละ 20 กก. คือจะมีปริมาณมัดเปลือกปอสามัดเล็ก 20 มัด ราคาของเปลือกปอสาที่ซื้อมาจากฝั่งลาวและพม่าจะตกราคา ก.ก.ละ 5-6 บาท แต่ถ้าซื้อจากภายในประเทศจะตกราคาก.ก.ละ 16-20 บาท แหล่งที่มาการตัดต้นปอสาขายได้แก่ เขตจังหวัดเชียงใหม่ลำปาง เขตอำเภอเชียงดาว อำเภอพร้าว อำเภองาว อำเภอแม่เมาะ อำเภอแม่สาย อำเภอพาน อำเภอเอียงป่าเป้า อำเภอแม่ริม แม่ขวาน ทางภาคอีสานก็จะมีที่จังหวัดเลย

ภาพที่ 108

แสดงลักษณะของโรงเรือนที่ใช้เก็บเปลือกปอสาแห้ง

ในการเก็บเปลือกปอสาแห้งไว้ใช้ของกลุ่มผู้ผลิตกระดาษสานั้นจะมีการสร้างโรงเรือนขึ้นมาเพื่อเก็บเปลือกปอสาโดยเฉพาะลักษณะของโรงเรือนนั้นจะเทคอนกรีตด้านล่างเพื่อป้องกันความชื้นหรือน้ำที่จะไหลเข้ามาเปียกเปลือกปอสา โดยการขุดร่องน้ำระบายน้ำไว้โดยรอบ หลังคามุงด้วยสังกะสีหรือกระเบื้องเพื่อป้องกันฝนหรือน้ำค้างให้ลงมาถูกเปลือกปอสาด้านข้างจะตีระแนงไม้ไผ่เป็นฝาในแนวตั้งสาเหตุที่ต้องใช้ไม้ไผ่เป็นฝาเพราะต้องการให้อากาศถ่ายเทเพื่อระบายความชื้นของเปลือกปอสาไม่ให้ชื้นเกินไปจนเกิดเชื้อราซึ่งจะทำให้เกิดผลเสียต่อผลิตภัณฑ์กระดาษสาที่ได้ผลิตขึ้นมา ขนาดของโรงเรือนสำหรับเก็บจะมีขนาดใหญ่น้อยตามเนื้อที่ภายในบ้านของตนที่มีอยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 109
แสดงลักษณะเปลือกปอสาที่ถูกเก็บไว้ในโรงเก็บ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการศึกษาข้อมูลจะได้ขนาดของโรงเก็บเปลือกปอสา 2 ขนาดคือขนาดใหญ่และเล็ก ขนาดใหญ่คือโรงเก็บเปลือกปอสาของบ้านอนุรักษ์กระดาษสาจะมีขนาดกว้าง 6 เมตร ยาว 6 เมตร และสูง 3 เมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเปลือกปอสาเมื่อมัดรวมกันเป็นมัดๆ ละ 20 กก. จะมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 เมตร ยาว 1.50 เมตร ในการรับซื้อเปลือกปอสาของบ้านอนุรักษ์กระดาษสา จะนำเปลือกปอสามาเก็บไว้ครั้งละประมาณ 6,000 กก. หรือคิดเป็นเงิน 30,000 บาทต่อครั้งในราคา กก.ละ 5 บาท ซึ่งพื้นที่ของโรงเก็บจะมีพื้นที่ 108 ลูกบาศก์เมตร จะสามารถเก็บเปลือกปอสาได้โรงเก็บละ 45 มัดหรือคิดเป็นกิโลกรัมได้ 900 กิโลกรัม ซึ่งเปลือกปอสาที่นำมาเก็บไว้นี้นอกจากจะทำการผลิตเองแล้วยังให้ชาวบ้านในละแวกใกล้เคียงนำไปผลิตกระดาษสาตามออร์เดอร์ที่ถูกลูกค้าสั่งแล้วนำมาสั่งโดยคิดค่าแรงตามผลงานที่ทำมาได้ ซึ่งโรงเก็บของบ้านอนุรักษ์กระดาษสาจะมีทั้งหมด 3 โรงเก็บ

ภาพที่ 110

แสดงลักษณะของโรงเก็บเปลือกปอสาของบ้านอนุรักษ์กระดาษสา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งนอกจากการรับเอาเปลือกปอสาจากบ้านอนุรักษ์กระดาษสาเพื่อนำไปผลิตกระดาษสาของชาวบ้านในละแวกนั้นแล้วชาวบ้านบางคนเองก็มีการสั่งเปลือกปอสาจากอำเภอที่มีการรับตัดปอสาขายมาเก็บไว้เช่นกัน แต่อัตราจ้างการตัดปอสาภายในประเทศจะมีราคาแพงกว่าการสั่งตัดเข้ามาจากนอกประเทศคือพม่าและลาว โดยจะรับซื้อกิโลกรัมละ 16-18 บาท และปริมาณที่นำมาแต่ละครั้งจะน้อยคือราวๆ 20-50 กิโลกรัม ด้วยเหตุนี้โรงเก็บเปลือกปอสาของชาวบ้านจึงมีขนาดเล็กคือ จะมีความกว้าง 3 เมตร ยาว 3 เมตร สูง 3 เมตร มีการมุงหลังคาและมีฝาเป็นระแนงไม้ไผ่

ภาพที่ 111
แสดงลักษณะโรงเก็บเปลือกปอสาขนาดเล็กของชาวบ้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 111 (ต่อ)

3.4.3 การศึกษาข้อมูลพื้นที่ใช้งาน ของการผลิตกระดาษสา

ในการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับพื้นที่ใช้งานในการผลิตกระดาษสาผู้วิจัยได้สุ่มตัวอย่างไปศึกษาข้อมูลที่บ้านอนุรักษ์กระดาษสาเพราะเป็นแหล่งผลิตกระดาษสาที่มีการส่งขายทั้งภายในประเทศและนอกประเทศ อีกทั้งยังเป็นผู้ที่กระจายรายได้ไปสู่ชาวบ้านละแวกข้างเคียงด้วยในการแบ่งพื้นที่ใช้งาน จะแบ่งเป็น 3 ส่วนคือ

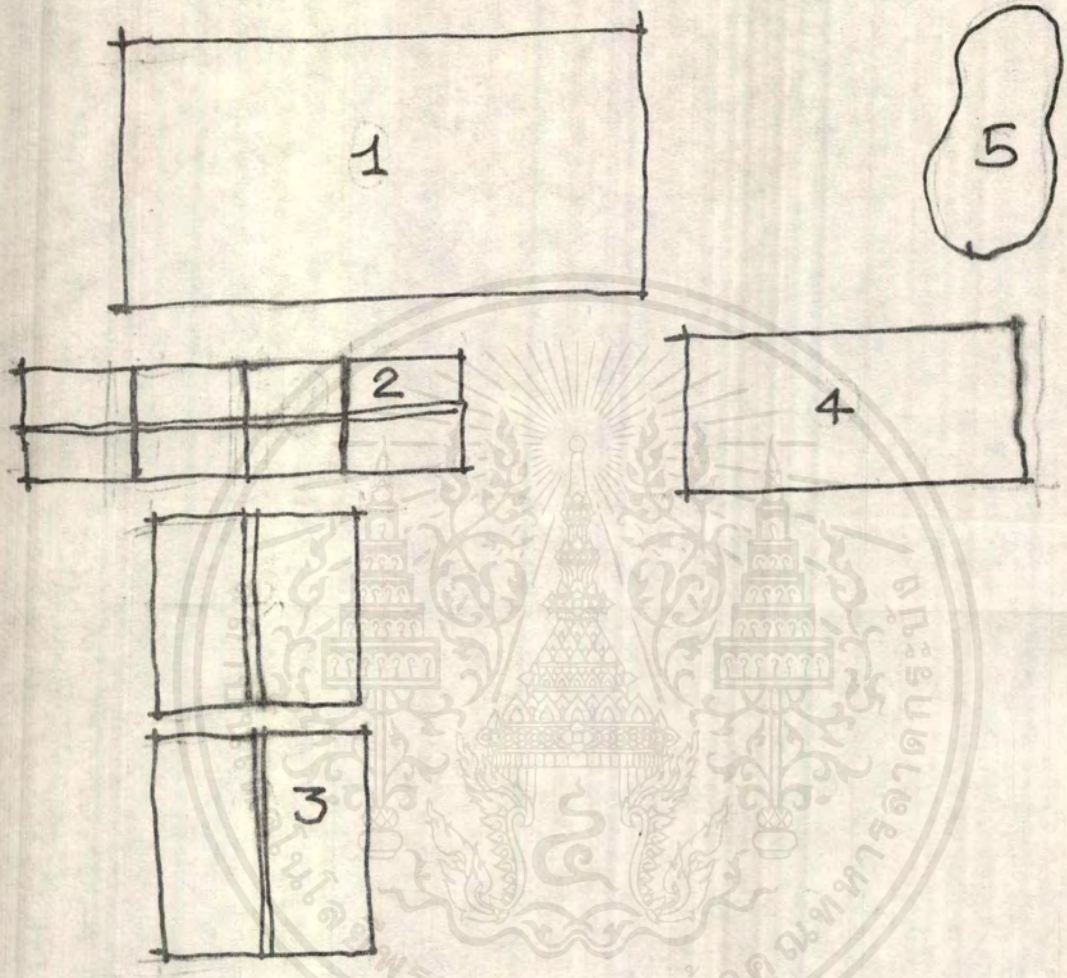
3.4.3.1 ส่วนในการเตรียมเยื่อ คือเป็นพื้นที่ที่ใช้ในการเตรียมเนื้อเยื่อปอสาสำหรับนำไปใช้ในการทำเป็นแผ่นกระดาษสา

3.4.3.2 ส่วนที่ใช้ในการทำแผ่นกระดาษ คือ การนำเอนเยื่อปอสามาละลายในบ่อเพื่อทำเป็นแผ่นกระดาษทั้งแบบ ช้อน และแบบแตะ

3.4.3.3 ส่วนที่ใช้ในการตากตะแกรงเมื่อช้อนหรือแตะเยื่อกระดาษให้แห้งให้ได้ผลผลิตออกมาเป็นแผ่นกระดาษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 112
แสดงลักษณะพื้นที่ในการผลิตกระดาษสา

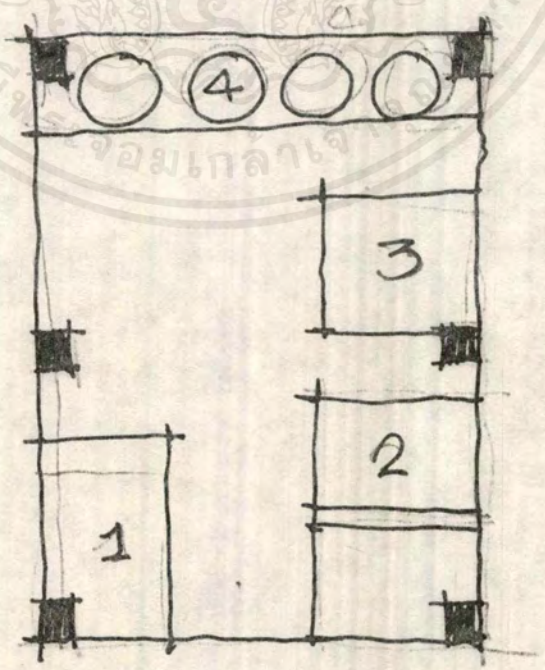


1. พื้นที่ตากตะแกรง
2. โรงในการทำแผ่นกระดาษ
3. โรงเก็บเปลือกปอสา
4. โรงเตรียมเยื่อ
5. คลองสำหรับถ่ายน้ำที่ใช้แล้วจากการผลิตกระดาษสา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 113
แสดงลักษณะภายในของโรงเตรียมเยื่อ

ภาพที่ 114
แสดงผังตำแหน่งของอุปกรณ์ในโรงเตรียมเยื่อ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์ภายในโรงเตรียมเยื่อนั้นจะประกอบไปด้วย

1. เครื่องโม่เปลือกปอสาที่ต้มแล้ว
2. อ่างสำหรับแช่เปลือกป่อสาแห้งและอ่างแช่เปลือกปอสาที่ต้มแล้ว เพื่อล้างโซดาไฟออก
3. ส่วนในการเก็บเศษกระดาษสาหลังจากการนำเอาไปทำผลิตภัณฑ์แล้วเพื่อรอการต้มกลับทำเป็นเยื่ออีกครั้ง
4. ส่วนต้มเปลือกปอสาจะเป็นเตาก่ออิฐถือปูน จำนวน 4 เตา และถังน้ำมัน 100 ลิตรตัดฝาออกจำนวน 4 ถัง

ภาพที่ 115

แสดงลักษณะโรงเรือนในการทำแผ่นกระดาษสา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 116

แสดงลักษณะของอ่างในการทำกระดาษสาแบบช้อน

ภายในโรงเรือนทำแผ่นกระดาษนั้นจะประกอบไปด้วยอ่างสำหรับนำเยื่อสาลงไปละลายเพื่อทำกระดาษแบบช้อนมีความสูง 80 cm กว้าง 1.5 เมตร ยาว 2 เมตร และโอ่งหรืออ่างสำหรับใส่เยื่อที่ทำการเตรียมเอาไว้อยู่ข้างๆ อ่างทำกระดาษแบบช้อน

ส่วนการทำทำกระดาษแบบแตะจะมีโต๊ะขาสูงจากพื้นประมาณ 70 cm มีถาดสังกะสีกว้าง 1.5 cm ยาว 2 cm สูง 10 cm วางด้านบนใส่น้ำประมาณ 1/2 ของถาด ด้านข้างจะมีโอ่งสำหรับใส่เยื่อปอสา ซึ่งเป็นเยื่อที่ไม่ผสมน้ำวางอยู่เมื่อต้องการทำแผ่นกระดาษก็นำเอาเยื่อปอสาในโอ่งมาขึ้นเป็นก้อนตามความหนาของกระดาษที่ต้องการ แล้วทำการแตะเพื่อทำแผ่นกระดาษในถาดที่วางบนโต๊ะดังภาพที่ 117

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 117
แสดงลักษณะของถาดที่ใช้ทำกระดาษสาแบบแตะ

ในการตากตะแกรงที่ใช้ทำกระดาษสาหลังสาช้อนเยื่อปอสาหรือแตะเยื่อปอสา เพื่อทำเป็นกระดาษได้ตามความหนาที่ต้องการแล้วจะนำออกมาตากแดดประมาณ 3-4 ช.ม. โดยการวางตะแกรงชนกันในลักษณะของกระโจมสามเหลี่ยม เพื่อกันตะแกรงล้ม ดังภาพที่ 118

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 118

แสดงลักษณะของการตากตะแกรงทำแผ่นกระดาษสา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.4 การศึกษาข้อมูลในด้านการผลิตและการส่งขาย

ในการศึกษาข้อมูลผู้วิจัยได้ศึกษาถึงกำลังการผลิตของกลุ่มตัวอย่างของการผลิตกระดาษสาและผลิตภัณฑ์กระดาษสาที่บ้านอนุรักษ์กระดาษสา และชาวบ้านในละแวกข้างเคียง โดยการศึกษาถึงผลิตภัณฑ์กระดาษสาที่ทำขึ้นมาและส่งขาย โดยบ้านอนุรักษ์กระดาษสาเป็นผู้รับออร์เดอร์จากทั้งภายในประเทศและต่างประเทศเข้ามาจากนั้นได้ทำการผลิตเองส่วนหนึ่งและส่งให้ชาวบ้านไปผลิตส่วนหนึ่ง โดยการนำเปลือกปอสาของตนที่มีอยู่ให้ชาวบ้านเอาไปทำเป็นกระดาษสาและผลิตภัณฑ์กระดาษสา แล้วส่งคืนกลับมาที่บ้านอนุรักษ์ กระดาษสา ซึ่งความต้องการแผ่นกระดาษที่ผลิตในแต่ละวันของบ้านอนุรักษ์กระดาษสาและชาวบ้านในละแวกข้างเคียงประมาณความต้องการวันละ 50,000-60,000 แผ่นต่อวัน และผลิตภัณฑ์ที่บ้านอนุรักษ์กระดาษลาได้ทำขึ้นมาเพื่อส่งขายให้แก่ชาวต่างประเทศ และภายในประเทศได้แก่ สมุดอวยพร การ์ด กล่องกระดาษ กระเป๋าถุงใส่ของ กรอบรูป ซองจดหมาย เชือก ฯลฯ ต่างประเทศที่รับผลิตภัณฑ์กระดาษสาเหล่านี้ของบ้านอนุรักษ์กระดาษสาและชาวบ้านในละแวกใกล้เคียงไปขายได้แก่ประเทศ ฮ่องกง ออสเตเรีย เบลเยี่ยม อเมริกา ไต้หวัน โดยเฉพาะญี่ปุ่น จะนิยมรับเอากระดาษสาที่ใช้วิธีการทำเยื่อแบบมือทุบไปทำเป็นชุดสำหรับผ่าตัดส่วนหนึ่งก็จะรับปอสาตากแห้งไปผลิตกระดาษสาเหมือนกับออสเตเรีย ไต้หวัน ส่วนการส่งขายภายในประเทศ ซึ่งนอกจากจะส่งกระดาษสาสีต่าง ๆ และลวดลายต่างๆ รวมทั้งผลิตภัณฑ์ขายแล้ว ทางโรงพยาบาลสวนดอกเชียงใหม่ ยังรับซื้อกระดาษสาวันละ 50,000 แผ่นต่อวันเพื่อนำเอาไปทำเฝือก ซับน้ำซับเลือดและรองก้นคนไข้ที่เข้ารักษาที่โรงพยาบาลโดยนิยมเอาสาที่ทุบด้วยมือเพราะจะมีความนุ่ม เหนียวกว่าสาที่ทุบด้วยเครื่อง นอกจากนี้จังหวัดใกล้เคียงเช่น ลำปาง ก็จะซื้อกระดาษสาแบบทุบด้วยมือนี้ไปห่อเงินเซรามิก เครื่องเงิน เบญจรงค์ เพราะกระดาษสาประเภทนี้มีความนุ่มเหนียว และไม่ขาดติดกับผลิตภัณฑ์เมื่อโดนกระแทกแรง ๆ เหมือนหนังสือพิมพ์หรือกระดาษอื่น ๆ

อัตราค่าจ้างของชาวบ้านที่เอากระดาษสาไปทำคิดตามชิ้นงานที่ออกมาคือ

กระดาษแบบแตะคิดแผ่นละ 1 บาท

กระดาษสาแบบซ้อน ร้อยละ 10-20 บาท

กระดาษสาแบบแตะและใส่ลวดลายคิดแผ่นละ 2 บาท

ดังนั้นปริมาณงานของแต่ละคนจะออกมาไม่เท่ากัน ใครชำนาญมากก็จะได้มากเช่นกัน

ขนาดของแผ่นกระดาษสาที่นิยมผลิตกัน มีหลายขนาด คือ 18x22 นิ้ว 22x25 นิ้ว, 22x37 นิ้ว, 40x44 นิ้ว และขนาดใหญ่สุดคือ 40x120 นิ้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.5 การศึกษาข้อมูลจำนวนผู้ผลิตกระดาษสาในระดับครอบครัว

ในการผลิตกระดาษสาในระดับครอบครัวนั้นผู้วิจัยได้ศึกษาถึงจำนวนครอบครัวผู้ที่ผลิตกระดาษสาตามจังหวัดต่างๆ ที่มีการทำกระดาษสา ซึ่งจังหวัดที่มีการทำกระดาษสาคือ เชียงใหม่ แพร่ น่าน สุโขทัย พะเยา เชียงราย ลำปาง ซึ่งในการผลิตนั้นจะผลิตทั้งกระดาษสาที่เป็นแผ่นและผลิตภัณฑ์กระดาษสา ซึ่งจะผลิตออกมาทั้งตามที่มีลูกค้าสั่งและผลิตเพื่อจำหน่ายทั่วไปดังตารางที่

3.4.6 การศึกษาข้อมูลปริมาณการผลิตกระดาษสาต่อวัน

ในการผลิตเยื่อปอสานั้นจากการศึกษาถึงจำนวนการผลิตต่อวันของผู้ผลิตในกลุ่มตัวอย่างที่ได้ทำการสุ่มเพื่อศึกษาข้อมูลของอำเภอต้นเปา จ.เชียงใหม่ สามารถแบ่งกลุ่มผู้ผลิตใช้ 2 กลุ่มคือ

กลุ่มผลิตรายใหญ่

กลุ่มผู้ผลิตรายย่อย

ผู้วิจัยได้ไปทำการศึกษาโดยการสุ่มตัวอย่างมา 5 แห่งในหมู่บ้านต้นเปา สามารถแยกการผลิตออกได้ 2 กลุ่มตามปริมาณการผลิตคือ

กลุ่มใหญ่จะทำการผลิตครั้งละ 60 กิโลกรัมต่อครั้งมี 1 ราย

กลุ่มรายย่อยจะทำการผลิตครั้งละ 15 กิโลกรัมต่อครั้งมี 4 ราย

ในการผลิตแต่ละครั้งของการผลิดปอสาในขั้นตอนเตรียมเยื่อปอสานั้นผู้ผลิตจะใช้ถังน้ำมัน 100 ลิตรในการต้มเปลือกปอสาคือ ถังขนาดสูง 86 cm เส้นผ่านศูนย์กลาง 58 cm มีความจุ 211,711 ลูกบาศก์เซนติเมตร บรรจุได้ถังละ 15 กิโลกรัม ในการต้มจะใช้ระยะเวลาในการต้ม 1 วัน และรอให้เปลือกปอสาเย็นอีก 1 วัน แล้วจึงนำมาปั่นในเครื่องตีเปลือกปอสาที่มีขนาดสูง 45 cm ยาว 90 cm กว้าง 45 cm มีปริมาตรความจุ 182,250 ล.บ.ซ.ม.

ปริมาตรของน้ำที่ใส่ในถังต้มเปลือกปอสาจะใส่น้ำ 1/3 ของถัง และใส่เปลือกปอสา 2/3 ของถัง ส่วนการปั่นเปลือกปอสาจะใส่น้ำ 2/3 ของถังปั่นเละใส่เปลือกปอสา 1/3 ของถังซึ่งปอสา 2 กิโลกรัมจะมีปริมาตร 34,200 ล.บ.ซ.ม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 28
แสดงรายชื่อผู้ผลิตกระดาษสาในเขตจังหวัดภาคเหนือ

ประเภทผลิตภัณฑ์	รายชื่อผู้ผลิต	แหล่งผลิต/ที่อยู่	จำนวนครัวเรือนที่ผลิต	ราคาจำหน่าย (บาท)	กำลังการผลิต	ระยะเวลาการผลิต	การจำหน่าย
กระดาษสาและผลิตภัณฑ์จากกระดาษสา	บริษัทเชียงใหม่กล่องกระดาษจำกัด	100/31 ถ.ห้วยแก้ว ซอย 1 ต.สุเทพ อ.เมือง จ.เชียงใหม่		กล่องกระดาษลูกฟูก ราคา 20-200	1,000 ชิ้นไป/1 เดือน	ตลอดปี	จำหน่ายส่งและจำหน่ายปลีกทั่วไป
"	นายระพีพัฒน์ เศรษฐเสถียร	208/2 ถ.ทุ่งโฮเต็ล ต.วัดเกต อ.เมือง โทร.(053) 243273 จ.เชียงใหม่		ที่แขวนประดับต้นคริสมาส กระดาษสา ชิ้นละ 10-50	"	"	"
"	นายทศพล เสนีย์วงศ์ ณ อยุธยา	89 หมู่ 3 ต.สันกลาง อ.สันกำแพง จ.เชียงใหม่		โมบายตุ๊กตา กระดาษสา ราคา 50-300	1,000 ชิ้น ขึ้นไป/1 เดือน	"	"
"	นางสุนีย์ อุปถัมภ์	16/7 หมู่ 8 ต.สันกำแพง อ.สันกำแพง โทร.(053) 331522 จ.เชียงใหม่		"	"	"	"

ตารางที่ 28 (ต่อ)

แสดงรายชื่อผู้ผลิตกระดาษสาในเขตจังหวัดภาคเหนือ

ประเภทผลิตภัณฑ์	รายชื่อผู้ผลิต	แหล่งผลิต/ที่อยู่	จำนวนครัวเรือนที่ผลิต	ราคาจำหน่าย (บาท)	กำลังการผลิต	ระยะเวลาการผลิต	การจำหน่าย
กระดาษสาและผลิตภัณฑ์จากกระดาษสา	นางอรธิรา แฮนดิคราฟท์	50 หมู่ 5 ต.ป่าไผ่ อ.สันทราย จ.เชียงใหม่		ว่าวกระดาษสา ตัวละ 10-100	1,000 ตัว ขึ้นไป/1 เดือน	ตลอดปี	จำหน่ายส่งและจำหน่ายปลีกทั่วไป
"	นางวิยะดา นพวงศ์	352/10 บ้านสันทรายทอง ต.สันทรายน้อย อ.สันทราย		กล่องกระดาษสา ชิ้นละ 20-200	1,000 กล่อง ขึ้นไป/1 เดือน	"	"
"	นางจรูญศรี ป่าละคิริ	99 หมู่ 9 บ้านน้ำตกแม่สา ต.แม่แรม อ.แม่ริม จ.เชียงใหม่ โทร.(053) 222235		กระดาษสา แผนละ 3-10	1,000 แผ่น ขึ้นไป/ 1เดือน	"	"
"	นายบัณฑิต สุวรรณทร	72/2 หมู่ 5 บ้านแม่แตก ต.สันมหาพน อ.แม่แดง จ.เชียงใหม่		กระดาษสาบาติด ชิ้นละ 50-200 ภาพเขียน ภาพละ 200-1,000	1,000 ภาพ/ 1 เดือน	"	"
"	นางอัมพร ธเนศนิตย์	3/113 หมู่บ้านโชคดี 2 ต.หนองหอย โทร.(053)246894 จ.เชียงใหม่		โมบายตุ๊กตา กระดาษสา ราคา 50-300	1,000 ชิ้น ขึ้นไป/1 เดือน	"	"

ตารางที่ 28 (ต่อ)
แสดงรายชื่อผู้ผลิตกระดาษสาในเขตจังหวัดภาคเหนือ

ประเภทผลิตภัณฑ์	รายชื่อผู้ผลิต	แหล่งผลิต/ที่อยู่	จำนวนครัวเรือนที่ผลิต	ราคาจำหน่าย (บาท)	กำลังการผลิต	ระยะเวลาการผลิต	การจำหน่าย
กระดาษสาและผลิตภัณฑ์จากกระดาษสา	ร้านเบญจมาศ	74 ถนนเจริญราษฎร์ ต.ฟ้าฮ่าม อ.เมือง โทร.(053)241628 จ.เชียงใหม่		โคมไฟกระดาษสา ราคา 20-200	1,000 ชิ้น ขึ้นไป/1 เดือน	ตลอดปี	จำหน่ายส่งและจำหน่ายปลีกทั่วไป
"	นายรัตน์ เสาร์แก้ว	32/74 ถนนเพชรอมภู ต.ป่าตัน อ.เมือง จ.เชียงใหม่		กระดาษสา ราคาแผ่นละ 3-10	"	"	"
"	นางสังเวียน กลิ่นหอม	432 สันติธรรม หมู่ 5 ต.ช้างเผือก อ.เมือง จ.เชียงใหม่		โมบายตุ๊กตา กระดาษสา ราคา 50-300	"	"	"
"	นายอุทิตย์ ถานา	79/6 ซอยศิริธร ถ.โชตนา ต.ช้างเผือก อ.เมือง จ.เชียงใหม่		กรอบรูปกระดาษสา ราคา 10-100	"	"	"
ผลิตภัณฑ์กระดาษสา	นางอำนวย บังงาม	บ้านสันต้นเปา หมู่ 5 ต.ริมกก อ.เมือง จ.เชียงราย		กระดาษสาอัดรูปสัตว์ต่าง ๆ	-	ช่วงว่างจากการเกษตรกรรม	"

ตารางที่ 28 (ต่อ)
แสดงรายชื่อผู้ผลิตกระดาษสาในเขตจังหวัดภาคเหนือ

ประเภทผลิตภัณฑ์	รายชื่อผู้ผลิต	แหล่งผลิต/ที่อยู่	จำนวนครัวเรือนที่ผลิต	ราคาจำหน่าย (บาท)	กำลังการผลิต	ระยะเวลาการผลิต	การจำหน่าย
ผลิตภัณฑ์กระดาษสา	นางชันคำ พันตา	87 หมู่ 1 ต.ป่าหุ่ง อ.พาน		กระดาษสา	400 แผน/ 1 วัน	ช่วงว่างจากการเกษตรกรรม	จำหน่ายส่งและจำหน่ายปลีกทั่วไป
"	กลุ่มแม่บ้านทำกระดาษสา	หมู่ 1 บ้านสันต้นเปา ต.ริมกก อ.เมือง จ.เชียงราย		"	"	"	"
"	นางเยาวภา ใจปินตา	129 หมู่ 8 ต.เมืองพาน อ.พาน จ.เชียงราย		ดอกไม้กระดาษสา ชิ้นละ 5	100 ชิ้น/1 เดือน	"	"
ดอกไม้ประดิษฐ์จากกระดาษสา, ผ้า	กลุ่มประดิษฐ์ดอกไม้	หมู่ 2 ต.วังพร้าว อ.เกาะคา จ.ลำปาง	30	ดอกไม้ดอกละ 5-100	4-5 ดอก/1วัน/ 1 คน	ตลอดปี	จำหน่ายทั่วไป
ดอกไม้จากกระดาษสา	กลุ่มแม่บ้านเกษตรกรวัดดงเย็น	หมู่ 2 ต.แจ้ห่ม อ.แจ้ห่ม จ.ลำปาง		"	"	"	"
"	กลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านสา	หมู่ 4 ต.บ้านสา อ.แจ้ห่ม จ.ลำปาง		"	"	"	"

ตารางที่ 28 (ต่อ)
แสดงรายชื่อผู้ผลิตกระดาษสาในเขตจังหวัดภาคเหนือ

ประเภทผลิตภัณฑ์	รายชื่อผู้ผลิต	แหล่งผลิต/ที่อยู่	จำนวนครัวเรือนที่ผลิต	ราคาจำหน่าย (บาท)	กำลังการผลิต	ระยะเวลาการผลิต	การจำหน่าย
กระดาษสา	นายดำรง ธรรมศรีใจ	หมู่ 7 ต.บ่อแฮ้ว อ.เมือง จ.ลำปาง		แผ่นละ 5-20	20 แผ่น/1 วัน/ 1 คน	ตลอดปี	จำหน่ายทั่วไป
ผลิตภัณฑ์จากกระดาษสา	นางแพรวพรรณ พรหมเสน	99 ถ. พระเจ้าทันใจ อ.เมือง จ.ลำปาง		สมุดกระดาษสา เล่มละ 5-50	100 เล่ม/1 วัน/ 1 คน	"	"
"	นายคำมูล อุ้มทอง	1 หมู่ 8 ต.ทุ่งกำ กิ่งอำเภอเมืองปาน		ดอกไม้กระดาษสา ดอกละ 5-100	100 ดอก/1 วัน/ 1 คน	"	"
"	นางคำนวล เมืองไหว	118 หมู่ 1 บ้านบัวแคร่ ต.บ้านดู่ อ.เมือง จ.แพร่	30	กระดาษสาชนิดบาง 100 แผ่น 30-40 กระดาษสาชนิดแผ่นละ 3-5	1,000 แผ่น/ 1 วัน	"	"
"	นางอัมพร กันทะ	112 หมู่ 11 ต.ป่งหุง อ.พาน		"	"	"	"
"	นางวันดี พิชัย	44 หมู่ 5 ต.บ้านโป่ง อ.เวียงป่าเป้า		"	"	"	"

ตารางที่ 28 (ต่อ)
แสดงรายชื่อผู้ผลิตกระดาษสาในเขตจังหวัดภาคเหนือ

ประเภทผลิตภัณฑ์	รายชื่อผู้ผลิต	แหล่งผลิต/ที่อยู่	จำนวนครัวเรือนที่ผลิต	ราคาจำหน่าย (บาท)	กำลังการผลิต	ระยะเวลาการผลิต	การจำหน่าย
กระดาษสา	นางพานี บุตรรัตน์	16 หมู่ 3 บ้านป่ากฬวก ต.เด่นชัย จ.แพร่		กระดาษสา แผ่นละ 0.50-6 ดอกไม้กระดาษสา ช่อละ 5-150	5,000 แผ่นขึ้นไป /1 เดือน 1,000 ดอกขึ้นไป /1 เดือน	ตลอดปี "	จำหน่วนทั่วไป "
กระดาษสาและผลิตภัณฑ์กระดาษสา	นายธวัช ธราวรรณ	107/1 หมู่ 1 ต.ฝายแก้ว อ.เมือง จ.น่าน		แผนละ 4-8	1,500-2,000 แผ่น/1 เดือน	"	"
"	นายอำนวย ยาแก้ว	284 หมู่ 2 ต.ฝายแก้ว อ.เมือง จ.น่าน		"	500-2,000 แผ่น/1 เดือน	"	"
"	นายสมาน เมืองมูล	210 หมู่ 2 ต.ฝายแก้ว อ.เมือง จ.น่าน		"	1,500-2,000 แผ่น/1เดือน	"	"
กระดาษสาและผลิตภัณฑ์	นายต่อศักดิ์ ชาญโลหะ	222-224 ถ.อนันตวรฤทธิเดช ต.ในเวียง อ.เมือง จ.น่าน		"	1,500-2,000 แผ่น/1 เดือน	"	"
เครื่องปั้นดินเผา	นายประเสริฐ์ ชาวยอง	83 หมู่ 6 ต.ศิลาแลง อ.ปัว จ.น่าน		หม้อ, กระถาง แจกัน ใบละ 8-50	300-500 ชิ้น/ 1 เดือน	"	"
"	นางดำดี บุญเกษตร	22 หมู่ 3 ต.ผาสิงห์ อ.เมือง		"	"	"	"

ตารางที่ 28 (ต่อ)
แสดงรายชื่อผู้ผลิตกระดาษสาในเขตจังหวัดภาคเหนือ

ประเภทผลิตภัณฑ์	รายชื่อผู้ผลิต	แหล่งผลิต/ที่อยู่	จำนวนครัวเรือนที่ผลิต	ราคาจำหน่าย (บาท)	กำลังการผลิต	ระยะเวลาการผลิต	การจำหน่าย
กระดาษสา	นายสง่า พริบไหว	หมู่ 13 บ้านดง ต.ป่ง อ.ป่ง	13	แผนละ 5-10	10-15 แผ่น/1 วัน/1 คน	ตลอดปี	จำหน่ายทั่วไป
เครื่องปั้นดินเผา	นางประคอง วงค์ใหญ่	30/6 หมู่ 6 บ้านทุ่งหล่ม ต.ฝายกวาง อ.เชียงคำ จ.พะเยา	50	หม้อ, กระถาง 5-20 บาท/ชิ้น	50-100 ใบ/1 คน/1 เดือน	ช่วงว่างจากการเกษตรกรรม	พ่อค้าคนกลางรับซื้อทั้งหมด
"	นางบัวไข โคดม	68 หมู่ 6 บ้านทุ่งหล่ม ฝายกวาง อ.เชียงคำ จ.พะเยา		"	"	"	"
"	นางมูล ตันวงค์	91 หมู่ 6 บ้านทุ่งหล่ม ต.ฝายกวาง อ.เชียงคำ จ.พะเยา		"	"	"	"
"	นางเถิง ศักดิ์สูง	8 หมู่ 6 บ้านทุ่งหล่ม ต.ฝายกวาง อ.เชียงคำ จ.พะเยา		"	"	"	"

ตารางที่ 28 (ต่อ)

แสดงรายชื่อผู้ผลิตกระดาษสาในเขตจังหวัดภาคเหนือ

ประเภทผลิตภัณฑ์	รายชื่อผู้ผลิต	แหล่งผลิต/ที่อยู่	จำนวนครัวเรือนที่ผลิต	ราคาจำหน่าย (บาท)	กำลังการผลิต	ระยะเวลาการผลิต	การจำหน่าย
เตรียมปั้นดินเผา	นางใจ ทารินทร์	62 หมู่ 10 บ้านทุ่งหลวม ต.ผายกวาง อ.เวียงสา จ.พะเยา		หม้อ, กระถาง 5-20 บาท/ชิ้น	50-100 ใบ/1 คน/1 เดือน	ช่วงว่างจากการเกษตรกรรม	พ่อค้าคนกลางรับซื้อทั้งหมด
"	นางอำนวย ใจพันธ์	หมู่ 5 บ้านบ่อแฮ้ว ต.แม่ใส อ.เมือง จ.พะเยา	20	"	"	"	"
"	นายวิบูลย์ พุทธานุรักษ์	218 หมู่ 3 ถ.ไฮเวย์ ต.ทาวังทอง อ.เมือง จ.พะเยา		"	"	"	"
"	-	หมู่ 9 บ้านสินจกปัก ต.ดอกคำใต้ อ.ดอกคำใต้ จ.พะเยา	20	"	"	"	"

3.4.7 การศึกษาข้อมูลด้านพฤติกรรมของผู้ผลิตในขั้นตอนการเตรียมเยื่อปอสา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.8 การศึกษาข้อมูลด้านผลิตภัณฑ์เดิม

3.4.8.1 เตาสำหรับต้มเปลือกปอสา

ก. เตาฟืน เป็นเตาสำหรับกลุ่มผู้ผลิตกระดาษสาที่มีรายได้น้อยและผลิตกระดาษสาในปริมาณน้อยภาชนะที่ใช้ต้มจะมีขนาดเล็กที่เตาพอจะรับน้ำหนักได้เชื้อเพลิงใช้คือ ฟืน แต่ปัจจุบันป่าไม้ได้มีการถูกทำลายไปมากทำให้ถ่านหรือฟืนมีราคาแพง

เตาถ่านมักจะทำการดินเหนียวผสมขี้เถ้าแกลบมันเป็นรูปเตา และมีสังกะสีหุ้มรอบตัวเตาอีกชั้นหนึ่งมีหูหิ้วที่คิดอยู่ด้านข้างทั้ง 2 ข้างแบบหูจับนั้นจะมีลักษณะเป็นรับอื่นออกมาจากด้านข้างทั้งสองข้างและอีกแบบเป็นแบบหูหิ้วแบบกระถัง ตัวเตาจะมีฐานเล็กกว่าหัวเตา จะมีปากเตาด้านล่างสำหรับเขี่ยขี้เถ้าออกจากเตาตรงกลาง จะมีแผ่นดินเผาทำเป็นรังผึ้งเรียกว่า ชั้นเตา สำหรับให้อากาศถ่ายเทเพื่อช่วยในการเผาไหม้และให้ขี้เถ้าตกลงมาในการใช้งานจะมีการสูญเสียความร้อนมาและไม่ทนทาน ระยะการใช้งานน้อยใช้ได้ในระยะเวลาสั้น ๆ

ภาพที่ 119

แสดงลักษณะของเตาฟืนที่มีใช้กันอยู่ในปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อดีและข้อเสียของเตาฟืน

ข้อดี

1. ราคาถูก
2. หาได้ง่าย และใช้ง่าย
3. กรรมวิธีการผลิตไม่ยุ่งยาก
4. การเคลื่อนย้ายทำได้สะดวก

ข. เตาก่ออิฐถือปูน เป็นเตาที่สร้างขึ้นโดยการใช้อิฐแดงก่อขึ้นเป็นรูปเตาที่มีลักษณะเป็นรูปทรงสี่เหลี่ยม แล้วใช้ปูนฉาบโดยรอบลักษณะอาจเป็นวงกลมหรือเหลี่ยม ตรงกลางจะเป็นโพลงสำหรับใส่ฟืนและจะไม่มีชั้นเตาสามารถติดต่อกันได้หลายเตาติดๆ กันซึ่งเตาลักษณะนี้จะมีความแข็งแรงทนทานกว่าเตาฟืนและมีการใช้งานที่นานกว่าซึ่งเตาลักษณะนี้จะใช้ในกลุ่มของผู้ผลิตกระดาษสาที่มีการผลิตมากขึ้นพลังงานเชื้อเพลิงที่ใช้ในการให้ความร้อนคือฟืน แต่จะมีข้อเสียคือการเก็บความร้อนไม่ดีจะมีการสูญเสียความร้อนมากทำให้สิ้นเปลืองพลังงานเชื้อเพลิง

ภาพที่ 120

แสดงลักษณะของเตาแบบก่ออิฐถือปูน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.8.2 ถังต้มหรือหม้อต้มเปลือกปอสา

ลักษณะของถังต้มเปลือกปอสาจะเป็นถังที่นำมาจากถังน้ำมันขนาด 100 ลิตรมาตัดส่วนบนออกเพื่อนำมาใช้สำหรับต้มเปลือกปอสา ขนาดของถังจะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 ซ.ม. สูง 86 ซ.ม. สามารถจุเปลือกปอสาสำหรับต้มได้ครั้งละ 15 ก.ก. แต่ลักษณะของถังนี้จะไม่มีหูหิ้วสำหรับยกจึงลำบากในการยกขึ้นลงจากเตาหรือเคลื่อนย้ายเมื่อต้มการนำน้ำไปเทที่อื่นอีกทั้งยังเป็นอันตรายต่อร่างกายในกรณีที่หลังจากต้มเสร็จแล้วยกลงจากเตาแล้วเกิดหกหรือคว่ำ เพราะตัวหม้อนั้นยกไม่สะดวกเนื่องจากไม่มีหูจับที่มั่นคงอีกทั้งถังน้ำไม่มีฝาปิดสำหรับเก็บความร้อนจึงทำให้น้ำที่ต้มเดือดช้า ทำให้ระยะเวลาการทำงานเพิ่มขึ้นอีก ข้อดีของถังต้มลักษณะนี้คือ หาง่ายเป็นวัสดุที่เหลือจากการใช้บรรจุน้ำมันและราคาไม่แพงมากนัก มีความทนทานในการใช้งานมากกว่าหม้อสแตนเลสหรืออลูมิเนียม

ภาพที่ 121

แสดงลักษณะของถังต้มเปลือกปอสา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.8.3 อุปกรณ์ในการผลิตเยื่อปอสา

ก. การทำเปลือกปอสาต้มเป็นเยื่อโดยวิธีการทุบด้วยมือ อุปกรณ์ที่ใช้เป็นอุปกรณ์ที่ผู้ผลิตกระดาษสาที่มีกำลังการผลิตน้อยใช้กัน โดยการอาศัยพลังงานจากแรงคนเป็นหลักอุปกรณ์ชนิดนี้มีลักษณะนี้คือ จะเป็นท่อนไม้ 1 ท่อนและค้อนไม้ 1 อัน การทุบเยื่อจะเริ่มจากการนำเปลือกปอสาที่ต้มแล้วมาวางชนท่อนไม้ แล้วทุบด้วยค้อนไม้ 2 มือสลับกัน ดังภาพที่ 122

ภาพที่ 122

แสดงการทุบเปลือกปอสาด้วยมือ

เยื่อที่ได้จากการตีเปลือกปอสานั้นจะไม่ละเอียดจนเกินไป ซึ่งเมื่อนำไปทำเป็นแผ่นกระดาษแล้วเยื่อจะประสานตัวกันเป็นอย่างดีทำให้กระดาษมีความเหนียว ลักษณะของอุปกรณ์ส่วนที่เป็นค้อนจะทำจากไม้เป็นรูปทรงกระบอกแล้วต่อด้ามออกไปเพื่อจับ ดังภาพที่ 123

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 123

แสดงลักษณะของค้อนไม้

ภาพที่ 124

แสดงลักษณะของค้อนไม้และแท่นตี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข. เครื่องตีเยื่อปอสา

เครื่องตีเยื่อปอสาเป็นอุปกรณ์สำหรับตีเปลือกปอสาที่ต้มแล้วให้เป็นเยื่อเพื่อนำไปผลิตเป็นแผ่นกระดาษ ขบวนการทำงานจะเริ่มดังนี้คือ

1. ใส่เปลือกปอสาที่ต้มแล้วในเครื่อง
2. ใส่น้ำพร้อมคลอรีนเพื่อทำการฟอก
3. เปิดเครื่องให้ใบมีดทำงานปั่นเปลือกปอสาจนเปลือกปอสาละเอียด
4. นำเยื่อที่ปั่นเสร็จออกจากเครื่อง

ลักษณะของเครื่องมีระบบต้นกำลังในการขับเคลื่อนใบมีดให้หมุนด้วยมอเตอร์โดยใช้กำลังไฟฟ้า 220 โวลท์ มอเตอร์จะอยู่ด้านล่างของเครื่องจะใช้สายพานเป็นระบบส่งกำลังเมื่อหมุนใบมีดซึ่งจะติดอยู่กับเพลาด้านบนสุดของเครื่อง ซึ่งอยู่เหนืออ่างสำหรับใส่เยื่อปอสาและน้ำซึ่งในอ่างนี้จะมีใบมีดสำหรับปั่นเยื่ออยู่ ลักษณะของใบมีดจะมีรูปร่างเป็นทรงกระบอกที่พันลักษณะคล้ายเฟืองมีแกนเหล็กอยู่กึ่งกลางทรงกระบอกซึ่งเป็นใบมีดปลายด้านหนึ่งจะติดอยู่กับตลับลูกปืนซึ่งติดอยู่กับขอบอ่างเพื่อความสะดวกในการหมุนของใบมีดอีกด้านหนึ่งจะเป็นล้อซึ่งมีไว้สำหรับคล้องกับสายพานเพื่อขับเคลื่อนจากมอเตอร์ ดังแสดงในภาพที่ 125

ภาพที่ 125
แสดงลักษณะของเครื่องปั่นเยื่อปอสา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้านบนของใบมีดจะมีฝาครอบเป็นทรงกระบอกผ่าครึ่งครอบใบมีดไว้เพื่อป้องกันน้ำกระเด็นและป้องกันอันตรายจากการใช้งานดังภาพที่ 126

ภาพที่ 126

แสดงลักษณะฝาครอบใบมีด

ในการตีเปลือกปอสาด้วยเครื่องตีนี้จะทำให้ความเหนียวของกระดาษสาลดลง เนื่องจากความแรงของเครื่องตีจะตีเส้นใยจนละเอียดซึ่งจะแก้ไขปัญหาได้โดยการลดความเร็วต่อรอบและไม่จำเป็นต้องตีแรงจนเส้นใยแหลกละเอียด อันเป็นสิ่งทำงานคุณสมบัติพิเศษของปอสาให้ด้อยลง ไปคือความเหนียวของกระดาษสาจะลดลงขนาดของเครื่องที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันมีความจุในการตีเปลือกปอสาได้ครั้งละ 2-3 กิโลกรัมต่อเวลา 35 นาที

ข้อดีของเครื่องตีเยื่อปอสานี้คือจะลดระยะเวลาการตีเปลือกปอสาให้เป็นเยื่อกระดาษให้สั้นลงกว่าการตีด้วยมือและสามารถเพิ่มผลผลิตกระดาษสาให้มากขึ้นด้วย

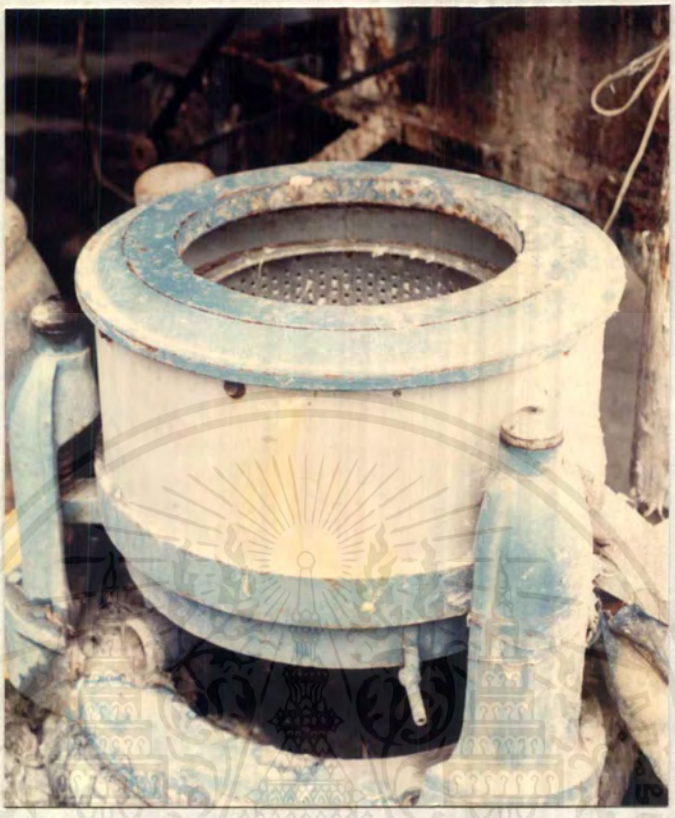
ค. เครื่องสลัดน้ำออกจากเยื่อปอสา

ลักษณะของเครื่องเป็นทรงกระบอกมีด้วยกัน 2 ชั้น ชั้นนอกเป็นตัวหุ้มเป็นเหล็กหล่อตีบตันมีขาทั้งหมด 4 ขาเพื่อเป็นตัวฉีดให้มั่นคงและป้องกันแรงสั่นสะเทือน ชั้นในเป็นเหล็กรูปทรงกระบอกเช่นเดียวกับตัวหุ้มภายนอกแต่จะมีเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่าตัวหุ้มด้านนอกลักษณะของชั้นในนี้จะมีการเจาะรูทั่วทั้งหมดเพื่อเป็นช่องสำหรับใส่น้ำกระเด็นออก ด้านล่างของชั้นในนี้จะมีแกนซึ่งยึดติดกับมอเตอร์ โดยจะมีสายพานเป็นตัวส่งกำลังจากมอเตอร์ซึ่งอยู่ด้านหลังเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

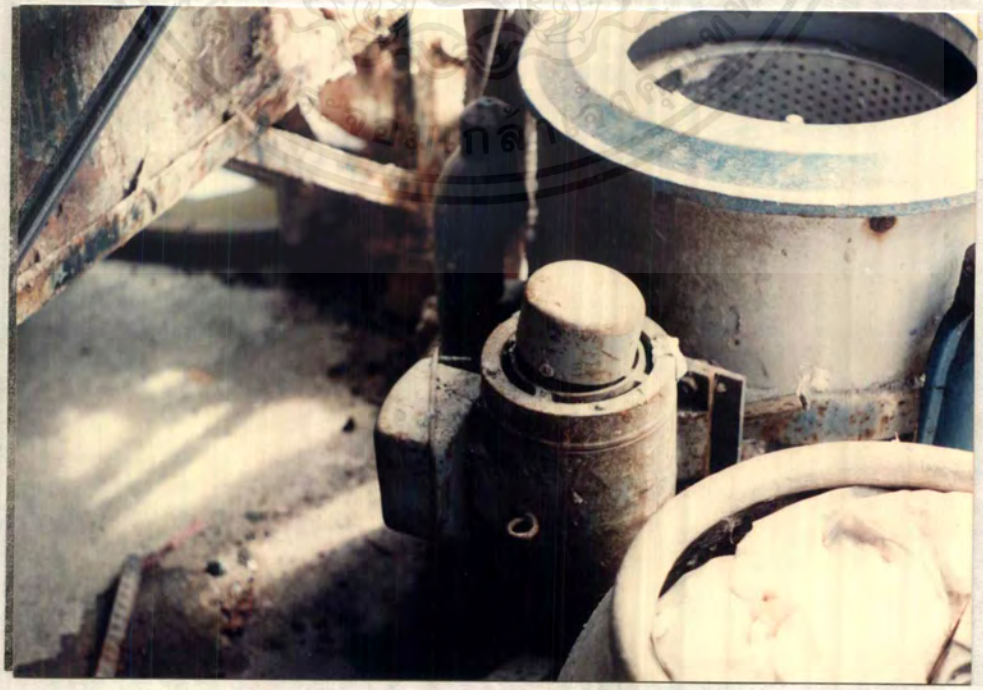
ภาพที่ 127

แสดงลักษณะของเครื่องลลัดน้ำเยื่อปอสา



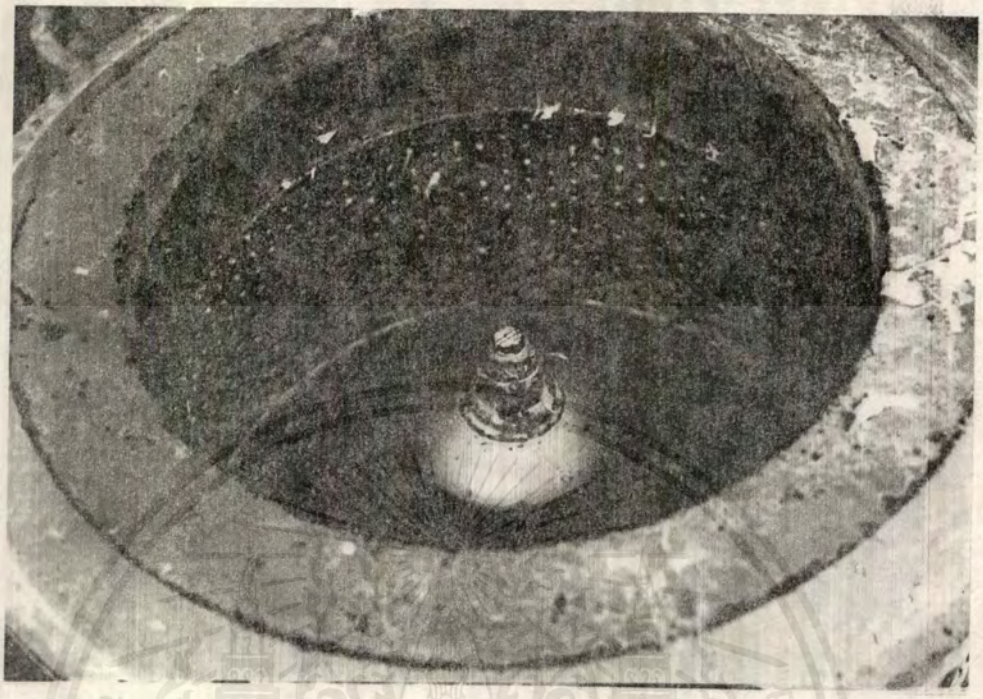
ภาพที่ 128

แสดงการวางมอเตอร์ซึ่งวางไว้ด้านหลัง

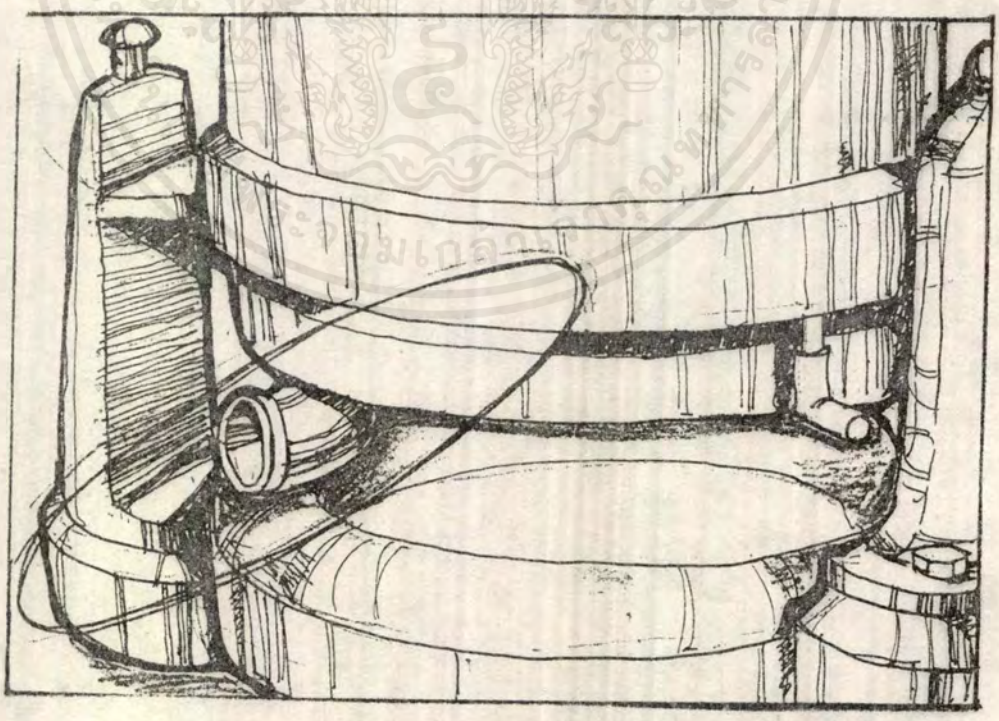


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 129
แสดงลักษณะของถังด้านในซึ่งเจาะรูให้น้ำออก



ภาพที่ 130
แสดงท่อน้ำทิ้งหลังจากการสลัดเยื่อบ่อสา



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการทำงานของเครื่องสลัดน้ำออกจากเยื่อป่อสานี้มาการทำงานดังนี้

1. น้ำเยื่อป่อสาที่ได้จากการปั่นแล้วใส่ในเครื่อง

2. เปิดเครื่องมอเตอร์จะหมุนถังด้านในซึ่งมีการเจาะรูไว้เยื่อป่อสาจะถูกแรงเหวี่ยงให้ไปติดอยู่ด้านข้างของผนังน้ำจะถูกสลัดออกไปตามรูที่เจาะไว้

3. น้ำที่ถูกสลัดออกมาจะไหลออกมาทางท่อน้ำทิ้งที่ติดอยู่กับถังด้านนอก ดังภาพที่ 130

ข้อดีของเครื่องสลัดน้ำออกจากเยื่อป่อสา

1. ใช้ในการทำเยื่อป่อสาแห้งขายต่างประเทศให้ได้ผลผลิตที่เร็วและมากขึ้น

2. ลดระยะเวลาในการทำงานลงได้

ข้อเสียของเครื่องสลัดน้ำออกจากเยื่อป่อสา

1. สลัดได้ในปริมาณที่น้อยถ้าสลัดมากจะทำให้เยื่อกระเด็นออกนอกเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.9 การศึกษาข้อมูลด้านผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง

ข้อมูลเครื่องขูดมะพร้าวไฟฟ้า แบบใช้สายพานเป็นตัวส่งกำลัง

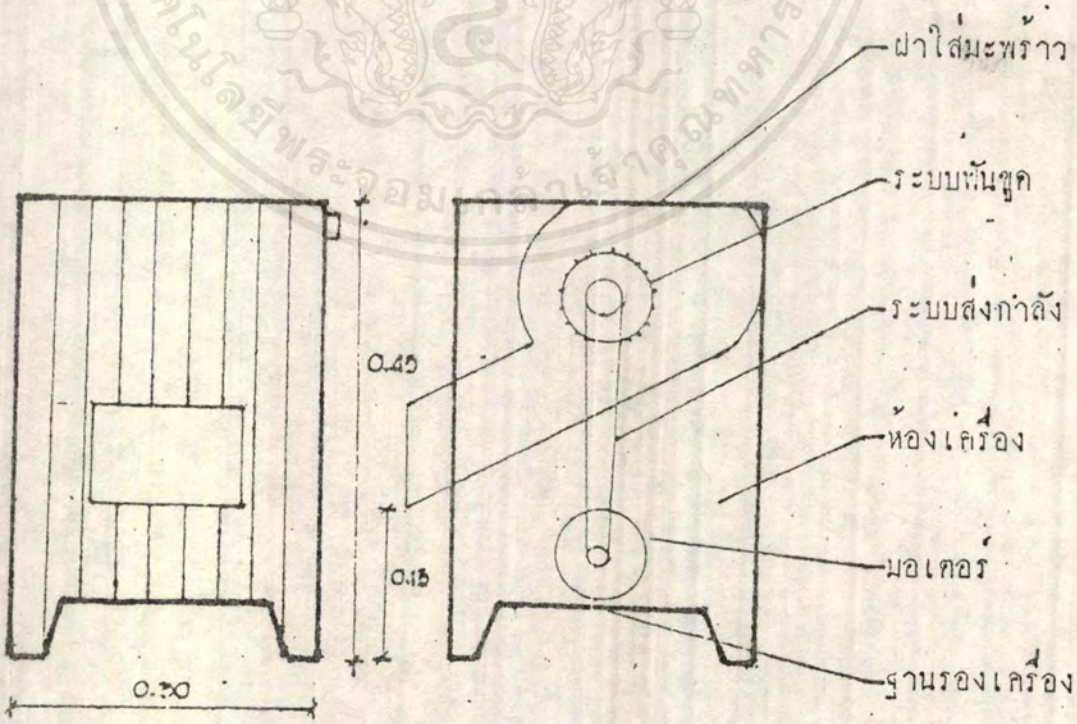
เครื่องขูดมะพร้าวแบบใช้ไฟฟ้า เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ขูดมะพร้าวที่นิยมกันในครอบครัวที่มีการขายมะพร้าวขูดและแม่ค้าอาหารคาวหนาว โดยเฉพาะครอบครัวอิสลามซึ่งรับประทานมะพร้าวเป็นอาหารหลัก เครื่องขูดมะพร้าวนี้สามารถใช้งานได้สะดวกรวดเร็วทันต่อความต้องการ เครื่องแบบใช้ไฟฟ้านี้ นับวันจะเป็นที่นิยมกันมาก ในการขูดมะพร้าวต้องมีการกระเทาะเปลือกออกให้เหลือแต่เนื้อมะพร้าวก่อนจึงจะนำไปขูดได้

เครื่องขูดมะพร้าวที่ใช้ไฟฟ้านี้มีมอเตอร์เป็นกำลัง เครื่องที่ใช้ขูดมะพร้าวแบบกระเทาะเปลือกจะแบ่งได้ 2 ชนิด ที่มีหลักการทำงานที่คล้ายกัน คือแบบใช้สายพานเป็นตัวส่งกำลัง และใช้แกนต่อโดยตรงเป็นตัวส่งกำลัง

หลักการทำงานของเครื่องขูดมะพร้าวแบบใช้ไฟฟ้า

มอเตอร์ ระบบถ่ายทอดกำลัง ส่งกำลังให้พันขูด
มะพร้าวถูกอบผ่านพันขูด
มะพร้าวที่ถูกขูดเป็นฝอย

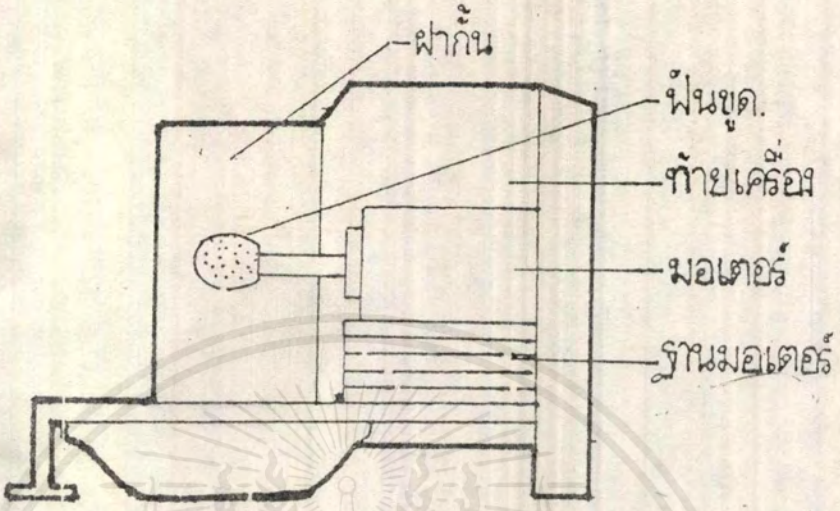
ภาพที่ 131
แสดงเครื่องขูดมะพร้าวแบบใช้สายพานเป็นตัวส่งกำลัง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 132

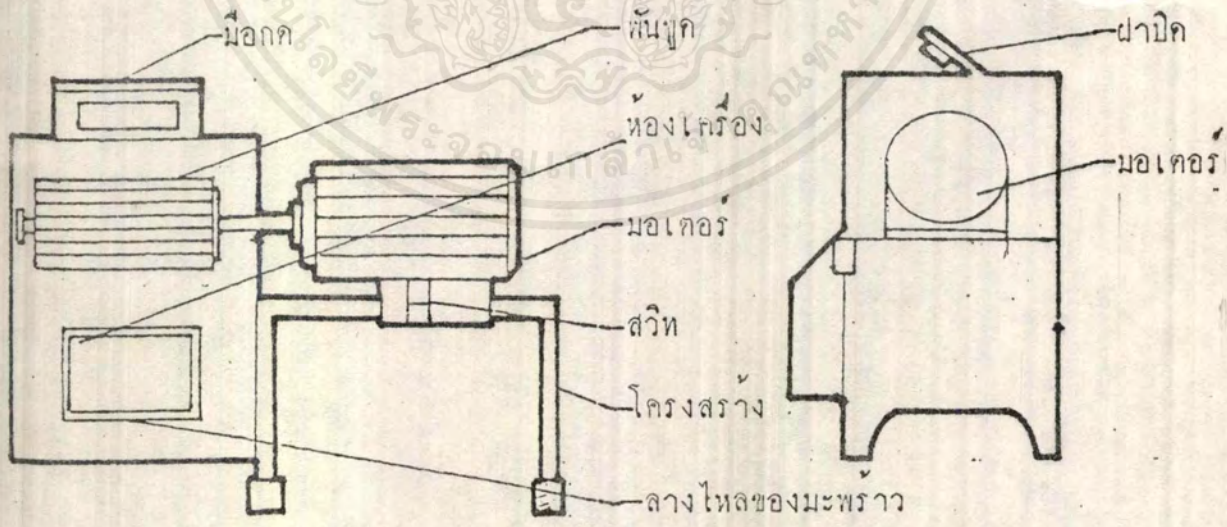
แสดงเครื่องชูดมะพร้าวแบบใช้แกนต่อโดยตรงเป็นตัวส่งกำลัง



เครื่องชูดมะพร้าวแบบใช้แกนต่อโดยตรงเป็นตัวส่งกำลัง

ภาพที่ 133

แสดงลักษณะของเครื่องชูดมะพร้าวแบบใช้แกนเป็นตัวส่งกำลัง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องขูดมะพร้าวแบบไม่กะเทาะกะลา (ครึ่งซีก) โครงสร้างจะแตกต่างกันกับแบบกะเทาะกระลาส่วนหลักการทำงานก็คล้ายกันกับการต่อแกนโดยตรง การวางมอเตอร์จะสิ้นเปลืองเนื้อที่ แต่มอเตอร์สามารถส่งกำลังเข้าไปในแกนพันได้ตรง

หน้าที่และชิ้นส่วนต่างๆ ของเครื่องขูดมะพร้าว

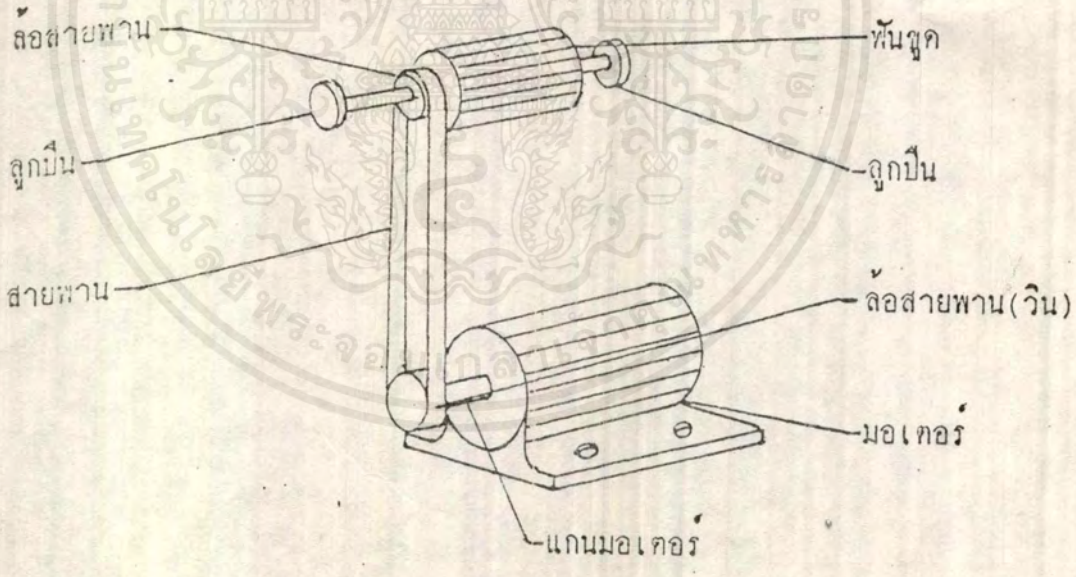
1. มอเตอร์ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล โดยหมุนมอเตอร์ที่ใช้กับเครื่องขูดมะพร้าวนี้มีขนาด 1/4 แรงม้า ใช้กับไฟ 220 โวลท์ หมุน 1425 รอบต่อนาที กินไฟ 2.4

2. ระบบส่งกำลัง สายพานและล้อสายพานทำหน้าที่ส่งกำลังจากมอเตอร์มายังแกนหมุนพันขูด

3. ห้องเครื่องที่ตั้งของระบบกลไกต่างๆ ของเครื่องขูดมะพร้าวโครงสร้างหลักเป็นเหล็กอลูมิเนียม และสแตนเลส

ภาพที่ 134

แสดงลักษณะของการใช้สายพานเป็นตัวส่งกำลัง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ทำหน้าที่ขูดมะพร้าวที่กะเทาะกะลาให้เป็นฝอย โดยยึดอยู่ด้วยแกนทั้งสองข้าง ซึ่งแกนทั้งสองมีลูกปืนช่วย และแกนอีกด้านมีล้อสายพานเราเรียกว่า "พันขูด"

5. รางรองรับมะพร้าวทำหน้าที่รองรับมะพร้าวที่ขูดเป็นฝอย แล้วไหลลงด้านล่างวัสดุทำด้วยอลูมิเนียม

6. แผ่นกันกระเด็นทำหน้าที่ป้องกันการกระเด็นของมะพร้าวในเวลาขูดวัสดุทำด้วยอลูมิเนียม

7. ฝาครอบด้านบนทำหน้าที่บังคับให้มะพร้าวที่มือไม่สามารถจับได้แต่ฝาครอบเป็นตัวกดแทนมือ

8. ช่องใส่มะพร้าวบังคับให้มะพร้าวลงอย่างต่อเนื่อง และครั้งละ 1 ชิ้นต่อเนื่อง

9. แท่นเครื่องทำด้วยเหล็กฉาก เพื่อให้เครื่องตั้งได้มั่นคงแข็งแรง

10. สวิทซ์ลอยควบคุมกระแสไฟฟ้า

การศึกษาข้อมูลเรื่องเครื่องกวนสับปะรด

เครื่องกวนสับปะรดจะมีลักษณะการทำงานที่คล้ายกับเครื่องตีเยื่อปอสาจะแตกต่างกันตรงที่เครื่องกวนสับปะรดนั้นในระยะเริ่มแรกจะมีความหนืดน้อยเพราะมีน้ำอยู่พอทำการกวนไปเรื่อยๆ น้ำที่อยู่ในเนื้อสับปะรดจะค่อยๆ ระเหยออกไปทำให้มีความหนืดมากขึ้น แต่เครื่องปั่นเยื่อปอสาจะตรงข้ามกัน คือ เริ่มแรกจะมีความหนืดมากเพราะปอสาที่นำไปใส่เครื่องปั่นนั้นมีขนาดใหญ่และยาวทำให้เคลื่อนที่ช้าและมีความหนืดมากขึ้นแต่เมื่อทำการปั่นไปจนมีความละเอียดความหนืดจะลดลงและทำให้ปั่นได้สะดวกมากขึ้น

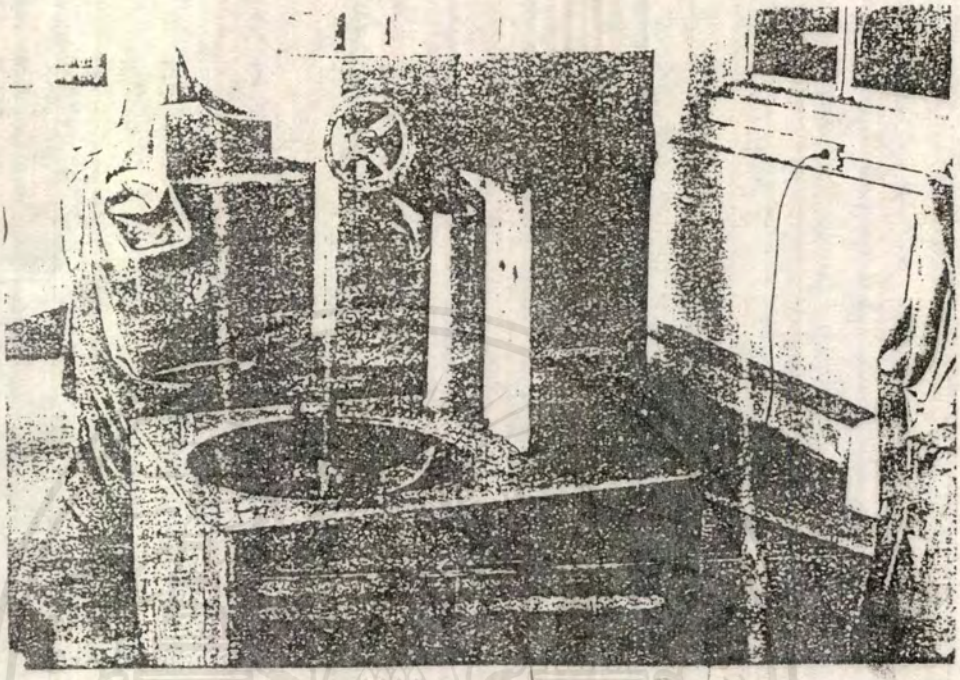
ข้อมูลของเครื่องกวนสับปะรดซึ่งจะกล่าวต่อไปนี้จะเป็นการช่วยในการแก้ไขปัญหาของเครื่องผลิตกระดาษสาและเป็นแนวทางในการทำงานเกี่ยวกับระบบการทำงาน

1. เครื่องกวนสับปะรดจากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเชนขนาดความสูงของเครื่อง 170 เซนติเมตร ความกว้าง 60 เซนติเมตร ความยาว 90 เซนติเมตร น้ำหนัก 125 กิโลกรัม ราคาประมาณ 20,000-25,000 บาทต่อเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 135

แสดงลักษณะของเครื่องสับปะรดจากมหาวิทยาลัยเกษตร



หลักการและขั้นตอนการทำงานของเครื่อง

1. ใช้มอเตอร์ขนาด 1 แรงม้า นำเกียร์รถมอเตอร์ไซค์ในการทดรอบปรับระดับความเร็วรอบได้ 3 ระดับ 1,2 และ 3
2. ปรับเถื่อนแกนใบพัดโดยใช้ระบบเฟืองหมุนขึ้นลง
3. ใช้แก๊สเป็นเชื้อเพลิง

ข้อดี

1. ปรับระดับความเร็วรอบของการหมุนของใบกวนได้ 3 ระดับ
2. ปรับแกนหมุนขึ้นลงได้ตามต้องการ
3. ใบกวนถอดประกอบได้ง่ายต่อการทำความสะอาด
4. ประสิทธิภาพการกวนสับปะรดมีประสิทธิภาพดี
5. พลังงานเชื้อเพลิงสูงเสียน้อย และมีช่องระบายความร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสีย

1. ราคาแพง

2. โครงสร้างใหญ่โตเกินไป มีน้ำหนักมาก เคลื่อนย้ายลำบาก

3. สิ้นเปลืองวัสดุในการผลิต ชิ้นส่วนโครงสร้างมาก

4. เครื่องออกแบบไม่เหมาะสมตามพฤติกรรมการทำงานของมนุษย์ คือต่อการก้ม อกกะทะในลักษณะไม่เหมาะสม

5. วัสดุที่ใช้นำไปกวนไม่เหมาะสม ทำให้เกิดสนิม

6. น้ำมันหล่อลื่นไหลตกใส่สับปะรด

2. เครื่องกวนสับปะรดจากผู้ประกอบการค้า อำเภอศรีราชา จ.ชลบุรี ขนาดความสูง 160 เซนติเมตร ความกว้าง 50 เซนติเมตร ความยาว 120 เซนติเมตร น้ำหนักประมาณ 70-80 กิโลกรัม ราคาประมาณ 4,000 บาท

ขั้นตอนการทำงานของเครื่องกวน

1. ใช้มอเตอร์ขนาด 1 แรงม้า ขับเพลาใช้เฟืองตัวหนอนรอบความเร็วรอบ 90 รอบต่อนาที มีระดับเดียว

2. ต่อเพลาพวงแกนหมุนใบพัด 2 แกน กวนสับปะรดทีละ 2 หม้อ

3. ใช้แก๊สเป็นเชื้อเพลิง

ข้อดี

1. กวนได้ครั้งละ 2 หม้อพร้อมกันในเวลาเดียวกัน

ข้อเสีย

1. โครงสร้างใหญ่โตเกินไป มีน้ำหนักมากเคลื่อนย้ายลำบาก

2. วัสดุโครงสร้างสิ้นเปลืองมากในการผลิต

3. ไม่มี BODY หุ้มตัวมอเตอร์และเฟืองทำให้เป็นอันตราย และทำให้น้ำมันหล่อลื่น ไหลย้อนมาตามแกนสู่สับปะรดกวน

4. ใบพัดไม่สัมพันธ์กับภาชนะที่ใช้กวน ทำให้เกิดสับปะรดไหม้ติดหม้อ

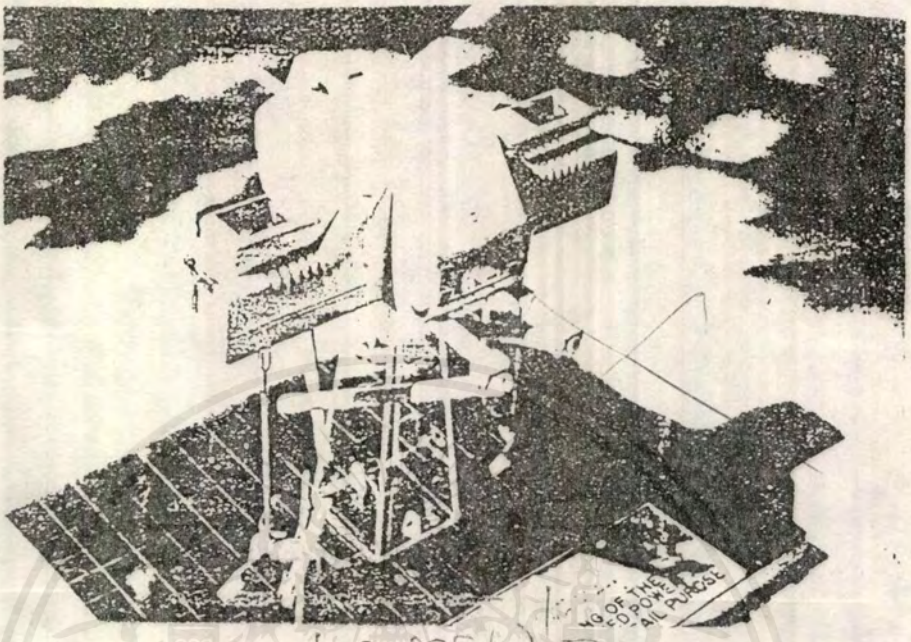
5. วัสดุที่นำมาทำใบพัดไม่เหมาะสมทำให้เกิดสนิม และถอดประกอบไม่ได้

3. เครื่องกวนสับปะรดจากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เป็นเครื่องที่ผู้วิจัยได้ออกแบบไว้ (MODEL) ขนาดความสูง 130 เซนติเมตร ความกว้าง 35 เซนติเมตร ความยาว 75 เซนติเมตร น้ำหนักประมาณ 35-40 ก.ก.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 136

แสดงลักษณะของเครื่องกวนสับปะรดของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า (MODEL)



หลักการทำงานและขั้นตอนการทำงาน

1. ใช้มอเตอร์ 1/2 แรงม้า ใช้เกียร์ทดจากล้อเพลารถยนต์เล็กทด รอบความเร็ว 60 รอบ/นาที มีระดับเดียว
2. เพลาพวงแกนหมุนมี 2 แกน กวนครั้งละ 2 หม้อพร้อมกัน
3. ปรับระดับความสูงของขาตั้งได้ตามต้องการ
4. ใช้ได้กับเตาเชื้อเพลิงทุกชนิด

ข้อดี

1. กวนได้ครั้งละ 2 หม้อ พร้อมกันในเวลาเดียวกัน
2. ปรับเลื่อนแกนใบกวนได้ตามต้องการ
3. ปรับขาให้กวนได้กับเตาเชื้อเพลิงทุกเตา
4. น้ำหนักเบา

ข้อเสีย

1. ขาตั้งไม่แข็งแรง
2. ประสิทธิภาพการกวนไม่ดี
3. ใบพัดกวนไม่เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาข้อมูลเครื่องผสมอาหาร

เครื่องผสมอาหารเป็นผลิตภัณฑ์ที่ใกล้เคียงกับเครื่องตีกระดาษสามาก ซึ่งผู้ผลิตเครื่องผสมอาหารขึ้นมาก็เพื่อช่วยขจัดความเบื่อหน่ายของงานการผสมอาหารให้หมดสิ้นไป ซึ่งภายในตัวเครื่องก็ประกอบด้วยมอเตอร์ไฟฟ้ากำลังสูงและชุดเฟืองทดความเร็ว ซึ่งมอเตอร์ทำงานเกิดแรงขอที่มากพอที่จะเอาชนะแรงด้านจากส่วนผสมที่ข้นมาก ๆ ได้ เครื่องผสมอาหารทุกแบบจะมีตัวดีลักษณะเป็นแฉกเหนือใบพัด ส่วนผสมอาหารก็จะถูกดันจากก้นภาชนะอาจขึ้นด้านบนโดยอยู่ระหว่างใบตี ใบตีจะมีแบบต่างๆ แล้วแต่การใช้งาน แบบมาตรฐานจะเป็นทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้าและทรงหยดน้ำ แบบอื่น ๆ เช่น แบบลวดตาขอเหมาะสมใช้ผสมซ้อสและแบบถังหันเหมาะสำหรับใช้ผสมเครื่องดื่มหรือผสมสี

ภาพที่ 137
แสดงลักษณะของเครื่องผสมอาหารที่ใช้กันทั่วไป

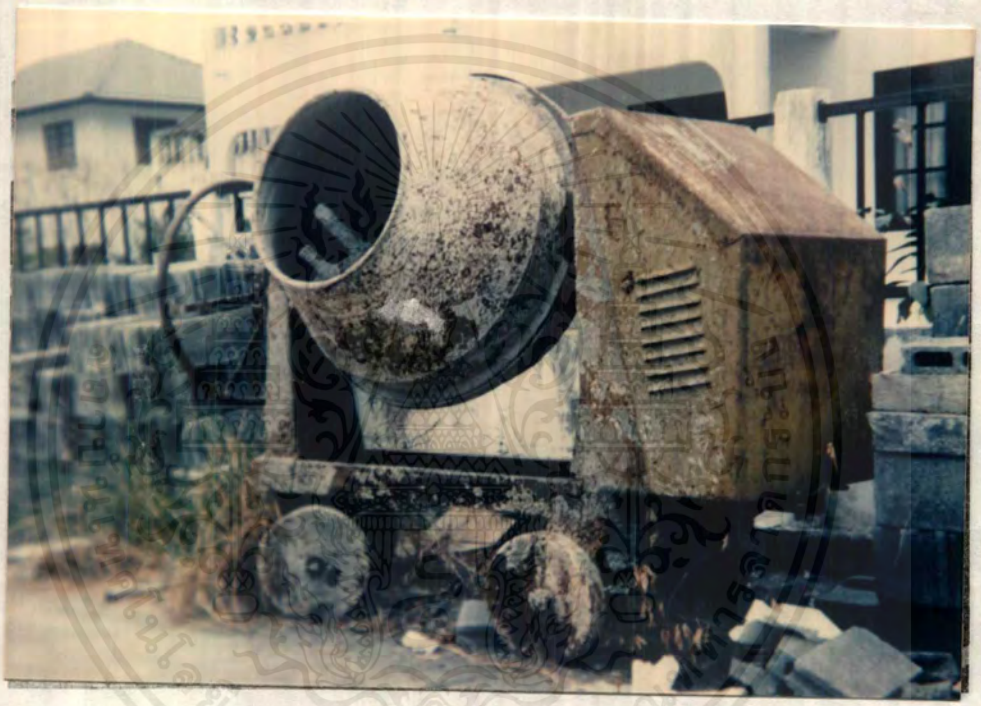
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาข้อมูลเครื่องผสมปูน

เครื่องผสมปูนเป็นอุปกรณ์ที่ช่างก่อสร้างใช้ในการผสมปูน ทราย กรวด เข้าด้วยกัน เพื่อลดแรงงานในการผสมและรวดเร็วทันการใช้งาน ซึ่งส่วนประกอบจะประกอบไปด้วย ถังผสมปูน มอเตอร์ ล้อสำหรับเคลื่อนที่ ส่วนสำหรับหมุนเพื่อเทปูนที่ผสมแล้วออกจากถังผสม ซึ่งมีลักษณะคล้ายพวงมาลัย

ภาพที่ 138

แสดงลักษณะของเครื่องผสมปูน



หลักการทำงานของเครื่องผสมปูน

เมื่อนำส่วนผสมใส่ลงไปในถังผสมเรียบร้อยแล้ว เครื่องจะทำงานโดยการเสียบปลั๊กกับไฟฟ้า 220 โวลท์ มอเตอร์ซึ่งอยู่ด้านข้างจะทำการขับเฟืองที่เชื่อมต่อกับถังผสมให้หมุนซึ่งในถังหมุนจะมีครีบ 2 ครีบยื่นออกมาจากผนังของถังผสมจะเป็นตัวกวนให้ส่วนผสมต่าง ๆ เข้าด้วยกัน ในการหมุนจะมีจุดหมุนอยู่ด้านล่างของถังผสม และมีเฟืองวงแหวนอยู่รอบบริเวณกลางถังผสมโดยรอบเพื่อใช้สำหรับขับกับเฟืองที่ต่อจากมอเตอร์ เมื่อผสมส่วนผสมเข้ากันแล้วจะนำส่วนผสมออกจากถัง โดยการหมุนพวงมาลัยซึ่งอยู่อีกด้านหนึ่งของมอเตอร์ให้ถังผสมคว่ำลงเพื่อเทปูนที่ผสมแล้วออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะของเครื่องผสมปูน

1. ใช้มอเตอร์ 1 แรงม้า
2. ขับเคลื่อนด้วยสายพานเพื่อให้เฟืองไปหมุนถังผสม
3. ใช้พลังงานไฟฟ้า 220 โวลท์ในการทำให้มอเตอร์ทำงาน
4. ความสูงของเครื่อง 170 cm กว้าง 100 cm ยาว 170 cm
5. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของปากกว้างผม 55 cm เส้นผ่านศูนย์กลางของกลางถังผสม 105 cm ความสูงของถังสูง 90 cm

ข้อดีของเครื่องผสมปูน

1. ประหยัดเวลาและแรงงานในการทำงาน
2. สามารถเคลื่อนที่ไปทำงานที่อื่นได้เพราะมีล้อสำหรับเคลื่อนย้าย
3. สามารถนำปูนออกจากถังผสมได้โดยง่าย

ข้อเสีย

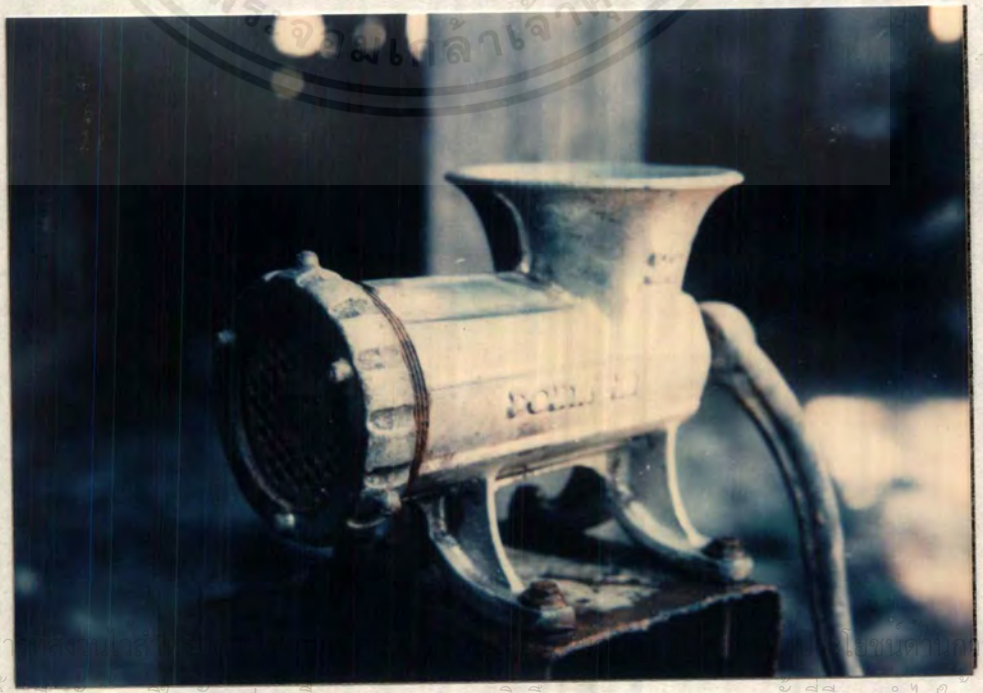
1. มีความสูงมากเกินกว่าที่คนใช้จะยกปูน หรือ กรวด ทราย ขึ้นไปเทลงถังผสมได้อย่างสะดวก
2. มีน้ำหนักมาก

การศึกษาข้อมูลเครื่องบดถั่วลิสง

เครื่องบดถั่วลิสงเป็นเครื่องมืออีกชนิดหนึ่งที่ทำหน้าที่ทำให้วัตถุที่มีขนาดใหญ่มีขนาดเล็กลงโดยการใช้แรงในการบดย่อยโดยการเสียดสี

ภาพที่ 139

แสดงลักษณะของเครื่องบดถั่วลิสง

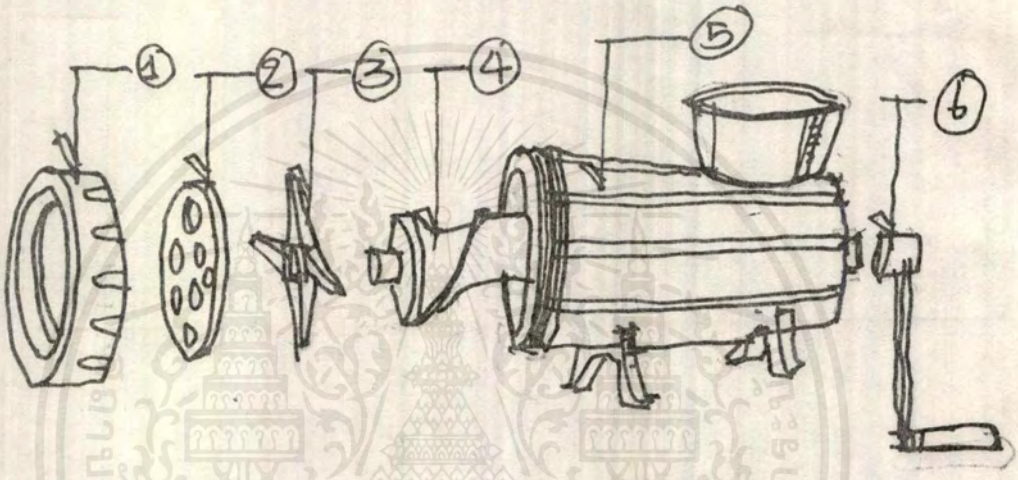


เอกสารนี้เป็นเอกสาร[illegible]ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการทำงานของเครื่องบดถั่วลิสง

เครื่องบดถั่วลิสงเป็นเครื่องมือที่ใช้แรงงานจากคนโดยการหมุนที่คานหมุนเพื่อให้เกิดการทำงานมีขนาด 10 cm ยาว 25 cm สูง 15 cm แยกเป็นส่วนได้ 5 ส่วน ดังภาพ

ภาพที่ 140
แสดงชิ้นส่วนของเครื่องบดถั่วลิสง



1. ตัวครอบด้านหน้า
2. ช่องทางออกถั่วลิสง
3. ใบมีดในการขับถั่วลิสงให้ออกจากเครื่อง
4. แกนในการบด
5. ตัวครอบแกนบด
6. ด้ามมือหมุน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการทำงานของเครื่องบดถั่วลิสง เมื่อใส่ถั่วเข้าเครื่องโดยทางช่องทางด้านบน แล้วหมุนมือหมุนซึ่งอยู่ทางด้านขวามือไปในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา แรงจากการหมุนจะทำการขับแกนบด ซึ่งมีลักษณะเป็นเกลียว ที่มีผิวสัมพันธ์ของเกลียวกับขอบด้านในของตัวครอบ ซึ่งทำหน้าที่ในการบดถั่วลิสงและทำหน้าที่ขับดันถั่วลิสงให้เคลื่อนที่ไปข้างหน้า ซึ่งจะมีใบมีดเป็นลักษณะสี่แฉกทำการดันถั่วลิสงให้ออกทางด้านหน้าโดยผ่านแว่นซึ่งเจาะรูไว้เป็นทางออกของถั่วลิสง รูของแว่นด้านหน้าจะมีหลายขนาดซึ่งแล้วแต่ความต้องการ ความละเอียด ถ้าต้องการละเอียดมากรูที่แว่นจะเล็กเพื่อบังคับให้เมล็ดถั่วที่ออกมามีขนาดเล็กตามที่ต้องการ ถ้าต้องการถั่วที่บดออกมามีเม็ดใหญ่ แว่นก็จะมีรูที่ใหญ่ขึ้น

ส่วนต่าง ๆ ของเครื่องสามารถแยกออกจากกันได้ส่วนตัวครอบด้านหน้าจะยึดติดกับตัวครอบโดยการใช้เกลียวในการยึดติดด้ามจับในการหมุนจะยึดติดกับการในการบดโดยใช้น้อตหางปลายึดเข้าด้วยกัน ส่วนฐานจะมีครีบออกมา 4 ครีบ เพื่อใช้สำหรับยึดกับฐานรอง เพื่อความมั่นคงและแข็งแรงในการใช้งานที่ต้องใช้แรงในการหมุนเครื่อง

ข้อดีและข้อเสียของเครื่องบดถั่วลิสง

ข้อดี

1. มีขนาดเล็ก ง่ายต่อการเคลื่อนย้าย
2. ใช้ง่ายไม่ยุ่งยาก
3. สามารถถอดชิ้นส่วนต่างๆ ออกมาทำความสะอาดได้
4. ง่ายต่อการบำรุงรักษา

ข้อเสีย

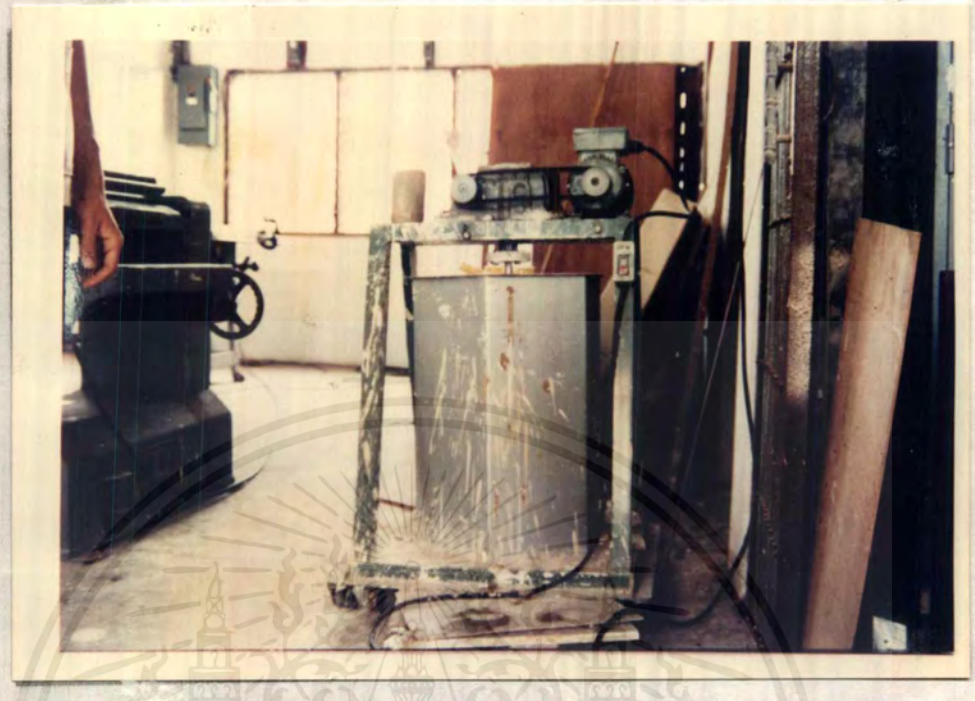
1. มีการติดขัดที่แว่นด้านหน้า
2. บดได้ปริมาณน้อย
3. ต้องใช้แรงในการบดมาก
4. หาอไหล่ทดแทนยาก

การศึกษาข้อมูลเครื่องกวนน้ำสลิป

เครื่องกวนน้ำสลิปจะมีลักษณะการทำงานที่คล้ายเครื่องตีเปลือกปอสาที่การทำให้วัตถุที่มีขนาดใหญ่ให้มีขนาดเล็กลง โดยการใช้แรงกลในการตี โดยมีมอเตอร์เป็นแบบต้นกำลังขับเคลื่อนให้แกนตีทำงานโดยการใช้สายพานเป็นตัวส่งกำลังมาที่แกนตีน้ำสลิป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 141
แสดงลักษณะของเครื่องกวนน้ำสลิป



หลักการทำงานของเครื่องกวนน้ำสลิป

เครื่องกวนน้ำสลิปเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้พลังงานไฟฟ้า 220 โวลท์ในการทำให้มอเตอร์ขนาด 1/4 แรงม้าให้ทำงาน มีความสูง 85 cm ยาว 65 cm กว้าง 60 cm ลักษณะของถังจะเป็นถังหกเหลี่ยม มีฐานรองอยู่ด้านล่างของถังเพื่อยึดให้ถังมั่นคงไม่ขยับขณะทำการกวนน้ำสลิป ด้านข้างของถังจะมีโครงสร้างเหล็กฉากเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมูครอบตัวถังไว้เพื่อใช้สำหรับติดตั้งมอเตอร์และชุดเฟืองทอรอบ โดยมอเตอร์จะส่งกำลังผ่านสายพานมาสู่ชุดเฟืองทอสอบให้มีจำนวนรอบต่อนาทีต่ำลงถึงจากการหมุนของมอเตอร์หมุน 1450 รอบ/นาที ให้เหลือ 80 รอบต่อนาที ลักษณะของใบกวนจะต่อจากเพลาจากชุดเฟืองด้านล่างสุดของเพลาจะมีใบกวนมีลักษณะปิดประมาณ 45 เพื่อต้านดินให้ติดไปกับใบกวนในขณะเครื่องทำงานเพื่อให้น้ำละลายดินที่จะทำการกวนให้เป็นน้ำสลิป

ข้อดีและข้อเสียของเครื่องกวนน้ำสลิป

ข้อดี

1. โครงสร้างมีความแข็งแรง
2. สามารถเปิดเครื่องได้นาน
3. ควบคุมง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสีย

1. บำรุงรักษายากเพราะยึดติดแน่น
2. ในการกวนถ้าใส่ปริมาณดินมากมอเตอร์จะไหม้
3. ส่วนมอเตอร์ สายพาน ชุดเฟืองไม่มีส่วนป้องกันอาจเกิดอันตรายต่อผู้ใช้ได้
4. ส่วนในการนำน้ำสลิปออกไม่สะดวกต่อการใช้งานและไม่เหมาะสมกับสัดส่วนการใช้งาน

3.4.10 **การศึกษาข้อมูลเรื่องมอเตอร์ที่ใช้งานและตำแหน่งของมอเตอร์ของเครื่องปั่นเยื่อปอสา**

มอเตอร์ที่ใช้กับเครื่องปั่นกระดาษสานั้นเป็นชนิดมอเตอร์กระแสสลับชนิด 1 เฟส ซึ่งเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานกลใช้ไฟบ้าน 220 โวลท์ ขนาดแรงม้า 1/10 แรงม้า ถึง 20 แรงม้า ความเร็วรอบ 1425 รอบต่อนาที

CAPACITOR - START MOTORS

มอเตอร์ชนิดนี้ใช้คอนเดนเซอร์ช่วยสตาร์ท เหมาะกับการใช้งานหนักทั่วๆไปที่ต้องการทอดสตาร์ทและทอดหมุนค่าสูงๆ ปัจจุบันนิยมใช้กันอยู่ทั่วไป ขนาดตั้งแต่ 100 วัตต์ หรือ 1/8 H.P. ขึ้นไป

มอเตอร์ แคแปซิเตอร์จำแนกได้ 3 ชนิด แต่ละชนิดมีคุณลักษณะที่แตกต่างกัน สิ่งที่เหมือนกันคือ ขดสเตเตอร์มี 2 ชุด ขดหลักชุดหนึ่งและขอประกอบอีกชุดหนึ่ง ขดประกอบจะต้องจัดวางให้ทำมุมไฟฟ้า 90 กับขดหลัก และจะต้องเป็นอนุกรมกับคอนเดนเซอร์หรือแคแปซิเดอร์เสมอ

ประเภทที่หนึ่ง CAPACITOR SPORT MOTOR ได้แก่มอเตอร์แคแปซิเดอร์ที่ใช้ขดประกอบกับตัวแคแปซิเดอร์ เฉพาะตอนหมุนสตาร์ทเท่านั้น

ประเภทสอง PERMAUENT-SPLTGAPACITOR-START MOTOR ได้แก่ มอเตอร์แคแปซิเดอร์ที่ใช้ขดประกอบกับตัวแคแปซิเดอร์อยู่ในวงจรตลอดเวลาที่หมุน ใช้งานโดยไม่เปลี่ยนค่าความจุของแคแปซิเดอร์แต่อย่างใด

ประเภทที่สาม TWO-VALVECAPACITOR MOTOR หมายถึง มอเตอร์แคแปซิเดอร์ที่ใช้ค่าแคแปซิเดอร์ขณะหมุนสตาร์ทค่าหนึ่ง และขณะหมุนทำงานปกติอีกค่าหนึ่ง รวมใช้ค่าแคแปซิเดอร์ทำงานสองค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อสังเกตสำคัญที่ควรทราบก็คือ แคแปซิเตอร์ที่ต่อใช้ในวงจรขดประกอบตลอดเวลาที่มอเตอร์หมุนใช้งานอยู่นั้น ช่วยให้มอเตอร์ขดรอบใช้งานต่ำลงมาจากความเร็วรอบซิงโครนัสได้ถึง 50% ซึ่งมอเตอร์เหนี่ยวนำธรรมดากระทำไม่ได้หรือหากกระทำได้จะลดลงมาต่ำกว่า 70% ของความเร็วรอบซิงโครนัสไม่ได้เป็นอันขาด

การทำงานของมอเตอร์ของเครื่องขับเยื่อปอสาจะทำงานโดยการสับสวิทช์ไฟปล่อยกระแสไฟฟ้าเข้าสู่มอเตอร์ซึ่งจะทำให้มอเตอร์หมุนใบมีดซึ่งใช้สำหรับในการปั่นเปลือกปอสาจะหมุนและทำหารปั่นเปลือกปอสาจนละเอียดเป็นเยื่อ

ตำแหน่งของการติดตั้งมอเตอร์ของเครื่องปั่นเปลือกปอสานั่นจะอยู่ด้านหลังของเครื่องดังภาพที่ 142

ภาพที่ 142

แสดงตำแหน่งการติดตั้งมอเตอร์ของเครื่องปั่นเยื่อปอสา

การติดตั้งมอเตอร์ในลักษณะนี้จะมีส่วนป้องกันตัวมอเตอร์จากน้ำซึ่งต้องหกใส่ตลอดในการทำงานแต่ละครั้งจึงอาจทำให้กระแสไฟฟ้าอาจรัดวงจรจะทำอันตรายต่อผู้ใช้งานได้อีกทั้งตัวมอเตอร์เป็นโลหะเมื่อโดนน้ำประจำจะทำให้เกิดสนิมที่เปลือกอีกครอบมอเตอร์ทำให้ผุกร่อนไม่คงทนต่อการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.11 การศึกษาข้อมูลด้านลักษณะการปั่นและการกวนแบบต่าง ๆ

เครื่องปั่นและเครื่องกวนทั่วๆ ไปพบว่าผู้ผลิตเครื่องที่มีความเชี่ยวชาญ จะมีแบบของเครื่องให้เลือกใช้หลาย ๆ แบบ ตามความเหมาะสมของงานแต่ละประเภท บางแบบอาจจะมีรอบหมุนช้า บางแบบอาจจุมีรอบหมุนเร็ว บางแบบตรึงแน่นไว้กลางถัง บางแบบปรับแกนการกวนได้ บางแบบติดไว้ข้างๆ ถัง บางแบบตรึงแน่นไว้กลางถัง บางแบบนั่นขนาดกำลังมอเตอร์ก็ยังแตกต่างกันออกไปอีก การเลือกมอเตอร์ต้องให้เหมาะสมกับงาน เพื่อประหยัดพลังงานที่จำเป็นต้องใช้เท่านั้น ถ้ามอเตอร์กำลังสูงเกินกว่าที่จำเป็นจะทำให้เกิดผลเสียอะไรหรือไม่สิ่งเหล่านี้ถ้วนมีปัญหา

การเลือกใช้ใบพัดที่ไม่เหมาะสม ทำให้ต้องใช้เวลาในการตีหรือกวนมากกว่าของจะเข้ากันได้ เมื่อเปลี่ยนใบพัดให้เหมาะสมพบว่าเวลาที่ใช้ลดลง 2-3 เท่าทีเดียวผลกำไรก็จะเพิ่มตามไปด้วย

ลักษณะของเครื่องกวนแบบต่างๆ ที่มีใช้กันในปัจจุบัน

เครื่องกวนที่มีขายตามท้องตลาดและใช้ตามโรงงานต่าง ๆ นั้นพอจะแบ่งตามลักษณะการใช้งานและการติดตั้งได้ 5 ประเภทได้แก่

แบบรอบต่ำทนงานหนักใช้เฟืองทด (Clamp moont geav trive)

เป็นเครื่องกวนหรือปั่นรอบช้าโดยมีการทดรอบผ่านชุดเฟืองทด นำไปใช้ในการกวนหรือปั่นของเหลวหนืดๆ ตะกอนข้น หรือโลหะที่กำลังหลอมเหลวที่มีความเหนือไม่เกิน 25,000 เซนติเมตร (เซนติพอยล์เป็นหน่วยที่ใช้วัดความหนืด (สถิตย์) ของเหลว 1 เซนติพอยส์ มีค่าเท่ากับ 1 ใน 1,000 กิโลกรัมต่อเมตรติวินาที) ตัวอย่าง ไม่คู่ คือปูนพลาสเตอร์ สีพลาสติก กลีเฟอร์ลีน และสารที่ช่วยในการรับกลุ่มตกตะกอนในขบวนการกำจัดน้ำ เช่น โพลีอีเลคไตรคอด์ กรณีที่ใช้เครื่องกวนไม่ใช้กวนโลหะที่กำลังหลอมละลายอยู่นั้น จะต้องใช้ใบพัดที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง ใหญ่ๆ และความเร็วรอบต่ำจึงเหมาะสม

ขนาดของมอเตอร์ที่ใช้เทียบกับมวลของๆ เหลวที่จะกวนหรือปั่นประมาณครึ่งแรงม้าต่อของเหลว 2,200 กิโลกรัม

แบบรอบสูง (Clamp mount divectdrive)

เป็นเครื่องกวนแบบรอบหมุนเร็ว เพลาขับต่อตรงกับมอเตอร์ ใช้กวนของเหลวที่มีความเหนือสูง แต่มีปริมาณไม่มากนัก เช่น กวนกาว หรือ การที่ต้องใช้รอบสูงก็เพื่อให้เกิดแรงเหวี่ยงที่รุนแรงในการปั่นละลายผลการลงน้ำ กวนครีมที่เกาะเป็นก้อนให้ละลายน้ำหรือเพื่อลดความหนืดของพลาส (Plast) ลงเพื่อจะให้ได้สีที่ทาแล้วเรียบสม่ำเสมอเครื่องกวนแบบนี้ใช้ในการกวนของเหลวที่มีความหนืดต่ำกว่า 2,000 เซนติพอยส์ได้ด้วย ขนาดกำลังมอเตอร์ที่ใช้ประมาณ 1 แรงม้าต่อปริมาณของเหลว 200 ลิตร สำหรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของเหลวที่มีความหนืด เฉลี่ยหลังการกวนแล้ว 3,500 เซนติพอยส์ ราคาของเครื่องกวนแบบนี้จะถูกกว่าแบบแรก ซึ่งมีรอบช้า เพราะราคาค่าเฟืองทดรอบจะสูงกว่าราคามอเตอร์หลายเท่าตัว

แบบปรับความเร็วรอบได้ (Variable speet drive)

เป็นเครื่องกวนแบบปรับความเร็วรอบได้ตามต้องการ จึงใช้ได้สารพัดประโยชน์ทั้งในขบวนการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรม หรือในห้องทดลองที่ต้องการผสมสารเคมีเองก่อนนำไปใช้ในขบวนการผลิต เนื่องจากเป็นเครื่องกวนที่สามารถเปลี่ยนแปลงความเร็วรอบได้ เราจึงใช้เครื่องนี้กับงานที่ต้องการแปรเปลี่ยนความรุนแรงในการกวนในขบวนการเดียวกัน และเป็นวิธีง่ายกว่าการถ่ายเหลวลงถังอีก ซึ่งประหยัดและรวดเร็วกว่า การปรับแบบนี้มักจะเป็นขั้น โดยใช้เฟืองทดรอบไม่สามารถปรับได้อย่างต่อเนื่อง แต่มีบางแบบสามารถปรับความเร็วรอบได้อย่างต่อเนื่องโดยวิธีปรับความถี่ของกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้มอเตอร์ แต่ก็มีราคาแพง หรือใช้วิธีเปลี่ยนแปลงความต่างศักยภาพไฟฟ้าที่จ่ายให้แก่มอเตอร์ แต่เป็นวิธีที่ไม่เหมาะสม เนื่องจากกว่าขนาดของกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านมอเตอร์มาจะเปลี่ยนไปด้วย ถ้าเป็นการลดความต่างศักย์ลงมาจะทำให้กระแสไฟฟ้าเข้ามอเตอร์มากขึ้น มอเตอร์จะร้อนฟังหรือระเบิดไปในที่สุดถ้าปล่อยให้เครื่องกวนทำงานนานๆ ปัจจุบันนี้มีผู้ผลิตเครื่องกวนบางยี่ห้อ เช่นไลท์นินที่ออกแบบเครื่องกวนแบบปรับความเร็วรอบได้โดยใช้ลมซึ่งเป็นวิธีที่ดีที่สุด

ขนาดกำลังของมอเตอร์ที่ใช้กับเครื่องกวนนี้ไม่สามารถกำหนดตายตัวได้แต่มีข้อสังเกตที่ควรทราบ คือเกี่ยวกับการนำเครื่องกวนมาใช้ในขนาดถังที่ต่างกันมากจะให้ผลที่ต่างกัน แต่มีข้อสังเกตที่ควรทราบคือ เกี่ยวกับการนำเครื่องกวนมาใช้ในขนาดถังที่ต่างกันมากจะให้ผลที่ต่างกันสำหรับกรณีที่ถังมีขนาดเล็ก การเฉือน จะมีผลมากทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้ไม่สม่ำเสมอ เราอาจจะต้องทำกราฟมาตรฐานแสดงผลของการเฉือนที่ใบพัดกระทำต่อของเหลว แล้วเลือกใช้ความเร็วรอบของเครื่องกวนให้เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ที่ต้องการเพื่อควบคุมคุณภาพด้วย

เครื่องกวนใส่เส้นท่อแบบหนึ่ง (Static mixer or inline Miser)

เครื่องกวนในเส้นท่อใช้ติดตั้งเป็นส่วนหนึ่งของท่อ เพื่อให้เกิดการผสมอย่างต่อเนื่องหรือผสมของเหลวกับของเหลว ของเหลวกับผง หรือของเหลวกับก๊าซที่กำลังไหลเข้ามาในเส้นท่อเดียวกันได้

เครื่องกวนนี้ไม่เหมาะกับการกวนสารเคมีที่ทำปฏิกิริยาเคมีแบบมีการพันกลับชานที่เหมาะสมกับเครื่องกวนแบบนี้ ที่สุดได้ออกการผสมของเหลวที่ต้องการให้มีการถ่ายเทความร้อนให้แก่กันอย่างรวดเร็ว ใช้ก้านของเหลวที่มีความหนืดสูง เช่น กวนพลาสติก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องกวนแบบติดกับถัง (Fixed mount)

เครื่องกวนแบบนี้สร้างเองได้ง่าย ๆ จึงพบเห็นว่ามีใช้กันอยู่ทั่วไปจะใช้กับถังขนาดเล็กหรือถังที่มีความดันสูงก็ได้ แต่ต้องมีการป้องกันการรั่วเป็นอย่างดีสัก 2-3 ชั้น เครื่องกวนแบบนี้เหมาะใช้กับการกวนเบาๆ เช่น กวนผสมกาวลาเท็กซ์เพื่อป้องกันการเกิดครีมและฝ้าขาวบนผิวหน้า ใช้กับของเหลวที่มีความหนืดสูงความเร็วรอบต่ำ แต่ส่วนใหญ่มักนำไปใช้กับมอเตอร์ที่มีกำลังมากเกินไป โดยไม่ปรับปรุงแบบบุ้งและใบพัด แบบนี้จะสร้างปัญหาดูดอากาศลงไปปนกับของเหลวในถังมีเสียงดังถังสั่นและเกิดเกลียวน้ำวนขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากไม่สามารถซื้อมอเตอร์ที่มีกำลังต่ำตามที่ต้องการได้ เพราะส่วนมากในตลาดจะขายมอเตอร์ขนาด 1/4 แรงม้า หรือกระโดดไป 1/2 แรงม้าเลย และการที่มอเตอร์เหล่านี้มีรอบสูง (1,450 รอบ/นาที) ทำให้เกิดการเฉือนของเหลวมากเกินไป ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะยืดรูป เวลาใช้ในการกวนเพื่อป้องกันการตกตะกอน ที่ความเร็วรอบประมาณ 350 รอบต่อนาที สำหรับถังขนาดประมาณ 3,500 ลิตร ใช้กำลังมอเตอร์ 1/3 แรงม้า เช่น กาวคลอรีน ผลในน้ำ กวนปูนขาว กวนแป้ง

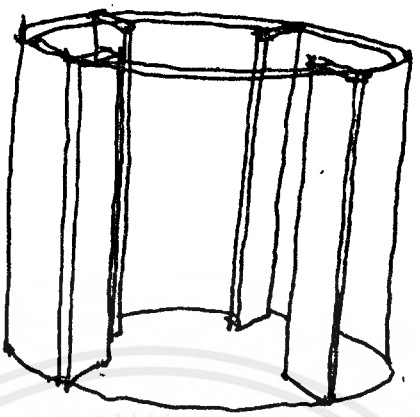
ข้อควรคำนึงถึงในการเลือกใช้เครื่องกวนทั่วไปพอสรุปได้ดังนี้

1. ขนาดของถัง ขนาดของถังไม่มีผลโดยตรงต่อการกวน แต่ถ้าหากใช้มอเตอร์ที่มีกำลังต่ำเกินไป เวลาที่ใช้ในการปั่นหรือกวนก็จะต้องนานขึ้น ถังที่ดีควรจะมีครีบด้านใน (baffle) เพื่อป้องกันการเกิดเกลียวของเหลวหมุนวน ซึ่งจะทำให้มีอากาศถูกดูดลงถังจำนวนครีบอาจจะเป็น 4 ใบตรงข้ามกัน หรือ 6 ใบก็ได้ นอกจากนั้นก้นถังถ้าทำได้ก็ไม่ควรแบบราบแต่ควรจะเป็นคล้ายรังไข่ จะช่วยให้การหมุนวนในถังดีขึ้นอย่างมากด้วย

2. ความหนืดของของเหลว ความหนืดของของเหลวมีผลต่อกำลังของมอเตอร์ที่ใช้มาก ถ้านำเครื่องกวนที่มีกำลังต่ำมาใช้กวนของเหลวที่มีความหนืดสูงเหนือนำเครื่องที่รอบสูงมาใช้กวนโดยไม่ทดรอบจะเกิดโอเวอร์โหลด มอเตอร์จะร้อนและระเบิดได้

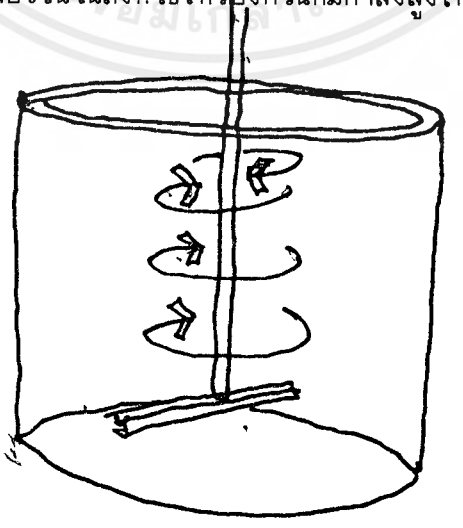
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 143
แสดงลักษณะของครีบที่ติดในถังเพื่อป้องกันการหมุนของน้ำ



3. ความเร็วรอบเกี่ยวกับเรื่องความเร็วของเครื่องกวนนี้ ส่วนใหญ่มักเข้าใจผิดว่าถ้าใช้ความเร็วรอบสูงเกินไป จะเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการดูดอากาศลงถังหรือเกิดการหมุนเป็นเกลียววนตรงกลางถัง ซึ่งที่จริงไม่ใช่เช่นนั้น สาเหตุของการดูดอากาศลงในถังของเครื่องกวนอยู่ที่แบบของใบพัดและแบบของตัวถัง และเกิดขึ้นได้ในทอดความเร็วของการกวนนี้ และถ้าหากใช้เครื่องกวนขนาดใหญ่เกินไป มีกำลังมากเกินไป หรือติดตั้งเครื่องกวนในแนวที่แกนดิ่งลงตรงกับในกลางถังหรือใช้ถังที่ไม่มีครีบด้านใน หรือใบพัดอยู่ใกล้ระดับของเหลวในถังมากเกินไป ก็จะทำให้เกิดเหตุดังกล่าวมาได้

ภาพที่ 144
ลักษณะการเกิดเกลียววนในถังที่ใช้เครื่องกวนที่มีกำลังสูงเกินไปหรือไม่มีครีบในถัง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

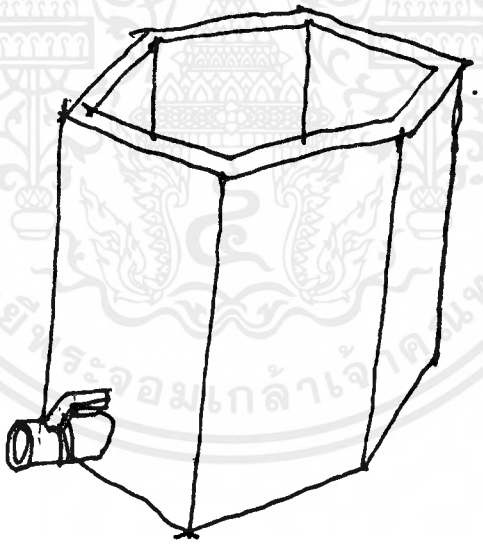
3.4.12 การศึกษาข้อมูลด้านลักษณะของถังที่ใช้สำหรับในการตีเปลือกปอสา

ในการศึกษาถึงลักษณะของถังที่ใช้สำหรับตีเปลือกปอสาที่ต้มแล้วให้เป็นเยื่อกระดาษนั้นผู้วิจัยได้ศึกษาถึงลักษณะรูปทรงต่าง ๆ ของถังจากผลิตภัณฑ์ใกล้เคียงซึ่งคาดว่าจะสามารถนำมาใช้กับลักษณะของการตีเปลือกปอสาได้ในการตีเปลือกปอสานั้น คือ ต้องการให้เปลือกปอสาที่เกิดจากการเกาะกันของเส้นใยยาง ให้เส้นใยแยกออกจากกันในการตีนั้นต้องการแรงกระแทก หรือปั่นเพื่อให้เส้นใยแยกออกจากกัน ซึ่งลักษณะของถังต้องเอื้ออำนวยในด้านนี้ด้วยผู้วิจัยได้ทำการศึกษาดังนี้คือ

การศึกษาลักษณะของถังแบบเป็นเหลี่ยม

ถังรูปแบบนี้ลักษณะของถังกวนน้ำสลิปนี้จะมีลักษณะเป็น 6 เหลี่ยม ยึดติดอยู่กับโครงสร้างเหล็กฉากด้านล่างของถังจะมีช่องสำหรับให้น้ำดินออก ด้านบนของถังจะมีมอเตอร์และชุดเฟืองทดสอบอยู่ ซึ่งถังจะมีความสูง 60 cm. ความกว้างของปากถังมีขนาด 40 cm .

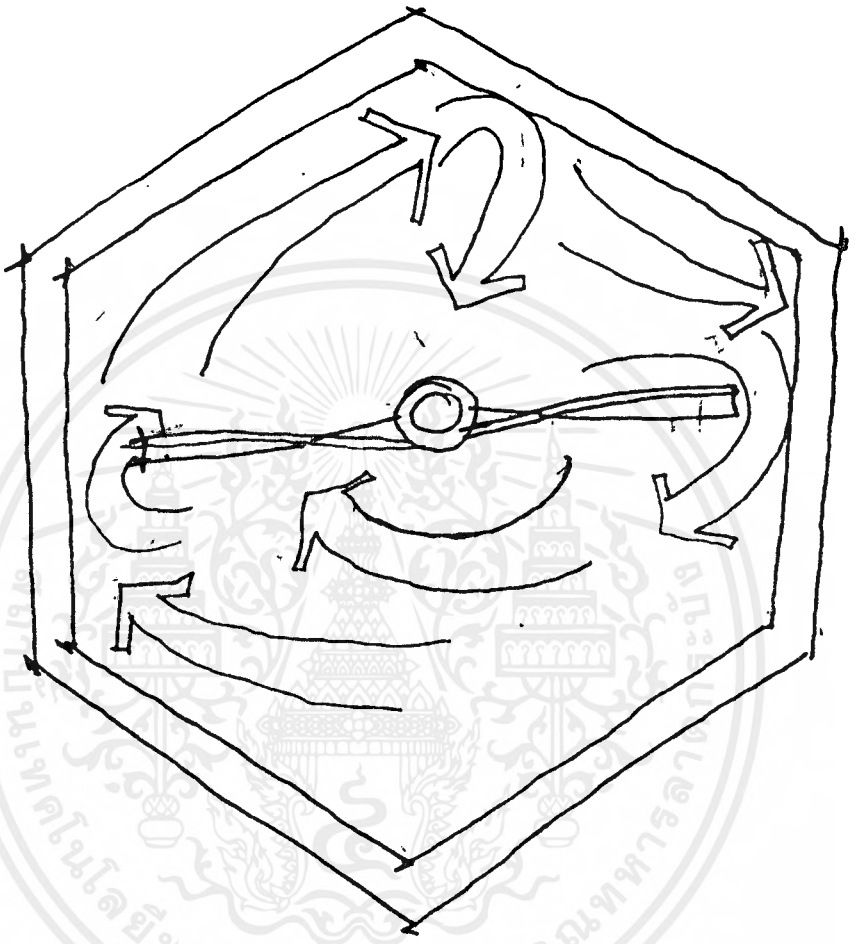
ภาพที่ 145
แสดงลักษณะของถังกวนน้ำสลิป



การทำถังกวนน้ำสลิปให้เป็น 6 เหลี่ยม เพราะว่า เมื่อใส่น้ำและดินลงไปในถังแล้วใบพัดซึ่งต่อจากเพลาที่เชื่อมกับชุดเกียร์ทดจะทำการกวนดินในถังซึ่งลักษณะของการกวนของใบพัดจะกวาดเป็นวงกลม และน้ำที่ลูกใบพัดดันไปนั้นจะไปกระทบกับมุมของถังทำให้น้ำดีย้อนกลับมาเพื่อเป็นการใช้แรงของน้ำกระแทกเพื่อละลายดินนั่นเอง ดังภาพที่ 146

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 146
แสดงการหมุนของน้ำ



นอกจากนี้การทำถังเป็น 6 เหลี่ยมนั้นยังป้องกันการวนของน้ำเข้าที่ศูนย์กลางอีกด้วย ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้ดินละลายช้า

ข้อดีและข้อเสียของถังกวนน้ำสลิป

ข้อดี

1. ใช้แรงของน้ำเป็นตัวละลายดิน
2. ดูแลรักษาง่าย
3. จำนวนรอบที่ใช้กวนคงที่
4. สามารถรับน้ำหนักน้ำและดินได้ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสีย

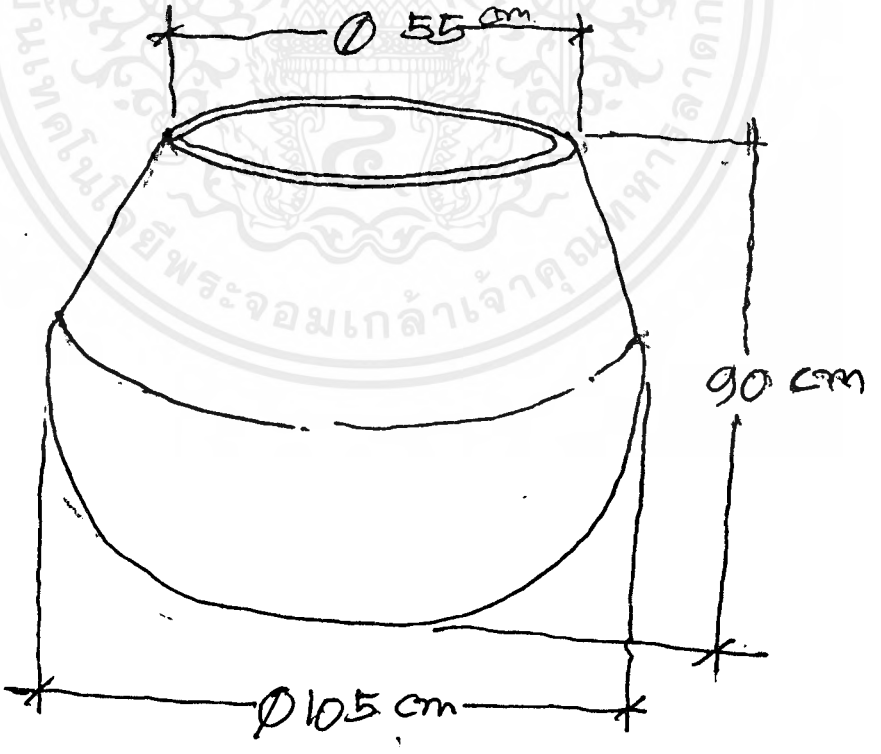
1. ใส่ดินมากๆ จะทำให้ไม่สามารถหมุนได้
2. ดังมีการวางที่ต่ำเกินไป
3. ช่องทางออกของน้ำดินอยู่ต่ำเกินไป
4. โครงสร้างของถังยากต่อการผลิต

การศึกษาข้อมูลลักษณะของถังแบบทรงกลมปากสอบ

ถังรูปแบบนี้เป็นถังผสมปูนซีเมนต์นั้นมีลักษณะเป็นทรงกลมส่วนปากจะสอบขึ้นกันจะมนด้านในจะมีครีบสำหรับเป็นตัวผสมปูนให้เข้ากัน จะมีจุดหมุนอยู่ด้านล่างด้านข้างมีเฟืองวงแหวนอยู่รอบบริเวณส่วนกลางของถัง เพื่อทำหน้าที่เชื่อมต่อกับเฟืองพันตรงที่เชื้อมาจากมอเตอร์ เพื่อให้ถังหมุนได้ขณะทำการผสมปูน ขนาดของถังมีความสูง 90 cm ส่วนปากมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 55 cm. กลางถังมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 105 cm. ครีบสำหรับผสมปูนซีเมนต์และส่วนผสมให้เข้ากันมีขนาด กว้าง 24 cm. ยาว 70 cm.

ภาพที่ 147

แสดงลักษณะของถังผสมปูนซีเมนต์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 148

แสดงลักษณะของครีบผสมปูน

ในการผสมนั้นเมื่อถังถูกหมุนโดยมอเตอร์ครีบด้านในถัง ซึ่งจะมีลักษณะเฉียง 45° จะเป็นตัวผสมปูนกับส่วนผสมให้เข้ากัน

ข้อดีและข้อเสียของถังผสมปูนซีเมนต์

ข้อดี

1. เหมาะกับงานหนัก
2. มีความแข็งแรงมาก
3. ทนต่อแรงกระแทรกได้มาก

ข้อเสีย

1. มีขนาดใหญ่เคลื่อนย้ายลำบาก
2. บำรุงรักษายาก
3. มีความยุ่งยากในการผลิต

การศึกษาลักษณะของถังรูปวงรี

ถังรูปแบบนั้นลักษณะของถังในเครื่องตีเยื่อปอสาจากของเดิมที่ชาวบ้านใช้กันอยู่นั้นจะมีลักษณะเป็นวงรี ซึ่งให้เหล็กแผ่นเชื่อมขึ้นรูปมาเป็นรูปทรงที่ต้องการที่ตรวจกลางด้านข้างของถังตีเยื่อปอสาจะมีใบมีดซึ่งเป็นเฟืองรูปทรงกระบอกเป็นตัวตีเปลือกปอสาให้เป็นเยื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบมีดจะหมุนตามเข็มนาฬิกาเปลือกสาที่ต้มแล้วจะถูกใบมีดปั่นเข้าไปและออกมาอีกด้านหนึ่ง ซึ่งลักษณะของเยื่อปอสาจะวนเป็นวงกลมเลขศูนย์ โดยมีส่วนโค้งด้านหัวและท้ายเป็นตัวบังคับการไหลของเยื่อให้มีทิศทางไปทางเดียวกัน

ภาพที่ 149
แสดงลักษณะถังตีเยื่อปอสา

3.4.13 การศึกษาข้อมูลลักษณะการหมุนของน้ำ

ในการตีเปลือกปอสาให้เป็นเยื่อนั้นการหมุนของน้ำจะมีความสำคัญมากเพราะเมื่อใบพัดหมุนเปลือกปอสาอาจจะเข้ามาพันกับแกนกลางของใบตีจะทำให้เกิดปัญหาการตีเยื่อให้ละเอียดได้ไม่ทั่วถึง ซึ่งลักษณะของใบตีจะมีผลในการหมุนของน้ำในถังตีด้วย ผู้วิจัยได้ศึกษาถึงลักษณะการหมุนของน้ำผลิตภัณฑ์เครื่องซักผ้า การหมุนของจาน ตีไก่ของเครื่องถอนขนไก่ และเครื่องปั่นน้ำแข็งเพื่อศึกษาถึงลักษณะของทิศทางการหมุนของน้ำและทิศทางการกระแทกของไก่ในถังตี จุดประสงค์ในการศึกษาลักษณะการหมุนของน้ำในถังตีนั้นนอกจากจะช่วยในการตีเปลือกปอสาสะดวกแล้วทิศทางของการหมุนของน้ำยังช่วยพาให้เปลือกปอสาที่ยังไม่ได้ตีเข้าสู่แนวการตีของใบมีดตีด้วย

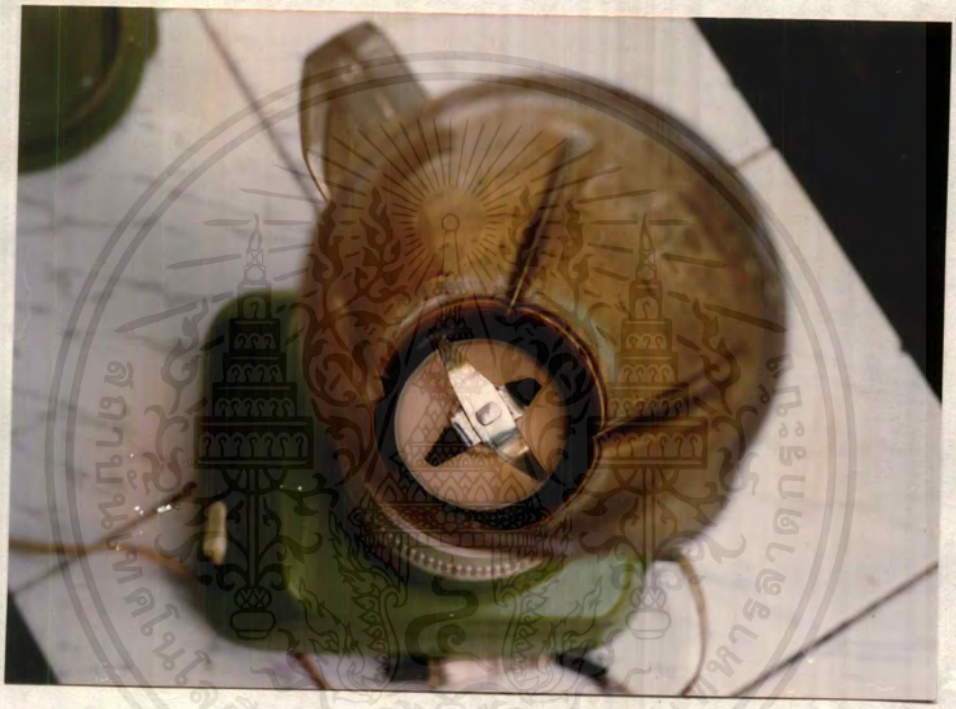
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะทิศทางการหมุนเข้าสู่จุดศูนย์กลาง

ลักษณะการหมุนเข้าสู่จุดศูนย์กลางนี้เป็นลักษณะการหมุนของการหมุนของเครื่องปั่นน้ำผลไม้ ซึ่งจะมีแกนปั่นน้ำแข็งอยู่ตรงกึ่งกลางของเครื่องตัวภาชนะจะปากกว้างก้นสอบ

ภาพที่ 150

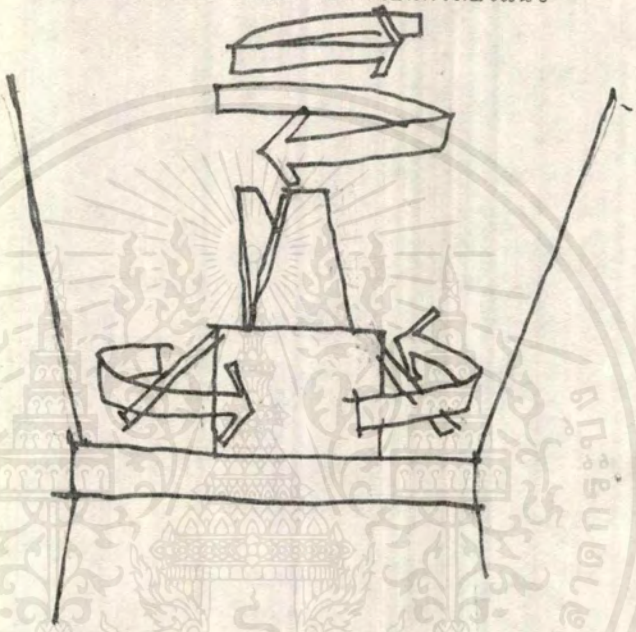
แสดงลักษณะภาชนะและใบพัดของเครื่องปั่นน้ำแข็ง



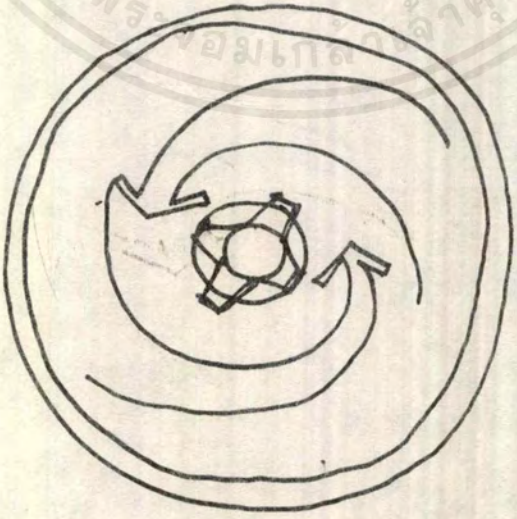
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการทำงานของเครื่องปั่นน้ำแข็งนั้นเมื่อมอเตอร์ทำงานจะเป็นต้นกำลังให้แกนปั่นหมุน เมื่อแกนปั่นหมุนน้ำและน้ำแข็งจะถูกดูดเข้าสู่จุดศูนย์กลางลักษณะเป็นวงกลมม้วนสู่จุดศูนย์กลาง ซึ่งมีใบแกนปั่นอยู่โดยก้อนน้ำแข็งจะถูกใบแกนปั่นซึ่งอยู่ด้านบนตีให้ละเอียดส่งน้ำแข็งที่ละเอียดแล้วจะถูกใบแกนปั่นซึ่งอยู่ระดับต่ำลงมาพัดออกด้านข้าง ดังแสดงในภาพที่ 151

ภาพที่ 151
แสดงลักษณะการตีของใบแกนปั่นทั้งสองแนว



ภาพที่ 152
แสดงลักษณะการหมุนวนของน้ำสู่ศูนย์กลางภาชนะ

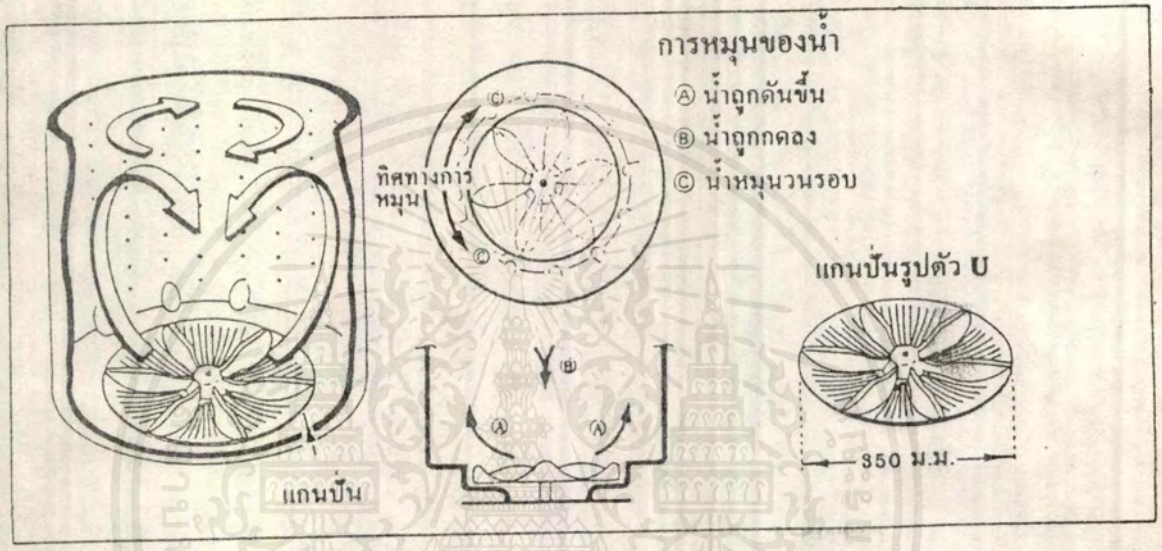


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะทิศทางหมุนเป็นวงกลมโดยรอบและไหลจากด้านล่างขึ้นสู่ด้านบน

ลักษณะทิศทางการไหลของน้ำในลักษณะนี้เป็นทิศทางการไหลของน้ำในเครื่องซักผ้า ซึ่งมีใบพัดตีหรือแกนปั่นเป็นรูปตัว U แกนปั่นจะหมุนได้ 2 ทิศทางในระยะเวลาสั้น ๆ

ภาพที่ 153
แสดงทิศทางการหมุนของน้ำจากล่างสู่บนภาชนะ



เมื่อมอเตอร์ทำงานแกนปั่นรูปตัว U จะหมุนน้ำซึ่งอยู่ในถังจะถูกใบพัดตีขึ้นด้านบนดังภาพที่ 153 ซึ่งด้านบนสุดของถังน้ำจะหมุนเป็นรูปวงกลมโดยรอบ จะถูกดันลงมาสู่แกนปั่นอีกครั้งหนึ่ง

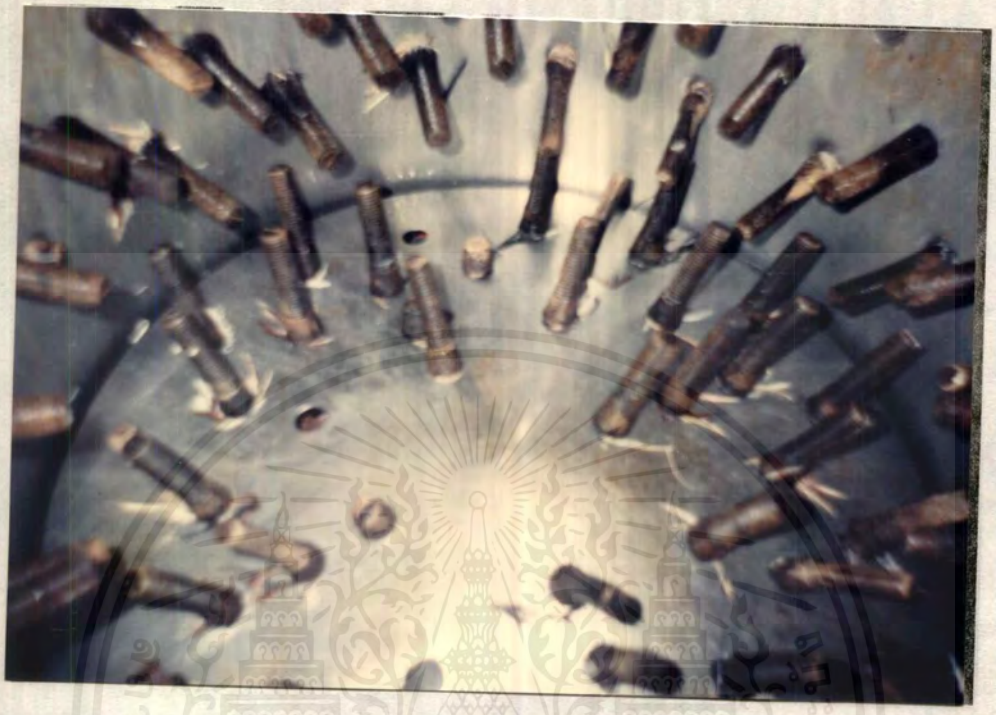
ลักษณะการหมุนวนแล้วมีทิศทางทะแยงไปด้านข้าง

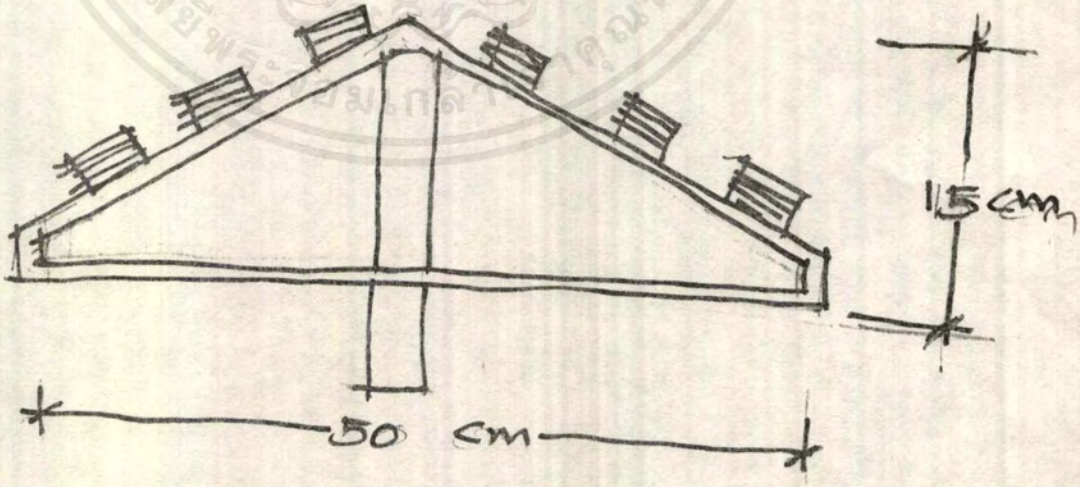
ลักษณะทิศทางการทะแยงไปสู่ด้านข้างนี้เป็นลักษณะของแกนตีขนไก่ ซึ่งเป็นรูปกลมมีฐานกว้าง 50 cm. จากฐานถึงยอด 15 cm: มีปุ่มยางติดอยู่โดยรอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 154

แสดงลักษณะของแกนปั่นขนไก่



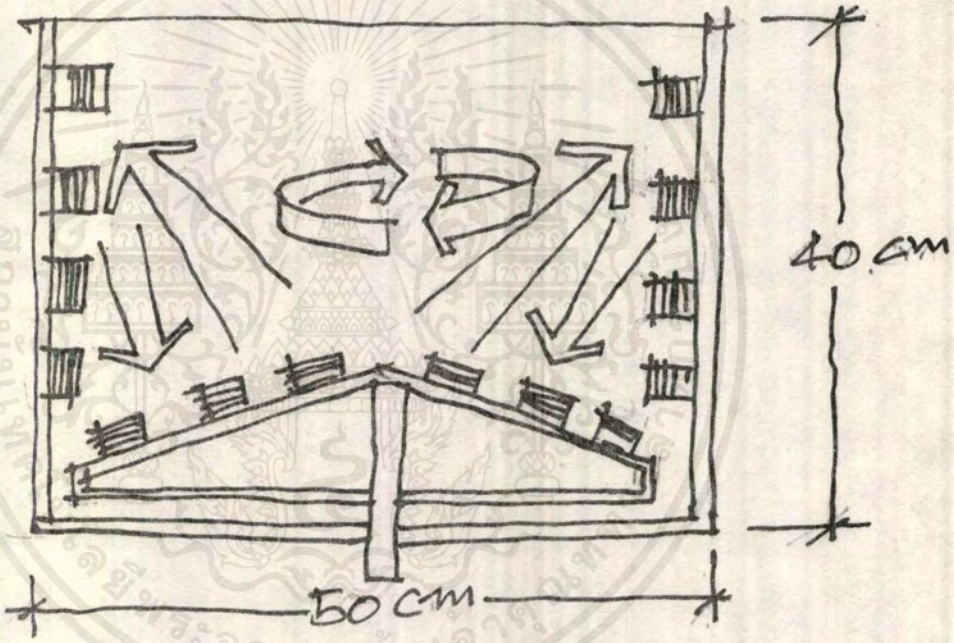


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แกนตีชนไก่รูปทรงกรวยของเครื่องตีชนไก่ จะอยู่ในถังทรงกระบอกที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 cm. สูง 40 cm. มีลูกยางติดโดยรอบหลักการทำงานนั้นเริ่มโดยแกนตีชนไก่ซึ่งมีเพลาเป็นแกนหมุนได้รับแรงต้นกำลังจากมอเตอร์โดยมีสายพานเป็นตัวส่งกำลังจากมอเตอร์มาที่แกนตีชนไก่จะหมุนเมื่อใส่ไก่ลงไป แกนตีรูปทรงกรวยจะตีไก่ออกไปทางด้านข้าง และกระทบกับผนังจะตกลงสู่ด้านล่างเข้าสู่แนวการตีของแกนตีรูปทรงกรวยอีกครั้งหนึ่ง ดังภาพที่ 155

ภาพที่ 155

แสดงทิศทางการตีของแกนปั่นรูปทรงกรวย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.14 การศึกษาข้อมูลการนำเยื่อปอสาออกจากถังตี

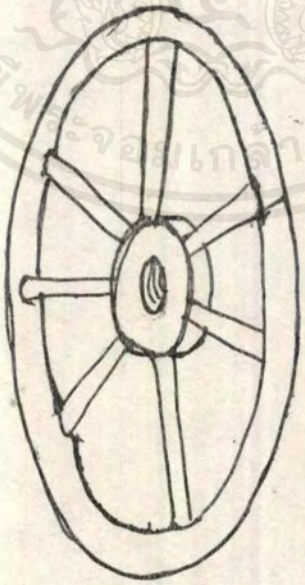
เยื่อปอสาจะมีลักษณะเป็นฝอยละเอียดผสมอยู่กับน้ำภายในถังตี เมื่อต้องการที่จะนำไปใช้ต้องนำออกจากถังตี แล้วกรองในตะแกรงให้น้ำออกให้หมดแล้วเหลือแต่เยื่อปอสาเอาไว้ ซึ่งการนำเอาออกจากหม้อตีนั้นเพื่อความสะดวกสบายและรวดเร็วในการทำงาน จะต้องมีระบบการนำเยื่อปอสาออกจากหม้อตีได้อย่างเหมาะสมกับการใช้งาน ซึ่งในการศึกษาข้อมูลนี้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาระบบการนำเยื่อปอสาออกจากถังดังนี้คือ

แบบการหมุนคว่ำภาชนะเพื่อนำวัตถุภายในออก

ระบบการคว่ำภาชนะเพื่อนำวัตถุที่อยู่ภายในออกจากภาชนะ ลักษณะของระบบนี้เป็นระบบการใช้งานของเครื่องผสมปูนซีเมนต์ ซึ่งในการทำงานของระบบนี้ทำงานโดยการหมุนพวงมาลัยซึ่งมีขนาดใหญ่ขนาด 60 cm ที่อยู่ด้านข้างของตัวเครื่อง ซึ่งพวงมาลัยหมุนนี้จะเชื่อมอยู่กับตัวคานรับถังด้านล่าง เมื่อหมุนพวงมาลัยไปในทิศทางที่ต้องการถังก็จะคว่ำลงในทิศทางที่หมุนโดยตัวถังจะสามารถหมุนได้โดยรอบ เพราะมีจุดหมุนอยู่ที่เสารับโครงสร้างทั้งสองเสาเพื่อความมั่นคงในการหมุน จุดประสงค์ของการหมุนถังให้คว่ำลงได้ของเครื่องผสมปูนซีเมนต์นั้น ก็เพื่อจะนำเอาปูนซีเมนต์และส่วนผสมที่ผสมเข้ากันดีแล้วออกจากถังผสมเพื่อนำไปใช้งานต่อไป

ภาพที่ 156

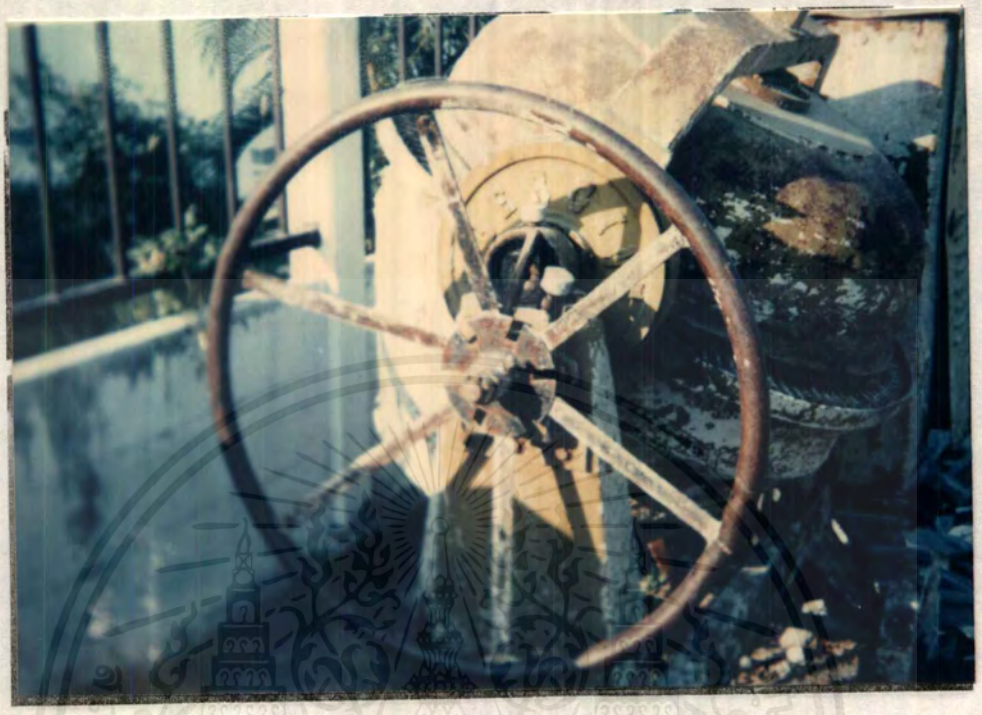
แสดงลักษณะของพวงมาลัยหมุนถัง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 157

แสดงลักษณะการหมุนคว่ำคงของถัง



ข้อดีและข้อเสียของระบบการหมุนคว่ำภาชนะ

ข้อดี

1. สามารถทุ่นแรงในการนำวัตถุออกจากถัง
2. เหมาะสมกับการนำวัตถุที่มีน้ำหนักมากออกจากภาชนะ
3. เป็นระบบที่ง่ายต่อการผลิต

ข้อเสีย

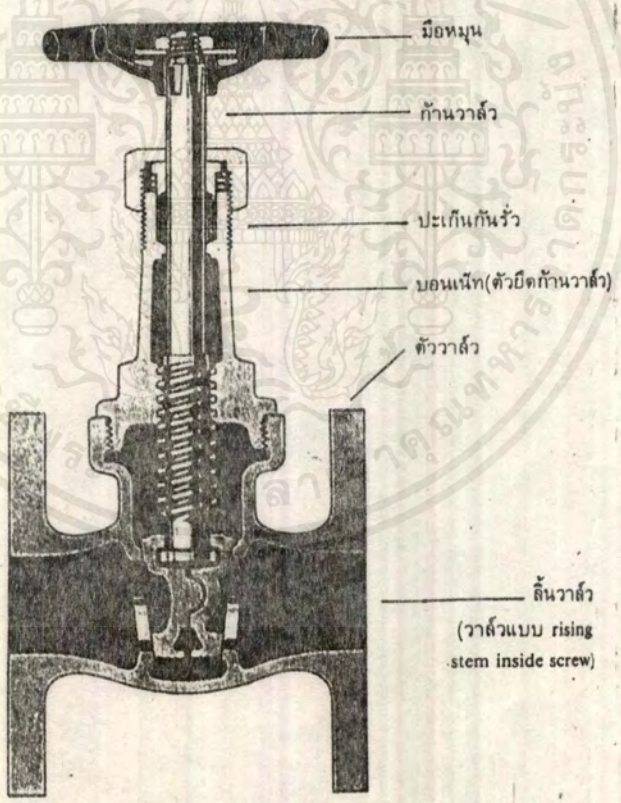
1. มีขนาดใหญ่
2. ไม่สามารถกำหนดปริมาณการเทได้
3. ควบคุมการเทลำบาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบใช้วาล์วเปิดหรือปิด

ในระบบขนส่งหรือระบบใช้งานของของเหลวทุกชนิด สิ่งหนึ่งที่จะขาดไม่ได้เลยคือวาล์วนั่นเอง ไม่ว่าจะเป็นวาล์วที่ใช้ในการเปิดหรือปิด การควบคุมปริมาณการควบคุมทิศทางการไหลวาล์วถูกนำมาใช้ควบคุมการไหลทุกชนิดไม่ว่าเป็นน้ำ น้ำมัน ไอน้ำ กรด สารเคมี หรือแก๊สทั้งหลาย รวมทั้งของเหลวที่มีของแข็งแฝงอยู่เช่นในเยื่อกระดาษ หรือของเหลวประเภทน้ำเสียเป็นต้น ซึ่งในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลลักษณะและคุณสมบัติการใช้งานของวาล์วเพื่อนำมาใช้เป็นอุปกรณ์ในการนำเยื่อปอสาที่ได้ผ่านการตีจนละเอียดแล้วออกจากถังตี ซึ่งลักษณะของสิ่งที่จะนำออกจากถังตีนั้นจะเป็นของเหลวคือจะเป็นการผสมกันระหว่างเยื่อกระดาษและน้ำ

ภาพที่ 158
แสดงโครงสร้างของวาล์ว



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงสร้างของวาล์ว

สำหรับโครงสร้างของวาล์วไม่ว่าจะเป็นประเภทไหนก็ตามเราสามารถ แบ่งออกได้เป็น 5 ส่วนดังนี้

ตัววาล์ว (body) หมายถึง ส่วนที่เป็นตัวของวาล์ว ซึ่งจะมีช่องทางให้ของไหลเข้าและออก ซึ่งจะเป็นวาล์วชนิดช่องทางเดียว (single port value) ซึ่งเป็นวาล์วแบบสามัญธรรมดาทั่วไป นอกจากช่องทางเข้าออกนี้แล้วก็จะมีส่วนปาของวาล์วซึ่งเอาไว้รับลิ้นวาล์วที่จะสอดลงมา ก่อให้เป็นช่องทางปิดหรือเปิดที่ของไหลผ่านเข้าและออกจากตัววาล์ว

ลิ้นวาล์ว (disc) ลิ้นวาล์วจะมีลักษณะต่างกันไปตามชนิดของวาล์ว ส่วนใหญ่ลิ้นของวาล์วจะทำด้วยโลหะตัน (Solid wedge) ซึ่งเป็นโลหะชิ้นเดียว แต่อาจจะเซาะตรงส่วนกลางของลิ้นเพื่อให้มีความยืดหยุ่นมากยิ่งขึ้น ลิ้นชนิดนี้เหมาะสำหรับการใช้กับของเหลวในท่อที่เป็นน้ำ น้ำมัน หรือแก๊ส นอกจากนี้ก็อาจจะเป็นลิ้นที่ประกอบด้วย โลหะสองแผ่นมาประกบกัน (double disc) ซึ่งเหมาะสำหรับการใช้งานทางด้านการประปาและกับระบบของเหลวที่เป็นของเสียซึ่งลิ้นแต่ละด้านจะสามารถอุดดันของเหลวสองข้างมาผสมถึงกันได้ในขณะที่วาล์วถูกปิด

ก้านวาล์ว (stem) ก้านวาล์วจะเป็นส่วนที่ดึงลิ้นขึ้น และลงจากบ่าวาล์ว ดังนั้นปลายข้างหนึ่งของก้านวาล์วจะยึดอยู่กับลิ้น ส่วนปลายอีกข้างหนึ่งของก้านวาล์วจะโผล่พ้นตัววาล์วออกไปและจะเป็นส่วนที่ติดกับส่วนหมุนวาล์ว เช่น มือหมุน (hand wheel) เนื่องจากลิ้นจะต้องมีหน้าที่ขึ้นลงโดยโผล่ออกมาจากตัววาล์ว (rising stem) หรือก้านวาล์วจะอยู่กับที่ แต่ตัวลิ้นเป็นตัวเคลื่อนขึ้นตามก้านวาล์วเองก็ได้

ส่วนยึดก้านวาล์ว (bonnet) ส่วนนี้จะเป็นส่วนที่จะยึดติดกับตัววาล์ว แล้วต่อขึ้นไปเป็นโครงที่สอดก้านวาล์ว เราสามารถแบ่งเป็น 5 ประเภทคือ

1. ประเภทที่ใช้วิธีปั่นตัว bonnet เข้ากับตัววาล์ว (serew type)แบบนี้จะใช้วิธีการทำตัว bonnet ให้เป็นเกลียวตัวผู้และทำตัววาล์วให้เป็นตัวเมีย แล้วขันสวมเข้าด้วยกัน

2. แบบใช้ยูเนียมข้น (union type) เป็นชนิดที่ตัว bonnet และตัววาล์วเป็นเกลียวตัวผู้ทั้งสองอัน และใช้ตัว union ที่เป็นตัวเมียมาสวมขันเข้าไปอีกทีหนึ่ง

3. แบบใช้หน้าแปลน (flanged type) การยึด bonnet กับวาล์วประเภทนี้จะใช้การทำเป็นหน้าแปลนสองอันมาประกบกันและใช้ตัวโบลทขันเข้าด้วยกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. แบบไม่มีบอนเน็ท (bonnetless type) วาล์วลักษณะนี้จะใช้วิธีหล่อส่วนที่จะยึดก้านวาล์วเป็นชิ้นเดียวกับตัววาล์วไปเลย

5. แบบใช้การเชื่อม (seal welded type) ในกรณีที่วาล์วนั้นถูกใช้งานกับความดันที่สูงมาก ๆ อาจจะใช้วิธีการเชื่อมตัว bonnet เข้ากับตัววาล์วโดยตรง ซึ่งจะไม่สามารถถอดตัว bonnet ออกจากตัววาล์วได้เลย

การยึดวาล์วกับท่อ

สำหรับการยึดวาล์วเข้ากับท่อที่พบเห็นกันอยู่ทั่วไปจะมีด้วยกันเป็นประเภทใหญ่ ๆ 4 ประเภทด้วยกันกล่าวคือ

ต่อโดยใช้เกลียว (screw type) การต่อวาล์วเข้ากับท่อแบบนี้เป็นวิธีการที่ใช้กันอยู่อย่างกว้างขวางและสามารถใส่ใช้ได้กับท่อที่มีความดันทุกระดับ การต่อท่อทำได้โดยเกลียวที่ตัวท่อเป็นเกลียวตัวผู้ ที่เป็นมาตรฐานเดียวกับวาล์วแล้วหมุนท่อนั้นเข้ากับเกลียวตัวเมียของวาล์ว แต่อย่างไรก็ตามจะต้องใส่ตัวยูเนี่ยนที่ช่วงท่อช่วงใดช่วงหนึ่งด้วยเพื่อประโยชน์ในการที่จะถอดตัวท่อออกจากตัววาล์วในภายหลัง การต่อท่อเข้ากับวาล์วโดยใช้เกลียวนี้จะมีที่ใช้กันอยู่อย่างแพร่หลายโดยทั่วไป โดยเฉพาะสำหรับท่อที่มีขนาดเล็กแต่สำหรับท่อที่มีขนาดใหญ่การทำเกลียวจะทำได้ยากรวมทั้งการต่อท่อเข้ากับวาล์วก็จะต้องหมุนท่อที่มีขนาดใหญ่ด้วย ดังนั้นสำหรับท่อที่มีขนาดตั้งแต่ 2 นิ้วครึ่ง หรือ 3 นิ้วขึ้นไปมักจะใช้วิธีการต่อชนิดอื่น

การต่อท่อโดยใช้หน้าแปลน (flanged type) การต่อท่อชนิดนี้จะต้องเปลืองหน้าแปลนสำหรับการติดตั้งสำหรับท่อที่จะนำมาประกบกับวาล์วทั้งสองข้าง เมื่อทำการเชื่อมหน้าแปลนเข้ากับท่อแล้ว ก็จะนำวาล์วมาติดตั้งแล้วทำการขันนัทและโบลท์ผ่านรูของหน้าแปลนและตัววาล์ว หน้าแปลนนี้นอกจากจะเป็นแบบเรียบแล้วก็ยังอาจจะใช้ชนิดที่มีสิ้นและร่องก็ได้แต่ต้องกำหนดหน้าแปลนตัวผู้และตัวเมียที่พอดีกัน การต่อท่อแบบนี้จะมีราคาแพงเพราะต้องเปลืองหน้าแปลน แต่จะสามารถถอดตัววาล์วออกจากท่อได้สะดวกโดยการขับน้อตและโบลท์ออกและสำหรับการต่อท่อที่มีขนาดใหญ่ที่ไม่สามารถทำเกลียวได้แล้ว การต่อท่อชนิดนี้ก็นับว่าจำเป็น

การต่อท่อแบบเชื่อม (welded type) การต่อท่อเข้ากับวาล์วชนิดนี้จะใช้ในพวกท่อเหล็กข้อต่อและวาล์ว สำหรับในการใช้กับวาล์วมักจะจำกัดอยู่เฉพาะสำหรับการใช้กับงานที่มีอุณหภูมิและความดันสูง ซึ่งต้องการใช้งานที่มั่นใจได้ว่าจะไม่มีการรั่วไหลลดลอดระยะเวลาการใช้งานนานๆ แต่จะมีข้อเสียคือการถอดวาล์วจากตัวท่อเพื่อนำมาบริการนั้นทำได้ยาก วาล์วที่เหมาะสำหรับการเชื่อมนี้จะต้องมีส่วนปลายที่ได้รับการออกแบบมาสำหรับการต่อโดยการเชื่อมโดยเฉพาะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การต่อโดยการเชื่อมประสาน (braze or soldering type) การต่อวิธีนี้ก็เป็นลักษณะของการเชื่อมตัววาล์วเข้ากับท่อเช่นเดียวกันโดยมีจุดมุ่งหมายสำหรับการใช้งานในด้านที่มีอุณหภูมิสูงโดยเฉพาะ สำหรับการ brazing ซึ่งจะใช้กับพวกวาล์วและข้อต่อที่เป็นทองเหลืองส่วนการเชื่อมโดยการบัดกรี soldering นั้นส่วนใหญ่จะใช้กับท่อทองแดงและใช้สำหรับงานที่มีความดันไม่สูงมากนัก ไม่สามารถใช้กับงานที่มีอุณหภูมิสูงได้เช่นเดียวกับการ brazing เนื่องจากอุณหภูมิของตัวเชื่อมประสานมีจุดหลอมเหลวที่ไม่สูง

การต่อท่อแบบใช้แฟลร์ (flare type) ปกติจะใช้กับวาล์วและข้อต่อที่เป็นโลหะและพลาสติกซึ่งจะมีขนาดจำกัดโดยโตไม่เกิน 2 นิ้ว การต่อท่อโดยการใช้แฟลร์นี้ทำให้สามารถแยกตัววาล์วออกจากท่อได้อย่างรวดเร็ว

การแบ่งวาล์วเราสามารถแบ่งตามหน้าที่ใช้งาน พอจะแบ่งได้ออกเป็น 4 ประเภทด้วยกันคือ

วาล์วที่ใช้ในการปิดหรือเปิด (on off type)

วาล์วที่ใช้ในการควบคุมปริมาณการไหล (flow regulating type)

วาล์วที่ใช้ควบคุมทิศทางการไหล (single direction type)

วาล์วพิเศษอื่นๆ (special type)

ซึ่งเราจะสามารถแบ่งวาล์วออกตามหน้าที่การใช้งานหลักๆ ดังที่ได้กล่าวไปแล้วนี้ แต่วาล์วบางประเภทก็จะมีหน้าที่ก้ำกึ่งกันระหว่างหน้าที่ปิดเปิดกับหน้าที่ควบคุมอัตราการไหลด้วย แต่ก็มักจะมีหน้าที่หนักไปด้านใดด้านหนึ่งจึงได้จัดแยกไว้ในหัวข้อแต่ละประเภท ในที่นี้จะกล่าวเฉพาะวาล์วที่สามารถนำมาใช้งานกับงานวิจัยได้อย่างเหมาะสมเท่านั้น

วาล์วที่ใช้ในการปิดหรือเปิด เกทวาล์ว (gate valve) เป็นวาล์วขั้นพื้นฐานที่คนส่วนใหญ่รู้จักกันดีอยู่แล้ว โครงสร้างจะประกอบด้วยสิ้นที่ถูกเคลื่อนที่ด้วยการหมุนตัวก้านวาล์ว และลิ้นนี้จะเคลื่อนที่ขึ้นลงในทิศทางที่ตั้งฉากกับการเคลื่อนที่ของของไหล เกทวาล์วมีโครงสร้างที่แตกต่างกันออกไปทั้งในด้านของบ่าวาล์ว ก้านวาล์วหรือในด้านเกี่ยวกับการยึดบอนเน็ทกับตัววาล์ว นอกจากนี้แล้วยังมีขนาดและน้ำหนักที่แตกต่างกันออกไป

การใช้งาน เกทวาล์วจะถูกใช้ในการทำหน้าที่เป็นวาล์วที่ใช้ในการปิดหรือเปิดเท่านั้น คือวาล์วจะอยู่ในตำแหน่งที่เปิดสุดหรือไม่ก็ปิดสุด จึงจะเป็นการใช้งานที่ถูกต้อง การเลือกจะมีความสำคัญมากโดยเฉพาะในกรณีของไหลเป็นชนิดที่มีการกัดกร่อน

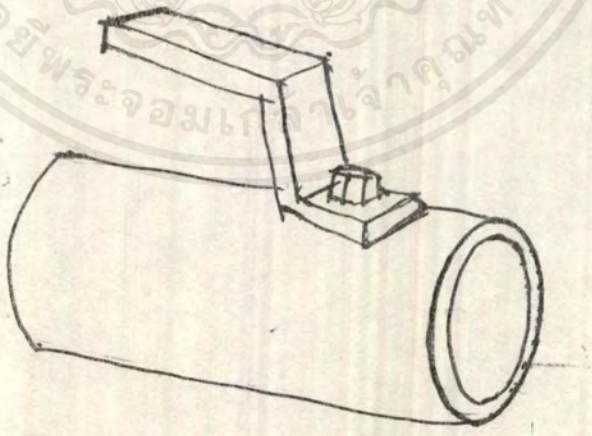
ข้อดี เกทวาล์วมีข้อดีหลายประการนั่น ก็คือ เมื่อเทียบกับวาล์วที่ใช้ในการทำหน้าที่ปิดเปิดชนิดอื่นแล้ว เกทวาล์วจะมีขนาดค่อนข้างบางกว่า ซึ่งทำให้มีน้ำหนักน้อยกว่าและมีราคาถูกกว่า โดยเฉพาะสำหรับวาล์วใหญ่ๆ จากการที่กินเนื้อที่น้อยนี่เองจึงทำให้เหมาะสำหรับการติดตั้งในเนื้อที่ค่อนข้างจำกัด สำหรับช่องทางที่ของไหลจะผ่านตัววาล์วก็จะเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ช่องทางตรงและมักจะมีเนื้อที่เกือบเท่ากับขนาดท่อเมื่อวาล์วเปิดสุด ดังนั้นจึงทำให้ความดันลด (pressure drop) ของวาล์วต่ำมาก จึงทำให้ความดันลดที่จะต้องรวมเข้าไปกับระบบท่อทั้งหมดมีค่าต่ำ นอกจากนั้นยังไม่ต้องการสารหล่อลื่นสำหรับตัวชิ้นส่วนลิ้นและส่วนภายใน ดังนั้นจึงไม่ก่อให้เกิดความสกปรกแก่ของไหลนั้นจะเล็ดรอดออกไปได้

ข้อเสีย ส่วนบ่าของเกทวาล์วมักจะเป็นชิ้นเดียวกับตัววาล์ว ดังนั้นจึงมักจะทำให้เกิดส่วนที่เป็นกระเปาะ (pocket) ตรงส่วนล่างของวาล์วใต้บ่าวาล์วลงไป ซึ่งอาจจะมีพวกเศษผงเศษของแข็งไปกองอยู่ได้ทำให้ไม่สามารถเปิดวาล์วให้สนิทได้ ดังนั้นเกทวาล์วจึงเหมาะสำหรับการใช้กับของไหลที่ค่อนข้างสะอาด และไม่เหมาะสมกับการใช้กับของไหลที่มีของแข็งหรือตะกอนปะปนอยู่ด้วย นอกจากนี้บริเวณปะเก็นก็เป็นจุดอ่อนอีกแห่งหนึ่งของเกทวาล์วซึ่งอาจจะเกิดปัญหาได้สำหรับการใช้กับของไหลที่มีการกัดกร่อนมากๆ และโดยเฉพาะสำหรับการใช้งานที่มีอุณหภูมิและความดันของของไหลสูงมากๆ จุดอ่อนที่สำคัญอีกอันหนึ่งของเกทวาล์วก็คือ จะต้องใช้วาล์วในการปิดหรือเปิดเท่านั้น จะไม่สามารถใช้ในการหรี่หรือควบคุมปริมาณการไหลของของไหลด้วยการเปิดวาล์วครึ่งๆ กลางๆ ได้เลย เพราะปริมาณของไหลจะเปลี่ยนแปลงน้อยมากในขณะที่ลิ้นปิดไม่สนิทยกเว้นจนกระทั่งลิ้นใกล้จะปิดแล้วซึ่งจะก่อให้เกิดของไหลที่มีความเร็วสูงไหลผ่านลิ้น และจะทำให้ตัวลิ้นสั่นสะเทือนทำให้เกิดการสึกหรอของตัวลิ้นและบ่าวาล์วเป็นอย่างมาก

ภาพที่ 159
แสดงลักษณะของวาล์วที่ใช้ในการเปิดปิด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อดีและข้อเสียของระบบการเปิดปิดโดยใช้วาล์ว

ข้อดี

1. สะดวกในการใช้งาน
2. ทุ่นแรง
3. สามารถกำหนดปริมาณได้สะดวก
4. เหมาะสมสำหรับการลำเลียงของเหลว

ข้อเสีย

1. เมื่อเสียบำรุงรักษาภายในยากต้องเปลี่ยนวาล์วเลย
2. ใช้ได้กับวัตถุที่เป็นของเหลวเท่านั้น

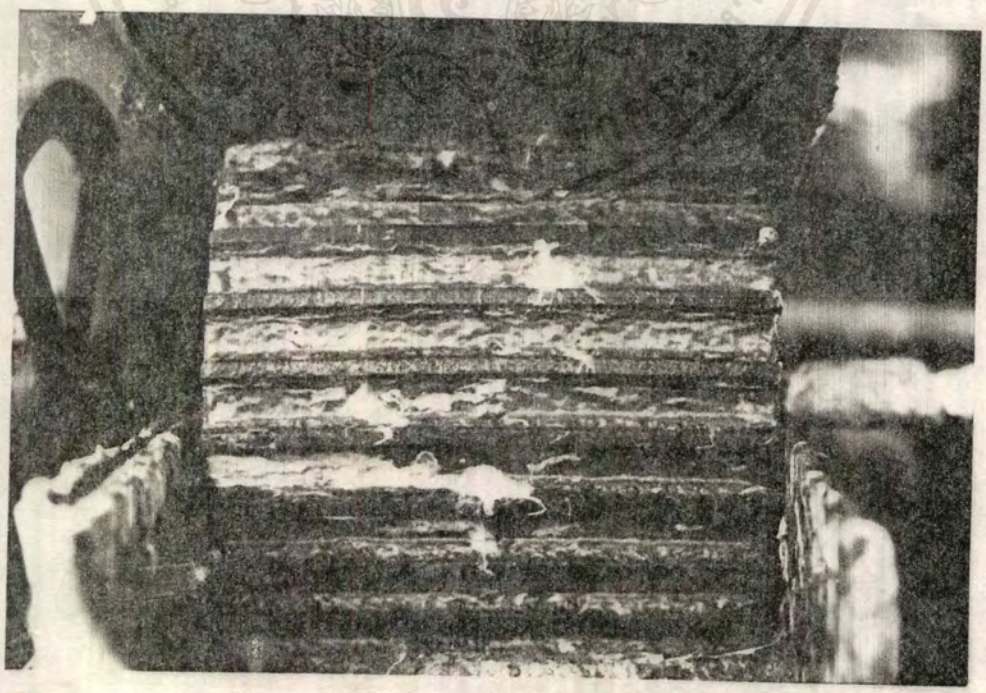
3.4.15 การศึกษาข้อมูลด้านใบมีดที่ใช้สำหรับปั่นเยื่อปอสา

ใบมีดแบบเฟือง

ใบมีดที่ใช้ในการปั่นเยื่อปอสาให้เป็นเยื่อที่ใช้สำหรับทำกระดาษสานั้น ในปัจจุบันมีลักษณะคล้ายเฟืองแต่จะมีรูปทรงเป็นทรงกระบอกในเครื่องเสร็จจะมีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 30 ซ.ม. ความยาว 30 ซ.ม. ลักษณะของใบมีดจะไม่คมมากเพื่อจะได้ไม่ไปตัดเส้นใยจนละเอียดจนเกินไป การวางใบมีดจะวางในลักษณะแนวนอนและมีฝาครอบเพื่อป้องกันน้ำกระเด็นเวลาปั่นเยื่อปอสา

ภาพที่ 160

แสดงใบมีดปั่นเยื่อปอสา

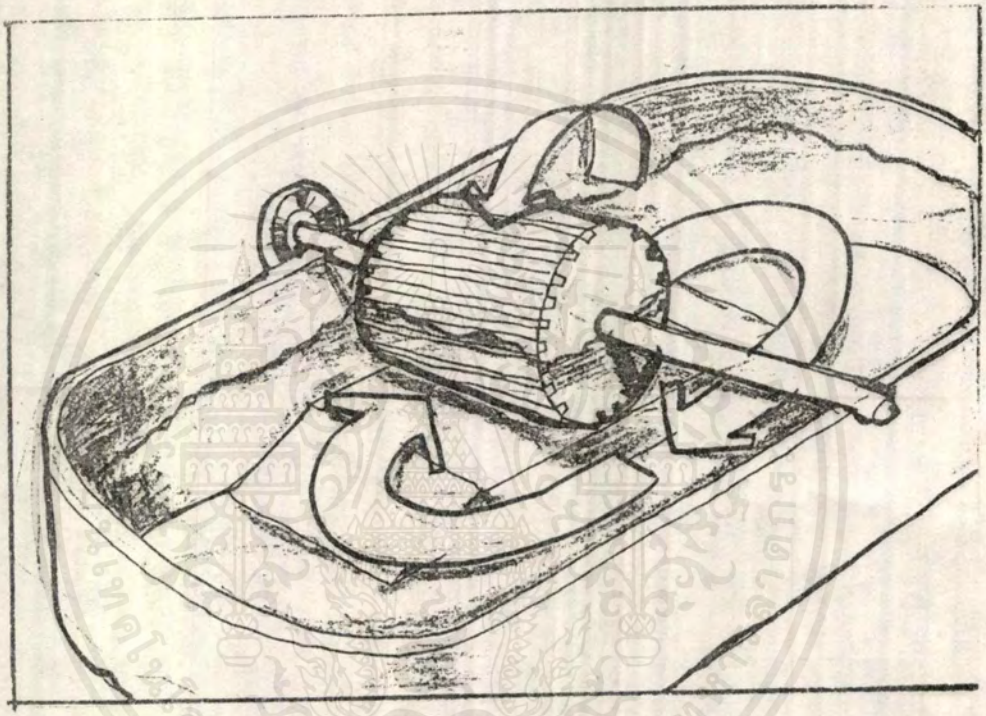


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการปั่นเปลือกปอสาให้เป็นเยื่อในเครื่องปั่นนั้นจะต้องใส่เปลือกปอสาที่ต้มแล้วพร้อมน้ำในเครื่องเปื่องเปิดเครื่องการหมุนของใบมีดจะทำให้น้ำและเปลือกปอสาหมุนเป็นเลข "0" ซึ่งน้ำจะหมุนเข้าทางด้านหน้าและออกทางด้านหลัง ฟันของใบตัดจะสัมผัสกับส่วนรองรับน้ำและเปลือกปอสาเล็กน้อยเพื่อเป็นการตัดเปลือกปอสาให้ละเอียด

ภาพที่ 161

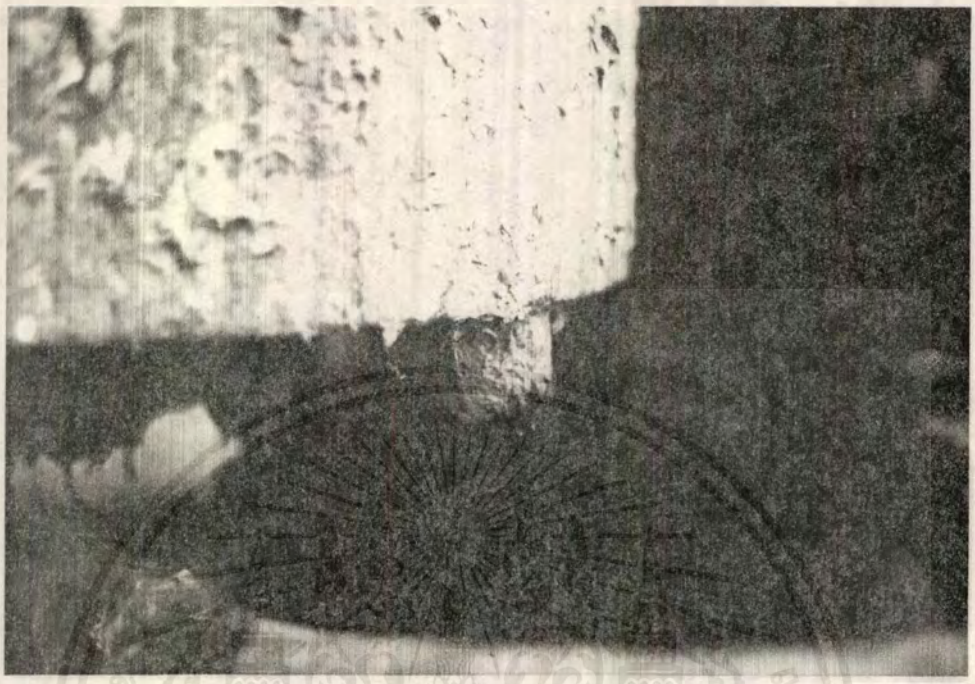
แสดงการหมุนของใบมีดปั่น



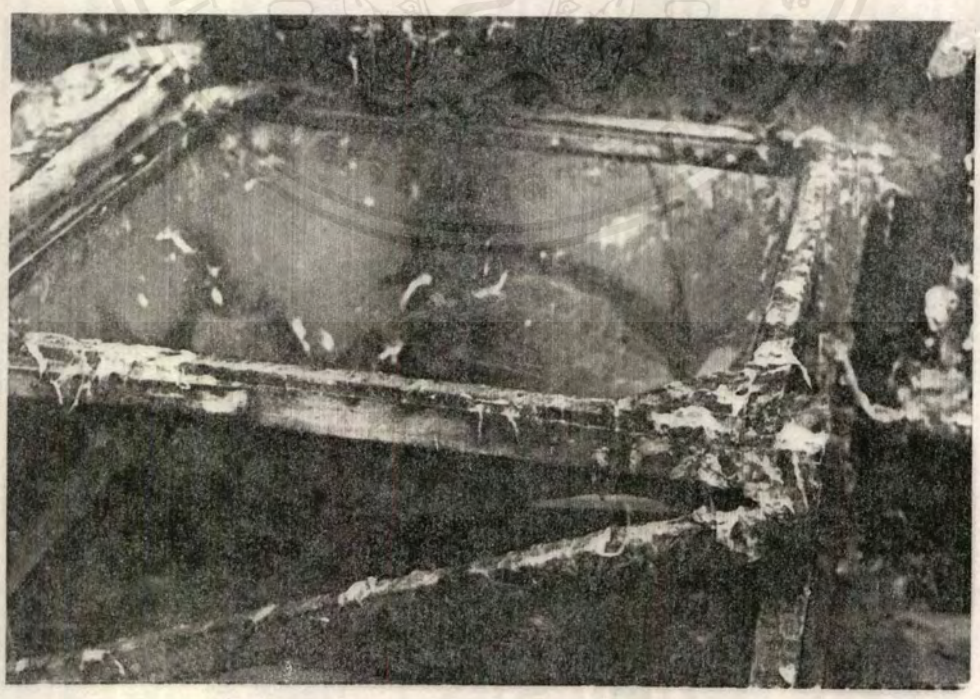
เมื่อปั่นเสร็จจะนำเอาเยื่อปอสาออกจากเครื่องด้วยการปล่อยน้ำออกจากท่อซึ่งอยู่ด้านล่างของเครื่องซึ่งจะนำเอาตะแกรงผ้ามู่ลี่โปรงเยื่อโดยตะแกรงนี้จะกรองเอาเยื่อปอสาไว้และปล่อยน้ำทิ้งไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 162
แสดงท่อสำหรับปล่อยน้ำและเยื่อปอสา



ภาพที่ 163
แสดงตะแกรงรองเยื่อปอสาที่ปล่อยจากเครื่องปั่น

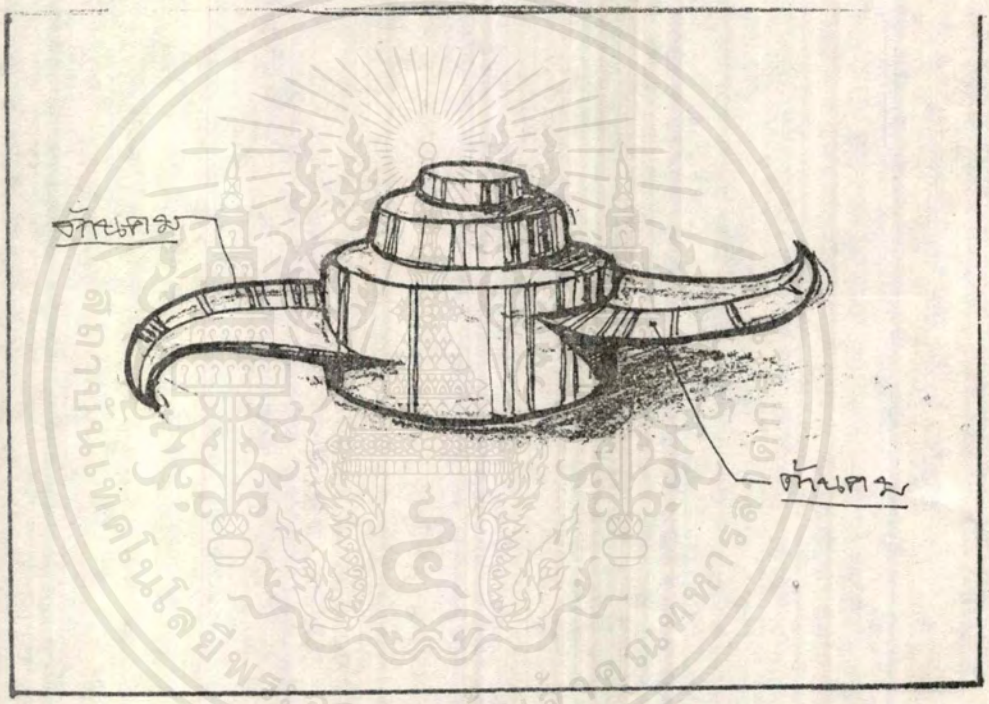


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบมีดที่ใช้ในเครื่องบดเนื้อหรือบดอาหาร

ลักษณะของใบมีดจะเป็นใบมีด 2 ใบที่ติดอยู่กับฐานเป็นรูปทรงกระบอกในระดับที่ต่างกันสามารถถอดออกจากตัวเครื่องบดได้เพื่อความสะดวกในการทำความสะอาด ในการล็อคจะมีเขี้ยวสำหรับล็อคใบมีดกับแกนที่เยื่อออกมาจากมอเตอร์ใบมีด ผลิตโดยใช้สแตนเลส เพราะมีความคงทนไม่เป็นสนิม ลักษณะของใบมีดจะมีด้ามหนึ่งที่ลับให้คมเพื่อให้ใช้สำหรับบดเนื้อ

ภาพที่ 164
แสดงลักษณะของใบมีดบดเนื้อ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบมีดสำหรับน้ำแข็งในเครื่องปั่นน้ำแข็ง

ลักษณะของใบมีดจะมีลักษณะเป็น 4 ใบจะตั้งขึ้น 2 ใบ และพับลงในแนวดิ่ง 2 ใบ ใบมีดจะมีความแข็งมากจะไม่ยาวมาก คือยาวประมาณ 2 ซ.ม. จะติดอยู่บนฐานพลาสติกรูปทรงกระบอกซึ่งจะติดอยู่ที่ก้นยองตัวภาชนะที่สำหรับใช้ใส่น้ำแข็งเพื่อปั่นให้ละเอียดแล้วจะนำภาชนะนี้ไปเสียบกับตัวเครื่องซึ่งมีมอเตอร์อยู่เพราะของมอเตอร์จะเสียบเข้าตรงกึ่งกลางของใบมีด เพื่อมอเตอร์หมุนใบมีดก็จะหมุนตามไปด้วย

ภาพที่ 165

แสดงลักษณะของใบมีดปั่นน้ำแข็ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบมีดสำหรับขูดมะพร้าวในเครื่องขูดไฟฟ้า

ลักษณะของใบมีดสำหรับขูดมะพร้าวนี้จะมีลักษณะเป็นไม้รูปทรงกระบอกมีเหล็กแหลมตัว O ตอกอยู่โดยรอบซึ่งจะทำหน้าที่ในการขูดมะพร้าวให้เป็นฝอย โดยการเสียบเนื้อมะพร้าวที่กะเทาะเปลือกแล้วเข้าด้านบน การขูดจะใช้กำลังจากมอเตอร์ในการหมุนใบมีดให้หมุน

ภาพที่ 166

แสดงลักษณะใบมีดของเครื่องขูดมะพร้าว

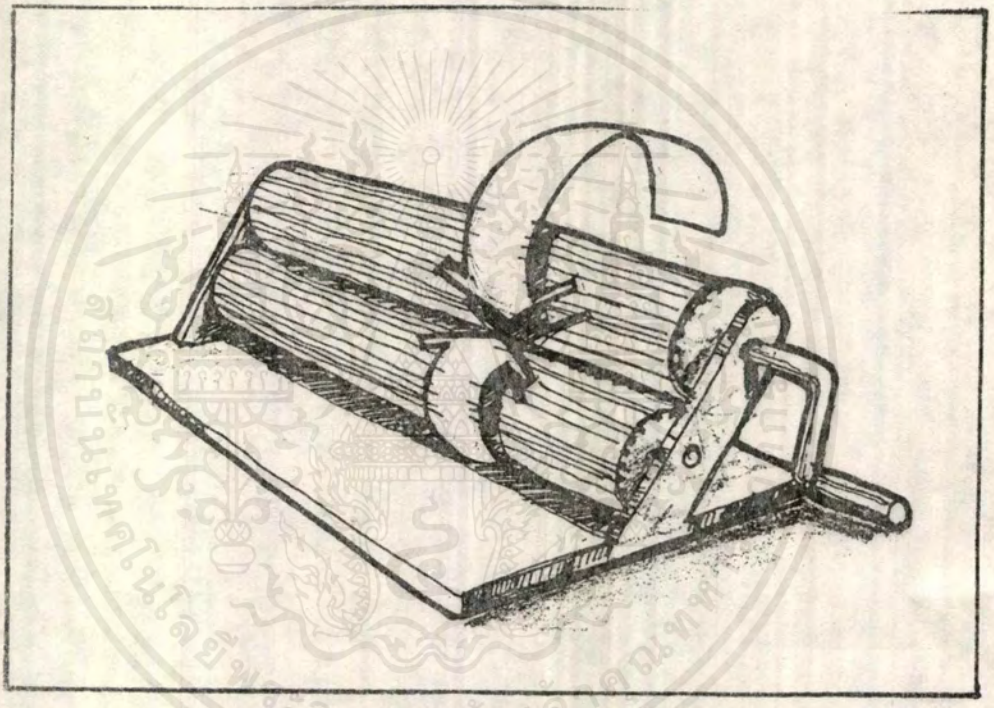
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบมีดแบบลูกกลิ้ง

ลักษณะของการใช้อุปกรณ์ชิ้นนี้คือเครื่องบดปลาหมึกจำทำลูกกลิ้ง ให้มีลักษณะคล้ายเฟือง ที่มีความหนามาก ๆ 2 ตัวหมุนเข้าหากัน วัสดุที่ลูกหนีบจะลูกอัดระหว่างลูกกลิ้ง 2 ลูกนี้แล้วจะออกมาอีกด้านหนึ่ง ถ้าลักษณะฟันของเฟืองบดมีความคมมากก็จะทำให้วัตถุที่ลูกอัดขาดออกจากกันได้แต่ถ้าฟันเฟืองไม่คมมาก ก็จะต้องให้ความเร็วในการหมุนจึงจะทำให้วัตถุที่ลูกอัดอยู่ขาดได้

ภาพที่ 167

แสดงลักษณะของเครื่องบดปลาหมึก



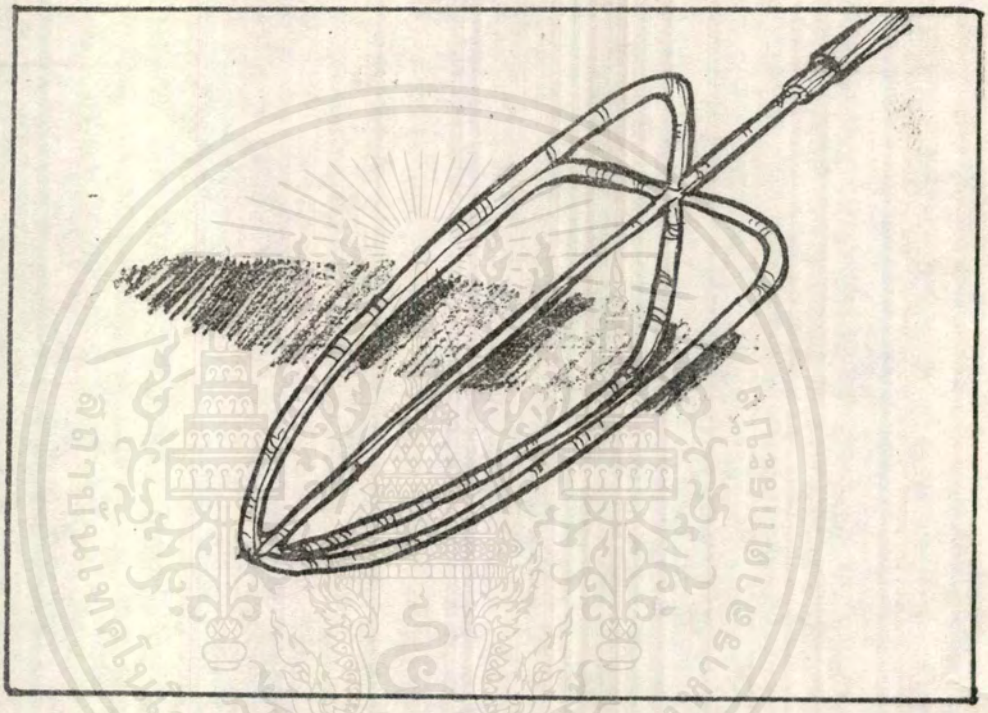
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบมีดในการผสมแป้งเพื่อทำขนม

ลักษณะของใบมีดชนิดนี้จะเป็นลักษณะ 4 แฉกตั้งแต่ขอบบนจนถึงก้นภาชนะในการปั่นแป้งใบปั่นจะสัมผัสกับขอบภาชนะเพื่อเป็นการผสมแป้งเข้าด้วยกันแป้งจะถูกคนโดยทั่วถึงการทำงานจะมีแกนที่ต่อจากใบมีดไปยังมอเตอร์ที่อยู่ด้านบนเมื่อเปิดสวิทช์เครื่องจะทำงาน

ภาพที่ 168

แสดงลักษณะของใบมีดผสมแป้ง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.16 การศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับปะเก็นกันน้ำ

ปะเก็นเป็นชิ้นส่วนที่สำคัญมากส่วนหนึ่งที่ช่วยป้องกันการไหลออกหรือการแทรกซึมของวัสดุเหลว, ก๊าซหรือของแข็ง (เช่น ฝุ่น) ในบริเวณที่ชิ้นส่วนมาเชื่อมต่อกัน

ประเภทของปะเก็น

ปะเก็นจะแบ่งออกเป็นลักษณะของปะเก็นสถิตย์ (STATIC) และปะเก็นพลวัตหรือปะเก็นแบบหยุ่นตัว (DYNAMIC) ปะเก็นที่กล่าวมาทั้งสองนี้จะนำมาใช้งานในลักษณะเป็นปะเก็นรับแรงดันและปะเก็นป้องกัน

ก. ปะเก็นแรงดัน มีหน้าที่อุดกั้นช่องว่างต่างๆของชิ้นส่วนที่ยึดเข้าด้วยกัน ที่มีแรงดันมากระทำ ดังนั้นปะเก็นจะมีผลต่อประสิทธิภาพของปั๊มและกำลังงานที่ได้จากเครื่องต้นกำลังเป็นอย่างมาก

ข. ปะเก็นป้องกัน มีหน้าที่ป้องกันการแทรกซึมของวัสดุภายนอก (เช่น ฝุ่น) หรือป้องกันการไหลซึมออกของน้ำมันหล่อลื่นจากรอยต่อของชิ้นส่วนที่ยึดเข้าด้วยกัน

ในการใช้งานในหลายลักษณะ ปะเก็นจะทำหน้าที่ทั้งสองได้

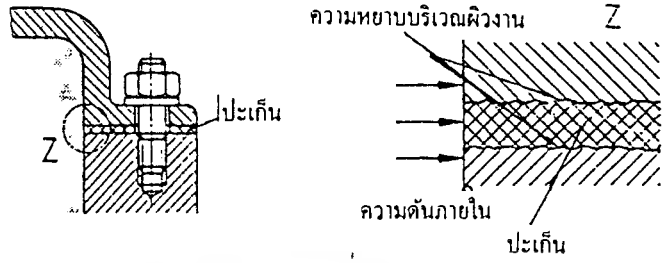
ปะเก็นรับแรงดันลักษณะปะเก็นสถิตย์ ผิวโลหะที่ผ่านการปาดผิวจะมีความหยาบมากน้อยไม่เท่ากันด้วยเหตุนี้ผิวหน้าที่มาสัมผัสกันจะมีตำแหน่งผิวสัมผัสไม่เพียงพอที่จะป้องกันการรั่วเล็ดลอดของของเหลวหรือก๊าซได้แต่ถ้าหากมีการเจียระไนผิวที่สัมผัสกันแล้วก็จะทำให้ผิวนี้สามารถอุดป้องกันการรั่วได้มากขึ้นจนไม่จำเป็นต้องใช้น้ำยาทากันการรั่วก็ได้ ปะเก็นโลหะบนผิวโลหะจะมีข้อดีว่าสารที่ใช้ทำงานจะไม่สามารถทำให้วัสดุปะเก็นสกปรกได้ ปะเก็นนี้นิยมนำมาใช้ระหว่างลิ้นเรียวและบ่าลิ้นในเครื่องยนต์เผาไหม้แต่ก็มีข้อเสียคือการจะเจียระไนให้ผิวบริเวณเล็กๆสัมผัสกันได้อย่างแม่นยำต้องใช้เวลาอย่างมากและทำให้ต้นทุนสูงขึ้นด้วย

ด้วยเหตุนี้จึงนิยมใช้ปะเก็นแบบมีไส้สอดอยู่ ปะเก็นนี้จะประกอบไปด้วยวัสดุที่สามารถเปลี่ยนรูปได้ที่สามารถอัดบนผิวที่ไม่เรียบได้ นั่นคือ ปะเก็นที่ยิ่งบางก็ยิ่งมีผิวจับผิวงานน้อยลง ซึ่งจะทำให้ถูกอัดทำลายได้ง่าย

วัสดุปะเก็นจะต้องมีการเลือกให้เหมาะกับภาระความดันภายใน, อุณหภูมิ, และปฏิกิริยาทางเคมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

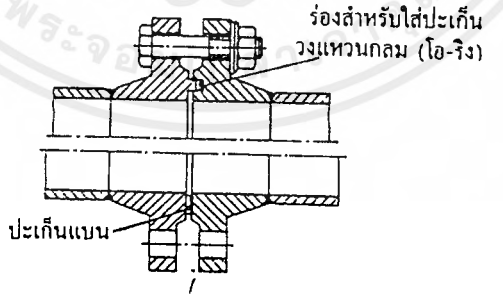
ภาพที่ 169
ปะเก็นบริเวณผิวสถิตย์



ปะเก็นอ่อน

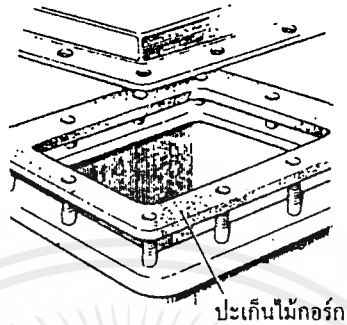
จะผลิตจากยาง, หนัง, วัลเคไนซ์ไฟเบอร์, กระดาษ (ส่วนมากจะจุ่มชุบในน้ำมันหรือเรซิลพลาสติก) และวัสดุแอสเบสตอส (60 ถึง 90 %) โดยให้ยางเทียมหรือพลาสติกเรซิลเป็นสารเชื่อมประสาน รวมทั้งเศษหิน, แป้งที่ใช้ในการเติมรูพรุนปะเก็นอ่อนจึงใช้กับงานที่รับแรงดันต่ำและปานกลาง เมื่อใส่ปะเก็นวงแหวนกลมก็จะทำให้สามารถป้องกันแรงดันภายในได้โดยที่ไม่จำเป็นต้องขันอัดปะเก็นนี้มาก ๆ แต่อย่างใด

ภาพที่ 170
หน้าแปลนยึดต่อกันที่มีปะเก็นวงแหวนกลมและปะเก็นแบน



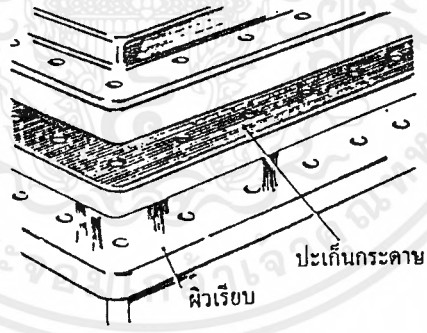
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก. ปะเก็นไม้กอร์กแผ่น ปะเก็นนี้มีใช้งานที่ความหนาแตกต่างกันตามแต่ที่ผู้ผลิตกำหนดให้ว่าใช้งานที่ความดันและอุณหภูมิเท่าใด ปะเก็นนี้ฉีกขาดง่ายจึงควรระมัดระวังในการประกอบ



ปะเก็นกระดาษจะใช้งานในที่อุณหภูมิไม่สูงมีความหนาบางแตกต่างกัน

ภาพที่ 171
ปะเก็นกระดาษ

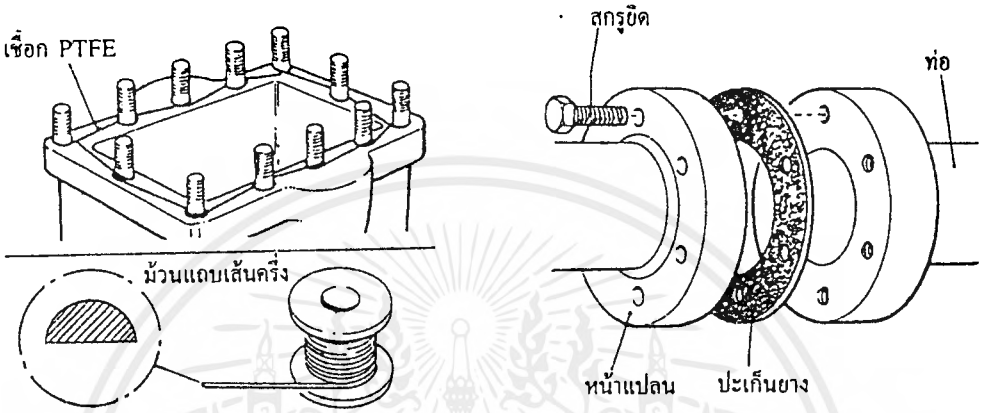


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปะเก็นเชือก โพลีเตตราฟลูออโรเอทีลีน เป็นแถบวัสดุที่มีความอ่อนและหยุ่นตัว เหมาะสำหรับใช้งานที่มีอุณหภูมิต่ำมาก ๆ

ปะเก็นยางและนีโอพรีน วัสดุนี้จะเหมาะเป็นปะเก็นหน้าแปลนของท่อน้ำเย็น

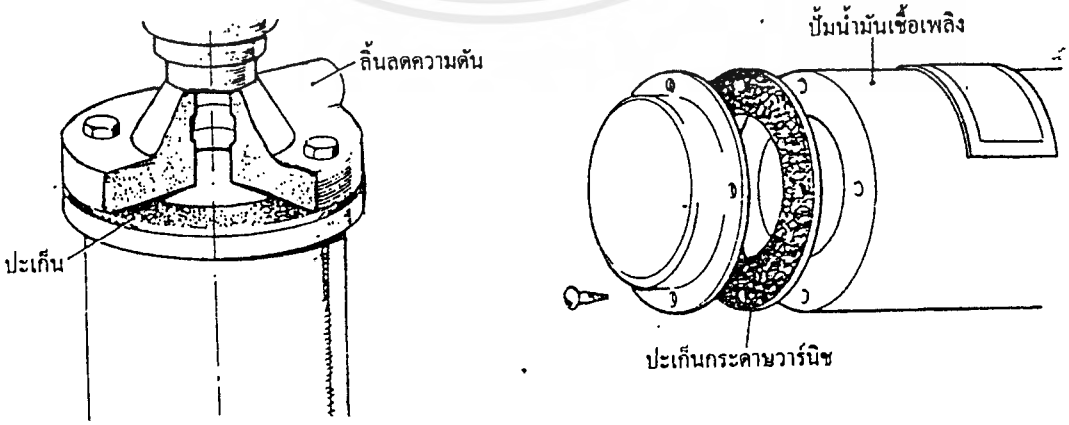
ภาพที่ 172
ปะเก็นเชือกและยา3



ปะเก็นผ้าจุ่มในแกร์ไฟต์ จะเหมาะนำมาใช้งานกับน้ำร้อนและข้อต่อไอน้ำ

ปะเก็นกระดาษวาร์นิช (Varnished Paper) เหมาะสำหรับใช้งานบริเวณที่สามารถดูดซับของเหลวให้เข้าไปอยู่ในปะเก็นได้ ด้วยเหตุนี้ปะเก็นกระดาษวาร์นิชจึงห้ามมีรอยร้าวหรือเกิดการเสียหายแต่อย่างใดก่อนทำการประกอบ

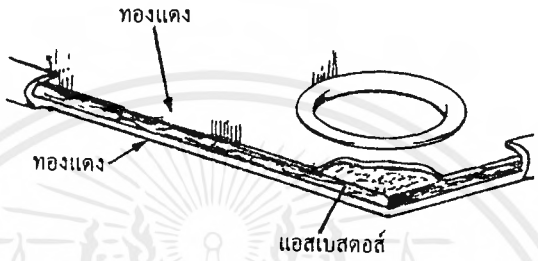
ภาพที่ 173
แสดงปะเก็นกระดาษวาร์นิช และผ้าจุ่มในแกร์ไฟต์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข. ปะเก็นโลหะวัสดุอ่อน จะทำจากวัสดุอ่อนที่มีเปลือกโลหะหุ้มอยู่หรือสอดอยู่ข้างใน เช่น ปะเก็นทองแดงแอสเบสตอส โดยวัสดุอ่อนจะทำหน้าที่อุดป้องกันการรั่วซึม ส่วนที่เป็นโลหะจะเพิ่มความแข็งแรงให้ปะเก็นใช้งานที่อุณหภูมิสูงได้ดี ก่อนประกอบให้ทาจาระบีเสียก่อน

ภาพที่ 174
ปะเก็นทองแดงหุ้มแอสเบสตอส



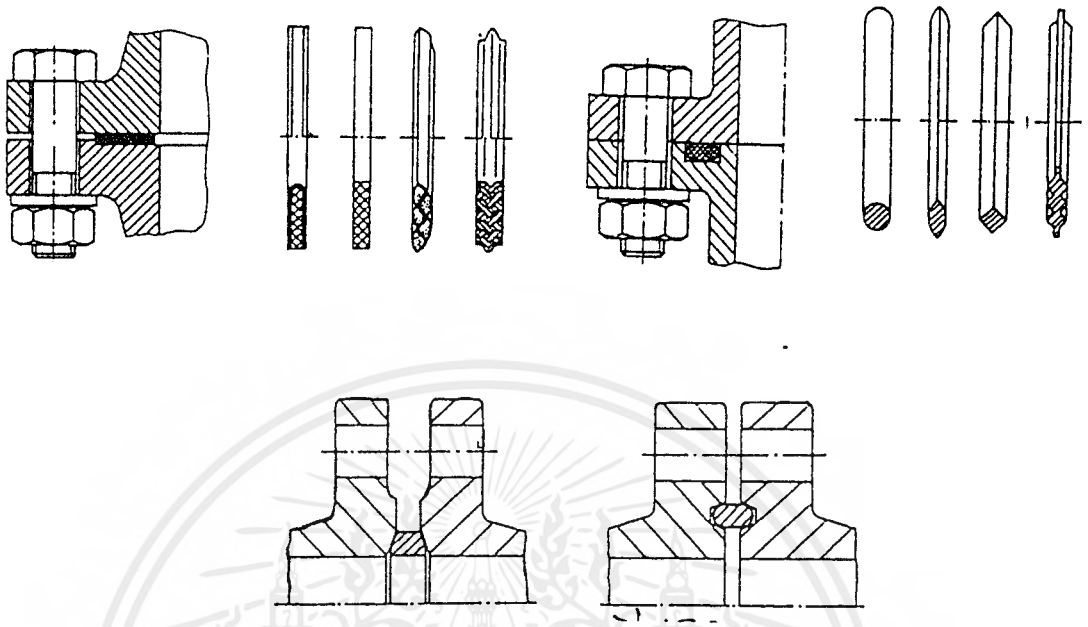
ปะเก็นแข็ง

เป็นปะเก็นที่ได้จากโลหะโดยขึ้นรูปขณะเย็น เช่น ทองแดง, ตะกั่ว, อลูมิเนียม เหล็กกล้าอ่อน, นิเกิล และมีบ่อยครั้งที่เคลือบผิวด้วยแกร์ไฟต์เพื่อป้องกันการกัดกร่อนระหว่างผิวโลหะที่จะสัมผัสกัน ปะเก็นเหมาะนำใช้กับงานที่รับความดันและอุณหภูมิสูง จึงต้องใช้แรงอัดกดปะเก็นนี้สูงด้วย เป็นสาเหตุให้การนำประกอบครั้งแรกที่ทำให้ปะเก็นรับความเครียดสูง และเมื่อทำการถอดประกอบอีกครั้งหนึ่งผิวจะมีความระเอียดผิวไม่เพียงพอที่จะใช้งานได้ ปะเก็นจึงอนุญาตให้งานได้เพียงครั้งเดียว

ก. ปะเก็นรูปพรรณ จะมีภาคตัดขวางที่มีลักษณะเมื่อได้รับความดันเพียงเล็กน้อยก็จะเปลี่ยนรูปไปอัดจับผิวที่ไม่เรียบได้ ปะเก็นแข็งส่วนใหญ่จะนิยมทำเป็นปะเก็นรูปพรรณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 175
การใช้งานของปะเก็นสถิตย์รูปพรรณ



ปะเก็นพลวัตหรือปะเก็นแบบหยุ่น (Dynamic Packing)

ที่ใช้ในบริเวณชิ้นส่วนเครื่องจักรกลที่มีการเคลื่อนไหว เช่น ทำหน้าที่ซีลเพลาดันชักไปมา, หรือเพลาสปินเดิลหมุน เมื่อมีการขันยึดตัวอัดปะเก็นหรือซีลให้ไปอัดหรือซีลเพลาให้ป้องกันการรั่วของของไหลได้ ซีลหรือปะเก็นชนิดนี้แบ่งออกเป็นซีลชนิดอ่อนและซีลโลหะ

สำหรับซีลชนิดอ่อนจะได้จากเชือกมีภาคตัดขวางสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่ทำจากฝ้าย, แอสเบสตอส, โพลีเตตราฟลูออโรเอทีลีน (PTFE) หรือเป็นซีลชนิดทำจากยางหรือวงแหวนที่อัดขึ้นรูปจากแกรทไฟต์หรือจากส่วนผสมของ PTFE กับแกรทไฟต์ ซีล(ปะเก็น) ที่ได้จากวัสดุธรรมชาติมีการนำมาจุ่มลงในพาราฟิน (ที่หลอมละลาย) ที่มีแกรทไฟต์หรือทัลคัม (Talcum) เจือ ซึ่งจะทำให้น้ำไม่จับเกาะที่ผิวและยังช่วยทำให้เกิดการหล่อลื่นในตัว ซีลอ่อนที่สูญเสียปฏิกิริยาการหล่อลื่นไปแล้วและจะต้องทำการถอดเปลี่ยนใหม่

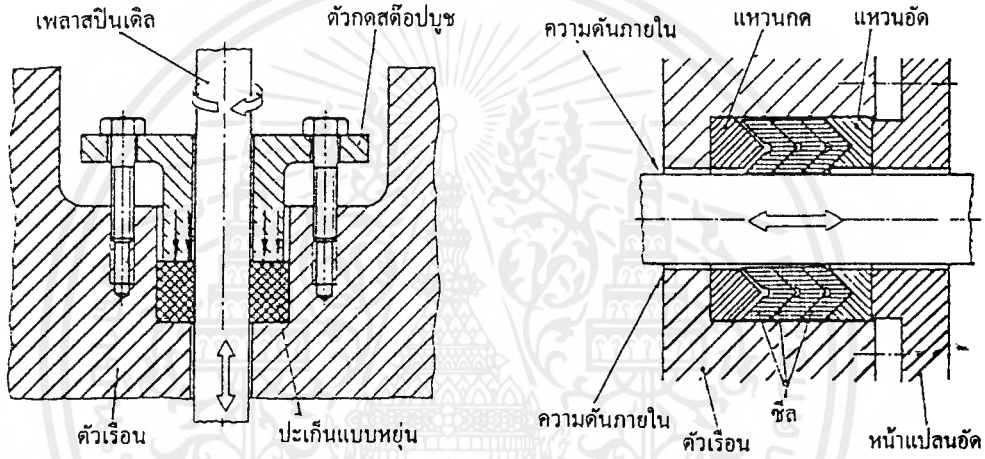
ส่วนซีลที่ทำจากพลาสติกชนิดทนน้ำจะใช้สำหรับการเคลื่อนที่ไปมาของชิ้นส่วนเครื่องจักรกล ซีลนี้จึงเหมาะสำหรับใช้งานกับความดันที่สูงกว่า โดยที่แหวนกดและแหวนอัดจะยึดซีลให้อยู่ในตำแหน่งที่แน่น ดังรูปที่ 176 ซึ่งเหมาะใช้กับอุปกรณ์และนิวแมติกส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปะเก็นที่ทำจากส่วนผสมของพลาสติกเรซินแอสเบสตอสหรือแกร์ไฟต์ (บางส่วนทำการวัลเคไนซิ่งกับยาง) จะเหมาะนำมาใช้งานได้ถึง 350

พลาสติก PTFE จะทนอุณหภูมิมิได้ระหว่าง -150 °C ถึง + 250 °C มีคุณสมบัติ ลื่นและสามารถหมุนใช้งานโดยไม่ต้องหล่อลื่นได้ชั่วระยะหนึ่ง (Scoring) ได้ดีมาก และทนต่อการสึกหรอได้ดี แหวนที่ทำจากส่วนผสม PTFE-แกรท์ไฟต์จะนำมาใช้งานวางสลับกับแหวน PTFE ในสตัฟฟิงบอกซ์ (Stuffing Box)

ภาพที่ 176
แสดงสต๊อปบูช และซีลวงแหวนตัว V

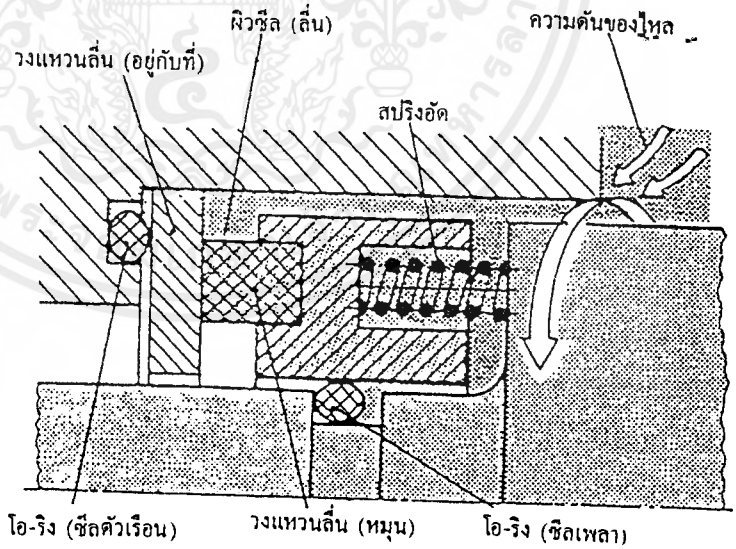


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซีลโลหะ จะนำมาใช้งานที่อุณหภูมิสูงและที่ความเร็วสูง ซีลนี้จะทำจากตะ
ทองแดง, นิเกิล, อลูมิเนียม และโลหะเจือของมัน แต่ถ้าจะนำไปใช้งานที่อุณหภูมิสูงที่
แล้วจะใช้ซีลที่ทำจากเหล็กหล่อเทา ซีลโลหะที่มีแกร์ไฟต์แทรกอยู่จะสามารถหล่อลื่นด้วยตั
เองได้ โลหะซินเตอร์รูปวงแหวนที่มีแกร์ไฟต์แทรกอยู่ด้วย จะต้องมีการจุ่มน้ำมันก่อนนำม
ประกอบ ซึ่งจะให้การหล่อลื่นด้วยตัวเองได้เช่นกัน ซีลโลหะจะมีราคาแพงกว่าซีลชนิ
อ่อน แต่จะมีอายุการใช้งานสูงกว่า ทนอุณหภูมิได้สูงกว่า และไม่ทำให้ชิ้นส่วนเครื่องจัก
กลสึกหรออีกด้วย

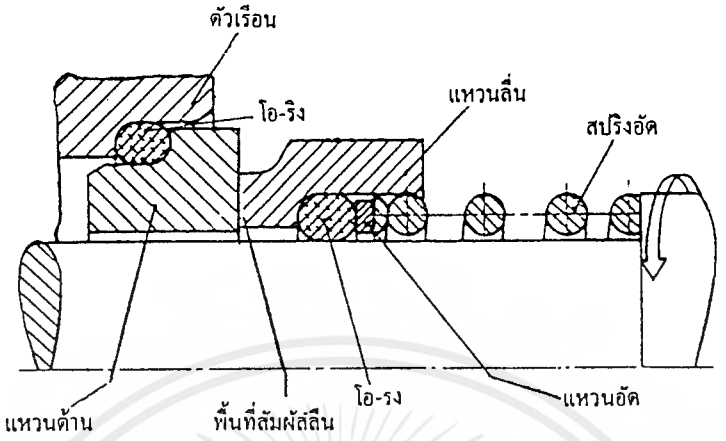
ก. ซีลวงแหวนลื่น จะนำมาใช้งานกับเพลาของเครื่องจักรกำลังงานต่าง
โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ปั๊มแบบหมุนซีลวงแหวนลื่นจะประกอบอยู่บนเพลาในบริเวณที่ไม่มีความ
ดัน สปริงอัดจะหนุนรองกับบ่าเพลาแล้วดันให้ซีลต่างๆ ไปสัมผัสผิวตัวเรือนเครื่องจักรก
วงแหวนลื่นที่ทำจากเรซินฟีโนลิกจะทำหน้าที่อุดกันรั่วโดยจะสัมผัสผิวที่เคลื่อนไหว ในขณะ
เดียวกันซีลวงแหวนยาง (โอ-ริง) จะอุดกันรั่วบริเวณร่องเพลา ซีลทั้งหมดจะหมุนไปพร้อม
กันกับเพลาซึ่งจะมีเพียงซีลวงแหวนลื่นเท่านั้นที่เคลื่อนที่บนผิววงแหวนด้านข้างที่อยู่กับที่

ภาพที่ 177
แสดงซีลวงแหวนตามแนวแกน



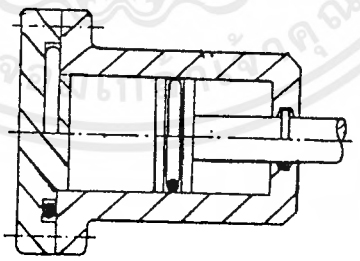
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 178
แสดงการทำงานของซีลวงแหวนลื่นตามแนวแกนอีกแบบหนึ่ง



ข. ซีลวงแหวนกลม(โอ-ริง) มีภาคตัดขวางเป็นวงกลม ทำจากวัสดุยางยืดหยุ่นใช้เป็นซีลอุดกันรั่วสำหรับชิ้นส่วนเครื่องจักรกลที่อยู่นิ่งหรือที่เคลื่อนไหวไปมา โดยจะนิยมใช้กันมากกับระบบไฮดรอลิกส์และนิวแมติกส์ ซีลนี้มีรูปร่างที่ง่ายต่อการประกอบและสิ้นเปลืองเนื้อที่น้อย ปฏิกิริยาการซีลจะได้จากการเปลี่ยนรูปของภาคตัดขวางวงแหวน

ภาพที่ 179
ซีลวงแหวนกลม

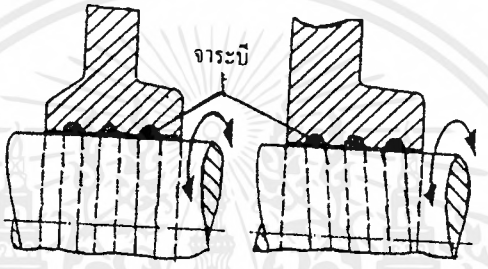


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค. ซีลป้องกัน (Protection) Seals) ซีลแบบไม่สัมผัสจะมีการนำซีลร่องจาระบีและซีลลาบีรินต์ (Labyrinth) มาใช้งาน ซีลนี้จะไม่มีการสึกหรอและการเสียดสีจึงมีอายุการใช้งานได้นานไม่จำกัด

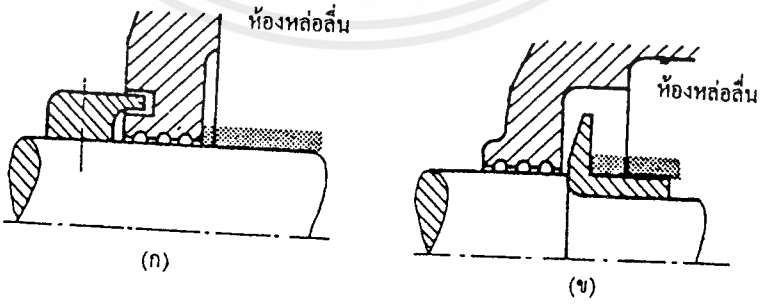
ซีลร่องจาระบี จะนิยมทำเป็นแบบร่องเกลียวในตัวเรือน แล้วทำการเติมจาระบีลงในร่องก่อนนำมาใช้งาน ซีลร่องจาระบีนี้จะทำให้ร่องมีลักษณะให้จาระบีสวนทางกับทิศทางการหมุนของเพลา ซีลนี้เหมาะใช้งานกับความเร็วรอบต่ำ เพราะจาระบีจะห้ามมิให้ละลายเป็นของไหลในขณะที่ทำงาน

ภาพที่ 180
ซีลร่องจาระบี



ง. ซีลลาบีรินต์ สำหรับจุดประสงค์ทั่วไปและความเร็วรอบสูง เหมาะสำหรับการหล่อลื่นด้วยน้ำมันหรือจาระบี

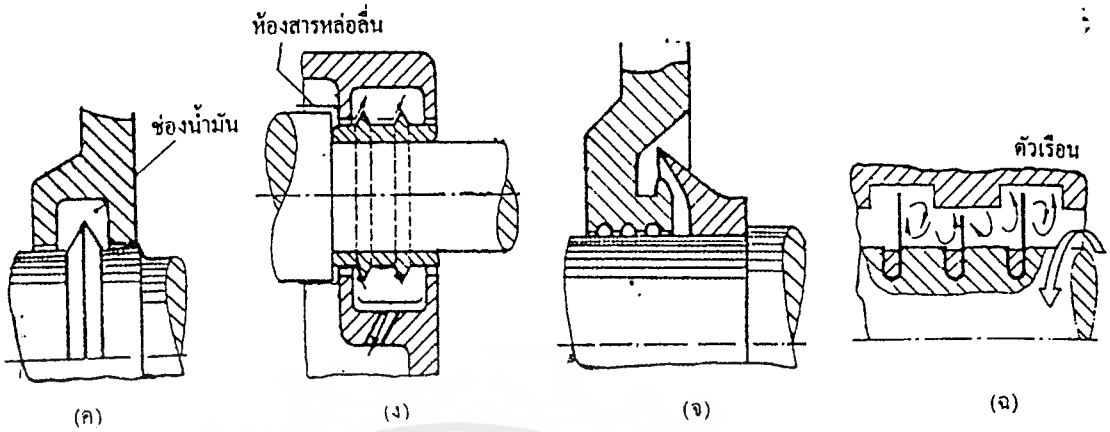
ภาพที่ 181
ซีลลาบีรินต์



(ก) ซีลลาบีรินต์ สำหรับจุดประสงค์ทั่วไป (ข) ซีลลาบีรินต์แบบมีแหวนเหวี่ยงน้ำมันร่วม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

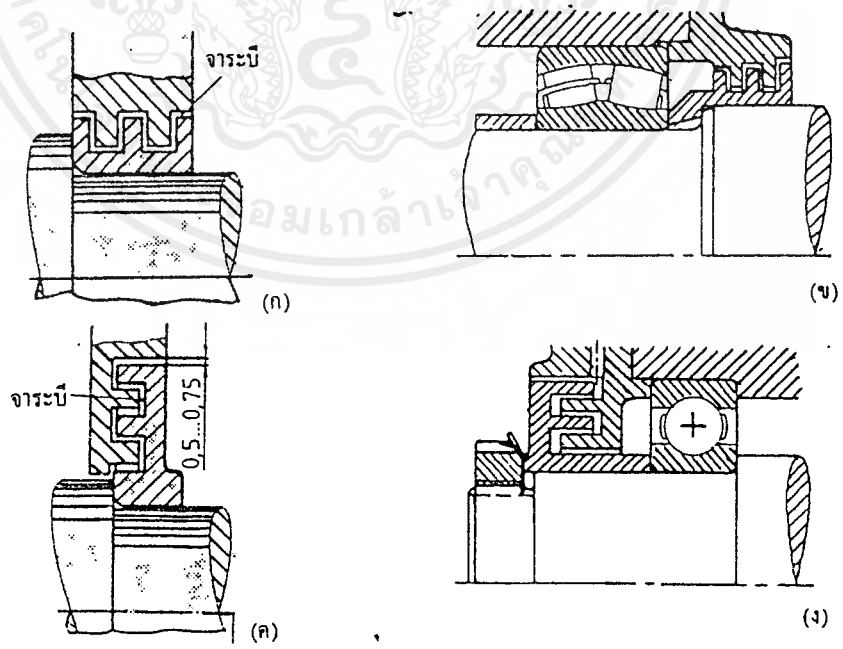
ภาพที่ 181 (ต่อ)



(ค) ถึง (ฉ) ซีลลาบีรินด์แบบมีแหวนเหวี่ยงน้ำมันรูปร่างต่าง ๆ กัน

ซีลลาบีรินด์ที่ให้ปฏิกิริยาดีที่สุด ที่มีการเติมหรือมีหัวอัดจาระบีลงในร่องที่หักมุมไปมาทำให้ป้องกันสิ่งสกปรกจากภายนอกในขณะทำงานได้ดี สำหรับตัวเรือนที่ไม่แยกออกจากกันจะใช้ซีลลาบีรินด์แบบแนวแกน (Axial) ส่วนตัวเรือนที่แยกจากกันได้ จะใช้ซีลลาบีรินด์แบบเรเดียล (Radial) ซีลแบบนี้จะรักษาจาระบีไว้ในร่องได้ดีกว่าแบบตามแนวแกน

ภาพที่ 182
ซีลลาบีรินด์

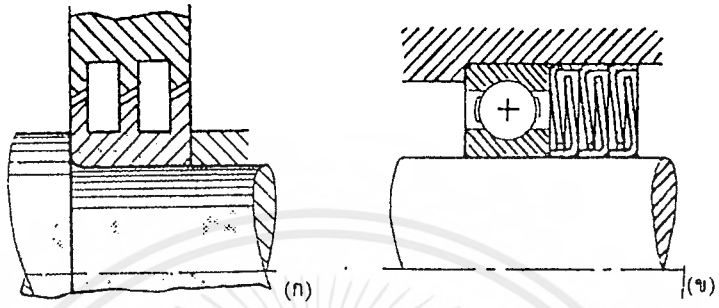


(ก)และ(ข) ซีลลาบีรินด์แบบแนวแกน (Axial), (ค)และ(ง) ซีลลาบีรินด์แบบเรเดียล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซีลนี้สามารถใช้ประโยชน์ได้เอนกประสงค์ เช่น มอเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้ขับเคลื่อนไปมา เครื่องโม่ซิเมนต์ เพลาสปินเดิลหินเจียระไนและตำแหน่งที่รองเพลาและแกนต่างๆ

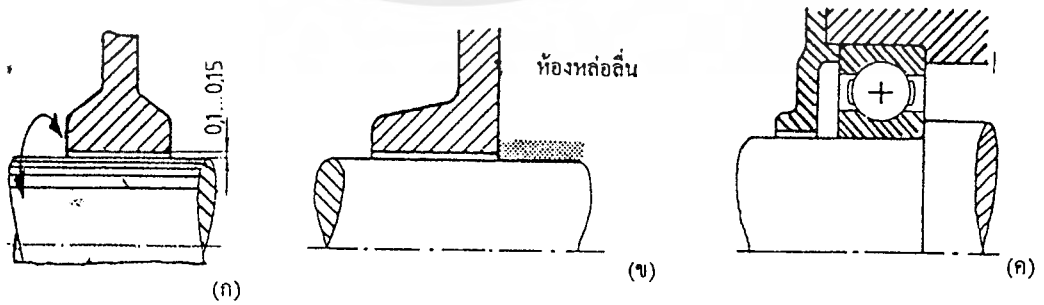
ภาพที่ 183
ซีลลาบีรินต์



(ก) สำหรับที่มีแกนขยับไปมา (ข) แบบเป็นแผ่นซ้อนกัน (Lamellare)ตามบริษัทผลิตแบริ่งลูกปืน SKF

จ. ซีลแบบช่องว่าง ส่วนใหญ่จะนิยมนำมาใช้งานกับรองเพลาที่หล่อลื่นด้วยจาระบี มีความเร็วรอบสูงที่มีการเติมจาระบีด้วยตนเองหรือด้วยการอัดจาระบีจากภายนอกผ่านรูเข้าไปให้เกิดปฏิกิริยาการซีลขึ้น ซีลแบบนี้จะนิยมให้มีหน้ากว้างซีลโตมาก ๆ เอาไว้เพื่อให้การซีลดียิ่งขึ้น ส่วนช่องว่างระหว่างเพลากับซีลแต่ละข้างให้มีขนาดระหว่าง 0.1,...,0.15 mm.

ภาพที่ 184
ซีลรองเพลาแบบช่องว่าง

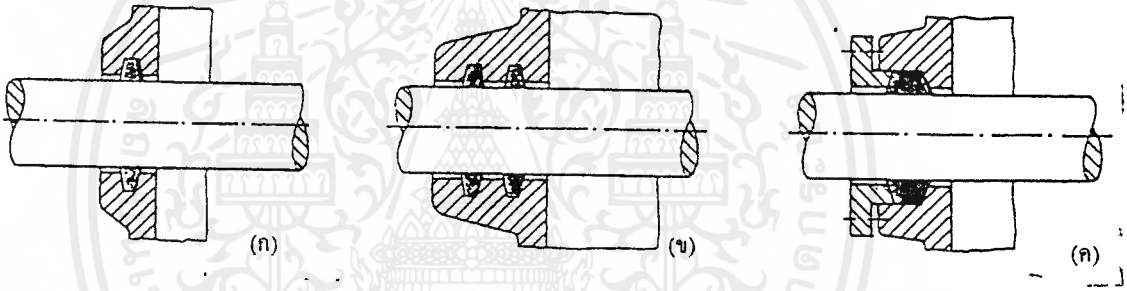


(ก) ขนาดของช่องว่างซีลกับเพลา (ข) และ (ค) ลักษณะการซีลเพลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฉ. ซีลสักหลาดวงแหวนและซีลสปริงรัดเพลา (ซีลแบบสัมผัส) จะป้องกันการรั่วไหลของสารหล่อลื่นที่ออกจากรองเพลา หรือป้องกันฝุ่นและสิ่งสกปรกรวมทั้งความชื้นที่จะเข้าไปในรองเพลาแบบธรรมดาและแบบลูกกลิ้งซีลทั้งสองแบบนี้จะต้องมีการปาดผิวให้ผิวเพลาที่จะสัมผัสมีผิวลื่นเนื่องจากซีลนี้สัมผัสเพลาจึงทำให้เกิดการสึกหรอโดยหากนำไปใช้ที่ความเร็วรอบสูงมากๆ แล้วจะทำให้เกิดความร้อนขึ้น ซีลนี้จึงมีอายุการใช้งานที่จำกัด แต่จะให้ปฏิกิริยาซีลได้ดีกว่าแบบช่องว่างและแบบลาบีรินด์ และเหมาะสมกับการใช้งานที่หล่อลื่นด้วยจาระบีและน้ำมันซีลสักหลาดวงแหวน จะมีการประกอบลงในร่องของเรือนรองเพลา และสัมผัสอยู่บนเพลาก่อน

ภาพที่ 185
ซีลสักหลาด

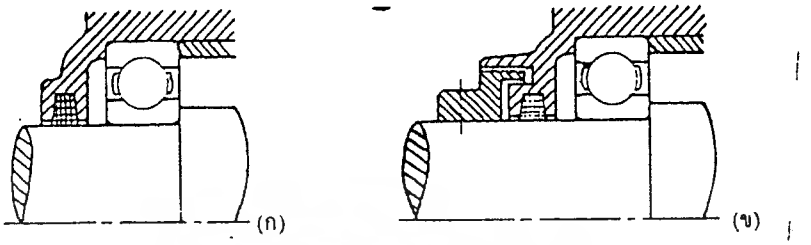


(ก) แบบธรรมดา (ข) แบบคู่ (ค) แบบขันประกบด้านข้าง

การประกอบจะต้องนำซีลนี้จุ่มลงในน้ำมันร้อนเสียก่อน เพื่อจะได้ช่วยลดแรงเสียดทานขณะใช้งานได้ ซีลนี้นำมาใช้งานที่ความเร็วรอบ(เพลา)ถึง 4 m/s ที่อุณหภูมิประมาณ 100 °C แต่ถ้าต้องการให้ปฏิกิริยาการซีลดียิ่งขึ้นก็ให้ใช้ซีลสักหลาดหลายตัวเรียงซ้อนกัน ซีลสักหลาดจะนำมาใช้งานกับมอเตอร์, กระปุกเกียร์, หน้าแปลนรองเพลา หรือใช้เป็นซีลร่วมกับซีลลาบีรินด์ โดยให้อยู่ข้างใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 186
การประกอบซีลสักหลาด



(ก) รองเพลาแบบลูกกลิ้ง (ข) ร่วมกับซีลลาบีรินต์

ช. ซีลสปริงรัดเพลา (Spring Loaded Lip Seal) ตาม DIN 3760 จะทำหน้าที่ซีลได้ดีกว่าซีลสักหลาด ซีลนี้ทำจากยางที่ทนต่อน้ำมัน ซึ่งได้แก่ ยางเปอบูนาน หรือยางซิลิโคน โยมีสปริงขดรูปวงแหวนดึงรั้งให้ริมของซีลและขอบซีลสัมผัสและซีลเพลา

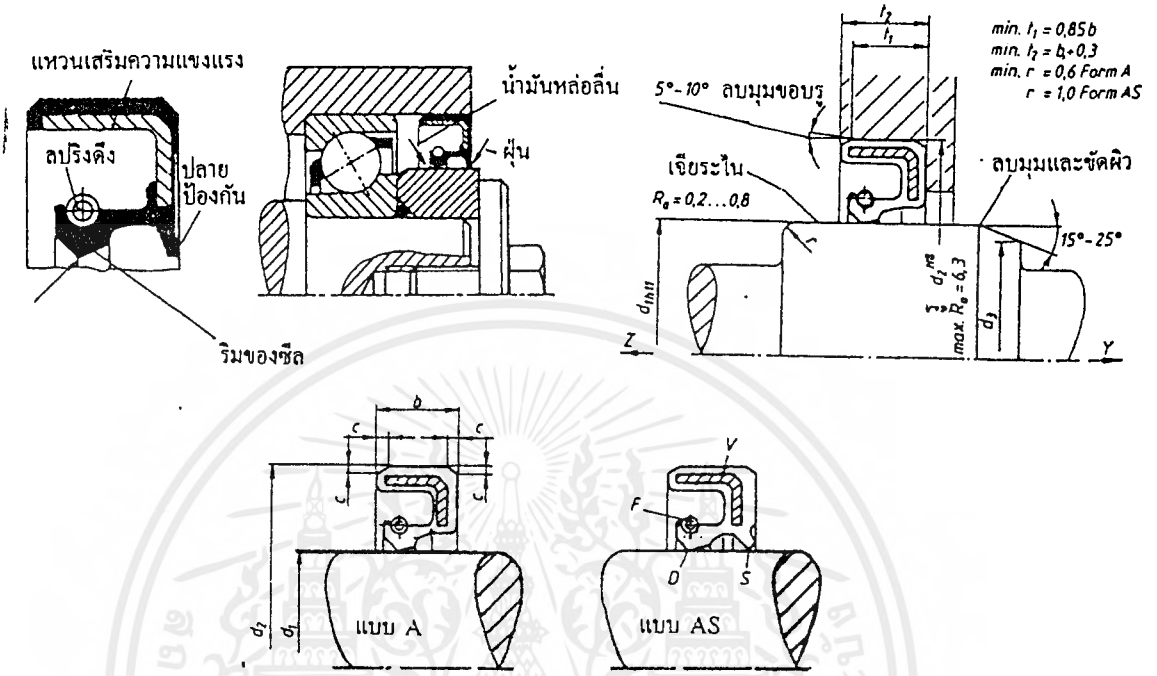
ซีลสปริงรัดเพลาจะถูกอัดเข้าไปในรูของตัวเรือน ทำให้ป้องกันการหมุนของซีลไปกับเพลาได้ อีกทั้งเป็นการซีลระหว่างขอบนอกของตัวซีลกับตัวเรือนได้ดีอีกด้วย

ในการประกอบจะต้องระวังมิให้ขอบซีลสัมผัสไปสัมผัสบ่า, ร่อง หรือเหลี่ยมใด ๆ ทั้งสิ้น (ให้สมัผัสผิวเรียบเสมอ) ดังรูปที่ 187 ผิวเพลาที่สัมผัสกับซีลจะต้องมีผิวความหยาบ (เจียระไน) (เพื่อให้ซีลป้องกันความดันได้ดี)

R_a = 02....0.8 mm. และมีความแข็งของผิวต่ำสุด 45 HRC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 187
ซีลสปริงรัดเพลา



(ก)ส่วนประกอบของซีล (ข) เงื่อนไขพิกัดและรูปร่างในการประกอบตาม DIN 3760
(ค) ซีลสปริงรัดเพลาแบบ A และแบบ AS

ซีลสปริงรัดเพลามีอยู่ 2 แบบคือ แบบ A และแบบ AS ทั้งสองแบบจะมีโครงโลหะที่มียางวัลเคไนซ์หุ้มโดยรอบ สำหรับซีลแบบ AS จะมีปลายป้องกันที่ทำหน้าที่ป้องกันฝุ่น, สิ่งสกปรกให้ห่างจากขอบซีลสัมผัส

เพื่อให้การป้องกันฝุ่นและสิ่งสกปรกมีผลมากยิ่งขึ้น ควรจะเติมจาระบีลงในช่องระหว่างขอบซีลสัมผัสกับปลายป้องกัน

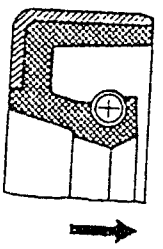
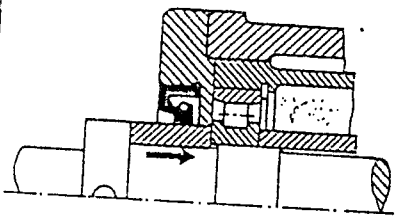
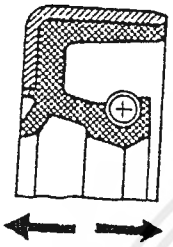
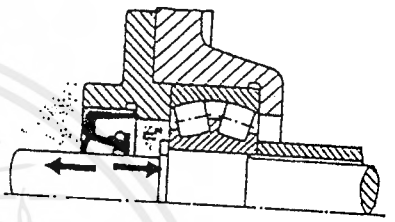
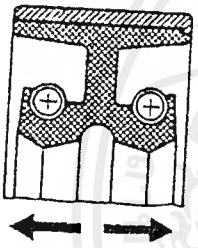
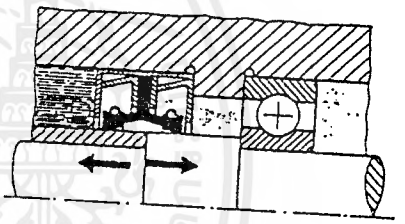
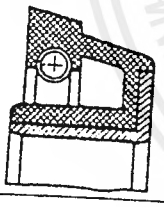
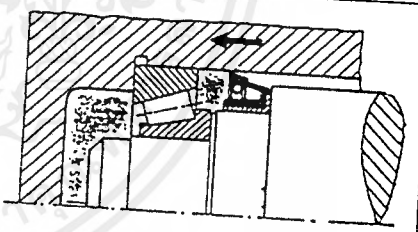
ในการประกอบซีลสปริงรัดเพลาไปในตัวเรือน ให้ใช้ท่อยาวพอประมาณช่วยในการอัดเข้าไป

หากมีความต้องการให้ซีลสปริงรัดเพลาช่วยป้องกันความดันภายในแล้วก็จะต้องทำการประกอบให้ปลายป้องกันอยู่ด้านที่มีความดันด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 29

รูปร่างของขอบซีลสัมผัส (ซีลสปริงรัดเพลา)

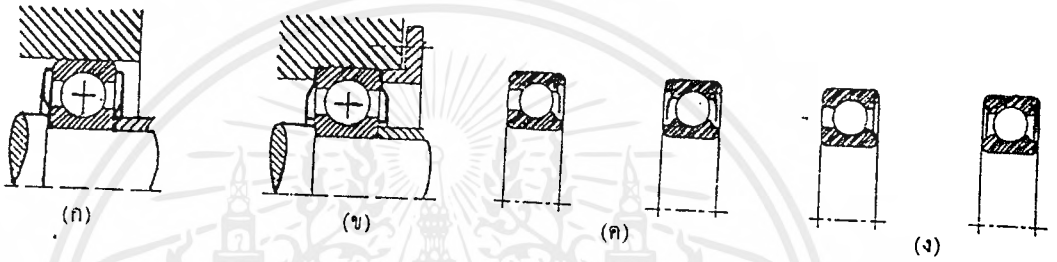
	ขอบซีลสัมผัสแบบธรรมดา (แบบ A) ใช้ซีลมิให้น้ำมันไหลออก	
	ขอบซีลสัมผัสแบบป้องกันฝุ่น (แบบ AS) ใช้ป้องกันน้ำมันไหลออกและป้องกันฝุ่น	
	ขอบซีลสัมผัส 2 ขอบ ใช้ซีลมิให้น้ำมันไหลออกและมิให้น้ำที่มีแรงดันไหลเข้า	
	ขอบซีลสัมผัสภายนอกใช้ซีลมิให้น้ำมันไหลออก	

หมายเหตุ : ตำแหน่งลูกศรชี้หมายถึง ทิศทางที่สามารถซีลได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการซีลของรองเพลาลูกกลิ้งที่หล่อลื่นด้วยจาระบีที่จะให้สิ้นเปลืองที่น้อยที่สุด สามารถใช้รองเพลาลูกกลิ้งแบบมีแผ่นปิดสปริง โดยจะมีท่อวงแหวนยึดแผ่นสปริงปิดนี้ด้านวงแหวนในของรองเพลาลูกกลิ้งหรือยึดแผ่นสปริงปิดที่วงแหวนนอกของรองเพลาลูกกลิ้งที่สามารถทำให้แผ่นสปริงปิด อีกทั้งสามารถดีดตัวออกได้เล็กน้อยด้านหนึ่ง ส่วนแผ่นสปริงและแผ่นซีลปิดจะมีจาระบีอยู่ในรองเพลาลูกกลิ้งมาสำเร็จแล้วจากผู้ผลิต

ภาพที่ 188
แสดงรองเพลาลูกกลิ้ง

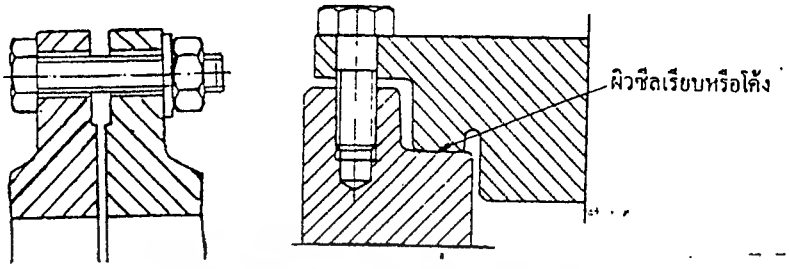


(ก),(ข) รองเพลาลูกกลิ้งแบบมีแผ่นสปริงปิดสองข้างโดยยึดวงแหวนรองเพลานอกและใน
(ค) แบบมีแผ่นสปริงแบบไม่สนิท (แบบ Z และ 2Z)
(ง) แบบแผ่นซีล (RS และ 2RS)

ช. การซีลด้วยผิวราบ ในการซีลหน้าแปลนโลหะจะต้องให้ผิวที่จะอัดสัมผัสกันผ่านการเจียระไนราบ เช่น ตัวเรือนแยกชิ้นของกระปุกเกียร์ ฝาสูบของเครื่องยนต์หรือฝาปิดเครื่องจักรกลอื่น ๆ ที่ไม่ต้องมีการใช้ปะเก็นมารอง แต่เพื่อให้ได้ปฏิกิริยาการซีลที่ดีจะต้องให้ผิวผ่านการเจียระไนละเอียด การขัดผิวมันและการขูดผิว

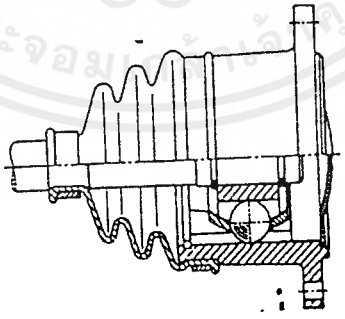
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 189
การซีลด้วยผิวราบสำหรับหน้าแปลน



ฌ. ซีลแบบหุ้ม ทำจากหนัง,ยาง หรือพลาสติก PTFE จะใช้ทำหน้าที่ป้องกันข้อต่อเพลาบริเวณผิวสัมผัสลื่น (Sliding Area) ของเครื่องเจียระไน เพลาสปินเดิล เพลาสปินเดิลของเทเลสโคป หรือใช้ป้องกันบริเวณชิ้นส่วนเครื่องจักรกลที่ไวต่อสิ่งสกปรกต่าง ๆ

ภาพที่ 189
ซีลแบบหุ้ม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

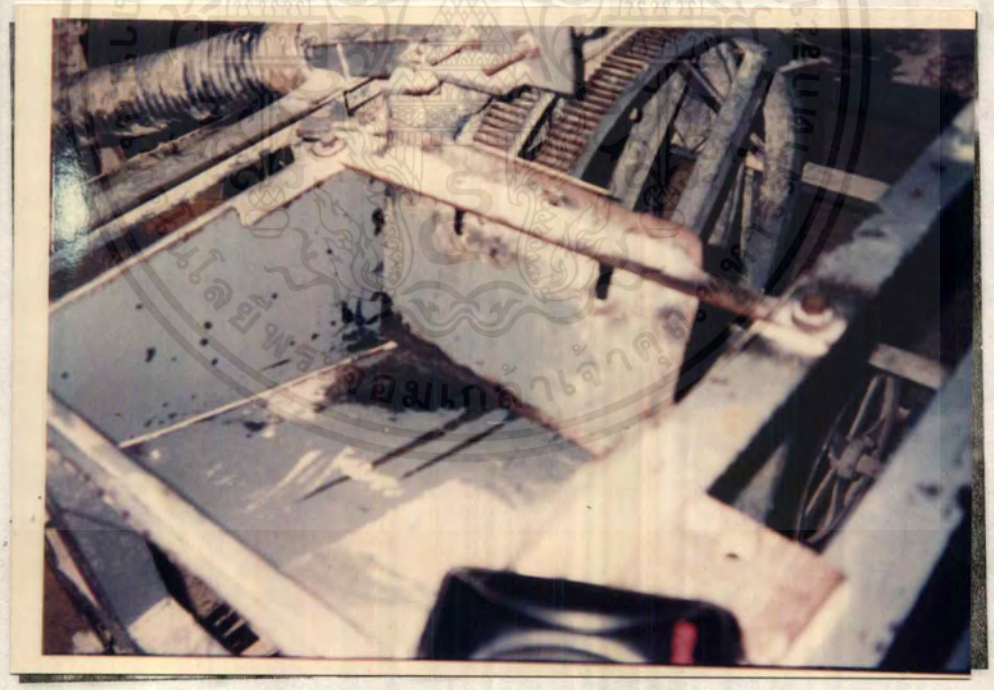
3.4.17 การศึกษาข้อมูลลักษณะของการเคลื่อนตัวของวัตถุจากที่สูงสู่ที่ต่ำ

จากเคลื่อนตัวของวัตถุจากที่สูงสู่ที่ต่ำอันเป็นแรงจากแรงดึงดูดของโลกมีส่วนในการออกแบบลักษณะของก้นถังตัวเปลือกปอสาให้มีความเหมาะสมในการรับความร้อนที่จะใช้ในการต้มเปลือกปอสาแล้วยังมีความจำเป็นในทางอ้อมเกี่ยวกับการลำเลียงขนย้ายเปลือกปอสาที่ต้มแล้วจากถังต้มไปยัง ถังตีเปลือกปอสาอีกด้วย ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษาถึงลักษณะก้นของภาชนะประเภทต่าง ๆ เพื่อนำหลักการมาออกแบบถังสำหรับต้มเปลือกปอสา ซึ่งภาชนะที่ศึกษาจะมีลักษณะการเคลื่อนที่ของวัตถุโดยอาศัยแรงโน้มถ่วงของโลก

ลักษณะก้นของกะบะใส่ไม้เสียบลูกชิ้น

กะบะใส่ไม้เสียบลูกชิ้นเป็นอุปกรณ์ส่วนหนึ่งของ เครื่องเพลาไม้ลูกชิ้นซึ่งลักษณะของกะบะจะเป็นรูปสามเหลี่ยมที่เกิดจากการนำเหล็กแผ่นมาเชื่อมติดกันด้านบนเปิดที่มุมด้านล่างจะมีช่องทางออกของไม่เสียบลูกชิ้นไปสู่วงล้อลำเลียง

ภาพที่ 190
แสดงลักษณะกะบะใส่ไม้เสียบลูกชิ้น

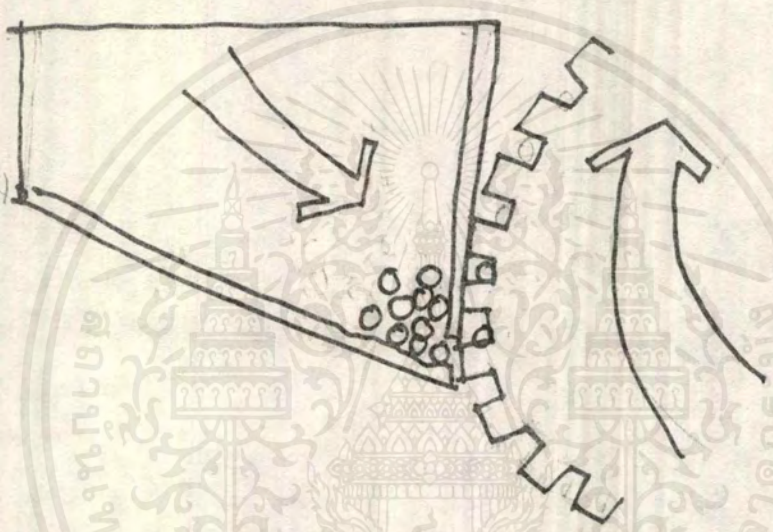


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพที่ 190 จะเห็นว่าพื้นของกะบะใส่ไม้เสียบลูกชิ้นจะมีความลาดชันจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำ เพื่อเป็นตัวบังคับให้ไม้เสียบลูกชิ้นไหลออกทางช่องทางที่อยู่มุมกะบะด้านล่าง เพื่อออกสู่วงล้อลำเลียงเพื่อสู่ขบวนการเหลาต่อไป

ภาพที่ 191

แสดงลักษณะการไหลของไม้

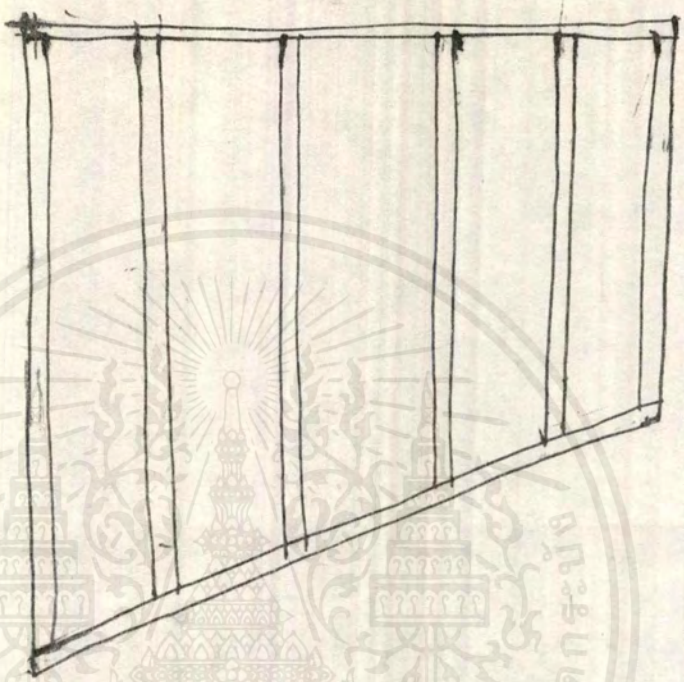


ลักษณะของตะกร้าใส่ลูกมะนาวของเครื่องคั้นน้ำมะนาว

ตะกร้าใส่ลูกมะนาวเป็นอุปกรณ์ส่วนหนึ่งของเครื่องคั้นน้ำมะนาว ซึ่งลักษณะของก้นตะกร้ามีความลาดเอียงเพื่อเป็นตัวบังคับให้ลูกมะนาวไหลไปในทิศทางที่โซ่ลำเลียงเลื่อนผ่านเพื่อเกาะเกี่ยวเอาลูกมะนาวขึ้นไปยังใบมีดผ่าซีกและตัวคั้น ลักษณะของตะกร้าจะเป็นเหล็กเส้นเชื่อมต่อกันเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมูด้านบนเปิดเพื่อไว้สำหรับใส่ลูกมะนาว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 192
แสดงลักษณะของตะกร้าใส่ลูกมะนาว

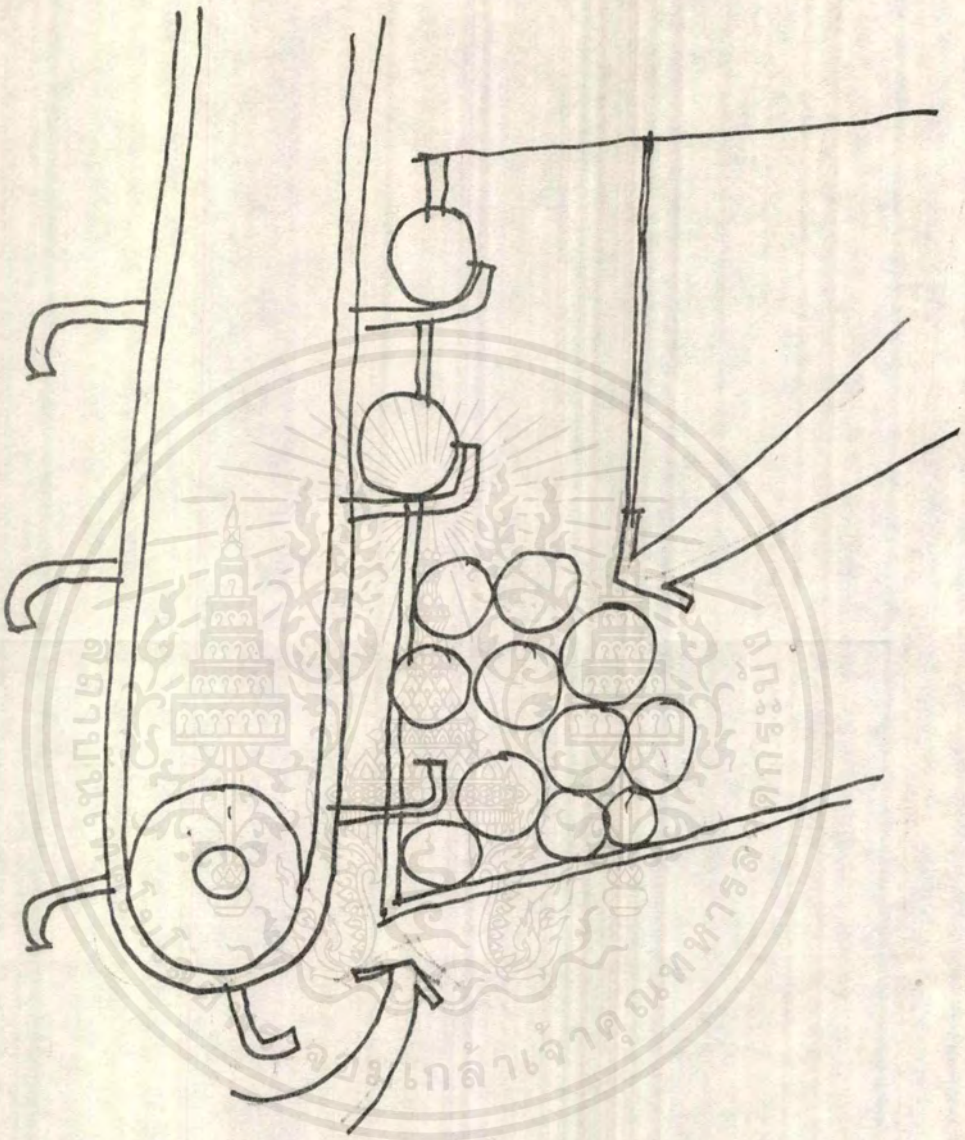


ความลาดเอียงของก้นตะกร้านั้นจะเอียง 30° ซึ่งจะส่งผลให้ลูกมะนาวซึ่งมีลักษณะกลมมีการเคลื่อนที่จากที่สูงซึ่งชันกว่าลงสู่ที่ลาดต่ำกว่าคือส่วนก้นที่มีโซ่ลำเลียงเคลื่อนที่ผ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 193

แสดงทิศทางการไหลของลูกมะนาว



ลักษณะของก้นของอ่างล้างหน้า

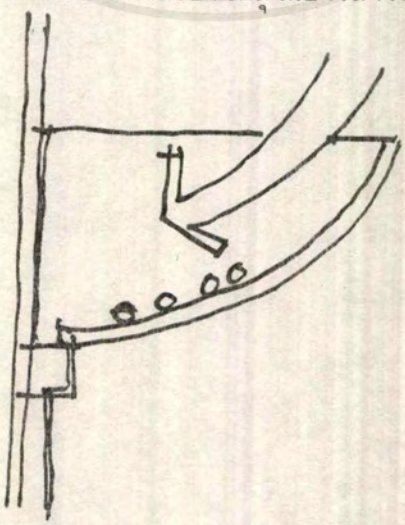
อ่างล้างหน้าก็เป็นอุปกรณ์อีกชนิดหนึ่งซึ่งใช้ความลาดเอียงของพื้นก้นเป็นตัวบังคับให้วัตถุไหลลงสู่ที่ต่ำหรือท่อน้ำทิ้ง โดยอาศัยแรงดึงดูดของโลกอ่างล้างหน้าที่ใช้อยู่มีความสูง 30 cm. ยาว 45 cm. กว้าง 45 cm. ก้นมีลักษณะลาดเอียงจากด้านหน้าสู่ด้านหลังซึ่งมีท่อน้ำทิ้งอยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 194
แสดงลักษณะของอ่างล้างหน้า

ลักษณะของก้นอ่างล้างที่มีความลาดเอียงจากด้านหน้าไปสู่ด้านหลังนั้นจะมีผลทำให้น้ำหรือวัตถุต่าง ๆ เมื่อลงไปในอ่างแล้วจะถูกทำให้ไหลลงสู่ด้านที่ต่ำกว่าโดยอาศัยแรงดึงดูดของโลก

ภาพที่ 195
แสดงการไหลของวัตถุในอ่างล้างหน้า



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.18 การศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะหูจับของฝาปิดถังต้ม

จากการที่ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาข้อมูล เกี่ยวกับลักษณะของหูจับฝาปิดถังนั้น ผู้วิจัยพบว่าหูจับของผลิตภัณฑ์มี 3 แบบด้วยกันคือ

ก. หูจับแบบในตัว เป็นลักษณะของหูจับที่รวมอยู่ในตัวเดียวกับ BODY

ภาพที่ 196

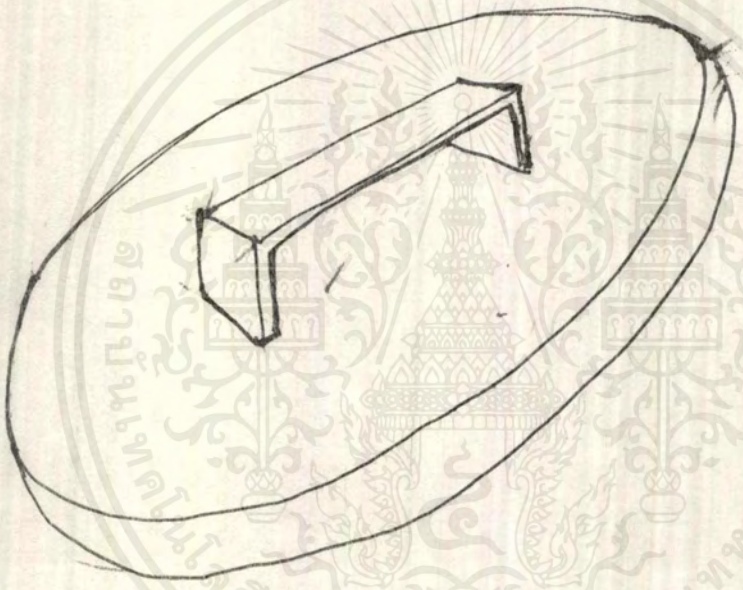
แสดงลักษณะของหูจับแบบในตัว BODY

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข. หูจับแบบลอยตัว เป็นลักษณะของหูจับที่ยื่นออกมาจากตัว BODY เลยเพื่อความสะดวกสบายในการหิ้วและการนำพา

ภาพที่ 197

แสดงลักษณะของหูจับแบบลอยตัว



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค. หูจับแบบพับเก็บได้ เป็นลักษณะของหูจับที่สามารถพับเก็บได้เพื่อความสวยงาม และกระทัดรัดของตัวผลิตภัณฑ์

ภาพที่ 198
แสดงลักษณะของหูจับแบบพับเก็บได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.19 การศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับบานพับ

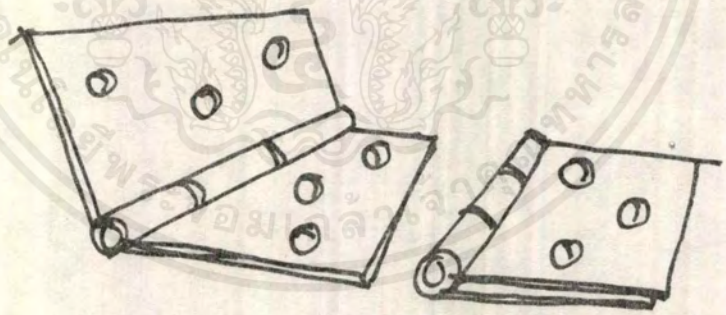
บานพับนับว่าเป็นอุปกรณ์ที่ให้ความสะดวกสบายในเรื่องของการลดแรงในการทำงานของการเปิดปิดวัตถุสองสิ่งที่ต้องการเชื่อมต่อเข้าด้วยกันแต่มีอัตราการใช้งานที่บ่อยครั้ง เช่น การติดประตู หรือหน้าต่างเข้ากับผนังของ บ้าน จะส่งถ่ายโมเมนต์ระหว่างประตูกับผนังบ้านโดยใช้จุดหมุนของบานพับในการทำวิจัยเครื่องผลิตปอสาในขั้นตอนเตรียมเยื่อปอสานี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาถึงบานพับเพื่อจะนำไปใช้ในการออกแบบฝาปิดเปิดของตัวอุปกรณ์ซึ่งต้องมีความสะดวกในการปิดเปิดทนความร้อน และมีการซ่อมแซมบำรุงรักษาได้ง่ายอีกด้วย ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการศึกษามา 2 ลักษณะ คือ

บานพับแบบเหล็กแผ่นพับได้

เป็นบานพับที่มีลักษณะเป็นแผ่นเหล็กแบบ 2 แผ่น นำด้านข้างมาต่อกัน โดยด้านข้างของแผ่นเหล็กแบบนี้ จะม้วนเอาแกนเหล็กซึ่งทำหน้าที่เป็นเหมือนสลักยึดแผ่นเหล็กบานพับทั้งสองนี้ไว้ด้วยกันและทำหน้าที่เป็นจุดหมุนด้วย ที่แผ่นเหล็กทั้งสองแผ่นจะมีรูเจาะไว้ 3-4 รู เพื่อใช้สกรูขันยึดให้ติดกับไม้ของประตูหรือผนังบาน

ภาพที่ 199

แสดงลักษณะบานพับแบบเหล็กแผ่น



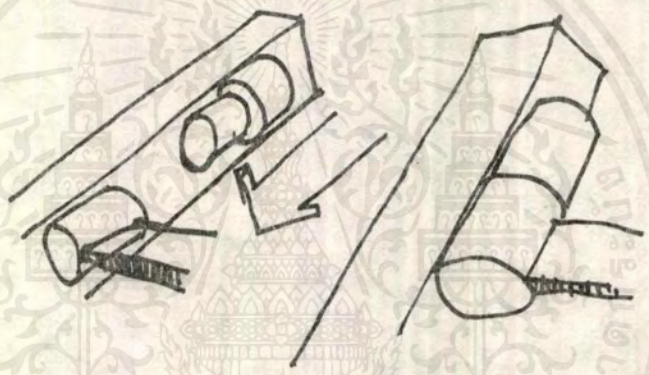
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บานพับแบบสลักเสียบ

บานพับชนิดนี้เป็นบานพับที่ใช้กับงานที่หนักกว่าเพราะรูปร่างของบานพับมีความแข็งแรงและผลิตง่าย ลักษณะมองบานพับจะเป็นท่อกลวงกลม ซึ่งท่อนี้จะติดอยู่กับวัตถุที่ติดตั้งถาวร อีกส่วนหนึ่งจะมีลักษณะเป็นเหล็กแท่งกลม ซึ่งสามารถสวมได้พอดีกับเหล็กท่อกลวงกลม จะยึดติดกับวัตถุที่สามารถเคลื่อนที่ได้ การประกอบเพียงใช้เหล็กแท่งกลมสวมที่เหล็กกลมกลวง ซึ่งอาจจะมี 2-3 จุด ก็สามารถใช้งานในการเปิดปิดได้ ซึ่งการผลิตและความแข็งแรงจะทนทานและง่ายกว่าแบบแรก

ภาพที่ 200

แสดงบานพับแบบสลักเสียบ



3.4.20 การศึกษาข้อมูลด้านลักษณะของการถ่ายย้ายเปลือกปอสาออกจากถังต้มเปลือกปอสา

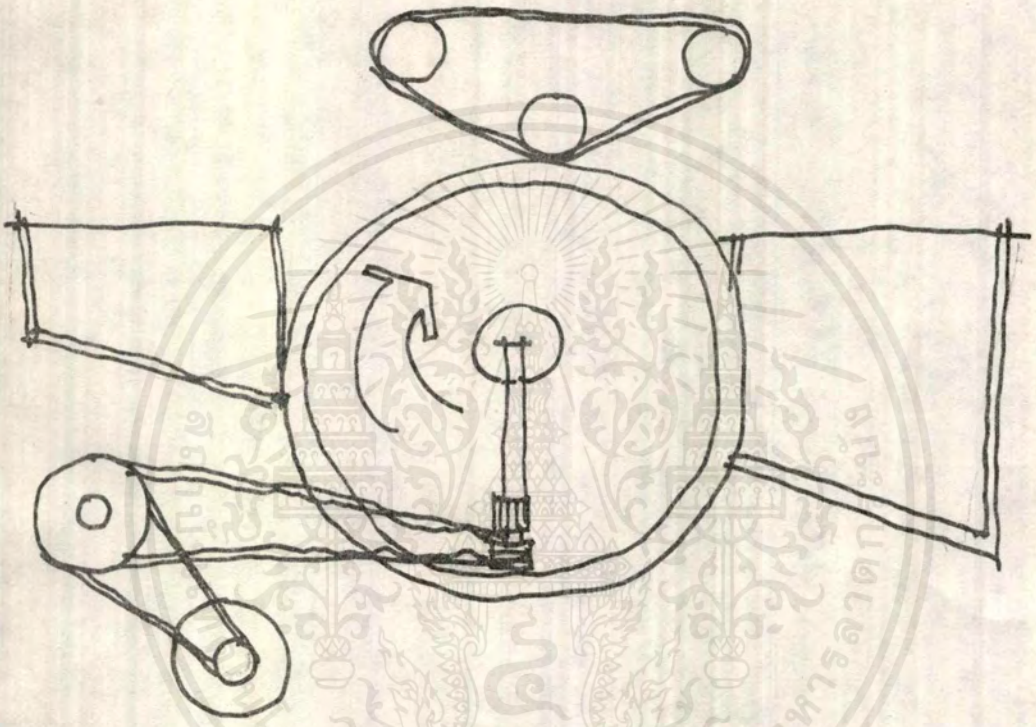
ในการผลิตเยื่อปอสานั้นปัญหาอย่างหนึ่งของการทำการผลิตเยื่อปอสาคือการที่ต้มปอสาแล้ว ไม่สามารถนำออกมาใช้ได้ทันทีหลังจากต้มปอสาจนใช้ได้แล้วเพราะอุปกรณ์ในการต้มไม่สะดวก ในการนำเยื่อปอสาออกเนื่องจากเปลือกปอสาที่ต้มแล้วจะเก็บความร้อนไว้จึงอาจจะทำให้เกิดอันตรายแก่ผู้ทำงานในการนำเปลือกปอสาที่ต้มแล้วออกจากถัง ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ศึกษาถึงระบบการถ่ายย้ายวัตถุจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง เพื่อที่จะได้นำเอาเปลือกปอสาที่ต้มแล้วออกจากหม้อต้มโดยง่ายสะดวกสบายและปลอดภัยอีกทั้งยังช่วยประหยัดเวลาในการทำงานอีกด้วยซึ่งระบบการถ่ายย้ายที่ผู้วิจัยได้ทำการศึกษานั้นมีดังนี้คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบการลำเลียงแบบตัวลำเลียงเป็นวงกลม

ลักษณะนั้นเป็นระบบการลำเลียงไม้เสียบลูกชิ้นเป็นระบบที่ใช้ในเครื่องเหลาไม้ลูกชิ้นการทำงานของระบบนี้คือจะลำเลียงไม้ที่ยังไม่ได้เหลาปลายจากกะบะใส่ไม้ด้านหนึ่งผ่านจานกระดาษทรายซึ่งจะทำหน้าที่เหลาปลายไม้ให้แหลมมาใส่ยังกะบะใส่ไม้อีกด้านหนึ่ง

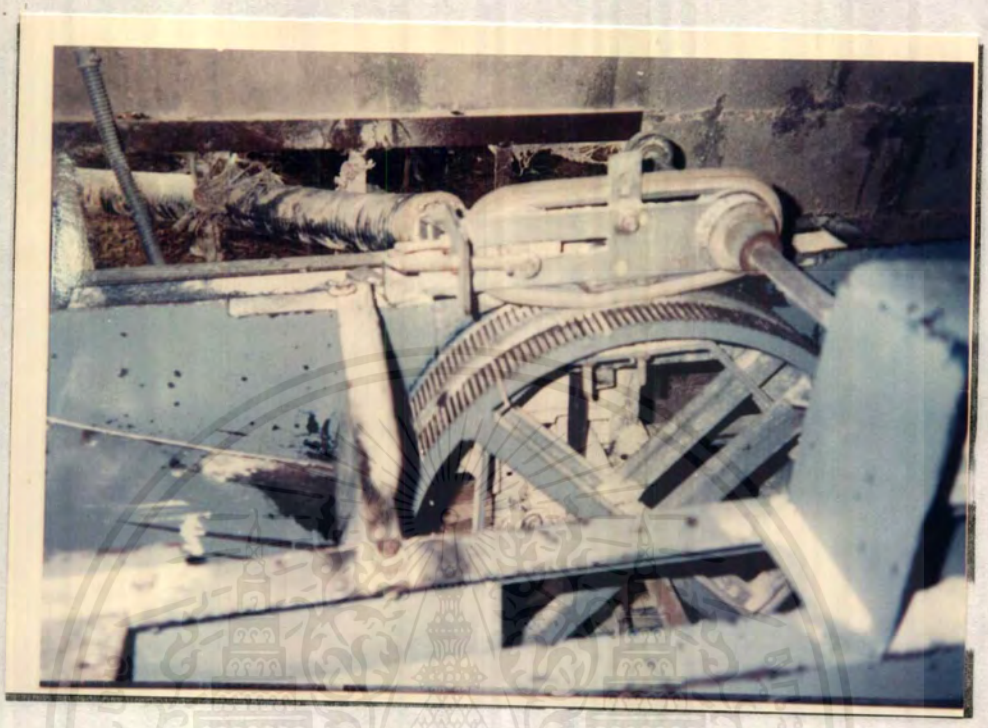
ภาพที่ 201
แสดงระบบการลำเลียงไม้เสียบลูกชิ้น



การทำงานของระบบนี้คือ จะมีระบบด้านกำลังล้อมอเตอร์จะทำหน้าที่ขับมู่เล่ซึ่งจะทดความเร็วรอบของมอเตอร์ให้ลดลง และจะใช้สายพานเป็นตัวส่งกำลังจากมอเตอร์ไปยังมู่เล่ซึ่งติดอยู่กับวงล้อที่ใช้สำหรับลำเลียงไม้ซึ่งวงล้อจะมีขนาดใหญ่จึงทำให้ความเร็วรอบลดลงอีกลักษณะของลงล้อลำเลียงจะมีลักษณะคล้ายเฟือง เมื่อหมุนผ่านกะบะไม้ที่ยังไม่ได้เหลาไม้ก็จะถูกดักให้อยู่ในช่องของเฟือง แล้วถูกทำให้ผ่านจานกระดาษทราย ทำหน้าที่เป็นตัวเหลาด้านบนไม้จะมีสายพานแบบเป็นตัวกดไม้และทำให้ไม้หมุน ไม้จึงมีความแหลมที่สม่ำเสมอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 202
แสดงลักษณะของวงล้อลำเลียงไม้



ข้อดีและข้อเสียของระบบการลำเลียงไม้เสียบลูกชิ้น

ข้อดี

1. ดูแลรักษาง่าย
2. ลำเลียงไม้ได้ต่อเนื่อง
3. อัตราการลำเลียงสม่ำเสมอ

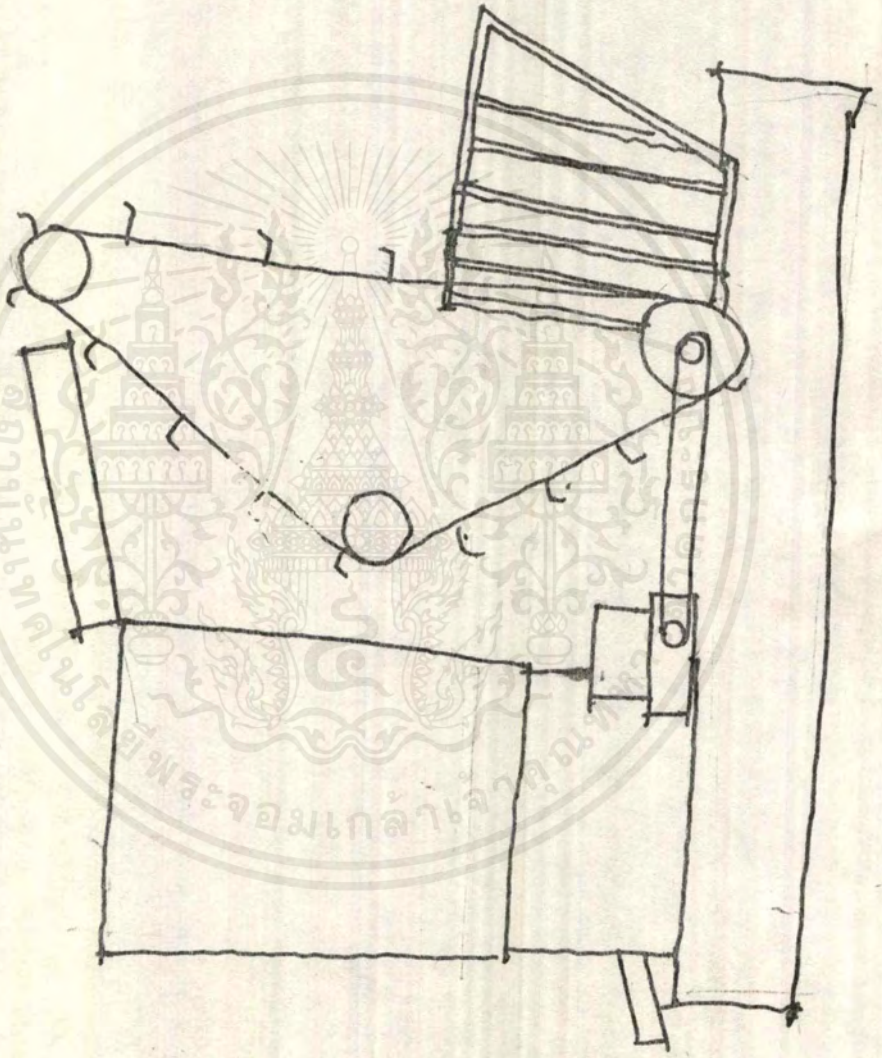
ข้อเสีย

1. มีขนาดใหญ่
2. พันในการจับไม้มีขนาดเล็กทำให้ % การจับไม้ผิดพลาดได้สูง

ระบบการลำเลียงแบบตัวลำเลียงเป็นสายโซ่

ระบบการลำเลียงลูกมะนาวเป็นระบบของเครื่องคั้นน้ำมะนาวรุ่น JIR. SQUEEZER A-01 ซึ่งจะทำการลำเลียงลูกมะนาวจากกะบะใส่ลูกมะนาวให้ผ่านใบมีดผ่าลูกมะนาวให้เป็น 2 ซีกแล้วผ่านตัวคั้น เอาน้ำมะนาวออกมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



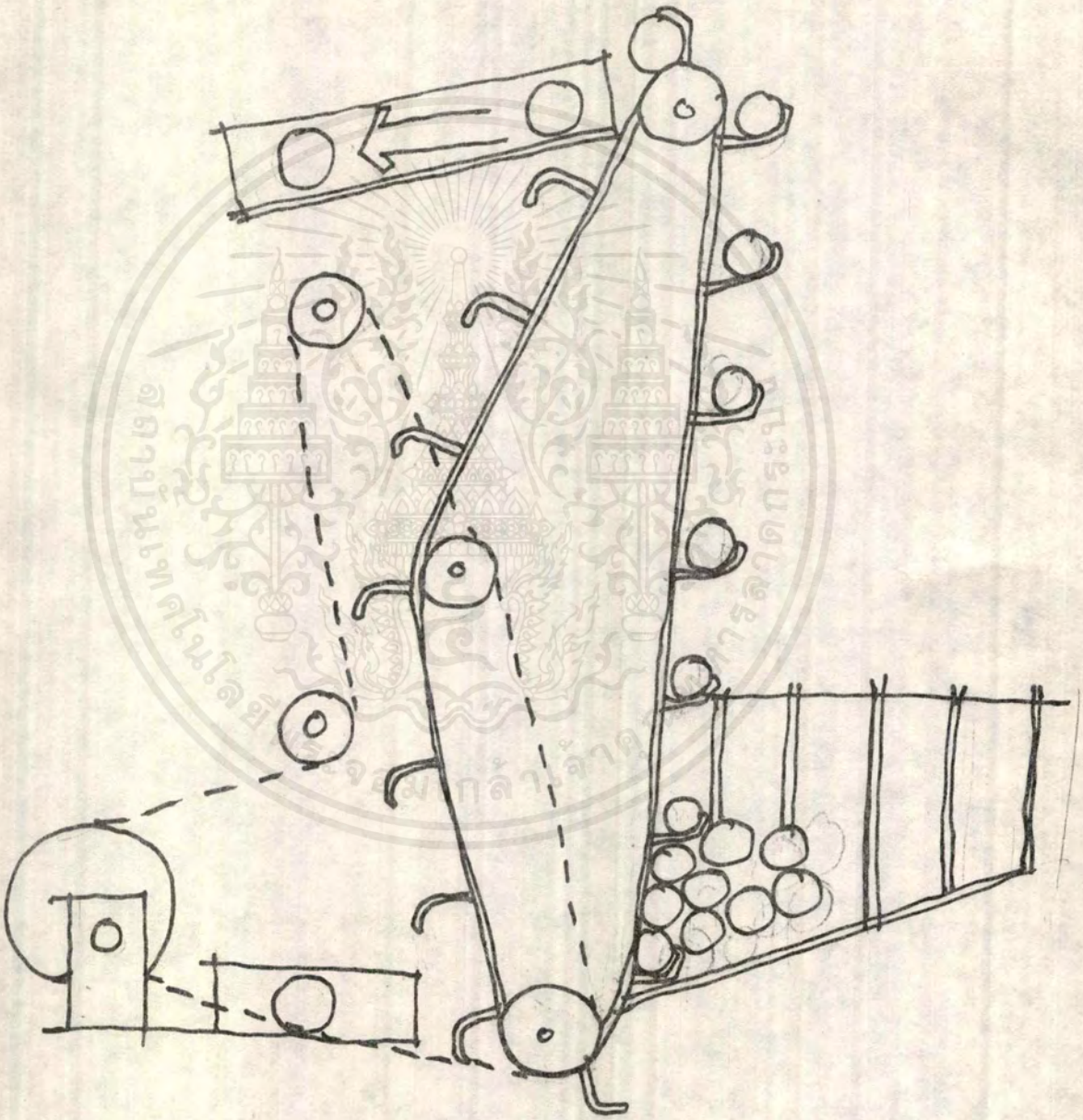
ภาพที่ 203
แสดงลักษณะเครื่องตีนมะนาว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการทำงานของระบบการลำเลียงลูกมะนาวระบบต้นกำลังในการลำเลียงลูกมะนาวคือมอเตอร์ขนาด 1/4 แรงม้า แต่จะมีการทดแรงให้จำนวนรอบลดลงโดยมีชุดเฟืองสำเร็จเป็นตัวทดรองไว้ให้มีจำนวนรอบ 40 รอบต่อนาที

ภาพที่ 204

แสดงลักษณะของระบบการลำเลียงลูกมะนาว

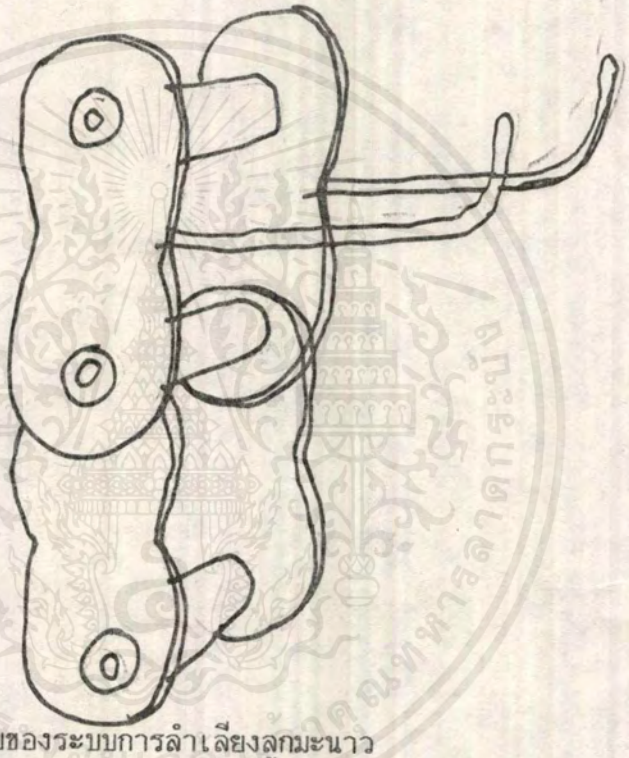


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะของอุปกรณ์ลำเลียงจะมีลักษณะเป็นโซ่ซึ่งมีส่วนที่เป็นตะขอสำหรับเกี่ยวลูกมะนาวเชื่อมติดอยู่กับโซ่ ซึ่งโซ่ลำเลียงจะทำงานโดยมีมอเตอร์เป็นระบบต้นกำลังเฟืองของโซ่ลำเลียงให้หมุน เมื่อโซ่ลำเลียงทำงานจะหมุนผ่านกะบะใส่ลูกมะนาวและเกี่ยวลูกมะนาวขึ้นไปด้านบนเพื่อส่งไปยังรางลำเลียงไปสู่ใบมีดเพื่อผ่าลูกมะนาวให้เป็น 2 ซีก และเข้าสู่ตัวบีบน้ำมะนาวต่อไป

ภาพที่ 205

แสดงลักษณะตัวเกี่ยวลูกมะนาว



ข้อดีและข้อเสียของระบบการลำเลียงลูกมะนาว

ข้อดี

1. สามารถลำเลียงมะนาวจากกะบะใส่มะนาวไปสู่ใบมีดผ่าได้สะดวกและรวดเร็ว
2. สามารถลำเลียงได้ในอัตราที่สม่ำเสมอ
3. สามารถลำเลียงมะนาวได้ทุกขนาด

ข้อเสีย

1. ใช้โซ่เป็นตัวลำเลียงทำให้ดูแลรักษายาก
2. เมื่อเขี้ยวสำหรับเกี่ยวลูกมะนาวหักจะซ่อมแซมลำบาก
3. ต้องมีการหยอดน้ำมันเครื่องที่เฟือง เพื่อความหล่อลื่นอยู่เสมอ
4. มีฝุ่นเกาะตามร่องของโซ่ทำให้เกิดการติดขัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบการลำเลียงแบบเกลียว

ระบบการลำเลียงแบบเกลียวเป็นการลำเลียงของเครื่องคั้นมะพร้าว หรือเครื่องบดถั่วลิสง ซึ่งในที่นี้ผู้วิจัยได้ศึกษาถึงการลำเลียงด้วยระบบเกลียวจากเครื่องบดถั่วลิสง ซึ่งเป็นเครื่องที่ใช้มือหมุน

ภาพที่ 206

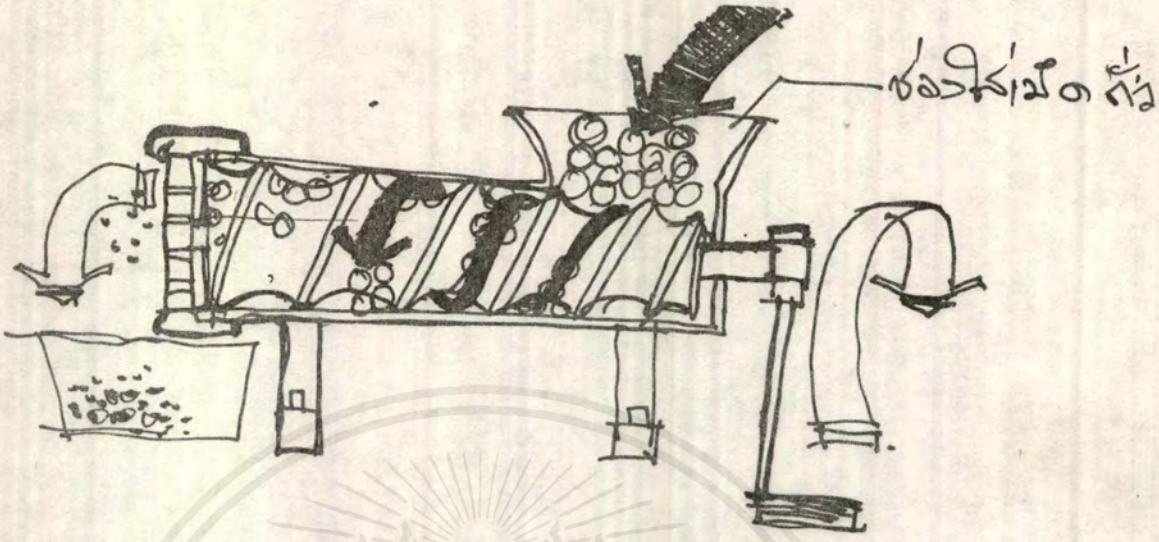
แสดงลักษณะของเกลียวลำเลียง

ลักษณะของเกลียงลำเลียง ในเครื่องบดถั่วลิสงนั้นนอกจากจะทำการลำเลียงถั่วจากช่องปากทางเข้าไปยังช่องทางออกแล้วยังทำหน้าที่เป็นตัวบดย่อยถั่วให้เล็กลงก่อนที่จะผ่านฟันบดด้านหน้าอีกด้วย ซึ่งลักษณะของเกลียวลำเลียงนี้เป็นเหล็กหล่อรูปเกลียวด้านหัวและท้ายจะมีแกนยื่นออกมาเพื่อยึดกับด้ามหมุนและฝาปิดด้านหน้า ขนาดของเกลียวลำเลียงในเครื่องบดถั่วลิงสงนี้จะมีขนาด 07 cm ยาว 20 cm ซึ่งในการทำงานนั้นจะใส่เกลียวลำเลียงนี้เข้าไปในตัวเครื่องบดซึ่งมีลักษณะเป็นท่อมีฐานยึดติดเพื่อความแข็งแรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 207

แสดงลักษณะการใช้เกลียวลำเลียง



หลักการทำงานของเกลียวลำเลียงเครื่องบดถั่วลิสงนั้นมีดังนี้คือ เมื่อใส่ถั่วลิสงที่ช่องใส่ถั่วแล้วดังภาพที่ 207 ก็ทำงานหมุนมือหมุนซึ่งอยู่ด้านท้ายของเครื่องซึ่งมีมือหมุนนี้จะติดอยู่กับแกนของเกลียวลำเลียง เกลียวลำเลียงซึ่งมีลักษณะเป็นเกลียวทะแยงไปทางด้านหน้าจะเป็นตัวผลักถั่วลิสงซึ่งอยู่ที่ช่องใส่ให้เข้าไปในท่อในขณะที่ถั่วลิสงถูกเกลียวลำเลียงผลักเข้าไปนั้นเกลียวลำเลียงก็จะทำหน้าที่เป็นตัวบดย่อยให้ถั่วลิสงมีขนาดเล็กลงโดยขอบของเกลียวลำเลียงจะไปสัมผัสกับผนังของท่อเมื่อเม็ดถั่วลิสงเข้าไปก็จะถูกบดย่อยให้เล็กลงก่อนที่จะผ่านไปยังฟันบดด้านหน้าเพื่อให้มีขนาดเล็กลงอีก และออกตามรูซึ่งเป็นฝาผิดที่อยู่บริเวณช่องทางออก

ข้อดีและข้อเสียของระบบเกลียวลำเลียง

ข้อดี

1. มีความทดทานต่อสนิม
2. มีความแข็งแรง
3. ไม่ต้องการการดูแลรักษามากนัก
4. ไม่ต้องมีการหล่อลื่นที่จุดหมุน

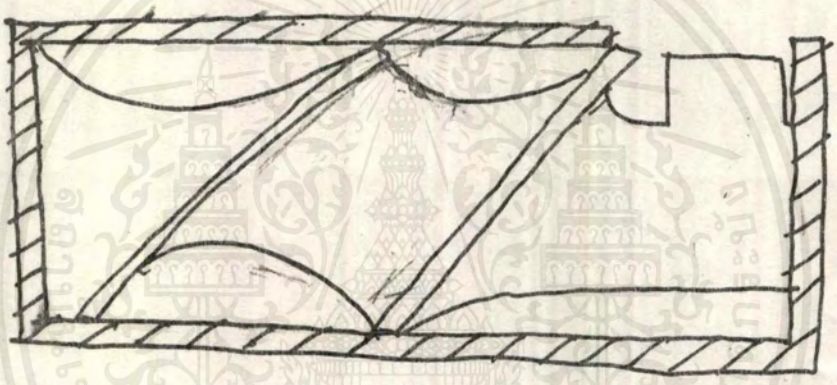
ข้อเสีย

1. มีน้ำหนักมากเพราะเป็นเหล็กหล่อ
2. ถ้ารูด้านหน้าซึ่งเป็นช่องออกของถั่วลิสงเกิดอุดตัน จะทำให้เกลียวลำเลียงไม่สามารถหมุนได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งนอกจากการใช้เกลียวลำเลียงของเครื่องบดถั่วลิสงแล้วผู้วิจัยก็ยังได้ศึกษาถึงการลำเลียงเปลือกมะนาวออกจาเกลียวคั้นมะนาวซึ่งเกลียวคั้นของเครื่องคั้นน้ำมะนาวรุ่น JIR.SQUEEZER A-01 นั้นจะมีลักษณะเป็นเกลียวคล้ายเกลียวลำเลียงของเครื่องบดถั่วลิสง

ภาพที่ 208
แสดงเกลียวคั้นมะนาวของเครื่องคั้นน้ำมะนาว JIR. SQUEEZER. A-01

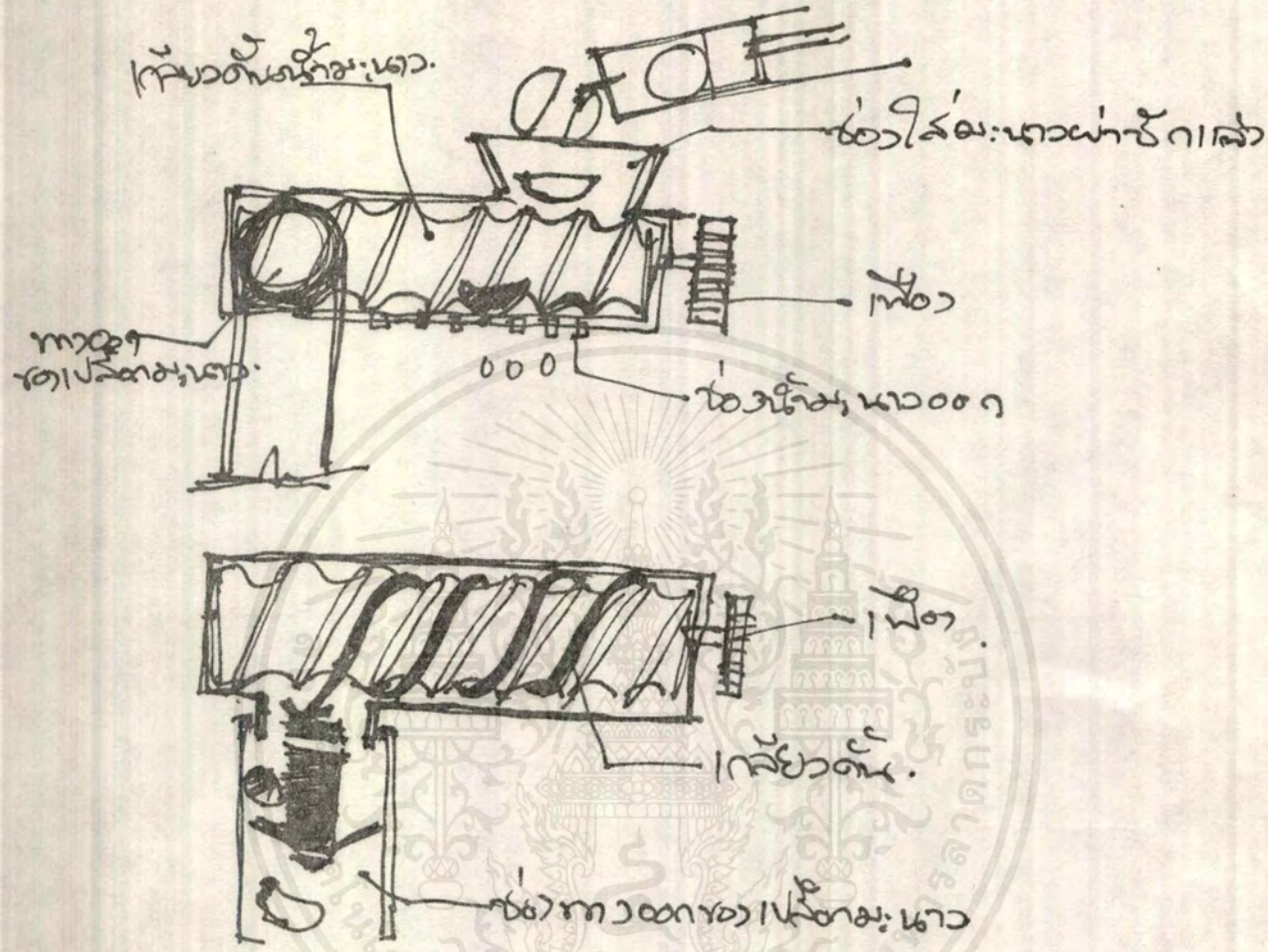


หลักการทำงานของเกลียวคั้นมะนาวของเครื่องคั้นน้ำมะนาวนั้น เมื่อมะนาวถูกผ่าออกเป็น 2 ซีกแล้วจะถูกดันเข้าสู่เกลียวคั้น ซึ่งจะทำหน้าที่บีบมะนาวให้น้ำออกมาโดยน้ำที่ได้จะออกทางด้านล่างของเกลียวคั้นส่วนเปลือกจะถูกเกลียวคั้นดันไปด้านหน้าและออกไปตามช่องซึ่งเชื่อมต่อกับรางลำเลียงเปลือกมะนาว เพื่อทิ้งถังเก็บเปลือกการทำงานของเกลียวคั้นมะนาวจะได้แรงขับมาจากมอเตอร์ซึ่งเป็นระบบต้นกำลังมาขับเฟืองที่ติดอยู่กับแกนของเกลียวคั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 209

แสดงการทำงานของเกลียวคั้นมะนาว



ขนาดของเกลียวคั้นมะนาวนี้จะมี 0 9 cm. ยาว 15 cm. ช่องทางออกจะว้าง 5 cm.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.21 การศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับระบบการทดรอบของมอเตอร์

ในการหมุนของมอเตอร์จะหมุน 1,450 รอบต่อนาที ซึ่งเมื่อนำความเร็วรอบนี้ไปใช้ในการตีเปลือกปอสาใบมีดตีเปลือกปอสาจะมีแรงในการบดกระแทรกมากซึ่งจะเป็นการทำลายความเหนียวของกระดาษสาที่ผลิตออกมาเพราะใบมีดตีปอสาจะไปตัดเส้นใยของปอสาจากเส้นใยซึ่งมีลักษณะเป็นเส้นใยยาวให้สั้นลงดังนั้นการลดจำนวนรอบของมอเตอร์ลงจึงมีความจำเป็นในการตีเปลือกปอสามาก ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษาถึงระบบการลดจำนวนรอบของมอเตอร์ลงเพื่อนำระบบที่เหมาะสมมาใช้ในการตีเปลือกปอสาของอุปกรณ์ผลิตปอสาในขั้นตอนเตรียมเยื่อปอสาให้มีประสิทธิภาพในการใช้งานมากขึ้น

ระบบเกียร์ทดรอบสำเร็จรูป

ระบบเกียร์ทดสอบสำเร็จรูปนี้จะมีลักษณะดังภาพที่ซึ่งจะมีชุดเกียร์และมอเตอร์จำหน่ายเป็นชุดประกอบเข้าด้วยกัน โดยมอเตอร์จะเป็นต้นกำลังส่งแรงผ่านตัวส่งกำลังคือสายพานมาหมุนชุดเกียร์ซึ่งได้ออกแบบให้มีจำนวนรอบต่อนาทีตามที่ต้องการแล้ว ลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ใช้อุปกรณ์ชนิดนี้คือเครื่องกวนน้ำสลิป ซึ่งชุดเกียร์จะลดจำนวนรอบจากมอเตอร์จาก 1,450 รอบต่อนาทีให้เหลือ 80 รอบต่อนาที

ภาพที่ 210
แสดงลักษณะของชุดเกียร์สำเร็จรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อดีและข้อเสียของชุดเกียร์สำเร็จรูป

ข้อดี

1. สะดวกสบายในการใช้งาน
2. มีจำนวนรอบในการหมุนคงที่
3. มีความสะดวกในการติดตั้ง

ข้อเสีย

1. บำรุงรักษายาก
2. ราคาค่อนข้างแพง
3. ไม่สามารถปรับจำนวนรอบได้

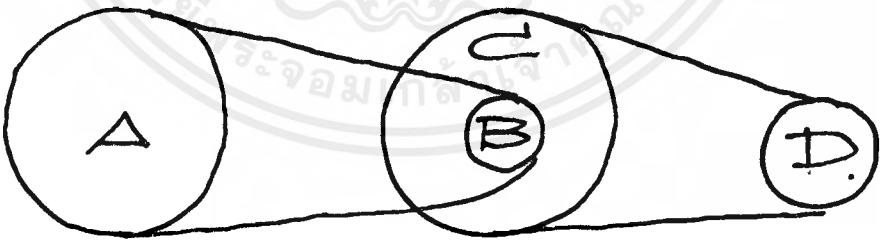
ระบบการทดรอบโดยมู่เล่

มู่เล่ขับ (Driving Pulley) เป็นอุปกรณ์ที่รับกำลังจากมอเตอร์เพื่อส่งต่อไปยังมู่เล่ตัวต่อไป เรียกมู่เล่ชนิดนี้ว่ามู่เล่ขับ

มู่เล่ตัวส่ง (Driven Pulley) คือ มู่เล่ตัวที่ติดกับเครื่องมือ เช่นติดกับใบเลื่อย หินลับมีด เป็นต้น

การเปลี่ยนความเร็วรอบ

ความเร็วที่เปลี่ยนได้แก่ความเร็วรอบและความเร็วเชิงเส้น การเปลี่ยนความเร็วขึ้นอยู่กับการจัดมู่เล่ ถ้าต้องการเพิ่มความเร็วรอบให้สูงขึ้นตั้งใช้มู่เล่ตัวขับให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางยาวกว่าเส้นผ่านศูนย์กลางของมู่เล่ต่อส่งและถ้าต้องการลดความเร็วรอบให้น้อยลงจะต้องใช้มู่เล่ตัวขับให้มีเส้นผ่านศูนย์กลางสั้นกว่าเส้นผ่านศูนย์กลางของตัวส่ง



A & C = มู่เล่ตัวขับ

B & D = มู่เล่ตัวส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เราอาจจำแนกความเร็วได้เป็นหลักใหญ่ๆ 2 ประเภท คือ

ความเร็วรอบ หมายถึง ความเร็วของมู่เล่ วงล้อ ฯลฯ ที่จะหมุนได้จำนวนรอบมากหรือน้อยใน 1 นาที ใช้อักษรย่อ R.P.M. ย่อมาจาก Revolutions Per Minutes เช่นความเร็วของเลื่อยวงเดือนเป็น 280 R.P.M. หมายความว่า ใบเลื่อยวงเดือนสามารถหมุนได้ถึง 280 รอบใน 1 นาที

ความเร็วเชิงเส้น (Cuttina spee Surface spee Rim Speed) ทั้งหมดนี้ความหมายตรงกับความเร็วเชิงเส้น คือ ระยะที่เราถือเอาจุดใดจุดหนึ่งบนสายพานเป็นหลัก ว่า ภายใน 1 นาที จุดนี้จะเคลื่อนที่ไปเป็นระยะทางเท่าไร

เช่น ความเร็วเชิงเส้นของ มู่เล่ อันหนึ่งเป็น 300 ฟุตต่อนาที หมายความว่าเมื่อเราถือจุดใดจุดหนึ่งบนมู่เล่ เป็นหลักในเวลา 1 นาที จุดนี้จะเคลื่อนไปเป็นระยะทาง 300 ฟุต

ความสัมพันธ์ระหว่างเครื่องความเร็วรอบ ความเร็วเชิงเส้น และความยาวของเส้นรอบวง

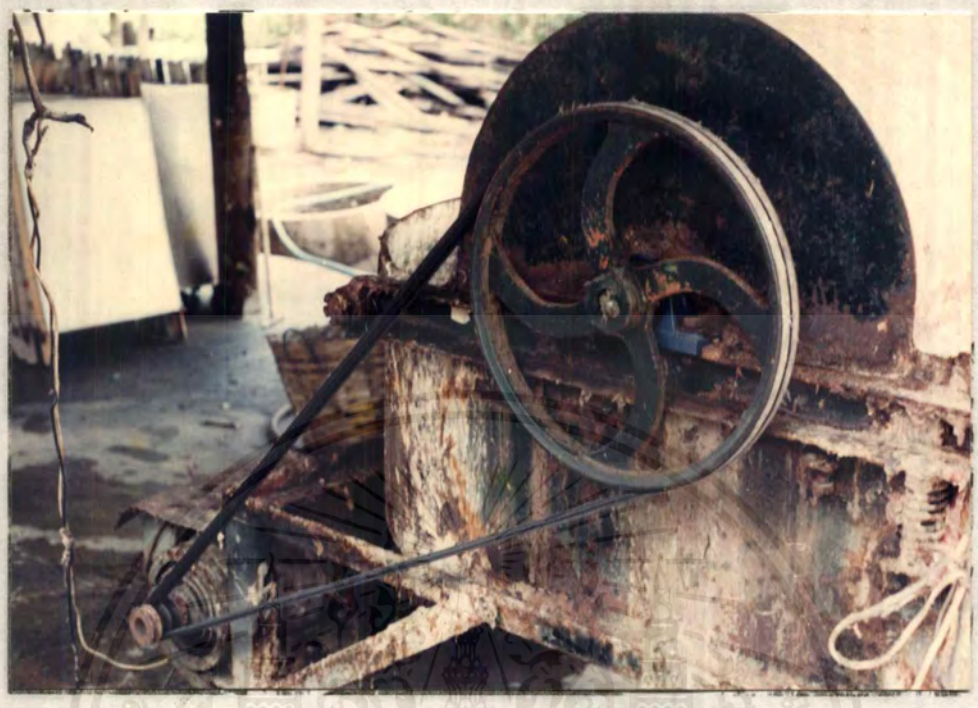
ให้ R.P.M.	เป็นความเร็วรอบ
ให้ LINEAR SPEED	เป็นความเร็วเชิงเส้นที่ มู่เล่ และใบเลื่อยสายพาน
ให้ PERIPHERAL SPEED	เป็นความเร็วเชิงเส้นของใบตัดใบเลื่อยวงเดือน
ให้ C	เป็นความยาวของเส้นรองวง มู่เล่
ให้ LINEAR SPEED	เท่ากับ C x R.P.M.

ในผลิตภัณฑ์ที่นำระบบการทำงานโดยการลดจำนวนรอบด้วยการใช้ความยาวของเส้นผ่านศูนย์กลางมู่เล่ตัวขับและตัวส่งที่ต่างกันนี้จะเห็นได้ทั่ว ๆ ไป ตามผลิตภัณฑ์ที่ใช้มอเตอร์เป็นตัวต้นกำลังและมีสายพานเป็นตัวส่งกำลัง เช่น เครื่องตีเยื่อปอสา เครื่องจิ๊กปูนพลาสเตอร์ เพื่อทำโมลเซรามิกซ์ ซึ่งความยาวของเส้นผ่านศูนย์กลางของมู่เล่และความยาวของสายพานนั้นจะยาวมากหรือน้อยก็ขึ้นอยู่กับจำนวนรอบที่ผู้ใช้ต้องการใช้นั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 211

แสดงลักษณะการทดแรงโดยใช้มู่เล่ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางต่างกัน



ก. เครื่องตีเยื่อปอสา

ข. เครื่องจิ๊กปูนพลาสเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มู่เล่พานส่วนใหญ่จะทำจากเหล็กหล่อเทา (GG-15,GG-20) สำหรับมู่เล่พานที่ใช้งานรับภาระมากๆ จะทำจากเหล็กกล้าหล่อ (GS-33,GS-45)หรือจากเหล็กกล้า (แผ่น), โลหะเบาที่ได้จากการรีดขึ้นรูปหรือเชื่อมประสาน

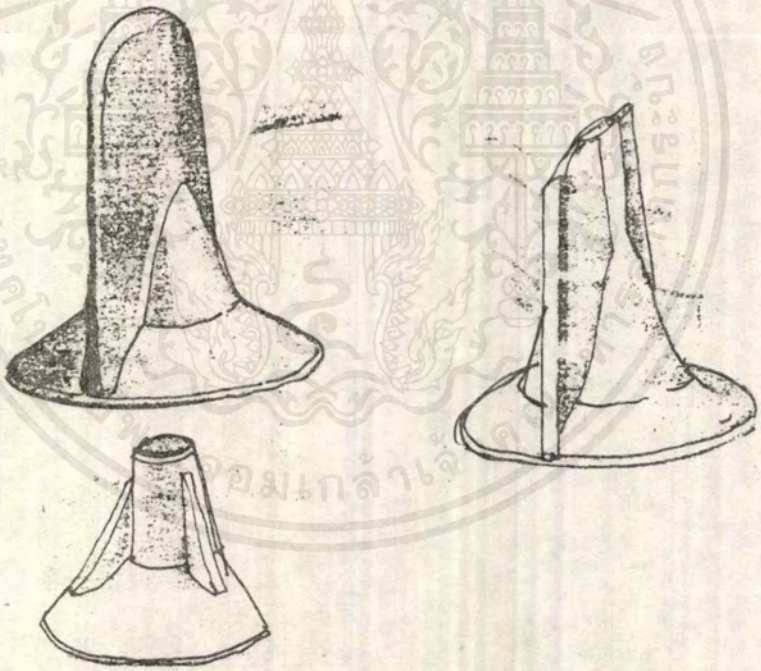
มู่เล่พานทุกชนิดจะต้องมีการถ่วงดุลน้ำหนักลักษณะสถิตย์ ส่วนในกรณีที่ไวต่อการสั่นสะเทือนหรือใช้งานความเร็วสูง จะต้องถ่วงดุลน้ำหนักลักษณะพลวัต (Dynamic) โดยมีความเร็วขอบ v > 25 m/s จะต้องถ่วงดุลน้ำหนักทั้งลักษณะสถิตย์และพลวัต

ระบบการทดรอบโดยใช้ Planctary gear

Planctary gear นี้เป็นระบบเกียร์ที่ใช้ในเครื่องซักผ้าความสำคัญของชุดเกียร์นี้จะทำหน้าที่ในการเปลี่ยนการหมุนของแกนหมุน 2 แกนคือ แกนหมุนของแกนปั่นผ้าและแกนหมุนของถังสะบัดแห้ง ซึ่งมีส่วนประกอบ ตามภาพที่ 212

ภาพที่ 212

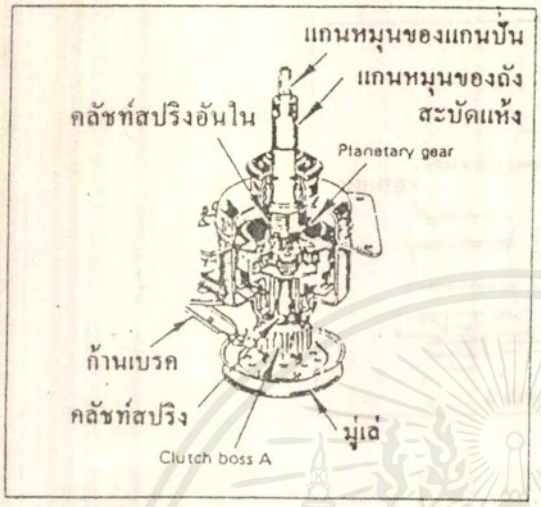
แสดงลักษณะแกนหมุนของเครื่องซักผ้า

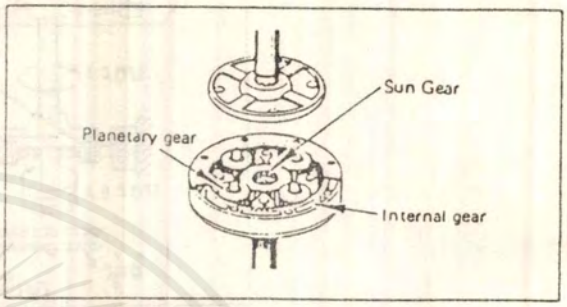


จากภาพจะเห็นว่ามีแกนหมุน 2 แกน ซ้อนกันอยู่ คือ แกนหมุนของแกนปั่นจะอยู่ภายในและแกนหมุนของถังสะบัดแห้งจะอยู่ด้านนอก แกนหมุนของแกนปั่นจะถูกขับโดย Planctary gear ตามภาพที่ 213 ส่วนแกนหมุนของถังสะบัดแห้งจะต่อตรงกับมู่เล่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 213
แสดงลักษณะของ Planctary gear



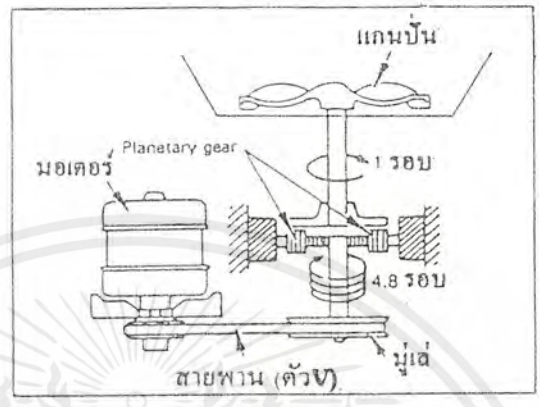


อัตราการทดรอบของ Planctary gear จะเป็น 4.8:1 จากภาพที่ 214 และภาพที่ 215 มอเตอร์จะหมุนด้วยความเร็ว 1600 รอบ/นาที ที่ 60 Hz จะส่งผ่านความเร็วตามสายพานไปที่มู่เล่ซึ่งจะลดความเร็วลงเหลือ 850 รอบ/นาที ที่มู่เล่จะมีแกนต่อไปที่ชุดเกียร์ ที่สามารถปรับความเร็วได้ 2 ระดับ 2 แกนหมุน ถ้าปรับไปที่ Planctary gear จะทำให้แกนปั่นหมุนด้วยความเร็วรอบ 175 รอบ/นาที แต่ถ้าปรับต่อโดยตรงกับแกนมู่เล่ถังสะบัดแห้งจะหมุนด้วยความเร็ว 850 รอบ/นาทีเท่ากับความเร็วมู่เล่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

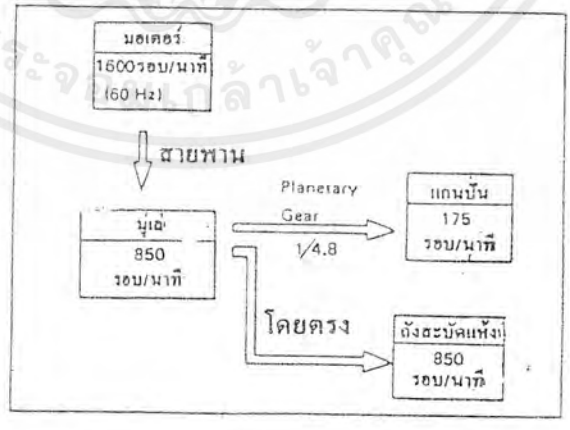
ภาพที่ 214

แสดงการประกอบชุด Planctary gear เข้ากับมอเตอร์



ภาพที่ 215

แสดงจำนวนการทดรอบของ Planctary gear



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

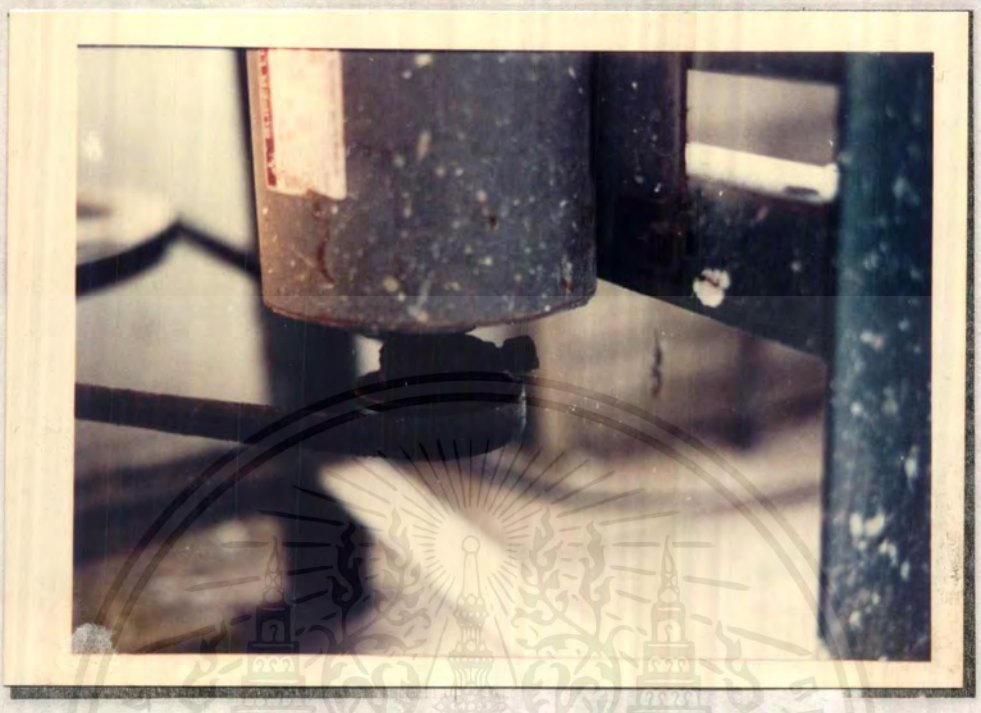
ระบบการลดจำนวนรอบโดยการสับเปลี่ยนการขับมู่เล่ของสายพาน

ระบบนี้เป็นระบบการทำงานของเครื่องจิกปูนพลาสเตอร์สำหรับทำโมลเพื่อหล่อน้ำสลิปของงานเซรามิกซ์ ซึ่งลักษณะของเครื่องจะเป็นโต๊ะสี่เหลี่ยมสูง 100 cm. กว้าง 100 cm. ยาว 100 cm. ด้านบนจะมีแท่นสำหรับหล่อปูนพลาสเตอร์ ส่วนด้านล่างจะเป็นโครงสร้างเหล็กโปร่งโล่ง ภายในจะมีมอเตอร์ส่งกำลังขนาด 1/2 แรงม้า มีแกนเพลา 2 แกน ซึ่งเพลาทั้งสองแกนจะมีมู่เล่ติดอยู่ เพลาหนึ่งจะติดมู่เล่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 40 cm. เพื่อลดจำนวนรอบของมอเตอร์ส่วนอีกเพลาหนึ่งจะเป็นแกนหมุนของแท่นหล่อปูนมีมู่เล่ติดอยู่ 2 ตัว ขนาด 0 16 cm เพลานี้จะทะลุผ่านพื้นขึ้นไปด้านบนเชื่อมต่อกับแท่นหมุนสำหรับหล่อปูน

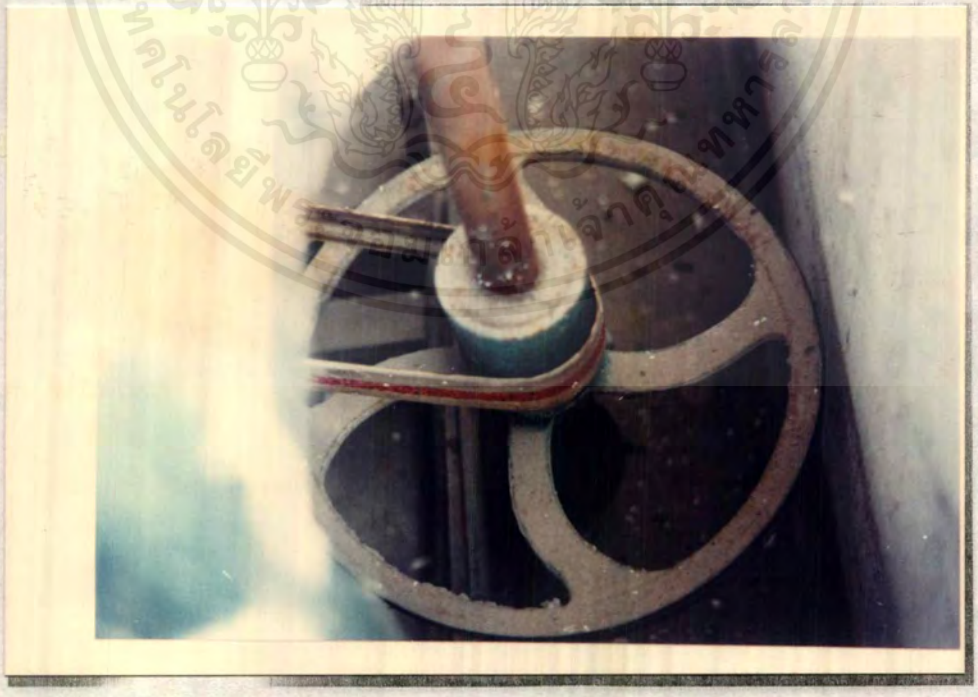
ภาพที่ 216
แสดงลักษณะของเครื่องจิกปูนพลาสเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 217
แสดงระบบต้นกำลังและส่งกำลังของเครื่องจิ๊กปูนพลาสเตอร์



ภาพที่ 218
แสดงลักษณะของมู่เล่ส่งที่แกนเพลาแรก

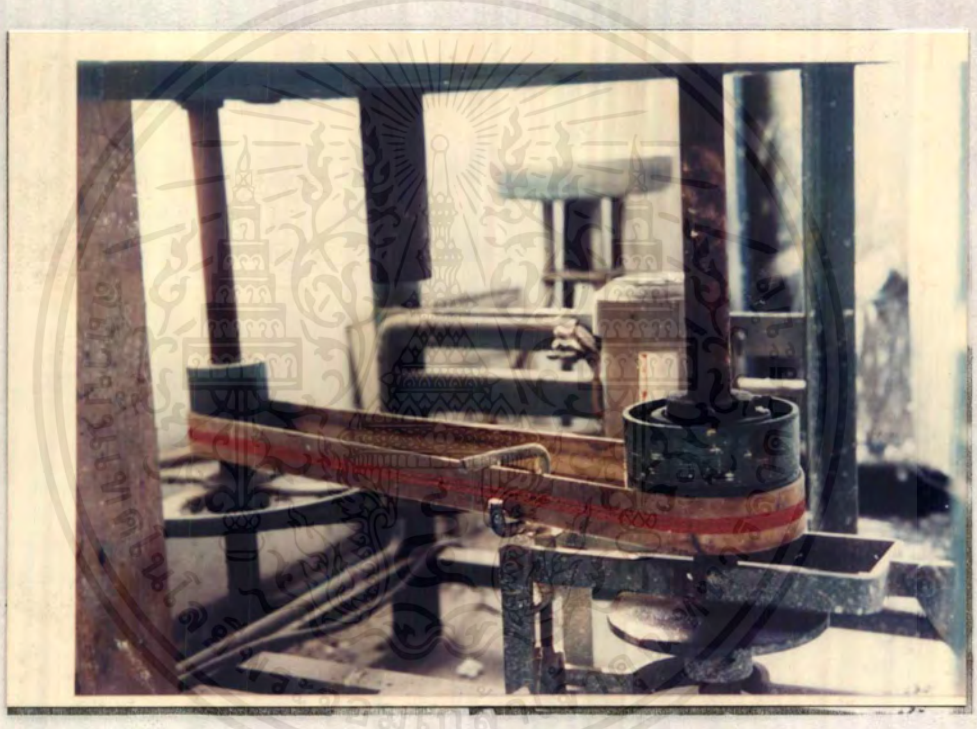


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มู่เล่ของเพลาที่เชื่อมติดอยู่กับแท่นหล่อปูนทั้งสอง ตัวนี้จะทำหน้าที่ 2 อย่างคือ ตัวแรกซึ่งอยู่ด้านล่างจะทำหน้าที่รองรับสายพานแบนที่ส่งกำลังมาจากเพลาแกนที่ 1 ซึ่งลดจำนวนรอบของมอเตอร์ลงแล้ว การยึดของมู่เล่ตัวนี้กับแกนเพลาจะยึดติดแน่นด้วยสลักเกลียว ส่วนอีกตัวหนึ่งซึ่งจะอยู่ด้านบนตัวแรก มู่เล่ตัวนี้จะไม่ยึดติดแน่นกับแกนหมุนแท่นหล่อปูน จะมีลักษณะหมุน ได้โดยไม่มีแรงเสียดทาน เพราะจะใช้ลูกปืนเป็นตัวรองระหว่างแกนหมุนแท่นหล่อปูนกับมู่เล่

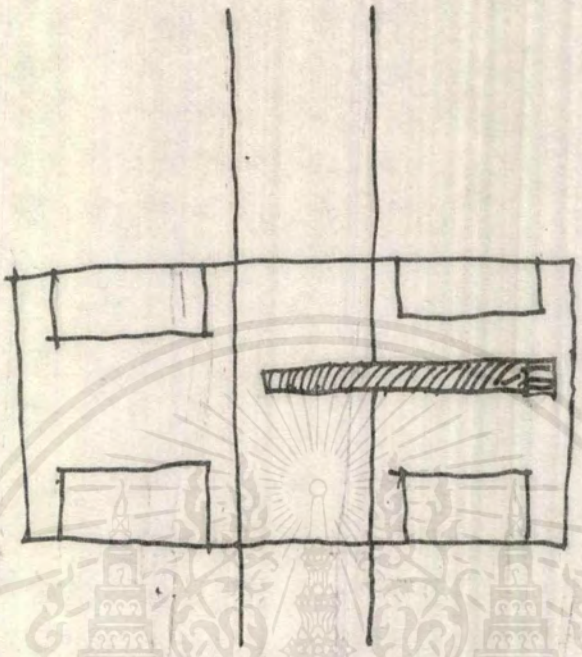
ภาพที่ 219

แสดงลักษณะของมู่เล่รองสายพานแบนทั้งสองตัวของแกนหมุนแท่นหล่อปูน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 220
แสดงลักษณะการยึดมู่เล่ของแกนหมุนแท่นหล่อปูน



หน้าที่ของมู่เล่ตัวบนนี้จะทำหน้าที่รองรับสายพานแบน ในกรณีที่ต้องการให้แกนหมุนของแก่นหล่อปูนหยุด เมื่อเกิดแรงเสียดทานที่มากขึ้นเนื่องจากการใช้ใบมีดในการกัดกะเทาะปูนพลาสเตอร์ที่หล่อไว้เพื่อทำชิ้นงานบนแท่นหล่อปูนออก ในการที่จะสับเปลี่ยนสายพานจากมู่เล่ตัวล่างขึ้นมาสู่มู่เล่ตัวบนนี้ได้นั้นจะทำได้โดยการเหยียบตัวเหยียบเบรค ซึ่งจะอยู่ด้านหน้าของเครื่อง ซึ่งตัวเหยียบเบรคนี้จะมีคานเหล็กต่อเข้าไปสู่สายพานแบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 221

แสดงลักษณะตัวเหยียบเบรคของเครื่องจักบุ่นพลาสเตอร์

คานของตัวเหยียบนี้จะเป็นตัวบังคับให้สายพานยกขึ้นและลงจากมู่เล่ทั้งสองตัว คือ เมื่อต้องการให้แกนหมุนแท่นมู่เล่หยุดกำเหยียบตัวเบรคลง หรือเมื่อต้องการให้สายพานกลับลงมาที่ มู่เล่ตัวล่าง เพื่อให้แกนหมุนแท่นหล่อปูนหมุนต่อไปปกติก็ปล่อยเข้าจากตัวเหยียบเบรคสายพานก็จะถูกคานบังคับให้เปลี่ยนลงมาที่มู่เล่ตัวล่าง

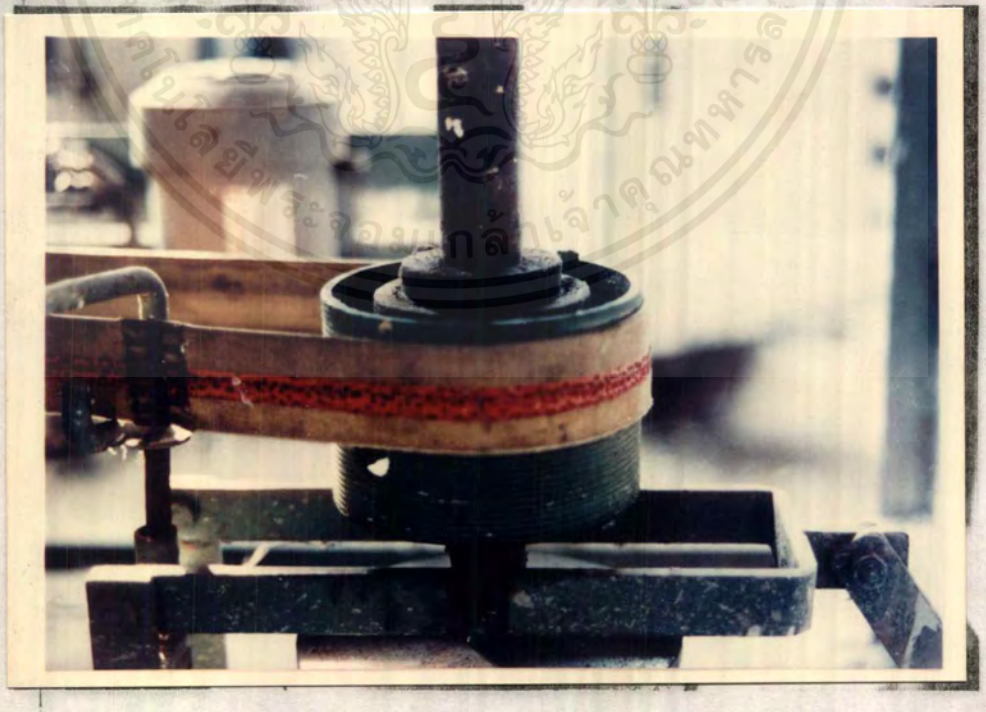
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 222

แสดงลักษณะของสายพานก่อนเหยียบเบรค

ภาพที่ 223

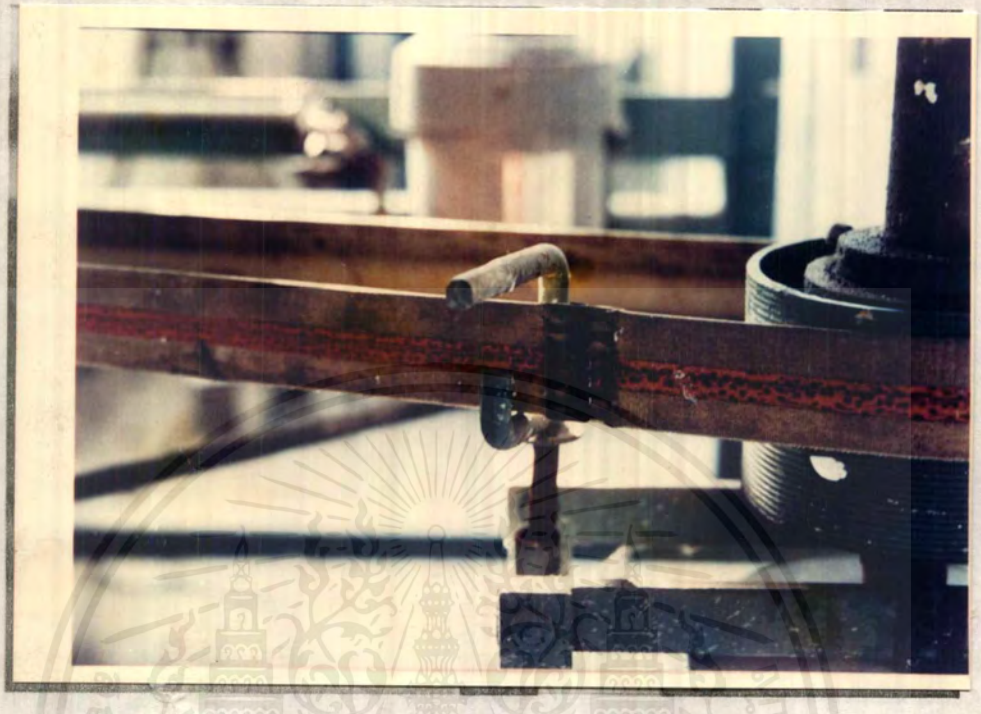
แสดงลักษณะของสายพานหลังเหยียบเบรค



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 224

แสดงลักษณะของตัวบังคับสายพานให้ขึ้นลง



ข้อดีและข้อเสียของระบบการเปลี่ยนมู่เล่ของสายพาน

ข้อดี

1. เป็นระบบที่ง่ายต่อการผลิต
2. ดูแลรักษาง่าย
3. เหมาะสมกับงานที่ต้องมีการหยุดบ่อยๆ

ข้อเสีย

1. สายพานที่ชับเป็นสายพานแบนอาจเกิดการลื่นไหลได้ง่าย
2. ตัวเหยียบเบรคไม่มีความยืดหยุ่นขึ้นลงที่ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.22 การศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับระบบในการทำให้สายพานตึง

ในการใช้สายพานเป็นตัวส่งกำลังนั้นในกรณีที่สายพานหย่อนจะไม่สามารถไปขับมู่เล่ให้หมุนได้ดังนั้นจึงต้องมีการทำให้สายพานตึงซึ่งในที่นี้ผู้วิจัยได้ศึกษาถึงระบบในการทำให้สายพานตึงดังนี้ คือ

การใช้ลูกกลิ้งอัดภายในและภายนอก

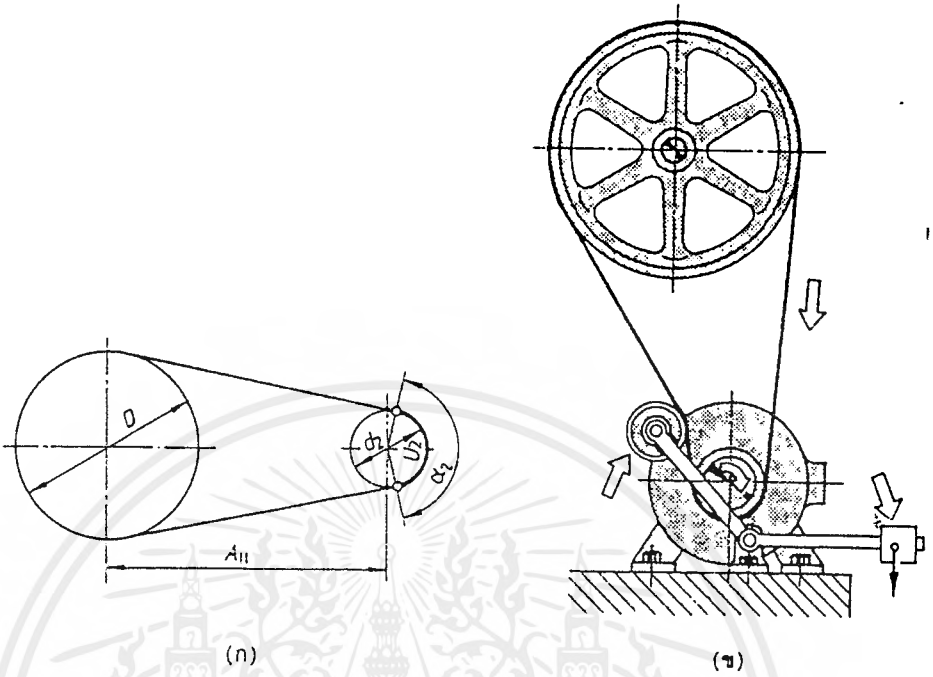
จะส่งถ่ายโมเมนต์หมุนด้วยความเสียดทาน (Friction) ระหว่างล้อสายพานและสายพาน ส่วนการทำให้สายพานตึงนั้นจะได้จากการกำหนดให้มีความยาวสายพานที่ถูกต้อง ด้วยการขยายระยะห่างระหว่างแกนเพลา เช่น ให้มอเตอร์ขับยึดอยู่ในรางเลื่อนได้หรือบนแท่นเอียงปรับขึ้นลงหรือใช้ลูกกลิ้งกดสายพานด้านหย่อน (ขณะส่งกำลัง) ให้อยู่ใกล้ด้านล้อพูเล่ (Pulley) ที่มีขนาดเล็กกว่า เพื่อให้มีการโอบของสายพานเพิ่มมากขึ้นยิ่งทำให้การส่งกำลังได้มากขึ้น

แรงตามขอบล้อสายพานที่ส่งกำลังจะทำให้สายพานเกิดการยืดตัวแบบยืดหยุ่นที่มีผลให้สายพาน เกิดการลื่นในขณะส่งกำลังบนล้อสายพาน = 2% ของการส่งกำลังทั้งหมดด้วยเหตุนี้ สายพานที่มีลักษณะการส่งกำลังด้วยแรง จึงไม่เหมาะนำมาใช้งานในที่ต้องการอัตราทดที่เที่ยงตรงระหว่างเพลาตั้งแต่ 2 เพลาขึ้นไป โดยปกติ จะต้องให้มีมุมโอบที่ล้อสายพานตัวเล็กให้มากเพียงพอที่การส่งกำลังจะเกิดขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงต้องกำหนดอัตราทดสำหรับการส่งกำลังสายพานแบนให้ไม่เกิน $i = 6 : 1$ และระยะห่างระหว่างแกนล้อสายพาน $a > 1,2 (d_1+d_2)$

ในกรณีที่อัตราทด i = มากกว่า $6 : 1$ หรือในกรณีที่มุมโอบของสายพานด้านล้อสายพานตัวเล็กสุดน้อยกว่า 100° ก็ให้ใช้ลูกกลิ้งกดสายพานที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางอย่างน้อยที่สุดเท่ากับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของล้อสายพานตัวเล็กสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 225
แสดงลักษณะของการใช้ลูกกลิ้งกดสายพาน



(ก) แสดงมุมโอบ a_2 ที่ล้อพูเล่เล็ก
(ข) อุปกรณ์ช่วยให้สายพานตึงอีกแบบหนึ่งที่ใช้น้ำหนักถ่วงให้ตึง

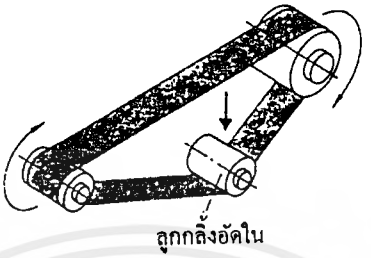
ผลของการใช้ลูกกลิ้งกดสายพาน
ทำให้เกิดภาระดัดสูงขึ้น
ทำให้เกิดเสียงดังมากขึ้น
ทำให้ประสิทธิภาพลดลง

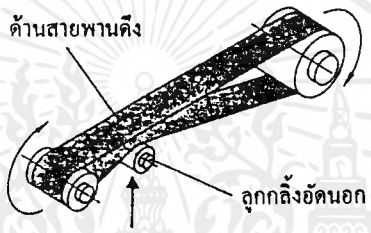
การใช้ลูกกลิ้งกดภายในสายพาน
ทำให้มุมโอบล้อสายพานน้อยลง
ถ้าเป็นไปได้ควรวางให้ใกล้กับล้อสายพานใหญ่

การใช้ลูกกลิ้งกดภายนอกสายพาน
ทำให้มุมโอบสายพานมากขึ้น
ถ้าเป็นไปได้ควรวางให้ใกล้กับล้อสายพานตัวเล็ก
เพื่อมิให้สายพานรับภาระดัดมาก ควรจะเลือกขนาดลูกกลิ้งให้โตขึ้น
การปรับหรือทำให้สายพานตึงเพื่อใช้งานนั้น จะมีผลให้รองเพลาต้องรับภาระสูง

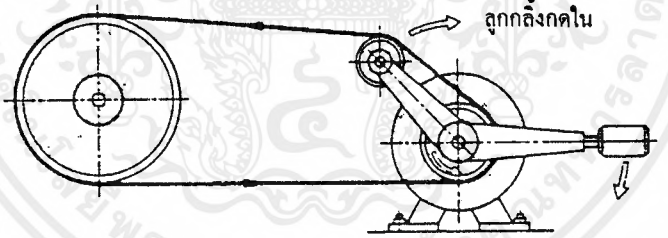
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 226
การติงสายพานภายนอกและภายใน





~~รูปที่ 3.3 การดึงสายพานภายนอกและภายใน~~

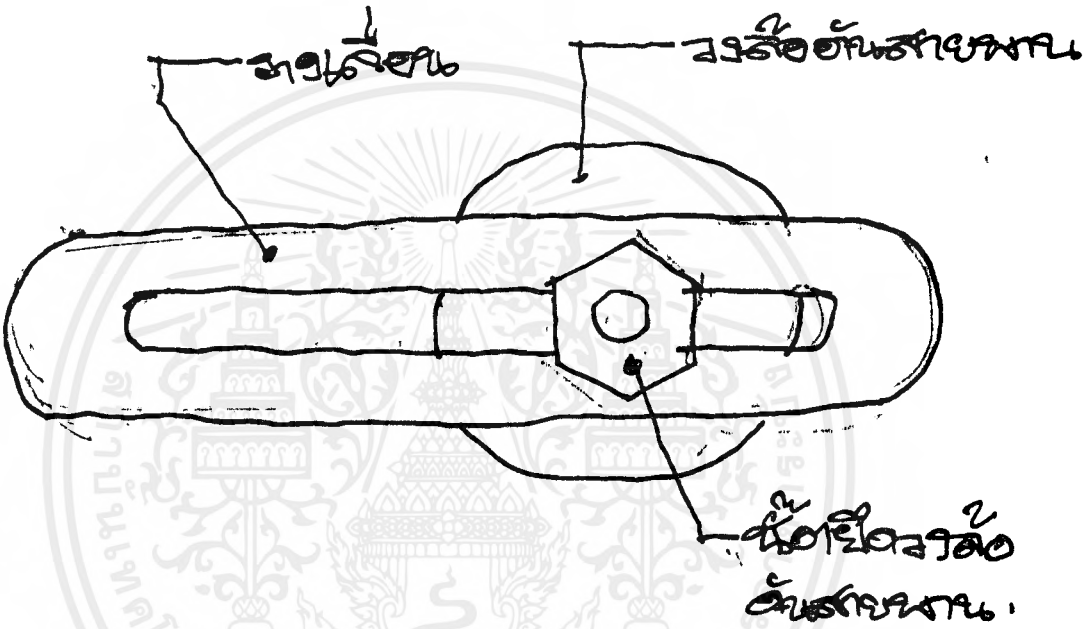


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การปรับน็อตเลื่อนตัวกดสายพานหรือโซ่

ในการปรับน็อตเพื่อเพิ่มหรือลดความตึงของสายพานนี้จะพบในเครื่องคั้นน้ำมะนาวซึ่งลักษณะของการปรับสายพานแบบนี้จะมีน็อตซึ่งยึดกับแกนกลางของลูกกลิ้งซึ่งเป็นตัวติดกันติดอยู่บนรางเหล็กซึ่งทำหน้าที่รองรับลูกกลิ้งดังภาพที่ 227

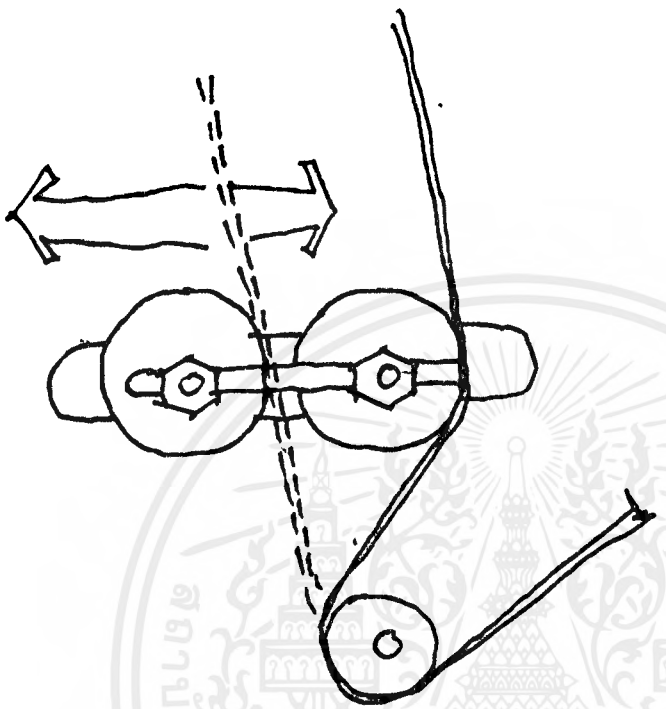
ภาพที่ 227
แสดงลักษณะของรางรองลูกกลิ้งกดสายพานหรือโซ่



เมื่อต้องการทำให้สายพานหย่อนก็คลายน็อตและเลื่อนลูกกลิ้งออกจากสายพานตามระยะทางที่ต้องการหรือเมื่อต้องการให้สายพานตึงก็เลื่อนลูกลิ้งไปบนรางรองลูกกลิ้งไปกดสายพานจนได้ความตึงตามที่ต้องการและขันน็อตให้ติดแน่นหกับรางรองลูกกลิ้ง ดังภาพที่ 228

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 228
แสดงลักษณะการเลื่อนของลูกกลิ้ง



การปรับโดยการหมุนเฟืองปรับที่เชื่อมกับมู่เล่เพื่อให้สายพานตึง

ระบบนี้เป็นระบบการปรับสายพานให้ตึงหรือหย่อนของเครื่องปั่นเยื่อปอสา ซึ่ง ระบบส่งกำลังของเครื่องปั่นเยื่อปอสาที่ใช้กันอยู่เป็นสายพานซึ่งจะต่อจากมอเตอร์ขึ้นมายังใบมีดเมื่อมอเตอร์หมุนจะทำให้สายพานขับให้ใบมีดในการปั่นเยื่อปอสาหมุนไปด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 229
แสดงการหมุนเฟืองของตัวปรับ

ในการใช้สายพานในการส่งกำลังจากมอเตอร์มายังใบมีดนั่นสามารถปรับความตึงและหย่อนของสายพานได้ในบางเครื่องสาเหตุที่สามารถปรับได้เพราะเป็นการลดอัตราการหมุนต่อรอบของใบมีดให้ช้าลงหรือเร็วขึ้นตามความต้องการ คือเมื่อต้องการให้หมุนเร็วก็ต้องปรับสายพานให้ตึงขึ้นแต่ถ้าต้องการให้ช้าลงก็สามารถปรับสายพานให้หย่อนลง ดังภาพ 230

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 230
แสดงตัวปรับสายพานของเครื่องที่เชื่อมกับมู่เล่

ลักษณะของตัวปรับสายพานจะเป็นด้ามลำหรับหมุนซึ่งเมื่อหมุนด้ามจับจะทำให้เฟื่องที่ติดกับด้ามจับหมุนส่งผลทำให้ระดับของวงล้อที่สายพานคล้องอยู่ยกระดับขึ้นทำให้สายพานตึง เมื่อต้องการให้สายพานหย่อนก็ลดระดับของมู่เล่คล้องสายพานลง โดยการหมุนด้ามจับกลับทิศกันแล้วสายพานจะหย่อนลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.23 การศึกษาข้อมูลระบบการล็อคเพลากับมู่เล่

ในการยึดเพลาเข้ากับมู่เล่เพื่อทำให้เกิดความแน่นหนาเมื่อเกิดการขับของสายพานนั้นผู้วิจัยได้ทำการศึกษาถึงระบบการยึดล็อคของเพลาเข้ากับมู่เล่ดังนี้

ลิ่มส่งกำลัง

ลิ่มส่งกำลังมีหน้าที่ส่งกำลังระหว่างล้อหรือมู่เล่กับเพลาในเครื่องจักรกลขนาดใหญ่ เช่น ใช้ขับล้อสายพานใหญ่ เฟือง คลัตช์ หรือในงานเครื่องจักรหยาบๆ เช่น โรงสีข้าว เครื่องกลเกษตร ลิ่มนี้จะถอดประกอบได้ลิ่มส่งกำลังได้กำหนดมาตรฐาน เช่น DIN 6886 ลิ่มนี้จะมีความลาด 1:100 หมายความว่า ที่ความยาวลิ่ม 100 mm ความสูงลิ่มจะชดชง 1 mm เมื่อทำการสวมตอกลิ่มเข้าไปในร่องเพลาและล้อ ความลาดของร่องในล้อจะเท่ากับความลาดของลิ่มส่งกำลัง ลิ่มนี้จะพยายามอัดตนเพลาและล้อให้หนีจากกัน นั่นคือแรงที่ตอกลิ่ม จะทำให้เกิดแรงปกติ และแรงอัดมากขึ้นด้วยเหตุนี้จึงได้กำหนดให้อัตราลาดของลิ่มเท่ากับ 1:100

ภาพที่ 231
แสดงการยึดด้วยลิ่มส่งกำลัง

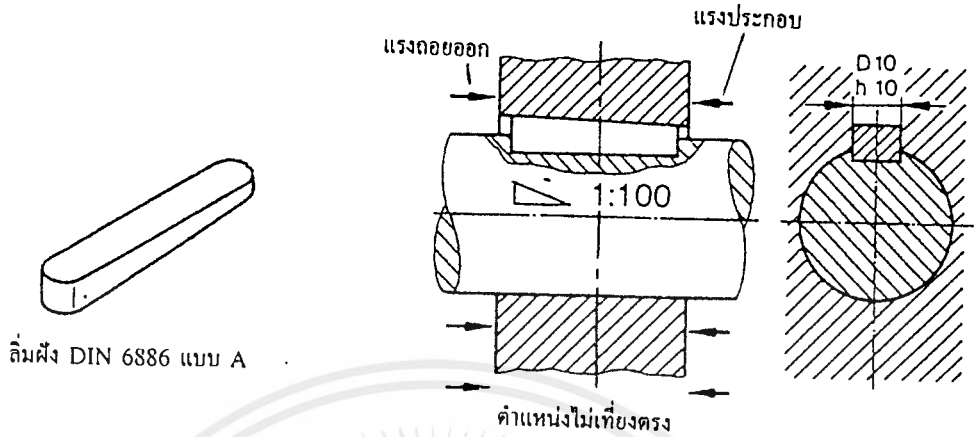
รูปร่างของลิ่มส่งกำลัง

ก. ลิ่มฝัง

จะมีหัวท้ายเป็นรูปโค้งครึ่งวงกลม ในการประกอบจะวางลิ่มลงในร่องเพลาก่อน แล้วเลื่อนล้อสวมอัดเข้าไปให้แน่น ด้วยเหตุนี้ตำแหน่งล้อที่อัดแน่นจะไม่สามารถกำหนดได้ตายตัว รวมทั้งการปาดผิวร่องก็กระทำได้ไม่ง่ายนัก จึงไม่เป็นที่นิยมในการนำมาใช้งาน แต่เนื่องจากลิ่มนี้ฝังลงในร่องเพลาจึงสามารถนำมาใช้งานที่รับโมเมนต์มากได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

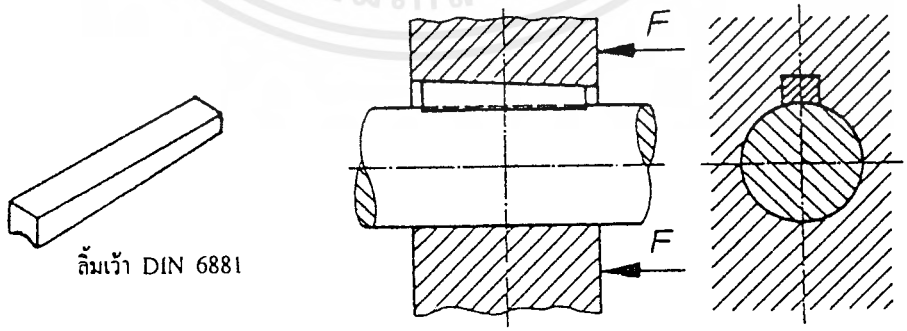
ภาพที่ 232
การยึดล้อและเพลาด้วยลิ่มฝัง



ข. ลิ่มเว้า

มีด้านที่จะประกอบติดเพลาเป็นรูปเว้า (ดูรูปที่ 233 ให้แนบติดกับผิวเพลากลม ไม่จำเป็นต้องปาดผิวเพลาอีกเพิ่มเติม ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายในการผลิต ใช้กับงานที่รับโมเมนต์ต่ำ เช่น ใช้ยึดล้อขนาดเล็กๆ

ภาพที่ 233
การยึดล้อและเพลาด้วยลิ่มเว้า

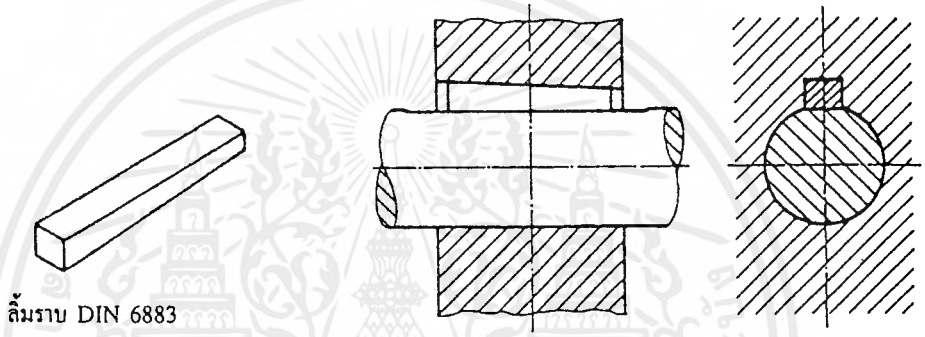


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค. ลิ่มราบ

เป็นลิ่มที่มีภาคตัดขวางเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า ก่อนการประกอบยึดจะต้องกัดหรือไสให้ผิวเพลาราบพอที่จะให้ลิ่มนี้ประกอบได้ ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายในการผลิตและผิวราบนี้มีผลต่อความแข็งแรงของเพลาน้อย ลิ่มนี้รับภาระโมเมนต์ได้น้อยกว่าลิ่มฝัง แต่มากกว่าลิ่มเว้า

ภาพที่ 234
การยึดล้อและเพลาด้วยลิ่มราบ



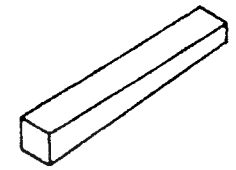
ลิ่มประเภทสวมอัดเข้าไปในล้อกับเพลา

ลิ่มเลื่อน

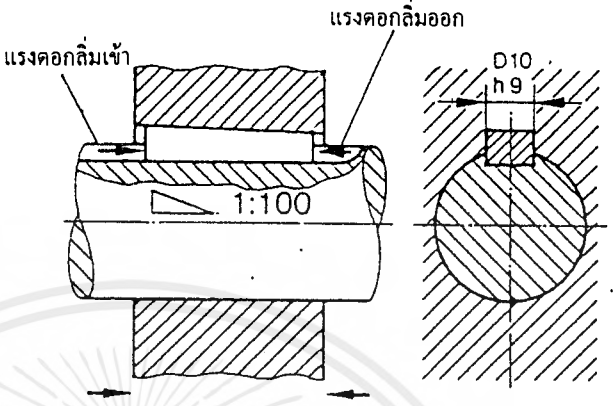
จะมีหัวท้ายเป็นปลายตัดตรง ลิ่มนี้จะใช้สอดเข้าไประหว่างร่องล้อและเพลา จากนั้นจึงใช้แรงตอกอัดให้แน่นให้ได้ตำแหน่งของล้อตามที่ต้องการได้ ด้วยเหตุนี้ร่องของเพลาจะต้องยาวไม่น้อยกว่า 2 เท่าของความยาวลิ่ม ในการประกอบใส่ลิ่มจะกระทำในทิศทางหนึ่ง ส่วนเวลาถอดจะกระทำในทิศทางตรงกันข้าม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

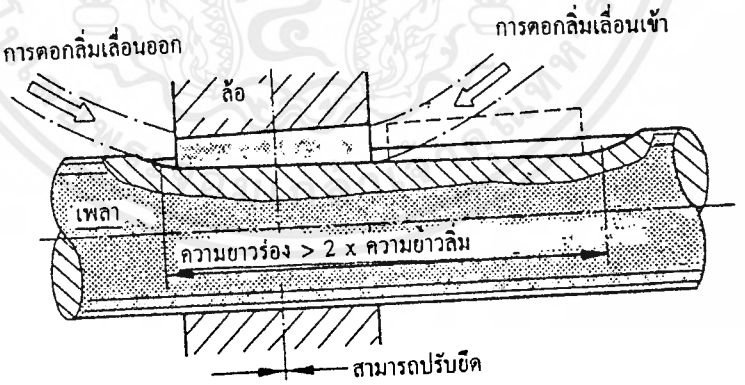
ภาพที่ 235
ทิศทางแรงตอกลิ่มเลื่อนเข้า-ออก



ลิ่มเลื่อน DIN 6886 แบบ B



ภาพที่ 236
การประกอบลิ่มเลื่อน



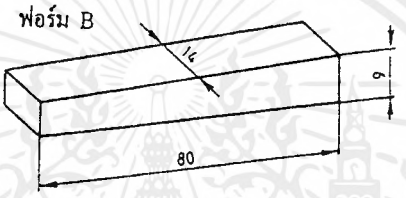
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างการประกอบลิ่มเลื่อน

ลิ่มเลื่อนมีขนาดความกว้าง 14 mm. มีความสูง (ที่สุด) 9 mm. และความยาว 140 mm. เขียนเป็นสัญลักษณ์ย่อเรียกว่า ลิ่ม DIN 6886- แบบ B14x9x80 หรือ ลิ่ม DIN 6886-B14x9x80

ภาพที่ 237

ลิ่ม DIN 6886-B14x9x80

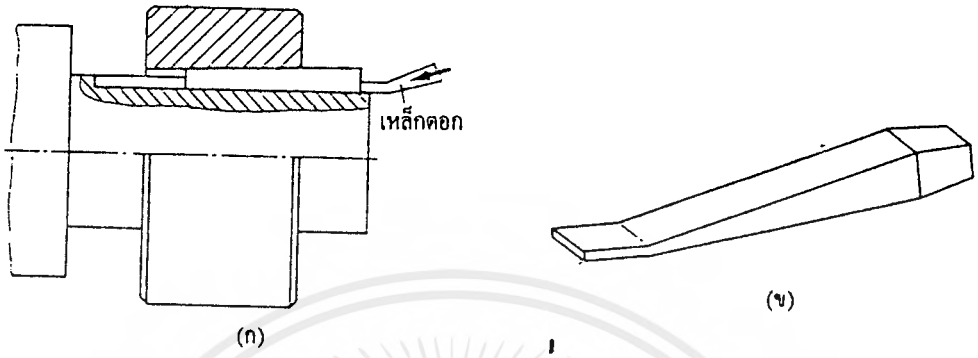


ในกรณีที่ร่องลิ่มแบนเพลาไม่เป็นร่องทะลุถึงปลายเพลา จะต้องให้ความยาวของร่องมากกว่าสองเท่าของความยาวลิ่มเป็นอย่างน้อย จึงจะสามารถทำการประกอบลิ่มเลื่อนเข้าไปในล้อได้สะดวก ตัวอย่างการประกอบลิ่มเลื่อนตามตามขนาดเข้าไปในเพลาก่อนการประกอบให้แน่ใจว่าตำแหน่งลาดเอียงของล้อและของลิ่มเหมือนกันเสมอ แล้วใช้น้ำมันหล่อลื่นทาบนปลายลิ่มด้านที่จะสวมเข้าล้อเสียก่อน (เพื่อป้องกันมิให้ลิ่มที่มกัดร่องลิ่ม) ใช้ค้อนตอกบนเหล็กตอก 1-2 ครั้ง ให้ลิ่มอัดเข้าไปในร่องล้อ จากนั้นถอดลิ่มออกเพื่อดูว่าผิวลิ่มที่ลาดนั้นมีรอยกดอัดกับผิวร่องลาดของล้อสม่ำเสมอหรือไม่ หากเกิดรอยไม่สม่ำเสมอให้ทำการปรับแต่งผิวลาดของลิ่มด้วยตะไบกระทั่งเกิดรอยกดอัดอย่างสม่ำเสมอ หรือให้เหลือขนาดประกอบลิ่มเข้าไปประมาณ 3 mm. (ด้วยการใช้ค้อนตอก 1-2 ครั้ง) ในการตะไบผิวลิ่มลาดออกให้ตะไบตามแนวยาวของลิ่มโดยให้ตะไบปรับออกทีละน้อย เพราะการตะไบผิวลดต่ำ 0.1 mm. หมายถึง การที่ลิ่มจะสามารถเชื่อนเข้าไปในร่องล้อได้ลึกมากขึ้นอีก 10 mm.

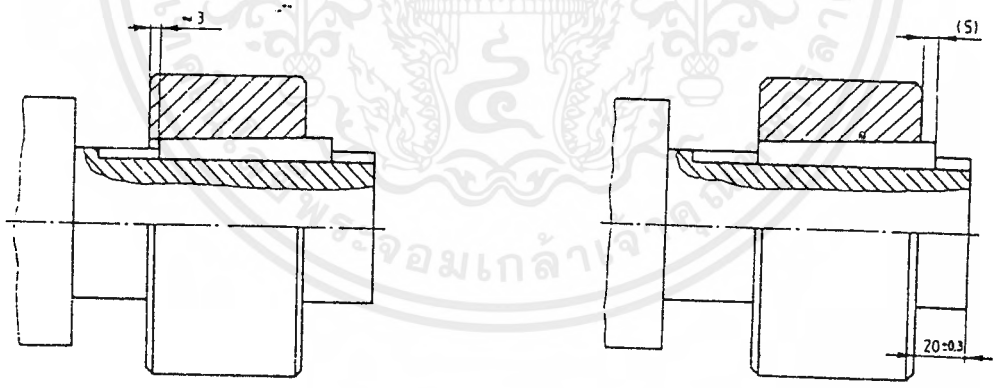
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 238

(ก) การใช้เหล็กตอกประกอบลิ่มเลื่อนเข้าไปในล้อ (ข) เหล็กตอกลิ่ม



ภาพที่ 239
แสดงการประกอบลิ่ม



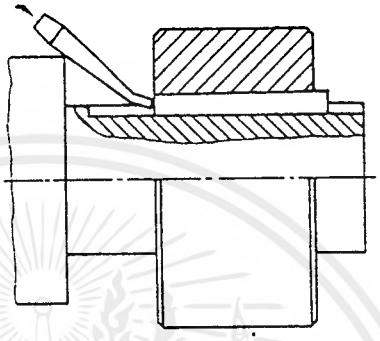
การประกอบลิ่มที่มีรอยกดอัดสม่ำเสมอ ด้วยการใช้ค้อนตอก 1-2 ครั้ง

การตอกลิ่มอี 3-5 ครั้ง ให้แน่นสนิท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้ค้อนตอกอัดลิ่มเข้าไปอีก 3-5 ครั้ง จนปลายลิ่มสนิทกับด้านข้างล้อและปลายลิ่มอีกข้างหนึ่งโผล่พ้นด้านข้างของล้อประมาณ 5 mm. สำหรับการถอดลิ่มเลื่อนให้กระทำโดยระวังมิให้เหล็กตอกไปกระแทรกร่องลิ่มให้เกิดการเสียหาย

ภาพที่ 240
การใช้ค้อนตอก เหล็กตอกให้ถอยลิ่มออกจากล้อ



การใช้สลักเกลียวยึดมู่เล่กับเพลา

ลักษณะของตัวล็อคจะเป็นสลักเกลียวหัวของสลักเกลียวเป็นแป้นหกเหลี่ยม ปลายสลักเกลียวจะชุบแข็งที่ตัวของมู่เล่จะมีการเจาะรูไว้เพื่อเป็นช่องสำหรับใส่สลักเกลียวให้ยึดติดกับเพลาซึ่งเจาะรูไว้เป็นในดังภาพที่ 241

ภาพที่ 241
แสดงลักษณะการยึดเพลากับมู่เล่ด้วยสลักเกลียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.24 การศึกษาข้ออุปกรณ์ใช้ในการรองเพลา

อุปกรณ์ที่ใช้ในการรองเพลานับมีความจำเป็นมากในการหมุนของเพลาทำให้จำนวนรองของการหมุนไม่ถูกแรงต้าน ทำให้ศูนย์เสียกำลังในการจุดส่งกำลังของมอเตอร์ อีกทั้งยังทำให้เกิดความร้อนในการเสียดสีน้อย ไม่ใช้เวลาในการเริ่มหมุนมากอีกด้วย ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษาถึงลักษณะต่างๆ ของรองเพลาดังจะกล่าวต่อไปนี้

ภาพที่ 242

แสดงลักษณะของรองเพลาเมื่อนำไปใช้งาน

รองเพลาลูกกลิ้ง (ROLLING BEARINGS)

ความเสียดทานกลิ้ง (ROLLING FRICTION) เมื่อนำวัตถุที่มีแรงกดมาเคลื่อนที่บนลูกกลิ้งจะทำให้เกิดความเสียดทาน โดยจะต้องใช้แรงให้ชนะแรงเสียดทาน F น้อยมาก ตามหลักทฤษฎี ลูกกลิ้งจะสัมผัสผิวด้านล่างเป็นรูปร่างจุด แต่ในทางปฏิบัติแล้วแรงที่กดลงบนลูกกลิ้งนั้นจะกดให้ลูกกลิ้งส่วนหนึ่งสัมผัสแนบเป็นพื้นที่วงกลม ซึ่งจะทำให้เกิดความเสียดทานมากขึ้น

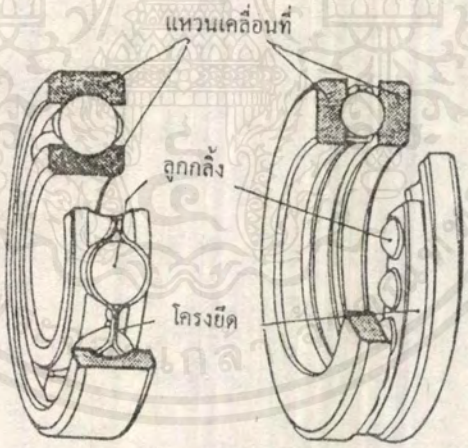
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงสร้างของรองเพลาลูกกลิ้ง

รองเพลาลูกกลิ้งจะประกอบไปด้วยแหวนนอก,แหวนใน,ลูกกลิ้ง และโครงลูกกลิ้ง แหวนนอกจะเป็นส่วนที่แนบกับเรือนรองเพลา และขณะเดียวกันก็ทำหน้าที่เป็นรางกลิ้งสำหรับลูกกลิ้ง ส่วนแหวนในจะสวมอัดแน่นติดกับแกนเพลาและทำหน้าที่เป็นรางดลิ้งภายในสำหรับลูกกลิ้งจะมีรูปร่างเป็น ทรงกลม,ทรงกระบอกกลม,ทรงผิวโค้ง หรือทรงเรียวปลายตัด โดยจะมีโครงยึดลูกกลิ้งให้มีระยะห่างเท่ากัน แหวนนอก,แหวนในและลูกกลิ้งจะทำจากเหล็กกล้าโครเมี่ยมอบชุบ เช่น เหล็กกล้าลูกกลิ้งรองเพลา 100 CR 6 หรือทำจากเหล็กโครเมี่ยม-นิเกิลแล้วชุบแข็งเจียระไน จากนั้นจะนำลูกกลิ้งและร่องรางกลิ้งมาทำการขัดผิวมัน โดยปกติรองเพลาลูกกลิ้งขนาดเล็กจะมีโครงยึดลูกกลิ้ง ส่วนมากจะทำจากแผ่นเหล็กกล้าและมีส่วนน้อยที่ทำจากทองเหลืองหรือพลาสติก สำหรับรองเพลาลูกกลิ้งขนาดโต ๆ จะมีโครงยึดลูกกลิ้งที่แข็งแรงที่ทำจากทองเหลือง, เหล็กกล้า, โลหะเบา หรือพลาสติก

ภาพที่ 243

แสดงโครงสร้างของรองเพลาลูกกลิ้ง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

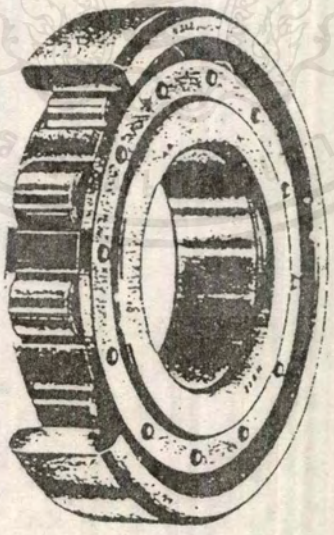
ข้อดีของรองเพลาลูกกลิ้ง

เกิดความร้อนน้อย(ความเสียดทานต่ำ)
ไม่ต้องใช้เวลาในขณะเริ่มหมุน
รับภาระได้สูงที่ความเร็วรอบต่ำ
มีการขยายตัวของระยะฟรีของรองเพลาหลังจากหมุนไปนาน ๆ ต่ำ
มีความต้องการสารหล่อลื่นต่ำและการบำรุงรักษาน้อย
ถูกกำหนดเป็นมาตรฐานสากลจึงสามารถสลับเปลี่ยนกันได้

ข้อเสียของรองเพลาลูกกลิ้ง

ไวต่อการกระแทกหรือการทุบ
มีพิกัดความเผื่อสำหรับตัวเลื่อนรองเพลาและเพลาน้อย
ด้วยเหตุนี้จึงต้นทุนการผลิตสูง
ไวต่อสิ่งสกปรก
มีเสียงดังมากกว่า
มีอายุการใช้งานและจำกัดความเร็วรอบ
มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ใช้ประกอบโตกว่า

ภาพที่ 244
รองเพลาลูกกลิ้งทรงกระบอกที่มีโครงยึดลูกกลิ้งที่แข็งแรง



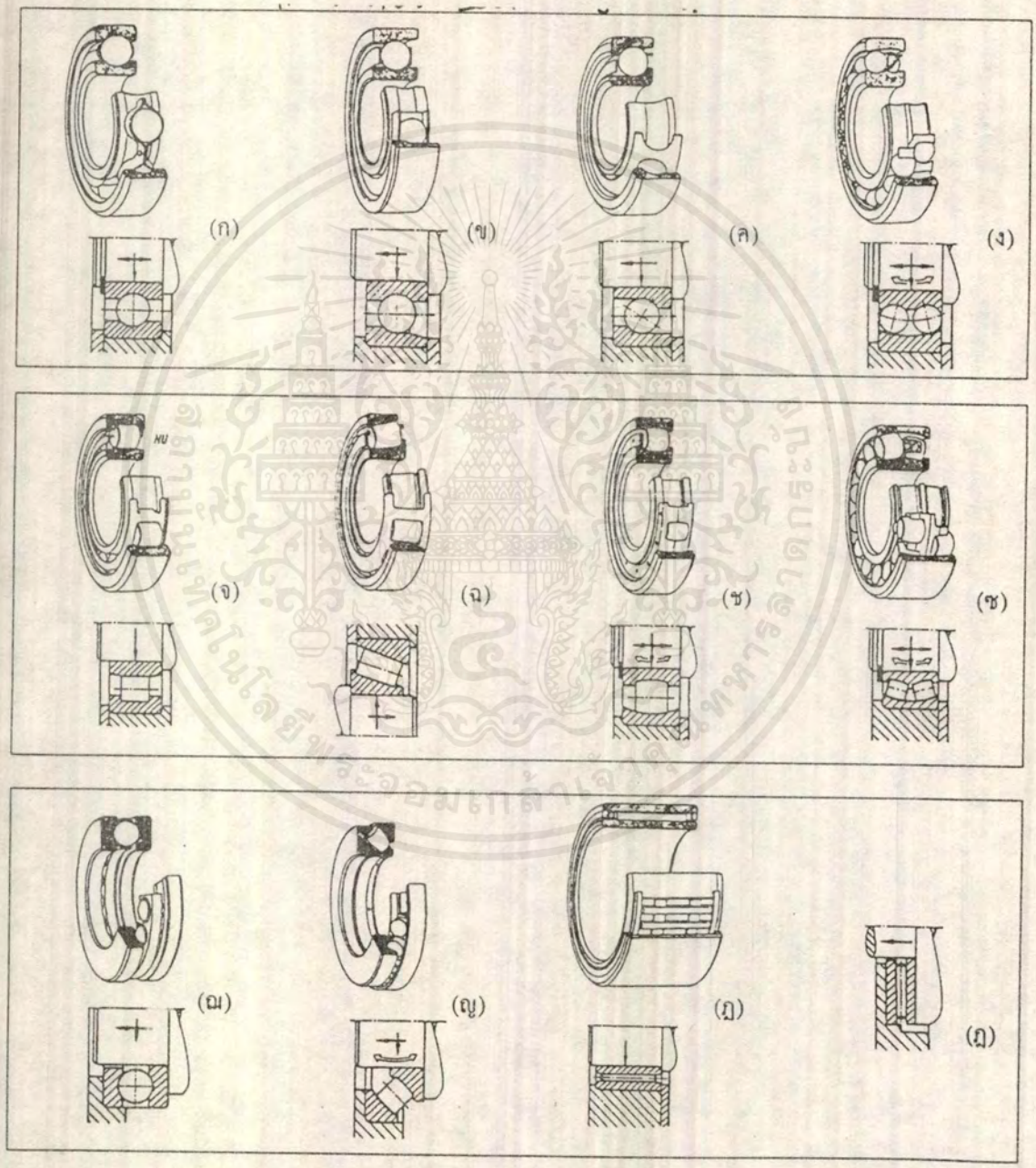
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประเภทของรองเพลาลูกกลิ้ง

เมื่อจำแนกตามรูปร่างพื้นฐานของตัวลูกกลิ้งจะแบ่งออกเป็นรองเพลาลูกกลิ้งทรงกลม, และรองเพลาลูกกลิ้ง

ภาพที่ 245

แสดงลักษณะรองเพลาลูกกลิ้ง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รองเพลาลูกกลิ้งกลม (GROOVED BALL BEARING) มีแบบแถวเดียวและสองแถว เหมาะสำหรับรับภาระปานกลางตามแนวรัศมีและภาระต่ำตามแนวแกน และสำหรับความเร็วรอบสูง

รองเพลาลูกกลิ้งกลมแบบมีบ่ากับฐาน (SHOULDER BALL BEARING) และรองเพลาลูกกลิ้งกลมแบบเอียง (ANGULAR CONTACT BALL BEARING) สามารถใช้รับแรงตามแนวรัศมีและตามแนวแกนในหนึ่งทิศทางได้ รองเพลาแบบนี้ส่วนใหญ่จะนิยมนำมาประกอบเป็นคู่ให้เกิดการต้านกันเอาไว้

รองเพลาลูกกลิ้งรับแรงตามแนวแกน (AXIAL BALLTHRUST BEARING) จะนำมาใช้งานให้รับแรงตามแนวแกนเพียงอย่างเดียว ส่วนมากจะนิยมนำมาประกอบร่วมกับรองเพลาที่รับแรงตามแนวรัศมี

รองเพลาลูกกลิ้งทรงกระบอก (CYLINDRICAL BALL BEARING) จะนำมาใช้รับภาระสูงตามแนวรัศมีและใช้กับเพลาที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโตๆ

รองเพลาลูกกลิ้งเรียว (TAPERED ROLLER BEARING) รองเพลาแบบนี้สามารถแยกชิ้นได้ สามารถรับแรงตามแนวรัศมีและแนวแกนได้ รองเพลาแบบนี้นิยมนำมาประกอบเป็นคู่ให้ย้อนทิศทางกัน

รองเพลาลูกกลิ้งกลมแบบแกว่งปรับศูนย์ (SEFL-ALIGNING BALL BEARING) และรองเพลาลูกกลิ้งป้อม (BARREL TYPE ROLLER BEARING) จะนำมาใช้งานสำหรับรับแรงตามแนวรัศมีและแนวแกน รวมทั้งสามารถใช้หับเพลาที่เบี่ยงเบนไปจากศูนย์และเพลาที่รับการดัดงอได้

รองเพลาลูกกลิ้งเข็ม (NEEDLE ROLLER BEARING) ใช้สำหรับบริเวณที่มีพื้นที่การประกอบน้อย แต่ก็ยังมากกว่ารองเพลาธรรมดา

รองเพลาธรรมดา

รองเพลาธรรมดา แบ่งออกตามลักษณะรูปร่างได้ดังนี้

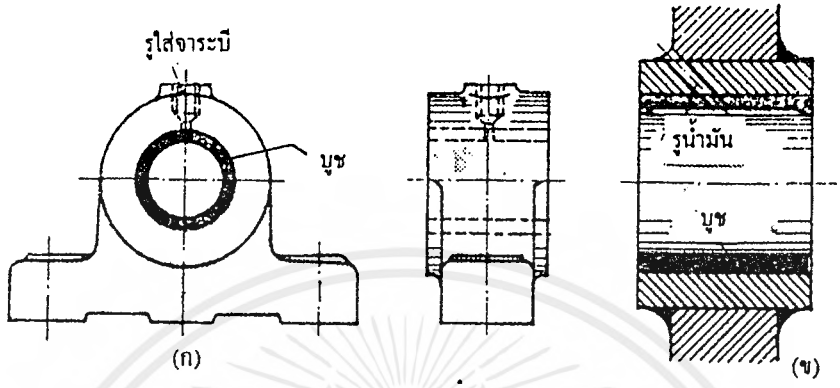
ก) ตุ๊กตารองเพลา (SOLID JOURNAL BEARING)

จะผลิตโดยการนำมาประกอบแล้วเชื่อมขึ้นรูป หรือได้จากการหล่อขึ้นรูป โดยจะมีบูชรองเพลาที่ทำจากวัสดุรองเพลาสวมอยู่ข้างใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 246

(ก) ตุ๊กตารองเพลาแบบปิด (ข) ตุ๊กตารองเพลาแบบตัวเรือนเชื่อมขึ้นรูป



ข) ตุ๊กตารองเพลาแบบปิด

จะมีตัวเรือนทำจากเหล็กหล่อเทา ส่วนบูชรองเพลาที่อัดเข้าไปเป็นวัสดุรองเพลา รองเพลานี้ถูกกำหนดตาม DIN 504 ฟอร์ม A มีบูชและฟอร์ม Bไม่มีบูช

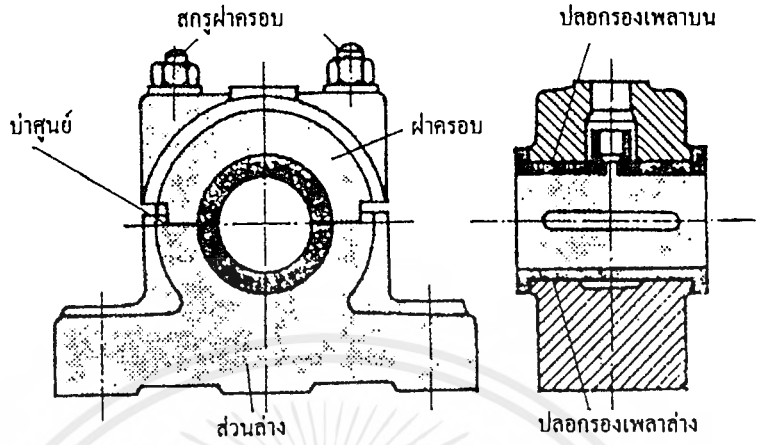
ค) ตุ๊กตารองเพลาแบบแยกส่วนที่มีปลอกรองเพลา

รองเพลานี้จะประกอบส่วนล่างของรองเพลา, ปลอกรองเพลา 2 ชิ้น ทำโลหะรองเพลา และสกรูยึดฝาปิด 2 ตัว ส่วนผ่าศูนย์ระหว่างตัวเรือนรองเพลาและฝาครอบรองเพลาจะทำหน้าที่ให้ชิ้นส่วนทั้งสองประกอบเข้าด้วยกันอย่างแม่นยำ รองเพลานี้ได้กำหนดไว้ตาม DIN 505ที่มีบูชและไม่มีบูชอยู่ด้วย สำหรับตุ๊กตารองเพลาแบบปิดจะต้องทำการประกอบแกนเพลาเข้าไปในบูชรองเพลา ส่วนตุ๊กตารองเพลาแบบแยกส่วนจะมีข้อดีตรงที่ว่า สามารถประกอบแกนเพลาเข้ากับรองเพลาในลักษณะที่ฝาครอบถอดออก โดยการชูดตกแต่งผิวก่อนได้ หากจะมีการประกอบรองเพลาในลักษณะเอียง ก็จะมีรองเพลารูปทรงกลมแทรกอยู่ระหว่างของรองเพลาและปลอกรองเพลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 247

ตุ๊กตารองเพลาแบบแยกส่วนได้ (SPLIT PLUMMER BLOCK) ที่มีปลอกรองเพลา

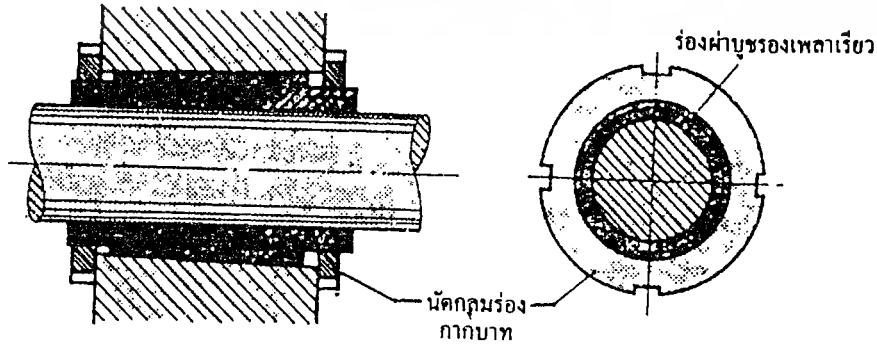


ง) รองเพลาลื่นแบบปรับได้

รองเพลาแบบนี้จะใช้งานเฉพาะอย่าง เช่น รองเพลาสปินเดิลในเครื่องกลึง ที่จะต้องมีระยะฟรีของรองเพลาเท่ากันตลอด เช่น เมื่อรองเพลาได้ใช้งานไปเป็นเวลานานทำให้สึกหรอ เกิดระยะฟรีมาก ก็จะต้องทำการปรับให้ระยะฟรีน้อยลง โดยการหมุนให้นัตดึงบูชรองเพลาเรียวให้ร่องผ่ายาวบีบแคบเข้าหากัน ซึ่งจะทำให้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของรองเพลาเล็กลง การหมุนปรับนัตนี้จะต้องกระทำอย่างระมัดระวัง มิให้ระยะฟรีของรองเพลาน้อยเกินไปจนทำให้รองเพลาร้อนได้ขณะที่เพลาหมุน

ภาพที่ 248

รองเพลาลื่นแบบปรับได้ (READJUSTABLE SLIDING BEARING)



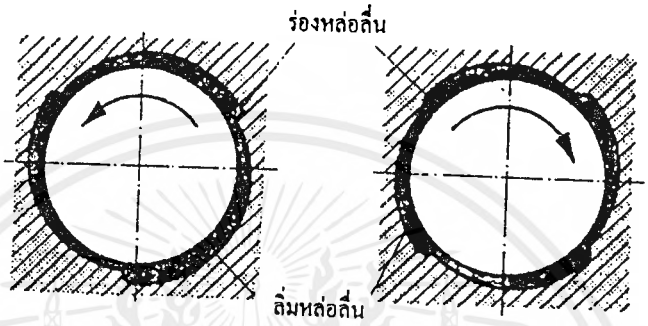
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จ) รองเพลาลิ่มแบบปรับได้

จากการจัดให้มีร่องหล่อลื่นและผิวสัมผัสลื่นของแกนเพลากับลิ่มหล่อลื่นหลายลิ่ม จะทำให้แกนเพลาอยู่ในตำแหน่งที่เที่ยงตรงที่สุด การใช้งาน เช่น การรองเพลาของเพลาสปินเดิลเจียระไน การรองเพลาชนิดนี้กระทำได้ยากมากโดยต้องใช้ประสบการณ์สูงมาก

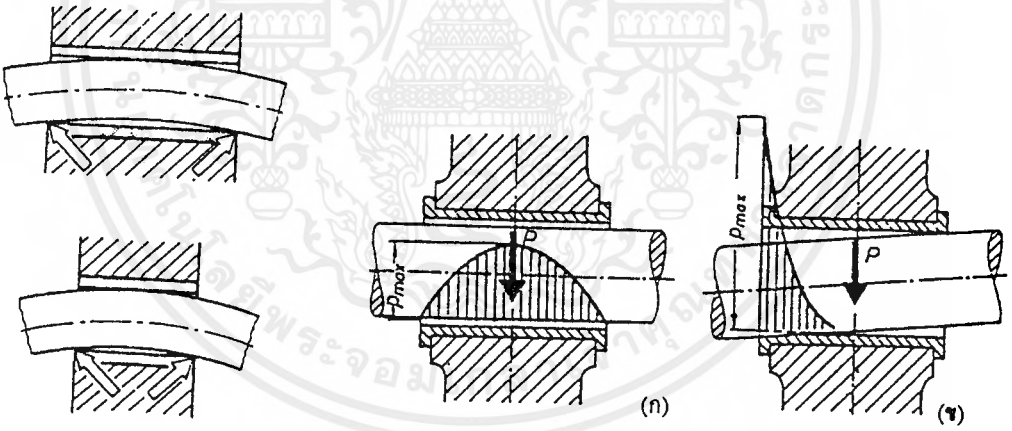
ภาพที่ 249

แสดงลักษณะรองเพลาแบบหลายลิ่ม



รองเพลาแบบหลายลิ่มเป็นรองเพลาแบบเที่ยงตรง

(MUlti WEDGE BEARING AS PRECISION BEARING)



การเกิดแรงกดบริเวณด้านข้างของรองเพลาของเพลายาวและสั้นเนื่องจากเพลาคดหรือโก่ง

ผลจากระยะฟรีของเพลาและรองเพลา

(ก) ระยะฟรีปกติ แรงกดตามพื้นที่ที่เกิดขึ้นสูงสุดจะกระทำต่อกึ่งกลางรองเพลา

(ข) ระยะฟรีมากเกิดไปเกิดการงัด แรงกดตามพื้นที่สูงสุด (PMAX) จะเกิดขึ้นที่ขอบของรองเพลา ซึ่งจะทำให้เกิดการสึกหรอบริเวณด้านข้างสูงผิดปกติ

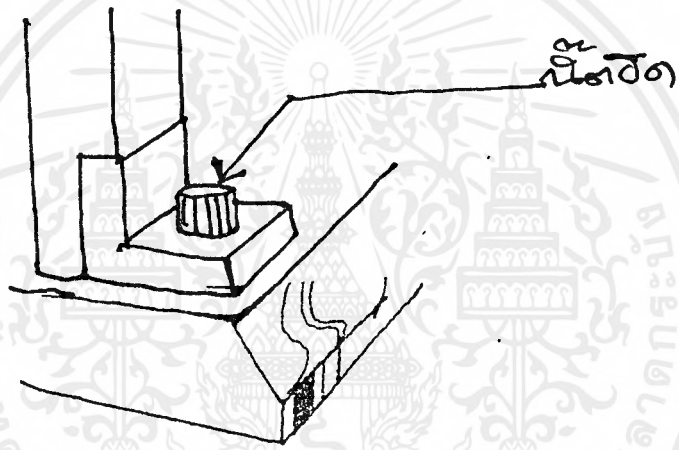
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.25 การศึกษาลักษณะการยึดโครงสร้างกับฐานรอง

ในการศึกษาส่วนของการยึดติดระหว่างตัวโครงสร้างของเครื่องผลิตกระดาษสาติดกับฐานของเครื่องนั้น ผู้วิจัยได้ศึกษาในตัวเครื่องและผลิตภัณฑ์ช้างเคียง สามารถแบ่งลักษณะการยึดติดได้ดังนี้คือ

ก. การยึดติดแบบเหล็กฉาก การยึดติดลักษณะนี้จะเป็นลักษณะการยึดติดโดยการใช้น็อตในการยึดติดลักษณะของการยึดติดนั้นจะเป็นลักษณะของเหล็กปะกบเข้ากับส่วนที่จะติดแล้วทำการขันน็อตยึดติด จะพบเห็นได้โดยทั่วไป เช่น โต๊ะเขียนแบบ การยึดติดส่วนขาของเครื่องจักรกลกับพื้น เป็นต้น

ภาพที่ 250
แสดงลักษณะการยึดแบบเหล็กฉาก



การวิเคราะห์ข้อดี-ข้อเสียของการยึดติดแบบเหล็กฉาก

ข้อดี

1. ง่ายแก่การผลิต สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับผลิตภัณฑ์ได้หลายแบบ
2. สามารถรับน้ำหนักได้ดี
3. มีต้นทุนการผลิตต่ำ
4. ง่ายแก่การซ่อมบำรุง

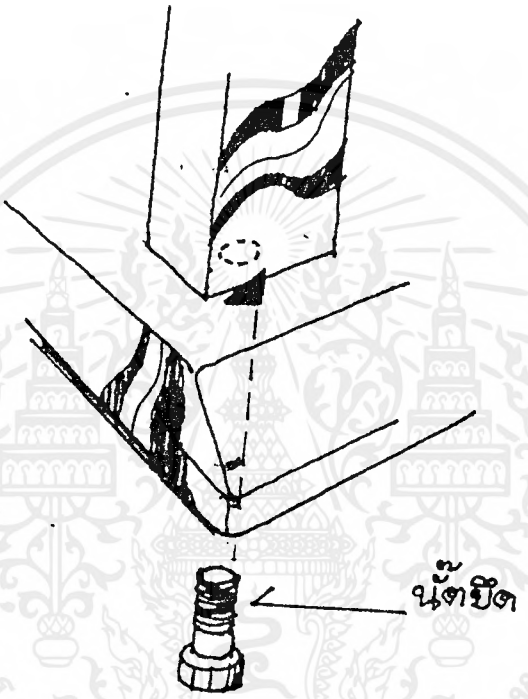
ข้อเสีย

1. ในส่วนของเหล็กฉากบางส่วนจะต้องทำการต่อแบบเชื่อมอาจจะทำให้ไม่เกิดความแข็งแรง
2. ในลักษณะของการติดตั้งลักษณะการต่อแบบนี้จะไม่ค่อยเรียบร้อย อาจจะเป็นอันตรายแก่การใช้งานได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ช. การยึดแบบชัยน้อตเข้าด้านหลัง การยึดลักษณะนี้จะไม่นิยมทำ เพราะทำให้ส่วนที่ยึดไปเกิดความแข็งแรง ส่วนมากจะเห็นลักษณะการยึดแบบนี้ในส่วนของตู้เสื้อผ้าถอดประกอบ เป็นต้น

ภาพที่ 251
ลักษณะการยึดแบบชันน้อตเข้าด้านหลัง



ข้อดี

1. ง่ายแก่การผลิต
2. ประหยัดทุนการผลิต

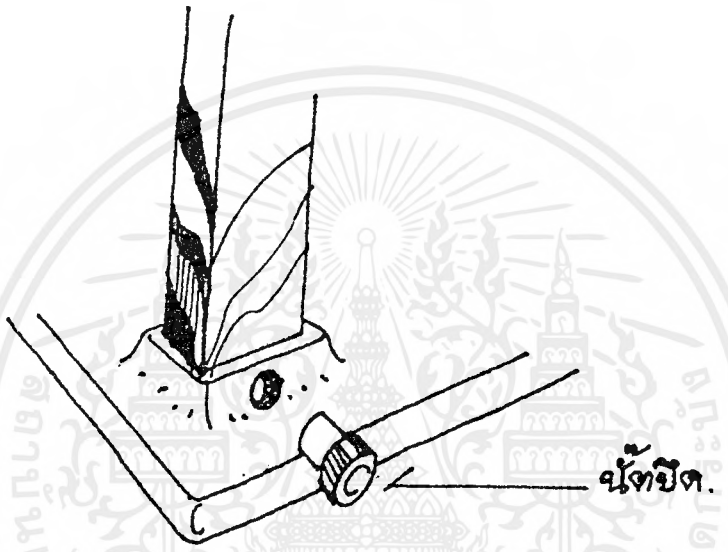
ข้อเสีย

1. อายุการใช้งานสั้นเมื่อใช้ไปนานๆ เพราะการรับน้ำหนักยังไม่ดีพอ
2. การรับแรงยังไม่ค่อยดีเท่าที่ควร เนื่องจากจุดสัมผัสในการต่อยึดมีน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค. การยึดแบบเข้าเดือย ในการต่อยึดแบบนี้มักจะใช้กับโลหะหล่อ เพราะสามารถหล่อในลักษณะของร่องเดือยได้เลย มักจะพบในเครื่องจักรกลทั่วไป

ภาพที่ 252
ลักษณะการต่อยึดแบบเข้าเดือย



ข้อดี

1. มีความแข็งแรงพอสมควรแต่จะแข็งแรงสู้แบบต่อประกบฉากไม่ได้
2. ง่ายแก่การซ่อมบำรุง

ข้อเสีย

1. ต้นทุนการผลิตสูง
2. ผลิตยากในระบบอุตสาหกรรม

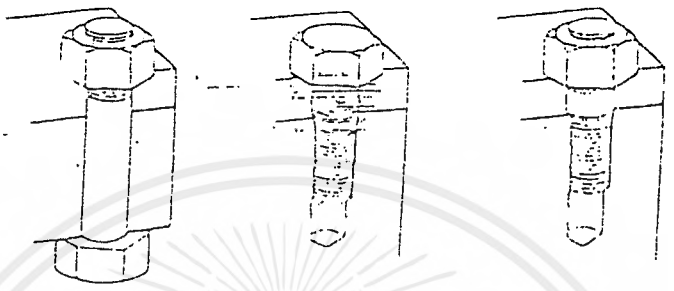
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.26 การศึกษาข้อมูลด้านอุปกรณ์ในการใช้ยึดโครงสร้าง

ในการประกอบโครงสร้างเข้าด้วยกันนั้นอุปกรณ์ในการยึดโครงสร้างเข้าด้วยกันนับว่ามีความจำเป็นในการทำให้คงสร้างมีความแข็งแรงและทนต่อแรงสั่นสะเทือน

ภาพที่ 253

แสดงลักษณะของสลักเกลียวใช้ยึด



(ก) สลักเกลียวผ่านตลอด (ข) สลักเกลียวปล่อยไม่มีแป้นเกลียว (ค) สลักเกลียวหัวท้าย

สลักเกลียวล็อค

ใช้ในการยึดดุมเพลาหรือเพลา หรือใช้แทนลิ่มสลักเกลียวพวกนี้ทำด้วยเหล็กเหนียวและมีการชุบปลายให้แข็ง

ภาพที่ 254

สลักเกลียวปล่อยหัวกลมและสลักเกลียวปล่อยหัวผ่า

(ก) สลักเกลียวปล่อยหัวกลมบากขวาง

(ข) สลักเกลียว ปล่อยหัวผ่า

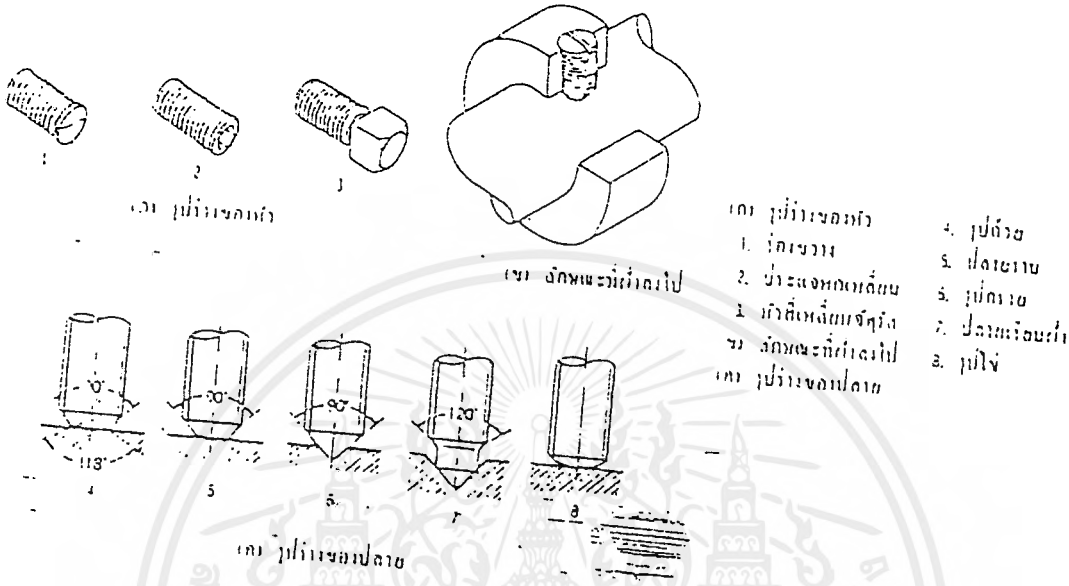
(ค) สลักเกลียวปล่อยหัวบาก

(ง) สลักเกลียวปล่อยหัวแบนบากขวาง

(จ) สลักเกลียวปล่อยหัวฝัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 255
สลักเกลียวล็อค



สลักเกลียวปล่อยซ้อมเกลียว

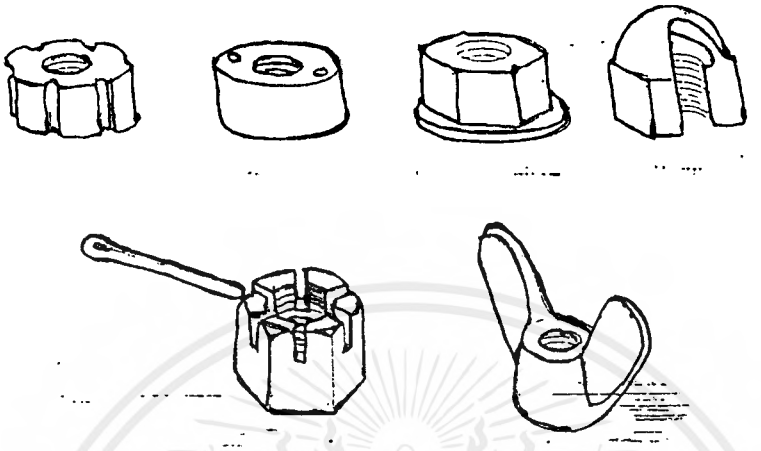
เป็นสลักเกลียวปล่อยเช่นเดียวกับเกลียวปล่อยหัวกลม และหัวผ่านั้นเอง แต่ทว่าส่วนปลายจะได้รับการชุบแข็ง เพื่อเวลาขันยึดชิ้นแท่นลึม ๆ หรือเป็นแผ่นบาง ๆ ตัวสลักเกลียวจะสร้างเกลียวในและยึดชิ้นงานเข้าด้วยกันเอง

แป้นเกลียว

แป้นเกลียวหัวหกเหลี่ยมเป็นแบบที่ใช้กันอย่างแพร่หลายมากที่สุด แป้นเกลียวมีแบบต่าง ๆ กันออกไปหลายแบบ แล้วแต่ความต้องการของงานแต่ละชนิด ดังตัวอย่างที่แสดงไว้ในรูป เช่นแบบกลม แบบที่มีปา (Flange) แบบกล่อง แบบหัวผ่าและแบบหางปลา เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

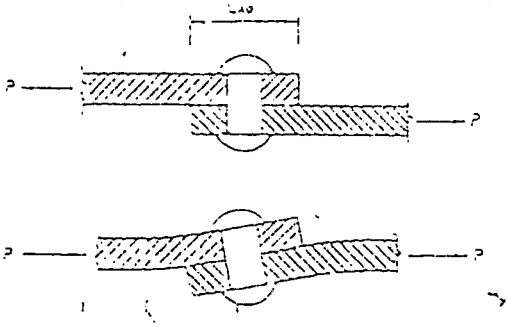
ภาพที่ 256
แป้นเกลียวแบบต่าง ๆ



การต่อโครงสร้างโดยใช้หมุดย้ำหรือสลักเกลียว แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

การต่อเกย (Lap Joint) เป็นการแผ่นโลหะหนึ่งวางซ้อนหรือทาบอีกแผ่นหนึ่งแล้วเจาะรูปหมุดย้ำหรือสลักเกลียวให้ยึดติดกันดังแสดงในรูปที่ การต่อนี้อาจใช้หมุดย้ำหรือสลักเกลียวเพียงแถวเดียวหรือมากแถว ซึ่งขึ้นอยู่กับขนาดของแรงกระทำ จะเห็นว่ารอยต่อแบบนี้มีการเยื้องศูนย์ (Eccentricity) ซึ่งทำให้มีการดัดเกิดขึ้นในลักษณะที่แสดงในรูป การดัดที่เกิดขึ้นนี้จะทำให้กำลังของจุดต่อลดลง

ภาพที่ 257
การต่อทาบ



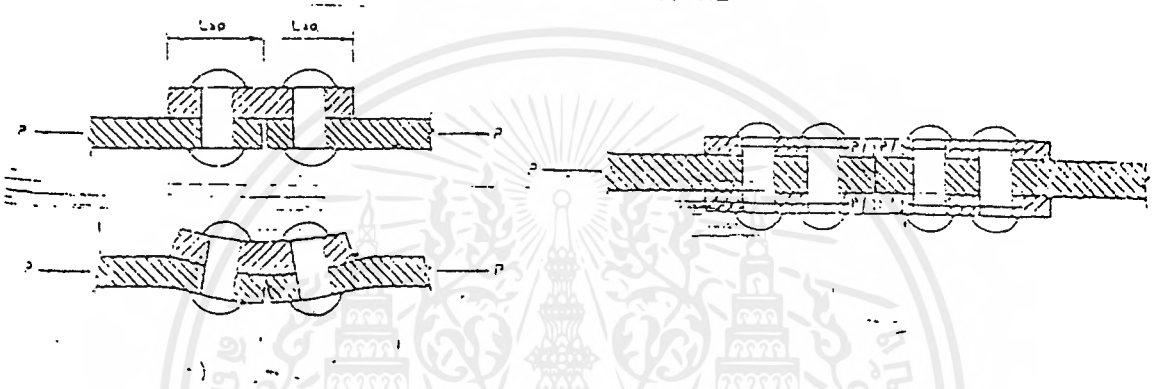
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การต่อแบบใช้แผ่นประกัน (Butt Joint) เป็นการเอาแผ่นโลหะของแผ่นที่จะต่อกันวางชนกัน แล้วใช้แผ่นเหล็กประกับแผ่นโลหะที่จะต่อ แล้วเจาะรูใสหมุดย้ำหรือสลักเกลียวให้ยึดติดกัน เป็นการต่อแบบใช้แผ่นประกับเดี่ยว (Single cover butt joint) รอบต่อแบบนี้มีการเยื้องศูนย์ทำให้มีการดัดเกิดขึ้น เป็นการต่อแบบใช้แผ่นประกับคู่ (bouble cover butt joint)

รอยต่อแบบนี้ไม่มีการเยื้องศูนย์

ภาพที่ 258

การต่อแบบใช้แผ่นประกับ



(ก) แผ่นประกับเดี่ยว (ข) แผ่นประกับคู่

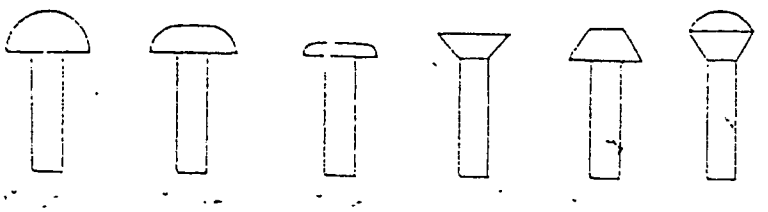
รีเวต

ถึงแม่ว่าจะมีการใช้วิธีการเชื่อมมากขึ้นในการเย็บโลหะเข้าด้วยกัน แต่การรีเวตก็จำเป็นใช้อยู่ถูกและได้งานดี

รีเวตมีรูปร่างหลายแบบที่แสดงใน ภาพที่ 259

ภาพที่ 259

หัวหมุดย้ำชนิดต่าง ๆ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

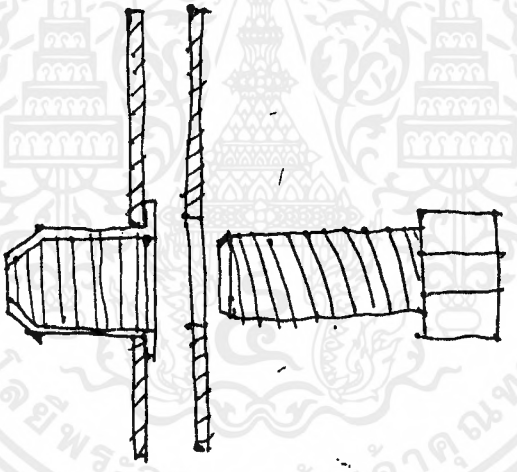
จะต้องใช้เวตที่ทำจากวัสดุชนิดเดียวกับงานที่ทำ มิฉะนั้นจะทำให้เกิดสึกกร่อนเร็ว เช่น งานเหล็กก็ใช้รีเวตที่ทำจากเหล็กอ่อน กับโลหะทองแดงก็ใช้ทองแดง อลูมิเนียมก็ใช้รีเวตอลูมิเนียม

สลักเกลียวแบบฝังพุก

เป็นสลักเกลียวที่มีพุกฝังอยู่ในเนื้อวัตถุเพื่อความแข็งแรง และมั่นคงในการยึดวัตถุ 2 ชิ้นเข้าด้วยกัน ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษามา 2 ลักษณะคือ รุ่น SI 1261 เป็นสกรูไม่มีหัว สามารถแยกชิ้นส่วนได้มีขนาด 1/4 นิ้ว และรุ่น SI 1012 เป็นสกรูมีฝา สามารถแยกชิ้นส่วนได้มีขนาด 1/4 นิ้ว ดังภาพที่

ภาพที่ 260

แสดงลักษณะของสกรูแบบมีพุก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

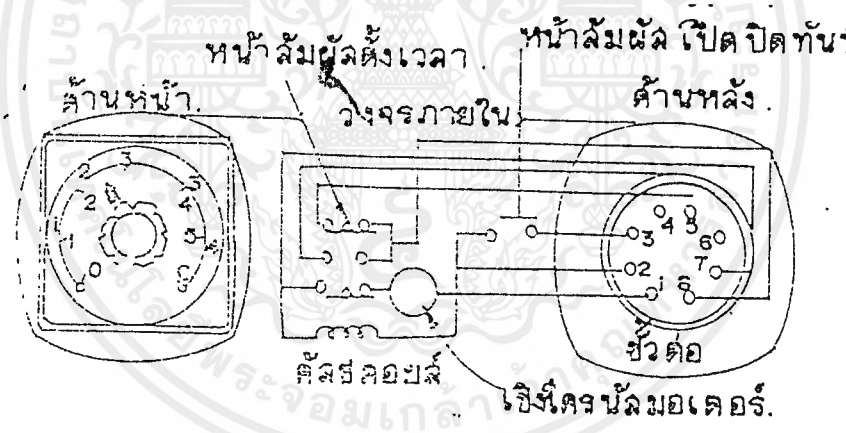
3.4.27 การศึกษาข้อมูลระบบการตั้งเวลา

ตัวตั้งเวลาหรือไทเมอร์ (Timer)

ตัวตั้งเวลา หมายถึง อุปกรณ์ที่เมื่อได้รับสัญญาณที่เป็นไฟฟ้าหรือทางกลหน้าสัมผัสภายในยังจะไม่เปิดหรือปิดทันที แต่จะมีหน่วยเวลาออกไปตามเวลาที่ได้ตั้งทิ้วไว้เมื่อครบเวลานั้นหน้าสัมผัสก็จะปิดหรือเปิด ตัวตั้งเวลาเป็นรีเลย์ ที่มีการหน่วยเวลานั่นเอง

ตัวตั้งเวลาชนิดมอเตอร์เป็นตัวตั้งเวลาที่ภายในมีซิงโครมัสเตอร์ (Synchronous motor) ซึ่งจะหมุนด้วยความเร็วคงที่ตามความถี่ของไฟสลับ การหมุนด้วยความเร็วคงที่นี้จะเป็นมาตรฐาน ที่นี้จะเป็นมาตรฐานที่จะใช้ในการกำหนดเวลาที่หน่วง นอกจากนั้นภายในยังมีคลัช (Ctutch) และกลไกลจำนวนเฟืองเพื่อใช้ทดเวลาใช้ยาวนานขึ้น ตัวตั้งเวลาชนิดนี้สามารถตั้งเวลาได้ยาวนานมีเสถียรภาพในการทำงานได้ดีเลิศ

ภาพที่ 261
การทำงานของระบบตั้งเวลา

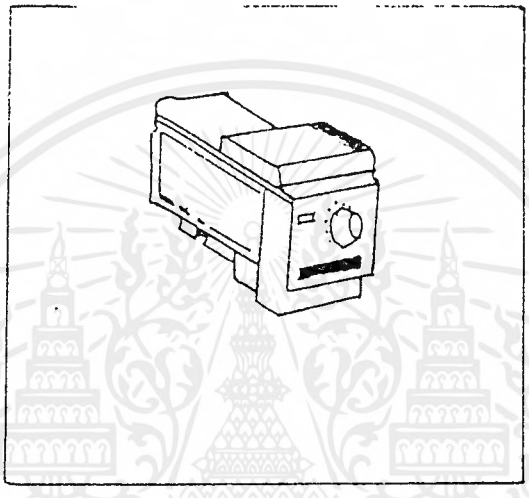


ภาพที่ 261 เป็นรูปแสดงการต่อสายของวงจรภายในตัวตั้งเวลาชนิดนี้จะเห็นว่าวงจรไฟสลับที่จ่ายให้ซิงโครนัสมอเตอร์กับวงจรทางด้านหน้าสัมผัส ซึ่งมีการตั้งเวลาจะแยกจากกันทางด้านไฟฟ้า

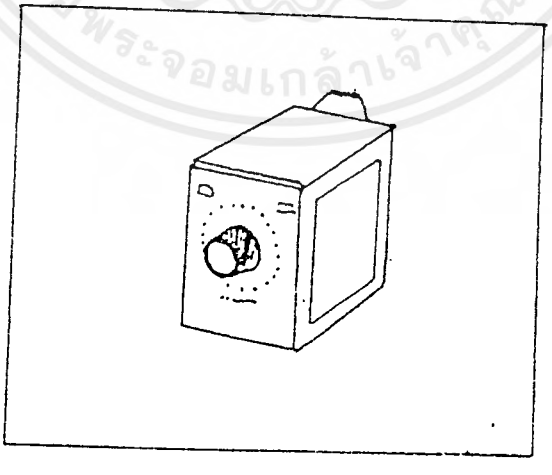
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากตัวตั้งเวลาชนิดมอเตอร์นี้แล้ว ยังมีตัวตั้งเวลาที่อาศัยคุณสมบัติของลมหรือน้ำมันในการหน่วงเวลา ตัวตั้งเวลาชนิดนี้มักจะใช้ในกรณีที่ไม่ต้องการความเที่ยงตรงของเวลามากนัก ในกรณีที่มีต้องการความเที่ยงตรงของเวลาหน่วงควรใช้ตัวตั้งเวลาอิเล็คทรอนิคส์

ภาพที่ 262
ตัวตั้งเวลาชนิดลบ (Pneumotic timer)



ภาพที่ 263
ตัวตั้งเวลาอิเล็คทรอนิคส์ (Electronic timer)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงาน จะเป็นดังนี้

1. เมื่อมีแรงดังไฟสลับคร่อมระหว่างขั้น 2 และ 7 ของฟอกเกทจะทำให้มีกระแสไหลเข้าคลัทช์คอย (clutchcoil) คอยล์จะดูดให้กลไกลของคลัทช์ทำงาน
2. ในขณะเดียวกันจะมีกระแสไหลเข้ามอเตอร์ ทำให้มอเตอร์เริ่มหมุน
3. หน้าสัมผัสที่อยู่ใกล้คลัทช์คอยล์ จะถูกดูดให้หน้าสัมผัสปิดทันที
4. เมื่อมอเตอร์หมุน และคลัทช์ทำงานการหมุนจะส่งต่อออกไปหมุนแกนซึ่งมีขดลวดสปริงพันโดยรอบ ทิศทางการหมุนจะต้องต้านกับแรงสปริง
5. แผ่นหมุนที่อยู่ตรงปลายของแกนหมุน จะมีกระเดื่อง ซึ่งไว้สำหรับเตะกลไกลของหน้าสัมผัสหน่วงเวลา ซึ่งเป็นหน้าสัมผัสสัญญาณออกเราสามารถหมุนตั้งตำแหน่งของแผ่นหมุนได้ โดยการปรับปุ่มซึ่งอยู่ภายนอกเครื่องการตั้งตำแหน่งของแผ่นหมุนก็คือ การตั้งเวลานั่นเอง
6. เมื่อครบเวลาที่ตั้งไว้กระเดื่องของแผ่นหมุนจะทำให้กลไกลของหน้าสัมผัสทำงาน เมื่อหน้าสัมผัสเปิด มอเตอร์ซึ่งต่อผ่านหน้าสัมผัสนั้นจะหยุดหมุน
7. แม้มอเตอร์จะหยุดหมุน หน้าสัมผัสยังคงสภาพอยู่ ตัวตั้งเวลาจะหยุดทำงานเมื่อปลดแรงดันไฟสลับที่คร่อมขั้ว 2 และ 7 ออก ซึ่งจะทำให้คลัทช์คอยล์หยุดทำงาน แกนจะหมุนกลับที่เดิมซึ่งด้วยแรงของขดลวดสปริง

ระบบของนาฬิกาไขลานอัตโนมัติ

แม้ว่านาฬิกาที่ทำงานด้วยลานจะถูกนาฬิกาควอรตซ์ตีตลาดถอยร่นไม่เป็นขบวนเลยก็ตาม แต่นาฬิกาก็มีข้อดีที่ซึ่งผู้ที่เคยใช้ไม่เคยลืม ได้แก่ ความทนทานสมบุกสมบันของมัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งนาฬิกาไขลานอัตโนมัตินับว่าให้ความสะดวกและประหยัดแก่ผู้ใช้อย่างมาก ถ้าเราจะลืบสาวความเป็นมาของนาฬิกาประเภทนี้ก็ต้องย้อนหลังไปดูเครื่องนับก้าวตั้งแต่เมื่อปี พ.ศ.2295 เครื่องนับก้าวดังกล่าวนี้ประกอบด้วย ก้อนน้ำหนักแกว่งซึ่งจะไปหมุนล้อนักก้าวอีกต่อหนึ่งในราวปี พ.ศ.2343 ก็มีช่างนำนาฬิกาหัวใสชาวสวิส นำเอาหลักการของเครื่องนับก้าวมาใช้ในนาฬิกา ในช่วง 20 ปี ถัดจากนั้นก็ได้มีการสร้างนาฬิกาไขลานอัตโนมัติออกมาอย่างมากมาย จวบจนปี พ.ศ.2436 ชาวสวิสเจ้าแห่งนาฬิกา จึงได้ทำการผลิตนาฬิกาไขลานอัตโนมัติในเชิงอุตสาหกรรมขึ้น แต่สำหรับนาฬิกาข้อมืออัตโนมัติเรือนแรกนั้นประดิษฐ์ขึ้นโดยชาวอังกฤษ ชื่อ โทมัส ชาร์วิน เมื่อปีพ.ศ. 2472

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบป้องกันการไขลานเกินขีด

เนื่องจากจักรลอกจะแกว่งเสมอตราบเท่าที่ผู้สวมนาฬิกามีการเคลื่อนไหวจึงอาจเปิดช่องให้คนเกียจคร้านถือเป็นข้ออ้างอยู่เฉย ๆ ไม่ยอมทำงานเพราะเกรงลานนาฬิกาจะขาดได้ เรื่องนี้ผู้ประดิษฐ์ได้ป้องกันไว้เรียบร้อยแล้ว กล่าวคือ เขาจะให้ลานนาฬิกาพันรอบเพลาอยู่ภายในวงล้อ ปลายนอกของลานนาฬิกาจะเป็นแถบสปริงที่ค่อนข้างแข็ง แถบสปริงนี้จะแตะกับผนังด้านในของวงล้อ ทำหน้าที่เหมือคลัทช์ในขณะที่ลานนาฬิกาถูกไขไว้แต่เพียงพอประมาณ แถบสปริงจะแนบติดกับภายในของวงล้อ เพื่อเพลาหมุนก็จะม้วนลานนาฬิกาให้แน่นขึ้นเรื่อย ๆ จนกระทั่งลานนาฬิกาตึงเต็มที่ ก็จะดึงแถบสปริงออกจาผนังวงล้อ ดังนั้น หากเพลายังคงหมุนต่อไป แถบสปริงจะเพียงแต่ไถลครูดไปตามผนังภายในของวงล้อ โดยไม่ทำให้ลานนาฬิกาแน่นขึ้นแต่ประการใด รอจนกว่าลานอ่อนลงไปแล้ว แถบสปริงจึงจะกลับแนบติดกันภายในวงล้อ พร้อมที่จะทำให้มีการไขลานอีกครั้งหนึ่ง (รูปที่ 64)

นาฬิกาแผ่นตัวเลข

เหตุที่นาฬิกาแสดงเวลาด้วยแผ่นตัวเลขได้รับความนิยมมักเนื่องมาจากหลักการของการใช้แผ่นพับแสดงตัวเลขขนาดใหญ่บอกเวลานั้น สามารถออกแบบให้ทำงานได้ด้วยกลไกง่าย ๆ อีกทั้งยังขจัดปัญหาในการที่จะต้องเพ่งมองดู ขีดบอกชั่วโมง นาที บนเข็มหน้าปัดของนาฬิกาแบบเข็มให้หมดไป สำหรับกลไกที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของแผ่นพับแสดงตัวเลขบอกเวลานั้น ใช้หลักกการเช่นเดียวกับที่ใช้อยู่ในตู้ภาพยนต์ที่ใช้มือหมุนในสมัยก่อน กล่าวคือ เมื่อใช้มือหมุนก้านหมุน แผ่นพับจะพลิกพับซ้อนกันไปแผ่นต่อแผ่นอย่างต่อเนื่อง โดยการควบคุมของก้านจับแผ่นพับซึ่งยึดอยู่กับที่ สำหรับนาฬิกาแสดงเวลาด้วยแผ่นตัวเลขนี้ จะใช้กลไกการผลิตแผ่นตัวเลขอย่างช้า ๆ 2 ชุด แยกกันโดยชุดหนึ่งจะทำให้หน้าที่พลิกแผ่นตัวเลขแสดงเวลาเป็นนาทีทุก ๆ นาที และอีกชุดหนึ่งจะพลิกตัวเลขแสดงเวลาเป็นชั่วโมงทุก ๆ ชั่วโมง

บนกระบอกแผ่นพับบอกชั่วโมงจะมีชุดของแผ่นพัก ซึ่งเขียนเลขและอักษรบอกชั่วโมงเรียงกันไปจาก 1 PM ถึง 12 PM และ 1 AM ถึง 12 AM โดยแต่ละชั่วโมงนั้นจะใช้แผ่นพับ 1 คู่ (2 แผ่น) สำหรับแสดงตัวเลขบอกเวลา ดังนั้น จะมีแผ่นพับทั้งหมด 48 แผ่น บนกระบอกแผ่นพับบอกชั่วโมง ในระหว่างครึ่งชั่วโมงแรกของแต่ละชั่วโมงแผ่นพับแผ่นแรกของแต่ละคู่ของแผ่นพับบอกชั่วโมงจะถูกกันไว้มิให้พับลงมาด้านหน้าด้วยก้านจับแผ่นพับ ซึ่งยึดติดกับตัวเรือนนาฬิกา เมื่อครบครึ่งชั่วโมงหลังของแต่ละชั่วโมง การหมุนตัวของกระบอกแผ่นพับบอกชั่วโมงจะทำให้แผ่นพับแผ่นแรกของคู่ของแผ่นพับหลุดพ้นจากการควบคุมของก้านจัดแผ่นพับ พับตัวลงมาด้านหน้าบอกเวลาชั่วโมงต่อไป ในขณะจะครบแต่ละชั่วโมงดังกล่าวนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผ่นพับแผ่นที่สองของคู่ของแผ่นพับ จะถูกกันไว้มิให้พับลงมาด้านหน้าด้วยก้านเล็ก ๆ ที่ยื่นออกมาจากแผ่นพับบอกตัวเลข 59 นาที พับตัวมันเองลงมาเท่านั้น เป็นการป้องกันความผิดพลาดมิให้แผ่นพับบอกชั่วโมงพับลงมาก่อนหน้าที่จะครบชั่วโมง

ชุดของเฟืองกลาง, เฟืองเล็ก และเฟืองตัวหนอนจะทำหน้าที่ทดรอบการหมุนด้วยความเร็วสูงของมอเตอร์ให้เหลือเพียง 1 รอบต่อชั่วโมงที่เฟืองพับ ก้านเพลาขับจากล้อเฟืองขับนี้จะหมุนกระบอกแผ่นพับบอกนาที เพื่อพับแผ่นพับทุกใบจนครบภายในเวลา 1 ชั่วโมง และก้านเพลาขับนี้จะต่อยาวไปขับชุดเฟืองทอรอบชุดที่สองซึ่งอยู่ใกล้กับปุ่มปรับตั้งเวลาเพื่อทดรอบไปขับล้อเฟืองฟันดรงตัวใหญ่ ซึ่งติดอยู่กับก้านเพลากลวงที่สวมร่วมแกนอยู่กับก้านเพลาขับกระบอกแผ่นพับบอกนาที โดยบนก้านเพลากลวงนี้จะมีกระบอกขับแผ่นพับออกชั่วโมงติดอยู่ ซึ่งจะถูกก้านเพลากลวงขับให้หมุนไปด้วยอัตรา 1 รอง ทุก 24 ชั่วโมง

วิทยุนาฬิกา

สิ่งประดิษฐ์ที่รวมเอานาฬิกาและวิทยุมาไว้ในเครื่องเดียวกันเป็น "วิทยุนาฬิกา" นี้เรื่องมีมาตั้งแต่ปี พ.ศ.2490 วิทยุนาฬิกา เป็นแบบหนึ่งที่นิยมผลิตกันมาก จากรูปแสดงให้เห็นชิ้นส่วนกลไกของนาฬิกาและเครื่องตั้งเวลามีปุ่มบิดบนหน้าปัดนาฬิกาอยู่ 2 ปุ่ม ปุ่มด้านซ้ายสำหรับตั้งเวลาปิดวิทยุ ซึ่งสามารถตั้งเวลาได้นานถึง 60 นาที ก่อนที่วิทยุจะปิดเองโดยอัตโนมัติ ปุ่มด้านขวาสำหรับเลือกการใช้งานตามแต่ผู้ใช้ต้องการ ซึ่งสามารถปิดปุ่มให้อยู่ที่ตำแหน่ง "อัตโนมัติ" (AUTO) "เปิด" (ON) "ปิด" (OFF) และ "ปลุก" (ALARM) ตัวอย่างเช่น เมื่อบิดปุ่มเลือกไปที่ตำแหน่ง "ปลุก" เมื่อถึงเวลาที่ตั้งเอาไว้ นาฬิกาก็จะเริ่มต้นปลุกด้วยเสียงดนตรีก่อนนาน 10 นาที หลังจากนั้นก็จะเปลี่ยนเสียงดนตรีมาเป็นเสียงออดแทนเมื่อต้องการปิดเสียงปลุกก็ให้บิดปุ่มเลือกไปที่ตำแหน่งอื่นที่ไม่ใช่ตำแหน่งปลุก ส่วนด้านหลังของตัวเรือนมีปุ่มสำหรับตั้งเข็มเวลา และเวลาปลุกซึ่งจะเหมือนกับนาฬิกาปลุกทั่ว ๆ ไป

มอเตอร์จะเป็นตัวขับกลไกนาฬิกาและเฟืองควบคุมการทำงานของสวิทช์โดยที่ตัวสวิทช์ต่ออนุกรมกับสายไฟที่จะป้อนให้กับวิทยุ

กลไกตั้งเวลาสำหรับเปิดวิทยุ

การตั้งเวลาสำหรับปิดวิทยุสามารถตั้งเวลาได้นาน 60 นาที ก่อนที่วิทยุจะปิดเองโดยอัตโนมัติ การทำงานของกลไกตั้งเวลาสำหรับปิดวิทยุ เริ่มจากเมื่อมีการบิดปุ่มตั้งเวลาไปทางขวา กลไกตั้งเวลาก็เริ่มต้นทำงาน เฟืองที่เนียนที่อยู่ติดกับแกนของปุ่มตั้งเวลาจะขับเฟืองเสี้ยวให้หมุนและลูกเบี้ยวของเฟืองจะเสียจะกดปลายข้างหนึ่งของคาน ทำให้ปลายอีกข้างหนึ่งกระดกสูงขึ้นจนดันสวิทช์ให้อยู่ในตำแหน่ง "เปิด"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากนั้นเฟืองขับก็จะไปเคลื่อนเฟืองที่เนียนให้หมุนในทิศตามเข็มนาฬิกาอย่างช้า ๆ เป็นผลให้เฟืองเสี้ยวถูกขับโดยเฟืองพีเนียนให้หมุนในทิศทวนเข็มนาฬิกา และเมื่อเวลาผ่านไป 60 นาที เฟืองเสี้ยวก็จะผละออกจากเฟืองที่เนียน คานก็จะตกลงมาทำให้สวิทช์เลื่อนไปที่ตำแหน่ง "ปิด" วิทยุก็จะปิดเองโดยอัตโนมัติ

กลไกตั้งเวลาสำหรับปลุก

เริ่มจากการตั้งเข็มปลุกให้ตรงกับเวลาที่ต้องการจะให้ปลุกแล้วบิดปุ่มเลือกการใช้งานไปที่ตำแหน่ง "ปลุก" ซึ่งจะไปเลื่อนคานควบคุมสวิทช์ ทำให้ร่องบากล่างอยู่ที่ตำแหน่งพร้อมที่จะทำงาน ในขณะนี้สวิทช์ยังคงอยู่ที่ตำแหน่ง "ปิด" สัญญาณปลุกก็ยังไม่ทำงาน และสะพานรูปฟันปลาของเฟืองชั่วโมงยังอยู่ห่างจากกันมาก

เมื่อถึงเวลาปลุกที่ตั้งเอาไว้ สะพานรูปฟันปลาของเฟืองชั่วโมงจะเคลื่อนมาบรรจบกับสะพานรูปฟันปลาของเฟืองปลุกพอดี เฟืองปลุกจะเริ่มต้นให้เฟืองชั่วโมงถอยร่นไปทางข้างหลังซึ่งก็จะไปดันคานควบคุมสวิทช์เปิด สัญญาปลุกเสียงดนตรีก็จะเริ่มดังขึ้น

หลังจากนั้น 10 นาที จุดยอดของสะพานรูปฟันปลาของเฟืองทั้งสองจะมาจรดก้นพอดี ณ ตำแหน่งนี้เฟืองชั่วโมงจะถูกดันร่นถอยลึกเข้าไปมากกว่าเดิมอีกทำให้คานควบคุมสวิทช์ถูกดันไปจนสุดร่องปากบนก็จะหลุดออกไปจากเครื่องกีดขวางคานควบคุมสวิทช์จะเลื่อนต่ำลงไปในที่สุดแขนออกไฟฟ้าจะถูกปล่อยเป็นอิสระ สัญญาณออกจะดังขึ้นมาแทนเสียงดนตรี

สวิทช์ตัดวงจรอัตโนมัติ

สวิทช์ตัดวงจรอัตโนมัติทำงานเหมือนกับฟิวส์ โดยจะติดตั้งอยู่ร่วมในวงจรไฟฟ้า เพื่อทำหน้าที่ตัดวงจรเมื่อมีกระแสไฟฟ้าในวงจรจำนวนมากเกินไปจนอาจจะก่อให้เกิดอันตราย ข้อแตกต่างจากฟิวส์ก็คือ เมื่อสวิทช์ตัดวงจรไปแล้ว หากต้องการต่อวงจรใหม่หลังจากตรวจสอบซ่อมแซมสิ่งผิดปกติในวงจรแล้ว ก็สามารถทำได้ง่าย ๆ โดยเพียงแต่โยกไกที่สวิทช์ให้กลับไปอยู่ที่ตำแหน่งเปิดทำงานเท่านั้น ซึ่งต่างจากฟิวส์ที่ต้องเปลี่ยนใหม่ทั้งตัว นอกจากนี้ การแก้ไขดัดแปลงเพื่อให้สวิทช์ตัดวงจรทำงานรับกระแสไฟฟ้าที่มากกว่าขีดจำกัดของมัน ก็ไม่อาจกระทำได้ ซึ่งให้ผลดีในการที่จะต้องเลือกใช้ขนาดของสวิทช์ตัดวงจรที่เหมาะสมสำหรับแต่ละกรณี โดยไม่มีการปะปนกันในวิทช์ตัดวงจรแบบเก่านั้นการตัดวงจรจะอาศัยการโก่งงอตัวของแถบโลหะต่างชนิดที่เชื่อมติดอยู่ด้วยกัน การโก่งงอนี้เป็นผลมาจากความร้อนที่เกิดขึ้นเมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวมันมากเกินขีดจำกัด ทำให้แถบโลหะชนิดหนึ่งขยายตัวมากกว่าแถบโลหะอีกชนิดหนึ่ง สำหรับสวิทช์ตัดวงจรในปัจจุบันมีการทำงานตัดวงจรด้วยวิธีการ 2 อย่าง ร่วมกันคือ โดยอาศัยความร้อนและอำนาจแม่เหล็กหรือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขดลวดแม่เหล็กซึ่งมีลูกเลื่อนหรือแกนกลกลางที่ถูกหน่วยเวลาการเคลื่อนที่ด้วยผลของความเสียดทานของไหลนอกจากนั้นยังมีการออกแบบให้สามารถทำงานรับกระแสไฟฟ้าเกินขีดจำกัดยังคงดำเนินต่อไปแล้วมันก็จะทำการตัดวงจรทันที หรือถ้าในกรณีของการเกิดไฟฟ้าลัดวงจรมันจะทำการตัดวงจรภายในเวลา 1 ใน 100 ของวินาทีเท่านั้น

ตู้แผงวงจรรวม ซึ่งมีการใช้สวิทช์ตัดวงจรอัตโนมัติต่อร่วมไว้ในวงจรแยกแต่ละวงจรเพื่อป้องกันกระแสในวงจรแยกมิให้สูงเกินขีดจำกัด ซึ่งถ้าดูแผงหน้าของตู้แผงวงจรรวมแล้ว ก็เหมือนกับสวิทช์ไฟฟ้าอยู่มากมายหลายตัวนั่นเอง

การทำงานของสวิทช์ตัดวงจรอัตโนมัติด้วยอำนาจแม่เหล็ก ซึ่งมีช่วงหน่วงเวลาโดยอาศัยผลของความเสียดทานของของไหล ขณะเมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลในขดลวดที่พันอยู่โดยรอบหลอดที่มีของไหล บรรจุอยู่ภายในตราบเท่าที่กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านขดลวดยังมีค่าน้อยกว่าค่าขีดจำกัดที่กำหนดไว้แรงดึงของอำนาจแม่เหล็กจากสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นรอบขดลวดก็จะมีค่าไม่มากพอที่จะเอาชนะแรงผลักของสปริงที่มีต่อลูกเลื่อน (หรือแกนกลาง) ได้ผลก็คือลูกเลื่อนจะหยุดอยู่กับที่เป็นกรณีเมื่อกระแสไฟฟ้า ไหลผ่านขดลวดมีค่าเกินขีดจำกัดต้องเช่น ในช่วงเริ่มต้นเดินให้มอเตอร์ไฟฟ้าทำงานจากสภาวะหยุดนิ่งเป็นต้น ในลักษณะนี้สนามแม่เหล็กจะเข้มขึ้นจนสามารถออกแรงชนะแรงต้านของสปริงได้ มีผลให้ลูกเลื่อนค่อย ๆ เคลื่อนตัวไปทางขวาช้า ๆ ทั้งนี้เพราะมีแรงต้านของสปริงได้สูงขึ้นเรื่อย ๆ ในขณะที่ลูกเลื่อนเคลื่อนตัวไปทางขวาอีกทั้งยังมีแรงด้านอันเกิดจากแรงเสียดทาน และแรงดันตรงที่ของไหลภายในหลอดกระทำต่อลูกเลื่อน ขณะเดียวกันนั้นมอเตอร์ก็จะหมุนเริ่มเร็วขึ้นซึ่งตามคุณสมบัติของมอเตอร์ไฟฟ้าก็จะใช้กระแสไฟฟ้าน้อยลงกว่าเมื่อเริ่มต้นมาก สนามแม่เหล็กจึงอ่อนลงจนแพ้แรงดันของสปริง ทำให้ลูกเลื่อนถูกสปริงดันกลับมาอยู่ทางซ้ามือสุดเหมือนเดิม

เมื่อมีกระแสไฟฟ้า เกินขีดจำกัดที่กำหนดไว้ไหลผ่านขดลวดเป็นเวลานานเกินกว่าหน่วงเวลา ดังเช่นกรณีที่มอเตอร์ออกแรงบิดรับภาระเกินกว่ากำลังกำหนดของมัน หรือในกรณีที่มีกระแสไฟฟ้าจำนวนสูงมากพอที่จะทำให้เกิดแรงดึงของอำนาจแม่เหล็กมากจนเอาชนะแรงด้านของทั้งสปริงและของไหล ลูกเลื่อนก็จะเลื่อนตัวเข้ามาอยู่ภายในขดลวดทั้งหมดซึ่งก็จะยิ่งช่วยเพิ่มอำนาจแรงดูดแม่เหล็กที่ส่งจากไปรอบ ๆ ขดลวดให้ยิ่งสูงขึ้นมากผลคือมันจะดูดเอาก้านอาร์มาเจอร์เข้ามา กลไกกระเดื่องต่าง ๆ ที่ต่ออยู่กับก้านอาร์มาเจอร์จะเคลื่อนตัวขึ้นตัดวงจรทันที กรณีเมื่อเกิดการลัดตัววงจรขึ้น กระแสไฟฟ้าจำนวนมากมหาศาลจะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กความเข้มสูงยิ่งขึ้น ซึ่งจะส่งแรงดึงแม่เหล็กไปกระชากดึงเอาก้านอาร์มาเจอร์ถูกดูดเข้ามาติดนั้น กระเดื่องล็อคจะถูกดันให้ขึ้นไปชี่อยู่บนลูกกลิ้ง เพื่อปล่อยให้ตกลงมาจากตำแหน่งต่อวงจร พร้อมกันนั้นก็จะทำให้หน้าสัมผัสแยกออกจากกันเป็นการตัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรในตอนนี้อำนาจแม่เหล็กที่ดูดก้านอาร์มาร์เจอร์อยู่จะหมดลงปล่อยก้านอาร์มาเจอร์ให้ดีดกลับมาพาให้กระเดือนล๊อคตัวลงมาวางบนลูกกลิ้ง พร้อมกันนั้นก็จะส่งแรงดันไปโยกให้ไกพับกลับไปอยู่ที่ตำแหน่งตัดวงจร

สวิทช์ตัววงจรอัตโนมัติ ชนิดที่ทำงานทั้งด้วยความร้อนและด้วยอำนาจแม่เหล็กสวิทช์ตัดวงจรอัตโนมัติแบบนี้ จะมีชิ้นก้านเหล็กยึดติดแนบไว้กับแถบโลหะคู่ ในกรณีที่มีกระแสเกินชีดจำกัดไหลผ่านสวิทช์เป็นเวลานานเกินกว่าช่วงที่ยอมให้ได้แล้วความร้อนที่เกิดขึ้นจะทำให้แถบโลหะคู่โก่งงอ (เนื่องจากโลหะทั้ง 2 ขยายตัวไม่เท่ากัน) ปลดกระเดื่องล๊อคให้เป็นอิสระอันมีผลทำให้สัมผัสแยกตัวออกจากกันเป็นการตัดวงจรอีกทั้งยังมีผลทำให้ไกโยกพับลงไปอยู่ที่ตำแหน่งตัดวงจรด้วย ส่วนในกรณีที่มีกระแสจำนวนมากไหลผ่านตัวมันหรือในกรณีเกิดการลัดวงจรนั้น กระแสจำนวนมากดังกล่าวจะก่อให้เกิดสนามแม่เหล็กความเข้มสูงมากอยู่โดยรอบแกนโลหะคู่ ซึ่งจะเหนี่ยวนำให้ก้านเหล็กที่แนบชิดอยู่กับแกนโลหะคู่กลายเป็นแม่เหล็กไปด้วย ยังให้แถบโลหะคู่ถูกดูดด้วยก้านเหล็กเกิดการโก่งอย่างรวดเร็วปลดกระเฟื่องล๊อคให้เป็นอิสระในทันทีดังนั้นในกรณีนี้ หน้าสัมผัสจะแยกตัวออกจากกันเป็นการตัดวงจรในทันทีทันใด โดยไม่มีช่วงหน่วงเวลาเหมือนกรณีที่แถบโลหะคู่ค่อย ๆ โก่งงอด้วยผลจากความร้อน

3.4.28 การศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะของช่องระบายอากาศและความร้อนของผลิตภัณฑ์

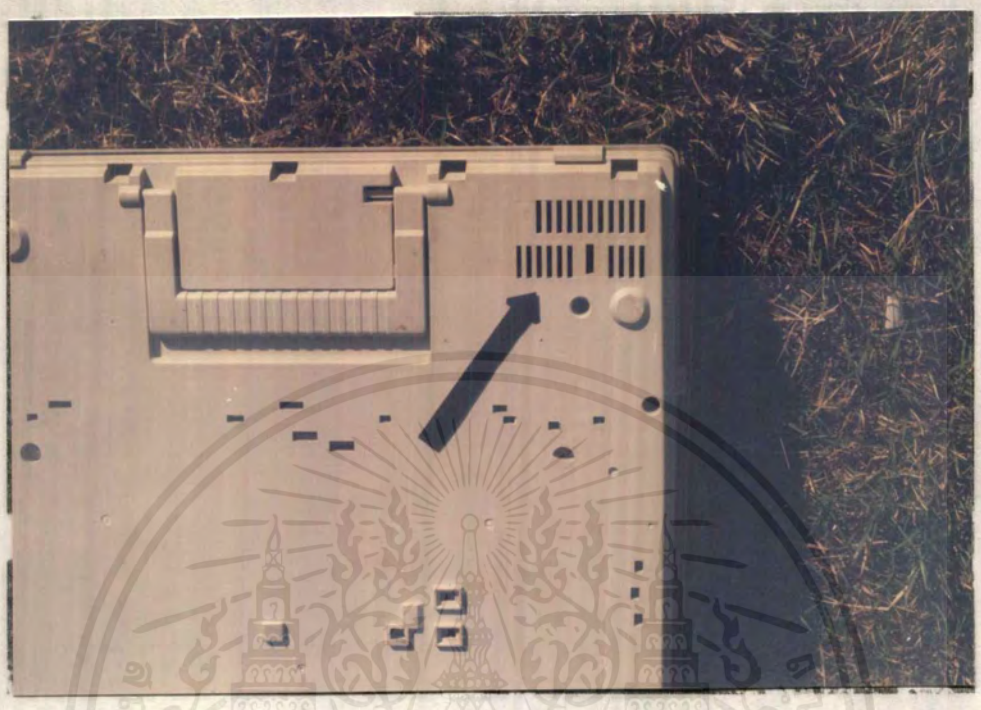
ลักษณะของช่องระบายอากาศและความร้อนของผลิตภัณฑ์นั้น โดยมากจะอยู่ด้านหลังของผลิตภัณฑ์เพื่อระบายอากาศและความร้อนจากไฟฟ้าหรือความร้อนจากมอเตอร์ ซึ่งในผลิตภัณฑ์นั้น ช่องระบายความร้อนก็มีความแตกต่างกันไปตามระบบกลไกภายในและลักษณะของการใช้งาน ซึ่งผู้วิจัยขอยกตัวอย่างของช่องระบายความร้อนได้ดังนี้

ก. ช่องระบายความร้อนแบบเจาะตรง เป็นลักษณะของช่องระบายความร้อนที่เจาะในแนวตั้งหรือแนวนอน ซึ่งจำนวนช่องนั้น ขึ้นอยู่กับความจำเป็นในการระบายอากาศหรือความร้อน แต่ละแบบถ้าต้องการระบายความร้อนมาก ควรให้ช่องระบายความร้อนที่มาก ช่องแบบนี้จะระบายความร้อนได้ดีกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 264

แสดงลักษณะของช่องระบายอากาศแบบเจาะตรง

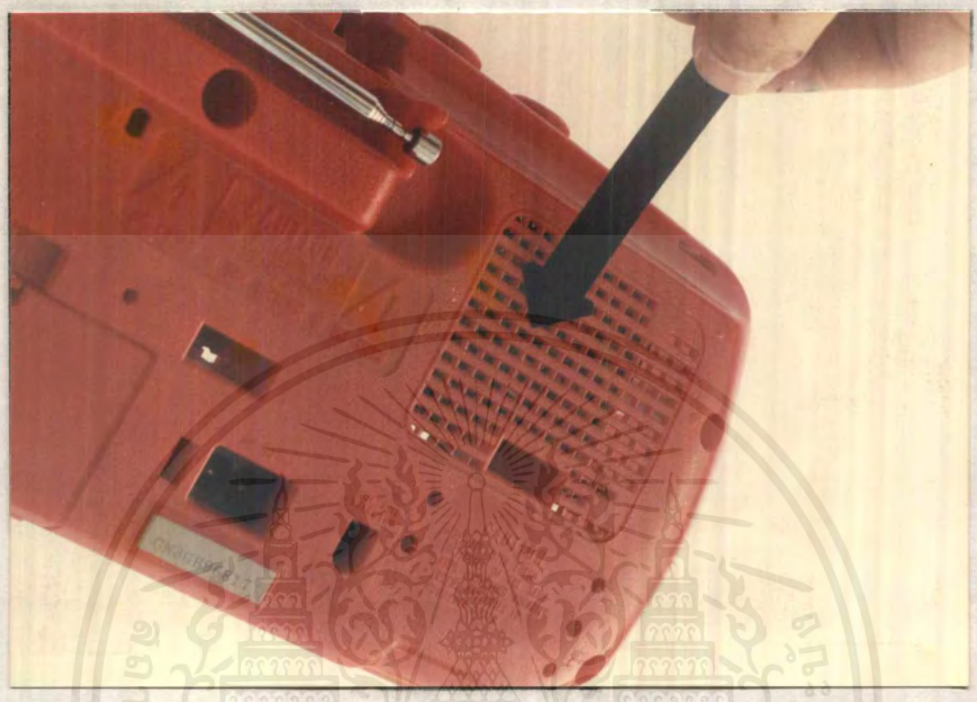


ข. ช่องระบายอากาศแบบเจาะรู, ช่องวงกลม หรือแบบรังผึ้ง ลักษณะนี้จะเป็นการระบายอากาศเป็นช่องหรือเจาะรูเพื่อการระบายอากาศ หรือความร้อนลักษณะการระบายอากาศแบบนี้ มักจะพบทั่วไปในวิทยุเทป เป็นต้น เพราะไม่มีความร้อนในตัวเครื่องมากนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 265

แสดงลักษณะของช่องระบายอากาศแบบเจาะรู



ค. ช่องระบายอากาศแบบครีบ ลักษณะของช่องระบายอากาศเป็นลักษณะของคลีบ มีช่องระบายความร้อน ช่องระบายความร้อนแบบนี้มีข้อดีคือ ช่วยป้องกันฝุ่นละอองและละอองน้ำได้ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 266

แสดงลักษณะของช่องระบายอากาศแบบครีบ

3.4.29 การศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะของ Graphic บนตัวผลิตภัณฑ์

ลักษณะของกราฟฟิค บนผลิตภัณฑ์ทั่ว ๆ ไปนั้น จากการที่ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาข้อมูลนั้นพบว่า กราฟฟิคบนตัวผลิตที่ปัจจุบันใช้กันโดยทั่วไปมี 3 ประเภทด้วยกันคือ

ก. แบบสติ๊กเกอร์ การติดลวดลายกราฟฟิคแบบสติ๊กเกอร์นั้นมักจะเป็นลักษณะของการติดแบบชั่วคราว เช่น คำโฆษณาต่าง ๆ บอกลักษณะของประสิทธิภาพพิเศษของผลิตภัณฑ์ให้เห็นชัดเจน หรือลักษณะของการลด, แลก, แจก, แถม ตลอดจนลักษณะของลวดลายตกแต่งตัวผลิตภัณฑ์เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 267

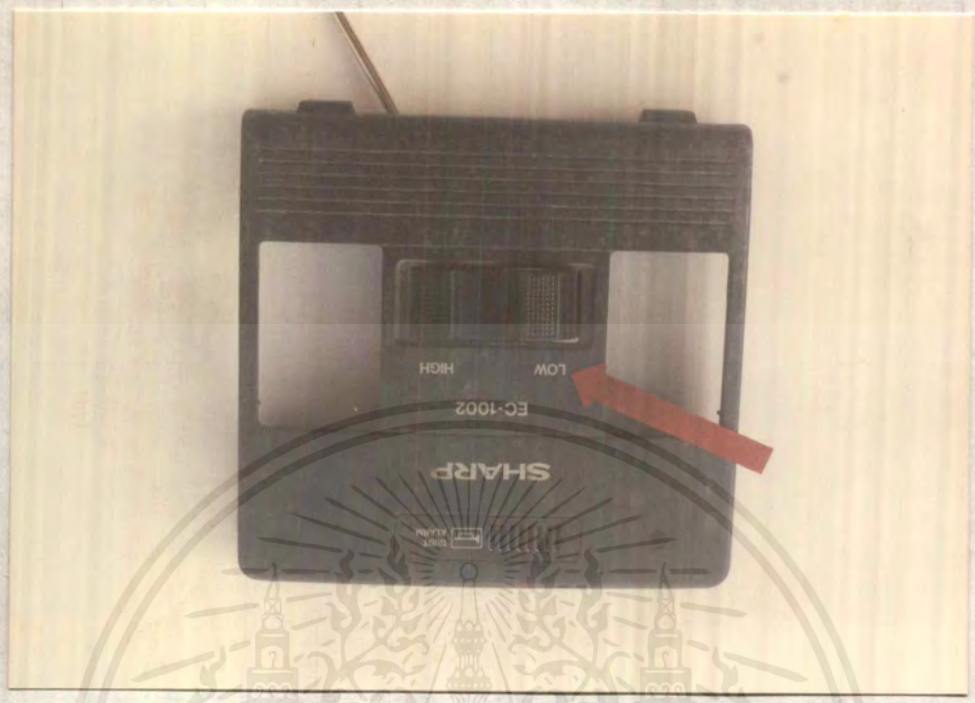
แสดงลักษณะของ Graphic ผลิตภัณฑ์แบบสติ๊กเกอร์

ข. แบบซิลสกรีน เป็นลักษณะของกราฟฟิคบนผลิตภัณฑ์ที่ติดแบบถาวร ผู้ใช้งานสามารถเห็นได้ชัดเจน ส่วนมากจะเป็นลักษณะของข้อบ่งใช้ต่าง บนตัวผลิตภัณฑ์ เช่น สวิทช์ เปิด-ปิด ตัวปรับระดับต่าง ๆ และยี่ห้อของผลิตภัณฑ์นั้น ๆ ฯลฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 268

แสดงลักษณะของ Grachic บนผลิตภัณฑ์แบบซิลสกรีน



ค. แบบล่องลึก, นูนต่ำ บนตัวผลิตภัณฑ์ ลักษณะนี้ส่วนใหญ่จะเป็นกราฟฟิคที่ตัดแบบถาวรติดกับตัวผลิตภัณฑ์บอกถึงข้อบ่งชี้ของผลิตภัณฑ์ ส่วนใหญ่จะอยู่ด้านหลังของตัวผลิตภัณฑ์ เพราะผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องอ่านเพื่อใช้งานบ่อยครั้งเหมือนด้านหน้าของตัวผลิตภัณฑ์

ภาพที่ 269

แสดงลักษณะกราฟฟิคแบบล่องลึกหรือนูนต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 30

การวิเคราะห์ระบบต้นกำลังในการผลิตเยื่อปอสา

1. ต้นกำลังจากแรงงานคน
2. ต้นกำลังจากแรงงานสัตว์
3. ต้นกำลังจากมอเตอร์

ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1	ความสะดวกรวดเร็ว	2	2	3
2	อายุการใช้งาน	3	3	3
3	ความสะดวกเหมาะสมกับการใช้งาน	2	1	3
4	ปริมาณงานที่ได้	1	2	3
5	ระยะเวลาในการทำงาน	1	2	3
	รวม	9	10	15

จากตาราง เลือกใช้ต้นกำลังจากมอเตอร์เป็นตัวให้กำลังในการทำงาน เพราะมีความเหมาะสมและให้ปริมาณงานที่มากและรวดเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 31
การวิเคราะห์ประเภทของมอเตอร์

1. มอเตอร์กระแสตรง
2. มอเตอร์กระแสสลับ

ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา	
		1	2
1	ความเหมาะสมกับการใช้งาน	2	3
2	แรงในการทำงาน	3	3
3	ปริมาณงานที่ได้	2	3
4	การใช้กระแสไฟฟ้า	2	2
	รวม	9	11

จากตาราง เลือกใช้มอเตอร์กระแสสลับในการเป็นระบบต้นกำลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 32
การวิเคราะห์ชนิดของมอเตอร์

1. คาปาซิเตอร์
2. ยูนิเวอร์ซันมอเตอร์
3. สลิปเฟสมอเตอร์
4. รีพัลชั่นสตาทร์ อินดักชั่น

ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา			
		1	2	3	4
1	มีความเร็วรอบคงที่	3	2	3	2
2	มีการใช้แรงบิดที่มีค่าสม่ำเสมอ	3	3	2	1
3	การทำงานในระยะเวลานาน	3	2	2	2
4	ความสามารถในการเปิดปิดได้บ่อย	3	3	2	2
5	ความสามารถในการหมุนได้ 2 ทิศ	2	2	2	2
รวม		14	11	12	9

จากตาราง เลือกใช้คาปาซิเตอร์ในการเป็นระบบต้นกำลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 33

การวิเคราะห์การยึดมอเตอร์ให้ติดกับโครงสร้าง

1. เชื่อมติดกับโครงสร้าง
2. ร้อยด้วยน้อย
3. ใช้โครงสร้างประกบล็อคมอเตอร์ไปในตัว

ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1	ความแข็งแรงทนทาน	3	3	3
2	ทนต่อแรงสั่นสะเทือน	3	3	3
3	สะดวกต่อการติดตั้ง	2	3	2
4	ความสะดวกในการถอดออก เพื่อซ่อมแซมดูแลรักษา	2	3	3
5	ความสะดวกในการใช้งาน	2	3	2
รวม		12	15	13

จากตาราง เลือกการยึดมอเตอร์ให้ติดกับโครงสร้าง โดยการใช้น็อตยึด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 34

การวิเคราะห์ระบบไรการลดจำนวนรอบของมอเตอร์

ในการลดจำนวนรอบของมอเตอร์นั้น มีความจำเป็นทั้งหม้อต้มและหม้อดีในการทำให้ใบตีรักษาความเหนียวของเปลือกปอสา และเพื่อช่วยในการกำหนดปริมาณการลำเลียงปอสาจากหม้อต้มมาที่หม้อดีเยื่อ

1. ใช้ระบบเกียร์สำเร็จรูป
2. ใช้ระบบมู่เล่ทดรอบ

ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา	
		1	2
1	ราคาถูก	2	3
2	การบำรุงรักษาและการซ่อมแซม	1	3
3	ความเที่ยงตรงในการหมุน	3	2
4	ความสามารถในการทนความร้อน หรือใช้ในที่มีความร้อน	2	2
5	ความเหมาะสมกับการใช้งาน	2	3
รวม		10	13

จากตาราง เลือกระบบการลดจำนวนรอบมอเตอร์ โดยการใช้มู่เล่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 35
การวิเคราะห์ระบบกำลังส่ง

1. สายพาน
2. เฟือง
3. โซ่

ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1	ราคา	2	2	3
2	ใช้งานง่าย	3	3	3
3	การรับแรงกระตุกและสั่นสะเทือนได้ดี	3	3	2
4	อัตราการทดที่แน่นอน	2	3	2
5	อัตราการหมุนที่แม่นยำ	2	3	3
6	จำนวนเพลาในการขับเคลื่อน	3	1	2
7	การดูแล	2	1	3
	รวม	18	15	19

จากตาราง เลือกระบบส่งกำลังแบบสายพานในการใช้งานกับมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 36

การวิเคราะห์การติดตั้งสวิสท์ในการควบคุมการทำงาน

1. ติดอยู่บนเครื่องผลิตกระดาษสา
2. ติดอยู่นอกเครื่องผลิตกระดาษสา

ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา	
		1	2
1	ไม่เสียเวลาในการใช้งาน	3	2
2	ความสะดวกในการใช้งาน	3	2
3	ความปลอดภัย	3	2
4	ความง่ายต่อการติดตั้ง	2	1
5	ความสะดวกต่อสภาพแวดล้อมในการทำงาน	3	2
	รวม	14	9

จากตาราง เลือกการใช้ติดตั้งสวิสท์แบบติดตั้งอยู่บนเครื่องผลิตกระดาษสา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 37
การวิเคราะห์ตำแหน่งของสวิสท์ควบคุม

1. ด้านข้างของเครื่อง
2. ด้านหน้าของเครื่อง
3. ด้านบนของเครื่อง
4. ด้านล่างของเครื่อง

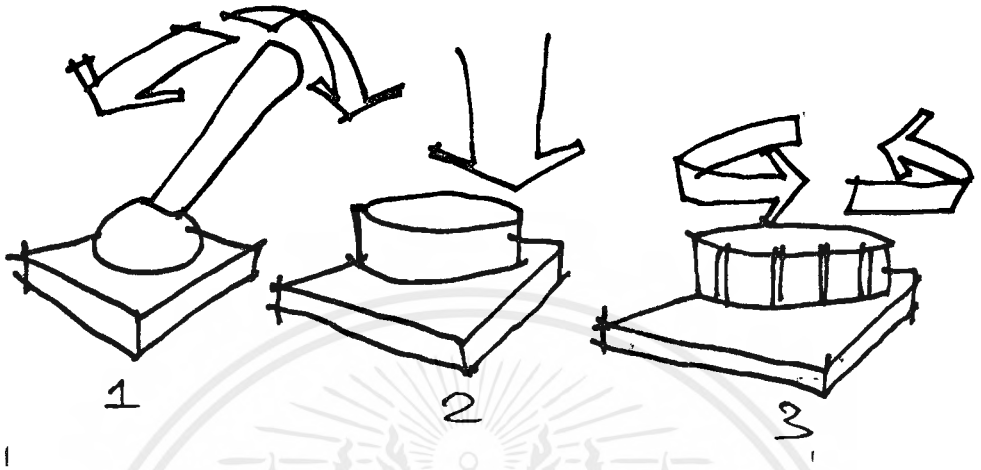
ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา			
		1	2	3	4
1	ความถนัดในการปิดเปิด	2	3	2	2
2	ความปลอดภัยเมื่อทำงาน	2	3	3	1
3	ความเหมาะสมกับการใช้งาน	2	3	3	1
4	ความสะดวกในการเอื้อมมือเพื่อใช้งาน	3	3	3	2
5	ความสามารถในการหมุนได้ 2 ทิศ	2	2	2	2
รวม		9	12	11	6

จากตาราง เลือกตำแหน่งของสวิสท์ในการเปิดปิดที่ด้านหน้า เพราะมีความปลอดภัยและสะดวกในการเปิดปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 38

การวิเคราะห์ลักษณะของสวิสท์ในการควบคุมมอเตอร์

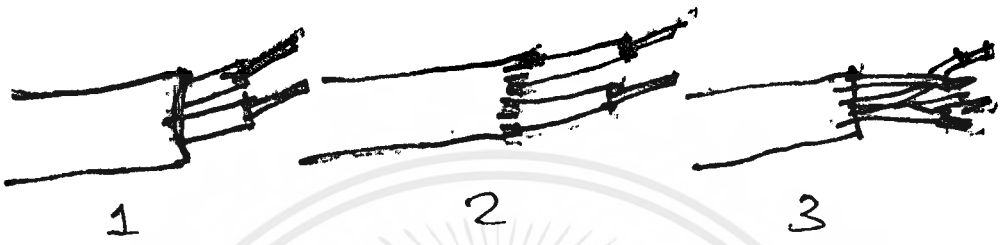


ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1	ความสามารถในการปรับกระแส	1	3	1
2	การป้องกันน้ำ	3	3	2
3	ราคาถูก	2	3	3
4	การซ่อมแซมบำรุงรักษา	2	2	1
5	การสะดวกต่อการใช้งาน	2	3	1
	รวม	10	14	8

จากตาราง เลือกสวิสท์ในการควบคุมแบบกด เพราะสะดวกต่อการใช้งานและปลอดภัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 39
การวิเคราะห์สายไฟฟ้าที่นำมาใช้งาน

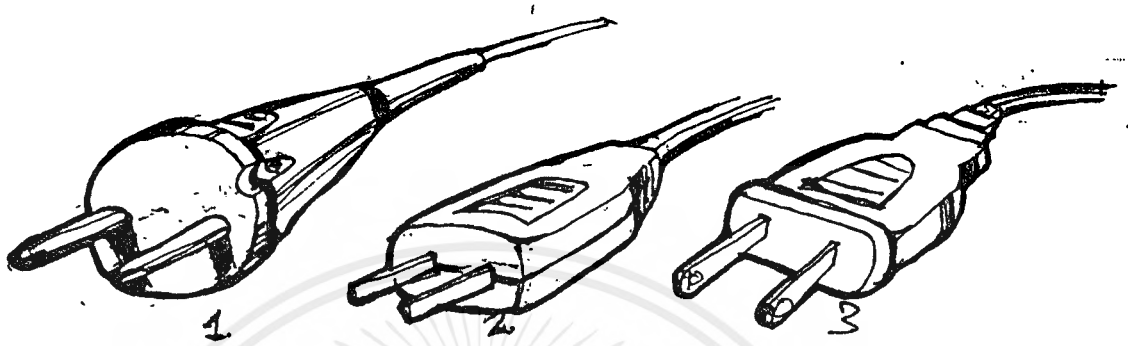


ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1	ความปลอดภัย	3	3	3
2	ราคาพอสมควร	2	3	2
3	การเก็บได้สะดวก	3	2	1
4	ความสะดวกในการใช้งาน	3	3	3
5	ความคงทน	2	2	3
6	น้ำหนักเบา	2	3	2
	รวม	15	16	14

จากตาราง เลือกใช้สายไฟฟ้าแบบธรรมดาในการใช้งานกับเครื่องผลิตกระดาษสา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 40
การวิเคราะห์ปลั๊กตัวผู้ที่นำมาใช้งาน



ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1	ความสะดวกในการจับ	3	2	3
2	ความปลอดภัย	3	1	1
3	ง่ายต่อการผลิต	3	2	2
4	การบำรุงรักษา	2	3	3
5	การทนต่อการสึกหรอ	3	2	2
	รวม	15	16	14

จากตาราง เลือกใช้ปลั๊กตัวผู้แบบที่ 1 เพราะสะดวกต่อการใช้งานมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 41

การวิเคราะห์โครงสร้างหลักของเครื่องผลิตกระดาษสา

1. เหล็ก
2. ไม้
3. พลาสติก

ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1	ทนต่อแรงกระแทก	3	2	1
2	ทนต่อการกัดกร่อน	2	2	3
3	ทำปฏิกริยากับน้ำ	3	1	3
4	ความเหมาะสมกับการใช้งาน	3	2	1
5	ความแข็งแรง	3	2	1
6	การนำกลับมาใช้ใหม่	3	2	3
	รวม	18	15	19

จากตาราง เลือกใช้เหล็กในการทำโครงสร้างหลัก เพราะมีความแข็งแรงและทนต่อการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 42
การวิเคราะห์ฐานของเครื่องผลิตกระดาษสา (วัสดุ)

1. เหล็กแผ่นเปลือย
2. พลาสติก
3. เหล็กหล่อ

ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1	การทนต่อการกัดกร่อน	3	2	3
2	การทนต่อความร้อน	3	1	3
3	ความเหมาะสมกับการใช้งาน	2	1	3
4	ความสะดวกในการประกอบ	2	3	3
5	มีน้ำหนักมากเพื่อทนต่อแรงสั่น	2	1	3
6	การทนต่อปฏิกริยาทางเคมี	3	2	3
	รวม	15	10	18

จากตาราง เลือกใช้เหล็กหล่อในการทำโครงสร้างฐานของเครื่องผลิตกระดาษสา เพราะมีความทนทานต่อแรงสั่นสะเทือนและมีน้ำหนักมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 43
การวิเคราะห์วัสดุที่ใช้ในการทำเสาโครงสร้าง

1. เหล็กฉาก
2. เหล็กกล่อง
3. เหล็กท่อสีเทา
4. เหล็กแท่ง

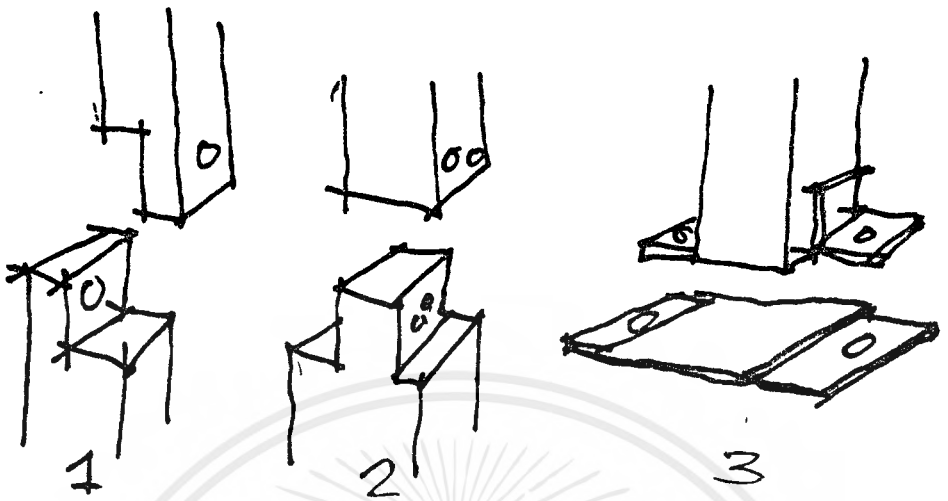
ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา			
		1	2	3	4
1	โครงสร้างแข็งแรง	2	3	3	3
2	รับแรงอัดได้ดี	1	3	3	3
3	ยึดส่วนต่าง ๆ ได้ง่าย	3	2	2	1
4	แนวเชื่อมต่อน้อย	3	2	2	2
5	ราคาถูก	2	3	3	1
6	น้ำหนักเบา	2	3	3	0
	รวม	13	15	16	10

จากตาราง เลือกใช้วัสดุในการทำเสาโครงสร้าง คือเหล็กกล่อง เพราะมีความแข็งแรง และเหมาะสมกับการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 44

การวิเคราะห์ลักษณะการยึดเสาโครงสร้างกับฐาน



ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1	ง่ายต่อการผลิต	1	3	2
2	การบำรุงรักษา	2	2	2
3	การประกอบที่ง่าย	2	3	2
4	ความเหมาะสมกับงาน	3	3	2
5	ราคา	1	2	2
	รวม	9	13	10

จากตาราง เลือกการยึดเสาโครงสร้างกับฐานแบบที่ 2 เพราะสะดวกในการผลิตและประกอบง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 45
การวิเคราะห์การยึดประกอบกันของโครงสร้าง

1. น็อต
2. เชื่อม
3. เสียบเข้าเดือย

ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1	ความแข็งแรงทนทาน	3	2	1
2	ความง่ายต่อการประกอบ	3	2	3
3	การง่ายต่อการผลิต	3	2	2
4	ความเหมาะสมกับการใช้งาน	3	2	2
	รวม	15	10	18

จากตาราง ใช้น็อตในการยึดโครงสร้างเข้าด้วยกัน เพราะแข็งแรงและง่ายต่อการประกอบและการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 46

การวิเคราะห์วัสดุในการทำตัวครอบโครงสร้างภายใน

วัสดุที่จะใช้ในการครอบโครงสร้างภายในหรือโครงสร้างหลัก ต้องมีความแข็งแรง ทนแรงสั่นสะเทือนได้ดี และทนความร้อน รวมทั้งง่ายต่อการผลิตและราคาถูก

1. ไฟเบอร์กลาส
2. พลาสติก
3. โลหะ

ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1	ราคา	3	2	2
2	การขึ้นรูปที่สะดวก	2	3	2
3	น้ำหนักเบา	3	3	2
4	ง่ายต่อการประกอบ	3	2	2
5	ความแข็งแรง	3	2	3
6	การดูแลและบำรุงรักษา	3	1	2
	รวม	17	13	13

จากตาราง เลือกใช้ไฟเบอร์กลาสเป็นวัสดุในการขึ้นรูป เพื่อครอบโครงสร้างภายใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 47
การวิเคราะลักษณะการยึดไฟเบอร์กลาสเข้าด้วยกัน

ในการยึดต้องครอบโครงสร้างซึ่งเป็นไฟเบอร์กลาสนั้น จะต้องมีความสะดวกในการถอดเพื่อซ่อมบำรุงโครงสร้างภายใน ไม่ว่าจะเป็นมอเตอร์ สายพาน มู่เล่ และอื่น ๆ

1. รีเวต
2. น็อตเกลียวแบบฝังพุกเข้ากับไฟเบอร์กลาส
3. น็อตเกลียวแบบมีแป้นเกลียว

ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1	ราคา	2	2	2
2	ความสะดวกในการถอดประกอบ	1	3	2
3	ความเหมาะสมในการใช้งาน	1	3	2
4	ความคงทน	2	2	2
5	ความแข็งแรงของโครงสร้างเมื่อยึดติดกัน	3	3	3
	รวม	9	13	11

จากตาราง เลือกใช้น็อตเกลียวแบบฝังพุกเข้ากับไฟเบอร์กลาส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 48

การวิเคราะห์ช่องระบายอากาศ

1. แบบเจาะตรง
2. แบบเจาะเป็นรูป
3. แบบครีบ

ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1	ความง่ายต่อการผลิต	3	3	2
2	ความสามารถในการกันฝุ่นและน้ำ	1	1	3
3	ความสามารถในการระบายความร้อน	2	2	3
4	ความเหมาะสมกับงาน	2	1	3
5	ความสวยงาม	2	2	2
6	ความคงทนในการใช้งาน	2	2	3
	รวม	12	11	15

จากตาราง เลือกใช้ช่องระบายอากาศแบบครีบ เพราะมีความเหมาะสมกับการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 49

การวิเคราะห์วัสดุที่ใช้ในการทำถังต้มเปลือกปอสา

1. โลหะแผ่นเปลือย
2. โลหะเคลือบผิว
3. พลาสติก

ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา				
		1	2	3	4	5
1.	ความสะดวกในการผลิต	3	3	3		
2.	ความทนทานในการใช้งาน	3	3	1		
3.	การทนความร้อน	2	3	1		
4.	ราคา	2	2	3		
5.	การทนต่อการกัดกร่อนของสารเคมี	3	3	3		
	รวม	13	14	11		

จากตาราง เลือกใช้โลหะแผ่นเคลือบในการผลิตหม้อต้มเปลือกปอสา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 50

การวิเคราะห์ประเภทของโลหะแผ่นเคลือบเพื่อนำมาใช้ในการทำถัง

1. เหล็กเคลือบสังกะสี
2. เหล็กเคลือบดีบุก

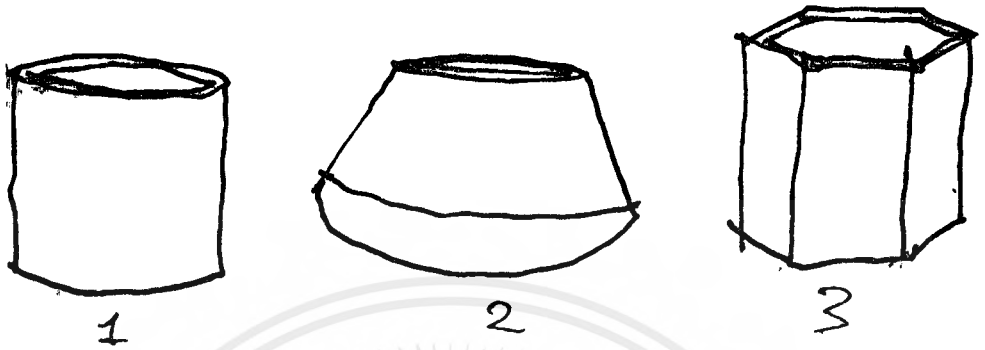
ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา				
		1	2			
1.	การขึ้นรูป	3	3			
2.	การทนต่อการกัดกร่อน	3	3			
3.	ความทนทานต่อการใช้งาน	3	2			
4.	ราคา	3	3			
5.	ความเหมาะสมกับการใช้งาน	3	3			
	รวม	15	14			

จากตาราง เลือกใช้เหล็กเคลือบสังกะสีในการทำหม้อต้มเปลือกปอสา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 51

การวิเคราะห์รูปทรงของต้มหม้อต้มและถังดีเปลือกปอสา



ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1.	การทำความสะอาด	3	1	2
2.	ความง่ายต่อระบบการผลิต	3	1	2
3.	ความเหมาะสมกับการใช้งานคู่กับมอเตอร์	3	2	2
4.	พื้นที่ในการรับความร้อน	3	2	3
5.	ปริมาณการใส่เปลือกปอสา เพื่อใช้ในการทำเยื่อปอสา	3	2	3
	รวม	15	7	12

จากตาราง เลือกใช้หม้อเตรียมเยื่อแบบที่ 1 เพราะสะดวกต่อการใช้งานและเหมาะสมกับการใช้งานในหลาย ๆ ด้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 52

การวิเคราะห์ระบบการนำเปลือกปอสาที่ต้มแล้วออกจากถังต้มมาสู่ถังตี

ในการลำเลียงเปลือกปอสาจากถังต้อมมาสู่ถังตีนั้นจะต้องสามารถลำเลียงได้สะดวก ตัวลำเลียงต้องทนสนิม เพราะต้องแช่อยู่ในน้ำและสารเคมี และต้นทนความร้อน เพราะเปลือกปอสาที่ลำเลียงจะมีความร้อนอยู่

1. การใช้เกลียวเดือยหมู
2. ใช้โซ่ลำเลียง
3. ใช้การตักจากถังต้มไปสู่ถังตีด้วยแรงคน

ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1.	ความสะดวกในการทำงาน	3	2	1
2.	การทนความร้อน	3	3	0
3.	การทนสนิมและสารเคมี	2	1	1
4.	ความแข็งแรง	3	2	1
5.	ความง่ายในการดูแลรักษา และซ่อมบำรุง	2	1	2
6.	ปริมาณการลำเลียงที่มีประสิทธิภาพ	2	2	1
	รวม	15	11	6

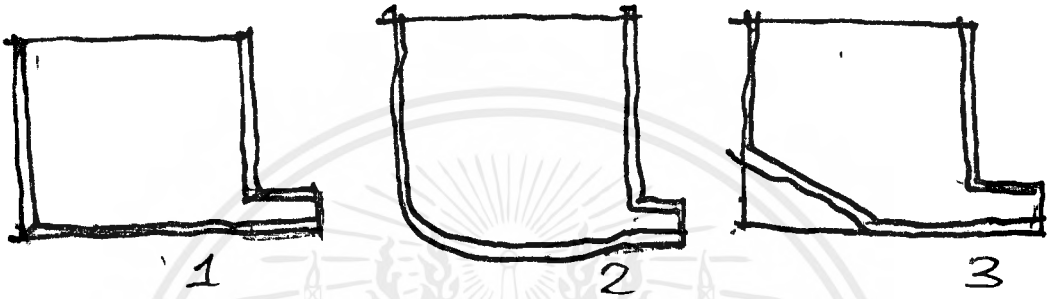
จากตาราง เลือกระบบในการนำเปลือกปอสาจากถังต้มออกสู่ถังตีโดยการใช้การลำเลียงแบบเกลียวเดือยหมู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 53

การวิเคราะห์ลักษณะของก้นถังต้มเปลือกปอสา

ลักษณะของหม้อต้มเปลือกปอสานั้นจะมีตัวลำเลียงเปลือกปอสา ซึ่งเพื่อเข้าสู่ตัวลำเลียงได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว



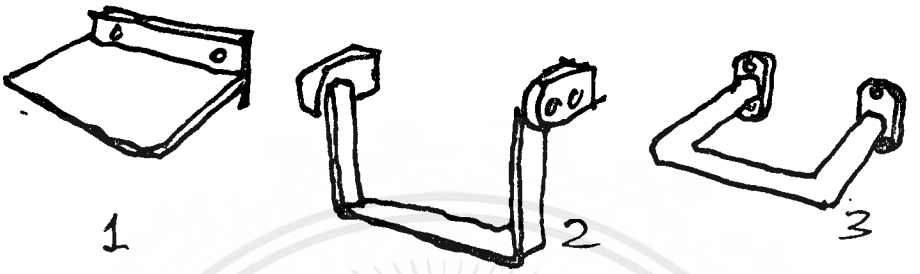
ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1.	พื้นที่ในการรับความร้อน	2	2	2
2.	ความมั่นคงในการวาง	3	1	3
3.	ความเหมาะสมกับงาน	2	1	3
4.	ความสะดวกในการเคลื่อนตัวของเปลือกปอสา	1	2	2
5.	การผลิตที่ง่าย	3	2	1
6.	ความเหมาะสมสอดคล้องกับตัวลำเลียง	2	1	3
รวม		13	9	14

จากตาราง เลือกก้นถังของถังต้มเปลือกปอสาแบบก้นถังทำมุมเฉียงขึ้นเพื่อความสะดวกในการเคลื่อนที่ของเปลือกปอสาสู่ตัวลำเลียง เพื่อย้ายเปลือกปอสาจากถังต้มสู่ถังตีเปลือกปอสา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 54

การวิเคราะห์ลักษณะของการติดหูสำหรับถังต้มเปลือกปอสา



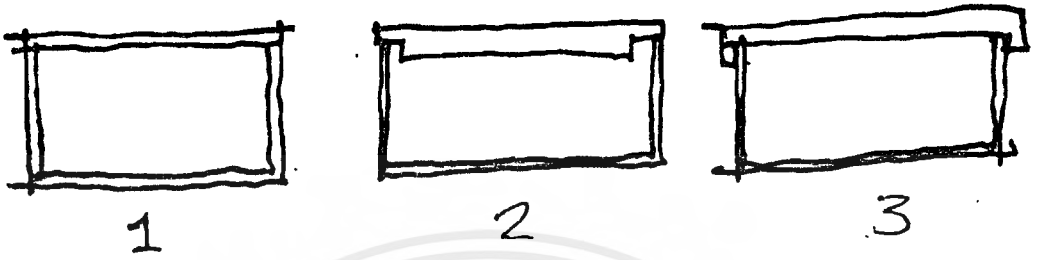
ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1.	ความสะดวกต่อการเคลื่อนย้าย	3	2	3
2.	ความแข็งแรงทนทาน	2	2	3
3.	ความง่ายต่อการผลิต	3	2	1
4.	ความเหมาะสมกับการใช้งาน	3	1	2
5.	ความกระชับมือในการจับ	3	2	2
	รวม	14	9	11

จากตาราง เลือกใช้หูสำหรับหม้อเตรียมเยื่อปอสาแบบที่ 1 เพราะเหมาะสมกับการใช้งานและสะดวกต่อการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 55

การวิเคราะห์ลักษณะของฝาปิดถังต้มเปลือกปอสา



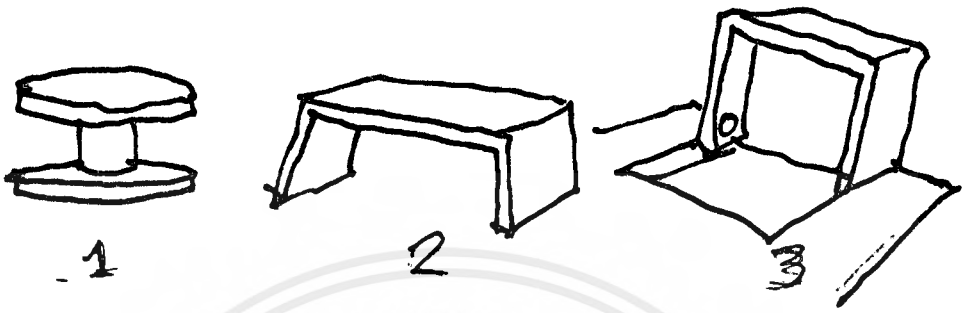
ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1.	ราคา	3	3	2
2.	ง่ายต่อการผลิต	3	2	1
3.	ความแน่นหนา	1	3	3
4.	ความแข็งแรง	1	2	3
5.	ความเหมาะสมต่อการใช้งาน	1	3	3
	รวม	9	13	12

จากตาราง เลือกลักษณะของฝาปิดถังต้มเปลือกปอสาแบบที่ 2 แบบมีบ่ารับที่ถังต้มเพราะง่ายในการผลิตและสะดวกในการปิดเปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 56

การวิเคราะห์หูจับของฝาปิดเปิดของถังต้มเปลือกปอสา



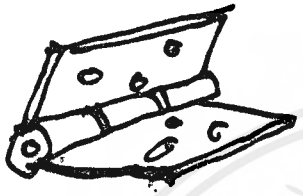
ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1.	ความสะดวกต่อการจับ	1	3	1
2.	ง่ายต่อการผลิต	3	2	2
3.	ความคงทน	3	2	2
4.	การง่ายต่อการหุ้มวัสดุอื่น เพื่อป้องกันความร้อน	1	3	2
5.	ความเหมาะสมกับการใช้งาน	3	3	1
	รวม	11	13	8

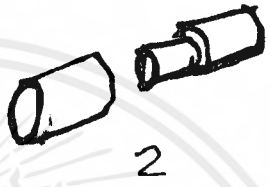
จากตาราง เลือกใช้หูจับของฝาหม้อเตรียมเยื่อแบบที่ 1 เพราะเหมาะสมกับการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 57
การวิเคราะห์บานพับในการปิดหรือเปิดฝา

บานพับที่จะต้องเลือกนำมาใช้ในการทำงานพับฝาปิดเปิดหม้อต้มเปลือกปอสานั้น ต้องมีความแข็งแรงและทนความร้อนง่ายต่อการซ่อมบำรุง





ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา	
		1	2
1.	ราคา	2	3
2.	ง่ายต่อการผลิต	2	3
3.	เหมาะสมกับการใช้งาน	3	3
4.	ความง่ายในการหมุน	2	2
5.	การบำรุงรักษา	2	3
	รวม	11	14

จากตาราง เลือกบานพับในการปิดเปิดฝาหม้อต้มเปลือกปอสาแบบสลักเดือย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 58
การวิเคราะห์วัสดุที่ใช้ในการผลิตถังดีเปลือกปอสา

วัสดุที่จะนำมาทำถังดีนั้นจะต้องมีความทนต่อแรงกระแทกของใบพัดดี ซึ่งจะหมุนดีเปลือกปอสาอยู่ตลอดต้องมีความทนต่อการสึกกร่อนและทนต่อแรงสั่นสะเทือน ง่ายต่อการผลิต

1. เหล็กหล่อ
2. เหล็กแผ่น
3. เหล็กเหนียว
4. แสตนเลส

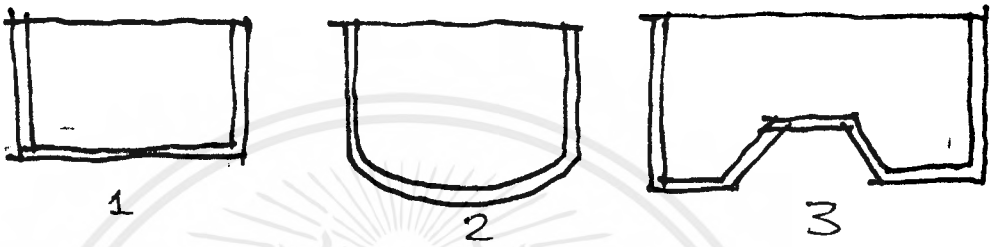
ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา			
		1	2	3	4
1.	ความแข็งแรง	3	2	3	2
2.	ความทนทานต่อแรงกระแทก	3	2	2	2
3.	การทนต่อการกัดกร่อน	3	1	2	3
4.	ความง่ายในการผลิต	2	2	2	2
5.	ราคาที่ถูก	3	3	2	1
6.	ความเหมาะสมในการนำมาใช้งาน	3	3	2	3
	รวม	17	13	13	13

จากตาราง เลือกใช้เหล็กหล่อในการทำถังดีเปลือกปอสาเพราะมีความแข็งแรงทนต่อแรงกระแทกได้ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 59
การวิเคราะห์ลักษณะก้นของถังดี

ในการออกแบบก้นของดังดีเปลือกปอสาให้เป็นเยื่อนั้นต้องมีความสอดคล้องกับการหมุนการไหลเวียนของน้ำด้วยเพื่อความสะดวกในการดีเปลือกปอสาให้ละเอียดโดยทั่วถึง



ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1.	การเพิ่มพื้นที่ผิวสัมผัสในการดีเปลือกปอสา	2	2	3
2.	ความมีอิทธิพลในการไหลวนของน้ำ	2	2	3
3.	ความเหมาะสมกับงาน	3	2	3
4.	ความแข็งแรงในโครงสร้าง	2	2	3
5.	ความง่ายในการผลิต	3	2	1
	รวม	12	10	13

จากตาราง เลือกลักษณะของก้นถังดีแบบที่ 3 เพราะมีพื้นที่ในการสัมผัสของใบมีดดีมากและมีอิทธิพลในการไหลวนของน้ำ เมื่อทำการดีเปลือกปอสา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 60
การวิเคราะห์การยึดถังตีกับโครงสร้าง

1. ยึดด้วยน็อต
2. เชื่อมติด
3. การล็อคกันเองของฐานกับถังเตรียม
4. การล็อคโดยวิธีใช้ตัวล็อคแบบเกี่ยว
5. การใช้เหล็กโค้งรัดยึดโดยรอบถังเพื่อกันการกระแทก

ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา				
		1	2	3	4	5
1.	ความเร็วในการล็อค	2	1	3	2	3
2.	ความแข็งแรง	3	3	3	2	3
3.	ง่ายต่อการผลิต	2	1	3	3	3
4.	ความเหมาะสมกับการใช้งาน	1	1	3	3	3
5.	การทนต่ออิแรงสั่นสะเทือน	3	3	3	2	3
6.	ความง่ายต่อการถอดประกอบ	2	0	3	3	3
	รวม	13	9	18	15	18

จากตาราง เลือกการยึดถังตีเปลือกปืนสากับโครงสร้างแบบใช้แล้วรัดยึดโดยรอบถังเพื่อกันแรงกระแทกแสงเพื่อความแข็งแรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 61

การวิเคราะห์การวัดปริมาณของเปลือกปอสาก่อนจะนำลงถังตีเยื่อปอสา

ในการตีเยื่อแต่ละครั้งจะตีครั้งละ 2 กิโลกรัม ต่อ 1 ครั้ง เพื่อให้สามารถตีได้ผลดีและเยื่อปอสาละเอียดสม่ำเสมอการวัดปริมาณของเปลือกปอสานั้นต้องมีความสะดวกและปลอดภัยเพราะเปลือกปอสาจะร้อนเนื่องจากการต้ม

1. ใช้การชั่งกิโล
2. ใช้ภาชนะที่มีการวัดปริมาตรไว้แล้ว
3. ใช้การคาดคะเน

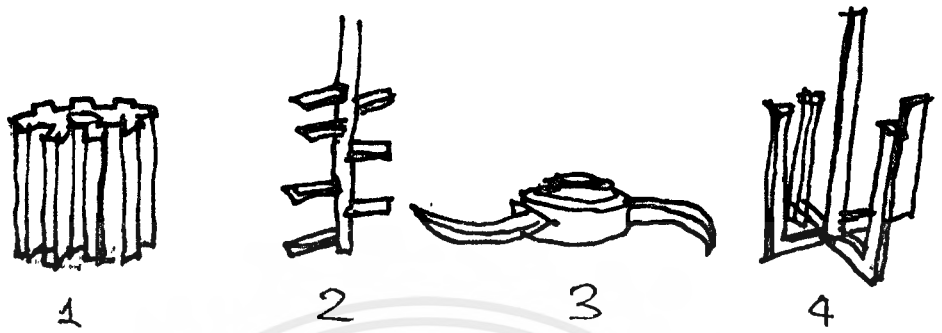
ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1.	ความสะดวกในการทำงาน	1	3	2
2.	ความเที่ยงตรงในการวัด	3	2	1
3.	ความเหมาะสมกับสภาพการใช้งาน	1	3	3
4.	การผลิตที่ง่าย	1	2	3
5.	การบำรุงรักษา	1	2	2
6.	การทนความร้อน	1	3	3
	รวม	8	15	14

จากตาราง เลือกการวัดปริมาณในการนำเปลือกปอสาลงตีในถังตีโดยใช้ภาชนะที่มีการวัดปริมาตรไว้แล้วในการตวงปอสา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 62

การวิเคราะห์ลักษณะของใบมีดที่นำมาใช้ในการปั่นเปลือกปอสา



ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา			
		1	2	3	4
1.	ความแข็งแรงทนทาน	3	2	3	3
2.	พื้นที่ในการปั่นเปลือกปอสา	3	1	3	3
3.	ความเหมาะสมในการใช้งาน	2	2	1	3
4.	ความสะดวกในการทำความสะอาด	3	3	2	3
5.	เยื่อปอหลังจากปั่นแล้วไม่ถูกทำลายเส้นใยมากเกินไป	3	1	2	2
6.	การมีอิทธิพลต่อการไหลวนของน้ำในถังตี	1	1	2	3
	รวม	14	10	13	17

จากตาราง เลือกใช้ใบมีดแบบที่ 4 เพราะมีความเหมาะสมในการใช้งาน รวมทั้งทำให้เกิดการไหลวนของน้ำเข้าสู่ใบมีดเพื่อจะนำปอสาที่ยังไม่ได้ตีมาเข้าสู่แนวการตีของใบมีดตีด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 63

การวิเคราะห์วัสดุที่ใช้ทำใบมีดสำหรับปั่นเปลือกปอสา

1. เหล็กหล่อ
2. ทองเหลือง
3. สแตนเลส
4. เหล็กเหนียว
5. อลูมิเนียม

ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา				
		1	2	3	4	5
1.	แข็งแรงทนทาน	3	2	3	3	1
2.	ไม่เป็นสนิม	3	3	3	3	3
3.	ง่ายต่อการผลิต	1	1	1	3	1
4.	ความเหมาะสมต่อการใช้งาน	2	1	1	3	1
5.	การบำรุงรักษา	2	2	2	2	1
	รวม	11	9	10	14	7

จากตาราง เลือกเหล็กเหนียวในการผลิตใบมีดสำหรับปั่นเปลือกปอสา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 64
การวิเคราะห์ตำแหน่งการยึดใบมีดเข้ากับถังตี

ตำแหน่งในการยึดใบมีดเข้ากับถังตีเยื่อปอสานั้น จะต้องมีความแข็งแรงมีความสะดวกในการดูแลรักษา และมีความสามารถในการตีเยื่อปอสาได้ดี

1. ยึดลงมาจากด้านบนลงมาสู่ถังตี
2. ยึดจากด้านล่างโดยเจาะกลางก้นถังตี
3. ยึดจากด้านข้างของถังตี

ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1.	การทนต่อแรงเหวี่ยง	1	3	2
2.	การถอดประกอบ	2	3	1
3.	การดูแลรักษา	2	3	2
4.	ความสะดวกในการใช้งาน	2	2	2
5.	การรับแรงจากมอเตอร์	1	2	2
	รวม	8	13	9

จากตาราง เลือกการยึดใบตีเปลือกปอสา โดยยึดโดยการเจาะก้นถังด้านล่างและเชื่อมใบตีกับเพลาที่เชื่อมกับมู่เล่ที่รับกำลังจามอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 65

การวิเคราะห์การล๊อคของใบมีดปั่นเปลือกปอสากับมอเตอร์

---

1. การเชื่อมติดตาย
2. การใช้เกลียวยึดติด
3. การยึดด้วยน็อต
4. ระบบล็อคติดแกน

ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา			
		1	2	3	4
1.	ทนต่อแรงเหงี่ยวได้ดี	3	1	2	2
2.	การปรับระดับ	1	3	3	2
3.	การเปลี่ยนใบมีดปั่น	1	2	3	1
4.	ความเหมาะสมต่อการใช้งาน	1	2	3	1
5.	ต้นทุนการผลิตที่ต่ำ	2	2	2	2
	รวม	8	9	13	8

จากตาราง เลือกใช้การล็อคใบมีดปั่นเปลือกปอสาเป็นแบบใช้น็อตเพราะง่ายต่อการถอดประกอบและเหมาะสมกับการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 66
การวิเคราะห์การนำเยื่อปอสาออกจากถังตี

1. การใช้ภาชนะตักออกจากถัง
2. การใช้วาล์วในการปล่อยเยื่อปอสาออกจากถังตี
3. การใช้วิธีหมุนคว่ำภาชนะเพื่อเทเยื่อปอสาจากถังตี

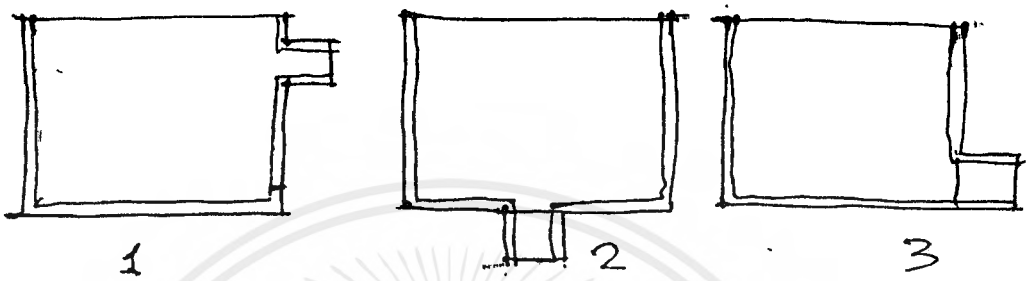
ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1.	ความสะดวกในการเทเยื่อปอสา	2	3	2
2.	การกำหนดปริมาณแต่ละครั้ง	2	2	1
3.	ความสะดวกในการใช้งาน	1	3	2
4.	ความเหมาะสม	2	3	1
5.	การดูแลรักษา	3	3	2
6.	ระยะเวลาในการทำงาน	1	3	2
	รวม	11	17	10

จากตาราง เลือกการนำเยื่อปอสาออกจากถังตีโดยการใช้วาล์วในการปล่อยเยื่อปอสาออกจากถังตีเยื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 67

การวิเคราะห์ตำแหน่งของท่อน้ำทิ้งและปล่อยเยื่อปอสาของถังตี



ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1.	ความสะดวกต่อการไหลของน้ำ	1	3	3
2.	ความเหมาะสมกับการใช้งาน	1	1	3
3.	ความง่ายต่อการผลิต	2	2	3
4.	ความง่ายต่อการทำความสะอาด	2	3	3
	รวม	6	9	12

จากตาราง เลือกท่อน้ำทิ้งและปล่อยเยื่อปอสาแบบที่ 3 เพราะสดวกต่อการไหลของน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 68
การวิเคราะห์พลังงานที่นำมาใช้ในการต้มเปลือกปอสา

พลังงานเชื้อเพลิงที่จะนำมาใช้กับการต้มเปลือกปอสาจะมีความสะดวกในการใช้งานให้ความร้อนดี หาง่าย และต้องมีราคาถูกเมื่อนำมาใช้คุ้มค่าต่อการใช้ทรัพยากร

1. ฟืน
2. แก๊ส
3. น้ำมันเตา
4. ไฟฟ้า

ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา			
		1	2	3	4
1.	ราคาถูก	3	2	3	1
2.	หาง่าย	2	2	2	2
3.	เหมาะสมต่อการใช้งาน	2	2	3	1
4.	การให้พลังงานความร้อนที่มากและสม่ำเสมอ	1	2	3	2
5.	ความปลอดภัย	1	1	2	1
	รวม	9	9	13	7

จากตาราง เลือกใช้น้ำมันเตาเป็นเชื้อเพลิงในการให้ความร้อนแก่หม้อต้มเปลือกปอสา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 69
การวิเคราะห์ชนิดของน้ำมันเตาที่นำมาใช้

ชนิดของน้ำมันเตาที่จะนำมาใช้ต้องมีความเหมาะสมในการใช้งาน ราคาถูกและเหมาะสมกับการใช้งานในระบบอุตสาหกรรม ซึ่งชนิดของน้ำมันเตาที่เหมาะต่อการใช้งานมีดังนี้

1. ชนิดที่ 4
2. ชนิดที่ 5
3. ชนิดที่ 6

ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1.	ราคาถูก	2	2	2
2.	เหมาะกับการใช้งาน	1	2	3
3.	การไหลเท	2	3	3
4.	การวางไฟ	2	2	3
5.	ปริมาณความร้อน	3	3	3
6.	ความหนืด	3	2	1
	รวม	13	14	15

จากตาราง เลือกใช้น้ำมันเตาชนิดที่ 6 เป็นเชื้อเพลิงในการให้ความร้อนแก่หม้อต้มเปลือกปอสา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 70

การวิเคราะห์หัวฉีดที่นำมาใช้ในการพ่นน้ำมันเตา

จะต้องมีความเหมาะสมกับความหนืดของชนิดน้ำมันเตาที่จะนำมาใช้และการอุ่นน้ำมันให้ร้อนด้วย

1. แบบพ่นน้ำมันด้วยอากาศ (Air atomized)
2. แบบพ่นน้ำมันด้วยอากาศ (Pressure or Mechanical atonized)
3. แบบพ่นน้ำมันด้วยไอน้ำ (Steam atomized)
4. แบบพ่นน้ำมันด้วยถ้วยหมุน (Rotary Cup Bunner)

ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา			
		1	2	3	4
1.	อุ่นหภูมิการพ่นน้ำมันต่ำ	2	2	3	2
2.	ความเหมาะสมกับชนิดของน้ำมันเตา	1	2	3	2
3.	ความสะดวกในการใช้งาน	2	2	2	2
4.	ความเป็นฝอยในการพ่นจากหัวฉีดของน้ำมันเตา	1	2	3	2
	รวม	6	8	11	8

จากตาราง เลือกใช้หัวฉีดแบบพ่นน้ำมันด้วยไอน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 71

การวิเคราะห์หัวจุดไฟที่นำมาใช้ในการจุดติดน้ำมันเตา

1. จุดด้วยหัวจุดอิเลคทรอนิคส์
2. จุดด้วยปืนจุด

ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา	
		1	2
1.	รวดเร็วในการจุด	3	1
2.	ความปลอดภัย	3	2
3.	ความเหมาะสมกับการใช้งาน	3	2
4.	การดูแลรักษา	2	3
5.	อายุการใช้งาน	2	2
	รวม	13	10

จากตาราง เลือกการจุดไฟของน้ำมันเตาด้วยระบบอิเลคทรอนิกส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การออกแบบ

การวิเคราะห์ข้อมูล ชุดอุปกรณ์ผลิตกระดาษสาในขั้นตอนเตรียมเยื่อปอสา เพื่อใช้สำหรับการผลิตกระดาษสาในขั้นตอนการเตรียมเยื่อให้มีความสะดวกรวดเร็ว และลดเวลาในการผลิตเยื่อปอสานั้น สามารถแบ่งอุปกรณ์ภายในชุดอุปกรณ์ผลิตกระดาษสานี้มี 3 หน่วย คือ

หน่วยให้พลังงานเชื้อเพลิง

หน่วยต้มและลำเลียงเปลือกปอสา

หน่วยตีเปลือกปอสาให้เป็นเยื่อปอสา

เพื่อเป็นการนำเข้าสู่ DESING ให้ได้ชุดอุปกรณ์ผลิตกระดาษสาที่มีประสิทธิภาพในการทำงานสรุปได้ดังนี้

4.1 โครงสร้าง

4.1.1 ผลการวิเคราะห์วัสดุสำหรับทำฐานรองชุดอุปกรณ์ผลิตกระดาษสาในขั้นตอนเตรียมเยื่อปอสาคือ เหล็กหล่อ

4.1.2 ผลการวิเคราะห์วัสดุที่นำมาใช้สำหรับทำเสาและตัวยึดโครงสร้างเพื่อความแข็งแรง คือ เหล็กกล่อง

4.1.3 ผลการวิเคราะห์วัสดุที่นำมาใช้ในการครอบโครงสร้างทั้งหมด คือ ไฟเบอร์กลาส เพราะมีความแข็งแรงทนต่อความร้อนได้สูงถึง 700°C มีน้ำหนักเบา ง่ายต่อการถอดประกอบ

4.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการยึดโครงสร้าง

4.2.1 ผลการวิเคราะห์โครงสร้างหมดสามารถถอดประกอบได้

4.2.2 ผลการวิเคราะห์อุปกรณ์ที่ใช้ในการยึดโครงสร้างทั้งหมดเข้าด้วยกัน คือ สลักเกลียว แบบมีแป้นเกลียว

4.2.3 ผลการวิเคราะห์อุปกรณ์ที่ใช้ในการยึดไฟเบอร์กลาสครอบโครงสร้างทั้งหมด คือ สลักเกลียวแบบมีพุกฝังในไฟเบอร์กลาส

4.3 ถังต้มเปลือกปอสา

4.3.1 ผลการวิเคราะห์รูปทรงถังต้มเปลือกปอสามีลักษณะเป็นทรงกระบอกสูง 80 cm เส้นผ่าศูนย์กลาง 74 cm มีปริมาตรความจุ 343,350 cm^3 จุเปลือกปอสาได้ 15 ก.ก.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2 ผลการวิเคราะห์ลักษณะของก้นถังต้มเปลือกปอสาจะมีลักษณะเทลาดเอียง เพื่อความสะดวกในการเคลื่อนตัวของเปลือกปอสาสู่ตัวลำเลียงเปลือกปอสาออกจากหม้อต้ม

4.4 ระบบการลำเลียงเปลือกปอสาออกจากถังตี

4.4.1 ผลการวิเคราะห์ระบบการลำเลียงเปลือกปอสาออกจากถังตี คือ ใช้การลำเลียง **แบบเกลียวเตือยหมู** มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 20 cm สูง 75 cm

4.4.2 ผลการวิเคราะห์วัสดุที่ใช้ในการผลิตเกลียวเตือยหมู คือ **เหล็กหล่อ**

4.4.3 ผลการวิเคราะห์ระบบในการทำให้เกลียวเตือยหมูทำงาน และหยุดทำงานคือ มู่เล่ ซึ่งมู่เล่ในการควบคุมการทำงานของเกลียวเตือยหมูนี้ จะมีอยู่ 2 ตัว คือ ตัวแรกจะยึดติดแน่นกับเพลา ส่วนอีกตัวจะสามารถหมุนได้โดยไม่มีแรงต้านกับเพลาเพราะใช้ลูกปืนรองระหว่างตัวมู่เล่กับเพลาไว้

4.4.4 ผลการวิเคราะห์ลักษณะอุปกรณ์ในการควบคุมการทำงานของเกลียวลำเลียวเปลือกปอสาออกจากถังต้ม คือ **เป็นลักษณะคันโยก** โดยจะมีตัวจับสายพานแบน ซึ่งจะคล้องอยู่บนมู่เล่ที่เชื่อมอยู่กับเพลาที่ขับเกลียวลำเลียงหมูและคล้องอยู่กับมู่เล่ที่ควบคุมการทำงานและหยุดการทำงานของเกลียวลำเลียง โดยเมื่อโยกคันโยกจะเป็นการดันสายพานให้เปลี่ยนมู่เล่ควบคุมการทำงานของเกลียวลำเลียงสลับกันไปมาทั้ง 2 ตัว

4.5 ถังตีเปลือกปอสาให้เป็นเยื่อ

4.5.1 ผลการวิเคราะห์ถังตีเปลือกปอสาให้เป็นเยื่อ รูปทรงที่ใช้คือ **รูปทรงกระบอก** สูง 50 cm เส้นผ่านศูนย์กลาง 70 cm มีปริมาตรความจุ 230,790 cm^3

4.5.2 ผลการวิเคราะห์วัสดุที่ใช้ในการผลิตถังตีเปลือกปอสาคือ **เหล็กหล่อ**

4.6 ใบตีเปลือกปอสา

4.6.1 ผลการวิเคราะห์วัสดุที่ใช้ในการผลิตใบมีดตี คือ **เหล็กเหนียว**

4.6.2 ผลการวิเคราะห์รูปร่างของใบตีมีลักษณะเป็นใบตี 4 แฉก มีใบที่ใช้ในการตี 4 ใบ

4.6.3 ผลการวิเคราะห์การยึดใบตีเข้ากับถังตี จะยึดจากด้านล่างของถังตีโดยผ่านก้นถังขึ้นไปสู่ภายในถัง

4.6.4 ผลการวิเคราะห์อุปกรณ์ในการกันน้ำซึมรั่วออกจากถังตี ระหว่างรอยต่อของใบตีกับก้นถังตี คือ **ซีลยาง**

4.7 ระบบในการนำเยื่อปอสาออกจากถังตี

4.7.1 ผลการวิเคราะห์การนำเยื่อปอสาออกจากถังตีใช้ระบบวาล์ว โดยวาล์วที่ใช้คือ **เกทวาล์ว**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.7.2 ผลการวิเคราะห์ลักษณะมือหมุนของวาล์ว มีลักษณะเป็นคาน เพื่อความสะดวกในการหมุน ความรวดเร็วและประหยัดเวลา

4.8 ระบบด้านกำลัง

ระบบด้านกำลังของชุดอุปกรณ์ผลิตกระดาษสาใช้มอเตอร์กระแสสลับ เฟสเดียว ชนิด คาแปซิเตอร์มอเตอร์ กำลัง 1 แรงม้า จำนวนรอบ 1,450 รอบต่อนาที มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16 cm ยาว 19 cm

4.9 ระบบส่งกำลัง

ระบบส่งกำลังที่ได้จากการวิเคราะห์เพื่อนำมาส่งกำลังจากมอเตอร์ไปยังตัวอุปกรณ์ได้แก่ สายพานลิ่ม ใช้ในการส่งกำลังจากมอเตอร์ไปยังมู่เล่สำหรับหมุนใบมีดตีเปลือกปอสา และ สายพานแบน ใช้สำหรับส่งกำลังจากมอเตอร์ไปยังตัวลำเลียงของถังต้มเปลือกปอสา

4.10 ระบบการทดสอบ

ระบบการทดสอบที่ได้จากการวิเคราะห์ เพื่อนำมาใช้กับชุดอุปกรณ์ผลิตกระดาษสาได้แก่ มู่เล่ โดยชุดแรกจะเป็นมู่เล่ ของใบตีเปลือกปอสา มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 cm ลดจำนวนระบบมอเตอร์จาก 1,450 รอบ ต่อนาที เหลือ 290 รอบต่อนาที

ภาพที่ 270

แสดงลักษณะของการทดสอบของมู่เล่ชุดที่ 1

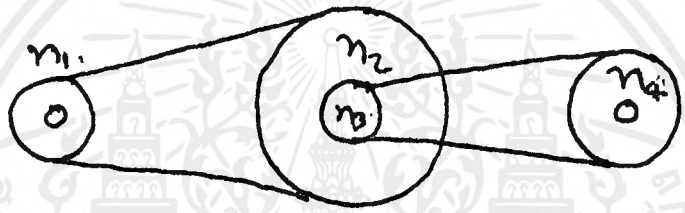
n_1 = มู่เล่ตัวขับที่ติดอยู่กับมอเตอร์มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 cm มีความเร็วรอบ 1,450 รอบ/นาที

n_2 = มู่เล่ที่เป็นตัวส่งจะติดอยู่กับเพลาที่เชื่อมอยู่กับใบตีมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 cm มีความเร็วรอบ 290 รอบ/นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชุดที่ 2 เป็นมู่เล่ของตัวลำเลียงเปลือกปอสาออกจากหม้อต้ม ชุดที่ 2 นี้จะมีมู่เล่ 2 ตัว คือ ตัวแรก มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 40 cm ลดจำนวนรอบของมอเตอร์จาก 1,450 รอบ/นาที เหลือ 218 รอบ/นาที ตัวที่ 2 จะเป็นตัวรับแรงจากตัวที่ 1 มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16 cm จะลดจำนวนรอบจากมู่เล่ตัวที่ 1 จาก 218 รอบ/นาที ให้เหลือ 136 รอบ/นาที เพื่อหมุนเกลียวลำเลียงเปลือกปอสา

ภาพที่ 271
แสดงมู่เล่ชุดที่ 2



n_1 เป็นมู่เล่ต่อขับที่ติดอยู่กับมอเตอร์ มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 cm มีความเร็วรอบ 1,450 รอบ/นาที

n_2 เป็นมู่เล่ตัวส่งตัวที่ 1 มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 40 cm มีความเร็วรอบ 218 รอบ/นาที

n_3 เป็นมู่เล่ของสายพานแบน ทำหน้าที่ส่งกำลังจาก n_2 ไปยัง n_4 มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 cm

n_4 เป็นมู่เล่ตัวส่งรับแรงจาก n_3 มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 16 cm มีความเร็วรอบ 136 รอบ/นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.11 ผลการวิเคราะห์ช่องระบายอากาศ

จะเป็นลักษณะเป็นตรีบ เพราะมีความสามารถในการกันฝุ่นและน้ำได้ดี

4.12 ผลการวิเคราะห์การวัดปริมาณของเปลือกปอสาที่ออกจากถังต้มเปลือกปอสา เพื่อนำลงในถังตีเปลือกปอสา

เป็นลักษณะของภาชนะที่มีการวัดปริมาตรไว้แล้วเป็นตัววัดให้เปลือกปอสาได้ในปริมาณที่ต้องการในการตีแต่ละครั้ง

4.13 มีระบบการตั้งเวลาในการตีเปลือกปอสา

4.14 ระบบการให้ความร้อนในการต้มเปลือกปอสา

4.14.1 ผลการวิเคราะห์ชนิดของเชื้อเพลิงที่ใช้ในการให้พลังงานความร้อนเพื่อต้มเปลือกปอสา คือ น้ำมันเตาชนิดที่ 6 ของ ปตท หรือชนิด Bunker C. เพราะมีราคาถูก

4.14.2 มีเตาสำหรับอุ่นน้ำมันเตา

4.14.3 มีส่วนที่ทำให้ทราบปริมาณของน้ำมันเตาในถังเก็บ cm^3

4.14.4 ถังเก็บสามารถเก็บน้ำมันเตาได้

4.14.5 มีการจุดไฟด้วยระบบอิเล็คทรอนิกส์

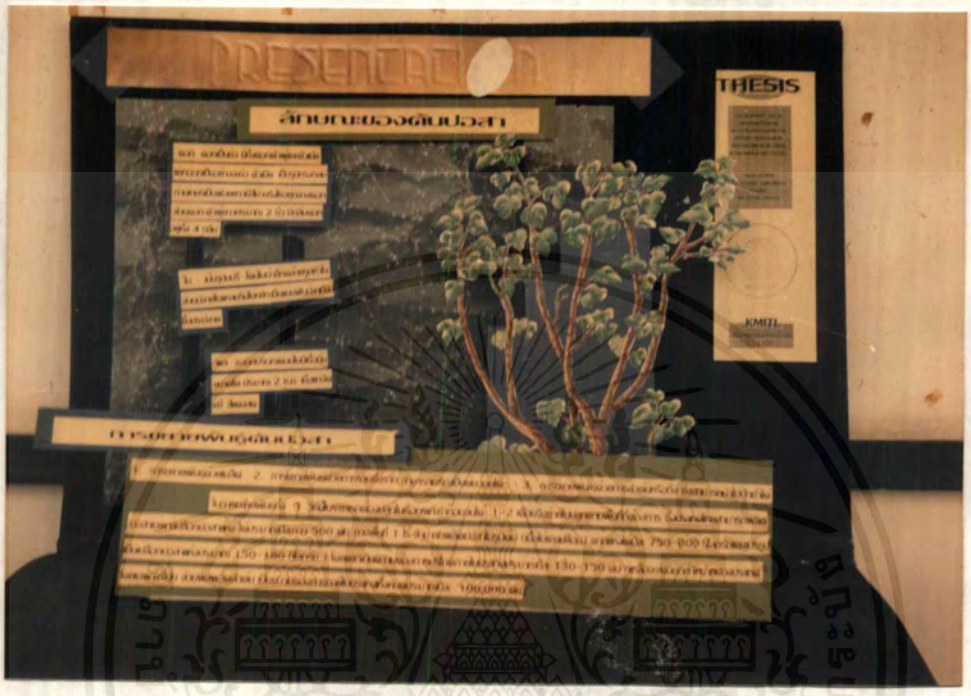
4.14.6 ใช้ ปั๊มและหัวฉีดน้ำมันเตาแบบหัวฉีดไอน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แนวการออกแบบ

ภาพที่ 272

PREESENTATION



ภาพที่ 273

PRESENTATION

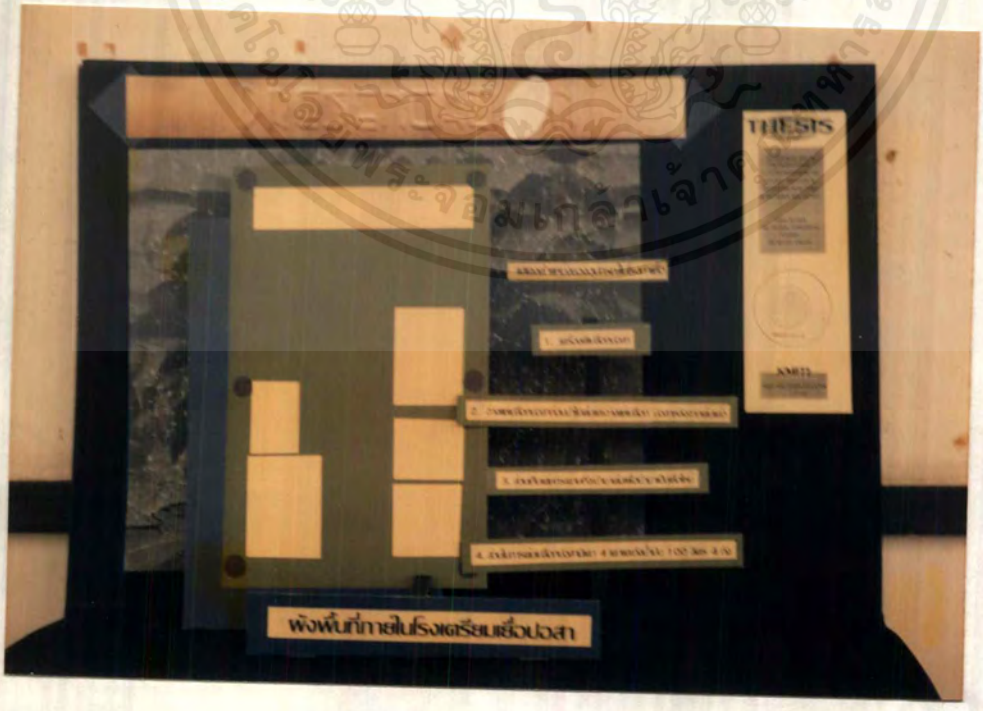
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 274

PREESENTATION

ภาพที่ 275

PRESENTATION



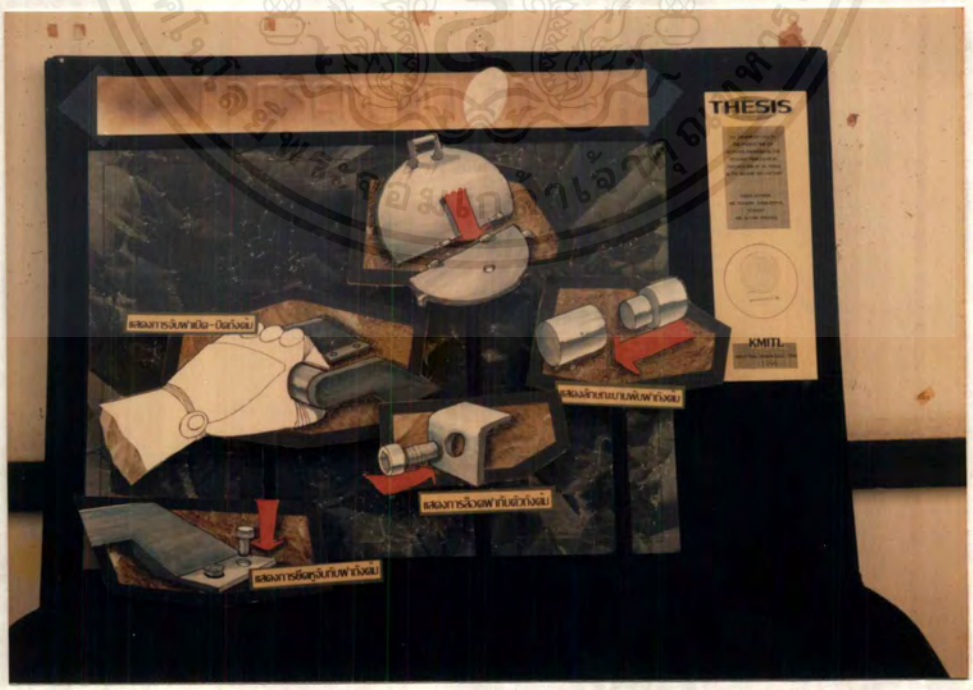
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 276

PREESENTATION

ภาพที่ 277

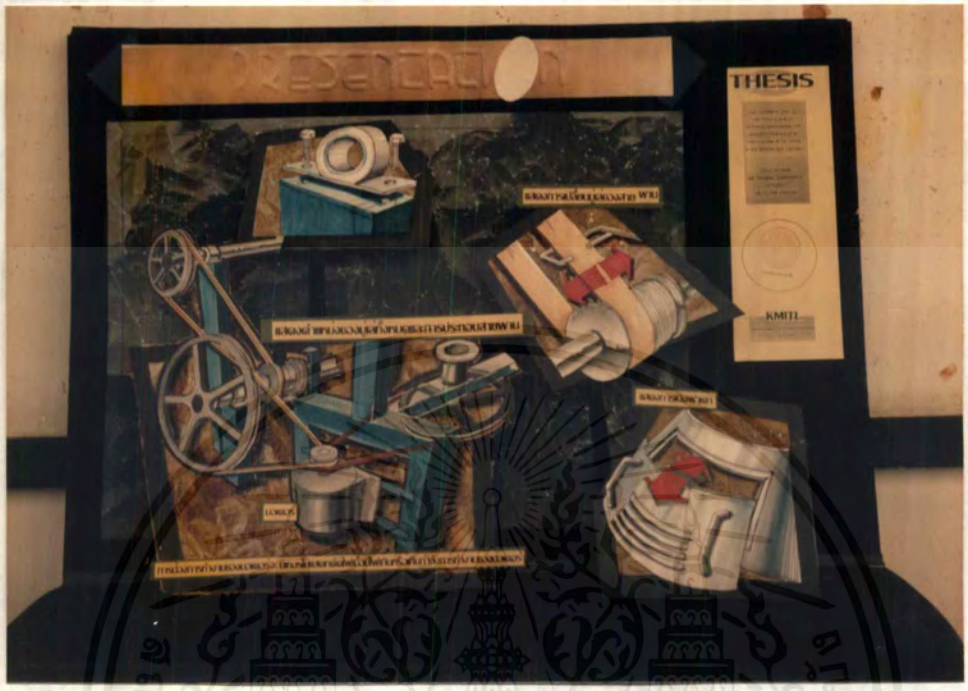
PRESENTATION



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 278

PREESENTATION



ภาพที่ 279

PRESENTATION

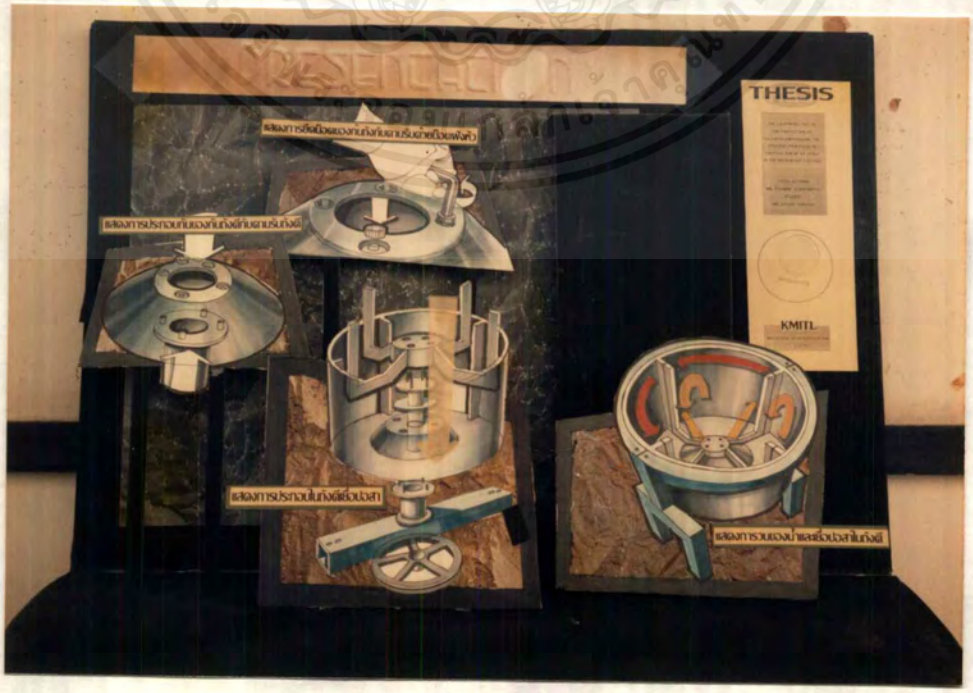
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 280

PREESENTATION

ภาพที่ 281

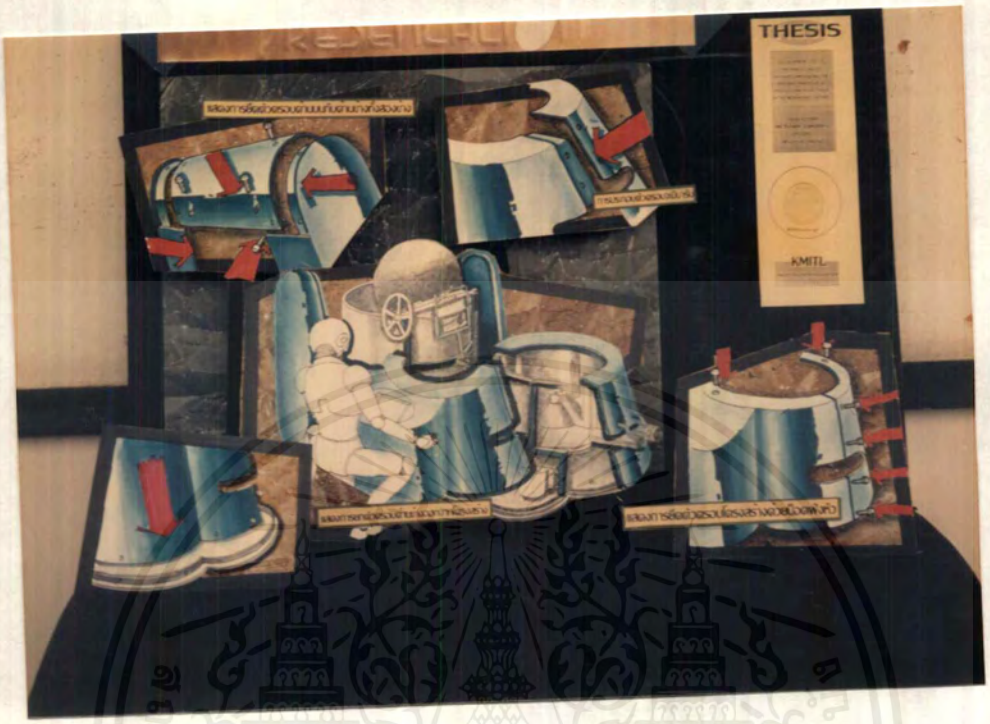
PRESENTATION



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

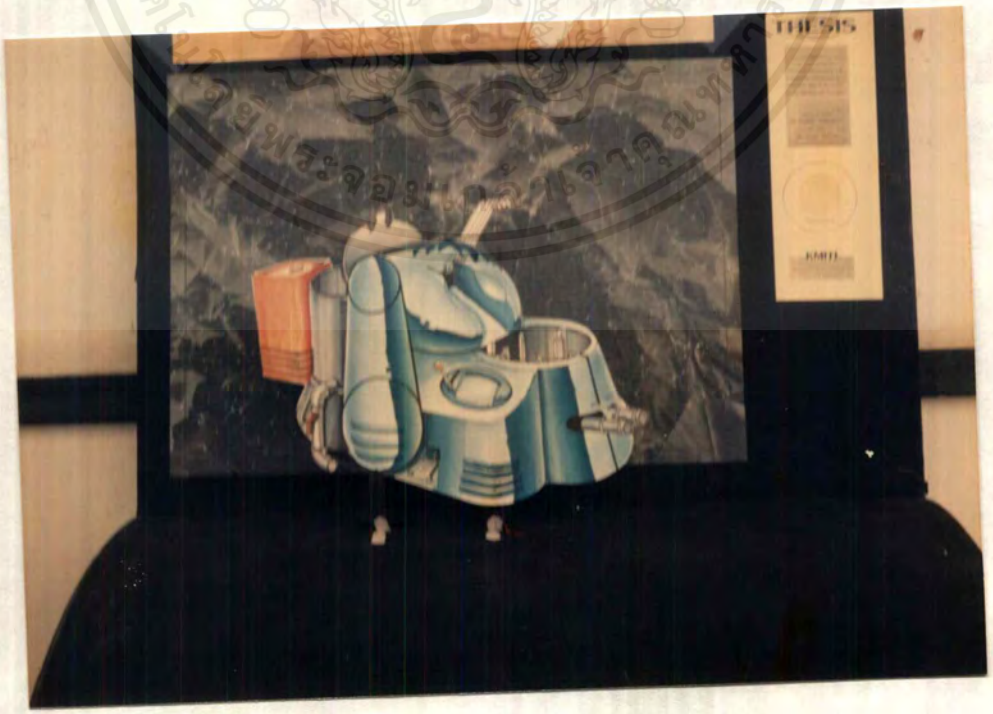
ภาพที่ 282

PREESENTATION



ภาพที่ 283

PRESENTATION



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

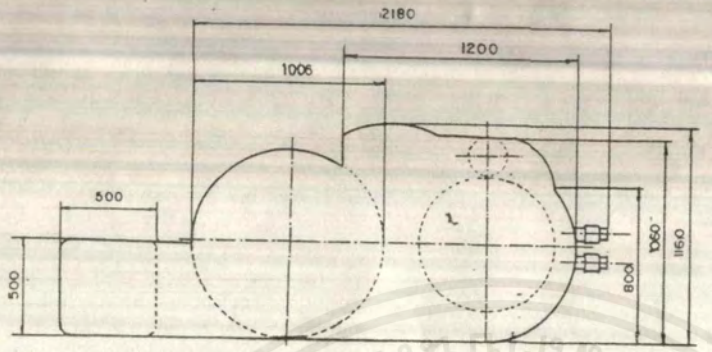
ภาพที่ 284

PREESENTATION

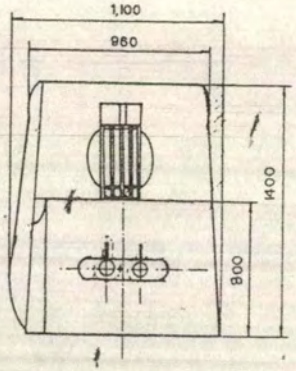
ภาพที่ 285

PRESENTATION

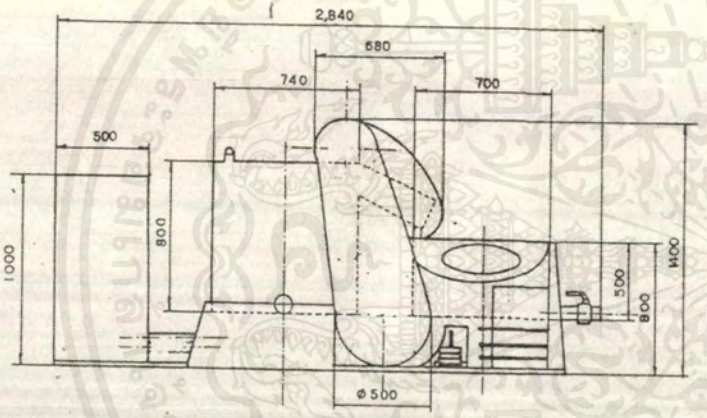
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



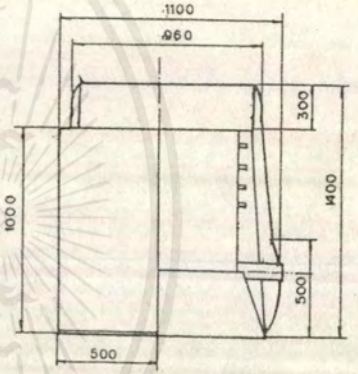
BOTTOM VIEW



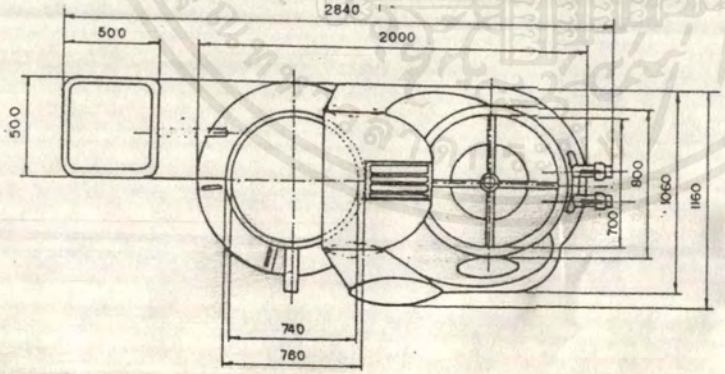
RIGHT SIDE VIEW



FRONT VIEW

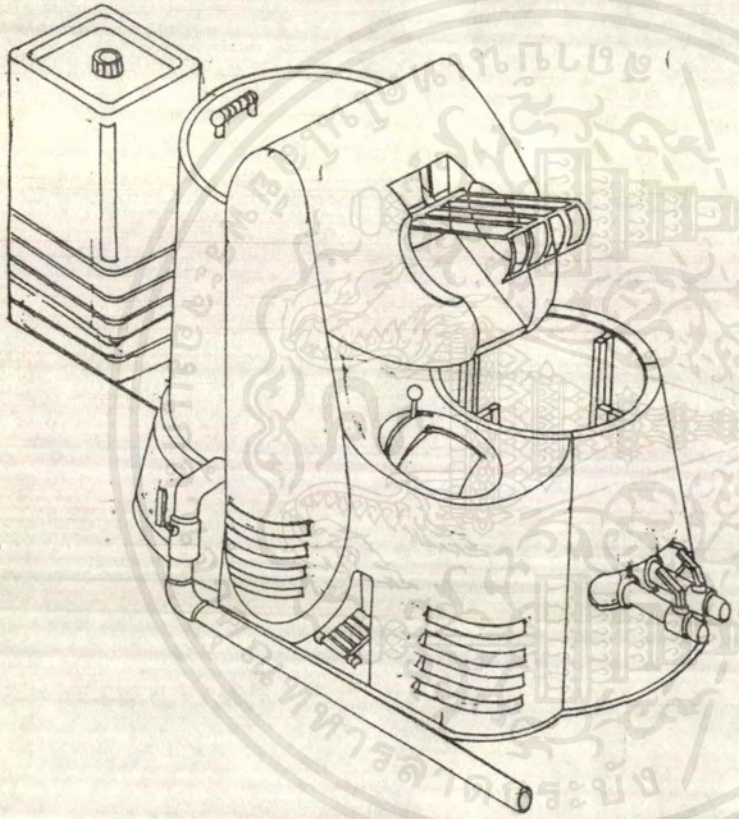


LEFT SIDE VIEW



TOP VIEW

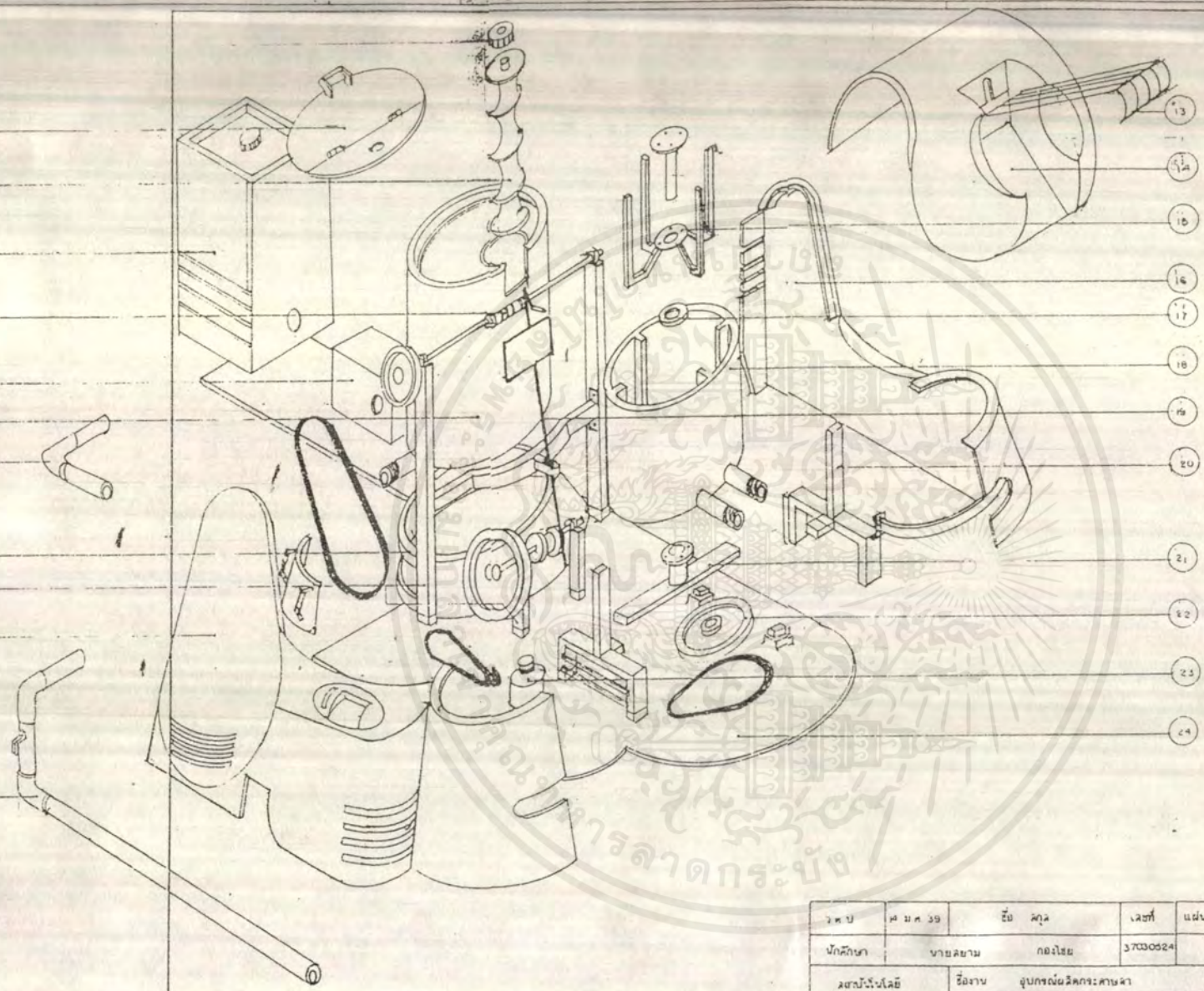
ว.ค.ป	14/1/1996	ชื่อ สกุล	เลขที่	แผ่นที่
ปักศึกษา	นายสยาม กองไชย		37030524	
สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง	ชื่องาน ชุดอุปกรณ์ผลิตกระดาษสา ผู้ควบคุม อ. ณนอม จันทร์หมื่นไวย			1:20 MM.



ISOMETRIC

ว.ค.ป.	14/1/2540	ชื่อ สกุล	เลขที่	แผ่น
นักศึกษา	นายสยาม กองไชย		3703052	
สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง	ชื่อเรื่อง ชุดอุปกรณ์ผลิตกระดาษสา			
	ผู้ควบคุม อ. ถนอม - จันทร์พิบูลย์		442	1:20

GATEWAY NATURAL TRACING PAPER 90/95 gm² SIZE A2



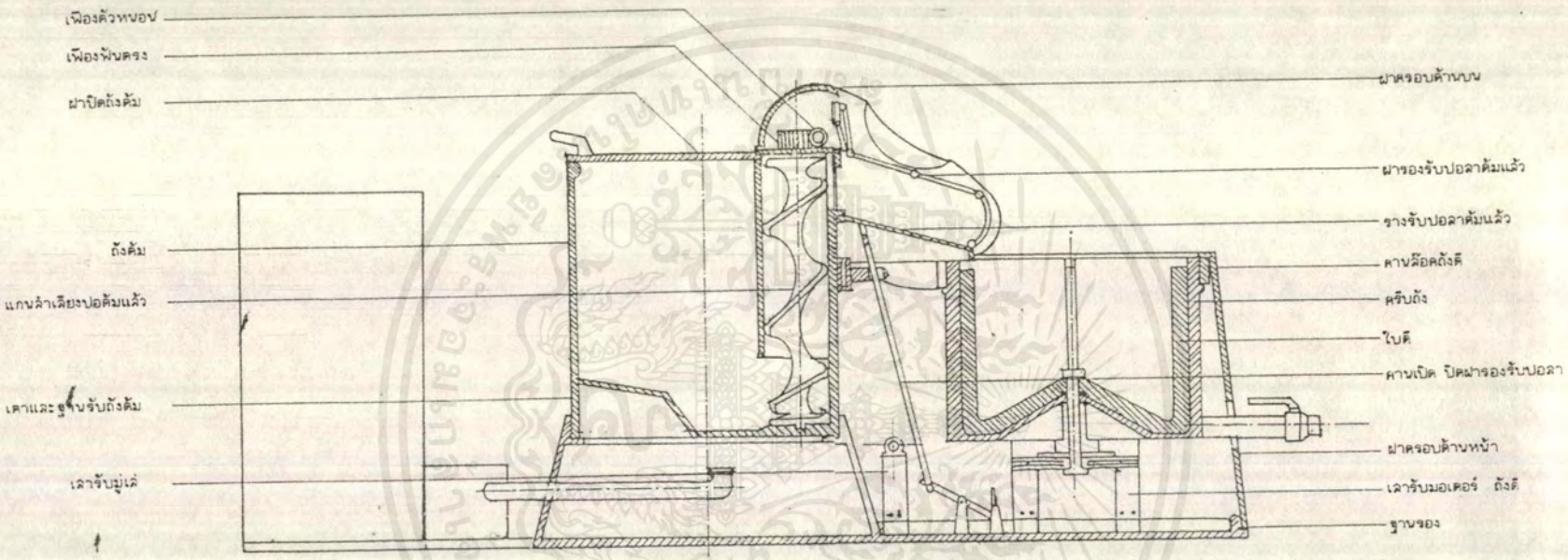
THESIS

ลำดับ	จำนวน	รายการ	วัสดุ	ขนาด
24	1	โครงสร้างหลัก		1250×2800
23	1	มอเตอร์		Ø130×160
22	1	มู่เล่		Ø 300
21	1	คานรับลูกกลิ้ง		75×700
20	1	เสาขึ้นลูกกลิ้ง		400×800
19	1	คานเปิดลูกกลิ้ง		
18	1	มีดลิ		Ø700×500
17	1	ชิ้นงาน		Ø45
16	1	ตัวรองลูกกลิ้งบน		250×1600×A
15	1	ใบพัด		Ø600×430
14	1	ตัวรองลูกปืน		700×600×600
13	1	คะแนงหัวฉีดน้ำยา		200×400×200
12	1	ท่อน้ำทิ้ง		Ø75
11	1	ตัวรองล่างหน้า		700×1600×400
10	1	โครงรูป		75×75×1100
9	1	เสา		1000×300
8	1	ท่อลงน้ำมันเตา		Ø75
7	1	ถังคุ้ม		Ø440×800
6	1	ตัวรองลูกปืนเจ็ด		300×400×400
5	1	เพื่องหัวหมอน		Ø30×100
4	1	เกลียวลำเลียง		Ø200
3	1	ถังน้ำมันเตา		500×500×1000
2	1	ลูกกลิ้งเล็ก		Ø740
1	1	เพื่องพวงมาลัย		Ø50×30

ว.ท.บ.	ม.ค. 39	ชื่อ สกุล	เลขที่	แผ่นที่
นักศึกษา	นายสยาม กองไชย		37030524	
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	ชื่องาน อุปกรณ์ผลิตกระดาษลา			
	ผู้ควบคุม อ.ชัยยม จันทร์หมื่นไวย			

ว.ท.บ.	12 ม.ค. 39	ชื่อ สกุล	เลขที่
นักศึกษา	นายสยาม กองไชย		37030524
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	ชื่องาน อุปกรณ์ผลิตกระดาษลา		
	ผู้ควบคุม อ.ชัยยม จันทร์หมื่นไวย		

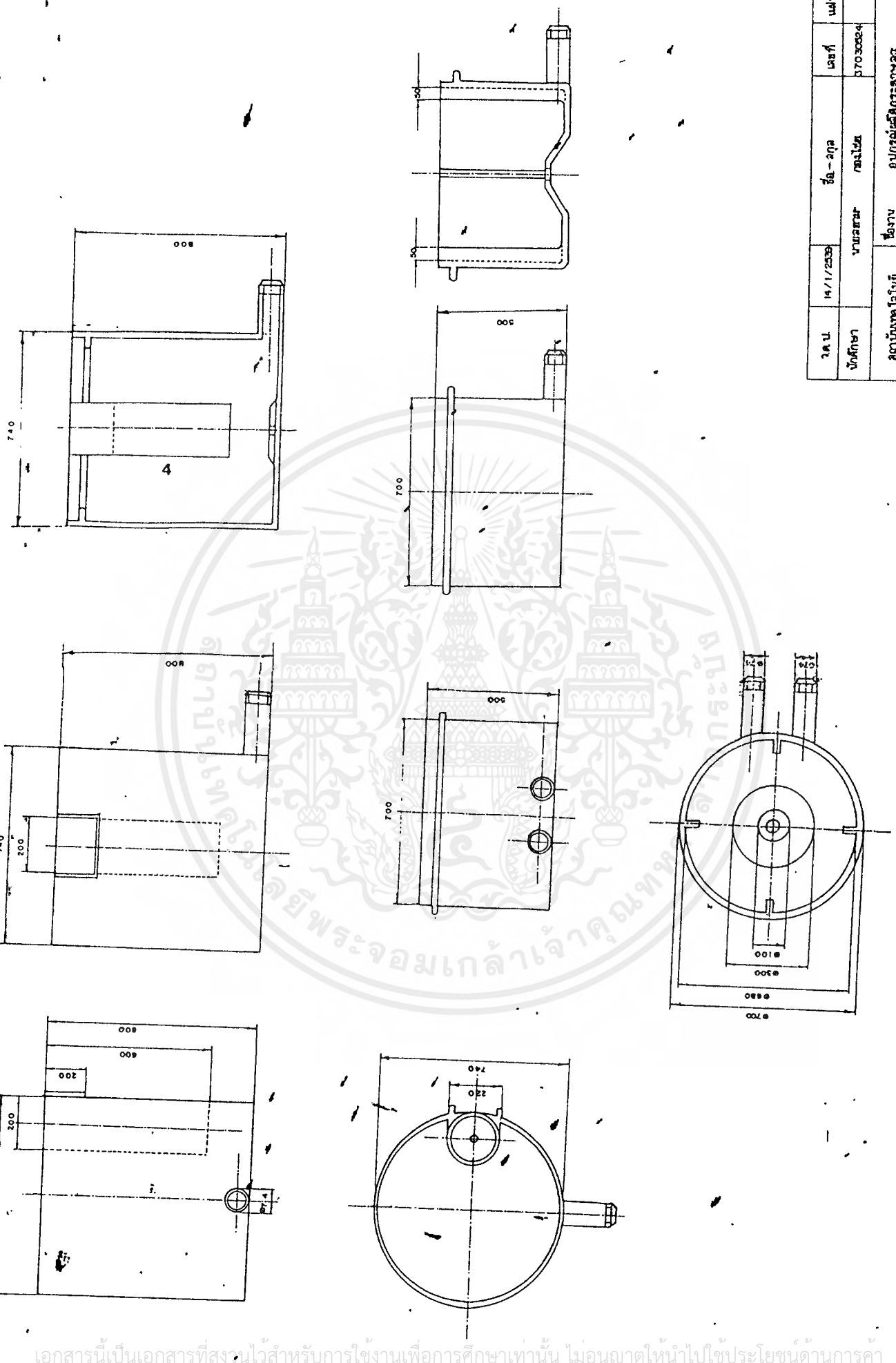
KMITL
INDUSTRIAL DESIGN EDUCATION



SECTION (A)-(A)

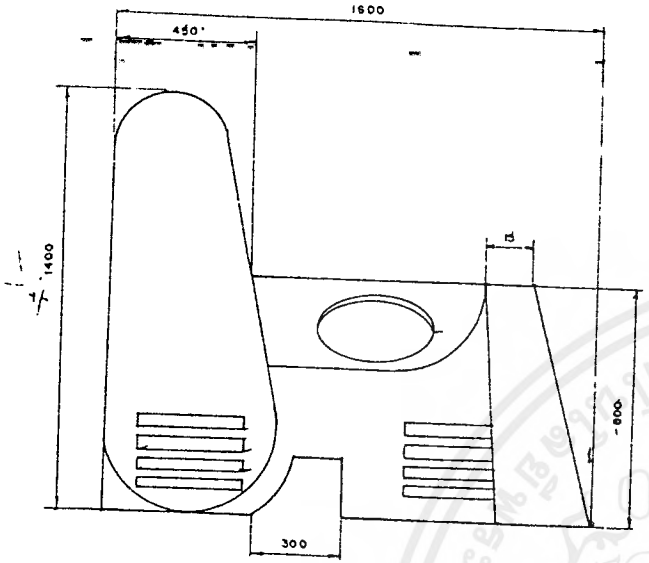
ว.ค.ป.	14 ม.ค.39	ชื่อ ลกุล	เลขที่	แผ่น
นักศึกษา	นายลยาม กองโชย		37030524	
สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง	ชื่องาน อุปกรณ์ผลิตกระดาษลา			
	ผู้ควบคุม อ. ณรงค์ จันทร์หมื่นไวย			

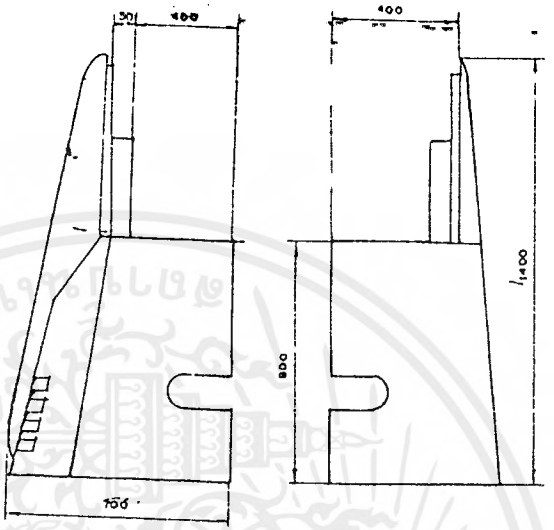
ลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ห้ามมิให้ทำซ้ำ ดัดแปลง หรือนำไปใช้ในการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ เว้นแต่ได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรจากสถาบันฯ

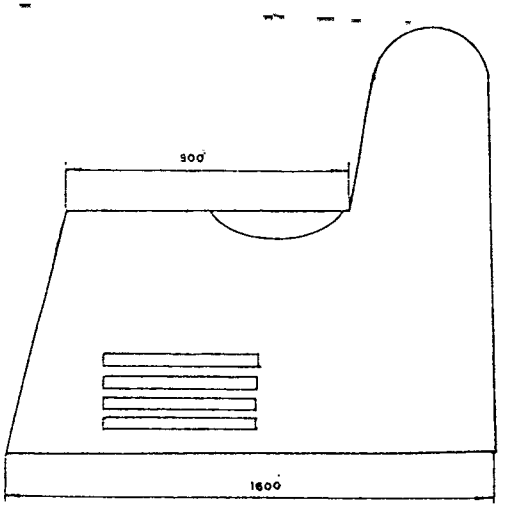


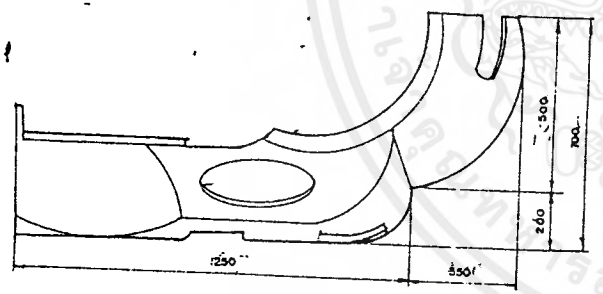
วิศวฯ	14/1/2539	ชื่อ – สกุล	เลขที่	แผ่นที่	445
ปริญญา		นายธนาพร กลมไธสง	37030824		
สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง		ชื่องาน อุปกรณ์เครื่องกระจายอาหาร สำหรับฟาร์มสุกร			
		ส.บ. ฉบับ	จำนวนแผ่นโปร		

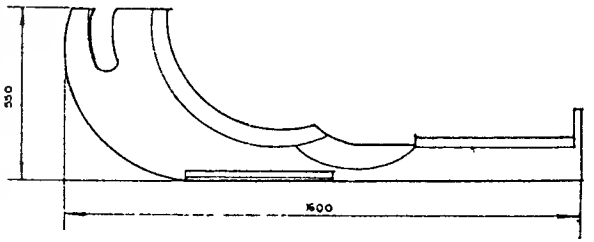
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





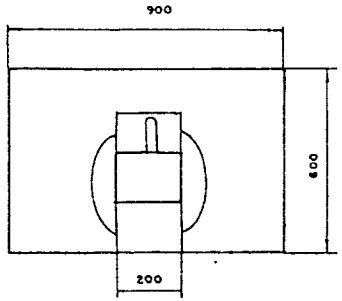


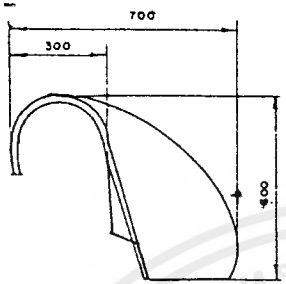


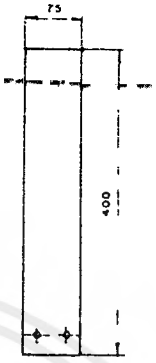


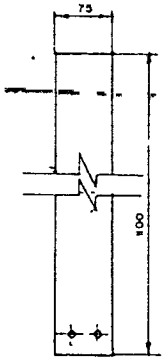
ว.ค.ป	24 มี.ค. 39	ชื่อ สกุล	เลขที่	แผ่นที่
นักศึกษา	นายสมชาย กองไชย		37030524	
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	ชื่องาน อุปกรณ์ผลิตกระดาษสา			449
	ผู้ควบคุม อ. ถนอม จันทร์หมื่นไวย			

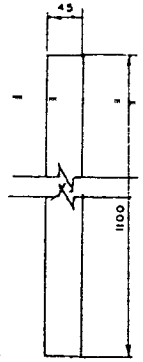
GATTWAY NATURAL TRACING PAPER 70/75 g/m² SIZE A2

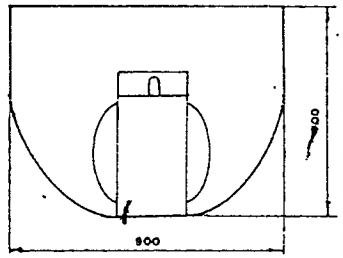


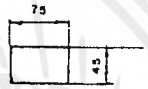


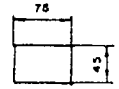


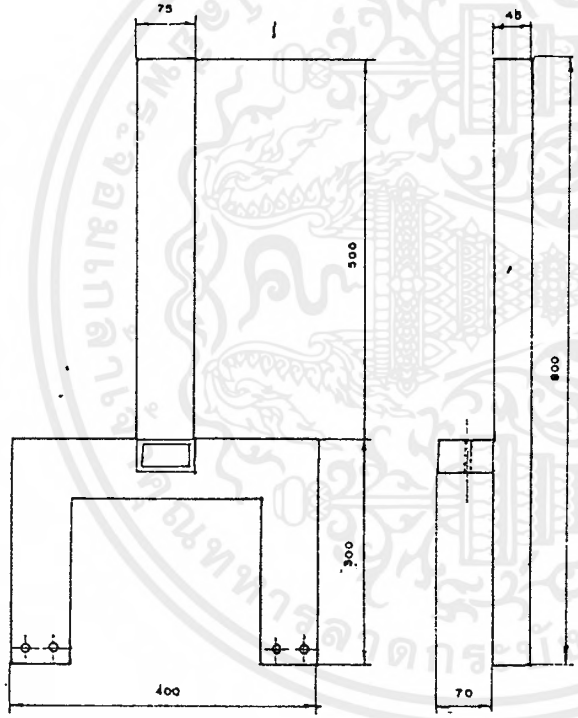


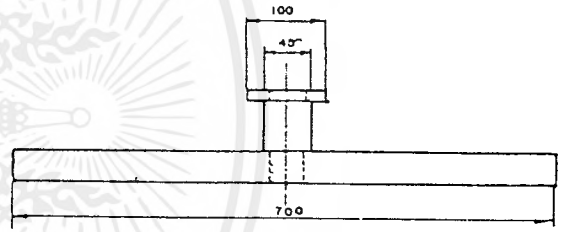


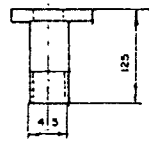


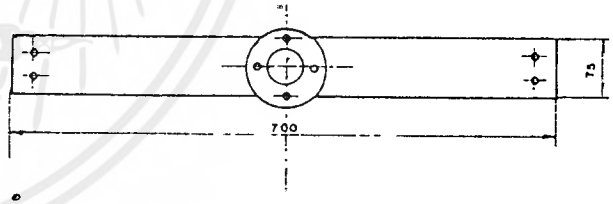


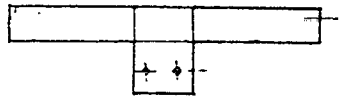












ว.ค.ป.	23 มี.ค.39	ชื่อ สกุล	เลขที่	แผ่นที่
นักศึกษา	นายสยาม กองไชย		37030524	
สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง	ชื่องาน อุปกรณ์ผลิตเยื่อกระดาษสา			
	ผู้ควบคุม อ. ถนอม จันทร์หมื่นไวย			447

EATEWAY NATURAL TRACING PAPER 90/95 gm² SIZE A2

ข้อเสนอแนะ

จากการที่ผู้วิจัยได้ค้นคว้าทำงานออกแบบปรับปรุงชุดอุปกรณ์ผลิตกระดาษสาในขั้นตอนเตรียมเยื่อปอสาสำหรับใช้ในอุตสาหกรรมขนาดย่อม ทำให้ได้ประสบการณ์การทำงานและพอที่จะเสนอแนะสำหรับผู้ที่สนใจที่จะนำไปเพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาต่อไปดังนี้คือ

1. ในการผลิตกระดาษสาในขั้นตอนเตรียมเยื่อจะใช้ระยะเวลานานกว่าส่วนอื่น ๆ เพราะอุปกรณ์ในการทำงานไม่อำนวย

2. ในการนำระบบในการทำงานมาใช้กับชุดอุปกรณ์ผลิตกระดาษสาต้องมีการศึกษาถึงระบบที่ใกล้เคียงแล้วนำมาประยุกต์ใช้ให้เหมาะสม

3. ในการตีลักษณะของถังตีและใบตีต้องมีความสะดวกในการตีเปลือกปอสาที่รวดเร็ว มีประสิทธิภาพและบำรุงรักษาได้ง่ายด้วย

4. โครงสร้างในการรองรับอุปกรณ์ต้องมีความแข็งแรงและทนความร้อน เพราะในการผลิตกระดาษสาในขั้นตอนเตรียมเยื่อปอสาจะมีทั้งแรง สั่นสะเทือนและความร้อน ควรใช้วัสดุที่มีความแข็งแรงมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

เทียม สุกีธร. การออกแบบโลหะ 5. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ ส.ล.ล., 2531.

ดนต์ รัตนทัศนี. ขบวนการออกแบบทางศิลปอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ ศ.จ.ล., 2531.

เนตรทิพย์ คู่คงวิริยะพันธุ์. เทคนิค เครื่องกล-ไฟฟ้า-อุตสาหกรรม ฉบับที่ 28 4 เมษายน 2531.

กรมส่งเสริมหัตถกรรมไทย. การจัดการอุตสาหกรรม. กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม 2530.

กรมส่งเสริมหัตถกรรมไทย. กระดาษสา. มปท, มปป.

จักร จักกะพาก และ ฮาชุมะสะ โคงะ. เครื่องกลเกษตร. กรุงเทพ: ดวงกมล, 2528.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อผู้เขียน นายสยาม กองไชย

วันเดือนปีเกิด วันที่ 27 กุมภาพันธ์ 2515

สถานที่เกิด จ.อุตรดิตถ์

วุฒิการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ปวส. (ออกแบบผลิตภัณฑ์สิ่งทอ)

สถานที่สำเร็จการศึกษา สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขตภาคพายัพ จ.เชียงใหม่

ที่อยู่ปัจจุบัน 133/4 หมู่ 3 ต.ในเมือง อ.พิชัย จ.อุตรดิตถ์ 53120.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้