โครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องบดขี้เถ้าแกลบสำหรับสหกรณ์หมู่บ้านเพื่อเกษตรกร

INDUSTRIAL DESIGN EDUCATION PROJECT : GRINDING MACHINE RICE HUSK ASK FOR AGRICULTURAL CO-OPRATIVE TO FARMER

นายยุทธศิลป์ กาฬมิค

MR. YUTTASIN KALAMIK

A024274

เลขหมู่ ... 024274

เลขทะเบียน ...

วัน เดือน ปี ...

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต

สาขาวิชาศิลปอุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

INDUSTRIAL DESIGN EDUCATION PROJECT : GRINDING MACHINE RICE HUSK ASK FOR AGRICULTURAL CO - OPRATIVE TO FARMER

MR. YUTTASIN KALAMIK

A THESIS SUBMITTEN IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIMENT FOR THE DEGREE

BACHELOR OF SCIENCE IN INDUSTRIAL EDUCATION

DEPARTMENT OF ARCHITECTURE EDUCATION

FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATION

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

1999

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

****

หัวข้อวิทยานิพนธ์ : โครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องบดขี้เถ้าแกลบสำหรับสหกรณ์หมู่บ้านเพื่อเกษตรกร

INDUSTRIAL DESIGN EDUCATION PROJECT : GRINDING MACHINE RICE HUSK ASK FOR AGRICULTURAL CO-OPRATIVE TO FAMER

ชื่อนักศึกษา นายยุทธศิลป์ กาฬมิด

รหัสประจำตัว 40030521

ปริญญา **ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต**

สาขาวิชา **ศิลปอุตสาหกรรม**

อาจารย์ผู้ควบคุม อาจารย์พิศุทธุ์ ศิริพันธุ์

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์		ลายมือชื่อ
1. อาจารย์อุดมศักดิ์ สาริบุตร	ประธานกรรมการ	
2. อาจารย์มงคล นภาชัยเทพ	กรรมการ	
3. อาจารย์พิศุทธุ์ ศิริพันธุ์	กรรมการ	
4. อาจารย์ดารณี เพ็งสะแล	กรรมการ	
5. อาจารย์เอกชัย เลิศชำชอง	กรรมการและเลขานุการ	

วัน/เดือน/ปี วันที่ 29 เดือน มีนาคม พ.ศ. 2542 เวลา 10.00 น.

สถานที่สอบ ห้องสอบวิทยานิพนธ์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ค. 404

(รองศาสตราจารย์ดร. ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์)

คณบดี

วันที่ 29 เดือน มีนาคม พ.ศ. 2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	โครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องบดขี้เถ้าแกลบ สำหรับสหกรณ์หมู่บ้าน เพื่อเกษตรกร
นักศึกษา	นายยุทธศิลป์ กาฬมิค
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	อาจารย์พิศุทธุ์ ศิริพันธุ์
ระดับการศึกษา	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาศิลปอุตสาหกรรม
ภาควิชา	ครุศาสตร์สถาปัตยกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ.	2542

บทคัดย่อ

ในการออกแบบปรับปรุงเครื่องบดขี้เถ้าแกลบสำหรับสหกรณ์หมู่บ้าน เพื่อเกษตรกรโดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อใช้สำหรับบดขี้เถ้าแกลบให้เป็นผงเพื่อนำไปเป็นวัสดุผสมเพิ่มในเนื้อปูนซีเมนต์ปอร์ทแลนด์ ในระบบสหกรณ์การเกษตร ซึ่งเครื่องบดขี้เถ้าแกลบนี้ได้ออกแบบให้มีระบบการทำงานอย่างง่าย และสามารถซ่อมแซมและบำรุงรักษาได้เอง

เพื่อให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของโครงการ การกำหนดปัญหา การกำหนดขอบเขตการออกแบบ และประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ การศึกษาภาคเอกสาร และการศึกษาภาคสนาม เพื่อนำไปสู่แนวทางการออกแบบ ที่มีความเหมาะสม และสอดคล้องต่อพฤติกรรมการใช้งาน

ผลที่ได้จากการวิจัย คือ เครื่องบดขี้เถ้าแกลบสำหรับสหกรณ์หมู่บ้าน เพื่อเกษตรกรโดยใช้มอเตอร์ทดรอบ เป็นตัวต้นกำลังในการหมุนตัวถังบด และผู้วิจัยได้ทำการเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ที่มีความเหมาะสมทั้งในส่วนของเครื่องจักร และตัวผู้ใช้ผลิตภัณฑ์มาใช้ประกอบในการออกแบบ เพื่ออำนวยความสะดวกต่อการใช้งาน และเป็นการรักษาเครื่องบดขี้เถ้าแกลบให้มีอายุการใช้งานที่ยาวนานขึ้น ซึ่งในส่วนของการออกแบบเน้นความปลอดภัยในการใช้งานเป็นหลัก ที่สำคัญยังเป็นการสร้างรายได้เสริมให้แก่เกษตรกรอีกทางหนึ่งด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis	:	GRINDING MACHINE RICE HUSK ASK FOR AGRICULTURAL CO – OPRATIVE TO FARMER
Student	:	Mr. Yuttasin Kalamik
Thsis controller	:	Mr. Pisut Siripand
Academic lever	:	Bachelor of industrial education , Pra Chomklao Technology Institute
Deparment	:	Industrial Design Education
Year	:	1999

ABATRACT

In designing grinding machine rice husk ark for agricultural co – oprative to farmer. The main objective is to design for grind rice husk to be dusty , and then add it for ingredient of Portland center. In the agricultural co – operative system , the grinding machine rice husk was designed which offer easy of operation system and convenience for maintenance.

This objective would make the project be achieved as desired, specifying problem and scope of design , forcasting return of profit,studying in term of paper and outdoor for concluging and analysing the information for guideline design as suitable and appropriate for user behavior.

The resault of research: Grinding machine rice husk ask for agricultive co – operative to farmer which work by repulsion motor which originated power to pulled the body of grinding machine. The researcher was selected the instrument which appropriate in section of machine and user product which concluding together for comfortable design in operation system and long term of maintenanc. The main purpose of design is prominence in security of usage , moreover it was one of choice to increasing farmers income.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis	:	GRINDING MACHINE RICE HUSK ASK FOR AGRICULTURAL CO – OPRATIVE TO FARMER
Student	:	MR. Yuttasin Kalamik
Thsis controller	:	MR. Pisut Siripand
Academic lever	:	Bachelor of industrial education , Pra Chomklao Technology Institute
Deparment	:	Industrial Design Education
Year	:	1999

ABATRACT

In designing grinding machine rice husk ark for agricultural co – oprative to farmer. The main objective is to design for grind rice husk to be dusty , and then add it for ingredient of Portland center. In the agricultural co – operative system , the grinding machine rice husk was designed which offer easy of operation system and convenience for maintenance.

This objective would make the project be achieved as desired, specifying problem and scope of design , forcasting return of profit,studying in term of paper and outdoor for concluging and analysing the information for guideline design as suitable and appropriate for user behavior.

The resault of research: Grinding machine rice husk ask for agricultive co – operative to farmer which work by repulsion motor which originated power to pulled the body of grinding machine. The researcher was selected the instrument which appropriate in section of machine and user product which concluding together for comfortable design in operation system and long term of maintenanc. The main purpose of design is prominence in security of usage , moreover it was one of choice to increasing farmers income.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ในครั้งนี้สามารถสำเร็จลงได้ด้วยดี เพราะการให้ความช่วยเหลือจากทุกฝ่าย ดังนี้

บิดา,มารดา ผู้ให้ทุกสิ่งทุกอย่างจนได้มีวันนี้

คณาจารย์ภาควิชาศิลปอุตสาหกรรม ผู้ซึ่งเปิดโอกาสให้ผู้วิจัยได้เข้ามาศึกษาภายในสถาบันแห่งนี้ ตลอดจนการอบรมสั่งสอน การให้คำแนะนำและแนวทางในการศึกษาตลอด 2 ปีที่ผ่านมา

อาจารย์พิศุทธุ์ ศิริพันธุ์ ผู้ซึ่งให้คำปรึกษาและเสนอแนะ ตลอดจนแนวทางในการดำเนินการวิจัยด้วยดีเสมอมา

อาจารย์บุรฉัตร ฉัตรวีระ ผู้ซึ่งให้ความอนุเคราะห์ในด้านข้อมูลที่มีความเกี่ยวข้องกับงานวิจัยโดยตรง ตลอดจนข้อเสนอแนะในการทำงาน

พี่สาโรชและพี่สายัญ ผู้ซึ่งให้ข้อมูลในการทดสอบซีเมนต์ผสมขี้เถ้าแกลบและรายละเอียดที่เกี่ยวข้องกับตัวเครื่องบด ตลอดจนข้อเสนอแนะที่มีความเกี่ยวข้องกับงานวิจัยในครั้งนี้

เพื่อนๆทุกคน ผู้ซึ่งมีส่วนทำให้การทำงานวิจัยในครั้งนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี ตลอดจนความสัมพันธ์อันดีที่มีให้กันมาตลอด 2 ปี

นายยุทธศิลป์ กาฬมิค
ผู้ดำเนินการวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยามศัพท์

เครื่อง	หมายถึง	เครื่องบดขี้เถ้าแกลบ
บด	หมายถึง	ทำให้แหลก , ทำให้เป็นผง , ทำให้เปลือกแตก
ขี้เถ้า	หมายถึง	ขี้เถ้าแกลบ
แกลบ	หมายถึง	เปลือกข้าวที่สีเอาเมล็ดออกแล้ว
เกษตรกร	หมายถึง	ผู้ทำเกษตรกรรม
สหกรณ์การเกษตร	หมายถึง	สหกรณ์ที่มีหน้าที่ส่งเสริมและสนับสนุน การผลิตด้านการเกษตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
นิยามศัพท์	IV
สารบัญ	V
สารบัญตาราง	VII
สารบัญภาพ	VIII

บทที่

1. บทนำ	1
เหตุผลในการนำเสนอ	1
วัตถุประสงค์ของโครงการ	1
ปัญหาที่เกิดขึ้น	2
แนวทางการแก้ไข	2
วิธีดำเนินการวิจัย	10
ขอบเขตของการศึกษาข้อมูล	10
ขอบเขตของงานออกแบบ	10
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	11
2. วรรณกรรมและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	12
ประวัติสหกรณ์แห่งประเทศไทย	13
วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต	17
ประวัติเครื่องบดขี้เถ้าแกลบ	20
วัสดุอุปกรณ์และกรรมวิธีการผลิตที่ใช้ในงานโครงสร้าง	22
วัสดุอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับงานระบบ	42
มาตราฐานเกี่ยวกับสัดส่วนของมนุษย์	76
จิตวิทยาการใช้สี	87
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	90

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3. วิธีการดำเนินงานวิจัย	91
กลุ่มประชากร	91
การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย	91
การเก็บรวบรวมข้อมูล	91
การวิเคราะห์ข้อมูล	92
4. ผลของการวิเคราะห์ข้อมูล	93
ผลการวิเคราะห์	93
การออกแบบ	101
แบบถ่ายย่อ	110
5. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	115
สรุปผลการวิจัย	115
ข้อเสนอแนะของผู้วิจัย	115
ข้อเสนอแนะจากคณะกรรมการ	116
บรรณานุกรม	117
ภาคผนวก	
ก. แบบอนุมัติหัวข้อวิทยานิพนธ์	
ข. หนังสือเชิญ	
ประวัติผู้วิจัย	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.	แสดงรายละเอียดเหล็กรูปพรรณ Fe 24 ชนิดผลิตเย็น	25
2.	แสดงการเปรียบเทียบท่อกลมกับท่อเหลี่ยม	28
3.	แสดงชื่อ , ขนาด และรายละเอียดของท่อเหล็กกลมกลวง	29
4.	แสดงคุณสมบัติของเหล็กรีดซ้ำตามมาตรฐาน มอก. 211-2527	30
5.	แสดงตัวเลขอัตราส่วนระหว่างมิติส่วนต่างๆของร่างกายต่อความสูงยืน	78
6.	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอายุและน้ำหนักบรรทุกของชายไทยระหว่างอายุ 20-45 ปี	79
7.	แสดงการสะท้อนแสงของสีต่างๆ บนผนังเรียบ	88

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แสดงลักษณะฐานรองรับน้ำหนักของผลิตภัณฑ์	2
2	แสดงการตักผงขี้เถ้าแกลบออกจากถังบด	3
3	แสดงส่วนสายพานและมู่เล่ที่ใช้ส่งกำลัง	4
4	แสดงบริเวณแกนเพลาซึ่งถูกเชื่อมติดตายกับตัวถัง	5
5	แสดงชุดส่งกำลังที่ใช้ในการทำงาน	6
6	แสดงบริเวณที่ใช้จัดวางเหล็กตัวกลางในการบด	7
7	แสดงส่วนของมอเตอร์	8
8	แสดงบริเวณที่ใช้ติดตั้งสวิทซ์ควบคุม	9
9	แสดงเครื่องบดขี้เถ้าแกลบที่ใช้ภายในสถาบัน Asia Institute Of Technology	21
10	แสดงรูปตัดเหล็กรูปพรรณ	24
11	แสดงหมุดย้ำชนิดต่างๆ ที่ใช้ในงานโลหะแผ่น	31
12	แสดงลักษณะหัวของ Pop Rivet	32
13	แสดงการพับขอบโลหะแผ่นเพื่อเพิ่มความแข็งแรง	33
14	แสดงรอยต่อตะเข็บที่นิยม	34
15	แสดงลักษณะของ Sheet Metal Screw ชนิด A	36
16	แสดงลักษณะของ Sheet Metal Screw ชนิด B	37
17	แสดงลักษณะของ Sheet Metal Screw ชนิดพิเศษ	37
18	แสดงการใช้งานของ Sheet Metal Screw	38
19	แสดงลักษณะของ Machine Bolt	39
20	แสดงลักษณะของ Machine Screw	39
21	แสดงSet Screw ชนิดหัวสี่เหลี่ยม (แถวบน) (A)(B) (C) (D) (E) (แถวล่าง)	40
22	แสดงลักษณะของ Thump Screw	40
23	แสดงลักษณะของ Nut ชนิดต่างๆ	41
24	แสดงลักษณะของมอเตอร์สปลิทเฟส	42
25	แสดงมอเตอร์แบบคาปาซิเตอร์	43
26	แสดงมอเตอร์แบบรีพัลชั่น	45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
27	แสดงมอเตอร์เซ็ดเด็ดโพล	46
28	แสดงมอเตอร์เซ็ดเด็ดโพล	46
29	แสดงรูปแบบสวิทซ์ชนิดกระแสสลับ	48
30	แสดงสายแข็งและสายตีเกลียว	50
31	แสดงสายไฟชนิดต่างๆ	51
32	แสดงสายลักษณะสายพานแบนและล้อสายพาน	53
33	แสดงสายพานลิ่ม	53
34	แสดงการวางของสายพานลิ่มบนล้อสายพานจำนวน 4 เส้น	53
35	แสดงขนาดสายพานลิ่มแบบธรรมดาและแบบหน้าแคบ	54
36	แสดงสายพานฟันเฟือง	54
37	แสดงสายพานส่งกลม	55
38	แสดงสายพานส่งกำลัง	55
39	แสดงโครงสร้างแรงปฏิกิริยาและขนาดของสายพานลิ่ม	56
40	แสดงขนาดของสายพานและล้อสายพานที่ถูกต้อง	57
41	แสดงลักษณะของล้อสายพานลิ่ม	57
42	แสดงปรับค่าความตึงของสายพาน	58
43	แสดงการเกิด Bending Moment ด้านเดียว	59
44	แสดงการเกิด Bending Moment 2 ด้าน	59
45	แสดงถึงการตกท้องช้างของเพลาที่จุดรองรับอยู่ห่างเกินไป	59
46	แสดงรูปร่างลักษณะเพลาแบบต่างๆ 7 ประเภท	61
47	แสดงบ่าเพลา (JOURNAC) เป็นจุดรองรับแรง	62
48	แสดงการยึดบ่าเพลาด้วยวิธีการต่างๆ	63
49	แสดงลักษณะของบ่าเพลาลอยที่วางอยู่บนจุดรองรับแบบต่างๆ	63
50	แสดงลักษณะของดุมเพลา (HUB ที่ใช้รองรับเพลาแบบต่างๆ)	64
51	แสดงลักษณะบ่าเพลาที่ใช้งาน	65
52	แสดงการทำงานของบ่าเพลาที่ช่วงหนึ่งอยู่ภายในมีฝาครอบมิดชิด	65
53	แสดงถึงการทำงานของแบริ่งแบบต่างๆ	66
54	แสดงถึงการทำงานของแบริ่งปลอกแบบ 2 ชั้น	66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
55	แสดงวิธีกดและดันเปลือกใน (INNER RACE) ของแบริ่งเข้ากับเพลา (SHAFT) ที่ถูกวิธี	67
56	แสดงการหล่อลื่นระหว่างผิวงานเรียบที่มีการเคลื่อนไหว	68
57	แสดงโครงของแบริ่งปลอกแนวนอน	68
58	แสดงโครงของแบริ่งปลอกในแนวตั้ง	68
59	แสดงลักษณะและรูปร่างปลอก (BUSH) ของเพลา	69
60	แสดงการทำงานของปลอก	69
61	แสดงการสวมอัดของปลอก (PRESS – FITTED A BUSH)	70
62	แสดงบานพับแบบธรรมดา (BUTT)	71
63	แสดงบานพับแบบ KNUCKLE	72
64	แสดงบานพับแบบ PIVOT	72
65	แสดงลักษณะมือจับแบบตั้ง	73
66	แสดงลักษณะมือจับแบบประกอบ	73
67	แสดงฝาครอบเครื่องจักรที่สามารถเปิดซ่อมบำรุงได้	75
68	แสดงสัดส่วนท่ายืนด้านหน้าผู้ช่วยทั่วไป	80
69	แสดงสัดส่วนท่ายืนด้านข้างผู้ชายทั่วไป	81
70	แสดงตำแหน่งจุดศูนย์ถ่วงของร่างกาย	82
71	แสดงความสามารถในการงอข้อศอกด้านข้างและลักษณะการเคลื่อนไหวของหัวไหล่	83
72	แสดงระยะความสูงของการเข็นที่น้ำหนักต่างกัน	85
73	แสดงลักษณะการทำงานของมือ	85
74	แสดงขนาดของมือในการจับชิ้นงานแบบต่างๆ	86
75	แสดงแบบร่างครั้งที่ 1	101
76	แสดงแบบร่างครั้งที่ 1	101
77	แสดงแบบร่างครั้งที่ 2	102
78	แสดงแบบร่างครั้งที่ 2	102
79	แสดงแบบร่างครั้งที่ 3	103
80	แสดงแบบร่างครั้งที่ 4	103

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
81	แสดงการนำเสนอผลงาน	104
82	แสดงการนำเสนอผลงาน	104
83	แสดงการนำเสนอผลงาน	105
84	แสดงการนำเสนอผลงาน	105
85	แสดงการนำเสนอผลงาน	106
86	แสดงการนำเสนอผลงาน	106
87	แสดงการนำเสนอผลงาน	107
88	แสดงการนำเสนอผลงาน	107
89	แสดงการนำเสนอผลงาน	108
90	แสดงการนำเสนอผลงาน	108
91	แสดงหุ่นจำลอง	109
92	แสดงหุ่นจำลอง	109

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่1
บทนำ

เหตุผลในการนำเสนอ

ในสภาวะปัจจุบัน วัสดุที่ใช้ในอุตสาหกรรมการก่อสร้างต่างก็มีราคาสูงขึ้น เนื่องจากสภาพเศรษฐกิจของประเทศไทย ส่งผลให้อุตสาหกรรมการก่อสร้างหยุดชะลอตัวลง จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับประเทศที่กำลังพัฒนาอย่างประเทศไทย ที่จะพยายามพัฒนาวัสดุเหลือใช้จากธรรมชาติมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด และได้มีการศึกษาวัสดุเหลือใช้จากผลิตผลทางการเกษตรกรรมที่สามารถนำมาพัฒนาใช้เป็นวัสดุผสมเพิ่มในปูนซีเมนต์ปอร์ทแลนด์ทั่วไปได้

อีกทั้งยังเป็นการพัฒนาวัสดุเหลือใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด ช่วยให้เศรษฐกิจของประเทศดีขึ้นด้วย

แกลบ เป็นวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ซึ่งได้จากการสีข้าวจากโรงสีข้าว เป็นจำนวนมาก แกลบที่เหลือใช้นั้น จะถูกผู้ผลิตอิฐ หรือผู้ผลิตเครื่องปั้นดินเผา ซื้อไปเพื่อนำไปทำเชื้อเพลิง ในการเผาอิฐหรือเครื่องปั้นดินเผา และจากการเผาเป็นเชื่อเพลิง แกลบที่ได้จะแปรสภาพเป็นขี้เถ้าแกลบ โรงงานส่วนใหญ่จะทิ้งขี้เถ้าแกลบเหลือใช้เหล่านี้ลงสู่แม่น้ำลำคลอง ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม ทำให้แม่น้ำตื้นเขิน ด้วยเหตุนี้จึงมีผู้คิดที่จะทำผลผลิตเหลือใช้ตัวนี้ มาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด โดยการนำมาบดให้มีความละเอียดตามค่าความต้องการได้

Mehta (1977) เป็นผู้ที่มีความกว้างขวางในงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับซีเมนต์ผสมขี้เถ้าแกลบ (Cement - RHA) ที่มีคุณภาพและราคาถูก โดยเฉพาะในประเทศไทยเรานั้น มีการปลูกข้าวเป็นหลัก ทำให้มีแกลบในปริมาณมาก การผลิตวัสดุซีเมนต์ผสมขี้เถ้าแกลบจึงมีความน่าสนใจ และในช่วง 5 ปีที่ผ่านมาได้มีผลงานการวิจัยมากมายที่พยายามจะใช้ขี้เถ้าแกลบให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อวงการอุตสาหกรรมการก่อสร้าง และพบว่าวัสดุซีเมนต์ผสมขี้เถ้าแกลบ สามารถนำมาใช้ทดแทนการใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ทแลนด์ธรรมดาได้ และจะช่วยลดค่าใช้จ่ายในการใช้ปูนซีเมนต์แลนด์แบบทั่วไปได้มากทีเดียว

ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้มีความคิดที่จะทำการออกแบบปรับปรุงเครื่องบดขี้เถ้าแกลบ เพื่อใช้เป็นส่วนผสมเพิ่มของปูนซีเมนต์ สำหรับสหกรณ์หมู่บ้าน เพื่อเกษตรกร โดยเกษตรกร สามารถผลิตซีเมนต์ผสมขี้เถ้าแกลบขึ้นใช้เองได้ ในราคาที่ถูกกว่าท้องตลาด อีกทั้งยังสามารถสร้างรายได้ให้แก่เกษตรกรอีกทางหนึ่งด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อออกแบบปรับปรุงเครื่องบดขี้เถ้าแกลบ เพื่อใช้เป็นส่วนผสมของปูนซีเมนต์ สำหรับสหกรณ์หมู่บ้าน เพื่อเกษตรกร

ปัญหาและแนวทางการแก้ปัญหา

ปัญหาที่เกิดขึ้น

1. บริเวณฐานรองรับน้ำหนัก ใช้เหล็กฉากเชื่อมต่อวางในแนวราบ ขณะที่เครื่องทำงาน จะเกิดแรงสั่นสะเทือน ซึ่งส่งผลต่อโครงสร้างที่รับน้ำหนัก เมื่อใช้เป็นระยะเวลานานก่อให้เกิดการชำรุดเสียหาย

ภาพที่ 1.

แสดงลักษณะฐานรองรับน้ำหนักของผลิตภัณฑ์เดิม

แนวทางการแก้ปัญหา

1. ออกแบบให้ส่วนฐานรับน้ำหนัก มีการถ่ายเทน้ำหนักลงเป็นจุดๆ จำนวน 4 จุด ลดการสั่นสะเทือน และกันการชำรุดเสียหาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหาที่เกิดขึ้น

2. การถ่ายเทผงขี้เถ้าแกลบ ต้องใช้อุปกรณ์ในการตักซึ่งมีขนาดเล็ก ทำให้ต้องใช้เวลานานในการถ่ายเทผงขี้เถ้าแกลบ

ภาพที่ 2.

แสดงลักษณะการตักผงขี้เถ้าแกลบออกจากถังบด

แนวทางการแก้ปัญหา

2. ออกแบบให้มีส่วนมือจับ เพื่อใช้ถ่ายเทผงขี้เถ้าแกลบ จากถังบดสู่กระบะรองรับโดยตรง เพื่อช่วยลดระยะเวลาในการทำงานลงได้

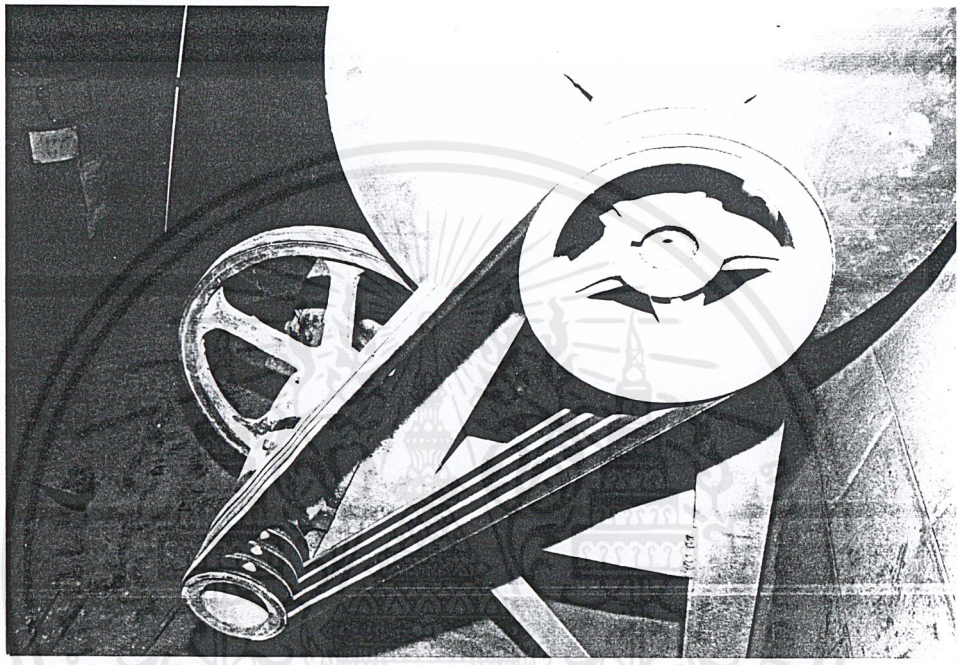
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหาที่เกิดขึ้น

3. ผลิตภัณฑ์เดิมยังขาดระบบป้องกันอัตรายจากการทำงานของสายพานและมูเล่

ภาพที่ 3.

แสดงส่วนของสายพานและมูเล่ที่ใช้ในการส่งกำลัง



แนวทางในการแก้ปัญหา

3. ออกแบบให้มีส่วนเสริม เพื่อป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้นได้ในขณะปฏิบัติงาน

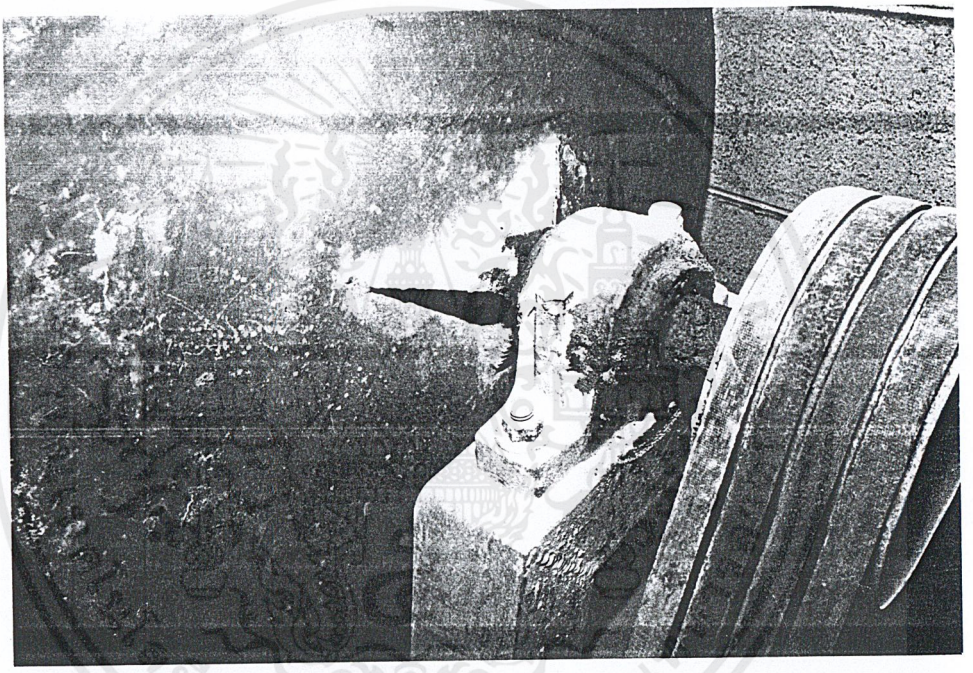
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหาที่เกิดขึ้น

4. ผลิตภัณฑ์เดิมมีการเชื่อมติดตายบริเวณตัวถังบดกับบริเวณโครงสร้างรับน้ำหนักทำให้ไม่สามารถเคลื่อนย้ายได้โดยสะดวก

ภาพที่ 4.

แสดงบริเวณแกนเพลาซึ่งถูกเชื่อมติดตายกับตัวถังบด



แนวทางการแก้ปัญหา

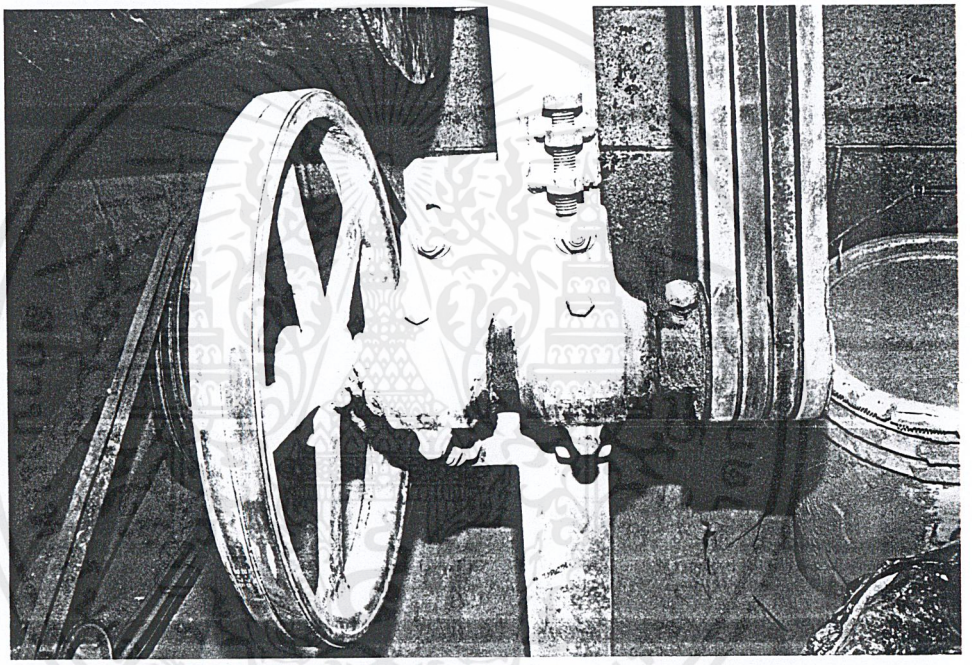
4. ออกแบบให้บริเวณส่วนของตัวถังบด และตัวโครงสร้างหลักสามารถถอดประกอบได้ เพื่อความสะดวกในการขนย้าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหาที่เกิดขึ้น

5. ผลิตภัณฑ์เดิมใช้ตัวส่งกำลังเป็นจำนวนมาก เป็นการเพิ่มภาระในการดูแลรักษา และหากเกิดการชำรุดเสียหาย เพียงส่วนเดียว จะต้องทำการเปลี่ยนใหม่ทั้งชุดซึ่งมีราคาสูง

ภาพที่ 5.
แสดงชุดส่งกำลังที่ใช้ในการทำงาน



แนวทางการแก้ปัญหา

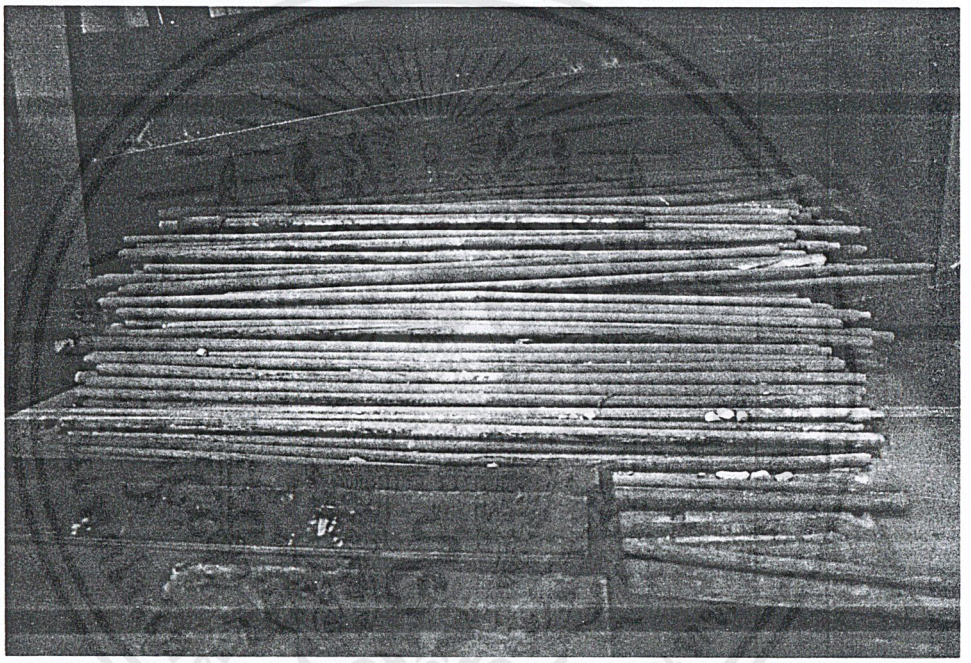
5. ออกแบบให้ใช้ตัวส่งกำลังเพียงชุดเดียว โดยเปลี่ยนระบบต้นกำลังมาเป็นมอเตอร์แบบรีพัลชั่น ซึ่งสามารถปรับอัตราความเร็วรอบ ได้ตรงกับความต้องการของเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหาที่เกิดขึ้น

6. เหล็กตัวกลางในการบด ถูกจัดวางไว้บริเวณพื้นด้านล่างของตัวผลิตภัณฑ์ ทำให้ไม่มีความคล่องตัวในการใช้งาน

ภาพที่ 6.
แสดงบริเวณที่จัดวางเหล็กตัวกลางในการบด



แนวทางการแก้ปัญหา

6. ออกแบบให้มีกล่องบรรจุเหล็กตัวกลางในการบด ไว้บริเวณด้านข้างของตัวผลิตภัณฑ์ เพื่อความคล่องตัวในการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหาที่เกิดขึ้น

7. มอเตอร์ที่ใช้ไม่มีส่วนป้องกันฝุ่นละออง เมื่อใช้ไปนานๆ จะก่อให้เกิดความร้อนสะสม ทำให้อายุการใช้งานของมอเตอร์สั้นลง

ภาพที่ 7.

แสดงส่วนของมอเตอร์

แนวทางการแก้ปัญหา

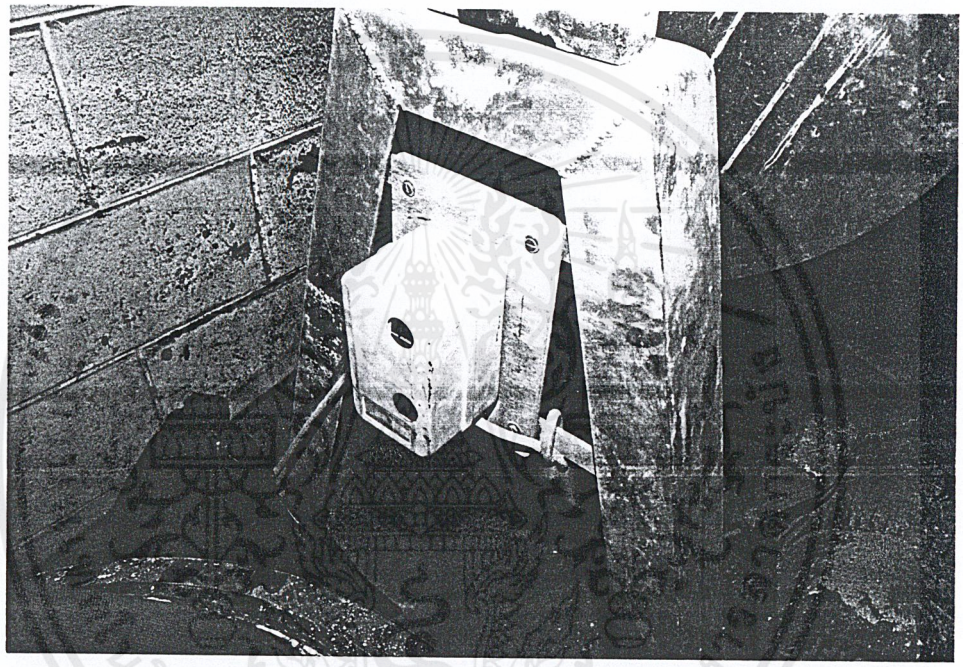
7. ออกแบบให้มีส่วนป้องกันฝุ่นละอองกับตัวมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหาที่เกิดขึ้น

8. สวิทช์ควบคุมการทำงานของเครื่องบด จัดวางอยู่ในตำแหน่งที่ไม่มีความคล่องตัวในการใช้งาน

ภาพที่ 8.
แสดงบริเวณที่ใช้ติดตั้งสวิทช์ควบคุม



แนวทางการแก้ปัญหา

8. ออกแบบให้สวิทช์ถูกติดตั้งไว้ในตำแหน่งที่มีความคล่องตัวในการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีดำเนินงานวิจัย

1. การศึกษาด้านข้อมูล
    1.1 ภาคเอกสาร
    1.2 ภาคสนาม
2. การเก็บรวบรวมข้อมูล
3. การสรุปข้อมูลเพื่อใช้ในการวิเคราะห์
4. ทำการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อการออกแบบ
5. ทำการสังเคราะห์ข้อมูลเพื่อการออกแบบ
6. การทำหุ่นจำลอง
7. การนำเสนอผลงาน
8. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ขอบเขตการศึกษาข้อมูล

1. สถานที่ที่ใช้ในการติดตั้งตัวผลิตภัณฑ์
2. ศึกษาประวัติการจัดสร้างเครื่องบดขี้เถ้าแกลบ
3. รูปแบบผลิตภัณฑ์เดิม
4. ระบบการติดตั้งและจัดวาง
5. ศึกษาเรื่องวัสดุ , อุปกรณ์ และโครงสร้างจากตัวผลิตภัณฑ์เดิม
6. ศึกษากรรมวิธีการผลิตในระบบอุตสาหกรรม
7. ศึกษาคุณสมบัติและลักษณะของขี้เถ้าแกลบ
8. ศึกษาคุณสมบัติและประเภทของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์
9. ศึกษาสัดส่วนมาตรฐานของคนไทย
10. ศึกษาจิตวิทยาการใช้สี

ขอบเขตในการออกแบบ

1. ออกแบบเครื่องบดขี้เถ้าแกลบที่ใช้ระบบมอเตอร์ไฟฟ้า
2. ออกแบบเครื่องบดขี้เถ้าแกลบสำหรับบดขี้เถ้าแกลบเท่านั้น
3. ออกแบบเครื่องบดขี้เถ้าแกลบที่ใช้เป็นส่วนผสมของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์
4. ออกแบบเครื่องบดขี้เถ้าแกลบสำหรับใช้ในสหกรณ์หมู่บ้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. จะได้เครื่องบดขี้เถ้าแกลบที่ช่วยสร้างรายได้เสริมให้กแก่เกษตรกร
2. จะได้ปูนซีเมนต์ผสมขี้เถ้าแกลบ ที่มีราคาถูกกว่าท้องตลาด
3. จะได้ใช้ทรัพยากรณ์ที่เหลือใช้จากธรรมชาติให้เกิดประโยชน์มากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการดำเนินการวิจัยโครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องบดขี้เถ้าแกลบสำหรับสหกรณ์หมู่บ้าน เพื่อเกษตรกร ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้าข้อมูลที่มีความเกี่ยวข้องกับการทำวิจัย โดยได้ศึกษาข้อมูล ภาคเอกสาร จากหนังสือ,วารสาร,นิตยสาร และวิทยานิพนธ์ที่เกี่ยวข้อง อีกทั้งได้มีโอกาสไปศึกษาโดยตรงจากตัวผลิตภัณฑ์จริง ภายในสถานที่ซึ่งทำการใช้ผลิตภัณฑ์ เพื่อการทดสอบคุณภาพของคอนกรีตผสมขี้เถ้าแกลบ และได้ทำการถ่ายภาพ, สัมภาษณ์, จดบันทึก และสังเกตพฤติกรรมการใช้งานของผู้ใช้ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีความถูกต้องตรงตามความเป็นจริงมากที่สุด เพื่อนำมาใช้เป็นข้อมูลในการออกแบบ ได้ตรงตามวัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์ ซึ่งสามารถจัดแบ่งเนื้อหาได้ตามหัวข้อดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1.

2.1 ประวัติการสหกรณ์ในประเทศไทย

ตอนที่ 2.

2.2 วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตซีเมนต์ผสมขี้เถ้าแกลบ

ตอนที่ 3.

2.3 ประวัติเครื่องบดขี้เถ้าแกลบ

ตอนที่ 4.

2.4 วัสดุ,อุปกรณ์และกรรมวิธีการผลิตที่ใช้ในงานโครงสร้าง

ตอนที่ 5.

2.5 วัสดุและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับงานระบบ

ตอนที่ 6.

2.6 มาตรฐานเกี่ยวกับสัดส่วนมนุษย์

ตอนที่ 7

2.7 จิตวิทยาการใช้สี

ตอนที่ 8.

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 1

2.1 ประวัติการสหกรณ์ในประเทศไทย

จากอดีตที่ผ่านมาระบบเศรษฐกิจในชนบทของไทยเปลี่ยนจากระบบเศรษฐกิจที่เลี้ยงตัวเอง สู่ระบบเศรษฐกิจเพื่อการค้า จึงมีความจำเป็นที่จะต้องใช้ทุนเพิ่ม ซึ่งแต่เดิมนั้นยังไม่มีองค์การใดให้ความช่วยเหลือแก่เกษตรกรได้ เกษตรกรจึงต้องกู้เงินจากพ่อค้าในท้องถิ่นโดยเสียดอกเบี้ยในอัตราสูง เกษตรกรจึงต้องตกเป็นฝ่ายเสียเปรียบและทำให้ไม่สามารถปลดเปลื้องหนี้สินได้ ในที่สุดเกษตรกรจึงต้องโอนกรรมสิทธิ์ที่นาให้แก่เจ้าหนี้ และกลายเป็นผู้เช่านา จึงเป็นการยากที่จะช่วยเกษตรกรเหล่านี้ให้กลับมามีฐานะมั่นคงได้

แนวความคิดที่จะจัดตั้งองค์การให้เงินกู้แก่เกษตรกรนั้น ได้เริ่มมีมาตั้งแต่ตอนปลายสมัยรัชกาลที่ 5 โดยดำริจะจัดตั้งธนาคารเกษตรขึ้น และให้มีสาขากระจายไปในส่วนภูมิภาค แต่มีปัญหาขัดข้องในเรื่องเงินทุน ความคิดในการจัดตั้งธนาคารเกษตรครั้งนั้นจึงระงับไป

ต่อมาในปี พ.ศ. 2457 กระทรวงพระคลังมหาสมบัติได้เชิญเซอร์เบอร์นาร์ด ฮันเตอร์ หัวหน้าธนาคารแห่งมัดราส แระเทศอินเดีย ให้มาสำรวจเกี่ยวกับปัญหาเรื่องเงินทุน ท่านผู้นี้ได้แนะนำว่าควรจัดตั้งธนาคารให้กู้ยืมแห่งชาติขึ้น ทำการให้กู้ยืมโดยยึดถือที่ดินและหลักทรัพย์อื่นเป็นประกัน

ควบคุมมิให้เกษตรกรทอดทิ้งที่ดินและหลบหนี้สิน โดยให้เกษตรกรร่วมกันเป็นสมาคม ซึ่งพระเจ้าวรวงศ์เธอ กรมหมื่นพิทยาลงกรณ์ ผู้เป็นบิดาของการสหกรณ์ในประเทศไทย ได้ทรงบัญญัติคำจากภาษาอังกฤษเป็นศัพท์เฉพาะในภาษาไทยว่า “สหกรณ์”

นับเป็นการนำสหกรณ์เข้าสู่ประเทศไทย โดยพิจารณาศึกษารูปแบบสหกรณ์ต่างๆที่จัดอยู่แล้วในต่างประเทศ

ในที่สุดเห็นว่าสหกรณ์หาทุนแบบไรฟไฟเซน (กำเนิดในประเทศเยอรมันนี) มีความเหมาะสมกับสภาวะทางเศรษฐกิจของเกษตรกรไทยมาก เพราะ สมาชิกต้องรับผิดในหนี้สินของสหกรณ์ร่วมกันและแทนกันโดยไม่จำกัด เป็นสหกรณ์ขนาดเล็ก สมาชิกจะรู้จักกันดีและควบคุมซึ่งกันและกันได้ เป็นการขจัดปัญหาที่สมาชิกที่กู้เงินแล้วจะละทิ้งที่ดิน หลบหนี้สิน

สหกรณ์แห่งแรกของประเทศไทย คือ สหกรณ์วัดจันทร์ ไม่จำกัดสินใช้ อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก จดทะเบียนเมื่อวันที่ 26 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2459 โดยกู้เงินจากแบงค์สยามกัมมาจล จำกัด (ธนาคารไทยพาณิชย์ในปัจจุบัน) ภายในวงเงินที่กระทรวงการคลังค้ำประกัน

เนื่องจากโครงสร้างของสหกรณ์หาทุนจำกัดให้มีขนาดเล็ก ดังนั้น เมื่อมีประกาศพระราชบัญญัติสหกรณ์ พ.ศ. 2511 พร้อมกับยกเลิกพระราชบัญญัติสหกรณ์ พ.ศ. 2471 และมีบทบัญญัติให้สหกรณ์ชนิดเดียวกันอาจควบเข้ากันได้ ทางราชการจึงแนะนำให้สหกรณ์หาทุนในท้องที่ต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ควบเข้ากันเป็นสหกรณ์การเกษตร ปัจจุบันสหกรณ์การเกษตรจึงเป็นพื้นฐานในชนบทแทนสหกรณ์หาทุนเดิม

สำหรับประเทศไทยได้มีกฎหมายคุ้มครอง คือ พระราชบัญญัติสหกรณ์ พ.ศ. 2511 ซึ่งตราขึ้นเมื่อวันที่ 7 มิถุนายน 2511 (แก้ไขเพิ่มเติมมาตรา 64 ตามประกาศคณะปฏิวัติ ฉบับที่ 247 ประกาศ ณ วันที่ 9 พฤศจิกายน พุทธศักราช 2515) และได้ตราพระราชบัญญัติสหกรณ์ฉบับที่ 2 พ.ศ. 2524 เมื่อวันที่ 14 สิงหาคม 2524 พระราชบัญญัติทั้ง 2 ฉบับนี้ ได้ถือใช้อยู่จนถึงปัจจุบัน

ในการขอจดทะเบียนเพื่อจัดตั้งสหกรณ์ ผู้ขอจัดตั้งจะต้องรวบรวมรายชื่อบุคคลที่สนใจจะเป็นสมาชิกสหกรณ์ประเภทนั้นๆ แล้วแจ้งให้สหกรณ์อำเภอหรือสหกรณ์จังหวัดทราบ สหกรณ์อำเภอหรือสหกรณ์จังหวัดจะรายงานให้กรมส่งเสริมสหกรณ์ส่งเจ้าหน้าที่ออกไปดำเนินงานจัดตั้งสหกรร์นั้นๆพร้อมทั้งขอความเห็นชอบให้นายทะเบียนสหกรณ์รับจดทะเบียนต่อไป

สหกรณ์ที่ขอจดทะเบียนจะต้องระบุชนิดว่าเป็น “สหกรณ์จำกัด” หรือ “สหกรณ์ไม่จำกัด” ด้วย เพื่อให้ทราบถึงขอบเขตความรับผิดชอบของสมาชิก สำหรับ “สหกรณ์จำกัด” คือสหกรณ์ซึ่งสมาชิกทุกคนต้องรับผิดจำกัดเพียงไม่เกินจำนวนค่าหุ้น ที่ยังส่งใช้ไม่ครบมูลค่าหุ้นที่ตนถือ ส่วน “สหกรณ์ไม่จำกัด” คือสหกรณ์ซึ่งสมาชิกทุกคนต้องรับผิดร่วมกันเพื่อหนี้ทั้งปวงของสหกรณ์โดยไม่จำกัด

เมื่อได้รับจดทะเบียนเป็นสหกรณ์ตามพระราชบัญญัติสหกรณ์ พ.ศ. 2511 แล้ว กฎหมายถือว่าเป็นนิติบุคคล ให้มีคณะกรรมการของสหกรณ์คณะหนึ่ง ประกอบด้วยกรรมการซึ่งที่ประชุมใหญ่เลือกตั้งจากสมาชิกเป็นผู้ดำเนินกิจการ และเป็นผู้แทนสหกรณ์ในกิจการอันเกี่ยวกับบุคคลภายนอกในการนี้ คณะผู้จัดตั้งสหกรร์จะนัดสมาชิกมาประชุมเป็นการประชุมใหญ่สามัญครั้งแรกเพื่อตั้งคณะกรรมการดำเนินการ และมอบหมายงานทั้งปวงให้แก่คณะกรรมการ เพื่อดำเนินงานสหกรณ์ให้เป็นไปตามกฎหมายข้อบังคับของสหกรณ์

พระราชบัญญัติสหกรณ์ดังกล่าว ยังห้ามมิให้ผู้ใด (นอกจากสหกรณ์ที่จดทะเบียนตามพระราชบัญญัตินี้ และสันนิบาตสหกรณ์แห่งประเทศไทย) ใช้คำว่า สหกรณ์เป็นสื่อ หรือ ส่วนหนึ่งแห่งชื่อในธุรกิจ

2.1.1 ประเภทของสหกรณ์

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ได้ออกกฎหระทรวง เพื่อแบ่งประเภทของสหกรณ์ ออกเป็น 6 ประเภทคือ

(1) สหกรณ์การเกษตร

(2) สหกรณ์ประมง

(3) สหกรณ์นิคม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุด
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มจธ.
ปพ.
ย315 ค
2542

(4) สหกรณ์ร้านค้า

(5) สหกรณ์ออมทรัพย์

(6) สหกรณ์บริการ

2.1.1.1 สหกรณ์การเกษตร

สหกรณ์การเกษตร คือ สหกรณ์ที่จัดตั้งขึ้นในหมู่ผู้ที่มีอาชีพการเกษตรโดยดำเนินธุรกิจแบบอเนกประสงค์ เพื่อแก้ไขปัญหาความเดือดร้อน ในการประกอบอาชีพ และช่วยยกฐานะความเป็นอยู่ของสมาชิกให้ดีขึ้น

วัตถุประสงค์ของสหกรณ์การเกษตร

1. ให้สินเชื่อเพื่อการเกษตร
2. จัดหาวัสดุการเกษตร และสิ่งของที่จำเป็นมาจำหน่าย
3. จัดหาตลาดจำหน่ายผลิตผล และผลิตภัณฑ์ของสมาชิก
4. รับฝากเงิน
5. จัดบริการและบำรุงที่ดิน
6. ส่งเสริมความรู้ทางเกษตรแผนใหม่
7. ให้การศึกษาอบรมทางสหกรณ์

สหกรณ์การเกษตรแบ่งเป็น 3 ระดับคือ

1. **สหกรณ์ขั้นปฐมหรือท้องถิ่น** เป็นสหกรณ์ที่มีแดนดำเนินการคลุมหนึ่งอำเภอ และให้ทำหน้าที่เป็นสหกรณ์อเนกประสงค์

2. **สหกรณ์ขั้นมัธยมหรือชุมนุมสหกรณ์จังหวัด** เป็นสหกรณ์ซึ่งจัดตั้งขึ้นโดยขั้นปฐมอย่างน้อย 3 สหกรณ์ มีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริม สนับสนุนกิจการของสหกรณ์ที่เป็นสมาชิกในด้านต่างๆ เช่น การเงิน การขาย การซื้อ และการแปรรูป เป็นต้น

3. **สหกรณ์ขั้นยอดหรือชุมนุมสหกรณ์ระดับชาติ** เป็นองค์การที่ทำธุรกิจด้านตลาด การจัดหาสินค้าของผู้ผลิตและผู้บริโภค และเป็นคลังสินค้าให้แก่สหกรณ์

2.1.1.2 สหกรณ์การประมง

สหกรณ์การประมง คือ กลุ่มบุคคลที่มีอาชีพการประมง รวมกันจัดตั้งสหกรณ์ขึ้น เพื่อแก้ไขปัญหาและอุปสรรคในการประกอบอาชีพ

024274
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1.3 **สหกรณ์นิคม**

สหกรณ์นิคม คือ สหกรณ์จัดตั้งขึ้น เพื่อดำเนินการจัดตั้งที่ดินให้เกษตรกรได้มีที่ทำกิน พร้อมทั้งจัดการด้านสิ่งอำนวยความสะดวกขั้นพื้นฐาน และดำเนินธุรกิจเช่นเดียวกับสหกรณ์การเกษตร คือมีการให้สินเชื่อ การรวมกันซื้อ รวมกันขาย และการส่งเสริมการเกษตร ฯลฯ

2.1.1.4 **สหกรณ์ร้านค้า**

สหกรณ์ร้านค้า คือ ร้านค้าที่ผู้บริโภคร่วมกันจัดตั้งขึ้น เพื่อจัดหาเครื่องอุปโภคบริโภคมาจำหน่ายแก่สมาชิกและบุคคลทั่วไป โดยมิได้แสวงหากำไร แต่เพื่อขจัดการเอาเปรียบ และความไม่เป็นธรรมในการซื้อสินค้า

2.1.1.5 **สหกรณ์ออมทรัพย์**

สหกรณ์ออมทรัพย์ เป็นสถาบันการเงินที่กลุ่มบุคคลที่มีความสัมพันธ์หรือคุ้นเคยกัน คือทำงานอยู่ในหน่วยงานเดียวกัน หรือมีถิ่นฐานอยู่ใกล้เคียงกัน จัดตั้งขึ้นตามกฎหมายสหกรณ์ เพื่อส่งเสริมให้สมาชิกรู้จักการออมทรัพย์ และสามารกู้ยืมเงินได้เมื่อเกิดความจำเป็นตามหลักการช่วยตนเอง และช่วยเหลือซึ่งกันและกัน

2.1.1.6 **สหกรณ์บริการ**

สหกรณ์บริการ คือ สหกรณ์ที่จัดตั้งขึ้นเพื่อแก้ไขปัญหาความเดือดร้อนของผู้ประกอบอาชีพต่างๆ ซึ่งแต่ละคนไม่สามารถแก้ไขปัญหาดังกล่าวให้ลุล่วงไปได้ตามลำพัง บุคคลเหล่านี้จึงรวมกันโดยการช่วยเหลือตนเอง และช่วยเหลือซึ่งกันและกัน

2.1.2 **การบริหารงานของสหกรณ์ทั้ง 6 ประเภท**

จะยึดหลักเดียวกัน คือ บริหารงานโดยสมาชิก สมาชิกทุกๆคนจะเรียกตัวแทนซึ่งเรียกว่า *คณะกรรมการดำเนินการ* จากในที่ประชุมใหญ่ คณะกรรมการดำเนินการมีหน้าที่ในการกำหนดนโยบายในการบริหารงานให้สหกรณ์ โดยจะจัดจ้าง *"ผู้จัดการ"* ให้ปฏิบัติงานภายใต้การควบคุมดูแลของคณะกรรมการดำเนินการ

2.1.3 **องค์ประกอบของสหกรณ์**

สมาชิก หมายถึง ผู้ลงชื่อขอจดทะเบียนสหกรณ์ และผู้ที่มีชื่ออยู่ในบัญชีของผู้ที่จะเป็นสมาชิกสหกรณ์ รวมทั้งผู้ที่สมัครเป็นสมาชิกสหกรณ์นั้นๆได้จดทะเบียนแล้ว โดยถือว่าได้เป็นสทาชิกเมื่อได้ชำระค่าหุ้นตามข้อบังคับของสหกรณ์แล้ว

ที่ประชุมใหญ่ของสมาชิก สหกรณ์จมีการประชุมสมาชิกทั้งหมด หรือผู้แทนสมาชิกอย่างน้อยปีละครั้ง เรียกว่า การประชุมใหญ่ เพื่อพิจารณาเรื่องต่างๆตามนโยบายของสหกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะกรรมการดำเนินการ เลือกมาจากสมาชิกในที่ประชุมใหญ่ มีหน้าที่กำหนดนโยบาย วัตถุประสงค์ และแนวทางการปฏิบัติงานของสหกรณ์

ผู้จัดการ หมายถึงผู้ที่จะต้องรับผิดชอบการจัดการธุรกิจของสหกรณ์ให้เป็นไปตามนโยบายที่คณะกรรมการดำเนินการกำหนดไว้

2.1.4 แหล่งเงินทุนของสหกรณ์

ปัจจัยอย่างหนึ่งในการส่งเสริมงานสหกรณ์ คือ ทุนดำเนินงานซึ่งจะนำมาใช้ในการประกอบธุรกิจของสหกรณ์

ซึ่งโดยทั่วไปสหกรณ์มีแหล่งเงินทุนอยู่ 3 ทาง คือ

1. ทุนจากสมาชิก ได้แก่

การถือหุ้นของสมาชิก

รับฝากเงินจากสมาชิกทั้งประเภทฝากประจำและฝากออมทรัพย์

2. ทุนจากสหกรณ์ ได้แก่

เงินสำรอง ซึ่งได้จากการจัดสรรกำไรสุทธิประจำปีของสหกรณ์

เงินสะสมอื่นๆตามที่กำหนดไว้ในข้อบังคับ

3. ทุนจากสถาบันการเงิน ได้แก่ การกู้ยืมเงินทั้งจากส่วนราชการและเอกชน เช่น ธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร หรือธนาคารอื่นๆที่ให้ทุนอุดหนุนแก่สหกรณ์

แหล่งเงินทุนของสหกรณ์ในข้อ 1-2 เป็นเงินทุนที่เกิดขึ้นจากภายในของสหกรณ์เอง ส่วนในข้อ 3 เป็นแหล่งเงินทุนจากภายนอก นอกจากนั้นสหกรณ์อาจจะได้รับการช่วยเหลือจากรัฐในรูปต่างๆเช่น เงินทุนส่งเสริมโครงการต่างๆ เงินช่วยเหลือระหว่างประเทศเป็นต้น

ตอนที่ 2

2.2 วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต

2.2.1 แกลบ (บุรฉัตร ฉัตรวีระ และคณะ,2537)

แกลบเป็นวัสดุเหลือใช้ที่ได้มาจากการสีข้าวเป็นจำนวนมาก และสามารถหาได้ทั่วทุกภาคของประเทศ เมื่อได้ผ่านการบดละเอียดแล้ว สามารถใช้แทนปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์บางส่วนในการผลิตคอนกรีตได้ โดยที่คอนกรีตยังคงมีความสามารถในการรับน้ำหนักบรรทุกที่เพียงพอต่อการนำไปใช้ในงานก่อสร้าง และมีความต้านทานต่อสภาพแวดล้อมที่เป็นกรดได้ดีอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 ขี้เถ้าแกลบ

ขี้เถ้าแกลบ เป็นวัสดุปอซโซลานชนิดหนึ่งที่ได้จากการเผาเปลือกข้าว เมื่อนำมาบดละเอียดแล้วสามารถผสมร่วมกับปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ได้ เนื่องจากขี้เถ้าแกลบมีปริมาณซิลิกอนออกไซด์ เป็นส่วนประกอบหลักทางเคมี ทำให้ของผสมมีคุณสมบัติเป็นปูนซีเมนต์ปอซโซลานที่ดีได้

ในการบดขี้เถ้าแกลบมีความสำคัญมากต่อการนำไปใช้ เพราะความละเอียดของขี้เถ้าแกลบจะมีผลต่อการพัฒนากำลังของคอนกรีตผสมขี้เถ้าแกลบ เนื่องจากอนุภาคของขี้เถ้าแกลบที่มีความละเอียดมาก จะช่วยเพิ่มพื้นที่ผิวต่อหน่วยน้ำหนักของอนุภาคปูนซีเมนต์ ค่าความละเอียดของขี้เถ้าแกลบหาได้จาก ค่าร้อยละของการร่อนแบบเปียกผ่านตะแกรงเบอร์ 325 ตามมาตรฐาน ASTM C 430

2.2.3 ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ (บุรฉัตร ฉัตรวีระ และคณะ, 2537)

ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ เป็นวัสดุที่นิยมใช้ในงานก่อสร้างอย่างแพร่หลาย เพราะเป็นวัสดุที่มีคุณสมบัติเหมาะสมทั้งด้านกำลังรับน้ำหนักบรรทุกและความทนทาน แต่ปูนซีเมนต์เป็นส่วนประกอบของคอนกรีตที่มีราคาสูงเมื่อเทียบกับอุปกรณ์อื่นๆ เพื่อทำให้คอนกรีตมีราคาถูกลง ในขณะที่คุณสมบัติในการรับน้ำหนักบรรทุก และความคงทนของคอนกรีตยังคงเดิม

2.2.3.1 ประเภทของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ และปูนซีเมนต์ที่ผลิตในประเทศไทย

โรงปูนซีเมนต์ได้ดัดแปลงคุณสมบัติของปูนซีเมนต์ตามคุณสมบัติของสารประกอบแต่ละชนิด โดยการเปลี่ยนแปลงส่วนผสมของสารประกอบหรือความละเอียดของผงปูนซีเมนต์ให้เป็นไปตามมาตรฐานของอุตสาหกรรมไทย มอก. 15-2541 และ ASTM เป็น 5 ประเภทดังนี้

(1) ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ธรรมดา (Ordinary Portland Cement) สำหรับใช้ในการทำคอนกรีตหรือผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมใดๆ ที่ไม่ต้องการคุณภาพพิเศษกว่าธรรมดา และสำหรับการก่อสร้างปกติทั่วไป ได้แก่ ปูนซีเมนต์ตราช้าง ตราพญานาคสีเขียว และตราเพชร

(2) ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ดัดแปลง (Modified Portland Cement) สำหรับใช้ในการทำคอนกรีตหรือผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมใดที่เกิดความร้อน และทนซัลเฟตได้ปานกลาง เช่น งานสร้างเขื่อนคอนกรีต กำแพงกันดินหนา ๆ ตอหม้อสะพานเป็นต้น ได้แก่ปูนซีเมนต์ตราพญานาคเจ็ดเศียร

(3) ประเภทให้กำลังสูงเร็ว (High Early Strength Portland Cement) มีเนื้อผงละเอียดกว่าปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ธรรมดา มีประโยชน์สำหรับที่ต้องการใช้งานเร็ว เช่น เสาเข็ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอนกรีต งานคอนกรีตสำเร็จรูป ถนน พื้นและคานที่ต้องถอดแบบเร็ว เป็นต้น ได้แก่ปูนซีเมนต์ตราเอราวัณ พญานาคสีแดง และตราสามเพชร

(4) ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทเกิดความร้อนต่ำ (Low Heat Portland Cement) เป็นปูนซีเมนต์ที่ให้ความร้อนต่ำที่สุดในทุกประเภทที่ผลิตกันอยู่ในปัจจุบัน ใช้กันมากในการก่อสร้างเขื่อนคอนกรีตหลา เช่น เขื่อน เป็นต้น

(5) ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภททนซัลเฟตได้สูง (Sulfate Resistance Portland) เป็นปูนซีเมนต์ชนิดที่ต้านซัลเฟตได้สูง ใช้สำหรับโครงสร้างที่มีการกระทำของซัลเฟตอย่างรุนแรง เช่น น้ำทะเล หรือ น้ำใต้ดินที่มีซัลเฟตสูง ปูนซีเมนต์ชนิดนี้ให้กำลังช้า และให้ความร้อนช้ากว่าปูนซีเมนต์ชนิดที่หนึ่ง ได้แก่ปูนซีเมนต์ตราปลาฉลาม

นอกจากนี้ยังมีปูนซีเมนต์ที่ทำจากซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ธรรมดากับสารเฉื่อย เช่น ทรายประมาณร้อยละ 25-30 ปริมาณจึงเพิ่มขึ้นราคาเลยถูกลง มีลักษณะการแข็งตัวช้า ไม่ยืดหรือหดตัวมาก ลดการแตกร้าว เหมาะสำหรับทำปูนก่อ ฉาบ และงานที่ไม่ต้องการความแข็งแรงนัก เช่น งานอาคาร 2-3 ชั้น ตึกแถว การหล่อคอนกรีตทางเดินในอาคาร เป็นต้น ได้แก่ ปูนซีเมนต์ตราเสือ ตรางูเห่า และตรานกอินทรีย์

2.2.4 คุณสมบัติของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ปอซโซลาน

ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ปอซโซลานหมายถึงปูนซีเมนต์ที่ได้จากการผสมกันอย่างสม่ำเสมอระหว่างปูนซีเมนต์กับปอซโซลานโดยมีเปอร์เซนต์ของปอซโซลานอยู่ในช่วงจำกัดตามที่กำหนด วิธีการผสมทำได้โดย วิธีการบดร่วม (Intergrindin) และหรือวิธีการคลุกเคล้า (Blending) ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ตราปอซโซลานมีคุณสมบัติพิเศษ คือเมื่อปูนซีเมนต์ชนิดนี้ทำปฏิกิริยากับน้ำจะทำให้เกิดความร้อนต่ำและมีคุณสมบัติทนทานต่อการกัดกร่อนของสารประกอบจากซัลเฟตได้

ASTM C 595M-95 แบ่งปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ปอซโซลานออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้คือ

1. ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ปอซโซลานแบบธรรมดา มีปริมาณการผสมของปอซโซลานในปูนซีเมนต์ร้อยละ 15 ถึงร้อยละ 40 โดยน้ำหนักของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ปอซโซลาน ใช้กับงานคอนกรีตทั่วไปในงานก่อสร้าง

2. ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ปอซโซลานแบบดัดแปลง มีปริมาณการผสมของปอซโซลานต่ำกว่าร้อยละ 15 ของน้ำหนักปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ปอซโซลาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 3

2.3 ประวัติเครื่องบดขี้เถ้าแกลบ

ตั้งแต่ปี ค.ศ.1972 หลังจากการผลิตขี้เถ้าแกลบ โดย Mehta (1977) ซึ่งเป็นบุคคลที่กว้างขวางในงานวิจัยเกี่ยวกับการผลิตวัสดุซีเมนต์ผสมขี้เถ้าแกลบ (RHA- cement) ที่มีประสิทธิภาพและโดยวิธีประหยัด และจากความต้องการในการผลิตขี้เถ้าแกลบคุณภาพดี ที่มีวิธีการบดที่มีประสิทธิภาพเหมาะสมสำหรับอุตสาหกรรมการผลิตวัสดุซีเมนต์ผสมขี้เถ้าแกลบ โดยก่อนหน้านี้ได้มีนักวิจัยจำนวนมากที่ใช้เครื่องบดแบบลูกบดทรงกลม ที่ใช้กันอยู่ภายในห้องปฏิบัติการ แต่ทว่ามีประสิทธิภาพต่ำและใช้เวลานานในการบด เพื่อให้ได้ค่าความละเอียดตามความต้องการ

เครื่องบดแบบใช้ลูกบดทรงกลมในห้องปฏิบัติการนั้น ใช้ตัวกลางในการบด คือ ลูกหินที่มีขนาดต่างๆกัน เครื่องบดจะหมุนตามแนวแกนราบ ทำให้เกิดการเสียดทานระหว่างลูกหิน และบางส่วนจากการเสียดทานระหว่างลูกหินและผนังด้านในของเครื่องบด

Justin (1980) ได้ทำการสำรวจอุปกรณ์ที่ใช้ในการบดขี้เถ้าแกลบเท่าที่จะหาได้ และค้นคว้าถึงวิธีการบดที่มีความเหมาะสม ทั้งนี้เนื่องจากทราบว่าเครื่องบดแบบใช้ลูบดทรงกลมที่ใช้ภายในโรงงานผลิตซีเมนต์ ตรา Jitra ของประเทศมาเลเซียนั้นมีราคาแพงมาก ควรที่จะปรับปรุงให้ใช้เวลาในการบดน้อยลงและมีราคาถูกลงด้วย

เครื่องบดแบบใช้ลูกบดทรงกลมที่ใช้ในประเทศมาเลเซีย ของบริษัท Padikimiya (Malasia) Sdn.Bhd. (PMBD) ผลิตซีเมนต์ผสมขี้เถ้าแกลบใช้ชื่อว่า Jitra Cement ซึ่งมีส่วนผสมของขี้เถ้าแกลบ ปูนขาว และสารผสมเพิ่ม Jitra Cement มีการใช้กันอย่างแพร่หลายภายในประเทศมาเลเซีย เหมาะสำหรับงานฉาบผิว การทำผลิตภัณฑ์จากวัสดุซีเมนต์ เช่น อิฐมอร์ต้า, บล๊อกกลวง เป็นต้น ซีเมนต์ผสมขี้เถ้าแกลบนี้มีความละเอียด 90% ร่อนผ่านตะแกรงร่อนเบอร์ 100 กำลังอัดที่อายุ 7 วัน

เครื่องบดขี้เถ้าแกลบที่ใช้ภายในโรงงานซีเมนต์นี้ ได้นำเข้ามาจากประเทศ อินเดีย มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.065 เมตร และยาว 1.065 เมตร (42 x 42 นิ้ว) ปริมาตร 950 ลิตร ความเร็วในการบด 25 รอบ/นาที ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ 10 กำลังม้า ใช้เป็นต้นแบบในการผลิตเครื่องบดตัวใหม่ โดยเครื่องบดตัวใหม่ที่ผลิตขึ้นในมาเลเซียนั้น ใช้ตัวกลางในการบดเป็นเหล็กแท่งทรงกระบอก เส้นผ่านศูนย์กลาง 20 มิลลิเมตร ยาว 20 มิลลิเมตร น้ำหนัก 1,100 กิโลกรัม ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ 5 กำลังม้า ราคาของเครื่องบดตัวใหม่นี้ประมาณ 6,000 ดอลลาห์สหรัฐ

บริษัท Pascall Engineering Company l.t.d. ประเทศอังกฤษ ได้ทำการผลิตเครื่องบดขี้เถ้าแกลบ ซึ่งมีความจุหลายขนาดสำหรับขนาดที่มีความจุมากที่สุดนั้น คือ 0.3 ลูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บาศ์กฟุต (8.53 x10 ลูกบาศ์กเมตร) ตัวบดที่ใช้ทำจากลูกหินมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ¼ - ¾ นิ้ว เครื่องบดจะอยู่ในลักษณะบนลูกกลิ้งที่หมุนอยู่ 2 อัน ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ขนาด 0.25 แรงม้า

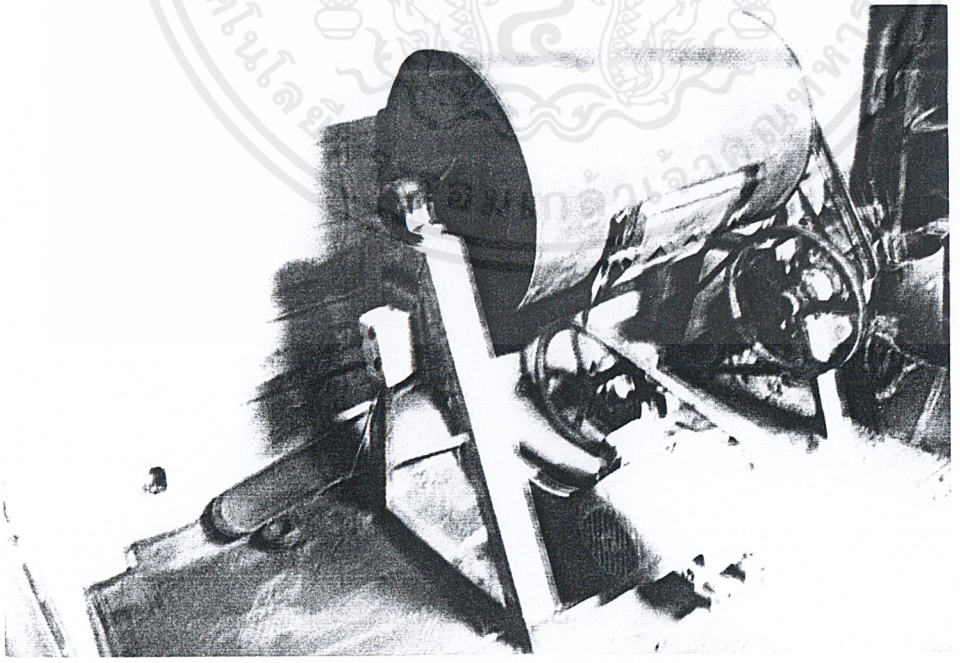
เครื่องบดขี้เถ้าแกลบที่ใช้ในการทดสอบที่สถาบัน Asia Institute Of Technology เครื่องนี้ถูกออกแบบให้ใช้ถังน้ำมัน 200 ลิตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 24 นิ้ว ยาว 34 นิ้ว ติดตั้งบนเพลา 2 ตัวซึ่งมีขนาด 1 ½ นิ้ว โดยใช้เหล็ก 2 ชิ้นหนา 1/8 นิ้ว เพลาเชื่อม ติดกับเพลท โดยใช้เหล็กฉากขนาด ¾ นิ้วรูปสามเหลี่ยม จำนวน 3 ชิ้นยึดไว้ โดยจัดวางตามแนวความยาวของถังเพื่อความแข็งแรง ช่องเปิดขนาด 9 ¾ x 19 นิ้ว ติดตั้งตรงกลางของตัวถังบด และใช้แผ่นยางอุดบริเวณช่องเปิด เพื่อกันอากาศเข้าในขณะทำการบด

ลักษณะการทำงานของตัวเครื่องบด ถังบดจะหมุนโดยสายพานรูปตัววี ซึ่งประกอบด้วยรอกจำนวน 3 ตัว จะช่วยในการส่งกำลังโดยการทดความเร็วรอบของมอเตอร์ในการหมุนตัวถังบด ความเร็วที่ใช้ คือ 22 รอบ / นาที สำหรับตัวกลางในการบดนั้น มี 2 ชนิดด้วยกันคือ

1. แท่งเหล็กเหนียวยาว 30 นิ้ว มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 5/8 และ ½ นิ้ว
2. ชิ้นเศษเหล็กรูปทรงกระบอกขนาด ½ x ½ นิ้ว

ภาพที่ 9

แสดงลักษณะของตัวเครื่องบดขี้เถ้าแกลบที่ใช้ในสถาบัน Asia Institute Of Technology



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 4

2.4 วัสดุ,อุปกรณ์และกรรมวิธีที่ใช้ในงานโครงสร้าง

โครงสร้าง หมายถึง สิ่งประกอบ (Assemblage) ซึ่งได้จากการนำ (หรือหล่อ) ชิ้นส่วน (Member หรือ Element) ต่างๆมาต่อหรือประกอบที่ข้อต่อ (Joint) หรือแนวต่อ เพื่อทำหน้าที่รับน้ำหนักบรรทุกหรือกริยากระทำ (Action) ในการใช้ประโยชน์ต่างๆ เช่น อาคารที่อยู่อาศัย สะพานเพื่อการคมนาคม โครงสร้างเรือ ถังเก็บน้ำ เตาปฏิกรณ์ปรมาณูเป็นต้น (ปณิธาน ลักคุณะประสิทธิ์,2538)

2.4.1 หน้าที่ของโครงสร้าง

โครงสร้างอาจแยกเป็นหลายส่วนหลายตอนประกอบรวมกันจนสำเร็จขึ้นมา โดยสร้างย่อยอาจแยกเป็นหลายจุดหลายตอน รูปร่างของโครงสร้างแต่ละชนิดมีลักษณะที่เฉพาะ เนื่องจากมีแรงและน้ำหนักบรรทุกเป็นตัวการจัดระเบียบหรือบังคับให้เกิดเป็นรูปร่างต่างๆ กันไป เมื่อแรงที่ถ่ายทอดต่อเนื่องถูกตามกฎเกณฑ์โครงสร้างนั้นก็จะตั้งอยู่ได้อย่างมั่นคง และก่อให้เกิดความรู้สึกพึงพอใจเมื่อมองดู ฉะนั้นเมื่อต้องใช้วัสดุต่างชนิดกันก็ต้องใช้ให้เหมาะสมกับความสามารถของการรับแรงนั้นๆด้วย

2.4.2 โครงสร้างหลัก

โครงสร้างหลัก คือ ส่วนที่ทำหน้าที่รับน้ำหนักโดยตรง โครงสร้างนั้นก็จะต้องอยู่ได้อย่างมั่นคงเมื่อแรงที่ถ่ายทอดต่อเนื่อง

2.4.2.1 วัสดุที่เกี่ยวข้องในการทำโครงสร้างหลัก

วัสดุที่ใช้ในการทำโครงสร้างหลัก สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เลือกใช้เหล็กเป็นวัสดุในการทำโครงสร้างหลัก

ประเภทของเหล็ก

(1) เหล็กหล่อ มีหลายชนิดด้วยกัน เช่น เหล็กสีขาว เหล็กสีเทา มีความแข็งแรงสูงมาก เหล็กหล่อเหนียวเป็นเหล็กที่มีความพิเศษ คือ สามารถรับแรงได้สูง

(2) เหล็กกล้า เข้ามามีบทบาทแทนเหล็กห่วงและเป็นที่นิยมใช้กันประมาณ 150 ปีมาแล้ว เหล็กกล้าแผ่นบางใช้เป็นชิ้นส่วนของผลิตภัณฑ์ และเหล็กกล้าชนิดเส้นใช้ทำสปริงแหนบ ซึ่งมีความแข็งแรงทนทานและมีคุณสมบัติคือ ไม่ทำให้เกิดสนิม

(3) เหล็กผสม มีความแข็งแรงมากน้อย ขึ้นอยู่กับส่วนผสมในเนื้อเหล็ก เช่น เหล็กผสมคาร์บอนทำให้แข็งแรง เหล็กผสมโครเมี่ยมป้องกันสนิมเป็นต้น

2.4.2.2 การออกแบบโครงสร้างทางวิศวกรรม

การออกแบบโครงสร้างหลัก หมายถึงการคำนวณเพื่อเลือกชนิดและขนาดที่เหมาะสมของเหล็กรูปพรรณที่มีขายอยู่แล้ว หรือรูตัดที่ประกอบขึ้นเอง เพื่อให้ต้านทานต่อโมเมนต์ดัดแรงในแนวแกน หรือโมเมนต์ดัดและแรงในแนวแกนร่วมกัน ที่คำนวณได้ค่ามาจากการวิเคราะด้วยทฤษฎีโครงสร้าง การออกแบบโครงสร้างเหล็กมีวิธีเฉพาะสำหรับโครงสร้างประเภทต่างๆ ซึ่งแบ่งตามชนิดของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แรงที่จะให้โครงสร้างที่ทำการออกแบบนั้นมีความปลอดภัยต่อส่วนโครงสร้างที่รับแรงตามแนวแกน ซึ่งอาจเป็นแรงดึงหรือแรงอัด ส่วนโครงสร้างที่รับโมเมนต์ดัดและแรงเฉือน ส่วนโครงสร้างที่รับแรงตามแนวแกนและโมเมนต์ดัดรวมกัน ตลอดจนการออกแบบรอยต่อของส่วนโครงสร้าง เพื่อให้ทุกๆส่วนของโครงสร้างร่วมกับน้ำหนักได้ตามความต้องการ (สนั่น เจริญเผ่า,2530)

การออกแบบโครงสร้างเหล็กทำได้ด้วยกัน 2 วิธีคือ ออกแบบโดยวิธีอีลาสติก ซึ่งใช้หน่วยแรงที่ยอมให้เมื่อส่วนของโครงสร้างรับน้ำหนักบรรทุกใช้งาน และออกแบบโดยวิธีพลาสติกซึ่งใช้หน่วยแรงสูงสุดที่ยอมให้ ในที่นี้คือหน่วยแรงที่จุดคลากของเหล็ก เมื่อส่วนของโครงสร้างรับน้ำหนักบรรทุกประลัยใช้งาน (สนั่น เจริญเผ่า,2530)

คุณสมบัติของเหล็กโครงสร้าง ในการออกแบบโครงสร้าง จำเป็นต้องทราบคุณสมบัติของเหล็กเสียก่อน คุณสมบัติของเหล็กที่สำคัญคือมีความต้านทานต่อแรงดึงและแรงอัดได้ดี ตลอดจนความเหนียวที่จะยืดหรือหดตัวได้มากก่อนเกิดการชำรุดเสียหาย

ในทางปฏิบัติถือว่าเหล็กมีความต้านทานแรงอัดเท่ากับความต้านทานแรงดึง วิธีทดสอบหาคุณสมบัติที่ต้านทานต่อแรงดึง ทำได้โดยนำแท่งเหล็กที่มีขนาดและรูปร่างตามมาตรฐานกำหนดมาทำการทดสอบ โดยใช้เครื่องทดสอบวัสดุ

2.4.2.3 ชนิดเหล็กที่ใช้ในงานโครงสร้างหลัก

(1) เหล็กกล้าคาร์บอน (Carbon Steel) เป็นเหล็กที่ใช้สำหรับโครงสร้างทั่วไปมีกำลังที่จุดคลากประมาณ 2,300 - 2,900 กก./ตร.ซม. ซึ่งได้แก่ เหล็กชนิด ASTM A 7, A 373, A 36, A 500, A 529

(2) เหล็กกล้าผสมบาง - กำลังสูง (High Strength Low Alloy Steel) เป็นเหล็กกล้าคาร์บอนที่ถูกประสมโดยการเพิ่มส่วนผสมของคาร์บอนและแมงกานีส วานาเดียมและทองแดง เหล็กชนิดนี้มีกำลังที่จุดคลากสูงกว่าแบบแรก (มีค่าระหว่าง 2,900 – 4,500 กก./ตร.ซม.) ได้แก่ เหล็กชนิด ASTM A 242, A 440, A 441, และ A 572

(3) เหล็กกล้าผสม – ชุบแข็ง (Heat- trated Constructional Alloy Steel) เป็นเหล็กกล้าประสมที่ได้จากการชุบแข็งมีกำลังสูงสุดที่จุดคลากประมาณ 7,000 – 7,700 กก./ตร.ซม. ได้แก่ เหล็กชนิด ASTM A514, A 517, A 490

เหล็กโครงสร้างที่นิยมใช้มากที่สุด คือ ASTM A7 และ A36 ซึ่งมีกำลังที่จุดคลากเท่ากับ 2,310 และ 2,520 กก./ตร.ซม. ตามลำดับ คุณสมบัติและประเภทของการใช้งานของเหล็กกล้าดังกล่าวข้างต้น จะหาได้จากหนังสือ ASTM Specifications For Structural Steel.

สำหรับประเทศไทย มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมได้กำหนดเหล็กโครงสร้างรูปพรรณไว้ 2 ชั้นคุณภาพ คือ Fe24 และ Fe30 ซึ่งมีกำลังที่จุดคลากเท่ากับ 2,400 และ 3,000 กก./ตร.ซม. ตามลำดับ และแสดงเครื่องหมายด้วยสีขาวและสีเขียวตามลำดับ

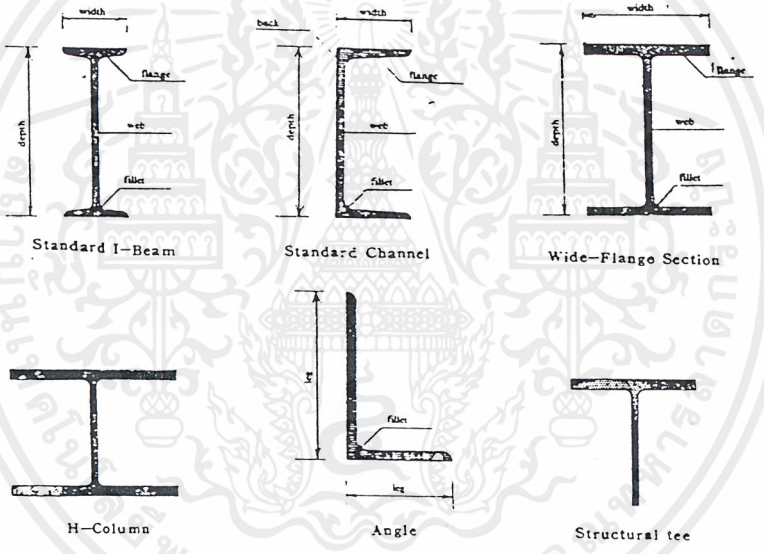
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2.4 เหล็กรูปพรรณ

ได้จากการนำเหล็กโครงสร้างมาผลิตให้เป็นรูปต่างๆ โดยวิธีการรีดร้อนหรือรีดเย็น เหล็กรูปพรรณที่มีขายอยู่ในท้องตลาดนั้นมีหลากแบบและหลายขนาดต่างๆกัน เช่น เหล็กฉาก (Angle, L) , เหล็กรูปตัด I , เหล็กรูปตัด T , เหล็กรูปตัด WF , เหล็กรูปรางน้ำ หรือเหล็กรูปตัว C (Channel) เป็นต้น ปกติแล้วแบบที่ต้องการคือ แบบที่มีโมดูลัสหน้าตัด (Section Modules) เมื่อเทียบกับพื้นที่หน้าตัด คุณสมบัติของเหล็กรูปพรรณขนาดต่างๆนี้ เช่น ขนาดน้ำหนัก, เนื้อที่หน้าตัด, โมดูลัสหน้าตัด ซึ่งใช้ในการออกแบบ

ภาพที่ 10

แสดงรูปตัดเหล็กรูปพรรณ

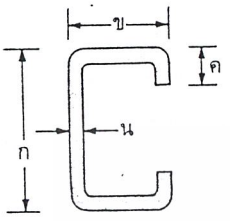
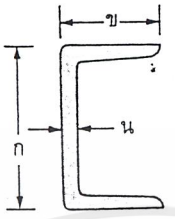
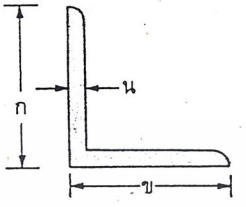


ในปัจจุบัน (พศ. 2533) มีผู้ได้รับการส่งเสริมกิจการผลิตเหล็กรูปพรรณอยู่ 4 รายด้วยกัน คือ บริษัท สหวิริยา สตีลเวิร์ล ทำการผลิต 20,000 ตัน/ปี บริษัทเหล็กไทย-อินเดีย ทำการผลิต 28,000 ตัน/ปี บริษัทไทรอัมพ์สตีล ทำการผลิต 37,000 ตัน/ปี และบริษัทสยามสตีล ซิลิเกต ทำการผลิต 40,000 ตัน/ปี สำหรับ 3 รายการที่ได้เปิดดำเนินการแล้ว มีกำลังผลิตรวม 85,200 ตัน/ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1

รายละเอียดของเหล็กโครงสร้างรูปพรรณชั้นคุณภาพ Fe 24 ชนิดผลิตเย็น

แบบเหล็กรูปตัว C				แบบเหล็กรูปรางน้ำ			แบบเหล็กฉากขาเท่ากัน		
									
ขนาดระบุเป็น มม.				ขนาดระบุเป็น มม.			ขนาดระบุเป็น มม.		
ก	ข	ค	น	ก	ข	น	ก	ข	น
60	30	10	2.3	60	30	2.3	40	40	3
75	45	15	2.3	80	80	4	40	40	4
100	50	20	2.3,3.2	100	100	4	50	50	4
125	50	20	2.3,3.2	125	125	4	65	65	4
150	50	20	2.3,3.2	150	150	4	75	75	4
150	65	20	2.3,3.2	200	200	4			
150	75	20	3.2,4						
200	75	20	3.2,4						
250	75	25	4.5						

2.4.3 โครงสร้างรอง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวกับวัสดุต่างๆ และกรรมวิธีการผลิตที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการใช้งานในส่วนของโครงสร้างหลักและโครงสร้างรอง อุปกรณ์ที่มีความเกี่ยวข้องเพื่อให้ทราบถุงคุณสมบัติของวัสดุแต่ละชนิด เพื่อทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบ หาวัสดุที่มีคุณสมบัติเหมาะสมกับการใช้งานในส่วนนั้นๆ

2.4.3.1 โลหะแผ่น (เกษมชัย บุญเพ็ญ,2533)

ก่อนที่จะศึกษาคุณสมบัติของโลหะแผ่น ควรจะได้รู้ขอบข่ายของคำว่า “แผ่นโลหะ” เสียก่อน โลหะแผ่น (Sheet metal) ในงานช่างทั่วไปหมายถึงโลหะแผ่นทุกชนิดที่มีความหนาไม่เกิน 3/16 นิ้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โลหะแผ่นที่ใช้ในงานอุตสาหกรรมมีอยู่หลายชนิด แต่ละชนิดมีลักษณะพิเศษเฉพาะตัวแตกต่างกันออกไป ดังนั้นการทำงานแต่ละประเภทจำเป็นต้องศึกษาและเลือกใช้วัสดุหรือโลหะให้เหมาะสมกับคุณภาพของงานและคุณสมบัติของโลหะด้วย จึงจะทำให้ผลของงานที่ได้เป็นที่น่าพอใจและคุณค่ามากยิ่งขึ้น

โลหะแผ่นโดยทั่วไป แบ่งเป็น 2 ประเภท ดังนี้คือ

1. โลหะเปลือย (Bare metal or Uncoated metal)
2. โลหะแผ่นเคลือบผิว (Coated metal)

โลหะแผ่นเปลือย ส่วนมากจะเป็นโลหะแผ่นนอกกลุ่มเหล็ก (Non ferrous metal) เช่น แผ่นทองแดง, แผ่นอลูมิเนียม, แผ่นทองเหลือง เป็นต้น

โลหะแผ่นเคลือบ จะเป็นโลหะแผ่นในกลุ่มเหล็ก (Ferrous metal) เสียก่อนแล้วจึงนำไปเคลือบผิวด้วยโลหะตามที่ต้องการ เช่น เหล็กอาบสังกะสีหรือดีบุก เป็นต้น

ดังนั้นการใช้งานโลหะแผ่นเคลือบกับแผ่นเปลือยจึงต่างกันมากการนำโลหะแผ่นเปลือยไปใช้งานอื่นๆ เช่นนำไปเชื่อม ขัดผิวตะไบ หรือกระบวนการอื่นๆ ที่ต้องเสียผิวหน้าของงานก็จะไม่ทำให้เกิดผลเสียหายในการกัดกร่อนแต่อย่างใด แต่สำหรับโลหะเคลือบแล้วผิวหน้าของงานไม่ควรได้รับอันตรายใดๆ เลย เพราะถ้าผิวหน้าของโลหะเสียหายโลหะที่เคลือบผิวอยู่หลุดออกไปแล้วจะเป็นเหตุให้โลหะนั้นสูญเสียคุณสมบัติในด้านการคงทนต่อการกัดกร่อนได้ง่ายขึ้น ในที่นี้จะขอกล่าวถึงโลหะแผ่นที่ใช้ในโครงการดังนี้

1. โลหะเปลือย

เหล็กดำ (BLACK IRON)

เหล็กในรูปของโลหะแผ่นเปลือยไม่ค่อยเป็นที่นิยมใช้งานมากนักเพราะเกิดสนิมได้ง่ายเกิดการกัดกร่อนได้รวดเร็ว และบัดดกรียาก เหล็กชนิดนี้จึงใช้ในงานที่ต้องการพ่นสีเท่านั้น

เหล็กรีดร้อนจะปรากฏสีที่ขอบเป็นสีเทาหรือน้ำตาล ตลอดแผ่นจะมีสีดำ ซึ่งเนื่องจากผลของความร้อน เหล็กชนิดนี้จะใช้ทำงานก่อสร้างเป็นส่วนใหญ่ เช่น เรือ หม้อน้ำ โครงสร้างเหล็ก เป็นต้น เพราะเหล็กรีดร้อนมีราคาถูกกว่าเหล็กรีดเย็น การนำไปใช้งานก็จะต้องมีการป้องกันการกัดกร่อนโดยการทาสีเป็นต้น

เหล็กรีดเย็นจะปรากฏเป็นสีน้ำตาลเทาบนผิวหน้าทั่วๆไป ใช้กับงานที่ต้องการผิวหน้าที่เรียบร้อย เช่น ผลิตเฟอร์นิเจอร์เหล็ก เป็นต้น อย่างไรก็ตามจะต้องมีการป้องกันการกัดกร่อนเช่นเดียวกับเหล็กรีดร้อน

เนื่องจากเหล็กเป็นโลหะแผ่นที่มีราคาถูกจึงนิยมนำมาเคลือบกับโลหะอื่น เพื่อให้เหล็กทนต่อการกัดกร่อนได้ดี มีอายุการใช้งานที่ยาวนาน ดังนั้นเหล็กแผ่นจึงเป็นโลหะในการผลิตเหล็กเคลือบสังกะสี ดีบุกและตะกั่ว ดังจะได้กล่าวต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. โลหะแผ่นเคลือบ

เหล็กอาบสังกะสี (Galvanized Steel)

ในสภาพบรรยากาศ สังกะสีเป็นโลหะที่ทนต่อการกัดกร่อนได้ดีมาก ดังนั้น จึงนิยมนำไปเคลือบแผ่นเหล็ก เพื่อช่วยใช้แผ่นเหล็กมีอายุใช้งานที่ยาวนาน ถ้าสังกะสีที่ใช้เคลือบผิวเหล็กลอกหรือหลุดไปก็จะทำให้เกิดสนิมขึ้นกับแผ่นเหล็กได้

การผลิตเหล็กอาบสังกะสีสมารถกระทำได้ 2 วิธีดังนี้ คือ

1. โดยวิธีจุ่ม (Hot Dipped) นำเอาแผ่นเหล็กอ่อนที่ได้จากการรีดเย็นไปล้างไขมันในถังกรด แล้วนำไปล้างน้ำสะอาด จากนั้นจึงนำไปจุ่มลงในถังสังกะสีที่กำลังหลอมละลาย สังกะสีก็จะเกาะติดผิวหน้าของแผ่นเหล็กแล้วจึงนำไปรีดให้เรียบร้อยอีกครั้งหนึ่ง

2. โดยวิธีเคลือบผิวด้วยไฟฟ้า อาศัยหลักการเดียวกับการชุบโครเมียมด้วยไฟฟ้า สังกะสีชนิดที่มีชื่อเรียกทางการค้าโดยเฉพาะว่า Zincgrip หรือ Paintgrip

เหล็กอาบสังกะสีสมารถสังเกตได้ง่าย จากลวดลายดอกที่ปรากฏบนผิวจะมีประกายแวววาวเห็นได้ชัดเจน ลวดลายนี้เกิดจากการเย็นตัวของสังกะสีบนผิวเหล็ก

ขนาดมาตราฐานของโลหะแผ่น (Standard size sheet)

โลหะแผ่นมีขนาดต่างๆกัน ขนาดมาตราฐานของอเมริกา มีดังนี้คือ

30x96 นิ้ว, 36x96 นิ้ว

36x120นิ้ว, 39x120 นิ้ว

ขนาดที่นิยมใช้กันมากคือ 36x96 นิ้ว

ในท้องตลาดเมืองไทย จะใช้มากเพียง 2 ขนาดคือ 36x96 นิ้ว ซึ่งเรียกกันจนเคยชินว่า โลหะแผ่นขนาด 3x8 ฟุต และ 4x8 ฟุต ตามลำดับ

คุณสมบัติทางกายภาพ โลหะแผ่นมีคุณสมบัติทางกายภาพดังนี้

1. จุดหลอมตัว	1539	องศาเซนติเกรด
2. ความหนาแน่น	7.87	กรัม/ ตร.ซม.
3. ทนต่อแรงดึง	28-50	ก.ก./ตร.มม.
4. ทนต่อแรงกระแทก	ดี	
5. ทนต่อการกัดกร่อน	ไม่ดี	
6. การขึ้นรูป	Punch and Die, Blanking	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3.2. โลหะท่อ (ชวิน เป้าอารีย์, 2526)

โลหะท่อซึ่งมีจำนวนอยู่ในท้องตลาดมีมากมายหลายชนิด ทั้งที่เป็นเหล็กอลูมิเนียม และสแตนเลส แต่โดยมั่วไปในท้องตลาดจะแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ ท่อกลมกลวงและท่อสี่เหลี่ยมกลวงซึ่งมีให้เลือกเป็นจำนวนมากตามขนาดที่แสดงไว้ในตาราง แต่ลักษณะการใช้งานนั้นต่างก็มีคุณสมบัติที่ดีแตกต่างกันออกไป ทั้งท่อกลมกลวงและท่อสี่เหลี่ยมกลวง ไม่สามารถชี้ชัดออกมาได้ว่าชนิดใดดีกว่ากันโดยเด็ดขาด ซึ่งย่อมจะขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งาน การออกแบบความสวยงาม โดยที่โลหะทั้ง 2 ประเภท อาจจะมีการออกแบบเพื่อการใช้งานร่วมกันก็ย่อมได้

ดังนั้น จึงนำข้อมูลทั้งสองชนิดมาใช้เปรียบเทียบเพื่อเป็นการสะดวก แก่การนำไปใช้ประกอบการพิจารณาเพื่อการออกแบบ

ตารางที่ 2

การเปรียบเทียบท่อกลมกลวงและท่อสี่เหลี่ยมกลวง

คุณสมบัติ	ท่อกลมกลวง	ท่อสี่เหลี่ยมกลวง
ดัดโค้งได้ง่าย	*	
การเชื่อมน้อยจุด		*
น้ำหนักเบา	*	*
การบิดงอในขณะเชื่อมมีน้อย	*	
เกิดรอยบุบได้ยาก	*	*
การสวมต่อระหว่างขนาด	*	
จำนวนขนาดให้เลือกมาก	*	*
อันตรายจากเหลี่ยมมุมน้อย	*	
ความแข็งแรง		*
การรับน้ำหนัก		*

ขนาดสัดส่วนและรายละเอียดของโลหะท่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3

แสดงชื่อ ขนาด และรายละเอียดของท่อเหล็กกลมกลวง

ชื่อขนาด	เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก (D) มม.	ความหนา (T) มม.	น้ำหนัก (W) กก./มม.	พื้นที่ตัดขวาง (A) ซม. ๒
15	21.3	2.0	0.95	1.21
20	26.9	2.3	1.40	1.78
25	33.7	2.6	1.99	2.54
32	42.4	2.9	2.55	3.25
40	48.3	2.9	3.25	4.14
50	60.3	2.9	4.11	5.23
65	76.1	3.2	5.75	7.33
80	88.9	3.2	6.76	8.62
100	114.3	3.6	9.83	12.52
		4.5	12.19	15.52
150	165.1	4.5	17.82	22.70
		6.0	25.05	30.00
175	193.7	5.0	23.27	29.64
		6.0	27.77	35.38
200	219.1	5.0	26.40	33.63
		6.1	31.53	40.17
225	224.5	6.0	35.29	44.96
		8.0	46.66	59.44

2.4.3.3 เหล็กเส้นกลมชนิดเหล็กรีดซ้ำตามมาตรฐาน มอก.211-2527

เหล็กชนิดนี้ผลิตตามมาตรฐานท มอก.211-2527 ชั้น SRR24 มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6,9,12 และ15 มิลลิเมตร ใช้ในงานคอนกรีตเสริมเหล็กทั่วไป สำหรับคุณสมบัติของเหล็กรีดซ้ำตามมาตรฐาน มอก.211-2527 นั้น มีรายละเอียดตามตารางหน้าต่อไปดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4

คุณสมบัติของเหล็กรีดซ้ำตามมาตรฐาน มอก.211-2527

หมายเลขขนาด	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)	น้ำหนัก (กก./ม.)	พื้นที่หน้าตัด (ตร.ซม.)	เส้นรอบวง (ซม.)
6	6	0.222	0.283	1.885
9	9	0.499	0.636	2.827
12	12	0.888	1.131	3.770
15	15	1.387	1.776	4.712

2.4.4 กรรมวิธีการผลิตที่ใช้ในงานโครงสร้าง

2.4.4.1. กรรมวิธีการขึ้นรูปโลหะแผ่น

การต่อโลหะแผ่นมีความสำคัญมากสำหรับงานโลหะแผ่นที่ต้องการความปราณีตความสวยงาม แผ่นโลหะที่มีความหนาไม่เกิน 3/16 นิ้ว หรือแผ่นโลหะบาง (Sheet metal) ที่ใช้งานช่างโลหะทั่วไปจะมีวิธีการต่ออยู่หลายวิธีด้วยกัน อย่างไรก็ตามผู้ออกแบบรอยต่อจะต้องเลือกให้ถูกต้องกับความต้องหารโดยคำนึงถึง ชนิดของโลหะ ความหนาของโลหะ ความแข็งแรง ความสวยงาม ราคาต่อหน่วย รอยต่อ และเครื่องมือที่ใช้ในการทำตะเข็บด้วย

รอยต่อที่นิยมในงานโลหะแผ่นทั่วๆไป ได้แก่

1. การเชื่อม (Welding)
2. การย้ำหมุด (Riveting)
3. การพับขอบ (Edging)
4. การบัดกรี (Soldering)
5. การใช้ (Sheet metal screw)

รอยต่อยึดต่างๆ ดังที่กล่าวมาข้างต้นนี้ สามารถจะนำไปใช้ได้กับงานทั่วๆไป ตามความเหมาะสมกับชนิดของงาน ซึ่งจะได้แยกกล่าวรายละเอียด วิธีการ และอุปกรณ์ที่ใช้ดังต่อไปนี้

1. **การเชื่อม (Welding)**

การเชื่อม หมายถึง กรรมวิธีที่ทำให้โลหะอย่างน้อย 2 ชิ้น หลอมละลายติดกันแน่นและประสานติดเป็นเนื้อเดียวกันตรงบริเวณรอยเชื่อม

การต่อโลหะโดยการเชื่อมนี้ ยังแบ่งกรรมวิธีที่นิยมใช้มาก สำหรับโลหะแผ่นบางได้อีกเป็น 3 วิธี ซึ่งได้แก่

1.1 การเชื่อมก๊าซ (Gas Welding)

1.2 การเชื่อมไฟฟ้า (Arc Welding)

1.3 การเชื่อมแบบความต้านทาน (Resistance Welding)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเชื่อมก๊าซ หมายถึง การเชื่อมประสานโลหะ 2 ชิ้นให้ติดกันโดยอาศัยความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้ของก๊าซ 2 ชนิดผสมกัน ก๊าซที่ได้โดยทั่วไปคือ ออกซิเจน (Oxygen, O_2) กับอเซทติลีน (Acetylene, C_2H_2) ความร้อนที่ได้ประมาณ 5,800 – 6,300° F ซึ่งมากเพียงพอจะหลอมละลายโลหะทั้ง 2 ชิ้นให้ติดกันได้

การเชื่อมไฟฟ้า หมายถึง การเชื่อมโดยอาศัยความต้านทานกระแสไฟฟ้าของแผ่นโลหะเป็นตัวนำ ให้เกิดความร้อนขึ้นในขณะที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน ณ บริเวณจุดนั้น การเชื่อมโดยวิธีนี้ยังจะต้องอาศัยแรงกดเข้าช่วยในขณะที่โลหะกำลังหลอมละลายด้วย

การเชื่อมแบบความต้านทานนี้ ยังแบ่งกระบวนการเชื่อมออกไปได้อีกหลายกระบวนการเช่น Spot welding, Seam welding, Projection welding, Flash welding เป็นต้น

2. การย้ำหมุด (Riveting)

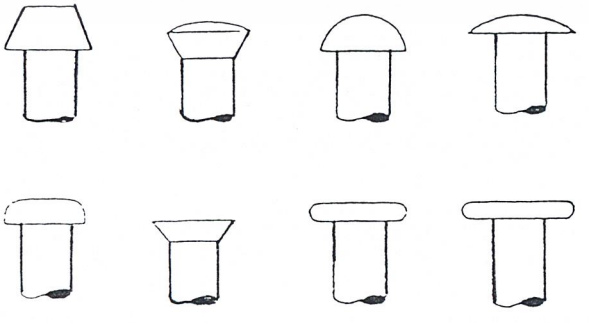
การย้ำหมุดเป็นกระบวนการต่อแผ่นโลหะแบบถาวรที่สำคัญวิธีหนึ่ง ตะเข็บย้ำหมุดจะใช้กับแผ่นงานที่ต้องการความแข็งแรงมาก และไม่ต้องการให้มีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างภายของแผ่นโลหะที่ นำมาต่อนั้น

การย้ำหมุดสามารถจะกระทำได้ 2 วิธี คือ การใช้มือ และการใช้เครื่องจักร การใช้มือจะใช้กับแผ่นงานที่มีขนาดบางหรือเล็ก โดยใช้ค้อนย้ำหมุด (Riveting hammer) กับชุดย้ำหมุด (Rivet set) หรือ ใช้ย้ำด้วยปืนย้ำหมุด (Pneumatic riveting gun) และ Die (set) สำหรับแผ่นงานที่มีความหนาจะต้องใช้เครื่องจักรเข้าช่วยในการย้ำโดยการกดอัด (Squeezes) ลงบนหัวของหมุดย้ำ

ตัวหมุดย้ำ ทำจากโลหะอ่อนเหนียว เช่น เหล็กดำ ทองเหลือง ทองแดง และอลูมิเนียม เป็นต้นเพื่อจะให้ขึ้นรูปได้ง่ายด้วยเครื่องมือและเครื่องจักรโดยไม่มีการฉีกขาดหรือแตกร้าว หมุดย้ำบางชนิดจะเคลือบผิว หรือผสมด้วยดีบุกจะช่วยให้ทนต่อการกัดกร่อน และสามารถจะทำการบัดกรีได้ง่ายขึ้น

ภาพที่ 11

แสดงหมุดย้ำชนิดต่างๆ ที่ใช้ในโรงงานโลหะแผ่น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิดของหมุดย้ำ สำหรับหมุดย้ำที่ใช้ในงานโลหะแผ่นมีอยู่หลายชนิด ดังแสดงในภาพที่ แต่ที่นิยมใช้จะมีอยู่ 4 ชนิด ได้แก่ แบบหัวบาง (Tinner's) แบบหัวแบน (Flat head) แบบหัวกลม (Round head) และแบบฝังย้ำ (Countersunk head)

การเลือกหมุดย้ำ

การเลือกหมุดย้ำ จำเป็นจะต้องเลือกใช้ตามความเหมาะสมในการใช้งาน ความสวยงามและความแข็งแรงด้วย เช่น หมุดแบบ Tinner's และแบบ Flat head จะใช้มากเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ที่ทำด้วยเครื่องจักร หมุดย้ำแบบ Round head จะใช้งานที่ต้องการความแข็งแรงมากหมุดย้ำแบบ Countersunk head จะใช้กับงานที่ต้องการย้ำให้มีผิวงานเรียบ เป็นต้น

ควรเลือกขนาดความยาวของหมุดให้มีความยาวโผล่พ้นแผ่นงานออกประมาณเท่าความโตของหัวหมุด (1.5 D) สำหรับการย้ำหมุดหัวกลม

Pop or Blind Rivet

เป็นหมุดย้ำที่ใช้แผ่นโลหะบาง ลำตัวหมุดย้ำจะทำมาจากวัสดุอ่อน ลำตัวจะมีรูกลวงตรงกลางและมีแกนโลหะสอดอยู่ใช้สำหรับดึงย้ำในขณะใช้งาน หมุดย้ำชนิดนี้สามารถใช้งานได้อย่างรวดเร็ว และแข็งแรง โดยการใช้คีมย้ำหมุด (Rivet Pliers) ดึงแกนโลหะ (Manderl) ของตัวหมุดจนขาด ปลายของลำตัวหมุดก็จะบานออกยึดแผ่นงานที่ย้ำได้อย่างหนาแน่นและไท่ต้องแต่งหัวหมุดอีกด้วย

ขนาดของหมุดย้ำจะมีขนาดของความโตของเส้นผ่านศูนย์กลางของตัวหมุดดังนี้ 3/32, 7/64, 1/8, 5/32, 3/16 และ สำหรับขนาดต่างๆ ดังที่ได้กล่าวมาแล้วนี้ยังมีขนาดความยาวของตัวหมุดแตกต่างกันไปอีก

ภาพที่ 12

ภาพแสดงลักษณะหัวของ Pop Rivet

แบบหัวของ Pop Rivet มีอยู่ 2 แบบ คือ Domed Head หรือ Bottom Head และ Countersunk Head ดังแสดงในภาพที่ 12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การพับขอบและต่อตะเข็บ (Edging & Seaming)

3.1 การพับขอบ (Edging)

ขอบของโลหะแผ่นบาง เมื่อนำมาทำเป็นภาชนะแล้ว ควรจะต้องมีการเพิ่มความแข็งแรงให้กับขอบของโลหะแผ่นด้วยการขึ้นขอบ และเป็นการป้องกันอันตรายอันเกิดจากความคมของแผ่นโลหะอีกด้วย

ขอบตะเข็บที่นิยมใช้กับโลหะแผ่นบางมีอยู่ด้วยกัน 2 ชนิด คือ

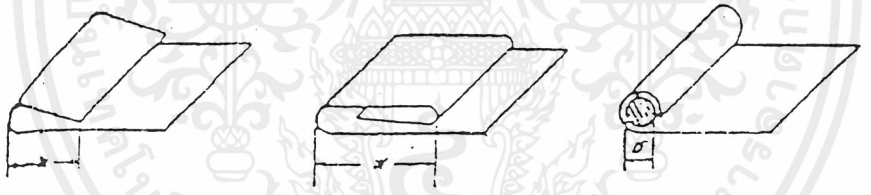
(1) การพับขอบของแผ่นโลหะโดยตรง เพื่อเพิ่มความแข็งแรง เรียกว่า Hem

(2) การพับขอบของแผ่นโลหะประกอบ กับโลหะอื่นสอดเข้าในรอยพับ เพื่อเพิ่มความแข็งแรงซึ่งเรียกว่า Edge

สำหรับโลหะแผ่นบาง นิยมใช้การพับเข้าขอบอยู่ 3 แบบ ได้แก่ การพับขอบชั้นเดียว (Single Hem) การพับขอบสองชั้น (Double Hem) และการเข้าขอบลวด (Wire Edge)

ภาพที่ 13

ภาพแสดงการพับขอบของโลหะแผ่นเพื่อเพิ่มความแข็งแรง



Single Hem *Double Hem* *Wired Edge*

3.2 การต่อตะเข็บ (Seaming)

การต่อตะเข็บในงานโลหะแผ่น มีจุดมุ่งหมายต่างๆ หลายประการ เช่น เป็นการต่อเพื่อเพิ่มความแข็งแรง, เพิ่มระยะความกว้างหรือยาวของแผ่นโลหะ, บรรจบให้เป็นรูปร่างของงานตามความต้องการ และความสวยงาม เป็นต้น

แบบพื้นฐานของรอยต่อตะเข็บจะมีอยู่เพียง 2 แบบ คือรอยต่อในแนวราบ เช่น Butt, Lap, Groove, Standing Seam เป็นต้น และรอยต่อมุม เช่น Double Seam Comer Lap Pittsburgh Seam เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับรอยต่อตะเข็บที่กล่าวมาแล้วในการเผื่อตะเข็บ จะมีรอยต่อเพียงไม่กี่ชนิดเท่านั้นที่นิยมใช้ ได้แก่

1. ตะเข็บรอยต่อชน (Butt seam) เป็นการนำเอาแผ่นโลหะมาวางเรียงต่อกันตามขอบของแผ่นโลหะ โดยใช้การบัดกรียึดต่อตะเข็บอีกที่หนึ่ง ดังแสดงในรูปที่ (บนซ้าย)

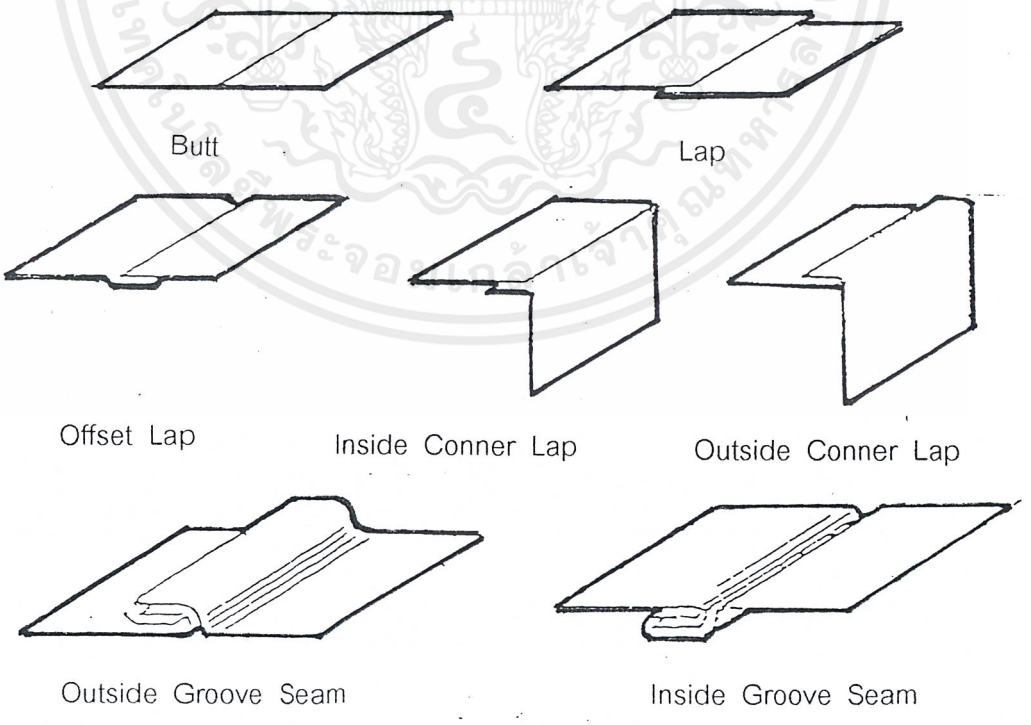
2. ตะเข็บรอยต่อเกย (Lap seam) จะทำได้โดยการนำเอา ขอบแผ่นโลหะหนึ่งวางซ้อนเหนือแผ่นโลหะอีกแผ่นหนึ่ง เป็นการเตรียมงานเพื่อการบัดกรี หรือย้ำหมุด แบบรอยต่อ ตะเข็บที่นิยมใช้มากที่สุด ได้แก่ Plan lap, Countersuk or offset lap และ Inside corner lap

3. ตะเข็บรอยต่อร่องเกี่ยว (Groove Seam) จะประกอบด้วยขอบพับเช่นเดียวกับการพับขอบชั้นเดียว (Single hem) ทั้งสองข้างที่เกี่ยวกันเป็นตะขอ ความสูงของร่องรอยต่อจะสูง 3 เท่าบนความหนาของแผ่นโลหะเดิมที่นำมาพับตะเข็บ

ตะเข็บที่นิยมใช้มากที่สุด มีอยู่ 2 แบบได้แก่ Inside groove seam และ Outside groove seam ตะเข็บร่องเกี่ยวนี้จะเป็นตะเข็บที่มีความแข็งแรงมาก แต่ถ้าจะนำรอยต่อไปทำการบัดกรีจะมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้นอีกมาก

ภาพที่ 14

ภาพแสดงรอยต่อตะเข็บที่นิยม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ตะเข็บรอยต่อตั้งหรือยืน (Standing seam) ใช้สำหรับการต่อตะเข็บที่ต้องการความแข็งแรงของรอยต่อเพิ่มมากขึ้นอีก

5. ตะเข็บซ้อน (Double seam) ใช้สำหรับการทำตะเข็บมุมขอบของท่อหรือภาชนะเหลี่ยม ก้นของภาชนะกลมหรือเหลี่ยม การทำตะเข็บนี้ ถ้าใช้กับภาชนะก้นเหลี่ยมจะทำได้ง่ายกว่าตะเข็บก้นกลม รอยต่อแบบนี้จะมีความแข็งแรงมากแบบหนึ่งของแบบรอยต่อมุม

หมายเหตุ : ถ้าใช้ทำก้นภาชนะโดยทั่ว ๆ ไปเรียกว่า Bottom seam หรือ Double Bottom seam

6. ตะเข็บ Pittsburgh จะใช้สำหรับการประกอบชิ้นงาน 2 ชิ้นที่เป็นมุมฉาก เช่น ตะเข็บมุมของภาชนิดทรงกลม หรือมุมตะเข็บของท่อส่งลม เป็นต้น

นอกจากตะเข็บดังที่ได้กล่าวมาแล้ว ตะเข็บบางอย่างก็ถูกนำมาใช้งานอีกเช่น single seam หรือ set in bottom seam, S-Clip, Drive Clip เป็นต้น ซึ่งตะเข็บเหล่านั้นต้องใช้งานต่าง ๆ กันออกไป และจะไม่ขอกล่าวถึงเพราะไม่ค่อยนิยมใช้งานอย่างกว้างขวางนัก

4. การบัดกรี (Soldering)

การบัดกรีเป็นกระบวนการต่อโลหะแบบถาวรอีกวิธีหนึ่ง และเป็นกรรมวิธีของการต่อโลหะตั้งแต่เดิม ชาวอียิปต์โบราณเป็นพวกแรกที่ได้รู้จักนำ เอาตะกั่วและดีบุกมาใช้เป็นภาชนะและเครื่องประดับต่าง ๆ แต่โลหะทั้ง 2 นี้ยังมิได้นำมาใช้ในการบัดกรี ชาวโรมันเป็นพวกแรกที่ได้คิดริเริ่มและนำเอาตะกั่วมาใช้ในงานบัดกรีรอยต่อตะเข็บของท่อน้ำตะกั่ว ซึ่งตะกั่วที่นำมาใช้นั้นได้ถูกคิดค้นมาโดยนักประวัติศาสตร์ชาวโรมันชื่อ “พลินี (Pliny)” และโดยตะกั่วบัดกรีที่ถูกคิดค้นขึ้นมานั้นมีส่วนผสมของดีบุก 40% กับตะกั่ว 60% โดยน้ำหนัก อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่าขบวนการบัดกรีใหม่ ๆ จะได้วิวัฒนาการขึ้นมาเหนือกว่าวิธีเดิมมาก กรรมวิธีการบัดกรีก็ยังคงคล้าย ๆ กันอยู่อีก

ชนิดของการบัดกรีสามารถแบ่งออกได้ 2 ชนิด ซึ่งได้แก่

1. การบัดกรีแข็ง (Hard soldering) เป็นการต่อยึดแผ่นโลหะ 2 ชิ้นให้ติดกันโดยใช้ตัวประสาน (ตัวบัดกรี) จำพวกโลหะนอกกลุ่ม (Non-ferrous metal) โดยที่โลหะงาน (Base metal) จะไม่มีการหลอมละลายและมีอุณหภูมิสูงกว่า 800° F ซึ่งก็จะไม่ขอกล่าวรายละเอียดหรืออธิบายไว้ในที่นี้

2. การบัดกรีอ่อน (Soft soldering) หรือที่เรียกสั้น ๆ ว่าบัดกรี หมายถึงกรรมวิธีการต่อยึดแผ่นโลหะ 2 ชิ้นขึ้นไปให้ติดกันโดยประสานสานโลหะนอกกลุ่มเหล็ก ซึ่งใช้อุณหภูมิต่ำกว่า 800° F และชิ้นงานจะไม่หลอมละลายในขณะบัดกรี ตัวประสานสำหรับการบัดกรีนี้โดยมากจะมีส่วนผสมของตะกั่วและดีบุกเป็นหลักใหญ่

โดยปกติตะกั่วจะมีความแข็งน้อย ดังนั้นรอยบัดกรีจึงนิยมใช้อุดรอยรั่วต่าง ๆ หรือบัดกรีตามแนวตะเข็บก็จะเป็นการเพิ่มความแข็งแรงของรอยต่อตะเข็บได้มาก ตะกั่วกับหัวแร้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การหยดตะกั่วรวมทั้งกรรมวิธีการให้ความร้อนด้วยก็จะทำให้รอยบัดกรีสวยงามและมีความแข็งแรงดีขึ้นด้วย

5. ตัวยึดโลหะ (Fastener)

เป็นการยึดแผ่นโลหะแบบกึ่งถาวร ที่สามารถถอดประกอบเข้าด้วยกันได้ตามความจำเป็น อุปกรณ์สำคัญที่ใช้ในการยึดแผ่นโลหะดังกล่าว สำหรับงานโลหะแผ่นจะใช้ตัวยึด Fastener 2 แบบคือ Sheet metal screw และ Therad metal screw

5.1 Sheet Metal Screw ซึ่งในบางครั้งจะเรียกว่าเกลียวปล่อย เป็นสกรูที่มีความแข็งมาก สามารถจะตัดเกลียวบนแผ่นโลหะได้ด้วยเกลียวของตัวมันเอง โดยไม่จำเป็นต้องใช้เครื่องมือตัดเกลียวใน (Tap) เข้าช่วยแต่อย่างใด

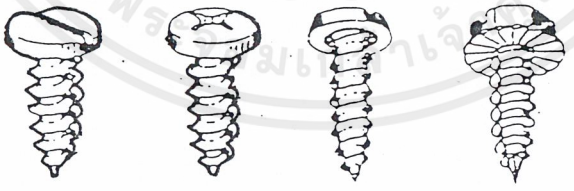
การใช้งานโดยทั่วไป จะใช้ยึดแผ่นวัสดุอ่อน เช่น เหล็กอ่อน เหล็กหล่อ แผ่นเหล็กอาบสังกะสี อลูมิเนียม พลาสติก เป็นต้น ที่ต้องการถอดประกอบเข้าออกอยู่บ่อย ๆ

รูปร่างหัวของ Sheet metal screw จะมีอยู่หลายชนิดด้วยกัน เช่น Round, Flat, Pan, หรือ Truss เป็นต้น สำหรับเกลียวที่อยู่บนลำตัว และส่วนปลายของเกลียวจะแบ่งออกได้เป็น 3 ชนิดใหญ่ ๆ คือ

(1) ชนิด A จะมีปลายของเกลียวแหลมคม (Sharp point) เหมาะสำหรับแผ่นโลหะบางที่มีความหนาไม่เกินเบอร์ 18

ภาพที่ 15

ภาพแสดงสัญลักษณะของ Sheet Metal Screw ชนิด A

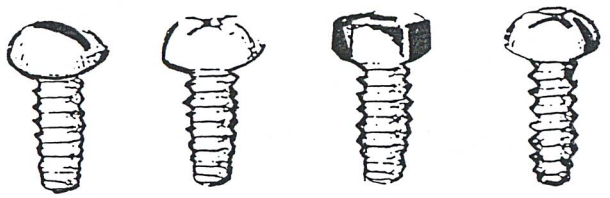


(2) ชนิด B ส่วนประกอบของเกลียวจะถูกตัดตรง (Blunt Flat Point) เหมาะสำหรับใช้ยึดแผ่นโลหะที่มีความหนาแน่นมากกว่าชนิด A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 16

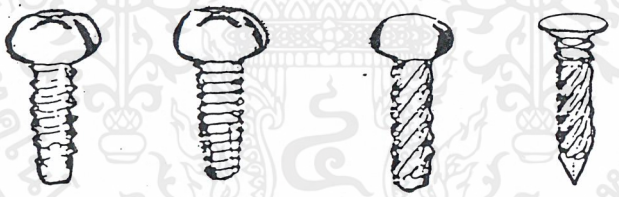
ภาพแสดงลักษณะของ Sheet Metal Screw ชนิด B



(3) ชนิดพิเศษ (Specialtype) เหมาะสำหรับโลหะที่มีความหมายมากกว่าชนิด A การใช้งานของสกรูชนิดพิเศษนี้ จะใช้กับวัสดุอ่อน เช่น เหล็กหล่อ อลูมิเนียม พลาสติก เป็นต้น

ภาพที่ 17

ภาพแสดงลักษณะของ Sheet Metal Screw ชนิดพิเศษ

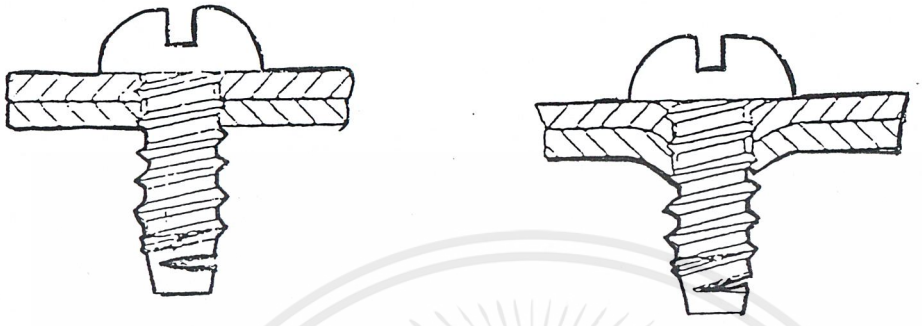


การเลือกใช้ขนาดของ Sheet metal screw จะต้องเลือกขนาดให้พอเหมาะกับขนาดความหนาของโลหะแผ่น ความยาวและต้องคำนึงถึงความแข็งแรงด้วย เมื่อได้ขนาดความต้องการแล้ว การเจาะรูจะต้องใช้ขนาดความโตของดอกสว่านเท่ากับความโตของโคนเกลียว (Root Diameter) ของสกรูด้วย ทำการเจาะแผ่นวัสดุ แล้วจึงนำสกรูใส่ลงในรูปที่ เจาะไว้แล้วใช้ประแจหรือไขควงขันจนสุดเกลียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 18

ภาพแสดงการใช้งาน Sheet Metal Screw



(1) การเจาะรูที่กว้างเกินไป (2) การเจาะรูที่มีขนาดพอดี

5.2 Thread Metal Screw ใช้ยึดส่วนประกอบต่าง ๆ ของงานโลหะให้ติดกัน ชิ้นส่วนต่าง ๆ จะยึดติดกันได้โดยชนิดของตัวยึดที่ต่างกันออกไป เช่น Bolts, Nut, Screw ถึงแม้จะมีตัวยึดอยู่หลายแบบ หลายขนาด และหลายชนิดก็ตาม ส่วนมากจะแบ่งลักษณะเป็นเกลียวต่าง ๆ ได้ดังนี้

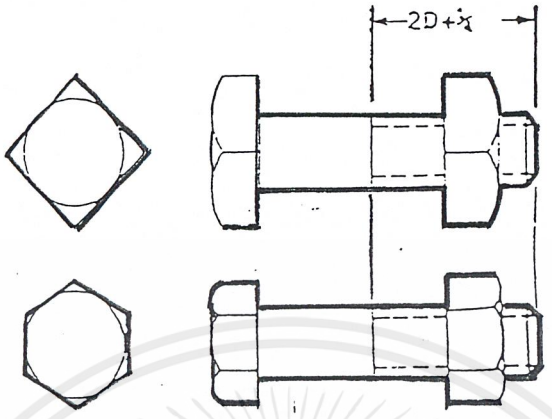
(1) Machine Bolt จะมีขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ ¼ -4 นิ้ว และมีความยาวตั้งแต่ ½ -30 นิ้ว ลักษณะหัวของ Machine Blots นี้ จะเป็นรูปสี่เหลี่ยมหรือหกเหลี่ยมก็ได้ เกลียวรอบตัวจะมีทั้งเกลียวหยาบและเกลียวละเอียด (National coarse and National fine) แต่ความยาวของเกลียวจะมีประมาณ 2 D + ¼ นิ้ว ดังแสดงในรูปที่ และหัว Nut ที่ใช้ประกอบกับ Bolt นี้จะมีทั้งชนิดหัวสี่เหลี่ยมและหกเหลี่ยม เช่นเดียวกัน

(2) Machine screw ทำมาจากเหล็กหรือทองเหลือง ส่วนหัวจะมีอยู่หลายแบบ เช่น กลม, เรียบ, Oven, Fillister, Binding, Truss หรือหกเหลี่ยม แต่ละชนิดของหัวจะมีร่อยตรง แฉกหรือสี่เหลี่ยม เพื่อใช้ขันเกลียวได้สะดวก ชนิดขิงเกลียวจะมีทั้งหยาบและละเอียด ขนาดความโตของเส้นผ่าศูนย์กลางจะต่ำกว่า ¼ นิ้ว ขนาดความโตนี้จะบอกเป็น Gage จาก 6-12 โดยใช้ American Screw Wire Gage วัด เช่น 6-32 จะบอกเป็น Diameter gage No. 6 และมี 32 เกลียว/นิ้ว สำหรับความยาวจะมีตั้งแต่ 1/8 –3 นิ้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 19

ภาพแสดงลักษณะของ Machine Bolt



ภาพที่ 20

ภาพแสดงลักษณะของ Machine Screw

สำหรับการทำงานโดยมากจะทำการ Tap เกลียวด้านหนึ่งบนแผ่นโลหะแทน Nut แต่ถ้าใช้กับ Nut จะต้องใช้ประกอบกับ Machine nut หกเหลี่ยม หรือสี่เหลี่ยมได้ นอกจากนี้ Machine screw ยังมีหัวแบบต่าง ๆ อีกเป็นจำนวนมาก

(3) Cap screw จะมีรูปร่างคล้ายกับ Machine screw มาก แต่เกลียวจะมีความละเอียดสูงกว่า ความโตเส้นผ่านศูนย์กลางจะมีตั้งแต่ ¼ -1.1/2 นิ้ว และมีความยาวตั้งแต่ ½-6 นิ้ว ความยาวของเกลียวสกรูประมาณ 2D + ¼ นิ้วคล้ายกับ Machine bolts

ลักษณะหัวของ Cap screw จะทำเป็นรูปหัวเหลี่ยม กลม ร่อง เป็นต้น

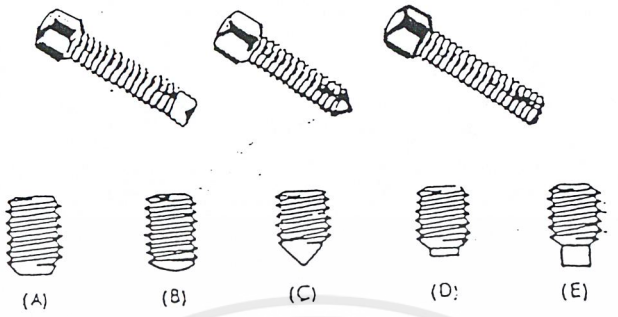
(4) Set screw จะมีรูปร่างลักษณะทั้งที่มีหัวและไม่มีหัว หัวของ Set screw ถ้าเป็นชนิดที่มีหัวก็จะเป็นหัวแบบเหลี่ยม แต่ถ้าเป็นแบบที่ไม่มีหัว ด้านที่เป็นหัวก็จะมีร่องหกเหลี่ยมหรือร่องตรงไว้สำหรับประแจแอลหรือไขควงขัน ส่วนปลายเป็นรูปร่างลักษณะต่างกัน เช่น ปลายแหลม ปลายมน เป็นต้น แสดงในรูปที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 21

Set screw ชนิดมีหัวสี่เหลี่ยม (แถวบน)

(A) flat, (B) Oven, (C) Cone,(D) Half dog, (E) Full dog (แถวล่าง)



การใช้งานจะใช้สำหรับขันยึดชิ้นงาน 2 ชิ้นให้ติดกัน โดยชิ้นงานชิ้นหนึ่งเป็นรูปร่อง เช่นการขันยึดระหว่าง (Shaft) กับ Pulley เป็นต้น

(5) Stud ลักษณะความยาวของ Stud จะสั้นมีเกลียวทั้งที่หัวและที่ปลาย (ส่วนตรงกลางจะไม่มีเกลียว) ตามปกติจะใช้ยึดกับแผ่นงานแผ่นหนึ่งซึ่ง Tap ไว้แล้ว และอีกด้านหนึ่งจะใช้ช่วยขันยึด

(6) Thumb screw เป็นสกรูที่ใช้งานบ่อยอีกชนิดหนึ่งการใช้งานจะเหมือนกับ Set screw เหมาะสำหรับงานที่ต้องการขันเข้าและคลายออกบ่อย ๆ ปลายของเกลียวจะคล้ายกับ Set screw ส่วนหัวจะแบน ดังแสดงในรูปที่

ภาพที่ 22

ภาพแสดงลักษณะของ Thump Screw

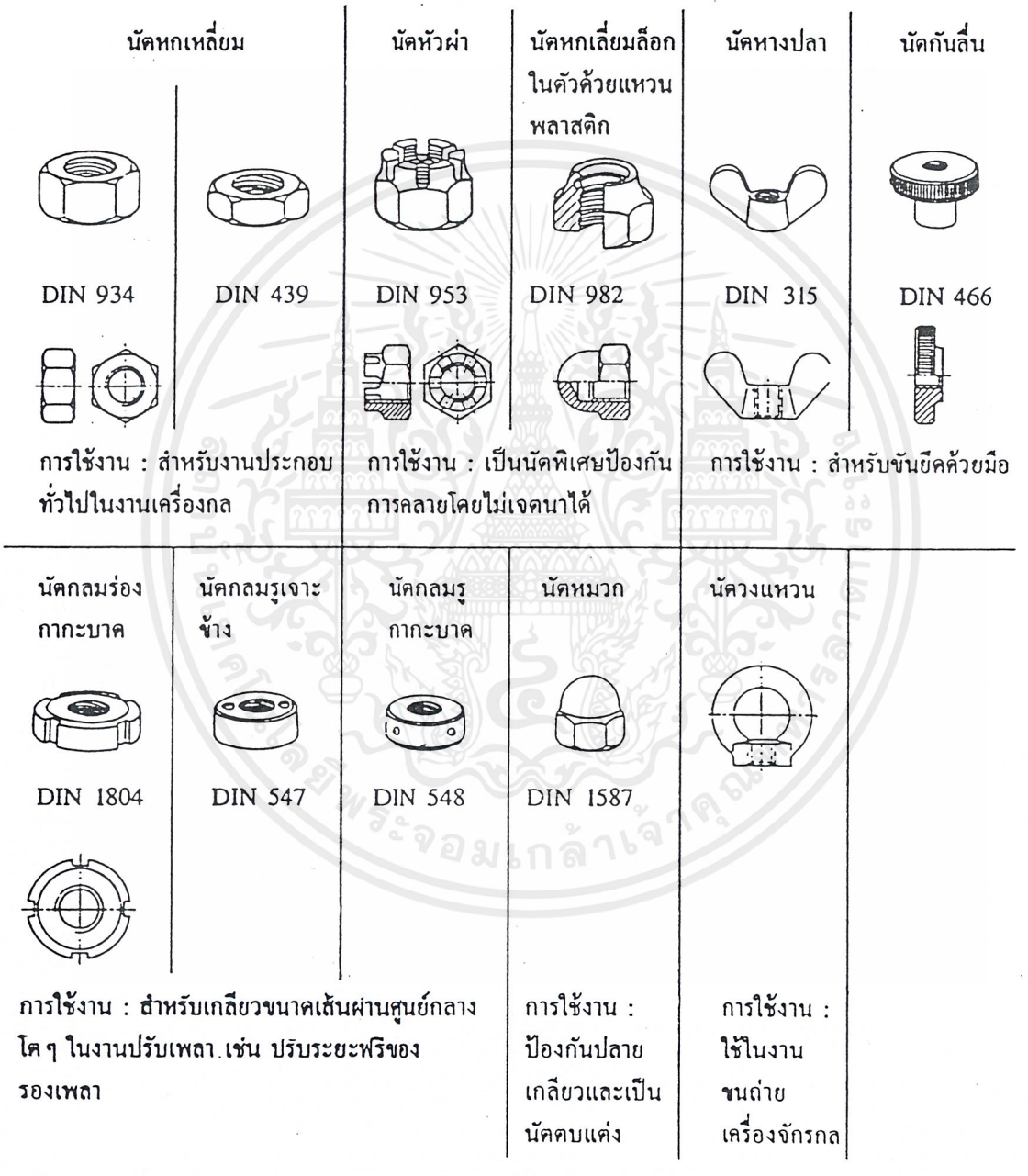
(7) Nut มี Nut หลายชนิดที่ใช้กับ Machine Screw, Bolt และ Stud ลักษณะโดยทั่วไปของ Nut จะมีหัวสี่เหลี่ยม หกเหลี่ยม นอกจากนี้ก็ยังมี Nut อีกหลายชนิดดังแสดงในรูปที่ ซึ่งเหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กับงานในลักษณะต่าง ๆ กันเช่น Nut หัวหกเหลี่ยม สี่เหลี่ยม จะใช้กับงานทั่วไป Wing nut จะใช้สำหรับงานที่ต้องการขันให้แน่น หรือคลายออกอยู่เสมอ Jam nut จะใช้เหมือนกับ Nut แบบธรรมดา

ภาพที่ 23

ภาพแสดงลักษณะของ Nut ชนิดต่าง ๆ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 5

2.5 วัสดุและอุปกรณ์ที่มีความเกี่ยวข้องกับงานระบบ

2.5.1 มอเตอร์

อุปกรณ์ไฟฟ้าที่สามารถทำงานได้รวดเร็วมีประสิทธิภาพสูง ผ่อนแรงให้ผู้ใช้ได้มากขึ้นนั้นจะต้องมีตัวที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานกลนั่นคือ มอเตอร์ (Electric Motor) ซึ่งจะมีการเกิดสนามแม่เหล็กภายใน เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่านจนครบวงจร โดยจะเกิดต่อไปเรื่อยๆ ถ้ามีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน

มอเตอร์แบ่งออกเป็นประเภทใหญ่ ๆได้ 2 ประเภท คือ

1. มอเตอร์กระแสไฟฟ้าสลับ (AC.Motor)
2. มอเตอร์กระแสไฟฟ้าตรง (DC.Motor)

ในที่นี้จะขอกล่าวถึงเฉพาะมอเตอร์กระแสไฟฟ้าสลับ ซึ่งนำมาใช้กับการออกแบบมีทั้งหมด 5 ชนิดด้วยกัน คือ

2.5.1.1. มอเตอร์สปลิทเฟส (Split phase motor)

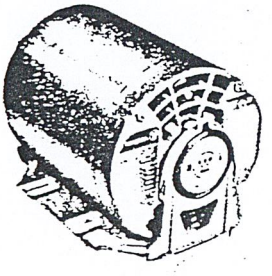
มอเตอร์แบบสปลิทเฟสเป็นมอเตอร์ที่เก่าแก่ที่สุดแบบหนึ่ง ทุกวันนี้ยังมีความสำคัญอยู่มาก ตัวอย่างได้แก่ เครื่องซักผ้าไฟฟ้า เตาน้ำมันเครื่อง เป่าผม เครื่องสูบหมุนเหวี่ยง เครื่องจักรกลธุรกิจ หินเจียระไน เครื่องมือกลขนาดเล็ก ฯลฯ ขนาดที่ใช้กันมากที่สุดคือ 40-250 วัตต์ (1/20-1/3 H.P.) สปลิทเฟสมอเตอร์มีความเหมาะกับงานในลักษณะกว้างๆ 2 ลักษณะคือ

(1) งานมอเตอร์ที่ต้องสตาร์ทบ่อยครั้ง และเดินเครื่องใช้งานนานพอสมควร เช่น เตาน้ำมัน และตู้เย็นเป็นต้น

(2) งานมอเตอร์สตาร์ทบ่อยครั้ง และเดินเครื่องใช้งานนาน เช่นเครื่องซักผ้า และเครื่องมือกลประจำบ้าน เป็นต้น

ภาพที่ 24

ภาพแสดงลักษณะของมอเตอร์สปลิทเฟส



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.1.2. **มอเตอร์คาปาซิเตอร์** (Capacitor motor)

มอเตอร์ชนิดนี้ใช้คอมเพลสเซอร์ช่วยสตาร์ท เหมาะกับการใช้งานหนักทั่วๆไปที่ต้องการทอดสตาร์ทและทอดหมุนค่าสูงๆ ปัจจุบันนิยมใช้กันอยู่ทั่วไป ขนาดตั้งแต่ 1/20 ถึง 10 แรงม้า และมีการใช้งานกันอย่างกว้างขวาง มอเตอร์คาปาซิเตอร์ สามารถจำแนกได้ 3 ชนิด แต่ละชนิดมีคุณลักษณะที่แตกต่างกันสิ่งที่เหมือนกันคือ ขดลวดสเตเตอร์จะมีจำนวน 2 ฟุต ขดหลักชุดหนึ่งและขดประกอบอีกชุดหนึ่ง ขดประกอบจะต้องจัดวางให้มุมไฟฟ้า 90 องศา กับขดหลัก และจะต้องต่อเป็นอนุกรมกับคอนเดนเซอร์หรือคาปาซิเตอร์เสมอ

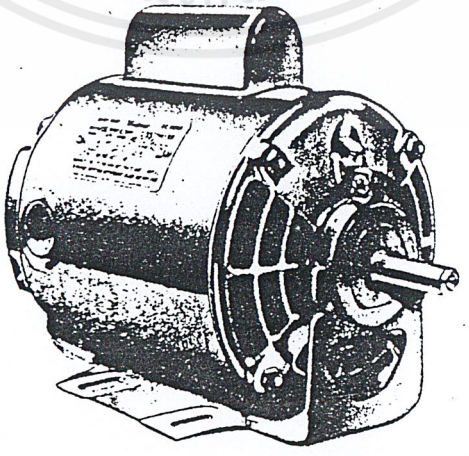
(1) Capacitor- sport motor ได้แก่มอเตอร์คาปาซิเตอร์ที่ใช้ขดประกอบกับตัวคาปาซิเตอร์ เฉพาะตอนหมุนสตาร์ทเท่านั้น

(2) Permauent-splicapacitor-start motor ได้แก่มอเตอร์คาปาซิเตอร์ที่ใช้ขดประกอบกับตัวคาปาซิเตอร์อยู่ในวงจรตลอดเวลาที่หมุนใช้งานโดยไม่เปลี่ยนค่าความจุของคาปาซิเตอร์แต่อย่างใด

(3) Two-valvecapactor motor หมายถึงมอเตอร์คาปาซิเตอร์ที่ใช้คาปาซิเตอร์ขณะหมุนสตาร์ทค่าหนึ่ง และขณะหมุนทำงานปกติอีกค่าหนึ่ง รวมใช้ค่าคาปาซิเตอร์ทำงานสองค่า

ข้อสังเกตสำคัญที่ควรทราบก็คือ คาปาซิเตอร์ที่ต่อใช้ในวงจรขดประกอบตลอดเวลาที่มอเตอร์หมุนใช้งานอยู่นั้น ช่วยให้มอเตอร์ลดรอบการใช้งานต่ำลงมาจากความเร็วรอบซิงโครนัส

ภาพที่ 25
ภาพแสดงลักษณะของมอเตอร์คาปาซิเตอร์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.1.3. **มอเตอร์แบบรีพัลชั่น** (Repulsion type motor)

มอเตอร์แบบรีพัลชั่น แบ่งออกได้เป็น 3 แบบด้วยกัน คือ แบบรีพัลชั่น ,แบบรีพัลชั่นสตาร์ท-อินดั๊กชั่นรัน และแบบรีพัลชั่น-อินดั๊กชั่น

(1) มอเตอร์รีพัลชั่น (Repulsion motor) สตาร์ทด้วยแรงรีพัลชั่นกับเดินด้วยมอเตอร์เหนี่ยวนำธรรมดา นิยมใช้กันมากกับค่าความเร็วรอบขณะใช้งานได้ดี โดยปรับปรุงมุมเอียงของแปรงที่จะกดลงเพื่อลัดวงจรขดในโรเตอร์ งานรีพัลชั่นมอเตอร์จึงเป็นงานที่ต้องปรับค่าความเร็วมอเตอร์ขั้นต่างๆได้เป็นพิเศษนั่นเอง

ขดสเตเตอร์ของมอเตอร์ชนิดนี้ยังต่อตรงเข้าวงจรไฟกำลังอย่างเดิม ขดโรเตอร์นั้นต่อเข้าคอมพิวเตอร์ และมีแปรงกดลงลัดวงจรโรเตอร์ได้ในลักษณะที่ทำให้แกนสนามแม่เหล็กของโรเตอร์กระทำเอียงเป็นมุมกับสนามแม่เหล็กในขดสเตเตอร์ ค่ามุมเอียงต่างๆกันทำให้ความเร็วรอบมอเตอร์เปลี่ยนแปลงได้

(2) มอเตอร์รีพัลชั่นสตาร์ท-อนดั๊กชั่นรัน (Repulsion start-induction run motor) มอเตอร์แบบนี้มีขนาดตั้งแต่ขนาด 1/4 แรงม้าถึง 10 แรงม้า แรงบิดเริ่มเดินสูง ความเร็วคงที่ ส่วนใหญ่จะนำไปใช้กับตู้เย็นขนาดใหญ่ คอมเพรสเซอร์ ปั๊ม และงานที่ต้องการแรงบิดเริ่มเดินสูงๆ มี 2 แบบด้วยกันคือ แบบแปรงถ่านยก (brush-lifting) และแบบแปรงถ่านสัมผัส (brush riding)

(3) มอเตอร์รีพัลชั่น-อินดั๊กชั่น (Repulsion induction motor) มอเตอร์ชนิดนี้เคยเป็นที่นิยมแพร่หลายมามากตั้งแต่สมัยเริ่มมีกำลังงานไฟฟ้า ปัจจุบันมีมอเตอร์ชนิดใหม่ๆเกิดขึ้นมาจึงทำให้ไม่มีความนิยม โดยได้ย้ายไปใช้แบบคาร์ปาซิเตอร์ สตาร์ทเตอร์และแบบมอเตอร์คาปาซิเตอร์สองค่าแทนเป็นส่วนใหญ่ รีพัลชั่นสตาร์ทยังมีใช้งานแพร่หลายดีอยู่แม้ว่าจะใช้งานมานานแล้วก็ตาม

วิธีหมุนสตาร์ท สตาร์ทแบบรีพัลชั่นแต่เมื่อความเร็วรอบถึงขั้นขดลวดในโรเตอร์จะถูกลัดวงจรกลายเป็นประหนึ่งโรเตอร์ทรงกระบอก หมุนทำงานเป็นมอเตอร์เหนี่ยวธรรมดาให้ความเร็วรอบที่คงที่มากๆ

รีพัลชั่นสตาร์ทมอเตอร์เหมาะใช้ขับเครื่องสูบ เครื่องอัดลง และเครื่องจักรกลอื่นๆที่ต้องใช้ทดสตาร์ทสูง แลกระแสสตาร์ทต่ำ โดยเฉพาะกับงานยิ่งกับงานขับที่โรเตอร์ต้องรอดแน่นตรงเข้ากับเครื่องจักร ในลักษณะงานเช่นเดียวกันกับคาปิซิเตอร์สตาร์ทมอเตอร์ ข้อดีกว่าก็คือ แม้จะให้ทอดสตาร์ทสูงเท่าๆกันแต่กินกระแสน้อยกว่า

ลักษณะสร้างของรีพัลชั่นสตาร์ทมอเตอร์คล้ายกับมอเตอร์อนุกรมไฟตรงประกอบด้วยขดหลักหรือขดเมนฟิลด์ ขดโรเตอร์พร้อมคอมพิวเตอร์ และแปรงๆนั้นมีหน้าที่ลัดวงจรขดลวด

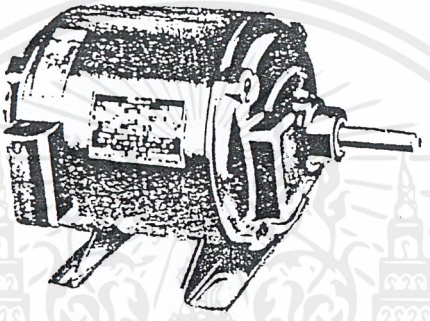
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในอเมเจอร์นอกจากนี้ยังมีขดลวดเหนี่ยวนำ (Inducing winding) อีกชุดหนึ่งวางไว้ ณ มุมไฟฟ้า 90 กับขดพีลต์

ขดเหนี่ยวนำชุดที่สองนี้มีหน้าที่เหนี่ยวนำให้เกิดกระแสไหลในโรเตอร์ในทิศทางไหลเช่นเดียกับโรเตอร์ของมอเตอร์อนุกรมไฟตรง ทำให้เกิดทอดสตาร์ทสูง

ภาพที่ 26

ภาพแสดงลักษณะของมอเตอร์รีพัลชั่น



2.5.1.4 มอเตอร์ยูนิเวอร์แซล (Universal motor)

มอเตอร์แบบนี้บางทีเรียกว่า ซีรีส์มอเตอร์ (Series motor) สามารถใช้ได้กับไฟกระแสสลับและไฟฟ้ากระแสตรงที่แรงดันเท่ากัน มอเตอร์แบบนี้มีใช้งานอย่างกว้างขวาง และมีขนาดเล็กๆ มีใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านทั่วๆไป เช่นเครื่องดูดฝุ่น เครื่องบดอาหาร สว่านไฟฟ้า เป็นต้น

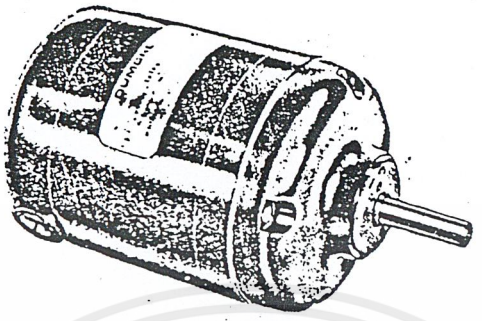
มอเตอร์ยูนิเวอร์แซล ก็คือ ซีรีส์มอเตอร์ดังได้กล่าวมาแล้ว มีแรงบิดเริ่มเดินสูง ถ้าทำงานโดยไม่มีโหลดจะทำงานด้วยความเร็วสูงมาก ดังนั้นมอเตอร์แบบนี้จึงออกแบบให้หมุนขับอุปกรณ์ที่จะให้ทำงานเสมอ เช่น เครื่องบดอาหาร จะให้มอเตอร์หมุนขับใบมีดตลอดเวลา

มอเตอร์แบบนี้มีหลายชนิดด้วยกัน และที่นิยมใช้กันมากก็คือ ชนิด 2-โพล และมีขนาดตั้งแต่ 1/200 ถึง 1/3 แรงม้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 27

ภาพแสดงลักษณะของมอเตอร์ยูนิเวอร์แซล

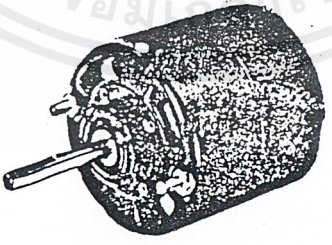


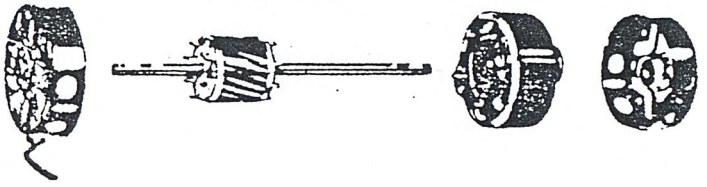
2.5.1.5 **มอเตอร์เช็ดเด็ดโพล** (Shaded pole motor)

มีการใช้งานกันอย่างแพร่หลายมาก ปกติเป็นมอเตอร์ขนาดเล็กๆ มีขนาดไม่โตกว่า 200 วัตต์ หรือ 1/4 H.P. เลย ใช้เป็นมอเตอร์อเนกประสงค์ที่มีความเร็วรอบคงที่ สร้างได้ง่าย ราคาถูก อีกทั้งยังมีความทนทานและใช้งานง่าย มักพบใช้งานทั่วไป เช่น เครื่องหมุนไก่อบ, พัดลมขนาดเล็ก, เครื่องฉายสไลด์ และงานใช้มอเตอร์ตัวเล็กๆ ทั้งหลาย บางครั้งอาจสร้างติดมากับชุดเกียร์ทด เพื่อใช้ขับสิ่งของทั้งโชว์ด้วยความเร็วรอบต่ำๆก็มี มอเตอร์ชนิดนี้หมุนได้ทางเดียว ไม่สามารถหมุนในทิศทางตรงกันข้ามได้

ภาพที่ 28

มอเตอร์เช็ดเด็ดโพล





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การบำรุงรักษามอเตอร์

เพื่อให้มอเตอร์มีอายุยืนนาน ต้องทำการตรวจสอบบำรุงรักษาเป็นระยะเวลา ช่วงเวลาที่ทำการบำรุงรักษา ขึ้นอยู่กับการใช้มอเตอร์

การตรวจสอบระยะเวลาจะปฏิบัติดังนี้

1. รักษาภายในและภายนอกมอเตอร์ให้สะอาด สำหรับมอเตอร์ที่อยู่ในที่ฝุ่นละอองมาก ต้องถอดมาทำความสะอาดเดือนละครั้ง

2. ที่สำคัญที่สุดก็คือ ต้องตรวจดูว่า ตลับลูกปืนสกปรกหรือสึกหรอ หรือเสียหายใช้การไม่ได้กับลูกปืนที่ใช้กันมาก ดังนั้นจึงต้องใช้น้ำมันไขหยอด โดยใช้อัดแบบ Haudgun ระยะเวลาที่ต้องหยอดน้ำมันขึ้นอยู่กับการใช้งานของมอเตอร์ ถ้าใช้งานหนัก แทนที่จะหยอดเดือนละครั้งอาจต้องหยอด 15 ครั้งเป็นต้น น้ำมันไขต้องเป็นชนิดที่ดี และคุณภาพสูง

2.5.2. **สวิทช์ควบคุม** (ธำรง โชตะมังสะ ,2534)

สวิทช์จะเป็นตัวกำหนดการปิด-เปิดวงจร สวิทช์อาจจะประกอบด้วยขั้วๆเดียวหรือหลายขั้วก็ได้ เช่น อาจจะมีขั้วเพียงขั้วเดียว สองขั้ว หรือมากกว่านั้น โดยทั่วไปสวิทช์มักจะใช้เป็นตัวปิด-เปิดให้วงจรทำงานหรือไม่ให้วงจรทำงาน การสัมผัสของตัวนำไฟฟ้าให้ครบวงจรการทำงานของสวิทช์ควบคุม โดยระบบแมคคานิค

ลักษณะของสวิทช์มีมากมายหลายชนิด แล้วแต่หน้าที่การทำงาน หรือลักษณะการปิด-เปิดวงจร แบ่งออกเป็น 6 ชนิด

1. สวิทช์กดติดปล่อยดับ (Momentary) เมื่อกดจะทำให้วงจรเปิดเมื่อปล่อยจะทำให้วงจรปิด เช่น สวิทช์กดออก เป็นต้น สวิทช์แบบนี้เหมาะแก่งานจำพวกปิดวงจรชั่วขณะ

2. สวิทช์กดติดกดดับ (Lock Switch) เมื่อกดจะทำให้วงจรปิด การให้วงจรเปิดก็กดอีกครั้งวงจรจะเปิดไฟจะดับเป็นที่นิยมใช้กันทั่วไป

3. สวิทช์โยก (Toggle Switch) ลักษระการใช้งานเป็นการโยกก้านสวิทช์ให้ทำงานจำนวนของขาสวิทช์แล้วแต่การใช้งาน โดยมามักจะมีตั้งแต่ 2 ขาขึ้นไป

4. สวิทช์เลื่อน (Slide Switch) คล้ายกับสวิทช์โยกแต่ใช้งานกับการเปลี่ยนปุ่มสวิทช์ซึ่งอาจจะมีจังหวะการเลื่อนหลายๆช่วง

5. สวิทช์หมุน (Rotary or Seletor Switch) ส่วนมากมักจะเป็นการใช้ในหน้าที่เลือกทางเดินไฟฟ้าหลายตำแหน่ง เช่น การเลือกแบนด์ในวิทยุเป็นต้น

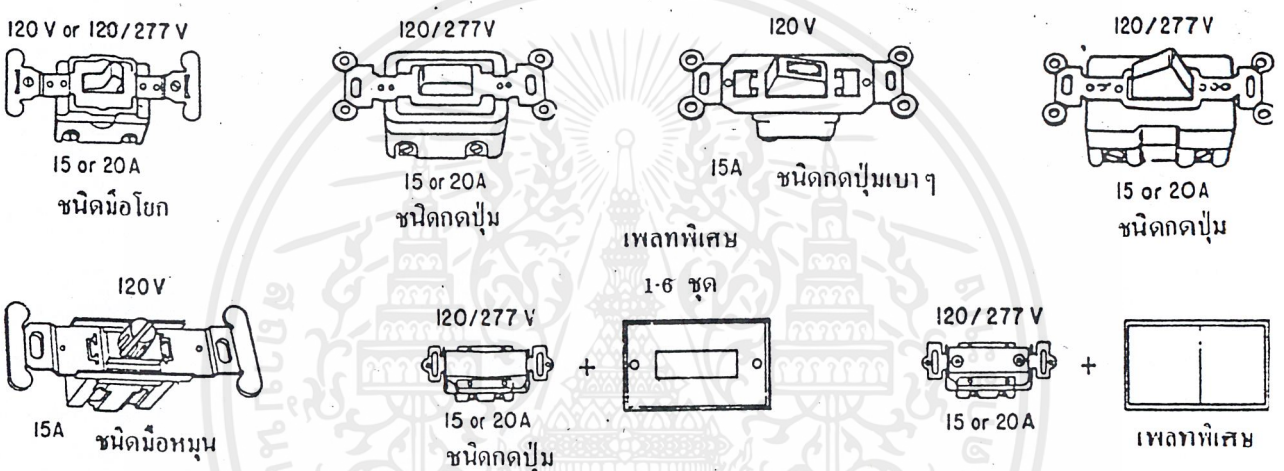
6. สวิทช์จิ๋ว (Micro Switch) เป็นสวิทช์ที่มีความเชื่อถือไว้สูง สามารถทนแรงเคลื่อนและกระแสได้หลายๆแอมแปร์ ส่วนสัมผัสที่เป็นตัวนำเคลือบด้วยทอง ทำให้เป็นทางเดินไฟฟ้าที่ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะสวิทช์จะทำงานโดยการกดเบาๆที่คานหรือปุ่มเล็กๆ โดยปกติแล้วจะต้องมีกลไกเข้ามาประกอบเพื่อทำหน้าที่กดสวิทช์เพราะปุ่มกดเล็กเกินไปกว่าที่จะใช้น้ำกดได้โดยสะดวกไมโครสวิทส์นี้มีหลายชนิด จำนวนขาที่ใช้งานจะมี 2 หรือ 3 ขาขึ้นไป สวิทช์ชนิดนี้ได้รับการออกแบบมาให้ใช้กับงานเฉพาะอย่างต่างๆ รูปร่างของไมโครสวิทช์แตกต่างกันไปตามสถานะการที่ใช้ การติดตั้งจะต้องระมัดระวัง เพราะส่วนของแรงกดอาจทำให้สวิทช์แตกได้

ภาพที่ 29

สวิทช์ที่ใช้กับไฟฟ้ากระแสสลับ



2.5.2.1. มาตรฐาน NEC

มาตรฐานการไฟฟ้าแห่งประเทศไทย (The National Electric Code) ของสหรัฐอเมริกาได้กำหนดแนวทางในการเลือกใช้สวิทช์ บทต่างๆหลายบทได้บงขีดจำกัดและคุณสมบัติในการใช้งานในแบบต่างๆไว้ดังนี้

(1) สวิทช์ใช้งานทั่วไป เป็นสวิทช์ที่ใช้สำหรับสายจ่ายทั่วไปและสำหรับวงจรย่อย ขีดจำกัดเป็นแอมป์ และสามารถทนต่อการตัดกระแสที่กำหนดโดยมีแรงดันที่กำหนดด้วย

(2) สวิทช์สำหรับมอเตอร์ เป็นสวิทช์ขีดจำกัด เป็นแรงม้าที่มีความสามารถในการตัดกระแสเกินโหลดสูงสุดของมอเตอร์ที่มีขนาดเป็นแรงม้าเท่ากับสวิทช์นั้นที่แรงดันที่กำหนด

(3) สวิทช์แยกวงจร เป็นสวิทช์ที่แยกวงจรไฟฟ้าออกจากแหล่งจ่ายไฟ ไม่มีขีดจำกัดในการตัดกระแส และมีการออกแบบให้ทำงานเมื่อมีการเปิดวงจรด้วยอุปกรณ์ชนิดอื่นแล้วเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2.2 ข้อกำหนดเกี่ยวกับการเลือกใช้สวิทช์โดยตรง มีดังนี้

(1) สวิทช์จะต้องเป็นแบบที่อยู่ในกล่องหรือตู้ซึ่งควบคุมจากภายนอกได้ ยกเว้นสวิทช์แขวน (Pendent) และสวิทช์ตัดฉับพลัน (Surface type snap switcher) หรือติดสวิทช์สับซึ่งติดตั้งบนแผงสวิทช์ สำหรับสวิทช์ในที่เปียกหรืออยู่นอกอาคาร จะต้องเก็บอยู่ในกล่องที่กันความชื้นได้

(2) อุปกรณ์ตัดตอนอัตโนมัติ ซึ่งสามารถทำงานได้โดยทางคันบังคับ อาจนำมาใช้เป็นสวิทช์ได้ ถ้ามีจำนวนขั้วเท่ากับสวิทช์ที่กำหนดนั้นๆ

(3) สวิทช์สับที่มีขีดจำกัดสูงกว่า 1200 แอมแปร์ ที่แรงดันไม่เกิน 250 โวลท์ และสูงกว่า 600 แอมแปร์ที่ 251 – 600 โวลท์ จะได้เป็นเพียงสวิทช์แยกวงจร และจะต้องไม่เปิดในช่วงที่มีกระแสโหลด ในการตัดค่ากระแสสูงกว่า 1200 แอมแปร์ ที่แรงดันสูงถึง 0-250 โวลท์ และ 600 แอมแปร์ที่แรงดัน ตั้งแต่ 251 – 600 โวลท์ สวิทช์จะต้องได้รับการออกแบบมาเพื่องานนี้โดยเฉพาะ สวิทช์สับที่มีขีดจำกัดต่ำกว่านี้อาจใช้เป็นสวิทช์ใช้งานทั่วไป และอาจเปิดได้ในขณะที่มีการโหลด

มาตรฐานเกี่ยวกับ "มอเตอร์และอุปกรณ์ควบคุม" กล่าวรวมถึงสวิทช์ไว้ด้วยว่า สวิทช์อาจใช้เป็นอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ สวิทช์ที่ใช้เป็นอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ที่ใช้อยู่ประจำและมีขนาดไม่เกิน 2 แรงม้า และใช้แรงดันไม่เกิน 300 โวลท์

2.5.3 ระบบสายไฟ

2.5.3.1 สายไฟฟ้า

สายไฟนั้นมีอยู่หลายชนิดด้วยกัน ดังนั้นในการนำสายไฟมาใช้ต้องเลือกที่ใหญ่พอสำหรับกระแสไฟฟ้า เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดความร้อนที่สาย โดยทั่วไปสายไฟมีอยู่ 2 แบบ ใหญ่ๆคือ

(1) สายแข็ง (Soild wire) สายชนิดนี้ 1 แกน มีสายเดียวมีขนาดพื้นที่หน้าตัดตั้งแต่ 0.5 ตารางมิลลิเมตรจนถึง 10 ตารางมิลลิเมตร แต่ปกติแล้วจะนิยมสายแข็งตั้งแต่ 0.5-4 ตารางมิลลิเมตรเท่านั้น เพราะสายขนาด 6 และ 10 ตารางมิลลิเมตรนั้นแข็ง ต่อเข้าสวิทช์และอุปกรณ์ไฟฟ้ายาก จึงไม่นิยมใช้

(2) สายเกลียว (Stand wire)สายชนิดนี้ใน 1แกน จะมีหลายเส้นตีเกลียวกัน มีขนาดตั้งแต่ 6 มิลลิเมตรขึ้นไป อาจจะมี 7,19,37 และ 61 เส้น ซึ่งขึ้นอยู่กับความโตของสายไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 30

แสดงสายแข็งและสายตีเกลียว

2.5.3.2. ชนิดของสายหุ้มฉนวน

สายไฟชนิดหุ้มฉนวนที่ใช้กับไฟแรงต่ำไม่เกิน 600 โวลล์ มีอยู่หลายชนิดด้วยกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการใช้งาน ซึ่งฉนวนแต่ละชนิดไม่เหมือนกัน บางชนิดติดตั้งภายในอาคารบางชนิดติดตั้งได้ทั้งภายในและภายนอกอาคาร บางชนิดติดตั้งภายในอาคารบางชนิดติดตั้งได้ทั้งภายในและภายนอกอาคาร บางชนิดใช้ฝังดิน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับฉนวนหุ้มสายไฟ อาจจะมี 1 ชั้น หรือหลายชั้น

(1) สายไฟชนิด PVC. ซึ่งเป็นคำเรียกรวมๆหมายถึง ไฟหุ้มฉนวน PVC. ที่ทนแรงเคลื่อนไฟฟ้าได้ 250 โวลล์ และอุณหภูมิ 60 องศาเซนติเกรด มีทั้งชนิด 1,2 และ 3 แกน สายไฟ PVC. ชนิด 1 แกน มีเปลือกหุ้มชั้นเดียว ใช้สำหรับเดินสายเมนของไฟ 220 โวลล์ จากมิเตอร์ถึงตัวอาคาร หรือใช้เป็นสายไฟประดับที่ใช้ชั่วคราว ห้ามใช้เดินสายด้วยเข็ม รัดสายที่เกาะไปตามผนังและเดินในท่อ เพราะอาจจะทำให้เกิดลัดวงจรได้ง่าย ส่วนสาย PVC. คู่ เป็นสายไฟชนิดหุ้ม 2 ชั้น ใช้เดินด้วยเข็มรัดสายเกาะไปตามผนัง ห้ามเดินในท่อ มีขนาดตั้งแต่ 0.5-3.5 ตร.มม. อายุการใช้งานประมาณ 10-15 ปี

(2) สายไฟชนิด TW. เป็นสายไฟฟ้า PVC. ชั้นเดียวทนแรงเคลื่อนไฟฟ้าได้ 750 โวลล์ ทนอุณหภูมิได้ 60 องศาเซนติเกรด เป็นสายไฟชนิดแกนเดียว ใช้สำหรับเดินในท่อหรือเดินด้วยลูกถ้วย ห้ามใช้เดินด้วยเข็มขัดรัดสายเกาะไปตามผนังมีขนาดตั้งแต่ 0.5-150 ตร.มม. อายุการใช้งาน ถ้าเดินในท่อจะมีอายุประมาณ 20-30 ปี ถ้าเดินด้วยลูกถ้วยจะมีอายุประมาณ 20 ปี

(3) สายไฟชนิด THW. เป็นสายไฟหุ้ม PVC. ทนแรงเคลื่อนไฟฟ้าได้ 750 โวลล์ และทนอุณหภูมิได้ 75 องศาเซนติเกรด เป็นสายไฟชนิดแกนเดียว ใช้สำหรับเดินในท่อ หรือเดินด้วยลูกถ้วย ห้ามเดินด้วยเข็มขัดรัดสายที่เกาะไปตามผนัง มีขนาดตั้งแต่ 0.5-500 ตร.มม. อายุการใช้งาน ถ้าเดินในท่อจะมีอายุประมาณ 20-30 ปี ถ้าเดินด้วยลูกถ้วยจะมีอายุประมาณ 20 ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(4) สายไฟชนิด NYY.เป็นสายไฟหุ้มฉนวน PVC. 3 ชั้น ทนแรงเคลื่อนไฟฟ้าได้ 750 โวลล์ และทนอุณหภูมิ 60 องศาเซนติเกรด มีชนิด 1-4 แกน ใช้ฝังดินโดยไม่ต้องใส่ท่อ มีขนาดตั้งแต่ 1-500 ตร.มม.

(5) สายไฟชนิด VCT. เป็นสายหุ้มฉนวน PVC. 2 ชั้น ทนแรงเคลื่อนไฟฟ้าได้ 750 โวลล์ ทนอุณหภูมิได้ 60 องศาเซนติเกรด มีตั้งแต่ 2 แกนขึ้นไป ใช้กับสายไฟของมอเตอร์เครื่องจักรทั่วๆไป มีขนาดตั้งแต่ 0.5-35 ตร.มม.

นอกจากนี้ยังมีสายไฟชนิดอื่นๆอีกมาก ตามการผลิตของแต่ละบริษัท โดยหาได้จากคู่มือการใช้สายไฟของแต่ละบริษัท ซึ่งจากสายไฟ 5 ชนิด ข้างบนนี้ เพียงแต่เป็นสายไฟที่ใช้กันมากเท่านั้น และโค๊ตชนิดของสายไฟของแต่ละบริษัทจะไม่เหมือนกัน

ภาพที่ 31

แสดงสายไฟชนิดต่างๆ

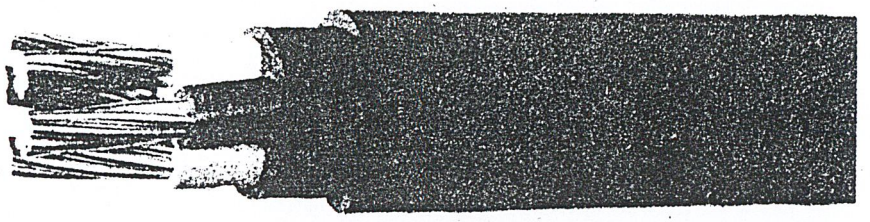
สายไฟชนิด PVC เดี่ยว

สายไฟชนิด PVE คู่

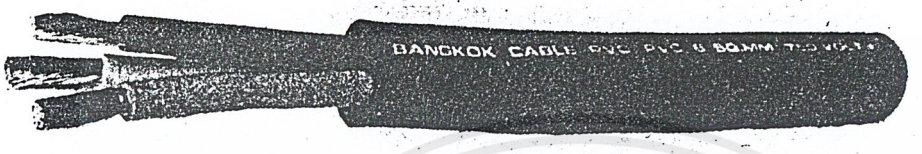
สายไฟชนิด TW

สายไฟชนิด THW

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



สายไฟชนิด NYY.



สายไฟชนิด VCT

2.5.4 ระบบตัวส่งกำลัง

2.5.4.1 สายพานและล้อสายพาน

วิชา รัตนผลิน (2541)ได้กล่าวไว้ว่า การส่งถ่ายกำลังทางกล จากเพลาหนึ่งไปยังอีกเพลาหนึ่งนั้นสามารถกระทำได้หลายวิธีดังนี้

1. การส่งถ่ายกำลังด้วยเฟือง
2. การส่งถ่ายกำลังล้อเสียดทาน
3. การส่งถ่ายกำลังด้วยโซ่
4. การส่งถ่ายกำลังด้วยสายพาน

ซึ่งในแต่ละวิธีต่างก็มีข้อดีข้อเสียที่แตกต่างกันออกไป โดยการเลือกจะขึ้นอยู่กับวิศวกรผู้ออกแบบจะเป็นผู้กำหนด และเลือกการส่งถ่ายกำลังทางกลที่เหมาะสมกับเครื่องจักรที่ได้ออกแบบไว้

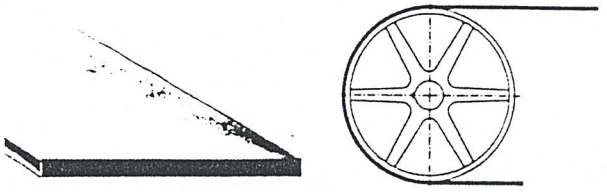
การส่งถ่ายกำลังด้วยสายพานนั้นมีการใช้อย่างแพร่หลายตั้งแต่อดีตจนปัจจุบัน สืบเนื่องจากมีข้อดีหลายประการที่ทำให้ลดความยุ่งยากและการซับซ้อนในการออกแบบรวมถึงการติดตั้ง บำรุงรักษา ดังนั้น เราจึงมักจะพบการส่งถ่ายกำลังด้วยสายพานอยู่เสมอและเมื่อกล่าวถึงรายละเอียดของการส่งถ่ายกำลังด้วยสายพานโดยแบ่งตามหน้าตัดของสายพานแบ่งออกได้หลายชนิด ซึ่งในที่นี้ขอกล่าวถึง 4 ชนิดด้วยกันดังนี้

(1) **สายพานแบน** (Flat Belt) การส่งกำลังจะกระทำโดยอาศัยความเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสด้านล่างของสายพานกับผิวสัมผัสส่วนบนสุดของล้อสายพาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่32

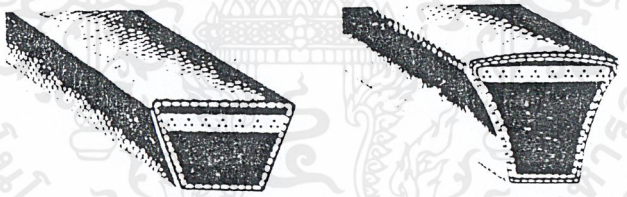
แสดงลักษณะของสายพานแบน



(2) **สายพานลิ่ม** (V-belt) มีหน้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมู จะมีทั้งแบบสายพานลิ่มแบบธรรมดาและแบบหน้าแคบ ซึ่งแบบหน้าแคบสามารถส่งถ่ายกำลังได้สูงกว่าสายพานลิ่มแบบธรรมดาถึง 3 เท่า ในขณะที่มีระยะขับเท่ากัน และในอัตราทดที่สูงกว่า

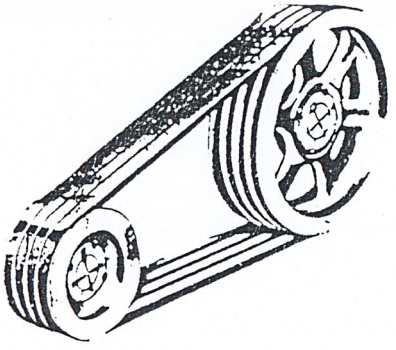
ภาพที่ 33

แสดงสายพานลิ่ม



ภาพที่ 34

ภาพแสดงการวางตัวของสายพานลิ่มบนล้อสายพานในลักษณะการขับเคลื่อนที่ใช้สายพาน 4 เส้น

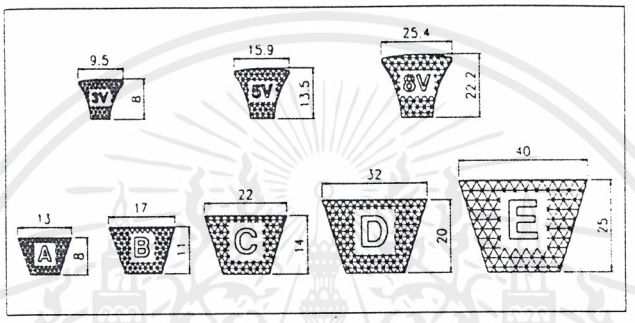


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การขับด้วยสายพานลิ่มจะให้ประสิทธิภาพการขับสูงถึง 95% ขนาดของสายพานลิ่มแบบธรรมดามีขนาดหน้าตัด Y.A.B.C.D.E. ซึ่งบางครั้งเราเรียกแทนหน้าตัดว่า สายพานลิ่มร่อง A เป็นต้น สำหรับสายพานลิ่มหน้าแคบมีขนาดหน้าตัด 3V,5V,8V รายละเอียดหน้าตัดของสายพานทั้งสองแบบจะแสดงดังรูป

ภาพที่ 35

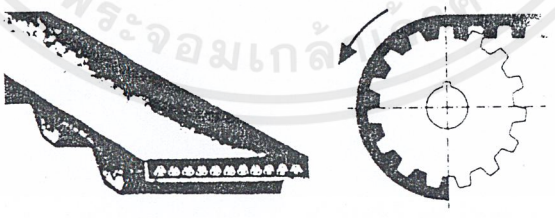
แสดงขนาดสายพานลิ่มแบบธรรมดา และแบบหน้าแคบ



(3) **สายพานฟันเฟือง** (Timing Belt)เป็นสายพานที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อลดข้อบกพร่องต่างๆที่เกิดขึ้นกับการส่งถ่ายกำลังด้วยสายพานฟันเฟืองนี้จะให้อัตราทดที่แม่นยำ และปราศจาก Slip ในระหว่างการขับเคลื่อน

ภาพที่ 36

แสดงสายพานฟันเฟือง

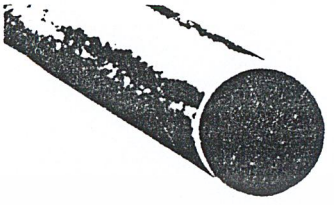


(4) **สายพานกลม** (Round Belt) เป็นสายพานที่ส่งถ่ายกำลังดยอาศัยความเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสของสายพานกลมกับผิวสัมผัสของล้อสายพาน ส่วนใหญ่ถูกใช้งานในการส่งถ่ายกำลังที่มีภาระที่เบาถึงปานกลาง เช่น การส่งถ่ายกำลังในเครื่องลอกแบบในการส่งถ่ายกำลังใน Roller Conveyor ขนาดเล็กที่ขนถ่ายบรรจุภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 37

แสดงลักษณะของสายพานกลม



สายพานส่งถ่ายกำลัง

ข้อดี: -ส่งถ่ายแรงได้อย่างยืดหยุ่น

-ดูดซับเสียงดังและการสั่นสะเทือน

-ไม่ต้องมีการหล่อลื่น

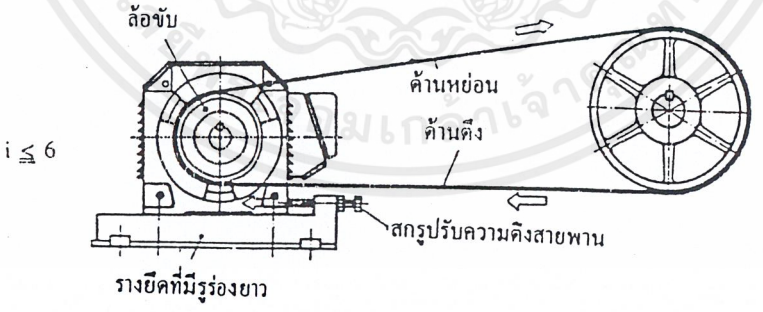
ข้อเสีย: -เกิดการลื่นในขณะส่งกำลังได้

-รองเพลารับภาระสูง

-เปลืองเนื้อที่มาก

ภาพที่ 38

แสดงลักษณะการทำงานของสายพานส่งกำลัง



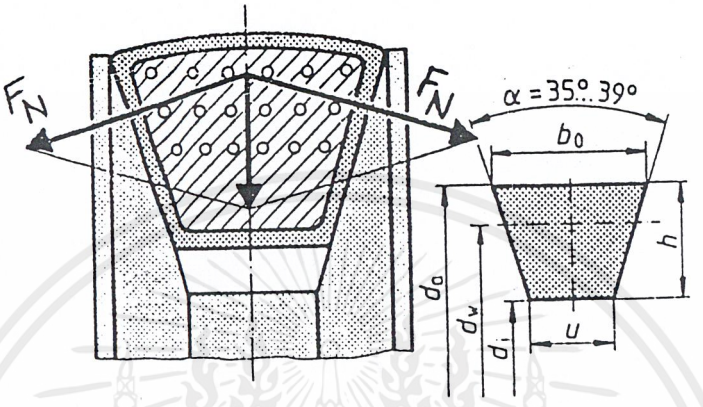
2.5.4.2. การส่งถ่ายกำลังด้วยสายพานลิ่ม

สายพานลิ่มส่วนใหญ่จะผลิตแบบไม่มีปลาย เป็นสายพานทำจากยางมีภาคตัดขวางเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมูครึ่งหนึ่ง ด้านบนมีเส้นโพลีเอสเตอร์ที่ผ่านการวัลเคไนซิ่งมาแล้วแทรกอยู่ ทำให้ค่าความต้านแรงดึงเพิ่มสูงขึ้นสายพานลิ่มชนิดที่มีชั้นใยสิ่งทอหุ้มอยู่รอบๆจะช่วยป้องกันการสึกหลอได้อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 39

แสดงโครงสร้าง แรงปฏิกิริยา และขนาดของสายพานลิ่ม



สายพานลิ่มจะไม่รับแรงตามแนวรัศมีโดยตรงเหมือนสายพานแบน แต่จะรับแรงตามแนวตั้งฉากกับด้านข้างของสายพานลิ่ม ดังรูป จะสามารถส่งกำลังได้ดีกว่าสายพานแบนได้ถึง 3 เท่า ซึ่งข้อดีขอเสียของสายพานลิ่มเมื่อเทียบกับสายพานแบนมีดังนี้คือ

ข้อดี -ส่งกำลังได้ดีในขณะที่รองเพลารับภาระน้อยกว่า

-มีการลื่นไถลขณะส่งกำลังน้อยมาก (ที่ประสิทธิภาพ n-0,96)

-มีมุมโอบน้อย แต่ให้อัตราทดได้ถึง i -15 : 1โดยที่ไม่ต้องมีลูกกลิ้งกดสายพาน

-เปลืองที่น้อย,มีระยะห่างระหว่างแกนเพลาน้อยกว่า

-ส่งถ่ายกำลังงานได้สูงที่ขนาดล้อสายพานและเพลาเล็กกว่า

-สามารถให้หมุนย้อนทิศทางได้

-สามารถจัดเรียงสายพานลิ่มได้หลายเส้นทำให้ส่งถ่ายกำลังได้มาก

ข้อเสีย -ต้นทุนการผลิตสูงกว่าสายพานแบน

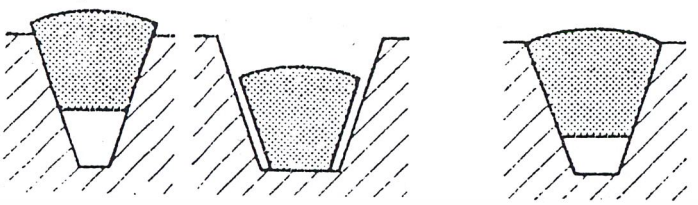
-มีระยะห่างระหว่างแกนเพลาจำกัด

-ไม่สามารถจัดสายพานส่งกำลังให้เป็นลักษณะไขว้สลับได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 40

ขนาดของสายพานและล้อสายพานที่ถูกต้อง



(1) ล้อสายพานลิ่ม

ตามDIN 2217 ล้อสายพานลิ่มจะมีแบบร่องเดียวหรือหลายร่อง มุมร่องล้อสายพาน a=32 ,34' และ 38 โดยล้อสายพานที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโตกว่าจะมีร่องล้อสายพานที่โตกว่า

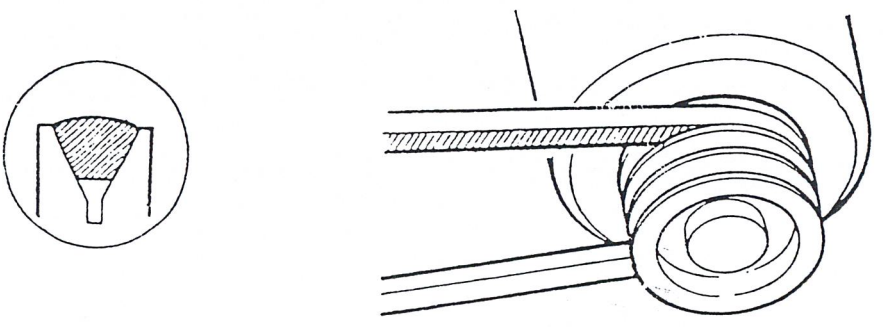
ร่องล้อสายพานจะมีการผลิตให้สายพานที่สวมประกอบแล้วไม่เลยพ้นจากขอบร่องล้อและจะต้องไม่จมอยู่ในร่องล้อ มิฉะนั้นสายพาน จะสูญเสียปฏิกิริยาแรงลิ่มขับ

2.5.4.3 การประกอบสายพานลิ่ม (Installing Vee Belt)

1. ตรวจสอบสายพานลิ่มที่มีขนาดความยาวถูกต้อง รวมทั้งมุมเอียง
2. กรณีเป็นล้อสายพานหลายร่อง ให้เริ่มประกอบใส่ร่องล้อสายพานในสุดก่อน

ภาพที่ 41

แสดงลักษณะการใส่สายพานลิ่ม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

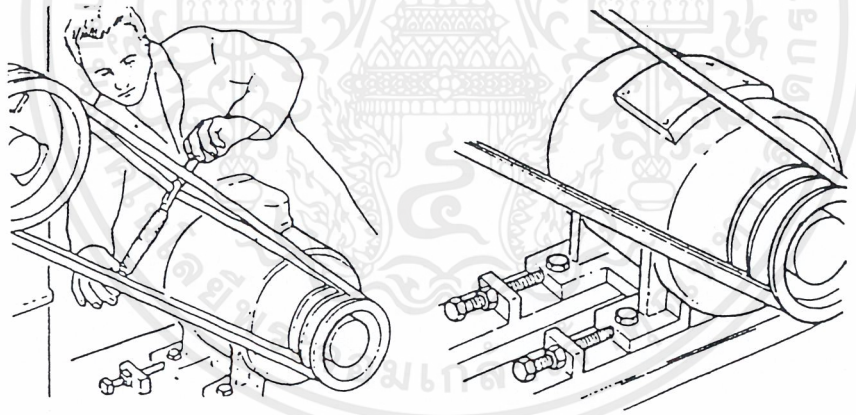
2.5.4.4. การปรับความตึงของสายพาน

สายพานหากตึงมากเกินไปก็จะทำให้สายพาน,รองเพลาสึกหลอเร็วขึ้น หากหย่อนมากก็จะเกิดการลื่นไถลส่งกำลังได้ไม่ดีเท่าที่ควร ด้วยเหตุนี้จะต้องมีการการปรับตึงสายพานตามที่ผู้ผลิตกำหนดมา โดยกระทำดังนี้

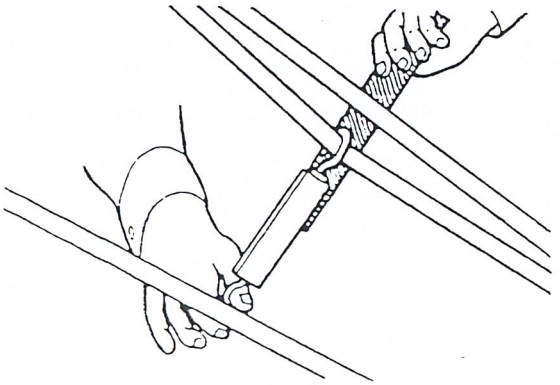
1. ดูค่าแรงดึงดัดและระยะดัดของสายพานจากคู่มือผู้ผลิต
2. ใช้เกจวัดแรงดึงบริเวณกึ่งกลางความยาวของสายพาน
3. ปรับความตึงตามค่าที่ผู้ผลิตกำหนด
4. เช็คความตึงของสายพานด้วยเกจสปริงวัดแรงและบรรทัดเหล็ก
5. ปรับความตรึงจนได้ค่าถูกต้อง
6. ยึดนัตฐานมอเตอร์และล็อกสกรูปรับให้แน่น

ภาพที่ 42

แสดงการปรับค่าความตึงของสาย



(2) (6)



(4)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.5. เพลา (SHAFT) และแกน (AXIAL)

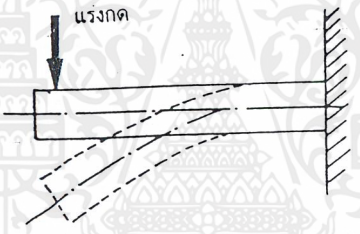
เพลาหรือแกนจัดเป็นชิ้นส่วนเครื่องจักรกลที่ใช้ในการส่งกำลัง ในลักษณะของการหมุนหรือรองรับชิ้นส่วนอื่นๆ ที่เกิดการหมุน

เพลา (SHAFT) ลักษณะของเพลามีพื้นที่หน้าตัดเป็นวงกลม รับกำลังขับจากชิ้นส่วนเครื่องจักรกล ส่งต่อไปยังชิ้นส่วนอื่นๆ ซึ่งรับแรงที่เกิดขึ้นภายในเนื้อของเพลา จะเป็นลักษณะของแรงบิด (TORQUE)

แกน (AXIAL) ลักษณะของแกนมีพื้นที่หน้าตัดเป็นวงกลมเช่นเดียวกับเพลา ส่วนใหญ่จะใช้รับแรงในลักษณะ BENDING MOMENT คือ ด้านหนึ่งของแกนจะถูกจับยึดไว้หรือจะถูกแรงกดลงทั้งสองข้าง ทำให้เกิดการบิดตัวลง

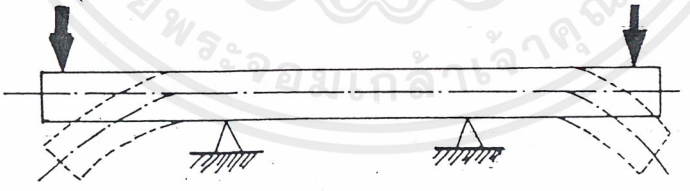
ภาพที่ 43

แสดงการเกิด BENDING MOMENT ด้านเดียว



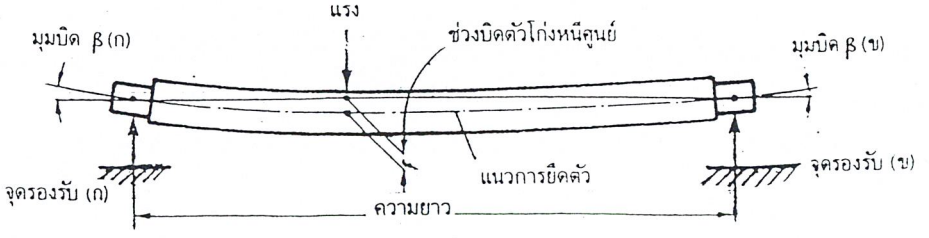
ภาพที่ 44

แสดงการเกิด BENDING MOMENT สองด้าน



ภาพที่ 45

แสดงถึงการตกท้องช้างของคานหรือเพลาที่จุดรองรับอยู่ห่างเกินไป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.5.1. **การรับแรงของเพลาขณะทำงาน**

เพลาที่มีขนาดความยาวและขนาดตามความโตของเส้นผ่านศูนย์กลางเล็ก โดยมีจุดรองรับที่ (ก) และ (ข) เมื่อมีแรงกดลงตรงกลางเพลามาก จะทำให้เพลาเกิดการบิดงอตกท้องช้างหนีศูนย์ โดยช่วงแนวตกท้องช้างจะทำมุมกับจุดรองรับ (ก) และจุดรองรับ (ข) ค่ามุมจะเท่ากันในกรณีแรงตกลงตรงกลางความยาวของเพลา 56 ในการเลือกใช้เพลาจะต้องพิจารณาถึงความเหมาะสมระหว่างขนาดความโตของเพลา ร่วมกับระยะห่างของจุดรองรับ และแรงที่กดบนเพลา ในทำนองเดียวกัน เพลาที่ใช้งานไปนานๆ จะต้องคอยตรวจสอบความเที่ยงตรงของเพลา ให้อยู่ในสภาพดีพร้อมที่จะใช้งานอยู่เสมอ ลำตัวของเพลาจะเป็นขั้นตอนสำหรับประกอบร่วมกับอุปกรณ์ชิ้นอื่นๆ เช่น ชุดเฟืองขับต่างๆ จะรองรับใช้แบริ่งยึดติดกับตัวโครงของเครื่องเป็นส่วนใหญ่ บ่ารองรับ ณ จุดต่างๆ บนตัวเพลาต้องคำนึงถึงการใช้งาน ที่ต้องรับแรงในทิศทางต่างๆ ส่วนใหญ่จะเป็นการรับแรงตามแนวขนาน และแรงหมุนบิดรอบตัวเพลาเอง ในการออกแบบเลือกใช้ขนาดเพลาจะต้องคำนึงการรับแรงเหล่านี้ เพื่อจะได้นำเพลามาใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.5.5.2. **วัสดุที่ใช้ทำเพลา** โดยทั่วไปเพลางานจะทำมาจากเหล็กเหนียว (MILD STEEL) นอกจากพวกที่ต้องการรับแรงสูงๆ เป็นกรณีพิเศษ จึงจะทำจากโลหะผสม (ALLOY STEEL) ซึ่งมีส่วนผสมของนิเกิล – โครเมียม หรือพวกโครเมียม – วาเนเดียม ฯลฯ แต่ก็มีงานบางประเภทมาทำมาจากเหล็กหล่อเหนียว ซึ่งเป็นเพลาขนาดใหญ่ต้องการรับน้ำหนักมากๆ ใช้งานรอบต่ำ

2.5.5.3. **รูปร่างลักษณะของเพลา** ตามปกติแล้งเพลาต่างๆ ที่นำมาใช้งานลักษณะเป็นทรงกระบอกยาวตลอดนั้นมีจำนวนน้อย ส่วนใหญ่จะมีรูปร่างเป็นขั้นตอนในแต่ละส่วนเพื่อเหตุผลในการจัดยึดและการรองรับ ใช้เป็นทางเลื่อนร่วมกับการหมุนขับ เช่น พวกสปาย (SPLINE) หรือร่องลิ่ม (KEY WAY) หรือเป็นลักษณะของเพลาส่งกำลังกึ่งอัตโนมัติ เช่น พวกเพลาข้อเหวี่ยง หรือเพื่อลดขนาดและน้ำหนัก เพื่อให้เกิดความสะดวก สวยงาม ง่ายต่อการประกอบและถอดออก

การแบ่งประเภทของเพลา จะแบ่งไปตามลักษณะการใช้งาน เช่น

(1) เพลาส่งกำลัง (PLAIN TRANSMISSION SHAFT) ใช้กับงานเบา ๆ

(2) เพลาเป็นขั้น (STEPPED SHAFT) เป็นเพลาขึ้นสู่บ่าเป็นขั้นๆ ใช้กับงานเบา

(3) เพลาใช้ในงานเครื่องจักรกล (MACHINE TOOL SPINDLE) ใช้งานในเครื่องจักรกลต่างๆ เช่น เพลาเครื่องกลึง

(4) เพลาที่ใช้งานเกี่ยวกับความร้อน (STEAM TURBINE SHAFT) ใช้กับพวกงานหม้อต้มต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

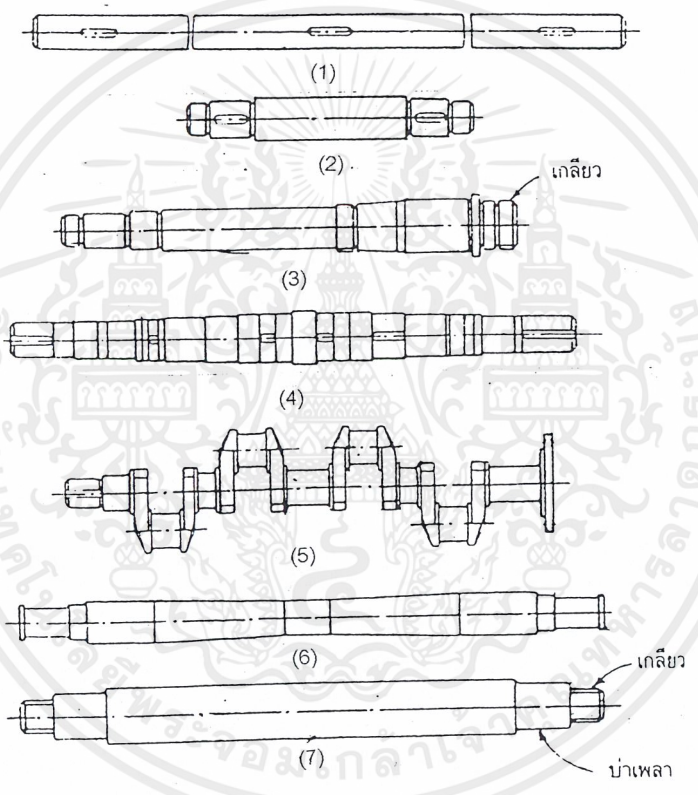
(5) เพลาส่งกำลังแบบข้อเหวี่ยง (CRANK SHAFT) ใช้ส่งกำลังในรถยนต์

(6) เพลาหมุนส่งกำลัง (ROTATING RAILWAY CAR AXILE) ใช้ส่งกำลังที่เพลาล้อรถยนต์ เพลาล้อรถไป ฯลฯ

(7) เพลางานหนัก (NONROTATING TRUCK AXILE) เป็นเพลาขนาดโต ใช้งานกับความเร็วรอบต่ำ

ภาพที่ 46

รูปร่างลักษณะเพลาแบบต่างๆ 7 ประเภท

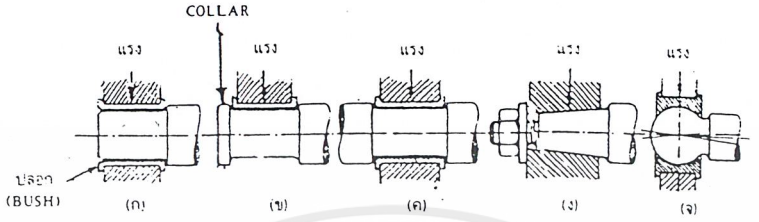


2.6.1.4 ลักษณะของบ่าเพลา (JOURNAL) และการรับแรง ลักษณะของน่าเพลา หมายถึง ส่วนของเพลาที่ถูกรองรับด้วยแบริ่ง (BEARING) หรือปลอก (BUSH) ขึ้นอยู่กับขนาดของแรงและทิศทางที่แรงกระทำ เพลาจะต้องรับแรงไว้และส่งกำลังต่อไปยังชิ้นส่วนอื่นๆ ของเครื่องจักรกล การจับยึดเพลาจะมีพิกัดความเผื่อ (CLEARANCE) ให้มีการปรับตัวได้ในระยะช่วง หรือปรับไม่ได้ซึ่งจะขึ้นอยู่กับวิธีการออกแบบใช้งาน ตัวอย่างของบ่าเพลาที่มีใช้งานกันอยู่ทั่วไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 47

แสดงถึงบ่าเพลา (JOURNAL) เป็นจุดรองรับแรง



(1) แบบทรงกระบอก (2) แบบทรงกระบอกมี COLLAR (3) แบบทรงกระบอกมีบ่า 2 ข้าง
(4) แบบทรงเรียวร่วมกับสกรู (5) แบบทรงกลม

2.5.5.5 การยึดเพลา

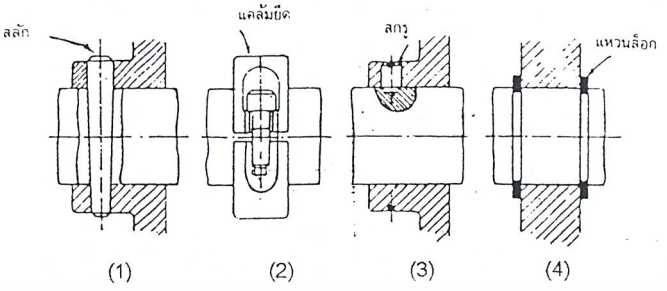
ในการออกแบบเลือกใช้เพลาสิ่งที่ต้องคำนึงถึง คือ การวางตำแหน่งของเพลาบนจุดรองรับ ด้วยวิธีการต่างๆ ของการเคลื่อนที่ ซึ่งแรงนั้นมีอิทธิพลต่อขนาดของเพลา และการจัดยึดหรือการประคองเพลาให้อยู่ในตำแหน่งต่างๆ ของการทำงาน ดังในภาพ

(1) เป็นการจับยึดเพลาในลักษณะของการประคอง
(2) เป็นการจับยึดเพลาในลักษณะของการประคองร่วมกับบ่ายัน
(3) เป็นการจับยึดเพลาโดยการใช้เกลียว (ROUND NUT) ยึดอยู่กับที่
(4) ใช้สลักเกลียว (TAPER PIN) ร้อยยึดเพลาอยู่กับที่
(5) ใช้แคล้มยึด (CLAMP JOINT) ร่วมกับสกรูยึดเพลาแน่นอยู่กับที่
(6) ใช้สกรูหัวฝัง (SET SCREW) ยึดผ่านโครงเครื่องใช้เพลาอยู่กับที่
(7) ใช้พวกแหวนล็อก (SNAP LOCATING RING) ซึ่งเป็นสปริงล็อกเพลา 2 ด้านให้อยู่กับที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

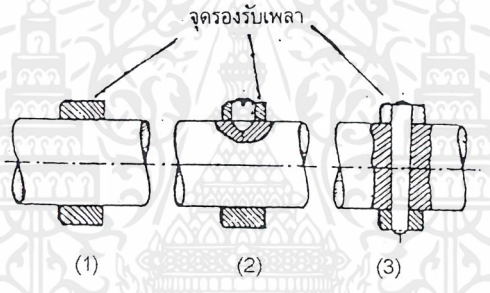
ภาพที่ 48

แสดงการยึดบ่าเพลาด้วยวิธีการต่างๆ



ภาพที่ 49

แสดงลักษณะของเพลาลอยที่วางอยู่บนจุดรองรับแบบต่างๆ



(1) เพลลอยอยู่ในจุดรองรับอย่างอิสระ

(2) เพลาลอยอยู่ในจุดรองรับโดยมีสกรูยึดอยู่กับที่

(3) เพลาลอยอยู่ในจุดรองรับแบบใช้สลักเกลียว (TAPER PIN) ร้อยยึดอยู่กับที่

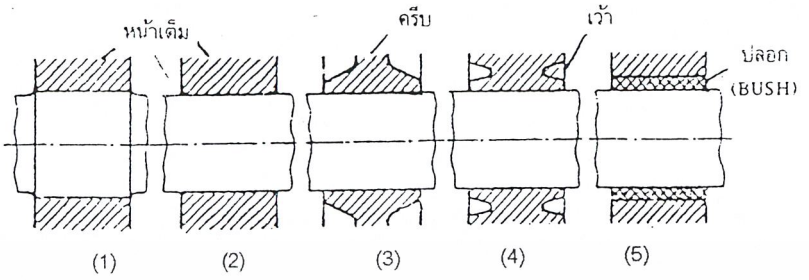
2.5.5.6. ลักษณะของดุมเพลา (HUB) ที่รองรับบ่าเพลา (JOURNAL)

การรองรับเพลานี้จะขึ้นอยู่กับการส่งกำลังที่จะกระทำต่อเพลา ลักษณะของดุมเพลาในภาพที่ (ก) และ (ข) นั้นจะเป็นการรองรับของดุมเพลาแบบเต็มหน้า ส่วนใหญ่จะใช้งานเบาๆ เพราะมีช่วงเสียดสีเต็มหน้าระหว่างผิวหน้าของเพลากับดุม ส่วนใหญ่อาจจะทำครีบลดน้ำหนักลงดังภาพที่ (ค) หรือภาพที่ (ง) หรืออาจจะใช้วัสดุอื่นๆ นำมาทำเป็นปลอกรองรับ (BUSH(เพื่อลดการเสียดสีและเกิดการลื่นตัวตามภาพที่ (จ) จากคุณสมบัติของวัสดุที่นำมาทำปลอก (BUSH) นั้นสามารถถอดเปลี่ยนซ่อมแซมใช้งานได้ง่าย ตลอดจนมีการยืดหยุ่นตัวได้สูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 50

แสดงถึงลักษณะของดุมเพลา (HUB) ที่ใช้รองรับเพลาในแบบต่างๆ



2.5.5.7 ลักษณะของบ่าเพลาที่ใช้งาน

ตามภาพที่ 50 เป็นลักษณะของการลดบ่าเพลาในแบบต่างๆ ของการใช้งาน ซึ่งผู้ออกแบบ (DESIGNER) ควรจะพิจารณาถึงความแข็งแรงของเพลา ความสะดวกในการใช้งาน จุดอ่อนต่างๆของการลดขนาด จะเป็นตัวทำให้เกิดรอยร้าวบนเนื้อเพลาขณะทำงาน สิ่งที่ควรพิจารณาได้แก่

(1) ตกร่องระหว่างช่วงบ่าเพลาลดขนาดเพื่อใช้ในการเจียระไนเพลาได้ แต่อาจเกิดการร้าวง่าย

(2) ทำผิวโค้งระหว่างเพลาลดขนาด จะทำให้เพลาแข็งแรงขึ้น

(3) ทำผิวโค้งสำหรับแหวนที่ประกอบใช้งานร่วมกับเพลา

(4) ตกร่องโค้งระหว่างบ่าเพลาลดขนาดลง เพื่อประกอบชิ้นส่วนอื่นเข้าร่วมกันได้แนบสนิท

(5) ทำบ่าเรียวเพื่อลดขนาดให้ต่างระดับกัน

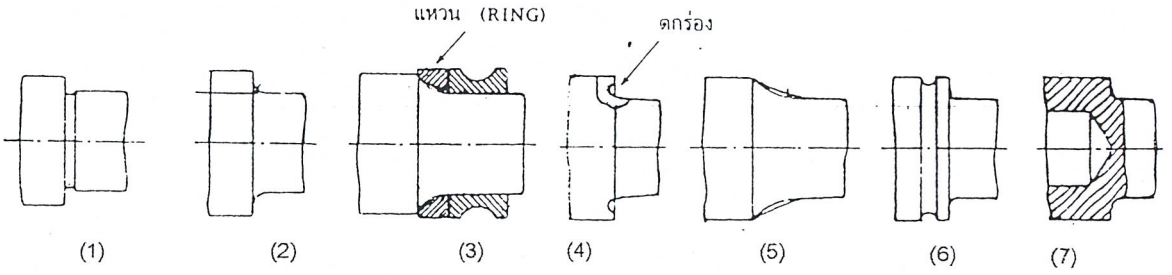
(6) ขึ้นรูปร่องโค้งใกล้กับบ่าเพลาที่ลดขนาดลง สำหรับใส่แหวนสปริงกันหลุด

(7) เจาะรูภายในเพลาขนาดใหญ่ใกล้กับช่วงบ่าเพลา เป็นการลดน้ำหนักลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 51

แสดงถึงลักษณะของบ่าเพลาที่ใช้งาน



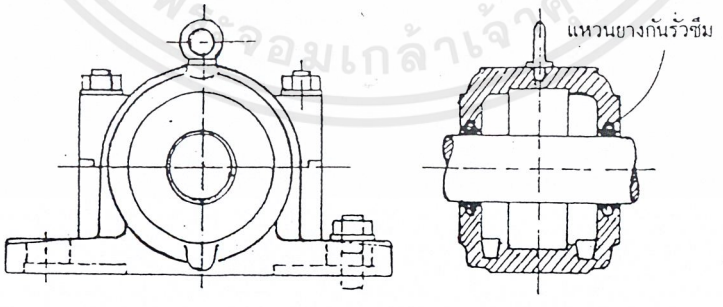
2.5.5.8. **ช่วงบ่าเพลาที่อยู่ภายใน**

การทำงานของเพลาที่มีส่วนหนึ่งส่วนใดของเพลาถูกใช้งานอยู่ภายในที่มีฝาครอบอย่างมิดชิด โดยที่ภาพในน้ำมันหรือจาระบีอัดอยู่ ขณะใช้งานจะต้องคำนึงถึงการรั่วซึมของน้ำมันและจาระบีที่หลอมเหลวจะไหลซึมออกมาตามผิวรอบๆ ของเพลา ซึ่งจะเป็นแหวนยางกันรั่ว บางชนิดอาจทำมาจากสักหลาดอัดแน่นระหว่างตัวโครงกับเพลา

ในปัจจุบันมีน้ำยาเคมีทาฉาบไว้ ระหว่างฝาครอบให้สนิทเป็นเนื้อเดียวกัน ในลักษณะของการใช้ซีเมนต์กันการรั่วซึมแต่เมื่อไม่ได้ใช้งานจะแกะออกได้โดยเสียหาย เมื่อประกอบเข้าไปใหม่ก็ทำได้ ใช้ได้เฉพาะชิ้นส่วนที่อยู่กับที่ ถ้าเป็นชนิดเคลื่อนที่ต้องเลือกใช้วัสดุอื่นๆ เข้ามาช่วย โดยทำแหวนสวมเข้าเพลาป้องกันการรั่วซึมของน้ำมันและจาระบี ในขณะที่เพลายังคงหมุนเคลื่อนที่อยู่

ภาพที่ 52

แสดงการทำงานของเพลาที่ช่วงหนึ่งอยู่ภายในมีฝาปิดครอบอย่างมิดชิด

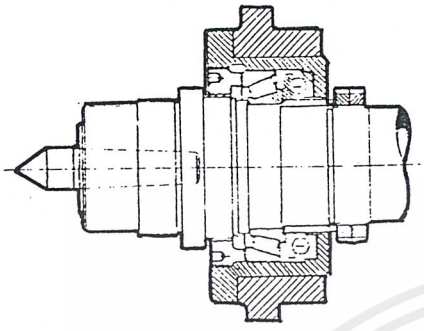


2.6.2 แบริ่ง (BEARING)

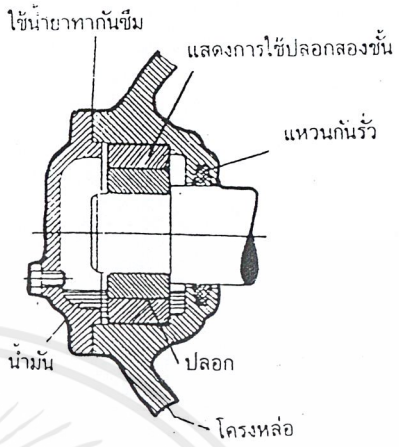
แบริ่ง (BEARING) เป็นอุปกรณ์ชิ้นส่วนเครื่องจักรที่ช่วยให้การทำงานของเพลาและรูคว้านมีคงามคล่องตัว ลดการเสียดทานได้เป็นอย่างดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 53
แสดถึงการทำงานของแบริ่งแบบต่างๆ



ภาพที่ 54
แสดงถึงการทำงานของแบริ่งปลอกแบบสองชั้น



ความร้อนที่เกิดจากการเสียดสีระหว่างคว้านเพลา ตลอดจนการสึกหรอของผิวสัมผัสจะลดลง เสียงดังจะไม่เกิดขึ้น การรับแรงจะรับได้หลายทิศทาง ทั้งแนวนอน แนวดิ่ง แนวเอียงมุม ดังนั้น การจะพิจารณาเลือกใช้แบริ่งชนิดใดจะต้องศึกษาถึงคุณสมบัติการทำงานและรูปร่างของมันเสียก่อน เพื่อจะได้ตัดสินใจให้ได้ถูกต้องและเหมาะสมกับชนิดของเพลาและลักษณะของงาน ตลอดจนการควบคุมตรวจสอบการใช้งานของแบริ่งว่าอยู่ในสภาพดี พร้อมหรือเปล่า สมควรจะเปลี่ยนแปลงแก้ไขหรือไม่ หรือตรวจสอบสภาพของอายุการใช้งานเพื่อจะได้ทำการเปลี่ยนใหม่

ลูกปืนที่ใช้อยู่ในแบริ่งทั่ว ๆ ไป จะแบ่งกลุ่มใหญ่ออกมาได้ 5 กลุ่ม คือ

1. แบริ่งลูกปืนกลม (BALL BEARING)
2. แบริ่งลูกปืนทรงกระบอก (ROLLER BEARING)
3. แบริ่งลูกปืนทรงถัง (TONNE BEARING)
4. แบริ่งลูกปืนทรงเรียว (TAPER BEARING)
5. แบริ่งลูกปืนขึ้นรูปทรงอื่นๆ

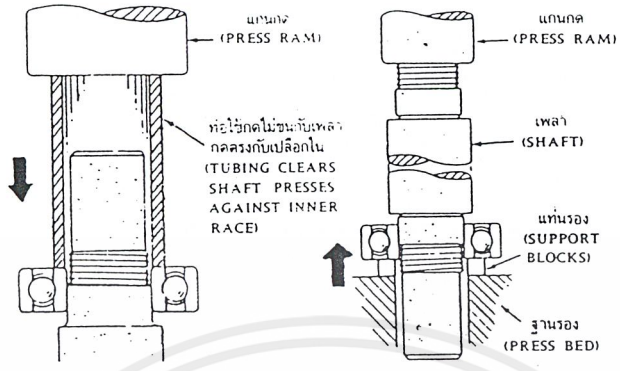
แบริ่งถูกออกแบบมา จะรับน้ำหนักหรือแรงได้แตกต่างกัน ซึ่งจะแบ่งออกเป็นแถน.น้อย (LIGHT) แรงปานกลาง (MEDIUM) และแรงมาก (HEAVY) นอกจากแรงแล้วยังทนหรือรับความร้อนได้ตลอดจนความเร็วรอบที่สามารถหมุนได้สูงสุด ซึ่งขึ้นอยู่กับขนาดและความโตของตัวแบริ่งเอง

การประกอบแบริ่งเข้ากับเพลา มีวิธีการประกอบได้หลายวิธี ส่วนใหญ่แล้วในการทำงาน ผู้ประกอบบางท่านจะนำวิธีการที่ไม่เหมาะสมมาใช้ ทำให้อายุการใช้งานของแบริ่งสั้นลง ตามภาพข้างล่างนี้จะแสดงถึงวิธีการประกอบแบริ่งที่ถูกวิธีซึ่งมีอยู่หลายรูปแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 55

แสดงวิธีการกดและดันเปลือกใน (INNER RACE) ของแบริ่งประกอบเข้ากับเพลา (SHAFT) ที่ถูกวิธี



ตามภาพที่ 55 แสดงการกดและดันเปลือกใน (INNER RACE) ของแบริ่งเข้ากับเพลางานอย่างถูกวิธีที่จะช่วยให้การประกอบนั้นสมบูรณ์ และตัวแบริ่งเองไม่เสียหาย แต่ในการทำงานแบบนี้ก็ทำได้อยู่ในขอบเขตขนาดของเพลา และอุปกรณ์ที่ใช้ดังนั้นสามารถที่จะทำได้

2.5.6.1. **แบริ่งปลอก** (SLIDING BEARING)

การหมุนของเพลาจะเกิดแรงกระทำกับเพลา แบ่งแรงกระทำนี้ออกเป็นแรงในแนวดิ่ง แรงในแนวนอน แรงในแนวเอียงและแรงหมุนบิด ซึ่งจะทำให้เกิดความเสียดทานขึ้นตรงบริเวณบ่าเพลา (JOURNAL) บริเวณนี้เป็นจุดที่ต้องการให้เพลาหมุนได้อย่างอิสระ และมีแรงเสียดทานน้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้ โดยการใช้โลหะต่างชนิดกันกับตัวเพลามารองรับ โลหะดังกล่าวนี้จะมีคุณสมบัติเฉพาะตัวของมันเองโดยเฉพาะความลื่นตัวสูง เช่น พวกทองเหลือง ทองแดง บรอนซ์ เป็นต้น โลหะดังกล่าวนี้จะอยู่ในรูปของปลอก (BUSH) แต่จะแตกต่างกับปลอกทั่วๆไป ปลอกนี้จะรองรับการหมุนที่มีความเร็วรอบสูงได้เรียกว่า "แบริ่งปลอก" ตัวแบริ่งปลอกนี้จะรองรับเพลาในช่วงบ่าเพลา (JOURNAL) ขณะที่เพลาหมุนจะเกิดเสียดทาน การลดลงแรงเสียดทานนี้นอกจากจะเลือกใช้ตามคุณสมบัติของวัสดุงานแล้ว ยังใช้น้ำมันหล่อลื่นอีกด้วย ทำให้ได้ประโยชน์ทางด้านช่วยระบายความร้อนให้ลดลง

2.5.6.2. **วัสดุที่ใช้ทำแบริ่งปลอก**

จะต้องมีคุณสมบัติในด้านความแข็งแรงที่จะรับแรง (น้ำหนัก) และความดันที่เกิดขึ้นได้ มีความอ่อนตัวย่อมให้สิ่งที่แข็งกว่าฝังตัวเองเข้าไปในเนื้อวัสดุได้จึงนิยมใช้พวกทองแดง อะลูมิเนียม ทองเหลือง ฯลฯ ทำแบริ่งปลอก เพราะไม่ต้องการให้เศษที่แข็งกว่าเข้าไปทำอันตรายให้กับผิวของบ่าเพลา (JOURNAL) เมื่อเศษสิ่งต่างๆ ปนรวมกับน้ำมันเป็นตัวนำความร้อนที่ดี ขยายตัวได้ดีเมื่อได้รับ

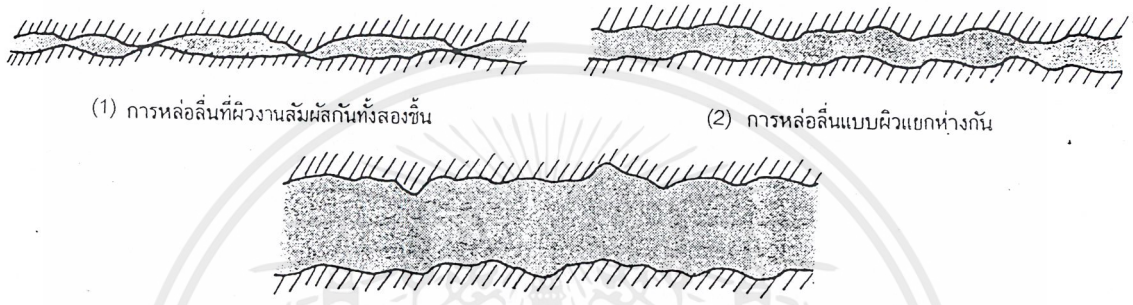
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความร้อน เนื่องจากขณะใช้งานจะมีแรงเสียดสีระหว่างตัวเกรนของน้ำมันและผิวงาน ผิวของแบริ่งปลอกนี้จะต้องให้น้ำมันเกาะผิวได้ดี ในขระเดียวกันจะต้องเกาะติดกับโครงได้ดีเช่นเดียวกัน

จากคุณสมบัติที่กล่าวมานี้ ในทางปฏิบัติจะหาวัสดุที่คุณสมบัติครบถ้วนนั้นไม่มี ผู้ออกแบบจะต้องเลือกวัสดุงานที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงที่สุดมาใช้งาน

ภาพที่ 56

แสดงการหล่อลื่นระหว่างผิวงานเรียบที่มีการเคลื่อนไหว



(1) การหล่อลื่นที่ผิวงานสัมผัสกันทั้งสองชั้น

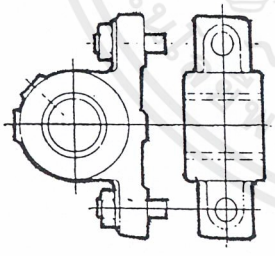
(2) การหล่อลื่นแบบผิวแยกห่างกัน

(3) การหล่อลื่นแบบผิวแยกห่างกันในลักษณะของ HYDRODYNAMEIC PRESSURE

ภาพที่ 57

โครงของแบริ่งปลอกในแนวนอน

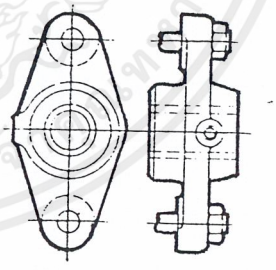
(EYE BEARING)



ภาพที่ 58

โครงของแบริ่งปลอกในแนวตั้ง

(FLANGE BEARING)



2.5.6.3 โครงของแบริ่งปลอก

ตามปกติทั่วๆ ไปโครงส่วนใหญ่จะทำมาจากเหล็กหล่อขึ้นรูป แต่ก็มีอีกหลายวิธีที่ทำจากกรรมวิธีอื่นๆ เช่น การเชื่อม การตัดเฉือน (Machine) ขึ้นรูปการตี ปั๊มอัดขึ้นรูป ฯลฯ

วัสดุแบริ่งที่ทำส่วนใหญ่จะทำอยู่ในรูปของปลอก (BUSH) สวมเข้ากับโครงอีกทีหนึ่ง การสวมนี้จะแบ่งออกเป็นการสวมอัด สวมคลอน สวมพอดี ซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งานนั้นๆ นอก

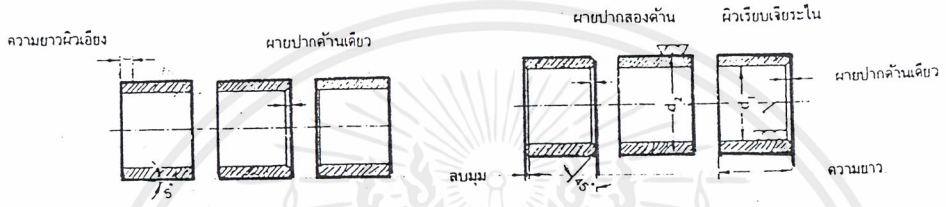
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากนั้น ยังใช้พวกสกรู ลิ่ม เข้ามาช่วยในการจับยึดอีกด้วย เพราะงานส่วนใหญ่ตัวแบริ่งปลอกนี้จะถูกยึดอยู่กับที่มากกว่าเคลื่อนที่หมุน ซึ่งจะมีงานบางประเภทเท่านั้นที่แบริ่งหลอกหมุนเคลื่อนที่

ตัวโครงสร้างของแบริ่งนี้ ภาษาที่ใช้กันในวงการช่างเทคนิคทั่วๆ ไป จะเรียกว่า ตุ๊ก-ตา ลักษณะของโครงสร้างอาจจะเป็นชิ้นเดียว หรือมากกว่าสองชิ้นขึ้นไปก็ได้ โดยคำนึงถึงการใช้วาน การออกแบบ การประกอบให้สะดวกและง่าย มีประสิทธิภาพในการทำงานสูงเป็นหลัก

ภาพที่ 59

แสดงถึงลักษณะและรูปร่างของปลอก (BUSH) เพลา



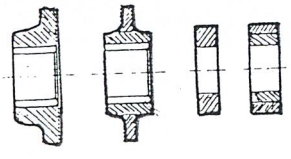
2.5.6.4 ปลอก (BUSH)

ปลอก (BUSH) เป็นตัวรองรับเพลาเพื่อให้เกิดการหมุนของเพลาเฉพาะจุดรองรับเท่านั้นดังนั้น การเสียดสี การรับน้ำหนักและความคล่องตัวในการทำงานเกิดขึ้นเฉพาะจุดนี้เท่านั้น เมื่อใช้งานไปนานๆ จะเกิดการสึกหรออันเนื่องมาจากกาเสียดสี สามารถที่จะเปลี่ยนปลอกเพลานี้ขึ้นมาใหม่ วัสดุที่ให้คุณสมบัติที่ดีต่อการใช้งานในลักษณะนี้ได้ดี และการผลิตจะทำได้ง่าย เนื่องจากมีขนาดเล็กสั้นตลอดจนการเจียระไนผิวเรียบจะทำได้โดยง่าย ทั้งผิวภายนอกและภายใน

ลักษณะและรูปร่างของปลอก (BUSH) ส่วนใหญ่จะมีรูปร่างตามที่ จะมีความแตกต่างกันออกไปเฉพาะจุดของการใช้งาน เช่น ความละเอียดของผิว ซึ่งจะขึ้นอยู่กับประเภทของงานจะนำไปใช้ การททำผิวภายนอกเอียง เพื่อเกิดความสะดวกในการสวมใส่ เมื่อประกอบเข้ากับชิ้นส่วนอื่น

ภาพที่ 60

แสดงการทำงานของปลอก (BUSH)



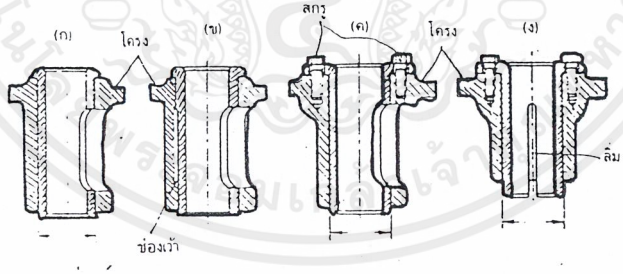
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะการใช้งานปลอก ส่วนใหญ่จะใช้สวมอัดเข้าไปกับตัวโครง ดังในภาพที่ (ก) และ (ข) ซึ่งจะใช้ร่วมกับโครงในลักษณะของโครงหล่อหรือโครงเชื่อม บางประเภทจะเป็นลักษณะเป็นลักษณะของปลอกแบบชิ้นเดียว ดังในภาพที่ (ค) บางประเภทจะเป็นปลอกแบบสองชิ้น ดังในภาพที่ (ง) ส่วนการใช้งานของปลอกแบบสองชิ้นดังในภาพที่ (ง) ปลอกชิ้นหนึ่งจะติดกับโครงสร้างและอีกชิ้นหนึ่งจะอัดติดกับเพลา ปลอกที่ติดอยู่กับโครงจะนิ่งกับที่ ไม่หมุนตามเพลา ส่วนปลอกที่อัดอยู่กับตัวเพลานั้น จะเป็นการทำงานได้ทั้งสองลักษณะ แบบหมุนไปพร้อมกับตัวเพลานั้น จะเป็นการทำงานได้สองลักษณะ แบบหมุนไปพร้อมกับตัวเพลาหรืออัดแน่นอยู่กับปลอกที่ติดอยู่กับโครงเครื่องก็ได้ ขึ้นอยู่กับการออกแบบใช้งานของผู้ออกแบบ

ในกรณีที่ปลอก จำเป็นต้องแช่อยู่ในน้ำมันตลอดเวลาของการทำงานนั้น คุณสมบัติของวัสดุที่นำมาทำปลอกจะต้อง พิจารณาด้วยว่าวัสดุนั้นจะมีปฏิกิริยากับชนิดของน้ำมันที่ใช้ มากน้อยเพียงใด ตลอดจนการประกอบใช้งานของเครื่องจะต้องคำนึงถึงการรั่วไหลหรือซึมของน้ำมัน เช่น การใช้แหวนกันซึม หรือใช้น้ำยาเชื่อมประสานผิวโลหะกันซึม และลักษณะของการทำงานนี้ จะมีความต้องการใช้ระบบหล่อลื่นมากน้อยเพียงใด ตลอดจนการรับน้ำหนักและแรงดันหรือแรงหมุนบิดของเพลาขณะทำงาน

ภาพที่ 61

แสดงการสวมอัดของปลอก (PRESS-FITTED A BUSH)



การประกอบปลอก ส่วนใหญ่จะใช้การประกอบในลักษณะของการสวมอัด เพื่อให้ปลอกนั้นอัดแน่นอยู่กับโครง แล้วจึงประกอบเพลาเข้าไป การหมุนจะเกิดขึ้นเฉพาะตัวเพลาเท่านั้น หรือเป็นตัวสวมใช้กับงานประกอบแบบต่างๆ ลักษณะการยึดปลอกอยู่อยู่กับที่ทำได้หลายวิธี ดังในภาพที่ (ก) เป็นการสวมปลอกแบบสวมอัดเท่านั้น ผิวปลอกกับรูของชิ้นงานจะอัดแน่นกันตลอดความยาวของปลอก ภาพที่ (ข) จะเป็นการสวมอัดแบบเว้าพื้นที่ เพื่อลดการเสียดสีและการอัดแน่นตลอดผิวของปลอก ภาพที่ (ค) แสดงการสวมอัดแล้วใช้สกรูเข้ามายึดให้ปลอกอัดแน่นอยู่กับโครงโดยไม่มีการขยับตัวเมื่อใช้งาน ภาพที่ (ง) นอกจากจะมีสกรูยึดให้นิ่งอยู่กันที่แล้ว ยังมีร่องลิ่มเพื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประกอบลิ่มเขาไปใช้งานร่วมกับเพลาที่จะนำมาสวมกับปลอกนี้ ลักษณะของการทำงานในการเคลื่อนไหวอาจจะเคลื่อนไหวทั้งชุด คือ ตัวเพลา ปลอก และโครงสร้างร่วมกันโดยอาศัยการหมุนของเพลา

2.5.7. บานพับ

ในการปิด-เปิดฝาของถังบดแบบเดิมนั้น ใช้วิธีการแยกฝาถังบดออกจากตัวถังบดโดยใช้วิธีขันนอตหัวหกเหลี่ยม ซึ่งมีข้อเสียคือ

1. ต้องใช้เครื่องมือช่วยในการเปิด-ปิด
2. มีอายุการใช้งานสั้น เนื่องจากต้องใช้เครื่องมือในการเปิด-ปิดทุกครั้งที่ใช้งาน
3. อาจเกิดการสูญหายของนอตตัวเมียได้

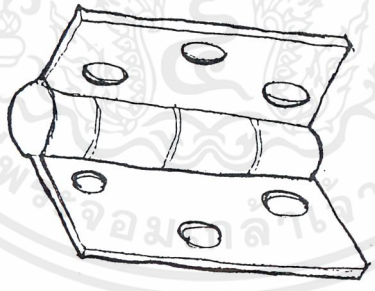
ในการวิจัยครั้งนี้จึงได้เลือกบานพับมาใช้เป็นส่วนหนึ่งของระบบในการทำงานของตัวเครื่องบด ซึ่งมีให้เลือกหลายชนิดตามลักษณะการใช้งาน ในที่นี้ได้เลือกมาศึกษา 3 ชนิด ดังนี้

(1) บานพับธรรมดา (BUTT)

ใช้กับงานเปิดทั่วไป เช่น บานตู้ บานประตู หน้าต่าง เป็นอุปกรณ์ที่ใช้นิยมใช้กันทั่วไป มีขนาดและรูปแบบต่างๆกันหลากหลายชนิด

ภาพที่ 62

แสดงบานพับแบบธรรมดา (BUTT)



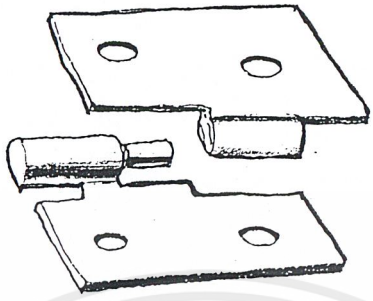
(2) บานพับแบบ KNUCKLE

KNUCKLE เป็นบานพับชนิดถอดได้ ใช้กับบานมุ้งลวดหรือบานตู้ขนาดเล็กในงานเฟอร์นิเจอร์ หรืองานประเภทถอดประกอบได้ ง่ายในการติด มีคุณสมบัติต่างกันตามลักษณะการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 63

แสดงบานพับแบบ KNUCKLE

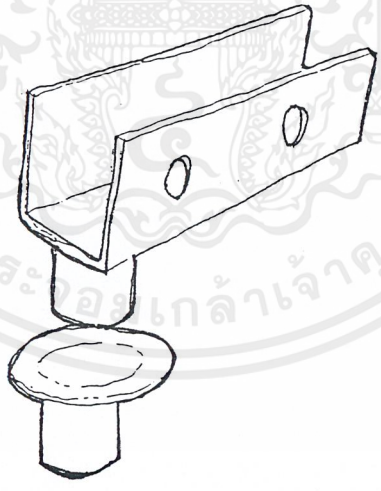


(3) บานพับแบบ PIVOT

PIVOT เป็นตัวเปิดแบบหมุนส่วนมากพบในงานกระจก ติดบานตู้ขนาดเล็กทำให้เกิดความสวย มี 2 ตัว สวมกันดังภาพด้านบน

ภาพที่ 64

แสดงบานพับ PIVOT



สรุปแบบบานพับ

รูปแบบของบานพับในปัจจุบันมีอยู่หลากหลายชนิด แต่ที่นำมาเลือกใช้มีดังนี้

1. บานพับแบบ BUTT นิยมใช้กับงานทั่วไป เช่น บานตู้ , บานประตู , หน้าต่าง
2. บานพับแบบ KNUCKLE เป็นบานพับชนิดที่สามารถถอดประกอบได้
3. บานพับแบบ PIVOT นิยมใช้กับงานกระจกเป็นส่วนใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

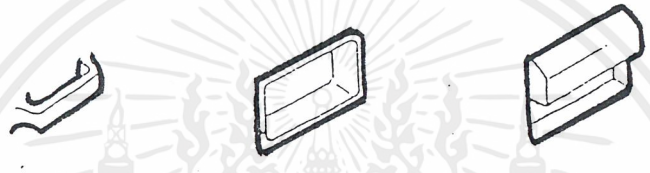
2.5.8. **ลักษณะของมือจับ**

ลักษณะของมือจับมีอยู่ด้วยกัน 2 แบบ คือ

2.5.8.1. **มือจับในตัว** คือส่วนที่เป็นมือจับจะติดอยู่กับส่วนของภาชนะ หรือเป็นส่วนหนึ่งของภาชนะ โดยจะทำขึ้นพร้อมกับการผลิตภาชนะทีเดียวเลย วัสดุที่ใช้จึงเป็นเนื้อเดียวกัน

ภาพที่ 65

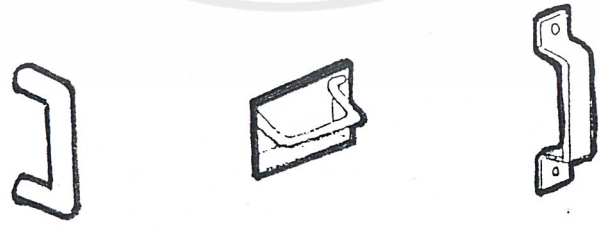
แสดงลักษณะมือจับแบบในตัว



2.5.8.2. **มือจับแบบประกอบ** จะต้องทำการผลิตส่วนมือจับมาต่างหาก แล้วจึงนำมาประกอบกับส่วนภาชนะที่หลัง ซึ่งบางชนิดสามารถพับเก็บได้ ช่วยลดความเกะกะเมื่อไม่ต้องการใช้งานลงได้ วัสดุที่ใช้มักจะเป็นคนละชนิดกับส่วนภาชนะ

ภาพที่ 66

แสดงลักษณะมือแบบประกอบ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.9. การป้องกันอันตรายจากเครื่องกล (Principles of machine Guarding)

การป้องกันอันตรายจากเครื่องกล หรือเรียกสั้นๆว่าการทำการ์ดเครื่องจักร หมายถึง การกระทำใดๆก็ตามที่ส่งผลให้เครื่องจักรกลมีลักษณะ หรือคุณสมบัติที่ปลอดภัยต่อการปฏิบัติที่งานอย่างปกติ โดยไม่มีผลต่อสมรรถนะของเครื่องจักรกลนั้น หรือต่อความชำนาญของคนงานที่ใช้เครื่องจักรกลนั้นทำงาน

การทำการ์ดเครื่องจักรมีหลายลักษณะขึ้นอยู่กับลักษณะของเครื่องจักรกล ซึ่งอาจจำแนกออกได้ ประเภทใหญ่ๆคือ

1. เครื่องต้นกำลัง (Prime mover machinery)
2. เครื่องส่งกำลัง (Transmission machinery)
3. เครื่องจักรทำการผลิต (Production machinery)

จากการประชุมสัมมนา 3 ฝ่าย ที่จัดโดยองค์การกรรมการโลก (I.L.O) ที่นครเจนิวา 1948 ได้ออกกฎที่บังคับที่ 82 ได้กล่าวการทำการ์ดเครื่องจักรกลดังต่อไปนี้ เครื่องป้องกันเครื่องจักรกลต้องออกแบบสร้าง และใช้งานเพื่อบรรลุเป้าหมายต่อไปนี้

1. ให้การป้องกันอันตรายตั้งแต่ต้นมือ หมายความว่าต้องมีระบบควบคุมให้เครื่องจักรหยุดทำงาน หรือไม่ทำงานหากว่า มีสิ่งแปลกปลอมไปอยู่ในบริเวณอันตรายของเครื่องจักรกลอันนั้น
2. ให้การป้องกันมิให้ส่วนของร่างกายเข้าใกล้อันตราย ในบางกรณีการควบคุม หรือตัดการส่งกำลังของเครื่องจักรในทันทีทันใด อาจกระทำได้หรืออาจก่อความเสียหายแก่ระบบเครื่องจักรโดยส่วนรวม และอาจต้องลงทุนมากในการติดตั้งระบบนิรภัยดังกล่าวสำหรับเครื่องจักรขนาดเล็ก
3. ให้ความสะดวกแก่ผู้ทำงานได้เช่นเดียวกันที่ไม่ใส่การ์ดป้องกัน การ์ดเครื่องจักรกลที่ดีไม่ควรรบกวนต่อการทำงานของคนงานไม่ว่าการมองจับชิ้นงาน การควบคุมการทำงาน และการวัดตรวจสอบขนาดงาน
4. การ์ดเครื่องจักรกลที่ดีควรไม่ขัดขวางต่อการผลิต การใช้แผ่นกั้นหรือการกดปุ่ม 2 มือในเครื่องปั้นขึ้นรูป และเครื่องตัดนั้นเป็นการให้ความปลอดภัยแก่คนงาน ซึ่งบางโอกาสอาจรู้สึกว่าทำงานได้ล่าช้าลงไป แต่เมื่อไม่อาจหาวิธีป้องกันอันตรายอื่นใดจะดีกว่านี้ได้ ก็จะต้องยอมรับในความล่าช้าที่เกิดขึ้นเนื่องจากการใช้การ์ดนั้น ทั้งนี้เพราะเหตุผลที่ว่า ระหว่างผลผลิตกับความปลอดภัย ความปลอดภัยมาก่อน (Safety First)
5. การ์ดเครื่องจักรกลควรมีระบบการใช้งานอัตโนมัติ หรือด้วยแรงงานน้อยที่สุดการ์ดเครื่องจักรตามเป้าหมายนี้มีลักษณะสำคัญคือ เมื่อเครื่องจักรเริ่มทำงาน แผ่นกั้นหรือฝาครอบจะปิดกั้นบริเวณอันตรายเอาไว้ทันที และหากเกิดอันตรายการและสัมผัสหรือมนุษย์ใช้แผ่นกั้น จะทำให้เครื่องหยุดการทำงานทันที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

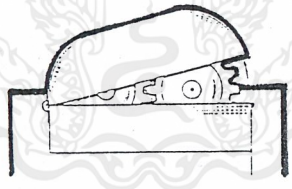
6. การ์ดเครื่องจักรกลควรเหมาะสมกับงาน และเครื่องจักรกลอื่นๆ มีบ่อยครั้งที่เครื่องจักรได้รับการออกแบบให้มีฝาครอบ หรือแผ่นอันตรายสมบูรณ์แบบแต่ทว่าขัดขวางต่อการทำงานของเครื่อง ผลที่สุดคนงานก็ถอดฝาครอบนั้นออก ก่อให้เกิดอันตรายอย่างมาก

7. การ์ดเครื่องจักรกลที่ดีควรมีลักษณะติดมากับเครื่อง (Built-in feature) เป็นชิ้นส่วนอันหนึ่งของเครื่องมือมิใช่เป็นแบบแผ่น หรือฝาปิดที่ประกอบขึ้นที่หลัง เพราะลักษณะรูปร่างที่ออกแบบสร้างมาตั้งแต่แรก มีความปลอดภัยอยู่ในตัวเองแล้ว

8. การ์ดเครื่องจักรกลที่ดี ควรเอื้ออำนวยต่อการเติมน้ำมันการตรวจสอบ หรือการซ่อมฝาครอบเครื่องจักรกลที่ปิดครอบชุดเฟืองหรือสายพาน โซ่ เฟืองโซ่ หรือกระปุกเกียร์ทดต่างๆ ควรทำให้เปิดเพื่อซ่อมบำรุงได้ และควรมีบานพับติดเอาไว้ เพราะคนงานที่ถอดฝาออกไปแล้วอาจจะละเลยไม่ประกอบฝากลับไปที่เดิม ทำให้เกิดอันตรายได้ในภายหลัง ฝาครอบที่สะดวกอีกแบบหนึ่งคือชนิดทำท่อหยดน้ำมันเอาไว้เลย จึงไม่ต้องถอดฝาครอบออกเมื่อหยอดน้ำมัน จะถอดเฉพาะคราวซ่อมแซมเท่านั้น

ภาพที่ 67

แสดงฝาครอบเครื่องจักรที่สามารถเปิดซ่อมบำรุงได้



9. การ์ดเครื่องจักรกลที่ดี ควรทนต่อการใช้งานปกติได้ดี และมีการบำรุงรักษาน้อยที่สุด เพราะฝาครอบต่างๆต้องอยู่ชั้นนอกสุดของเครื่องจักร ดังนั้นฝาครอบหรือการ์ดที่จะต้องทำจากวัสดุที่มีความแข็งแรงเพียงพอ แต่ต้องยึดกับเครื่องจักรอย่างมั่นคงเพียงพออีกด้วย จึงจะทำให้การป้องกันอันตรายได้ผล

10. การ์ดเครื่องจักรกลที่ดี ต้องสามารถป้องกันอันตรายได้ทุกสภาพทำงานทั้งที่มองเห็นและในภาวะใดๆที่อาจจะเกิดขึ้นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 6

2.6 มาตราฐานเกี่ยวกับสัดส่วนของมนุษย์

การออกแบบเครื่องบดขี้เถ้าแกลบสำหรับสหกรณ์หมู่บ้าน เพื่อเกษตรกร จำเป็นต้องออกแบบตามสัดส่วนและพฤติกรรมเพื่อให้ตอบสนองการใช้งาน ดังนั้นจึงต้องศึกษาเกี่ยวกับขนาดความสูง การเอื้อมมือ การจับ ลักษณะการทำงาน มิติต่างๆโดยมีรายละเอียดดังนี้

ฝ่ายวิจัยการก่อสร้าง สถาบันวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทยได้ทำการสำรวจข้อมูลตัวเลขเพื่อหามาตราฐานสัมพันธ์ระหว่างอายุ ส่วนสูง น้ำหนัก โดยส่งแบบสอบถามที่เกี่ยวกับตัวเลขอายุ ส่วนสูงและน้ำหนักไปยังสถานศึกษาและหน่วยงานราชการบางหน่วยทั่วประเทศไทย ใน พ.ศ. 2525 จำนวนทั้งสิ้น 640 แห่ง ได้คำตอบกลับมา 358 แห่ง (ประมาณร้อยละ 60) เป็นจำนวนทั้งสิ้นประมาณ 100,000 ตัวอย่าง และด้วยความร่วมมือของการบริการคำนวณ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทยในการคำนวณค่าเฉลี่ยของตัวเลข ความสูงและน้ำหนักในระดับอายุต่างๆ

มาตราฐานสัมพันธ์ระหว่าง อายุ ความสูง ละน้ำหนัก

ข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามออกไปสำรวจทั่วประเทศได้ถูกนำมาหาค่าเฉลี่ยเพื่อให้ได้เกณฑ์มาตราฐานเบื้องต้นก่อนทำการศึกษาวิจัยต่อไป เกณฑ์มาตราฐานนี้เรียกว่า มาตราฐานสัมพันธ์ระหว่างอายุ ความสูง และน้ำหนัก โดยแยกตามเพศ คือ เพศหญิง เพศชายและชายหญิงรวมกันตามตารางตามลำดับ

2.6.1 มิติของส่วนต่างๆ ของร่างกายที่มีความสัมพันธ์ในการออกแบบ

ในการหามิติของสัดส่วนต่างๆ ของร่างกายที่มีความสัมพันธ์ในการออกแบบ เช่นความสูงยืน ความสูงระดับสายตา ความกว้างของช่วงไหล่ ฯลฯ ตามวิธีการบันทึกทาวสถิติ ควรจะได้ทำการสำรวจและบันทึกมิติโดยละเอียดด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่าง

ในทั่วพื้นที่ประเทศ จากตัวอย่างที่มาจากหลายอาชีพเพื่อให้ได้ข้อมูลตัวเลขที่มีความถูกต้องและมั่นใจได้ แต่ก่รสำรวจข้อมูลดังกล่าวจะต้องทำการสำรวจในพื้นที่กว้างและมีจำนวนตัวอย่างที่มากพอสมควร ซึ่งเป็นเรื่องที่ทำได้ยาก และสิ้นเปลืองเวลามาก

เป็นที่ยอมรับแล้วว่า มิติของส่วนต่างๆ ของร่างกายที่ได้ เมื่อนำมาเปรียบเทียบความสูง Standing Height จะได้อัตราส่วนที่คงตัวหรือใกล้เคียงกัน ในแต่ละตัวอย่างดังนั้น การทำการสำรวจวิจัยของการก่อสร้าง จึงมุ่งสำรวจเฉพาะตัวเลข ความสูงและน้ำหนักทุกระดับอายุและนำมาจัดทำเป็นมาตราฐานสัมพันธ์ เพื่อใช้เลือกตัวอย่างมาทำการวัดและบันทึกมิติของส่วนต่างๆ ของร่างกายที่พอจะให้ความถูกต้องและมั่นใจได้ มิติของส่วนต่างๆ ของร่างกายมีความสำคัญต่อการออกแบบ การนำไปใช้มิติวิกฤตและมิติปรับปรุง ได้แสดงไว้ในตาราง “การนำไปใช้” นั้นเป็นเพียงให้แนว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทางกว้างๆ เท่านั้น สถาปนิกและนักออกแบบ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในงานออกแบบ สามารถนำไปใช้ประยุกต์ใช้ในงานออกแบบได้อีกหลายกรณีตามความเหมาะสม

2.6.1.1 มิติวิกฤต

มิติของส่วนต่างๆ ของร่างกาย เช่นเดียวกับความสูงยืน คือค่าที่วัดได้จะมีค่าสูงสุด Max ค่าต่ำสุด Min และค่าเฉลี่ย Mean การที่จะกำหนดค่าใดเป็นมิติวิกฤตขึ้นอยู่กับการนำไปใช้ซึ่งแต่ละกรณีจะไม่เหมือนกัน ยกตัวอย่างเช่น การนำมิติหมายเลข1. ความสูงยืนไปใช้ในการกำหนดความสูง (ที่ต่ำที่สุด สำหรับช่องประตู ค่าที่นำไปกำหนดเป็นมิติวิกฤต เป็นค่าสูงสุด หรือการนำมิติหมายเลข (5) ความสูงที่เอื้อมมือขึ้นบน ไปใช้ในการกำหนดความสูงของชั้นวางของ Shelf ค่าที่ถูกกำหนดเป็นมิติวิกฤตที่เลือกจะต้องไปช่วยให้งานออกแบบนำไปใช้งานได้อย่างสะดวกสบายกับผู้ใช้ทุกขนาด หรือใช้ได้กว้างขวางที่สุด

2.6.1.2 มิติปรับปรุง

มิติที่แสดงไว้ในตารางที่ เป็นมิติที่วัดจากตัวอย่างที่ไม่สวมรองเท้า ความสูงยืนวัดแนบกับศีรษะตอนบนสุด ในขั้นการนำตัวเลขไปใช้งานจะต้องปรับปรุงมิติเพื่อให้ได้ค่าที่ความถูกต้องยิ่งขึ้นโดยเฉพาะอย่างยิ่งมิติในทางตั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5

แสดงตัวเลขอัตราส่วนระหว่างมิติของส่วนต่างๆ ของร่างกายต่อความสูงยืน

หมายเลข	มิติส่วนต่างๆของร่างกาย	อัตราส่วน	ความสูงยืน		
			ต่ำสุด	เฉลี่ย	สูงสุด
1.	ความสูงยืน	1.000	148.30	160.60	173.27
2.	ความสูงระดับสายตา	0.933	138.36	149.63	161.66
3.	ความสูงระดับไหล่	0.827	122.64	132.81	143.29
4.	ความสูงระดับมือ	0.437	64.80	70.18	75.71
5.	ความสูงเอื้อมมือขึ้นบน	1.255	186.11	201.55	217.45
6.	ความสูงนั่ง	0.523	77.56	83.99	90.62
7.	ความสูงระดับตา	0.46	98.21	73.87	79.70
8.	ความสูงระดับที่นั่งถึงระดับไหล่	0.354	52.49	56.85	61.33
9.	ความสูงจากนั่งถึงตอนบนของขาอ่อน	0.143	21.20	22.96	24.77
10.	ความสูงจากพื้นถึงตอนบนของเข่า	0.082	12.16	13.16	14.20
11.	ความสูงจากพื้นถึงตอนบนของเข่า	0.303	44.93	48.66	52.50
12.	ระยะจากพื้นถึงขาอ่อนตอนล่าง	0.215	32.32	35.01	37.77
13.	ระยะจากหน้าท้องถึงเข่า	0.233	33.07	35.81	38.63
14.	ระยะจากก้นถึงระดับน่องตอนบน	0.254	37.07	40.79	44.01
15.	ระยะจากก้นถึงเข่า	0.329	48.79	52.83	57.00
16.	ความยาวของขาที่นั่ง	0.626	92.83	100.53	108.46
17.	ความกว้างของที่นั่ง	0.226	33.51	36.29	39.15
18.	ระยะเอื้อมแขนไปข้างหน้า	0.491	72.81	78.85	85.07
19.	ความกว้างกางแขน	1.022	151.56	164.13	177.08
20.	ความกว้างระหว่างศอก	0.262	38.85	42.13	45.37
21.	ความกว้างของไหล่	0.253	37.51	40.63	43.83

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6

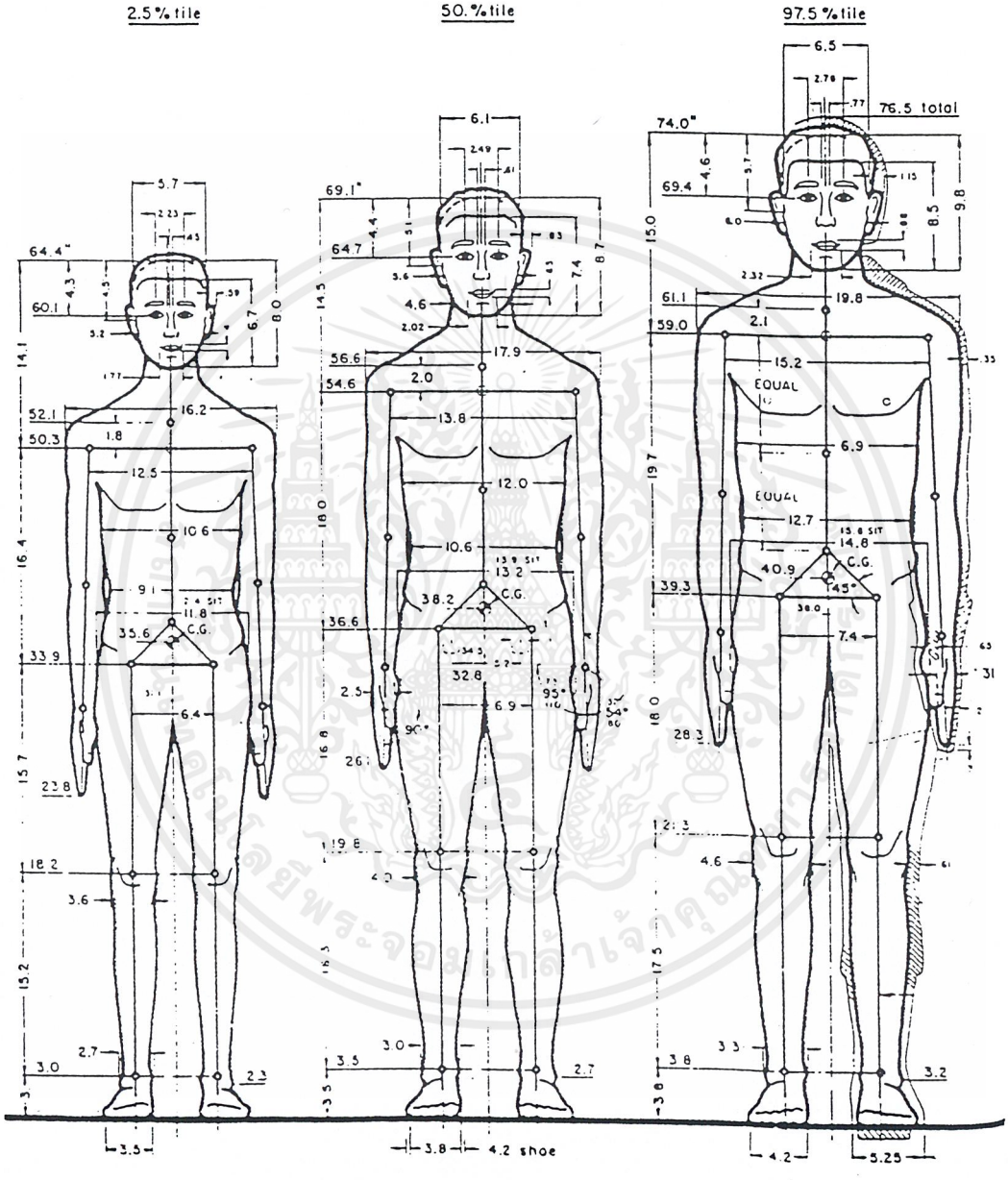
แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอายุ และน้ำหนักบรรทุกของชายไทยระหว่างอายุ 20 – 45 ปี

อายุ	น้ำหนักเฉลี่ย (กิโลกรัม)	น้ำหนักบรรทุก (กิโลกรัม)
20	54.22	12.266
21	54.27	16.281
22	54.29	16.287
23	54.96	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
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

ภาพที่ 68

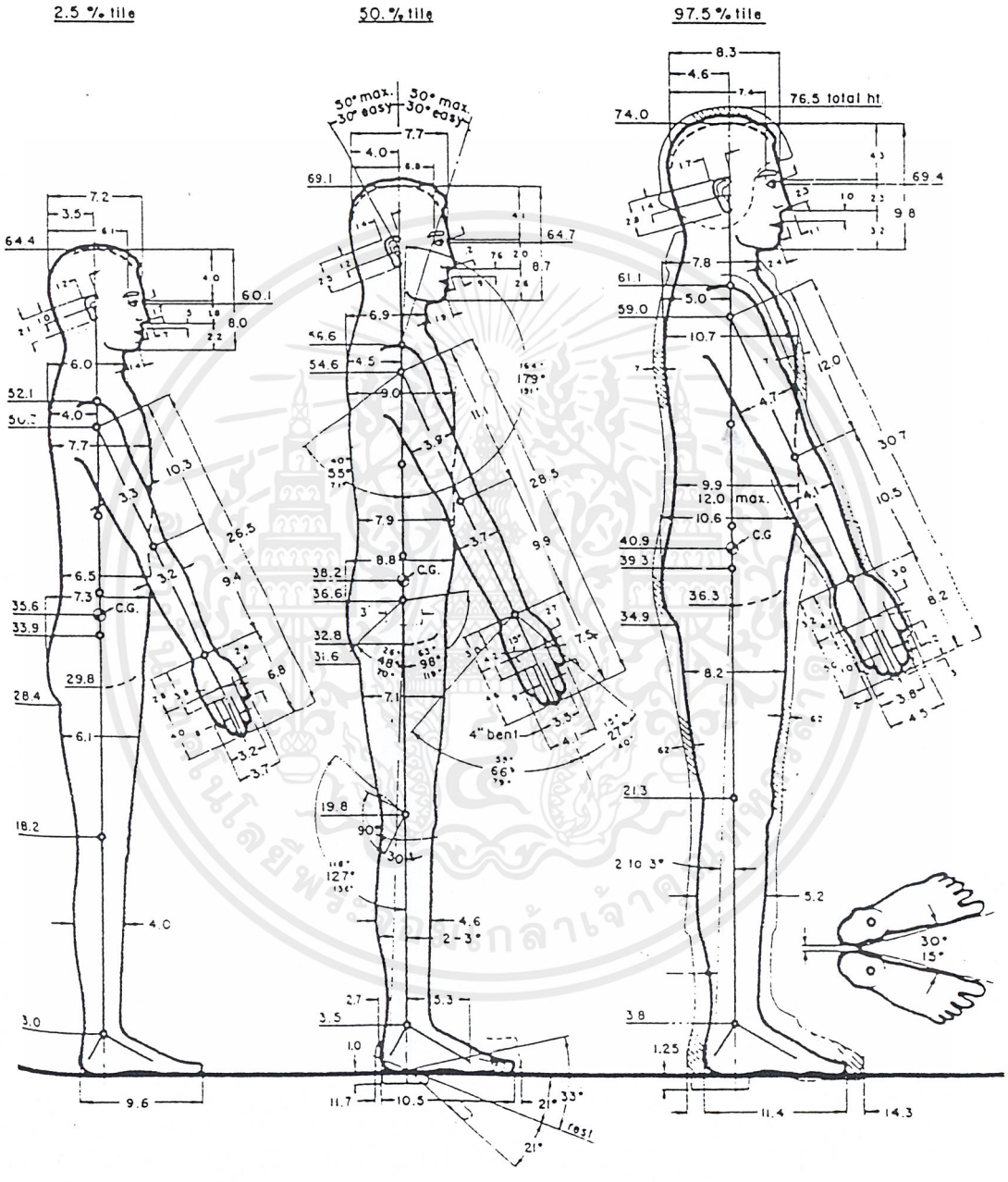
แสดงขนาดสัดส่วนในท่ายืนด้านหน้าของผู้ชายทั่วไป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 69

แสดงขนาดสัดส่วนในท่ายืนด้านข้างของผู้ชายทั่วไป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.2 การทรงตัวของร่างกาย (BALANCINE OF BODY)

จุดศูนย์ถ่วงของคนสามารถเปลี่ยนตำแหน่งได้ แล้วแต่ขนาด รูปร่าง ทรวดทรงอริยาบทและการทรงตัว น้ำหนักส่วนใหญ่ของร่างกายคนเรา ขณะยืนในท่าธรรมดาจะตกลงที่ฐานฝ่าเท้าทั้งหมด เราจึงสมมุติเส้นที่ลากแนวดิ่งจากศีรษะถึงฝ่าเท้าเป็นเส้นตำแหน่งของน้ำหนักรวมตกลงทางด้านล่างโดยผ่านจุดศูนย์ถ่วงของร่างกาย โดยปลายล่างสมมติให้เป็นจุดที่น้ำหนักถ่ายลงพื้นล่าง ลักษณะเช่นนี้ปลายเส้นจะตกลงที่กึ่งกลางฝ่าเท้ากับท่ายืนปกติ

2.6.3 ความสมดุลย์ในการรับน้ำหนัก (BALANCINE IN NCCECTION)

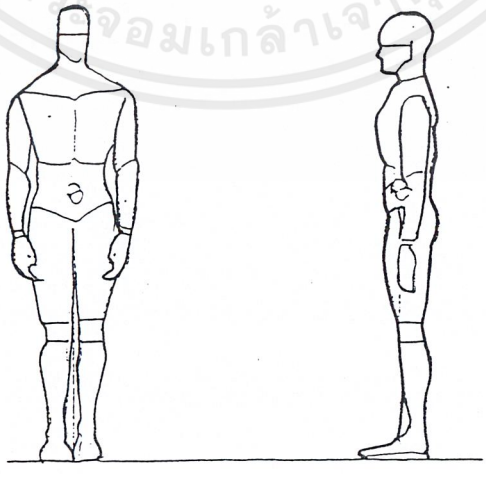
ในการแบบวัสดุควรจัดให้ร่างกายสมดุลย์กับน้ำหนักสัมภาระ โดยไม่ปวดเมื่อยกล้ามเนื้อ คือให้ออกแรงที่จุดศูนย์ถ่วงของวัตถุในแนวดิ่งขึ้นบนตรงๆ เพื่อต้านทานแรงดึงดูดของโลกและให้วัตถุอยู่ใกล้เส้นศูนย์ถ่วงของร่างกายให้มากที่สุดจนคานหรือแขนของความต้านทานสั้นลงตามกฎเรื่องคาน ซึ่งเกี่ยวข้องในการออกแบบแรงทำงาน เพราะน้ำหนักของวัตถุจะมีผลต่อร่างกายมาขึ้น เมื่อวัตถุนั้นถูกหิ้วถือไกลจากตัว

2.6.4 การทรงตัวขณะเคลื่อนไหว (BALACINE IN NCCECTION)

กล้ามเนื้อเป็นส่วนให้เกิพลังงานในการเคลื่อนไหวของร่างกายและการเคลื่อนไหวที่ดีนั้นย่อมอยู่ภายใต้อทธิพลของการทรงตัวไปฟร้อมๆกัน อวัยวะส่วนต่างๆ มีส่วนในการช่วยการทรงตัวด้วย เช่น เวลาเดิน หรือวิ่ง จะแกว่งแขนให้สัมพันธ์กับเท้า ที่ก้าวเดินหรือวิ่งด้วยส่วนทรวงอกและสะโพกที่ปัดไปในทางตรงกันข้ามเช่นกัน

ภาพที่ 70

แสดงตำแหน่งจุศูนย์ถ่วงของร่างกาย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.5 ลักษณะการเคลื่อนไหวของลำตัว

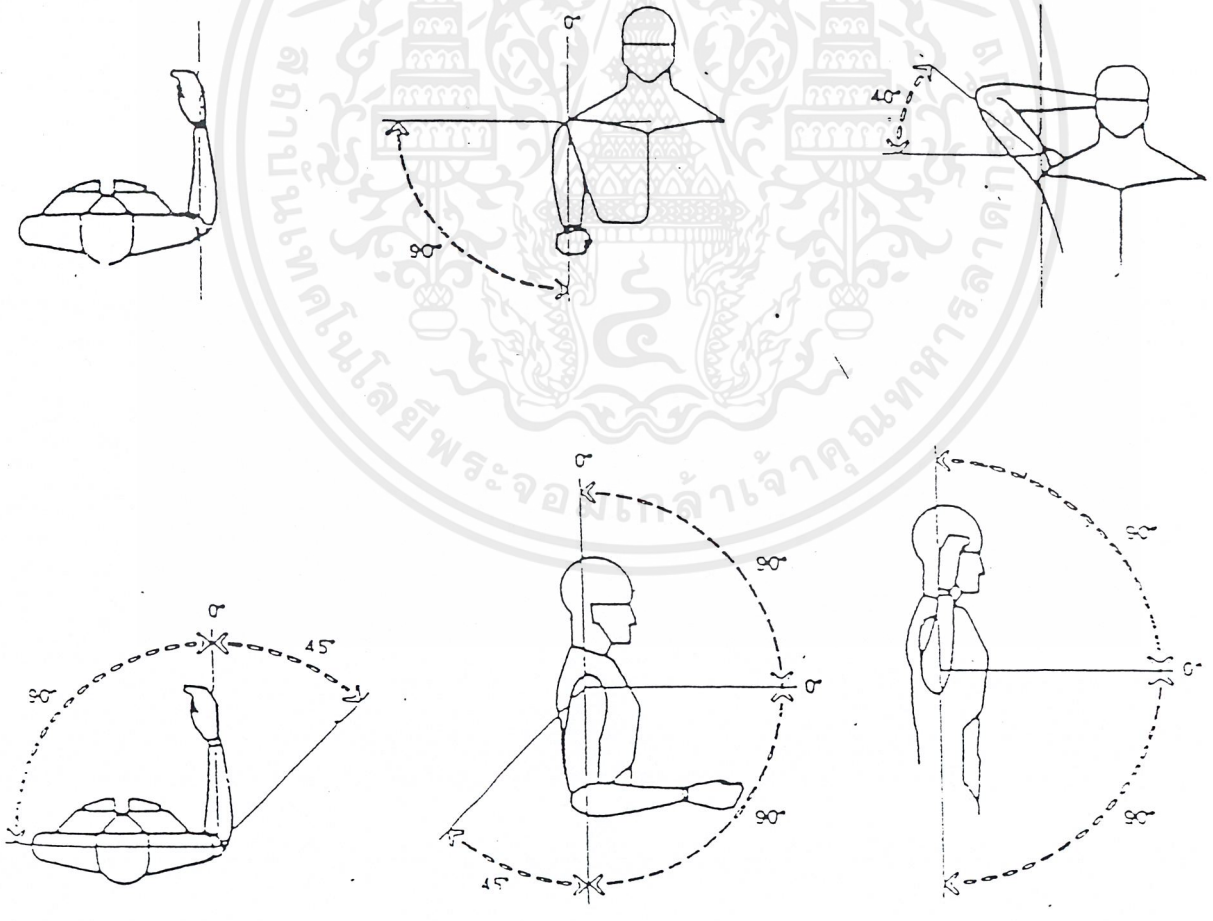
ในการออกแบบเครื่องบดขี้เถ้าแกลบสำหรับสหกรณ์หมู่บ้าน เพื่อเกษตรกรนี้ อุปกรณ์ต่างที่เกี่ยวข้องกับลักษณะการเคลื่อนไหวของลำตัวทั้งสิ้น ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการศึกษาลักษณะการเคลื่อนไหวต่างๆ ของลำตัว กล่าวคือ

- LATERAL BENDING
- ROTATION
- FIEXION
- HYPERSTENSION

ทั้งนี้เพื่อเป็นพื้นฐานและแนวทางในการออกแบบหรือการจัดวางให้เหมาะสมกับสรีระของร่างกายมนุษย์และการใช้งาน

ภาพที่ 71

แสดงความสามารถในการงอข้อศอกด้านข้าง และลักษณะการเคลื่อนไหวของหัวไหล่



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.6 การศึกษาความสามารถของคนในการออกแรง

2.6.6.1 สภาพการทำงานของมนุษย์

กำลังแข็งแรงของมนุษย์จะมีมากน้อยขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อมต่างๆ หลายประการ เช่น การที่จะกำหนดให้แน่นอนถึงการเฉลี่ยว่ากำลังของมนุษย์มีมากน้อยเพียงใดนั้นย่อมทำได้ง่ายการกำหนดโดยอาศัยค่าเฉลี่ยแสดงความแข็งแรง และกำลังของมนุษย์มีประโยชน์มากในการออกแบบเครื่องมือเครื่องใช้ที่ต้องใช้แรงมนุษย์ จากการทดลองได้ข้อมูลเฉลี่ยคือ มนุษย์สามารถทำงานปกติที่แรงประมาณ 75 วัตต์ หรือ 0.10 กำลังม้า ทั้งนี้ต้องประกอบด้วยสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมที่สุด ในการออกแบบแรงทำงานเช่น ยกน้ำหนักหรือฉุดลากของ ถ้าวัตถุนั้นมีขนาดใหญ่ก็ต้องใช้พลังมาก มนุษย์สามารถใช้พลังของตัวเองในการบังคับฉุดลากหรือออกแรงในการทำงานใดๆ ก็ตามโดยอาศัยการสังเกตจากประสาททั้ง 5 แล้วประมาณว่าต้องใช้แรงประมาณเท่าไรจึงจะสามารถทำงานนั้นเสร็จสิ้นลงได้ โดยปกติทั่วไปมีการแบ่งสภาพการทำงานของมนุษย์ออกเป็น 4 ลักษณะ คือ

1. ยก (Lifting)
2. ดึง (Pushing)
3. ผลัก (Pulling)
4. หมุน (Turning)

2.6.6.2 ความสามารถของคนในการเข็น

ความสามารถของคนที่มีความสมบูรณ์ของร่างกาย อายุระหว่าง 19 – 45 ปี ในการเข็นน้ำหนักมากที่สุดในพื้นที่ราบอย่างสบายๆ ได้ไม่เกิน 550 ปอนด์หรือ 250 กิโลกรัม แต่น้ำหนักที่เข็นก็มีท่าทางที่เหมาะสมในการเข็น โดยวัดระยะจากพื้นถึงส่วนที่จับโดยแย่งความสูงองการเข็นและน้ำหนักในการเข็นได้ 3 ระยะคือ

ระยะที่ 1 ระยะจากพื้นถึงมือจับประมาณ 80 ซม. ความสูงระดับมี้เหมาะสมกับการเข็นที่ไม่ต้องออกแรงมาก เช่น รถเข็นตามซุปเปอร์มาร์เก็ต

ระยะที่ 2 ระยะจากพื้นถึงมือจับประมาณ 95 ซม. ความสูงระดับนี้จะเหมาะสมกับการเข็นที่มีน้ำหนักปานกลาง เช่น รถเข็นกระเป๋าโรงแรม รถเข็นไอสครีม

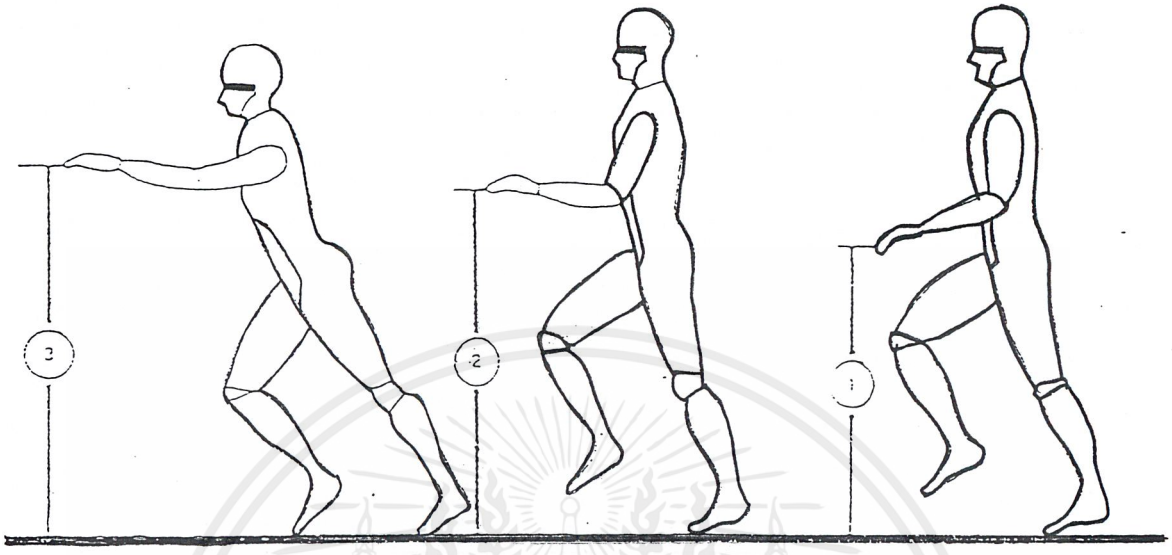
ระยะที่ 3 ระยะจากพื้นถึงมือจับประมาณ 110 ซม. ความสูงระดับนี้จะเหมาะสมกับการเข็นที่ต้องออกแรงมาก รถเข็นมีขนาดใหญ่บรรทุกน้ำหนักมาก เช่น รถเข็นขายก๋วยเตี๋ยว รถเข็นสัมภาระในสถานีรถไฟหัวลำโพง

ระยะทั้ง 3 ระดับ เป็นค่ามาตราฐานที่ใช้ในการออกแบบ ซึ่งเป็นระยะที่เหมาะสมกับงานแต่ละประเภท การนำมาใช้ต้องคำนึงถึง ความเหมาะสมในลักษณะงานออกแบบเป็นสำคัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

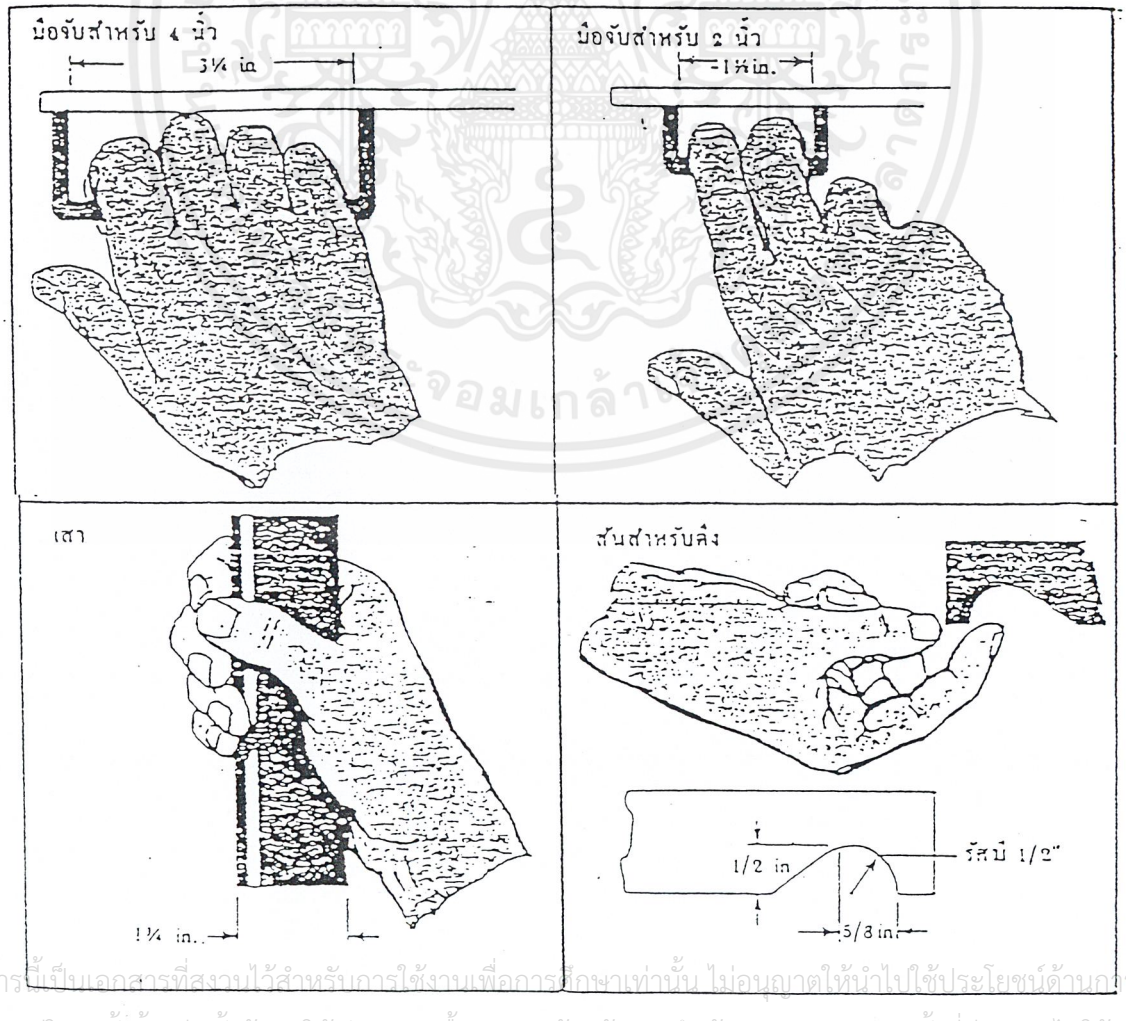
ภาพที่ 72

แสดงระยะความสูงของการเข็นที่น้ำหนักต่างๆกัน



ภาพที่ 73

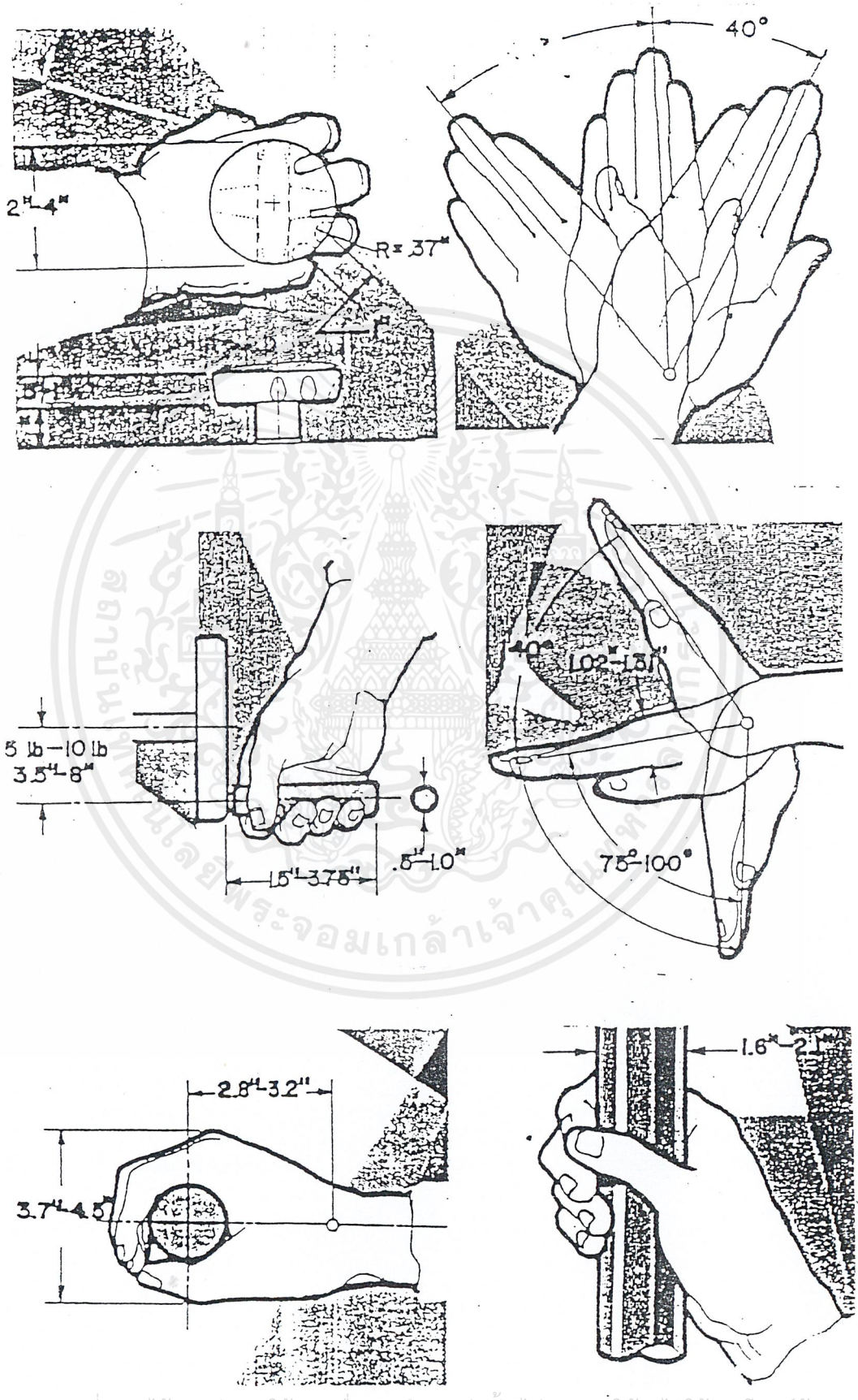
แสดงลักษณะของการทำงานของมือ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 74

แสดงขนาดมือในการจับชิ้นงานแบบต่างๆ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 7

2.7 จิตวิทยาสี (สมพงษ์ กรกรรณ์ , 2527)

นักวิชาการทางด้านสีแบ่งสีออกเป็น 4 ขั้น เกิดจากการผสมกันระหว่างสีขั้นที่ 2 และสีขั้นที่ 3 กับสีพื้นฐานที่อยู่ใกล้กัน ไม่มีชื่อเรียกพิเศษ จากสีทั้ง 4 ขั้นรวมกันได้ 24 สี ถ้าหากนำแต่ละสีไปผสมกับสีขาวและดำ จะเกิดค่าของสีใหม่ที่มีสีแตกต่างกันสีละ 40 น้ำหนักจึงมีสีให้นักออกแบบใช้เป็นพันๆสี จนตั้งชื่อกันไม่ครบถ้วน ต้องใช้หมายเลขแทน ส่วนสีที่มีชื่อสำหรับเรียกเฉพาะนั้นส่วนมากตั้งตามวรรณะของสี ตั้งชื่อตามจิตรหรือตั้งให้ไพเราะอ่อนหวานเพื่อผลทางการโฆษณา

มีอิทธิพลสีพลเหนือจิตใจมนุษย์และแปรไปตามธรรมชาติที่เคยชิน สามารถสร้างอารมณ์และบรรยากาศให้กับสิ่งต่างๆ ได้ในงานตกแต่งหากใช้สีไม่เหมาะสม นอกจากจะเป็นการที่ทำลายโครงสีแล้วยังทำลายสัดส่วนต่างๆ ของห้องและมีผลต่ออารมณ์ด้วย มัณฑนากรที่มีความรู้ถึงประสิทธิภาพของสีร้อนและสีเซยน็จะสามารถนำมาเสริมงานตกแต่งได้มากและช่วยแก้ไขข้อบกพร่องของงานได้

การใช้สีควรคำนึงถึงหลักที่สีต่างๆ ประสานกลมกลืนกันโดยดูจากน้ำหนักของสีในวงจรจะรู้เห็นได้ว่าสีทางด้านซ้ายมือถูกกำหนดให้เป็นสีร้อน และทางขวามือเป็นสีเย็น เมื่อต้องทำงานที่เกี่ยวกับสีควรกำหนดว่าจะใช้สีใดเป็นหลัก เช่น กำหนดว่าจะใช้สีเย็นก็ใช้สีเขียว สีน้ำเงิน สีเหลือง โดยให้แต่ละสีมีค่าน้ำหนักอ่อนแกนในตัวเองด้วย การใช้สีลักษณะนี้จะเกิดผลให้เห็นการประสานสัมพันธ์ของสีอย่างง่ายๆ แต่ถ้าใช้สีแดงเข้มแทนสีน้ำเงินมีจำนวนเท่ากัน ดังนี้จะเกิดความไม่ประสานกันซึ่งเป็นเรื่องที่ต้องระวังอย่างมาก แต่ถ้าเจือสีแดงลงในสีทั้ง 3 ดังกล่าวแล้วหรือลดคุณค่าของสีแดงลงก็ได้ความประสานสัมพันธ์กันอย่างสมบูรณ์ที่สุดด้วยเหตุผลที่ว่า สีแดงเป็นสีคู่ตรงข้ามเมื่อนำมาใช้ด้วยจำนวนสีที่ดท่ากันจะทำให้สีตัดกันอย่างแท้จริง เมื่อลดความสดของสีลงแล้วทำให้เกิดความประสานสัมพันธ์ดีขึ้น เรียกว่า การประสานสัมพันธ์ของสีต่างน้ำหนัก ถ้าต้องให้สียังสดในสภาพเดิมแล้ว ก็ต้องคำนึงถึงเนื้อที่การใช้ เช่น ใช้สีร้อน 70% ที่เหลือใช้สีเย็น 20% ในทำนองเดียวกัน ถ้าใช้สีเย็น 70% ที่เหลือก็ใช้สีร้อน

(1) สีที่มองเห็นในธรรมชาติ เช่น แสงของดวงอาทิตย์ที่ใกล้จะลับขอบฟ้า แต่ยังส่องแสงไปกระทบกับฝาผนังอาคารหรือก้อนเมฆต่างๆ แสงของดวงไฟฟ้าหรือป้ายนีออนที่ส่องอาคารเป็นสีต่างๆ กันไป

(2) สีของวัสดุ คือ สีของวัสดุแท้ๆ เช่น สีของหินอ่อน อิฐ เนื้อไม้ ซึ่งเราไม่ต้องใช้สีเคลือบผิวเนื้อแท้ของวัสดุนั้น

(3) สีที่เกิดจากการใช้เนื้อสีทา เพื่อให้ได้สีตามที่ต้องการจึงต้องใช้สีทาที่ต้องการทาให้สวยงาม นอกจากจะสวยงามแล้วยังเพิ่มความคงทนต่อวัสดุด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7

การสะท้อนแสงของสีต่าง ๆ บนผนังเรียบ

สี	สะท้อนแสงได้ร้อยละ
ขาว	84.0
ครีม	70.4
ชมพูอ่อน	69.4
งาช้าง	84.3
เหลือง	60.5
เนื้อ	56.0
ไพรแก่	55.4
เขียวอ่อน	54.1
เทาอ่อน	53.5
น้ำเงินอ่อน	45.5
เขียวหยก	41.0
อะลูมิเนียม	41.9
น้ำตาล	23.6
แดงแก่	14.4
เขียวแก่	9.8
น้ำเงินแก่	9.3
ดำ	1.0

2.7.1. ผลกระทบของสีที่มีต่อมนุษย์

สีทุกสีมีผลต่อสภาวะจิตใจของมนุษย์ สามารถทำให้เกิดอารมณ์ได้ตามชนิดของสีซึ่งพอจะแยกตัวอย่างให้เห็นได้ดังต่อไปนี้

สีแดง ทำให้เกิดความรู้สึกความหงุดหงิด รุนแรง ตื่นเต้น มองเห็นได้ไกล

สีเหลือง ทำให้รู้สึกเบิกบาน สดใส เร้าใจ กระตุ้นสายตา

สีเขียว ให้เกิดความรู้สึกร่มเย็น เฉย สงบ พักผ่อน เย็นตา

สีน้ำเงิน ให้เกิดความรู้สึกเยือกเย็น อ้างว้าง สงบ มั่นคง

สีม่วง ให้เกิดความรู้สึกสงบ ภาคภูมิ

สีขาว ให้เกิดความรู้สึกเบา สว่าง กว้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สีเทา ให้เกิดความรู้สึกแห้งแล้ง ซีด

สีดำ ให้เกิดความรู้สึกสุขุม ลึกลับ ตื่นเต้น

นอกจากสีจะให้ความรู้สึกที่มีต่อจิตใจมนุษย์แล้ว ยังให้ความรู้สึกเกี่ยวกับสิ่งของที่ใช้สีเทาจากความรู้สึกที่สายตาเพ่งมอง ดังตัวอย่าง

1. ขนาด สีอ่อนจะทำให้ผลิตภัณฑ์ดูใหญ่ขึ้น แต่สีเข้มจะทำให้ผลิตภัณฑ์ดูเล็กลง
2. น้ำหนัก สีอ่อนและสีร้อนทำให้ผลิตภัณฑ์ดูเบา ส่วนสีเข้มและสีเย็นทำให้ผลิตภัณฑ์ดูหนัก
3. ความแข็งแรง สีร้อนให้ความรู้สึกแข็งแรงมากส่วนสีเย็นให้ความรู้สึกแข็งแรงน้อย
4. อุณหภูมิ สีร้อนให้ความรู้สึกอบอุ่น ส่วนสีเย็นให้ความรู้สึกสดชื่น

2.7.2 ลักษณะการมองเห็น

(1) ขนาด ความเข้มของสีทำให้การมองเห็นวัตถุแตกต่างกันออกไป สีที่อ่อนจางจะให้ความรู้สึกถึงขนาดที่ใหญ่และกว้างกว่าสีที่เข้ม เช่น รถยนต์ที่มีขนาดเท่ากันแต่พ่นสีที่แตกต่างกันจะให้ความรู้สึกว่าขนาดไม่เท่ากัน

(2) ระยะของภาพ วัตถุที่อยู่ใกล้ย่อมมองเห็นได้ชัดกว่าวัตถุที่อยู่ไกล แต่ถ้าวัตถุที่อยู่ไกลตาเกินไปจะทำให้ภาพที่ปรากฏไม่ชัดเจน เราสามารถอ่านหนังสือได้ดีในระยะปกติ 16 นิ้วส่วนเด็กนั้นมองเห็นได้ไกลที่สุด 6 นิ้ว

(3) มุมมองของการเห็น การมองเห็นปกตินั้นประมาณมุมกว้าง 90 องศา – 94 องศา เช่น ระยะไกลของภาพทิวทัศน์ แต่ถ้าเป็นวัตถุมองประมาณ 20 องศา เช่น วัตถุที่มีความสูงประมาณ 7 นิ้ว ระยะห่างจากตาประมาณ 20 นิ้ว การมองเห็นสามารถประเมินมุมมองได้ระหว่าง 10 องศา – 16 องศา

(4) ความสว่าง การที่มองเห็นวัตถุได้ เกิดจากแสงสว่างมากระทบวัตถุแล้วจึงสะท้อนเข้าตาเรา เพราะฉะนั้น วัตถุที่ได้รับแสงสว่างพอเหมาะสามารถมองเห็นได้ชัดกว่าวัตถุที่ได้รับแสงน้อย วัตถุที่สะท้อนแสงได้ดีจะมองเห็นชัดกว่าวัตถุที่มีผิวด้าน สีที่เห็นชัดที่สุดก็คือสีส้ม และสีเหลือง

(5) การสะท้อนของแสง แสงกระทบวัตถุแล้วสะท้อนเข้าสู่ตาเรา เราจึงมองเห็นเป็นภาพสี คือ เกิดจากวัตถุสะท้อนแสงของสีในที่คลื่นต่างๆ ถ้าวัตถุซึมซับเคลื่อนที่ได้หมด ความถี่วัตถุนั้นจะมืดเรียกว่าสีดำ คือ การไม่มีคลื่นสะท้อนแสงกลับมาให้เห็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 8

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการทำการวิยจัยโครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องบดขี้เถ้าแกลบสำหรับสหกรณ์หมู่บ้านเพื่อเกษตรนี้ ผู้ทำการวิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้า ข้อมูลที่มีความเกี่ยวข้องในทุกๆด้าน รวมถึงงานวิจัยที่มีความเกี่ยวข้องในการทำโครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องบดขี้เถ้าแกลบในครั้งนี้ด้วย

นายดาวโลม พิมพ์กระโทก (2541) ได้ทำการวิจัยเรื่อง “เครื่องตีดินสำหรับอุตสาหกรรมเครื่องปั้นดินเผา” เพื่อการส่งเสริมการผลิตในระบบอุตสาหกรรมให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ซึ่งเครื่องตีดินเครื่องนี้ใช้มอเตอร์ที่ใช้กับไฟฟ้าขนาด 3 เฟสเป็นตัวต้นกำลัง ส่งกำลังผ่านสายพานคู่เพื่อขับแกนเพลาของใบตีดิน แกนเพลาจะอยู่กับที่และทำการหมุนเพื่อทำการย่อยดินก้อนที่ได้เตรียมไว้ ให้เป็นผงดินเพื่อนำไปสู่ขั้นตอนในการผลิตเครื่องปั้นดินเผาในระบบอุตสาหกรรมต่อไป โดยในขั้นตอนการบดจะใช้แผ่นเหล็ก กำหนดปริมาณของดินที่จะทำการบดให้มีปริมาณพอเหมาะเพื่อที่จะช่วยลดภาระในการทำงานของตัวเครื่องตีดินลงได้อีกทางหนึ่งด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีดำเนินงานวิจัย

ในการดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้า และรวบรวมข้อมูล โดยจัดแบ่งออกเป็นภาค เอกสาร , การสัมภาษณ์ , การสังเกตการใช้งาน และการศึกษาจากตัวผลิตภัณฑ์จริง โดยการดำเนินงานวิจัยมีดังนี้

3.1 กลุ่มประชากร

3.1.1 **จากการสัมภาษณ์** อาจารย์ บุรฉัตร ฉัตรวีระ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต ซึ่งเป็นผู้พัฒนาเครื่องบดขี้เถ้าแกลบ (Grinding Machine Rice Husk Ash) เครื่องนี้

3.1.2 **จากการสัมภาษณ์** กลุ่มนักศึกษาภาควิชาวิศวกรรมโยธาและคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต ที่มาทำการใช้เครื่องบดขี้เถ้าแกลบ เพื่อทำการทดสอบคุณสมบัติของซีเมนต์ผสมขี้เถ้าแกลบ

3.2 การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

3.2.1 ตั้งหัวข้อในการสัมภาษณ์

3.2.2 ตั้งคำถามที่ใช้ในการสัมภาษณ์

3.2.3 นัดหมายผู้ให้สัมภาษณ์

3.2.4 ทำการสัมภาษณ์และจดบันทึก

3.2.5 รวบรวมและคัดเลือกบทสัมภาษณ์ที่ตรงตามวัตถุประสงค์ในการวิจัย

3.2.6 สรุปข้อมูลในการสัมภาษณ์

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการจัดเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมดที่มีความเกี่ยวข้องกับโครงการนั้น ผู้วิจัยได้นำเฉพาะข้อมูลที่มีความสำคัญเกี่ยวข้อง เพื่อนำมาศึกษาวิเคราะห์ และสรุป เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบเครื่องบดขี้เถ้าแกลบ เพื่อเป็นวัสดุผสมเพิ่มของปูนซีเมนต์ปอร์ทแลนด์สำหรับสหกรณ์หมู่บ้านเพื่อเกษตรกร โดยใช้ระบบกลไกที่ไม่ซับซ้อนในการทำงานของเครื่องบดขี้เถ้าแกลบ โดยมีการเก็บรวบรวมข้อมูลตามลำดับดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.1 การศึกษาข้อมูลภาคเอกสาร

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้าจากวารสาร,เอกสาร และหนังสือที่มีความเกี่ยวข้องกับโครงการ และข้อมูลข้างเคียงที่มีความสำคัญและช่วยในการออกแบบ โดยนำเอกสารทั้งหมดมารวบรวม และสรุป เพื่อให้ได้ข้อมูลเฉพาะที่ใช้ได้จริงจากแหล่งข้อมูลดังต่อไปนี้

1. ห้องสมุดคณะครุศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
2. ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร สจล.
3. สำนักหอสมุดกลาง
4. ห้องสมุดคณะวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต

3.3.2 การศึกษาข้อมูลภาคสนาม

การดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการสัมภาษณ์ผู้ออกแบบพัฒนาเครื่องบดขี้เถ้าแกลบ

-ท่านอาจารย์ บุรฉัตร ฉัตรวีระ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต โดยสัมภาษณ์ถึงลักษณะการทำงาน ลักษณะการใช้งานของเครื่องบดขี้เถ้าแกลบ ข้อดีที่มีอยู่แล้ว และข้อเสียที่ควรจะปรับปรุง

-เจ้าหน้าที่ประจำสถาบัน ASIA INSTITUTE OF TECHNOLOGY (AIT.) ซึ่งเป็นผู้ควบคุมดูแลเครื่องบดขี้เถ้าแกลบเครื่องนี้ โดยได้สอบถามถึงปัญหาด้านพฤติกรรมการใช้งานที่มีอยู่

-นักศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์ และคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต ที่มาทำการใช้เครื่องบด เพื่อนำไปทำการทดสอบหาคุณสมบัติของซีเมนต์ผสมขี้เถ้าแกลบ ซึ่งข้อมูลในส่วนนี้ยังช่วยให้ทราบถึงพฤติกรรมการใช้งานที่เหมาะสม ทำให้สามารถทำการออกแบบได้ง่ายขึ้น และตรงตามความต้องการของผู้ใช้

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ในส่วนของการวิเคราะห์ข้อมูลนั้น ให้เป็นไปตามขอบเขตของการออกแบบ โดยเป็นเครื่องจักรที่ใช้บดขี้เถ้าแกลบให้เป็นผง เพื่อเป็นวัสดุผสมเพิ่มของปูนซีเมนต์สำหรับใช้ในสหกรณ์หมู่บ้าน (สหกรณ์การเกษตร) โดยใช้เครื่องบดขี้เถ้าแกลบเป็นเครื่องจักรที่มีความปลอดภัยในการใช้งานต่อผู้ใช้สูงสุด ทั้งทางตรงและทางอ้อม อีกทั้งยังสมารถช่วยลดขั้นตอนในการทำงานของผู้ใช้เครื่องให้น้อยลง เพื่อเป็นการประหยัดทั้งเวลาและแรงงานของผู้ใช้เครื่องให้มีความสะดวกและปลอดภัยในการใช้งานมากยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยโครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องบดขี้เถ้าแกลบ สำหรับสหกรณ์หมู่บ้านเพื่อเกษตรกรนี้ ผู้วิจัยได้ทำการรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ มาทำการวิเคราะห์เพื่อนำมาสรุปมาเป็นแนวทางในการออกแบบโดยจัดแบ่งเนื้อหาดังนี้

4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.2 การออกแบบ

4.2.1 แนวทางในการออกแบบ

4.2.2 แบบถ่ายย่อ

โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลหมายถึง การนำข้อมูลมาแยกแยะจัดลำดับความสำคัญ เพื่อเป็นการประเมินผลลัพธ์ของข้อมูล ในการวิเคราะห์นั้นจะต้องนำเอาข้อพิจารณาต่าง ๆ มาทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบเพื่อหาข้อสรุปว่า ข้อมูลตัวใดที่มีความเหมาะสมกับผลิตภัณฑ์มากที่สุด เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบต่อไป

ลักษณะของการวิเคราะห์ข้อมูลนั้นแบ่งได้ 2 ลักษณะคือ แบบตารางวิเคราะห์และแบบเขียนบรรยาย ซึ่งในที่นี้ได้เลือกวิธีการแบบเขียนบรรยายโดยอ้างอิงจากข้อมูลในบทที่ 2 ซึ่งได้แบ่งการวิเคราะห์เป็นเรื่อง ๆ ดังนี้

4.1.1 การวิเคราะห์โครงสร้างหลัก

1. การวิเคราะห์รูปแบบโครงสร้างหลัก
2. การวิเคราะห์กรรมวิธีในการยึดประกอบ
3. การวิเคราะห์ลักษณะขาตั้ง
4. การวิเคราะห์ถังบดในการติดตั้ง

4.1.2 การวิเคราะห์ระบบที่ใช้ในการทำงาน

1. การวิเคราะห์ระบบต้นกำลัง
2. การวิเคราะห์ชนิดของต้นกำลังที่ใช้
3. การวิเคราะห์ระบบส่งกำลัง
4. การวิเคราะห์ชนิดของระบบส่งกำลัง
5. การวิเคราะห์สวิตที่ใช้ควบคุมการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3 การวิเคราะห์ตำแหน่งในการจัดวาง

1. การวิเคราะห์ตำแหน่งสวิทช์ควบคุมการทำงาน
2. ช่องเปิด-ปิดของถังบด
3. การวิเคราะห์ตำแหน่งมือจับ
4. การวิเคราะห์ตำแหน่งของมอเตอร์ต้นกำลัง
5. การวิเคราะห์ตำแหน่งของสายพานส่งกำลัง

4.1.4 การวิเคราะห์วัสดุที่ใช้ในการออกแบบ

1. การวิเคราะห์วัสดุที่ใช้ทำโครงสร้างหลัก
2. การวิเคราะห์วัสดุที่ใช้ทำกล้องบรรจุเหล็กบด
3. การวิเคราะห์วัสดุที่ใช้ทำส่วนครอบสายพาน
4. การวิเคราะห์วัสดุที่ใช้ทำช่องระบายอากาศส่วนครอบสายพาน
5. การวิเคราะห์วัสดุที่ใช้ทำส่วนครอบมอเตอร์ต้นกำลัง
6. การวิเคราะห์วัสดุที่ใช้ทำตัวกลางในการบด

4.1.5 การวิเคราะห์ขนาดสัดส่วนที่สัมพันธ์กับการใช้งาน

1. การวิเคราะห์ขนาดสัดส่วนของเครื่องบดขี้เถ้าแกลบ
2. การวิเคราะห์ขนาดสัดส่วนของช่องถ่ายเทพงขี้เถ้าแกลบ

4.1.6การวิเคราะห์ส่วนเสริมในการออกแบบ

1. การวิเคราะห์รูปแบบของกระบะรองรับพงขี้เถ้าแกลบ
2. การวิเคราะห์รูปแบบของกล่องบรรจุเหล็กตัวกลางในการบด

1. การวิเคราะห์โครงสร้างหลัก

1.1 การวิเคราะห์รูแบบโครงสร้างหลัก

โครงสร้างเหล็กที่ใช้รับน้ำหนักตัวถังบดขี้เถ้าแกลบต้องมีความแข็งแรงในการรับน้ำหนักได้ดี อีกทั้งต้องสามารถรับแรงเหวี่ยงในขณะที่เครื่องบดกำลังทำงานด้วย มีการยึดประกอบที่ง่ายไม่ซับซ้อนจากคุณสมบัติที่กล่าวมาข้างต้น จึงได้เลือกใช้ โครงสร้างรูปสี่เหลี่ยมคางหมูหน้าคว่ำขนาด 95 x 120 x 90 เซนติเมตร เพราะมีคุณสมบัติตรงตามความต้องการข้างต้น

1.2 การวิเคราะห์กรรมวิธีที่ใช้ในการยึดประกอบ

การยึดประกอบในส่วนของโครงสร้างหลักนั้นจะต้องมีการยึดประกอบที่ง่ายไม่ซับซ้อน มีความแข็งแรงทนทาน และสามารถรับน้ำหนักได้ดี จึงได้เลือกใช้การเชื่อมไฟฟ้าในการยึดประกอบโครงสร้างหลัก ซึ่งมีคุณสมบัติตรงตามความต้องการข้างต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 การวิเคราะห์ลักษณะของขาตั้ง

โดยลักษณะการทำงานของเครื่องบดขี้เถ้าแกลบนี้ จะใช้การหมุนของตัวถังบดโดยมอเตอร์ต้นกำลัง ทำให้เกิดแรงเหวี่ยงและแรงสั่นสะเทือนขณะเดินเครื่อง เพื่อเป็นการลดแรงดังกล่าว ที่เกิดขึ้นจึงได้เลือกลักษณะขาตั้งแบบถ่ายเทน้ำหลักลงสู่ขาตั้งเป็นจุด ๆ จำนวน 4 จุด ตามตำแหน่งขาตั้ง

1.4 การวิเคราะห์ถังบดที่ใช้ในการติดตั้ง

ในส่วนของถังบดที่ใช้เลือกใช้ถังบดขนาด 200 ลิตร แบบไม่มีร่องซึ่งตรงตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ อีกทั้งถังบดขนาด 200 ลิตรเป็นแบบสำเร็จรูป สามารถนำมาใช้ได้เลย โดยไม่ต้องเสียเวลาในระบบขั้นตอนการผลิต

2. การวิเคราะห์ระบบต่าง ๆ ที่ใช้ในการทำงาน

2.1 การวิเคราะห์ระบบต้นกำลัง

ในปัจจุบันระบบต้นกำลังที่ใช้กันอยู่มี 2 ระบบคือ มอเตอร์ไฟฟ้าและเครื่องยนต์จากลักษณะการใช้งานของเครื่องและสถานที่ที่ใช้ในการติดตั้งเป็นลักษณะการติดตั้งอยู่กับที่ไม่ต้องการการเคลื่อนย้าย จากลักษณะการทำงานข้างต้น เลือกใช้ระบบมอเตอร์ไฟฟ้าเพราะมีขนาดเล็กไม่มีเสียงดัง อายุการใช้งานนานกว่าเครื่องยนต์ง่ายต่อการบำรุงรักษา และที่สำคัญยังช่วยรักษาสภาพแวดล้อมไม่ทำให้เกิดมลภาวะอีกด้วย

2.2 การวิเคราะห์ชนิดของต้นกำลังที่ใช้

สำหรับเครื่องบดขี้เถ้าแกลบของเดิมนั้นใช้การส่งกำลังจากมอเตอร์ผ่านมู่เลย์จำนวน 3 คู่ และสายพานจำนวน 8 เส้น ซึ่งจะเกิดแรงสั้นสะเทือนจำนวนมาก ส่งผลต่อโครงสร้างที่ใช้ในการรับถังบดโดยตรง และเมื่อเกิดการชำรุดเสียหายจะต้องเปลี่ยนทั้งชุด ก่อให้เกิดความสิ้นเปลืองในการซ่อมแซมในแต่ละครั้ง

ดังนั้นจึงเลือกใช้มอเตอร์แบบรีพัลชั่น ซึ่งสามารถปรับค่าความเร็วรอบของมอเตอร์ได้ตามความต้องการ ช่วยลดจำนวนสายพานเหลือเพียง 2 เส้น และมูเล่ย์จำนวน 1 คู่ ช่วยลดค่าใช้จ่ายในการสร้างเครื่องบดอีกทั้งยังลดค่าใช้จ่ายหากเกิดการชำรุดเสียหายในส่วนของสายพานกำลังได้

2.3 ระบบส่งกำลัง

ระบบส่งกำลังที่นิยมใช้ในปัจจุบัน ได้แก่ โซ่และสายพาน แต่สำหรับความเหมาะสมในการใช้งานกับตัวเครื่องบดขี้เถ้าแกลบ ซึ่งใช้มอเตอร์เป็นตัวส่งกำลังนั้นเลือกใช้สายพานเป็นตัวส่งกำลังเพราะ มีความยืดหยุ่นในการรับและส่งแรง ช่วยยืดอายุการใช้งานของมอเตอร์,มูเล่และตัวสายพานอีกด้วย อีกทั้งยังมีราคาถูก มีการประกอบติดตั้งที่สะดวกไม่ยุ่งยากซับซ้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 ชนิดของระบบส่งกำลัง

สายพานส่งกำลังที่ใช้กันในปัจจุบันมีอยู่ด้วยกันหลายชนิดแต่จะขอนำมาใช้ในการวิเคราะห์ดังนี้

- สายพานแบน มีการส่งกำลังได้ดี อัตราทดไม่เปลี่ยนแปลงแต่จะมีการสึกหรอค่อนข้างเร็วและใช้พื้นที่ในการติดตั้งมากกว่าสายพานชนิดอื่น ๆ
- สายพานกลม ส่งกำลังโดยอาศัยความเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสของสายพานแบะล้อสายพานส่วนใหญ่จะนิยมใช้ในงานที่รับภาระเบาถังปานกลาง
- สายพานรูปลิ่ม มีทั้งแบบธรรมดาและแบบหน้าแคบ การส่งกำลังด้วยสายพานรูปลิ่มจะให้ประสิทธิภาพในการขับสูงถึง 95% ของสายพานทั่วไป มีความทนทานในการใช้งานสูงเพราะด้านบนเสริมเส้นโพลีเอสเตอร์ ช่วยลดการสึกหรอได้มากในขณะทำการใช้งานและไม่สิ้นเปลืองเนื้อที่ในการติดตั้ง

จากข้อมูลข้างต้นเลือกใช้สายพานรูปลิ่มแบบหน้าแคบ

2.5 สวิทช์ที่ใช้ในการเปิดปิดตัวเครื่องบดใช้สวิทช์แบบกดติด – กดดับตามมาตรฐานอุตสาหกรรม

3. การวิเคราะห์ตำแหน่งในการจัดวาง

3.1 การวิเคราะห์ตำแหน่งของสวิทช์

เนื่องจากเครื่องบดขี้เถ้าแกลบเครื่องนี้ ใช้พื้นที่ส่วนด้านหน้าในการใส่และถ่ายเทผงขี้เถ้าแกลบ ดังนั้นเมื่อดูจากความเหมาะสมและลักษณะในการใช้งานหลัก เลือกที่จะติดตั้งตำแหน่งของสวิทช์เปิด – ปิดไว้ บนขาตั้งด้านตรงข้ามกับกล่องใส่เหล็กตัวกลางในการบด

3.2 การวิเคราะห์ตำแหน่งในการติดตั้งสวิทช์

เลือกบริเวณด้านขวาของขาตั้งรับน้ำหนัก เพราะมีความสอดคล้องกับพฤติกรรมการใช้งานตลอดจนไม่กีดขวางการทำงานของตัวถังบด

3.3 การวิเคราะห์ตำแหน่งช่องเปิด – ปิด ของถังบด

ตำแหน่งช่องเปิด – ปิด ของตัวถังบดที่เหมาะสมคือช่วงกลางของตัวถังบดเพราะเห็นช่วงที่ผงขี้เถ้าแกลบสามารถถ่ายเทลงกระบะรับผงได้โดยสะดวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การวิเคราะห์ตำแหน่งของมือจับ

ในการถ่ายเทผงขี้เถ้าแกลบลงสู่กระบะรองรับนั้นจะต้องอาศัยการโยกตัวถังบดไปมา เพื่อให้ผงที่ค้างอยู่ภายในตัวถังบดออกมาจนหมด เนื่องจากมีช่องเปิดปิดอยู่ตรงกลาง จึงเลือกที่จะติดตั้งส่วนมือจับไว้บนตัวถัง ด้านซ้ายและขวาในทิศทางที่ตรงกันข้ามกับช่องเปิด – ปิด เพื่อความคล่องตัวในการใช้งาน

3.5 การวิเคราะห์ตำแหน่งของระบบต้นกำลัง

ตำแหน่งการติดตั้งที่เหมาะสมสำหรับมอเตอร์ต้นกำลัง คือบริเวณส่วนฐานของโครงสร้างตัวเครื่องบดขี้เถ้าแกลบ โดยใช้น๊อตสกรูเป็นตัวยึด เพราะขณะที่เครื่องทำงานจะเกิดแรงสั่นสะเทือน การวางมอเตอร์ไว้ด้านล่างจะสามารถช่วยลดแรงในส่วนนี้ได้อีกทั้งยังเป็นการถ่ายเทน้ำหนักที่ดีอีกด้วย

3.6 การวิเคราะห์ตำแหน่งของสายพานส่งกำลัง

เนื่องจากตัวเครื่องบดขี้เถ้าแกลบใช้พื้นที่ด้านล่างสำหรับกระบะรองรับผงขี้เถ้าแกลบ และจากระยะความห่างของมูเล่ย์ทั้ง 2 ตัว ทำให้พื้นที่ด้านล่างไม่พอต่อการติดตั้ง ดังนั้นพื้นที่ด้านข้างจึงมีความเหมาะสมที่สุด

4. การวิเคราะห์วัสดุที่ใช้ในการออกแบบ

4.1 การวิเคราะห์วัสดุที่ใช้ทำโครงสร้างหลัก

เลือกพิจารณาจากความแข็งแรงและการรับน้ำหนักคุณสมบัติของเหล็กที่มีความเหมาะสม เลือกเหล็กฉากเพราะเหล็กฉากมีความแข็งแรงและผิวที่แบนราบ ทำให้มีความสะดวกต่อระบบการผลิต

4.2 การวิเคราะห์วัสดุที่ใช้ทำกล่องบรรจุเหล็กตัวกลางในการบด

กล่องบรรจุเหล็กบดเป็นส่วนที่จัดเก็บเหล็กที่ใช้ในการบดเพื่อความสะดวกำต่อพฤติ-กรรมในการใช้งาน อีกทั้งยังเป็นการจัดเก็บเหล็กบดให้เป็นสัดส่วน ไม่กีดขวางต่อการทำงาน

4.3 การวิเคราะห์วัสดุที่ใช้ทำส่วนครอบสายพาน

สายพานเป็นส่วนที่ต้องการการป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้นได้ในขณะปฏิบัติงาน อีกทั้งยังช่วยยืดอายุการใช้งานของสายพานได้อีกด้วย ดังนั้นจึงเลือกเหล็กแผ่นที่มีความแข็งแรงและสามารถพับขึ้นรูปได้ง่ายช่วยลดขั้นตอนในการผลิตได้อีกด้วย

4.4 การวิเคราะห์ช่องระบายอากาศของส่วนฝาครอบสายพาน

ในการทำงานของมูเล่และสายพานส่งกำลังเป็นเวลานาน ทำให้เกิดความร้อน ส่วนครอบสายพานจึงเป็นส่วนที่จะต้องถ่ายเทความร้อนในส่วนนี้ และในขณะเดียวกันต้องสามารถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้นขณะปฏิบัติงานได้ด้วย ดังนั้นจึงได้เลือกเหล็กตะแกรงซึ่งมีคุณสมบัติตามที่กล่าวมากข้างต้น

4.5 การวิเคราะห์วัสดุที่ใช้ทำส่วนครอบมอเตอร์

มอเตอร์เป็นตัวต้านกำลังที่ใช้หมุนตัวถังบด ซึ่งมีความสำคัญมาก การป้องกันและบำรุงรักษาให้มีอายุการใช้งานที่นาน ย่อมเป็นผลดีจึงได้เลือกโลหะแผ่นในการทำส่วนครอบสายพานเพื่อกันฝุ่นผงที่เกิดขึ้นจากการถ่ายเทผงขี้เถ้าแกลบ

4.6 การวิเคราะห์วัสดุที่ใช้ทำในการบดขี้เถ้าแกลบ

เลือกใช้เหล็กเพลาซึ่งมีผิวเรียบตลอดเส้นขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9,12 และ 15 มิลิเมตร ยาว 75 เซนติเมตร ในสัดส่วนที่ใช้ในการทดสอบคือ

ขนาด 9 มิลลิเมตร จำนวน 52 เส้น

ขนาด 12 มิลลิเมตร จำนวน 51 เส้น

ขนาด 15 มิลลิเมตร จำนวน 51 เส้น

4.7 การวิเคราะห์วัสดุที่ใช้หุ้มเหล็กตัวกลางในการบด

5. การวิเคราะห์ขนาดสัดส่วนที่สัมพันธ์กับการใช้งาน

5.1 การวิเคราะห์ขนาดสัดส่วนช่องใส่ขี้เถ้าแกลบ

ขนาดความสูงของเหล็กโครงสร้าง ซึ่งใช้ติดตั้งสวิทช์ควบคุมการทำงานนั้นอยู่ที่ 90 เซนติเมตร และลากสัดส่วนของสวิทช์ที่ใช้ควบคุมนี้ ทำให้ได้แนวแกนในการหมุนของถังบดและได้นำขนาดของถังบดมาติดตั้ง จะได้ความสูงที่มีความเหมาะสมในการใช้งานของขนาดเครื่องบดขี้เถ้าแกลบ

5.2 การวิเคราะห์ขนาดสัดส่วนช่องใส่ผงขี้เถ้าแกลบ

จากขนาดความสูงของเครื่องบดขี้เถ้าแกลบข้างต้นจะทำให้เราได้ขนาดของช่องเปิด – ปิด ของถังบด ซึ่งอยู่ในระดับความสูงระหว่าง 85 – 100 เซนติเมตร ความกว้างขนาด 50 เซนติเมตร

6. การวิเคราะห์ส่วนเสริมในการออกแบบ

6.1 การวิเคราะห์รูปแบบของกระบะรองรับผงขี้เถ้าแกลบ

เลือกใช้กระบะที่ใช้ในการขนถ่ายปูนซีเมนต์ ซึ่งเป็นขนาดมาตรฐานอุตสาหกรรม

6.2 การวิเคราะห์รูปแบบของกล่องบรรจุเหล็กตัวกลางในการบด

เหล็กตัวกลางในการบดที่ใช้มีความยาว 75 เซนติเมตร จึงเป็นสัดส่วนที่ทำให้ได้ขนาดของกล่องบรรจุเหล็กตัวกลางในการบดที่มีขนาด 15 x 30 x 95 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อนำไปสู่แนวทางในการออกแบบเครื่องบดขี้เถ้าสำหรับสหกรณ์การเกษตร เพื่อเกษตรกรนั้น พอที่จะสรุปได้ดังนี้

4.1.1 การวิเคราะห์รูปแบบโครงสร้างเหล็ก เลือกใช้รูปทรงสี่เหลี่ยมคางหมูขนาด 95 x 120 x 90 เซนติเมตร เพราะมีพื้นที่ใช้สอยสอดคล้องกับลักษณะการใช้งานของตัวเครื่องบดขี้เถ้าแกลบและขนาดสัดส่วนมนุษย์

4.1.2 การวิเคราะห์กรรมวิธีในการยึดประกอบ เลือกใช้การเชื่อมไฟฟ้า เพราะมีความแข็งแรงทนทานและง่ายไม่ซับซ้อนในระบบการผลิต

4.1.3 การวิเคราะห์ลักษณะของขาตั้ง เลือกใช้ลักษณะขาตั้งแบบ 4 จุด ตามตำแหน่ง

4.1.4 การวิเคราะห์ถังบดที่ใช้ในการติดตั้ง เลือกใช้ถังขนาด 200 ลิตร (แบบไม่มีร่อง) เพราะเป็นแบบสำเร็จรูป สามารถนำมาใช้ในการผลิตได้ทันที และตรงตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้

4.2.1 การวิเคราะห์ระบบต้นกำลัง เลือกใช้มอเตอร์ไฟฟ้า เพราะมีขนาดเล็ก ไม่มีเสียงดัง ง่ายต่อการบำรุงรักษา อีกทั้งยังช่วยรักษาสภาพแวดล้อม ไม่ทำให้เกิดมลภาวะ

4.2.2 การวิเคราะห์ชนิดของต้นกำลังที่ใช้ เลือกใช้มอเตอร์แบบรีพัลชั่น ซึ่งสามารถปรับค่าความเร็วรอบของมอเตอร์ได้ตามความต้องการ

4.2.3 ระบบส่งกำลัง เลือกใช้สายพานเป็นตัวส่งกำลังเพราะ มีความยืดหยุ่นในการรับและส่งแรง ช่วยยืดอายุการใช้งานของมอเตอร์,มูเล่และตัวสายพานอีกด้วย

4.2.4 ชนิดของระบบส่งกำลัง เลือกใช้สายพานรูปลิ่ม เพราะการส่งกำลังด้วยสายพานรูปลิ่มจะให้ประสิทธิภาพในการขับสูงถึง 95% ของสายพานทั่วไป มีความทนทานในการใช้งานสูงเพราะด้านบนเสริมเส้นโพลีเอสเตอร์ ช่วยลดการสึกหรอได้มากในขณะทำการใช้งานและไม่สิ้นเปลืองเนื้อที่ในการติดตั้ง

4.2.5 สวิทซ์ที่ใช้ในการเปิดปิดตัวเครื่องบดเลือกใช้สวิทซ์แบบกดติด – กดดับตามมาตรฐานอุตสาหกรรม เพราะมีความสะดวกในการใช้งาน

4.3.1 การวิเคราะห์ตำแหน่งของสวิทซ์ เลือกที่จะติดตั้งตำแหน่งของสวิทซ์เปิด – ปิดไว้บนขาตั้งด้านตรงข้ามกับกล่องใส่เหล็กตัวกลางในการบด เพราะเป็นพื้นที่ ๆมีความคล่องตัวในการใช้งาน

4.3.2 การวิเคราะห์ตำแหน่งในการติดตั้งสวิทซ์ เลือกบริเวณด้านขวาของขาตั้งรับน้ำหนัก เพราะมีความสอดคล้องกับพฤติกรรมการใช้งานตลอดจนไม่กีดขวางการทำงานของตัวถังบด

4.3.3 การวิเคราะห์ตำแหน่งช่องเปิด – ปิด ของถังบด เลือกใช้ตำแหน่งตรงช่วงกลางของตัวถังบดเพราะเป็นช่วงที่ผงขี้เถ้าแกลบสามารถถ่ายเทลงกระบะรับผงได้โดยสะดวกมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.4 การวิเคราะห์ตำแหน่งของมือจับ เลือกที่จะติดตั้งส่วนมือจับไว้บนตัวถัง ด้านซ้ายและขวาในทิศทางที่ตรงกันข้ามกับช่องเปิด – ปิด เพื่อเพิ่มความคล่องตัวในการใช้งาน

4.3.5 การวิเคราะห์ตำแหน่งของระบบต้นกำลังเลือกใช้ส่วนฐานของโครงสร้างตัวเครื่องบดขี้เถ้าแกลบ โดยใช้น๊อตสกรูเป็นตัวยึด เพราะการวางมอเตอร์ไว้ด้านล่างจะสามารถช่วยลดแรงในส่วนนี้ได้อีกทั้งยังเป็นการถ่ายเทน้ำหนักที่ดีอีกด้วย

4.3.6 การวิเคราะห์ตำแหน่งของสายพานส่งกำลังเลือกที่จะติดตั้งไว้ด้านข้างเพราะมีความคล่องตัวในการใช้งาน

4.4.1 การวิเคราะห์วัสดุที่ใช้ทำโครงสร้างหลัก เลือกเหล็กฉากเพราะเหล็กฉากมีความแข็งแรงและผิวที่แบนราบ ทำให้มีความสะดวกต่อระบบการผลิต

4.4.2การวิเคราะห์วัสดุที่ใช้ทำกล่องบรรจุเหล็กตัวกลางในการบดเลือกใช้เหล็กแผ่นเป็นวัสดุ เพราะมีความแข็งแรงและง่ายต่อระบบการผลิต

4.4.3 การวิเคราะห์วัสดุที่ใช้ทำส่วนครอบสายพานเลือกใช้เหล็กแผ่นเป็นวัสดุ เพราะมีความแข็งแรงและง่ายต่อระบบการผลิต

4.4.4การวิเคราะห์ช่องระบายอากาศของส่วนฝาครอบสายพานเลือกใช้เหล็กตะแกรง เพราะสามารถระบายอากาศได้ดีอีกทั้งยังป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้นขณะปฏิบัติงานได้

4.4.5 การวิเคราะห์วัสดุที่ใช้ทำส่วนครอบมอเตอร์ เลือกใช้โลหะแผ่นเพราะมีความแข็งแรงทนทาน สามารถดัดโค้งเพื่อกันฝุ่นผงที่เกิดขึ้นจากการถ่ายเทผงขี้เถ้าแกลบ

4.4.6 การวิเคราะห์วัสดุที่ใช้ทำในการบดขี้เถ้าแกลบ เลือกใช้เหล็กเพลาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9,12 และ 15 มิลิเมตร ยาว 75 เซนติเมตร ในสัดส่วน 52 51 51 เพราะเป็นค่ามาตราฐานที่ใช้ในการทดสอบ

4.5.1 การวิเคราะห์ขนาดสัดส่วนช่องใส่ขี้เถ้าแกลบ เลือกใช้ตามการติดตั้งถังบดไว้บนตัวโครงเหล็ก ซึ่งมีขนาดความสูงอยู่ที่ 90

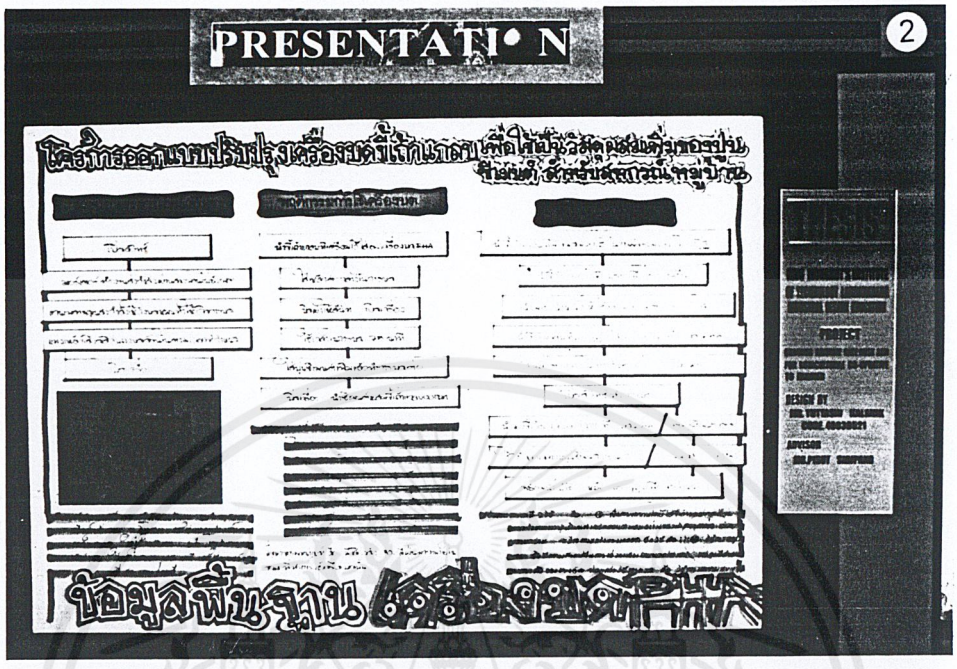
4.5.2 การวิเคราะห์ขนาดสัดส่วนช่องใส่ผงขี้เถ้าแกลบ เลือกใช้ขนาดความกว้างขนาด 50 เซนติเมตร ซึ่งอยู่ในระดับความสูงระหว่าง 85 – 100 เซนติเมตร ซึ่งได้จากการติดตั้งตัวถังบดเข้ากับโครงเหล็ก

4.6.1 การวิเคราะห์รูปแบบของกระบะรองรับผงขี้เถ้าแกลบ เลือกใช้กระบะที่ใช้ในการขนถ่ายปูนซีเมนต์ ซึ่งเป็นขนาดมาตรฐานอุตสาหกรรม

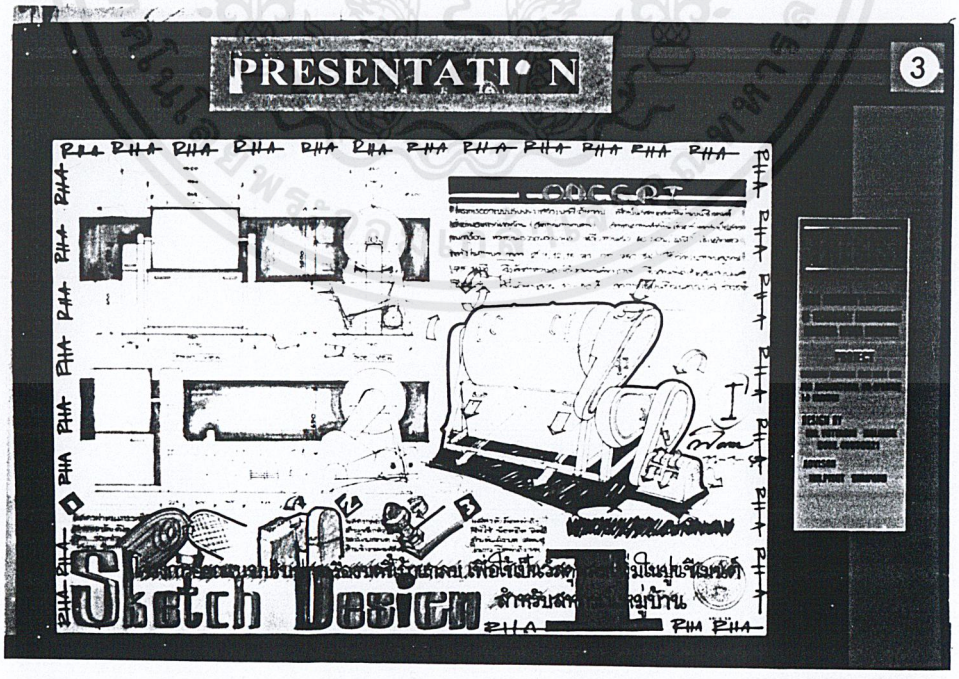
4.6.2 การวิเคราะห์รูปแบบของกล่องบรรจุเหล็กตัวกลางในการบดเลือกใช้ขนาด 15 x 30 x 95 เซนติเมตร เพราะใช้ความยาวของเหล็กตัวกลางในการบดเป็นเกณฑ์ในการออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 75
แสดงแบบร่างครั้งที่ 1

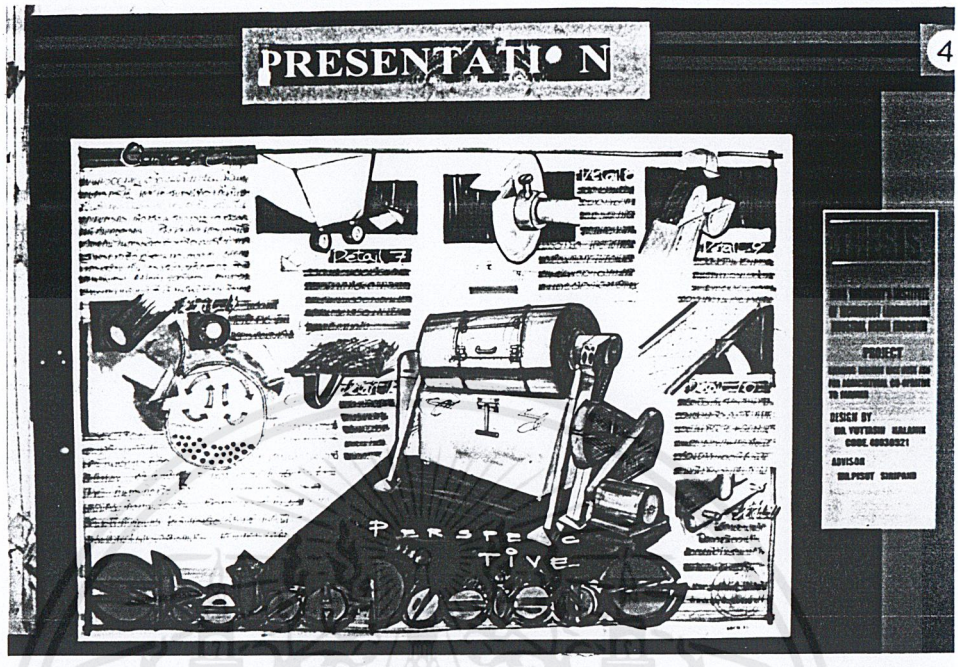


ภาพที่ 76
แสดงแบบร่างครั้งที่ 1

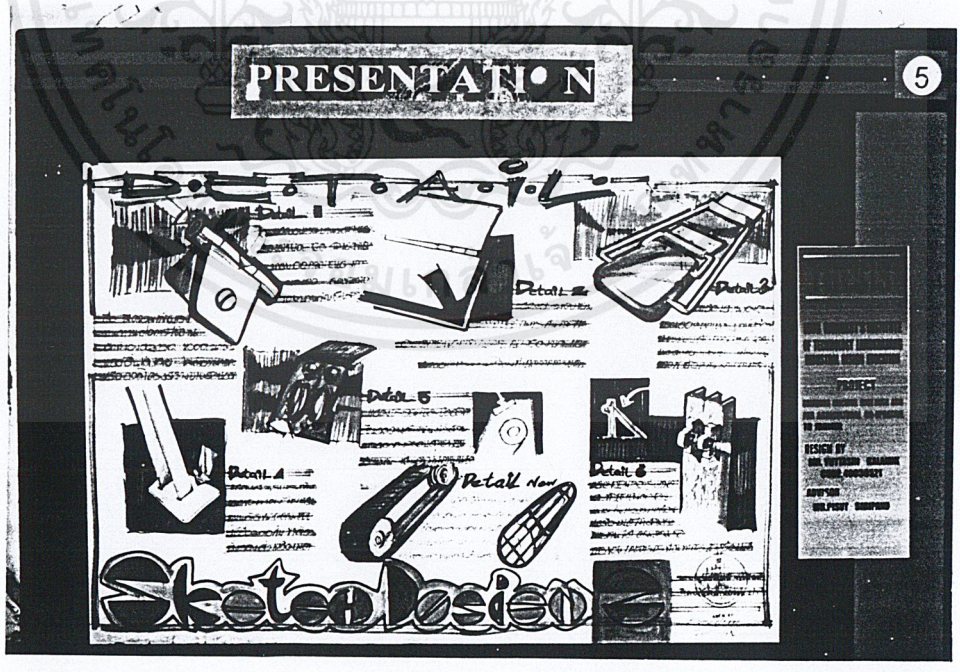


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 77
แสดงแบบร่างครั้งที่ 2



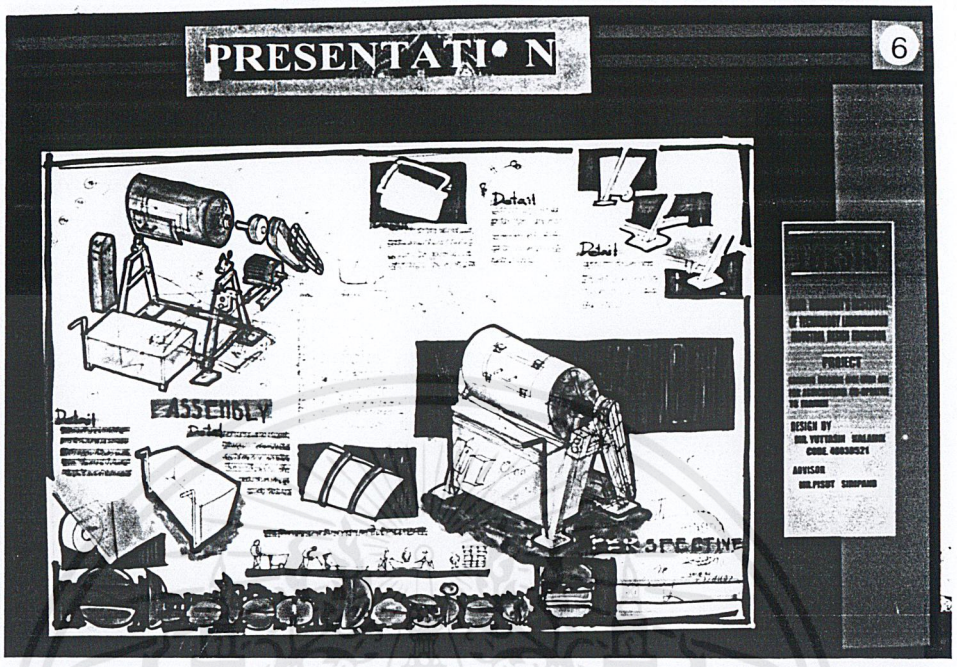
ภาพที่ 78
แสดงแบบร่างครั้งที่ 2



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

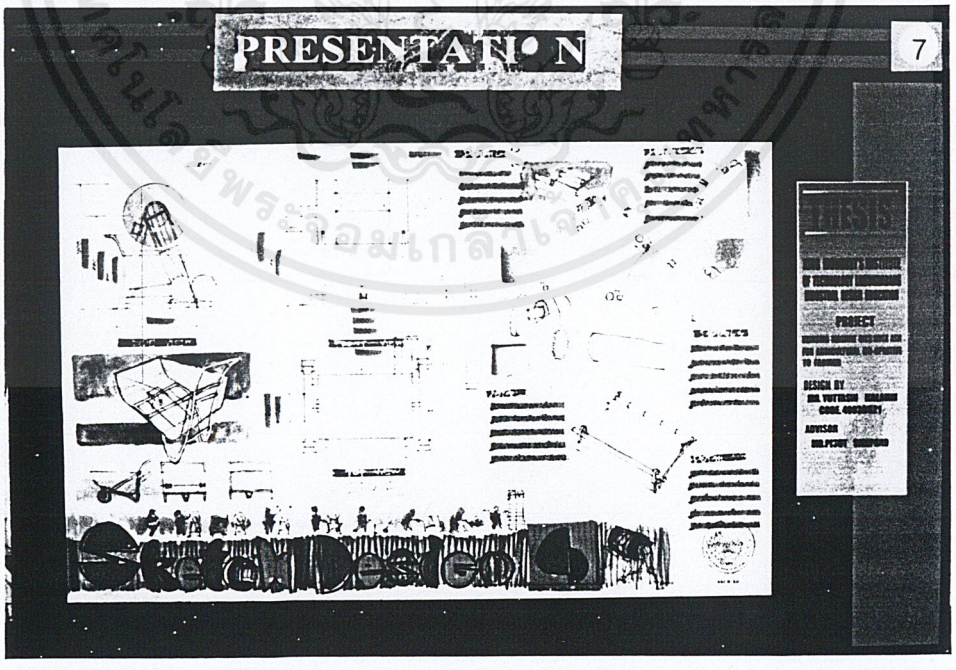
ภาพที่ 79

แสดงแบบร่างครั้งที่ 3



ภาพที่ 80

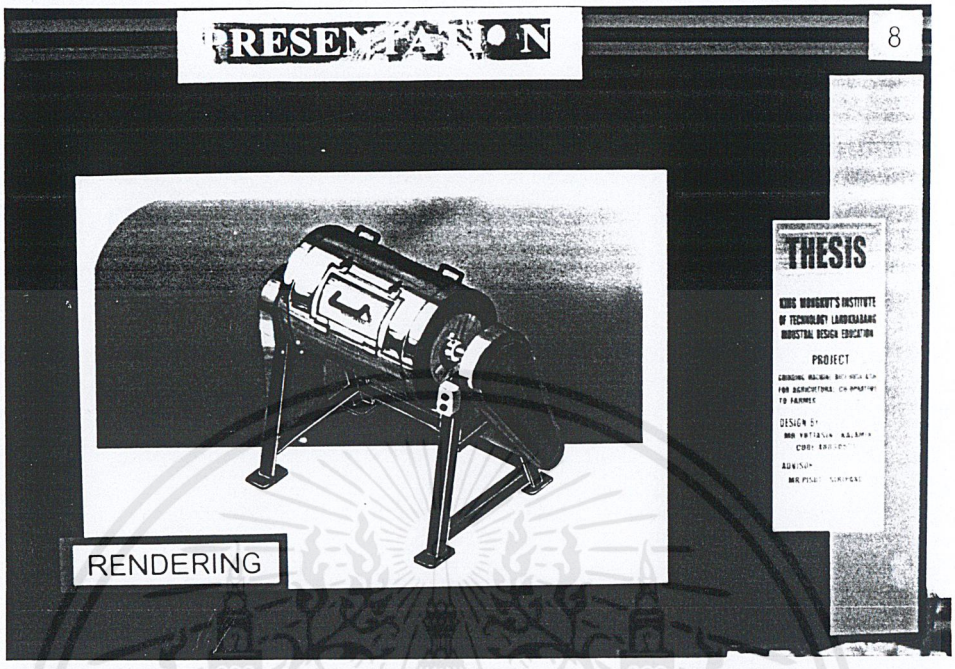
แสดงแบบร่างครั้งที่ 4



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

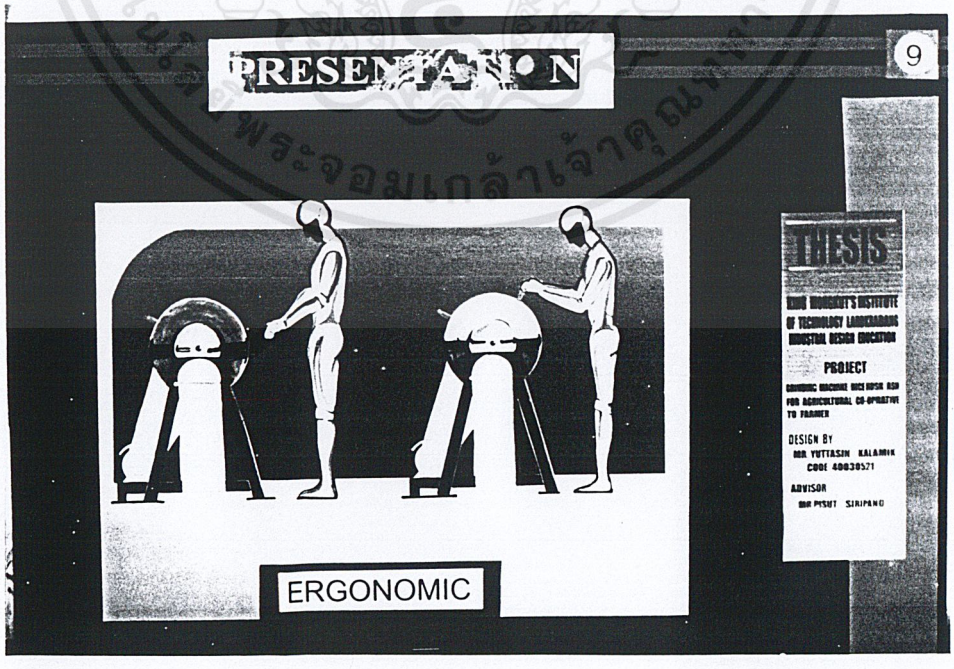
ภาพที่ 81

แสดงการนำเสนอผลงาน



ภาพที่ 82

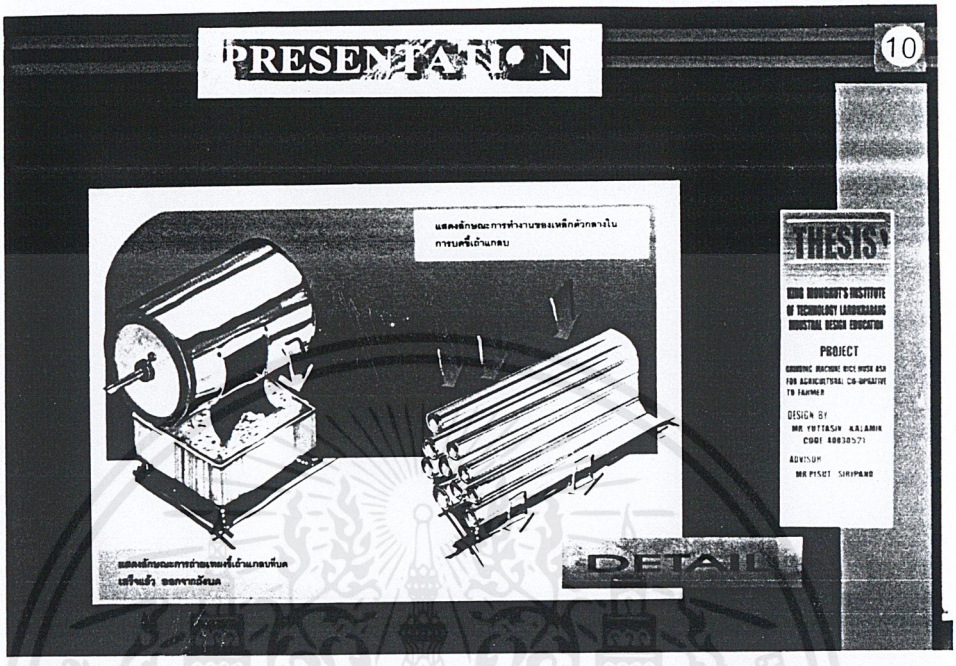
แสดงการนำเสนอผลงาน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

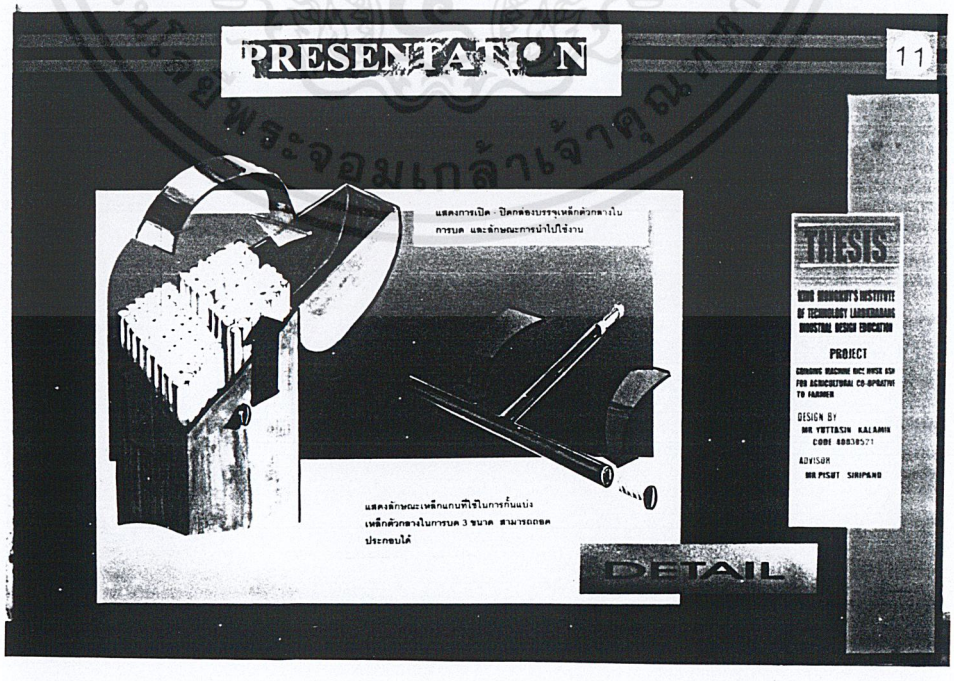
ภาพที่ 83

แสดงการนำเสนอผลงาน



ภาพที่ 84

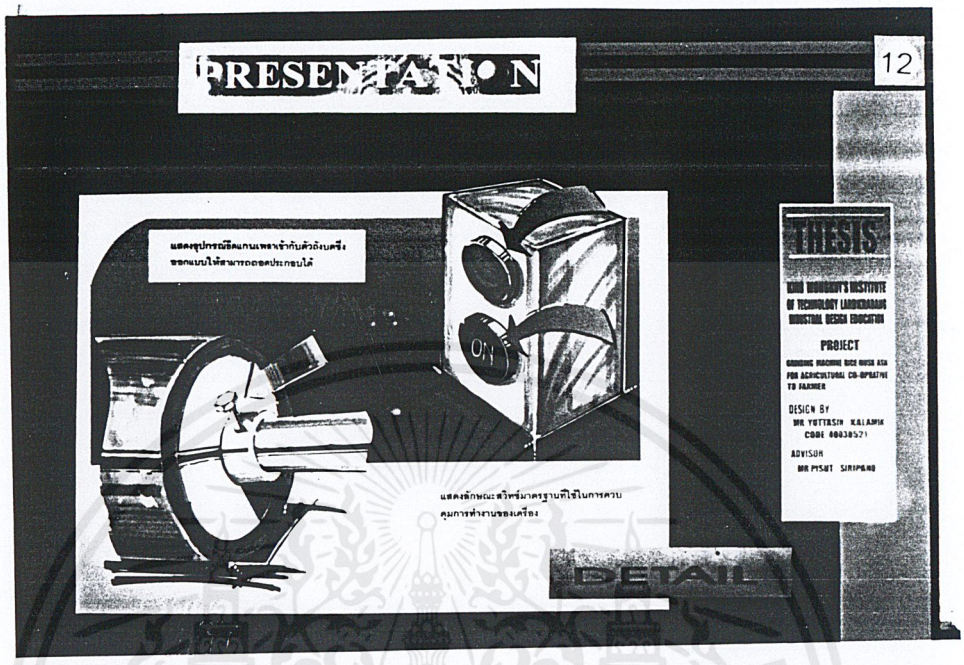
แสดงการนำเสนอผลงาน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

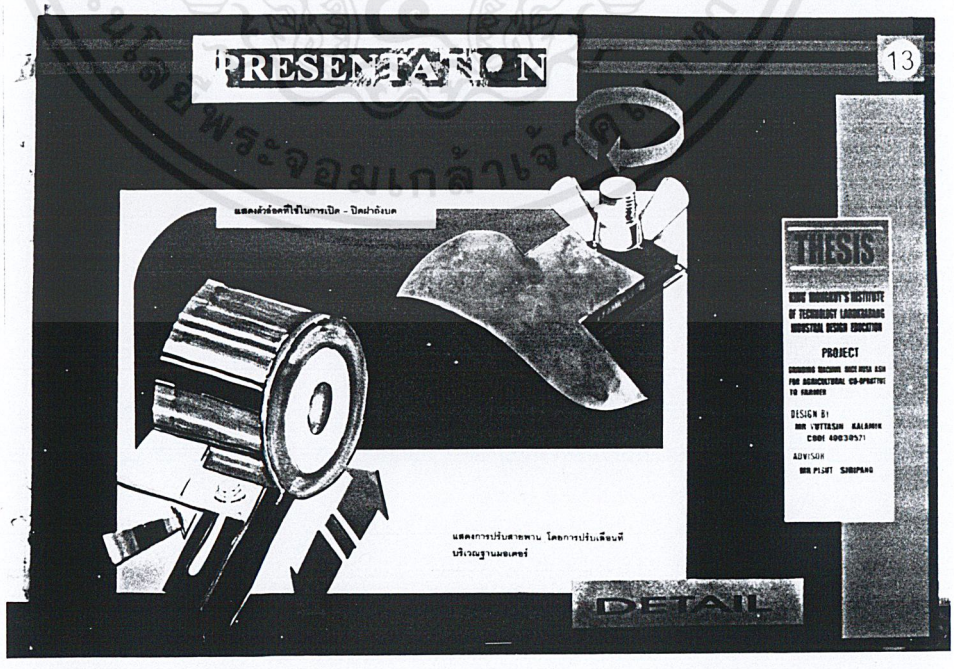
ภาพที่ 85

แสดงการนำเสนอผลงาน



ภาพที่ 86

แสดงการนำเสนอผลงาน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 87

แสดงการนำเสนอผลงาน

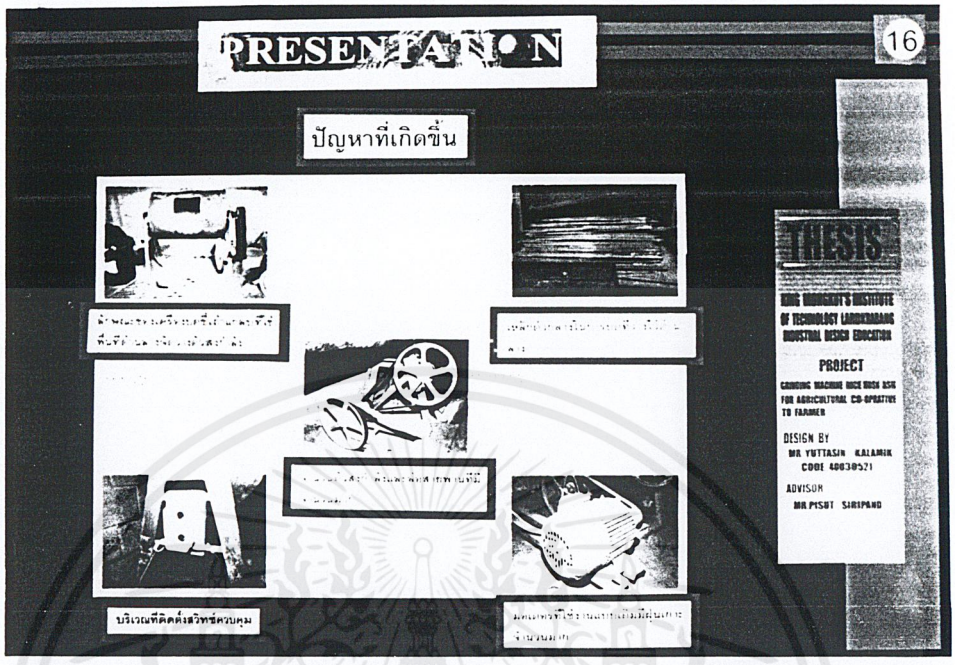
ภาพที่ 88

แสดงการนำเสนอผลงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

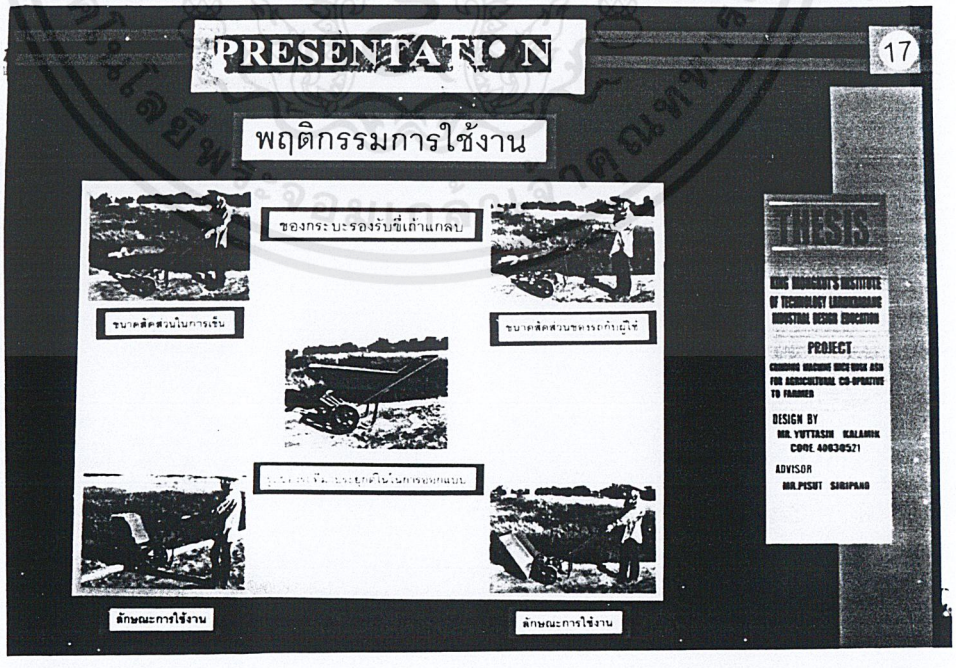
ภาพที่ 89

แสดงการนำเสนอผลงาน



ภาพที่ 90

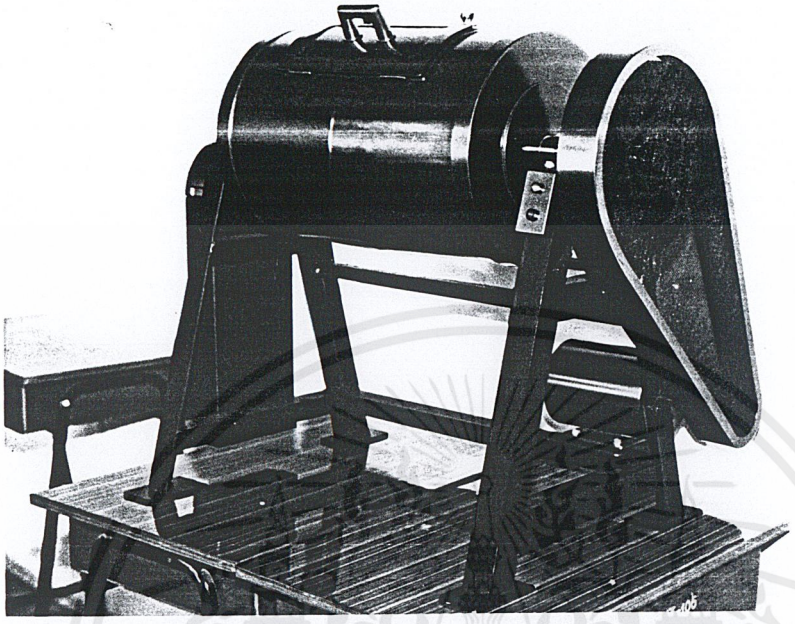
แสดงการนำเสนอผลงาน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

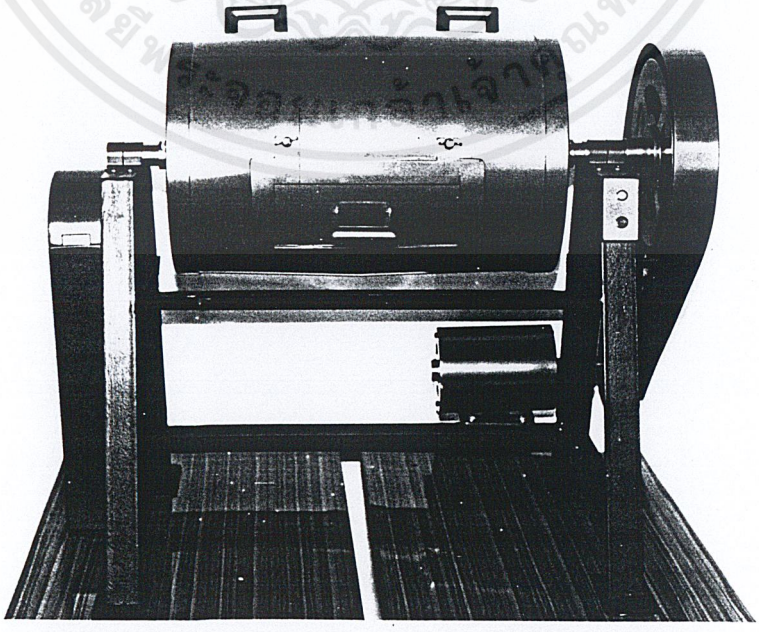
ภาพที่ 91

แสดงหุ่นจำลอง

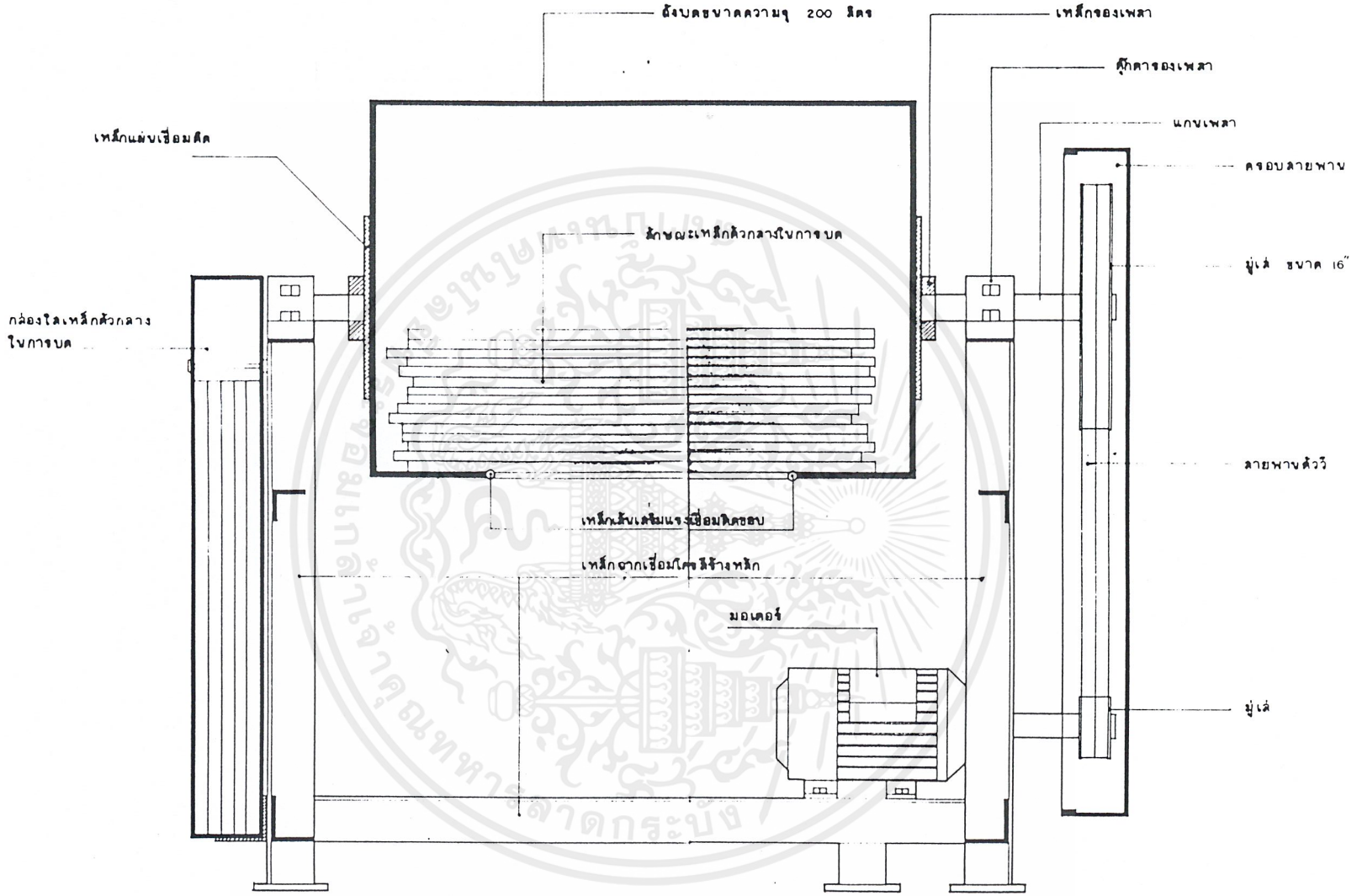


ภาพที่ 92

แสดงหุ่นจำลอง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

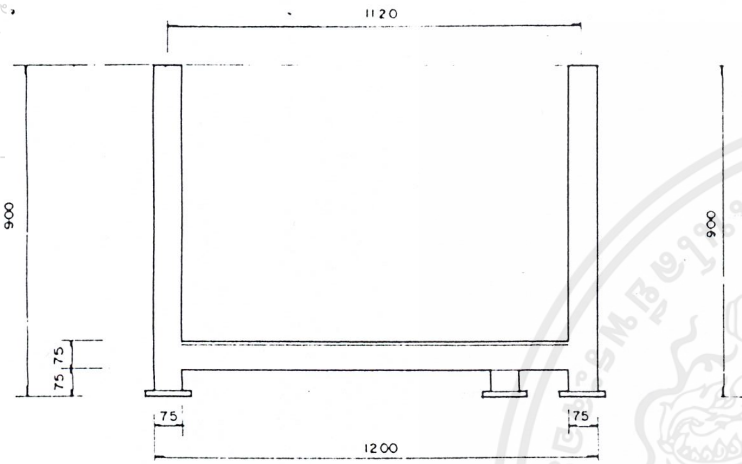


SECTION SCALE 1:5 UNIT OF MM.

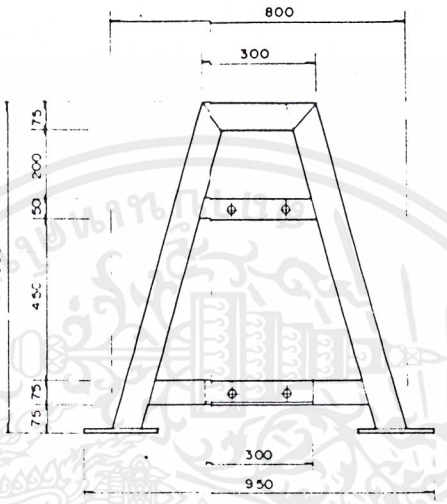
ARCH. ED

วัน เดือน ปี	29 มค. 42	ชื่อ ภาค	รหัส	แผ่นที่
นศ	นาย ยุทธศิลป์	กาฬิมิค	40030521	
ภาควิชาเทคโนโลยี พระจอมเกล้า เจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง		โครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องเบรคอัตโนมัติเข้าแกนลูบสำหรับหมู่บ้าน		
		อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ พิสุทธิ์ ศิริพันธุ์		

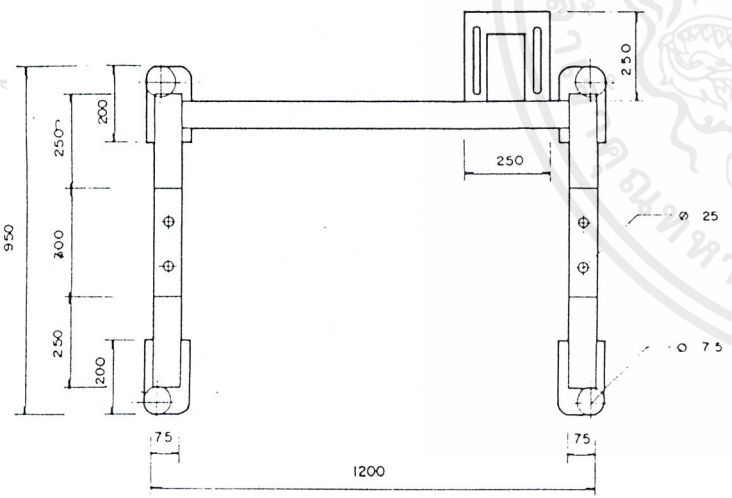
ลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ห้ามนำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น โดยไม่ได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรจากสถาบันฯ



FRONT VIEW



SIDE VIEW



TOP VIEW

DETAIL OF PART

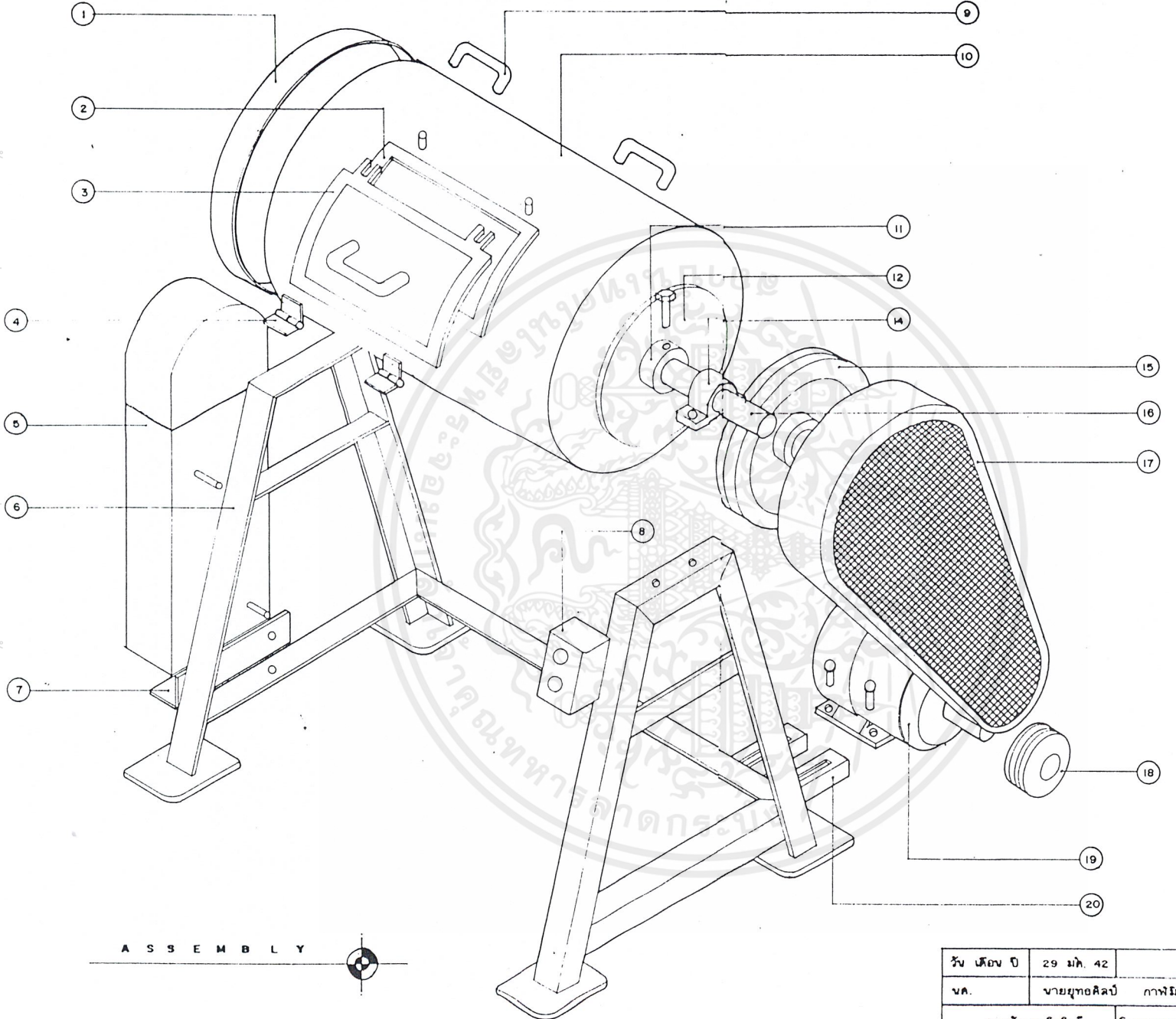
SCALE 1 : 10

UNIT OF MM

รายการประกอบแบบ

ลำดับ	รายการ	ขนาด	วัสดุ	จำนวน
20	เหล็กจับมอเตอร์	3" × 3"	เหล็กกล่อง	2
19	มอเตอร์	ม อก.	ม อก.	1
18	มู่เล่ ⌀ 10	ม อก.	เหล็ก	1
17	การ์ดป้องกันสายพาน	40×30×115×10	เหล็กแผ่น	1
16	แกนเพลา ⌀ 40	ม อก.	เหล็ก	2
15	มู่เล่	ม อก.	เหล็ก	1
14	ตุ๊กตา แบริ่ง	ม อก.	เหล็ก	2
13	น็อตยึดแกนเพลา	ม อก.	เหล็ก	2
12	เหล็กแผ่นเสริมแรง ⌀ 300	ม อก.	เหล็กแผ่น	2
11	เหล็กยึดแกนเพลากับตัวถัง	ม อก.	เหล็ก	2
10	ถัง 200 ลิตร	ม อก.	เหล็ก	1
9	มือจับ	ม อก.	เหล็กกลม	3
8	สวิทช์ เปิด-ปิด	ม อก.	ม อก.	1
7	เหล็กรับที่เก็บตัวกลางในการขนส่ง	12 × 30 × 85	เหล็กแผ่น	1
6	โครงเหล็กรับถังขนส่ง	ม อก.	เหล็กตัวซี	1
5	กล่องใส่เหล็กตัวกลาง	ม อก.	เหล็กแผ่นขึ้นรูป	1
4	สลักบานพับ	ม อก.	เหล็กกลึง	2
3	ฝาเปิด-ปิด	20×50×2	เหล็กแผ่น	1
2	แผ่นยางกันอากาศ	20 × 50	ยาง	1
1	เหล็กกรอบเสริมแรง ⌀ 60	⌀ 60	เหล็กแผ่น	2

วัน เดือน ปี	29 มค 42	ชื่อ ลกุล	รหัส	แผ่นที่
นศ	นายยุทธศิลป์ กาฬมิล		40030521	
สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้า เจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง	โครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องบดชิ้นเต้าแกลบสำหรับครัวเรือนกรณีหมู่บ้าน			
	อาจารย์ที่ปรึกษา			
	อาจารย์ พิศทย์ ศิริพันธ์			

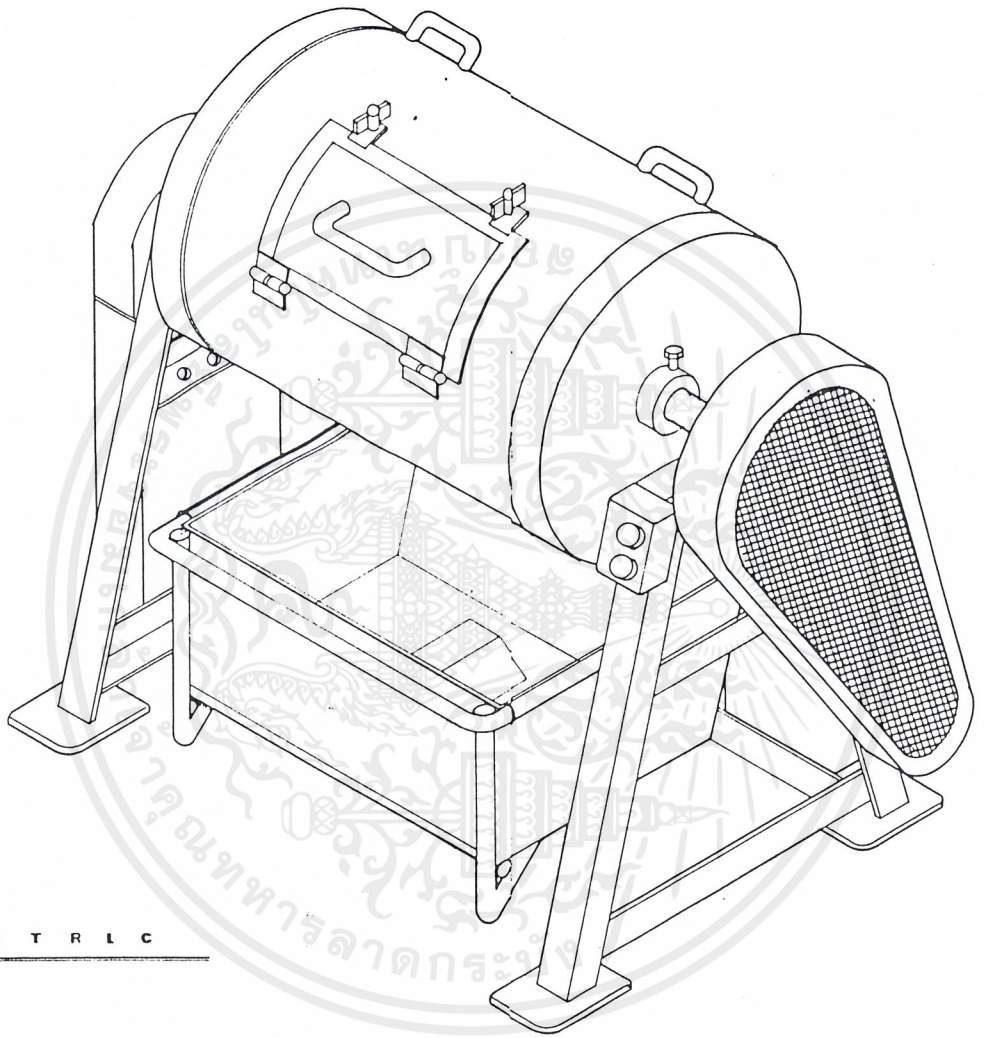


ASSEMBLY

SKETCH

วัน เดือน ปี	29 มค. 42	ชื่อ – สกุล	รหัส	แผ่นที่
นศ.	นายยุทธศิลป์ กาฬิมิล		40030521	
สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้า เจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง	โครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องบดชี้เถ้าแกลบสำหรับสหกรณ์หมู่บ้าน			
	อาจารย์ที่ปรึกษา			
	อาจารย์ พิศทย์ ศิริพันธ์			

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

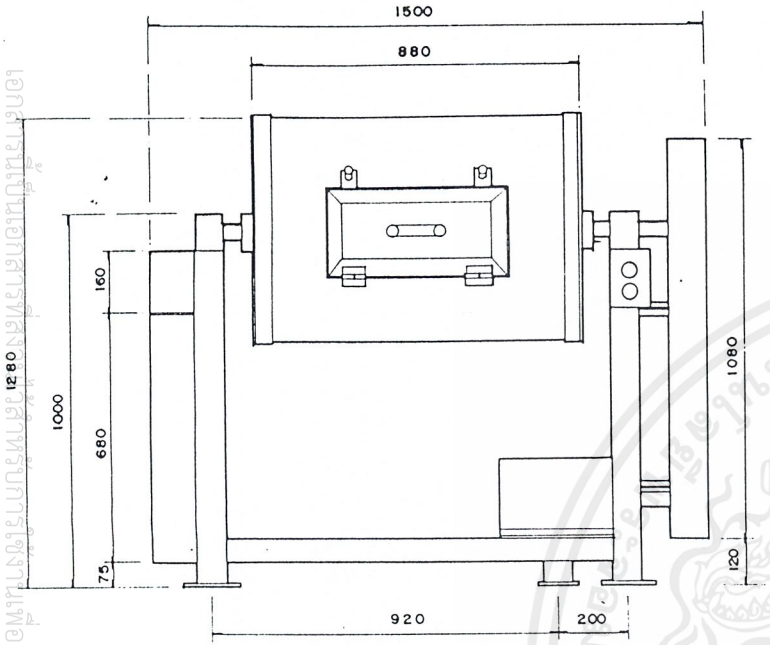


I S O M E T R I C

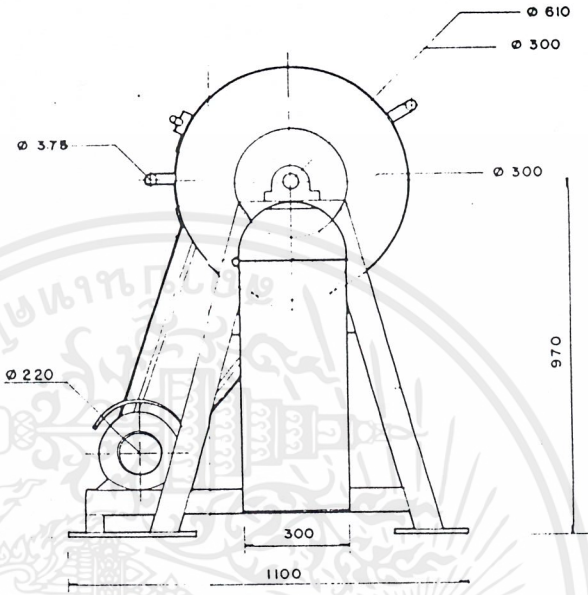
ARCHIVED

วัน เดือน ปี	29 มค. 42	ชื่อ สกุล	รหัส	แผ่นที่
บค.	นายยุทธศิลป์ กาฬิมิค		40030521	
ลาดบังเทคโนโลยี พระจอมเกล้า เจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง	โครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องบดชี้เถ้าแกลบสำหรับสหกรณ์หมู่บ้าน			
	อาจารย์ที่ปรึกษา			
	อาจารย์ พิศุทธิ์ ลิขิพันธุ์			

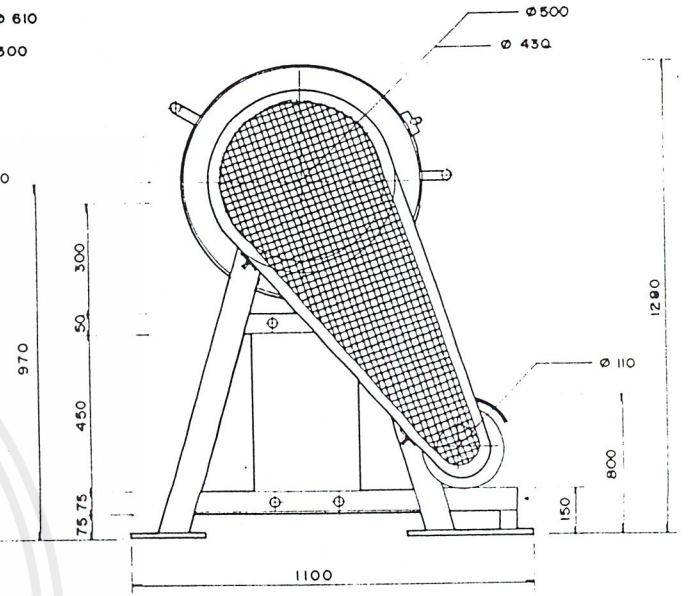
ลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ห้ามนำไปใช้ในการค้าหรือแสวงหาผลประโยชน์ทางการค้าโดยไม่ได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษร



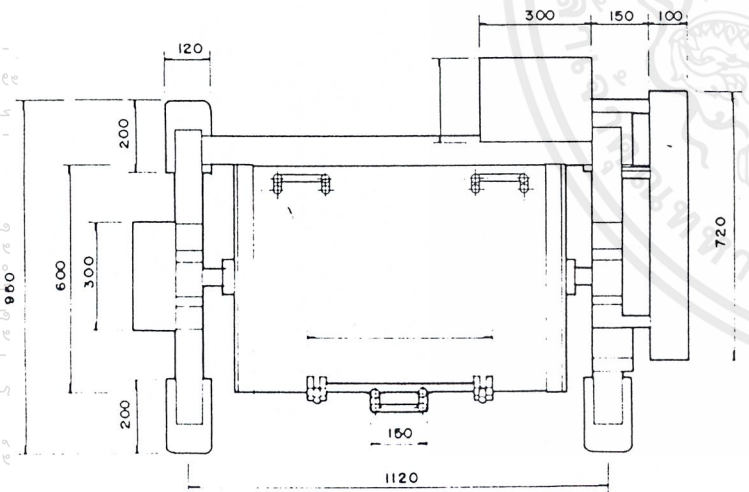
FRONT VIEW



LEFT SIDE VIEW



RIGHT SIDE VIEW



TOP VIEW

ELEVATION

SCALE 1 : 10 UNIT OF MM

วัน เดือน ปี	29 มค. 42	ชื่อ สกุล	รหัส	แผ่นที่
นศ.	นายยุทธศิลป์	กาฬิมิล	40030521	
สถาบันเทคโนโลยี	โครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องบดชิ้นเนื้อสดสำหรับอุตสาหกรรมขนาดเล็ก			
พระจอมเกล้า เจ้าคุณทหาร	อาจารย์ที่ปรึกษา			
ลาดกระบัง	อาจารย์ พิศทย์ ศิริพันธุ์			

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

สำหรับการทำงานวิจัยในครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบปรับปรุงเครื่องบดขี้เถ้าแกลบสำหรับสหกรณ์หมู่บ้านเพื่อเกษตรกร และนำขี้เถ้าแกลบที่เหลือใช้จากการเผาอิฐภายในโรงเผาอิฐมาใช้ให้เกิดประโยชน์มากที่สุด แทนที่จะทิ้งไว้โดยไม่ก่อให้เกิดประโยชน์

สรุปผลการวิจัย

1. การออกแบบเครื่องบดขี้เถ้าแกลบนี้ มีส่วนช่วยลดปัญหาการกำจัดขี้เถ้าแกลบซึ่งเป็นวัสดุเหลือใช้ หลังจากการเผาให้พลังงานแล้ว
2. เครื่องบดขี้เถ้าแกลบนี้ใช้สำหรับบดขี้เถ้าแกลบเท่านั้น

ประโยชน์ที่ได้รับจากการศึกษาวิจัย

1. การออกแบบเครื่องบดขี้เถ้าแกลบนี้สามารถช่วยกำจัดวัสดุเหลือใช้จากธรรมชาติ ซึ่งก็คือขี้เถ้าแกลบที่ได้จากการเผาให้พลังงานแล้วจากโรงเผาอิฐ
2. เครื่องบดขี้เถ้าแกลบเครื่องนี้ใช้สำหรับบดขี้เถ้าแกลบเท่านั้น
3. ผงขี้เถ้าแกลบที่บดแล้ว สามารถนำไปผสมกับปูนซีเมนต์ปอร์ทแลนด์ในปริมาณ 30% เพื่อช่วยเพิ่มปริมาณเนื้อปูนซีเมนต์ปอร์ทแลนด์ ช่วยลดค่าใช้จ่ายในการซื้อปูนซีเมนต์ลงได้
4. เครื่องบดขี้เถ้าแกลบที่นำมาใช้ในสหกรณ์นั้น สามารถช่วยสร้างรายได้เสริมให้แก่เกษตรกรได้อีกทางหนึ่งด้วย

ข้อเสนอแนะของผู้วิจัย

จากการที่ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับเครื่องบดขี้เถ้าแกลบ ซึ่งเป็นวัสดุที่ใช้ผสมเพิ่มในเนื้อปูนซีเมนต์ปอร์ทแลนด์นั้น ได้มีข้อเสนอแนะสำหรับผู้ที่สนใจและต้องการจะนำไปเป็นแนวทางในการศึกษาค้นคว้าต่อไปดังนี้

1. ในการออกแบบ ต้องคำนึงถึงวัตถุประสงค์ที่ได้รับตั้งไว้ เพื่อที่จะได้เครื่องบดขี้เถ้าแกลบที่มีประสิทธิภาพตรงตามความต้องการ
2. ควรเลือกใช้ชิ้นส่วนของเครื่องจักรกลที่ได้มาตราฐานในการผลิต
3. ในส่วนของการป้องกันอันตรายจากเครื่องจักรกลนั้น จะต้องสามารถถอดประกอบและทำการซ่อมบำรุงได้ง่าย
4. ในการถ่ายผงขี้เถ้าแลบที่บดเสร็จแล้วนั้น จะมีฝุ่นผงเกิดขึ้นขณะทำการถ่ายผงขี้เถ้าแกลบ ดังนั้นจึงควรเลือกใช้วิธีการถ่ายผงแบบใช้ลมเป่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสนอแนะจากคณะกรรมการ

การวิจัยโครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องบดขี้เถ้าแกลบสำหรับสหกรณ์หมู่บ้านเพื่อเกษตรกรนั้น ผู้ทำวิจัยได้ทำการนำเสนอผลงานการวิจัย ซึ่งได้ข้อเสนอแนะจากคณะกรรมการดังนี้

1. ในการศึกษาข้อมูล ไม่ควรยึดติดกับของเดิมมากจนเกินไป
2. ในการนำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์เพื่อใช้ในการออกแบบนั้น ควรนำมาประยุกต์ปรับเปลี่ยนเพื่อให้มีความสอดคล้อง และเหมาะสมกับพฤติกรรมของกลุ่มผู้ใช้
3. ควรศึกษาในเรื่องของการออกแบบเครื่องจักรกลให้เข้าใจ เพื่อการออกแบบที่มีประสิทธิภาพ
4. ควรศึกษาในเรื่องของระบบต้นกำลัง (มอเตอร์) ให้มีความเข้าใจก่อนที่จะนำมาประยุกต์ใช้กับการออกแบบเครื่อง
5. ควรจัดให้มีระบบป้องกันอัตรายที่อาจเกิดขึ้นได้ ในขณะที่เครื่องกำลังทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กัญญาณัฐ ระวิงทอง. เทคโนโลยีไทย. กรุงเทพฯ: ออฟเซ็ทเพรส จำกัด, 2541

เกษม บุญเพ็ญ. พื้นฐานโลหะแผ่น. กรุงเทพฯ: รวมทรรศ, 2533

ดาวโลม พิมพ์กระโทก. โครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องตีดินสำหรับอุตสาหกรรรมเครื่องปั้นดินเผา. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต.สาขาศิลปอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2541

ณรงค์ ชอนตะวัน. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ. กรุงเทพฯ: เอราวัณการพิมพ์, 2538

นิรัช สุดสังข์. การวิจัยเชิงพัฒนาอุตสาหกรรม, การเขียนโครงการทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์. คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2541.

บุรฉัตร ฉัตรวีระ. "เครื่องบดขี้เถ้าแกลบ". วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.กรุงเทพฯ: 2530

ปณิธาร ลักคุณะประสิทธ์. การวิเคราะห์โครงสร้าง. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2538.

ประพันธ์ จิรมงคล. เรื่องน่ารู้เทคนิคเครื่องกล. กรุงเทพฯ: เอชมอนการพิมพ์, 2538

มานพ ดันตระบัณฑิตย์, สำลี แสงห้าว และ สุทิน จิตรเจริญ. ชิ้นส่วนเครื่องจักร. กรุงเทพฯ: ประชาชนจำกัด. 2536.

วิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย, สถาบัน. ขนาดสัดส่วนของคนไทย. กรุงเทพฯ: ครุสภาการพิมพ์, 2533.

วิชา รัตนผลิน. "สายพานส่งกำลัง". เทคโนโลยีขนถ่ายวัสดุ. กรุงเทพฯ: 2540.

สาคร คันธโชติ. กรรมวิธีการผลิต. กรุงเทพฯ: โเดียนสโตร์, 2533

ส่งเสริมสหกรณ์, กรม. การสหกรณ์ในประเทศไทย. กรุงเทพฯ: 2529

สุนทร ศรีนุภาพ และคนอื่นๆ. เทคนิคการเดินสายไฟและออกแบบติดตั้งไฟฟ้า. กรุงเทพฯ: กิตติพงศ์การพิมพ์, 2530

สนั่น เจริญเผ่า และ วินิต ช่อวิเชียร. การออกแบบโครงสร้างไม้และโครงสร้างเหล็ก. กรุงเทพฯ : หจก. ป สัมพันธ์พาณิชย์, 2530

สมพงษ์ กรกรรณ์. ทฤษฎีสี. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพาณิชย์, 2527

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบขออนุมัติหัวข้อวิทยานิพนธ์

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

.....

ด้วยข้าพเจ้า นายยุทธศิลป์ กาฬมิค

นักศึกษา ภาควิชา ครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาวิชา ศิลปอุตสาหกรรม

ที่อยู่ปัจจุบัน บ้านเลขที่ 301 / 208 ถนน ฉลองกรุง หมู่บ้านรุ่งอรุณ 2 แขวง ลำปลาทิว

เขต ลาดกระบัง จังหวัด กรุงเทพฯ หมายเลขโทรศัพท์ที่บ้าน 326-8814

มีความประสงค์ขออนุมัติเขียนวิทยานิพนธ์เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาตรี

สาขา ศิลปอุตสาหกรรม จำนวน 8 หน่วยกิต

ชื่อเรื่อง (ภาษาไทย) โครงการออกแบบปรับปรุงป้ายเครื่องบดขี้เถ้าแกลบ สำหรับสหกรณ์หมู่บ้านเพื่อเกษตรกร

(ภาษาอังกฤษ) _____

_____

ชื่ออาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ อาจารย์ พิศุทธิ์ ศิริพันธุ์

ที่อยู่ปัจจุบันของอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์

ที่ทำงาน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง แขวงลำปลาทิว เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร

โทรศัพท์ 326 – 6052 ต่อ 633

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบขออนุมัติหัวข้อวิทยานิพนธ์

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

.....

โครงการเสนอวิทยานิพนธ์

เรื่อง (ภาษาไทย) โครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องบดขี้เถ้าแกลบ สำหรับสหกรณ์หมู่บ้านเพื่อเกษตรกร

(ภาษาอังกฤษ) _____.

เสนอโดย นายยุทธศิลป์ กาฬมิค

นักศึกษาภาควิชา ครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาวิชา ศิลปอุตสาหกรรม

จำนวนหน่วยกิตวิทยานิพนธ์ 8 หน่วยกิต

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์

1. อาจารย์พิศุทธ์ ศิริพันธุ์

ประเภทวิทยานิพนธ์ที่เสนอ

1. การศึกษาค้นคว้าข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และออกแบบ
   - (ก.) โครงการจริง
   - ข. โครงการเสนอแนะ
   - ค. โครงการปรับปรุงและเปลี่ยนแปลง
2. การศึกษาค้นคว้าข้อมูลอย่างกว้างขวางโดยละเอียดและวิเคราะห์ เพื่อนำไปสู่การออกแบบ
   - ก. โครงการจริง
   - (ข.) โครงการเสนอแนะ
   - ค. โครงการปรับปรุงเปลี่ยนแปลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้าพเจ้าได้นำโครงการเสนอวิทยานิพนธ์ให้อาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณาแล้ว ท่านยินดีเป็นที่ปรึกษา และได้แนบโครงการเสนอวิทยานิพนธ์ดังกล่าวมาพร้อมนี้

จึงเสนอมาเพื่อพิจารณา

ลงชื่อ _____ นักศึกษา

(นายยุทธศิลป์ กาฬมิค)

ลงวันที่ 4 เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2541

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ลงนาม

1. _____

(อาจารย์พิศุทธุ์ ศิริพันธุ์)

ตำแหน่ง อาจารย์

ลงวันที่ 4 เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2541

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ทม 1504/ 0615

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง ถนนฉลองกรุง
เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

11 กุมภาพันธ์ 2542

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ให้นักศึกษา

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บุรฉัตร ฉัตรวีระ

ด้วย นายยุทธศิลป์ กาฬมิค นักศึกษาหลักสูตรต่อเนื่องชั้นปีที่ 2 ภาควิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรม สาขาศิลปอุตสาหกรรม มีความประสงค์จะทำการศึกษาค้นคว้าประกอบการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง โครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องบดขี้เถ้าแกลบ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาศิลปอุตสาหกรรม

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับการพัฒนาเครื่องบด การคิดคำนวณวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในโครงการออกแบบพัฒนาเครื่องบด และถ่ายภาพห้องทดสอบซีเมนต์ผสมขี้เถ้าแกลบ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม หวังว่าคงจะได้ความอนุเคราะห์และความร่วมมือด้วยดี ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายดนัย ดิษยบุตร)
รองคณบดีฝ่ายกิจการนักศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

ภาควิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรม
โทร.3266052-6101 ต่อ 2636
โทรสาร 3268506

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อสกุล	นายยุทธศิลป์ กาฬมิค
เกิดวันที่	27 เมษายน 2517
สถานที่เกิด	จังหวัดปัตตานี
วุฒิการศึกษา	ระดับประถมศึกษา โรงเรียนวิเชียรชม จังหวัดสงขลา ระดับมัธยมศึกษา โรงเรียนมหาวชิราวุธ จังหวัดสงขลา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตภาคใต้ สงขลา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขตภาคใต้ สงขลา
การศึกษาปัจจุบัน	สาขาวิชาศิลปอุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ที่อยู่	214 ถ. นางงาม ต. บ่อยาง อ. เมือง จ. สงขลา 90000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้