โครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องปั้นลูกชิ้นสำหรับอุตสาหกรรมครัวเรือน

THE DESIGN DEVELOPMENT OF FORMER MACHINE FOR MEAT BALL HOME INDUSTRY PROJECT

นาย รพีพัฒน์ จิรพรเจริญ

MR. RAPEEPAT JIRAPRONCHAROEN

A021665

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 01896
วัน เดือน ปี -7 ก.ค. 2540

021665

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาศิลปอุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรมอุตสาหกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พศ. 2540

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

THE DESIGN DEVELOPEMENT OF FORMER MACHINE FOR MEAT BALLS HOME INDUSTRY PROJECT.

MR. RAPEEPAT JIRAPRONCHAROEN

A THESIS SUBMITTEN IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIMENT

FOP THE DEGREE

BACHELOR OF SCIENCE IN INDUSTRAIL EDUCATION

DEPARTMENT OF ARCHITECTURE EDUCATIION

FACLTY OF INDUSTRAIL EDUCATION

KINGMONGKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

1997

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

INDUSTRIAL DESIGN. ED

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ โครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องปั้นลูกชิ้นสำหรับอุตสาหกรรมขนาดครัวเรือน 1 / 3

นักศึกษา นายรพีพัฒน์ จิรพรเจริญ

หลักสูตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาศิลปอุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์		ลงนาม
อาจารย์อุดมศักดิ์	สาริบุตร	
อาจารย์สถาพร	ดีบุญมี ณ ชุมแพ	
อาจารย์ธเนศ	ภิรมย์การ	
อาจารย์พิศุทธุ์	ศิริพันธุ์	
อาจารย์ดารณี	เพ็งสะและ	
อาจารย์นิรัช	สุดสังข์	
อาจารย์ประวิทย์	เหลียงกอบกิจ	
อาจารย์เอกชัย	เลิศชำชอง	
รศ.นพคุณ	สุขสถาน	
อาจารย์มงคล	นภาชัยเทพ	

วัน/เดือน/ปี ที่สอบ 7 มีนาคม 2540

สถานที่สอบ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

คณบดี

(รศ.ดร.ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

.กิตติกรรมประกาศ

.วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลงด้วยดี เนื่องจากได้รับความช่วยเหลือจากหลายฝ่ายด้วยกัน ที่คอยสนับสนุน ชี้แนะแนวทางจากบุคคลหลายฝ่ายด้วยกันซึ่งทั้งด้าน ข้อมูล กำลังใจ และ กำลังทรัพย์ ซึ่งผู้วิจัยรู้สึกทราบซึ้งมาก และขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ.ที่นี้ ด้วย

ขอขอบคุณ

คุณพ่อ คุณแม่ พี่ และน้องๆ	ที่คอยให้แรงใจในการทำงานตลอดเวลา ตลอดจนทุนทรัพย์
อ. คารณี อ. ธเนศ	ที่ได้ให้ความกรุณาแนะนำแก่ผู้วิจัยตลอดมา
โรงงานผลิตลูกชิ้น	ที่ได้ให้ความอุปการะในเรื่องสถานที่ทำการศึกษาข้อมูลได้อย่างเต็มที่

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่าน

เพื่อนๆทุกคนที่คอยให้กำลังใจ และคอยช่วยเหลือ

รุ่นน้องรุ่นที่ 19 ที่ได้ให้ความช่วยเหลือเป็นอย่างดี

รวมถึงทุกท่าน ที่คอยให้ความช่วยเหลือทุกๆด้าน และผู้ที่เกี่ยวข้องกับวิทนานิพนธ์ฉบับนี้ที่ผู้วิจัยมิได้กล่าวถึง ซึ่งทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ลงได้ด้วยดี

นาย รพีพัฒน์ จิรพรเจริญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	โครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องปั้นลูกชิ้นสำหรับอุตสาหกรรมครัวเรือน
นักศึกษา	นาย รพีพัฒน์ จิรพรเจริญ
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	อาจารย์ ดารณี เพ็งสะแล
ระดับการศึกษา	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาศิลปอุตสาหกรรม
ภาควิชา	ครุศาสตร์สถาปัตยกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง
พศ.	2540

บทคัดย่อ

เทคโนโลยีต่างๆ ที่เกิดขึ้นเป็นผลต่อการวิวัฒนาการการแปรรูปในปัจจุบัน ในด้านที่เกี่ยวข้องกับเนื้อสัตว์ ซึ่งได้มีการนำเอาเทคโนโลยีมาใช้งาน เริ่มตั้งแต่การนำเอาความร้อนมาใช้งานในการถนอมดูแลรักษาอาหาร และ รักษาเนื้อสัตว์ที่ชำแหละได้ ในการแปรรูปผลิตภัณฑ์ และเทคโนโลยีมีความจำเป็นมากอย่างยิ่งในแง่กรรมวิธีการผลิต และการแปรรูป เพื่อการผลิตเป็นจำนวนมาก และใช้ได้กับผลิตภัณฑ์ต่างชนิดกัน ดังผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ที่เราเห็นกันอยู่ทุกวัน ได้แก่ กุนเชียง ไส้กรอก แหนม แฮม เบคอน แคบหมู เจลาติน และลูกชิ้น เป็นต้น ซึ่งมีความสำคัญและความจำเป็นต่อผู้บริโภคเป็นอย่างมาก ในปัจุบัน การที่ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์เป็นที่ยอมรับกันมากในหมู่ผู้บริโภค ได้นานๆ ย่อมอยู่ที่การปรุงแต่งรสชาด เครื่องเทศต่างๆ ผสมจนเป็นเนื้อเดียวกันแล้วนำมาผ่านกรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปเพื่อนำออกสู่ท้องตลาดต่อไป เช่นการทำลูกชิ้นเนื้อ ซึ่งเป็นการนำเอาเนื้อสัตว์ที่นิยมบริโภค นำมาผสมกับเครื่องเทศต่างๆ แล้วผ่านกระบวนการการบีบออกมาเป็นลูก เรียกว่า " ลูกชิ้น" ซึ่งการผลิตแต่ละขนาดขึ้นอยู่กับความต้องการของตลาด

เครื่องปั้นลูกชิ้นช่วยในการผ่อนแรงในการที่จะนำเอาเนื้อผสมมาทำการปั้นแทนด้วยการปั้นมือ โดยลักษณะการใช้งานพอสรุปได้ดังนี้

ส่วนที่ 1 โครงสร้างของตัวเครื่อง เป็นเหล็กหล่อผสม เพราะต้องการความแข็งแรงและการรองรับน้ำหนักที่ดี ทนต่อแรงกระแทก ขูดขีด และไม่ทำปฏิกริยากับเนื้อและแรงเหวี่ยงมอเตอร์

ส่วนที่ 2 ถาดรองเนื้อ ใช้แสตนเลสทำเพื่อไม่ให้เกิดปฏิกริยา และไม่ทำอันตรายต่อผู้บริโภค ทำความสะอาดและอายุการใช้งานได้ดี

ส่วนที่ 3 ฝาปิดเครื่องและตัวเครื่อง เป็นแสตนเลส เพื่อความคงทนในการใช้งานมีอายาวนาน และเหมาะสมกับสภาพการใช้งานในที่ชื้นแฉะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนที่ 4 ส่วนส่งกำลัง เป็นมอเตอร์ขนาด 3.0แรงม้า โดยการควบคุมของสวิทช์ ควบคุมความถี่ของมอเตอร์เป็นตัวควบคุมอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งให้สะดวกแก่การใช้งาน

ส่วนที่ 5 การกำหนดขนาดลูกชิ้น โดยการปรับที่หัวปรับระดับทางด้านหน้าเครื่องซึ่งไม่ต่องคอยปรับตรงสายพาน และแขนส่งกำลัง

ส่วนที่ 6 ตำแหน่งสายพาน มีลักษณะเปลี่ยนใช้งานอย่างต่อเนื่องทำให้ไม่ต้องเสียเวลาในการดับเครื่องเพื่อทำการเปลี่ยนสายพานอีก

ส่วนที่ 7 ฝาปิดเครื่องออกแบบปรับให้มีลักษณะความหนาเพิ่มขึ้นเพื่อความแขงแรงและคงทน

บทสรุป การดำเนินงานวิจัยครั้งนี้เป็นการออกแบบปรับปรุงเพื่อเกิดประโยชน์ในด้านการใช้สอย และตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งาน และความต้องการของตลาดได้ทันเวลา โดยมีการปรับปรุง ผลิตภัณฑ์ให้เข้ากับความต้องการในปัจจุบัน และสิ่งที่ถูกปรังปรุงขึ้นย่อมทำให้เกิดความอำนวยความสะดวกที่ดีตามมาด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis title	The Design Development of Machine For Meat balls Home industry
Student	Mr. Rapeepat Jirapronchaeroen
Thesis Advisor	miss Daranee Pengsalae
level of study	Bachelor of Science in Industrial Education (Industrial Design)
	BSI ED (Industrial Design)
Department	Architecture Education
Year	1997

Abstract

New technology is found by the present process development for meat technology, in the old days, it began from using heat as away to make food transformation are important for food processing. Food preservation .The new technology in addition with food transformation also helps in mass. production and variety from of food products . Many variety form of meat product , Which dairy consumed are Chinese sausage , Pork slices (Dried and crisped), sausage, shredded and salted pork , ham , bacon, pork cracking, gelatin and meat ball etc. These meat product are increasing important and necessary for daily life consumption, especially sausage , meat balls and pork cracking. These meat product become very much popular among the consumers. These meat product are a form of food preservation which can be kept for long consumption. The processing is easy and simple . For example, meat balls processing, begins form cutting and crushing , Then mixed ,with food ingredients and extrude in to ball shape which we called meat balls. The size of meat balldepend on mark and consumer demand . The former machine is designed to replace machine, we can summarized that :

(PART 1) Structure of matching is made form cast iron, which provides good strength and weight garrying. It also resist to pressure, scratching, and no chemical reaction with meat.

(PART 2) Tray collection meat, made form stainless to protect chemical reaction witch meat and not cause toxic products. Furthermore it provides cleanliness and long life usage

(PART 3) Lid of matching and the body are stainless for long life usage and suitable for humid working condition.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(PART 4) Power system, is a motor with & hpsinze and contorl by Switch, Which control frequency generated, this provides more convenience than using crankshaft made by metal.

(PART 5) Sizing of meat galls. The size of meat ball can be adjust at the die whice locates at the front of maching this is the developement form old sesige, of whice adjusting was made at crankshaft

(PART 6) Belt location. The belt is design for continuous flow, which will save time than the previous one for old design, to change the belt, we had to switch off the machine and the process must be stopped during the time.

(PART 7) The lid which located under the maching is a screen . This provides good ventilation and also protect insect and animals to damage and contaminated the meat products.

The result of this research is a developement of former machine in effort to obtain productivity and efficiency to cope with market demand. The new design is also help to megt users' needs and provides convenience as well.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... III

กิตติกรรมประกาศ..... V

สารบัญ..... VI

สารบัญตาราง..... VIII

สารบัญภาพ..... IX

บทที่

1. บทนำ

เหตุผลในการเสนอโครงการ..... 1

วัตถุประสงค์ของโครงการ..... 1

ที่มาของปัญหา..... 2

ปัญหาที่เกิดขึ้น..... 2

แนวทางแก้ไขปัญหา..... 2

วิธีดำเนินการวิจัย..... 11

ขอบเขตการศึกษาข้อมูล..... 11

ขอบเขตของงานออกแบบ..... 11

ประโยชน์ที่คาดว่าได้รับ..... 12

2.วรรณกรรมและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง..... 13.

อุตสาหกรรมแปรรูปเนื้อสัตว์..... 14

การแปรรูปผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์..... 26

อุปกรณ์กำเนิดพลังงานและการควบคุม..... 42

วัสดุและกรรมวิธีการผลิต..... 74

การศึกษาข้อมูลผลิตภัณฑ์..... 100

ข้อมูลด้านงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 132

3.วิธีการดำเนินงานวิจัย..... 134

วิธีสำรวจและรวบรวมข้อมูล..... 135

การวิเคราะห์ข้อมูล..... 135

แหล่งที่มาของข้อมูล..... 136

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล.....137
วิธีการสร้างเครื่องมือวิจัย.....137
4. ผลการวิเคราะห์.....139
ผลการวิเคราะห์.....140
ข้อมูลเบื้องต้นกระบวนการผลิตลูกชิ้น.....145
ตารางวิเคราะห์ วัสดุ รูปแบบโครงสร้างเพื่อการออกแบบ.....145
การออกแบบ.....157
- แนวทางการออกแบบ.....158
- แบบถ่ายย่อ.....158
- SKETCH DESIGN.....158
- PRESENTATION.....160
- WORKING DRAWING.....166
- MODEL.....171
5.สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....172
สรุปการวิจัย.....172
ข้อเสนอแนะ.....172
บรรณานุกรม.....173
ภาคผนวก.....175
ก.แบบอนุมัติหัวข้อวิทยานิพนธ์.....175
ข.ข้อมูลหลังการพิมพ์.....179
ค.ข้อมูลอ้างอิง.....180
ประวัติผู้เขียน.....205

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1.แสดงจำนวนโรงงานประกอบกิจการเกี่ยวเนื้อสัตว์ในเขตกรุงเทพ.....16
2.แสดงจำนวนโรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับเนื้อสัตว์ในเขตภาคกลาง.....17
3.แสดงจำนวนโรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับเนื้อสัตว์ในเขตภาคอีสาน.....18
4.แสดงจำนวนโรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับเนื้อสัตว์ในเขตภาคเหนือและภาคใต้..19
5.แสดงปริมาณของสินค้าประเภทเนื้อสัตว์ที่ส่งออกปีพศ.2530.....20
6.แสดงปริมาณและมูลค่าของสินค้าประเภทเนื้อสัตว์ที่ส่งเข้าปี 2530 21
7.แสดงปริมาณการผลิตสัตว์ในประเทศไทยในช่วงปี 2533 22
8.แสดงปริมาณการผลิตสัตว์ประเภทต่างๆในประเทศไทยในช่วงปี2533-2533 23
9.แสดงผลของไขมันที่มีต่อส่วนประกอบทางเคมี 25
10.แสดงความทนแรงดึงและความยืดของสายพานตัววี 56
11.แสดงความทนแรงดึงและความยืดของสายพานตัววี 58
12.บอกความถี่ในแต่ละขนาดของเครื่อง.....73
13.ข้อเปรียบเทียบระหว่างสายไฟฟ้าที่มีตัวนำเป็นทองแดงกับอลูมิเนียม.....75
14.แสดงรายละเอียดของตะปูควงน็อต.....85
15.แสดงขนาดมาตราฐานของสลักเกลียวและแป้นเกลียว.....87
16.แสดงอุณหภูมิกับระยะความสุกดิบของเนื้อ.....102
17.แสดงรายละเอียดของเครื่องปั้นลูกชิ้น.....114
18.สูตรที่ใช้ในการศึกษาทดลองการผลิตลูกชิ้น.....132
19.แสดงความแตกต่างในขบวนการผลิต.....138
20.ไดอแกรมแสดงการผลิตลูกชิ้น.....140
21.สรุปขนาดของลูกชิ้น.....142
22.การวิเคราะห์วัสดุที่ใช้ผลิตโครงสร้าง.....146
23.การวิเคราะห์เลือกใช้สายพานส่งกำลัง.....147
24.การวิเคราะห์ตำแหน่งติดตั้งเควนซี่.....148
25.การวิเคราะห์รูปแบบของถาดป้อนเนื้อ.....149
26.การวิเคราะห์การเลือกใช้สวิทช์สำหรับเปิดปิด.....153
27.การวิเคราะห์การยึดติดกับโครงสร้างส่วนต่างๆ.....15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง(ต่อ)

หน้า

28.การวิเคราะห์รูปแบบของเครื่องปั้นลูกชิ้น.....15
29.การวิเคราะห์ตำแหน่งติดตั้งปุ่มสวิทช์เปิด-ปิด.....15
30.การวิเคราะห์ระบบปรับกำลัง.....15
31.การวิเคราะห์รูปแบบของฝาเปิดเครื่องในส่วนของมอเตอร์.....15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่

1.แสดงลักษณะของก้านข้อเหวี่ยงเครื่องปั้นลูกชิ้น....2
2แสดงบริเวณก้านข้อเหวี่ยง....3
3แสดงลักษณะของฝาปิดมอเตอร์....4
4แสดงลักษณะการปรับข้อเหวี่ยงเพื่อให้ลูกชิ้นมีขนาดแตกต่างกัน....5
5แสดงลักษณะภายในจนถึงห้องปั้นลูกชิ้น....6
6แสดงลักาณะการปรับเปลี่ยนสายพาน....7
7แสดงลักษณะสวิทซ์ที่ใช้ควบคุม....8
8แสดงลักษณะของถาดป้อนเนื้อ....9
9แสดงลักษณะมอเตอร์ที่ใช้กันอยู่ในขณะนี้ซึ่งมีกำลังไม่พอต่อกำลังการผลิต....10
10อธิบายมูลค่าเพิ่มของสัตว์จากอุตสาหกรรมแปรรูปเนื้อสัตว์....15
11แสดงเครื่องบดเนื้อ....28
12แสดงเครื่องสับละเอียด....29
13แสดงอิมัลชันของน้ำมันใต้น้ำ....30
14แสดงฏปรตีนเนื้อสัตว์ที่ถูกสกัดละลายออกมา....31
15แสดงการแตกตัวของอิมัลชั่น....32
16แสดงผลิตภัณฑ์ของเนื้อสัตว์ต่างๆ....33
17แสดงการต่อวงจร....45
18แสดงการม็อดดูเล็ตความถี่....46
19แสดงแผนภูมิของคอนเวอร์....48
20แสดงการติดตั้งมอเตอร์....52
21แสดงการติดตั้งมอเตอร์....52
22แสดงลักษณะจุดสัมผัสของสวิทซ์ปุ่มกด....53
23แสดงลักษณะจุดสัมผัสของปุ่มกด....53
24แสดงลักษณะของสวิทซ์ปุ่มกด....54
25แสดงลักษณะจุดสัมผัสของรีเลย์....56
26แสดงรูปร่างของสายพานตัววีส่งกำลัง....59
27แสดงสวิทซ์แบบกด....61
28แสดงสวิทซ์แบบโยก....61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ(ต่อ)

หน้า

ภาพที่

29แสดงสวิทย์แบบกด.....61
30แสดงสวิทช์แบบโยก.....61
31แสดงสวิทช์แบบแบบเลื่อน.....62
32แสดงสวิทช์แบบหมุน.....62
33แสดงรูปแบบเฟืองแบบต่าง.....65
34แสดงลักษณะของเครื่องแบบความถี่.....69
35แสดงลักษณะของแผงหน้าปัด.....70
36แสดงกราค์ควบคุม.....71
37แสดงลักษณธของความถี่ในระดับต่างๆ.....72
38แสดงลักษณะของสายดัน.....76
39แสดงสายไฟสำหรับควงโคมแบบแบน.....76
40แสดงสายไฟสำหรับควงโคมแบบเกี่ยว.....77
41แสดงสายไฟสำหรับอุปกรณ์ให้ความร้อน.....77
42แสดงสายไฟสำหรับเครื่องกลหนัก.....78
43แสดงสายไฟแบบอื่นๆ.....79
44แสดงสายไฟที่ใช้งานประเภทต่างๆ.....82
45แสดงปลั๊กใช้งานแบบต่าง.....82
46แสดงของหัวเจาะ.....82
47แสดงลักษณะของตะปูดวงที่ใช้กับโลหะ.....83
48แสดงตะปูดวงสำหรับปรับแต่งเครื่องยนต์.....83
49แสดงลักษณะของเกลียวปล่อย.....84
50แสดงวงแหวนชนิดต่างๆ.....84
51แสดงลักษณะต่างๆของแป้นเกลียว.....85
52แสดงลักษณะของเกลียวและแป้นเกลียว.....86
53แสดงลักษณะของเครื่องบีบลูกชิ้น.....100
54แสดงลักษณะการเตรียมเนื้อเข้าสู่การผลิต.....103
55แสดงลักษณะของเครื่องบดเนื้อ.....103
56แสดงลักษณะของเครื่องสับเนื้อ.....104
57แสดงการบดเนื้อก่อนนำไปสับ.....104

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ(ต่อ)

หน้า

ภาพที่

58แสดงการนำเนื้อสับเข้าเครื่องสับเนื้อ....105
59แสดงส่วนผสมที่สับเหนียวเพื่อการบีบลูกชิ้น....105
60แสดงการนำลงเครื่องบีบลูกชิ้น....106
61แสดงบีบลูกชิ้นลงในอ่างลวกที่อุณหภูมิ60-70C....106
62นำลูกชิ้นมต้ม....107
63แช่ลูกชิ้นในน้ำ....107
64นำลูกชิ้นมาบรรจุถุง....108
65นำลูกชิ้นบรรจุถุงเพื่อจำหน่าย....108
66แสดงลักษณะของหม้อต้มลูกชิ้นขนาดใหญ่....109
67แสดงลักษณะการเจาะช่องบนถาด....110
68แสดงลักษณะของแก๊ซที่ใช้ต้ม....111
69แสดงลักษณะเครื่องบดสำหรับทำลูกชิ้น....112
70แสดงลักษณะของเครื่องปั้นผสม....113
71แสดงลักษณะเครื่องปั้นผสม....113
72แสดงส่วนฐานของเครื่อง....115
73แสดงลักษณะของถาดป้อนเนื้อ....115
74แสดงลักษณะของถังน้ำสำหรับหล่อลื่น....115
75แสดงรูปแบบกลไกส่งกำลังแบบต่างๆ....117
76แสดงระยะในการจับวางสิ่งของ....118
77แสดงขนาดสัดส่วนของผู้ชาย....120
78แสดงขณะยืนและขณะยก....121
79แสดงการเคลื่อนไหวของมือ....122
80แสดงการพับงอของแขน....123
81แสดงการพับงอของแขน....124
82การศึกษาเกี่ยวกับมุมมองต่างๆในระนาบจากด้านข้าง....126
83การศึกษาระนาบต่างๆจากด้านบน....127
84แสดงระยะระหว่างหัวปั้มและถาดต้ม....143
85แสดงมิติสัดส่วนของเครื่อง....144
86แสดงบรรยากาศของการปฏิบัติงาน....144

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

ภาพที่

87แสดงแบบSKETGH DESIGN....158
88แสดงแบบSKETGH DESIGN....159
89แสดงแบบSKETGH DESIGN....159
90แสดงแบบ PRESTNTAION....160
91แสดงแบบ PRESTNTAION....160
92แสดงแบบ PRESTNTAION....161
93แสดงแบบ PRESTNTAION....161
94แสดงแบบ PRESTNTAION....162
95แสดงแบบ PRESTNTAION....162
96แสดงแบบ PRESTNTAION....163
97แสดงแบบ PRESTNTAION....163
98แสดงแบบ PRESTNTAION....164
99แสดงแบบ PRESTNTAION....165
100แสดงแบบ PRESTNTAION....160
101แสดงแบบ PRESTNTAION....160
102แสดงแบบ PRESTNTAION....161
103แสดงแบบ PRESTNTAION....161
104แสดงแบบ PRESTNTAION....162
105แสดงแบบ PRESTNTAION....162
106แสดงแบบ PRESTNTAION....163
107แสดงแบบ PRESTNTAION....164
108แสดงแบบ PRESTNTAION....164
109แสดงแบบ PRESTNTAION....165
110แสดงแบบ PRESTNTAION....165
111แสดงแบบ WORKING DRAWING....166
112แสดงแบบWORKING DRAWING....167
113แสดงแบบWORKING DRAWING....169
114แสดงแบบWORKING DRAWING....170
115แสดงแบบWORKING DRAWING....170

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

เหตุผลในการนำเสนอโครงการ

ในการประกอบอาชีพเกี่ยวกับอุตสาหกรรมขนาดครัวเรือนนั้น เป็นอาชีพที่รัฐบาลส่งเสริมให้ประชาชนทำกันอย่างจริงจัง ซึ่งในปัจจุบันเราจะสามารถพบเห็นธุรกิจเหล่านี้ หรือว่างานอุตสาหกรรมขนาดครัวเรือนสามารถทำรายได้ให้แก่ผู้ประกอบอาชีพ และสามารถเพิ่มรายได้ให้แก่ผู้ประกอบอาชีพได้ไม่น้อยเลยทีเดียว ส่วนใหญ่ธุรกิจเหล่านี้เป็นธุรกิจเพียงส่วนเล็กๆ หรือขนาดเล็กแต่ถ้าเทียบในปัจจุบันแล้วธุรกิจประเภทนี้สามารถก้าวไปถึงอุตสาหกรรมขนาดกลางได้ ซึ่งจะมีผู้ประกอบการร่วมกันเพียง 2-3 คนเท่านั้นเอง จากการสำรวจจะพบว่าเป็นคนในครอบครัวเดียวกันทั้งสิ้น เป็นงานที่สุจริตและกระทำขึ้นจากความรู้ความสามารถ และประสบการณ์อย่างชาญชำนาญ แต่อย่างไรก็ตามผลผลิตที่ได้ออกมาจะไม่เพียงพอแก่ความต้องการของตลาดในแห่งหนึ่งๆ

ดังที่ผู้วิจัยขอยกตัวอย่างการผลิตลูกชิ้นเพื่อการส่งจำหน่ายสดในแต่ละวัน เป็นการที่น่าสนใจที่จะต้องออกแบบปรับปรุงเครื่องปั้นลูกชิ้นที่สามารถผลิตได้รวดเร็ว ง่าย และสะดวกต่อผู้ทำการผลิต ผู้วิจัยจึงมีความเห็นว่าการออกแบบปรับปรุงเครื่องปั้นลูกชิ้นสำหรับอุตสาหกรรมครัวเรือน ซึ่งตัวเครื่องในปัจจุบันยังมีข้อบกพร่องอยู่ จึงเป็นที่น่าสนใจที่จะมรการออกแบบปรับปรุงเครื่องปั้นลูกชิ้นสำหรับอุตสาหกรรมขนาดครัวเรือน

วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อออกแบบปรับปรุงเครื่องปั้นลูกชิ้นสำหรับอุตสาหกรรมขนาดครัวเรือน
2. เพื่อออกแบบปรับปรุงเครื่องปั้นลูกชิ้นที่ให้ความสะดวกในเรื่องการควบคุมการทำงานที่ซับซ้อน
3. เพื่อออกแบบเครื่องปั้นลูกชิ้นให้มีความสามารถในการปรับระดับขนาดของลูกชิ้นได้ตามความต้องการ
4. เพื่อออกแบบปรับปรุงเครื่องปั้นลูกชิ้นให้มีความเหมาะสมกับพฤติกรรมของผู้ใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่มาของปัญหา

เนื่องจากโครงสร้างของเครื่องปั้นลูกชิ้นเป็นแสตนเลสทั้งชุก และเป็นเหล็กบ้างในส่วนขอลโครงสร้าง จึงทำให้โครงสร้างภายในเกิดสนิมได้ง่ายมาก ทำให้เกิดอาการคาวน์โหลดเครื่องลดลงไปทำให้ผู้ประกอบการจำเป็นต้องอัดจารบีบ่อยๆ เนื่องสาเหตุมาจากบริเวณพื้นที่ในส่วนนั้นเป็นพื้นที่ส่วนปฏิบัติงานทำให้มีน้ำหรือเศษตะกอนหล่นลงไปตกค้างได้ และทำให้เกิดการหมักหมมจนทำให้เกิดเป็นสนิม และส่งสกปรกเนื่องจากเศษชิ้นส่วนของเนื้อเล็กๆหล่นลงไปเกาะรวมตัวกัน เนื่องจากการปั้นลูกชิ้นจำเป็นจะต้องอาศัยน้ำอยู่ตลอดเวลา เพื่อช่วยในด้าน การปั้น และการผลิต ตลอดเวลาผู้วิจัยได้พบจุดบกพร่องต่างๆจึงทำให้เกิดปัญหาต่างๆดังนี้

ปัญหาที่เกิดขึ้น

1. เกิดสนิมบ่อยครั้งที่บริเวณก้านข้อเหวี่ยงของเครื่องทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานลดลงเพราะเกิดความฝืด

ภาพที่ 1

แสดงลักษณะของก้านข้อเหวี่ยงของเครื่องปั้นลูกชิ้น

แนวทางการแก้ไขปัญหา

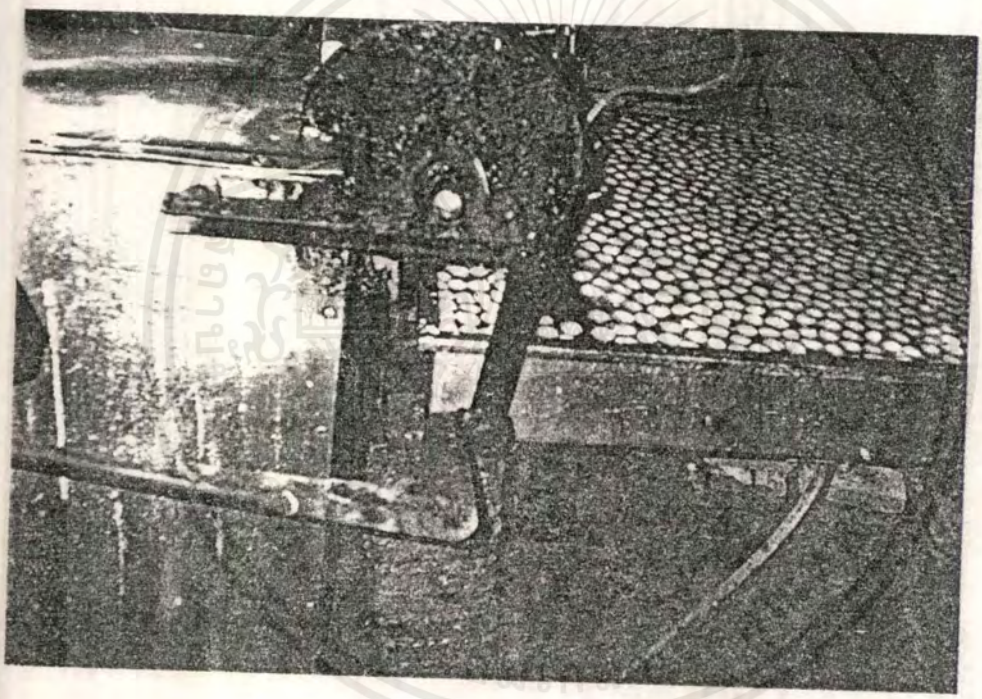
1. ทำการศึกษาวัสดุเพื่อทำการออกแบบปรับปรุงเครื่องปั้นลูกชิ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. บริเวณก้านข้อเหวียงของเครื่องเกิดความสกปรกได้ง่ายเนื่องมาจากมีเศษเนื้อและน้ำที่เกิดจากการผลิตลูกชิ้นตกลงไปหมักหมมในซอกของก้านข้อเหวี่ยง จึงทำประสิทธิภาพของเครื่องต่ำลงจำเป็นต้องใช้จารบีอัดอยู่บ่อยๆ

ภาพที่ 2

แสดงบริเวณก้านข้อเหวียง



แนวทางในการแก้ไขปัญหา

2. ออกแบบปรับปรุงด้านก้านข้อเหวียงให้สามารถหลบหลีกสิ่งที่ทำให้เกิดการหมักหมม อาจใช้อุปกรณ์เสริมเพื่อป้องกันเศษตะกอนตกค้างได้

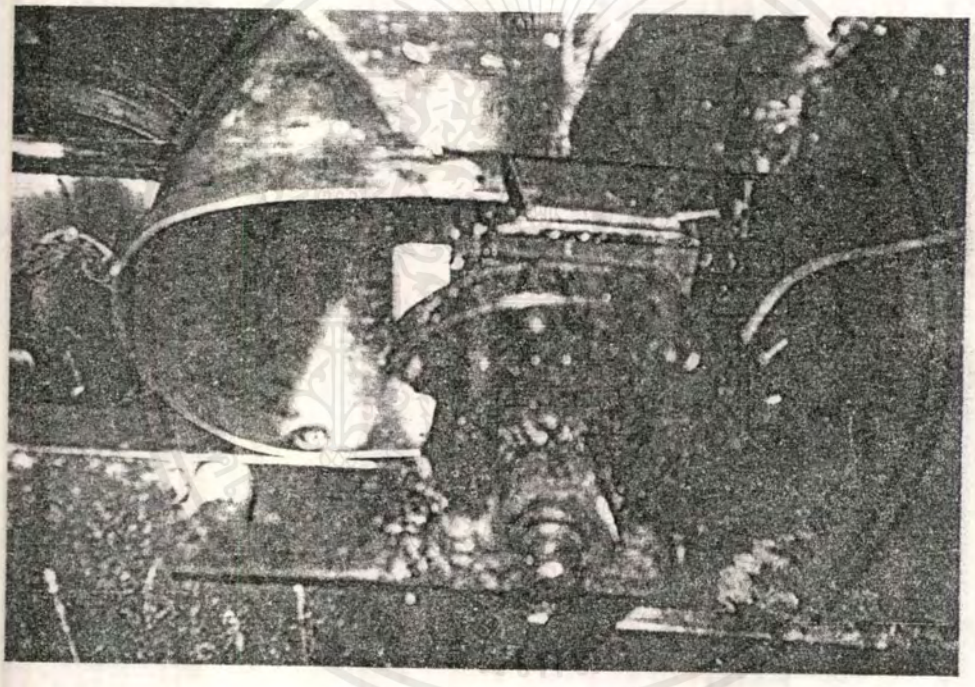
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหาที่เกิดขึ้น

3. ตัวฝาปิดเครื่องมอเตอร์เป็นแผ่นอลูมิเนียมบางธรรมดา ทำให้ขาดความแข็งแรง และทนแรงกระแทกไม่ได้

ภาพที่ 3

แสดงลักษณะของฝาปิดมอเตอร์



แนวทางการแก้ไขปัญหา

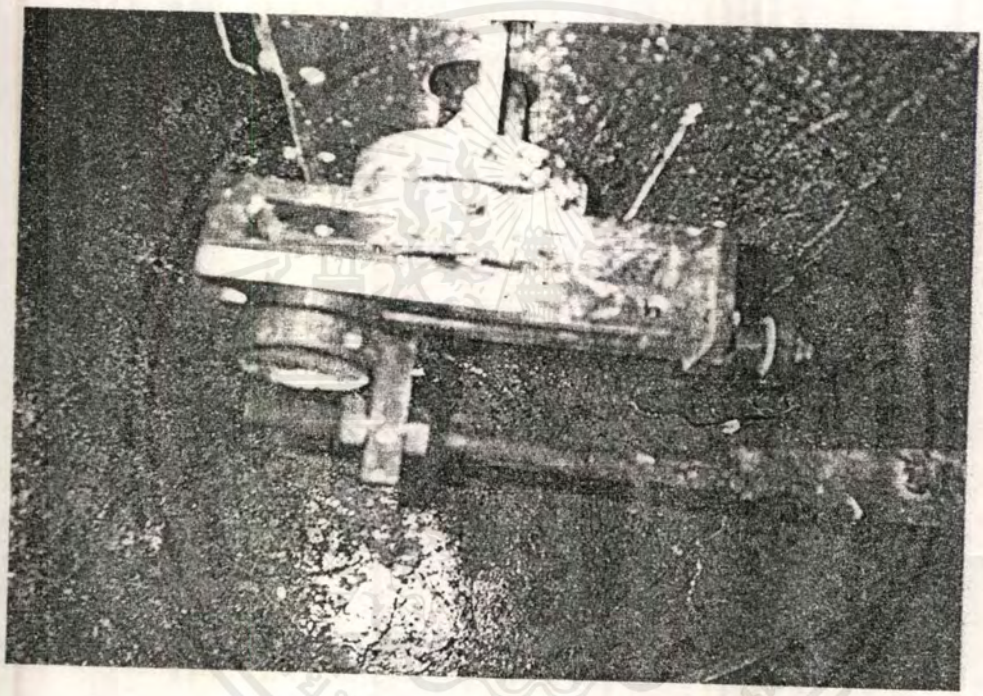
2.ออกแบบเลือกใช้วัสดุที่มีความแข็งแรงทนทานขึ้น ซึ่งเหมาะสมต่อการใช้งานที่สามารถรักษาความปลอดภัยแก่ผู้ใช้งานได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ในการทำงานต้องคอยปรับก้านข้อเหวี่ยงอยู่เป็นประจำ เนื่องจากการเปลี่ยนขนาดของลูกชิ้นนั่นทำให้เกิดความล่าช้าและเสียเวลาในการทำงานได้

ภาพที่ 4

แสดงลักษณะของการปรับข้อเหวียงเพื่อทำให้ลูกชิ้นมีขนาดแตกต่างกัน



แนวทางการแก้ไขปัญหา

4.ออกแบบปรับปรุงเพิ่มส่วนที่สามารถช่วยในการปรับแต่งขนาดลูกชิ้นโดยไม่ต้องปิดเครื่องได้

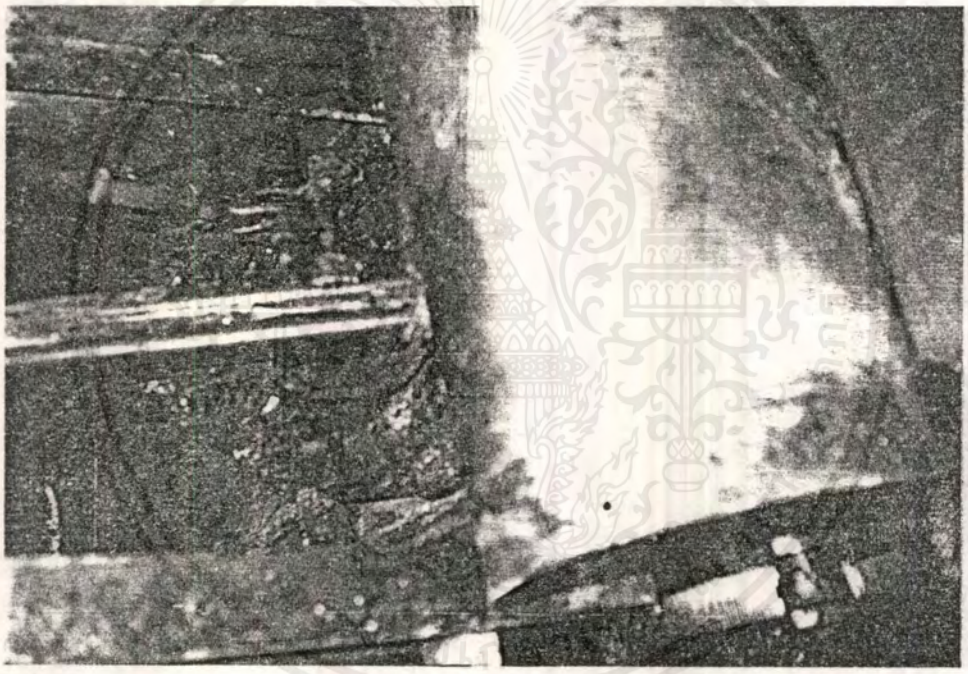
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหาที่เกิดขึ้น

5. การจัดวางเครื่องปั้นลูกชิ้นซึ่งเป็นเครื่องที่มีความกว้างและสูงพอประมาณจำเป็นจะต้องวางในพื้นที่สูงกว่าพื้นปกติบ้างเล็กน้อยเพื่อกันสนิมขึ้นที่ขา แต่ในส่วนใต้ท้องของเครื่องมีช่องที่กว้างมาก ทำให้เป็นที่อาศัย ของสัตว์ พวกหนู และแมลงสาบและอื่นๆได้

ภาพที่ 5

แสดงลักษณะภายในจนถึงใต้ท้องของเครื่องปั้นลูกชิ้น



แนวทางการแก้ไขปัญหา

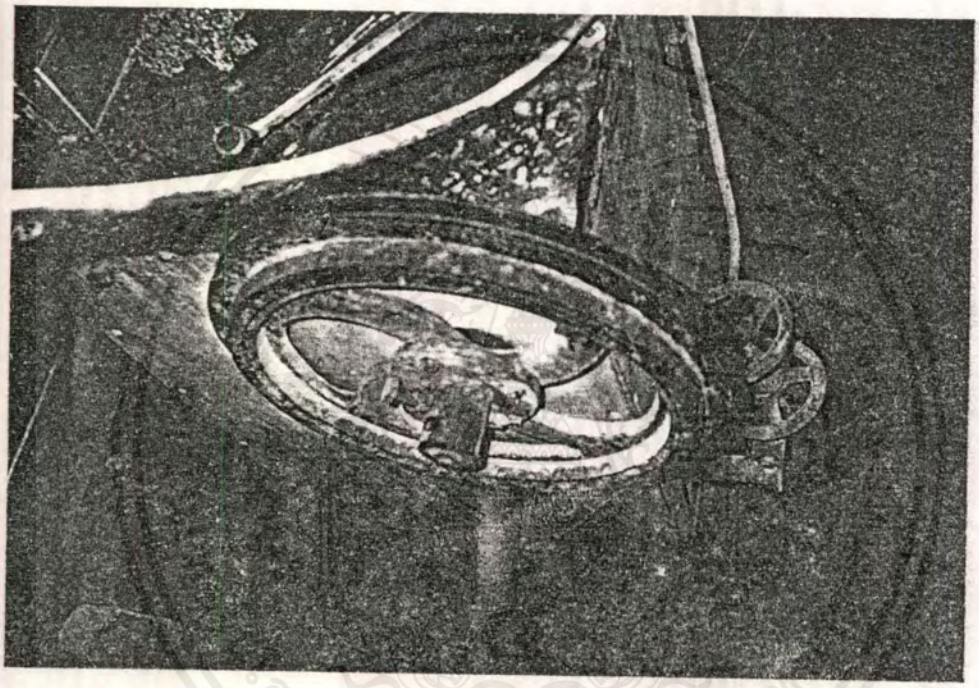
5.ออกแบบอุปกรณ์ป้องกันเสริมค้านใต้ท้องเพื่อป้องกันสัตว์ภาหนะ หนู และ แมลงต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. จะต้องมีการปรับเปลี่ยนสายพานอยู่ตลอดเวลา ทำให้เกิดความไม่สะดวก และล่าช้าในการทำงานอยู่ตลอดทุกครั้ง

ภาพที่ 6

แสดงลักษณะของการปรับเปลี่ยนสายพาน



แนวทางการแก้ไขปัญหา

6. ออกแบบปรับปรุงในส่วนของอุปกรณ์ที่สามารถช่วยทุ่นเวลาในการปรับเปลี่ยนสายพาน เพื่อความสะดวกแก่ผู้ปฏิบัติงาน

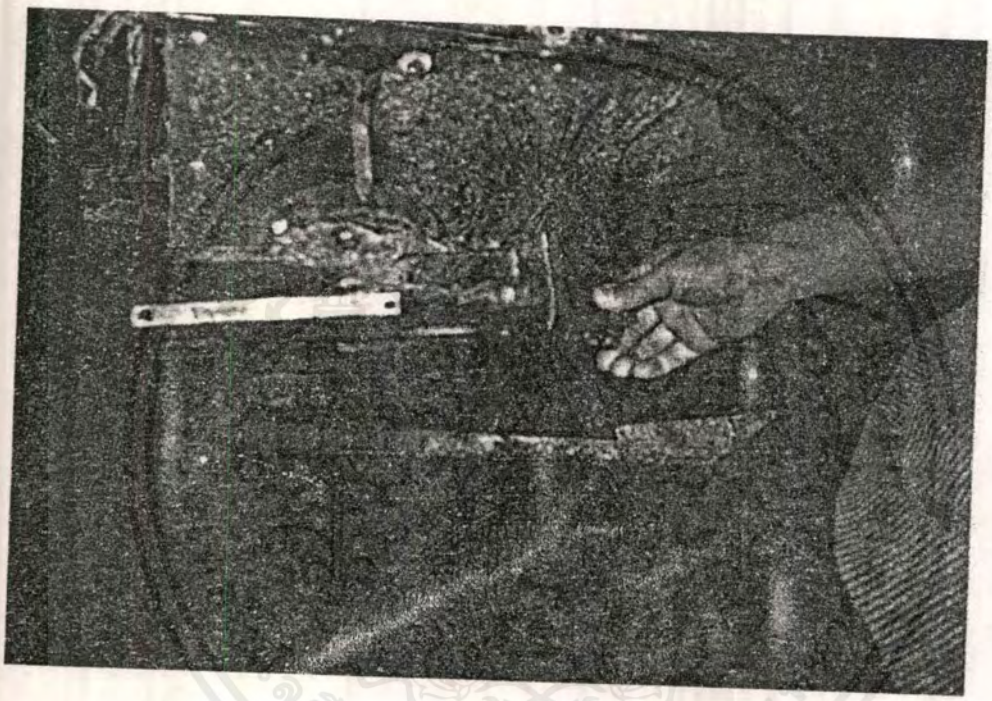
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหาที่เกิดขึ้น

7. ลักษณะของสวิทช์ที่ใช้ควบคุมการทำงานของเครื่องในปัจจุบัน เป็น เบรคเกอร์ สวิทช์ หรือแบบโยกเปิดปิด ซึ่งทำให้เกิดความไม่คล่องตัวในการทำงานแต่ละครั้ง

ภาพที่ 7

แสดงลักษณะสวิทช์ที่ใช้ควบคุมเครื่องในปัจจุบัน



แนวทางการแก้ไขปัญหา

7. ออกแบบปรับปรุงระบบการควบคุมการทำงานให้มีความสะดวกแก่การประกอบการและการควบคุมเครื่อง

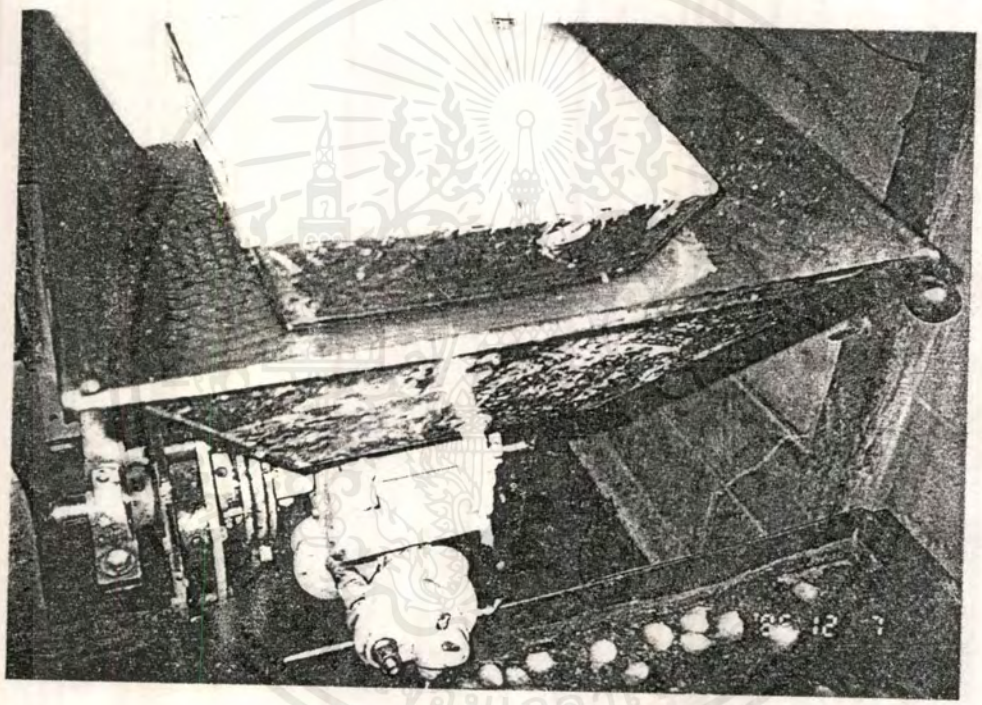
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหาที่เกิดขึ้น

8. ลักษณะของถาดป้อนเนื้อเข้าเครื่องมีลักษณะเป็นสามเหลี่ยมหัวคว่ำข้างในแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ส่วนในใส่เนื่อบดผสมเพื่อการบีบ และส่วนนอกใส่น้ำเพื่อการหล่อเลี้ยงหัวตัดให้มีความลื่นตลอดเวลา เวลาน้ำหมดจากถาดป้อนเนื้อจะมองไม่เห็นเพราะความสูงของถาดป้อนสูงมาก

ภาพที่ 8

แสดงลักดษณะของถาดป้อนเนื้อเข้าสู่การผลิตลูกชิ้น



แนวทางการแก้ไขปัญหา

8. ออกแบบปรับปรุงในส่วนของถาดป้อนเนื้อและน้ำให้เหมาะสมกับพฤติกรรมของผู้ใช้งาน

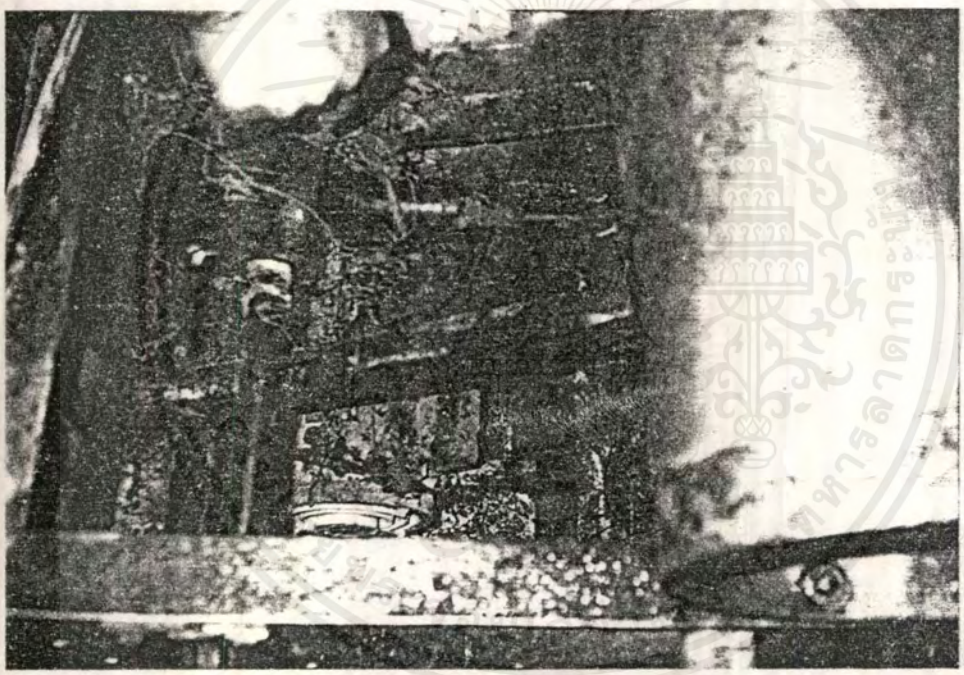
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหาที่เกิดขึ้น

9. ปัจจุบันระบบการผลิตลูกชิ้นภายในเครื่องใช้มอเตอร์ที่มี 1.5 กำลังแรงม้า ยังไม่พอเพียงแก่ความต้องการในการผลิต เพราะเกิดจากการที่ต้องอาศัยแรงฉุดดึงก้านข้อเหวี่ยงให้ทำงาน จึงทำให้เกิดความล้าของเครื่องได้

ภาพที่ 9

แสดงลักษณะมอเตอร์ที่ใช้กันอยู่ในขณะนี้ซึ่งมีกำลังไม่พอเพียงการผลิต



แนวทางการแก้ไขปัญหา

9. ออกแบบปรับปรุงในส่วนของการเพิ่มอัตราเร่งของมอเตอร์ให้เหมาะสมกับการทำงาน โดยสอบถามจากวิศวกร และผู้ชำนาญการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขอบเขตการออกแบบ

1. ออกแบบเครื่องปั้นลูกชิ้นให้สามารถใช้ได้กับอุตสาหกรรมขนาดครัวเรือน
2. ออกแบบเครื่องปั้นลูกชิ้นที่สามารถให้กำลังการผลิตได้อย่างทันเวลา
3. ออกแบบเครื่องปั้นลูกชิ้นให้สามารถใช้งานได้อย่างปลอดภัยทั้งระบบการควบคุม และระบบการผลิต เพื่อความสะดวกรวดเร็วในการผลิตลูกชิ้นสด
4. ออกแบบให้สนองตอบต่อพฤติกรรมผู้ใช้งาน
5. ออกแบบให้สามารถผลิตในระบบอุตสาหกรรมได้

ขอบเขตการศึกษาข้อมูล

1. ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์เดิม
2. ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับวัสดุที่นำมาใช้งาน
3. ศึกษาลักษณะการทำงานมอเตอร์
4. ศึกษาเกี่ยวกับพฤติกรรมการใช้งานของเครื่องปั้นลูกชิ้น
5. ศึกษาเกี่ยวกับสภาพของเนื้อทั่วไป
6. ศึกษาเกี่ยวกับกรรมวิธีการผลิตลูกชิ้น
7. ศึกษาเกี่ยวกับความเป็นไปได้ของโครงการ
8. ศึกษาเกี่ยวกับขนาดสัดส่วนที่เกี่ยวข้องในการออกแบบ
9. ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับงานออกแบบ
10. ศึกษาเกี่ยวกับข้อมูลการควบคุมเครื่องปั้นลูกชิ้น

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับการออกแบบ
2. เสนอหัวข้อโครงการต่อคณะกรรมการวิทยานิพนธ์
3. เสนอข้อมูลต่ออาจารย์ที่ปรึกษา
4. เสนอแบบร่าง
5. เสนอแบบ WORKING DRAWING
6. PRESENTATION
7. MODEL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประโยชน์ที่คาดว่าได้รับ

1.ได้เครื่องปั้นลูกชิ้นที่มีความสะดวกและปลอดภัยในการผลิตต่อผู้ใช้งาน

2.ได้เครื่องปั้นลูกชิ้นที่มีกำลังการผลิต และการปรับขนาดของลูกชิ้นได้อย่างต่อเนื่อง

3.ได้เครื่องปั้นลูกชิ้นที่มีความเหมาะสมกับอุตสาหกรรมขนาดครังเรือน

4.ได้เครื่องปั้นลูกชิ้นที่มีกรรมวิธีการที่สะอาดไม่มีเศษหมักหมมของเศษเนื้อและสัตว์พาหนะนำโรค

5.ได้เครื่องปั้นลูกชิ้นที่สามารถผลิตได้ในระบบอุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

วรรณกรรมและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การรวบรวมข้อมูลและการศึกษาข้อมูลในแต่ละขั้นตอนที่ได้ทำการออกแบบหรือพัฒนารูปแบบของผลิตภัณฑ์นั้น ๆ จะต้องมีการออกแบบหรือพัฒนารูปแบบ ของผลิตภัณฑ์นั้น ๆ ข้อมูลที่ได้จากการค้นคว้าเพื่อนำมาสนับสนุนผลงานที่ได้มีการออกแบบนั้นได้ให้มีความเป็นไปได้ และมีความเชื่อถือพอควร

(เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์ ; 2536) ได้กล่าวว่า เทคโนโลยีต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นเป็นผลต่อการวิวัฒนาการของการแปรรูปในด้านที่เกี่ยวข้องกับเนื้อสัตว์ได้มีการนำเอาเทคโนโลยีมาใช้งาน เริ่มตั้งแต่การนำความร้อนมาเพื่อใช้ในการถนอมรักษาเนื้อสัตว์ที่ชำแหละได้ในการแปรรูป เทคโนโลยีมีความจำเป็นมากอย่างยิ่งในแง่ของผลิตภัณฑ์และกรรมวิธีการแปรรูปเพื่อทำการผลิตเป็นจำนวนมากและใช้ได้กับผลิตภัณฑ์ต่างชนิดกันโดยการหั่น การบด การนวด การบดผสมด้วยความเร็วสูง

โครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องปั้นลูกชิ้นสำหรับอุตสาหกรรมขนาดครัวเรือนเป็นโครงการที่ได้นำเอาเทคโนโลยีที่ทำการวิวัฒนาการแล้วนำมาดัดแปลงแปรรูปจากผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์มาเป็นอาหารอีกชนิดหนึ่ง ซึ่งในส่วนของเครื่องปั้นลูกชิ้นที่ใช้สำหรับอุตสาหกรรมครัวเรือน จะประกอบด้วยเอกสารที่เป็นแนวทางการดำเนินงานวิจัย อาทิ

ตอนที่ 1 อุตสาหกรรมแปรรูปเนื้อสัตว์

ตอนที่ 2 การแปรรูปและผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์

ตอนที่ 3 อุปกรณ์กำเนิดพลังงานและการควบคุม

ตอนที่ 4 วัสดุและกรรมวิธีการผลิต

ตอนที่ 5 การศึกษาข้อมูลผลิตภัณฑ์

ตอนที่ 6 ข้อมูลด้านงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ดังนั้นจากการที่ผู้วิจัยได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับ "โครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องปั้นลูกชิ้นสำหรับอุตสาหกรรมขนาดครัวเรือน" ให้มีความเป็นระบบแบบแผนขึ้นจึงได้มีการนำเครื่องมือในการดำเนินวิจัยเข้ามาช่วยอย่างเหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 1 อุตสาหกรรมแปรรูปเนื้อสัตว์

ในการศึกษาข้อมูลเอกสารทางด้านอุตสาหกรรมแปรรูปเนื้อสัตว์ได้มีการจัดข้อมูลเพื่อทำการค้นคว้าออกเป็น 2 ข้อสำคัญดังนี้

1.1 อุตสาหกรรมแปรรูปเนื้อสัตว์

(เยาวลักษณ์ สุรพันธ์พิศิษฐ์ ; 2536) ได้กล่าวถึงอุตสาหกรรมแปรรูปเนื้อสัตว์ดังนี้ อุตสาหกรรมแปรรูปเนื้อสัตว์ เป็นอุตสาหกรรมที่นำเทคโนโลยีการแปรรูปมาใช้กับเนื้อสัตว์โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อการถนอมรักษาเนื้อสัตว์ให้สามารถคงไว้ได้นาน และมีสภาพใกล้เคียงของสดให้ได้มากที่สุด ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีคุณภาพดีและประหยัดค่าใช้จ่าย ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่าอุตสาหกรรมแปรรูปเนื้อสัตว์ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและประเทศชาติในแง่ต่าง ๆ คือ

1. <u>อุตสาหกรรมแปรรูปเนื้อสัตว์เป็นอุตสาหกรรมเกษตร</u> (Agro-industries) ที่มีการใช้วัตถุดิบคือ เนื้อสัตว์ให้เกิดประโยชน์อย่างเต็มที่และมีมูลค่าเพิ่ม

มูลค่าเพิ่มของเนื้อสัตว์ ถ้าพิจารณาจากเกษตรกรผู้ทำการเลี้ยงสัตว์ เช่น สุกร ซึ่งจำหน่ายสุกรเพื่อนำไปชำแหละเนื้อหรือส่งเป็นสินค้าออก กรณีที่จำนวนสุกรทั้งสิ้นที่เลี้ยงได้ทั้งประเทศมีจำนวน 5 ล้านตัว และน้ำหนักตัวขณะส่งขายประมาณ 90-100 กิโลกรัม โดยจำหน่ายได้ในราคา 27-29 บาทต่อกิโลกรัมสัตว์เป็น ราคาของเนื้อสัตว์ที่ขายได้เป็นเงินตรามีมูลค่าประมาณ 14,000 ล้านบาท แสดงดังภาพที่ 1

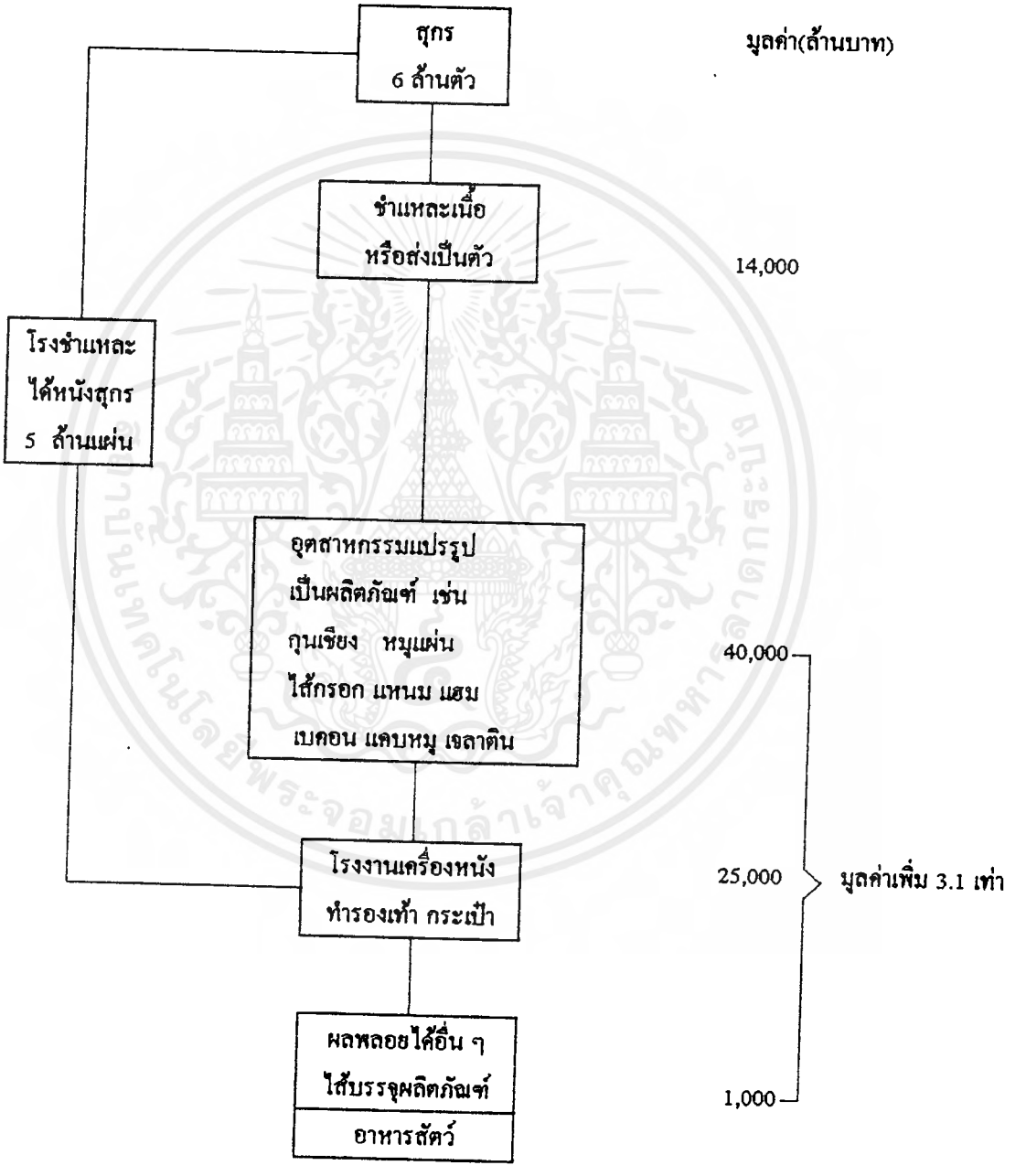
กรณีที่มีอุตสาหกรรมแปรรูปเนื้อสัตว์ภายในประเทศ สามารถแปรรูปเนื้อสัตว์ที่ชำแหละได้ทั้งหมดเป็นผลิตภัณฑ์ เช่น กุนเชียง หมูแผ่น หมูหยอง แหนม ไส้กรอก ไส้กรอกเปรี้ยว แฮม เบคอน และอื่น ๆ และจำหน่ายออกในรูปสินค้าอุตสาหกรรม พบว่าสามารถขายได้เป็นเงินตรามีมูลค่าประมาณ 40,000 ล้านบาท ส่วนสิ่งที่เหลือใช้จากอุตสาหกรรมแปรรูป เช่น หนังสุกรจากโรงงานชำแหละจำนวน 5 ล้านแผ่น เมื่อนำส่งฟอกโรงงานเครื่องหนังสำหรับการทำรองเท้า กระเป๋า และอื่น ๆ จะได้สินค้าคิดเป็นเงินตรามูลค่าประมาณ 2,500 ล้านบาท นอกจากนั้น เครื่องใน โครงกระดูก เลือด สามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในด้านอื่น ๆ เช่น ทำไส้บรรจุผลิตภัณฑ์และอาหารสัตว์ คิดเป็นเงินตรากว่า 1,000 ล้านบาท รวมมูลค่าเงินตราทั้งสิ้นประมาณ 43,500 บาท ดังนั้นมูลค่าเพิ่มเป็น 3.1 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุด
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.
ปพ
ร1416
2540

ภาพที่ 10

อธิบายมูลค่าเพิ่มของสัตว์จากอุตสาหกรรมแปรรูปเนื้อสัตว์



01896
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
021665

ตารางที่ 1

แสดงจำนวนโรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับเนื้อสัตว์ ซึ่งมิใช่สัตว์น้ำ (อย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง) และปริมาณการผลิตต่อปี ในเขตกรุงเทพมหานคร

ประเภทของผลิตภัณฑ์	จำนวนโรงงานในเขต กทม.	ปริมาณการผลิตต่อปี (กิโลกรัม)
ลูกชิ้นเนื้อ	21	1,399,985
ไส้กรอก	13	1,069,996
แฮม	3	409,518
เบคอน	2	222,185
กุนเชียง	5	442,800
หมูแผ่น	2	5,211
สเต็ก	1	1,000
แหนม	8	111,600
หมูยอ	3	25,000
เนื้ออบ	1	20,000
บรรจุกระป๋อง	5	996,040
ไส้กรอกเปรี้ยว	1	7,200
เนื้อสวรรค์	1	2,400
หมูหยอง	-	35,701
หนังหมูทอดกรอบ	1	20,000

* จำนวนกระป๋องต่อปี

** เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตอยู่ในโรงงานอื่น ๆ แต่มีปริมาณการผลิตน้อยกว่า จึงนับเป็นจำนวนโรงงานที่ผลิตผลิตภัณฑ์ชนิดอื่น ๆ ไป

ที่มา : ฝ่ายสถิติโรงงาน ปี พ.ศ. 2512-32 ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ อาหารประเภทโรงงานอันดับที่ 5 โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับเนื้อสัตว์ ซึ่งมิใช่สัตว์น้ำอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง กองควบคุมโรงงาน กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2

แสดงจำนวนโรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับเนื้อสัตว์ ซึ่งมิใช่สัตว์น้ำ (อย่างใดอย่างหนึ่ง) หรือหลายอย่าง) และปริมาณการผลิตต่อปี ในเขตภาคกลาง

ประเภทของผลิตภัณฑ์	จำนวนโรงงานในเขตภาคกลาง	ปริมาณการผลิตต่อปี (กิโลกรัม)
แช่แข็ง	4	34,243,000
ลูกชิ้นเนื้อ+ไก่	24	2,096,663
แหนม	3	774,000
หมูยอ**	-	90,000
หมูหยอง	1	8,555
หมูแผ่น	1	14,555
กุนเชียง	2	22,560
ไส้กรอก	1	36,500
ซุปไก่, เนื้อก้อน	1	-
บรรจุกระป๋อง	1	61,850*

* จำนวนกระป๋องต่อวี

** เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตอยู่ในโรงงานอื่น ๆ แต่มีปริมาณน้อยกว่า จึงนับเป็นจำนวนโรงงานที่ผลิตผลิตภัณฑ์ชนิดอื่น ๆ ไป

ที่มา : ฝ่ายสถิติโรงงาน ปี พ.ศ. 2512-32 ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ อาหารประเภทโรงงานอันดับที่ 4 โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับเนื้อสัตว์ ซึ่งมิใช่สัตว์น้ำอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง กองควบคุมโรงงาน กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3

แสดงจำนวนโรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับเนื้อสัตว์ ซึ่งมิใช่สัตว์น้ำ (อย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง) และปริมาณการผลิตต่อปี ในเขตภาคอีสาน

ประเภทของผลิตภัณฑ์	จำนวนโรงงานในเขตภาคอีสาน	ปริมาณการผลิตต่อปี (กิโลกรัม)
กุนเชียง	13	80,250
หมูแผ่น	4	293,864
หมูหยอง	1	297,204
หมูยอ	13	>53,800
แหนม	7	>50,730
ลูกชิ้น	41	691,173
เนื้ออบแห้ง*	-	9,000
ไส้กรอกเปรี้ยว*	-	100
เนื้อสวรรค์*	-	12,000
น้ำมันหมู*	-	600
ไส้กรอก	2	24,500
แคบหมู	1	210

* จำนวนกระป๋องต่อปี

** เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตอยู่ในโรงงานอื่น ๆ แต่มีปริมาณน้อยกว่า จึงนับเป็นจำนวนโรงงานที่ผลิตผลิตภัณฑ์ชนิดอื่น ๆ ไป

ที่มา : ฝ่ายสถิติโรงงาน ปี พ.ศ. 2512-32 ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ อาหารประเภทโรงงานอันดับที่ 4 โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับเนื้อสัตว์ ซึ่งมิใช่สัตว์น้ำอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง กองควบคุมโรงงาน กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4

แสดงจำนวนโรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับเนื้อสัตว์ ซึ่งมิใช่สัตว์น้ำ (อย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง) และปริมาณการผลิตต่อปี ในเขตภาคเหนือและภาคใต้

ประเภทของผลิตภัณฑ์	จำนวนโรงงานในเขตภาคเหนือ	ปริมาณการผลิตต่อปี (กิโลกรัม)
หมูยอ	3	81,600
แหนม	5	43,050
หมูหยอง*	-	9,480
กุนเชียง	7	111,600
หมูแผ่น*	-	3,000
หมูอัด	-	2,640
ลูกชิ้นเนื้อ	41	1,185,648
ลูกชิ้นเปิด	1	7,300
น้ำมันหมู*	-	216
หมูหวาน*	-	4,200
ลูกชิ้นเนื้อ**	9	252,444
หมูแผ่น, หมูหยอง**	1	1,200

* เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตอยู่ในโรงงานอื่น ๆ แต่มีปริมาณน้อยกว่า จึงนับเป็นจำนวนโรงงานที่ผลิตผลิตภัณฑ์ชนิดอื่น ๆ ไป

** เป็นข้อมูลของเขตภาคใต้

สำหรับโรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับเนื้อสัตว์ในเขตภาคใต้ มีจำนวนน้อยกว่าเขตภาคอื่น ๆ ทั้งในด้านประเภทของผลิตภัณฑ์ จำนวนโรงงานและปริมาณการผลิต

ที่มา : ฝ่ายสถิติโรงงาน ปี พ.ศ. 2512-32 ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ อาหารประเภทโรงงานอันดับที่ 4 โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับเนื้อสัตว์ ซึ่งมิใช่สัตว์น้ำอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง กองควบคุมโรงงาน กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5

แสดงปริมาณและมูลค่าของสินค้าประเภทเนื้อสัตว์ ที่ส่งออกในปี พ.ศ. 2530

ประเภทสินค้า	ปริมาณ (กิโลกรัม)	มูลค่า (บาท)
เนื้อวัวแช่เย็งไม่ถอดกระดูก	925	49,115
เนื้อวัวแช่เย็งถอดกระดูก	2,250	114,443
เนื้อสุกรแช่เย็ง	21,424	654,791
เนื้อสัตว์อื่น ๆ แช่เย็ง	891	97,782
เครื่องในแช่เย็ง	150	1,268
แฮม เบคอน (อบแห้ง/รมควัน)	14,425	1,411,374
เนื้อสัตว์แช่เกลือ (อบแห้ง/รมควั	11,660	2,290,980
เครื่องในแช่เกลือ (อบแห้ง/รมค	11,508	1,844,547
ไส้กรอก (เนื้อ เครื่องใน เลือด)	98,343	3,036,668
เนื้ออื่น ๆ แปรรูป	250,459	16,268,445
น้ำมันหมู (รับประทานได้)	250,200	1,454,976
น้ำมันหมู (รับประทานไม่ได้)	549,630	2,660,732

ที่มา : ศูนย์สถิติการเกษตร 2531 สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปีการเพาะปลูก 2530-31 สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กทม. เอกสารสถิติการเกษตร เลขที่ 293

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6

แสดงปริมาณ และมูลค่าของสินค้าประเภทเนื้อสัตว์ที่สั่งเข้า ปี พ.ศ. 2530

ประเภทสินค้า	ปริมาณ (กิโลกรัม)	มูลค่า (บาท)
เนื้อวัวแช่เย็งถอดกระดูก	23,792	4,478,928
เนื้อวัวแช่เย็งไม่ถอดกระดูก	170,333	26,763,087
เนื้อสุกรแช่เย็ง	53	9,568
เครื่องในสัตว์แช่เย็ง	2,565	351,211
เนื้อสัตว์แช่เกลือ (ตากแห้ง/รมควัน)	23	19,691
ไส้กรอก	3,556	591,046
เนื้อสัตว์อื่น ๆ แปรรูป	25,935	2,958,310
meat extracts	528	231,161
meat juice		
น้ำมันหมู (รับประทานได้)	135,780	3,005,262
น้ำมันหมู (รับประทานไม่ได้)	1,479,846	16,851,214

ที่มา : ศูนย์สถิติการเกษตร 2531 สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปีการเพาะปลูก 2530-31 สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กทม. เอกสารสถิติการศึกษา เลขที่ 293

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7

แสดงปริมาณการผลิตสัตว์ในประเทศไทยในช่วง ปี พ.ศ. 2523-2533 (หน่วยเป็น 1,000 ตัว)

ประเภทของสัตว์	ปี				
	23	30	31	32	33
ควาย	6,028	6,257	5,998	5,708	5,440
วัว	4,276	4,879	4,969	5,072	5,285
สุกร	3,396	4,201	4,209	4,685	4,679
ไก่*	60.50	79.30	84.50	90.00	95.00
เป็ด	10.20	15.10	15.60	15.60	15.60
แพะ	32	73	95	131	145
แกะ	67	80	80	79	100

ที่มา : Statistic profile of livestock development in Asia-pacific region 1979-1989 FAO.

* ปริมาณไก่ที่ทำการเลี้ยงเป็นฟาร์มขนาดใหญ่ เพื่อผลิตเนื้อจำหน่ายโดยเฉพาะยังไม่รวมอยู่ด้วย ณ ที่นี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8

แสดงปริมาณการผลิตสัตว์ประเภทต่าง ๆ ในประเทศไทย ช่วงระหว่าง ปี พ.ศ. 2523-2533 (หน่วยเป็นตัน)

ประเภทของสัตว์	ป				
	23	30	31	32	33
เนื้อสัตว์ทั้งหมด	855	1,008	1,091	1,117	1,152
เนื้อวัว-ลูกวัว	140	154	156	158	160
เนื้อควาย	86.00	69.60	68.30	68.30	68.30
เนื้อสุกร	255	276	326	334	335
เนื้อสัตว์ปีก (เป็ด, ไก่)	327.90	507.10	540.00	555.90	587.40
เนื้อแพะ	0.30	0.40	0.40	0.50	0.60
เนื้อแกะ	0.30	0.60	0.60	0.60	0.60

ที่มา : Statistic profile of livestock development in Asia-pacific region 1979-1989 FAO.

2. **อุตสาหกรรมแปรรูปเนื้อสัตว์ทำให้เกิดอุตสาหกรรมต่อเนื่อง** เช่น อุตสาหกรรมโรงฆ่าสัตว์ที่ทันสมัย อุตสาหกรรมอาหารสัตว์ อุตสาหกรรมฟอกหนัง อุตสาหกรรมภาชนะบรรจุภัณฑ์

3. **อุตสาหกรรมแปรรูปเนื้อสัตว์จะช่วยส่งเสริมให้ประชากรในประเทศ** มีงานทำเพิ่มมากขึ้น

จ

สภาพจิตไม่ปกติของประชากรได้ เพราะมีรายได้เพียงพอสำหรับการเลี้ยงครอบครัว

4. **ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้จากอุตสาหกรรมแปรรูปเนื้อสัตว์** สามารถส่งออกเพื่อนำเงินตราต่างประเทศเข้าทำให้ลดการขาดดุลการค้าลงและลดปริมาณการนำเข้ามาจำหน่ายของสินค้าต่างประเทศได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 อุตสาหกรรมแปรรูปเนื้อสัตว์ในประเทศไทย

การแปรรูปเนื้อสัตว์ในประเทศไทย ส่วนใหญ่เป็นการใช้ประโยชน์จากเนื้อสุกรและเนื้อวัว ซึ่งลักษณะของอุตสาหกรรมแปรรูปเนื้อสัตว์ เป็นโรงงานประกอบกิจการขนาดย่อมเพื่อผลิตผลิตภัณฑ์ เนื้อสัตว์จำหน่ายสู่ตลาดภายในประเทศ

ข้อมูลจากตารางดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าอุตสาหกรรมแปรรูปเนื้อสัตว์ในประเทศไทยส่วนใหญ่ได้รับอิทธิพลมาจากคนจีนที่เข้ามาอยู่อาศัย และทำมาหาเลี้ยงชีพโดยการทำผลิตภัณฑ์พวกกุนเชียง หมูแผ่น ลูกชิ้นซึ่งมีปริมาณการผลิตต่อปีในแต่ละภาคสูงกว่าผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ส่วนผลิตภัณฑ์ที่ทำการผลิตมากรองลงมา เป็นผลิตภัณฑ์อาหารพื้นบ้านของไทยชาวเหนือและตะวันออกเฉียงเหนือซึ่งได้แก่พวกแหนม หมูยอ แคบหมู และไส้กรอกเปรี้ยว และผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์อีกพวกหนึ่งซึ่งได้จากการรับเอาเทคโนโลยีต่าง ๆ ของชาว ตะวันตกมาใช้ และมีแนวโน้มที่ได้รับความนิยมเพิ่มมากขึ้นในปัจจุบันได้แก่ผลิตภัณฑ์พวกไส้กรอก และการบรรจุกระป๋อง สำหรับการแช่แข็งมีโรงงานผลิตเฉพาะในภาคกลางเพื่อการส่งออกเนื้อสดไป ต่างประเทศเป็นส่วนใหญ่แต่ในเวลาเดียวกันประเทศไทยยังต้องทำการสั่งเข้าเนื้อพวกเนื้อสัตว์เข้ามาเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคบางกลุ่มภายในประเทศ ทำให้ยังคงมีข้อมูลการสั่งเข้าดังแสดงในตารางที่ 6 โดยประเทศที่ส่งเข้ามามีต่าง ๆ กันคือ เบลเยี่ยม แคนนาดา เดนมาร์ก สหรัฐอเมริกา สวิสเซอร์แลนด์ เนเธอร์แลนด์ ฝรั่งเศส โปรแลนด์ ออสเตรเลียและประเทศเยอรมันตะวันออก ส่วน meat extracts และ meat juice สั่งเข้ามาจากประเทศ ญี่ปุ่น อังกฤษ และเยอรมันตะวันออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 9

แสดงผลของไขมันที่มีต่อส่วนประกอบทางเคมี และคุณค่าทางโภชนาการอาหารของเนื้อสดที่ตัดจากส่วนต่างๆของซากสัตว์

ชนิดของสัตว์	กล้ามเนื้อส่วน	ปริมาณร้อยละขององค์ประกอบทางเคมี				คุณค่าทางอาหาร
		โปรตีน	น้ำ	ไขมัน	เถ้า	แคลอรี่ / 100 กรัม
เนื้อโค	เนื้อส่วนนอก					
	ไขมันน้อย	19.2	71	9	0.9	160
	ไขมันปานกลาง	18.6	65	16	0.9	220
	ไขมัน	17.6	60	22	0.8	270
	ไขมันมาก	15.0	52	32	0.7	350
	เนื้อสัน					
	ไขมันน้อย	18.6	64	16	1.0	220
	ไขมันปานกลาง	16.9	57	25	0.8	290
	ไขมัน	15.6	53	25	0.8	340
	ไขมันมาก	12.8	44	43	0.6	440
	เนื้อส่วนขา					
	ไขมันน้อย	19.7	71	8	1.0	150
	ไขมันปานกลาง	19.3	67	13	0.8	190
	ไขมัน	18.7	63	17	0.9	230
	ไขมันมาก	17.4	58	24	0.8	290
เนื้อสุกร	เนื้อขาหลัง					
	ไขมันน้อย	17.2	60	22	0.9	270
	ไขมันปานกลาง	15.2	53	31	0.8	340
	ไขมัน	13.2	46	40	0.7	410
	เนื้อสัน					
	ไขมันน้อย	17.9	63	18	1.0	230
	ไขมันปานกลาง	16.4	58	25	0.9	290
	ไขมัน	14.8	52	32	0.8	350
	เนื้อส่วนไหล่					
	ไขมันน้อย	14.4	52	33	0.8	360
	ไขมันปานกลาง	12.5	45	42	0.7	430
	ไขมัน	10.3	37	52	0.6	510

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช

ตอนที่ 2 การแปรรูปและผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ (ชัยณรงค์ คัณธบพิตร ; 2529)

ในการค้นคว้าข้อมูลทางด้านเอกสารทางด้านการแปรรูปเนื้อสัตว์เพื่อนำมาเป็นผลิตภัณฑ์อาหารสัตว์ที่เรียกว่า ลูกชิ้น ซึ่งจะต้องมีกรรมวิธีการผลิตทางอุตสาหกรรมจำเป็นจะต้องศึกษาประวัติความเป็นมาของการแปรรูปและกรรมวิธีการซึ่งสามารถแบ่งออกได้ดังนี้

1. <u>ประวัติของการแปรรูปเนื้อสัตว์</u>

การแปรรูปเนื้อสัตว์มีประวัติความเป็นมาจากในยุคสมัยที่มนุษย์ยังป่าเถื่อนอยู่นั้น มนุษย์ได้เรียนรู้โดยบังเอิญว่าเกลือนั้นสามารถใช้เป็นวัตถุกันเน่าของเนื้อสัตว์ได้ และนอกจากนั้นยังเรียนรู้ด้วยว่าถ้าทำเนื้อให้สุกด้วยความร้อนแล้วนั้นก็จะช่วยทำให้เก็บเนื้อไว้ได้นานขึ้นแต่อย่างไรก็ตามเท่าที่มีบันทึกไว้ในประวัติศาสตร์นั้น ชาวอียิปต์โบราณกล่าวกันว่ารู้จักการถนอมเนื้อโดยใช้เกลือแล้วตากแดดมานานแล้ว ส่วนการแปรรูปเนื้อสัตว์ในสมัยหลัง ๆ นี้เริ่มมีมาในประเทศฝรั่งเศสเมื่อ ค.ศ. 1809 (พ.ศ. 2352) เมื่อนายนิโคลาส แอพพิท ได้รับอนุญาตจากรัฐบาลฝรั่งเศสให้ทำการบรรจุเนื้อสัตว์กระป๋องตามกรรมวิธีที่เขาคิดขึ้นมาได้และหลังจากนั้นจึงมีการพัฒนามาจนเป็นเทคโนโลยีที่ก้าวหน้าเช่นในยุคปัจจุบัน

วิธีการใหม่ที่ทำกันอยู่ในระยะหลัง ๆ มานี้ได้แก่ (1) การใช้สารเคมีเป็นวัตถุเจือปน (2) การพัฒนาของ intermediate-moisture foods (3) การไล่น้ำออก ด้วยวิธีแช่แข็ง (freeze dehydration) (4) การใช้สารย่อย และ (5) การใช้แสงรังสี (irradiation) ซึ่งวิธีใหม่ ๆ เหล่านี้ก็เป็นผลมาจากการใช้ความรู้เทคโนโลยีที่ค่อนข้างก้าวหน้าประยุกต์เข้าไปในขบวนการแปรรูปเนื้อสัตว์และก็เชื่อกันว่าในอนาคตก็จะพัฒนาไปข้างหน้าอีกอย่างไม่หยุดยั้งตัวอย่างของเทคโนโลยีใหม่ที่สุดได้แก่ restructure meat ซึ่งก็คือการใช้เทคโนโลยีแปรสภาพจากเศษเนื้อชิ้นเล็กชิ้นน้อยมาอัดแน่นรวมตัวกันเป็นก้อนใหญ่ก่อนที่จะนำเอาไปหั่นประกอบอาหารต่อไป หรือวิธีทำแฮมแบบใช้เครื่องนวดและอัดลงไส้แล้วทำให้สุกชนิดที่เรียกว่า cook-in ham ซึ่งทำให้สูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุดเป็นต้น

1.2 ความรู้ทั่วไปของการแปรรูปเนื้อสัตว์

คำว่าเนื้อแปรรูป (processed meat) นั้น สามารถอธิบายได้ว่าเป็นเนื้อที่คุณสมบัติเดิมของเนื้อสดได้ถูกแปรเปลี่ยนไปโดยการใช้วิธีการเพียง 1 วิธี หรือหลาย ๆ วิธีด้วยกัน ได้แก่ การบด การสับละเอียด (chopping) การเติมสารเพิ่มรส (seasoning) การแปลงสี และการใช้ความร้อนเป็นต้น ตัวอย่างของเนื้อแปรรูปที่แลเห็นกันได้ง่าย ๆ ได้แก่ แฮม เบคอน คอร์นบีฟ แหนม หมูยอ กุนเชียง และไส้กรอกชนิดต่าง ๆ อีกมากมาย ซึ่งผลิตภัณฑ์เหล่านี้จะผ่านการดำเนินการหลายขั้นตอนก่อนที่จะสำเร็จออกมาเป็นผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดได้เป็นที่น่าสังเกตว่าในขั้นตอนต่าง ๆ เหล่านั้นจะมีขั้นตอนพื้นฐานซึ่งเหมือน ๆ กันอยู่โดยตลอดที่จะแตกต่างกันก็อาจจะเป็นในข้อปลีกย่อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เล็ก ๆ น้อย ๆ หรือวัตถุดิบที่ใช้ไม่เหมือนกัน แต่อย่างไรก็ตามเมื่อมองอย่างกว้าง ๆ แล้วอาจแบ่งเนื้อแปรรูปเหล่านี้ออกได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ ผลิตภัณฑ์ลดขนาด (comminuted products) และผลิตภัณฑ์ขนาดเดิม (noncomminuted products)

1.3 ขั้นตอนพื้นฐานของการแปรรูป

ในการแปรรูปเนื้อสัตว์นั้นมีขั้นตอนที่เป็นพื้นฐานเหมือน ๆ กันอยู่ 7 ขั้นตอน และในการทำผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดก็อาจมีขั้นตอนเพียงไม่กี่ขั้น ในขณะที่ผลิตภัณฑ์บางชนิดอาจต้องดำเนินการทั้งหมดทุกขั้นตอนก็ได้

1. <u>การหมัก (Curing)</u>

ถ้าจะกล่าวตามประวัติศาสตร์แล้ว การหมักก็คือ การใช้เกลือแกงกับเนื้อสัตว์เพื่อถนอมหรือเก็บรักษาเนื้อให้นานขึ้นกว่าเดิม ไม่มีใครทราบว่ามนุษย์เริ่มรู้จักใช้เกลือเพื่อการนี้มานานเท่าใดแล้วแต่ก็เคยมีผู้รายงานไว้ว่ามนุษย์รู้จักใช้เกลือเพื่อเก็บรักษาปลามาประมาณ 4,000 ปีก่อนคริสต์ศักราช หรือกว่า 3,500 ปีก่อนพุทธศักราชมาแล้วส่วนการค้นพบนั้นเป็นที่เข้าใจกันว่ามนุษย์ค้นพบได้โดยบังเอิญมากกว่าที่จะตั้งใจทดลองใช้ เมื่อประมาณ 3 ศตวรรษก่อนพุทธศักราชหรือ 8 ศตวรรษก่อนคริสต์ศักราชนั้น Homer ได้เขียนไว้ใน Odyssey อธิบายถึงการใช้เกลือกับเนื้อสัตว์ในการทำไส้กรอก นอกจากนั้นเชื่อกันว่า การพบว่าดินประสิวช่วยในการสร้างและรักษาสีในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์นั้นก็น่าจะเป็นเพราะบังเอิญที่มีดินประสิวปนอยู่ในเกลือขณะใช้ทำผลิตภัณฑ์ด้วย อย่างไรก็ตามในระยะแรก ๆ ที่นิยมใช้กันนั้นก็เป็นที่ทราบกันดีว่าผลิตภัณฑ์จะมีรสชาติค่อนข้างเค็มจัดและไม่มีความสม่ำเสมอในคุณภาพของผลิตภัณฑ์เป็นอย่างมาก มาในระยะกลางศตวรรษที่ 24 (พุทธศักราช) นี้เองที่เริ่มมีการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เข้ามาประยุกต์และพัฒนามาจนกระทั่งถึงยุคปัจจุบัน ซึ่งการคิดค้นเทคนิคใหม่ ๆ เรียกได้ว่าเริ่มมาประมาณ 30 ปีที่แล้วมานี้เอง

2. <u>การลดขนาด การปั่นผสม และการสร้างอิมัลชัน</u>

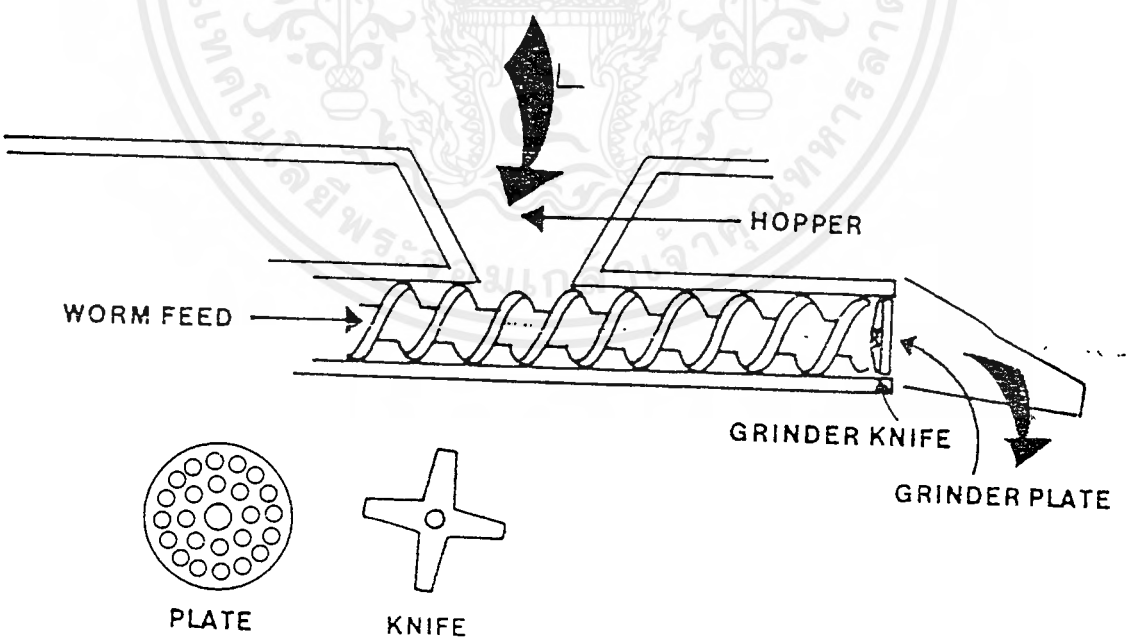
2.1 การลดขนาด

หมายถึงการดำเนินการเพื่อลดขนาดของชิ้นส่วนย่อยของเนื้อ (particle) ลงเพื่อจะสามารถนำไปรวมตัวกันเป็นรูปแบบอื่น ๆ ตามต้องการได้ การลดขนาดชิ้นส่วนย่อยนี้สามารถทำได้หลายระดับด้วยกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของผลิตภัณฑ์เป็นสำคัญผลิตภัณฑ์บางชนิดอาจต้องการลดขนาดลงถึงเพียงระดับหยาบก็พอ แต่ในขณะเดียวกันอีกบางชนิดนั้นต้องลดขนาดมากกว่านี้จนถึงขั้นละเอียดและสามารถสร้างอิมัลชัน (emulsion) ได้ด้วย แต่ถ้าจะพิจารณาถึงผลดีของการลดขนาดชิ้นส่วนเนื้อแล้วก็อาจกล่าวได้ว่า (1) ช่วยปรับปรุงความสม่ำเสมอของผลิตภัณฑ์ โดยการที่มีชิ้นส่วนในขนาดที่ย่อยสม่ำเสมอ จะทำให้ส่วนประกอบต่าง ๆ กระจายไปได้อย่างทั่วถึง (2) ทำให้เนื้อซึ่งเดิมอาจจะเหนียวเสียจนเคี้ยวไม่ลงนั้นมีความนุ่มถูกใจผู้บริโภค ทั้งนี้เพราะถูกลดขนาดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องมือที่ใช้ในการลดขนาดชิ้นส่วนย่อยเนื้อได้แก่ เครื่องบด เครื่องสับละเอียด (silent cutter) และเครื่องปั่นอิมัลชัน (emulsion mill) เป็นต้น ในการทำผลิตภัณฑ์เนื้อหลาย ๆ ชนิดโดยเฉพาะอย่างยิ่งพวกไส้กรอกนั้น ขั้นตอนแรก ๆ จะประกอบไปด้วยการใช้เครื่องบดลดขนาดชิ้นส่วนเนื้อและไขมันลงเสียก่อน แต่ถ้าเป็นไส้กรอกหยาบ อาจจะต้องการใช้เพียงเครื่องบดอย่างเดียวก็พอ ส่วนไส้กรอกบดละเอียดอิมัลชันนั้น ในสมัยประมาณ 10 ปีที่แล้วมานิยมใช้เพียงเครื่องสับละเอียดนี้จะใช้เพียงเพื่อลดขนาดชิ้นส่วนให้ย่อยละเอียดลงไปอีกขั้นหนึ่งเท่านั้น ส่วนการสร้างอิมัลชันจะใช้เครื่องปั่นอิมัลชันเลยโดยตรง ทั้งนี้เพราะเครื่องมือนี้มีอัตราความเร็วของใบมีดสูงกว่ามาก จึงทำให้สามารถสร้างอิมัลชันได้ภายในระยะเวลาสั้นกว่าเดิมมาก และนอกจากนั้นยังทำให้ได้ขนาดชิ้นส่วนไขมันที่ละเอียดกว่าเดิมมาก แต่เนื่องจากใบมีดมีอัตราความเร็วสูงมากนี่เอง จึงทำให้อุณหภูมิของเนื้อผสมนั้นสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยเป็นผลมาจากการเสียดสีอย่างรุนแรงและรวดเร็วนั่นเองจึงควรต้องระมัดระวังทั้งนี้เพราะอุณหภูมิของส่วนผสมอาจทำให้ไขมันแยกตัวออกมาจากระบบอิมัลชันได้

ภาพที่ 11
แสดงเครื่องบดเนื้อ (meat prinder)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 12

แสดงเครื่องสับละเอียด

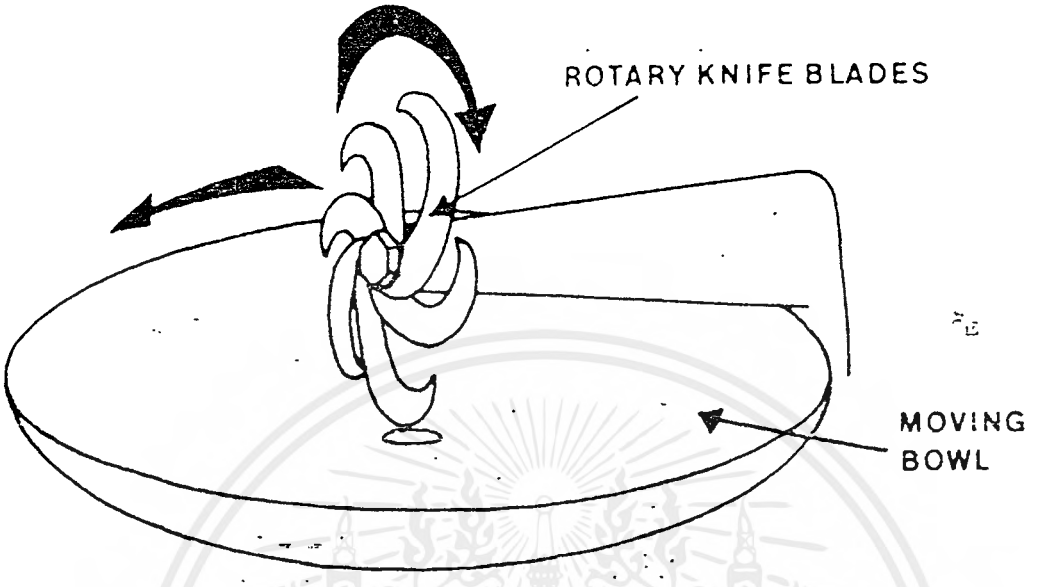


FIG. 7.3. CHOPPER.

2.2 การปั่นผสม (Blending)

เป็นขั้นตอนที่แยกออกมาต่างหาก โดยมีความมุ่งหมายให้เป็นการปั่นผสมที่ต้องการให้ส่วนประกอบทุกอย่างมีการกระจายตัวออกไปในส่วนผสมทั้งหมดอย่างทั่วถึงและสม่ำเสมอโดยเฉพาะอย่างยิ่งส่วนประกอบที่มีปริมาณน้อย ๆ ได้แก่ ไนไตรต์ ไนเตรต เครื่องเทศ และสารเร่งปฏิกิริยาสี เช่น พวกแอสคอร์เบต เป็นต้น แต่ถ้าเป็นไส้กรอกประเภทบดหยาบก็อาจปั่นผสมก่อนที่จะอัดลงไส้ ส่วนไส้กรอกประเภทบดละเอียดอิมัลชันนั้นก็อาจปั่นผสมในช่วงก่อนการสับละเอียดเพื่อสร้างอิมัลชัน

2.3 การสร้างอิมัลชัน

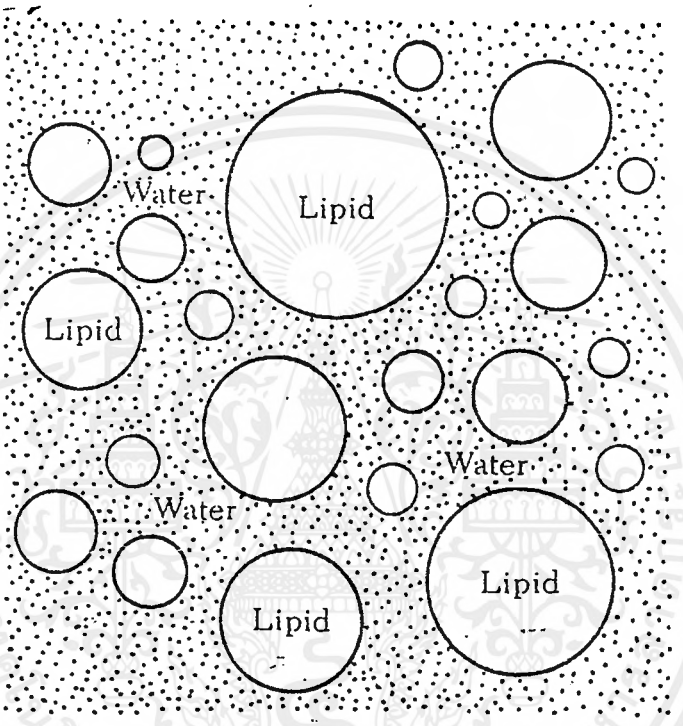
อิมัลชัน (emulsion) หมายถึง การผสมและอยู่ร่วมกันของของเหลว 2 ชนิดที่ปกติเข้ากันไม่ได้ทั้งนี้โดยของเหลวชนิดหนึ่งกระจายอยู่โดยทั่วไปในส่วนผสม ในรูปของหยดเล็กละเอียด (droplets) ของเหลวชนิดที่กล่าวถึงนี้เรียกว่าเป็น disperse phase ส่วนของเหลวอีกส่วนหนึ่งที่ disperse phase กระจายตัวอยู่เรียกว่าเป็น continuous phase และขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของหยดเล็กละเอียดดังกล่าวประมาณ 0.1 ถึง 0.5 ไมโครเมตร (Mm) เท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในไส้กรอกประเภทอิมัลชันนั้น โปรตีนของเนื้อจะถูกสกัดละลาย (solubilize) ออกจากภายในเส้นใยกล้ามเนื้อมาอยู่ร่วมกันกับตัวถูกละลายอื่น ๆ และน้ำซึ่งอาจเรียกกันทั้งหมดนี้ว่าเป็น continuous phase ในขณะที่ไขมันจะถูกปั่นละเอียดให้เป็นหยดเล็กละเอียดกระจายอยู่โดยทั่วไปในส่วนผสมแรกและเราเรียกไขมันว่าเป็น disperse phase นั่นเอง

ภาพที่ 13

แสดงอิมัลชันของน้ำมันใต้น้ำ



ดังนั้นเมื่อทำเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จแล้วก็จะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีเนื้อสัมผัสดีสม่ำเสมอ และดึงดูดใจผู้บริโภคด้วยประการทั้งปวง ส่วนการที่จะสามารถละลายโปรตีนไมโอซินและแอคตินออกมาได้มากหรือน้อย เนื่องจากโปรตีนเหล่านี้มีคุณสมบัติละลายได้ในน้ำเกลืออ่อน ดังนั้นการผสมเกลือเข้าไปในขั้นตอนแรกโดยเฉพาะอย่างยิ่งขณะบดหยาบแล้วหมักไว้ก่อนชั่วระยะหนึ่งจึงเป็นวิธีการที่ใช้ได้ดีอยู่เสมอตลอดมา

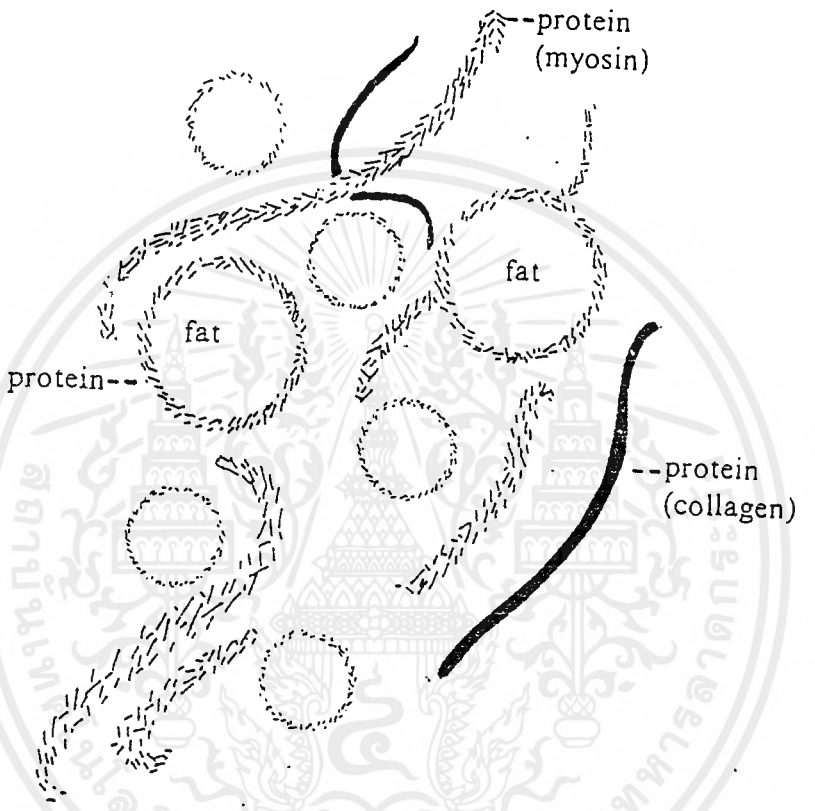
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกลือเข้าไปในขั้นตอนแรกโดยเฉพาะอย่างยิ่งขณะบดหยาบแล้วหมักไว้ก่อนชั่วระยะหนึ่งจึงเป็นวิธีการที่ใช้ได้ดีอยู่เสมอตลอดมา

ภาพที่ 14

ธ รันแสดงโปรตีนเนื้อสัตว์ที่ถูกสกัดละลายออกมา

SAUSAGES



2.4 ปัจจัยที่มีผลต่อการสร้างและความคงทนของอิมัลชัน

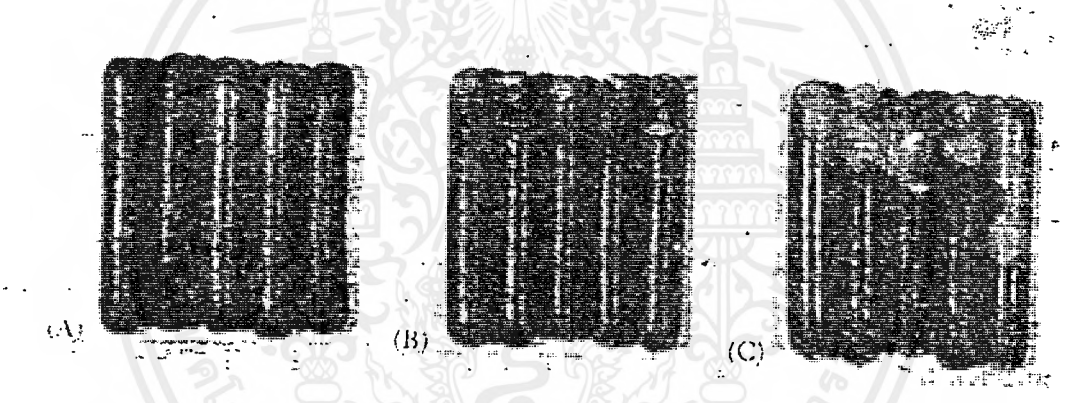
ในระหว่างการสับละเอียดและสร้างอิมัลชันนั้น เนื่องจากมีการเสียดสีระหว่างใบมีดกับเนื้อผสมอยู่ตลอดเวลาในอัตราความเร็วสูง ดังนั้นอุณหภูมิของส่วนผสมจึงร้อนขึ้นกว่าเดิม อย่างไรก็ตามการที่อุณหภูมิสูงขึ้นนี้ก็เป็นประโยชน์ในแง่ที่ว่าจะช่วยทำให้โปรตีนของเนื้อถูกปลดปล่อยออกมานอกเส้นใยกล้ามเนื้อได้มากขึ้นด้วย ตลอดจนจะช่วยเร่งปฏิกิริยาการสร้างสี และทำให้ลักษณะของเนื้อผสมเป็นเนื้อเดียวกันยิ่งขึ้นแต่ก็มีข้อควรระวังคือ ถ้าหากอุณหภูมิขึ้นสูงเกินไปก็จะทำให้เกิดผลเสียคือ อิมัลชันแตกตัว ซึ่งก็หมายถึงการที่ไขมันแยกตัวออกจากส่วนผสม ทำให้ไม่เป็นเนื้อเดียวกันอีกต่อไปได้ในกรณีที่ใช้เครื่องปั่นอิมัลชันซึ่งมีความเร็วสูงนั้นไม่ควรให้อุณหภูมิเกิน 20 องศาเซลเซียส แต่ถ้าเป็นเครื่องสับละเอียดซึ่งมีอัตราความเร็วของใบมีดช้ากว่านั้นก็ไม่ควรให้อุณหภูมิเกิน 15 องศาเซลเซียส เป็นดีที่สุดการที่อุณหภูมิขึ้นสูงเกินไปและทำให้เกิดการแตกตัวของอิมัลชันนี้อธิบายได้ว่า เนื่องจากโปรตีนไมโอซิน แอคติน ทำหน้าที่เป็นตัวทำให้เกิดเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อิมัลชันขึ้นมาได้ ดังนั้น เมื่อใดก็ตามที่โปรตีนเหล่านี้เกิดการ denature ไม่ว่าจะเป็นเพราะสาเหตุใดก็ตาม และในที่นี้เป็นเพราะอุณหภูมิขึ้นสูงดังได้กล่าวมาแล้ว จึงทำให้โปรตีนหดตัวและหมดความสามารถในการเชื่อมติดระหว่างระบบไขมันกับน้ำได้อีกต่อไป และขณะนั้นประกอบกับอุณหภูมิส่วนผสมสูงอยู่แล้วจึงทำให้ไขมันหยดเล็กละเอียดจำนวนมากมายละลาย และไหลเข้ามารวมตัวกันเป็นหยดไขมันขนาดใหญ่ แยกตัวออกจากระบบเดิมของอิมัลชันได้

ภาพที่ 15

แสดงการแตกตัวของอิมัลชันในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ (A) ผลิตภัณฑ์จากอิมัลชันที่คงทน (B) และ (C) ตัวอย่างของผลิตภัณฑ์สำเร็จที่มีช่องว่าง และ fat cap ซึ่งเกิดขึ้นในขณะถูกความร้อนต้อน ทำให้สุกนอกจากนั้นสังเกตผิวไส้กรอก (B) และ (C) ที่เป็นมันแสดงถึงไขมันละลายออกมามากกว่าใน (A)



2. ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการแปรรูปเนื้อสัตว์

ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์แบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ

1.1 ผลิตภัณฑ์ขนาดเดิม (Non-communuted products) เป็นผลิตภัณฑ์ที่โครงสร้างสุดท้ายของเนื้อจะยังคงรูปร่างและโครงสร้างของเนื้อสดอยู่ เช่น แฮม เบคอน หมูแผ่น คอร์นบีฟ หมูหยอง สะเต็ก หมูตั้ง (เอกสารการสอนหน่วยที่ 1-7 ; 2532)

1.2 ผลิตภัณฑ์ลดขนาด (Communuted products) เป็นผลิตภัณฑ์ที่โครงสร้างสุดท้ายประกอบกันขึ้นมาจากเนื้อชิ้นเล็ก ๆ ย่อย ๆ รวมตัวกันขึ้นเป็นรูปร่างตามสิ่งที่ใช้บรรจุ เนื้อสัตว์ที่เป็นวัตถุดิบหลักถูกลดขนาดให้เล็กย่อยลง โดยการหั่น บด และสับละเอียด ผลิตภัณฑ์ลดขนาดอาจแบ่งตามลักษณะโครงสร้างภายใน และการลดขนาดชิ้นส่วนของเนื้อเป็น 2 กลุ่มย่อย คือ

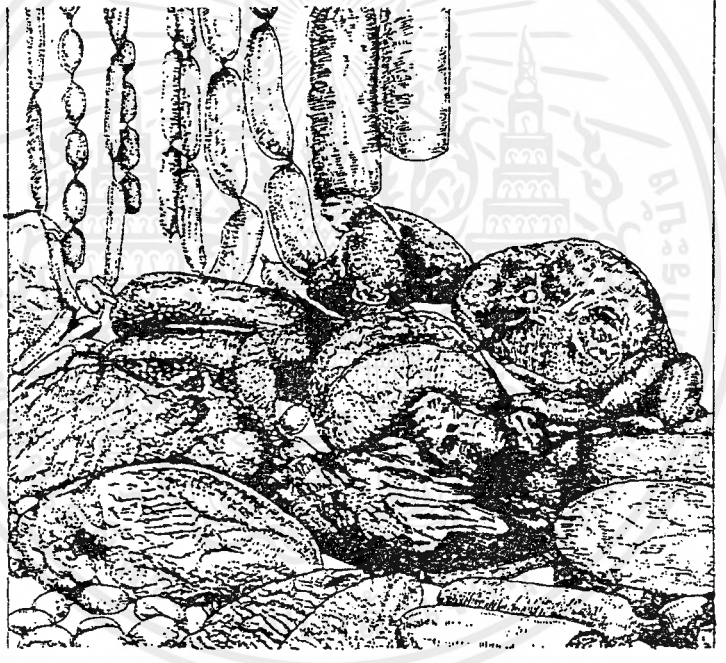
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) ผลิตภัณฑ์ลดขนาดบดหยาบ เป็นผลิตภัณฑ์ที่เนื้อถูกบดด้วยเครื่องบดเนื้อธรรมดาเนื้อถูกลดขนาดลง แต่ยังไม่มีการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพในระดับเส้นใยกล้ามเนื้อ เช่น ไส้กรอกเปรี้ยว แหนม กุนเชียง ไส้กรอกอาหารเช้า (pork sausage) ไส้กรอกซาลามิ (Salami) หมูสัม มั้ม

2) ผลิตภัณฑ์ลดขนาดบดละเอียดอิมัลชั่น เป็นผลิตภัณฑ์ที่เนื้อถูกบดด้วยเครื่องบดและสับละเอียด จนโครงสร้างในระดับเส้นใยกล้ามเนื้อเปลี่ยนแปลง โดยมีโปรตีนไมโอซินละลายออกมาจากเส้นใยกล้ามเนื้อ และทำให้ส่วนผสมแปรเปลี่ยนเป็นมวลเหนียว ซึ่งเป็นลักษณะของส่วนผสมที่เรียกว่าอิมัลชั่น (emulsion) เช่น หมูยอ ไส้กรอกเวียนนาหรือ แฟรงค์เฟอร์เตอร์ โบโลญาแนกเวอร์สท (Knackwurst) เบอร์ลินเนอร์ (Berliner) ลั่นเชียน มีท (luncheon meat) ลูกชิ้นเนื้อต่าง ๆ ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ต่าง ๆ

ภาพที่ 16

แสดงผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ชนิดต่าง ๆ



3. ลูกชิ้น

(ทิพยา ปานะโภชะ ; 2532) กล่าวว่าลูกชิ้นกับการผลิตนั้นในปัจจุบันจะผลิตกันเป็นอุตสาหกรรมภายในครัวเรือนโดยส่วนใหญ่ซึ่งเป็นอาหารอีกชนิดหนึ่งที่คนไทยบริโภคกันมาช้านานจนกลายเป็นปัจจัยอย่างหนึ่งในการทำอาหารต่าง ๆ

ลูกชิ้นเป็นอาหารที่ได้รับความนิยมในการบริโภคเป็นอย่างมากประเภทหนึ่ง นับได้ว่าเป็นอาหารที่เป็นแหล่งโปรตีนได้เป็นอย่างดีลูกชิ้นมีการผลิตมานานในแถบเอเชียตอนใต้และแถบประเทศสแกนดิเนเวีย โดยเริ่มทำจากปลาที่มีความเหนียวเหมาะสมต่อมาได้มีการดัดแปลงโดยใช้เนื้อสัตว์ชนิดอื่น ๆ ได้แก่ เนื้อวัว เนื้อหมู และเนื้อไก่ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การผลิตลูกชิ้นได้มีการพัฒนาจากกรรมวิธีดั้งเดิม โดยการบดและสับเนื้อกับเกลือ เพื่อให้ได้ส่วยผสม (paste) ที่มีลักษณะเนียนเหนียว อาจมีการเติมเครื่องปรุงอื่น ๆ เพื่อเพิ่มรสชาติให้ดีขึ้น หลังจากนั้นจึงปั้นให้เป็นลูกแล้วนำไปลวกหรือต้มให้สุก การผลิตลูกชิ้นมักจะทำกันอย่างง่าย ๆ ภายในครอบครัวไปจนถึงการผลิตเป็นอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ โดยใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ทันสมัยเพื่อให้เพียงพอกับความต้องการของตลาด

การผลิตลูกชิ้นในบ้านเราส่วนใหญ่ยังทำกันเป็นอุตสาหกรรมภายในครัวเรือน โดยมีผลผลิตต่อวันซึ่งอาจต่ำกว่า 10 กิโลกรัม ถึง 1,000 กิโลกรัม หรือมากกว่า ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเป็นไปได้ของกำลังการผลิตและความต้องการของตลาด โดยทั่ว ๆ ไปลูกชิ้นที่มีคุณภาพและคุณลักษณะที่ดีจะต้องมีความยืดหยุ่น นุ่ม กรอบ (springiness) มีรสชาติกลมกล่อม มีกลิ่นเฉพาะของลูกชิ้นในการรับประทานลูกชิ้น นิยมนำไปลวก ย่าง ทอด โดยมีเครื่องจิ้ม เพื่อรับประทานเป็นอาหารว่าง หรือทำเป็นอาหารคาว เช่น ก๋วยเตี๋ยวลูกชิ้นหรือเกาเหลา การจำหน่ายลูกชิ้นมีการจำหน่ายปลีกในตลาดสด จำหน่ายตามร้านขายก๋วยเตี๋ยว รถเข็นขายอาหารซุปเปอร์มาร์เก็ตหรือร้านจำหน่ายปลีกอื่น ๆ เช่น ร้านขายของชำ

การผลิตลูกชิ้น ปัจจุบันมีการเติมส่วนผสมอื่น ๆ อีก ทั้งนี้ไม่เพียงเพื่อปรับปรุงรสชาติเท่านั้นแต่เพื่อเป็นการเพิ่มคุณลักษณะที่ดีต่าง ๆ โดยเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต ช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีผิวเรียบเป็นมันมีเนื้อละเอียด นุ่มเนียน และยืดหยุ่นดี ทั้งยังช่วยยืดอายุการเก็บให้นานขึ้น และยังช่วยเพิ่มผลผลิตขึ้นอีกด้วย

การผลิตลูกชิ้น นอกจากต้องใช้เนื้อที่มีความสดแล้ว ยังมีความยุ่งยากในขั้นตอนการปรุงผสมหรือการบดและสับเนื้อให้เหนียวอีกด้วย ปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องได้แก่ อุณหภูมิ ความเป็นกรด-ด่าง (pH) วิธีการและระยะเวลาในการบดเนื้อ ส่วนผสมอื่น ๆ เช่น แป้ง ไข่ขาว รวมถึงสารเคมีหรือวัตถุเจือปนอาหารบางชนิด ก็มีผลอย่างมากต่อลักษณะเนื้อสัมผัส (texture) ของลูกชิ้นเช่นกัน

การใช้สารประกอบฟอสเฟตเติมลงไปขณะบดเนื้อเป็นการช่วยปรับปรุงคุณลักษณะต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์ให้ดีขึ้น โดยช่วยเพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อ (water-holding capacity, WHC) คือทำให้เนื้อเยื่อ (tissue) ของเนื้อสามารถอุ้มน้ำที่มีอยู่ตามธรรมชาติในเนื้อ (natural juice) และน้ำที่เติมเข้าไปในระหว่างการผลิตทให้เกิดความนุ่ม (tenderness) และความชุ่มฉ่ำ (Juiciness) ซึ่งมีผลโดยตรงต่อลักษณะเนื้อสัมผัสและการยอมรับของผู้บริโภคนอกจากนี้ยังทำให้ต้นทุนการผลิตลดลงอีกด้วย สารประกอบฟอสเฟตช่วยให้การจับตัวกันของชิ้นเนื้อดีขึ้น โดยเพิ่ม exudate ของโปรตีนที่ละลายได้ของชิ้นเนื้อ ซึ่งเป็นตัวยึดให้ชิ้นเนื้อเล็ก ๆ จับกัน (binding) นับเป็นประโยชน์ต่อการทำผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นอย่างมาก นอกจากนี้สารประกอบฟอสเฟตยังช่วยป้องกันการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกิดกลิ่นไม่ดี (off-flavor) ช่วยป้องกันการเกิด oxidation ของไขมันอันเป็นสาเหตุให้เกิดกลิ่นหืน (rancidity) และยังช่วยป้องกันการเน่าเสียของผลิตภัณฑ์ที่อาจเกิดขึ้นเนื่องจากจุลินทรีย์ได้อีกด้วยจึงเป็นการช่วยยืดอายุการเก็บรักษา

3.1 การอุ้มน้ำของเนื้อ (water-holding capacity, WHC)

WHC คือความสามารถของเนื้อที่ยึดหรืออุ้มน้ำที่มีอยู่ตามธรรมชาติในเนื้อหรือน้ำที่เติมเข้าไปในเนื้อไว้ได้ในระหว่างที่มีแรง (force) เกิดขึ้นได้แก่ การใช้ความดัน (pressure) ความร้อน (heat) การบด (grinding) เป็นต้น WHC จึงมีผลโดยตรงต่อความนุ่ม (softness component of tenderness) ความชุ่มฉ่ำ (juiciness) และความโอชารส (palatability) ของเนื้อ

โดยทั่วไปเนื้อสดจะมีส่วนที่เป็นน้ำอยู่ประมาณร้อยละ 75 น้ำส่วนนี้จะไม่มีการสูญเสียออกมาเมื่อเนื้อถูกตัดหรือใช้แรงกดหรือบีบ 250-500 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว น้ำส่วนหนึ่งซึ่งเรียกว่า bound water or true bound water มีอยู่ร้อยละ 4-5 จะถูกยึดติดแน่นกับโมเลกุลของโปรตีนในเนื้อ น้ำส่วนนี้ไม่สามารถแยกออกจากเนื้อได้ด้วยวิธีใด ๆ และไม่มีลักษณะเฉพาะซึ่งได้แก่จุดเยือกแข็ง (freezing point) ความดันไอ (vapor pressure) ความสามารถในการเป็นตัวละลาย (solvent ability) เหมือนน้ำโดยทั่วไปน้ำส่วนที่เหลือเป็นน้ำที่อยู่ในรูปของ immobilized form ซึ่งเป็นส่วนประกอบในโครงสร้างของโปรตีน (protein structure) และน้ำที่อยู่ในรูปของ free form ซึ่งถูกยึดอยู่ได้โดย capillary action

3.2 ไขมัน (fat)

ไขมันในผลิตภัณฑ์นอกจากเป็นการเติมเข้าไปเพื่อช่วยลดต้นทุนการผลิตแล้วในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกบางประเภท (emulsion-type sausages) ซึ่งมีส่วนผสมของมัน (fat) อยู่ด้วยโนระหว่างการบดและสับเนื้อ สารละลายของโปรตีนโดยเฉพาะ myosin จะไปเคลือบเม็ดไขมัน (fat particles) เหล่านี้ ซึ่งทำให้เกิดเป็น emulsion ที่คงตัวได้ในระยะหนึ่งเมื่อให้ความร้อนโปรตีนที่เคลือบเม็ดไขมันจะเกิดการ coagulate และรวมตัวเป็น protein matrix ทำให้โปรตีนสามารถหุ้มห่อไขมันไว้ได้ตลอดจึงทำให้ emulsion มีความคงตัวอย่างถาวร ไขมันที่ผสมอยู่นี้จะช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะชุ่มฉ่ำ และทำให้มีรสชาติดีขึ้น

3.3 สารประกอบฟอสเฟต

เป็นที่ยอมรับกันในอุตสาหกรรมเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์เนื้อแล้วว่า สารประกอบฟอสเฟตช่วยปรับปรุงคุณภาพและลดต้นทุนการผลิตสารประกอบฟอสเฟตมีคุณสมบัติต่าง ๆ ดังนี้

(1) **ช่วยเพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อ (water-holding capacity, WHC)** โดยที่สารประกอบฟอสเฟตทำปฏิกิริยากับ organic polyelectrolyte ได้แก่ โปรตีนที่ยังไม่เปลี่ยนสภาพ (undenature protein) เกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อน protein-phosphate-salt complexs ทำให้โมเลกุลของโปรตีนสานกันเป็นตาข่าย (network) จึงมีความสามารถในการอุ้มน้ำหรือกันไม่ให้น้ำซึมออกมาได้ (protein hydration) ทำให้ผลิตภัณฑ์ไม่สูญเสียน้ำหนักมากเกินไปเมื่อทำให้สุก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(cooked) ผลิตภัณฑ์จึงนุ่ม (tender) ชุ่มฉ่ำ (juicy) และมีลักษณะ (appearance) น่ารับประทานนอกจากนี้ยังป้องกันการสูญเสียน้ำ (drip loss) เนื่องจากการละลาย (thrawing) ของเนื้อที่แช่เข็ง (frozen meat) การใช้สารประกอบฟอสเฟตร่วมกับเกลือแกง (NaCl) จะช่วยสกัดโปรตีนไมโอซินได้มากขึ้นจึงมีผลในการเพิ่ม WHC

2) **ช่วยเพิ่มความสามารถในการยึดน้ำ (water-binging capacity, WBC)** เนื่องจากเนื้อสดจะมีกรดแลค
คิตเกิดขึ้นภายหลังจากสัตว์ถูกฆ่า ทำให้ pH ของเนื้อลดต่ำลงเข้าใกล้ isoelectric point ของโปรตีน ซึ่งเป็นเหตุให้ WBC ของเนื้อลดต่ำลง ดังนั้น การเติมสารประกอบฟอสเฟต (alkaline phosphate salts) จึงเป็นการช่วยปรับ pH ของเนื้อให้อยู่ในช่วงกลาง ๆ (neutrality) นอกจากนี้ สารประกอบฟอสเฟตยังทำให้ actomyosin complex แตกออกจึงช่วยให้โปรตีนอยู่ในสภาพคลายตัว (unfolding) ทำให้มี sites มากขึ้นในการรวมกับน้ำ (water binding) ด้วยเหตุนี้ จึงมีผลให้ผลิตภัณฑ์ชุ่มฉ่ำ (juicy) มากขึ้น ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าสารประกอบฟอสเฟตที่มีคุณสมบัติเป็นด่างเท่านั้น มีผลต่อการเก็บกักน้ำ (water retention) ในเนื้อส่วนสารประกอบฟอสเฟต (acid phosphates) ที่มีคุณสมบัติเป็นกรดจะทำให้ pH ในเนื้อลดต่ำลง เป็นผลให้เนื้อหดตัว (shrinkage) มากขึ้น สารประกอบฟอสเฟตที่ใช้ได้ผลดีกับผลิตภัณฑ์เนื้อ เรียงลำดับตามประสิทธิภาพได้แก่ sodium tripolyphosphate, sodium tetrapolyphosphate, sodium hexametaphosphate, tetrasodium pyrophosphate, cyclic sodium metaphosphate, และ disodium phosphate

(3) **ช่วยให้สีแดงสดของเนื้อคงตัว** เนื้อเมื่อทิ้งไว้นาน ๆ จะเกิดการ oxidation ทำให้ผิวเนื้อเปลี่ยนไปเป็นสีน้ำตาล ซึ่งเป็นสาเหตุให้ผู้บริโภคมีความรู้สึกว่า เนื้อไม่สด เนื้อที่มี pH ต่ำจะช่วยเร่งการเกิด oxidation ดังนั้น การใช้สารประกอบฟอสเฟต เช่น polyphosphate หรือ dialkali phosphate จะช่วยปรับ pH ของเนื้อให้อยู่ประมาณ 6.0-6.6 ทำให้รักษาสีแดงสดของเนื้อไว้ได้

(4) **ทำหน้าที่ binding agent** เมื่อมีการบีบอัด (mechanical treatment) ชิ้นเนื้อจะช่วยให้เนื้อมีลักษณะอ่อนนุ่ม (soft, plastic, pliable) และมีน้ำใสเหนียว ๆ (natural exudate) ออกมาทำให้ชิ้นเนื้อประสานกันเป็นก้อนได้เมื่อมีการบีบอัดและต้ม (cooking) สารประกอบฟอสเฟตที่เติมลงไป จะช่วยเพิ่ม exudate ของเนื้อทำให้ผลิตภัณฑ์นุ่มเหนียวจับตัวกันได้ดีขึ้นนอกจากนี้ยังทำให้มีผิวเรียบ เป็นต้น

(5) **ช่วยให้ emulsion คงตัว (emulsion stability)** คือช่วยให้น้ำและน้ำมันซึ่งเป็นส่วนประกอบในอาหารผสมเข้ากันได้ดีขึ้นไม่เกิดการแยกชั้น โดยทำหน้าที่เป็น emulsifier

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(6) **ช่วยยืดอายุการเก็บรักษาอาหารหรือผลิตภัณฑ์** โดยเฉพาะเกลือ polyphosphate สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้ ทั้งนี้เนื่องจากสารประกอบฟอสเฟตทำปฏิกิริยากับอนุมูลโลหะ (metallicion) ซึ่งจำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ นอกจากนี้ยังพบว่าสารประกอบฟอสเฟตซึ่งได้แก่ sodiumacid pyrophosphate นอกจากจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของ nitrite ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของ Clostridium ใน beef/pork/chicken frankfurter emulsions; cooked, vacuum-packaged, refrigerated bratwurst สารประกอบฟอสเฟตยังช่วยยับยั้ง mesophilic and psychrophilic bacteria ใน uncooked, bratwurst-type sausage ที่ 5 องศา C ได้อีกด้วย

(7) **ช่วยป้องกันหรือช่วยลดการเกิด** oxidation ของ unsaturated fatty acid ในผลิตภัณฑ์ทำให้ผลิตภัณฑ์ไม่เหม็นหืน (rancidity) ทั้งนี้เนื่องจากการเกิดสารประกอบเชิงซ้อนกับอิออนของโลหะ เช่น Ca, Mg, Fe และ Cu (Complex formation) จึงช่วยป้องกันการเกิด oxidation และกลิ่นหืนได้

(8) **ช่วยเพิ่มคุณค่าของอาหาร** เนื่องจากสารประกอบฟอสเฟตมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิต ฉะนั้นการเติมสารประกอบฟอสเฟตชนิดต่างๆ ลงไปในอาหารในปริมาณที่พอเหมาะจึงเป็นวิธีหนึ่งที่ช่วยเพิ่มคุณค่าทางอาหารให้กับผลิตภัณฑ์

(9) **ช่วยให้เนื้อนุ่ม (increase tendeness)** ในขณะที่เนื้อเกิด rigor mortis กล้ามเนื้อ (muscle fiber) จะหดสั้นเข้าเนื่องจาก contractile muscle protein เกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนที่คงตัวมาก (actomyosin) ทำให้เนื้อมีลักษณะเหนียว การเติมสารประกอบฟอสเฟตทำให้ actomyosin แยกออกเป็น actin และ myosin ซึ่งทำให้เนื้อนุ่มขึ้น นอกจากนี้ได้มีการพบว่าสารประกอบฟอสเฟตเมื่อรวมกับ magnesium ion ในเนื้อจะช่วยให้ muscle fiber ยืดตัวออก

3.4 เกลือแกง (NaCl)

เกลือเป็นส่วนผสมหลักที่ใช้การหมัก (curing) เนื้อ โดยทั่วไปมีคุณสมบัติดังนี้ คือ

(1) **ใช้เป็น preservative** เนื่องจากเกลือทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง osmotic pressure และทำให้เกิดการสูญเสียน้ำ (dehydration) ดังนั้น จึงมีคุณสมบัติในการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ (microbiological growth) ทำให้ป้องกันการเน่าเสีย (spoilage) ของอาหารได้

(2) **ช่วยในการละลาย (solubilizing)** ของโปรตีน คือทำให้ actin และ myosin ถูกสกัดหรือดึงออกมาได้จึงทำให้เกิด gel forming ได้ดี ได้มีรายงานว่า ถ้าใช้เกลือร้อยละ 4 จะสกัด actin และ myosin ได้มากแต่จะทำให้รสชาติของผลิตภัณฑ์เค็มจัดโดยทั่วไปจะใช้เกลือประมาณร้อยละ 2-3 อย่างไรก็ตาม การสกัด actin และ myosin โดยเกลือมีปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องได้แก่ อุณหภูมิ pH, ionic strength และระยะเวลาภายหลังจากการฆ่า (time postmortem)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(3) **ช่วยเน้นรสชาติ (flavor)** หรือช่วยเพิ่ม basic taste characteristics กล่าวคือเกลือนอกจากจะทำให้เกิดความเค็มแล้ว ยังพบว่า ช่วยลดความเปรี้ยวของกรดและเพิ่มความหวานของน้ำตาลได้

(4) **ช่วยรักษาความชุ่มฉ่ำ (juiciness)** ของเนื้อ ทั้งนี้เนื่องจากการเกิด complex network ของ actin และ myosin ที่เกลือสกัดออกมา ดังนั้น ภายหลังจากการต้ม (cooking) จึงทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีความชุ่มฉ่ำและยืดหยุ่น (springiness) นอกจากนี้ในการรวมตัวกันของเกลือและ ATP ที่ยังคงมีเหลืออยู่จำนวนหนึ่งในเนื้อเยื่อนั้น ทำให้ peptide chains ของโปรตีนแยกออกจากกันเป็นระยะห่างมาก จนกระทั่ง bivalent cations ซึ่งถูกปล่อยออกมาในระหว่างการ break down ของ ATP ไม่สามารถมี cross link ได้ น้ำจึงไปจับที่ hydrogen bonding ซึ่งทำให้สามารถเก็บรักษาน้ำไว้ได้ (water-retaining capacity) และที่ pH ค่อนข้างเป็นด่างจะช่วยในการพองตัวของเนื้อได้

โดยทั่วไปเกลือที่ใช้หมักควรเป็น food - grade salt เนื่องจากเกลือที่ไม่บริสุทธิ์อาจทำให้เกิดปัญหาของรสชาติและสีได้

3.5 ผงชูรส (Monosodium Glutamate, MSG)

ผงชูรสที่ใช้ในผลิตภัณฑ์เนื้อมีจุดมุ่งหมาย เพื่อเพิ่มรสชาติ (flavor) อย่างไรก็ตามจะมีผลไม่มากต่อการใช้กับผลิตภัณฑ์ที่ทำจากเนื้อคุณภาพดี โดยทั่วไปจึงมักมีการใช้กับอาหารที่มีการปรุงผสมของเนื้อกับผัก เพื่อเป็นการเพิ่มรสชาติของเนื้อ (meat flavor) มากกว่า

3.6 แป้ง (starch)

แป้งมีส่วนช่วยปรับปรุงเนื้อสัมผัส (texture) เพื่อเพิ่มความเหนียว ยืดหยุ่นและช่วยลดต้นทุนการผลิตของอาหารที่ผ่านการทำให้สุก (cooked foods) ทั้งนี้เนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ คือ gelatinization ของแป้งในระหว่างการทำให้สุก (cooking) แป้งมีองค์ประกอบ 2 อย่าง คือ amylopectin ในการ gelling ของแป้งจะเกิดการ precipitation หรือ crystallization ของ amylose ซึ่งทำให้เกิด gel firmness ส่วน amylopectin ซึ่งเป็น non-gelling portion จะทำให้เกิดความเหนียวหนืด (string or consistency) หรือ gel elasticity ดังนั้น gel-strengthening จึงผันแปรไปตามชนิดของแป้งหรือ amylose fraction ซึ่งมีผลมาจาก WHC ในระหว่าง gelatinization และ viscosity ของ gelatinized starch ตัวอย่าง เช่น แป้งข้าวโพด จะให้ gel ที่เปราะและอ่อนส่วนแป้งมันฝรั่งและแป้งข้าวสาลี จะให้ gel ที่เหนียว (elastic gels)

แป้งช่วยเพิ่มคุณลักษณะของเนื้อสัมผัส (texture) ของผลิตภัณฑ์ เนื่องจากการเกิด gel formation โดยที่แป้งทำหน้าที่เป็น dispersed phase และโปรตีนในผลิตภัณฑ์ทำหน้าที่เป็น continuous phase สำหรับแป้งที่ให้เนื้อสัมผัสและการพองตัวดี คือ แป้งจากมันฝรั่งและแป้งมันสำปะหลัง ได้รายงานไว้ว่า สัดส่วนของ amylose และ amylopectin เช่น waxy corn จะติดสียำพันไปจนถึงสีม่วง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7 ไข่ขาว (egg white) ไข่ขาวอาจใช้ไข่ดิบหรือแห้งก็ได้ทั้งนี้จะช่วยเพิ่ม gel strength ให้แก่ผลิตภัณฑ์เนื้อได้ แต่ถ้าใช้ชนิดแห้งต้องเติมน้ำให้พอเหมาะเพื่อปรับระดับความชื้น(moisture content) ของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป นอกจากนี้ ไข่ขาวยังช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีสีขาวขึ้นและมีลักษณะเงา (glossier)

3.8 น้ำ (water) น้ำอาจเติมเข้าไปในส่วนผสมของเนื้อ (paste) ได้ถึงร้อยละ 78-80 ทั้งนี้ขึ้นกับคุณภาพและ WHC ของผลิตภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพดีและ WHC สูงก็สามารถเติมน้ำได้มากอย่างไรก็ตามการเติมน้ำในปริมาณมากเกินไปก็จะเกิดสภาพที่ไม่เหมาะสมต่อการเกิดเป็น gel ของผลิตภัณฑ์ปัจจัยที่เกี่ยวข้องได้แก่ ความชื้น เนื้อสัมผัส และโดยเฉพาะอย่างยิ่ง firmness ที่ต้องการของผลิตภัณฑ์ รวมถึงส่วนประกอบอื่น ๆ ได้แก่ แป้ง ไข่ขาว เกลือ หรือ binding agents ที่ช่วยในการเพิ่มน้ำอาจเติมเข้าไปในสภาพเป็นน้ำแข็ง (ice) เพื่อช่วยลดอุณหภูมิของส่วนผสมของเนื้อในระหว่างการผลิตลงซึ่งมีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์

3.9 **การสับหรือนวดเนื้อและระยะเวลาที่ใช้** การสับหรือนวดอาจใช้เครื่องมือที่เป็นใบมีด (cutter) หรือเครื่องนวด (kneading machine) ซึ่งจะต้องเพียงพอเพื่อให้เกิด solubilization ของ actomyosin สูงที่สุดทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะเหนียว มีการแนะนำไว้ว่าถ้าใช้ cutter silent ต้องใช้เวลา 15.20 นาที สำหรับการทำในระหว่างการสับหรือนวดจะเกิดความร้อนจากเครื่องมือทำให้โปรตีนเกิดการเปลี่ยนสภาพ ความยืดหยุ่นจะลดลงดังนี้นจึงแนะนำลดอุณหภูมิของเครื่องนวดหรือสับลง หรือเติมน้ำแข็งลงไปในขณะสับหรือนวด

3.10 **อุณหภูมิที่ใช้ในการสับหรือนวด** อุณหภูมิเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการสกัดโปรตีนและความคงตัวของ emulsion ในขั้นตอนการสับหรือนวดเนื้อ (emulsifying stage) กับเกลือ ควรให้มีอุณหภูมิในช่วง 5-15 องศา C จะช่วยสกัดโปรตีนได้มาก ทั้งนี้เนื่องจากอุณหภูมิที่สูงจะทำให้โปรตีนเกิดการ coagulate มีผลทำให้ไม่สามารถรวมตัวกับไขมันเป็น emulsion ได้ในช่วงต่อมาเมื่อเติมเครื่องปรุงและไขมันแล้ว อุณหภูมิจะค่อย ๆ สูงขึ้นได้เล็กน้อยทั้งนี้เพื่อช่วยในการรวมตัวกันของโปรตีนและไขมันให้ดีขึ้น แต่ในช่วงสุดท้ายอุณหภูมิไม่ควรสูงเกิน 16 องศา C เพราะจะทำให้ emulsion ที่ได้ไม่คงตัว (unstable) ทำให้โปรตีนและน้ำแยกออกจากกันและไม่สามารถรักษาโครงสร้างซึ่งเป็นตาข่าย (network) หุ้มอนุภาคของไขมันไว้ได้อย่างไรก็ดีอุณหภูมิต่ำจะช่วยลดอัตราการเกิดปฏิกิริยาทางเคมี (ซึ่งทำให้เกิดการสูญเสีย glycogen, creatin phosphate และ ATP ซึ่งเป็นสาเหตุให้เนื้อมีคุณภาพลดลง) การใช้น้ำแข็ง (ice-cooling) แช่หรือผสมเข้าไปจะช่วยลดอุณหภูมิของเนื้อได้เร็วกว่าการใช้ลมเย็น (normalair-cooling) ซึ่งจะช่วยยับยั้งการเกิด glycolysis, ATP breakdown และช่วยลดการสูญเสียสภาพของโปรตีน (protein denaturation) และการสูญเสีย WHC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.11 การต้ม (cooking) เนื้อเมื่อได้รับความร้อนจะเกิดการเปลี่ยนแปลงดังนี้

(1) การต้มเนื้อ จะเกิดการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพโดยเกิดการ coagulation และ denaturation ของ proteins ทำให้ muscle juice เกิดการแข็งตัว และเนื้อมีการเปลี่ยนแปลงสีจากสีแดงเป็นเทาหรือน้ำตาลเทา ร่วมด้วยกับการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติในการละลาย (solubility) เริ่มแรกจะเกิดขึ้นบริเวณผิวก่อนแต่เมื่อเพิ่มเวลาและอุณหภูมิขึ้นปฏิกิริยานี้ก็จะเกิดขึ้นภายในเนื้อ denaturation และ coagulation เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงโมเลกุลของโปรตีนซึ่งเกิดการคลายตัว (unfolding) ของโปรตีนหรือการสูญเสียการเรียงตัวกันของโมเลกุล (conformation) ทำให้คุณสมบัติในการละลายลดลงที่เห็นได้ชัดคือการเปลี่ยนแปลงจำนวนของ lipophilic (fat-loving) และ hydroghilic (water-loving) bonds

(2) ช่วยปรับปรุง meat palatability ทำให้รสชาติเข้มข้นขึ้นโดยจะเปลี่ยนแปลงรสชาติของเนื้อดิบ (blood-like or serumy tasts) ไปเป็นกลิ่นรสที่สุก (cooked flavor or aroma)

(3) ช่วยทำลายจุลินทรีย์และเพิ่มอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์

(4) ช่วยยับยั้ง proteolytic enzymes ในเนื้อและป้องกันการเสียรสชาติ (off-flavors)

(5) ทำให้ปริมาณน้ำโดยเฉพาะน้ำส่วนที่ผิวของเนื้อสดลดลง ทำให้ water activity ต่ำลง จ

ออกก่อนการรับประทาน

(6) ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะสัมผัส (texture) และความนุ่ม (ten-derness) ของผลิตภัณฑ์

(7) ช่วยให้สีของผลิตภัณฑ์คงตัว (stable) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีของ cured meat

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การควบคุมมาตรฐานอาหารในระบบอุตสาหกรรม

(เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์ ; 2536) ได้กล่าวว่าในการผลิตอาหารระดับครัวเรือนไม่ต้องพิถีพิถันกระบวนการควบคุมภาพอาหารอย่างเป็นระบบเพียงแต่ผู้ปรุงอาหารจะดูแลเองตามความชำนาญหรือที่เคยกระทำมาเมื่อมีการผลิตอาหารในระบบอุตสาหกรรมมากขึ้นจึงเกิดการกำหนดคุณภาพมาตรฐานอาหารไม่ว่าจะเป็นอาหารที่ผลิตเพื่อจำหน่ายในประเทศหรือต่างประเทศโดยเฉพาะถ้าผลิตเพื่อส่งออกจำหน่ายต่างประเทศยิ่งต้องควบคุมคุณภาพให้ได้มาตรฐานของประเทศผู้นำเข้าเพราะต่างประเทศให้ความสำคัญในเรื่องนี้มากหากไม่ได้ตามมาตรฐานความที่กำหนดจะถูกส่งกลับทันที นอกจากนั้นนับวันการผลิตอาหารเป็นอุตสาหกรรมยิ่งมีการแข่งขันกันมาก ทางโรงงานผู้ผลิตจึงต้องควบคุมคุณภาพของอาหารเพื่อให้สินค้าของตนมีคุณภาพสม่ำเสมอและเป็นที่ต้องการของลูกค้า การควบคุมคุณภาพของอาหารเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์อาหารที่มีคุณภาพที่ดีนั้น จะต้องทำการควบคุมคุณภาพของอาหารเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์อาหารที่มีคุณภาพที่ดีนั้น จะต้องทำการควบคุมคุณภาพตั้งแต่ในเรื่องของวัตถุดิบ (raw matenal) กรรมวิธีการผลิต (process) และผลิตภัณฑ์ (finish product)

(1) การควบคุมคุณภาพวัตถุดิบ เพื่อให้ได้วัตถุดิบที่มีคุณภาพตามที่โรงงานกำหนดไว้ เช่น สี ขนาด รูปร่าง กลิ่น รส เนื้อสัมผัส ความชื้น เป็นต้น ตัวอย่างเช่น การตรวจวัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง และชั่งน้ำหนักสับปะรดที่จะนำมาบรรจุกระป๋องว่ามีขนาดและน้ำหนักตามที่โรงงานกำหนดหรือไม่ ถ้าเล็กเกินไปจะทำให้ไม่ได้มาตรฐานแต่ถ้าใหญ่เกินไปเมื่อนำมาตัดแต่งจะทำให้เหลือส่วนที่สูญเสียมาก เป็นต้น ในบางโรงงานที่เป็นโรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ ๆ อาจจะมีแหล่งผลิตของตนเอง ต้องมีการวางแผนควบคุมเข้าไปถึงการผลิตวัตถุดิบด้วย เช่น การกำหนดพันธุ์ ความแก่อ่อนของวัตถุดิบ ตลอดจนการเก็บเกี่ยวและการรักษาก่อนการแปรรูป

(2) การควบคุมคุณภาพกรรมวิธีการผลิต เป็นการควบคุมเพื่อให้วัตถุดิบเพื่อให้วัตถุดิบที่ได้ผ่านการควบคุมแล้วถูกนำไปแปรรูปโดยวิธีการที่ถูกต้อง เพื่อให้สามารถใช้วัตถุดิบนั้นให้ได้ประโยชน์มากที่สุดและรักษาคุณภาพไว้ได้ดีที่สุด เช่น อุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋องจะต้องมีการควบคุมทุกขั้นตอน ตั้งแต่ขั้นตอนการคัดเลือกและการตัดแต่ง ปริมาณน้ำตาลในน้ำเชื่อมที่จะทำการบรรจุการปิดฝา การฆ่าเชื้อ การทำให้เย็น การปิดฉลาก และการบรรจุลงกล่อง หากมีการผิดพลาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพียงขั้นตอนเดียว จะทำให้คุณภาพอาหารไม่ได้มาตรฐานตามที่กำหนดหรืออาหารอาจเกิดการเสื่อมเสียได้

(3) การควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์ เป็นการควบคุมในขั้นตอนสุดท้ายเพื่อให้แน่ใจว่าผลิตภัณฑ์อาหารนั้นมีคุณภาพ ตามที่ผู้บริโภคต้องการและมีคุณภาพตามที่กฎหมายกำหนด ซึ่งการควบคุมอาจทำได้โดยการตรวจสอบด้วยวิธีการทางเคมี เช่น การจัดความเป็นกรดด่าง (pH) ของน้ำผลไม้วิธีการทางกายภาพ เช่น การชั่งน้ำหนักเนื้ออาหารเพื่อตรวจสอบน้ำหนักสุทธิวิธีการทางจุลินทรีย์ เช่น การตรวจหาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ E coli ในนม และวิธีการสุดท้ายโดยใช้ประสาทสัมผัส เช่น ด้วยการชิมการดม หรือ ดูด้วยสายตา เป็นต้น

ตอนที่ 3 อุปกรณ์กำเนิดพลังงานและการควบคุม

ในการศึกษาข้อมูลเอกสารทางด้านอุปกรณ์กำเนิดพลังงานและการควบคุมได้มีการจัดแบ่งข้อมูลค้นคว้าออกเป็น 6 ข้อสำคัญดังนี้

1. การควบคุมมอเตอร์ 4 เฟือง
2. การใช้งานสายพาน 5 เพลา
3. การใช้งานสวิทช์ 6 ฟรีเควนซี คอนเวทเตอร์

1. การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า

ในการใช้มอเตอร์เป็นต้นกำลังในโรงงานอุตสาหกรรม หรือใช้ขับเคลื่อนรถไฟฟ้าและรถยนต์ไฟฟ้าเรามีความต้องการว่า วิธีการควบคุมจะต้องเป็นวิธีประหยัดมีราคาไม่ค่อยแพง สามารถควบคุมอัตราเร็วของมอเตอร์ได้ต่อเนื่อง แม่นยำ สามารถเปลี่ยนอัตราเร็วได้รวดเร็ว มีพิสัยของอัตราเร็วตามต้องการและมีเสถียรภาพที่ดีอยู่เป็นเวลานาน เมื่อก่อนที่เราจะได้นำเอาไธริสเตอร์เข้ามาใช้ควบคุมอัตราเร็วของมอเตอร์นั้น เราก็มีวิธีการหลายวิธีดังเช่น ใช้ตัวต้านทาน ใช้รีแอ็คเตอร์ หรือหม้อแปลงออโต (autotransformers) เข้าลดค่าแรงดันไฟฟ้า หรือใช้ชุดของมอเตอร์เครื่องกำเนิดไฟฟ้า เป็นต้น

(วิชัย สงขจันทรานนท์ ; 2532) มอเตอร์ดีซีมีคุณสมบัติที่เราต้องการทุกอย่างแต่มีสิ่งหนึ่งที่ทำให้เกิดเป็นข้อเสียคือ คอมมิวเตเตอร์ (commutator) โดยที่คอมมิวเตเตอร์ประดิษฐ์ขึ้นจากชิ้นทองแดงหลายชิ้นคั่นด้วยแผ่นไมกา ทำให้การสร้างเต็มไปด้วยความยากลำบากและมีราคาสูง เนื่องจากต้องมีแปรงขัดสีอยู่กับคอมมิวเตเตอร์อยู่เสมอและประกายไฟฟ้าที่เกิดขึ้นระหว่างแปรงกับคอมมิวเตเตอร์ทำให้มีการสึกหรอมากยิ่งขึ้น จึงต้องการการซ่อมบำรุงอยู่เสมอ ทำให้เกิดความยุ่งยากในอุตสาหกรรมที่ใช้มอเตอร์แบบนี้และมีกระบวนการผลิตที่ไม่สามารถหยุดได้ นอกจากนี้ถ้าติดตั้งมอเตอร์ ไว้ในตำแหน่งที่เข้าถึงได้ลำบากก็ทำความยุ่งยากให้กับการซ่อมบำรุง ความสามารถในการทนทานต่อแรงดันไฟฟ้าของแผ่นไมกามีไม่สูงมาก เพื่อที่จะให้มีการทำให้กระแสหยุดไหลที่ดีเรานิยมใช้แรงดันสูงสุดระหว่างชิ้นทองแดงประมาณ 20 โวลต์ เพราะฉะนั้นมอเตอร์ดีซีจะมีอัตราแรงดันปกติสูงกว่า 600 โวลต์ ไม่มากนักและในปฏิบัติเราสร้างได้อย่างสูงเพียง 1,500 โวลต์

เอกสารนี้ ... ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(แต่มอเตอร์เอซีจะสามารถมีอัตราแรงดันปกติได้หลายกิโลโวลต์) เนื่องจากความยุ่งยากของการทำให้กระแสหยุดไหล จึงทำให้กระแสที่ไหลผ่านอาร์มาเจอร์มีขนาดและอัตราการเปลี่ยนแปลงได้ไม่สูงและจำกัดอัตราเร็วของการหมุนด้วย สาเหตุต่าง ๆ เหล่านี้ทำให้เราไม่สามารถสร้างมอเตอร์ดีซีให้มีอัตรากำลังได้สูงหรือให้มีอัตราส่วนกำลังต่อน้ำหนักต่ำ และกรณีที่สำคัญเราจะต้องมีแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงซึ่งอาจต้องจัดหาชุดของมอเตอร์เครื่องกำเนิดไฟฟ้าหรืออื่น ๆ เพื่อมาใช้กับมอเตอร์ดีซีทำให้ต้องเพิ่มเงินลงทุนสูงขึ้น ในกรณีเช่นนี้ เรานิยมใช้มอเตอร์เอซีมากกว่าเพราะว่ามีกระแสไฟฟ้าสลับจำหน่ายอยู่ทั่วไป

มอเตอร์ที่เรานิยมใช้กันมาก คือ มอเตอร์เหนี่ยวนำแบบกรงกระบอก (squirrel-cage induction motor) หรือเรียกสั้น ๆ ว่า มอเตอร์เหนี่ยวนำแบบกรง ซึ่งลักษณะโครงสร้างที่แข็งแรงทนทาน โดยมีส่วนหมุน (rotor) สร้างขึ้นจากแท่งทองแดงหล่อติดกันมีรูปร่างคล้ายกรงกระรอกครอบไว้บนแผ่นเหล็กจำนวนมากที่ใช้เป็นแกนไม่ต้องการฉนวนกั้นในที่ใด ๆ ของส่วนหมุนมีความเฉื่อยต่ำ ทำงานได้ที่อุณหภูมิสูงทำงานได้ดีและเป็นที่ไว้วางใจ มีประสิทธิภาพที่ดีสามารถทำงานได้เป็นเวลายาวนานโดยไม่ต้องการซ่อมบำรุง มีราคาถูกกว่าและมีขนาดเล็กกว่ามอเตอร์ดีซีเมื่อเปรียบเทียบที่อัตราเร็วและกำลังม้าเท่ากัน หรือมีอัตราส่วนของกำลังต่อน้ำหนักสูง (คือ สูงกว่าของมอเตอร์ดีซีประมาณสองเท่า) สามารถสร้างส่วนอยู่นิ่ง (stator) ให้มีกระแสไหลได้สูงและทนแรงดันไฟฟ้าได้สูงมากกว่า 15 กิโลโวลต์ เราจึงสามารถสร้างมอเตอร์เหนี่ยวนำให้มีอัตรากำลังได้สูงมากมีขนาดเป็นพัน ๆ แรงม้าการปรับอัตราเร็วของมอเตอร์เหนี่ยวนำ เราสามารถทำได้ด้วยการเปลี่ยนค่าแรงดันที่ป้อนเข้ามอเตอร์เมื่อให้ความถี่มีค่าคงที่ผลที่ได้รับจะไม่สามารถสู้ได้กับมอเตอร์ดีซีแต่ก็สามารถทำงานได้และเพื่อให้การปรับอัตราเร็วพิสัยกว้างและมีประสิทธิภาพที่ดีเราควรทำด้วยวิธีการเปลี่ยนความถี่ของแรงดันไฟฟ้าที่ป้อนเข้ามอเตอร์ โดยพยายามรักษาให้อัตราส่วนของแรงดันต่อความถี่มีค่าคงที่เพื่อให้มอเตอร์ทำงานที่จุดใกล้อิ่มตัวของสารแม่เหล็กที่ใช้เป็นแกน (core) เสมอ

มอเตอร์เอซี ที่มีการสร้างอย่างแข็งแรงทำงานไว้ใจได้และมีราคาถูกอีกแบบหนึ่ง คือ ซิงโครนัส รีลัคแตนซ์ มอเตอร์ (synchronous reluctance motor) แต่มีข้อเสียหลายอย่าง คือ มีประสิทธิภาพต่ำ มีตัวประกอบกำลังต่ำมีอัตราส่วนของแรงหมุนต่อน้ำหนักค่อนข้างต่ำและต้องการกระแสสูงในระหว่างเริ่มเดินเครื่อง และหมุนสั่น ๆ (hunting) ที่ความถี่ต่ำ ในปัจจุบันได้มีการแก้ไขปรับปรุงรีลัคแตนซ์มอเตอร์ให้ทำงานดีขึ้นด้วยการสร้างส่วนหมุนแยกกันเป็นส่วน ๆ หลายส่วนและปรับปรุงการหมุนเข้าจังหวะ (synchronization) ด้วยการเพิ่มคึกรีแห่งความไม่สมมาตรของแม่เหล็กในส่วนหมุนแต่การลดฟลักซ์บนแกนที่ตั้งฉากหรือแกนระหว่างโปล (pole) จะทำให้มีแรงหมุนดึงออกจากจังหวะมากขึ้นแต่มีแรงหมุนดึงเข้าจังหวะ กลับลดน้อยลง และมีผลกระทบต่อตัวประกอบกำลังด้วย ในการออกแบบเพื่อใช้กับทำงานที่มีความถี่คงที่เราจะต้องประนีประนอม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระหว่างคุณลักษณะต่าง ๆ ที่กล่าวนี้ โดยในปัจจุบันนี้เราสามารถสร้างรีลัคแตนซ์มอเตอร์ให้มีกำลังเอาต์พุตประมาณ 75 ถึง 85 เปอร์เซ็นต์ของกำลังเอาต์พุตของมอเตอร์เหนี่ยวนำที่มีขนาดเดียวกัน และสามารถมีตัวประกอบกำลังมีค่าระหว่าง 0.65 ถึง 0.75 ที่มีประสิทธิภาพของภาระเต็มที่ 85 เปอร์เซ็นต์ การดึงเข้าซิงโครนัสก็สามารถทำได้ดีกว่าเดิมโดยมีค่าประมาณ 10 เท่า ของความเฉื่อยของส่วนหมุนที่แรงหมุนของภาระเต็มที่ มีกระแส 4.5 เท่า ของภาระเต็มที่เท่านั้นมีแรงหมุนดึงออกจากซิงโครนัสประมาณ 1.5 เท่า ของแรงหมุนเต็มที่

มอเตอร์เอซี แบบซิงโครนัส (synchronous motor) มีอัตราเร็วคงที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมสิ่งทอ คอมมิวเตเตอร์ มอเตอร์เอซี สามารถปรับอัตราเร็วได้พิสัยกว้าง แต่มีข้อเสียในการมีคอมมิวเตเตอร์เช่นเดียวกับข้อเสียของมอเตอร์ดีซี การเลือกใช้มอเตอร์แบบใดในการขับเคลื่อนจะขึ้นอยู่กับราคาในการลงทุน ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาและการเดินเครื่อง แบบของแหล่งจ่ายไฟ ประสิทธิภาพ และความสะดวกบางประการ ดังเช่น การควบคุมอัตราเร็วของมอเตอร์ดีซีเราอาจทำได้โดยใช้คอนเวอร์เตอร์ที่มีไธริสเตอร์เป็นส่วนประกอบสำคัญ แต่เราก็สามารถควบคุมอัตราเร็วของมอเตอร์เอซีได้ดีเท่า ๆ กันกับมอเตอร์ดีซี เมื่อเราใช้อินเวอร์เตอร์ที่มีไธริสเตอร์เป็นส่วนประกอบสำคัญเข้าควบคุมมอเตอร์เอซีในระบบขนาดไม่ใหญ่ถ้าใช้ไธริสเตอร์กับมอเตอร์ดีซี จะมีราคาถูกกว่าการเลือกใช้ไธริสเตอร์อินเวอร์เตอร์กับมอเตอร์เอซี แต่อย่างไรก็ตามในบางโอกาสของสิ่งแวดล้อมบางอย่างไม่ยอมให้มีการใช้มอเตอร์ที่มีแปรงและคอมมิวเตเตอร์ได้ดังเช่น ในเครื่องบิน หรือในเหมืองแร่ เราก็จำเป็นต้องใช้ระบบไธริสเตอร์อินเวอร์เตอร์ร่วมกับมอเตอร์ดีซี เป็นต้น

1.1 การควบคุมมอเตอร์ดีซี

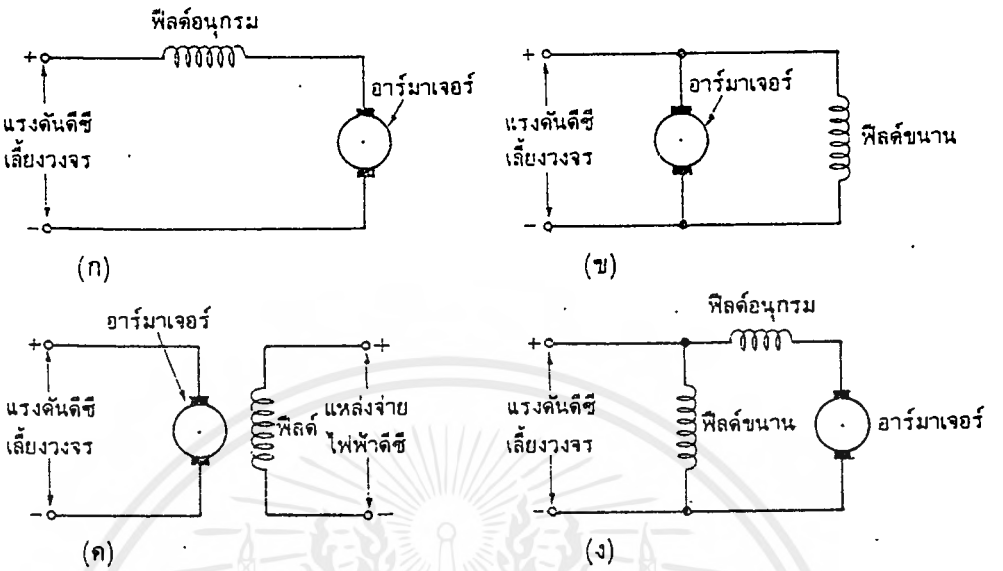
เรานิยมใช้มอเตอร์ดีซีกันมาก ก็เนื่องจากว่าเราสามารถปรับอัตราเร็วได้พิสัยกว้างมาก จึงทำให้เรามองข้ามข้อเสียในการที่มีคอมมิวเตเตอร์กับการที่มีขนาดใหญ่กว่ามอเตอร์เอซีที่มีกำลังม้าเท่ากัน แต่อย่างไรก็ตามถ้าเป็นระบบที่มีกำลังใหญ่มากเราก็จำเป็นต้องหันไปใช้มอเตอร์เอซี

เมื่อเราเลือกใช้มอเตอร์ดีซี เราก็สามารถทำได้ด้วยการปรับค่าแรงดันดีซีเลี้ยงวงจร (DC voltage supply) ที่ป้อนเข้าวงจรอาร์มาเจอร์หรือวงจรฟีลด์ ซึ่งสามารถต่อวงจรได้หลายแบบตามชนิดของมอเตอร์ในทุก ๆ กรณี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 17

การต่อวงจรอาร์มาเจอร์และวงจรฟิลด์ของเครื่องกลไฟฟ้า DC



(ก) ต่อวงจรฟิลด์เป็นอนุกรมกับวงจรอาร์มาเจอร์

(ข) ต่อวงจรฟิลด์ขนานกับวงจรอาร์มาเจอร์

(ค) ต่อวงจรฟิลด์แยกออกจากวงจรอาร์มาเจอร์

(ง) ต่อวงจรฟิลด์แบบผสม

1.2 การควบคุมมอเตอร์เอซี

เนื่องจากเราสามารถสร้างมอเตอร์เอซีให้มีกำลังม้าสูง ๆ ได้จึงเป็นที่นิยมใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ในรถไฟฟ้าหรือยานไฟฟ้าที่มีกำลังม้าสูง ๆ เครื่องปั้นจั่น เครื่องเป่าลม เครื่องสูบน้ำ เป็นต้น ซึ่งมอเตอร์ที่เรานิยมใช้กันมากเป็นมอเตอร์เหนี่ยวนำแบบกรงกระรอกดังที่ได้เคยกล่าวไว้ในหัวข้อ 1.1.1 ซึ่งมีวิธีการสตาร์ตและควบคุมอัตราเร็วหลายวิธีตามที่ได้เคยศึกษา

<u>วิธีสตาร์ท คือ</u>

(1) สตาร์ตโดยตรงเข้ากับสายไฟฟ้า

(2) สตาร์ตด้วยการเปลี่ยนค่าความต้านทานหรือรีแอ็คเตอร์ในวงจรส่วนอยู่นิ่งของมอเตอร์

(3) สตาร์ตโดยใช้หม้อแปลงออโต

(4) สตาร์ตด้วยการต่อวงจรสตาร์-เดลตา (star-delta; Y-^)

(5) สตาร์ตด้วยการเปลี่ยนค่าความต้านทานในวงจรส่วนหมุนของมอเตอร์

(6) สตาร์ตมอเตอร์เหนี่ยวแบบกรงคู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>วิธีควบคุมอัตราเร็ว เป็นวิธีการที่ได้จากการดัดแปลงวิธีสตาร์ตคือ</u>

(1) เปลี่ยนความถี่ของแหล่งจ่ายไฟฟ้า

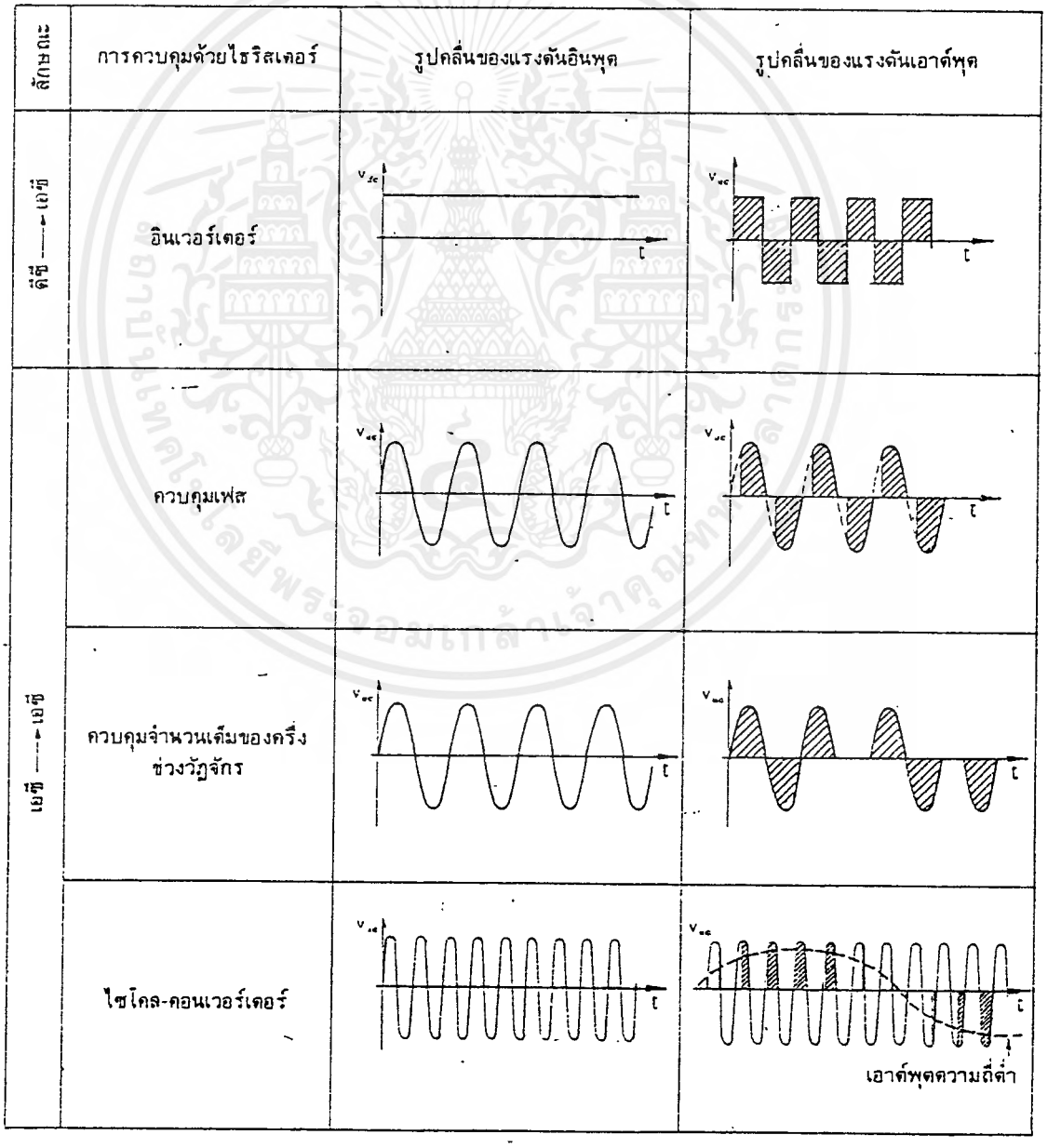
(2) เปลี่ยนจำนวนของโปล (poles)

(3) เปลี่ยนค่าแรงดันของสายไฟ (หรือเปลี่ยนค่าอิมพีแดนซ์ (impedance) ของวงจรส่วนอยู่นิ่งของมอเตอร์)

(4) เปลี่ยนค่าความต้านทานของส่วนหมุนของมอเตอร์

ภาพที่ 18

การมือดดูเลตความถี่และแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(5) ป้อนแรงดันที่มีความถี่เหมาะสมเข้าไปในวงจรส่วนหมุนของมอเตอร์

(6) ควบคุมสลิป (slip) ด้วยการต่อมอเตอร์สองตัวเรียงกัน (cascading)

(7) ใช้การเปลี่ยนตำแหน่งของแปรงของคอมมิวเตเตอร์มอเตอร์

ทั้งการสตาร์และการควบคุมอัตราเร็วเราสามารถใช้ไธริสเตอร์เข้าควบคุมได้โดยอาศัยการปรับค่าแรงดันเฉลี่ยและความถี่ที่ป้อนเข้ามอเตอร์จากแหล่งจ่ายไฟดีซีหรือเอซีที่มีแรงดันและความถี่คงที่ ดังมีหลักการแสดงในเรียกว่า การมือดดูแลตความถี่และแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ

วิธีการส่วนใหญ่ที่กล่าวข้างบนนี้เป็นหลักการของเครื่องเปลี่ยนความถี่ ซึ่งเราได้เคยใช้มานานแล้วด้วยเครื่องเปลี่ยนความถี่แบบหมุน (rotating frequency converters) โดยเป็นชุดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับกับมอเตอร์ดีซีหรือคอมมิวเตเตอร์เอซีที่สามารถเปลี่ยนอัตราเร็วเป็นเครื่องฉุดให้หมุน ซึ่งเราสามารถเปลี่ยนค่าแรงดันได้ด้วยการเปลี่ยนค่าฟิลด์ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและสามารถปรับค่าความถี่ได้ด้วยการเปลี่ยนอัตราเร็วของมอเตอร์แต่ชุดของมอเตอร์และเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะมีขนาดใหญ่มากและมีราคาแพงจึงไม่เป็นที่นิยม ในปัจจุบันเราได้หันมาใช้เครื่องเปลี่ยนความถี่แบบสถิต (static frequency converters) ซึ่งประดิษฐ์ขึ้นจากไธริสเตอร์เป็นชิ้นส่วนสำคัญของวงจร

เครื่องเปลี่ยนความถี่แบบสถิตชนิดพื้นฐานมี 2 ชนิด คือ ไซโคลคอนเวอร์เตอร์และคอนเวอร์เตอร์เชื่อมโยงด้วยดีซี (DC link converter)

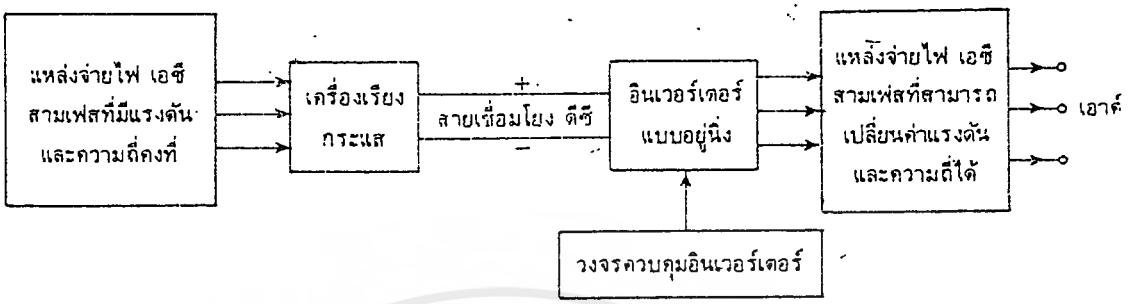
หลักการง่าย ๆ ของไซโคลคอนเวอร์เตอร์เราได้อธิบายไว้ข้างบนแล้ววิธีการนี้นิยมใช้กับรถไฟไฟฟ้าซึ่งต้องการแรงฉุดลากสูง ข้อดีที่สำคัญของไซโคลคอนเวอร์เตอร์คือ เป็นวิธีการที่สามารถใช้รีเจเนอเรตีฟเบรกกิงได้

คอนเวอร์เตอร์เชื่อมโยงด้วยดีซี ก็มีหลักการเปลี่ยนกำลังไฟฟ้า 2 ครั้ง ดังแสดงในรูปที่ 1.7.2 ซึ่งจะเปลี่ยนแหล่งจ่ายไฟเอซีให้เป็นไฟฟ้าดีซีก่อนด้วยวงจรเรียงกระแสทั่ว ๆ ไป แล้วเปลี่ยนกลับเป็นไฟฟ้าเอซีที่สามารถเปลี่ยนค่าแรงดันเฉลี่ยและความถี่ได้ด้วยเครื่องอินเวอร์เตอร์แบบอยู่นิ่ง ซึ่งวิธีนี้แตกต่างกับวิธีข้างบนอยู่ที่วิธีข้างบนไม่มีการเชื่อมโยงด้วยดีซี แต่เป็นการเปลี่ยนไฟฟ้าเอซีเป็นไฟฟ้าเอซีโดยตรง เรานิยมใช้เครื่องคอนเวอร์เตอร์แบบนี้ในการหมุนมอเตอร์หลายตัวพร้อม ๆ กันและสามารถปรับให้มีอัตราส่วนของแรงดันต่อความถี่ให้คงที่ได้ถ้ามอเตอร์หลาย ๆ ตัวนั้นมีลักษณะและอัตราต่าง ๆ เหมือนกันหมด มอเตอร์เหล่านั้นก็จะหมุนไปพร้อม ๆ กันช้าหรือเร็วพร้อม ๆ กัน เรียกว่า "พ่วงติดกันด้วยเฟืองอิเล็กทรอนิกส์" (electronic gearing) ซึ่งเหมาะสมกับกิจการหลายอย่างที่ไม่ต้องการการเบรกรีเจเนอเรตีฟ แต่ถ้าต้องการการเบรกแบบรีเจเนอเรตีฟเราจะต้องออกแบบวงจรเพิ่มเติมให้สามารถส่งพลังงานจลน์ที่อยู่ในส่วนหมุนของมอเตอร์กลับคืนไปในแหล่งจ่ายไฟเดิม ทำให้ราคาในการผลิตเพิ่มสูงขึ้นและวงจรมีความยุ่งยากเพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 19

แผนภูมิของคอนเวอร์เตอร์เชื่อมโยงด้วย DC



เครื่องเปลี่ยนความถี่แบบอยู่นิ่งมีข้อดีเหนือกว่าเครื่องเปลี่ยนความถี่แบบหมุนหลายอย่าง ถึงแม้ว่าราคาในการผลิตเริ่มต้นอาจสูง แต่ในอนาคตข้างหน้าอาจมีราคาถูกลงก็ได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อใช้การเบรกรีเจเนอร์เรตีฟ คือ

(1) มีราคาในการติดตั้งต่ำเนื่องจากไม่ต้องการฐานรากและวิธีการตั้งเครื่องที่ยุ่งยาก ต้องการที่ติดตั้งเล็กและส่งเสียงออกมารบกวนเล็กน้อย

(2) ต้องการบำรุงรักษาน้อย และถ้าเกิดเสียขึ้นมาก็ใช้เวลาในการซ่อมน้อย

(3) มีค่าใช้จ่ายในระหว่างเดินเครื่องน้อยเนื่องจากมีประสิทธิภาพสูง (ประมาณ 85 ถึง 95%) และเนื่องจากไม่มีชิ้นส่วนใดเคลื่อนไหวจึงมีแต่การเสื่อมตามอายุใช้งานซึ่งจะต้องเปลี่ยนชิ้นส่วนใหม่ในเวลาที่นานมาก

(4) เนื่องจากเราสามารถควบคุมเครื่องเปลี่ยนความถี่แบบอยู่นิ่งได้ง่าย จึงสามารถปรับค่าแรงดันและความถี่เอาต์พุตได้โดยมีพิสัยกว้างและปรับได้อย่างอิสระสามารถใช้วิธีการป้อนกลับได้ จ

(5) สามารถปรับแรงดันเอาต์พุตต่อความถี่ได้เหมาะกับการเปลี่ยนอัตราเร็วของมอเตอร์ และสามารถปรับให้มีแรงหมุนตอนสตาร์ตมีค่าสูงได้

(6) สามารถกลับทิศการหมุนของมอเตอร์ได้ง่าย ๆ ด้วยการควบคุมกลับจังหวะ การบังคับให้ไธริสเตอร์นำกระแสในวงจรอินเวอร์เตอร์แบบอยู่นิ่งหรือในวงจรไซโคลคอนเวอร์เตอร์ โดยไม่ต้องไปสลับสายไฟจากแหล่งจ่ายไฟ

1.3 ชนิดของมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มอเตอร์ คือ เครื่องจักรที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานกล มีหลายชนิด เช่น มอเตอร์เหนี่ยวนำ (induction motor) ซิงโครนัสมอเตอร์ (Synchronous motor) และมอเตอร์กระแสตรง (direct current motor) เป็นต้น

(โฮจิ โอฮามา ; 2530) โดยทั่วไป เมื่อกล่าวถึงมอเตอร์ จะหมายถึง three phase induction motor เพราะนอกเหนือจากคุณสมบัติในการรับพลังงานไฟฟ้ามาเปลี่ยนเป็นพลังงานกลแล้ว การควบคุมระยะไกล (remote control) ยังสามารถทำได้ง่ายอีกด้วยดังนั้นจึงนิยมใช้เป็นตัวกำเนิดแรงของระบบควบคุมอัตโนมัติต่าง ๆ เช่น การเคลื่อนย้ายสิ่งของ หรือ ในขบวนการผลิต เป็นต้น

(1) มอเตอร์เหนี่ยวนำชนิด 3 เฟส (3 phase induction motor) ขับเคลื่อนโดย power line คือ ไฟกระแสสลับ 3 เฟส ที่มีขนาดแรงดันไฟระดับต่าง ๆ โดยทั่วไปเมื่อพูดถึง 3 phase induction motor จะหมายถึงแบบ squirrel-cage นอกจากนี้ยังมีแบบ wound-rotor-type ซึ่งใช้ขดลวดพันรอบ rotor

ลักษณะพิเศษ

* โครงสร้างง่าย แต่แข็งแรง
* ความเร็วเกือบคงที่
* วิธีใช้สะดวก

2. มอเตอร์เหนี่ยวนำชนิดเฟสเดียว (single phase induction motor)

ขับเคลื่อนโดยไฟฟ้ากระแสสลับตามบ้านธรรมดาแบบคอนเดนเซอร์นั้น นอกจาก main coil ใน rotor และ stator แล้วยังมี auxiliary มี coil ต่อนุกรมไว้กับคอนเดนเซอร์แล้วซึ่งต่อขนานกับ main coil เพื่อทำให้เกิด starting torque

ลักษณะพิเศษ

* เสียงเงียบ
* ใช้กับไฟบ้านได้

มอเตอร์เหนี่ยวนำชนิดเฟสเดียว

3. DC shunt motor direct current motor

DC motor หมายถึงมอเตอร์ที่รับไฟฟ้ากระแสสลับเข้ามาแปลงเป็นพลังงานกล DC shunt motor หมายถึงมอเตอร์ที่ field winding (shunt coil) ของ main pole ซึ่งทำให้เกิด magnetic flux นั้นต่อขนานกับ armature winding เนื่องจากเป็นการแยกเอากระแสมาใช้จึงเรียกมอเตอร์ชนิดนี้ว่า DC shunt motor

ลักษณะพิเศษ

* การควบคุมความเร็วทำได้ง่าย โดยการปรับกระแสของ shunt coil

4. โครงสร้างมอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส แบบทรงกระบอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงสร้างใหญ่ ๆ ของมอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส ประกอบด้วย stator ซึ่งสร้างสนามแม่เหล็กหมุน (revolving magnetic field หรือ rotating field) เมื่อกระแสสลับสามเฟสไหลผ่าน และโรเตอร์ ซึ่งจะถูกดึงให้หมุนโดยสนามแม่เหล็กนั้น

มอเตอร์เหนี่ยวนำแบบกรงกระบอก ที่แกนของโรเตอร์จะมีช่องสำหรับสอดแท่งทองแดง (มอเตอร์แบบราคาถูกจะใช้วิธีเทอลูมิเนียมที่กำลังหลอมเหลวลงบน rotor) ปลายทั้ง 2 ด้านใช้แหวนทองแดงใหญ่ปิดไว้ลักษณะเช่นนี้คล้ายกับกรง จึงเรียกว่า "แบบกรงกระบอก"

รูปโครงสร้างภายใน

* แกนโรเตอร์ทำขึ้นจากแผ่น silicon steel บาง ๆ หลาย ๆ แผ่นนำมาซ้อนอัดเข้าด้วยกันที่ขอบของแต่ละแผ่น

* rotor conductor เป็นแท่งทองแดงกลมสอดเข้าในร่องของแกน rotor แล้วใช้แหวนอันใหญ่ครอบทั้ง 2 ด้านแล้วเชื่อมเพื่อให้ทองแดงเหล่านั้นติดต่อถึงกัน

Ball bearing

* ball bearing เป็นตัวช่วยให้ rotor หมุนได้คล่องและราบรื่นภายในมีจารบีอัดไว้เป็นตัวหล่อลื่น

5. ความรู้เบื้องต้นในการอ่านตารางคุณสมบัติของมอเตอร์

การที่จะเข้าใจมาตรฐานของมอเตอร์ที่เขียนอยู่ในตารางคุณสมบัติ ต้องเข้าใจก่อนว่าคุณสมบัติแต่ละอย่างที่เขียนในตารางนั้นมีความหมายอย่างไร ในที่นี้จึงจะอธิบายถึงความรู้เบื้องต้นในการอ่านตารางคุณสมบัติของมอเตอร์ดังต่อไปนี้

rated output หมายถึง output ที่เกิดอย่างต่อเนื่องที่แกนของมอเตอร์ ภายใต้สภาวะ rated voltage และ rated frequency มีหน่วยเป็นวัตต์ (w) หรือกิโลวัตต์ (kW)

การที่ค่ามาตรฐานของ rated output เป็นตัวเลขไม่ลงตัวเพราะแปลงจากแรงม้าเป็นกิโลวัตต์

synchronous speed

* ความเร็วในการหมุนของ rotating field เรียกว่า synchronous speed แสดงโดยสูตรดังนี้

$$\text{syn speed} = \frac{120 \times \text{ความถี่}}{\text{จำนวนขั้ว}} \text{ (rpm)}$$

(ตัวอย่าง) จำนวนขั้ว : 4 ขั้ว

ความถี่ : 50 Hz จะได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\text{syn speed} = \frac{120 \times 50}{4}$$

$$= 1500 \text{ รอบ/นาที}$$

power-factor

* เนื่องจากในมอเตอร์เหนี่ยวนำมีขดลวดอยู่ กระแสที่ไหลจึงเป็นกระแสเฟสล้าหลัง ดังนั้น power factor จึงเป็น lagging power factor

ประสิทธิภาพ

* ประสิทธิภาพ แสดงโดยอัตราส่วนระหว่างพลังงานที่ใส่เข้าไปให้มอเตอร์กับ output ที่มอเตอร์แปลงออกมา

* ความสัมพันธ์ระหว่าง input, output, loss และประสิทธิภาพของมอเตอร์ เป็นดังนี้

$$\text{ประสิทธิภาพ} = \frac{\text{output}}{\text{input}} 100(\%)$$

$$= \frac{\text{input - loss}}{\text{input}} \times 100 (\%)$$

staring current

* เมื่อต่อมอเตอร์เหนี่ยวนำเข้ากับ power source กระแสที่ไหลเริ่มแรกจะมีขนาดใหญ่ (starting current) แต่เมื่อความเร็วเพิ่มขึ้น กระแสจะลดลง

slip

* มอเตอร์เหนี่ยวนำนั้น เวลาใช้งานจริงความเร็วที่หมุนจะช้ากว่า synchronous speed เล็กน้อย

* slip หมายถึง อัตราส่วนระหว่างความเร็วที่ช้าลงเมื่อใส่ load เต็มที่กับ synchronous speed แสดงได้โดยสูตร

$$\text{slip} = \frac{\text{syn speed - full load speed}}{\text{syn speed}} \times 100 \%$$

6. การติดตั้งมอเตอร์ direct-coupled

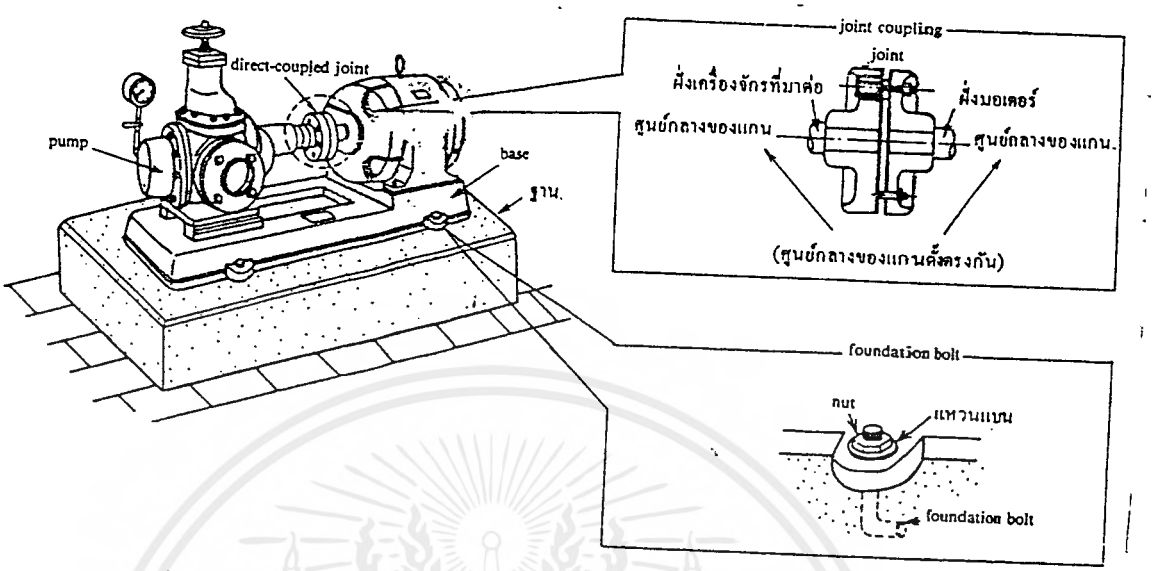
ในการติดตั้งมอเตอร์สิ่งสำคัญประการแรก คือต้องยึด base ของมอเตอร์ให้แน่นกับฐานรองรับ โดยการใช้ foundation bolt ซึ่งฝังอยู่อย่างแข็งแรงในฐานรอง

ในการต่อมอเตอร์เข้ากับเครื่องจักรอื่นใช้คับปลิ่งที่ติดอยู่ที่ปลายแกนของมอเตอร์และเครื่องจักรโดยปรับแกนให้ตรงกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 20

การติดตั้งมอเตอร์



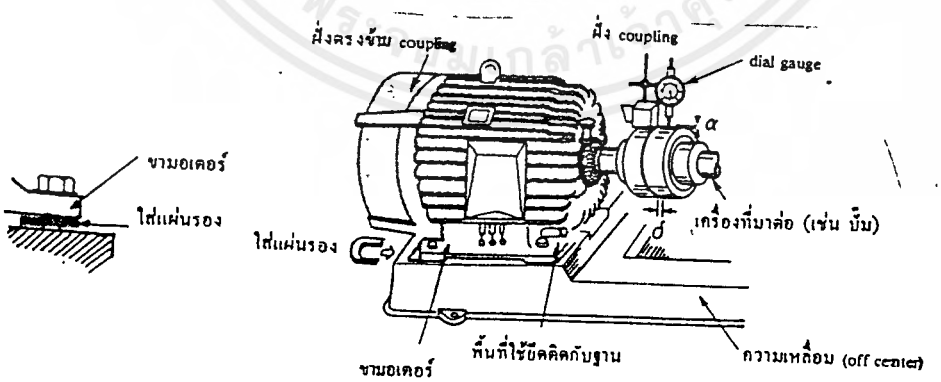
ในกรณีที่ติดตั้งบนฐานเดียวกับเครื่องจักรที่ต่อด้วย

ตัวอย่าง : มอเตอร์ปั๊ม

ในการต่อดับปลิ่งของมอเตอร์ และแผ่ นประกอบของปั๊มเข้าด้วยกัน ใช้ยึดด้วย น็อตหน้าที่ของ foundation bolt ก็เพื่อยึดมอเตอร์ให้ติดแน่นกับฐานในตำแหน่งที่แน่นอน ไม่ขยับขึ้นลงหรือเลื่อนไถลไปตามแนวนอน

ภาพที่ 21

การติดตั้งมอเตอร์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัดมุมขนาน s และระยะเหลื่อม a เพื่อดูว่าหน้าสัมผัสและแกนทั้ง 2 ในการต่อนั้นอยู่ในมาตรฐานที่กำหนดไว้หรือไม่ถ้าไม่อยู่ก็เอาแผ่นเหล็กหรือแผ่นทองเหลืองบาง ๆ สอดระหว่างขามอเตอร์กับเบส เพื่อปรับให้ได้มาตรฐาน

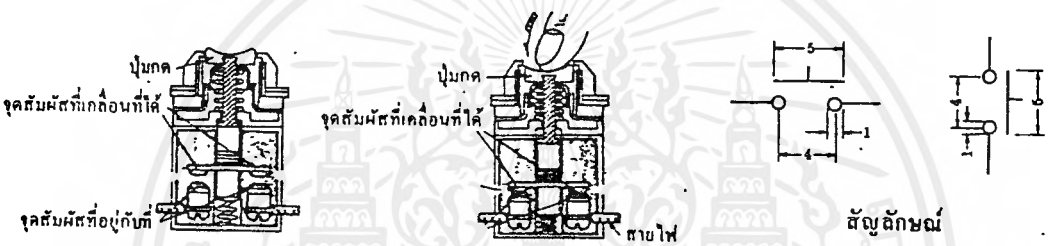
7. อุปกรณ์ที่ใช้ในวงจรควบคุมมอเตอร์

สวิทช์แบบปุ่มกด สัญลักษณ์ PBS - Push Button Switch

สวิทช์แบบปุ่มกด ได้แก่ สวิทช์ ซึ่งเมื่อถูกกดด้วยมือ กลไกจุดสัมผัสภายในสวิทช์จะแยกจากกันหรือถูกกดติดกันซึ่งจะทำให้สามารถปิดเปิดวงจรไฟฟ้าได้ และเมื่อเอานิ้วที่กดออก ปุ่มกดจะกลับคืนสู่สภาพเดิมโดยอัตโนมัติด้วยแรงสปริงที่ติดไว้

ภาพที่ 22

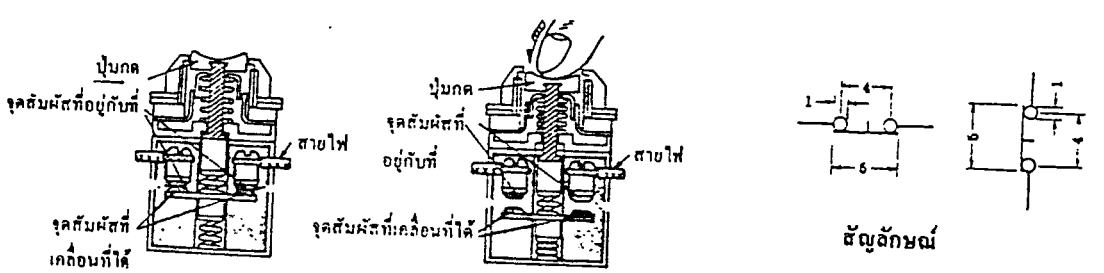
ลักษณะ จุดสัมผัส a ของสวิทช์แบบปุ่มกด



จุดสัมผัส a ของสวิทช์แบบปุ่มกดหมายความว่า ในสภาวะปกติตอนที่ไม่ได้กดปุ่ม จุดสัมผัสที่เคลื่อนที่ได้ (moving contact) และจุดสัมผัสที่อยู่กับที่ (fixed contact) จะแยกจากกันเป็นวงจรเปิด ถ้าเอานิ้วไปกดปุ่มจุดสัมผัสทั้งสองจะติดกันเป็นวงจรปิด

ภาพที่ 23

ลักษณะจุดสัมผัส b ของสวิทช์แบบปุ่มกด

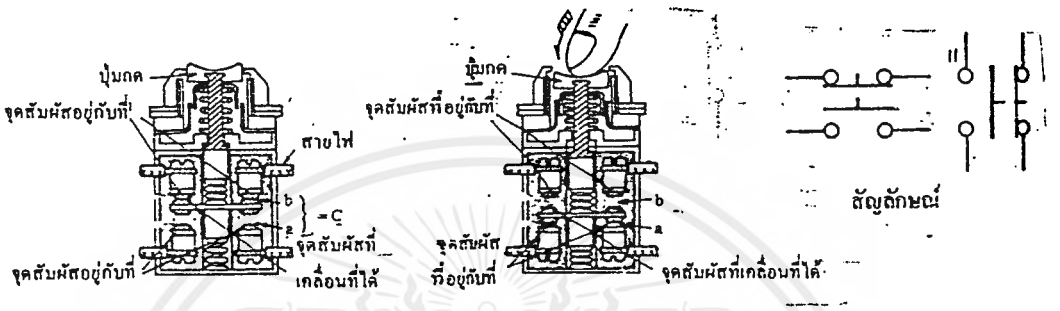


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จุดสัมผัส b ของสวิทช์แบบปุ่มกดหมายความว่า ในสภาวะปกติตอนที่ไม่ได้กดปุ่มจุดสัมผัสที่เคลื่อนที่ได้และจุดสัมผัสที่อยู่กับที่จะติดกันเป็นวงจรปิด ถ้าเอามือไปกดปุ่มจุดสัมผัสทั้งสองจะแยกจากกันเป็นวงจรเปิด

ภาพที่ 24

ลักษณะจุดสัมผัส c ของสวิทช์แบบกดปุ่ม



จุดสัมผัส c ของสวิทช์แบบปุ่มกดหมายความว่า ส่วนที่เป็นจุดสัมผัสที่เคลื่อนที่ได้นั้นประกอบทั้งจุดสัมผัส a และจุดสัมผัส b อยู่ด้วยกัน เมื่อเอามือกดปุ่มจะทำให้ (จุดสัมผัส a) ติดกันเป็นวงจรปิด และ (จุดสัมผัส b) แยกออกจากกันเป็นวงจรเปิด

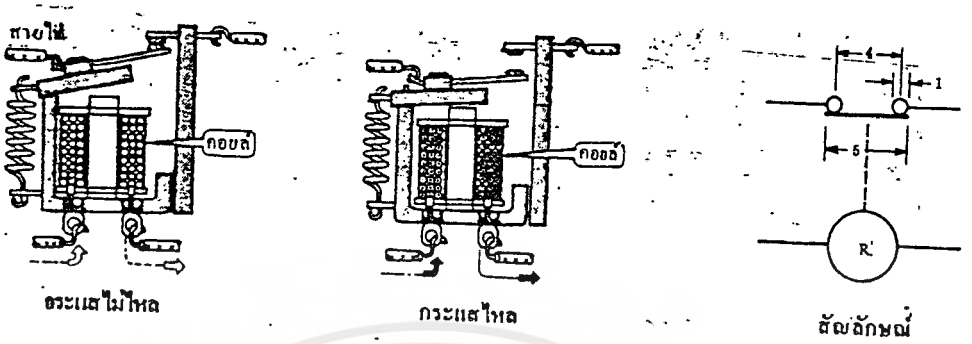
รีเลย์แม่เหล็กไฟฟ้าสำหรับควบคุม สัญลักษณ์ R: Electromagnetic Control Relay

รเลย์แม่เหล็กไฟฟ้าสำรับควบคุมหมายถึง รีเลย์แม่แหล็กไฟฟ้าที่ใช้ในการควบคุมเมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลในขดลวด แม่เหล็กรีเลย์จะทำงานปิดวงจรแต่เมื่อตัดกระแสไฟฟ้าที่ไหลนั้นออกไป รีเลย์จะกลับคืนสู่สภาวะเดิมด้วยแรงสปริงหรือแรงอื่น ๆ ที่มีอยู่ดังนั้นจึงสามารถเปิดปิดวงจรได้โดยอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 25

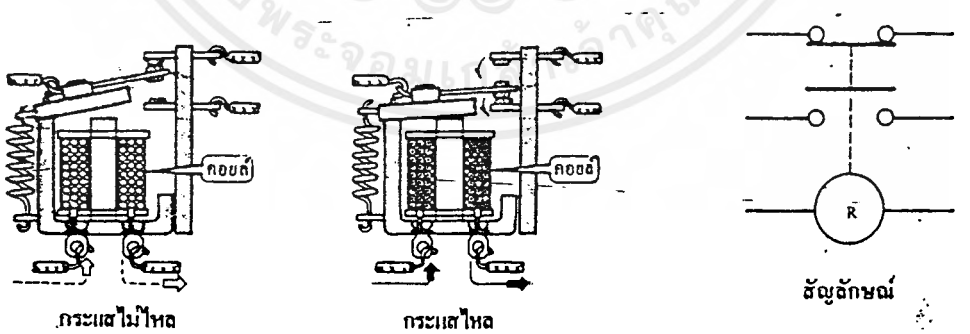
ลักษณะจุดสัมผัส a ของรีเลย์



จุดสัมผัส a ของรีเลย์หมายความว่า ในสภาวะที่ไม่มีกระแสไหลในขดลวดแม่เหล็ก จุดสัมผัสที่เคลื่อนที่ได้และจุดสัมผัสที่อยู่กับที่จะแยกห่างจากกันเป็นวงจรเปิด แต่เมื่อมีกระแสไหลในขดลวดแม่เหล็กจุดสัมผัสที่เคลื่อนที่ได้จะถูกดูดให้เข้ามาติดกับจุดสัมผัสที่อยู่กับที่ กลายเป็นวงจร

ภาพที่ 26

ลักษณะจุดสัมผัส b ของรีเลย์



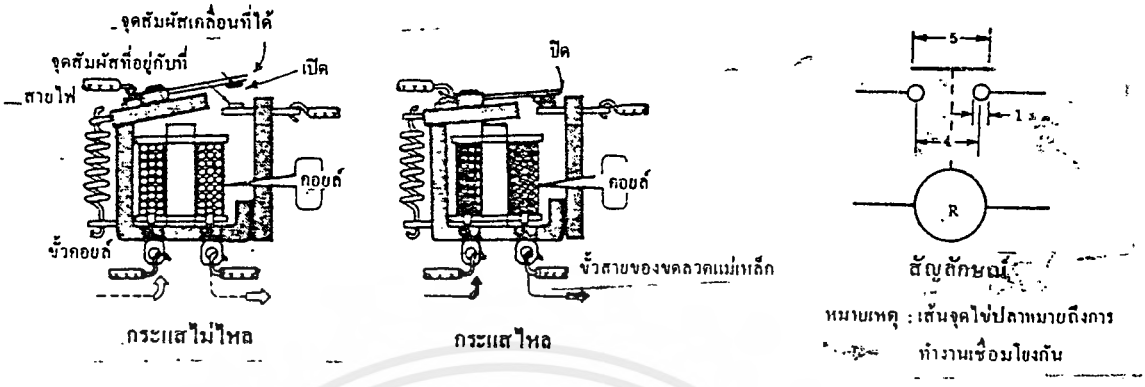
จุดสัมผัส b ของรีเลย์หมายความว่า ในสภาวะที่ไม่มีกระแสไหลในขดลวดแม่เหล็ก จุดสัมผัสที่เคลื่อนที่ได้และจุดสัมผัสที่อยู่กับที่จะอยู่ติดกันเป็นวงจรปิด แต่เมื่อมีกระแสไหลในขดลวด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แม่เหล็ก จุดสัมผัสที่เคลื่อนที่ได้จะถูกดูดให้แยกห่างออกจากจุดสัมผัสที่อยู่กับที่ กลายเป็นวงจรเปิด

ภาพที่ 27

ลักษณะจุดสัมผัส c ของรีเลย์14

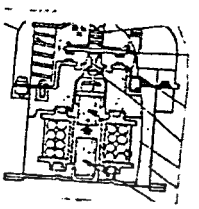


จุดสัมผัส c ของรีเลย์หมายถึง ในสภาวะที่ไม่มีกระแสไหลในขดลวดแม่เหล็ก จุดสัมผัสที่เคลื่อนที่ได้จะประกอบทั้งจุดสัมผัส a และจุดสัมผัส b แต่เมื่อมีกระแสไหลในขดลวดแม่เหล็กจุดสัมผัส a จะปิดวงจรในขณะที่จุดสัมผัส b จะเปิดวงจร

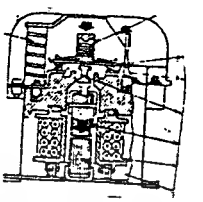
คอนแทกเตอร์แม่เหล็กไฟฟ้า สัญลักษณ์ MC : Electromagnetic contactor

คอนแทคเตอร์แม่เหล็กไฟฟ้าหมายถึง อุปกรณ์ ที่มีความสามารถในการเปิดปิดจุดสัมผัสได้ โดยใช้แรงดึงดูดที่แม่เหล็กกระทำต่อแกนเหล็กหลักการในการทำงานเหมือนกับรีเลย์แม่เหล็กไฟฟ้าทุกประการ เพียงแต่มักใช้เปิดปิดวงจรที่มีกระแสสูงมากเมื่อเปรียบเทียบกับรีเลย์แม่เหล็กไฟฟ้าและยังมีโครงสร้างที่แข็งแรงทนทานต่อการใช้งานเปิดปิดวงจรบ่อย ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



สภาวะปกติ



สภาวะเมื่อถูกกด

รเลย์ความร้อน สัญลักษณ์ THR: Thermal Reley

รเลย์ความร้อนประกอบด้วยส่วนที่ทำงานด้วยความร้อนได้แก่ ฮิทเตอร์ (Heater) และ ไบเมทัล (Bimetal) แผ่นเล็ก ๆ และส่วนของกลไกจุดสัมผัสซึ่งสามารถเปิดปิดวงจรได้อย่างรวดเร็ว

พัดรับความร้อน

รเลย์ความร้อนอันเนื่องจากกระแสไหลเกินนี้ เมื่อประกอบเข้ากับคอนเทคเตอร์แม่เหล็กไฟฟ้าด้วย จะเรียกว่า สวิทช์ปิดเปิดแม่เหล็กไฟฟ้า (Elcetromagnetic Switch)เครื่องตัดวงจรสำหรับสายจ่ายไฟ สัญลักษณ์ MCB : Molded Case Circuit-Breaker

เครื่องตัดวงจรนี้เรียกกันทั่วไปว่า เบรคเกอร์ชนิดไม่มีฟิวส์ (no fuse breaker) ใช้สำหรับเปิดปิดวงจรนอกจากนี้แล้ว ในกรณีที่เกิดการลัดวงจรหรือโหลดมากเกินไป เครื่องตัดวงจรนี้ยังสามารถตัดวงจรได้โดยอัตโนมัติชนิดแม่เหล็กไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การใช้งานสายพาน

ในการศึกษาข้อมูลเพื่อทำการออกแบบเครื่องปั้นลูกชิ้นสำหรับอุตสาหกรรมครัวเรือนนั้น ก่อนที่จะเริ่มการผลิตจำเป็นจะต้องมีปัจจัยหลายอย่างมาประกอบการผลิตและสิ่งหนึ่งที่ถือว่าขาดไม่ได้นั่นคือ อุปกรณ์ส่งกำลังได้แก่ สายพานตัววีส่งกำลัง ซึ่งเป็นสายพานแบบพิเศษสำหรับงานอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับเครื่องจักร ซึ่งสายพานตัววี ส่งกำลังจะมีคุณลักษณะทั่วไปดังนี้

2.1 คุณสมบัติและลักษณะ

(1) ลักษณะทั่วไป

สายพานตัววีจะต้องปราศจากตำหนิหรือข้อบกพร่องใด ๆ ที่จะเป็นอุปสรรคต่อการใช้งานการทดสอบให้ทำโดยการตรวจตราให้เรียบร้อย

(2) ความแข็งแรงทนแรงดึงและยืด

ดูตารางประกอบที่ 11

ตารางที่ 11

ความทนแรงดึงและความยืดของสายพานตัววี

ชื่อหน้าตัด	ความทนแรงดึง ต่ำสุด นิวตัน	ความยืด สูงสุด ร้อยละ
M	1,200	7
A	2,400	7
B	3,500	7
C	5,900	8
D	10,800	8
E	14,700	8

(3) ความล้าเนื่องจากการโค้งงอ (เฉพาะชื่อหน้าตัด A และ B)

สายพานตัววีต้องทนต่อการทดสอบได้ไม่น้อยกว่า 10 ครั้ง และเมื่อทดสอบเป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้ว ระยะห่างของเพลาและพูเลย์ ทั้ง 2 จะต้องเพิ่มขึ้นไม่เกินอย่างน้อยร้อยละ 2

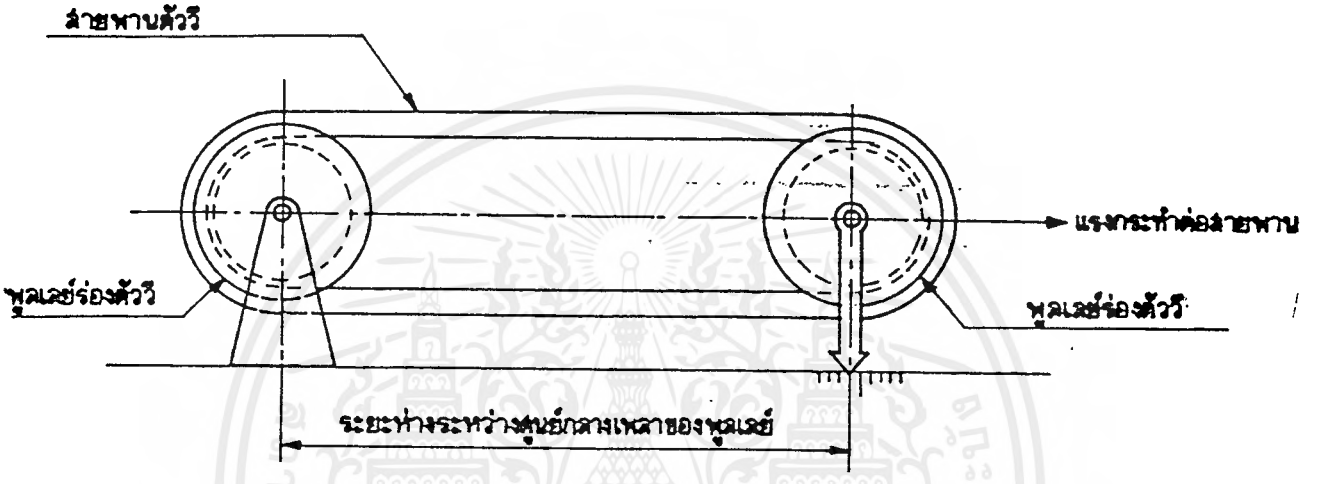
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 รูปร่างลักษณะ

รูปร่างหน้าตัดของสายพานตัววีต้องเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมูที่สองข้างสมมาตรกันตามเส้นกึ่งกลางแบ่งครึ่งด้านคู่ขนานดังแสดงในรูปที่ 28

ภาพที่ 28

แสดงลักษณะรูปร่างของสายพานตัววีส่งกำลัง



3. การใช้งานสวิทช์ (ชัยสวัสดิ์ เทียนวิบูลย์ : 2526)

ในการออกแบบปรับปรุงเครื่องปั้นลูกชิ้นสำหรับอุตสาหกรรมครัวเรือนนี้ สวิทช์ไฟฟ้าก็เป็นส่วนหนึ่งของการควบคุมการกำเนิดพลังงาน ซึ่งสวิทช์ในปัจจุบันมีรูปแบบที่หลากหลายมากมายนักซึ่งแต่ละแบบจะมีหน้าที่การใช้งานที่แตกต่างกันไปตามลักษณะของผลิตภัณฑ์นั้น ๆ

สวิทช์คือ ปุ่มต่าง ๆ ที่เป็นส่วนสามารถบังคับควบคุมการทำงานของเครื่อง การจัดวางระเบียบและวางตำแหน่งของเครื่องซึ่งจะส่งผลต่อความสะดวกในการใช้งาน

สวิทช์ไฟฟ้ามีหน้าที่ตัดต่อวงจรไฟฟ้าให้เข้าด้วยกัน คือการสัมผัสของตัวนำไฟฟ้าให้ครบวงจรการทำงานของสวิทช์ควบคุมโดยระบบแมคคานิค สวิทช์จะเป็นตัวการกำหนดเปิด-ปิดวงจร สวิทช์อาจทำงานโดยขั้ว ๆ เดียวกันหรือหลายขั้วก็ได้

ลักษณะของสวิทช์เลือกมีมากมายหลายชนิดแล้วแต่หน้าที่การทำงานหรือลักษณะเปิด-ปิดวรจรแบ่งออกเป็น

3.1 แบบกด (Push Button Switch) ทำงานโดยการใช้มือกด แบ่งเป็น

1) สวิทช์กดติดต่อ ปล่อยดับ (Momentary Switch) เป็นสวิทช์ที่มีขั้วเดียวหรือหลายขั้ว เมื่อกดก็จะเปิดเมื่อปล่อยก็จะทำให้วงจรเปิด เช่น สวิทช์กดออด เป็นต้น สวิทช์แบบนี้เหมาะแก่งานจำพวกปิดวงจรชั่วขณะ

เอกสารนี้ใช้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) สวิทช์กดติดกดดับ (Lock Switch) เมื่อกดจะทำให้วงจรปิด ถ้าต้องการให้วงจรเปิดก็กดอีกครั้ง วงจรก็จะเปิด บางสวิทช์มีไฟอยู่ในตัว เมื่อกดวงจรปิดไฟจะติด ทำให้รู้ว่าเครื่องกำลังทำงาน และกดอีกครั้งวงจรจะเปิดไฟจะดับเป็นที่นิยมใช้กันทั่วไป

3.2 สวิทช์โยก (Toggle Switch) ลักษณะการใช้งานเป็นการโยกก้านสวิทช์ให้ทำงาน จำนวนขาของสวิทช์แล้วแต่การทำงาน โดยมากจะมีตั้งแต่ 2 ขา ขึ้นไป

3.3 สวิทช์เชื่อม (Slide Switch) มีหลายขา คล้ายสวิทช์โยก แต่ใช้งานโดยการเปลี่ยนปุ่มสวิทช์ ซึ่งอาจจะมีจังหวะในการเลื่อนหลาย ๆ ช่วง

3.4 สวิทช์หมุน (Rotary or Selector Switch) มีหลายขา ส่วนมากจะเป็นการใช้ในหน้าที่เลือกทางเดินไฟฟ้าหลายตำแหน่ง เช่น การเลือกแบนด์ในวิทยุ เป็นต้น

3.5 สวิทช์จิ๋ว (Micro Switch) เป็นสวิทช์ที่มีความเชื่อถือได้สูง สามารถทนแรงเคลื่อนที่และกระแสไฟฟ้าได้หลาย ๆ เช่น ส่วนสัมผัสที่เป็นตัวนำเคลือบด้วยทอง ทำให้เป็นทางเดินไฟฟ้าที่ดี ลักษณะสวิทช์จะทำงานโดยการกดเบา ๆ ที่ด้านหรือปุ่มเล็ก ๆ โดยปกติแล้วจะต้องมีกลไกเข้ามาประกอบ เพื่อทำหน้าที่กดสวิทช์เพราะปุ่มกดเล็กเกินไปกว่าที่จะใช้นิ้วกดได้ โดยสะดวก ไมโครสวิทช์นี้มีหลายขนาดจำนวนขาที่ใช้งานจะมี 2 หรือ 3 ขาขึ้นไป สวิทช์นี้ได้รับการออกแบบให้ใช้ได้กับงานเฉพาะอย่างต่าง ๆ รูปร่างของไมโครสวิทช์มีแตกต่างกันไปตามสถานะการใช้การติดตั้งจะต้องระมัดระวังเพราะส่วนของแรงกดอาจทำให้สวิทช์แตกได้

3.6 สวิทช์แม่เหล็ก (Reed Switch) หน้าสัมผัสของสวิทช์จะบรรจุอยู่ภายในหลอดแก้วเล็ก ๆ ที่ข้างในเป็นสูญอากาศ โดยจะวางอยู่ใกล้ชิดกันมาก เมื่อได้รับอำนาจแม่เหล็กจากภายนอกหน้าสัมผัสจะแตะเข้าหากัน เป็นการต่อวงจร การที่หน้าที่สัมผัสในหลอดแก้วที่มีปิดสนิทจึงช่วยลดการสปาร์คของหน้าสัมผัสลงไปอีกมาก

สวิทช์แม่เหล็กอีกชนิดคือ Magnetic Switch สวิทช์นี้เป็นสวิทช์ที่ติดตั้งง่ายมีความแน่นอนสูงแต่จะต้องใช้เป็นคู่

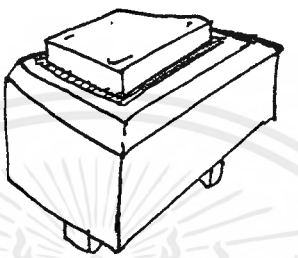
การติดตั้งจะติดส่วนที่จะซ่อมแม่เหล็กไว้ในส่วนที่เคลื่อนไหวได้ ส่วนตัวสวิทช์จะติดอยู่กับส่วนคงที่และต่อสายเป็นวงจรออกมา หากใช้ในระบบกันขโมยอาจต้องซ่อนสวิทช์เหล่านี้ไว้ ขณะเมื่อทั้งสองส่วนนี้ประกอบอยู่ใกล้ชิดกัน สวิทช์จะถูกอำนาจแม่เหล็กกระทำอยู่ แต่ถ้าเมื่อไรชิ้นส่วนแม่เหล็กเคลื่อนที่ออก สวิทช์ก็จะเปลี่ยนตำแหน่งสั่งงานไปที่แผงควบคุมทันที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 29

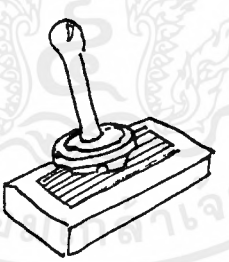
แสดงสวิทซ์แบบกด

สวิทซ์โยก TOGGLE SWITCH ลักษณะการใช้งานเป็นการโยกด้วยสวิทซ์ให้ทำงาน จำนวนของขาสวิทซ์แล้วแต่การใช้งาน โดยมากจะมีตั้งแต่ 2 ชิ้นไป



ภาพที่ 30

แสดงสวิทซ์แบบโยก

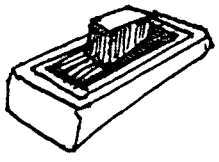


สวิทซ์เลื่อน SLIDE SWITCH คล้ายสวิทซ์โยกแต่การงานการเปลี่ยนปุ่มสวิทซ์ซึ่งอาจจะมีจังหวะการเลื่อนหลาย ๆ ช่วง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 31

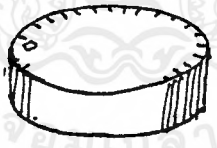
แสดงสวิทช์แบบเลื่อน



สวิทช์หมุน ROTARY OR SELECT SWITCH ส่วนมากจะเป็นการใช้ที่เลือกทางเดินไฟฟ้าได้หลายตำแหน่ง เช่น การเลือกแบบวิทยุ เป็นต้น

ภาพที่ 32

แสดงสวิทช์แบบหมุน



4. การใช้งาน เฟือง (ประมวล ใจสะอาด : 2525)

การส่งกำลังจากเฟือง หนึ่งไปอีกเพลาหนึ่ง โดยใช้เฟือง (Gear) นั้น ใช้สำหรับงานที่ต้องใช้อุณหภูมิสูงเพราะเฟืองเป็นอีกระบบส่งกำลังที่ทำงานได้ดีในกรณีเช่นนั้น อีกทั้งเฟืองมีความแข็งแรงเหมาะสมที่ทำงานรับน้ำหนักได้มากกว่าระบบอื่น อีกทั้งทำให้เกิดเป็นระบบอิสระได้ง่ายกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานของเฟืองนั้น โดยการใช้ฟันเฟืองหมุนสวนทางกัน เช่น เฟืองตรง เฟืองสะพาน เฟืองหนอน เฟืองดอกจอก เฟืองบายศรี เป็นต้น ดังนี้นรูป
ร่างลักษณะเฉพาะกันด้วย

ลักษณะการทำงานของเฟืองกับฟริคชั่นวีล (Friction Wheel) เหมือนกันจะต่างกันที่หริคชั่นใช้พื้นที่ผิวเป็นแรงผลักดันซึ่งกันและกัน ส่วนเฟืองจะใช้ฟันเฟืองเป็นตัวผลักดัน เพื่อให้ไปในทิศทางที่ต้องการซึ่งเฟืองมีประสิทธิภาพในการทำงานดีกว่า เช่น ทนในอุณหภูมิสูงกว่าหริคชั่นวีล ใช้งานได้หนักกว่า

<u>การแบ่งตามลักษณะการใช้งาน</u>

การที่จะเลือกใช้เฟืองชนิดใด จะต้องมีการเลือกให้เหมาะสมกับงานนั้น ๆ ดังนั้นจึงมีการใช้เฟืองโดยแบ่งตามลักษณะการทำงานเป็น 4 ชนิดคือ

1) เฟืองตรง (Spur Gear) เป็นเฟืองที่ใช้ทดความเร็วจากแกนเพลาหนึ่งไปแกนเพลาอื่น โดยที่จะวางแกนเพลาให้ขนานกัน ลักษณะของฟันจะวางแบบ Involute, Cyclci Dal Teeth โดยที่แนวฟันจะขนานกับเพลา เฟืองตรงจัดเป็นเฟืองแบบง่าย ๆ และสามารถดัดแปลงให้เป็นเฟืองชนิดอื่นต่อไปได้หลายแบบ

2) เฟืองสะพาน (Race Gear) เป็นเฟืองที่มีลักษณะแท่นตรง โดยจะเคลื่อนที่ในแนวตรง ทั้งนี้ เพราะการใช้เฟืองสะพานนั้นจะต้องมีเฟืองต่างชนิดประกอบกัน ส่วนที่เป็นแท่นหรือสะพานฟันเป็นแบบ Straight Teeth ส่วนเฟืองที่ใช้ประกอบกัน โดยเป็นตัวหมุนเฟืองสะพานเป็นเฟืองตรง (Squr Gear)

3) เฟืองดอกจอก (Bevel Gear) เป็นเฟืองที่มีลักษณะเป็นรูปกรวย ซึ่งเป็นเฟืองที่ใช้สำหรับทดรอบความเร็วและเปลี่ยนทิศทางการหมุนของแกนเพลา ซึ่งโดยทั่วไปแกนเพลาของเฟืองจะตั้งฉากกัน ลักษณะของฟันจะเป็นชนิด Involute or cyclooidal แต่ไม่ขนานกันกับเพลา เพราะฟันจะลู่เรียวลงไปตามรูปกรวยเฟืองชนิดนี้
มี 2 แบบ

- กรวยทั้ง 2 เท่ากัน จะเรียก Mitre Gear
- กรวยไม่เท่ากัน จะเรียก Bevel Gear

4) เฟืองหนอน (Worm Gear) เป็นเฟืองที่มีลักษณะเป็นเกลียวชนิด Ache Thread จะเป็นตัวทำหน้าที่หมุนเฟืองตรง โดยที่แกนเพลาจะตั้งฉากกันแต่ไม่มีโอกาสพบกัน เฟืองหนอนจะมีลักษณะพิเศษ คือ เฟืองหนอนทำหน้าที่ หมุน Spur Gear ได้เพราะ Spur Gear จะหมุนได้ช้ามาก คือ จะหมุนครบรอบเมื่อ Worm Gear หมุนหลาย ๆ รอบแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบเฟือง

<u>ฟันเฟือง</u> เฟืองคือล้อที่มีฟันใช้กำลังขับหมุนโดยตรง

a เฟืองตรง เพลางานขนานกัน ขับกันในภายนอกอัตรคงที่

b เฟืองตรงขับภายใน เพลางานขนานกัน

C เฟืองตรง เพลางานขนานกัน เฟืองเล็กขับหมุนกับเฟืองสะพาน

d เฟืองเฉียงฟันโค้งแบบ involoute เพลาขนานกัน

e เฟืองสองตัววางคู่ ช่วยไม่ให้เกิดแรงในแนวแกน(แรงในแนวแกนสมดุลย์)

f เฟืองก้างปลา แรงในแนวแกนจะ สมดุลย์

g เฟืองตรงขับล้อสลัก

h เฟืองดอกจอก แนวแกนทั้งสองเป็นมุมฉาก

j เฟืองดอกจอกหมุนขับเฟืองจานฟันเฉียง แนวแกนของเพลาทั้งสองตัดกัน

k เฟืองดอกจอกหมุนขับเฟือง แนวแกนของเฟืองทั้งสองตัดกัน

l เฟืองเฉียงขบกันในลักษณะเพลาทำมุม 90° ต่อกัน

m เฟืองดอกจอกฟันเว้าหมุนขับเฟืองจานฟันนูนโค้ง เฟืองชนิดนี้ทำให้หน้าสัมผัสของฟันเฟืองมีมากขึ้น

n เฟืองหนอนและเกลียวหนอน แนวแกนไม่ตัดกันและไม่ขนานกัน เกลียวหนอนมีลักษณะเป็นทรงกระบอก

p เกลียวหนอนเว้าโอบรอบเฟืองหมอน

q เฟืองไฮปอยด์ (Hypoid Gear) เกลียวเฟืองไม่ตัดกัน และไม่ขนานกัน

<u>หน้าที่ที่สำคัญของเฟืองมี 5 ประการคือ</u>

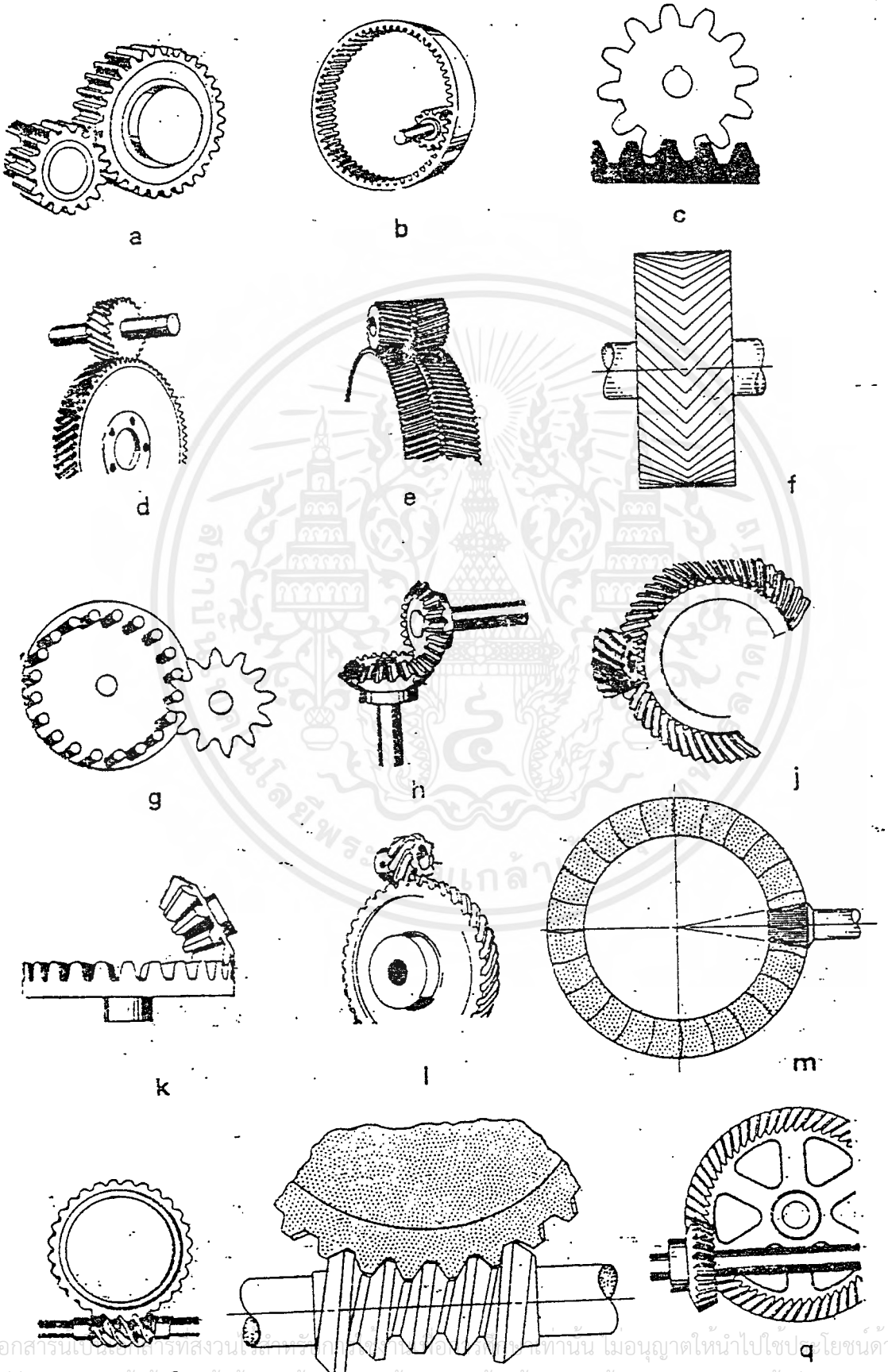
- รับงานได้มากกว่า
- ใช้ทดสอบความเร็วของเพลา
- ใช้เปลี่ยนทิศทางการหมุนของแกนเพลา
- เพิ่มกำลังในการทำงาน

5. การใช้เพลา

เพลาเป็นส่วนสำคัญที่สุดส่วนหนึ่งของเครื่องจักรกลทุกชนิด เครื่องจักรกลเกือบทุกประเภทมีส่วนหนึ่งที่ใช้ถ่ายทอดการหมุน หรือทั้งการหมุนและกำลังโดยอาศัยซ้อนส่วนที่สำคัญคือเพลา ในบทนี้จะกล่าวถึงรายละเอียดของเพลาที่ใช้ถ่ายทอดกำลัง และลิ่มที่ถ่ายทอดโมเมนท์บิดจากเพลาเป็นส่วนใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 33
แสดงรูปแบบเฟืองแบบต่างๆ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิดของเพลา

เพลาถ่ายทอดกำลังอาจจะแบ่งตามชนิดของโลด Load ได้ดังนี้

เพลาถ่ายทอดกำลัง Transmission Shafts

ชนิดนี้ใช้รับเฉพาะการบิดอย่างเดียว หรืออาจจะรับทั้งการบิดและการดัดผสมกัน กำลังจะถ่ายทอดผ่านเพลาโดยอาศัยแผ่นประกันกับต่อเพลา Coulping เฟือง มู่เล่ และสายพานหรือจานโซ่และโซ่

เพลาสั้น Spindle

ในการใช้งานทั่วไปใช้รับเฉพาะการบิดเพียงอย่างเดียว มักจะมีขนาดค่อนข้างสั้น เช่นที่เพลาประธาน Main Shaft ของเครื่องจักรกลต่าง ๆ เพลาพวกนี้ต้องการรูปร่างและขนาดที่ถูกต้องจริง ๆ แม้ในขณะที่ใช้งาน

เพลาคาน Axles

เพลาชนิดนี้ใช้ต่ออยู่ระหว่างล้อของรถยนต์ รถบรรทุก รถพ่วง ฯลฯ (บางครั้งเรียกว่า คาน) โดยปกติแล้วเพลาแบบนี้ไม่ได้ออกแบบไว้ให้หมุนแต่จะให้หมุนรับการดัดเพียงอย่างเดียว นอกจากในกรณีที่ถูกออกแบบให้ใช้เป็นเพลาขับเท่านั้น

นอกจากจะแบ่งเพลาตามชนิดของโลกแล้ว อาจจะแบ่งออกตามชนิดของรูปร่างได้อีกคือ เพลาตรง เพลาข้อเหวี่ยง ใช้เป็นเพลาประธานของเครื่องยนต์ลูกสูบ เพลาอ่อน Flexible Shafts ที่ใช้ถ่ายทอดกำลังน้อย ๆ และในทิศทางใด ๆ เป็นต้น

จุดสำคัญในการออกแบบเพลา

ในการออกแบบเพลามีจุดที่ควรพิจารณาดังนี้

ความแข็งแรงของเพลา (ประมวล ใจสะอาด : 2525)

ดังได้กล่าวมากแล้วว่า เพลาที่ถ่ายทอดกำลังจะต้องรับการบิดและเพลาการดัด หรือทั้งสองอย่างแต่มีเพลาบางแบบที่อาจจะรับการดึงหรือการอัดด้วย เช่น เพลาของกังกันน้ำแบบล้อ water Wheel หรือเพลาขับของเรือนอกจากนี้ยังจะต้องพิจารณาเรื่องการล้า การกระแทก หรืออิทธิพลของการรวมจุดความเค้น Stress Concentration เนื่องมาจากการเปลี่ยนขนาดเพื่อทำบ่า หรือเมื่อมีการเซาะร่องลิ่ม

ดังนั้น เพลาที่จะออกแบบต้องแข็งแรงพอที่จะรับโลดดังกล่าวทั้งหมดได้

ความแข็งแกร่งของเพลา

นอกจากจะต้องแข็งแรงพอแล้ว ในขณะที่ใช้งานเพลาอาจจะโก่งหรือบิดเบี้ยวมาก อันอาจจะทำให้ผลิตผลที่ผลิตโดยเครื่องจักรนั้น ๆ ผิดพลาดไป หรือทำให้การขบกันของฟันเฟืองไม่สนิท ทำให้เกิดเสียงดังและสั่นสะเทือน ด้วยเหตุนี้ ในการออกแบบเพลาจึงนำเอาความแข็งแกร่งเข้ามาพิจารณาร่วมกับความแข็งแรงด้วย แต่ทั้งนี้ ก็ต้องพิจารณาประกอบด้วยว่าเพลานั้น ๆ ออกแบบขึ้นเพื่อใช้กับงานหรือเครื่องจักรกลชนิดใดด้วย

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเร็ววิกฤติ

ถ้าความเร็วของเพลาถูกเพิ่มขึ้นมาก ๆ จะพบว่าความเร็วหนึ่ง เพลามีความสั่นสะเทือนมากขึ้นอย่างผิดปกติในทันทีทันใดความเร็วที่เกิดการสั่นสะเทือนมากนี้เรียกว่า "ความเร็ววิกฤต" อาการเช่นนี้มักจะเกิดกับกังหันที่หมุนด้วยความเร็วสูง เครื่องยนต์สันดาปภายใน มอเตอร์ไฟฟ้า เป็นต้น หากเราทิ้งไว้ที่ความเร็วนี้เป็นเวลานานพอเพลา อาจเสียหาย ดังนั้น สำหรับชิ้นส่วนที่หมุนด้วยความเร็วสูงจึงต้องระมัดระวังให้ความเร็วใช้งานต่ำกว่าความเร็ววิกฤติเสมอ

การกัดกร่อน

เพลาของเครื่องจักรกลบางชนิด เช่น เพลาขับของเรือ เพลาของปั๊มที่สัมผัส กับของเหลวที่มีการกัดกร่อนหรือเพลาของเครื่องจักรที่หยุดใช้เป็นเวลานาน จะต้องเลือกทำด้วยวัสดุที่มีคุณสมบัติต่อต้านกับการกัดกร่อนได้ดี (รวมทั้งเพลาสติกด้วย) การเลือกวัสดุที่ถูกต้องและเหมาะสมจะช่วยยืดอายุการใช้งานของเครื่องจักร และลดเวลาที่ต้องหยุดซ่อมแซมก่อนถึงเวลาอันควร

แบริ่ง

แบริ่ง เป็นชิ้นส่วนเครื่องกลรองรับการหมุนรอบ Rotating การแกว่งไปมา Oscillating ของชิ้นส่วนอีกชิ้นหนึ่งซึ่งทำให้การเสียดทานระหว่างชิ้นส่วนทั้งสองชิ้นนี้ลดลงเป็นอย่างมาก เนื่องจากว่าได้มีการศึกษากันอย่างกว้างขวางเกี่ยวกับการส่งถ่าย กำลัง และพบว่าประมาณ 30% ของกำลังทั้งหมดได้สูญเสียไป เนื่องจากการเสียดทาน ดังนั้นความรู้เรื่องการเสียดทานและการเสียดทานของแบริ่งย่อมจำเป็นสำหรับผู้จะคำนวณออกแบบเครื่องกลทั้งหลาย

แบริ่งธรรมดา Plain Bearings เป็นแบริ่งที่รองรับการเลื่อน Sliding Support และแรงเสียดทานจะลดลงมากโดยการใช้ของเหลว หรือของแข็ง หรือก๊าซ เพื่อการหล่อลื่น แบริ่งชนิดนี้ที่ยังใช้งานอยู่ก็มี

ส่วนประกอบของแบริ่งธรรมดา

เจอร์นับแบริ่ง (Journal Bearings หรือ Sleeve Bearings) จะรองรับเพลากลม เพื่อการหมุนหรือแกว่ง โดยที่แบริ่งจะมีรูปร่างคล้าย ทรงกระบอก และเจอร์นัลก็คือส่วนหนึ่งของเพลา เมื่อแบริ่งล้อมรอบเจอร์นัลเราเรียกว่า แบริ่งเต็ม (Full Bearings) แต่ถ้ามีเพียงบางส่วนของแบริ่งเท่านั้น ที่ล้อมรอบเจอร์นัลเรียกว่าแบริ่งส่วน (Partial Bearings)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>แบริ่งแกน</u> (Thrust Bearings) จะรองรับเพลา ซึ่งกำลังหมุนและแกว่งตามแนวของแกนเพลา

<u>แบริ่งนำ</u> (Line หรือ Cuide Bearings) ใช้นำและรองรับชิ้นส่วนที่จะต้องเคลื่อนที่ไปทุกส่วนด้วย (Translating Motion) วัสดุที่ใช้สำหรับแบริ่งมากคือ โลหะผสมบรอนซ์ คือ พวกทองแดง ตะกั่ว-ดีบุก, ทองแดง-ดีบุก และทองแดง-อะลูมิเนียม เป็นต้น ในเครื่องยนต์ของเครื่องบิน ผิวของเจอร์นัลแบริ่งฉาบและเคลือบด้วยเงิน ตัวแบริ่งเองทำด้วยเหล็กหล่อหรือ เหล็กกล้า แบริ่งเหล็กหล่อมีราคาต่ำกว่าวัสดุอย่างอื่น บางครั้งทำสำเร็จติดตั้งบนโครงสร้างได้เลย มีประสิทธิภาพดีมากพอควร เมื่อใช้กับเพลาที่ทำด้วยเหล็กกล้าชุบแข็ง อย่างไรก็ดี ผิวของแบริ่งจะแข็งมากเกินไป และเป็นตัวนำความร้อนที่ไม่ดีนัก

แบริ่งยางจะนำไปใช้งานใต้น้ำลึก เช่น กังหันน้ำ ปั๊มหรือเพลาขับ เป็นต้น ในกรณีเช่นนี้น้ำจะทำหน้าที่เป็นสิ่งหล่อลื่น และหล่อเย็นระบายความร้อน เพลาจะใช้โลหะ ซึ่งไม่สึกกร่อนในน้ำ เช่น เหล็กกล้าหรือบรอนซ์ เป็นต้น

แบริ่งไนลอน มีการเสียดทานน้อยมาก อาจใช้เป็นวัสดุทำแบริ่งได้บางครั้ง ใช้น้ำมันหล่อลื่นเล็กน้อย คุณสมบัติเชิงกล และหล่อลื่น อาจเพิ่มให้ดีขึ้นโดยใช้ผงกราฟไฟต์ เติมลงไปเป็นส่วนผสมหนึ่งของไนลอน

เบริ่งปลอกเป็นแบริ่งที่เหมาะสำหรับงานที่มีการเคลื่อนไหวไม่มากนัก มีคุณสมบัติที่เหมาะสมกับงาน แต่ละประเภทในการเลือกใช้ให้เหมาะสมกับสภาพการใช้งานนั้น ๆ แบริ่งปลอกมีทั้งที่ทำจากพลาสติกและโลหะผสม

<u>การเลือกใช้แบริ่ง</u>

- การเลือกใช้แบริ่งให้เหมาะสมกับงาน จะต้องคำนึงถึงสิ่งต่าง ๆ ดังนี้
- ขนาดและทิศทางของแรงที่กระทำต่อแบริ่ง
- ความเร็วหมุนของแหวนวงใน และแหวนวงนอก
- อายุการใช้งานของแบริ่ง ที่ต้องการ
- ความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่าง แหวนวงใน-แหวนวงนอกกับอุณหภูมิภายนอก
- ความเที่ยงของแกนของแบริ่งที่ต้องการ

แบริ่งมีหน้าที่จับเพลาโรเตอร์ให้หมุนได้เที่ยง คล่อง และกินกำลังให้น้อยที่สุด แบริ่งที่ใช้มี 2 ประเภท คือ แบริ่งธรรมดาที่ไม่ผีดและบอลแบริ่ง แต่ละประเภทมีข้อดีข้อเสีย ในลักษณะต่าง ๆ กันข้อสำคัญที่ช่างเทคนิคจะต้องระลึกอยู่เสมอ คือ แบริ่งเหล่านี้เมื่อใช้งานจะต้องสึกหรอ ฉะนั้นสภาพการใช้งานก็ดี การติดตั้งมอเตอร์ใช้งานก็ดี และวิธีการบำรุงรักษาแบริ่งจะช่วยให้ใช้งานมอเตอร์ได้ยาวนาน แต่ในที่นี้จะขอกล่าวถึง เฉพาะแบริ่งธรรมดาเท่านั้น เพราะเกี่ยวข้องกับงานออกแบบมากที่สุด ขนาดของแรงบิดที่เกิดจากเสียดทาน และความคันของเสียงที่เกิดขึ้นชนิดของน้ำมันหล่อลื่นที่ต้องการจะใช้จำนวนแบริ่งที่ใช้รับแรงโลหะที่ใช้ทำเพลาและเปลือกตุ๊กตา จะต้องเรียกและได้แนวเส้นตรงเนื้อที่สำหรับแบริ่ง จำกัดหรือไม่

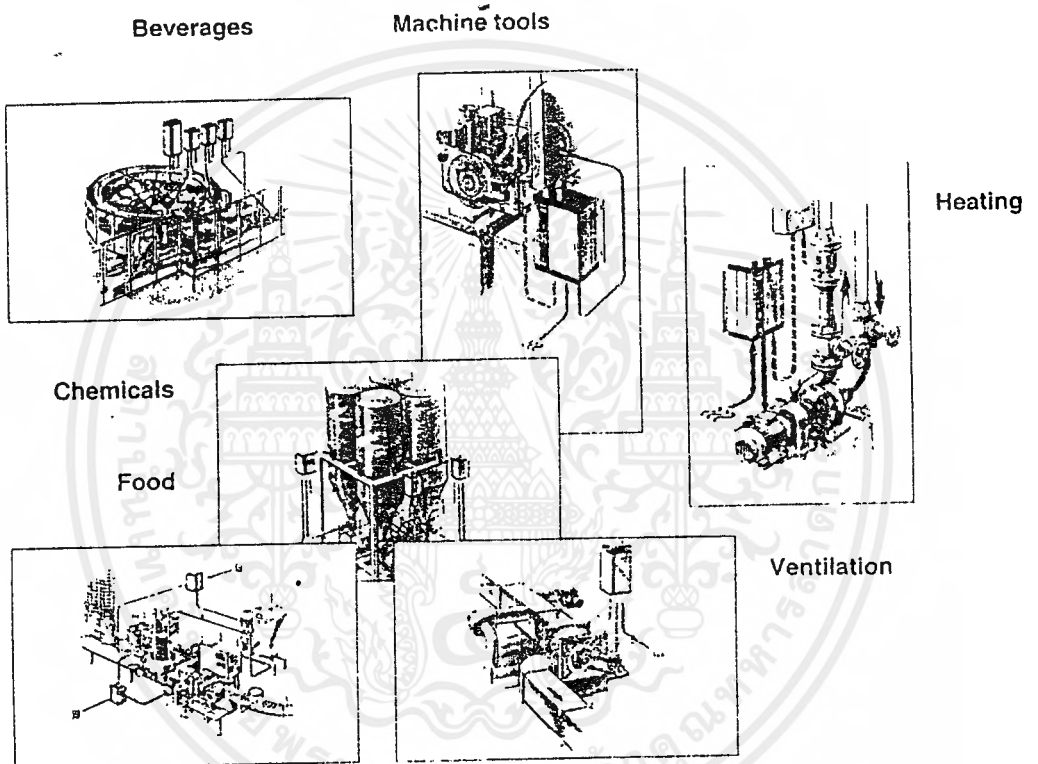
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. Frequency converters (เครื่องแปลงความถี่ VTL.)(danfoss : 2538)

เครื่องแปลงความถี่ ใช้เพื่อควบคุมความเร็วของเครื่องไฟฟ้ากระแสสลับ AC. ตลอดจนทั้งโรงงานธุรกิจอุตสาหกรรม เทคโนโลยีทางด้าน Microprocessor ชั้นสูง และระบบการควบคุมด้วยดิจิตอล(Digital VVC.) ที่ใช้ในเครื่องรุ่น VTL. (Variable toguedratic load.) ซึ่งให้ผลแก่เครื่องใช้ไฟฟ้าทุกประเภท

ภาพที่ 34

แสดงลักษณะของ เครื่องแปลงความถี่



ระบบการตั้งค่าแบบเมนู ช่วยให้การติดตั้งและการใช้งานได้ง่ายขึ้น ในรุ่น VTL.2000 ไม่ว่าจะเป็นระบบการควบคุมที่ซับซ้อน หรือการติดตั้งแบบระบบช่องทางเดียว

<u>การควบคุมต่างศักย์</u>

เมื่อเปรียบเทียบกับเครื่อง PWM โดยทั่วไปเครื่องนี้จะมีจุดเด่นเพิ่มขึ้นมา 3ประการคือ

- ให้ความเร็วแก่มอเตอร์ตามกำลังความถี่โวลต์ที่ได้
- ใช้ได้กับมอเตอร์ที่ใช้กันในปัจจุบัน
- สวิทช์จะตัดเมื่อการทำงานของมอเตอร์อยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์

ข้อได้เปรียบ 2 ข้อแรกนั้นสืบเนื่องมาจาก ระบบสลับที่ออกแบบเป็นพิเศษในเครื่องแปลง VVC หมายถึงระบบการสร้างแรงแม่เหล็ก ที่ให้ประสิทธิภาพสูงสุดในระหว่างการปฏิบัติการ คือสามารถให้ผลการทำงานของเครื่องที่ดี ซึ่งเป็นการออกแบบเพื่อเครื่องกำเนิดไฟฟ้า AC. ในแต่ละโรงงาน สถานที่ เครื่องแปลงความถี่ถูกออกแบบให้เหมาะสมกับเครื่องหลายประเภทด้วยกันเช่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ครัมม์มอเตอร์ (เครื่องแบบกระรอก) ไลเนอร์มอเตอร์ (แบบกรอง) และ ซิงโครนัส (แบบแนวเส้นตรง) หรือเครื่องที่ต่อแบบเชื่อม

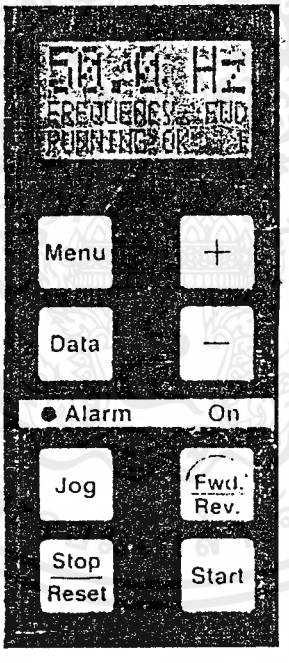
<u>ระบบการควบคุมที่ง่ายต่อการใช้งาน</u>

แผงควบคุมของเครื่อง VTL. ช่วยให้การใช้งานที่ง่ายขึ้น

- จอ LCD . แบบ3บรรทัด
- สามารถตั้งโปรแกรมทำงานได้ 4 ปุ่ม
- 4 ปุ่มใช้ควบคุมโดยตรง

ภาพที่ 35

แสดงลักษณะของแผงหน้าปัดควบคุม



ในระหว่างการปฏิบัติงานของเครื่องแปลงความถี่ เครื่องจะช่วยในการอ่านค่าข้อมูลในระหว่างการปฏิบัติการได้หลายประเภทดังนี้

- สัญญาณอ้างอิงในค่า %
- ความถี่ OUT PUT ในระบบHz
- กระแสออก OUT PUT ในระบบ Amp
- กำลัง BIT ในค่า %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

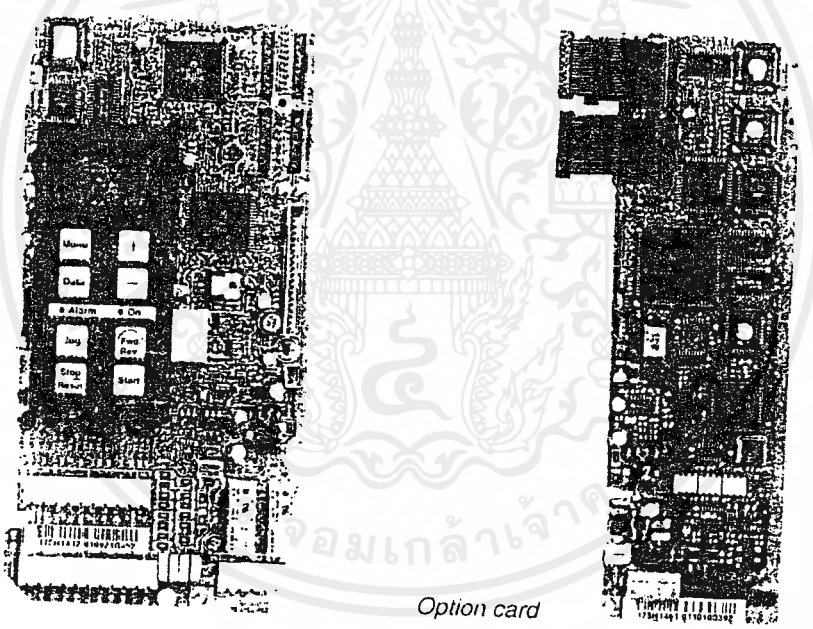
จอแสดงผลยังสามารถแสดงความเร็วของเครื่อง สถานะการทำงานของเครื่องสามารถตั้งระบบรายการได้ตามความต้องการ ถ้าข้อมูลในการตั้งโปรแกรมอยู่ในรูประบบรายการ และถูกออกแบบ ให้อยู่ในรูปของปุ่ม Macro ในเครื่องเพื่อช่วยให้ผู้ใช้สามารถค้นหา และปรับเปลี่ยนค่าที่ตั้งไว้

Card ควบคุม

เครื่องแปลงความถี่ VTL. นันมาพร้อมกับ การ์ดควบคุมมาตราฐาน ซึ่งทำให้สามารถควบคุมได้กว้างขวางยิ่งขึ้น และยังมีการ์ดพิเศษอีกมากมาย ที่สามารถใช้งานร่วมกับการ์ดมาตราฐาน เช่น การ์ดควบคุมการส่งข้อมูลชั้นสูงเมื่อใช้การ์ดชนิดนี้ การควบคุมทั้งหลายสามารถควบคุมผ่านตัวควบคุมแบบต่อเนื่อง แบบอนุกรม

ภาพที่ 36

แสดงลักษณะของการ์ดควบคุม



Control card

Option card

การตั้งขนาดมอเตอร์และเครื่องแปลงความถี่

เครื่องแปลงความถี่สามารถตั้งความถี่จากอัตรากระแสของเครื่อง แต่ควรจะพิจารณารูปแบบที่ติดตั้งในคำถาม การตั้งรูปแบบปกติ 3 ประการมีดังนี้

1. แรงบิดคงที่ 50 รอบ

พลังงานคงที่จาก 50-100 Hz เครื่องใช้ไฟฟ้าในรูปแบบนี้ได้แก่ เครื่องจักรในโรงงาน ถ้าเครื่อง 400 V. 75Kw. ให้พลังงานสม่ำเสมอสูงถึง 26.5 A จะเห็นได้จากข้อมูล ถ้าไดรว์ฟทำงานมีความเร็วต่ำมากๆ และต้องการแรงเร่งที่สูง ควรใช้เครื่องที่มีความเร็วสูงขึ้น 1 Level ซึ่งจะเพิ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สม่ำเสมอในความถี่ต่ำ เนื่องจากระบบทำความเย็นที่ดีกว่า ในเครื่องรุ่นที่ใหญ่กว่า อย่างไรก็ตาม ขนาดของเครื่องแปลงความถี่ โดยปกติจะไม่เปลี่ยนแปลง

ถ้าต้องการช่วงความเร็วกว้างๆ หรือความเร็วสูงในช่วงความเร็วต่ำเราสามารถจะใช้เครื่องที่มีความเร็วเป็น 2 เท่า เพื่อปฏิบัติการนี้ เราจะต้องมีการปรับเปลี่ยนอัตราเกียร์ ของเครื่องจักร แต่ว่าจำเป็นสำหรับงานที่ต้องใช้ อัตรเร่งเริ่มแรกสูง เช่น ความเร็วเริ่มต้นมากกว่า 300% จุดเด่นนี้ช่วยให้สามารถประหยัดได้สูงสุด

เครื่องแปลงนี้สามารถใช้ได้กับเครื่องที่มีความเร็วสูงถึง 400Hz ไม่ว่าจะเป็นเครื่องที่มีความเร็วคงที่หรือกำลังคงที่

การโหลด แบบ Quadratic

ลักษณะการโหลดแบบนี้ จะพบเห็นในประเภท เครื่องปั๊ม และ พัดลม ในเครื่องใช้ประเภทนี้ เครื่องจะไม่มีการ Over lode เนื่องจากความร้อน ในความเร็วต่ำ ในการเลือกขนาดจะใช้กระแสที่ตั้งไว้ โดยกระแสเครื่องที่ตั้งจะมีกระแสออกของเครื่องเป็นความถี่

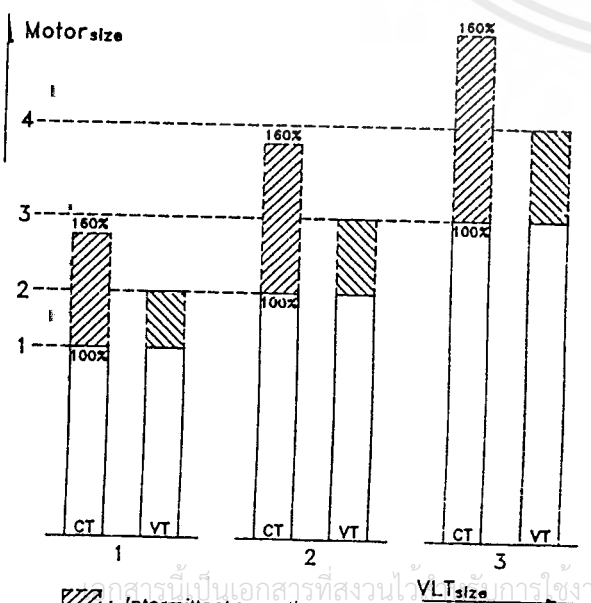
ค่าความเร่งคงที่ ที่ 87 Hz

ในเครื่องใช้ไฟฟ้าแบบนี้ อัตราความต่างศักย์ของเครื่อง 220 V. 50 Hz. อัตราระหว่างความถี่ ความต่างศักย์ ถูกตั้งให้เป็น 380V.ที่มีความเร่งที่87 Hz ที่ 50Hz ความต่างศักย์ 220V.

ความถี่สูงกว่า 50 Hz นั้นจะทำงานในระบบ Overvoltage นั้นสามารถทำได้เครื่องทุกประเภท Overvoltage นั้นสามารถเพิ่มพลังงานของเครื่องที่ออกมา ถ้าเครื่อง 4 KW. 220 V. 15 A. ถูกใช้พลังงานเพิ่มขึ้น 1.73 เท่า เป็น 6.9 Kw.

ภาพที่ 37

แสดงขนาดของความถี่ในระดับต่างๆ



The VLT types larger than 3004 (3008 in 500 V) have a higher output when using quadratic load, referred to as VT load (variabelt torque).

Some technical specifications might change from CT to VT mode (e.g. the max. motor cable length decreases).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า การแสวงหาผลกำไร หรือการอื่นใด และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 12

บอกความถี่ในแต่ละขนาดเครื่อง

Which one to choose?

Mains: 3 x 200 / 220 / 230 V

VLT type	Typical shaft output CT [kW] VT		Continuous output current $I_{VLT,N}$ CT [A] VT		Continuous electrical output at 230 V CT [kVA] VT	
3002	1.1		5.4		2.1	
3003	1.5		7.8		3.1	
3004	2.2		10.6		4.2	
3006	4.0	5.5	19	25	7.6	10.0
3008	5.5	7.5	25	32	10.0	12.7
3011	7.5	11	32	46	12.7	18.3
3016	11	15	46	61	18.3	24.3
3022	15	22	61	88	24.3	35.1

CT = Constant torque. VT = Variable torque (quadratic load).

การเลือกขนาดของเครื่องแปลงความถี่

จะถูกเลือกโดยพื้นฐานของกระแสจริง ในปริมาณความจุสูงสุดในโรงงาน อัตรากระแสสม่ำเสมอที่ออกมา จะต้องเท่ากันหรือสูงกว่า กระแสเครื่องตามความต้องการ

อุปกรณ์ประกอบ

<u>ตัวเล่นข้างนอก</u> การตั้งรีโมท

แผงควบคุมสามารถติดตั้งภายนอกโดยใช้ อแดปเตอร์และ สายเคเบิ้ล สายเคเบิ้ลจะยาว 3 เมตร ซึ่งเพียงพอต่อการติดตั้งแผงควบคุม(Control panel) ในฝาเครื่อง

<u>ตัวกรองเสียงทางไฟฟ้า</u> ฟิลเตอร์ RFI

สำหรับเป็นตัวปรับเปลี่ยนความถี่ ทำงานบนถังหลัก เสียงนี้จะรบกวนต่ออุปกรณ์ตัวอื่นๆ ที่มาต่อกับตัวหลัก ตัวกรองRFI จะขจัดเสียงเหล่านี้ ตัวกรองเสียงนี้จะเป็นไปตามข้อบังคับที่ว่าด้วยการแคมป์เสียง ที่ VDE 0875, CURVE G

<u>ตัวกรองเสียงของมอเตอร์ ฟิลเตอร์ LC</u>

เมื่อความเร็วมอเตอร์เสียงถูกควบคุมโดยตัวเปลี่ยนแปลงความถี่ (Frequency converter) เสียงที่ได้ยินอาจจะเกิดขึ้นจากการเปิดความถี่ของตัวปรับเปลี่ยนความถี่ ซึ่งจะลดเสียงคลื่นเสียงลงได้อย่างสมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 4 วัสดุและกรรมวิธีการผลิต

ในการศึกษาข้อมูลเชิงเอกสารที่เกี่ยวข้องกับเครื่องปั้นลูกชิ้นสำหรับอุตสาหกรรมขนาดครัวเรือนได้มีการค้นคว้าเกี่ยวกับวัสดุและกรรมวิธีการผลิตที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยซึ่งได้มีการจัดแบ่งข้อมูลเพื่อทำการค้นคว้าออกเป็น 5 ข้อสำคัญดังนี้

1. สายไฟและปลั๊กไฟ
2. สกูร
3. เหล็ก
4. โลหะผสม
5. พลาสติกไฟเบอร์กลาส

1. สายไฟและปลั๊กไฟ (โชจิ โอฮามา : 2530)

สายไฟที่ใช้กันในบ้านทั่วไปจะเห็นกันอยู่ 2 ชนิด คือ ชนิด TW และ THW หรือถ้าดูจากตัวหนังสือที่พิมพ์อยู่ที่สายไป จะเห็น

"TIS 11-2518 4 sq. mm 250 V 60 C PVD insuleted" แต่ละตัวจะหมายถึง TIS ย่อมาจาก Thai industrial standard หรือมาตรฐานอุตสาหกรรม (มอก.) 11-2518 เป็นมาตรฐานตารางที่ 11 และ 2518 เป็นปี พ.ศ. 250 V 60C เป็นมาตรฐานของการผลิตสายซึ่งจะสามารถใช้กับสภาพการใช้งานไม่เกิน 250 โวลต์ 60 C PVC insulated เป็นการระบุว่าหุ้นด้วยฉนวน พีวีซี ตามที่ได้กล่าวถึงในตอนแรกว่ามีสาย 2 ชนิด คือ TW, THW นั้น เป็นมาตรฐานเดิมที่ใช้กันมาหลายสิบปีมาถึงตอนระยะสิบปีหลัง กระทรวงอุตสาหกรรมได้ออกมาตรฐานควบคุมการผลิตสายไฟจึงเปลี่ยนการจำแนกสายใหม่ โดยการใช้มาตรฐาน TIS แล้วระบุสภาพการใช้งานลงไปซึ่งได้ดังนี้

สาย TW คือ สายที่มีสภาพการใช้งานไม่เกิน 250 V 60 C

และสาย THW คือสายที่มีสภาพการใช้งานไม่เกิน 750 V 75 C

ก. ข้อแตกต่างระหว่างสายไฟ TW และสาย THW

1) สภาพการใช้งานสูงสุดไม่เท่ากันสาย TW จะใช้ได้เฉพาะวงจร 1 เฟส ส่วนสาย THW สามารถใช้ได้กับวงจร 3 เฟส

2) สาย THW จะมีฉนวนพีวีซีหนากว่า TW จึงสามารถรับกระแสไฟฟ้าใช้งานได้มากกว่าเมื่อเทียบขนาดที่เท่ากัน

3) สาย THW จะแพงกว่า TW เล็กน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 13

ข้อเปรียบเทียบระหว่างสายไฟฟ้าที่มีตัวนำเป็นทองแดงกับอะลูมิเนียม

คุณสมบัติ	ทองแดง	อะลูมิเนียม
การนำไฟฟ้า	ดีกว่า	เลวกว่า
น้ำหนัก	หนักกว่า	เบากว่า
ราคา	แพงกว่า	ถูกกว่า
ทนต่อการล้าตัว	ทนได้ดีกว่า	ทนได้ไม่ดี
การติดตั้ง	ยากกว่า	ง่ายกว่า

สายไฟฟ้าขนาดใหญ่นั้น โดยส่วนมากจะใช้ตัวนำเป็นอะลูมิเนียม เพราะมีน้ำหนักเบาและมีราคาถูกกว่าทองแดง

ข. การเลือกใช้สายไฟฟ้า

สายไฟฟ้านั้นมีอยู่หลายประเภทด้วยกัน ดังนั้นเราจึงจำเป็นต้องเลือกใช้ให้ได้ขนาดที่เหมาะสมกับงานและให้มีราคาประหยัด แต่ข้อสำคัญคือต้องมีขนาดใหญ่พอสำหรับกระแสไฟฟ้าที่จะใช้เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดความร้อนที่สาย ซึ่งอาจจะทำให้กระแสไฟฟ้าเกิดการลัดวงจร (ไฟฟ้าช๊อร์ต) ซึ่งอาจจะทำให้เกิดเพลิงไหม้ได้

ค. การหาขนาดของสายไฟฟ้า

การคิดขนาดของสายไฟฟ้าที่เหมาะสม โดยจะสามารถหาได้จาก "ค่าของกระแสไฟฟ้า (I) และนำค่าที่ได้ไปเทียบกับตารางของสายไฟฟ้า"

จากสูตร $P = IE$ or $I = P/E$

โดย P = กำลังไฟฟ้าที่ใช้งาน มีหน่วยเป็น วัตต์ (W)

I = กระแสไฟฟ้าที่ใช้งาน มีหน่วยเป็น แอมป์ (Amp)

E = แรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ใช้งาน มีหน่วยเป็น โวลต์ (V)

ง. ชนิดของสายไฟ

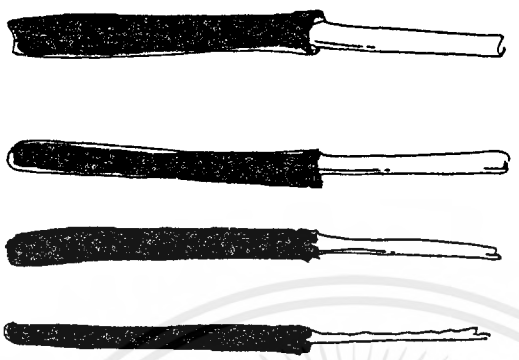
สายไฟโดยทั่วไปมีอยู่ 2 แบบใหญ่ ๆ คือ

1) สายตัน (Solid Conductor) เป็นสายเส้นเดียว อาจเป็นทองแดงหรืออะลูมิเนียมก็ได้มีเพียงเส้นเดียว แข็งตัดให้งอลำบาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 38

แสดงลักษณะของสายดัน



2) สายเกลียว (Stranded Conductor) ประกอบด้วยสายเส้นเดียวหลาย ๆ เส้น ตีเป็นเกลียวเข้าด้วยกัน มีคุณสมบัติอ่อนตัวง่าย

<u>ลักษณะของสายไฟที่ใช้ตามบ้านทั่วไป</u>

สายสำหรับดวงโคม เป็นสายแบบย่อย ๆ หลายเส้น เพื่อต้องการให้ยืดหยุ่นอ่อนตัวได้ง่าย ใช้ฉนวนพวกเทอร์โมพลาสติกหุ้ม

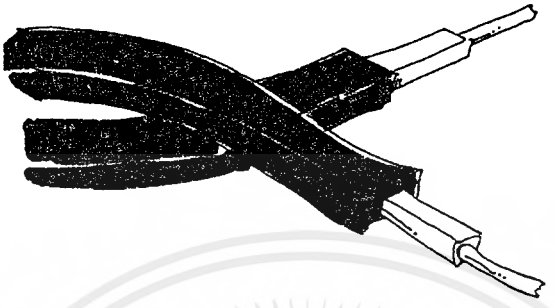
ภาพที่ 39

แสดงสายไฟสำหรับดวงโคม แบบแบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 40

แสดงสายไฟสำหรับดวงโด่ม แบบเกลียว



สายไฟสำหรับเครื่องใช้ไฟฟ้าประเภทเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้ความร้อน เช่น เตารีด เครื่องปิ้งขนมปัง เตาเผา มักจะมีแอสเบสทอสหุ้มรอบ ๆ ภายนอกของสายจะมีด้ายถักหุ้มไว้อีกชั้นหนึ่ง

ภาพที่ 41

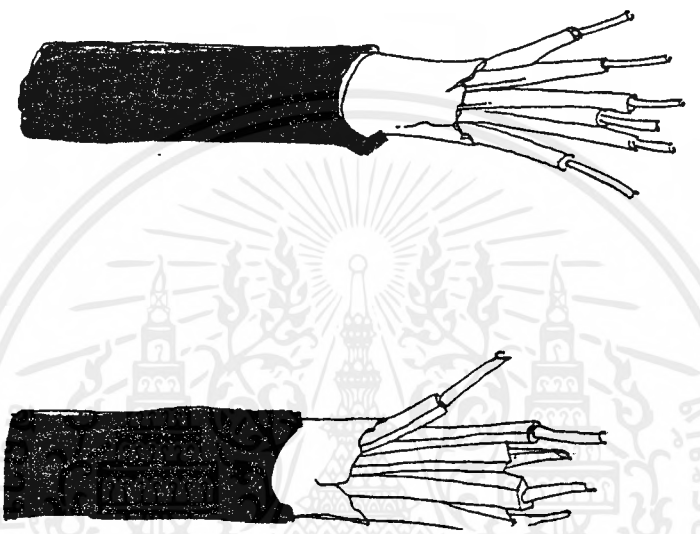
แสดงสายไฟสำหรับอุปกรณ์ประเภทให้ความร้อน

สายไฟสำหรับเครื่องใช้ไฟฟ้าประเภทให้กำลังงาน เป็นสายอ่อนที่นำมาต่อใช้พวกมอเตอร์ขนาดใหญ่ ซึ่งใช้งานหนักรับกระแสมาก ต้องเป็นสายโต เพื่อป้องกันมิให้เกิดความร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

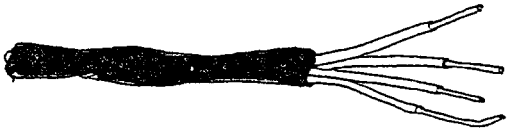
ภาพที่ 42

แสดงสายไฟสำหรับเครื่องกลหนัก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 43
สายไฟแบบอื่น ๆ ที่ใช้ทั่วไป



สายควบคุมอุณหภูมิ ชนิด 4 แถบ

สายควบคุมอุณหภูมิ ชนิด 3 แถบ

สายควบคุมอุณหภูมิ ชนิด 2 แถบ

สายสำหรับ T.V.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สายสำหรับ T.V.

สายโทรศัพท์

สายไมโครโฟน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 44
แสดงสายไฟที่ใช้งานประเภทต่าง ๆ

สายลำโพงวิทยุ

สายเตาอบ

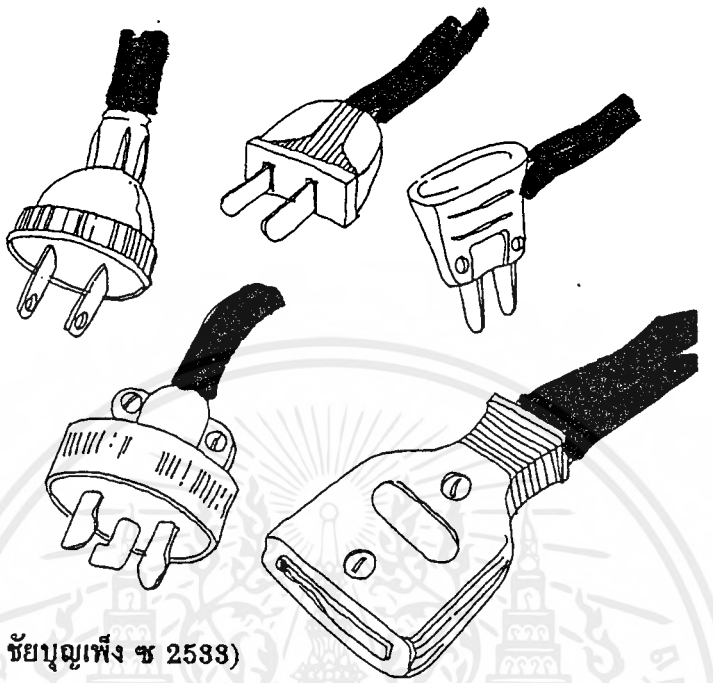
สายสำหรับเครื่องดูดฝุ่น

<u>หมายเหตุ</u> การเลือกสายชนิดใด ประเภทใดต้องพิจารณาให้เหมาะสมกับสภาพเครื่องใช้ไฟฟ้านั้นด้วย โดยมีสิ่งที่ต้องคำนึงเกี่ยวกับสายแรงดันไฟฟ้าเท่าใด กระแสไฟฟ้าเท่าใดอุณหภูมิเท่าใด สภาพบรรยากาศเป็นอย่างไร

ข้อสงวนลิขสิทธิ์ สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 45

แสดงปลั๊กใช้งานแบบต่าง ๆ



2. สกูและตะปู (เกษม ชัยบุญเพ็ง ช 2533)

ขนาดของตะปูไม้ที่ผลิตออกจำหน่ายในประเทศไทยมีตั้งแต่ความยาวขนาด 1/2 ถึง 3 นิ้ว บรรจุในกล่องกระดาษ กล่องละ 144 ตัว เท่ากันทุกขนาด

ภาพที่ 46

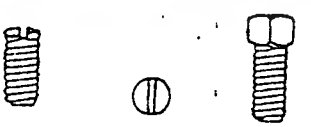
ลักษณะของหัวตะปูควงต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 47
ลักษณะของตะปูควงที่ใช้กับโลหะ

ตะปูควงที่ใช้งานโลหะนั้นเกลียวของตะปูจะละเอียดกว่าตะปูที่ใช้กับไม้ ตะปูควงที่ใช้กับโลหะแผ่นบางอาจมีลักษณะคล้ายตะปูควงไม้ เช่น แบบตะปูควงปลายแหลม (sheet metal gimlet point) ใช้สำหรับโลหะแผ่นเบอร์ 28 ถึง เบอร์ 6 เช่น พวกอะลูมิเนียม หรือแผ่นพลาสติก ตะปูควงที่ใช้กับงานโลหะบางชนิด เช่น ใช้ในส่วนที่ฝังเข้าไปในเครื่องจักร ตะปูขนาดนี้จะไม่มีหัวแต่มีเพียงร่องที่ผ่าเพื่อใช้ในไขควงเข้าไปเท่านั้น ตะปูชนิดนี้เรียกว่า ตะปูปรับแต่ง (set screw) เช่นที่ใช้กับเครื่องยนต์บางส่วน ตัวอย่างเช่น ตัวที่ปรับแต่งคาร์บูเรเตอร์รถยนต์

ภาพที่ 48
ตะปูควงสำหรับปรับแต่งเครื่องยนต์



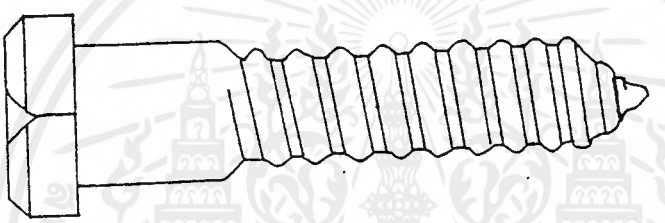
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) นอตเกลียวปล่อย

นอตเกลียวปล่อย (lag bolts) ลักษณะคล้ายตะปูควง แต่ขนาดใหญ่กว่าและหัวเป็นหกเหลี่ยมไม่มีผ่า หัวหกเหลี่ยมสำหรับใช้กุญแจเลื่อนหรือกุญแจปากตายไขไปในเนื้อไม้นอตเกลียวปล่อยใช้ในกรณีที่ต้องการความยึดเหนี่ยวสูงกว่าที่จะใช้ตะปูควง และบางครั้งในไม้เนื้อแข็งถ้าใช้ตะปูควงขนาดใหญ่จะไขด้วยไขควงเข้าไปโดยยาก หากใช้นอกเกลียวปล่อยและขันด้วยกุญแจปากตายจะง่ายกว่า

ภาพที่ 49

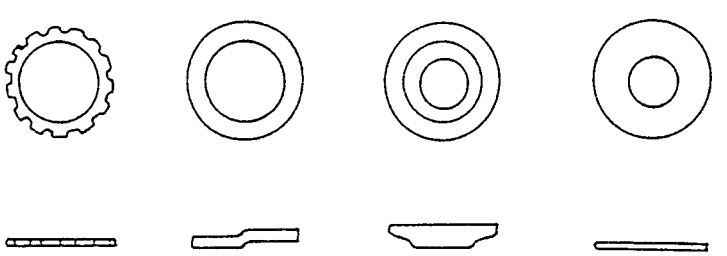
ลักษณะของนอตเกลียวปล่อย



การใช้นอตเกลียวปล่อยบางครั้ง ต้องใช้แหวนรองที่หัวตะปูเพื่อความเรียบร้อย และเพื่อป้องกันไม้ถูกหัวตะปูขูดเป็นรอย วงแหวนที่ใช้มีลักษณะต่าง ๆกัน เช่น วงแหวนเรียบปกติ วงแหวนที่มีส่วนนูนรับตัวนอต วงแหวนที่ตัดขาดจากกัน (เรียกว่าวงแหวนสปิง) วงแหวนที่เป็นรูปหยัก ๆ ที่ส่วนรอบนอกของวงแหวนเพื่อขันให้แน่นเป็นพิเศษ

ภาพที่ 50

วงแหวนชนิดต่าง ๆ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 14

แสดงรายละเอียดของตะปูควง น็อต ที่ใช้ในงานไม้ งานเหล็ก เครื่องจักร

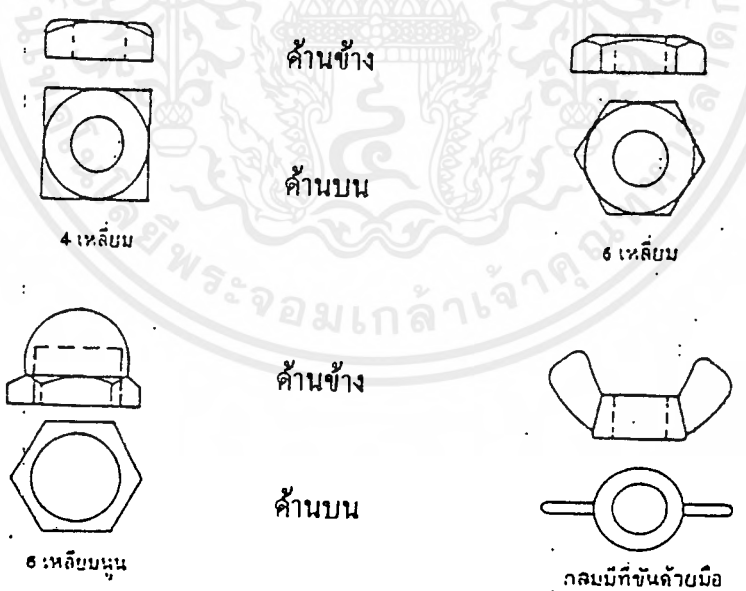
ขนาด ความยาวของตะปูเกลียวนอก (นิ้ว)													
ตะปูควงไม้ ตะปูควงใช้กับงานโลหะ	ขนาด			5/16	3/8	7/16	1/2	9/16	5/8	3/4	7/8	1
	หัวกระทุน / หัวแบน		1/2 - 2 1/1	1/2 - 2 3/4	5/8 - 3	3/4 - 3	3/4 - 4	1 - 4	1 - 4	1 - 4		
	หัวกลมหลื่อน		1/2 - 3 1/2	1/2 - 3 1/2	1/2 - 4	3/4 - 4	3/4 - 4 1/2	1 - 4 1/2	1 - 5	1 1/4 - 5	2 - 6	2 - 6
	หัวสี่เหลี่ยม		3/4 - 3	3/4 - 3 3/4	3/4 - 3 1/2	3/4 - 3 3/4	3/4 - 4	1 - 4 1	1/4 - 4 1/2	1 1/2 - 4 1/2	1 3/4 - 5	2 - 5
	แคล		1/2 - 8	1/2 - 8	3/4 - 12	3/4 - 12	3/4 - 12	3/4 - 24	1 - 30	1 - 30	1 - 30	1 1/2 - 30
	แคลไร้หัวไม้		3/4 - 8	3/4 - 8	3/4 - 12	1 - 12	1 - 12	1 - 20	1 - 20	1 - 20		

แคลสำหรับแคร็องจักร		2	3	4	4	5	6	8	10	12	1/4	5/16	3/8	1/2
ตะปูควงใช้กับเครื่องจักร	หัวกลม / หัวแบน	1/8 - 7/8	1/8 - 7/8	1/8 - 11/2	1/8 - 11/2	1/8 - 2	1/8 - 2	3/16 - 3	3/16 - 6	1/4 - 3	5/16 - 6	3/8 - 6	1/2 - 5	1/4
	หัวพ่าสี่เหลี่ยม / หัวกลมใจ	1/8 - 7/8	1/8 - 7/8	1/8 - 11/2	1/8 - 11/2	1/8 - 2	1/8 - 2	3/16 - 3	3/16 - 3	1/4 - 3	5/16 - 3	3/8 - 3	1/2 - 3	
	หัวกลมแบน				1/4 - 3/4	3/8 - 2	1/8 - 2	3/16 - 2	1/4 - 6		3/8 - 6	3/4 - 6	3/4 - 8	

นอกจากนั้นอุปกรณ์ที่ใช้ร่วมที่สำคัญก็คือ สลักเกลียวและแป้นเกลียว

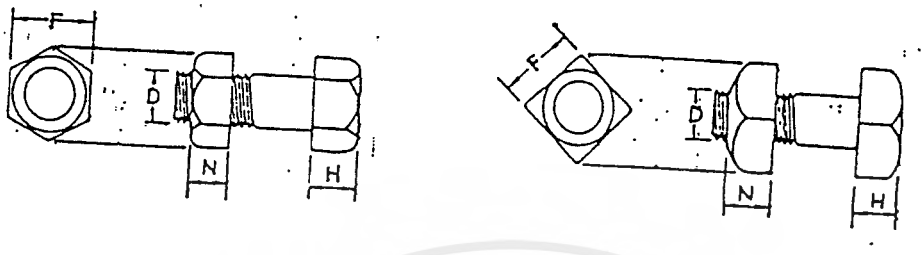
ภาพที่ 51

ลักษณะต่าง ๆ ของแป้นเกลียว



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 52
สลักเกลียวและแป้นเกลียว



ตารางที่11 แสดงส่วนต่าง ๆ ของนอต ช่องที่ 1 แสดงขนาดของสลักเกลียวและแป้นเกลียวช่องที่ 2 เป็นขนาดของมาตรฐานอเมริกันตามปกติ ส่วนช่องที่ 3 เป็นขนาดมาตรฐานอเมริกันที่ใช้งานหนัก

ตารางที่ 14
แสดงส่วนต่าง ๆ ของน็อต

หัวและแป้น		มาตรฐานอเมริกันชนิดธรรมดา	มาตรฐานอเมริกันใช้งานหนัก
หัว	ความสูง , H	2/3 D	3/4 D + 1/16"
	เส้นผ่าศูนย์กลางสั้น , F	11/2 D	11/2 D + 1/8"D
แป้น	ความสูง, N	7/8 D	
	เส้นผ่าศูนย์กลางสั้น , F	11/2 D (D มากกว่า 5/8")	11/2 D + 1/8"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 15

แสดงขนาดมาตรฐานของสลักเกลียวและแป้นเกลียว

เส้นผ่านศูนย์กลาง (นิ้ว)	ลำดับ	สลักเกลียว					เส้นผ่านศูนย์กลาง (นิ้ว)	ลำดับ	แป้นเกลียว				
		หกเหลี่ยม		ความสูง (นิ้ว)	สี่เหลี่ยม				หกเหลี่ยม		ความสูง (นิ้ว)	สี่เหลี่ยม	
		ขนาดเป็นนิ้ว			ขนาดเป็นนิ้ว				ขนาดเป็นนิ้ว			ขนาดเป็นนิ้ว	
		ยาว	สั้น		ยาว	สั้น			ยาว	สั้น		ยาว	สั้น
1/4	มาตรฐานอเมริกันมาตรฐานคา	7/16	3/8	3/16	1/2	3/8	1/4	มาตรฐานอเมริกันมาตรฐานคา	1/2	7/16	1/4	5/8	7/16
3/8		5/8	9/16	1/4	3/4	9/16	3/8		1 1/16	5/8	5/16	7/8	5/8
1/2		7/8	3/4	5/16	1	3/4	1/2		1 5/16	13/16	7/16	1 1/8	13/16
5/8		1 1/16	15/16	7/16	1 5/16	15/16	5/8		1 1/8	1	9/16	1 3/8	1
3/4		1 5/16	1 1/8	1/2	1 9/16	1 1/8	3/4		1 5/16	1 1/8	11/16	1 9/16	1 1/8
7/8		1 1/2	1 5/16	9/16	1 13/16	1 5/16	7/8		1 1/2	1 5/16	3/4	1 13/16	1 5/16
1		1 11/16	1 1/2	5/8	2 1/16	1 1/2	1		1 11/16	1 1/2	7/8	2 1/16	1 1/2
1 1/8		1 15/16	1 11/16	3/4	2 5/16	1 11/16	1 1/8		1 15/16	1 11/16	1	2 5/16	1 11/16
1 1/4		2 1/8	1 7/8	13/16	2 9/16	1 7/8	1 1/4		2 1/8	1 7/8	1 1/8	2 9/16	1 1/8
1 3/8		2 3/8	2 1/16	15/16	2 13/16	2 1/16	1 3/8		2 3/8	2 1/16	1 1/4	2 13/16	2 1/16
1 1/2		2 9/16	2 1/4	1	3 1/16	2 1/4	1 1/2		2 9/16	2 1/4	1 5/16	3 1/8	2 1/4
1 5/8		2 3/4	2 7/16	1 1/16	3 3/8	2 7/16	1 3/8	มาตรฐานอเมริกันมาตรฐานหนา	2 1/2	2 3/16	1 3/8	3	2 3/16
1 3/4		3	2 5/8	1 3/16	3 5/8	2 5/8	1 1/2		2 11/16	2 3/8	1 1/2	3 1/4	2 3/8
1 7/8		3 3/16	2 13/16	1 1/4	3 7/8	2 13/16	1 5/8		2 15/16	2 9/16	1 5/8	3 1/2	2 9/16
2		3 7/16	3	1 5/16	4 1/8	3	1 3/4		3 1/8	2 3/4	1 3/4	3 3/4	2 3/4
2 1/4		3 7/8	3 3/8	1 1/2	4 5/8	3 3/8	1 7/8		3 3/8	2 15/16	1 7/8	4 1/16	2 15/16
2 1/2		4 1/4	3 3/4	1 11/16	5 1/8	3 3/4	2 1/4		4	3 1/2	2 1/4	4 13/16	3 1/2
2 3/4		4 11/16	4 1/8	1 13/16	5 11/16	4 1/8	2 1/2		4 7/16	3 7/8	2 1/2	5 5/16	3 7/8
3		5 1/8	4 1/2	2	6 3/16	4 1/2	2 3/4		4 7/8	4 1/4	2 3/4	5 13/16	4 1/4
							3		5 1/4	4 5/8	3	6 3/8	4 5/8
							3 1/4		5 11/16	5	3 1/4	6 7/8	5
							3 1/2		6 1/8	5 3/8	3 1/2	7 3/8	5 3/8
							3 3/4		6 9/16	5 3/4	3 3/4	7 7/8	5 3/4
							4		7	6 1/8	4	8 7/16	6 1/8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เหล็ก (Steel) (ประมวล ใจสะอาด : 2525)

แร่เหล็กพบอยู่มากมากหลายแห่งในโลก ประกอบกับการถลุงเหล็กก็กระทำได้ไม่ยากนัก เครื่องจักร เครื่องมือ ตลอดจนอุปกรณ์ทางช่างกลต่าง ๆ ส่วนมากทำด้วยเหล็กทั้งเส้น เหล็กกล้าเป็นโลหะที่ใช้งานมากกว่าโลหะอื่น ๆ รวมกัน แม้ว่าเหล็กกล้าจะสามารถหล่อลงแบบให้มีรูปร่างต่าง ๆ ที่สลับซับซ้อนได้โดยตรงก็ตามแต่ส่วนมากจะหล่อเหล็กกล้าเป็นแท่ง (Ingot) ไว้ใช้สำหรับนำไปทำท่อเหล็กเส้น เหล็กแผ่น หรือรูปร่างอื่นต่อไปเหล็กกล้าสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิดใหญ่ ๆ คือ

1. เหล็กกล้าธรรมดา (Plain Carbon Steels)
2. เหล็กกล้าผสม (Alloy Steels)

เหล็กกล้าสามารถแบ่งแยกประเภทได้ตามจำนวนธาตุต่าง ๆ ที่ผสมอยู่ภายในคาร์บอนเป็นธาตุที่มีความสำคัญมากที่สุด เหล็กกล้าชนิด เหล็กกล้าธรรมดา จะมีเนื้อเหล็กและคาร์บอนเป็นธาตุ เหล็กเหล็กกล้าชนิดนี้จะแยกเป็นรหัส เช่น 10xx เลขสองตัวแรกจะหมายถึงเป็นเหล็กกล้าชนิดเหล็กกล้าธรรมดา เลขตัวที่ 3 และ 4 หมายถึง ส่วนผสมของคาร์บอนคิดเป็นเปอร์เซนต์ 1/100 เช่น 1035 steel หมายถึง เหล็กกล้าธรรมดาซึ่งมีคาร์บอนผสมอยู่ 0.35% นอกจากนี้อาจมีคุณสมบัติธาตุอื่น ๆอีกแต่มีปริมาณน้อยมากซึ่งไม่มีผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพของเหล็ก

1.1 เหล็กกล้าธรรมดา เป็นเหล็กที่มีคาร์บอนเพียงอย่างเดียวเป็นส่วนผสมที่สำคัญ แต่โดยทั่วไปแล้วมีแมงกานีส ซิลิคอน ซัลเฟอร์ และฟอสฟอรัสผสมอยู่เล็กน้อย เหล็กกล้าธรรมดา คือ เหล็กที่อาจมีแมงกานีสผสมได้ไม่เกิน 1.55% ซิลิคอน 0.6% ทองแดง 0.6% นอกจากนั้นแล้วอาจจะมีธาตุอื่น ๆ ที่มีปนอยู่เล็กน้อย

<u>เหล็กกล้าธรรมดาสามารถแบ่งย่อยออกได้ไปอีก 3 ประเภท อย่างกว้าง ๆ คือ</u>

1) เหล็กที่มีเปอร์เซนต์คาร์บอนต่ำ (Low carbon steels) หมายถึง เหล็กมีส่วนผสมของคาร์บอนต่ำกว่า 0.2%

<u>ประโยชน์</u>

เหล็กกล้าชนิดที่มีเปอร์เซนต์คาร์บอนต่ำ จำถูกนำไปใช้สำหรับทำเส้นลวด เหล็กหน้าต่าง ๆ เช่น เหล็กฉาก เหล็กตัวซี เหล็กตัวไอ เป็นต้น และใช้ทำชิ้นส่วนเครื่องจักร เช่น สกูร นอต และสลักเกลียวต่าง ๆ เหล็กกล้าชนิดที่มีเปอร์เซนต์คาร์บอนปานกลาง จะถูกนำไปใช้สำหรับทำราวเหล็กทำขวานทำเฟือง และชิ้นส่วนที่ต้องการความแข็งแรงสูง เหล็กกล้าชนิดที่มีเปอร์เซนต์คาร์บอนสูงจะนำไปใช้ทำมีดต่าง ๆ เช่น มีด ครก สว่าน ดอกทำเกลียว และงานที่ต้องทนต่อการเสียดสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 เหล็กกล้าแบบผสมซึ่งมีประมาณ 15% ของเหล็กกล้าที่มีผลิตได้ทั้งหมดจะถูกนำไปใช้งานเฉพาะอย่างเพราะมีคุณสมบัติพิเศษ แตกต่างจากเหล็กกล้าแบบอื่น ๆ ถึงแม้ว่าเหล็กกล้าผสมจะมีคุณสมบัติไม่ครบถ้วนเหมือนกันแต่ก็จะพอจะสรุปคุณสมบัติต่าง ๆ ได้ดังนี้ คือ

1) นำไปปรับปรุงความเหนียวได้โดยไม่ทำให้ค่าความแค้นแรงดึงต่ำลง
2) สามารถนำไปทำให้แข็งโดยการจุ่มน้ำมัน หรือ อากาศแทน การจุ่มน้ำได้ ทำให้มีโอกาสแตกหรือบิดงอมีน้อย
3) สามารถปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพ ณ อุณหภูมิสูง ๆ ได้
4) สึกหรอถูกกัดกร่อนได้น้อย ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับส่วนผสม
5) มีคุณสมบัติทางโลหะวิทยาที่ดี เช่น มีเม็ดเกรนละเอียด

<u>เหล็กกล้าผสมสามารถแบ่งย่อยไปได้อีก 2 ประเภท ดังนี้</u>

Low alloys ส่วนผสมต่าง ๆ รวมกันน้อยกว่า 8.0 %

High alloys ส่วนผสมต่าง ๆ รวมกันมากกว่า 8.0 %

<u>ประโยชน์</u>

เหล็กกล้าผสมเป็นเหล็กที่มีธาตุอื่น ๆ ผสมอยู่นอกจากคาร์บอนที่สำคัญมีโครเมียม นิกเกิล โมลิบดัม ทังสเตน วาเนเดียม แมงกานีส ฯลฯ สามารถแบ่งเป็น 6 ชนิด ใหญ่คือ

ก) เหล็กกล้าที่มีผสมต่ำและทนแรงดึงสูง
ข) เหล็กกล้าใช้ทำชิ้นส่วนเครื่องจักร
ค) เหล็กกล้าทำเครื่องมือ
ง) เหล็กสแตนเลส
จ) เหล็กใช้ทำอุปกรณ์ไฟฟ้า

การทำเส้นลวด เหล็กเส้น เหล็กแผ่น ท่อเหล็ก หรือเหล็กรูปต่าง ๆ ทำได้โดยการนำเอาแท่งเหล็กกล้าไปเผาให้ร้อนแล้วนำไปรีด นำไปอัด หรือนำไปดึงให้ได้รูปต่าง ๆ ตามที่ต้องการ แท่งเหล็กกล้านี้จะหล่อไว้เป็นแท่ง ๆ ในแบบ แบบที่หล่ออาจจะเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า สี่เหลี่ยมจัตุรัสหรือหน้าตัดรูปวงกลมก็ได้น้ำหนักของเหล็กแท่งอาจจะมีตั้งแต่ 300 ปอนด์ ถึง 25 ตัน

1.3 อลูมิเนียม ถ้าใช้ชนิดบริสุทธิ์เกิดการอ่อนตัวมากควรใช้ชนิดผสมกับธาตุอื่น ๆ เพราะมีกำลังดีมากมีน้ำหนัก 1/3 ของเหล็ก กำลังของอลูมิเนียมที่ผลิตใช้ทั่วไปมีแรงประลัยถึง 2,900 กก. ต่อชั่วโมง แรงปลอดภัยใช้ 1,050 กก./ชม. คุณสมบัติทางความยืดหยุ่นประมาณ 1/3 ของเหล็ก ถ้ามีขนาดเท่ากับอลูมิเนียมจะอ่อนตัวมากกว่าเหล็กถึง 3 เท่า ดังนั้นจึงต้องเลือกใช้หนาลึกมากขึ้น พวกหน้าตัดบาง ๆ ต้องป้องการโก่งเฉพาะแห่ง LOCALBUCKING โดยเฉพาะตัวตั้ง WED อาจเสียหายได้ง่าย ควรให้หน้าตัดพวกมีปีกอื่น FAANG หรือมีหน้าตัดอ้วนสำหรือมีหน้าตัดเป็นรูปกลม หรือมีปลายยื่นเป็นตุ่มหรือปุ่มปม ก่อนจะเกิดการเสียหาย อลูมิเนียมมีการยืดตัวเพียงเล็กน้อย มีการแปรรูปพลาสติกน้อย ทนสนิมได้ดีการยืดตัวมากเป็น 2 เท่าของเหล็กต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เตรียมป้องกันการยืดตัวเนื่องจากอุณหภูมิสร้างกว้างมากๆ ๆ มีอัตราส่วนระหว่างน้ำหนักตายตัวน้ำหนักบรรทุกมากก็ใช้ได้ โครงพวกที่มีความมั่งคงตัวดีอยู่แล้วพวกต้องรับแรงบิด (TURSIOU) มากพวกโครงท่อนสั้น ๆ บรรทุกน้ำหนักน้อย . พวกโครงสร้างเป็นตารางรับน้ำหนัก (GRID STRUCTURE) ใช้อลูมิเนียมได้ดี

ก. โลหะผสมอลูมิเนียม

ถ้าเราผสมโลหะอื่น เช่น ทองแดง แมกนีเซียม ซิลิคอน แมงกานีส ลงไปในอลูมิเนียมจะได้โลหะผสมอลูมิเนียมที่มีความแข็งแรงสูง แต่เปลี่ยนรูปได้ง่ายและการเป็นสื่อนำไฟฟ้าที่ดีอันเป็นคุณสมบัติของอลูมิเนียมบริสุทธิ์จะเสื่อมไป โลหะผสมอยู่ด้วยจะสามารถชุบให้แข็งได้ ในการนี้จะทำให้ชนิดนี้มีความคงทน เท่ากับเหล็กเหนียวอย่างดี

โลหะผสมอลูมิเนียมแบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ

ก) โลหะผสมเหนียวใช้ทำวัสดุกึ่งสำเร็จโดยการรีด

ข) โลหะผสมหล่อใช้ทำวัสดุกึ่งสำเร็จ โดยการหล่อ

โลหะผสมอลูมิเนียมอย่างเหนียวใช้รีด หรือดึงเป็นแผ่น แถบ แห่งละท่ออลูมิเนียมตาม 1783-84 และ 1795-97 ขนาดของวัสดุกึ่งสำเร็จรูปเหล่านี้ถูกจัดเข้ามาตรฐานตามด้วยโลหะผสมอลูมิเนียมหล่อจะถูกหล่อให้เป็นชิ้นส่วนต่าง ๆ โดยใช้แบบหล่อทราย แบบหล่อถาวร และแบบหล่ออัด ในการหล่อแบบถาวร เราเทโลหะที่หลอเหลวลงบนที่ทำด้วยเหล็กหล่อชิ้นส่วนที่ได้จากการหล่อชนิดนี้ มีขนาดแน่นอนกว่า และมีความคงทนสูงกว่าชิ้นที่ทำด้วยเหล็กเหนียว ซึ่งถูกทำให้มีขนาดที่แน่นอนลักษณะภายนอกของโลหะผสมอลูมิเนียม คือ มีสีขาวเงิน เราอาจทราบชนิดของโลหะที่ใช้อลูมิเนียมได้โดยการตรวจสอบโดยใช้วิธีทำผิวด้วยน้ำยา (TEST BY SPOTMETHED) อลูมิเนียม AI NG จะถูกกัดเป็นสีขาวรอยสีดำที่สีของโลหะผสม AL CU NG จะสามารถลบให้หายได้ใช้กรดดินประสิว ในการทำงานกับชิ้นส่วนที่ทำด้วยโลหะผสมอลูมิเนียมจะต้องใช้ความระมัดระวัง เนื่องจากผิวของโลหะชนิดนี้ถูกขูดขีดเป็นรอยได้ง่ายถึงแม้โลหะเหนียมผสมอลูมิเนียมจะต้องใช้ความระมัดระวังและมีความคงทนสูงแต่ก็สามารถเผาให้อ่อนตัวและใช้งานดัด เดาะปาด และมีดัดได้ ในการดัดจะต้องรองปากกาด้วยชิ้นอลูมิเนียม ขัดตรงรอยที่ตัดด้วยดินสออย่าใช้เหล็กขีดเพราะจะทำให้เป็นรอยลึกเวลาดัดจะทำให้เป็นรอยลึกเวลาดัดจะทำให้โลหะฉีก

แผ่นโลหะผสมอลูมิเนียมที่ใช้ในงานดัดหรือหักทบ ควรจะมีความหนาเท่ากับรัศมีของส่วนโค้งที่ดัด ทั้งนี้เพื่อป้องกันการฉีกขาดในการดัดเขาใช้ฆ้อนที่ทำด้วยไม้ยาง หรือโลหะเบา ท่อโลหะจะถูกเผาให้ร้อนแดงก่อนการดัด หรือดัดกับแบบที่ทำไว้ แผ่นโลหะขึ้นรูปจะถูกเผาให้ร้อนแดงก่อนการดัดและจะถูกบรรจุด้วยทรายหรือโดโรโฟเนียม จนเต็มและใช้ดัดกับไม้สำหรับดักหรือดัดกับแบบที่ทำไว้ แผ่นโลหะขึ้นรูปจะถูกเคราะแต่งด้วยฆ้อนสำหรับเคาะแต่งโดยใช้เหล็กที่ขัดเรียงรองในการตีแผ่นโลหะเป็นรูปต่าง ๆ เขาใช้ไม้หรือที่เป็นรูปกลม และใช้รองกับแท่งสำหรับตี ถุงทรายหรือที่เป็นรูปกลม และใช้รองกับแท่งสำหรับตี ถุงทราย หรือแบบไม้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการตะไบชิ้นโลหะผสมอลูมิเนียม เราใช้ ตะไบชนิดเดียวกันกับที่ใช้เหล็ก ในการตะไบขั้นต้นเขามักจะใช้ตะไบสำหรับโลหะเบา ตอนสว่านสำหรับโลหะเบามีมากมีมุมเกลียว 40-45 (สำหรับเหล็ก 28 องศา) ปลายสว่านจะถูกฝนให้มุม 140 องศา ในการเจาะสามารถใช้ความเร็วในการเจาะได้สูงกว่าเหล็ก

โดยการฉาบผิวด้วยไฟฟ้า โดยการอัดผิวโลหะอื่น ๆ จะทำให้โลหะผสมอลูมิเนียมชนิดต่าง ๆ มีความคงทนต่อการผุกร่อนดีขึ้น การฉาบผิดด้วยไฟฟ้าตามขบวนการ ELOMA (ELEKTRISHE OXYDIETES ALUMINIUM) คือการใช้ไฟฟ้าทำให้เกิดชั้นออกไซด์ขึ้นที่ผิดของโลหะซึ่งจะทำให้หนากว่า ออกไซด์ที่เกิดขึ้นเองวิ้นออกไซด์นี้จะแข็งและคงทนต่อดินฟ้าอากาศได้ดี การอัดด้วยโลหะแผ่น โดยมากทำกับโลหะอลูมิเนียม AL CU NG เขาใช้อลูมิเนียมบริสุทธิ์แผ่นบาง ๆ หรือโลหะผสมชนิดที่ไม่มีทองแดงเจือปนอยู่ อัดกรีลงไปบนโลหะผสมอลูมิเนียมในสภาพที่ร้อน

ข. คุณสมบัติของอลูมิเนียม

ลักษณะภายนอกของอลูมิเนียม คือ สีขาวเงิน น้ำหนักเบา ความหนาแน่น 27 กก./มม. (หนักกว่าประมาณ 2 เท่า) ตรงผิวของอลูมิเนียมเป็นโลหะที่ทนต่อการผุกร่อน กรดอินทรีย์ทุกชนิดนอกจากกรดดินประสิวที่มีปฏิกริยาต่ออลูมิเนียมอย่างรวดเร็ว กรดอินทรีย์ เช่น กรดมะนาว กรดน้ำส้ม ไม่มีปฏิกริยาต่ออลูมิเนียม ดังนั้นอลูมิเนียมจึงใช้ได้ดีในการทำภาชนะสำหรับหุงต้ม

ในการประกอบชิ้นส่วนที่ทำด้วยอลูมิเนียม หรือโลหะอลูมิเนียม หรือโลหะผสมอลูมิเนียมกับโลหะ เช่น ทอง แดง หรือเหล็ก มักทำให้โลหะอลูมิเนียมเสียตรงต่อ เมื่อเวลาเกิดความชื้น จะเกิดกระแสไฟฟ้าไหลผ่านซึ่งทำให้โลหะอลูมิเนียมผุกร่อนวิธีป้องกันโดยบุตรงรอยต่อนั้น ด้วยฉนวนเสียก่อนอลูมิเนียมเป็นโลหะที่มีความคงทนต่อแรงดึงต่ำ ประมาณ 7-18 กก./มม. เท่านั้น โดยง่ายเราสามารถเจาะหรือกลึงชิ้นส่วนที่ทำด้วยอลูมิเนียมได้ง่ายและรวดเร็วกว่าเหล็ก เพราะเครื่องกลึงเครื่องเจาะสามารถทำงานได้ด้วยอัตราเร็วสูง

อลูมิเนียมเป็นโลหะที่มีความคงทน และแข็งแรงน้อยจึงไม่ค่อยมีใช้ในรูปของวัสดุโครงสร้างคุณสมบัติของอลูมิเนียมจะดีมากเมื่อผสมโลหะลงไป อลูมิเนียมเป็นโลหะที่อ่อน พื้นผิวจึงไม่ทนต่อการกระทบกระแทก วัสดุกึ่งสำเร็จที่ทำจากอลูมิเนียม เช่น แผ่นอลูมิเนียม ท่ออลูมิเนียม ท่ออลูมิเนียมขึ้นรูป จึงต้องมีการป้องกันการขูด และกันการกระทบกระแทก เวลาในการจัดวางแผ่นอลูมิเนียมในโกดังเก็บควรจะวางตั้งให้เอียงเป็นมุมประมาณ 75 องศา เวลาดึงออกมาใช้จะได้มีแต่ขอบเท่านั้นที่จะเสียดสีกัน ถ้าเราตั้งเป็นมุมฉากกับพื้นเวลาดึงออกมาแผ่นโลหะก็จะเสียดสีทั้งแผ่น อาจจะเกิดเป็นรอยขีดได้ ท่ออลูมิเนียมและแท่งอลูมิเนียมก็เหมือนกันควรวางไว้ให้ตั้งกับพื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โลหะอลูมิเนียมสามารถตี อัด เคาะ ดึง และตีอัดพิมพ์ได้ และอัดยึดให้เป็นรูปต่าง ๆ ได้ในสภาพที่เย็น จากการทำชิ้นส่วนในสภาพที่เย็น จะทำให้อลูมิเนียมแข็งขึ้นโดยการเผาให้ร้อนและเย็นโดยรวดเร็วในอุณหภูมิประมาณ 350-500 องศา จะทำให้อลูมิเนียมอ่อนเหมือนเดิม และสามารถดึงหรือดัดได้ต่อไป ในการทำชิ้นส่วนที่ปิดหัก และมีแง่มุมต่าง ๆ จะต้องเผาให้อ่อนตัวหลาย ๆ ครั้ง สำหรับโลหะอลูมิเนียมทำได้บ่อยครั้ง โดยไม่จำกัดในการตัดให้ตรงเราวางอลูมิเนียมไว้บนไม้ หรือแผ่นเหล็กที่ผิวเรียบมีขอบที่ถูกมแล้ว อลูมิเนียมเป็นโลหะที่สามารถใช้ในงานเชื่อมได้บัดกรีแข็งและติดกาวที่ทำขึ้นจากวัสดุสังเคราะห์

ค. สแตนเลส (Stainless Steel)

เหล็กสแตนเลส เป็นโลหะเปลือยประเภท Ferrous Metal ซึ่งมีส่วนผสมประกอบด้วยเหล็ก โครเมี่ยม นิเกิล และธาตุอื่น ๆ อีกเล็กน้อย เหล็กสแตนเลส มีหลายชนิดสามารถที่จะเลือกใช้ได้ให้เหมาะสมกับความต้องการโดยปกติของผิวของเหล็กสแตนเลสจะมีคล้ายเงิน และมีลักษณะเป็นมัน

เหล็กสแตนเลสนิยมใช้ทำเครื่องมือวิทยาศาสตร์ ภาชนะใส่อาหารหรืองานเกี่ยวกับสถาปัตยกรรมอย่างละเอียดที่ต้องการความสวยงามใช้ได้ดีทั้งภายนอกและภายในอาคาร โดยไม่ต้องมีการทาสี หรือเคลือบผิว เพื่อป้องกันการกัดกร่อนด้วยวัสดุอื่น ๆ ทั้งสิ้น คุณสมบัติทางกายภาพของเหล็กสแตนเลสก็เหมือนโลหะชนิดอื่น ๆ ขึ้นอยู่กับส่วนผสมของธาตุต่าง ๆ ที่ผสมลงไปขณะที่ยังหลอมละลายอยู่ ซึ่งต้องระมัดระวังการควบคุมอุณหภูมิ และบรรยากาศของก๊าซต่าง ๆ ด้วย ธาตุต่าง ๆ ที่ผสมเข้าเป็นเหล็กสแตนเลสได้แก่

1) นิเกิล จะเพิ่มความแข็งแรง ความเหนียว ป้องกันการกัดกร่อนเพิ่มความยืดตัวในขณะตัดโค้งไม่ให้สึกหรอหรือแตกร้าวได้ง่าย

2) โครเมี่ยม จะเพิ่มความต้านทานการกัดกร่อน ความแข็งแรง และสามารถทนต่อแรงดึงได้สูง

3) วานาเดียม จะเพิ่มความเหนียวให้กับเหล็กสแตนเลส

4) โมลิบดินั่ม และ โลลัมเบียน จะต้านทานการกัดกร่อน

5) คิตาเนียม และ แมกนีเซียม จะทำให้เหล็กสแตนเลสมีน้ำหนักเบาเหล็กสแตนเลสมีอยู่หลายชนิด ขึ้นอยู่กับส่วนผสมของธาตุต่าง ๆ ที่กล่าวมาแล้วโดยทั่วไป จะมีส่วนผสมหลัก คือ เหล็ก (Fe) นิเกิล (NI) และโครเมี่ยม (CT)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ง. เหล็กสแตนเลสแบ่งเป็นประเภทใหญ่ ๆ ได้ 3 ประเภท ตามชนิดของโครงสร้างซึ่งได้แก่

1) Austenitic Stanless Steel จะประกอบไปด้วยส่วนผสมของธาตุโครเมี่ยม 18% และธาตุอื่น ๆ ผสมอีกประมาณ 2-4%

2) Martensitic Stainless Steel จะประกอบไปด้วยส่วนผสมของธาตุโครเมี่ยมอยู่ระหว่าง 17-27% และมีส่วนผสมของธาตุคาร์บอนค์อีกไม่เกิน เหล็กสแตนเลสประเภทนี้จะมีคุณสมบัติอ่อนและเหนี่ยวมาก

3) เหล็กสแตนเลสประเภท Martemsotoc & Ferritic จะจัดอยู่ในหมู่ 400 และมีคุณสมบัติความเป็นแม่เหล็กสูงมาก เหล็กสแตนเลสเป็นโลหะที่มีราคาแพง แต่อายุการใช้ยาวนานมากทนต่อการกัดกร่อนได้ดีและเสียค่าบำรุงรักษาถูกอีกด้วย เมื่อเทียบกับโลหะอื่น ๆ ดังนั้นในการทำงานควรเลือกเหล็กสแตนเลสให้เหมาะสมกับการทำงาน

จ. **ข้อควรพิจารณาเบื้องต้น** เหล็กสแตนเลสเช่นเดียวกับวัสดุอื่นที่ใช้ในการผลิตค้านทุนการใช้เหล็กสแตนเลสเป็นวัตถุดิบในการผลิตนั้น จะผันแปรไปตามแบบที่ออกมาค้านทุนในการผลิตจะมีราคาสูงสำหรับงานประณีตพิถีพิถันหรือมีลักษณะง่าย ๆ หรือมีการออกแบบเป็นมาตรฐาน ดังนั้นโครงสร้างของการออกแบบสิ่งที่ทำการผลิตด้วยเหล็กสแตนเลสจึงมีราคาต้นทุนที่ค่อนข้างสูง คำแนะนำต่อไปนี้จะอำนวยให้ผู้ออกแบบสามารถทำการออกแบบผลิตภัณฑ์ซึ่งทำด้วยเหล็กสแตนเลสได้อย่างประหยัดลงโดย

1) การออกแบบชิ้นส่วนตอนที่มีลักษณะเป็นช่วง ควรออกแบบให้มีลักษณะสามารถทำการผลิตได้โดยการใช้เทคนิคง่าย ๆ เช่นเดียวกับการผลิตงานโลหะ ธรรมดางานที่มีลักษณะโค้งหรือแนวตรงย่อมทำการขึ้นรูปได้โดยง่ายควรหลีกเลี่ยงการออกแบบงานที่มีลักษณะโค้งไปมาในระยะสั้น ๆ หรือ Gogs ซึ่งทำให้เกิดการผลิตทำได้ยาก

2) การใช้วัสดุให้มีขนาดประหยัดลง เนื่องจากการวิจัยจากตัวอย่างของแผ่นเหล็กสแตนเลสได้พบง่าย มีความต้านทานต่อแรงดึงได้มากกว่าแผ่นอลูมิเนียม ถึง 3 เท่า ข้อดีจากคุณสมบัตินี้ในการใช้ลดขนาดของวัสดุลงได้

3) ความหนาของโลหะอาจลดลงได้ โดยการออกแบบรูปร่าง หรือลักษณะของชิ้นส่วนต่าง ๆ หรือโดยการใช้ลักษณะของโครงสร้างวัสดุให้เป็นประโยชน์หรือได้จากการใช้แผ่นโลหะที่ผลิตด้วยกรรมวิธีอัดในแบบบริเวณที่มีหน้ากว้าง

4) ควรออกแบบให้เหมาะสมกับคุณสมบัติของความแข็งแรงของวัสดุที่ใช้

5) ในกรณีใดที่สามารถทำได้ ควรออกแบบให้ชิ้นงานนั้นสามารถใช้กับชิ้นส่วนหรือวัสดุที่มีจำหน่ายอยู่ในท้องตลาดแล้ว เพราะการใช้ชิ้นส่วนที่ต้องทำนั้นย่อมมีราคาแพงกว่าธรรมดา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหล็กสแตนเลสสามารถทำการเชื่อมได้ และมีคุณสมบัติไม่เหมือนวัสดุอื่น ๆ หลายชนิดที่บริเวณขั้นตอนของงานเหล็กสแตนเลสสามารถทำการผสมได้ให้เกิด ความกลมเกลือนในรูปร่างให้เข้ากันได้ เมื่อทำการขัดหรือตบแต่งให้ดี การใช้วิธีเชื่อม แบบเชื่อมแก๊ส จะทำให้เกิดตำหนิขึ้นเพียงเล็กน้อย และถ้าหากทำการตกแต่งจะช่วยลบร่องการเชื่อม

ฉ. ไฟเบอร์กลาส

ไฟเบอร์กลาสหรือพลาสติกเสริมกำลังด้วยใยแก้ว (GIASS FIBER REINFORCE PLASTIC) (FRP. GRP.) เป็นวัสดุใหม่ที่เกิดจากการปรับปรุงทางด้านการเสริมความแข็งแรงของพลาสติกให้ใช้งานได้ทัดเทียมกับโลหะมีความแข็งแรงและเหนียวเสริมอยู่ในเนื้อเดียวกัน โดยนำใยแก้ว (GLASS FIBER) ซึ่งมีลักษณะอ่อนนุ่ม แต่เหนียวทั้งทนการผุกร่อนได้ดีทนความร้อนสูงเป็นฉนวนไฟฟ้า และทนสารเคมี มาเป็นตัวเสริมกำลัง ส่วนพลาสติกที่นำมาใช้เป็นเนื้อต้องเป็นชนิดที่มีความแข็งแรงมากซึ่งถ้าไม่มีการเสริมกำลังจะเปราะดังนั้น จึงเลือกพลาสติกประเภทเทอร์โมเซ็ทติ้งมาใช้งาน ได้แก่พวกโพลีเอสเตอร์ อีพอกซี่ โพลียูเรเทน เป็นต้น พลาสติกพวกนี้เป็นพลาสติกเหลวซึ่งภายหลังจากผสมกับตัวทำปฏิกริยา (CATALYST) แล้วจะเกิดปฏิกริยา เรียกว่า โพลีเมอร์ไรเซชั่น มีความร้อนเกิดขึ้นสูงถึงเกือบ 200 ซ. แล้วจะเปลี่ยนสภาพเป็นพลาสติกแข็งและจะไม่คืนรูปอีก

(พิชิต เลียบพิพัฒน์ : 2536) ไฟเบอร์กลาส สามารถนำไปใช้ประโยชน์ด้านต่าง ๆ อย่างกว้างขวาง เช่น เรือ ถัง บรรจุของเหลว ท่อไซโลเก็บเมล็ดพืช วัตถุดิบในอุตสาหกรรมและอาหารสัตว์ แผ่นหลังคาแผงกันแดด และแผงประดับในอาคารทันสมัย เฟอร์นิเจอร์ตุ๊กตาเด็กเล่น ในสวนสนุก ๆ ไฟเบอร์กลาสมีปเทียบกับชิ้นส่วนหรือโครงสร้างที่เป็นหลัก และที่สำคัญคือ เทคนิคในการทำไม่ยุ่งยากมากลงทุนในเรื่องเครื่องมือ และอุปกรณ์ต่ำ เหมาะสำหรับจัดทำเป็นอุตสาหกรรมในครอบครัวแล้วจึงว่าขยายเป็นอุตสาหกรรมขนาดเล็กหรือขนาดกลางต่อไปวัสดุที่ประกอบกันเป็นไฟเบอร์กลาส ได้แก่

1) ไฟลีเอสเตอร์เรซิน (POLYESTER RESIN) เป็นพลาสติกเหลวใช้ทำเป็นเนื้อผลิตภัณฑ์มีหลายชนิดแล้วแต่การใช้งาน

2) โมโนสไตรีน (MONOSTRYRENE) เป็นตัว MONOMER ใช้ผสมลงในโพลีเอสเตอร์เรซีน และเจลโค๊ต เพื่อให้เหมาะสมเหลวมากขึ้นสะดวกต่อการทำงาน เช่น พ่นหรือทา อัตราส่วนผสม ประมาณ 10-12%

3) ตัวทำปฏิกิริยา (CATALYST หรือ HARDNESS) สำหรับทำให้เกิดปฏิกิริยากับพลาสติกแข็งแหลวให้แข็งตัว ที่นิยมใช้ คือ MATHYL ETHYL KETONE PEROXIDE CYDONOX หรือ CYDONEXANONE เป็นตัวทำปฏิกิริยาเป็นของเหลวใสไม่มีสีกลิ่นคล้ายน้ำส้มสายชู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) ตัวเร่งปฏิกิริยา (ACCELERATOR-PROMOTOR) ช่วยการเร่งการเกิดปฏิกิริยาให้เร็วขึ้น ที่นิยมใช้คือ โคบอลท์ (COBALT-NAPHTHENATE) เป็นของเหลวใสสีม่วงปริมาณที่ใช้ 4-6%

5) ใยแก้ว (GLASS FIBER) เป็นตัวเพิ่มความแข็งแรงให้กับโพลีเอสเตอร์เรซินในทางรับแรง หลายชนิด เช่น เส้นยาว (ROVING) เส้นสั้น (CHOPPED STAND) แบบรีดเป็นผืน (MAT) แบบถักเป็นผืน (FABRIC)

6) เจลโค๊ล (GEL COAT) เป็นโพลีเอสเตอร์เรซินที่ผสมพิเศษมีความข้นและเหนียวกว่าเรซินธรรมดา สำหรับเคลือบเป็นผิวหน้าชิ้นงานให้เกิดความเรียบ

7) แม่สี (PIGMENT) เป็นสีที่ผสมลงในเจลโค๊ตหรือเรซิ่นให้ชิ้นงานสวยงาม

4. กรรมวิธีการประกอบชิ้นงาน การต่อหรือประสานวัสดุชิ้นงานเข้าด้วยกันผลิตภัณฑ์ที่ต้องการประกอบเข้าด้วยกันตั้งแต่สองชิ้นหรือมากกว่า โดยปกติการยึดติดกันนั้นสามารถใช้กรรมวิธีการต่าง ๆ ได้ดังนี้ (สาคร คัณธโชติ : 2528)

4.1 การเชื่อม (Welding) เป็นกรรมวิธีการต่อชิ้นงานให้ติดกันโดยการให้ความร้อนแต่วัสดุชิ้นงานจนหลอมละลายติดกันหรือเติมลวดเชื่อม นอกจากนี้อาจใช้แรงอัดเข้าแบบของการเชื่อม ถ้าเรียกตามลักษณะที่เชื่อมจะมีแบบราบแนวระดับ (Horizontal) และแนวตั้ง (Vertival) โดยมากจะเลือกใช้การเชื่อมแนวราบ เป็นอันดับแรก แบบแนวระดับ (horizontal) และแนวตั้ง (Vertical) เป็นอันดับที่สองและสามตามลำดับ แต่ถ้าเรียกตามชนิดของเชื่อม ที่สำคัญจะมีอยู่เพียง 2 ชนิดคือ

1) การเชื่อมแบบต่อชน (Butt weld) เป็นการเชื่อมแบบปลายต่อปลายชนกับซึ่งการเชื่อมชนิดนี้จะใช้สำหรับรับแรงดึง หรือแรงอัดโดยตรง

2) การเชื่อมแบบต่อทาบ (Fillet weld) เป็นการเชื่อมแผ่นเหล็กที่ตั้งฉากกันหรือซ้อนกัน การเชื่อมชนิดนี้ เหล็กที่เป็นเชื่อมจะรับแรงดึงและแรงเฉือนได้ดีด้วย

2.1 การบัดกรีอ่อน (Solering) เป็นกรรมวิธีการต่อชิ้นงานให้ติดกันโดยให้ความร้อนแก่วัสดุชิ้นงานที่ต่ำกว่า 700 องศาฟาเรนไฮต์ และวัสดุที่เติมจะมีจุดหลอมต่ำกว่าวัสดุชิ้นงาน เช่น การบัดกรีตะกั่ว การบัดกรีเงิน เป็นต้น (ชวิน เป้าอารีย์ : 2521)

2.2 การบัดกรีแข็ง (Brazing) เป็นกรรมวิธีต่อชิ้นงานให้ติดกันโดยให้ความร้อนแก่วัสดุชิ้นงานสูงกว่า 800 องศาฟาเรนไฮต์ แต่ไม่ถึงกับวัสดุชิ้นงานนั้นหลอมละลายแล้วเติมลวดเชื่อมลงไป วัสดุที่เติมลงไปนั้นจะเข้าไปในช่องวงของรอยต่อเพื่อยึดชิ้นงานให้ติดกัน บางครั้งเราเรียกวิธีการนี้ว่า การเป่าแล่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 การใช้แรงอัดผงติดกัน (Sintering) เป็นกรรมวิธีการยึดติดต่อกันโดยทำให้วัสดุเป็นผลก่อนแล้ว นำมาอัดยึดติดกัน อาจใช้ความร้อนหรือไม่ใช้ก็ได้ หากใช้ความร้อนอุณหภูมิจะต้องต่ำกว่าจุดหลอมของวัสดุชิ้นนั้นๆ

2.4 การอัดยึด (Pressing) เป็นกรรมวิธีการอัดชิ้นงานให้ยึดติดกัน เช่น งานอัดสวมเพลาแกน เป็นต้น การอัดนี้สามารถอัดให้ติดกันอย่างถาวรหรืออัดแล้วสามารถถอดออกจากกันได้

2.5 การย้ำหมุด (Riveting) เป็นกรรมวิธีการทำให้วัสดุชิ้นงานยึดติดกันโดยวิธีการย้ำหมุด

2.6 การใช้สลักเกลียวยึด (Screw Fastening) เป็นกรรมวิธีการยึดวัสดุชิ้นงานให้ติดกันโดยใช้สลักเกลียว

2.7 การใช้กาวยึดเหนี่ยว (Adhesive Joining) เป็นกรรมวิธีการยึดหรือต่อวัสดุชิ้นงานให้ติดกันโดยการใช้กาว เช่น กาวสังเคราะห์ที่ใช้ภายในและภายนอก เป็นต้น

4.2 กรรมวิธีการตกแต่งผิวชิ้นงาน (สาคร คันธโชติ ; 2528)

การผลิตงานเพื่อเป็นที่ยอมรับในวงการตลาดโลกทั่วไปนั้น การทำให้ผิวเรียบเป็นสิ่งที่ควรคำนึงถึงเพื่อที่จะปรับปรุงงานให้มีคุณค่าในการซื้อขายสำหรับการเคลือบผิวก็เช่นกัน นอกจากจะทำให้งานสวยงามแล้วยังช่วยป้องกันการกัดกร่อนทำให้งานมีความทนทานต่อสภาพการใช้งาน กรรมวิธีการตกแต่งผิวของชิ้นงานนั้นมีหลายวิธีการด้วยกันดังจะกล่าวต่อไปนี้

1) การกำจัดส่วนที่ไม่ต้องการออกไป (Metalreval)

ในการผลิตงานโดยทั่วไป นั้นบางครั้งชิ้นงานที่ผลิตออกมาแล้วอาจจะไม่สำเร็จสมบูรณ์เลยก็ได้ซึ่งจำเป็นที่จะต้องกระทำด้วยเครื่องจักรกลเพื่อตกแต่งให้สำเร็จอีกทีหนึ่ง หรืออาจจะเป็นการตัดเอาเศษหรือส่วนที่ไม่ต้องการออก เช่น ในกรณีงานหล่อโลหะ เป็นต้น

2) การขัด (Polishing)

การขัดเป็นกรรมวิธีการตกแต่งผิวชิ้นงานให้เรียบร้อย ก่อนที่จะนำชิ้นงานออกสู่ตลาดหรือก่อนที่จะนำไปชุบเคลือบหรือพ่นทาสี การขัดนี้จะทำให้ผิดสะอาดด้วยซึ่งมีหลายวิธีการ เช่น การขัดด้วยแปรงลวดกระดาษทราย เครื่องขัดสนิม วิธีที่สะดวกและเป็นที่นิยมใช้มากที่สุดในวงการอุตสาหกรรมคือ การขัดด้วยเครื่องพ่นทรายโดยวิธการใช้มากที่สุดในวงการอุตสาหกรรมคือ การขัดด้วยเครื่องพ่นทราย โดยวิธีการใช้ลมอัดเป่าทรายออกจากถังถ่านหัวฉีด เม็ดทรายซึ่งแล่นออกมาด้วยนั้นขึ้นอยู่กับขนาดของเม็ดทราย รูปร่างที่ใช้ในการพ่นและกำลังอัดของลม

3) การเคลือบ (Coating)

การเคลือบเป็นกรรมวิธีที่เพิ่มความหนาของชิ้นงานป้องกันผิวชิ้นงานมิให้ถูกกัดกร่อนและเพื่อความสวยงาม

4) การกัดกร่อน คือ การผุพังของวัสดุชิ้นงานที่มีอายุใช้งานไปนาน ๆ การผุพังนี้เป็นไปโดยมีปฏิกิริยาเคมี ทั้งตามสภาพหรือตามสิ่งแวดล้อมที่ช่วยเร่งถูกกัดกร่อนเร็วขึ้นตัวอย่างได้แก่ การเป็นสนิมของเหล็กการผุพังของท่อไอเสียเครื่องยนต์ เป็นต้น

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การอบน้ำมัน

เครื่องมือวัดละเอียด ผิวเลื่อน สลักเกลียว นอตและชิ้นส่วนประกอบเครื่องมือกลต่าง ๆ ที่เป็นหลักอาบหรือชะโลมด้วยรำมันไว้จะป้องกันการกัดกร่อนที่ผิวได้ดี ไม่เกิดเป็นสนิมเลย น้ำมันที่ชะโลมผิวได้แก่ น้ำมันเครื่องที่เป็นน้ำมันแร่ และไขพาราฟิน หรือวาสลิน หรือจะชะโลมด้วยน้ำมันกันสนิมซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์พิเศษก็ได้ ชิ้นส่วนอื่น ๆ ที่เป็นโลหะเบาะจะป้องกันการกัดกร่อนด้วยวิธีชะโลมน้ำมันเช่นนี้ด้วยก็ได้ แต่จะต้องชะโลมไว้ตลอดเวลา

การทาสีหรือพ่นสี

การทาสีปกติผิวโลหะไว้ จัดว่าเป็นวิธีป้องกันการกัดกร่อนที่ดีกว่าวิธีหนึ่ง สีที่ควรทา 3 ชั้นแรกเป็นสีพื้น สีชั้นที่สองทาให้หนา และสีชั้นที่สามเป็นสีผิวสำเร็จ สีพื้นควรจะต้องเป็นกลาง ไม่ต้องเป็นกลาง ไม่เป็นกรด หรือด่าง เกาะติดแน่นกับผิวโลหะดีมาก สีที่ทาครบสามชั้นจะป้องกันน้ำซึมเข้าผิวโลหะได้โดยเด็ดขาด ทนต่อแสงแดดและความร้อน ข้อที่สำคัญอีกข้อหนึ่งก็คือ จะต้องขยายตัวพร้อมกับผิวโลหะที่ถูกทาทับนั้นได้ มิฉะนั้นอาจจะกระเทาะออกป้องกันการกัดกร่อนต่อไปอีกไม่ได้

ก) วิธีเตรียมโลหะ

ผิวโลหะก่อนที่จะลงสีจะต้องทำให้สะอาดปราศจากสนิม และร่องรอยการกัดกร่อนทุกชนิดก่อนที่จะลงสีบนผิวที่ขัดสะอาดนี้ ควรล้างไขออกด้วยสารละลายเสียก่อนหรือไตรคลอโรเอดทีลีน ซึ่งปลอดภัยกว่า เพราะจุดไฟไม่ติด หรือสารละลายตัวอื่น ๆ เสร็จแล้วอบแห้ง แตะต้องผิวด้วยมืออีกไม่ได้ผิวขณะนี้พร้อมที่จะลงสี

ข) วิธีลงสีน้ำมัน

สีน้ำมันสีแรกที่ต้องลงก่อนคือ สีพื้น สีพื้นติดผิวโลหะได้แน่นเหนียวป้องกันผิวเหล็กมิให้เกิดสนิมได้ดี องค์ประกอบของสีพื้นได้แก่ ตะกั่ว สังกะสีโครเมต เหล็กออกไซด์ และน้ำมันซักแห้ง เช่น น้ำมันลินสีด เมื่อสีพื้นแห้งแล้วจึงทาสีลงทับสีสำเร็จ สีสองนี้เป็นสีน้ำมันลินสีด้วยเช่นกัน

ค) สีแลคเกอร์

ผิวโลหะที่จะลงสีแลคเกอร์ จะต้องขัดให้ราบเรียงอย่างที่สุด การขัดครั้งสุดท้ายต้องขัดด้วยกระดาษทรายน้ำ เพราะหากผิวไม่ราบเรียบจริง เมื่อลงสีแลคเกอร์เสร็จเรียบร้อยแล้วจะแลเห็นความไม่ราบเรียบได้อย่างชัดเจนและไม่น่าดู ไม่ได้คุณภาพงาน สีแลคเกอร์ประกอบด้วย ไนโตรเซลลูโลส และสารละลายแลคเกอร์แห้งเป็นฟิล์มได้ด้วยการระเหยหนีไปของสารละลาย นอกจากแลคเกอร์ไนโตเซลลูโลสแล้วก็ยังมีเลคเกอร์สีเคลือบ ซึ่งเป็นแลคเกอร์พลาสติกแลคเกอร์ชนิดหลังนี้ แห้งได้ทั้งในอากาศธรรมดาและอบร้อน ถ้าแห้งในอากาศจะใช้เวลาประมาณ 5-6 ชั่วโมง ถ้าอบไว้ห้องอุณหภูมิขนาด 120 ถึง 140 องศาเซลเซียส จะแห้งสนิทในเวลาประมาณ 50-60 นาที

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ง) วิธีลงสี

วิธีลงสีแลคเกอร์ ทำได้หลายวิธี เช่น พ่น ทา จุ่ม หรืออาบ วิธีพ่นกระทำได้รวดเร็ว ความหนาของสีสม่ำเสมอ พ่นได้โดยใช้อัดหรือเป่า พ่นได้ทั้งเย็นและร้อน

จ) วิธีพ่นเย็น คือ พ่นสี ณ อุณหภูมิห้อง แลคเกอร์ที่ต้องผสมทินเนอร์จนได้ความใสที่พอเหมาะกับงานพ่น ทินเนอร์เป็นวัสดุราคาแพงและไวไฟมาก วิธีใช้ต้องประหยัดและป้องกันไฟอย่างดีที่สุด

ฉ) วิธีพ่นร้อน วิธีพ่นแลคเกอร์ร้อนแก่แลคเกอร์ก่อนพ่น โดยใช้ความร้อนจากความต้านทานไฟฟ้าที่พันไว้รอบ ๆ กา พ่นสีให้ร้อนประมาณ 50-120 องศาเซลเซียส เพื่อให้แลคเกอร์นั้นใสพ่นได้ง่าย โดยไม่ต้องใช้ทินเนอร์ผสม วิธีพ่นก็เหมือนกับการพ่นเย็น วิธีนี้ประหยัดเวลางาน ประหยัดสี สามารถพ่นได้หนา ๆ และแห้งเร็วสีแลคเกอร์ทั่ว ๆ ไปจะพ่นร้อนไม่ได้ จะต้องเป็นแลคเกอร์พ่นร้อนโดยเฉพาะ

การเคลือบสีด้วยน้ำยาแก้ว (Enameling)

เครื่องใช้ประจำบ้าน เช่น ชาม อ่าง เตาปิ่นโต ช้อน และเครื่องใช้ในห้องปฏิบัติการเคมีต่าง ๆ เป็นอุปกรณ์เครื่องใช้ที่เคลือบด้วยน้ำยาแก้ว น้ำยาแก้วนี้ใช้ได้ทั้งจุ่ม พ่น หรือทา ลงบนผิวโลหะที่ต้องเคลือบ แล้วนำไปอบร้อนในเตาอุณหภูมิประมาณ 600-900 องศาเซลเซียส น้ำยาแก้วนั้นจะกลายเป็นเคลือบแข็งทนต่อความร้อน และทนต่อปฏิกิริยาเคมีได้ดีมาก เสียอย่างเดียวก็คือเปราะเมื่อตกลงพื้นแข็งจะกระเทาะโลหะที่เคลือบด้วยน้ำยาแก้วชนิดนี้ได้แก่ เหล็กธรรมดา และเหล็กหล่อ ซึ่งก่อนจะเคลือบจะต้องเตรียมผิวให้สะอาดจริง ๆ

วิธีทำผิวให้สะอาด ครั้งแรกให้เผาร้อนด้วยเปลวไฟ เพื่อเผาไล่ไขมันและน้ำมันเสียก่อน ต่อจากนั้นจึงจุ่มลงในน้ำกรดร้อนๆ ให้กรดกัดผิวแห้งแล้วจึงลงน้ำยาเคลือบแข็ง เมื่อเคลือบเสร็จแล้วจะดูประหนึ่งว่าผิวแก้วและมีผงแม่สีผสมอยู่ในเนื้อผิวแก้วนั้น ๆ ทำให้แลดูเป็นสีต่าง ๆ

<u>วิธีป้องกันการกัดกร่อนด้วยวิธีเคมี</u>

ก) **การรมดำ** เป็นวิธีที่ป้องกันผิวเหล็กมิให้ถูกกร่อนได้ง่าย วิธีทำให้จุ่มชิ้นงานนั้นลงไปในน้ำมันสีสีด หรือน้ำมันแร่อย่างข้นที่ผสมขี้ผึ้งประมาณ 3-5% แล้วนำไปอังไฟในเตาเผาเหล็กสำหรับงานตีเหล็ก ทำเช่นนี้ซ้ำกันหลาย ๆ ครั้ง ให้อุณหภูมิชิ้นงานร้อนถึงประมาณ 450 องศาเซลเซียส ผิวชิ้นงานนั้นจะดำคล้ำลง ปรากฏเป็นฟิล์มบาง ๆ ปกปิดผิวไว้ ช่วงป้องกันมิให้ถูกกัดกร่อนได้ วิธีนี้เป็นวิธีป้องกันในระยะสั้น ๆ

ข) วิธีชุบฟอสเฟส คือ การเคลือบผิวเหล็กด้วยฟอสเฟต หรือสังกะสีหรือแมงกานีส โดยใช้น้ำยาฟอสเฟต เป็นตัวทำปฏิกิริยาเคมี ผิวฟอตเฟตนี้มีประโยชน์สองประการคือ ช่วงป้องกันผิวเหล็กมิให้ถูกกัดกร่อนได้ง่าย และช่วยให้งานสีบนผิวเหล็กนั้นติดแน่นทนนาน งานลงสีทุกชนิดบนผิวโลหะทุกวันนี้ก่อนลงสีพื้น ต้องชุบผิวฟอสเฟตทั้งสิ้น กรรมวิธีนี้มีชื่อต่าง ๆ กันเรียก เช่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Bonderizing หรือ Parkerizing เป็นต้น วิธีชุบฟอสเฟตนิยมจุ่มชิ้นงานที่ทำความสะอาดจนผิวปราศจากไขมันและสนิมต่าง ๆ แล้วลงในน้ำฟอสเฟตทิ้งไว้ให้มีปฏิกิริยาประมาณ 1/2 ชั่วโมง องค์ประกอบของน้ำยาฟอสเฟตนี้เป็นผสมของกรดฟอสฟอริค และแมงกานีส ฟอสเฟตหรือสังกะสีฟอสเฟตผิวเหล็กฟอสเฟตที่เกิดขึ้นใหม่นี้จะต้องหนาพอสมควร และดูเป็นฟิล์มสีเทาดำและมีลักษณะไม่ทึบนักมีรูพรุนเล็ก ๆ เต็มไปหมด ด้วยลักษณะรูพรุนเช่นนี้เองสีจึงเกาะผิวเหล็กได้ดีเหนียวแน่นอย่างยิ่ง ผิวฟอสเฟตแท้ ๆ ป้องอกันมิให้ถูกกัดกร่อนจากบรรยากาศได้เพียงระยะเวลาอันสั้น ในงานสำเร็จชิ้นโลหะต่าง ๆ จำนวนมาก งานประกอบตัวถังรถยนต์ก็ดี งานสร้างตู้เย็นและตู้โลหะต่าง ๆ ก็ดี ซึ่งจะต้องทำผิวสำเร็จให้เป็นผิวคุณภาพทนต่อการเป็นสนิม สีติดแน่นทนทานจะต้องผ่านการชุบผิวด้วยฟอสเฟตก่อนทั้งสิ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 5 การศึกษาข้อมูลผลิตภัณฑ์

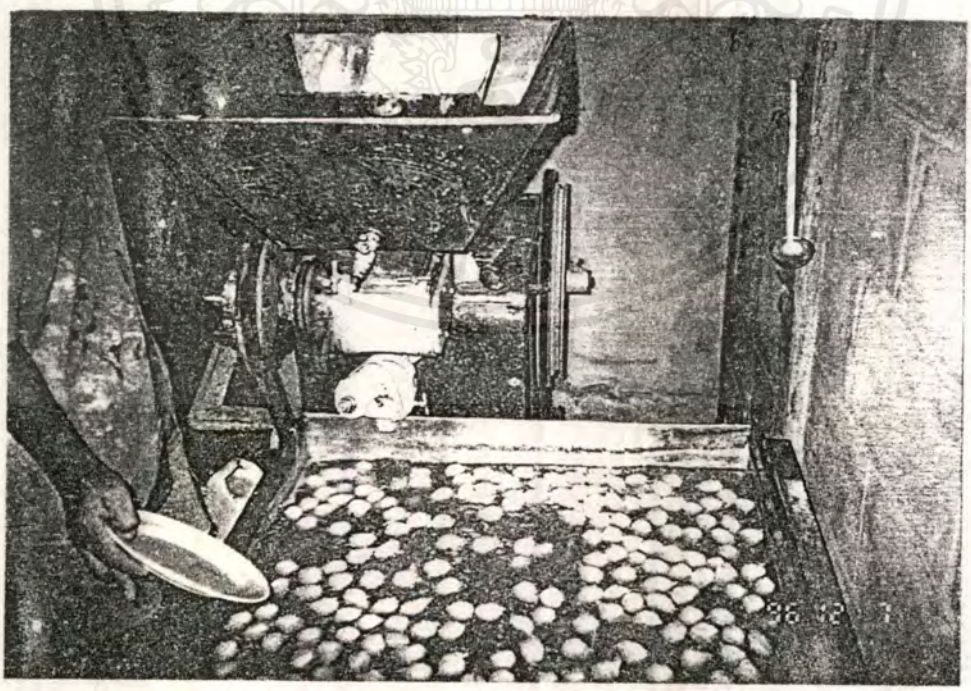
ลูกชิ้นเป็นอาหารที่ได้รับความนิยมในการบริโภคอย่างมากประเภทหนึ่ง ลูกชิ้นมีการผลิตมานานในแถบเอเชียตอนใต้และแถบประเทศสแกนดิเนเวีย โดยเริ่มทำจากปลาที่มีความเหนียวเหมาะสมต่อมาก็ดัดแปลงโดยใช้เนื้อสัตว์ชนิดอื่น ๆ เช่น เนื้อวัว เนื้อหมู และเนื้อไก่ เป็นต้น

การผลิตลูกชิ้นในบ้านเราส่วนใหญ่ ยังทำกันเป็นอุตสาหกรรมภายในครัวเรือน โดยมีผลผลิตต่อวันซึ่งอาจต่ำกว่า 10 กก. ถึง 1,000 กิโลกรัม ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเป็นไปได้ของกำลังการผลิตและความต้องการของตลาด

เครื่องบีบลูกชิ้นหรือเครื่องปั้นลูกชิ้นก็ยังมีส่วนเกี่ยวข้องและเป็นส่วนสำคัญในกระบวนการผลิตเชิงอุตสาหกรรม ที่สามารถช่วยผลิตลูกชิ้นได้ 80 ลูกต่อ 1 นาที ซึ่งมีประสิทธิภาพที่ดีกว่าการบีบลูกชิ้นหรือปั้นลูกชิ้นโดยใช้มือ ซึ่งสามารถปรับระดับความเล็กและใหญ่ของลูกชิ้นได้ตามต้องการปัจจุบันเครื่องบีบลูกชิ้นหรือเครื่องปั้นลูกชิ้นได้รับความนิยมมากในอุตสาหกรรมการผลิตลูกชิ้นเพราะเป็นเครื่องชนิดเดียวที่สามารถผลิตลูกชิ้นที่มีขนาดมาตรฐานและผลิตได้อย่างรวดเร็วตามความต้องการผู้ผลิต

ภาพที่ 53

แสดงลักษณะของเครื่องบีบลูกชิ้น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรรมวิธีการผลิตลูกชิ้น

การผลิตลูกชิ้นให้ได้ขนาดและมาตรฐานที่กำหนดไว้จะต้องมีขั้นตอนการเตรียมการผลิตที่ดีโดยขั้นตอนการเตรียมลูกชิ้นสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ข้อด้วยกันดังนี้

การเตรียมลูกชิ้น

1. ใช้เนื้อสัตว์ขาหน้าและขาหลัง แล่เอาแต่เฉพาะเนื้อ
2. หั่นเป็นชิ้น ๆ
3. และบดให้ละเอียดด้วยเครื่องบดที่มีรูตะแกรงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 มิลลิเมตร
4. ใส่เนื้อบดลงในเครื่องสับ ขณะเดินเครื่อง
5. ใส่น้ำแข็ง และเครื่องปรุง แล้วสับจนละเอียด
6. บีบลูกชิ้นให้เป็นลูกกลม ๆ โดยเครื่องบีบตามขนาดต้องการ
7. บีบลูกชิ้นลงในน้ำอุณหภูมิ 60 องศา C
8. ทิ้งไว้จนลูกชิ้นเปลี่ยนสีจากแดงเป็นสีชมพูหรือแข็งตัวขึ้น
9. นำไปต้มในน้ำอุณหภูมิ 65-70 องศา C จนเกือบสุกแล้วแช่ลูกชิ้นในน้ำเย็น
10. ตักขึ้นแล้วนำไปผึ่งลมให้สะเด็ดน้ำและให้แห้ง

อุปกรณ์ที่ใช้ในการเตรียม

1. อุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต
   - เครื่องบด
   - เครื่องสับ
   - เครื่องบีบลูกชิ้น
   - อ่างลวก
   - เตาแก๊ส
   - หม้อต้ม
   - เครื่องชั่ง
   - มีด
   - ตะแกรง
   - พัดลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 16

อุณหภูมิกับระยะความสุกดิบของเนื้อ

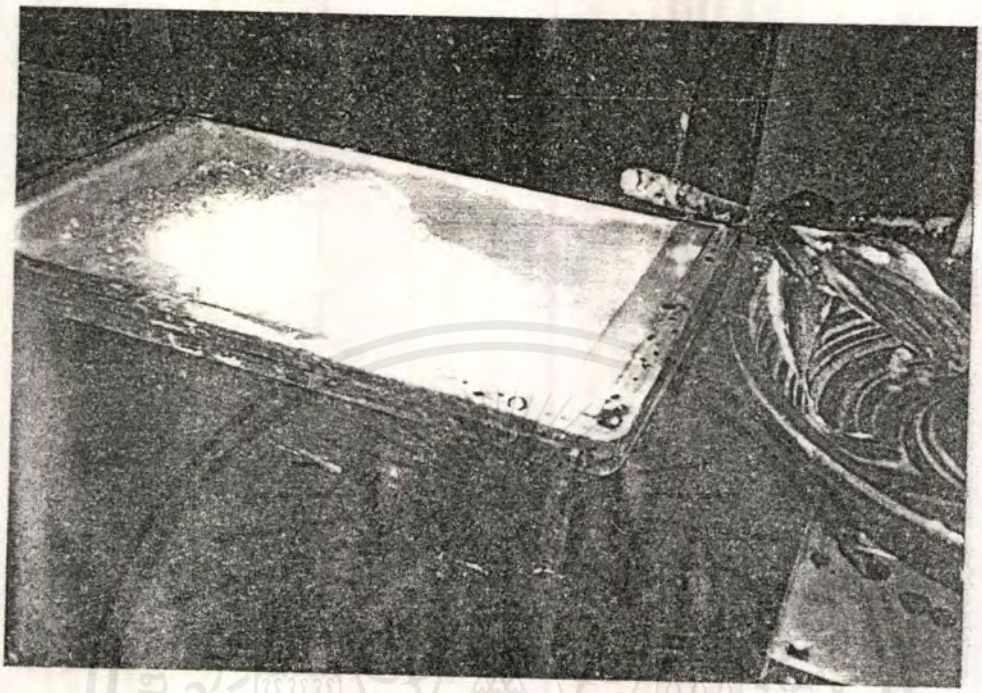
ระยะความสุกดิบ	อุณหภูมิภายใน (°ซ)	ลักษณะเนื้อ
เนื้อสุก ๆ ดิบ ๆ	55-65	สีภายในเกือบทั้งหมดเป็นสีแดง หรือปนเทา เนื้อชุ่ม
เนื้อสุกปานกลาง	65-70	สีออกชมพูมากกว่าสีแดงอาจมีสีเทาอ่อนปน ชุ่มน้อยลงหดเล็กลง
เนื้อสุก	70-80	สีชมพูหรือออกเทา ชุ่มน้อยลงขนาดเล็กลงไปอีก
เนื้อสุกมาก	90-95	สีออกน้ำตาล แห้งไม่ชุ่มและอาจจะยุ่ย

จากตารางที่กล่าวมาแล้วนั้นในการผลิตลูกชิ้นขนาดอุตสาหกรรมครอบครัว (สถาบันอาหารตวงทิพย์ : 2533) สามารถนำข้อมูลในตารางดังกล่าวนี้ไปเปรียบเทียบกับการทำงานและใช้งานได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 54

แสดงลักษณะการเตรียมเนื้อเข้าสู่การผลิต



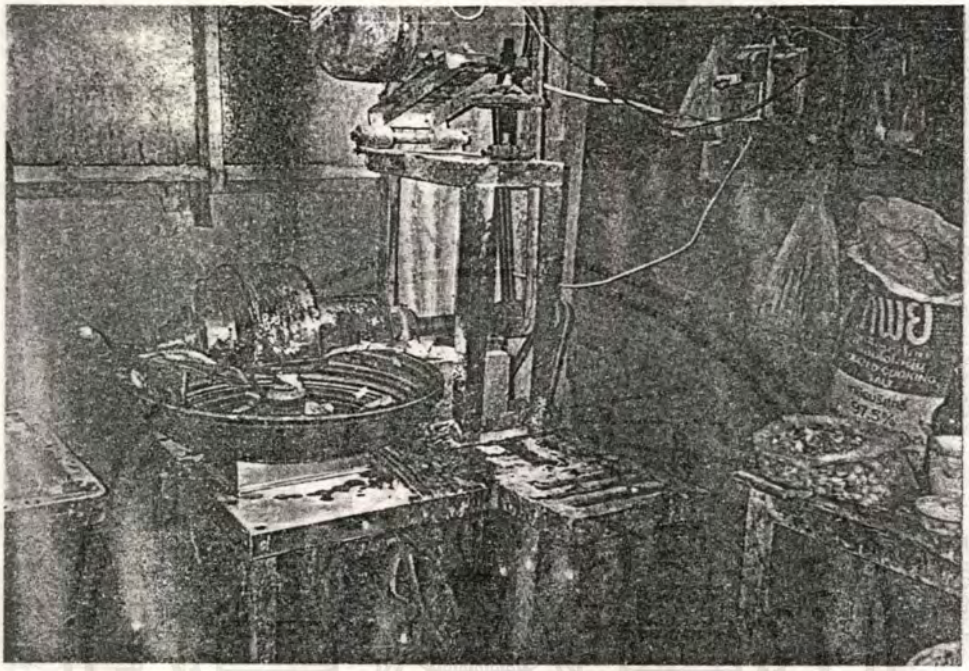
ภาพที่ 55

แสดงลักษณะของเครื่องบดเนื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

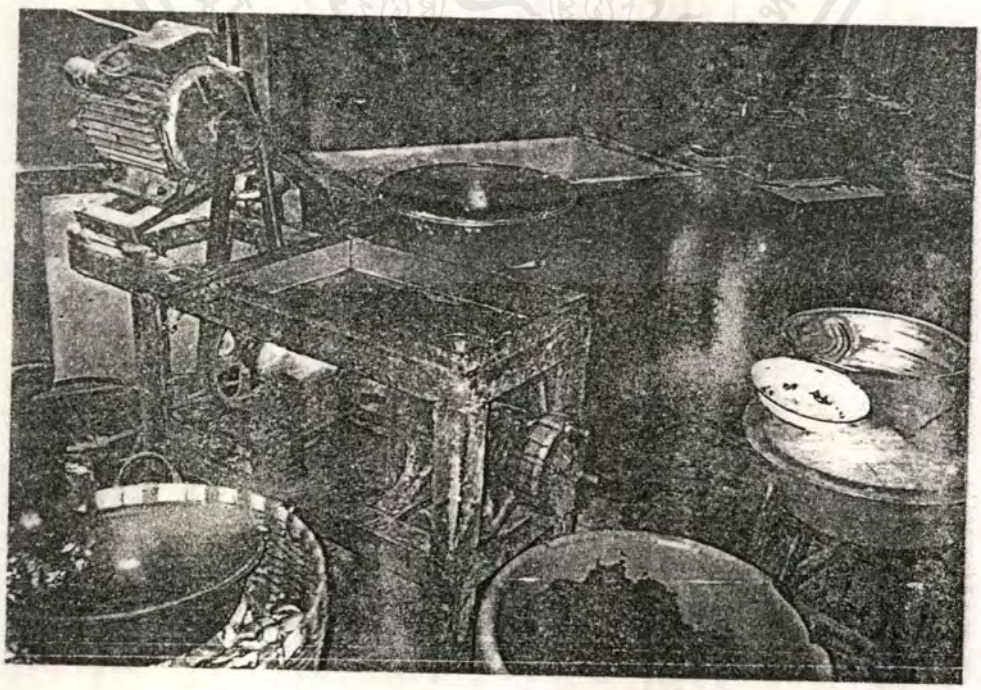
ภาพที่ 56

แสดงลักษณะของเครื่องสับเนื้อ



ภาพที่ 57

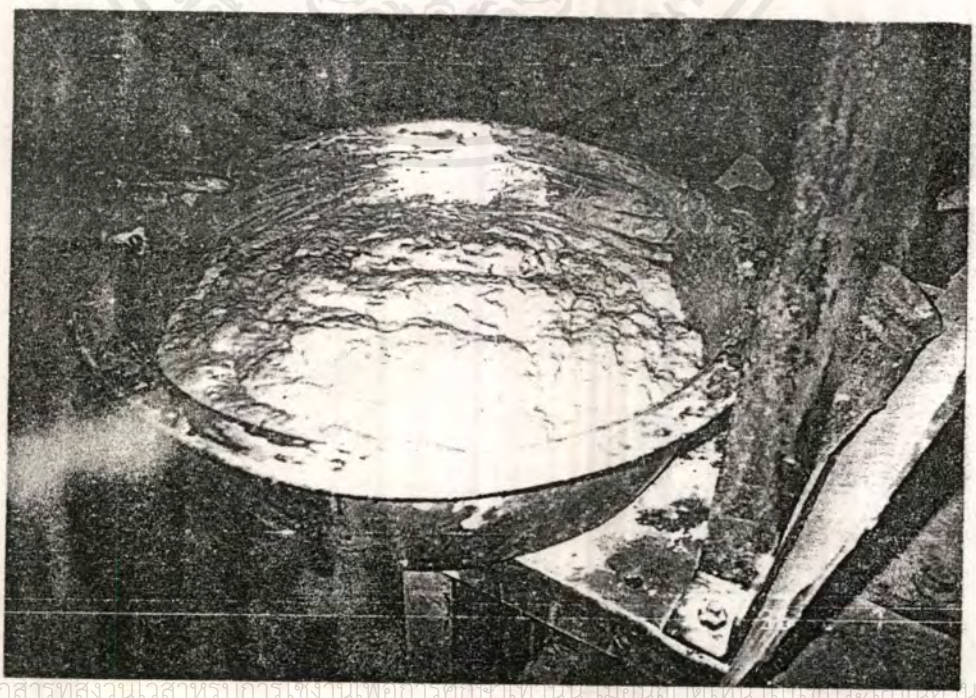
การบดเนื้อก่อนการนำไปสับ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 58
การนำเนื้อบดเข้าเครื่องสับเนื้อพร้อมเครื่องปรุงผสม

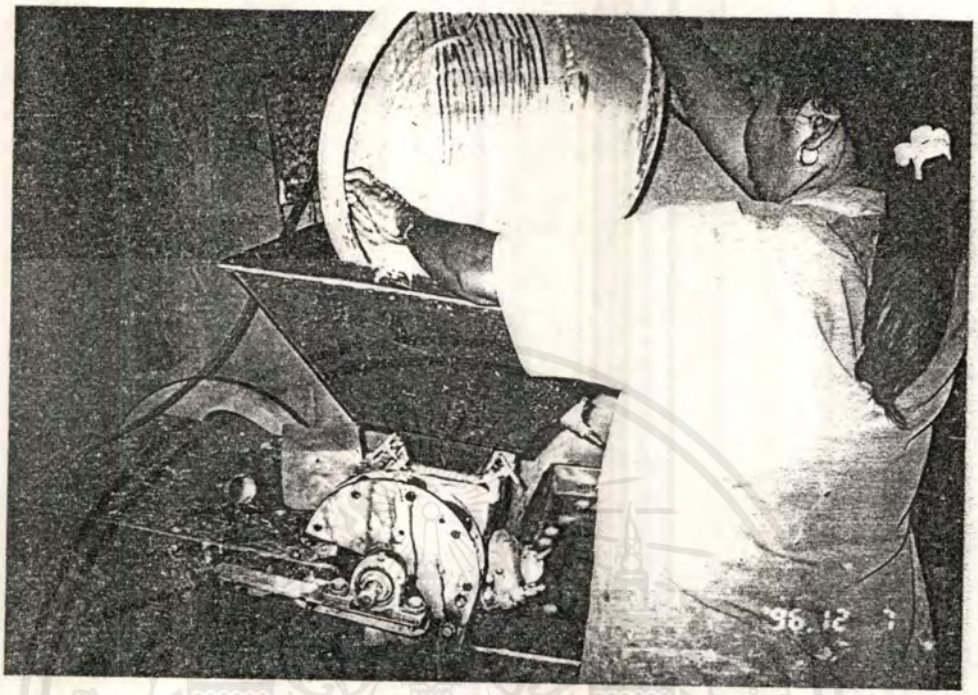
ภาพที่ 59
สับจนส่วนผสมที่สับเหนียวเนียนเพื่อการบีบลูกชิ้น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

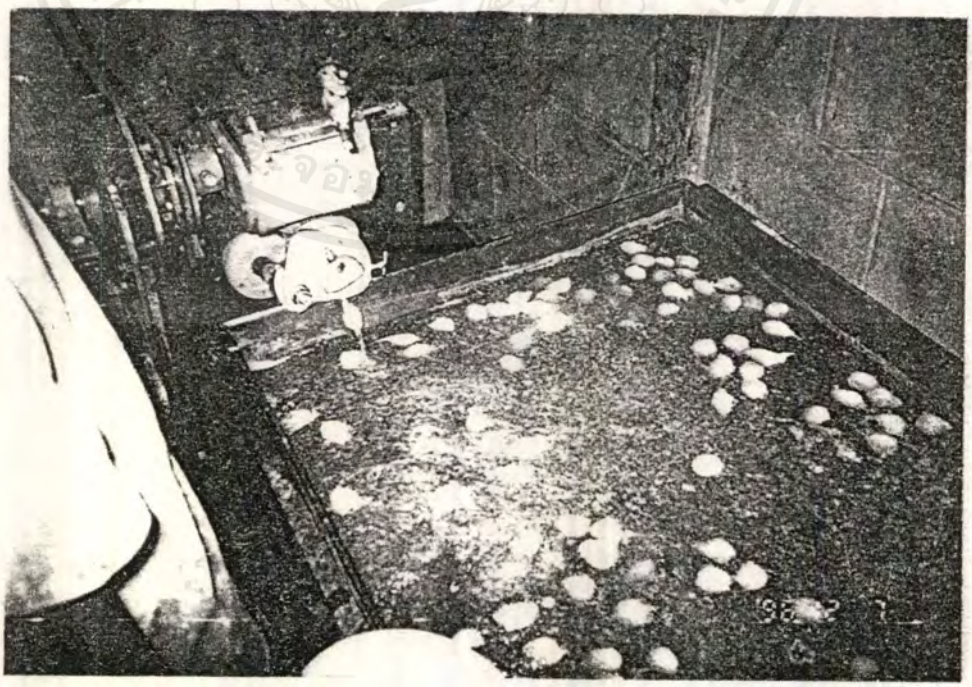
ภาพที่ 60

นำลงเครื่องบีบลูกชิ้นหรือเครื่องปั้นลูกชิ้น



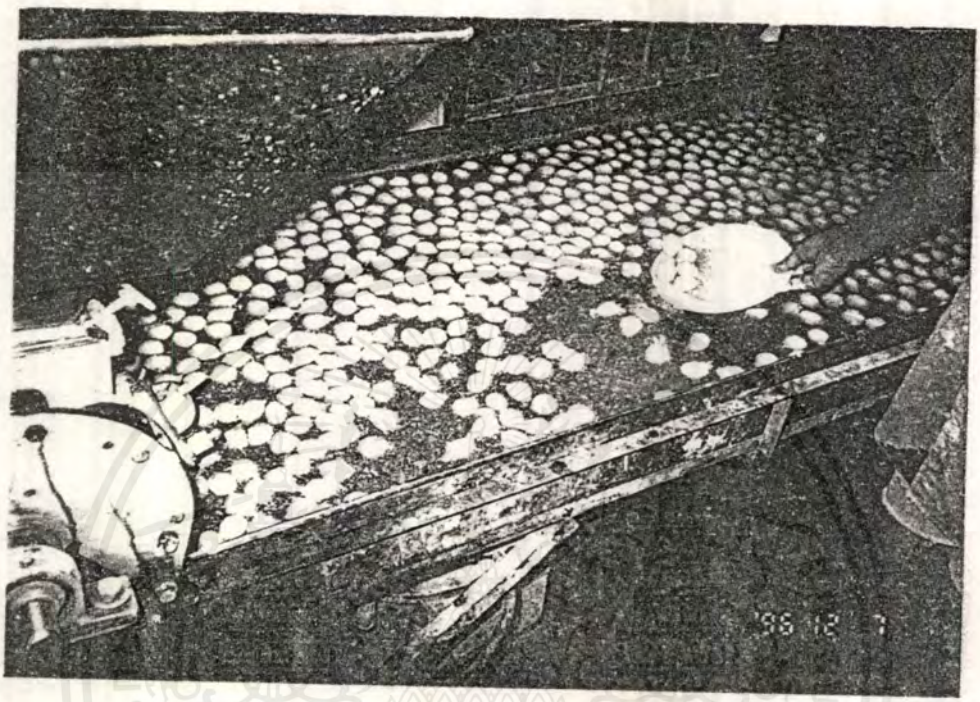
ภาพที่ 61

บีบลูกชิ้นลงในอ่างลวกที่อุณหภูมิ 60° - 70° C

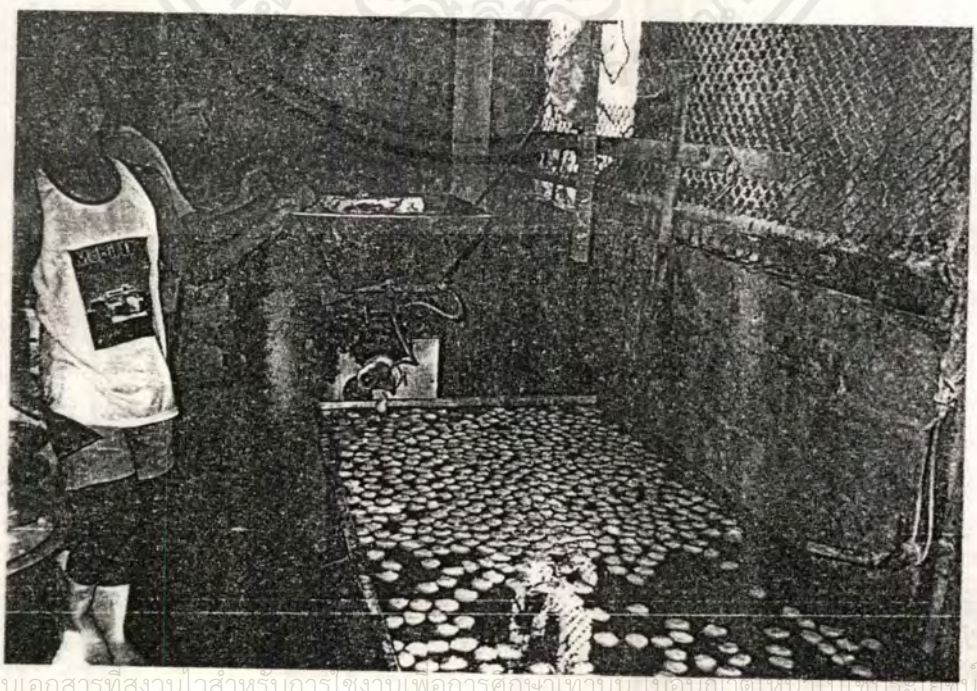


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 62.
นำลูกชิ้นมาต้มอีกครั้งที่อุณหภูมิ 65° - 70 ° C



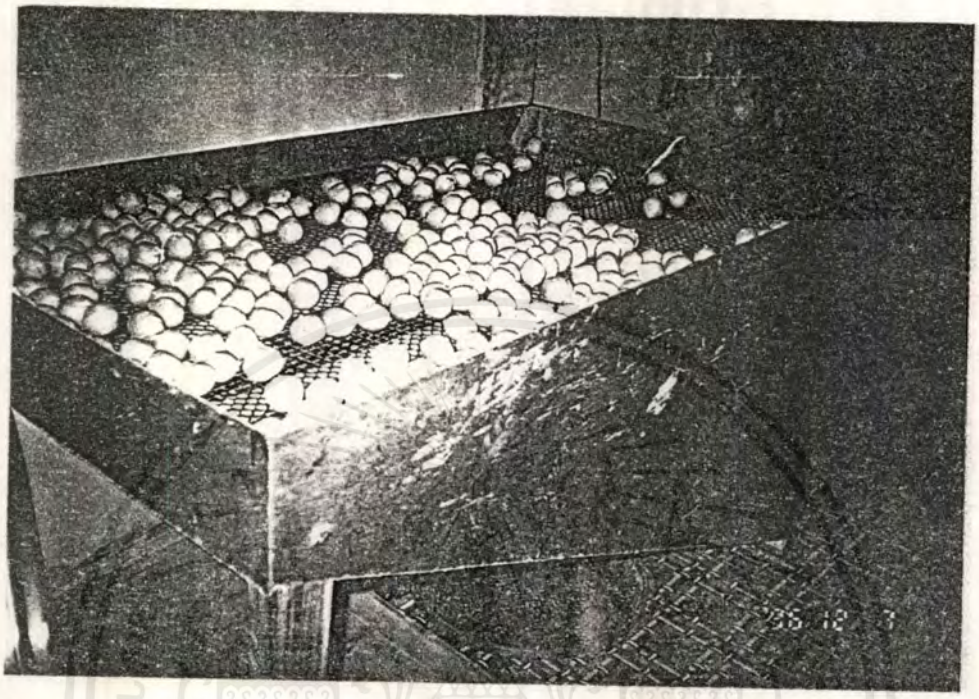
ภาพที่ 63
แช่ลูกชิ้นในน้ำเป็นก่อนตักขึ้นไปผึ่งให้สะเด็ดน้ำ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 64

นำลูกชิ้นมาผึ่งให้แห้งโดยใช้แรงลมช่วย



ภาพที่ 65

นำลูกชิ้นบรรจุลงถุงเพื่อการส่งขาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.1 การศึกษาข้อมูลผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นลูกชิ้น

ในการศึกษาเกี่ยวกับขั้นตอนการทำลูกชิ้นในแต่ละครั้งนั้น จะต้องมีการตรวจสอบเครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ ก่อนเริ่มต้นตั้งแต่หม้อต้มลูกชิ้น ซึ่งจะต้องมีน้ำร้อนในองศาที่ทำให้เนื้อลูกชิ้นสุกได้พอดีนั้นคือ 60 - 70 % ที่พร้อมจะทำการต้มลูกชิ้นที่ได้มาจากการปั้นมาจากเครื่องนั้นเอง

ภาพที่ 67

แสดงลักษณะหม้อต้มลูกชิ้นขนาดใหญ่

หม้อต้มลูกชิ้นนี้มีลักษณะหม้อต้มเป็นถาดสี่เหลี่ยมมีขนาดความกว้าง 80 - 100 เซนติเมตร ความยาว 160 - 220 เซนติเมตร ซึ่งจะเป็นตัวรองรับลูกชิ้นอีกครั้งหนึ่งจากเครื่องปั้นลูกชิ้น ซึ่งสามารถบรรจุลูกชิ้นได้เป็นจำนวนมาก ถาดจะสามารถรองรับลูกชิ้นได้ถึง 200 - 500 ลูกได้ในระดับน้ำในถาด ดังภาพที่ จะแสดงให้เห็นถึงลักษณะของถาดต้มลูกชิ้นที่ใช้กันในระบบการผลิตในครัวเรือน โดยมีรายละเอียดส่วนประกอบของถาดต้มดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียดส่วนประกอบถาดต้ม

1. แสตนเลสขนาด 0.5 มิลิเมตร เป็นส่วนประกอบทั้งหมด ซึ่งพับขึ้นรูปมาเป็นถาด และเจาะช่องใส่แผ่นเหล็กเพื่อนำความร้อนขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 15 เซนติเมตร

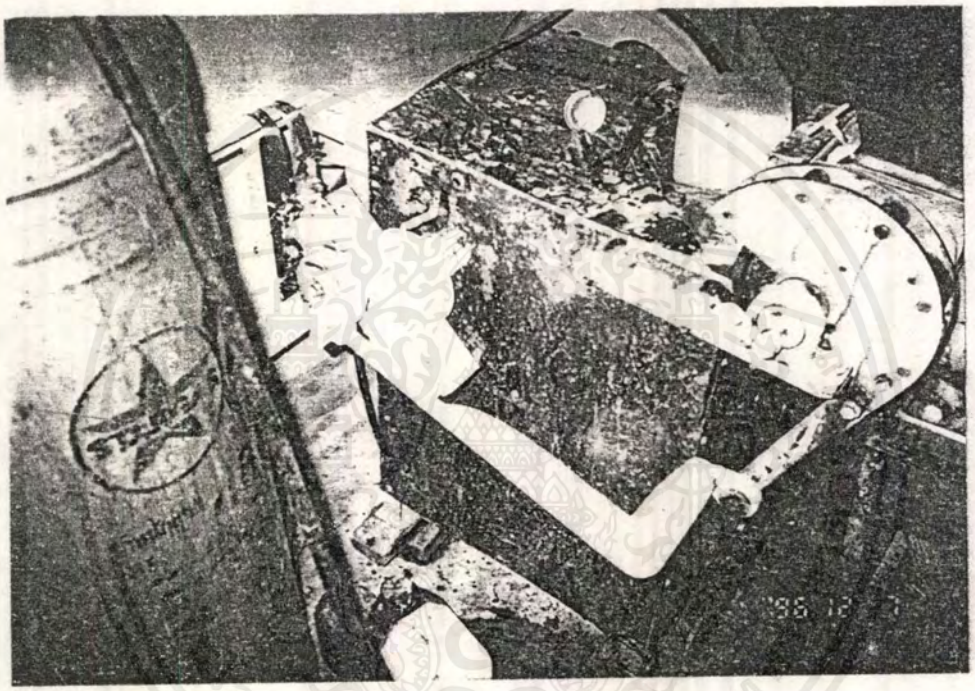
ภาพที่ 68

แสดงลักษณะการเจาะช่องบนถาด

2. แก๊ส เป็นส่วนประกอบที่สำคัญรองมาจากถาดต้มเพราะเป็นอุปกรณ์เพิ่มความร้อนให้กับถาดต้ม ซึ่งแบ่งการกระจายความร้อนได้เป็นสองจุดในถาด เพื่อคงอุณภูมิให้คงที่ในระดับ 60 - 70 องศา แก๊สที่ใช้เป็นแก๊สหุงต้มทั่วไป และกระจายหัวจุดเป็นสองหัว โดยการปรับระดับความร้อนที่หัวแก๊สหรือวาล์ว
3. ฐานรอง ส่วนใหญ่ฐานรองของถาดนั้นเป็นเหล็กและมีความสูง 40 - 50 เซนติเมตร ห่างจากพื้น เพื่อกันการกระเด็นของน้ำเข้าสู่เตาแก๊สที่อยู่ด้านใต้ของถาดต้ม ซึ่งมีอายุในการใช้งานได้ภายใน 2 ปี เท่านั้นและจำเป็นต้องทำการเปลี่ยงฐานรองถาดต้มอีก เนื่องมาจากอายุการใช้งานของฐานเหล็กมีอายุการใช้งานสั้น สาเหตุจากสนิมที่ทำปฏิกริยากับเหล็กทำให้เกิดการผุกร่อน และอีกประการคือ ความชื้นที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติงานนานๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

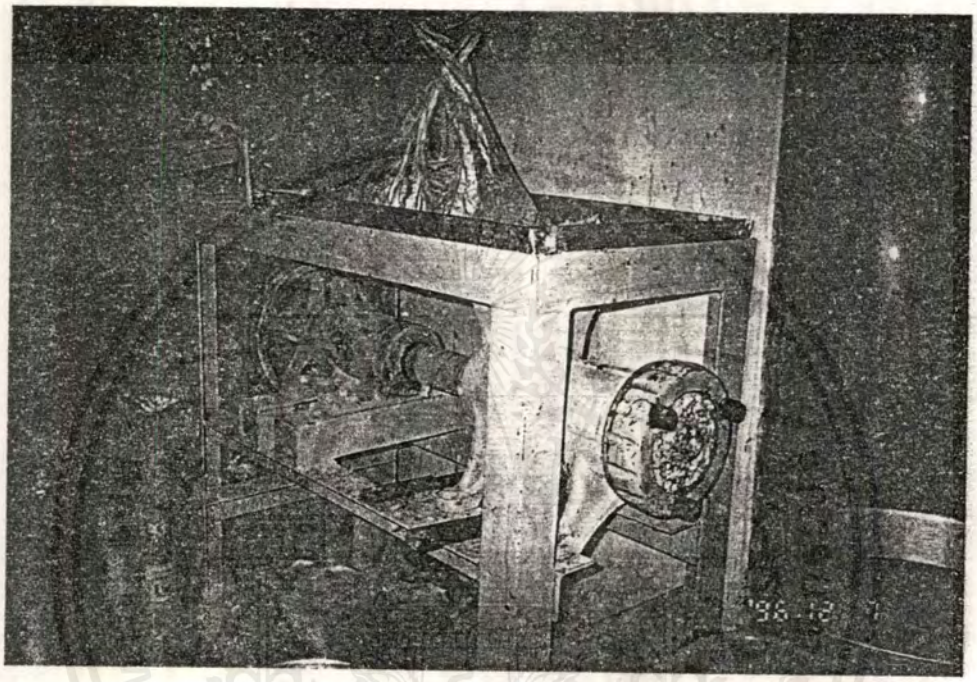
ภาพที่ 69
แสดงลักษณะของแก๊สที่ใช้กับถาดต้ม



จากการสำรวจตรวจตราอุปกรณ์ต่างๆแล้วนั้น ผู้ผลิตลูกชิ้นเนื้อจะทำการเตรียมเนื้อโดยที่จะต้องเตรียมเนื่อส่วนสะโพก แล้วนำมาหั่นเป็นชิ้นพอประมาณ ที่สามารถเข้าทางช่องบดเนื้อได้ จากนั้นนำเข้าสู่กระบวนการบดเนื้อ ซึ่งจะใช้เครื่องบดเนื้อที่เตรียมสำหรับขั้นตอนการผลิตลูกชิ้น เพื่อเตรียมเข้าสู่ขั้นตอนการปั่นผสมต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

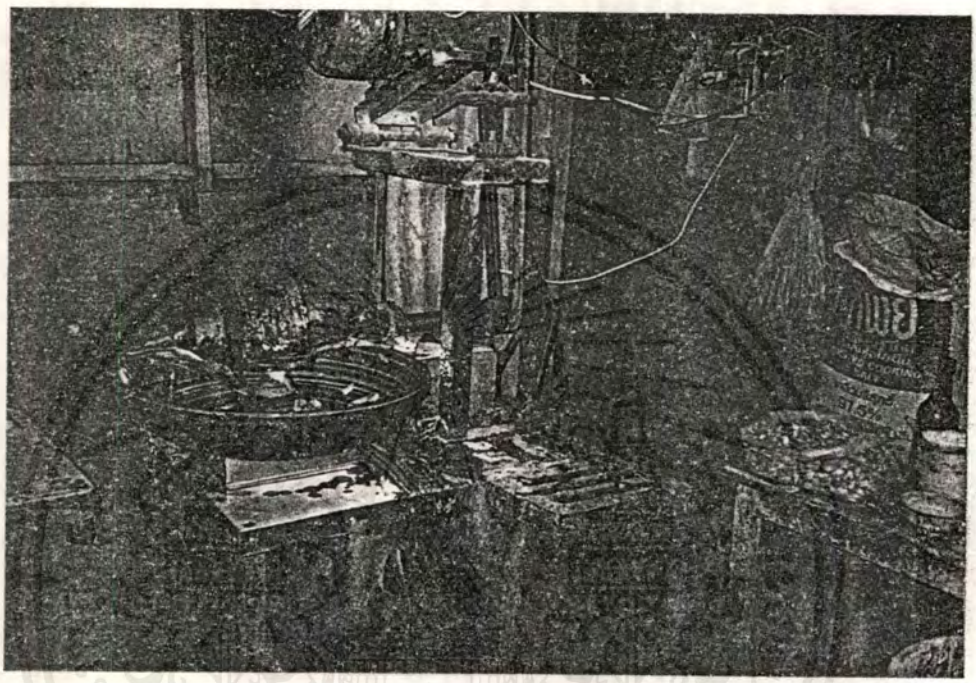
ภาพที่ 70
แสดงลักษณะเครื่องบดเนื้อสำหรับทำลูกชิ้น



นำเนื้อที่ได้จากการบด เข้าสู่เครื่องปั่นผสมระหว่างแป้ง เนื้อ น้ำแข็ง และเครื่องเทศ นำมาปั่นผสมให้เข้ากันจนเป็นเนื้อเหนียวแน่น เนียน เข้าที่ ซึ่งการที่เนื้อมีความเหนียวจะทำให้การจับตัวเป็นก้อนในการปั้นได้ดีมากขึ้น โดยจากการผสมโดยน้ำแข็งที่ช่วยเพิ่มปริมาณการจับตัวของเนื้อเดียวกัน โดยสังเกตจากการจับตัวของเนื้อ และความละเอียดของเนื้อ และจากนั้นจึงนำเข้าสู่ขั้นตอนกระบวนการผลิตต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 71
แสดงลักษณะของเครื่องปั่นผสม



ในกระบวนการผลิตลูกชิ้นขั้นตอนที่สำคัญคือ การทำเนื้อที่ถูกผสมกันจนเกิดการจับตัวแน่นนั้นมาทำการปั้น ซึ่งการปั้นออกเป็นลูกๆ ได้นั้นเครื่องมือในการทำจะต้องมีการบีบลูกชิ้นได้ออกมาอย่างสม่ำเสมอ และได้ขนาดมาตราฐานเดียวกัน ซึ่งการปั้นเพื่อจำหน่ายส่งนั้นจะไม่สามารถทำการปั้นได้ด้วยมือ เพราะจะทำให้มีขนาดความคลาดเคลื่อนมาก

ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีเครื่องมือที่สำหรับใช้ช่วยในการผลิตได้อย่างรวดเร็ว และลดปัญหาต่างๆลง เพื่อการเพิ่มผลผลิตได้ทันความต้องการของตลาด ลักษณะของเครื่องปั้นลูกชิ้นมีรายละเอียดดังนี้

รายละเอียดเครื่องปั้นลูกชิ้น

1.ลักษณะโดยทั่วไป

เครื่องปั้นลูกชิ้น (Former machine for meat balls) นั้นมีหลักการทำงานโดยการใช้ต้นกำเนิดกำลังเพียงตัวเดียว คือ มอเตอร์ขนาด 380 W ขนาดกำลังมีตั้งแต่ 1-3 แรงม้า และใช้แขนส่งกำลัง (ก้านข้อเหวี่ยง) เป็นตัวกำหนดการทำงานหลัก โดยจะส่งกำลังชัก ทำให้เครื่องและอุปกรณ์บดภายในหม้ออัดเนื้อทำงาน และส่งกำลังต่อเนื่องไปยังหัวตัดลูกชิ้น และหัวปั้นลูกชิ้นด้วย จึงเป็นระบบที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำงานได้ต่อเนื่อง ซึ่งจะเสียเวลาในการควบคุมหลายครั้ง เนื่องจากการปรับเปลี่ยนขนาดของลูกชิ้น ซึ่งจะต้องหยุดการทำงานและการควบคุมทุกระบบด้วย เพื่อทำการปรับเปลี่ยนสายพาน และอุปกรณ์แขนส่งกำลัง หัวตัดลูกชิ้น แหวน เหล่านี้จะทำให้เกิดการเสียเวลา

รายละเอียดวัสดุของเครื่องปั้นลูกชิ้น

ตารางที่ 17

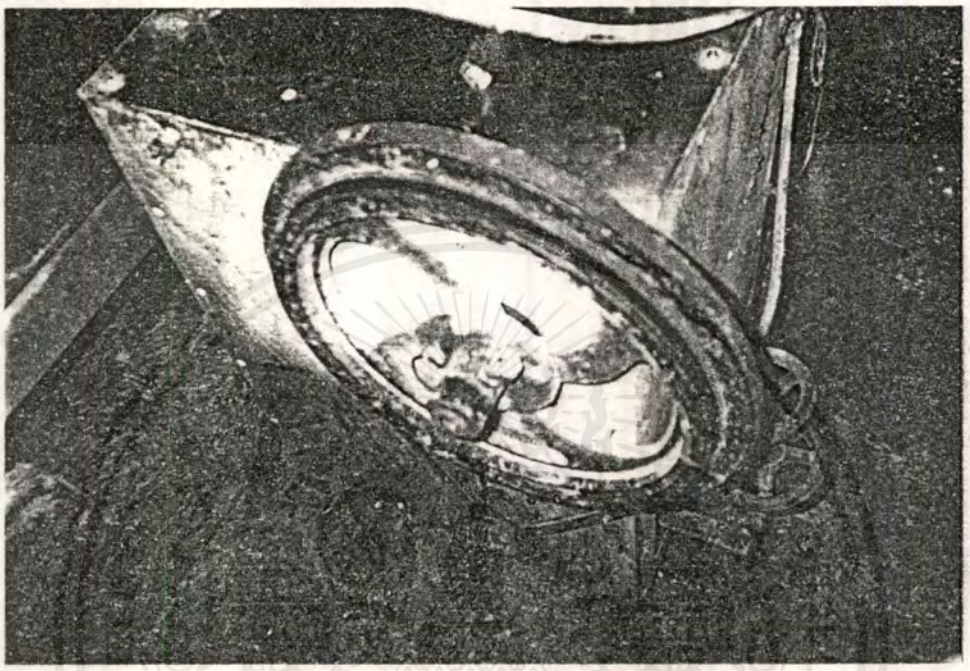
รายละเอียดวัสดุของเครื่องปั้นลูกชิ้น

ลำดับที่	รายการ	ขนาด			วัสดุ
		กว้าง	ยาว	สูง	
1	ตัวเครื่องส่วนฐาน	60	80	50	แสตนเลส
2	ถาดป้อนเนื้อ	60	60	40	แสตนเลส
3	ถังน้ำ	70	70	40	แสตนเลส
4	ฝาปิดเครื่อง	60	40	0.5	แสตนเลส
5	ขารองเครื่อง	65	85	40	เหล็กผสม
6	หัวปั้นลูกชิ้น	120	12	0.5	ทองแดงผสม
7	มอเตอร์ AC.380-460 V.	-	-	-	มาตรฐาน
8	มอเตอร์ AC. 220 V.	-	-	-	มาตราฐาน
9	แหวนปั้นลูกชิ้น	-	-	-	มาตราฐาน
10	หัวปั้นและตัดเนื้อ	-	-	-	มาตราฐาน
11	แขนส่งกำลัง	-	-	-	มาตราฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

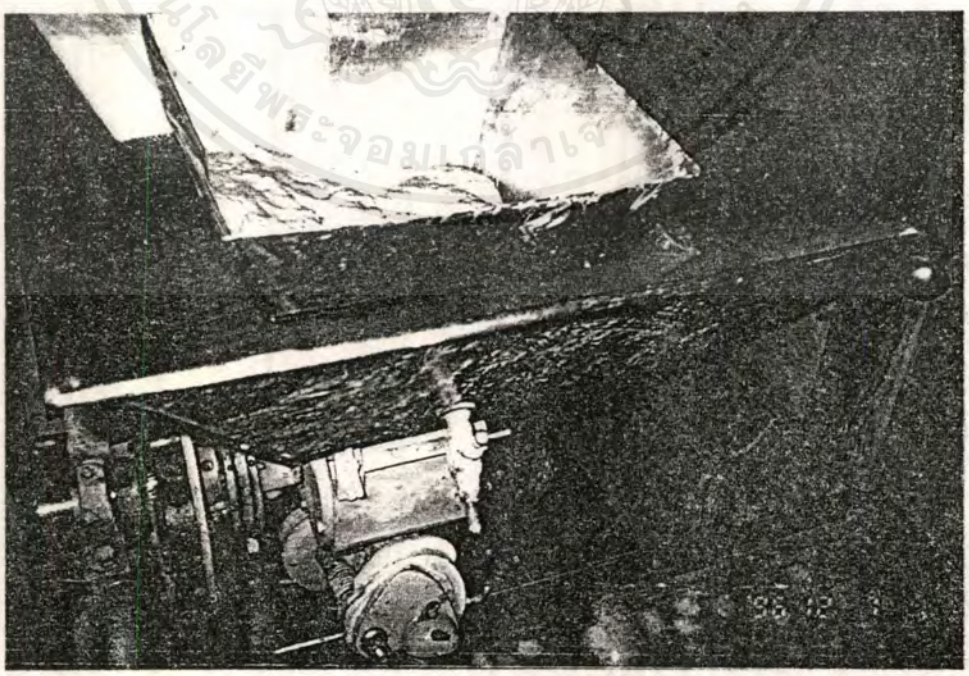
ภาพที่ 72

แสดงส่วนของตัวเครื่องส่วนฐาน



ภาพที่ 73

แสดงลักษณะของถาดป้อนเนื้อ

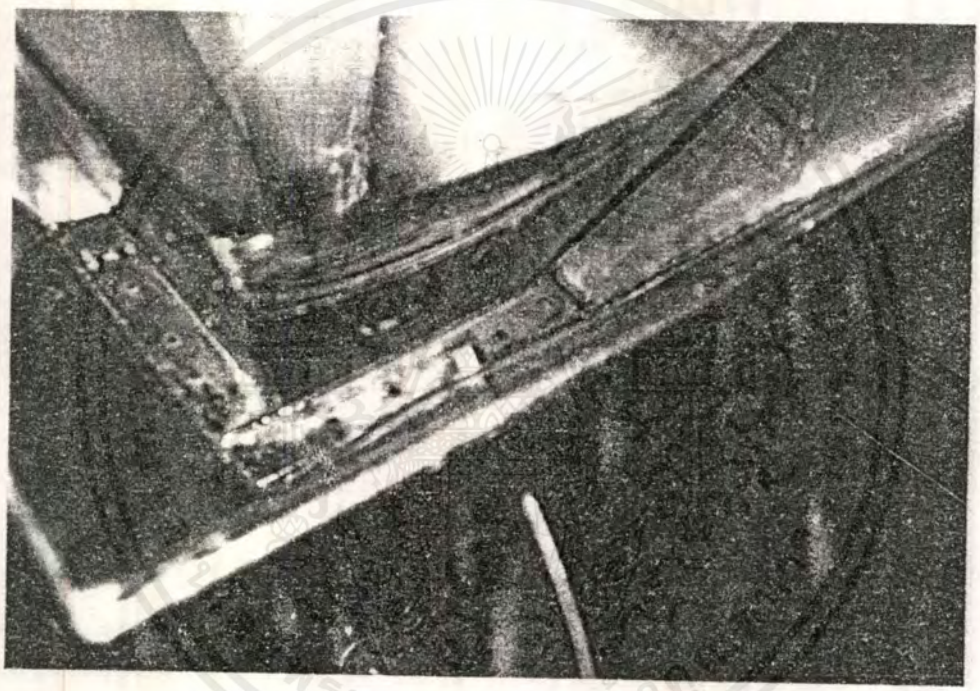


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวเครื่องทั้งหมดด้านนอกจะประกอบด้วยวัสดุอลูมิเนียมแผ่นทั้งหมดปิดทับกับตัวโครงเหล็กด้านในเพื่อป้องกันสนิมเข้าด้านในเครื่องจึงทำให้เครื่องปั้นลูกชิ้นทนต่อความชื้นได้ดี แต่ในขณะเดียวกันตรงแขนส่งกำลังก็จะถูกความชื้นและอากาศกัดกร่อนไปด้วยเนื่องจากเป็นเหล็กผสม จ

ภาพที่ 74

แสดงลักษณะถังน้ำสำหรับหล่อลื่น



กลไกแขนส่งกำลังสามมิติ

A กลไกก้านหมุนส่งกำลัง 4 อัน

B กลไกแขนส่งกำลังเป็นแบบทรงกรวยหรือทรงกลม

1. ข้อเหวี่ยงส่งกำลังหมุน
2. ก้านต่อ
3. แขนหมุนแกว่ง

C กลไกการจัดแขนส่งกำลังด้วยสลักที่ยื่นออกไป

D กลไกก้านแกว่งเลื่อนรูปกรวยเปรียบเทียบตัวอักษรและตัวเลขตรงกับตัว อี

E กลไกก้านแกว่งเลื่อนรูปทรงระนาบตัวอักษรและตัวเลขตรงกับตัว ดี

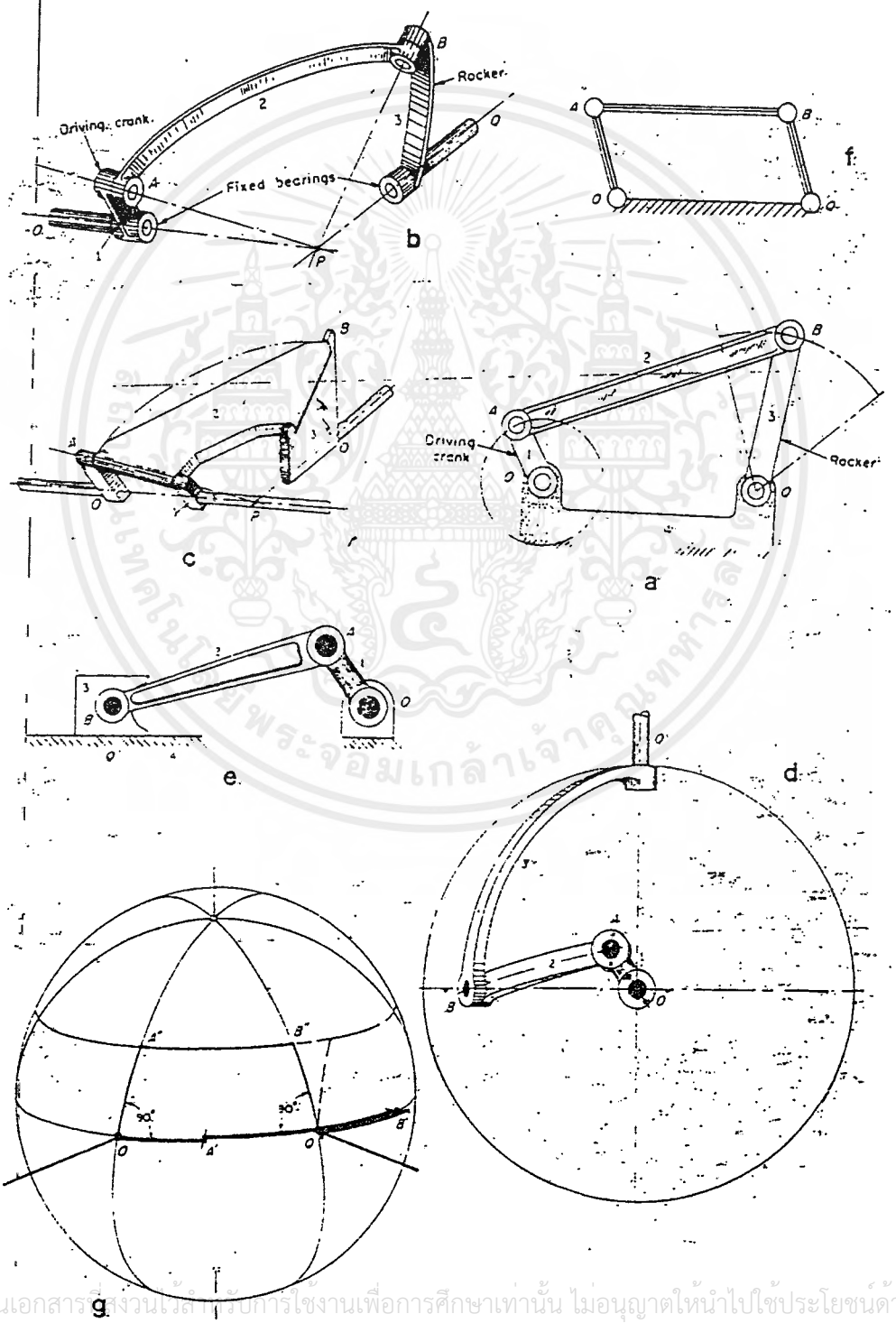
F กลไกก้านแกว่งสี่เหลี่ยมด้านขนานส่งกำลังแนวราบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

G กลไกก้านแกว่งสี่เหลี่ยมด้านขนานส่งกำลังเป็นรูปทรงกลม

ภาพที่ 75

แสดงรูปแบบกลไกแขนส่งกำลังแบบต่างๆ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 การศึกษาสรีระของมนุษย์ที่เกี่ยวข้องผลิตภัณฑ์

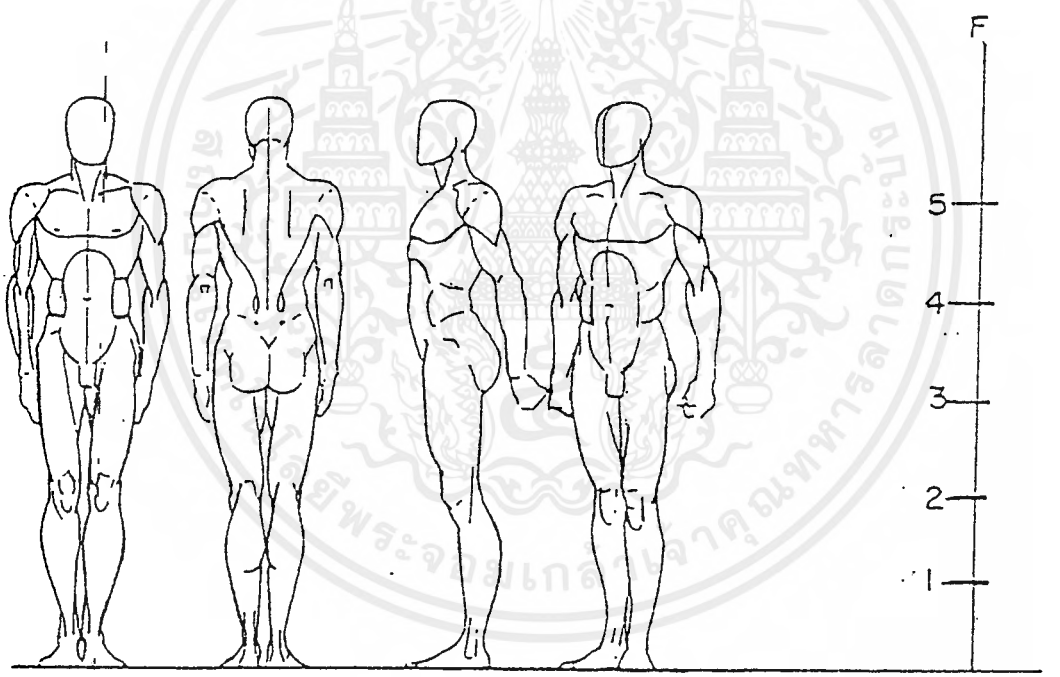
สมรรถวิทยาและสัดส่วนมนุษย์

สมรรถวิทยาและสัดส่วนมนุษย์ ในความหมายที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ คือช่องว่างของการเคลื่อนไหวเราสามารถทราบได้โดยการวัดระยะแค่คำว่า "ตามกำลังปกติ" ของมนุษย์เราหาวิธีกำหนดได้ยากกว่าขนาดไหนคือ กำลังปกติ ในภาษาอังกฤษ ชื่อเรียกนี้ยังเป็นปัญหาอยู่เพราะจึงไม่มีใครระบุได้ว่าเรียกอย่างไรจึงเหมาะสม

ในการออกแบบในครั้งนี้ได้นำเอาระยะสัดส่วนที่เกี่ยวข้องกับการนำมา คือระยะการบรรทุกยกและการจับถือสัมภาระที่ใช้ในการท่องเที่ยว

ภาพที่ 76

แสดงระยะในการจับวางสิ่งของ



ระยะสูงของการยก 1 ฟุต ยกได้ 145 ปอนด์
ระยะสูงของการยก 2 ฟุต ยกได้ 125 ปอนด์
ระยะสูงของการยก 3 ฟุต ยกได้ 70 ปอนด์
ระยะสูงของการยก 4 ฟุต ยกได้ 45 ปอนด์
ระยะสูงของการยก 5 ฟุต ยกได้ 30 ปอนด์

หมายเหตุ ที่หลังของมนุษย์จะรับน้ำหนัก 40% ที่ขาจะรับน้ำหนัก 60%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสัมพันธ์เรื่องสัดส่วนของมนุษย์กับเครื่องเรือน

ความรู้เกี่ยวกับมาตรฐานเรื่องสัดส่วนของมนุษย์นั้น ได้มีการศึกษามานานแล้วก่อน ค.ศ. 3000 จากหลักฐานการค้นพบจากสุสานในพีระมิดของเมมฟีส (Memphis) จากนั้นได้มีนักวิทยาศาสตร์ และนักศิลปศาสตร์ทำการศึกษาในเรื่องนี้เรื่อยมา (สถาบันวิจัย วิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย : 2533)

การเรียนรู้เกี่ยวกับมาตรฐานเรื่องสัดส่วนของมนุษย์ ได้ทำการศึกษาจากซากศพของมเหสีฟาโรห์ซึ่งอยู่ในยุค Ptolomaic ของกรีกและโรมัน และเป็นที่ยอมรับในมาตรฐานเรื่องสัดส่วนของมนุษย์ในเวลานั้นโดยการสอนของ Alberti, Leonarde da Vinci, michelangelo และคนอื่น ๆ โดยเฉพาะ Diirer เป็นคนสำคัญในการวางรากฐานการศึกษาเรื่องนี้ได้จัดระบบการวัดสัดส่วนของมนุษย์ เช่น ความยาวของศรีษะ หน้า เท้า และแบ่งส่วนย่อยรายละเอียดอื่น ๆ ที่สัมพันธ์กันของแต่ละส่วนซึ่งกลายเป็นมาตรฐานที่ใช้กันในทุกวันนี้ในสมัยใหม่ยอมรับระบบการจัดเป็นฟุตและหลา

วิธีการวัดสัดส่วนมนุษย์

Diirer ได้ค้นพบวิธีการวัดสัดส่วนของมนุษย์ ซึ่งเป็นที่ยอมรับและเห็นพ้องต้องกันทั่ว ๆ ไป โดยเขาเริ่มวัดความสูงของร่างกายมนุษย์และกำหนดส่วนย่อยไว้ดังต่อไปนี้

1/2 ของความสูงทั้งหมด = ครึ่งหนึ่งของร่างกายวัดจากต้นขาหรือขาหนีบขึ้นไปถึงศรีษะส่วนบน

1/4 ของความสูงทั้งหมด = ความยาวของขาวัดจากข้อเท้าถึงหัวเข่าและจากปลายคางถึงสะดือ

1/6 ของความสูงทั้งหมด = ความยาวของเท้า

1/8 ของความสูงทั้งหมด = ความสูงของศรีษะส่วนบนถึงปลายคางและจากปลายคางถึงราวนม

1/10 ของความสูงทั้งหมด = ความสูงและความกว้างของใบหน้ารวมถึงหูด้วยและความยาวของมือถึงข้อมือ

1/12 ของความสูงทั้งหมด = ความกว้างของใบหน้าวัดจากปลายจมูกส่วนล่างสุดและในการแบ่งสัดส่วนของมนุษย์นั้นแบ่งเป็นส่วนย่อยได้ 1/40 ของความสูงทั้งหมดของร่างกาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสัมพันธ์เรื่องสัดส่วนของมนุษย์กับเครื่องเรือน

ความรู้เกี่ยวกับมาตรฐานเรื่องสัดส่วนของมนุษย์นั้น ได้มีการศึกษามานานแล้วก่อน ค.ศ. 3000 จากหลักฐานการค้นพบจากสุสานในพีระมิดของเมมฟีส (Memphis) จากนั้นได้มีนักวิทยาศาสตร์ และนักศิลปศาสตร์ทำการศึกษาในเรื่องนี้เรื่อยมา (สถาบันวิจัย วิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย : 2533)

การเรียนรู้เกี่ยวกับมาตรฐานเรื่องสัดส่วนของมนุษย์ ได้ทำการศึกษาจากซากศพของมเหสีฟาโรห์ซึ่งอยู่ในยุค Ptolomaic ของกรีกและโรมัน และเป็นที่ยอมรับในมาตรฐานเรื่องสัดส่วนของมนุษย์ในเวลานั้นโดยการสอนของ Alberti, Leonarde da Vinci, michelangelo และคนอื่น ๆ โดยเฉพาะ Diirer เป็นคนสำคัญในการวางรากฐานการศึกษาเรื่องนี้ได้จัดระบบการวัดสัดส่วนของมนุษย์ เช่น ความยาวของศรีษะ หน้า เท้า และแบ่งส่วนย่อยรายละเอียดอื่น ๆ ที่สัมพันธ์กันของแต่ละส่วนซึ่งกลายเป็นมาตรฐานที่ใช้กันในทุกวันนี้ในสมัยใหม่ยอมรับระบบการจัดเป็นฟุตและหลา

วิธีการวัดสัดส่วนมนุษย์

Diirer ได้ค้นพบวิธีการวัดสัดส่วนของมนุษย์ ซึ่งเป็นที่ยอมรับและเห็นพ้องต้องกันทั่ว ๆ ไป โดยเขาเริ่มวัดความสูงของร่างกายมนุษย์และกำหนดส่วนย่อยไว้ดังต่อไปนี้

1/2 ของความสูงทั้งหมด = คร
ศรีษะส่วนบน

1/4 ของความสูงทั้งหมด = ความยาวของขาวัดจากข้อเท้าถึงหัวเข่าและจากปลายคางถึงสะดือ

1/6 ของความสูงทั้งหมด = ความยาวของเท้า

1/8 ของความสูงทั้งหมด = ความสูงของศรีษะส่วนบนถึงปลายคางและจากปลายคางถึงราวนม

1/10 ของความสูงทั้งหมด = ความสูงและความกว้างของใบหน้ารวมถึงหูด้วยและความยาวของมือถึงข้อมือ

1/12 ของความสูงทั้งหมด = ความกว้างของใบหน้าวัดจากปลายจมูกส่วนล่างสุดและในการแบ่งสัดส่วนของมนุษย์นั้นแบ่งเป็นส่วนย่อยได้ 1/40 ของความสูงทั้งหมดของร่างกาย

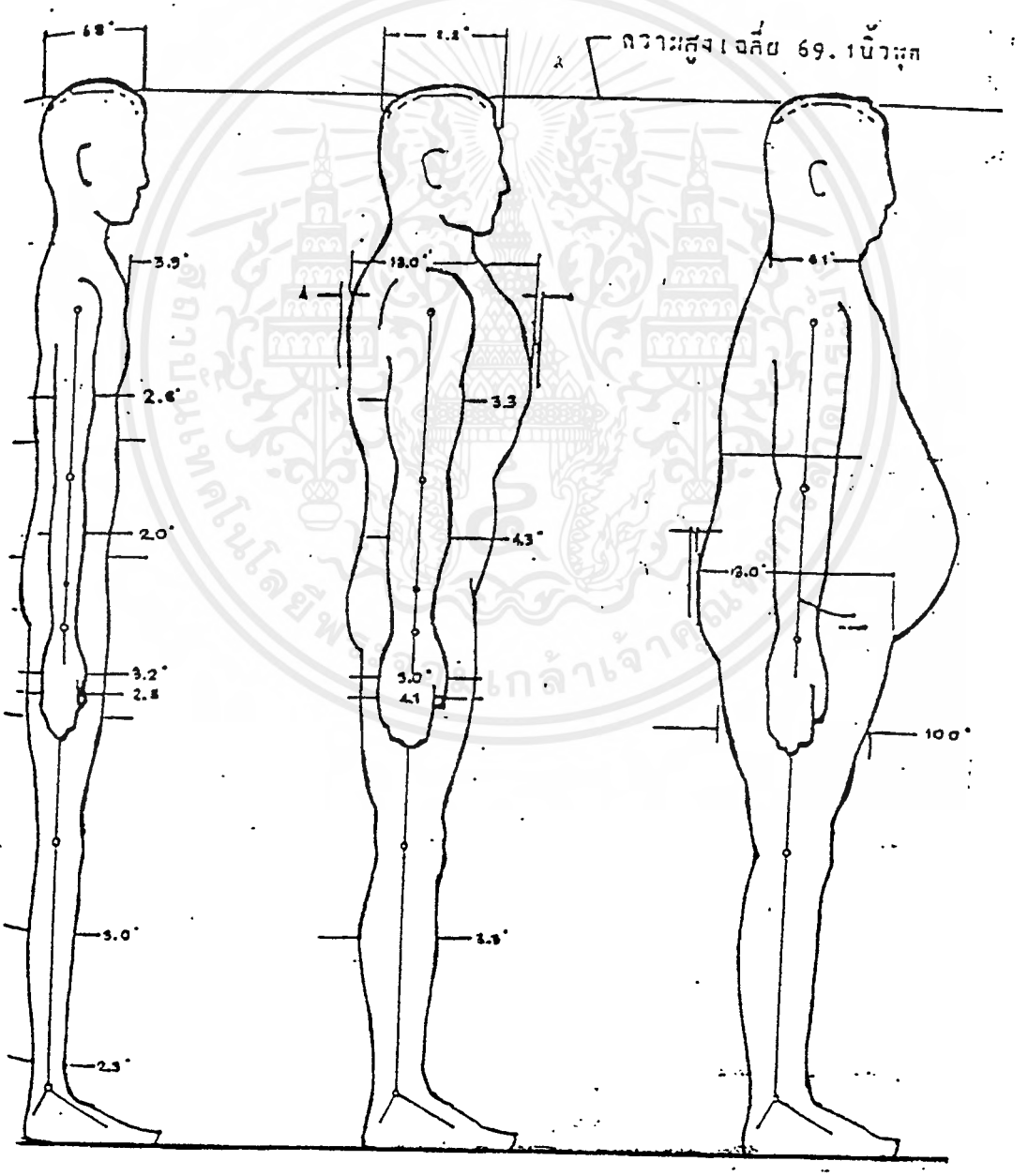
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขนาดสัดส่วนผู้ใช้

สัดส่วนของมนุษย์ แบ่งออกเป็นลักษณะรูปทรงใหญ่ 3 ประเภท คือ รูปร่างผอม รูปร่างปานกลาง รูปร่างอ้วน โดยใช้ข้อมูลคิดเฉลี่ยขนาดรูปร่างทั้ง 3 ผลเฉลี่ยปรากฏดังนี้

ภาพที่ 77

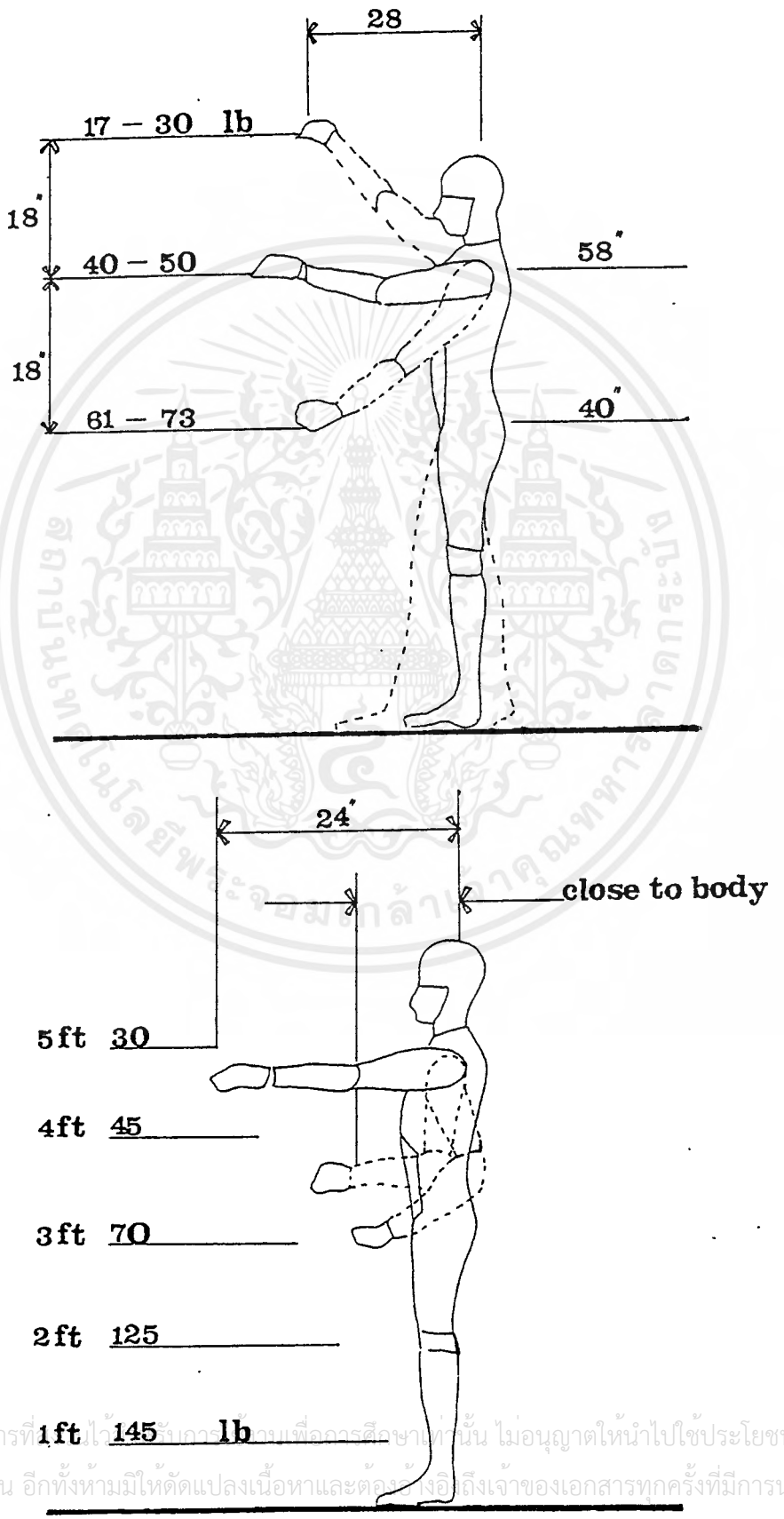
ขนาดสัดส่วนของผู้ชาย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 78

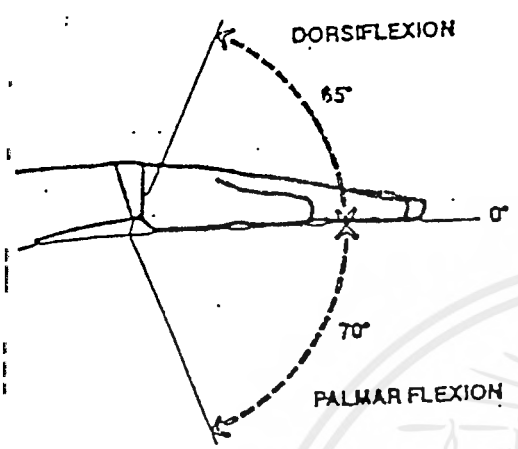
แสดงกำลังขณะยืนและแรงขณะยก



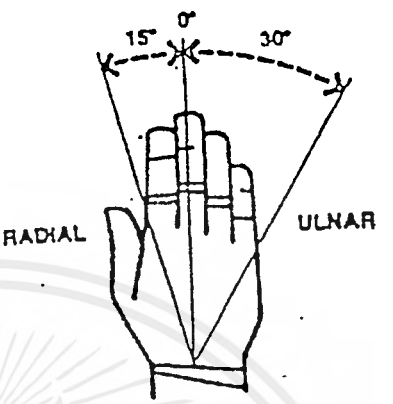
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 79

แสดงการเคลื่อนไหวของมือ

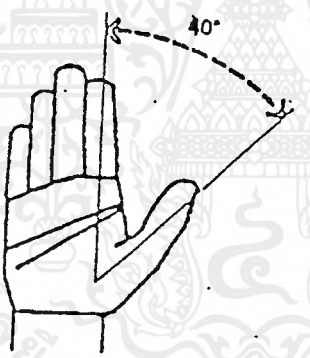


FLEXION AND EXTENSION



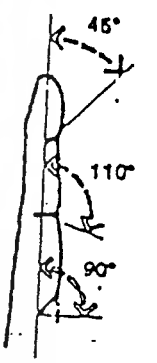
DEVIATION

HEUTRAL



ABDUCTION

OPPOSITION



FLEXION

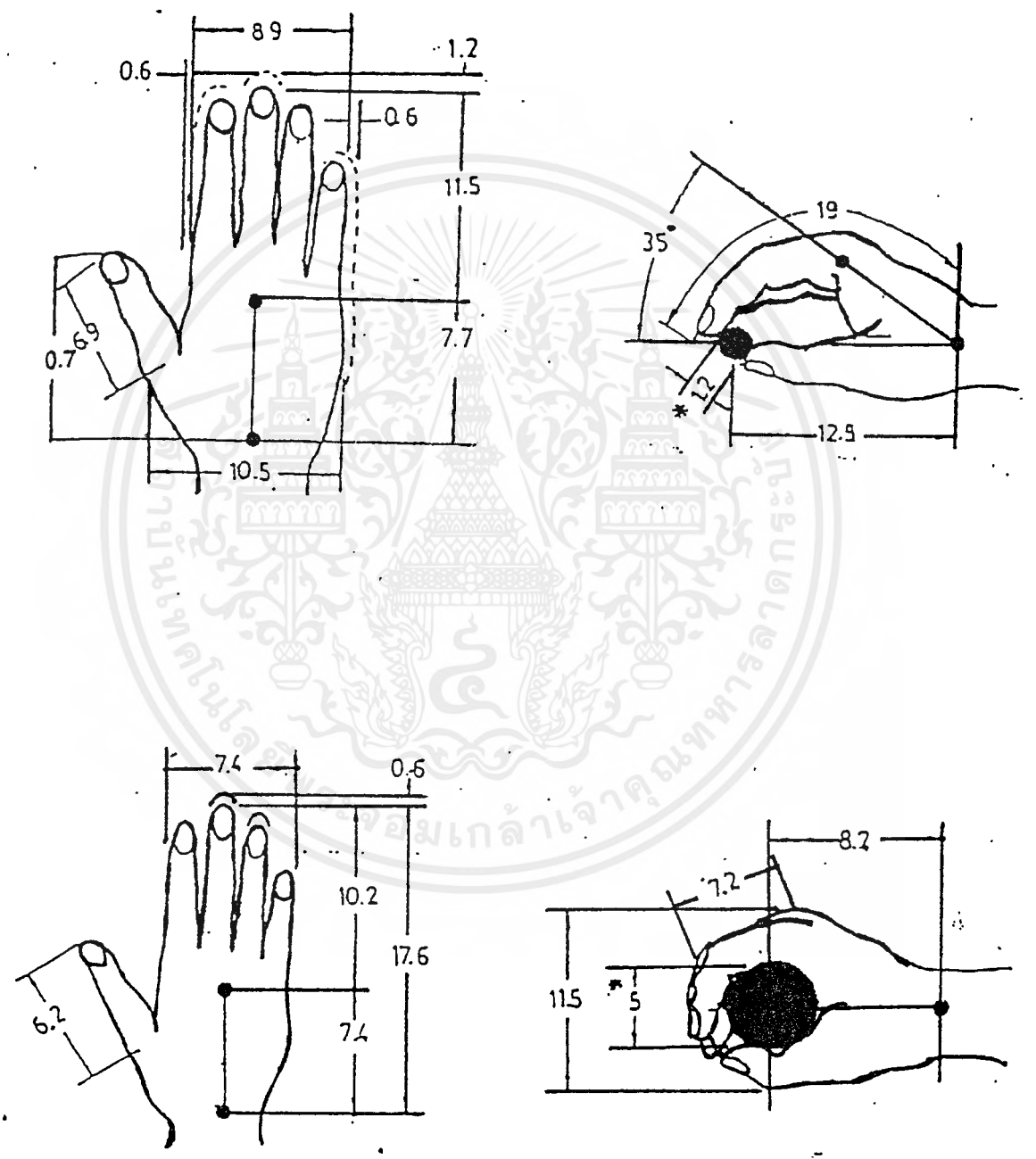
NEUTRAL

HYPEREXTENSION

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 80

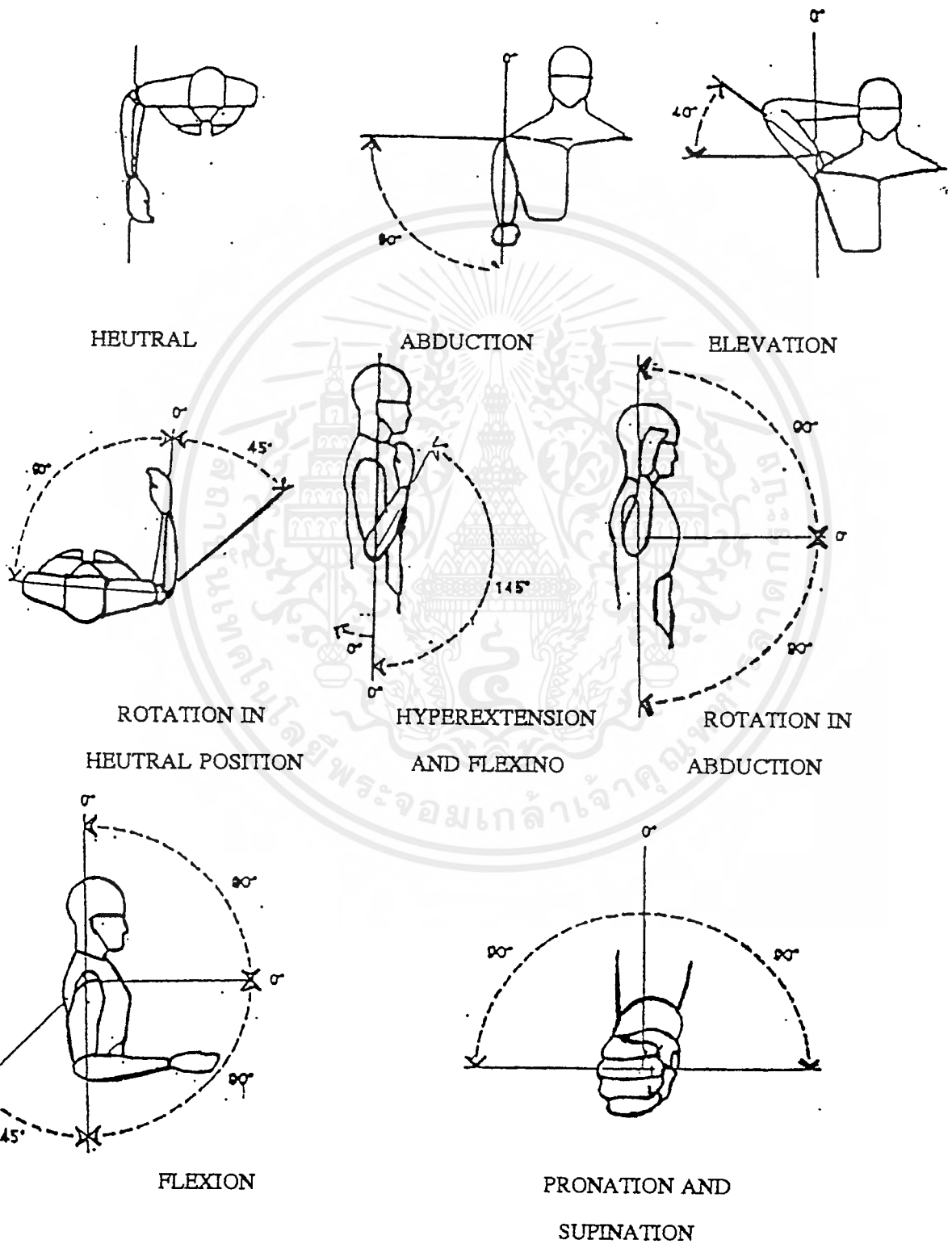
แสดงขนาดสัดส่วนของมือ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 81

ลักษณะสัดส่วนของมุมการพับงอของแขน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสามารถในการออกแรงของมนุษย์

จากการทดลองความแข็งแรงของมนุษย์ภายใต้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมได้ผลออกมาดังนี้

1) มนุษย์สามารถทำงานปกติได้ด้วยแรงประมาณ 75 วัตต์ (0.10 แรงม้า)

2) มนุษย์สามารถรวบรวมออกแรงทำงานได้สูงสุดถึง 2 แรงม้า ภายในเวลา 10 วินาที

3) มนุษย์สามารถออกแรงทำงานได้ 750 วัตต์ คิดต่อกันไปได้เป็นเวลา 1 นาที

หมายเหตุ

1 วัตต์ = 0.1 แรงม้า ค่าเหล่านี้อาจเปลี่ยนแปลงได้ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับ

1) ลักษณะและคุณสมบัติของผู้ใช้แรง เช่น ความแข็งแรง สภาพจิตใจ น้ำหนัก

2) สภาพแวดล้อม เช่น อุณหภูมิ, ความกดอากาศ

3) ลักษณะคุณสมบัติของสิ่งที่จะยก

โดยปกติทั่วไปมีการแบ่งสภาพการทำงานออกแรงของมนุษย์ได้เป็น 4 ลักษณะคือ

1) การยก

2) การดึง

3) การผลัก

4) การหมุน

สำหรับสภาพการทำงานของผู้ขนย้ายนั้นเป็น ลักษณะที่ 1 คือ การออกแรงยกซึ่งจากการศึกษาค้นคว้าข้อมูลกำลังแขนขณะยืนและกำลังแรงยกสามารถสรุปได้ดังนี้

1) กำลังแขนสูงสุดขณะยืนเท่ากับ 73 ปอนด์ ซึ่งมืออยู่สูงจากพื้น 40 นิ้ว

2) ที่ความสูง 40 นิ้ว (3 ฟุต 4 นิ้ว) กำลังแรงยกขึ้นจะอยู่ระหว่าง 45-70 ปอนด์

การพิจารณาสัดส่วนต่าง ๆ ของร่างกายจะต้องพิจารณาค่าต่ำสุด สูงสุด หรือค่าเฉลี่ยที่เหมาะสมกับการใช้งานของงานออกแบบนั้น ๆ นั่นคือ มีการพิจารณาถึงมิติกฤตและมิติปรับปรุง

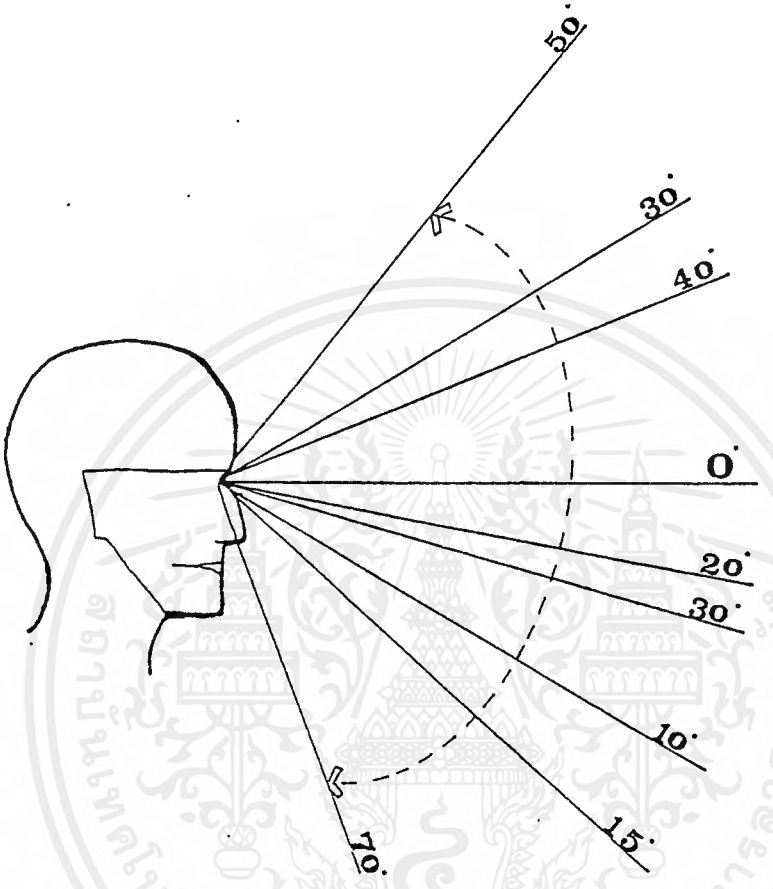
มิติกฤติ (CRITICAL BODY DIHENSION) สัดส่วนต่าง ๆ ของร่างกายมีทั้งค่าสูงสุด (MAXIMUM) ค่าต่ำสุด (MINIMUM) และค่าเฉลี่ย (MEAN) การจะนำค่าต่าง ๆ ไปใช้ขึ้นอยู่กับการนำไปใช้ในแต่ละกรณีไม่เหมือนกัน เรียกว่า มิติกฤติ การพิจารณาเลือกกำหนดมิติกฤต ถือหลักว่า มิติกฤต การพิจารณาเลือกกำหนดมิติกฤตถือหลักว่า มิติกฤตที่เลือกจะต้องไปช่วยงานออกแบบให้นำไปใช้ได้ดี สะดวก สบายกับผู้ให้ทุกขนาด

มิติปรับปรุง (ADJUSTED BODY DIMENSION) สัดส่วนต่าง ๆ ที่ได้มานั้นเป็นการวัดจากตัวอย่างที่ไม่สวมรองเท้าในการนำตัวเลขไปให้จึงต้องปรับปรุงมิติเพื่อให้มีความถูกต้องยิ่งขึ้น สิ่งที่จะต้องพิจารณาประกอบมิติกฤตคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 82

การศึกษาเกี่ยวกับมุมมองต่าง ๆ ในระนาบจากด้านข้าง



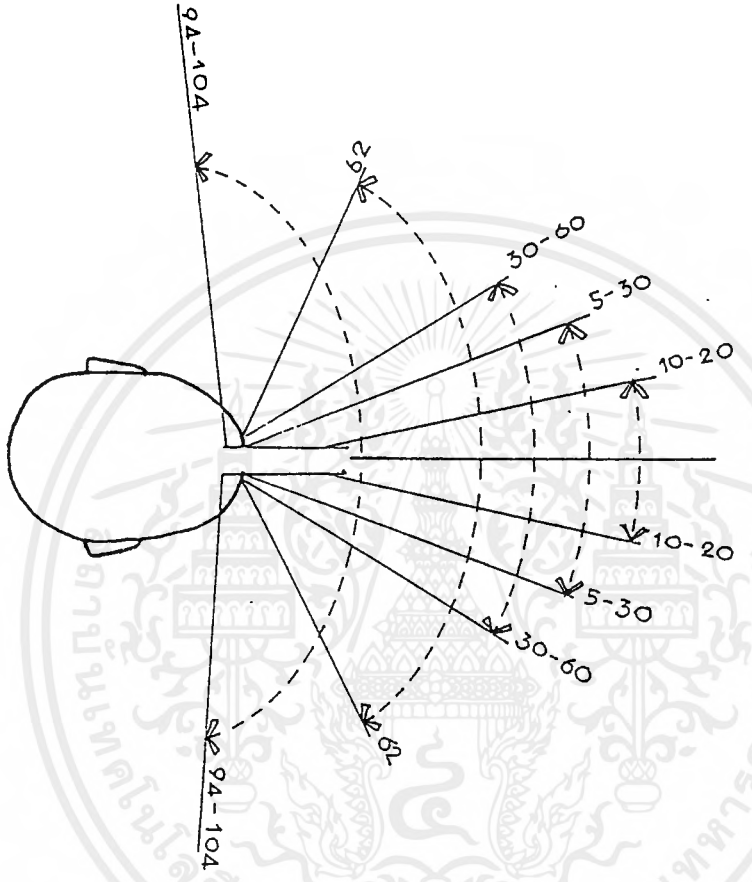
จากการศึกษามุมมองด้านข้าง สามารถสรุปตัวเลขต่าง ๆ เพื่อเป็นพื้นฐานและแนวทางในการออกแบบปุ่มกดให้เหมาะสมต่อไป

มุมเงยสูงสุด	50°
มุมมองที่ดีของสีมากที่สุด ขึ้นบน	30°
มุมมองที่ดีของสีมากที่สุด ลงล่าง	40°
มุมมองเหลือบตาขึ้นมากที่สุด	25°
มุมมองเหลือบตาลงมากที่สุด	30°
มุมสายตาปรกติขณะยืน	10°
มุมสายตาปรกติขณะนั่นๆ	15°
มุมก้มสูงสุด	70°

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 83 .

การศึกษาเกี่ยวกับมุมของต่าง ๆ ในระนาบจากด้านบน



จากการศึกษามุมมองจากด้านบน สามารถสรุปตัวเลขต่าง ๆ เพื่อเป็นพื้นฐาน และแนวทางในการออกแบบปุ่มกด ให้เหมาะสมต่อไป

มุมมองตัวหนังสือ	10-20
มุมมองของสัญลักษณ์	5-30
มุมมองที่ดีที่สุดของสี	30-60
มุมมองกล้องที่สุด	94-104
มุมมองกวาดสายตามาอีกข้างหนึ่ง	62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จิตวิทยาสี

โดยทั่วไปแล้วการออกแบบผลิตภัณฑ์ใด ๆ ก็ตามจะมองข้ามในเรื่องนี้ไม่ได้เป็นอันขาด เพราะเป็นสิ่งจำเป็นมากต่อการออกแบบ ความรู้สึกของผู้พบเห็นความสวยงาม นอกจากนี้ยังสามารถเตือนผู้ใช้ให้ระวังในส่วนที่จะเป็นอันตรายได้อีกด้วย (สาคร คันธโชติ ; 2534)

MUNSEL สามารถแบ่งสีเป็น 2 ประเภท คือ สีร้อนและสีเย็น

สีร้อนคือ สีที่ดูดความรู้สึก (ADVANCING COLOUR) มีความรู้สึกอบอุ่น ให้ความรู้สึกสะดุดตา เมื่อมองไกลเป็นสีที่ให้ความกระชุ่มกระชวย

สีเย็น คือ สีไม่ดึงดูดความรู้สึก ไม่สะดุดตา ให้ความรู้สึกสบายตามองได้นาน ๆ โดยไม่ระคายเคือง

การเลือกสีกับผลิตภัณฑ์ นอกจากต้องการความสวยงาม สียังมีอิทธิพลในการทำให้เกิดความรู้สึกทางด้านอื่น ซึ่งเป็นผลต่อการใช้ผลิตภัณฑ์อยู่มาก

อทธิพลของสีที่มีต่อความรู้สึก

ต่อไปนี้เป็นลักษณะของสีเกี่ยวกับความรู้สึก โดยแบ่งสีออกเป็นสกุลใหญ่ ๆ คือ

1. สีแดง จัดอยู่ในพวกสีร้อน ไม่เพียงแต่ให้ความรู้สึกตื่นเต้นเร้าใจในทางโบราณถือว่าเป็นสีที่เกี่ยวข้องกับอันตราย เป็นสีต้องห้าม การระมัดระวังการใช้พวกสกุลสีแดงสำหรับผลิตภัณฑ์เพียงเล็กน้อยอาจทำให้ผลิตภัณฑ์เด่นขึ้นมาได้ แต่ถ้าใช้มากเกินไปอีกใช้สีสดก็จะมีผลทางจิตวิทยาได้เช่นกัน

2. สีส้ม เป็นสีสดในมองเห็นได้ไกล แสดงความรู้สึกเตือนภัยอยู่ตลอดเวลา เมื่อใช้กับผลิตภัณฑ์ทำให้เกิดความรู้สึกสะอาด คูเบาขึ้น

3. สีเหลือง เป็นสีที่อยู่ได้ทั้ง 2 วรรณะ คือสามารถเป็นได้ทั้งสีร้อนและสีเย็น แต่ขึ้นอยู่กับความเข้มและความแรงของสี สีเหลืองโดยทั่วไปทำให้เกิดความรู้สึกสดชื่น ร่าเริง สดใส สีเหลืองอ่อนทำให้เกิดความรู้สึกสะอาดมีความสว่าง แต่ถ้ามีความเข้มของสีมากจะทำให้เกิดหงุดหงิดได้ สีเหลืองที่ค่อนไปทางสีส้มจะคล้ายของเล่นทางวิทยาศาสตร์สมัยใหม่

4. สีเหลืองเนย (BUTTER YELLOW) ทำให้ผลิตภัณฑ์ดูสว่างขึ้น

5. สีเหลืองขาว ช่วยในด้านความเย็น แต่อย่างไรก็ตามสีเหลืองทำให้ดูสำหรับว่าสกปรกง่าย แต่ถ้าเบรคสีสักเล็กน้อยก็จะทำให้ช่วยได้บ้างแต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัสดุที่ใช้ด้วย

6. สีม่วง เป็นสีที่อยู่ได้ทั้ง 2 วรรณะ เช่นกัน โดยทั่วไปให้ความรู้สึกเศร้าทำให้ง่วง บางครั้ง อาจแสดงว่าเป็นสีแห่งความเศร้า ลึกลับ แต่สีม่วงก็ยังมีลักษณะของความงามทำให้ดูมีค่าได้ด้วย เช่น สีม่วงอ่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. สีน้ำเงิน จัดอยู่ในพวกสีเย็น สีน้ำเงินเข้มทำให้ความรู้สึกลึกลับทำให้เกิดสมาธิเป็นสีที่บอกถึงความสุภาพ ความหนักแน่น สีน้ำเงินอ่อน เช่นสีน้ำทะเล หรือฟ้าจะมีความสดใส ถ้าอมเขียวเล็กน้อยสามารถให้ความรู้สึกตื่นเต้นได้

8. สีเขียว ให้ความรู้สึกสดชื่นกระชุ่มกระชวย ใช้พักสายตาได้ สีเขียวใบไม้หรือเขียวเข้มใช้ได้ในการเน้นส่วนพื้นหรือฐาน แสดงกับความสงบเยือกเย็นได้

9. สีน้ำตาล จัดอยู่ในพวกสีอุ่น เป็นสีที่ให้ความรู้สึกแห้งแล้งไม่ให้ความพักผ่อน ถ้าใช้โดด ๆ จะทำให้เกิดความรู้สึกสลดหดหู่ใจ

10. สีเทา ให้ความรู้สึกภูมิฐานเคร่งขรึมสุภาพเรียบร้อย สามารถลดความลึกของสีขาวและความลึกลับของสีดำ สามารถใช้เป็นสื่อกลางได้กับทุกสีเพราะสามารถทำให้เกิดความกลมกลืนระหว่างสีอุ่นดูสบายตา

11. สีดำ โดยปกติสีดำเป็นสีที่ให้ความรู้สึกหดหู่ ลึกลับ แต่ให้ความรู้สึกหนักแน่นมั่นคง การใช้สีดำ สลับสีขาว ในพื้นที่ร่วมกับสีอื่น จะทำให้เกิดความกระปรี้กระเปร่า มีชีวิตชีวา ถ้าใช้สีดำ ผลิตภัณฑ์จะแสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์มีความแข็งแรงและไม่สกปรกง่าย

12. สีขาว ให้ความรู้สึกสะอาดบริสุทธิ์ ถ้าใช้โดยเดี่ยวจะให้ความรู้สึกเย็น สามารถใช้เป็นสีของฐานหรือส่วนที่อยู่ต่ำกว่า เพื่อเน้นให้เด่นชัดขึ้น

สีที่กล่าว ๆ แล้วนี้เป็นสีทางด้านความงามที่เราตกแต่งลงบนผิววัสดุแต่ยังมีสีที่ควรรู้นั้นคือสีของวัสดุต่าง ๆ ที่ให้ความรู้สึกของมันออกมา เช่นสีของอลูมิเนียม จะออกเป็นสีเทาเงิน ซึ่งแสดงให้เห็นถึงคุณลักษณะของตัวมันเอง อันได้แก่ความอ่อนนุ่ม ความเรียบเบา และไม่เป็นอันตราย ฯลฯ

อทธิพลของสีมีต่อผลิตภัณฑ์

<u>ทางด้านขนาด</u>

- สีอ่อน (LIGHT VALUE) ทำให้ผลิตภัณฑ์แลดูใหญ่ขึ้น
- สีเข้ม (DARK VALUE) ทำให้ผลิตภัณฑ์แลดูเล็กลง

<u>ทางด้านน้ำหนัก</u>

- สีอ่อนหรือสีร้อน (WORM VALUE) ทำให้ผลิตภัณฑ์ดูเบา
- สีเข้มหรือสีเย็น (XOOL VALUE) ทำให้ผลิตภัณฑ์ดูหนัก

<u>ทางด้านน้ำหนัก</u>

- สีร้อน ทำให้เกิดความรู้สึกว่าแข็งแรงมาก
- สีเย็น ทำให้มีความรู้สึกว่าแข็งแรงกว่า

<u>ทางด้านความสะอาด</u>

- สีขาวเป็นสีที่ให้ความรู้สึกสะอาดที่สุด
- สีอ่อน หรือสีงาช้าง (LOOKY) สีเหลือง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น รวมทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- สีฟ้าอ่อน (PLALC BLUE) และสีเขียวอ่อน
- ทำให้ความรู้สึกนุ่มนวล สะอาดตา ถูกลักษณะ

<u>เทคนิคการใช้สี</u>

- สีจะช่วยให้ทัศนะวิสัยที่แจ่มสดใสที่สุด เมื่อนำมาใช้ดังนี้
- สีอ่อนตัดกับสีแก่
- สีสดใสตัดกับสีสดใส
- สีอ่อนตัดกับสีเย็น
- สีอ่อนตัดกับสีเย็น

<u>สีทำให้เกิดระยะใกล้ ไกล</u>

ความปกติสีอุ่นซึ่งได้แก่ สีเหลืองจะทำให้เกิดความรู้สึกคล้ายกับว่าเข้ามาอยู่ใกล้ตัวผู้ดูในทางกลับกันเมื่อใช้สีเย็นคือ สีน้ำเงินเขียว และสีม่วงจะทำให้ซึ่งก็เป็นสีแดงเท่านั้น แต่ถ้านำมาเปรียบเทียบกันจะเห็นว่าแตกต่างกัน การทดลองของนักจิตวิทยาได้แสดงว่าสมองไม่สามารถให้ความทรงจำในเรื่องของสีได้แน่นอน แต่ความจำจะบันทึกไว้ในความนึกคิดเข้าใจที่สามารถแกความถี่ของสีได้

<u>การวิเคราะห์จิตวิทยาของสี</u>

ในการออกแบบนั้นเรื่องสีเป็นองค์ประกอบที่สำคัญอีกอันหนึ่ง โดยสีจะให้ความรู้สึกในการมองเห็นที่แตกต่างกันไป

1. อิทธิพลของสีที่นำมาวิเคราะห์
   - ให้ความรู้สึกในเรื่องขนาด
   - ผลเกี่ยวกับความรู้สึกเรื่องน้ำหนัก
2. สีของแสง

สีของแสง มีความสำคัญมากในการมองของตา (1) มันจะทำให้เกิดความชัดเจนหรือหลอกลวงทำให้เกิดอารมณ์ต่าง ๆ ความเครียดหรือนุ่มนวลและความรู้สึก

แสงเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (ELECTROMAGNETIC) ช่วงหนึ่งที่ประสาทตาของมนุษย์รับรู้ช่วงคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าช่วงนี้อยู่ในความถี่ระหว่าง 3,800-7,500 (อังสตรอมยูนิค) ในช่วงความถี่นี้ประสาทตาจะแปรสัญญาณออกเป็นความรู้ สีที่เราเรียกว่า “สี” ที่แตกต่างกันและรวมกันเป็นสีขาวความถี่คลื่นที่อยู่ต่ำลงไปมนุษย์มองไม่เห็น คือ (ULTYRA VIOLET-RAY) และความถี่คลื่นที่อยู่สูงขึ้นไปคือ (INFRARED-RAY) ซึ่งตามองไม่เห็นเช่นกัน มีข้อสังเกตว่าความถี่ของคลื่นแม่เหล็กนี้ นอกจากมนุษย์จะมองเห็นได้ช่วงหนึ่งแล้วมนุษย์ก็ยังสามารถรู้สึกได้ทางผิวหนักอีก ความรู้สึกร้อนจะเป็นคลื่นความถี่สูงและความรู้สึกเย็นจะเป็นคลื่นความถี่ต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ความสัมพันธ์ระหว่างแสงกับตา แสงกันตามีความสัมพันธ์กัน ถ้าขาดแสงเราจะมองไม่เห็นวัตถุ "ดวงตามนุษย์มีความไวต่อคลื่นแสงในความถี่ต่าง ๆ กัน " ตาไวสูงสุดต่อคลื่นแสงขนาดคลื่นประมาณ 5,500 อังสตรอมยูนิค ซึ่งได้แก่สีเหลือง การที่เรามองเห็นวัตถุได้เกิดจากสีที่แสงพุ่งไปกระทบวัตถุ แล้วสะท้อนสู่ตาของเราส่วนการมองเห็นสีของวัตถุเกิดจากวัตถุอันหนึ่งมีคุณสมบัติดูดซึมได้ จึงไม่มีการสะท้อนกลับ เราจึงมองไม่เห็นคลื่นของสีนั้นเราจะเห็นเฉพาะคลื่นสีที่วัตถุนั้น สามารถดูดซึมได้และสะท้อนกลับมา ถ้าวัตถุดูดซึมคลื่นได้หมดทุกความถี่ของวัตถุนั้นเราจะมองเห็นเป็นสีดำ หรือที่เราเรียกว่า "สำดำ" ซึ่งความจริงสีดำ คือสีที่ไม่มีคลื่นแสงสะท้อนกลับให้เห็นนั่นเอง

4. ความจำกัดอิทธิพลของสี (COLOR MEMORY) ประสาทตาของมนุษย์ไม่สามารถจะเปรียบเทียบได้จากความทรงจำอาจจะทำใช้ได้บางครั้ง แต่จะเป็นด้วยความบังเอิญและทำไม่ได้เสมอไป สีจะมี (VARLATIONS) ที่แตกต่างกัน เช่น สีแดง ยังมีความแตกต่างกันถึง 7,056 สี (ที่ตาสามารถแยกความแตกต่างได้)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 6 ข้อมูลด้านงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาข้อมูลเอกสารด้านงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เป็นการนำเอาหลักทฤษฎีและการรวบรวมข้อมูลข้างเคียงที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับโครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องปั้นลูกชิ้นสำหรับอุตสาหกรรมครัวเรือนนำมาศึกษาเพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบ โดยแบ่งขั้นตอนการศึกษาข้อมูลงานวิจัย 3 ขั้นตอน

1.1 ศึกษางานวิจัยคุณภาพการผลิตลูกชิ้นทั่วไป

1.2 ศึกษากระบวนการผลิตลูกชิ้น

1.1 การศึกษางานวิจัยคุณภาพการผลิตลูกชิ้นทั่วไป

การศึกษาทดลองผลิตลูกชิ้นที่ทำจากเนื้อวัว ซึ่งชำแหละในตอนเช้าแล้วเก็บรักษาไว้ในห้องเย็นอุณหภูมิประมาณ 2° C (ทิพยา ปานะโตชะ และคณะฯ ; 2534) นำเนื้อออกจากห้องเย็นเวลา 13.00 น. ในวันเดียวกันเพื่อทดลองการผลิตลูกชิ้นเนื้อตามสูตรส่วนประกอบในตารางที่--

ตารางที่ 18

สูตรที่ใช้ในการศึกษาทดลองการผลิตลูกชิ้น

ส่วนประกอบ	ปริมาณที่ใช้ (กรัม)								
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3	สูตรที่ 4	สูตรที่ 5	สูตรที่ 6	สูตรที่ 7	สูตรที่ 8	สูตรที่ 9
เนื้อวัว	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000
แป้งมัน	250	250	250	250	250	250	250	250	250
เกลือ	240	240	240	240	240	240	240	240	240
ผงชูรส	20	20	20	20	20	20	20	20	20
พริกไทย	10	10	10	10	10	10	10	10	10
น้ำแข็ง	2000	2000	22000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
sodium acid pyrophosphate		25							
sodium tripolyphosphate			25		25	12.5	25		
tetrasodium pyrophosphate				25					
potassium polyphosphate								12.5	25
น้ำหนักรวม	7320	7345	7345	7345	7345	7332.5	7345	7332.5	7345

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 การศึกษากระบวนการผลิตลูกชิ้นเนื้อ

1. ใช้เนื้อวัวส่วนขาหน้าและขาหลัง แล่เอาเฉพาะแต่เนื้อ หั่นเป็นชิ้น และบดให้ละเอียดด้วยเครื่องบดที่มีรูตะแกรงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 มิลลิเมตร

2. ใส่เนื้อวัวบดในเครื่องสับ ขณะเดินเครื่อง ใส่น้ำแข็ง เครื่องปรุง แล้วสับจนละเอียด

3. บีบลูกชิ้นเป็นลูกกลม ๆ ตามขนาดที่ต้องการลงในน้ำอุณหภูมิ 60° C ทิ้งไว้จนลูกชิ้นเปลี่ยนสีจากแดงเป็นชมพู หรือแข็งตัวขึ้น จึงนำไปต้มในน้ำอุณหภูมิ 65-70° C จนเกือบสุก แล้วจึงแช่ลูกชิ้นในน้ำเย็นตักขึ้นผึ่งไว้ให้สะเด็ดน้ำ

<u>การทดสอบคุณภาพของลูกชิ้น</u>

1. การตรวจวิเคราะห์ทางเคมีโดยการตรวจหา เถ้า ความชื้น ไขมัน โปรตีน P2 O5 pH

2. การตรวจวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยา โดยการตรวจหา Total aerobic plate count, MPN coliform bacteria, MPN faecal coli, <u>Staphylococcus aureus</u>, Faecal streptococci. <u>Salmonella sp.</u> และ mold

3. การตรวจสอบทางกายภาพ โดยวัดความเหนียว (gel strength) ด้วย Rheometer

4. การทดสอบคุณสมบัติทางประสาทสัมผัส โดย Sensory Evaluation Method ใช้ผู้ชิมจำนวน 21 คน ซึ่งเป็นลูกจ้างและข้าราชการกรมปศุสัตว์ กรมอนามัย และสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา โดยใช้แบบสอบถาม (Scoresheet) ซึ่งผู้ชิมให้คะแนนสี กลิ่น รส และลักษณะเนื้อของลูกชิ้นแล้วนำผลไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (Means) โดยการใช้ Duncan's multiple range test ที่นัยสำคัญ (significant level) 5%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

วธีการดำเนินการวิจัยโครงการออกแบบเครื่องปั้นลูกชิ้นสำหรับอุตสาหกรรมครัวเรือนสามารถแบ่งเป็นตอนได้ดังนี้

ตอนที่ 1 วิธีสำรวจและรวบรวมข้อมูล

ผู้จัดทำโครงการได้ทำการสำรวจข้อมูลโดย การศึกษาจากทางเอกสารที่เกี่ยวข้องและจากการที่ได้ศึกษากับผลิตภัณฑ์เดิม คือ เครื่องปั้นลูกชิ้นสำหรับอุตสาหกรรมครัวเรือน และสถานที่ได้ทำการรวบรวมข้อมูลและได้มีการศึกษาถึงพฤติกรรมการใช้งานของกลุ่มผู้ใช้งาน ซึ่งสามารถแบ่งวิธีการสำรวจและรวบรวมข้อมูลได้ออกเป็น 3 ขั้นตอนดังนี้คือ

1. ข้อมูลเชิงเอกสาร (ปฐมภูมิ)
2. ข้อมูลจากการสัมภาษณ์ (ทุติยภูมิ)
3. ข้อมูลผลิตภัณฑ์จริงและข้างเคียง (ทุติยภูมิ)

จากการที่ได้ศึกษามา 3 ขั้นตอนแล้วในบทที่ 2 ทำให้สามารถนำผลที่ได้มาทำการวิเคราะห์ ซึ่งแต่ละตอนจะมีแผนการดำเนินงานต่างๆ เกี่ยวกับเครื่องบีบลูกชิ้นหรือเครื่องปั้นลูกชิ้นจะมีแผนการดำเนินงานที่แตกต่างกันดังนี้

1. <u>การศึกษาข้อมูลเชิงเอกสาร (ปฐมภูมิ)</u>

เป็นการศึกษาการศึกษาข้อมูลเชิงเอกสาร (ปฐมภูมิ)ข้อมูลด้านปฐมภูมิในรูปแบบของเครื่องปั้นลูกชิ้นที่พบเห็นจากหนังสือวารสาร เอกสารต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับเครื่องบีบลูกชิ้นหรือเครื่องปั้นลูกชิ้นที่พบเห็นจากหนังสือและแหล่งที่ช่วยในการค้นคว้าและทำการศึกษาข้อมูลต่างๆ คือห้องสมุดและสถานที่ที่อำนวยความสะดวกในด้านข้อมูล

2. <u>การศึกษาข้อมูลจากการสัมภาษณ์</u>

เป็นการศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูล รวบรวมโดยการสำรวจภาคสนาม เช่น การสอบถาม การสัมภาษณ์กับบุคคลในสายงานต่างๆ ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์ชิ้นนี้ ซึ่งได้แก่บุคคลที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานของเครื่องปั้นลูกชิ้นสำหรับอุตสาหกรรมขนาดครัวเรือน

3. <u>การศึกษาผลิตภัณฑ์จริงและข้างเคียง</u>

เป็นการศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูล รวบรวมโดยการออกภาคสนาม ซึ่งได้จากการสอบถามการสัมภาษณ์และการศึกษาผลิตภัณฑ์จริง เมื่อทราบถึงปัญหาและข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นเช่น การใช้งาน การเลือกใช้วัสดุ เมื่อทราบถึงปัญหา ข้อดี ข้อเสีย แล้วนำไปเปรียบเทียบกับข้อมูลที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้จากการสัมภาษณ์ เพื่อนำมาเป็นการเปรียบเทียบข้อมูลพื้นฐานเพื่อการปรับปรุงแก้ไข เพื่อนำมาทำการออกแบบต่อไป

ตอนที่ 2 การวิเคราะห์ข้อมูล

เป็นการแยกแยะข้อมูลโดย การจัดอันดับความสำคัญ เพื่อนำมาประเมินผลค่าของข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นต่อไป และในหลายกรณีต้องรวมไปถึงการวิเคราะห์เลือกสรรหาลักษณะการออกแบบ แต่ในบางครั้งไม่อาจตัดสินใจในวิธีการนั้นได้ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการวิเคราะห์รูปแบบต่างๆ หลายรูปแบบออกไป แล้วจึงนำมาเปรียบเทียบกันเพื่อสรุปในการนำไปใช้ในงานออกแบบต่อไปซึ่งลำดับความสำคัญที่ตัดสินเพื่อนำมาประเมินผลค่าของข้อมูลมีดังต่อไปนี้

5	หมายถึง	ดีมาก
4	หมายถึง	ดี
3	หมายถึง	ปานกลาง
2	หมายถึง	พอใช้
1	หมายถึง	ไม่ดี (ต้องปรับปรุง)

การสำรวจและการรวบรวมข้อมูล

จากการศึกษาข้อมูลจากทางภาคเอกสารและภาคสนามผู้วิจัยได้ทำการเลือกข้อมูลในบางส่วนที่สำคัญและเป็นประโยชน์ต่องานวิจัย ซึ่งสามารถแบ่งแยกออกหลายข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเครื่องปั้นลูกชิ้นสำหรับอุตสาหกรรมขนาดครัวเรือนดังต่อไปนี้

1. ข้อมูลอุตสาหกรรมแปรรูปเนื้อสัตว์
2. ข้อมูลการแปรรูปและผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์
3. ข้อมูลกรรมวิธีการผลิตลูกชิ้น
4. ข้อมูลวัสดุและกรรมวิธีการผลิตลูกชิ้น
5. ข้อมูลขนาดสัดส่วนที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย
6. ข้อมูลอุปกรณ์กำเนินพลังงานและการควบคุม
7. ข้อมูลงานศึกษาผลิตภัณฑ์
8. ข้อมูลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
9. ข้อมูลจิตวิทยาสีที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 3 แหล่งที่มาของข้อมูล

การศึกษาค้นคว้าข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเครื่องปั้นลูกชิ้นสำหรับอุตสาหกรรมขนาดครัวเรือน นั้นผู้วิจัยได้ทำการค้นคว้าข้อมูลมาจากแหล่งต่างๆ ด้วยกัน ซึ่งสามารถแบ่งออกดังนี้

1. แหล่งข้อมูลเชิงเอกสาร

ผู้วิจัยได้ทำการค้นคว้าข้อมูลเชิงเอกสารจากแหล่งข้อมูลต่างๆ ดังนี้

- ห้องสมุดคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
- ห้องสมุดคณะสถาปัตยกรรม
- ห้องสมุดกระทรวงวิทยาศาสตร์และพลังงาน
- กระทรวงอุตสาหกรรม
- กระทรวงสาธาณะสุข

2. แหล่งข้อมูลเชิงสัมภาษณ์

ผู้วิจัยได้ทำการสัมภาษณ์ข้อมูลภาคสนามโดยมีบุคคลกรที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยดังนี้

- คุณ ประเสริฐ ทองดี ผู้ประกอบอาชีพ
- เจ้าหน้าที่กระทรวงอุตสาหกรรม
- เจ้าหน้าที่กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- เจ้าหน้าที่กระทรวงสาธารณสุข
- คุณ ขวัญ ไพรภิรมย์ ผู้ประกอบอาชีพ

3. แหล่งข้อมูลจากผลิตภัณฑ์ของจริง

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้าจากตัวเครื่องปั้นลูกชิ้นในปัจจุบันและได้ทราบถึงปัญหาที่เกิดขึ้นกับตัวเครื่องที่กำลังใช้งานอยู่ในปัจจุบัน ทำให้เกิดการค้นคว้าข้อมูลในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการทำงาน และระบบการทำงานภายในเครื่อง เพื่อนำมาเป็นผลในการวิเคราะห์สู่การแก้ไขปัญหาตัวผลิตภัณฑ์ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 4 เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล

ลักษณะของเครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูลในการทำโครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องปั้นลูกชิ้นนั้น ข้อมูลที่รวบรวมได้ส่วนใหญ่จะมาจากผู้ประกอบการทั้งสิ้นและผู้ชำนาญการด้านเทคนิคภายในเครื่องยนต์ ซึ่งเป็นส่วนที่เกี่ยวข้องกับระบบการผลิตลูกชิ้นและอัตราความเร็วในการบีบแต่ละครั้งแต่ละนาที ซึ่งเครื่องมือส่วนใหญ่จะเป็นแบบสัมภาษณ์โดยทั่วไป

ตอนที่ 5 วิธีการสร้างเครื่องมือวิจัย

1. ค้นคว้าจากตำรา เอกสาร งานวิจัยพร้อมตั้งคำสัมภาษณ์ภาคสนามที่ผู้วิจัยได้ศึกษามาและนำมารวมเป็นคำภามสัมภาษณ์เพิ่มเติม

2. ศึกษารูปแบบของเทคนิคการสร้างเครื่องมือเพื่อการวิจัยในรูปแบบต่างๆ เช่น แบบสอบถาม แบบสัมภาษณ์ แบบสำรวจ ฯลฯ ที่มีความเหมาะสมกับที่เกี่ยวข้องกับการประเมินผลเกี่ยวกับด้านความต้องการ เพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่อง ซึ่งในกรณีนี้ผู้วิจัยได้เลือกใช้เครื่องมือสำหรับทำการวิจัยเป็นแบบสัมภาษณ์จากตัวผู้ประกอบการและผู้มีความรู้ ได้รับดังนี้

จากการที่ได้ดำเนินงานแนวทางเกี่ยวกับการทำเครื่องมือวิจัย ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการตามแบบการสัมภาษณ์ และได้ใช้วิธีการเลือกสัมภาษณ์ผู้ประกอบการแบบสุ่มดูความแตกต่างกันแต่ละในพื้นที่ด้วยกัน ซึ่งจะได้ผู้ประกอบการ 3 แห่งด้วยกัน ซึ่งแต่ละแห่งจะแตกต่างกันด้วย เพราะสถานที่ที่แตกต่างกัน แต่จะเป็นการดำเนินงานในสายระบบกระบวนการผลิตนั้นในแต่ละสถานที่จะมีวิธีการดำเนินงานของขั้นตอนการทำงานที่คล้ายคลึงกันซึ่งสามารถพอร์ตเป็นตารางขั้นตอนการทำงานของแต่ละสถานที่ได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 19

แสดงความแตกต่างในกระบวนการผลิต

ลำดับที่	กระบวนการผลิต	สถานประกอบการ		
		กรุงเทพ	นครราชสีมา	สุโขทัย
1	ใช้เครื่องยนต์ในความเร็ว 1000รอบขึ้นไปมีกำลัง 1 แรงม้า ถึง 3 แรงม้า	มี	มี	มี
2	กระบวนการผสมเนื้อกับน้ำแข็ง	มี	มี	มี
3	กระบวนการบดเนื้อ	มี	มี	มี
4	ใช้เครื่องบดละเอียด	มี	มี	มี
5	การปรับขนาดและสายพาน	มี	มี	มี
6	กระบวนการต้มลูกชิ้นก่อนการบรรจุลงถุง	มี	มี	มี
7	การปรับขนาดลูกชิ้นมาตราฐาน	เบอร์6	เบอร์6	เบอร์6
	ลูกเล็ก	เบอร์8	เบอร์7	เบอร์7
	ลูกกลาง	เบอร์12	เบอร์16	เบอร์12
	ลูกใหญ่			

การปรับขนาดลูกชิ้นมาตราฐานขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้บริโภคส่วนมากตามท้องตลาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์

จากการที่ได้ศึกษาและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับโครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องปั้นลูกชิ้นสำหรับอุตสาหกรรมขนาดครอบครัว ซึ่งก่อนการออกแบบนั้น ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์เพื่อหาแนวทางการออกแบบ และเพื่อหาแนวทางการเลือกวัสดุ เพื่อนำมาใช้ในการออกแบบได้อย่างทันและถูกต้องตามหลักเกณฑ์ และวัตถุประสงค์ที่วางไว้

การวิเคราะห์และนำเสนอข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ในรูปแบบของตารางวิเคราะห์ การบรรยายผลโดยมีลำดับผลการเสนอวิจัยดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับกระบวนการผลิตลูกชิ้น

ตอนที่ 2 ตารางวิเคราะห์ วัสดุ รูปแบบ โครงสร้างเพื่อการออกแบบ

ในการวิเคราะห์ข้อมูลนั้น มีสัญลักษณ์และตัวเลขที่ใช้ในการนำเสนอข้อมูล ซึ่งผู้วิจัยได้ให้คำนิยามความหมายไว้แล้วในบทที่ 3 ของตอนที่ 2 โดยการแบ่งค่าคะแนนออกเป็น 5 ส่วน ทั้นนี้เพื่อช่วยให้ผู้วิจัยได้ทราบถึงจุดสำคัญของตัววัสดุนั้นๆที่มีความเป็นไปได้ในการที่จะนำมาทำการออกแบบปรับปรุงเครื่องปั้นลูกชิ้น สำหรับอุตสาหกรรมครัวเรือน และเพื่อสะดวกแก่การรวบรวมข้อมูล และสรุปตัวชิ้นงานได้อย่างรวดเร็ว ทั้งนี้ต้องอาศัยทั้งหลักทฤษฎี และการสัมภาษณ์ เพื่อเป็นแนวทางในการวิเคราะห์ไปในทางที่ดีขึ้นของผลิตภัณฑ์

ตอนที่ 1 ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับการผลิตลูกชิ้น

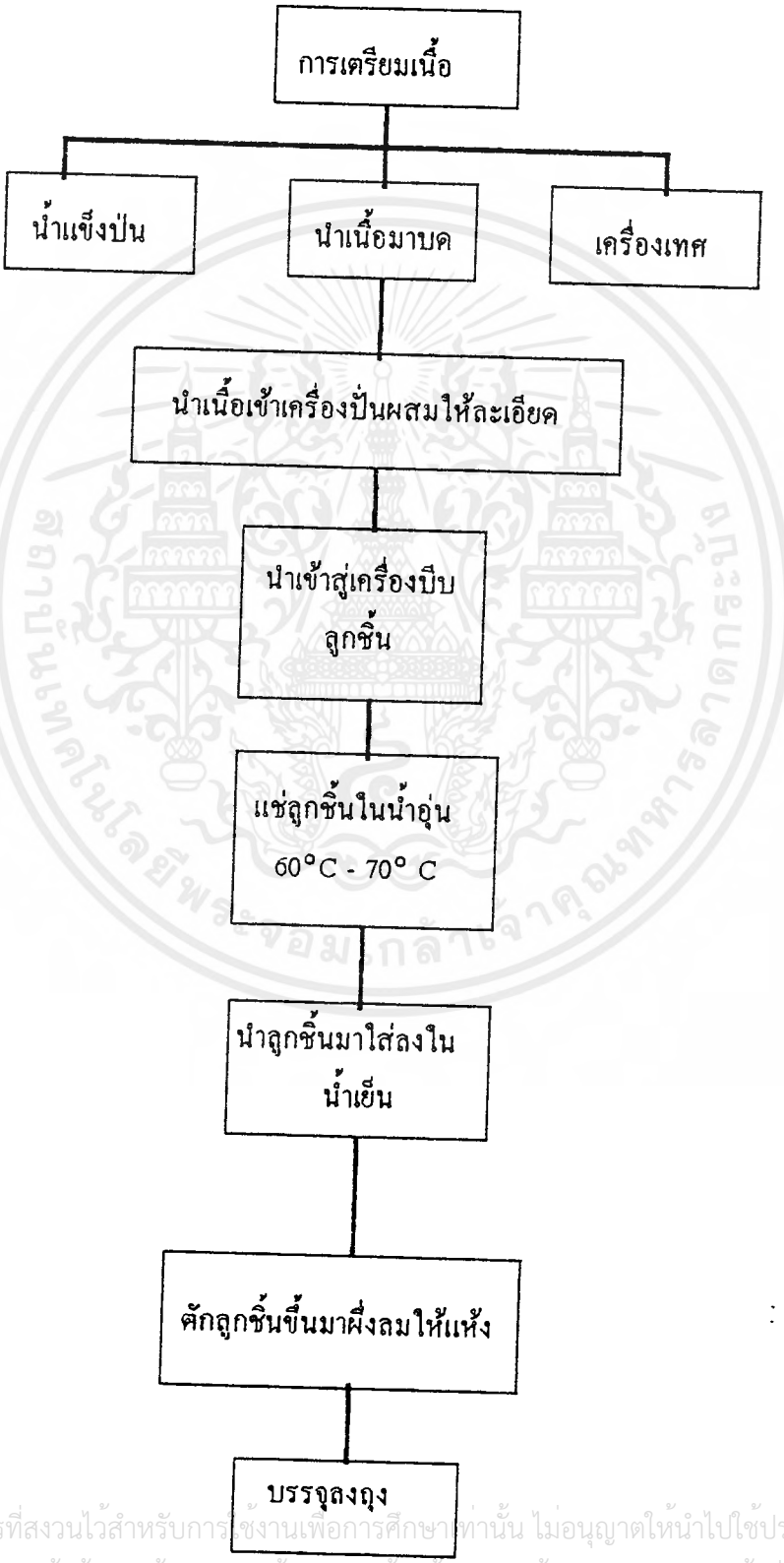
จากการสอบถามจากตัวผู้ประกอบการเองนั้น ซึ่งสัมภาษณ์ในสถานที่ที่แตกต่างกัน ซึ่งแต่ละสถานที่ประกอบการนั้นจะมีวิธีการที่เหมือนกันทั้งหมด แตกต่างกันเพียงเครื่องมือและอุปกรณ์บางชิ้น อาจมีไม่เท่ากันหรือคนละรูปแบบกันเท่านั้นเอง ซึ่งแต่ละสถานที่ประกอบการจะมีสูตรการทำซึ่งไม่เหมือนกันในแต่ละที่ ทั้งนี้เกิดจากความชำนาญของสถานที่ประกอบการ และประสบการณ์จากการทำงานมาก่อนนั่นเอง ซึ่งกระบวนการผลิตลูกชิ้นนั้นสามารถแสดงออกมาเป็นไดอะแกรมเกี่ยวกับขั้นตอนการผลิตได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระบวนการผลิตลูกชิ้น

ตารางที่ 20

ไดอะแกรมแสดงการผลิตลูกชิ้น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพื่อการจำหน่ายกระบวนการผลิตที่ได้กล่าวมาแล้วนั้น เป็นขั้นตอนของการปฏิบัติและดำเนินงานในการผลิตลูกชิ้นด้วย ซึ่งกล่าวถึงขั้นตอนในแต่ละขั้นตอนจะมีการเตรียมการดำเนินงานดังต่อไปนี้

ขั้นตอนการเตรียมเนื้อ

เป็นการเตรียมเนื้อของสัตว์ วัว หมู และไก่ ส่วนที่นำมาทำการผลิตคือ ส่วนสะโพกขาซึ่งจะมีเนื้อมาก ซึ่งในการปฏิบัติงานต่อวันผู้ดำเนินงานจะเตรียมการสั่งเนื้อจากท้องตลาด เป็นจำนวนตั้งแต่ 80-100 ก.ก ขึ้นไป ตามกำลังความต้องการตามท้องตลาด แล้วนำมาทำความสะอาดโดยการล้างน้ำสะอาด จึงนำมาหั่นเป็นชิ้นพอประมาณ เพื่อนำเข้าสู่เครื่องบดเนื้อนั่นเอง

ขั้นตอนการเตรียมน้ำแข็ง

น้ำแข็งที่ใช้งานการผลิตเป็นน้ำแข็งป่นเพราะจะทำให้สะดวกในการปั่นเนื้อ ส่วนกำลังการผลิตที่มีความต้องการน้ำแข็งตั้งแต่ 100 ก.ก ขึ้นไป ผู้ประกอบการจึงต้องมีกาเตรียมการในสการสั่งซื้อน้ำแข็ง เพื่อป้องกันการขาดน้ำแข็ง

ขั้นตอนการเตรียมเครื่องเทศ

โดยปกติแล้วลูกชิ้นทุกลูกที่คนเราบริโภคไปนั้นจะมีรสชาดที่ดีหรืออร่อยนั้น ขึ้นอยู่กับคุณภาพและปริมาณของเครื่องเทศที่ใส่ลงไปด้วย เครื่องเทศส่วนใหญ่จะเป็น พริกไทยป่น,แป้ง,ผงชูรสและไข่ขาว ซึ่งปริมาณการใส่ส่วนผสมต่างๆนั้น จะขึ้นอยู่กับแต่ละสูตรและแต่ละร้านที่ผลิตนั่นเอง

ขั้นตอนการบดเนื้อ

ก่อนการบดเนื้ออาจจะมีสูตรการหมักเนื้อหรืออาจจะบดเนื้อก่อนแล้วนำเครื่องเทศมาคลุกผสมและหมักเอาไว้ที่หลังก็ได้ โดยจะหมักด้วยเกลือแกงให้เข้ากับเนื้อทุกส่วน

ขั้นตอนการบดผสม

นำเนื้อที่ได้จากบดมาทำการปั่นผสมเพื่อให้เนื้อละเอียดและเป็นเนื้อเดียวกัน โดยอาศัยน้ำแข็งเป็นตัวช่วยในการลดอัตราการจับของเนื้อ โดยการใส่น้ำแข็งป่นเข้าด้วยกันในขณะปั่นผสมในเครื่อง

ขั้นตอนการบีบลูกชิ้น

นำเนื้อที่ได้จากการปั่นผสมละเอียดมาทำการบีบโดยใช้เครื่องบีบลูกชิ้น โดยเครื่องที่ใช้ในการบีบจะต้องสามารถบีบได้หลายขนาดและมีความเร็วในการบีบที่ใช้ได้พอควร โดยตัวเครื่องจะมีระบบบดเนื้ออีกที และจะเป็นการอัดเนื้อในตัวเพื่อให้ความแน่นสำหรับจะบีบออกเป็นลูกต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถาดต้มลูกชิ้น

ถาดต้มลูกชิ้น เป็นส่วนที่รองรับจากเครื่องบีบลูกชิ้นอีกครั้ง เพื่อทำให้ลูกชิ้นเป็นลูกที่สวยงามและสมบูรณ์ ภายในถาดต้มจะบรรจุถ้วยน้ำปริมาตร 15 ลิตร หรือ 1,500 ลบ.ซม. นั่นเอง ซึ่งน้ำจะต้องมีอุณหภูมิ 60 - 70° C เพื่อทำให้เนื้อที่บีบออกมาลงในถาดต้มเป็นลูกที่สมบูรณ์

ตารางที่ 21

สรุปขนาดของลูกชิ้น

ชนิด	ขนาดเล็ก	ขนาดกลาง	ขนาดใหญ่
ลูกชิ้นหมู	เบอร์ 3	เบอร์ 6	-
ลูกชิ้นเนื้อ	เบอร์ 3	เบอร์ 6	เบอร์ 12
ลูกชิ้นไก่	-	เบอร์ 6	-
ลูกชิ้นเอ็น	เบอร์ 3	เบอร์ 6	เบอร์ 12

ลูกชิ้นที่ขายตามท้องตลาดมีด้วยกันอยู่ 3 ขนาด คือ ขนาดเล็ก,กลางและใหญ่ ซึ่งขนาดเบอร์ที่เขียนไว้ในตาราง เป็นการสรุปจากความต้องการและการขายภายในตลาดส่วนใหญ่ ซึ่งขนาดกลางจะมีผู้ที่นิยมซื้อบริโภคมาก

พื้นที่การจัดวางเครื่อง

สำหรับเครื่องปั้นลูกชิ้นนั้น การปั้นลูกชิ้นจะต้องอาศัยการปั้นระดับที่มีความสูงพอที่จะหย่อนลูกชิ้นลงในถาดพอดี ซึ่งระยะห่างระหว่างหัวปั้มและถาดต้มจะมีระยะพอดีกับการรองรับการตกลงในน้ำ คือ ระหว่าง 40 เซนติเมตร บริเวณพื้นที่ตั้งควรมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 84
แสดงระยะขนาดระหว่างหัวปั๊มและถาดต้ม

การจัดระดับพื้นให้สม่ำเสมอเพื่อการติดตั้งเครื่อง และพื้นควรเป็นพื้นซีเมนต์ฉาบผิวหยาบ เพื่อเป็นการป้องกันการลื่น สาเหตุมาจากความชื้นและคราบบนพื้น ควรทำความสะอาดทุกครั้งเมื่อมีการปฏิบัติงาน และหลังการปฏิบัติงานเพื่อป้องกันสิ่งสกปรกบนพื้นซึ่งจะทำให้เกิดเชื้อโรคและความไม่ปลอดภัยแก่ผู้ประกอบการ

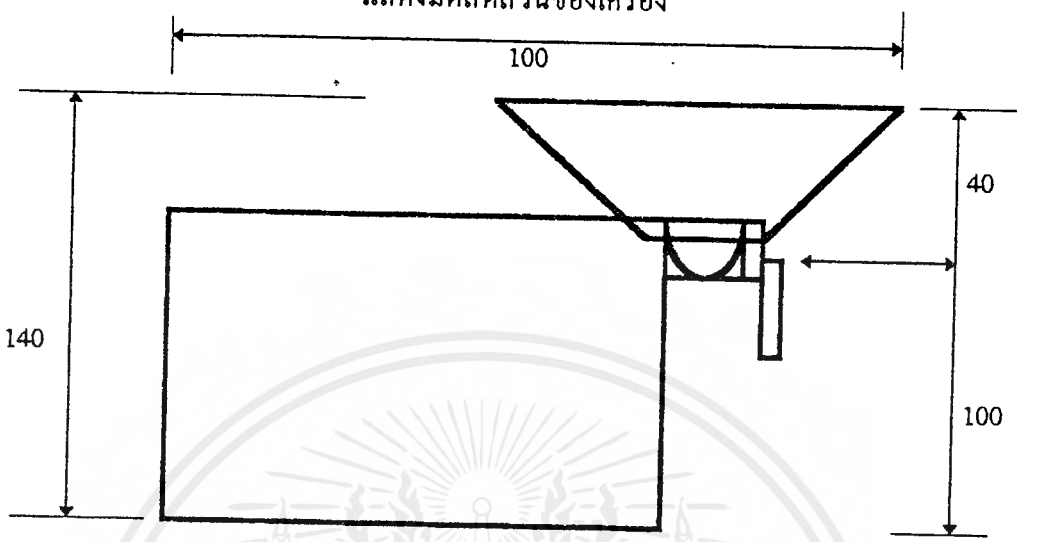
ขนาดและการติดตั้ง

เครื่องปั้นลูกชิ้น เป็นอุปกรณ์ที่ถูกออกแบบขึ้นเพื่อใช้ในงานที่มีความชื้นอยู่ตลอดเวลา ทำให้ตัวโครงถังทั้งหมดทำด้วยแสตนเลส ทั้งนี้เพื่อป้องกันสนิมที่จะเกิดขึ้นทั้งภายนอกและภายในเครื่อง ประกอบไปด้วยอุปกรณ์ส่งกำลัง ซึ่งต้องอาศัยพื้นที่การติดตั้งที่มิดชิด ดังนั้นมิติสัดส่วนของเครื่องปั้นจึงมีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 85

แสดงมิติสัดส่วนของเครื่อง



การติดตั้ง

ตำแหน่งการติดตั้งเครื่องเป็นบริเวณที่มีอากาศถ่ายเทสะดวก และมีลมอากาศพัดผ่านได้สะดวก เพื่อการทำความสะอาดได้ง่ายและจะต้องมีแสงสว่างมาก เพื่อการทำงานที่มีประสิทธิภาพและป้องกันอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นด้วย

ภาพที่ 86

แสดงบรรยากาศของการปฏิบัติงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาตรและความจุที่เครื่องสามารถรับได้

ปริมาตรและความจุที่เครื่องปั้นลูกชิ้นสามารถจุ เพื่อทำการผลิตได้จะสามารถจุได้ 8-10 กก. โดยเนื้อที่จุลงมาได้จะต้องได้รับการปั่นผสมมาก่อนแล้ว จึงนำมาทำการปั้น

ผลการวิเคราะห์ระบบการส่งกำลังด้วยสายพาน (สมาคมส่งสริมเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น :2532)

ในบรรดาเชือกเส้นใยที่สำคัญที่สุดที่ใช้ในการส่งกำลังคือ เชือกมะนิลา เชือกปอ ผ้ายและปอกระเจา ส่วนเชือกที่ทำมาจากกรรมวิธีทางเคมีใช้กันมากคือ ไนล่อน ไฟเบอร์และเชือกไหมเทียม เป็นต้น ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นสายพานแบบแบน

สำหรับสานพานที่เหมาะสมกับเครื่องในปัจจุบัน เครื่องจักรกลส่วนใหญ่จะนิยมใช้ระบบการส่งกำลังแบบสายพานด้วยสายพานลิ่ม ซึ่งจะเกิดความฝืดสูงในการส่งกำลัง จึงนำมาใช้กำเครื่องปั้นลูกชิ้นสำหรับอุตสาหกรรมครัวเรือน

ผลการวิเคราะห์ระบบปรับความเร็วมอเตอร์

ในระบบการผลิตลูกชิ้นอุปกรณ์ต้นกำเนิดพลังงานคือ มอเตอร์ สำหรับมอเตอร์ที่ใช้ในงานผลิตลูกชิ้นนี้จะเป็นมอเตอร์แบบ AC มอเตอร์เหนี่ยวนำแบบทรงกระบอกซึ่งมีโครงสร้างที่แข็งแรงทนทาน โดยมีส่วนหมุนสร้างขึ้นจากแท่งทองแดงหล่อติดกัน มีรูปร่างคล้ายทรงกระบอก ครอบไว้บนแผ่นเหล็กจำนวนมาก มีความทนทานสูง อายุการใช้งานยาวนานไม่ต้องซ่อมบำรุง มีราคาถูกกว่าและมีขนาดเล็กกว่ามอเตอร์ ดีซี มีอัตราส่วนของกำลังต่อน้ำหนักสูง 2 เท่า มีประสิทธิภาพที่ดีในการเปลี่ยนความถี่แรงดันไฟฟ้า ป้อนเข้ามอเตอร์

ดังนั้นระบบความเร็วมอเตอร์ จึงต้องอาศัยอุปกรณ์ในการควบคุมความเร็วมอเตอร์ด้วยนั่นคือ เครื่องแปลงความถี่ (Frequency Converter) เข้ามาช่วยในการควบคุมความเร็วมอเตอร์ภายในกำลัง 4.0 KW ในระดับ 3 กำลังแรงม้า ซึ่งสามารถต่อเข้ากับไฟบ้านคือ 220 V. ได้ สามารถปรับความถี่ความเร็วมอเตอร์ได้ทั้ง 2 ตัวด้วยกัน จึงทำให้สะดวกต่อการควบคุมและสามารถใช้แทนสายพานได้ดีกว่าระบบเดิม

ตอนที่ 2 ตารางวิเคราะห์รูปแบบโครงสร้างเพื่อการออกแบบ

การวิเคราะห์ข้อมูลวัสดุโครงสร้างต่างๆ เป็นการนำเอาข้อมูลที่ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้ามาทำการวิเคราะห์เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบต่อไปเพื่อให้ขั้นตอนการออกแบบที่สมบูรณ์ ดังการวิเคราะห์ตารางต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 22

การวิเคราะห์ วัสดุที่ใช้ผลิตโครงสร้าง

วัสดุที่ใช้ผลิตโครงสร้างมีเกณฑ์ในการพิจารณาดังนี้

1. เหล็กกล้าผสม
2. อลูมิเนียม
3. โลหะผสมอลูมิเนียม
4. แสตนเลส

สำดับที่	คุณสมบัติ	เกณฑ์พิจารณา			
		1	2	3	4
1	แข็งแรงทนต่อการกัดกร่อน	3	5	5	4
2	ทนสภาวะอุณหภูมิสูง	4	4	5	4
3	ทนต่อแรงอัดและแรงกระแทก	5	3	5	3
4	สะดวกแก่การประกอบในระบบอุตสาหกรรม	5	3	5	3
5	ราคาถูก	5	4	5	3
	รวม	23	19	25	17

สรุป จากผลการวิเคราะห์สรุปได้ว่าเลือกใช้วัสดุที่เป็นเหล็กกล้าผสมแสตนเลสมาทำผลิตโครงสร้างของเครื่องปั้นลูกชิ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 23

การวิเคราะห์ การเลือกใช้สายพานส่งกำลัง

สายพานส่งกำลังมีเกณฑ์ในการพิจารณาดังนี้

1. สายพาน FLATBELT.
2. สายพาน V BELT.
3. สายพานแบบ ROPES.
4. สายพานแบบ Timing belt

ลำดับที่	คุณสมบัติ	เกณฑ์พิจารณา			
		1	2	3	4
1	การยืดตัวน้อย	3	5	4	4
2	ทนสภาวะอุณหภูมิสูงและทุกอุณหภูมิ	3	4	3	2
3	ทนต่อแรงฉุดและแรงเหวี่ยง	2	5	4	3
4	สะดวกแก่การประกอบในระบบอุตสาหกรรม	1	5	3	3
5	อัตราความยืดหยุ่นคงที่ที่สุด	3	5	3	3
	รวม	12	24	17	15

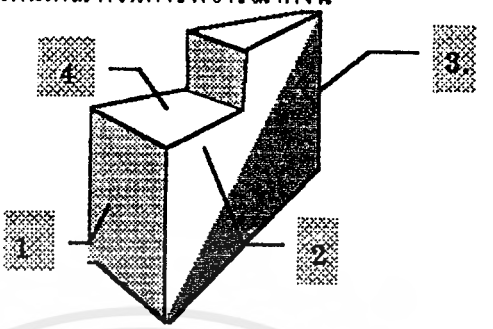
สรุป จากผลการวิเคราะห์สรุปได้ว่าเลือกใช้สายพานแบบ V-BELTS เพราะมีความสามารถในการส่งกำลังที่มีประสิทธิภาพสูงสุดของเครื่องปั้นลูกชิ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 24

การวิเคราะห์ ตำแหน่งติดตั้งฟรีเควนซี่ คอนเวทเตอร์ปุ่มบังคับควบคุมการทำงานเครื่อง ตำแหน่งที่สามารถติดตั้งได้มีเกณฑ์ในการพิจารณาดังนี้

1. ตำแหน่งด้านหน้าเครื่อง
2. ตำแหน่งด้านข้างของเครื่อง
3. ตำแหน่งด้านหลังเครื่อง
4. ตำแหน่งด้านบนเครื่อง



ลำดับที่	คุณสมบัติ	เกณฑ์พิจารณา			
		1	2	3	4
1	ง่ายแก่การควบคุม	3	5	5	3
2	ใช้งานได้สะดวก	4	5	5	2
3	ไม่เกะกะเวลาทำงาน	2	4	5	2
4	สะดวกแก่การประกอบในระบบอุตสาหกรรม	2	4	5	2
5	สามารถแบ่งระยะห่างจากตัวเครื่องเพื่อป้องกันน้ำ	1	3	5	1
	รวม	12	21	25	10

สรุป จากผลการวิเคราะห์สรุปได้ว่าเลือกตำแหน่งการวางฟรีเควนซี่ คอนเวทเตอร์ ควบคุมการทำงานของมอเตอร์ แบบวางไว้ด้านหลังเครื่องปั้นลูกชิ้น เพราะมีความเหมาะสมกับการทำงานมากที่สุด และ สามารถแบ่งระยะให้ไกลจากการทำงานที่เกี่ยวข้องกับน้ำได้

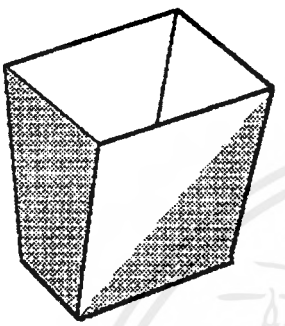
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 25

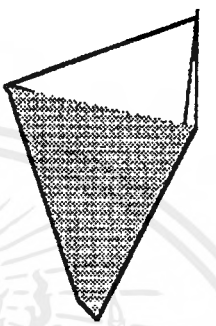
การวิเคราะห์ รูปแบบของถาดป้อนเนื้อผสมพร้อมปั้น

รูปแบบของถาดป้อนเนื้อมีเกณฑ์ในการพิจารณาดังนี้

1. ถาดแบบทรงสี่เหลี่ยม



2. ถาดแบบทรงสามเหลี่ยม



3. แบบทรงกระบอก

ลำดับที่	คุณสมบัติ	เกณฑ์พิจารณา		
		1	2	3
1	การเดินของเนื้อเข้าสู่เครื่องดี	5	4	4
2	ถอดเคลื่อนย้ายได้ดี	5	3	3
3	นำประกอบได้รวดเร็ว	4	4	5
4	สะดวกแก่การประกอบในระบบอุตสาหกรรม	5	4	4
5	ผลิตได้ง่าย	5	5	5
	รวม	24	20	21

สรุป จากผลการวิเคราะห์สรุปได้ว่าเลือกใช้รูปแบบของถาดป้อนเนื้อเข้าเครื่องบีบแบบทรงสี่เหลี่ยมเพราะ มีความเหมาะสมกับลักษณะของตัวเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 26

การวิเคราะห์ การเลือกใช้สวิทช์สำหรับการเปิดปิดการทำงานของเครื่องปั้นลูกชิ้น

การเลือกใช้สวิทช์มีเกณฑ์ในการพิจารณาดังนี้

1. สวิทช์แบบกด.
2. สวิทว์แบบโยก.
3. สวิทช์แบบหมุน.
4. สวิทช์แบบเลื่อน

ลำดับที่	คุณสมบัติ	เกณฑ์พิจารณา			
		1	2	3	4
1	ระยะเวลาการใช้งาน	5	4	3	2
2	เหมาะสมกับระบบการป้องกัน	5	5	4	2
3	สะดวกแก่การตัดไฟ และการควบคุมการทำงาน	5	5	3	3
4	สะดวกแก่การประกอบในระบบอุตสาหกรรม	5	5	5	5
5	ดูแลรักษาง่าย	4	3	3	2
	รวม	24	22	18	14

สรุป จากผลการวิเคราะห์สรุปได้ว่าเลือกใช้สวิทช์แบบกด เพราะมีความเหมาะสมกับการใช้งานของเครื่องปั้นลูกชิ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 27

การวิเคราะห์ การยึดติดกับโครงสร้างกับอุปกรณ์ต่างๆ

วัสดุที่ใช้ยึดติดกับโครงสร้างมีเกณฑ์ในการพิจารณาดังนี้

1. น็อต ตะปูเกลียว
2. แบบเชื่อมไฟฟ้า
3. แบบเชื่อมแก๊ส

ลำดับที่	คุณสมบัติ	เกณฑ์พิจารณา		
		1	2	3
1	แข็งแรงทนทาน	5	5	5
2	ทนสภาวะทุกสภาวะ	5	4	4
3	ทนต่อแรงอัดและแรงกระแทก	5	4	4
4	สะดวกแก่การประกอบในระบบอุตสาหกรรม	5	3	3
5	กรรมวิธีการผลิตง่าย	5	4	4
	รวม	25	20	20

สรุป จากผลการวิเคราะห์สรุปได้ว่าเลือกใช้วัสดุที่เป็น น็อตและตะปู เกลียวมาทำผลิตโครงสร้างยึดติดกับอุปกรณ์ของเครื่องปั้นลูกชิ้น

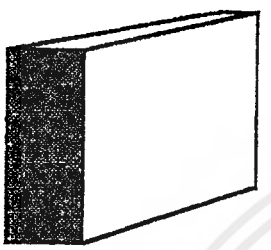
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 28

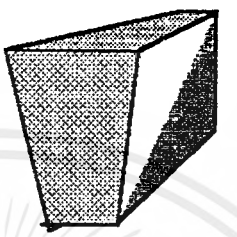
การวิเคราะห์ รูปแบบทรงของเครื่องปั้นลูกชิ้น

รูปทรงของเครื่องปั้นลูกชิ้นมีเกณฑ์ในการพิจารณาดังนี้

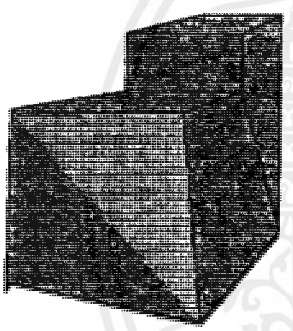
1. ทรงสี่เหลี่ยมทรงสูง



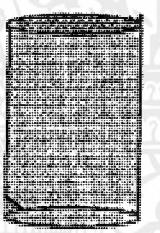
2. ทรงสี่เหลี่ยมคางหมู



3. ทรงผสมผสาน



4. ทรงกระบอก



ลำดับที่	คุณสมบัติ	เกณฑ์พิจารณา			
		1	2	3	4
1	แข็งแรงทนทาน	5	3	5	3
2	ทนสภาวะทุกสภาวะ	5	3	5	3
3	พื้นที่ในการทำงาน	4	4	4	3
4	สะดวกแก่การประกอบในระบบอุตสาหกรรม	5	3	4	2
5	กรรมวิธีการผลิตง่าย	5	3	3	2
	รวม	24	16	21	13

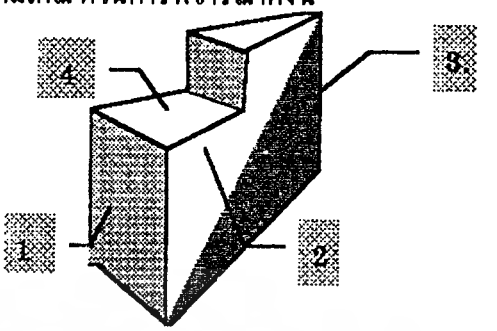
สรุป จากผลการวิเคราะห์สรุปได้ว่าเลือกรูปทรงสี่เหลี่ยมทรงสูงมาทำผลิตโครงสร้างและบอดี้ของเครื่องปั้นลูกชิ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 29

การวิเคราะห์ ตำแหน่งติดตั้งปุ่มสวิทช์ เปิด - ปิด การทำงานเครื่อง
ตำแหน่งที่สามารถติดตั้งได้มีเกณฑ์ในการพิจารณาดังนี้

1. ตำแหน่งด้านหน้าเครื่อง
2. ตำแหน่งด้านข้างของเครื่อง
3. ตำแหน่งด้านหลังเครื่อง
4. ตำแหน่งด้านบนเครื่อง



ลำดับที่	คุณสมบัติ	เกณฑ์พิจารณา			
		1	2	3	4
1	แข็งแรงทนทานทุกสภาวะ	3	5	5	3
2	ใช้งานได้สะดวก	4	5	3	2
3	ไม่เกะกะเวลาทำงาน	2	4	5	2
4	สะดวกแก่การประกอบในระบบอุตสาหกรรม	2	4	4	2
5	ไม่ทำให้เสียเวลาในการทำงานมีความเหมาะสม	4	5	3	1
	รวม	19	23	20	10

สรุป จากผลการวิเคราะห์สรุปได้ว่าเลือกตำแหน่งการวางสวิทช์ เปิด-ปิด แบบวางไว้ด้านข้างเครื่องปั้นลูกชิ้น เพราะมีความเหมาะสมกับการทำงานมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 30

การวิเคราะห์ ระบบปรับกำลังของเครื่องปั้นลูกชิ้น

ระบบปรับกำลังส่งของเครื่องปั้นลูกชิ้นมีเกณฑ์ในการพิจารณาดังนี้

1. ใช้ก้านข้อเหวี่ยงเป็นตัวส่งกำลัง
2. ใช้ Frequency Converter เป็นตัวควบคุม
3. ใช้ระบบแบบเปลี่ยนสายพาน

ลำดับที่	คุณสมบัติ	เกณฑ์พิจารณา		
		1	2	3
1	มีการควบคุมที่ต่อเนื่อง	3	5	2
2	ปฏิบัติงานง่ายไม่เสียเวลา	3	5	4
3	เร่งความเร็วในการปั้นดี	2	5	5
4	สะดวกแก่การประกอบในระบบอุตสาหกรรม	5	4	5
5	ซ่อมแซมง่าย	2	5	3
	รวม	15	24	19

สรุป จากผลการวิเคราะห์สรุปได้ว่าเลือกใช้อุปกรณ์ที่นำมาควบคุมเครื่องปั้นลูกชิ้นคือฟรีเควนซี่ คอนเวทเตอร์ในการควบคุมการทำงานเครื่องเพราะ ทำให้สะดวกรวดเร็วแก่การใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 31

การวิเคราะห์ รูปแบบของฝาปิดเครื่องในส่วนของมอเตอร์

รูปแบบของฝาปิดมีเกณฑ์ในการพิจารณาดังนี้

1. ฝาปิดแบบสี่เหลี่ยม
2. ฝาปิดแบบสามเหลี่ยม
3. ฝาปิดแบบวงกลม

ลำดับที่	คุณสมบัติ	เกณฑ์พิจารณา		
		1	2	3
1	การเปิด-ปิด ประสานกับการใช้งานเครื่อง	5	2	4
2	รูปแบบใช้งานได้ดี	5	3	4
3	นำประกอบได้รวดเร็ว	5	4	5
4	สะดวกแก่การประกอบในระบบอุตสาหกรรม	5	3	3
5	ผลิตได้ง่าย	5	4	4
	รวม	25	16	20

สรุป จากผลการวิเคราะห์สรุปได้ว่าเลือกใช้รูปแบบของฝาปิดเครื่องมอเตอร์แบบสี่เหลี่ยมเพราะมีความเหมาะสมกับลักษณะของตัวเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการวิเคราะห์เพื่อนำสู่การออกแบบ

<u>การวิเคราะห์โดยใช้หน้าที่ผลิตภัณฑ์</u>

1.FUNCTION หลักคือ ระบบการควบคุมความเร็วมอเตอร์

2.FUNCTION รองคือ ระบบการผลิตลูกชิ้น

<u>การวิเคราะห์กรรมวิธีการผลิต</u>

3. วัสดุทำโครงสร้างหลักคือโลหะผสม

4. สแตนเลส BODY ปิดโครงสร้าง

5.สแตนเลสถาดป้อนเนื้อ

6.สแตนเลสถาดต้มน้ำ

7.ปั้มและหัวตัดลูกชิ้นเป็นโลหะผสม

8.หัวปรับขนาดลูกชิ้นเป็นแบบหมุนปรับที่วาล์วแหวน

9. หัวปั้มลูกชิ้นแบบ2ทาง ควบคุมการทำงานโดยมอเตอร์ขนาด 60 W

การวิเคราะห์โครงสร้าง

10.ฐานรองรับเครื่องและถาดเป็นโลหะป้องกันสนิม

11.ฝาปิดถาดป้อนเนื้อแบบสแตนเลสป้องกันฝุ่นละออง

12.ช่องว่างสำหรับวางอุปกรณ์การทำงาน

13.โครงสร้างในการประกอบเครื่องเป็นโลหะผสม

การวิเคราะห์ระบบไฟฟ้า

14. เครื่องปรับความถี่มอเตอร์ขนาด 4.0 KW. กำลังไฟ 200V -230V

แยกการปรับ 2 FUNCTION

มอเตอร์ต้นกำลังเครื่องบด 4.0 KW.

มอเตอร์ต้นกำลังหัวปั้ม 6.0 KW.

โดยอาศัยการควบคุมที่คอนโทรลเลอร์ สวิทช์เป็นตัวกลางในการควบคุมการทำงาน

15.การควบคุมดิจิตอลคอนโทรล ที่คอนโทรลเลอร์สวิทช์

16.มอเตอร์ต้นกำลังจะวางอยู่ด้านล่างเครื่อง

17.การทำงานเปิด-ปิดเครื่องอยู่ที่เครื่อง

การวิเคราะห์พื้นที่การใช้งาน

18.พื้นที่การใช้งานเป็นซิเมนต์จัดวางพื้นที่เสมอกัน

19.มีแสงสว่างและอากาศถ่ายเทได้ดี

20.ปราศจากสิ่งสกปรกฝุ่นละออง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ระบบส่งกำลัง

21.ระบบส่งกำลังด้วยสายพานแบบลิ่มหรือตัววี เพราะมีความทนทานสูง

22.ระบบต้นกำลังเป็นมอเตอร์ขนาด 40 KW. และ 60 W

23.ระบบเฟืองเป็นเฟืองตรงเพลาขนานกันเพื่อการบดเนื้อและอัดเนื้อให้แบนเพื่อเข้าสู่การบีบลูกชิ้นลงถาดต้ม

การวิเคราะห์เพื่อเข้าสู่การออกแบบ

24.รูปทรงผลิตภัณฑ์ที่สามารถป้องกันสนิมได้อย่างดี

25.รูปทรงถาดป้อนเนื้อที่สามารถรองรับเนื้อได้ 8-10 KG.

26.ฐานวางเครื่องที่สามารถป้องกันสนิมได้ดี

การวิเคราะห์สีที่ใช้กับงานผลิตภัณฑ์

27.ใช้สีที่เป็นเนื้องาน เพราะเป็นเครื่องจักรที่ทำงานหลังร้าน

28.สีเตือนภัยคือสีแดงกับเหลือง

การออกแบบ

จากข้อมูลที่ได้ศึกษาและวิเคราะห์ทั้งหมด สามารถสรุปแป็นแนวทางการออกแบบปรับปรุงเครื่องปั้นลูกชิ้นสำหรับอุตสาหกรรมในครัวเรือน ดังที่กล่าวมาแล้วจากบทสรุปวิเคราะห์ แต่การออกแบบนั้นจะต้องมีข้อจำกัดของชุดสัญญาณไฟ ซึ่งผู้ออกแบบได้คำนึงถึงสิ่งต่างๆต่อไปนี้

1.การออกแบบต้องคำนึงถึงการผลิตระบบอุตสาหกรรม

2.การควบคุมการทำงานของเครื่องปั้นลูกชิ้นจากส่วนกลางของเครื่อง

3.ขนาดสัดส่วนที่นำมาใช้ในการออกแบบโดยใช้มิติสัดส่วนของคนไทย

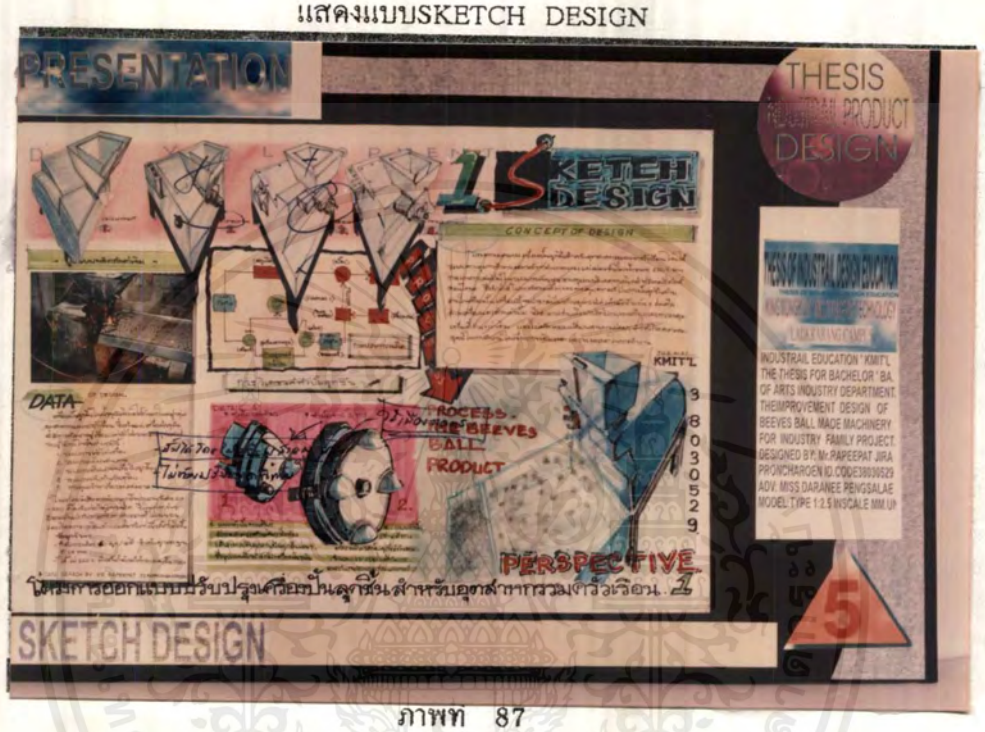
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แนวทางการออกแบบ

นำเสนอผลงานในขั้นตอนการออกแบบ

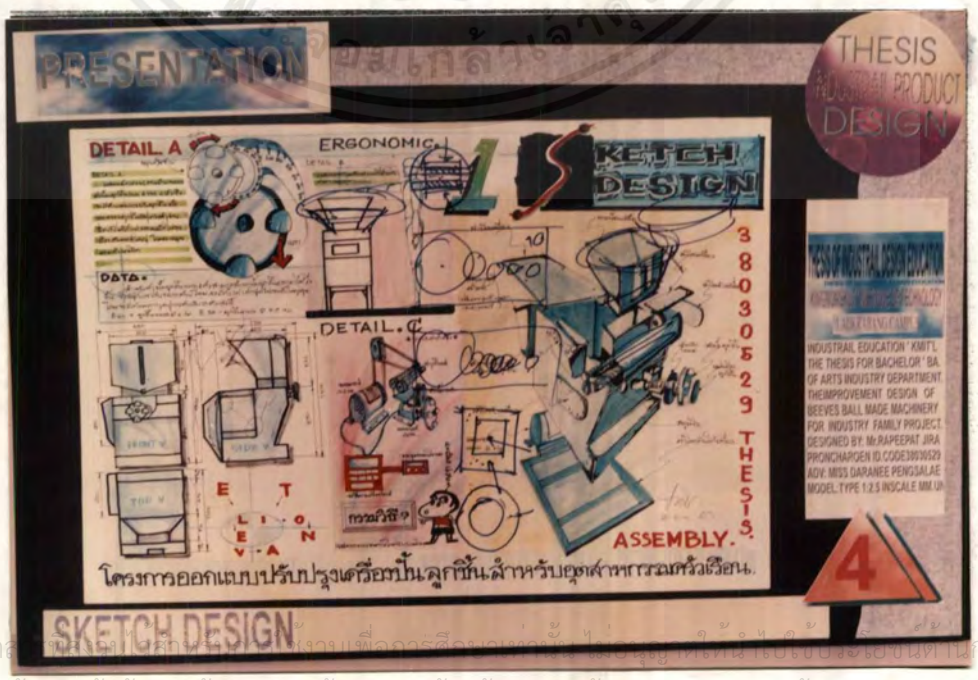
ภาพที่ 86

แสดงแบบSKETCH DESIGN



ภาพที่ 87

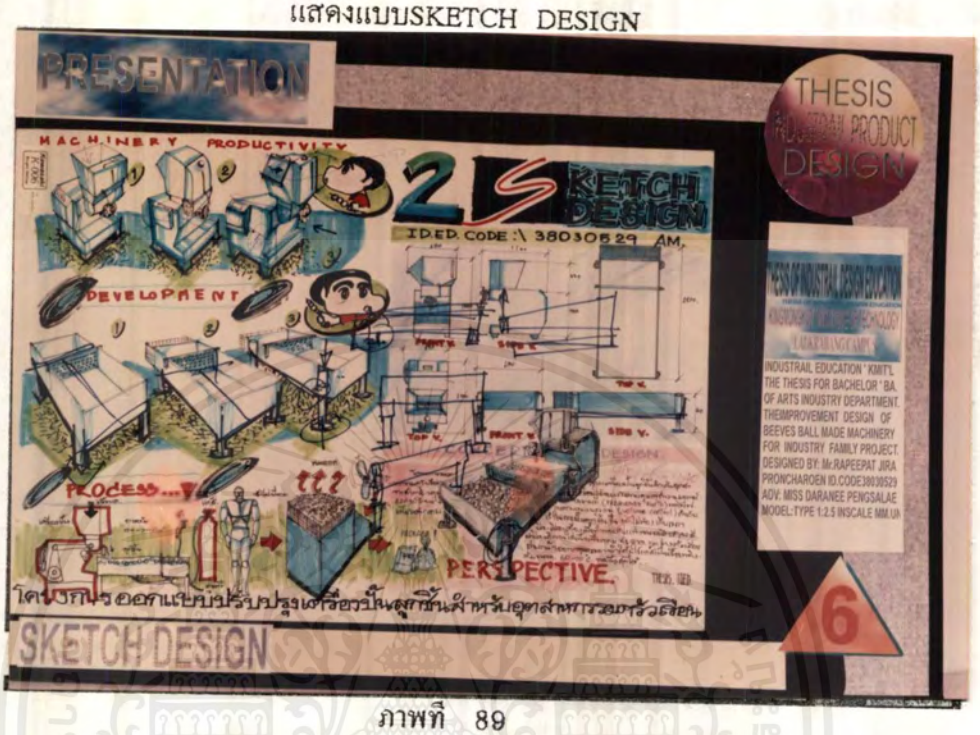
แสดงแบบ SKETCH DESIGN



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 88

แสดงแบบSKETCH DESIGN



ภาพที่ 89

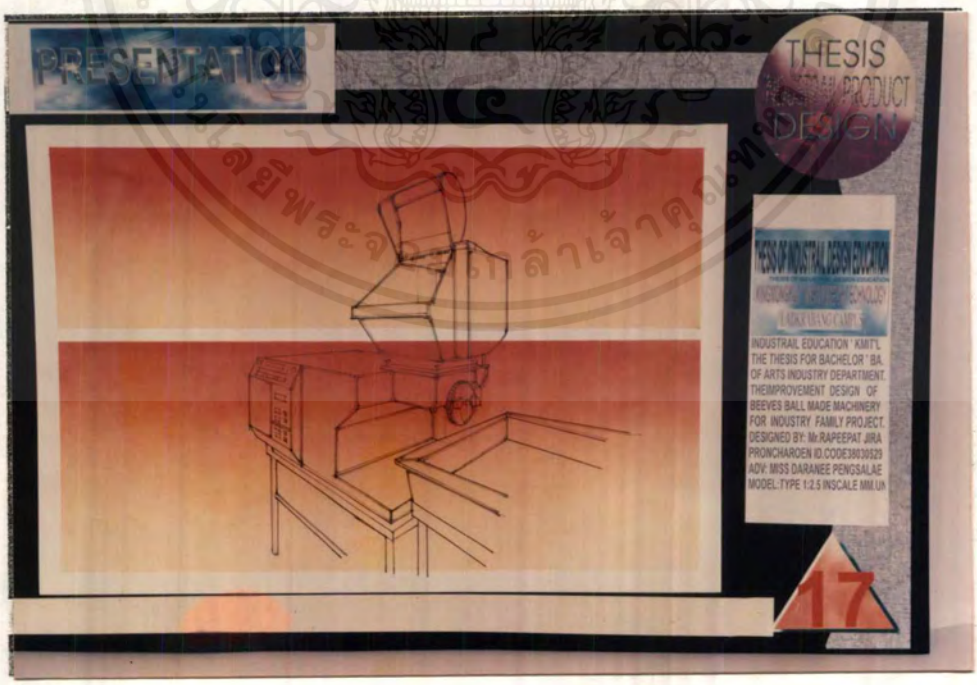
แสดงแบบ SKETCH DESIGN

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 90

ภาพที่ 91

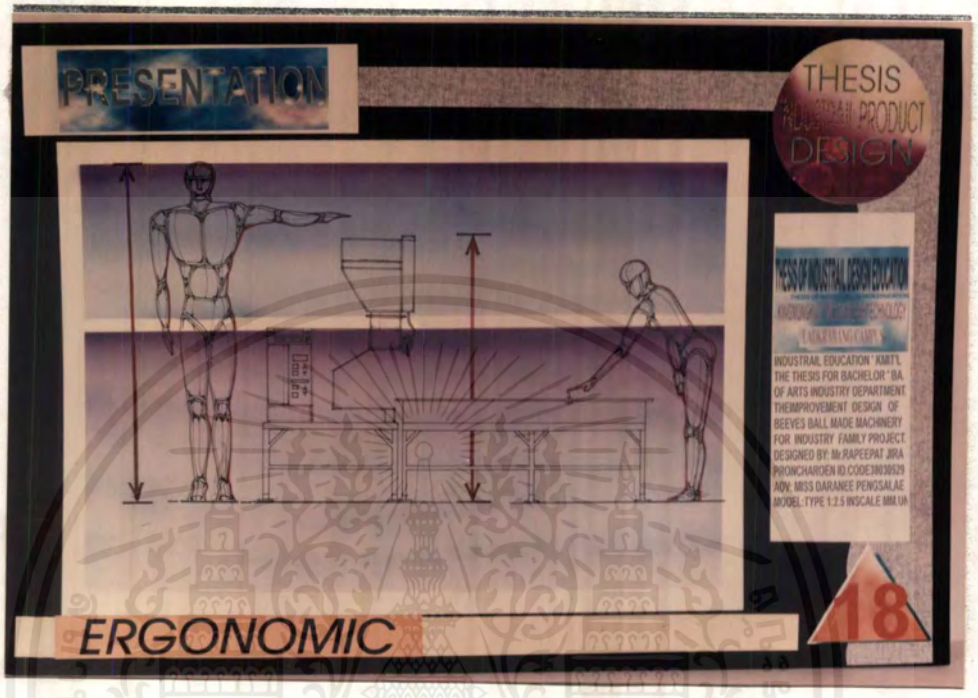
แสดงแบบPRESENTATION



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 92

แสดงแบบ PRESENTATION



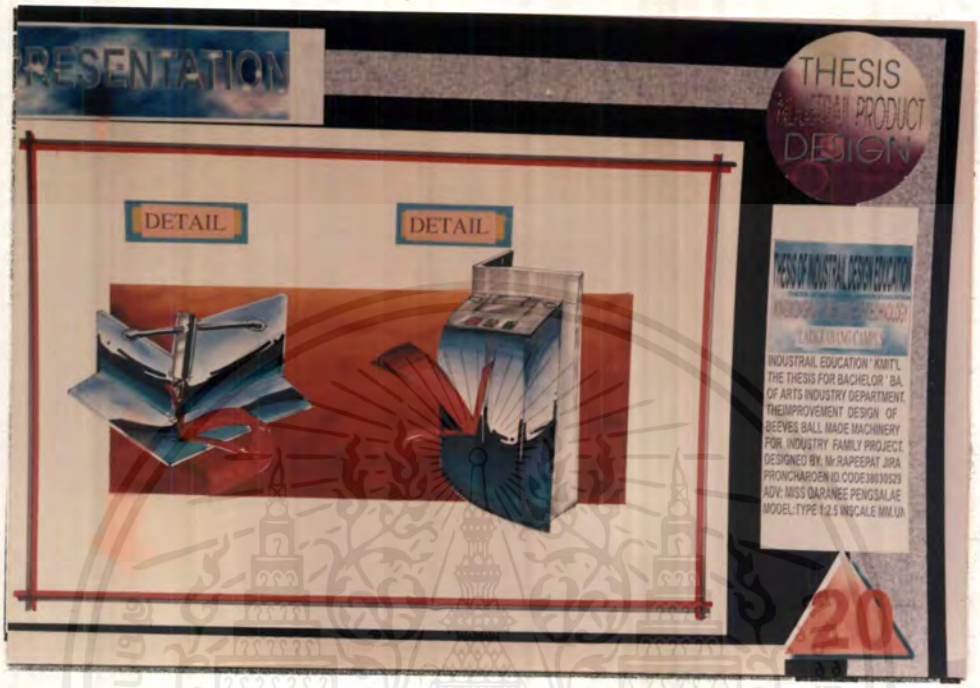
ภาพที่ 93

แสดงแบบPRESENTATION

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

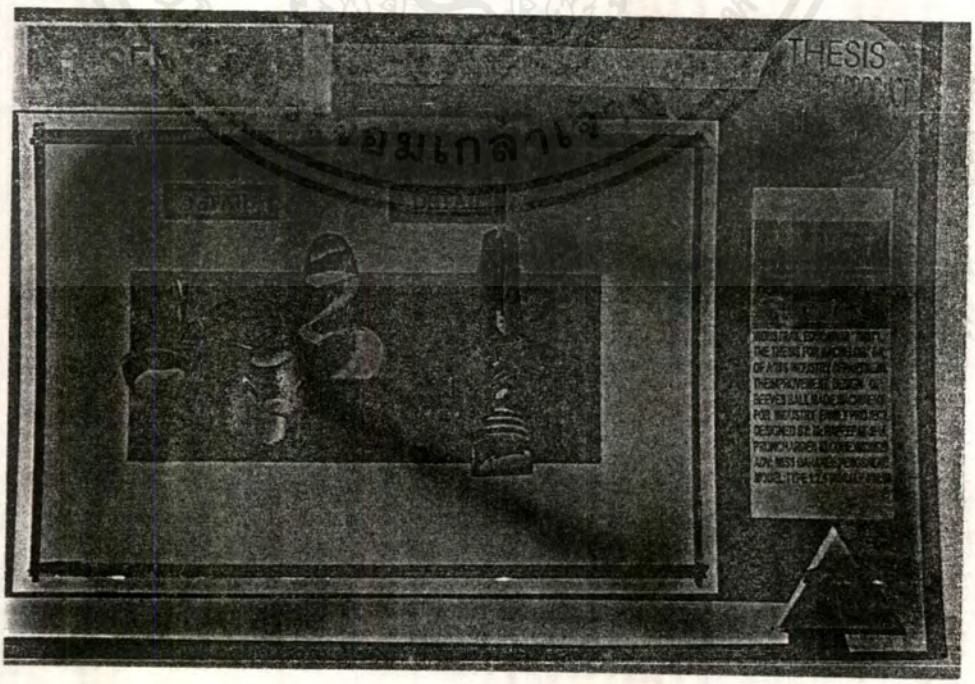
ภาพที่ 93

แสดงแบบ PRESENTATION



ภาพที่ 94

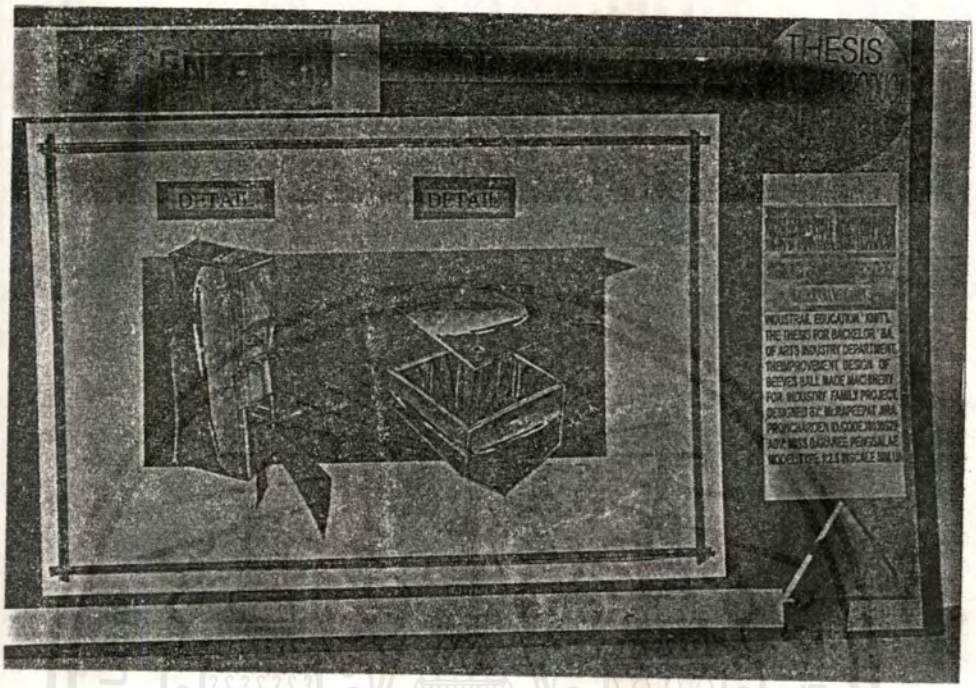
แสดงแบบPRESENTATION



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 95

แสดงแบบ PRESENTATION



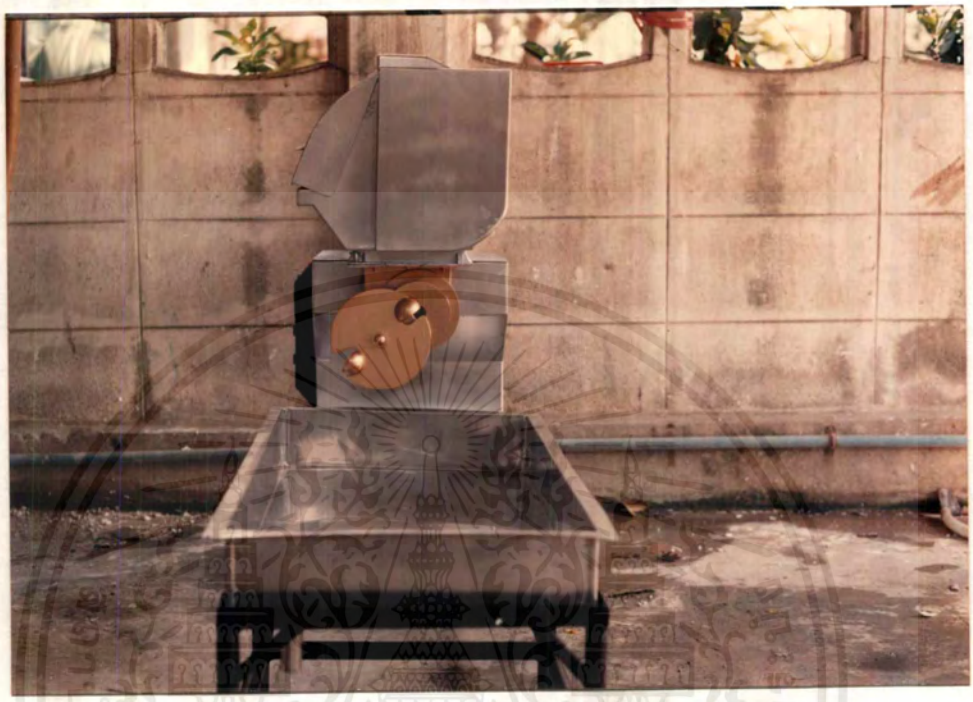
ภาพที่ 96

แสดงแบบPRESENTATION

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

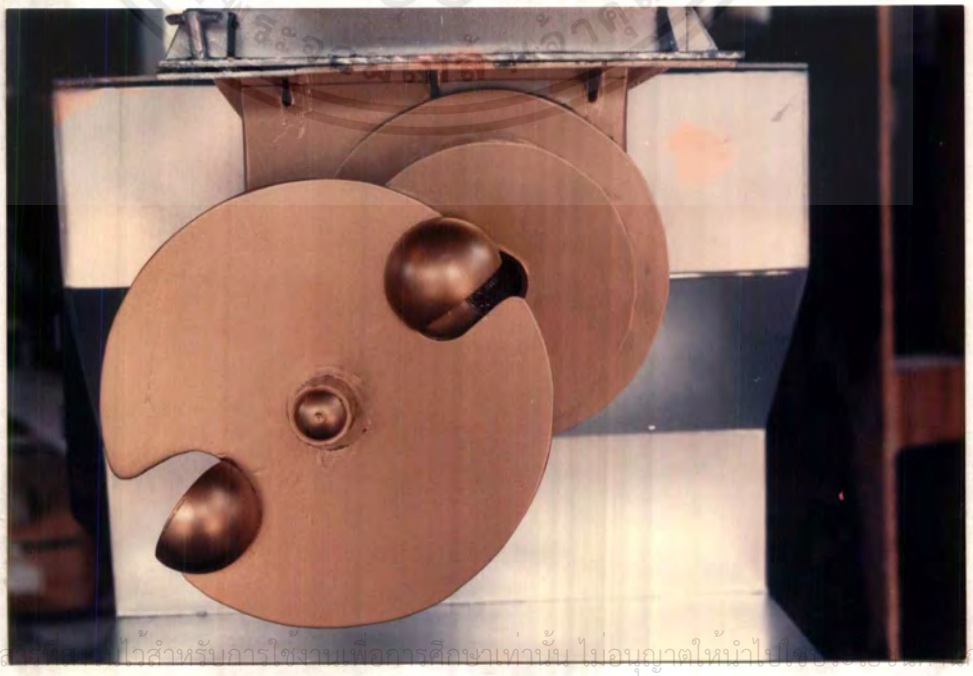
ภาพที่ 97

แสดงแบบ PRESENTATION



ภาพที่ 98

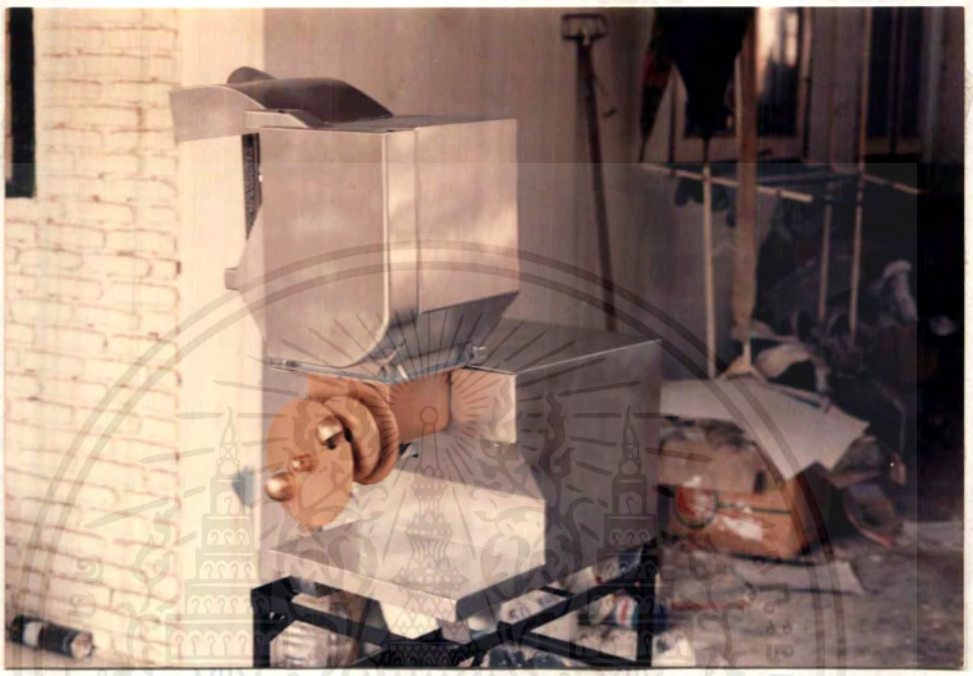
แสดงแบบPRESENTATION



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 99

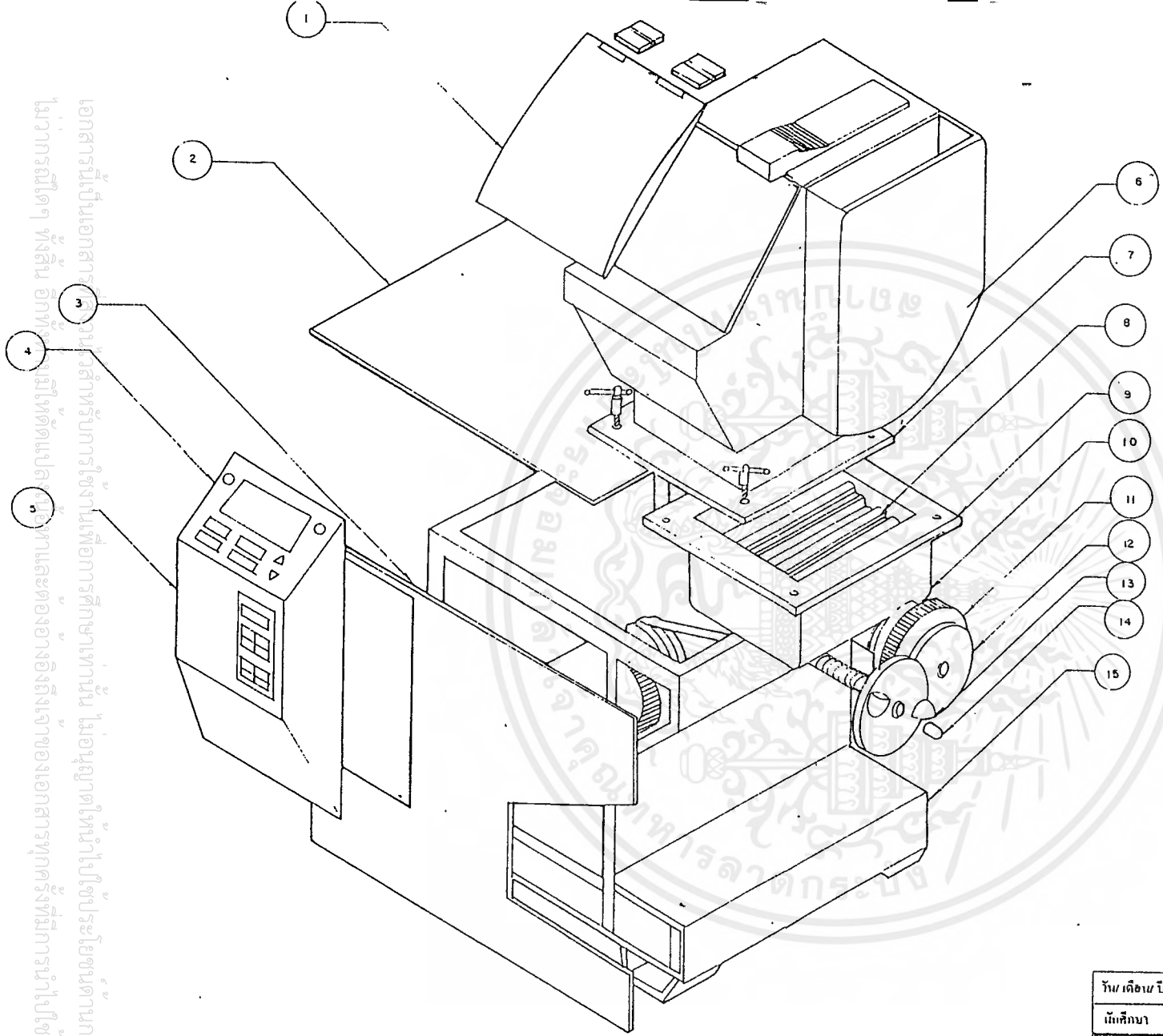
แสดงแบบ PRESENTATION



ภาพที่ 100

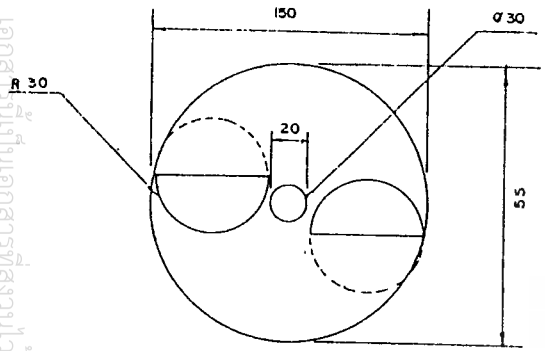
แสดงแบบPRESENTATION

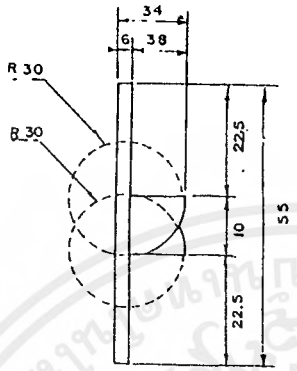
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

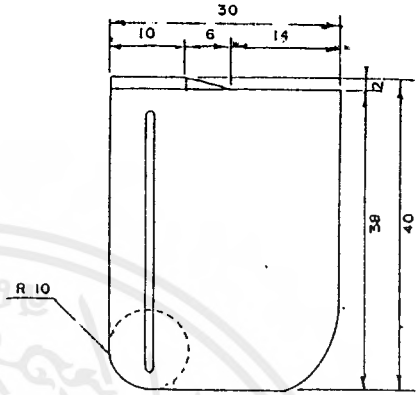


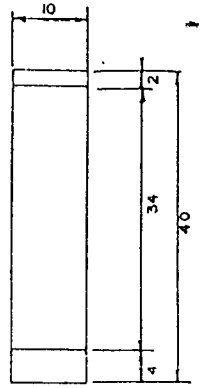
ASSEMBLY.

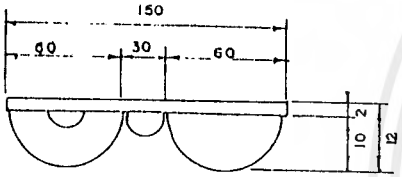
วัน/เดือน/ปี	3/3/40	ชื่อ - สกุล	เฉพาะที่	แผ่นที่
เสนอโดย	นาย รพีพัฒน์ จิวพรเจริญ		29	1
สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	ชื่องาน โครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องปั้นลูกชิ้น สำหรับอุตสาหกรรมครัวเรือน			
	ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ อาจารย์ ดารณี เพ็งสะแกะ		มาตราส่วน 1 : 7.5	หน่วย มิลลิเมตร



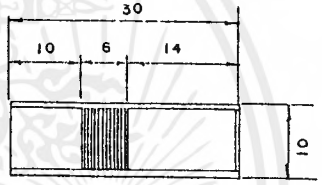




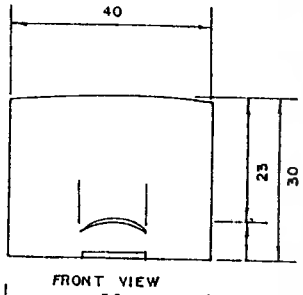


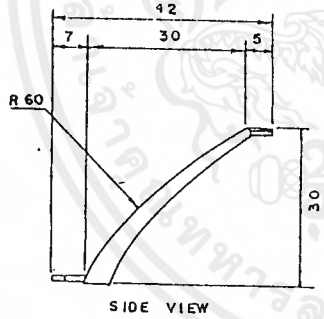


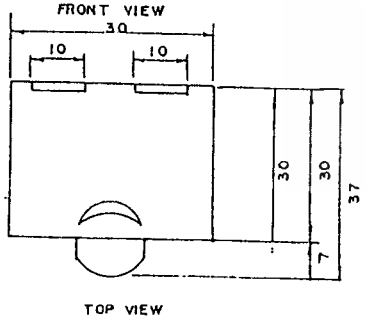
DETAIL PART 1 : หัวปั๊มลูกชิ้น
SCALE 1 : 2



PART 3 : ถังพักน้ำ
SCALE 1 : 5



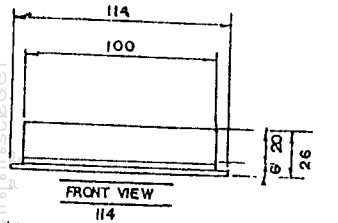


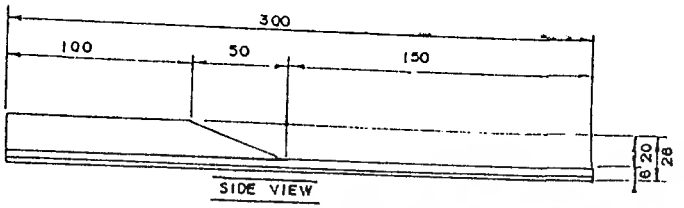


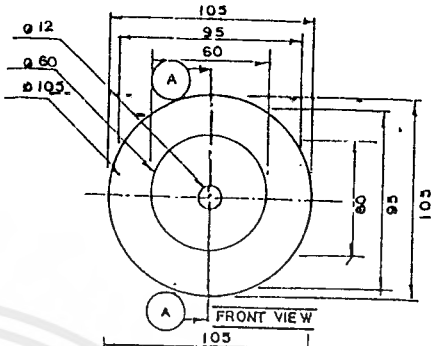
PART 2 : ฝาปิดถาดป้อนเนื้อ
SCALE 1 : 7.5

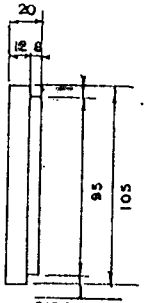
วัน/เดือน/ปี	3/3/40	ชื่อ - สกุล	เลขที่	แผ่นที่
นักศึกษา	นาย รพีพัฒน์ จิรพรเจริญ		29	2
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	ชื่องาน โครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องปั้นลูกชิ้น สำหรับอุตสาหกรรมครัวเรือน			
	ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ อาจารย์ ดารณี เพ็งสะแก		มาตราส่วน 1 : 7.5	หน่วย มิลลิเมตร

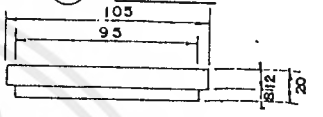
ลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



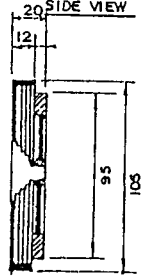




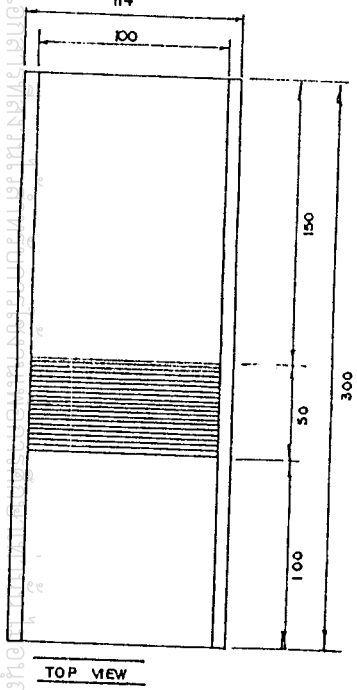




TOP VIEW



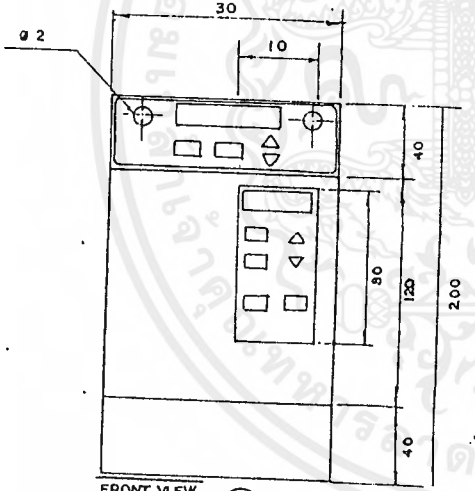
SECTION A-A

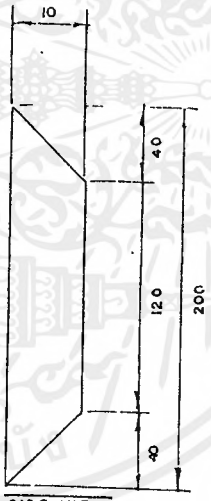


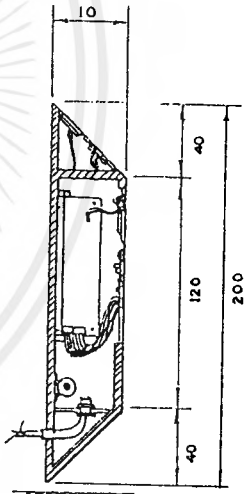
TOP VIEW

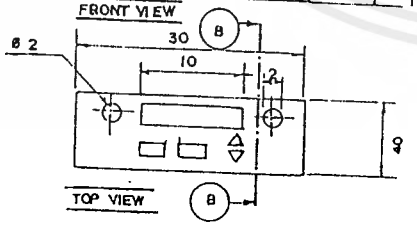
PART 4 : ฝาปิดฉิ่งฟักข้าง
SCALE : 1:2

PART 5 : หัวปรับลูกชิ้น
SCALE : 1:2



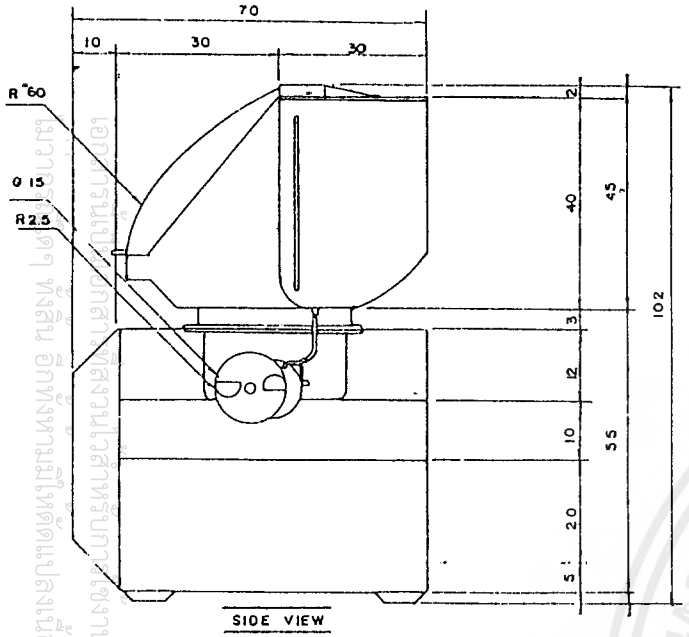


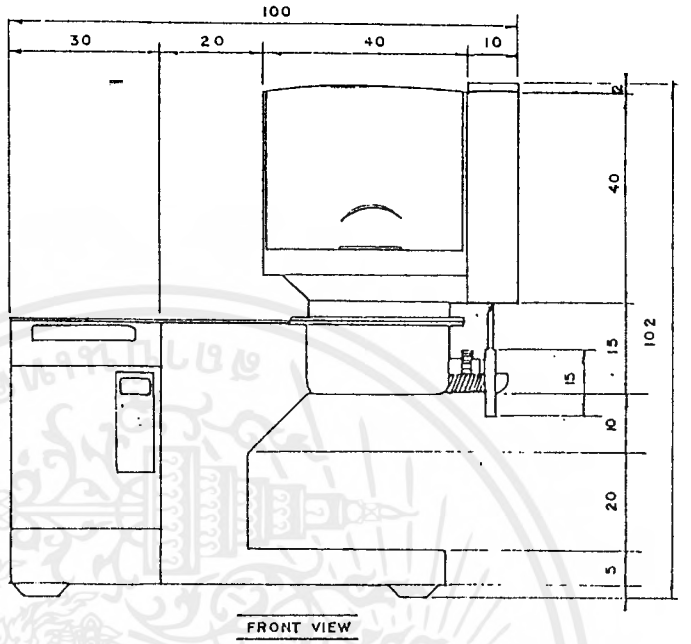


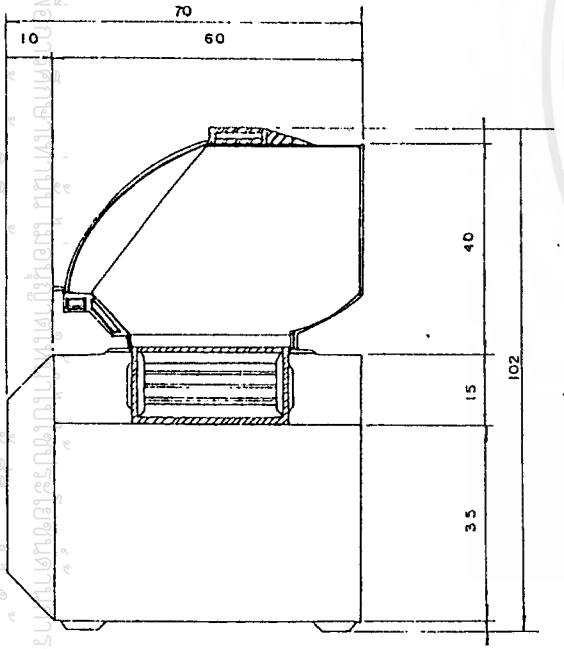


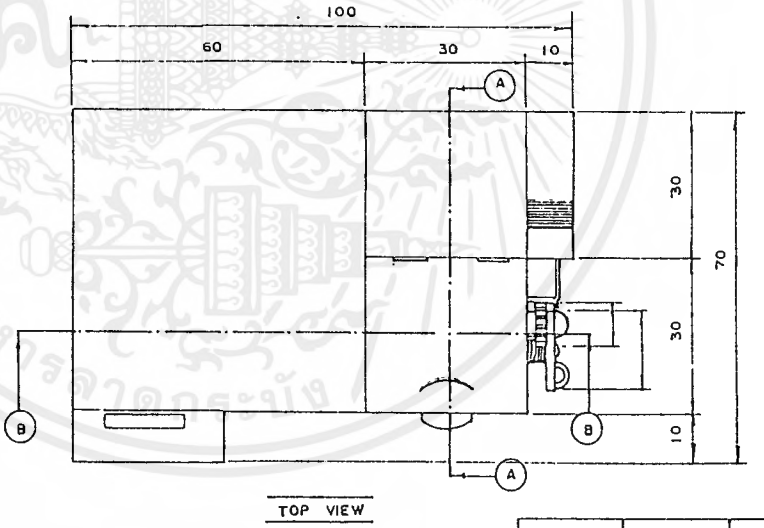
PART 6 : เครื่องปรับความชื้น
SCALE : 1:5

วัน/เดือน/ปี	3/3/40	ชื่อ - สกุล	เฉพาะที่	แผ่นที่
นักศึกษา	นาย รพีพัฒน์ จิรพรเจริญ		29	3
สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง		ชื่องาน โครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องปั้นลูกชิ้น สำหรับอุตสาหกรรมครัวเรือน		
		ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ อาจารย์ ดารณี เพ็งสะแก	มาตราส่วน 1 : 5	หน่วย มิลลิเมตร

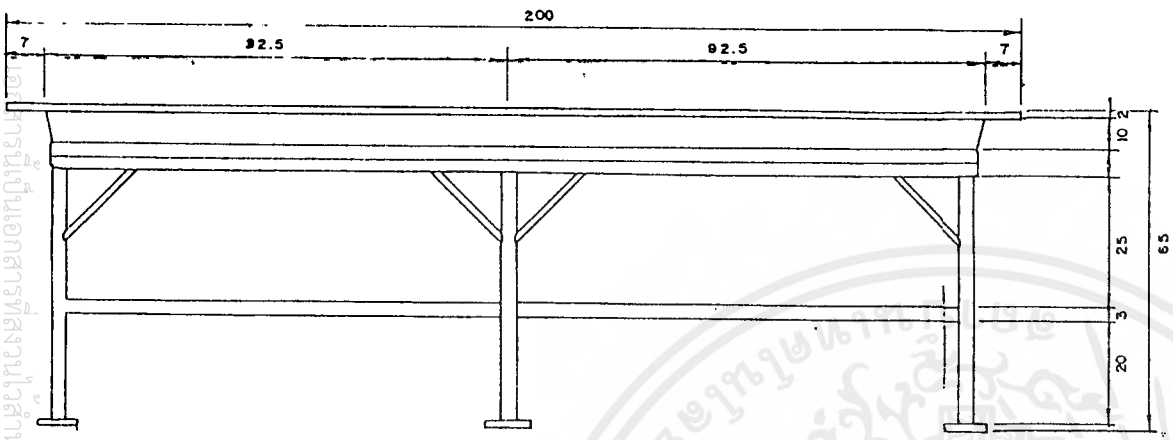




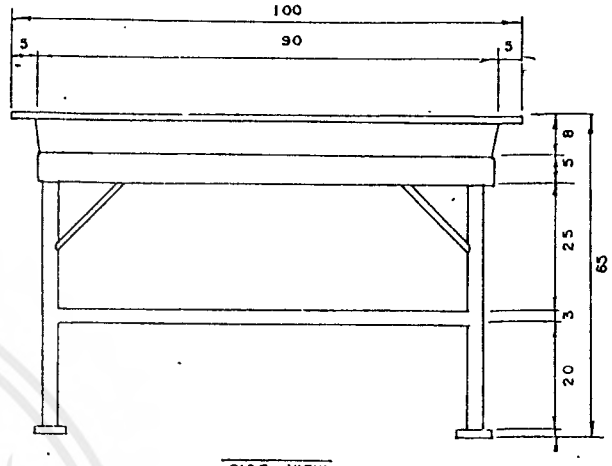




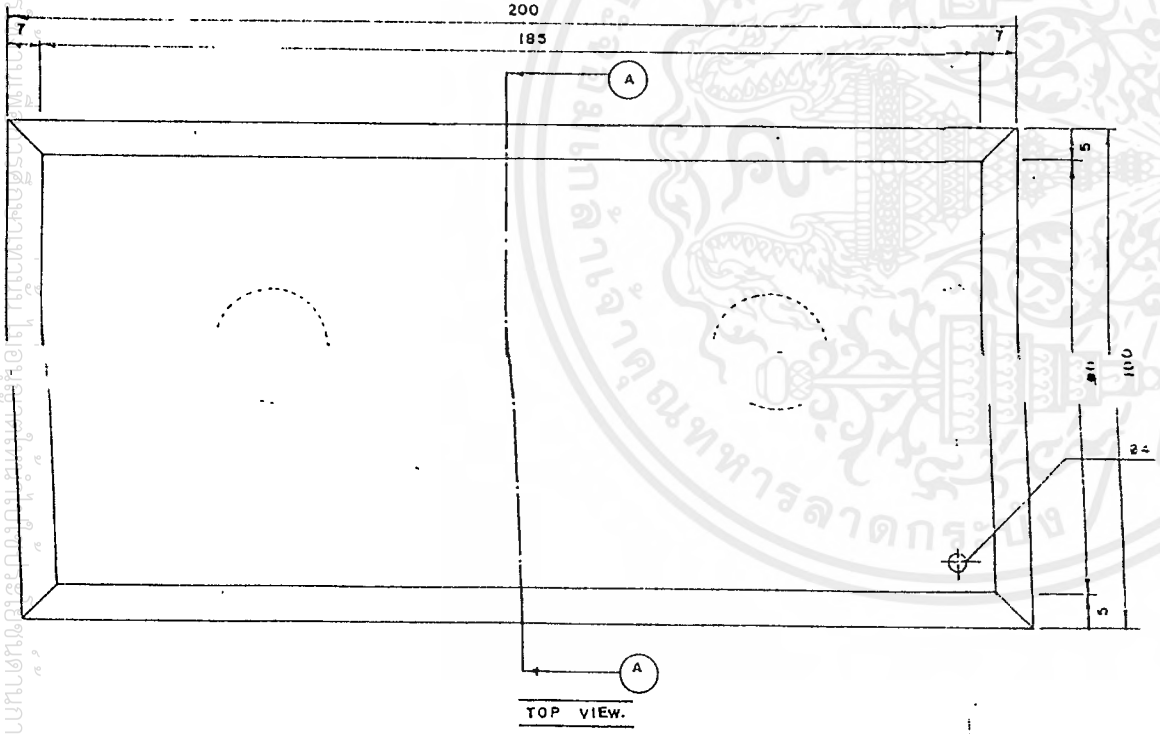
วัน/เดือน/ปี	3/3/40	ชื่อ - สกุล	เลขที่	แผ่นที่
นักศึกษา		นายวาทิพัฒน์ จิรพรเจริญ	29	4
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	ชื่องาน โครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องปั้นดูกชิ้น สำหรับอุตสาหกรรมครัวเรือน			
	ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ อาจารย์ ดารณี เพ็งสะแล		มาตราส่วน 1 : 5	หน่วย มิลลิเมตร



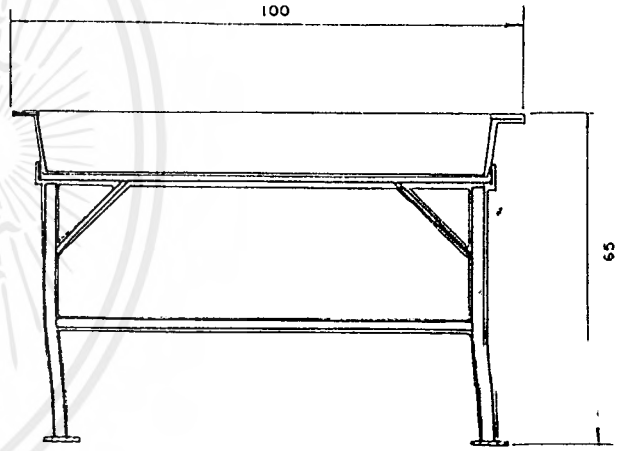
FRONT VIEW



SIDE VIEW



TOP VIEW.



SECTION VIEW.

วัน เดือน ปี	3/3/40	ชื่อ - สกุล	เลขที่	แผ่นที่
นักศึกษา	นาย รพีพัฒน์ จิรพรเจริญ		29	5
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง	ชื่องาน โครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องปั้นดูดชิ้น สำหรับอุตสาหกรรมครัวเรือน			
	ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ อาจารย์ ดารณี เพ็งตะแสะ		มาตราส่วน 1 : 7.5	หน่วย

ภาพที่ 116

แสดงแบบ MODEL

ภาพที่ 117

แสดงแบบ MODEL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

จากการดำเนินการวิจัย โครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องปั้นลูกชิ้นสำหรับอุตสาหกรรมขนาดครัวเรือน ตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยที่ทางผู้วิจัยได้ดำเนินมา ตามขั้นตอนของโครงการดังต่อไปนี้

1. เพื่อออกแบบปรับปรุงเครื่องปั้นลูกชิ้นสำหรับอุตสาหกรรมขนาดครัวเรือน
2. เพื่อออกแบบปรับปรุงเครื่องปั้นลูกชิ้นที่ให้ความสะดวกในเรื่องการควบคุมงานที่ซับซ้อน
3. เพื่อออกแบบเครื่องปั้นลูกชิ้นให้มีความสามารถในการปรับระดับขนาดของลูกชิ้นได้
4. เพื่อออกแบบปรับปรุงเครื่องปั้นลูกชิ้นให้มีความเหมาะสมกับพฤติกรรมการใช้งาน

โดยได้ดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนของการกำหนดปัญหาการวางแผนการดำเนินโครงการ รวบรวมและสรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อนำไปสู่ขั้นตอนในการออกแบบปรับปรุงเครื่องปั้นลูกชิ้นสำหรับอุตสาหกรรมขนาดครัวเรือน โดยได้ผลสรุปข้อมูลการวิจัยได้ดังนี้

สรุปผลการวิจัย

จากผลการวิจัยโครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องปั้นลูกชิ้นสำหรับอุตสาหกรรมขนาดครัวเรือน ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อส่งเสริมการเพิ่มผลการผลิตและลดขั้นตอนการผลิตที่ยุ่งยาก หรือการดำเนินงานในระบบอุตสาหกรรม ซึ่งผลิตภัณฑ์ชิ้นนี้สามารถนำไปปฏิบัติการเพื่อส่งเสริมการผลิตลูกชิ้นได้ โดยตัวผลิตภัณฑ์เป็นแสตนเลสเพื่อลดการทำปฏิกริยากับอากาศ และความชื้นรวมไปถึง เนื้อบดผสมที่นำมาผลิตเป็นลูกชิ้น ซึ่งจะได้ผลดีกับเครื่องที่มีกำลังมอเตอร์ขนาดสูง เพื่อส่งแรงมายังหัวปั้มเพื่อการผลิตลูกชิ้น และขนาดลูกชิ้นได้ตามต้องการ และยังปลอดภัยในขั้นตอนของการผลิตในทุกขั้นตอน รวมทั้งความสะอาดที่ถูกสุขลักษณะอนามัยยิ่งขึ้น

ข้อเสนอแนะ

จากผลการดำเนินการวิจัยที่ผ่านมา จะพบข้อบกพร่องรวมไปถึงปัญหาที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ คือ ระยะเวลาในการศึกษาข้อมูลงานวิจัย และการดำเนินในขั้นตอนต่างๆยังไม่เพียงพอ ต่อการศึกษาเพื่อการปรับปรุงระบบการควบคุมและคิดตั้งภายในอย่างสมบูรณ์ ตามขั้นตอนการดำเนินการวิจัยได้ จึงทำให้การออกแบบเป็นไปตามกระบวนการศึกษาข้อมูลที่ต้องรอผลการทดสอบจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

เกษม ชัยบุญเพ็ง . พื้นฐานโลหะ . โรงพิมพ์ประฉอบไม้ไตร . กรุงเทพฯ .2533

ชัยณรงค์ คัณธบพิตร. วิทยาศาสตร์เนื้อสัตว์. ไทยวัฒนาพานิช. กรุงเทพฯ . 2529

วัยณรงค์ คัณธบพิตร. การจัดการเนื้อสัตว์. ภาควิชาสัตวบาลคณะเกษตร มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์ . 2525

ชัยสวัสดิ์ เทียนวิบูลย์.ทฤษฎีไฟฟ้าประยุกต์. โรงพิมพ์ ก.วิวรรชน์ .กรุงเทพฯ .2526

ชวิน เป้าอารีย์. งานโลหะ. อักษรสานส์ . กรุงเทพฯ.2521

โชจิ โอฮามา. อุปกรณ์รับและจ่ายไฟในโรงงานและอาคารขนาดใหญ่. เอช-เอน การพิมพ์ กรุงเทพฯ.2530

ครุณี เอ็ดเวิร์ด.ระบบการผลิตอาหาร. มหาวิทยาลัยรามคำแหง . กรุงเทพฯ . 2532

DANFOSS. FREQUENCY CONVERTER. DANFOSS CO.,LTD.BANGKOK.1995

ทิพยา ปาณะโตษะ,เพ็ญศรี จูงศิริวัฒนา, วารุณี เสนสุภา. งานวิจัยผลของสารประกอบ -ฟอสเฟตที่มีต่อลูกชิ้นเนื้อวัว. สำนักงานกรรมการอาหารและยากระทรวงสาธารณะสุข.2534

ประมวล ใจสะอาด. วัสดุช่าง. อักษรบัณฑิตการพิมพ์. กรุงเทพฯ . 2525

พิชิต เลี่ยมพิพัฒน์ . ไฟเบอร์กลาส. มิตรนราการพิมพ์ . กรุงเทพฯ . 2536

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. มอเตอร์เหนี่ยวนำสามเฟส. กรุงเทพฯ.อักษรไทยการพิมพ์ . 2532

มาตราฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม.สายพานตัววีส่งกำลัง. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ.2536

มาตราฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. ลูกชิ้นเนื้อวัว ลูกชิ้นหมู ลูกชิ้นไก่.สำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ. 2533

เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์.เทคโนโลยีเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์. สหมิตรออฟเซทการพิมพ์. กรุงเทพฯ.2536

วิชัย สังขจันทรานนท์.ควบคุมเครื่องกลไฟฟ้าด้วยอิเลคทรอนิกส์กำลัง.เอช-เอนการพิมพ์. กรุงเทพฯ. 2532

สถาบันวิจัย วิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย.ขนาดสัดส่วนของคนไทย.คุรุสภาการพิมพ์.กรุงเทพฯ. 2533

สาคร คันธโชติ.กรรมวิธีการผลิต.กรุงเทพฯ . โอเดียนสโตร์.2528

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม (ต่อ)

สาคร คันธโชติ.การออกแบบผลิตภัณฑ์. กรุงเทพฯ . โอเอสพริ้นติ้งเฮาส์.2534

เอกสารการสอนหน่วยที่1-7.วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของไทย.มหาวิทยาลัยสุโขทัย ธรรมาธิราช.นนทบุรี.2532

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบขออนุมัติหัวข้อวิทยานิพนธ์
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ด้วยข้าพเจ้า (นาย/นาง/นางสาว) ..นายธีพัฒน์ ...จิรพรเจริญ .....
นักศึกษา ภาควิชา ...ศิลปอุตสาหกรรม.....สาขาวิชา...ศิลปอุตสาหกรรม.....
ที่อยู่ปัจจุบัน บ้านเลขที่ ..62/67.....ตรอก/ซอย อ่อนนุชนิเวศ 1.....
ถนน ..-.....ตำบล .....
อำเภอ/เขต ...ลาดกระบัง.....จังหวัด .กทม.....
หมายเลขโทรศัพท์ที่บ้าน ..3266437.....ที่ทำงาน .....
มีความประสงค์ขออนุมัติเขียนวิทยานิพนธ์เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาตรี
สาขา ..ศิลปอุตสาหกรรม.....จำนวน .....8.....หน่วยกิต
ชื่อเรื่อง (ภาษาไทย) .....
.....โครงการออกแบบปรับปรุงชุดอุปกรณ์ในการถ่ายภาพสำหรับฝ่ายทะเบียนบัตรประจำตัวประชาชน
โครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องช่วยให้บริการเครื่องดื่ม.....
.....โครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องปั้นลูกชิ้น.....
ชื่ออาจารย์ที่ควบคุมวิทยานิพนธ์ .....อาจารย์ณรงค์...จันทร์หมื่นไวย.....
ที่อยู่ปัจจุบันของอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ บ้านเลขที่ .....ตรอก/ซอย .....
ถนน .....ตำบล .....อำเภอ/เขต .....
จังหวัด .....โทรศัพท์ .....
ที่ทำงาน .....เลขที่ .....ตรอก/ซอย .....
ถนน .....ตำบล ..... อำเภอ/เขต .....
จังหวัด .....โทรศัพท์ .....
ชื่ออาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ .....
ถนน .....ตำบล .....อำเภอ/เขต .....
จังหวัด .....โทรศัพท์ .....
ที่ทำงาน .....เลขที่ .....ตรอก/เขต .....
ถนน .....ตำบล .....จำเภอ /เขต .....
จังหวัด .....โทรศัพท์ .....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

แบบอนุมัติหัวข้อวิทยานิพนธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบเสนอขออนุมัติหัวข้อวิทยานิพนธ์
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

<u>โครงการเสนอวิทยานิพนธ์</u>

เรื่อง (ภาษาไทย).โครงงวรออกแบบปรับปรุงชุดอุปกรณ์ในการถ่ายภาพสำหรับฝ่ายทะเบียนบัตรประจำตัวประชาช
.....โครงงวรออกแบบปรับปรุงเครื่องช่วยให้บริการเครื่องดื่ม.....
โครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องปั้นลูกชิ้นสำหรับอุตสาหกรรมในครอบครัว.....
.....
เสนอโดย (นาย/นาง/นางสาว)....นายรุทีพัฒน์....จิรพรเลิศ.....
นักศึกษาภาควิชา.....ศิลปอุตสาหกรรม.....
จำนวนหน่วยกิตวิทยานิพนธ์....8.....หน่วย
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์
1. อาจารย์จนอม..จันทร์หมื่นไวย.....
2. .....
3. .....

<u>ประเภทวิทยานิพนธ์ที่เสนอ</u>

1. การศึกษาค้นคว้าข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และออกแบบ
   ก. โครงการจริง
   ข. โครงการเสนอแนะ
   ค. โครงการปรับปรุงและเปลี่ยนแปลง
2. การศึกษาค้นคว้าข้อมูลอย่างกว้างขวางโดยละเอียดและวิเคราะห์ เพื่อนำไปสู่การออกแบบ
   ก. โครงการจริง
   ข. โครงการเสนอแนะ
   ค. โครงการปรับปรุงและเปลี่ยนแปลง
3. การศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาด้านครุศาสตร์อุตสาหกรรม
   .....
   .....
   .....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้าพเจ้าได้นำโครงการเสนอวิทยานิพนธ์ให้อาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณาแล้ว ท่านยินดีเป็นที่ปรึกษา และได้แนบโครงการเสนอวิทยานิพนธ์ดังกล่าวมาพร้อมนี้
จึงเสนอมาเพื่อพิจารณา

ลงชื่อ.....นักศึกษา
(.รพีพัฒน์..จิรพรเจริญ...)
ลงวันที่.23.เดือน.สิงหาคม.....พ.ศ.2539

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ลงนาม

(1) .....
(..อาจารย์ถนอม..จันทร์หมื่นไวย..)
ตำแหน่ง.....
ลงวันที่...เดือน.....พ.ศ.....

(2) .....
(.....)
ตำแหน่ง.....
วันที่ ....เดือน.....พ.ศ....

(3) .....
(.....)
ลงวันที่...เดือน.....พ.ศ.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข
ข้อมูลหลังการพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
ลูกชิ้นเนื้อวัว ลูกชิ้นหมู และลูกชิ้นไก่

1. ขอบข่าย

1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้กำหนด ชนิด ส่วนประกอบ คุณลักษณะที่ต้องการวัตถุเจือปนอาหารสุขลักษณะ การบรรจุ เครื่องหมายและฉลาก การชักตัวอย่างและ เกณฑ์ตัดสิน และการทอสอบลูกชิ้นเนื้อวัว ลูกชิ้นหมู และลูกชิ้นไก่ ซึ่งต่อไปในมาตรฐานนี้จะเรียกว่า "ลูกชิ้น"

1.2 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ไม่ครอบคลุมถึงลูกชิ้นเอ็น

2. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ มีดังต่อไปนี้

2.1 ลูกชิ้น หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากเนื้อสัตว์ เครื่องเทศ เครื่องปรุงรส และวัตถุเจือปน อาหารอื่น โดยการนำมาบดผสมกันอย่างละเอียดจนรวมเป็นเนื้อเดียวกันแล้วทำให้เป็นรูปร่างตามต้องการลวกให้สุก

2.2 เนื้อสัตว์ หมายถึง กล้ามเนื้อโครงร่าง (skeletal muscle) ของโค สุกร หรือไก่ซึ่งผ่านการตรวจก่อนและ สังฆ่าว่าสะอาด ปราศจากกลิ่น สิ่งแปลกปลอม และเหมาะสำหรับเป็นอาหารบริโภคได้

3. ชนิด

3.1 ลูกชิ้นแบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ

3.1.1 ลูกชิ้นเนื้อวัว

3.1.2 ลูกชิ้นหมู

3.1.3 ลูกชิ้นไก่

4. ส่วนประกอบ

4.1 ส่วนประกอบหลัก

4.1.1 เนื้อสัตว์

4.1.2 เครื่องเทศ

4.1.3 เครื่องปรุงรส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ส่วนประกอบอื่นที่อาจมี

4.2.1 แป้ง

4.2.2 ผัก

4.2.3 สาหร่าย

5. คุณลักษณะที่ต้องการ

5.1 สี กลิ่นรส และลักษณะเนื้อ

5.1.1 สี

ต้องมีสีสม่ำเสมอตามลักษณะเนื้อสัตว์ที่ใช้ทำ

5.1.2 กลิ่นรส

ต้องมีกลิ่นหอมน่ารับประทาน รสดี ปราศจากกลิ่นแปลกปลอมอื่น ๆ

5.1.3 ลักษณะเนื้อ

ต้องมีลักษณะเนื้อละเอียดเป็นเนื้อเดียวกัน ไม่ยุ่ย ไม่ควรมีฟองอากาศ เมื่อตรวจสอบโดยวิธีให้คะแนนตามข้อ 11.1 แล้ว ต้องได้คะแนนจากผู้ตรวจสอบแต่ละคนในแต่ละลักษณะไม่น้อยกว่า 3 คะแนน และต้องได้คะแนนรวมทุกลักษณะจากผู้ตรวจสอบทั้งหมดเฉลี่ยแล้วไม่น้อยกว่า 12 คะแนน

5.2 ไขมัน

5.2.1 ลูกชิ้นหมู ต้องไม่เกินร้อยละ 6

5.2.2 ลูกชิ้นไก่ ต้องไม่เกินร้อยละ 4

5.2.3 ลูกชิ้นเนื้อวัว ต้องไม่เกินร้อยละ 4

การทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC (1984) ข้อ 18.043 และข้อ 18.044

5.3 โปรตีน

ต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 14

การทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC (1984) ข้อ 24.027

5.4 แป้ง

ต้องไม่เกินร้อยละ]

การทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC (1984) ข้อ 24.075 ถึงข้อ 24.077

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. วัตถุเจือปนอาหาร

ห้ามใช้วัตถุเจือปนอาหารอื่นใดนอกจากชนิดและปริมาณที่กำหนดต่อไปนี้

6.1 ฟอสเฟตในรูปของโมโน-, ไค- และโพลิของเกลือโซเดียมหรือโพแทสเซียมอย่างใดอย่างหนึ่งหรือรวมกันในผลิตภัณฑ์สำเร็จ (คำนวณจากฟอสฟอรัสทั้งหมดในรูป P_2O_5) ไม่เกิน 5000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมการทดสอบให้ปฏิบัติตามตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ อุตสาหกรรม กุนเชียง มาตรฐานเลขที่ มอก. 914

6.2 โมโนโซเดียมแอล-กลูตาเมต (คำนวณเป็นกรดกลูตามิก) ไม่เกินร้อยละ 0.25 การทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC (1984) ข้อ 20.212 ถึงข้อ 20.214

6.3 กรดเบนโซอิกหรือเกลือเบนโซเอต ต้องไม่พบ การทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC (1984) ข้อ 20.026 ถึงข้อ 20.028

6.4 บอแรกซ์ ต้องไม่พบ การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 11.2

7. สุขลักษณะ

7.1 สุขลักษณะให้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กำหนดสุขลักษณะของอาหาร มาตรฐานเลขที่ มอก. 34

7.2 จุลินทรีย์ที่อาจมีในลูกชิ้นต้องไม่เกินเกณฑ์ที่กำหนดดังนี้

7.2.1 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง

ตัวอย่างจากแหล่งผลิตต้องไม่เกิน $1x10^4$ โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

ตัวอย่างจากที่จำหน่าย ต้องไม่เกิน $1x10^6$ โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

การทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC (1984) ข้อ 46.015

7.2.2 เอสเชอริเชีย โคไล (Escherichia coli)

โดยวิธีเอ็มพีเอ็น (MPN) น้อยกว่า 3 ในตัวอย่าง 1 กรัม

การทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC (1984) ข้อ 46.016

7.2.3 ซาลโมเนลลา (Salmonella) ต้องไม่พบในตัวอย่าง 25 กรัม

การทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC (1984) ข้อ 46.115 ถึงข้อ 46.127

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.2.4 สตาฟิโลค็อกคัส ออเรี่ยส์ (Staphylococcus aureus)

ต้องไม่พบในตัวอย่าง 0.1 กรัม

การทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC (1984) ข้อ 46.136 และข้อ 46.137

7.2.5 คลอสตริเดียม เพอร์ฟริงเจนส์ (Clostridium perfringens)

ต้องไม่พบในตัวอย่าง 0.01 กรัม การทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC (1984) ข้อ 46.092 ถึงข้อ 46.097

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค
ข้อมูลอ้างอิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

สายพานตัววีส่งกำลัง

1. ขอบข่าย

1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้กำหนด ชื่อหน้าตัด รูปร่าง ขนาดและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน ส่วนประกอบและการทำ คุณลักษณะที่ต้องการ เครื่องหมายและฉลาก การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสินและการทดสอบสายพานตัววีเพื่อใช้ในการส่งกำลัง ซึ่งต่อไปในมาตรฐานนี้จะเรียกว่า "สายพานตัววี"

1.2 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ไม่ครอบคลุมถึงสายพานตัววีที่ใช้กับยานยนต์ รถไฟ จักรเย็บผ้าที่ใช้ในบ้านและสายพานตัววีหน้าแคบ

2. ชื่อหน้าตัด

2.1 สายพานตัววีแบ่งตามมิติพื้นฐานของหน้าตัดของสายพานตัววี ออกเป็น 6 ชื่อหน้าตัด ตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ชื่อหน้าตัดและมิติพื้นฐานของหน้าตัดของสายพานตัววี

(ข้อ 2.1 และข้อ 3.2)

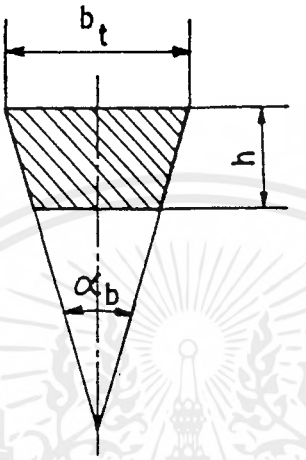
ชื่อหน้าตัด	b_t มิลลิเมตร	h มิลลิเมตร	α_b องศา
M	10.0	5.5	40
A	12.5	9.0	
B	16.5	11.0	
C	22.0	14.0	
D	31.5	19.0	
E	38.0	24.0	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. รูปร่าง ขนาดและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน

3.1 รูปร่างหน้าตัดของสายพานตัววีต้องเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมูที่สองข้างสมมาตรกันตามเส้นกึ่งกลางที่แบ่งครึ่งด้านคู่ขนานดังแสดงในรูปที่ 1

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ



รูปที่ 1 รูปร่างหน้าตัดของสายพานตัววี

(ข้อ 3.1)

3.2 มิติพื้นฐานของหน้าตัดของสายพานตัววีโดยทั่วไปเป็นไปตามตารางที่ 1

3.3 ชื่อขนาด ความยาวและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนให้เป็นไปตามตารางที่ 2

การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 8.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 ชื่อขนาด ความยาวและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของสายพานตัววี

(ข้อ 3.3)

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ชื่อขนาด	ความยาว ชื่อหน้าตัด						เกณฑ์ความคลาดเคลื่อน
	M	A	B	C	D	E	
20	508	508	–	–	–	–	
21	533	533	–	–	–	–	+ 8
22	559	559	–	–	–	–	– 16
23	584	584	–	–	–	–	
24	610	610	–	–	–	–	
25	635	635	635	–	–	–	
26	660	660	660	–	–	–	+ 9
27	686	686	686	–	–	–	– 18
28	711	711	711	–	–	–	
29	737	737	737	–	–	–	
30	762	762	762	–	–	–	
31	787	787	787	–	–	–	
32	813	813	813	–	–	–	+ 10
33	838	838	838	–	–	–	– 20
34	864	864	864	–	–	–	
35	889	889	889	–	–	–	
36	914	914	914	–	–	–	
37	940	940	940	–	–	–	
38	965	965	965	–	–	–	
39	991	991	991	–	–	–	
40	1 016	1 016	1 016	–	–	–	
41	1 041	1 041	1 041	–	–	–	+ 11
42	1 067	1 067	1 067	–	–	–	– 22
43	1 092	1 092	1 092	–	–	–	
44	1 118	1 118	1 118	–	–	–	
45	1 143	1 143	1 143	1 143	–	–	
46	1 168	1 168	1 168	–	–	–	
47	1 194	1 194	1 194	–	–	–	
48	1 219	1 219	1 219	1 219	–	–	+ 12
49	1 245	1 245	1 245	–	–	–	– 24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 ชื่อขนาด ความยาวและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของสายพานตัววี (ต่อ)

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ชื่อขนาด	ความยาว ชื่อหน้าตัด						เกณฑ์ความคลาดเคลื่อน
	M	A	B	C	D	E	
50	1 270	1 270	1 270	1 270	–	–	
51	–	1 295	1 295	–	–	–	
52	–	1 321	1 321	1 321	–	–	
53	–	1 346	1 346	–	–	–	
54	–	1 372	1 372	1 372	–	–	
55	–	1 397	1 397	1 397	–	–	
56	–	1 422	1 422	–	–	–	
57	–	1 448	1 448	–	–	–	
58	–	1 473	1 473	1 473	–	–	
59	–	1 499	1 499	–	–	–	
60	–	1 524	1 524	1 524	–	–	
61	–	1 549	1 549	–	–	–	+ 12
62	–	1 575	1 575	1 575	–	–	– 24
63	–	1 600	1 600	–	–	–	
64	–	1 626	1 626	–	–	–	
65	–	1 651	1 651	1 651	–	–	
66	–	1 676	1 676	–	–	–	
67	–	1 702	1 702	–	–	–	
68	–	1 727	1 727	1 727	–	–	
69	–	1 753	1 753	–	–	–	
70	–	1 778	1 778	1 778	–	–	
71	–	1 803	1 803	–	–	–	
72	–	1 829	1 829	1 829	–	–	
73	–	1 854	1 854	–	–	–	
74	–	1 880	1 880	–	–	–	
75	–	1 905	1 905	1 905	–	–	
76	–	1 930	1 930	–	–	–	+ 13
77	–	1 956	1 956	–	–	–	– 26
78	–	1 981	1 981	1 981	–	–	
79	–	2 007	2 007	–	–	–	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 ชื่อขนาด ความยาวและเกณฑ์ความคลาดคลื่อนของสายพานตัววี (ต่อ)

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ชื่อขนาด	ความยาว ชื่อหน้าตัด						เกณฑ์ความคลาดเคลื่อน
	M	A	B	C	D	E	
80	–	2 032	2 032	2 032	–	–	
81	–	2 057	2 057	–	–	–	
82	–	2 083	2 083	2 083	–	–	
83	–	2 108	2 108	–	–	–	
84	–	2 134	2 134	–	–	–	
85	–	2 159	2 159	2 159	–	–	
86	–	2 184	2 184	–	–	–	
87	–	2 210	2 210	–	–	–	+ 13
88	–	2 235	2 235	2 235	–	–	– 26
89	–	2 261	2 261	–	–	–	
90	–	2 286	2 286	2 286	–	–	
91	–	2 311	2 311	–	–	–	
92	–	2 337	2 337	2 337	–	–	
93	–	2 362	2 362	–	–	–	
94	–	2 388	2 388	–	–	–	
95	–	2 413	2 413	2 413	–	–	
96	–	2 438	2 438	–	–	–	
97	–	2 464	2 464	–	–	–	
98	–	2 489	2 489	2 489	–	–	+ 14
99	–	2 515	2 515	–	–	–	– 28
100	–	2 540	2 540	2 540	2 540	–	
102	–	2 591	2 591	2 591	–	–	
105	–	2 667	2 667	2 667	2 667	–	
108	–	2 743	2 743	2 743	–	–	
110	–	2 794	2 794	2 794	2 794	–	
112	–	2 845	2 845	2 845	–	–	+ 15
115	–	2 921	2 921	2 921	2 921	–	– 30
118	–	2 997	2 997	2 997	–	–	
120	–	3 048	3 048	3 048	3 048	–	
122	–	3 099	3 099	3 099	–	–	+ 16
125	–	3 175	3 175	3 175	3 175	–	– 32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 ชื่อขนาด ความยาวและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของสายพานตัววี (ต่อ)

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ชื่อขนาด	ความยาว ชื่อหน้าตัด						เกณฑ์ความคลาดเคลื่อน
	M	A	B	C	D	E	
128	–	3 251	3 251	3 251	–	–	
130	–	3 302	3 302	3 302	3 302	–	+ 17
132	–	–	3 353	3 353	–	–	– 34
135	–	3 429	3 429	3 429	3 429	–	
138	–	–	3 505	3 505	–	–	
140	–	3 556	3 556	3 556	3 556	–	
142	–	–	–	3 607	–	–	+ 18
145	–	3 683	3 683	3 683	3 683	–	– 36
148	–	–	–	3 759	–	–	
150	–	3 810	3 810	3 810	3 810	–	+ 19
155	–	3 937	3 937	3 937	3 937	–	– 38
160	–	4 064	4 064	4 064	4 064	–	+ 20
165	–	4 191	4 191	4 191	4 191	–	– 40
170	–	4 318	4 318	4 318	4 318	–	
180	–	4 572	4 572	4 572	4 572	4 572	+ 22
190	–	–	4 826	4 826	4 826	–	– 45
200	–	–	5 080	5 080	5 080	–	
210	–	–	5 334	5 334	5 334	5 334	+ 25
220	–	–	–	5 588	5 588	–	– 50
230	–	–	–	5 842	5 842	–	
240	–	–	–	6 096	6 096	6 096	
250	–	–	–	6 350	6 350	–	+ 27
260	–	–	–	6 604	6 604	–	– 55
270	–	–	–	6 858	6 858	6 858	+ 30
280	–	–	–	–	7 112	–	– 60
300	–	–	–	–	7 620	7 620	
310	–	–	–	–	7 874	–	+ 35
330	–	–	–	–	8 382	8 382	– 70
360	–	–	–	–	9 144	9 144	
390	–	–	–	–	–	9 906	+ 40
420	–	–	–	–	–	10 668	– 80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ส่วนประกอบและการทำ

4.1 ส่วนประกอบ

4.1.1 ยาง

ยางควรมีการผสมอย่างสม่ำเสมอ และมีสมบัติเหมาะสมตามวัตถุประสงค์ของการนำไปใช้

4.1.2 เนื้อผ้าใบ

เนื้อผ้าใบควรทอหน้าเรียบด้วยด้ายฝ้าย เส้นใยสังเคราะห์หรือด้ายชนิดอื่นที่มี สมบัติเหมาะสมตามวัตถุประสงค์ของการนำไปใช้ความหนาแน่นของเส้นด้ายยืนและเส้นด้ายพุ่งสม่ำเสมอ ปราศจากตำหนิใด ๆ

4.1.3 เส้นด้ายรับแรง

เส้นด้ายรับแรงอาจจะเป็นเส้นด้ายฝ้าย เส้นด้ายเรยอน เส้นด้ายโพลิเอสเตอร์ หรือเส้นด้ายชนิดอื่นที่มีสมบัติเหมาะสมตามวัตถุประสงค์ของการนำไปใช้

4.2 การทำ

สายพานตัววีควรทำทีละเส้นโดยการใช้ผ้าอาบยางห่อหุ้มโครงสร้างที่ทำจากยางและ เส้นด้ายรับแรง มีหน้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมู แล้วอบด้วยความร้อนและใช้กำลังอัดให้ ติดแน่น หรือจะทำจากโครงสร้างรูปทรงกระบอกที่ประกอบด้วยยาง เส้นด้ายรับแรง อาบ ยาง และผ้าอาบยางซ้อนเป็นชั้น ๆ อบด้วยความร้อน แล้วตัดเป็นเส้นให้มีหน้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมู นำมาห่อหุ้มด้วยผ้าอาบยางก็ได้

5. คุณลักษณะที่ต้องการ

5.1 ลักษณะทั่วไป

สายพานตัววีต้องปราศจากตำหนิ หรือข้อบกพร่องใด ๆ ที่จะเป็นอุปสรรคต่อการใช้งาน การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

5.2 ความทนแรงดึงและความยืด ให้เป็นไปตามตารางที่ 3

การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 8.2

5.3 ความล้าเนื่องจากการโค้งงอ (เฉพาะชื่อหน้าตัด A และชื่อหน้าตัด B) สายพานตัววีต้องทนต่อการทดสอบได้ไม่น้อยกว่า 10^7 ครั้ง และเมื่อทดสอบเป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วระยะห่างระหว่างเพลาของพูลเลย์ทั้งสองจะเพิ่มขึ้นจากเดิมได้ไม่เกินร้อยละ 2

การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 8.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8 ความทนแรงดึงและความยืดของสายพานตัววี

(ข้อ 5.2)

ชื่อหน้าตัด	ความทนแรงดึงต่ำสุด นิวตัน	ความยืดสูงสุด ร้อยละ
M	1 200	7
A	2 400	7
B	3 500	7
C	5 900	8
D	10 800	8
E	14 700	8

6. เครื่องหมายและฉลาก

6.1 ผู้ทำผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่เป็นไปตามมาตรฐานนี้ จะแสดงเครื่องหมายมาตรฐานกับผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนั้นได้ต่อเมื่อได้รับใบอนุญาตจากคณะกรรมการมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

มอเตอร์เหนี่ยวนำสามเฟส

1. ขอบข่าย

1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้กำหนดแบบภาวะการทำงานหน้าที่และพิกัด ขนาดและเกณฑ์ ความคลาดเคลื่อน ส่วนประกอบและการทำ คุณลักษณะที่ต้องการ การบรรจุเครื่องหมายและ ฉลาก และการทดสอบมอเตอร์เหนี่ยวนำสามเฟส ซึ่งต่อไปในมาตรฐานนี้จะเรียกว่า "มอเตอร์"

1.2 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ครอบคลุมเฉพาะมอเตอร์เหนี่ยวนำสามเฟสที่มีกำลังออกที่ กำหนดไม่เกิน 500 กิโลวัตต์ ที่มีฉนวนประเภทเอ อี บี เอฟ และเอช

2. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ มีดังต่อไปนี้

2.1 พิกัด (rating) หมายถึง ค่าตัวเลขของปริมาณทางไฟฟ้าและทางกลทั้งหมดที่มีระยะเวลาและลำดับที่ ผู้ทำกำหนดและระบุไว้บนแผ่นพิกัด และมอเตอร์เป็นไปตามภาวะที่ระบุเหล่านั้น

2.2 ค่าที่กำหนด (rated value) หมายถึง ค่าตัวเลขของปริมาณที่อยู่ในพิกัด

2.3 กำลังออกที่กำหนด (rated output) หมายถึง ค่าตัวเลขของกำลังออกที่รวมอยู่ในพิกัด

2.4 โหลด (load) หมายถึง ค่าที่เป็นตัวเลขของปริมาณทางกลทั้งหมดที่กระทำกับมอเตอร์ที่ขณะใดขณะหนึ่ง

2.5 ไม่มีโหลด (no-load) หมายถึง สถานะของมอเตอร์ที่หมุนที่ความเร็วปกติในภาวะที่กำหนดแต่ไม่ต้องการนำกำลังออกไปใช้

2.6 พักและตัดพลังงาน (rest and de-energized) หมายถึง การหยุดการเคลื่อนไหวทั้งหมดและตัดการป้อนไฟฟ้า

2.7 หน้าที่ (duty) หมายถึง การแสดงรายละเอียดของมอเตอร์เกี่ยวกับโหลดคาบไม่มี โหลด พักและตัดพลังงาน รวมถึงระยะเวลาและลำดับก่อนหลังด้วย

2.8 แบบชนิดของหน้าที่ (duty type) หมายถึง หน้าที่เป็นคาบซึ่งต่อเนื่อง เป็นระยะสั้นหรือเป็นไปตาม ที่ตกลงกันประกอบด้วยชุดของโหลดหนึ่งชุดหรือมากกว่าที่คงที่ไว้ตามระยะเวลาที่กำหนด

2.9 สมดุลความร้อน (thermal equilibrium) หมายถึง การที่อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นบนส่วนต่าง ๆ ของมอเตอร์เปลี่ยนแปลงไม่เกิน 2 องศาเซลเซียส ในคาบ 1 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10 ตัวประกอบการทำงานใน 1 วัฏจักร (cyclic duration factor) หมายถึง อัตราส่วนระหว่างคาบของโหลดรวมถึงการเริ่มต้นและการหยุดทางไฟฟ้า กับระยะเวลาของวัฏจักรหน้าที่แสดงเป็นร้อยละ

2.11 โมเมนต์ปิดล็อกโรเตอร์ (locked rotor torque, starting torque, breakaway torque) หมายถึงโมเมนต์ปิดต่ำสุดซึ่งเกิดขึ้นเมื่อล็อกโรเตอร์ ขณะป้อนแรงดันที่กำหนดที่ความถี่ที่กำหนด

2.12 กระแสล็อกโรเตอร์ (locked rotor current) หมายถึง กระแสค่ารากของกำลังสองเฉลี่ยสถานะคงตัว ซึ่งจ่ายให้มอเตอร์เมื่อล็อกโรเตอร์ ขณะป้อนแรงดันที่กำหนดที่ความถี่ที่กำหนด

2.13 โมเมนต์บิดเบรกดาวน์ (breakdown torque, pull-out torque) หมายถึง โมเมนต์ปิดค่าสูงสุดขณะหมุนที่เกิดขึ้นขณะป้อนแรงดันไฟฟ้าและความถี่ที่กำหนดที่อุณหภูมิใช้งานโดยความเร็วไม่ลดลงอย่างฉับพลัน

หมายเหตุ ค่านี้ใช้ได้กับลักษณะโมเมนต์บิดเฉลี่ยปกติ ซึ่งไม่รวมผลที่เกิดขึ้นชั่วครู่ (transient effect)

2.14 โมเมนต์บิดเร่งรอบ (pull-up torque) หมายถึง โมเมนต์บิดน้อยที่สุดที่เกิดขึ้นระหว่างความเร็วเป็นศูนย์และความเร็วซึ่งสมนัยกับโมเมนต์บิดเบรกดาวน์ เมื่อจ่ายกำลังไฟฟ้าให้มอเตอร์ที่แรงดันและความถี่ที่กำหนดบทนิยามนี้ ไม่ใช้กับมอเตอร์ซึ่งโมเมนต์บิดลดลงอย่างต่อเนื่องในขณะที่ความเร็วเพิ่มขึ้น

2.15 สารหล่อเย็น (coolant) หมายถึง ตัวกลาง (ของเหลวหรือก๊าซ) ที่ใช้ถ่ายเทความร้อน

หมายเหตุ บทนิยามอื่น ซึ่งเกี่ยวข้องกับการระบายความร้อนหรือหล่อเย็นให้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมวิธีระบายความร้อน ของเครื่องจักรกลไฟฟ้าชนิดหมุน (ในกรณีที่ยังไม่มีการประกาศกำหนดมาตรฐานดังกล่าวให้เป็นไปตาม IEC 34-6)

2.16 ฉนวนเพิ่มเติม (supplementary insulation) หมายถึง ฉนวนอิสระที่ใช้เพิ่มให้กับฉนวนมูลฐานเพื่อให้แน่ใจว่าป้องกันไฟฟ้าช็อกได้ในกรณีที่ฉนวนมูลฐานใช้การไม่ได้

2.17 อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นของส่วนของมอเตอร์ หมายถึง ความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิของส่วนของ มอเตอร์กับอุณหภูมิของสารหล่อเย็น

2.18 เวลาคงตัวสมมูลทางความร้อน (thermal equivalent time constant) หมายถึง เวลาคงตัวที่ใช้แทนเวลาคงตัวแต่ละค่าหลาย ๆ ค่า ซึ่งบอกถึงการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิในขดลวดโดยประมาณหลังจากกระแสเปลี่ยนเป็นขั้น ๆ

2.19 การออกแบบ N หมายถึง มอเตอร์แบบกรงกระรอก 3 เฟส โมเมนต์บิดปกติที่ประสงค์ให้เริ่มเดินเครื่องด้วยการต่อตรงเข้ากับสายไฟของระบบ (direct -on-line starting) ที่มีขั้ว 2 4 6 หรือ 8 ขั้ว มีพิกัดจาก 0.4 ถึง 630 กิโลวัตต์ ที่ความถี่ 50 แฮรตซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.20 การออกแบบ NY หมายถึง มอเตอร์ซึ่งคล้ายกับการออกแบบ N แต่ประสงค์ให้เริ่มเดินเครื่อง ด้วยการต่อวงจรแบบสตาร์-เดลตาและเมื่อต่อแบบสตาร์อาจคาดได้ว่าค่าต่ำสุดของ Ti และ Tu เป็นร้อยละ 25 ของค่าของการออกแบบ N

3. แบบ

3.1 มอเตอร์ตามมาตรฐานนี้แบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ

3.1.1 แบบกรงกระรอก (squirrel - cage)

3.1.2 แบบโรเตอร์พันลวด (wound - rotor)

4. ภาวะการทำงาน หน้าที่และพิกัด

4.1 ภาวะการทำงาน (operating condition)

4.1.1 ระดับความสูง อุณหภูมิ และสารหล่อเย็น มอเตอร์ต้องออกแบบให้ติดตั้งใช้งานในภาวะต่อไปนี้ได้

4.1.1.1 ระดับความสูง เหนือระดับทะเลปานกลางไม่เกิน 1000 เมตร มอเตอร์ที่มีวัตถุประสงค์ให้ใช้งานที่ระดับความสูงเกิน 1000 เมตร และมอเตอร์ที่มีวัตถุประสงค์ให้ใช้งานในที่ซึ่งอุณหภูมิของสารหล่อเย็นต่ำด้วยเหตุที่อยู่ในระดับสูงให้เป็นไปตามที่กำหนดเพิ่มเติมในข้อ 7.2.2

4.1.1.2 อุณหภูมิของสารหล่อเย็นไม่เกิน 40 องศาเซลเซียสสำหรับอากาศ หรือ 25 องศาเซลเซียสสำหรับน้ำมอเตอร์ที่มีวัตถุประสงค์ให้ใช้งานในที่ซึ่งอุณหภูมิสูงสุดของ อากาศ หรือน้ำแตกต่างจาก 40 หรือ 25 องศาเซลเซียสตามลำดับ ให้เป็นไปตามที่กำหนดเพิ่มเติมในข้อ 7.2.2

4.1.2 ภาวะทางไฟฟ้า

4.1.2.1 แหล่งจ่าย (electrical supply) มอเตอร์ในขอบข่ายของมาตรฐานนี้เหมาะกับระบบไฟฟ้า 3 เฟส 50 เฮรตซ์ ที่มีแรงดันไฟฟ้าเป็นไปตามมาตรฐานเพื่อความปลอดภัย ทางไฟฟ้ามาตรฐานแรงดันและความถี่ไฟฟ้าสำหรับสายส่งแรงสูง และระบบจำหน่ายมาตรฐานเลขที่ TSES. 01-1965 ของสำนักงานพลังงานแห่งชาติ

4.1.2.2 รูปลักษณะและสมมาตรของกระแสและแรงดัน ต้องออกแบบมอเตอร์ให้สามารถใช้งานในภาวะต่อไปนี้ได้

(1) สมมุติให้แรงดันป้อนมีรูปคลื่นใกล้ไซนูซอยด์ดังรายละเอียดในข้อ ก.

(2) ในกรณีมอเตอร์หลายเฟส สมมุติให้แรงดันป้อนเป็นระบบสมดุลดังรายละเอียดในข้อ ข.ถ้าขีดจำกัดที่กำหนดในข้อ ก. และข้อ ข. ต่อไปนี้เกิดขึ้นพร้อมกันในขณะใช้งานที่โหลด ที่กำหนด ผลดังกล่าวต้องไม่ทำให้อุณหภูมิสูงจนมอเตอร์เสียหาย อุณหภูมิที่เกินอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นหรืออุณหภูมิที่เกี่ยวข้องกับขีดจำกัดที่ระบุในตารางที่ 8 และตารางที่ 9 ไม่ความากกว่า 10 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก. ถือว่าแรงดันมีรูปคลื่นใกล้ไซนูซอยด์ ถ้าป้อนแรงดันให้มอเตอร์ที่โหลดที่กำหนดแล้วความแตกต่างระหว่างค่าขณะใดขณะหนึ่งกับค่าที่สมนัยกันของคลื่นมูลฐานต้องไม่เกินร้อยละ 5 ของแอมพลิจูดของคลื่นมูลฐาน ในการทดสอบอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นตามข้อ 11.3 ความแตกต่างระหว่างแอมพลิจูดนี้ต้องไม่เกินร้อยละ 2.5

ข. ถือว่าแรงดันหลายเฟสเป็นระบบสมดุล ถ้าส่วนประกอบลำดับลบ (negative sequence component) ของระบบแรงดันไม่เกินร้อยละ 1 ในความยาว หรือไม่เกินร้อยละ 1.5 สำหรับคาบสั้นซึ่งไม่เกิน 2 ถึง 3 นาที และแรงดันของส่วนประกอบลำดับศูนย์ (zero sequence component) ไม่เกินร้อยละ 1 ของแรงดันของส่วนประกอบลำดับบวก (positive sequence component) ในการทดสอบอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นตามข้อ 11.3 ส่วนประกอบแรงดันของระบบลำดับลบ ต้องน้อยกว่าร้อยละ 0.5 ของระบบลำดับบวกทั้งนี้ไม่ต้องคำนึงถึงผลกระทบของระบบลำดับศูนย์ในกรณีที่เป็นข้อตกลงระหว่างผู้ซื้อกับผู้ทำ อาจวัดส่วนประกอบลำดับลบของระบบกระแสแทนส่วนประกอบลำดับลบของระบบแรงดังซึ่งต้องไม่เกินร้อยละ 2.5 ของส่วนประกอบลำดับบวกของระบบกระแส

4.1.2.3 การแปรเปลี่ยนของแรงดันในระหว่างการใช้งานมอเตอร์ ต้องสามารถให้กำลังออกที่กำหนดเมื่อได้รับการป้อนด้วยแรงดันที่แปรเปลี่ยนอยู่ระหว่างร้อยละ 95 ถึง 105 ของแรงดันที่กำหนดที่ความถี่ที่กำหนดในกรณีของการใช้งานต่อเนื่อง ที่ขีดจำกัดแรงดันสูงสุดและต่ำสุดตามที่ระบุข้างต้น ขีดจำกัดของอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นตามตารางที่ 8 ยอมให้เพิ่มขึ้นอีก 10 องศาเซลเซียส

หมายเหตุ ไม่ควรใช้มอเตอร์เกินโหลดที่กำหนดหรือในภาวะซึ่งแตกต่างจากภาวะที่กำหนด เว้นแต่สามารถใช้ในภาวะนั้นได้

4.1.2.4 การต่อสายกลางลงดิน (neutral earthing) มอเตอร์เหมาะที่จะใช้งานอย่างต่อเนื่อง เมื่อสายกลางมีศักย์เท่ากับหรือใกล้เคียงกับศักย์ของดิน และเหมาะที่จะใช้งานกับระบบไม่ต่อลงดิน เมื่อสายเฟสหนึ่งมีศักย์เท่ากับศักย์ของดินซึ่งไม่เกิดขึ้นบ่อยและมี คาบสั้น เช่น ช่วงเวลาที่ใช้ขจัดความผิดพร่อง (fault) ถ้าตั้งใจที่จะใช้งานมอเตอร์อย่างต่อเนื่อง หรือเป็นคาบยาวในภาวะข้างต้น มอเตอร์ที่ใช้ต้องมีระดับการฉนวนเหมาะสมสำหรับภาวะนี้และต้องระบุภาวะดังกล่าวไว้ในข้อแนะนำการใช้งานด้วยถ้าระดับการฉนวนของขดลวดที่จุดปลายของสายเฟสกับจุดปลายของสายกลางต่างกัน ต้องระบุไว้ในข้อแนะนำการใช้งานด้วย

หมายเหตุ การต่อจุดที่เป็นกลางต่าง ๆ ของมอเตอร์ที่นำมาต่อเข้าด้วยกันลงดินไม่ ควรทำโดยไม่ปรึกษากับผู้ทำมอเตอร์เพราะอาจมีอันตราย เนื่องจากส่วน ประกอบสำคัญศูนย์ของกระแสที่ความถี่ใด ๆ ในภาวะการทำงานบางภาวะและอาจเกิดความเสียหายทางกลขึ้นกับขดลวด เมื่อเกิดภาวะผิดพร่องระหว่างสายเฟสกับสายกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 กฎสำหรับการระบุหน้าที่และการเลือกพิกัด

4.2.1 กฎสำหรับการระบุหน้าที่และการเลือกพิกัด

4.2.1.1 หน้าที่

อาจอธิบายหน้าที่ด้วยแบบชนิดของหน้าที่แบบชนิดใดแบบชนิดหนึ่งที่กำหนดในข้อ

4.2.2 หรือข้อกำหนดรายการของการใช้งานอื่นที่ผู้ซื้อระบุ

4.2.1.2 การระบุหน้าที่

เป็นความรับผิดชอบของผู้ซื้อที่จะต้องระบุหน้าที่ตามลักษณะการใช้งานให้ตรงตามความต้องการที่สุดเท่าที่จะทำได้ในบางกรณีเมื่อโหลดไม่แปรเปลี่ยนหรือแปรเปลี่ยนไปในลักษณะที่ทราบ ควรระบุปริมาณที่แปรเปลี่ยนเป็นตัวเลขหรือโดยใช้กราฟลำดับเวลา(time sequence graph) ถ้าลำดับเวลาไม่แน่นอนให้เลือกลำดับเวลาสมมุติ (แบบชนิดของหน้าที่ S2 ถึง S9) ที่เข้มงวดไม่น้อยกว่าลำดับเวลาจริง ในกรณีที่ไม่ระบุหน้าที่ให้ถือว่าเป็นแบบชนิดของหน้าที่ต่อเนื่อง , S1

4.2.1.3 พิกัด

ให้ผู้ทำกำหนดพิกัด โดยการเลือกประเภทของพิกัดตามข้อ 4.2.3 การเลือกพิกัด ตามปกติจะเป็นพิกัดต่อเนื่องสูงสุดบนพื้นฐานของแบบชนิดของหน้าที่ S1 หรือพิกัดระยะสั้นบนพื้นฐานของแบบชนิดของหน้าที่ S2 ถ้าเป็นไปไม่ได้ให้เลือกพิกัดแบบชนิดของหน้าที่ S3 ถึง S8 ชนิดใดชนิดหนึ่ง

4.2.1.4 การเลือกพิกัด

มอเตอร์ที่ใช้เพื่อจุดประสงค์ทั่วไป ต้องมีพิกัดต่อเนื่องสูงสุดและสามารถทำหน้าที่แบบชนิดของหน้าที่ S1 ถ้าผู้ซื้อไม่ระบุหน้าที่ให้ถือเป็นแบบชนิดของหน้าที่ S1 และมีพิกัดต่อเนื่องสูงสุด เมื่อประสงค์ให้มอเตอร์มีพิกัดระยะสั้นพิกัดต้องอยู่บนพื้นฐานของแบบชนิดของหน้าที่ S2 ตามข้อ 4.2.2.2 และที่ระบุในข้อ 4.2.4 เมื่อประสงค์ให้มอเตอร์รับโหลดที่แปรเปลี่ยนหรือโหลดที่รวมคาบไม่มีโหลดหรือคาบซึ่งมอเตอร์จะอยู่ในสถานะพักและตัดพลังงานพิกัดต้องเป็นพิกัดแบบชนิดของหน้าที่เป็นคาบ บนพื้นฐานของแบบชนิดของหน้าที่ที่เลือกจาก S3 ถึง S8 ตามข้อ 4.2.2.3 ถึงข้อ 4.2.2.8 และที่ระบุในข้อ 4.2.4 เมื่อประสงค์ให้มอเตอร์รับโหลดที่แปรเปลี่ยนที่ความเร็วรอบแปรเปลี่ยนรวมทั้งโหลดเกินพิกัด ต้องเป็นแบบชนิดของหน้าที่ไม่เป็นคาบบนพื้นฐานของแบบชนิดของหน้าที่ S9 ตามข้อ 4.2.2.9 และที่ระบุในข้อ 4.2.4 พิกัดที่ กำหนดให้กับมอเตอร์บนพื้นฐานของแบบชนิดของหน้าที่ที่เลือกจาก S3 ถึง S8 เมื่อระบุให้ทดสอบการทดสอบที่พิกัดต่อเนื่องสมมูลก็ถือว่าเพียงพอแล้วในการหาพิกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- สำหรับแบบชนิดของหน้าที่ S1 ถึง S8 ค่าที่ระบุของโหลดคงที่ให้ถือเป็นกำลังออกที่กำหนดและแสดงเป็นวัตต์ (ดูข้อ 4.2.2.1 ถึงข้อ 4.2.2.8 และคาบ "N" ในรูปที่ 1 ถึงรูปที่ 8)

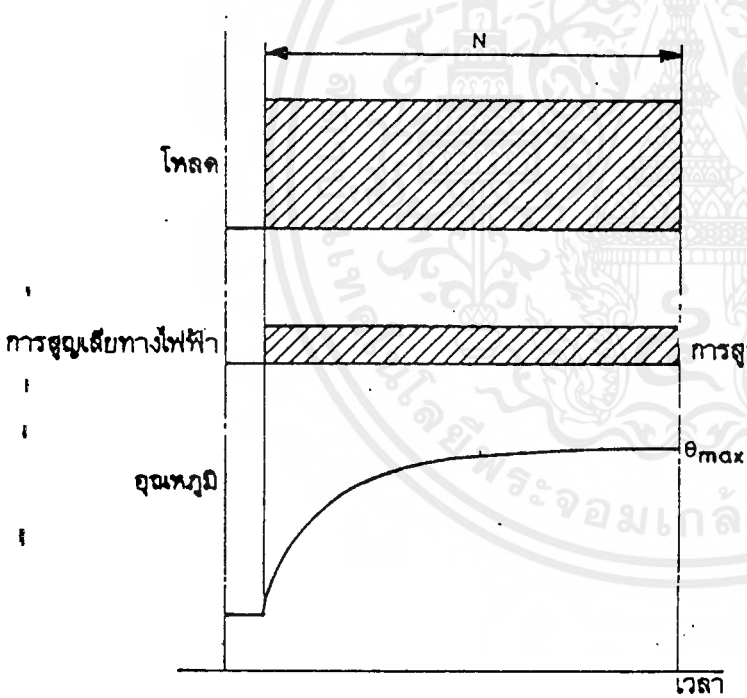
- สำหรับแบบชนิดของหน้าที่ S9 ให้ถือค่าโหลดเต็มเป็นกำลังออกที่กำหนด (ดูข้อ 4.2.2.9 และ "Cp" ในรูปที่ 9)

4.2.2 แบบชนิดของหน้าที่

แบ่งออกเป็น 9 แบบชนิด คือ

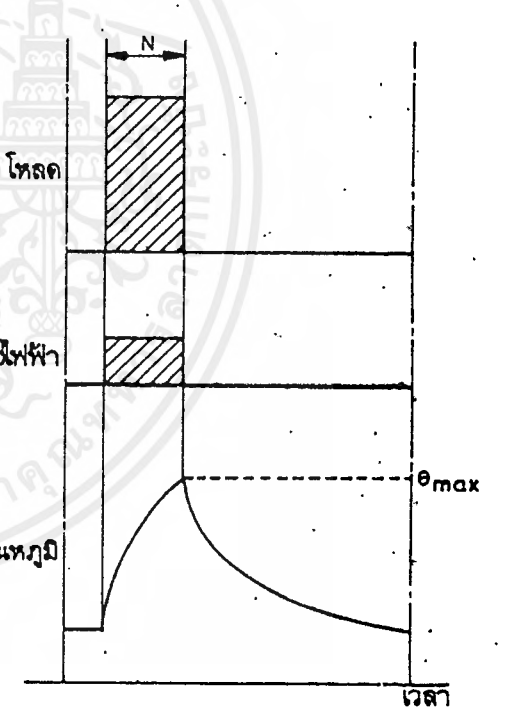
4.2.2.1 หน้าที่ต่อเนื่อง (continuous running duty), S1 คือ การทำงานที่โหลดคงที่เป็นระยะเวลาพอเพียงที่จะเกิดสมดุลความร้อน (ดูรูปที่ 1)

4.2.2.2 หน้าที่ระยะสั้น (short-time duty), S2 คือ การทำงานที่โหลดคงที่ในเวลาที่กำหนดซึ่งน้อยกว่าเวลาที่จะเกิดสมดุลความร้อน โดยมีคาบของการพักและตัดพลังงานซึ่งมีระยะเวลาพอเพียงที่จะทำให้อุณหภูมิของมอเตอร์ไม่เกิน 2 องศาเซลเซียสของสารหล่อเย็นก่อนที่จะเริ่มเดินเครื่องครั้งต่อไป (ดูรูปที่ 2)



N = การทำงานในภาวะที่กำหนด
θmax = อุณหภูมิสูงสุด

รูปที่ 1 หน้าที่ต่อเนื่อง, S1
(ข้อ 4.2.2.1)



N = การทำงานในภาวะที่กำหนด
θmax = อุณหภูมิสูงสุดใน 1 วัฏจักรหน้าที่

รูปที่ 2 หน้าที่ระยะสั้น, S2
(ข้อ 4.2.2.2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ขนาดและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน

5.1 มอเตอร์ติดตั้งด้วยขา (foot-mounted)

5.1.1 มิติต่าง ๆ ของโครง และส่วนต่าง ๆ ของมอเตอร์ และเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนให้เป็นไปตามรูปที่ 10 และตารางที่ 2

5.1.2 มิติของเพลา ลิ่ม และร่องลิ่ม และเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนให้เป็นไปตามรูปที่ 11 และตารางที่ 3

หมายเหตุ มอเตอร์ที่มีกำลังออกที่กำหนดมาก จนไม่สามารถใช้มิติต่าง ๆ ตามข้อนี้ ได้ผู้ที่เกี่ยวข้องต้องตกลงกันเป็นพิเศษ การทดสอบให้ปฏิบัติโดยการวัด

5.2 มอเตอร์ติดตั้งด้วยหน้าจาน (flange-mounted)

5.2.1 มิติต่าง ๆ ของหน้าจานและส่วนต่าง ๆ ของมอเตอร์ให้เป็นไปตามรูปที่ 12 และตารางที่ 4

5.2.2 มิติของเพลา ลิ่ม และร่องลิ่ม ให้เป็นไปตามรูปที่ 11 และตารางที่ 3

หมายเหตุ มอเตอร์ที่มีกำลังออกที่กำหนดมาก จนไม่สามารถใช้มิติต่าง ๆ ตามข้อนี้ ได้ผู้ที่เกี่ยวข้องตกลงกันเป็นพิเศษ การทดสอบให้ปฏิบัติโดยการจัด

6. ส่วนประกอบและการทำ

6.1 เปลือกหุ้ม (enclosure)

มอเตอร์ต้องมีเปลือกหุ้มและระดับขั้นการป้องกัน เป็นไปตามประเภทใด ประเภทหนึ่งที่กำหนดในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมการจัดระดับขั้นการป้องกันของเปลือกหุ้ม บริภัณฑ์ไฟฟ้ามาตรฐานเลขที่ มอก. 513 การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ ส่วนการทดสอบว่าระดับชั้นการป้องกันเป็นไปตามที่ผู้ทำระบุหรือไม่ให้ปฏิบัติตามวิธีที่กำหนดใน มอก. 513

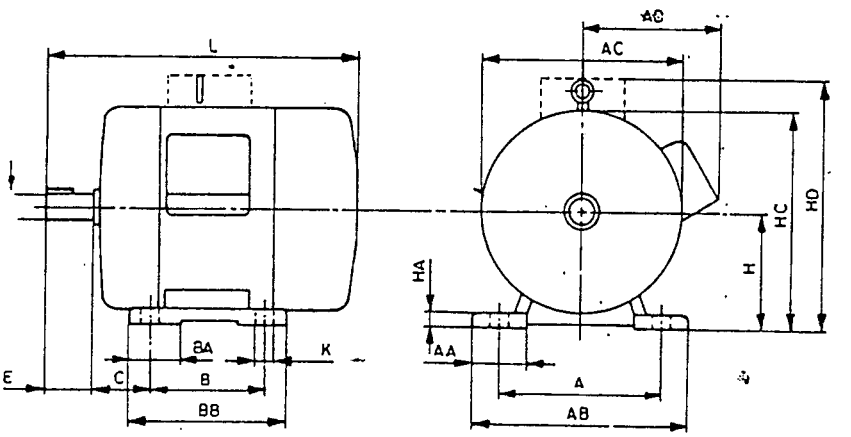
6.2 วิธีระบายความร้อน

มอเตอร์ต้องมีวิธีระบายความร้อนเป็นไปตามวิธีใดวิธีหนึ่งที่กำหนดในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมวิธีระบายความร้อนของเครื่องจักรกลไฟฟ้าชนิดหมุน (ในกรณีที่ยังไม่มีการประกาศกำหนดมาตรฐานดังกล่าว ให้เป็นไปตาม IEC 34-6) การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

6.3 วิธีติดตั้ง

มอเตอร์ต้องเหมาะที่จะติดตั้งด้วยวิธีใดวิธีหนึ่ง ที่กำหนดในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมสัญลักษณ์ของแบบชนิดของการทำและการจัดระเบียบในการติดตั้งเครื่องจักรกลไฟฟ้าชนิดหมุน (ในกรณีที่ยังไม่มีการประกาศกำหนดมาตรฐานดังกล่าวให้เป็นไปตาม IEC 34-7) การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



หมายเหตุ อักษรกำกับมิติที่มิได้ระบุค่าไว้ในตารางที่ 2 แสดงไว้เพื่อให้การเรียกชื่อมิติของส่วนต่าง ๆ ของมอเตอร์ เป็นมาตรฐานเดียวกัน

รูปที่ มิติต่าง ๆ ของมอเตอร์ติดตั้งด้วยขา

(ข้อ 5.1.1)

ตารางที่ มิติของมอเตอร์ติดตั้งด้วยขา

(ข้อ 5.1.1)

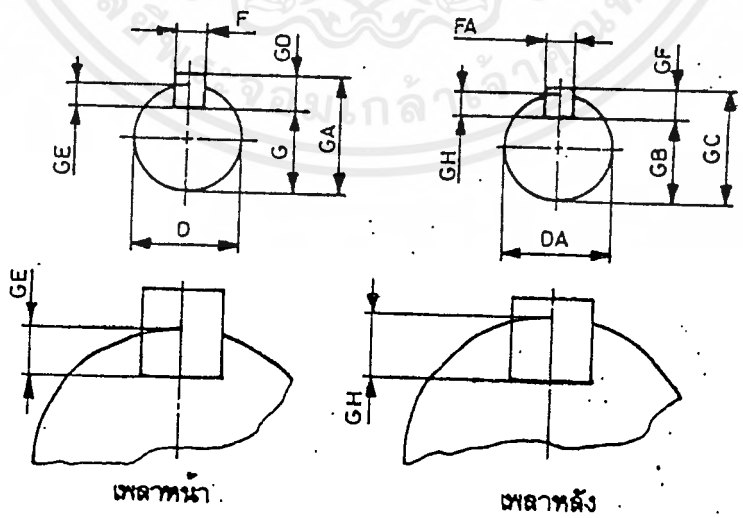
เลขโครง[1]	H		A[2]	B[2]	C[2]	K[3]		สลักเกลียวหรือหมุดเกลียว
	เกณฑ์ที่กำหนด mm	ความเบี่ยงเบนล่าง mm	mm	mm	mm	เกณฑ์ที่กำหนด mm	เกณฑ์ความคลาดเคลื่อน μm	
56	56	-0.5	90	71	36	5.8	+ 300 0	M5
63	63	-0.5	100	80	40	7	+ 360 0	M6
71	71	-0.5	112	90	45	7	+ 360 0	M6
80	80	-0.5	125	100	50	10	+ 360 0	M8
90S	90	-0.5	140	100	56	10	+ 360 0	M8
90L	90	-0.5	140	125	56	10	+ 360 0	M8
100S	100	-0.5	160	112	63	12	+ 430 0	M10
100L	100	-0.5	160	140	63	12	+ 430 0	M10
112S	112	-0.5	190	114	70	12	+ 430 0	M10
112M	112	-0.5	190	140	70	12	+ 430 0	M10
132S	132	-0.5	216	140	89	12	+ 430 0	M10
132M	132	-0.5	216	178	89	12	+ 430 0	M10
160M	160	-0.5	254	210	108	15	+ 430 0	M12
160L	160	-0.5	254	254	108	15	+ 430 0	M12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 มิติของมอเตอร์ศิดทั้งด้วยขา (ต่อ)

เลขโครง[1]	H		A[2]	B[2]	C[2]	K[3]		สลักเกลียวหรือหมุดเกลียว
	เฉพาะที่กำหนด	ความเบี่ยงเบนล่าง				เฉพาะที่กำหนด	เฉพาะความคลาดเคลื่อน	
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	μm	
180M	180	-0.5	279	241	121	15	+ 430 0	M12
180L	180	-0.5	279	279	121	15	+ 430 0	M12
200M	200	-0.5	318	267	133	19	+ 520 0	M16
200L	200	-0.5	318	305	133	19	+ 520 0	M16
225S	225	-0.5	356	286	149	19	+ 520 0	M16
225M	225	-0.5	356	311	149	19	+ 520 0	M16
250S	250	-0.5	406	311	168	24	+ 520 0	M20
250M	250	-0.5	406	349	168	24	+ 520 0	M20
280S	280	-1	457	368	190	24	+ 520 0	M20
280M	280	-1	457	419	190	24	+ 520 0	M20
315S	315	-1	508	406	216	28	+ 520 0	M24
315M	315	-1	508	457	216	28	+ 520 0	M24

หมายเหตุ 1) S หมายถึง ระยะสั้น
M หมายถึง ระยะปานกลาง และ
L หมายถึง ระยะยาว
2) เป็นค่าแนะนำ (เพื่อใช้ในการออกแบบ)
3) ไม่ยอมให้ใช้แสมีร่องเปิดออกทางข้าง



รูปที่ 11 มิติของเพลา ลิ่ม และร่องลิ่มของมอเตอร์

(ข้อ 5.1.2 และข้อ 5.2.2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 มิติของเพลา ลิ่ม และร่องลิ่ม

(ข้อ 5.1.2 และข้อ 5.2.2)

เพลา				ลิ่ม					ร่องลิ่ม					GA	โมเมนต์บิดสูงสุดสำหรับหน้าที่ต่อเนื่องของมอเตอร์[5]
	D[1]		g[2]	F		GD			F			GE			
เกณฑ์ที่กำหนด	เกณฑ์ความคลาดเคลื่อน			เกณฑ์ที่กำหนด	เกณฑ์ความคลาดเคลื่อน h9	เกณฑ์ที่กำหนด	เกณฑ์ความคลาดเคลื่อน		เกณฑ์ที่กำหนด	เกณฑ์ความคลาดเคลื่อน[3] N9	เกณฑ์ความคลาดเคลื่อน[3] P9	เกณฑ์ที่กำหนด	เกณฑ์ความคลาดเคลื่อน	เกณฑ์ที่กำหนด[4]	
	สัญลักษณ์						สัญลักษณ์								
mm		μm	mm	mm	μm	mm		μm	mm	μm	μm	mm	μm	mm	Nm
7	j6	+7	16	2	0	2	h9	0	2	-4	-6	1.2	+100	7.8	0.25
		-2			-25			-25		-29	-31		0		
9	j6	+7	20	3	0	3	h9	0	3	-4	-6	1.8	+100	10.2	0.63
		-2			-25			-25		-29	-31		0		
11	j6	+8	23	4	0	4	h9	0	4	0	-12	2.5	+100	12.5	1.25
		-3			-30			-30		-30	-42		0		
14	j6	+8	30	5	0	5	h9	0	5	0	-12	3	+100	16	2.8
		-3			-30			-30		-30	-42		0		
16	j6	+8	40	5	0	5	h9	0	5	0	-12	3	+100	18	4.5
		-3			-30			-30		-30	-42		0		
18	j6	+8	40	6	0	6	h9	0	6	0	-12	3.5	+100	20.5	7.1
		-3			-30			-30		-30	-42		0		
19	j6	+9	40	6	0	6	h9	0	6	0	-12	3.5	+100	21.5	8.25
		-4			-30			-30		-30	-42		0		
22	j6	+9	50	6	0	6	h9	0	6	0	-12	3.5	+100	24.5	14
		-4			-30			-30		-30	-42		0		
24	j6	+9	50	8	0	7	h11	0	8	0	-15	4	+200	27	18
		-4			-36			-90		-36	-51		0		

เพลา				ลิ่ม					ร่องลิ่ม					GA	โมเมนต์บิดสูงสุดสำหรับหน้าที่ต่อเนื่องของมอเตอร์[5]
	D[1]		g[2]	F		GD			F			GE			
เกณฑ์ที่กำหนด	เกณฑ์ความคลาดเคลื่อน			เกณฑ์ที่กำหนด	เกณฑ์ความคลาดเคลื่อน h9	เกณฑ์ที่กำหนด	เกณฑ์ความคลาดเคลื่อน		เกณฑ์ที่กำหนด	เกณฑ์ความคลาดเคลื่อน[3] N9	เกณฑ์ความคลาดเคลื่อน[3] P9	เกณฑ์ที่กำหนด	เกณฑ์ความคลาดเคลื่อน	เกณฑ์ที่กำหนด[4]	
	สัญลักษณ์						สัญลักษณ์								
mm		μm	mm	mm	μm	mm		μm	mm	μm	μm	mm	μm	mm	Nm
28	j6	+9	60	8	0	7	h11	0	8	0	-15	4	+200	31	31.5
		-4			-36			-90		-36	-51		0		
32	k6	+18	80	10	0	8	h11	0	10	0	-15	5	+200	35	50
		+2			-36			-90		-36	-51		0		
38	k6	+18	80	10	0	8	h11	0	10	0	-15	5	+200	41	90
		+2			-36			-90		-36	-51		0		
42	k6	+18	110	12	0	8	h11	0	12	0	-18	5	+200	45	125
		+2			-43			-90		-43	61		0		
48	k6	+18	110	14	0	9	h11	0	14	0	-18	5.5	+200	51.5	200
		+2			-43			-90		-43	-61		0		
55	m6	+30	110	16	0	10	h11	0	16	0	-18	6	+200	59	355
		+11			-43			-90		-43	-61		0		
60	m6	+30	140	18	0	11	h11	0	18	0	-18	7	+200	64	450
		+11			-43			-110		-43	-61		0		
65	m6	+30	140	18	0	11	h11	0	18	0	-18	7	+200	69	630
		+11			-43			-110		-43	-61		0		
70	m6	+30	140	20	0	12	h11	0	20	0	-22	7.5	+200	74.5	800
		+11			-52			-110		-52	-74		0		
75	m6	+30	140	20	0	12	h11	0	20	0	-22	7.5	+200	79.5	1 000
		+11			-52			-110		-52	-74		0		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 มิติของเพลา ลิ่ม และร่องลิ่ม (ต่อ)

เพลา				ลิ่ม					ร่องลิ่ม					GA	โมเมนต์บิดสูงสุดสำหรับหน้าที่ต่อเนื่องของมอเตอร์[4]
D[1]			G[2]	F		GD			F			GE			
เกณฑ์ที่กำหนด	เกณฑ์ความคลาดเคลื่อน			เกณฑ์ที่กำหนด	เกณฑ์ความคลาดเคลื่อน h9	เกณฑ์ที่กำหนด	เกณฑ์ความคลาดเคลื่อน		เกณฑ์ที่กำหนด	เกณฑ์ความคลาดเคลื่อน N9	เกณฑ์ความคลาดเคลื่อน P9	เกณฑ์ที่กำหนด	เกณฑ์ความคลาดเคลื่อน	เกณฑ์ที่กำหนด	
mm	สัญลักษณ์	μm	mm	mm	μm	mm	สัญลักษณ์	μm	mm	μm	μm	mm	μm	mm	Nm
80	m6	+30 +11	170	22	0 -52	22	h11	0 -110	22	0 -52	-22 -74	9	+200 0	85	1 250
85	m6	+35 +13	170	22	0 -52	14	h11	0 -110	22	0 -52	-22 -74	9	+200 0	90	1 600
90	m6	+35 +13	170	25	0 -52	14	h11	0 -110	25	0 -52	-22 74	9	+200 0	95	1 900
95	m6	+35 +13	170	25	0 -52	14	h11	0 -110	25	0 -52	-22 -74	9	+200 0	100	2 360

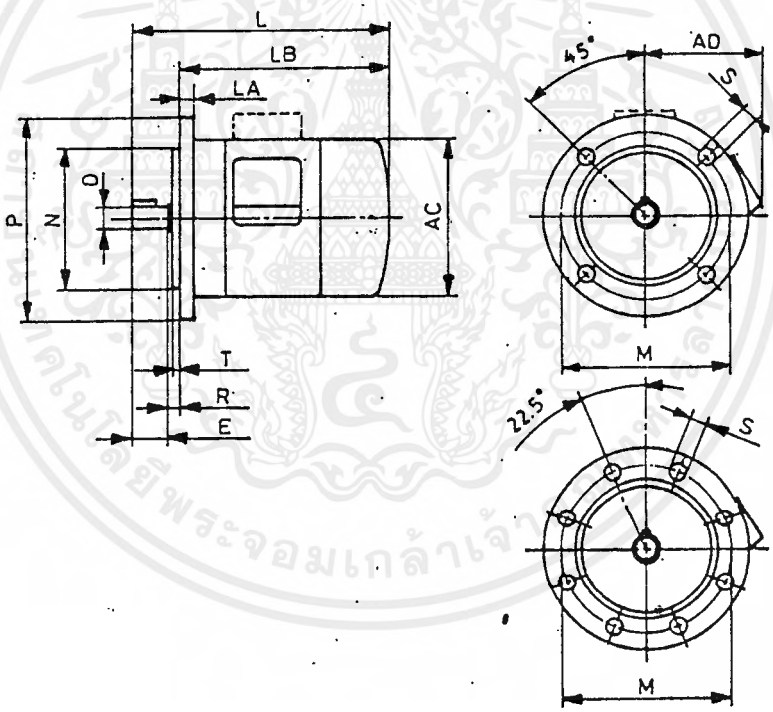
หมายเหตุ 1) สำหรับเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 25 มิลลิเมตร ค่าขนาด 0.5 มิลลิเมตรถือว่าพอเพียง

2) ในกรณีที่กำหนดภาวะการทำงานไว้ชัดเจน อาจเลือกส่วนที่ลึกของเพลา (ดูรูปที่ 10) ให้เหมาะสมตามที่กำหนดในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้อง

3) เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของร่องลิ่ม N9 ใช้กับลิ่มกรรมหา และ P9 ใช้กับลิ่มดึง

4) เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนสำหรับ GA ให้คำนวณจากค่าของมิติอื่น ๆ ที่กำหนดไว้ในตาราง

5) ค่าโมเมนต์บิดเลือกจากอนุกรม R40 ในกรณีที่กำหนดภาวะการทำงานไว้ชัดเจนอาจเลือกค่าโมเมนต์บิดให้เหมาะสมตามที่กำหนดในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้อง



หมายเหตุ ลักษรกำกับมิติที่มิได้ระบุค่าไว้ในตารางที่ 4 แสดงไว้เพื่อให้การเรียกชื่อมิติของส่วนต่าง ๆ ของมอเตอร์ เป็นมาตรฐานเดียวกัน

รูปที่ 12 มิติต่าง ๆ ของมอเตอร์ติดตั้งด้วยหน้าจาน

(ข้อ 5.2.1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 มิติต่าง ๆ ของมอเตอร์ติดตั้งด้วยหน้าจาน

(ข้อ 5.2.1)

เลขหน้าจาน	M	N		P[1]	R	จำนวนรู	S			T
		เกณฑ์ที่กำหนด	เกณฑ์ความคลาดเคลื่อน				รูไม่ทำเกลียว		รูทำเกลียว	สูงสุด
			สัญลักษณ์				เกณฑ์ที่กำหนด	เกณฑ์ความคลาดเคลื่อน		
	mm	mm		mm	mm		mm	μm		mm
FF55, FT55	55	40	j6	+11 -5	70	0	4	5.8	+300 0	M5	2.5
FF65, FT65	65	50	j6	+11 -5	80	0	4	5.8	+300 0	M5	2.5
FF75, FT75	75	60	J6	+12 -7	90	0	4	5.8	+300 0	M5	2.5
FF85, FT85	85	70	j6	+12 -7	105	0	4	7	+360 0	M6	2.5
FF100, FT100	100	80	j6	+12 -7	120	0	4	7	+360 0	M6	3
FF115, FT115	115	96	j6	+13 -9	140	0	4	10	+360 0	M8	3
FF130, FT130	130	110	j6	+13 -9	160	0	4	10	+360 0	M8	3.5
FF165, FT165	165	130	j6	+14 -11	200	0	4	12	+430 0	M10	3.5
FF215, FT215	215	180	j6	+14 -11	250	0	4	15	+430 0	M12	4
FF265, FT265	265	230	j6	+16 -13	300	0	4	15	+430 0	M12	4

เลขหน้าจาน	M	N		P[1]	R	จำนวนรู	S			T
		เกณฑ์ที่กำหนด	เกณฑ์ความคลาดเคลื่อน				รูไม่ทำเกลียว		รูทำเกลียว	สูงสุด
			สัญลักษณ์				เกณฑ์ที่กำหนด	เกณฑ์ความคลาดเคลื่อน		
	mm	mm		mm	mm		mm	μm		mm
FF300, FT300	300	250	j6	+16 -13	350	0	4	19	+520 0	M16	5
FF350, FT350	350	300	j6	+16 -16	400	0	4	19	+520 0	M16	5
FF400, FT400	400	350	j6	+18 -18	450	0	8	19	+520 0	M16	5
FF500, FT500	500	450	j6	+20 -20	550	0	8	19	+520 0	M16	5
FF600, FT600	600	550	js6	+22 -22	660	0	8	24	+520 0	M20	6
FF740, FT740	740	680	js6	+25 -25	800	0	8	24	+520 0	M20	6
FF940, FT940	940	880	js6	+28 -28	1 000	0	8	28	+520 0	M24	6
FF1080, FT1080	1 030	1 000	js6	+28 -28	1 150	0	8	28	+520 0	M24	6

หมายเหตุ 1) เลขหน้าจานที่ไม่เกิน FF300 และ FT300 เส้นรอบนอกของหน้าจานอาจไม่เป็นวงกลม และมิติ P อาจน้อยกว่าค่าที่กำหนดได้

2) สำหรับมอเตอร์หน้าจาน FT รูไม่ทำเกลียวในส่วนติดตั้งควรเป็นไปตามรูไม่ทำเกลียวที่กำหนดในสัญลักษณ์ S สำหรับขนาดหน้าจานที่สัมพันธ์กัน

มิติที่ไม่ได้กำหนดเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน เป็นค่าแนะนำ(เพื่อใช้ในการออกแบบ)

FF หมายถึง หน้าจานที่มีรูไม่ทำเกลียว(flange with free hole)

FT หมายถึง หน้าจานที่มีรูทำเกลียว(flange with tapped hole)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้ทำวิจัย

ชื่อ	นายรพีพัฒน์ จิรพรเจริญ
วัน เดือน ปีเกิด	วัน เสาร์ ที่ 22 พฤศจิกายน 2518
สถานที่เกิด	จังหวัด นครราชสีมา
วุฒิการศึกษา	ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง แผนกออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คณะวิชา ออกแบบ
	ปริญญาตรี สาขาวิชาศิลปอุตสาหกรรม ภาควิชา ครุศาสตร์สถาปัตยกรรม คณะ ครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถานที่สำเร็จการศึกษา	สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จังหวัดนครราชสีมา
	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ที่อยู่ปัจจุบัน	68 หมู่ที่ 11 ต.พลับพลา อ.โชคชัย จ.นครราชสีมา 30190 โทร.044-202476

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้