โครงการออกแบบปรับปรุง

โครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องบดเมล็ดถั่วเหลืองเพื่อผลิตน้ำนมถั่วเหลืองสำหรับผู้จำหน่ายรายย่อย

INDUSTRIAL DESIGN EDUCATION PROJECT :

SOY BEAN BLENDERS FOR MANUFACTURING SOYMILK TO SUPPLY THE RETAILERS

นายอุดม โสภาเจริญยิ่ง

MR. UDOM SOPACHAROENYING

A024260

เลขหมู่.....

เลขทะเบียน.....

วัน เดือน ปี.....

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต

ภาควิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรม สาขาศิลปอุตสาหกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2542

THE PROJECT OF DESIGNING DEVELOPMENT ON SOYBEAN BLENDERS FOR MANUFACTURING SOYMILK TO SUPLY THE RETAILERS

MR. UDOM SOPACHAROENYING
40030635

A THESIS SUBMITTEN IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIMENT FOR DEGREE

BACHBLOR OF SCIENCE IN INDUSTRIAL EDUCATION

FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATION

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

1999

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ โครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องบดเมล็ดถั่วเหลืองเพื่อผลิตน้ำนมถั่วเหลืองสำหรับผู้จำหน่ายรายย่อย

INDUSTRIAL DESIGN EDUCATION PROJECT : SOYBEAN BLENDERS MANUFACTURING SOYMILK TO SUPPLY THE RETAILERS

ชื่อนักศึกษา นายอุดม โสภาเจริญยิ่ง

รหัสประจำตัว 40030635

ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต

สาขาวิชา ศิลปอุตสาหกรรม

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์		ลายมือชื่อ
1. นายอุดมศักดิ์ สาริบุตร	ประธานกรรมการ	
2. นายมงคล นภาชัยเทพ	กรรมการ	
3. นางสาวดารณี เพ็งสะและ	กรรมการ	
4. นายพิศุทธุ์ ศิริพันธุ์	กรรมการ	
5. นายเอกชัย เลิศชำชอง	กรรมการ	

วัน/เดือน/ปี วันที่ 11 มีนาคม พ.ศ. 2542 **เวลา** 10.00น.

สถานที่สอบ ห้องสอบวิทยานิพนธ์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ค.404

(รองศาสตราจารย์ ดร.ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์)

คณบดี

วันที่ 11 มีนาคม พ.ศ. 2542

หัวหน้าวิทยานิพนธ์	โครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องบดเมล็ดถั่วเหลือง เพื่อผลิตน้ำนมถั่วเหลืองสำหรับผู้จำหน่ายรายย่อย
นักศึกษา	นายอุดม โสภาเจริญยิ่ง
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	อาจารย์พิศุทธุ์ ศิริพันธุ์
ระดับการศึกษา	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาศิลปอุตสาหกรรม
ภาควิชา	ครุศาสตร์สถาปัตยกรรมอุตสหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ.	2542

บทคัดย่อ

ในการศึกษาเพื่อทำโครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องบดเมล็ดถั่วเหลืองเพื่อผลิตน้ำนมถั่วเหลืองสำหรับผู้จำหน่ายรายย่อยนี้ สิ่งอำนวยความสะดวกเป็นสิ่งจำเป็นในการปฏิบัติงานและเพื่อให้การปฏิบัติงานอยู่ในสภาพที่มีความปลอดภัยและรวดเร็วของการปฏิบัติงานในแต่ละครั้ง

การศึกษาข้อมูลของผู้ปฏิบัติงานวิจัยได้ทำการศึกษาข้อมูลทั้งภาคเอกสารและภาคสนามโดยภาคเอกสารจะเป็นการศึกษาความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับเมล็ดถั่วเหลือง การศึกษาความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับกรรมวิธีในการผลิตน้ำนมถั่วเหลือง การศึกษาข้อมูลที่เป็นแนวทางในการออกแบบ การศึกษาความสัมพันธ์ของสัดส่วนมนุษย์กับการออกแบบ การศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับวัสดุและกรรมวิธีในการผลิต การศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับพลังงานกล การศึกษาภาคสนามจะเป็นการศึกษาจากการสัมภาษณ์ การสังเกตเริ่มจากสถานที่ในการจัดวางเครื่อง โดยศึกษาจากสภาพแวดล้อมต่างๆ สถานที่ในการปฏิบัติงาน พื้นที่ของสถานที่ปฏิบัติงานและศึกษาอุปกรณ์ในการผลิตน้ำนมถั่วเหลือง เพื่อให้การศึกษาข้อมูลเช่น ข้อพิสูจน์การออกแบบและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ ขอบเขตของการออกแบบที่ตั้งเอาไว้

หลังจากการทำวิจัย ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาข้อมูลการวิเคราะห์ข้อมูลของโครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องบดเมล็ดถั่วเหลือง การใช้เครื่องจักรในการบดเมล็ดถั่วเหลืองและเมื่อทราบถึงขั้นตอนในการปฏิบัติงานแล้ว ได้นำมาทำการออกแบบปรับปรุงเครื่องบดเมล็ดถั่วเหลืองโดยอาศัยการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ศึกษามาเพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบต่อไป

Thesis Title	: Industrial Design Education Project Soybean Blenders Manufacturing Soymilk Supply To The Retailers.
Name	: Mr. Udom Sopacharoenying
Advisor	: Mr. Pisut Siriphan
Level Of Study	: Bachelor Of Science in Industrial Education (Industrial) B.S.I. ED (Industrial Design)
Faculty	: Industrial Design Education King Mongkut Institute Of Technology Ladkrabang
Academic year	: 1999

ABSTRACT

The study to design this project soybean blenders manufacturing soymilk to supply the retailers . A convinient tool is necessary for the groups work to be safe and quick in each times of work.

The author had been studied data from document part and field part. The document part was the fundamental study of soybean the working knowledge study manufacturing soymilk, the study of aid-design data , the relation of human and design ratio, the data study of materials and processes of production, and the data study of kenetic energy. The field part was the interview and the observarion; beginning in the workshop, the environment was studied, the workshops space and tools that depends on type of soybean blenders. Finally, for conclusion of the data of design improvement to agree with given proposal and scope.

After the research, the author researching and analysising the data of industrial design education project soybean blenders . when all working process was known, this project when finish studied could be used for redesign to the soybean blenders to the designed.

กิตติกรรมประกาศ

ในการทำโครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องบดเมล็ดถั่วเหลืองเพื่อผลิตน้ำนมถั่วเหลืองสำหรับผู้จำหน่ายรายย่อยนี้ จะสำเร็จได้ด้วยความอนุเคราะห์จากบุคคลหลายฝ่ายที่ให้ความช่วยเหลือทั้งทางด้านข้อมูลเอกสารต่างๆ และคำแนะนำต่างๆที่เป็นประโยชน์เพื่อนำมาประกอบในการทำโครงการจนสำเร็จลงได้

ขอขอบคุณ คณะอาจารย์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ได้ให้ความรู้ ความสามารถ ทางด้านวิชาการต่างๆจนทำให้ผู้วิจัยได้เป็นผู้ที่มีความสามารถ

ขอขอบคุณ คณะอาจารย์ สาขาศิลปอุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ได้ให้ความรู้ความสามารถทางด้านวิชาชีพ เพื่อสามารถนำไปประกอบอาชีพในวันข้างหน้า และผู้สนับสนุนงานวิจัยนี้ด้วย

ขอขอบคุณบิดา มารดา ของผู้วิจัยที่ให้การสนับสนุนในการทำวิจัยในครั้งนี้และให้กำลังใจที่ดีเสมอมา

ขอขอบคุณเพื่อนๆ และรุ่นพี่ทุกคนที่มีส่วนช่วยในการแนะนำต่างๆที่มีผลต่อการออกแบบ

ผู้ทำโครงการหวังเป็นอย่างยิ่งว่า โครงการเล่มนี้คงมีประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจตามสมควร หากผู้ใดมีข้อติชม หรือข้อเสนอแนะข้อคิดเห็นที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่ทำโครงการ ผู้ทำโครงการก็ยินดีรับข้อเสนอแนะนั้นๆ และปรับปรุงในโอกาสต่อๆไป

จึงขอขอบคุณไว้ ณ โอกาสนี้

นาย อุดม โสภาเจริญยิ่ง

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....II
กิตติกรรมประกาศ.....III
สารบัญ.....IV
สารบัญตาราง.....VI
สารบัญภาพ.....VII
คำนิยามศัพท์.....XI

บทที่ 1 บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญ.....1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....2
ที่มาของปัญหา.....2
ปัญหาที่เกิดขึ้นและแนวทางการแก้ปัญหา.....3
วิธีการดำเนินการวิจัย.....10
ขอบเขตการศึกษาข้อมูล.....10
ขอบเขตในการออกแบบ.....10
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....10

บทที่ 2 เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยงข้อง

ตอนที่ 1 การศึกษาข้อมูลเกี่ยวถั่วเหลือง.....11
ตอนที่ 2 การศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับวัสดุและกรรมวิธีในการผลิต.....18
ตอนที่ 3 การศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับระบบต้นกำลังและระบบส่งกำลัง.....40
ตอนที่ 4 การศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับชุดอุปกรณ์ไฟฟ้า.....48
ตอนที่ 5 การศึกษาข้อมูลเรื่องขนาดสัดส่วน.....53
ตอนที่ 6 การศึกษาข้อมูลเรื่องจิตวิทยาเรื่องสี.....60
ตอนที่ 7 การศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์เดิมและผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง.....63
ตอนที่ 8 การศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....66

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 วิธดำเนินการวิจัย

การสำรวจและรวบรวมข้อมูล.....68

แหล่งที่มาของข้อมูล.....69

เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล.....69

การสร้างเครื่องมือในงานวิจัย.....69

วิธีการสร้างเครื่องมือการวิจัย.....69

วิธีวิเคราะห์ข้อมูล.....70

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์

การวิเคราะห์ข้อมูล.....71

สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อแนวทางในการออกแบบ.....71

การเขียนแบบเพื่อการผลิตในระบบอุตสาหกรรม.....74

การนำเสนอผลงาน 2 มิติ.....80

ผลิตภัณฑ์ต้นแบบ (หุ่นจำลอง).....83

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย.....88

ข้อเสนอแนะของผู้วิจัย.....89

ข้อเสนอแนะของคณะกรรมการ.....89

บรรณานุกรม.....90

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก. โครงร่างวิทยานิพนธ์

ภาคผนวก ข. แบบขอความอนุเคราะห์นักศึกษา

ภาคผนวก ค. ประวัติผู้ทำวิจัย

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1. แสดงส่วนประกอบของเมล็ดถั่วเหลืองแห้ง.....14
2. แสดงน้ำหนัก (ออนด์ / ตารางฟุต) ของโลหะแผ่นชนิดต่างๆ.....20
3. แสดงค่าน้ำหนัก (กิโลกรัม / เมตร) ของเหล็กแบนบางชนิด.....20
4. แสดงค่าน้ำหนัก (กิโลกรัม / เมตร) ของเหล็กแบนบางชนิด.....21
5. แสดงเกณฑ์การเลือกขนาดอิเล็คโตรดและกระแสไฟฟ้า.....39
6. แสดงตัวเลขมิติต่างๆของร่างกายต่อความสูงยืนและมิติวิกฤตของชาย-หญิงไทยเฉลี่ยที่มีอายุระหว่าง 18-40 ปี.....54
7. แสดงมิติส่วนต่างๆของร่างกาย.....55
8. แสดงความสูงยืนสูงสุด การยืนต่ำสุด ความสูงเฉลี่ยและน้ำหนักเฉลี่ยของคนไทย.....56

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

1. แสดงการวางตำแหน่งของสายไฟ.....3
2. แสดงลักษณะของด้ามจับเพื่อปรับระดับความละเอียดในการบดของเมล็ด.....4
3. แสดงของแผ่นรองในการลำเลียงของเมล็ดถั่วเหลือง.....5
4. แสดงลักษณะของช่องลำเลียงกากถั่วเหลืองเมื่อบดเสร็จแล้ว 6
5. แสดงลักษณะของสายไฟที่ต่อจากเครื่องบดเมล็ดถั่วเหลือง.....7
6. แสดงลักษณะการทำงานของสายพานของเครื่องบดเมล็ดถั่วเหลือง.....8
7. แสดงลักษณะของเครื่องบดเมล็ดถั่วเหลืองที่มีใช้อยู่ทั่วไป.....9
8. แสดงส่วนประกอบของเมล็ดถั่วเหลือง.....15
9. แสดงเมล็ดถั่วเหลือง.....15
10. แสดงต้นถั่วเหลือง.....16
11. แสดงแบบเป่า.....29
12. แสดงแบบหล่อเย็น.....30
13. แสดง Sheet Metal Screw.....32
14. แสดง Machine bolt และ Screw.....33
15. แสดง Set Screw แถวบนชนิดมีหัวเหลี่ยม.....34
16. แสดง Thumb Screw.....35
17. แสดง Nut ชนิดต่างๆ.....35
18. แสดงภาพอุปกรณ์ในการใช้เครื่องมือเชื่อมไฟฟ้า.....39
19. แสดงการเชื่อมด้วยไฟฟ้า.....40
20. แสดงมอเตอร์ไฟฟ้ายูนิเวอร์ซัล.....44
21. แสดงการเชื่อมต่อของอาร์มาเจอร์กับคอมพิวเตอร์.....45
22. แสดงมอเตอร์ไฟฟ้าแบบอินดักชั่น.....46
23. แสดงลักษณะแรงเคลื่อนกระแสไฟฟ้ากระแสสลับ.....52
24. แสดงลักษณะสัดส่วนของการพับงอแขน.....57
25. แสดงขนาดสัดส่วนของมือ.....58
26. แสดงการศึกษาเกี่ยวกับมุมมองต่างๆ ในระนาบจากด้านบน.....59
27. แสดงลักษณะเครื่องบดเมล็ดถั่วเหลือง.....63
28. แสดงแบบร่างครั้งที่ 1.....80

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
29. แสดงแบบร่างครั้งที่ 2	80
30. แสดงแบบนำเสนอ	81
31. แสดงแบบนำเสนอ	81
32. แสดงแบบนำเสนอ	82
33. แสดงแบบนำเสนอ	82
34. แสดงแบบนำเสนอ	83
35. แสดงแบบหุ่นจำลอง	83
36.แสดงแบบหุ่นจำลอง	84
37. แสดงแบบหุ่นจำลอง	84
38.แสดงแบบหุ่นจำลอง	85
39.แสดงแบบหุ่นจำลอง	86
40. แสดงแบบหุ่นจำลอง	87

คำนิยามศัพท์

เครื่อง หมายถึง เครื่องบดเมล็ดถั่วเหลือง

บด หมายถึง การบดเมล็ดถั่วเหลือง

เมล็ด หมายถึง เมล็ดถั่วเหลือง

ถั่วเหลือง หมายถึง ถั่วเหลืองชนิดหนึ่งฝักเป็นขนเมล็ดสีเหลืองให้น้ำมัน บางทีเรียกว่าถั่วแระ

เพื่อ หมายถึง เพื่อผลิตน้ำนมถั่วเหลือง

ผลิต หมายถึง ผลิตน้ำนมถั่วเหลือง

ผู้จำหน่าย หมายถึง ผู้จำหน่ายน้ำนมถั่วเหลืองรายย่อย

รายย่อย หมายถึง ผู้จำหน่ายน้ำนมถั่วเหลืองรายเล็กๆ

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญ

ถั่วเหลืองมีถิ่นกำเนิดอยู่ในภาคกลางของประเทศจีน และได้แพร่กระจายสู่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคใต้ของประเทศจีน ถั่วเหลืองได้แพร่กระจายเข้าสู่ประเทศเกาหลีก่อนศตวรรษแรกของคริตศักราช จากนั้นถั่วเหลืองได้แพร่กระจายเข้าสู่ประเทศญี่ปุ่น เอเชียตะวันออกเฉียงใต้และเอเชียตอนใต้ก่อนศตวรรษที่ 15 การแพร่กระจายของถั่วเหลืองในระยะนี้เกิดขึ้นจากการนำติดตัวไปของพ่อค้าหรือคนย้ายถิ่น เช่น คนไทยใหญ่ได้อพยพจากประเทศจีนมาตั้งถิ่นฐานในแถบอินโดจีน เป็นต้น ถั่วเหลืองได้แพร่กระจายไปถึงแถบตะวันตกมาเมื่อไม่นานมานี้เองเนเธอร์แลนด์ปลูกถั่วเหลืองกันประมาณศตวรรษที่ 18 แห่งคริตศักราช ฝรั่งเศสได้รับถั่วเหลืองจากพวกมิสชั่นนารีที่อยู่ในประเทศจีนไปปลูกในปารีสเมื่อประมาณปี ค.ศ. 1739 และในปี 1790 ประเทศอังกฤษเริ่มปลูกถั่วเหลืองที่ได้รับจากประเทศจีน (มนตรี เพ็ชรทองคำ : 2528)

ถั่วเหลืองเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญยิ่งพืชหนึ่งในประเทศไทย เมล็ดถั่วเหลืองประกอบไปด้วยโปรตีน 38 เปอร์เซ็นต์ น้ำมัน 18 เปอร์เซ็นต์ และ แป้งถึง 25 เปอร์เซ็นต์ เพราะเหตุนี้เองจึงทำให้ถั่วเหลืองถูกใช้ในการอุตสาหกรรมอาหารเป็นอย่างยิ่ง เช่นนำมาประกอบอาหารเป็นเต้าหู้ เต้าเจี้ยว น้ำเต้าหู้หรือที่เรียกว่าน้ำนมถั่วเหลือง อาหารดังกล่าวนี้เป็นอาหารที่มีโปรตีนสูง และเป็นประโยชน์ต่อร่างกายเมล็ดถั่วเหลืองยังใช้สกัดน้ำมันพืชเพื่อประกอบอาหารหรือทำเป็นเนยเทียม ส่วนกากถั่วเหลืองก็ใช้ในการเลี้ยงสัตว์ เช่น ในการเลี้ยงไก่ หรือ ในการเลี้ยงสุกร (อภิพรรณ พุกภักดี : 2528)

น้ำนมถั่วเหลือง น้ำนมถั่วเหลืองมีขึ้นครั้งแรกในประเทศจีนประมาณ 164 ปีก่อนคริตศักราชต่อมาการทำนมถั่วเหลืองได้แพร่หลายไปทั่วโลก โดยทั่วไปชาวเอเชียตะวันออกมักจะคุ้นเคยกับการดื่มน้ำนมถั่วเหลือง เช่นเดียวกับการดื่มน้ำนมวัว น้ำนมกระบือและน้ำนมแพะ ชาวญี่ปุ่นในสมัยก่อนผลิตน้ำนมถั่วเหลืองเป็นอุตสาหกรรมในครัวเรือนเช่นเดียวกับการผลิตเต้าหู้ขาย ต่อมาชาวญี่ปุ่นได้ผลิตน้ำนมถั่วเหลืองบรรจุกล่องขายซึ่งเป็นอุตสาหกรรมที่ใหญ่โตในปัจจุบัน เช่นเดียวกับหลายๆ ประเทศในแถบเอเชีย มีการผลิตน้ำนมถั่วเหลืองบรรจุกล่องขายแก่ผู้บริโภค ประเทศอินโดนีเซีย ประเทศฟิลิปปินส์ และประเทศไทยมีโรงงานอุตสาหกรรมผลิตน้ำนมถั่วเหลืองที่ทันสมัย นอกจากนั้นมีหลายประเทศผลิตน้ำนมถั่วเหลืองบรรจุขวดคล้ายกับน้ำอัดลมจำหน่าย เช่น ฮ่องกง สิงคโปร์ และรวมทั้งประเทศไทยด้วย ในแถบตะวันตกมีการใช้น้ำนมถั่วเหลืองแทนการใช้น้ำนมวัวให้เด็กอ่อน

ที่แพ้น้ำนมวัวหรือแพ้น้ำตาลแลคโตสน้ำนมถั่วเหลืองที่ประชากรโลกในปัจจุบันดื่มมักจะมีการดัดแปลงมีคุณค่าทางอาหารสูงขึ้น เช่น มีการเพิ่มแร่ธาตุ วิตามิน และปรับปริมาณไขมันให้เท่ากับน้ำนมจากสัตว์นอกจากนั้นยังมีการปรุงแต่งกลิ่น และรสของน้ำนมถั่วเหลืองอีกด้วย เพื่อให้กลิ่นถั่วที่เหม็นเขียวหมดไป และถูกรสนิยมของผู้ดื่มน้ำนมถั่วเหลือง (มนตรี เพ็ชรทองคำ : 2528)

สำหรับเครื่องบดเมล็ดถั่วเหลืองนั้นจะมีใช้สำหรับในโรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่เท่านั้นเพื่อผลิตน้ำนมถั่วเหลือง แต่ในปัจจุบันนี้ได้มีการคิดค้นที่จะผลิตเครื่องบดเมล็ดถั่วเหลืองที่ใช้สำหรับโรงงานอุตสาหกรรมขนาดเล็ก ซึ่งลักษณะของเครื่องบดนั้นจะมีลักษณะคล้ายกับเครื่องบดเมล็ดถั่วเหลืองขนาดใหญ่ แต่จะมีการตัดทอนชิ้นส่วนบางตัวลงเพื่อให้มีขนาดที่เล็กลงเหมาะกับอุตสาหกรรมขนาดเล็ก นอกจากนี้ยังมีเครื่องบดเมล็ดถั่วเหลืองที่มีขนาดเล็กที่ใช้สำหรับผู้จำหน่ายน้ำนมถั่วเหลืองรายย่อย ซึ่งลักษณะของเครื่องบดเมล็ดถั่วเหลืองนั้นจะเป็นขนาดที่เล็กกะทัดรัดซึ่งเครื่องบดเมล็ดถั่วเหลืองนี้สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับงานที่มีลักษณะคล้ายกับการบดเมล็ดถั่วเหลือง

วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อออกแบบปรับปรุงเครื่องบดเมล็ดถั่วเหลืองเพื่อน้ำนมถั่วเหลืองสำหรับผู้จำหน่ายรายย่อย
2. เพื่อออกแบบปรับปรุงเครื่องบดเมล็ดถั่วเหลืองให้มีความปลอดภัยต่อผู้ใช้งานมากยิ่งขึ้น

ที่มาของปัญหา

เนื่องจากเครื่องบดเมล็ดถั่วเหลืองเพื่อผลิตน้ำนมถั่วเหลืองนั้นมีลักษณะของการใช้งานที่มีหน้าที่เดียว คือ ใช้สำหรับบดเมล็ดถั่วเหลืองโดยเฉพาะจึงไม่มีการใช้งานที่สามารถประยุกต์ใช้กับงานที่มีลักษณะคล้ายกับการบดเมล็ดถั่วเหลืองมากนัก และในส่วนของการเก็บอุปกรณ์พวกสายไฟที่ต่อเข้ากับตัวเครื่อง ยังไม่มีที่สามรถจัดเก็บได้เรียบร้อยเท่าที่ควรซึ่งอาจทำให้เกิดอันตรายกับผู้ใช้งานได้ และในส่วนของขนาดสัดส่วนของด้ามจับที่จะปรับระดับความละเอียดในการบดของเมล็ดนั้นยังมีขนาดสัดส่วนที่ไม่สัมพันธ์ กับการใช้งานมากนักและสำหรับการเปิด – ปิดเครื่องนั้นยังไม่มีสวิตช์ที่คอยควบคุมการทำงานจึงไม่ได้รับความสะดวกเท่าที่ควร

ปัญหาที่เกิดขึ้น

1. ในส่วนของเครื่องบดเมล็ดถั่วเหลืองนั้นอุปกรณ์ประเภทสายไฟเมื่อเวลาใช้งานเสร็จเรียบร้อยแล้วจะไม่มีพื้นที่ในการจัดเก็บทำให้ไม่มีความเป็นระเบียบมากนักซึ่งอาจทำให้เกิดการชำรุดเสียหายได้ และอาจทำให้เกิดอันตรายในขณะที่ใช้งานได้

ภาพที่ 1

แสดงตำแหน่งการวางของสายไฟ

แนวทางการแก้ปัญหา

1. ศึกษาการจัดวางตำแหน่งของสายไฟพร้อมกับลักษณะการจัดเก็บที่มีความสะดวกในการใช้งานและมีความปลอดภัย

ปัญหาที่เกิดขึ้น

2. ในส่วนของด้ามจับเพื่อปรับระดับความละเอียดในการบดเมล็ดนั้นมีขนาดที่ไม่มีความสัมพันธ์กับการใช้งานคือมีขนาดที่เล็กเกินไปทำให้ไม่ได้รับความสะดวกมากนัก

ภาพที่ 2

แสดงลักษณะของด้ามจับเพื่อปรับระดับความละเอียดในการบดของเมล็ด

แนวทางการแก้ปัญหา

2. ศึกษาขนาดสัดส่วนและลักษณะการทำงานของมือเพื่อนำมาใช้ในการออกแบบและให้มีความสัมพันธ์กับการใช้งานมากยิ่งขึ้น

ปัญหาที่เกิดขึ้น

3. ในส่วนของแผ่นรองการลำเลียงเมล็ดถั่วเหลืองลงเครื่องบดนั้นมีขนาดที่เล็กเกินไป ทำให้ไม่ได้รับความสะดวกในการใช้งานและไม่มีส่วนที่จัดเก็บแผ่นรองหลังจากที่ทำความสะอาดเสร็จแล้วซึ่งอาจทำให้เกิดการสูญหายได้

ภาพที่ 3

แสดงลักษณะของแผ่นรองในการลำเลียงของเมล็ดถั่วเหลือง

แนวทางการแก้ปัญหา

3. ศึกษาและออกแบบปรับปรุงให้มีลักษณะการจัดเก็บและสามารถถอดทำความสะอาดได้สะดวก และมีส่วนที่จัดเก็บหลังจากใช้งานเสร็จแล้ว

ปัญหาที่เกิดขึ้น

4.ในส่วนของช่องที่ลำเลียงกากถั่วเหลืองมีขนาดเล็กเกินไปทำให้กากถั่วเหลืองที่ลดเสร็จแล้วออกมาไม่สะดวกเท่าที่ควรและทำให้เสียระยะเวลานานเกินไป

ภาพที่ 4

แสดงลักษณะของช่องลำเลียงกากถั่วเหลืองเมื่อบดเสร็จแล้ว

แนวทางการแก้ปัญหา

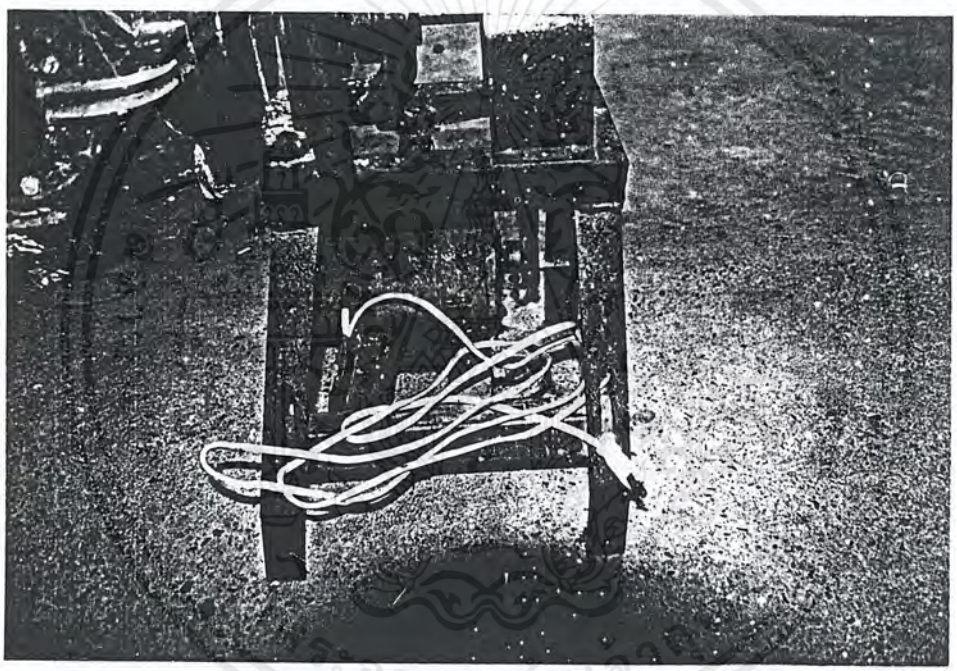
4.ออกแบบปรับปรุงให้ส่วนของช่องลำเลียงกากถั่วเหลืองมีขนาดที่ให้ใหญ่ขึ้นเพื่อความสะดวกในการลำเลียงกากถั่วเหลืองและให้มีความสัมพันธ์กับการทำงานของเครื่องบดเมล็ดถั่วเหลืองด้วย

ปัญหาที่เกิดขึ้น

5. เครื่องบดเมล็ดถั่วเหลืองนั้นไม่มีอุปกรณ์ควบคุมการเปิด – ปิด ในขณะที่มีใช้งาน จึงทำให้ไม่ได้รับความสะดวกเท่าที่ควรและในขณะที่เครื่องบดทำการบดเมล็ดและอาจเกิดอันตรายได้ในขณะที่ทำงาน

ภาพที่ 5

แสดงลักษณะของสายไฟที่ต่อจากเครื่องบดเมล็ดถั่วเหลือง



แนวทางการแก้ปัญหา

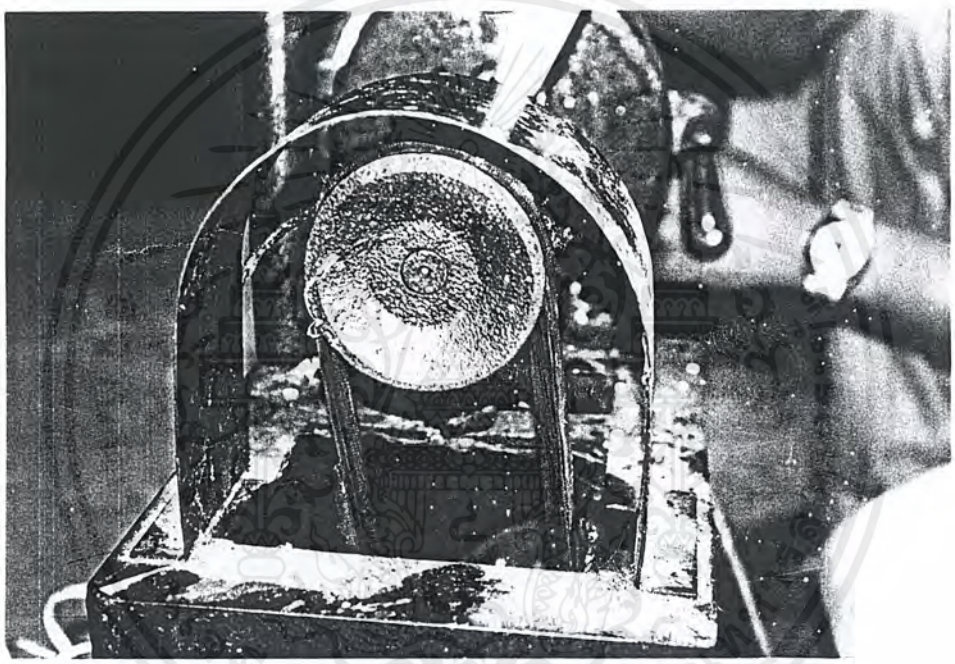
5. ศึกษาเกี่ยวกับอุปกรณ์ควบคุมการเปิด – ปิดเพื่อนำมาใช้ในการออกแบบเครื่องบดเมล็ดถั่วเหลืองเพื่อให้มีความสะดวกและความปลอดภัยในขณะที่มีใช้งาน

ปัญหาที่เกิดขึ้น

6. เนื่องจากการทำงานของเครื่องบดเมล็ดถั่วเหลืองนั้นสายพานจะต้องมีการทำงานอยู่ตลอดเวลาในขณะที่มีการใช้งานแต่ในส่วนของด้านข้างไม่มีส่วนที่ปกปิดหรือป้องกันซึ่งอาจเกิดอัตรายกับผู้ใช้งานได้

ภาพที่ 6

แสดงลักษณะการทำงานของสายพานของเครื่องบดเมล็ดถั่วเหลือง



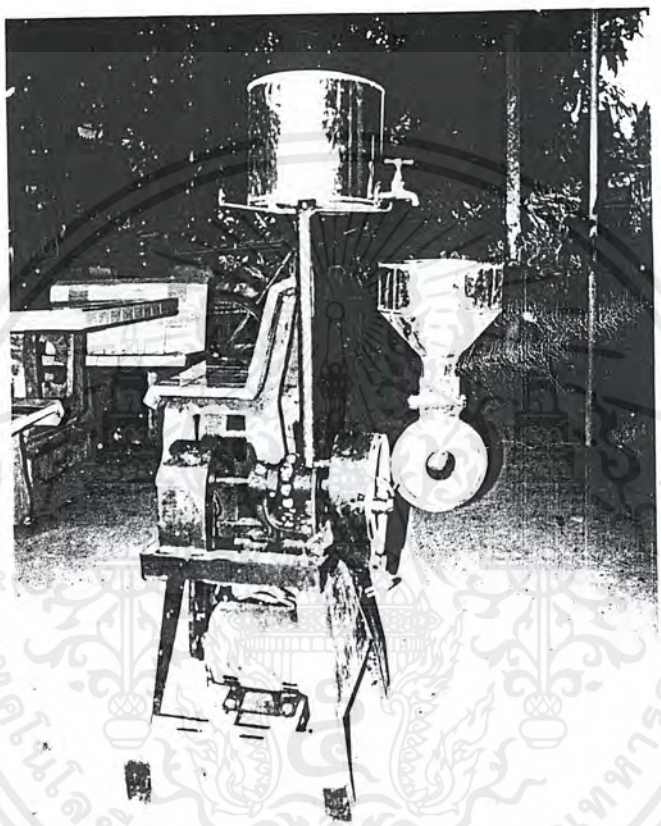
แนวทางการแก้ปัญหา

6. ศึกษาและออกแบบปรับปรุงให้ส่วนของด้านข้างของสายพานมีส่วนที่ปกปิดหรือป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้นในขณะที่สายพานกำลังทำงานทั้งนี้ต้องคำนึงถึงการถอดและประกอบของสายพานด้วย

ปัญหาที่เกิดขึ้น

7. ลักษณะของขาผลิตภัณฑ์ไม่มีส่วนที่รองรับซึ่งอาจทำให้เกิดรอยขูดขีดและเสียหายของพื้นบริเวณการทำงานได้

ภาพที่ 7
แสดงลักษณะของเครื่องบดเมล็ดถั่วเหลืองที่มีใช้อยู่ทั่วไป



แนวทางในการแก้ปัญหา

7. ศึกษาและออกแบบปรับปรุงให้มีส่วนรองรับขา เช่น มียางกันกระแทกเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดรอยขูดขีดและเสียหาย

วิธีดำเนินการวิจัย

1. นำเสนอโครงการ
2. ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง
3. สรุปข้อมูลที่เกี่ยวข้องและนำมาวิเคราะห์ข้อมูล
4. นำผลการวิเคราะห์ข้อมูลมาสังเคราะห์ข้อมูล
5. วิเคราะห์เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบ
6. ออกแบบร่าง
7. พัฒนาแบบร่างให้เหมาะสม
8. เขียนแบบเพื่อการผลิต
9. ทำหุ่นจำลอง

ขอบเขตการศึกษาข้อมูล

1. ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับประวัติความเป็นมาของถั่วเหลือง
2. ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับขนาดของเมล็ดถั่วเหลืองที่นำมาผลิตน้ำนมถั่วเหลือง
3. ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับขั้นตอนในการผลิตน้ำนมถั่วเหลือง
4. ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์เดิมและผลิตภัณฑ์ข้างเคียง
5. ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับขนาดสัดส่วนการใช้งานของมนุษย์
6. ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมการใช้งาน
7. ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับวัสดุและกรรมวิธีในการผลิต
8. ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับจิตวิทยาของสี

ขอบเขตการออกแบบ

1. ออกแบบเครื่องบดเมล็ดถั่วเหลืองเพื่อเตรียมผลิตน้ำนมถั่วเหลืองสำหรับผู้จำหน่ายรายย่อย
2. ออกแบบเครื่องบดเมล็ดถั่วเหลืองเพื่อให้สามารถบดเมล็ดถั่วเหลืองได้เพียงอย่างเดียว
3. ออกแบบเครื่องบดเมล็ดถั่วเหลืองให้มีความสะดวกในการทำงานมากขึ้น
4. ออกแบบเครื่องบดเมล็ดถั่วเหลืองเพื่อผลิตน้ำนมถั่วเหลืองให้มีความสอดคล้องกับพฤติกรรมในการใช้งานได้ดียิ่งขึ้น

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ได้เครื่องบดเมล็ดถั่วเหลืองเพื่อผลิตน้ำนมถั่วเหลืองสำหรับผู้จำหน่ายรายย่อยที่มีความเหมาะสมกับการใช้งาน มีความสะดวกและปลอดภัยในการใช้งาน และสามารถผลิตได้ในระบบอุตสาหกรรมได้

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการที่ผู้วิจัยได้ทำโครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องบดเมล็ดถั่วเหลืองเพื่อผลิตน้ำนมถั่วเหลือง สำหรับผู้จำหน่ายรายย่อยนี้ โดยผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเอกสารรวบรวมข้อมูลทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ ซึ่งให้งานวิจัยมีความเชื่อถือมากยิ่งขึ้น ซึ่งการศึกษาข้อมูลต่าง ๆ สามารถแบ่งออกเป็นตอน ๆ ได้ดังนี้ คือ

1. ศึกษาข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับถั่วเหลือง
2. ศึกษาข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับวัสดุและกรรมวิธีในการผลิต
3. ศึกษาข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับระบบต้นกำลังและระบบส่งกำลัง
4. ศึกษาข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับชุดอุปกรณ์ไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า
5. ศึกษาข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับขนาดสัดส่วน
6. ศึกษาข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับจิตวิทยาเรื่องสี
7. ศึกษาข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์เดิมและผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง
8. ศึกษาข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ตอนที่ 1 การศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับถั่วเหลือง (วิชัย ปทุมชาติพรรณ : 2532)

1. ถั่วเหลือง

ถั่วเหลืองนับว่าเป็นพืชปลูกตั้งแต่สมัยโบราณของประเทศแถบเอเชีย โดยใช้ฝักสดเป็นอาหารโดยตรงหรืออาหารหมักดองอื่น ๆ ที่ทำจากเมล็ดถั่วเหลือง หรือทำถั่วงอก นอกจากนั้นก็มีการสกัดน้ำมันถั่วเหลืองจากเมล็ด ใช้สำหรับเป็นน้ำมันปรุงอาหาร กากถั่วที่เหลือจากการสกัดน้ำมันก็ใช้เป็นอาหาร การใช้ประโยชน์จากถั่วเหลืองต่าง ๆ เข้าใจว่าเริ่มขึ้นในประเทศจีนและแพร่กระจายออกไปตามประเทศใกล้เคียง อย่างไรก็ตาม ถั่วเหลืองก็ยังไม่ได้รับความสนใจเท่าที่ควรจากประเทศอื่น ๆ นอกจากจีน จนกระทั่งเมื่อไม่นานมานี้ ประเทศทางตะวันตกจึงได้เริ่มมีการตื่นตัวและให้ความสนใจกับถั่วเหลืองมากขึ้น แต่ถั่วเหลืองก็ยังคงเป็นพืชรองปลูกกันบ้างไม่มากในประเทศแถบอเมริกาใต้ (ยกเว้นบราซิล) อาฟริกา และตะวันออกกลาง

ในสหรัฐอเมริกาเอง ถั่วเหลืองก็พึ่งจะเริ่มกลายเป็นพืชสำคัญเมื่อประมาณปี 1940 นี้เอง เมื่อผลผลิตเฉลี่ยของถั่วเหลืองซึ่งปลูกตามข้าวโพดที่ได้รับการใส่ปุ๋ยอย่างพอเพียง เดิมถั่วเหลืองใช้ปลูกเป็นพืชอุตสาหกรรม เพื่อการสกัดน้ำมัน และกากถั่วเหลืองก็ได้รับการพิสูจน์ว่ามีคุณค่าทางอาหารสูง ใช้เป็นอาหารโปรตีนเลี้ยงสัตว์ได้ทุกชนิด กากถั่วเหลืองก็ได้รับความสนใจนำมาใช้ปรุงเป็นอาหารมนุษย์ตั้งแต่ราว ๆ กลางปี 1960 และเพิ่มความสำคัญขึ้นเรื่อย ๆ ในฐานะที่เป็นอาหารเสริมโปรตีนปัจจุบันกากถั่วเหลืองนับว่ามีความสำคัญยิ่งไปกว่าน้ำมันที่สกัดได้ เมื่อคำนึง

ถึงผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ที่ได้รับการใช้พันธุ์ถั่วที่ดีร่วมกับการเกษตรกรรมที่ทันสมัย และการปลูกถั่วในดินที่อุดมสมบูรณ์ ทำให้สหรัฐอเมริกาเริ่มเป็นประเทศผู้ส่งถั่วเหลืองออกจำหน่ายตั้งแต่ปี 1960 และมีผลผลิตทั้งหมดราว ๆ 14 ล้านตันในปี 1973

จากการที่ถั่วเหลืองสามารถปรับตัวได้เป็นอย่างดีในสหรัฐอเมริกา ทำให้เกิดการตื่นตัวกันอย่างมากในประเทศที่มีสภาพภูมิอากาศใกล้เคียงกับสหรัฐอเมริกาโดยเฉพาะอย่างยิ่งในตอนใต้ของประเทศ บราซิลและประเทศอื่น ๆ ในเขตภูมิศาสตร์เดียวกันถั่วเหลืองเดิมเป็นพืชของเขตอบอุ่น ทั้งนี้อาจจะเนื่องจากอิทธิพลของช่วงแสง การนำมาปลูกในสภาพกลางวันสั้น ทำให้ถั่วเหลืองออกดอกเร็ว อย่างไรก็ตาม ก็ได้มีการคัดพันธุ์หลาย ๆ พันธุ์ ซึ่งจะออกดอกตามปกติไม่ไวต่อช่วงแสง ทำให้ถั่วเหลืองสามารถปรับตัวเข้ากับสภาพของเขตร้อนได้

การใช้ถั่วเหลืองเพื่อเป็นอาหารโดยทั่ว ๆ ไป สำหรับประชากรในประเทศจีนและประเทศแถบตะวันออกไกล เป็นตัวอย่างให้เริ่มมีการใช้ถั่วเหลืองเป็นอาหารในประเทศอื่น ๆ โดยใช้ทดแทนพืชอาหารถั่วอื่น ๆ การใช้ถั่วเหลืองทั้งเมล็ดเป็นอาหารอาจเกิดปัญหาบางอย่าง เนื่องจากมีสารบางอย่างในเมล็ดถั่วเหลือง ซึ่งจะเป็นตัวทำให้โปรตีนไม่ย่อย และมีสารบางอย่างทำให้เกิดอาการท้องอืดเมื่อกินถั่วเหลืองถึงแม้ว่าจะไม่มากไปกว่าถั่วอื่น ๆ แต่ก็มีวิธีแก้ปัญหาดังกล่าวได้ เช่นเดียวกับที่ใช้กับพวกคิดนี่บีน โดยการแช่เมล็ดถั่วหลาย ๆ ชั่วโมงในน้ำด่างอย่างอ่อน (ใช้ 5 กรัมของผงโซดาที่ใช้ผสมแป้งขนมละลายในน้ำ 1 ลิตร) รินน้ำทิ้ง แล้วต้มด้วยน้ำด่างอย่างอ่อนอีกครั้ง จะสามารถกำจัดสารพิษต่าง ๆ ออกจากเมล็ดถั่วเหลืองได้ แต่สำหรับกากถั่วเหลืองซึ่งสกัดเอาน้ำมันออกแล้วจะไม่มีสารพิษดังกล่าวเหลืออยู่ อาหารจะย่อยได้ตามปกติ อุณหภูมิที่สูงจะทำให้พวกสารที่เป็นอันตรายต่าง ๆ แปรรูปไป และช่วยลดอาการท้องอืดเมื่อรับประทานถั่วเหลืองได้

เมื่อใช้เป็นพืชอุตสาหกรรม ถั่วเหลืองจะแข่งขันกับพืชน้ำมันอื่น ๆ เช่น ถั่วลิสง งา ทานตะวัน เป็นต้น ทั้งในแง่ของผลผลิตและราคาของพืชต่อหน่วยพื้นที่ ในแง่ของอาหารโปรตีนถั่วเหลืองดูจะมีภาษีเหนือกว่าพืชอาหารถั่วอื่น ๆ ตลอดจนถั่วลิสง ในสหรัฐอเมริกาทั้งถั่วเหลืองและถั่วลิสงต่างก็สามารถให้ผลผลิตได้ถึง 3,000 ก.ก. / เฮกเตอร์ เมื่อมีการเกษตรกรรมที่เหมาะสม ดังนั้นการเลือกปลูกพืชทั้งสองจึงขึ้นอยู่กับประเภทของดินและราคา ถั่วลิสงจะขึ้นได้ดีกับดินทรายมากกว่าดินเหนียว ซึ่งกลับถั่วเหลือง ควรมีการทดสอบผลผลิตของถั่วเหลืองร่วมกับพืชอาหารถั่วและพืชน้ำมันอื่น ๆ เพื่อพิจารณาถึงผลได้เสียในการปลูกถั่วเหลือง เมื่อเทียบกับพืชประเภทเดียวกัน

2. ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของถั่วเหลือง

ส่วนประกอบต่าง ๆ ของถั่วเหลืองโดยทั่วไปมีลักษณะดังนี้

2.1 ราก (root) รากของถั่วเหลืองมีการแตกแขนงทางด้านข้างมาก รากส่วนใหญ่จะอยู่ที่ผิวดินจึงไม่ทานทนต่อดินที่มีน้ำขังแฉะรากแก้วของถั่วเหลืองจะหยั่งลงสู่ใต้ดินลึกประมาณ 2-

3 เมตร จึงทำให้ถั่วเหลืองทนต่อสภาพแห้งแล้งได้ดีพอควร รากของถั่วเหลืองมีจุลินทรีย์บางชนิดที่สามารถเข้าไปอาศัยอยู่และสร้างเป็นปมรากขึ้นที่บริเวณโคนรากแก้วจุลินทรีย์ที่เข้าไปอยู่ในปมรากจะตรึงไนโตรเจนได้ จุลินทรีย์อาจสร้างปมรากที่บริเวณรากแขนงด้วยก็ได้

2.2 ลำต้น (stem) ลำต้นของถั่วเหลืองโดยทั่วไปมี2ชนิด คือ ชนิดทอดยอด (indeterminate)ลำต้นชนิดนี้มีข้อสังเกตง่าย ๆ คือเมื่อต้นถั่วเหลืองเริ่มออกดอก ยอดของต้นถั่วเหลืองยังคงเจริญเติบโตต่อไปได้ ลำต้นชนิดนี้พบได้ในถั่วเหลืองพันธุ์ สจ. 1 อีกชนิดหนึ่งเป็นชนิดที่ไม่ทอดยอด (determinate) คือเมื่อเริ่มออกดอก ยอดจะชะงักการเจริญเติบโต แต่ช่วงระหว่างข้ออาจจะยืดตัวต่อไปได้โดยที่จำนวนข้อไม่เพิ่มขึ้น ต้นถั่วเหลืองชนิดนี้จะออกดอกหรือติดฝักเป็นกระจุก พบได้ในถั่วเหลืองพันธุ์ สจ. 2 และ สจ. 4 ลำต้นถั่วเหลืองโดยทั่วไปจะมีความสูงประมาณ 50-80 ซม. ที่บริเวณลำต้นจะมีขนขึ้นอยู่ทั่ว ลำต้นถั่วเหลืองโดยทั่วไปจะมีการแตกกิ่งก้านสาขาได้ดี แต่มีบางพันธุ์ที่ไม่มีการแตกกิ่งเลย การแตกกิ่งจะทำให้ผลผลิตที่ได้สูงขึ้น

2.3 ใบ (leaves) ใบจริงของต้นถั่วเหลืองที่เกิดขึ้นในตอนแรก (ใบคู่แรก) เป็นใบเดี่ยว ใบต่อ ๆ มาเป็นใบประกอบที่ประกอบด้วยใบย่อย 3 ใบ เรียกว่า trifoliate leaves รูปร่างของใบกลมทางด้านโคนและปลายใบแหลม ที่ผิวของใบมีขนปกคลุมทั้งใบด้านบนและใบด้านล่าง เมื่อต้นถั่วเหลืองแก่ใบของถั่วเหลืองจะเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีเหลืองและแห้งร่วงจากต้น การเปลี่ยนแปลงเริ่มจากโคนต้นไปหาปลายยอด

2.4 ดอก (flower) ดอกถั่วเหลืองเกิดขึ้นตามมุมของก้านใบดอกของถั่วเหลืองมีขนาดเล็ก ออกรวมกันเป็นช่อ ๆ ช่อดอกเป็นแบบ raceme ดอกถั่วเหลืองเป็นดอกสมบูรณ์เพศ คือมีทั้งเกสรตัวผู้และเกสรตัวเมียอยู่ในดอกเดียวกัน เกสรตัวเมียจะมีเกสรตัวผู้ล้อมรอบอยู่เกสรตัวผู้มี 5 อันจะแยกตัวเป็นอิสระ ดอกถั่วเหลืองอาจมีสีขาวหรือสีม่วงก็ได้ ดอกจะบานตั้งแต่โคนถึงปลายช่อดอกโดยทั่วไปแล้วดอกถั่วเหลืองจะมีการผสมเกษรภายในดอกเดียวกัน จะมีการผสมข้ามดอกเพียงเล็กน้อย (ประมาณ 0.5 – 1 %) ถั่วเหลืองเป็นพืชวันสั้นฉะนั้นจึงไวต่อช่วงแสงจะออกดอกได้ก็ต่อเมื่อช่วงแสงสั้นกว่าที่กำหนด แต่พันธุ์ที่ปลูกในประเทศไทยมีการปรับปรุงพันธุ์จนกระทั่งไม่ไวต่อช่วงแสงและออกดอกได้ทุกฤดู เช่น พันธุ์ สจ.ต่าง ๆ

2.5 ฝัก (pods) คือ ผลของถั่วเหลืองที่เจริญมาจากรังไข่ ที่ได้รับการผสมพันธุ์แล้ว ฝักประกอบด้วยฝา 2 ฝา ประกบกันอยู่ภายในฝักมีเมล็ด โดยทั่วไปฝักถั่วเหลือง 1 ฝักจะมีเมล็ดอยู่ประมาณ 2-3 เมล็ด แต่ฝักถั่วเหลืองบางฝักอาจจะมีเมล็ดอยู่ 5 เมล็ดก็ได้ ตามปกติฝักที่โคนจะเจริญเติบโตก่อน และฝักที่สอง และฝักที่สามจะเจริญเติบโตต่อ ๆ มา ฝักถั่วเหลืองมีขนขึ้นคลุมอยู่ภายนอกฝัก ฝักอ่อนจะมีสีเขียวและเมื่อฝักแก่จะเปลี่ยนเป็นสีเหลือง หรือสีน้ำตาล การเปลี่ยนสีของฝักจะเริ่มตั้งแต่โคนไปถึงปลายฝัก

2.6 เมล็ด (seeds) เมล็ดถั่วเหลืองมีรูปร่างค่อนข้างกลมมีด้านหนึ่งเว้าเข้า และมีตาติดอยู่ตามีสีแตกต่างกันตามพันธุ์ ซึ่งอาจจะมีสีดำ เช่น สจ. 1 และ สจ. 2 หรืออาจจะมีสีน้ำตาล

อ่อน เช่น สจ. 4 เป็นต้น ภายนอกเมล็ดมีเปลือกหุ้ม ภายในเปลือกจะมีใบเลี้ยงจะมีต้นอ่อนและรากติดอยู่ ทั้งต้นอ่อนและรากอ่อนอยู่ในสภาพที่พร้อมที่จะเจริญเป็นต้นกล้าได้ หากเมล็ดอยู่ในสภาพแวดล้อมอยู่ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม เมล็ดถั่วเหลืองจะสูญเสียความงอกได้ง่ายหากเก็บไว้ในสภาพที่มีอุณหภูมิสูงและความชื้นสูง

3. ประโยชน์ของถั่วเหลือง

ถั่วเหลืองเป็นพืชที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ต่าง ๆ ได้หลายด้านดังนี้

เมล็ด ถือว่าเป็นส่วนที่มีความสำคัญที่สุด เนื่องจากเมล็ดถั่วเหลืองมีทั้งน้ำมันและโปรตีนในปริมาณสูง ซึ่งจะนำไปใช้ประโยชน์ได้ทั้งในด้านการประกอบอาหารและอุตสาหกรรม (ดูรายละเอียดในข้อที่ 20 เมล็ดถั่วเหลืองมีสารต่าง ๆ เป็นองค์ประกอบดังแสดงไว้ในตารางที่ 1

จะเห็นได้ว่าถั่วเหลืองสามารถให้น้ำมันได้ถึงร้อยละ 16.3 และให้โปรตีนได้ถึงร้อยละ 39.4 ซึ่งสูงกว่าปริมาณโปรตีนในเนื้อวัว (ประมาณร้อยละ 18.8) และปลาช่อน (ประมาณร้อยละ 20.5) ดังนั้นจึงสามารถนำถั่วเหลืองไปประกอบอาหารได้โดยตรง หรืออาจจะนำไปทำแนยถั่วเหลือง, ขนมถั่วเหลือง, นมเปรี้ยวถั่วเหลือง, ถั่วเหลืองงอก, เต้าหู้ชีอิ้ว ฯลฯ

ตารางที่ 1

แสดงส่วนประกอบของเมล็ดถั่วเหลืองแห้ง

ตารางที่ 1 ส่วนประกอบของเมล็ดถั่วเหลือง		
ส่วนประกอบทางเคมี (เปอร์เซ็นต์)	เมล็ดถั่วเหลือง	กากถั่วเหลืองหลังสกัดน้ำมันออกแล้ว
ความชื้น	10.0	8.5
โปรตีน	37.9	48.5
น้ำมัน	18.0	0.8
แป้ง	24.5	33.0
เส้นใย	5.0	2.6
แร่ธาตุ	4.6	6.6

เมล็ดถั่วเหลืองประกอบไปด้วยโปรตีน 38 เปอร์เซ็นต์ น้ำมัน 18 เปอร์เซ็นต์ และแป้งถึง 25 เปอร์เซ็นต์

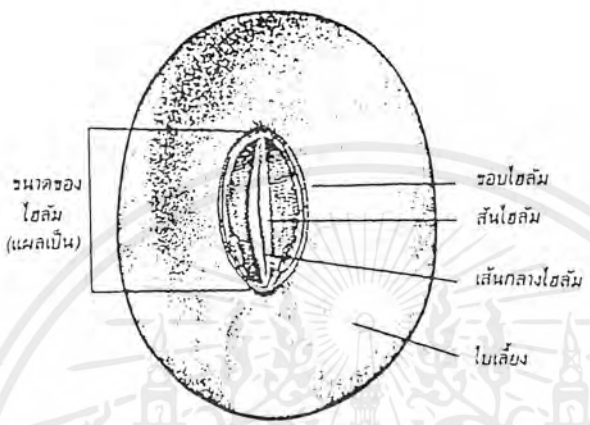
ในทางอุตสาหกรรม ในขั้นแรกมักจะนำไปสกัดเอาน้ำมันออกน้ำมันถั่วเหลืองจัดว่าเป็นน้ำมันพืชที่มีคุณภาพสูงเนื่องจากมีส่วนผสมของกรดไขมันไม่อิ่มตัวอยู่มาก ซึ่งเป็นสารที่ร่างกาย

หอสมุดกลาง
คณะศิลปศาสตร์ จุฬาฯ

ย่อยได้ง่าย ส่วนกากที่เหลือจากการสกัดเอาน้ำมันออกแล้ว อาจจะนำไปสกัดเอาโปรตีน, ทำเป็นถั่วเหลืองป่น หรืออาจจะทำเป็นแป้งถั่วเหลือง ซึ่งจะให้คุณค่าทางอาหารสูงมาก นอกจากนั้นยังมี secondary products อีกหลายชนิดที่ทำจากกากถั่วเหลือง เช่น อาหารสัตว์, ยา, ปุ๋ย, ฯลฯ

ภาพที่ 8

แสดงส่วนประกอบของเมล็ดถั่วเหลือง



ส่วนประกอบของเมล็ด

ใบเลี้ยงทำหน้าที่สะสมอาหารเพื่อใช้ในการเจริญเติบโตของต้นอ่อนซึ่งประกอบด้วยโปรตีน 40 เปอร์เซ็นต์ ไขมันที่เหลือเป็นแป้งและน้ำตาล

ภาพที่ 9

แสดงเมล็ดถั่วเหลือง

เมล็ดแต่ละพันธุ์จะแตกต่างกันในด้านขนาด รูปร่าง และสี

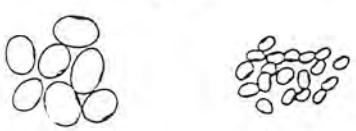
เมล็ดขนาดเล็ก
(๑๐ กรัมต่อ ๑๐๐ เมล็ด)

เมล็ดขนาดใหญ่
(๒๕ กรัมต่อ ๑๐๐ เมล็ด)

ดำ

น้ำตาล

เหลือง



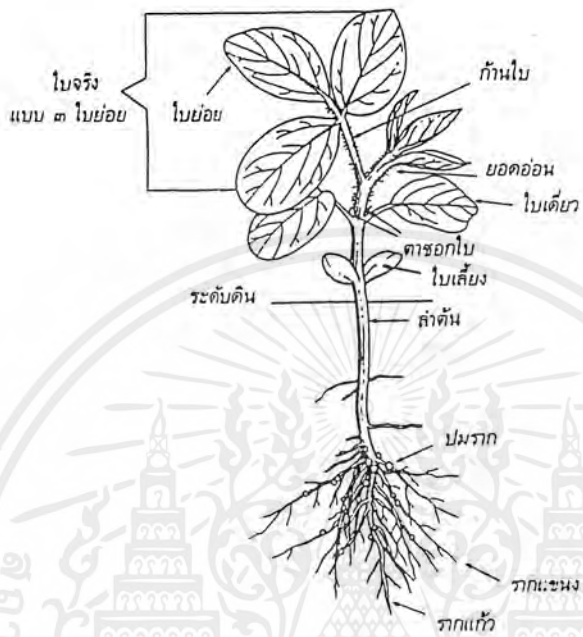
ครีม

เขียวอ่อน

021269

เมล็ดถั่วเหลืองแต่ละพันธุ์จะมีความแตกต่างกันในด้านขนาดและรูปร่าง สีของเมล็ดอาจจะเป็นสีขาว ครีม เหลือง เขียวอ่อน น้ำตาลหรือดำ

ภาพที่ 10
แสดงต้นถั่วเหลือง



4. พันธุ์ที่ใช้ปลูก

ประมาณกันว่ามีอย่างน้อย 100 สายพันธุ์ ซึ่งใช้ปลูกเป็นการค้าอยู่ในเขตอบอุ่น มีอายุเก็บเกี่ยวตั้งแต่ 75 – 150 วัน การเลือกพันธุ์ก็ต้องคำนึงพึงระยะของช่วงกลางวันยาว เพื่อให้มีการเจริญเติบโตของต้นและช่วงกลางวันสั้น เพื่อให้พืชผลิตดอกจนถึงเก็บเกี่ยว มีหลาย ๆ พันธุ์ที่เหมาะที่จะปลูกในเขตร้อนและกึ่งเขตร้อน แต่ก็ควรจะได้มีโครงการปรับปรุงพันธุ์เพื่อให้เหมาะกับท้องที่เหล่านี้มีพันธุ์ซึ่งปลูกอยู่ในแถบปลูกข้าวโพดและรัฐทางตอนใต้ของสหรัฐอเมริกา ซึ่งสามารถที่จะขึ้นได้ดีในเขตร้อนและกึ่งเขตร้อน

แต่ละพันธุ์จะมีลักษณะต้นและเมล็ดแตกต่างกันอย่างมาก แต่พันธุ์ที่ต้องการมากที่สุดก็คือพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูง ต้านทานต่อโรคและแมลง ฝักไม่แตกเมื่อแก่ กระทรวงเกษตรของสหรัฐอเมริกา ได้รวบรวมพันธุ์ถั่วเหลืองต่าง ๆ ไว้มากมาย และน่าจะได้นำไปทดสอบร่วมกับพันธุ์อื่น ๆ ในเขตต่าง ๆ เพื่อหาพันธุ์ที่เหมาะสมกับแต่ละท้องที่ การทดสอบควรทดสอบในสภาพที่เหมาะสมที่พืชจะให้ผลผลิตได้สูงสุด ถ้าเป็นไปได้ควรจะได้มีโครงการปรับปรุงพันธุ์ของแต่ละท้องที่

5. การปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อม

ถั่วเหลืองต้องการสภาพแวดล้อมต่าง ๆ คล้าย ๆ กับข้าวโพด ต้องการความชื้นพอสม

ควรเพื่อการงอกที่รวดเร็ว และสามารถจะทนแล้งในช่วงเวลาสั้น ๆ ในระหว่างฤดูปลูก โดยทั่วไปถั่วเหลืองจะไม่ชอบสภาพที่มีอุณหภูมิและมีปริมาณน้ำฝนน้อย ซึ่งจะทำให้ผลผลิตและปริมาณน้ำฝนในเมล็ดตลอดจนคุณภาพของน้ำมันลดลง ถั่วเหลืองอาจขึ้นได้ดีในสภาพฝนชุก แต่ต้องไม่มีน้ำขังหรือเปียกแฉะ ในช่วงของการปลูกอุณหภูมิของดินควรจะสูงเกิน 15 องศา เซ็นติเกรด และดินจะต้องชื้น อุณหภูมิประมาณ 20 – 25 องศาเซ็นติเกรด จะเป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการปลูกถั่วเหลือง

ปกติถั่วเหลืองจะขึ้นได้บนดินเกือบจะทุกประเภทที่มีการระบายน้ำ แต่จะให้ผลผลิตดีในดินร่วนซึ่งมีความอุดมสมบูรณ์สูง ไม่ไวต่อความเป็นกรดของดินเหมือนพืชตระกูลถั่วอื่น ๆ แต่มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการคลุกเชื้อแบคทีเรียก่อนปลูก เพื่อให้มีไนโตรเจนพอเพียงกับความต้องการของพืช นอกเสียจากว่าแปลงปลูกจะมีการปลูกถั่วเหลืองมาก่อนและให้ผลผลิตได้ในระดับดี

6. การเตรียมแปลงปลูก

การเตรียมแปลงปลูกก็ทำเช่นเดียวกับการปลูกข้าวโพด กำจัดวัชพืชให้หมด ขจัดพวกซากพืชต่าง ๆ หรือโดยการไถกลบ ย่อยดินส่วนที่จับกันเป็นแผ่นแข็งร่วนซุย ในขณะปลูกดินควรจะมีความชื้นที่ดีเพื่อให้พืชงอกได้อย่างรวดเร็ว ดินที่มีการจับตัวกันเป็นแผ่นแข็งที่หน้าดินหลังจากฝนตกหนักและแห้ง จะทำให้พืชในดินที่มีความชื้นและอบอุ่นจะทำให้พืชงอกได้ภายในเวลา 3 วัน ก่อนที่ผิวดินจะเริ่มแข็ง

7. การปลูก

อาจปลูกถั่วเหลืองโดยใช้ระยะแถวแคบ ๆ และไม่ต้องเข้าไปทำการเขตกรรมใด ๆอีก หรือใช้ระยะแถวกว้างเพื่อความสะดวกในการเขตกรรม ในบริเวณที่มีปัญหาเรื่องวัชพืชควรปลูกพืชให้เป็นแถว ระยะแถวกว้าง 60 – 90 ซม. จะต้องการเมล็ดพันธุ์ประมาณ 60 – 70 ก.ก./ เฮกแตร์ ควรจะหยอดเมล็ด อย่าให้ลึกนักประมาณ 3 – 5 ซม. และมีระยะต้นภายในแถวประมาณ 5 ซม.

ในบริเวณที่มีปัญหาเกี่ยวกับหญ้าแม่มด (Striga spp.) ควรปลูกถั่วเหลืองหมุนเวียนกับพวกธัญญพืช เนื่องจากพวกวัชพืชกาฝากเหล่านี้จะไม่เข้าทำลายถั่วเหลืองและพืชตระกูลถั่วอื่น ๆ จะเป็นการช่วยลดความรุนแรงของวัชพืชในฤดูต่อไปได้อย่างมาก ถั่วเหลืองเป็นพืชต้องการอากาศอบอุ่นฤดูเดียว และมีอายุเก็บเกี่ยวของแต่ละพันธุ์แตกต่างกันอย่างมาก ซึ่งสมารถจะเลือกเอามาปลูกเพื่อให้เหมาะกับช่วงฤดูฝนของแต่ละแห่งได้

8. การกำจัดวัชพืช

ในระยะเริ่มแรก ถั่วเหลืองจะไม่สามารถแข่งกับวัชพืชได้ ควรจะได้ทำการกำจัดวัชพืชก่อนที่มันจะทำให้พืชชะงักการเติบโต การถอน การถากถาง หรือการเขตกรรมใด ๆ ควรทำแต่เนิ่น ๆ ในขณะที่วัชพืชยังเล็กอยู่และง่ายต่อการกำจัด

ถ้าหากการกำจัดวัชพืชด้วยวิธีดังกล่าวไม่สามารถจะทำได้เนื่องจากจะทำให้กระทบ

กระเทือนต่อระบบรากของถั่ว ก็ควรจะได้มีการใช้ยากำจัดวัชพืชที่ไม่เป็นอันตรายต่อถั่วเหลือง แต่สามารถฆ่าวัชพืชในแปลงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

9.การควบคุมกำจัดโรค

วิธีการป้องกันโรคของถั่วเหลืองที่ได้ผลสองวิธีคือ 1. ใช้พันธุ์ที่ต้านทานต่อโรคที่ระบาด 2. การทำความสะอาดแปลงซึ่งรวมถึงการกระทำใด ๆ ที่จะช่วยลดปริมาณของโรค นับตั้งแต่พืชเริ่มงอกดังเช่น การปลูกพืชหมุนเวียน เพื่อมิให้ต้องปลูกถั่วเหลืองในแปลงเดิมทุกปี การขจัดหรือไถกลบซากพืชทันทีหลังเก็บเกี่ยวโดยทั่วไปแล้วไม่มีความจำเป็นใด ๆ ที่จะต้องใช้ยากำจัดเชื้อรา

10. การป้องกันกำจัดแมลง

เช่นเดียวกับการป้องกันโรคระบาด วิธีการป้องกันที่ได้ผลคือ 1. ใช้พันธุ์ที่ต้านทานต่อแมลง 2. ขจัดหรือไถกลบซากพืชทันทีหลังเก็บเกี่ยว เป็นการลดประชากรของแมลงซึ่งจะเข้าทำลายพืชในฤดูต่อไป แต่ก็อาจเป็นไปได้ที่จะเกิดการระบาดของแมลงถึงแม้ว่าจะได้มีการป้องกันดังกล่าวแล้ว ในกรณีนี้ก็ควรจะได้มีการใช้ยาฆ่าแมลงทันทีที่เห็นว่าจะทำให้เกิดผลเสียขึ้นกับพืช การใช้ยาฆ่าแมลง แต่เนิ่น ๆ มักได้ผลกว่าการใช้ในระยะหลัง ๆ ควรเลือกใช้ยาฆ่าแมลงที่ฆ่าเฉพาะแมลงที่ระบาดเท่านั้น

11. การเก็บเกี่ยว

ควรทิ้งพืชไว้ในแปลงจนกระทั่งเมล็ดมีความชื้นต่ำกว่า 10 % เมล็ดจะแห้งอย่างรวดเร็วหลังจากใบร่วงและมีแดดจัด แต่พันธุ์ที่ใช้ควรจะต้องเป็นพันธุ์ที่ฝักไม่แตกเมื่อแห้ง การเก็บเกี่ยวอาจใช้มือหรือเครื่องจักรก็ได้

การกะเทาะเมล็ดอาจทำได้โดยการนวดด้วยมือหรือเครื่องนวด ซึ่งจะต้องปรับให้ดีเพื่อป้องกันเมล็ดแตก ถ้าหากเมล็ดไม่แห้งพอในขณะกะเทาะก็ควรจะได้นำไปตากบนลานตากและหมั่นกลับเมล็ดจนกว่าจะแห้งได้ที่ เพื่อป้องกันเชื้อราในขณะเก็บ

12. การเก็บรักษา

แมลงในโรงเก็บจะเป็นปัญหาน้อยมาก ถ้าหากเมล็ดมีความแห้งพอและเก็บในที่มิดชิด ความชื้นก่อนเก็บควรจะต่ำกว่า 10 % และรักษาให้อยู่ในระดับดังกล่าว เพื่อเป็นการรักษาความงอกของเมล็ดก่อนจะนำไปปลูกในฤดูต่อไป

ตอนที่ 2 การศึกษาข้อมูลวัสดุและกรรมวิธีการผลิต

2.1 ข้อมูลวัสดุ

2.1.1 เหล็ก (สาคร คันธโชติ : 2529)

เหล็กเป็นโลหะประเภทหนึ่งซึ่งนำมาใช้งานต่าง ๆ มากมายโดยปกติเหล็กจะมีความเหนียวและอ่อนตัวสูงเหล็กสามารถรวมบกับออกซิเจนได้ดีจะทำให้เกิดสนิม ดังนั้นผลิตภัณฑ์ที่ทำ

จากเหล็กควรเคลือบผิวเพื่อป้องกันการผุกร่อน

ประเภทของเหล็ก

1. เหล็กหล่อมีหลายชนิดด้วยกัน เช่น เหล็กสีขาว เหล็กสีเทา มีความแข็งแรงสูงมาก เหล็กหล่อเหนียวเป็นเหล็กที่มีความพิเศษคือสามารถรับแรงได้สูง

2. เหล็กกล้า เหล็กกล้าเข้ามามีบทบาทแทนเหล็กห่วง และเป็นที่นิยมใช้มาประมาณ 150 ปีมาแล้วเหล็กกล้าแผ่นบางใช้เป็นชิ้นส่วนของผลิตภัณฑ์ และเหล็กกล้าชนิดเส้นใช้ทำสปริงแหนบมีความแข็งแรงทนทานและไร้สนิม

3. เหล็กผสมมีความแข็งแรงมากน้อยแล้วแต่ส่วนผสมในเนื้อเหล็ก เช่น เหล็กผสมคาร์บอนทำให้แข็งแรงเหล็กผสมกับโครเมียมป้องกันสนิมเป็นต้น

คุณสมบัติโดยทั่วไปมีดังนี้

1. มีความแข็งแรงทนต่อแรงกระแทกสูงและทนต่อการรับแรงตัด
2. สามารถเป็นแม่เหล็กได้
3. นำไฟฟ้าและความร้อนได้ดี
4. ทำปฏิกิริยาได้ดีกับออกซิเจนได้ในอากาศ
5. สามารถทำเป็นรูปได้โดยวิธีตัดโค้งและรีด
6. สามารถแตกแต่งผิวได้หลายวิธี ทั้งพ่นสี ชุบสี เคลือบด้วยโลหะ
7. จุดหลอมเหลวสูง
8. ไม่ทนต่อการกัดกร่อนและสารเคมีต่าง ๆ
9. ราคาถูกกว่าโลหะอื่น ๆ เมื่อเทียบคุณสมบัติ

กรรมวิธีผลิตเหล็กกล้า

กรรมวิธีผลิตเหล็กกล้าเป็นการนำเอาเหล็กดิบ จากเตาสูงมาทำการลดสารเจือปนต่าง ๆ ออกจนกระทั่งหมดหรือเกือบหมดแล้วจึงเติมสารเพื่อปรับปรุงคุณสมบัติเพื่อให้ได้สารตามความต้องการลงไป

ขนาดมาตรฐานของโลหะแผ่น (Staindard sirpe steel)

โลหะแผ่นมีขนาดต่าง ๆ กัน ขนาดมาตรฐานของอเมริกา มีดังนี้ คือ

30 x 96 นิ้ว , 36 x 96 นิ้ว

36 x 120 นิ้ว , 39 x 120 นิ้ว

ขนาดที่นิยมใช้กันมากคือ 36 x 96 นิ้ว

ในท้องตลาดเมืองไทยจะใช้กันมากเพียง 2 ขนาดคือ 36 x 96 นิ้ว, 48 x 96 นิ้ว ซึ่งเรียกกันจนเคยชินว่า โลหะแผ่นขนาด 3 x 8 ฟุต และ 4 x 8 ฟุต ตามลำดับในกรณีที่ต้องการขนาดพิเศษจะสั่งทำจากโรงงานที่ผลิตได้ Gage หรือ (Gauge) การกำหนดความหนาของโลหะแผ่นกำหนดเป็นตัวเลข (Number) ทั้งนี้ก็เพื่อความสะดวกและรวดเร็วในการวัดอ่านค่าความหนาของ

โลหะแผ่นได้อย่างละเอียดถูกต้อง ตัวเลขต่าง ๆ บน Gage จะบอกความหนาเป็น ทศนิยม หรือ เศษส่วน ของนิ้ว Gage ที่ใช้เป็นมาตรฐานสำหรับวัดความหนาของโลหะแผ่น มีอยู่ 2 ชนิด คือ United states Standard Gage Manufactures's Gage ใช้สำหรับวัดความหนาของ

โลหะแผ่นที่เป็นเหล็ก (Ferrous metal) เช่น เหล็กดำ เหล็กอาบสังกะสี เป็นต้น American Stainless Wire Gage และ Brown and Sharp Gage ใช้สำหรับวัดความหนาของโลหะแผ่น นอกกลุ่มเหล็ก (Nnn – Ferrous Metal) เช่น อะลูมิเนียม ทองเหลือง ทองแดง ดีบุก สเตนเลส ฯลฯ เป็นต้น

ขนาดน้ำหนักของโลหะแผ่น

น้ำหนักของโลหะแผ่นโดยทั่วไปจะมีหน่วยวัดเป็นปอนด์ต่อตารางฟุต โลหะแผ่นแต่ละชนิดก็จะมีน้ำหนักแตกต่างกันออกไป ตามความถ่วงจำเพาะของโลหะนั้น ดังตารางข้างล่างนี้

ตารางที่ 2

ตารางแสดงน้ำหนัก (ออนด์ / ตารางฟุต) ของโลหะแผ่นชนิดต่าง ๆ

ขนาด	เหล็กรีดเย็น	สเตนเลส	เหล็กเคลือบ	อลูมิเนียม	ทองแดง
30	.555	.525	.656	.141	-
28	.625	.656	.176	.177	-
26	.750	.788	.906	.224	14
24	1.000	1.050	1.156	.282	16
22	1.250	1.313	1.406	.352	20
20	1.500	1.575	1.656	.451	28
18	2.000	2.100	2.156	.563	36
16	2.500	2.625	2.656	.781	48

ตารางที่ 3

แสดงค่าน้ำหนัก (กิโลกรัม / เมตร) ของเหล็กแบนบางขนาด

ความหนา (นิ้ว)	น้ำหนัก (กิโลกรัม / เมตร) ของเหล็กบางขนาด			
A	B กว้าง 1 นิ้ว	B กว้าง 2 นิ้ว	B กว้าง 6 นิ้ว	B กว้าง 12 นิ้ว
1/16	0.316	0.633	1.899	3.799
1/8	0.633	1.266	3.799	7.599
3/16	0.949	1.899	5.699	11.98
1/14	1.266	2.533	7.599	15.19

ความหนา (นิ้ว)	น้ำหนัก (กิโลกรัม / เมตร) ของเหล็กบางขนาด			
3/8	1.899	3.799	11.39	22.79
7/16	2.21 7	4.434	13.30	26.60
1/2	2.533	5.066	15.19	30.39
9/16	2.850	5.700	17.10	34.20
5/8	3.166	6.332	18.99	37.99
11/16	3.483	6.967	20.90	41.80
3/4	3.799	7.599	22.79	45.59
13/16	4.116	8.233	24.70	49.40
7/8	4.432	8.865	26.59	53.19
15/16	4.750	9.500	28.50	57.00
1	5.066	10.13	30.39	60.79
1-1/16	5.383	10.76	32.30	64.60
1-1/8	5.699	11.39	34.19	68.39
1-3/6	6.016	12.03	36.90	72.19
1-1/41-5/16	6.332	12.66	37.99	75.99
1-5/16	6.649	13.29	39.98	79.79
1-3/8	6.965	13.93	41.79	83.58
1-7/16	7.283	14.56	43.69	87.39
1-1/12	7.599	15.19	45.59	91.18

ตารางที่ 4

แสดงค่าน้ำหนัก (กิโลกรัม /เมตร) ของเหล็กแบบบางชนิด

ความหนา (นิ้ว)	น้ำหนัก (กิโลกรัม/เมตร)			
A	B กว้าง 1 นิ้ว	B กว้าง 2 นิ้ว	B กว้าง 6 นิ้ว	B กว้าง 12 นิ้ว
1-1/9	7.916	15.13	47.49	94.99
1-5/8	8.232	16.46	49.39	98.78
1-11/16	8.549	17.09	51.29	102.5
1-3/4	8.865	17.73	53.19	106.3
1-13/16	9.182	18.36	55.09	110.1
1-7/8	9.498	18.99	56.99	113.9

ความหนา (นิ้ว)	น้ำหนัก (กิโลกรัม / เมตร) ของเหล็กบางขนาด			
2	10.13	20.26	60.79	121.5
2-1/8	10.76	21.53	64.59	129.1
2-1/4	11.39	22.79	68.39	136.7
2-3/8	12.03	24.06	72.19	144.3
2-1/2	12.66	25.33	75.99	151.9
2-8/5	13.29	26.59	79.78	159.5
2-3/4	13.93	27.86	83.58	167.1
2-7/8	14.56	29.12	87.38	174.7
3	15.19	30.39	91.18	182.3
4	20.26	40.52	121.5	243.1
5	25.33	50.66	151.9	303.9
6	30.39	60.79	182.3	364.7
7	35.46	70.92	212.7	425.5
8	40.52	81.05	243.1	486.4
9	45.49	91.18	273.5	547.1
10	50.66	101.3	303.9	607.9
11	55.72	111.4	334.3	668.7
12	60.79	212.5	364.7	729.5

วัตถุดิบเหล็กที่ใช้ในการผลิตเหล็กกล้ามีดังนี้

1.เหล็กดิลจากเตาสูงกรรมวิธีต้องใช้นำเหล็กจากที่หลอมละลายจากเตาสูงมาใช้ในการผลิตเหล็ก

2. เศษเหล็กกล้า

3. สารที่เติมลงไปเพื่อปรับปรุงคุณภาพเหล็กกล้า ซึ่งมีจำนวนมากมายหลายชนิดตัวที่กล่าวมาแล้วเบื้องต้น

หลักในการกำจัดสารเจือปนสำหรับการผลิตเหล็กกล้านั้นจะกล่าวไว้ว่าสารเจือปนในเหล็กดิบนั้นมาจากสินแร่และกรรมวิธีผลิตเหล็กกล้าจากถ่านโค๊กสารเจือปนเหล่านี้ได้แก่คาร์บอน ซิลิกอน กำมะถัน แมงกานีส ตามความจริงสารเหล่านี้มิได้มีผลเสียสำหรับการผลิตเหล็กกล้าเสียทีเดียวถ้าตัวสารเหล่านี้มีปริมาณที่พอเหมาะจะทำให้เหล็กกล้ามีคุณภาพดี แต่เนื่องจากเหล็กดิบที่ได้จากการผลิตนั้นมีสารเหล่านี้มากเกินไปหรือเกือบหมดแล้วเติมสารที่ต้องการลงไปใหม่ซึ่ง

วิธีนี้จะทำให้ควบคุมปริมาณได้อย่างแน่นอน

การพิสูจน์เหล็กกล้า

การพิสูจน์เหล็กกล้าเพื่อการคัดเลือกเหล็กกล้าไปใช้ประโยชน์ให้เหมาะสมกับงานนั้นมี 3 วิธี คือ

1. ระบบหมายเลข การกำหนดหมายเลขทำให้เราทราบถึงชนิดของเหล็กกล้าเพื่อการ
2. นำไปใช้ได้อย่างถูกต้องเหมาะสม

รหัสการใช้สี สีแต่ละสีที่พ่นหรือทาบนเหล็กเป็นรหัสกำหนดให้รู้ถึงชนิดของ เหล็กกล้า

3. การตรวจดูประกายไฟโดยวิธีการขัดส่วนในการตรวจสอบชนิดของเหล็กกล้าได้

มาตรารูปร่างและขนาด

โลหะเหล็กแท่งที่ผลิตขายในท้องตลาดมีขนาดและรูปร่างแตกต่างกันซึ่งขนาดมาตรฐานที่ผลิตขายนั้นมีความยาว 3 เมตร 6 เมตร ปกติที่ผลิตขายจะยาว 3.00, 3.50, 4.00, 5.00 และ 6 เมตร ส่วนรูปหน้าตัดนั้นมีอยู่หลายรูปแบบดังนี้

1. เหล็กเพลากลม
2. เหล็กสี่เหลี่ยมจัตุรัส
3. เหล็กสี่เหลี่ยมผืนผ้า
4. เหล็กหกเหลี่ยม
5. เหล็กแปดเหลี่ยม

เหล็กกล้าสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิดใหญ่ ๆ คือ

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

เหล็กกล้าสามารพแบ่งแยกประเภทได้ตามจำนวนธาตุต่าง ๆ ที่ผสมอยู่ภายในคาร์บอนเป็นธาตุที่มีความสำคัญมากที่สุด เหล็กกล้าคาร์บอนจะมีเนื้อเหล็กและคาร์บอนเป็นธาตุ เหล็กกล้าชนิดนี้จะแยกเป็นรหัสตัวเลข เช่น 10XX เลขสองตัวแรกจะหมายถึงชนิดเหล็กกล้าคาร์บอน เลขตัวที่ 3 และ 4 หมายถึงส่วนผสมของคาร์บอน คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ 1/100 เช่น 1035 Steel หมายถึงเหล็กล้าคาร์บอน ซึ่งมีคาร์บอนผสมอยู่ 0.35 % นอกจากนี้อาจมีธาตุอื่น ๆ อีกแต่มีปริมาณน้อยมากจนไม่มีผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพของเหล็ก เหล็กคาร์บอนเป็นเหล็ก เหล็กคาร์บอนเป็นเหล็กที่มีคาร์บอนเพียงอย่างเดียวเป็นส่วนผสมที่สำคัญ แต่โดยทั่วไปจะมี แมงกานีส ซิลิกอนซัลเฟอร์ และ ฟอสฟอรัสอยู่เล็กน้อย

เหล็กกล้าคาร์บอนแบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ

1. เหล็กกล้าผสมคาร์บอนต่ำ ซึ่งเรียกกันว่าเหล็กกล้าอ่อนหรือเหล็กกล้าเหนียวมีเปอร์เซ็นต์คาร์บอนผสมประมาณ 0.10 - 0.30 % ใช้ผลิตชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์ทั่วไป ง่ายต่อการขึ้นรูปจึงเหมาะสมกับการทำผลิตภัณฑ์เครื่องประดับ สกรู นอต และสลักเกลียวต่าง ๆ

2. เหล็กกล้าผสมคาร์บอนปานกลาง มีเปอร์เซ็นต์คาร์บอนผสมประมาณ 0.30 - 0.60 % ใช้ผลิตชิ้นส่วนเครื่องจักรกล ทำขวาน เฟือง เป็นต้น

3. เหล็กกล้าผสมคาร์บอนสูง มีเปอร์เซ็นต์คาร์บอนผสมประมาณ 0.60 – 1.30 % ใช้ผลิตเครื่องมือขนาดเล็ก งานที่ต้องทนต่ออุณหภูมิและต้องการความแข็งแรง เช่น มีด ครก สว่าน ดอกทำเกลียว เป็นต้น

เหล็กกล้าผสม เหล็กกล้าผสมนี้ใช้กับงานที่ต้องการคุณสมบัติพิเศษ ซึ่งจะเพิ่มส่วนผสมโลหะแต่ละชนิดลงไปเพื่อความเหมาะสมกับการนำไปใช้งาน ได้แก่

1. นิกเกิล ช่วยเพิ่มความแข็งแรง ความเหนียวและต้านทานต่อการกัดกร่อน
2. โครเมียม ช่วยเพิ่มความแข็งแรง ความเหนียวและทนทานต่อการเสียดทาน
3. แมงกานีส ช่วยเพิ่มความแข็งแรงและช่วยให้ง่ายต่อการอบชุบ
4. ซิลิกอน ช่วยเพิ่มความยืดหยุ่นในเนื้อโลหะเหมาะสำหรับงานสปริง
5. ทังสเตน ช่วยเพิ่มความต้านทานต่อความร้อน
6. โมลิปดีนัม ช่วยเพิ่มความเหนียวและความแข็ง
7. วาเนเดียม ช่วยเพิ่มความละเอียดของเม็ดเกรนทำให้มีความเหนียวสูง

เหล็กกล้าผสม (Alloy Steel) ซึ่งมีประมาณ 15 % ของเหล็กกล้าที่ผลิตได้ทั้งหมดจะถูกนำไปใช้งานเฉพาะอย่าง เพราะมีคุณสมบัติพิเศษแตกต่างจากเหล็กกล้าแบบอื่น ๆ ถึง แม้ว่าเหล็กกล้าผสมจะมีคุณสมบัติไม่ครบถ้วนเหมือนกัน แต่ก็พอจะสรุปคุณสมบัติต่าง ๆ ได้ดังนี้

1. นำไปปรับปรุงความเหนียวได้โดยไม่ทำให้ค่าความเร้นแรงดึงต่ำลง
2. สามารถนำไปทำให้แข็งโดยการจุ่มน้ำมัน หรืออากาศ แทนการจุ่มน้ำได้ ทำให้มีโอกาสแตกบิดงอน้อย
3. สามารถปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพ ณ อุณหภูมิสูง ๆ ได้
4. สึกหรือถูกกัดกร่อนได้น้อย ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับส่วนผสม
5. มีคุณสมบัติทางโลหะวิทยาที่ดี เช่น มีเม็ดเกรนละเอียด

เหล็กกล้าผสมผสานสมารถแบ่งไปได้อีก 2 ประเภท ดังนี้

1. Low Alloy ส่วนผสมต่าง ๆ รวมกันน้อยกว่า 8.0 %
2. High Alloy ส่วนผสมต่าง ๆ รวมกันมากกว่า 8.0 %

ประโยชน์

เหล็กกล้าผสมเป็นเหล็กที่มีธาตุอื่น ๆ ผสมอยู่ นอกจากคาร์บอน ที่สำคัญมีโครเมียม นิกเกิล โมลิบดีนัม ทังสเตน วาเนเดียม แมงกานีส ฯลฯ สามารถแบ่งเป็น 6 ชนิดใหญ่ ๆ คือ

1. เหล็กกล้าที่มีอัลลอยย์ผสมต่ำและแทนดึงสูง
2. เหล็กกล้าใช้ทำชิ้นส่วนเครื่องจักร
3. เหล็กกล้าทำเครื่องมือ

อ่อนและเหนียวมาก

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

2.1.3 พลาสติก

พลาสติกแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. เทอร์โมเซตติ้ง (Thermosetting) คือพลาสติกที่มีรูปทรงถาวร เมื่อผ่านกรรมวิธีการผลิตโดยใช้ความร้อน และแรงอัด จะนำไปหลอมละเอียดอีกไม่ได้ เทอร์โมเซตติ้งมีหลายชนิดที่สำคัญและใช้ทั่วไปมีดังนี้

1.1 อามิโน (Amino) มีคุณสมบัติรับแรงดึง แรงอัด และแรงบิดงอได้ดีมากทนต่อความร้อนหากผสมใยหิน ทนร้อน เนื้อแข็งทนต่อการขีดข่วนได้ดี แบ่งออกเป็น 2 ชนิด

1.1.1 ยูเรีย ใช้ประโยชน์ ชนิดเหลวนิยมใช้ทำกาว ไม้อัด และซิบ บอร์ด น้ำยาเคลือบผิวประเภทผลิตภัณฑ์ อุปกรณ์ไฟฟ้า ตู้วิทยุ ปุ่มจับ

1.1.2 เมลามีน ใช้ประโยชน์ นิยมใช้ทำถ้วยชาม วัสดุปิดผิวโต๊ะ คือ โฟไมก้า และทำกาว

1.2 อีพอกซี่ (Epoxy) มีคุณสมบัติสามารถติดแนบได้ดีกับวัตถุอื่น ๆ เช่น โลหะ แก้ว พลาสติก ฯลฯ โดยไม่คำนึงถึงลักษณะของผิวจะเรียบไม่เรียบ นอกจากนี้ยังมีคุณสมบัติอ่อนตัว จึงเหมาะสำหรับทากาว การใช้ประโยชน์ในรูปของเหลวใช้ทากาวติดวัสดุต่าง ๆ เช่น ในโครงเครื่องบิน วัสดุเคลือบผิว เคลือบกรอบหน้าเครื่องบิน เฮลิคอปเตอร์ รถยนต์

1.3 พีโนลิค (Phenolic) มีคุณสมบัติแข็งที่สุดชนิดหนึ่ง รับแรงดึงได้พอสมควร แต่รับแรงอัดได้ดีมาก รับแรงบิดงอได้น้อย การใช้ประโยชน์นิยมทำด้าม มือจับ หูหม้อ หูกระทะ ฝาครอบจานจ่ายรถยนต์ อุปกรณ์ไฟฟ้า ตู้ทีวี

1.4 โพลีเอสเตอร์ (Unsaturated Polyester) มีคุณสมบัติที่ในรูปผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กล๊าสรับแรงดึง แรงอัดและแรงบิดงอ ทนสภาพภายนอกได้ดี เป็นฉนวนไฟฟ้าได้ดี การใช้ประโยชน์ใช้ทำเรือ รถยนต์ ชิ้นส่วนในเครื่องบิน ถังบรรจุของเหลว ท่อของเหลว เฟอร์นิเจอร์ ส่วนประกอบในอาคาร

1.5 ซิลิโคน (Silicone) มีคุณสมบัติทั้งรูปของเหลว และคงรูป รับแรงดึงและแรงอัดบิดงอได้ปานกลาง ทึบแสง สามารถทำเป็นสีได้และสมารถนำไปใช้งานจริง ๆ การใช้ประโยชน์สามารถทำแม่แบบชนิดทนความร้อน ยางขอบบานปิดเปิดในยานอวกาศ

1.6 ยูเรเทน (Unathane หรือ Polynrathane) คุณสมบัติทนการสึกกร่อนได้ดี เหนียว ทนทาน ทนสารเคมี เป็นฉนวนไฟฟ้าที่ดียอมให้คลื่นวิทยุเรดาห์ และ

เอกซเรย์ผ่านได้ ทนความร้อน ใช้ทำฟองน้ำชนิดต่าง ๆ เช่น เบาะ รถยนต์ เบาะเฟอร์นิเจอร์ เบาที่นอน ยางรองพรม แผ่นกั้นเสียงและความร้อน

2. เทอร์โมพลาสติก เป็นพลาสติกที่สมารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้อีกหลังจากที่นำไปหล่อทำเป็นผลิตภัณฑ์แล้ว เทอร์โมพลาสติกที่สำคัญและใช้อยู่ทั่วไป ได้แก่

2.1 แอสเซทอล (Acetals) มีคุณสมบัติเหนียว ทนทาน รับแรงดึงได้ดีมาก แข็งแรง ทนสารเคมี ไม่เป็นพิษ การใช้ประโยชน์ทำชิ้นส่วนในรถยนต์ เครื่องจักรกล

2.2 อะคริลิค (Acrilics) มีคุณสมบัติเป็นพลาสติกที่ใสที่สุด แข็งแรงทนต่อรอยขีดข่วน ทนแสงอุลตร้าไวโอเลต เป็นฉนวนไฟฟ้าดีมาก การใช้ประโยชน์ทำ ป้ายร้านค้า ป้ายโฆษณา โคมหลังคา กระจกแว่นตา เลนซ์ โคมไฟ เฟอร์นิเจอร์

2.3 ฟลูออโรคาร์บอน (Fluorcarbons) มีคุณสมบัติคือ น้ำหนักมากรับแรงดึงแบะแรงอัดได้ดี รับแรงกระแทกดี ใช้ทำฉนวนไฟฟ้า กับลวดไฟฟ้าที่ต้องเชื่อมด้วยความร้อน ประเด็นในเครื่องจักร ใช้เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้า แหวนลูกสูบ วาล์ว

2.4 โปลียาไมด์ (Polyyamides) เรียกว่า ไนล่อน คุณสมบัติราคาแพง ทนความร้อน การขีดข่วน ใช้ทำเกียร์ ร่มชูชีพ ถุงเท้า เสื้อผ้า เอ็นตกปลา ค้อนพลาสติก

2.5 โปลีโอเลฟิน (Polyolefins) มีคุณสมบัติ น้ำหนักเบามาก พับงอได้รับแรงดึงแรงอัดได้น้อย เป็นฉนวนไฟฟ้า การใช้นิยมทำถุงบรรจุอาหาร เสื้อผ้า ตุ๊กตาเด็กเล่น ดอกไม้พลาสติก ถุงน้ำแข็ง ขวด และภาชนะบรรจุของเหลว สายเคเบิล

2.6 โปลีไตรีน (Polystyrene) คุณสมบัติคงรูปได้ดีแต่เปราะ มีทั้งผิวเรียบและขรุขระ เป็นฉนวนไฟฟ้าดี ดูดซึมน้ำต่ำ ไม่เหมาะกับการใช้ภายนอก ใช้ทำกล่องบรรจุอาหารชนิดใน ของเล่นเด็ก ตู้โทรศัพท์ วิทยุ

2.7 เอบีเอส (ABS- Acryiontrile Butadiene Styrene) คุณสมบัติรับแรงกระแทกได้ดีมาก ทนความร้อน ทนกรด เป็นฉนวนไฟฟ้าได้ดี สามารถชุบโครเมียมได้ ใช้ทำหมวกกันน็อค ผนังตู้เย็น เครื่องรับโทรศัพท์ ถาดอาหาร ชิ้นส่วนรถยนต์

2.8 ไวนีล (Vinyl) คุณสมบัติเหนียวทนทานมีทั้งชนิดอ่อน และแข็งและโฟมทนกรด เป็นฉนวนไฟฟ้าดี ไม่เหมาะกับการใช้ภายนอก ใช้ทำชั้นกลางของแว่นตา ฝ้าเพดาน สีทาบ้าน ชิ้นส่วนรถยนต์ วัตถุเคลือบผิว อุปกรณ์ไฟฟ้า

2.9 เซลลูโลซิค (Cellulosics) คุณสมบัติทนความร้อนสูง เป็นฉนวนไฟฟ้า ใช้ทำลูกบิลเลียด เหงือกฟันปลอม ฟิล์มภาพยนตร์ ยางขอบโต๊ะ อุปกรณ์ไฟฟ้า

2.10 โปลีคาร์บอเนท (Polycarbonate) คุณสมบัติแข็งแรงทนทานดีเป็นฉนวนไฟฟ้า การใช้ประโยชน์ ทำโคมไฟสาธารณะ ช่องมองหน้าหมวกนักบินอวกาศ ด้ามเครื่องมือ ตู้เครื่องปรับอากาศ

2.11 ไอโอเมอร์ (Ionomer) คุณสมบัติใส เหนียว ทนทานได้ดีทั้งกรดและด่าง

ด่าง ใช้ทำตุ๊กตาเด็กเล่น ด้ามเครื่องมือ ขวดบรรจุของเหลว สายไฟฟ้า

2.12 โปลีไยไมต์ (Polyimide) คุณสมบัติทนความร้อนได้ดีเยี่ยม เป็นฉนวนไฟฟ้าได้ดี ทนทาน ทนแรงสึกกร่อนได้ดี การนำไปใช้ ใช้ทำแบริ่ง เหวนรับน้ำหนัก ชิ้นส่วนยานอวกาศ ท่อยาง กาว ฟิล์ม

2.13 โปลีซัลโฟน (Poly sulphone) คุณสมบัติทนความร้อนสูง ทนด่างและสารเคมีอื่น ๆ ทนความชื้น เป็นฉนวนไฟฟ้า การใช้ประโยชน์ การทำฝาครอบของเครื่องมืออุปกรณ์ไฟฟ้า ชิ้นส่วนรถยนต์ ชิ้นส่วนในคอมพิวเตอร์

2.14 เอททีลีนไวนีลอาซิเตท (Ethylene vinyl acitate) คุณสมบัติยืดหยุ่นแทนยางธรรมชาติได้ รับแรงกระทบได้ดีมาก ทนอุณหภูมิต่ำได้ปานกลาง ใช้ทำท่อยางส่งนม หลอดดูดของเหลว ผ้ายางในโรงพยาบาล ผ้ายางในห้องน้ำ พลาสติกคลุมโรงเพาะชำ ของเด็กเล่น

2.2 กรรมวิธีการผลิตในอุตสาหกรรม

แยกออกเป็นประเภทใหญ่ ๆ ได้ดังนี้

1. Molding (ประเภทหล่อพลาสติกเม็ดและผง โดยใช้ความร้อน และแรงอัดในแม่แบบ บีบ)

Compression (แบบอัด)

Transfer (แบบอัดส่ง)

Injection (แบบฉีด)

Extrusion (แบบรีด)

Blow (แบบเป่า)

Calendering (แบบลูกกลิ้ง)

Laminating (แบบอัดแผ่น)

Cold (แบบอัดเย็น)

2. Casting (ประเภทหล่อพลาสติกเหลว)

Simple (แบบหล่อเย็น)

Plastical (แบบหล่อร้อน)

3. Thermoforming (ประเภทอัดขึ้นรูปพลาสติกแผ่น)

Mechanical (แบบอัดด้วยแม่แบบ)

Vacuum (แบบสุญญากาศ)

Blow (แบบลมอัด)

4. Reinforcing (ประเภทหล่อพลาสติกเหลวกับวัสดุเสริมกำลัง

Hand Lay – Up (แบบใช้มือทา)

Spray – Up (แบบใช้เครื่องพ่น)

Matched Molding (แบบใช้แม่แบบอัด)

Premix Molding (แบบอัดเหลว)

Pressure – Bang Molding (แบบถุงอัดอากาศ)

Vacuum – Bag Molding (แบบถุงสุญญากาศ)

5. Forming (ประเภทหล่อโฟม)

Molding Expandnble Polystyrene (แบบหล่อพลาสติกเหลว)

Gasting Rigid & Flexible Polyurethane Foam (แบบหล่อพลาสติกเหลว)

แบบอัด (Compression Molding)

กรรมวิธีการผลิต

กรรมวิธีการผลิตแบบนี้เป็นแบบที่ง่ายและธรรมดาที่สุด ผลิตได้ไม่รวดเร็วนัก พลาสติกที่ใช้ส่วนมากเป็นเทอร์โมเซตติ้งชนิดผง ไม่นิยมใช้ชนิดเม็ดเพราะหลอดละลายช้ากว่า

แบบฉีด (Injection Molding)

ชนิดของพลาสติก

ใช้พลาสติกพวกเทอร์โมพลาสติกเกือบทุกชนิด เช่น อาเซททอล อาคริลิค ฟลูออโรคาร์บอน โปลียาไมด์ โปลีโอเลฟิน โลสีสไตรีน และไวนีล

ชนิดของผลิตภัณฑ์

กรรมวิธีการผลิตชนิดนี้ใช้ผลิตภัณฑ์ได้อย่างกว้างขวางเกือบทุกประเภท วิธีสังเกตง่าย ๆ สำหรับผลิตภัณฑ์ที่ใช้กรรมวิธีการผลิตชนิดนี้ให้ดูรอยกลมนูนด้านล่าง หรือส่วนที่มองไม่มเห็นของผลิตภัณฑ์ซึ่งเป็นรอยที่มีพลาสติกเหลวถูกอัดเข้าในแม่แบบ

แบบรีด (Extrusion)

กรรมวิธีการผลิต

เป็นแบบสำหรับผลิตชิ้นงานที่มีความยาวไม่มีที่สิ้นสุด เช่น สายไฟฟ้า ท่อยาง ถุงพลาสติก รวมทั้งชิ้นงานที่เป็นแผ่นบาง เช่น ผ้ายางพลาสติก เป็นต้น กรรมวิธีการผลิตชนิดนี้มีลักษณะคล้ายแบบฉีด แต่ผลิตปริมาณชิ้นงานที่มากกว่าในเวลาเท่า ๆ กัน

ชนิดของพลาสติก

ใช้พวกเทอร์โมพลาสติก เช่น อาคริลิค เซลลูโลซิค ฟลูออโรคาร์บอน ไนล่อน สไตรีน โปลีเอททีลีน และไวนีล

ชนิดของผลิตภัณฑ์

สายไฟฟ้า ท่อพลาสติก สายเบ็ดตกปลาไนล่อน ถุงพลาสติก พลาสติกแผ่น ฯลฯ

แบบฉีด (Injection Molding)

กรรมวิธีการผลิต

กรรมวิธีแบบฉีดเป็นกรรมวิธีออกแบบ เพื่อใช้กับเทอร์โมพลาสติกโดยเฉพาะผลิตได้ปริมาณมากและรวดเร็ว มีลักษณะคล้ายแบบอัดส่ง (Transfer Molding) แต่ยุ่งยากมากกว่า ทำได้รวดเร็วกว่า

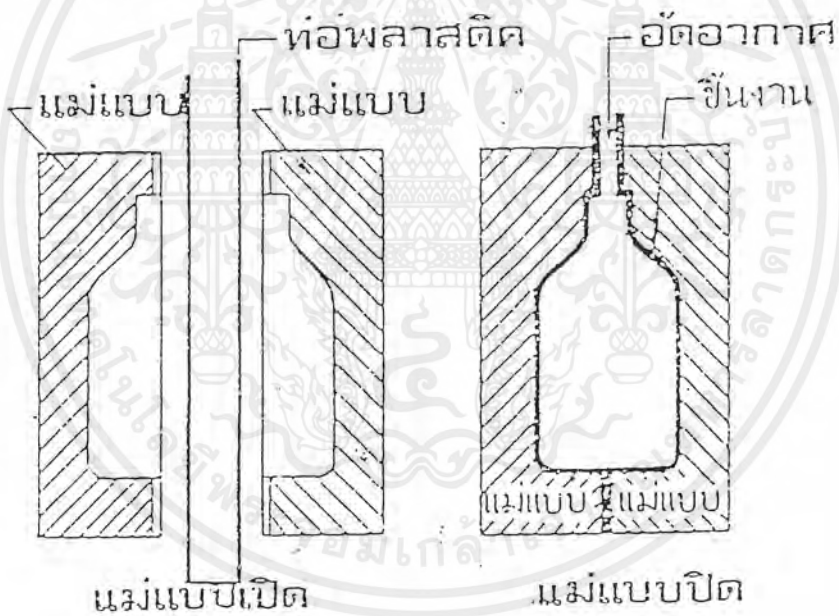
แบบเป่า (Blow Molding)

กรรมวิธีการผลิต

กรรมวิธีการผลิตแบบนี้ผิดไปจากแบบอื่นในประเภทเดียวกัน คือ ไม่หล่อชิ้นงานจากพลาสติกหลอมละลายในแม่แบบปิด แต่ได้ดัดแปลงจากแบบรีด โดยรีดพลาสติกหลอมละลายให้ย้อนลงมาเป็นท่อ (Patison) เข้าไปในแม่แบบตอนล่าง แม่แบบจะปิดพร้อมทั้งบีบปลายท่อให้ติดกัน ปลายท่ออีกด้านหนึ่งที่เปิดอยู่จะถูกอัดอากาศเข้าไปท่อพลาสติก ซึ่งยังอ่อนตัวอยู่จะถูกอากาศอัดไปแนบกับแม่แบบ ได้รูปร่างของชิ้นงานตามต้องการ

ภาพที่ 11

แสดงแบบเป่า (Blow Molding)



ชนิดของพลาสติก

เทอร์โมพลาสติกชนิดใช้ได้กับกรรมวิธีการผลิตแบบนี้ แต่โปลีเอททีลีนเป็นพลาสติกที่นิยมใช้มากที่สุด

ชนิดของผลิตภัณฑ์

ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ด้วยกรรมวิธีแบบนี้ส่วนมากเป็นขวดพลาสติกบรรจุของเหลวทุกชนิด หรือผลิตภัณฑ์ที่ภายในกลวงมีเปลือกนอกบาง ด้านนอกของผลิตภัณฑ์ที่ผลิตด้วยกรรมวิธีแบบนี้จะไม่เรียบมากนัก เพราะแรงอัดอากาศที่ใช้ไม่มากนัก

แบบหล่อเย็น (Simple Casting)

กรรมวิธีการผลิต

เป็นกรรมวิธีการผลิตที่ง่าย ไม่ต้องใช้แรงอัดและความร้อน สามารถทดลองทำเองได้ การลงทุนต่ำ โดยปกติกรรมวิธีแบบนี้ใช้พลาสติกเหลวหล่อลงในแม่แบบ สำหรับพลาสติกเม็ดก็สามารถนำมาหล่อได้ แต่ต้องทำให้หลอมละลายเสียก่อน แล้วเติมวัสดุตกผลึก (Catalyst) เพื่อช่วยให้พลาสติกเหลวแข็งตัวเร็วขึ้น

ขั้นตอนการผลิต มีดังนี้

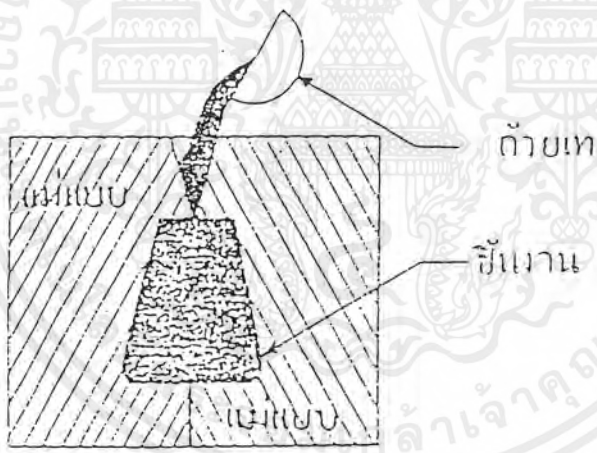
1. เทพลาสติกเหลวลงในแม่แบบ แล้วปล่อยทิ้งไว้ให้แข็งตัว บางชนิดต้องนำไปอบในเตาที่มีความร้อน

2. นำพลาสติกที่แข็งตัวออกจากแม่แบบแล้วนำไปใช้ได้เลย

ข้อดีของกรรมวิธีการผลิตแบบนี้ทำให้ได้เนื้อพลาสติกที่ใสกว่า และผิวที่เป็นมันเรียบกว่า เช่น แผ่นคาริลิค

ภาพที่ 12

แสดงแบบหล่อเย็น (Simple Casting)



ยาง

ปัจจุบันจัดว่ายางเป็นส่วนประกอบที่สำคัญที่สุด ในงานอุตสาหกรรมทุกประเภทไม่โดยทางตรงก็ทางอ้อม โดยทางตรงได้แก่ อุตสาหกรรมประเภทยางรถยนต์ ยางในเครื่องบิน ยางในรองเท้า ท่อน้ำ สายพาน ลูกยางต่าง ๆ เป็นต้น ทางอ้อมได้แก่ ชิ้นส่วนประกอบของเครื่องจักรต่าง ๆ และก็นับว่าเป็นส่วนสำคัญอย่างยิ่งในอุตสาหกรรมประเภทนั้นด้วย

ประเภทของยาง

ด้วยเหตุผลดังกล่าวมาแล้วข้างต้น ยางจึงแบ่งออกเป็นหลายประเภท หลายชนิดซึ่งพอจะแบ่งออกได้ดังนี้

1. ยางธรรมชาติ (Natural rubber) เป็นยางที่ได้มาจากยางพารา วัตถุดิบประเภทนี้มีมากในประเทศไทย มีคุณสมบัติพอที่จะสรุปได้ดังนี้

- ค่าความทนต่อแรงดึง (Tensile strength) ดีมาก
- ความสามารถในการยืดหด (Ultimate elongation) ดี
- ทนต่อการขีดข่วน (Abrasion) ดี
- เปอร์เซ็นต์ในการรับน้ำ (ดูดซับ) (Water absorasion) น้อย

ค่าต่าง ๆ ที่กล่าวมาจะดีมากเมื่ออยู่ในช่วงอุณหภูมิที่ไม่เกิน 70 องศาเซลเซียส ถ้าเกินกว่านี้คุณสมบัติจะลดลงอย่างรวดเร็ว คือ ไม่สามารถทนต่อความร้อนลงได้ และข้อเสียอีกอย่างของยางประเภทนี้ก็คือ ไม่สามารถทนน้ำมันได้ เพราะฉะนั้นจึงไม่นิยมนำเอายางชนิดนี้ไปเป็นวัตถุดิบในการผลิตอะไหล่ ที่ต้องรับความร้อนหรือเกี่ยวข้องกับน้ำมัน

2. ยางสังเคราะห์ (Synghelic rubber) เนื่องจากยางธรรมชาติไม่มีความสมารถทนน้ำมัน และความร้อนสูงได้ จึงทำให้มีผู้คิดประดิษฐ์ยางเทียม หรือยางสังเคราะห์ขึ้นมาเพื่อชดเชยข้อเสียของยางธรรมชาติ โดยทำให้มีคุณสมบัติที่ทนความร้อนได้สูงขึ้น ทนน้ำมันสารเคมีชนิดต่าง ๆ ดังนั้นราคาจึงแพงกว่ายางธรรมชาติมาก

ชนิดของยางสังเคราะห์ประเภทใหญ่ ๆ ที่นิยมใช้งานในบ้านเรา ได้แก่

1. SBR. Styrene buttadiene ใช้ทำ Mechanic parts ทั่ว ๆ ไป เพราะทนต่อการเสียดสีได้ดี แต่ไม่ทนน้ำมัน

2. NBR. Nitrile butadiene rubber เป็นยางสังเคราะห์ที่นิยมใช้กันมากทนน้ำมันความร้อน ได้ประมาณ 125 องศาเซลเซียส

3. CR. Chloroproene rubber ทนความร้อนได้ดี แต่ทนน้ำมันได้ไม่ดีนักมีความทนต่อแรงดึง ความสมารถในการยืดหดตัวสูง

การผสมยาง

การผสมยาง คือ การใช้ยางดิบ จะเป็นยางธรรมชาติ หรือยางสังเคราะห์ก็ได้ มาตีจนอ่อนตัว แล้วเอาสาร แอ็คทีพ พิลเลอร์, นอนแอ็คทีพ พิลเลอร์, แอ๊คติวิเตอร์ แอ๊คซิลิเรเตอร์ สัดส่วนที่ผสมแล้วแต่ที่ต้องการ ผสมลงไปให้เข้ากับยางดิบจนเป็นเนื้อเดียวกัน แล้วจึงนำมาเข้าแบบพิมพ์เป็นรูปต่าง ๆ

ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับสกรู

เป็นการยึดแผ่นโลหะแบบกึ่งถาวร ที่สามารถจะถอดประกอบเข้าด้วยกันได้ ตามความจำเป็นอุปกรณ์สำคัญที่ใช้ในการยึดแผ่นโลหะดังกล่าว สำหรับงานโลหะแผ่นจะใช้ตัวยึด Fastener

2 แบบ คือ Sheet metal screw และ Thread metal screw

Sheet metal screw ซึ่งในบางครั้งจะเรียกว่า เกลียวปล่อย เป็นสกรูที่มีความแข็งแรงมากสามารถจะตัดเกลียวบนแผ่นโลหะได้ด้วยเกลียวของตัวมันเอง โดยไม่จำเป็นต้องใช้เครื่องมือตัดเกลียวใน (Tap) เข้าช่วยแต่อย่างใด

การใช้งานโดยทั่วไป จะใช้ยึดแผ่นวัสดุอ่อน เช่น เหล็กอ่อน เหล็กหล่อ แผ่นเหล็กอาบสังกะสี อลูมิเนียม พลาสติก เป็นต้น ที่ต้องการถอดประกอบเข้าออกอยู่บ่อย ๆ

รูปร่างหัวของ Sheet metal screw จะมีอยู่หลายชนิดด้วยกัน เช่น Round, Flat, pan, หรือ Truss เป็นต้น สำหรับเกลียวที่อยู่บนลำตัว และส่วนปลายของเกลียวจะแบ่งออกได้เป็น 3 ชนิดใหญ่ ๆ คือ ชนิด A จะมีปลายของเกลียวแหลมคม (Sharp point) เหมาะสำหรับแผ่นโลหะบางที่มีความหนาไม่เกินเบอร์ 18

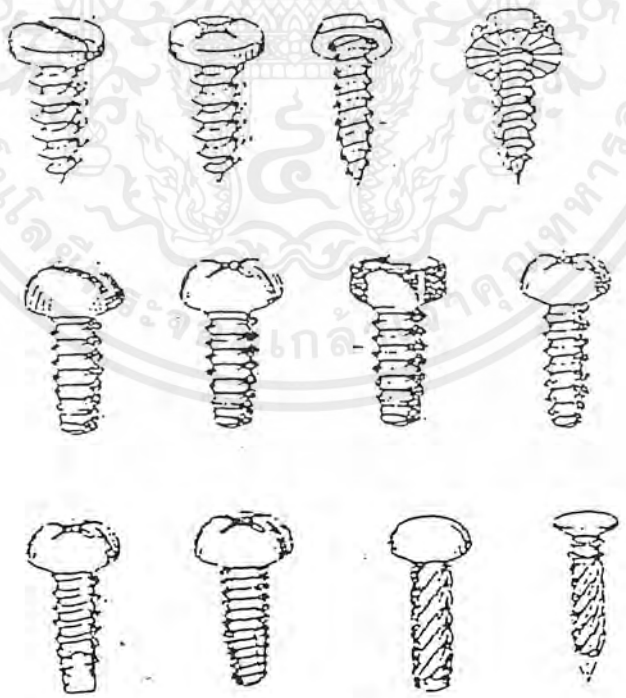
ชนิด B ส่วนประกอบของเกลียวจะถูกตัดตรง (Blunt Flat Point) เหมาะสำหรับใช้ยึดแผ่นโลหะที่มีความหนามากกว่าชนิด A

ชนิดพิเศษ (Special type) เหมาะสำหรับโลหะที่มีความหนามากกว่าชนิด A การใช้งานของสกรูชนิดพิเศษนี้ จะใช้กับวัสดุอ่อน เช่น เหล็กหล่อ อลูมิเนียม พลาสติก เป็นต้น

ภาพที่ 13

แสดง Sheet metal screw (แถวบน) ชนิด A

(แถวกลาง) ชนิด B (แถวล่าง) ชนิดพิเศษ



การใช้งานของ Sheet metal screw โดยทั่วไปจะต้องใช้ประกอบกับไขควงแบบปลายแบน (Flat) หรือปลายสี่แฉก (Philip) ตามชนิดร่องบนหัวของสกรู แต่ในบางครั้งจะต้องใช้ค้อน

หรือประแจเข้าช่วยด้วยเหมือนกัน

สำหรับความยาวของ Sheet metal screw จะมีขนาดความยาวตั้งแต่ ¼ - 2 นิ้ว ส่วนขนาดความโตของเส้นผ่าศูนย์กลาง จะบอกเป็น Number จาก No 2 – 14

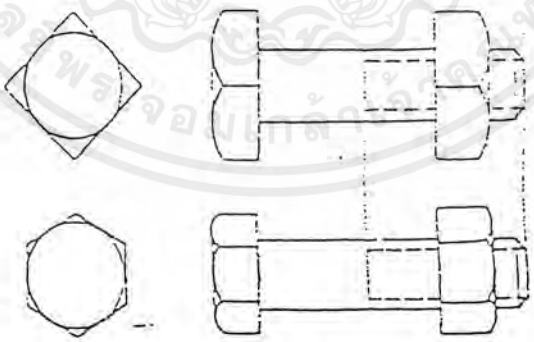
Thread metal screw ใช้ขันส่วนประกอบต่าง ๆ ของงานโลหะให้ติดกัน ชิ้นส่วนต่าง ๆ จะยึดติดกันได้โดยชนิดของตัวยึดที่ต่างกันออกไป เช่น Bolts, Nut, Screw ถึงแม้จะมีตัวยึดอยู่หลายแบบ หลายขนาดและหลายชนิดก็ตาม ส่วนมากจะแบ่งลักษณะเป็นเกลียวต่าง ๆ ได้ดังนี้

1. Machine bolt จะมีขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ ¼ - 4 นิ้ว และมีความยาวตั้งแต่ ½ - 30 นิ้ว ลักษณะหัวของ Machine bolts นี้ จะเป็นรูปสี่เหลี่ยมหรือหกเหลี่ยมก็ได้ เกลียวรอบตัวจะมีทั้งเกลียวหลาบและเกลียวละเอียด (National coarse and National fine) แต่ความยาวของเกลียวจะมีประมาณ 2D + ¼ นิ้ว ดังแสดงในรูปที่ 6.32 และหัว Nut ที่ใช้ประกอบกับ Bolt นี้จะมีทั้งชนิดหัวสี่เหลี่ยมและหกเหลี่ยม เช่นเดียวกัน

2. Machine screw ทำมาจากเหล็กหรือทองเหลือง ส่วนหัวจะมีอยู่หลายแบบ เช่นกลม, เรียบ, Oven, Fillister, Binding, Truss หรือหกเหลี่ยม แต่ละชนิดของหัวจะมีร่องตรง แฉกหรือสี่เหลี่ยม เพื่อใช้ขันเกลียวได้สะดวก ชนิดของเกลียวจะมีทั้งหยาบและละเอียด ขนาดความโตของเส้นผ่าศูนย์กลางจะต่อกว่า ¼ นิ้ว ขนาดความโตนี้จะบอกเป็น Gage จาก 6 – 12 โดยใช้ American Screw Wire Gage วัด เช่น 6 – 32 จะบอกเป็น Diameter gage No. 6 และ 32 เกลียว/นิ้ว สำหรับความยาวจะมีตั้งแต่ 1/8 – 3 นิ้ว

ภาพที่ 14

แสดง Machine bolt และ screw



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

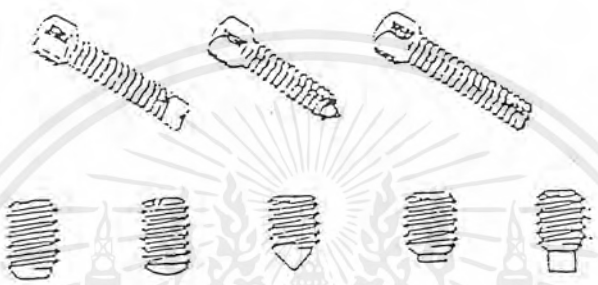
3. Cap screw จะมีรูปร่างคล้ายกับ Machine screw มาก แต่เกลียวจะมีความละเอียดสูงกว่า ความโตเส้นผ่าศูนย์กลางจะมีตั้งแต่ ¼ - 1.1/2 นิ้ว และมีความยาวตั้งแต่ ½ - 6 นิ้ว ความยาวของเกลียวสกรูประมาณ 2D + ¼ นิ้ว คล้ายกับ Machine bolts

ภาพที่ 15

แสดง Set screw แถวบน ชนิดมีหัวสี่เหลี่ยม

แถวล่าง (A) Flat, (B) Oven, (C) Cone,

(D) Half dog, (E) Full dog,



ลักษณะหัวของ Cap screw จะทำเป็นรูปหัวเหลี่ยม กลม ร่อง เป็นต้น

4. Set screw จะมีรูปร่างลักษณะทั้งที่มีหัวและไม่มีหัว หัวของ Set screw ถ้าเป็นชนิดที่มีหัวก็จะเป็นหัวแบบสี่เหลี่ยม แต่ถ้าเป็นแบบที่ไม่มีหัว ด้านที่เป็นหัวจะมีร่องหกเหลี่ยมหรือร่องตรงไว้สำหรับใช้ประแจแอล หรือไขควงขัน ส่วนปลายจะเป็นรูปร่างลักษณะต่างกัน เช่น ปลายแหลม ปลายมน เป็นต้น ดังแสดงในรูป

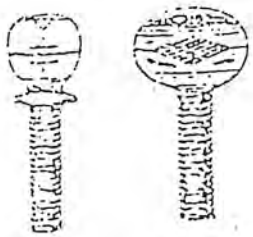
การใช้งาน จะใช้สำหรับขันยึดชิ้นงาน 2 ชิ้นให้ติดกัน โดยชิ้นงานชิ้นหนึ่งเป็นรูปร่อง เช่น การขันยึดระหว่างเพลา (Shaft) กับ (Pulley) เป็นต้น

5. Stud ลักษณะความยาวของ Stud จะสั้นมีเกลียวทั้งที่หัวและที่ปลาย (ส่วนตรงกลางจะไม่มีเกลียว) ตามปกติจะใช้ยึดกับแผ่นงานแผ่นหนึ่ง Tap ไว้แล้ว และอีกด้านหนึ่งจะใช้ช่วยขัน

6. Thumb screw เป็นสกรูที่ใช้งานบ่อยอีกชนิดหนึ่งการใช้งานจะเหมือนกับ Set screw เหมาะสมสำหรับงานที่ต้องการขันเข้าและคลายออกบ่อย ๆ ปลายของเกลียวจะคล้ายกับ Set screw ส่วนหัวจะแบน ดังแสดงในรูป

ภาพที่ 16

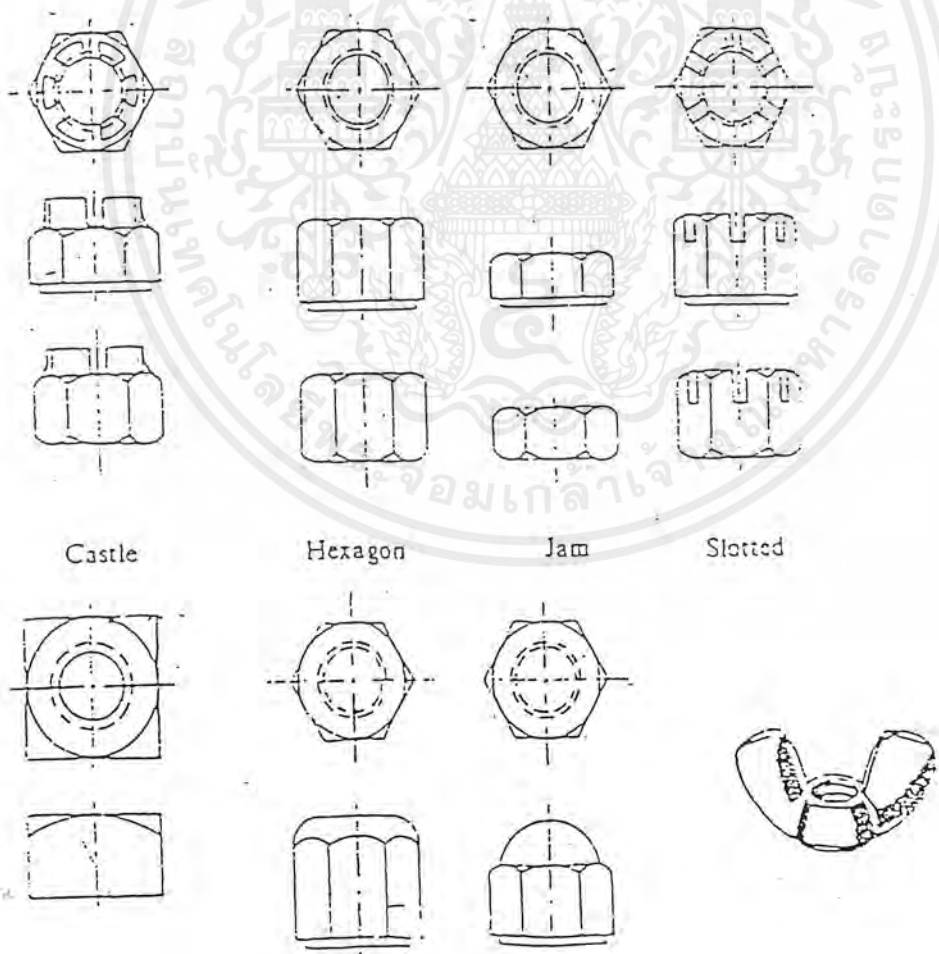
แสดง Thumb screw



7. Nut มี Nut หลายชนิดที่ใช้กับ Machine screw, Bolt และ Stud ลักษณะโดยทั่วไปของ Nut จะมีหัวสี่เหลี่ยม นอกจากนี้ก็ยังมี Nut อีกหลายชนิดดังแสดงในรูป ซึ่ง เหมาะสมกับงานในลักษณะต่าง ๆ กัน เช่น Nut หัวหกเหลี่ยม สี่เหลี่ยม จะใช้กับงานทั่วไป Wing nut จะใช้สำหรับงานที่ต้องการขันให้แน่น หรือคลายออกอยู่เสมอ Jam nut จะใช้เหมือนกับ Nut แบบธรรมดา ดังแสดงในรู

ภาพที่ 17

แสดง Nut ชนิดต่าง ๆ



กรรมวิธีการผลิต (สาคร คันทโชติ : 2529)

กรรมวิธีการผลิตการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของวัตถุ

1. การหล่อ (Casting) หมายถึง การนำวัสดุมาหล่อหลอมให้เป็นเหลว โดยใช้ความร้อน แล้วเทลงในแบบหรือใช้วิธีการอัด เพื่อจะได้ชิ้นงานตามแบบที่ต้องการ

2. การตี (Forging) หมายถึง การนำวัสดุมาแปรรูปร่างให้ได้ตามแบบที่ต้องการ โดยการตี เช่น ช่างตีเหล็ก ตีเหล็กจากเหล็กเส้นกลมให้แบน หรือการให้ความร้อนแก่วัสดุอยู่ในสภาวะที่กึ่งละลาย แล้วมาตีอัดให้เป็นเนื้อเดียวกัน

3. การอัดขึ้นรูป (Extruding) หมายถึง กรรมวิธีการอัดโลหะ ซึ่งอยู่ในสภาพเป็นกึ่งละลาย ให้ไหลผ่านแบบพิมพ์ ซึ่งจะทำให้ได้ชิ้นงานที่มีรูปร่างหน้าตัดเหมือนกันตลอด (Uniform – Cross – Section) หลักการคล้าย ๆ กับการบีบยาสีฟันออกจากหลอดนั่นเอง

4. การม้วน (Rolling) หมายถึง กรรมวิธีการขึ้นรูปชิ้นงาน โดยวิธีการม้วน เช่น การม้วนโลหะ เป็นรูปทรงกระบอก ทรงกรวย เป็นต้น

5. การดึงรูป (Drawing) หมายถึง กรรมวิธีการถึงวัสดุชิ้นงาน เพื่อให้ยืดออกจากเดิมในลักษณะความยาวขึ้น แต่ขนาดชิ้นงานเล็กลง เช่น การผลิตลวด

6. การอัดขึ้นรูปแบบพิมพ์ (Squeeaint) หมายถึง การอัดขึ้นรูปแบบพิมพ์ทราย โดยใช้แรงกระแทกทรายให้ได้รูปร่าง และขนาดตามแบบ เช่น การทำแบบแม่พิมพ์ทราย

7. การบด (Crushing) หมายถึง กรรมวิธีการทำผิวชิ้นงานให้เรียบโดยวิธีการบด เช่น การบดหน้าวาวไอดีไอเสีย เป็นต้น การบดนี้จะประกอบด้วยแรงกดและแรงหมุน

8. การเจาะอัดขึ้นรูป (Pierciong) หมายถึง กรรมวิธีผลิตท่อไม่มีตะเข็บแท่งเหล็กถูกใส่เข้าไประหว่างลูกกลิ้งหมุนอยู่ จะมีแกนเจาะสำหรับเจาะชิ้นงาน เพื่อให้เกิดรู เช่น การผลิตต่อ เป็นต้น

9. การตีหรือการอัด (Swaing) หมายถึงการแปรรูปชิ้นงาน โดยการตีหรืออัดกระแทกเพื่อให้ได้ชิ้นงานตามแบบแม่พิมพ์ เช่น การผลิตสลัก หมุดย้ำ เป็นต้น

10. การดัด (Bending) หมายถึง กรรมวิธีการขึ้นรูปชิ้นงาน โดยวิธีการดัดอาจจะดัดชิ้นงานที่อยู่ในสภาพร้อนหรือเย็น ความยากง่ายในการดัดขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุขนาดความหนาและรัศมี เช่น การดัดเหล็กฉากตัวยู เป็นต้น

11. การตัด (Shearing) หมายถึง กรรมวิธีการตัดเฉือนวัสดุชิ้นงาน เพื่อให้ได้ขนาดตามต้องการ เช่น การตัดโลหะแผ่น เป็นต้น

12. การหมุนขึ้นรูป (Spinning) หมายถึง กรรมวิธีการหมุนขึ้นรูปงานที่จะทำต้องเป็นแผ่นการขึ้นรูปมาก่อน เช่น รูปถ้วย แต่ปากถ้วยไม่โค้งงอ เราสามารถนำมาทำการหมุนขึ้นให้ปากถ้วยโค้งงอได้ โดยใช้เครื่อง

13. การดัดขึ้นรูป (Stretch Forming) หมายถึง การดัดหรือดัดวัสดุชิ้นงาน เพื่อให้ได้งานตามขนาดและรูปร่างตามแบบพิมพ์ เช่น การผลิตท่อแป๊บ เป็นต้น

14. การรีดม้วนขึ้นรูป (Rocl Forming) หมายถึงการรีดม้วนขึ้นรูปวัสดุชิ้นงานเพื่อให้ได้ขนาดตามแบบโดยใช้ลูกกลิ้ง เช่น การผลิตท่อแป๊บ

15. การตัดด้วยหัวตัดแก๊ส (Torch Cutting) หมายถึง การตัดวัสดุถิ้นงานเพื่อได้รูปร่างและขนาดตามที่ต้องการ โดยการตัดด้วยหัวตัดแก๊ส เช่น การตัดเหล็กแผ่นหนาด้วยแก๊สอะเซทีลีน

16. การใช้พลังงานอัดขึ้นรูป (Explosive Forming) หมายถึง การขึ้นรูปวัสดุชิ้นงานให้ได้ขนาดและรูปร่างตามแบบที่ต้องการ โดยการใช้พลังงานน้ำหรือแก๊สอัดขึ้นรูป เช่น การผลิตปลอกกระสุนปืน เป็นต้น

17. การใช้กระแสไฟฟ้าและไฮดรอลิคขึ้นรูป (Electrohydaulic Forming) หมายถึงการดัดโลหะด้วยวิธีการใช้กระแสไฟฟ้าตัวอาร์คพร้อมกับ มีตัวไฮดรอลิคเป็นตัวอัดแบบเข้ากับชิ้นงานเพื่อให้เกิดรูปร่างและขนาดตามที่ต้องการ

18. การใช้อำนาจแม่เหล็กขึ้นรูป (Magnetic Forming) หมายถึง การเปลี่ยนแปลงรูปร่างวัสดุชิ้นงานให้ได้ตามแบบที่ต้องการโดยใช้อำนาจแม่เหล็ก

19. การเคลือบผิวชิ้นงานโดยใช้กระแสไฟฟ้า (Electric forming) หมายถึง การเปลี่ยนแปลงชิ้นงาน โดยใช้กระแสไฟฟ้า ความหนาของผิวชิ้นงานจะเพิ่มขึ้นและสามารถควบคุมขนาดความหนาได้ เช่น การชุบโครเมี่ยม ทองแดง นิเกิล

20. การขึ้นรูปโดยใช้ผงโลหะ (Powder Forming) หมายถึง การใช้ผงโลหะมาเทลงในแบบพิมพ์แล้วใช้แรงอัดสูง เพื่อให้ผลโลหะเกิดความร้อนหลอมเหลวติดกันซึ่งจะได้ชิ้นงานตามแบบแม่พิมพ์

21. แบบแม่พิมพ์พลาสติก (Plastic Molding) หมายถึง กรรมวิธีที่ใช้ความร้อนและแรงกดหรือตัดขึ้นรูปวัสดุชิ้นงานเพื่อให้ได้งามตามแบบพิมพ์

การผลิตขั้นต้นนี้วัสดุจะถูกนำมาแปรรูปลักษณะต่าง ๆ ให้มีขนาดและรูปร่างเหมาะสมกับการใช้ประโยชน์ทางด้านการค้า กรรมวิธีการขั้นนี้เป็นการเตรียมวัสดุชิ้นงานเพื่อผลิตในขั้นต่อไปเป็นส่วนใหญ่ เช่น การหลอ การรีด เหล็กกล้า การดึง เป็นต้น

กรรมวิธีการตกแต่งผิวชิ้นงาน (สาคร คันธโชติ : 2529)

การผลิตงานเพื่อเป็นที่ยอมรับในวงการตลาดโลกทั่วไปนั้น การทำให้ผิวเรียบเป็นสิ่งที่ควรคำนึงถึงเพื่อที่จะปรับปรุงให้มีคุณค่ามนการซื้อขาย สำหรับการเคลือบผิวก็เช่นกันนอกจากจะทำให้งานสวยงามแล้วยังช่วยป้องกันการกัดกร่อนทำให้งานมีความทนทานต่อสภาพการใช้งาน กรรมวิธีการตกแต่งผิวของชิ้นงานนั้น มีหลายวิธีการด้วยกัน ดังจะกล่าวต่อไปนี้

1. การกำจัดส่วนที่ไม่ต้องการออกไป (Melalreval)

ในการผลิตงานโดยทั่วไป นั้นบางครั้งชิ้นงานที่ผลิตออกมาแล้วอาจจะไม่สำเร็จสมบูรณ์เลยก็ได้ ซึ่งจำเป็นที่จะต้องกระทำด้วยเครื่องจักรกลเพื่อตกแต่งให้สำเร็จอีกทีหนึ่ง คืออาจจะเป็นการตัดเอาเศษหรือส่วนที่ไม่ต้องการออก เช่นในกรณีงานหล่อโลหะ เป็นต้น

2. การขัด (Polishing)

การขัดเป็นกรรมวิธีการตกแต่งชิ้นงานให้เรียบร้อย ก่อนที่จะนำชิ้นงานออกสู่ตลาดหรือก่อนที่จะนำไปชุบเคลือบหรือพ่นทาสี การขัดนี้จะทำให้ผิวสะอาดด้วยซึ่งมีหลายวิธีการ เช่น การขัดด้วยแปรงลวดกระดาษทราย เครื่องขัดสนิม วิธีที่สะดวกและเป็นที่นิยมใช้มากที่สุดในวงการอุตสาหกรรม คือ การขัดด้วยเครื่องพ่นทราย โดยวิธีการใช้ลมอัดเป่าทรายออกจากถังหัวฉีด เม็ดทรายซึ่งแล่นออกมาด้วยนั้น ขึ้นอยู่กับขนาดของเม็ดทรายรูปร่างที่ใช้ในการพ่นและกำลังอัดของลม

3. การเคลือบ (Coating)

การเคลือบเป็นกรรมวิธีที่เพิ่มความหนาของชิ้นงาน ป้องกันผิวชิ้นงานมิให้ถูกกัดกร่อนและเพื่อความสวยงาม

4. การกัดกร่อน

คือการผุพังของวัสดุชิ้นงานที่มีอายุการใช้งานไปนาน ๆ การผุพังนี้เป็นไปโดยปฏิกิริยาเคมี ทั้งตามสภาพหรือตามสิ่งแวดล้อมที่ช่วยเร่งให้ถูกกัดกร่อนเร็วขึ้น ตัวอย่าง ได้แก่ การเป็นสนิมของเหล็ก การผุพังของท่อไอเสียเครื่องยนต์ เป็นต้น

ขบวนการเชื่อมไฟฟ้า

ในการทำให้เกิดการหลอมละลายเป็นน้ำโลหะถึง 4000 องศาเซลเซียส นั้นซึ่งต้องใช้กำลังงานการหลอมละลาย และความเร็วในการเชื่อมมากกว่า การเชื่อมด้วยเปลวก๊าซ การทำให้เกิดประกายไฟฟ้าระหว่าอิเล็คโตรด (ขั้วลบ) และชิ้นงาน (ขั้วบวก) จะกระทำโดยการจี้แท่งอิเล็คโตรด (ลวดเชื่อมไฟฟ้า) ลงบนชิ้นงาน ทำให้เกิดวงจรไฟฟ้าที่มีกระแสไฟฟ้าไหลสูงมากที่แรงดันไฟฟ้าต่ำ ทำให้เกิดความร้อนสูงมากในขณะขยับแท่งอิเล็คโตรด ให้ห่างจากชิ้นงานจะเกิดมีอิเล็กตรอนวิ่งออกจากปลายแท่งอิเล็คโตรด(โดยมีลมเป็นตัวนำ หรือที่เรียกว่า การไอออนเนชั่น) ด้วยความเร็วสูงมากถึง 107 m/s ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงจากพลังงานกลมาเป็นพลังงานความร้อน ที่มีอุณหภูมิมากจนสามารถละลายแท่งอิเล็คโตรดได้ ซึ่งทำให้เกิดการส่งจ่ายเนื้อโลหะไปยังชิ้นงานได้เสมอ

ดังนั้น การรักษาระยะห่างของลวดเชื่อมกับชิ้นงาน และการประคองลวดเชื่อมให้นิ่งจึงเป็นเงื่อนไขสำคัญในการที่จะหลอมแท่งอิเล็คโตรด ให้ละลายและยึดติดชิ้นงาน

อุปกรณ์เชื่อมไฟฟ้า

อุปกรณ์จะประกอบด้วยเครื่องเชื่อมไฟฟ้าที่มีขั้วต่อกับชิ้นงานโลหะ และขั้วด้ามจับอิเล็คโตรด ดังภาพที่หลังจากที่มีการเตรียมงานเสร็จ จะมีการต่อขั้วเข้ากับเครื่องเชื่อมแล้วปรับค่ากระแสไฟฟ้าที่จะใช้กับชิ้นงาน โดยกำหนดเกณฑ์ดังตารางที่ 6

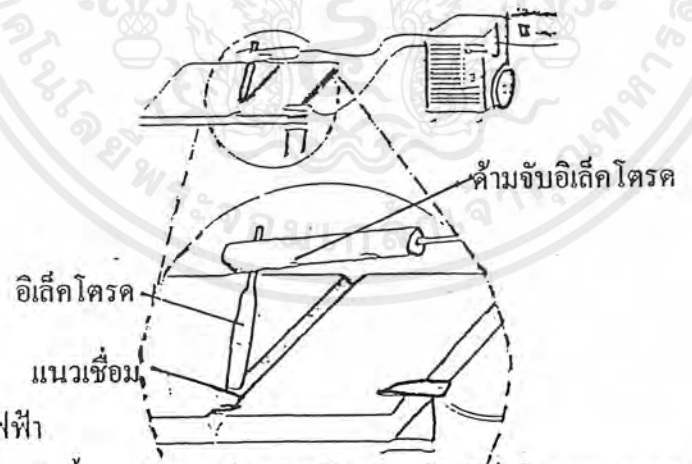
ตารางที่ 5

แสดงเกณฑ์การเลือกขนาดอิเล็คโตรดและกระแสไฟฟ้า

ความหนาแผ่นเหล็ก (mm)	@ อิเล็คโตรด (mm)	กระแสไฟฟ้า (A)
2	2	50...70
3	3,25	100...150
4	3,25	100...150
5	4,0	150...200
6	4,0	150...200
8	4,0	150...200
10	4,0	150...200
12	4...5	150...200

ภาพที่ 18

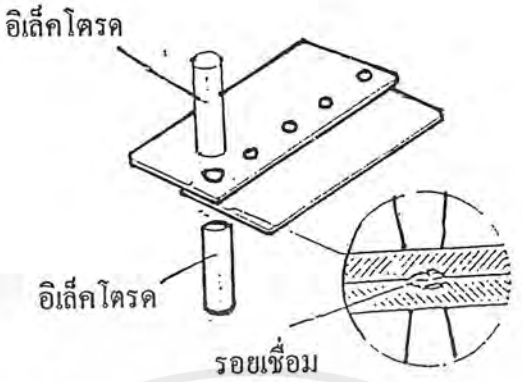
แสดงภาพอุปกรณ์ในการใช้เครื่องเชื่อมไฟฟ้า



งานเชื่อมจุดด้วยไฟฟ้า

วิธีนี้เป็นการอัดชิ้นงานโลหะแผ่นบางหรือลวด ด้วยอิเล็คโตรดทองแดง ดังภาพที่ให้แนบสนิทเข้าด้วยกัน ขณะเดียวกันจะมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านจุดสัมผัสระหว่างหัวอิเล็กโตรดทั้งสอง ทำให้ชิ้นงานเกิดความร้อน และหลอมละลายยึดติดเข้าด้วยกัน ภายใต้แรงอัดโดยแรงอัดนี้จะยังคงไว้จนกระทั่งรอยเชื่อมจุดเย็นตัวลง วิธีการเชื่อมจุดนี้จะนิยมใช้ในงามเชื่อมตัวถัง และงานเชื่อมอุปกรณ์ต่าง ๆ

ภาพที่ 19
แสดงการเชื่อมจุดด้วยไฟฟ้า



ตอนที่ 3 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับระบบต้นกำลังและระบบส่งกำลัง (ชนิดา รอดอินทร์ : 2538)
มอเตอร์ไฟฟ้า

อุปกรณ์ไฟฟ้าที่สามารถทำงานได้รวดเร็วมีประสิทธิภาพสูง ผ่อนแรงให้ผู้ใช้ได้มากขึ้น นั้นจะต้องมีตัวที่เปลี่ยนพลังงานให้เป็นพลังงานให้เป็นพลังงานกล นั่นคือ มอเตอร์ (electric motor) ซึ่งจะมีการเกิดสนามแม่เหล็กขึ้นภายใน เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่านจนครบวงจรโดยจะเกิดต่อไปเรื่อย ๆ ถ้ามีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน

มอเตอร์แบ่งออกเป็นประเภทใหญ่ ๆ ได้ 2 ประเภท คือ

1. มอเตอร์กระแสไฟสลับ (A.C Motor)
2. มอเตอร์กระแสไฟตรง (D.C Motor)

ซึ่งจะขอกล่าวถึงเฉพาะมอเตอร์กระแสไปสลับระบบซึ่งนำมาใช้กับการออกแบบ

1. Split- phase induction motor

มอเตอร์แบบสปลิตเฟสเป็นมอเตอร์ที่เก่าแก่ที่สุดแบบหนึ่ง ทุกวันนี้ยังมีความสำคัญอยู่มาก เพราะแพร่หลายใช้ทนอย่างกว้างขวาง ตัวอย่างงานได้แก่ เครื่องซักผ้าไฟฟ้า เตาน้ำมันเครื่อง เครื่องสูบหมุนเหวี่ยง เครื่องมืองานผลไม้ เครื่องจักรธุรกิจ เครื่องล้างขวด เครื่องดนตรีอัตโนมัติ เครื่องขัดเงามอเตอร์ หินเจียระไน เครื่องมือกลขนาดเล็ก และอื่นอีกมากขนาดที่ใช้กันมากที่สุด คือ 40 –250 วัตต์ (1/20 – 1/3 H.P.) สปลิตเฟส มอเตอร์เหมาะกับงานกว้าง ๆ 2 ลักษณะ คือ

1. งานมอเตอร์ที่ต้องสตาร์ทบ่อยครั้ง และเดินเครื่องใช้งานนานพอสมควร เช่น เตาน้ำมันและตู้เย็น

2. งานมอเตอร์ที่สตาร์ตบ่อยครั้ง และเดินเครื่องใช้งานนาน เช่น เครื่องซักผ้าและเครื่องมือกลประจำบ้าน เป็นต้น

ข้อสังเกตอื่น ๆ ในการใช้งานมอเตอร์ชนิดนี้ได้แก่

1.ขณะหยุดนิ่ง อาจตั้งให้มอเตอร์หมุนกลับทางหมุนได้โดยกลับขั้วสายที่ลวดอันใดอันหนึ่ง

2.เหมาะกับงานที่โหลด ต้องการทอดคงที่ต้องหมุนและเร่งรอบด้วยทอดต่าง ๆ แต่ไม่เหมาะกับงานที่ต้องหมุนสตาร์ตบ่อย ๆ เพราะแต่ละครั้งมีความเฉื่อยมากไม่เหมาะใช้งานระยะเวลาสั้น ๆ ด้วย

2. Capacitor – start motor

มอเตอร์ชนิดนี้ใช้คอมเพลสเซอร์ช่วยสตาร์ต เหมาะกับการใช้งานหนักทั่ว ๆ ไปที่ต้องการทอด
สตาร์ต และทอดหมุนค่าสูง ๆ ปัจจุบันนิยมใช้กันอยู่ทั่วไป ขนาดตั้งแต่ 100 วัตต์ หรือ 1/8 H.P ขึ้นไป

มอเตอร์แคแปซิเตอร์จำแนกได้ 3 ชนิด แต่ละชนิดมีคุณลักษณะที่แตกต่างกับสิ่งที่เหมือนกันคือ ขดสตาร์ตเตอร์มี 2 ฟุต ขดหลักชุดหนึ่ง และขดประกอบอีกชุดหนึ่งของประกอบจะต้องจัดวางให้ทำมุมไฟฟ้า 90 องศากับขดหลัก และต้องต่อเป็นอนุกรม กับคอนเดนเซอร์หรือแคแปซิเตอร์เสมอ

ประเภทที่หนึ่ง Capacitor – start motor ได้แก่ มอเตอร์แคแปซิเตอร์ที่ใช้ขดประกอบกับตัวแคแปซิเตอร์ เฉพาะตอนหมุนสตาร์ตเท่านั้น

ประเภทที่สอง Permanent - splitcapacitor – start motor ได้แก่ มอเตอร์แคแปซิเตอร์ที่ใช้ขดประกอบกับตัวแคแปซิเตอร์อยู่ในวงจรตลอดเวลาที่หมุนใช้งานโดยไม่เปลี่ยนค่าความจุของแคแปซิเตอร์แต่อย่างใด

ประเภทที่สาม Two – valvecapitor motor ได้แก่ มอเตอร์แคแปซิสที่ใช้ขดประกอบกับตัวแคแปซิเตอร์อยู่ในวงจรตลอดเวลาที่หมุนใช้งานโดยไม่เปลี่ยนค่าความจุของแคแปซิสแต่อย่างใด

ข้อสังเกตสำคัญที่ควรทราบก็คือ แคแปซิเตอร์ที่ต่อใช้ในวงจรขดประกอบตลอดเวลาที่มอเตอร์หมุนใช้งานอยู่นั้น ช่วยให้มอเตอร์ลดรอบใช้งานต่ำลงมาจากความเร็วรอบซิงโครนัสได้ถึง 50% ซึ่งมอเตอร์เหนี่ยวนำธรรมดากระทำไม่ได้หรือหากกระทำได้จะลดลงมาต่ำกว่า 70% ของความเร็วรอบซิงโครนัสไม่ได้เป็นอันขาด

3. Repulsion - start induction motor

มอเตอร์ชนิดนี้ เคยเป็นที่นิยมแพร่หลายมากตั้งแต่สมัยเริ่มมีกำลังงานไฟฟ้าปัจจุบันมอเตอร์ใหม่ ๆ มิได้ใช้ประเภทนี้มากนัก โดยได้ย้ายไปใช้แบบแคแปซิเตอร์สตาร์ตมอเตอร์และ

แบบมอเตอร์ แคแปซิเตอร์ สองค่าแทนเป็นส่วนใหญ่ อย่างไรก็ตามมอเตอร์เก่า ๆ แบบรีพับชั่นสตาร์ตยังมีใช้งานแพร่หมายดีอยู่ แม้ว่าจะใช้งานมานานแล้วก็ตาม

วิธีหมุนสตาร์ต สตาร์ทแบบรีมัลชั่นแต่เมื่อความเร็วรอบถึงขั้นขดลวดในโรเตอร์จะถูกลัดวงจรกลายเป็นประเภทหนึ่งโรเตอร์ทรงกระบอก หมุนทำงานเป็นมอเตอร์เหนี่ยวธรรมดา ให้ความเร็วรอบที่คงที่มาก ๆ

รีพัลสตาร์ตมอเตอร์เหมาะใช้ขับเครื่องสูบ เครื่องอัดลม และเครื่องจักรกลอื่น ๆ ที่ต้องใช้ทอดสตาร์ตสูง และกระแสสตาร์ตต่ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับงานขับที่โรเตอร์ต้องรอดแน่นตรงเข้ากับเครื่องจักร ในลักษณะงานเช่นเดียวกันกับแคแปซิเตอร์สตาร์ตมอเตอร์ ข้อดีกว่าก็คือแม้จะให้ทอดสตาร์ตสูงเท่า ๆ กัน แต่กินกระแสน้อยกว่า

ลักษณะสร้างของรีมัลสตาร์ทมอเตอร์คล้ายกับมอเตอร์อรฆนุกรมไฟตรงประกอบด้วยขดหลักหรือขดเมนฟิลด์ ขดโรเตอร์พร้อมคอมมิวเตอร์ และแปรง ๆ นั้นมีหน้าที่ลัดวงจรขดลวดในอเมเจอร์นอกจากนี้ยังมีขดลวดเหนี่ยวนำ อีกชุดหนึ่งวางไว้ ณ มุมไฟฟ้า 90 กับขดฟิวส์

ขดเหนี่ยวนำชุดที่สองนี้มีหน้าที่เหนี่ยวนำให้เกิดกระแสไหลในโรเตอร์ในทิศทางไหลเช่นเดียวกับโรเตอร์ของมอเตอร์อนุกรมไฟตรง ทำให้เกิดทอดสตาร์ตสูง

4. Repulsion induction motors

มอเตอร์ชนิดนี้เป็นรีมัลชั่นมอเตอร์ (ผิดกับหัวข้อ 3 ข้างต้นซึ่งมิได้เป็นรีพัลชั่นมอเตอร์แต่เป็นมอเตอร์ที่สตาตด้วยแรงรีพัลชั่นกับเดินด้วยวิธีมอเตอร์เหนี่ยวนำธรรมดา)ใช้มากกับงานที่ต้องปรับค่าความเร็วรอบขณะใช้งานได้ดี โดยปรับปรุงมุมเอียงของแปรงที่จะกดลงเพื่อลัดวงจรขดในโรเตอร์ งานรีพัลชั่นมอเตอร์จึงเป็นงานที่ต้องปรับค่าความเร็วรอบมอเตอร์ขั้นต่าง ๆ ได้เป็นพิเศษนั้นเอง

ขดสตาร์ตเตอร์ของมอเตอร์ชนิดนี้ยังคงต่อตรงวงจรไฟกำลังอย่างเดิม ขดโรเตอร์นั้นต่อเข้าคอมพิวเตอร์ และมีแปรงกดลงลัดวงจรโรเตอร์ได้ในลักษณะที่ทำให้แกนสนามแม่เหล็กของโรเตอร์กระทำเอียงเป็นมุมกับแกนสนามแม่เหล็กในขดสตาร์ตเตอร์ต่าง ๆ กันทำให้ความเร็วรอบมอเตอร์เปลี่ยนแปลงได้ ส่วน Repulsion induction motors นั้นมีลักษณะสร้างแตกต่างออกไปบ้าง คือในโรเตอร์จะมีขดลวดแบบโรเตอร์กรงกระรอกเพิ่มขึ้นอีกส่วนหนึ่ง นอกเหนือจากขดของรีพัลชั่น มอเตอร์ตามปกติ ทำให้สามารถให้งานได้ทั้งความเร็วรอบคงที่และปรับค่าความเร็วรอบได้ด้วย

5. Shade - pole induction motors. (มอเตอร์เชดเดดโพล)

มอเตอร์เชดเดโพล มีที่ใช้งานแพร่หลายมากปกติเป็นมอเตอร์ขนาดเล็ก ๆ ไม่โตกว่า 200วัตต์ หรือ ¼ H.P. เลยใช้มอเตอร์เอนกประสงค์ที่มีความเร็วรอบคงที่สร้างได้ง่ายราคาถูก ทั้งทนทานและใช้งานไม่ต้องมีคอมมิวเตอร์สวิต แหวนเก็บไฟ แปรง กะวานา หรือขั้วสัมผัสใด ๆ เลย ปริมาณทอดสตาร์ตมีเท่า ๆ กับ Permanent - capacitor - motor คือมีไม่มากนัก

ประสิทธิภาพต่ำมากโดยที่เป็นมอเตอร์ขนาดเล็ก ค่าประสิทธิภาพก็ดีและค่าพาวเวอร์แฟคเตอร์ไม่เป็นเรื่องสำคัญเลย พบใช้งานทั่วไป เช่น เครื่องหมุนไก่อบ พัดลมขนาดเล็ก เครื่องฉายสไลด์ และงานใช้มอเตอร์ตัวเล็ก ๆ ทั้งหลาย บางครั้งสร้างติดมากับชุดเกียร์ทด เพื่อใช้ขับสิ่งของทั้งโชว์ด้วยความเร็วรอบต่ำ ๆ ก็มี

มอเตอร์ชนิดนี้หมุนได้ทางเดียว กลับทางไม่ได้ ตัวอย่างไดอาแกรมเซคเดกโฟลมอเตอร์นั้นเป็นเพราะขดประกอบจะต้องถูกลัดวงจรไว้เสมอ แต่การวางขดประกอบนั้นกระทำมุมไฟฟ้ากับสนามแม่เหล็กจากขดหลักมุมไฟฟ้าที่กระทำต่อกัน จะมีค่ามุมใดมุมหนึ่งไม่เกิน 90 การที่เกิดมุมเอียงเช่นว่านี้ ทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้นในขดประกอบด้วยเบื้องเฟสกันกับแรงดันในขดหลัก เกิดเป็นทอดเบา ๆ หมุนขับมอเตอร์ให้หมุนมอเตอร์เอนกประสงค์ที่มีความเร็วรอบคงที่สร้างได้ง่ายราคาถูก

6. Universal motors (ยูนิเวอร์แซลมอเตอร์)

ยูนิเวอร์แซลมอเตอร์ เป็นมอเตอร์อนุกรมไฟเฟสเดียว ใช้ได้กับทั้งไฟสลับ และไฟตรง ขนาดที่สร้างมักเป็นขนาดเล็กไม่โตกว่า 350 วัตต์ หรือสาเหตุที่สร้างไม่ได้โตเพราะมีปัญหาเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์จณะใช้ถังไฟสลับ ไฟสลับที่ใช้ได้ด้วย ได้กับทุกความถี่แต่ไม่เกิน 60 เฮิร์ต มอเตอร์ชนิดนี้เรียกว่า แต่ส่วนสมรรถนะกำลังต่อจำนวนมอเตอร์มากที่สุดเพราะหมุนได้ด้วยความเร็วรอบสูง ๆ ความเร็วรอบขณะไร้ภาระอยู่ในเกณฑ์สูงมาก บางครั้งถึง 20,000 รอบต่อนาทีก็มี แต่เรามักออกแบบสร้างโรเตอร์ มิให้หมุนได้เร็วถึงความเร็วรอบสูง ๆ ปกติพิสัยความเร็วรอบสูง ๆ ของมอเตอร์ชนิดนี้ คือระหว่าง 4,000 – 16,000 รอบต่อนาที

ยูนิเวอร์มอเตอร์ มิใช่มอเตอร์ที่บริษัทผู้สร้างสำเร็จขึ้นคอยจำหน่าย แต่มักสร้างจำหน่ายเป็นส่วนหนึ่งของเครื่องกล ที่นิยมมากคือเครื่องกลไฟฟ้าขนาดเล็ก เช่น สว่านมือไฟฟ้า เลื่อยกลมือ จักรเย็บผ้า เป็นต้น

งานติดตั้งมอเตอร์

ขั้นตอนสำคัญในการติดตั้งมี 3 ตอนคือ

1. งานติดตั้งฐานรองรับเครื่องจักรให้เข้าที่ (Machine support)
2. งานติดตั้งฐานรองรับ (Bedplates)
3. งานปรับศูนย์ (Aligument)

มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นเครื่องจักรกลชนิดหนึ่งที่เปลี่ยนพลังงานกลในรูปของการหมุนซึ่งสมารถนำไปใช้งานมอเตอร์ไฟฟ้าโดยทั่วไปประกอบด้วยขดลวดสองชุด ซึ่งลำเลียงกระแสไฟฟ้าที่ทให้เกิดแรงสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่ทำให้เกิดแรงสนามแม่เหล็กไฟฟ้า ขดลวดชุดนอกตรึงอยู่กับที่เรียกว่า สเตเตอร์ส่วนขดลวดชุดหมุนได้ เรียกว่า “ อาร์มาเจอร์ “

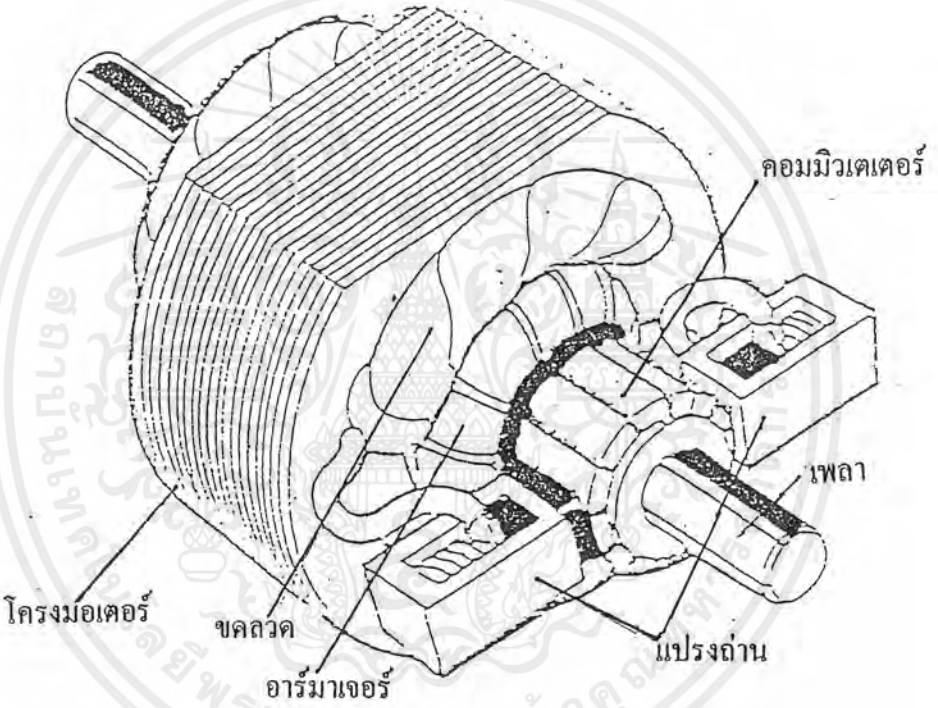
มอเตอร์ไฟฟ้าแบ่งออกเป็นสองพวกใหญ่ ๆ คือ มอเตอร์แบบยูนิเวอร์ซิล และมอเตอร์แบบอินดักชัน

มอเตอร์ไฟฟ้าแบบยูนิเวอร์ซัล

เมื่อกระแสไฟฟ้าถูกป้อนเข้ามอเตอร์ ไฟฟ้าแบบยูนิเวอร์ซัล กำลังบิดจนเพลาจะเกิดขึ้นทันที มอเตอร์ไฟฟ้าชนิดนี้มักพบในเครื่อง และเครื่องใช้ต่าง ๆ ที่พบเห็นกันตามบ้าน ได้แก่ สว่านไฟฟ้า เครื่องปั่นน้ำผลไม้ เครื่องผสมอาหาร เครื่องขัดกระดาษทราย และเลื่อย เป็นต้น มอเตอร์ชนิดนี้ ใช้ได้ทั้งกระแสไฟฟ้าสลับและกระแสไฟฟ้าตรง และใช้ได้กับอุปกรณ์ที่ใช้แบตเตอรี่ทั้งหมด

ภาพที่ 20

แสดงมอเตอร์ไฟฟ้ายูนิเวอร์ซัล

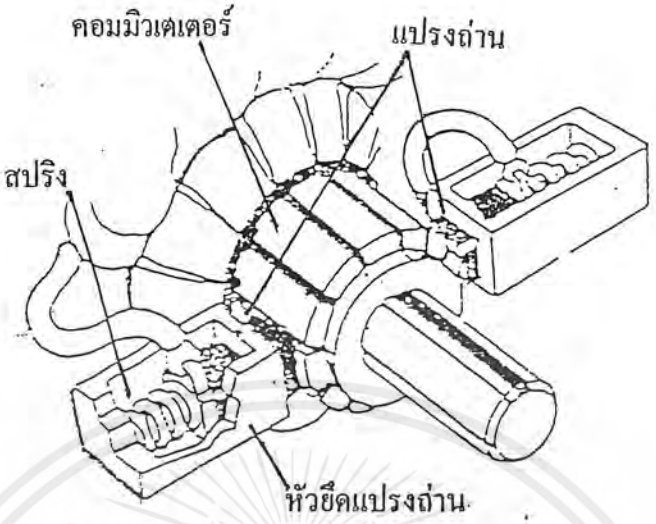


ขดลวดสตาร์ตเตอร์ประกอบด้วยชั้นเส้นลวดขนาดเล็กหลายชั้น อาร์มาเจอร์ประกอบด้วยห่วงเส้นลวดอิสระจำนวนหลายห่วง ปลายของห่วงเส้นลวดแต่ละห่วงต่อเข้ากับคอมมิวเตอร์ ซึ่งประกอบด้วยเสื้อทองแดงจำนวนมากพร้อมฉนวนกั้นแต่ละเสี้ยวทองแดงปลายทั้งสองข้างห่วงเส้นลวดต่ออยู่ระหว่างเสี้ยวทองแดงคู่ที่อยู่ตรงกันข้ามบนคอมมิวเตอร์

แปรงถ่านสัมผัสกับคอมมิวเตอร์อย่างราบเรียบโดยอาศัยแรงกดของสปริงเส้นลวดจากสเตเตอร์และอาร์มาเจอร์ต่อผ่านสวิตช์ไปยังสายไฟฟ้า ซึ่งเสียบเข้ากับปลั๊กไฟฟ้า

ภาพที่ 21

แสดงการเชื่อมต่อของมาร์มาเจอร์ กับคอมพิวเตอร์



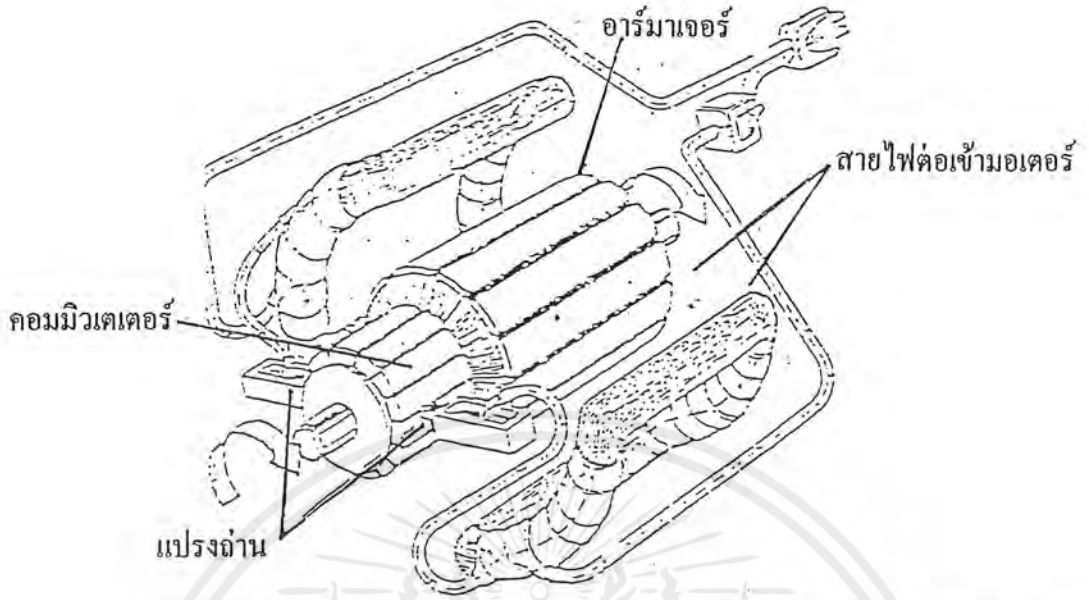
เมื่อโยกสวิตช์ให้กระแสไฟฟ้าไหลเข้ามอเตอร์ กระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านขดลวดสเตเตอร์ และขวดอาร์มาเจอร์เกิดสนามแม่เหล็กสวนทิศทางกัน เนื่องจากสเตเตอร์ตรึงอยู่กับที่ดังนั้น แรงผลักของสนามแม่เหล็กจะทำให้อามาเจอร์หมุนไป ในขณะที่อามาเจอร์หมุนไปนั้นแปรงถ่านจะสัมผัสกับเสี้ยวคอมพิวเตอร์คู่ใหม่ ซึ่งเกิดสนามแม่เหล็กสวนทิศทางกับสนามแม่เหล็กของสเตเตอร์ต่อไปอีก และเกิดแรงผลักติดต่อกัน ทำให้อาร์มาเจอร์หมุนได้ต่อไปอย่างต่อเนื่องด้วยอัตราเร็วรอบสูง

มอเตอร์ไฟฟ้าแบบอินดักชั่น

มอเตอร์ไฟฟ้าแบบอินดักชั่นจะแตกต่างจากยูนิเวอร์ซัล คือไม่มีแปรงถ่าน และคอมมิวเตเตอร์มอเตอร์แบบอินดักชัน สามารถทำงานได้เฉพาะกับกระแสไฟฟ้าสลับและต้องการตัวช่วยสตาร์ตด้วย เมื่อกระแสไฟฟ้าสลับถูกป้อนเข้าขดลวดสตาร์ตเตอร์ กระแสไฟฟ้านี้จะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กขึ้นในขดลวดสตาร์ตเตอร์ สนามแม่เหล็กนี้จะเหนี่ยวนำ ให้เกิดกระแสไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กในอาร์มาเจอร์ต่อไป โดยปกติแล้ว กระแสไฟฟ้าสลับจะเปลี่ยนทิศทางของสนามแม่เหล็กในสตาร์ตเตอร์วินาทีละ 100 ครั้ง ซึ่งเป็นผลทำให้สนามแม่เหล็กเหนี่ยวนำในอาร์มาเจอร์เกิดขึ้นครบวัฏจักรวินาที 50 รอบ สตาร์ตเตอร์ และอาร์มาเจอร์จึงเกิดแรงดูดและแรงผลักกระทำต่อกันสลับกันไป การเปลี่ยนแปลงสนามแม่เหล็กอย่างรวดเร็วในอาร์มาเจอร์ และสเตเตอร์จะเกิดแรงผลักกระทำต่อกันอย่างต่อเนื่องซึ่งทำให้อาร์มาเจอร์หมุนไปได้

ภาพที่ 22

แสดงมอเตอร์ไฟฟ้าแบบอินดักชั่น



มอเตอร์ไฟฟ้าแบบอินดักชันแยกออกเป็นประเภทต่าง ๆ คือ สปริค – เฟส, คาปาซิเตอร์ และเชดเดด – โพล

มอเตอร์ประเภทสปริต – เฟส ใช้ขดลวดพิเศษ ซึ่งเรียกว่า " ขดลวดสตาร์ต " ช่วยในการสตาร์ตมอเตอร์ขดลวดสตาร์ตประกอบด้วยขดลวดเส้นโต ซึ่งพันรอบขดลวดวิ่ง จำนวน 2 – 3 รอบ ขดลวดทั้งสองได้รับกระแสไฟฟ้าในช่วงเริ่มต้น และเกิดสนามแม่เหล็กอย่างแรงทำให้อาร์มาเจอร์เริ่มหมุนด้วยอัตราเร็วรอบสูง พอสวิตช์หนีศูนย์จะตัดกระแสไฟฟ้าออกจากขดลวดสตาร์ต มอเตอร์ประเภทสปริต – สตาร์ตนั้น คล้ายกับประเภทสปริต – เฟสมาก ต่างกันตรงที่มีคาปาซิเตอร์สำหรับสะสมพลังงานไฟฟ้าไว้ช่วยในการสตาร์ต ดังนั้นมอเตอร์จึงสามารถสตาร์ตภายใต้ภาระดังเช่น การขับ ปั๊ม หรือคอมเพรสเซอร์ได้

มอเตอร์ที่ใช้กระแสไฟสลับแม่เหล็กที่เกิดขึ้นจะเปลี่ยนกลับไปกลับมา 100 ครั้ง ต่อวินาที ดังนั้นในหนึ่งวัฏจักรจะประกอบด้วยครึ่งบวกและครึ่งลบ วัดจากจุดที่กระแสไฟฟ้าเป็นศูนย์ โดยปกติความถี่ของกระแสไฟฟ้าสลับในประเทศไทย คือ 50 เฮิร์ต หรือ วัฏจักร 50 รอบต่อวินาที ซึ่งก็หมายความว่าสนามแม่เหล็กเปลี่ยนกลับไปกลับมา 100 ครั้งต่อวินาทีนั่นเอง

เพลา

เพลาเป็นส่วนสำคัญที่สุดส่วนหนึ่งของเครื่องจักรทุกชนิด เครื่องจักรกลเกือบจะทุกประเภทมีส่วนหนึ่งที่ใช้ถ่ายทอดการหมุน หรือทั้งการหมุนและกำลังโดยอาศัยซ้อนส่วนที่สำคัญคือเพลา

ในบทนี้จะกล่าวถึงรายละเอียดของเพลาที่ใช้ถ่ายทอดกำลัง และลิ่มที่ถ่ายทอดโมเมนบิดจากเพลาเป็นส่วนใหญ่

ชนิดของเพลา

เพลาถ่ายทอดกำลังอาจจะแบ่งตามชนิดของโลด Load ได้ดังนี้

1. เพลาถ่ายทอดกำลัง Transnission shafts

ชนิดนี้ใช้รับเฉพาะการบิดอย่างเดียว หรืออาจจะรับทั้งการบิดและการดัดผสมกัน กำลังจะถ่ายทอดผ่านเพลาโดยอาศัยแผ่นประกบต่อเพลา Coulping เฟือง มู่เล่และสายพาน หรือจานโซ่และโซ่ ฯลฯ

2. เพลาสั้น Spindle

ในการใช้งานทั่วไปใช้รับเฉพาะการบิดเพียงอย่างเดียว มักจะมีขนาดค่อนข้างสั้น เช่นที่เพลาประธาน Main shaft ของเครื่องจักรกลต่าง ๆ เพลาพวกนี้ต้องการรูปร่างและขนาดที่ถูกต้องจริง ๆ แม้ในขณะที่ใช้งาน

3. เพลาคาน Axles

เพลาชนิดนี้ใช้ต่ออยู่ระหว่างล้อของรถยนต์ รถบรรทุก รถพ่วง ฯลฯ (บางครั้งเรียกว่าคาน) โดยปกติแล้วเพลาแบบนี้ไม่ได้ออกแบบไว้ให้หมุนแต่จะให้รับการดัดเพียงอย่างเดียว นอกจากในกรณีที่ถูกออกแบบให้ใช้เป็นเพลาขับเท่านั้น

นอกจากจะแบ่งเพลาตามชนิดของโลดแล้ว อาจจะแบ่งออกตามชนิดของรูปร่างได้อีก คือ เพลาตรง เพลาข้อเหวี่ยงใช้เป็นเพลาประธานของ เครื่องยนต์ลูกสูบ เพลาอ่อน Flexible shafts ที่ใช้ถ่ายทอดกำลังน้อย ๆ และในทิศทางใด ๆ เป็นต้น

จุดสำคัญในการออกแบบเพลา

ในการออกแบบเพลามีจุดที่ควรพิจารณา ดังนี้

1. ความแข็งแรงของเพลา

ดังได้กล่าวมาบ้างแล้วว่าเพลาที่ถ่ายทอดกำลังจะต้องรับการบิดและการดัดหรือทั้งสองอย่าง แต่มีเพลาบางแบบที่อาจจะรับการดึงหรือการอัดด้วย เช่น เพลาของกังหันน้ำแบบล้อ Water wheel หรือเพลาขับของเรือ

นอกจากนี้ยังจะต้องพิจารณาเรื่องการล้า การกระแทก หรืออิทธิพล ของการรวมจุดความเค้น Stress concentration เนื่องมาจากการเปลี่ยนขนาดเพื่อทำบ่า หรือเมื่อมีการเซาะร่องลิ่ม

ดังนั้น เพลาที่จะออกแบบต้องแข็งแรงพอที่จะรับโลดดังกล่าวทั้งหมดได้

2. ความแข็งแกร่งของเพลา

นอกจากจะต้องแข็งแรงพอแล้วในขณะทีใช้งานเพลาอาจจะโก่งหรือบิดเบี้ยวมาก อันอาจจะทำให้ผลิตผลที่ผลิตโดยเครื่องจักรนั้น ๆ ผิดพลาดไปหรือทำให้การขบกันของฟันเฟืองไม่สนิท

ทำให้เกิดเสียงดังและสั่นสะเทือนด้วยเหตุนี้ ในการออกแบบเพลาจึงต้องนำเอาความแข็งแกร่งเข้ามาพิจารณาร่วมกับความแข็งแรงด้วย แต่ทั้งนี้ก็ต้องพิจารณาประกอบด้วยว่าเพลานั้น ๆ ออกแบบขึ้นเพื่อใช้กับงานหรือเครื่องจักรกลชนิดใดด้วย

3. ความเร็ววิกฤติ

ถ้าความเร็วของเพลาถูกเพิ่มขึ้นมาก ๆ จะพบว่าที่ความเร็วหนึ่ง เพลามีความสั่นสะเทือนมากขึ้นอย่างผิดปกติในทันทีทันใด ความเร็วที่เกิดการสั่นสะเทือนมากนี้เรียกว่า ความเร็ววิกฤติ อาการเช่นนี้มักจะเกิดกับกังหันที่หมุนด้วยความเร็วสูง เครื่องยนต์สันดาปภายใน มอเตอร์ไฟฟ้า เป็นต้น หากเราทิ้งไว้ที่ความเร็วนี้เป็นเวลานานพอเพลาอาจเสียหาย ดังนั้น สำหรับชิ้นส่วนที่หมุนด้วย ความเร็วสูงจึงต้องระมัดระวังให้ความเร็วใช้งานต่ำกว่าความเร็ววิกฤตเสมอ

4. การกัดกร่อน

เพลาของเครื่องจักรกลบางชนิด เช่น เพลาขับของเรือ เพลาของปั๊ม ที่สัมผัสกับของเหลวที่มีการกัดกร่อนหรือเพลาของเครื่องจักรที่มีช่วงที่หยุดใช้ เป็นเวลานาน จะต้องเลือกทำด้วยวัสดุที่มีคุณสมบัติต่อต้านกับการกัดกร่อนได้ดี (รวมทั้งพลาสติกด้วย) การเลือกวัสดุที่ถูกต้องและเหมาะสมจะช่วยยืดอาจะการ ใช้งานของเครื่องจักร และลดเวลาที่ต้องหยุดซ่อมแซมก่อน

ตอนที่ 4 ข้อมูลชุดอุปกรณ์ไฟฟ้า (ศุลี บรรจงจิตร , 2530)

จากการออกแบบปรับปรุงผลิตภัณฑ์ในการวิจัยนี้จำเป็นทำการศึกษาระบบการทำงานของไฟฟ้า รวมทั้งชุดอุปกรณ์ที่มีความเกี่ยวข้องกับตัวผลิตภัณฑ์เพื่อนำมาใช้ในการพิจารณาในการออกแบบโดยแบ่งออกเป็นส่วนต่าง ๆ ดังนี้

สวิทซ์

สร้างข้อบกพร่องจะเป็นตัวนำที่ทำให้เกิดอาการข้อบกพร่องขึ้นนในตัวมอเตอร์โดยจะทำหน้าที่เป็นสวิทช์ตัดต่อวงจรคอยล์ภายในตัวมอเตอร์ เพื่อทำให้คอยล์ภายในมอเตอร์เกิดการลัดวงจร, สายขาดออกจากกันหรือไฟรั่วลงโครงมอเตอร์ เป็นการสร้างสถานะการสมมุติขึ้นมาโดยใช้สวิทช์ในการตัดต่อวงจร

สวิทช์เป็นสวิทช์ที่สามารถทนต่อกระแสไฟฟ้าได้สูง ทนทานต่อสภาพการใช้งานและมีขนาดเล็ก ติดตั้งได้ง่าย โดยมีรูปแบบของสวิทช์ที่นำมาพิจารณาดังนี้

1. สวิทช์กด (Push Button Switch) ทำงานโดยการใช้มือกดเพื่อให้วงจรต่อถึงกัน สามารถแบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ

1.1 สวิทช์กดติดปล่อยดับ (Momentary Switch) เป็นสวิทช์ที่มีขั้วอินพุต หรือเอาต์พุต ทั้งแบบขั้วเดียวหรือหลายขั้ว เมื่อกดปุ่มสวิทช์จะทำให้วงจรเปิด (ต่อถึงกัน) เฉพาะชั่งขณะที่กดเท่านั้น เมื่อปล่อยมือก็จะทำให้วงจรปิด ตัวอย่างของสวิทช์แบบนี้ คือ สวิทช์ของกริ่งประตูหน้าบ้าน เป็นต้น การใช้งานของสวิทช์กดติดปล่อยดับเหมาะสำหรับการปิดวงจรชั่ว

ขณะหนึ่ง แต่ต้องการเปิดวงจรตลอดเวลา

1.2 สวิทซ์กดติดกดดับ (Lock switch) เป็นสวิทซ์ที่เมื่อกดจะทำให้วงจรปิดและเมื่อกดอีกครั้งจะทำให้วงจรเปิด ปกติแล้วสวิทซ์แบบนี้เมื่อปิดวงจรแล้ว ตำแหน่งของปุ่มสวิทซ์จะอยู่ต่ำกว่าตำแหน่งขณะเปิด วงจรบางชนิดมีหลอดไฟอยู่ในตัวเมื่อกดปุ่มเปิดวงจรจะทำให้หลอดไฟสว่าง เพื่อจะให้รู้ว่าเครื่องมือกำลังทำงาน เมื่อกดสวิทซ์อีกครั้งวงจรก็จะดับสวิทซ์แบบนี้เป็นที่นิยมใช้กันทั่วไปในอุปกรณ์อิเลคทรอนิกส์

2. สวิทซ์โยก (Toggle Switch) ลักษณะการใช้งานเป็นการโยกก้านของสวิทซ์ที่โผล่ออกมาจากตัวสวิทซ์ให้เปิดหรือปิดวงจร สวิทซ์โยกในบางชนิดสามารถโยกได้ 3 ทาง กล่าวคือตำแหน่งกลางเป็นตำแหน่งที่วงจรเปิด ตำแหน่งที่โยกไปทางด้านหน้าหรือด้านหลังเป็นตำแหน่งที่ปิดวงจรขาอินพุต, เอาท์พุต มีมากกว่า 2 ขาขึ้นไป

3. สวิทซ์เลื่อน (Sliding Swith) ใช้งานด้วยการเลื่อนปุ่มสวิทซ์ไปมาบางชนิดอาจมี จังหวะการเลื่อนหลายช่วง จึงมีขาอินพุต, เอาท์พุต ได้หลายขา

4. สวิทซ์หมุน (Selector Switch or Rotary Switch) เป็นสวิทซ์ที่ใช้ในการหมุนเลือกช่องหรือทางเดินไฟฟ้าหลาย ๆ ทาง เช่น การเลือกชนิดเคลื่อนวิทยุ เป็นต้น มีจำนวนช่องให้เลือกได้หลายช่องและมีขาให้เลือกได้ตามที่ต้องการ

5. แดมเปอร์สวิทซ์ (Damper Switch) เป็นสวิทซ์ที่ใช้กันอยู่ในการเปิดปิดหลอดไฟ ภายในบ้านนั่นเอง ลักษณะของการเปิดปิดจะเป็นการกดปุ่มสวิทซ์ให้กระดกขึ้น หรือซ้ายขวาปกติจะมีขาเพียงสองขาเท่านั้น

6. ไมโครสวิทซ์ (Micro Switch) เป็นสวิทซ์ที่มีความเชื่อถือในการใช้งานสูง สามารถทนแรงดันและกระแสไฟฟ้าได้มาก ส่วนที่เป็นหน้าที่สัมผัสทำด้วยเงินหรือทอง ซึ่งเป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดี สวิทซ์จะทำงานโดยการกดที่คานหรือปุ่มสวิทซ์ แต่โดยปกติแล้วจะต้องมีกลไกที่จะมากดปุ่มนั้น เนื่องจากมีขนาดที่เล็กเกินไปที่มือจะใช้งานได้ถนัด ขาสำหรับอินพุตและเอาต์พุตมีตั้งแต่ 2 ขาขึ้นไป ไมโครสวิทซ์ส่วนมากจะออกแบบมาให้ใช้กับงานเฉพาะอย่างจึงมีรูปร่างแตกต่างกันไป

สายไฟฟ้าและอุปกรณ์

สายไฟฟ้า คือ สื่อนำกำลังไฟฟ้าจากจุดแหล่งจ่ายไฟ ไปยังจุดที่ต้องการใช้ไฟฟ้าในระบบไฟฟ้า ลักษณะสำคัญของสายไฟฟ้านั้นจะดูที่ความสามารถที่ยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลได้สูงสุดเท่าใด ชนิดของชนวนและส่วนที่หุ้ม (Jecket) ประเภทใช้งาน สภาพแข็งแรงทางกล

ปกติวิธีที่จะต่อสายไฟฟ้าหรือสายเคเบิล ดูที่จำนวนและขนาดของโลหะตัวนำชนิดฉนวน ประเภทที่ใช้งานขนาดของแรงดันที่สายไฟฟ้าทนได้ ชนิดของโลหะตัวนำแบบอบหรือรีดแข็ง หรือนำมาชุบดีบุกอีกครั้งหนึ่ง

ชนิดสายไฟฟ้าแบ่งได้ 2 ชนิด คือ

1. ชนิดไม่มีสายฉนวนห่อหุ้มภายนอก (Bare Wire) หรือสายเปลือยจุกระแสได้มากว่าสายหุ้มฉนวน ซึ่งมีขนาดและพื้นที่หน้าตัดเกือบเท่าตัว ควรไว้ในที่สูง(เพื่อความปลอดภัย) หรือลมโกรกเสมอ ไม่ร้อน ใช้กับการจ่ายไฟฟ้าแรงสูง หรือเดินภายนอกอาคาร

สายที่มีฉนวนห่อหุ้ม (Insulated Wire) ใช้ตามบ้านเรือน โรงงาน อุตสาหกรรม วงจรอิเลคทรอนิกส์ วงจรสื่อสารคมนาคม เพราะให้ความปลอดภัยป้องกันความเชื้อบางชนิด ป้องกันความร้อนได้ แบ่งเป็นประเภทย่อย ๆ ได้ 6 ประเภท คือ

2.1 สายหุ้มยาง (Rubber Insulated Wire or Valcanized) Rubber Couer เป็นสายไฟฟ้าที่หุ้มยางมีทั้งแบบธรรมดาและทนความร้อน อายุการใช้งานสั้น ยางจะเปื่อยและเสื่อมคุณภาพ ปัจจุบันไม่ค่อยนิยมใช้

2.2 สายหุ้มด้วยถัก (Cotton Braid) ลักษณะเหมือนกับประเภทสายไฟฟ้าหุ้มยาง แต่ภายนอกมีด้ายถักห่อหุ้มไว้อีกชั้นหนึ่งหรือมากกว่า ใช้กับเตารีดและเครื่องใช้ไฟฟ้า

2.3 สายหุ้ม พีวีซี ทนต่อสภาพแวดล้อมดินฟ้าอากาศ ไม่ติดไฟ ทนต่อความร้อน เหนียวไม่เปื่อยง่าย ใช้เดินภายในอาคาร (ติดผนัง)

2.4 สายหุ้มพลาสติกธรรมดา เป็นสายอ่อนแบบสะแตรนเป็นสายไม่ถาวร ติดไฟง่าย

2.5 สายอินาเมล (Enamel Couer หรือสายเคลือบน้ำยาเป็นสายเปลือยเคลือบน้ำยาเคมี ใช้พันขดลวดไดนาโมมอเตอร์ หม้อแปลงไฟฟ้า เป็นต้น

2.6 สายที่มีเปลือกโลหะหุ้ม นิยมใช้ฝังผนังกำแพง หรือดิน ราคาสูง

ลักษณะของตัวนำไฟฟ้ามีอยู่ 2 แบบ คือ แบบโซลิด (Solid) และแบบสะแตรน (Stranded) แบบโซลิด หมายถึงมีลวดตัวนำเพียงเส้นเดียว แบบสะแตรนหมายถึงประกอบด้วยตัวนำเส้นเล็ก ๆ หลาย ๆ ตวัดเข้าด้วยกัน เพื่อให้สายไฟฟ้างอได้สะดวก และหักยากกว่า แต่มีราคาแพง

ขนาดของสายวัดจากพื้นที่หน้าตัดของสายตัวนำมีหน่วยเป็นตารางมิลลิเมตร หรือ SQ ของขนาดเป็นเบอร์ (#) เลขจำนวนสายขนาดใหญ่

ข้อความที่พิมพ์บนสายเคเบิ้ลแบบเปลือยกอโลห์จะแสดงรายละเอียดเกี่ยวกับคุณสมบัติของไฟฟ้าเส้นนั้น เช่น

14/2 W / GR Type NM

หมายถึง

14/2 คือ ขนาดของสายไฟ (14) และจำนวนตัวนำ (2)

W/GR คือ บอกว่ามีสายดินแยกไว้ต่างหาก

Type NM คือ ชนิดของสายเคเบิลที่มีเปลือกอโลหะ และคุณสมบัติของสาย (NM หรือ NMC เป็นสายชนิดที่มีการป้องกันความชื้นและช่วยการติดไฟได้)

ฉนวนหุ้มสายไฟฟ้า ทำหน้าที่ป้องกันไม่ให้ตัวนำแตะกับสายอื่น ตัวนำอื่น ๆ และต้องป้องกันตัวนำจากความร้อนของเหลวที่กัดกร่อนได้ หรือ น้ำ สายไฟ จะต้องกำหนดการเป็นฉนวนด้วยค่าแรงดันไฟฟ้า เช่น 300, 600, 1,000, โวลล์ การนำไปใช้งานจะต้องมีแรงดันไม่เกินที่กำหนดให้ ถ้าเกินกำหนดฉนวนของสายไฟฟ้าจะเบรคดาวน์ (Breakdown) คือ เจาะทะลุทำให้เกิดการลัดวงจร

ฉนวนที่ใช้หุ้มสายไฟฟ้า ได้แก่ แอสเบสตอส (Abbestow) ยางทนความร้อน (Heatresestance) สารเทอร์โมพลาสติก พีวีซี (Theremoplasic Polivenyl Chloide rubber) สารเทอร์โมเซทติ้ง พีอี (Theremosetting Polyetylene) เป็นต้น

ระบบไฟฟ้า (Electricity System)

ไฟฟ้าแบ่งเป็นสองชนิดใหญ่ ๆ คือ ไฟฟ้าสถิตย์กับไฟฟ้ากระแส ไฟฟ้าที่นำมาใช้ประโยชน์ได้งานได้ คือ ไฟฟ้ากระแสซึ่งแบ่งได้ 2 ชนิด คือ

1. ไฟฟ้ากระแสตรง (Direct Current) หรือ D.C.

เป็นไฟฟ้ากระแสที่มีทิศทางเคลื่อนที่ของกระแสไฟฟ้าทิศทางเดียว ได้จากพลังงานเคมี หรือเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง (D.C. Generator or dynamo)

2. ไฟฟ้ากระแสสลับ (Alternation Current) หรือ A.C.

เป็นกระแสสลับเป็นไฟฟ้ากระแสที่มีทิศทางการเคลื่อนที่ของกระแสไม่แน่นอนจะมีค่าเปลี่ยนแปลงทั้งค่าบวกและลบ ได้จากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ใช้ในบ้านพักอาศัย สถานที่ประกอบการต่าง ๆ โดยปกติจะใช้แรงเคลื่อนที่ 220 Volt (ประเทศไทย) สำหรับโรงงานอุตสาหกรรมอาจใช้ระบบ 380 Volt

สำหรับศัพท์เทคนิคของระบบไฟฟ้าที่กล่าวถึงบ่อย ๆ จะนำมาอธิบายดังต่อไปนี้

ตัวนำ (Conductor) สารที่ยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านมันเองได้ง่าย

ไฟฟ้า (Electricity) การเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนผ่านตัวนำไฟฟ้า

ความนำไฟฟ้า หรือความเป็นสื่อไฟฟ้า (Conducatanc) ความสะดวกสบายต่อการไหลผ่านของกระแสไฟฟ้าในวงจร

ฉนวนไฟฟ้า (Insulator) วัตถุที่มีคุณสมบัติด้านทานการไหลของกระแสไฟฟ้าอาจกล่าวได้ว่า สารนั้นขัดขวางการเคลื่อนที่ของอิเลคตรอน

ขั้วไฟฟ้า (Polarity) คุณสมบัติ ของประจุไฟฟ้าที่แสดงออกมาซึ่งจะมีค่าเป็นบวกหรือลบ

กำลังไฟฟ้า (Electric Power) อัตราการผลิตหรือใช้พลังงานไฟฟ้าใน 1 หน่วยเวลา มีหน่วยเป็นวัตต์ (Watt) ใช้ตัวย่อ W หน่วยวัดกำลังไฟฟ้าในเวลา 1 ชั่วโมง เรียกว่า กิโลวัตต์ – ชั่วโมง (Kilowatt – hour หรือ KWH) เรียกว่า ยูนิต (Unit)

วงจรไฟฟ้า (Circuit) การเดินไฟฟ้าที่ต่อถึงกัน และกระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ด้วย

วงจรเปิด (Open circuit) สภาวะการณ์ที่ทางเดินของไฟฟ้าขาดวงจรไม่ครบวงจรทำให้กระแสไฟฟ้าไหลไม่ได้

วงจรลัด (Short circuit) สภาวะการณ์ที่เกิดมีการลัดวงจรทางเดินของไฟฟ้า

แอมแปร์ (Ampere) หน่วยวัดค่าอัตราการไหลของไฟฟ้าที่ผ่านตัวนำ ใช้สัญลักษณ์ A หรือ AMP. แทน

เฮริตซ์ (Herts) หน่วยวัดความถี่มีค่าเป็นรอบ (ไซเคิล) ต่อวินาที ใช้สัญลักษณ์ H

โอห์ม (Ohm) หน่วยของความต้านทานทางไฟฟ้า

โวลท์ (Volt) หนวยวัดแรงดันไฟฟ้าหรือแรงที่ทำให้เกิดมีการเคลื่อนที่ทำให้เกิดมีการเคลื่อนที่ของอิเลคตรอนภายในไฟฟ้า ใช้สัญลักษณ์ V , E หรือ EMP

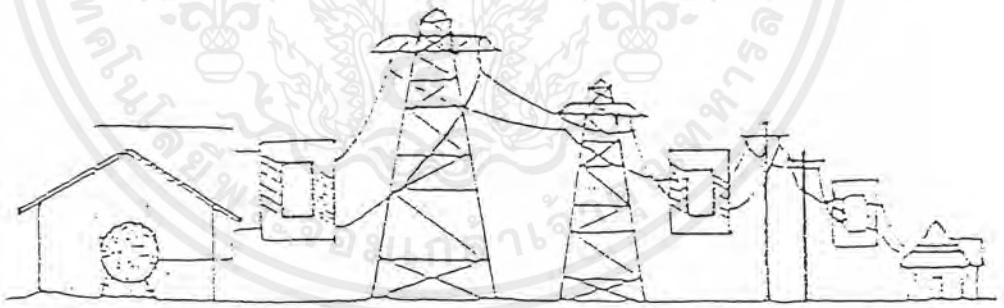
เฟส (Phase) ชนิดของระบบไฟฟ้ามี 1 เฟส 2 สาย และ 3 เฟส 4 สาย

แหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้า (Electric Soures) แหล่งกำเนิดไฟฟ้าที่เป็นตัวจ่ายกำลังไฟฟ้าให้กับวงจร

โหลด (Load) อุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้า ออกมาเป็นพลังงานกระแสสลับ

ภาพที่ 23

แสดงลักษณะแรงเคลื่อนกระแสไฟฟ้ากระแสสลับ



โรงต้นกำลังไฟฟ้า นอกเมือง ในเมือง บ้าน

ตอนที่ 5 การศึกษาข้อมูลเรื่องขนาดสัดส่วน (สาคร คันธโชติ : 2529)

ความรู้เกี่ยวกับมาตราฐานเรื่องสัดส่วนของมนุษย์นั้นได้มีการศึกษามานานแล้วก่อน ค.ศ. 3000 จากหลักฐานการค้นพบจากสุสานในพีระมิดของเมนฟิส (Memphis) จากนั้นได้มีนักวิทยาศาสตร์และนักศิลปศาสตร์กำการศึกษาในเรื่องนี้เรื่อยมา

การเรียนรู้เกี่ยวกับมาตรฐานเรื่องสัดส่วนของมนุษย์ ได้ทำการศึกษาจากซากศพของมเหสีฟาโรห์ซึ่งอยู่ในยุค Ptoltmaic ของกรีกและโรมัน และเป็นที่ยอมรับในมาตรฐานเรื่องสัดส่วนของมนุษย์ในเวลานั้นโดยการสอนของ Alberti , Leonarde da Vinci , micchelanlangelo และคนอื่น ๆ โดยเฉพาะ Diirer เป็นคนสำคัญในการวางรากฐานการศึกษาเรื่องนี้ได้จัดระบบการวิดสัดส่วนของมนุษย์ เช่น ความยาวของศีรษะ หน้า เท้า และแบ่งส่วนย่อยรายละเอียดอื่น ๆ ที่สัมพันธ์กันของแต่ส่วน ซึ่งกลายเป็นมาตรฐานที่ใช้กันในทุกวันนี้ ในสมัยใหม่ยอมรับระบบการจัดเป็นฟุตและหลา

วิธีการวัดสัดส่วนของมนุษย์ (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย : 2533)

Diirer ได้ค้นพบวิธีการวัดสัดส่วนของมนุษย์ ซึ่งเป็นที่ยอมรับและเห็นพ้องต้องกันทั่ว ๆ ไปโดยเขาเริ่มวัดความสูงของร่างกายมนุษย์และกำหนดส่วนย่อยไว้ดังต่อไปนี้

1/2 ของความสูงทั้งหมด = ครึ่งหนึ่งของร่างกายวัดจากต้นขาหรือขาหนีบขึ้นไปถึงศีรษะส่วนบน

1/4 ของความสูงทั้งหมด = ความยาวของขาวัดจากข้อเท้าถึงหัวเข่าและจากปลายคางถึงสะดือ

1/6 ของความสูงทั้งหมด = ความยาวของเท้า

1/8 ของความสูงทั้งหมด = ความสูงของศีรษะส่วนบนถึงปลายคางและปลายคางถึงราวนม

1/10 ของความสูงทั้งหมด = ความสูงและความกว้างของใบหน้าถึงหูด้วยและความยาวของมือถึงข้อมือ

1/12 ของความสูงทั้งหมด = ความกว้างของใบหน้าวัดจากปลายจมูกส่วนล่างสุดและในแบ่งสัดส่วนของมนุษย์นั้นแบ่งเป็นส่วนย่อยได้ 1/40 ของความสูงทั้งหมดของร่างกาย

ขนาดสัดส่วนผู้ใช้

สัดส่วนของมนุษย์ แบ่งออกเป็นลักษณะรูปทรงใหญ่ 2 ประเภท คือ รูปร่างผอม รูปร่างปานกลาง รูปร่างอ้วน โดยใช้ข้อมูลคิดเฉลี่ยขนาดรูปร่างทั้ง 3 เฉลี่ยปรากฏดังนี้

ข้อมูลเกี่ยวกับ สรีระศาสตร์

1. ขนาดสัดส่วนทางกายภาพของคนไทย

การพิจารณาถึงขนาดเฉลี่ยของมิติส่วนต่าง ๆ ของร่างกายเพื่อนำไปใช้งานนั้น มักจะเกิดความผิดพลาดขึ้นได้เสมอ เนื่องจากว่าขนาดเฉลี่ยเป็นเพียงแค่ตัวเลขแทนขนาดของคนกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งแระมาณ 50 % จะมีขนาดโตกว่าและส่วนหนึ่งประมาณ 50 % จะมีขนาดเล็กกว่า Average Size ดังนั้นการออกแบบโดยถือแนวความคิดนี้ จะสนองผู้ใช้ได้ดีก็เพียงส่วนน้อย หรืออย่างมากที่สุดก็ไม่เกิน 50% ของจำนวนผู้ใช้ทั้งหมด

มิติจะนำไปใช้งานในการออกแบบผลิตภัณฑ์ทางอุตสาหกรรมที่ดีที่สุดควรใช้ได้ดีสะดวกเหมาะสมกับผู้ใช้ให้ได้มากที่สุด อาจถึง 80 % หรือ 90 % ของผู้ใช้ทั้งหมด ซึ่งมีทั้งค่าต่ำสุด (Min) ค่าสูงสุด (Max) และค่าเฉลี่ย (Mean) ให้เหมาะสมกับงานออกแบบนั้น ๆ

การที่จะกำหนดค่าใดเป็นมิติวิกฤตขึ้นอยู่กับการนำไปใช้ ซึ่งแต่ละกรณีจะไม่เหมือนกันตัวอย่างเช่น การนำมิติหมายเลข (1) ความสูงยืนไปใช้กำหนดความสูง (ที่ต่ำสุด) สำหรับช่องประตู ค่าที่นำไปกำหนดเป็นมิติวิกฤต เป็นค่า Max หรือ การนำมิติหมายเลข (5) ความสูงที่เอื้อมมือขึ้นบน ไปใช้ในการกำหนดความสูงของชั้นวางของ (Shelf) ค่าที่กำหนดให้เป็นมิติวิกฤต คือ ค่า Min การพิจารณาเลือกกำหนดมิติวิกฤตถือหลักว่า มิติวิกฤตที่เลือกจะต้องไปช่วยให้งานออกแบบไปใช้ได้ดีสะดวกสบายกับผู้ใช้ทุกขนาด หรือใช้ได้กว้างขวางที่สุด

ตารางที่ 6

ตารางแสดง ตัวเลขมิติส่วนต่าง ๆ ของร่างกายต่อความสูงยืน และมิติวิกฤตของชาย – หญิงไทย เฉลี่ยที่มี อายุระหว่าง 18 – 40 ปี

ที่	มิติต่าง ๆ ของร่างกาย	ความสูงยืนต่ำสุด	ความสูงยืนเฉลี่ย	ความสูงยืนสูงสุด
1	ความสูงยืน	148.30	160.60	173.27
2	ความสูงระดับสายตา	138.36	140.63	161.66
3	ความสูงระดับไหล่	122.64	132.81	143.29
4	ความสูงระดับมือ	64.80	70.81	75.71
5	ระยะเอื้อมแขนไปข้างหน้า	72.81	78.85	85.71
6	ความกว้างกางแขน	152.56	184.13	177.08
7	ความกว้างระหว่างศอก	38.85	42.07	45.37
8	ความกว้างของไหล่	37.51	40.63	43.83

ตารางที่ 7

แสดงมิติส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย

หมายเลข	มิติส่วนต่าง ๆของร่างกาย	อัตราส่วน	ความสูงคน		
			ต่ำสุด	เฉลี่ย	สูงสุด
1	ความสูงยืน	1,000	148.30	100.60	173.27
2	ความสูงระดับสายตา	0,933	138.36	149.63	101.60
3	ความสูงระดับไหล่	0,227	122.64	132.81	145.29
4	ความสูงระดับมือ	0,437	64.80	70.18	75.71
5	ความสูงเอื้อมมือขึ้นบน	1,255	180.11	201.55	217.45
6	ความสูงนั่ง	0,523	77.56	83.99	90.62
7	ความสูงระดับตา	0,460	88.21	79.87	79.70
8	ความสูงระดับที่นั่งถึงระดับไหล่	0,354	52.49	56.85	80.33
9	ความสูงจากที่นั่งถึงข้อศอก	0,143	21.20	22.98	24.77
10	ความสูงจากที่นั่งถึงตอนบนของขาอ่อน	0,082	12.16	13.12	14.20
11	ความสูงจากพื้นถึงตอนบนของเข่า	0,303	44.93	48.66	52.50
12	ความสูงจากพื้นถึงขาอ่อนตอนล่าง	0,218	32.32	35.01	37.77
13	ระยะหน้าท้องถึงเข่า	0,233	33.07	.5.81	38.63
14	ระยะจากก้นถึงระดับน่องตอนบน	0,254	37.66	40.79	44.01
15	ระยะจากก้นถึงเข่า	0,329	48.79	52.83	67.00
16	ความยาวของขาเหยียบตรง	0,626	92.83	100.53	108.40
17	ความกว้างของที่นั่ง	0,226	33.51	36.29	39.15
18	ระยะเอื้อมแขนไว้ข้างหน้า	0,481	72.81	78.85	85.07
19	ความกว้างกางแขน	1,022	151.50	164.13	177.08
20	ความกว้างระหว่างศอก	0,202	38.85	42.07	45.37
21	ความกว้างของไหล่	0,253	37.51	40.63	43.80

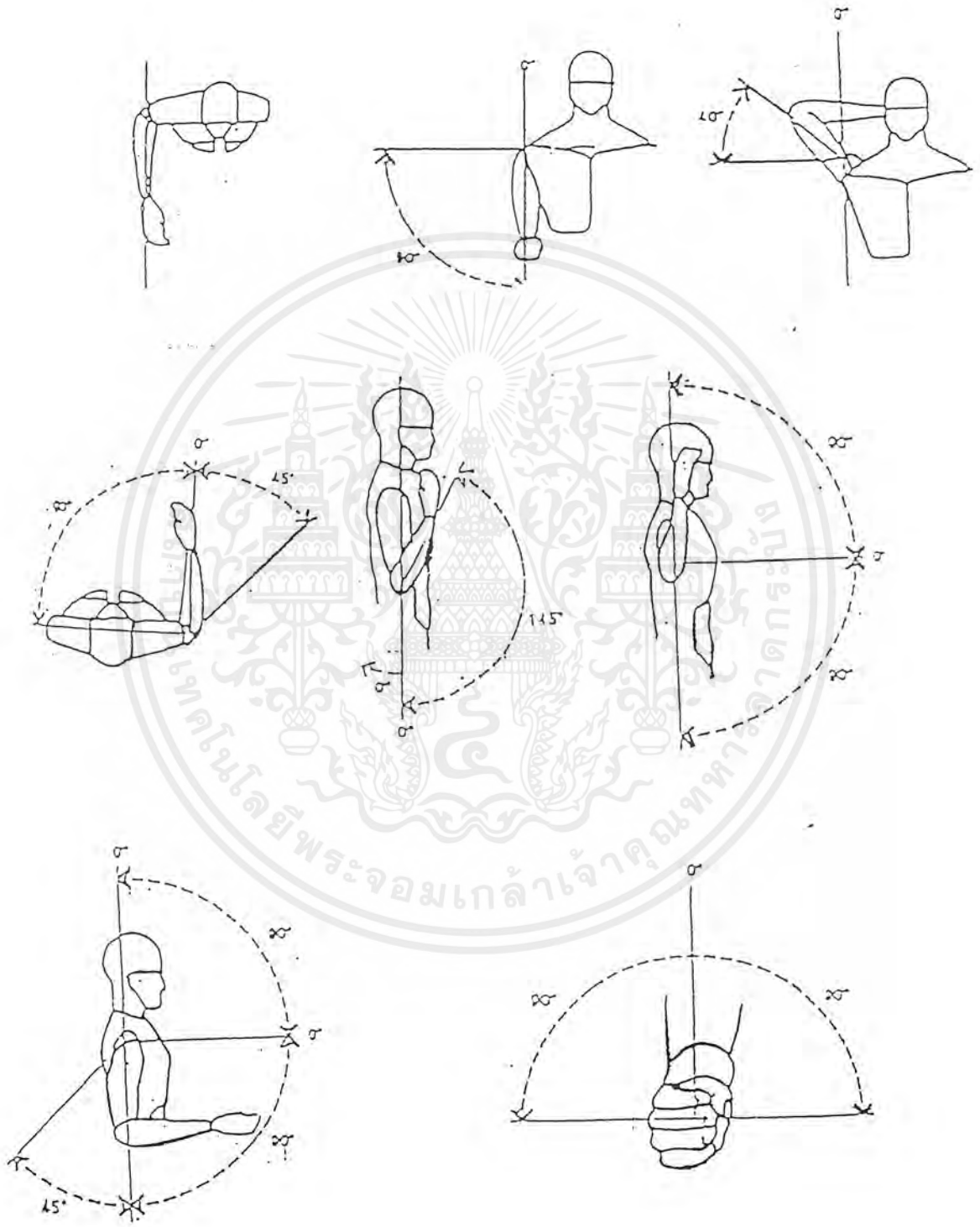
ตารางที่ 8

แสดงความสูงยืนสูงสุด การยืนต่ำสุด ความสูงเฉลี่ย
และน้ำหนักเฉลี่ยของคนไทย (ชาย-หญิง) อายุระหว่าง 13-40

อายุ (ปี)	ความสูงเฉลี่ย (ซม.)	ความสูงสุด (ซม.)	ความสูงต่ำสุด (ซม.)	น้ำหนักเฉลี่ย (กก.)	จำนวน (คน)
13	146.96	199.0	112.00	37.41	5914
14	151.44	195.00	112.00	41.36	9714
15	155.44	184.00	118.00	44.65	10734
16	157.77	189.00	107.00	47.03	10114
17	159.65	185.00	106.00	48.63	8195
18	160.76	186.00	132.00	49.84	5695
19	161.95	189.00	137.00	56.64	3266
20	162.43	185.00	130.00	51.07	2336
21	162.17	192.00	142.00	51.03	1756
22	161.54	186.00	142.00	50.75	1687
23	161.12	182.00	140.00	50.75	1154
24	161.06	184.00	143.00	50.98	978
25	160.33	185.00	140.00	50.69	689
26	160.33	188.00	140.00	51.82	548
27	160.08	183.00	138.00	81.07	544
28	160.90	183.00	144.50	52.97	503
29	190.93	180.00	135.00	53.24	506
30	159.49	181.00	142.00	52.62	612
31	159.86	180.00	139.00	53.16	474
32	159.57	180.00	141.00	53.32	715
33	159.43	180.00	141.00	53.57	680
34	159.44	184.00	140.50	53.87	713
35	159.62	182.00	135.00	54.50	585
36	159.89	186.00	137.00	54.84	514
37	159.49	184.00	140.00	54.16	423
38	159.54	180.00	140.00	55.13	357
39	159.82	178.00	141.00	55.53	362
40	159.80	187.00	144.50	55.51	322

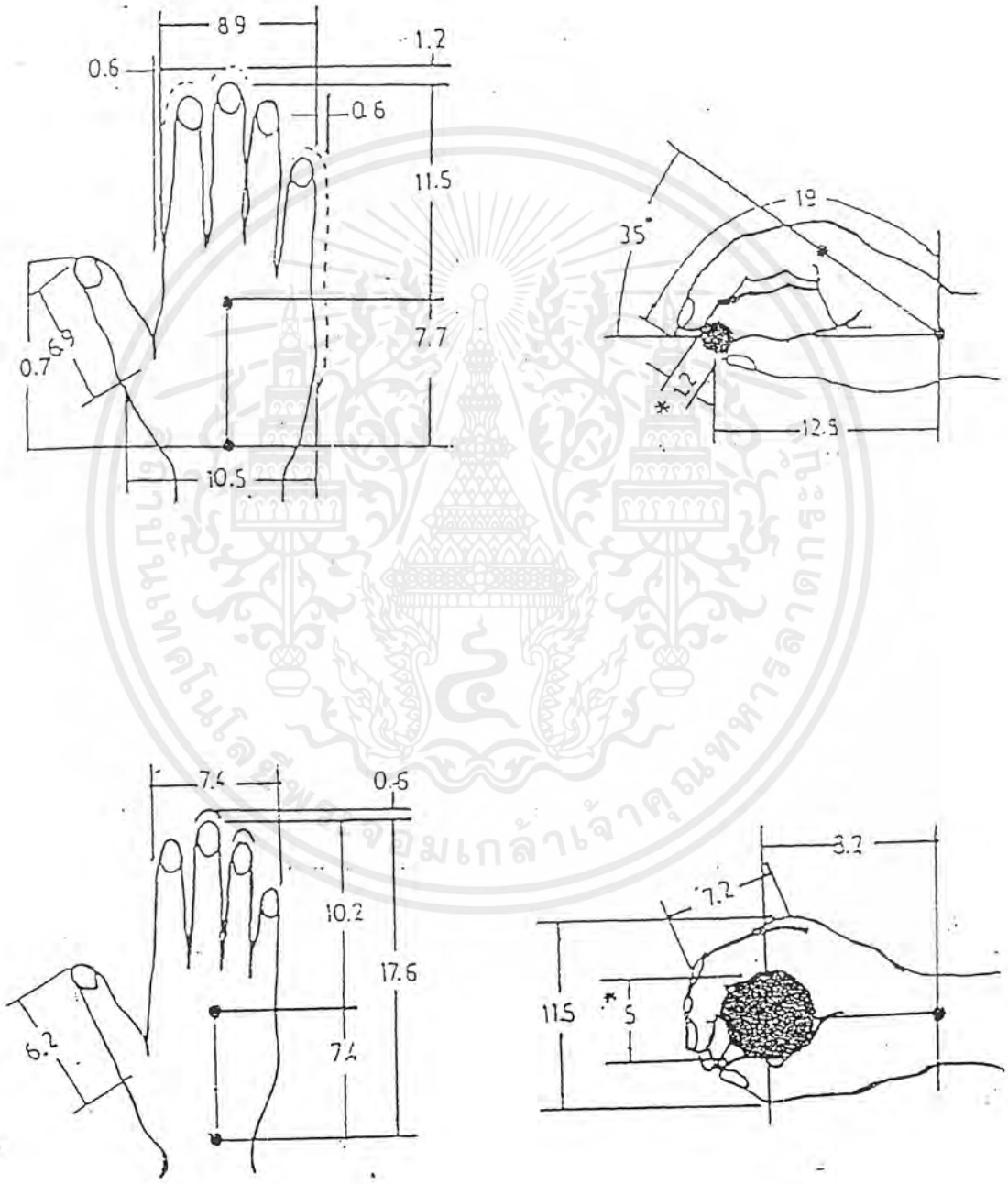
ภาพที่ 24

แสดงลักษณะสัดส่วนของมุมการพับงอของแขน


45°
45°
45°

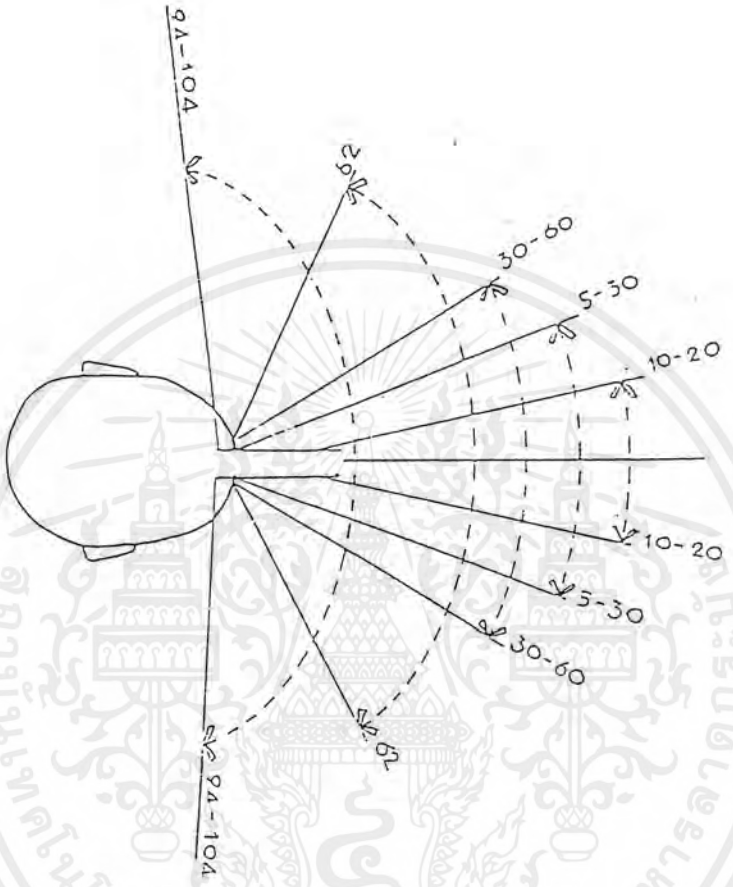
ภาพที่ 25

แสดงขนาดสัดส่วนของมือ



ภาพที่ 26

แสดงการศึกษาเกี่ยวกับมุมมองต่างๆในระนาบจากด้านบน



การศึกษามุมมองจากด้านบนสามารถสรุปตัวเลขต่างๆเพื่อเป็นพื้นฐานและแนวทางในการออกแบบปุ่มกดให้เหมาะสมต่อไป

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

ตอนที่ 6 ศึกษาข้อมูลจิตวิทยาเรื่องสี (สาคร คันธโชติ : 2534)

โดยทั่วไปแล้วการออกแบบผลิตภัณฑ์ใด ๆ ก็ตามจะมองข้ามในเรื่องนี้ไม่ได้เป็นอันขาดเพราะเป็นสิ่งจำเป็นมากต่อการออกแบบ ความรู้สึกของผู้พบเห็นความสวยงาม นอกจากนี้ยังสามารถเตือนผู้ใช้ให้ระวังในส่วนที่จะเป็นอันตรายได้อีกด้วย

MUNSEL สามารถแบ่งสีเป็น 2 ประเภท คือ สีร้อนและสีเย็น

สีร้อน คือ สีที่ดูดความรู้สึก (Advancing color) มีความรู้สึกอบอุ่น ให้ความรู้สึกสะดุดตา เมื่อมองไกลเป็นสีที่ให้ความกระชุ่มกระชวย

สีเย็น คือ สีไม่ดึงดูดความรู้สึก ไม่สะดุดตา ให้ความรู้สึกสบายตามองได้นาน ๆ โดยไม่ระคายเคือง

การเลือกสีกับผลิตภัณฑ์ นอกจากต้องการความสวยงาม สียังมีอิทธิพลในการทำให้เกิดความรู้สึกทางด้านอื่น ซึ่งเป็นผลต่อการใช้ผลิตภัณฑ์อยู่มาก

อิทธิพลของสีที่มีต่อความรู้สึก

ต่อไปนี้เป็นลักษณะของสีเกี่ยวกับความรู้สึก โดยแบ่งสีออกเป็นสกุลใหญ่ ๆ คือ

1. สีแดง จัดอยู่ในพวกสีร้อน ไม่เพียงแต่ให้ความรู้สึกตื่นเต้นเร้าใจในทางโบราณถือว่าเป็นสีที่เกี่ยวข้องกับอันตราย เป็นสีต้องห้าม การระมัดระวังการใช้พวกสกุลสีแดงสำหรับผลิตภัณฑ์เพียงเล็กน้อยอาจทำให้ผลิตภัณฑ์เด่นขึ้นมาได้ แต่ถ้าใช้มากเกินไปอีกใช้สีสดก็จะมีผลทางจิตวิทยาได้เช่นกัน

2. สีส้ม เป็นสีสดในมองเห็นได้ไกล แสดงความรู้สึกเตือนภัยอยู่ตลอดเวลา เมื่อใช้กับผลิตภัณฑ์ทำให้เกิดความรู้สึกสะอาด ดูเบาขึ้น

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

4. สีเหลืองเนย (Butter yellow) ทำให้ผลิตภัณฑ์ดูสว่างขึ้น

5. สีเหลืองขาว ช่วยในด้านความเย็น แต่อย่างไรก็ตามสีเหลืองทำให้ดูสำหรับว่าสกปรกง่าย แต่ถ้าเบรคสีส้กเล็กน้อยก็จะทำให้ช่วยได้บ้างแต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัสดุที่ใช้ด้วย

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

7. สีน้ำเงิน จัดอยู่ในพวกสีเย็น สีน้ำเงินเข้มทำให้ความรู้สึกลึกลับทำให้เกิดสมาธิเป็นสีที่บอกถึงความสุภาพ ความหนักแน่น สีน้ำเงินอ่อน เช่น สีน้ำทะเล หรือฟ้าจะมีความสดใสถ้าอมเขียวเล็กน้อยสามารถให้ความรู้สึกตื่นเต้นได้

8. สีเขียว ให้ความรู้สึกสดชื่นกระชุ่มกระชวย ใช้พักสายตาได้ สีเขียวใบไม้หรือเขียวเข้มใช้ได้ในการเน้นส่วนพื้นหรือฐาน แสดงกับความสงบเยือกเย็นได้

9. สีน้ำตาล จัดอยู่ในพวกสีอุ่น เป็นสีที่ให้ความรู้สึกแห้งแล้งไม่ให้ความหักห่อน ใช้โดด ๆ จะทำให้เกิดความรู้สึกสลดหดหู่ใจ

10. สีเทา ให้ความรู้สึกภูมิฐานเคร่งขรึมสุภาพเรียบร้อย สามารถลดความลึกของสีขาวและความลึกลับของสีดำ สามารถใช้เป็นสื่อกลางได้กับทุกสีเพราะสามารถทำให้เกิดความกลมกลืนระหว่างสีอุ่นดูสบายตา

11. สีดำ โดยปกติสีดำเป็นสีที่ให้ความรู้สึกหดหู่ ลึกลับ แต่ให้ความรู้สึกหนักแน่นมั่นคงการใช้สีดำ สลับสีขาว ในพื้นที่ร่วมกับสีอื่น จะทำให้เกิดความกระปรี้กระเปร่า มีชีวิตชีวา ถ้าใช้สีดำ ผลิตภัณฑ์จะแสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์มีความแข็งแรงและไม่สกปรกง่าย

12. สีขาว ให้ความรู้สึกสะอาดบริสุทธิ์ ถ้าใช้โดดเดี่ยวจะให้ความรู้สึกเย็น สามารถใช้เป็นสีของฐานหรือส่วนที่อยู่ต่ำกว่า เพื่อเน้นให้เด่นชัดขึ้น

สีที่กล่าว ๆ แล้วนี้เป็นสีทางด้านความงามที่เราตกแต่งลงบนผิววัสดุแต่ยังมีสีที่ควรรู้นั้นคือสีของวัสดุต่าง ๆ ที่ให้ความรู้สึกของมันออกมา เช่น สีของอลูมิเนียม จะออกเป็นสีเทาเงิน ซึ่งแสดงให้เห็นถึงคุณลักษณะของตัวมันเอง อันได้แก่ความอ่อนนุ่ม ความเรียบเบา และไม่เป็นอันตราย ฯลฯ

อิทธิพลของสีมีต่อผลิตภัณฑ์

ทางด้านขนาด

สีอ่อน (Light value) ทำให้ผลิตภัณฑ์แลดูใหญ่ขึ้น

สีเข้ม (Dark value) ทำให้ผลิตภัณฑ์แลดูเล็กลง

ทางด้านน้ำหนัก

สีอ่อนหรือสีร้อน (Worm value) ทำให้ผลิตภัณฑ์ดูเบา

สีเข้มหรือสีเย็น (Cool value) ทำให้ผลิตภัณฑ์ดูหนัก

ทางด้านน้ำหนัก

สีร้อน ทำให้เกิดความรู้สึกว่าแข็งแรงมาก

สีเย็น ทำให้มีความรู้สึกว่าแข็งแรงกว่า

ทางด้านความสะอาด

สีขาวเป็นสีที่ให้ความรู้สึกสะอาดที่สุด

สีอ่อน หรือสีงาช้าง (Looky) สีเหลือง

สีฟ้าอ่อน ((Plalc blue) และสีเขียวอ่อน

ทำให้ความรู้สึกนุ่มนวล นะอาคตา ถูกลักษณะ

เทคนิคการใช้สี

สีจะช่วยให้ทัศนะวิสัยที่แจ่มสดใสที่สุด เมื่อนำมาใช้ดังนี้

สีอ่อนตัดกับสีแก่

สีสดใสตัดกับสีสดใส

สีอ่อนตัดกับสีเย็น

สีทำให้เกิดระยะใกล้ ไกล

ความปกติสีอุ่นซึ่งได้แก่ สีเหลืองจะทำให้เกิดความรู้สึกคล้ายกับว่าเข้ามาอยู่ใกล้ตัวผู้ดู ในทางกลับกันเมื่อใช้สีเย็นคือ สีน้ำเงินเขียว และสีม่วงจะทำให้ซึ่งก็เป็นสีแดงเท่านั้น แต่ถ้านำมาเปรียบเทียบกันจะเป็นว่าแตกต่างกัน การทดลองของนักจิตวิทยาได้แสดงว่าสมองไม่สามารถให้ความทรงจำในเรื่องของสีได้แน่นอน แต่ความจำจะบันทึกไว้ในความนึกคิดเข้าใจที่สามารถแก ความถี่ของสีได้

การวิเคราะห์จิตวิทยาของสี

ในการออกแบบนั้นเรื่องสีเป็นองค์ประกอบที่สำคัญอีกอันหนึ่ง โดยสีจะให้ความรู้สึก ในการมองเห็นที่แตกต่างกันไป

1. อิทธิพลของสีที่นำมาวิเคราะห์

- ให้ความรู้สึกในเรื่องขนาด
- ผลเกี่ยวกับความรู้สึกเรื่องน้ำหนัก

2. สีของแสง

สีของแสง มีความสำคัญมากในการมองของตา (I) มันจะทำให้เกิดความชัดเจน หรือหลอกลวงทำให้เกิดอารมณ์ต่าง ๆ ความเครียดหรือนุ่มนวลและความรู้สึก

แสงเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า **(Electromagnetic)** ช่วงหนึ่งที่ประสาทตาของมนุษย์รับรู้ช่วงคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าช่วงนี้อยู่ในความถี่ระหว่าง 3,800 – 7,500 (อังสตรอมยูนิต) ในช่วงความถี่นี้ประสาทตาจะแปรสัญญาณออกเป็นความรู้ สีที่เราเรียกว่า "สี" ที่แตกต่างกันและรวมกันเป็นสีขาวความถี่คลื่นที่อยู่ต่ำลงไปมนุษย์มองไม่เห็น คือ **(Ultyra violet - ray)** และความถี่คลื่นที่อยู่สูงขึ้นไปคือ **(Infrared – ray)** ซึ่งตามองไม่เห็นเช่นกัน มีข้อสังเกตว่า ความถี่ของคลื่นแม่เหล็กนี้ นอกจากมนุษย์จะมองเห็นได้ช่วงหนึ่งแล้วมนุษย์ก็ยังสามารถรู้สึกได้ทางผิวหนักอีก ความรู้สึกร้อนจะเป็นคลื่นความถี่สูงและความรู้สึกเย็นจะเป็นคลื่นความถี่ต่ำ

3. ความสัมพันธ์ระหว่างแสงกับตา แสงกับตามีความสัมพันธ์กัน ถ้าขาดแสงเราจะมองไม่เห็นวัตถุ " ดวงตามนุษย์มีความไวต่อคลื่นแสงในความถี่ต่าง ๆ กัน " ตาไวสูงสุดต่อคลื่นแสงขนาดคลื่นประมาณ 5,500 อังสตรอมยูนิต ซึ่งได้แก่สีเหลือง การที่เรามองเห็นวัตถุได้เกิดจาสีที่แสงพุ่งไปกระทบวัตถุ แล้วสะท้อนสู่ตาของเราส่วนการมองเห็นสีของวัตถุเกิดจากวัตถุอันหนึ่ง

มีคุณสมบัติดูดซึมได้ จึงไม่มีการสะท้อนกลับมา ถ้าวัตถุดูดซึมคลื่นได้หมดทุกความถี่ของวัตถุนั้น เราจะมองเห็นเป็นสีดำ หรือที่เราเรียกว่า " สำดำ " ซึ่งความจริงสีดำ คือสีที่ไม่มีคลื่นแสงสะท้อนกลับให้เห็นนั่นเอง

4. ความจำกัดอิทธิพลของสี (Color memory) ประสาทตาของมนุษย์ไม่สามารถจะเปรียบเทียบได้จากความทรงจำอาจจะทำใช้ได้บางครั้ง แต่จะเป็นด้วยความบังเอิญและทำไม่ได้เสมอไป สีจะมี (Varltions) ที่แตกต่างกัน เช่น สีแดง ยังมีความแตกต่างกันถึง 7,056 สี (ที่ตาสมารถแยกความแตกต่างได้)

ตอนที่ 7 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์เดิมและผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง

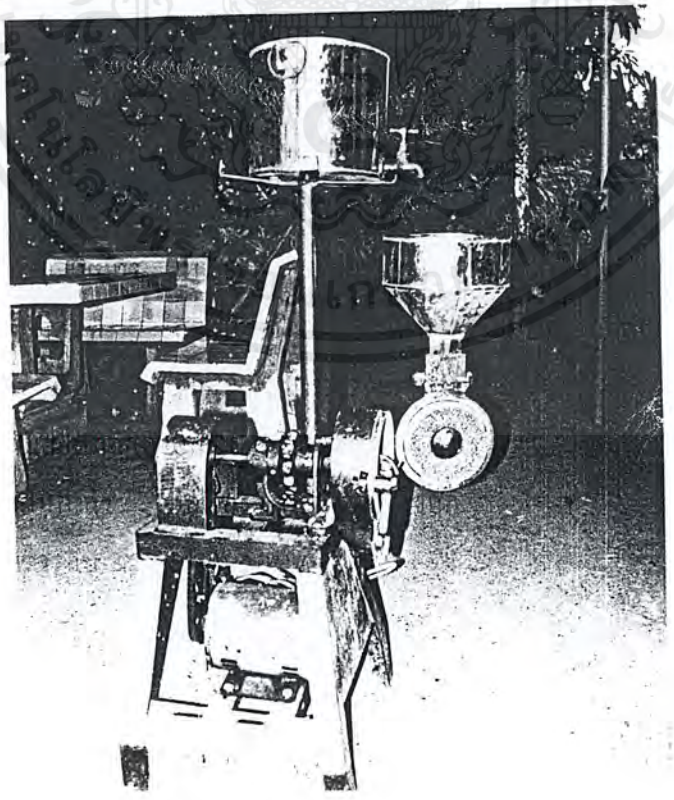
จากการวิจัยออกแบบปรับปรุงเครื่องบดเมล็ดถั่วเหลืองเพื่อผลิตน้ำนมถั่วเหลืองสำหรับผู้จำหน่ายรายย่อยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการแบ่งข้อมูลออกเป็นส่วน ๆ ดังนี้

การศึกษาผลิตภัณฑ์เดิม

ในการศึกษาเครื่องบดเมล็ดถั่วเหลืองเพื่อผลิตน้ำนมถั่วเหลืองนี้ทำให้ทราบถึงระบบการทำงานของเครื่องและขนาดสัดส่วนพฤติกรรมในการใช้งาน รวมทั้งทำให้ทราบถึงปัญหาที่เกิดขึ้นกับผลิตภัณฑ์อีกด้วยเพื่อใช้เป็นแนวทางในการออกแบบปรับปรุงต่อไป

ภาพที่ 27

แสดงลักษณะเครื่องบดเมล็ดถั่วเหลือง



1. ส่วนประกอบของเครื่องบดเมล็ดถั่วเหลือง

โครงสร้างเครื่อง เหล็กฉาก เชื่อมประกอบ

ส่วนหัวถั่วเหลือง เหล็กหล่อ เส้นผ่านศูนย์กลาง 160 มม.

แกนใบมีดบด สแตนเลส 10 x 50 หนา 3 มม. เชื่อมติดแกนเหล็กเพลา

ตะแกรงกรอง สแตนเลสหนา 2 มม.

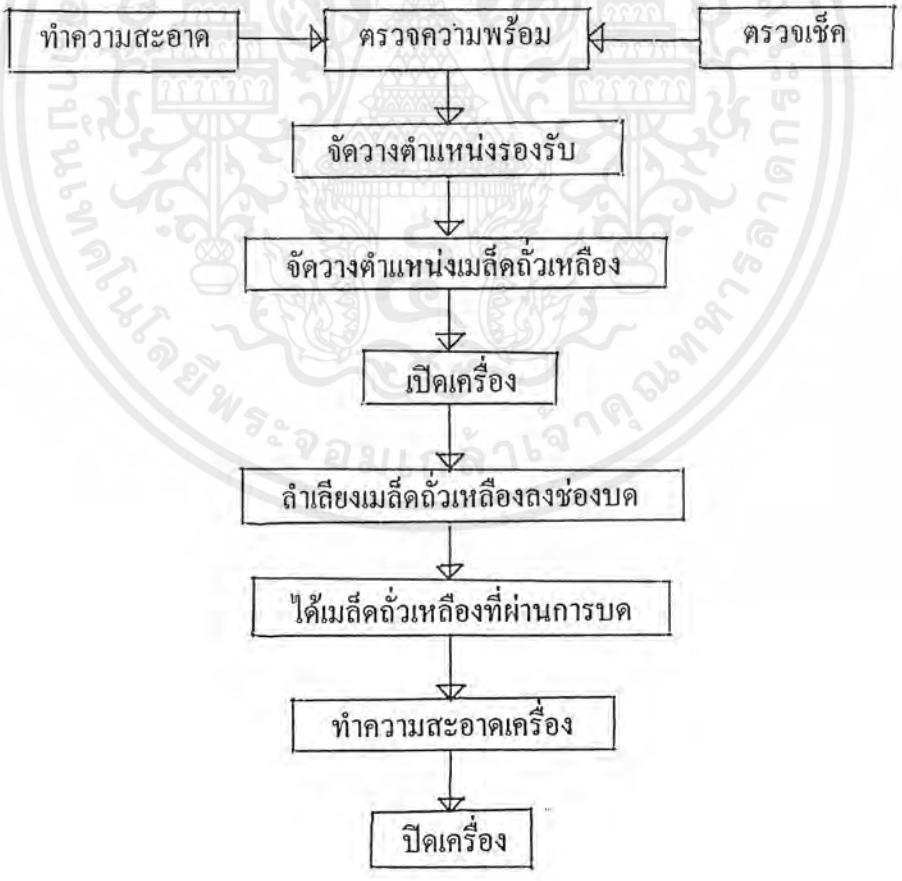
ส่วนลำเลียงเมล็ดถั่วเหลือง กรวยสังกะสี

ระบบต้นกำลัง มอเตอร์ไฟฟ้า 220 โวลล์

ความเร็วรอบ 1450 รอบ / นาที

2. พฤติกรรมการใช้งาน

เป็นการศึกษาลักษณะการทำงาน การใช้งานของเครื่องเพื่อนำมาใช้เป็นแนวทางในการออกแบบปรับปรุงให้เกิดความเหมาะสมและสอดคล้องกับพฤติกรรมในการใช้งาน



การศึกษาข้อมูลผลิตภัณฑ์ข้างเคียง

เพื่อเป็นการศึกษาลักษณะของระบบในการทำงาน หรือพฤติกรรมในการใช้เครื่องที่มีลักษณะพฤติกรรมการใช้งานที่ใกล้เคียงเพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบปรับปรุงเครื่องโดยผู้วิจัยได้ทำการศึกษาผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ดังนี้

1. เครื่องบดน้ำแข็ง

ใช้สำหรับบดก้อนน้ำแข็งโดยป้อนลงช่องบดที่มีใบมีดเหล็กเป็นตัวตีก้อนน้ำแข็งให้แตก เครื่องทำจากสแตนเลสป้องกันสนิมใช้มอเตอร์ ไฟฟ้า 220 V. เป็นต้นกำลังขับแกนใบมีด

ส่วนประกอบของเครื่องบดน้ำแข็ง

โครงสร้าง	ท่อสแตนเลส เส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 นิ้ว เชื่อมขึ้นรูป
ช่องบด	แผ่นสแตนเลส 3 มม. เชื่อมขึ้นรูป
ระบบต้นกำลัง ส่งกำลัง	มอเตอร์ 220 V. ใช้สายพานขับเคลื่อน
แกนใบมีดตี	เหล็ก 1.5 นิ้ว เชื่อมติดแกนมีด
ความเร็วรอบ	1450 รอบ / นาที
สวิทช์ไฟฟ้า	สวิทช์แบบโยก

2. เครื่องย่อยซากพืชไฟฟ้า

เป็นเครื่องย่อยซากพืชไฟฟ้า ใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นต้นกำลังมีแกนใบมีดพัดเป็นฉากซ้อนกันในช่องย่อยกึ่งไม้โดยป้อนเข้าทางข้างของช่องย่อย

ส่วนประกอบเครื่องย่อยซากพืชไฟฟ้า

โครงสร้าง	เหล็กฉาก 2 x 2 เชื่อมขึ้นรูป
ช่องย่อย	เหล็กแผ่น 3 มม. ม้วนเชื่อมขึ้นรูป
แกนใบมีดตี	เหล็กแผ่น เชื่อมซ้อนกัน 2 ชิ้น
ระบบต้นกำลัง ส่งกำลัง	มอเตอร์ 220 V. ใช้สายสะพานขับเคลื่อน
ความเร็วรอบ	1400 รอบ / นาที
สวิทช์	สวิทช์กดปิด – เปิด

3. เครื่องร่อนขี้เลื่อย

เป็นเครื่องร่อนขี้เลื่อยที่มีตะแกรงร่อนที่มีความละเอียดในการร่อนโดยมีมอเตอร์เป็นต้นกำลังส่งแรงด้วยสะพานไปยังเพลาโยก

ส่วนประกอบเครื่องร่อนขี้เลื่อย

โครงสร้าง	เหล็กกล่อง 1 x 2 นิ้ว เชื่อมขึ้นรูป
ตะแกรงพลาสติก	เส้นผ่านศูนย์กลาง 2 มม.
ระบบต้นกำลัง, ส่งกำลัง	มอเตอร์ 220 V. ใช้สายพานขับเคลื่อน
ระบบความเร็วรอบ	1200 รอบ / นาที
สวิทช์ไฟฟ้า	สวิทช์กด เปิด – ปิด

4. เครื่องผสมอาหารสัตว์

เป็นเครื่องผสมอาหารสัตว์ ทำงานโดยมีใบพัดติดแกนกลางตัวเครื่องมีลักษณะเป็นเกลียวเพื่อประโยชน์ในการคลุกเคล้าอาหารให้เข้ากัน

ส่วนประกอบของเครื่องผสมอาหารสัตว์

โครงสร้าง	เหล็กกล่อง 2 x 2 นิ้ว เชื่อมขึ้นรูป
ช่องผสมอาหาร	เหล็กแผ่น 3 มม. เชื่อมขึ้นรูป
ระบบต้นกำลัง, ส่วกำลัง	มอเตอร์ 220 V. ใช้สายพานขับเคลื่อน
ความเร็วรอบ	800 รอบ / นาที
สวิทช์ไฟฟ้า	สวิทช์โยก
แกนใบมีด	เหล็กเส้นแบน 1 ซ.ม. ดัดเกลียวเชื่อมติดแกนหมุน

5. เครื่องร่อนถั่วงอก

ลักษณะการทำงานโดยมีตะแกรงสแตนเลสเป็นตัวร่อน แยกเศษเปลือกถั่วงอกออกจากต้นถั่วงอกใช้มอเตอร์เป็นต้นกำลัง

ส่วนประกอบเครื่องร่อนถั่วงอก

โครงสร้าง	เหล็กกล่อง 1 x 2 นิ้ว
ตะแกรงร่อน	แผ่นสแตนเลสรู
ระบบต้นกำลัง, ส่งกำลัง	มอเตอร์ 220 V. ใช้สายพานขับเคลื่อน
ความเร็วรอบ	1200 รอบ / นาที
สวิทช์ไฟฟ้า	สวิทช์กด เปิด – ปิด

ตอนที่ 8 ข้อมูลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการทำวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาข้อมูลของงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบครั้งนี้สรุปได้ดังนี้

นายวัชระ วงศ์ภินันท์วัฒนา (2540) ได้ทำการวิจัยเรื่อง " โครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องย่อยก้อนเชื้อเพาะเห็ดสำหรับกลุ่มเกษตรกร " โดยมีวัตถุประสงค์ในการทำวิจัยคือ ออกแบบปรับปรุงเครื่องย่อยก้อนเชื้อเพาะเห็ดเพื่อให้สามารถตอบสนองความต้องการของกลุ่มเกษตรกร ผู้ประกอบอาชีพในการเพาะเลี้ยงเห็ดให้สามารถย่อยก้อนเชื้อเห็ดที่หมดสภาพจากการใช้งานให้สามารถนำขี้เลื้อยกลับมาใช้ในการเพาะเลี้ยงได้ใหม่และผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยโดยผลที่ได้คือ ผลิตภัณฑ์เครื่องย่อยก้อนเชื้อเพาะเห็ดสำหรับกลุ่มเกษตรกรในลักษณะของหุ่นจำลอง แบบเพื่อการผลิตในแบบอุตสาหกรรม ซึ่งเป็นเครื่องย่อยก้อนเชื้อเพาะเห็ดที่มีประสิทธิภาพในการย่อยได้ในระยะเวลาที่สั้นลงเพื่อตอบสนองต่อความต้องการของเกษตรกร โดยผู้วิจัยได้นำรูปแบบลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะระบบการทำงานที่คล้ายคลึงกัน นำมา

ออกแบบประยุกต์และพัฒนารูปแบบให้มีความเหมาะสมกับขบวนการผลิต ให้สอดคล้องกับพฤติกรรมการใช้งาน นอกจากนี้ยังเป็นการช่วยส่งเสริมอาชีพทางการเกษตรในการเพาะเลี้ยงเห็ด หรือผู้ที่สนใจประกอบอาชีพทางด้านอุตสาหกรรมอีกทั้งยังเป็นการช่วยรักษาสภาพแวดล้อม และลดต้นทุนในการผลิตอีกด้วย

นายธารณรงค์ จันทร์หมื่นไวย (2541) ในการศึกษาเพื่อทำการออกแบบโครงการนี้ด้วยเหตุของความเจริญเติบโตของกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรของกลุ่มที่ผลิตไส้กรอกอีสานได้ขยายกว้างเพิ่มขึ้น สิ่งอำนวยความสะดวกเป็นสิ่งที่จำเป็นในการปฏิบัติงานภายในกลุ่ม และเพื่อให้การปฏิบัติงานอยู่ในสภาพความปลอดภัยและรวดเร็วของการปฏิบัติงานในแต่ละครั้งการศึกษาข้อมูลของผู้ปฏิบัติงานวิจัยได้ทำการศึกษาข้อมูลทั้งทางภาคเอกสาร และภาคสนาม โดยภาคเอกสารจะเป็นการศึกษาความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับกลุ่มแม่บ้านเกษตรกร การศึกษาความรู้เกี่ยวกับการทำไส้กรอกอีสาน การศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับวัสดุและกรรมวิธีในการผลิต การศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับพลังงานกล ส่วนการศึกษาภาคสนาม จะเป็นการศึกษาจากการสัมภาษณ์ การสังเกต เริ่มจากสถานที่ในการทำไส้กรอกอีสาน โดยศึกษาสภาพแวดล้อมต่าง ๆ สถานที่ปฏิบัติงาน พื้นที่ของสถานที่ปฏิบัติงาน และศึกษาอุปกรณ์ในการทำไส้กรอกชนิดต่าง ๆ เพื่อให้การศึกษาข้อมูล เช่น ข้อพิสูจน์การออกแบบ และสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ ขอบเขตของการออกแบบที่ได้ตั้งเอาไว้

หลังจากการทำวิจัยได้ดำเนินการศึกษาข้อมูลการวิเคราะห์ข้อมูลของโครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องบดและบรรจุไส้กรอกอีสาน การใช้เครื่องจักรบดและบรรจุไส้กรอกอีสาน 2 ขั้นตอน ขั้นตอนแรก คือ การใช้เครื่องจักรในการบดส่วนผสมต่าง ๆ และส่วนที่ 2 คือ การใช้เครื่องจักรในการบรรจุและเมื่อทราบถึงขั้นตอนในการปฏิบัติงานแล้ว ได้นำมาทำการออกแบบปรับปรุงเครื่องบดและบรรจุไส้กรอกอีสาน โดยอาศัยการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ศึกษาเพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบ และสิ่งที่ถูกปรับปรุงขึ้นมาย่อมทำให้เกิดความสะดวกที่ดีด้วย

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการศึกษาในหัวข้อ โครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องบดเมล็ดถั่วเหลืองเพื่อผลิตน้ำนมถั่วเหลืองสำหรับผู้จำหน่ายรายย่อย โดยดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนและรายละเอียดตามลำดับดังต่อไปนี้ คือ การสำรวจและรวบรวมข้อมูล แหล่งที่มาของข้อมูล ประชากรกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

วิธีสำรวจและรวบรวมข้อมูล

ในการสำรวจและรวบรวมข้อมูลนั้นผู้วิจัยได้ศึกษาจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ที่ถือว่าเป็นข้อมูลเพื่อการนำไปใช้ในการสรุปเป็นข้อมูลเบื้องต้น และนำไปประกอบการวิเคราะห์และสรุปต่อไป วิธีการที่ผู้วิจัยได้สำรวจมีดังนี้

ข้อมูลจากการศึกษาเชิงเอกสาร (ทุติยภูมิ)

เป็นการค้นคว้าจากเอกสาร ตำรา หนังสือต่าง ๆ ที่สามารถให้ความรู้ที่เกี่ยวกับการทำวิจัยรวมไปถึงการทำวิทยานิพนธ์ที่เกี่ยวข้องด้วย หนังสือที่ได้ทำการวิจัยค้นคว้าจะเป็นเรื่องราวเกี่ยวกับการทำวิธีการผลิต วัสดุต่าง ๆ ซึ่งเป็นข้อมูลทางทฤษฎีที่จำเป็นต้องศึกษาเพื่อทำการวิจัยครั้งนี้ เพื่อจะเป็นพื้นฐานในการออกแบบต่อไป

ข้อมูลจากการศึกษาจากภาคสนาม (ปฐมภูมิ)

1. การสัมภาษณ์

ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์กับบุคคลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องและมีความรู้ความสามารถในการทำวิยานิพนธ์ครั้งนี้ในการสัมภาษณ์ทราบถึงรายละเอียดต่าง ๆ ของระบบการทำงาน ในการผลิตน้ำนมถั่วเหลือง ขั้นตอนในการบดและพฤติกรรมของผู้ใช้เครื่องบดเมล็ดถั่วเหลือง ทำให้มีข้อมูลที่เป็นแนวทางในการออกแบบครั้งนี้ได้เป็นอย่างดี

2. การศึกษาจากของจริง

เป็นการดำเนินการเก็บข้อมูล รวบรวมข้อมูล โดยการออกภาคสนามศึกษาจากของจริงคือ ได้ศึกษาขั้นตอนต่าง ๆ ในการบดเมล็ดถั่วเหลืองตามสถานที่ต่าง ๆ เพื่อให้ทราบถึงปัญหาและข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น ไม่ว่าจะเป็นสถานที่และขั้นตอนต่าง ๆ วิธีการใช้วัสดุที่นำมาใช้ตลอดจนผลิตภัณฑ์ข้างเคียง เพื่อผู้วิจัยจะได้ทราบถึงปัญหาข้อดี ข้อเสีย เพื่อได้นำมาเป็นมูลฐานในการแก้ไขปรับปรุงเครื่องบดเมล็ดถั่วเหลืองต่อไป

เมื่อได้ข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ ครบตามต้องการแล้วจึงนำไปทำการแบ่งออกเป็นหมวดหมู่ เพื่อสะดวกต่อการวิเคราะห์และสรุป โดยเลือกเฉพาะข้อมูลที่มีความสำคัญและจำเป็นเพื่อประกอบการออกแบบเท่านั้น

แหล่งที่มาของข้อมูล

จากการศึกษาค้นคว้าและการศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับขั้นตอนการทำงานของเครื่องบดแมล็ดถั่วเหลือง เพื่อวิจัยโครงการออกแบบปรับปรุง ซึ่งจากข้อมูลที่ได้ค้นคว้าจากสถาบันต่าง ๆ และบุคคลทั้งภาครัฐและเอกชนที่กรุณาให้ความร่วมมือ ให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ด้วยดีจากแหล่งข้อมูลดังนี้คือ

1. ห้องสมุดคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
2. กรมส่งเสริมการเกษตร
3. ห้องสมุดคณะสถาปัตยกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล

ลักษณะของเครื่องมือที่ใช้เป็นการสัมภาษณ์ ซึ่งเป็นการสัมภาษณ์โดยมีการเตรียมคำถามไว้ก่อนแล้วและไม่ได้กำหนดคำตอบไว้ให้เลือก คำตอบนั้นจะเป็นไปโดยอิสระและความเป็นจริง วิธีที่ใช้ควบคู่กันไปคือ การสังเกต โดยการถ่ายภาพต่าง ๆ ไว้ศึกษาเพื่อเป็นประโยชน์นำมาประกอบกับข้อมูลให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้น

การสร้างเครื่องมือในการวิจัย

1. ค้นคว้าจากหนังสือและงานวิจัยพร้อมทั้งสอบถามผู้ที่มีประสบการณ์มาแล้ว
2. ศึกษารูปแบบของการสร้างเครื่องมือแบบต่าง ๆ เพื่อนำไปใช้กับการวิจัยให้เหมาะสม เช่น การสัมภาษณ์ การสังเกตซึ่งมีความเหมาะสมกับการทำวิจัยครั้งนี้

วิธีการสร้างเครื่องมือการวิจัย

บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์ (2534) ได้กล่าวถึงเครื่องมือรวบรวมข้อมูลของการวิจัยว่าเลือกใช้ข้อมูลการวิจัยในการรวมข้อมูลที่สามารถวัดหรือเก็บรวบรวมข้อมูลได้โดยตรงตามความต้องการและสามารถทดสอบสมมุติฐานที่กำหนดไว้ได้

ดังนั้นในการใช้เครื่องมือในการวิจัย ผู้ทำการวิจัยได้ทำการเลือกใช้เครื่องมือในการวิจัยประเภทแบบสัมภาษณ์ เพราะแบบสัญลักษณ์โดยทั่วไปจะถามข้อมูล 3 ประเภท ได้แก่ ข้อมูลพฤติกรรม ได้แก่ พฤติกรรม ความคิดเห็น เจตคติ และข้อมูลที่เป็นปัญหา

วิธีวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้จากการค้นคว้าทั้งหมด นำมาลำดับตามความเป็นจริง แล้ววิเคราะห์หาความเหมาะสมเพื่อนำไปสู่การออกแบบ เครื่องบดเมล็ดถั่วเหลืองเพื่อผลิตน้ำนมถั่วเหลือง ตามความต้องการและความพอใจของผู้บริโภคต่อไป

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

เมื่อได้ข้อมูลจากแหล่งต่างๆครบตามต้องการแล้ว จึงนำไปทำการแบ่งออกเป็นหมวดหมู่เพื่อสะดวกในการวิเคราะห์ข้อมูล โดยเลือกเฉพาะข้อมูลที่มีความเกี่ยวข้องกับการออกแบบที่จำเป็นเท่านั้น เพื่อนำค่ามาประเมินความสำคัญของข้อมูลและวิเคราะห์ในขั้นต่อไปของข้อมูลจะต้องจัดข้อมูลที่ได้จากการแยกแยะมาประเมินค่าออกเป็นหมวดๆ หรือครอบคลุมตามขบวนของงานและจัดทำวิเคราะห์ในขั้นสุดท้ายเพื่อนำมาเลือกเพื่อสรรหาระบบและวิธีการต่างๆ ดังนั้นการวิเคราะห์ระบบหลายระบบและอาจเป็นการเปรียบเทียบตั้งแต่ 2 ระบบเป็นต้นไปในการวิเคราะห์ข้อมูล เราสามารถแบ่งออกเป็นส่วนใหญ่ๆ คือ

4.1 การวิเคราะห์วัสดุทำโครงสร้างของเครื่องบดถั่วเหลือง

ผู้วิจัยนำวัสดุทำโครงสร้างมาพิจารณา 3 ชนิด คือ

1. เหล็กหล่อ มีคุณสมบัติคือ รับแรงดึงไม่ดี แต่รับแรงอัดได้ดีมีจุดหลอมเหลวที่ต่ำ

2. เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำหรือเหล็กกล้าชนิดอ่อน มีคุณสมบัติคือ แข็งแรงทนความร้อนสูง ทนต่อกรดและด่าง มีความเหนียว

3. สแตนเลส มีคุณสมบัติ คือ มีความเหนียว ต้านทานการกัดกร่อน ทนต่อแรงดันสูง มีน้ำหนักเบา

ดังนั้นผู้วิจัยเลือกระบบที่มาทำโครงสร้างของเครื่องบดเมล็ดถั่วเหลืองเลือกเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำเพราะ แข็งแรงทนทาน ทนต่อกรดและด่าง มีความเหนียวเมื่อเปรียบเทียบกับเหล็กหล่อและสแตน – เลส

4.2 การวิเคราะห์วัสดุที่นำมาทำอุปกรณ์ส่วนหัวบดซึ่งได้แก่ บานพับ อุปกรณ์ปิดฝาบดและส่วนที่รองรับกรวย

ผู้วิจัยนำวัสดุทำโครงสร้างมาพิจารณา 3 ชนิด คือ

1. เหล็กหล่อ มีคุณสมบัติคือ รับแรงดึงไม่ดี แต่รับแรงอัดได้ดีมีจุดหลอมเหลวที่ต่ำ

2. เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำหรือเหล็กกล้าชนิดอ่อน มีคุณสมบัติคือ แข็งแรงทนความร้อนสูง ทนต่อกรดและด่าง มีความเหนียว

3. สแตนเลส มีคุณสมบัติ คือ มีความเหนียว ต้านทานการกัดกร่อน ทนต่อแรงดันสูง มีน้ำหนักเบา

ดังนั้นผู้วิจัยเลือกวัสดุที่มาทำอุปกรณ์ส่วนหัวบดของเครื่องบดเมล็ดถั่วเหลืองเลือกเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำเพราะ แข็งแรงทนทาน ทนต่อกรดและด่าง มีความเหนียวเมื่อเปรียบเทียบกับเหล็กหล่อและสแตนเลส

4.3 การวิเคราะห์วัสดุที่นำมาทำภาชนะรองรับน้ำนมถั่วเหลืองที่ผ่านการกรอง

ผู้วิจัยนำวัสดุทำโครงสร้างมาพิจารณา 3 ชนิด คือ

1. อลูมิเนียม มีคุณสมบัติ คือ ใช้งานได้ดีเหมือนแผ่นสังกะสี บางชนิดสามารถดัดโค้งได้ ขึ้นรูปได้ง่าย ทนต่อกรดได้ดี

2. สแตนเลส มีคุณสมบัติ คือ มีความเหนียว ต้านทานการกัดกร่อน ทนต่อแรงดันสูง มีน้ำหนักเบา

3. พลาสติก มีคุณสมบัติ คือ รับแรงดึง แรงอัด และบิดงอได้ดีมีความเหนียวทนทาน ทนกรด ทนแสงอุลตร้าสไวโอเลตได้ดี

ดังนั้นผู้วิจัยเลือกวัสดุที่นำมาทำภาชนะรองรับน้ำนมถั่วเหลืองที่ผ่านการกรองคือสแตนเลส เพราะมีคุณสมบัติ คือ มีความเหนียว ต้านทานการกัดกร่อน ทนต่อแรงดันสูง มีน้ำหนักเบาเมื่อเปรียบเทียบกับอลูมิเนียมและพลาสติก

4.4 การวิเคราะห์วัสดุที่นำมาทำชุดฝาครอบมอเตอร์

ผู้วิจัยนำวัสดุทำโครงสร้างมาพิจารณา 3 ชนิด คือ

1. โลหะแผ่นเคลือบผิว มีคุณสมบัติคือ สามารถขึ้นรูปได้ง่าย ทนต่อการกัดกร่อนได้ดี ทนต่อแรงกระแทกได้ดี

2. อลูมิเนียม มีคุณสมบัติ คือ ใช้งานได้ดีเหมือนแผ่นสังกะสี บางชนิดสามารถดัดโค้งได้ ขึ้นรูปได้ง่าย ทนต่อกรดได้ดี

3. สแตนเลส มีคุณสมบัติ คือ มีความเหนียว ต้านทานการกัดกร่อน ทนต่อแรงดันสูง มีน้ำหนักเบา

ดังนั้นผู้วิจัยเลือกวัสดุที่นำมาทำชุดฝาครอบมอเตอร์คือ โลหะแผ่นเคลือบผิว มีคุณสมบัติคือ สามารถขึ้นรูปได้ง่าย ทนต่อการกัดกร่อนได้ดี ทนต่อแรงกระแทกได้ดี เมื่อเปรียบเทียบกับอลูมิเนียมและสแตนเลส

4.5 การวิเคราะห์สกรูในการยึดโครงประกอบระหว่างตัวเครื่องกับโครงสร้าง

ผู้วิจัยนำสกรูที่จะมายึดโครงสร้างมาพิจารณา 3 ชนิด คือ

1. สกรูแบบร้อย จะมีการยึดกดชิ้นงานให้แนบแน่นเข้าด้วยกันจากการขันหัวสกรูและน๊อต

2.สกรูแบบฝังในชิ้นงาน จะมีการขันสกรูเข้าไปฝังในชิ้นงานหนึ่งทำให้เกิดการยึดชิ้นงานอื่นๆได้

3. สกรูแบบสลักฝัง จะมีน๊อตอยู่ที่ปลายสลักเกรียว

ดังนั้นผู้วิจัยเลือกสกรูในการยึดโครงประกอบระหว่างตัวเครื่องกับโครงสร้าง โดยเลือกสกรูแบบฝังในชิ้นงานเมื่อเปรียบเทียบกับสกรูแบบร้อยและสกรูแบบสลักฝัง

4.6 การวิเคราะห์ชนิดของสวิทช์ควบคุมการเปิด-ปิด

ผู้วิจัยนำชนิดของสวิทช์มาพิจารณา 3 ชนิด คือ

1. สวิทช์กดติดปล่อยดับ มีลักษณะการทำงานคือเมื่อกดจะทำให้วงจรเปิด เมื่อปล่อยจะทำให้วงจรปิด

2. สวิทช์กดติดกดดับ มีลักษณะการทำงานคือ เมื่อกดจะทำให้วงจรปิด การให้วงจรเปิดก็กดอีกครั้งวงจรก็จะเปิด

3.สวิทช์โยก มีลักษณะการใช้งานเป็นการโยกก้านสวิทช์ โดยมากจะมีตั้งแต่ 2 ขาขึ้นไป

ดังนั้นผู้วิจัยเลือกชนิดของสวิทช์ควบคุมการเปิด-ปิด คือแบบกดติดกดดับเพราะมีความสอดคล้องกับการใช้งานมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับสวิทช์แบบกดติดปล่อยดับและสวิทช์โยก

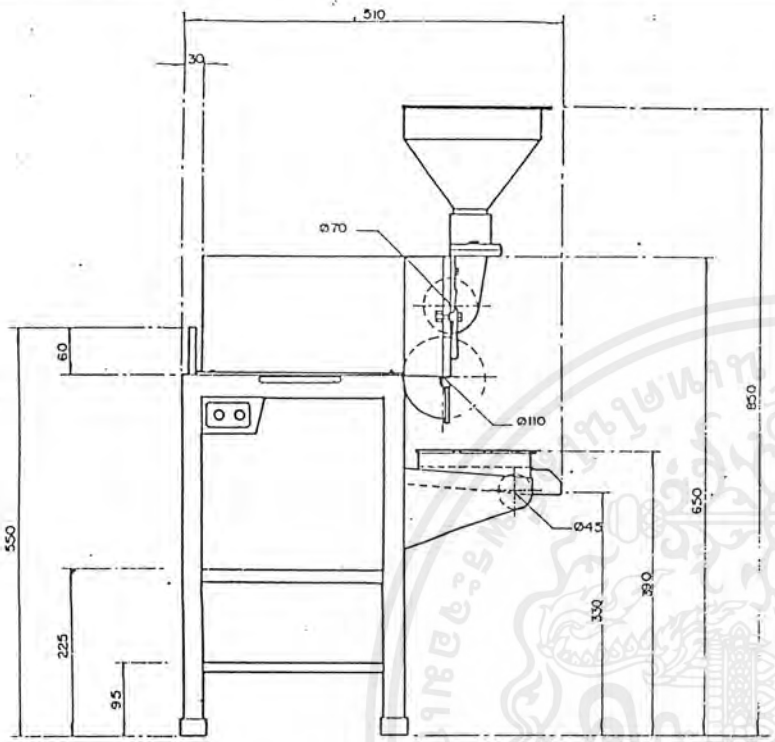
4.7 การวิเคราะห์ต้นกำลังของระบบการบดเมล็ดถั่วเหลือง

ผู้วิจัยนำระบบต้นกำลังมาพิจารณา 2 ชนิด คือ

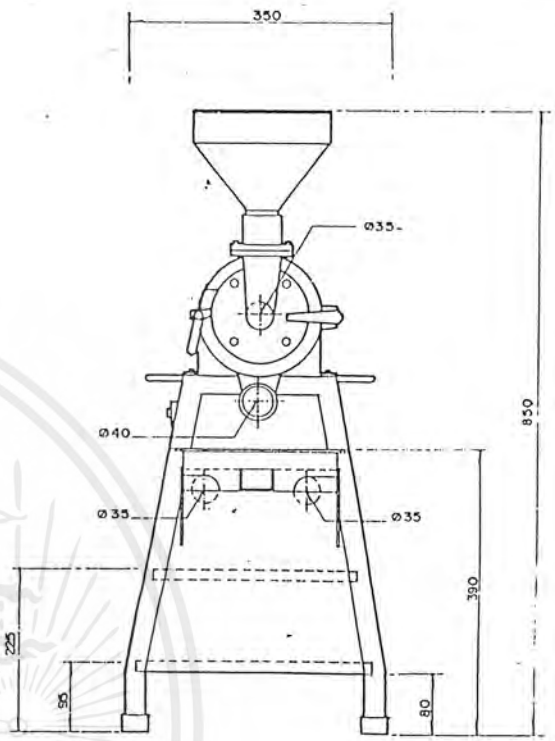
1. ต้นกำลังจากแบตเตอรี่ เป็นต้นกำลังที่มีอายุการใช้งานที่ยาวนาน สามารถทำความสะอาดง่ายและราคาซ่อมแซมถูก

2. ต้นกำลังจากไฟฟ้า เป็นต้นกำลังที่มีความสะดวกและรวดเร็วในการใช้งาน มีอายุการใช้งานที่ยาวนาน ประหยัดด้านแรงงาน

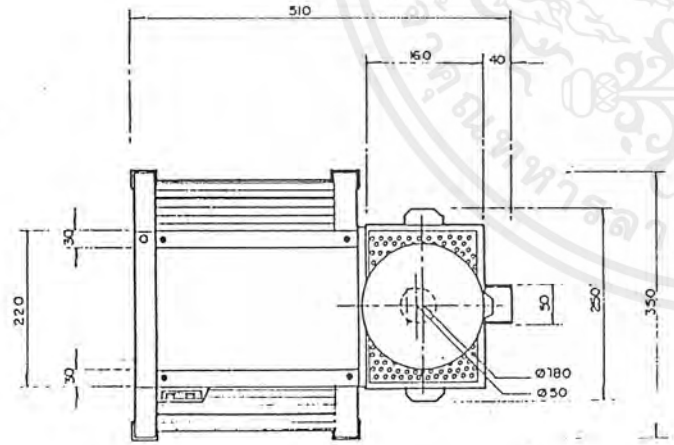
ดังนั้นผู้วิจัยเลือกใช้ระบบต้นกำลังจากไฟฟ้า คือเปลี่ยนจากไฟฟ้าเป็นกล 220 V เพราะมีความสะดวกรวดเร็วเมื่อเปรียบเทียบต้นกำลังจากแบตเตอรี่



FRONT VIEW



LEFT SIDE VIEW



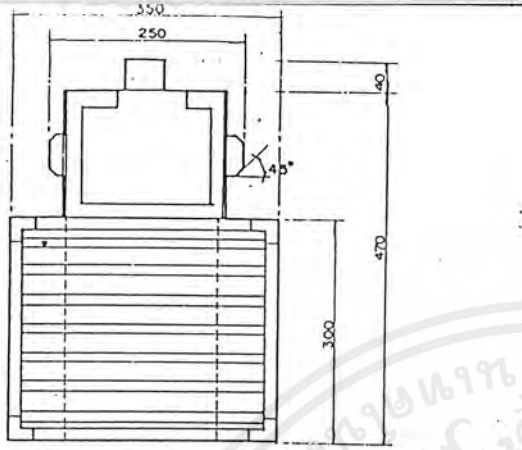
TOP VIEW

UNIT OF MM.

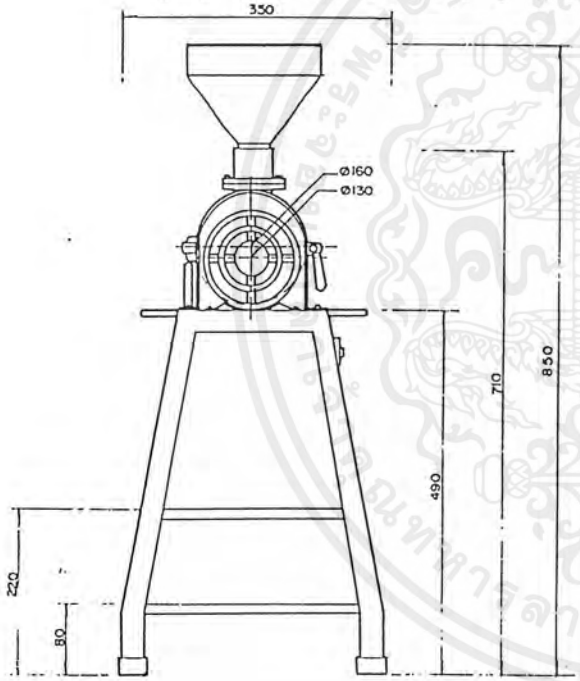
SCALE 1 : 5

ARCH. ED

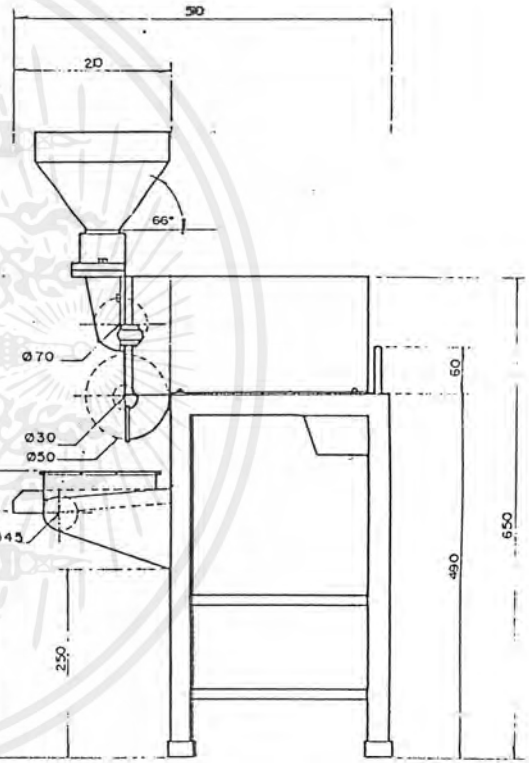
ว.ค.ป.	27/12/42	ชื่อ - สกุล	เลขที่	แผ่นที่
นักศึกษา	นาย สุคม โสภาเจริญยิ่ง		35	
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง		โครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องบดเมล็ดถั่วเหลือง		
		ผู้ควบคุม อ. พิสุทธิ์ ศิริพันธุ์		74



B O T T O M V I E W



R I G H T S I D E V I E W



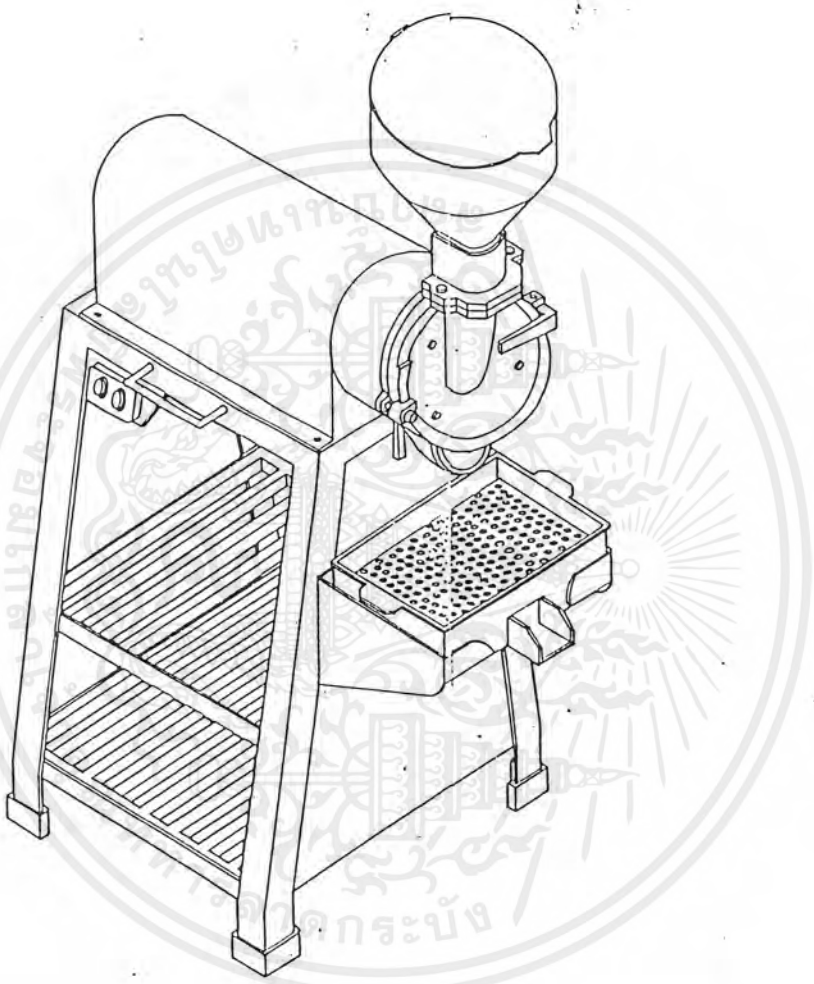
B A C K V I E W

ARCH. KD

U N I T O F M M.

S C A L E 1 : 5

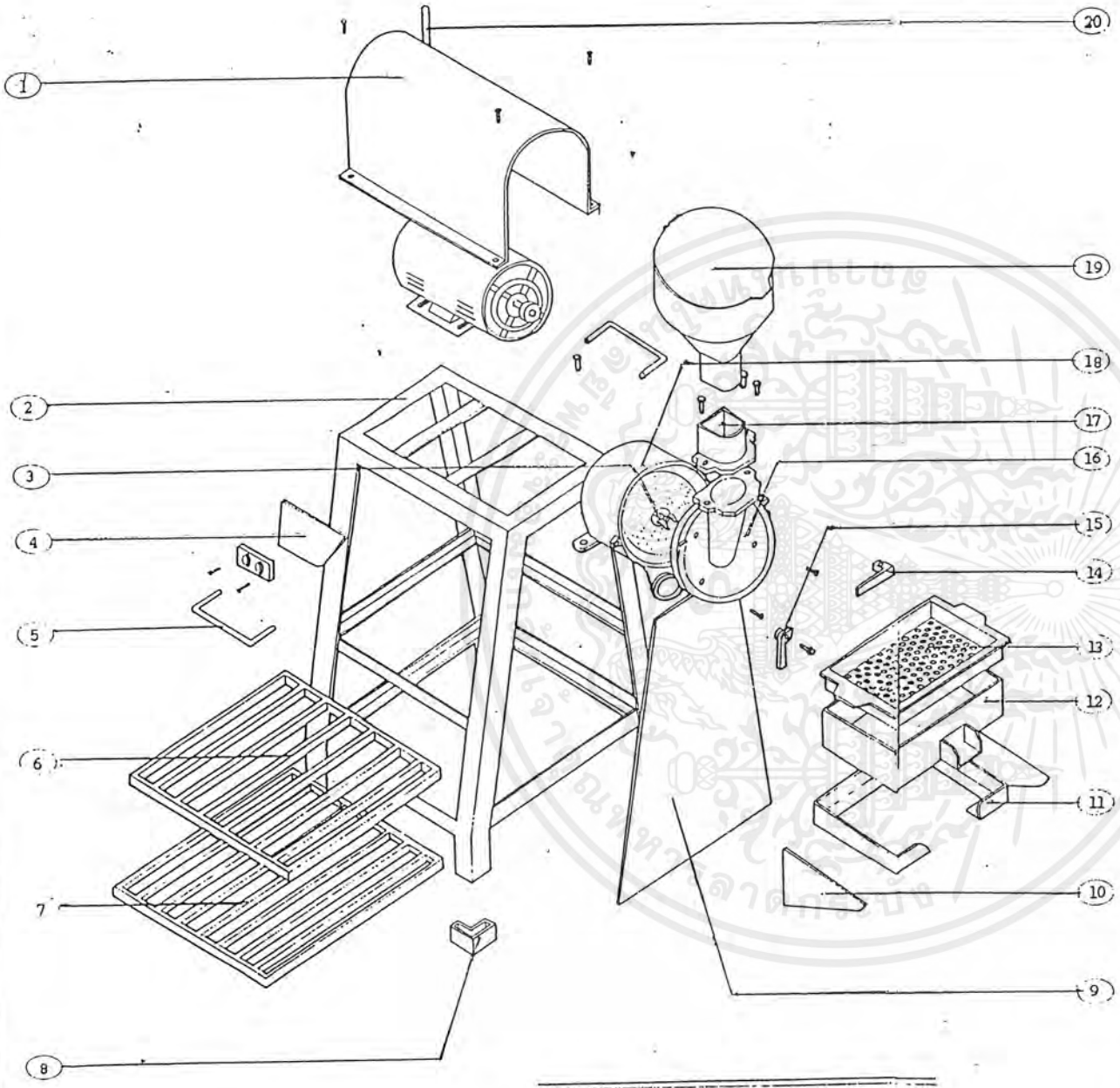
ว.ศ. ป	27/12/42	ชื่อ - สกุล	เลขที่	แผ่นที่
นักศึกษา	นาย อุดม ไชยภาเจริญยิ่ง		35	
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ		โครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องบดเมล็ดถั่วเหลือง		
		ผู้ควบคุม อ. พิสุทธิ์ ศิริพันธุ์		



ISOMETRIC

ARCH. ED

ว. ห. ป	27/12/42	ชื่อ - สกุล	แผ่นที่	
นักศึกษา	นาย ดุคม โฉภาเจริญยิ่ง		35	
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	โครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องบดเมล็ดถั่วเหลือง			
	ผู้ควบคุม อ. พิศุทธ์ ศิริพันธุ์			76



ASSEMBLY

ลำดับ	รายการ	ขนาด	วัสดุ
20	ห้วงแหล็กเก็บสายไฟ	ø9 mm. × 60	โลหะ
19	กรวย	200 × 200	อลูมิเนียม
18	ฝาครอบด้านใน	ø200×80	โลหะ
17	ท่อกรวยฝาครอบ	96×65×55	โลหะ
16	ฝาครอบด้านนอก	ø200 ×10	โลหะ
15	อุปกรณ์ปิดฝาบน	70 × 140 × 25	โลหะ
14	บานพับ	28 × 85 × 5	โลหะ
13	ถาครองกากถั่วเหลือง	160 ×260 × 30	อลูมิเนียม
12	ถาครองกาก	190 × 210×70	อลูมิเนียม
11	ขาเหล็กของถาด	170×210 × 25	โลหะ
10	แผ่นเหล็ก	85×170× 2	แผ่นโลหะ
9	ปิดโครงสร้าง	340 × 420 × 2	แผ่นโลหะ
8	ยางรองขา	40 × 40× 30	ยาง
7	ชั้นวางด้านล่าง	290 × 290×10	อลูมิเนียม
6	ชั้นวางด้านบน	290×330×10	อลูมิเนียม
5	ด้ามจับ	50 × 110 × 90	โลหะ
4	แผ่นเหล็กรองสวิทช์	70 ×100× 2	แผ่นโลหะ
3	หัวบด	20 × 150 × 16	
2	โครงสร้าง	300× 350×	
1	แผ่นเหล็กครอบหัวบน	200 × 280×	โลหะ

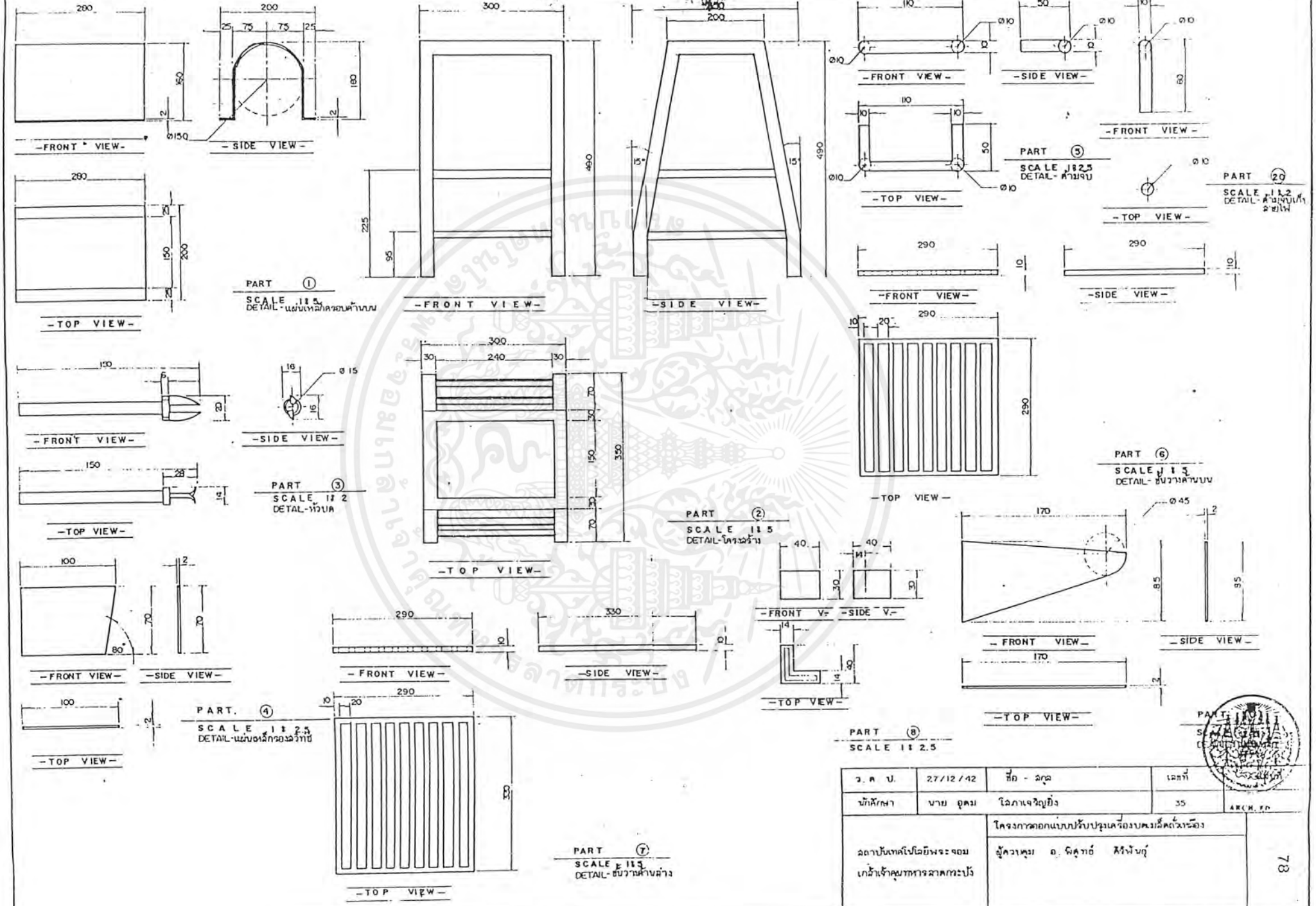
ว. ค. ป.	27/12/42	ชื่อ - สกุล	เลขที่
นักศึกษา	นาย	โสภาเจริญยิ่ง	35

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

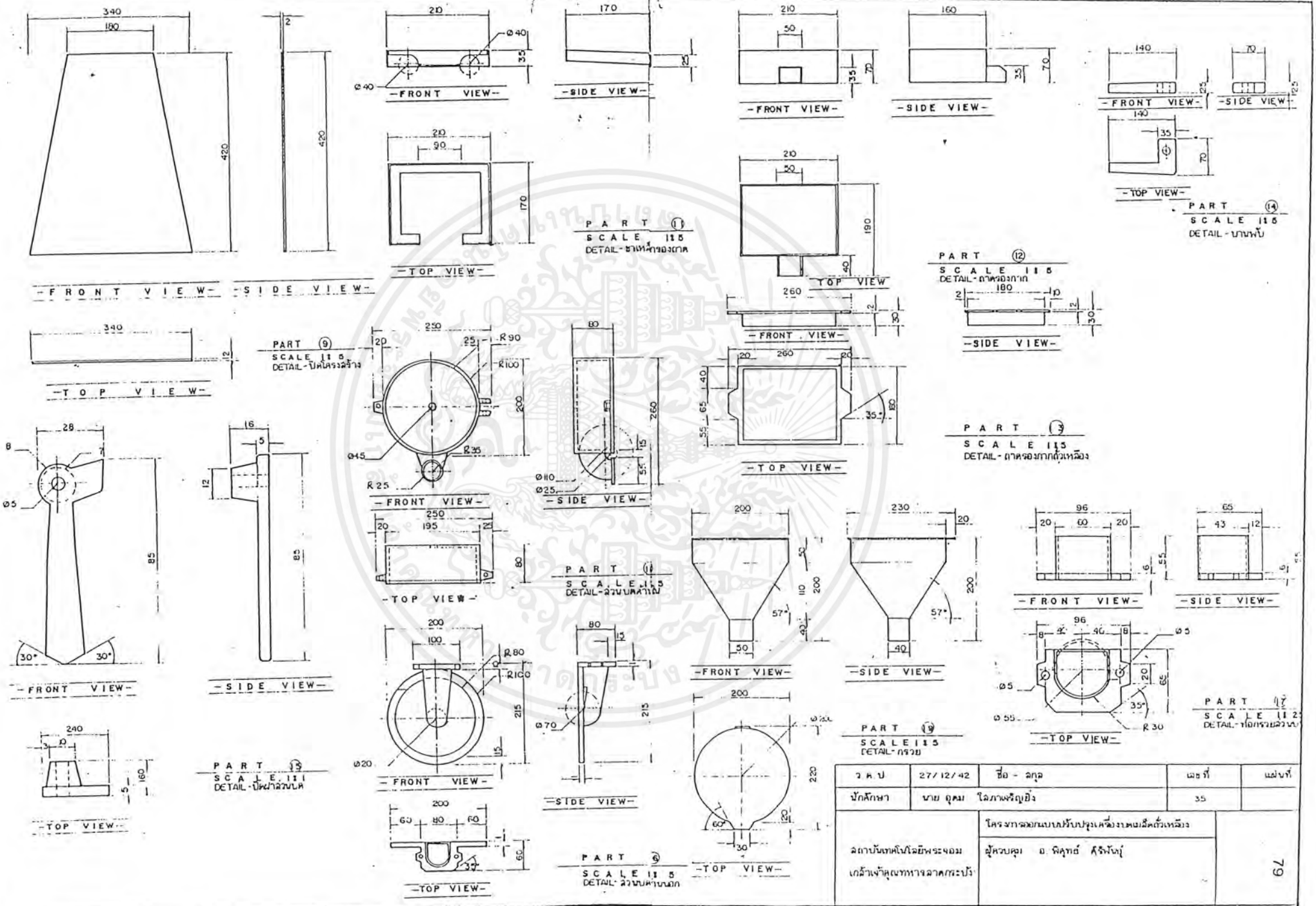
โครงการออกแบบปรับเครื่องบดผสมถั่วเหลือง

ผู้ควบคุม อ. พิสุทธ์ ลิริจันทุ์

77



จ. ศ. ป.	27/12/42	ชื่อ - สกุล		เลขที่
นักศึกษา	นาย อุดม	โฉมภาเจริญยิ่ง		35
				ARCH. ED
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง		โครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องบดผสมอัตโนมัติ		
		ผู้ควบคุม อ. พิสุทธิ์ ศิริพันธุ์		



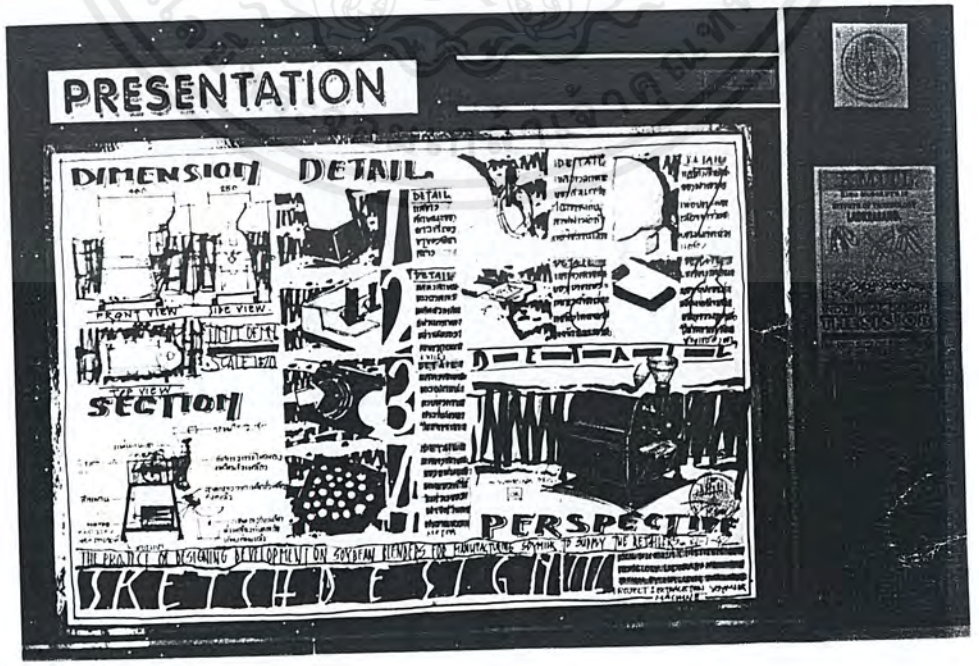
ว.ค.ป	27/12/42	ชื่อ - สกุล	เลขที่	แผ่นที่
นักศึกษา	นาย ดุลย	ไฉภาพรัฐยิ่ง	35	
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง		โครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องบดเมล็ดถั่วเหลือง		
		ผู้ควบคุม อ. พิสุทธ์ ศิริพันธุ์		79

ภาพที่ 28

แสดงแบบร่างครั้งที่ 1

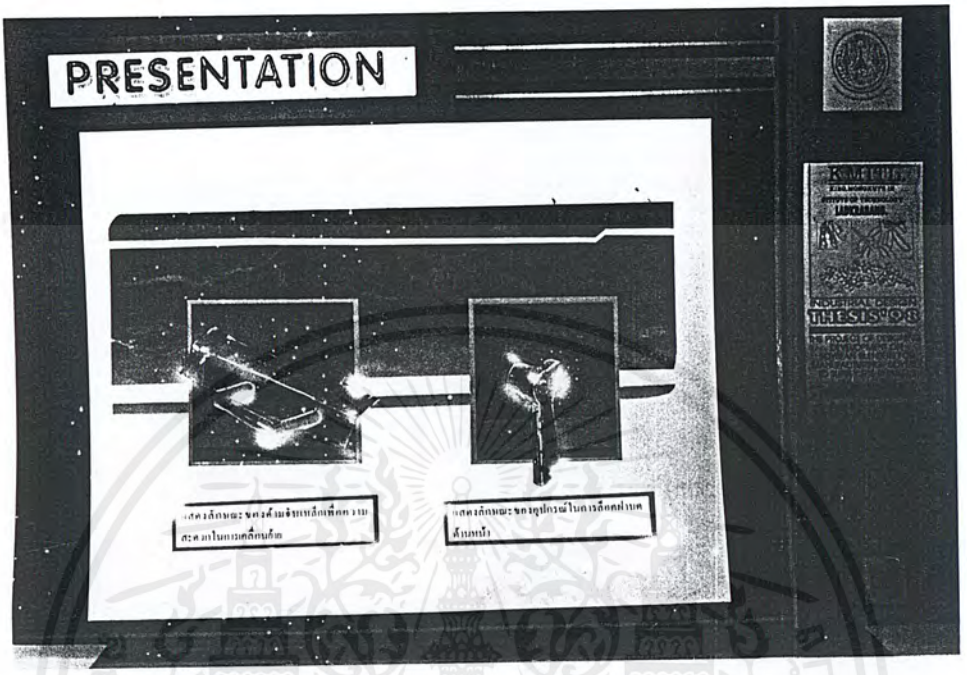
ภาพที่ 29

แสดงแบบร่างครั้งที่ 2



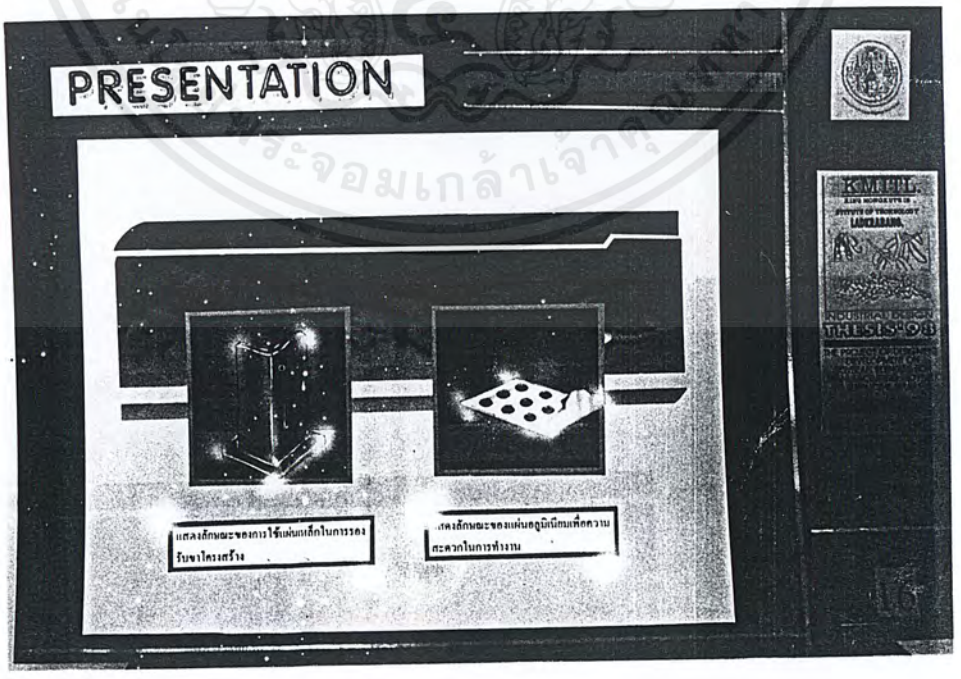
ภาพที่ 30

แสดงแบบนำเสนอ



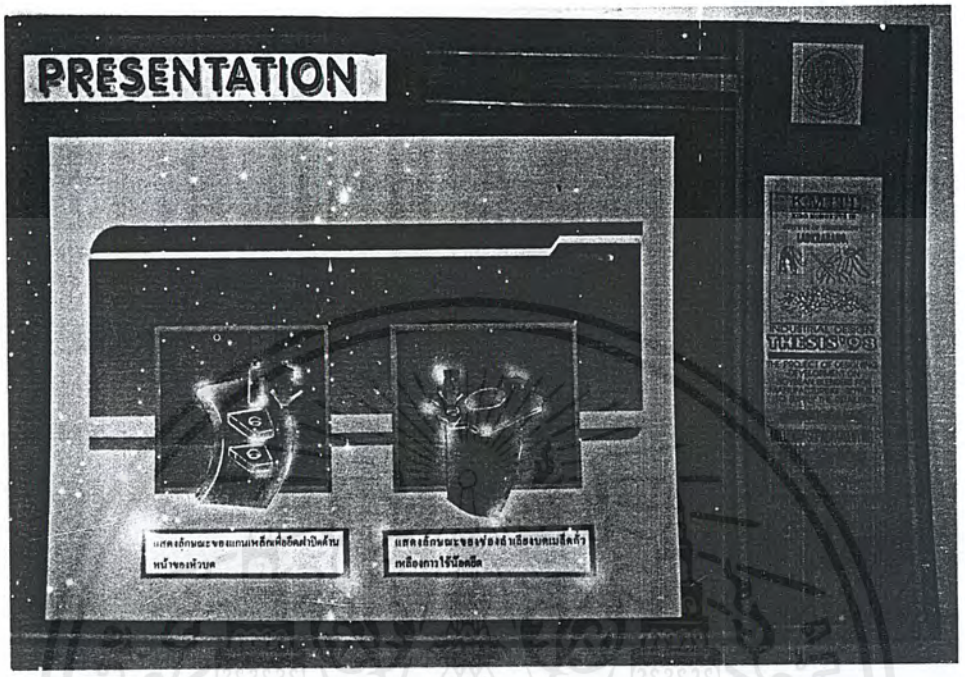
ภาพที่ 31

แสดงแบบนำเสนอ



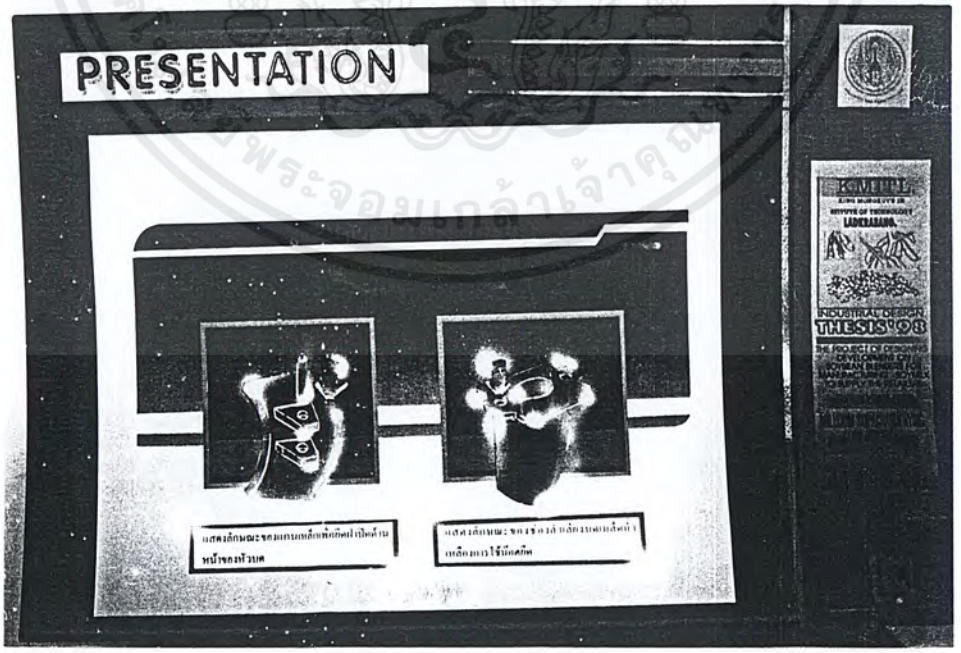
ภาพที่ 32

แสดงแบบนำเสนอ



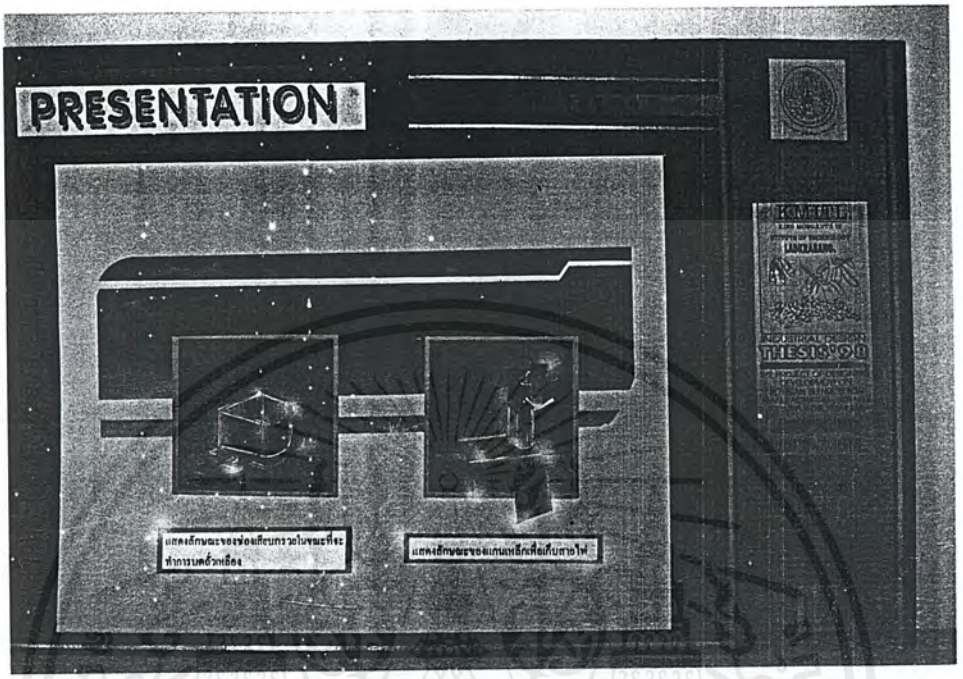
ภาพที่ 33

แสดงแบบนำเสนอ



ภาพที่ 34

แสดงแบบนำเสนอ



ภาพที่ 35

แสดงแบบหุ่นจำลอง

ภาพที่ 36

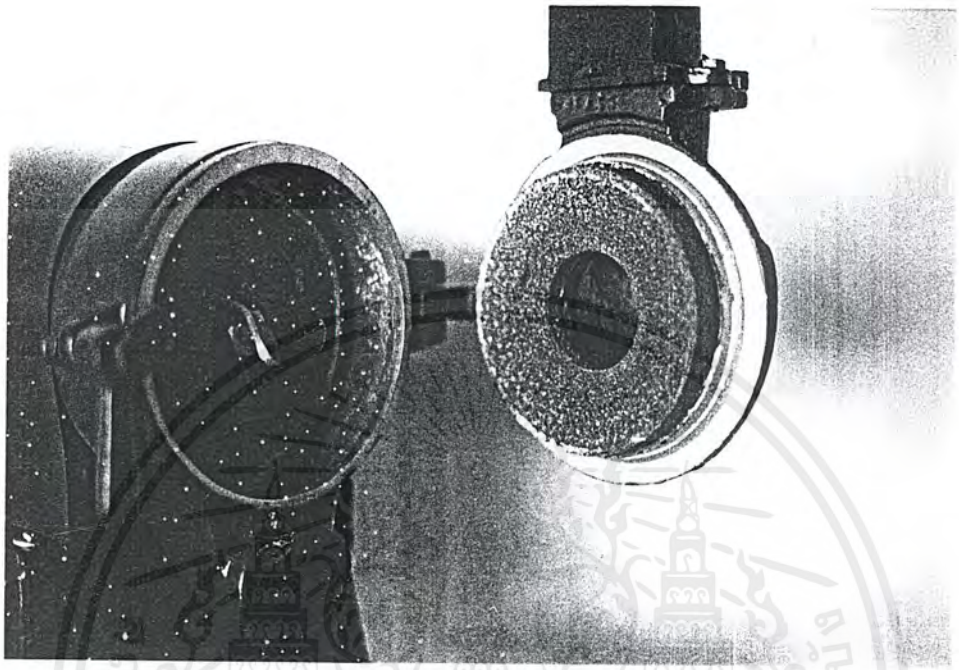
แสดงแบบหุ่นจำลอง

ภาพที่ 37

แสดงแบบหุ่นจำลอง

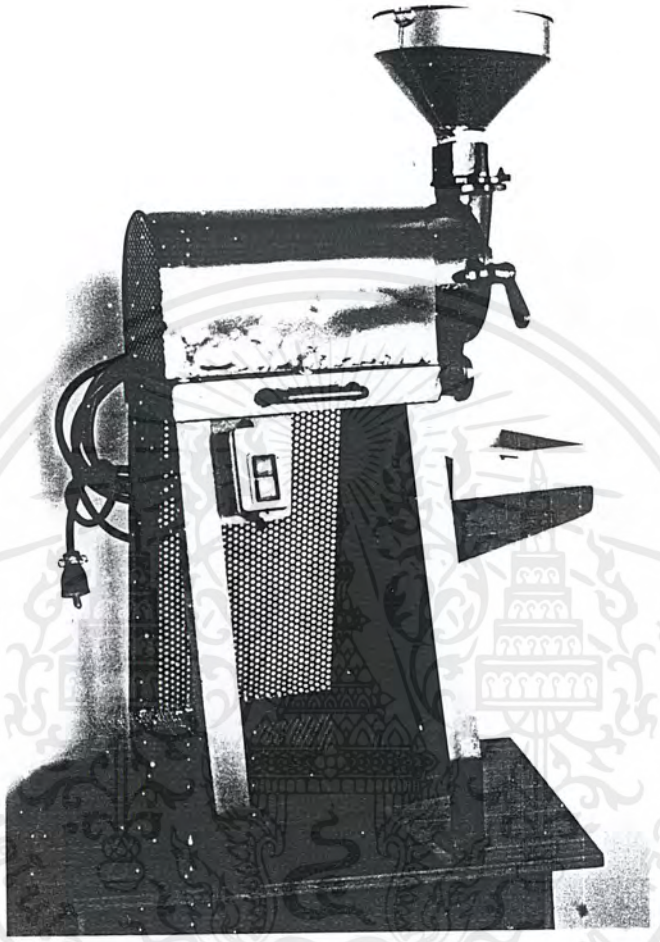
ภาพที่ 38

แสดงแบบหุ่นจำลอง



ภาพที่ 39

แสดงแบบหุ่นจำลอง



ภาพที่ 40

แสดงแบบหุ่นจำลอง

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

โครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องบดเมล็ดถั่วเหลืองเพื่อผลิตน้ำนมถั่วเหลืองสำหรับผู้จำหน่ายรายย่อยนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบปรับปรุงเครื่องบดเมล็ดถั่วเหลืองเพื่อผลิตน้ำนมถั่วเหลืองสำหรับผู้จำหน่ายรายย่อยเพื่อให้การออกแบบมีความเหมาะสมกับพฤติกรรมการใช้งาน ทำให้ต้องมีการหาข้อมูลเพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบ โดยเมื่อได้ข้อมูลแล้วจะนำข้อมูลมาสรุปและทำการวิเคราะห์เพื่อการออกแบบ

ในการทำวิทยานิพนธ์นี้ได้มีการศึกษาข้อมูลต่าง ๆ เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบ โดยได้หาข้อมูลเรื่องถั่วเหลือง เช่น ส่วนประกอบของเมล็ดถั่วเหลือง ลักษณะทางพฤษศาสตร์ของถั่วเหลืองพันธุ์ชนิดต่าง ๆ ขนาดของเมล็ดถั่วเหลือง การเก็บผลผลิตรวมถึงสถิติด้านการส่งออกและนำเข้าของเมล็ดถั่วเหลือง เป็นต้น รวมถึงข้อมูลกรรมวิธีการผลิตและวัสดุซึ่งเป็นส่วนสำคัญมากในการออกแบบ ระบบกลไกในการทำงานของเครื่อง และข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสัดส่วนของมนุษย์ ใสการทำงานทั้งหมดมีการดำเนินงานการวิจัยได้มีการศึกษาข้อมูลจากเอกสาร และข้อมูลจากการสอบถามจากบุคคลต่าง ๆ โดยการสัมภาษณ์ เพื่อหาข้อมูลด้านพฤติกรรม และระบบการทำงานของเครื่อง แหล่
ที่มาของข้อมูลส่วนใหย่นั้นมาจากห้องสมุดและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องจากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาทำการสรุปและทำการวิเคราะห์ข้อมูบโดยสามารถสรุปการวิจัยและข้อเสนอแนะได้ดังนี้

1. สรุปผลการวิจัย

การออกแบบปรับปรุงเครื่องบดเมล็ดถั่วเหลืองเพื่อผลิตน้ำนมถั่วเหลืองสำหรับผู้จำหน่ายรายย่อยนี้ ได้ทำการปรับปรุงระบบการทำงานในบางส่วน ซึ่งทำให้มีขั้นตอนในการทำงาน ในระยะที่สั้นลงและลดขั้นตอนในการทำงานทำให้มีความสะดวกรวดเร็วในการทำงานมากยิ่งขึ้น ในส่วนของ เครื่องนั้นจะมีความสูงเพิ่มขึ้นจากเดิมเพียงเล็กน้อยแต่ยังคงประสิทธิภาพในการทำงานและยังมีความสะดวกในการเคลื่อนย้าย ในส่วนของวัสดุที่จะนำมาทำโครงสร้างนั้นเลือกใช้เหล็กฉากและเหล็กแผ่น สำหรับต้นกำลังนั้นใช้มอเตอร์กระแสสลับเป็นตัวขับเคลื่อนแกนใบมีดบดซึ่งผลิตจากสแตนเลส นอกจากนี้ยังมีตะแกรงกรอกากถั่วเหลืองที่ผ่านการบดเพื่อที่สามารถแยกน้ำออกจากการถั่วเหลืองและในส่วนของการติดยึดระหว่างมอเตอร์กับแกนเพลาซึ่งเป็นแกนใบมีดบดนั้นจะใช้วิธีการติดยึดโดยการใช้น๊อตเพื่อความสะดวกในการซ่อมแซมสำหรับการประกอบชิ้นส่วนต่าง ๆ ของเครื่องบดเมล็ดถั่วเหลืองนั้นจะใช้วิธียึดด้วยสกรู เพื่อให้สามารถถอดประกอบและซ่อมแซมได้ง่าย

2. ข้อเสนอแนะของผู้วิจัย

ในการออกแบบเครื่องบดเมล็ดถั่วเหลืองเพื่อผลิตน้ำนมถั่วเหลืองสำหรับผู้จำหน่ายรายย่อยนี้ การออกแบบโครงสร้างได้มีการออกแบบให้มีความมั่นคง และความเหมาะสมของตำแหน่งอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อให้สามารถทำงานได้สะดวกและมีความปลอดภัยในขณะที่มีการใช้งานด้วยการกำหนดขนาดสัดส่วนของตัวผลิตภัณฑ์ การได้พฤติกรรมในการใช้งานจริงของผู้ใช้เพื่อนำมาใช้ในการออกแบบรวมถึงการวางระบบในการทำงานจริงด้วย และในส่วนของการยึดมอเตอร์กับแกนเหล็กเพลานั้น วิธีไหนเป็นวิธีที่ดี และมีความปลอดภัยทั้งนี้ต้องคำนึงถึงการบำรุงรักษาและการซ่อมแซม

3. ข้อเสนอแนะของคณะกรรมการ

ในการทำวิจัยโครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องบดเมล็ดถั่วเหลืองเพื่อผลิตน้ำนมถั่วเหลืองสำหรับผู้จำหน่ายรายย่อยนี้ ได้มีข้อเสนอแนะของคณะกรรมการเพื่อผู้วิจัยท่านอื่นจะนำงานวิจัยนี้ไปศึกษาเพื่อนำไปปรับปรุงซึ่งก็จะมีข้อเสนอแนะของคณะกรรมการดังนี้

เครื่องบดเมล็ดถั่วเหลืองเพื่อผลิตน้ำนมถั่วเหลืองสำหรับผู้จำหน่ายรายย่อยนี้มีส่วนที่จะต้องปรับปรุงคือ ในส่วนของอุปกรณ์ที่อำนวยความสะดวกในการเปิด-ปิดเครื่องบดเมล็ดนั้นควรเป็นแบบปลั๊กเสียบเพราะจะทำให้เกิดความปลอดภัยต่อผู้ใช้งานมากที่สุด ในส่วนของแผ่นเหล็กเพื่อปิดส่วนของมอเตอร์นั้นควรจะมีวิธีการยึดประกอบโดยออกแบบให้มีการเปิด-ปิดเพียงจุดเดียวเพื่อความสะดวกในการซ่อมบำรุง และลดขั้นตอนในการผลิตด้วย

บรรณานุกรม

ชนิดา รอดอินทร์ . ระบบกำลังไฟฟ้า . กรุงเทพฯ :หจก. สำนักพิมพ์ฟิสิกส์เซ็นเตอร์,2528.

ณรงค์ ชอนตะวัน . เสวก ผาสุขและสุภาพสุขเกื้อ . คู่มือซ่อมเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน. กรุงเทพฯ,2535

ประมวล ใจสะอาด.วัสดุช่าง. กรุงเทพฯ:สำนักพิมพ์อักศรบัณฑิต,2535

พิชิต เลี่ยมพิพัฒน์. พลาสติก. กรุงเทพ ฯ:หจก. ป. สัมพันธ์พาณิชย์ ,2536

พิชิต ภูตจันทร์. กายวิภาคและสรีระวิทยาของมนุษย์. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ไทยวัฒนา,2527

มนตรี เพ็ชทองคำ. พืชเศรษกิจ.กรุงเทพฯ:ฝ่ายตำราและอุปกรณ์การศึกษา มหาวิทยาลัย รามคำแหง,2528

มานพ ตันตระบัณฑิต และ พรวิจิตร ประทุมทอง. กรรมวิธีการผลิต.กรุงเทพฯ:สมาคมการส่งเสริม เทคโนโลยี, 2535

สาคร คันธโชติ. การออกแบบผลิตภัณฑ์โลหะ.กรุงเทพ:สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์,2529

สาคร คันธโชติ. มอร์เตอร์ไฟฟ้า.กรุงเทพฯ:สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์,2538

อภิพรรณ พุกภักดี. คู่มือการปลูกถั่วเหลืองด้วยรูปภาพ. กรุงเทพฯ . กลุ่มหนังสือเกษตร , 2528

ภาคผนวก ก.

แบบเสนอขออนุมัติหัวข้อวิทยานิพนธ์

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

.....

ด้วยข้าพเจ้า นายอุดม โสภาเจริญยิ่ง

นักศึกษาภาควิชา ครุศาสตร์สถาปัตยกรรม สาขาศิลปอุตสาหกรรม

ที่อยู่ปัจจุบัน บ้านเลขที่ 300/154 หมู่บ้านรุ่งอรุณ 2 ตรอก / ซอย

ถนน ฉลองกรุง ตำบล ลำปลาทิว

อำเภอ ลาดกระบัง จังหวัดกรุงเทพมหานคร

หมายเลขโทรศัพท์ที่บ้าน 3268813 ที่ทำงาน -

มีความประสงค์ขอเขียนวิทยานิพนธ์เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาตรี

สาขา ศิลปอุตสาหกรรม จำนวน 8 หน่วยกิจ

ชื่อเรื่อง (ภาษาไทย) โครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องบดเมล็ดถั่วเหลืองเพื่อผลิตน้ำนมถั่วเหลืองสำหรับผู้จำหน่ายรายย่อย

(ภาษาอังกฤษ) INDUSTRIAL DESIGN EDUCATION PROJECT : SOYBEAN BLENDERS MANUFACTURING SOYMILK SUPPLY TO THE RETAILERS

ชื่ออาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ อาจารย์ พิศุทธุ์ ศิริพันธุ์

ที่อยู่อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ บ้านเลขที่...82/40.....ตรอก/ ซอย.....-.....

ถนน...อ่อนนุช 77.....ตำบล.....ลาดกระบัง.....อำเภอ...ลาดกระบัง.....

จังหวัด.....กรุงเทพฯ.....โทรศัพท์.....-.....

ที่ทำงาน.....-.....เลขที่.....-.....ตรอก/ซอย.....-.....

ถนน.....-.....แขวง.....ลำปลาทิว.....อำเภอ.....ลาดกระบัง.....

จังหวัด.....กรุงเทพฯ.....โทรศัพท์...3266052-101 ต่อ 2635,2636.....

แบบเสนอขออนุมัติหัวข้อวิทยานิพนธ์
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

.....

โครงการเสนอวิทยานิพนธ์

เรื่อง (ภาษาไทย) โครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องบดเมล็ดถั่วเหลืองเพื่อผลิตน้ำนมถั่วเหลือง สำหรับผู้จำหน่ายรายย่อย

(ภาษาอังกฤษ) INDUSTRIAL DESIGN EDUCATION PROJECT : SOYBEAN BLENDERS MANUFACTURING SOYMILK SUPPLY TO THE RETAILERS

เสนอโดย นายอุดม โสภาเจริญยิ่ง

นักศึกษาภาควิชา ครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาวิชา ศิลปอุตสาหกรรม

จำนวนหน่วยกิจวิทยานิพนธ์ 8 หน่วย

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์

1. อาจารย์ พิศุทธุ์ ศิริพันธุ์
2. .....
3. .. ..

ประเภทวิทยานิพนธ์ที่เสนอ

1. การศึกษาค้นคว้าข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลและการออกแบบ
   - ก. โครงการจริง
   - ข. โครงการเสนอแนะ
   - ค. โครงการปรับปรุงเปลี่ยนแปลง
2. การศึกษาค้นคว้าข้อมูลอย่างกว้างขวางโดยละเอียดและวิเคราะห์เพื่อนำไปสู่การออกแบบ
   - ก. โครงการจริง
   - ข. โครงการเสนอแนะ
   - ค. โครงการปรับปรุงและเปลี่ยนแปลง

3. การศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาด้านครุศาสตร์อุตสาหกรรม

ข้าพเจ้าได้นำโครงการเสนอวิทยานิพนธ์ให้อาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณาแล้ว ท่านยินดีเป็นที่ปรึกษา และได้แนบโครงการเสนอวิทยานิพนธ์ดังกล่าวมาพร้อมนี้

จึงเสนอมาเพื่อพิจารณา

ลงชื่อ.....นักศึกษา

(นายอุดม โสภาเจริญยิ่ง)

ลงวันที่ 3 สิงหาคม พ.ศ. 2541

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ลงนาม

(1).....

(อาจารย์ พิศุทธุ์ ศิริพันธุ์)

ตำแหน่ง อาจารย์.....

ลงวันที่....3....สิงหาคม....2541...

(2).....

( )

ตำแหน่ง .....

ลงวันที่.....

(3).....

( )

ตำแหน่ง .....

ลงวันที่.....

ภาคผนวก ข.

ที่ ทม 1504/ 0461

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง ถนนฉลองกรุง
เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

4 กุมภาพันธ์ 2542

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ให้นักศึกษา

เรียน ผู้อำนวยการกองพืชน้ำมัน กรมวิชาการเกษตร

ด้วย นายอุดม โสภาเจริญยิ่ง นักศึกษาหลักสูตรต่อเนื่องชั้นปีที่ 2 ภาควิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรม สาขาศิลปอุตสาหกรรม มีความประสงค์จะทำการศึกษาค้นคว้าประกอบการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง โครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องบดเมล็ดถั่วเหลือง ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาศิลปอุตสาหกรรม

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับถั่วเหลือง การส่งออกถั่วเหลือง การนำเข้าถั่วเหลือง และถ่ายภาพเครื่องบดเมล็ดถั่วเหลือง คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม หวังว่าคงจะได้ความอนุเคราะห์และความร่วมมือด้วยดี ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายคนัย ดิษยบุตร)
รองคณบดีฝ่ายกิจการนักศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

ภาควิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรม
โทร.3266052-6101 ต่อ 2636
โทรสาร 3268506

ที่ ทม 1504/ 0614

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง ถนนฉลองกรุง
เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

// กุมภาพันธ์ 2542

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ให้นักศึกษา

เรียน ผู้อำนวยการกองเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร

ด้วย นายอุดม โสภาเจริญยิ่ง นักศึกษาหลักสูตรต่อเนื่องชั้นปีที่ 2 ภาควิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรม สาขาศิลปอุตสาหกรรม มีความประสงค์จะทำการศึกษาค้นคว้าประกอบการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง โครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องบดเมล็ดถั่วเหลือง ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาศิลปอุตสาหกรรม

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์กรรมวิธีในการผลิตน้ำนมถั่วเหลือง การส่งออกและนำเข้าถั่วเหลือง ข้อมูลเกี่ยวกับถั่วเหลืองและถ่ายภาพเครื่องบดเมล็ดถั่วเหลือง คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม หวังว่าคงจะได้ความอนุเคราะห์และความร่วมมือด้วยดี ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายดนัย ดิษยบุตร)
รองคณบดีฝ่ายกิจการนักศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

ภาควิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรม
โทร.3266052-6101 ต่อ 2636
โทรสาร 3268506

ภาคผนวก ค.

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อผู้วิจัย	นายอุดม โสภาเจริญยิ่ง
วัน / เดือน / ปีเกิด	4 กุมภาพันธ์ 2518
สถานที่เกิด	จังหวัดกรุงเทพมหานคร
วุฒิการศึกษา	ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)
	โรงเรียนเทคโนโลยีเปรมฤทัย
	ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)
	โรงเรียนไทยวิจิตรศิลป
ที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 50 / 497 ม. 2 ต. บางแก้ว
	อ. บางพลี จ. สมุทรปราการ 10540