# โครงการออกแบบปรับปรุงตู้อบเครื่องเทศก่อนการแปรรูปเพื่อการจำหน่าย สำหรับอุตสาหกรรมในครอบครัว

# INDUSTRIAL DESIGN EDUCATION PROJECT : THE CABINET TO BAKE SPICES FOR INDUSTRY IN FAMILY

นายกฤษณ์ กฤษณนนท์

MR. KRID KRIDSANANON

A024241

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....
วัน เดือน ปี.....

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาศิลปอุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2542

# INDUSTRIAL DESIGN EDUCATION PROJECT : THE CABINET TO BAKE SPICES FOR INDUSTRY IN FAMILY

MR. KRID KRIDSANANON

A THESIS SUBMITTEN IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENT

FOR THE DEGREE

BACHELOR OF SCIENCE IN INDUSTRIAL EDUCATION

DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN EDUCATION

FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATION

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECNOLOGY LADKRABANG

1999

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ : โครงการออกแบบปรับปรุงตู้อบเครื่องเทศก่อนการแปรรูปเพื่อการจำหน่ายสำหรับอุตสาหกรรมในครอบครัว

INDUSTRIAL DESIGN EDUCATION THESIS : CABINET TO BAKE SPICES FOR INDYSTRY IN FAMILY

ชื่อนักศึกษา นายกฤษณ์ กฤษณนนท์

รหัสประจำตัว 40030503

ปริญญา ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต

สาขาวิชา ศิลปอุตสาหกรรม

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ อาจารย์ จตุรงค์ เลาหะเพ็ญแสง

| คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ | | ลายมือชื่อ |
|---|---|---|
| 1. ผศ. สถาพร ดีบุญมี ณ ชุมแพ | ประธานกรรมการ | |
| 2. อาจารย์นิรัช สุดสังข์ | กรรมการ | |
| 3. อาจารย์ธเนศ ภิรมย์การ | กรรมการ | |
| 4. อาจารย์ศิริพรณ์ ปีเตอร์ | กรรมการ | |
| 5. อาจารย์จตุรงค์ เลาหะเพ็ญแสง | กรรมการและเลขานุการ | |

วัน / เดือน / ปี วันที่...10...เดือน....มีนาคม....พ.ศ. 2542 เวลา 10.00 น.

สถานที่สอบ ห้องสอบวิทยานิพนธ์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ค. 404

( รองศาสตราจารย์ ดร. ปรียาพร วงค์อนุตรโรจน์ )

คณบดี

วันที่ 10 เดือน มีนาคม พ.ศ. 2542

| | |
|---|---|
| หัวข้อวิทยานิพนธ์ | โครงการออกแบบปรับปรุงตู้อบเครื่องเทศก่อนการแปรรูปเพื่อการจำหน่ายสำหรับอุตสาหกรรมในครอบครัว |
| นักศึกษา | นายกฤษณ์ กฤษณนนท์ |
| อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ | อาจารย์จตุรงค์ เลาหะเพ็ญแสง |
| ระดับการศึกษา | ภาควิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรม สาขาศิลปอุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์ศิลปอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง |
| พ.ศ. | 2542 |


**บทคัดย่อ**

จุดมุ่งหมายของการออกแบบตู้อบเครื่องเทศสำหรับอุตสาหกรรมในครอบครัว เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้ประกอบอาชีพด้านการเกษตรที่เกี่ยวข้องกับการปลูกเครื่องเทศ และเป็นการส่งเสริมการส่งออกเครื่องเทศแปรรูป เพื่อเป็นการนำรายได้เข้าสู่ประเทศอีกทางหนึ่งด้วย

การดำเนินการเริ่มต้นจากการกำหนดปัญหาที่เกิดขึ้น แนวทางปรับปรุงและแก้ไขและต่อจากนั้นได้ศึกษาพฤติกรรมในการใช้งาน การทดสอบด้านต่างๆ ขนาดสัดส่วนของอุปกรณ์ที่นำมาใช้ วัสดุและกรรมวิธีการผลิตในระบบอุตสาหกรรม ซึ่งวิธีการดำเนินการศึกษาข้อมูลเหล่านี้ได้มาจากเจ้าหน้าที่ผู้ควบคุมดูแลตู้อบเครื่องเทศ ทำการศึกษาจากห้องสมุดต่างๆ ข้อมูลต่างๆที่ได้มาทำการเรียบเรียงและวิเคราะห์ สรุปผลออกมาเป็นแนวทางการออกแบบปรับปรุงตู้อบเครื่องเทศก่อนการแปรรูปเพื่อการจำหน่ายสำหรับอุตสาหกรรมในครอบครัว

ข้อเสนอแนะ เมื่อได้ศึกษาข้อมูลทั้งหมดจึงได้นำแนวทางที่จะนำไปใช้แก้ไขปัญหาต่างๆ โดยออกแบบตู้อบเครื่องเทศขึ้นมาให้เกิดการตอบสนองและสะดวกสบายต่อผู้ใช้งาน รูปทรงตลอดการใช้งานที่เป็นประโยชน์มากที่สุดสำหรับผู้ประกอบอาชีพโดยตรง

ที่ได้กล่าวมาเป็นเพียงบางส่วนของผลที่ตามมาของวัตถุประสงค์ในการดำเนินการทำวิทยานิพนธ์ และผลในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ได้สำเร็จลงด้วยดีตามความตั้งใจ

| | |
|---|---|
| THESIS TITLE | EDUCTION INDUSTRIAL DESIGN PROJECT: THE CABINET TO BAKE SPICES FOR INDUSTRY IN FAMILY. |
| STUDENT | MR. KRID KRIDSANANON |
| THESIS ADVISOR | MR. CHATURONG LOUHAPENSANG |
| LEVEL OF STUDY | BACHELOR OF SCIENCE IN INDUSTRIAL EDUCATION (INDUSTRIAL DESIGN) B.S.I. ED (INDUSTRIAL DESIGN) |
| DEPARTMENT | EDUCATION INDUSTRIAL DESIGN |
| YEAR. | 1999 |


**ABSTRACT**

THIS PUTPOSE OF THIS RESEARCH IS FOR DESIGNING CABINET TO BAKE SPICES FOR INDUSTRY IN FAMILY BE RESPONSE WHICH FARMERS, AND WILL BE SUPPORTED TO EXPORT.

FOR THIS WORK BIGIN FROM MAKE A PROBLEM AND SOLVE PROBLAM AND SOLVE PROBLAM SCOPE OF THESIS AND DESIGN UNTIL RESULT FROM CHANGE AND ADJECT TO LEARN COST OF EVENTS FOR WORK IN TEST AND OHTERS PROPROTION OF MATERIAL INUSE MATERIAL AND PROCESS IN INDUSTRIAL THIS THESIS TO LEARN FROM ABOUT SOLVE PROBLAM DESIGN DECORATOR SYSTEM FOR INDUSTRY IN FAMILY.

FOR REDESIGN ABILLTY BODY FOR TEST FOR DESIGN DECORATIONS A CABINET TO BAKE SPICES FOR COMROR TABLE USE, SHAPE AND BEST BENETIT FOR ATRADER.

FOR ALL CONCEPTION IN THESIS AND REASON FOR TO BE FINISHED IN THIS THESIS.

# กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เรื่อง โครงการออกแบบปรับปรุงตู้อบเครื่องเทศก่อนการแปรรูปเพื่อการจำหน่ายสำหรับอุตสาหกรรมในครอบครัวสำเร็จลงด้วยดีด้วยความร่วมมือจาก เจ้าหน้าที่ผู้เชี่ยวชาญและบุคคลต่างๆดังต่อไปนี้

- ผู้ควบคุมและดูแลตู้อบในโรงฝึกปฏิบัติงาน คณะอุตสหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- กองอุตสาหกรรมในครอบครัว กรมส่งเสริงอุตสาหกรรม เขตดินแดง
- อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ อาจารย์จตุรงค์ เลาหะเพ็ญแสง
- และคณาจารย์ทุกท่านในภาควิชาศิลปอุตสาหกรรมที่ให้การแนะนำในการทำวิทยานิพนธ์

นอกจากนี้ยังมีผู้ให้การช่วยเหลือต่างๆระหว่างการปฏิบัติงาน เช่น นายสุทธิ คาราน่า, นายอานนท์ แซ่เฮง,และนางสาวศิรินทร์ทิพย์ มอยศรี และที่ขาดเสียมิได้คือกำลังใจที่ดีในระหว่างการทำงานที่เพื่อนๆ และผู้ปกครองที่มอบให้ข้าพระเจ้า

สุดท้ายนี้ ผู้ทำการวิจัยขอขอบพระคุณบุคคลต่างๆที่ให้คำปรึกษา และสถานที่ราชการทุกหน่วยงาน ขอให้ประสบผลสำเร็จในหน้าที่การงานมีความเจริญยิ่งขึ้น

นายกฤษณ์ กฤษณนนท์

# สารบัญ

หน้า


บทคัดย่อภาษาไทย.....I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....II

กิตติกรรมประกาศ.....III

สารบัญ .....IV

สารบัญภาพ.....VI

สารบัญตาราง.....IX

คำนิยามศัพท์.....X

บทที่

1 บทนำ.....1

เหตุผลในการนำเสนอโครงการ.....1

วัตถุประสงค์ของโครงการ.....2

ปัญหาที่เกิดขึ้น.....3

แนวทางแก้ไขปัญหา.....3

วิธีดำเนินการวิจัย.....5

ขอบเขตการศึกษาข้อมูล.....5

ขอบเขตการออกแบบ.....5

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....6

2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....7

ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับเครื่องเทศที่ใช้ในการอบแห้ง.....7

- ความหมายของเครื่องเทศ.....8
- ความสำคัญของเครื่องเทศ.....8
- การจัดแบ่งเครื่องเทศ.....10
- ประวัติของเครื่องเทศ.....11
- ตัวอย่างเครื่องเทศที่ใช้ในการอบแห้ง.....12

ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับตู้อบเครื่องเทศ.....20

- อุปกรณ์สร้างความร้อน.....22
- อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิ.....32

# สารบัญ (ต่อ)

หน้า


- สวิตซ์ตัดวงจรอัตโนมัติ.....37
- ชุดควบคุมความร้อน.....41
- วัสดุป้องกันและเก็บความร้อน.....51
- การอบแห้ง.....61

ข้อมูลเกี่ยวกับวัสดุและกรรมวิธีการผลิต.....71

- เหล็ก.....72
- สแตนเลส.....74
- อลูมิเนียม.....76
- มอเตอร์.....77
- สกรูเกลียว.....83
- สวิตซ์ควบคุม.....87

ข้อมูลเกี่ยวกับสัดส่วนมนุษย์ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ.....95

ข้อมูลเกี่ยวกับการใช้จิตวิทยาสีในการออกแบบ.....99

3 การรวบรวมและศึกษาข้อมูล.....103

วิธีสำรวจข้อมูล.....103

แหล่งที่มาของข้อมูล.....104

การวิเคราะห์ข้อมูล.....105

4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....106

สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....107

การออกแบบเสนองาน.....111

แบบถ่ายย่อ.....119

5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....126

สรุปผลการวิจัย.....126

ข้อเสนอแนะ.....127

บรรณานุกรม

ภาคผนวก

ประวัติผู้เขียน

# สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า


1. แสดงลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ใช้งานโดยทั่วไป.....3
2. แสดงลักษณะของแผงควบคุมตู้อบแบบเดิม.....4
3. แสดงลักษณะการกระจายความร้อนแบบเดิมของเครื่อง.....5
4. ขดลวดความร้อนแบบเปลือย.....24
5. ขดลวดความร้อนแบบกึ่งเปิด.....25
6. การแสดงโครงแท่งความร้อน.....26
7. โครงสร้างและลักษณะของลวดความร้อนแบบปิด.....26
8. หม้อหุงข้าวที่ใช้ลวดความร้อนแบบปิด.....27
9. ลวดความร้อนในหลอดแก้วควอร์ตใช้ในเตาผิงไฟฟ้า.....27
10. ลวดความร้อนที่ใช้ในผ้าห่มไฟฟ้าและกระเป๋าน้ำร้อนไฟฟ้า.....28
11. ลวดความร้อนที่ใช้ในเบาะวางเท้าไฟฟ้า.....28
12. การกระจายคลื่นความถี่สูงในเตาอบไมโครเวฟ.....29
13. เตาแม่เหล็กไฟฟ้า.....30
14. ลักษณะลวดความร้อนแบบเปลือย.....31
15. ลวดความร้อนแบบกึ่งปิด.....31
16. ลักษณะลวดความร้อนปิด.....32
17. เทอร์โมสตัท ชนิดไบ-เมทอลสตริป.....33
18. สารที่มีอนุภาคเรียงตัวกันจะมีสภาพเป็นแม่เหล็ก.....33
19. สารที่มีอนุภาคไม่เรียงตัวกันจะไม่มีสภาพเป็นแม่เหล็ก.....34
20. เทอร์โมสตัทจะยันคอนแทคให้ยื่นออกเมื่อรับความร้อน.....35
21. วงจรการทำงานของเทอร์โมมิเตอร์.....36
22. ภาพแสดงเทอร์โมสตัท ชนิดเทอร์โมดับเบิล.....36
23. เทอร์โมดับเบิล.....37
24. ส่วนประกอบของสวิตซ์ตัดวงจรอัตโนมัติ.....38
25. การแสดงการไหลผ่านของขดลวดกระแสไฟฟ้า.....39
26. เมื่อกระแสไฟฟ้าเกินขีดจำกัดที่กำหนดไว้นานเกินช่วงหน่วงเวลา.....40
27. สวิตซ์ตัดวงจรอัตโนมัติชนิดทำงานด้วยความร้อนและอำนาจแม่เหล็ก.....40

# สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า


28. ชุดควบคุมความร้อน.....41
29. รูปแบบของไบ-เม็ททอล.....42
30. ระบบไบ-เม็ททอล.....42
31. สวิตซ์แม่เหล็ก.....43
32. ส่วนประกอบของสวิตว์แม่เหล็ก.....44
33. ภาพแสดงลักษณะของสวิตซ์แม่เหล็ก 1.....45
34. ภาพแสดงลักษณะของสวิตซ์แม่เหล็ก 2.....45
35. การทำงานของชุดควบคุมความร้อน 1,.....46
36. การทำงานของชุดควบคุมความร้อน 2.....47
37. ชุดควบคุมความร้อนประกอบด้วยสวิตซ์แม่เหล็กหน้าสัมผัส.....48
38. ลักษณะสวิตซ์ที่ยังไม่กด.....49
39. เมื่อกดสวิตซ์หน้าสัมผัสจะแตะกัน.....49
40. แสดงลายละเอียดด้านข้างของมาตราฐานลวดความร้อน.....50
41. แสดงลักษณะเกลียวต่างๆ.....83
42. แสดงการยึดด้วยสกรู.....84
43. แสดงการเรียกส่วนต่างๆของสกรูหกเหลี่ยม.....84
44. แสดงสวิตซ์แบบกด.....87
45. แสดงสวิตซ์แบบโยก.....88
46. แสดงสวิตซ์แบบเลื่อน.....88
47. แสดงสวิตซ์แบบหมุน.....89
48. แสดงการเชื่อมจุดด้วยไฟฟ้า.....93
49. แสดงภาพหมุดย้ำชนิดต่างๆที่นิยมใช้ในงานโลหะแผ่น.....94
50. แสดงขนาดสัดส่วนมือชาย-หญิง.....95
51. แสดงขนาดของมือแบบต่างๆ.....96
52. SKETCH DESIGN 1.....119
53. SKETCH DESIGN 2.....119
54. SKETCH DESIGN 3.....120

# สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

55. SKETCH DESIGN 4.....120
56. PERSPECTIVE.....121
57. SECTION.....121
58. ERGONOMIC.....122
59. ASSEMBLY.....122
60. DETAIL 1.....123
61. DETAIL 2.....123
62. DETAIL 3.....124
63. DETAIL 4.....124
64. หุ่นจำลอง MODEL 1.....125
65. หุ่นจำลอง MODEL 2.....125

# สารบัญตาราง


ตารางที่ หน้า

1. แสดงปริมาณและมูลค่าการส่งออกมะเขือเทศปี พ.ศ. 2531-2534.....14
2. แสดงปริมาณและมูลค่าการส่งออกพริกปี พ.ศ. 2531-2534.....17
3. คุณค่าทางอาหารของมะเขือเทศที่บริโภคได้ 100 กรัม.....18
4. อุณหภูมิที่สัมพันธ์กับชีวิตของจุลินทรีย์.....67
5. แสดงความแตกต่างระหว่างการตากแห้ง กับ การอบ.....69
6. แสดงลักษณะประเภทของสกรูและการใช้งาน.....85
6. แสดงลักษณะประเภทของสกรูและการใช้งาน (ต่อ).....86
7. แสดดงความสูงเฉลี่ยและน้ำหนักของคนไทยอายุ 13-40 ปี.....97
7. แสดดงความสูงเฉลี่ยและน้ำหนักของคนไทยอายุ 13-40 ปี (ต่อ).....98

# คำนิยามศัพท์

1. เครื่องเทศ หมายถึง สิ่งของที่มีปริมาณเพียงเล็กน้อยที่มนุษย์เราใส่ลงไปในอาหารและเครื่องดื่ม เพื่อประโยชน์ในการปรุงแต่งรสชาติให้น่ารับประทานยิ่งขึ้น

2. อุตสาหกรรมภายในครอบครัว หมายถึง การทำกิจกรรมหรือกิจการบางอย่างร่วมกันในครอบครัว เป็นอุตสาหกรรมที่ พ.ร.บ. กำหนดไว้ในมาตราฐานโรงงานว่า ต้องใช้คนไม่เกิน 10 คน และใช้เครื่องไม่เกิน 5 แรงม้าตาม พ.ร.บ. โรงงานปี พ.ศ. 2512

3. การแปรรูปอาหาร หมายถึง การแปรสภาพสิ่งที่ใช้ในการบริโภค จากสถานภาพเดิมให้เปลี่ยนเป็นสถานะภาพตามต้องการ

4. การอบแห้ง หมายถึง การทำให้อาหารแห้งโดยใช้เครื่องจักรช่วย อาจแบ่งได้ตามกรรมวิธี คือ การอบด้วยตู้ การอบด้วยเครื่องจักรและการทำให้เยือกแข็งและแห้ง

# บทที่ 1

# บทนำ

## ความเป็นมาและความสำคัญ

พืชเครื่องเทศและสมุนไพรประกอบไปด้วยสารหลายชนิด มีทั้งอินทรียสาร วิตามิน แร่ธาตุ เอนไซม์ และเกลือแร่ต่างๆ ที่จะแปรสภาพไปเป็นพลังงานเพื่อกระตุ้นและแสดงปฏิกิริยาต่อต้านการทำลายของเชื้อโรคต่างๆ ให้หยุดการเจริญเติบโตเพื่อควบคุมระบบต่างๆ ของร่างกายให้หยุดการเจริญเติบโต ตลอดทั้งเพื่อส่งเสริมระบบต่างๆ ของร่างกายให้มีพละกำลังที่จะสามารถทำงานต่อไปได้เป็นปกติ ซึ่งในยุคแรกๆของการนำเอาพืชเครื่องเทศและสมุนไพรที่มีปรากฏทั่วไปตามธรรมชาติมาใช้อุปโภคและบริโภคนั้น มนุษย์ไม่มีความรู้ว่าพืชเครื่องเทศหรือสมุนไพรนั้นๆ มีคุณสมบัติพิเศษอะไรบ้างที่ก่อให้เกิดคุณประโยชน์อย่างมหาศาสต่อมวลมนุษย์ เนื่องจากในสมัยนั้นมีความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีตลอดจนหลักการแพทย์แผนปัจจุบันยังไม่เจริญก้าวหน้า แต่จากประสบการณ์การสังเกตคุณประโยชน์ของพืช มนุษย์จึงรู้จักการเอาประโยชน์ที่ได้จากการอุปโภคและบริโภคพืชเครื่องเทศและสมุนไพรมาผูกพันกับชีวิตความเป็นอยู่ประจำวันมากขึ้น บางชนิดก็มีประโยชน์เป็นยารักษาโรค ทั้งนี้เพราะพืชบางชนิดมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ต่างๆ ได้ บางชนิดใช้ในการปรุงแต่งกลิ่น สี รส อาหารและเครื่องดื่ม บางชนิดใช้ถนอมอาหารและบางชนิดมีประโยชน์ใช้ในงานอุตสาหกรรมเครื่องสำอางหรือน้ำหอมได้( รุ่งรัตน์ เหลืองนทีเทพ ,**พืชเครื่องเทศ และ สมุนไพร.**กรุงเทพ: สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์,2540 )

ประเทศไทยเป็นประเทศหนึ่งที่มีสมุนไพรและสมุนไพรเป็นจำนวนมาก บางชนิดต้องเพาะปลูกขึ้น บางชนิดขึ้นเองเป็นทรัพยากรธรรมชาติ บ้างก็หาได้ง่าย และบ้างก็หาได้อยาก ในแต่ละปีคนไทยใช้พืชเครื่องเทศและสมุนไพรบางชนิดเป็นจำนวนมาก นอกจากนี้พืชเครื่องเทศและสมุนไพร บางชนิดเป็นสินค้าออกที่สำคัญของไทยอีกด้วย แต่จากการที่ลักษณะโครงสร้างการผลิตเครื่องเทศและสมุนไพรยังมีข้อจำกัดโดยบางชนิดใช้วิธีเก็บหาจากป่าธรรมชาติ บางชนิดผลิตหรือปลูกเพียงเพื่อใช้บริโภคภายในประเทศและหากมีเหลือบ้างจึงส่งไปจำหน่ายยังต่างประเทศ แต่ปัจจุบันภาวการณ์เปลี่ยนแปลงไป ทั้งนี้เนื่องจากความต้องการพืชเครื่องเทศและสมุนไพรของประเทศต่างๆ มีมากขึ้นกอปอทั้งความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีของวิทยาการการเพาะปลูกการเก็บเกี่ยวการอุตสาหกรรมอาหารสำเร็จรูปยารักษาโรคและเครื่องสำอางต่างๆ ได้เจริญรุดหน้าไปมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งประเทศไทยที่มีสภาพภูมิประเทศและภูมิอากาศเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชเหล่านี้ พืชบางชนิดยังไม่ได้ทำการปลูกกันอย่างจริงจังไม่ได้ปลูกเป็นการค้า ดังนั้นปริมาณการ

ผลิตและการควบคุมคุณภาพพืชเครื่องเทศและสมุนไพรจึงกระทำได้ยาก ทั้งที่ประเทศไทยมีพืชเครื่องเทศและสมุนไพรที่สำคัญหลายชนิดที่ตลาดต่างประเทศต้องการซึ่งในปีหนึ่งๆ พืชเครื่องเทศและสมุนไพรมีการค้าขายอย่างกว้างขวางเป็นมูลค่าค่อนข้างสูง(เกษตรสันทัด,ขุน.**ผลไม้ส่งออก.** กรุงเทพ:สำนักหอสมุดกลาง,2531 )

ผู้จัดทำจึงได้เสนอโครงการออกแบบปรับปรุง เครื่องอบเครื่องเทศเพื่อการจำหน่ายสำหรับอุตสาหกรรมในครอบครัว โดการทำวิจัยถึงปัญหาที่เกิดขึ้นกับตัวผลิตภัณฑ์เดิมและพฟติกรรมการใช้งาน นำมาทำการวิเคราะห์เพื่อที่จะทำการออกแบบปรับปรุงแก้ไขผลิตภัณฑ์ ให้มีประสิทธิภาพในการใช้งานมากขึ้น และเพื่อเป็นแนวทางในการแก้ไขครั้งต่อไป

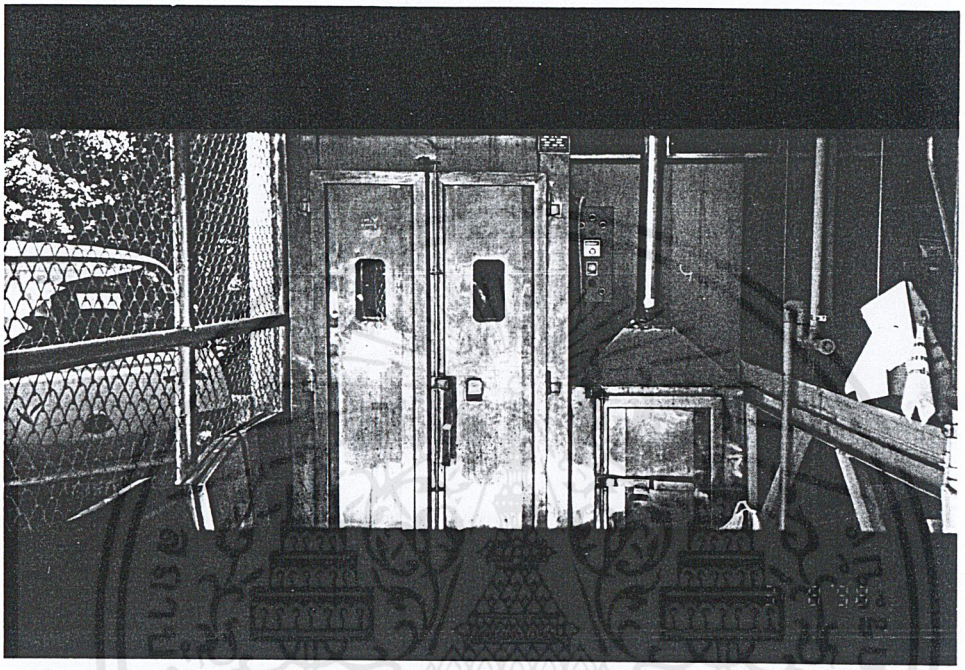
**วัตถุประสงค์โครงการ**

1. เพื่อออกแบบปรับปรุงตู้อบเครื่องเทศก่อนการแปรรูปอาหาร
2. เพื่อออกแบบปรับปรุงตู้อบเครื่องเทศสำหรับอุตสาหกรรมในครอบครัว

**ที่มาของปัญหา**

ผลิตภัณฑ์เดิมที่มีอยู่จะมีปัญหาหลักอยู่ 2 ประการคือ ปัญหาในตัวของการผลิตเอง เช่น ระบบการทำความร้อนและการควบคุมอุณหภูมิ และปัญหาที่เกี่ยวกับขนาดและการผลิตในระบบอุตสาหกรรม

ภาพที่ 1
แสดงลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ใช้งานโดยทั่วไป



**ปัญหาที่เกิดขึ้น**

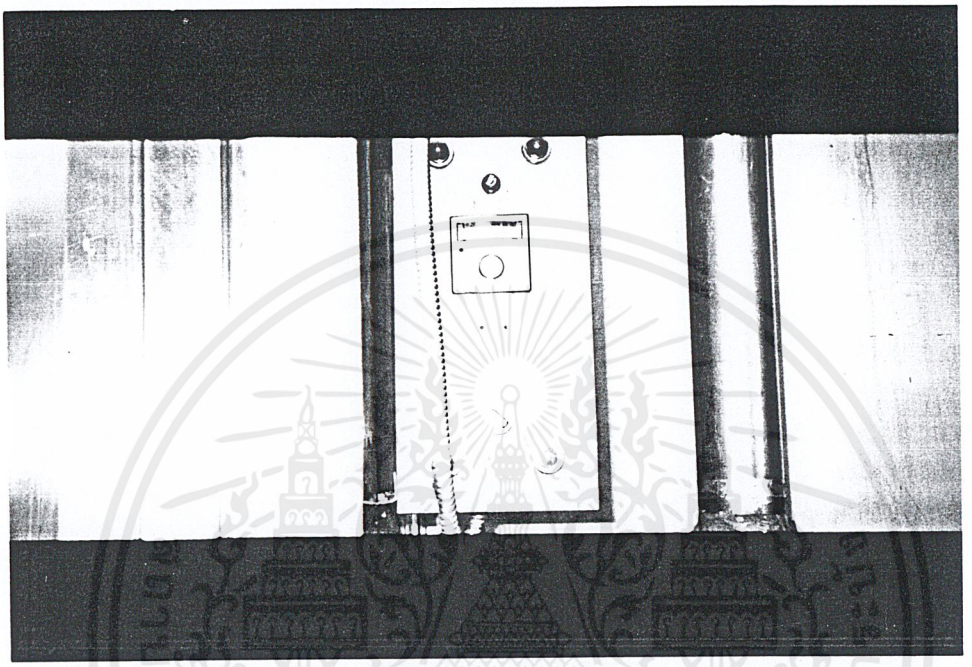
1. ผลิตภัณฑ์ที่ใช้งานโดยทั่วไป จะใช้งานกันตามโรงงานขนาดใหญ่ และในการผลิตแต่ละครั้งจะผลิตโดยการสั่งทำเป็นตัวๆ

**แนวทางแก้ไข**

ทำการออกแบบปรับปรุงให้ผลิตภัณฑ์มีขนาดเล็กลง เพื่อให้สามารถใช้งานได้ในครอบครัว รวมถึงการผลิตในระบบอุตสาหกรรม

ภาพที่ 2

แสดงลักษณะของตู้อบแบบเดิมที่แผงควบคุมจะมีเพียงปุ่ม เปิด-ปิดและตัวควบคุมเวลาเท่านั้น



**ปัญหาที่เกิดขึ้น**

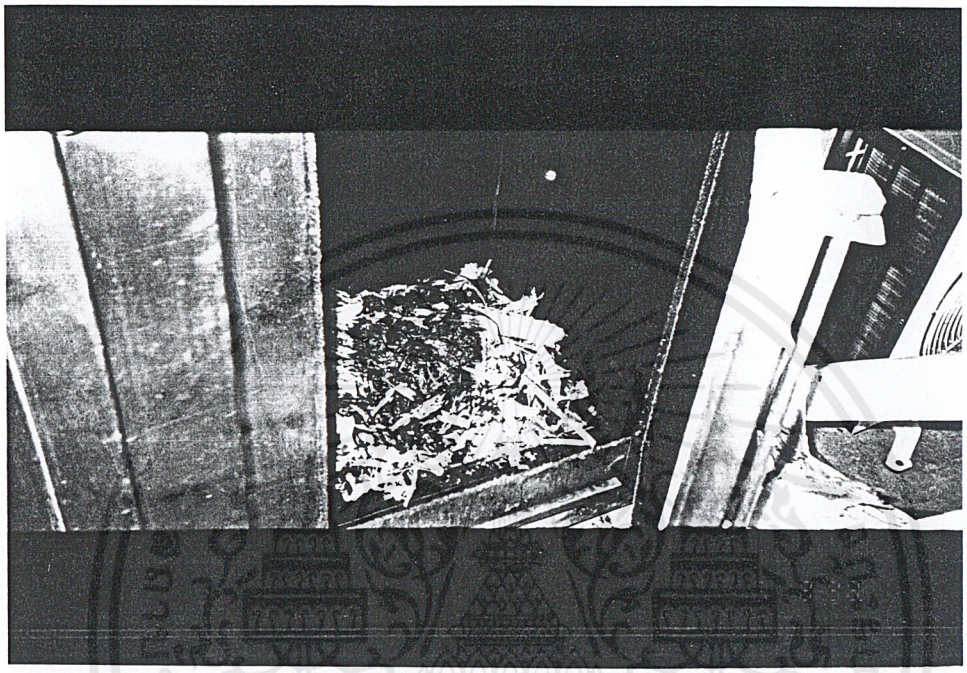
2. ในการใช้อบเครื่องเทศที่ต่างชนิดกัน อาจทำให้การต้องการใช้อุณหภูมิความร้อนในการอบที่ต่างกันออกไป จะทำให้ยุ่งยากเกี่ยวกับการควบคุมอุณหภูมิที่ต่างกันในการอบเครื่องเทศลักษณะต่างๆ

**แนวทางแก้ไข**

ศึกษาเกี่ยวกับระบบการควบคุมอุณหภูมิ ระบบการตัดความร้อน และระบบการตั้งเวลาเปิด-ปิดเครื่อง ที่สามารถใช้กับตัวผลิตภัณฑ์ได้

ภาพที่ 3

แสดงลักษณะของการกระจายความร้อนแบบเดิมของเครื่อง



**ปัญหาที่เกิดขึ้น**

3. ระบบการกระจายความร้อนแบบเดิมที่ขึ้นจากด้านล่างด้านเดียว ทำให้เครื่องเทศบางส่วนเกิดการแห้งไม่เท่ากัน

**แนวทางแก้ไข**

ศึกษาเกี่ยวกับการทำงานระบบสูญญากาศ เพื่อในมาใช้ในการกระจายความร้อยในตัวเครื่อง

**วิธีดำเนินการวิจัย**

1. การกำหนดปัญหางานวิจัย
2. การวางแผนการวิจัย
3. การศึกษาข้อมูล
4. การรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล
6. การสรุปข้อมูลเพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบ
7. การออกแบบและการเขียนแบบ
8. การสร้างหุ่นจำลอง
9. การนำเสนอ

**ขอบเขตการศึกษาข้อมูล**

1. ศึกษาถึงรูปแบบของผลิตภัณฑ์เดิม
2. ศึกษาถึงพฤติกรรมการใช้งานของมนุษย์
3. ศึกษาเกี่ยวกับปัญหาที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับระบบการทำงานของผลิตภัณฑ์เดิม
4. ศึกษาเกี่ยวกับขนาดและสัดส่วนของมนุษย์ที่เกี่ยวข้อง
5. ศึกษาเกี่ยวกับวัสดุที่ใช้ในการผลิตในระบบอุตสาหกรรม
6. ศึกษาเกี่ยวกับระบบกลไกที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบเพื่อนำมาใช้ในการแก้ไข
7. ศึกษาเกี่ยวกับจิตวิทยาการใช้สีที่มีอิทธิพลในการออกแบบ
8. ศึกษาเกี่ยวกับระบบสูญญากาศที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการออกแบบ

**ขอบเขตการออกแบบ**

1. ออกแบบเครื่องอบเครื่องเทศสำหรับอุตสาหกรรมในครอบครัว
2. ออกแบบเครื่องอบเครื่องเทศที่สามารถควบคุมความร้อนได้
3. ออกแบบเครื่องอบเครื่องเทศที่สามารถตั้งเวลาปิดเครื่องได้
4. ออกแบบเครื่องอบเครื่องเทศที่สามารถตัดไฟได้เมื่อมีความร้อนเกินที่กำหนดไว้
5. ออกแบบเครื่องอบเครื่องเทศที่มีระบบการทำงานที่ปลอดภัย
6. ออกแบบเครื่องอบเครื่องเทศที่สามารถซ่อมแซมได้ง่าย
7. ออกแบบเครื่องอบเครื่องเทศที่สามารถผลิตได้ในระบบอุตสาหกรรม

**ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการทำวิทยานิพนธ์**

1. สามารถผลิตเครื่องอบเครื่องเทศที่สามารถใช้งานได้ในอุตสาหกรรมครอบครัว
2. สามารถผลิตเครื่องอบเครื่องเทศที่สามารถใช้งานได้สะดวก และปลอดภัย
3. สามารถผลิตเครื่องอบเครื่องเทศที่ผลิตได้ในระบบอุตสาหกรรม
4. สามารถใช้เป็นแนวทางในการศึกษาเพื่อออกแบบปรับปรุงครั้งต่อไป

# บทที่ 2
# เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การทำวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาข้อมูลจากเอกสาร ตำรา ตลอดจนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยสามารถจำแนกข้อมูลต่างๆ ออกเป็นข้อๆ ได้ดังนี้

1. ข้อมูลเกี่ยวกับเครื่องเทศที่ใช้ในการอบแห้ง
   - ความหมายและประวัติของเครื่องเทศ
   - ตัวอย่างเครื่องเทศที่ใช้ในการอบแห้ง
2. ข้อมูลเกี่ยวกับตู้อบ
   - ระบบความร้อนแบบต่างๆ
   - อุปกรณ์สร้างความร้อน
   - อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิ
   - สวิตซ์ตัดวงจรอัตโนมัติ
   - วัสดุป้องกันความร้อน
   - การอบแห้ง
3. ข้อมูลเกี่ยวกับวัสดุและกรรมวิธีการผลิต
4. ข้อมูลเกี่ยวกับสัดส่วนมนุษย์ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ
5. ข้อมูลเกี่ยวกับจิตวิทยาสีที่ใช้ในการออกแบบ
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

## 1. ข้อมูลเกี่ยวกับเครื่องเทศที่ใช้ในการอบแห้ง

พืชเครื่องเทศมีความสำคัญต่อมนุษย์ทุกเชื้อชาติมานานหลายศตวรรษแล้ว โดยเกี่ยวพันอยู่กับอาหาร ยารักษาโรคต่าง ๆ ในปัจจุบันวิทยาการเกี่ยวกับอุตสาหกรรมอาหารสำเร็จรูป ยารักษาโรค และเครื่องสำอางค์ต่าง ๆ ได้เจริญรุดหน้าไปมาก ทำให้ความสำคัญทางเศรษฐกิจของพืชเครื่องเทศยิ่งเพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย (พิทยา สรวมศิริ.**พืชเครื่องเทศ**.2529)

ในประเทศไทย สภาพภูมิประเทศ และภูมิอากาศ เหมาะสมต่อการเพาะปลูกพืชเครื่องเทศได้หลายชนิด บางชนิดเราเพาะปลูกได้ดี จนกระทั่งมีเหลือส่งขายเป็นสินค้าออกได้ เช่น พริก แต่ยังมีอีกหลายชนิดที่เรายังไม่ได้ทำการเพาะปลูกกันอย่างจริงจัง ทำให้

ต้องนำเข้ามาเพื่อการบริโภคจากต่างประเทศปีละหลาย ๆ ตัน เพื่อเพิ่มโอกาสในการเรียนรู้เกี่ยวกับพืชเครื่องเทศที่มีโอกาสพัฒนาเป็นพืชเศรษฐกิจได้ ในโอกาสนี้จึงได้พยายามนำข้อมูลเกี่ยวกับการเพาะปลูกและการจัดการต่าง ๆ ที่แนะนำอยู่ในประเทศผู้ผลิตสำคัญ ๆ มาสอนและเปรียบเทียบกับวิธีการจัดการในประเทศไทย ในกรณีที่ในประเทศก็มีการปลูกพืชชนิดนั้นด้วยเหมือนกัน

**1.1 ความหมายของพืชเครื่องเทศ** พิทยา สรวงศิริ (2529)

คำว่า " เครื่องเทศ " อาจจะตีความหมายอย่างกว้าง ๆ ว่า คือ สิ่งของในปริมาณเพียงเล็กน้อยที่มนุษย์เราใส่ลงในอาหารและเครื่องดื่ม เพื่อประโยชน์ในการปรุงแต่งกลิ่นและรสชาติให้น่ารับประทานยิ่งขึ้น ซึ่งตามความหมายนี้ คำว่า " เครื่องเทศ " จะรวมไปถึง น้ำตาล น้ำส้ม เกลือ หรือแม้กระทั่งวัสดุจากสัตว์ เช่น ขี้เพลีย น้ำต้มกระดูกด้วย

ส่วนคำว่า " พืชเครื่องเทศ " เราหมายรวมเฉพาะส่วนของพืช อันได้แก่ ราก หัว เปลือก ลำต้น เมล็ด ผล หรือ ทั้งต้น ทั้งในรูปแห้งหรือสด ที่เนื่องจากองค์ประกอบทางเคมีเฉพาะตัว ทำให้มีกลิ่นและรสชาดอันเป็นที่ชื่นชอบของมนุษย์ จึงมีประโยชน์ใช้สอยในแง่ของการปรับปรุงกลิ่นและรสชาดของอาหาร ช่วยเพิ่มความอร่อย ตลอดจนช่วยปรับปรุงระบบการย่อยอาหารของมนุษย์ด้วย

**1.2 ความสำคัญของพืชเครื่องเทศ** พิทยา สรวงศิริ (2529)

เนื่องจากคุณสมบัติพิเศษบางประการของพืชเครื่องเทศคือ มีรสชาดและกลิ่น ซึ่งเป็นที่ชื่นชอบของมนุษย์ จึงทำให้พืชเครื่องเทศกลายเป็นพืชที่มีความสำคัญ ในปีหนึ่ง ๆ มนุษย์ใช้พืชเครื่องเทศชนิดต่าง ๆ รวมกันแล้วนับได้หลายแสนตัน หรือเป็นมูลค่าหลายล้านบาท

เราอาจจำแนกความสำคัญต่อมนุษย์ของพืชพวกนี้ออกได้คร่าว ๆ ดังนี้

ก. ใช้ในการทำยา **( Medicine and pharmacy )**

ข. ใช้ในการปรุงแต่งรสและกลิ่นของอาหาร **( Flavoring and Seasoning agent )** ทั้งในการปรุงอาหารในครัวเรือน และในอุตสาหกรรมทำอาหารชนิดต่าง ๆ ทั้งในรูปอาหารผง อาหารกระป๋อง อาหารเหลวบรรจุหลอด หรือแม้แต่อาหารปรุงสำเร็จตามร้าน ผักดอง ขนมหวาน เป็นต้น

ค. ในอุตสาหกรรมการผลิตน้ำหอม และเครื่องสำอางค์ของสตรีและบุรุษ

ง. ในอุตสาหกรรมเครื่องดื่มต่าง ๆ **( Beverage )** เช่น เบียร์ น้ำชา กาแฟ โกโก้ และเครื่องดื่มบรรจุขวด อื่น ๆ

ช. ในแง่ไม้ประดับ เช่น **Thyme** ซึ่งเป็นไม้พุ่มขนาดเล็กที่มีดอกสวยงาม

การใช้ประโยชน์ทางยาและเภสัชกรรมของพืชเครื่องเทศ และ **Essential oil** หรือ **Aromatic compound** ต่าง ๆ ที่สกัดจากพืชเครื่องเทศ

ก. ใช้ผสมในยา ช่วยให้มีกลิ่นหอมน่ารับประทาน ทั้งยาเม็ด ยาผง ยาน้ำ เช่น ยาแกล้ม ยาแก้ไอ ยาระบาย ยาพวก **Antiseptic** ต่าง ๆ

นอกจากนี้ก็ใช้ในพวก น้ำหอมที่ใช้ฉีดพ่นตามห้องในโรงพยาบาลรวมทั้งใน Lotion บางชนิด

ข. ใช้เป็นตัวยา เช่น ในยารักษาโรคผิวหนังอักเสบ โรคผมร่วง **( Hair growth stimulant )** โดยไปกระตุ้นการไหลเวียนของโลหิต ใช้เป็นยารักษาอาการโรค **Rhumatism (ใช้ Mustard oil)** ใช้เป็น Antimicrotic **(เช่น Listerine)** ใช้เป็นยาแก้ลม ใช้รักษาโรคหลอดลมโดยไปกระตุ้นการขับเสมหะ (ใช้น้ำมันยูคาลิปสติก) บางชนิดใช้หยอดทางจมูกแก้หลอดลมอักเสบ **(ใช้ Peppermint oil)**

พวกลูกเหม็น **( Insect reputant )** ใช้น้ำมัน **Citronilla** (จากส้ม)

น้ำมันจาก **Angellica** ใช้เป็นตัวยากระตุ้นการย่อยอาหารในกระเพาะ

น้ำมันที่สกัดได้จากเมล็ดผักชี ใช้รักษาอาการปวดท้อง

นอกจากนี้ก็ใช้เป็น **Germicide** ลดการเจริญของจุลินทรีย์ เช่น กานพูล

ใช้ทำยาดับกลิ่นในวงการอุตสาหกรรมทางการแพทย์ต่าง ๆ

**การใช้ประโยชน์ในการเป็นอาหาร**

เนื่องจากคุณลักษณะในเรื่องกลิ่นและรส จึงมีการใช้พืชเครื่องเทศมาก ในการทำอาหาร ทั้งนี้เพื่อเป็นเครื่องชูรส **( Condiment )** และช่วยทำให้กลิ่นของอาหารน่ารับประทานยิ่งขึ้น โดยใช้ในการทำอาหารประจำวัน ทำอาหารกระป๋อง อาหารผง อาหารบรรจุหลอด ขนมหวานต่าง ๆ เป็นต้น

รสชาดที่พืชเครื่องเทศเพิ่มให้กับอาหารมีหลายรูปแบบ ดังนี้

ก. รสเผ็ดหรือฉุน เช่น พริก พริกไท

ข. รสขม พบในพวก **Alkaloid** ที่มีเป็นองค์ประกอบ และ **Glycoside** บางชนิด

ค. รสเปรี้ยว เนื่องจากมีกรด

ง. รสหวาน เป็นสารประเภท **Glycoside**

ช. กลิ่นหอม เช่น ผักชี หอม กระเทียม

ซ. รสเย็นซ่า เช่น **Peppermint** ขิง

นอกจากคุณค่าทางด้านการปรุงรสดังกล่าว พืชเครื่องเทศยังมีคุณค่าทางอาหารด้วย เพราะมีองค์ประกอบทั้ง แป้ง น้ำตาล โปรตีน ไขมัน วิตามิน และแร่ธาตุบางชนิด ซึ่งชนิดและปริมาณก็จะมีแตกต่างกันไปตามชนิดของพืชเครื่องเทศนั้น ๆ รวมทั้งพันธุ์และแหล่งที่ปลูก

แร่ธาตุที่สำคัญในพืชเครื่องเทศส่วนใหญ่คือ Na ซึ่งจะมีอยู่ในประมาณ 0.1 % นิยมใช้ผสมในอาหารให้คนไข้ที่มีปัญหาจากการบริโภคคลอรีน ( $Cl^-$) หรือคนไข้ที่มีโรคความดันโลหิตสูง ซึ่งจะบริโภคเกลือแกงไม่ได้ จึงมักขาดธาตุ Na ได้ง่าย

นอกจากนี้พืชเครื่องเทศยังใช้เป็นยาชูกำลัง หรือยากระตุ้นความรู้สึกทางเพศ และเป็นตัวเรียกน้ำย่อยด้วย

**1.3 แหล่งกำเนิด** พิทยา สรวงศิริ (2529)

พืชเครื่องเทศแต่ละชนิดจะมีลักษณะเฉพาะตัว เกี่ยวกับความต้องการสภาพแวดล้อมเพื่อการเจริญเติบโต ความแตกต่างกันของปริมาณฝน ความชื้น อุณหภูมิ และแสง ในแต่ละสภาพภูมิประเทศได้กำหนดให้พืชเครื่องเทศ มีแหล่งกำเนิดที่กระจัดกระจายไปทั่วโลก

**1.4 แหล่งผลิต**

ถึงแม้ว่าพืชเครื่องเทศจะมีแหล่งกำเนิดเฉพาะแต่ละแห่งก็ตามมนุษย์เราเป็นตัวการสำคัญที่ได้นำเอาพืชเครื่องเทศที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจไปปลูกในแหล่งอื่น ๆ โดยอาศัยความรู้และความก้าวหน้าทางวิทยาการของการเพาะปลูกเข้าช่วยหรือปรับปรุงให้พืชปรับตัวเองให้เข้ากับสภาพสิ่งแวดล้อมที่อาจจะแตกต่างไปจากในแหล่งต้นกำเนิดเดิมไปบ้างด้วยเหตุนี้เองประเทศผู้ผลิตพืชเครื่องเทศจึงไม่จำเป็นเสมอไปว่าจะต้องเป็นที่เดียวกับแหล่งกำเนิดเสมอไป เช่น พริก ซึ่งมีแหล่งกำเนิดอยู่ในอเมริกาใต้ แต่ไปมีแหล่งผลิตสำคัญอยู่ในยุโรปตอนใต้

**1.5 การจัดแบ่งเครื่องเทศ**

ตามส่วนของต้นที่นำมาใช้ประโยชน์

ก. ตามส่วนของต้นที่นำมาใช้ประโยชน์

ข. ส่วนของผล เช่น ผักชี วานิลลา พริกไทดำ

ค. ส่วนของลำต้นใต้ดิน เช่น ขิง ขมิ้น ข่า

ง. ส่วนของเปลือกลำต้น เช่น อบเชย

ช. ส่วนของเมล็ด เช่น กระวาน งา จันท์เทศ ผักชี พริกไทขาว

ซ. ส่วนของใบ เช่น ผักชี ขึ่น ใบมะกรูด ตะไคร้

ช. ส่วนอื่น ๆ ของผล เช่น ดอดจันท์เทศ ( Mace )

ฌ. ส่วนของราก เช่น กระชาย รากผักชี

**1.6 ประวัติของเครื่องเทศ** พิทยา สรวงศิริโชค (2529)

มนุษย์รู้จักใช้ประโยชน์จากพืชเครื่องเทศมานานแล้ว จากหลักฐานเท่าที่ทราบพบว่าเริ่มจากสมัยอียิปต์ประมาณ 2,600-2,100 ปีก่อนกริกกริวสตกาล ในสมัยนั้นมีการแจก หอม และกระเทียม ให้กับคนงานสร้างปิตุฆาตรามิดมากกว่า 100,000 คน เพื่อใช้รับประทานเป็นผักเครื่อง ชูรสอาหาร และเป็นยารักษาสุขภาพ

ต่อมาอียิปต์ นำเอาอบเชยเข้ามาจากจีน และออเซาะตะวันออกเฉียงใต้ เพื่อใช้ในการทำมัมมี่ โดยใช้ทาผนังด้านในของช่องท้องหลังจากทำความสะอาดแล้วด้วย **Cassia Cinnamon** Cumin **Anise Marjoram** และอื่น ๆ ทำให้บางครั้งมีผู้จัดว่าอบเชยเป็นพืชเครื่องเทศที่เก่าแก่ที่สุดที่มนุษย์รู้จักประโยชน์ (ประมาณ 4,000 ปี) ซึ่งเริ่มแรกใช้ในการทำมัมมี่ ต่อมาในปัจจุบันใช้มากในการทำขนมปัง และอาหารสำเร็จรูปต่าง ๆ

แรกทีเดียวมนุษย์ไม่ได้ใช้พืชเครื่องเทศในการเป็นเครื่องปรุงอาหาร แต่ใช้ประโยชน์อย่างอื่น เช่น ขบเคี้ยว ถนอมอาหาร ทำมัมมี่ มนุษย์รู้จักนำเอาพืชเครื่องเทศมาใช้ประโยชน์ในการปรุงแต่งรสอาหารเมื่อประมาณศตวรรษที่ 1

ในปี ศ.ศ 1492 **Columbus** ได้ออกเดินทางเพื่อตรวจหาเส้นทางเดินเรือที่ใกล้ที่สุดสำหรับการเดินทางไปหมู่เกาะอินเดีย หาทอง หาแหล่งพืชเครื่องเทศชนิดใหม่ ๆ และโดยเฉพาะอย่างยิ่งพริกไทดำ ในปีนั้นเมื่อผ่านไปทางเหนือของ **Cuba** เขาไปพบผลของพืชชนิดหนึ่ง ซึ่งมีลักษณะสีแดง ผลคล้าย **Nut** แต่มีรสชาดเผ็ดร้อนมาก จึงเรียกชื่อว่า **Pimiento** (หมายถึง **Peppers** ในภาษาสเปกตรัม ) แต่ที่จริงแล้วคือ พริก ( **Chilies หรือ Chilies pepper** ) ไม่ใช่พริกไท ซึ่งต่อมาในปี 1650 มีการนำไปปลูกอย่างแพร่หลายในยุโรปนะ และมีการผสมพันธุ์ใหม่ ๆ ออกมามากหลาย และใช้แทนพริกไทในบางแห่ง

ในราว ๆ ปี 1500 ได้มีการค้นพบ จันท์เทศ ในแถบหมู่เกาะ **Moluccas ( East Indian )** และต่อมาก็พบ กานพลู ในบริเวณเดียวกัน ซึ่งพืชเครื่องเทศทั้ง 2 อย่าง นี้กลายเป็นชนิดที่สำคัญมาทางการค้าในโอกาสต่อมา

สำหรับกานพลู มีรายงานว่า มนุษย์รู้จักนำมาใช้ประโยชน์ตั้งแต่ประมาณ 300 ปีก่อน คริสตกาล โดยชาวจีนนิยมเคี้ยว เพื่อช่วยให้กลิ่นปากหอม

นับถึงปัจจุบัน มนุษย์รู้จักใช้ประโยชน์จากพืชเครื่องเทศนานกว่า 4,000 ปีแล้ว และในปัจจุบันนี้การปลูกพืชเครื่องเทศได้แพร่หลายอย่างมาก และมีความสำคัญมาในด้านคุณค่าทางเศรษฐกิจของโลก มีการตั้งโรงงานทำผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมต่าง ๆ มากมายเพื่อสะดวกในการขนส่งและนำไปใช้ประโยชน์

**1.7 ตัวอย่างพืชเครื่องเทศที่ใช้ในการอบแห้ง** รุ่งรัตน์ เหลืองนทีเทพ (2540)

**1.7.1 มะเขือเทศ (Tomato, Love apple)**

***Lycopersicon lycopersicum* (L.) Karst.**

**Syn. *L. esculentum* Mill.**

***Solanum lycopersicon* L.**

มะเขือเทศเป็นพืชผักที่นิยมปลูกกันมากในแทบทุกประเทศ มีความสำคัญเป็นอันดับสองรองจากมันฝรั่ง มะเขือเทศที่ปลูกแบ่งตามการใช้ประโยชน์เป็น 2 ประเภท คือ มะเขือเทศบริโภคสด (Table tomato) กับมะเขือเทศส่งโรงงานอุตสาหกรรม **(Processing tomato)** นอกจากรับประทานผลสดแล้วยังสามารถนำไปประกอบอาหารได้อย่างหลาย และนำไปแปรรูปในโรงงานอุตสาหกรรมได้หลายชนิด เช่น น้ำมะเขือเทศ ซ๊อสมะเขือเทศ ดองทั้งผล **Ketchup** และ **paste** เป็นต้น

**ถิ่นกำเนิด**

มะเขือเทศมีถิ่นกำเนิดในทวีปอเมริกาใต้ แถบประเทศเปรู และอิเควดอร์ และถูกนำมาปลูกครั้งแรกในประเทศเม็กซิโก ชาวสเปนเป็นผู้นำมะเขือเทศเข้าสู่ทวีปยุโรป ในตอนศตวรรษที่ 16 และนำข้ามมหาสุมทรแปซิฟิกไปยังฟิลิปปินส์และมาเลเซีย มะเขือเทศก็ได้รับการเผยแพร่ไปทั่วโลก จนกลายเป็นพืชผักที่มีความสำคัญมากที่สุดชนิดหนึ่งในปัจจุบัน

**ลักษณะทั่วไป**

มะเขือเทศเป็นไม้พุ่มเตี้ย สูงประมาณ 0.75-2.00 เมตร ลำต้นแข็งและมีขนปกคลุม มีรากแก้วแข็งแรง หากรากแก้วถูกทำลายจะแตกรากแขนง **(Fibrous root)** สามารถเจริญเติบโตได้ในดินแทบทุกชนิด แต่ชอบดินร่วนที่มีอินทรีย์วัตถุสูง มีการระบายน้ำดี ไม่ขังแฉะ

**คุณค่าทางอาหาร**

มะเขือเทศสุกเป็นแหล่งของวิตามินและเกลือแร่ โดยเฉพาะวิตามินเอและวิตามินซี แคลเซียม ฟอสฟอรัส ตลอดถึงโปรตีนและคาร์โบไฮเดรท ผลมะเขือเทศเมื่อสุกจะมีสีแดง อาจมีสีแสดหรือสีเหลือง ซึ่งขึ้นอยู่กับกับลักษณะทางพันธุกรรมและสภาพแวดล้อม

**ความสำคัญทางเศรษฐกิจ**

**ก. การผลิต**

ในประเทศไทย จากสถิติการเพาะปลูกปี 2534 ของการส่งเสริมการเกษตร มีพื้นที่เพาะปลูกมะเขือเทศทั้งสิ้น 86,078 ไร่ พื้นที่เก็บเกี่ยว 85,193 ไร่ ผลผลิตทั้งหมด 171,850 ตัน ผลผลิตเฉลี่ยประมาณ 2,017 กก./ไร่ (ฝ่ายวิเคราะห์ข้อมูลส่งเสริมการเกษตร, 2535) พื้นที่เพาะปลูกส่วนใหญ่อยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มะเขือเทศที่ปลูกในประเทศไทยส่วนใหญ่ได้รับการปรับปรุงพันธุ์ในประเทศเขตอบอุ่น ดังนั้นจึงปลูกได้ดีให้ผลผลิตสูงในฤดูหนาว พันธุ์ที่นิยมปลูกบริโภคสด ได้แก่ พันธุ์สีดา สีดา มก. สีดาห้างฉัตร

**ข. การตลาด**

ผลผลิตมะเขือเทศบริโภคสดเกือบทั้งหมดจะส่งเข้าตลาดบริโภคสด ทั้งในตลาดต่างจังหวัดและกรุงเทพมหานคร ส่วนตลาดต่างประเทศโดยมากเป็นประเทศใกล้เคียงในทวีปเอเชีย ได้แก่ มาเลเซีย ฮ่องกง และสิงคโปร์ สำหรับมะเขือเทศอุตสาหกรรมจะส่งเข้าโรงงานแปรรูปมะเขือเทศ 70 เปอร์เซ็นต์ อีก 30 เปอร์เซ็นต์ ส่งเข้าตลาดบริโภคสด (กรมวิชาการเกษตร และส่งเสริมการเกษตร, 2535 ข) ปริมาณการส่งออกผลผลิตมะเขือเทศของประเทศไทยแสดงไว้ในตาราง

ตารางที่ 1

ปริมาณและมูลค่าการส่งออกผลผลิตมะเขือเทศของประเทศไทย ปี 2531-2534

| รายการ | 2531 | | 2532 | | 2533 | | 2534 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ปริมาณ (เมตริกตัน) | มูลค่า (ล้านบาท) | ปริมาณ (เมตริกตัน) | มูลค่า (ล้านบาท) | ปริมาณ (เมตริกตัน) | มูลค่า (ล้านบาท) | ปริมาณ (เมตริกตัน) | มูลค่า (ล้านบาท) |
| มะเขือเทศสด | 2,556 | 10.5 | 1,538 | 6.8 | 1,707 | 5.9 | 1,043 | 3.3 |
| มะเขือเทศกระป๋อง | | | | | | | | |
| - ทั้งผล | 945 | 12.9 | 8,048 | 124.4 | 9,746 | 132.7 | 8,510 | 116.4 |
| - ส่วนของมะเขือเทศ | 509 | 10.0 | 3,933 | 101.4 | 3,821 | 75.0 | 4,571 | 87.5 |
| เมล็ดพันธุ์มะเขือเทศ | 9,943 (ก.ก) | - | 25,390 (ก.ก) | 6.5 | 51,658 (ก.ก) | 15.8 | 53,960 (ก.ก) | 16.8 |

ที่มา : ฝ่ายวิเคราะห์ข้อมูลส่งเสริมการเกษตร ( 2535 )

กรมวิชาการเกษตร และกรมส่งเสริมการเกษตร ( 2535ข )

ปพ.
ก 281 ค
2542

ห้องสมุด
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

**1.7.2 พริก ( Chilli และ Hot pepper )** รุ่งรัตน์ เหลืองนทีเทพ (2540)

***Capsicum* spp.**

พริกเป็นพืชที่มนุษย์เกือบทั่วโลกรู้จักกันอย่างแพร่หลายมานานแล้ว พริกมีหลายชนิด และมีความแตกต่างกันอย่างมากทั้งขนาดของผลและรสชาติ มีรสชาติตั้งแต่ไม่เผ็ดเลยจนถึงเผ็ดมาก จากคุณสมบัติดังกล่าวทำให้ขอบเขตการใช้ประโยชน์ของพริกค่อนข้างกว้างขวาง แต่ส่วนใหญ่มักใช้ประโยชน์ทางด้านอาหาร คือ ใช้เป็นผัก เป็นเครื่องปรุงรสทั้งกับอาหารในครัวเรือนและในอุตสาหกรรมอาหาร นอกจากนี้ยังใช้ประโยชน์ในทางการแพทย์ พริกมีปริมาณและมูลค่าการค้ามากเป็นอันดับสองรองจากพริกไทย

ในประเทศไทยพริกเป็นทั้งพืชผักและเครื่องเทศที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่ง มีความสัมพันธ์กับคนไทยมาเป็นเวลาช้านาน เพราะคนไทยนิยมรับประทานอาหารที่มีรสเผ็ด พริกจึงเป็นส่วนประกอบของอาหารไทยหลายชนิด

**ถิ่นกำเนิด**

พริกมีถิ่นกำเนิดในอเมริกาใต้ ปลูกในประเทศเปรูมาตั้งแต่สมัยก่อนประวัติศาสตร์ แต่จะถูกนำเข้ามาปลูกในประเทศไทยเมื่อใดไม่มีหลักฐานแน่ชัด ชาวปอร์ตุเกสเป็นผู้นำพริกไปสู่อินเดีย จากนั้นพริกก็ถูกเผยแพร่ไปยังส่วนต่าง ๆ ของยุโรปและเอเชีย

**ลักษณะทั่วไป**

พริกเป็นไม้พุ่มล้มลุกเนื้ออ่อน บางชนิดเป็นพืชหลายฤดู บางชนิดเป็นพืชฤดูเดียว ใบเป็นใบเดี่ยว เรียบไม่มีขนและเกิดสลับกัน ออกดอกตามข้อ เป็นดอกเดี่ยวขนาดเล็ก ถ้าออกเป็นช่อจะมี 1-3 ดอก กลีบดอกสีขาว ขาวอมเขียวหรือสีม่วง เป็นดอกสมบูรณ์เพศ แต่ก็มีโอกาสผสมข้ามได้หลายเปอร์เซ็นต์

**คุณค่าทางอาหาร**

พริกมีคุณสมบัติพิเศษ คือ มีรสชาติเผ็ด รสเผ็ดของพริกเกิดจากสารแคปไซซิน ซึ่งติดอยู่บริเวณรกในผลพริก พริกที่มีสารแคปไซซินร้อยละ 1 ของน้ำหนักจัดว่ามีความเผ็ดสูงสุด สารแคปไซซินจะช่วยเพิ่มรสเผ็ดในอาหาร และนำไปใช้ประโยชน์ในทางการแพทย์ได้อีกด้วย โดยเป็นส่วนผสมของยาระงับปวดทั้งภายในและภายนอก นอกจากจะช่วยเพิ่มรสเผ็ดในอาหารแล้ว พริกยังประกอบด้วย โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรท เกลือแร่ และวิตามิน

024241

**ความสำคัญทางเศรษฐกิจ**

**ก. การผลิต**

ประเทศที่ผลิตพริกรายใหญ่ของโลก ได้แก่ จีน ไนจีเรีย ตุรกี เม็กซิโก และสเปน สำหรับประเทศไทย ฝ่ายวิเคราะห์ข้อมูลส่งเสริมการเกษตร ( 2535 ) รายงานว่าในปี 2534 ประเทศไทยมีพื้นที่เพาะปลูกพริกใหญ่ ( Chilli ) ทั้งประเทศประมาณ 114,203 ไร่ พื้นที่เก็บเกี่ยว 111,960 ไร่

ผลผลิตรวม 159,087 ตัน ผลผลิตเฉลี่ย 1,421 กก. / ไร่ ส่วนพริกเล็ก ( Hot pepper ) มีพื้นที่เพาะปลูก 252,998 ไร่ พื้นที่เก็บเกี่ยว 244,981 ไร่ ผลผลิตรวม 339,749 ตัน ผลผลิตเฉลี่ย 1,387 กก. / ไร่ พื้นที่ปลูกจะกระจายอยู่ทั่วประเทศ จังหวัดที่ปลูกพริกมากกว่า 10,000 ไร่ ได้แก่ เชียงใหม่ ชัยภูมิ เลย นครราชสีมา

**ข. การตลาด**

ปัจจุบันประเทศไทยเป็นผู้ส่งออกพริกสด พริกแห้ง พริกป่น และเมล็ดพันธุ์พริกประเทศลูกค้าที่สำคัญ คือ ซาอุดิอาระเบีย สหรัฐอเมริกา เยอรมัน เนเธอร์แลนด์ มาเลเซีย อินโดนีเซีย และสิงคโปร์ ขณะเดียวกันประเทศไทยก็เป็นผู้นำเข้าพริกและเมล็ดพันธุ์พริกด้วย โดยเฉพาะเมล็ดพันธุ์ลูกผสมชั่วแรกที่ให้ผลผลิตสูง มูลค่าการส่งออก-นำเข้าพริกแสดงในตารางที่

ตารางที่ 2 ปริมาณและมูลค่าการส่งออก-นำเข้าพริกของประเทศไทย ปี 2531-2534

| รายการ | 2531 | | 2532 | | 2533 | | 2534 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ปริมาณ (เมตริกตัน) | มูลค่า (ล้านบาท) | ปริมาณ (เมตริกตัน) | มูลค่า (ล้านบาท) | ปริมาณ (เมตริกตัน) | มูลค่า (ล้านบาท) | ปริมาณ (เมตริกตัน) | มูลค่า (ล้านบาท) |
| ส่งออก | | | | | | | | |
| - พริกสด | 5,234 | 33.7 | 4,593 | 30.3 | 6,307 | 42.8 | 8,288 | 53.1 |
| - พริกแห้ง / ป่น | 1,353 | 30.5 | 1,037 | 44.1 | 761 | 31.9 | 1,032 | 42.9 |
| - เมล็ดพันธุ์ | - | - | 523 (กก.) | 303,122 | 1,136 (กก.) | 975,786 | 1,851 | 5,506,718 |
| นำเข้า | | | | | | | | |
| - เมล็ดพันธุ์ | - | - | 688 (กก.) | 550,564 | 787 (กก.) | 591,047 | 924 | 533,165 |

ที่มา : ฝ่ายวิเคราะห์ข้อมูลส่งเสริมการเกษตร ( 2535 )
กรมวิชาการเกษตร และกรมส่งเสริมการเกษตร ( 2535ข )

**1.7.3 มะเขือ ( Eggplant )** รุ่งรัตน์ เหลืองนทีเทพ (2540)

***Solanum* spp.**

มะเขือที่ปลูกในประเทศไทยมีหลายชนิด เช่น มะเขือเปราะ มะเขือยาว มะเขือพวง เป็นต้น แต่ก็เป็นการปลูกเพื่อบริโภคในครัวเรือนและจำหน่ายภายในประเทศเป็นส่วนใหญ่ การส่งออกจำหน่ายต่างประเทศมีน้อยมาก ในปี 2534 ประเทศไทยส่งมะเขือม่วงออกจำหน่ายต่างประเทศ 41 เมตริกตัน มูลค่ารวม 0.3 ล้านบาท ( ฝ่ายวิเคราะห์ข้อมูลส่งเสริมการเกษตร , 2535)

ตารางที่ 3

คุณค่าทางอาหารของมะเขือในส่วนที่บริโภคได้ 100 กรัม

| ชนิดมะเขือ | โปรตีน ( กรัม ) | แคลเซียม ( มก. ) | เหล็ก ( มก. ) | วิตามินเอ ( หน่วยสากล ) | วิตามินซี ( มก. ) |
|---|---|---|---|---|---|
| มะเขือเปราะ | 1.5 | 22 | 0.7 | 645 | 5 |
| มะเขือพวง | 2.5 | 249 | 4.3 | 1,893 | 5 |
| มะเขือยาว | 0.9 | 19 | 2.6 | 354 | 3 |
| มะแว้ง | 2.6 | 50 | 1.0 | 1,383 | 6 |
| มะอึก | 1.9 | 26 | 0.8 | 1,809 | 3 |

ที่มา : อภิสิทธิ์ และคณะ ( 2529 )

**1.7.4 มันฝรั่ง ( Potato )**

***Solanum tuberosum* L.**

มันฝรั่งเป็นอาหารหลักที่สำคัญของโลก มันฝรั่งที่ปลูกแบ่งตามการใช้ประโยชน์ได้ 2 พันธุ์ คือ พันธุ์สปุนต้า **( Spunta )** ซึ่งเป็นพันธุ์ใช้บริโภคสด ส่วนพันธุ์แปรรูปนิยมปลูกพันธุ์เคนนีเบค **(Kennebec)**

**ถิ่นกำเนิด**

มันฝรั่งมีถิ่นกำเนิดในทวีปอเมริกาใต้ ถูกนำเข้ายุโรปตอนปลายศตวรรษที่ 15 และแพร่ไปสู่สหรัฐอเมริกาประมาณปี ค.ศ.1620 จากนั้นจึงถูกนำไปสู่อินเดีย อินโดนีเซีย และฟิลิปปินส์

**ลักษณะทั่วไป**

มันฝรั่งเป็นไม้พุ่มเนื้ออ่อน สูงประมาณ 0.3-1.0 เมตร หัวมันฝรั่งที่ใช้บริโภค คือ ส่วนของลำต้นที่แปรรูปไปเพื่อเป็นส่วนสะสมอาหาร ใบเป็นใบประกอบ ออกสลับกันและมักมีขนปกคลุม ดอกสีขาว เหลือง หรือม่วง แต่จะออกดอกน้อยมากในเขตร้อน

**คุณค่าทางอาหาร**

หัวมันฝรั่งประกอบด้วยน้ำประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ โปรตีน 2 เปอร์เซ็นต์ และคาร์โบไฮเดรทประมาณ 17 เปอร์เซ็นต์ ( Purseglove, 1987 )

**ความสำคัญทางเศรษฐกิจ**

**ก. การผลิต**

การผลิตในประเทศไทยนั้นมันฝรั่งเพิ่งจะถูกแนะนำและส่งเสริมให้ปลูกเมื่อไม่นานมา นี้ เนื่องจากมีนฝรั่งชอบอากาศหนาว แหล่งผลิตสำคัญจึงอยู่ในภาคเหนือจังหวัดเชียงใหม่มีผลผลิตไม่ต่ำกว่าร้อยละ 90 ของผลผลิตทั่วประเทศ

พื้นที่ปลูกมันฝรั่งของไทยแบ่งเป็น 2 เขต คือ เขตที่สูงบนภูเขาซึ่งปลูกในฤดูฝนและเขตที่ต่ำบนพื้นราบที่ปลูกในฤดูหนาว ระหว่างเดือนตุลาคมหรือพฤศจิกายน-กุมภาพันธ์ หรือมีนาคม หัวมันฝรั่งส่วนใหญ่จะนำเข้าจากประเทศเนเธอร์แลนด์ การใช้หัวพันธุ์จากต่างประเทศจะให้ผลผลิตประมาณ 40 เท่าของน้ำหนักหัวพันธุ์ แต่ถ้าใช้ผลผลิตในประเทศเป็นหัวพันธุ์จะให้ผลผลิตประมาณ 10 เท่า ของน้ำหนักหัวพันธุ์ ( กรมวิชาการเกษตร และกรมส่งเสริมการเกษตร , 2535ข )

**ข. การตลาด**

- มันฝรั่งบริโภคสดหลังจากเก็บเกี่ยวแล้วเกษตรกรจะขายให้แก่พ่อค้ารวบรวมในท้องถิ่น สหกรณ์ผู้ปลูกมันฝรั่งยังไม่มีบทบาทในเรื่องนี้

- มันฝรั่งแปรรูป บริษัทเอกชนเป็นผู้ผลิตมันแปรรูป เช่น มันทอดมันแผ่น การซื้อขาย ผลผลิตจะมีสัญญาผูกผันระหว่างบริษัทกับเกษตรกร กลุ่มเกษตรกร หรือสหกรณ์ผู้ปลูกมันฝรั่ง

การส่งมันฝรั่งไปจำหน่ายต่างประเทศยังมีน้อยมาก และปริมาณการส่งออกไม่ค่อย แน่นอน เพราะคุณภาพมันฝรั่งของไทยยังไม่เป็นที่ต้องการของตลาด

## 2. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวตู้อบเครื่องเทศ

**2.1 การส่งผ่านความร้อน ( toansmission of heat )**

พลังงานความร้อนอาจจะเคลื่อนที่จากที่หนึ่งไปสู่อีกที่หนึ่งได้ 3 ทางด้วยกันคือ

**2.1.1 การนำความร้อน ( Ionductiss of heat )** คือการที่พลังงานความร้อนกระจายผ่านมวลของวัตถุผ่านโมเลกุลที่อุณหภูมิสูงไปสู่อีกโมเลกุลหนึ่งซึ่งมีอุณหภูมิต่ำกว่าโดยโมเลกุลของก๊าซที่กำลังร้อนนั้น

**2.1.2 การพาความร้อน ( Ionvection of heat )** คือการที่ความร้อนถูกมาเคลื่อนที่ไปกับโมเลกุล พร้อมกับการเคลื่อนที่ของโมเลกุลของของเหลว หรือ โมเลกุลของก๊าซที่กำลังร้อนนั้น

**2.1.3 การแผ่รังสีความร้อน ( redistion of heat )** ที่พลังคือการงานความร้อนเคลื่อนที่ออกไปเป็นคลื่น **( wave )** ไปในการพาหิรากาศ **( eather )** ไปยังวัตถุใดวัตถุหนึ่งแล้วทำให้วัตถุนั้นร้อนขึ้นมาโดยไม่ทำให้ตัวกลางที่ความร้อนผ่านมานั้นร้อนขึ้นเลย

การนำความร้อนและการพาความร้อนเป็นการส่งผ่านความร้อนจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งที่เป็นไปอย่างช้า ๆ แต่การแผ่รังสีความร้อนเป็นการส่งผ่านความร้อนอย่างรวดเร็วและมีอัตราเท่ากันอัตราเร็วของแสง

**2.2 ธรรมชาติของการนำความร้อน ( physical nature of conduction of heat )**

ในการศึกษาชั้นมหาวิทยาลัย จะมีการพิสูจน์ให้เห็นว่า อุณหภูมิของวัตถุ ( ในหน่วยสัมบูรณ์ ) เป็นปฏิภาคตามพลังงานจลนีของโมเลกุลของวัตถุนั้น นั่นคือเมื่อโมเลกุลของวัตถุเคลื่อนไหวด้วยความเร็วสูง วัตถุได้นั้นจะมีอุณหภูมิ

เมื่อวัตถุได้รับพลังงานความร้อน อุณหภูมิของวัตถุก็จะสูงขึ้นด้วย เราอธิบายกันว่าเมื่อพลังงานความร้อนเข้าไปในรูปของพลังงาน **(mechanical)** สำหรับกรณีไม่มีการเปลี่ยนสถานะ (เช่นแข็งเป็นเหลว) พลังงานที่เข้าไปในวัตถุจะเป็นพลังงานจลนี **( kinetic eherby )** ทำให้โมเลกุลเคลื่อนไหวด้วยความเร็วสูงขึ้น แต่ถ้าพลังงานความร้อนที่เข้าไป ทำให้วัตถุนั้นเปลี่ยนสถานะ พลังงานความร้อนจะเข้าไปในวัตถุในรูปของพลังงานศักย์ **(potential enerby )** ซึ่งทำให้โมเลกุลอยู่ห่างกันมากขึ้น โดยความเร็วของโมเลกุลยังคงเดิมไปในกล่องทางปล่องขวามือหมุนเวียนเช่นนั้นนี้อยู่เรื่อย ๆ ดังนั้นเมื่อเอาควันบุหรี่มาปล่อยที่ปากปล่องอันขวามือควันบุหรี่จึงเคลื่อน

ที่ไปกับอากาศลงสู่ปล่องขวามือผ่านปล่องไปออกทางซ้ายมือ ถ้าเราทำการทดลองโดยใช้ปล่องสูงมาก ๆ เราจะเห็นว่า กระแสอากาศนี้หมุนเวียนได้ดีและรวดเร็วขึ้น เพราะมีการพาความร้อนดีกว่าปล่องที่มีอากาศสูงน้อยจุดประสงค์ก็เพื่อให้มีการพาความร้อนทำให้อากาศเสียถ่ายเทออกไปจากห้องทางปล่องการถ่ายเทเกิดขึ้นเมื่อเอาอากาศในปล่องนั้นร้อนขึ้น ก็จะพองตัวพาความร้อนเคลื่อนที่สูงขึ้นไปทางเบื้องบนของปล่องพาเอาควันไฟซึ่งเป็นอากาศเสียไปด้วยอากาศที่เย็นและเป็นอากาศดีข้างนอกจะไหลเข้าสู่เตาซึ่งอยู่ตอนล่างของปล่องหมุนเวียนกันอยู่เช่นนี้จึงทำให้อากาศในห้องดีอยู่เสมอ การเผาไหม้ในเตาไฟก็จะแรงดีขึ้นเพราะได้รับอากาศดี

ในตะเกียงน้ำมันธรรมดา ซึ่งใช้ไส้ตะเกียงจุดไฟโดยตรงนั้น เราสังเกตเห็นว่าตอนล่างของตะเกียงเขาทำช่องไว้โดยรอบ เพื่อให้อากาศดีเคลื่อนที่เข้าไปแทนก๊าซที่ติดไฟแล้วลอยตัวพาความร้อนขึ้นไปตามหลอดตะเกียงทำให้การเผาไหม้ดีขึ้นได้ เปลืองไฟแรง ถ้าเอาหลอดตะเกียงออกเปลืองไฟจะไม่ค่อยแรง เพราะการพาน้อยลงทำให้การดูดอากาศเข้าตอนล่างน้อยลงด้วย และถ้าเราลองเปิดช่องข้างล่างของตะเกียงแล้ว ตะเกียงจะดับ

**2.3 การแผ่รังสีความร้อน ( radioaition of heat )**

การแผ่รังสีความร้อนตามที่ได้ให้ความหมายไว้ในข้อที่ 139 นั้นจะเห็นได้ว่าความร้อนเคลื่อนที่เป็นคลื่นผ่านไปได้แม้สูญญากาศและไม่ทำให้ตัวกลางตามทางที่ความร้อนเคลื่อนที่ผ่านมานั้นร้อนขึ้นเลย

เราสมมติกันว่ามีตัวกลางอย่างหนึ่งคือพาริราศรัย **(ether)** ซึ่งบรรจุอยู่ทั่วไปทุกแห่งแม้ในสูญญากาศ ความร้อนเคลื่อนผ่านสูญญากาศได้โดยเป็นคลื่นไปในพานิราศรัย

ตัวอย่างการแผ่รังสีความร้อนที่เห็นได้ง่ายก็คือ เมื่อเรายืนอยู่ใกล้กองไฟนั้นแม้จะมีลมพัดจากตัวเราไปหากองไฟซึ่งขณะนั้นการนำความร้อนหรอการพาความร้อนไม่เกิดผ่านเข้าตัวเราเลย เราก็ยังรู้สึกร้อนได้ อากาศภายในหลอดไฟฟ้านั้นเขาสูบออกจนอาจถือว่าภายในหลอดนั้นเป็นสูญญากาศ แต่เมื่อผ่านกระแสเข้าไปในไส้หลอด เราจับหลอดก็ยังรู้สึกว่าหลอดร้อน ซึ่งจากตัวอย่างเหล่านี้ล้วนแต่แสดงถึงการแผ่รังสีความร้อนทั้งสิ้น

ฉะนั้นให้พังสังเกตว่า การเคลื่อนที่ของความร้อนโดยการแผ่รังสีนี้ มีอยู่ 3 ตอน ต่อเนื่องกัน คือ

1) โมเลกุลในวัตถุใดที่มีพลังงานความร้อนในตัวย่อมมีการสั่นสะเทือน ซึ่งการสั่นสะเทือนนี้ทำให้ตัวกลางคือ พานิราศรัย **( ether )** เกิดการเคลื่อนไหวเป็นคลื่นในลักษณะเดียวกับการสั่นสะเทือนของโมเลกุล

2) คลื่นที่เกิดจากการพลังงานความร้อนนี้จะเคลื่อนที่ไปในพาหิวากาศจะกระจายออกไปทุกทิศทาง

3) คลื่นในพานิราศรัยกาศกระทบเข้ากับวัตถุใดก็จะทำให้โมเลกุลของวัตถุนั้นเกิดการสั่นสะเทือน มากขึ้นและทำให้อุณหภูมิของวัตถุนั้นสูงขึ้น แสดงว่าวัตถุได้รับการร้อนโดยการแผ่รังสีนั้น ความเร็วของรังสีความร้อนเท่ากับความร้อนของแสง คือ ประมาณ 300 ล้านเมตรต่อวินาที หรือ 186,000 ไมล์ต่อวินาที แต่จะผิดกันที่ขนาดช่วงคลื่นโดยที่คลื่นความร้อนยาวกว่าคลื่นแสง

**2.4 อุปกรณ์สร้างความร้อน**

อุปกรณ์สร้างความร้อนด้วยไฟฟ้ามีหลายวิธีด้วยกัน แต่วิธีที่ใช้กันมากโดยทั่วไปตามบ้านเรือนมีดังนี้

**อุปกรณ์สร้างความร้อนโดยใช้ลวดความร้อนหรือลวดต้านทาน**

การที่จะใช้กระแสไฟฟ้ามาทำให้เกิดความร้อนได้นั้นมีหลักใหญ่อยู่ว่าจะต้องมีกระแสไฟฟ้าไหลในความต้านทานชนิดหนึ่งชนิดใดก็ได้โดยมีแรงดันไฟฟ้าคงที่ถ้าความต้านนั้นมีค่าต่ำก็จะทำให้มีกระแสไฟฟ้าไหลมาก ซึ่งก็จะเกิดความร้อนจำนวนมาก และถ้าหากว่าเราใช้ความต้านทานที่มีค่ากระแสไฟฟ้าสูงก็ไหลผ่าน ได้น้อยความร้อนที่จะเกิดขึ้นก็น้อยลงตามส่วน การที่เกิดความร้อนได้นี้ หากเราใช้ลวดทองแดงธรรมดา ซึ่งมีความต้านทานต่ำมากมาเป็นตัวต่อให้กระแสไฟฟ้าไหล กระแสไฟฟ้าจะไหลมาก และเกิดความร้อนสูงจนกระทั่งลวดทองแดงนั้นหลอมละลายไปด้วยเหตุนี้เราจึงใช้ลวดทองแดงบริสุทธิ์มาสร้างเป็นอุปกรณ์สร้างความร้อนไม่ได้ ต้องสร้างลวดพิเศษซึ่งมีส่วนผสมของแร่ธาตุหลายอย่างที่เมื่อผสมแล้วจะมีความต้านทานจำนวนหนึ่งที่จะทำให้เกิดความร้อนแต่ว่าเราจะต้องเลือกใช้วัสดุที่ทนความร้อนได้สูงโดยไม่ละลายไปเสียก่อนจึงจะทำงานได้

กระแสไฟฟ้าที่จะให้ไหลผ่านลวดต้านทานเพื่อให้เกิดความร้อนนั้นใช้ได้ทั้งไฟฟ้ากระแสสลับและไฟฟ้ากระแสตรง ทั้งนี้เพราะว่าตราบใดที่มีกระแสไฟฟ้าซึ่งถ้าหากว่าโลหะที่ใช้ทำเส้นลวดความร้อนนั้นมีจุดหลอมเหลวที่ต่ำเกินไปก็จะทนความร้อนไม่ได้จะละลายขาดไปเสียก่อนดังนั้นอุปกรณ์ที่ต้องการความร้อนสูง ๆ จึงต้องเลือกใช้ลวดที่สร้างจากสารหรือธาตุที่ทนความร้อนได้สูงมาผสมกัน จึงจะทนได้

ในการส่งกระแสไฟฟ้าผ่านเส้นลวดเพื่อเกิดเป็นความร้อนนั้น ยังขึ้นอยู่กับแรงดันไฟฟ้าอีกทางหนึ่งด้วย ทั้งนี้เป็นไปตามกฎของเทอโมสตัท ยกตัวอย่างเช่นถ้าเราใช้แรงดันจำนวนหนึ่งมาทำให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ 1 แอมแปร์ ซึ่งจะทำให้เกิดความร้อนในเส้นลวดจำนวนหนึ่งครั้งเมื่อเราเพิ่มแรงดันเป็น 2 เท่า ก็จะทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าไหลในวงจรสูงขึ้นเป็น 2 เท่า ซึ่งจะเกิดความร้อนเป็น 4 เท่าเหมือนกัน และโดยกลับกันถ้าหากว่าเราลดแรงดันลงเหมือนครั้งหนึ่งเราก็จะมีกระแสไฟฟ้าเพียงครึ่งเดียวและก็จะได้ความร้อนเพียงครึ่งเดียวอีกเหมือนกัน

โลหะธาตุ หรือสารที่จะนำผสมกันให้เกิดเป็นลวดความต้านทานสำหรับทำให้เกิดความร้อนนั้น เขาจะสร้างขึ้นมาในลักษณะต่าง ๆ ทั้งเส้นเล็กและเส้นใหญ่ตามจำนวนความร้อนที่ต้องการใช้บางครั้งจะมีขนาดใหญ่จนเรียกได้ว่าเป็นแท่ง หรือบางทีก็สร้างเป็นเส้นลวดความร้อนสอดอยู่ภายในวัตถุฉนวนที่จะใช้ป้องกันมิให้ลวดนั้นสัมผัสกับสิ่งอื่น ๆ ภายนอกอาจจะทำให้กระแสไฟฟ้ารั่วไหลออกได้หรือแต่สัมผัสกับอากาศซึ่งจะทำให้เกิดออกไซด์อันเนื่องมาจากการที่ออกซิเจนในอากาศเข้าไปผสมกับโลหะที่ใช้ทำเส้นนั้น

เส้นลวดความต้านทานที่ใช้สร้างความร้อนนี้ หากทำเป็นเส้นตรงแล้วยังไม่พอกับความต้องการเขาก็ยังสามารถนำมาพันเป็นเกลียวแบบสปริงทั้งนี้เพื่อให้มีความยาวเพิ่มขึ้นจะได้เกิดความร้อนจำนวนมากขึ้น เมื่อนำขดลวดความร้อนแบบสปริงนี้เข้าไปใส่ในเครื่องใดก็จะได้ความร้อนเพิ่มสูงขึ้น

ธาตุหรือสารที่นำมาผสมกันเป็นลวดความต้านทานสำหรับให้เกิดความร้อนนั้นเป็นโลหะผสมเรียกว่า นิโครม คือเป็นโลหะผสมระหว่างนิกเกิลประมาณร้อยละ 60 โครเมียมร้อยละ 15 และเหล็กร้อยละ 25 แล้วจึงนำมาผสมกันด้วยความร้อนสูงจนหลอมละลายเพื่อดึงให้เป็นเส้นลวดที่มีขนาดใหญ่เล็กตามต้องการ ทั้งยังสามารถตัด ขด ดัด พันเป็นเกลียวให้เป็นรูปต่าง ๆ เพื่อให้เหมาะสมกับงานที่จะใช้

พลังงานความร้อนที่เกิดจากการที่มีกระแสไฟฟ้าผ่านลวดความต้านทานนี้เป็นพลังงานที่มีประสิทธิภาพสูงคือสามารถเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานความร้อนได้อย่างมากโดยมีความสูญเสียแต่น้อย ทั้งนี้นับได้ว่าเป็นการใช้พลังงานที่ได้ผลสูงสุดพลังงานความร้อนที่เกิดจากกระแสไฟฟ้านี้เราสามารถควบคุมได้ตามต้องการ เมื่อเปิดไฟ ก็จะใช้ได้ทันทีและเวลาหยุดก็หยุดได้ทันทีไม่ต้องเสียพลังงานต่อไปดังเช่นการใช้แหล่งความร้อนอย่างอื่น ทั้งการใช้ความร้อนด้วยไฟฟ้านี้ไม่มีเขม่าควันหรือเสียงรบกวนและมีอันตรายน้อยกว่าใช้พลังงานแบบอื่น ๆ จึงเหมาะสมมากที่จะใช้ได้ในทุกสภาพของบ้านเรือนโดยทั่วไป

**2.5 ลวดความร้อน** แบ่งตามลักษณะการออกแบบเพื่อใช้งานได้ 3 แบบ คือ

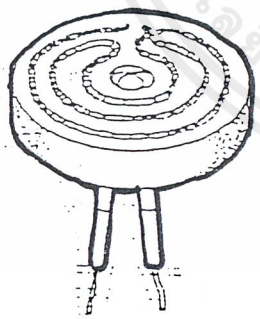
**2.5.1 ลวดความร้อนแบบเปลือย** ลวดความร้อนแบบนี้จะมีลักษณะเป็นขดคล้ายสปริงดังที่เป็นลักษณะแบบทั้งนี้เนื่องจากความต้านทานของลวดเปลี่ยนแปลงไปตามความยาวของเส้นลวด วิธีแก้ปัญหาการที่ต้องใช้ลวดยาวมากเพื่อให้เกิดความร้อนสูงโดยการทำเป็นขดลวดเหมือนสปริงซึ่งจะทำให้ได้ลวดที่มีความยาวหรือความต้านทานเพียงพอ ส่วนขนาดของกำลังไฟฟ้าจะมากหรือน้อนขึ้นอยู่กับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางหรือความทนของเส้นลวด เส้นลวดขนาดใหญ่ก็

จะให้กำลังไฟฟ้ามากถ้าเส้นเล็กก็จะให้กำลังไฟฟ้าน้อย ลวดความร้อนดังกล่าวมักจะใช้ในเตาไฟฟ้า เครื่องอบแห้ง เครื่องเป่าผม เครื่องอบผม เครื่องปิ้งขนมปัง เป็นต้น

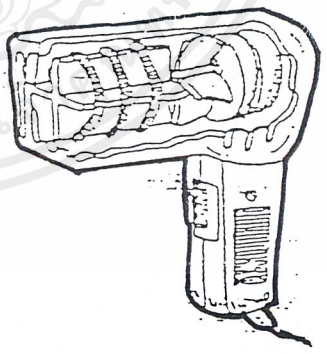
ภาพที่ 4

ขดลวดความร้อนแบบเปลือย

ลักษณะรูปร่าง



ลวดความร้อนในเตาไฟฟ้า

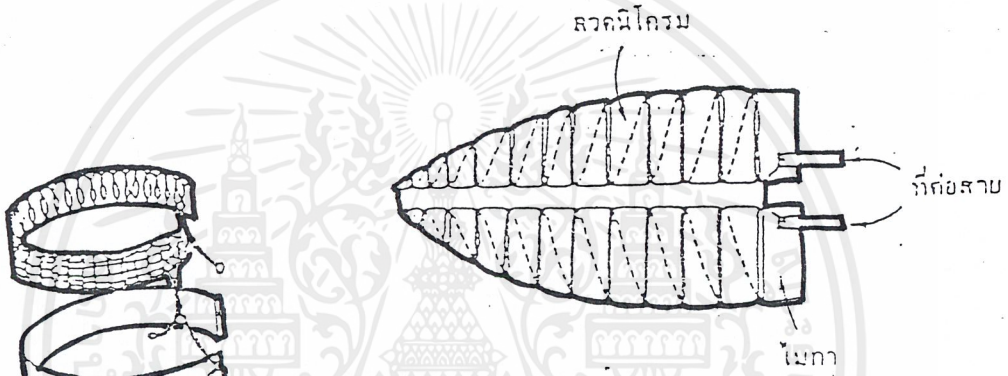


ลวดความร้อนในเครื่องเป่าผม

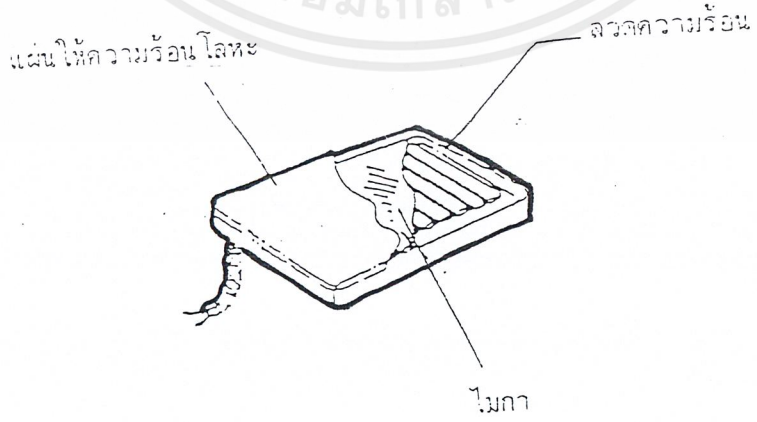
**2.5.2 ลวดความร้อนแบบกึ่งปิด** ความร้อนแบบนี้จะมีลักษณะแบบพันอยู่รอบแผ่นไมกา ( MIGA ) ซึ่งมีคุณสมบัติทนความร้อนได้สูงและเป็นฉนวนไฟฟ้าและเมื่อพันลวดความร้อนรอบแผ่นไมกาแล้วก็จะใช้แผ่นฉนวนปิดหน้าหลังของลวดความร้อนอีกทีหนึ่ง ลวดความร้อนแบบนี้มักจะใช้ในเตารีด ไฟฟ้า กาต้มน้ำไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติ เครื่องอุ่นข้าวในหม้อหุงข้าวรุ่นใหม่เป็นต้น

ภาพที่ 5

ลวดความร้อนแบบกึ่งปิด




ลวดความร้อนในเครื่องอุ่นข้าวในหม้อหุงข้าวไฟฟ้า ข. ลวดความร้อนในเตารีดไฟฟ้า

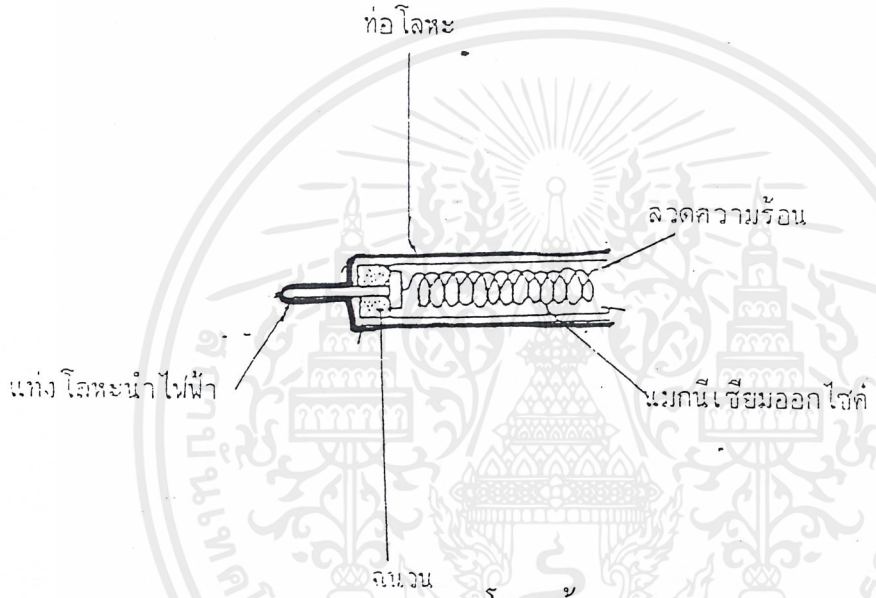



ค. ลวดความร้อนในกาต้มน้ำไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติ

**2.5.3 ลวดความร้อนแบบเปิด** ลวดความร้อนแบบนี้จะเป็นการนำลวดความร้อนแบบเปลือยซึ่งมีลักษณะคล้ายสปริงสอดเข้าไปในท่อโลหะซึ่งอาจจะทำด้วยเหล็กทองแดงหรือโลหะไร้สนิม ในระหว่างท่อกับลวดจะเป็นแมกนีเซียมออกไซด์แมกนีเซียมออกไซด์นี้จะมีคุณสมบัติเป็นฉนวนไฟฟ้า ไม่แตกหรือร้าวง่ายเมื่อได้รับความร้อนสูง ทั้งยังมีคุณสมบัติส่งถ่ายความร้อนได้ดีอีกด้วยโครงสร้างและรูปร่างลักษณะต่าง ๆ ของลวดความร้อนแบบปิด

ภาพที่ 6

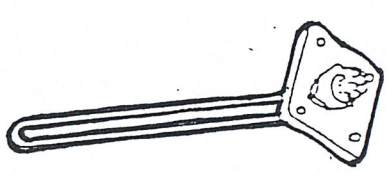
ภาพแสดงโครงแท่งความร้อน

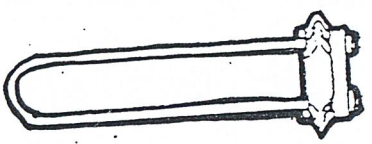


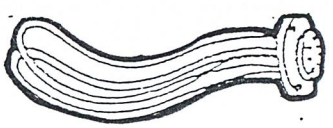

**โครงสร้าง**

ภาพที่ 7

โครงสร้างและลักษณะรูปของลวดความร้อนแบบปิด





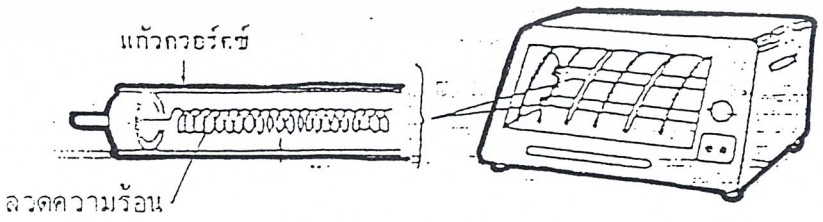


ลวดความร้อนแบบปิดจะมีใช้ในหม้อหุงข้าวไฟฟ้ากระทะไฟฟ้า เตาอบไฟฟ้าเครื่องทำน้ำอุ่น เป็นต้น

ภาพที่ 8
หม้อหุงข้าวที่ใช้ลวดความร้อนแบบปิด

นอกจากจะเก็บลวดความร้อนไว้ในท่อโลหะแล้วยังมีวิธีอื่น ๆ อีกเช่นการใช้ลวดความร้อนที่พันเป็นขดคล้ายสปริงไว้ในหลอดแก้วควอร์ตหรือเซรามิกแล้วให้ความร้อนแผ่รังสีออกมาทางหลอดแก้วซึ่งมักจะใช้ในเตาผิง เตาอบไฟฟ้า เป็นต้น

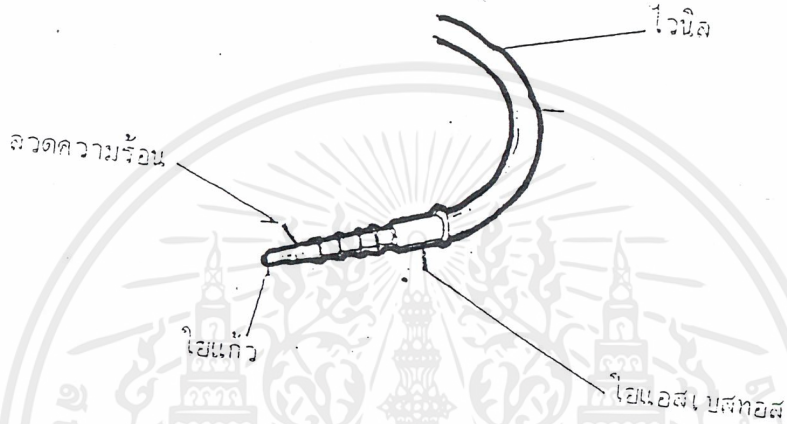
ภาพที่ 9
ลวดความร้อนในหลอดแก้วควอร์ตที่ใช้ในเตาผิงไฟฟ้า



หรืออาจจะพันลวดความร้อนแบบใยแก้วหุ้มด้วยแผ่นฉนวนไฟฟ้าเพื่อให้นำความร้อนได้แต่ไม่มากนักเช่น ใช้ในผ้าห่มไฟฟ้ากระเป๋าน้ำร้อนไฟฟ้าและพรมไฟฟ้าเป็นต้น ลักษณะของลวดความร้อน

ภาพที่ 10

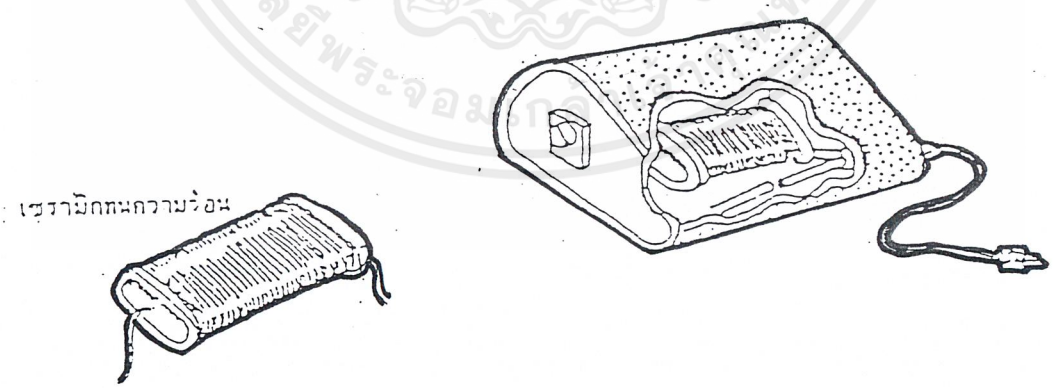
ลวดความร้อนที่ใช้ในผ้าห่มไฟฟ้าและกระเป๋าน้ำร้อนไฟฟ้า




หรืออาจจะใช้พันรอบแกนเซกามิศทนความร้อนซึ่งใช้ใน เบาะวางเท้าไฟฟ้า

ภาพที่ 11

ลวดความร้อนที่ใช้ในเบาะวางเท้าไฟฟ้า

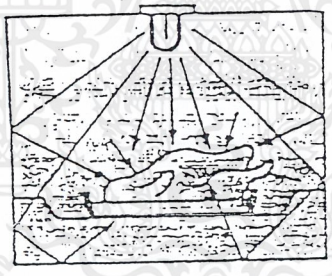


**2.6 อุปกรณ์สร้างความร้อนโดยใช้คลื่นความถี่สูง**

หลักการคือปล่อยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความถี่สูงมากไปกระทบวัตถุที่เป็นฉนวนไฟฟ้าจะทำให้โมเลกุลภายในของวัตถุนั้นเสียดสีกันเองและเกิดความร้อนซึ่งหลักการนี้นำไปใช้ในเตาอบไมโครเวฟที่ใช้อุ่นอาหารในครัวเรือน ภายในเตาจะมีหลอดดาแมกนีตรอนเป็นแหล่งกำเนิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่ 2,450 เมกะเฮิรตซ์ ปล่อยไปกระทบอาหารที่ต้องการอุ่นโดยตรงคลื่นนี้จะทำให้โมเลกุลของอาหารสั่นด้วยความถี่เป็นล้าน ๆ ครั้งในหนึ่งวินาที ผลของการเสียดสีของโมเลกุลจึงทำให้เกิดความร้อนซึ่งประสิทธิภาพในการให้ความร้อนแบบนี้สูงมาก และสามารถอุ่นอาหารได้รวดเร็วเนื่องจากคลื่นความถี่สูงนี้จะแทรกซึมเข้าไปในเนื้ออาหาร ทำให้อาหารได้รับความร้อนทั้งภายในและภายนอกพร้อมกันคลื่นความถี่สูงนี้จะมีผลต่อวัตถุต่าง ๆ ไม่เหมือนกัน ถ้าเป็นเนื้อหรืออาหารประเภทต่าง ๆ คลื่นจะแทรกซึมเข้าไปในเนื้ออาหารและทำให้เกิดความร้อนและถ้าเป็นโลหะคลื่นจะไม่สามารถทะลุผ่านไปได้ แต่จะสะท้อนกลับไปในทิศทางอื่น

ภาพที่ 12

การกระจายคลื่นความถี่สูงในเตาอบไมโครเวฟ

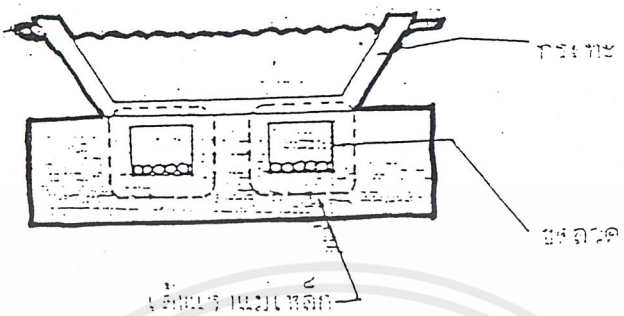


**2.7 อุปกรณ์สร้างความร้อนโดยใช้สนามแม่เหล็กไฟฟ้า**

เมื่อให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดจะเกิดเส้นแรงแม่เหล็ก ถ้านำโลหะที่เป็นตัวนำแม่เหล็กที่มีดีมาวางขวางเส้นแรงแม่เหล็กนี้ทำให้เกิดกระแสไหลภายในโลหะนั้นในเนื้อโลหะมีความต้านทาน ผลของการไหลของกระแสนี้จะทำให้เกิดความร้อนขึ้น ซึ่งหลักการนี้นำไปใช้ในเตาแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งเป็นเตาชนิดที่ไม่มีเปลชไม และเป็นเตาแบบใหม่เหมาะที่จะนำมาใช้ในครัวเรือน

การผลิตเส้นแรงแม่เหล็กภายในเตาแม่เหล็กไฟฟ้านี้โดยการใช้ไฟฟ้า กระแสสลับที่มีความถี่มากกว่า 20 กิโลเฮิรตซ์ ภาชนะหุงต้มลวดหม้อเหล็ก หรือกระทะก็จะเหนี่ยวนำให้เกิดความร้อนขึ้นได้

ภาพที่ 13
เตาแม่เหล็กไฟฟ้า



**อุปกรณ์สร้างความร้อน ( Heating Element )**

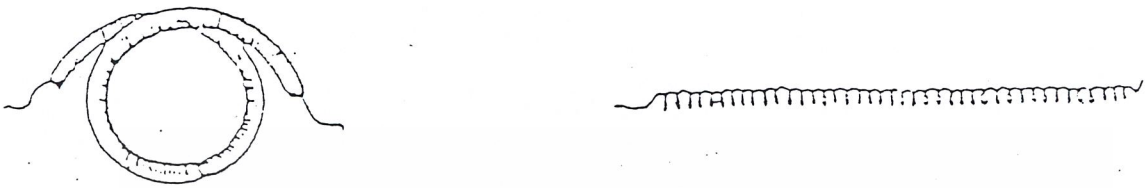
อุปกรณ์ดังกล่าวจะเป็นส่วนประกอบที่ประกอบอยู่ในเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้ความร้อนโดยทั่วๆ ไป เช่นเตาไฟฟ้า , เตารีดไฟฟ้า , และหม้อหุงข้าวไฟฟ้า เป็นต้น อุปกรณ์สร้างความร้อนจัดได้ว่าเป็นหัวใจในการทำงานของเครื่องเพราะมันจะทำหน้าที่เป็นตัวเปลี่ยนพลังงานจากพลังงานไฟฟ้าให้มาอยู่ในรูปของพลังงานความร้อนได้ ซึ่งก็เป็นจุดมุ่งหมายของเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้ความร้อนโดยทั่ว ๆ ไปที่ต้องการนำความร้อนออกมาใช้งาน

ตามปกติอุปกรณ์สร้างความร้อนเรียกกันว่า “ลวดความร้อน” “แผ่นความร้อน” หรืออาจจะเรียกรวม ๆ กันว่า “ฮิทเตอร์” ( **HIKEL** ) ลวดความร้อนส่วนใหญ่จะเป็นลวดนิโครม ( **Nichrome wire** ) ซึ่งได้มาจากการประสมของ นิเกิล ( **Nikel** ) 60% เหล็ก ( **fion** ) 24% และโครเมี่ยม **(Chromium)** 16% สำหรับความต้านทานไฟฟ้าของลวดนิโครมจะสูงกว่าลวดทองแดงประมาณ 50-60 เท่า ลวดนิโครมดังกล่าวจะมีคุณสมบัติเหมาะที่จะนำมาใช้เป็นอุปกรณ์สำหรับมาเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานความร้อนเพราะลวดนิโครมสามารถให้ความร้อนได้สูงไม่หลอมละลายง่าย และถ้าให้พลังงานไฟฟ้ากับลวดนิโครม 1 กิโลวัตต์/ชั่วโมง ลวดนิโครมจะเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าดังกล่าวออกมาในรูปความร้อน ประมาณ 3.412 บี.ที.ยู ต่อ ชั่วโมง ( **B.T.U./ hr** ) ลวดความร้อนสามารถแบ่งออกตามลักษณะการออกแบบเพื่อใช้งานได้ 3 แบบคือ

ลวดความร้อนแบบเปลือย ลวดความร้อนแบบนี้จะมีลักษณะเป็นขดคล้ายสปริง ขนาดของกำลังไฟฟ้าจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางหรือความโตของเส้นลวด กล่าวคือ ถ้าขนาดของลวดเส้นใหญ่ก็จะมีกำลังไฟฟ้ามาก และถ้าเส้นเล็กก็จะมีกำลังไฟฟ้าน้อย ลวดความร้อนดังกล่าวมักจะมีใช้ในเตาไฟฟ้าเครื่องเป่าผม เครื่องอบผม และเครื่องอบแห้งเป็นต้น

ภาพที่ 14

ลักษณะลวดความร้อนแบบเปลือย



1. **ลวดความร้อนแบบกึ่งปิด** ลวดความร้อนแบบนี้โดยทั่ว ๆ ไปจะมีลักษณะแบบพันอยู่รอบแผ่นไมก้า แล้วก็จะใช้แผ่นไมก้าเช่นเดียวกันปิดหน้าหลังของลวดความร้อนอีกทีหนึ่งดังรูป ลวดความร้อนแบบนี้มักจะใช้ในเตารีดไฟฟ้า เครื่องปิ้งขนมปัง หม้อหุงข้าวไฟฟ้ารุ่นเก่าเป็นต้น

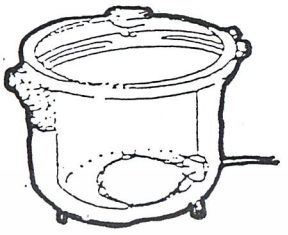
ภาพที่ 15

ลักษณะของลวดความร้อนแบบกึ่งปิด

2. **ลวดความร้อนแบบปิด** ลวดความร้อนแบบนี้จะทำได้โดยการนำลวดความร้อนแบบเปลือยซึ่งมีลักษณะคล้ายสปริงสอดเข้าไปในท่อโลหะ ( ท่าเหล็ก, ท่อทองแดง, ท่อสแตนเลส ) และเทแมกนีเซี่ยมออกไซด์ ( Magnesium Oxide ) เข้าไปภายในท่อซึ่งแมกนีเซียมออกไซด์นี้จะมีคุณสมบัติเป็นฉนวนไฟฟ้า ไม่แตกหรือร้าวง่ายเมื่อได้รับความร้อนสูง ทั้งยังมีคุณสมบัติส่งถ่ายความร้อนได้ดีอีกด้วยและหลังจากการเทแมกนีเซียมออกไซด์แล้วลวดความร้อนดังกล่าวก็จะเสร็จโดยมีลักษณะลวดความร้อนแบบนี้มักจะมีใช้ใน หม้อหุงข้าวไฟฟ้ากระทะไฟฟ้า เครื่องทำน้ำอุ่นเป็นต้น

ภาพที่ 16

ลักษณะของลวดความร้อนปิด



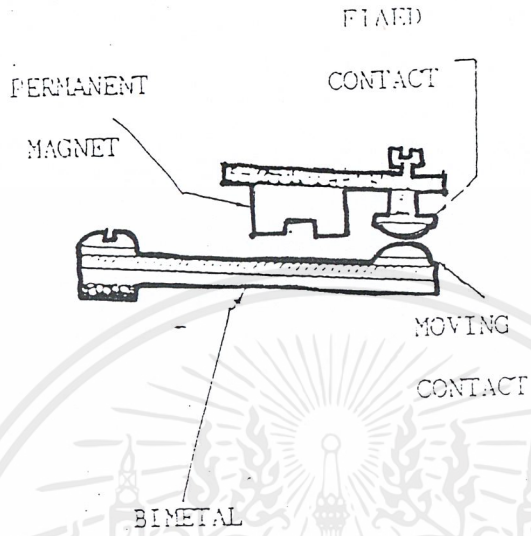
**2.8 อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิ ( Temperature Control )**

หรือ "เทอร์โมสตัท" ( Temostat ) หรือบางทีเรียกกันว่า "ออโตเมติก" ( Automatic ) แต่สำหรับในที่นี้จะเรียกว่า " เทอร์โมสตัท" อุปกรณ์ควบคุมหรือเทอร์โมสตัทจัดได้ว่าเป็นอุปกรณ์ที่มีความสำคัญรองจากลวดความร้อนเพราะเทอร์โมสตัทเป็นอุปกรณ์ที่ทำให้ความร้อนที่ออกมาจากเครื่องใช้ไฟฟ้าคงที่ในที่ผู้ใช้สามารถปรับปรุงอุณหภูมิหรือความร้อนของเครื่องใช้ไฟฟ้าให้เป็นไปตามต้องการได้ เทอร์โมสตัทสามารถแบ่งออกได้เป็น 5 ชนิด

**2.8.1 เทอร์โมสตัทชนิดใบ เมทอลสตริป์ ( Bi-metal Strip type )**

ไบ-เมทอล หมายถึงการนำเอาโลหะ 2 ชนิดที่มีอัตราการขยายตัวไม่เท่ากันมาประกอบหรือยึดติดเข้าด้วยกัน ลักษณะการยึดของโลหะทั้งสองเข้าด้วยกันนี้จะทำอย่างแน่นหนามากและเมื่อนำโลหะ ไบ-เมทอล มาให้ความร้อนโลหะดังกล่าวจะเกิดการงอตัวซึ่งลักษณะการงอของโลหะ ไบ-เมทอล นี้จะสามารถนำไปคอนแทคของเครื่องใช้ไฟฟ้าให้ตัดการทำงานเมื่อเครื่องมีความร้อนถึงจุดที่ต้องการได้ โลหะที่นิยมมาทำโลหะ ไบ-เมทอล ก็คือ เหล็กกับทองแดงหรือเหล็กกับทองเหลือง

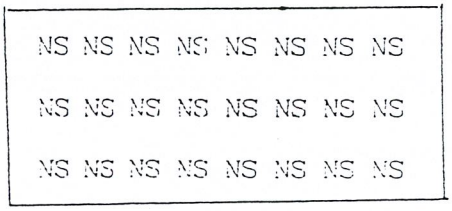
ภาพที่ 17
เทอร์โมสตัท ชนิดไบ-เมทอลสตริป




**2.8.2 เทอร์โมสตัทชนิดแม่เหล็ก ( Magnetic type )**

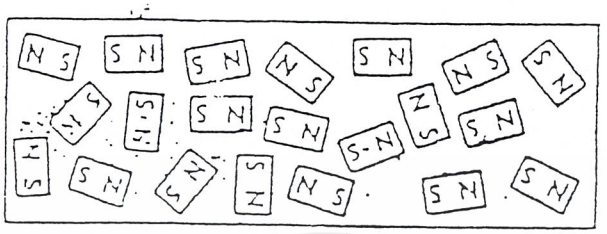
ทฤษฎีของแม่เหล็กได้กล่าวถึงสารที่มีคุณสมบัติเป็นแม่เหล็กว่า สารดังกล่าวนั้นต้องมีอนุหรือโมเลกุลภายในเรียงตัวกันอย่างมีระเบียบ และถ้าโมเลกุลเรียงตัวกันน้อย คุณสมบัติของแม่เหล็กก็น้อยตามไปด้วย และถ้าโมเลกุลของสารไม่เรียงตัวกันเลยคุณสมบัติของการเป็นแม่เหล็กก็จะไม่มี

ภาพที่ 18
สารที่มีอนุภาพในเรื่องตัวประกันจะมีภาพเป็นแม่เหล็ก



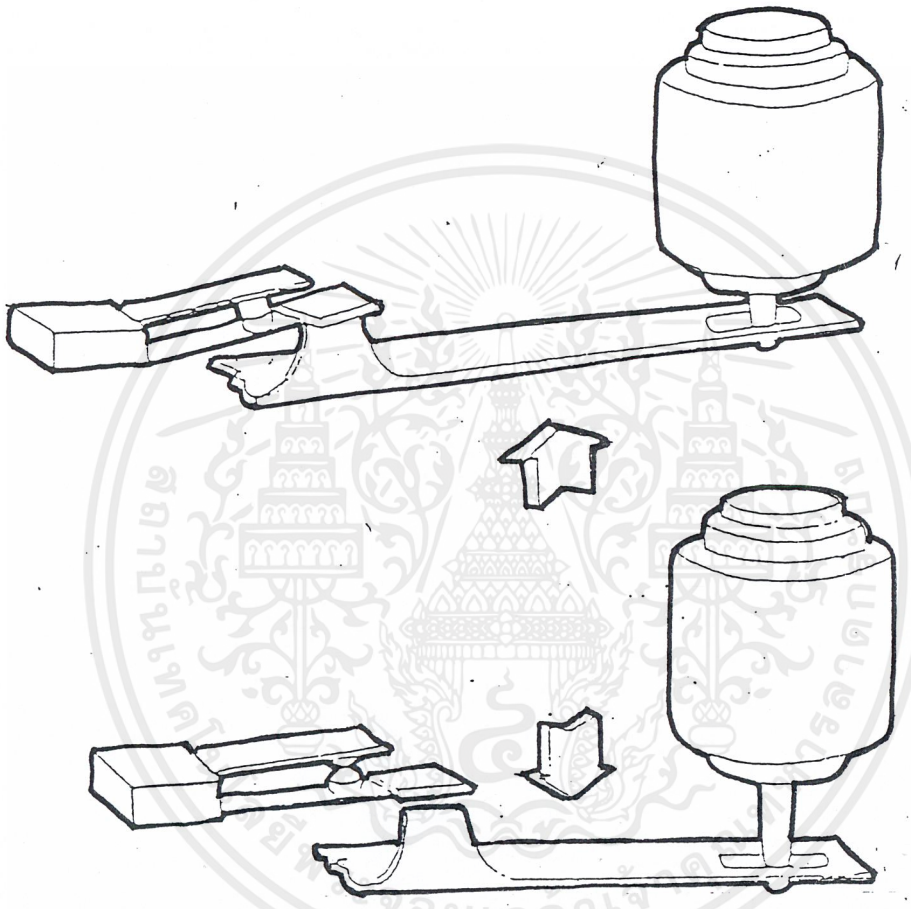
ภาพที่ 19

สารที่อนุภาพในไม่เรียงตัวกันจะไม่มีสภาพเป็นแม่เหล็ก



จากความรู้ของทฤษฎีแม่เหล็กดังกล่าวมาแล้ว ถ้าเรานำเอาสารที่มีคุณสมบัติเป็นแม่เหล็ก ( โมเลกุลเรียงตัวกัน ) และให้ความร้อนเพิ่มขึ้นไปเรื่อย ๆ โมเลกุลก็จะสั่นสะเทือนและพร้อมกันนั้น คุณสมบัติการเป็นแม่เหล็กก็จะลดลงไปเรื่อย ๆ จนถึงจุดคลายสภาพแม่เหล็ก ( โมเลกุลจะสั่นมากจนมิอาจจะเรียงตัวอยู่ในสภาพเดิมได้ ) ซึ่งก็หมายถึงการหมดสภาพของความเป็นแม่เหล็กนั่นเอง แต่ถ้าเราให้ความร้อนกับสารแม่เหล็กโดยไม่ให้เกิดจุดคลายสภาพแม่เหล็กและปล่อยให้สารแม่เหล็กดังกล่าวเย็นตัวลงสารแม่เหล็กที่ได้รับความร้อนก็ยังคงมีสภาพของความเป็นแม่เหล็กได้เช่นเดิม เมื่อกดก้านของเทอร์โมสตัทจะแตะกัน

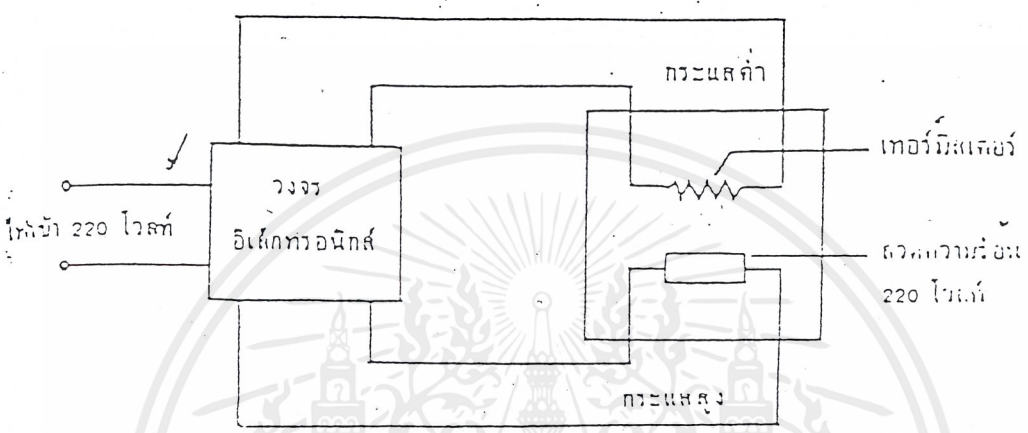
ภาพที่ 20
เทอร์โมสตัทจะยันคอนแทคให้แยกเมื่อได้รับความร้อน



เป็นตัวอย่างนำเทอร์โมสตัทชนิดนี้เพื่อใช้งานเมื่อใช้มือกดก้านของเทอร์โมสตัทลงจะทำให้ก้านดังกล่าวยุบและถูกดูดติดลงไปเพราะอำนาจแม่เหล็กภายใน แต่เมื่อนำเทอร์โมสตัทไป

ภาพที่ 21

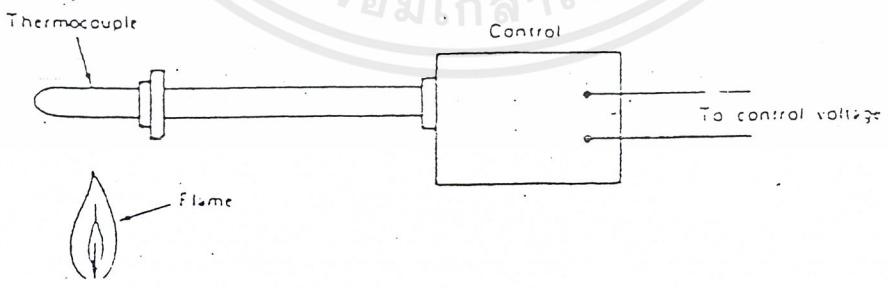
วงจรการทำงานของเทอร์มิสเตอร์




**เทอร์โมสตัทชนิดเทอร์โมคัปเปิล ( Thermocouple )**

ภาพที่ 22

ภาพแสดงเทอร์โมสตัทชนิดเทอร์โมคับเบิล



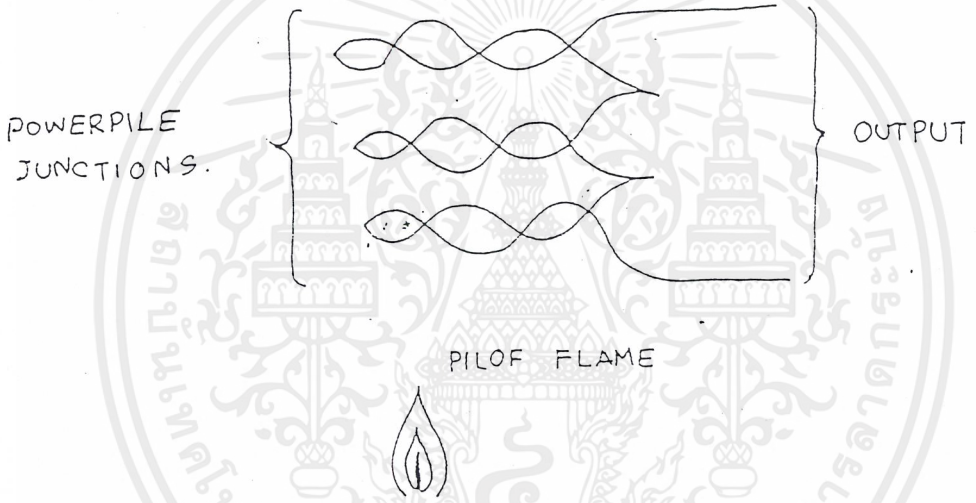

เทอร์โมคัมเบิล หมายถึงการนำเอาลวดโลหะ 2 ชนิด พันต่อกันแน่น และเมื่อจุดต่อของโลหะทั้งสองได้รับความร้อนจะเป็นผลทำให้ปลายของลวดโลหะมีแรงดันไฟฟ้าเกิดขึ้นมาได้ ซึ่ง

การเกิดขึ้นของแรงดันไฟฟ้าดังกล่าว เราก็นำสามารถไปจ่ายให้กับวงจรอีเลคโทรนิค เพื่อไปควบคุมกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านเครื่องใช้ไฟฟ้าต่อไป

สำหรับลวดโลหะที่ใช้มักจะใช้ลวดเหล็กกับลวดทองแดง เพราะลวดทั้งสองชนิดนี้เมื่อนำมาต่อเข้าด้วยกัน และได้รับความร้อนจะสามารถให้แรงดันไฟฟ้ามากกว่าโลหะชนิดอื่น และเมื่อต้องการแรงดันไฟฟ้าที่สูงขึ้น ก็สามารถต่อเทอร์โมคตัมเบิลกันแบบอันดับได้

ภาพที่ 23

เทอร์โมคัมเบิล




**2.9 สวิตซ์ตัดวงจรอัตโนมัติ**

สวิตซ์ตัดวงจรอัตโนมัติทำงานเหมือนกับฟิวส์ โดยจะติดตั้งอยู่ร่วมในวงจรไฟฟ้าเพื่อทำหน้าที่ตัดวงจรเมื่อกระแสไฟฟ้าในวงจรจำนวนมากเกินไปจนอาจจะก่อให้เกิดอันตราย ข้อแตกต่างจากฟิวส์ ก็คือเมื่อตัดวงจรทำงานตัดวงจรไปแล้ว หากต้องการต่อวงจรใหม่หลังจากตรวจสอบซ่อมแซมสิ่งผิดปกติใน วงจรแล้ว ก็สามารถทำได้ง่าย ๆ โดยเพียงแต่โยกไกที่ตัวสวิตซ์ให้กลับไปอยู่ที่ตำแหน่งเปิดทำงานเท่านั้น ซึ่งต่างจากฟิวส์ที่ต้องเปลี่ยนใหม่ทั้งตัว นอกจากนี้การแก้ไขดัดแปลงเพื่อให้สวิตซ์ตัดวงจรทำงานรับกระแสไฟฟ้าที่มากกว่าขีดจำกัดของมัน ก็ไม่อาจกระทำได้ ซึ่งให้ผลดีที่จะต้องเลือกใช้ขนาดของสวิตซ์ตัดวงจรที่เหมาะสมสำหรับแต่ละกรณีโดยไม่มีการปะปนกันในสวิตซ์ตัดวงจรแบบเก่านั้น การตัดวงจรจะอาศัยการโกงงอตัวของแถบโลหะต่าง ๆ ชนิดที่เชื่อมติดอยู่ด้วยกัน การโกงงอนี้เป็นผลมาจากความร้อนที่เกิดขึ้นเมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวมันมากเกินขีดจำกัด ทำให้แถบโลหะชนิดหนึ่ง สำหรับสวิตซ์ตัด วงจรปัจจุบันมีการทำงาน

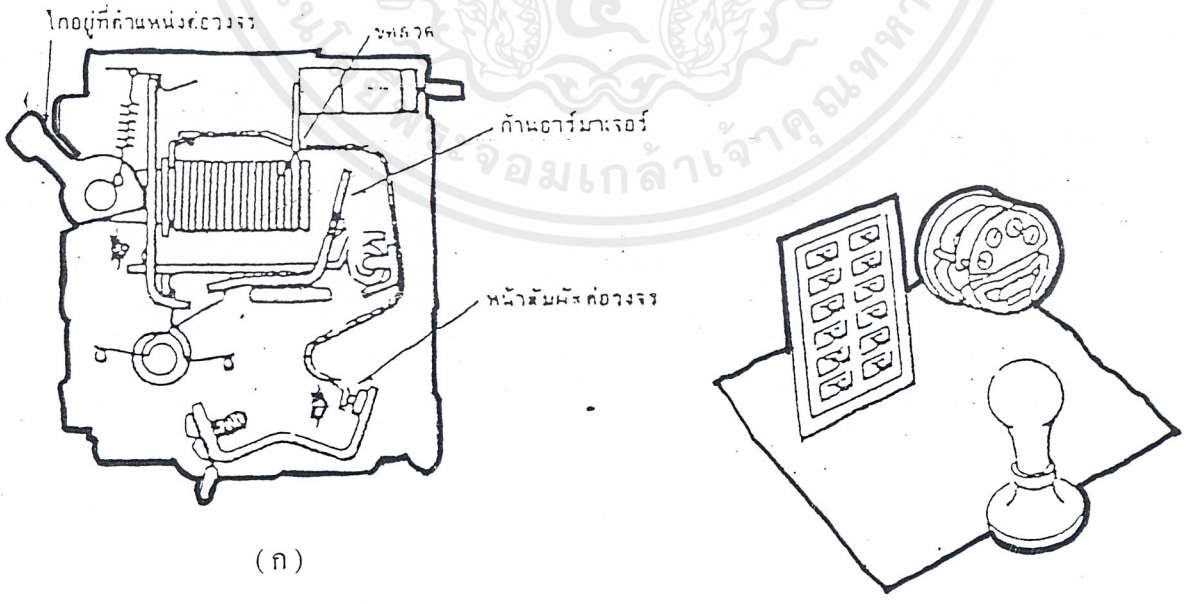
ตัดวงจรด้วยวิธีการ 2 อย่างร่วมกันคือโดยอาศัยความร้อนและอำนาจแม่เหล็กหรือใช้ขดลวดแม่เหล็กซึ่งมีลูกเลื่อน หรือแกนกลางที่ถูกหน่วงเวลาการเคลื่อนที่ด้วยผลของความเสียดทานของของไหลนอกจากนั้น ยังมีการออกแบบให้สามารถทำงานรับกระแสไฟฟ้าเกินขีดจำกัดได้ชั่วคราวในช่วงเวลาหนึ่งโดยยังไม่ตัดวงจรแต่ถ้าสภาวะกระแสไฟฟ้าเกินขีดจำกัดยังคงดำเนินต่อไปแล้วมันก็จะทำการตัดวงจรทันที หรือถ้ากรณีในการเกิดไฟฟ้าลัดวงจร มีนจะทำการตัดวงจรภายในเวลา 1 ใน 100 ของวินาทีเท่านั้น

ตู้แผงวงจรรวม ซึ่งมีการใช้สวิตซ์ตัดวงจรอัตโนมัติ ต่อรวมไว้ในวงจรแยกแต่ละวงจรเพื่อป้องกันกระแสในวงจรแยกมิให้สูงเกินขีดจำกัด ซึ่งถ้าดูแผงหน้าของตู้แผงวงจรรวมแล้วก็เหมือนกับมีสวิตซ์ ไฟฟ้าอยู่มากหลายตัวนั่นเอง

แสดงการทำงานของ สวิตซ์ตัดวงจรอัตโนมัติ ด้วยอำนาจแม่เหล็กซึ่งมีช่วงหน่วยเวลาโดยอาศัยผลของความเสียดทานของของไหล ขณะเมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลในขดลวดที่พันอยู่โดยรอบหลอดที่มีของไหลบรรจุอยู่ภายในตราบ เท่าที่กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านขดลวดยังมีค่าน้อยกว่าค่าจำกัดที่กำหนดไว้แรงดึงของ อำนาจแม่เหล็กจากสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นรอบขดลวดก็จะมีค่าไม่มากพอที่จะเอาชนะแรงผลักของสปริงที่มีต่อลูกเลื่อน ( หรือแกนกลางได้ ผลก็คือลูกเลื่อนจะหยุดอยู่กับที่ )

ภาพที่ 24

ส่วนประกอบภายในของสวิตซ์ตัดวงจรอัตโนมัติ ( ก ) และตู้แผงวงจร ( ข )

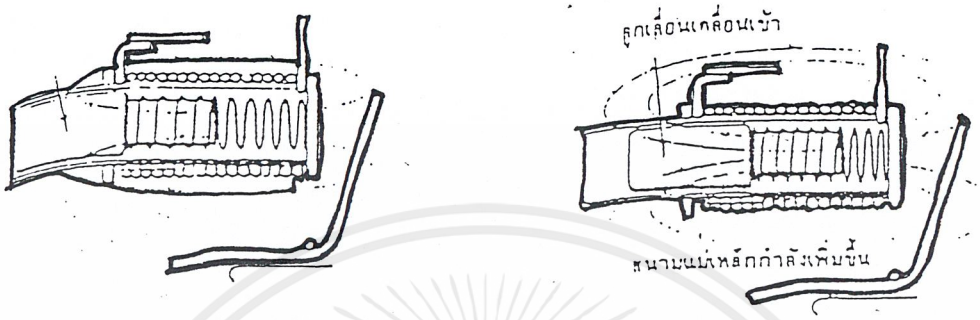



( ก )

( ข )

ภาพที่ 25

ภาพแสดงการไหลผ่านของขดลวดกระแสไฟ




( ก ) ลูกเลื่อนเคลื่อนที่เข้า ( ข ) สนามแม่เหล็กกำลังเพิ่มขึ้น

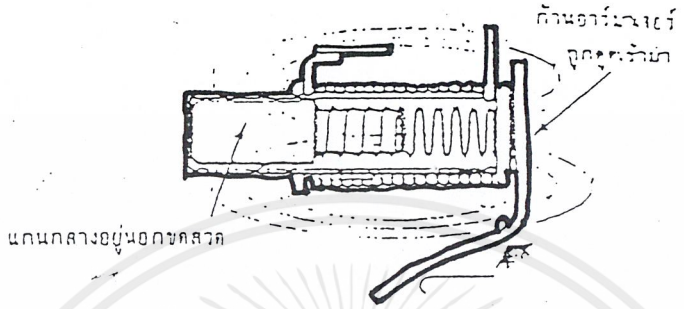
เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลในขดลวด( ก )และเมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านเกินจำกัด( ข )

เป็นกรณีเมื่อกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านขดลวดมีค่าเกินขีดจำกัด ดังเช่น ในช่วงเริ่มต้อนเดิมให้มอเตอร์ไฟฟ้าทำงานจากสภาวะหยุดนิ่งเป็นต้น ในลักษณะนี้สนามแม่เหล็กจะเข้มขึ้นจนสามารถออกแรงชนะแรงต้านของสปริงได้ มีผลให้ลูกเลื่อนค่อย ๆ เคลื่อนตัวไปทางขวาช้า ๆ ทั้งนี้เพราะมีแรงต้านจากสปริงสูงขึ้นเรื่อย ๆ ในขณะที่ลูกเลื่อนเคลื่อนตัวไป ทางขวาอีกทั้งยังมีแรงต้านอันเกิดจากแรงเสียดทานและแรงดันตรงที่ของไหลภายในหลอดกระทำต่อลูกเลื่อน ขณะเดียวกันนั้นมอเตอร์ก็จะหมุนเร็วขึ้น ซึ่งตามคุณสมบัติมอเตอร์ไฟฟ้าก็จะใช้กระแสไฟฟ้าน้อยลงกว่าเมื่อเริ่มต้นมาก สนามแม่เหล็กจึงอ่อนลงจนแพ้แรงดันของสปริงดันกลับมาอยู่ทางซ้ายมือสุดเหมือนเดิม

เมื่อมีกระแสไฟฟ้าเกินขีดจำกัด ที่กำหนดไว้ไหลผ่านขดลวดเป็นเวลานานเกินกว่าช่วงหน่วงเวลา ดังเช่นกรณีที่มีมอเตอร์ออกแรงบิดรับภาระเกินกว่ากำลังกำหนดของมัน หรือในกรณีที่มีกระแส ไฟฟ้าจำนวนสูงมากพอที่จะทำให้เกิดแรงดันของอำนาจแม่เหล็กมากจนเอาชนะแรงต้านของสปริงและของไหล ลูกเลื่อนก็จะเลื่อนตัวเข้ามาอยู่ภายในขดลวดให้ยิ่งสูงขึ้นมาก ผลคือ มันจะดูดเอาก้านอาร์มาเจอร์เข้ามา กลไกกระเดื่องต่าง ๆ ที่ต่ออยู่กับก้านอาร์เจอร์จะเคลื่อนตัวไปบังคับให้หน้าสัมผัสยกตัวขึ้นตัดวงจรทัน

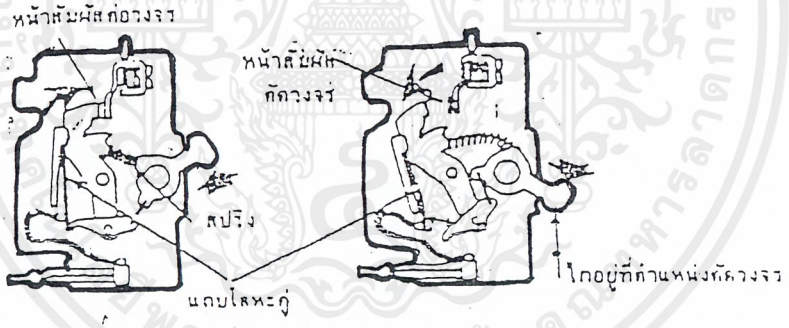
ภาพที่ 26

เมื่อมีกระแสไฟฟ้าเกินขีดจำกัดที่กำหนดไว้นานเกินช่วงหน่วงเวลา



ภาพที่ 27

สวิตซ์ตัดวงจรอัตโนมัติชนิดทำงานทั้งด้วยความร้อนและอำนาจแม่เหล็ก




เป็นสวิตซ์ตัดวงจรอัตโนมัติชนิดที่ทำงานทั้งด้วยความร้อนและด้วยอำนาจแม่เหล็กสวิตซ์ตัดวงจรอัตโนมัติแบบนี้จะมีชิ้นก้านเหล็กยึดติดแนบไว้กับแถบโลหะคู่ในกรณีที่มีกระแสเกินขีดจำกัดไหลผ่านสวิตซ์เป็นเวลานานเกินกว่าช่วงเวลาที่ยอมให้ได้แล้ว ความร้อนที่เกิดขึ้นจะทำให้แถบโลหะคู่โก่งงอ (เนื่องจากโลหะทั้ง 2 ขยายตัวไม่เท่ากัน) ปลดกระเดื่องล็อคให้เป็นอิสระอันมีผลทำให้หน้าสัมผัสแยกตัวออกจากกันเป็นการตัดวงจร อีกทั้งยังมีผลทำให้ไกโยกพับลงไปอยู่ที่ตำแหน่งตัดวงจรด้วย ส่วนในกรณีที่มีกระแสจำนวนมากไหลผ่านตัวมันหรือในกรณีเกิดการลัดวงจรนั้นกระแสจำนวนมากดังกล่าวจะกอให้เกิดสนามแม่เหล็กความเข้มสูงมากอยู่โดยรอบแถบโลหะคู่ซึ่งจะเหนี่ยวนำให้ก้านเหล็กที่แนบชิดอยู่กับแถบโลหะคู่ถูกดูดด้วยก้านเหล็กเกิดการโก่งงออย่าง

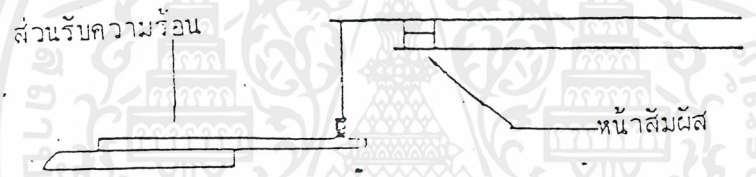
รวดเร็วปลดกระเดื่องล็อคให้เป็นอิสระในทันที ดังนั้นในกรณีนี้หน้าสัมผัสจะแยกตัวออกจากกันเป็นตัวตัดวงจรในทันทีทันใดโดยไม่มีช่วงหน้าหน่วงเวลาเหมือนกรณีที่พบโลหะคู่ค่อย ๆ โก่งงอด้วยผลจากความร้อน

**2.10 ชุดควบคุมความร้อน**

ชุดควบคุมความร้อน หรือเทอโมสตัท เป็นอุปกรณ์สำหรับควบคุมความร้อนให้คงที่หรือควบคุมความร้อนไม่ให้สูงหรือต่ำจนเกินที่กำหนดไว้ ชุดความร้อนมีส่วนประกอบอยู่ 2 ส่วนคือ ส่วนรับความร้อน กับส่วนหน้าสัมผัส

ภาพที่ 28

ชุดควบคุมความร้อน




ส่วนหน้าสัมผัสเป็นส่วนที่ใช้ตัดวงจรไฟฟ้าให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่าน

ส่วนรับความร้อนเป็นส่วนที่ใช้แยกหน้าสัมผัสหรือต่อหน้าสัมผัส

ส่วนรับความร้อนมี 2 แบบ คือ แบบไบเม็ททอล ( Bimetal )และแบบแม่เหล็ก

แบบไบเม็ททอล จะอาศัยคุณสมบัติการขยายตัวของโลหะที่ไม่เท่ากันมาประกบกันติดกัน เมื่อโลหะทั้ง 2 ชนิด ได้รับความร้อนจะขยายตัว แต่เนื่องจากอัตราการขยายตัวไม่เท่ากัน จึงทำให้เกิดการ โค้งงอ

ภาพที่ 29

รูปแบบของ ไบ-เมทอล

เมื่อได้รับความร้อน จะขยายตัวทำให้งอตัว

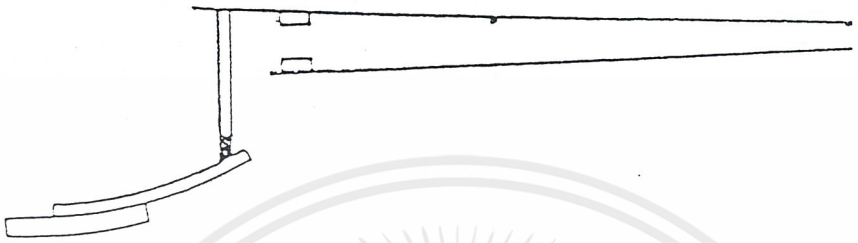
ดังนั้นการทำงานของชุดควบคุมความร้อนแบบไบเม็ททอลจึงอธิบายได้

ภาพที่ 30

ระบบไบเม็ททอล

1. ระบบใช้คุณสมบัติของแม่เหล็กถาวรร่วมกับไบเม็ททอล ( สวิตซ์แม่เหล็ก ) เป็นระบบที่ใช้ไบเม็ททอลรูปจานวงกลมองตัวไปดันก้านเหล็กซึ่งมีสปริงยุบตัว โดยอาศัยแรงดูดของแม่เหล็ก ทำให้แรงดันสปริงเอาชนะแรงดูดของแม่เหล็กดัดก้านเหล็กไปตัดกลไกไฟฟ้าอีกที

ภาพที่ 31
สวิตซ์แม่เหล็ก



หดตัวกลับสภาพเดิมทำให้หน้าสัมผัสกลับมาแตะกันอีกกระแสไฟฟ้าสามารถผ่านได้ใหม่ จึงเป็นการควบคุมความร้อนให้คงที่ได้

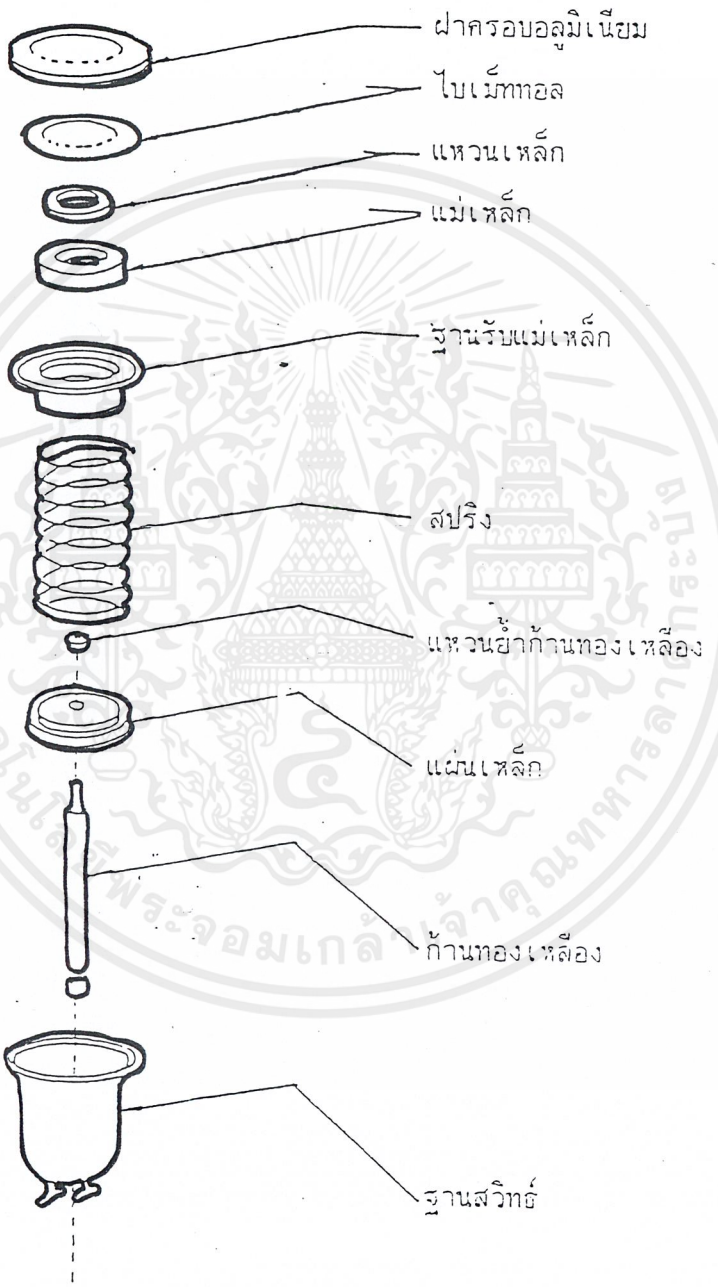
สำหรับความร้อนอีกแบบหนึ่ง คือ แบบใช้แม่เหล็กถาวรร่วมกับไบเม็ททอลจะใช้มากในหม้อหุงข้าวไฟฟ้า

แม่เหล็กถาวรจะดูดแผ่นเหล็กไว้ ทำให้หน้าสัมผัสแตะกัน กระแสไฟฟ้าสามารถไหลผ่านหน้าสัมผัสไปยังลวดความร้อนได้ ความร้อนจะทำให้ไปเม็ททอลขยายตัว แต่เนื่องจากอยู่ระหว่างแม่เหล็กถาวรและแผ่นเหล็กก็จะมีแรงชนะแรงแม่เหล็ก ผลักให้แกนเหล็กลงมาข้างล่างแกนเหล็กนี้ก็จะไปแยกหน้าสัมผัสให้ห่างออกจากกัน กระแสไฟฟ้าผ่านไม่ได้ จึงเป็นการควบคุมความร้อนอีกแบบหนึ่ง

ระหว่างแกนเหล็กกับหน้าสัมผัสจะมีฉนวนไฟฟ้าซึ่งอาจจะเป็นไฟเบอร์หรือเบเกอร์ไลท์กั้นอยู่ เพื่อไม่ให้ไฟรั่วไปที่ชุดควบคุมความร้อนซึ่งต่อกับโครงเครื่องใช้ไฟฟ้า

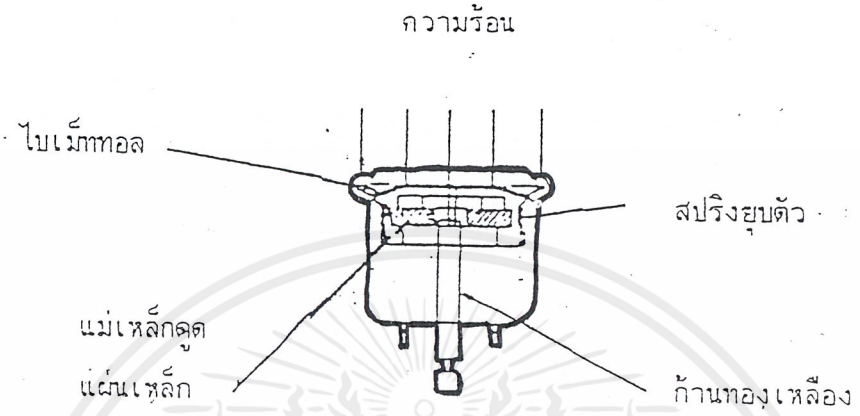
ภาพที่ 32

แสดงส่วนประกอบของสวิตซ์แม่เหล็ก



ภาพที่ 33

ภาพแสดงลักษณะของสวิตซ์ 1




เมื่อสวิตซ์ของหม้อหุงข้าว จะทำให้ก้านทองเหลืองถูกกันขึ้นไปพร้อมกับแผ่นเหล็ก แม่เหล็กจะดูดแผ่นเหล็กเอาไว้ ขณะเดียวกันความร้อนจากหม้อหุงข้าวจะถ่ายเทให้กับไบเม็ททอล

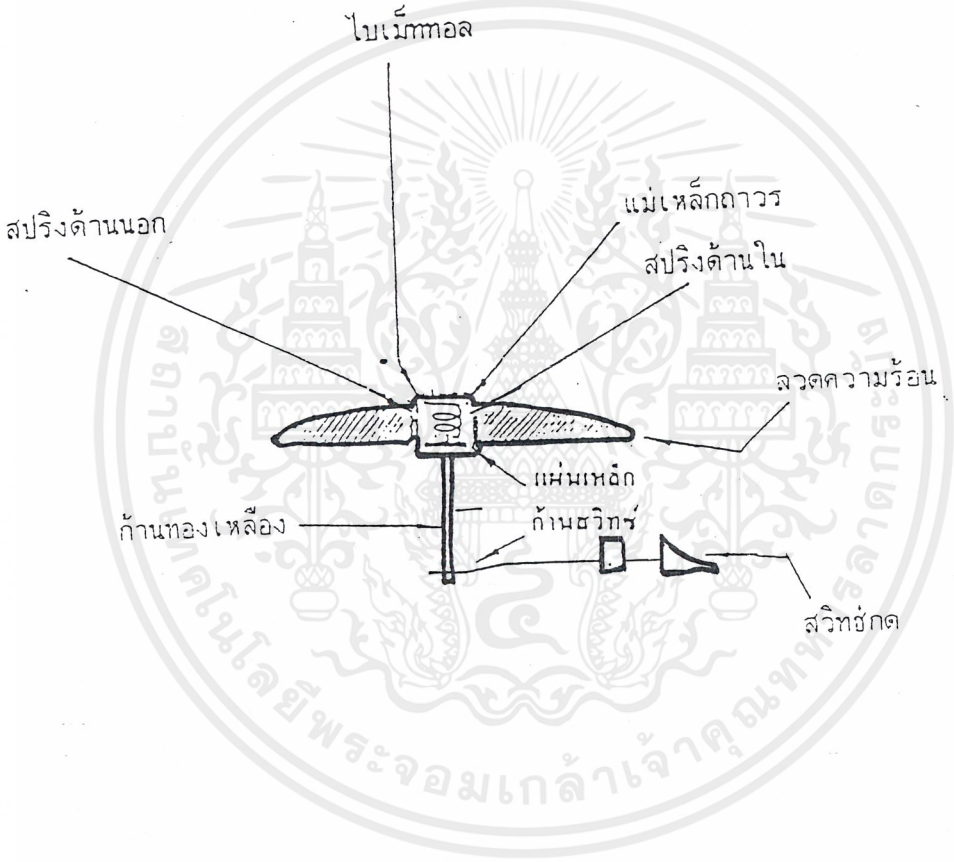
ภาพที่ 34

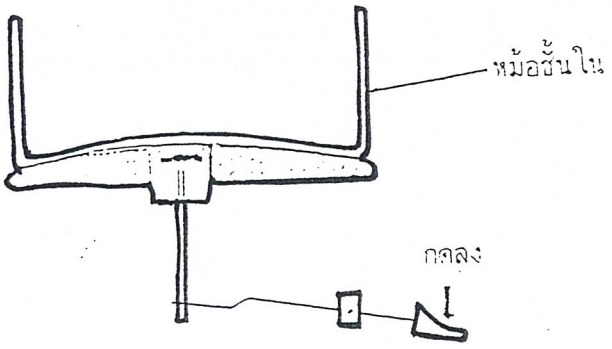
ภาพแสดงลักษณะของสวิตซ์ 2

เมื่อไบเม็ททอลร้อนมากขึ้น จะงอตัวลงไปดันก้านทองเหลือง ทำให้สปริงเอาชนะแรงดูดของแม่เหล็กดันให้ผ่านเหล็กและก้านทองเหลืองหลุดลงมาและก้านทองเหลืองนี้ก็จะไปตัดลงไกลไฟฟ้าอีกทีหนึ่ง

ภาพที่ 35

การทำงานของชุดควบคุมความร้อน 1



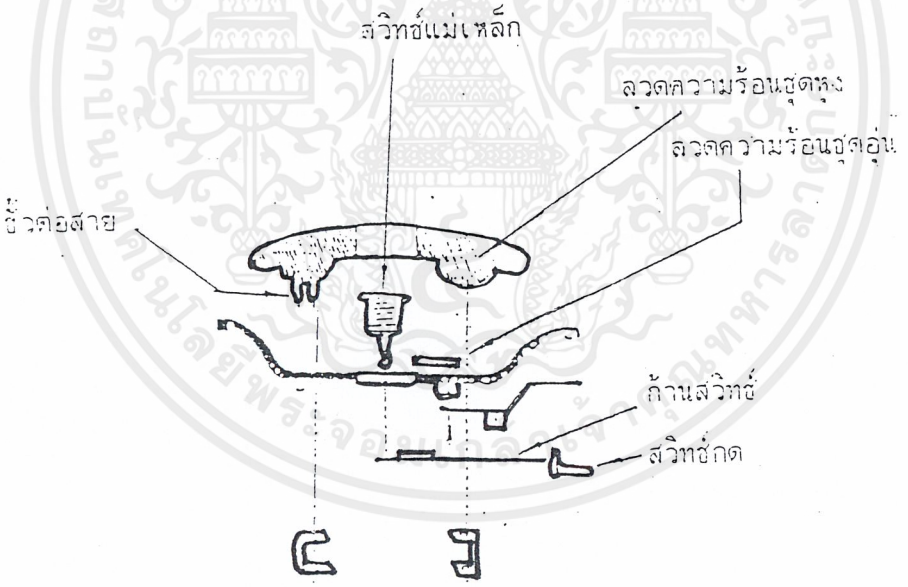



สวิตซ์แม่เหล็กปกติกะโผลกกะเผลกพ้นลวดความร้อนออกมาเล็กน้อย เนื่องจากถูกดันด้วยสปริงด้านนอกของสวิตซ์แม่เหล็ก ดังนั้นถ้าหากยังไม่ตั้งหม้อชั้นในลงบนลวดความร้อนถ้าไปกดสวิตซ์แม่เหล็กและแผ่นเหล็กจะอยู่ห่างกันมาก จนแม่เหล็กดูดแผ่นเหล็กไม่ได้ เมื่อปล่อยสวิตซ์สปริงด้านในก็จะดันแผ่นเหล็กลงมา ดังนั้นหม้อหุงข้าวจึงไม่ทำถ้าไม่มีหม้อชั้นในวางอยู่บนลวดความร้อน

เมื่อตั้งหม้อชั้นในลงบนลวดความร้อน หม้อชั้นในจะทับสวิตซ์แม่เหล็กทำให้สวิตซ์แม่เหล็กเลื่อนลงมาอยู่ในระดับเสมอกับความร้อน เมื่อกดสวิตซ์ แม่เหล็กก็จะดูดแผ่นเหล็กได้ ทำให้สวิตซ์ค้างแม้จะปล่อยมือจากการกดสวิตซ์

ภาพที่ 36

การทำงานของชุดความร้อน 2




จากนั้นใช้ไขควงถอดหลักต่อสายของลวดความร้อนชุดหุง แล้วจึงถอดสกรู (8) , (9) ซึ่งใช้ยึดลวดความร้อนกับฐานรอง จะสามารถถอดลวดความร้อนชุดหุงออกมาได้

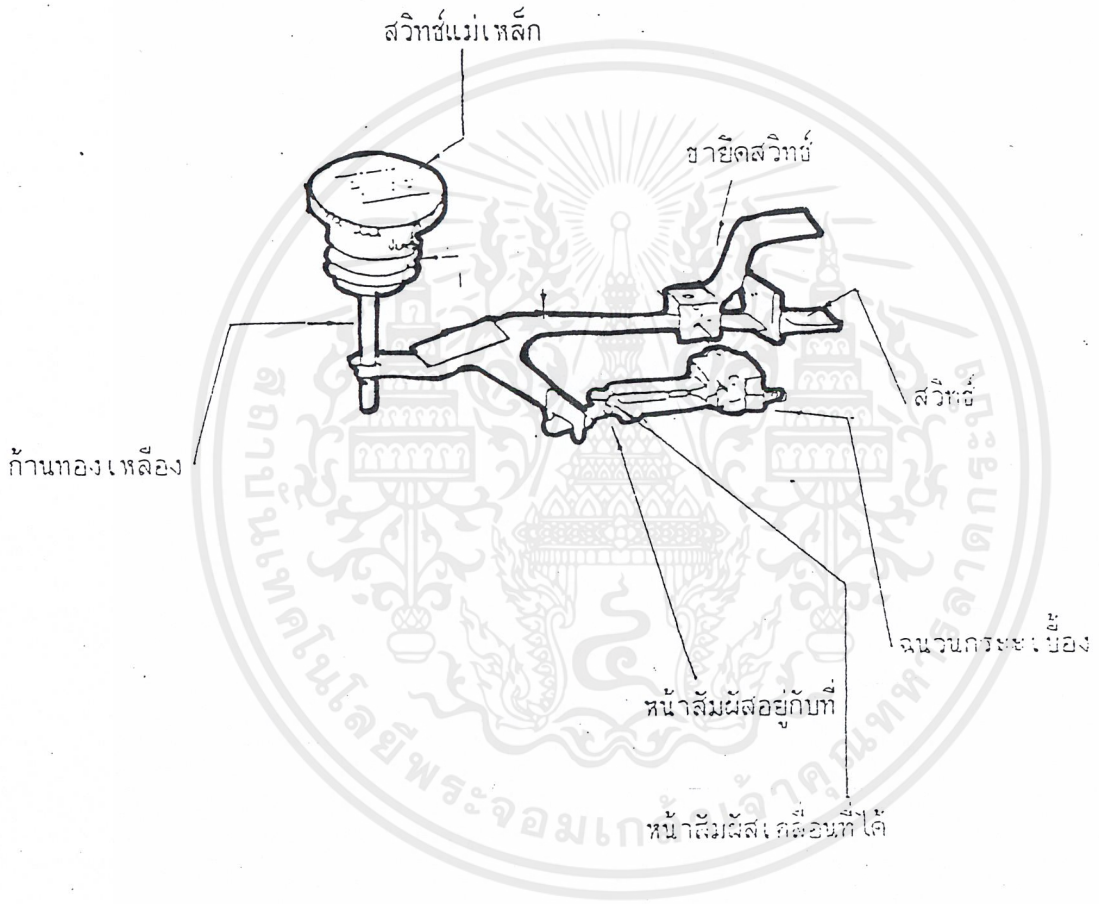
ส่วนการถอดสวิตซ์แม่เหล็กให้ถอดสกูรที่ใช้ยึดก้านสวิตซ์กับฐานรองออกแล้วเลื่อนก้านสวิตซ์ออกมาจากแกนเหล็กของสวิตซ์แม่เหล็ก ก็จะดึงสวิตซ์แม่เหล็กออกมาได้

**2.10.1 ชุดควบคุมความร้อนของหม้อหุงข้าวไฟฟ้า**

ชุดควบคุมความร้อนของหม้อหุงข้าวรุ่นนี้ใช้ระบบสวิตซ์แม่เหล็ก

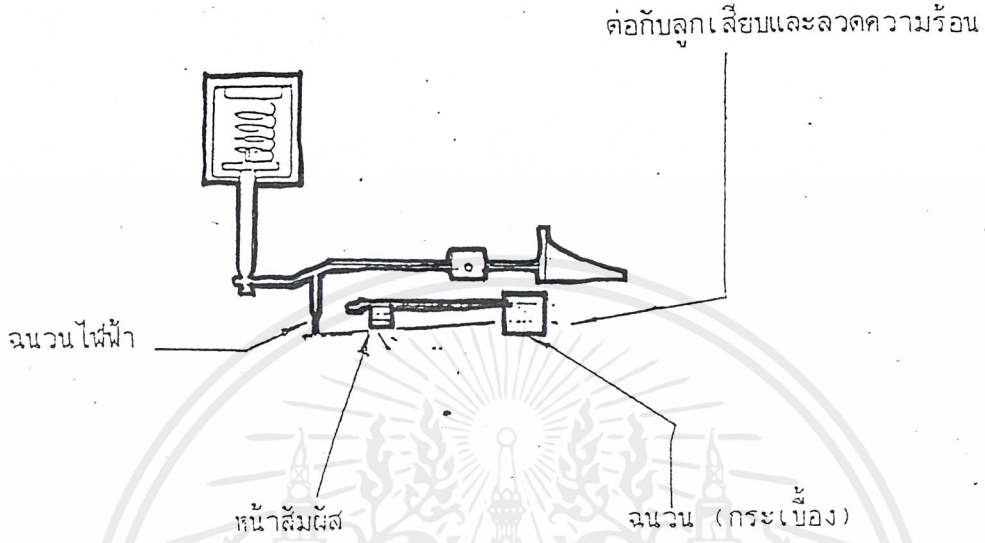
ภาพที่ 37

ชุดควบคุมความร้อนซึ่งประกอบด้วยสวิตซ์แม่เหล็กและหน้าสัมผัส



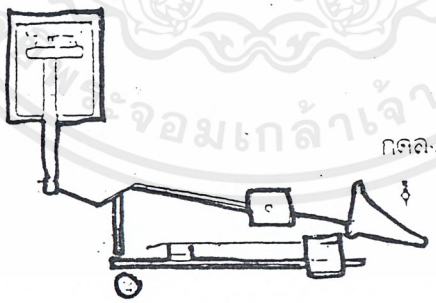
ภาพที่ 38

ลักษณะของสวิตซ์ที่ยังไม่กด




ภาพที่ 39

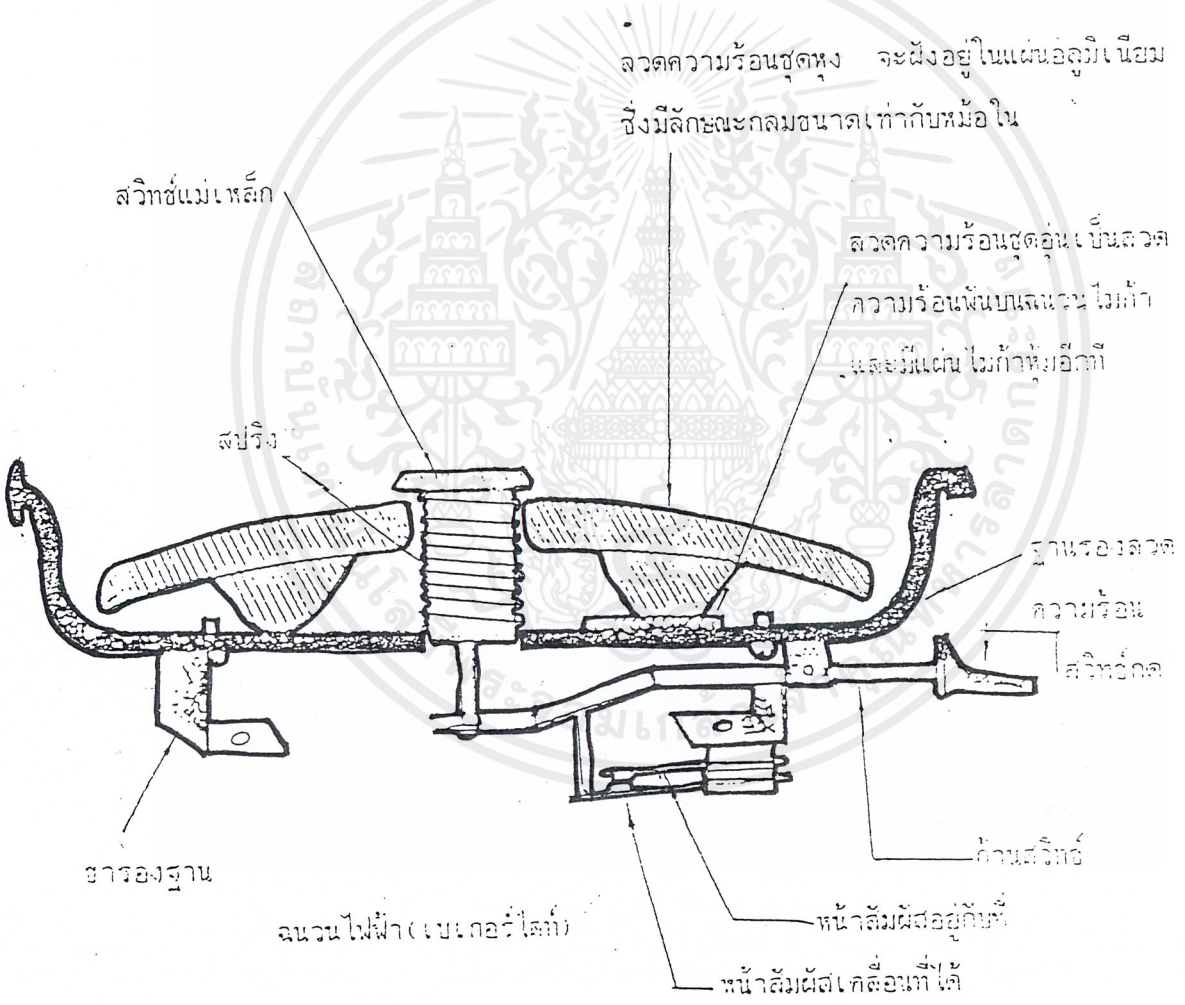
เมื่อกดสวิตซ์แล้วหน้าสัมผัสจะแตะกัน



เนื่องจากก้านสวิตซ์จะเป็นตัวตัดต่อหน้าสัมผัส ซึ่งเป็นทางผ่านของกระแสไฟฟ้ายังลวดความร้อนชุดหุงดังนั้นขณะที่ยังไม่กดสวิตซ์ ก้านสวิตซ์จะไปแยกหน้าสัมผัสให้ห่างจากกัน ลวดความร้อนชุดหุงก็จะยังไม่ทำงาน แต่เมื่อกดสวิตซ์ ก้านสวิตซ์จะถูกยกขึ้นและถูกดูดให้ค้างด้วยอำนาจแม่เหล็กของสวิตซ์แม่เหล็ก หน้าสัมผัสก็จะกลับมาแตะกัน ( หน้าสัมผัสจะแตะกันถ้าไม่มีก้านสวิตซ์มาแยกให้ห่าง ) ทำให้กระแสไฟฟ้าสามารถผ่านหน้าสัมผัสได้ ลวดความร้อนชุดหุงก็จะทำงาน

ภาพที่ 40

แสดงรายละเอียดด้านข้างของมาตราฐานลวดความร้อน



**สรุป**

การส่งผ่านความร้อน มี 3 ทางคือ การนำความร้อน การพาความร้อน และ การแผ่รังสีความร้อน ทุกอย่างที่กล่าวมาจะต้องเกิดจากอุปกรณ์สร้างความร้อน อุปกรณ์ดังกล่าวจะเป็นส่วนประกอบภายในเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้ความร้อนโดยทั่วไป เช่น เตาไฟฟ้า เตารีด หม้อหุงข้าวไฟฟ้า เป็นต้น อุปกรณ์ความร้อนจัดได้ว่าเป็นหัวใจการทำงานของเครื่องเพราะมันจะทำหน้าที่เป็นตัวเปลี่ยนพลังงานจากไฟฟ้าให้มาอยู่ในรูปแบบของความร้อนได้ ซึ่งเป็นจุดมุ่งหมายของเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้ความร้อนโดยทั่วไป

ตามปกติอุปกรณ์สร้างความร้อนมักจะเรียกกันว่า "ลวดความร้อน" "แผ่นความร้อน" "หรืออาจเรียกรวม ๆ ว่า "นิทร" ลวดความร้อนส่วนใหญ่จะเป็นลวดนิโครม ซึ่งได้จากการผสมจาก นิเกลื่อนความ 60% เหล็ก 24% และ โครมเมี่ยง 16% สำหรับการต้านทานไฟฟ้าของลวดนิโครมจะสูงกว่าลวดทองแดง ประมาณ 50-60 เท่า ลวดนิโครมจะมีคุณสมบัติที่จะนำมาใช้เป็นอุปกรณ์สำหรับเปลี่ยน พลังงานไฟฟ้าให้ออกมาเป็นพลังงานความร้อน ลวดนิโครมสามารถแบ่งออกตามลักษณะได้ 3 แบบคือ ลวดความร้อนแบบเปลือย ลวดความร้อนแบบกึ่งปิด ลวดความร้อนแบบปิด

**2.11 วัสดุป้องกันและเก็บความร้อน (Refractory)**

สำหรับในวงการอุตสาหกรรมที่มีความร้อนเข้ามาเกี่ยวข้องด้วยนั้นวัสดุที่ทนความร้อนและใช้ป้องกันำไม่ให้ความร้อนแผ่ออกมาภายนอกนั้นจึงเป็นสิ่งที่สำคัญมากดังนั้นเรื่องของเฟร็ดโทรี **(Refectory)** จึงเป็นเรื่องที่ต้องศึกษาเพื่อใช้กับงานที่ต้องใช้อุณหภูมิสูงและต้องใช้กับเครื่องมือเครื่องใช้บางชนิดที่ต้องทำงานในที่มีอุณหภูมิสูง ๆ เช่นในโรงงานอุตสาหกรรมเครื่องปั้นดินเผา ซึ่งใช้อุณหภูมิเกินกว่า 1000 องศาเซลเซียส อุณหภูมิที่หลอมละลายในบรรยายกาเอ๊กซิเด ชั่วแต่ว่า **(oxidation)**

จีแจ็บโมรี **(Refractory)** ซึ่งใช้ในงานอุตสาหกรรมส่วนใหญ่จะใช้เป็นส่วนประกอบชองโครงของเครื่องใช้ **(Equipment)** ส่วนของโครงสร้างของเตาถ่าน เช่น เตาทำลาย **(Blast furnace)** เตาเผาแบบ โอจีนแส-ฮาห์เนียม เฟอะ **(open heath furnace)** เตาเผา ซีเมนต์, เตาหลอมละลายแก้ว, เตาเผาเครื่องปั้นดินเผา เตาเจ็ทนิวเคลียร์ เพาเวอร์ชัน พลานามัย เป็นต้น

จีแจ็บโทรี ซึ่งเป็นวัสดุทนความร้อนและเก็บความร้อนนี้แบ่งออกได้หลายพวก แบ่งตามคุณสมบัติทางด้านความร้อน แบ่งตามคุณสมบัติทางด้านเคมี ตามคุณสมบัติทางกายภาพ นอกจากนั้นยังมีทีจีแจ็บโทรี ที่มีในท้องตลาดและที่สังเคราะห์ขึ้นใหม่ ๆ อีกด้วย

วัสดุทนความร้อนแบ่งเป็น 4 พวก วัสดุทนความร้อนมีสารประกอบหลายชนิดด้วยกัน

สามารถแบ่งเป็น 4 พวก ดังต่อไปนี้

1. สารประกอบพวกออนไกด์โนซิลิเกเซิ้ง
2. สารประกอบพวกซิลิกร้านเป็นส่วนใหญ่
3. เดซิกรัมโทรี โดยมีสารประกอบ ระเกศแมกนิไทร , โปโล โครเมี่ยม
4. จีแจ๊บโทรีชนิดต่าง ๆ ได้แก่พวกอิฐทนไฟ fire Brice ซิลิคอน คาร์โบไฮเดรต ฯลฯ จีแจ๊บโทรีที่มีสารประกอบดุลูกโนซิลิเกตรลอค ( SI2 O3 SIO3 ) ได้แก่ พวกดินบนไฟ เป็นวัตถุดิบที่ใช้ส่วนใหญ่นับว่าเป็นจีแจ๊บโทรี ที่ใช้ในโรงงานประมาณ 70% ทั้งนี้เพราะดินทนโพหลีโกมินา สูง ซึ่งเป็นสารทนไฟที่ผสมสำคัญดินทนไฟนี้ประกอบด้วย

- อลูมิเนียมออกไซด์ **( SL2 O3 )**
- ฟีล์มลิโมนนท์ **( fillimonite )**
- คยาไนท์ **( fyaite )**

ส่วนประกอบเหล่านี้เป็นแร่เอชไมยอรูมิโนซิลิเกซไม **( $SI_2$ $O_3$ $SIO_3$ )** ตัวอย่างของวัสดุบนไฟ **( REFRACTORY )** ประเภทนี้คือ

**1. ดินทนไฟ ( fire clay re fractoby )** มีคุณสมบัติ

- ทนไฟประมาณ 28-33
- สัมประสิทธิ์การ ขยายตัวเมื่อได้รับความร้อน ประมาณ 0.4-0.7 % ในอุณหภูมิ 1000°
- หดตัวเมื่อได้รับความร้อนน้อยกว่า ซิลิกขา จีแจ๊บ
- คุณสมบัติในการรับแรงมีค่าต่ำในขณะที่ถูกความร้อนสูง
- ทำปฏิกิริยากับเทริด **( basic slace )**

**การใช้งาน**

- ใช้ในการก่อสร้างเตาโดยทั่ว ๆ ไป

**2.** พวกที่มีนิโนสูง **( hijoe awmibd repractoby )**

**คุณสมบัติ**

- ทนต่อความร้อนได้สูงมา **( SK 35-40 )**
- ทนต่อสแลง **( lsao )** ทุกชนิด
- รับน้ำหนักได้ดีที่อุณหภูมิสูง ๆ
- เป็นตัวนำความร้อนสูง
- ทนต่อปฏิกิริยากับก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ( CO )

**การใช้งาน**

- ใช้ทำผนังเตาในส่วนที่เป็นห้องเผา **( iurlbiono chember )** ใช้บุภายในเตาหลอมโลหะ, เตาซีเมนต์, ท่อน้ำโลหะหลอมเหลว **( ledle )** ไหลผ่าน ส่วนประกอบของเตาไฟ

**จีแจ็บโทรี** ที่มี ซิลิกร้านเป็นสารประกอบ **( silical refratory )**

จีแจ็บโทรี **( refractory )** พวกที่ 2 ซึ่งมี ซิลิกร้านเป็นส่วนประกอบที่สำคัญนิยมใช้รองจากพวกที่ 1 คือ ประมาณ 15% ของทั้งหมดวัสดุที่นำมาผลิตจะทำจากหินเขี้ยวหนุมาน **( qabtz )** บดละเอียด 2% เติมหินปูน ( CAO ) เพื่อช่วยให้มีการยึดเกาะของโมเลกุลดีขึ้นก่อนและพลังให้ความร้อนสำหรับเซมิคซิก้า จีแจ็บโทรี **( semi silica ptefractoob )** ทำจากดินที่มี ซิลิกขา สูงมากกว่า 70% จีแจ็บโทรี **( silica refrkctory )** มีคุณสมบัติดังนี้

- ทนต่อแอมิคสัญญี **( acid slab )** ได้ดี
- มีค่าความสามารถรับแรงที่มากกระทำได้ในที่มีอุณหภูมิ 1650°องศาเซนติเวสสันดร
- ขยายตัวเล็กน้อยที่อุณหภูมิสูงกว่า 160°
- ทนต่อปฏิกิริยา เธอมัลละ ก๊อ **( thermas shock )** ได้ดีสำหรับการใช้งานใช้เป็นผนังเตาหลอีเห็นลกล้า, ส่วนโค้งของหลังคาเตา ตระแกรงให้ความร้อนผ่านและรับน้ำหนักของที่อยู่ในเตา **( sheekrs )** ผนังเตาสำหรับเผาถ่านหิน ( coak ) ส่วนหลังคาของเตาทั่ว ๆ ไป

เบซิค จีแจ็บโทรี **( bastc refratory )**

1. แมงคาเรือง จีแจ็บโทรี **( macnesttearefarctoby )** เป็นวัสดุที่มีชื่อสามัญรู้จักในนามว่าแบ็กโบนนิเซี่ยวคาร์บอเนต **( cabbonate )** เป็นวัตถุดิบที่รู้จักใช้กันภายหลังจากสงครามโลกครั้งที่ 2 โดยมี

- แม็คนีเซี่ยมออกไซด์ **( MCO )** เป็นส่วนประกอบส่วนใหญ่
- เหล็กแมกนีเซี่ยม ( FE 2 O 3 ) ประมาณ 5%

คุณสมบัติของจีแจ็บโทรีพวกนี้คือ

- ทนความร้อนได้สูงมาก ( KS ) 37
- ทนต่อเดซิกรัม **( bastc llac )**
- แต่ไม่ทนต่อปฏิกิริยา เธอมะลิเลื้อย ก๊อ **( thermail shock )** และไอน้ำ **( steen )**
- มีความสามารถ ในการรับน้ำหนักที่มากระทำที่อุณหภูมิสูงและต่ำ
- สแตนเลส ( ส.ป.ส. ) การขยายตัวเมื่อได้รับความร้อน

**การใช้งาน** : ใช้ทำส่วนกั้นห้องเผา **( burnd chember )** ผนังของเตาเดซิกรัม **( basic klin )** และผนังที่ใช้กับงานที่มีอุณหภูมิสูง ๆ

จีแจ็บ โทรีชนิดต่าง ๆ **( misceilaneobs refroctory )**

นับเป็นวัสดุทนความร้อนชนิดพิเศษเพราะนำมาใช้กับงานเฉพาะอย่างได้แก่

**1. ซิลิคอน จีแจ็บโทรี ( silicon carbide aefractby )**

**คุณสมบัติ**

- ทนต่อแอกิดาหยัน สแลง ( acid slag ) ได้ดีแต่จะเข้าปฏิกิริยากับเทริด **( balicslag )**
- เก็บความร้อนได้ดี,ทนต่อปฏิกิริยาเธอมัลละ( **THERMAL SHOCK** ) ดี
- เป็นตัวนำไฟฟ้าได้ดี
- นำความร้อนได้ดีกว่าดินทนไฟ **( fire clay refrac )** 10 เท่า
- ทนต่อแรงกระทำและรับน้ำหนักได้ดีมากในสภาวะที่อุณหภูมิสูง
- ทนต่อการเสียดสี , ขีดขูดได้ดี
- ทนต่อกรด **( alid chemcals )** ดี ในอุณหภูมิสูง
- ถูกออกซิโคซงดำง่ายเมื่อกำปอริกับโลหะหนัก เหล็ก ออกไซด์ ( $FE_2$ $O_3$ ) ที่อุณหภูมิสูง 1200

**การใช้งาน**

ทำจ๊อกกิ้ง **( suggare muffle )** หลอดในห้องทดลองเคมีบุเตาที่ต้องการความร้อนสูงซึ่งใช้ในงานกรณีพิเศษ

ปัจจุบันนักวิทยาศาสตร์ ได้ค้นพบวัสดุชนิดใหม่สำหรับทำภาชนะป้องกันความร้อนคือ ไตรตอนเกาบิด **( trition kowgglj )** ซึ่งมี น.น. เบามากแต่ทนความร้อนสูงได้ถึง 1260

ไตรตอนเกาวาลวีชนีมีลักษณะพิเศษที่ถูกอัดคล้ายกระดาษ ซึ่งถ้านึกออกแล้วจะมีลักษณะเป็นสุขุมาลและเป็นเส้น ๆ เช่นเดียวกับเยื่อกระดาษ สามารถผลิตได้ในรูปลักษณะต่าง ๆ กัน เส้นใยของไตรตอนเกาบิล มีเส้นผ่านศูนย์กล่างเฉลี่ย 2.8 ไมโครเมตร มีความยาวตั้งแต่ 12-254 มม. ความยาวเฉลี่ย 100 มม.

จากการทดสอบ โดยใช้เส้นใยของไตรตอนเกาวาลวีชนีอัดกันเป็นแผ่นคล้ายกระดาษหนา 63 กมล. โดยทำเป็นกล่องคล้ายเตาหลอมโลหะ พบว่ากล่องนี้สามารถทนความร้อน ได้สูงกว่า 1000°

ไตรตอน เกาบิล **( lrition kaowggb )** เท่าที่มีหลายบริษัทในยุโรปได้ทำการผลิตออกมาจำหน่ายมีลักษณะดังต่อไปนี้

1. ในรูปของเป็นแผ่น **( blanket )** ซึ่งมีลักษณะคล้ายกระดาษที่สุดคือเราสามารถตัดด้วยกรรไกรได้ เพราะไม่ได้ผสม **bindeb** เข้าไปส่วน blanket จะใช้สำหรับหุ้มพวก **stainlesi-tulmesh**

ความหนาแน่นมีตั้งแต่ 48,64,96,128,160 กก./ N

ความหนา ตั้งแต่ 6.35 จนถึง 50.80 / mm

การนำความร้อนตั้งแต่ 0.04 จนถึง 0.17

2. ในรูปของกระดาษทนไฟ **( cabamic-fiber paper )** ซึ่งสามารถผลิตได้โดยใชเครื่องอัดกระดาษมีความหนา 3 ขนาด คือ 00.5mm 1.mm 2.mm ความกว้าง 250 ถึง 500 mm

3. ในรูปลักษณะต่าง ๆ ตามต้องการโดยวิธีการขึ้นรูปแบบสูญอากาศ **( vacunmfor-ming process )** ซึ่งบริษัท **neston factory of the man fqeturess** สามารถผลิตในรูปร่างต่าง ๆ ตามต้องการ เช่น รูปแท่ง , รูปกรวย , ทรงกระบอก ฯลฯ

ดังกล่าวมาแล้วจะเห็นได้ว่า ไตรตอนเกาบิล สามารถทำเป็นวัสดุป้องกันและเก็บความร้อนได้เกือบทุกชนิด ทั้งที่จะเป็นรูปลักษณะต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับ **heat tbansfer** อย่างแพร่หลายเช่น เครื่องนำความร้อน หรือการเก็บความร้อนของเครื่องยนต์เพื่อภายในรถจะไม่ร้อน โดยใช้ไตรตอนเกาบิล หรืออีกตัวอย่างคือ เตาอบมีขนาดยาว 6 ม. กว้าง 1.5 ม. หุ้มด้วยไตรตอนเกาวาลวีชนีในรูปของ **blanke**t sok100 mm สามารถเก็บความร้อนภายในได้ 260°

แผ่นแอสเบสไทลักซ์เป็นวัสดุก่อสร้างชนิดพิเศษที่มีคุณสมบัติที่ทนไฟอย่างดีเลิศและเป็นฉนวนป้องกันความร้อนที่ดี เหมาะอย่างยิ่งที่ใช้กับการก่อสร้าง เช่น ใช้ทำฝ้าเพดานกรุผนังภายในป้องกันอัคคีภัย, ใช้กับงานอุตสาหกรรม โดยเป็นฉนวนป้องกันความร้อน

แอสาบสูญโทหลักทำด้วยใยพินอบพิเทาโมไซน์,ดินเผาและสารประกอบจำพวกออกไซด์อีก ๆ โดยผ่านกรรมวิธีต่าง ๆ แบบใหม่ ๆ คุณสมบัติที่เดินของแอเสบยโทลักขะ คือ

- ไม่ไหม้ไฟฟ้า
- ทนอุณหภูมิได้สูงถึง 2000 เซนติเกรด นาย 6 ซม.
- แข็งแรงทนทาน
- น้ำหนักเบา
- มีความคร่อมตัวดี

- ถูกน้ำหรือแช่น้ำเป็นเวลานานจะไม่พองหรือปิด , งอและไม่ขยายตัว
- เมื่ออมน้ำจะไม่ขึ้นรา
- ไม่ผุ , เปื่อย, สลายตัว เมื่อถูกไอของกรดต่าง ๆ
- ไม่มีปฏิกิริยาทางเคมี

ใช้ประกอบทำตู้, ประตู ผนังห้อง บันไดหนีไฟ ได้ดีมาก

- สำหรับโรงงานอุตสาหกรรม ใช้กรุทำฝ้า เพดาน ผนัง ห้องสำหรับป้องกันความร้อนและอัคคีภัย เช่น ป้องกันความร้อนจาก หม้อกาน้ำร้อน , เตาเผา , เตาถลุงโลหะใช้ประกอบกับการทำงานห้องเก็บวัสดุไฟฟ้า

- ในการติดตั้งแผ่น **AESBASTOLUX** ติดตั้งได้สะดวก , เลื่อย, เจาะไน , ลบมุม, ตอกตาปู และติดก๊อแหวนได้ง่าย เช่นเดียวกับงานข้อมูลเกี่ยวกับรูปแบบของฉนวนกั้นอุณหภูมิ

### 2.11.1 ข้อมูลเกี่ยวกับรูปแบบของฉนวนอุณหภูมิ

แบบและชนิดของฉนวนที่มีอยู่ในท้องตลาด วัสดุฉนวนที่สามารถนำมาใช้ในเครื่องเป่าลมเย็นมีด้วยกัน 5 ชนิดคือ

- โพหลีโกไตรีโมต ( polystyrene Foam )
- โพลียูรีเนียม ( Polyurethane Foam )
- ฉนวนยาว ACROFLEX CLOSED CELL
- ฉนวนโหม CLIMFLE CLOSED CELL
- ใยแก้ว ( Fiber Glass )

**โพหลีไตรีโมต ( Polystyrene Foam )**

คือโชมโรมสำเร็จรูปที่มักนำมาใช้กับงานอื่น ๆ ทั่วไปสำหรับฉนวนกั้นอุณหภูมิในเครื่องปรับอากาศ อาจสามารถนำมาใช้ได้โดย จะต้องมีความหนาแน่นของโชมโรม อย่างน้อย 1.5 ปอนด์/นิ้ว แต่โพหลีโกไตรีนโฟม มีคุณสมบัติดูดซึมน้ำได้ จึงมักไม่ค่อยนิยมใช้นำมาเป็นฉนวนในเครื่องทำความเย็น

**โพลียูรีเนียม ( Polyurethane Foam ) หรือโหมฉีด**

ได้จากการเตรียมสารเหลว 2 ชนิด คือ ส่วนที่เป็น Resin และส่วนที่เป็น **Hardener** นำมาผสมกันและมีสารทำความเย็นเบอร์ 11 เป็นตัวทำให้เกิดอากาศจะได้ฉนวนโหมที่มีความแข็งและมีโพรงอากาศเล็ก ๆ จำนวนมากเกิดอยู่บนเนื้ออ่อน ซึ่งจะมีลักษณะเป็น **Closed Cell** โพลียูรีเทนนิส สามารถนำมาทำเป็นฉนวนกั้นอุณหภูมิได้ดีเพราะไม่อมน้ำ แต่ตัวของผลิตภัณฑ์ที่จะใช้ควรมีโครงสร้างของผนังเป็น 2 ชั้นเพื่อเป็นช่องว่างให้โฟมขยายตัวตามรูปทรงแต่โดยทั่วไปไม่นิยมใช้โฟมชนิดนี้กันเครื่องเป่าลมเย็นเนื่องจากกรรมวิธีการผลิตยุ่งยาก

**ยาง ( RUBBER )**

ปัจจุบันจัดว่าเป็นส่วนประกอบที่สำคัญในงานอุตสาหกรรมทุกประเภท ไม่โดยตรงก็ทางอ้อมโดยตรงได้แก่ อุตสาหกรรมประเภทยางรถยนต์ ยางในเครื่องบิน ยางในรองเท้า ท่อน้ำสายพาน ลูกยาง ต่าง ๆ เป็นต้น โดยทางอ้อมก็เป็นชิ้นส่วนของเครื่องจักรเครื่องมือต่าง ๆ และมันเป็นส่วนที่สำคัญยิ่งในอุตสาหกรรมประเภทนั้นด้วย

**ประเภทของยาง**

ด้วยเหตุผลดังกล่าวมาขั้นต้น ยางจึงแบ่งออกเป็นหลายประเภท หลายชนิด ซึ่งพอจะแบ่งออกได้ดังนี้คือ

**1. ยางธรรมชาติ** ( Natural Rubber ) เป็นยางที่ได้มาจากยางพารา วัตถุดิบชนิดนี้มีมากในประเทศไทย มีคุณสมบัติที่พอสรุปได้ดังนี้คือ

- ค่าความทนต่อแรงดึงดีมาก
- ความสามารถในการยืดหดดี
- การทนต่อการขีดข่วนดี
- เปอร์เซนต์ในการรับน้ำหรือดูดซับมีค่าน้อย

ค่าต่าง ๆ ที่กล่าวมาจะดีมาก เมื่ออยู่ในช่วงอุณหภูมิไม่เกิน 70 องศา ซ. ถ้าเกินกว่านี้คุณสมบัติจะลดลงอย่างรวดเร็วคือ ไม่สามารถรับน้ำหรือทนน้ำมันได้เพราะฉะนั้นจึงไม่นิยมเอายางชนิดนี้ไปเป็นวัตถุดิบในการผลิตอะไหล่ที่ต้องรับความร้อนหรือต้องเกี่ยวข้องกับน้ำมัน

**2. ยางสังเคราะห์** ( Synthetic Rubber ) เนื่องจากความไม่สามารถทนต่อความร้อนและน้ำมันจึงทำให้มีผู้คิดค้นประดิษฐ์ยางเทียม หรือยางสังเคราะห์ขึ้นมาเพื่อชดเชยข้อเสียของยางธรรมชาติ

โดยคุณสมบัติทนต่อความร้อนได้สูงขึ้นน้ำมัน ทนกรด ทนด่าง เป็นต้น ดังนั้นราคายางจึงแพงกว่ายาง ธรรมชาติมาก

ยางสังเคราะห์มีอยู่มากมายหลายประเภท แต่ประเภทใหญ่ ๆ ที่นิยมใช้ในบ้านเรามีดังนี้คือ

1. SBR ( STYRENE BUTADVENE RUBBER ) ใช้ทำ MACHANICAL PARTS ทั่วไปเพราะทนต่อความร้อน การเสียดสี ดีกว่ายางธรรมชาติ แต่ทนน้ำมันไม่ได้

2. NBR ( NITRILE BUTADVENE RUBBER ) เป็นยางสังเคราะห์ที่นิยมใช้กันมาก เพราะกันน้ำมันได้ดี ทนความร้อนได้ประมาณ 125 องศา ซ.

3. CRJ ( CHLOROPRENE RUBBER ) ทนความร้อนได้ดีพอ ๆ กับแต่กันน้ำมันได้ไม่ดีนัก มีความทนต่อแรงดึง ความสามารถในการยืดหดตัวมีค่าสูงกว่าแบบ

4. SR ( SILICONE RUBBER ) เป็นยางที่มีคุณสมบัติทนความร้อนสูงประมาณ 250°

**การผสมยาง**

การผสมยางคือ การใช้ยางดิบจะเป็นยางธรรมชาติหรือยางสังเคราะห์ก็ตามมาตีจนอ่อนตัวแล้วเอาสาร แบคทีเรีย บิลเลียด, แบคทีเรีย, แบคทีเรียซิซิเรียม สัดส่วนที่ผสมแล้วแต่ต้องการแล้วแต่ความเหมาะสมผสมเข้าไปให้เข้ากับยางดิบ จนเป็นเนื้อเดียวกันแล้วจึงนำมาเข้าแบบพิมพ์เป็นรูปร่างต่าง ๆ ตามที่ต้องการ

การผสมยางอะไรก็ตามผู้ผลิตต้องคำนึงถึงการใช้งานเป็นหลักใหญ่ แล้วจึงเลือกประเภทของยาง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จึงจะสนองความต้องการในด้านประโยชน์ใช้สอยได้ดี เพราะทั้งนี้ต้องคำนึงถึงต้นทุนการผลิตด้วย

คุณสมบัติของสารเคมีหลักต่าง ๆ ที่ต้องใช้ในการผสมยาง

| | |
|---|---|
| 1. ACTIVE FILLER | เพิ่มแรงดึง |
| 2. NON ACTIVG FILLER | ใส่ไปเพื่อเพิ่มปริมาณเท่านั้น |
| 3. ACTIVATOR | ใส่ไปเพื่อกระตุ้นให้ยางสุก |
| 4. ACCELLERRATOR | ใส่ไปเพื่อให้ยางสุก |

กรรมวิธีการผลิตยางแบ่งออกได้หลายประเภทคือ

| | |
|---|---|
| 1. การรีด | ( EXTRUSING ) |
| 2. การอัด | ( COMPRESSING ) |
| 3. การฉีด | ( EWJECTION ) |

**1. การรีด**

การรีดเป็นกรรมวิธีการผลิตยาง ที่มีลักษณะเป็นท่อ เส้นยาว ๆ ขั้นตอนคล้ายกับการรีดโลหะ เส้นแบบต่าง ๆ กล่าวคือนำยางที่ผสมไว้แล้วมาเพิ่มอุณหภูมิให้อ่อนตัว แล้วอัดผ่านแบบที่เตรียมไว้

**2. การอัด**

การอัดเป็นกรรมวิธีการผลิตยางที่ลักษณะต่าง ๆ เช่นยางสวนขา โต๊ะ เก้าอี้ ลูกกลิ้ง ยางรถยนต์ วงแหวน ส่วนประกอบของเครื่องจักรกรรมวิธีการผลิตคล้ายกับการผลิตปลาสเตอร์ติดแบบ (COMPRESSING MOLDING) คือ นำยางที่ผสมเตรียมไว้แล้วในรูปลักษณะเป็นแผ่น, แท่ง, ใส่ลงในแบบที่เตรียมไว้แล้วอัด ด้วยเครื่องอัดไมโครลิตรลิเที่ยงมีความร้อนสูง ความร้อนจะทำให้ยางละลายเข้าด้วยกัน จะได้ผลิตภัณฑ์ตามที่ต้องการ (ยางที่ผ่านด้วยการอัดด้วยความร้อนหรือการอบเรียกว่า ยางสุก)

**3. การฉีด**

การฉีดเป็นกรรมวิธีการผลิตยางที่มีลักษณะของผลิตภัณฑ์คล้ายกับการอัด กรรมวิธีการฉีดก็คล้ายกับการฉีดพลาสติกแต่เนื่องจากการเป็นกรรมวิธีที่ต้องลงทุนสูงผลิตเป็นจำนวนมาก ๆ ดังนั้นในเมืองไทยจึงไม่มีการผลิตในวิธีนี้ จะใช้กรรมวิธีกรรมวิธีการอัดแทน เพราะลงทุนต่ำกว่าแต่ได้ผลใกล้เคียง

**ฉนวนยาง AEROFLEX CLOSEN CELL**

เป็นฉนวนที่ผลิตจากยางสังเคราะห์ ประกอบไปด้วยเซเอิกซึ่งมีผนังกั้นไม่ให้ทะลุถึงกันจำนวนมาก ฉนวนชนิดที่นี้มีคุณสมบัติที่สำคัญดังนี้คือ

- ค่าการดูดซึมน้ำและค่าการแทรกซึมของไอน้ำ หรือความชื้นจากบรรยายกาศมีต่ำมาก
- มีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนต่ำ และคงที่ตลอดอายุการใช้งาน
- มีความยืดหยุ่นสูงสามารถโค้งงอไปตามพื้นผิวของงานได้ง่าย
- สามารถลดการสั่นสะเทือน และเสียงรบกวนของระบบ
- มีขนาดความหนาน้อย ในลักษณะงานเดียวกัน
- ไม่เป็นเชื้อเพลิง เมื่อถูกเปล้าขลิบทองไฟเผาจะดับได้เอง และมีควันน้อย

**ฉนวนโหม CLIMELEX CLOSED CELL**

เป็นยางฉนวนที่ผลิตจากสาร PE FOAM มีลักษณะเป็น Closed Cell มีน้ำหนักเบา ฉนวนชนิดนี้มีคุณสมบัติชนิดนี้

- ค่าการดูดน้ำ และความชื้นในบรรยายกาศต่ำ
- อายุการใช้งานนาน
- ไม่ติดไฟ และไม่มีควันพิษ
- ไม่มีกลิ่นและไม่มีปฏิกิริยาต่อสารเคมี

ฉนวนชนิดนี้มีคุณสมบัติหลายอย่างคล้าย ยาง AEROFLEX ต่างกันตรงที่ผลิตจากสารประเภทโรมันคาทอลิก จึงมีความเบา แต่แข็งมากกว่า มีความหยุ่นตัวน้อย ไม่สามารถโค้งงอ ไปตามพื้นผิวของงานได้ง่าย ต้องบากเนื้อฉนวนออกเป็นบั้ง จึงจะตัดโค้งได้ซึ่งเป็นเรื่องยุ่งยากในการนำไปใช้งาน

**ใยแก้ว**

เป็นฉนวนกั้นอุณหภูมิที่ผลิตจากการทำเส้นใย ซึ่งได้จากการหลอมผลึกแก้วแล้วนำมาสานกันเป็นร่างแห จนเกิดโพรงอากาศเล็กจำนวนมาก ทำหน้าที่เป็นฉนวนกั้นความร้อนมิให้ไหลผ่าน

ในงานประกอบเครื่องเป่าลดเย็น นิยมใช้ ใยแก้ว เป็นฉนวนกั้นอุณหภูมิอย่างแพร่หลาย เนื่องจากมีคุณสมบัติเป็นแนวที่ดีพอสมควร และราคาไม่แพงมากนักแต่อย่างไรก็ตามข้อเสียในการใช้ใยแก้วก็ยังมีเกิดขึ้น คือ

- ดูดซึมน้ำ และความชื้นได้
- เกิดมลภาวะได้ เนื่องจากการหลุดล่วงของละอองใยแก้ว

**สรุป**

ในงานอุตสาหกรรมที่มีความร้อนเข้ามาเกี่ยวข้องวัสดุที่ทนความร้อนและใช้ป้องกันไม่ให้ความร้อนแผ่ออกมาภายนอกนั้นจึงเป็นเรื่องที่สำคัญ รีแฟร็คโทรี ซึ่งเป็นวัสดุทนความร้อนและเก็บความร้อนแบ่งออกได้หลายพวกแบ่งตามคุณสมบัติทางด้านความร้อน แบ่งตามลักษณะเคมีตามคุณลักษณะทางกายภาพ นับว่าเป็นวัสดุทนความร้อนชนิดพิเศษ เพราะนำมาใช้กับงานที่กันความร้อนออกสู่ภายนอก ซึ่งมีคุณสมบัติ ดังนี้

- เก็บความร้อนได้ดี
- ทนความร้อนได้ดี
- ทนต่อกรด

## 2.12 การอบแห้ง

### 2.12.1 ลักษณะโดยทั่วไปของเครื่องเทศ

เครื่องเทศที่นำมาทดลองทั้งหมด 5 พันธุ์ ลักษณะโดยทั่วไปจะมีสีและลักษณะฝักประจำพันธุ์ เมื่อนำไปผึ่งแดด 3 ชั่วโมง น้ำหนักจะลดลง ความชื้นที่มีอยู่เดิม ถ้าเป็นเครื่องเทศที่เก็บมาใหม่ ๆในช่วงต้นฤดูเปอร์เซนต์ของน้ำหนัก จะลดลงมากกว่าเครื่องเทศที่เก็บสุกบนต้นนาน ๆ

การชำรุดของเครื่องเทศจะขึ้นอยู่กับการเก็บ การขนส่ง และการถ่ายภาชนะบรรจุซึ่งจะได้รับการกระทบกระเทือนทำให้ชำรุดได้ง่าย แมลงและเชื้อราจะเข้าไปทำลายได้ง่าย ฉะนั้นวิธีการขนส่ง และการถ่ายภาชนะบรรจุ ควรทำด้วยความทะนุถนอม และระมัดระวัง

### 2.12.2 การหาเงื่อนไขของการอบแห้ง

โดยการศึกษาช่วงอุณหภูมิในหน่วยขององศาเซลเซียสในเวลา 15 นาที ตั้งแต่ 70-170 องศาเซลเซียส ช่วง 10 องศาเซลเซียส เพื่อหาอุณหภูมิสูงสุดที่จะทำลายเชื้อไข่หนอน และแมลงโดยคุณภาพของมะขามหวานที่เปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด อุณหภูมิที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 90-95 องศาเซลเซียส ถ้าอุณหภูมิสูงกว่านี้มะขามหวานจะมีความหวานลดลง และน้ำตาลในมะขามจะไหม้

### 2.12.3 ช่วงเวลาในการอบไอน้ำ

สำหรับช่วงเวลาในการอบไอน้ำ จากการศึกษา ช่วงที่เหมาะสมประมาณ 5 นาที ถ้าเวลาน้อยความร้อนจะเข้าไปไม่ถึงด้านใน ถ้านานเกินไปจะทำให้เนื้อมะขามเละ ข้อสังเกตในการอบไอน้ำนี้ จะทำให้มะขามหวานมีความชื้นมากขึ้น

### 2.12.4 หลักและวิธีการถนอมอาหาร

วิธีการถนอมอาหารโดยทั่วๆไปสามารถจำแนกได้ดังนี้

**1. การลด (water activity)** วิธีการเก่าแก่ที่สุด และมักจะใช้กันมาก ในการถนอมรักษาอาหารนั้นคือ การลดปริมาณน้ำที่จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง และเสื่อมเสียจากอาหารได้ ซึ่งอาจจะทำได้โดย

การตากแห้งของอาหาร
การเติมเกลือ เช่น ปลาเค็ม เนื้อเค็ม กะปิ
การเติมน้ำตาล เช่น แยม นมข้นหวาน เป็นต้น
การทำให้เย็นหรือการแช่แข็ง

การเติมสารละลายอื่น ๆ ดังเช่น แอลกอฮอล์ หรือกรีเซอรอลในอาหาร

1. **การหมักดอง** การหมักดองช่วยในการเก็บรักษาอาหารได้หลายทาง เช่น

การแยกซับสเตรท ( substrate ) เช่น การแยกกลูโคสในไข่ขาว ป้องกันการเกิดสีน้ำตาล เนื่องจาก Millard roaction

การเพิ่มปริมาณเกรดเพื่อลดระดับ pH ลง เช่น น้ำส้มสายชู ผักดอง

การผลิตแอลกอฮอล์ เช่น ไวน์ กระแช่ อุ

2. **การไล่ออกซิเจน** เช่น

การควบคุมบรรยายกาศ สำหรับทำให้ขบวนการเมตาบอลลิซึมช้าลง

ป้องกันปฏิกิริยาอ๊อกซิเดชั่น

ป้องกันการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ที่ต้องการอากาศ

3. **การใช้สารเคมี**

การรักษาความคงตัวของอาหาร โดยการเติมซัลเฟอร์ไดออกไซด์ หรือซัลเฟอร์ไตรออกไซด์ การใช้สารป้องกันอ๊อกซิเดชั่น

**วิธีการเฉพาะเกี่ยวกับเชื้อจุลินทรีย์**

วิธีการเก็บรักษาอาหาร โดยการกำจัดเชื้อจุลินทรีย์เฉพาะนั้นอาจจะทำได้โดย

- เก็บรักษาอาหารโดยการไม่ให้ปะปนกับเชื้อจุลินทรีย์
- แยกเชื้อจุลินทรีย์ออกจากอาหาร
- ทำลายจุลินทรีย์

วิธีการทั่วไปที่กล่าวมาแล้ว มักจะเกี่ยวกับวิธีการที่สามคือ การระงับการเจริญเติบโตของ

จุลินทรีย์ ตัวอย่างเช่นบักเตรีทั่ว ๆ ไป จะไม่เจริญเติบโตที่สภาวะที่ water activity ต่ำกว่า 0.90 ทำนองเดียวกันยีสต์ และราจะไม่เจริญเติบโตที่ water activity (aw) ระหว่าง 0.88 และ 0.80 ส่วนการเก็บรักษาด้วยการหมักดอง เท่าที่ได้รับความสำเร็จก็ เนื่องจากการสร้างสภาวะสิ่งแวดล้อมที่ทำให้พวกจุลินทรีย์ที่อันตรายไม่สามารถเพิ่มปริมาณได้อย่างรวดเร็ว

วิธีการบางอย่างที่ใช้กัน เพื่อป้องกันการเสื่อมเสียของอาหาร ที่เกิดจากจุลินทรีย์ โดยเฉพาะวิธีการเหล่านี้ คือ

**การกรอง ( filtration )** การกรองเป็นวิธีการกรองแยกเชื้อจุลินทรีย์ ออกจากแก๊ส และของเหลว ที่สามารถจะไหลผ่านผนังบางหรือสารที่มีรูได้ และช่องว่างหรือรูเล็กนั้นเล็กมากพอที่จะไม่ให้บักเตรี และยีสต์ไหลผ่านได้ อย่างไรก็ตามวิธีการนี้ค่อนข้างยาก ที่จะแยกเอาพวกไวรัสออกไป เช่น วิธีการกรองเบียร์สด หรือการทำน้ำบริสุทธิ์ ในโรงพยาบาลเป็นต้น

การใช้การทำลายบักเตรี และเชื้อรา

การใช้แสงอุลตราไวโอเลทและ

การใช้รังสี

วิธีการเหล่านี้ได้มีการกล่าวไว้แล้ว ในวิชาการถนอมอาหารทั่วไป ๆ ไป

**Thermal Processing**

การใช้ความร้อนหรือระดับอุณหภูมิในช่วงเวลาสั้น ๆ ก็เป็นวิธีการหนึ่งในการถนอมรักษาอาหาร ซึ่งเป็นตัวทำลายสารพิษ เชื้อจุลินทรีย์ เอ็นไซม์ พยาธิ และพวกแมลงต่าง ๆ ที่ไม่สามารถทนต่อความร้อนได้ การใช้ความร้อนเพื่อการแปรสภาพและถนอมอาหาร อาจจะแบ่งออกได้เป็น sterilization, pasteurization & blanching

**Sterilization**

การสเตอร์ไรส์ หมายถึง การทำลายสิ่งมีชีวิตทั้งหลาย รวมทั้งพวกสปอร์ของจุลินทรีย์ให้หมดไป แต่ในอุตสาหกรรมการใช้ความร้อนสเตอร์ไรส์อาหารนั้น เป็นวิธีการที่ไม่สามารถกระทำได้ นอกเสียแต่ว่าเป็นเพียงให้ความร้อนเพียงพอที่จะทำลายจุลินทรีย์ ที่ทำให้อาหารเสีย และปลอดภัยสำหรับผู้บริโภคเมื่อประโยชน์อาหารนั้น ภายใต้สภาวะขนถ่านโดยปกติ ปริมาณความร้อนที่ใช้ในระดับนี้ เรียกว่า " commercail sterilization " ( concept ) ที่สำคัญคือการใช้ระดับความร้อนที่เพียงพอ เพื่อการสเตอร์ไรส์ หรือใช้ทำลายจุลินทรีย์ที่ทนต่อความร้อนมากที่สุด (รวมทั้งสปอร์ไรส์) ซึ่งอาจเกิดขึ้นในผลิตภัณฑ์ การทำอาหารกระป๋อง ( canning ) คือการใช้ความร้อนสเตอร์ไรส์ อาหารที่อยู่ในภาชนะบรรจุปิดสนิท เพื่อป้องกันอาหารจากการเพิ่มเติมของจุลินทรีย์จากภายนอก

**Pasteurization**

วัตถุประสงค์ของพาสเจอร์ไรส์ คือ ต้องการทำลายจุลินทรีย์ที่มีอยู่มาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งพวกบักเตรีที่ให้โทษ และไม่สร้างสปอร์ซึ่งพบอยู่ในผลิตภัณฑ์ ปริมาณความร้อนที่ใช้จะน้อยกว่าที่ใช้สำหรับการสเตอร์ไรส์มาก ดังนั้นคุณภาพของอาหารที่ผ่านการพาสเจอร์ไรส์แล้ว ทั้งที่เกี่ยว

กับประสาทสัมผัสและคุณค่าทางอาหาร จะคงอยู่มากอาจมีการเปลี่ยนแปลง ไปจากวัตถุดิบได้บ้างเพียงเล็กน้อย

ถึงแม้ว่ามีจุลินทรีย์หลายชนิดที่ทนทาน ต่อระดับความร้อนของการพาสเจอร์ไรส์ได้ก็ตาม แต่ก็พวกนี้ไม่ใช้เป็นตัวการที่สำคัญของการทำให้เกิดโรค หรือความผิดปกติ เนื่องจากบริโภคอาหารของผู้บริโภค แต่พวกนี้อาจทำให้อาหารเสียได้ เช่น น้ำนม เฉพาะอย่างยิ่งถ้าเก็บไว้ที่อุณหภูมิสูง ๆ ในช่วง 14 - 40 องศาเซลเซียส ดังนั้นการเก็บรักษาโดยวิธีการพาสเจอร์ไรส์ จำเป็นต้องร่วมกับกรรมวิธีการเก็บรักษาโดยวิธีอื่น เช่น การแช่เย็น เป็นต้น

เราควรจะได้คำนึงว่า kinetic ในการทำลายเชื้อจุลินทรีย์ของการพาสเจอร์ไรส์ และการสเตอร์ไรส์ นั้นเหมือนกัน แต่จุดหมายของทั้งสองวิธีนี้แตกต่างกันเฉพาะปริมาณประชากรของจุลินทรีย์

**Blanching**

เป็นขั้นตอนของการใช้ความร้อนในขั้นอุตสาหกรรมอาหารเช่นกัน เพื่อที่จะทำให้ผักเพียงสะดวกในการบรรจุ และเพื่อทำลายเอ็นไซม์ในอาหาร เพื่อให้อายุการใช้และประโยชน์ของอาหารได้นานขึ้น แต่อย่างไรก็ตามการ blanching ช่วยในการทำลายจุลินทรีย์บางชนิดได้ด้วย โดยเฉพาะพวกที่อยู่ตามผิวหน้าของอาหาร ซึ่งอาจจะพอเปรียบเทียบได้กับการพาสเจอร์ไรส์

การ blanching คือวิธีการที่จะลดปริมาณจุลินทรีย์เริ่มต้น ที่จะเหลือไปให้กรรมวิธีการ canning ทำลายต่อ ยังมีวิธีการอื่น ๆ ที่คล้ายกับการ blanching แต่มิได้ใช้ความร้อนอย่างเช่นการล้างเป็นต้น

**2.12.5 การถนอมอาหารโดยการใช้อุณหภูมิสูง**

การใช้อุณหภูมิในการถนอมอาหารเป็นวิธีการที่ได้ผลแน่นอน ถ้าให้ความร้อนสูงพอเพราะความร้อนจะทำให้โปรตีนในจุลินทรีย์แข็งตัว ทำให้จุลินทรีย์ไม่สามารถดำรงชีวิตต่อไปได้ แต่การใช้ความร้อนสูงมากอาจทำให้อาหารหลายอย่างเสื่อมคุณภาพ ฉะนั้น จึงต้องเลือกใช้ระดับอุณหภูมิให้เหมาะสมกับอาหาร แต่ละชนิด และจุลินทรีย์ที่เราต้องการจะกำจัด ระดับของความร้อนที่จะใช้อาจแบ่งได้ 3 ขั้น คือ

**1. ความร้อนขั้นต่ำ ( Pasteurization )**

คือความร้อนขนาด 60°- 85° ซ. ความร้อนขนาดนี้สามารถทำลายจุลินทรีย์ ได้เพียงบางชนิดเท่านั้น เราจึงใช้ความร้อนระดับนี้เฉพาะในกรณีเหล่านี้ คือ

1.1 เมื่อความร้อนสูงกว่านี้จะทำลายคุณภาพของผลิตผล เช่น นม คือจะทำให้โปรตีนจับตัวกันเป็นลูก ไม่น่าดื่ม รสและกลิ่นจะด้อยลงด้วย

1.2 เมื่อต้องการทำลายเพียงจุลินทรีย์ที่เป็นอันตราย คือในอาหารบางชนิด เชื้อโรคที่จะเป็นอันตรายแก่ผู้บริโภคมักมีเพียงเชื้อโรคที่ทนความร้อนสูงไม่ได้ เช่นจุลินทรีย์ในนมและน้ำผลไม้จะถูกทำลายภายในอุณหภูมิขั้นต่ำนี้

1.3 เมื่อจุลินทรีย์ที่จะพบในอาหารนั้น ส่วนใหญ่ไม่สามารถทนความร้อนสูง ๆ ได้ เช่น ยีสต์และราในน้ำส้มและน้ำผลไม้ต่าง ๆ

1.4 เมื่อต้องการทำลายจุลินทรีย์เพียงบางชนิด ที่ขัดขวางการเจริญของจุลินทรีย์ที่เราต้องการ เช่น ในการหมักทำเหล้าไวน์ หรือน้ำส้ม เราต้องการทำลายเฉพาะจุลินทรีย์บางชนิดที่จะมารบกวนหรือขัดขวาง ยีสต์ และแบคทีเรียที่เราจะเพาะให้เจริญ

1.5 เมื่อเชื้อจุลินทรีย์ที่เหลืออยู่ จะได้รับการควบคุมด้วยวิธีการควบคุมด้วย วิธีการอื่น เช่น แช่เย็น เป็นต้นว่า นม เมื่อผ่านความร้อนขั้นต่ำ แล้วก็ยังจะเก็บไว้ในตู้เย็น จึงเป็นการปลอดภัยเพียงพอ

วิธีการที่จะให้การใช้อุณหภูมิขั้นต่ำได้ผลยิ่งขึ้น คือ

1. เก็บไว้ในที่เย็น
2. เก็บไว้ในภาชนะทีมิดชิด เพื่อป้องกันไม่ให้จุลินทรีย์อื่นเข้าไปในอาหารอีก
3. เก็บในที่อับอากาศ เช่น ในการบรรจุขวดหรือกระป๋อง
4. ใส่น้ำตาลให้เข้มข้น เช่น ทำน้ำผลไม้ให้เข้มข้น หรือทำนมเป็นนมข้นหวาน
5. เติมสารเคมีที่มีคุณสมบัติในการถนอมอาหาร แต่ไม่เป็นอันตรายแก่สุขภาพ

ระดับของอุณหภูมิ และระยะเวลาของการให้ความร้อนขั้นต่ำนี้ ขึ้นอยู่กับชนิดของอาหาร เช่น พวกเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์จะใช้เพียง 60° ซ. นมใช้ 62.8° ซ. เวลา 30 นาที หรือใช้ 71.7°ซ. ใช้เวลา 15-18 นาที สำหรับเครื่องดื่มที่มีแก๊สใช้ 65.6° ซ. เป็นเวลา 30 นาที วิธีการให้ความร้อน การให้ความร้อนขั้นต่ำนี้ ทำได้โดยการตั้งไฟ ปิดไฟ พอใกล้จะเดือดยกลง หรือใช้วิธีตั้งหม้อน้ำเดือดมี ตะแกรงรอง หรือนึ่งในที่นึ่ง เพื่อความแน่ใจในอุณหภูมิควรวัดด้วยเทอร์มอมิเตอร์

2. ความร้อนขนาดจุดเดือด ( 100° ซ. หรือ 221° ฟ. )

อุณหภูมิขนาดจุดเดือดนี้สามารถทำลายจุลินทรีย์ได้ทุกอย่าง ยกเว้นแบคทีเรียที่อยู่ในเกราะ ฉะนั้นจึงมีที่ใช้อย่างกว้างขวาง คือ

2.1 ใช้ทำให้อาหารสุก สำหรับในการประกอบการเกือบทุกชนิด รวมทั้งการเคี่ยวให้อาหารเปื่อย อาหารจะปลอดภัยใช้บริโภคได้

2.2 ใช้ลวกผักก่อนการถนอมอาหารแบบบรรจุขวด หรือกระป๋อง สำหรับอาหารที่มีกรดสูง เช่น น้ำผลไม้ ซอสพริก พวกที่มีน้ำตาลสูงมาก เช่น แยมและผลไม้กวน และฆ่าเชื้อแบบวิธีเปิด

การทอดและการอบอาหาร แม้อุณหภูมิภายนอกจะถึงหรือเกินจุดเดือด แต่อุณหภูมิภายในไม่ถึงจุดเดือด ฉะนั้นจึงควรระมัดระวังเป็นพิเศษสำหรับอาหารบางชนิดที่อาจมีจุลินทรีย์ หรือพยาธิที่เป็นอันตรายอยู่ภายใน เช่น พยาธิต่าง ๆ ในเนื้อสัตว์ โดยการให้ถูกความร้อนนาน ๆ

**3. ความร้อนเหนือจุดเดือด**

จำเป็นสำหรับทำลายแบคทีเรียที่อยู่ในภาชนะ ซึ่งอาจพบในอาหารกระป๋อง ฉะนั้นการทำอาหารบรรจุขวด หรือกระป๋องจึงต้องให้อุณหภูมิเกินจุดเดือด (ยกเว้น อาหารที่มีกรดสูง) ซึ่งทำได้โดยการใช้ต้มในหม้อความดัน ซึ่งมีขนาดต่าง ๆ คือ ตั้งแต่ขนาดเล็กใช้ในครอบครัวจนถึงขนาดใหญ่ใช้ใน อุตสาหกรรม

การให้ความดันเพิ่มขึ้นจะช่วยให้ได้อุณหภูมิสูงขึ้น เช่น

ความดัน 5 ปอนด์จะได้อุณหภูมิ 109° ซ.

ความดัน 10 ปอนด์จะได้อุณหภูมิ 115.5° ซ.

ความดัน 15 ปอนด์จะได้อุณหภูมิ 121.5° ซ.

ตารางที่ 4
อุณหภูมิที่สัมพันธ์กับชีวิตจุลินทรีย์

| อุณหภูมิ (oC) | ความดัน (ปอนด์) | ระยะเวลา (นาที) | อุณหภูมิมีผลต่อจุลินทรีย์ |
|---|---|---|---|
| 250° | 15 | 15-20 | ฆ่าจุลินทรีย์ทุกชนิด ทุกลักษณะรวมทั้งแบคทีเรียในเกราะ |
| 240° | 10 | 30-40 | ฆ่าจุลินทรีย์ทุกชนิด รวมทั้งแบคทีเรียในเกราะ |
| 230° | 6 | 60-80 | ฆ่าจุลินทรีย์ทุกชนิด รวมทั้งแบคทีเรียในเกราะ |
| 212° | ปกติ | 30-60 | ฆ่าจุลินทรีย์ทุกชนิด ยกเว้นที่อยู่ในเกราะ |
| 180°- 200° | ปกติ | 30-60 | ฆ่าเซลล์ที่กำลังเจริญของแบคทีเรีย ยีสต์ และรา |
| 150°- 180° | ปกติ | - | จุลินทรีย์ที่ทนความร้อน (Thermophilic organism) เจริญในอุณหภูมิระดับนี้ |
| 140°- 170° | ปกติ | 15-40 | ความร้อนขั้นต่ำสำหรับฆ่าจุลินทรีย์ส่วนใหญ่ที่เป็น ภัยต่อร่างกาย (pasturiztion) ยกเว้นประเภทที่สร้างเกราะ |
| 65°- 100° | ปกติ | - | อุณหภูมิที่เหมาะแก่การเจริญของจุลินทรีย์ส่วนใหญ่ คือทั้งแบคทีเรีย ยีสต์ และรา |
| 50°- 60° | ปกติ | - | จุลินทรีย์ส่วนใหญ่ลดการเจริญเติบโต |
| 40°- 50° | ปกติ | - | จุลินทรีย์ที่ชอบความเย็นเจริญได้ดี |
| 14°- 32° | ปกติ | - | จุลินทรีย์เกือบทุกชนิดหยุดการเจริญเติบโต |
| 0°- 14° | ปกติ | - | จุลินทรีย์ทุกชนิดหยุดการเจริญเติบโต และค่อย ๆ ตาย |

**2.13 การทำให้อาหารแห้ง (DRYING)**

การทำอาหารให้แห้งเป็นวิธีการถนอมอาหารที่เก่าที่สุด แต่เป็นวิธีการที่ใช้กันอย่างกว้างขวางที่สุด ทั้งในประเทศที่พัฒนาแล้วและประเทศที่กำลังพัฒนา

การตากแห้งในสมัยโบราณทำโดยอาศัยธรรมชาติ คือการตากแดดเท่านั้นปัจจุบันได้มีการสร้างเครื่องมือเครื่องจักรแบบต่าง ๆ ขึ้นอีกมากชนิด เพื่อที่จะพยายามทำให้อาหารมีคุณภาพดีขึ้นเพื่อแข่งขันกับวิธีการถนอมอาหารแบบใหม่ ๆ แบบอื่นที่เจริญขึ้นมา

**1. ประโยชน์ของการทำอาหารแห้ง**

1.1 ช่วยเก็บอาหารไว้ได้นาน เพราะความแห้งป้องกันการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ต่าง ๆ ได้มาก

1.2 อาหารมีน้ำหนักเบา เพราะน้ำส่วนใหญ่ถูกจำกัดออกแล้ว ทำให้สะดวกในการเก็บการบรรจุหีบ และส่งไปยังบริเวณที่อยู่ห่างไกล และเป็นการประหยัดด้วย
อาจใช้อุปกรณ์น้อย ราคาถูก หรืออาจไม่ต้องลงทุนเลยก็ได้ เช่นการตากแดด

1.3 การถนอมอาหารแบบตากแห้งทำได้ง่ายและสะดวก และไม่ต้องการความรู้มากนัก

1.4 ได้อาหารที่มีรส สี และกลิ่นต่างออกไป เป็นการเพิ่มอาหารให้มีมากรสขึ้นและมักเป็นที่นิยมของคน

การทำอาหารแห้งอาจแยกออกเป็น 2 วิธีใหญ่ ๆ คือ การตากแห้ง ( Sundrying ) และการอบแห้ง ( dehydration ) ซึ่งเป็นกรรมวิธีทำให้อาหารแห้งโดยอาศัยเครื่องมือเครื่องจักร เข้าช่วย

ตารางที่ 5

ตารางแสดงความแตกต่างระหว่างการตากแห้ง กับ การอบแห้ง

| การตากแห้ง | การอบแห้ง |
|---|---|
| 2.1 อาศัยธรรมชาติ ฉะนั้นความสำเร็จจึงขึ้นอยู่กับธรรมชาติ | อาศัยการควบคุมอุณหภูมิ และความชื้นในห้องอบ |
| 2.2 ต้องการเนื้อที่ในการตากแห้งมาก คือถึงราวร้อยละ 5 ของเนื้อที่เพาะปลูกพืชนั้น | ไม่เปลืองเนื้อที่มากเพราะสามารถซ้อนกันได้หลายชั้น |
| 2.3 ลำบากในการควบคุมความสะอาดและปลอดภัย | ไม่มีปัญหาเรื่องความสกปรก หรือเชื้อโรคต่าง ๆ เพราะอยู่ในที่ปกปิด |
| 2.4 ปริมาณผลิตผลที่ได้น้อยกว่าแบบอบแห้งเพราะต้องอาศัยแสงแดดเฉพาะกลางวัน | ผลิตผลที่ได้มากกว่าการตากแห้งเพราะสามารถดำเนินงานได้ตลอด 24 ชม. |
| 2.5 อาจมีการเสื่อมคุณภาพของผลิตผลระหว่างการตากแห้ง เช่น น้ำตาลเปลี่ยนเป็นแอลกอฮอล์ เพราะใช้เวลาตากนาน | ไม่มีการเสื่อมคุณภาพระหว่างการอบแห้งเพราะกรรมวิธีอบแห้งรวดเร็ว และมีการควบคุมอุณหภูมิ |
| 2.6 วิตามินหลายอย่างเสื่อมไปมาก เช่น วิตามินซี และเอ เพราะถูกทั้งอากาศ และแสงแดด | รักษาวิตามินไว้ได้มากกว่าการตากแห้งเพราะสัมผัสอากาศแต่เพียงเล็กน้อย และไม่ถูกแสงแดด |
| 2.7 สีอาหารดีกว่าการอบแห้ง | สีด้อยกว่าการตากแห้ง |
| 2.8 ไม่ต้องการเครื่องมือมาก | ต้องการเครื่องมือพิเศษ |
| 2.9 เสียค่าใช้จ่ายน้อย | สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายมาก ทั้งค่าอุปกรณ์และพลังงาน |

**2.14 การตากแดดและการอบแห้ง**

**ก. การตากแดด** เป็นวิธีที่ง่ายที่สุด โดยอาศัยแสงอาทิตย์เป็นแหล่งของความร้อน กระแสอากาศเป็นตัวพาความชื้นไป (วิธีการตากแห้งจะกล่าวโดยละเอียดภายหลัง)

**ข. การอบแห้ง** คือการทำให้อาหารแห้งโดยใช้เครื่องจักรช่วย อาจแบ่งออกได้ตามกรรมวิธีที่ทำ

1.) การอบ คือ การใช้ความร้อนเป่าผ่านเข้าไปในตู้ หรือห้องอบแล้วมีที่ระบายความชื้นออกไปด้วย (เตาอบตามบ้านเป็นลักษณะหนึ่งของวิธีนี้ แต่ไม่มีเครื่องช่วย ในการเคลื่อนที่ของอากาศร้อน และไม่มีตัวช่วยในการระบายความชื้น ทำให้ผลิตผลอาจแห้งไม่สม่ำเสมอ) ตู้อบชนิดง่าย ๆ อาจสร้างขึ้นได้โดยทำเป็นตู้มีชั้นที่ถอดได้สำหรับวางอาหารข้างล่างเป็นแบบเตาแก๊สแต่มีพัดลมอยู่สองข้าง สำหรับเป่าอาหารร้อนกระจายไปทั่วตู้ และก็ต้องมีการเปลี่ยนถาดอาหารขึ้นลงเพื่อให้ทุกถาดได้ความร้อนสม่ำเสมอกัน ตู้อบชนิดพิเศษจะมีโซ่ หรือสายพานหมุนเคลื่อนชั้นที่ขึ้นลงสลับกันตลอดเวลา ทำให้คุณภาพของผลิตผลดี และสม่ำเสมอ

2.) การอบแห้งด้วยเครื่องจักร ต่างจากวิธีหนึ่งโดยมีเครื่องจักรซึ่งอาจจะเป็นถาดหรือลูกกลิ้งเป็นตัวนำความร้อน ซึ่งหมุนเคลื่อนที่อยู่ตลอดเวลา อาหารจะถูกพ่นลงไปบาง ๆ บนผิวถาด หรือลูกกลิ้งเหล่านี้ เมื่ออาหารแห้งก็จะมีเครื่องขูดออกมา และอาจจะบดให้ละเอียดอีกครั้ง ใช้มากใน อุตสาหกรรมทำอาหารเหลวให้แห้ง เช่นน้ำนม และน้ำผลไม้

3.) การทำให้เยือกแข็งและแห้ง ( Freeze drying ) เป็นกรรมวิธีใหม่ ที่ได้ผลดียิ่ง คือ ทำให้อาหารเยือกแข็ง แล้วเปลี่ยนเป็นของแห้งเลย โดยไม่ต้องผ่านการเป็นของเหลว วิธีการนี้ช่วยให้อาหารมีสี กลิ่น และรสคล้ายอาหารสดมาก เช่น ในการทำกาแฟผงสมัยใหม่ ซึ่งมีรสคล้ายกาแฟชงตามธรรมชาติมาก วิธีการนี้เสียค่าใช้จ่ายสูงกว่าวิธีอื่น จึงยังไม่แพร่หลายมากนัก แต่คงจะได้รับความสนใจมากขึ้นทุกวัน

**ค. สิ่งที่ควรระมัดระวัง** คือ การเกิดลักษณะแข็งตามผิวหน้าอาหาร ( Case hardening ) เนื่องจากการใช้อุณหภูมิสูง และมีความชื้นในอากาศต่ำ ทำให้ความชื้นจากผิวหน้าอาหารระเหยไปเร็วกว่า ความชื้นจากภายในอาหารที่ระเหย ออกมาถึงผิวอาหาร เมื่อผิวหน้าอาหารแห้งความชื้นจากภายในอาหารระเหยไปได้ยาก ลักษณะเช่นนี้อาจป้องกันได้ โดยการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นของอากาศให้พอเหมาะ โดยเฉพาะไม่ให้อุณหภูมิสูงเกินไปในระยะเริ่มต้น

**2.15 คุณค่าทางโภชนาการของอาหารแห้ง**

เนื่องจากอาหารเมื่อแห้งจะเสียน้ำไป จึงทำให้สัดส่วนขององค์ประกอบของสารอาหารนั้นเพิ่มขึ้น ต่อน้ำหนักเมื่อเทียบกับอาหารสด อย่างไรก็ตาม อาหารที่ถนอมด้วยวิธีใด ๆ ก็ตามจะไม่มีทางรักษาคุณค่าทางโภชนาการ ให้เท่ากับอาหารสดได้ การตากแห้งก็เช่นกัน คือ

2.15.1 ผักและผลไม้ จะเสียวิตามินไปบ้าง โดยเฉพาะพวกที่ละลายน้ำ คือ วิตามินซีจะเสื่อมไปบ้าง โดยการถูกอากาศ ไร โบเฟลวิน จะเสื่อมจากการถูกแสงแดด วิตามินเสื่อมเพราะความร้อนและละลายน้ำ แม้วิตามินเอก็เสียไปมากเพราะ ถูกอากาศและแสงแดด วิตามินเหล่านี้จะลดน้อยลงอีกตามเวลาที่เก็บ

2.15.2 อาหารพวกเนื้อสัตว์ การเสียคุณค่าทางโภชนาของเนื้อสัตว์ ขึ้นอยู่กับวิธีการทำให้แห้ง คือ ถ้าถูกความร้อนสูงเป็นเวลานานจะทำให้ร่างกายใช้ประโยชน์จากโปรตีนได้น้อยลง แต่ถ้าใช้อุณหภูมิต่ำจะกลับทำให้อาหารย่อยง่ายขึ้น

ในด้านวิตามินจะเสียไปบ้าง คือ ไรโบเฟลวิน ไทอามิน จะเสียมากถ้าใช้อุณหภูมิสูงส่วนวิตามินซีจะเสียไปส่วนใหญ่

**สรุป**

การใช้อุณหภูมิสูงในการถนอมอาหารเป็นวิธีที่ได้ผลแน่นอน ถ้าให้ความร้อนสูงพอเพราะความร้อนจะทำให้จุลินทรีย์แข็งตัวทำให้จุลินทรีย์ไม่สามารถดำรงชีวิตต่อไปได้แต่การใช้ความร้อนสูงมากอาจทำให้อาหารหลายอย่างเสื่อมคุณภาพ ฉะนั้นจึงต้องเลือกใช้ระดับอุณหภูมิให้เหมาะสมกับอาหารระดับความร้อนที่ใช้อาจแบ่งได้ 3 ขั้นตอนคือ ความร้อนขั้นต่ำ คือความร้อนขนาด 60-80 องศา ความร้อนขนาดจุดเดือด มีความร้อนขนาด 100-212 องศา ความร้อนเหนือจุดเดือด คือการให้ความดันเพิ่มขึ้น เช่น ความดัน 15 ปอนด์จะได้รับอุณหภูมิ 121.5 องศา

**การอบแห้งคือ** การทำให้อาหารแห้งโดยใช้เครื่องจักร อาจแบ่งออกได้ตามกรรมวิธี คือการอบด้วยตู้ การอบแห้งด้วยเครื่องจักร การทำให้เยือกแข็งและแห้ง

## 3. ข้อมูลเกี่ยวกับวัสดุและกรรมวิธีการผลิต

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับวัสดุต่างๆ และกรรมวิธีการผลิตที่มีส่วนเกี่ยวข้องหรือใกล้เคียงกับการใช้งานในส่วนตัวโครงสร้างหลัก รอง หรืออุปกรณ์ต่างๆที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้ทราบถึงคุณสมบัติของวัสดุแต่ละชนิดแต่ละประเภท โดยมีหัวข้อต่างๆดังนี้

**3.1 เหล็ก**

เหล็กบริสุทธิ์มีความเหนียว อ่อนตัวสูง มีความหนาแน่นที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียสเท่ากับ 7.6 กรัม/ลบ.ซม. หลอมเหลวที่ 1539 องศาเซลเซียส และจะเดือดเป็นไอที่ 2450 องศาเซลเซียส ความร้อนแฝงของการหลอมละลาย 65 แคลอรี่/กรัม ถ้าอุณหภูมิเหล็กสูง 768 องศาเซลเซียส แม่เหล็กจะดูดไม่ติด แต่เหล็กมีข้อเสียอยู่อย่างหนึ่งคือ สามารถรวมกับออกซิเจนได้ดี จึงไม่มีคุณสมบัติต้านการเป็นสนิม

อิทธิพลขององค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญในเหล็ก ที่มีผลกระทบต่อคุณสมบัติเชิงกลและความสามารถในการเชื่อมได้ของเหล็ก สามารถกล่าวได้ย่อๆดังนี้

1. คาร์บอน (C) เป็นองค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญ ที่เป็นตัวกำหนดคุณสมบัติหลายอย่างของเหล็กเมื่อปริมาณคาร์บอนที่ผสมในเหล็กเพิ่มขึ้น กำลังดึง กำลังคลากและความแข็งจะเพิ่มขึ้น คาร์บอนเป็นองค์ประกอบที่มีอิทธิพลมากที่สุดต่อความสามารถในการเชื่อม
2. แมงกานีส ( Mn ) เพิ่มกำลังและความแข็งของเหล็ก และทำให้ความยืดตัวลดลงเล็กน้อย แต่ทำให้ความเหนียวลดลงน้อยกว่าเมื่อเทียบกับคาร์บอน แมงกานีสสามารถป้องกันความเปราะที่เกิดจากกำมะถันได้ด้วย
3. ซิลิคอน ( Si ) ทำให้กำลังที่จุดคลากสูงขึ้น แต่จะทำให้เกิดความเปราะถ้าใช้ในปริมาณที่มากเกินไป ( 2 % หรือมากกว่า )
4. ฟอสฟอรัส ( P ) และกำมะถัน S ทำให้ความเปราะเพิ่มขึ้น เมื่อมีปริมาณเพิ่มขึ้นในเหล็กสารทั้งสองตัวนี้ มีแนวโน้มที่จะพยายามแยกตัวจากเหล็ก

**3.1.1 ชนิดของเหล็กที่ผลิตออกมาสู่ตลาด**

- เหล็กหล่อ ได้แก่เหล็กดิบ มีหลายชนิดด้วยกัน เช่น เหล็กหล่อสีขาว สีเทา คุณสมบัติทั่วไปของเหล็กมีความแข็งสูงมากเปราะแตกง่าย และเหล็กหล่อเหนียวมาก เหล็กหล่อพิเศษจะมีความเหนียวสามารถรับแรงได้สูงจึงมีน้ำหนักมากแต่มีราคาถูกและมีความคงทน
- เหล็กอ่อน สามารถดีเป็นรูปได้ง่าย
- เหล็กกล้า นิยมใช้ทำเครื่องมือที่มีความละเอียดอ่อน ส่วนเหล็กกล้าแผ่นมักจะนำมาใช้ทำพื้นที่การทำงานนั้นต้องพบกับความชื้นเสมอๆ มี 3 ชนิดคือ
    1. เหล็กกล้าชนิดอ่อน ได้แก่ เหล็กเส้นก่อสร้าง ตะปู ตัวถังรถ
    2. เหล็กกล้าปรกติ ใช้ทำเครื่องมือช่างไม้ เครื่องจักรรถแทรคเตอร์
    3. เหล็กกล้าแข็ง ใช้ทำมีดกลัง ตะไบ เหล็กสกัด ฯลฯ
- เหล็กคาร์บอนและเหล็กผสม มีความแข็งมากน้อยแล้วแต่ส่วนผสมในเนื้อเหล็ก

### 3.1.2 รูปแบบของเหล็กที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน

1. เหล็กเส้นกลมตัน เส้นผ่าศูนย์กลาง 3/16-9 นิ้ว ยาว 6 เมตร
2. เหล็กแผ่น หนา 1/32-4 นิ้ว ขนาด 1.2-2.4 เมตร
3. เหล็กกลวง รูปสี่เหลี่ยมกว้าง ¼-4.5 นิ้ว ยาว 6 เมตร
4. ท่อเหล็กกลมกลวง เส้นผ่าศูนย์กลาง ½-6 นิ้ว ยาว 6 เมตร
5. เหล็กรูปตัว ยู และ ซี

จากรูปแบบของเหล็กหลายชนิดสามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. เหล็กที่เป็นลักษณะท่อกลวง มีทั้งท่อกลมและท่อเหลี่ยม
- เหล็กที่เป็นท่อกลวงจะรับแรงอัดได้ดีกว่า เพราะเหล็กเส้นตันเกิดการดุ้งได้ง่ายกว่า
- เหล็กที่เป็นท่อกลวงเกิดรอยบุบได้ยากมีความคงทนและใช้ผลิตอุปกรณ์ที่ใช้ในการยึด
- เหล็กที่เป็นท่อกลวงมีข้อเสียคือ ถ้าน้ำเข้าไปข้างในจะเกิดสนิมได้

2. เหล็กฉาก เหล็กรางต่างๆ
- เหล็กประเภทนี้จะมีความหนามากกว่าเหล็กท่อ เนื่องจากรูปทรงในการรับแรงมีน้อยกว่าเหล็กท่อกลวง

3. เหล็กเส้นตัน
- เหล็กเส้นตันเหมาะสำหรับรับแรงดึงมากกว่าแรงอัด เหล็กประเภทนี้เหมาะสำหรับงานโครงสร้าง ค.ส.ล มากกว่าจะเป็นงานโครงสร้าง
- เหล็กเส้นตันมีน้ำหนักมากกว่าเหล็กทั้ง 2 ประเภทแรก

**3.2 โลหะแผ่น** เกษมชัย บุญเพ็ญ ( 2533 )

โลหะแผ่นที่ใช้ส่วนมากมีความหนาประมาณ 1 ถึง 5 มิลลิเมตร โลหะแผ่นที่ใช้จะไม่มีการแตกหักง่ายเนื่องจากมีความเหนียวมาก สามารถดัดงอได้และการผลิตประกอบกันส่วนมากจะใช้วิธีการเชื่อมจุดหรือตะเข็บ การเคลือบสีผิวจะใช้วิธีพ่นและทา

ขนาดมาตราฐานของโลหะแผ่น **( Standard size sheet )**

โลหะแผ่นมีขนาดต่างๆกัน ขนาดมาตราฐานของอเมริกามีดังนี้ คือ

30 x 96 นิ้ว , 36 x 96 นิ้ว

30 x 120 นิ้ว , 36 x 120 นิ้ว

ขนาดที่นิยมใช้คือ 36 x 96 นิ้ว

ในท้องตลาดเมืองไทยจะใช้กันมากเพียง 2 ขนาดคือ 36 x 96 นิ้ว และ 48 x 96 นิ้ว ซึ่งเรียกกันจนชินว่า โลหะแผ่นขนาด 3 x 8 ฟุต และ 4 x 8 ฟุต ตามลำดับ ในกรณีที่ต้องการขนาดพิเศษ สามารถสั่งทำจากโรงงานที่ผลิตได้

ข้อเสียของโลหะแผ่น คือ

1. ผิวของโลหะแผ่นมักเกิดสนิม เพราะจากการใช้งานนานๆ หรือจากการกระทบกระแทกระหว่างเคลื่อนย้ายหรือภาวะกระทบจากวัสดุอื่นขณะใช้งาน ทำให้สีเคลือบผิวหลุด ทำความสะอาดยาก

2. โลหะแผ่นผุกร่อนเป็นรู เพราะสาเหตุจากการใช้งานนานๆเข้า และขาดการบำรุงรักษาที่ดี

**3.3 สเตนเลส ( STAINLESS)**

สเตนเลส เป็นโลหะเปลือยประเภท Ferrous metal ซึ่งมีส่วนประกอบด้วย เหล็ก โครเมี่ยม นิเกิล และธาตุต่างๆที่ผสมลงในขณะที่หลอมละลายอยู่ ซึ่งต้องระมัดระวังควบคุมอุณหภูมิและบรรยากาศของก๊าซต่างๆ ด้วยธาตุต่างๆที่ผสมเข้าเป็น Stainless Steel ได้แก่

นิเกิล ( NICKEL ) จะเพิ่มความแข็งแรง ความเหนียว ป้องกันการกัดกร่อนได้ดีและเพิ่มความยืดตัวในขณะตัดโค้งไม่ให้ฉีกขาดหรือแตกร้าวได้ง่าย

แมงกานีส ( MANGANESE )ช่วยเพิ่มความแข็งแรง ความเหนียว และทนต่อแรงดันได้สูง

โครเมียม ( CHROMIUM ) ช่วยเพิ่มความต้านทานการกัดกร่อน ความแข็งแรง และสามารถทนต่อแรงดึงได้สูง

วนาเดียม ( VANADIUM ) จะเพิ่มความเหนียวให้กับอลูมิเนียม

โมลิบดีนั่ม และโคลัมเบียม ( MOLYBDENUM AND COLUMBIUM ) จะต้านทานการกัดกร่อน

ลิตาเนียม ( LITANIUM ) และแมกนีเซียม ( MACHESIUM )จะทำให้มีน้ำหนักเบา

Stainless steel มีอยู่หลายชนิดขึ้นอยู่กับส่วนผสมของธาตุต่างๆที่กล่าวมาแล้ว โดยทั่วไปจะมีส่วนผสมหลักคือ เหล็ก นิเกล และโครเมียม

Stainless steel แบ่งเป็นประเภทใหญ่ๆ ได้ 3 ประเภท ตามชนิดของโครงสร้างซึ่งได้แก่

1. **AUSTENITIC STAINLESS STEEL** ประกอบไปด้วยส่วนผสมของธาตุโครเมียม 18% นิเกิล 8 % และธาตุอื่นๆผสมอยู่อีกประมาณ 2-4 % ประเภทนี้จะจัดอยู่ในหมู่ 300 และมีชื่อเรียกว่า Chrome – Nikel ซึ่งมีความแข็งแรงสูงมาก แต่มีความเหนียวต่ำและไม่มีคุณสมบุติเป็นแม่เหล็กอยู่เลย

2. **MATENSITIC STAINLESS STEEL** จะประกอบไปด้วยส่วนผสมของธาตุโครเมียมอยู่ระหว่าง 11.5-17 % และมีส่วนผสมของธาตุคาร์บอน ( c ) อีกไม่เกิน 1.2 % ทำให้มีความแข็งแรงมาก แต่มีความเปราะมากอีกเช่นเดียวกัน

3. **FERRITIC STAINLESS STEEL** ซึ่งประกอบไปด้วยส่วนของธาตุโครเมียมอยู่ระหว่าง 17-27 % และมีส่วนผสมของธาตุคาร์บอนอีกไม่เกิน 0.2 % ทำให้มีคุณสมบัติอ่อนมากและเหนียวมาก

Stainless steel เป็นโลหะที่มีราคาแพง แต่อายุการใช้งานยาวนานมาก ทนต่อการกัดกร่อนได้ดี และเสียค่าบำรุงรักษาถูกอีกด้วยเมื่อเทียบกับโลหะชนิดอื่นๆ

**ข้อพิจารณาเบื้องต้น** เหล็กสเตนเลสเช่นเดียวกับวัสดุอื่นที่ใช้ในการผลิตด้านทุน การใช้เหล็กสเตนเลสเป็นวัตถุดิบในการผลิตนั้น จะผันแปรไปตามแบบที่ออกมาด้านทุนในการผลิตจะมีราคาสูงสำหรับงานปราณีต พิถีพิถันหรือมีลักษณะง่ายๆ หรือมีการออกแบบเป็นมาตราฐาน ดังนั้นโครงสร้างของการออกแบบสิ่งที่ทำการผลิตเหล็กสเตนเลสจึงมีราคาต้นทุนที่ค่อนข้างสูง คำแนะนำต่อไปนี้จะอำนวยให้ผู้ออกแบบสามารถทำการออกแบบผลิตภัณฑ์ซึ่งทำด้วยเหล็กสเตนเลสได้อย่างประหยัดลงโดย

1. การออกแบบชิ้นส่วนตอนที่มีลักษณะเป็นช่วง ควรออกแบบให้มีลักษณะสามารถทำการผลิตได้โดยการใช้เทคนิคง่ายๆ เช่นเดียวกับการผลิตงานโลหะ ธรรมดางานที่มีลักษณะโค้งหรือแนวตรงย่อมทำการขึ้นรูปได้ง่าย ควรเลี่ยงการออกแบบงานที่มีลักษณะโค้งไปมาในระยะสั้นๆ

2. การใช้วัสดุให้มีขนาดประหยัดลง เนื่องจากการผลิตจากตัวอย่างของแผ่นเหล็กสเตนเลสพบว่า มีความต้านทานต่อแรงดึงได้มากกว่าแผ่นอลูมิเนียม ถึง 3 เท่า ข้อดีจากคุณสมบัตินี้ในการลดขนาดของวัสดุลงได้

3. ความหนาของโลหะอาจลดลงได้ โดยการออกแบบรูปร่างหรือลักษณะของโครงสร้างวัสดุให้เป็นประโยชน์หรือได้จากแผ่นโลหะที่ผลิตด้วยกรรมวิธีอัดในแบบบริเวณที่มีหน้ากว้าง

4. ควรออกแบบให้เหมาะสมกับคุณสมบัติของความแข็งแรงของวัสดุที่ใช้

5. ในกรณีใดที่สามารถทำได้ ควรออกแบบให้ชิ้นงานนั้นสามารถใช้กับชิ้นส่วนหรือวัสดุที่มีจำหน่ายในท้องตลาดแล้ว เพราะการใช้ชิ้นส่วนมี่ต้องการทำนั้นย่อมมีราคาแพงกว่าธรรมดา

เหล็กสเตนเลสสามารถทำการเชื่อมได้ และมีคุณสมบัติไม่เหมือนวัสดุอื่นๆ หลายชนิดที่บริเวณขั้นตอนของงาน เหล็กสเตนเลสสามารถทำการผสมได้ให้เกิดความกลมกลืนในรูปร่างให้เข้ากันได้ เมื่อทำการขัดหรือตบแต่งให้ดี การใช้วิธีการเชื่อมแบบเชื่อมแก๊สจะทำให้เกิดตำหนิขึ้นเพียงเล็กน้อย ถ้าทำการตกแต่งจะช่วยลบร่องรอยการเชื่อมได้

ข้อดีของสเตนเลส

1. คงทนต่อการกัดกร่อนได้ดี
2. เสียค่าบำรุงรักษาน้อยมาก
3. รับน้ำหนักจากแรงกดแรงดันได้ดี
4. เป็นวัสดุที่หาซื้อตามท้องตลาดได้
5. ผลิตเป็นชิ้นส่วนต่างๆได้ในโรงงานอุตสาหกรรม

ข้อเสียของสเตนเลส

1. มีราคาต้นทุนค่อนข้างสูง
2. เป็นวัสดุที่ทำสีเคลือบผิวให้เป็นสีต่างๆไม่ได้

**3.4 อลูมิเนียม** ( Aluminium )

อลูมิเนียมเป็นโลหะแผ่นเปลือยประเภท Non Ferrous metal โดยปรกติจะเป็นแผ่นอลูมิเนียมที่มีความบริสุทธิ์ไม่ถึง 100 เปอร์เซ็นต์ แต่จะเป็นอลูมิเนียมผสมโลหะหรือธาตุอื่นๆอีกเล็กน้อยเพื่อให้อลูมิเนียมมีคุณสมบัติบางประการดีขึ้น อลูมิเนียมบริสุทธิ์จะอ่อนมาก ในลักษณะเป็นแผ่นจะไม่ค่อยพบใช้งานบ่อยนัก

อลูมิเนียมแผ่นจะมีส่วนผสมของทองแดง ซิลิกอน เหล็ก และแมงกานิส ส่วนอลูมิเนียมชนิดอื่นๆที่ไม่ได้อยู่ในลักษณะที่เป็นแผ่น จะผสมนิเกิล แมกนีเซียม และโครเมี่ยม อย่างไรก็ตามอลูมิเนียมผสมทุกชนิดจะต้องมีอลูมิเนียมผสมไม่น้อยกว่า 90 % เสมอ

อลูมิเนียมผสมมีอยู่หลายชนิด ชนิดต่างๆเหล่านี้มีคุณสมบัติแตกต่างกันและมีค่าความแข็งที่แตกต่างกันออกไปอีกประมาณ 40 เกรด ( Grade ) ดังนั้นควรเลือกใช้ให้เหมาะสมกับงานแต่ละชนิด

อลูมิเนียมผสมจะถูกกำหนดคุณสมบัติตาม Number ต่างๆกัน สำหรับในงานโลหะแผ่นจะใช้ Number 3003 แต่ในทางการค้าจะนิยมเรียกเป็นตัวอักษร เช่น O , H เป็นต้น

( O ) หมายถึงอลูมิเนียมอ่อน ใช้งานได้ดีเหมือนกับแผ่นสังกะสี

( H ) หมายถึงอลูมิเนียมแข็ง บางชนิดดัดโค้งได้ แต่บางชนิดไม่สามารถดัดโค้งได้

( T ) หมายถึงอลูมิเนียมที่ต้องใช้งานที่เกี่ยวกับความร้อนอยู่เสมอ

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

อลูมิเนียมจะสังเกตได้ง่ายเพราะมีสีขาว น้ำหนักเบา บางชนิดจะมีสีใกล้เคียงกับสเตนเลส ( Stainless steel ) สามารถจะนำไปเชื่อมได้และจะต้องใช้น้ำประสาน ( Flux )ชนิดพิเศษสำหรับการบัดกรีก็สามารถกระทำได้เช่นเดียวกัน แต่ทั้งนี้จะต้องใช้น้ำประสาน – ตะกั่วบัดกรี และความร้อนของหัวแร้งให้ถูกต้องมิฉะนั้นจะทำให้การบัดกรีไม่ได้ผล

อลูมิเนียมเป็นโลหะที่มีผิวเป็นมัน และทนต่อการกัดกร่อนได้ดีในบรรยากาศปรกติ ดังนั้นจึงเหมาะสำหรับใช้ทำเฟอร์นิเจอร์ และอุปกรณ์ต่างๆที่ต้องการความสวยงาม และสามารถเจาะและกลึงได้ง่ายกว่าโลหะจำพวกเหล็กและสเตนเลส แต่เป็นวัสดุที่พื้นผิวไม่ทนต่อการกระทบกระแทก มีความแข็งแรงน้อยและเป็นวัสดุที่ทำสีตามต้องการไม่ได้

**3.5 มอเตอร์** วิจิตร บุญยธโรกุล ( 2522 )

อุปกรณ์ไฟฟ้าที่สามารถทำงานได้รวดเร็วมีประสิทธิภาพสูง ผ่อนแรงให้ผู้ใช้ได้มากขึ้นนั้นจะต้องมีตัวที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานกล นั่นคือ มอเตอร์ ( Electric Motor ) ซึ่งจะมีการเกิดสนามแม่เหล็กขึ้นภายใน เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่านจนครบวงจรโดยจะเกิดต่อไปเรื่อยๆถ้ามีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน

**มอเตอร์แบ่งออกเป็นประเภทใหญ่ๆได้ 2 ประเภท คือ**

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

ผู้วิจัยจะขอกล่าวถึงเฉพาะมอเตอร์กระแสไฟสลับซึ่งนำมาใช้ในการออกแบบ

**1. SPLIT-PHASE INDUCTION MOTORS**

มอเตอร์แบบสปลิตเผสเป็นมอเตอร์ที่เก่าแก่ที่สุดแบบหนึ่ง ทุกวันนี้ยังมีความสำคัญอย่างมากเพราะแพร่หลายใช้งานได้กว้างขวาง ตัวอย่างงานได้แก่ เครื่องซักผ้าไฟฟ้า เตาน้ำมัน เครื่องเป่าผม เครื่องสูบหมุนเหวี่ยง เครื่องมืองานไม้ เครื่องจักรกลธุรกิจ เครื่องล้างขวด เครื่องมือกลขนาดเล็กและอื่นๆอีกมาก ขนาดที่ใช้กันมากที่สุดคือ 40-250 วัตต์ ( 1/20-1/3 H.P. )สปลิตเปสมอเตอร์เหมาะกับงานกว้างๆ 2 ลักษณะ คือ

1) งานมอเตอร์ที่ต้องสตาร์ทบ่อยครั้ง และเดินเครื่องใช้งานนานพอสมควร เช่น เตาน้ำมัน และตู้เย็น เป็นต้น

2) งานมอเตอร์ที่สตาร์ทบ่อยครั้ง และเดินเครื่องใช้งานนาน เช่น เครื่องซักผ้า และเครื่องมือกลประจำบ้าน เป็นต้น

**ข้อสังเกตอื่นๆในการใช้งานมอเตอร์ชนิดนี้ได้แก่**

1. ขณะหยุดนิ่งอาจตั้งให้มอเตอร์หมุนกลับทางหมุนได้ โดยกลับขั้วสายที่ลวดอันใดอันหนึ่ง

2.เหมาะกับงานที่โหลดต้องการทอดคงที่ต้องหมุนและเร็งรอบด้วยทอดต่างๆแต่ไม่เหมาะกับงานที่ต้องหมุนสตาร์ทบ่อยๆ เพราะแต่ละครั้งมีความเฉื่อยมากและไม่เหมาะในการใช้งานเวลาสั้นๆด้วย

**2. CAPACITOR-START MOTORS**

มอเตอร์ชนิดนี้ใช้คอมเพลสเซอร์ช่วยสตาร์ท เหมาะกับการใช้งานหนักทั่วๆไปที่ต้องการทอดสตาร์ทและทอดหมุนค่าสูงๆ ปัจจุบันนิยมใช้กันอยู่ทั่วไป ขนาดตั้งแต่ 100 วัตต์หรือ 1/8 H.P. ขึ้นไป

มอเตอร์แคแปซิเตอร์จำแนกได้ 3 ชนิด แต่ละชนิดมีคุณลักษณะที่แตกต่างกันสิ่งที่เหมือนกันคือ ขดสเตเตอร์มี 2 ฟุต ขดหลักชุดหนึ่งและขอประกอบอีกชุดหนึ่ง ขดประกอบจะต้องจัดวางให้ทำมุมไฟฟ้า 90 กับขดหลัก และจะต้องต่อเป็นอนุกรมกับคอนเดนเซอร์หรือแคแปซิเตอร์เสมอ

ประเภทที่หนึ่ง CAPACITOR-SPORT MOTOR ได้แก่มอเตอร์แคแปซิเตอร์ที่ใช้ขดประกอบกับตัวแคแปซิเตอร์ เฉพาะการหมุนสตาร์ทเท่านั้น

ประเภทที่สอง PERMAUENT-SPLITCAPACITOR-START MOTOR ได้แก่ มอเตอร์แคแปซิเตอร์ที่ใช้ขดประกอบกับตัวแคแปซิเตอร์อยู่ในวงจรตลอดเวลาที่หมุนใช้งาน โดยไม่เปลี่ยนค่าความจุของแคแปซิเตอร์แต่อย่างไร

ประเภทที่สาม TWO-VALVECAPACITOR MOTOR หมายถึงมอเตอร์แคแปซิเตอร์ที่ใช้ค่าแคแปซิเตอร์ขณะหมุนสตาร์ทค่าหนึ่ง และขณะหมุนทำงานปกติอีกค่าหนึ่ง รวมใช้ค่าแคแปซิเตอร์ทำงานสองค่า

ข้อสังเกตสำคัญที่ควรทราบคือ แคแปซิเตอร์ที่ต่อใช้ในวงจรขดประกอบตลอดเวลาที่มอเตอร์หมุนใช้งานอยู่นั้น ช่วยให้มอเตอร์ลดรอบใช้งานต่ำลงมาจากความเร็วรอบซิงโครพัสได้ถึง 50 % ซึ่งมอเตอร์เหนี่ยวนำธรรมดากระทำไม่ได้ หรือหากกระทำได้จะลดลงมาต่ำกว่า 70 % ของความเร็วรอบซิงโครนัสไม่ได้เป็นอันขาด

**3. REPULSION-START INDUCTION MOTORS**

มอเตอร์ชนิดนี้เคยเป็นที่นิยมแพร่หลายมามากตั้งแต่สมัยเริ่มมีกำลังงานไฟฟ้า ปัจจุบันมอเตอร์ใหม่ๆ มิได้ใช้ประเภทนี้มากนัก โดยได้ย้ายไปใช้แบบแคแปซิเตอร์สตาตมอเตอร์ และแบบมอเตอร์แคแปซิเตอร์สองค่าแทนเป็นส่วนใหญ่ อย่างไรก็ตามมอเตอร์แบบเก่าๆ แบบรีพับชั่นสตาตยังมีใช้งานแพร่หลายดีอยู่ แม้ว่าจะใช้งานมานานแล้วก็ตาม

วิธีหมุนสตาต สตาตแบบรีพัลชั่นแต่เมื่อความเร็วรอบถึงขั้นขดลวดในโรเตอร์จะถูกลัดวงจรกลายเป็นประหนึ่งโรเตอร์ทรงกระบอก หมุนทำงานเป็นมอเตอร์เหนี่ยวนำธรรมดาให้ความเร็วรอบที่คงที่มากๆ

รีพัลสตาตมอเตอร์เหมาะใช้ขับเครื่องสูบ เครื่องอัดลม และเครื่องจักรกลอื่นๆที่ต้องใช้ทอดสตาตสูง และกระแสสตาตต่ำ โดยเฉพาะงานเช่นเดียวกับงานขับที่โรเตอร์ต้องรอดแน่นตรงเข้ากับเครื่องจักร ในลักษณะงานเช่นเดียวกันกับแคแปซิเตอร์สตาตมอเตอร์ ข้อดีกว่าก็คือแม้จะทอดสตาตสูงเท่าๆกัน แต่กินกระแสน้อยกว่า

ลักษณะสร้างของรีพัลสตาตมอเตอร์คล้ายกับมอเตอร์อนุกรมไฟตรงประกอบด้วยขดหลักหรือขดเมนฟิลด์ ขดโรเตอร์พร้อมคอมพิวเตอร์ และแปรงๆนั้นมีหน้าที่ลัดวงจรขดลวดในอเมเจอร์ นอกจากนี้ยังมีขดลวดเหนี่ยวนำอีกชุดหนึ่งวางไว้ ณ มุมไฟฟ้า 90 กับขดพีลต์

ขดเหนี่ยวนำชุดที่สองนี้มีหน้าที่เหนี่ยวนำให้เกิดกระแสไหลในโรเตอร์ในทิศทางไหลเช่นเดียวกับโรเตอร์ของมอเตอร์อนุกรมไฟตรง ทำให้เกิดทอดสตาตสูง

**4. REPULSION & REPULSION INDUCTION MOTORS**

มอเตอร์ชนิดนี้เป็นรีพัลชั่นมอเตอร์ ( ผิดกับหัวข้อที่ 3 ข้างต้นซึ่งมิได้เป็นรีพัลชั่นมอเตอร์แต่เป็นมอเตอร์ที่สตาตด้วยแรงรีพัลชั่นกับเดินด้วยวิธีมอเตอร์เหนี่ยวนำธรรมดา ) ใช้มากกับงานที่ต้องปรับค่าความเร็วขอบขณะใช้งานได้ดี โดยปรับมุมเอียงของแปรงที่จะกดลงเพื่อลัดวงจรขดในโรเตอร์ งานรีพัลชั่นมอเตอร์จึงเป็นงานที่ต้องปรับค่าความเร็วรอบมอเตอร์ขั้นต่างๆได้เป็นพิเศษนั้นเอง

ขดสเตเตอร์ของมอเตอร์ชนิดนี้ยังต่อตรงเข้าวงจรไฟกำลังอย่างเดิม ขดโรเตอร์นั้นต่อเข้าคอมพิวเตอร์ และมีแปรงกดลงลัดวงจรโรเตอร์ได้ในลักษณะที่ทำให้แกนสนามแม่เหล็กของโรเตอร์กระทำเอียงเป็นมุมกับแกนสนามแม่เหล็กในขดสเตเตอร์ ค่ามุมเอียงต่างๆกันทำให้ความเร็วรอบมอเตอร์เปลี่ยนแปลงได้

ส่วน REPULSION INDUCTION MOTORS นั้น มีลักษณะสร้างแตกต่างออกไปบ้าง คือในโรเตอร์จะมีขดลวดแบบโรเตอร์กรงกระรอกเพิ่มขึ้นอีกส่วน นอกเหนือจากขดของรีพัลชั่น

**5. SHADED-POLE INDUCTION MOTORS**

มอเตอร์เชดเดดโฟล มีที่ใช้งานแพร่หลายมากปรกติเป็นมอเตอร์ขนาดเล็ก ไม่โตกว่า 200 วัตต์ ใช้เป็นมอเตอร์เอนกประสงค์ที่มีความเร็วรอบคงที่สร้างได้ง่ายราคาถูก ทั้งทนทานและใช้งานไม่ต้องเป็นคอมพิวเตอร์สวิต แหวนเบไฟ แปรง กะวานา หรือขั้วสัมผัสใดๆเลย ปริมาณทอดสตาตมีเท่าๆกับ PERMANENT-CAPACITOR-MOTOR คือมีไม่มากนัก ประสิทธิภาพต่ำมากโดยที่เป็นมอเตอร์ขนาดเล็ก ค่าประสิทธิภาพก็ดีและค่าพาวเวอร์แฟคเตอร์ไม่เป็นเรื่องสำคัญเลย พบใช้งานทั่วไป เช่น เครื่องหมุนอบไก่ พัดลมขนาดเล็ก เครื่องฉายสไลด์ และงานใช้มอเตอร์ตัวเล็กๆทั้งหลาย บางครั้งสร้างติดมากับชุดเกียร์ทด เพื่อใช้ขับสิ่งของทั้งโชว์ด้วยความเร็วรอบต่ำๆก็มี

มอเตอร์ชนิดนี้หมุนได้ทางเดียว กลับทางไม่ได้ ตัวอย่างไดอาแกรมเซคโฟลมอเตอร์นั้นเป็นเพราะ ขดประกอบจะต้องถูกลัดวงจรไว้เสมอ แต่การวางขดประกอบนั้นกระทำมุมไฟฟ้ากับสนามแม่เหล็กจากขดหลักมุมไฟฟ้าที่กระทำต่อกัน จะมีค่ามุมใดมุมหนึ่งไม่เกิน 90 การที่เกิดมุมเอียงเช่นว่านี้ ทำให้เกิดแรงดันไฟ้าเหนี่ยวนำขึ้นในขดประกอบด้วยเบื้องเฟสกันกับแรงดันในขดหลัก เกิดเป็นทอดเบาๆหมุนขับมอเตอร์ให้หมุนได้

**6. ยูนิเวอร์แซลมอเตอร์ ( UNIVERSAL-MOTORS )**

ยูนิเวอร์แซลมอเตอร์ เป็นมอเตอร์อนุกรมไฟเฟสเดียว ใช้ได้ทั้งกระแสไฟสลับและกระแสไฟตรง ขนาดที่สร้างมักเป็นขนาดเล็กไม่โตกว่า 350 วัตต์ หรือสาเหตุที่สร้างไม่ได้โต เพราะมีปัญหาเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ขณะใช้กับไฟสลับ ไฟสลับที่ใช้ได้ดีกับทุกความถี่แต่ไม่เกิน 60 เฮิดส์ มอเตอร์นี้เรียกว่าให้อัตราส่วนสมรรถนะกำลังต่อจำนวนมอเตอร์มากที่สุด เพราะหมุนได้ด้วยความเร็วรอบสูงๆ ความเร็วรอบขณะไร้ภาระอยู่ในเกณฑ์สูงมาก บางครั้งถึง 20,000 รอบต่อนาทีก็มี แต่เรามักออกแบบสร้างโรเตอร์ มิให้หมุนได้เร็วรอบสูงๆ ปกติพิสัยความเร็วรอบสูงๆของมอเตอร์ชนิดนี้ คือระหว่าง 4,000 – 16,000 รอบต่อนาที

ยูนิเวอร์มอเตอร์มิใช่มอเตอร์ที่บริษัทผู้สร้างสำเร็จขึ้นคอยจำหน่าย แต่มักสร้างจำหน่ายเป็นส่วนใดส่วนหนึ่งของเครื่องกล ที่นิยมมากคือใช้เป็นเครื่องกลไฟฟ้าขนาดเล็ก เช่น สว่านมือไฟฟ้า เลื่อยกลมือ จักรเย็บผ้า เป็นต้น

**งานติดตั้งมอเตอร์**

ขั้นตอนสำคัญในงานติดตั้งมี 3 ตอน คือ

1. งานติดตั้งฐานรองรับเครื่องจักรให้เข้าที่ ( MACHINE SUPPORT )
2. งานติดตั้งแผ่นรองรับ ( BEDPLATES )
3. งานปรับศูนย์ ( ALIGUMENT )

มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นเครื่องจักรชนิดหนึ่งที่เปลี่ยนพลังงานกลในรูปของการหมุน ซึ่งสามารถนำไปใช้งานมอเตอร์ไฟฟ้า โดยทั่วไปประกอบด้วยขดลวดสองชุด ซึ่งลำเลียงกระแสไฟฟ้าที่ทำให้เกิดแรงสนามแม่เหล็กไฟฟ้า ขดลวดชุดนอกตรึงอยู่กับที่เรียกว่า สเตเตอร์ ส่วนขดลวดชุดในหมุนได้เรียกว่า อาร์มาเจอร์

**การบำรุงรักษามอเตอร์**

เพื่อให้มอเตอร์มีอายุยืนนาน และปฏิบัติงานได้ดีต่อไปต้องทำการตรวจสอบบำรุงรักษาเป็นระยะเวลา ช่วงเวลาที่ทำการบำรุงรักษาจะเป็นเดือนหรือปีขึ้นอยู่กับการใช้มอเตอร์

**การตรวจสอบเป็นระยะเวลาจะปฏิบัติดังนี้**

1. รักษาภายนอกและภายในมอเตอร์ให้สะอาด ปราศจากน้ำมันฝุ่นละออง น้ำสำหรับมอเตอร์ที่อยู่ในที่ฝุ่นละอองมากต้องถอดมาทำความสะอาดในช่วงเวลาหนึ่ง คือเดือนละครั้ง

2. ถ้าต้องการให้อายุของมอเตอร์ยืนนาน จะเอามาชุบน้ำมันวานิชปีละครั้งหรือสองครั้ง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการใช้งานของมอเตอร์

3. ส่วนหมุนและ COMMUTATOR ต้องสะอาดและปราศจากน้ำมันใดๆทั้งสิ้น ผิวหน้าจะต้องขึ้นมันโดยการใช้ผ้าสำลีเช็ดก็เป็นการเพียงพอแล้ว

4. แปรงถ่านต้องเคลื่อนที่ขึ้นลงในที่ยึดแปรงถ่านต้องสัมผัสกับซี่ COMMUTATOR ได้ดี ปกติต้องมีแรงสปริงตันแปรงถ่าน 2-2 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เมื่อเปลี่ยนแปรงถ่านใหม่ต้องใช้กระดาษทรายขัดแปรงถ่าน ให้แปรงถ่านสัมผัสกับที่ COMMUTATOR ดี และต้องมีแปรงถ่านอะไหล่เปลี่ยนได้ทันที

5. ตรวจสอบดูว่าอุณหภูมิที่อ่านจากมอเตอร์ต้องไม่เกิน 90 องศาเซนติเกรด หรือ 194 องศาฟาเรนไฮน์

6. ที่สำคัญที่สุดก็คือต้องตรวจดูว่า ตลับลูกปืนสกปรกหรือเสียหายใช้การไม่ได้กับลูกปืนที่ใช้กันส่วนมาก ดังนั้นจึงใช้น้ำมันไขยอด โดยใช้อัดแบบ HAUDGUN ปกติมอเตอร์เมื่อซ่อมใหม่ๆ จะหยอดน้ำมันมาจากโรงงานแล้ว แต่เมื่อใช้ไปนานๆแล้ว ระยะเวลาที่ต้องยอดน้ำมันขึ้นอยู่กับการใช้งานของมอเตอร์ ถ้าใช้งานหนักแทนที่จะหยอดเดือนละครั้งอาจต้องหยอด 15 ครั้ง เป็นต้น น้ำมันไขที่หยอดในตลับลูกปืนต้องเป็นน้ำมันชนิดดีและมีคุณภาพสูง

### 3.6 ยาง

ปัจจุบันจัดได้ว่ายางเป็นส่วนประกอบที่สำคัญในงานอุตสาหกรรมทุกประเภทไม่โดยทางตรงก็ทางอ้อม โดยทางตรงได้แก่ อุตสาหกรรมประเภทยางรถยนต์ ยางในเครื่องบิน ยางในรอง

เท้า ท่อน้ำ สายพาน ลูกยางต่างๆ เป็นต้น ทางอ้อมได้แก่ ชิ้นส่วนประกอบของเครื่องจักรต่างๆ และนับบว่าเป็นส่วนที่มีความสำคัญอย่างยิ่งในอุตสาหกรรมประเภทนั้นด้วย

**3.6.1 ประเภทของยาง**

ด้วยเหตุผลดังกล่าวมาข้างต้น ยางจึงแบ่งออกเป็นหลายประเภท หลายชนิด ซึ่งพอจะแบ่งออกได้ดังนี้

**1.ยางธรรมชาติ ( NATURAL RUBBER )** เป็นยางที่ได้มาจากยางพารา วัตถุดิบประเภทนี้มีมากในประเทศไทย มีคุณสมบัติพอที่จะสรุปได้ดังนี้

-ค่าความทนต่อแรงดึง ( TENSILE STRENGTH ) ดีมาก

-ความสามารถในการยืดหด ( ULTIMATE ELONGATION )ดี

-ทนต่อการขีดข่วน ( ABRASION ) ดี

-เปอร์เซนต์ในการรับน้ำ (ดูดซับ) ( WATER ABSORATION ) น้อย

ค่าต่างๆที่กล่าวมาจะดีมากเมื่ออยู่ในช่วงอุณหภูมิที่ไม่เกิน 70 องศาเซลเซียล ถ้าเกินกว่านี้คุณสมบัติจะลดลงอย่างรวดเร็ว คือ ไม่สามารถทนต่อความร้อนลงได้ และข้อเสียอีกอย่างของยางประเภทนี้คือ ไม่สามารถทนน้ำมันได้ เพราะฉะนั้นจึงไม่นิยมนำเอายางชนิดนี้ไปเป็นวัตถุดิบในการผลิตอะไหล่ ที่ต้องรับความร้อนหรือเกี่ยวข้องกับน้ำมัน

**ยางสังเคราะห์ ( SYNTHELIC RUBBER )** เนื่องจากยางธรรมชาติไม่มีความสามารถทนน้ำมันและความร้อนสูงได้ จึงทำให้ผู้คิดประดิษฐ์ยางเทียม หรือยางสังเคราะห์ขึ้น ทนน้ำมัน สารเคมีชนิดต่างๆ ดังนั้นราคาจึงแพงกว่ายางธรรมชาติมาก

ชนิดของยางสังเคราะห์ประเภทใหญ่ๆที่นิยมใช้งานในบ้านเราได้แก่

1. SBR STYRENE BUTADIENE RUBBER ใช้ทำ MECHANCALPARTS ทั่วๆไป เพราะทนต่อการเสียดสีได้ดี แต่ไม่ทนน้ำมัน

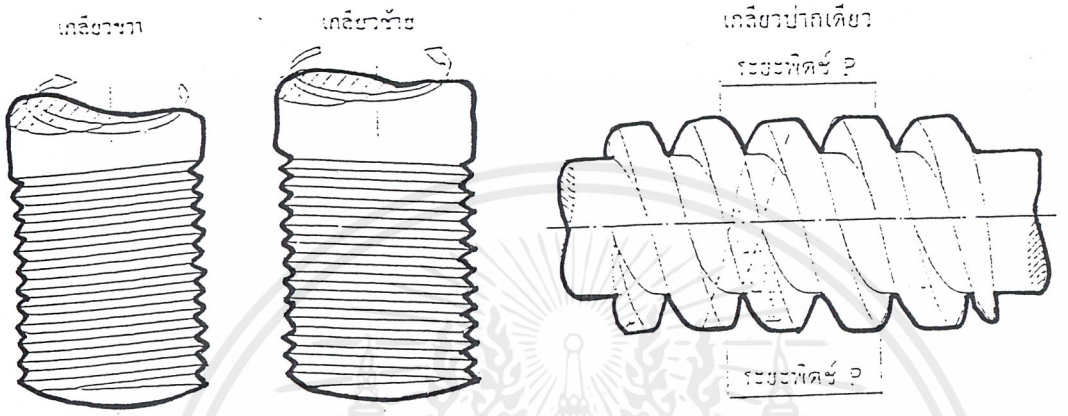
2. NBR NITRILE BUTADIENE RUBBER เป็นยางสังเคราะห์ที่นิยมใช้กันมาก ทนน้ำมัน ความร้อนได้ประมาณ 125 องศาเซลเซียล

3. CR. CHLOROPRENE RUBBER ทนความร้อนได้ดี แต่ทนน้ำมันได้ไม่ดีนัก มีความทนต่อแรงดึง ความสามารถในการยืดหดตัวสูง

## 3.7 ความรู้เกี่ยวกับสกรูเกลียว

ภาพที่ 41

แสดงลักษณะเกลียวต่างๆ




### 3.7.1 การยึดด้วยสกรู

ในการยึดชิ้นส่วนในเครื่องจักรกลส่วนใหญ่จะนิยมใช้สกรูที่สามารถถอดได้ง่าย สกรูที่ใช้จะแบ่งได้ 3 ลักษณะ คือ สกรูยึดแบบร้อย สกรูยึดแบบฝังในชิ้นงาน สกรูยึดแบบสลักฝัง ( Stud )

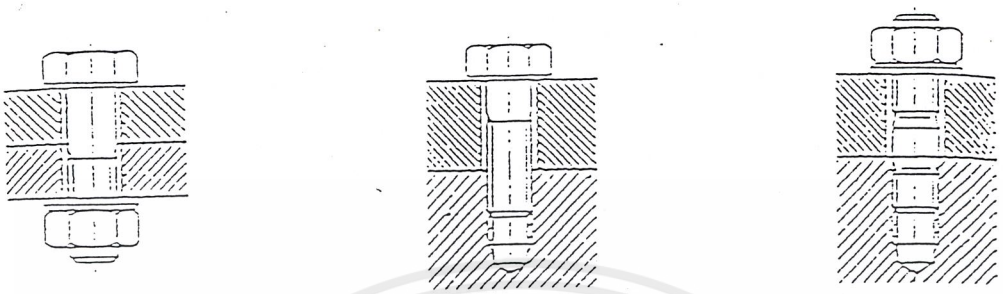
สกรูยึดแบบร้อย จะมีการยึดกดชิ้นงานให้แนบแน่นเข้าด้วยกันจากการขันหัวสกรูและนัต

สกรูยึดแบบฝังในชิ้นงาน จะมีการขันสกรูเข้าไปฝังในชิ้นงานชิ้นหนึ่งให้เกิดการยึดชิ้นงานอื่นๆได้

สกรูยึดแบบสลักฝัง จะมีนัตอยู่ที่ปลายสลักเกลียว

ภาพที่ 42

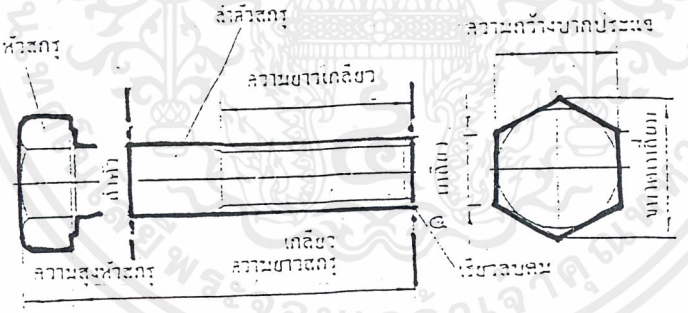
แสดงการยึดด้วยสกรู



สกรูยึดแบบร้อย สกรูแบบฝัง สกรูยึดแบบสลักฝัง

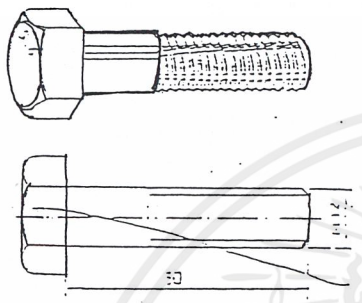
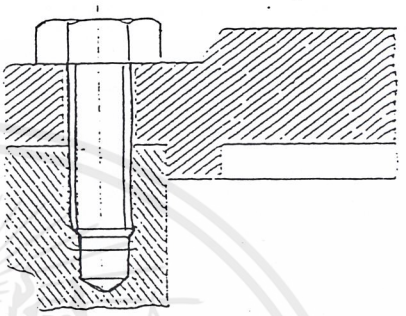
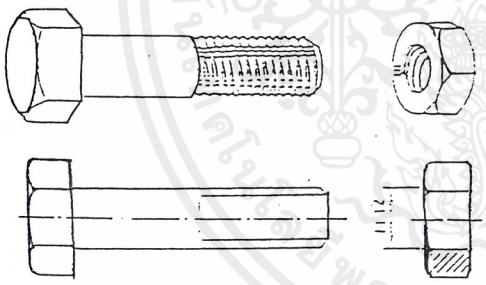
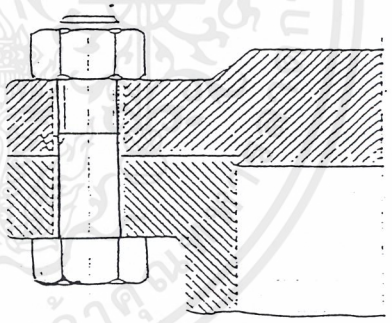
ภาพที่ 43

แสดงการเรียกส่วนต่างๆของสกรูหัวหกเหลี่ยม



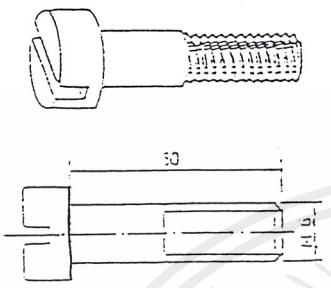
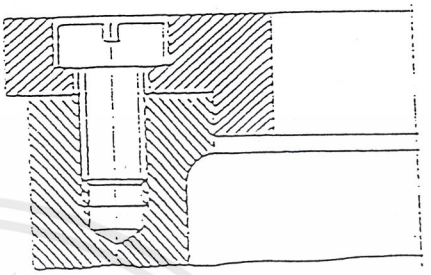
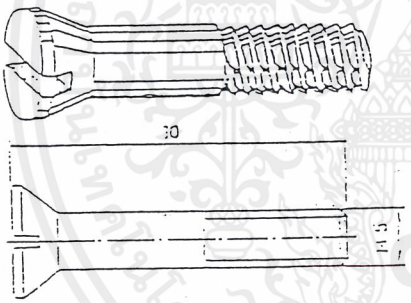
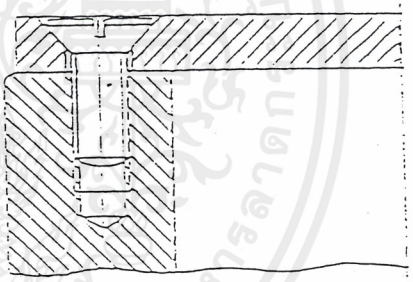
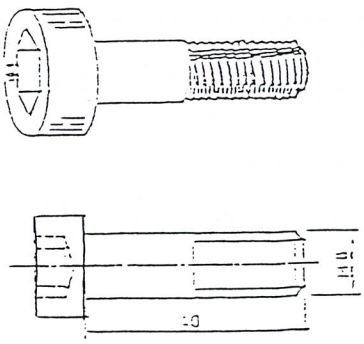
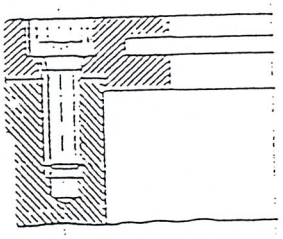
ตารางที่ 6

แสดงลักษณะประเภทของสกรูและการใช้งาน

| สกรูหัวหกเหลี่ยม DIN 931, 933, 960, 961 | |
|---|---|
|  |  |
| ชื่อเรียก : สกรูหัวเหลี่ยม<br>M12 × 60 DIN 931 - 5.6 | การใช้งาน : ใช้ยึดชิ้นส่วนเครื่องจักรกลโดยมีเกลียวในชิ้นส่วน |
| **สกรูหัวหกเหลี่ยมพร้อมนัต DIN 934 และ 555** | |
|  |  |
| ชื่อเรียก : นัตหกเหลี่ยม<br>M12 DIN 555-10 | การใช้งาน : ใช้ยึดชิ้นส่วนเครื่องจักรกล<br>โดยมีรูสำหรับให้สกรูร้อยผ่านได้ |

ตารางที่ 6 (ต่อ)

แสดงลักษณะประเภทของสกรูและการใช้งาน

| | |
|---|---|
| สกรูหัวทรงกระบอกแบบฝาหัว DIN 64 และ 84 | |
|  |  |
| รื่อเรียก :<br>สกรูหัวทรงกระบอก M6x50-DIN64-5.6 | การใช้งาน : ใช้สำหรับยึดชิ้นงานที่รับภาระต่ำ เนื่องจากหัวสกรูนี้ใช้ไขลางขันยึด (แรงขันไม่มากพอ) |
| สกรูหัวเรียวฝังแบบฝาหัว DIN 63, 68, 87, 963 | |
|  |  |
| รื่อเรียก :<br>สกรูหัวเรียวฝัง M5 x 30 DIN 936-5.6 | การใช้งาน : ใช้สำหรับยึดชิ้นส่วนที่รับภาระต่ำ หัวสกรูที่เรียวจะทำให้ชิ้นงานได้ศูนย์และทำให้ผิวงานเรียบ |
| สกรูหัวทรงกระบอกนิพกเหลี่ยนขันใน DIN 912 | |
|  |  |
| รื่อเรียก : สกรูหัวหกเหลี่ยนขันใน M8x40 DIN 912-10.9 | การใช้งาน : ใช้ในงานยึดชิ้นส่วนให้แน่น รับภาระสูงได้ หัวสกรูเป็นแบบหัวฝังในชิ้นงาน ทำให้ผิวหน้าชิ้นงานเรียบ ในการขันยึดต้องใช้ประแจลอดหกเหลี่ยนขันใน |

3.8 สวิตซ์ ( SWITCH )

สวิตซ์จะเป็นตัวกำหนดการปิดและเปิดวงจร สวิตซ์อาจประกอบด้วยขั้วๆเดียวหรือหลายขั้วก็ได้ เช่น อาจมีขั้วเพียงขั้วเดียว สองขั้ว หรือมากกว่านั้น โดยทั่วไปแล้วสวิทซ์มักจะใช้เป็นตัวกำหนดให้วงจรทำงานหรือไม่ให้วงจรทำงานการสัมผัสกับตัวนำไฟฟ้าให้ครบวงจรการทำงานของสวิทซ์ควบคุมโดยระบบแมคานิค

สวิตซ์มีมากมายหลายชนิด แล้วแต่หน้าที่ในการทำงาน หรือในลักษณะการเปิดปิดวงจรแบ่งออกได้เป็น

1.แบบกด ( PUSH BUTTON SWETCH )

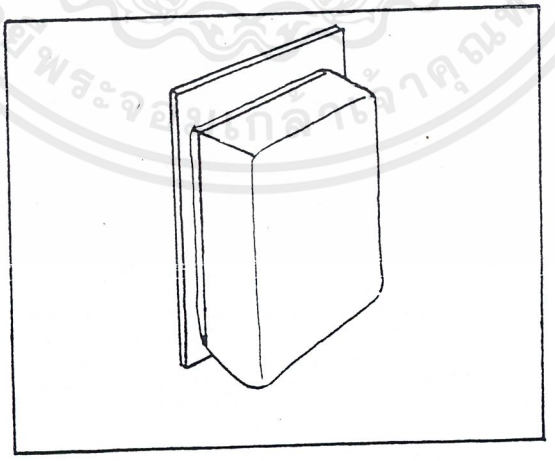
ทำงานโดยการใช้มือกด สามารถแบ่งเป็น

-สวิตซ์กดติดกดปล่อยดับ ( MOMENTARU SWETCH ) เมื่อกดจะทำให้วงจรปิด เมื่อปล่อยจะทำให้วงจรเปิด เช่น สวิตซ์กดออด เป็นต้น สวิตซ์แบบนี้เหมาะกับงานจำพวก ปิดวงจรชั่วขณะ

-สวิตซ์กดติดกดดับ ( LOCK SEETCH ) เมื่อกดจะทำให้วงจรปิด การให้วงจรเปิดต้องกดอีกครั้งหนึ่ง วงจรก็จะเปิดบางสวิตซ์ที่มีไฟอยู่ในตัว เมื่อกดปิดให้รู้ว่าเครื่องกำลังทำงานและกดอีกครั้งวงจรจะเปิดไฟจะดับ เป็นที่นิยมใช้กันทั่วไป

ภาพที่ 44

ภาพแสดงสวิตซ์แบบกด

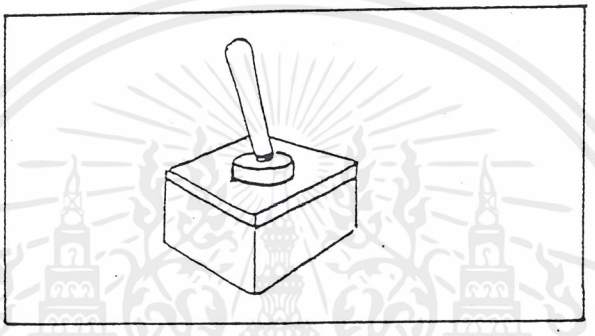


**2.สวิตซ์แบบโยก ( TOGGLE SWETCH )**

ลักษณะการใช้งานจะเป็นการโยกก้านสวิตซ์ให้ทำงาน จำนวนของสวิตซ์ล้วนแต่การใช้งานโดยมากจะมีตั้งแต่ 2 ขาขึ้นไป เหมาะสำหรับการใช้งานในเครื่องบังคับต่างๆ เช่น เครื่องบินบังคับ รถบังคับ วีดีโอเกม เป็นต้น

ภาพที่ 45

แสดงสวิตซ์แบบโยก

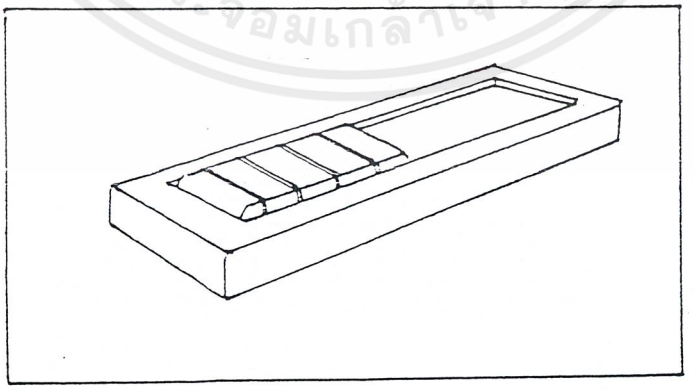


**3. สวิตซ์เลื่อน ( SLLDE SWETCH )**

คล้ายกับสวิตซ์โยกแต่ใช้งานโดยการเปลี่ยนสวิตซ์ ซึ่งอาจมีจังหวะในการเลื่อนหลายๆช่วง

ภาพที่ 46

แสดงสวิตซ์แบบเลื่อน

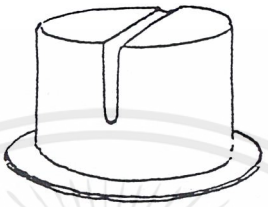


4. สวิทซ์หมุน ( ROTARY OR SELECTOR SWETCH )

ส่วนมากจะเป็นการใช้ในหน้าที่เลือกทางเดินไฟฟ้าหลายตำแหน่ง

ภาพที่ 47

แสดงสวิตซ์แบบหมุน



3.9 กรรมวิธีการผลิต

**กรรมวิธีการผลิตการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของวัสดุ**

1. **การหล่อ ( Casting )** หมายถึงการนำวัสดุมาหล่อหลอมให้เป็นของเหลว โดยใช้ความร้อน แล้วเทลงในแบบหรือใช้วิธีการอัดเพื่อจะได้งานตามแบบที่ต้องการ

2. **การตี ( Forging )** หมายถึงการนำวัสดุมาแปรรูปร่างให้ได้ตามแบบที่ต้องการ โดยการตีเช่น ช่างตีเหล็ก ตีเหล็กจากเหล็กเส้นกลมให้แบน หรือการให้ความร้อนแก่วัสดุอยู่ในสภาวะที่กึ่งละลาย แล้วมาตีอัดให้เป็นเนื้อเดียวกัน

3. **การอัดขึ้นรูป ( Extruding )** หมายถึงกรรมวิธีการอัดโลหะ ซึ่งอยู่ในสภาพเป็นกึ่งละลาย ให้ไหลผ่านแบบพิมพ์ ซึ่งจะได้ชิ้นงานที่มีรูปร่างหน้าตัดเหมือนกันตลอด หลักการคล้ายๆ กับการบีบยาสีฟันออกจากหลอดนั้นเอง

4. **การม้วน ( Rolling )** หมายถึงกรรมวิธีการขึ้นรูปชิ้นงานโดยวิธีการม้วน เช่น การม้วนโลหะเป็นรูปทรงกระบอก ทรงกรวย เป็นต้น

5. **การดึงรูป ( Drawing )** หมายถึงกรรมวิธีการดึงวัสดุชิ้นงานเพื่อให้ยืดออกจากเดิมในลักษณะความยาวขึ้น แต่ขนาดชิ้นงานเล็กลง เช่นการผลิตลวด

6. **การอัดขึ้นรูปแบบพิมพ์ ( Squeeaint )** หมายถึงการอัดขึ้นรูปแบบพิมพ์ทราย โดยใช้แรงกระแทกทรายให้ได้รูปร่างและขนาดตามแบบ เช่น การทำแบบแม่พิมพ์ทราย

7. **การบด ( Crushing )** หมายถึงกรรมวิธีการทำผิวชิ้นงานให้เรียบโดยวิธีการบด การบดแบบนี้จะประกอบด้วยแรงกดและแรงหมุน

8. **การเจาะอัดขึ้นรูป ( Pierciong)** หมายถึงกรรมวิธีการผลิตท่อไม่มีตะเข็บ แท่งเหล็กถูกใส่ไประหว่างลูกกลิ้งหมุนอยู่ จะมีแกนเจาะสำหรับเจาะชิ้นงานเพื่อให้เกิดรู เช่น การผลิตต่อเป็นต้น

**9. การตีหรือการอัด ( Swaing )** หมายถึงการแปรรูปชิ้นงาน โดยการตีหรืออัดกระแทกเพื่อให้ได้ชิ้นงานตามแม่พิมพ์ เช่น การพิมพ์สลัก หมุดย้ำ

**10. การดัด ( Bending )** หมายถึงกรรมวิธีการขึ้นรูปชิ้นงาน โดยวิธีการดัดอาจจะดัดชิ้นงานที่อยู่ในสภาพร้อนหรือเย็น ความยากง่ายในการดัดขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุขนาดความหนาและรัศมี เช่น การดัดเหล็กฉากตัวอยู่ เป็นต้น

**11. การตัด ( Shearing )** หมายถึงกรรมวิธีการตัดเฉือนวัสดุชิ้นงาน เพื่อให้ได้ขนาดตามต้องการเช่น การตัดโลหะแผ่น เป็นต้น

**12. การหมุนขึ้นรูป ( Spinning )** หมายถึงกรรมวิธีการหมุนขึ้นรูปงานที่ทำต้องเป็นแผ่นการขึ้นรูปมาก่อน เช่น รูปถ้วย แต่ปากถ้วยไม่โค้งงอ เราสามารถนำมาทำการหมุนขึ้นให้ปากถ้วยโค้งงอได้โดยใช้เครื่อง

**13. การดัดขึ้นรูป ( Strech Forming )** หมายถึงการดัดหรือการดัดวัสดุชิ้นงาน เพื่อให้ได้งานตามขนาดและรูปร่างตามแบบพิมพ์ เช่น การผลิตท่อแป๊ป เป็นต้น

**14. การรีดม้วนขึ้นรูป ( Rool Forming )** หมายถึงการรีดม้วนขึ้นรูปวัสดุชิ้นงานเพื่อให้ได้ขนาดตามแบบโดยใช้ลูกกลิ้ง เช่นการผลิตท่อแป๊ป

**15. การตัดด้วยหัวตัดแก๊ส ( Torch Cutting )** หมายถึงการตัดวัสดุชิ้นงานเพื่อได้รูปร่างและขนาดตามต้องการ โดยใช้การตัดด้วยหัวตัดแก๊ส เช่น การตัดเหล็กแผ่นหนาด้วยแก๊สอะเซทีลีน

**16. การใช้พลังงานอัดขึ้นรูป ( Explosive Forming )** หมายถึงการขึ้นรูปวัสดุชิ้นงานให้ได้ขนาดและรูปร่างตามแบบที่ต้องการ โดยการใช้พลังงานน้ำหรือแก๊สอัดขึ้นรูป

**17. การใช้กระแสไฟฟ้าและไฮดรอลิค ( Electrohydaulic Forming )** หมายถึงการดัดโลหะโดยวิธีการใช้กระแสไฟฟ้าตัวอาร์คพร้อมกับมีตัวไฉดรอลิคเป็นตัวอัดแบบเข้ากับชิ้นงานเพื่อให้เกิดรูปร่างและขนาดตามที่ต้องการ

**18. การใช้อำนาจแม่เหล็กขึ้นรูป ( Magnetic Forming )** หมายถึงการเปลี่ยนแปลงรูปร่างวัสดุชิ้นงานให้ได้ตามแบบที่ต้องการโดยใช้อำนาจแม่เหล็ก

**19. การเคลือบผิวชิ้นงานโดยใช้กระแสไฟฟ้า ( Electric Forming )** หมายถึง การเปลี่ยนแปลงชิ้นงาน โดยใช้กระแสไฟฟ้า ความหนาของผิวชิ้นงานจะเพิ่มขึ้นและสามารถควบคุมขนาดความหนาได้ เช่น การชุบโครเมี่ยม ทองแดง นิเกล

**20. การขึ้นรูปโดยใช้ผงโลหะ ( Powder Forming )** หมายถึงการใช้ผงโลหะมาเทลงในแบบพิมพ์แล้วใช้แรงอัดสูล เพื่อให้ผงโลหะเกิดความร้อนหลอมเหลวติดกันซึ่งจะได้ชิ้นงานตามแบบแม่พิมพ์

**21. แบบแม่พิมพ์พลาสติก ( Plastic Molding )** หมายถึงกรรมวิธีที่ใช้ความร้อนและแรงกดหรือตัดขึ้นรูปวัสดุชิ้นงานเพื่อให้ได้งานตามแบบพิมพ์

**3.10 การพับขอบโลหะแผ่น** เกษมชัย บุญเพ็ญ ( 2533 )

เครื่องพับขอบโลหะแผ่นเป็นเครื่องจักรที่ช่วยการทำงานโลหะแผ่นเกี่ยวกับการพับขึ้นรูปโลหะแผ่นบางให้เป็นมุมต่างๆได้อย่างลวดเร็ว เรียบร้อยและสวยงาม

เครื่องพับที่ใช้พับขึ้นรูปโลหะแผ่นแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด ได้แก่

1. FOLDER ซึ่งเป็นที่นิยมใช้ทั่วไป เพราะสะดวกรวดเร็วและเที่ยงตรง สามารถพับโลหะที่มีความหนาได้ถึงเบอร์ 22 และความยาวสามารรถพับได้ถึง 60 นิ้ว โดยทั่วไปจะพับได้ความยาว 21 , 30 และ 35 นิ้ว ซึ่งนิยมใช้พับแผ่นโลหะมากที่สุด

**3.10.1 ชนิดของการพับ**

Angle Fold ใช้สำหรับพับขอบโลหะให้เป็นมุมต่างๆ โดยทั่วไปจะเป็นการพับเข้าขอบลวด หรือเป็นการพับสำหรับรอยต่อเกยของกล่องสี่เหลี่ยม

Single Fold เป็นการพับเพื่อเพิ่มความแข็งแรง ทำให้เกิดปนวตรงและเป็นการลบคมให้กับขอบโลหะที่พับอีกด้วย

Double Fold เป็นการพับที่มีจุดประสงค์เดียวกับ Single Fold แต่ได้ความแข็งแรงที่มากกว่า

Channel Fold เป็นการพับมุม 90 องศา ทั้งสองขอบให้ห่างกันและสามารถรับความแข็งแรงได้มากกว่าการพับตะเข็บชนิดอื่นๆ

2. BRAKE เป็นเครื่องมือพับที่มีความแตกต่างไปจาก Folder คือสามารถพับขอบโลหะแผ่นได้ไม่จำกัดความกว้างของขอบว่าเท่าใด และยังสามารถพับได้ยาวกว่าและหนากว่าถึงเบอร์ 18 อีกด้วย

**3.10.2 การต่อโลหะแผ่น** เกษมชัย บุญเพ็ญ (2533)

การต่อโลหะแผ่นมีความสำคัญมากสำหรับงานโลหหะแผ่นที่ต้องการความปราณีต ความสวยงาม แผ่นโลหะที่มีความหนาไม่เกิน 3 / 16 นิ้ว หรือแผ่นโลหะบาง ( Sheet metal ) ที่ใช้ในงานช่างโลหะทั่วไปจะมีวิธีการต่ออยู่หลายวิธีด้วยกันดังจะได้กล่าวเป็นข้อๆต่อไป อย่างไรก็ตามผู้ออกแบบรอยต่อต้องเลือกให้ถูกต้องกับความต้องการโดยคำนึงถึงชนิดของโลหะ ความหนาของโลหะ ความแข็งแรง ความสวยงาม ราคาต่อหน่วย รอยต่อ และเครื่องมือที่ใช้ในการเย็บตะเข็บด้วย เช่น โลหะหนาควรจะต่อด้วยการเชื่อม หรือการย้ำหมุด ส่วนโลหะบาง หรือหนาปานกลางก็ควรจะต่อด้วยการบัดกรีหรือการเข้าตะเข็บเป็นต้น

รอยต่อที่นิยมใช้ในงานโลหะแผ่นทั่วๆไปได้แก่

1. การเชื่อม ( Welding )
2. การย้ำหมุด ( Riveting )
3. การเข้าตะเข็บ ( Seaming )
4. การบัดกรี ( Soldering )
5. การใช้ Sheet metal screw
6. การใช้กาวหรือยาง Adhesive

รอยต่อยึดต่างๆดังที่กล่าวมาข้างต้นนี้ สามารถจะนำไปใช้ได้กับงานทั่วๆไป ตามความเหมาะสมกับชนิดของงาน ผู้วิจัยขอกล่าวถึงเฉพาะเรื่องที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย ซึ่งจะได้แยกกล่าวรายละเอียด วิธีการ และอุปกรณ์ที่ใช้ดังต่อไปนี้

**1. การเชื่อม ( Welding )**

การเชื่อมหมายถึงกรรมวิธีที่ทำให้โลหะอย่างน้อย 2 ชิ้น หลอมละลายติดกันแน่นและประสานติดเป็นเนื้อเดียวกันตรงบริเวณรอยเชื่อม โดยปรกติมักจะใช้แรงกด ใช้ลวดเชื่อม ซึ่งอาจจะใช้อย่างหนึ่งอย่างใดหรือไม่ใช้ทั้ง 2 อย่างเลยก็ได้

การต่อโลหะโยการเชื่อมนี้ ยังแบ่งกรรมวิธีที่นิยมใช้กันมากสำหรับงานโลหะแผ่นบางได้อีกเป็น 3 วิธี ซึ่งได้แก่

1.1 การเชื่อมก๊าซ ( Gas Welding )

1.2 การเชื่อมไฟฟ้า ( Arc Welding )

1.3 การเชื่อมแบบความต้านทาน ( Resistance Welding )

**การเชื่อมก๊าซ** หมายถึง การเชื่อมประสานโลหะ 2 ชิ้นให้ติดกันโดยอาศัยความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้ของก๊าซ 2 ชนิดผสมกัน ก๊าซที่ได้โดยทั่วไปคือออกซิเจน ( Oxygen ) กับอเซทติลีน ( Acetylene ) ความร้อนที่ได้จะมีประมาณ 5,800 – 6,300 ฟาเรนไฮท์ ซึ่งมากเพียงพอจะหลอมละลายโลหะทั้ง 2 ชิ้นให้ติดกันได้

**การเชื่อมไฟฟ้า**

ในการทำให้เกิดการหลอมละลายเป็นน้ำโลหะถึง 400 องศาเซลเซียลนั้น ต้องใช้กำลังงานในการหลอมละลายและความเร็วในการเชื่อมมากกว่า การเชื่อมด้วยเปลวก๊าซ การทำให้เกิดประกายไฟฟ้าระหว่างอิเล็กโตรด ( ขั้วลบ ) และชิ้นงาน ( ขั้วบวก ) จะกระทำโดยการจี้แท่งอิเล็กโตรด ( ลวดเชื่อมไฟฟ้า ) ลงบนชิ้นงานทำให้เกิดวงจรไฟฟ้าที่มีกระแสไฟฟ้าไหลสูงมากที่แรงดันไฟฟ้า

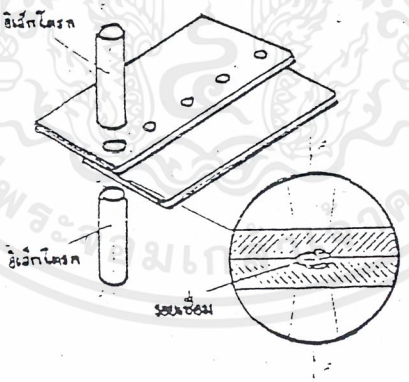
ต่ำ ทำให้กิดความร้อนสูงมากในขณะขยับแท่งอิเล็กโตรดให้ห่างจากชิ้นงานจะเกิดมีอิเล็กตรอนวิ่งออกมาจากปลายแท่งอิเล็กโตรดได้ ( โดยมีลมเป็นตัวนำ หรือที่เรียกว่า การไอออนเนชั่น ) ด้วยความเร็วมากถึง 107 m/s ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงจากพลังงานกลมาเป็นพลังงานความร้อน ที่มีอุณหภูมิมากจนสามารถละลายแท่งอิเล็กโตรดได้ ซึ่งทำให้เกิดการส่งจ่ายเนื้อโลหะไปยังชิ้นงานได้เสมอ

ดังนั้น การรักษาระยะห่างของลวดเชื่อมกับชิ้นงาน และการประคองลวดเชื่อมให้นิ่ง จึงเป็นเงื่อนไขสำคัญในการหลอมแท่งอิเล็กโตรดให้ละลายและยึดติดชิ้นงาน

**งานเชื่อมจุดด้วยไฟฟ้า**

วิธีนี้เป็นการอัดชิ้นงานโลหะแผ่นบางหรือลวด ด้วยอิเล็กโตรดทองแดงให้แนบสนิทเข้าด้วยกัน ขณะเดียวกันจะมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านจุดสัมผัสระหว่างหัวอิเล็กโตรดทั้งสอง ทำให้เกิดความร้อนและหลอมละลายยึดติดเข้าด้วยกันภายใต้แรงอัดโดยแรงอัดนี้จะยังคงไว้จนกระทั่งรอยเชื่อมจุดเย็นตัวลง วิธีการเชื่อมจุดนี้จะนิยมใช้ในงานเชื่อมตัวถึงและงานเชื่อมอุปกรณ์ต่างๆ

ภาพที่ 48
แสดงการเชื่อมจุดด้วยไฟฟ้า




**การเชื่อมแบบความต้านทาน** หมายถึงการเชื่อมโดยอาศัยความต้านทานกระแสไฟฟ้าของแผ่นโลหะเป็นตัวนำให้เกิดความร้อนขึ้นในขณะที่มีไฟฟ้าไหลผ่าน ณ บริเวณจุดนั้น การเชื่อมโดยวิธีการนี้ยังจะต้องอาศัยแรงกดเข้าช่วยในขณะที่โลหะกำลังหลอมละลายด้วย และในขณะที่โลหะเย็นตัวลงก็จะทำให้โลหะยึดติดกันแน่น

**2. การย้ำหมุด ( Reveting )**

การย้ำหมุดเป็นกระบวนการต่อแผ่นโลหะแบบถาวรที่สำคัญวิธีหนึ่ง ตะเข็บย้ำหมุดจะใช้กับแผ่นงานที่ต้องการความแข็งแรงมาก และไม่ต้องการให้มีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างภายในของแผ่นโลหะที่นำมาต่อนั้น

การย้ำหมุดสามารถกระทำได้ 2 วิธี คือ การใช้มือ และการใช้เครื่องจักร การใช้มือจะใช้กับแผ่นงานที่มีขนาดบางหรือขนาดเล็ก โดยใช้ค้อนย้ำหมุด หรือใช้ย้ำด้วยปืนย้ำหมุด สำหรับแผ่นงานที่มีความหนาจะต้องใช้เครื่องจักรเข้าช่วยในการย้ำโดยการกดอัดลงบนหัวของหมุดย้ำ

**ตัวหมุดย้ำ**

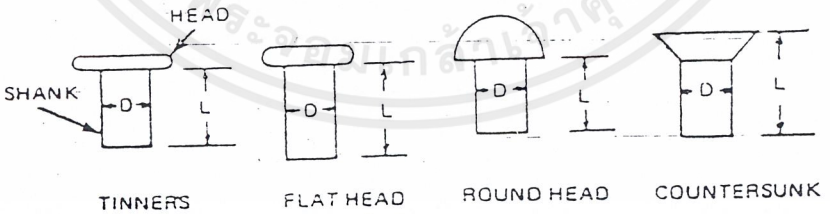
ทำจากโลหะอ่อนเหนียว เช่น เหล็กดำ ทองเหลือง ทองแดง และอลูมิเนียม เป็นต้น เพื่อจะให้ขึ้นรูปได้ง่ายด้วยเครื่องมือและเครื่องจักรโดยไม่มีการฉีกขาดหรือแตกราว

ชนิดของหมุดย้ำที่ใช้ในงานโลหะแผ่นมีอยู่หลายชนิด แต่ที่นิยมใช้จะมีอยู่ 4 ชนิด ได้แก่

- แบบหัวบาง ( Tinner ' s )
- แบบหัวแบน ( Flat head )
- แบบหัวกลม ( Round head )
- แบบฝังหัว ( Countersunk head )

ภาพที่ 49

แสดงภาพหมุดย้ำชนิดต่างๆที่นิยมใช้ในงานโลหะแผ่น




**ขนาดของหมุดย้ำ**

หมุดย้ำเกือบทุกชนิดจะบอกขนาดเป็นขนาดน้ำหนักต่อจำนวนหมุดย้ำ 1,000 ตัว ขนาดของหมุดย้ำมีอยู่หลายขนาดจาก 4 ออนซ์ถึง 16 ออนซ์ เช่นหมุดย้ำขนาด 1 ปอนด์หมายความว่าหมุดย้ำ 1,000 ตัวจะหนัก 1 ปอนด์

สำหรับการเลือกขนาดความยาวจะต้องเลือกขนาดให้พอเหมาะ ไม่ยาวหรือสั้นเกินไป การใช้หมุดย้ำที่มีขนาดยาวเกินไปไม่สามารถข้นรูปหัวหมุดได้ดีนัก และจะทำให้แผ่นโลหะบิดงอได้ง่าย ส่วนการใช้หมุดที่มีขนาดสั้นเกินไป จะทำให้การขึ้นรูปส่วนหัวได้ไม่สวยงามและมีความแข็งแรงน้อย

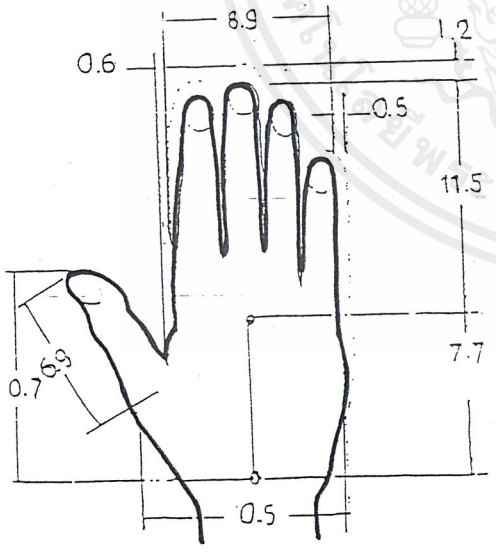
## 4. ข้อมูลเกี่ยวกับสัดส่วนมนุษย์ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ

ในการทำงานที่มีประสิทธิภาพนั้น จะต้องสัมพันธ์กับสัดส่วนที่ถูกต้องและลักษณะการทำงานที่เหมาะสมจึงจะทำงานได้สำเร็จ และไม่เป็นอุปสรรคต่อการทำงาน ดังนั้นจะต้องศึกษาค้นคว้า ระยะมุมมอง และการทำงานของร่างกาย เพื่อเป็นประโยชน์ในการออกแบบ

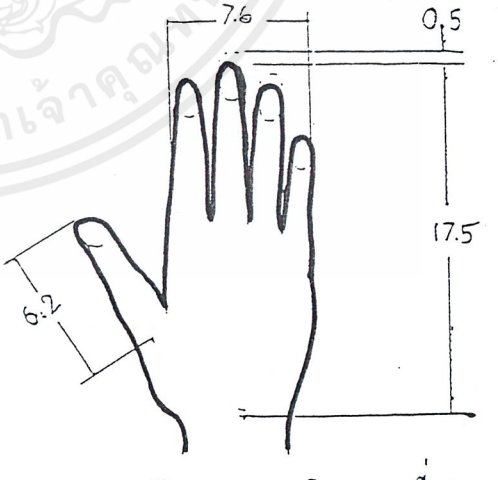
มนุษย์ย่อมมีขีดจำกัดระบบต่างๆของมนุษย์ ความสามารถของมนุษย์จะมีขีดจำกัดอยู่เสมอ เช่น ความสามารถในการยกน้ำหนัก ความสามารถในการมองเห็น ความสามารถในการหยิบจับสิ่งของ และขีดความสามารถในด้านอื่นๆทั้งหมดนี้คือหน้าที่ของนักออกแบบที่จะต้องทราบเพื่อนำไปประกอบการออกแบบ

ภาพที่ 50

แสดงขนาดสัดส่วนของมือ ชาย-หญิง




มือขวาของชาย (เฉลี่ย)

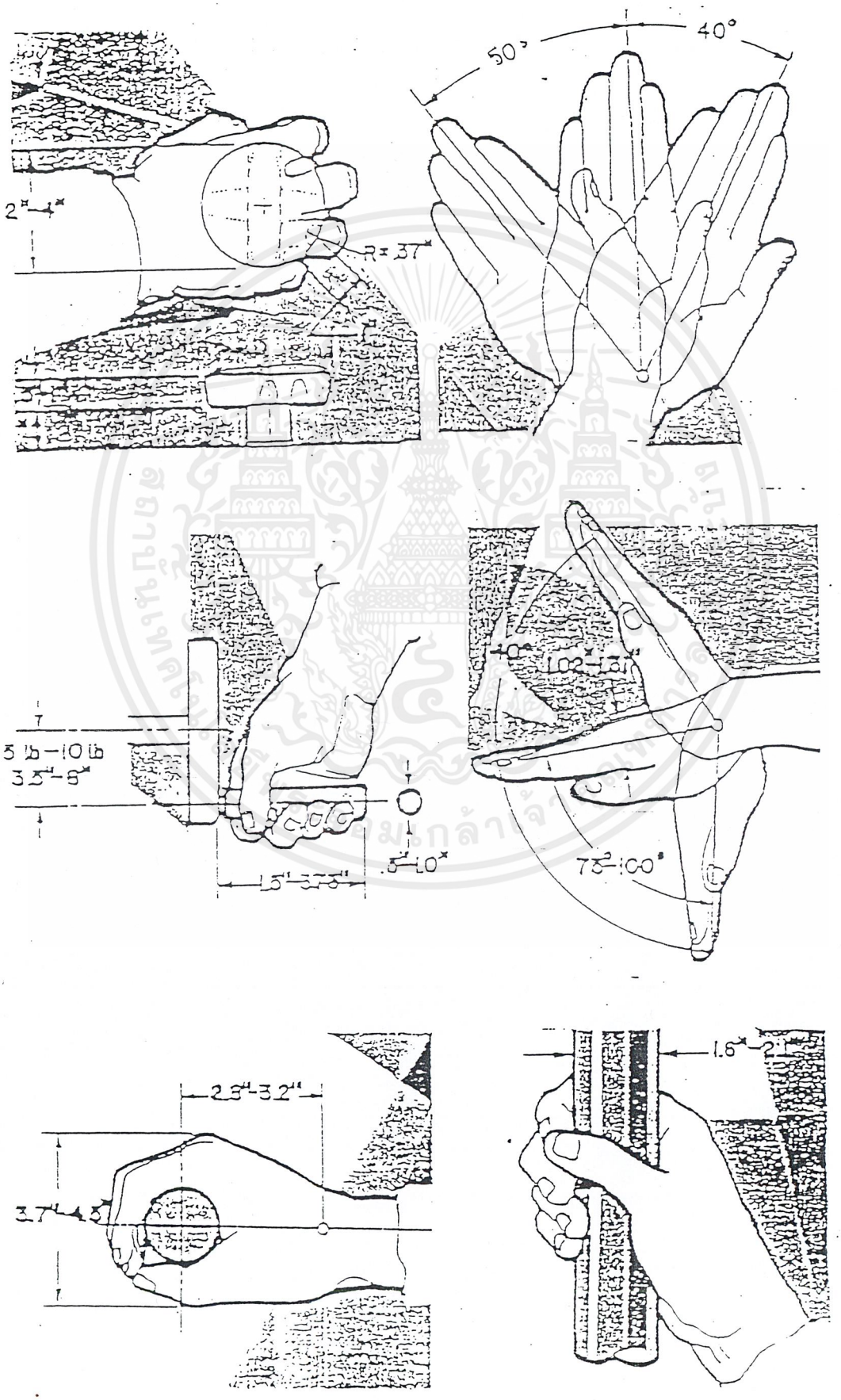



มือขวาของหญิง (เฉลี่ย)

หน่วยเป็นเซนติเมตร

ภาพที่ 51

แสดงขนาดของมือแบบต่างๆ



ตารางที่ 7

แสดงความสูงยืนสูงสุด,ความสูงยืนต่ำสุด,ความสูงเฉลี่ย
และน้ำหนักเฉลี่ยของคนไทย ( ชาย-หญิง )อายุระหว่าง 13-40 ปี

| อายุ (ปี) | ความสูงเฉลี่ย (ซม.) | ความสูงสูงสุด (ซม.) | ความสูงต่ำสุด (ซม.) | น้ำหนักเฉลี่ย (กก.) | จำนวน (คน) |
|---|---|---|---|---|---|
| 13 | 146.96 | 199.00 | 112.00 | 37.41 | 5914 |
| 14 | 151.44 | 195.00 | 112.00 | 41.36 | 9714 |
| 15 | 455.44 | 184.00 | 113.00 | 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 | 152.17 | 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 | 9785 |
| 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 | 51.07 | 544 |
| 28 | 160.90 | 183.00 | 144.50 | 52.97 | 503 |
| 29 | 160.93 | 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 |

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ความสูงเฉลี่ยและน้ำหนักเฉลี่ยของคนไทยอายุระหว่าง 13-40 ปี

| อายุ (ปี) | ความสูงเฉลี่ย (ซม.) | ความสูงสูงสุด (ซม.) | ความสูงต่ำสุด (ซม.) | น้ำหนักเฉลี่ย (กก.) | จำนวน (คน) |
|---|---|---|---|---|---|
| 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 | 144.00 | 55.13 | 357 |
| 39 | 158.82 | 178.00 | 141.00 | 55.53 | 362 |
| 40 | 159.90 | 187.00 | 144.50 | 55.51 | 322 |

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

## 5. ข้อมูลเกี่ยวกับการใช้จิตวิทยาสีในการออกแบบ

### 5.1 สี (COLOUR )

ทฤษฎีสี เราแบ่งออกเป็น 3 สี คือ

1. สีแดง ( RED)
2. สีเหลือง ( YEOOLOW)
3. สีน้ำเงิน (BLUE)

เมื่อผสมสีทั้งสามสีจะทำให้เกิดสีใหม่ขึ้น เมื่อนำมาเรียงเป็นวงจรโดยอาศัยหลักทฤษฎีสี สามารถแบ่งออกเป็น 2 แบบคือ

1. สีร้อน
2. สีเย็น

สีร้อน คือสีที่ดึงดูดความรู้สึก ( ADANCING COLOURED ) มีความสะดุดตาเมื่อมองไกลๆเป็นสีที่ให้ความกระชุ่มกระชวย

สีเย็น คือสีที่ไม่ดึงดูดความรู้สึก ไม่สะดุดตา ให้ความรู้สึกสะบายตา สามารถมองได้นานๆโดยไม่ระคายเคืองนัยตา

### 5.2 การเลือกสีกับผลิตภัณฑ์

นอกจากต้องการความสวยงามแล้ว สียังมีผลทำให้เกิดความรู้สึกในทางด้านอื่น ซึ่งเป็นผลต่อการใช้ผลิตภัณฑ์อยู่มาก

### 5.3 การใช้สีเพื่อการออกแบบ

การใช้สีตกแต่งผิวนอกเพื่อให้เกิดความสวยงามตามลักษณะของสุนทรียภาพ และเพื่อชักจูงใจสำหรับการขายและความชอบนั้นๆ ส่วนใหญ่มักมีการตกแต่งผลิตภัณฑ์ทุกชนิดด้วยสี การตกแต่งผิวเพื่อชักนำโน้มน้าวให้เกิดผลทั้งทางการขาย ความสะดุดตา และความหมายความงามทั้งหลายแล้ว โดยประโยชน์ของสีก็ยังแยกได้ประโยชน์หลายชนิด อาจมีทั้งสีกันสนิม กันน้ำ หรือต่อต้านภาวะการทำลายจากภายนอกสำหรับวัตถุหรือผลิตภัณฑ์นั้นๆด้วย

### 5.4 ชนิดของสี

ในชีวิตความเป็นอยู่ในปัจจุบัน สิ่งที่ช่วยเพิ่มความงามให้ธรรมชาติมีชีวิตชีวามากขึ้นก็คือสีต่างๆนั่นเอง สีนับว่ามีอิทธิพลต่อมนุษย์มากในบางครั้งจะทำให้รู้สึกสดชื่นหรือเศร้าก็ได้ สีมีบทบาทมาตั้งแต่สมัยโบราณยุคประวัติศาสตร์มาแล้ว โดยการใช้สีมาทาตามหน้าตามตา หรือตามผนังถ้ำ

ซึ่งเป็นการตกแต่งหรือศิลปอย่างหนึ่งนั่นเอง ปัจจุบันสียังมีอิทธิพลในการบันดาลให้เกิดความรู้สึกต่อความเป็นอยู่อย่างมากนับตั้งแต่ เครื่องใช้ เครื่องประดับ ตลอดจนถึงสถานที่อยู่อาศัย

**5.5 คุณลักษณะของสี**

สีมีคุณลักษณะต่างๆที่สำคัญดังนี้

1. สีมีคุณลักษณะที่สำคัญ 3 ประการ คือ HUE , VALUE และ CHROMA

1.1 HUE คือ ตัวสีของแต่ละชนิด เช่น สีแดง สีเขียว ฯลฯ

VALUE คือ ความเข้มของสีอ่อนหรือแก่ เช่น แดงเข้ม ฟ้าอ่อน

CHROMA คือ ความแรงของสี เช่น แดงสด จะมี STRENGTH สูง

TINT คือ พวกสีจาง สีเบา หรือสีที่มีสีขาวผสม

SHADE คือ พวกสีเข้ม

COMPLEMENTARY คือ พวกสีตรงกันข้ามกัน เช่น แดงกับเขียว

WARE COD COLOR คือ พวกสีร้อนและเย็น

1.2 อิทธิพลของสีที่มีต่อความรู้สึก

| | |
|---|---|
| SIDE | สีอ่อนทำให้ของดูใหญ่ขึ้น |
| | สีเข้ม ทำให้ของดูเล็กลง |
| WEIGHT | สีอ่อน สีเย็น ทำให้รู้สึกเบา |
| | สีอ่อน สีร้อน ทำให้รู้สึกหนัก |
| STRENGTH | สีร้อน ทำให้รู้สึกแข็งแรงมาก |
| | สีเย็น ทำให้รู้สึกร้อน ไม่สบายใจ |
| TEMPERATURE | สีร้อน ทำให้รู้สึกร้อน ไม่สบายใจ |
| | สีเย็น ให้ความรู้สึกเย็น สบายใจ |

2. สีจะช่วยให้ทัศนวิสัยที่แจ่มใสที่สุด ดังนี้

- สีอ่อนตัดกับสีแก่ ( ค่าแปรเปลี่ยนของสี)
- สีสดใสตัดกับสีสดใส
- สีอุ่นตัดกับสีสดใส
- สีอุ่นตัดกับสีเย็น

3. สีที่ตัดกันเองอยู่แล้วตามปรกติ เช่น
   - สีดำบนพื้นเหลือง
   - สีเหลืองบนพื้นดำ
   - สีแดงบนพื้นขาว
   - สีเหลืองบนพื้นน้ำเงิน
   - สีส้มบนพื้นน้ำตาล
   - สีชมพูบนพื้นดำ

4. สีสามารถทำให้เห็นว่า เข้ามาใกล้หรือห่างออกไปได้ ตามปรกติสีอุ่นซึ่งได้แก่ สีเหลือง ดูแล้วคล้ายกับว่าเข้ามาอยู่ใกล้ผู้ดู ส่วนสีเย็น คือ สีน้ำเงิน เขียว ม่วง ห่างจากผู้ดูออกไป

5. สีที่เมื่อเราใช้ในเนื้อที่มากๆแล้วไม่น่าดูนั้น ถ้าได้ใช้เพียงเล็กน้อย อาจจะทำให้น่าสนใจขึ้นและอาจเสริมความน่าดูให้กับผู้อื่นได้

6. เมื่อใช้สีเข้มคู่กับสีอ่อนจัด จะทำให้แลเห็นเด่น และมีชีวิตชีวากว่าใช้สีที่มีค่าของความเข้มหรือใกล้เคียงกัน

7. สีที่มีความสดใสพอๆกัน เมื่อใช้ด้วยจะช่วยดึงดูดความสนใจได้เร็ว

8. หลักการเรื่องความเด่นของสี มีอยู่ว่าควรจะต้องมีสีชนิดใดชนิดหนึ่ง ปรากฏเด่นออกมา การใช้สีที่ไม่น่าดูอีกอย่างหนึ่งก็คือ การใช้สีที่มีปริมาณเท่ากันหมด

**5.6 การศึกษาถึงลักษณะของสี เกี่ยวกับความรู้สึกที่มีต่อสี**

สีแดง ให้ความรู้สึกมั่นคง สมบูรณ์ ตื่นเต้น เร้าใจ

สีเหลือง ให้ความรู้สุกร่าเริงแจ่มใส สีเหลืองอ่อนจะให้ความรู้สึกสะอาด ความสว่าง สีเหลืองเข้มมากจะทำให้สมองเกิดความหงุดหงิดได้ สีเหลืองที่ใกล้ไปทางสีส้ม จะมองดูคล้ายของเทียมคล้ายกับของเล่น

สีเขียว ไม่ทำให้เกิดลวงตาเวลามอง จะไม่ใช้ใกล้เคียงสีแดงในจำนวนเท่ากัน สีเขียวให้ความรู้สึกสดชื่นอยู่เสมอ และใช้พักสายตาได้ โดยธรรมชาติจะให้สีเขียวสมควรใช้ในการนำความหมายบางอย่าง สีเขียวใสจะทำให้รู้สึกสดชื่นข้น

สีน้ำเงิน ให้ความรู้สึกสงบและลึกลับ น้ำเงินอ่อนเช่น สีฟ้ามีความสดใสของสีเขียวอยู่ด้วย สีน้ำเงินอมเขียวให้ความรู้สึกตื่นเต้น

สีดำ การใช้สีดำบ้างขาวบ้างในพื้นที่รวมกับสีอื่นๆจะทำให้เกิดความมีชีวิตชีวา ร่าเริง

**5.7 เทคนิคการใช้สี**

1. Color and form

หากรูปร่างของวัสดุมีลักษณะเปลี่ยน เช่น กล่องสี่เหลี่ยม ถ้าต้องการให้มีลักษณะเด่นในด้านความแข็งแรง หนักและแข็งแรง ควรเลือกสีมอๆ เช่นสีเทาแก่ น้ำเงิน หรือดำ

2. Color and texture

บางครั้งสีกับลักษณะผิวไม่เรียบของวัตถุที่ทำ ก็ให้ความรู้สึกต่ออารมณ์ที่ต่างกัน เช่น วัสดุกลมเกลี้ยงเหมือนลูกบิลเลียดจะน่าจับต้องมากกว่าลูกมะกรูด

3. Meterial Color

การปรากฏของสีของเนื้อวัสดุเอง ก็ให้ความรู้สึกต่อความคิดของมนุษย์ถึงตัววัสดุนั้นๆ

**5.8 มาตรฐานงานกับสัญลักษณ์**

มาตรฐานสัญลักษณ์โดยสากลแล้วนิยมใช้สีตรงกับเครื่องหมาย แต่ก็นิยมใช้สีเป็นสัญลักษณ์บอกเป็นส่วนใหญ่ โดยอาจจำกัดความหมายของสี เช่น

สีแดง คือ อันตราย , หยุด
สีม่วง คือ หยุด
สีเหลือง คือ เตือน , ระวัง
สีเขียว คือ ปลอดภัย

สมาคมความปลอดภัยแห่งชาติ กำหนดหรือใช้สีแทนสัญลักษณ์ หรือความหมายเป็นหลักสากล ดังนี้

สีเหลือง คือ สำหรับเตือนภัยให้ระวัง ( รวมทั้งสีส้ม)
สีแดง คือ เครื่องมือป้องกันอัคคีภัย
สีเขียว คือ วัตถุไม่เป็นอันตราย สีเทา สีขาวหรือสีดำใช้ในการนี้ได้
สีน้ำเงิน คือ วัตถุหรือสารอันตราย เช่น ยาพิษ
สีม่วง คือ วัตถุมีค่า การใช้งานพิเศษมีคุณค่า

# บทที่ 3
# วิธีดำเนินงานวิจัย

**3.1วิธีสำรวจและรวบรวมข้อมูล**

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเพื่อทำการออกแบบปรับปรุงตู้อบเครื่องเทศก่อนการแปรรูปเพื่อการจำหน่ายสำหรับอุตสาหกรรมในครอบครัว โดยการรวบรวมข้อมูลทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยนำมาศึกษาและวิเคราะห์ตลอดจนสรุปข้อมูลเพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบ โดยดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนดังต่อไปนี้ การเก็บรวบรวมข้อมูล เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย แบบสัมภาษณ์ กลุ่มตัวอย่าง การวิเคราะห์ข้อมูล ทำได้ 3 วิธีคือ

**3.1.1 การศึกษาเชิงเอกสาร**

ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและหนังสือต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ เช่น ข้อมูลเกี่ยวกับมาตราฐานอุตสาหกรรม ข้อมูลเกี่ยวกับความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับตู้อบ เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบแหล่งที่ทำการศึกษาเชิงเอกสารคือ

3.1.1.1 สมุดกลางสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3.1.1.2 ห้องสมุดคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3.1.1.3 คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**3.1.2 การสัมภาษณ์**

3.1.2.1การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูล โดยการสัมภาษณ์กับกลุ่มประชากรตัวอย่าง ซึ่งได้รับทราบความคิดเห็นตลอดจนข้อเสนอแนะและข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการออกแบบ โดยแบ่งการสัมภาษณ์เป็นดังนี้

1. บุคคลผู้ควบคุมดูแลตู้อบเครื่องเทศ
2. บุคคลผู้เกี่ยวข้องในการตรวจซ่อมบำรุงตู้อบเครื่องเทศ
3. กลุ่มนักศึกษาที่ฝึกปฏิบัติงานเกี่ยวกับตู้อบ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.1.2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นโดยการศึกษาจากภาคเอกสาร ตำราและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบสัมภาษณ์ให้คลอบคลุมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ๖อบเครื่องเทศ โดยมีแบบสัมภาษณ์ดังต่อไปนี้

3.1.2.3 แบบสัมภาษณ์

เป็นแบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นของผู้ที่ใช้งานตู้อบเครื่องเทศ โดยแบ่งเป็น 2 ตอนดังนี้

ตอนที่ 1 เป็นแบบสัมภาษณ์ที่เกี่ยวกับความคิดเห็นต่างๆเกี่ยวกับตู้อบเครื่องเทศ

ตอนที่ 2 เป็นแบบสัมภาษณ์เกี่ยวกับข้อมูลของเครื่องเทศที่ใช้ในการผลิต

3.1.2.4 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ ผู้ควบคุมดูแลตู้อบภายในโรงฝึกปฏิบัติงาน คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ซึ่งได้สัมภาษณ์เกี่ยวกับข้อมูลต่างๆที่เกี่ยวข้องจากกลุ่มตัวอย่าง โดยได้ข้อมูลจาก

1. ผู้ใช้งานตู้อบเครื่องเทศ
2. ผู้ที่มีความรู้ทางด้านเครื่องเทศ

**3.1.3 การศึกษาจากของจริง**

เป็นการดำเนินการเก็บข้อมูล รวบรวมข้อมูล โดยการออกภาคสนามศึกษาจากของจริงคือ ตู้อบเครื่องเทศแบบเดิมที่ติดตั้งอยู่ที่โรงฝึกปฏิบัติงานคณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เพื่อให้ทราบถึงปัญหาและข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นไม่ว่าจะเป็นสถานที่ทำการ ขั้นตอนการทำงานวัสดุที่นำมาใช้ตลอดจนผลข้างเคียง เพื่อผู้วิจัยจะได้ทราบถึงปัญหา ข้อดีข้อเสีย เพื่อจะได้นำมาเป็นมูลฐานในการแก้ไขปรับปรุงเพื่อนำมาออกแบบตู้อบเครื่องเทศก่อนการแปรรูปเพื่อการจำหน่ายสำหรับอุตสาหกรรมในครอบครัว

## 3.2 แหล่งที่มาของข้อมูล

3.2.1 ห้องสมุดสถาปัตยกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3.2.2 ห้องสมุดคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3.2.3 ห้องสมุดกลาง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3.2.4 กองอุตสาหกรรมครอบครัว กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม

3.2.5 คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล**

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาผลสรุปในการออกแบบปรับปรุงตู้อบเครื่องเทศสำหรับอุตสาหกรรมในครอบครัว ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสัมภาษณ์ที่ได้ทำการสัมภาษณ์บุคคลที่เกี่ยวข้องในการใช้งานเครื่องอบสมุนไพร มาทำการสรุปและวิเคราะห์ข้อมูลที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบต่อไป

# บทที่ 4
# ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาข้อมูลต่างๆที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาสรุปเป็นแนวทางในการออกแบบ ตู้อบเครื่องเทศสำหรับอุตสาหกรรมในครอบครัว จากนั้นนำมาสรุปและวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อใช้ในการออกแบบ

จากการใช้แบบสัมภาษณ์ บุคคลที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานตู้อบเครื่องเทศ และรวมไปถึงการหาข้อมูลจากภาคเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง สามารถสรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูลต่างๆที่เกี่ยวข้องได้ดังนี้

**4.1 การวิเคราะห์โครงสร้างภายในของตู้อบเครื่องเทศ** วัสดุที่นำมาพิจารณา คือ

**เหล็ก** มีความแข็งแรง สามารถหล่อลงแบบที่มีรูปร่างสลับซับซ้อนได้ รับแรงกระแทกได้ดี สามารถทำสีได้ง่าย มีราคาถูก มีน้ำหนักมาก เกษมชัย บุญเพ็ญ ( 2533 )

**อลูมิเนียม** ลักษณะภายนอกจะมีสีขาวเงิน น้ำหนักเบา อลูมิเนียมมีการยืดตัวเพียงเล็กน้อย ทนสนิมได้ดีพื้นผิวไม่ทนต่อการกระทบกระแทก สามารถขึ้นรูปได้ง่ายโดยการรีดหรือดึงเป็นแผ่นหรือการหล่อขึ้นรูป ทนต่อกรดอินทรีย์ เช่น กรดมะนาว , กรดน้ำส้ม อลูมิเนียมมีความแข็งแรงน้อยจึงไม่นิยมใช้ในการทำโครงสร้าง ในการประกอบชิ้นส่วนที่ทำด้วยอลูมิเนียม เมื่อเวลาเกิดความชื้นจะเกิดกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน ซึ่งทำให้อลูมิเนียมผุกร่อน

**สเตนเลส** Stainless Steel สีคล้ายเงิน ลักษณะเป็นมัน นิยมใช้ทำเครื่องมือวิทยาศาสตร์ , ภาชนะใส่อาหาร เป็นโลหะที่มีราคาแพงแต่มีอายุการใช้งานที่ยาวนานมาก ทนต่อการกัดกร่อนได้ดี และเสียค่าบำรุงรักษาถูกเมื่อเทียบกับโลหะชนิดอื่น สามารถเชื่อมได้ และตกแต่งได้ดี ในการเลือกใช้สเตนเลสเนื่องจากมีราคาค่อนข้างแพงควรเลือกใช้ให้เหมาะสมกับลักษณะการนำไปใช้งาน

**<u>เลือกใช้</u>** **เหล็ก** เนื่องจากมีความแข็งแรง รับแรงกระแทกได้ดี มีความเหมาะสมในการนำไปใช้ทำโครงสร้าง ตลอดจนเหล็กมีราคาถูกและหาซื้อได้ง่ายตามท้องตลาด

**4.2 การวิเคราะห์ประเภทของเหล็กที่ใช้ทำโครงสร้าง** โดยเลือกนำมาพิจารณา คือ

**เหล็กท่อเหลี่ยม** สามารถรับแรงอัดได้ดีกว่า แต่ถ้าน้ำเข้าไปจะเกิดสนิมได้ง่าย

**เหล็กฉาก** มีความหนามากกว่าเหล็กท่อ รูปทรงในการรับแรงมีน้อยกว่าเหล็กท่อกลวง มีความแข็งแรง

**เหล็กเส้นตัน** เหมาะสำหรับรับแรงดึงมากกว่า เหล็กประเภทนี้เหมาะสำหรับงานโครงสร้าง ค.ส.ล มากกว่าเป็นงานโครงสร้าง มีน้ำหนักมาก

**<u>เลือกใช้</u>** **เหล็กฉาก** เพราะมีความแข็งแรงสามารถประกอบขึ้นรูปได้ง่าย หาซื้อได้ง่ายตามท้องตลาด

**4.3 การวิเคราะห์วัสดุที่นำมาใช้เป็นโครงสร้างภายนอกของตู้อบเครื่องเทศ** วัสดุที่นำมาพิจารณา คือ

**เหล็กแผ่น** หมายถึงโลหะแผ่นทุกชนิด มีความหนาไม่เกิน 3/16 นิ้ว สามารถเชื่อมและทำสีได้ง่าย มีความแข็งแรง เกษมชัย บุญเพ็ญ ( 2533 )

**อลูมิเนียม** ลักษณะภายนอกคือสีขาวเงิน น้ำหนักเบา มีการยืดตัวเพียงเล็กน้อย ทนสนิมได้ดี พื้นผิวไม่ทนต่อการรับแรงกระแทก ทนต่อกรดอินทรีย์ เช่น กรดมะนาว , กรดน้ำส้ม อลูมิเนียมมีความแข็งแรงน้อยจึงไม่นิยมนำมาใช้ทำในรูปของวัสดุโครงสร้าง เมื่อเกความชื้นจะเกิดกระแสไฟฟ้าไหลผ่านทำให้โลหะอลูมิเนียมผุกร่อน

**สเตนเลส** Stainless Steel สีคล้ายเงินลักษณะเป็นมัน นิยมทำเครื่องมือวิทยาศาสตร์ , ภาชนะใส่อาหาร เป็นโลหะที่มีราคาแพงแต่อายุการใช้งานยาวนาน ทนต่อการกัดกร่อนได้ดีและเสียค่าบำรุงรักษาถูกเมื่อเทียบกับโลหะชนิดอื่น สามารถเชื่อมและตกแต่งได้ดี

**<u>เลือกใช้</u>** **สแตนเลส** เนื่องจากมีความแข็งแรง ทนทาน สามารเชื่อมประกอบและทำความสะอาดได้ง่าย ราคาถูก

**4.4 การวิเคราะห์วัสดุที่ใช้ทำรางวางเครื่องเทศ** วัสดุที่นำมาพิจารณา คือ

**เหล็กแผ่น** หมายถึงโลหะแผ่นทุกชนิด มีความหนาไม่เกิน 3/16 นิ้ว สามารถเชื่อมและทำสีได้ง่าย มีความแข็งแรง เกษมชัย บุญเพ็ญ ( 2533 )

**อลูมิเนียม** ลักษณะภายนอกคือสีขาวเงิน น้ำหนักเบา มีการยืดตัวเพียงเล็กน้อย ทนสนิมได้ดี พื้นผิวไม่ทนต่อการรับแรงกระแทก ทนต่อกรดอินทรีย์ เช่น กรดมะนาว , กรดน้ำส้ม อลูมิเนียมมีความแข็งแรงน้อยจึงไม่นิยมนำมาใช้ทำในรูปของวัสดุโครงสร้าง เมื่อเกความชื้นจะเกิดกระแสไฟฟ้าไหลผ่านทำให้โลหะอลูมิเนียมผุกร่อน

**สเตนเลส** Stainless Steel สีคล้ายเงินลักษณะเป็นมัน นิยมทำเครื่องมือวิทยาศาสตร์ , ภาชนะใส่อาหาร เป็นโลหะที่มีราคาแพงแต่อายุการใช้งานยาวนาน ทนต่อการกัดกร่อนได้ดีและเสียค่าบำรุงรักษาถูกเมื่อเทียบกับโลหะชนิดอื่น สามารถเชื่อมและตกแต่งได้ดี

**เลือกใช้ สเตนเลส** เพราะสเตนเลสทนต่อการกัดกร่อนได้ดี เนื่องจากต้องใช้วางหน่อไม้ที่มีลักษณะเปียกชื้นตลอดเวลา ไม่เป็นสนิม และไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค

**4.5 การวิเคราะห์วัสดุที่ใช้ทำบานเปิดของตู้อบเครื่องเทศ** วัสดุที่นำมาพิจารณา คือ

**สเตนเลส** Stainless Steel สีคล้ายเงินลักษณะเป็นมัน นิยมทำเครื่องมือวิทยาศาสตร์ , ภาชนะใส่อาหาร เป็นโลหะที่มีราคาแพงแต่อายุการใช้งานยาวนาน ทนต่อการกัดกร่อนได้ดีและเสียค่าบำรุงรักษาถูกเมื่อเทียบกับโลหะชนิดอื่น สามารถเชื่อมและตกแต่งได้ดี

**อลูมิเนียม** ลักษณะภายนอกคือสีขาวเงิน น้ำหนักเบา มีการยืดตัวเพียงเล็กน้อย ทนสนิมได้ดี พื้นผิวไม่ทนต่อการรับแรงกระแทก ทนต่อกรดอินทรีย์ เช่น กรดมะนาว , กรดน้ำส้ม อลูมิเนียมมีความแข็งแรงน้อยจึงไม่นิยมนำมาใช้ทำในรูปของวัสดุโครงสร้าง เมื่อเกดความชื้นจะเกิดกระแสไฟฟ้าไหลผ่านทำให้โลหะอลูมิเนียมผุกร่อน

**เหล็ก** มีความแข็งแรง สามารถหล่อลงแบบที่มีรูปร่างสลับซับซ้อนได้ รับแรงกระแทกได้ดี สามารถทำสีได้ง่าย มีราคาถูก มีน้ำหนักมาก เกษมชัย บุญเพ็ญ ( 2533 )

**เลือกใช้ เหล็ก** เพราะมีความแข็งแรง ทนทาน สามารถทำสีและประกอบขึ้นรูปได้ง่าย มีราคาถูก หาซื้อได้ง่ายตามท้องตลาด

**4.6 การวิเคราะห์สวิตซ์ที่ใช้ในการเปิด-ปิดตู้อบเครื่องเทศ** โดยเลือกพิจารณา คือ

**สวิตซ์แบบกด** เมื่อกดจะทำให้วงจรเปิด ใช้งานได้สะดวก อายุการใช้งานนาน

**สวิตซ์แบบเลื่อน** ใช้งานโดยการเลื่อนสวิตซ์ ซึ่งอาจมีจังหวะในการใช้งานหลายๆช่อง

**สวิตซ์แบบโยก** เหมาะสำหรับการใช้งานกับเครื่องบังคับต่างๆ

**เลือกใช้ สวิตซ์แบบกด** เพราะสวิตซ์แบบกดสามารถใช้งานได้สะดวก อายุการใช้งานนาน หาซื้อได้ง่ายตามท้องตลาด และเหมาะสมกับการนำมาใช้งานกับเครื่องจักรที่ใช้ไฟฟ้า

**4.7 การวิเคราะห์สวิตซ์ที่ใช้ในการปรับตั้งอุณห๓มิความร้อน** โดยเลือกพิจารณา คือ

**สวิตซ์แบบกด** เมื่อกดจะทำให้วงจรเปิด ใช้งานได้สะดวก อายุการใช้งานนาน

**สวิตซ์แบบเลื่อน** ใช้งานโดยการเลื่อนสวิตซ์ ซึ่งอาจมีจังหวะในการใช้งานหลายๆช่อง

**สวิตซ์แบบโยก** เหมาะสำหรับการใช้งานกับเครื่องบังคับต่างๆ

**<u>เลือกใช้</u>** **สวิตซ์แบบเลื่อน** เพราะสวิตซ์แบบเลื่อนสามารถใช้งานได้สะดวก ซึ่งจะมีลักษณะของการหช้งานเป็นช่องๆเพื่อเป็นการกำหนดระดับของความร้อน หาซื้อได้ง่ายตามท้องตลาด และเหมาะสมกับการนำมาใช้งานกับเครื่องจักรที่ใช้ไฟฟ้า

**4.8 การวิเคราะห์ส่วนที่ใช้รองรับโครงสร้างของเครื่อง** โดยเลือกพิจารณา คือ

**อลูมิเนียม** ลักษณะภายนอกคือสีขาวเงิน น้ำหนักเบา มีการยืดตัวเพียงเล็กน้อย ทนสนิมได้ดี พื้นผิวไม่ทนต่อการรับแรงกระแทก ทนต่อกรดอินทรีย์ เช่น กรดมะนาว , กรดน้ำส้ม อลูมิเนียมมีความแข็งแรงน้อยจึงไม่นิยมนำมาใช้ทำในรูปของวัสดุโครงสร้าง เมื่อเกิดความชื้นจะเกิดกระแสไฟฟ้าไหลผ่านทำให้โลหะอลูมิเนียมผุกร่อน

**เหล็ก** มีความแข็งแรง สามารถหล่อลงแบบที่มีรูปร่างสลับซับซ้อนได้ รับแรงกระแทกได้ดี สามารถทำสีได้ง่าย มีราคาถูก มีน้ำหนักมาก เกษมชัย บุญเพ็ญ ( 2533 )

**ยาง** ทนต่อแรงดึง สามารถรับแรงสั่นสะเทือนได้ดี และยืดหดตัวได้ดี ไม่เป็นสื่อนำไฟฟ้า

**<u>เลือกใช้</u>** **เหล็ก** เพราะมีความแข็งแรง รับรงกระแทกได้ดี มีน้ำหนักมาก ราคาถูก เหมาะสำหรับใช้ทำเป็นวัสดุโครงสร้าง

**4.9 การวิเคราะห์สีที่เลือกใช้ในการออกแบบ** โดยเลือกพิจารณา คือ

**สีน้ำเงิน** ในมาตราฐานสัญลักษณ์หมายถึง วัตถุหรือสารอันตราย

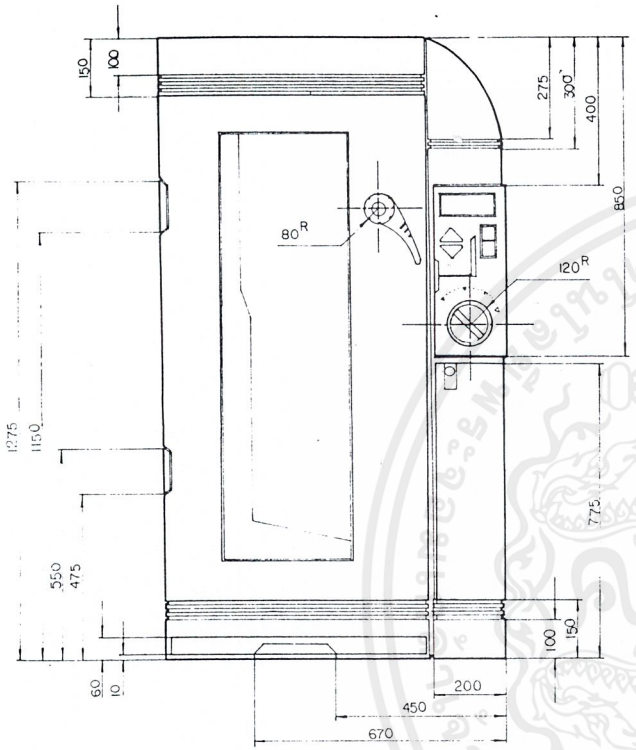
**สีเงิน** ในมาตราฐานสัญลักษณ์หมายถึง ความปลอดภัยวัตถุที่ไม่เป็นอันตราย เวลามองให้ความรู้สึกโปร่งใส เป็นสีที่คล้อยตามไปกับสภาพแวดล้อม

**<u>เลือกใช้</u>** **สีเงิน** เพราะหมายถึง วัตถุที่ไม่เป็นอันตราย เป็นสีของเครื่องจักรกลการเกษตร เป็นสีที่ให้ความรู้สึกสบายตา เป็นสีของผิวสแตนเลสซึ่งสามารถทำความสะอาดได้ง่าย

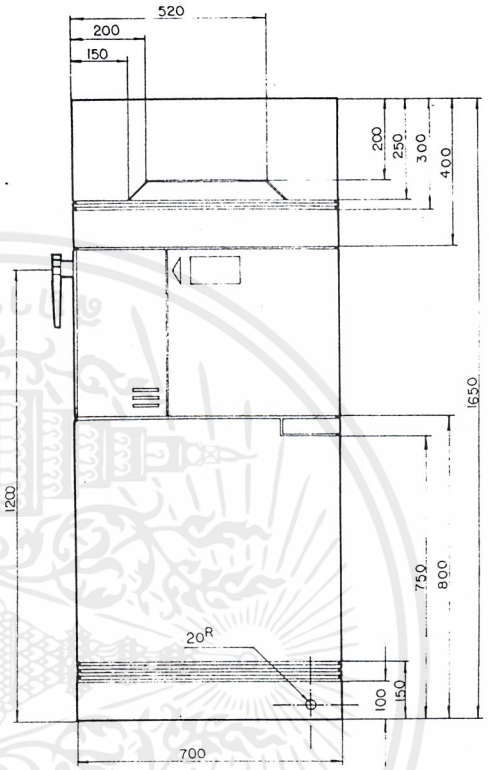
**4.10 การออกแบบ**

ในการออกแบบหลังจากการวิเคราะห์ข้อมูลจึงได้นำสรุปมาใช้ในการออกแบบได้ดังนี้

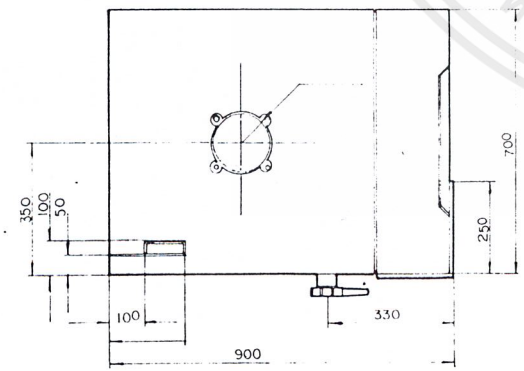
1. การเสนอแบบร่าง SKETCH DESIGN
2. การเขียนแบบ WORKING DRAWING
3. การนำเสนอผลงาน PRESENTATION
4. การทำต้นแบบหรือหุ่นจำรอง MODEL




FRONT VIEW




RIGHT-SIDE VIEW



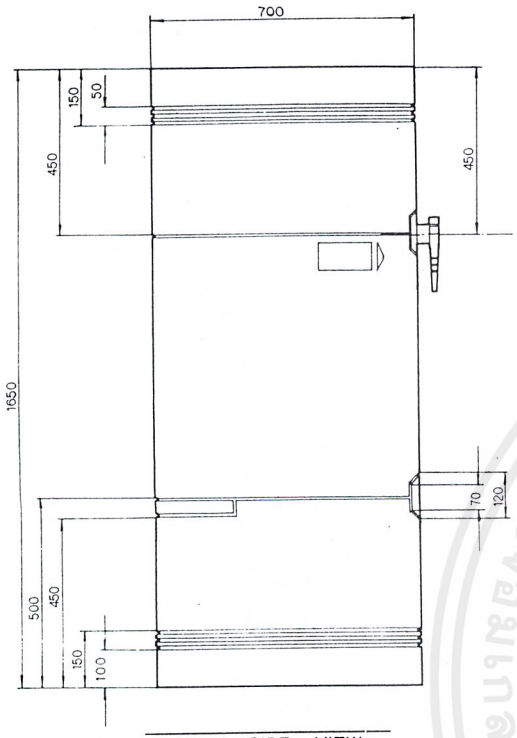

TOP VIEW

ELEVTION

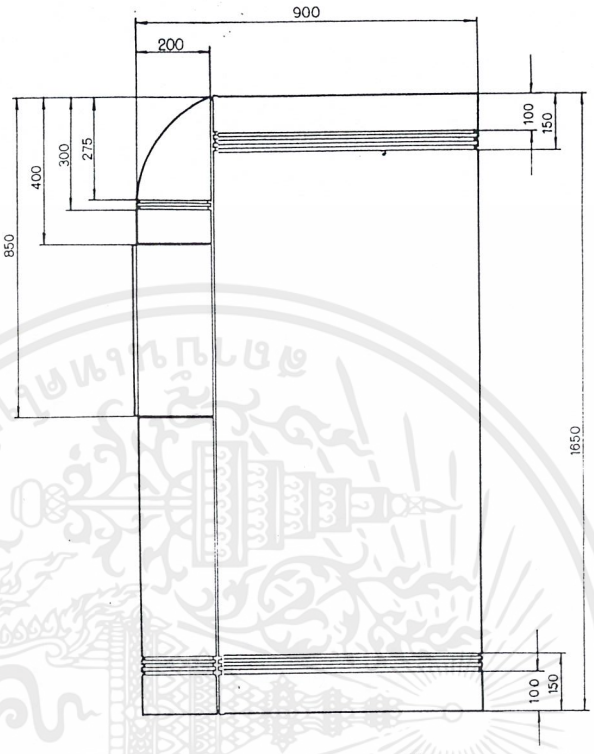
SCALE 1:10 UNIT : MM.

111

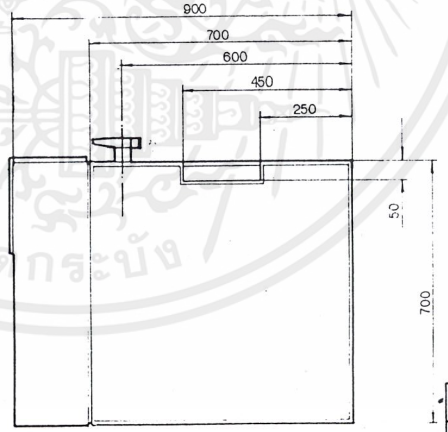
| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| ว. ค. ป. | 28/1/42 | ชื่อ - สกุล | เลขที่ | แผ่นที่ |
| นักศึกษา | นาย กฤษณ์ กฤษณบนท์ | | 40030503 | 1 |
| สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง | โครงการออกแบบปรับปรุง ตู้อบเครื่องเทศ | | | |
| | อาจารย์ที่ปรึกษา<br>อ. จตุรงค์ เลาหะเพ็ญแสง | | | |




LEFT - SIDE VIEW




BACK VIEW



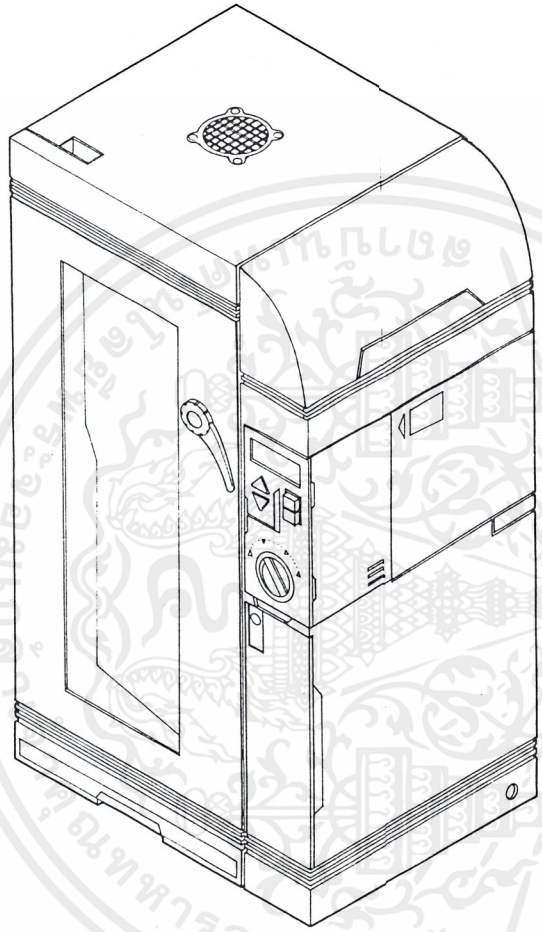

BOTTOM VIEW

ELEVATION

SCALE 1 : 10 UNIT : MM.

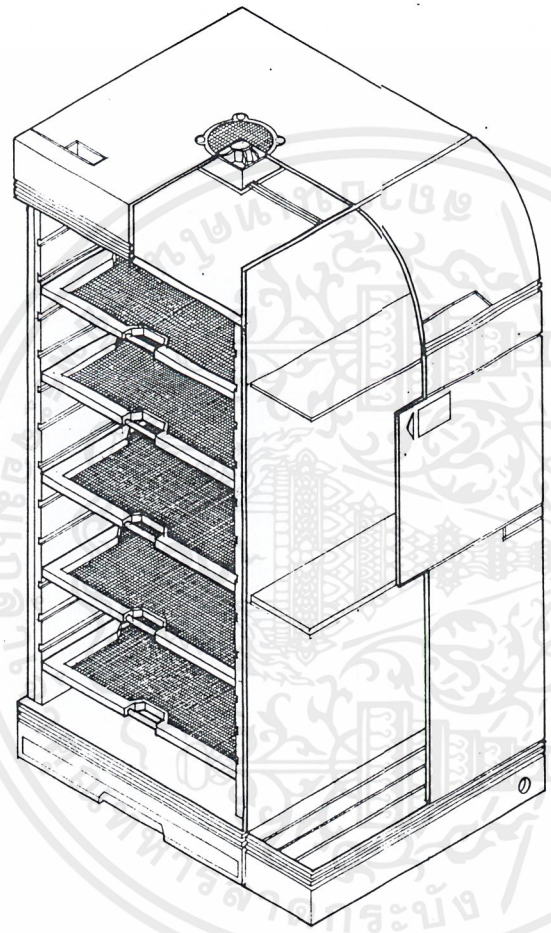
112

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| ว. ด. ป. | 28/1/42 | ชื่อ - สกุล | เลขที่ | แผ่นที่ |
| นักศึกษา | นาย กฤษณ์ กฤษณนนท์ | | 400503 | 2 |
| สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง | โครงการออกแบบปรับปรุง ตู้อบเครื่องเทศ<br>อาจารย์ที่ปรึกษา<br>อ. จตุรงค์ เลาหะเพ็ญแสง | | | |



| ISOMETRIC |
| --- |
| SCALE 1 : 10 |

| ว. ด. ป. | 28/1/42 | ชื่อ - สกุล | เลขที่ | แผ่นที่ |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| นักศึกษา | นาย | กฤษณ์ กฤษณนนท์ | 40030503 | 3 |
| สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง | โครงการออกแบบปรับปรุง ตู้อบเครื่องสำอาง | | | |
| | อาจารย์ที่ปรึกษา<br>อ. จตุรงค์ เลาหะเพ็ญแสง | | | |

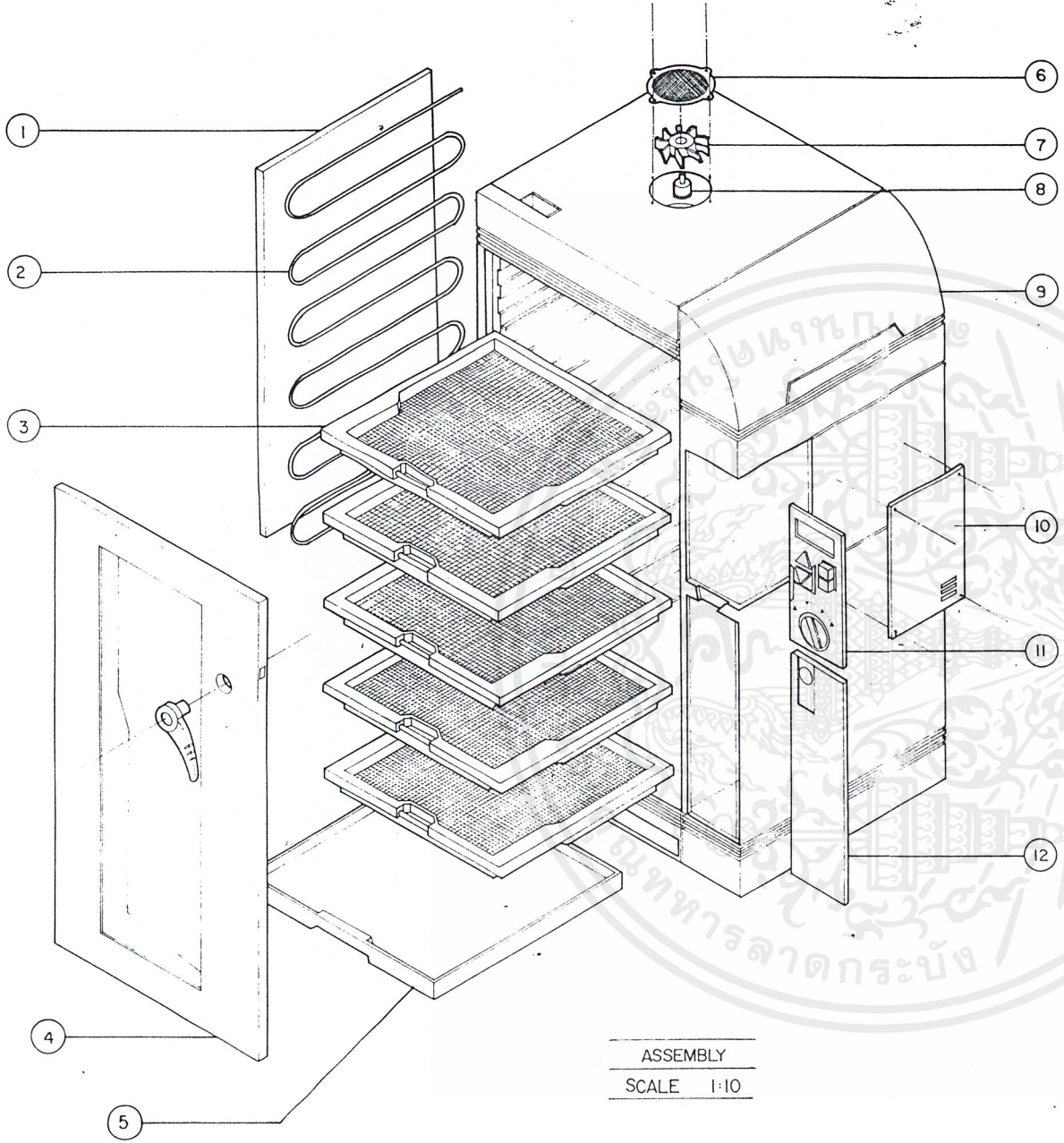


SECTION

SCALE 1:10



| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| ว. ค. ป. | 28/1/42 | ชื่อ - สกุล | เลขที่ | แผ่นที่ |
| นักศึกษา | นาย กฤษณ์ กฤษณนนท์ | | 40030503 | 4 |
| สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง | โครงการออกแบบปรับปรุง ตู้อบเครื่องเทศ | | | |
| | อาจารย์ที่ปรึกษา<br>อ. จตุรงค์ เลาหะเพ็ญแสง | | | |



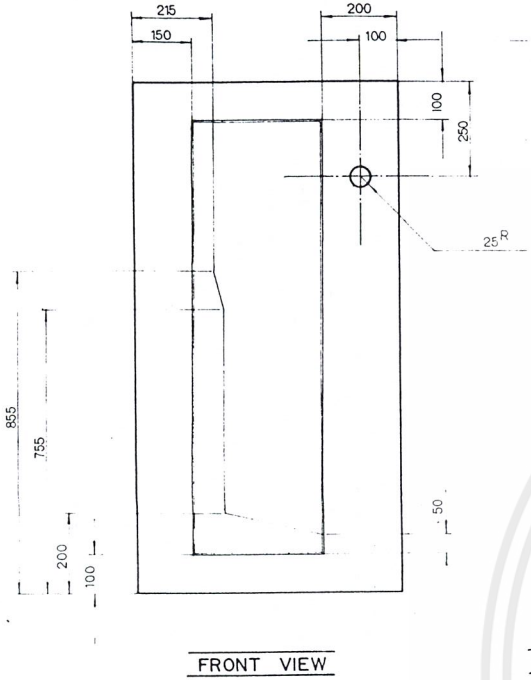

ASSEMBLY
SCALE 1:10

| ลำดับ | รายการ | วัสดุ | จำนวน |
|---|---|---|---|
| 12 | บานเก็บตระแกรง | สแตนเลส | 1 |
| 11 | แผงควบคุม | สแตนเลส | 1 |
| 10 | ฝาปิดแผงควบคุม | สแตนเลส | 1 |
| 9 | ตัวตู้อบ | สแตนเลส | 1 |
| 8 | มอเตอร์พัดลม | มอเตอร์ | 1 |
| 7 | พัดลมดูดอากาศ | อลูมิเนียม | 1 |
| 6 | ตระแกรงพัดลม | ตระแกรงลวด | 1 |
| 5 | ถาดรองเศษเครื่องเทศ | สแตนเลส | 1 |
| 4 | บานประตูตู้อบ | สแตนเลส | 1 |
| 3 | ตระแกรงวางเครื่องเทศ | สแตนเลส | 5 |
| 2 | ชุดลวดความร้อน | ทองแดง | 2 ด้าน |
| 1 | ฉนวนกันความร้อน | ฉนวน | 6 ด้าน |

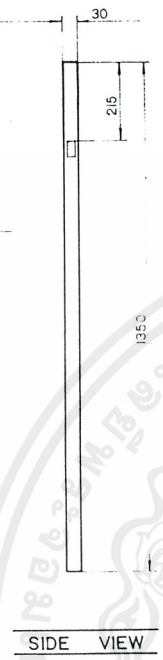
| ว. ด. ป. | 28/1/42 | ชื่อ-สกุล | เลขที่ | แผ่นที่ |
|---|---|---|---|---|
| นักศึกษา | นาย กฤษณ์ กฤษณนนท์ | | 40030503 | 5 |

| สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง | โครงการออกแบบปรับปรุง ตู้อบเครื่องเทศ |
|---|---|
| | อาจารย์ที่ปรึกษา<br>อ. จตุรงค์ เลาหะเพ็ญแสง |

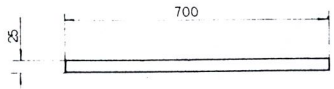
115




FRONT VIEW



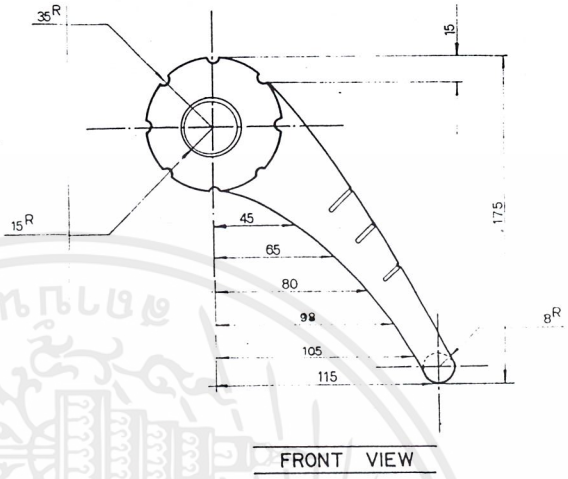

SIDE VIEW



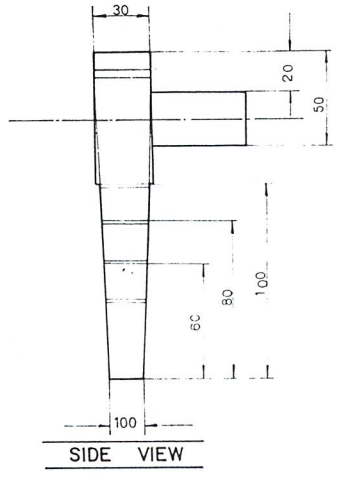

TOP VIEW

PART - 4

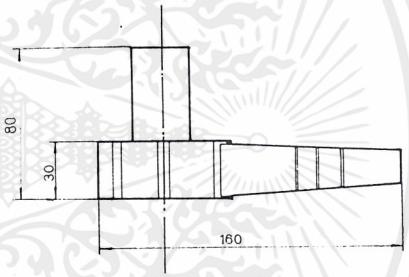
SCALE 1 : 10




FRONT VIEW



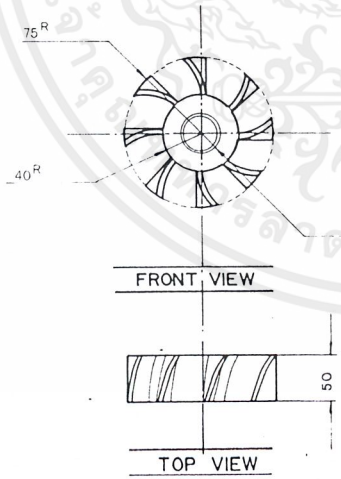

SIDE VIEW




TOP VIEW

PART - 13

SCALE 1 : 2




FRONT VIEW

TOP VIEW

PART - 7

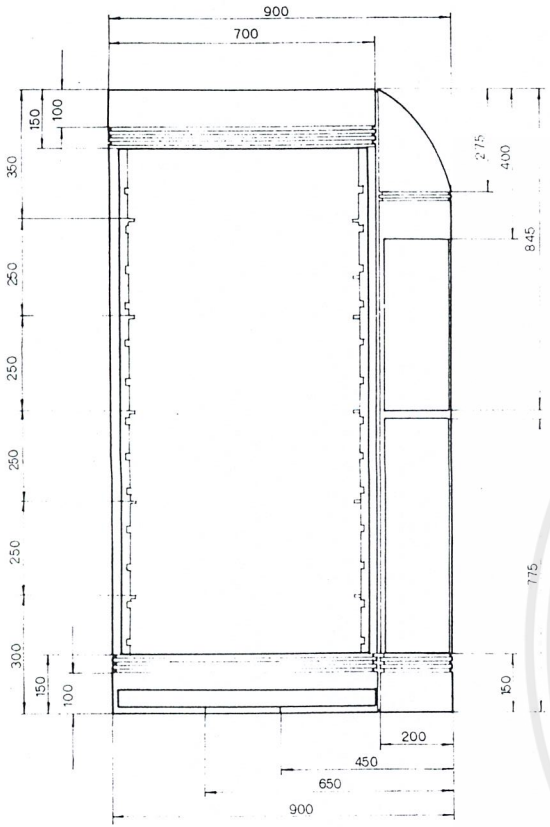
SCALE 1 : 4

DETAIL OF PART

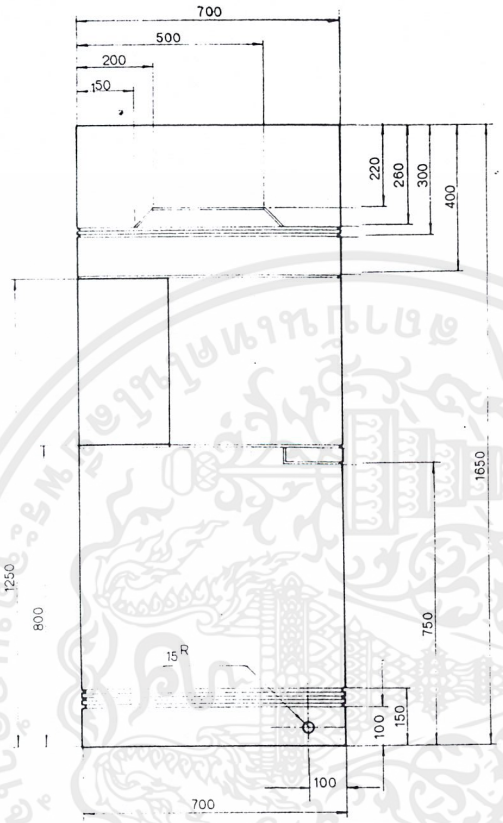
UNIT : MM.

116

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| ว. ด. ป. | 28/1/42 | ชื่อ สกุล | เลขที่ | แผ่นที่ |
| นักศึกษา | นาย กฤษณ์ กฤษณนนท์ | | 40030503 | 6 |
| สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง | โครงการออกแบบปรับปรุง ตู้อบเครื่องเทศ | | | |
| | อาจารย์ที่ปรึกษา<br>อ. จตุรงค์ เลาหะเพ็ญแสง | | | |



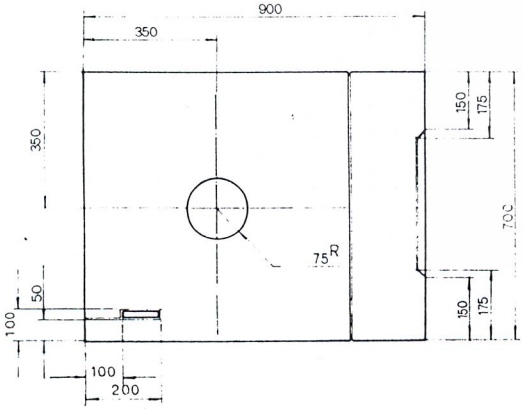

FRONT VIEW



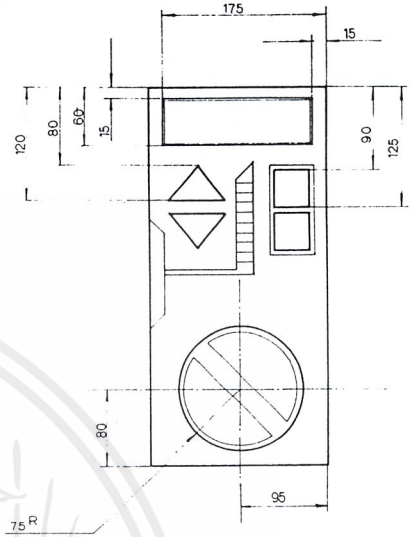

SIDE VIEW

PART - 9

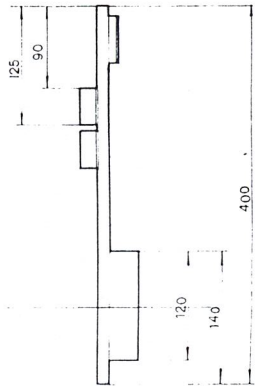
SCALE 1:10



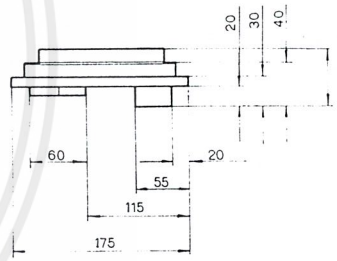

TOP VIEW.




FRONT VIEW




SIDE VIEW




TOP VIEW

PART - II

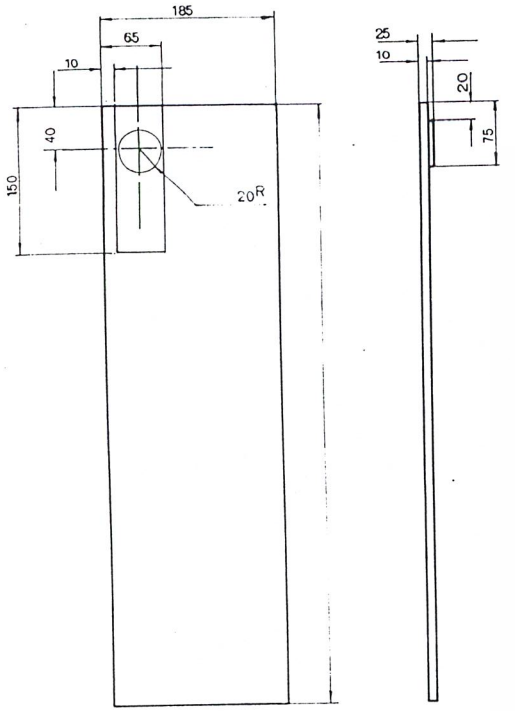
SCALE 1:4

DETAIL OF PART

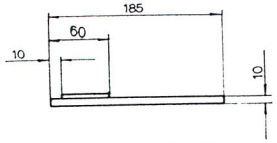
UNIT : MM

117

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| ว. ด. ป. | 28/1/42 | ชื่อ - สกุล | เลขที่ | แผ่นที่ |
| นักศึกษา | นาย กฤษณ์ กฤษณนนท์ | | 40030503 | 7 |
| สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง | โครงการออกแบบปรับปรุง ตู้อบเครื่องเทศ | | | |
| | อาจารย์ที่ปรึกษา<br>อ. จตุรงค์ เกาะเพ็ญแสง | | | |

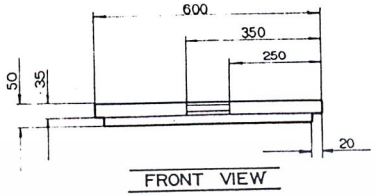



FRONT VIEW SIDE VIEW

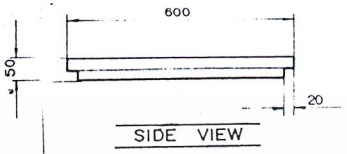



TOP VIEW

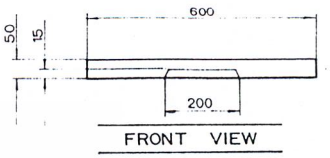
PART - 12
SCALE 1 : 4



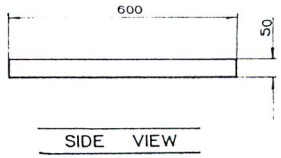

FRONT VIEW



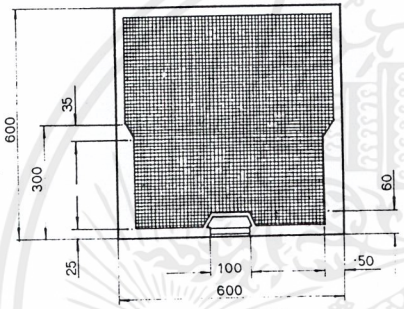

SIDE VIEW




FRONT VIEW

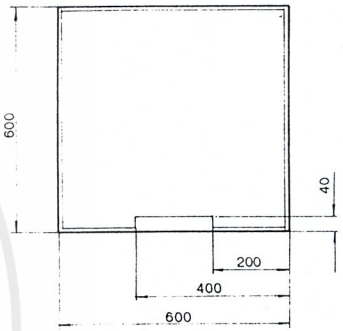



SIDE VIEW




TOP VIEW

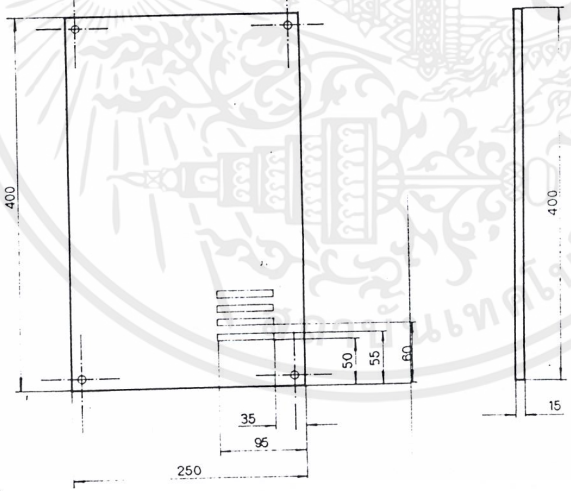
PART - 3
SCALE 1 : 10




TOP VIEW

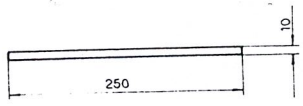
PART - 5
SCALE 1 : 10

DETAIL OF PART
UNIT : MM.




FRONT VIEW SIDE VIEW

PART - 10
SCALE 1 : 4



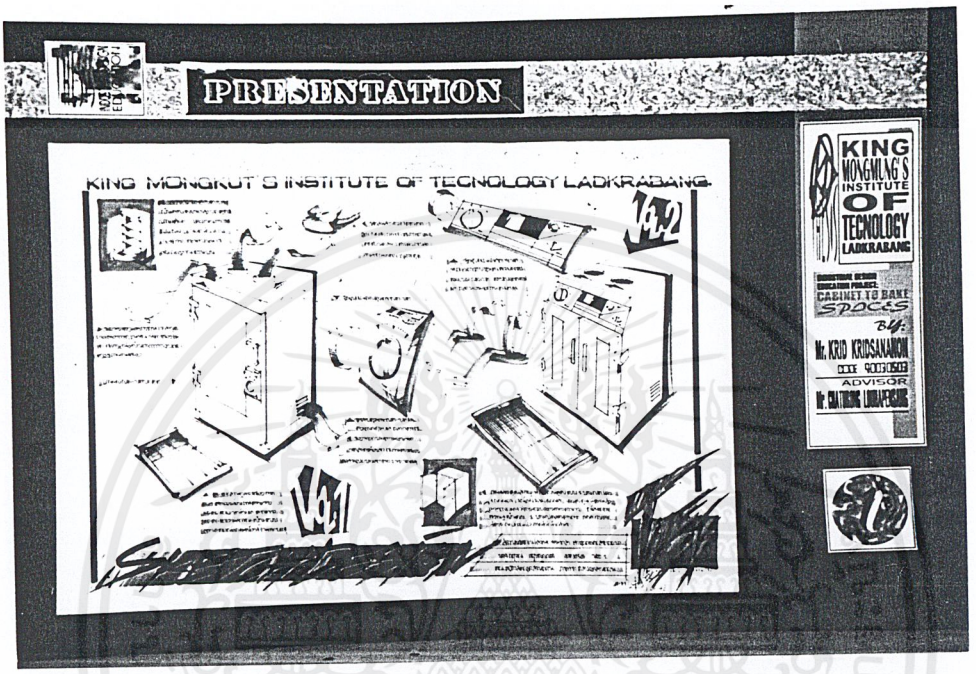

118

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| ว. ด. ป. | 28/1/42 | ชื่อ - สกุล | เลขที่ | แผ่นที่ |
| นักศึกษา | | นาย กฤษณ์ กฤษณน่นท์ | 40030503 | 8 |
| สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าเจ้าคุณ ทหารลาดกระบัง | | โครงการออกแบบปรับปรุง ตู้อบเครื่องเทศ<br>อาจารย์ที่ปรึกษา<br>ดร. อดุลย์ เลาหะเพ็ญแสง | | |

แบบถ่ายย่อ

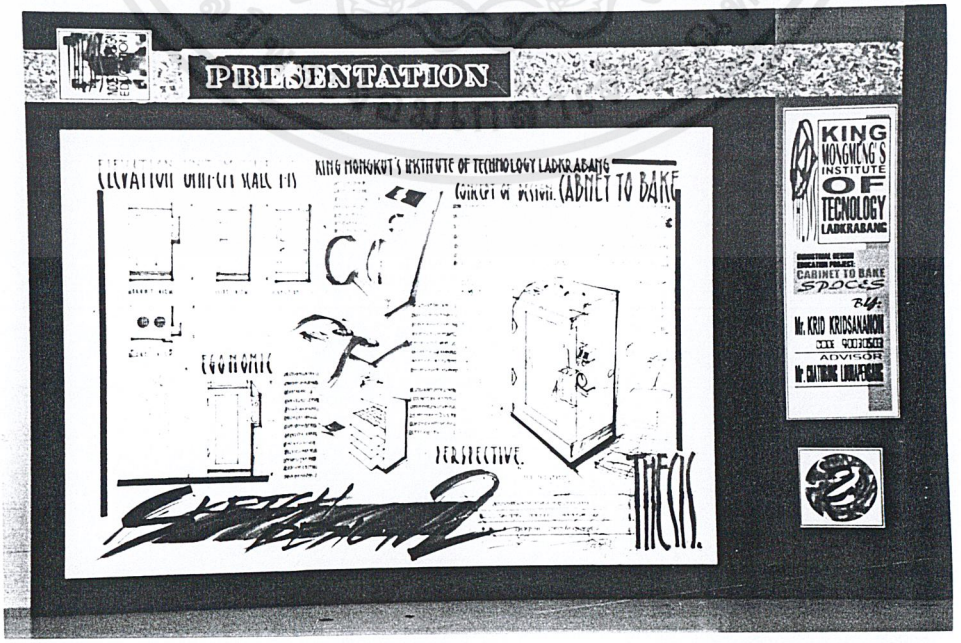
ภาพที่ 52

SKETCH DESIGN 1



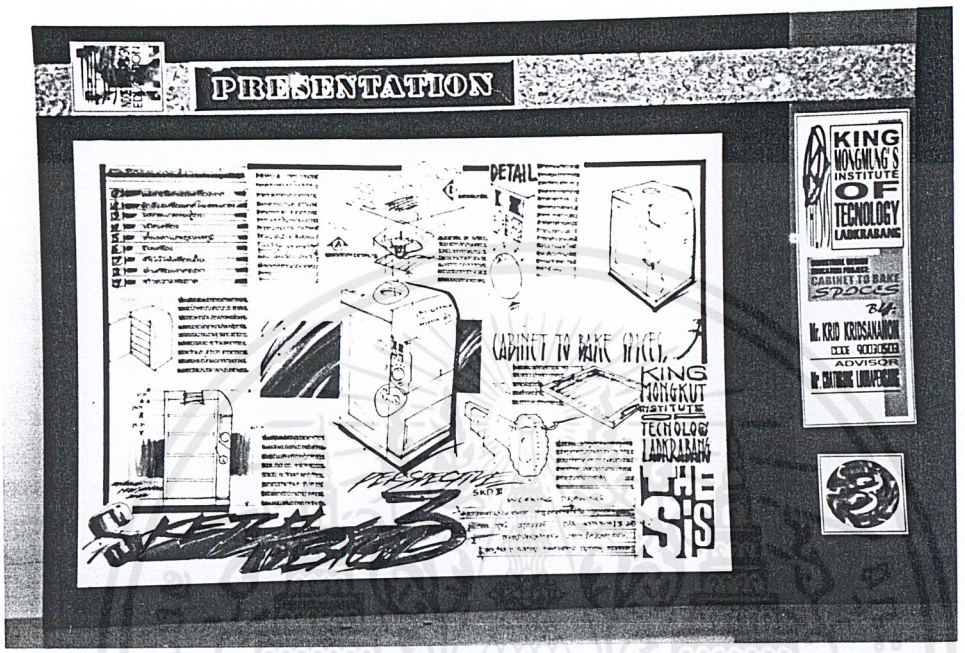

ภาพที่ 53

SKETCH DESIGN 2



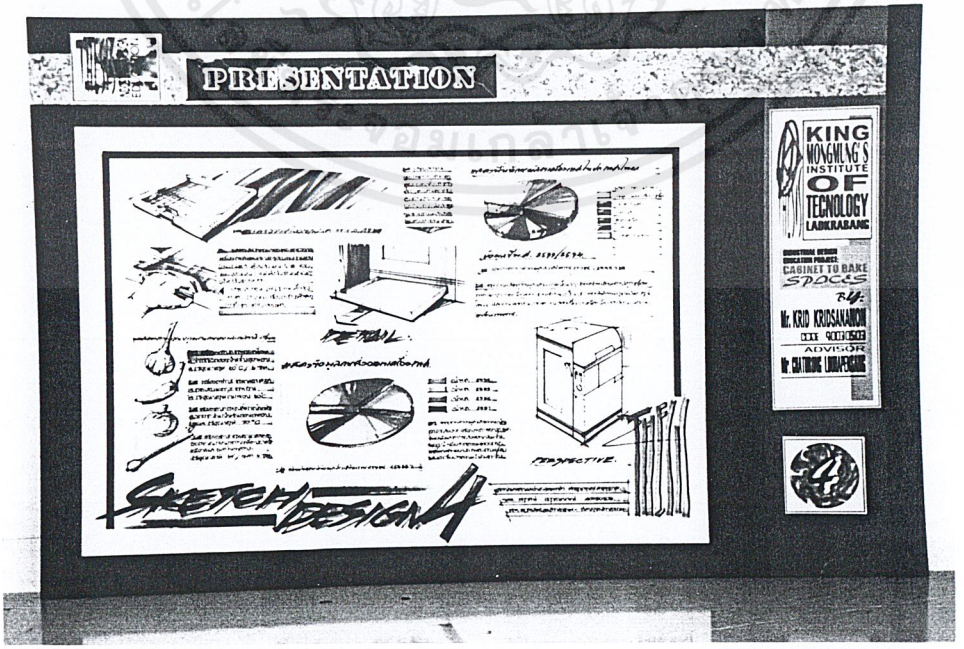
ภาพที่ 54

SKETCH DESIGN 3



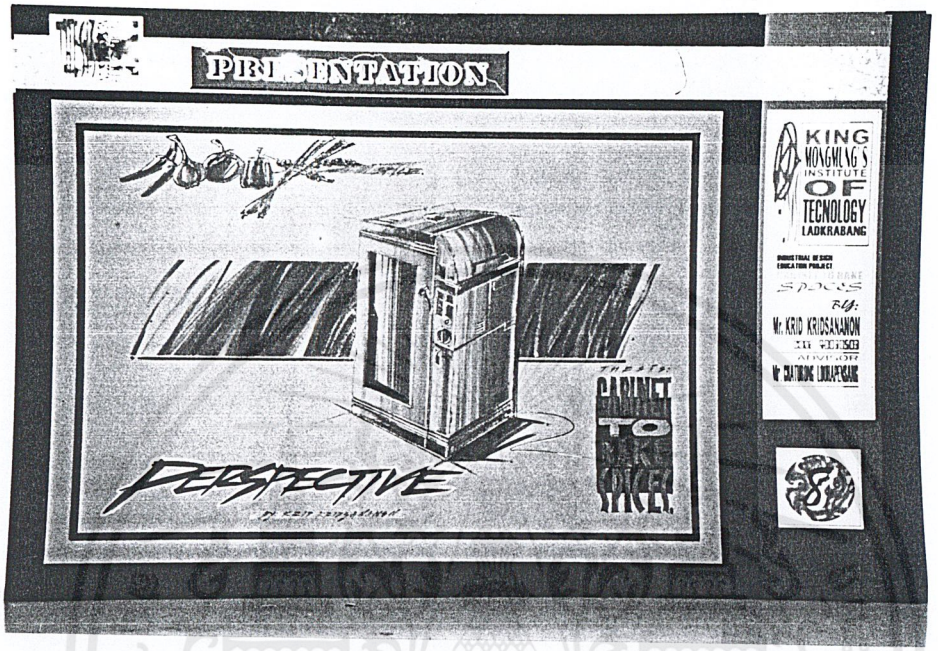

ภาพที่ 55

SKETCH DESIGN 4



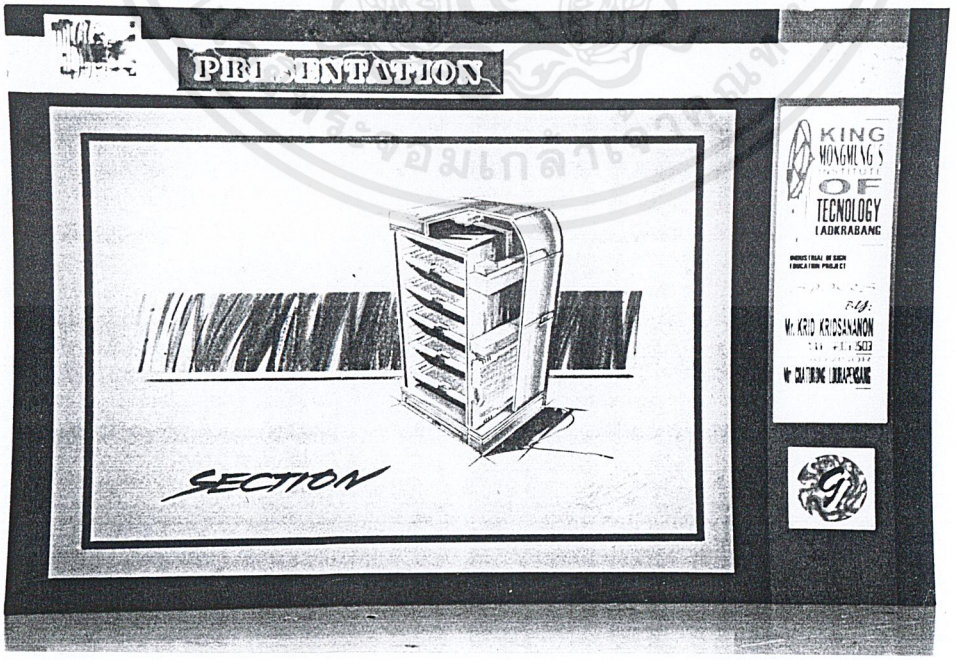
ภาพที่ 56

PERSPECTIVE



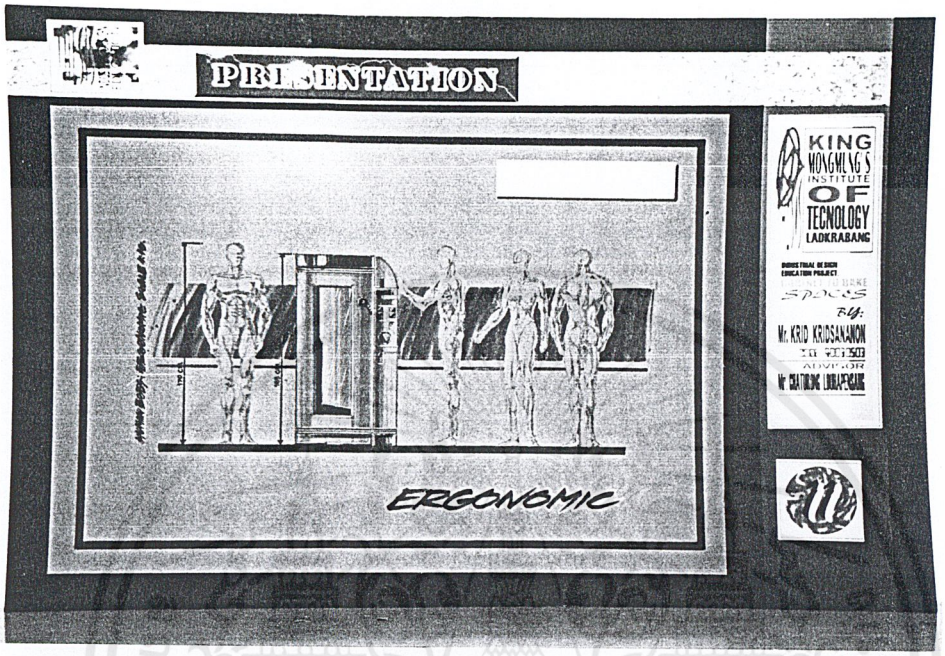

ภาพที่ 57

SECTION



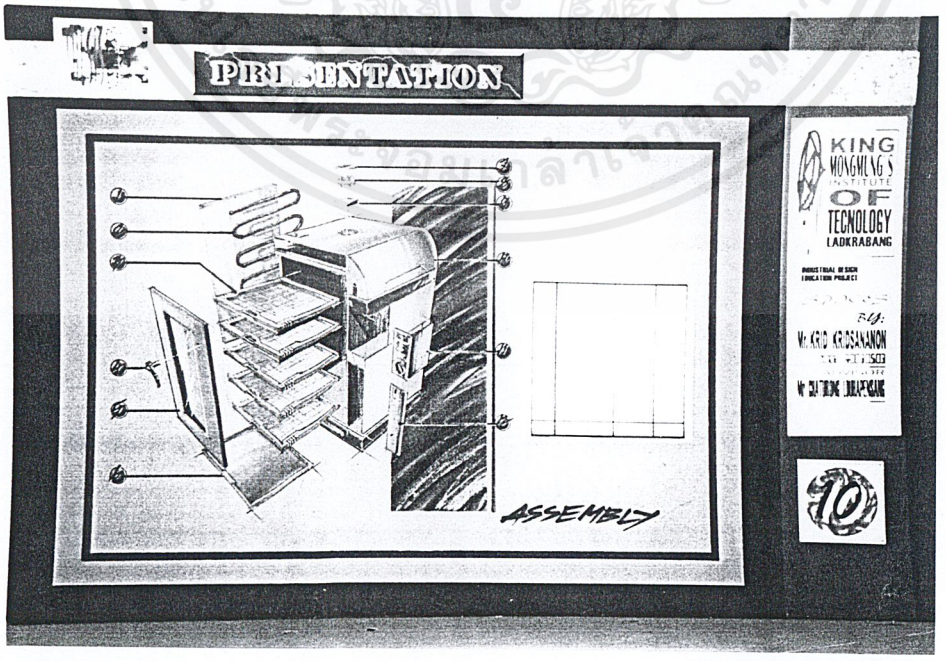
ภาพที่ 58

ERGONOMIC



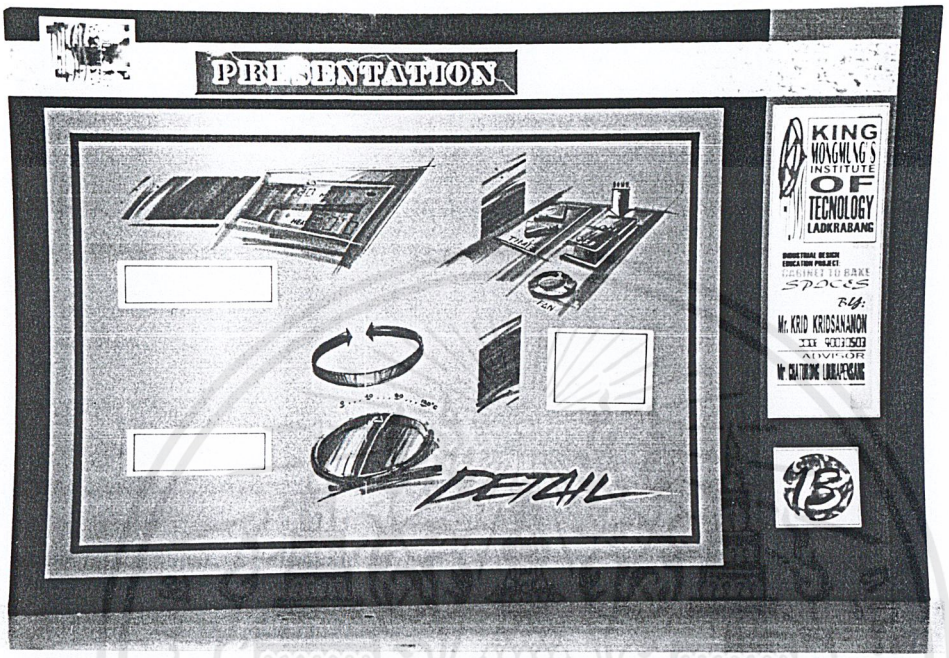

ภาพที่ 59

ASSEMBLY



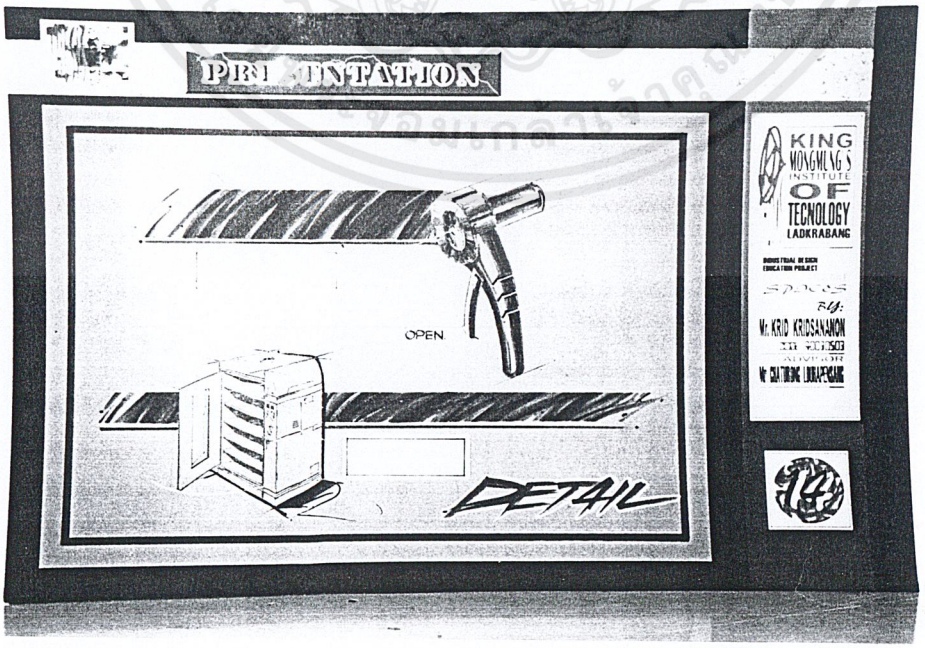
ภาพที่ 60

DETAIL 1



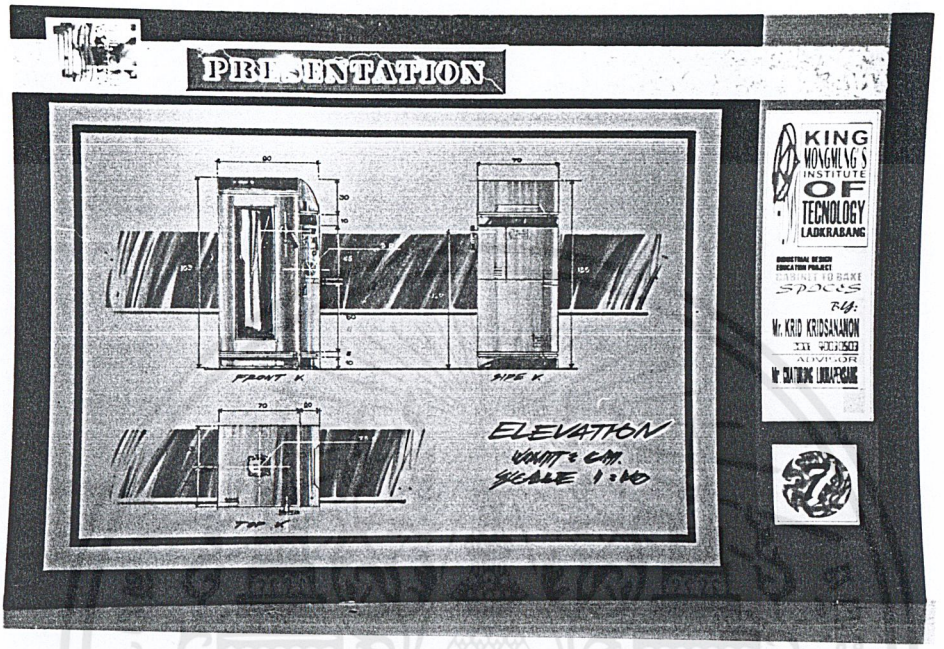

ภาพที่ 61

DETAIL 2



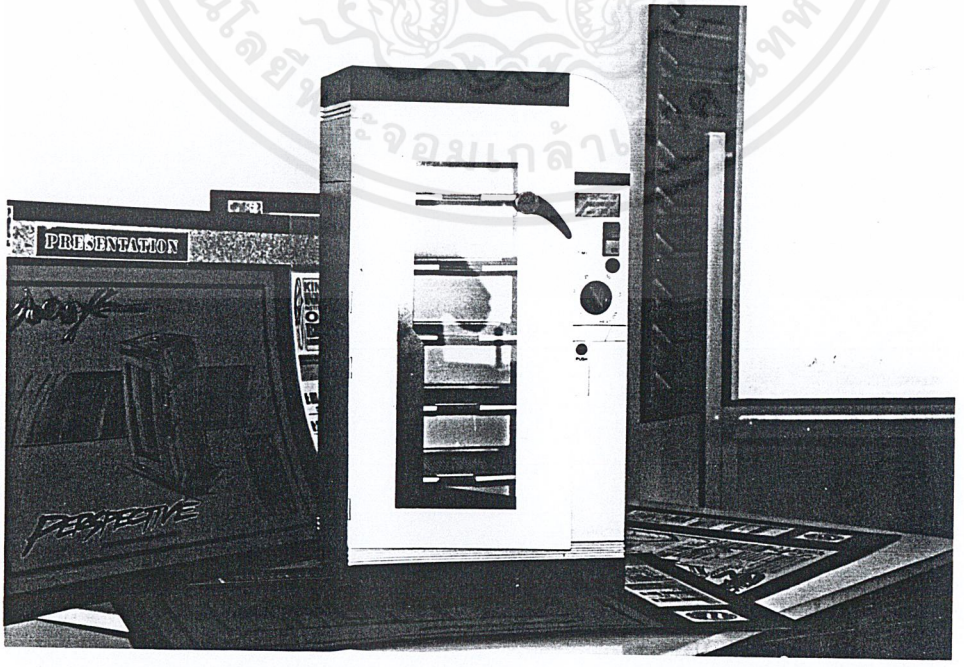
ภาพที่ 62

DETAIL



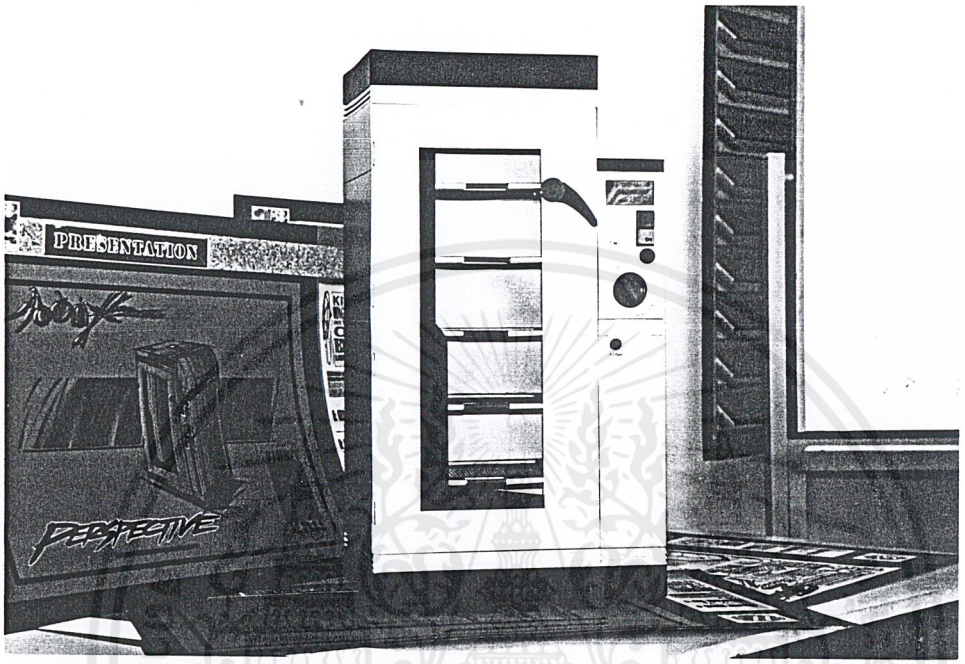

ภาพที่ 63

DETAIL



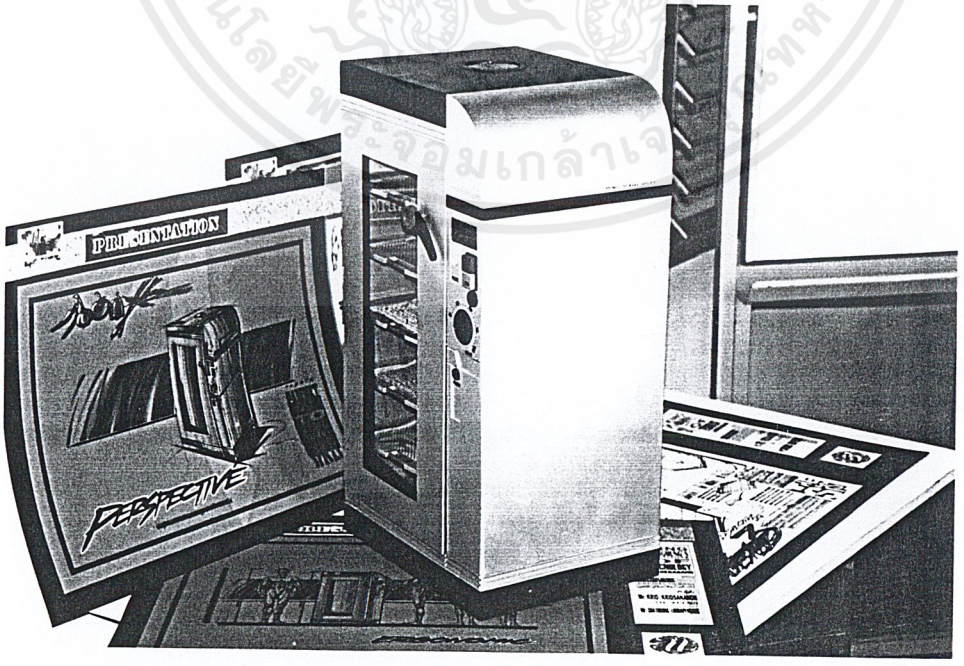
ภาพที่ 64

หุ่นจำลอง MODEL 1




ภาพที่ 65

หุ่นจำลอง MODEL 2



# บทที่ 5

# สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยเรื่อง โครงการออกแบบปรับปรุงตู้อบเครื่องเทศก่อนการแปรรูปเพื่อการจำหน่ายสำหรับอุตสาหกรรมในครอบครัว ได้สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

## 5.1 สรุปผลการวิจัย

ในการทำวิจัยเรื่อง โครงการออกแบบปรับปรุงตู้อบเครื่องเทศสำหรับอุตสาหกรรมในครอบครัว โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ ออกแบบปรับปรุงตู้อบเครื่องเทศก่อนแปรรูปเพื่อการจำหน่าย โดยสามารถช่วยทุ่นแรงให้กับเกษตรกรในการผลิตเครื่องเทศแตกแห้ง เพื่อที่จะเป็นการเพิ่มรายได้ให้กับเกษตรกรด้วย

จากการทำวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาข้อมูล โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งทางภาคเอกสาร และการใช้แบบสัมภาษณ์ในการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยการนำมาวิเคราะห์และสามารถสรุปข้อมูลต่างๆได้ดังนี้

1. ในการออกแบบปรับปรุงตู้อบเครื่องเทศ สามารถอบเครื่องเทศได้ โดยใช้เวลาไม่นาน และเครื่องเทศที่ได้จะมีอัตราความแห้งที่เท่าๆกัน
2. จะได้เครื่องเทศอบแห้งที่สะอาด ถูกหลักอนามัย
3. สามารถทำการผลิตตู้อบเครื่องเทศที่ใช้ในอุตสาหกรรมขนาดเล็ก
4. มีการจัดวางชุดแผงควบคุมที่สามารถทำงานได้สะดวกและเป็นหมวดหมู่

## 5.2 ข้อเสนอแนะ

ในการทำวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะสำหรับผู้ที่สนใจ คือ ควรศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับระบบการทำงานของเครื่อง และลักษณะต่างๆของเครื่องเทศแต่ละประเภทว่ามีลักษณะแตกต่างกันอย่างไรบ้าง รวมถึงระบบของการทำงานในโรงงานอุตสาหกรรม โดยเฉพาะในเรื่องของความต้องการกระแสไฟฟ้าในระดับที่แตกต่างกันออกไป ของอุปกรณ์เครื่องมือเครื่องใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมขนาดเล็ก เพื่อความเหมาะสมในการออกแบบเครื่องมือในโรงงานที่เกี่ยวข้องกับกำลังของเครื่อง

**5.3 ข้อเสนอแนะของคณะกรรมการ**

จากการสอบวิทยานิพนธ์ในหัวข้อโครงการ ตู้อบเครื่องเทศก่อนการแปรรูปเพื่อการจำหน่ายสำหรับอุตสาหกรรมในครอบครัวนั้น ทางคณะกรรมการผู้เข้าสอบวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ต่างในข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับการทำโครงการนี้ไว้ ซึ่งพอสรุปได้ดังนี้

ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับ

- ความแตกต่างระหว่างการใช้หน่วยความร้อนระหว่าง องศา C. และองศา F. ที่นำมาใช้กับตู้อบ
- ลักษณะและขั้นตอนในการใช้งานของสวิตซ์ต่างๆที่แผงควบคุม เช่น การเรียงลำดับการใช้งานก่อน-หลัง
- ควรเลือกรูปแบบในการนำเสนอข้อมูลที่เหมาะสมกับงาน
- ศึกษาข้อแตกต่างของการตากแห้งเครื่องเทศและการอบโดยใช้ตู้อบว่ามีข้อดีข้อเสียอย่างไร

# บรรณานุกรม


รุ่งรัตน์ เหลืองนทีเทพ .**พืชเครื่องเทศ และ สมุนไพร.** กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, 2540

เกษตรสันทัด,ขุน. **ผลไม้ส่งออก** . กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์หอสมุดกลาง , 2531

โกสินทร์ สายแสงจันทร์ . **การปลูกผักสวนครัว** . กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ก้าวหน้า, 2516

พิทยา สรวมศิริ. **พืชเครื่องเทศ.** ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ , 2529

เกษมชัย บุญเพ็ญ . **พื้นฐานโลหะแผ่น** . กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ประกอบเมโตร , 2533

พูนสิน พูลไพศาส . **โครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องย่อยเศษไฟเบอร์กลาส.** วิทยานิพนธ์คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง , 2540

สถาพร ดีบุญมี ณ ชุมแพ . **ออกแบบอุตสาหกรรม.** พิมพ์ครั้งที่ 2 . กรุงเทพฯ : งานตำราและเอกสารการพิมพ์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล. , 2540

ประมวล ใจสะอาด . **วัสดุช่าง.** กรุงเทพฯ : หจก. นำอักษรการพิมพ์ , 2525

มานพ ตันตระบัณฑิตย์ . **งานซ่อมบำรุงชิ้นส่วนเครื่องจักรกล.** กรุงเทพฯ : บริษัท ส. เอเชียเพรส จำกัด , 2540

# ภาคผนวก

แบบขออนุมัติหัวข้อวิทยานิพนธ์

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

---

ด้วยข้าพเจ้า(นาย/~~นาง~~/~~นางสาว~~) กฤษณ์ กฤษณนนท์

นักศึกษา ภาควิชา ครุศาสตร์สถาปัตยกรรม สาขาวิชา ศิลปอุตสาหกรรม

ที่อยู่ปัจจุบัน บ้านเลขที่ 301/183 ตรอก/ซอย

ถนน ฉลองกรุง ตำบล ลำปลาทิว

อำเภอ/เขต ลาดกระบัง จังหวัด กรุงเทพฯ

หมายเลขโทรศัพท์ที่บ้าน 3268813 ที่ทำงาน

มีความประสงค์ขออนุมัติเขียนวิทยานิพนธ์เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาตรี

สาขา ศิลปอุตสาหกรรม จำนวน 8 หน่วยกิจ

ชื่อเรื่อง (ภาษาไทย) ตู้อบเครื่องเทศก่อนการแปรรูปเพื่อการจำหน่ายสำหรับอุตสาหกรรมในครอบครัว

(ภาษาอังกฤษ) CABINET TO BAKE SPICES FOR INDUSTRY IN FAMILY

ชื่ออาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ อาจารย์ จตุรงค์ เลาหะเพ็ญแสง

ที่อยู่ปัจจุบันของอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ บ้านเลขที่ ตรอก/ซอย

ถนน ตำบล อำเภอ/เขต

จังหวัด โทรศัพท์

ที่ทำงาน เลขที่ ตรอก/ซอย

ถนน ตำบล อำเภอ/เขต

จังหวัด โทรศัพท์

ชื่ออาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์

ถนน ตำบล อำเภอ/เขต

จังหวัด โทรศัพท์

ที่ทำงาน เลขที่ ตรอก/ซอย

ถนน ตำบล อำเภอ/เขต

จังหวัด โทรศัพท์

แบบขออนุมัติหัวข้อวิทยานิพนธ์

คระครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

---

โครงการเสนอวิทยานิพนธ์

เรื่อง (ภาษาไทย) ตู้อบเครื่องเทศก่อนการแปรรูปเพื่อการจำหน่ายสำหรับอุตสาหกรรมในครอบครัว

(ภาษาอังกฤษ) CABINET TO BAKE SPICES FOR INDUSTRY IN FAMILY

เสนอโดย (นาย/นาง/นางสาว) กฤษณ์ กฤษณนนท์

นักศึกษาภาควิชา ครุศาสตร์สถาปัตยกรรม สาขาวิชา ศิลปอุตสาหกรรม

จำนวนหน่วยกิจวิทยานิพนธ์ 8 หน่วยกิจ

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์

1. อาจารย์ จตุรงค์ เลาหะเพ็ญแสง
2. _____
3. _____

**ประเภทของวิทยานิพนธ์ที่เสนอ**

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

---

---

---

ข้าพระเจ้าได้นำโครงการเสนอวิทยานิพนธ์ให้อาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณาแล้ว ท่านยินดีเป็นที่ปรึกษา และได้แนบโครงการเสนอวิทยานิพนธ์ดังกล่าวมาพร้อมนี้

จึงนำเสนอมาเพื่อพิจารณา

ลงชื่อ.....นักศึกษา

(.....)

ลงวันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ลงนาม

1).....

(.....)

ตำแหน่ง.....

ลงวันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

2).....

(.....)

ตำแหน่ง.....

ลงวันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

3).....

(.....)

ตำแหน่ง.....

ลงวันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ที่ ทม 1504/ 0203

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง ถนนฉลองกรุง
เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

15 มกราคม 2542

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ให้นักศึกษา

เรียน ผู้ควบคุมโรงฝึกปฏิบัติงาน คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ด้วย นายกฤษณ์ กฤษณานนท์ นักศึกษาหลักสูตรต่อเนื่องชั้นปีที่ 2 ภาควิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรม สาขาศิลปอุตสาหกรรม มีความประสงค์จะทำการศึกษาค้นคว้าประกอบการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง โครงการออกแบบปรับปรุงตู้อบเครื่องเทศ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาศิลปอุตสาหกรรม

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับตู้อบและกรรมวิธีการผลิตและถ่ายภาพผังโรงงานและตัวผลิตภัณฑ์ เพื่อนำมาประกอบการศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม หวังว่าคงจะได้ความอนุเคราะห์และความร่วมมือด้วยดี ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายดนัย ดิษยบุตร)
รองคณบดีฝ่ายกิจการนักศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

ภาควิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรม
โทร.3266052-6101 ต่อ 2636
โทรสาร 3268506

## ประวัติผู้เขียน

| | |
|---|---|
| **ชื่อผู้เขียน** | นายกฤษณ์ กฤษณนนท์ |
| **วุฒิการศึกษา** | ศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ปวช. (ศิลปประยุกต์) โรงเรียนเพาะช่างเชียงใหม่<br>ศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ปวส. (ออกแบบ-ผลิตภัณฑ์) สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตภาคพายัพ |
| **ผลงานที่เคยได้รับ** | ได้รับสิทธิในการเข้าศึกษาต่อ(โค้วต้า) ในระดับปริญญาตรี (ต่อเนื่อง)ของคณะครุศาสตร์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง |
| **ที่อยู่ปัจจุบัน** | 44/26 ถนน อดุลยเดช ตำบล หมากแข้ง อำเภอ เมือง จังหวัด อุดรธานี 41000 |