โครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องทำน้ำเย็นสำหรับสำนักงาน

INDUSTRIAL DESIGN EDUCATION PROJECT : WATER COOLER FOR OFFICE

นาย สิทธิชัย มีบุตรสม

MR. SITTICHAI MEEBOOTSOM

A022615

เลขหมู่ ...
เลขทะเบียน 22615
วัน เดือน ปี 14 ค.ค. 2541

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต

สาขาศิลปอุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์ศิลปอุตสาหกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2541

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

WATER COOLER FOR OFFICE

MR. SITTICHAI MEEBOOTSOM

A THESIS SOBMITTEN IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIRMENT

FOR THE DEGREE

BACHELOR OF SCIENCE IN INDUSTRIAL EDUCATION

DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN EDUCATION

FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATION

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

1998

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ เครื่องทำน้ำเย็นสำหรับสำนักงาน

นักศึกษา **นายสิทธิชัย มีบุตรสม**

หลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาศิลปอุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์

รายชื่อ	ลงนาม
อ. อุดมศักดิ์ สาริบุตร	
อ. สถาพร ดีบุญมี ณ ชุมแพ	
รศ.นพคุณ สุขสถาน	
อ. มงคล นภาชัยเทพ	
อ. ดารณี เพ็งสะและ	
อ. ธเนศ ภิรมย์การ	
อ. พิศุทธิ์ ศิริพันธุ์	
อ. นิรัช สุดสังข์	
อ. ประวิทย์ เหลียงกอบกิจ	
อ. เอกชัย เลิศซ่ำซอง	
อ. ภุชงค์ โรจน์แสงรัตน์	
อ. จตุรงค์ เลาหะเพ็ญแสง	

วัน/เดือน/ปี ที่สอบ 13 มีนาคม 2541 เวลา 12.30-13.00 สถานที่สอบคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(รศ.ดร.ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์)

คณบดี

หัวข้อโครงการ	เครื่องทำน้ำเย็นสำหรับสำนักงาน
นักศึกษา	นายสิทธิชัย มีบุตรสม
อาจารย์ผู้ควบคุมโครงการ	อ. เอกชัย เลิศช่ำชอง
ระดับการศึกษา	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
	สาขาวิชา ศิลปอุตสาหกรรม
	ภาควิชา ครุศาสตร์สถาปัตยกรรม
	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ.	2540

บทคัดย่อ

การทำวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบปรับปรุงเครื่องทำน้ำเย็นสำหรับสำนักงาน สำหรับผู้มาติดต่อสำนักงาน ในการออกแบบได้คำนึงถึงหลักอนามัยรวมถึงความสะอาดในการดื่มน้ำแต่ละครั้ง ดังนั้นจึงได้นำกรวยกระดาษมาใช้แทนแก้วน้ำ ซึ่งในการติดต่อธุรกิจในแต่ละวันจำนวนผู้มาติดต่อมีจำนวนมากและจุดหนึ่งสำหรับการบริการที่ทำให้ลูกค้าประทับใจคือการบริการน้ำดื่มที่เย็นและสะอาด ทำให้ช่วยเสริมภาพพจน์ของสำนักงาน

การดำเนินการวิจัย โดยเริ่มจากการศึกษาถึงปัญหาจากผลิตภัณฑ์เดิมที่มีอยู่ในปัจจุบัน หาแนวทางแก้ปัญหาโดยการอาศัยการศึกษาจากข้อมูลทฤษฎีที่เกี่ยวข้องทั้งภาคสนามและภาคทฤษฎี และสำรวจความต้องการของผู้บริโภค แล้วนำมาสรุปเพื่อทำการวิเคราะห์แล้วสังเคราะห์เพื่อทำการออกแบบและพัฒนาเพื่อได้ผลิตภัณฑ์ที่ตอบสนองต่อผู้บริโภคและสามารถผลิตได้ในระบบอุตสาหกรรม

ผลการวิจัยปรากฏว่า ในปัจจุบันโรคที่เกิดขึ้นจากการใช้ของร่วมกันหรือการที่ใช้แก้วน้ำร่วมกันมีจำนวนมากขึ้นหรือจากน้ำที่ใช้ดื่มก็มีส่วน ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ออกแบบเครื่องทำน้ำเย็นที่ใช้กรวยกระดาษแทนแก้วน้ำเพราะเมื่อดื่มน้ำแต่ละครั้งเสร็จแล้วนำกรวยกระดาษทิ้งในที่รองรับขยะซึ่งได้ออกแบบให้อยู่ส่วนล่างของเครื่องโดยออกแบบที่สัมพันธ์กันเปรียบเสมือนผลิตภัณฑ์เดียวกัน ส่วนเครื่องทำน้ำเย็นได้ออกแบบให้สอดคล้องกับสภาพแวดล้อมของสำนักงานโดยการนำรูปทรงของเฟอร์นิเจอร์สำนักงานและมีสีที่เหมาะสมมาใช้ส่วนความเอื้ออำนวยความสะดวกในการกดน้ำดื่มแต่ละครั้งได้ออกแบบก็อกน้ำแบบเด็นเข้าทำให้น้ำไม่กระเด็นออกจากกรวยกระดาษเนื่องจากเวลากดต้องอยู่ติดกับก็อกน้ำพอดี ส่วนที่เก็บกรวยกระดาษได้ออกแบบให้อยู่ส่วนข้างหน้าผลิตภัณฑ์ด้านบนเพื่อความต่อเนื่องของพฤติกรรมการใช้โดยเริ่มจากการหยิบกรวยกระดาษแล้วกดน้ำดื่มแล้วนำกรวยทิ้งในที่รองรับขยะทำให้สะดวกในการใช้งาน

THISIS TITLE	WATER COOLER FOR OFFICE
STUDENT	MR. SITTICHAI MEEBOOTSOM
ADVISER	MR. EKACHAI LOEDCHAMCHONG
LEVEL OF STUDY	BACHELOR OF SCIENCE IN INDUSTRIAL EDUCATION [INDUSTRIAL DESIGN]
	B.S.I. Ed. [INDUSTRIAL DESIGN]
DEPARTMENT	ARCHITECTURAL EDUCATION
YEAR	1998

ABSTRACT

The proposal of researehts design the drink water cooler for office. The design concentrate in hyginene and the sterile water. They use the cone cover glass. For business interaction daily the drink water serice can be satified the contactor.

The operating start for study in the old problem solve this problem. From theory and prachially to unalyge and design to improve the product to consumer and can be in menufacture in industrial.

The result the contact desiese from use the same glass and water-borndesiese. The researcher design the cooler for paper cone and design. The same relationship to improve figure like the furniture to comfortable to each user when they press. It is glue whit tap. The paper cone packing in the side and for the contiue behavior.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิติกรรมประกาศ

ความสำเร็จในการจัดทำโครงการนี้จะไม่สำเร็จลงได้ ถ้าปราศจากบุคคลเหล่านี้

พ่อและพี่ชาย สำหรับทุนการศึกษาในการวิจัย

อ. อุดมศักดิ์ สาริบุตร สำหรับคำแนะนำในการออกแบบ

อ. นิรัช สุดสังข์ สำหรับคำชี้แนะในการวิจัย

อ. ดารณี เพ็งสะและ สำหรับคำสอนที่ให้เป็นแนวทาง

อ. เอกชัย เลิศช่ำชอง สำหรับหลักการต่างๆในการวิจัย

คุณ ทศพร สิทธิชัยพงศ์กร คุณ อาคม นัยพัฒน์ คุณ เกรียงบรรพต พัชรถาวร และพี่สาวสำหรับการจัดทำรูปเล่มงานวิจัย

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณ นักศึกษาครุ วิศวะที่ช่วยให้คำแนะนำต่างๆ

นาย สิทธิชัย มีบุตรสม

25 มีนาคม 2541

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.. II

กิติกรรมประกาศ..III

สารบัญ.. IV

สารบัญตาราง... ...VII

สารบัญภาพ.. VIII

บทที่1 บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ..1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย..2

1.3 ปัญหาที่เกิดขึ้นและแนวทางการแก้ปัญหา...3

1.4 ขอบเขตของการศึกษาข้อมูล...13

1.5 ขอบเขตของการออกแบบ..14

1.6 วิธีการดำเนินการวิจัย...14

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ...14

บทที่2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ประวัติการทำความเย็น...16

2.2 ประเภทของเครื่องทำน้ำเย็น..16

2.3 ความรู้เกี่ยวกับเครื่องทำน้ำเย็นเบื้องต้น..19

2.4 เครื่องอัด..20

2.5 คอนเดนเซอร์.. 27

2.6 อีเวปอเรเตอร์.. 31

2.7 หลักการทำงานชิ้นส่วนระบบ.. 33

2.8 วงจรไฟฟ้า..37

2.9 วงจรระบบทำความเย็น...38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ได้รับอนุญาตให้ใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

2.10 การหล่อลื่น....39
2.11 ท่อ....39
2.12 อุปกรณ์ชิ้นส่วนเครื่องทำความเย็น....40
2.13 สารทำความเย็นและน้ำมันเครื่องเย็น....40
2.14 ผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง....46
2.15 จิตวิทยาสี.... 52
2.16 สัดส่วนมนุษย์....54
2.17 ข้อมูลสำนักงาน....60
2.18 ความสำคัญของน้ำ....75
2.19 วัสดุในการผลิต....82
2.20 กรรมวิธีการผลิต....107
2.21 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง....112

บทที่3 วิธีการดำเนินการวิจัย
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง....115
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย....116
3.3 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล.... 116
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล.... 117
3.5 แนวทางการนำเสนอข้อมูล....117

บทที่4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล
4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล จำแนกตามวัตถุประสงค์.... 118
4.2 การเขียนแบบเพื่อการผลิตในระบบอุตสาหกรรม.... 142
4.3 การนำเสนอรูปแบบการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์.... 151

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

บทที่5 สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปความเป็นมาและกรอบความคิดในการวิจัยโดยย่อ.............................. 159

5.2 สรุปผลการวิจัย.. 159

5.3 อภิปรายผล..160

5.4 ข้อเสนอแนะ...160

บรรณานุกรม...161

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก แบบขออนุมัติหัวข้อวิทยานิพนธ์

ภาคผนวก ข แบบตอบรับความอนุเคราะห์

ประวัติผู้วิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1. การเปรียบเทียบความแตกต่างด้านประโยชน์ใช้สอย ... 64
2. การเปรียบเทียบลักษณะการจัดภายในและประโยชน์ใช้สอยของสำนักงาน ... 68
3. สรุปและเปรียบเทียบข้อดี-เสียของการจัดสำนักงานแบบแยกห้องเฉพาะ ... 69
4. สรุปและเปรียบเทียบข้อดี-เสียของการจัดสำนักงานแบบเปิดโล่ง ... 70
5. แสดงปริมาณสารอาหารต่างๆที่มีในร่างกายผู้ใหญ่ปกติ (ชาย) ... 76
6. แสดงปริมาณน้ำในร่างกายของคนปกติวัยต่างๆทั้งชายและหญิง ... 76
7. แสดงปริมาณน้ำที่มีในเนื้อเยื่อต่างๆ ... 78
8. แสดงปริมาณน้ำย่อยที่หลั่งเข้าสู่ทางเดินอาหาร ... 79
9. แสดงน้ำหนักต่อพื้นที่ 1 ตารางฟุตของโลหะแผ่นชนิดต่างๆ ... 86
10. แสดงขนาดหมุดย้ำ ... 89
11. แสดงการวิเคราะห์โครงสร้างตู้ ... 119
12. แสดงการวิเคราะห์รูปทรงตู้ ... 121
13. แสดงการวิเคราะห์รูปทรงฝาครอบด้านบน.. ... 122
14. แสดงการวิเคราะห์ลักษณะก๊อกน้ำ ... 123
15. แสดงการวิเคราะห์ลักษณะกล่องน้ำทิ้ง ... 125
16. แสดงการวิเคราะห์ลักษณะช่องน้ำทิ้ง ... 126
17. แสดงการวิเคราะห์ลักษณะช่องยกถอดกล่องน้ำทิ้ง ... 127
18. แสดงการวิเคราะห์รูปทรงกล่องเก็บกรวยกระดาษ ... 128
19. แสดงการวิเคราะห์ลักษณะการติดตั้งกล่องเก็บกรวยกระดาษ ... 130
20. แสดงการวิเคราะห์ถังขยะ. ... 131
21. แสดงการวิเคราะห์ฝาน้ำเย็น ... 133
22. แสดงการวิเคราะห์รูปทรงฝาปิด ... 134
23. แสดงการวิเคราะห์รูปทรงช่องยกตู้ ... 136
24. แสดงการวิเคราะห์รูปทรงวาวล์ปล่อยน้ำแบบดัน ... 137
25. แสดงการวิเคราะห์วัสดุผลิตภัณฑ์ ... 138
26. แสดงการวิเคราะห์กรรมวิธีการผลิต ... 140

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

1. แสดงตัวเครื่องทำน้ำเย็นในสำนักงาน.................................... 3
2. แสดงกาจัดเก็บกรวยกระดาษสำหรับน้ำดื่ม...............................4
3. แสดงการกดดื่มในแต่ละครั้ง... 5
4. แสดงการนำกรวยกระดาษมารองรับน้ำ....................................6
5. แสดงลักษณะโครงสร้างภายนอกของตัวผลิตภัณฑ์........................7
6. แสดงตัวเครื่องภายในของผลิตภัณฑ์....................................8
7. แสดงการถอดประกอบ..9
8. แสดงตำแหน่งรายระเอียดวิธีการถอด...................................10
9. แสดงโครงสร้างภายนอกของตัวผลิตภัณฑ์................................ 11
10. แสดงโครงสร้างภายนอกของตัวผลิตภัณฑ์............................... 12
11. ตู้สำหรับเครื่องทำน้ำเย็น..17
12. โครงสร้างของตู้น้ำเย็น..18
13. THERMOSTAT อยู่ในสภาพปกติ..34
14. THERMOSTAT อยู่ในสภาพตัด 34
15. สภาวะปิดกระแส ไฟฟ้าถูกเดิน.......................................35
16. สภาวะปิดกระแส ไฟฟ้าถูกตัด..36
17. วงจร ไฟฟ้า... .37
18. วงจรระบบทำความเย็น.. .38
19. ตู้แช่... .47
20. ภาพตัดแสดงโครงสร้างภายในตู้แช่โชว์สินค้าแบบต่าง ๆ..................48
21. ตู้น้ำอิเลคทรอนิคส์... 49
22. แสดงการแบ่งสัดส่วนของมนุษย์...................................... 54
23. แสดงขนาดสัดส่วนท่ายืนด้านหน้าของผู้ใหญ่เพศชาย..................... 56
24. ขนาดสัดส่วนมือ..57
25. แสดงขนาดเหมาะสมในการจับหรือถือด้วยมือ..............................58
26. แสดงขนาดมาตรฐานของมือในการใช้งาน..................................59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ได้จำกัดขอบเขตการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่ หน้า

27. SKETCH DESIGN1 152
28. SKETCH DESIGN2 152
29. SKETCH DESIGN3 153
30. SKETCH DESIGN4 153
31. DIMENSION 154
32. ERGONOMIC 154
33. DETAIL 155
34. DETAIL 155
35. DETAIL 156
36. DETAIL 156
37. RENDERING 157
38. PERSPECTIVE 157
39. MODEL 158
40. MODEL 158

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญ

ในปัจจุบัน เครื่องทำความเย็นต่างๆเช่น ตู้เย็น เครื่องปรับอากาศ เครื่องทำน้ำเย็น มีบทบาทต่อระบบเศรษฐกิจและชีวิตความเป็นอยู่ของคนไทยเรามากยิ่งขึ้นทุกวัน เช่นในโรงงานอุตสาหกรรม โรงแรม ร้านอาหาร สำนักงานตลอดจนในบ้านเรือนที่อยู่อาศัย ที่ใช้เครื่องทำความเย็น ที่มีอยู่มากมายด้วยกันหลายชนิด

สนอง อิ่มเอม (2530) ซึ่งในอดีตกาลมนุษย์ได้รู้จักสิ่งที่เกิดขึ้นจากธรรมชาติอย่างหนึ่งซึ่ง Frederic Tudor ได้แนะนำชาวโลกได้รู้จักสิ่งนั้น ต่อมาเรียกว่า น้ำแข็ง ในปลายปี 1806 Tudor ได้คิดวิธีที่จะรักษานำแข็งไว้ได้นานๆ โดยการใช้ขี้เลื่อยหุ้มเป็นฉนวนรอบๆก้อนน้ำแข็งทำให้น้ำแข็งคงทนอยู่ได้นาน น้ำแข็งของ Tudor เป็นจุดเริ่มแรกของการทำความเย็น

ประจักษ์ ภัคดีรัตน์ (2533) ได้ศึกษาสิวัฒนาการของการทำความเย็นว่าจากการที่มนุษย์รู้จักการนำน้ำแข็งธรรทมาเป็นตัวกลางในการลดอุณหภูมิตั้งแต่คริสต์ศตวรรษที่ 18 แต่ก็ต้องประสบปัญหาและอุปสรรคมากมายในเรื่องการเก็บรักษาน้ำแข็งในฤดูร้อนและเปลืองเนื้อที่มากแต่อย่างไรก็ตามประชาชนเริ่มนิยมใช้ประโยชน์จากการลดอุณหภูมิจากน้ำแข็งมาตั้งแต่ศตวรรษที่ 19ถึงต้นศตวรรษที่ 20 เริ่มด้วย เจ.เอ็ม.ลาร์สัน ได้ประดิษฐ์เครื่องทำความเย็นใช้ระบบกลไกออกขายเป็นครั้งแรกในปี ค.ศ. 1918

เครื่องทำความเย็นในระยะบุกเบิกกว่า 100ปีที่แล้วมานักวิทยาศาสตร์ วิศวกร ทั้งในยุโรปและอเมริกา ได้พยายามค้นคว้าหาวิธีทำน้ำแข็งประดิษฐ์แทนน้ำแข็งธรรมชาติ เริ่มด้วย จาคอป เปอร์กินส์ จดทะเบียนลิขสิทธิ์เครื่องทำน้ำเย็นและนำแข็งเป็นครั้งแรกในลอนดอนเมื่อค.ศ.1834 เครื่องทำความเย็นของเปอร์กินส์ เป็นระบบใช้กำลังอัดดันทำงานโดยใช้กำลังคนโยกขับคอมเพรสเซอร์ใช้อีเทอร์เป็นน้ำยา โดยใช้เครื่องจักรไอน้ำขับคอมเพรสเซอร์ จนได้เครื่องทำความเย็นที่ได้กล่าวว่ามีสมรรถนะสูงสุด กล่าวคือ ใช้ถ่านหิน 1ปอนด์ เป็นเชื้อเพลิง ผลิตน้ำแข็งได้ 4 ปอนด์ และต่อมาตอนต้นศตวรรษที่ 20 ได้มีการผลิตไอศครีม เครื่องทำน้ำเย็นและเครื่องปรับอากาศออกสู่ตลาดมากมายและในปีค.ศ. 1940 มีผู้ค้นพบ คอมเพรสเซอร์แบบโรตารี่และใช้แพร่หลายมาในทุกวันนี้ประจักษ์ ภักดีรัตน์(2533) ได้ให้ความหมาย การทำความเย็นว่า หมายถึง การลดอุณหภูมิของอากาศตลอดจนกระบวนการผลิตทางอุตสาหกรรมบางประเภท

สภาพการในปัจจุบันการดำรงชีวิตของคนเราต้องผูกพันกับการทำงานในแต่ละสาขาของวิชาชีพของเศรษฐกิจ ซึ่งในแต่ละสำนักงานประกอบด้วยบุคลากรหลายคนซึ่งมีหน้าที่แตกต่างกันออกไปตามรูปแบบของบริษัทจะต้องมีส่วนของ INFORMATION คือส่วนติดต่อสอบถาม

สัมพันธ์ซึ่งจะต้องมีผู้มาติดต่องานและลูกค้า ในส่วนนี้ถือว่าเป็นภาพพจน์ของบริษัทส่วนหนึ่งที่จะต้องมีการออกแบบตกแต่งภายในให้ดูภูมิฐานน่าเชื่อถือต่อลูกค้าที่ได้พบเห็น นอกจากนี้ยังมีส่วนบริการของน้ำดื่มซึ่งจะต้องมีเครื่องทำความเย็นเพื่อจะบริการน้ำดื่มผู้มาติดต่อซึ่งจะต้องมีรูปทรงที่สวยงามสะดุดตาและตอบสนองความต้องการของลูกค้า ซึ่งจะช่วยเสริมภาพพจน์ของสำนักงานให้ดีขึ้น ซึ่งในอดีตจนถึงในปัจจุบันได้มองข้ามการออกแบบเพื่อให้สอดคล้องต่อสำนักงานและหน้าที่การใช้สอยยังไม่เหมาะสมเท่าที่ควรนัก ซึ่งจะช่วยเสริมภาพพจน์ของสำนักงานเพื่อเกิดความประทับใจแก่ผู้มาติดต่อซึ่งปัจจุบันเครื่องทำน้ำเย็นนัน การบริการน้ำดื่มในการกดน้ำแต่ละครั้งนั้นต้องใช้แก้วน้ำรองรับเพื่อดื่มน้ำในแต่ละครั้งโดยใช้แก้วเพียงแก้วใบเดียวทำให้ผู้มาติดต่อนั้นเกิดภาพพจน์ที่ไม่ดี ทำให้รู้สึกว่าไม่กล้าที่จะร่วมดื่มน้ำแก้วเดียวกับผู้อื่น ปัญหาตรงนี้ถือว่าเป็นสิ่งสำคัญต่อสำนักงานเนื่องจากเป็นภาพพจน์ของบริษัทและนอกจากปัญหานี้แล้วยังมีปัญหาปลีกย่อยต่างๆเกี่ยวกับการทำงาน พฤติกรรมของผู้ใช้และรูปทรง

ที่กล่าวมาทั้งหมดนี้อาจสรุปได้ว่าเครื่องทำน้ำเย็นนั้นมีความสำคัญต่อโลกในปัจจุบัน ซึ่งจะต้องมีการออกแบบและปรับปรุงเพื่อให้ได้ข้อสรุปเพื่อให้ได้ข้อสรุปที่ตอบสนองต่อผู้บริโภคในด้านต่างๆได้ดีอีกด้วย

วัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์

1. เพื่อออกแบบปรับปรุงเครื่องทำน้ำเย็นสำหรับสำนักงาน
2. เพื่อออกแบบปรับปรุงเครื่องทำน้ำเย็นสำหรับผู้มาติดต่อสำนักงาน

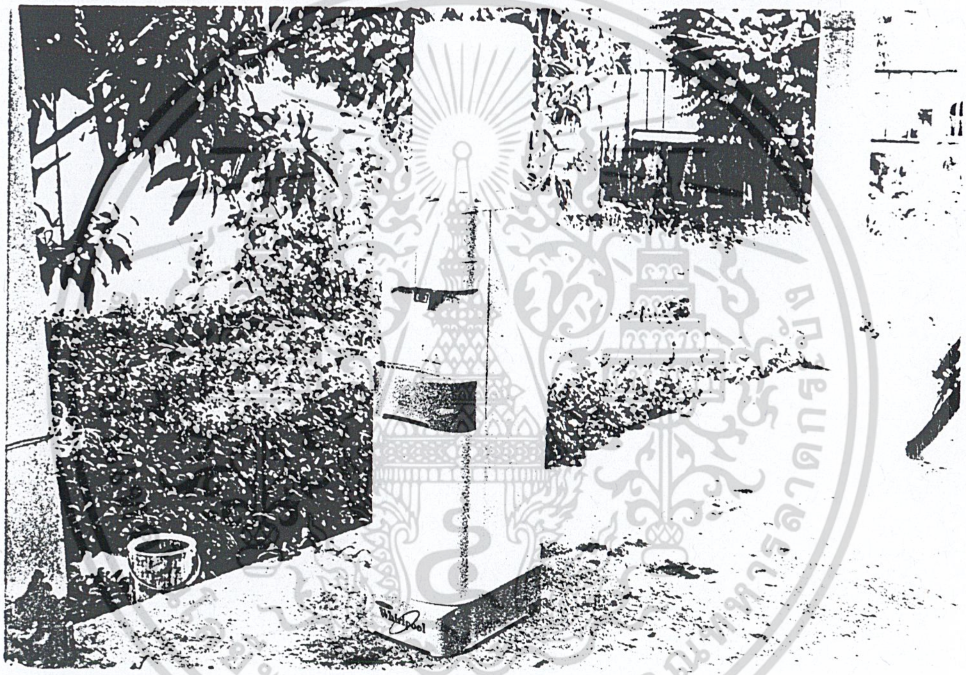
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหาที่เกิดขึ้น

1. ผลิตภัณฑ์ที่ออกมาส่วนใหญ่ให้ใช้ร่วมกับแก้วน้ำซึ่งผู้มาติดต่อมีจำนวนมากและไม่พึงประสงค์ที่จะใช้แก้วน้ำร่วมกันเนื่องจากสิ่งสกปรกอาจตกค้างภายในแก้ว

ภาพที่1

แสดงตัวเครื่องทำน้ำเย็นในสำนักงาน



แนวทางแก้ปัญหา

— โดยการใช้กรวยกระดาษในการดื่มน้ำแต่ละครั้งเมื่อดื่มเสร็จก็ทิ้งเลย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหาที่เกิดขึ้น

2. กรวยกระดาษสำหรับดื่มน้ำเมื่อมาบริการไม่มีส่วนจัดเก็บอาจทำให้ตกหล่นได้

ภาพที่2

แสดงการจัดเก็บกรวยกระดาษสำหรับดื่มน้ำ

แนวทางแก้ปัญหา

— ออกแบบให้มีช่องเก็บกรวยกระดาษที่สะดวกต่อการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหาที่เกิดขึ้น

3. คันโยกตัวจ่ายน้ำมีขนาดสัดส่วน และลักษณะที่ไม่เหมาะสมทำให้ในการกดน้ำแต่ละครั้งเกิดการพลาดได้

ภาพที่3

แสดงการกดน้ำดื่มในแต่ละครั้ง

แนวทางแก้ปัญหา

— ออกแบบให้มีขนาดสัดส่วนและลักษณะที่เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหาที่เกิดขึ้น

4. เมื่อกรวยกระดาษกดน้ำรองน้ำดื่ม กรวยกระดาษไม่สามารถรับแรงกดของคันโยกตัวจ่ายน้ำทำให้คันโยกไม่สามารถจ่ายน้ำ

ภาพที่4

แสดงการนำกรวยกระดาษมารองรับน้ำ

แนวทางแก้ปัญหา

— ออกแบบคันโยกตัวจ่ายน้ำให้เหมาะสมกับการใช้งาน

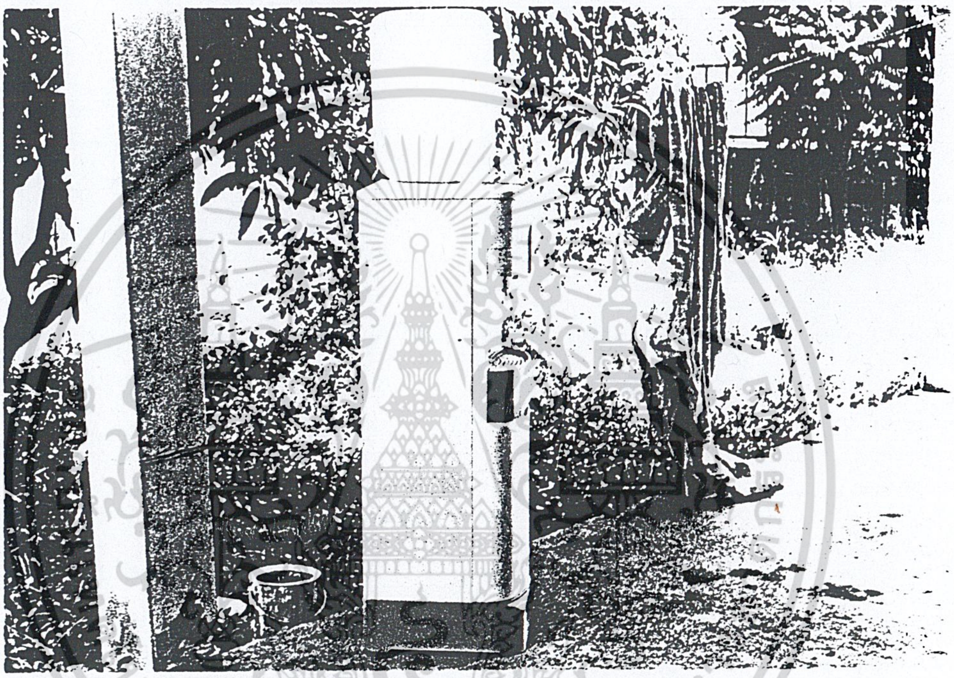
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหาที่เกิดขึ้น

5. ตัวผลิตภัณฑ์ไม่มีช่องระบายความร้อนในบริเวณที่ติดตั้งคอมเพรสเซอร์ซึ่งทำให้เกิดความร้อนและทำให้เกิดการไหม้ภายในตัวเครื่องได้

ภาพที่5

แสดงลักษณะโครงสร้างภายนอกของตัวผลิตภัณฑ์



แนวทางแก้ปัญหา

— ออกแบบให้มีช่องระบายความร้อนเพื่อเป็นการถ่ายเทความร้อนได้ดี

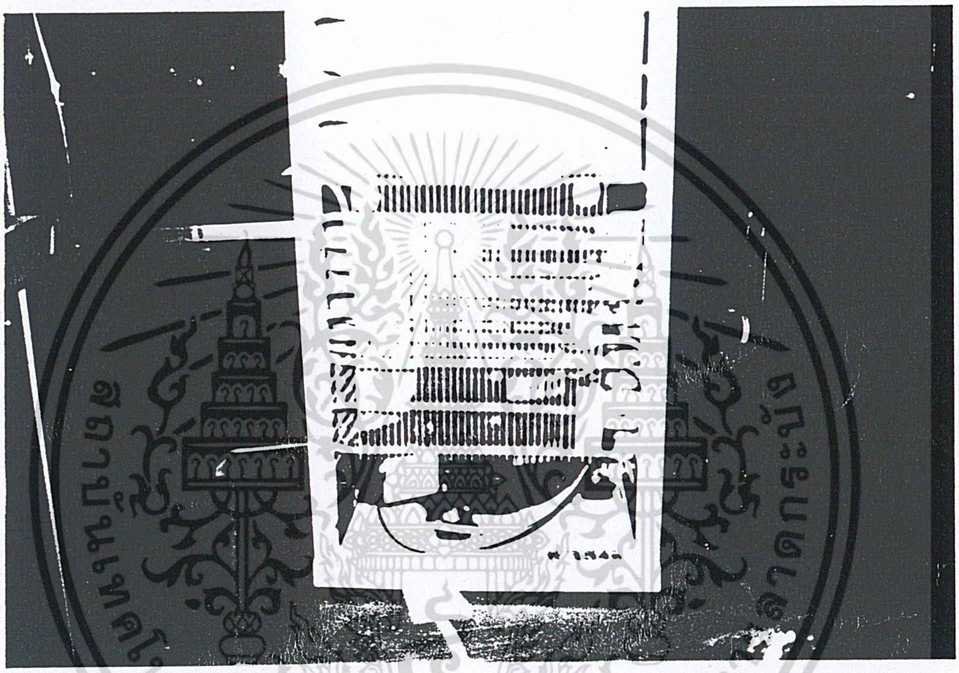
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหาที่เกิดขึ้น

6. ตัวเครื่องภายในเมื่อทำงานเกิดสั่นสะเทือน ก่อให้เสียงดังรบกวนเนื่องจากตัวเครื่องชิดกับภายนอกเกินไป

ภาพที่6

แสดงตัวเครื่องภายในของผลิตภัณฑ์



แนวทางแก้ปัญหา

— ออกแบบให้ตัวผลิตภัณฑ์มีขนาดสัดส่วนที่สัมพันธ์กับตัวเครื่องภายใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหาที่เกิดขึ้น

7. ในการบำรุงรักษาแต่ละครั้ง การถอดประกอบส่วนครอบคันโยกตัวจ่ายน้ำตัวน็อตมีการยึดภายในซอกทำให้ยากต่อการขันน็อตเพื่อถอดประกอบ

ภาพที่7

แสดงการถอดประกอบ

แนวทางแก้ปัญหา

— ออกแบบจัดวางตำแหน่งน็อตให้อยู่ภายนอกส่วนครอบผลิตภัณฑ์เพื่อสะดวกต่อการถอดประกอบและการตรวจซ่อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหาที่เกิดขึ้น

8. ส่วนรายละเอียดบอกวิธีการกดน้ำอยู่ตำแหน่งที่มองเห็นได้ยาก

ภาพที่8

แสดงตำแหน่งรายละเอียดวิธีการกด

แนวทางแก้ปัญหา

— ออกแบบจัดวางตำแหน่งรายละเอียดบอกวิธีการกดน้ำให้เหมาะสม

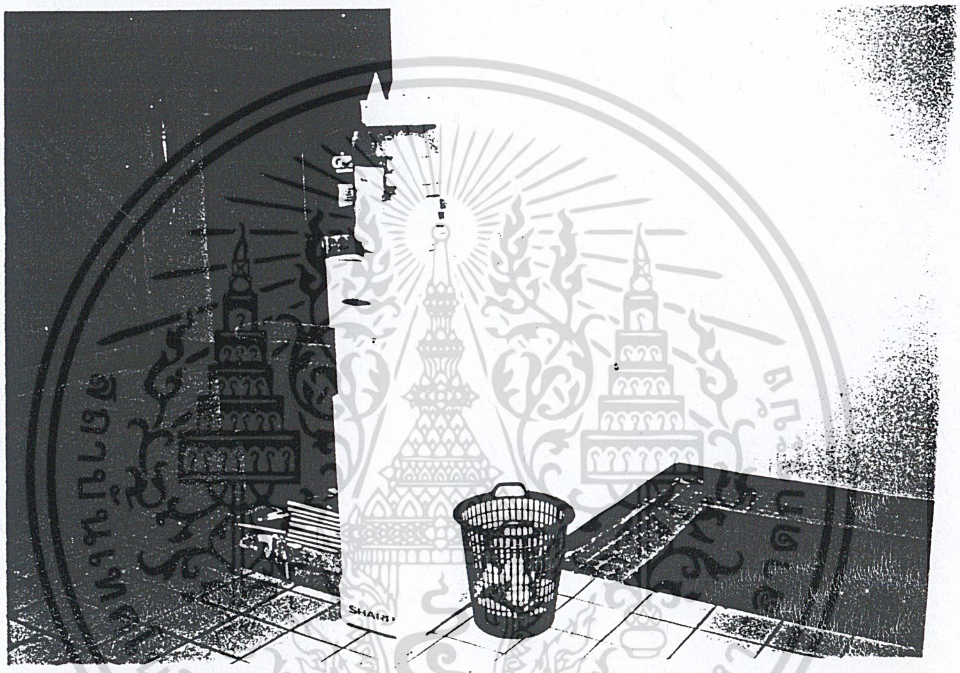
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหาที่เกิดขึ้น

9. การเคลื่อนย้ายตัวผลิตภัณฑ์เป็นไปได้ยาก เนื่องจากไม่มีส่วนอำนวยความสะดวกในการเคลื่อนย้าย

ภาพที่9

แสดงโครงสร้างภายนอกของตัวผลิตภัณฑ์



แนวทางแก้ปัญหา

— ออกแบบให้มีส่วนที่อำนวยความสะดวกในการเคลื่อนย้าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหาที่เกิดขึ้น

10. วัสดุที่ใช้ผลิตฝาครอบด้านข้างเกิดสนิมได้เมื่อใช้ไปประยะเวลานานๆ

ภาพที่10

แสดงโครงสร้างภายนอกของตัวผลิตภัณฑ์

แนวทางแก้ปัญหา

– เลือกวัสดุที่มีคุณสมบัติทนต่อความชื้นที่ทำไม่ให้เกิดสนิมได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาปัญหาจากผลิตภัณฑ์เดิม
2. ศึกษาข้อมูลภาคสนามและทฤษฎี
3. รวบรวมข้อมูล
4. สรุปข้อมูลและทำการวิเคราะห์เพื่อเป็นแนวทางการออกแบบ
5. การเขียนแบบร่าง
6. การเขียนแบบเพื่อการผลิต
7. การเขียนภาพรายละเอียดเพื่อนำเสนอ
8. การสร้างหุ่นจำลอง
9. การนำเสนอ

ขอบเขตการศึกษาข้อมูล

1. ศึกษาประวัติความเป็นมาของเครื่องทำน้ำเย็น
2. ศึกษาวงจรไฟฟ้าเบื้องต้น
3. ศึกษาอุปกรณ์ต่างๆภายในตัวเครื่อง
4. ศึกษาหลักการทำความเย็นเบื้องต้น
5. ศึกษาน้ำยาทำความเย็น
6. ศึกษาโครงสร้างต่างๆของเครื่องทำน้ำเย็น
7. ศึกษาผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง
8. ศึกษาลักษณะน้ำดื่ม
9. ศึกษาลักษณะถังบรรจุน้ำดื่ม
10. ศึกษาลักษณะกรวยกระดาษและแก้วน้ำ
11. ศึกษาลักษณะสำนักงาน
12. ศึกษาพฤติกรรมการใช้งาน
13. ศึกษาขนาดสัดส่วนของมนุษย์
14. ศึกษาวัสดุและกรรมวิธีการผลิต
15. ศึกษาจิตวิทยาสีที่มีผลต่อการออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขอบเขตการออกแบบ

1. ออกแบบปรับปรุงเครื่องทำน้ำเย็นสำหรับสำนักงาน
2. ออกแบบให้ติดตั้งบริเวณส่วนติดต่อสอบถามของลูกค้า
3. ออกแบบเครื่องทำน้ำเย็นแบบคว่ำถังน้ำดื่ม
4. ออกแบบให้ใช้ร่วมกับกรวยกระดาษแทนแก้วน้ำในการดื่มแต่ละครั้ง

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้เครื่องทำน้ำเย็นสำหรับสำนักงานและส่งเสริมภาพพจน์
2. ได้ผลิตภัณฑ์ที่ถูกสุขลักษณะการใช้งาน
3. ได้เครื่องทำน้ำเย็นที่ตอบสนองต่อพฤติกรรมการใช้งาน
4. ได้ทราบถึงหลักการทำความเย็นและประโยชน์ของผลิตภัณฑ์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง ออกแบบปรับปรุงเครื่องทำน้ำเย็นสำหรับสำนักงาน ผู้วิจัยได้ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับตัวผลิตภัณฑ์และเอกสารอ้างอิงต่าง ๆ ตลอดจน งานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาสู่การสรุปข้อมูลที่ได้จากหลักการและทฤษฎีต่าง ๆ จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องนำเอาข้อสรุปของงานวิจัยนั้น ๆ มาพัฒนาเพื่อให้ได้ในสิ่งที่ดีที่สุดของโครงการวิจัยแล้วจึงนำมาวิเคราะห์ เพื่อให้ได้ข้อสรุปในการสังเคราะห์ผลิตภัณฑ์ขึ้นมา

ในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาถึงหลักทฤษฎีของผลิตภัณฑ์ตลอดจนถึงความไฮเทคโนโลยีปัจจุบันเพื่อนำมาปรับปรุงผลิตภัณฑ์เดิมให้มีประสิทธิภาพและเหมาะสมกับสภาพการใช้งาน โดยการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้แบ่งทฤษฎีที่ศึกษาเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ออกเป็นหน่วยต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

หน่วยที่1 ข้อมูลเกี่ยวกับเครื่องทำน้ำเย็น
ประวัติความเป็นมาของเครื่องทำน้ำเย็น
หลักการทำงานของเครื่องทำน้ำเย็น
อุปกรณ์ต่าง ๆ ของเครื่องทำน้ำเย็น

หน่วยที่2 ข้อมูลเกี่ยวกับสำนักงาน
ประเภทของสำนักงาน
การจัดเนื้อที่ของสำนักงาน

หน่วยที่3 ข้อมูลเกี่ยวกับโครงสร้าง
วัสดุ
กรรมวิธีการผลิต
จิตวิทยาสีที่ใช้ในการออกแบบ
ขนาดสัดส่วนของมนุษย์ที่สัมพันธ์กับการออกแบบ

หน่วยที่4 ข้อมูลภาคสนาม
ผลิตภัณฑ์ใกล้เคียงในท้องตลาด
ภาชนะในการดื่มน้ำ เช่น กรวยกระดาษและแก้วน้ำ

หน่วยที่5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปล ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติการทำความเย็นประจักษ์ ภักดีรัตน์ (2533)

การทำความเย็นด้วยน้ำแข็ง

มนุษย์ในสมัยหินรู้จักน้ำแข็ง แต่ไม่มีความคิดที่จะใช้น้ำแข็งให้เป็นประโยชน์ ชาวจีนเรียนรู้ว่าน้ำแข็งจากธรรมชาติช่วยเพิ่มรสเครื่องดื่มมาหลายพันปีแล้ว ชาวจีนเป็นชาติแรกที่หาวิธีการเก็บน้ำแข็งธรรมชาติในฤดูหนาวตัดเป็นก้อนห่อหุ้มน้ำแข็งด้วยฟาง หรือฉนวนความร้อนอื่น ๆ เพื่อขายระหว่างฤดูร้อน ชาวอียิปต์โบราณค้นพบวิธีทำน้ำให้เย็นกว่าปกติโดยใส่น้ำในตุ่มดิน น้ำจะซึมตามรูเล็ก ๆ ของดินและระเหยตามผิวของตุ่ม ความร้อนแฝงจากการะเหยจะดึงอุณหภูมิน้ำภายในตุ่มให้ลดลง มีผลให้น้ำในตุ่มเย็นลงได้เล็กน้อย ชาวกรีกและโรมันรู้จักวิธีสร้างห้องน้ำแข็งแล้วใช้ดินหรือหญ้าแห้งห่อหุ้มเป็นฉนวนเพื่อเก็บอาหารไว้ในห้องน้ำแข็ง ผู้ที่นำน้ำแข็งมาขายในทางการค้าคนแรกคงจะเป็นนายเฟรดเดอริค ทิวดอร์ โดยได้ตัดน้ำแข็งธรรมชาติให้เป็นก้อน ๆ ตามขนาดที่ต้องการ ใช้ขี้เลื่อยหุ้มเป็นฉนวนใส่ลงในลังไม้ และส่งออกไปขายให้แก่ลูกค้าหลายประเทศในอเมริกาใต้ เปอร์เซีย และอินเดีย เป็นต้น กิจการขายน้ำแข็งธรรมชาติของทิวดอร์เริ่มแต่ปี ค.ศ. 1806 เรื่อยมาหลายสิบปี เฉพาะปี 1849 เขาขายน้ำแข็งได้กว่า 150,000 ตัน

ความมุ่งหมายของการทำความเย็น

เริ่มด้วยการที่มนุษย์ในเมืองหนาวต้องการเก็บรักษาอาหารไว้ให้นานโดยไม่บูดเน่าเร็วเกินไป ก่อนที่มนุษย์จะรู้จักใช้น้ำแข็งธรรมชาติเก็บรักษาอาหาร มนุษย์รู้จักเก็บรักษาอาหารได้หลายวิธี เช่น การย่างอาหาร การรมควัน การต้มให้สุกซึ่งวิวัฒนาการมาเป็นอาหารกระป๋อง วิธีนี้เรียกว่า ฮีท ทรีทเมนต์ (heat treatment) อีกวิธีหนึ่งใช้ความร้อนจากแสงอาทิตย์ เรียกว่าไดรอิ้ง (drying) เช่น การตากแห้งเนื้อสัตว์ และผลไม้ วิธีที่สามใช้สารกันบูดใส่ในอาหาร เป็นสารเคมีบางชนิดเป็นอันตรายต่อร่างกาย และวิธีสุดท้ายคือการลดอุณหภูมิของอาหารลง เช่น การแช่ในตู้น้ำแข็งหรือตู้เย็น การลดอุณหภูมิมีความมุ่งหมายหลายประการ แต่ที่นำมาใช้ประโยชน์มากที่สุด คือการลดอุณหภูมิเพื่อการถนอมอาหาร โดยปกติถ้าเก็บอาหารที่อุณหภูมิของห้องอาหารจะบูดเน่าหรือเสื่อมคุณภาพช้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับอุณหภูมิในห้องนั้น การที่อาหารบูดเน่า นักวิทยาศาสตร์ชาวดัทช์ ชื่อ แอนตัน แวน ลีเวนฮุค (Anton Van Leewnhock) ค้นพบว่าเนื่องจากจุลินทรีย์หรือไมโครป (micorbes) คือจุลินทรีย์ที่เป็นเชื้อหมักหรือส่าเหล้า เชื้อรา และบักเตรี ดังนั้นการเก็บรักษาอาหารเพื่อชะลอการบูดเน่าหรือเสื่อมคุณภาพ จึงต้องหาวิธีชะลอการเติบโตของจุลินทรีย์ให้ได้นั่นก็คือลดอุณหภูมิในการเก็บรักษาอาหารลงให้เย็นประมาณ 4.4 องศาเซนเซียส (40 องศาฟาเรนไฮต์)

เครื่องทำน้ำเย็น (Water Cooler)

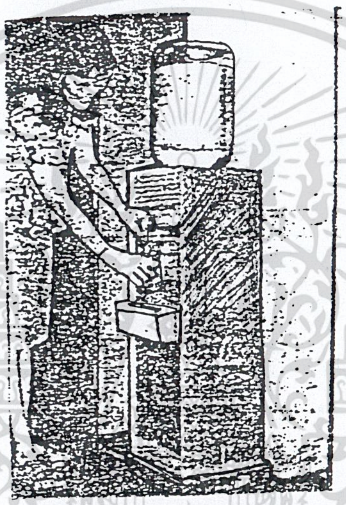
ตู้น้ำเย็นเป็นเครื่องทำความเย็นอีกชนิดหนึ่งที่ทำน้ำให้เย็นสำหรับดื่ม ตู้น้ำเย็นที่ใช้ในปัจจุบันมี 2 แบบ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. แบบขวดบรรจุน้ำคว่ำลงบนตัวตู้เพื่อทำให้เย็น แบบนี้ระดับน้ำในขวดจะลดลงเรื่อย ๆ จนหมด เมื่อหมดแล้วก็จะต้องนำน้ำจากขวดใหม่มาแทนที่

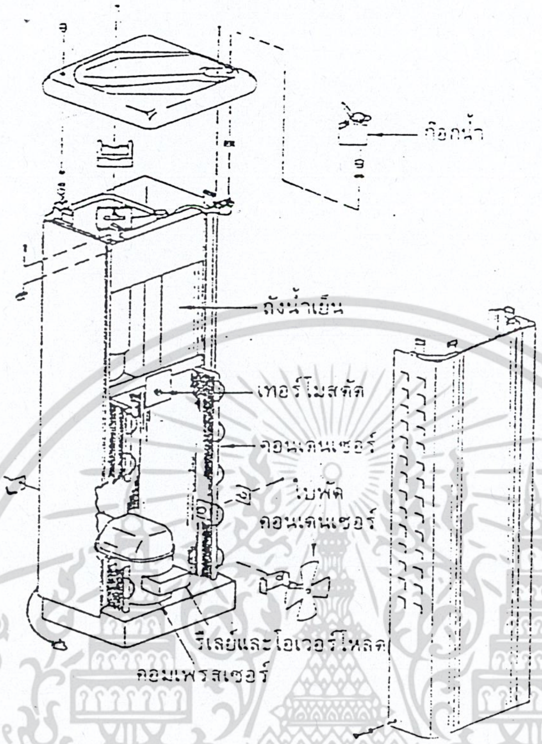
2. แบบที่ต่อน้ำจากท่อประปาเข้าในท่อของตู้น้ำเย็นโดยตรง และเมื่อมีผู้ดื่มระดับน้ำจากท่อประปาจะเข้ามาทดแทนตลอดเวลา

ภาพที่ 11
ตู้สำหรับเครื่องทำน้ำเย็น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 12
โครงสร้างของตู้น้ำเย็น



อย่างไรก็ตามหลักการทำงานของตู้น้ำเย็นทั้ง 2 แบบนี้ก็จะคล้ายคลึงกัน

ก่อนที่จะทำน้ำดื่มให้เย็นนั้นจะมีอุณหภูมิประมาณ 15-26.7 องศาเซลเซียส (60-80 องศาฟาเรสไฮต์) และเมื่อทำให้เย็นแล้วจะให้มีอุณหภูมิประมาณ 10 องศาเซลเซียส

ระบบการทำงานของตู้น้ำเย็นจะมีหลักการอย่างง่าย ๆ เริ่มจากมอเตอร์คอมเพรสเซอร์แบบเฮอร์เมติกจะอัดน้ำยาส่งไปยังคอนเดนเซอร์ซึ่งมีมอเตอร์พัดลมช่วยระบายความร้อน น้ำยาที่ใช้ในระบบจะเป็นน้ำยา R-12 ชุดควบคุมอัตราการไหลของน้ำยาจะเป็นชนิดท่อแคฟิลลารี ส่วนอีวาพอเรเตอร์จะเป็นท่อขดอยู่ภายนอกถังบรรจุน้ำที่จะทำความเย็น และเชื่อมติดแน่นเพื่อให้มีการถ่ายเทดูดรับปริมาณความร้อนจากน้ำในถัง และจะมีฉนวนกันความร้อนหุ้มอีกชั้นหนึ่งตรงบริเวณนี้ เพื่อป้องกันมิให้ความร้อนจากอากาศภายนอกถูกดูดเข้ายังน้ำยาภายในระบบ เทอร์โมสตัดจะเป็นอุปกรณ์ทางไฟฟ้าที่ควบคุมระดับอุณหภูมิของน้ำในถังให้อยู่ที่ 10 องศาเซลเซียส (50 องศาฟาเรนไฮต์) ในขณะที่น้ำในถังยังมีอุณหภูมิสูง มอเตอร์คอมเพรสเซอร์และมอเตอร์พัดลมระบายความร้อนคอนเดินเซอร์จะเริ่มทำงาน ทำให้น้ำในถังมีอุณหภูมิลดต่ำลงจนถึงจุดที่ตั้งเทอร์โมสตัดไว้ เทอร์โมสตัดจะหยุดมอเตอร์คอมเพรสเซอร์และมอเตอร์พัดลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อน้ำเย็นถูกใช้ไป น้ำอุ่นจากท่อประปาจะไหลเข้าแทนที่ซึ่งจะทำให้น้ำในถังมีอุณหภูมิสูงขึ้น เทอร์โมสตัดจะเริ่มต่อให้มอเตอร์คอสเพรสเซอร์และมอเตอร์พัดลมทำงานอีกครั้งหนึ่ง เป็นอยู่เช่นนี้ตลอดเวลา และถ้าหากมีผู้มาดื่มน้ำเย็นจำนวนมาก คอมเพรสเซอร์ก็จะต้องทำงานอยู่ตลอดเวลา เพราะอุณหภูมิของระดับน้ำเย็นในถังจะต้องสูงกว่า 10 องศาเซนเซียส (50 องศาฟาเรนไฮต์)

ความรู้เกี่ยวกับเครื่องทำความเย็นเบื้องต้น(Fundamentals of Regrigeration) วิทยา ยงเจริญ (2536)

ความร้อน (Heat)

ความร้อนเป็นพลังงาน (Energy) รูปหนึ่งที่ประกอบขึ้นด้วยโมเลกุล ก็จะต้องมีความร้อนอยู่ภายในตัวของมันเอง การเคลื่อนที่ของความร้อน (Heat flow) นั้นขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของความร้อนหรืออุณหภูมิ (Temperature) โดยปกติแล้วความร้อนจะไหลหรือเคลื่อนที่จากสิ่งของที่ร้อนกว่าไปยังสิ่งของที่เย็นกว่า

ความเย็น (Cold)

ความเย็นเป็นคำที่ใช้สัมพันธ์กันกับความร้อนนั่นคือสิ่งใดก็ตามที่มีความร้อนเมื่อถูกดูดความร้อนออกไป หรือความร้อนเคลื่อนที่จากไป สิ่งของนั้นก็จะเย็นลงกลายเป็นความเย็นไป พูดง่าย ๆ คือสิ่งใดที่มีอุณหภูมิต่ำถือว่าสิ่งนั้นเย็น ดังนั้นในระบบการทำความเย็น ถ้าต้องการทำสิ่งใดให้เย็น หรือให้เกิดความเย็น จำเป็นจะต้องเคลื่อนย้ายความร้อนจากสสารนั้นออกไป แต่ในระบบเครื่องเย็น ไม่ได้หมายความว่าทำลายความร้อน แต่จะดูดเอาความร้อนจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง เช่น ตู้เย็นจะดูดความร้อนจากอากาศหรือของที่แช่ภายในตู้ และส่งผ่าน (Transfer) ความร้อนออกไปทิ้งภายนอกตู้คือคอนเด็นเซอร์หรือแผงร้อน (Condenser) หลังตู้เย็นนั่นเอง

อุณหภูมิ (Temperature)

อุณหภูมิคือ ความเข้มข้นของความร้อนหรือระดับความร้อนของสสาร อุณหภูมิอย่างเดียวไม่สามารถจะทราบปริมาณความร้อนได้ แต่ถ้าอุณหภูมิจะบอกให้ทราบว่าสสารนั้นจะมระดับความร้อนเท่าใด ในทางทฤษฎีของโมเลกุลของความร้อนกล่าวว่า อุณหภูมิคือการวัดความเร็วของการเคลื่อนที่ของโมเลกุล

หลักการทำงานเครื่องทำน้ำเย็น

เริ่มจากเมื่อทำการเสียบปลั๊กเพื่อให้กระแสไฟวิ่งผ่านรีเลย์จะทำหน้าที่ต่อวงจรให้คอมเพรสเซอร์ทำงาน ซึ่งจะทำหน้าที่อัดและดูดน้ำยาที่มีสภาวะเป็นแก๊ส อุณหภูมิต่ำให้ออกทางท่ออัดเปลี่ยนเป็นอุณหภูมิสูงผ่านไปยังคอนเดนเซอร์ทำหน้าที่ระบายความร้อนของแก๊สทำให้แก๊สเกิดการกลั่นตัวเป็นของเหลวอุณหภูมิต่ำแล้วส่งไปยังไดเออร์ ซึ่งไดเออร์ทำหน้าที่กรองแก๊สซึ่งไดเออร์จะให้ผ่านเฉพาะของเหลวและผ่านไปยังท่อแค็ปทิ้วท์ที่ทำหน้าที่ฉีดน้ำยาให้เป็นฝอยเล็ก ๆ เข้าไปยังอีแวปโปเรเตอร์ซึ่งจะทำให้น้ำยาที่ถูกฉีดจากท่อกลายเป็นแก๊สโดยดึงอุณหภูมิมาจากโหลดที่ใส่มาในเครื่องทำน้ำเย็น และน้ำยาที่เป็นแก๊สอุณหภูมิต่ำก็ไหลมาเข้าท่อทางดูดของคอมเพรสเซอร์ ซึ่งจะเวียนกลับไปเป็นวงจรเหมือนเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนประกอบและรายละเอียดหลักของเครื่องทำน้ำเย็น มีดังต่อไปนี้

- เครื่องอัด
- คอนเดนเซอร์
- อีเรปอเรเตอร์
- เทอร์โมสตัท
- สตาร์ทติ้งรีเลย์
- โอเวอร์โหลดโปรเทคเตอร์
- สารทำความเย็น

เครื่องอัด (Compressors) สนอง อิ่มเอม (2530)

หน้าที่ของเครื่องอัด (Compressor) ในระบบเครื่องทำความเย็นก็คือ สร้างความดันที่แตกต่างกันในระบบท่อสารความเย็นของเครื่องทำความเย็น เพื่อให้สารความเย็นที่มีในระบบไหลวนเวียนได้ หากจำแนกการทำงานอาจแบ่งได้สองหน้าที่คือ (1) ดึงไอสารความเย็นจากอีเวปอเรอเตอร์ และในเวลาเดียวกันเป็นการลดความดันที่มีในอีเวปอเรเตอร์ลงถึงระดับหนึ่งเพื่อให้ความดันที่มีในอีเวปอเรเตอร์สอดคล้องกับอุณหภูมิของอีเวปอเรเตอร์ที่ผู้ใช้เครื่องทำความเย็นต้องการ (2) เครื่องอัด (Compressor) เป็นตัวเพิ่มความดันให้กับไอสารความเย็นในคอนเดนเซอร์เพื่อให้ความดันสอดคล้องกับอุณหภูมิอิ่มตัว และเมื่อลดอุณหภูมิอิ่มตัวลงบ้าง สารความเย็นจะเปลี่ยนสถานะเป็นของเหลวได้อีก

แบบของเครื่องอัด

เครื่องอัดสำหรับการทำความเย็นที่ใช้มากมี 3 แบบ คือ

1. แบบลูกสูบ (Reciprocating Compressor)
2. แบบแรงหมุน (Rotary Compressor)
3. แบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์ (Centrifugal Compressor)

เครื่องอัดแบบลูกสูบและแบบแรงหมุน เป็นเครื่องอัดที่มีแรงดูด (positive displacement) ขณะลูกสูบหรือใบพัดอยู่ในจังหวะดูดและอัดไอสารความเย็นโดยอุปกรณ์ทางกลของเครื่องอัด สำหรับเครื่องอัดแบบลูกสูบงานอัดกระทำโดยลูกสูบ ขณะที่เครื่องอัดแบบแรงหมุนงานอัดเกิดขึ้นขณะที่เพลากลางหมุนพาเอาใบพัด (Vane) กวาดสารความเย็นหมุนตามไปด้วย เครื่องัดแบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์เรียกแบบแรงเหวี่ยง อาศัยความเร็วในการหมุนรอบตัวเองของกลีบใบพัดเหวี่ยงไอสารความเย็นออกรอบตัว

เครื่องอัดแต่ละแบบเหมาะสมกับงานทำความเย็นแต่ละขนาด รวมถึงวิธีการติดตั้งที่ถูกต้องด้วย ดังรายละเอียดต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องอัดแบบลูกสูบ

ปัจจุบัน การใช้เครื่องอัดแบบลูกสูบสำหรับงานทำความเย็นยังเป็นที่นิยม เพราะสามารถใช้ได้แม้งานทำความเย็นขนาดเล็ก และใช้กับสารทำความเย็นหลายชนิด เช่น R-12, R-22, R-500, R-717 (แอมโมเนีย) เป็นต้น

การใช้เครื่องอัดแบบลูกสูบมีข้อจำกัดที่ขนาดของวาล์ว ต้องให้เหมาะสมกับขนาดของลูกสูบ และอัตราส่วนของกำลังอัด (Compression Ratio) สูง จึงไม่นิยมใช้เครื่องอัดแบบลูกสูบสำหรับระบบทำความเย็นอุณหภูมิต่ำ

ขนาดของเครื่องอัดแบบลูกสูบที่มีใช้อยู่ในปัจจุบันมีตั้งแต่ขนาด 1/8 แรงม้า-ประมาณ 90 วัตต์ สำหรับเครื่องทำความเย็นประจำบ้าน จนถึงเครื่องอัดที่มีสมรรถนะในการทำความเย็นได้ 250 ตัน สำหรับงานอุตสาหกรรม

การทำงานของการดูดและอัดจะอยู่ในที่ปิดสนิท โดยการดูดและอัดของลูกสูบจะเกิดจากแรงหมุนของเพลาข้อเหวี่ยงขับให้ก้านสูบเลื่อนลูกสูบให้ขึ้น-ลงอีกทอดหนึ่ง

เสื้อสูบ

จำนวนเสื้อสูบที่ใช้สำหรับเครื่องอัดมีตั้งแต่เสื้อเดียวจนถึง 16 เสื้อ ซึ่งจำนวนเสื้อของเครื่องอัดแบบลูกสูบอาจให้มีมากกว่านี้ก็ได้ตามความจำเป็น หรืออาจใช้วิธีนำเครื่องอัดที่มีจำนวนสูบน้อยมาต่อขนานกันก็ได้

สำหรับเครื่องอัดแบบหลายสูบ การวางตำแหน่งเสื้อสูบอาจเป็นแบบแถว เป็นวงกลม หรือวางทำมุมต่อกันให้เป็นรูปตัว V หรือ W เครื่องอัดแบบสองสูบหรือสามสูบมักจัดตำแหน่งเสื้อสูบให้เป็นแถว เครื่องอัดที่มีตั้งแต่สี่สูบขึ้นไปจัดตำแหน่งเสื้อสูบให้เป็น V, W หรือแบบวงกลม การจัดตำแหน่งของเสื้อสูบให้เป็นแนวตรงมีข้อได้เปรียบคือ ใช้แผ่นวาล์วสำหรับทุกสูบเพียงชุดเดียว

ลูกสูบ

ลูกสูบของเครื่องอัดที่ใช้สำหรับเครื่องทำความเย็นทั่วไปมีสองแบบ คือ แบบอัดทางเดียว และแบบอัดสองทาง การเลือกใช้แบบของลูกสูบขึ้นอยู่กับวิธีเข้าสู่เครื่องอัดของไอสารความเย็นและตำแหน่งของวาล์วด้านดูด (suction valves) ของเครื่องอัด จะใช้เครื่องอัดแบบทางเดียวเมื่อไอสารความเย็นที่เข้าเสื้อสูบผ่านวาล์วดูดซึ่งอยู่ด้านบนของเสื้อสูบ สำหรับเครื่องอัดแบบอัดสองทาง มักใช้กับเครื่องอัดขนาดกลาง คือ สมรรถนะในการทำความเย็น 50 ตันขึ้นไปจนถึงขนาดใหญ่ ซึ่งเครื่องอัดขนาดนี้ไอสารความเย็นที่จะเข้าเสื้อสูบจะผ่านกระเปาะรับไอสารความเย็น ซึ่งอยู่ที่ผนังนอกของเสื้อสูบ

พิจารณาขนาดของลูกสูบและเสื้อสูบจะพบว่าช่องว่างระหว่างเสื้อสูบและลูกสูบ (clearance) น้อยมาก ประมาณ 0.075 มม. น้ำมันหล่อลื่นที่เคลือบที่ผิวของเสื้อสูบ ถ้าลูกสูบขนาดไม่โตนักจะสามารถป้องกันการไหลซึมผ่านของไอสารความเย็นได้โดยไม่จำเป็นที่จะใช้แหวนของลูกสูบสำหรับลูกสูบที่เล็กกว่า 2 นิ้ว (5 ซม.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลูกสูบของเครื่องอัดแบบอัดทางเดียวที่มีขนาดโตกว่า 2 นิ้ว (5 ซม.) จะมีแหวนสำหรับอัด 2 วง และแหวนกวาดน้ำมันหล่อลื่น 1 วง โดยแหวนกวาดน้ำมันอาจอยู่กลาง หรือส่วนล่างของชุดแหวน ลูกสูบของเครื่องอัดแบบอัดสองทาง แหวนอัดของลูกสูบอาจมี 1-3 วงอยู่ส่วนบนและมีแหวนกวาดน้ำมัน 1-2 วงอยู่ส่วนล่าง

ขั้นการทำงานของเครื่องอัดแบบลูกสูบ

จากที่กล่าวแล้วถึงอุปกรณ์ที่ต้องเคลื่อนที่ในเครื่องอัดเพื่อให้เกิดกำลังอัดในมวลของสารความเย็น ส่วนประกอบที่สำคัญเพื่อให้อุปกรณ์ต่าง ๆ ในตัวเครื่องอัดเคลื่อนที่คือเครื่องต้นกำลัง เช่น มอเตอร์ไฟฟ้า หรือเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันเป็นพลังงาน เป็นต้น จะกล่าวถึงเครื่องอัดแบบลูกสูบแบบต่าง ๆ ที่ใช้เครื่องต้นกำลังขับเพลาข้อเหวี่ยงเลื่อนลูกสูบให้ขึ้น-ลง ดังนี้

ขณะลูกสูบในเสื้อสูบเลื่อนลงจะดูดเอาไอสารความเย็นจากอีเวปอเรเตอร์ผ่านวาล์วดูด (suction valve) เข้าในเสื้อสูบ จวบจนลูกสูบเลื่อนลงต่ำสุดถึงศูนย์ตายล่าง ขณะนั้นแรงดันที่มีในเสื้อสูบจะเท่ากับแรงดันในท่อดูด (suction line) ทำให้วาล์วดูด (flapper valve) ปิดทางไหลเข้าของสารความเย็น แสดงว่าในเสื้อสูบมีไอสารความเย็นอยู่เต็ม

เมื่อลูกสูบเลื่อนขึ้น ปริมาตรในเสื้อสูบลดลง ทำให้แรงดันเพิ่มขึ้น ดันให้วาล์วจ่าย (discharge valve) เปิดออกให้ไอสารความเย็นที่มีความดันสูงไหลออกไปสู่คอนเดนเซอร์

การควบคุมให้ลูกสูบเลื่อนขึ้น-ลงในเสื้อสูบเพื่อสร้างแรงดันแตกต่างภายในระบบทำความเย็น นอกจากเพลาข้อเหวี่ยงแล้ว การเลื่อนลูกสูบให้ขึ้น-ลง สามารถใช้จานเบนศูนย์ (eccentric disk) หรือจานเบี่ยงแทนได้

เครื่องอัดแบบแรงหมุน (Rotary Compressors)

เครื่องอัดแบบแรงหมุนที่ใช้งานทั่วไปมี 3 แบบ คือ

1. แบบลูกสูบหมุน (rolling piston)
2. แบบใบพัด (rotating vane)
3. แบบเกลียวหนอน (helical lobe-screw)

1.เครื่องอัดแบบลูกสูบหมุน ประกอบด้วยเดือยทรงกลมยาว หมุนเบนศูนย์ในกระบอกทรงกลม ด้วยเหตุที่ใช้กับลูกสูบหมุนเบนศูนย์ การติดตั้งจะต้องให้เปลือกของลูกสูบใกล้เคียงกับผนังของกระบอกสูบ

แผ่นปิดหัวท้ายของเครื่องอัดนอกจากใช้ประโยชน์ ยังทำหน้าที่ควบคุมตำแหน่งของเพลาหมุนด้วย กระเปาะไอสารความเย็นด้านดูดและด้านจ่ายจะอยู่ภายในของชุดเครื่องอัดใกล้กับช่องของมีดกันแรงดัน (Blade) ไอสารความเย็นด้านดูดจะแยกออกจากไอสารความเย็นด้านอัดตรงจุดที่ใบมีดสัมผัสกับลูกสูบและที่ลูกสูบสัมผัสกับกระบอกสูบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรดสังเกตว่า ทางออกของไอสารความเย็นแรงดันอุณหภูมิสูงจะอยู่ในตัวเรือนของเครื่องอัดเหนือระดับน้ำมันก่อนที่จะออกไปตามท่อทางออก (discharge line) จากรูปแบบของเครื่องอัดจะเห็นว่าวาวล์สำหรับทางดูดไม่จำเป็น แต่ควรมีวาลว์สำหรับทางออกเพื่อป้องกันการไหลย้อนกลับสู่เสื้อสูบของไอสารความเย็น และขณะเครื่องอัดทำงาน น้ำมันหล่อลื่นที่เคลือบกระบอกสูบและลูกสูบเป็นตัวกั้น (seal) ระหว่างด้านแรงดันสูงกับด้านแรงดันต่ำ แต่ขณะที่เครื่องอัดพักการทำงาน น้ำมันหล่อลื่นที่เคลือบที่กระบอกสูบและลูกสูบจะย้อนหมดไปทำให้แรงดันที่แตกต่างระหว่างแรงดันสูงและแรงดันต่ำไหลถึงกันได้ จึงเป็นการเฉลี่ยแรงดันที่ต่างกันทั้งสองด้านให้เท่ากัน แต่จะไม่เกี่ยวข้องกับสารความเย็นแรงดันสูงที่อยู่ในคอนเดนเซอร์ เพราะมีวาล์วสำหรับทางออก (discharge valve) กั้นอยู่

2. เครื่องอัดแบบใบพัด (rotating vane) โครงสร้างภายในของเครื่องอัดแบบใบพัดโดยใบพัดที่เคลื่อนที่เข้าออกได้ด้วยแรงสปริงจะติดตั้งอยู่ในร่องของลูกสูบหรือตัวหมุน (rotor) และการติดตั้งตัวหมุนจะเบนออกจากศูนย์กลางของกระบอกสูบ (cylinder) โดยผิวของตัวหมุนเกือบสัมผัสถูกกระบอกสูบ การกั้นเขตแรงดันระหว่างแรงดันสูงและแรงดันต่ำจะเกิดจากน้ำมันหล่อลื่นที่เคลือบผิวของตัวหมุนและกระบอกสูบอยู่ แผ่นปิดหัว-ท้ายของเครื่องอัดนอกจากกันการรั่วไหลของสารความเย็นแล้วยังใช้สำหรับบังคับตัวหมุนให้อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้องด้วย

การเคลื่อนที่ของใบพัด (Rolor vane) จะเคลื่อนที่เข้าออกตามความโค้งของผนังกระบอกสูบขณะกำลังหมุน การเคลื่อนตัวออกของใบพัดจะอัดแน่นกับผนังกระบอกสูบด้วยแรงเหวี่ยงหนีศูนย์ (Centrifugal force) สำหรับบางเครื่องอาจมีสปริงหนุนใต้ใบพัดด้วย

ไอสารความเย็นที่จะถูกอัดและส่งไปด้านแรงดันสูงจะถูกดูดสู่กระบอกสูบของเครื่องอัดทางช่องดูดและถูกกักโดยใบพัดที่อัดกับผนังของกระบอกสูบ เมื่อช่องระหว่างกระบอกสูบและตัวหมุนที่มีไอสารความเย็นบรรจุอยู่เต็มหมุนต่อไป ช่องว่างดังกล่าวจะลดลงเป็นการบีบให้แรงดันของไอสารความเย็นสูงขึ้น แล้วจึงปล่อยไอสารความเย็นที่มีแรงดันสูง อุณหภูมิสูง ผ่านวาล์วทางออก (discharge read-valve) สู่คอนเดนเซอร์ต่อไป อัตราส่วนการอัด (compression ratio) ของไอสารความเย็นจะอยู่ประมาณ 7 ต่อ 1

เครื่องอัดแบบใบพัดมีอุปกรณ์ใช้งานที่เหมือนกับเครื่องอัดแบบลูกสูบหมุนคือ ต้องมีวาล์วกันกลับ (check valve) สำหรับทางออกของสารความเย็นเพื่อป้องกันไอสารความเย็นย้อนกลับสู่เครื่องอัด

เครื่องอัดแรงหมุนแบบใบพัดขนาดใหญ่ที่ใช้กับสารความเย็น 12, 22 หรือ 717 (แอมโมเนีย) เพื่อเสริมระบบทำความเย็นอุณหภูมิต่ำมาก หรือระบบทำความเย็นที่มีขั้นตอนการทำความเย็นหลายชั้น (multi-stage compression system)'

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เครื่องอัดแบบเกลียวหนอน (helical lobe-screw) เครื่องอัดแบบเกลียวหนอนนี้เป็นเครื่องอัดที่มีแรงดูด (positive displacement) เพื่ออัด งานอัดไอสารความเย็นเกิดจากตัวหมุนที่เป็นร่องเกลียวหนอนสองตัว ตัวเมียและตัวผู้ขบกัน ตัวผู้ทางขวาเป็นตัวขับ เมื่อตัวผู้ของชุดเกลียวหนอนซึ่งมีสี่โหนกหมุน จะพาตัวเมียซึ่งมีหกแฉกให้หมุนด้วย แต่มีทิศทางตรงข้าม

ขณะที่เกลียวหนอนทั้งสองตัวหมุนจะพาเอาไอสารความเย็นที่ติดอยู่ระหว่างพันเกลียวให้เคลื่อนที่ตามไปสู่ทางออกผ่านท่อออก (discharge line) และสู่คอนเดนเซอร์

เครื่องอัดแบบนี้มักใช้กับเครื่องทำความเย็นขนาด 100 ตันขึ้นไป และเป็นระบบน้ำเย็น (Chilled water system) ใช้กับอาคารขนาดใหญ่ มีห้องที่ต้องการปรับอากาศหลายห้อง และหลายชั้น ระบบทำความเย็นจะใช้สารความเย็นสองประเภท ประเภทแรกเป็นสารความเย็นที่ใช้ทั่วไป เช่น สารความเย็น 11, 12, 22, 114 เป็นต้น

ด้วยเหตุที่สารความเย็นกลุ่มประเภทแรกมีราคาแพง การเดินท่อจ่ายสารความเย็นไปยังชั้นและห้องต่าง ๆ มีความยุ่งยาก และจะต้องมีการป้องกันการถ่ายเทความร้อนจากบรรยากาศที่ไม่ได้รับอากาศสู่ท่อสารความเย็นซึ่งรวมปัญหาแล้วมีมาก จึงใช้สารความเย็นประเภทสองสำหรับงานปรับอากาศ

สารความเย็นประเภทสองอาจเป็น น้ำ สารละลายของแคลเซี่ยมคลอไรด์หรือสารละลายอีทีลีน สารละลายโปรฟีลีน แอลกอฮอล์ กลีเซอลีน เป็นต้น เหล่านี้เป็นสารความเย็นตัวรอง (secondary regrigerants) ระบบทำความเย็นสำหรับเครื่องปรับอากาศขนาดใหญ่มักเลือกใช้น้ำเป็นสารความเย็นตัวรอง โดยน้ำที่ทำให้เย็นแล้วจะถูกส่งไปสู่ขดท่อทำความเย็น (cooling coils) ของห้องต่าง ๆ เมื่อน้ำเย็นไหลผ่านขดท่อทำความเย็น การดูดอากาศผ่านขดท่อทำความเย็นนี้จะทำให้ความร้อนที่มีในอากาศที่ผ่านท่อถ่ายเทความร้อนสู่ท่อ จากท่อสู่น้ำซึ่งทำหน้าที่เป็นสารความเย็นตัวรอง

ข้อควรจำในกรณีใช้น้ำเป็นสารความเย็นตัวรองคือ น้ำเย็นที่ส่งไปตามท่อจะต้องมีอุณหภูมิสูงกว่าจุดเยือกแข็งของน้ำคือ สูงกว่า 32 องศา F หรือสูงกว่า 0 องศา C

เครื่องอัดแบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์

เครื่องอัดแบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์เหมาะกับงานขนาดใหญ่ การทำงานอาศัยเพียงแรงเหวี่ยง ดังนั้นเครื่องจะต้องทำงานที่ความเร็วรอบสูงเพื่อดูดไอสารความเย็นเข้าส่วนกลางของกลีบใบพัดแล้วเหวี่ยงออกสู่วงนอกของกลีบใบพัด

ไอของสารความเย็นที่ถูกเหวี่ยงออกจะกระทบตัวเรือน (housing) และจะถูกอัดด้วยไอสารความเย็นที่ตามมา และด้วยเหตุที่การทำงานของล้อกลีบใบพัดแต่ละล้อสร้างความดันแตกต่างระหว่างด้านเข้าและด้านออกไม่มาก ดังนั้นจึงต้องใช้ล้อกลีบใบพัดหลาย ๆ ชุดเพื่อให้ความดันแตกต่างระหว่างด้านความดันต่ำ (low side) และด้านความดันสูง (high side) มีมากพอสำหรับระบบเครื่องทำความเย็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากที่กล่าวแล้วว่า การทำงานของเครื่องอัดแบบนี้ส่วนที่เคลื่อนไหวมีเพียงชุดกลีบใบพัด โดยจะต้องหมุนที่ความเร็วสูงตั้งแต่ 3000 rpm เป็นต้นไป เครื่องอัดสำหรับงานบางชนิดอาจใช้ความเร็วมากถึง 18,000 rpm และด้วยเหตุที่เครื่องอัดชนิดนี้ต้องทำงานที่ความเร็วสูง เครื่องจึงสามารถดูดและถ่ายไอสารความเย็นในปริมาณที่มากได้ถึงแม้ตัวเครื่องอัดจะไม่โตนัก และสารความเย็นที่ใช้กับเครื่องอัดแบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์มักเป็นสารความเย็น 11, 12, 113, 500 และ 717 หรือแอมโมเนีย เป็นต้น

ประเภทของเครื่องอัด

เครื่องอัด (Compressor) สำหรับเครื่องทำความเย็น และเครื่องปรับอากาศอาจแบ่งได้สามประเภทคือ

1. เครื่องอัดแบบอิสระ (Open type compressor) เครื่องอัดแบบนี้นิยมใช้กันมากในสมัยที่มีการพัฒนาเครื่องทำความเย็นขึ้นใหม่ ๆ การขับเคลื่อนจะเป็นเครื่องยนต์หรือมอเตอร์ไฟฟ้าก็ได้ และใช้สายพานเป็นตัวถ่ายทอดกำลัง เครื่องอัดส่วนมากเป็นแบบลูกสูบโดยทั้ง เสื้อสูบ ลูกสูบและเพลาข้อเหวี่ยงจะรวมอยู่ในชุดเดียวกัน และที่เพลาข้อเหวี่ยงจะมีก้านต่อออกมารับกับวงล้อ (pulley) เพื่อให้วงล้อรับแรงขับเคลื่อนจากเครื่องต้นกำลัง

เครื่องอัดแบบนี้สามารถใช้งานได้หลายขนาดของความเร็วรอบ โดยพิจารณาความเหมาะสมของความเร็วรอบกับชนิดของสารความเย็นที่จะใช้กับปริมาณของภาระที่จะมี การซ่อมหรือเปลี่ยนอุปกรณ์ที่ชำรุดหรือเสื่อมสภาพกระทำได้ง่าย

การใช้งาน ถึงแม้ว่าเครื่องอัดแบบอิสระ (Open type compressor) จะเคยได้รับความนิยม แต่มีข้อเสียเปรียบคือรูปร่างเทอะทะและมีน้ำหนักมากเพราะตัวเรือน (body) สร้างด้วยเหล็กหล่อ เป็นเหตุให้เครื่องอัดมีราคาสูง การปิดกั้นกันรั่วซึมของสารความเย็นบริเวณแขนของเพลาข้อเหวี่ยงกระทำได้ยากหากจะให้มีการขับเคลื่อนโดยตรงไม่ต้องใช้สายพาน การตั้งแนวระดับกระทำได้ยาก ขณะใช้งานมีเสียงดัง ด้วยจุดอ่อนเหล่านี้ ปริมาณการใช้งานของเครื่องอัดแบบอิสระจึงลดลงเรื่อย ๆ โดยเครื่องอัดแบบกึ่งปิดสนิท (Semi-hermetic compressor) หรือเครื่องอัดแบบปิดสนิท (Hermetic compressor) เข้ามาแทนที่

2. เครื่องอัดแบบกึ่งปิดสนิท (Semi-hermetic compressor) หมายถึงเครื่องอัดที่ขับด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าโดยให้เครื่องอัดและมอเตอร์ไฟฟ้ารวมอยู่ในเรือนเดียวกัน (common housing) ตัวหมุน (rotor) ของมอเตอร์ต่อตรงกับเพลาข้อเหวี่ยงของเครื่องอัด (compressor) และอุปกรณ์ทุกชิ้นของมอเตอร์จะไม่สัมผัสโดยตรงกับระบบทำความเย็น การออกแบบสร้างเครื่องอัดลักษณะนี้จะขจัดปัญหาบางอย่างคือ ปัญหาของสายพาน ปัญหาการรั่วซึมของสารความเย็นบริเวณเพลาขับและขนาดของมอเตอร์ที่เหมาะสม เป็นต้น ทำให้สามารถออกแบบสร้างเครื่องอัดให้มีขนาดกะทัดรัดยิ่งขึ้น และเสียงขณะใช้งานมีน้อยลง

3. เครื่องอัดแบบปิดสนิท (Hermetic compressor) เครื่องอัดแบบนี้ได้รับการออกแบบสร้างเพื่อลดขนาดของเครื่องอัด หมายถึงลดต้นทุนการสร้างเครื่องทำความเย็นซึ่งมีผลคือ สามารถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำหน่ายได้ในราคาที่ถูกกว่าจึงนิยมใช้เครื่องอัดแบบปิดสนิทสำหรับอุปกรณ์อำนวยความสะดวกภายในบ้าน เช่น ตู้แช่ ตู้เย็น หรือเครื่องปรับอากาศที่มีขนาดน้อยกว่าห้าตัน

รูปแบบการสร้าง เพลาใช้งานของเครื่องอัดและของมอเตอร์ต้นกำลังจะใช้ร่วมกันเช่นเดียวกันแบบกึ่งปิดสนิท (Semi-hermetic compressor) แต่เปลือกนอกของเครื่องอัดแบบปิดสนิท จะเป็นโลหะแผ่นที่สร้างหุ้มตัวเรือนของเครื่องอัดและมอเตอร์และที่แผ่นหุ้มจะเชื่อมปิดสนิท ด้วยเหตุนี้การผ่าซ่อมเครื่องอัดแบบนี้ในบริเวณบ้านที่ไปให้บริการซ่อมย่อมไม่สะดวก

การทำงาน ไอสารความเย็นที่ใช้งานแล้วจากอีเวปเรเตอร์ผ่านท่อดูด (suction line) สู่ภายในตัวของเครื่องอัดและช่องดูดของเครื่องอัดจะดูดไอสารความเย็นแผ่นวาล์วดูด (suction valve leaf) อัดโดยลูกสูบกับเสื้อสูบ และถูดันออกผ่านวาล์วออก (dsicharge valve leaf) สู่ท่อทางออก (discharge line) สู่คอนเดนเซอร์เพื่อควบแน่นไอสารความเย็นให้เปลี่ยนสถานะเป็นของเหลวต่อไป

มอเตอร์คอมเพรสเซอร์

ต้นกำลังที่ใช้ในการขับเคลื่อนคอมเพรสเซอร์เพื่อให้เกิดการดูดและอัดน้ำยาในสถานะแก๊สดังได้กล่าวมาแล้วนั้น ส่วนใหญ่จะใช้มอเตอร์เป็นตัวขับเคลื่อน จะมีอยู่บ้างที่ใช้เครื่องยนต์เป็นตัวขับเคลื่อน เช่น เครื่องปรับอากาศรถยนต์ เครื่องปรับอากาศรถยนต์โดยสาร เป็นต้น คอมเพรสเซอร์ที่ใช้มอเตอร์เป็นตัวขับเคลื่อนบางทีเรียกรวมกันว่า มอเตอร์คอมเพรสเซอร์ ซึ่งจะแบ่งตามลักษณะโครงสร้างภายนอกได้เป็น 3 แบบ คือ

1. มอเตอร์คอมเพรสเซอร์แบบเฮอร์เมติก (hermatic motor compressor) เป็นแบบที่มีมอเตอร์และคอมเพรสเซอร์บรรจุภายในตัวเรือน (housing) ที่เชื่อมปิดมิดชิด ตัวมอเตอร์จะประกอบด้วยสเตเตอร์และโรเตอร์ แกนของโรเตอร์จะต่อเข้ากับเครื่องคอมเพรสเซอร์โดยตรง ในส่วนของคอมเพรสเซอร์อาจจะเป็นแบบลูกสูบหรือแบบโรตารีก็ได้ การซ่อมมอเตอร์คอมเพรสเซอร์แบบนี้จะต้องผ่าเปิดตัวเรือนตรงแนวเดิมที่เชื่อมปิดไว้

2. มอเตอร์คอมเพรสเซอร์แบบกึ่งเฮอร์เมติก (Semi-hermatic motor compressor) เป็นแบบที่เมื่อติดอยู่ในระบบมอเตอร์และคอมเพรสเซอร์จะบรรจุอยู่ภายในตัวเรือนเดียวกันเช่นเดียวกับแบบเฮอร์เมติก ต่างกันเพียงแต่ในการถอดซ่อมไม่ต้องผ่าเปิดตัวเรือน ถ้าเป็นการชำรุดทางส่วนของคอมเพรสเซอร์ก็สามารถคลายนอตเปิดฝาครอบหัวสูบออกซ่อมได้ และถ้าเป็นการชำรุดทางส่วนของมอเตอร์ก็สามารถคลายนอตเปิดฝาครอบท้ายเพื่อถอดเอามอเตอร์ออกมาซ่อมได้

3. มอเตอร์คอมเพรสเซอร์แบบแยกส่วน (open motor compressor) เป็นแบบที่คอมเพรสเซอร์และมอเตอร์แยกออกจากกันโดยเด็ดขาด ในส่วนของคอมเพรสเซอร์จะมีแกนเพลายื่นออกมา การขับเคลื่อนคอมเพรสเซอร์ด้วยมอเตอร์จะใช้สายพานเป็นตัวฉุด การซ่อมมอเตอร์หรือคอมเพรสเซอร์สามารถแยกกันซ่อมโดยอิสระ ตัวอย่างที่เห็นชัดที่สุดของคอมเพรสเซอร์แบบนี้ก็คือคอมเพรสเซอร์ของเครื่องปรับอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่อนุญาตไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า คอมเพรสเซอร์ที่ใช้กับเครื่องทำน้ำเย็นคือ คอมเพรสเซอร์แบบปิดสนิท (Hermatic Compresser) เนื่องจากมีขนาดเล็กและมีราคาถูก ลักษณะของคอมเพรสเซอร์แบบปิดสนิท เปลือกนอกของคอมเพรสเซอร์แบบปิดสนิทจะเป็นโลหะแผ่นที่สร้างหุ้มตัวเรือนของคอมเพรสเซอร์และมอเตอร์โดยการเชื่อมปิดสนิทด้วยเหตุนี้ทำให้ยากต่อการซ่อมแซม

หลักการทำงานของคอมเพรสเซอร์แบบปิดสนิท ไอสารความเย็นที่ใช้งานแล้วจากอีเวปอเรเตอร์ผ่านท่อดูดสู่ภายในตัวเครื่องคอมเพรสเซอร์และช่องดูดและเครื่องอัดจะดูดไอสารความเย็นผ่านแผ่นวาล์วดูด อัดโดยลูกสูบกับเสื้อสูบและถูกดันออกผ่านวาล์วออกสู่ท่อทางออกสู่คอนเดนเซอร์เพื่อควบแน่นไอสารความเย็นให้เปลี่ยนสถานะเป็นของเหลวต่อไป

มอเตอร์คอมเพรสเซอร์ที่ใช้กับเครื่องทำความเย็น คือ แบบเฮอร์เมติกตัวมอเตอร์ประกอบด้วยสเตเตอร์และโรเตอร์

คอนเดนเซอร์ (Condensors) ประจักษ์ ภักดีรันต์ (2533)

คอนเดนเซอร์เป็นอุปกรณ์ใช้เพื่อระบายความร้อน ซึ่งไอน้ำยาดูดซับมาจากอีแวปอเรเตอร์ คอนเดนเซอร์มี 4 แบบ คือ

1. แบบครีบระบายความร้อนตามธรรมชาติ (finned-static)
2. แบบครีบระบายความร้อนด้วยพัดลม (finned-forced convection)
3. แบบแผงลวด (wire-static)
4. แบบแผงโลหะ (plate-static)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประเภทของคอนเดนเซอร์

ประจักษ์ ภักดีรันต์ ได้กล่าวถึงบทบาทและหน้าที่ของคอนเดนเซอร์ไว้ว่า เมื่อไอสารความเย็นที่มีอุณหภูมิสูงความดันสูงออกจากเครื่องอัดแล้วจะเข้าคอนเดนเซอร์ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวถ่ายเทความร้อนออกจากสารความเย็น ซึ่งสารความเย็นนั้นรับความร้อนมาจากที่อีเวปอเรเตอร์และจากกระบวนการอัด การถ่ายเทความร้อนให้กับไอสารความเย็นนี้ จะมีการถ่ายเทความร้อนจนไอสารความเย็นเปลี่ยนสถานะเป็นของเหลวอีก

รูปแบบของคอนเดนเซอร์เป็นประเด็นสำคัญในการออกแบบซึ่งแบ่งได้ 3 ประเภท คือ

1. ประเภทระบายความร้อนด้วยน้ำ (Water Cooled Condensers)
2. ประเภทระบายความร้อนด้วยน้ำและอากาศ (Evaporative Condensers)
3. ประเภทระบายความร้อนด้วยอากาศ (Air Cooled Condensers)

จากประเภททั้งสามของคอนเดนเซอร์ แสดงถึงลักษณะการถ่ายเทความร้อนออกจากคอนเดนเซอร์เพื่อทำให้ไอสารความเย็นเปลี่ยนสถานะเป็นของเหลว

ภาระของคอนเดนเซอร์ (The Condensor Load)

ดังได้กล่าวแล้วว่า ปริมาณความร้อนที่คอนเดนเซอร์จะถ่ายออกจากสารความเย็นเป็นผลรวมความร้อนที่สารความเย็นรับมาจากอีเวปอเรเตอร์กับความร้อนที่เกิดจากงานอัด (Work) ที่เครื่องอัดและความร้อนที่สารความเย็นได้รับขณะผ่านท่อดูด (Suction line) นับเป็นส่วนหนึ่งของภาระที่คอนเดนเซอร์จะต้องถ่ายเทออกไปด้วย จากกฎใช้งานของบริษัทผู้ผลิตเครื่องทำความเย็น YORK ให้ค่าตัวเลขในการหาขนาดของคอนเดนเซอร์โดยกำหนดให้คอนเดนเซอร์สามารถถ่ายเทความร้อนออกจากสารความเย็นได้ 250 บีทียูต่อนาที ขณะที่อีเวปอเรเตอร์ของเครื่องทำความเย็นขนาด 1 ตัน สามารถรับปริมาณความร้อนจากภาระ (load) ได้ 12,000 บีทียูต่อชั่วโมง หรือ 12,000/60 เท่ากับ 200 บีทียูต่อนาทีนั้น การถ่ายเทความร้อนออกจากสารความเย็นที่ผ่านการใช้งานแล้วที่อีเวปอเรเตอร์และผ่านงานอัด (Work) ที่เครื่องอัดจึงจะมีมากกว่า 200 บีทียูต่อนาที นอกจากนี้ค่าความร้อนยิ่งยวด (Superheated) ที่เพิ่มให้กับไอสารความเย็นขณะไอสารความเย็นผ่านท่อดูด (Suction line) ต้องรวมเข้าด้วย และเพื่อความสะดวกในการทำงาน บริษัทผู้ผลิตเครื่องทำความเย็น YORK จึงกำหนดปริมาณความร้อนที่จะต้องถ่ายออกที่คอนเดน เซอร์เท่ากับ 250 บีทียูต่อนาทีต่อตันหรือ 250 x 60 เท่ากับ 15,000 บีทียูต่อชั่วโมง ค่านี้อาจมีส่วนผิดพลาดบ้างแต่ก็ใกล้เคียงมาก

คอนเด็นเซอร์ชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ (Water cooled condensor)

คอนเด็นเซอร์แบบระบายความร้อนด้วยน้ำ ใช้กับระบบเครื่องเย็นที่ใช้ในคอมเพรสเซอร์ตั้งแต่ 1 แรงม้าขึ้นไป ส่วนมากจะใช้กับเครื่องเย็นทางการค้า (เช่นห้องเย็น) และระบบเครื่องปรับอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขนาดใหญ่ รวมทั้งเครื่องทำน้ำแข็ง ก็นิยมใช้คอนเด็นเซอร์แบบระบายความร้อนด้วยน้ำทั้งสิ้น คอนเด็นเซอร์แบบนี้สร้างเป็น 2 แบบ

1. แบบท่อบรรจุในถังโลหะ (Shell and tube) เป็นแบบที่มีท่อน้ำเย็นที่เป็นแก๊สที่ออกจากคอมเพรสเซอร์ จะวิ่งเข้าไปภายในถังโลหะและจะมีท่อเย็นผ่านเข้าไปรับความร้อนจากน้ำยาที่เป็นแก๊ส ทำให้น้ำยาที่เป็นแก๊สเปลี่ยนสถานะเป็นของเหลว (Liquid)

ตัวถังโลหะหรือ Shell มีลักษณะคล้ายทรงกระบอก ทำด้วยเหล็กเหนียวและมีท่อทองแดงขดเป็นคอยล์ขนานไปมาบรรจุอยู่ภายใน และน้ำจะไหลเข้าทางท่อทองแดงที่ขนดนี้ และจะทำให้แก๊สร้อนที่วิ่งเข้ามาในถังโลหะจากคอมเพรสเซอร์กลายเป็นของเหลว ส่วนล่างของถังโลหะจะกลายเป็นถังพักน้ำยา (Liquid receiver) เพราะจะมีน้ำยาที่เป็นของเหลวสะสมอยู่ ประโยชน์ของการสร้างคอนเด็นเซอร์แบบนี้คือไม่ต้องใช้พัดลม และยังสามารถประหยัดถังพักน้ำยาได้อีกด้วย นอกจากนี้ยังออกแบบให้สามารถทำความสะอาด ท่อน้ำได้อย่างง่ายดายอีกด้วย ในกรณีที่เกิดการสกปรกในท่อทางเดินของน้ำเนื่องจากสนิมหรือสิ่งสกปรกเข้าไปอุดตันจนทำให้การระบายไม่ดี ก็สามารถจะเปิดด้านหัวท้ายของถังโลหะและใช้เหล็กแป๊ปที่ยาวกว่าถังโลหะสอดทะลวงทำความสะอาดท่อน้ำ โดยไม่รบกวนระบบน้ำยาเครื่องเย็นเลย

2. แบบท่อสอดอยู่ในท่อ (Tube within a tube)

คอนเด็นเซอร์แบบนี้นิยมใช้มาก เพราะสะดวกและง่ายต่อการต่อท่อเข้ากับระบบ โดยออกแบบไว้ให้น้ำเย็นวิ่งผ่านเข้าไปในท่อเล็ก ซึ่งสวมอยู่ในท่อใหญ่ และภายนอกท่อใหญ่จะมีแก๊สร้อนจากคอมเพรสเซอร์วิ่งเข้ามาล้อบรอบท่อน้ำเย็นที่ผ่านมา ทำให้แก๊สเกิดกลั่นตัวกลายเป็นของเหลว วิ่งออกไปยังตัวควบคุมน้ำยาต่อไป นอกจากภายในท่อน้ำยาที่เป็นแก๊สจะสัมผัสกับท่อน้ำเย็นแล้ว ภายนอกของท่อยังสัมผัสกับอากาศของห้อง (Room Air)

น้ำยาที่เข้าไปในคอนเด็นเซอร์ ขณะที่ของเหลววิ่งออกจากคอนเด็นเซอร์ และน้ำร้อนที่ออกจากคอนเด็นเซอร์ ขณะที่แก๊สร้อนวิ่งจากคอมเพรสเซอร์มาเข้าคอนเด็นเซอร์ เรียกว่า แบบไหลสวนทาง หรือเคาเตอร์โฟลว์ (Counter Flow) หรือคอนตราโฟล์ว (Contra flow)

บางครั้งคอมเพรสเซอร์ที่ใช้กับคอนเด็นเซอร์ที่ระบายความร้อนด้วยน้ำนี้ มีผู้สร้างให้ระบายความร้อนด้วยน้ำ โดยอาศัยน้ำที่ออกมาจากคอนเด็นเซอร์นั่นเอง กล่าวคือ ขั้นแรกให้น้ำเย็นเข้าไปผ่านคอนเด็นเซอร์ก่อน แล้วจึงต่อออกจากคอนเด็นเซอร์ไปเข้าทางหัวสูบของคอมเพรสเซอร์ เพื่อการระบายความร้อน (Cooling head cylinder)

คอนเดนเซอร์ระบายความร้อนด้วยน้ำผสมอากาศ (Evaporative Condensers)

คอนเดนเซอร์แบบระบายความร้อนด้วยน้ำและอากาศผสมกันนี้มีลักษณะการทำงานคล้ายหอทำน้ำเย็นแบบระบายความร้อนโดยวิธีกล แต่ที่ดีกว่าคือ การระบายความร้อนโดยวิธีนี้สามารถประหยัดน้ำได้มากกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานของคอนเดนเซอร์แบบนี้จะเป็นดังนี้

จากที่กล่าวแล้วว่า คอนเดนเซอร์แบบนี้ใช้ทั้งน้ำและอากาศระบายความร้อน จึงต้องมีอ่างรับน้ำ (Water tank) โดยปั๊มมีหน้าที่ดูดน้ำจากอ่างขึ้นสู่หัวฉีด (Spary nozzles) ด้านบน หัวฉีดจะฉีดฝอยน้ำลงสู่ท่อไอสารความเย็น ในขณะเดียวกันพัดลมดูดอากาศ (Fan) จะทำหน้าที่ดูดอากาศจากภายนอกเข้าสู่ภายในระบบ (Air in) เพื่อเสริมการระบายความร้อนของท่อไอสารความเย็น อากาศที่ถูกดูดเข้าสู่ระบบจะถูกส่งออกนอกระบบหลังจากพาความร้อนติดไปด้วย และด้วยเหตุที่อากาศที่จะถูกส่งออกนอกระบบผ่านฝอยน้ำมาก่อน จึงต้องมีอุปกรณ์จับเม็ดน้ำ(Eliminators) ที่ติดไปกับอากาศเพื่อเป็นการลดความสิ้นเปลืองน้ำหล่อเย็น แต่ที่อ่างรับน้ำก็มีท่อน้ำเข้า หากต้องการน้ำเพิ่มเติม (Make-up water) สำหรับระบบส่วนการนำอากาศภายนอกเข้ามาใช้ในระบบสามารถทำได้ทั้งระบบดูด และระบบดัน

คอนเดนเซอร์แบบระบายความร้อนด้วยน้ำและอากาศของบางบริษัทผู้สร้างอาจมีวงจรท่อพิเศษสำหรับลดอุณหภูมิของไอสารความเย็นที่มีความร้อนยิ่งยวด (Desuperheating Coil) โดยจะติดตั้งระหว่างท่อทางออก (Discharge Line) ของสารความเย็นจากเครื่องอัดถึงต้นทางของคอนเดนเซอร์ อุณหภูมิของไอสารความเย็นที่มีความร้อนยิ่งยวดและถูกลดลงโดยขดท่อลดความร้อนยิ่งยวด (Desuperheated Coil) นี้ จะเป็นการเพิ่มสมรรถนะของคอนเดนเซอร์

คอนเซอร์แบบระบายความร้อนด้วยน้ำและอากาศซึ่งเป็นระบบของ Trane มีการทำงานดังนี้

ไอสารความเย็นที่มีอุณหภูมิสูง (Hot gas) เมื่อออกจากเครื่องอัดจะเข้าสู่ขดท่อคอนเดนเซอร์ เมื่อไอสารความเย็นได้รับการถ่ายเทความร้อนออกจนไอสารความเย็นเปลี่ยนสถานะเป็นของเหลวแล้ว สารเหลวจะไหลไปสู่ถังรับสารเหลว (Liquid Receiver) จากนั้นสารความเย็นเหลวจะเคลื่อนไปตามท่อสารเหลว (Liquid line) ผ่านวาล์วเปิด-ปิด (Liquied Shut - off Valve) ผ่านที่กรอง (strainer) ผ่านวาล์วเปิด-ปิดที่ควบคุมด้วยไฟฟ้า (Solenoid Stop Valve) ผ่านช่องกระจกมองสารความเย็น (Sight Glass) ผ่านตัวควบคุมปริมาณสารความเย็น (LCD) ซึ่งวงจรท่อเครื่องทำความเย็นชุดนี้ใช้ Therntrostatic Expansion Valve (TEV) จาก TEV สารความเย็นเหลวจะถูกลดความดันลงจนความดันที่มีในอีเวปอเรเตอร์สอดคล้องกับอุณหภูมิใช้งานของระบบ เมื่อสารความเย็นเหลวดึงดูดความร้อนจากภาระมาแล้วสารเหลวก็จะเปลี่ยนสถานะเป็นไอและไปตามท่อดูด (Suction line) สู่เครื่องอัดต่อไป

คอนเด็นเซอร์ทำด้วยท่อทองแดงหรือเหล็กตัดขนานไปมา และมีแผ่นโลหะเรียกว่า Fin เชื่อมพาด คอนเด็นซิ่งยูนิตแบบระบายความร้อนด้วยอากาศ จะต้องออกแบบสร้างติดตั้งและบำรุงรักษาดังนี้

1. ถ้าเป็นแบบติดตั้งภายนอกอาคาร จะต้องวางตั้งในที่ระบายความร้อนได้ดี ไม่มีสิ่งก่อสร้างมาบดบัง

2. แบบแผงร้อน (Static condenser) แบบนี้ไม่มีพัดลม แต่ตัวคอนเด็นเซอร์จะทำด้วยโลหะส่วนมากเป็นท่อเหล็กดัดโค้งขนานไปมามากน้อย แล้วแต่ขนาดของเครื่อง และจะมีลวดเหล็กเชื่อมพาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระหว่างท่อเหล็กที่ขนานไปมา แบบตัดกันเป็น 4 มุมเพื่อเพิ่มจำนวนพื้นที่ผิวหน้า (Surface Area) ของคอนเด็นเซอร์ให้มากขึ้น เพื่อการระบายความร้อนที่ดิน แผงร้อนนี้จะใช้เป็นคอนเด็นเซอร์ของตู้เย็น, ตู้แช่, ตู้ทำน้ำเย็นเป็นต้น เนื่องจากแผงร้อนไม่มีพัดลมเป่าระบายอากาศ ดังนั้น จึงควรจะติดตั้งแผงร้อนให้มีโอกาสถ่ายเทความร้อนได้ดี เช่น ติดทางด้านหลัง หรือด้านบนของเครื่องเย็นต่าง ๆ ถ้าไม่จำเป็นไม่ควรนำแผงร้อนไว้ภายใต้ตู้เย็น ตู้แช่ เพราะจะทำให้การระบายความร้อนไม่ดี และจะเป็นผลเสียกับคอมเพรสเซอร์ และเครื่องจะให้ความเย็นได้ไม่เต็มที่ (Capacity ต่ำ) และทำนองเดียวกันการเลือกตั้งตู้เย็นหรือตู้แช่ ควรจะให้ห่างผนังอย่างน้อย 1 ฟุต และควรเลือกตั้งในที่ที่อากาศถ่ายเทผ่านแผงร้อนได้ดี คอนเด็นเซอร์แบบแผงร้อนนี้ บางทีมีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า Wire condenser

3. แบบแผ่นโลหะ (Plate type) คอนเด็นเซอร์แบบนี้ มีลักษณะคล้ายกับแบบแผงร้อนแต่แทนที่จะใช้ลวดเหล็กเชื่อมพาดระหว่างคอยล์คอนเด็นเซอร์ จะมีแผ่นโลหะวางทางไปบนคอยล์คอนเด็นเซอร์ ตัวคอนเด็นเซอร์ส่วนมากจะทำด้วยท่อทองแดง หรือท่อเหล็ก แผงเพลทนี้ สร้างง่ายกว่า 2 แบบแรก และการทำความสะอาดก็ง่ายกว่า แต่มีข้อเสียที่ตัวคอนเด็นเซอร์ใหญ่โต แต่ใช้กับคอยล์เย็นที่ให้ความเย็นได้น้อยกว่าและยังเปลืองเนื้อที่มากกว่าแบบแรก

จากข้อมูลอาจสรุปได้ว่า คอนเดนเซอร์ที่ใช้กับเครื่องทำน้ำเย็นเป็นประเภทระบายความร้อนด้วยอากาศ (Air cooled Condensors) ชนิดแผงแบบร้อนซึ่งไม่มีพัดลม ตัวคอนเดนเซอร์ทำด้วยทำเหล็กดัดโค้งขนานไปมา และมีลวดเหล็กเชื่อมพาดระหว่างท่อเหล็กที่ขนานไปมาแบบตัดกัน 4 มุม เพื่อเพิ่มจำนวนพื้นที่ผิวหน้าของคอนเดนเซอร์ให้มากขึ้นเพื่อการระบายความร้อนที่ดี

อีเวปอเรเตอร์ (Evaporator)วิทยา ยงเจริญ (2536)

อีเวปอเรเตอร์ (Evaporator) หมายถึง ตัวกลางของการถ่ายเทความร้อนโดยในตัวอีเวปอเรเตอร์จะบรรจุสารความเย็น (Refrigerant) ที่ระเหยได้ที่อุณหภูมิต่ำ ซึ่งการระเหยของสารความเย็นต้องใช้ความร้อนจำนวนหนึ่ง และปริมาณความร้อนที่มาทำให้สารความเย็นเดือดและระเหยนี้มาจากภาระ (loads) ที่อยู่รอบอีเวปอเรเตอร์ เช่น ห้องที่ต้องการลดอุณหภูมิลง ห้องที่ต้องการปรับอากาศหรือจากอาหาร ฯลฯ เพื่อประโยชน์ของการใช้งาน การออกแบบสร้างอีเวปอเรเตอร์มีหลายรูปแบบแตกต่างกันออกไปตามความเหมาะสมของงาน เช่น ตามวิธีสร้างอีเวปอเรเตอร์ ตามวิธีบรรจุสารความเย็น ตามความเหมาะสมของการใช้งาน เป็นต้น

รูปแบบของอีเวปอเรเตอร์ วิธีสร้างแบ่งได้ 3 แบบคือ

1. แบบท่อเปลือย (Bare-tube)
2. แบบแผ่นท่อ (Plate-surface)
3. แบบท่อครีบ (Finned evaporator)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบท่อเปลือย (Bare-tube Evaporator) อีเวปอเรเตอร์แบบท่อเปลือยมักทำด้วยท่อเหล็กหรือท่อทองแดง หากเป็นท่อเหล็กมักใช้กับงานขนาดใหญ่หรืองานที่ใช้แอมโมเนีย (R-717) เป็นสารความเย็น ส่วนงานขนาดเล็กที่มิได้ใช้แอมโมเนีย (R-177) เป็นสารความเย็นมักใช้ท่อทองแดงขนาดและรูปร่างของอีเวปอเรเตอร์แบบท่อเปลือย (Bare-tube)

แบบแผ่นท่อ (Plate-surface Evaporators) อีเวปอเรเตอร์แบบแผ่นท่อมีหลายรูปแบบ

การสร้างอีเวปอเรเตอร์แบบนี้ ทำโดยเอาโลหะแผ่นแบนมาอัดขึ้นรูปอาจเป็นแผ่นเดียวหรือสองแผ่นแล้วเชื่อมประกบกันให้เป็นวงจรท่อที่สารความเย็นเหลวสามารถไหลผ่านได้สะดวก อีเวปอเรเตอร์แบบนี้นิยมใช้สำหรับเครื่องใช้ภายในบ้าน เช่น ตู้เย็น หรือตู้แช่ขนาดเล็กประจำบ้าน เพราะสร้างง่ายราคาถูก ทำความสะอาดง่าย

แบบท่อครีบ (Finned Evaporator) อีเวปอเรเตอร์แบบท่อครีบพัฒนาจากท่อเรียบ (bare-tube) โดยเจาะแผ่นโลหะที่จะเป็นคีบ (Fin) ของท่อให้ความโตของรูที่เจาะเท่าหรือโตกว่าภายนอกของท่อเล็กน้อย เมื่อประกอบแผ่นครีบเข้ากับท่อให้ได้ตามจำนวนแผ่นครีบเท่าที่ต้องการ ซึ่งจะใช้ตั้งแต่6 แผ่นต่อความยาวท่อ 1 เซนติเมตร หรือ 1-14 แผ่นต่อความยาวของท่อ 1 นิ้วแล้วจะใช้อุปกรณ์ขยายความโนของท่อเพื่อให้ท่อคับแผ่นครีบ และเพื่อไม่ให้แผ่นครีบเคลื่อนที่เลื่อนไปมาได้

ประโยชน์ของแผ่นครีบคือ ทำหน้าที่เสริมการดึงดูดความร้อนจากภาวะ (heat-aborbing surfaces) โดยนับเป็นส่วนหนึ่งของพื้นที่ผิวหน้าของอีเวปอเรเตอร์ ทำให้การถ่ายเทความร้อนจากภาระสู่ไอสารความเย็นมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น เพราะหากใช้ท่อเปลือยเป็นอีเวปอเรเตอร์ ช่วงระหว่างขดท่อจะมีช่องว่าง ทำให้กระแสลมที่พัดผ่านขดท่ออีเวปอเรเตอร์ส่วนมากผ่านไปเลยโดยไม่ได้สัมผัสกับขดท่อกับครีบและความร้อนที่มากับกระแสลมนอกจากจะถ่ายเทสู่ขดท่ออีเวปอเรเตอร์

ด้วยความสำคัญของครีบดังกล่าว การประกอบครีบเข้ากับแท่งท่อจะต้องประณีตโดยพิจารณาถึงประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อนเป็นสำคัญ สำหรับงานบางชนิด การประกอบครีบเข้ากับแท่งท่อต้องใช้การบัดกรีช่วยเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อนให้มากยิ่งขึ้น

งานบางชนิดที่ใช้อุณหภูมิต่ำมักมีน้ำแข็งจับที่ครีบอีเวปอเรเตอร์ การมีน้ำแข็งจับที่คีบอีเวปอเรเตอร์จะเป็นการกั้นกระแสลมที่พัดผ่านอีเวปอเรเตอร์ การเลือกอีเวปอเรเตอร์เพื่องานประเภทนี้ควรให้มีเพียง 1-2 ครีบต่อความยาวของท่อ 1 เซนติเมตร

ด้วยเหตุที่อีเวปอเรเตอร์ที่มีครีบเท่ากับเป็นการเพิ่มผิวสัมผัสของตัวอีเวปอเรเตอร์ต่อกระแสลมทำให้การออกแบบสร้างอีเวปอเรเตอร์มีขนาดกระทัดรัดขึ้น ทำให้ใช้เนื้อที่เพื่อการติดตั้งน้อยกว่าอีเวปอเรเตอร์แบบท่อเปลือยหรือแบบแผ่นท่อ

การใช้งานของอีเวปอเรเตอร์

เมื่อพิจารณาถึงการใช้งานของอีเวปอเรเตอร์ อาจแบ่งง่าย ๆ ได้ 2 ประเภทคือ แบบแห้งและแบบเปียก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อีเวปอเรเตอร์แบบแห้ง (Dry or Direct Expansion Evaporator) เป็นอีเวปอเรเตอร์ที่สร้างด้วยท่อโลหะยาวโดยมีตัวควบคุมปริมาณสารความเย็น (Flow Control Device-FCD หรือ Liquid Control Device-LCD) คอยควบคุมปริมาณของสารความเย็นให้ไหลเข้าไปในอีเวปอเรเตอร์ในปริมาณที่เหมาะสมกับภาระซึ่งติดอยู่ที่ปลายด้านหนึ่ง และปลายที่เหลืออีกด้านหนึ่งของอีเวปอเรเตอร์จะต่อตรงเข้าท่อดูด (suction line) ของเครื่องอัดเลย เหตุผลที่เรียกอีเวปอเรเตอร์แบบแห้งก็เพราะว่า ประการแรกวงจรท่อทำความเย็นไม่ต้องใช้ตัวดักสารความเย็นเหลว (Accumulator) ที่บริเวณส่วนท้ายของท่ออีเวปอเรเตอร์เพราะที่ตำแหน่งนี้ ความร้อนจากภาระจะทำให้สารความเย็นเปลี่ยนสภาพจากของเหลวเป็นไอหมดแล้ว ประการที่สองต่อเนื่องกับประการแรกคือ เมื่อสารความเย็นเหลวที่ไหลผ่านตัวควบคุมปริมาณสารความเย็น (FCD หรือ LCD) เข้าท่ออีเวปอเรเตอร์ และถูกความร้อนจากภาระทำให้สารความเย็นเดือดกลายเป็นไอจนหมด ขณะสารความเย็นเดินทางเกือบถึงปลายท่อ ทำให้ปลายท่อของอีเวปอเรเตอร์แห้งเพราะไม่มีสารความเย็นเหลว จึงเรียนว่าอีเวปอเรเตอร์แบบแห้ง

อีเวปอเรเตอร์แบบเปียก (Flooded Evaporator) อีเวปอเรเตอร์แบบเปียกได้รับการออกแบบใช้งานในลักษณะที่ต้องการให้มีสารความเย็นเหลวท่วมอยู่ในอีเวปอเรเตอร์ตลอดเวลา และตัวควบคุมปริมาณสารความเย็นที่เหมาะสมคือแบบลิ้นลูกลอย (Float Valve)

จากข้อมูลอาจสรุปได้ว่า อีเวปอเรเตอร์ที่ใช้ในเครื่องทำน้ำเย็นเป็นแบบท่อเปลือยมักทำด้วยท่อเหล็กหรือท่อทองแดง

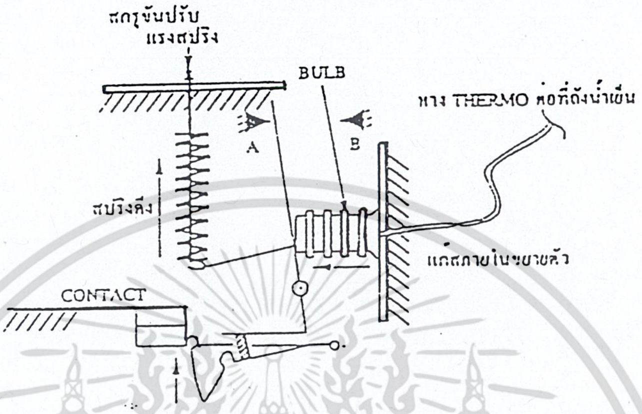
หลักการทำงานของชิ้นส่วนระบบ บริษัทกรุงไทยการไฟฟ้า (2540)

1. <u>เทอร์โมสตัท</u> เป็นอุปกรณ์สำหรับควบคุมอุณหภูมิในตู้น้ำเย็น โดยสามารถตั้งอุณภูมิในตู้น้ำเย็น ให้เย็น (2 องศา C + 1) ความต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

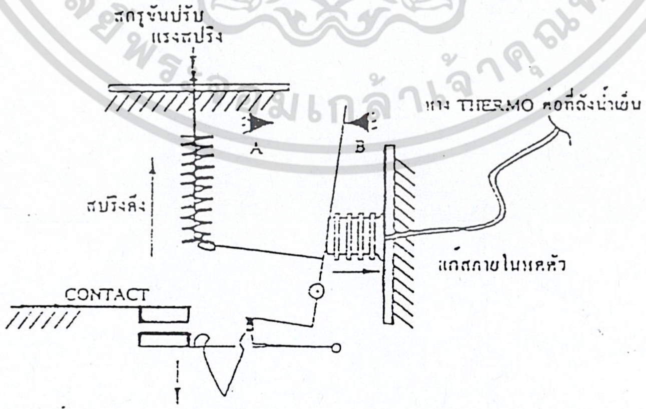
ภาพที่ 13

THERMOSTAT อยู่ในสภาพปกติ



ภาพที่ 14

THERMOSTAT อยู่ในสภาพตัด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการทำงาน ทางเทอร์โมสตัทยึดติดกับอีเวปปอร์เรเตอร์ เมื่อทางเทอร์โมสตัทได้รับความเย็น แก๊สที่มีอยู่ภายในจะหดตัว ทำให้คอนแทค (CONTACT) เปิดกระแสไฟฟ้าไม่สามารถไหลผ่านไปยังมอตเรอ์คอมเพรสเซอร์ได้ คอมเพรสเซอร์จึงหยุดทำงาน อุณหภูมิที่อีแวปปอร์เรเตอร์จะค่อย ๆ สูงขึ้น และขยายตัวไปดันคอนแทค (CONTACT) ให้ต่อกัน กระแสไฟสามารถไหลผ่านมอเตอร์คอมเพรสเซอร์ได้ จึงทำให้คอมเพรสเซอร์ทำงานอีกครั้ง การทำงานจะเป็นเช่นนี้เรื่อยไป

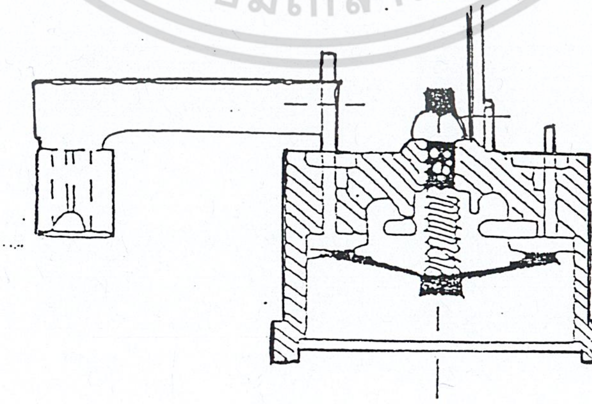
2. PTC สตรารท์ติ้งรีเลย์ เป็นอุปกรณ์ที่ทำงานหน้าที่ให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดสตาร์ท (S) ของมอเตอร์คอมเพรสเซอร์ เมื่อมอเตอร์เริ่มทำงานแล้ว PTC สตาร์ทติ้งรีเลย์จะตัดกระแสไฟฟ้าไม่ให้ไหลผ่านขดลวดสตาร์ท (S) และมอเตอร์จะหมุนโดยอาศัยขดลวดกัน Ⓡ เท่านั้น

หลักการทำงาน ในขณะที่ยังไม่จ่ายไฟฟ้าเข้ามอเตอร์คอมเพรสเซอร์ ชิ้นส่วน PTC เทอร์มิสเตอร์ จะอยู่ในสภาวะความต้านทางต่ำ (อุณหภูมิต่ำ) เข้ามอเตอร์คอมเพรสเซอร์ กระแสไฟฟ้าจะไหลผ่าน PTC เทอร์มิเตอร์ได้ง่าย และไหลผ่านเข้าขดลวดสตาร์ท (S) ทำให้มอเตอร์คอมเพรสเซอร์หมุน ในสภาวะช่วงที่กระแสไฟฟ้าไหลผ่าน PTC เทอร์มิสเตอร์ก็จะทำให้อุณหภูมิ และความต้านทานสูงขึ้นจนถึงจุดหนึ่งที่กระแสไฟฟ้าไม่สามารถไหลผ่าน PTC เทอร์มิสเตอร์ได้จะทำให้ขดสตาร์ท (S) หยุดการเหนี่ยวนำ ซึ่งในสภาวะนี้จะมีแต่กระแสไฟฟ้าไหลเข้าเฉพาะขดลวดรัน Ⓡ ทำให้มอเตอร์เกิดการหมุนทำงานอย่างต่อเนื่อง

3. โอเวอร์โหลดโปรเทคเตอร์ (OVER LOAD PROTECTOR) เป็นอุปกรณ์ควบคุมไม่ให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดมอเตอร์คอมเพรสเซอร์เกินกว่าที่กำหนด เพื่อป้องกันไม่ให้ขดลวดไหม้

ภาพที่ 15

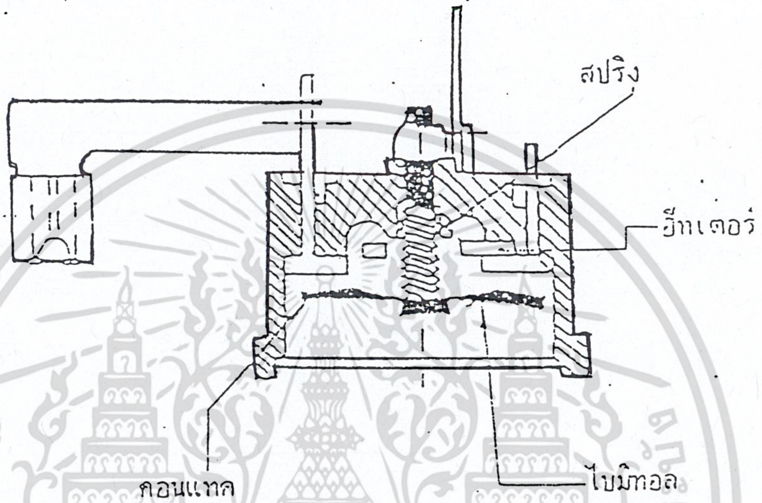
สภาวะปิดกระแสไฟฟ้าเดิน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 16

สภาวะปิดกระแสไฟฟ้าถูกตัด

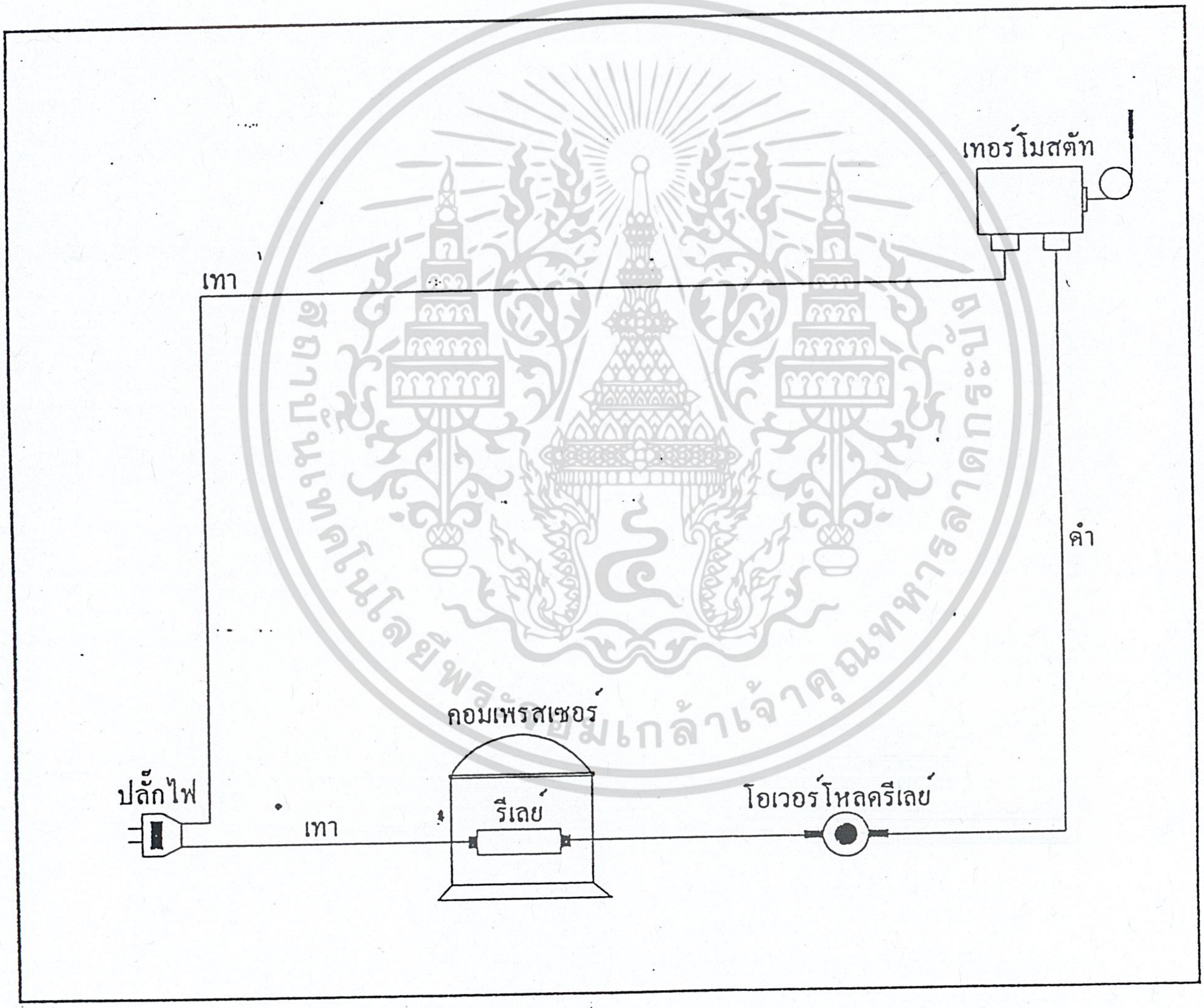


<u>หลักการทำงาน</u> โอเวอร์โหลดโปรเทคเตอร์จะอยู่ระหว่างจุดต่อร่วมของขดรัน Ⓡ และขดสตาร์ท (S) กับสายเมน เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดเกินกว่าที่กำหนด ขดลวดความร้อน (HEATER) ที่อยู่ในตัวโอเวอร์โหลดโปรเทคเตอร์ จะร้อนขึ้น จนกระทั่งแผ่นใบมิทอลถูกดีดตัวออก ทำให้หน้าคอนแทคแยกออก (ตามรูป) ดังนั้นกระแสไฟฟ้าจะถูกตัดไม่ให้ผ่านขดลวดและเมื่อแผ่นใบมิทอลเย็นตัวลงจะเกิดการดีดตัวกลับเพื่อทำให้หน้าคอนแทคต่อกัน ซึ่งจะทำให้กระแสไฟฟ้าไหลเข้าขดลวดมอเตอร์คอมเพรสเซอร์อีกครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 17

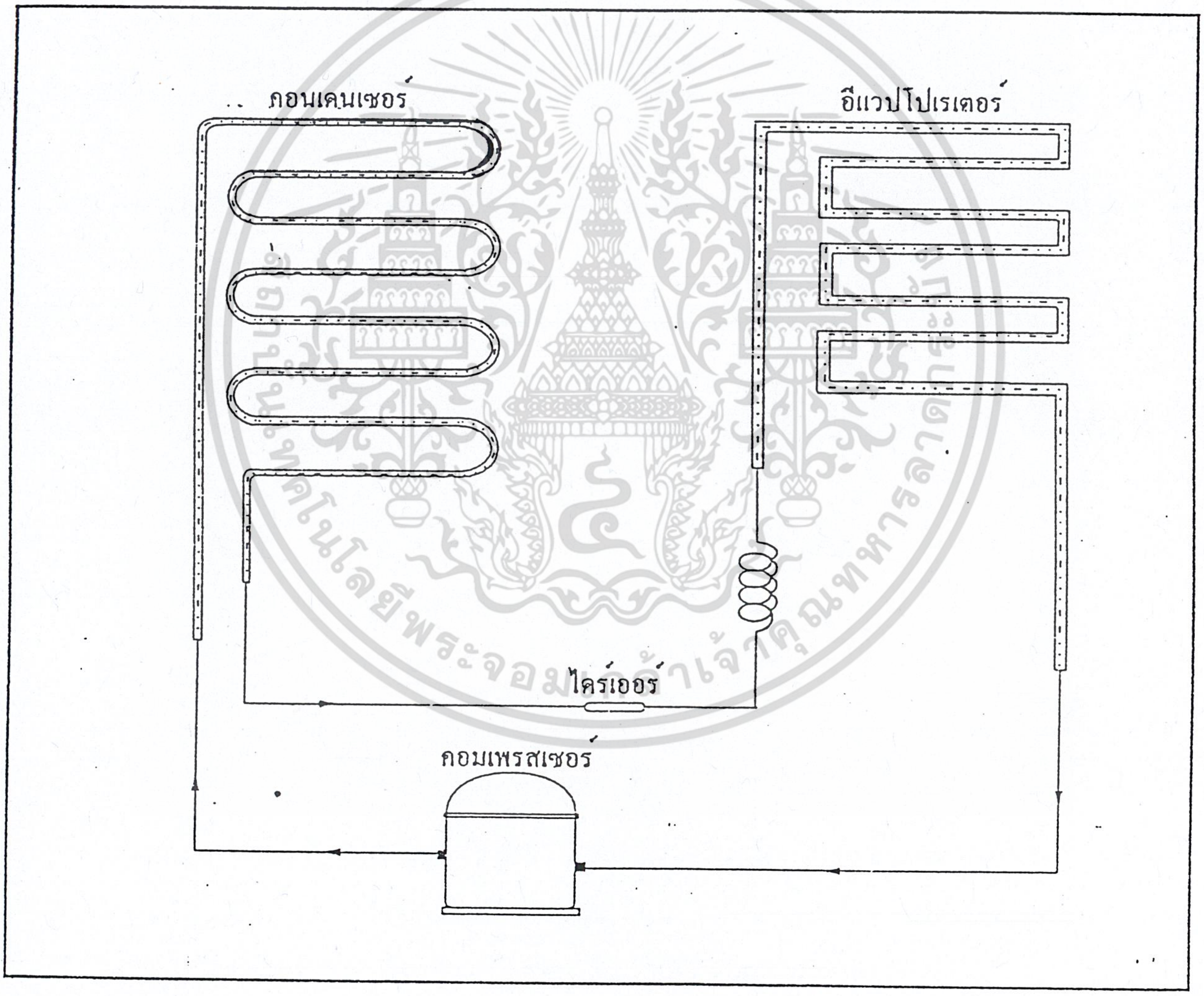
วงจรไฟฟ้า



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 18

วงจรระบบทำความเย็น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การหล่อลื่น สนอง อิ่มเอม (2530)

น้ำมันหล่อลื่นใช้กับคอมเพรสเซอร์แบบลูกสูบและแบบโรตารี่ น้ำมันเป็นน้ำมันแร่ (mineral oil) ไม่มีความชื้น ไม่มีไข และไม่เป็นฟอง ไม่เสื่อมคุณภาพที่อุณหภูมิต่ำและไม่เกิดปฏิกิริยากับน้ำยา

การหล่อลื่นด้วยน้ำมันทำได้ 2 วิธี วิธีแรกแบบสแพลช (splash) น้ำมันใส่ไว้ตอนล่างของห้องเครื่องประมาณกึ่งหนึ่งของเมนแบริ่ง ขณะที่เพลาข้อเหวี่ยงหมุนไป เพลาลูกเบี้ยวจะจุ่มลงในน้ำมันและสาดน้ำมันไปรอบภายในคอมเพรสเซอร์เข้าไปยังลูกสูบ ผนังกระบอกสูบตลอดจนส่วนต่าง ๆ ที่เคลื่อนไหว การหล่อลื่นแบบนี้เกิดเสียงมากกว่าแบบที่เรียกว่า pressure หรือความดัน แบบนี้มีปั๊มขับน้ำมันไปหล่อเลี้ยงเมนแบริ่ง แบริ่งต่าง ๆ และส่วนที่เคลื่อนไหวหรือเสียดสีอื่น ๆ การหล่อลื่นด้วยระบบความดันจึงทำให้ราคาคอมเพรสเซอร์สูงกว่า แต่เสียงรบกวนน้อย คอมเพรสเซอร์ขนาดใหญ่จะมีสวิทช์ไฟฟ้าควบคุมปั๊มน้ำมัน กรณีความดันน้ำมันต่ำลงวงจรไฟฟ้าจะตัดให้คอมเพรสเซอร์หยุดทำงาน

ท่อ Tubing

ท่อที่ใช้เดินในระบบเครื่องเย็น โดยมากจะใช้ท่อทองแดง ท่อทองแดงที่ใช้ในระบบเครื่องเย็นนี้เรียกว่าท่อ ACR ท่อ ACR เป็นท่อที่ผลิตใช้กับเครื่องทำความเย็นโดยเฉพาะ เพราะว่าทองแดง ACR จะถูกอัดหรือผ่านด้วยแก๊สไนโตรเจน เพื่อป้องกันอากาศและการเกิดสนิม หลังจากเชื่อมท่อทองแดงด้วยเงินเชื่อมแล้ว ท่อขณะเลิกใช้หรือเก็บไว้ไม่ใช้ควรจะได้ปิดปลายทั้ง 2 ข้างไว้ เพื่อป้องกันไม่ให้อากาศชื้นหรือเศษโลหะผ่านเข้าไปในท่อได้

การวัดขนาดของท่อทองแดงนั้น วัดความโตของเส้นผ่าศูนย์กลางด้านนอก (Out side-diameter) หรือ OD ท่อที่ใช้ในระบบเครื่องเย็นแบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ

1. ชนิด K (K Type)
2. ชนิด L (L Type)

ทั้งแบบ K และ L นี้จะผลิตมาเป็นแบบท่อหนาและบาง

ท่อทองแดงอ่อน (Soft copper tubing)

เป็นท่อที่นิยมใช้ในระบบเครื่องทำความเย็น ระบบเครื่องเย็นทางการค้า, และระบบเครื่องปรับอากาศ เป็นท่อที่ยืดหยุ่นสามารถดัดให้งอได้ง่าย และสามารถขยายและบานท่อเพื่อให้เข้ากับแฟลร์นัตได้ ท่อหนึ่งจะเป็นม้วน ๆ ยาว ม้วนละ 25, 50, และ 100 ฟุต ขนาดวัด OD ของท่อ มีขนาดตั้งแต่ 3/16, 1/4, 5/16, 3/8, 7/16, 1/2, 9/16, 5/8, และ 3/4 นิ้ว

NOMINAL SIZE INCHES	TYPE	OD INCHES	WALL THICKNESS INCHES
1/4	K	0.375	3/8 0.035
	L	0.375	3/8 0.030
3/8	K	0.500	1/2 0.049
	L	0.500	1/2 0.035

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ท่อทองแดงแข็ง (Hard drowncopper tubing)

เป็นท่อแข็งที่ใช้ในระบบเครื่องทำความเย็นใหญ่ และเครื่องปรับอากาศ ท่อชนิดนี้สามารถทนเพรสเซอร์ได้มาก และการตัดงอทำได้ยาก ควรใช้อุปกรณ์อื่น ๆ เช่น ข้อต่อ, ข้องอ เป็นต้น

ท่อเหล็ก (Steel tubing)

ส่วนมากไม่นิยมใช้ จะใช้เฉพาะแผงร้อน (Condenser) ของตู้เย็น,ตู้แช่ และระบบเครื่องปรับอากาศเครื่องใหญ่ ๆ ที่ใช้น้ำยาแอมโมเนีย (R 717) เท่านั้น เพราะระบบที่ใช้น้ำยาแอมโมเนีย ถ้าใช้กับท่อแดงหรือทองเหลืองจะเกิดปฏิกริยาได้ไม่เหมาะจะนำมาใช้

ท่อสเตนเลสมีความแข็งแรงมากไม่ผุกร่อนง่าย ท่อสเตนเลสหมายเลข 304 ใช้มากที่สุดเพราะมีส่วนผสมของคาร์บอน นิเกิ้ล และโครเมียมน้อยท่อสเตนเลสใช้ในเครื่องเย็นเกี่ยวกับไอศครีมและอุตสาหกรรมนม เป็นต้น

ท่อพลาสติกใช้ได้ที่อุณหภูมิ 73 เซลเซียส ถึง 79 เซลเซียส เท่านั้น ใช้สำหรับเป็นท่อน้ำเย็นท่อพลาสติกงอง่าย ตัดง่ายด้วยมีด

ท่อยืดหยุ่น บางครั้งจำเป็นต้องใช้ในเครื่องเย็นและเครื่องปรับอากาศโดยเฉพาะ ในการปรับอากาศรถยนต์ ซึ่งจะต้องมีการสั่นสะเทือนมากกว่าปกติ ท่อยืดหยุ่นมีผนังถึง 3 ชั้น ชั้นในทำด้วยไนล่อน ชั้นกลางทำด้วยลวดหรือไหมถัก และชั้นนอกเป็นพลาสติก

สารทำความเย็นและน้ำมันเครื่องเย็น(REFRIGERANTS AND REFRIGERATION OIL)

สารทำความเย็นหรือน้ำยาเครื่องเย็น

หลักการสำคัญของเครื่องเย็นทุกชนิด คือ การถ่ายความร้อนออกจากบริเวณที่ต้องการให้เย็นออกไปทิ้งที่อื่น เช่นดึงความร้อนจากของที่แช่ในตู้ออกไปทิ้งนอกตู้ ดึงความร้อนจากคนและอากาศภายในห้องปรับอากาศออกไปทิ้งนอกห้อง สารที่ใช้ในการถ่ายเทความร้อนนี้เรียกว่า “สารทำความเย็น” หรือเรียกโดยทั่วไปว่า “น้ำยา” เฉย ๆ ภาษาอังกฤษเรียกว่า Refrigerant แปลว่าสิ่งที่ทำให้ “เกิดความเย็น”

น้ำยานี้อาจจะเป็นของเหลวหรือแก๊สอะไรก็ได้ที่สามารถนำความร้อนได้ดี ที่ใช้กันมากขณะนี้ก็มี แอมโมเนีย ซึ่งใช้ตามโรงน้ำแข็ง และฟรีออน (Freon) ซึ่งใช้ในตู้เย็น เครื่องทำความเย็น และเครื่องปรับอากาศ ฟรีออนนี้เป็นสารผสมระหว่าง ฟรูโอรีน, คลอรีน, และมีเทน ตามสัดส่วนต่าง ๆ โดยจำแนกออกตามเบอร์ เช่น F-12, F-22, F-500 (F ย่อมาจากคำว่า freon) ต่อมาบริษัทอื่น ๆ ก็ทำน้ำยาอย่างเดียวกันออกจำหน่ายบ้าง เช่นบริษัทอื่น ๆ ที่ทำน้ำยาอย่างเดียวกันออกจำหน่ายบ้างแล้ว เช่น บริษัทอลายด์ เคมิคัล ผลิต Genetron ใช้ตัวย่อ G

คุณสมบัติน้ำยาเครื่องเย็นที่ดี

1. ถ่ายเทความร้อนได้ดี เพื่อจะได้ใช้น้ำยาน้อย ถ่ายเทความร้อนได้มาก ๆ
2. ไม่เป็นพิษ เพราะถ้าเกิดรั่วออกมาจะได้ไม่เป็นอันตรายต่อผู้ใช้
3. ไม่ติดไฟ, ไม่ระเบิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ไม่กัดโลหะที่ทำเครื่อง และท่อ มิฉะนั้นจะทำให้เกิดรอยรั่วเกิดสนิม ทำให้เครื่องชำรุด อย่างไรก็ดี หากมีความจำเป็นก็จะต้องออกแบบเครื่อง โดยไม่ใช้โลหะที่น้ำยากัด เช่น เครื่องที่ใช้แอมโมเนีย จะมีส่วนประกอบที่เป็นทองแดงไม่ได้

5. เวลารั่ว ตรวจหารอยรั่วได้ง่าย ฟรีออนเมื่อถูกกับเปลวไฟ จะทำให้เปลวไฟเปลี่ยนจากสีแดงเป็นสีเขียว แอมโมเนียเมื่อถูกเปลวไฟที่จุดจากกำมะถัน จะเป็นควันสีขาวน้ำยาบางชนิดอาจผสมสีเข้าไปด้วยได้ เวลารั่วจะมีสีออกมาตามรอยรั่ว

6. ใช้ความดันไม่สูงนัก เพราะถ้าใช้ความดันสูงจะต้องสร้างเครื่องและต่อท่อให้แข็งแรงขึ้น

7. ไม่เปลี่ยนสภาพ เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงความดันและความร้อน เพื่อจะได้นำกลับมาใช้ได้อีก

8. ไม่ทำปฏิกริยากับน้ำมันเครื่อง เนื่องจากในคอมเพรสเซอร์ มีน้ำมันเครื่องที่ใช้หล่อลื่น

9. ราคาไม่แพง

เครื่องแต่ละชนิดได้สร้างขึ้นสำหรับน้ำยาชนิดหนึ่งโดยเฉพาะ ดังนั้นจึงใช้น้ำยาอย่างอื่นไม่ได้ ที่ป้ายชื่อเครื่องจะบอกชนิดของน้ำยา และปริมาณที่ใช้ เนื่องจากน้ำยาแต่ละเบอร์ต้องการความดันและขนาดของคอมเพรสเซอร์ไม่เท่ากัน ดังนั้นการใช้น้ำยาผิด จะทำให้ไม่เย็น หรือถ้าต้องการจะให้เย็นก็จะต้องเติมน้ำยาให้มากกว่าที่ควร ทำให้คอมเพรสเซอร์ต้องทำงานหนักเกินกำลัง จะทำให้ไหม้ในภายหลัง น้ำยาเบอร์เดียวกันแต่ทำจากคนละบริษัทไม่ควรผสมกัน นอกจากจำเป็นจริง ๆ เพราะถึงแม้ว่าจะมีสูตรเคมีอย่างเดียวกันแต่วิธีการทำผิดแผกกันออกไปอาจจะมีสารบางอย่างที่ปนกันไม่ได้ โดยเฉพาะน้ำยาจากอเมริกากับญี่ปุ่น ไม่ควรผสมกันอย่างเด็ดขาด

ความดันเป็นตัวควบคุมอุณหภูมิและสถานะของน้ำยา

น้ำเป็นของเหลว เมื่อให้ความร้อนขึ้นไปถึง 212 องศาฟาเรนไฮต์ หรือ 100 องศาเซนเซียส ที่พื้นโลกซึ่งมีความดันบรรยากาศ 14.7 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว จะเดือดกลายเป็นไอ คือเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นแก๊ส

แต่ถ้าต้มน้ำบนยอดเขาสูง ๆ จะเดือดเร็วกว่าต้มข้างล่าง เพราะยอดเขามีกำลังดันต่ำกว่าข้างล่าง น้ำจะกลายเป็นไอที่อุณหภูมิไม่ถึง 212 F

ที่ความดัน 10 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (psia) น้ำกลายเป็นไอที่ 195 F

ที่ความดัน 5 psia น้ำกลายเป็นไอที่ 160 F

ที่ความดัน 0 psia น้ำกลายเป็นไอที่ 34 F (สูญญากาศ)

นั่นคือ ถ้าเราดูดอากาศออกจากขวดใส่น้ำให้หมดขณะที่อุณหภูมิห้อง 80F น้ำจากละลายเป็นไอทันที เนื่องจากอุณหภูมิห้องสูงกว่าจุดเดือดของน้ำที่สูญญากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุณหภูมิที่น้ำยาความเย็นเปลี่ยนสถานะขึ้นอยู่กับความดัน

เช่นเดียวกับน้ำ แอมโมเนียเหลวที่ความดันบรรยากาศ (14.7 pisa) กลายเป็นแก๊สที่อุณหภูมิ -28 F นั่นคือถ้าเราเปิดท่อแอมโมเนียเหลวในห้องอุณหภูมิ 80 F แอมโมเนียเหลวจะกลายเป็นแก๊สทันที ในทางกลับกัน ถ้าต้องการทำแก๊สแอมโมเนียให้เป็นของเหลวที่ความดันบรรยากาศ (14.7 psia) จะต้องลดอุณหภูมิลงไปถึง -28 F

การแบ่งชั้นของน้ำยาเครื่องเย็น

น้ำยาเครื่องเย็นแบ่งตามองค์การระหว่างชาติ 2 องค์การ คือ

1. The National Regrigeration Safety Code
2. The National Board of Fire Underwriters

National Refrigeration Safety Code	ชื่อสูตรเคมี	National Board of Fire Underwriters (Class)
Group 1		
พวกให้ความปลอดภัยมากที่สุด		
R 744	CO_2	5
R 12	CCI_2F_2	6
R 13BI	KULENE	6
R 21	$CHCI_2F$	6
R 114	$C_2CI_2F_4$	6
R 40	CH_3CI	4
R 11	CCI_3F	6
R 22	$CHCI\ F_2$	5
R 113	CCI_2FCCIF_2	4
R 500	R 12 + R 152 A	6
R 503	R 23 + R 13	6
R 504	R 32 + R 115	6
R 502	R 22 + R 115	6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

GROUP 2

พวกที่เป็นพิษและบางชนิดจุดไฟติด

R 717.......................................Ammonia (NH_3)............................. 2

R 1130.. . Dichloroethylene ($C_3 H_2 CI_2$).......... 4

R 160...Ethyl Chloride (C_3H CI)................ 4

R 40.. Methyl Chloride (CH_3CI)................ 4

R 611..Methyl Formate ($C_3H_4 O_2$)............. 3

R 764... Sulphur Dioxide (SO_2)

GROUP 3

พวกที่ติดไฟจนลุกไหม้ได้

R 600...Butane (C_4H_{10})................................ 5

R 170...Ethane (C_2H_6)...................................5

R 290...Propane (C_3H_3)..................................5

สีของถังน้ำยาต่าง ๆ

น้ำยาแต่ละชนิดที่บรรจุอยู่ในถังจะให้รหัสสีแตกต่างกัน ไปดังนี้

หมายเลข	**ชื่อน้ำยาทางเคมี**	**สัญลักษณ์**	**สีของถัง**	**จุดเดือด (F) ที่บรรยากาศ**
R 40..........	เมททีลคลอไรด์	CH_3CI	ส้ม	-10.4
R 12..........	ไดโคลโรไดฟลูโอโรเมทีน	CCI_2F_2	ขาว	-21.62
R 22..........	โมโนโคลโรไดฟลูโอโรเมทีน	$CHCIF_2$	เขียว	-41.44
R113..........	ไตรโคลโรไตรฟลูโอโรเมทีน	CCI_2FCCIF_2	ม่วงแดง	117.63
R114..........	ไดโคลโรเตทโตฟลูโอโรเมทีน	CCIF2CCIF2	น้ำเงินเข้ม	38.39
R500,..........	น้ำยา 12/152A	CCI_2F_2/CH_3CHF_2	แดงหรือเหลือง	-28
R502..........	น้ำยา 22/115	$CHCIF_2/CCIF_2CF_3$	ม่วงน้ำเงิน	-50.1
R717..........	แอมโมเนีย	NH_3	เงิน	-28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เบอร์น้ำยาเครื่องเย็นที่ใช้โดยทั่วไปในงานเครื่องทำความเย็นปัจจุบัน

น้ำยา R11 (CCl_3F)

เป็นน้ำยาที่ใช้ในระบบเครื่องเย็นไม่มีพิษและไม่ติดไฟ น้ำยาชนิดนี้เมื่อชาร์จ อยู่ในระบบจะมีเพรสเซอร์ทางโล 24 นิ้ว แวคคั่มที่ 5F และเพรสเซอร์ทางไฮ 18.3 psia ที่ 86F น้ำยาชนิดนี้ใช้ในระบบเครื่องปรับอากาศชนิดใหญ่ใช้คอมเพรสเซอร์แบบเซ็นติฟูกัลคอมเพรสเซอร์ นอกจากนั้น R11 (หรือ F11) ยังนำไปใช้ในการล้างระบบเครื่องเย็นในกรณีที่มอเตอร์คอมเพรสเซอร์ไหม้ หรือในการซ่อมแซมระบบใหม่เช่นเปลี่ยนท่อใหม่หรือย้ายสถานที่ติดตั้ง แต่ส่วนใหญ่ในเมืองไทยจะใช้ R-11 สำหรับล้างระบบ

น้ำยา R-12 (CCl_2F_2)

น้ำยา R-12 หรือ F-12 ใช้ในระบบตู้เย็น, ตู้แช่, เครื่องปรับอากาศติดรถยนต์ และในเครื่องปรับอากาศติดหน้าต่างชนิดเก่า ๆ ยังใช้ R12 อยู่บ้าง น้ำยา R12 จะใช้กับระบบเครื่องทำความเย็นเล็ก ๆ และใช้กับคอมเพรสเซอร์แบบรีซิปโปรเกทติ้งและโรตารี่ และบางทีก็ใช้กับคอมเพรสเซอร์ระบบเซ็นติฟูกัลคอมเพรสเซอร์ น้ำยา R12 หนัก 30 ปอนด์สามารถให้ความเย็นกับห้องขนาด 100 ลูกบาศก์ฟุต น้ำยา R12 บางทีก็บรรจุในถังสีขาว แต่บางบริษัททำใส่กระป๋องมาเพื่อการเติมน้ำยาเล็ก ๆ น้อย ๆ เช่นในรถยนต์เป็นต้น เพรสเซอร์ทางโลที่ 5F เท่ากับ 26.5 psia และเพรสเซอร์ทางไฮที่ 86 F เท่ากับ 108 psia

น้ำยา R22 ($CHClF_2$)

น้ำยา R22 ใช้ในระบบตู้แช่เย็นจัด, เครื่องปรับอากาศแบบติดหน้าต่างและแบบใหญ่ ๆ เช่นแยกระบบหรือ Split type ทั่วไป น้ำยา R22 เป็นน้ำยาที่มีจุดเดือดต่ำกว่า R12 ดังนั้นในระบบเครื่องเย็นที่ต้องการใช้อุณหภูมิของอีแวปปอเรเตอร์ต่ำจะใช้น้ำยาชนิดนี้ น้ำยา R22 จะใช้เฉพาะกับมอเตอร์คอมเพรสเซอร์แบบรีซิปโปรเกทติ้งคอมเพรสเซอร์เท่านั้น น้ำยา R22 มีจุดเดือดที่ -41 F ที่เพรสเซอร์ของบรรยากาศ เพรสเซอร์ทางโลที่ 5F เท่ากับ 42.8 psia และคอมเพรสเซอร์ทางไฮที่ 86 F เท่ากับ 173.87 psia

น้ำยา R500 (CCl_2F_2/CH_3CHF_2)

เป็นน้ำยาที่มีส่วนผสมของน้ำยา 2 ชนิด คือ R152A เท่ากับ 26.2% ผสมกับ R12 เท่ากับ 73.8% เรียกว่า Azcotropic Mixture, R500 เหมาะสำหรับใช้กับระบบเครื่องเย็นที่ใช้คอมเพรสเซอร์แบบรีซิปโปรเกทติ้ง ทั้งทางด้านอุตสาหกรรมและทางด้านการค้า และเหมาะสำหรับใช้ในสถานที่ความถี่ของกระแสไฟฟ้าเปลี่ยนแปลงจาก 60-50 Hz

น้ำยา R502 ($CHClF_2/CClF_2CF_3$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่อนุญาตให้นำมาใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นน้ำยาที่มีส่วนผสมของน้ำยา 2 ชนิด คือ R22 เท่ากับ 48.8% ผสมกับ R115 เท่ากับ 51.2% เป็นน้ำยาที่ใช้ได้ดีในระบบที่ต้องการอุณหภูมิต่ำขนาด 0 ถึง -60F น้ำยาชนิดนี้จะใช้ในห้องเก็บอาหารแข็งหรือเย็นจัด, ตู้เก็บอาหารเย็นจัดจนแข็งและถังไอสครีมและจะใช้คอมเพรสเซอร์แบบรีซีปโปรเกทติ้ง จุดเดือดของน้ำยา 502 ที่ -50.1 F เพรสเซอร์ทางไฮที่ 86 F เท่ากับ 675.1 psia และเพรสเชอร์ทางโลที่ 5F เท่ากับ 50.68 psia

น้ำยา R503 ($CHF_3/CCIF_3$)

เป็นน้ำยาที่มีส่วนผสมของน้ำยา R23 และ R13 คือ น้ำยา R23 เท่ากับ -40.1% ผสมกับน้ำยา R13 เท่ากับ 59.9% จุดเดือดของน้ำยาที่เพรสเซอร์บรรยากาศ เท่ากับ -128.6 F เครื่องเย็นที่ใช้ในห้องทดลอง หรือประเภทระบบเครื่องเย็นอุณหภูมิต่ำที่ต้องการอุณหภูมิ -100F ถึง -125F เพรสเชอร์ทางโลที่ 5F เท่ากับ 264 psia และเพรสเชอร์ทางโลที่อุณหภูมิวิกฤต (Critical Temperature 67.1 F) เท่ากับแรงดันวิกฤต (Critical Pressure 607 psia)

น้ำยา R504 ($CH_2F_2/CCIF_2CF_3$)

เป็นน้ำยาที่มีส่วนผสมของน้ำยา 2 ชนิด คือ น้ำยา R32 เท่ากับ 48.3% ผสมกับน้ำยา R115 เท่ากับ 51.7% จุดเดือดของน้ำยา R504 เท่ากับ -70F ที่เพรสเชอร์บรรยากาศ เพรสเชอร์ของอีแวปปอเรเตอร์ที่ 5F เท่ากับ 85.93 Psia แรงดันวิกฤตเท่ากับ 690 psia น้ำยาชนิดนี้ใช้กับระบบเครื่องเย็นอุตสาหกรรมซึ่งต้องการอุณหภูมิต่ำขนาด -40F ถึง -80 F

น้ำยาแอมโมเนีย หรือ R717 (HN3)

น้ำยาแอมโมเนียส่วนมากใช้ในงานเครื่องเย็นแบบโรงงานอุตสาหกรรมเป็นส่วนผสมของแก๊สไนโตรเจนและไฮโตรเจน มีจุดเดือด -28F ที่เพรสเชอร์บรรยากาศระบบคอนเด็นเชอร์ที่ใช้ในเครื่องเย็นชนิดใช้น้ำยา R717 เป็นแบบระบายความร้อนด้วยน้ำ และแรงดันคอนเด็นเซอร์หรือเพรสเชอร์ของคอนเด็นเซอร์จะเท่ากับ 154.5 psi ที่ 86 F ระบบเครื่องเย็นที่ใช้ R 717 คือระบบเครื่องเย็นขนาดใหญ่แบบรีซิปโปรเกทติ้งคอมเพรสเซอร์และใช้ในระบบเครื่องเย็นชนิดดูดซึม (Absorption type System)

จากข้อมูลอาจสรุปได้ว่า น้ำยาที่ใช้กับเครื่องทำน้ำเย็นใช้เบอร์ R-12 ซึ่งใช้กับระบบเครื่องทำความเย็นเล็ก ๆ น้ำยา R-12 หนัก 30 ปอนด์ สามารถให้ความเย็นกับห้องขนาด 1000 ลบ.ฟุต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>ข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง</u>

ประจักษ์ ภักดีรัตน์ (2533) ได้ให้รายละเอียดเกี่ยวกับเครื่องทำความเย็นและสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท โดยแบ่งลักษณะการใช้งานและสถานที่ตั้ง

1. เครื่องทำความเย็นที่ใช้ภายในบ้าน
2. เครื่องทำความเย็นเพื่อโภคภัณฑ์ทางการค้า

เครื่องทำความเย็นที่ใช้ภายในบ้าน (Domestic Refrigeration)

เครื่องทำความเย็นที่ใช้ภายในบ้านแบ่งได้ 3 ลักษณะคือ 1) ตู้เย็น 2) ตู้แช่ และ 3) เครื่องปรับอากาศขนาดเล็ก การออกแบบสร้างตู้เย็นปัจจุบันจะรวมตู้เย็นและตู้แช่ (freezer) ไว้ด้วยกันและเคยมีประตูเดียวใช้รวมกันก็แยกเป็นสองหรือสามประตู

สำหรับตู้แช่ที่สร้างร่วมกับตู้เย็นจะมีขนาดเล็กและระดับอุณหภูมิต่ำเพื่อสำหรับรักษาสภาพความเย็นของอาหารแช่แข็งในระยะเวลาสั้น ๆ ซึ่งระดับความเย็นอุณหภูมิต่ำสามารถเก็บรักษาอาหารได้นานวันขึ้น

สำหรับเครื่องปรับอากาศขนาดเล็กออกแบบเพื่อทำความเย็นเพียงห้องเดียว ไม่นิยมใช้เครื่องปรับอากาศแบบรวม เพราะหากการใช้งานไม่พร้อมกันจะทำให้สูญเสียพลังงานที่ใช้สำหรับเครื่องทำความเย็นไปโดยเปล่าประโยชน์

ตู้เย็น

แบบตู้ของตู้เย็นที่ใช้ภายในบ้านจะออกแบบให้เหมาะสมสำหรับเก็บของโดยเฉพาะอย่างยิ่งอาหาร ตัวตู้ทำด้วยเหล็กแผ่น ผิวภายนอกตู้จะแต่งผิวและพ่นสีให้ดูสวยงาม ช่องเก็บอาหารมีชั้นของตะแกรงลวดโลหะที่ชุบกันสนิมสำหรับวางอาหาร ที่ประตูของตู้เย็นมีบานพับพิเศษที่ช่วยให้ประตูปิดแน่นสนิทเพื่อป้องกันความร้อนที่อาจแทรกซึมสู่ภายในตู้เย็น อาจมีกลไกพิเศษสำหรับเปิดประตูตู้เย็น เช่น แบบใช้เท้าเหยียบ มีไฟให้แสงสว่างภายในตู้เมื่อเปิดประตู เป็นต้น แต่อุปกรณ์พิเศษเหล่านี้ไม่มีส่วนเกี่ยวข้องกับระบบทำความเย็น

แบบของตู้เพื่อโภคภัณฑ์ทางการค้า

แบบของตู้เพื่อเก็บรักษาโภคภัณฑ์ทางการค้าจะถูกออกแบบตามความต้องการของผู้ใช้ตู้ ซึ่งส่วนมากเป็นตู้โลหะและภายในตู้ที่เป็นที่เก็บอาหารทำด้วยพลาสติก ทำให้สะดวกต่อการทำแบบให้เหมาะกับการใช้งานและสะดวกต่อการทำความสะอาด สำหรับฉนวนซึ่งกั้นระหว่างโลหะที่เป็นตู้ภายนอกกับพลาสติกชั้นในปัจจุบันมักใช้แผ่นโฟมพลาสติก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื้อที่ภายในสำหรับเก็บอาหารหรือโภคภัณฑ์อื่น ๆ จะได้รับการออกแบบให้ใช้ประโยชน์ได้มากที่สุด และเพื่อป้องกันน้ำแข็งเกาะระหว่างประตูกับตัวตู้จะมีลวดความร้อน (heater) ขนาดเล็กฝังรอบประตู

ห้องเย็นขนาดใหญ่ที่ใช้เก็บรักษาโภคภัณฑ์ทางการค้ามักออกแบบให้ชุดควบแน่น (condensing unit) แยกจากชุดทำความเย็น (refrigeration unit) และใช้คอนเดนเซอร์ขนาดใหญ่ที่ระบายความร้อนด้วยอากาศทำให้สามารถต่ออีเวปอเรเตอร์ของตู้เย็นเพื่อโภคภัณฑ์ทางการค้าได้ 2-3 ชุดพร้อมกัน

ห้องเย็น (Walk - In Coolers)

ขนาดปกติของห้องเย็นมักมีเนื้อที่ความจุมากกว่า 100 ลูกบาศก์ฟุต (2.83 ลูกบาศก์เมตร) ซึ่งห้องเย็นขนาดนี้ประตูห้องเย็นจะโตมากพอที่คนจะเดิมผ่านเข้า-ออกได้ ใช้สำหรับเก็บเนื้อสัตว์บางชนิด เช่น เนื้อหมู เนื้อวัว ปลา ไก่ เป็นต้น

ตู้แช่ (Reach - In Cabinet)

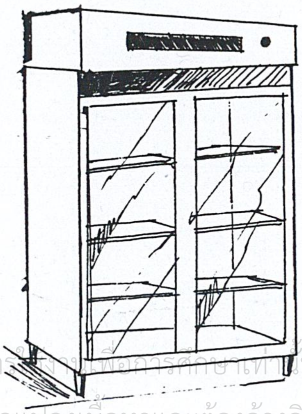
ตู้แช่ที่ใช้เก็บรักษาโภคภัณฑ์ทางการค้าสำหรับร้านค้าขนาดย่อมมีขนาดความจุระหว่าง 20 ถึง 100 ลูกบาศก์ฟุต (0.566 ถึง 2.83 ลูกบาศก์เมตร) อาจมีประตูเดียวหรือสองประตู และบานประตูอาจเป็น โลหะปิดทึบหรืออาจเป็นกระจกใสเพื่อให้ลูกค้ามองเห็นสินค้าที่อยู่ภายในตู้แช่

ที่อีเวปอเรเตอร์อาจมีพัดลมเป่าความเย็นให้กระจายไปทั่วตู้ซึ่งพัดลมจะทำงานเมื่อประตูของตู้แช่ปิด ทั้งนี้เพื่อป้องกันความเย็นกระจายออกไปนอกตู้

การใช้งานของตู้แช่ สามารถใช้สำหรับเก็บอาหาร เครื่องดื่ม หรือโภคภัณฑ์บางชนิดที่ต้องเก็บรักษาในที่ที่ความเย็น ซึ่งระดับอุณหภูมิใช้งานของตู้แช่จะอยู่ระหว่าง 32-40 F (0-4.5 C) และต้องให้มีความเย็นทั่วถึงเท่ากันตลอดทั้งตู้

ภาพที่19

ตู้แช่



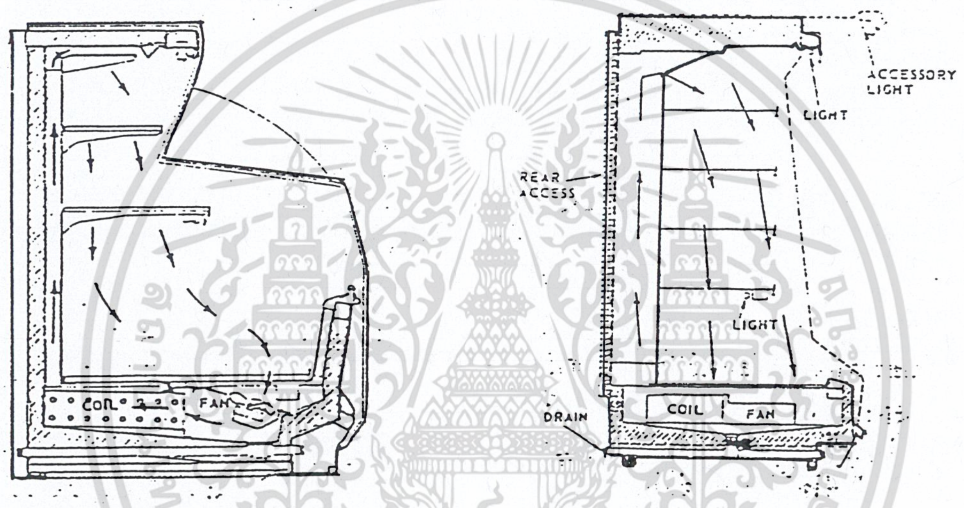
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตู้แช่แบบโชว์สินค้า

นอกจากห้องเย็นและตู้แช่ที่ใช้เก็บโภคภัณฑ์เพื่อการค้าแล้ว ยังมีตู้เย็นที่ใช้โชว์สินค้าอีกหลายแบบซึ่งรูปแบบของตู้จะขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้ใช้

ภาพที่ 20

ภาพตัดแสดงโครงสร้างภายในตู้แช่โชว์สินค้าแบบต่าง ๆ



ตู้เก็บไอศกรีม

ไอศกรีมเป็นของผสมระหว่าง นม เนย น้ำตาล น้ำ และสิ่งประกอบอื่น ๆ บางชนิด เมื่อนำสิ่งเหล่านี้ผสมกันตามอัตราส่วนแล้วทำให้เย็นลงถึงระดับอุณหภูมิประมาณ 27 F (-3 C) แล้วลดอุณหภูมิลงอย่างเร็วจนถึงประมาณ -20 F (-29 C) เพื่อให้เป็นครีม

สำหรับการเก็บรักษาไอศกรีมแบบแท่ง (brick ice cream) ต้องให้ที่เก็บมีอุณหภูมิ 0 ถึง 5 F (-18 ถึง -15C) และแบบก้อน (bulk ice cream) ให้มีอุณหภูมิ 5 ถึง 12 F (-15 ถึง -11 C)

ด้วยเหตุที่ค่าความร้อนเฉพาะตัวของไอศกรีมแตกต่างไปจากค่าความร้อนเฉพาะตัวของน้ำหรือน้ำแข็ง การคำนวณขนาดของภาระเพื่อหาขนาดของเครื่องทำความเย็นจึงใช้ของน้ำ

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หรือน้ำแข็งไม่ได้ค่าความร้อนเฉพาะตัวโดยเฉลี่ยเป็นดังนี้ ค่าความร้อนจำเพาะก่อนแข็งตัวเท่ากับ 0.80 บีทียูต่อปอนด์ ระดับอุณหภูมิของการแข็งตัวที่ 27 F (-3 C) มีค่าความร้อนแฝงของการแข็งตัว 96 บีทียูต่อปอนด์ และความร้อนจำเพาะเมื่อแข็งตัวแล้ว 0.45 บีทียูต่อปอนด์ น้ำหนักของของผสมที่ให้ความเย็นจนเป็นไอศกรีมประมาณ 9 ปอนด์ต่อแกลลอน แต่เมื่อทำให้แข็งเป็นไอศกรีมแล้วจะเหลือน้ำหนักประมาณ 5 ถึง 6 ปอนด์ต่อแกลลอน เนื่องจากการขยายตัวเพราะความเย็น

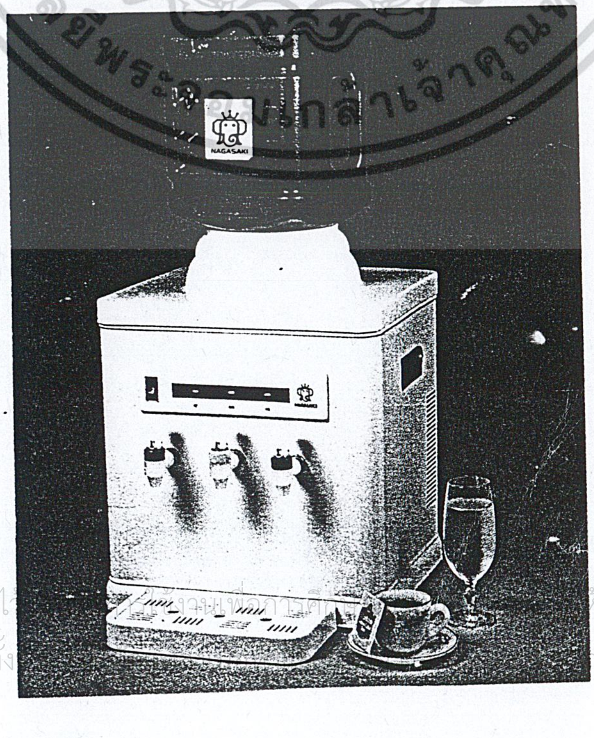
ตู้หยอดเหรียญ (Vending Machines)

ปัจจุบันการขายเครื่องดื่มหรืออาหารบางชนิดโดยใช้ตู้หยอดเหรียญ (Vending Machine) เป็นที่นิยม เพราะสะดวก ตู้หยอดเหรียญสามารถจัดเครื่องดื่มหรืออาหารแช่เย็นที่มีอยู่ในเครื่องให้แก่ผู้ต้องการได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งตู้หยอดเหรียญต้องมีระบบทำความเย็นประกอบอยู่ด้วย เป็นแบบหนึ่งของตู้หยอดเหรียญสำหรับจำหน่ายเครื่องดื่มแบบกระป๋อง ตามรูปจะมองเห็นเครืองอัดแบบปิดสนิท (hermetic) อยู่ด้านล่างของตู้หยอดเหรียญ อุปกรณ์ควบคุมปริมาณสารความเย็นมักเป็นแบบท่อรูเข็ม (capillary tube)

ตู้น้ำอิเล็คทรอนิค (Electronic Drinking Water)

มีลักษณะเป็นตู้น้ำสำหรับตั้งโต๊ะมีขนาดกว้าง 41 ซม. ยาว 40 ซม. สูง 51 ซม. น้ำหนัก 13.5 กก. สามารถทำให้น้ำเปลี่ยนสถานะภาพเป็นน้ำร้อน น้ำอุ่น และน้ำเย็น เหมาะกับสำนักงานในส่วนของพนักงาน ซึ่งสามารถที่จะเลือกดื่มกาแฟหรือน้ำเย็นหรือน้ำอุ่นก็ได้

ภาพที่ 21
ตู้น้ำอิเล็คทรอนิค



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ ... หนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้ง ... สารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

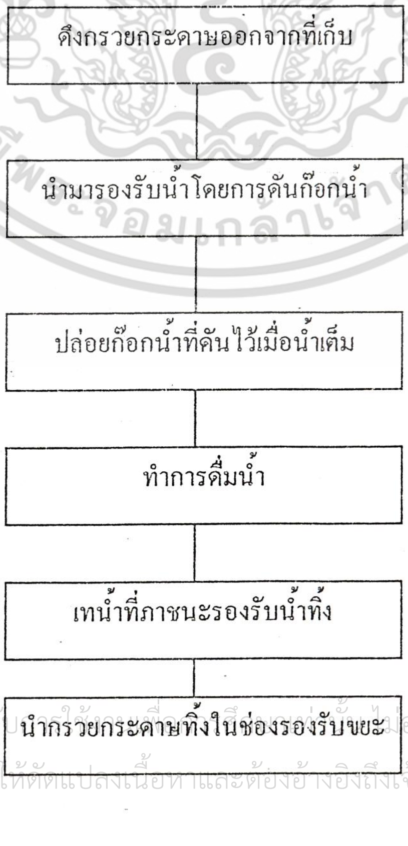
ข้อมูลอุปกรณ์ที่ใช้ร่วมกับผลิต ซึ่งมีด้วยกัน 2 ประเภท

1. กรวยกระดาษ
2. ถังบรรจุน้ำดื่ม

1. กรวยกระดาษมีหน้าที่สำหรับรองรับน้ำดื่มในแต่ละครั้งมีลักษณะรูปทรงกรวยทำจากกระดาษ มีราคาถูก สามารถทิ้งได้เลยเมื่อดื่มน้ำแต่ละครั้งทำให้เชื้อโรคที่ปะปนมากับร่างกายคนโดยผ่านทางปากไม่สามารถติดต่อกับบุคคลที่ใช้แก้วน้ำร่วมดื่มแบบเก่าได้ ทำให้ถูกหลักอนามัยไม่เป็นโรคติดต่อ โดยขนาดของกรวยกระดาษมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7.2 ซม. สูง 9.5 ซม. บรรจุน้ำได้ 6 ออนซ์ครึ่งหรือ 90 ซีซี ลักษณะการซื้อขายร้านค้าจะขายเป็นแถวซึ่งจะบรรจุในกล่องกระดาษแข็งจำนวนแถวละ 200 กรวย

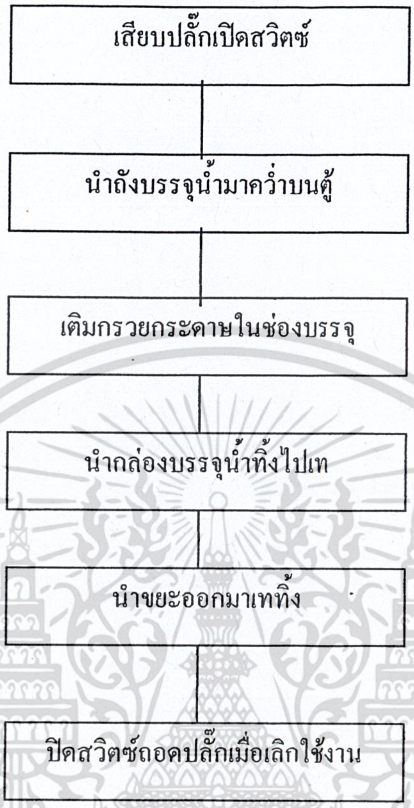
2. ถังบรรจุน้ำดื่ม มีลักษณะเป็นถังมีด้วยกัน 2 ขนาด ขนาดเล็กและขนาดใหญ่ ขนาดเล็กจะบรรจุน้ำได้ 10 ลิตร ส่วนขนาดใหญ่บรรจุน้ำได้ 20 ลิตร มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 27.5 ซม. สูง 46 ซม. ปากขวดมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 ซม. มีน้ำหนักเฉพาะขวด (พลาสติก) 1.2 กก. ดังนั้น ถ้ารวมกับน้ำที่บรรจุจะมีน้ำหนักรวมกัน 21.2 กก.

พฤติกรรมการใช้งานของผู้บริโภค



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พฤติกรรมการใช้งานของพนักงานดูแล



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จิตวิทยาของสี สาคร คันธโชติ (2528)

ผู้ออกแบบจำเป็นต้องเรียนรู้ทฤษฎีของสีเป็นอย่างดี จึงจะสามารถนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในขั้นปฏิบัติได้อย่างแท้จริง เป็นที่ทราบกันดีแล้วว่า บรรดาสีทั้งหลายที่มีอยู่ในโลกนี้มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับมนุษย์ตั้งแต่เกิดและจำความได้ สีมีอิทธิพลต่อมนุษย์เป็นอย่างมาก อย่างไรก็ดี ได้มีนักวิชาการพยายามที่จะวิเคราะห์เรื่องสีที่มีอิทธิพลต่อความรู้สึกของมนุษย์ในรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งพอที่จะสรุปได้ดังนี้

1. สีแดง หรือม่วงแดง (crimson-lake or purple) ให้ความรู้สึกไปในทางมั่งมี, ร่ำรวย, มีอำนาจ เป็นสีที่ให้ความอบอุ่นกว่าสีอื่น ๆ สิ่งของมีค่าได้แก่ เงิน ทอง เครื่องเพชรนิลจินดา หรือของมีประกายวูบวาบ เมื่อกระทบกับสีแดงสลับลวดลายทอง ทำให้รู้สึกไปในทางพิธีการสง่า มั่งคั่ง น่าเกรงขาม การที่คนในสมัยก่อน ๆ เลือกสีนี้จึงเป็นสิ่งที่ถูกต้อง เช่น ธงชาติสีแดง ผ้ายันต์ เพดานโบสถ์ การปิดทองล่องชาด เป็นต้น ในด้านความรู้สึกของบุคคลที่ชอบสีนี้ อาจกล่าวได้ว่า เป็นผู้เข้มแข็ง ขยัน ตัดสินใจรวดเร็ว หุนหันชอบหาประสบการณ์ใหม่ ๆ ชอบการตื่นเต้น ผจญภัย เป็นผู้ที่กล้าได้กล้าเสีย เชื่อมั่นตนเอง ช่างคิด ช่างสังเกต มีความคิดสร้างสรรค์

2. สีแดงชาด หรือแดงส้ม (scarlet or vermillion) เป็นสีที่ให้ความรู้สึกแก่ผู้พบเห็นไปในทางตื่นเต้น เร้าใจ สนุกสนาน รื่นเริง เป็นสีที่พบเห็นควรเป็นครั้งคราวไม่จำเจหรือประจำ สีที่เหมาะแก่การผ่อนอารมณ์ เช่น งานออกร้าน งานฉลองเทศกาลต่าง ๆ งานรื่นเริงทั่วไป หรือสถานที่ ๆ ผ่านชั่วระยะเวลาเล็กน้อยเป็นครั้งคราว เช่น สถานีรถไฟ โรงภาพยนตร์ ร้านขายของหรือสรรพสินค้า ท่าเรือ หรือเหมาะกับเป็นสีโปสเตอร์ใหญ่ ๆ ในด้านความรู้สึกของบุคคลที่ชอบสีนี้เป็นคนอ่อนไหว ตัดสินใจไม่แน่นอน สนุกสนาน รื่นเริง แต่ไม่จริงจัง เป็นต้น

3. สีชมพู (rose pink) เป็นสีที่ให้ความรู้สึกในทางความสดชื่น อ่อนหวาน นุ่มนวล มีความภูมิฐาน สง่าในท่าทีเป็นสีที่แสดงถึงการเริ่มต้น แรกแย้ม เริ่มผลิ เป็นสีที่ลักษณะหวานของคนหนุ่มสาว เป็นสีของความรัก ในด้านความรู้สึกของคนชอบสีนี้เป็นคนรักสวยงาม ชอบเป็นระเบียบ ทันสมัย ช่างคิด ช่างสังเกต เป็นคนนุ่มนวล

4. สีตองอ่อน (yellow green) เป็นสีที่ให้ความรู้สึกเย็น ๆ แต่ตื่นเต้น มีชีวิตคล้าย ๆ สีชมพู เป็นสีของวัยหนุ่มสาว เป็นสีเริ่มต้นของชีวิต ความรู้สึกของคนที่ชอบสีนี้คล้าย ๆ กับสีชมพู แต่มีความเป็นผู้ใหญ่มั่นคง และอยู่ในดุลยภาพ เป็นผู้มีศีลธรรม จริงใจ รู้จักรับผิดชอบต่อสังคม รักชื่อเสียง สุจริต และไว้ใจได้

5. สีเขียว หรือสีน้ำเงิน (green blue) ให้ความรู้สึกเป็นสีเย็น ๆ เฉย ๆ โดยมากถือเป็นสีธรรมดาที่ทุกคนชอบอยู่แล้ว เป็นสีของต้นไม้ ท้องฟ้า จึงมีลักษณะไม่ผาดโผน สีที่แสดงถึงความสงบปราศจากความเคร่งเครียดในด้านความรู้สึกของผู้ชอบสีนี้กล่าวได้ว่า เป็นผู้ที่มีสติ รู้จักการใช้คำพูด ไม่ชอบความยุ่งยากตกใจต่าง ๆ เป็นคนชอบระเบียบแบบแผน อนุรักษ์นิยมแต่งกายพิถีพิถัน

6. สีเขียวแก่ (dark green) หรือสีค่อนข้างเทา (gray) เป็นสีที่แสดงถึงความเศร้าโศก (sadness) เป็นสีของคนมีอายุ เป็นสีที่ให้ความรู้สึกของผู้ใช้สีนี้เป็นคนชอบสบาย ๆ เงียบ ชอบสันโดษ ไม่ชอบสังคม ไม่ชอบความวุ่นวาย ตื่นเต้น มีความมานะ พยายามดี

7. สีเทาแก่ (สีกลาง = Neutral) คล้ายกับสีน้ำเงิน (Blue) เป็นสีที่แสดงความไม่กระตือรือร้นเฉย ๆ เงียบ ๆ เศร้าโศก ในด้านความรู้สึกของผู้ชอบสีนี้ เป็นคนเข้าไหนเข้าได้ ไม่ชอบแสดงความคิดเห็นไม่เป็นคนพูดมากเพ้อเจ้อ คบคนยาก มักเลือกคนที่มีทัศนคติตรงกัน แต่งกายเรียบร้อย รักระเบียบ เป็นคนเคร่งเครียด

8. สีดำและสีขาว (black & white) สีดำและสีขาว เป็นสีที่มีลักษณะของน้ำหนักตรงกันข้าม คือ สีดำเป็นสีที่หนักที่สุด ส่วนสีขาวเป็นสีที่เบาที่สุด บางอย่างก็เป็นเครื่องแสดงถึงความสกปรก สีขาวแสดงถึงความบริสุทธิ์ สะอาด ดังนั้น สีดำจึงเป็นสีที่ใช้ไว้ทุกข์ แสดงความเศร้าโศกเสียใจ ส่วนสีขาวก็แสดงถึงการไว้ทุกข์ในพิธีให้แก่ผู้ใหญ่ แสดงความเชื่อมั่น ความไม่มีมลทิน น่ารัก น่าถนอม ไม่เบื่อ ไม่เก่า ใหม่อยู่เสมอ

9. สีเหลือสดพระอาทิตย์ (yellow) แสดงถึงความสดชื่น ความใหม่ทันสมัย ตื่นเต้น มีชีวิตชีวา ความเปลี่ยนแปลง รื่นเริง สนุกสนาน สีนี้ไม่ควรใช้มาก ถ้าใช้มากควรทำให้มัน หรือทำเป็นสีนวล (cream) ความรู้สึกของผู้ชอบสีนี้เป็นคนทันสมัย ฉลาดมีอุดมคติ ชอบเพ้อฝัน เชื่อมั่นตนเอง ชอบการเปลี่ยนแปลง มีศิลปะ และความคิดสร้างสรรค์ดี

10. การเปลี่ยนระยะของสี

สีแดงทุกสี ให้ความรู้สึกว่าเป็นสีที่อยู่ใกล้กว่าระยะจริง เพราะเป็นสีที่สะท้อนตัวเองมากและมากกว่าสีอื่น ๆ

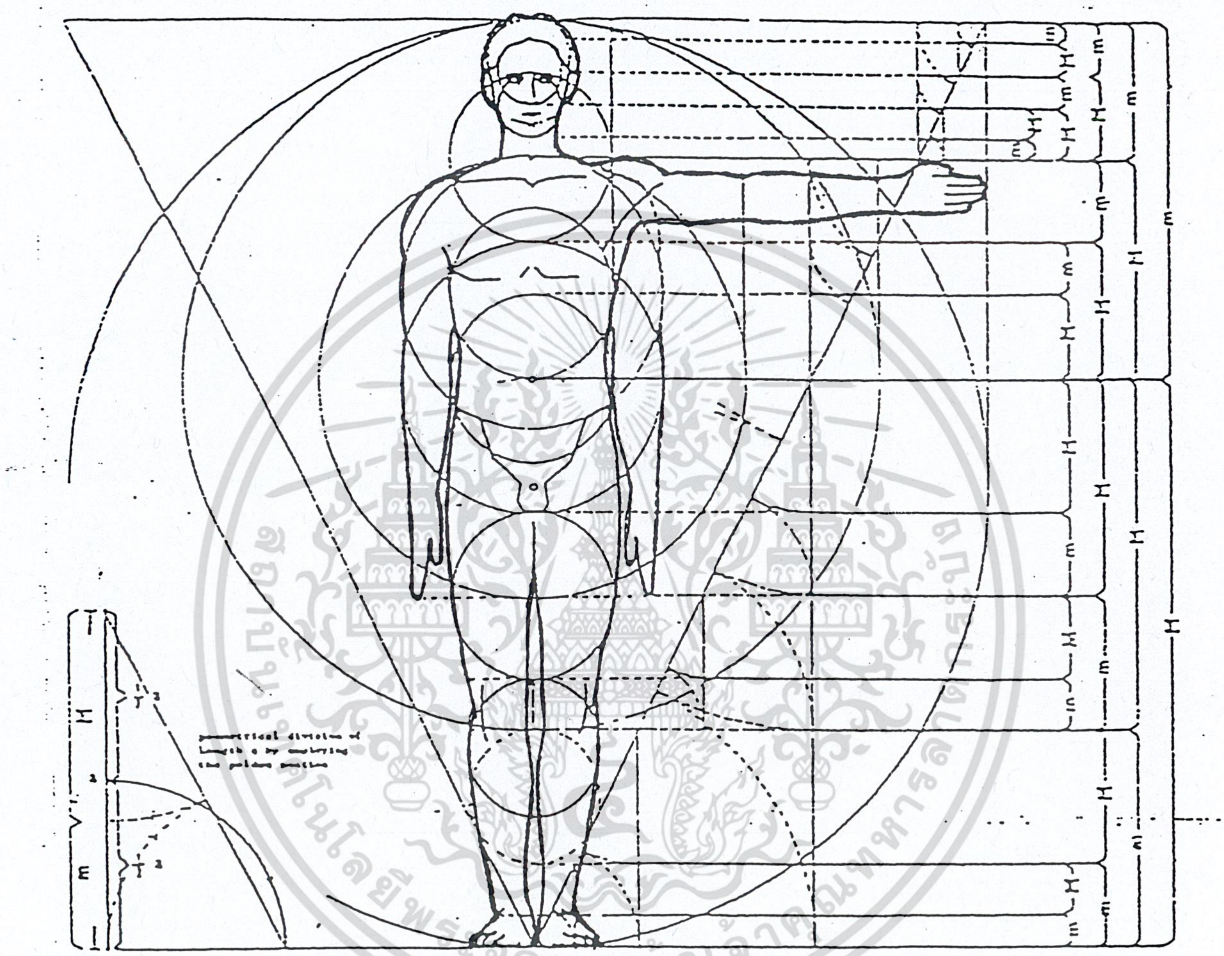
สีน้ำเงิน (blue) ทุกสี จะให้ความรู้สึกของสีว่าอ่อนกว่าสีเดิมของตัวมันเอง หรือจะรู้สึกว่าสีอยู่ไกลกว่าระยะจริง เพราะค่า (value) ของสีน้ำเงินแก่ใกล้กับสีดำ เป็นสีที่เก็บแสงไม่สะท้อนออกจึงทำให้รู้สึกไกลกว่าของจริง

สีเขียว (green) ทุกสีไม่มีการเปลี่ยนแปลงในเรื่องของระยะเพราะไม่เกิดการสะท้อนมากเหมือนสีแดง ประกอบกับสีเขียวเป็นสีธรรมชาติที่มีอยู่ทั่ว ๆ ไป การเปลี่ยนแปลงจึงไม่มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 22

แสดงการแบ่งสัดส่วนของมนุษย์



ในระยะหลังนักวิทยาศาสตร์ชาวเยอรมันได้ช่วยทำการศึกษาพื้นฐานเรื่องนี้ให้มีความชัดเจนขึ้น โดยการวิจัยเปรียบเทียบขนาดสัดส่วนของมนุษย์แต่ก็ยังไม่เป็นที่พอใจนัก จนกระทั่งหลังจาก Moessel ทำการตรวจสอบและให้การสนับสนุน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในปี ค.ศ.1945 Le Modulor ได้วางแผนโครงการศึกษาเรื่องสัดส่วนของมนุษย์ โดยเริ่มวัดความสูงทั้งหมดของมนุษย์เฉลี่ย 1,829 เมตร และวัดความสูงถึงสะดือ 1,130 เมตร เริ่มต้นจากแบ่งส่วนย่อยของร่างกายมนุษย์เหมือนกับ Diirer และ Le Corbusier สถาปนิกชาวฝรั่งเศสได้พัฒนาเรื่องสัดส่วนต่าง ๆ นำไปใช้กับงานการสร้างโดยศึกษาหาค่าเฉลี่ยความสูงทั้งหมดของผู้ชายชาวยุโรปสูง = 1.75 เมตร หรือขนาดความสูง 5 ฟุต 9 นิ้ว และต่อมาได้มีการเทียบวัดความยาวระบบเมตริกกับระบบอังกฤษโดยให้ 254 มิลลิเมตร = 10 นิ้ว ด้วยเหตุนี้เพื่อให้มีความสัมพันธ์ในด้านการวัดที่เป็นมาตรฐานเหมือนกัน ดังนั้นในปี ค.ศ.1947 Corbusier ได้กลับมาใช้ความสูงเฉลี่ยของคนตามมาตรฐานชาวอังกฤษที่ได้ทำไว้คือ 1,829 เมตร และได้แบ่งส่วนย่อยต่าง ๆ ของสัดส่วนร่างกายมนุษย์ไว้เป็นข้อมูลสำหรับคนรุ่นหลังไว้ศึกษาและวิจัยต่อไปในปัจจุบัน

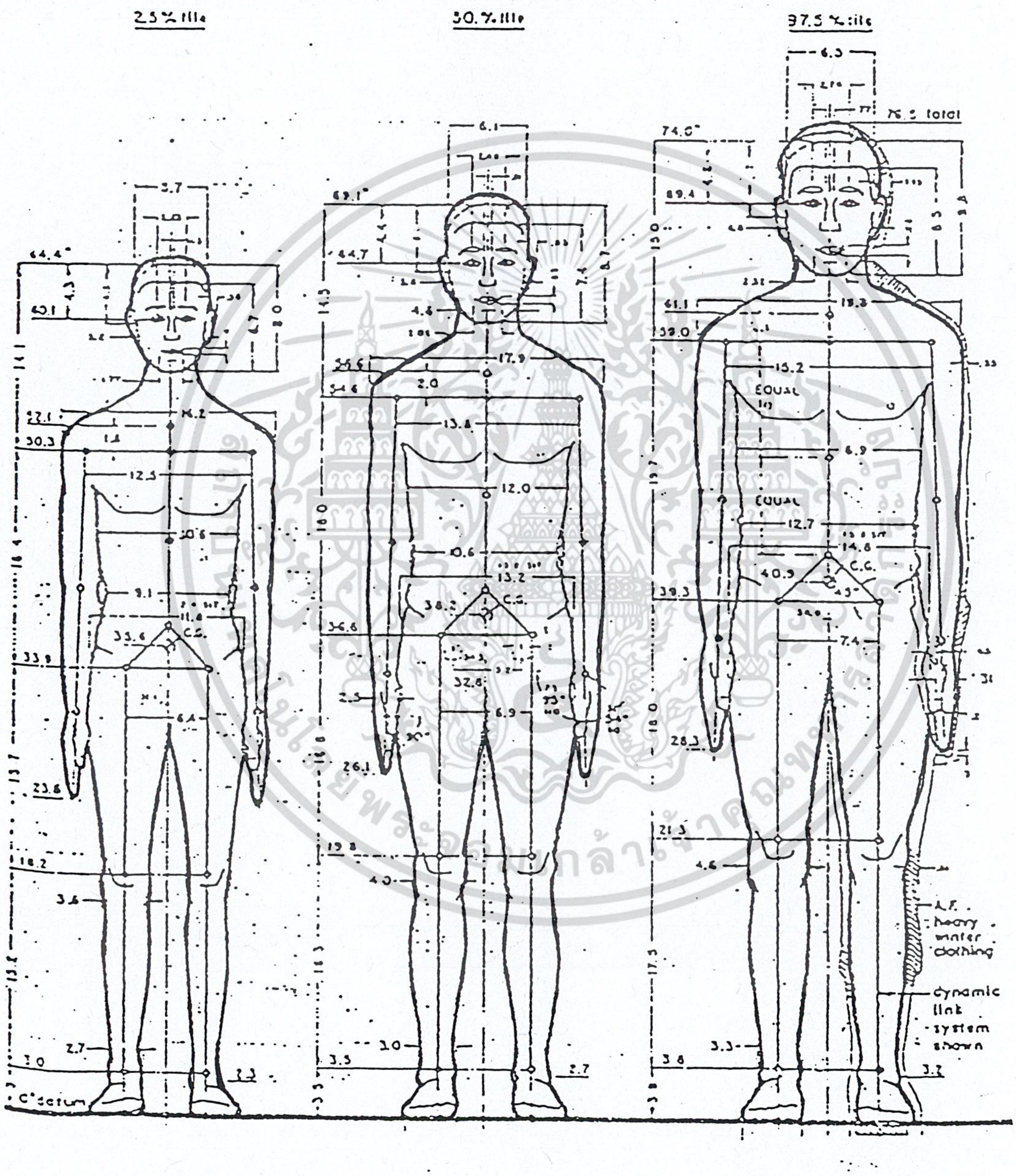
มีข้อน่าสังเกตอย่างหนึ่งว่า การศึกษาเรื่องนี้จะยึดถือเอาความสูงของร่างกายมนุษย์มาก่อนแล้ว จึงแบ่งส่วนย่อย ๆ ที่สำคัญลงไปอีกตามต้องการ ศึกษาเพื่อให้เป็นประโยชน์ในการนำไปใช้เรื่องสัดส่วนของมนุษย์นั้นแบ่งออกเป็นเพศหญิงชาย ขนาดของเด็ก อายุ และอื่น ๆ สัดส่วนของมนุษย์จะต้องแยกถึงชนชาติด้วยว่า อยู่ทางยุโรปหรือเอเชีย เพราะสัดส่วนนั้นไม่เท่ากัน ฉะนั้นในการศึกษาเรื่องนี้เป็นเพียงแนวทางในการศึกษาเรื่องสัดส่วนของมนุษย์ต่อไป เพื่อสามารถจะหาสัดส่วนที่เหมาะสมในการนำไปใช้กับงานนั้นโดยให้ยึดถือผู้ใช้ เป็นต้น

สำหรับขนาดสัดส่วนของคนไทยนั้นหากต้องการทราบรายละเอียดขอเสนอแนะให้ไปหาข้อมูลได้ที่สภาวิจัยแห่งชาติได้ ส่วนตัวอย่างภาพที่อยู่ในหน้าต่อไปนี้นั้นใช้สำหรับเป็นข้อมูลประกอบการพิจารณาการออกแบบ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

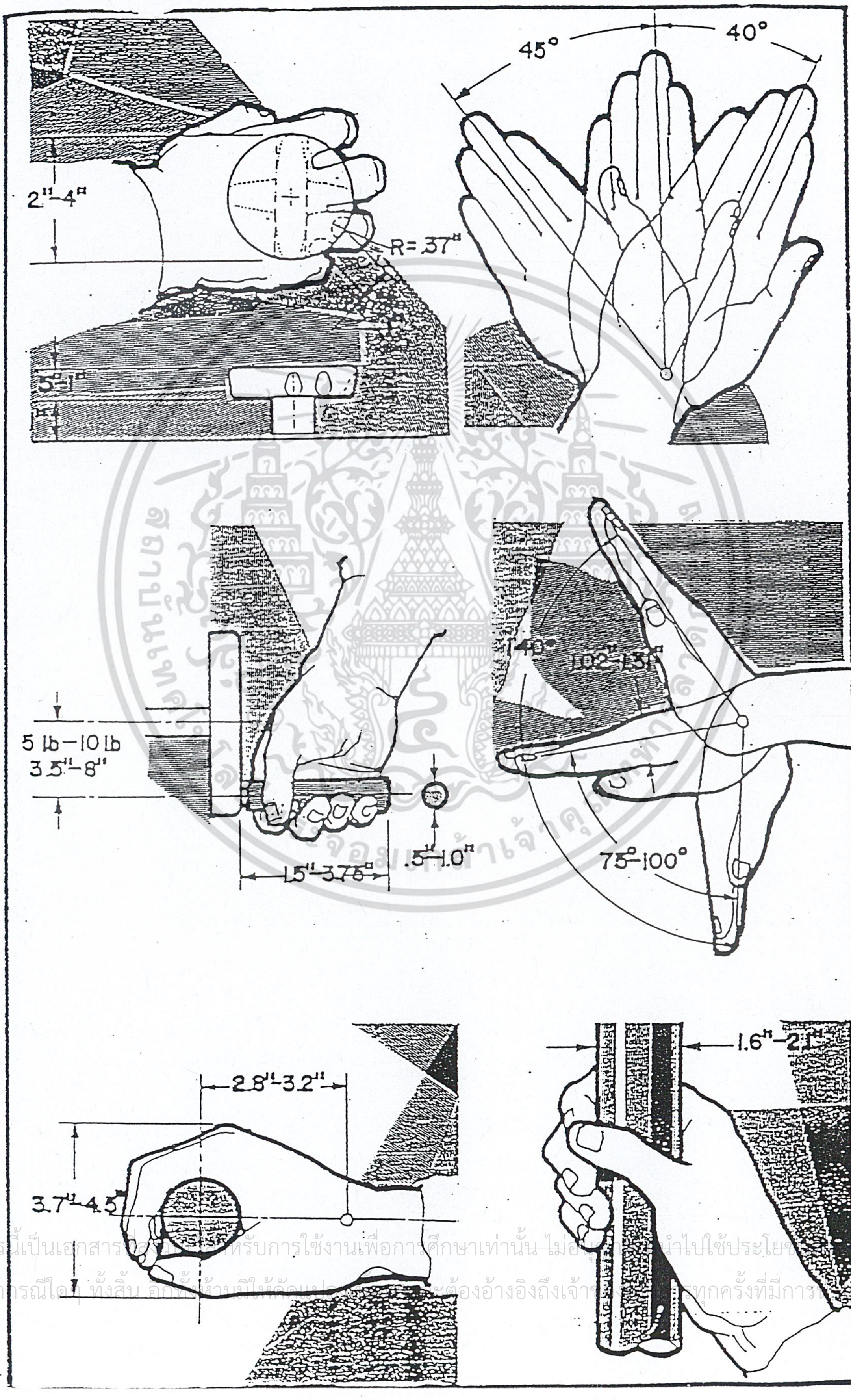
ภาพที่ 23
แสดงขนาดสัดส่วนท่ายืนด้านหน้าของผู้ใหญ่เพศชาย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 24

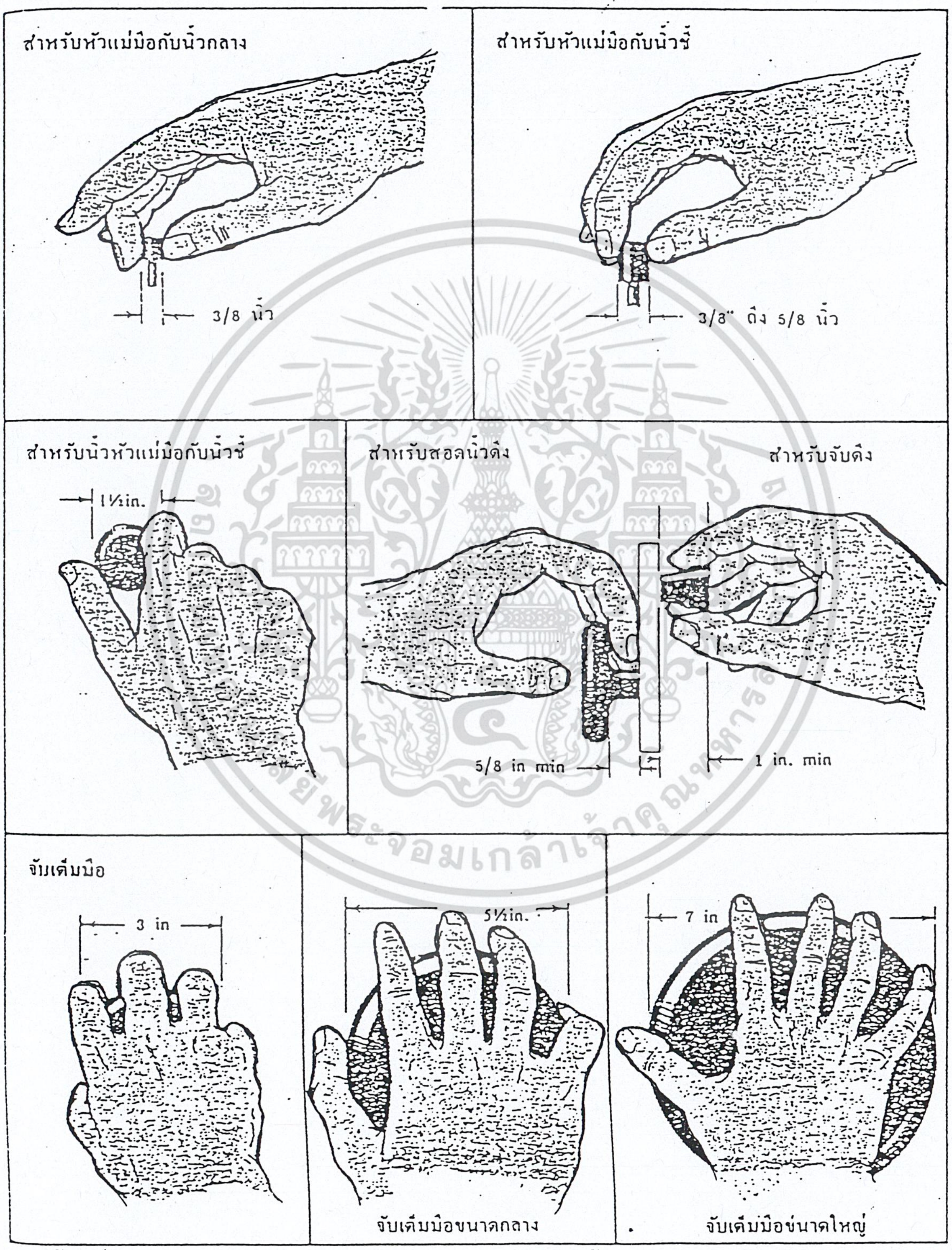
ขนาดสัดส่วนมือ



เอกสารนี้เป็นเอกสารฉบับนี้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลง และจะต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 25

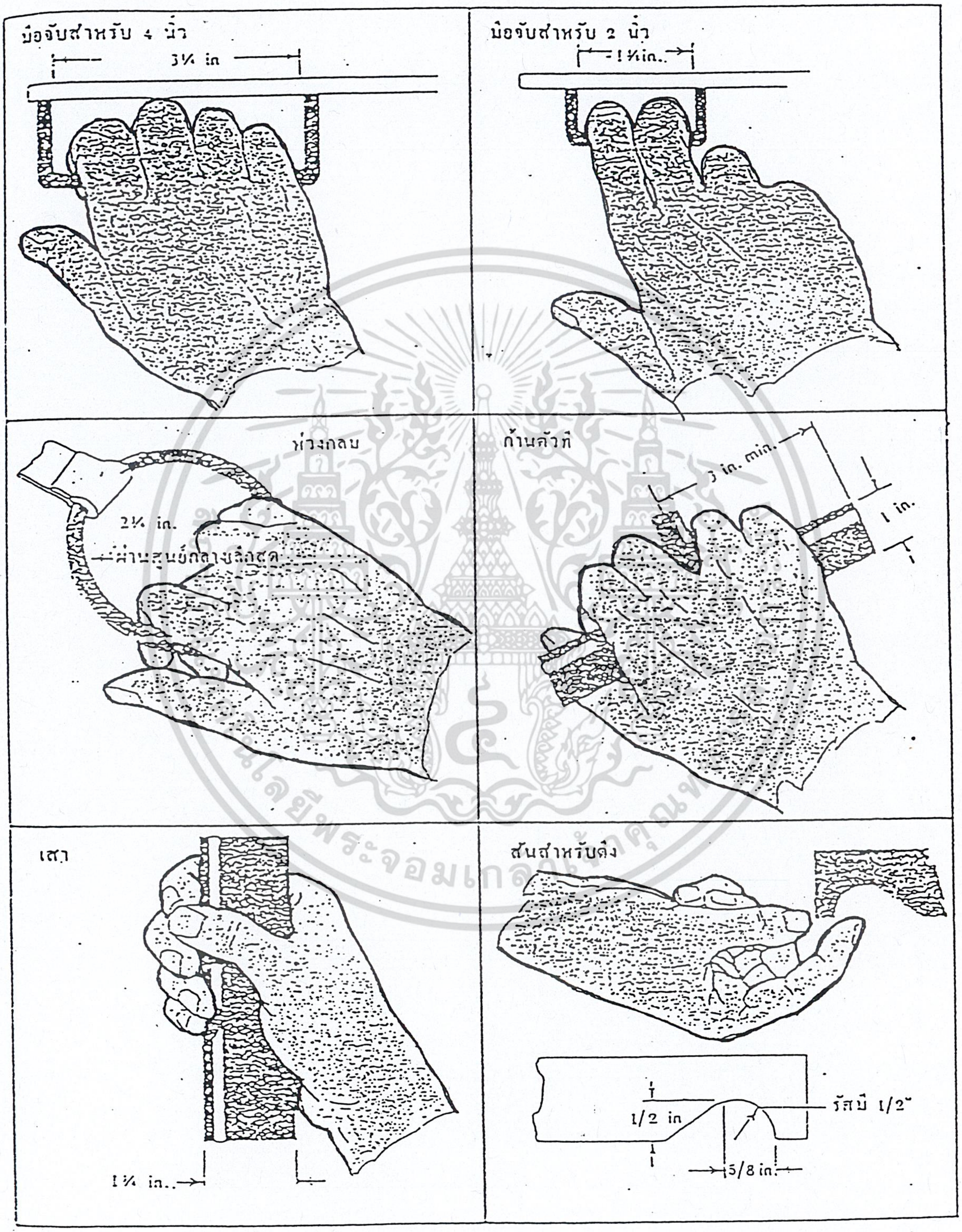
แสดงขนาดเหมาะสมในการจับหรือถือด้วยมือ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 26

แสดงขนาดมาตรฐานของมือในการใช้งาน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลเกี่ยวกับสำนักงาน

ความหมายของสำนักงาน (ศิริวรรณ สัญชานนท์,เจริญ ไชโย 2529 : 1) ได้กล่าวถึงความหมายของสำนักงานไว้ในพจนานุกรมไทยได้ให้ความหมายของคำว่าสำนักงานไว้ดังนี้

ก. สำนัก หมายถึงที่พัก ที่อาศัย ที่ทำการ แหล่งสถาบัน

ข. สำนักงาน หมายถึงที่ทำการ อาคารที่ใช้เป็นที่ทำงาน

สำนักงาน (Office) ตามพจนานุกรมอังกฤษได้ให้คำนิยามไว้ 4 ประการคือ

ก. หน้าที่ ความรับผิดชอบหรือตำแหน่งที่เกิดขึ้น จากการใช้อำนาจของรัฐบาล เพื่อสาธารณะประโยชน์ สถานที่ที่มีกิจการเหล่านี้ปฏิบัติอยู่ก็ถือว่าเป็นสำนักงานตามความหมายนี้

ข. สถานที่ที่ใช้เป็นที่ทำงานของเจ้าหน้าที่รัฐบาล

ค. ศูนย์สั่งการของธุรกิจหรือองค์การต่าง ๆ สถานที่ที่ใช้ในการบริหารงานหรือสั่งการของทั้งธุรกิจรัฐบาลหรือรัฐวิสาหกิจก็ถือว่าเป็นสำนักงานตามความหมายนี้

ตามแนวความคิดของ Lewis Keeling ได้ให้ความหมายสำนักงาน (Office) ไว้ว่าหมายถึง "สถานที่ที่มีการโต้ตอบจดหมาย การจัดเตรียมแบบฟอร์มและรายงาน การจัดเก็บเอกสารและการบริหารงานเอกสาร ซึ่งงานเหล่านี้เป็นหน้าที่ของพนักงานพิมพ์ดีด เลขานุการ ผู้จัดเก็บเอกสาร พนักงานทำบัญชี ผู้ใช้เครื่องใช้สำนักงาน ผู้ควบคุมและผู้จัดการสำนักงาน"

ผศ.ดร.ระวัง เนตรโพธิ์แก้ว (2538:131) ได้กล่าวถึงความหมายของสำนักงานไว้ว่า

สำนักงานหมายถึง สถานที่ตั้งหน่วยงานสำหรับปฏิบัติหน้าที่ ควบคุมการทำงานของธุรกิจให้ประสบผลสำเร็จ ได้แก่ งานที่เกี่ยวกับหนังสือ งานเอการ การทำรายงาน จดหมายธุรกิจ งานบัญชี งานงบประมาณ การควบคุมและการวางแผนการทำงาน ทั้งทางบุคลากรและเครื่องจักรกล

สำนักงานและโครงสร้างขององค์กร

เมื่อกล่าวถึงโครงสร้างการจัดองค์การภายในสำนักงาน ย่อมหมายถึงการจัดองค์ประกอบของหน่วยงานต่าง ๆ ภายในสำนักงานหรือบริษัททั่วไป ๆ ตลอดจนวิธีการบริหาร การดำเนินงานภายในสำนักงานนั้น ๆ และก็ย่อมจะแตกต่างกันออกไป ตามประเภทของธุรกิจหรือกิจการของแต่ละบริษัทอีกเช่นกัน ด้วยวิธีการจัดตั้งองค์การและบริหารงานที่ไม่เหมือนกันมีผลให้การจัดรูปแบบหรือการวางผัง (Planning) แตกต่างกันตามไปด้วย ข้อแตกต่างดังกล่าวได้มีกฎเกณฑ์นำไปใช้พิจารณาการจัดรูปแบบสำนักงานแต่ละประเภทตามความเหมาะสม โดยมีนักวางผังสำนักงานสมัยใหม่คือ Francis Dumy และ Colin Cave ได้กำหนดแบบแผนที่แสดงถึงโครงสร้างของการจัดองค์การและการบริหารที่แตกต่างกันของสำนักงานแต่ละประเภท ได้อย่างชัดเจนนอกจากนั้นแล้วยังแสดงถึงการจัดรูปแบบของการจัดภายในสำนักงานที่เหมาะสม โดยเฉพาะแต่ละกรณีไปไว้ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การจัดองค์กรภายในสำนักงานทั่วไป พิจารณาออกเป็น 4 ประเภท ได้แก่

1. สำนักงานออกแบบ (Design office)
2. บริษัทธุรกิจโฆษณา (Asvertising agency)
3. สำนักงานบริหารชั้นสูง (Top management)
4. สำนักงานธุรกิจทั่วไป (Clerical)

1. สำนักงานออกแบบ (Design office)

ได้แก่ สำนักงานหรือบริษัทที่ดำเนินการทางธุรกิจ ด้านการให้บริการด้านการออกแบบงานสถาปัตยกรรมงานออกแบบผลิตภัณฑ์และอื่น ๆ ประเภทนี้จะแตกต่างจากทั่ว ๆ ไปมาก โครงสร้างของการจัดองค์การหรือหน่วยงานภายในประกอบด้วยกลุ่มนักออกแบบหรือสถาปนิก (Design groups) ซึ่งมักจะมีมากกว่าหนึ่งกลุ่มขึ้นไปโดยเฉพาะในสำนักงานใหญ่ ๆ ภายในกลุ่มจะประกอบไปด้วย กลุ่มนักออกแบบ (Designer) นักวางผัง (Planner) หรือสถาปนิก (Architect) ทำงานรวมกันในลักษณะ Team work ซึ่งจะใช้เวลาและทำงานในงาน (Project) ชั้นเดียวกันโดยมีการประสานงานกันอย่างใกล้ชิด ตลอดระยะเวลาทำงาน เป็นที่น่าสังเกตว่า การติดต่อประสานงานระหว่างกลุ่ม (Design groups) จะมีน้อยกว่าภายในกลุ่มเดียวกัน อย่างไรก็ตามจัดว่า (Design groups) เป็นองค์ประกอบของหน่วยงานที่มีความสำคัญมากในการจัดองค์การของสำนักงานออกแบบ ซึ่งนอกจากนั้นแล้วยังประกอบด้วยหน่วยงานที่สำคัญอีกอันก็คือผู้บริหาร หรืออาจจะเป็นรูปของหุ้นส่วน (Partner) หน่วยงานนี้จะทำหน้าที่ควบคุมหรือดำเนินการบริหารงานทั้งหมดประจำสำนักงานออกแบบ

ทั้งสองหน่วยงานสำคัญที่กล่าวมานั้นยังจะต้องมีหน่วยงานย่อย การจัดรูปองค์การสมบูรณ์ขึ้น โดยมีหน้าที่ให้บริการด้านต่าง ๆ แก่หน่วยงานหลัก ช่วยให้การดำเนินการและการประสานงานภายในและภายนอกคล่องตัวยิ่งขึ้น หน่วยงานเหล่านี้ได้แก่ งานเลขานุการ บรรณารักษ์ (รวบรวมเอกสารข้อมูล) งานบัญชี ตลอดจนพนักงานติดต่อเอกสารทั่วไป

2. บริษัทธุรกิจโฆษณา (Advertising agency - research groups)

บริษัทหรือสำนักงานที่ดำเนินธุรกิจด้านนี้ ถือได้ว่าทำหน้าที่เป็นศูนย์รวม (Co-ordinate) และเผยแพร่ข่าวสาร รายงานที่สำคัญยิ่งซึ่งเกี่ยวข้องกับธุรกิจประเภทอื่น ๆ ในบริษัทเล็ก ๆ ส่วนใหญ่จะมีโครงสร้างหรือรูปแบบของการจัดหน่วยงานที่คล้ายกัน ประกอบด้วยหน่วยงานที่ทำหน้าที่รับผิดชอบ (Account Group) ประมาณ 3-4 กลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มจะคอยดูแลและรับผิดชอบการปฏิบัติงานของหน่วยงานย่อย ที่อยู่ในการควบคุมอีกต่อหนึ่ง หน่วยงานย่อยเหล่านี้ ได้แก่ งาน Studio , Art director และ Media ซึ่งหน่วยงานที่รับผิดชอบ (Account Group) จะต้องปฏิบัติงานภายในระยะเวลาที่จำกัดและยังต้องแข่งขันกับธุรกิจประเภทเดียวกันเพื่อที่จะเป็นผลไปสู่กลุ่มที่กล่าวมาอีกต่อเนื่อง

นอกจากนี้ยังประกอบด้วย หน่วยงานที่ทำหน้าที่เกี่ยวกับการเงิน (Finance department) และแผนก ซึ่งทำหน้าที่พัฒนารูปแบบหรือวิธีการ (The Process chasing DEPT) เพื่อที่จะนำแผนงานที่ทันสมัยมาดำเนินงานภายในบริษัทไปพร้อมกับหน่วยงานอื่น ๆ ผู้ที่ทำหน้าที่ควบคุมและบริหารงานทั้งหมด

ประจำสำนักงานก็คือ ผู้อำนวยการ (Director) ซึ่งอาจจะมีมากกว่าหนึ่งตำแหน่ง ซึ่งนอกจากบริหารงานแล้วก็จะต้องคอยติดต่อธุรกิจต่าง ๆ กับลูกค้าเพื่อให้ได้งานเข้าสู่บริษัทในความรับผิดชอบด้วย

3. สำนักงานบริหารงานชั้นสูง (Top management)

การบริหารงานระดับสูงส่วนใหญ่จะมีผัง (Diagram) ของการบริหารงานตามหลักการบริหารงานอยู่ในรูปของปีรามิด (Pyramid) โดยแบ่งตามลำดับชั้นของผู้บริหารงานลงไปจนถึงพนักงานทั่วไป เช่น ในบริษัทหนึ่งประกอบด้วย ประธานบริษัทหรือผู้อำนวยการใหญ่ ซึ่งตำแหน่งสูงสุด รองลงมาก็จะเป็นผู้จัดการ (Manager) ซึ่งอาจจะแยกหน้าที่ความรับผิดชอบออกไปเป็นหน่วยงานย่อย นอกจากนั้นการปฏิบัติงานของผู้บริหารระดับสูงดังกล่าว แต่ละคนยังจะต้องมีเลขานุการซึ่งทำหน้าที่เป็นผู้ช่วยหรือแบ่งเบาภาระบางด้านให้กับผู้บริหารนั้น ๆ ด้วย

การบริหารงานประเภทนี้จะพบในหน่วยงานราชการต่าง ๆ หรือการบริหารงานที่แบ่งหน้าที่การปกครองออกเป็นลำดับชั้นโดยทั่วไป ตลอดจนสำนักงานธุรกิจที่ประกอบด้วยผู้บริหารงานระดับสูงรวมอยู่ด้วย (จะมีเฉพาะในระดับหนึ่งเท่านั้น) เกี่ยวกับการประสานงานหรือความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลโดยทั่วไปจะกำหนดเป็นกฎเกณฑ์หรือระเบียบที่ใช้กันเป็นขั้นตอนเป็นลำดับลงไปมากกว่าที่จะให้ถือระเบียบที่มีความเสมอภาคกันหมดหรือเป็นส่วนใหญ่

4. สำนักงานธุรกิจทั่วไป (Clerical)

ได้แก่บริษัทธุรกิจขนาดใหญ่ ทั้งด้านการค้า การเงิน มีการดำเนินงานซับซ้อน มีพนักงานจำนวนมาก ตอลดจนธนาคารและบริษัทเงินทุน เครดิต (Credit) ต่าง ๆ ซึ่งหัวใจสำคัญของการดำเนินงานภายในบริษัทก็คือ ขบวนการด้านเอกสาร (Paper processing) ส่วนใหญ่ภายในหน่วยงานต่าง ๆ จะได้มอบหมายให้ทำหน้าที่ปฏิบัติงานเกี่ยวกับเอกสารเป็นต้นว่างานบัญชี ตรวจ เช็ค ทำรายงานและสถิติอื่น ๆ และแม้แต่การให้คำแนะนำเพื่อให้เกิดความเข้าใจแก่บุคคลผู้มาติดต่อธุรกิจกับบริษัทหรือสำนักงานนั้น ๆ ซึ่งการดำเนินงานต่าง ๆ จะแบ่งออกเป็นแผนกทำหน้าที่แตกต่างกันออกไปดังกล่าวมาแล้ว โดยมีระเบียบการปฏิบัติอย่างมีขั้นตอนเคร่งครัด

การจัดสำนักงานโดยทั่วไป

ประเภทของการจัดสำนักงานแบ่งเป็น 2 ระบบ คือ

1. การจัดสำนักงานแบบแยกเป็นห้องโดยเฉพาะ
2. การจัดสำนักงานแบบเปิดโล่ง

1. การจัดสำนักงานแบบแยกเป็นห้องโดยเฉพาะ

เป็นแบบที่นิยมทำกันในประเทศยุโรป และแม้กระทั่วในประเทศเรา โดยมีกฎเกณฑ์ว่า ในการติดต่อเข้าถึงห้องต่าง ๆ จะถูกกำหนดโดยการใช้ทางเดินร่วม Corridor เป็นทางเชื่อมระหว่างหน่วยงานต่าง ๆ ลักษณะเช่นนี้มีข้อดีอยู่ที่การทำงานมีความเป็นส่วนตัว (Privacy) อยู่มาก และทำงานได้อย่างสบายแต่ต้องเสียค่าใช้จ่ายสูงทั้งยังสิ้นเปลืองเนื้อที่โดยใช่เหตุ เรื่องความปลอดภัยและอัคคีภัย จะต้องระมัดระวังเป็นอย่างมาก เพราะแยกเป็นสัดส่วนซึ่งยากแก่การทราบเหตุโดยฉับพลัน การจัดวางผัง (Lay-out)

เฟอร์นิเจอร์ส่วนใหญ่จะมีลักษณะเรียงเป็นแถว หรือการจัดแบบเรขาคณิต (Geometric) เนื่องจากต้องการเน้นถึงความเป็นระเบียบ นอกจากนี้การจัดแบบแยกแพาะยังสามารถแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ ได้แก่

1.1 จัดแบ่งเป็นห้องเดี่ยวสำหรับบุคคล

1.2 จัดแบ่งเป็นห้องสำหรับการทำงานเป็นกลุ่ม

1.1 การจัดแบ่งเป็นห้องเดี่ยวสำหรับบุคคล

ถือเป็นรูปแบบที่เป็น Traddition ของการจัดสำนักงานประเภทนี้ และจะพบมากในสำนักงานที่มีความลึกไม่มาก (Depth of space ประมาณ 12 เมตร) ประกอบด้วย 2 ส่วนสำคัญคือ โถงทางเดินร่วมภายใน (Corridor) และห้องทำงานเล็ก ๆ หลาย ๆ ห้อง

1.2 จัดแบ่งเป็นห้องสำหรับทำงานเป็นกลุ่ม

ประกอบด้วยการทำงานเป็นทีม (Teamwork) ประมาณ 10-15 คนต่อหั้งอขนาดกลางหนึ่งห้อง การจัดเตรียม Space ที่พอเหมาะสำหรับห้องทำงานในลักษณะนั้นจะต้องมี Depth of space ประมาณ 10-20 คน

Depth of Space ภายในอาคารสำนักงานแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่

1. อาคารที่มี Depth of Space น้อย (Shallow space) ประมาณ 6-14 เมตรจะเป็นอาคารสำนักงานขนาดเล็ก

2. อาคารที่มี Depth of space ปานกลาง (Medium space) ประมาณ 10-24 เมตร อาคารที่มีสำนักงานขนาดกลาง

3. อาคารที่มี Depth of space มาก (deep of space) ประมาณ 25-40 เมตร เป็นอาคารใหญ่ที่มีการเปิด space ภายในโล่ง

ลักษณะและประโยชน์ใช้สอยโดยทั่วไปของเฟอร์นิเจอร์สำนักงานแบบแยกเฉพาะห้อง

1. เฟอร์นิเจอร์ work space เช่น โต๊ะทำงาน ตู้เก็บเอกสารของพนักงานทั่วไปจะมีรูปทรงที่มีลักษณะเหมือนกันหมด หรือเป็นส่วนใหญ่ แต่สำหรับผู้บริหารจะมีลักษณะที่แสดงถึงฐานะความภูมิฐานตลอดจนให้ความสะดวกสบาย

2. ขนาดรูปของเฟอร์นิเจอร์ทั่วไปจะมีขนาดมาตรฐานของการใช้งานส่วนใหญ่ เช่น โต๊ะทำงานขนาด 0.75 x 1.50 x 0.75 (สูง) วัสดุที่ใช้ประกอบด้วย ไม้แต่งผิว และโลหะที่เป็นเหล็กส่วนใหญ่

3. เฟอร์นิเจอร์สำหรับผู้บริหาร จะมีขนาดและรูปทรงที่ใหญ่กว่าปกติ เช่น โต๊ะทำงานขนาด 0.90 x 2.00 x 0.75 (สูง) เนื่องจากต้องใช้เป็นที่ต้อนรับแขก นอกจากนั้นแล้วอาจใช้วัสดุที่พิเศษเพิ่ม เป็นต้นว่าโลหะที่มีลักษณะเป็นมันวาว ทองเหลือง หนัง และกระจก เพื่อแสดงถึงความภูมิฐานดังที่กล่าวมาแล้ว

ปกติเฟอร์นิเจอร์สำหรับพนักงานระดับผู้บริหารโดยทั่วไป จะมีลักษณะพิเศษดังกล่าว ไม่ว่าจะเป็นการจัดสำนักงานประเภทใดก็ตาม

เอกสารนี้ได้รับอนุญาตให้ใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. เฟอร์นิเจอร์ส่วนใหญ่ออกแบบใช้เฉพาะแต่ละบุคคล ไม่สามารถใช้ร่วมกัน หรือดัดแปลงใช้ประโยชน์อย่างอื่นได้ เช่น โต๊ะทำงาน ตู้เก็บเอกสาร

5. ขนาดของเฟอร์นิเจอร์จะต้องสอดคล้องกับ Space ภายในห้องหนึ่ง ๆ โดยเฉพาะห้องที่มีขนาดเล็ก ถ้าใช้เฟอร์นิเจอร์ที่มีขนาดใหญ่เกินไป อาจจะทำให้เสียเนื้อที่ใช้สอยภายใน และเกิดความคับแคบขึ้นได้

6. รูปทรง และขนาดของเฟอร์นิเจอร์จะเป็นไปตาม Planning ภายในส่วนทำงานหนึ่ง ๆ โดยไม่คำนึงถึงการเปลี่ยนแปลงภายหลัง

7. เฟอร์นิเจอร์ส่วนใหญ่ที่มีโครงสร้างที่ค่อนข้างแน่นหนา โดยคำนึงถึงประโยชน์ใช้สอยอย่างเต็มที่ ทำให้รูปทรงทึบตันลักษณะ Mass form และยังมีน้ำหนักมาก เนื่องจากไม่ต้องการให้มีการเคลื่อนย้ายหากไม่จำเป็น

8. เฟอร์นิเจอร์บางประเภทไม่สามารถเคลื่อนย้ายได้ เนื่องจากเป็นแบบ Build-Furniture เช่น ตู้เก็บเอกสารในห้องผู้บริหาร ห้องประชุม

รายการเฟอร์นิเจอร์ที่จำเป็นสำหรับงานแบบแยกออกเป็นห้องโดยเฉพาะ

1. โต๊ะเก้าอี้ทำงาน สำหรับพนักงานและระดับผู้บริหาร
2. เก้าอี้สำหรับต้อนรับแขกผู้มาติดต่อ ณ ที่ทำงานในระดับผู้บริหาร หรือหัวหน้าพนักงาน
3. เฟอร์นิเจอร์สำหรับต้อนรับแขก ประกอบด้วยเก้าอี้สนาม armchair โซฟา และโต๊ะกลางหรือโต๊ะข้าง ส่วนใหญ่ใช้ในห้องที่ต้องการปรึกษาหรือเป็นส่วนตัว
4. เฟอร์นิเจอร์สำหรับห้องประชุม ประกอบด้วย โต๊ะประชุม (ลักษณะตามความเหมาะสม)
5. เก้าอี้เท้าแขนและตู้เก็บอุปกรณ์
6. ตู้เก็บเอกสารเฉพาะบุคคลและสำหรับส่วนรวม

โต๊ะพิมพ์ดีด สำหรับพนักงานพิมพ์ดีดที่ไม่รวมกับโต๊ะทำงาน ซึ่งมีลักษณะเล็กกว่าเฟอร์นิเจอร์ที่นอกเหนือจากนี้ แล้วแต่ความต้องการของงานแต่ละประเภทในสำนักงานนั้น ๆ ส่วนลักษณะเฟอร์นิเจอร์แบบต่าง ๆ นั้นจะได้กล่าวถึงในหัวข้อต่อไป

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบความแตกต่างด้านประโยชน์ใช้สอย

จัดแบ่งเป็นห้องเดี่ยวสำหรับบุคคล	จัดแบ่งเป็นห้องสำหรับทำงานเป็นกลุ่ม
1. เหมาะสมกับสำนักงานบริหารที่ต้องการความเป็นส่วนตัวโดยเฉพาะทั้งการทำงานส่วนตัวและต้อนรับแขก	1. มีความเหมาะสมกับงานบริหารชั้นสูง เช่นกัน แต่ควรคำนึงถึงขนาดของห้องว่าใหญ่เกินไปหรือไม่
2. ไม่เหมาะกับการทำงานที่เป็นทีมเพราะต้องแยกกันทำให้การติดต่อประสานงานไม่สะดวกและล่าช้า	2. เหมาะกับการทำงานเป็นทีมที่ต้องการติดต่อประสานงานกันอย่างใกล้ชิดแต่จะต้องกำหนดขนาดของห้องให้แน่นอนซึ่งก็ขึ้นอยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	กับจำนวนสมาชิก
3. ใช้ได้ดีเมื่อเห็นถึงความสามารถของบุคคล และเป็นสำนักงานที่ต้องการคนทำงานจำนวนน้อย	3. ขึ้นอยู่กับความสามารถในการทำงานร่วมกันและควบคุมดูแล

การจัดสำนักงานแบบเปิดโล่งตลอด (Open Lay-out System)

การจัดสำนักงานในระบบนี้ จะตัดปัญหาเรื่องการใช้ทางเดินติดต่อภายในระหว่างห้องของแต่ละหน่วยออกไป สามารถใช้เนื้อที่ใช้สอยของห้องทั้งหมดได้อย่างเต็มที่โดยไม่มีผนัง หรือฉากมาบังกั้นสายตา หรือมาเบียดบังเนื้อที่ในการทำงานออกไป ทำให้ราคาค่าก่อสร้างถูกลงไปด้วย แต่จะต้องคำนึงถึงระบบระบายอากาศ เพราะต้องใช้เครื่องปรับอากาศที่มีประสิทธิภาพสูง และสิ่งที่ต้องคำนึงถึงอีกอย่าง คือ ระบบการให้แสงสว่าง

การจัดรูปแบบหรือการวางผัง (Lay-out) ของเฟอร์นิเจอร์ มักจะขึ้นอยู่กับสัดส่วนของการแบ่งเนื้อที่ที่กำหนดไว้ (Grid system) โดยถือเอาหลักของการใช้เนื้อที่ ที่ใช้สอยของคนทำงานต่อ 7 คน ว่าใช้เนื้อที่เท่าไหร่มาเป็นเกณฑ์ แล้วจึงแบ่งเนื้อที่นั้นออกมาด้วยเส้นแบ่ง (Grid line) ว่าในช่วงหนึ่ง ๆ จะใช้คนทำงานสักกี่คน และก่อนที่จะกำหนดส่วนต่าง ๆ ลงไป จำเป็นจะต้องให้แน่ใจเสียก่อนถึงความต้องการและประโยชน์ใช้สอยว่าจะมีการผิดพลาดเกิดขึ้นภายหลังหรือไม่ เนื้อที่สำหรับผู้ทำงานทั่วไปกับระดับผู้บริหาร ควรจะแยกเป็นสัดส่วนต่างหากโดยเฉพาะ

การจัดผังแบบเปิด เป็นการจัดภายในสำนักงานแบบ ไม่ต้องมีทางเดินเชื่อมภายในที่กว้างขวาง การจัดแบบนี้ระบบไฟฟ้าต้องมีมากพอ และการถ่ายเทอากาศต้องดีด้วย การจัดผังแบบนี้มักจะขึ้นอยู่กับการแบ่งเนื้อที่ของห้องภายในชั้นต่าง ๆ ที่จะจัดเป็นสำนักงานนั้นก็จะต้องมีเนื้อที่ที่กว้างขวางพอ การจัดให้เป็นห้องเล็กน้อยนั้นมักจะ ไม่ค่อยเท่ากัน ถ้าจะมีก็ต้องมีห้องผู้จัดการหรือห้องระดับผู้อาวุโสเท่านั้น ฉะนั้นการจัดแบบเปิดนี้จึงเป็นการจัดแบบประหยัดในด้านราคา มีความเหมาะสมในด้านเนื้อที่ การจัดผังก็มักจะทำแบบให้เปลี่ยนแปลงเคลื่อนย้ายได้ แต่ก็มีข้อเสียอยู่เหมือนกัน คือ มีปัญหาเกี่ยวกับเรื่องเสียงเพราะไม่มีผนังกั้นทึบแต่ก็พอมีทางแก้ไขได้โดยการออกแบบเพดานผนังห้องให้สามารถช่วยเก็บเสียงหรือป้องกันการสั่นสะท้อนเสียงได้บ้าง

การจัดสำนักงานแบบนี้จะส่งผลให้พนักงานมีประสิทธิภาพในการทำงานสูง ซึ่งพอจะกล่าวได้ว่าขึ้นอยู่กับความรับผิดชอบและความเคยชินของพนักงานในแต่ละแห่ง การจัดห้องแบบเปิดตลอด (open lay-out) นับได้ว่าเป็นการยกเลิกการใช้ทฤษฎีแบบมีทางเดินภายในอาคาร (Corridor) ได้โดยสิ้นเชิง จะมีแต่ทางเดินติดต่อในระหว่างชั้นเท่านั้น ผลที่ได้รับมากที่สุดในการจัดแปลนแบบเปิดผู้เชี่ยวชาญชาวเยอรในผู้หนึ่งได้เคยแถลงไว้ว่า เนื้อที่อาจจะลดลงมาเหลือ 4-5 ตารางเมตรได้ในการวางผังแบบนี้ work place กำหนดขนาดเนื้อที่ใช้สอย 5-8 ตารางเมตร ซึ่งรวมเนื้อที่ของตู้เก็บเอกสารเข้าไปด้วย และระยะที่กำหนดให้ระหว่างโต๊ะต่อโต๊ะ เป็น 1.00 เมตร หรือ 1.30 เมตร ขนาดของโต๊ะจะเป็น 0.75 x 1.50 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และถ้ามีห้องเป็นส่วนตัวก็ยังสามารถขยับขยาย หรือเปลี่ยนแปลงขนาดห้องได้ตามที่ต้องการ ทั้งทางความกว้างและความลึก

การจัดสำนักงานแบบนี้จัดเป็นสำนักงานสมัยใหม่ ซึ่งยังสามารถแบ่งลักษณะการจัดวางผังแบ่งออกไปได้อีก 2 ประเภท ได้แก่

2.1 การจัดแบบเปิดตลอด (Open Plan)

2.2 การจัดแบบแลนด์สเคป (Landscape Office)

2.1 การจัดแบบเปิดตลอด (Open Plan)

เป็นการวางแบบเปิดโล่งตลอดธรรมดาหลักโดยทั่วไปก็เพื่อการให้ได้พื้นที่ใช้สอยอย่างเต็มที่ และเน้นในเรื่องการติดต่อภายในหน่วยงาน เพื่อความสะดวก และรวดเร็วยิ่งขึ้น แต่การจัดวาง Lay-out เฟอร์นิเจอร์ยังคงจัดวางในลักษณะเรขาคณิต เพื่อความเป็นระเบียบซึ่งคล้ายกับการวาง Lay-out ภายในสำนักงานแบบแยกห้องเฉพาะแต่มีขนาดห้องที่กว้างขวางเท่านั้น การจัดแบบนี้อาจทำให้เกิดความสับสนขึ้นได้ เนื่องจากไม่มีผนังกั้นระหว่างส่วนทำงาน อาจจะมีเพียงตู้เก็บเอกสารคั่นเท่านั้น และทำให้เกิดความเบื่อหน่ายได้โดยง่าย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสำนักงานที่พนักงานมีจำนวนมาก ต้องทำงานอยู่ในเนื้อที่เดียวกัน

2.2 การจัดแบบแลนด์สเคป (Landscape Office)

เป็นแนวความคิดในการจัดแบบเปิดจากระบบเก่า ซึ่งได้มีผู้นำไปพัฒนาโดยคิดค้นเพิ่มเติมจนได้หลักการที่จะทำให้การจัดสำนักงาน รวมถึงสภาพภายในและบริหารดีขึ้น ซึ่งแนวความคิดนี้เกิดขึ้ประมาณปี คศ.1960 (พ.ศ.2503) ได้นำมาใช้ในแถบประเทศยุโรป และอเมริกา แนวความคิดไปในทางการติดต่อ ประสานงานระหว่างพนักงานในที่ทำงานเป็นหลักใหญ่ (เป็นการติดต่อโดยทางตรง หรือทางโทรศัพท์) ลักษณะการจัดโต๊ะทำงานจะเป็นการจัดกลุ่ม โดยเลือกให้ผู้มาติดต่อกันมากที่สุดอยู่ในกลุ่มเดียวกัน การจัดโต๊ะจะไม่เป็นแถว ทางเดินไม่ตรงตลอด ไม่เป็นมุมมาก แต่ละโค้งวนไปมาระหว่างหมวดหมู่ของกลุ่มแยกจากกัน เพื่อกันความสับสน และใช้ผนังเตี้ยซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงโยกย้ายได้ง่ายเป็นตัวกั้น

ลักษณะทั่วไป และคุณสมบัติโดยส่วนรวมของเฟอร์นิเจอร์คล้ายกันกับที่ใช้ในสำนัก งานแบบเปิดโล่ง แต่ยังมีองค์ประกอบบางอย่างที่จะต้องนำมาพิจารณานอกเหนือไปจากที่ได้กล่าวไปแล้วโดยแสดงถึงลักษณะ (Character) ความเป็น (Landscape Office) ได้แก่

1. เฟอร์นิเจอร์บางประเภท เช่น โต๊ะทำงานสามารถออกแบบให้มีรูปแบบต่าง ๆ ตามลักษณะการใช้งาน จุดประสงค์ก็เพื่อให้การทำงานสะดวกขึ้น และเพื่อความคล่องตัวในการสัญจรภายใน (Working Area) นั้น

ลักษณะและประโยชน์ใช้สอยโดยทั่วไปของเฟอร์นิเจอร์ในสำนักงานแบบเปิดโล่ง

สำนักงานทั่วไปแบบเปิดตลอด (Open plan)

1. เป็นรูปแบบที่เรียบง่าย เหมาะกับการจัดสำนักงานสมัยใหม่

เอกสารนี้เป็น ... ศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ... ของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. โต๊ะทำงาน และเฟอร์นิเจอร์บางชั้นออกแบบให้มีขนาดเดียวกัน หรือมาตรฐานทั่วไปเพื่อการเปลี่ยนแปลงการจัดภายในในอนาคต

3. เฟอร์นิเจอร์ทั่วไปเป็นแบบลอยตัว

4. การทำงานที่ต้องมีที่เก็บเอกสารส่วนตัว อาจจะจัดให้ลักษณะของโต๊ะทำงานเป็นรูปซึ่งประกอบด้วยโต๊ะทำงานทั่วไป และตู้เก็บเอกสารหรือโต๊ะพิมพ์ดีด

5. รูปแบบของเฟอร์นิเจอร์จะเป็นรูปทรงสี่เหลี่ยมเป็นส่วนใหญ่ เพื่อสะดวกในการจัดและให้ดูเป็นระเบียบ

6. สิ่งที่ควรคำนึงถึงโดยทั่วไปคือ ความคงทน แข็งแรง ประโยชน์ใช้สอย และความสวยงาม

7. ใช้ตู้เก็บเอกสารหรือ Parition เตี้ยที่สามารถเคลื่อนย้ายได้ แบ่งกั้นเพื่อกันความสับสนระหว่างหน่วยงาน และเพื่อความเป็นส่วนตัว

8. ใช้วัสดุที่มีคุณสมบัติในการดูดซึมเสียงกับเฟอร์นิเจอร์บางอย่าง นอกเหนือไปจากผนังและเพดาน เช่นใช้กับ Parition หรือที่ตั้งบานปิด-เปิดตู้

9. เฟอร์นิเจอร์ทั่วไปออกแบบให้สามารถใช้งานได้โดยมีประสิทธิภาพสูงและเน้นถึงความสะดวกสบาย

10. ในสำนักงานสมัยใหม่ มีการออกแบบส่วนทำงานในลักษณะ Worktion เพื่อทำให้เกิดประสิทธิภาพในการทำงานสูง

11. การใช้วัสดุ และการ Finish จะต้องมีคุณสมบัติคงทน แข็งแรง ไม่เกิดความร้อน พื้นบนของโต๊ะทำงานจะต้องไม่สะท้อนแสงมากนัก การใช้สีแต่งผิวก็เช่นเดียวกันจะต้องไม่ทำให้เกิดความแตกต่าง (Contrast) ระหว่างพื้นโต๊ะกับงานที่ทำ (กระดาษ) มากเกินไป

2. เฟอร์นิเจอร์บางอย่างเป็นโต๊ะทำงานทั่วไป ตู้เก็บเอกสารออกแบบให้ใช้ร่วมกันได้

3. การใช้ Low Partition หรือฉากกั้น (Screen) ตลอดจนกระถางต้นไม้ที่สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก

4. ลักษณะเฟอร์นิเจอร์ทั่วไป มีลักษณะโปร่ง เบา เคลื่อนย้ายได้สะดวก เพื่อง่ายต่อการทำความสะอาดพื้นที่ใช้งานซึ่งเน้นถึงความยืดหยุ่น (Flexibility) อยู่ตลอดเวลา

รายการเฟอร์นิเจอร์ที่ใช้ในสำนักงานแบบเปิดโล่ง

1. Work Place ซึ่ง

ประกอบด้วยโต๊ะทำงาน และเก้าอี้ทำงานเป็นอย่างน้อย

2. ที่เก็บเอกสารเฉพาะบุคคลใช้ร่วมกัน

3. โต๊ะประชุมร่วมสำหรับ 4-5 คน ที่นั่งภายในกลุ่มงานหรือระหว่างกลุ่ม อุปกรณ์ที่ใช้ประกอบด้วยกระดานดำเป็นสำคัญ

4. ฉากกั้น (Screen) ที่สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก

5. ตู้เก็บเสื้อผ้าเฉพาะสำหรับผู้บริหาร (แล้วแต่ความจำเป็น)

ยาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. โต๊ะทำงานใช้สำหรับเป็นโต๊ะพิมพ์ดีด เก็บเอกสาร หรือเก็บอุปกรณ์อื่น ๆ
7. กระถางต้นไม้ จุดประสงค์เพื่อสร้างบรรยากาศภายในที่ดี

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบลักษณะการจัดภายในและประโยชน์ใช้สอย
ของสำนักงานแบบเปิดตลอด และแบบแลนด์สเคป

สำนักงานแบบเปิดตลอด	สำนักงานแบบแลนด์สเคป
1. เน้นเรื่องการใช้พื้นที่ และการติดต่อภายในทั้งทางตรงและทางโทรศัพท์	1. เน้นเรื่องการติดต่อประสานงานในที่ทำงานเป็นหลักโดยเฉพาะในกลุ่มทำงานเดียวกัน
2. เหมาะสมกับหน่วยงานที่มีพนักงานจำนวนมาก และต้องการที่จะควบคุมการติดต่อประสานงานภายในอย่างทั่วถึงโดยสะดวก	2. เน้นเรื่องการยืดหยุ่น (Flexibility) ตลอดจนระยะเวลาการทำงาน
3. การทำงานใน Open Plan ที่มีพนักงานจำนวนมาก บางครั้งไม่เหมาะสมกับการทำงานที่ต้องการ และต้องติดต่อปรึกษาหารือกันเป็นส่วนต่อเนื่องจากไม่มีการกั้นผนังนอกจกาจะต้องกั้นห้องเฉพาะ	3. Landscape สามารถทำให้เห็น Grouping Privacy เพื่อเฉพาะบุคคลได้โดยใช้ Patition เตี้ยที่เคลื่อนย้ายได้
4. ในสำนักงานที่มีพนักงานจำนวนมาก และทำงานอยู่ใน Floor เดียวกันอาจทำให้ดูลับกันระหว่างหน่วยงานถ้าไม่มีการกั้นแบ่งส่วน	4. ผู้มาติดต่อสามารถทำได้สะดวกกว่าเนื่องจากคำนึงถึงการติดต่อทั้งจากภายนอกและภายในเป็นสำคัญ
5. การจัด Lay-out ของเฟอร์นิเจอร์ทั่วไปจะเป็นแบบเรขาคณิต จำนวนมากเกินไปก็ทำให้เบื่อหน่าย	5. สร้างบรรยากาศการทำงานที่ดีเพราะคำนึงถึงความต้องการด้านจิตใจและด้านการภาพ
6. ส่วนทำงานสำหรับผู้บริหาร หัวหน้าพนักงานจะแยกออกไปต่างหากโดยจัดเป็นห้องเฉพาะ	6. การจัดวางเฟอร์นิเจอร์จะไม่เน้นแถวตามเรขาคณิต ทางเดินจะไม่ตรงตลอดเนื่องจากการจัดโต๊ะทำงานจัดเป็นแบบกลุ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3

สรุปและเปรียบเทียบข้อดี-ข้อเสียของการจัดสำนักงานแบบแยกห้องเฉพาะ

ข้อดี	ข้อเสีย
1. การทำงานมีลักษณะเป็นส่วนตัว (Privacy) ทำงานได้อย่างสบายไม่จำต้องกังวลกับคนทำงานในแผนกอื่น	1. ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างสูงเนื่องจากต้องมีการกั้นผนังแบ่งเป็นห้อง ๆ และยังสิ้นเปลืองเนื้อที่โดยใช่เหตุ
2. เน้นถึงความเป็นระเบียบ และตำแหน่งหน้าที่	2. ทำการโยกย้ายเปลี่ยนแปลงได้ยากเมื่อมีการขยายหน่วยงานในอนาคต
3. ทำให้ผู้ทำงานใช้สมองในการทำงาน และตัดสินใจได้อย่างมีสมาธิปราศจากการรบกวนจากภายนอก	3. ต้องคอยระมัดระวังเพื่อป้องกันการเกิดอัคคีภัยเป็นอย่างมากเพราะการแยกห้องยากต่อการป้องกันและทราบเหตุได้โดยฉับพลัน
4. เหมาะสมสำหรับการทำงานที่ต้องการประสิทธิภาพสูง โดยเฉพาะสำหรับงานที่ดำเนินธุรกิจด้านบริหารเป็นส่วนใหญ่	4. ขาดความเป็นกันเอง ตลอดจนการติดต่อประสานงานกับพนักงานในหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเกิดความล่าช้า
5. การควบคุมสภาพแวดล้อมภายในทำได้ง่ายไม่ค่อยมีปัญหาสลับซับซ้อน	5. จำเป็นต้องใช้โถงทางเดิน (Corridor) เป็นตัวกำหนดเส้นทางติดต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4

สรุปและเปรียบข้อดี-ข้อเสียของการจัดสำนักงานแบบเปิดโล่ง

ข้อดี	ข้อเสีย
1. ไม่มีผนังกั้น ช่วยประหยัดค่าก่อสร้าง	1. ส่วนใหญ่ขาดลักษณะความเป็นส่วนตัวคนที่ทำงานอยู่ต้องคอยกังวลคนทำงานในแผนกอื่น
2. ง่ายต่อการโยกย้ายเปลี่ยนแปลงตามความต้องการ ทั้งตามความกว้างและความลึก	2. มีปัญหาเกี่ยวกับการควบคุมสภาพแวดล้อมทั่วไปภายในสำนังาน เช่น เสียงรบกวน แสงสว่าง และระบบปรับอากาศ ต้องมีคุณภาพดี และสม่ำเสมอ
3. มีความเหมาะสมของการใช้พื้นที่อย่างคุ้มค่า ซึ่งนับว่าเป็นผลที่ได้รับมากที่สุด	
4. การติดต่อประสานงานทั้งภายใน และกับบุคคลภายนอก เป็นไปด้วยความรวดเร็วมีความคล่องตัว	
5. สร้างความกันเองในกลุ่มทำงานเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน	
6. ไม่ต้องมีทางเดินเชื่อมระหว่างแผนกกว้างเกินความจำเป็น ช่วยให้พื้นที่เพิ่มขึ้น	

ปัญหาการควบคุมสภาพแวดล้อมภายในปัจจุบัน สามารถนำเทคโนโลยีทางด้านวิทยาศาสตร์มาแก้ปัญหาดังกล่าวได้ผลเป็นอย่างดี และการทำงานร่วมกันใน Open Space อาจจะช่วยให้พนักงานมีความกระตือรือร้นในหน้าที่การงานของตนเองอยู่ตลอดเวลา

การจัดสำนักงาน Landscape เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการทำงานสูงขึ้น นอกจากนั้นแล้วการจัดสำนักงานก็ไม่ใช่จะคิดนำวิธีการอย่างใดอย่างหนึ่งมาใช้เสมอไป แต่อาจจะนำแต่ละอย่างมาใช้รวมกันก็ได้ซึ่งก็ต้องแล้วแต่ความเหมาะสมด้วย

ข้อควรพิจารณาการเลือกใช้ระบบสำนักงาน

จากข้อกำหนดทางราชการ และการพิจารณาทางด้านประสิทธิภาพทางการติดต่อสื่อสารและความประหยัดจึงได้เลือกใช้ระบบเปิดโล่งในส่วนพนักงานโดยทั่วไป สำหรับส่วนบริหารตั้งแต่ระดับหัวหน้ากองขึ้นไปจึงจะใช้ระบบการจัดสำนักงานแบบแยกห้องเฉพาะ เพื่อความเป็นส่วนตัวและเหมาะสมกับระดับงานที่ดำเนินการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวางผังสำนักงาน

องค์ประกอบที่สำคัญของการจัดวางผังในสำนักงานโดยละเอียด

1. **การจัดพื้นที่ใช้สอย**
2. **การจัดระบบการดำเนินงานติดต่อประสานงานภายใน**
3. **การจัดสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม**

1. การจัดพื้นที่ใช้สอย

การจัด Space สำหรับส่วนที่ทำงานภายในอาคารสำนักงานทั่วไปนั้น ขั้นตอนแรกจะเป็นการจัดวางผังคราว ๆ ของกลุ่มหรือหน่วยงานให้อยู่ในรูปที่ต้องการ โดยเป็นไปตามความเหมาะสมโดยพิจารณาถึงสัดส่วนของพื้นที่ทั้งหมดตามความเหมาะสม และต้องการตลอดจนทางสัญจรหลักต่อจากนั้นก็เป็นการจัด Space สำหรับส่วนทำงานย่อยของแต่ละกลุ่ม รวมทั้งส่วนบริการอื่น ๆ การวางผังคร่าว ๆ เพื่อวางตำแหน่งของ Work Space ภายในอาคารนั้น ๆ

การวางผังคร่าว ๆ แบ่งเป็น 3 ประเภทได้แก่

1. จัดวางผังแบบ Single Zone Lay-out
2. จัดวางผังแบบ Double Zone Lay-out
3. จัดวางผังแบบ Tripple Zone Lay-out

1. การจัดวางผังแบบ Single Zone Lay-out

จัดให้ Working Area อยู่ด้านใดด้านหนึ่งของอาคาร โดยอีกด้านหนึ่งกำหนดเป็นทางเดินหลักหรือโถงทางเดิน (Corridor) ซึ่งจะมีทางย่อยแยกเข้าสู่ส่วนทำงานต่าง ๆ อีกต่อหนึ่ง จะพบการวางผังแบบนี้ตั้งแต่อาคารที่มี Depth of Space น้อยจนไปถึงลึกมาก (โดยเฉพาะสำนักงานแบบเปิดโล่ง) แต่จะเห็นชัดในอาคารขนาดเล็กจนถึงปานกลาง

2. การจัดวางผังแบบ Double Zone Lay-out

จัดให้มี Working Area อยู่ทั้งสองด้านของอาคารโดยมีโถงทางเดินอยู่ตรงกลาง ลักษณะนี้จัดเหมือนการจัดห้องพักในโรงแรม ใช้ได้ทั้งอาคารสำนักงานแบบ Shallow Sapce และ Mededium space นอกจากนี้ยังเป็นการแก้ปัญหาที่ดีสำหรับอาคารขนาดกลางเพราะประหยัดกว่าแบบแรก และใช้เนื้อที่ได้มากในกรณีที่เป็น Deep Sapce จะประกอบด้วย Core 2 ชุด Split Core ภายในอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การจัดวางผังแบบ Tripple Zone Lay-out

ลักษณะคล้ายกับการจัดแบบ Double Zone Lay-out แต่เพิ่มส่วนบริการไว้ตรงกลางและปลายทั้งสองของทางเดินร่วม ส่วนตรงกลางดังกล่าวนี้อาจจะจัดให้เป็นห้องน้ำก็ได้ การจัด Space แบบนี้จะพบในอาคาร

การจัด Space ย่อยสำหรับสิ่งอำนวยความสะดวกภายในสำนักงาน

การจัด Space สำหรับทางเดินร่วม (Aisle) การจัดเตรียมทางเดินร่วมแบ่งออกได้ดังนี้

ก. ทางเดินหลัก (Main Aisle)

เป็น space ที่มีผู้ใช้มากเพื่อที่จะแจกเข้าสู่ทางเดินรองอีกทีหนึ่งมีระยะความกว้างประมาณ 1.50-3.00 ม. เช่น ทางเดินติดต่อระหว่างแผนกกับแผนก หรือทางเดินที่เป็นโถงกลาง (Corridor) ภายในสำนักงานทั่วไป

ข. ทางเดินตรง (Imtermediat Aisie)

เป็นทางเดินร่วมขนาดกลาง เช่น ทางเดินที่แยกจาก Corridor หรือทางเดินหลักเพื่อเข้าสู่การทำงานแต่ละส่วน มีผู้ใช้ระดับปานกลางๆ จัดให้มีความกว้างประมาณ 1.00-1.20 ม.

ค. ทางเดินร่วมภายในกลุ่ม (Secondary Aisie)

เป็นทางเดินร่วมระหว่างโต๊ะทำงานภายในกลุ่มงานหนึ่ง ความกว้างประมาณ 0.20-1.20 ม. การจัดทางเดินร่วมดังกล่าวกำหนดโดยระยะห่างระหว่างเฟอร์นิเจอร์ภายในสำนักงานเพื่อให้สะดวกในการสัญจร (Movement) มากที่สุดคือโต๊ะทำงาน ที่นั่งไม่เกะกะกีดขวางทางเดิน

การใช้สีและจิตวิทยาของสีสำหรับสำนักงาน

สีต่าง ๆ มีอิทธิพลมากต่อความรู้สึกของผู้พบเห็น นอกเหนือจาก Form และ Function แล้ว สีจึงมีประโยชน์อย่างเหลือล้นถ้าหากเรารู้จักนำมาใช้

การใช้สีในอาคารต่าง ๆ จะต้องคำนึงถึงผลดีและผลเสียที่จะได้รับ ดังนั้นจึงมีการออกแบบที่เกี่ยวข้องกับการใช้สีกันอย่างระมัดระวัง เพราะดังที่ได้กล่าวมาแล้วว่าสีมีอิทธิพลเหนือจิตใมนุษย์

การที่จะนำเอาสีต่าง ๆ มาใช้นั้นจะต้องเรียนรู้ทางทฤษฎีสี ต้องมีความเข้าใจกับธรรมชาติของสีตลอดจนคุณสมบัติของสีแต่ละชนิดให้ถ่องแท้เสียก่อน ซึ่งทั้งหมดนี้อาจจะได้จากประสบการณ์ของการทำงานมาแล้ว

สีที่นำมาใช้กับสำนักงานทั่วไป ควรมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

1. ไม่ควรใช้สีที่มีเงาสะท้อนหรือที่เรียกว่าสีน้ำมัน
2. การไล่วงจรสีควรจะใช้น้ำหนักของสีที่อยู่ใกล้เคียงกัน ไม่ว่าจะเป็นโทนร้อนหรือโทนเย็น
3. ไม่ควรใช้สีที่จืดชืดหรือหม่นหมองเกินไป เช่น สีเทา สีม่วง เนื่องจากได้วิเคราะห์แล้วทางจิตวิทยาของสีว่าทำให้เกิดอารมณ์มึนซึมและง่วงนอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สีต่าง ๆ ที่อยู่นอกเหนือวงจรสีนี้ยังมีอีกมากAcrylic เป็นสีที่มีเนื้อของบรอนซ์ผสมอยู่ แต่ไม่เหมาะที่จะนำมาใช้ในสำนักงานมักจะใช้กับพวกรถยนต์และผลิตภัณฑ์ที่เป็นโลหะมากกว่า หรือสีที่เราเรียกกันว่าสีสะท้อนแสงก็ไม่ควรนำมาใช้

การก่อสร้างในปัจจุบันมักจะรวมถึงเครื่องทำความเย็น แอร์คอนดิชั่นเข้าไปด้วย ฉะนั้นสำนักงานในปัจจุบันจึงขาดเครื่องปรับอากาศไปเสียไม่ได้ จึงเป็นผลดีมากในการออกแบบสี ในสมัยก่อนซึ่งยังไม่นิยมใช้เครื่องปรับอากาศต้องระมัดระวังมากจึงไม่กล้าออกแบบสีที่ตัดกันมากนักเพราะบรรยากาศรอบข้างมักจะร้อนอบอ้าว จึงต้องใช้สีที่อยู่ในวรรณะเย็นอยู่เสมอแต่ในปัจจุบันจะใช้สีอะไรก็ได้ ซึ่งอยู่ในดุลยพินิจของผู้ออกแบบ เพราะไม่ต้องกังวลว่าสีที่ใช้จะรบกวนบรรยกาศในสำนักงานหรือไม่ นับว่ามีประโยชน์มากที่ตัดความคิดล้าสมัยนี้ออกไปได้

สำนักงานที่จัดเรื่องสีได้อย่างมีคุณค่าจะบังเกิดความตื่นตาตื่นใจของผู้มาติดต่อ ฉะนั้นในบางโอกาสจึงต้องแทรกความฉูดฉาดเอาไว้บ้าง เช่นพื้นอาจปูพรมที่น้ำหนักของสีไม่อยู่เรียงลำดับ ห่างกันมาก ๆ การใช้ม่านหน้าต่างหรือแม้กระทั่งเพดานก็อาจช่วยให้สำนักงานมีคุณค่าขึ้นอีกได้มาก ทำให้ผู้มาติดต่อเกิดความไม่เบื่อหน่ายและพนักงานที่ทำงานต่าง ๆ อยู่ ณ ที่นั่นจะไม่ง่วงนอน อาจจะทำให้กระตือรือร้นอยู่ตลอดเวลา

การจะจัดสำนักงานให้ดีที่สุดนั้นจะต้องมีส่วนประกอบหลายด้าน นอกจากการใช้สีแล้วจะต้องคำนึงถึงเรื่องแสงสว่างด้วย สำนักงานบางแห่งอาจจะประหยัดเกินไปโดยให้แสงอาทิตย์เข้ามามาก อาจทำให้เครื่องปรับอากาศต้องทำงานหนักขึ้น ปริมาณความเย็นในห้องก็จะลดลง

สมมติว่าจะต้องจัดสำนักงานแห่งหนึ่ง ซึ่งสำนักงานแห่งนี้จะต้องมีผู้มาติดต่อเดินเข้าออกเป็นประจำ สีที่จะต้องคำนึงถึงอันแรกจะเป็นสีที่ตรงกับสีที่บริษัทใช้อยู่เป็นประจำ เช่น สีน้ำเงิน สิ่งที่จะช่วยได้ดีที่สุดในตอนนี้ก็คือ พรม อาจเป็นสีที่ใกล้เคียงที่สุด คือ สีน้ำเงินอ่อน และสีที่ตัดกับสีน้ำเงินได้สวยงามที่สุดคือ สีขาว การใช้เฟอร์นิเจอร์ต่าง ๆ เช่น โต๊ะทำงาน เก้าอี้ต่าง ๆ

การกำหนดสีในบริเวณสำนักงานจะต้องมีข้อคิดอีกอย่างหนึ่งก็คือ ต้องทราบเสียก่อนว่าสำนักงานนั้นเป็นสำนักงานที่ดำเนินการเกี่ยวกับอะไร เป็นสถานที่สำหรับบุคคลทั่วไปต้องมาติดต่อหรือไม่หรือว่าเป็นลักษณะ Office ลักษณะการทำงานเป็น Staff และมี Reception แยกกัน แสดงว่าสำนักงานนั้นเท่ากันเป็นการภายใน ไม่มีบุคคลภายนอกเข้ามาติดต่อ เมื่อทราบจุดมุ่งหมายเหล่านี้แล้วจึงดำเนินการออกแบบสีได้

การวาง Layout ของสำนักงานแบบเปิดโล่ง โดยทั่วไปจะเน้นเรื่องการกั้นห้องโดยใช้ Partition ต่าง ๆ เพราะการทำงานที่แท้จริงต้องการความเงียบและเพื่อมิให้เห็นความพลุกพล่านของบุคคลในสำนักงาน Partition ที่ใช้นี้จะออกแบบเป็นลักษณะ Knock Down หรือ Moved Partition

Layout ที่กล่าวถึงจะมีการใช้สีเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย เพราะการใช้สีต่าง ๆ ถ้าใช้อย่างถูกต้องเหมาะสมก็จะมีประโยชน์ไม่ใช่น้อย เนื่องจากเปลี่ยน Layout บ่อย ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จิตวิทยาของสี ในชีวิตความเป็นอยู่ในปัจจุบันสิ่งที่ช่วยเพิ่มความงามให้ธรรมชาติมีชีวิตชีวามากขึ้นก็คือ สีต่าง ๆ นั่นเอง สีนับว่ามีอิทธิพลต่อมนุษย์มาก บางครั้งจะให้ความรู้สึกสดชื่นหรือเศร้าได้ สีมีบทบาทตั้งแต่สมัยโบราณยุคประวัติศาสตร์มาแล้ว โดยการเริ่มรู้จักการใช้สีมาทาตามหน้าต่างหรือตามผนังถ้ำ ซึ่งเป็นการตกแต่งอย่างหนึ่งหรือศิลป์ทำให้เกิดความรู้สึกต่อความเป็นอยู่อย่างมากนับตั้งแต่เครื่องใช้เครื่องประดับเล็กน้อย ตลอดจนถึงสถานที่อยู่อาศัยอาคารขนาดใหญ่ด้วย เหตุนี้สีจึงนับว่าเป็นส่วนสำคัญที่จะขาดเสียมิได้ในสำนักงาน ดังนั้นการตกแต่งภายในของตัวอาคารด้วยการใช้สีนี้จะต้องค้นคว้าและศึกษาเสียก่อนว่าสภาพของสีต่าง ๆ เหล่านี้มีลักษณะดีหรือเสียอย่างไรบ้าง บางแห่งทาสีไปโดยไม่มีการศึกษาเสียก่อน สีที่ทาลงไปจะมีการสะท้อนของแสงมากเกินไป ทำให้เกิดอาคารเคืองลูกตาของพนักงาน ซึ่งถ้าไม่มีการแก้ไขก็จะทำให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพได้เหมือนกันเมื่ออยู่ไปนาน ๆ

คุณลักษณะของสี สีมีคุณลักษณะต่าง ๆ ที่สำคัญดังนี้

1. สีมีคุณสมบัติสำคัญสามประการคือ มี HUE, Value and Chreme
2. สีจะช่วยให้เกิดทัศนวิสัยที่แจ่มชัดที่สุดเมื่อนำมาใช้ดังนี้ สีอ่อนตัดกับสีแก่ สีสดใสตัดกับสีสดใส สีอุ่นตัดกันสีสดใส และสีอุ่นตัดกับสีเย็น
3. สีที่ตัดกันเองอยู่แล้วตามปกติมีสีดำบนพื้นสีเหลือง สีเหลืองบนพื้นดำ สีแดงบนพื้นขาว สีเหลืองบนพื้นน้ำเงิน สีส้มบนพื้นสีน้ำตาล และสีชมพูบนพื้นดำ
4. สามารถทำให้เห็นเป็นว่าเข้ามาใกล้หรือห่างออกไปได้ ตามปกติสีอุ่นซึ่งได้แก่สีแดง ส้ม และเหลือง นี้ดูแล้วคล้ายกับว่าเข้ามาใกล้ตัวผู้ดู ในขณะที่สีเย็น คือสีน้ำเงิน น้ำเงินเขียว และสีม่วง ถอยห่างจากตัวผู้ดูออกไป
5. สีที่เมื่อเราใช้พื้นที่มาก ๆ แล้วไม่น่าดูนั้นถ้าใช้แต่เพียงเล็กน้อยอาจทำให้น่าสนใจขึ้น และอาจเสริมความน่าดูให้แก่สีอื่นได้
6. เมื่อใช้สีเข้มจัดคู่กับสีอ่อนจัด จะทำให้แลเห็นเด่นและมีชีวิตชีวากว่าใช้สีที่มีความเข้มหรือจางใกล้เคียงกันมาก
7. สีที่มีความสดใสพอ ๆ กันเมื่อใช้ด้วยกันจะดึงดูดความสนใจได้เร็ว มักจะใช้ในการออกแบบป้ายหรือภาพโฆษณา
8. หลักในเรื่องความเด่นของสีมีอยู่ว่า ควรจะต้องมีสีชนิดใดชนิดหนึ่งปรากฏเด่นออกมามากกว่าเพื่อน จะเป็นสีอุ่นหรือสีเย็นก็แล้วแต่ การใช้สีที่ไม่น่าดู คือ แต่ละสีที่ใช้มีปริมาณเท่ากันไปหมด ถ้าให้ปริมาณหรือเนื้อที่ของสีเปลี่ยนไป สีที่กินที่มากย่อมเด่นกว่า นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับค่าแปรเปลี่ยนและความสดใสของสีด้วย

สีที่นิยมใช้ตกแต่งสำนักงาน

ผู้วิจัยได้ศึกษาเกี่ยวกับสีที่ใช้ตกแต่งสำนักงานอาจจะสรุปได้ดังนี้ คือ ส่วนใหญ่แล้วสำนักงานนิยมตกแต่งด้วยโทนสีอ่อน เช่น สีฟ้าอ่อน สีเขียวอ่อน สีครีม สีขาว เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัสดุที่นิยมปูพื้นสำนักงาน

สำหรับวัสดุปูพื้นสำนักงานผู้วิจัยได้ศึกษาและสำรวจได้ข้อสรุปที่สามารถยกตัวอย่างวัสดุที่นิยมปูพื้นสำนักงาน โดยแบ่งลักษณะเป็นบริเวณปูพื้น

1. ห้องทำงานพิเศษ กระเบื้องยาง พรม
2. ห้องทำงานแยกเฉพาะ กระเบื้องยาง ปาเก้ ซีเมนต์ พรม พื้นไม้
3. บริเวณทำงานรวม กระเบื้องยาง ปาเก้
4. ห้องประชุม กระเบื้องยาง ปาเก้ ซีเมนต์ พรม พื้นไม้
5. บริเวณต้อนรับหรือส่วนโถง กระเบื้องยาง ปาเก้ ซีเมนต์ พรม พื้นไม้
6. ห้องโชว์สินค้า กระเบื้องยาง ปาเก้ ซีเมนต์ พรม พื้นไม้
7. ห้องพักผ่อน หินขัด กระเบื้อง กระเบื้องยาง ปาเก้ ซีเมนต์ พรม พื้นไม้
8. ห้องอาหาร กระเบื้องเคลือบ กระเบื้องดินเผา กระเบื้องทนไฟ กระเบื้องยาง ปาเก้
9. ห้องน้ำ หินขัด กระเบื้องเคลือบ กระเบื้องดินเผา กระเบื้องทนไฟ

ความสำคัญของน้ำและปริมาณที่มีในร่างกาย เกษมสันต์ สุวรรณรัต (2530)

สำหรับคนเรานั้นปรากฏว่า ถ้าขาดออกซิเจนจะมีชีวิตอยู่ได้ไม่เกิน 2-3 นาที ถ้าขาดน้ำจะมีชีวิตอยู่ได้ไม่เกิน 2-3 วัน และถ้าขาดอาหาร (อดอาหารอย่างสิ้นเชิง) แต่ไม่ขาดน้ำคนเราอาจมีชีวิตอยู่ได้นานถึง 2-3 สัปดาห์ จากความจริงที่ปรากฏนี้จึงกล่าวได้ว่า น้ำมีความสำคัญต่อชีวิตมนุษย์เป็นที่สองรองจากออกซิเจนเท่านั้น และมีความสำคัญเป็นอันดับหนึ่งเมื่อเทียบสารอาหารทุกชนิด

ที่ปรากฏว่าน้ำเป็นสิ่งสำคัญยิ่งสำหรับสิ่งมีชีวิตทั้งมวล ก็เพราะเป็นส่วนประกอบสำคัญอันจะขาดเสียมิได้ของโพรโตพลาสซึม (protopiasm) อันเป็นสารที่อยู่ภายในเซลล์ ทุกเซลล์ของสิ่งมีชีวิต (พืช สัตว์ และคน) ไม่มีเซลล์ของสิ่งมีชีวิตชนิดใดเลยที่จะทำหน้าที่ต่างๆ อันจำเป็นสำหรับการดำรงชีวิตได้ (เช่น การเผาผลาญสารอาหารให้ได้พลังงาน การสังเคราะห์สารที่เซลล์ต้องการ การขับถ่ายของเสีย ฯลฯ) หากว่าปราศจากน้ำ

นอกจากนั้นเซลล์ส่วนใหญ่จะทำหน้าที่ได้ยังต้องมีน้ำคอยหล่อเลี้ยงภายนอกเซลล์อยู่เสมอด้วยจะขาดเสียมิได้ น้ำที่หล่อเลี้ยงภายนอกเซลล์นี้นำสารที่เซลล์จำเป็นต้องได้รับ เช่น สารอาหารต่างๆ และออกซิเจนไปสู่เซลล์ ทั้งยังพาของเสียที่เกิดขึ้น (จากการเผาผลาญและใช้สารอาหารบางอย่างภายในเซลล์) เช่น คาร์บอนไดออกไซด์และยูเรีย ออกจากเซลล์ไปเพื่อขับถ่าย

การทดลองในสัตว์ก็ได้ผลที่ยืนยันว่า น้ำเป็นสิ่งสำคัญที่สุดสำหรับชีวิตของสัตว์เช่นกันเมื่อเทียบกับสารอาหารอื่นๆ

รับเนอร์ (Rubner) นักสรีระวิทยาชาวเยรมันพบว่าแม้นสัตว์จะสูญเสียไลลโครเจนและไขมันที่สะสมอยู่ในร่างการไปเกือบหมด และสูยเสียโปรตีนไปเกือบครึ่งหนึ่งของปริมาณที่มีอยู่ทั้งหมดในร่างกาย สัตว์ก็ยังมีชีวิตอยู่ได้ แต่ถ้าสูญเสียน้ำไปร้อยละ 20 ของปริมาณน้ำที่มีอยู่ในร่างกายก็จะถึงแก่ความตาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในบรรดาสารอาหารทั้งหมดที่มีในร่างกายของคนเรานั้น น้ำเป็นสารอาหารที่มีอยู่มากที่สุด จะเห็นได้จากตาราง

ตารางที่ 5

แสดงปริมาณสารอาหารต่างๆที่มีในร่างกายผู้ใหญ่ปกติ (ชาย)

สารอาหาร	ปริมาณน้ำที่มีในร่างกายคิดเป็นร้อยละ เมื่อเทียบกับน้ำหนักตัว
น้ำ	60
โปรตีน	18
ไขมัน	18
คาร์โบไฮเดรตเกลือแร่	<1
เกลือแร่	4
วิตามิน	น้อยมาก

ผู้ใหญ่ชายปกติในช่วงอายุ 20-30 ปี มิได้เจ็บไข้ มีน้ำหนักตัวปกติ คือมิใช่คนอ้วนและมิใช่คนผอม จะมีน้ำอยู่ในร่างกายประมาณร้อยละ 60 ของน้ำหนักตัว ตัวอย่างเช่น ถ้าชายผู้หนึ่งในวัยและสภาพดังกล่าวข้างต้นหนัก 60 กิโลกรัม ในร่างกายของชายผู้นี้จะมีน้ำอยู่ถึงประมาณ 36 กิโลกรัม หรือประมาณ 1 4/5 ปี๊บ หรืออีกนัยหนึ่ง น้ำหนักแห้ง(dry weight) คือ น้ำหนักที่ได้เมื่อเอาน้ำออกให้หมดจะเหลือเพียง 24 กิโลกรัมเท่านั้น

ที่ต้องกล่าวถึงเงื่อนไข ในเรื่องอายุ เพศ และความอ้วนผอมก็เพราะว่า ผู้ที่มีวัยต่างกันนั้นมีน้ำในร่างกายในสัดส่วนที่แตกต่างกัน ผู้อายุน้อย(ทารกและเด็ก) มีน้ำในสัดส่วนที่มากกว่าผู้ใหญ่ ยิ่งสูงอายุก็ยิ่งมีน้ำลดลง

ตารางที่ 6

แสดงปริมาณน้ำในร่างกายของคนปกติวัยต่างๆทั้งชายและหญิง.

ช่วงอายุ	ปริมาณน้ำคิดเป็นร้อยละของน้ำหนักตัว
ก่อนเกิด (ทารกในครรภ์อายุ 1 เดือน)	9
เกิดแล้วอายุน้อยกว่า 1 เดือน	77
อายุน้อยกว่า 1 ปี	65
อายุระหว่าง 1-10 ปี	62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อายุระหว่าง 1-10 ปี		62	
		ชาย	หญิง
10-16 ปี	59	57	
16-40 ปี	60	50	
40-60 ปี	54	47	
60-80 ปี	51	45	

จาก : Edelman.IS. and Liebman. J. 1959."Anatomy of Body Water and Elecrrolytes." Amer. J. Med.27:256

ทารกแรกเกิดมีน้ำอยู่ในร่างกายถึงประมาณร้อยละ 77 ของน้ำหนักตัว ครั้นเจริญเติบโตขึ้น สัดส่วนของน้ำจะลดลง เมื่ออายุครบ 1 ปี จะมีน้ำเพียงร้อยละ 65 ส่วนผู้ใหญ่วัยหนุ่มสาวมีน้ำอยู่ประมาณร้อยละ 55-60 และเมื่ออายุเกิน 60 ปี ถ้าเป็นชายจะมีน้ำอยู่ประมาณร้อยละ 51 ถ้าเป็นหญิงจะมีน้ำอยู่ในร่างกายประมารร้อยละ 45 ของน้ำหนักตัวเท่านั้น

เพศ และความอ้วนผอม ก็เป็นสาเหตุปัจจัยที่ทำให้ปริมาณน้ำที่มีในร่างกายแตกต่างกันที่เป็นเช่นนี้ก็เพราะ

น้ำที่มีอยู่ในร่างกายคนเรานั้น มีอยู่ในเนื้อเยื่อต่างๆ ในปริมาณมากน้อยต่างกันกล้ามเนื้อมีน้ำอยู่ถึงร้อยละ 75-78 ส่วนเนื้อเยื่อไขมันมีน้ำอยู่เพียงร้อยละ 10 เท่านั้น
ดังตารางที่ 8.3

โดยเหตุที่กล้ามเนื้อมีน้ำอยู่มากกว่าเนื้อเยื่อไขมัน ร่างกายของชายที่มีกล้ามเนื้อมากกว่าหญิง แต่มีเนื้อเยื่อไขมันน้อยกว่าหญิง จึงมีน้ำเป็นส่วนประกอบในสัดส่วนที่มากกว่าหญิงซึ่งอยู่ใยวัยเดียวกัน

คนอ้วนมีไขมันมาก มีส่วนของกล้ามเนื้อน้อย ย่อมมีน้ำอยู่ในร่างกายน้อยกว่าคนปกติหรือคนผอม วึ่งมีเพศและวัยเดียวกัน ส่วนนักกีฬา นักเล่นกล้าม มีส่วนของกล้ามเนื้อมาก ไขมันน้อยจึงมีน้ำน้ำอยู่ในร่างกายมากกว่าคนธรรมดาที่มีเพศและวัยเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7

แสดงปริมาณน้ำที่มีในเนื้อเยื่อต่างๆ

เนื้อเยื่อ	ปริมาณน้ำที่มีคิดเป็นร้อยละโดยน้ำหนัก
น้ำหล่อเลี้ยงไขสันหลังและสมอง	99
(น้ำไขสันหลัง)	
น้ำเลือด	92 - 94
เม็ดเลือดแดง	60 - 65
มันสมอง (gray matter)	82 - 85
ไขสันหลัง	75
มันสมอง (white matter)	68 - 70
ต่อมไธรอยด์	77 - 82
ต่อมไธมัส (thymus)	81
กล้ามเนื้อ	75 - 78
ผิวหนัง	72
ตับ	70 - 75
พังผืด	60
เอ็น	56 - 68
กระดูกสันหลังและซี่โครง	16 - 44
กระดูกกระโหลกศรีษะ	14 - 22
เนื้อเยื่อและไขมัน	6-10
เคลือบฟัน	3

อีกนัยหนึ่ง ปริมาณน้ำในร่างกายของคนมีสัดส่วนกลับกับปริมาณไขมัน ยิ่งมีไขมันในร่างกายมาก ก็ยิ่งมีน้ำน้อย

น้ำที่อยู่ภายในร่างกายนั้น มีทั้งส่วนที่อยู่ภายในเซลล์ (intracellular fluid) และภายนอกเซลล์ (extracellular fluid)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนที่อยู่ภายนอกเซลล์ ยังแบ่งออกเป็นส่วนที่อยู่ในเลือด (intravascular fluid) กับส่วนที่อยู่ระหว่างเซลล์ (interstitial fluid)

เมื่อคนเรามีอายุมากขึ้น ปริมาณน้ำในร่างกาย (คิดเป็นร้อยละของน้ำหนักตัว) จะลดลงและที่ลดลงเพราะน้ำภายนอกเซลล์ลดลงมากขณะที่น้ำภายในเซลล์เพิ่มขึ้นแต่เพิ่มไม่มากเท่ากับส่ในลดของน้ำนอกเซลล์

ตัวอย่างเช่น ทารกแรกเกิด (อายุระหว่าง 1 เดือน - 12 เดือน) จะมีน้ำทั้งหมดในร่างกายถึงประมาณร้อยละ 72 ของน้ำหนักตัว และในปริมาณนั้นเป็นน้ำภายในเซลล์เพียงร้อยละ 28 เป็นน้ำภายนอกเซลล์ถึงร้อยละ 44 ของน้ำหนักตัว ครั้นเป็นผู้ใหญ่ปริมาณน้ำที่มีในร่างกายมีเพียงร้อยละ 60 ของน้ำหนักตัวเป็นน้ำภายในเซลล์ร้อยละ 33 เป็นน้ำภายนอกของเซลล์เพียงร้อยละ 27 เท่านั้น

ปริมาณน้ำที่มีทั้งหมดในร่างกายของคนเรานับว่ามีมาก กล่าวคือชายหนุ่มหนัก 60 กิโลกรัม มีน้ำอยู่ในร่างกายประมาณ 36 กิโลกรัม (ประมาณ 1 4/5 ปี๊บ) แต่ปริมาณที่หมุนเวียนในร่างกายก็ยิ่งมากอย่างไม่น่าเชื่อ ในวงจรโลหิตนั้น น้ำผ่านจากเส้นโลหิตฝอยทางที่นำโลหิตออกจากหัวใจ(เส้นโลหิตแดง)ไปยังของเหลวที่อยู่ระหว่างเซลล์ (interstitial fluid) แล้วผ่านเข้าสู่เซลล์ในเนื้อเยื่อต่างๆ จากนั้นก็ผ่านออกจากเซลล์เข้าสู่เส้นโลหิตฝอย ส่วนที่นำโลหิตกลับเข้าสู่หัวใจ (เส้นเลือดดำ) หรือท่อน้ำเหลือง

ในทางเดินอาหารนั้นจะมีน้ำหมุนเวียนเข้าสู่อวัยวะอันเป็นทางเดินอาหาร คือ ตั้งแต่ปากกระเพาะอาหาร ลำไส้เล็ก และลำไส้ใหญ่ถึงวันละประมาณ 7-10 ลิตร น้ำปริมาณนี้ถูกหลั่งออกมาจากต่อมที่ผลิตน้ำย่อย เช่น ต่อมน้ำลาย ต่อมในกระเพาะอาหาร ตับอ่อน ต่อมในผนังลำไส้เล็ก รวมทั้งถุงน้ำดี ออกมาในรูปของน้ำลาย น้ำย่อยในกระเพาะ และน้ำย่อยในลำไส้เล็ก ซึ่งรวมน้ำย่อยจากตับอ่อน น้ำย่อยจากผนังลำไส้เล็ก และน้ำดี

ตารางต่อไปนี้แสดงให้เห็นว่าในอวัยวะอันเป็นทางเดินอาหารนั้นมีน้ำถูกขับออกมาเพื่อทำหน้าที่ช่วยในการย่อยและดูดซึมของสารอาหารมากเพียงไร

ตารางที่ 8

แสดงปริมาณน้ำย่อยที่หลั่งเข้าสู่ทางเดินอาหาร

น้ำย่อย	ปริมาตรที่หลั่งใน 24 ชั่วโมง (มิลลิลิตร)
น้ำลาย	500 - 1,500 มิลลิลิตร
น้ำย่อยในกระเพาะ	1,000 - 2,500 มิลลิลิตร
น้ำดี	100 - 500 มิลลิลิตร
น้ำย่อยจากตับอ่อน	700 - 1,000 มิลลิลิตร
น้ำย่อยในลำไส้เล็ก	700 - 3,000 มิลลิลิตร

จาก Modern Nutrition in Health and Diseases. by Wohl & Goodhart : Philadelphia. 1960

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในระบบขับถ่ายของเสียออกจากโลหิตผ่านไตออกมาเป็นปัสสาวะนั้น น้ำที่หมุนเวียนเข้าและออกจากไตในวันหนึ่งๆ ยิ่งมากกว่าในทางเดินอาหารหลายสิบเท่า กล่าวคือในร่างกายของผู้ใหญ่ปกติ ปริมาณน้ำที่ผ่านเข้าสู่ไตเพื่อขับถ่ายเอเของเสียออกนั้น มีถึงวันละ 1-2 ลิตรเท่านั้น

สรุปได้ว่าร่างกายมีกลไกอนุรักษ์ ในระบบเครื่องย่อยอาหาร น้ำปริมาณมากถูกหลั่งออกมาในทางเดินอาหารเพื่อพาสารที่ช่วยในการย่อยอาหารออกมาครั้นย่อยเสร็จน้ำก็ทำหน้าที่ในการดูดซึมคือพาสารอาหารเข้าสู่ร่างกาย ในการนี้น้ำก็ผ่านกลับเกือบหมด

ส่วนในระบบขับถ่ายของเสียออกจากเลือด ไตทำหน้าที่เสมือน “เครื่องกรอง” โลหิตไหลหมุนเวียนผ่านไตมากมาย เมื่อผ่านส่วนแรกของ “เครื่องกรอง” น้ำส่วนหนึ่งจะผ่านออกจากเลือดมาพร้อมกับของเสียก่อน แต่แล้วเมื่อผ่านต่อไป น้ำจะถูกดูดกลับเกือบทั้งหมดเหลือผ่านออกมาในปัสสาวะไม่มากเลย เพื่อทำหน้าที่ละลายและพาของเสียออก ด้วยวิธีนี้เองร่างกายจึงสูญเสียหรืด “สิ้นเปลือง” น้ำไปวันละไม่มากนัก สำหรับคนปกติที่มิได้ใช้แรงกายหนัก และมิได้อยู่ในสภาวะแวดล้อมที่ร้อนจัด จึงสูญเสียน้ำรวมทั้งหมดวันละ 2-3 ลิตรเท่านั้น ซึ่งจะต้องได้รับชดเชยอย่างสม่ำเสมอ รายละเอียดได้กล่างถึงในคราวต่อไป

มาตราฐานน้ำดื่ม

ด้วยตระหนักถึงความสำคัญในด้านความบริสุทธิ์และปลอดถัยของน้ำดื่มสำหรับประชาชน กระทรวงสาธารณะสุขของประเทศต่างๆ รวมทั้งองค์การอนามัยโลก ได้จัดทำมาตราฐานสำหรับน้ำดื่มขึ้นเพื่อให้หน่วยงานของรัฐหรือเอกชนที่รับผิดชอบในเรื่องการจัดหาน้ำดื่มออกจำหน่ายหรือให้บริการแก่ประชาชน จะได้ใช้เป็นหลักและพยายามทำน้ำดื่มในความรับผิดชอบของตนให้ได้มาตราฐาน ทั้งนี้เพื่อความปลอดภัยและมีความมีสุขภาพดีของประชาชน มาตราฐานน้ำดื่มของกระทรวงสาธารณะสุขในประเทศต่างๆ มีลักษณะคล้ายคลึงกันในสาระสำคัญ อาจจะแตกต่างกันป้างเล็กน้อยก็ในรายละเอียดซึ่งจำเป็นต้องปรับให้เหมาะกับสภาพของแต่ะท้องถิ่น

มาตราฐานของน้ำบริโภค ตามประกาศของกระทรวงสาธารณะสุข ฉบับที่ 36 ลงวันที่ 18 มีนาคม พ.ศ. 2520 ข้อ 5 (5) มีดังนี้

สมบัติทางฟิสิกส์

สี	ไม่เกิน	20 หน่วย
กลิ่น	ต้องไม่มี	ยกเว้นกลิ่นคลอรีน
ความขุ่น	ไม่เกิน	5 หน่วย

ค่าความเป็นกรดด่าง (Ph) อยู่ระหว่าง 6.5 - 8.5

สมบัติทางเคมี

ปริมาณสารทั้งหมด(ที่ละลายอยู่)	ไม่เกิน	1,000หน่วยต่อน้ำล้านหน่วย(ppm.)
ความกระด้าง	ไม่เกิน	3,000หน่วยต่อน้ำล้านหน่วย
คลอไรด์	ไม่เกิน	250หน่วยต่อน้ำล้านหน่วย

ฟลูออไรด์	ไม่เกิน	1.5น่วยต่อน้ำล้านหน่วย
อัลบูมินอยแอมโมเนีย	ไม่เกิน	0.1น่วยต่อน้ำล้านหน่วย
แอมโมเนียอิสระ	ไม่เกิน	0.1หน่วยต่อน้ำล้านหน่วย
ไนเตรท	ไม่เกิน	4.0หน่วยต่อน้ำล้านหน่วย
เหล็ก	ไม่เกิน	0.5หน่วยต่อน้ำล้านหน่วย
ตะกั่ว	ไม่เกิน	0.1หน่วยต่อน้ำล้านหน่วย
สารหนู	ไม่เกิน	0.05หน่วยต่อน้ำล้านหน่วย

คุณสมบัติทางแบคทีเรีย

1. สแตนดาร์ดเพลทเคาท์ (Standard plate count) ต้องไม่เกิน 500 โคโลนีต่อมิลลิลิตร

2. โคลิฟอร์ม (Coliform) ต้องน้อยกว่า 2.2 MPN (Most Probable Number) ต่อ 100 มิลลิลิตร

โรคที่เกิดจากน้ำเป็นสื่อ

โรคที่เกิดจากน้ำเป็นสื่อแพร่หลายระบาดโดยอาศัยน้ำเป็นตัวกลางสำคัยนั้น อาจจะทำให้ประชาชนอาจเกิดการป่วยอย่างรุนแรงจนกระทั่งถึงความตายได้ โรคชนิดนี้บางทีหมายถึงโรคทางเดินอาหารด้วย ซึ่งมีอาการโดยทั่ว ๆไป คือ ท้องเดิน,มีไข้,อาเจียน และโรคดังกล่าวนีเรายังสามารถแบ่งสาเหตุบางตัวที่ทำให้เกิดโรคดังต่อไปนี้

1. สาเหตุเนื่องจากแบคทีเรีย (Bacterial infection) ได้แก่

-โรคไข้รากสาดน้อย (Typhoid fever)

-โรคไข้รากสาดเทียม (Paratyphoid fever)

-โรคบิดชนิดแบซิสลารี่ (Bacillary fever)

-โรคบิดชนิดซัลโมเนลลา (Salmonellosis)

-โรคระเพาะอาหารและลำไส้อักเสบมีเชื้อ (Gastroenteritis)

-โรคอหิวาตกโรค (Cholera)

2. สาเหตุเนื่องจากโปรโตซัว (Protozoa infection)

-โรคบิดชนิดดอมีบิส (Amoebiasis)

3. สาเหตุเนื่องจากไวรัส (Virus infection)

-โรคตับอักเสบเกิดจากเชื้อไวรัส (Infectious hepatitis)

4. สาเหตุเกิดจากสารเคมีเป็นพิษ (Chemical poison)

-สารอาร์เซนิค (Arsenic poisoning)

-สารตะกั่ว (Lead poisoning)

-สารฟลูโอไรด์ (Fluoride poisoning)

-สารสังกะสี (Zince poisoning)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลเกี่ยวกับวัสดุและกรรมวิธีการผลิต

โลหะแผ่น (เกษมชัย บุญเพ็ญ 2533)

ก่อนที่จะศึกษาคุณสมบัติของโลหะแผ่น ควรจะได้รู้ขอบข่ายของคำว่า "โลหะแผ่น" เสียก่อน โลหะแผ่น (Sheet metal) ในงานช่างทั่วไปหมายถึงโลหะแผ่นทุกชนิดที่มีความหนาไม่เกิน 3/16 นิ้ว

โลหะแผ่นที่ใช้ในงานอุตสาหกรรมมีอยู่หลายชนิด แต่ละชนิดมีลักษณะพิเศษเฉพาะตัวแตกต่างกันออกไป ดังนั้นการทำงานแต่ละประเภทจำเป็นจะต้องศึกษาและเลือกใช้วัสดุหรือโลหะให้เหมาะสมกับคุณภาพงานและคุณสมบัติของโลหะด้วย จึงจะทำให้ผลของงานที่ได้เป็นที่น่าพอใจและมีคุณค่ามากยิ่งขึ้น

โลหะแผ่นที่นำมาใช้งานส่วนใหญ่ได้แก่เหล็กซึ่งรีดออกมาเป็นแผ่น ๆ มีขนาดความหนาหลายขนาดต่าง ๆ กัน และยังมีการเคลือบผิวด้วยโลหะต่าง ๆ อาทิเช่น เคลือบผิวด้วยตะกั่ว สังกะสีหรือดีบุก เป็นต้น นอกจากนี้แล้วยังมีการนำเอาโลหะผสมมาใช้อีกหลายชนิด เช่น ทองแดง อลูมิเนียม เป็นต้น

โลหะแผ่นโดยทั่วไป แบ่งเป็น 2 ประเภท ดังนี้คือ

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

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

โลหะแผ่นเคลือบ จะทำเป็นโลหะแผ่นในกลุ่มเหล็ก (Ferrous metal) เสียก่อนแล้วจึงนำไปเคลือบผิวด้วยโลหะตามที่ต้องการ เช่น เหล็กอาบสังกะสีหรือดีบุก เป็นต้น

วัตถุประสงค์ของการเคลือบผิวเพื่อป้องกันมิให้เกิดการกัดกร่อน ซึ่งจะทำให้โลหะนั้นมีอายุการใช้งานได้นานขึ้น

ดังนั้นการใช้งานโลหะแผ่นเคลือบกับโลหะแผ่นเปลือยจึงต่างกันมากกว่าการนำโลหะเปลือยไปใช้งานอื่น ๆ เช่น นำไปเชื่อม ขัดผิว ตะไบ หรือกระบวนการอื่น ๆ ที่ต้องเสียผิวหน้าของงานก็จะไม่ทำให้เกิดผลเสียหายในการกัดกร่อนแต่อย่างใด แต่สำหรับโลหะเคลือบแล้วผิวหน้าของงานไม่ควรไจ้รับอันตรายใดเลย ๆ เพราะถ้าผิวหน้าของโลหะเสียหายโลหะที่เคลือบผิวอยู่หลุดออกไปแล้วจะเป็นเหตุให้โลหะนั้นสูญเสียคุณสมบัติในด้านการคงทนต่อการกัดกร่อนได้ง่ายขึ้น

โลหะเปลือย

อลูมิเนียม (Aluminium)

อลูมิเนียม เป็นโลหะแผ่นเปลือยประเภท Non ferrous metal โดยปกติจะเป็นแผ่นอลูมิเนียมที่มีความบริสุทธิ์ไม่ถึง 100 เปอร์เซนต์ แต่จะเป็นอลูมิเนียมผสมโลหะหรือธาตุอื่น ๆ อีกเล็กน้อยเพื่อให้

เอกสารนี้เป็นลิขสิทธิ์ที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อลูมิเนียมมีคุณสมบัติบางประการดีขึ้น อลูมิเนียมบริสุทธิ์จะอ่อนมาก ในลักษณะที่เป็นแผ่นจะไม่ค่อยพบใช้งานบ่อยนัก

อลูมิเนียมแผ่นจะมีส่วนผสมของทองแดง ซิลิกอน เหล็ก และแมงกานีส ส่วนอลูมิเนียมชนิดอื่น ๆ ที่ไม่ได้อยู่ในลักษณะที่เป็นแผ่น จะผสมนิเกิล แมกนีเซียน และโครเนียม อย่างไรก็ตามอลูมิเนียมผสมทุกชนิดจะต้องมีอลูมิเนียมผสมอยู่ไม่น้อยกว่า 90% เสมอ

อลูมิเนียมผสมมีอยู่หลายชนิด ชนิดต่าง ๆ เหล่านี้มีคุณสมบัติแตกต่างกันและมีค่าความแข็งที่แตกต่างกันออกไปอีกประมาณ 40 เกรด (Grade) ดังนั้นมีควรเลือกใช้ให้เหมาะสมกับงานแต่ละชนิด

อลูมิเนียมผสมจะถูกกำหนดคุณสมบัติตาม Number ต่าง ๆ กัน สำหรับในงานโลหะแผ่นจะใช้ Number 3003 แต่ในทางการค้าจะนิยมเรียกเป็นตัวอักษร เช่น O, H เป็นต้น

"O" หมายถึงอลูมิเนียมอ่อน (Soft) ใช้งานได้ดีเหมือนกับแผ่นสังกะสี

"H" หมายถึงอลูมิเนียมแข็ง (Hard) บางชนิดตัดโค้งได้ แต่บางชนิดไม่สามารถที่จะตัดโค้งได้

"T" หมายถึงอลูมิเนียมที่จะต้องใช้งานที่เกี่ยวกับความร้อน (Heat treated) อยู่เสมอ

ตัวเลขตามหลังอักษร H หรือ T จะบอกความแข็ง เช่น Number 3003 ที่ใช้งานโลหะแผ่นทั่วไปจะเขียนเป็น H14 เป็นต้น ซึ่งอลูมิเนียม Number ดังกล่าวนี้มีความแข็งไม่มากนักสามารถตัดโค้งหรือขึ้นรูปได้ดี

อลูมิเนียมจะสังเกตได้ง่ายเพราะมีสีขาว น้ำหนักเบา บางชนิดจะมีสีใกล้เคียงกับสเตนเลส (Stainless steel) สามารถจะนำไปเชื่อมได้และจะต้องใช้น้ำประสาน (Flux) ชนิดพิเศษ สำหรับการบัดกรีก็สามารถกระทำได้เช่นเดียวกัน แต่ทั้งนี้จะต้องใช้น้ำประสานตะกั่วบัดกรี และความร้อนของหัวแร้งให้ถูกต้องมิฉะนั้นจะทำให้การบัดกรีไม่ได้ผล

อลูมิเนียมเป็นโลหะที่มีผิวเป็นมัน และทนต่อการกัดกร่อนได้ดีในบรรยากาศปกติ ดังนั้นจึงเหมาะสำหรับใช้ทำเฟอร์นิเจอร์ และอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ต้องการความสวยงาม

สเตนเลส (Stainless steel)

Stainless steel เป็นโลหะเปลือยประเภท Ferrous metal ซึ่งมีส่วนผสมประกอบด้วย เหล็ก โครเมี่ยม นิเกิล และธาตุอื่น ๆ อีกเล็กน้อย Stainless steel มีหลายชนิดสามารถที่จะเลือกใช้ให้เหมาะกับความต้องการได้ โดยปกติผิวของ Stainless steel จะมีสีคล้ายเงิน และมีลักษณะเป็นมัน

Stainless steel นิยมใช้ทำเครื่องมือวิทยาศาสตร์ ภาชนะใส่อาหารหรืองานเกี่ยวกับสถาปัตยกรรมอย่างละเอียดที่ต้องการความสวยงามใช้ได้ดีทั้งภายนอกและภายในตัวอาคาร โดยไม่ต้องมีการทาสีหรือเคลือบผิวเพื่อป้องกันการกัดกร่อนด้วยวัสดุอื่นใดทั้งสิ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติทางกายภาพของ Stainless steel ก็เหมือนโลหะผสมชนิดอื่น ๆ ขึ้นอยู่กับส่วนผสมของธาตุต่าง ๆ ที่ผสมลงไปในขณะที่ยังหลอมละลายอยู่ซึ่งต้องระมัดระวังควบคุมอุณหภูมิและบรรยากาศของก๊าซต่าง ๆ ด้วย ธาตุต่าง ๆ ที่ผสมเข้าเป็น Stainless steel ได้แก่

นิเกิล (Nickel) จะเพิ่มความแข็งแรง ความเหนียว ป้องกันการกัดกร่อนได้ดีและเพิ่มความยืดตัวในขณะตัดโค้งไม่ให้ฉีกขาดหรือแตกร้าวได้ง่าย

แมงกานีส (Manganese) ช่วยเพิ่มความแข็งแรง ความเหนียวและทนต่อแรงดึงได้สูง

โครเมี่ยม (Chromium) จะเพิ่มความต้านทานการกัดกร่อน ความแข็งแรงและสามารถทนต่อแรงดึงได้สูง

วานาเดี่ยม (Vanadium) จะเพิ่มความเหนียวให้กับ Stainless steel

โมลิบดินั่มและโคลัมเบี่ยม (Molybdenum and Columbium) จะต้านทางการกัดกร่อน

ติตาเนี่ยม (Titanium) และแมกนีเซี่ยม (Magnesium) จะทำให้ Stainless steel มีน้ำหนักเบา

Stainless steel มีอยู่หลายชนิด ขึ้นอยู่กับส่วนผสมของธาตุต่าง ๆ ที่กล่าวมาแล้ว โดยทั่วไปจะมีส่วนผสมหลักคือเหล็ก (Fe), นิเกิล (Ni) และโครเมี่ยม (Cr) เป็นต้น เพราะเหล็กรีดร้อนมีราคาถูกกว่าเหล็กรีดเย็น การนำไปใช้งานก็จะต้องมีการป้องกันการกัดกร่อนโดยการทาสีเป็นต้น

เหล็กรีดเย็นจะปรากฏเป็นสีน้ำตาลเทาบนผิวหน้าทั่ว ๆ ไป ใช้กับงานที่ต้องการผิวหน้าที่เรียบร้อย เช่น ผลิตภัณฑ์เฟอร์นิเจอร์เหล็ก เป็นต้น อย่างไรก็ตามจะต้องมีการป้องกันการกัดกร่อนเช่นเดียวกับเหล็กรีดร้อน

เนื่องจากเหล็กเป็นโลหะแผ่นที่มีราคาถูกจึงนิยมนำมาเคลือบกับโลหะอื่น เพื่อให้เหล็กทนต่อการกัดกร่อนได้ดี มีอายุการใช้งานที่ยาวนาน ดังนั้นเหล็กแผ่นจึงเป็นโลหะในการผลิตเหล็กเคลือบสังกะสี ดีบุกและตะกั่ว ดังจะได้กล่าวต่อไป

โลหะแผ่นเคลือบ

เหล็กอาบสังกะสี (**Galvanized steel**)

ในสภาพบรรยากาศปกติสังกะสีเป็นโลหะที่ทนต่อการกัดกร่อนได้ดีมาก ดังนั้น จึงนิยมนำไปเคลือบแผ่นเหล็ก เพื่อช่วยใช้แผ่นเหล็กมีอายุใช้งานที่ยาวนาน ถ้าสังกะสีที่ใช้เคลือบผิวเหล็กลอกหรือหลุดไปก็จะทำให้เกิดสนิมขึ้นกับแผ่นเหล็กได้

การผลิตเหล็กอาบสังกะสีสามารถกระทำได้ 2 วิธีดังนี้ คือ

1. **โดยวิธีจุ่ม (Hot dipped)** นำเอาแผ่นเหล็กอ่อนที่ได้จากการรีดเย็นไปล้างไขมันในถังกรด แล้วนำไปล้างน้ำสะอาด จากนั้นจึงนำไปจุ่มลงในถังสังกะสีที่กำลังหลอมละลาย สังกะสีก็จะเกาะติดผิวหน้าของแผ่นเหล็กแล้วจึงนำไปรีดให้เรียบร้อยอีกครั้งหนึ่ง

2. **โดยวิธีเคลือบผิวด้วยไฟฟ้า** อาศัยหลักการเดียวกับการชุบโครเมี่ยมด้วยไฟฟ้า สังกะสีชนิดนี้มีชื่อเรียกทางการค้าโดยเฉพาะว่า Zincgrip หรือ Paintgrip

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับเพื่อการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหล็กอาบสังกะสีที่ได้จากการเคลือบผิวด้วยไฟฟ้า ผิวที่เคลือบจะติดแน่น เรียบสม่ำเสมอมีลักษณะเป็นดอกสีเทา เหมาะอย่างยิ่งสำหรับงานที่ต้องการพ่นสี

เหล็กอาบสังกะสีสามารถสังเกตได้ง่าย จากลวดลายดอกที่ปรากฏบนผิวจะมีประกาวแวววาวเห็นได้ชัดเจนลวดลายนี้เกิดจากการเย็นตัวของสังกะสีบนผิวเหล็ก

ความคงทนต่อการกัดกร่อนของเหล็กอาบสังกะสี จะขึ้นอยู่กับคุณภาพของสังกะสีที่เกาะเคลือบผิวอยู่ ถ้ามีคุณภาพดีจะสามารถตัดโค้งงอ และพับให้เกิดความแข็งแรงได้โดยที่สังกะสีไม่กระเทาะหรือร่อนออกจากผิวเหล็กได้ง่าย และไม่เกิดการฉีกขาดเมื่อพับหลาย ๆ ครั้ง

ชนิดที่เคลือบบางจนถึง 1 ปอนด์ ต่อ Box เรียกว่า Coke tin plate

ชนิดที่เคลือบหนากว่า 1 ปอนด์ ขึ้นไปจนถึง 7 ปอนด์ ต่อ Base Box เรียกว่า Charcoal tin plate

ชนิดที่เคลือบผิวหนากว่า 7 ปอนด์ ขึ้นไปจนถึง 14 ปอนด์ ต่อ Base box เรียกว่า Dairy plate นอกจากนี้ยังมีตะกั่วอีกชื่อหนึ่งที่ควรรู้จักคือ Terne plate เป็นแผ่นเหล็กดำเคลือบด้วยตะกั่วและดีบุกอยู่ระหว่าง 8-40 ปอนด์ ต่อ Double box

แต่ก่อนนี้แผ่นดีบุกใช้สำหรับมุงหลังคา ภาชนะบรรจุอาหารและเครื่องมือเครื่องใช้ประจำบ้าน ครั้งพอ Stainless steel ได้รับการปรับปรุงให้นำมาใช้อย่างกว้างขวางแล้ว จึงทำให้แผ่นดีบุกมีที่ใช้งานลดน้อยลง แต่ในปัจจุบันก็ยังคงใช้ทำกระป๋องบรรจุอาหารกระป๋อง เครื่องดื่ม ถึงแม้จะใช้โลหะอื่นแทนแล้วก็ตาม

ขนาดมาตรฐานของโลหะแผ่น (Standard size sheet)

โลหะแผ่นมีขนาดต่าง ๆ กัน ขนาดมาตรฐานของอเมริกา มีดังนี้คือ

30 x 96 นิ้ว, 36 x 96 นิ้ว

36 x 120 นิ้ว, 39 x 120 นิ้ว

ขนาดที่นิยมใช้กันมากคือ 36 x 96 นิ้ว

ในท้องตลาดเมืองไทย จะใช้กันมากเพียง 2 ขนาด คือ 36 x 96 นิ้ว และ 48 x 96 นิ้ว ซึ่งเรียกกันจนเคยชินว่า โลหะแผ่นขนาด 3 x 8 ฟุต และ 4 x 8 ฟุต ตามลำดับ

ในกรณีที่ต้องการขนาดพิเศษ สามารถจะสั่งทำจากโรงงานที่ผลิตได้

GAGE (หรือ GAUGE)

การกำหนดความหนาของโลหะแผ่น กำหนดเป็นตัวเลข (Number) ทั้งนี้ก็เพื่อความสะดวกและรวดเร็วในการวัดอ่านค่าความหนาของโลหะแผ่นได้อย่างละเอียดถูกต้อง ตัวเลขต่าง ๆ บน Gage จะบอกความหนาเป็น ทศนิยม หรือ เศษส่วน ของนิ้ว

Gage ที่ใช้เป็นมาตรฐานสำหรับวัดความหนาของโลหะแผ่น มีอยู่ 2 ชนิด คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. United States Standard Gage หรือ Manufactures's Gage ใช้สำหรับวัดความหนาของโลหะแผ่นที่เป็นเหล็ก (Ferrous metal) เช่น เหล็กดำ, เหล็กอาบสังกะสี เป็นต้น

2. American Standard Wire Gage และ Brown and Sharp Gage ใช้สำหรับวัดความหนาของโลหะแผ่น นอกกลุ่มเหล็ก (Non-ferrous metal) เช่น อลูมิเนียม ทองเหลือง ทองแดง ดีบุก สเตนเลส ฯลฯ เป็นต้น

ความหนาของโลหะแผ่นที่ใช้จะอยู่ระหว่าง 0.0070 นิ้ว (36 Gage) ถึง 0.1876 นิ้ว (7 Gage) ถ้า Number ที่แสดงความหนาของโลหะเพิ่มขึ้น ความหนาของแผ่นโลหะก็จะลดน้อยลง เช่น โลหะแผ่นเบอร์ 16 ก็จะมีความหนามากกว่าโลหะแผ่นเบอร์ 22 เป็นต้น

รูปร่าง Gage สำหรับวัดความหนาของแผ่นโลหะจะเป็นแผ่นกลมทำด้วยเหล็กแข็งอย่างดีมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 3.3/4 นิ้ว และหนา 1/8 นิ้ว ด้านหน้าของ Gage จะบอกความหนาเป็นตัวเลขจาก 0, 1, 2, 3.. ถึง 36 เมื่อต้องการที่จะดูจำนวนความหนาเป็นทศนิยมก็ดูได้จากด้านหลังที่ตรงช่องเดียวกับตัวเลขของ Gage ด้านหน้า เช่น

ความหนาของโลหะแผ่นเบอร์ 16 จะหนาเท่ากับ 0.0625 หรือประมาณ 1/16 นิ้ว

ความหนาของโลหะแผ่นเบอร์ 22 จะหนาเท่ากับ 0.0312 หรือประมาณ 1/32 นิ้ว

ความหนาของโลหะแผ่นเบอร์ 28 จะหนาเท่ากับ 0.0156 หรือประมาณ 1/64 นิ้ว

การใช้ Gage วัดความหนาของโลหะแผ่นที่ไม่เคลือบผิว การอ่านค่าความหนาสามารถจะอ่านเป็นตัวเลขได้เลย โดยความหนาจะไม่ผิดพลาด แต่สำหรับโลหะแผ่นที่มีการเคลือบผิวนั้นจะต้องอ่านค่าตัวเลขของ Gage (Gage Number) ลดลงมา 1 Gage เสมอ เช่น เมื่อวัดความหนาได้เท่า Gage เบอร์ 24 ความหนาจริงจะเท่ากับ Gage เบอร์ 23 เป็นต้น

ขนาดน้ำหนักของโลหะแผ่น

น้ำหนักของโลหะแผ่นโดยทั่ว ๆ ไปจะมีหน่วยวัดเป็น ปอนด์ต่อตารางฟุต โลหะแผ่นแต่ละชนิดก็จะมีน้ำหนักแตกต่างกันออกไปตามความถ่วงจำเพาะ (Specific gravity) ของโลหะนั้น ดังตารางข้างล่างนี้

ตารางที่ 9

ตารางแสดงน้ำหนักต่อพื้นที่ 1 ตารางฟุตของโลหะแผ่นชนิดต่าง ๆ

GAUGE NO.	COLC ROLLED STEEL	STAINLESS STEEL	GALVANIZED STEEL	ALUMINIUM	COPPER
30	.500	.525	.656	.141	-
28	.625	.656	.781	.177	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

26	.750	.788	.906	.224	14 oz.
24	1.000	1.050	1.156	.282	16 oz.
22	1.250	1.313	1.406	.352	20 oz.
20	1.500	1.575	1.656	.451	28 oz.
18	2.000	2.100	2.156	.563	36 oz.
16	2.500	2.625	2.656	.718	48 oz.

*oz หมายถึง ออนซ์, 16 ออนซ์ เท่ากับ 1 ปอนด์

กรรมวิธีการขึ้นรูปโลหะแผ่น

การต่อโลหะแผ่นมีความสำคัญมากสำหรับงานโลหะแผ่นที่ต้องการความปราณีต ความสวยงาม แผ่นโลหะที่มีความหนาไม่เกิน 3/16 นิ้ว หรือแผ่นโลหะบาง (Sheet metal) ที่ใช้งานช่างโลหะทั่วไปจะมีวิธีการต่ออยู่หลายวิธีด้วยกันดังจะได้กล่าวเป็นหัวข้อ ๆ ไป อย่างไรก็ตามผู้ออกแบบรอยต่อจะต้องเลือกให้ถูกต้องกับความต้องการโดยคำนึงถึง ชนิดของโลหะ ความหนาของโลหะ ความแข็งแรง ความสวยงาม ราคาต่อหน่วย รอยต่อ และเครื่องมือที่ใช้ในการทำตะเข็บด้วย เช่น โลหะหนาควรจะต่อด้วยการเชื่อม หรือการย้ำหมุด ส่วนโลหะบาง หรือหนาปานกลางก็ควรจะต่อด้วยการบัดกรี หรือการเข้าตะเข็บ เป็นต้น

รอยต่อที่นิยมใช้ในงานโลหะแผ่นทั่ว ๆ ไปได้แก่

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

6. **การใช้กาวหรือยาง Adhesive Epoxy Resins**

รอยต่อยึดต่าง ๆ ดังที่กล่าวมาข้างต้นนี้ สามารถจะนำไปใช้ได้กับงานทั่วๆ ไป ตามความเหมาะสมกับชนิดของงานโดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.การเชื่อม Welding)

การเชื่อม หมายถึง กรรมวิธีที่ทำให้โลหะอย่างน้อย 2 ชิ้น หลอมละลายติดกันแน่น และประสานติดเป็นเนื้อเดียวกันตรงบริเวณรอยเชื่อม โดยปกติมักจะใช้แรงกด ใช้ลวดเชื่อม ซึ่งอาจจะใช้อย่างหนึ่งอย่างใดหรือไม่ใช้ทั้ง 2 อย่างเลยก็ได้

การต่อโลหะโดยการเชื่อมนี้ ยังแบ่งกรรมวิธีที่นิยมใช้มาก สำหรับโลหะแผ่ นบางได้ ีอก็ป น 3 วิธี'

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.1 การเชื่อมก๊าซ (Gas Welding)

1.2 การเชื่อมไฟฟ้า (Arc Welding)

1.3 การเชื่อมแบบความต้านทาน (Resistance Welding)

การเชื่อมก๊าซ หมายถึง การเชื่อมประสานโลหะ 2 ชิ้นให้ติดกันโดยอาศัยความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้ของก๊าซ 2 ชนิดผสมกัน ที่ได้โดยทั่วไปคือออกซิเจน (Oxygen, O_2) (Acetylene, C_2H_2) ความร้อนที่ได้จะมีประมาณ 5,800-6.300 F ซึ่งมากเพียงพอจะหลอมละลายโลหะทั้ง 2 ชิ้นให้ติดกันได้

การเชื่อมไฟฟ้า หมายถึง การเชื่อมประสานโลหะ 2 ชิ้น ให้ติดกันโดยอาศัยความร้อนจากการอาร์ค (Arc) ของขั้วไฟฟ้า 2 ขั้ว ความร้อนที่ได้จะมีประมาณ 10,000 F

การเชื่อมแบบความต้านทาน หมายถึง การเชื่อมโดยอาศัยความต้านทานกระแสไฟฟ้าของแผ่นโลหะเป็นตัวนำให้เกิดความร้อนขึ้นในขณะนี้ที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน ณ บริเวณจุดนั้น การเชื่อมโดยวิธีนี้ยังจะต้องอาศัยแรงกดเข้าช่วยในขณะที่โลหะกำลังหลอมละลายด้วย และในขณะที่โลหะเย็นตัวลงก็จะทำให้โลหะยึดติดกัน

การเชื่อมแบบความต้านทานนี้ ยังแบ่งกระบวนการเชื่อมออกไปได้อีกหลายกระบวนการ เช่น Spot welding, Scam welding, Projection welding, Flash welding เป็นต้น

สำหรับการต่อโลหะโดยการเชื่อม และอุปกรณ์เกี่ยวกับการเชื่อมนั้น โดยมากนักศึกษาจะเคยพบเห็น หรือได้อ่านจากหนังสือต่าง ๆ มามากแล้วก็จะไม่ขอกล่าวอธิบายไว้ในที่นี้

2. การย้ำหมุด (Riveting)

การย้ำหมุดเป็นกระบวนการต่อแผ่นโลหะแบบถาวรที่สำคัญวิธีหนึ่ง ตะเข็บย้ำหมุดจะใช้กับแผ่นงานที่ต้องการความแข็งแรงมาก และไม่ต้องการให้มีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างภายในของแผ่นโลหะที่นำมาต่อนั้น

การย้ำหมุดสามารถจะกระทำได้ 2 วิธี คือการใช้มือ และการใช้เครื่องจักร

ตัวหมุดย้ำ

ทำจากโลหะอ่อนเหนียว เช่น เหล็กดำ ทองเหลือง ทองแดง และอลูมิเนียม เป็นต้น เพื่อจะให้ขึ้นรูปได้ง่ายด้วยเครื่องมือและเครื่องจักรโดยไม่มีการฉีกขาดหรือแตกร้าว หมุดย้ำบางชนิดจะเคลือบผิว หรือผสมด้วยดีบุกจะช่วยให้ทนต่อการกัดกร่อน และสามารถจะทำการบัดกรีได้ง่ายขึ้น

ชนิดของหมุดย้ำ สำหรับหมุดย้ำที่ใช้ในงานโลหะแผ่นมีอยู่หลายชนิด ดังแสดงในภาพ แต่สำหรับที่นิยมใช้จะมีอยู่ 4 ชนิด ได้แก่ แบบหัวบาง (Tiner's) แบบหัวแบน (Flat head) แบบหัวกลม (Round head) และแบบฝังหัว (Countersunk head) ดังแสดงในภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 10

ตารางแสดงขนาดของหมุดย้ำ

SIZE	DIAMETER IN INCHES	LENGTH IN INCHES	SIZE	DIAMETER IN INCHES	LENGTH IN INCHES
4 oz.	.070	1/8	3 1/2 lb.	.165	21.64
6 oz.	.080	9/64	4 lb.	.175	11/32
8 oz.	089	5/32	5 lb.	.185	3/8
10 oz.	.095	11/64	6 lb.	.203	25/64
12 oz.	.105	3/16	7 lb.	.220	13/32
14 oz.	.109	13/64	8 lb.	.225	7/16
1 oz.	.112	7/32	9 lb.	.238	29/64
1 1/4 lb.	.120	15/64	10 lb.	.241	15/32
1 3/4 lb.	.135	¼	12 lb.	.253	1/2
2 lb.	.140	17/64	14 lb.	.275	33/64
2 1/2 lb.	.148	9/32	16 lb.	.295	17/32
3 lb.	.160	5/16			

สำหรับหมุดย้ำแบบหัวแบน (Flat head) จะมีขนาดความโตของตัวหมุดจาก 3/32” ถึง 7/32” โดยเพิ่มขึ้นขั้นละ 1/32” ส่วนขนาดที่นอกเหนือที่กล่าวมาแล้วคือ 3/8 ถึง 1 นิ้ว จะเพิ่มขึ้นครั้งละ 1/16”

การเลือกหมุดย้ำ

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

การเลือกขนาดของหมุดย้ำ ก็ไม่มีกฎตายตัวที่ให้เลือกใช้อย่างถูกต้องนัก แต่ได้มีการแนะนำให้ใช้เท่านั้นว่าหมุดย้ำขนาดนี้จะใช้กับโลหะที่มีความหนาเท่าไร เป็นต้น การแนะนำให้ใช้นี้จะถือหลักของความแข็งแรงของตัวหมุดและแผ่นงานเป็นสำคัญ

สำหรับการเลือกขนาดความยาวจะต้องเลือกขนาดความยาวให้เหมาะสม และเพียงพอกับการเผื่อขึ้นรูปเป็นหัวหมุดที่สวยงาม ไม่ยาวหรือสั้นจนเกินไป การใช้หมุดย้ำที่มีความยาวเกินไปไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถจะขึ้นรูปหัวหมุดได้ดีนัก และจะทำให้แผ่นโลหะบิดงอได้ง่ายอีกด้วย ส่วนการใช้หมุดที่มีขนาดสั้นเกินไปก็จะทำให้การขึ้นรูปหัวได้ไม่สวยงาม และมีความแข็งแรงน้อยอีกด้วย

ดังนั้น จะต้องเลือกขนาดความยาวของหมุดให้มีความยาวโผล่พ้นแผ่นงานออกประมาณ 1 1/2 เท่า ความโตของหัวหมุด (1.5D) สำหรับการย้ำหมุดหัวกลม

ตัวอย่าง จงหารขนาดความยาวของหมุดย้ำแบบ Flat head ที่มีขนาดความโต 5/32 นิ้ว ซึ่งต้องการย้ำแผ่นโลหะเบอร์ 16 และแผ่นโลหะหนา 1/8 นิ้ว ให้ติดกัน

วิธีทำ ขนาดของหมุด 5/32 = 0.1562 นิ้ว

1.5 D = 1.5 x 0.1562 นิ้ว

= 0.23430 นิ้ว

แผ่นโลหะเบอร์ 16 หนา = 0.179 นิ้ว

แผ่นโลหะหนา 1/8 นิ้ว = 0.1250 นิ้ว

ได้ความยาวของหมุดรวม = 0.37720 นิ้ว

ควรเลือกขนาดความยาวของหมุด = 0.3772 หรือ 3/8 นิ้ว

Pop of Blind Rivet

เป็นหมุดย้ำที่ใช้แผ่นโลหะบาง ลำตัวหมุดย้ำจะทำมาจากวัสดุอ่อน เช่น ทองแดง ทองเหลือง อลูมิเนียม เป็นต้น ลำตัวจะมีรูกลวงตรงกลางและมีแกนโลหะสอดอยู่ใช้สำหรับดึงย้ำในขณะใช้งาน หมุดย้ำชนิดนี้สามารถใช้งานได้อย่างรวดเร็ว และแข็งแรง โดยการใช้คีมย้ำหมุด (Rivet Pliers) ดึงแกนโลหะ (Mandrel) ของตัวหมุดจนขาด ปลายของลำตัวหมุดก็จะบานออกยึดแผ่นงานที่ย้ำได้อย่างแน่นหนาและไม่ต้องแต่งหัวหมุดอีกด้วย

การใช้งานจะใช้กับแผ่นโลหะที่ไม่สามารถจะย้ำด้วยหมุดแบบธรรมดาได้ หรือได้แต่เสียเวลามาก หรืองานที่ย้ำอยู่ในที่คับแคบ หรืองานที่ต้องการแสดงผิวหน้าเพียงด้านเดียว

ขนาดของหมุดย้ำจะมีขนาดของความโตของเส้นผ่าศูนย์กลางของตัวหมุดดังนี้ 3/32, 7/64, 1/8, 5/32, 3/16, และ 1/4 สำหรับขนาดต่าง ๆ ดังที่ได้กล่าวมาแล้วนี้ยังจะมีขนาดความยาวของตัวหมุดแตกต่างกันไปอีก

3. การพับของและการต่อตะเข็บ (Edging & Seaming)

ก่อนที่จะเรียนรู้ถึงการเข้าตะเข็บ นักเรียนควรจะรู้จักการพับขอบของโลหะแผ่นเสียก่อนเพื่อจะได้เป็นพื้นฐานของการทำตะเข็บต่อไป

3.1 การพับขอบ (Edging)

ขอบของโลหะแผ่นบาง เมื่อนำมาทำเป็นภาชนะแล้ว ควรจะต้องมีการเพิ่มความแข็งแรงให้กับขอบของโลหะแผ่นด้วยการขึ้นขอบ และเป็นการป้องกันอันตรายอันเกิดจากความคมของขอบแผ่นโลหะอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขอบตะเข็บที่นิยมใช้กับโลหะแผ่นบางมีอยู่ 2 ชนิดคือ

ก. การพับขอบของแผ่นโลหะโดยตรงเพื่อเพิ่มความแข็งแรงซึ่งเรียกว่า Hem

ข. การพับขอบของแผ่นโลหะประกอบกับโลหะอื่นสอดเข้าในรอยพับ เพื่อเพิ่มความแข็งแรงซึ่งเรียกว่า Edge

สำหรับโลหะแผ่นบาง นิยมใช้การพับเข้าขอบอยู่ 3 แบบ ได้แก่ การพับขอบชั้นเดียว (Single hem) การพับขอบสองชั้น (Double hem) และการเข้าขอบลวด (Wire edge)

นอกจากนี้แล้ว การเพิ่มความแข็งแรงให้กับขอบโลหะแผ่นบางยังทำได้อีกหลายวิธี เช่น การเสริมเหล็กฉากเข้าในขอบ (Angle Bar edge) การพับขอบ Standing hem เป็นต้น ซึ่งโดยมากจะใช้กับขอบโลหะที่มีความกว้างและยาวมาก

ถ้าให้ A = ระยะเผื่อของการพับขอบตะเข็บแต่ละด้าน

D = ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของลวด

T = ขนาดความหนาของแผ่นโลหะ

W = ความกว้างของตะเข็บที่จะทำการพับ

ดังนั้น จะใช้ความสัมพันธ์ของระยะเผื่อเพื่อพับขอบของโลหะดังนี้

Single hem A = W

Double hem A = 2W

Wire edge A = 2 1/2 D ; สำหรับแผ่นโลหะเบอร์ 30-24

A = 2 3/4 D ; สำหรับแผ่นโลหะหนาเกินกว่าเบอร์ 24

Angle Bar edge A = 1 1/4 W + T

การพับขอบเพื่อเพิ่มความแข็งแรง และการพับตะเข็บรอยต่อสามารถจะทำการพับได้สองวิธี คือ โดยการใช้มือ และโดยการใช้เครื่องจักร

การพับขอบ Single hem หลังจากที่ได้ทำการ Lay out ระยะเผื่อของขอบโลหะแล้ว ถ้าใช้เครื่องจักรก็จะต้องนำแผ่นโลหะสอดเข้าไประหว่างปากของเครื่องพับ ให้ขอบด้านบนของเครื่องพับ (Upper Law) ทับบนเส้นที่ได้ Lay out ไว้ให้พอดี แล้วจึงยก Bending leaf ขึ้น ถอดแผ่นโลหะออกแล้วนำไปใส่ในระหว่างปากของเครื่องพับอีก ใช้ Upper Jaw กดให้ขอบแผ่นโลหะที่พับได้แนบสนิทถ้าจะใช้มือก็ให้ใช้ค้อน Ball Peen, Setting hammer หรือ Mallet hammer ค่อย ๆ เคาะตามเส้นจนขอบแผ่นงานพับแนบสนิทกัน

สำหรับการเข้าขอบลวด เมื่อได้ทำการ Lay out ชิ้นงานโลหะแล้ว นำแผ่นโลหะงานไปเข้าเครื่อง Rotary โดยใช้หัว Roll แบบ Turning กดขึ้นลอนใช้ลวดวางใส่ตรงลอน จากนั้นจึงค่อย ๆ ใช้ค้อนเคาะขอบของโลหะแผ่นจนแนบสนิทตามส่วนโค้งของลวดโดยตลอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การต่อตะเข็บ (Seaming)

การต่อตะเข็บในงานแผ่นโลหะ จะมีจุดมุ่งหมายต่าง ๆ หลายประการ เช่น เป็นการต่อเพื่อเพิ่มความแข็งแรง, เพิ่มระยะความกว้างหรือยาวของแผ่นโลหะ, บรรจบให้เป็นรูปร่างของงานตามความต้องการความสวยงาม เป็นต้น

แบบพื้นฐานของรอยต่อตะเข็บจะมีอยู่เพียง 2 แบบคือ รอยต่อในแนวราม เช่น Bult, lap, Groove, Standing Seam เป็นต้น และรอยต่อมุม เช่น Double seam, Corner Lap seam, Pitsburgh seam เป็นต้น

สำหรับรอยต่อตะเข็บดังที่กล่าวมาแล้วในการเผื่อตะเข็บ จะมีรอยต่อเพียงไม่กี่ชนิดเท่านั้นที่นิยมใช้ได้แก่

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

2. ตะเข็บรอยต่อเกย (Lap seam) จะทำได้โดยการนำเอาขอบแผ่นโลหะหนึ่งวางซ้อนเหนือแผ่นโลหะอีกแผ่นหนึ่ง เป็นการเตรียมงานเพื่อการบัดกรี หรือการย้ำหมุด แบบรอยต่อตะเข็บที่นิยมใช้มากที่สุด ได้แก่ Plan lap, Countersunk or offset lap และ Inside corner lap ดังแสดงในรูป __

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

ตะเข็บที่นิยมใช้มากที่สุด มีอยู่ 2 แบบ ได้แก่ Inside groove seam และ Outside groove seam ตะเข็บร่องเกี่ยวนี้จะเป็นตะเข็บที่มีความแข็งแรงมาก แต่ถ้าจะนำรอยต่อไปทำการบัดกรี จะมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้นอีกมาก

4. ตะเข็บรอยต่อตั้งหรือยืน (Standing seam) ใช้สำหรับการต่อตะเข็บที่ต้องการความแข็งแรงของรอยต่อเพิ่มมากขึ้น ยิ่งถ้าจะใช้การย้ำหมุด หรือการบัดกรีช่วยด้วยแล้ว รอยต่อจะยิ่งมีความแข็งแรงมากขึ้นอีก

5. ตะเข็บซ้อน (Double seam) ใช้สำหรับการทำตะเข็บมุมขอบของท่อหรือภาชนะเหลี่ยมก้นของภาชนะกลมหรือเหลี่ยม การทำตะเข็บนี้ ถ้าใช้กับภาชนะก้นเหลี่ยมจะทำได้ง่ายกว่าตะเข็บก้นกลม รอยต่อแบบนี้จะมีความแข็งแรงมากแบบหนึ่งของแบบรอยต่อมุม

หมายเหตุ ถ้าใช้ทำก้นภาชนะโดยทั่ว ๆ ไป เรียกว่า Bottom seam หรือ Double Bottom seam

6. ตะเข็บ Pittsburgh จะใช้สำหรับการประกอบชิ้นงาน 2 ชิ้นที่เป็นมุมฉาก เช่น ตะเข็บมุมของภาชนะทรงกลม หรือมุมตะเข็บของท่อส่งลม เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

การทำตะเข็บร่องเกี่ยว

1. คำนวณความกว้างของตะเข็บ และเผื่อความหนาแผ่นโลหะเพื่อที่จะพับเท่ากับ 3 เท่าของความกว้างของตะเข็บ ดังเช่น ถ้าจะทำตะเข็บขนาดกว้าง 1/8 นิ้ว จะต้องเผื่อเท่ากับ 3/8 นิ้ว ในบางครั้งจะต้องบวกความหนาของแผ่นโลหะเข้าไปด้วย สำหรับโลหะที่มีความหนาเกินกว่าเบอร์ 24 จะต้องเผื่อความหนาอีกประมาณ 1-1, 1/2 เท่าของความหนาของแผ่นโลหะด้วย ขนาดเผื่อ 3/8 นิ้วนั้นจะต้องแบ่งออกเผื่อด้านละ 3/16 นิ้ว

2. พับตะเข็บโดยการใช้มือหรือเครื่องพับ (Bar folder) รอยพับของตะเข็บจะห่างจากขอบแผ่นโลหะที่เผื่อด้านละ 1/8 นิ้ว หรือห่างเท่าความกว้างของตะเข็บดังแสดงในรูปที่ __

การใช้เครื่องพับจะต้องตั้งระยะให้ถูกต้อง และข้อสำคัญในการพับขอบตะเข็บจะต้องกลับด้านพับขอบเสอม

3. เกี่ยวขอบงานเข้าด้วยกัน

4. วางแผ่นโลหะทั้งสองแผ่นที่เกี่ยวกันแล้วไว้บนแท่นรองรับ (Stake) หรือวัตถุที่มีความแข็งและเรียบเช่นเดียวกับ stake และเริ่มตอกตะเข็บให้เกี่ยวแนบกันตลอดแนว โดยใช้ค้อนหัวอ่อน (Mallet)

5. เลือกขนาดของ Hand groover ให้มีร่องกว้างกว่าความกว้างของตะเข็บประมาณ 1/16 นิ้ว (สำหรับความกว้างของตะเข็บ 1/8 นิ้ว ใช้ Hand groove ขนาด 3/16 นิ้ว) วางบนแนวตะเข็บด้านบนแล้วใช้ค้อนตอกจากด้านหนึ่งลงไปยังอีกด้านหนึ่งตลอดแนว

การป้องกันตะเข็บไม่ให้รูดออกจากกัน ควรจะใช้ prick punch ตอกที่ปลายของตะเข็บให้ห่างจากขอบประมาณ 1/2 นิ้ว

6. ตรวจสอบตะเข็บหลังจากที่ทำสำเร็จแล้ว เช่น ความกว้างของตะเข็บตลอดแนว ความสูบของตะเข็บสม่ำเสมอ มีรอยตะเข็บฉีกขาด หรือเรียบร้อยสม่ำเสมอกันดีหรือไม่

การทำตะเข็บ Double seam

Double seam ใช้สำหรับทำตะเข็บแผ่นก้นของก้นถัง หรือก้นภาชนะทรงกลมและทรงเหลี่ยม การทำตะเข็บนี้จะมีวิธีการดังนี้

1. เขียนแบบรูปแผ่นคลี่ขอบงานด้านตัวถังให้เป็นของตั้งฉาก (flange)

2. ขึ้นรูปขอบของแผ่นโลหะตามรอยที่ได้ Lay out ไว้ด้วยเครื่อง Burring พยายามรักษาระยะของขอบที่ได้ Lay out ให้คงที่สม่ำเสมอตลอดแนว

3. ขึ้นรูปแผ่นก้นของชิ้นงานเท่ากับความสูงของตะเข็บในข้อ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ประกอบด้านข้างกระป๋องกับด้านก้นเข้าด้วยกัน แล้วใช้ค้อนบ่อย ๆ ย้ำรอยประกอบให้แนบสนิท หรือใช้ Setting down machine ช่วยกดทับตะเข็บด้วยก็ได้

5. วางกระป๋องลงบนแท่นรองรับแบบกลม (Round Stake) แล้วค่อย ๆ ย้ำพับตะเข็บให้แนบสนิทต่อไป

Notching

หมายถึงการตัดโลหะส่วนเกินบางส่วนออกจากโลหะแผ่นคลี่ เพื่อให้สะดวกในการพับตกแต่งขึ้นรูปงานโลหะแผ่นให้ได้ตามขนาดหรือมิใช้ซ้อยเกยกัน (Lap) การตัดเนื้อโลหะบางส่วนนี้จะต้องทำอย่างระมัดระวัง ให้พอดีกับการพับขึ้นรูป ถ้าตัดโลหะออกมากเกินไปจะทำให้เกิดร่อยหรือรูโหว่ขึ้นตรงบริเวณรอยสัมผัสของตะเข็บได้ แต่ถ้าตัดโลหะออกน้อยเกินไปจะทำให้ชิ้นงานซ้อนเกยหรือเสียรูปทรงได้อีกเช่นกัน

การตัดโลหะส่วนเกินนี้สามารถจะตัดออกเป็นมุมหรือรูปร่างต่าง ๆ ได้ ดังแสดงในรูปที่ตามลักษณะของงานแต่ละแบบเช่นการทำถามดหรือกล่องสี่เหลี่ยม จะต้องตัดมุมของแผ่นโลหะออกเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส (Square notch) หรือการพับขอบที่เป็นมุมฉากให้สนิทก็จะต้องตัดมุมของแผ่นโลหะเป็นรูปสามเหลี่ยมออก (Angle notch) เป็นต้น

Square notch เป็นการตัดมุมของโลหะแผ่นคลี่เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสออก ใช้สำหรับการพับกล่องสี่เหลี่ยม (ที่ไม่ต้องการพับตะเข็บเผื่อการบัดกรี) ขนาดของรอยตัดจะคำนวณได้จากความสูงของกล่องสี่เหลี่ยม

Straingt notch เป็นการตัดเส้นตรงเข้าไปในขอบของแผ่นโลหะคลี่ ใช้สำหรับการพับกล่องที่ต้องการให้ตะเข็บอยู่ด้านนอก_ ขนาดของรอย notch จะเท่ากับความกว้างของตะเข็บ

Combination notch โดยทั่วไปจะเป็นการตัดโลหะเพียงบางส่วนตรงบริเวณมุมของแผ่นโลหะคลี่เป็นรูปตามความจำเป็น เช่น การเข้าขอบลวดด้านหนึ่งและการพับตะเข็บอีกด้านหนึ่ง ซึ่งเป็นการ notch เพื่อเข้าขอบลวดด้านหนึ่งและเข้าตะเข็บเกี่ยว (groove seam) อีกด้านหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

V-notch จะเป็นการตัดแผ่นโลหะคลี่รูปตัว V 45” ออก ซึ่งจะใช้สำหรับการพับขอบตะเข็บงานด้านในเป็นการพับกล่องสี่เหลี่ยมดังแสดงในรูปที่ ขนาดของความลึกของร่อง V จะเท่ากับความกว้างของตะเข็บ

Angle notch เป็นการตัดมุมของแผ่นคลี่ออกเป็นมุม 45” เท่ากับขอบแผ่นงานใช้สำหรับการพับขอบแผ่นโลหะเพื่อเพิ่มความแข็งแรง ดังแสดงในรูปที่

Rectangular notch เป็นการตัดมุมของแผ่นคลี่เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าออกใช้สำหรับการพับเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของขอบแผ่นงาน เช่น Single hem หรือ Double hem เป็นต้น

Half V-notch เป็นการตัดโลหะบริเวณมุมของแผ่นคลี่ที่มีมุมเกิน 90” สำหรับงานที่ต้องการพับขอบตั้งฉาก

การตัดโลหะส่วนเกินหรือการ notch สามารถจะทำได้ 2 วิธีการ คือ โดยการใช้กรรไกรตัดด้วยมือ และการ notch ด้วยเครื่องจักรทั้งที่ทำงานด้วยมือโยกและทำงานด้วยไฟฟ้า

4. การบัดกรี (Soldering)

การบัดกรีเป็นกระบวนการต่อโลหะแบบถาวรอีกวิธีหนึ่ง และเป็นกรรมวิธีของการต่อโลหะตั้งแต่เดิม ชาวอียิปต์โบราณเป็นพวกแรกที่ได้รู้จักนำเอาตะกั่วและดีบุกมาใช้เป็นภาชนะและเครื่องประดับต่าง ๆ แต่โลหะทั้ง 2 นี้ยังมิได้นำมาใช้ในการบัดกรี ชาวโรมันเป็นพวกแรกที่ได้คิดริเริ่มและนำเอาตะกั่วมาใช้ในงานบัดกรีรอยต่อตะเข็บของท่อน้ำตะกั่ว ซึ่งตะกั่วที่นำมาใช้นั้นได้ถูกคิดค้นขึ้นมาโดยนักประวัติศาสตร์ชาวโรมันชื่อ “พลินี (Pliny)” และโดยตะกั่วบัดกรีที่ถูกคิดค้นขึ้นมานั้นมีส่วนผสมของดีบุก 40%

ชนิดของการบัดกรีสามารถแบ่งออกได้ 2 ชนิด

1. การบัดกรีแข็ง (Hard soldering) เป็นการต่อยึดแผ่นโลหะ 2 ชิ้นให้ติดกันโดยใช้ตัวประสาน (ตัวบัดกรี) จำพวกโลหะนอกกลุ่มเหล็ก (Non furrous metal) โดยที่โลหะงาน (Base metal) จะไม่มีการหลอมละลายและมีอุณหภูมิสูงกว่า 800 F ซึ่งก็จะไม่ขอกล่าวรายละเอียดหรืออธิบายไว้ในที่นี้

2. การบัดกรีอ่อน (Soft soldering) หรือที่เรียกกันสั้น ๆ ว่าการบัดกรี หมายถึงกรรมวิธีการต่อยึดแผ่นโลหะ 2 ชิ้นขึ้นไปให้ติดกันโดยประสานโลหะนอกกลุ่มเหล็ก และชิ้นงานจะไม่หลอมละลายในขณะบัดกรี ตัวประสานสำหรับการบัดกรีนี้โดยมากจะมีส่วนผสมของตะกั่วและดีบุกเป็นหลักใหญ่

โดยปกติตะกั่วจะมีความแข็งน้อง ดังนั้นรอยบัดกรีจึงนิยมใช้อุดรอยรั่วต่าง ๆ หรือบัดกรีตามแนวตะเข็บก็จะเป็นการเพิ่มความแข็งแรงของรอยต่อตะเข็บได้มาก

สรุปองค์ประกอบที่จำเป็นสำหรับงานบัดกรี

รอยบัดกรีที่มีคุณภาพดีจะต้องเกิดจากองค์ประกอบของการบัดกรีดังนี้อย่างเหมาะสม

1. ความสะอาด กล่าวคือ ชิ้นงานก่อนที่จะนำมาทำการบัดกรีจะต้องมีการทำความสะอาดหัวแร้งจะต้องสะอาดด้วย และตะกั่วที่ใช้จะต้องมีความสะอาดอีกด้วย ถ้าไม่มีความสะอาดจะทำให้การ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งาน [illegible] การค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ [illegible] ใช้

บัดกรีติดได้ยาก ดังนั้นงานบัดกรีจึงต้องมีการทำความสะอาด เช่น การตะไบ ตกแต่งผิว การขัดด้วยกระดาษทรายหรือแปรงลวดก่อนที่จะใช้ฟลั๊กซ์

2. ฟลั๊กซ์ (Flux) หรือที่เรียกกันว่าน้ำประสานจะเป็นตัวช่วยละลายออกไซด์บนผิวหน้าของโลหะงานให้ลอยตัวขึ้น การใช้ฟลั๊กซ์จะต้องเลือกใช้ตามความเหมาะสมกับโลหะงานแต่ละชนิด เช่น งานประเภทใดควรจะใช้ฟลั๊กซ์ชนิดกัดกร่อน และงานประเภทใดควรจะใช้ฟลั๊กซ์ชนิดไม่กัดกร่อน ทั้งนี้จะต้องคำนึงถึงสภาพของงานนั้นด้วย

3. ความร้อน ความร้อนเป็นองค์ประกอบที่สำคัญมากอันหนึ่ง กล่าวคือ จะต้องใช้ให้พอเหมาะกับขนาดของชิ้นงานที่นำมาบัดกรี ไม่ว่าชิ้นงานใหญ่หรือเล็กก็ตามควรให้ความร้อนมากเพียงพอที่จะหลอมละลายตะกั่วบัดกรีเท่านั้น ถ้าให้ความร้อนมากเกินไปจะทำให้ชิ้นงานมีรอยไหม้ดำและเกิดออกไซด์กับตะกั่วบัดกรีได้ง่าย แต่ถ้าให้ความร้อนน้อยเกินไปจะทำให้ตะกั่วหลอมละลายได้ไม่ดีทำให้รอยบัดกรีไม่เรียบ

4. ตะกั่วบัดกรี ส่วนผสมของตะกั่วบัดกรีจะมีความสำคัญมากในการกำหนดจุดหลอมละลายของตะกั่วบัดกรี รวมทั้งความแข็งแรงและแนวบัดกรี โลหะแต่ละชนิดจะใช้กับส่วนผสมของตะกั่วบัดกรีเหมาะสมต่างกันไปนั้น งานบัดกรีโลหะอาบสังกะสีจะใช้ตะกั่ว 50-50 ได้อย่างเหมาะสมในขณะที่การบัดกรีอลูมิเนียมจะต้องใช้ตะกั่วที่มีส่วนผสมชนิดพิเศษที่มีส่วนผสมของสังกะสีด้วย

5. เทคนิคการบัดกรี แนวบัดกรีจะมีความแข็งแรงมากน้อยหรือไม่เพียงใดจะขึ้นอยู่กับเทคนิคและความชำนาญของผู้บัดกรีว่าต้องการจะใช้กรรมวิธีบัดกรีแบบใด เช่น Swiating การถูตะกั่วกับหัวแร้ง การหยดตะกั่ว รวมทั้งกรรมวิธีการให้ความร้อนด้วยก็จะทำให้รอยบัดกรีสวยงามและมีความแข็งแรงดีขึ้นด้วย

5.1ตัวยึดโลหะ **(Fastener)**

เป็นการยึดแผ่นโลหะแบบกึ่งถาวร ที่สามารถจะถอดประกอบเข้าด้วยกันได้ตามความจำเป็น อุปกรณ์สำคัญที่ใช้ในการยึดแผ่นโลหะดังกล่าว สำหรับงานโลหะแผ่นจะใช้ตัวยึด Fastener 2 แบบ คือ Sheet metal screw และ Thread metal screw

5.1 Sheet Metal Screw ซึ่งในบางครั้งจะเรียกว่าเกลียวปล่อย เป็นสกรูที่มีความแข็งมากสามารถจะตัดเกลียวบนแผ่นโลหะได้ด้วยเกลียวของตัวมันเอง โดยไม่จำเป็นต้องใช้เครื่องมือตัดเกลียวใน (Tap) เข้าช่วยแต่อย่างใด

การใช้งานโดยทั่วไป จะใช้ยึดแผ่นวัสดุอ่อน เช่น เหล็กอ่อน เหล็กหล่อ แผ่นเหล็กอาบสังกะสี อลูมิเนียม พลาสติก เป็นต้น ที่ต้องการถอดประกอบเข้าออกอยู่บ่อย ๆ

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก. ชนิด A จะมีปลายของเกลียวแหลมคม (Sharp point) เหมาะสำหรับแผ่นโลหะบางที่มีความหนาไม่เกินเบอร์ 18

ข. ชนิด B ส่วนประกอบของเกลียวจะถูกตัวตรง (Blunt Flat Point) เหมาะสำหรับใช้ยึดแผ่นโลหะที่มีความหนามากกว่าชนิด A

ค. ชนิดพิเศษ (Speciatype) เหมาะสำหรับโลหะที่มีความหนามากกว่าชนิด A การใช้งานของสกรูชนิดพิเศษนี้ จะใช้กับวัสดุอ่อน เช่น เหล็กหล่อ อลูมิเนียม พลาสติก เป็นต้น

การเลือกใช้ขนาดของ Sheet metal screw จะต้องเลือกขนาดให้พอเหมาะกับขนาดความหนาของโลหะแผ่น ความยาวและต้องคำนึงถึงความแข็งแรงด้วยเมื่อได้ขนาดความต้องการแล้ว การเจาะรูจะต้องใช้ขนาดความโตของดอกสว่านเท่ากับความโตของโคนเกลียว (Root Diameter) ของสกรูด้วยทำการเจาะแผ่นวัสดุ แล้วจึงนำสกรูใส่ลงในรูที่เจาะไว้แล้วใช้ประแจหรือไขควงขันจนสุดเกลียว

ข้อควรระวัง ในการใช้ Sheet metal screw

1. อย่าเจาะรูให้มีขนาดกว้างหรือแคบจนเกินไป เพราะถ้าเจาะรูกว้างเกินไปจะทำให้การยึดของฟันเกลียวสกรูไม่แน่น แต่ถ้าเจาะรูแคบเกินไปจะทำให้การขันสกรูทำได้ลำบากยิ่งขึ้น

2. อย่าออกแรงขันสกรูแน่นมากจนเกินไป เพราะอาจทำให้เกลียวหลวม หรือหัวของสกรูเยินได้

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

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

2. Machine screw ทำมาจากเหล็กหรือทองเหลือง ส่วนหัวจะมีอยู่หลายแบบ เช่น กลม, เรียบ, Oven, Fillister, Binding, Truss หรือหกเหลี่ยม แต่ละชนิดของหัวจะมีร่องตรง แฉก หรือสี่เหลี่ยมเพื่อใช้ขันเกลียวได้สะดวก ชนิดของเกลียวจะมีทั้งหยาบและละเอียด ขนาดความโตของเส้นผ่าศูนย์กลางจะต่ำกว่า 1/4 นิ้ว ขนาดความโตนี้จะบอกเป็น Gage จาก 6-12 โดยใช้ American Screw Wire Gage วัด เช่น 6-32 จะบอกเป็น Diameter gage No.6 และมี 32 เกลียว/นิ้ว สำหรับความยาวจะมีตั้งแต่ 1/8-3 นิ้ว

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

3. Cap screw จะมีรูปร่างคล้ายกับ Machine screw มาก แต่เกลียวจะมีความละเอียดสูงกว่า ความโนเส้นผ่าศูนย์กลางจะมีตั้งแต่ 1/4-1,1/2 นิ้ว และมีความยาวตั้งแต่ 1/2-6 นิ้ว ความยาวของเกลียวสกรูประมาณ 2D + 1/4 นิ้ว คล้ายกับ Machine bolts

ลักษณะหัวของ Cep screw จะทำเป็นรูปหัวเหลี่ยม กลม ร่อง เป็นต้น

4. Set screw จะมีรูปร่างลักษณะทั้งที่มีหัวและไม่มีหัว หัวของ Set screw ถ้าเป็นชนิดที่มีหัวก็จะเป็นหัวแบบสี่เหลี่ยม แต่ถ้าเป็นแบบที่ไม่มีหัว ด้านที่เป็นหัวก็จะมีร่องหกเหลี่ยมหรือร่องตรงไว้สำหรับใช้ประแจแอลหรือไขควงขัน ส่วนปลายจะเป็นรูปร่างลักษณะต่างกัน เช่น ปลายแหลม ปลายมน เป็นต้น

การใช้งานจะใช้สำหรับขัดยึดชิ้นงาน 2 ชิ้นให้ติดกัน โดยชิ้นงานชิ้นหนึ่งเป็นรูปร่อง เช่น การขัดยึดระหว่างเพลา (Shaft)

5. Stud ลักษณะความยาวของ Stud จะสั้นมีเกลียวทั้งที่หัวและที่ปลาย (ส่วนตรงกลางจะไม่มีเกลียว) ตามปตกิจะใช้ยึดกับแผ่นงานแผ่นหนึ่งซึ่ง Tap ไว้แล้ว และอีกด้านหนึ่งจะใช้ช่วยขันยึด

6. Thumb screw เป็นสกรูที่ใช้งานบ่อยอีกชนิดหนึ่งการใช้งานจะเหมือนกับ Set screw เหมาะสำหรับงานที่ต้องการขันเข้าและคลายออกบ่อย ๆ ปลายของเกลียวจะคล้ายกับ Set screw ส่วนหัวจะแลน'

7. Nut มี Nut หลายชนิดที่ใช้กับ Machine screw, Bolt และ Stud ลักษณะโดยทั่วไปของ Nut จะมีหัวสี่เหลี่ยม หกเหลี่ยม นอกจากนี้ก็ยังมี Nut อีกหลายชนิดดังแสดงในรูปที่ ซึ่งเหมาะสมกับงานในลักษณะต่าง ๆ กัน เช่น Nut หัวหกเหลี่ยม สี่เหลี่ยม จะใช้กับงานทั่วไป Wing nut จะใช้สำหรับงานที่ต้องการขันให้แน่น หรือคลายออกอยู่เสมอ Jam nut จะใช้เหมือนกับ Nut แบบธรรมดา ดังแสดงในรูปที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติพลาสติค ชวลิต ดาบแก้ว(2525)ได้ให้รายละเอียดเกี่ยวกับคุณสมบัติพลาสติคคือ

พลาสติคเป็นวัสดุที่มีคุณสมบัติพิเศษกว่าวัสดุอื่นๆ ดังนั้นในปัจจุบัน พลาสติคจึงถูกนำมาใช้แทนวัสดุอื่น ๆ เกือบทั้งหมด คุณสมบัติเหล่านี้ได้แก่

1. เบา
2. ทนความร้อน
3. แข็ง
4. อ่อนตัว
5. ยืดตัว
6. กันน้ำ
7. เป็นฉนวนไฟฟ้า
8. ทนต่อการสึกกร่อน
9. ทนสารเคมี
10. ทำเป็นสีต่าง ๆ ได้
11. ใส
12. ทึบ
13. หล่อลื่นในตัว

ฯลฯ

เราจำแนกคุณสมบัติพลาสติคตามลักษณะการใช้งานได้ดังนี้

คุณสมบัติทางเชิงกล (Mechanical) มีความแข็งแรง เหนียว ยืดหยุ่นตัว

คุณสมบัติทางไฟฟ้า เป็นฉนวนไฟฟ้า

คุณสมบัติทางเคมี ทนต่อกรด ด่างและทนต่อสารเคมีอื่น ๆ

ชนิดของพลาสติค

พลาสติคแบ่งออกเป็นชนิดใหญ่ ๆ ได้ 2 ชนิดคือ

1. เทอร์โมเซตติ้ง (Thermosetting)
2. เทอร์โมพลาสติค (Thermoplastic)

เทอร์โมเซตติ้งหรือพลาสติกแข็ง เป็นพลาสติกที่สามารถขึ้นรูปได้ด้วยความร้อนและจะใช้แรงดันหรือไม่ใช้แรงดันก็ได้ ความร้อนที่ให้ในเบื้องต้น จะทำให้วัสดุชนิดนี้อ่อนตัว แล้วเติมสารเคมีพิเศษลงไปในพลาสติก มันจะเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีขึ้นทำให้พลาสติกแข็งตัวอย่างถาวร เราเรียกการเปลี่ยนแปลงทางเคมีนี้ว่า โพลีเมอไรเซชั่น (Polymerization)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โพลีเมอไรเซชั่น หมายถึงของผสมที่เปลี่ยนแปลงเป็นของผสมอีกชนิดหนึ่ง โดยที่ธาตุยังคงเป็นธาตุเดิม แต่โมเลกุลจะใหญ่ขึ้น มีน้ำหนักมากขึ้นและคุณสมบัติทางฟิสิคส์ เปลี่ยนไป พลาสติคชนิดนี้จะไม่สามารุนำไปหลอมละลายได้อีก

เทอร์โมพลาสติคหรือพลาสติคอ่อน จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงทางเคมีในขณะให้ความร้อน ดังนั้นพลาสติคชนิดนี้ จึงไม่แข็งตัวอย่างถาวร เมื่อให้ความร้อนและแรงอัดกับมัน แต่จะยังคงอ่อนตัวที่อุณหภูมิสูงและจะทำให้แข็งตัวได้โดยปล่อยให้มันเย็นตัวลงพลาสติคอ่อนสามารถนำกลับมาหลอมละลายใหม่ได้อีก

เทอร์โมเซตติ้งหริพลาสติคแข็ง เทอร์โมเซตติ้งมีอยู่ด้วยกันหลายชนิดที่สำคัญและใช้อยู่ทั่ว ๆ ไม มีดังนี้

1. อีพอกซี่ (Epoxy)
2. ฟีโนลิค (Phenolic)
3. ฟูราน (Furane)
4. ซิลิโคน (Silicones)
5. อมิโน (Amino)
   - ยูเรีย ฟอร์มาเดลไฮด์
   - เมลามี ฟอร์มาเดลไฮด์
6. โพลีเอสเตอร์ (Polyester)
7. ยูรีเทน (Urethane)

อีพอกซี่

เป็นวัสดุที่ใช้กันมากในอุตสาหกรรมเคลือบผิว และผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กล๊าส สารเคลือบที่ทำจากวัสดุชนิดนี้จะมีคุณสมบัติเหนียว ยืดหยุ่นได้ดี เกาะยึดแน่น และ ต้านทานต่อปฏิกริยาเคมีได้สูง ซึ่งคุณสมบัตินี้ยังไม่เคยพบในวัสดุเคลือบผิวชนิดอื่นมาก่อน อีพอกซี่แผ่นสามารถนำมาใช้งานที่มีแรงกดดันสูงและแรงกดดันต่ำได้ดี

ในงานอุตสาหกรรม อีพอกซี่ถูกนำมาใช้สร้างชิ้นส่วนของเครื่องบินเจต กาวอีพอกซี่เป็นกาวที่มีความเหนียวมาก ใช้ในงานอุตสาหกรรมเครื่องบิน รถยนต์ และถูกนำมาใช้ในบ้านเรือน

คุณสมบัติของอีพอกซี่

1. มีการหดตัวน้อย
2. ทนต่อการกัดกร่อนทางเคมี
3. เป็นฉนวนไฟฟ้าได้ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

มีความถ่วงจำเพาะ ระหว่าง 1.11-4.8

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฟีโนลิค

พลาสติคชนิดนี้รู้จักกันในภาษาตลาดว่า เบเคอร์ไรท์ เป็นวัสดุที่มีอายุการใช้งานได้ยาวนานกว่าพลาสติคสังเคราะห์อื่น ๆ เมื่อถูกผลิตเพื่อใช้งานเฉพาะ มันจะให้ผลในด้านความแข็ง ความแกร่ง ทนค่อความร้อน ทนต่อการกัดกร่อน และมีคุณสมบัติเป็นฉนวนไฟฟ้า เบเคอร์ไรท์ขึ้นรูปได้ทั้งในสภาพแข็งแรงและอ่อนตัว

ผงละเอียดของพลาสติคชนิดนี้ จะถูกนำมาใช้กับอุตสาหกรรมทำแบบหล่อโลหะ นอกจากนี้ยังใช้ผงฟีโนลิคผสมกับแอสเบสทอสไฟเบอร์ อัดขึ้นรูปเป็นแผ่นบาง ๆ แล้วให้ความร้อนก่อนที่แผ่นวัสดุชนิดนี้จะเย็นตัวลง จะถูกนำไปตัดขึ้นรูป เป็นผ้าเบรค

ฟีโนลิคที่ขึ้นรูปด้วยโมลด์หรือที่เป็นแผ่นบาง ๆ เป็นวัตถุดิบที่มีบทบาทสำคัญ ในการผลิตโครงของอาวุธปืนแบบใหม่ ๆ ทั้งนี้เพราะทนความร้อนได้สูงมาก (มากกว่า 15,000 ฟ) ซึ่งภายใต้สภาวะนี้โลหะจะกลายเป็นไอและเซรามิคจะหลอมละลาย แต่ฟีโนลิคจะเป็นถ่าน เท่านั้น ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากวัสดุชนิดนี้ได้แก่ อุปกรณ์ไฟฟ้า โครงตู้วิทยุ ด้ามมีด ฝาขวด หน้าปัทม์ หูโทรศัพท์ ฯลฯ

คุณสมบัติของฟีโนลิค - 1. ทนความร้อน
2. ทนต่อการกัดกร่อนได้สูง
3. เป็นฉนวนไฟฟ้า
4. ทนต่อกรดและด่างชนิดอ่อน

มีความถ่วงจำเพาะ 1.25-1.55

ฟูราน

พลาสติคชนิดนี้ผลิตขึ้นด้วยกรรมวิธีทางเคมี จากกรดกับเมล็ดฝ้ายและแกลบ เป็นวัสดุที่ไม่เหมือนกับพลาสติคแข็งชนิดอื่น เพราะจะยังคงสภาพเหลวจนกว่า จะถูกนำไปใช้งาน วัสดุชนิดนี้นำไปใช้กับอุตสาหกรรมผลิตล้อหินเจียระไนได้ดี เพราะให้ผลในด้าน ทนต่อการกัดกร่อนของน้ำ ฟูรานยังถูกนำไปทำไส้แบบในงานหล่อ และตัวประสานในทรายหล่อ อีกทั้งยังเป็นวัสดุที่ทำให้ยิบซั่มแข็งตัว

ซิลิโคน

ซิลิโคนเป็นพลาสติคที่ทนต่อสภาวะความร้อนและความเย็นได้สูงมาก คุณสมบัติเด่นของพลาสติคชนิดนี้ก็คือ

1. ต้านทานต่ออ๊อกซิเดชั่น
2. มีคุณสมบัติทางไฟฟ้าดีเยี่ยม (ทนความร้อนและเป็นฉนวน)
3. ทนต่อการกัดกร่อนของน้ำได้ดี

มีความถ่วงจำเพาะ ระหว่าง 1.6-2.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัสดุชนิดนี้มีประโยชน์ต่ออุตสาหกรรมผลิตอย่างกว้างขวาง ได้แก่ ไขจาระบี น้ำมัน กาว และยางผสม

ซิลิโคนเหลวชนิดพิเศษ ยังถูกนำมาผสมทำเครื่องสำอาง ซึ่งไม่มีกลิ่น และ ไม่ทำอันตรายต่อผิวของผู้ใช้อีกด้วย นอกจากนี้ซิลิโคนยังใช้กับงานเฟอร์นิเจอร์ รถยนต์ รองเท้า

ยางซิลิโคน มีลักษณะคล้ายกับยางธรรมชาติ ใช้ทำท่อสายยาง ฉนวนหุ้มสายเคเบิ้ลไฟฟ้า เป็นต้น

อมิโน

แบ่งออกเป็นชนิดใหญ่ ๆ ได้ 2 ชนิดคือ

1. ยูเรีย ฟอร์มาเดลไฮด์
2. เมลามีน ฟอร์มาเดลไฮด์

พลาสติคชนิดนี้ เป็นที่ยอมรับในคุณสมบัติที่ทนต่อความร้อน ทนต่อปฏิกิริยาทางเคมีและสารละลาย มีผิวหน้าที่แข็งปราศจากสีและยังคงความไม่มีสีอยู่ได้นาน พลาสติคชนิดนี้มีความถ่วงจำเพาะ 1.47-1.55 จึงมีน้ำหนักมากกว่าพลาสติคทั่ว ๆ ไป เล็กน้อย

ยูเรีย-ฟอร์มาเดลไฮด์ชนิดเหลวใช้ทำกาวไม้อัดและชิบบอร์ด น้ำยาเคลือบผิว อุตสาหกรรม

ทอผ้า อุปกรณ์ไฟฟ้า ตู้วิทยุ ด้ามเครื่องมือ ฯลฯ

เมลามีน-ฟอร์มาเดลไฮด์ มีคุณสมบัติหลายข้อคล้ายกับยูเรีย เมลามีน ทนต่ออุณหภูมิได้สูง

ทนต่อแรงกระแทกได้ดี มีผิวแข็งและทนต่อสารละลาย ย้อมได้ทุกสี ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากพลาสติคชนิดนี้ได้แก่ ถ้วยชาม ชนิดตกไม่แตก ชิ้นส่วนไฟฟ้า ชิ้นส่วนจุดติดไฟ

โพลีเอสเตอร์

เรารู้จักโพลีเอสเตอร์ดีในรูปของผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กล๊าส โพลีเอสเตอร์มีหลายชนิด มีทั้งเทอร์โมเซตติ้งและเทอร์โมพลาสติค แต่เกือบทั้งหมดที่ใช้เป็นเทอร์โมเซตติ้ง

โพลีเอสเตอร์มีความถ่วงจำเพาะ 1.3 หากเป็นผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กล๊าส จะมีความถ่วงจำเพาะ 1.5-2.28 และโยปกติโพลีเอสเตอร์นิยมใช้ทำเป็นผลิตภัณฑ์ ไฟเบอร์กล๊าส มากที่สุด เช่น ชิ้นส่วนเครื่องบิน ถังบรรจุของเหลว เรือ โครงหลังคารถยนต์ เฟอร์นิเจอร์ แผงกันแดด ฯลฯ

คุณสมบัติ
1. รับแรงดึง แรงบิด แรงอัดได้ดี
2. เป็นฉนวนไฟฟ้าได้ดี
3. มีความหดตัวน้อย
4. ทนกรด ด่างชนิดอ่อนได้ แต่ไม่ทนต่อสารละลายบางชนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยูรีเทน

ยูรีเทนมีทั้งในรูปแข็งตัว ฟองน้ำและของเหลว ยูรีเทนในรูปแข็งตัว ทนต่อการกัดกร่อนได้ดี เหนียว ทนทาน ทนต่อสารเคมี เป็นฉนวนไฟฟ้าได้ดี ทนความร้อน และไม่ติดไฟง่าย ในรูปโฟม เก็บเสียงและรับแรงสั่นสะเทือนได้ดี ทนความร้อนเย็นได้ดี ในช่วงอุณหภูมิ -50°ฟ

ในปัจจุบัน ยูรีเทนถูกนำมาใช้ในรูปโฟมมาก เช่น ใช้ทำเบาะรถยนต์ เบาะ เฟอร์นิเจอร์ ที่นอน โฟมชนิดแข็งใช้ฉีดเข้าไปในปีกเครื่องบิน ท้องเรือ ผนังตู้เย็น นอกจากนี้ยังใช้ทำน้ำยาเคลือบผิววัสดุต่าง ๆ เช่น ไม้ โลหะ ยาง ผ้า คอนกรีต ฯลฯ

เทอร์โมพลาสติค หรือพลาสติคอ่อน ที่ใช้กันอยู่ทั่วไป มีดังนี้

1. ไนล่อน (Nyron or Polymides)
2. โพลีเอททีลีน (Polyethylene)
3. โพลีสไทลีน (Polystyrene)
4. โพลีโพรไพลีน (Polypropyrene)
5. โพลีคาร์บอเนต (Polycarbonate)
6. อะคริลิค (Acrylic)
7. เซลลูโลส (Cellulose)
8. ไวนีล (Vinyl)
9. โพลีไอไมด์ (Polyimide)

ไนล่อน

พลาสติคชนิดนี้พัฒนาขึ้น โดย ดับบลิว เอช คาโรเธอร์ ออกเผยแพร่สู่ตลาด เมื่อปี คศ. 1938 ในรูปของสิ่งทอ เพื่อใช้เป็นวัสดุทดแทนเส้นไหมในอุตสาหกรรมทำถุงเท้า ไนลอนเป็นวัสดุที่มีคุณสมบัติตามธรรมชาติ มีน้ำหนักเบา รับแรงดึงแรงอัดได้ดี ทนการขีดข่วน เป็นฉนวนไฟฟ้าได้ดี แต่ไม่เหมาะสำหรับไฟฟ้าแรงสูง ทนกรดชนิดอ่อนและด่างได้ดี เนื้อของไนลอนมีความโปร่งแสง ในรูปของเส้นใยจะโปร่งใส สามารถย้อมเป็นสีต่าง ๆ ได้

ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากไนลอน ได้แก ร่มชูชีพ ถุงเท้า เสื้อผ้า ค้อนพลาสติค วาร์ว ท่อส่งน้ำมัน แบริ่ง บูช ฯลฯ

โพลีเอททีลีน

เป็นพลาสติคที่ถูกผลิตขึ้นใช้มากกว่าพลาสติคชนิดอื่น ๆ โพลีเอททีลีน แบ่งออกเป็น 4 ชนิด คือ

1. ชนิดความหนาแน่นต่ำ (LDPE)
2. ชนิดความหนาแน่นปานกลาง (MDPE)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ชนิดความหนาแน่นสูง (HDPE)

4. โคโพไลเมอร์ (Copolymer)

โพลีเอททีลีนชนิดความหนาแน่นต่ำถูกนำมาใช้ผลิตถังน้ำ ถังทิ้งขยะ ภาชนะบรรจุต่าง ๆ ชนิดความหนาแน่นปานกลางใช้ผลิตเครื่องใช้ในครัวเรือน ที่ต้องการความแข็งแกร่ง นอกจากนี้โพลีเอททีลีนยังถูกนำมาใช้ในรูปของฟิล์มเคลือบ เกินกว่า 75% ของฟิล์มเคลือบที่ผลิตจะนำมาใช้ในงานห่อหุ้มอาหาร สินค้าที่มีความอ่อน ของเล่น และสารเคมี

คุณสมบัติของโพลีเอททีลีน

1. เป็นฉนวนไฟฟ้าได้ดี

2. ทนต่อปฏิกิริยาเคมี

3. ไม่อมน้ำ

4. เหนียวและโค้งงอได้ดี

ความถ่วงจำเพาะ 0.92

โพลีสไทลีน

พลาสติคชนิดนี้ถูกนำมาใช้ครั้งแรก ในปี คศ. 1935 เป็นพลาสติคที่มีปริมาณการผลิตมากที่สุดอีกชนิดหนึ่ง โพลีสไทลีนมีน้ำหนักเบา มีความถ่วงจำเพาะ 0.89-1.1 หดตัวน้อยมาก คุณสมบัติของพลาสติคชนิดนี้ ก็คือ มีลักษณะใส ไม่มีสี สามารถย้อมให้เป็นสีต่าง ๆ ได้ มีคุณสมบัติทนต่อกรด ด่าง และเกลือได้ดี แต่ไม่ทนต่อน้ำมันเบนซิและสารละลาย อีกทั้งผิวยังเป็นรอยขีดข่วนได้ง่าย และใช้ไปนาน ๆ อาจดูขุ่น ตัวอย่างผลิตภัณฑ์จากพลาสติคชนิดนี้ ได้แก่ ไม้บรรทัดพลาสติค ขวดใส่ยาเม็ด หมวกกันน๊อค ถาดอาหาร ฯลฯ

โพลีโพรไพลีน

โพลีโพรไพลีนเป็นพลาสติคที่มีน้ำหนักเบาที่สุด มีความถ่วงจำเพาะ 0.905 ข้อดีของพลาสติคชนิดนี้ก็คือ

1. มีน้ำหนักเบา ทำให้ประหยัดราคามากกว่าพลาสติคอื่นที่มีราคาเดียวกัน

2. สะดวกสำหรับผู้ซื้อ เพราะมีน้ำหนักเบา

พลาสติคชนิดนี้ถูกนำมาใช้ในงานผลิคมากมาย เช่นชิ้นส่วนของเครื่องซักผ้า เครื่องมือแพทย์ เข็มฉีดยา ถ้วยใส่ยา ชั้นวางของ พวงมาลัยรถยนต์ เป็นต้น

โพลีโพรไพลีน ทนต่อความร้อนได้ดี ปลอดภัยในด้านความแข็งแรง และมีน้ำหนนักเบา

โพลีคาร์บอเนต

โพลีคาร์บอเนตเป็นพลาสติคใสที่มีความแข็งแรงมากที่สุด ทนต่อแรงกระแทกได้สูง มีความเหนียว ใช้ทำอุปกรณ์สื่อสารโคมไฟสาธารณะ ช่องมองหน้าหมวกนักบินอวกาศ มีความใสและสามารถทำให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพตามที่ต้องการได้ ด้วยเหตุผลเหล่านี้ โพลีคาร์บอเนต จึง

ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถูกนำมาใช้ในงานผลิตทางการทหารมากมาย ซึ่งชิ้นส่วนเหล่านี้ถูกนำมาใช้งานในช่วงอุณหภูมิ 6°-180°ฟ

อะคริลิค

เป็นพลาสติคที่ใช้ ในงานส่งกำลังเบา ๆ ได้ดี ง่ายต่อการขึ้นรูปและทนความชื้นได้ อะคริลิคมีชื่อเรียก ในท้องตลาดว่าเพลกซิกล๊าส (Plexiglas) และลูไซท์(Lucite) มีคุณสมบัติดีมากในเรื่องโปร่งแสง ใช้ทำฝาครอบเครื่องบิน หน้าปัทม์เครื่องมือวัด หน้าปัทม์นาฬิกา แว่นตาพลาสติค ป้ายโฆษณา ป้ายร้านค้าและด้ามเครื่องมือต่าง ๆ นอกจากนี้ ยังใช้ในงานผลิตชิ้นส่วนรถยนต์อีกด้วย

เซลลูโลส

เซลลูโลสเป็นพลาสติคที่ทำมาจากเยื่อไม้และฝ้าย เป็นพลาสติคพวกแรกซึ่งถูกคิดค้นนำมาใช้งานด้านอุตสาหกรรม ที่รู้จักกันดีในชื่อ เซลลูลอยด์

เซลลูโลส แบ่งออกเป็น 5 ชนิด คือ

1. เซลลูโลส ไนเตรต (Cellulose Nitrate)
   เป็นพลาสติคที่ได้จากปฏิกริยาระหว่างเซลลูโลสและกรดไนตริค แบ่งออกเป็นหลายเกรด ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับไนโตรเจนที่ผสมอยู่ เซลลูโลสไนเตรตเป็นพลาสติคที่เหนียวที่สุดในบรรดาพลาสติคด้วยกัน มีเสถียรภาพดีมาก ยืดหยุ่นได้ดีและดูดซึมน้ำน้อย เซลลูโลสไนเตรตนี้ไวไฟมาก เวลาใช้ต้องระมัดระวังให้ดีที่สุด ประโยชน์ที่ใช้มากมายนอกจากทำฟิล์มภาพยนต์แล้ว ก็คือใช้ทำดินระเบิด ทำแลคเคอร์รถยนต์
2. เซลลูโลส อะซีเตต (Cellulose Acetate)
   ทนสารเคมีได้ดี ไม่ควรวางใกล้แอลกอฮอล์และพวกด่าง พลาสติคชนิดนี้ไม่มีกลิ่น ไม่มีรส ทนชื้น ใช้ผลิตชิ้นส่วนทางไฟฟ้า ของเด็กเล่น ด้ามมีด ฯลฯ เซลลูโลสอะซีเตตแผ่น ถูกนำมาใช้ห่อหุ้มวัสดุ เป็นฉนวนไฟฟ้า และฟิล์มถ่ายรูป
3. เซลลูโลส อะซีเตต บูไทเรต (Cellulose Acetatee Butyrate)
   พลาสติคชนิดนี้มีหลายชนิดตั้งแต่ขาวใสจนถึงขุ่น และสามารถนำมาย้อมสีได้เกือบทุกสี และลำดับชั้นของสี เป็นฉนวนไฟฟ้าที่แข็งแรง และนำความร้อนต่ำ ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากพลาสติคชนิดนี้คือ ด้ามเครื่องมือ สายพาน กรอบแว่น หมวกอเมริกันฟุตบอล ฯลฯ
4. เซลลูโลส โพรพิโอเนต (Cellulose Propionate)
   เป็นพลาสติคที่มีความเหนียวและทนต่อแรงอัดกระแทกได้ดี ผลิตภัณฑ์จากพลาสติคชนิดนี้ได้แก่ ชิ้นส่วนรถยนต์ ปากกา ดินสอ หูโทรศัพท์ ของเด็ก

เล่น ชิ้นส่วนวิทยุ โทรทัศน์ ฯลฯ

5. เอธิล เซลลูโลส (Ethyl Cellulose)

เป็นพลาสติคที่แข็งที่สุดในกลุ่มเซลลูโลส ไม่ทนต่อกรด ด่างและควรวางไว้ให้ห่างจากน้ำมัน และสารละลายอื่น ๆ พลาสติคชนิดนี้ นิยมนำมาทำขอบโต๊ะ อุปกรณ์ไฟฟ้า และกระบอกไฟฉาย ฯลฯ

ไวนีล

พลาสติคชนิดนี้ถูกนำมาใช้งานอุตสาหกรรมประมาณหนึ่งร้อยปีมาแล้วโดยนิยมนำไปใช้เป็นวัตถุเคลือบผิว กระป๋องดีบุกอย่างกว้างขวาง

ไวนีลแบ่งออกเป็น 7 ชนิด ด้วยกัน แต่ที่นิยมและใช้กันแพร่หลายที่สุด ก็คือโพลีไวนีล คลอไรด์ หรือ PVC

PVC มีคุณสมบัติ ทนทานต่อปฏิกิริยาเคมี ทำความสะอาดง่ายไม่เกาะติดสิ่งสกปรก เหนียวและทนทาน ผลิตภัณฑ์ที่ทำจาก PVC ได้แก่ ท่อน้ำ สายไฟฟ้าถุงมือ กระเบื้องยาง ถ้วยและถาดบรรจุอาหาร ถุงพลาสติค วงกบประตูและหน้าต่าง ฯลฯโพลีไอไมด์

โพลีไอไมด์เป็นพลาสติคชนิดไม่หลอมละลาย แม้ว่าจะอยู่ในประเภท เทอร์โมพลาสติค แต่ก็มีคุณสมบัติคล้ายกับเทอร์โมเซติ้ง พลาสติคชนิดนี้ทนความร้อนได้ถึง 750°ฟ เป็นฉนวนไฟฟ้าได้ดี ทนทานและทนต่อการสึกกร่อน

โพลีไอไมด์ ใช้ทำชิ้นส่วนยานอวกาศ ท่อยาง น้ำยาเคลือบ ลวดไฟฟ้า อุปกรณ์มิเตอร์วัดน้ำ แหวนลูกสูบ ฯลฯ

ยางวิทยาศาสตร์ (Synthetic Rubber)

ด้วยเหตุที่มีแหล่งวัตถุดิบของยางธรรมชาติน้อยมาก ยางวิทยาศาสตร์หรือยางเทียมจึงได้ถูกพัฒนาขึ้นมาใช้ในงานอุตสาหกรรม ซึ่งมีด้วยกันมากมายหลายชนิด เช่น Neoprene, GR-S, Thiokol, Nitrile, Butyl และยางซิลิโคน

ยาง จี อาร์ เอส (GR-S) เป็นยางเทียมที่ถูกนำมาใช้ผลิตยางรถยนต์เป็นปริมาณที่สูงมาก GR-S ทำมาจากส่วนผสมของ Butadiene และ Styrene และบางครั้งก็ผสมยางธรรมชาติเข้าไปด้วย

GR-S ผลิตขึ้นจากถ่านหิน หินปูน เกลือและน้ำ ใช้ทำฉนวน ท่อยาง ยางรถยนต์ ท่อ วัสดุเคลือบป้องกัน ฯลฯ

ยางทิโอคล (Thiokols) เป็นสารอินทรีย์โพลีซัลไฟด์และสารที่ต้านทานต่อน้ำมันและ สีชนิดต่างๆ ยางชนิดนี้นำไปใช้ทำท่อยาง สันรองเท้า วัสดุที่เป็นฉนวนเคลือบ

ยาง ไนทริล (Nitrile Rubber) เป็นยางที่ทนต่อการกัดกร่อน ของน้ำมัน ดังนั้นมันจึงถูกนำมาใช้ทำท่อยางน้ำมัน ปะเก็น ไดอะแฟรมในหูโทรศัพท์ เป็นต้น

ยางบิวทิล (Butyl) เป็นผลิตภัณฑ์ได้มาจากปิโตรเลียม มีคุณสมบัติหลายข้อ

คล้ายกับยางธรรมชาติและมีคุณสมบัติเด่นก็คือ ซึมซับแรงกระแทกได้ดี ส่วนใหญ่จะนำมาใช้ในอุตสาหกรรมผลิตท่อบรรจุภายใน

ยางซิลิโคน เป็นยางเทียมที่ผลิตขึ้นจาก ซิลิโคน ออกซิเจน ไฮโดรเจน และคาร์บอน ทนต่ออุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงได้ดี ทนต่อน้ำมัน แสงแดด และสารละลายกรด ยางซิลิโคนใช้ทำปะเก็นและเป็นวัสดุป้องกันความร้อน

กรรมวิธีขึ้นรูปพลาสติก สาคร คันธโชติ(2528)ได้ให้รายละเอียดของกรรมวิธีการผลิตชิ้นงานพลาสติค

คือมีขบวนการที่ใช้ในการผลิตพลาสติกไม่กี่วิธีเท่านั้นที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน ขบวนการที่สำคัญขบวนการหนึ่งก่อนที่พลาสติกจะถูกขึ้นรูปในโมลด์ และเป็นขบวนการที่สำคัญในอุตสาหกรรมมาก ก็คือ ขบวนการผสม

พลาสติกอ่อนส่วนใหญ่จะนำมาทำให้เป็นเม็ดเล็กๆ และตากให้แห้ง พลาสติกแข็งจะถูกทำให้เป็นของเหลวเสียก่อน ก่อนที่จะนำมาเข้าขบวนการผลิต

เครื่องผสมที่ใช้มีลักษณะการทำงานส่วนผสมที่ได้นี้จะถูกนำไปป้อนลงในเครื่องจักรเพื่อขึ้นรูปอีกทีหนึ่ง

Compressino moulding

เป็นขบวนการขึ้นรูปพลาสติกโดยป้อนพลาสติกเข้าไปในโมลด์ที่ร้อน แล้วใช้แรงอัดขึ้นรูป ความร้อนจะทำให้วัสดุอ่อนตัวไหลไปตามรูปของแบบโมลด์ อุณหภูมิที่ใช้โดยเฉลี่ย 340°ฟ และใช้แรงอัดจากไฮดรอลิคระหว่าง 2,000-10,000 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว
กรรมวิธีนี้มีองค์ประกอบขึ้นอยู่กับ

1. ชนิดของวัตถุดิบ
2. สภาพและการให้ความร้อนต่อวัสดุ
ก่อนนำเข้าขบวนการผลิต
3. อุณหภูมิในโมลด์
4. การออกแบบชิ้นงาน
5. การออกแบบโมลด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พลาสติกอ่อนส่วนใหญ่ไม่เหมาะสมในการขึ้นรูปด้วยกรรมวิธีนี้แต่เหมาะสมสำหรับการขึ้นรูปพลาสติกแข็งแรงกดที่ใช้มีตั้งแต่ใช้แรงอัดด้วยมือจนถึงแรงอัดที่ได้จากเครื่อง Press ขนาดใหญ่

ข้อดีของกรรมวิธีนี้คือ

1. ขึ้นรูปงานที่มีผนังบางโดยที่มีการบิดงอน้อยมาก
2. ไม่มีรอยของทางเดินน้ำพลาสติกบนชิ้นงาน
3. มีการหดตัวน้อยและสม่ำเสมอ
4. ต้นทุนต่ำกว่า
5. พลาสติกที่ได้จากกรรมวิธีนี้สามารถเสริมไฟเบอร์ได้โดยไม่ทำให้ไฟเบอร์หัก

Transfer moulding

ใน Transfer Molding ผงพลาสติกแข็งหรือชิ้นพลาสติก จะถูกนำมาใส่ลงในช่องบรรจุซึ่งอยู่เหนือโมลด์ ดังรูป 9.20 ชิ้นพลาสติกจะถูกให้ความร้อนจนอ่อนตัว แล้วจึงถูกแรงอัดฉีดเข้าสู่ภายในโมลด์ขึ้นรูปและทำให้แข็งตัว เวลาที่ใช้ในการขึ้นรูปสำหรับโมลด์ ชนิดนี้จะน้อยกว่าแบบ Compression Molding อีกทั้งชิ้นพลาสติกที่มีขนาดใหญ่จะถูกทำให้อ่อนตัวได้อย่างรวดเร็วมากภายในระยะเวลาสั้นๆ เท่านั้น ชิ้นงานที่ต้องการความปราณีต และชิ้นงานที่มีพื้นที่หน้าตัดขนาดใหญ่สามารถผลิตได้ดีด้วยกรรมวิธีนี้

ข้อเสียของกรรมวิธีนี้ก็คือ จะมีการสูญเสียวัสดุมากในส่วนที่เป็นรูเทและทางไหลของพลาสติก อีกทั้งโมลด์มีราคาสูงกว่า Compression Molding

Injection moulding

เป็นเครื่องผลิตชิ้นงานพลาสติกที่มีลักษณะการทำงานคล้ายกับกรรมวิธีหล่อแบบ Die Casting กล่าวคือ พลาสติกอ่อนซึ่งถูกทำให้เป็นเม็ดจะถูกทำให้หลอมเหลวแล้วฉีดเข้าสู่โมลด์ทำให้เย็นตัว วัสดุจะต้องถูกเปลี่ยนสภาพจากของแข็งเป็นของเหลวโดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงทางเคมี พลาสติกจะถูกวัดขนาดและถูกป้อนเข้าสู่โมลด์ในลักษณะต่างๆ กัน

วิธีวัดขนาดที่ใช้มี 2 วิธี คือ

1. วัดโดยปริมาตร
2. วัดโดยน้ำหนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. แบ่งตามจำนวนของวัสดุที่สามารถฉีดเข้าสู่โมลด์

แสดงให้เห็นเครื่องฉีดพลาสติกที่มีอัตราของแรงฉีดระหว่าง 50-2500 ปอนด์ และในเครื่องบางชนิดสามารถขึ้นรูปพลาสติกได้จากน้ำหนักน้อยๆ ถึง 19 ปอนด์ ต่อ 1 วงรอบของการทำงาน

ข้อดีของกรรมวิธีนี้เมื่อเปรียบเทียบกับ Compression Mould

1. ทำงานได้รวดเร็วกว่า
2. รักษาอุณหภูมิได้คงที่ระหว่าง 165°ฟ-200°ฟ โดยฉีดน้ำวนรอบโมลด์
3. ราคาของโมลด์ต่ำกว่า
4. สามารถผลิตชิ้นงานที่มีรูปร่างซับซ้อนและชิ้นงานที่มีผนังบางๆ ได้
5. สามารถผลิตชิ้นงานมีน้ำหนักถึง 8 ปอนด์ โดยมีการสูญเสียวัสดุน้อยมาก

สำหรับพลาสติกแข็งก็สามารถผลิตด้วยกรรมวิธีนี้ได้เช่นกัน ด้วยเครื่องจักรที่ได้รับการดัดแปลงให้ใช้กับพลาสติกแข็งโดยเฉพาะกรรมวิธีนี้มีชื่อว่า Jet Molding โดยกรรมวิธีนี้พลาสติกซึ่งบรรจุอยู่ในกระบอกจะถูกทำให้ร้อนประมาณ 200°ฟ ที่อุณหภูมิพลาสติกเหลวจะถูกInjection Ram อัดให้ ไหลทะลักผ่านหัวฉีด (Nozzie) เข้าสู่โมลด์

Extrusion

วัสดุประเภทพลาสติกอ่อนเช่น วัสดุจากเซลลูโลส ไวนิล โพลีเอไทลีน โพลีสไตลีน โพลีโพรไพลีน และไนลอน เป็นวัสดุที่สามารถนำมาขึ้นรูปด้วยกรรมวิธี Extrusion ให้มีรูปร่างและความยาวที่ต้องการได้ ในขบวนการชนิดนี้พลาสติกผงหรือเม็ดจะถูกนำมาใส่ลงใน Hopper ป้อนสู่กระบอกอัดทำให้ร้อนแล้วอัดผ่าน Die ด้วยการหมุนของสกูร

พลาสติกแท่งกลม แผ่น ท่อ สามารถผลิตขึ้นได้ด้วยกรรมวิธี Extrusion ข้อดีของกรรมวิธีนี้ คือ เครื่องมือมีราคาถูกกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับ Injection Molding สามารถควบคุมความหนาของวัสดุได้ ให้ผลผลิตและสามารถผลิตชิ้นงานที่มีความปราณีตของเส้นรอบรูปได้ดี

การอัดเคลือบผิว (Extrusion Coating) ด้วยโพลีเอไทลีนเป็นกรรมวิธีที่ถูกนำมาใช้ในงานบรรจุหีบห่อ วัสดุชนิดนี้สามารถอัดขึ้นรูปให้อยู่ในรูปของกระดาษฟอย ฟิล์ม, กระดาษแก้วและ Paperboard ซึ่งนำมาใช้ประโยชน์ในงานบรรจุหีบห่อ ทั้งนี้เพราะมีคุณสมบัติกันความชื้นได้ดี ทนต่อปฏิกริยาเคมี เหนียว แข็งแรง ไม่รั่วและประหยัด ขบวนการผลิตนี้มีลักษณะการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Blow Moulding

เป็นกรรมวิธีเป่าท่อพลาสติกร้อนในโมลด์แบบแยกส่วน (Split Mold) ให้พลาสติกแนบไปตามรูปร่างของโมลด์ ซึ่งอธิบายเป็นขั้นตอนตามรูป ดังนี้

(A) หลอดพลาสติกร้อนจะถูกนำมาวางในตำแหน่ง เปิดของโมลด์

(B) โมลด์จะถูกปิด โดยมีหลอดพลาสติกร้อนอยู่ภายใน

(C) กำลังลมจะถูกเป่าให้หลอดพลาสติกให้ขยายตัวไปแนบกับผนังของโมลด์

(D) โมลด์จะเปิดเพื่อนำชิ้นงานสำเร็จรูปออก

กรรมวิธีนี้ใช้กับวัสดุประเภทพลาสติกอ่อน ตัวอย่างของผลิตภัณฑ์ได้แก่ ขวดพลาสติก กระป๋อง ท่อความร้อนในรถยนต์ ถังบรรจุสารละลาย ฯลฯ

Thermoforming

เป็นกรรมวิธีขึ้นรูปแผ่นพลาสติกอ่อนที่ร้อนให้มีรูปร่างต้องการ โดยวิธีการทางแมคคานิคหรือนิวแมติก แผ่นพลาสติกที่ใช้จะมีความหนาตั้งแต่ 0.003 ถึง 0.5 นิ้วหรืออาจจะมากกว่า ส่วนอุณหภูมิที่ใช้ขึ้นอยู่กับชนิดของพลาสติก แต่ส่วนมากจะให้ความร้อน ที่อุณหภูมิ 275-425°ฟ โดยใช้ความร้อนจากไฟฟ้า แกสหรือน้ำมันก็ได้ การให้ความร้อน จะต้องเร็วและสม่ำเสมอ ตัวอย่างของผลิตภัณฑ์ที่ขึ้นรูปได้แก่ โครงตู้พลาสติกภายในตู้เย็น ไฟท้ายรถยนต์ กันสาดที่เขี่ยบุหรี่ ของเล่น ชิ้นส่วนโทรทัศน์ กระเป๋าเดินทาง เครื่องใช้ในบ้านเรือน ฯลฯ

การขึ้นรูปพลาสติกแผ่นและฟิลม์

พลาสติกแผ่นบางและฟิล์มเคลือบ สามารถผลิตขึ้นได้ด้วยกรรมวิธีต่อไปนี้

1. Extruding
2. Blowing
3. Calendering
4. Casting

Extrusion เป็นกรรมวิธีผลิตพลาสติกแผ่นจากโพลีสไทลีน โพลีเอไทลีน หรือ โพลีโพรไพลีน ดังรูป 9.28 หลังจากได้เตรียมวัสดุแล้วจึงนำมาป้อนลงใน Hopper วัสดุจะถูกให้ความร้อนถึงอุณหภูมิ 600°ฟ ณ อุณหภูมินี้ วัสดุที่หลอมละลายจะถูกอัดเข้าสู่ Die ถูกควบคุมด้วย Choker Bar และปากของ Die

Calendering เป็นกรรมวิธีขึ้นรูปพลาสติกแผ่นบางในระหว่างล้อรีด ดังรูป วัตถุดิบที่ใช้ต้องใช้เป็นพลาสติกอ่อน นำมาให้ความร้อนก่อนที่จะป้อนเข้าสู่เครื่องความหนาของแผ่นพลาสติกจะควบคุมด้วยแรงบีบระหว่างลูกรีด และความเร็วที่ใช้

การหล่อเป็นกรรมวิธีขึ้นรูปพลาสติกแผ่นโดยละลายพลาสติกให้อยู่ในรูปของเหลว แล้วนำไปเทแผลงบนสายพาน ที่เคลื่อนที่อย่างต่อเนื่อง กรรมวิธีนี้มีชื่อเรียกทั่วไปว่า Film Cas

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Blowing เป็นกรรมวิธีผลิตฟิล์ม โดยในขั้นแรกพลาสติกจะถูกดึงขึ้นรูปเป็นหลอดในแนวตั้งผ่าน Die Ring แล้วจึงใช้ลมเป่าเข้าไปภายในหลอดเพื่อให้หลอดขยายตัวมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางใหญ่ขึ้น หลอดที่ถูกเป่าแล้วจะถูกทำให้เย็นตัวลงในแนวตั้ง และทำให้เป็นแผ่นแบนด้วยล้อรีดขับ (Driven Roll) กรรมวิธีนี้ใช้ผลิตฟิล์มบางๆ ที่ใช้กับอุตสาหกรรมห่อบรรจุเท่านั้น

สรุป พลาสติกที่จะใช้ผลิตเครื่องทำน้ำเย็นมีความน่าจะเป็นดังต่อไปนี้

— ฟีโนลิค ซึ่งมีคุณสมบัติทนความร้อน ทนต่อการกัดกร่อนได้สูง เป็นฉนวนไฟฟ้า ทนต่อกรดและด่างชนิดอ่อน

— อมิโน ซึ่งมีคุณสมบัติที่ทนต่อความร้อน ทนต่อปฏิกิริยาทางเคมีและสารละลาย มีผิวหน้าที่แข็งปราศจากสี และยังคงความไม่มีสีอยู่ได้นาน มีน้ำหนักมากกว่าพลาสติกทั่วๆไปเล็กน้อย

— โพลีโพรไพลีน มีคุณสมบัติมีน้ำหนักเบา มีราคาถูกกว่าพลาสติกชนิดอื่น ทนต่อความร้อนได้ดี แข็งแรง

— เซลลูโลส อะซีเตต มีคุณสมบัติ ทนสารเคมีได้ดี แต่ไม่ควรวางใกล้แอลกอฮอล์และพวกด่าง ไม่มีกลิ่น ไม่มีรส ทนความชื้นและเป็นฉนวนไฟฟ้า

— เซลลูโลส โพรพิโอเนต เป็นพลาสติกที่มีความเหนียวและทนต่อแรงอัดกระแทกได้ดี

— เอธีล เซลลูโลส เป็นพลาสติกที่แข็งที่สุดในกลุ่มเซลลูโลส ไม่ทนต่อกรด ด่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สำหรับงานวิจัย " เครื่องทำน้ำเย็นสำหรับสำนักงาน" นั้นผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งจะนำข้อสรุปและวิธีดำเนินการวิจัยของแต่ละโครงการมาประยุกต์ใช้กับงานวิจัยของผู้วิจัย ซึ่งจะนำไปสู่ผลสำเร็จของการออกแบบโดยผู้วิจัยได้นำงานที่วิจัยเกี่ยวข้องกับงานวิจัยและสัมพันธ์กับกาออกแบบมา 5 โครงการคือ

1. โครงการออกแบบปรับปรุงพัดลมปรับสภาพอากาศระบบระบายความร้อนด้วยน้ำ
2. โครงการออกแบบปรับปรุงตู้แช่เย็นเครื่องดื่มสำรับรถแวน
3. โครงการออกแบบตู้แช่เย็นเครื่องดื่มสำรับรถแวน
4. โครงการเครื่องทำน้ำเย็นในสำนักงาน
5. ตู้แช่และโปรโมทเครื่องดื่มอัดลมวันเวย์

บัญชา วงษ์บัณฑูรย์ (2535) โครงการออกแบบปรับปรุงพัดลมปรับสภาพอากาศระบบระบายความร้อนด้วยน้ำ ซึ่งได้กำหนดวัตถุประสงค์ของการวิจัยคือ เพื่อออกแบบปรับปรุงพัดลมปรับสภาพอากาศระบบระบายความร้อนด้วยน้ำ ซึ่งวิธีดำเนินการวิจัยได้ลำดับขั้นตอนคือ ศึกษาถึงผลิตภัณฑ์เดิมหาข้อบกพร่องแล้วทำการแก้ไขโดยการหาแนวทางจากผลิตภัณฑ์เดิมและใกล้เคียงพร้อมทั้งข้อมูลภาคทฤษฎีและภาคสนามเพื่อสรุปและวิเคราะห์เป็นแนวทางการออกแบบ ส่วนผลที่ได้รับจากการวิจัย คือ ได้รูปแบบใหม่ของพัดลมปรับสภาพอากาศระบบระบายความร้อนด้วยน้ำที่มีประสิทธิภาพในการใช้งานและสามารถอำนวยความสะดวกได้เต็มที่จากการวิจัยโครงการออกแบบปรับปรุงพัดลมปรับสภาพอากาศระบบระบายความร้อนด้วยน้ำ ผู้วิจัยได้ทราบถึงหลักทำความเย็นอีกระบบหนึ่งผู้วิจัยเห็นสมควรที่จะนำมาประกอบการทำวิจัย

จันทนา จอมสูงเนิน (2534) โครงการออกแบบปรับปรุงตู้แช่เย็นเครื่องดื่มสำหรับรถแวน วัตถุประสงค์ของการวิจัยคือ เพื่อออกแบบตู้แช่เย็นเครื่องดื่มสำหรับรถแวนที่ใช้ในการเดินทาง การท่องเที่ยว พักผ่อน และสามารถผลิตได้ในระบบอุตสาหกรรมโดยได้ลำดับขั้นตอนวิธีดำเนินการวิจัยคือ เริ่มจากการหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องในการออกแบบ แล้วการทำ MODEL STUDY เพื่อการศึกษาการใช้งานเมื่อออกมาเป็นรูปเป็นร่างแล้วทำการแก้ไขข้อบกพร่องแล้วจึงทำ FULL SCALE MODEL ส่วนผลที่ได้รับจากการทำวิจัยได้ข้อสรุปที่จะได้มาซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ตอบสนองแก่ผู้ต้องการท่องเที่ยวพักผ่อนในสถานที่ต่าง ๆ คือ ได้ตู้เย็นติดตั้งตอนหลังของรถแวน มีปริมาตรภายใน 7 ลบ. ฟุต มีฝาเปิด 1 บาน คือด้านบน สามารถบรรจุเรื่องดื่มได้ปริมาณมากที่สุดเมื่อแช่ขวดขนาด 1.25 ลิตร ได้ 4 ขวด หรือขวดขนาด 2 ลิตร ได้ 3 ขวด และเครื่องดื่มกระป๋องขนาด 350 cc. ได้10กระป๋อง หรือขนาด 250cc. ได้12 กระป๋อง และสามารถหยิบเครื่องดื่มจากที่นั่งตอนกลางของรถจะเห็นได้ว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เที่ยวต่าง ๆ จากการวิจัยครั้งนี้ได้นำเอาทฤษฎีการทำความเย็นมาสรุปและเป็นแนวทางในการออกแบบสำหรับงานวิจัยเครื่องทำน้ำเย็น

อนุภาพ ลอยฟ้า (2530) โครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องกรองน้ำบริสุทธิ์สำหรับบ้านพักอาศัย วัตถุประสงค์ของการวิจัยในครั้งนี้ เพื่อที่จะออกแบบปรับปรุง "เครื่องกรองน้ำบริสุทธิ์สำหรับบ้านพักอาศัย" เพื่อเพิ่มคุณภาพในการทำงานของเครื่องโดยการกรองน้ำบริสุทธิ์ที่ปราศจากกลิ่น สี รสชาด เชื้อโรคและเชื้อแบคทีเรีย เพื่อออกแบบให้เหมาะสมกับสภาพของน้ำประปาที่มีระบบการผลิตภายในประเทศไทย เพื่อเลือกสรรควัสดุที่เหมาะสมต่อการผลิตและการใช้งานสำหรับเครื่องกรองน้ำบริสุทธิ์สำหรับบ้านพักอาศัยเพื่อปรับปรุงต้นทุนในการผลิตระบบอุตสาหกรรม ส่วนวิธีดำเนินดารวฺจัยคือ เริ่มจากค้นคว้าหาข้อมูลพื้นฐานจากการสังเกตพฤติกรรมจริงเกี่ยวกับการใช้งานของเครื่องกรองน้ำบริสุทธิ์ ในระบบต่างๆแล้วนำมาวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับการใช้งานของเครื่องกรองน้ำบริสุทธิ์เสร็จแล้วนำข้อมูลที่วิเคราะห์ได้มานำการออกแบบแล้วจึงทำการออกแบบเขียนแบบและหุ่นจำลอง ผลที่ได้รับจากการวิจัยใรครั้งนี้ได้ข้อสรุปของผลิตภัณฑ์ที่ตอบสนองแก่ผู้บริโภคและเอื้ออำนวยแก่การใช้งานและระบบการกรองน้ำของเครื่องกรองน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพและได้มาตรฐานส่วนด้านการออกแบบได้ฉีกจากรูปแบบเดิม ๆ ที่มีอยู่ในปัจจุบันทำให้ผลิตภัณฑ์ดูเด่นและเครื่องกรองน้ำมีประสิทธิภาพกรองน้ำได้ 150-200 ลิตร ต่อชั่วโมง จากการวิจัยของอนุภาพลอยฟ้า ได้เรียนรู้การวิจัยที่ได้ข้อสรุปที่ดีและามารถจะนำข้อมูลการออกแบบสำหรับพฤติกรรมการใช้งานนำมาเป็นแนวทาวการออกแบบเครื่องทำน้ำเย็นสำหรับสำนักงาน

นรินทร์ วิภาดา (2530) เครื่องทำน้ำเย็นในสำนักงานวัตถุประสงค์ของการวิจัยเพื่อออกแบบปรับปรุงเครื่องทำน้ำเย็นใช้ในสำนักงาน วิธีดำเนินการวิจัยเริ่มจากศึกษาความต้องการและแนวทางแก้ไขปัญหา ประกอบด้วยการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับเครื่องทำน้ำเย็นในปัจจุบันและสภาพแวดล้อมในสำนักงานแล้วนำมาสรุปข้อมูลวิเคราะห์เป็นแนวทางการออกแบบและทดลองออกแบบแล้วหาข้อบกพร่องสำหรับขั้นทดลองแล้วปรับปรุงเพื่อทำการออกแบบอีกครั้งหนึ่งเพื่อให้ได้มาซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค ผลที่ได้รับจากการวิจัยคือได้เครื่องทำน้ำเย็นที่สะอาดและเย็นสม่ำเสมอพร้อมกับมีสัญญาณไฟแสดงถึงสภาพของเครื่องว่าน้ำหมด และน้ำเย็นหรือไม่เย็น ทั้งยังมีรูปร่างทีสอดคล้องกลมกลืนกับสภาพแวดล้อมสำนักงานเสมือนหนึ่งเฟอร์นิเจอร์ในสำนักงานและได้ออกแบบวิธีการเปลี่ยนน้ำใหม่ให้เหมาะสมคือ จากวิธีการใช้คว่ำขวดเปลี่ยนเป็นวิธีการใส่ไว้ข้างใต้แล้วใช้วิธีปั๊มน้ำขึ้นไปแทน ทำให้ช่วยผ่อนแรงในการเปลี่ยนและได้นำเอากรวยกระดาษมาใช้แทนแก้วน้ำทำให้ถูกหลักอนามัยในการดื่มและยังได้ออกแบบถังเก็บขยะสำหรับกรวยกระดาษไว้ในตัวผลิตภัณฑ์ จากการทำวิจัยข้างต้นจะเห็นได้ว่ามีการออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่คำนึงถึงตั้งแต่ต้นจนจบคือตั้งแต่การขนส่งจนการทำความสะอาด ดังนั้นผู้วิจัยคิดว่าน่าที่จะเอาข้อดีตรงนี้มราช่วยในการออกแบบเครื่องทำน้ำเย็นสำหรับสำนักงานของผู้วิจัย

ศิรินทร์ ปียัสสพันธุ์ (2535) ตู้แช่และโปรโมทเครื่องดื่มอัดลมวันเวย์ วัตถุประสงค์ของการวิจัยเพื่อออกแบบและปรับปรุงตู้แช่และโปรโมทเครื่องดื่มอัดลมวันเวย์ วิธีดำเนินการวิจัยโดยการศึกษาพฤติกรรมการใช้งานหาข้อบกพร่องส่วนต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์และทำการแก้ปัญหาแล้วศึกษาข้อมูลต่าง ๆ เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์หาข้อสรุปในการออกแบบแล้วทำการวิเคราะห์แล้วสรุปผลการออกแบบพัฒนาแบบ

ผลที่ได้รับจากการวิจัยได้ตู้แช่แลโปรโมทเครื่องดื่มอัดลมวันเวย์ของบริษัทเสริมสุขออกแบบเพื่อตอบสนองของผู้บริโภคทั้งผู้ขายและผู้ซื้อและได้นำส่วนกราฟฟิคช่วยในการโปรโมตสินค้าช่วยในการดึงดูดใจแก่ผู้ซื้อและช่วยเพิ่มยอดขายแก่บริษัทเสริมสุขจากการทำวิจัยได้รู้ถึงระบบทำความเย็นอีกระบบหนึ่งดังนั้นจึงจะขอนำมาสรุปวิเคราะห์เปรียบเทียบเพื่อเป็นแนวทางการออกแบบเครื่องทำน้ำเย็นในสำนักงาน

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่3
วิธีดำเนินงานวิจัย

ในการดำเนินงานการวิจัยโครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องทำน้ำเย็นสำหรับสำนักงานผู้วิจัยได้ทำการจัดลำดับของการดำเนินงานวิจัยโดยแบ่งขั้นตอนของการดำเนินงานวิจัยออกเป็นขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. วิธีสำรวจและรวบรวมข้อมูล
2. แหล่งที่มาของข้อมูล
3. วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล
4. สถิติที่ใช้ในการวิจัย
5. วิธีการสร้างเครื่องมือวิจัย

จากขั้นตอนที่กล่าวมาผู้วิจัยได้ทำการรวบรวมรายละเอียดในแต่ละเรื่องโดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

การสำรวจและการรวบรวมข้อมูลนั้นผู้วิจัยได้ทำการสำรวจและเก็บข้อมูลโดยแบ่งออกเป็นภาคเอกสาร การสัมภาษณ์ การสังเกตการศึกษาของจริงจากภาคสนามโดยแบ่งเป็นประเภทดังนี้

1. การศึกษาข้อมูลภาคปฐมภูมิ

1.1 การสังเกต ผู้วิจัยได้ทำการสังเกต พฤติกรรมจากผู้มาติดต่อสำนักงานแล้วดื่มน้ำด้วยเครื่องทำน้ำเย็น ที่ทางสำนักงานตั้งบริการไว้ให้และรวมไปถึงรายละเอียดในส่วนต่าง ๆ ของตัวผลิตภัณฑ์

1.2 การสัมภาษณ์ ผู้วิจัยได้ทำการสัมภาษณ์ผู้ที่มาติดต่อสำนักงาน สัมภาษณ์ถึงการดื่มน้ำในแต่ละครั้ง รวมถึงความสะดวกสบายที่จะเสริมให้ตัวผลิตภัณฑ์และการเลือกใช้แก้วน้ำกับกรวยกระดาษดื่มน้ำในลักษณะที่ถูกสุขลักษณะและสะอาด ผู้วิจัยยังได้สัมภาษณ์พนักงานทำความสะอาดในการดูแลรักษาเครื่องทำน้ำเย็นในลักษณะพฤติกรรมที่จะต้องนำถาดรองน้ำไปทิ้งรวมถึงขยะที่เกิดจากกรวยกระดาษและผู้วิจัยได้สอบถามช่างเทคนิคของบริษัท กรุงไทยการไฟฟ้า สำหรับการซ่อมบำรุงและระบบภายในของตัวผลิตภัณฑ์ที่มีผลต่อการออกแบบ

1.3 การถ่ายภาพ ผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลโดยการถ่ายภาพในเรื่องของการศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์เดิม ผลิตภัณฑ์ข้างเคียงพฤติกรรมน้ำดื่มตลอดจนการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ศึกษาข้อมูลที่เป็นแนวทางการออกแบบ เช่น ภาพถ่ายระบบการทำงานของเครื่องทำน้ำเย็น ลักษณะสื่อกราฟิคบอกลายละเอียดการทำงานที่ใช้ในปัจจุบัน

2. การศึกษาข้อมูลภาคทุติยภูมิ เกี่ยวกับข้อมูลที่เป็นความรู้พื้นฐานในการออกแบบคือความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับเครื่องทำน้ำเย็น ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับก็อกปล่อยน้ำ ข้อมูลสัดส่วนมนุษย์ วัสดุ และกรรมวิธีการผลิต ข้อมูลเกี่ยวกับแก้วน้ำ กรวยกระดาษ และถังน้ำดื่ม การออกแบบกราฟิคและจิตวิทยาสีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อที่จะนำข้อมูลที่ได้มาทำการศึกษาและเปรียบเทียบและทำการวิเคราะห์เพื่อนำมาสังเคราะห์สู่การออกแบบ

แหล่งที่มาของข้อมูล

จากการที่ผู้วิจัย ได้ทำการศึกษาข้อมูลจากสถานที่ต่างๆผู้ทำการวิจัยยังได้ทำการสรุปแหล่งที่มาของข้อมูลโดยมีรายละเอียดดังนี้

1. แหล่งข้อมูลจากบุคคลได้แก่
   - ผู้จัดการฝ่ายพัฒนาผลิตภัณฑ์ 2 ของบริษัท กรุงไทยการไฟฟ้า จำกัด
   - ผู้จัดการฝ่ายเทคนิค
   - ผู้มาติดต่อสำนักงาน
   - พนักงานทำความสะอาด
2. แหล่งข้อมูลจากภาคเอกสารอ้างอิง
   - ตำราที่เกี่ยวข้อง
   - เอกสารของทางบริษัทกรุงไทย การไฟฟ้า จำกัด
   - วิทยานิพนธ์
3. แหล่งข้อมูลด้านสถานที่
   - บริษัทกรุงไทย การไฟฟ้า จำกัด
   - คณะ ครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
   - หอสมุดกลาง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
   - ห้องสมุดคณะ สถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูล โดยการแยกข้อมูลจัดลำดับความสำคัญ เพื่อเป็นการนำมาประเมินค่าและวิเคราะห์ในขั้นตอนต่อไป ในบางครั้งอาจตัดสินใจในการใช้เทคนิคและวิธีการแต่บางครั้งไม่สามารถตัดสินใจในวิธีนั้นๆได้ ดังนั้นจึงต้องทำการวิเคราะห์หลายระบบและเลือกตาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คะแนนความเป็นไปได้มากน้อยโดยการเปรียบเทียบ 2รูปแบบขึ้นไป การวิเคราะห์แบ่งเป็นส่วนใหญ่ๆได้ดังนี้

- การวิเคราะห์โครงสร้างองผลิตภัณฑ์
- การวิเคราะห์ตำแหน่งอุปกรณ์เสริมต่างๆ
- การวิเคราะห์รูปทรงของอุปกรณ์เสริมและตัวผลิตภัณฑ์
- การวิเคราะห์วัสดุและกรรมวิธีการผลิต
- การวิเคราะห์สีที่ใช้กับผลิตภัณฑ์
- การวิเคราะห์ตำแหน่งกราฟิคของผลิตภัณฑ์

สถิติที่ใช้ในการวิจัย

จากการที่ได้มีการวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัยได้ใช้สถิติในการวิจัยโดยใช้รูปแบบการจัดลำดับคุณภาพ

ได้ทำการศึกษาข้อมูลด้านการจัดลำดับคุณภาพโดยใช้สัญลักษณ์ทางสถิติประเภท 3.0 หมายถึงส่วนเปี่ยมบนมาตราฐานของคะแนนความหมายของค่าคะแนนที่ใช้ดังต่อไปนี้

5 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

4 หมายถึง เหมาะสมมาก

3 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

2 หมายถึง เหมาะสมน้อย

1 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

ดังนั้นการใช้ตัวเลขดังกล่าวเป็นการจัดลำดับคุณภาพ, สามารถที่จะนำไปใช้ในขั้นตอนของการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อที่ให้ได้ผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่มีความเหมาะสมและถูกต้องแล้วจึงนำไปเป็นแนวทางของการออกแบบต่อไป

วิธีการสร้างเครื่องมือวิจัย

บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์ (2534) ได้กล่าวถึงเครื่องมือรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิจัยว่าการเลือกใช้เครื่องมือวิจัยในการรวบรวมข้อมูลที่สามารถวัดหรือเก็บรวบรวมข้อมูลได้ตรงตามความต้องการ และสามารถทดสอบสมมุติฐานที่กำหนดไว้ได้

ดังนั้นในการใช้เครื่องมือในงานวิจัย ผู้ทำการวิจัยได้ทำการเลือกใช้เครื่องมือในการวิจัยประเภทแบบสัมภาษณ์เพราะแบบสัมภาษณ์โดยทั่วไปจะถามข้อมูล 3ประเภทได้แก่ ข้อมูลพฤติกรรม เช่นพฤติกรรมความคิดเห็นและเจตนคติ ข้อมูลประเภทสำมะโน เช่น อายุ การศึกษา รายได้ เป็นต้น และข้อมูลที่เป็นปัญหา ได้แก่ เหตุผลหรือสาเหตุของการมีพฤติกรรมซึ่งตรงกับข้อมูลที่ผู้วิจัยต้องการ

มิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยโครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องทำน้ำเย็นสำหรับสำนักงาน ผู้วิจัยได้ทำการศึกษารวบรวมข้อมูลต่างๆ เพื่อสรุปเป็นแนวทางการออกแบบ โดยมีการวิเคราะห์ข้อมูลโดยแบ่งตามส่วนต่างๆ ผู้วิจัยได้แบ่งเป็นเรื่องๆดังนี้

1. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล
2. การออกแบบ
    2.1 แนวทางการออกแบบ
    2.2 แบบถ่ายย่อ

<u>ผลการวิเคราะห์ข้อมูล</u>

การวิเคราะห์ข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลมาแยกแยะจัดความสำคัญของข้อมูลโดยจัดลำดับความสำคัญเพื่อเป็นการนำมาประเมินผลลัพธ์ของข้อมูลการวิเคราะห์จะต้องมีการลำดับข้อมูลและการวิเคราะห์นั้นจะต้องมีการนำเอาข้อพิจารณาต่างๆมาทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบเพื่อหาข้อสรุปว่าข้อใดมีความเหมาะสมกับผลิตภัณฑ์มากที่สุด เพื่อเป็นแนวทางการออกแบบต่อไป

ลักษณะการวิเคราะห์เป็นการสรุปหัวข้อที่มีความน่าจะเป็นและข้อดีข้อเสียแต่ละหัวข้อแล้วนำมาเข้าตารางเปรียบเทียบความเหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์เพื่อนำมาวิเคราะห์เป็นแนวทางการออกแบบต่อไป

รายละเอียดการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ในส่วนต่างๆ

- การวิเคราะห์รูปทรงตู้ครอบระบบภายใน
- การวิเคราะห์รูปทรงฐานรองตู้
- การวิเคราะห์ลักษณะก็อกปล่อยน้ำ
- การวิเคราะห์กล่องบรรจุน้ำทิ้ง
- การวิเคราะห์ลักษณะช่องระบายน้ำ
- การวิเคราะห์ลักษณะการจัดวางกรวยกระดาษ
- การวิเคราะห์รูปทรงช่องใส่กรวยกระดาษ
- การวิเคราะห์ลักษณะการยึดประกอบกล่องบรรจุน้ำทิ้งเข้ากับตัวตู้
- การวิเคราะห์รูปทรงฐานรองถังน้ำดื่มส่วนบนตู้
- การวิเคราะห์ลักษณะการเคลื่อนย้ายตัวตู้
- การวิเคราะห์ลักษณะตำแหน่งช่องสอดมือเพื่อขนย้าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การวิเคราะห์ลักษณะตำแหน่งช่องสอดมือเพื่อขนย้าย
- การวิเคราะห์รูปทรงช่องสอดมือเพื่อขนย้าย
- การวิเคราะห์ตำแหน่งช่องทิ้งกรวยกระดาษ
- การวิเคราะห์วัสดุที่ใช้ผลิต
- การวิเคราะห์กรรมวิธีการผลิตในแต่ละชิ้นส่วน
- การวิเคราะห์สีที่ใช้กับผลิตภัณฑ์

<u>การวิเคราะห์โครงสร้างตู้</u>

โครงตู้มีหน้าที่ป้องกันระบบภายในไม่ให้ถูกกระทบกระเทือนอันเนื่องมาจากการขนส่งหรือเคลื่อนย้ายและต้องรับน้ำหนักจากถังบรรจุน้ำ ดังนั้นโครงตู้จะต้องมีวัสดุที่มีคุณสมบัติที่แข็งแรง ทนทาน รับน้ำหนักได้มาก ไม่เกิดสนิมเนื่องจากตู้จะต้องผูกพันธ์กับน้ำตลอดเวลา วัสดุที่นำมาพิจารณามีดังต่อไปนี้

1. เหล็ก มีคุณสมบัติ แข็งแรงทนต่อแรงกระแทก สามารถทำสีโดยการพ่น แต่ข้อเสียของเหล็กคือเป็นสนิมได้ง่าย ถ้าจะไม่ให้เกิดสนิมต้องผ่านกรรมวิธีการเคลือบสารเคมีบางชนิดก่อน
2. สแตนเลส มีคุณสมบัติที่คล้ายกันกับเหล็กแต่มีคุณสมบัติพิเศษคือไม่เป็นสนิมแต่ก็มีราคาแพงขึ้นตามมา
3. พลาสติก มีคุณสมบัติที่สามารถขึ้นรูปได้อิสระ สวยงาม ราคาถูก แต่ไม่แข็งแรงเท่าเหล็กกับสแตนเลส และควบคุมความร้อนได้ไม่ดี

ตารางที่11

การวิเคราะห์โครงสร้างตู้

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1	แข็งแรงทนต่อแรงกระแทก	4	5	3
2	รับน้ำหนักได้ดี	4	5	3
3	ผลิตได้ง่าย	5	3	4
4	ราคาถูก	4	2	5
5	ทนความร้อนได้สูง	5	4	3
	รวม	22	19	18

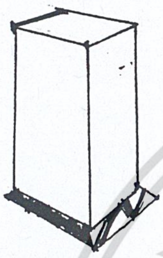
สรุป จากตารางที่ 11 เลือกแบบที่1 เพราะมีคุณสมบัติแข็งแรงทนทานรับน้ำหนักได้ดี ราคาถูกผลิตได้ง่าย และมีความเป็นไปได้ต่อการผลิตสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

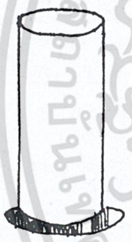
<u>การวิเคราะห์รูปทรงตู้</u>

ตู้ทำหน้าที่ปกป้องระบบภายในดังนั้นการออกแบบตัวตู้จะต้องคำนึงถึงการจัดวางระบบภายในและจากการวิเคราะห์วัสดุทำตู้ ได้เหล็กในการผลิต เหล็กนั้นมีข้อจำกัดในการขึ้นรูปอยู่พอสมควร ถ้าจะไม่ให้ยุ่งยากต่อการผลิตรูปทรงที่ออกมาส่วนใหญ่นั้นจะมีลักษณะเป็นเหลี่ยมอาจโค้งได้บ้างบางส่วน โดยจะพิจารณารูปทรงดังต่อไปนี้

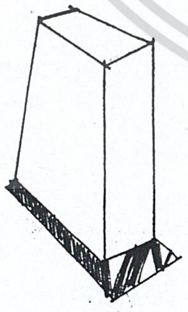
1. รูปทรงสี่เหลี่ยม — มีลักษณะโครงสร้างที่แข็งแรงผลิตได้ง่ายเข้ามุมต่างๆของสำนักงานได้ดีและเข้ากับสภาพแวดล้อมเสมือนเฟอร์นิเจอร์ชิ้นหนึ่งในสำนักงานแต่รูปทรงเป็นเหลี่ยมมุมทำให้เกิดอันตรายได้ง่าย



2.รูปทรงกลม — มีลักษณะที่ไม่ก่อให้เกิดอันตรายได้ง่ายแต่ผลิตได้ยาก ไม่สามารถที่จะเข้ามุมต่างภายในสำนักงานเนื่องจากทำให้เกิดพื้นที่เหลือเป็นที่ตกค้างของฝุ่นได้และทำความสะอาดได้ยาก



3. รูปทรงสี่เหลี่ยมคางหมู — มีลักษณะที่ยื่นออกมาด้านหน้าทำให้สูญเสียเนื้อที่ของสำนักงานและเกะกะในการสัญจร



4. รูปทรงสี่เหลี่ยมลบมุม — มีลักษณะที่ไม่เกิดอันตรายเนื่องจากมีการทำโค้งในส่วนของมุมต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่12

การวิเคราะห์รูปทรงตู้

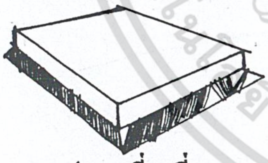
ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา			
		1	2	3	4
1	เหมาะสมกับสภาพแวดล้อม	4	2	3	5
2	ไม่เกิดอันตรายได้ง่าย	3	5	2	4
3	ไม่เปลืองเนื้อที่ของสำนักงาน	5	3	2	4
4	ดูแลรักษาความสะอาดได้ง่าย	4	2	3	5
5	ผลิตได้ง่าย	5	3	2	4
	รวม	21	15	12	22

สรุป จากตารางที่ 12 เลือกแบบที่4 เพราะเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมไม่เกิดอันตรายได้ง่ายมีรูปทรงที่สวยงาม

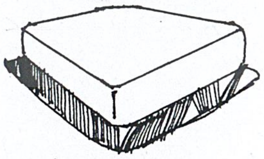
<u>การวิเคราะห์รูปทรงฝาครอบด้านบน</u>

ฝาครอบด้านบนมีหน้าที่บังฝุ่นที่จะตกลงในกล่องน้ำทิ้ง โยมีลักษณะยื่นออกมาจากผลิตภัณฑ์ซึ่งจะครอบก๊อกน้ำดังนั้น การออกแบบควรที่จะไม่บังก๊อกน้ำเพราะระยะการมองของผู้ใช้จะมองไม่เห็นขณะใช้งาน ซึ่งรูปทรงที่นำมาพิจารณามีดังต่อไปนี้

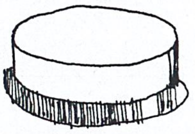
1. รูปทรงสี่เหลี่ยม มีลักษณะสี่เหลี่ยมผื่นผ้าเป็นเหลี่ยมมุมทำความสะอาดได้ง่าย เนื่องจากมีลักษณะพื้นผิวที่เรียบ แต่ลักษณะเป็นเหลี่ยมมุมนั้นก่อให้เกิดอันตรายได้ง่าย และลักษณะเป็นเหลี่ยมเกินไป จึงไม่เหมาะในการผลิตแบบฉีด



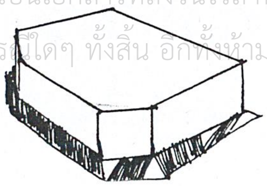
2. รูปทรงสี่เหลี่ยมลบมุม มีลักษณะสี่เหลี่ยมผื่นผ้าโค้งหน้า ไม่เกิดอันตรายได้ง่ายไม่เป็นแง่มุม เหมาะแก่กรรมวิธีการผลิตแบบฉีด



3.รูปทรงวงกลม มีลักษณะหน้าตัดวงกลมเข้ากับรูปทรงของถังน้ำดื่มแต่ไม่เข้ากับสภาพแวดล้อม เช่น เฟอร์นิเจอร์สำนักงานโดยทั่วไป



4.รูปทรงห้าเหลี่ยม มีลักษณะที่เป็นเหลี่ยมมุมและมีส่วนยื่นทางด้านหน้าทำให้ดูเหมือนเป็นสิ่งเกินของผลิตภัณฑ์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่13

การวิเคราะห์รูปทรงฝาครอบด้านบน

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา			
		1	2	3	4
1	เข้ากับสภาพแวดล้อม	4	5	2	3
2	ไม่เกิดอันตรายได้ง่าย	2	5	4	3
3	สามารถบังฝุ่นที่จะตกลงในกล่องน้ำทิ้ง	4	5	2	3
4	ผลิตได้ง่าย	2	5	4	3
	รวม	12	20	12	12

สรุป จากตารางที่13เลือกแบบที่ 2 เพราะเข้ากับสภาพแวดล้อม ผลิตได้ง่าย รูปทรงช่วยลดอันตรายที่จะเกิดขึ้นให้แก่ผู้ใช้

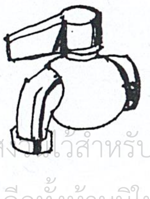
การวิเคราะห์ลักษณะก๊อกน้ำ

ก๊อกน้ำ มีหน้าที่ปล่อยน้ำในการดื่มแต่ละครั้ง เป็นส่วนสำคัญของผลิตภัณฑ์ ซึ่งในปัจจุบันนั้นก๊อกน้ำมีด้วยกันหลายชนิด ในการวิเคราะห์ได้ศึกษาถึงการผลิตภัณฑ์ใกล้เคียงที่มีลักษณะการใช้งานของก๊อกน้ำ โดยการวิเคราะห์ได้ยึดหลักการเลือกก๊อกน้ำที่เอื้ออำนวยความสะดวกในการใช้และช่วยในการผ่อนแรง ซึ่งก๊อกที่พิจารณามีดังต่อไปนี้

1. ก๊อกชนิดหมุนได้รอบ

มีลักษณะที่หมุนได้รอบ เนื่องจากหมุนได้รอบจึงทำให้ยุ่งยากในการเปิดแต่ละครั้งซึ่งในท้องตลาดนั้นมีขายและวัสดุที่ผลิตส่วนใหญ่นั้นจะเป็นทองเหลืองและพลาสติก

2. ก๊อกชนิดบิดได้ครึ่งรอบ



มีลักษณะที่หมุนโดยการบิดได้ครึ่งรอบทั้งซ้ายและขวาง่ายต่อการบิดเนื่องจากช่วยการบิดนั้นสั้นช่วยผ่อนแรงได้พอประมาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ก๊อกชนิดกดปล่อย

มีลักษณะกดฝาด้านบนแล้วน้ำจะถูกปล่อยลงมาถ้าปล่อยแล้วน้ำก็จะหยุดทันที ซึ่งมักใช้เป็นก๊อกในอ่างล้างหน้า ข้อดีคือ ลักษณะการเปิดน้ำง่ายเพียงแต่กด แต่ข้อเสียคือต้องออกแรงมากในการกดแต่ละครั้ง

4. ก๊อกน้ำชนิดดันเข้า

มีลักษณะเดียวกันกับก๊อกชนิดกดปล่อยแต่จะเปลี่ยนมาเป็นการดันเข้า ถ้าปล่อยออกน้ำก็จะหยุดเองโดยอัตโนมัติ ก๊อกน้ำชนิดนี้ช่วยในการผ่อนแรงได้ดี

ตารางที่14

การวิเคราะห์ลักษณะก๊อกน้ำ

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา			
		1	2	3	4
1	ช่วยในการผ่อนแรงในการใช้งาน	2	4	3	5
2	ผลิตได้ง่าย	2	3	4	5
3	สะดวกต่อการทำความสะอาด	2	3	5	4
4	ซ่อมบำรุงได้ง่าย	4	3	2	5
	รวม	10	13	14	19

สรุป จากตารางที่14เลือกแบบที่ 4 เพราะช่วยในการผ่อนแรงในการใช้งานมากที่สุด

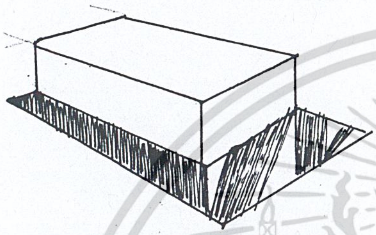
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>การวิเคราะห์รูปทรงกล่องน้ำทิ้ง</u>

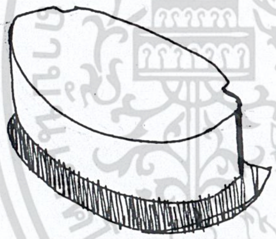
กล่องน้ำทิ้ง มีหน้าที่บรรจุน้ำที่มีผู้ใช้ดื่มน้ำเหลือแล้วนำมาเทใส่กล่องอีกทางหนึ่ง คือน้ำที่เกิดจากการไหลของก๊อก การวิเคราะห์รูปทรงกล่องน้ำทิ้งนั้นคำนึงถึงปริมาตรน้ำที่บรรจุ รูปทรงที่ทำความสะอาดได้ง่าย ผลิตได้ง่ายเหมาะกับสภาพแวดล้อม

หัวข้อที่นำมาพิจารณามีดังต่อไปนี้

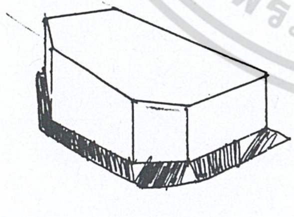
1. รูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า มีลักษณะที่เป็นเหลี่ยมมุมยากต่อการทำความสะอาดและยากต่อการผลิตโดยกรรมวิธีแบบฉีด มีแง่มุมเกิดอันตรายได้ง่าย



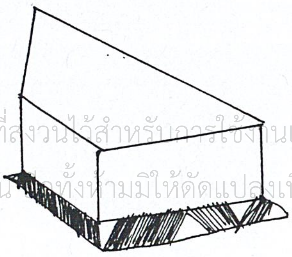
2. รูปทรงสี่เหลี่ยมโค้งหน้าลบมุม มีลักษณะโค้งลบเหลี่ยมมุมง่ายต่อการทำความสะอาดและง่ายต่อการผลิต ไม่เกิดอันตรายได้ง่าย



3. รูปทรงห้าเหลี่ยม มีลักษณะเหลี่ยมมุมยื่นออกมาไม่เหมาะกับรูปทรงทั่วไปของผลิตภัณฑ์



4. รูปทรงสี่เหลี่ยมคางหมู มีลักษณะเหลี่ยมมุมแคบทำความสะอาดยาก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น และทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่15

การวิเคราะห์ลักษณะกล่องน้ำทิ้ง

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา			
		1	2	3	4
1	สะดวกต่อการทำความสะอาด	4	5	3	2
2	ผลิตได้ง่าย	2	5	3	4
3	ไม่เป็นเหลี่ยมมุมก่อให้เกิดอันตราย	2	5	4	3
4	เหมาะกับสภาพแวดล้อม	3	5	4	2
	รวม	11	20	14	11

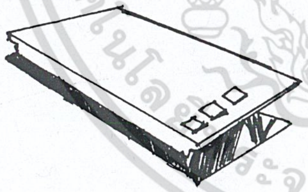
สรุป จากตารางที่15เลือกแบบที่ 2 เพราะเหมาะสมที่สุด

<u>การวิเคราะห์แผ่นกรองน้ำทิ้ง</u>

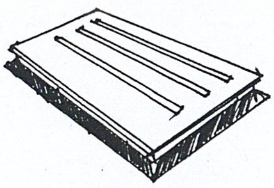
แผ่นกรองน้ำทิ้ง มีหน้าที่ กรองสิ่งสกปรกที่อาจตกลงกล่องบรรจุน้ำทิ้งได้ การออกแบบคำนึงถึงการทำความสะอาดง่ายต่อการผลิตและความสวยงามแปลกใหม่

ลักษณะที่นำมาพิจารณามีดั้งต่อไปนี้

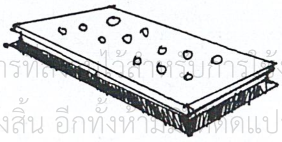
1. ลักษณะช่องสี่เหลี่ยม มีลักษณะที่สามารถป้องกันสิ่งสกปรกชิ้นใหญ่ได้ดี



2. ลักษณะช่องสี่เหลี่ยมยาว มีลักษณะยากต่อการรับน้ำได้โดยตรงเมื่อน้ำตกลงมาอาจกระเด็นไปข้างนอกได้ แต่ง่ายต่อการทำความสะอาด



3. ลักษณะช่องวงกลม มีลักษณะที่ไหลผ่านของน้ำได้ดี ง่ายต่อการผลิต ทำความสะอาดได้ง่าย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่[…]ได้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้าม[…]ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่16

การวิเคราะห์ลักษณะช่องน้ำทิ้ง

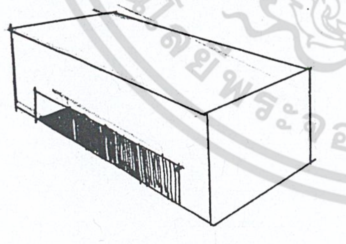
ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1	การไหลผ่านของน้ำได้ดี	4	3	5
2	ป้องกันสิ่งสกปรกได้ดี	5	3	4
3	สะดวกต่อการทำความสะอาด	3	4	5
4	ผลิตได้ง่าย	3	4	5
	รวม	15	14	19

สรุป จากตารางที่16เลือกแบบที่ 3 เพราะเหมาะสมที่สุด

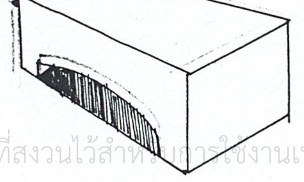
การวิเคราะห์ช่องยกถอดกล่องน้ำทิ้ง

กล่องน้ำทิ้งนั้นจะต้องมีการถอดเพื่อนำน้ำไปทิ้งและทำความสะอาดโดยได้ออกแบบให้มีลักษณะช่องช่องที่มีความกว้างพอที่มือสามารถสอดเข้าไปได้และได้คำนึงถึงการทำความสะอาดและความสวยงามด้วยโดยลักษณะช่องที่นำมาพิจารณามีดังต่อไปนี้

1. ลักษณะช่องสี่เหลี่ยมผืนผ้า มีลักษณะที่มือสามารถสอดเข้าได้พอดีแต่ยากต่อการทำความสะอาด



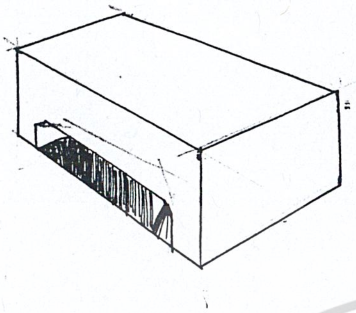
2. ลักษณะช่องสี่เหลี่ยมผืนผ้าโค้งหน้าหลัง มีลักษณะที่มือสามารถสอดเข้าได้พอดีง่ายต่อการผลิต



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

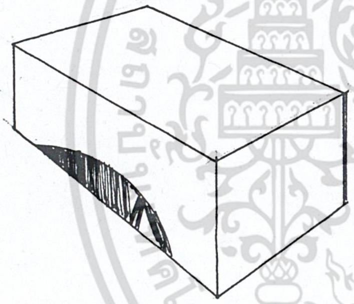
3. ลักษณะช่องหกเหลี่ยม

มีลักษณะที่เป็นเหลี่ยมมุมยากต่อการทำความสะอาดและไม่เหมาะสมกับการสอดมือ



4. ลักษณะช่องวงรี

มีลักษณะที่โค้งเข้ากับมือ ทำความสะอาดได้ง่าย ลักษณะการยกมีความกระชับสะดวกต่อการยก



ตารางที่17

การวิเคราะห์ช่องยกถอดกล่องน้ำทิ้ง

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา			
		1	2	3	4
1	เหมาะสมกับลักษณะมือในการยก	2	4	3	5
2	สะดวกต่อการทำความสะอาด	2	4	3	5
3	ผลิตได้ง่าย	2	4	3	5
4	เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์	3	4	2	5
	รวม	9	12	11	20

สรุป จากตารางที่17 เลือกแบบที่ 4 เพราะเหมาะสมกับสภาพการใช้งาน

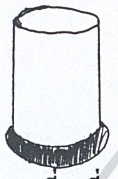
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้ต้องอ้างอิงแหล่งที่มาของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>การวิเคราะห์รูปทรงกล่องเก็บกรวยกระดาษ</u>

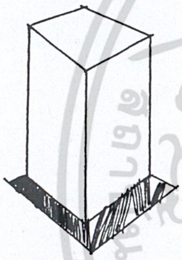
เครื่องทำน้ำเย็นสำหรับสำนักงานนั้นกรวยกระดาษนั้นเลือกมาใช้แทนแก้วน้ำ เนื่องจากแลดูสะอาดเพราะเมื่อดื่มเสร็จแล้วก็ทิ้งเลย และมีราคาถูก กรวยกระดาษจะไม่แตกเหมือนแก้ว ดังนั้นจึงไม่ต้องระมัดระวังในการที่จะเกิดอันตรายต่อการดื่ม ดังนั้นจึงต้อออกแบบกล่องเก็บกรวยกระดาษซึ่งมีหน้าที่เก็บและปล่อยกรวยกระดาษและป้องกันฝุ่นที่อาจตกลงมาได้

รูปทรงที่จะนำมาพิจารณามีดังต่อไปนี้

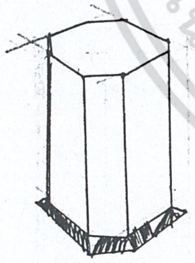
1. ทรงกระบอก — มีลักษณะสอดคล้องกับกรวยกระดาษ ทำความสะอาดได้ง่ายและง่ายต่อการผลิต



2. ทรงสี่เหลี่ยม — มีลักษณะเป็นแท่งสี่เหลี่ยมไม่สอดคล้องกับกรวยกระดาษ ทำความสะอาดได้ยากและยากต่อการผลิต



3. ทรงหกเหลี่ยม — มีลักษณะที่ไม่เอื้ออำนวยต่อการไหลของกรวยกระดาษ ทำความสะอาดได้ยากและยากต่อการผลิต



ตารางที่18

การวิเคราะห์รูปทรงกล่องเก็บกรวยกระดาษ

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1	สอดคล้องกับกรวยกระดาษ	5	3	4
2	สะดวกต่อการทำความสะอาด	5	3	4
3	เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์	5	3	4
4	ผลิตได้ง่าย	5	3	4
	รวม	20	9	12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่เก็บไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

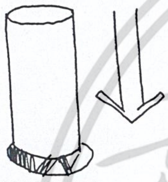
สรุป จากตารางที่18เลือกแบบที่1เพราะสอดคล้องกับกรวยกระดาษ

การวิเคราะห์ลักษณะการติดตั้งกล่องเก็บกรวยกระดาษ

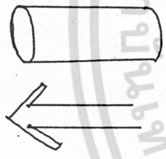
ลักษณะการติดตั้งต้องคำนึงถึงลักษณะการปล่อยกรวยกระดาษไม่ให้ไหลหรือร่วงได้ง่าย การวิเคราะห์ครั้งนี้ได้วิเคราะห์จากผลิตภัณฑ์ข้างเคียงเช่น เครื่องขายน้ำอัดลมในเซเว่นอีเลฟเว่น

ลักษณะการติดตั้งที่นำมาพิจารณามีดังต่อไปนี้

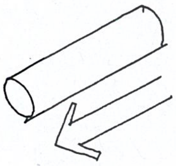
1. แนวดิ่ง มีลักษณะที่ร่วงได้ง่าย



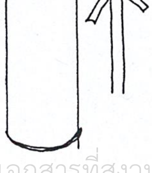
2. แนวนอน มีลักษณะที่ต้องออกแรงในการดึงกรวยกระดาษ



3. แนวเฉียง มีลักษณะคาบกึ่งระหว่างแนวดิ่งและแนวนอนทำให้ง่ายต่อการดึงและเหมาะสมกับการใช้งาน



4. แนวตรง มีลักษณะดึงจากด้านบน ยากต่อการดึง ฝุ่นสามารถหล่นไปได้ทำให้เกิดสิ่งสกปรก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่19

การวิเคราะห์ลักษณะการติดตั้งกล่องเก็บกรวยกระดาษ

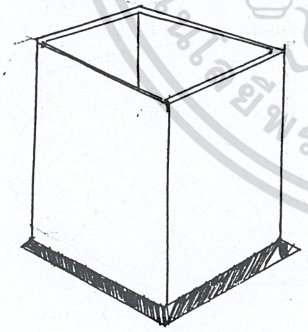
ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา			
		1	2	3	4
1	เหมาะสมกับสภาพการใช้งาน	4	3	5	2
2	สะดวกต่อการทำความสะอาด	5	3	3	4
3	สัมพันธ์ต่อผลิตภัณฑ์	5	4	2	3
4	ง่ายต่อการดึงกรวยกระดาษ	5	4	1	2
	รวม	19	14	14	11

สรุป จากตารางที่19 เลือกแบบที่ 3 เพราะเหมาะสมกับสภาพการใช้งาน

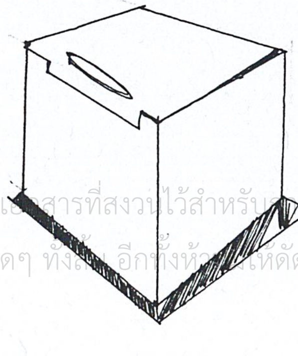
การวิเคราะห์ลักษณะถังขยะ

ถังขยะเป็นกล่องบรรจุใส่กรวยกระดาษที่ดื่มแล้ว โดยการออกแบบคำนึงถึงความสะดวกในการทิ้งขยะ และความสะอาดโดยมีข้อพิจารณาดังต่อไปนี้

1.ลักษณะกล่องธรรมดา มีลักษณะที่ง่ายต่อการทิ้ง แต่จะดูสกปรกแก่ผู้พบเห็น

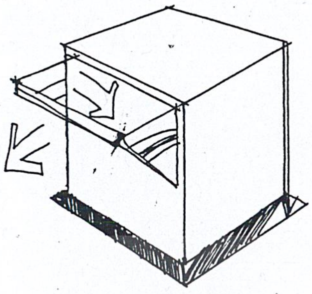


2. ลักษณะกล่องและมีฝาปิด มีลักษณะที่มีฝาปิดมิดชิดแต่ยุ่งยากในการใช้มือเปิดและปิดฝาถังขยะ ในการทิ้งขยะ

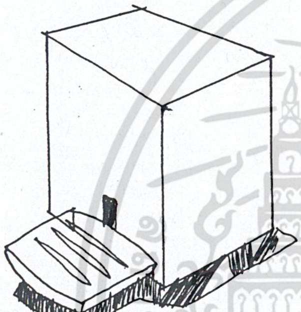


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ลักษณะช่องด้านหน้า มีลักษณะยากต่อการทิ้งแต่ช่วยในการปิดบังความสกปรก



4. ลักษณะถังเหยียบ มีลักษณะง่ายต่อการทิ้งขยะ แต่ยุ่งยากในการผลิต ราคาสูงเนื่องจากต้องเพิ่มอุปกรณ์ยึด



ตารางที่20

การวิเคราะห์ลักษณะถังขยะ

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา			
		1	2	3	4
1	สะดวกต่อการใช้งาน	4	2	5	3
2	ช่วยปกป้องสิ่งสกปรกได้ดี	2	4	5	3
3	ผลิตได้ง่าย	3	2	5	3
4	สะดวกต่อการทำความสะอาด	5	2	5	4
	รวม	13	10	20	13

สรุป จากตารางที่ 20เลือกแบบที่ 4 เพราะเหมาะสมกับสภาพการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ฝาปิดถังน้ำเย็น

ฝาปิดถังน้ำเย็นมีหน้าที่สำหรับปิดถังน้ำเย็นเพื่อป้องกันฝุ่นละอองที่อาจตกลงใส่ในกรณีที่ ไม่ได้เติมน้ำจากถังน้ำ ซึ่งนำมาคว่ำส่วนบนของตู้ การออกแบบฝาปิดถังน้ำเย็น จะต้องคำนึงถึงรูปทรงของช่องสำหรับเทน้ำหรือรองรับถังน้ำ และรูปทรงของถังน้ำเพื่อความสอดคล้องและสัมพันธ์กัน และต้องคำนึงถึงการใช้งานเวลาเปิด-ปิด

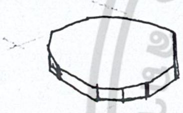
รูปทรงฝาปิดถังน้ำเย็นที่นำมาพิจารณามีดังต่อไปนี้

1. รูปทรงกลม

มีลักษณะที่สอดคล้องและสัมพันธ์กับส่วนคอขวดถังน้ำเย็นและสัมพันธ์กับถังน้ำเย็น

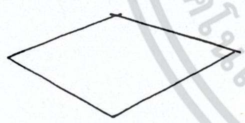
2. รูปทรงแปดเหลี่ยม

มีลักษณะเป็นเหลี่ยมไม่สัมพันธ์กับตัวตู้และขวดน้ำ



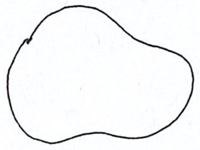
3. รูปทรงสี่เหลี่ยม

มีลักณณะเป็นสี่เหลี่ยมสัมพันธ์กับตัวตู้แต่ไม่สัมพันธ์กับถังน้ำ



4. รูปทรงอิสระ

มีลักษณะที่แปลกสะดุดตาแต่ไม่สัมพันธ์กับตัวตู้และถังน้ำ และยุ่งยากต่อการผลิต



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 21

การวิเคราะห์รูปทรงฝาปิดถังน้ำเย็น

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา			
		1	2	3	4
1	สัมพันธ์กับตัวตู้	4	3	5	2
2	สัมพันธ์กับถังน้ำ	5	4	3	2
3	ง่ายต่อการผลิต	5	3	4	2
4	สะดวกต่อการใช้	5	3	4	2
	รวม	19	13	16	8

สรุป จากตารางที่21เลือกแบบที่ 1 เพราะเหมาะสมที่สุด

การวิเคราะห์ลักษระรูปทรงมือจับฝาปิดถังน้ำเย็น

จากการวิเคราะห์รูปทรงฝาปิดถังน้ำเย็นได้ข้อสรุปคือ เป็นลักษณะแผ่นวงกลม และการใช้งานของฝาปิดถังน้ำเย็นจะต้องมีการหยิบเปิด-ปิด โดยจะต้องออกแบบลักษณะช่องสำหรับนิ้วสอด สำหรับยกฝา หรือออกแบบให้ฝามีมือจับหรือ เดือยยื่นออกมาจากฝาเพื่อให้สะดวกต่อการเปิด-ปิด

รูปทรงที่นำมาพิจารณามีดังต่อไปนี้

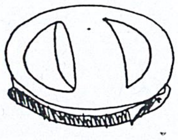
1. ลักษณะมือจับ ง่ายต่อการหยิบแต่ยุ่งยากในการผลิตและการประกอบ และขัดแย้งกับผลิตภัณฑ์ ทำให้ขาดความสวยงาม

2. ลักษณะวงกลม เป็นลักษณะพลาสติกชิ้นเดียวกับฝาง่ายต่อการผลิต ง่ายต่อการหยิบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ลักษณะเว้า

เป็นลักษณะนูนเป็นสันขึ้นมา และมีส่วนเว้าลงทำให้ง่ายต่อการจับยก และสามารถทำความสะอาดง่าย



4. ลักษณะรูวงกลม

โดยมีลักษณะเป็นรูลึกลงไป สำหรับสอดนิ้วมือ 3 นิ้วด้วยกัน ง่ายต่อการยกแต่ทำความสะอาดยาก เนื่องจากรูมีลักษณะลึกละแคบ

ตารางที่ 22

การวิเคราะห์ลักษณะรูปทรงการหยิบฝาปิดถังน้ำเย็น

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา			
		1	2	3	4
1	ง่ายต่อการหยิบ	5	4	3	2
2	ทำความสะอาดง่าย	4	5	3	2
3	สัมพันธ์กับตัวตู้	2	5	4	3
4	ง่ายต่อการผลิต	2	5	4	3
	รวม	13	19	14	10

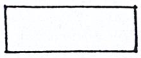
สรุปจากตารางที่22เลือกแบบที่ 2 เพราะเหมาะสมที่สุด

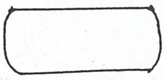
การวิเคราะห์รูปทรงช่องยกตู้

จากการวิเคราะห์ลักษณะการเคลื่อนย้าย สรุปได้ว่าเลือก ลักษณะการยกโดยจะต้องออกแบบช่องที่ช่วยในการยก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปทรงช่องยกตู้ ที่นำมาพิจารณาดังต่อไปนี้

1. 
มีลักษณะเป็นช่องสี่เหลี่ยมผืนผ้า สัมพันธ์กับรูปทรงของตู้ และง่ายต่อการผลิต

2. 
มีลักษณะเป็นช่องสี่เหลี่ยมผืนผ้าลบมุม สัมพันธ์กับรูปทรงตู้ และสัมพันธ์กับสัดส่วนมือ ช่วยลดอันตรายในการยก

3.
ลักษณะแผ่นพลาสติกยื่นออกมาจากตัวตู้ ลักษณะการยกหลุดมือได้ง่าย

4.
ลักษณะหูจับ ง่ายต่อการจับยกแต่ไม่แข็งแรงเท่าที่ควรอาจหักได้ง่าย และต้องเพิ่มอุปกรณ์ทำให้ราคาต้นทุนสูงขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 23

การวิเคราะห์รูปทรงช่องตู้

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาผลิต			
		1	2	3	4
1	มั่นคงในการยก	4	5	2	3
2	ง่ายต่อการผลิต	5	4	2	3
3	ง่ายต่อการทำความสะอาด	4	5	2	3
4	สัมพันธ์กับสัดส่วนมือ	3	5	2	4
	รวม	16	19	8	13

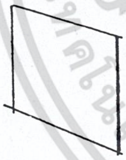
สรุป จากตารางที่23 เลือกแบบที่2 เพราะเหมาะสมกับสภาพการใช้งาน

การวิเคราะห์รูปทรงวาล์วปล่อยน้ำแบบดัน

วาล์วปล่อยน้ำหรือก๊อกน้ำจากการวิเคราะห์สรุปเลือกวาล์วปล่อยน้ำแบบดันช่วยในการผ่อนแรงและรองรับน้ำได้ดีไม่หก

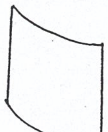
รูปทรงวาล์วปล่อยน้ำที่นำมาพิจารณามีดังต่อไปนี้

1.



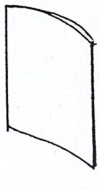
มีลักษณะเป็นรูปทรงสี่เหลี่ยมระบบไม่สัมพันธ์กับสัดส่วนมือ ง่ายต่อการผลิต

2.



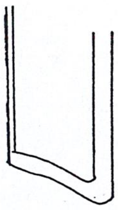
มีลักษณะเป็นรูปทรงสี่เหลี่ยมโค้งด้านหน้ายุ่งยากต่อการผลิต และไม่สัมพันธ์กับมือ

3.



มีลักษระเป็นรูปทรงสี่เหลี่ยมเว้าด้านหน้ารับกับสัดส่วนมือ ทำให้ง่ายต่อการกด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.  มีลักษณะเป็นพลาสติกเส้นกลมดัดโค้ง ไม่สัมพันธ์กับสัดส่วนมือ แต่ช่วยใหการประหยัดวัสดุ

ตารางที่ 24

การวิเคราะห์รูปทรงวาล์วปล่อยน้ำแบบดัน

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา			
		1	2	3	4
1	สัมพันธ์กับสัดส่วนมือ	3	2	5	4
2	ช่วยผ่อนแรงในการกด	4	3	5	2
3	ต้นทุนต่ำ	4	3	3	5
4	ทำความสะอาดได้ง่าย	4	4	4	5
	รวม	15	12	17	16

สรุปตารางที่ 24 เลือกแบบที่ 3 เพราะเหมาะสมกับสภาพการใช้งาน

การวิเคราะห์สีของผลิตภัณฑ์

จากการศึกษาการตกแต่งนั้น สีที่นิยมใช้ตกแต่งนิยมใช้สีโทนเย็น เช่น สีขาว สีครีม สีฟ้าอ่อน สีเขียวอ่อน สีชมพู เป็นต้น ดังนั้นสีที่จะใช้กับผลิตภัณฑ์เลือกใช้สีโทนเย็น เพราะเหมาะสมกับสภาพสิ่งแวดล้อมและสบายตา โดยสรุปได้ว่า ผลิตภัณฑ์สามารถผลิตได้หลายสี ที่เป็นสีโทนเย็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์วัสดุผลิตภัณฑ์

เครื่องทำน้ำเย็นรุ่นเก่า ๆ นั้นส่วนใหญ่แล้วจะผลิตจากโลหะแผ่น เช่น เหล็ก หรือสแตนเลส ซึ่งยากต่อการขึ้นรูปและมี่ข้อจำกัดด้านความสวยงามดังนั้นในการออกแบบจึงได้นำเอาวัสดุพลาสติคมาผลิตในส่วนประกอบต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์ เพื่อให้เกิดความสวยงามและลดต้นทุน มีหัวข้อพิจารณาดังนี้

1. ฟีโนลิค มีคุณสมบัติ ทนความร้อน ทนต่อกัดกร่อนได้สูงและเป็นฉนวนไฟฟ้า
2. โพลีโพรไพลีน มีคุณสมบัติ น้ำหนักเบา มีราคาถูกกว่าพลาสติคชนิดอื่น และทนต่อความร้อนได้ดี
3. เซลลูโลส โพรพิโอเนต เป็นพลาสติคที่มีความเหนียวและทนต่อแรงกระแทกได้ดี
4. เอธิล เซลลูโลส เป็นพลาสติคที่แข็งที่สุดในกลุ่มเซลลูโลส แต่ไม่ทนต่อกรดและด่าง

ตารางที่ 25

การวิเคราะห์วัสดุผลิตภัณฑ์

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา			
		1	2	3	4
1	ทนต่อความร้อน	4	5	3	2
2	มีน้ำหนักเบา	2	5	4	3
3	ทนต่อแรงกระแทก	3	4	5	2
4	ราคาถูก	2	5	4	3
	รวม	11	19	16	10

สรุป เลือกแบบที่ 2 เพราะโพลีโพรไพลีนมีคุณสมบัติที่เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์กรรมวิธีการผลิต

การวิเคราะห์นี้จะวิเคราะห์เฉพาะการผลิตชิ้นส่วนของพลาสติคเครื่องทำน้ำเย็นซึ่งนำวิธีการผลิตมาพิจารณาดังนี้

1. COMPRESSION MOULDING

ข้อดีของกรรมวิธีนี้คือ

1. ขึ้นรูปงานที่มีผนังบางโดยที่มีการบิดงอน้อยมาก
2. ไม่มีรอยของทางเดินน้ำพลาสติคบนชิ้นงาน
3. มีการหดตัวน้อยและสม่ำเสมอ
4. ต้นทุนต่ำกว่า
5. พลาสติคที่ได้จากกรรมวิธีนี้สามารถเสริมไฟเบอร์ได้โดยไม่ทำให้ไฟเบอร์หัก

2. TRANSFER MOULDING

ข้อเสียของกรรมวิธีนี้ก็คือ จะมีการสูญเสียวัสดุมากในส่วนที่เป็นรูเทและทางไหลของพลาสติค อีกทั้งโมลด์มีราคาสูงกว่า COMPRESSION MOULDING

3. INJECTION MOULDING

ข้อดีของกรรมวิธีนี้เมื่อเปรียบเทียบกับ COMPRESSION MOULDING

1. ทำงานได้รวดเร็วกว่า
2. รักษาอุณหภูมิได้คงที่
3. ราคาของโมลด์ต่ำกว่า
4. สามารถผลิตชิ้นงานที่มีรูปร่างซับซ้อนและชิ้นงานที่มีผนังบางๆได้
5. สามารถผลิตชิ้นงานที่มีน้ำหนักถึง 8 ปอนด์โดยมีการสูญเสียวัสดุน้อย

4. EXTRUSION

ข้อดีของกรรมวิธีนี้คือ เครื่องมือมีราคาถูกกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับ INJECTION MOULDING สามารถควบคุมความหนาของวัสดุได้ ให้ผลผลิตสูงและสามารถผลิตชิ้นงานที่มีความปราณีตของเส้นรอบรูปได้ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 26

การวิเคราะห์กรรมวิธีการผลิต

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา			
		1	2	3	4
1	มีการหดตัวน้อยและสม่ำเสมอ	5	2	4	3
2	ราคาถูก	4	3	5	2
3	ทำงานได้เร็ว	2	3	5	4
	รวม	11	8	14	9

สรุป เลือกแบบที่3 เพราะเหมาะสมที่สุด

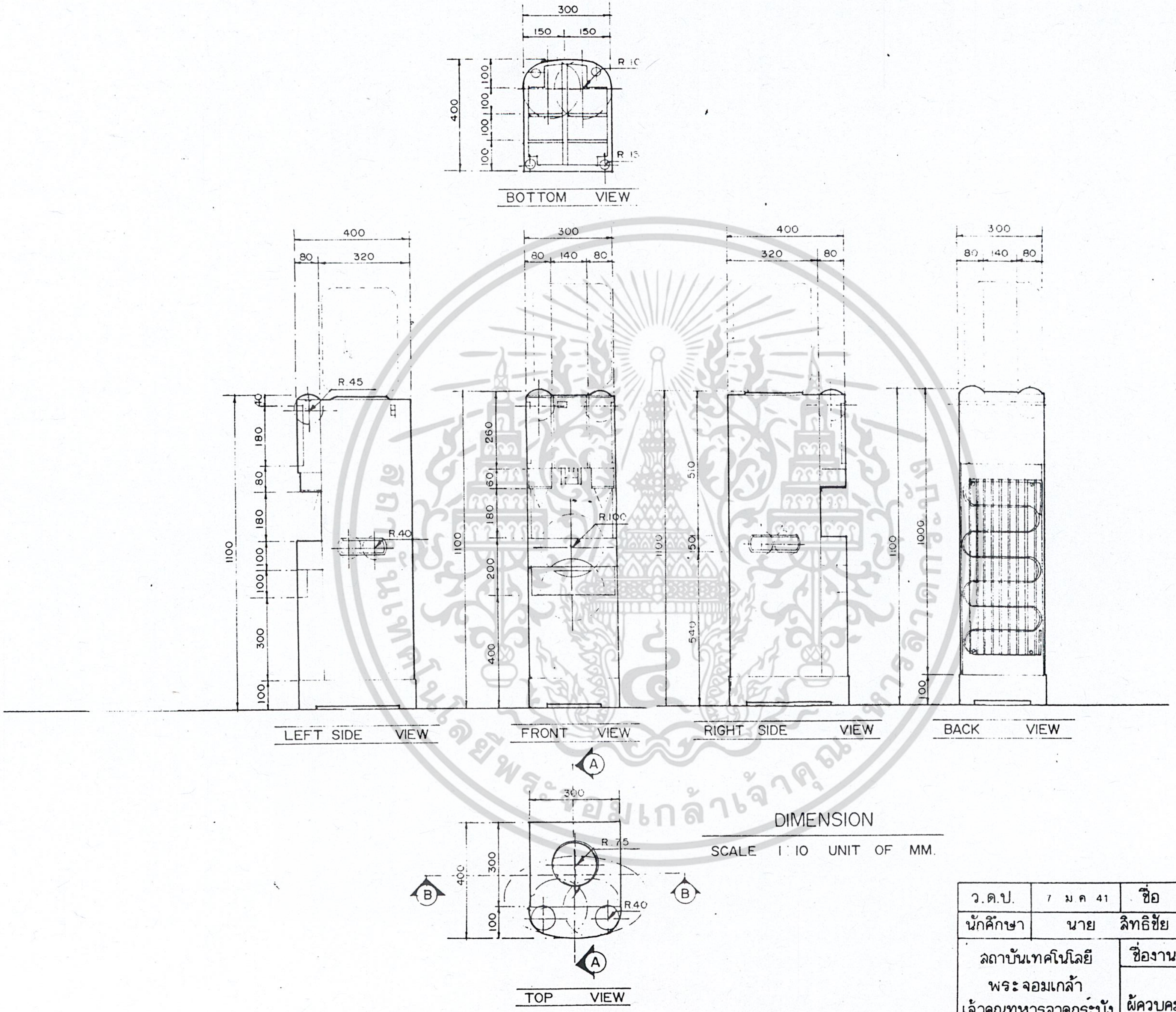
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล

จากการวิเคราะห์ข้อมูลได้แนวทางการออกแบบดังนี้

โครงสร้างหลักของตู้คือเหล็กเนื่องจากมีคุณสมบัติแข็งแรงทนทานรับน้ำหนักได้ดีราคาถูก ผลิตได้ง่ายและมีความเป็นไปได้ในการผลิตสูง โดยการออกแบบรูปทรงของตัวตู้สรุปจากการวิเคราะห์ได้รูปทรงที่มีลักษณะสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีลักษณะลบเหลี่ยมมุมและโค้งเนื่องจากเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมส่วนรูปทรงของฝาครอบด้านบนของตัวตู้มีลักษณะโค้งที่เข้ากับรูปทรงของตัวตู้ทำให้รูปทรงสัมพันธ์กัน ลักษณะในการดื่มน้ำแต่ละครั้งก๊อกน้ำก็เป็นส่วนสำคัญที่ต้องเอื้ออำนวยและช่วยผ่อนแรงในการกดดื่มน้ำแต่ละครั้งได้เลือกลักษณะของก๊อกน้ำที่มีลักษณะเป็นคันโยก โดยในการกดใช้วิธีการดันเข้าแล้วปล่อยมือเมื่อไม่ต้องการน้ำก๊อกน้ำก็จะหยุดการไหลเองโดยอัตโนมัติ จากปัญหาของน้ำที่เหลือจากการดื่มแต่ละครั้งจะต้องมีสิ่งที่รองรับน้ำโดยเฉพาะในการวิเคราะห์สรุปได้ลักษณะของกล่องน้ำทิ้งที่มีลักษณะสี่เหลี่ยมผืนผ้าโค้งคล้ายวงรี และลักษณะของแผ่นกรองน้ำทิ้งก็มีลักษณะเช่นเดียวกันสำหรับตะแกรงมีลักษณะเป็นรูที่ไหลผ่านของน้ำได้ดี ในการทำความสะอาดของกล่องน้ำทิ้งต้องมีการถอดโดยยกนำน้ำไปทิ้งโดยการออกแบบได้ออกแบบลักษณะของช่องสำหรับยกที่มีลักษณะสัมพันธ์กับขนาดสัดส่วนของมือโดยมีลักษณะเป็นช่องวงรีสำหรับสอดมือในการออกแบบเครื่องทำน้ำเย็นสำหรับสำนักงานสิ่งที่คำนึงถึงเป็นอันดับแรกคือเรื่องของความสะอาดและหลักอนามัยจึงได้เลือกนำกรวยกระดาษมาใช้แทนแก้วน้ำโดยจะต้องออกแบบกล่องเก็บกระดาษที่มีรูปทรงกระบอกซึ่งสัมพันธ์กับรูปทรงของกรวยกระดาษโดยจะติดตั้งด้านบนของตัวตู้ง่ายต่อการนำมาใช้สำหรับการเติมกรวยกระดาษ โดยใช้วิธีการถอดกล่องเก็บกรวยกระดาษ ส่วนปัญหาขยะที่ได้จากกรวยกระดาษโดยการออกแบบ ได้ออกแบบถังขยะสำหรับรองรับขยะที่มีรูปทรงสัมพันธ์กันกับตัวตู้โดยลักษณะวิธีการเปิดฝาขยะใช้นิ้วมือสอดจะทำให้ฝาเปิดออกโดยอัตโนมัติ สีของผลิตภัณฑ์จะเน้นโทนอ่อนซึ่งได้แก่ สีขาว ซึ่งจะให้ความรู้สึกเย็นสบายตาและเข้ากับสภาพแวดล้อมของสำนักงานได้ดี สำหรับวัสดุที่ใช้ผลิตเครื่องทำน้ำเย็นนอกจากโลหะแผ่นแล้วยังใช้พลาสติกโพลีโพรไพลีนที่มีคุณสมบัติขึ้นรูปทรงที่สวยงามและผลิตขึ้นรูปได้ง่ายโดยใช้กรรมวิธีการผลิตแบบฉีด

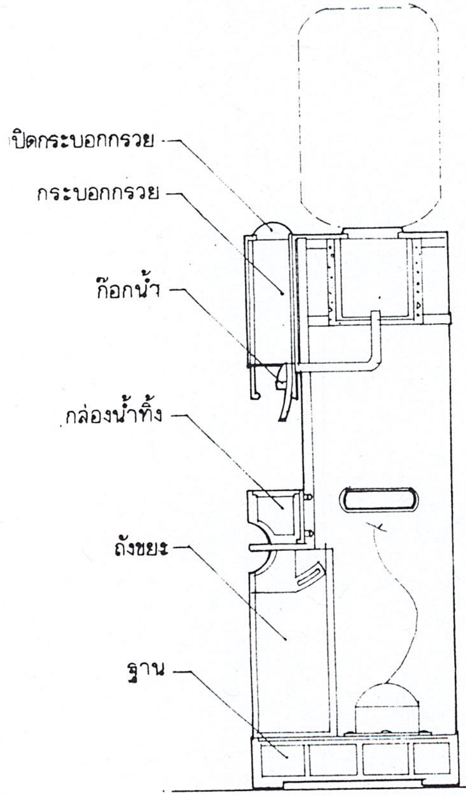
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



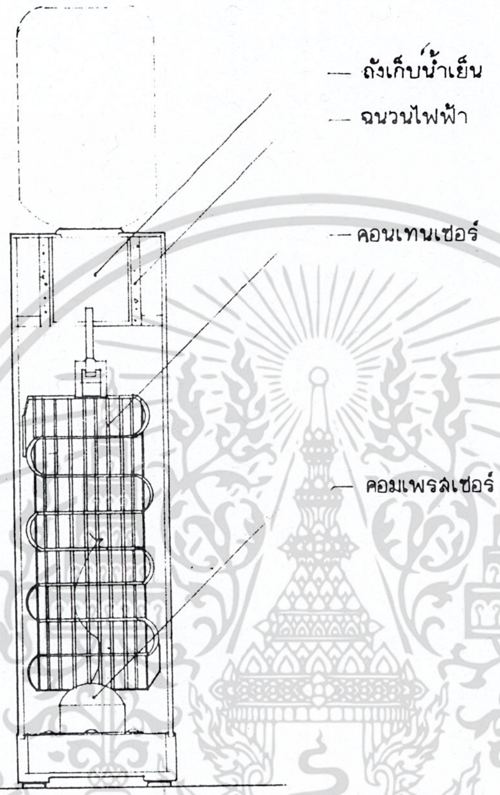
DIMENSION

SCALE 1:10 UNIT OF MM.

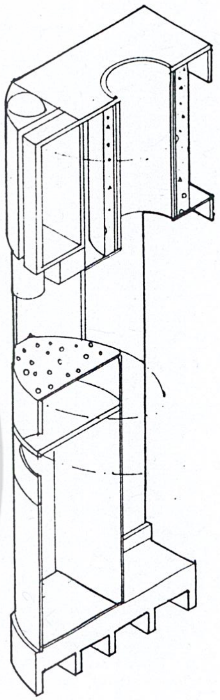
ว.ด.ป.	7 ม.ค. 41	ชื่อ	สกุล	เลขที่	แผ่นที่
นักศึกษา	นาย	สิทธิชัย	มีบุตรสม	39030525	[illegible]
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	ชื่องาน เครื่องทำน้ำเย็นสำหรับสำนักงาน				
	ผู้ควบคุม อ.เอกชัย เลิศซ้ำซอง				



SECTION Ⓐ-Ⓐ



SECTION Ⓑ-Ⓑ



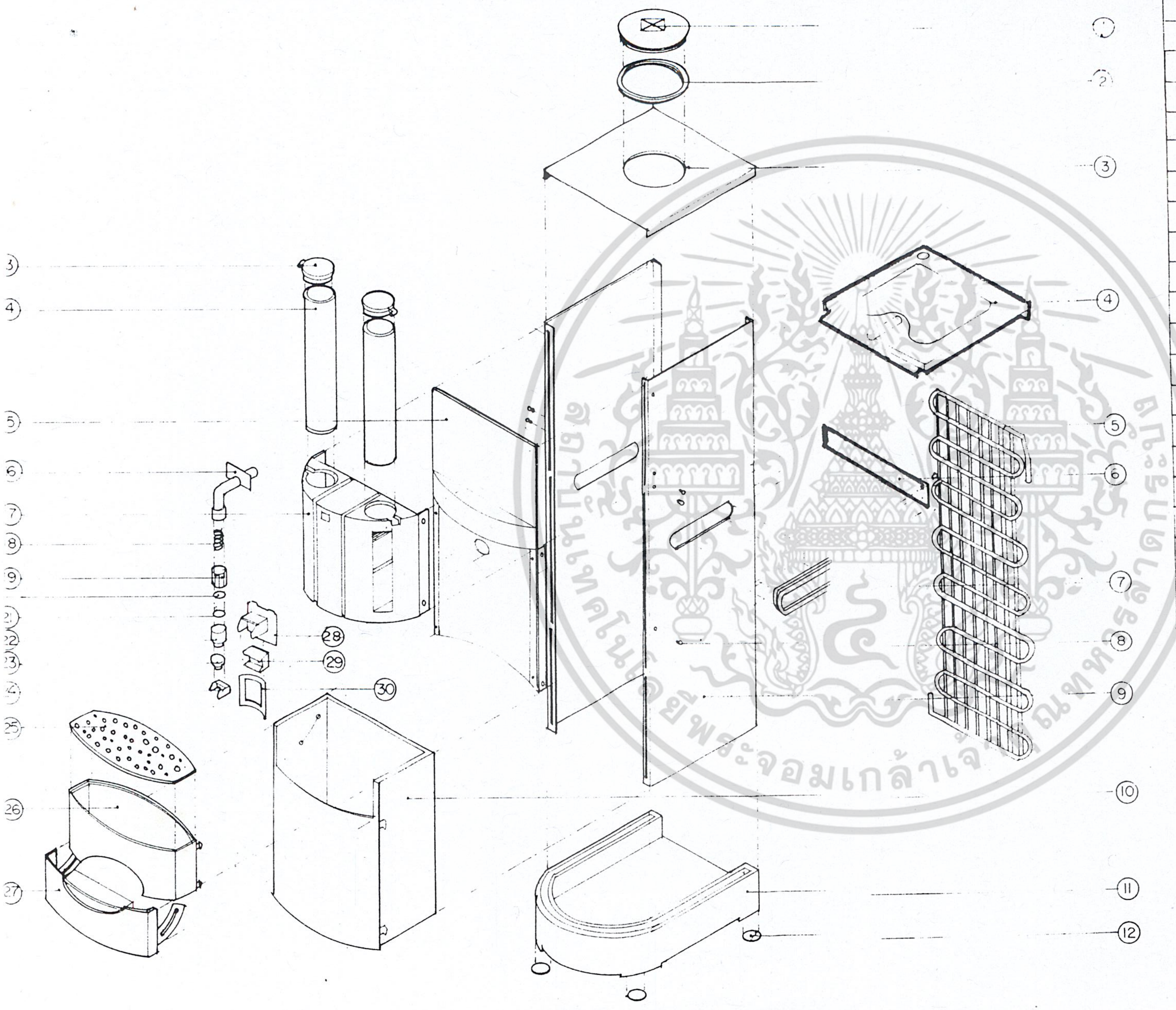
ISOMETRIC SECTION

SECTION

SCALE 1 : 75

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

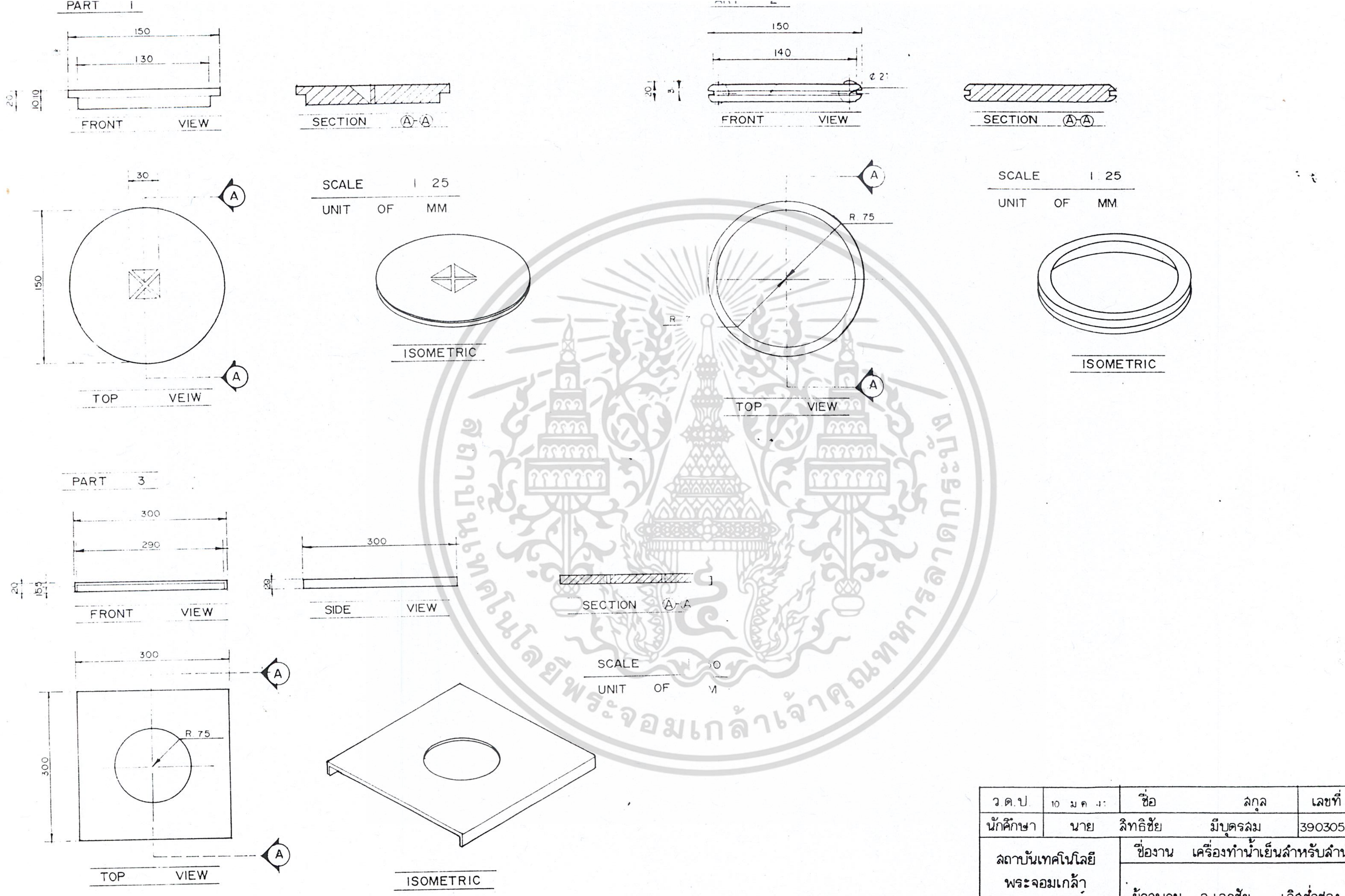
ว.ด.ป.	8 ม.ค. 41	ชื่อ	สกุล	เลขที่	แผ่นที่
นักศึกษา	นาย	สิทธิชัย	มีบุตรสม	39030525	2
สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง	ชื่องาน เครื่องทำน้ำเย็นสำหรับสำนักงาน				
	ผู้ควบคุม อ.เอกชัย	เลิศซ้ำซอง			



ASSEMBLY SCALE 1 : 75

ชิ้นที่	จำนวน	รายการ	ขนาด (มม)	วัสดุ	หมายเหตุ
30	1	คันโยกจ่ายน้ำ	[illegible]	พลาสติก	
29	1	ตัวยึดคันโยกจ่ายน้ำ	30×30×20	พลาสติก	
[illegible]	1	ตัวยึดหัวจ่ายน้ำ	100×[illegible]×100	พลาสติก	
[illegible]	[illegible]	ฝาปิดถังขยะ	[illegible]	พลาสติก	
[illegible]	[illegible]	กล่องน้ำทิ้ง	[illegible]	พลาสติก	
25	[illegible]	ตะแกรงน้ำทิ้ง	[illegible]	พลาสติก	
24	1	คันโยกตัวจ่ายน้ำ	[illegible]	พลาสติก	
23	[illegible]	ถ้วยจ่ายน้ำ	[illegible]	พลาสติก	
22	1	ข้อต่อหัวจ่ายน้ำ	Ø[illegible]	พลาสติก	
21	1	โอริง	Ø20×[illegible]	พลาสติก	
[illegible]	[illegible]	โอริง	Ø18×[illegible]	พลาสติก	
19	1	วาล์วหัวจ่ายน้ำ	Ø20×40	พลาสติก	
18	1	สปริง	Ø15×40	เหล็ก	
17	1	ฝาหน้า	100×300×250	พลาสติก	
16	1	ท่อจ่ายน้ำ	Ø20×100	พลาสติก	
15	1	ฝาหน้า	300×600×60	พลาสติก	
14	2	กระบอกใส่กรอง	Ø75×320	พลาสติก	
13	2	ฝาปิดกระบอก	Ø80×50	พลาสติก	
[illegible]	[illegible]	ยางรองพื้น	Ø40×[illegible]	ยาง	
[illegible]	[illegible]	ฐานเครื่อง	31[illegible]×410×100	พลาสติก	
[illegible]	[illegible]	ถังขยะ	15[illegible]×290×400	พลาสติก	
9	2	ฝาข้าง	300×1000×20	เหล็ก	
8	8	สกรูเกลียวปล่อย	Ø5×10	เหล็ก	
7	2	มือจับ	60×180×15	ยาง	
[illegible]	[illegible]	แผ่นหลัง	60×300×5	เหล็ก	
5	[illegible]	คอนเดนเซอร์	820×290×20	เหล็ก	
[illegible]	[illegible]	แผ่นรองถังน้ำ	300×300×40	พลาสติก	
3	[illegible]	ฝาตู้น้ำเย็น	300×300×20	พลาสติก	
2	1	ขอบถังน้ำเย็น	Ø180×15	พลาสติก	
1	1	ฝาปิดถังน้ำเย็น	Ø180×20	พลาสติก	
1	2	3	4	5	6

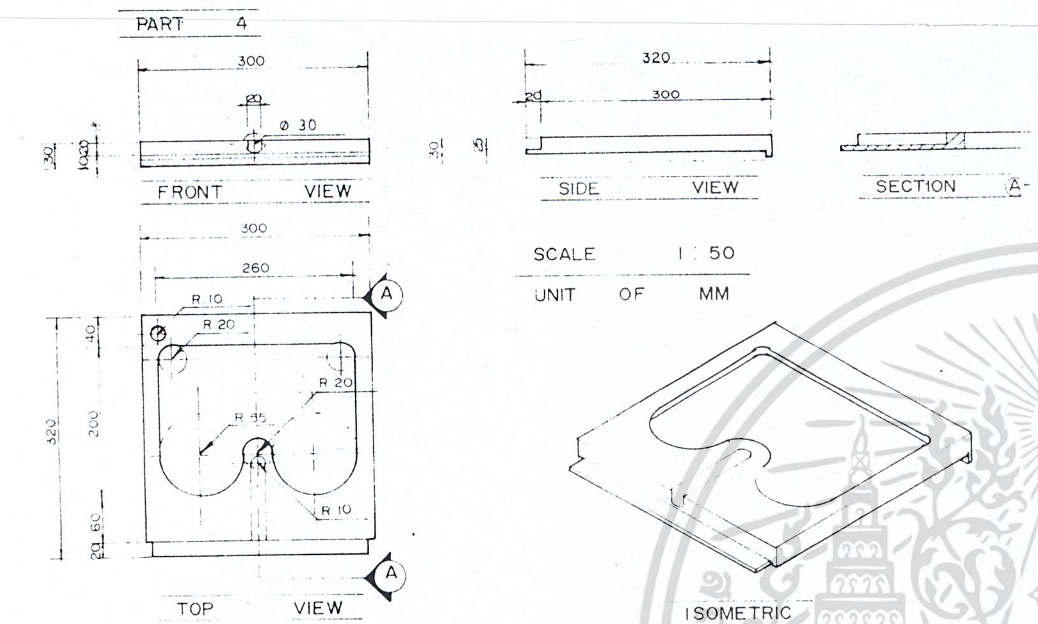
ว.ด.ป.	9 ม.ค. 41	ชื่อ	สกุล	เลขที่	แผ่นที่
นักศึกษา	นาย	สิทธิชัย	มีบุตรสม	39030525	3
สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	ชื่องาน	เครื่องทำน้ำเย็นสำหรับสำนักงาน			
	ผู้ควบคุม	อ. เอกชัย	เลิศซ้ำซอง		144

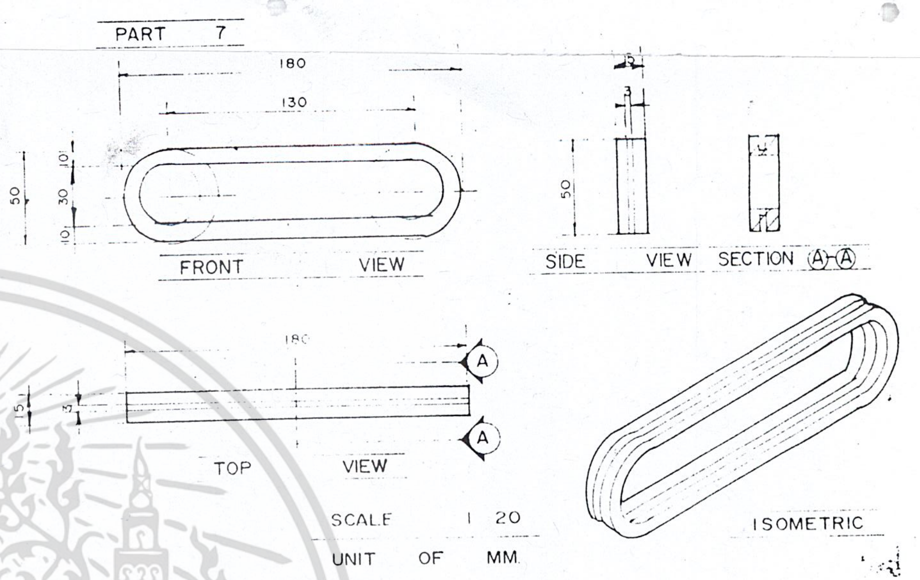


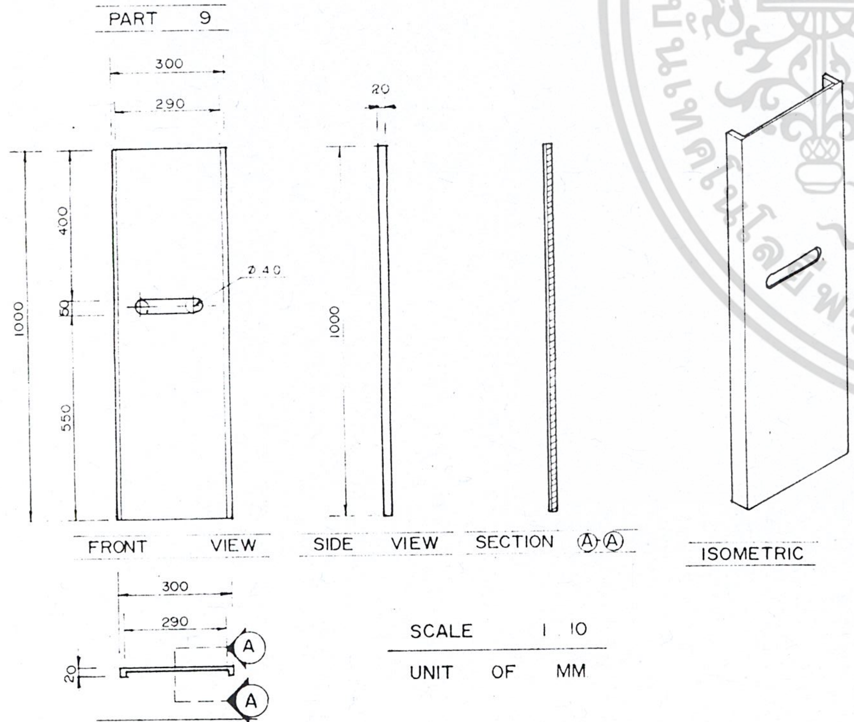
ว.ด.ป	10 ม.ค. 4:	ชื่อ	สกุล	เลขที่	แผ่นที่
นักศึกษา	นาย	สิทธิชัย	มีบุศรลม	39030525	4
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	ชื่องาน เครื่องทำน้ำเย็นสำหรับสำนักงาน				
	ผู้ควบคุม อ.เอกชัย เลิศชำช่อง				

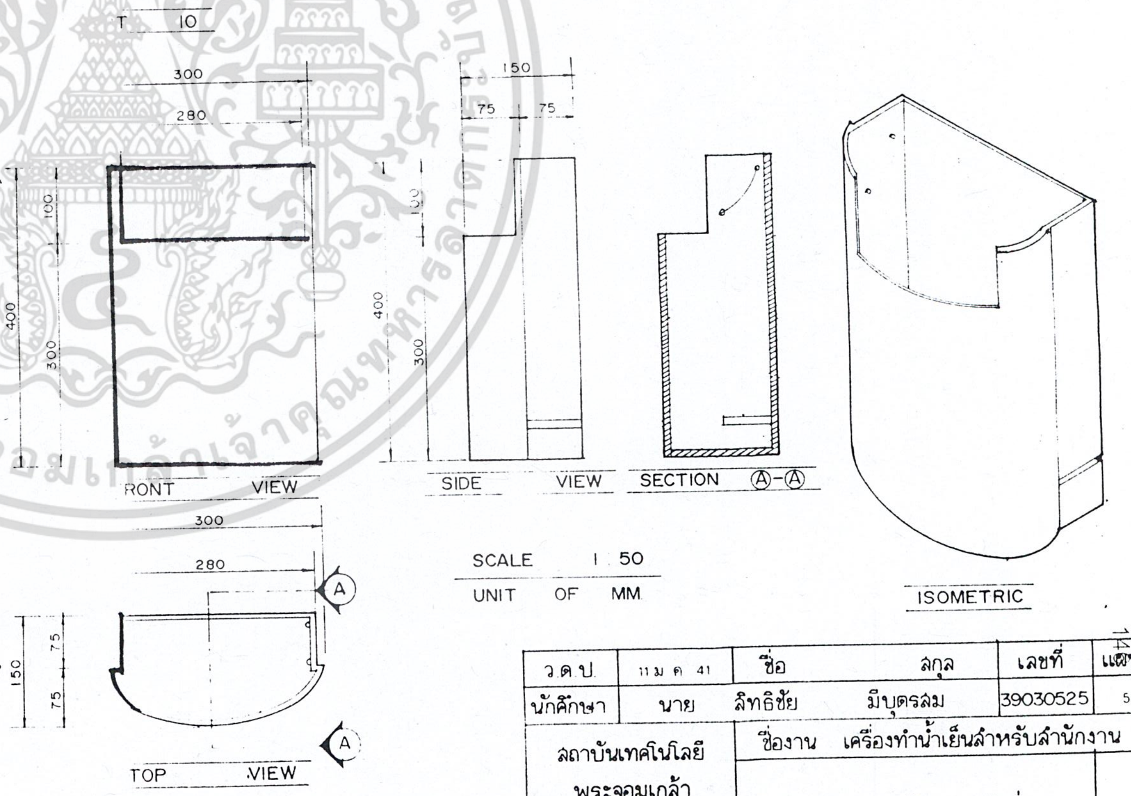
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

Made in U.K.



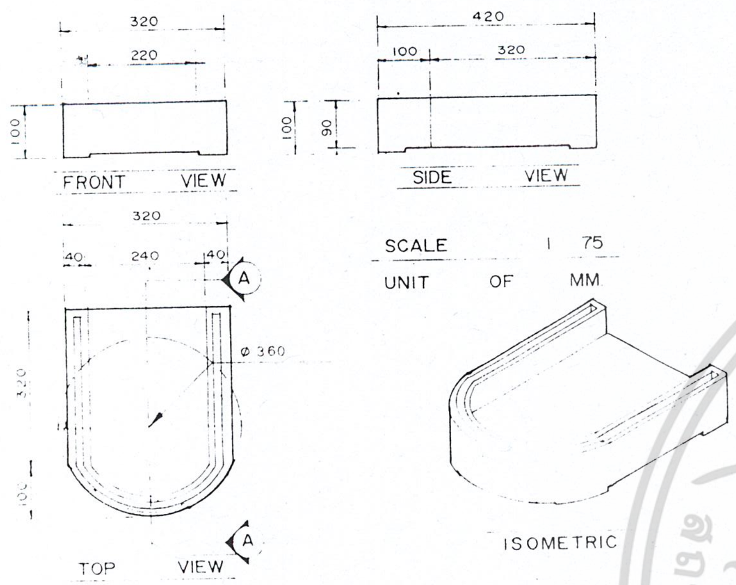




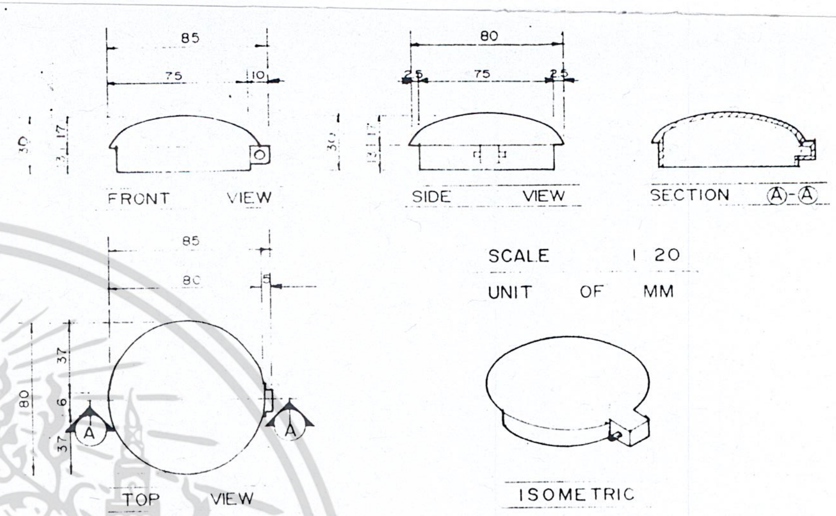


วดป	11 มค 41	ชื่อ	สกุล	เลขที่	แผ่นที่
นักศึกษา	นาย	สิทธิชัย	มีบุตรสม	39030525	5
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	ชื่องาน เครื่องทำน้ำเย็นสำหรับสำนักงาน				
	ผู้ควบคุม อ.เอกชัย เลิศช่ำชอง				

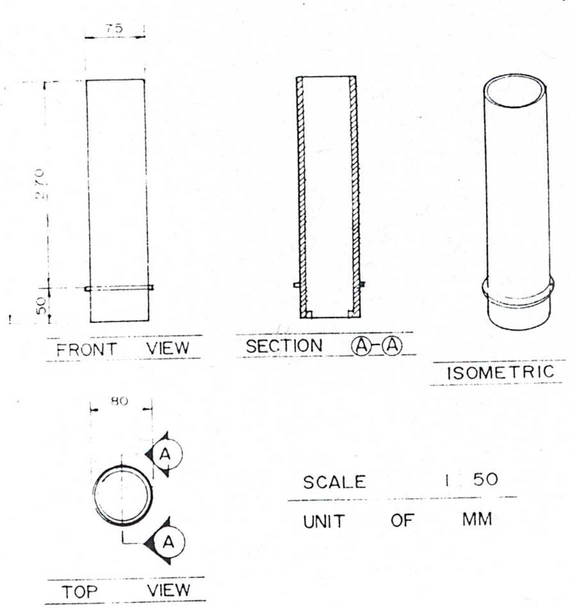
PART 11



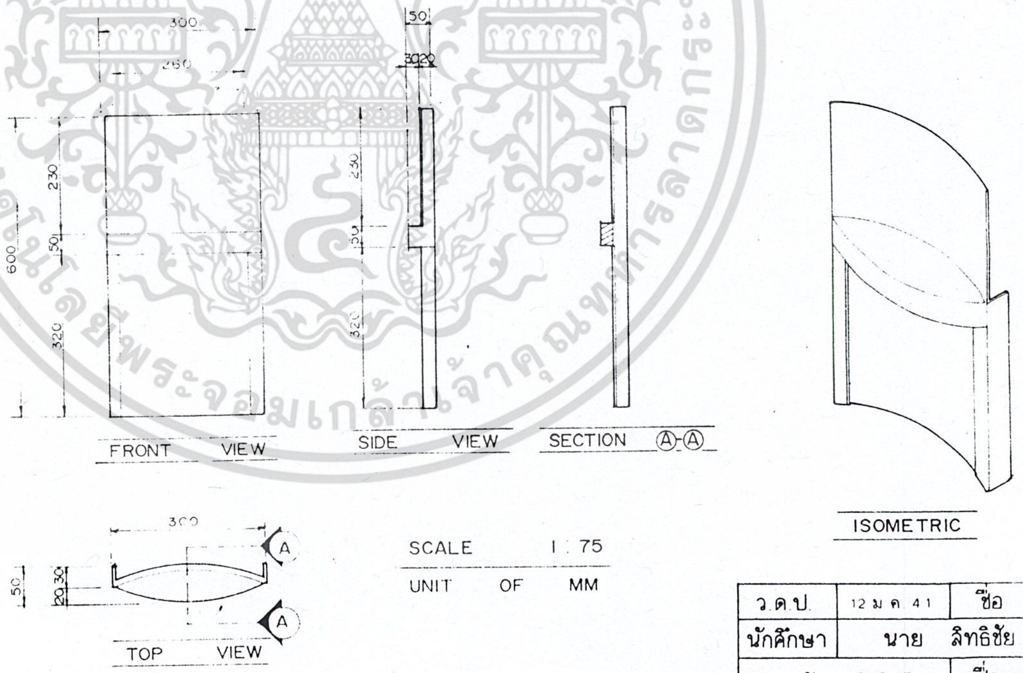
PART 13



PART 14

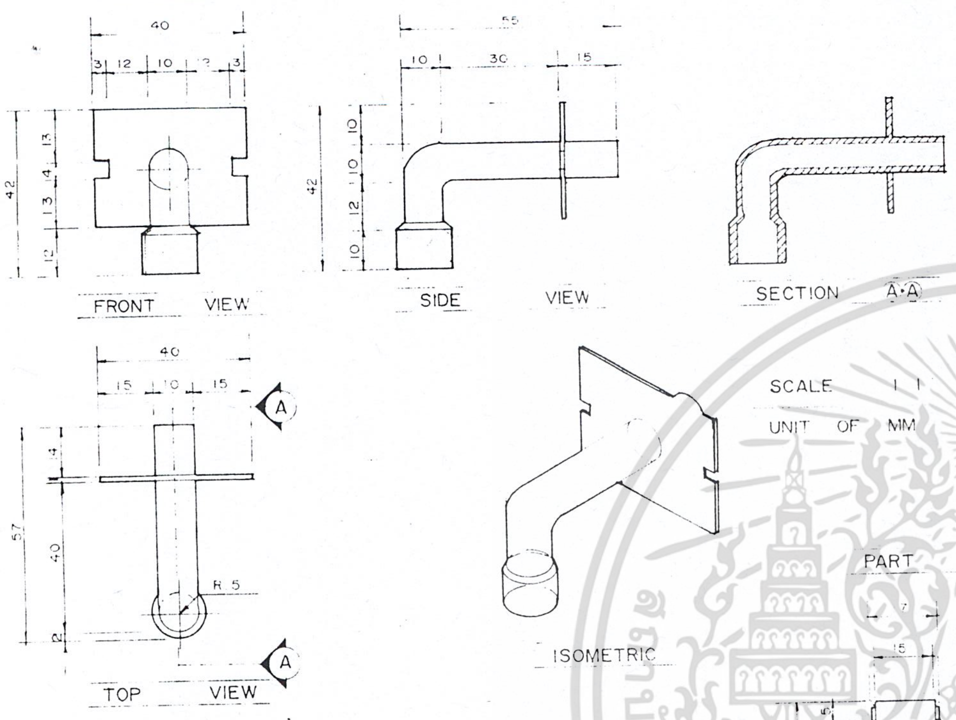


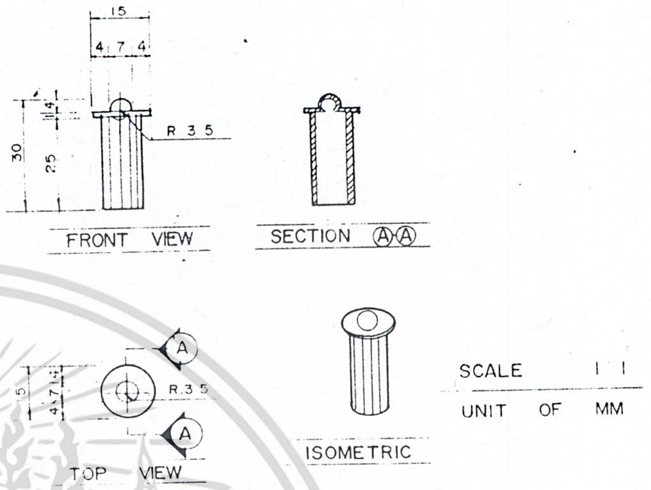
PART 15

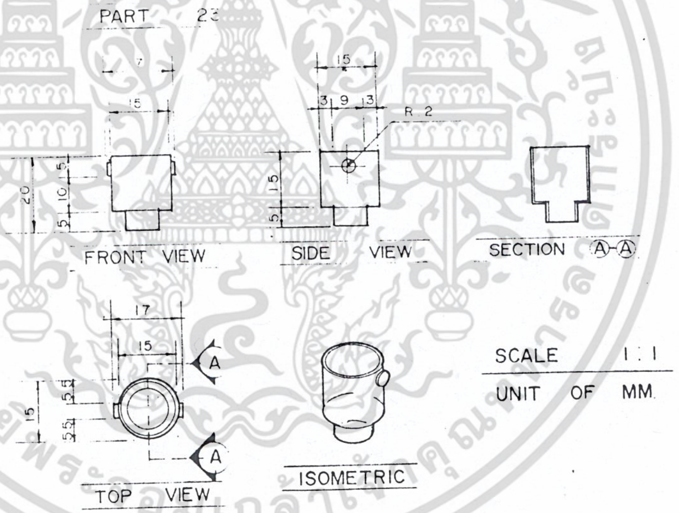


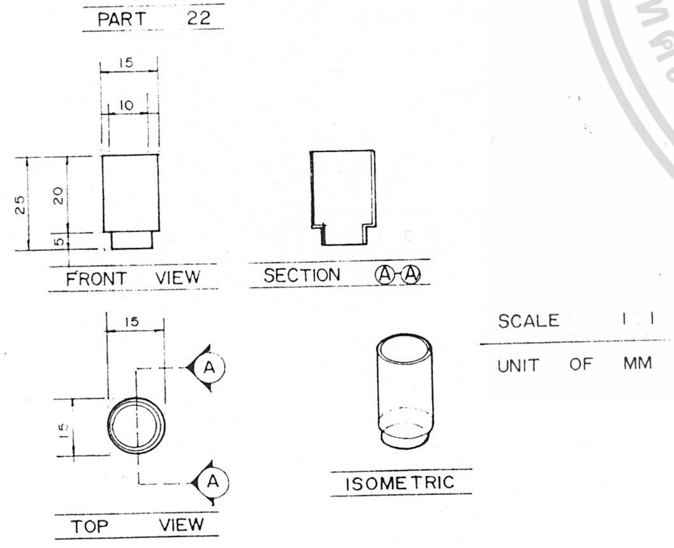
ว.ด.ป.	12 ม.ค. 41	ชื่อ	สกุล	เลขที่	แผ่นที่
นักศึกษา	นาย	สิทธิชัย	มีบุตรลม	39030525	6
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	ชื่องาน เครื่องทำน้ำเย็นสำหรับสำนักงาน				
	ผู้ควบคุม อ.เอกชัย เลิศช่ำชอง				

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



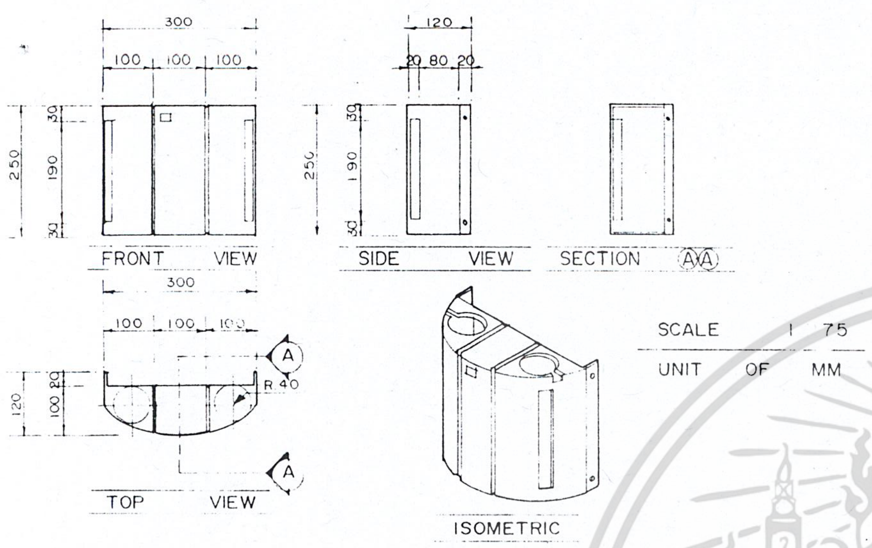




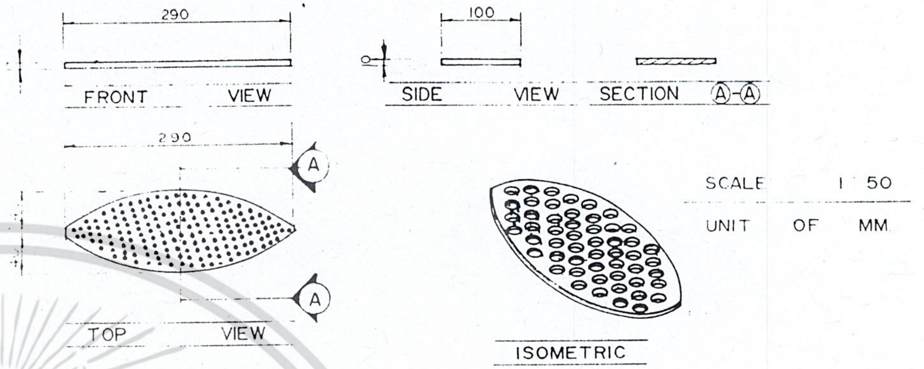


ว.ด.ป.	13 มิ.ค. 41	ชื่อ	สกุล	เลขที่	แผ่นที่
นักศึกษา	นาย	สิทธิชัย	มีบุศรลม	39030525	1
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	ชื่องาน	เครื่องทำน้ำเย็นสำหรับสำนักงาน			
	ผู้ควบคุม	อ.เอกชัย	เลิศช่ำชอง		

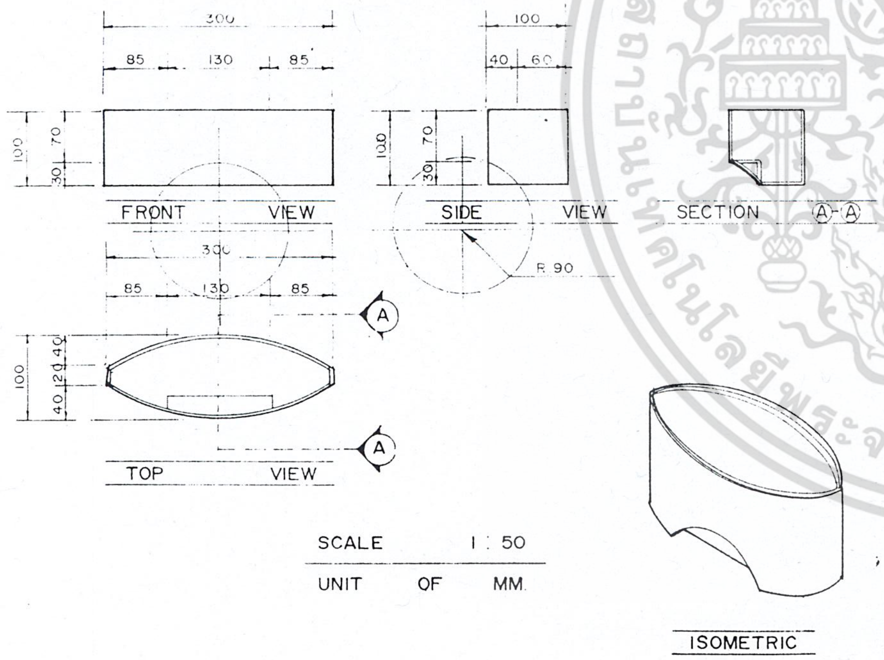
PART 17



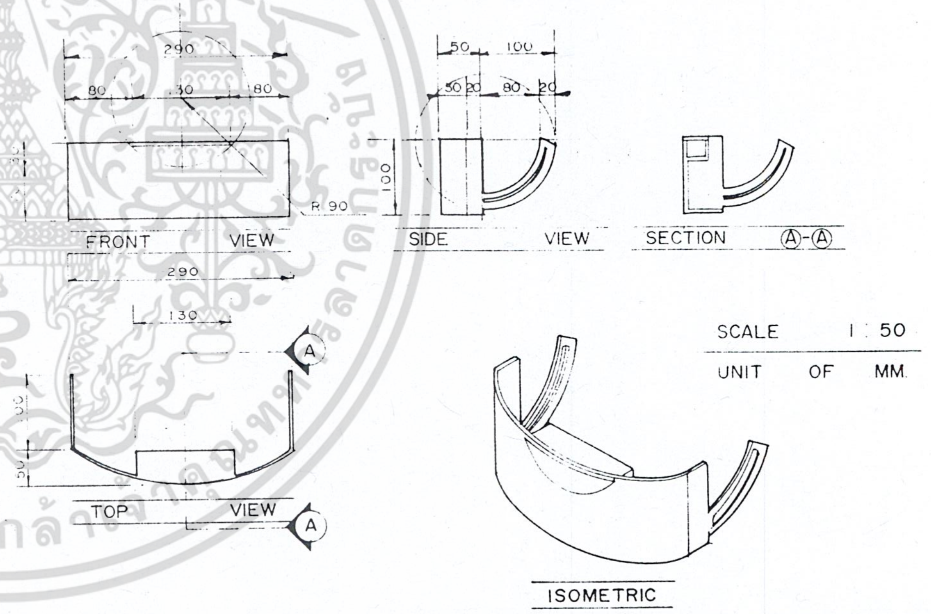
PART 25



PART 26



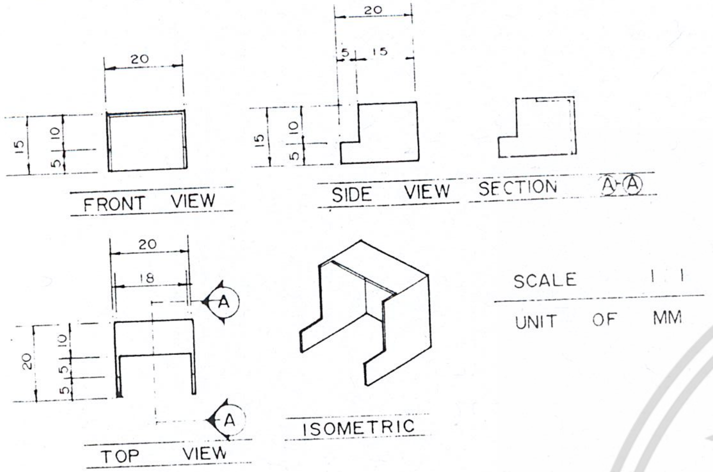
PART 27



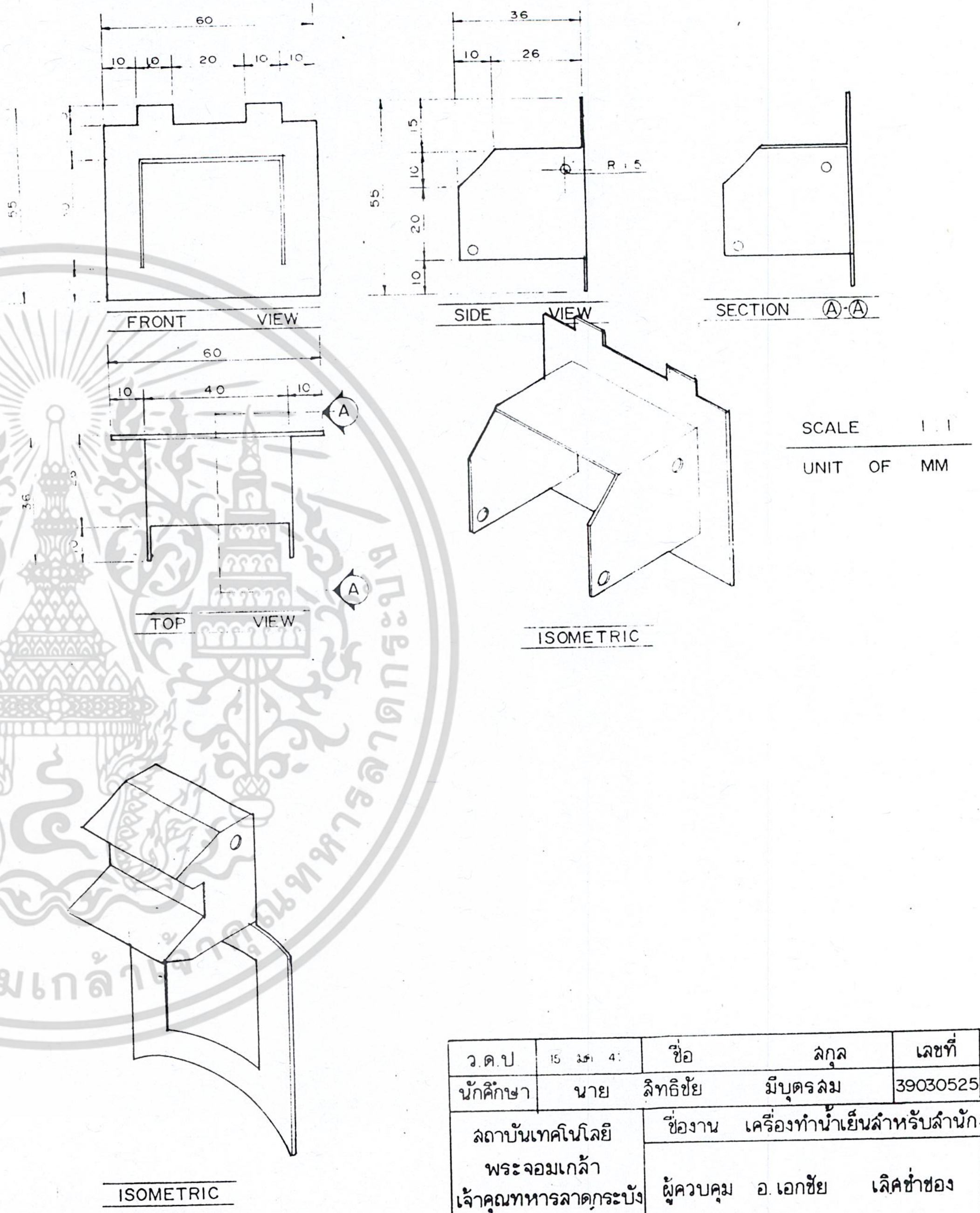
ว.ด.ป.	14 มค 41	ชื่อ	สกุล	เลขที่	แผ่นที่
นักศึกษา	นาย	สิทธิชัย	มีบุตรสม	39030525	8
สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง	ชื่องาน เครื่องทำน้ำเย็นสำหรับสำนักงาน				
	ผู้ควบคุม อ.เอกชัย เลิศชำชอง				

Made in U.K

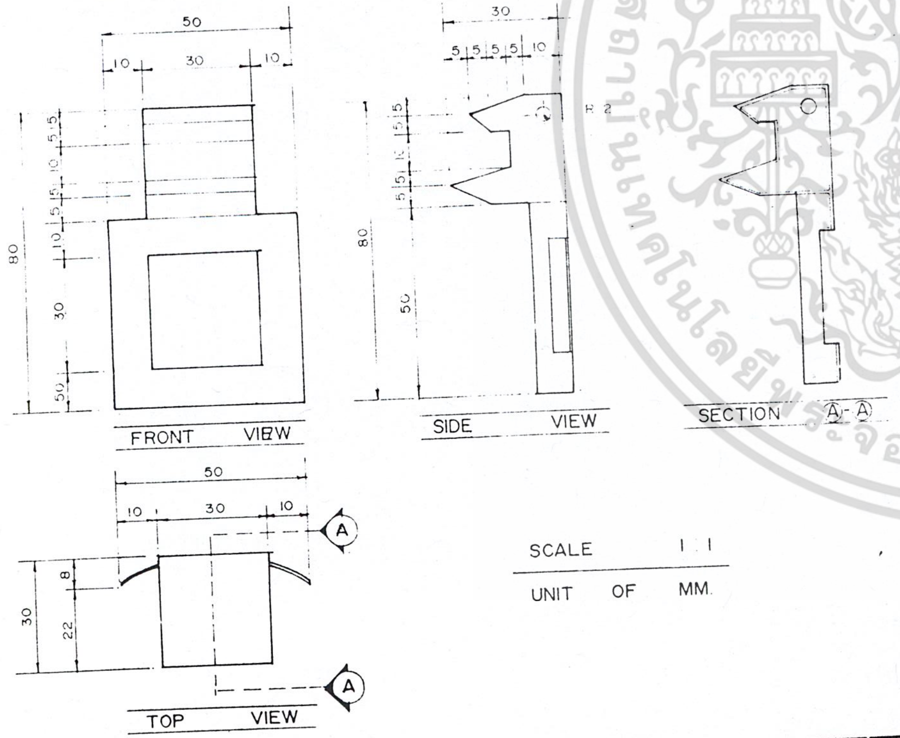
PART 24



PART



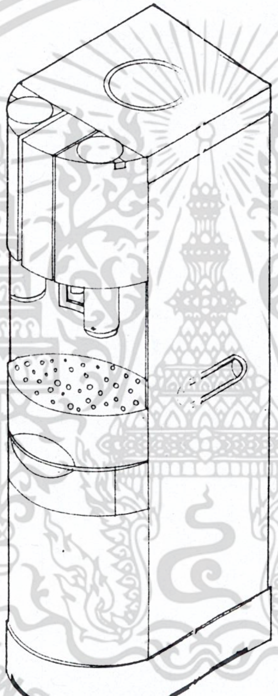
PART 29



ว.ด.ป	15 มิ.ย. 41	ชื่อ	สกุล	เลขที่	แผ่นที่
นักศึกษา	นาย	สิทธิชัย	มีบุตรลม	39030525	59
สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง	ชื่องาน เครื่องทำน้ำเย็นสำหรับสำนักงาน				
	ผู้ควบคุม อ. เอกชัย เลิศซ่ำซอง				

Made in U.K.

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



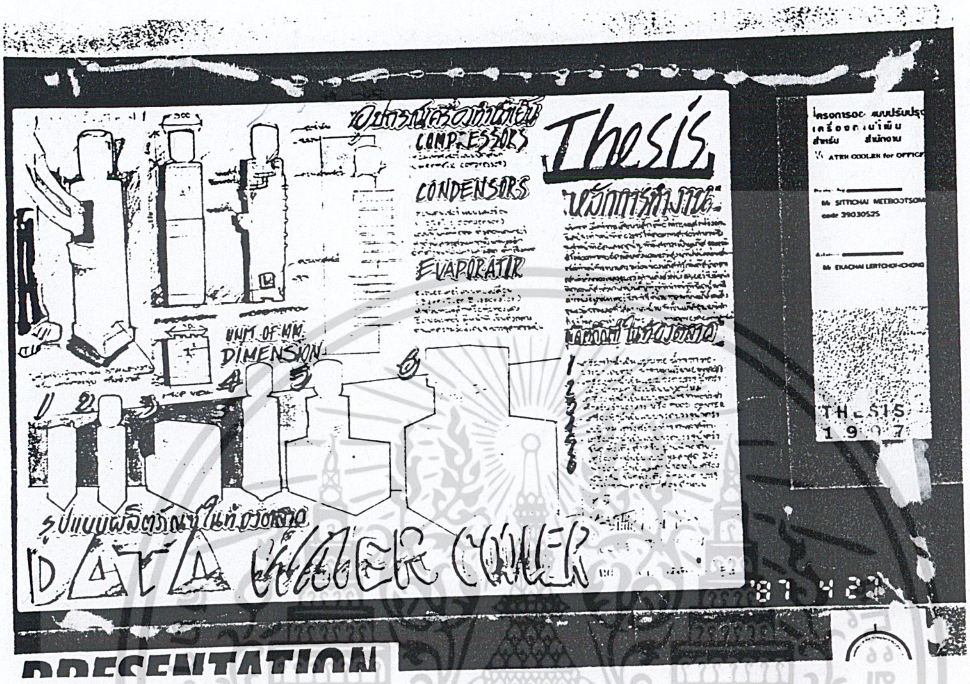
ISOMETRIC

SCALE 1 : 75

ว.ด.ป.	16 ม.ค. 41	ชื่อ	สกุล	เลขที่	แผ่นที่
นักศึกษา	นาย	สิทธิชัย	มีบุตรสม	39030525	10
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	ชื่องาน	เครื่องทำน้ำเย็นสำหรับสำนักงาน			
	ผู้ควบคุม	อ.เอกชัย	เลิศช่ำชอง		

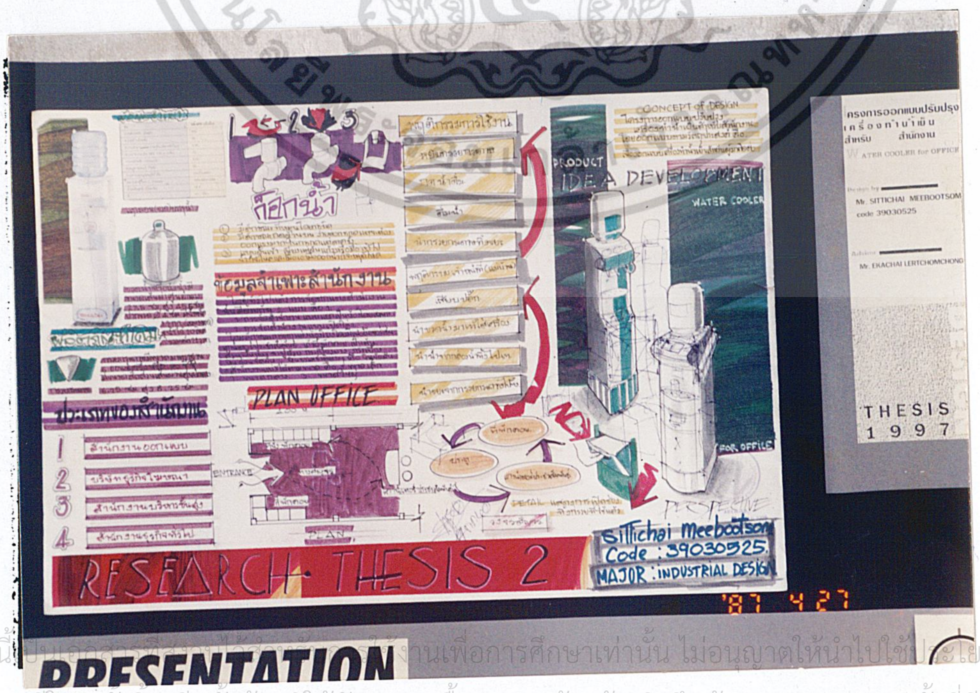
ภาพที่ 27

SKETCH DESIGN 1



ภาพที่ 28

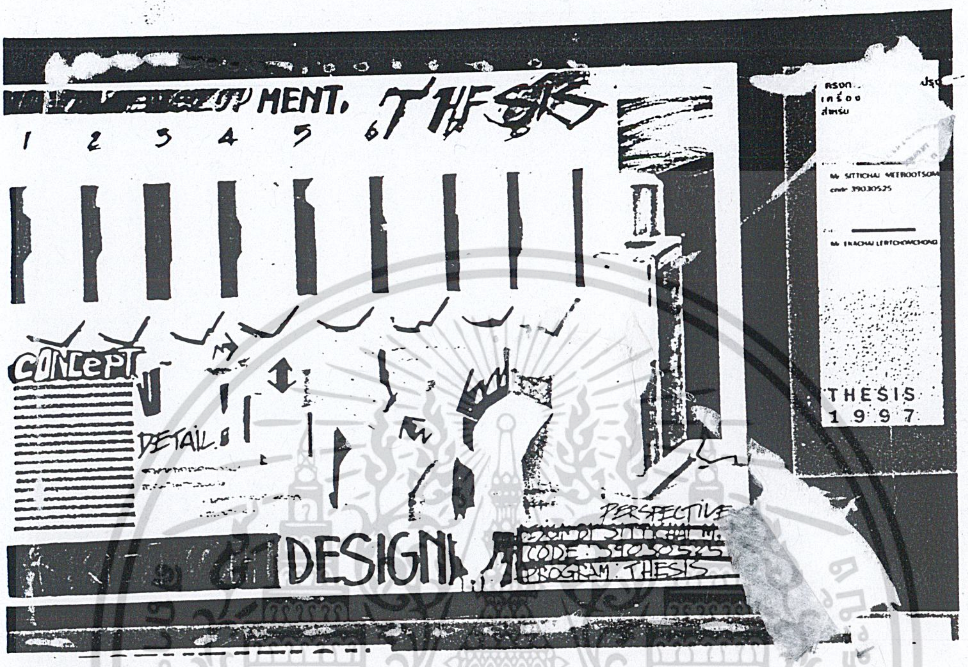
SKETCH DESIGN 2



เอกสารนี้...เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 29

SKETCH DESIGN 3



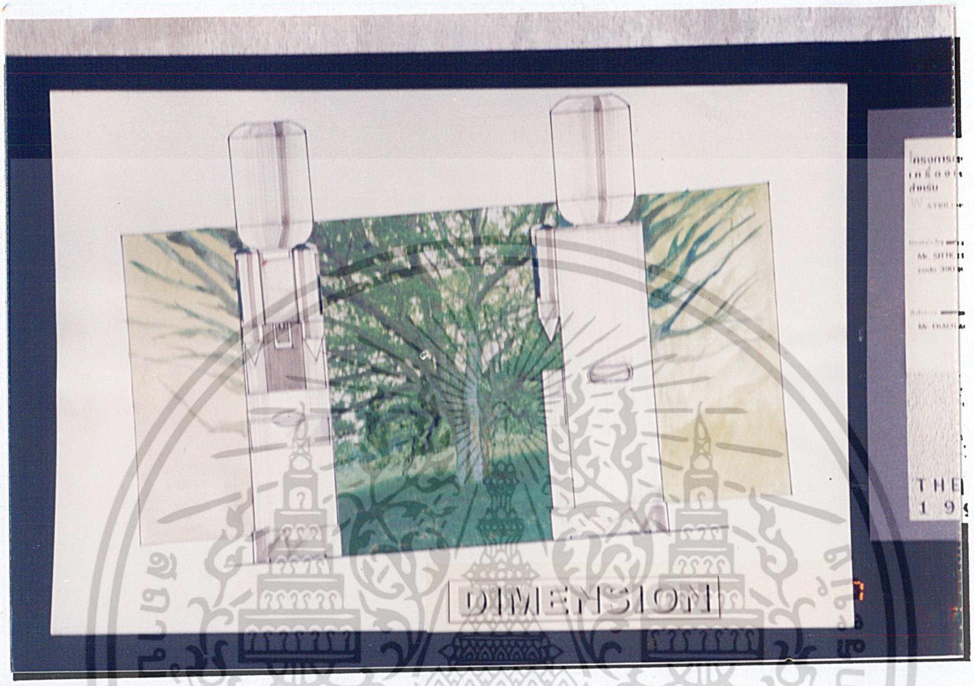
ภาพที่ 30

SKETCH DESIGN 4

เอกสารนี้เ... ...ารใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

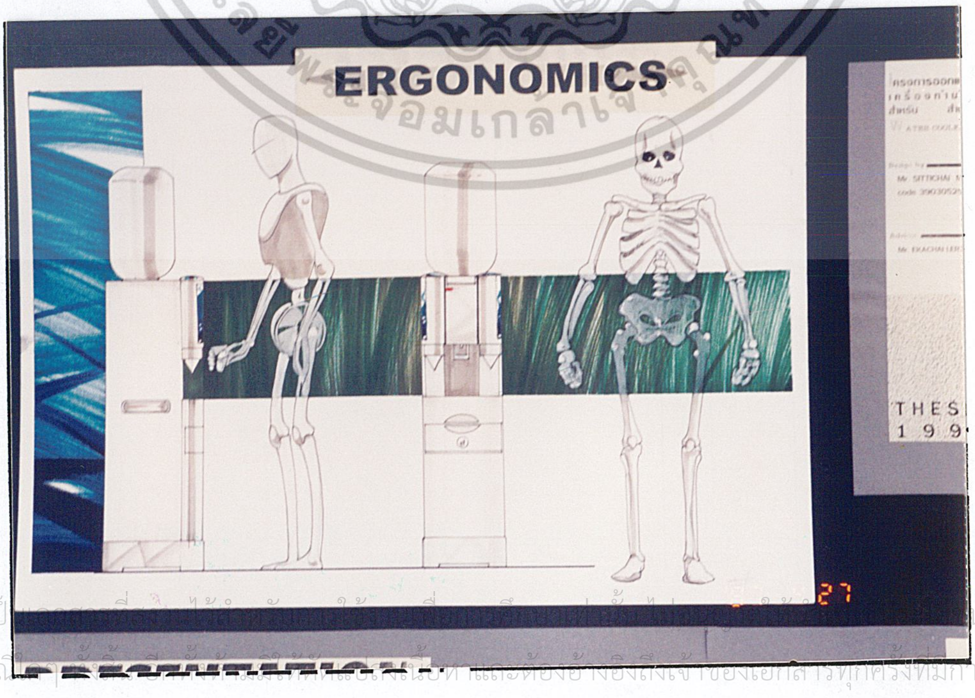
ภาพที่ 31

DIMENSION



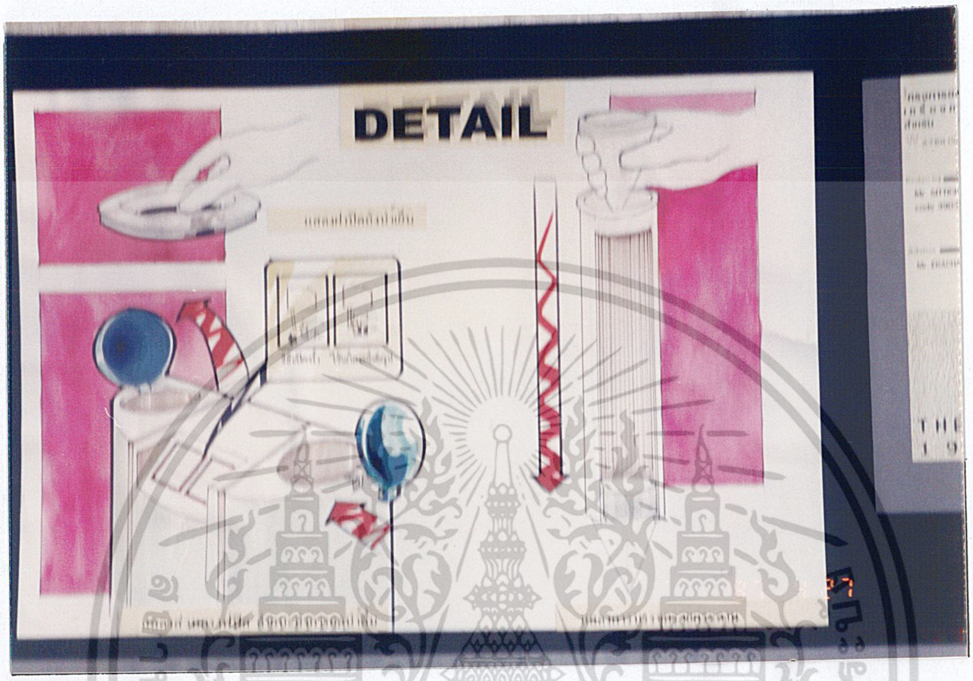
ภาพที่ 32

ERGONOMICS



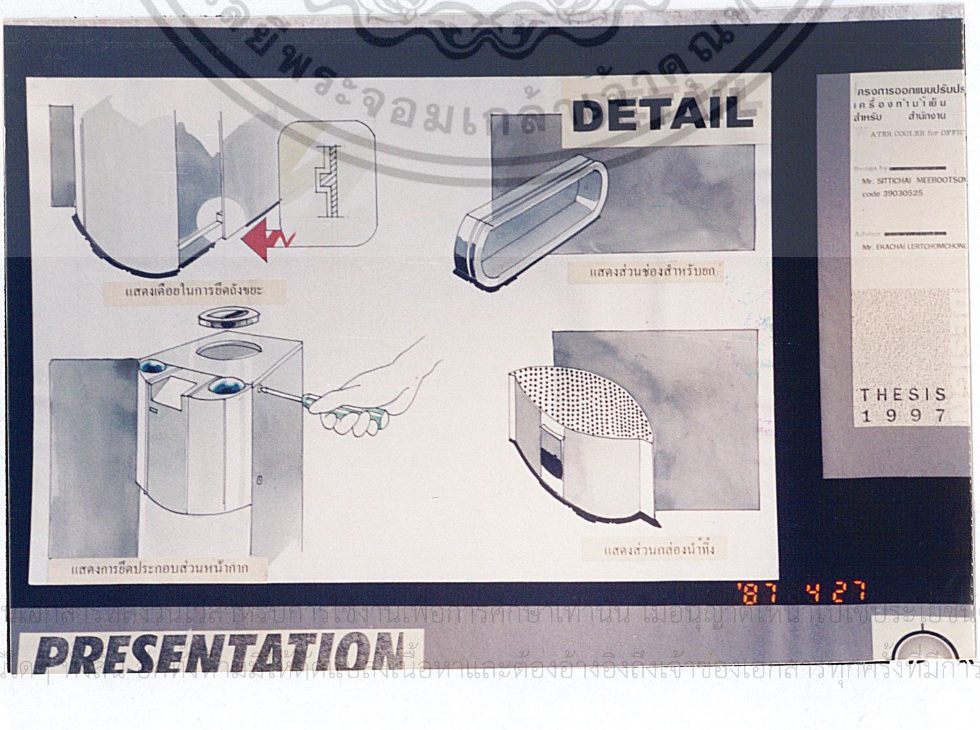
ภาพที่ 33

DETAIL



ภาพที่ 34

DETAIL



เอกสารนี้เป็น... เพื่อการศึกษาเท่านั้น ...ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ... และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 35

DETAIL

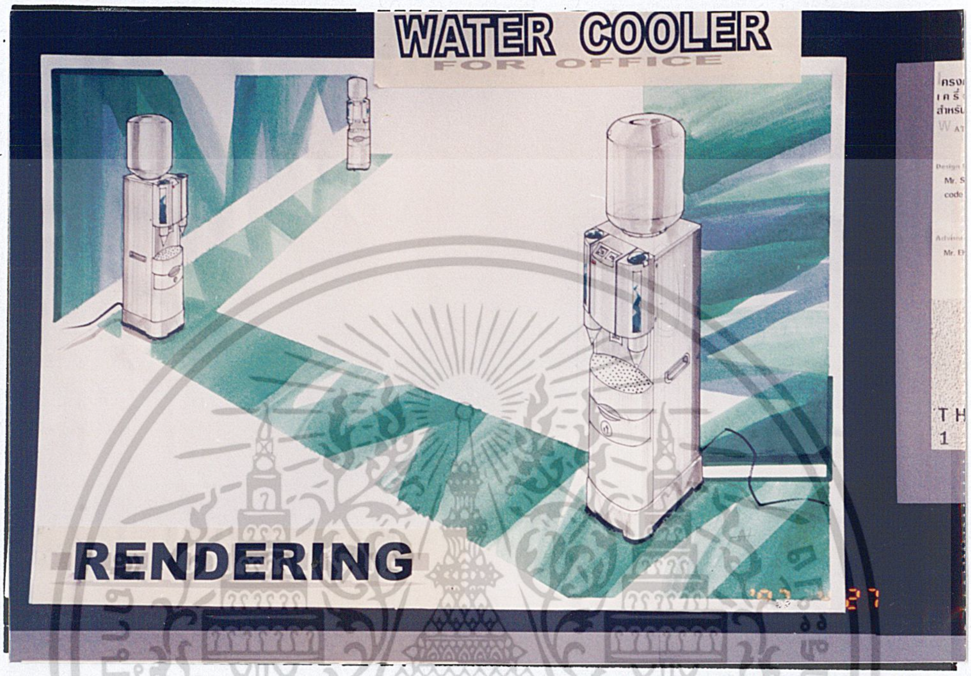
ภาพที่ 36

DETAIL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ... ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 37

RENNDERING



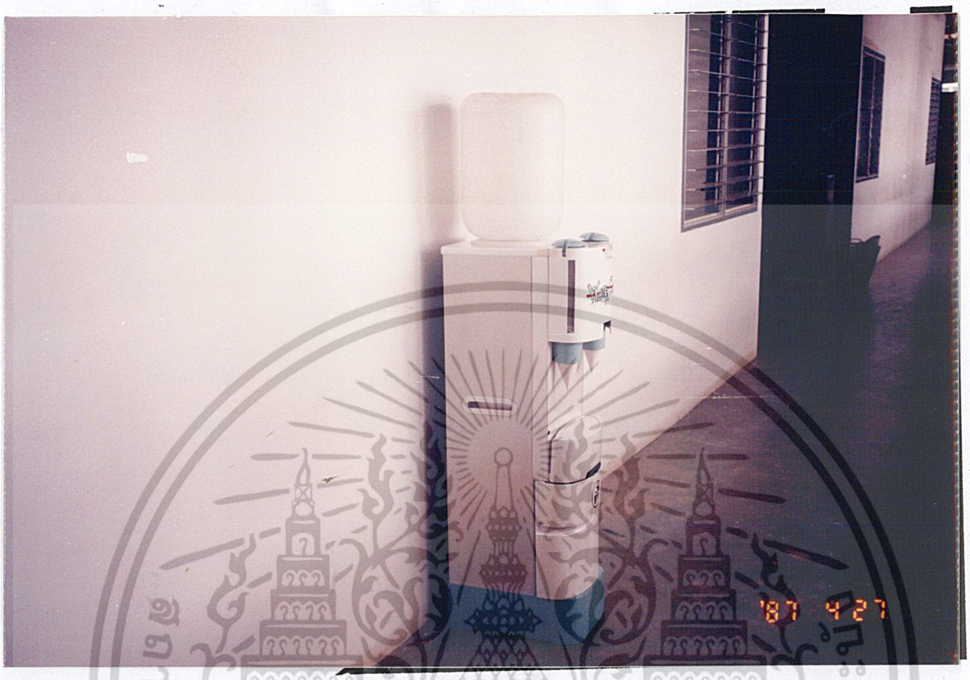
ภาพที่ 38

PERSPECTIVE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งา ... ด้านการค้า
ไม่ว่ากร ... การนำไปใช้

ภาพที่ 39

MODEL



ภาพที่ 40

MODEL

เอกสารนี้เ... ใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากร... ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ในการทำวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้มีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะออกแบบเครื่องทำน้ำเย็นสำนักงานสำหรับผู้ที่มาติดต่อ

สรุปผลการวิจัย

1. การออกแบบเครื่องทำน้ำเย็นนี้สามารถมีส่วนช่วยสร้างภาพพจน์ของสำนักงานโดยอำนวยความสะดวกในการดื่มแต่ละครั้งและถูกหลักอนามัยในการดื่ม เนื่องจากใช้กรวยกระดาษมาแทนแก้วน้ำ
2. เครื่องทำน้ำเย็นนี้ใช้บริการน้ำดื่มสำหรับผู้ที่มาติดต่อสำนักงานในส่วนของบริเวณประชาสัมพันธ์หรือห้องโถงพักคอยด้านหน้า
3. เศษขยะที่เกิดขึ้นจากกรวยกระดาษผู้วิจัยได้ออกแบบส่วนรองรับขยะซึ่งอยู่ด้านหน้าของตัวเครื่องทำน้ำเย็น ซึ่งการออกแบบคำนึงถึงพฤติกรรมของผู้ใช้ให้เป็นลำดับขั้นตอนเริ่มจากการหยิบกรวยกระดาษจากด้านบนเครื่องแล้วจึงนำมากดน้ำตอนกลางเครื่อง เมื่อดื่มเสร็จแล้วถึงนำมาทิ้งในส่วนรองรับบริเวณด้านล่างตัวเครื่อง โดยตัวถังขยะทำจากวัสดุพลาสติก
4. ผู้วิจัยได้ออกแบบเครื่องทำน้ำเย็นให้เข้ากับสภาพแวดล้อมของสำนักงานโดยออกแบบให้กลมกลืนกับเฟอร์นิเจอร์ภายในสำนักงานโดยนำเอารูปร่างและสีเข้ามาช่วยโดยสีที่ใช้เป็นสีโทนอ่อน
5. เครื่องทำน้ำเย็นมีรูปร่างและรูปทรงที่โค้งมนเพื่อช่วยลดอันตรายที่อาจเกิดขึ้นได้และเพิ่มความสวยงาม โดยวัสดุที่ใช้ผลิตมีอยู่ 2 ส่วนด้วยกัน คือส่วนที่เป็นเหล็กและส่วนที่เป็นพลาสติก
6. เครื่องทำน้ำเย็นได้ถูกออกแบบมาเพื่อเอื้ออำนวยความสะดวกต่อการใช้งานของผู้บริโภค โดยได้ออกแบบระบบการกดชนิดดันเข้าโดยการนำกรวยกระดาษแล้วใช้หลังมือดันเข้า น้ำก็จะไหลลงสู่กรวยและทำให้น้ำไม่กระเด็นออกนอกกรวยเนื่องจากระยะห่างระหว่างกรวยกระดาษและก๊อกน้ำใกล้กันในการกดน้ำแต่ละครั้งจะมีวิธีการกดบอกโดยจะเป็นสติ๊กเกอร์แสดงอยู่ด้านหน้าเครื่องทำให้ง่ายต่อการมองเห็น
7. เครื่องทำน้ำเย็นมีส่วนที่เก็บกรวยกระดาษเป็นสัดส่วนและมิดชิดเพื่อไม่ให้ฝุ่นลงกรวยได้ โดยมีลีกษณะช่องทรงกระบอกเพื่อที่ใส่กรวยกระดาษได้พอดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. กรรมวิธีการผลิตส่วนที่เป็นพลาสติกเลือกแบบฉีดเม็ดพลาสติกเนื่องจากเหมาะสมที่สุดในการผลิตเครื่องทำน้ำเย็น

ข้อเสนอแนะ

สำหรับโครงการออกแบบปรับปรุง เครื่องทำน้ำเย็นสำหรับสำนักงานจากการที่ได้ศึกษาและวิจัยจนกระทั่งดำเนินการถึงขั้นตอนออกแบบแล้ว ได้นำเสนอต่อคณะกรรมการตรวจวิทยานิพนธ์จนได้ข้อเสนอแนะที่ควรปรับปรุงผลิตภัณฑ์ ให้สมบูรณ์แบบยิ่งขึ้นเพื่อตอบสนองต่อพฤติกรรมการใช้งาน โดยคณะกรรมการได้ให้ข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้

1. ควรที่จะออกแบบโดยคำนึงถึงสัดส่วนมนุษย์และพฤติกรรมการใช้งานให้สอดคล้องกัน เช่น ออกแบบให้ตัวตู้สูงกว่าเดิมจาก 110 ซ.ม. ให้สูงขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งส่วนของวาล์วปล่อยน้ำให้สูงเพื่อที่จะไม่ต้องก้มมากในการกดน้ำดื่มแต่ละครั้ง
2. ส่วนของหน้ากากที่ได้ออกแบบมาบังส่วนของวาล์วปล่อยน้ำถึงแม้จะช่วยให้ผลิตภัณฑ์นั้นสวยขึ้นแต่ในระยะการมองเห็นของสายตาในการกดดื่มน้ำแต่ละครั้งเป็นไปได้ยากจะต้องก้มมองว่าปริมาณน้ำเต็มกรวยกระดาษแล้วหรือยัง
3. กราฟฟิคส่วนของถังขยะควรออกแบบให้เฉพาะเจาะจงเพื่อสื่อความหมายให้ชัดเจนในการทิ้งกรวยกระดาษ
4. กราฟฟิคส่วนของสัญลักษณ์สินค้าควรใช้สีที่มีความหมายเข้ากับตัวผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

169

บรรณานุกรม

เกษมสันติ์ สุวรรณรัต อนามัยครอบครัว .กรุงเทพ : สำนักพิมพ์สุโขทัยธรรมาธิราช , 2530

ชวลิต ดาบแก้ว งานพลาสติก .กรุงเทพ : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์ , 2525

ชวลิต รัตนกุล โภชนาการกับชีวิตมนุษย์ .กรุงเทพ : สำนักพิมพ์สุโขทัยธรรมาธิราช , 2531

ณรงค์ ณ เชียงใหม่ สุขภาพสิ่งแวดล้อมชุมชน .กรุงเทพ :โอ.เอส.พริ้นติ้งส์เฮ้าส์ , 2530

บริษัท กรุงไทยการไฟฟ้า คู่มือการซ่อมบำรุงเครื่องทำน้ำเย็นชาร์ป .กรุงเทพ : บริษัทกรุงไทยการไฟฟ้า จำกัด , 2540

ประจักษ์ ภักดีรันต์ เทคนิคเครื่องเย็นและปรับอากาศ .กรุงเทพ : สำนักพิมพ์นิยมวิทยา , 2533 วิทยา

ยงเจริญ พื้นฐานการทำความเย็นและปรับอากาศ .กรุงเทพ : ที.พี.พริ้นท์จำกัด , 2536

ศิริวรรณ สัญชานนท์ การบริหารสำนักงาน .กรุงเทพ : สุวรรณาสาส์นการพิมพ์ , 2520

ส่ง สุขถานนท์ ไฟฟ้าเบื้องต้น .กรุงเทพ :โรงพิมพ์ซีเล็คยูเคชั่น , 2522

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์ แห่งประเทศไทย ขนาดสัดส่วนของคนไทย .กรุงเทพ :โรงพิมพ์โอเดียนสโตร์ , 2528

สนอง อิ่มเอม เครื่องทำความเย็นและเครื่องปรับอากาศรถยนต์ .กรุงเทพ : อัมรินทร์พริ้นติ้ง กรุ๊พ จำกัด , 2530

สาคร คันธโชติ กรรมวิธีการผลิต .กรุงเทพ : โรงพิมพ์โอเดียนสโตร์ , 2528

เสาวนีย์ จักรพิทักษ์ หลักการโภชนาการปัจจุบัน .กรุงเทพ : เอ็มแอนด์ดี , 2532

อุดม คมพยัคฆ์ การอนามัยทั่วไป .กรุงเทพ : สำนักพิมพ์สุโขทัยธรรมาธิราช , 2526

ประจักษ์ ภักดีรันต์ เทคนิคเครื่องเย็นและปรับอากาศ .กรุงเทพ : สำนักพิมพ์นิยมวิทยา , 2533

วิทยา ยงเจริญ พื้นฐานการทำความเย็นและปรับอากาศ .กรุงเทพ : ที.พี.พริ้นท์จำกัด , 2536

สนอง อิ่มเอม เครื่องทำความเย็นและเครื่องปรับอากาศรถยนต์ .กรุงเทพ : อัมรินทร์พริ้นติ้ง กรุ๊พ จำกัด , 2530

ห้องสมุดคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบเสนออนุมัติหัวข้อวิทยานิพนธ์

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

....

ด้วยข้าพเจ้า (นาย/นาง/นางสาว) สิทธิชัย มีบุตรสม

นักศึกษา ภาควิชา ครุศาสตร์สถาปัตยกรรม สาขา ศิลปอุตสาหกรรม

ที่อยู่ปัจจุบัน บ้านเลขที่ 262/2 ตรอก/ซอย -โรงคราม

ถนน เทศบาลสาย 2 ตำบล วัดกัลยาณ์

อำเภอ/เขต ธนบุรี จังหวัด กรุงเทพมหานคร

หมายเลขโทรศัพท์ที่บ้าน 4727909 ที่ทำงาน-

มีความประสงค์ขออนุมัติเขียนวิทยานิพนธ์เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาตรี

สาขา ศิลปอุตสาหกรรม จำนวน 8 หน่วยกิต

ชื่อเรื่อง (ภาษาไทย) โครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องทำน้ำเย็นสำหรับสำนักงาน

(ภาษาอังกฤษ) INDUSTRIAL EDUCATION DESIGN PROJECT:WATER COOLER FOR OFFICE.

ชื่ออาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ อาจารย์ เอกชัย เลิศช่ำชอง

ที่อยู่ปัจจุบันของอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ บ้านเลขที่ ....ตรอก/ซอย ....

ถนน ....ตำบล ....อำเภอ/เขต ....

จังหวัด.............................โทรศัพท์.......................

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

ถนน ....ตำบล ....อำเภอ/เขต ....

จังหวัด.............................โทรศัพท์.......................

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้าพเจ้าได้นำโครงการเสนอวิทยานิพนธ์ให้อาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณาแล้ว ท่านยินดีเป็นที่ปรึกษา และได้แนบโครงการเสนอวิทยานิพนธ์ดังกล่าวมาพร้อมนี้

จึงเสนอมาเพื่อพิจารณา

ลงชื่อ .... นักศึกษา

(นายสิทธิชัย มีบุตรสม)

ลงวันที่ 15 เดือน กรกฎาคม พ.ศ.2540

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ลงนาม

(1)...

(นายเอกชัย เลิศซ่ำซอง)

ตำแหน่ง...อาจารย์......................

ลงวันที่.....เดือน............พ.ศ.........

(2)...

(...)

ตำแหน่ง...................................

ลงวันที่.....เดือน............พ.ศ.........

(3)...

(...)

ตำแหน่ง...................................

ลงวันที่.....เดือน............พ.ศ.........

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TCE

บริษัท กรุงไทยการไฟฟ้า จำกัด

วันที่ 9 กรกฎาคม 2540

เรื่อง การให้ความอนุเคราะห์นักศึกษา

เรียน หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์ศิลปอุตสาหกรรม และประธานดำเนินงานวิทยานิพนธ์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ตามที่ นายสิทธิชัย มีบุตรสม นักศึกษาชั้นปีที่ 2 ภาควิชาครุศาสตร์ศิลปอุตสาหกรรมสาขาศิลปอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า ได้ขอความอนุเคราะห์จากบริษัทฯ เพื่อขอข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์เครื่องทำน้ำเย็น ยี่ห้อชาร์ป เพื่อนำไปศึกษาค้นคว้าประกอบการทำวิทยานิพนธ์ เรื่องโครงการออกแบบปรับปรุงผลิตภัณฑ์เครื่องทำน้ำเย็น "ชาร์ป" นั้น บริษัทฯ มีความยินดีที่จะแจ้งให้ทราบว่า บริษัทฯ พร้อมที่จะให้การสนับสนุนในด้านการให้ข้อมูลที่จำเป็นต่อการศึกษา

จึงเรียนมาเพื่อทราบ

ด้วยความนับถือ

บริษัท กรุงไทยการไฟฟ้า จำกัด

สุทธิชัย สุรวุฒิกุล

ผู้จัดการแผนกบริหารผลิตภัณฑ์ 1

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

643 ถ.เพชรบุรีตัดใหม่ เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10320 โทร. 254-5000, 652-7010-9 โทรสาร: (02) 255-1043

643 New Petchburi Rd., Ratthewi, Bangkok 10320 THAILAND. Tel:254-5000, 652-7010-9 Fax: (02) 255-1043

SHARP

ประวัติผู้เขียน

ชื่อผู้เขียน	นาย สิทธิชัย มีบุตรสม
วัน เดือน ปีเกิด	2 ธันวาคม 2519
สถานที่เกิด	จังหวัด กรุงเทพฯ
วุฒิการศึกษา	ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ปวส. (ออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม)
สถานที่สำเร็จการศึกษา	สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขตอุเทนถวาย
ประวัติการศึกษา	ระดับอนุบาล สำเร็จจาก โรงเรียน เทเวศน์วิทยา
	ระดับประถมศึกษาสำเร็จจากโรงเรียน ธัชรินทร์ วิทยาบางเขน
	ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น สำเร็จจาก โรงเรียนสวนอนันต์
	ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สำเร็จจาก โรงเรียนศิลปะธนบุรี
ประสบการณ์การทำงาน	ฝึกงานบริษัท FOUR ELEMENT
ที่อยู่ปัจจุบัน	262/2 ซ. โรงคราม ถ. เทศบาลสาย 2 ต. วัดกัลยาณ์ อ. ธนบุรี กรุงเทพฯ 10600 โทรศัพท์ 4727909
ผลงานที่เคยได้รับ	ประกาศนียบัตรนักศึกษาเรียนดีเยี่ยมของโรงเรียนศิลปะธนบุรี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้