โครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องกลั่นน้ำพลังแสงอาทิตย์

นายทวีศักดิ์ สาสงเคราะห์

MR. THAWEESAK SASONGKOAH

A021655

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 01886
วัน เดือน ปี -7 ก.ค. 2540

021655

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาศิลปอุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์ศิลปอุตสาหกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ.2540

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

THE MODIFICATION DESIGN FOR DISTILLED WATER MACHINE FROM SOLAR ENERGY PROJECT

MR. THAWEESAK SASONGKOAH

A THESIS SUBMITIEN IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIMENT

FOR THE DEGREE

BACHELOR OF SCIENCE IN INDUSTRAL EDUCATION

DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN EDUCATION

FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATION

KING MONGKUT 'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

1997

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	โครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องกลั่นน้ำพลังแสงอาทิตย์
นักศึกษา	นายทวีศักดิ์ สาสงเคราะห์
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	อาจารย์เอกชัย เลิศช่ำชอง
ระดับการศึกษา	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาศิลปอุตสาหกรรม
ภาควิชา	ครุศาสตร์สถาปัตยกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
	2540

บทคัดย่อ

การทำวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบเครื่องกลั่นน้ำพลังแสงอาทิตย์ สำหรับการผลิตน้ำกลั่นเพื่อใช้ในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ โดยออกแบบให้เครื่องกลั่นน้ำสามารถกลั่นน้ำได้มีคุณภาพ และคุณสมบัติสำหรับการใช้งานในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อออกแบบให้เหมาะสมกับวัสดุสำหรับการใช้งาน เพื่อออกแบบปรับปรุงให้มีขนาดสัดส่วนที่เหมาะสมสอดคล้องกับการใช้งาน และการขนส่งเคลื่อนย้าย ตามความต้องการของผู้บริโภค

ดำเนินการวิจัย เสนอหัวข้อวิทยานิพนธ์ การศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยข้อมูลเกี่ยวกับคุณภาพของน้ำกลั่น การนำน้ำกลั่นไปใช้ ลักษณะการกลั่นน้ำแบบต่าง ๆ ตลอดจนกรรมวิธีการผลิต เพื่อนำมาสรุปการวิเคราะห์ นำไปสู่ขั้นตอนของการออกแบบการทำแบบร่าง การเขียนแบบเพื่อการผลิต การนำเสนอผลงาน และผลิตภัณฑ์ต้นแบบ

การวิจัย ได้รูปแบบของเครื่องกลั่นน้ำ สำหรับการกลั่นน้ำเพื่อใช้ในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ที่มีรูปแบบเหมาะสมทั้งด้านวัสดุ ด้านขนาดสัดส่วนและด้านการขนส่งการเคลื่อนย้าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title :	The modification design for distilled - water machine from solar Energy Project
Student :	Mr. Thaweesak Sasongkoah
Thesis Advisor :	Mr. Akkachai Lertchamchong
Level of Study :	Bachelor of Science in Industrial Education (Industrial Design) B.S.I ED (Industrial Design)
Department :	Industrial Design Education
year :	1997

ABSTRACT

This research work is intent to design the distilled-water machine from the Solar energy. The purpose of distilled water procedure is to use it in the science laboratory. By designing the distilled water machine to distill the water to have a good quality and good property for usage in science laboratory. This design is suitable the working products; and this modification design has the right proportion in size to conform with the work and the moving transportation can be easily done by the consumer.

Method of doing the research is to bring up the subject of thesis and study the data which involve the research and the quality of the distilled-water and how to use the distilled-water. To test the nature of the distilled-water into many different ways of distilling and through the distilled procedure This lead to the final analysis and also lead to the step of the design and sketch the outline of the bodn. The design is to produce and show the result and the original production.

The result of this research, has the distilled water machine to distilled water for the science laboratory and has the right design. Also, suitable in material used and the right proportion in size easy to move, carry , and transport.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ความสำเร็จในการทำการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่ได้อนุมัติหัวข้อนี้ให้ข้าพเจ้าได้ทำการวิจัย ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่ง

ขอขอบคุณ อาจารย์ เอกชัย เลิศชำชอง ที่ได้กรุณาแนะแนวทางการดำเนินการวิจัย การตรวจและให้ข้อเสนอแนะความคิดต่าง ๆ ในการทำงานวิจัยอีกทั้งยังให้กำลังใจ ในการดำเนินงานจนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณ อาจารย์ นิรัช สุดสังข์ ที่ได้กรุณาช่วงแนะวิธีการขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ได้รับความร่วมมือเป็นอย่างดีจากผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่ให้ความสะดวกและความรู้แนวคิดต่าง ๆ มาประกอบกับการออกแบบ ดังนี้ คือ

คุณบันเทิง กัณฑวัฒน์ ผู้อำนวยการกองฟิสิกส์ และวิศวกรรมกรมวิทยาศาสตร์บริการที่อนุญาตให้ทำการศึกษาข้อมูล และถ่ายรูปประกอบการวิจัย

พี่รังสรรค์ จิตใคร่ครวญ กลุ่มฟิสิกส์ และวิศวกรรมทั่วไป 1 กองฟิสิกส์ และวิศวกรรมกรมวิทยาศาสตร์บริการ ที่กรุณาให้คำแนะนำและคำปรึกษาด้านต่าง ๆ ในการทำวิจัยครั้งนี้

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่ช่วยสนับสนุนทางด้านทุนทรัพย์ และคอยเป็นกำลังใจมากที่สุด ทำให้การวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงลงด้วยดี

ทวีศักดิ์ สาสงเคราะห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ I

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญตาราง VII

สารบัญภาพ XI

คำนิยามศัพท์ XIII

บทที่

1. บทนำ

เหตุผลในการเสนองานวิจัย 1

วัตถุประสงค์งานวิจัย 1

ที่มาของปัญหา 1

ปัญหาที่เกิดขึ้น 2

วิธีดำเนินการวิจัย 6

ขอบเขตการศึกษาข้อมูล 6

ขอบเขตการออกแบบ 6

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 6

2. วรรณกรรมและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

รูปแบบและหลักการทำงานของเครื่องกลั่นน้ำแบบเดิม 7

ลักษณะการกลั่นน้ำแบบต่าง ๆ 21

พลังงานแสงอาทิตย์ 26

รูปแบบการวางห้องทดลองทางวิทยาศาสตร์ 39

วัสดุต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย 48

กรรมวิธีการผลิต 128

จิตวิทยาสีที่มีผลต่อการออกแบบ 176

สัดส่วนมนุษย์ 179

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 179

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3. วิธีดำเนินการวิจัย

วิธีสำรวจและรวบรวมข้อมูล 185

- การศึกษาภาคเอกสาร 185
- การศึกษาจากของจริง 186

แหล่งที่มาของข้อมูล 186

- ข้อมูลบุคคล 186
- ข้อมูลสถานที่ 186
- ข้อมูลจากหนังสืออ้างอิง 186

แหล่งข้อมูล 186

วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล 187

วิธีการสร้างเครื่องมือวิจัย 187

4. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สรุปผลข้อมูลจากการสัมภาษณ์ 189

ตารางวิเคราะห์ข้อมูล 190

สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล 203

การออกแบบ

- แนวทางการออกแบบ 206
- แบบถ่ายย่อ 207
- SKETCH DESIGN 213
- PRESENTATION 215
- WORKING DRAWING .....
- MODEL 223

5. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย 225

ข้อเสนอแนะ 225

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บรรณานุกรม.....

ภาคผนวก

ก. แบบอนุมัติหัวข้อวิทยานิพนธ์.....

ข. หนังสือเชิญ .....

ค. ตัวอย่างเครื่องมืองานวิจัย .....

ประวัติผู้เขียน .....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตาราง หน้า

1. ตารางแสดงคุณภาพของน้ำกลั่นด้วยแสงแดด 17
2. ตารางแสดงคุณลักษณะทางฟิสิกส์ทางเคมี 18
3. ตารางแสดงความต่างระหว่างเหล็กหล่อกับเหล็กกล้า 55
4. ตารางแสดงขนาด และน้ำหนักมาตรฐานของเหล็กกลวงสี่เหลี่ยมจัตุรัส 56
5. ตารางแสดงขนาดและน้ำหนักมาตรฐานของเหล็กสี่เหลี่ยมผืนผ้า 57
6. ตารางแสดงขนาดและน้ำหนักมาตรฐานของเหล็กกลมกลวง 58
7. ตารางแสดงขนาดและน้ำหนักมาตรฐานของเหล็กฉาก 59
8. ตารางแสดงความหนาของโลหะแผ่นชนิดต่าง ๆ 69
9. ตารางแสดงน้ำหนักต่อพื้นที่ 1 ต่อ ตารางฟุต 76
10. ตารางแสดงท่อและแผ่นยาง 76
11. ตารางแสดงชั้นคุณภาพของท่อ 89
12. ตารางแสดงชื่อขนาดมิติและเกณฑ์ความคาดเคลื่อนของท่อปลายธรรมดา 90
13. ตารางแสดงชื่อขนาดมิติและเกณฑ์ความคาดเคลื่อนของท่อปลายชนิดต่อด้วยน้ำยา 91
14. ตารางแสดงวัสดุที่ใช้ทำท่อ 93
15. ตารางแสดงชนิดของวาล์วต่าง ๆ 94
16. ตารางแสดงวัสดุสำหรับต่อท่อ 95
17. ตารางแสดงข้อกำหนดเกี่ยวกับวัสดุสำหรับทำท่อซึ่งมิได้กำหนดไว้ในมาตรฐาน 96
18. ตารางแสดงค่าสัมประสิทธิ์ของการขยายตัวเชิงเส้น 105
19. ตารางแสดงความยาวที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากความแตกต่างอุณหภูมิ 105
20. ตารางแสดงความยาวของท่อที่ทำให้การขยายตัวเท่ากับ 38 ม.ม. 108
21. ตารางแสดงระยะห่างระหว่างที่รองรับท่อต่าง ๆ 116
22. ตารางแสดงคุณลักษณะที่ต้องการของกระจกใสชั้นคุณภาพ A 119
23. ตารางแสดงคุณลักษณะที่ต้องการของกระจกใสชั้นคุณภาพ B 120
24. ตารางแสดงประเภทความยาวของท่อ 126
25. ตารางแสดงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 127
26. ตารางแสดงตัวเลขอัตราส่วนระหว่างมิติส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย ต่อความสูงยืนและมิติวิกฤต 180

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง หน้า

27. ตารางแสดงค่าตัวเลขความสูงยืน 181
28. ตารางการวิเคราะห์รูปแบบโครงสร้างของเครื่องกลั่นน้ำพลังแสงอาทิตย์ 190
29. ตารางการวิเคราะห์ขนาดของแผ่นกันความร้อนสำหรับการกลั่นตัวของน้ำดิบ 191
30. ตารางการวิเคราะห์ขนาดของโลหะแผ่นของเครื่องกลั่นน้ำ 192
31. ตารางการวิเคราะห์รูปแบบของรางรองรับน้ำกลั่น 193
32. ตารางการวิเคราะห์รูปแบบของแผ่นกันความร้อนสำหรับการกลั่นตัวของน้ำดิบ 194
33. ตารางวิเคราะห์วัสดุแผ่นกันความร้อนสำหรับการกลั่นตัวของน้ำดิบ 195
34. ตารางวิเคราะห์วัสดุสำหรับการดูดซึมน้ำดิบเพื่อการกลั่นตัวของน้ำดิบ 196
35. ตารางวิเคราะห์รูปแบบโครงสร้างของถาดรองรับน้ำดิบ 197
36. ตารางวิเคราะห์รูปแบบโครงสร้างขาตั้งรองรับถาดน้ำกลั่น 198
37. ตารางวิเคราะห์วัสดุที่นำมาผลิตโครงสร้างของขาตั้งรองรับถาดน้ำกลั่น และถาดน้ำดิบ 199
38. ตารางวิเคราะห์การยึดติดของโครงสร้างขาตั้ง 200
39. การวิเคราะห์ลักษณะรูปแบบของวัสดุขาตั้ง 201
40. การวิเคราะห์รูปแบบของการปรับระดับองศาของถาดน้ำดิบ 202

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

1. ภาพแสดงขี้เถ้าแกลบภายในเครื่องกลั่นน้ำ 2
2. ภาพแสดงต่อยางซิลิโคน 3
3. ภาพแสดงการประกอบด้วยหมุดย้ำ 4
4. ภาพแสดงความสูงของเครื่องกลั่นน้ำ 4
5. ภาพแสดงขี้เถ้าแกลบ 5
6. ภาพเครื่องกลั่นน้ำพลังแสงอาทิตย์ 8
7. ภาพเครื่องกลั่นน้ำด้วยพลังแสงอาทิตย์ แบบที่ 1 9
8. ภาพเครื่องกลั่นน้ำด้วยพลังแสงอาทิตย์ แบบที่ 2 10
9. ภาพแสดงลักษณะโครงสร้างเครื่องกลั่นน้ำ 12
10. ภาพแสดงแบบโครงสแตลเลส 12
11. ภาพแสดงส่วนประกอบภายในชักโครกขณะน้ำเต็ม 14
12. ภาพแสดงเมื่อบิดมือโยก 14
13. ภาพแสดงชักโครกเริ่มเก็บสะสมน้ำ 15
14. ภาพแสดงขณะชักโครกมีน้ำเกือบเต็ม 15
15. ภาพแสดงการกลั่นแบบธรรมดา 22
16. ภาพแสดงการกลั่นแบบลำดับส่วน 23
17. ภาพแสดงการกลั่นด้วยไอน้ำ 24
18. ภาพแสดงพลังงานศักย์รูปของพลังเคมีการเปลี่ยนรูปของพลังงานศักย์เป็นพลังเคมี 27
19. ภาพแสดงหลักการของปรากฏการณ์กรีนเฮาส์ 32
20. ภาพแสดงการโคจรระหว่างโลกกับดวงอาทิตย์ 34
21. ภาพแสดงแสงอาทิตย์ตกกระทบยังโลกเมื่อแกนของโลกไม่ทำมุมเอียง 35
22. ภาพแสดงการวงแผ่นรับแสงอาทิตย์ให้ได้ฉาก 36
23. ภาพแสดงการนำเหล็กชนิดเปอร์เซนต์คาร์บอนต่ำ ทำสกรู น๊อต และสลักเกลียว 49
24. ภาพแสดงการนำเหล็กกล้าชนิดที่มีเปอร์เซนต์คาร์บอนปานกลางทำเฟือง 50
25. ภาพแสดงการนำเหล็กกล้าชนิดที่มีเปอร์เซนต์คาร์บอนสูง ทำดอกสว่าน 51
26. ภาพแสดงท่อปลายบานชนิดต่อด้วยน้ำยา 87

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

27. ภาพแสดงท่อปลายบานชนิดต่อด้วยแหวนยาง 88
28. ภาพแสดงการเดินท่องอไปมาแบบต่าง ๆ 106
29. ภาพแสดงตัวอย่างข้อต่อแบบยืดหดได้แบบสลีฟ 107
30. ภาพแสดงตัวอย่างข้อต่อแบบบอลล์จอยน์ 107
31. ภาพแสดงการเคลื่อนที่ของท่อใช้บอลล์จอยน์ 110
32. ภาพแสดงตัวอย่างข้อต่อแบบยืดหดได้แบบทำด้วยยาง 110
33. ภาพแสดงตัวอย่า ง ข้อต่อยืดหดได้ทำด้วยย่าง 111
34. ภาพแสดงข้อยืด - หยุ่น ได้แบบทำด้วยโลหะ 111
35. ภาพแสดงตัวอย่างวิธียึดกับสแล็บเพดาน 112
36. ตัวอย่างวิธียึดกับคาน 112
37. ภาพแสดงตัวอย่างการยึดท่อ และข้อต่อยึดหดได้ด้วยที่แขวนท่อ 112
38. ภาพแสดงการรองรับท่อใช้ที่รองรับแบบลูกกลิ้ง 113
39. ภาพแสดงตัวอย่างการแขวนท่อในแนวนอนโดยทั่วไป 115
40. ภาพแสดงหมุดย้ำชนิดต่าง ๆ ที่ใช้ในโรงงานโลหะแผ่น 137
41. ภาพแสดงหมุดย้ำที่นิยมใช้ทั่วไป 138
42. ภาพแสดงความยาวของหมุดและส่วนที่ย้ำไปแล้ว 138
43. ภาพแสดงการย้ำหมุด 141
44. ภาพแสดงการเอาหัวหมุดออกโดยใช้ตอก 142
45. ภาพแสดงหัวหมุด POP RIVET 143
46. ภาพแสดงการพับขอบโลหะแผ่นเพื่อเพิ่มความแข็งแรง 144
47. ภาพแสดงตะเข็บรอยต่อแนวราบ 146
48. ภาพแสดงตะเข็บรอยต่อมุม 147
49. ภาพแสดงรอยต่อตะเข็บที่นิยมใช้ 148
50. ภาพแสดงสารู ชนิด A , B และ พิเศษ 163
51. ภาพแสดงการใช้งานของสกรูแบบเจาะรูกว้างเกินไป 164
52. ภาพแสดงการใช้งานของสกรูแบบเจาะรูที่เหมาะสม 164
53. ภาพแสดงน้อตชนิดต่าง ๆ 167

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

54. ภาพแสดง แบบรีด (EXTRUSION) 173
55. ภาพแสดงลักษณะการผลิตถุงพลาสติกโดยกรรมวิธีการผลิตแบบรีด 174
56. ภาพแสดงลักษณะการผลิตสายไฟฟ้าหุ้มพลาสติกโดยกรรมวิธีการผลิตแบบรีด 174
57. ภาพแสดงขั้นตอนพิเศษของการผลิตท่อโดยกรรมวิธีการผลิตแบบรีด 175
58. ภาพแสดงขั้นตอนการผลิตกระดาษเคลือบพลาสติกโดยกรรมวิธีการผลิตแบบรีด 176
59. ภาพแสดงการยึดติดโดยการซิลิโคน 204
60. ภาพแสดงแบบร่างในการนำเสนอ 213
61. ภาพแสดงแบบร่างในการนำเสนอ 213
62. ภาพแสดงแบบร่างในการนำเสนอ 214
63. ภาพแสดงแบบร่างในการนำเสนอ 214
64. ภาพแสดงรายละเอียดในการนำเสนอ 215
65. ภาพแสดงรายละเอียดในการนำเสนอ 215
66. ภาพแสดงรายละเอียดในการนำเสนอ 216
67. ภาพแสดงรายละเอียดในการนำเสนอ 216
68. ภาพแสดงรายละเอียดในการนำเสนอ 217
69. ภาพแสดงรายละเอียดในการนำเสนอ 217
70. ภาพแสดงรายละเอียดในการนำเสนอ 218
71. ภาพแสดงรายละเอียดในการนำเสนอ 218
72. ภาพแสดงรายละเอียดในการนำเสนอ 219
73. ภาพแสดงรายละเอียดในการนำเสนอ 219
74. ภาพแสดงรายละเอียดในการนำเสนอ 220
75. ภาพแสดงรายละเอียดในการนำเสนอ 220
76. ภาพแสดงรายละเอียดในการนำเสนอ 221
77. ภาพแสดงรายละเอียดในการนำเสนอ 221
78. ภาพแสดงรายละเอียดในการนำเสนอ 222
79. ภาพแสดงรายละเอียดในการนำเสนอ 222

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
80.	ภาพแสดงแบบจำลอง	223
81.	ภาพแสดงแบบจำลอง	223
82.	ภาพแสดงแบบจำลอง	224
83.	ภาพแสดงแบบจำลอง	224

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยามศัพท์

เครื่องกลั่น (น) คือ เครื่องใช้ต้ม และกลั่นของเหลว

แสงอาทิตย์ (น) คือ ความสว่างที่เปล่งออกมาจากดวงอาทิตย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

เหตุผลการนำเสนอ

น้ำบริสุทธิ์ถือว่าเป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างหนึ่งของการดำรงชีวิตของมนุษย์ในด้านต่าง ๆ เช่น การอยู่รอดของมนุษย์ที่ต้องการดื่มน้ำ (เฉพาะน้ำบริสุทธิ์เท่านั้น) หรือแม่แต่ด้านการวิทยาศาสตร์ ยังคงต้องการน้ำบริสุทธิ์ที่ต้องได้มาจากการกลั่นตัวของน้ำ มาทำการทดลองเพื่อแยกสะสารบางชนิดและทำการตรวจสอบสารละลายว่ามีคุณสมบัติดีหรือไม่เพียงใด

และโดยประมาณประเทศไทยได้มีการใช้น้ำกลั่นทั่วประเทศ ถึงวันละ 300,000 ลิตร โดยมีการนำไปใช้ในการเติมแบตเตอรี่รถยนต์ใช้ในโรงพยาบาล ห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ฯลฯ

น้ำกลั่นเหล่านี้ ต้องใช้การผลิตโดยการกลั่นด้วยความร้อน โดยใช้น้ำมันเตาเป็นเชื้อเพลิงหรือไฟฟ้า ซึ่งเป็นต้นทุนที่สูงมาก ราคาน้ำกลั่นจึงสูงตามไปด้วย

อีกประการหนึ่งประเทศต้องเสียค่าพลังงานเชื้อเพลิง ในการผลิตน้ำกลั่นไม่น้อยกว่าวันละ 450,000 บาท โดยประมาณ

ด้วยเหตุผลนี้ จึงทำให้เกิดความคิดที่จะปรับปรุงเครื่องกลั่นน้ำพลังแสงอาทิตย์ เพื่อมาทดแทนเครื่องแบบเก่า ให้มีประสิทธิภาพที่ดีขึ้นและใช้งานได้อย่างเต็มที่ อีกทั้งยังเป็นการใช้เชื้อเพลิงในกระบวนการผลิต เพื่อเป็นการลดค่าใช้จ่ายของประเทศอีกทางหนึ่งด้วย

วัตถุประสงค์

1. เพื่อออกแบบปรับปรุงเครื่องกลั่นน้ำพลังแสงอาทิตย์สำหรับการกลั่นน้ำบริสุทธิ์เพื่อใช้ในการทดลองในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์

2. เพื่อออกแบบปรับปรุงเครื่องกลั่นน้ำพลังแสงอาทิตย์ให้สามารถถอดประกอบง่ายต่อการขนย้ายและติดตั้งสำหรับการใช้งาน

ที่มาของปัญหา

ที่มาของปัญหาในส่วนนี้จะแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ที่มาของปัญหาที่เกิดจากตัวผลิตภัณฑ์เอง

โดยลักษณะของเครื่องกลั่นน้ำพลังแสงอาทิตย์แบบเดิม มีลักษณะเป็นกล่อง 4 เหลี่ยม ทำมุมเอียงของฉาดรับแสงอาทิตย์ ประมาณ 10-13 องศา ตามระนาบแนวนอนของพื้นโลกด้านบนจะเป็นกระจก สำหรับการกลั่นน้ำ และมีภาครองรับน้ำดิบและขี้เถ้าแกลบซึ่งเป็นตัวอุ้มน้ำไว้ด้านล่างเพื่อให้ระเหยได้ง่ายและรวดเร็ว

ฝาครอบด้านบนซึ่งเป็นกระจกยึดติดกับตัวโครงสร้างด้วยกาวซิลิโคนซึ่งโครงสร้างทั้งหมดเป็นสแตลเลทชนิดแผ่นมาประกอบกันเป็นโครงสร้าง ส่วนเครื่องควบคุมน้ำใช้เป็นเครื่องควบคุมระดับน้ำดิบจากท่อน้ำประปา โดยใช้เครื่องควบคุมน้ำ 1 เครื่อง ต่อเครื่องกลั่นน้ำ 48-50 เครื่อง

2. ที่มาของปัญหาที่เกิดขึ้นจากมนุษย์

โดยปัญหาแบบนี้เป็นปัญหาที่เกิดต่อการใช้งานกับตัวผลิตภัณฑ์โดยตรง ซึ่งเป็นผลมาจากที่มาของปัญหาที่เกิดจากตัวผลิตภัณฑ์เอง

ปัญหาที่เกิดขึ้น

1. การเปิดฝาเครื่องกลั่นน้ำไม่สะดวกขณะเปิดฝาครอบทำความสะอาด

แนวทางการแก้ปัญหา

1. ออกแบบให้มีมือจับสำหรับจับใช้งานฝาครอบ

ปัญหาที่เกิดขึ้น

2. ขี้เถ้าแกลบที่ใส่อยู่ในเครื่องกลั่นน้ำสามารถมีอายุการใช้งานเพียง 1 ปี จึงต้องเปลี่ยนอยู่บ่อย

ภาพที่ 1

ภาพแสดงขี้เถ้าแกลบภายในเครื่องกลั่นน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แนวทางการแก้ปัญหา

2. ออกแบบให้มีวัสดุที่ใช้สำหรับทดแทนขี้เถ้าแกลบและมีลักษณะการใช้งานแบบเดียวกันและมีอายุการใช้งานที่ยาวกว่า

ปัญหาที่เกิดขึ้น

3. ท่อยางซิลิโคนสำหรับนำน้ำดิบ และนำน้ำกลั่นจะหมดสภาพเร็วกว่ากำหนดเพราะโดนแสงแดดอยู่เป็นประจำ

ภาพที่ 2

ภาพแสดงท่อยางซิลิโคน

แนวทางการแก้ไขปัญหา

3. ออกแบบให้วัสดุที่ทำท่อทำน้ำดิบและน้ำกลั่นมีความคงทนและมีอายุการใช้งานที่ยาวนานกว่า

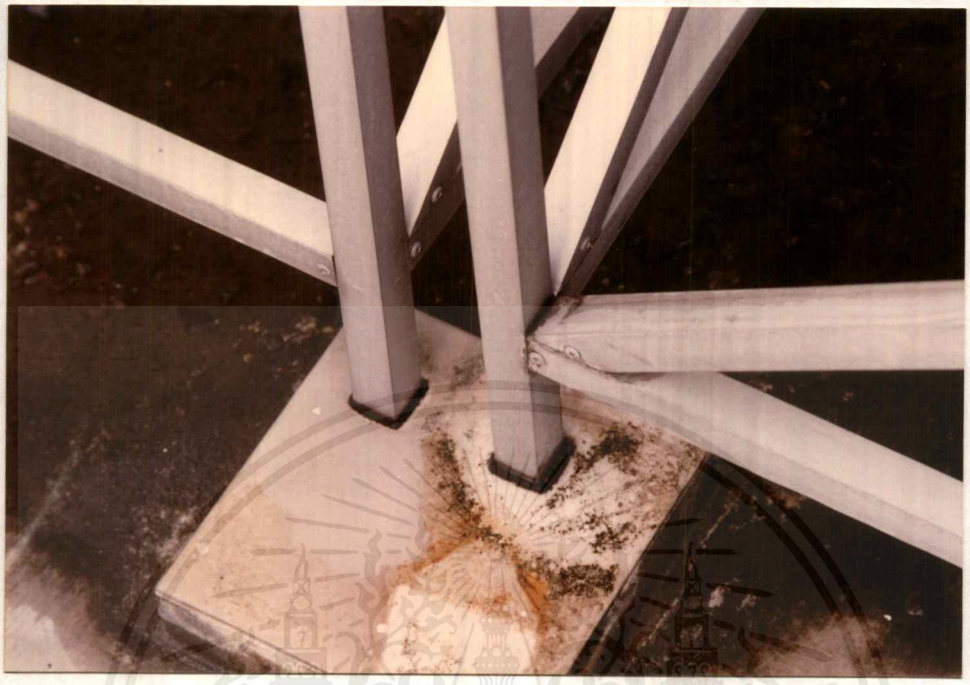
ปัญหาที่เกิดขึ้น

4. เครื่องกลั่นน้ำพลังแสงอาทิตย์มีลักษณะเป็นการประกอบด้วยหมุดย้ำซึ่งตายตัวไม่สามารถเคลื่อนย้ายได้ขณะขนส่งได้สะดวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 3

ภาพแสดงการประกอบด้วยหมุดย้ำ



แนวทางการแก้ปัญหา

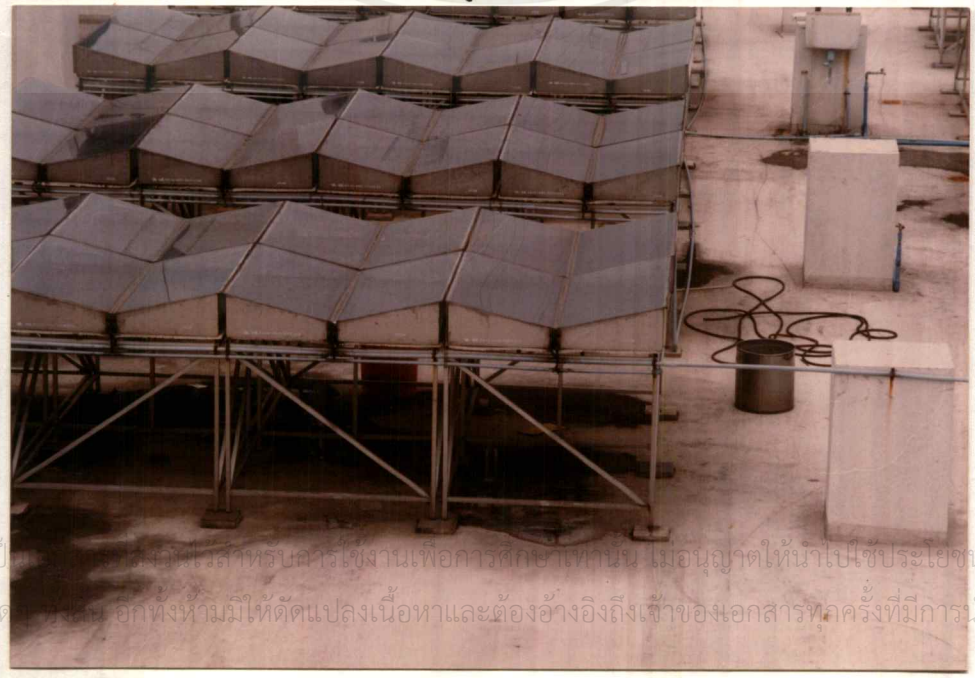
4. ออกแบบให้ชิ้นส่วนประกอบส่วนใหญ่ของเครื่องกลั่นน้ำพลังแสงอาทิตย์เป็นลักษณะของการถอดประกอบได้

ปัญหาที่เกิดขึ้น

5. เครื่องกลั่นน้ำพลังแสงอาทิตย์มีความสูง ซึ่งไม่สะดวกในการเปลี่ยนขี้เถ้าแกลบหรือการทำความสะอาดกระจกกลั่นน้ำ

ภาพที่ 4

ภาพแสดงความสูงเครื่องกลั่นน้ำ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แนวทางการแก้ปัญหา

5. ออกแบบให้เครื่องกลั่นน้ำพลังแสงอาทิตย์ มีความสูงที่เหมาะสมกับการใช้งานทั้งการเปลี่ยนกระจกหรือเปลี่ยนขี้เถ้าแกลบ

ปัญหาที่เกิดขึ้น

6 ขี้เถ้าแกลบที่ใช้สำหรับการดูดซึมน้ำก่อนใช้ต้องนำมาล้างน้ำเพื่อเลือกเอาเปลือกข้าวออก ถ้าเลือกไม่ดีแล้วเปลือกข้าวจะทำให้น้ำในเครื่องกลั่นน้ำเน่าได้

ภาพที่ 5

ภาพแสดงขี้เถ้าแกลบ

แนวทางการแก้ปัญหา

6. ออกแบบให้มีวัสดุทดแทนขี้เถ้าแกลบ และมีคุณสมบัติในการดูดน้ำและรับแสงอาทิตย์เท่ากัน หรือใกล้เคียงกันมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีดำเนินการวิจัย

1. เสนอหัวข้อของงานวิจัย
2. ศึกษาปัญหาของงานวิจัย
3. ศึกษาแนวทางการแก้ปัญหาของงานวิจัย
4. ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย
5. ดำเนินการออกแบบ
6. นำเสนอผลงานการออกแบบ

ขอบเขตการศึกษาข้อมูล

1. ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับระบบการทำงานของเครื่องกลั่นน้ำแบบเดิม
2. ศึกษาถึงการบำรุงรักษาเครื่องกลั่นน้ำ
3. ศึกษาคุณภาพและการนำไปใช้ของน้ำกลั่นที่ได้จากเครื่องกลั่นน้ำ
4. ศึกษาถึงพฤติกรรมการใช้งาน
5. ศึกษาวัสดุที่นำมาผลิตเครื่องกลั่นน้ำ
6. ศึกษาการผลิตในระบบอุตสาหกรรม
7. ศึกษาอิทธิพลของสีที่มีต่อผลิตภัณฑ์
8. ศึกษาขนาดสัดส่วนมนุษย์

ขอบเขตการออกแบบ

1. ออกแบบให้เป็นเครื่องกลั่นน้ำพลังแสงอาทิตย์
2. ออกแบบให้สามารถกลั่นน้ำโดยเฉลี่ยวันละ 5 ลิตร ขึ้นไปโดยเฉลี่ยทั้งปี
3. ออกแบบให้สามารถถอดประกอบเพื่อสะดวกในการขนส่ง
4. ออกแบบให้เหมาะสมกับพฤติกรรมการใช้งาน
5. ออกแบบให้วัสดุมีความเหมาะสมกับลักษณะการใช้งาน
6. ออกแบบให้วัสดุเหมาะสมกับการผลิตในระบบอุตสาหกรรม

ผลที่คาดว่าจะได้รับ

ได้เครื่องกลั่นน้ำบริสุทธิ์พลังแสงอาทิตย์ สำหรับการกลั่นน้ำบริสุทธิ์เพื่อใช้ในการทดลองในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ และยังสามารถถอดประกอบและง่ายต่อการขนส่งและติดตั้งสำหรับการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ในการทำวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาข้อมูลต่าง ๆ ของเครื่องกลั่นน้ำพลังแสงอาทิตย์เพื่อให้ผลการวิจัยมีความน่าเชื่อถือมากที่สุดอีกทั้งยังนำข้อมูลมาประกอบกับการออกเพื่อความเป็นไปได้ของโครงการ โดยผู้วิจัยได้ทำการแบ่งข้อมูลที่ศึกษาออกเป็นตอน ๆ ดังนี้

ตอนที่ 1 รูปแบบและหลักการทำงานของเครื่องกลั่นน้ำแบบเดิม
ตอนที่ 2 ลักษณะการกลั่นน้ำแบบต่าง ๆ
ตอนที่ 3 พลังงานแสงอาทิตย์
ตอนที่ 4 รูปแบบการวางห้องทดลองทางวิทยาศาสตร์
ตอนที่ 5 วัสดุต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย
ตอนที่ 6 กรรมวิธีการผลิต
ตอนที่ 7 จิตวิทยาสีที่มีผลต่อการออกแบบ
ตอนที่ 8 สัดส่วนมนุษย์
ตอนที่ 9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 รูปแบบและหลักการทำงานของเครื่องกลั่นน้ำ (แบบเดิม) เพื่อเป็นการศึกษาถึงรูปแบบ, หลักการทำงาน, วิธีใช้และการบำรุงรักษา นำมาประกอบกับการออกแบบเครื่องกลั่นน้ำ โดยหนังสือ "แบบเรียน วิชาส่งเสริมคุณภาพชีวิต หมวดวิชาส่งเสริมคุณภาพชีวิต (บังคับ) ตอน 3 เรื่องพลังงานกับชีวิตประจำวัน" (2530) ได้กล่าวไว้ดังนี้

2.1.1 เครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์

การกลั่นน้ำโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์จะเหมาะสมกับประเทศที่ได้รับแสงอาทิตย์ในช่วงเวลายาวนานและมีความเข้มปริมาณสูง ค่าใช้จ่ายก็ไม่สูงนักเหมาะกับท้องถิ่นที่มีปัญหาเรื่องแหล่งน้ำ เช่น ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย การกลั่นน้ำโดยใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์ เราอาจจะกลั่นได้ทั้งน้ำคลอง น้ำในบึง ห้วย ลำธาร หรือน้ำทะเล ในประเทศซิลีสามารถผลิตน้ำ จากน้ำทะเลได้ปริมาณ 6,000 แกลลอนต่อวัน (1 แกลลอน = 4.5 ลิตร) ปัจจุบันพบว่าวิธีกลั่นน้ำ

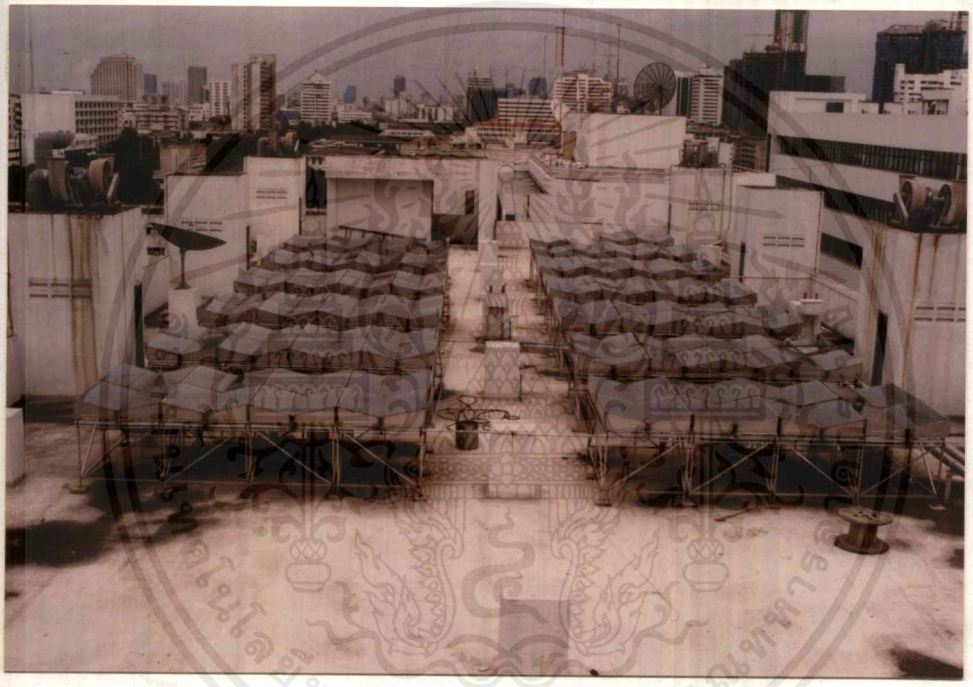
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยแสงอาทิตย์เป็นที่สนใจสำหรับประเทศที่ต้องการใช้น้ำมาก ๆ และมีน้ำจากแหล่งธรรมชาติไม่เพียงพอ ไม่สะอาดและไม่เหมาะสมที่จะใช้อุปโภคและบริโภค

ระบบที่ง่ายที่สุดในการกลั่นคือสร้างตู้กลั่นที่ใช้พื้นล่างด้านในของตู้ทำด้วยตัวดูดแสงสีดำ จะดูดพลังงานแสงอาทิตย์ทำให้น้ำที่อยู่ภายในร้อน โดยอาศัยหลักการเดียวกับปรากฏการณ์เรือนกระจก น้ำร้อนจะระเหยขึ้น และควบแน่นเป็นหยดน้ำเมื่อกระทบกระจกด้านบนของตู้กลั่นแล้ว จะไหลไปรวมกันในรางใต้กระจกส่วนบนนั้น ซึ่งจะมีภาชนะเตรียมรองรับอยู่

ภาพที่ 6

เครื่องกลั่นน้ำพลังแสงอาทิตย์



เครื่องกลั่นน้ำด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ตามแบบกรมวิทยาศาสตร์บริการ สามารถกลั่นน้ำบริสุทธิ์คุณภาพสูงใช้ดื่ม ใช้ในงานห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาตร์ และใช้เป็นน้ำกลั่นเติมแบตเตอรีรถยนต์ โดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการจัดหาพลังงาน สารเคมีหรือน้ำดิบในการหล่อเย็น

น้ำดิบที่ใช้อาจเป็นน้ำที่มีความกระด้างสูงมีแร่ธาตุต่าง ๆ ซึ่งอาจเป็นอันตรายในการบริโภคหรือน้ำประปา น้ำบาดาลทั่วไปก็ได้ แต่น้ำที่มีกลิ่นเหม็นไม่เหมาะที่จะใช้กลั่นทำน้ำดื่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการทำงานของเครื่องกลั่นน้ำพลังแสงอาทิตย์

เครื่องกลั่นน้ำด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ตามแบบกรมวิทยาศาสตร์บริการมีอยู่ 2 แบบ แบบแรกเป็นแบบเครื่องกลั่นน้ำอย่างง่าย มีลักษณะเป็นถาดใส่น้ำดิบ ในถาดน้ำดิบใส่ขี้เถ้าแกลบสีดำดูดพลังงานแสงแดดเพื่อเปลี่ยนเป็นความร้อนด้านบนเป็นกระจก 2 แผ่นวางเอียงเข้าหากันเป็นรูปตัววี

ภาพที่ 7

เครื่องกลั่นน้ำด้วยพลังแสงอาทิตย์แบบที่ 1

ด้านบนของตู้กลั่นซึ่งเป็นกระจก ทำหน้าที่เป็นเครื่องควบแน่นไอน้ำที่ระเหยจากถาดน้ำดิบซึ่งร้อนขึ้นเนื่องจากดูดพลังงานแสงอาทิตย์ไว้ไอน้ำเมื่อกระทบกับกระจกด้านบนจะควบแน่นเป็นหยดน้ำกลั่น โดยระบายความร้อนให้กระจก ซึ่งระบายความร้อนต่อให้อากาศภายนอกอีกต่อหนึ่ง

น้ำกลั่นจะไหลเอียงตามกระจกด้านบน ลงรางน้ำกลั่นกลางถาด ไหลรวมเข้าท่อน้ำกลั่นไปใช้งาน

เครื่องกลั่นชนิดนี้มีประสิทธิภาพสามารถผลิตน้ำกลั่นได้ประมาณ 2.5 ถึง 3 ลิตรต่อตารางเมตรต่อวัน โดยเฉลี่ยทั้งปี และได้มีผู้นำแบบไปใช้งานแพร่หลายในประเทศเพื่อใช้ผลิตน้ำในห้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ในมหาวิทยาลัยในงานด้านเภสัชกรรมอย่างกว้างขวาง

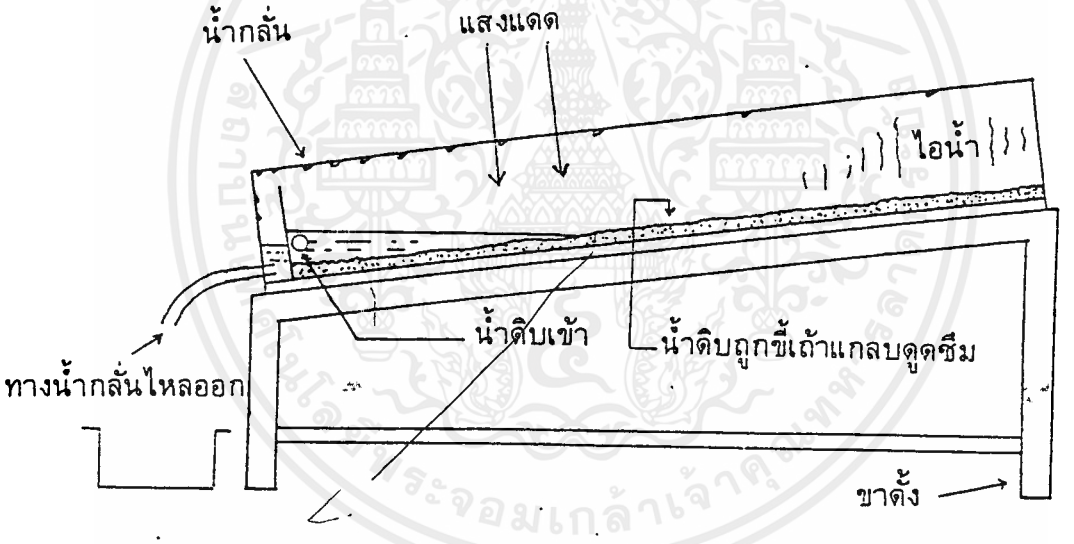
เครื่องกลั่นน้ำด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ตามแบบแรกนี้ใช้หลักการเดียวกับเครื่องกลั่นน้ำด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ที่ใช้กันทั่วไปในประเทศอื่น ๆ อยู่แล้ว จึงมีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับเครื่องที่ใช้กันทั่วไปในประเทศอื่น ๆ คือไม่เกินประมาณ 3 ลิตรต่อตารางเมตรต่อวันโดยเฉลี่ยทั้งปี เพียงแต่พัฒนาให้สามารถให้น้ำกลั่นมีความบริสุทธิ์สูงขึ้น และคงทนยิ่งขึ้นกว่าเครื่องกลั่นชนิดเดียวกัน

เครื่องกลั่นน้ำด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ชนิดใหม่ (2530-2531)

เรื่องกลั่นน้ำแบบใหม่ ซึ่งทดลองใช้งานได้ผลดีนั้น ได้ใช้หลักการที่แตกต่างกันกับเครื่องกลั่นน้ำแบบเก่าและรูปแบบแตกต่างกับเครื่องกลั่นแบบเก่า

ภาพที่ 8

เครื่องกลั่นน้ำด้วยพลังแสงอาทิตย์แบบที่ 2



เครื่องกลั่นชนิดใหม่มีพื้น 2 ชั้น ชั้นล่างเป็นกระเบื้องใยหินและพื้นบนเป็นพื้นกระจกหนา 3 มิลลิเมตร ทำหน้าที่เป็นถาดใส่ขี้เถ้าแกลบ และน้ำดิบ ด้านบนของเครื่องกลั่นใช้กระจกบาง 2 มิลลิเมตร วางปิดเป็นหลังคา ทำหน้าที่เป็นเครื่องควบแน่น เมื่อเวลาทำงานจะวางเครื่องกลั่นเอียง 13 องศา บนขาเครื่องกลั่น น้ำดิบจะมีเพียงเล็กน้อยในเครื่องกลั่นที่ขอบล่างของถาด ซึ่งจะถูกดูดซึมโดยขี้เถ้าแกลบขึ้นไปตามแนวเอียงของเครื่อง ขี้เถ้าแกลบจะเปียกอยู่ตลอดเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากปริมาณน้ำดิบมีน้อยและส่วนใหญ่ซึมอยู่กับขี้เถ้าแกลบ เมื่อขี้เถ้าแกลบได้รับพลังงานแสงแดดจึงร้อนจัด น้ำดิบจะระเหยอย่างรวดเร็ว และกลั่นตัวที่กระจกหลังคาไหลลงรางน้ำกลั่น

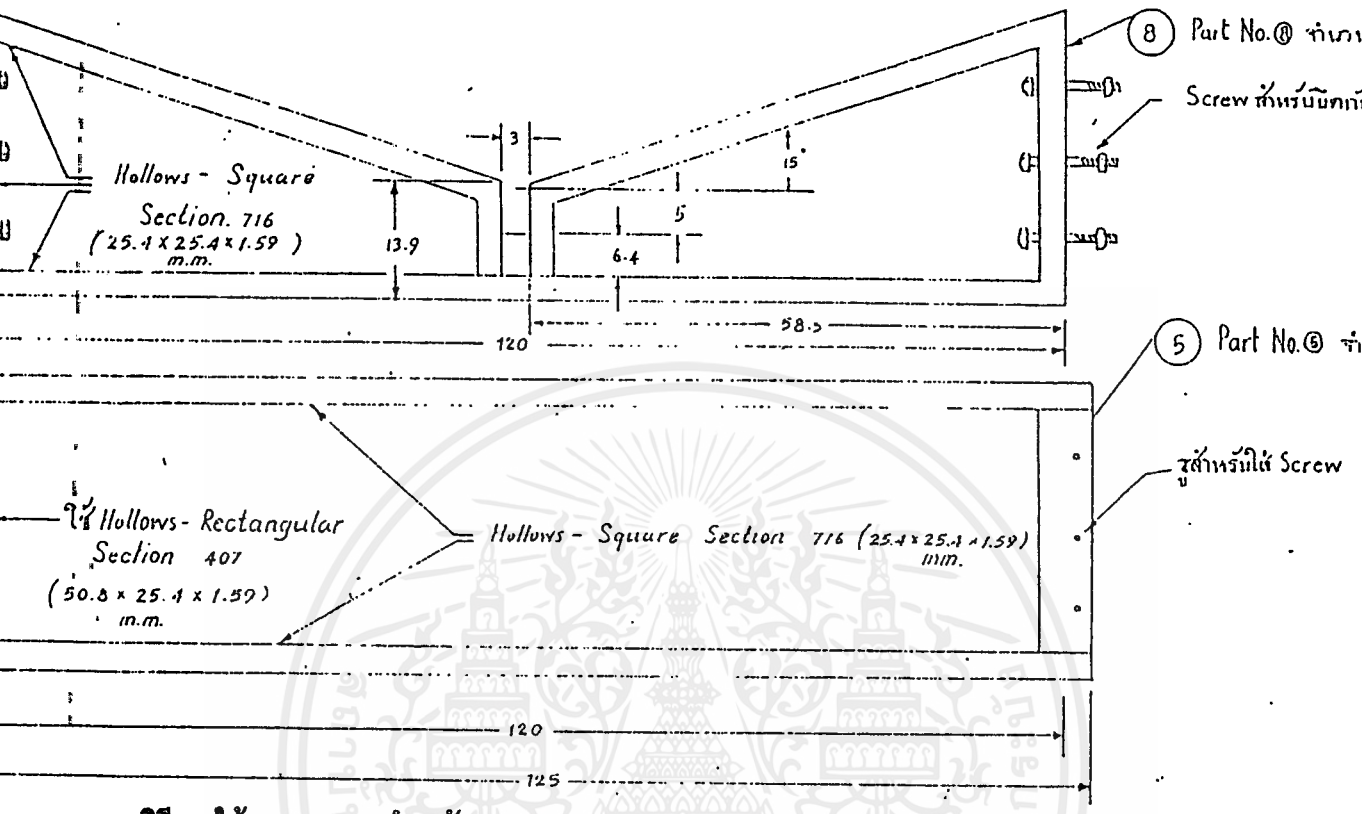
จากผลการทดลองของกรมวิทยาศาสตร์บริการพบว่า มีประสิทธิภาพสูงกว่าเครื่องกลั่นแบบเก่าเกือบสองเท่า คือสามารถผลิตน้ำกลั่นได้ถึง 5 ลิตรต่อตารางเมตรต่อวัน (โดยเฉลี่ยทั้งปี) และให้คุณภาพน้ำกลั่นมีความบริสุทธิ์สูง เช่นเดียวกับเครื่องกลั่นแบบแรก

เครื่องกลั่นแบบใหม่ (แบบ 2) จึงเหมาะสมในการใช้งานมากกว่าเครื่องกลั่นชนิดเก่า (แบบ 1) เพราะมีราคาถูกกว่า ประสิทธิภาพสูงกว่าให้คุณภาพน้ำกลั่นเท่าเทียมกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 10

ภาพแสดงแบบโครงสแตลเลส



วิธีการใช้งานและการบำรุงรักษา

วิธีการใช้งาน (เฉพาะเครื่องกลั่นแบบ 2)

1. วางเครื่องกลั่นให้ด้านข้างอยู่ตามแนวตะวันออก-ตะวันตก

2. ต่อท่อน้ำดิบ หรือใช้ถังเติมน้ำดิบเข้าเครื่องกลั่น เครื่องกลั่นจะมีลูกลอยคุมระดับน้ำดิบโดยอัตโนมัติ

3. ใช้ถังรองน้ำกลั่นหรือต่อท่อน้ำกลั่นไปยังถังเก็บ

วิธีการใช้งาน วางเครื่องกลั่นให้หันหน้าไปในทางทิศใต้ อาจใช้ถังน้ำดิบต่อเข้าเครื่องกลั่นซึ่งผ่านเครื่องควบคุมระดับ ถ้าติดตั้งหนึ่งเครื่องหรือสองเครื่อง

การผลิตน้ำกลั่นจำนวนมาก ต่อท่อจ่ายน้ำดิบและท่อจ่ายน้ำกลั่นหลายเครื่องเข้าด้วยกัน

การบำรุงรักษา เช็ดฝุ่นที่ผิวกระจกหลังคาเครื่องกลั่นด้วยผ้าหรือที่ปัดฝุ่น (ไม้ขนไก่) ทุก ๆ สัปดาห์ หรือ 2 สัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทุก ๆ 1 หรือ 2 ปี เปิดฝาเครื่องกลั่นออกเปลี่ยนขี้เถ้าแกลบ โดยใช้ขี้เถ้าแกลบจากโรงสีข้าวทั่วไป (สีดำ) ล้างและกรอง เอาสิ่งสกปรกออกก่อน เกลี่ยให้ทั่วถาดเครื่องกลั่นให้หนาประมาณ 1-2 ซม. ปิดฝาหลังคาเครื่องกลั่นและยาโดยรอบขอบฝาด้วยกาวซิลิโคน

อายุการใช้งาน มากกว่า 10 ปี

2.1.2 เครื่องควบคุมปริมาณน้ำ เพื่อเป็นการศึกษาระบบการทำงานของเครื่องควบคุมปริมาณน้ำ มาประกอบกับการออกแบบเครื่องควบคุมปริมาณน้ำของเครื่องกลั่นน้ำต่อไป โดยหนังสือ "เทคนิคกลไก" (2521) ได้กล่าวไว้ว่า

กลไกการเติมน้ำประกอบด้วยท่อซึ่งจะจ่ายน้ำให้กับโถชักโครก ผ่านเข้าและท่อเติมน้ำ นอกจากนี้ ลิ้นยังทำหน้าที่เติมน้ำให้กับโถส้วมท่อน้ำล้น เพื่อรักษาระดับน้ำในให้พอเหมาะ การทำงานปิดเปิดทางเข้าถูกบังคับด้วยก้านโยก ซึ่งมีติดอยู่ที่ปลายข้างหนึ่งปกติจะมีน้ำอยู่ในโถชักโครกเต็มโถ เมื่อทำการบิดมือโยก คานโยกจะดึงให้ยกฟันจากช่องลิ้นชักโครกน้ำในโถชักโครกก็จะไหลลงไปชะล้างโถส้วม ส่วนลูกยางจะลอยขึ้นข้างบนด้วยแรงลอยตัว จนกระทั่งชนกับปลอกนำ ซึ่งยึดติดกับท่อน้ำล้น

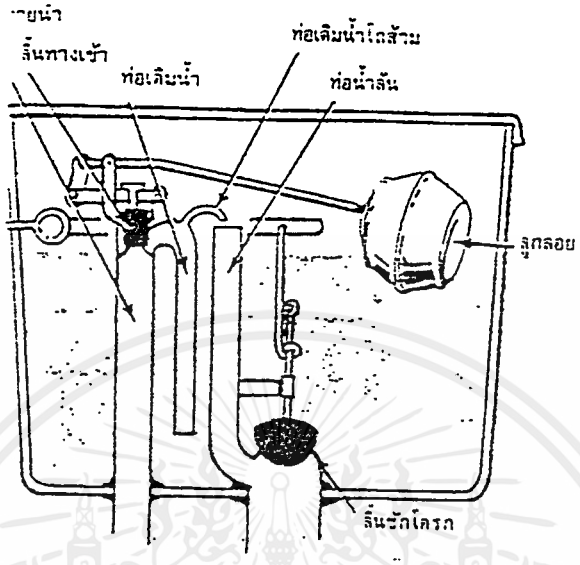
ขณะที่น้ำในโถชักโครกลดระดับลงลูกยางก็จะเคลื่อนตามลงไปด้วย และเนื่องจากถูกปลอกนำบังคับอยู่ ลูกยางจึงเคลื่อนลงไปยังช่องลิ้นชักโครกพอดี เมื่อลูกยางเคลื่อนลงไปใกล้กับช่องลิ้นชักโครกก็จะถูกแรงดูดของน้ำดูดให้อุดปิดช่องลิ้นชักโครก ดังนั้น จึงไม่มีน้ำไหลเข้าไปในโถส้วมอีกต่อไปเปิดโอกาสให้โถชักโครกเริ่มเก็บสะสมน้ำอีกครั้งหนึ่ง

เมื่อน้ำในโถลักโครกมีระดับต่ำสุดลูกลอยจะพาก้านโยกให้เปิดลิ้นทางเข้าออกกว้างที่สุดน้ำจากท่อจ่ายน้ำจะทำการจ่ายน้ำเพื่อเติมโถชักโครกผ่านท่อเติมน้ำพร้อมทั้งจ่ายน้ำเติมโถส้วมผ่านท่อน้ำล้นในขณะที่ระดับน้ำค่อย ๆ สูงขึ้น ลูกลอยก็จะลอยขึ้นตามและโยกก้านโยกให้ค่อย ๆ ปิดลิ้นทางเข้า จนกระทั่งน้ำเต็มโถชักโครก ลิ้นทางเข้าก็จะถูกปิดสนิทพอดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

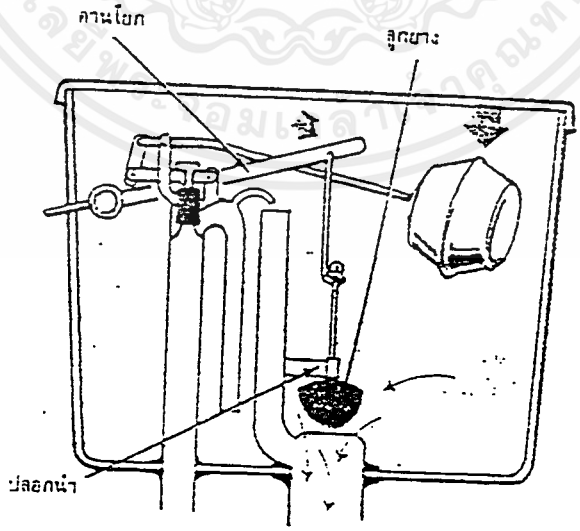
ภาพที่ 11

ส่วนประกอบภายในชักโครกขณะน้ำเต็ม



ภาพที่ 12

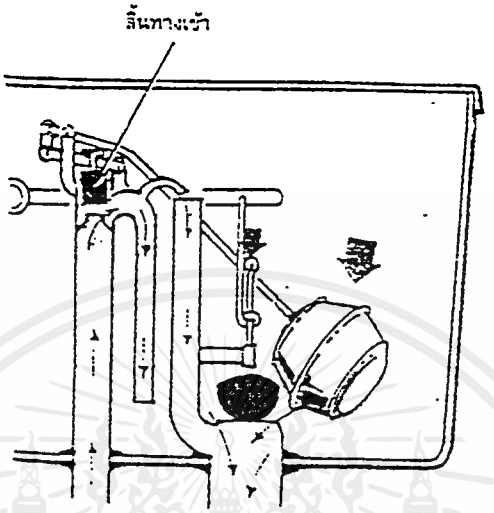
เมื่อปิดมือโยก



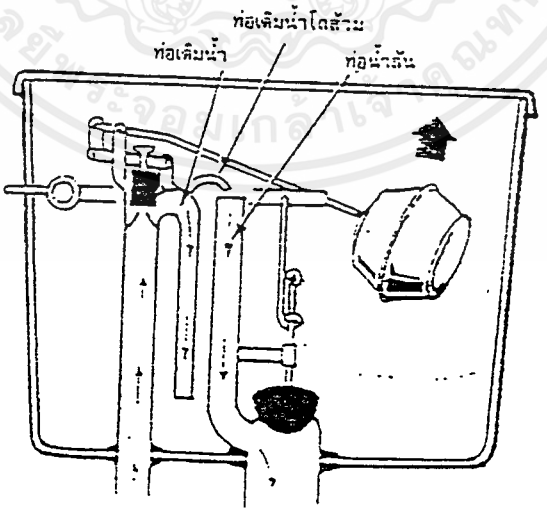
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุด
คณะครศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.
ม.ม. ท ๒๒๙ ค ๒๕๔๐

ภาพที่ 13
ขณะชักโครกเริ่มเก็บสะสมน้ำ

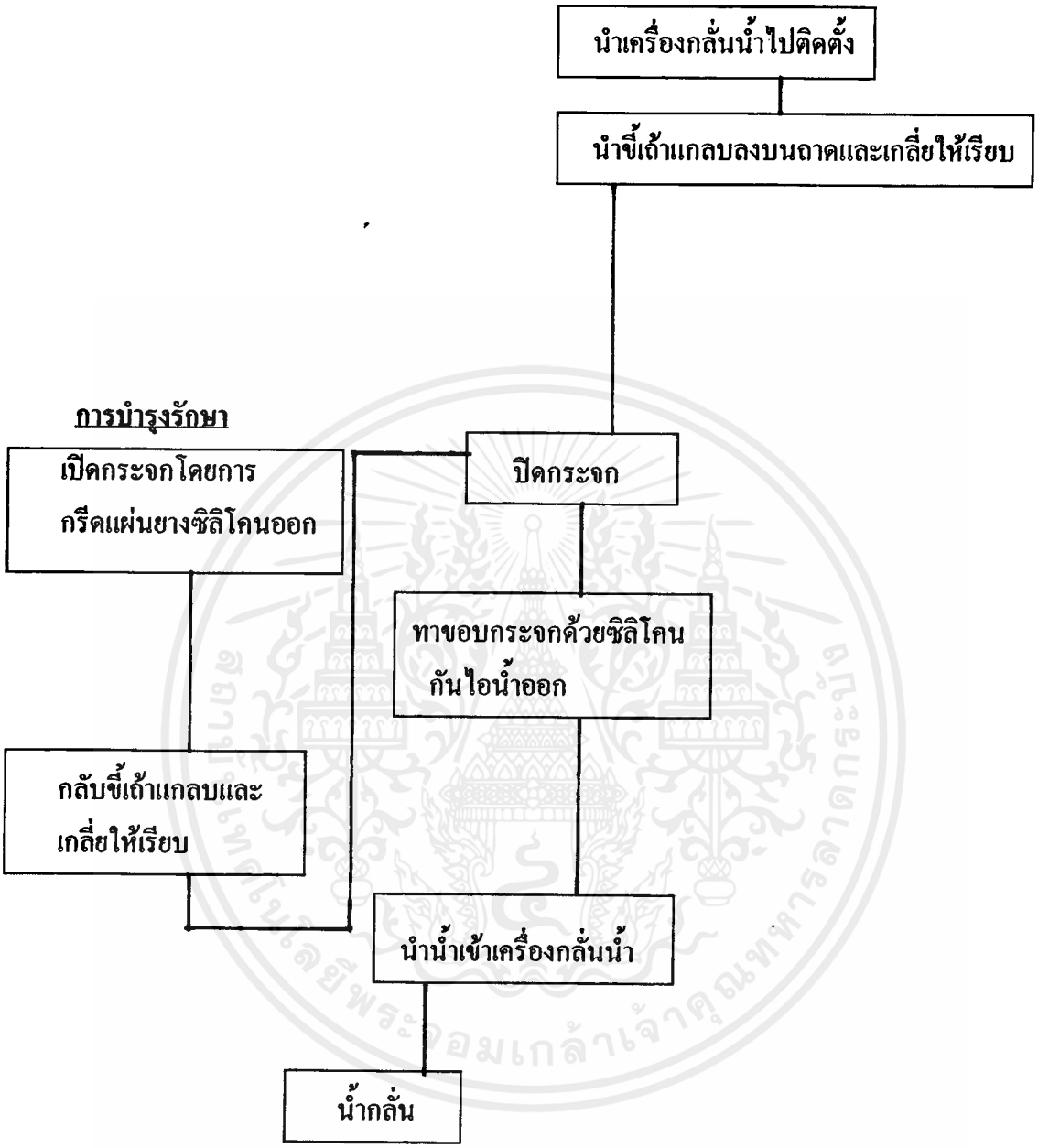


ภาพที่ 14
ขณะชักโครกมีน้ำเกือบเต็ม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
01886
021655

2.1.3 พฤติกรรมการใช้งานของเครื่องกลั่นน้ำพลังแสงอาทิตย์



2.1.4 คุณภาพน้ำกลั่นที่ได้จากเครื่องกลั่นน้ำพลังแสงอาทิตย์ชนิดใหม่ (2530-2531)

การศึกษาคุณภาพน้ำกลั่นนั้นเพื่อที่จะทราบว่าคุณภาพน้ำกลั่นที่ได้จากกรรมวิธีการผลิตด้วยการกลั่นจากพลังแสงอาทิตย์จะมีคุณภาพมากน้อยเพียงใด ในการนำไปใช้ในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยกองฟิสิกส์และวิศวกรรมกรมวิทยาศาสตร์บริการ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและการพลังงาน (2531) ได้กล่าวไว้ในเอกสารเผยแพร่ไว้ดังนี้

คุณภาพน้ำกลั่น

เมื่อทดลองวิเคราะห์คุณภาพน้ำกลั่นที่ได้จากเครื่องกลั่นที่ใช้วัสดุดูดความร้อนชนิดต่างๆ กันเปรียบเทียบกับน้ำกลั่นที่ได้จากการกลั่นด้วยเชื้อเพลิงที่งานช่าง กองฟิสิกส์และวิศวกรรมกรมวิทยาศาสตร์บริการ โดยเปรียบเทียบคุณสมบัติ การนำไฟฟ้า (electrical conductivity ปริมาณสิ่งเจือปน (solid-content) และสภาพความเป็นกรด-ด่าง (pH) ปรากฏว่ามีคุณภาพไม่ด้อยกว่าน้ำกลั่นจากเครื่องกลั่น โดยใช้เชื้อเพลิงดังที่แสดงในกราฟ โดยเฉพาะเมื่อใช้วัสดุถ่านไม้บด activated carbon หรือขี้เถ้าแกลบ ส่วนน้ำกลั่นที่ได้จากการใช้ butyl rubber หรือยางธรรมชาติปูพื้นถาด จะมีกลิ่นและรสเล็กน้อยไม่เหมาะที่จะใช้งานกลั่นน้ำคุณภาพสูง

สำหรับน้ำกลั่นที่ใช้เชื้อเพลิงกลั่นที่งานช่าง ปรากฏว่ามีต้นทุนการผลิตสูงถึง 1.32 บาท ต่อลิตร แต่น้ำกลั่นด้วยแสงแดดมีต้นทุนการผลิตเพียง 0.2 บาทต่อลิตร จึงพอสรุปได้ว่าเครื่องกลั่นน้ำด้วยแสงแดดสามารถใช้ผลิตน้ำกลั่นที่มีคุณภาพดีได้

ตารางที่ 1

คุณภาพของน้ำกลั่นด้วยแสงแดด

ตัวอย่างกลั่น เมื่อ	pH	สารที่ไม่ระเหย ppm	คลอไรด์ ppm	แอมโมเนีย ppm	โลหะหนัก ppm	แคลเซียม ppm	แมงกานีส ppm	สารที่ถูกอ็อกซิไดซ์ได้	สภาพเป็นตัวนำไฟฟ้า u mho /cm
25 เม.ย.23	6.6	7.6	ไม่พบ	0.06	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	/	3
26 พ.ค.23	6.3	4	"	0.08	"	"	"	/	4
18 มิ.ย.23	6.4	4	"	0.05	"	"	"	/	3
21 ก.ค.23	6.4	3	"	0.04	"	"	"	/	2.5
2 ก.ย.23	7.3	4	"	0.07	"	"	"	/	4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการวิเคราะห์น้ำกลั่นที่ได้ดังตารางที่ นี้ ปรากฏว่าคุณภาพน้ำผ่านเกณฑ์มาตรฐานน้ำกลั่น มอก.19-2514, B.S 3978:1966 และ ASTM D-1193 ประสงค์และคุณภาพคงที่สม่ำเสมอ ไม่เปลี่ยนแปลง ซึ่งน้ำกลั่นนี้นับได้ว่าเป็นน้ำกลั่นที่มีคุณภาพสูงตรงตามจุด พิจารณาได้จากค่าของสภาพการเป็นตัวนำไฟฟ้าจากเดือนพฤษภาคม 2523 ถึง กันยายน 2523 จะเห็นว่ามีค่าไม่แตกต่างกันมาก เฉลี่ยแล้วประมาณ 3.1 mho/cm

2.1.5 คุณภาพของน้ำกลั่นสำหรับแบตเตอรี่ชนิดตะกั่ว ซึ่งเป็นการศึกษาคุณภาพน้ำกลั่นตามมาตรฐานอุตสาหกรรม เพื่อที่จะทราบว่าคุณภาพน้ำกลั่นมาตรฐานอยู่ระดับใดเพื่อที่จะออกแบบให้เครื่องกลั่นน้ำสามารถผลิตน้ำกลั่นได้อย่างถูกต้องได้คุณภาพตามมาตรฐานโดยสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมได้กล่าวไว้ในหนังสือมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.19-2536 ชนิด น้ำสำหรับแบตเตอรี่ชนิดตะกั่ว-กรด ไว้ดังนี้

ตารางที่ 2

คุณลักษณะทางฟิสิกส์และทางเคมี

รายการที่	คุณลักษณะ	เกณฑ์ที่กำหนด
1	สารที่ไม่ระเหย มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร ไม่เกิน	10
2	คลอไรด์ มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร ไม่เกิน	1
3	แอมโมเนีย มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร ไม่เกิน	2
4	โลหะหนัก	สารละลายต้องไม่ปรากฏสีภายในเวลา 2 นาที
5	แคลเซียม	สารละลายต้องไม่ปรากฏตะกอน
6	แมงกานีส	สารละลายต้องไม่ปรากฏสีชมพู
7	สารที่ถูกออกซิไดส์ได้	สีของสารละลายโพแทสเซียมเพอร์แมงกาเนตต้องไม่หายไป
8	สภาพนำไฟฟ้า มิลลิซีเมนส์ต่อเมตร ไม่เกิน	1

หมายเหตุ 1 ซีเมนส์ = 1 โม (mho)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปข้อมูลเครื่องกลั่นน้ำพลังแสงอาทิตย์แบบเติม

เครื่องกลั่นน้ำพลังแสงอาทิตย์ สามารถกลั่นน้ำบริสุทธิ์คุณภาพสูงใช้ดื่ม ใช้ในงานห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ เติมแบตเตอรี่รถยนต์ ฯลฯ

หลักการทำงาน

เครื่องกลั่นน้ำพลังแสงอาทิตย์ ปัจจุบันสามารถสรุปได้ 2 แบบ คือ

1. แบบแรกเป็นเครื่องกลั่นน้ำอย่างง่าย มีลักษณะเป็นถาดใส่น้ำดิบในถาดน้ำดิบใส่ขี้เถ้าแกลบสีดำดูดพลังแสงอาทิตย์ เปลี่ยนเป็นความร้อนด้านบนเป็นกระจก 2 แผ่น วางเอียงเข้าหากันเป็นรูปตัววี

ด้านบนของตู้กลั่นน้ำเป็นกระจก ทำหน้าที่เป็นเครื่องควบแน่น ไอน้ำที่ระเหยจากถาดน้ำดิบ ซึ่งร้อนขึ้นเนื่องจากดูดพลังแสงอาทิตย์ไว้ ไอน้ำเมื่อกระทบกระจกด้านบนจะควบแน่นเป็นหยดน้ำ โดยระบายความร้อนให้กระจก ซึ่งระบายความร้อนต่อให้อากาศภายนอกอีกต่อหนึ่ง น้ำกลั่นจะไหลเอียงตามกระจกด้านบน ลงรางน้ำกลั่นกลางถาดไหลรวมเข้าท่อน้ำกลั่นไปใช้งานมีประสิทธิภาพสามารถผลิตน้ำกลั่นได้ประมาณ 2.5 ถึง 3 ลิตร/ตารางเมตร/วัน เฉลี่ยทั้งปี

2. เครื่องกลั่นน้ำพลังแสงอาทิตย์แบบใหม่ จะใช้หลักการและรูปแบบต่างกับแบบเก่า คือ มีพื้น 2 ชั้น ชั้นล่างเป็นกระเบื้องและใยหินและพื้นบนเป็นกระจกหนา 3 มิลลิเมตร เมื่อเวลาทำงานเครื่องกลั่นจะวาง 13 องศา เครื่องกลั่นแบบนี้จะกลั่นน้ำได้ 5 ลิตร/ตารางเมตร/วัน โดยเฉลี่ยทั้งปี

วิธีการใช้งาน (แบบที่ 2)

1. วางเครื่องกลั่นน้ำด้านข้างอยู่ตามแนวตะวันตก
2. ต่อท่อน้ำดิบ
3. ใช้ถังรองน้ำกลั่น

การบำรุงรักษา

1. เช็ดกระจกทุก ๆ 2 สัปดาห์
2. เปลี่ยนขี้เถ้าแกลบทุก 2 ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปคุณภาพของน้ำสำหรับแบตเตอรี่ชนิดตะกั่วกรด ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

คุณภาพของน้ำสำหรับแบตเตอรี่ชนิดตะกั่ว-กรด

ลักษณะทั่วไป

- ต้องใส ไม่มีสี และปราศจากสิ่งแปลกปลอมที่มองเห็นได้ การทดสอบทำได้โดยการพินิจ

คุณภาพของน้ำกลั่นตามมาตรฐานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม มอก.19-2506 ชนิดน้ำสำหรับแบตเตอรี่ชนิดตะกั่ว-กรด ได้กล่าวไว้ดังนี้

รายการ	คุณลักษณะ	เกณฑ์ที่กำหนด
1	สารที่ไม่ระเหยมิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร ไมเกิน	10
2	คลอไรด์มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตรไม่เกิน	1
3	แอมโมเนีย-มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตรไม่เกิน	2
4	โลหะหนัก	สารละลายต้องไม่ปรากฏภายใน 2 นาที
5	แคลเซียม	สารละลายต้องไม่ปรากฏตะกอน
6.	แมงกานีส	สารละลายต้องไม่ปรากฏสีชมพู
7	สารละลายที่ถูกออกซิไดส์ได้	สีของสารละลายพแทสเซียมเพอร์แมงกาเนสต้องไม่หายไป
8	สภาพนำไฟฟ้ามิลลิซิเมนส์ต่อเมตรไม่เกิน	1

คุณภาพของน้ำกลั่นจากเครื่องกลั่นน้ำพลังแสงอาทิตย์ พอที่จะสรุปได้ดังนี้

1. ค่า pH เท่ากับ 7.3
2. สารที่ไม่ระเหย เท่ากับ 4
3. คลอไรด์ ไม่พบ
4. แอมโมเนีย 0.07
5. โลหะหนัก ไม่พบ
6. แคลเซียม ไม่พบ
7. แมงกานีส ไม่พบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. สารที่ถูกอ๊อกซิไดซ์ ได้

9. สภาพเป็นตัวนำไฟฟ้า 3.1

นับได้ว่าเป็นน้ำกลั่นที่มีคุณภาพสูงสุดและคุณภาพคงที่สม่ำเสมอ ไม่เปลี่ยนแปลง

2.2 การศึกษาลักษณะการกลั่นน้ำแบบต่าง ๆ เพื่อเป็นการศึกษาลักษณะรูปแบบการกลั่นแบบต่าง ๆ เพื่อศึกษาถึงลักษณะที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการออกแบบ โดยอาจารย์นรินทร์ เนาวประทีป ได้กล่าวไว้ในหนังสือ "เคมี ม.4 เล่มที่ 1" (2530) ไว้ดังนี้

การกลั่นคือวิธีการแยกของผสมในสภาพที่เป็นสาระละลายออกจากกัน การกลั่นนับว่าเป็นกระบวนการที่มีความสำคัญมาก ในอุตสาหกรรมปิโตรเลียม และอุตสาหกรรมเคมีทั่ว ๆ ไปหอกลั่นที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน นับว่าเป็นเครื่องมือที่มีกำลังการผลิตสูง และถูกสร้างขึ้นให้มีขนาดใหญ่กว่าเครื่องมือประเภทอื่น ๆ โดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 30 ซม.ถึง 10 เมตร และมีความสูงตั้งแต่ 3 เมตร ถึง 75 เมตร

ในการกลั่นโดยทั่ว ๆ ไป จะใช้ความร้อนจากไอน้ำมาทำให้สารละลายในสภาพของของเหลว ระเหยกลายเป็นไอบางส่วน สารที่ต้องการจะแยกออกจากกันโดยวิธีการกลั่นนี้ จะต้องมีอัตราการระเหยไม่เท่ากัน ซึ่งอาจดูได้จากค่าของจุดเดือดหรือความดันไอของสารนั้น ๆ สารที่ระเหยได้ง่ายกว่า ย่อมมีโอกาสที่จะไปอยู่ในไอได้มากกว่าสารที่ระเหยมาก ดังนั้นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการกลั่น จะประกอบด้วยไอ และของเหลวที่เหลือ โดยที่ในไอจะมีปริมาณสารระเหยง่ายอยู่เป็นจำนวนมาก ส่วนในของเหลวจะมีปริมาณสารระเหยง่ายอยู่เป็นจำนวนน้อย จะเห็นได้ว่าในการกลั่นจะมีไอและของเหลวอยู่รวมกันเสมอ

การกลั่น (Distillation)

การกลั่น มีหลายวิธีดังนี้

2.2.1 การกลั่นแบบธรรมดา (Simple Discillation)

2.2.2 การกลั่นลำดับส่วน (Fractional Distillation)

2.2.3 การกลั่นด้วยไอน้ำ (Steam Distillation)

2.2.4 การกลั่นโดยลดความดัน (Reduced Pressure)

การกลั่นแบบธรรมดา และการกลั่นลำดับส่วน มีความจำเป็นมากสำหรับในห้องปฏิบัติการทั่ว ๆ ไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1 การกลั่นแบบธรรมดา

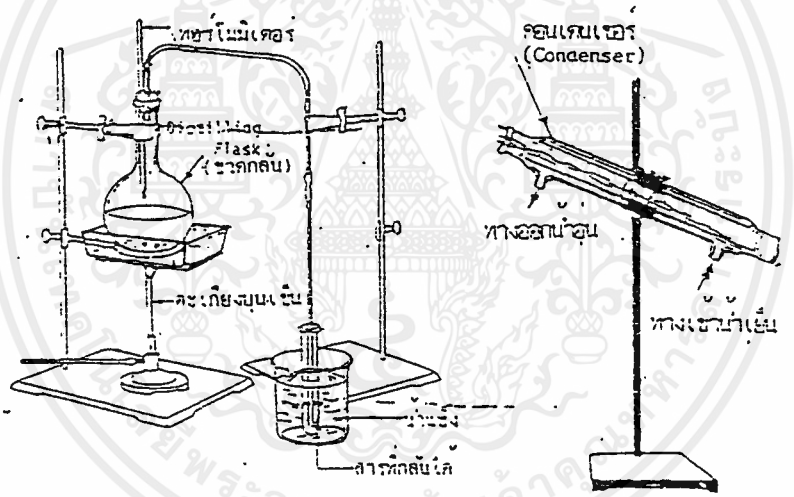
จุดประสงค์โดยทั่วไปของการกลั่นแบบธรรมดานี้ใช้แยกสารละลายที่มีตัวถูกละลายและตัวทำละลายที่มีจุดเดือดห่างกันค่อนข้างมาก และตัวถูกละลายต้องเป็นสารที่ระเหยยาก เช่น เกลือ, น้ำตาล ฯลฯ

ตัวอย่างสารละลายที่จะแยกจากกันโดยการกลั่นธรรมดานี้คือ น้ำเชื่อมแยกเอาน้ำ และน้ำตาลออกจากกัน น้ำเกลือ เป็นต้น

หลักการในขบวนการกลั่นแบบธรรมดา ใช้ความร้อนให้สารที่มีจุดเดือดต่ำกว่าระดับกลายเป็นไอ ออกไปก่อน แล้วควบแน่น (ผ่านในคอนเดนเซอร์ ที่มีความเย็น) กลายเป็นของการแยกออกจากส่วนผสมนั้น

ภาพที่ 15

การกลั่นแบบธรรมดา



2.2.2 การกลั่นลำดับส่วน

เป็นการแยกของเหลวตั้งแต่สองชนิดขึ้นไปออกจากกันเช่นเดียวกับการกลั่นแบบธรรมดา แต่จะต่างกันตรงที่ของเหลวที่ผสมกับจุดเดือดค้างกันไม่มากนัก (ถ้าต่างกันมากใช้วิธีการกลั่นแบบธรรมดา) เครื่องมือการกลั่นลำดับส่วนที่มีคุณภาพสามารถแยกสารที่มีจุดเดือดต่างกันเพียงเล็กน้อย (ประมาณ 2-3 o C) ก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

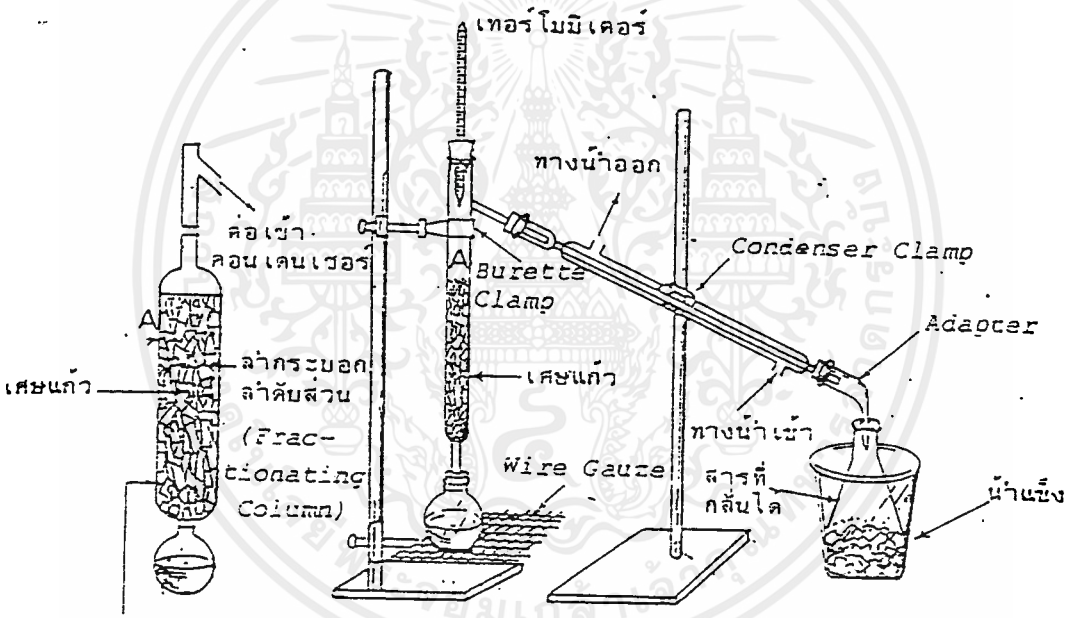
ในการกลั่นน้ำมันดิบ (โรงกลั่นน้ำมัน) นั้นก็ใช้วิธีการกลั่นลำดับส่วนเช่นกันสารหรือของเหลวที่มีจุดเดือดต่ำกว่าจะกลั่นตัวแยกออกมาก่อน เช่นเดียวกับการกลั่นแบบธรรมดา

การกลั่นลำดับส่วน เทียบได้กับการกลั่นแบบธรรมดาหลาย ๆ ครั้ง ทั้งนี้เพราะเครื่องมือในการกลั่นลำดับส่วน ส่วนที่เป็นลำกระบอกกลั่น (Distillation Column จะมีลักษณะเป็นขั้น ๆ ซึ่งมีพื้นที่ผิวมากที่สุด เรียกว่า Fractionating Column

เมื่อสารเป็นไอขึ้นไป ก็จะควบแน่นกลับลงมาอีก เสมือนต้องกลั่นหลาย ๆ ครั้งนั่นเอง สารที่มีจุดเดือดต่ำจะควบแน่นตกลงมาก่อน ส่วนสารที่มีจุดเดือดสูงจะควบแน่นภายหลัง ดังนั้น สารที่มีจุดเดือดต่ำที่สุด จะควบแน่นในตอนบนสุดของคอลัมน์ จึงแยกออกมาได้

ภาพที่ 16

การกลั่นลำดับส่วน



2.2.3 การกลั่นด้วยไอน้ำ หรือการสกัดด้วยไอน้ำ

มีวิธีการปฏิบัติ 2 วิธี คือ

(1) ทางตรง โดยใส่สารที่ต้องการจะแยก หรือสกัดออก และน้ำในภาชนะเดียวกัน

(2) ทางอ้อม โดยใส่สารที่ต้องการจะแยก และน้ำ อยู่คนละภาชนะกันแล้วผ่านไอน้ำเข้าไปในภาชนะที่มีสารที่จะแยกนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสกัดด้วยไอน้ำมีหลักการสรุปได้ดังนี้

(1) ต้มน้ำให้เดือดกลายเป็นไอ และไอจะพาเอาสารที่ต้องการแยก ระดับออกไปด้วย (วิธี 1) หรือ ผ่านไอน้ำไปยังภาชนะที่ใส่สารที่ต้องการแยก (วิธี 2)

(2) ไอน้ำที่ผ่านเข้าไปจะทำให้สารระเหยแยกออกมาจากส่วนผสมพร้อมไอน้ำนั้น แล้วควบแน่นกลายเป็นของเหลว

(3) ดังนั้นสารที่ควบแน่นได้จากการกลั่นด้วยไอน้ำนี้จะมีน้ำและสารจะแยกคนละชั้น (ไม่เป็นเนื้อเดียวกัน)

(4) แยกน้ำและสารที่สกัดได้ออกจากกันโดยใช้กรวยแยก เพราะของเหลวทั้งสองอยู่กันคนละชั้น

ข้อควรทราบในการสกัดด้วยไอน้ำ

(1) สารที่จะแยกต้องเป็นสารระเหยง่าย ที่ปนอยู่กับสารระเหยยาก (สารที่มีจุดเดือดต่ำมาก ๆ กับสารที่มีจุดเดือดสูงมาก ๆ เช่น น้ำมันหอมในพืช)

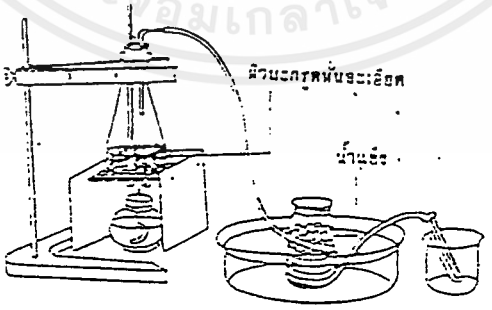
(2) สารนั้นต้องไม่รวมเป็นเนื้อเดียวกับน้ำ หรือไม่ละลายน้ำ

(3) สารต้องไม่ทำปฏิกิริยากับน้ำ

(4) สารนั้นต้องไม่สลายตัวด้วยน้ำ

ภาพที่ 17

การกลั่นด้วยไอน้ำ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.4 การกลั่นโดยการลดความดัน

หลักการและเหตุผล

(1) สิ่งที่มีอิทธิพลต่อจุดเดือดประการหนึ่งคือ ความดันของอากาศ นั่นคือถ้าความดันของอากาศเหนือของเหลวมีค่ามากของเหลวย่อมเดือดยาก (จุดเดือดสูง) และถ้าความดันเหนือของเหลวมีค่าต่ำของเหลวย่อมเดือดง่าย (จุดเดือดต่ำ)

(2) ดังนั้น ในการกลั่นถ้าต้องการให้ของเหลวเป็นไอ (เดือด) เร็วกว่าปกติ จึงจำเป็นต้องลดความดัน (ประมาณ 10-30 มิลลิเมตรปรอท)

(3) การกลั่นสารโดยมีเครื่องมือช่วยลดความดัน นี้เรียกว่า การกลั่นโดยลดความดัน

(4) ประโยชน์ใช้ในการแยกสาร (อินทรีย์) ที่มักจะถูกทำลายได้ง่ายเมื่ออุณหภูมิสูง ๆ (สารพวกสมุนไพร)

สรุปการศึกษาลักษณะการกลั่นน้ำแบบต่าง ๆ

การกลั่นคือ วิธีการแยกสารที่มีสภาพเป็นสารละลายออกจากกัน เพื่อให้ได้สารที่บริสุทธิ์ โดยใช้ความร้อนทำให้สารละลายในสภาพของเหลว ระเหยกลายเป็นไอบางส่วน

กรรมวิธีการกลั่นแบบต่าง ๆ มีอยู่ด้วยกัน 4 วิธี คือ

1. การกลั่นแบบธรรมดา ใช้แยกสารละลายที่มีตัวถูกละลายและที่มีตัวทำละลายมีจุดเดือดต่างกันค่อนข้างมาก และตัวถูกละลายต้องเป็นสารที่ละลายยาก เช่น เกลือ หรือน้ำตาล โดยใช้วิธีใช้ความร้อนให้สารละลายที่มีจุดเดือดต่ำระเหยกลายเป็นไอ ออกไปก่อนแล้วควบแน่นกลายเป็นของเหลวแยกออกมาจากส่วนผสมนั้น

2. การกลั่นลำดับส่วน เป็นการแยกของเหลวออกไปเช่นเดียวกับแบบธรรมดา ต่างกันที่ของเหลวที่ผสมมีจุดเดือดต่างกันไม่มาก เมื่อกลั่นกลายเป็นไอแล้วจะควบแน่นลงอีกเหมือนกับการกลั่นกลาย ๆ ครั้ง

3. การกลั่นด้วยไอน้ำ เป็นการแยกสารละลายด้วยความร้อนจากไอน้ำ โดยการต้มน้ำเดือดให้กลายเป็นไอแล้วไอจะพาสารละลายที่ต้องการแยกระเหยออกไปด้วย หรือ ผ่านไอน้ำไปยังภาชนะที่ใส่สารที่ต้องการแยก ทำให้สารระเหยออกมาจากส่วนผสมพร้อมไอน้ำนั้น แล้วควบแน่นกลายเป็นไอ

4. การกลั่นด้วยความดัน คือ ถ้าความดันอากาศเหนือของเหลวมีค่ามากกว่าของเหลวย่อมเดือดยาก โดยจะต้องมีเครื่องมือช่วยลดความดัน เรียกว่า การกลั่นโดยลดความดัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 พลังงานแสงอาทิตย์ เป็นการศึกษาเกี่ยวกับรูปแบบพลังงานแสงอาทิตย์ การใช้ประโยชน์จากดวงอาทิตย์ การรับแสงอาทิตย์ มาเป็นข้อมูลประกอบในการออกแบบเครื่องกลั่นน้ำพลังแสงอาทิตย์

ความหมายและชนิดของพลังงาน ชนิดของพลังงานเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้ผู้วิจัยรู้ว่าเครื่องกลั่นน้ำควรใช้พลังงานชนิดใดจึงเหมาะสม ผู้วิจัยจึงได้รวบรวมข้อมูลต่าง ๆ มาไว้ โดย ดร.วินัย วีระวัฒนานนท์ ได้กล่าวไว้ในหนังสือ "พลังงานกับสิ่งแวดล้อม" (2533) ไว้ดังนี้

พลังงาน หมายถึง ความสามารถหรือประสิทธิภาพในการทำงาน (Ability to do work) โดยการทำให้วัตถุหรือธาตุเกิดการเคลื่อนที่หรือเปลี่ยนรูปแบบไปได้ การที่วัตถุเคลื่อนที่จากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งได้ ก็เพราะมีแรง หรือพลังงานอย่างหนึ่งอย่างใดเข้าไปกระทำ เช่น การที่สิ่งมีชีวิตสามารถเคลื่อนที่ไปมาเพื่อกระทำกิจกรรมต่าง ๆ ได้ก็เพราะมีพลังงานที่ได้รับจากสารอาหารและแหล่งพลังงานอื่น ๆ และการที่วัตถุหรือธาตุสามารถมารวมกันประกอบเข้าเป็นสิ่งของหรือการที่สิ่งของถูกแยกออกเป็นส่วนย่อย ๆ ได้ก็เพราะมีแรงหรือพลังงานเข้าไปกระทำนั่นเอง

ตัวอย่างในเรื่องของพลังงานที่จะทำให้เข้าใจความหมายของพลังงานได้ชัดเจนยิ่งขึ้นก็คือ การเคลื่อนที่ของรถยนต์ การที่รถยนต์สามารถเคลื่อนที่ไปได้ก็เพราะมีพลังงานเคยเก็บสะสมอยู่ในรูปของน้ำมัน แล้วพลังงานเคมีในน้ำมันก็จะถูกเปลี่ยนเป็นพลังงานกลุ่ม (Mechanical Energy) และพลังงานความร้อนที่ทำให้รถยนต์เกิดการเคลื่อนที่ได้ พลังงานของเครื่องยนต์ก็จัดว่าเป็นพลังงานในอีกลักษณะหนึ่ง

2.3.1 ชนิดของพลังงาน

พลังงานอาจแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิดคือ พลังงานศักย์ และพลังงานจลน์

2.3.1.1 พลังงานศักย์ (Potential Energy) หมายถึง พลังงานที่มีอยู่ในวัตถุต่าง ๆ เนื่องจากตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุนั้น เช่น ก้อนหินมีพลังงานศักย์จึงทำให้โมเลกุลของมันเกาะรวมกันอยู่เป็นก้อน ณ ตำแหน่งหนึ่งได้ แบตเตอรี่รถยนต์หรือถ่านไฟฉายก็มีพลังงานศักย์สะสมอยู่ในตัวของมันเช่นกัน จึงสามารถให้พลังงานแก่อุปกรณ์อื่น ๆ ได้ พลังงานศักย์นี้สามารถที่จะเปลี่ยนเป็นพลังงานจลน์ได้

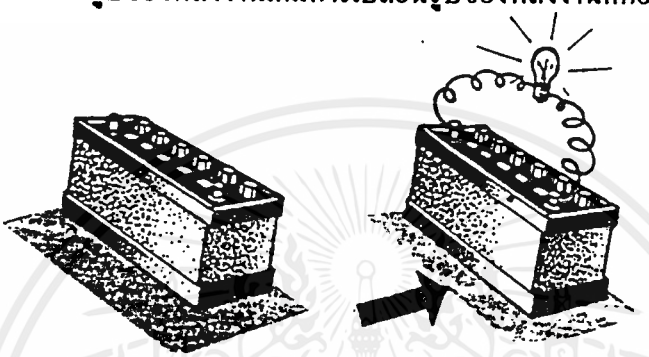
2.3.1.2 พลังงานจลน์ (Kinetic Energy) หมายถึง พลังงานที่มีในวัตถุเนื่องมาจากการเคลื่อนที่ของวัตถุนั้น หรือเกิดจากการเคลื่อนที่ของพลังงานโดยการเปลี่ยนรูปแบบของพลังงาน เช่น ก้อนหินตกลงสู่พื้นได้เพราะมีพลังงานจลน์ที่เกิดขึ้นเนื่องจากการเคลื่อนที่ของก้อนหิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นั้น หลอดไฟมีแสงสว่างและความร้อนเกิดขึ้นได้ก็เนื่องจากการเคลื่อนที่ของพลังงานศักย์ไปตามเส้นลวดในสายไฟ เมื่อผ่านไส้หลอดไฟจึงทำให้มีแสงสว่างและความร้อนเกิดขึ้น ปริมาณของพลังงานจลน์ขึ้นอยู่กับมวลสาร (Mass) และความเร็ว เช่น กระสุนปืนที่ถูกยิงออกไปย่อมมีพลังงานมากกว่ากระสุนปืนที่ถูกขว้างออกไปด้วยมือ หรือก้อนหินที่มีขนาดใหญ่ย่อมทำลายวัตถุอื่นได้มากกว่าก้อนหินที่มีขนาดเล็กเมื่อถูกขว้างออกไปด้วยความเร็วที่เท่ากัน

ภาพที่ 18

แสดงพลังงานศักย์รูปของพลังงานเคมีการเปลี่ยนรูปของพลังงานศักย์เป็นพลังงานเคมี



2.3.2 แหล่งพลังงาน กล่าวถึงการศึกษาแหล่งพลังงานทั้งหมดที่ได้มาไม่ว่าจะเป็นพลังงานจากธรรมชาติสร้างขึ้น หรือมนุษย์เป็นผู้สร้างขึ้น โดย ดร.วินัย วีระวัฒนานนท์ ได้กล่าวไว้ในหนังสือ "พลังงานกับสิ่งแวดล้อม" (2533) ไว้ดังนี้

แหล่งของพลังงาน

พลังงานที่ใช้อยู่ในโลกทั้งหมดซึ่งอยู่ในรูปแบบต่าง ๆ กันนั้น อาจแบ่งออกตามแหล่งกำเนิดของพลังงานได้ดังนี้

ดวงอาทิตย์ ดวงอาทิตย์เป็นแหล่งพลังงานของโลกที่สำคัญที่สุด มนุษย์ได้อาศัยพลังงานจากดวงอาทิตย์มาตั้งแต่ดึกดำบรรพ์ สิ่งมีชีวิตทั้งหมดที่อุบัติขึ้นในโลกซึ่งได้มีวิวัฒนาการมาจนปัจจุบัน จะต้องอาศัยพลังงานจากดวงอาทิตย์เป็นปัจจัยสำคัญในการดำรงชีวิตทั้งสิ้น เพราะพลังงานจากดวงอาทิตย์ทำให้เกิดกระบวนการต่าง ๆ มากมาย เช่น การสังเคราะห์แสงในพืช (Photosynthesis) การทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต และทำให้ร่างกายของสิ่งมีชีวิตกระทำกิจกรรมต่าง ๆ อยู่ได้ นอกจากดวงอาทิตย์จะเป็นปัจจัยของการมีชีวิตโดยตรงดังกล่าวแล้ว มนุษย์ยังต้องใช้พลังงานซึ่งมีแหล่งกำเนิดจากดวงอาทิตย์ในรูปแบบต่าง ๆ อีก เช่น น้ำมัน ก๊าซธรรมชาติ ถ่านหิน ถ่าน ฟืน เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดวงอาทิตย์มีอุณหภูมิที่พื้นผิวประมาณ 6,000 องศาเซลเซียส มีอุณหภูมิที่จุดศูนย์กลางประมาณ 15 ล้านองศาเซลเซียส ดวงอาทิตย์จะกระจายพลังงานในลักษณะของคลื่นแสงออกไปโดยรอบทุกทิศทาง ดังนั้น พลังงานที่โลกได้รับจากดวงอาทิตย์จะมีปริมาณเพียงสองส่วนในพันล้านส่วนของพลังงานที่ดวงอาทิตย์ปลดปล่อยออกมาทั้งหมด โดยโลกจะได้รับพลังงานจากดวงอาทิตย์ประมาณ 180 x 10 ล้านวัตต์ หรือ พลังงานจากดวงอาทิตย์ที่โลกได้รับในเวลาเพียง 17 นาทีก็เพียงพอที่จะให้มนุษย์ในปัจจุบันใช้ได้ในเวลานานถึง 1 ปี

พลังงานจากดวงอาทิตย์หรือที่เรียกว่าแสงแดดนั้น นับว่าเป็นพลังงานที่สามารถนำมาใช้ได้โดยไม่จำกัด และอยู่ในระหว่างการพัฒนาที่จะนำมาใช้โดยตรง เช่น การนำมาผลิตกระแสไฟฟ้าเป็นต้น ปัจจุบันการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้โดยตรงนั้น นับว่ายังน้อยมาก คือเพียงประมาณ 1 เปอร์เซ็นต์ของพลังงานที่ใช้อยู่ทั้งหมดเท่านั้น (ไม่รวมถึงพลังงานที่ใช้ในระบบนิเวศ)

พลังงานปรมาณู พลังงานปรมาณูหรือพลังงานนิวเคลียร์ (Nuclear Energy) เป็นพลังงานที่เกิดจากการแตกตัวหรือรวมตัวของนิวเคลียสของอะตอมของธาตุบางชนิดอย่างต่อเนื่องทำให้ได้พลังงานปลดปล่อยออกมา เป็นแหล่งพลังงานที่ได้รับการพัฒนาและใช้กันมากในประเทศที่พัฒนาแล้ว เช่น สหรัฐอเมริกา สหภาพโซเวียต ญี่ปุ่น ฯลฯ บางครั้งก็เรียกพลังงานปรมาณูว่าพลังงานจากอะตอม พลังงานนิวเคลียร์สามารถนำไปใช้ในกิจการหลายอย่าง เช่น การทำอาหารการแพทย์ การเกษตร การผลิตกระแสไฟฟ้าและในการอุตสาหกรรมอื่น ๆ ส่วนธาตุที่นำมาใช้ในการก่อให้เกิดพลังงานปรมาณูที่สำคัญในปัจจุบัน ได้แก่ เรเดียม-226 ($226_{88}Ra$) ยูเรเนียม-238 ($238_{92}U$) คาร์บอน-14 ($14_{6}C$) ไอโอไดน์-137 ($137_{53}I$) และพลูโทเนียม-239 ($238_{94}Pu$) แต่การผลิตพลังงานปรมาณูจะทำให้เกิดกัมมันตภาพรังสีซึ่งอาจเป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมและมนุษย์อย่างมากถ้ามิได้มีกรรมวิธีที่ใช้ป้องกันการแพร่กระจายของกัมมันตภาพรังสีดีพอและกากของสารกัมมันตภาพรังสีที่เหลือจากการผลิตพลังงานปรมาณูซึ่งยังคงมีกัมมันตภาพรังสีที่เป็นอันตรายอยู่ ก็ยังเป็นปัญหาในการกำจัดในปัจจุบัน

หน่วยที่ใช้วัดการสูญสลายของกากของสารกัมมันตภาพรังสีเรียกว่า ฮาล์ฟ ไลฟ์ (Half-life) ซึ่งหมายถึงระยะเวลาที่จะทำให้ครึ่งหนึ่งของอะตอมของธาตุที่ใช้ในการผลิตพลังงานปรมาณูสูญสลายไป ฮาล์ฟ ไลฟ์ ของเรเดียม-226 เท่ากับ 1600 ปี ฮาล์ฟ ไลฟ์ ของยูเรเนียม-238 เท่ากับ 4.5 พันล้านปี ฮาล์ฟ ไลฟ์ ของคาร์บอน-14 เท่ากับ 5770 ปี และฮาล์ฟ ไลฟ์ ของไอโอไดน์-137 เท่ากับ 24 วินาที พลังงานปรมาณูนี้มีการใช้กันอยู่ประมาณ 7 เปอร์เซ็นต์ ของพลังงานที่ใช้อยู่ทั้งหมด และคาดว่าจะเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พลังงานจากโลก พลังงานที่มีขึ้นในโลกเองตามธรรมชาติก็นับว่ามีความสำคัญและมีประโยชน์มากอย่างหนึ่งถ้ารู้จักพัฒนาและนำมาใช้ พลังงานจากโลกที่จะกล่าวถึงนี้ได้แก่

พลังน้ำ (Hydropower) มนุษย์รู้จักนำพลังจากกระแสน้ำมาใช้ประโยชน์โดยเปลี่ยนเป็นพลังงานกลตั้งแต่สมัยโรมัน และในปัจจุบันก็มีการใช้พลังน้ำเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้ากันอย่างกว้างขวาง เนื่องจากพลังงานที่ได้จากกระแสน้ำไม่ก่อให้เกิดมลภาวะ ไม่มีการเผาไหม้เชื้อเพลิงและไม่ทำให้เกิดสารพิษอื่น ๆ การใช้พลังงานน้ำเพื่อสร้างพลังงานอื่นนั้น ก็สามารถทำได้โดยการสร้างเขื่อนปิดกั้นเส้นทางไหลของกระแสน้ำ ทำให้ระดับน้ำในเส้นทางที่จะไหลต่อไปมีระดับต่ำแล้วจัดทำให้น้ำเหนือเขื่อนไหลไปหมุนตัวกังหันน้ำซึ่งจะทำให้ได้กระแสไฟฟ้าต่อไปในปัจจุบันการใช้พลังงานน้ำเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้ามีอยู่ประมาณ 4 เปอร์เซ็นต์ของพลังงานที่ใช้อยู่ทั้งหมดในโลก

พลังงานใต้พิภพ (Geothermal Energy) เป็นแหล่งพลังงานตามธรรมชาติที่มีอยู่ใต้พื้นโลก และนับเป็นแหล่งพลังงานที่ได้มีการนำมาใช้ได้โดยไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอย่างพลังงานปรมาณู พลังน้ำ พลังงานจากน้ำมัน และถ่านหิน ในปัจจุบัน ได้มีการนำพลังงานใต้พิภพมาใช้ผลิตกระแสไฟฟ้ากันบ้างแล้ว เช่น ในสหภาพโซเวียต ญี่ปุ่น นิวซีแลนด์ อิตาลี สหรัฐอเมริกา และเม็กซิโก แต่ก็นับว่าพลังงานใต้พิภพได้ถูกนำมาใช้น้อยมาก คือน้อยกว่า 1 เปอร์เซ็นต์ของพลังงานที่ใช้อยู่ทั้งหมด

พลังงานใต้พิภพเป็นพลังความร้อนที่เกิดขึ้นใต้พื้นโลกตามธรรมชาติ และในบางครั้งความร้อนนั้นก็มิได้เพียงแต่ไหลกระจายอยู่ใต้ผิวโลกเท่านั้น แต่ได้ไหลผ่านพ้นผิวโลกขึ้นมา เช่น การเกิดภูเขาไฟระเบิด การเกิดน้ำพุร้อน เป็นต้น สำหรับในบริเวณที่มีความร้อนมากพอก็จะนำความร้อนใต้พิภพนั้นไปผลิตกระแสไฟฟ้า หรือใช้ประโยชน์อย่างอื่นต่อไป

พลังงานจากสิ่งมีชีวิต พลังงานจากสิ่งมีชีวิตหรือที่เรียกว่า Fossil Fuel เป็นพลังงานที่เกิดจากซากพืชซากสัตว์ที่ทับถมกันมาเป็นเวลานานนับล้านปี ซึ่งเมื่อถูกสันดาปก็จะทำให้พลังงานที่สะสมไว้ถูกปลดปล่อยออกมา พลังงานจากสิ่งมีชีวิตนี้ได้มีการนำมาใช้กันอย่างกว้างขวางและใช้อยู่ในปริมาณมากกว่าพลังงานจากแหล่งอื่น ๆ คือใช้อยู่ถึง 90 เปอร์เซ็นต์ของพลังงานที่มนุษย์ใช้อยู่ในโลกทั้งหมด พลังงานจากสิ่งมีชีวิตที่เรารู้จักกันดีได้แก่ ก๊าซธรรมชาติ หรือที่ผู้ใช้เรียกติดปากว่า แก๊ส น้ำมันดิบ ถ่านหิน หินน้ำมัน ถ่าน ฟืน เป็นต้น ในปัจจุบันการใช้พลังงานประเภทนี้โดยเฉพาะก๊าซธรรมชาติและน้ำมันกำลังเป็นที่นิยมใช้กันมาก ในขณะที่ปริมาณก๊าซธรรมชาติและน้ำมันที่มีอยู่กำลังลดปริมาณลงเหลือน้อยเต็มที จึงคาดว่าก๊าซธรรมชาติและน้ำมันคงจะขาดแคลนลงในอีกไม่เกิน 20 ปีข้างหน้านี้ แต่สำหรับพลังงานอย่างอื่น เช่น ถ่านหิน ประมาณว่ามีปริมาณมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พอที่จะใช้ได้ถึง 200-300 ปีข้างหน้า

2.3.3 รังสีจากดวงอาทิตย์ เป็นการศึกษารังสีหรือแสงอาทิตย์ที่ส่องผ่านชั้นบรรยากาศลงมาถึงพื้นโลกว่ามีปริมาณความเข้ม หรือปริมาณเท่าไร เพื่อนำมาประกอบกับการออกแบบเครื่องกลั่นน้ำต่อไป โดยหนังสือ "พลังงาน" จัดพิมพ์และจำหน่ายโดยสำนักพิมพ์ อักษรเจริญทัศน์ (2532) ได้กล่าวไว้ดังนี้

รังสีจากดวงอาทิตย์

ดวงอาทิตย์ เป็นดาวฤกษ์ขนาดใหญ่อยู่ใกล้โลกมากที่สุดในบรรดาดาวฤกษ์ทั้งหมด หุ้มห่ออยู่ด้วยก๊าซ ซึ่งก๊าซที่เป็นองค์ประกอบมากที่สุดก็คือไฮโดรเจน (H 2) ก๊าซไฮโดรเจนนี่เองที่เป็นสาเหตุแห่งความรู้คนมากมายมหาศาล อันหมายถึงเป็นแหล่งพลังงานของระบบสุริยะ

ก๊าซไฮโดรเจนจะเกิดปฏิกิริยาทางนิวเคลียร์โดยเกิดปฏิกิริยารวมตัวได้นิวเคลียสของธาตุฮีเลียมเรียกว่า ปฏิกิริยาฟิวชัน (fusion reaction) เมื่อเกิดปฏิกิริยานี้แล้วจะมีพลังงานเกิดขึ้นอย่างมากมาย เพราะมวลสารบางส่วนเปลี่ยนไปเป็นพลังงาน ตามทฤษฎีของ ไอน์สไตน์ (Einstein) คือ E = me พลังงานดังกล่าว เกิดขึ้นวันแล้ววันเล่า เชื่อว่าเกิดมานานกว่า 4.5 ล้านปีและยังคงอยู่ต่อไปนานเท่านาน พลังงานที่ดวงอาทิตย์ปล่อยออกมาจะอยู่ในรูปคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเรียกกันว่า รังสีจากดวงอาทิตย์ (solar radiation)

เมื่อรังสีส่องผ่านชั้นของบรรยากาศในวันที่ท้องฟ้าแจ่มใส รังสีจะเกิดการสะท้อนโดยฝุ่นละอองและโมเลกุลอากาศแห้ง ประมาณร้อยละ 1.1-11 และจะถูกดูดกลืนไว้โดยโมเลกุลของอากาศแห้งประมาณร้อยละ 8 โดยฝุ่นละอองร้อยละ 1-5 และโดยไอน้ำร้อยละ 2-10 และยังมีรังสีบางส่วนถูกกระจายโดยโมเลกุลของอากาศแห้งอีกประมาณร้อยละ 5 โดยฝุ่นละอองอีกร้อยละ 0.1-10 จากข้อมูลดังกล่าวข้างต้น จะเห็นได้ว่า มีความเข้มของรังสีจากดวงอาทิตย์ประมาณร้อยละ 71-81 ซึ่งคิดเป็นค่าคงที่แสงอาทิตย์ได้เท่ากับ 961-1191 วัตต์ต่อตารางเมตรเท่านั้นที่ตกลงมาถึงผิวโลก

ถ้าเราคิดว่า ในหนึ่งปีโลกได้รับแสงประมาณ 4383 ชั่วโมง ซึ่งนับว่าเป็นค่าการรับแสงมากที่สุด เราสามารถคิดเป็นพลังงานที่ตกลงบนผิวโลกได้ประมาณ 4212-5220 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อตารางเมตรต่อปี แต่โดยความเป็นจริงแล้ว โลกของเราจะได้รับแสงไม่ถึง 4383 ชั่วโมงต่อปีเนื่องมาจากบริเวณหลายบริเวณถูกปิดบังหรือรังสีถูกดูดกลืนหรือกระจายไป จึงทำให้ค่าพลังงานที่ตกลงบนผิวโลกมีค่าน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.4 การใช้ประโยชน์จากพลังงานแสงอาทิตย์ เป็นการศึกษาถึงการใช้ประโยชน์จากดวงอาทิตย์ทั้งทางตรง และทางอ้อม สำหรับเป็นข้อมูลประกอบกับการออกแบบต่อไป โดยหนังสือ "พลังงาน" จัดพิมพ์และจำหน่ายโดยสำนักพิมพ์อักษรเจริญทัศน์ (2532) ได้กล่าวไว้ดังนี้

2.3.4.1 การใช้ประโยชน์จากพลังงานแสงอาทิตย์โดยทางอ้อม

พลังงานแสงอาทิตย์ภายหลังจากการสะท้อน การถูกดูดกลืนโดยอนุภาคและการกระจายเนื่องบรรยากาศแล้ว เรายังสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ทั้งโดยทางตรงและทางอ้อม ดังรูป 4.4 พลังงานอาทิตย์อาจใช้ประโยชน์โดยทางอ้อมได้หลายทาง เช่น ทำให้เกิดลม คลื่น กระแสน้ำในมหาสมุทรจะให้พลังงานในปฏิกิริยาสังเคราะห์แสงของพืช เป็นต้น

2.3.4.2 การใช้ประโยชน์จากพลังงานแสงอาทิตย์โดยตรง

มนุษย์ใช้พลังงานแสงอาทิตย์มาตั้งแต่สมัยโบราณจนกระทั่งปัจจุบันเช่นในการทำนาเกลือการตากแห้งพืชผลทางการเกษตร เป็นต้น ประเทศไทยเราเป็นประเทศที่ตั้งอยู่ในเขตมรสุมที่เส้น 5-21 องศาเหนือ เส้นแวงที่ 96-100 องศาตะวันออก ทำให้ประเทศไทยมีปริมาณพลังงานแสงอาทิตย์ที่รับได้ค่อนข้างสูง และเพียงพอที่จะใช้ประโยชน์ได้อย่างกว้างขวาง

จากวิกฤตการณ์น้ำมันขึ้นราคาที่ผ่านมาทำให้สถานศึกษาชั้นสูงและหน่วยงานต่าง ๆ ได้ดำเนินการวิจัยและพัฒนาระบบพลังงานแสงอาทิตย์ในหลายรูปแบบ เช่น ระบบอบแห้งแสงอาทิตย์ระบบกลั่นน้ำแสงอาทิตย์ เป็นต้น และในขณะเดียวกันในวงการธุรกิจหลายด้าน เช่น โรงแรมก็หันให้ความสนใจการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ ในการลดต้นทุนการผลิตน้ำร้อนเพื่อใช้งานในสถานประกอบการดังกล่าวหลายต่อหลายแห่ง การใช้ประโยชน์จากพลังงานแสงอาทิตย์โดยตรงมีดังนี้คือ

การใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในรูปความร้อน

โดยอาศัยความร้อนจากแสงอาทิตย์ เราสามารถใช้ประโยชน์ได้หลายประการด้วยกัน เช่นการผลิตไฟฟ้าโดยอาศัยความร้อน โดยที่ความร้อนจากแสงอาทิตย์ทำให้เกิดพลังงานความร้อนในมหาสมุทร ซึ่งนำไปใช้ผลิตกระแสไฟฟ้าได้โดยอาศัยความแตกต่างของระดับอุณหภูมิของน้ำ การในพลังงานแสงอาทิตย์มีข้อดีตรงที่ได้มาโดยไม่ต้องซื้อ อาจกล่าวว่าเป็นพลังงานที่ประหยัดไม่มีวันหมดไป ทั้งยังไม่มีปัญหามลภาวะอีกด้วย การใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในรูปความร้อนยังมีปัญหาอยู่มากจะเห็นว่าความเข้มของแสงอาทิตย์ที่ตกบนผิวโลกมีค่าต่ำ ดังนั้น ถ้าต้องการใช้ประโยชน์จากแสงอาทิตย์ก็จำเป็นต้องมีอุปกรณ์บางอย่างเพื่อรับหรือรวมแสงอาทิตย์ อุปกรณ์ดังกล่าวเรียกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

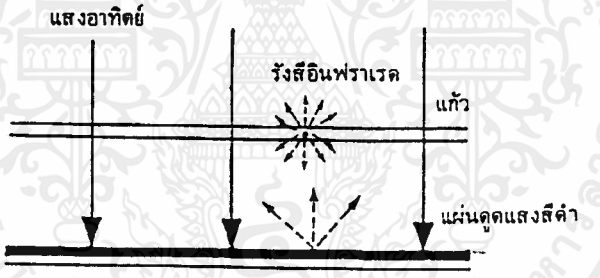
อุปกรณ์ รับแสงอาทิตย์ (solar collector) อีกประการหนึ่ง คือ พื้นที่แต่ละแห่งได้รับแสงจากดวงอาทิตย์ไม่ตลอดวัน ดังนั้น จึงจำเป็นต้องมีอุปกรณ์ที่จะทำหน้าที่สะสมความร้อนไว้ใช้ในเวลาที่ไม่มีแสงอาทิตย์อุปกรณ์รับแสงอาทิตย์สามารถจำแนกออกได้เป็น 2 ชนิด คือ อุปกรณ์รับแสงแผ่นราบ (flat plate collector หรือ nonfocusing collector) และอุปกรณ์รวมแสง (focusing collector) อุปกรณ์ทั้ง 2 ชนิดนี้สามารนำไปประยุกต์ใช้ทำอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้มากมาย

ก. อุปกรณ์รับแสงแผ่นราบ ใช้หลักการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาเปลี่ยนให้อยู่ในรูปความร้อน โดยอาศัย ปรากฏการณ์กรีนเฮาส์ (green house effect)

แผ่นดูดแสงที่ทาไว้ด้วยสีดำ เมื่อนำมาวางตากแดดไว้โดยมีแผ่นแก้ววางขวางทางแสงอยู่เมื่ออุณหภูมิของแผ่นดูดแสงเพิ่มขึ้นมันจะปล่อยพลังงานออกมาในรูปของรังสีอินฟราเรด ซึ่งแผ่นดูดแสงซึ่งทาสีดำก็จะทำหน้าที่เป็นวัตถุดำ (black body) ซึ่งมีอัตราการดูดกลืนคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าสูงที่สุดและแผ่รังสีแม่เหล็กไฟฟ้าได้ดีที่สุดในทุกช่วงความยาวคลื่น

ภาพที่ 19

หลักการของปรากฏการณ์กรีนเฮาส์



จากหลักการนี้ แก้วหรือพลาสติกจะโปร่งต่อแสงที่ตามองเห็นหรือยอมให้คลื่นแสงที่ตามองเห็นผ่านได้และดูดรังสีอินฟราเรดที่ถูกปล่อยออกมาจากแผ่นดูดแสงสีดำได้ดี ส่วนการปล่อยกลับของรังสีอินฟราเรดออกไปจากแก้วหรือพลาสติกนั้นทำได้ทุกทิศทาง โดยที่ประมาณครึ่งหนึ่งปล่อยออกไปภายนอก และอีกครึ่งหนึ่งสะท้อนกลับเข้าไปในแผ่นดูดแสงสีดำอีกที เมื่อเป็นเช่นนี้อุณหภูมิในระหว่างแก้วหรือพลาสติกและแผ่นดูดแสงจะสูงขึ้น เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นรังสีอินฟราเรดที่ถูกปล่อยออกมาจะมีความยาวคลื่นสั้นลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะเห็นอุปกรณ์รับแสงใช้สารเลือกรังสีเคลือบพิเศษ (selective patings) เช่น ผิวเคลือบนิกเกิลดำ โครเมียมดำ คอปเปอร์ออกไซด์เคลือบบนอลูมิเนียม โคบอลด์ออกไซด์หรือนิกเกิลออกไซด์ หรือการเคลือบผิวด้วยไอสารของไอร์ออน (III) ออกไซด์ แมกนีเซียมได-ฟลูออไรด์ ซิลิกอน (II) ออกไซด์ หรืออาจใช้สารกึ่งตัวนำ เช่น ซิลิกอน ซึ่งจะทำให้การดูดกลืนแสงตามองเห็นได้ดี และแผ่รังสีอินฟราเรดออกไปได้ดี

ประสิทธิภาพของอุปกรณ์รับแสงจะขึ้นกับสิ่งต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

(1) แก้วหรือพลาสติกต้องโปร่งต่อแสงอย่างมาก

(2) การสูญเสียความร้อนต้องน้อยที่สุด

(3) ความสามารถในการดูดรังสีของแผ่นดูดแสงต้องมากที่สุด

(4) การแผ่รังสีของคลื่นยาว ๆ ต้องน้อย

(5) อุณหภูมิของแผ่นดูดแสงอาทิตย์ต้องน้อยในขะใช้งานซึ่งจะมีผลทำให้ความร้อนสูญเสียออกไปน้อย

ข. อุปกรณ์รวมแสง มีทั้งประเภทใช้กระจกสะท้อนแสงและเลนส์ แต่หลักการในการใช้งานเหมือนกัน คือ ต้องการให้แสงอาทิตย์มีความเข้มสูงขึ้นทำให้เกิดความร้อนที่มีอุณหภูมิสูงกว่า 100 องศาเซลเซียส

2.3.5 การโคจรระหว่างโลกกับดวงอาทิตย์และการรังแสงอาทิตย์

พลังงานจากแสงอาทิตย์เป็นพลังงานที่มีค่ามหาศาลจึงจำเป็นต้องทำการศึกษาอย่างละเอียดเพื่อนำมาประกอบการออกแบบเครื่องกลั่นน้ำ โดยอาจารย์ นิติรัตน์ โสภณทิศกล่าวไว้ในหนังสือ "น้ำร้อนจากแสงอาทิตย์" (2530) ไว้ว่า

การโคจรระหว่างดลกกับดวงอาทิตย์

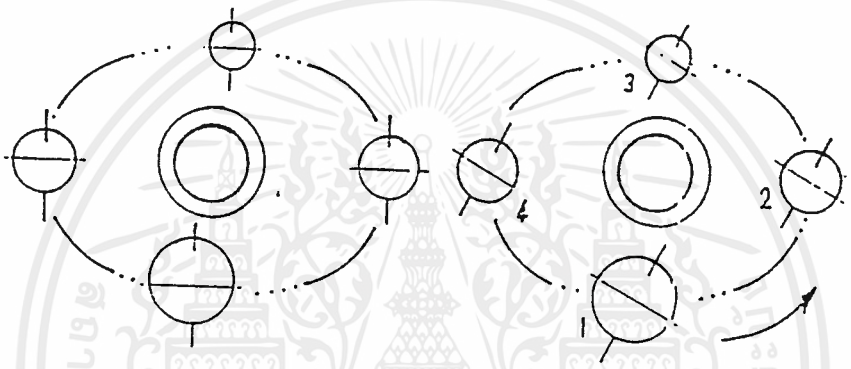
แสงจากดวงอาทิตย์ซึ่งส่องมายังพื้นโลกนั้น มนุษย์จะรับรู้ได้ 2 ทาง คือ มองด้วยตาในรูปของแสงสว่าง และสัมผัสทางผิวหนัง ในรูปของความร้อน โดยส่งเป็นพลังงานในรูปคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าซึ่งเดินทางเป็นแนวตรง ที่นิยมเรียกกันว่า "ลำแสงขนาน" ทั้งนี้เนื่องจากดวงอาทิตย์มีระยะห่างจากโลก 93 ล้านไมล์โดยเฉลี่ย (ประมาณ 150 ล้านกิโลเมตร) และจะส่งผ่านพลังงานได้ดีเมื่อกระทบพื้นผิวใด ๆ ในลักษณะที่ตั้งแาก การส่งผ่านพลังงานนี้จะเป็นไปได้ดีในรูปของคลื่นความร้อน หมายความว่า หากมีผิววัตถุใดไปรับแสงอาทิตย์ในลักษณะตั้งฉากก็ย่อมจะรับพลังงานความร้อนได้ดีกว่ามุมซึ่งไม่ตั้งฉาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากแกนการหมุนรอบตัวเองของโลกทำมุมเอียงกับแนวตั้งฉากของระนาบวงโคจรที่โลกโคจรรอบดวงอาทิตย์ (ประมาณ 23.5 องศาแนวเหนือ-ใต้) จึงทำให้พื้นผิวโลกมีมุมการรับแสงจากดวงอาทิตย์ต่างกันไป ตามตำแหน่งการโคจรรอบดวงอาทิตย์ บริเวณเส้นศูนย์สูตรซึ่งถือเป็นแนวกึ่งกลางของโลก ก็จะได้รับแสงอาทิตย์ตั้งฉากกับผิวโลกในบางช่วงเวลาเท่านั้น ซึ่งหากแกนการหมุนของโลกทำมุมตั้งฉากกับระนาบวงโคจรรอบดวงอาทิตย์แล้ว บริเวณแนวศูนย์สูตรก็จะได้รับแสงอาทิตย์ในแนวตั้งฉากตลอดเวลา

ภาพที่ 20

แสดงการโคจรระหว่างโลกกับดวงอาทิตย์



ถ้าแกนการหมุนของโลกไม่เอียง แถบบรเวณเส้นศูนย์สูตรจะได้รับแสงอาทิตย์ในแนวตั้งฉากตลอด แต่แกนการหมุนของโลกเอียง 23.5 องศา พื้นผิวโลกแถบเส้นศูนย์สูตร จะได้รับแสงอาทิตย์ตั้งฉากในบางช่วงเท่านั้น

การรับแสงอาทิตย์

อย่างไรก็ตาม แม้ว่าแกนการหมุนรอบตัวเองของโลกจะเอียง แต่หากพิจารณาจากความเป็นจริง (สังเกตจากภาพ) ก็จะพบว่า ช่วงเวลาที่แถบบริเวณเส้นศูนย์สูตร ได้รับแสงอาทิตย์ตั้งฉากจะมีมากกว่า ดังนั้นเพื่อให้ง่ายต่อการทำความเข้าใจในที่นี้จึงจะพิจารณาเสมือนหนึ่งว่าแกนการหมุนรอบตัวเองของโลก ตั้งฉากกับระนาบวงดคจรรอบดวงอาทิตย์เท่านั้น

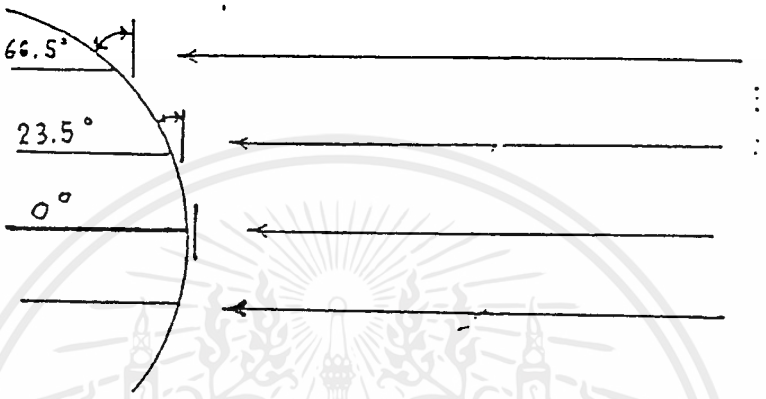
เมื่อพิจารณาว่า แกนการหมุนของโลกไม่เอียงแล้วแสงอาทิตย์ ก็จะตกกระทบลงยังพื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผิวโลกในลักษณะที่สมดุลย์กันทั้งซีกโลกเหนือและซีกโลกใต้ และในที่ใดที่หนึ่งก็จะได้รับแสงอาทิตย์ในลักษณะเดียวเหมือนกันตลอดทั้งปี บริเวณเส้นศูนย์สูตรก็จะได้รับแสงตั้งฉากและบริเวณอื่น ๆ ก็จะได้รับแสงในลักษณะการทำมุม ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับเส้นละติจูด ดังภาพ

ภาพที่ 21

ภาพแสดงแสงอาทิตย์ตกกระทบยังโลกเมื่อแกนของโลกไม่ทำมุมเอียง



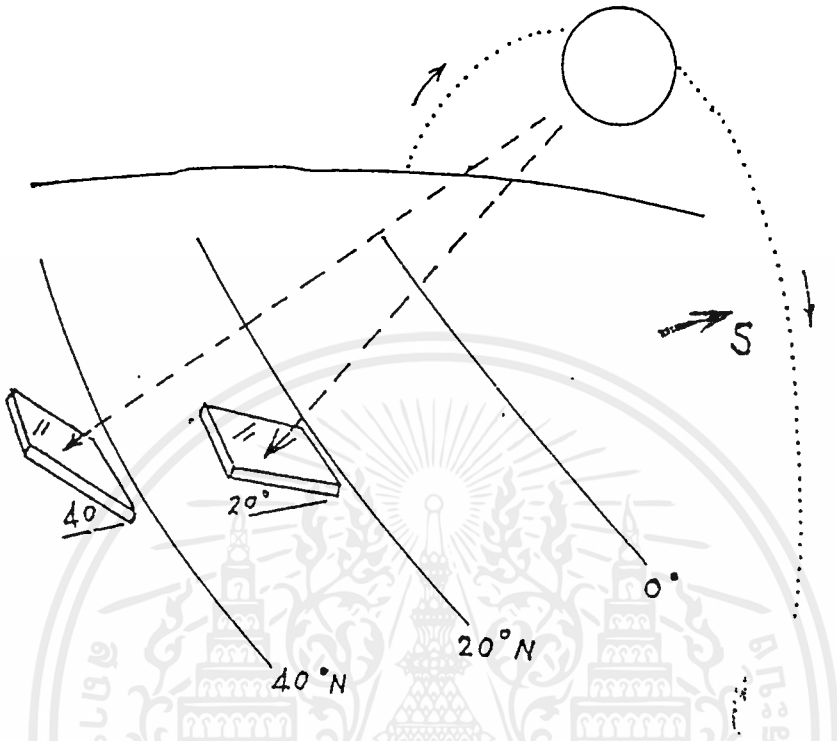
เมื่อเป็นเช่นนี้ก็จะพบว่า หากต้องการให้แสงอาทิตย์ตกตั้งฉากกับผิวโลกที่ใดที่หนึ่ง ผิวโลกส่วนนั้นก็จะต้องยกทำมุมขึ้นมาเท่ากับมุมของเส้นละติจูดด้วย

การพิจารณาเฉพาะกรณีแกนโลกไม่เอียงนี้ แม้จะไม่เป็นไปตามความจริงเสียทีเดียวแต่ก็สามารถนำไปใช้งานกับระบบพลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งไม่ยุ่งยากซับซ้อนมากนักได้เพราะหากพิจารณากันอย่างละเอียดแล้ว การที่แกนโลกทำมุมเอียง 23.5 องศา จะมีผลให้แสงอาทิตย์ต้องกระทบแนวเส้นละติจูด 23.5 องศาเหนือและใต้ในแนวตั้งฉาก ในช่วงระยะเวลาต่างกันราว ๆ 6 เดือน ดังนั้นการจัดพื้นผิวให้ตั้งฉากกับแสงอาทิตย์ก็จะต้องคำนึงถึงเรื่องดังกล่าวด้วย ซึ่งในส่วนนี้จะไม่กล่าวถึงแต่จะสรุปไว้เพื่อให้เข้าใจได้ง่ายและเพื่อนำไปใช้งานต่อไปว่า การจัดพื้นผิวแผ่นราบให้รับแสงอาทิตย์เป็นมุมฉาก จะทำให้รับแสงได้เต็มที่ และการปรับมุมให้รับแสงอาทิตย์ได้ตั้งฉากนั้น ให้ปรับมุมเอียงประมาณเท่ากับเส้นละติจูด ณ ที่ซึ่งติดตั้ง โดยจัดให้พื้นที่รับแสงพ้นในแนวเหนือ-ใต้ (กล่าวคือในซีกโลกเหนือหันไปทางทิศใต้ และซีกโลกใต้ หันไปทางทิศเหนือ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 22

แสดงการวางแผ่นรับแสงอาทิตย์ให้ได้ฉาก



การจัดพื้นผิวแผ่นราบให้รับแสงอาทิตย์โดยวิธีนี้ เป็นที่นิยมใช้กันแพร่หลายทั่วไป เนื่องจากไม่ยุ่งยากมาก และอุปกรณ์ที่ใช้ก็มีเพียงเข็มทิศ และอุปกรณ์ในการวัดมุมเท่านั้น ส่วนรายละเอียดปลีกย่อยต่าง ๆ จะได้กล่าวต่อไป

สรุปข้อมูลพลังแสงอาทิตย์

พลังงาน หมายถึง ความสามารถหรือประสิทธิภาพในการทำงาน โดยการทำให้วัตถุหรือชาติเกิดการเคลื่อนที่หรือปลี่ยนรูปแบบไปได้ โดยมีพลังงานอย่างหนึ่งอย่างใดเข้าไปกระทำ เช่น การเคลื่อนที่ของรถยนต์

ชนิดของพลังงาน แบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ พลังงานศักย์ และพลังงานจลย์

1. พลังงานศักย์ (POTENTIAL ENERGY) หมายถึง พลังงานที่มีอยู่ในวัตถุต่าง ๆ เนื่องจากตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุนั้น เช่น ก้อนหินมีพลังงานศักย์จึงทำให้โมเลกุลของมันเกาะรวมอยู่กนเป็นก้อน ณ ตำแหน่งหนึ่งได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. พลังงานจลน์ (KINETIC ENERGY) หมายถึง พลังงานที่มีในวัตถุ เนื่องมาจากการเคลื่อนไหว, ที่มองวัตถุ หรือการเคลื่อนที่ของพลังงานโดยการเปลี่ยนแปลงรูปแบบของพลังงาน เช่นหลอดไฟมีแสงสว่างและความร้อนเกิดขึ้นได้โดยการเคลื่อนที่ของพลังงานศักย์ไปตามเส้นลวดสายไฟ เมื่อผ่านใส้หลอดจึงทำให้มีแสงสว่างและความร้อนเกิดขึ้น

แหล่งพลังงานที่สำคัญ

1. ดวงอาทิตย์
2. พลังงานปรมาณู
3. พลังจากโลก
   - 3.1 พลังน้ำ
   - 3.2 พลังงานใต้พิภพ
4. พลังงานจากสิ่งมีชีวิต

พลังงานแสงอาทิตย์ ดวงอาทิตย์เป็นแหล่งกำเนิดพลังงานที่สำคัญยิ่งจนบางคนกล่าวว่า "ถ้าโลกนี้ขาดดวงอาทิตย์จะเกิดอะไรขึ้น" ดวงอาทิตย์ทำให้เกิดพลังงานหมุนเวียนและต่อเนื่องอื่น ๆ อีกมากมาย เช่น พลังงานลม พลังงานน้ำ เป็นต้น

รังสีจากดวงอาทิตย์

ดวงอาทิตย์ถูกห่อหุ้มอยู่ด้วยก๊าซที่เป็นองค์ประกอบมากที่สุดคือ ก๊าซไฮโดรเจน (H_2) ซึ่งเป็นสาเหตุแห่งความร้อนมากมายมหาศาล

พลังงานที่ดวงอาทิตย์ปล่อยออกมาจะอยู่ในรูปคลื่นของแม่เหล็กไฟฟ้า (ELECTRCTROMAGNETIC RADIATION) ซึ่งเรียกกันว่ารังสีจากดวงอาทิตย์ เมื่อรังสีส่องชั้นบรรยากาศในวันที่ท้องฟ้าแจ่มใส รังสี จะเกิดการสะท้อนโดยฝุ่นละอองและโมเลกุลแห้ง ร้อยละ 1.1-11 ถูกดูดกลืนไว้โดยอากาศแห้ง ร้อยละ 8 ฝุ่นละออง 1-5 ไอน้ำร้อยละ 2-10

การใช้ประโยชน์จากพลังงานแสงอาทิตย์

1. การใช้ประโยชน์จากพลังงานแสงอาทิตย์โดยทางอ้อม

พลังงานแสงอาทิตย์อาจใช้ประโยชน์โดยการทางอ้อมได้หลายทาง เช่น ทำให้เกิดลม คลื่น กระแสน้ำในมหาสมุทร พลังงานในปฏิกิริยาสังเคราะห์แสงของพืช ฯลฯ

2. การใช้ประโยชน์จากพลังงานแสงอาทิตย์โดยตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในสมัยก่อนมนุษย์ใช้ประดยชน์จากพลังงานแสงอาทิตย์โดยตรง เช่น การตากแห้งผลผลิตทางการเกษตร การทำนาเกลือ ฯลฯ และปัจจุบันได้มีสถาบันการศึกษาชั้นสูงหรือหน่วยงานได้ดำเนินการวิจัยและพัฒนาระบบพลังงานแสงอาทิตย์ในหลายรูปแบบ เช่น ระบบอบแห้งแสงอาทิตย์ระบบกลั่นน้ำแสงอาทิตย์ ฯลฯ

การใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในรูปของความร้อน

การใช้พลังแสงอาทิตย์ในรูปของความร้อนยังมีปัญหาอยู่มากจะเห็นได้ว่าความเข้มของแสงอาทิตย์ที่ตกลงบนผิวโลกมีค่าต่ำ ดังนั้น ถ้าต้องการใช้ประโยชน์จากแสงอาทิตย์จำเป็นต้องมีอุปกรณ์บางอย่าง อุปกรณ์ดังกล่าวเรียกว่าอุปกรณ์รับแสงอาทิตย์ (SOLAR COLLECTOR)

ประสิทธิภาพของอุปกรณ์รับแสงอาทิตย์จะขึ้นอยู่กับสิ่งต่าง ๆ ต่อไปนี้

1. แก้วหรือพลาสติกต้องมีความโปร่งต่อแสงอย่างมาก
2. การสูญเสียความร้อนต้องน้อยที่สุด
3. ความสามารถในการดูดรังสีของแผ่นดูดแสงต้องมาก
4. การแผ่รังสีของคลื่นความยาวต้องน้อย
5. อุณหภูมิของแผ่นดูดแสงอาทิตย์ต้องน้อยในขณะใช้งานซึ่งจะมีผลทำให้ความร้อนสูญเสียออกไป

สรุปข้อมูลการโคจรระหว่างโลกกับดวงอาทิตย์ และการรับแสงอาทิตย์

แสงที่ส่องมายังพื้นโลกสามารถจะรับรู้ได้ 2 ทางคือ

1. ด้วยตาในรูปของแสงสว่าง
2. สัมผัสทางผิวหนัง

แสงจะส่งผ่านพลังงานได้ดี เมื่อกระทบพื้นผิวใด ๆ ในลักษณะตั้งฉากจากพื้นผิววัตถุใดรับแสงอาทิตย์ในลักษณะตั้งฉากย่อมได้รับพลังงานความร้อนได้ดีกว่ามุมที่ไม่ได้ตั้งฉาก เนื่องจากโลกทำมุมเอียงกับแนวตั้งฉากของระนาบวงโคจรที่โลกโคจรรอบดวงอาทิตย์ ประมาณ 23.5 องศาทำให้พื้นผิวโลกมีมุมรับแสงอาทิตย์ต่างกันไปตามตำแหน่งการโคจร พื้นที่บริเวณเส้นศูนย์สูตรจะได้รับแสงอาทิตย์แนวตั้งฉากเกือบตลอดเวลา

เพราะพื้นผิวโลกมีความโค้ง หากให้แสงอาทิตย์ตั้งฉากกับโลกที่ใดที่หนึ่ง ผิวโลกส่วนนั้นต้องมีการยกมุมขึ้นมาเท่ากับมุมของเส้นละติจูด

ฉะนั้น จึงสรุปองศาของแผ่นรับแสงอาทิตย์ดังนี้ ประเทศไทยอยู่ในเส้นลองติจูดที่ 0-40 องศา จากเส้นศูนย์สูตรจึงต้องยกแผ่นรับแสงอาทิตย์ ประมาณ 0-40 องศา ตามภูมิภาคที่ใช้ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 การวางรูปแบบห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

2.4.1 ประเภทของวิธีการปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ เป็นการศึกษาถึงการปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ มีลักษณะที่มุ่งเน้นแตกต่างกันไป โดยนายภพ เลาหไพบูลย์ ได้กล่าวไว้ในหนังสือ"แนวการสอนวิทยาศาสตร์" (2537) ไว้ดังนี้

ประเภทของวิธีการปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

การปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ มีลักษณะมุ่งเน้นที่แตกต่างกันเด่นชัดเป็น 5 ประเภท คือ (1) เป็นการตรวจสอบว่าเป็นจริง (Verification) และเป็นการอนุมาน (Deductive) (2) เป็นการอุปมาน (Inductive) (3) เน้นทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ (4) เน้นทักษะ เทคนิควิธี (5) เป็นการสำรวจ ดังนี้

1. การตรวจสอบว่าเป็นจริงและปฏิบัติการแบบอนุมาน (Verification and deductive laboratory) เป็นวิธีการที่ใช้กันมากในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ วัตถุประสงค์ของการทำปฏิบัติการก็เพื่อแสดงให้เข้าใจถึงมโนมติ หลักการ กฎ โดยทั่วไปแล้วครูจะเสนอแนวคิด โดยใช้การบรรยาย การอภิปรายและการอ่านก่อน แล้วจึงค่อยทำงานปฏิบัติการเพื่อแสดงและทดสอบแนวคิดว่าเป็นจริงโดยการทำกิจกรรมที่เป็นรูปธรรม

2. ปฏิบัติการแบบอุปมาน (Inductive laboratory) เป็นวิธีการปฏิบัติการที่ตรงกันข้ามกับปฏิบัติการแบบอนุมาน ปฏิบัติการแบบอุปมานให้โอกาสแก่นักเรียนได้คิดค้นหามโนมติหลักการและกฎ ผ่านการใช้ประสบการณ์ตรง โดยวิธีนี้นักเรียนได้ทำกิจกรรมปฏิบัติการศึกษาหามโนมติก่อนก่อนที่จะมีการอภิปรายและสอนในชั้นเรียน วิธีการอุปมานช่วยให้นักเรียนได้มีโอกาสคิดค้นหามโนมติด้วยตนเอง และช่วยให้นักเรียนได้สำรวจและติดตามแนวคิดของตน

3. ปฏิบัติการเน้นทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ (Science process oriented laboratory) วัตถุประสงค์ในการรวมงานปฏิบัติการไว้ในวิชาวิทยาศาสตร์ ก็เพื่อใช้วิทยาศาสตร์เป็นหนทางในการสืบเสาะหาความรู้ และฝึกการคิดงานปฏิบัติการช่วยให้นักเรียนมีโอกาสร่วมทั้งกิจกรรมทางวิยาศาสตร์และฝึกคิดอย่างนักวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการคิดที่เกี่ยวพันกับวิทยาศาสตร์ เรียกว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งได้แก่ การสังเกต การวัด การจำแนกประเภท การคำนวณ การใช้ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลาการจัดกระทำกับข้อมูลและการสื่อความหมายข้อมูล การลงความคิดเห็นจากข้อมูล การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปรการตีความหมายข้อมูลและการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับงานปฏิบัติการทุกประเภทแต่สำหรับงานปฏิบัติการบางงานจะเน้นทักษะเหล่านี้ และคาดหวังว่านักเรียนจะมีทักษะเหล่านี้ จากการที่ได้ทำงานปฏิบัติการดังกล่าว

4. ปฏิบัติการเน้นทักษะเทคนิควิธี (Technical skills-oriented laboratory) เทคนิคการปฏิบัติการที่ดีเป็นสิ่งที่จำเป็นในการทำกิจกรรมปฏิบัติการที่ได้ผลและทำให้เก็บข้อมูลได้ละเอียดถูกต้อง ทักษะเทคนิควิธีเหล่านี้ต้องใช้ทักษะในการใช้มือ (Manipulative skills) ซึ่งมีการพัฒนาการประสานงานกันของนัยน์ตาและมือ เช่น การปรับกล้องจุลทรรศน์ให้เห็นชัด การเขียนภาพของวัตถุตัวอย่างอย่างคร่าว ๆ การวัดมุม การตัดแก้ว เป็นต้น

5. ปฏิบัติการสำรวจ (Exploratory laboratory) ในบางโอกาส ครูวิทยาศาสตร์ อาจจะอนุญาตให้นักเรียนได้สำรวจแนวคิด มโนมติ หลักการหรือทฤษฎีโดยที่ไม่มีวิธีการขั้นตอนที่แน่อน ในการทำปฏิบัติการสำรวจ นักเรียนมีอิสระที่จะสำรวจและทดสอบแนวคิด การปฏิบัติสำรวจจะต้องมีขอบเขตโครงสร้างไม่ตายตัว มีกรอบน้อยกว่างานปฏิบัติการแบบอื่น เป็นที่หวังว่านักเรียนจะเป็นผู้มีแนวคิดที่ให้ประสิทธิผล แต่ผลลัพธ์ของการเรียนจะได้ผลดีหรือไม่ก็แล้วแต่ความสามารถของนักเรียน

2.4.2 การวางรูปแบบห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ เป็นการศึกษาถึงรูปแบบการจัดวางของห้องปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ในด้านต่าง ๆ โดย อมรา วงศ์พุทธพิทักษ์ นักวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข ได้กล่าวไว้ในหนังสือ "รายงานการสัมมนาทางวิชาการ เรื่องความปลอดภัยจากสารเคมีในห้องปฏิบัติการ" (2531) ไว้ดังนี้

การปฏิบัติงานในห้องทดลองทางวิทยาศาสตร์ เป็นเรื่องที่ต้องเกี่ยวกับสารเคมี เชื้อโรค สัตว์ทดลอง เครื่องมือ และอุปกรณ์วิทยาศาสตร์หลายชนิด จึงมักมีอุบัติเหตุเกิดขึ้นเสมอ เช่น ถูกเศษแก้วบาด ถูกสารเคมีประเภทกรดหรือด่าง ติดเชื้อจากตัวอย่าง หรือสัตว์ทดลอง เป็นต้น อุบัติเหตุเหล่านี้บางครั้งอาจรุนแรงถึงขั้นทำให้ผู้ปฏิบัติงานพิการหรือเสียชีวิต สารเคมีหลายชนิดเป็นอันตรายต่อสุขภาพ เช่น สารกัมมันตรังสี และ organic solvent เช่นเบนซีน หากร่างกายได้รับติดต่อกันเป็นเวลานานอาจก่อให้เกิดมะเร็งได้ นอกจากนี้ยังมีอุบัติภัยจากการลุกไหม้ หรือการระเบิดของสารเคมี เครื่องมือ และเครื่องจักรกลต่าง ๆ ที่ก่อความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สินอยู่เนือง ๆ

การเสี่ยงอันตรายและอุบัติเหตุจากการปฏิบัติงานในห้องทดลองทางวิทยาศาสตร์ จะลดหรือป้องกันได้โดยหลักการสำคัญ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. อาคารสถานที่ต้องมั่นคงแข็งแรง ออกแบบเหมาะสมกับกิจกรรมที่จะปฏิบัติมีระบบให้ความปลอดภัยแก่ผู้ปฏิบัติงานและผู้อยู่อาศัยใกล้เคียง

2. เครื่องมือและอุปกรณ์มีคุณภาพดี เหมาะสมกับลักษณะงาน และมีการดูแลรักษาอย่างสม่ำเสมอ

3. มีอุปกรณ์จำเป็นเพื่อป้องกันอันตรายทั้งที่จะเกิดกับผู้ปฏิบัติเอง และผู้ร่วมงานขณะปฏิบัติงาน

4. ผู้ปฏิบัติงานทุกระดับได้รับความรู้ด้านวิธีปฏิบัติงานที่ถูกต้อง เกิดความสำนึกร่วมกันที่จะระมัดระวังการเกิดอุบัติเหตุ มีระเบียบด้านความปลอดภัย (safety rule) ในหน่วยงานและติดตามดูแลควบคุมให้มีการปฏิบัติตามระเบียบอย่างสม่ำเสมอ

ในการออกแบบอาคารโดยทั่วไป สถาปนิกและวิศวกรต้องคำนึงถึงความมั่นคงแข็งแรงอยู่แล้ว ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะส่วนที่ควรคำนึงถึงเป็นพิเศษในการกำหนดแบบอาคารเพื่อความปลอดภัยของการปฏิบัติงานในห้องทดลอง และเพื่อป้องกันความผิดพลาดของผลการทดลอง

1. วัสดุก่อสร้าง

ควรใช้วัสดุทนไฟเป็นส่วนประกอบให้มากที่สุด เนื่องจากเครื่องมือวิทยาศาสตร์หลายชนิดต้องใช้งานที่อุณหภูมิสูง บางจุดของอาคารต้องเสริมความแข็งแรงเป็นพิเศษ สำหรับวางเครื่องมือบางประเภทที่มีน้ำหนักมาก เครื่องมือบางชนิดต้องอยู่ในส่วนที่มีการสั่นสะเทือนของพื้นน้อยที่สุด กระจกหน้าต่างด้านที่แดดส่องควรเป็นกระจกตัดแสงเพื่อกันการสลายตัวของสารเคมีระหว่างทดลอง

ผนัง เพดาน และพื้นห้อง ควรทำด้วยวัสดุพื้นเรียบ ไม่ดูดซึมน้ำ ทำความสะอาดง่าย พื้นห้องควรเป็นวัสดุที่ไม่ลื่น ทนกรดด่างและตัว organic solvents ตัวอย่างเช่น linoleum sheet และ epoxy resin ไม่ควรขัดเงาพื้นห้องเนื่องจากจะลื่นล้มขณะปฏิบัติงานได้ ประตูห้องควรติดที่ปิดอัตโนมัติ และมีช่องกระจกให้มองเห็นภายในห้องได้ชัด เพื่อกันอุบัติเหตุระหว่างเข้า-ออกห้องขณะที่ถือน้ำยาเคมีหรือวัตถุตัวอย่าง

2. การจัดแบ่งพื้นที่ปฏิบัติงาน

ส่วนที่เป็นห้องอาหาร งานธุรการ ควรแยกจากส่วนปฏิบัติการ บริเวณธุรการควรมีส่วนรับตัวอย่าง ที่เก็บพัสดุ ได้แก่ สารเคมี เครื่องแก้ว ถังแก๊ส สารเคมี ไวไฟ และวัสดุสำนักงานอื่น ๆ โดยแยกที่เก็บให้เป็นสัดส่วน ควรมีส่วนปฐมพยาบาล รวมอยู่บริเวณธุรการด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับส่วนที่เป็นห้องทดลอง ควรจัดแบ่งโดยหลีกเลี่ยงการปนเปื้อน (contamination) จากการวิเคราะห์วิจัยต่างประเภทกัน เช่น กิจกรรมวิเคราะห์ทางเคมี กับจุลชีววิทยา ควรแยกเป็นคนละส่วน สัตว์ทดลองและกิจกรรมที่ต้องใช้สารกัมมันตรังสี ควรแยกอาคารต่างหาก บริเวณที่การปฏิบัติงานเสี่ยงอันตรายมากควรอยู่ส่วนที่เป็นมุมอับของอาคาร สำหรับห้องตรวจเชื้อโรคอันตรายร้ายแรงต้องมีประตู 2 ชั้น และมีระบบ air lock ก่อนเข้าห้อง

ห้องปฏิบัติการทั่วไปควรอยู่ในลักษณะ open plan ยกเว้นกิจกรรมบางลักษณะที่ต้องกันเฉพาะส่วน ได้แก่ กิจกรรมที่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนไปสู่ส่วนอื่นได้ หรือกิจกรรมที่ต้องป้องกันการปนเปื้อนจากภายนอกมารบกวนการวิเคราะห์ เช่น การเตรียมตัวอย่าง การชั่ง การใช้เครื่องมือละเอียดบางชนิด การวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยา การวิเคราะห์สารเคมีเป็นพิษ เป็นต้น ห้องทดลองควรมีทางออกได้ 2 ทาง เช่นเดียวกับตัวอาคาร

3. ขนาดพื้นที่ปฏิบัติงาน

ขนาดพื้นที่ที่เหมาะสมขึ้นกับชนิดตัวอย่างและวัตถุประสงค์การวิเคราะห์ขนาดพื้นที่สำหรับการวิเคราะห์ยาทางเคมี อาจไม่เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยา หรือวิเคราะห์อาหาร เป็นต้น การปฏิบัติงานวิเคราะห์วิจัยทางวิทยาศาสตร์ในบริเวณที่คับแคบ หรือแออัดมีโอกาสเกิดอุบัติเหตุได้ง่าย ตัวอย่างขนาดพื้นที่ปฏิบัติการที่แนะนำโดยหน่วยงานต่าง ๆ มีดังนี้ คือ

- FAO แนะนำขนาดห้องอย่างต่ำ 10 x 5.5 เมตร สำหรับผู้ปฏิบัติงาน 8 คน ในการวิเคราะห์ส่วนประกอบอาหาร (food composition) โดยไม่รวมพื้นที่สำรับเครื่องมือวิเคราะห์

- Monsanto Research Corporation สหรัฐอเมริกาซึ่งเป็นบริษัทวิจัยผลกระทบของสารกำจัดศัตรูพืชต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม แนะนำพื้นที่ 14-28 ตารางเมตร ต่อผู้ปฏิบัติงาน 1 คน (รวมพื้นที่สำหรับเครื่องมือวิเคราะห์)

- ญี่ปุ่น แนะนำขนาดห้อง 6 x 6 เมตร สำหรับนักวิจัย 2 คน (รวมพื้นที่สำหรับเครื่องมือวิเคราะห์)

- มาตรฐานไทย ไม่มีข้อกำหนดเฉพาะสำหรับการปฏิบัติงานในห้องทดลองทางวิทยาศาสตร์

4. โต๊ะปฏิบัติการ

การวางโต๊ะปฏิบัติการทำได้ 3 รูปแบบ คือ ชิดตามความยาวผนัง (wall bench) กลางห้อง (island bench) และยื่นจากผนัง (peninsular) การจะวางในลักษณะใดขึ้นกับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิจกรรมและอุปกรณ์ที่ต้องใช้ในการทำงาน แต่ที่สำคัญ คือ ควรวางในลักษณะที่ไม่ปิดกั้นทางออกจากห้องของผู้ปฏิบัติงานทุกคนหากมีกรณีฉุกเฉินเกิดขึ้น และระยะห่างระหว่างโต๊ะไม่ควรน้อยกว่า 1.5 เมตร

โต๊ะปฏิบัติการไม่ควรมีชั้นกลาง ควรมีเฉพาะส่วนบริการต่าง ๆ เช่น ท่อแก๊ส เต้าเสียบไฟฟ้า ท่อสูญญากาศ

มีผู้ให้ความเห็นว่าการเก็บขวดน้ำยาเคมีไว้ที่ชั้นกลาง ผู้ปฏิบัติงานมักวางไว้ซ้อน ๆ กัน เสี่ยงต่ออุบัติเหตุในการเอื้อมหยิบ และยังเป็นการบังผู้ที่ปฏิบัติงานตรงข้ามกัน หากเกิดอุบัติเหตุจะมองไม่เห็นกันและแก้ไขไม่ทันเวลา บางกรณีหากสารที่วางไว้เป็นวัตถุไวไฟ อาจเป็นเหตุให้เกิดอันตรายมากขึ้นถ้ามีการใช้ไฟในบริเวณใกล้เคียง จึงแนะนำให้ทำชั้นวางสารเคมีไว้ที่ผนัง และหยิบใส่ถาดมาใช้บนโต๊ะเฉพาะน้ำยาเคมีที่ต้องใช้สำหรับการทดลองนั้น

ขนาดของโต๊ะปฏิบัติการมีความสำคัญต่อสุขภาพ และการเกิดอุบัติเหตุเช่นกัน โดยทั่วไปควรมีความลึก 75 ซม. คือ เป็นส่วนปฏิบัติงาน 60 ซม. อีก 15 ซม. สำหรับท่อแก๊ส เต้าเสียบไฟฟ้า ฯลฯ

มาตรฐานความสูงของโต๊ะปฏิบัติการ

- เยอรมันตะวันตก	ยืนปฏิบัติงาน	90 ซม.
(DIN 12922)	นั่งปฏิบัติงาน	75 ซม.
- อังกฤษ	ยืนปฏิบัติงาน	91 ซม.
(BS 3202)	นั่งปฏิบัติงาน	76 ซม.
- ไทย	ยังไม่กำหนด	

จากการออกแบบสอบถามข้าราชการกองวิเคราะห์อาหาร ในเดือนพฤษภาคม 2525 โดย อมรา วงศ์พุทธพิทักษ์และกนกพร ฉัตรรัตน ได้ความเห็นว่า ขนาดความสูง 85 ซม. ความลึก (ส่วนปฏิบัติงาน) 60 ซม. เหมาะสมกับการปฏิบัติงาน

5. อุณหภูมิห้องและระบบระบายอากาศ

การปฏิบัติงานทางวิทยาศาสตร์แต่ละเครื่องมีข้อกำหนดต่างกัน การทดลองบางเรื่องต้องควบคุมอุณหภูมิห้องให้อยู่ในระดับที่กำหนดตลอด 24 ชั่วโมง เครื่องปรับอากาศที่ใช้ในบ้านเรือนทั่วไปจะไม่สามารถรับกษาระดับอุณหภูมิห้องให้คงที่ตลอดเวลาได้ ผู้ปฏิบัติงานต้องแจ้งรายละเอียดเหล่านี้ให้ผู้ออกแบบทราบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ที่ต้องใช้ organic solvents ตามเทคนิค chromatography หากอากาศในห้องร้อนหรือเปลี่ยนแปลงมากในแต่ละช่วงเวลาของวัน จะมีผลต่อการระเหยของน้ำยาและการแยกตัวของสารสำคัญ ทำให้ผลวิเคราะห์คลาดเคลื่อนได้ง่าย

การระบายอากาศโดยธรรมชาติ อาจไม่เหมาะสำหรับห้องปฏิบัติการบางสาขา โดยเฉพาะกรณีที่อยู่ในเขตชุมชน อากาศบริเวณนั้นจะมีตะกั่วปนเปื้อนสูงกว่าปกติ จะรบกวนการวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักในตัวอย่างได้ เครื่องมือหลายชนิดต้องการห้องที่มีระบบระบายอากาศเพื่อลดความร้อนจากตัวเครื่อง การระบายอากาศที่ดีจะต้องไม่ดูดอากาศที่ระบายออกแล้วหมุนเวียนเข้ามาในห้องอีก การใช้สารเคมีประเภทกรดเข้มข้นและ organic solvent ต้องทำในตู้ดูดควัน (exhausted fume hood) ซึ่งจะกล่าวถึงต่างหากในเรื่องอุปกรณ์นิรภัย

การออกแบบอาคารในลักษณะที่มีระเบียงทางเดินผ่านหน้าห้องด้านเดียว (front corridor) อาจดีในแง่ของการระบายอากาศจากธรรมชาติ และลดการปนเปื้อนจากห้องตรงข้ามแต่อาจไม่เหมาะสมกับสภาพอากาศในประเทศไทยซึ่งมีช่วงฤดูฝนยาวนาน ความชื้นหรือละอองฝนอาจทำให้ตัวอย่าง วัสดุอุปกรณ์เสียหายระหว่างที่นำผ่านจากห้องหนึ่งไปอีกห้องหนึ่ง เช่น นำตัวอย่างไปชั่งหรือไปใช้เครื่องมือวัดที่ห้องอื่น เป็นต้น นอกจากนี้อาจมีน้ำฝนค้างที่พื้นระเบียงทางเดินเป็นเหตุให้ลื่นล้มได้ง่าย ดังนั้นอาคารที่มีทางเดินกลางระหว่างห้อง (central corridor) จะแก้ปัญหานี้ได้ดีกว่า แต่ต้องพิจารณากิจกรรมของห้องตรงข้ามมิให้รบกวนกัน บริเวณทางเดินกลางไม่ควรนำของมาตั้งวาง เพราะอาจเป็นเครื่องกีดขวางการเข้าออกกรณีมีเหตุการณ์ฉุกเฉินเกิดขึ้น

6. ระบบน้ำดื่มน้ำใช้

น้ำสำหรับดื่มและใช้ในห้องปฏิบัติการควรแยกจากกัน หรือมิฉะนั้นท่อน้ำที่เดินสู่ห้องปฏิบัติการต้องมีอุปกรณ์กันน้ำไหลย้อนกลับ แรงดันน้ำที่ไม่สม่ำเสมอก่อให้เกิดอุบัติเหตุได้ เช่น ระหว่างการกลั่น อาจดันสายยางที่ต่อน้ำเข้า condenser หลุด เครื่องแก้วแตกหักและอาจรุนแรงถึงเกิดไฟลัดวงจรได้ สายยางต่อน้ำเข้าเครื่องมือควรเป็นชนิดใสเพื่อให้เห็นว่ามีน้ำไหลเวียนอยู่ไม่ควรทิ้งให้เครื่องกล่นทำงานในเวลากลางคืน เนื่องจากแรงดันน้ำจะสูงกว่าเวลากลางวัน การสร้างถังเก็บและจ่ายน้ำไว้ชั้นบนอาคารจะช่วยลดปัญหาแรงดันน้ำไม่สม่ำเสมอได้

งานด้านจุลชีววิทยา สัตว์ทดลอง และงานทดลองทางเคมีบางเรื่อง จำเป็นต้องมีระบบน้ำร้อนเพื่อใช้ล้างและฆ่าเชื้อ ในกรณีที่ผู้ปฏิบัติงานต้องระดับระวังเรื่องการติดเชื้อมาก ก๊อกน้ำควรเป็นชนิดเปิดโดยใช้เท้าเหยียบหรือใช้ข้อศอกผลัก สำหรับก๊อกน้ำทั่วไปในห้องปฏิบัติการควรใช้ท่อยางหรือพลาสติกสวมหุ้มไว้ช่วงหนึ่ง เพื่อกันการกระเด็นของน้ำยาเคมีหรือวัสดุที่ต้องการล้างเนื่องจากแรงตกของน้ำจากก๊อกสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ระบบไฟฟ้าและแสงสว่าง

ห้องปฏิบัติการต้องมีแสงสว่างเพียงพอทั่วทุกจุดในห้อง สายไฟสำหรับแสงสว่าง ระบบปรับอากาศ และเครื่องมือวิทยาศาสตร์ ควรแยกจากกัน มีสายดินและระบบตัดไฟอัตโนมัติ (FAO แนะนำปริมาณไฟที่ต้องการประจำอาคารประมาณ 40 Watt ต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร) ตำแหน่งเต้าเสียบต้องให้ห่างจากก๊อกน้ำ หากมีไฟหลายระบบ คือ ทั้ง 110 และ 220 V ปลั๊กไฟควรต่างลักษณะกันเพื่อกันการเสียบไฟผิด ควรหาข้อมูลแรงดันไฟฟ้าบริเวณที่สร้างห้องปฏิบัติการหากแรงดันไฟไม่สม่ำเสมอต้องเพิ่มอุปกรณ์ปรับแรงดันไฟฟ้าเพื่อกันเครื่องมือเสียหาย โดยเฉพาะเครื่องมือสมัยใหม่ที่ใช้ microprocesser เครื่องมือประเภทตู้เย็น ตู้แช่แข็ง ตู้อบเพราะเชื้อหากไฟดับจะทำให้ของที่เก็บไว้เสียหาย ควรมีเครื่องปั่นไฟสำรองใช้กับอุปกรณ์เหล่านี้ด้วย

8. ระบบสูญญากาศ

การใช้ระบบสูญญากาศรวม (central vacuum) ควรต่อผ่าน HEPA filter และ liquid trap เพื่อกันเชื้อโรคและสารเคมีที่จะปนเปื้อนเข้าในระบบหากการปฏิบัติงานเกี่ยวข้องกับสารเคมีที่ก่อมะเร็ง ควรใช้เครื่องทำสูญญากาศแยกต่างหาก การใช้สูญญากาศกับorganic solvents ควรต่อผ่าน cold trap เพื่อกันไอระเหยของสารเข้าสู่ระบบรวม

9. ระบบกำจัดของเสีย

- ระบบกำจัดน้ำเสีย น้ำทิ้งจากห้องทดลองต้องกำจัดด้วยระบบที่เหมาะสมก่อนปล่อยสู่ท่อน้ำทิ้งสาธารณะ น้ำทิ้งจากห้องปฏิบัติการเชื้ออันตรายร้ายแรง (safety cabinet class 3) ต้องมีระบบทำลายเชื้อก่อนปล่อยออกสู่ท่อน้ำทิ้งรวม สำหรับสารกัมมันตรังสีต้องปฏิบัติตามระเบียบของสำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ

ท่อน้ำทิ้งจากห้องปฏิบัติการเคมีควรทำด้วยวัสดุทนกรด ทนตัวทำละลายและไม่ทำปฏิกริยากับสารเคมีอื่น แก้วเป็นวัสดุที่ดีที่สุดแต่แตกหักง่าย ปัจจุบันมีผู้ผลิตวัสดุโพลีเมอร์สำหรับใช้กับน้ำทิ้งจากห้องปฏิบัติการโดยเฉพาะ

- เตาเผาขยะและซากสัตว์ สำหรับห้องปฏิบัติการที่มีการใช้สัตว์ทดลอง

2.4.3 กฎข้อบังคับสำหรับปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โดย ดร.มาริสา อรัญชัยยะ กล่าวไว้ในหนังสือ "รายงานการสัมมนาทางวิชาการ เรื่อง ความปลอดภัยจากสารเคมีในห้องปฏิบัติการไ (2531) ไว้ดังนี้

กฎข้อบังคับสำหรับการปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ

กฎข้อบังคับต่ำสุดสำหรับความปลอดภัย (Minimum Area Safety Regulations)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. เมื่อเกิดเหตุฉุกเฉินให้โทรศัพท์แจ้งทันที ที่.....
2. กรณีเกิดอุบัติเหตุหรือการเจ็บป่วย ให้ปฏิบัติดังนี้
   2.1 ให้ขอความช่วยเหลือจากเพื่อนร่วมงาน
   2.2 ให้โทรศัพท์แจ้งที่แจ้งเหตุฉุกเฉิน เบอร์โทรในข้อ 1 ให้รายละเอียดต่อไปนี้
      - ชื่อตนเอง และหน่วยงาน
      - ตำแหน่งหรือบริเวณที่เกิดเหตุ ตึก ชั้น ห้อง
      - ลักษณะของอุบัติเหตุ เช่น บาดเจ็บ หรือเจ็บป่วย
      - แจ้งถ้าต้องการแพทย์ด่วน
      - แจ้งถ้าต้องการยานพาหนะสำหรับส่งคนไปโรงพยาบาลที่ใกล้ที่สุด
   2.3 อย่าเคลื่อนย้ายผู้ป่วยจนกว่ารถพยาบาลจะมาถึง
   2.4 ช่วยเหลือผู้ป่วยตามสถานการณ์
   2.5 ผู้พิทักษ์ความปลอดภัยต้องได้รับการฝึกหัดเกี่ยวกับการปฐมพยาบาล
   2.6 มีคนตามไปโรงพยาบาลไปเป็นเพื่อนด้วยหนึ่งคน
   2.7 ทำความคุ้นเคยกับห้องปฐมพยาบาล ตู้ปฐมพยาบาลแครื่องมือปฐมพยาบาล
   2.8 บันทึกแจ้งอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นทุกชนิดที่นำความบาดเจ็บและความเสียหายต่อผู้รักษาความปลอดภัย กรณีเกิดอุบัติเหตุร้ายแรงควรรายงานผู้บังคับบัญชาโดยเร็วที่สุด
   2.9 กำหนดห้องปฐมพยาบาล
   2.10 มีตู้ปฐมพยาบาลในทุก ๆ ห้องปฏิบัติการ
3. อัคคีภัย
   3.1 การป้องกัน

ก. ควรระมัดระวังการทิ้งก้นบุหรี่หรือไม้ขีด ให้ใช้ที่เขี่ยบุหรี่อย่างทิ้งในถังขยะ

ข. ปิดเครื่องไฟฟ้าทุกชนิดเมื่อไม่ใช้

ค. ปิดประตูหน้าห้องทุกห้อง เมื่อเสร็จงานแต่ละวัน

ง. อย่าเก็บสะสมสารไหม้ไฟได้ง่ายหรือวางใกล้สิ่งที่ร้อน

จ. อย่าเก็บสะสมขยะไว้นาน และถังขยะควรมีฝาปิด

ฉ. ให้ถือปฏิบัติอย่างเคร่งครัดในบริเวณที่ติดห้ามสูบบุหรี่

ช. ทราบตำแหน่งเก็บของท่อฉีดน้ำดับเพลิง เครื่องดับเพลิงและการใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การออกจากตัวตึกเมื่อมีเหตุฉุกเฉิน

ก. เมื่อได้ยินสัญญาณเตือนให้ออกจากตึก ให้ออกจากตึกโดยเร็วที่สุด ผู้ที่ทำงานค้างอยู่ก่อนออกจากตึกให้จัดทำสิ่งที่ทำค้างอยู่ให้คงอยู่ในสภาพความปลอดภัยแล้วรีบออกจากตึกให้เร็วที่สุด

ข. เมื่อพบว่าเกิดอัคคีภัย ให้ปฏิบัติดังนี้

- ออกจากห้อง ปิดประตู และส่งสัญญาณเตือนอัคคีภัยหรือโทรแจ้งผู้พิทักษ์ความปลอดภัย
- ถ้าปลอดภัยที่จะดับเพลิง ให้ใช้เครื่องดับเพลิงหรือใช้ที่ฉีดน้ำดับเพลิง อย่าใช้น้ำกรณีที่เกี่ยวกับเครื่องไฟฟ้าทุกชนิดหรือเป็นของเหลวไวไฟ

ค. รู้ทางหนีไฟของตึก

ง. มีการฝึกให้สัญญาณเตือนให้ออกจากตึกเป็นครั้งคราวและพยายามฝึกใช้เส้นทางหนีไฟที่แตกต่างกันในแต่ละครั้งที่ฝึก

จ. อย่าใช้ลิฟท์

ฉ. อย่าเข้าไปในตึกจนกว่าจะได้รับอนุญาต

4. อุปกรณ์ไฟฟ้า

4.1 เมื่อมีสิ่งผิดปกติเกี่ยวกับอุปกรณ์ไฟฟ้าให้โทรแจ้งช่างไฟฟ้าซ่อม อย่าทำเอง

4.2 อย่าใช้ไฟจน over lood

5. สิ่งกีดขวาง

ให้รักษาพื้นที่ ประตู บริเวณที่มีการเข้าออกบ่อย ๆ ให้ปราศจากสิ่งกีดขวาง

6. อุปกรณ์รักษาความปลอดภัย

ควรใช้อุปกรณ์รักษาความปลอดภัยเมื่อจำเป็นเช่น เสื้อกาวน์ ถุงมือ แว่นตา

7. สภาพของตัวตึก

ถ้ามีความผิดปกติเกี่ยวกับโครงสร้างของตึกให้แจ้งผู้รักษาตัวตึก

8. มีกฎเกณฑ์การเข้าออกตัวตึกทั้งในเวลาทำการและนอกเวลาทำการเพื่อรักษาความปลอดภัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 วัสดุต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

เพื่อเป็นการศึกษาถึงคุณสมบัติของวัสดุชนิดและประเภทต่าง ๆ เพื่อที่จะได้นำมาประกอบกับออกแบบ เพื่อที่จะได้วัสดุที่เหมาะสมกับเครื่องกลั่นน้ำพลังแสงอาทิตย์ในด้านต่าง ๆ มากที่สุด

2.5.1 โลหะเหล็ก

เป็นการศึกษาถึงคุณสมบัติที่มีมากมายหลายชนิด ทั้งเหล็กหล่อและเหล็กกล้าเพื่อที่จะทราบถึงลักษณะทางกายภาพและลักษณะการนำไปใช้ในงานประเภทต่าง ๆ โดย สาคร คันธโชติ, วิศิษฐ์ ศิริสัมพันธ์ ได้กล่าวไว้หนังสือ "การออกแบบผลิตภัณฑ์โลหะ" (2529) ไว้ดังนี้

โลหะเหล็กสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

2.5.1.1 เหล็กกล้า

2.5.1.2 เหล็กหล่อ

เหล็กกล้า หรือเหล็กเหนียว (Steel) เหล็กกล้าเป็นโครงสร้างที่เกิดจากการผสมของเหล็กคาร์บอนและธาตุอื่น ๆ ซึ่งจะมีความแข็งมาก เมื่อนำไปทำการอบชุบภายในเนื้อเหล็กกล้าจะไม่มีขี้ตะกรันผสมอยู่เลยและสามารถจะนำไปหล่อรีด (rolled) หรือดีขึ้นรูป (forged) ได้เป็นอย่างดี คาร์บอนถือว่าเป็นส่วนผสมที่สำคัญที่จะมีผลทำให้มีความแข็งเพิ่มขึ้นและมีความแข็งแรงมากขึ้น เหล็กกล้าเป็นโลหะที่ใช้งานมากกว่าโลหะอื่น ๆ รวมกัน แม้ว่าเหล็กกล้าจะสามารถหล่อลงแบบให้มีรูปร่างต่าง ๆ ที่สลับซับซ้อนได้โดยตรงก็ตาม แต่ส่วนมากจะหล่อเหล็กกล้าเป็นแท่ง (Ingot) ไว้ใช้สำหรับนำไปทำท่อ เหล็กเส้น เหล็กแผ่น หรือรูปร่างอื่นต่อไป

2.5.1.1 เหล็กกล้าสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิดใหญ่ ๆ คือ

เหล็กกล้าธรรมดา (Plain Carbon Steels)

เหล็กกล้าผสม (Alloy Steels)

เหล็กกล้าสามารถแบ่งแยกประเภทได้ตามจำนวนธาตุต่าง ๆ ที่ผสมอยู่ภายใน คาร์บอนเป็นธาตุที่มีความสำคัญมากที่สุด เหล็กกล้าชนิด เหล็กกล้าธรรมดา จะมีเนื้อเหล็กและคาร์บอนเป็นธาตุเหล็กเหล็กกล้าชนิดนี้จะแยกเป็นรหัส เช่น 10 xx เลขสองตัวแรกจะหมายถึงเป็นเหล็กกล้าชนิดเหล็กกล้าธรรมดา เลขตัวที่ 3 และ 4 หมายถึงส่วนผสมของคาร์บอนคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ 1/100 เช่น 1035 steel หมายถึงเหล็กกล้าธรรมดา ซึ่งมีคาร์บอนผสมอยู่ 0.35% นอกจากนี้อาจมีธาตุอื่น ๆ อีกแต่มีปริมาณน้อยมากซึ่งไม่มีผลต่อคุณสมบัติทางกายภายในของเหล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหล็กกล้าธรรมดา เป็นเหล็กที่มีคาร์บอนเพียงอย่างเดียวเป็นส่วนผสมที่สำคัญ แต่โดยทั่วไปแล้วมักมีแมงกานิส ซิลิคอน ซัลเฟอร์ และฟอสฟอรัสผสมอยู่เล็กน้อย เหล็กกล้าธรรมดาคือเหล็กที่อาจมีแมงกานิสผสมได้ไม่เกิน 1.65% ซิลิคอน 0.6% ทองแดง 0.6 % นอกจากนั้นอาจมีธาตุอื่น ๆ ที่มีปนอยู่เล็กน้อย

เหล็กกล้าธรรมดาสามารถแบ่งย่อยออกไปได้อีก 3 ประเภทอย่างกว้าง ๆ คือ

1. เหล็กที่มีเปอร์เซ็นต์คาร์บอนต่ำ (Low carbon steels) หมายถึงเหล็กมีส่วนผสมของคาร์บอนต่ำกว่า 0.2%

2. เหล็กที่มีเปอร์เซ็นต์คาร์บอนปานกลาง (Medium carbon steels) หมายถึงเหล็กที่มีคาร์บอนผสมอยู่ระหว่าง 0.2-0.5%

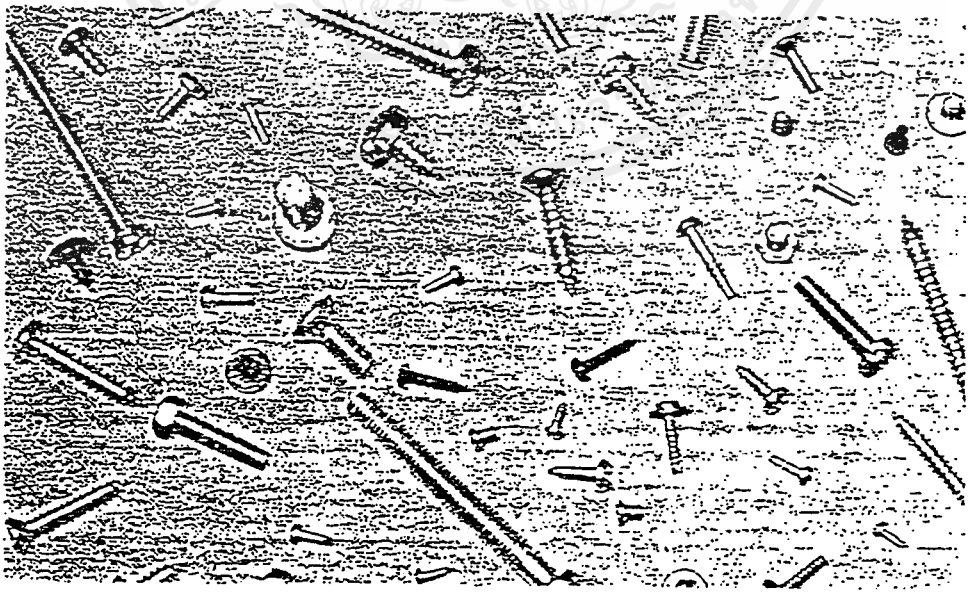
3. เหล็กที่มีเปอร์เซ็นต์คาร์บอนสูง (High carbon steels) หมายถึง เหล็กที่มีคาร์บอนผสมอยู่มากกว่า 0.5%

ประโยชน์

เหล็กกล้าชนิดที่มีเปอร์เซ็นต์คาร์บอนต่ำ จะถูกนำไปใช้สำหรับทำเส้นลวด เหล็กหน้าตัดต่าง ๆ เช่น เหล็กฉาก เหล็กตัวซี เหล็กตัวเอช เหล็กตัวไอ เป็นต้น และใช้ทำชิ้นส่วนเครื่องจักร เช่น สกรู นอต และสลักเกลียวต่าง ๆ

ภาพที่ 23

แสดงการนำเหล็กกล้าชนิดที่มีเปอร์เซ็นต์คาร์บอนต่ำ ทำสกรู นอต และสลักเกลียว

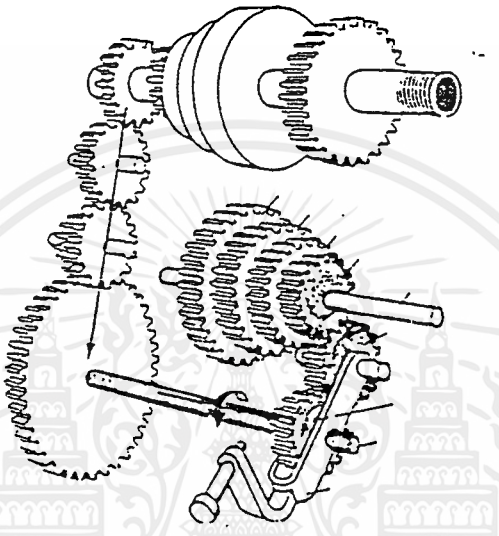


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหล็กกล้าชนิดที่มีเปอร์เซ็นต์คาร์บอนปานกลาง จะถูกนำไปใช้สำหรับทำรางเหล็กทำขวาน ทำค่าเฟือง และชิ้นส่วนที่ต้องการความแข็งแรงสูง

ภาพที่ 24

แสดงการนำเหล็กกล้าชนิดที่มีเปอร์เซ็นต์คาร์บอนปานกลางทำเฟือง

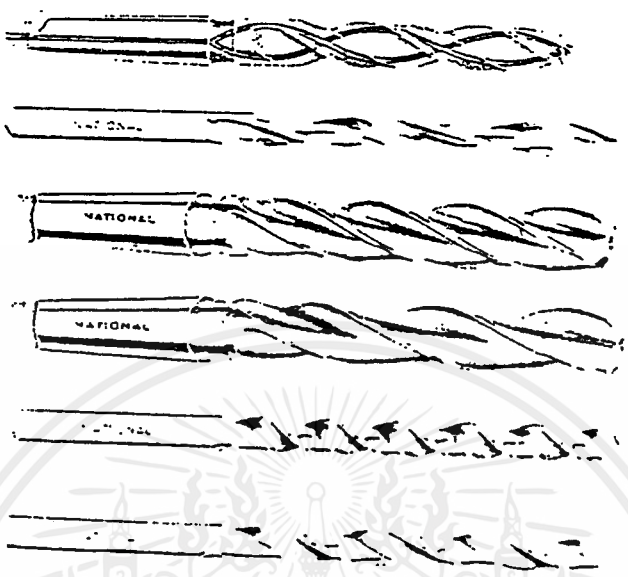


เหล็กกล้าชนิดที่มีเปอร์เซ็นต์คาร์บอนสูง จะนำไปใช้ทำมีดต่าง ๆ เช่น มีด ครก สว่าน ดอกทำเกลียว และงานที่ต้องทนต่อการเสียดสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 25

แสดงการนำเหล็กกล้าชนิดที่มีเปอร์เซ็นต์คาร์บอนสูง ทำดอกสว่าน



เหล็กกล้าแบบผสม ซึ่งมีประมาณ 15% ของเหล็กกล้าที่ผลิตได้ทั้งหมดจะถูกนำไปใช้งานเฉพาะอย่าง เพราะมีคุณสมบัติพิเศษแตกต่างจากเหล็กกล้าแบบอื่น ๆ ถึงแม้ว่าเหล็กกล้าผสมจะมีคุณสมบัติไม่ครบถ้วนเหมือนกันแต่ก็พอจะสรุปคุณสมบัติต่าง ๆ ได้ดังนี้ คือ

1. นำไปปรับปรุงความเหนียวได้โดยไม่ทำให้ค่าความแข็งแรงดึงต่ำลง

2. สามารถนำไปทำให้แข็งโดยการจุ่มน้ำมัน หรืออากาศ แทนการจุ่มน้ำได้ ทำให้มีโอกาสแตกหรือบิดงอมีน้อย

3. สามารถปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพ ณ อุณหภูมิสูง ๆ ได้

4. สึกหรอถูกกัดกร่อนได้น้อย ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับส่วนผสม

5. มีคุณสมบัติทางโลหะวิทยาที่ดี เช่น มีเม็ดเกรนละเอียด

เหล็กกล้าผสมสามารถแบ่งย่อยไปได้อีก 2 ประเภท ดังนี้

1. Low alloys ส่วนผสมต่าง ๆ รวมกันน้อยกว่า 8.0%

2. High alloys ส่วนผสมต่าง ๆ รวมกันมากกว่า 8.0%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประโยชน์

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

1. เหล็กกล้าที่มีส่วนผสมต่ำและทนแรงดึงสูง
2. เหล็กกล้าใช้ทำชิ้นส่วนเครื่องจักร
3. เหล็กกล้าทำเครื่องมือ
4. เหล็กสเตนเลส
5. เหล็กทนความร้อน
6. เหล็กใช้ทำอุปกรณ์ไฟฟ้า

การทำเส้นลวด เหล็กเส้น เหล็กแผ่น ท่อเหล็ก หรือเหล็กรูปร่างต่าง ๆ ทำได้โดยการนำเอาแท่งเหล็กกล้าไปเผาให้ร้อนแล้วนำไปรีด นำไปอัด หรือนำไปดึงให้ได้รูปต่าง ๆ ตามที่ต้องการ แท่งเหล็กนี้จะหล่อไว้เป็นแท่ง ๆ ในแบบ แบบที่หล่อแท่งอาจจะเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า สี่เหลี่ยมจัตุรัส หรือหน้าตัดรูปวงกลมก็ได้น้ำหนักของเหล็กแท่งอาจจะมีตั้งแต่ 300 ปอนด์จนถึง 25 ตัน

2.5.1.2 เหล็กหล่อ (Cast Iron)

เหล็กหล่อเป็นชื่อที่ใช้เรียกชื่อเหล็กที่มีส่วนผสมส่วนใหญ่เป็นเหล็กคาร์บอนและซิลิคอน ผสมกันและจะมีธาตุอื่นผสมอยู่จำนวนน้อย เหล็กหล่อจะมีธาตุคาร์บอนผสมอยู่มากทำให้เหล็กหล่อมีคุณสมบัติกว้างขวางมาก และอย่าถือว่าเหล็กหล่อมีธาตุอื่นผสมเพียงธาตุเดียว คือ คาร์บอนเพราะส่วนผสมที่อยู่ในเหล็กหล่อนั้นมีอย่างน้อยถึง 6 ธาตุด้วยกัน ได้แก่ธาตุเหล็ก คาร์บอน ซิลิคอน ฟอสฟอรัส และกำมะถัน และมีธาตุอื่นอีกเล็กน้อย ซึ่งจะมีผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพมากเหล็กบริสุทธิ์เราเรียกว่า ferrite เป็นเหล็กที่อ่อนมากใช้งานด้านอุตสาหกรรมได้เพียงสองสามอย่างเท่านั้น คุณสมบัติต่าง ๆ ที่เราต้องการ เช่น ความแข็งแรง และการนำไปเข้าเครื่องจักรจะสามารถปรับปรุงให้มีขึ้นได้โดยการเพิ่มธาตุอื่นเข้าไปนอกเหนือจาก ferrite ที่มีอยู่ในเหล็กหล่อเดิมเพียงอย่างเดียว

Direct iron เป็นอีกชื่อหนึ่งที่ใช้เรียกเหล็กหมู (Pig iron) ที่ได้จากเตาสูง (Blast fernace) และไม่เหมาะที่จะนำไปหล่อในทางการค้าทุกชนิดจนกว่าจะนำไปหลอมใหม่ในเตา คือ คิวโพล่า หรือเตาแบบอื่น ๆ

เหล็กหล่อแยกออกเป็น 4 ชนิด คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. เหล็กหล่อสีเทา

2. เหล็กหล่อสีขาว

3. เหล็กหล่อเหนียว

4. เหล็กหล่อผสม

เหล็กหล่อสีเทา (Gray Cast Iron) เป็นชื่อเหล็กธรรมดาในทางการค้าที่มีชื่อดังนั้นเพราะว่าเนื้อเหล็กที่หักออกมาดูจะมีสีเทาที่เป็นสีเทาก็เพราะแกรไฟต์จะรวมตัวกันอยู่กลุ่ม ๆ เหล็กชนิดนี้จะนำไปผลิตด้วยเครื่องจักรได้ง่าย และมีความเค้นแรงอัดสูง (ดูภาพที่ 5.6 ประกอบ) ส่วนความเค้นแรงดึงจะอยู่ระหว่าง 20,000-60,000 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว แต่ความเหนียวจะน้อยมาก ส่วนผสมอื่น ๆ จะมีเปอร์เซ็นต์ลดหลั่นกันลงไป แต่ตามปกติจะอยู่ในวงจำกัดดังนี้

คาร์บอน 3.00 - 3.50% แมงกานีส 0.40 - 1.00%

ซิลิคอน 1.00 - 2.75% ฟอสฟอรัส 0.15 - 1.00%

กำมะถัน 0.02 - 0.15 % ที่เหลือเป็นธาตุเหล็ก

เหล็กหล่อสีขาว (White cast iron) จะมีรอยแตกสีขาวปรากฏอยู่เพราะว่าคาร์บอนอยู่ในรูปของคาร์ไบด์ (FI 3 C) คาร์ไบด์นี้รู้จักกันดีในชื่อว่า ซีเมนต์ไตท์ เป็นส่วนประกอบที่แข็งมากที่สุดในเนื้อเหล็ก เหล็กหล่อสีขาวที่มีคาร์ไบด์ผสมอยู่มากจะไม่สามารถนำไปเข้าเครื่องได้

เหล็กหล่อสีขาวสามารถผลิตขึ้นได้โดยการนำเอา meral chills มาหลอกใหม่ หรือโดยการควบคุมที่ส่วนผสม chills นี้จะใช้เมื่อต้องการให้ผิวแข็งและทนต่อการสึกหรอ เช่น ขอบล้อเหล็กลูกกลิ้งสำหรับบดเม็ดเร็นและพันบดต่าง ๆ ขั้นตอนแรกในการผลิตเหล็กหล่อเหนียวก็คือการหล่อเหล็กสีขาวขึ้นมาก่อนโดยการควบคุมที่ส่วนผสมของโลหะ โดยใช้ข้อกำหนดการผลิตดังตัวอย่างต่อไปนี้ คือ

คาร์บอน	1.75 - 2.30	เปอร์เซ็นต์
ซิลิคอน	0.8 - 1.20	เปอร์เซ็นต์
แมงกานีส	น้อยกว่า 0.40	เปอร์เซ็นต์
ฟอสฟอรัส	น้อยกว่า 0.20	เปอร์เซ็นต์
กำมะถัน	น้อยกว่า 0.12	เปอร์เซ็นต์

ที่เหลือนอกนั้นเป็นเนื้อเหล็ก (iron)

เหล็กหล่อเหนียว (Malleable Cast Iron) ทำมาจากเหล็กหล่อสีขาว เตาถลุงที่สามารถนำมาใช้ถลุงเหล็กชนิดนี้ได้มีมากมายหลายแบบ เช่น เตาคิวโพล่าและ air furnace

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อนำมาใช้ร่วมกันจะมีชื่อว่า duplexing จะช่วยให้มีการเทน้ำเหล็กได้อย่างต่อเนื่องในขะเดียวกันก็จะควบคุมอุณหภูมิในการพาและส่วนผสมของโลหะได้อย่างแม่นยำ งานหล่อที่เสร็จเรียบร้อยแล้วจะต้องนำไปเข้าเตาเพื่อทำอบชุบ โดยให้มีการหมุนเวียนของความร้อนรอบ ๆ แต่ละชิ้น ระยะเวลาในการอบชุบ จะต้องใช้อย่างน้อย 3 ถึง 4 วัน โดยใช้อุณหภูมิระหว่าง 815 ถึง 1,010 องศาเซลเซียส ในกรรมวิธีดังกล่าวนี้ เหล็กคาร์ไบด์ ซึ่งมีความแข็งจะเปลี่ยนเป็นก้อนกลมในรูปของคาร์บอนที่อ่อนตัวลง ซึ่งมีลักษณะเปรียบเทียบเหมือนกับเหล็กบริสุทธิ์ เหล็กหล่อเหนียวจะมีความคงทนต่อแรงกระแทกได้ดีและสามารถนำไปเข้าเครื่องจักรได้ ส่วนมากใช้สำหรับทำรางรถไฟประกอบรถยนต์ งานต่อท่อต่าง ๆ รวมทั้งงานเกษตรกรรมต่าง ๆ ด้วย

เหล็กหล่อผสม (Nodular) เป็นเหล็กอีกชนิดหนึ่งซึ่งมีความแข็งแรงสูงและมีความเหนียวมากภายในเนื้อเหล็กชนิดนี้ ธาตุคาร์บอนจะอยู่ในลักษณะเป็นก้อนกลม และในการผลิตเหล็กชนิดนี้จะต้องเติมแมกนีเซียมผสมลงไปเล็กน้อย เช่น แมกนีเซียม-นิลเกิล หรือแมกนีเซียม-ทองแดง ทำให้เหล็กมีสีเทา จำนวนแมกนีเซียมที่ใช้ทำให้เกิดแกรไฟต์จะมากน้อยเท่าใดขึ้นอยู่กับจำนวนกำมะถันกำมะถันจะถูกกำจัดออกไปในครั้งแรกโดยถูกเปลี่ยนเป็น แมกนีเซียมซัลไฟด์ นอกจากนี้ แมกนีเซียมยังเปลี่ยนแกรไฟต์ให้อยู่ในรูปก้อนกลมอีกด้วย เหล็กชนิดนี้ตามปกติทั่วไปจะได้จากการหล่อแล้วนำไป อบชุบภายหลังเพื่อให้ได้คุณสมบัติตามที่ต้องการ แต่ระยะเวลาที่ใช้อบชุบเหล็กหล่อผสมจะน้อยกว่าเวลาที่ใช้อบชุบเหล็กหล่อเหนียว การปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพของเหล็กชนิดนี้ ทำให้สามารถนำไปใช้หล่อเป็นข้อเหวี่ยงและชิ้นส่วนเครื่องจักรกลต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี

เหล็กที่มีขายอยู่ในตลาดมีอยู่นับเป็นพันชนิด เหล็กแต่ละชนิดก็มีส่วนผสมของธาตุชนิดต่าง ๆ ก็มีอยู่ได้มากน้อยแตกต่างกันไป แน่นอนทีเดียวปริมาณที่ผสมและชนิดของธาตุต่าง ๆ มีอิทธิพลต่อคุณสมบัติของเหล็กแตกต่างกันไป นอกจากนี้ควรที่จะศึกษาลักษณะรูปร่างและขนาดของวัสดุประกอบในการเลือกใช้ประกอบด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3

แสดงความแตกต่างระหว่างเหล็กหล่อกับเหล็กกล้า

เหล็กหล่อ (Cast iron)	เหล็กกล้า (Steels)
1. มีปริมาณธาตุคาร์บอนตั้งแต่ 2-4%	1. มีปริมาณธาตุคาร์บอนตั้งแต่ 0.025-2%
2. มีจุดหลอมตัวต่ำประมาณ 1300 องศาซี	2. จุดหลอมตัวสูงประมาณ 2802 องศาเอฟ (1539 องศาซี)
3. อัตราการขยายตัวต่ำ	3. มีอัตราการขยายตัวสูง
4. ทนแรงอัดได้ดี แต่ไม่ทนแรงดึง	4. ทนได้ทั้งแรงดึงและแรงอัด
5. มีความแข็งแรงอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง	5. มีความแข็งแรงอยู่ในเกณฑ์ปานกลางถึงสูง
6. มีความอ่อนตัวต่ำ ไม่สามารถยืดได้	6. มีความอ่อนตัวดี สามารถยืดได้มากกว่า
7. มีคุณสมบัติทางหล่อดีกว่า	7. มีคุณสมบัติทางหล่อไม่ดีเท่า
8. ใช้งานในขอบเขตจำกัด	8. ใช้งานในทางช่างได้อย่างกว้างขวาง

จากตารางที่ แสดงให้เห็นคุณสมบัติของเหล็กกล้า ซึ่งมีความเหมาะสมมากกว่าเหล็กหล่อ เพราะสามารถทนได้ทั้งแรงดันและแรงอัด

เหล็กหล้าที่นิยมใช้กันได้แก่ เหล็กกล้าคาร์บอน ซึ่งสามารถแบ่งตามลักษณะรูปแบบที่ผลิตออกมาดังนี้

- เหล็กกลวงสี่เหลี่ยมจัตุรัส
- เหล็กกลวงสี่เหลี่ยมผืนผ้า
- เหล็กกลวงกลม
- เหล็กฉาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4

แสดงขนาดและน้ำหนักมาตรฐานของเหล็กกลวงสี่เหลี่ยมจัตุรัส

ขนาด (D/D)	ความหนา (T) มม.	น้ำหนัก (W) กก/ม.	พื้นที่ภาคตัดขวาง (A) ตร.ซม.
25 x 25	1.6	1.12	1.432
38 x38	1.6	1.78	2.264
50 x 50	1.6	2.38	3.032
	2.3	3.34	4.252
60 x 60	1.6	2.88	3.672
	2.3	4.06	5.072
75x75x75	2.3	5.14	6.552
	3.2	7.01	8.927
90 x 90	2.3	6.23	7.932
	3.2	8.51	10.847
100 x 100	2.3	6.95	8.852
	3.2	9.52	12.127
125 x 125	3.2	12.03	15.327
	4.0	14.87	18.948
150 x 150	5.0	22.26	28.356
	6.0	26.40	33.633
175 x 175	6.0	26.18	33.356
	6.0	31.11	39.633
200 x 200	6.0	35.82	45.633
	8.0	46.94	59.793
250 x 250	6.0	45.24	57.633
	8.0	59.50	75.793
300 x 300	6.0	54.66	69.633
	8.0	72.06	91.793

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5

แสดงขนาดและน้ำหนักมาตรฐานของเหล็กกลวงสี่เหลี่ยมผืนผ้า

ขนาด (D/D)	ความหนา (T) มม.	น้ำหนัก (W) กก/ม.	พื้นที่ภาคตัดขวาง (A) ตร.ซม.
50 x 25	1.6	1.75	2.232
	2.3	2.44	3.102
60 x 30	1.6	2.13	2.712
	2.3	2.98	3.792
75 x 45	2.3	4.06	5.172
	3.2	5.50	7.007
90 x 45	2.3	4.60	5.862
	3.2	6.25	7.977
100 x 50	2.3	5.14	6.552
	3.2	7.01	8.927
125 x 40	2.3	5.69	7.242
	3.2	7.76	9.887
125 x 75	3.2	9.52	12.127
	4.0	11.73	14.948
150 x 80	4.5	15.20	19.369
	8.0	19.81	25.233
150 x 100	4.5	16.62	21.169
	6.0	21.69	27.633
200 x 100	4.5	20.15	25.699
	6.0	26.40	33.633

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6

แสดงขนาดและน้ำหนักมาตรฐานของเหล็กกลวงกลม

ชื่อขนาด	เส้นผ่าศูนย์กลางภายนอก (D)มม.	ความหนา (T) มม.	น้ำหนัก (W)กก./ม	พื้นที่ภาคตัดขวาง (A) ตร.ซม.
15	21.3	2.0	0.95	1.21
20	26.9	2.3	1.40	1.78
25	33.7	2.6	1.99	2.54
32	42.4	2.6	2.55	3.25
40	48.3	2.9	3.25	4.14
50	60.3	2.9	4.11	5.23
65	76.1	3.2	5.75	7.33
80	88.9	3.2	6.76	8.62
100	114.3	3.6	9.83	12.52
		4.5	12.19	15.52
125	139.7	4.0	13.39	17.05
		5.0	17.30	21.19
150	165.1	4.5	17.82	22.70
		6.0	25.05	30.00
175	193.0	5.0	23.27	29.54
		6.0	27.77	35.38
200	219.1	5.0	26.40	33.63
		6.1	31.35	40.17
225	244.5	6.0	35.29	44.96
		8.0	46.66	59.44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7

แสดงขนาดและน้ำหนักมาตรฐานของเหล็กฉาก

ชื่อขนาด	ความหนา mm	รัศมีส่วนโค้ง mm	
A x B	I	r_1	r_2
25 x 25	3	4	2
30 x 30	3	4	2
40 x 40	3	4.5	2
40 x 40	5	4.5	3
50 x 50	4	6.5	3
50 x 50	6	6.5	4.5
65 x 65	6	6.6	4
65 x 65	8	8.5	6
75 x 75	6	8.5	4
75 x 75	9	8.5	6
75 x 75	12	8.5	6
90 x 90	7	10	5
90 x 90	10	10	7
90 x 90	13	10	7
100 x 100	7	10	5
100 x 100	10	10	7
100 x 100	13	10	7
120 x 120	8	12	5

ชื่อขนาด	ความหนา mm	พื้นที่ลาดตัดขวาง cm^2	มวลต่อเมตร Ig/m
A x B	I	a	
30 x 30	3.2	1.752	1.38
40 x 40	3.2	2.392	1.68
50 x 50	3.2	3.032	2.38
60 x 60	3.2	3.672	2.86
75 x 30	3.2	3.192	2.51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปข้อมูลวัสดุต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

1. โลหะเหล็ก โลหะเหล็กแยกออกเป็น 2 ชนิดใหญ่ ๆ คือ

1.1 เหล็กกล้า

1.2 เหล็กหล่อ

1.1 เหล็กกล้า คุณสมบัติมีความแข็งมาก เมื่อนำไปทำการชุบภายในสามารถนำไปรีดได้ หรือตีขึ้นรูปได้เป็นอย่างดี เหล็กกล้ายังสามารถแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

- เหล็กกล้าธรรมดา (PLAIN CARBON STEELS)
- เหล็กกล้าผสม (ALLOY STEELS)

- เหล็กกล้าธรรมดา ยังสามารถแบ่งย่อยไปอีก 3 ประเภท คือ

1. เหล็กที่มีเปอร์เซนต์คาร์บอนต่ำ สำหรับทำเส้นลวด เหล็กหน้าดัดต่าง ๆ ชิ้นส่วนของเครื่องจักร เช่น สกรู สลักเกลียวต่าง ๆ

2. เหล็กที่มีเปอร์เซนต์คาร์บอนปานกลาง (MEDIOM CARBON STEELS) ใช้ทำรางเหล็ก ทำขวาน เฟือง ชิ้นส่วนที่ต้องการความแข็งแรงสูง

3. เหล็กที่มีเปอร์เซนต์คาร์บอนสูง (HIGH CARBON STEELS) ใช้ในการทำมีดต่าง ๆ เช่นมีด ดอกสว่านเกลียว และงานที่ต้องการการเสียดสี

- เหล็กกล้าแบบผสม มีคุณสมบัติพอสรุปได้ดังนี้

1. ทนต่อการแตกหักและบิดงอ
2. ทนต่อการสึกหรอหรือกัดกร่อน
3. มีคุณสมบัติทางโลหะวิทยาที่ดี
4. ปรับปรุงความเหนียวโดยไม่ทำให้ค่าความเค้นแรงดึงต่ำลง
5. สามารถปรับปรุงคุณสมบัตทางกายภาพ ณ อุณหภูมิสูงได้

เหล็กกล้าผสมส่วนใหญ่จะนำไปทำ ชิ้นส่วนเครื่องจักร เครื่องมือ เหล็กสเตนเลส ทนความร้อน อุปกรณ์ไฟฟ้า ฯลฯ

1.2 เหล็กหล่อ เป็นเหล็กที่มีความแข็งและเหนียว โดยส่วนใหญ่ใช้ทำชิ้นส่วนเครื่องจักรประเภทต่าง ๆ ตามคุณสมบัติของเนื้อเหล็กแต่ละประเภท

เหล็กหล่อแยกออกเป็น 4 ชนิด คือ

1. เหล็กหล่อสีเทา ส่วนใหญ่จะนำไปผลิตด้วยเครื่องจักรได้ง่าย และมีความเค้นแรงอัดสูง แต่ความเหนียวจะน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เหล็กหล่อสีขาว จะนำไปใช้ในส่วนที่ต้องการให้ผิวแข็งและทนต่อการสึกหรอเช่น ฟันบดต่าง ๆ

3. เหล็กหล่อเหนียว จะมีความคงทนต่อแรงกระแทกได้ดี ส่วนมากใช้สำหรับทำรางรถไฟ งานท่อต่าง ๆ

4. เหล็กหล่อผสม ใช้ทำข้อเหวี่ยงและชิ้นส่วนต่าง ๆ ของเครื่องจักรกล

2.5.2 โลหะที่ไม่ใช่เหล็ก

เพื่อเป็นการศึกษาคุณสมบัติโลหะที่ไม่ใช่เหล็กว่ามีคุณสมบัติอย่างไร เพื่อนำมาประกอบกับการออกแบบเครื่องกลั่นน้ำพลังแสงอาทิตย์

โดย สาคร คัธโชติ กล่าวไว้ในหนังสือ "วัสดุผลิตภัณฑ์" (2529)ไว้ดังนี้

โลหะที่ไม่ใช่เหล็ก คือ โลหะหรือโลหะผสมที่ไม่มีเหล็กเกี่ยวข้องอยู่ด้วย เช่น โลหะผสมทองแดง โลหะผสมอะลูมิเนียม เป็นต้น โลหะที่ไม่ใช่เหล็กนับว่ามีความสำคัญมิใช่น้อยรองจากโลหะเหล็ก และโลหะที่ไม่ใช่เหล็กนี้เป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้เกิดวัสดุใหม่ขึ้นมากมาย ให้เราสามารถเลือกใช้งานตามคุณสมบัติเหมาะสมกับงานนั้น ๆ ในบางครั้งเราอาจจะใช้โลหะเหล็กไม่ได้ผลดีเท่าที่ควรตามความต้องการของการใช้งานบางประเภทเราอาจใช้โลหะอื่น ๆ ที่ไม่ใช่เหล็กมาทดแทนได้ โดยทั่ว ๆ ไปโลหะที่ไม่ใช่เหล็กบางประเภทมีราคาสูงกว่าเหล็ก แต่ถึงกระนั้นก็ตามในอุตสาหกรรมโลหะที่ไม่ใช้โลหะเหล็กก็ยังให้ความสำคัญเกี่ยวกับคุณสมบัติต่าง ๆ ไว้หลายด้าน เมื่อทำการพิจารณาการเลือกใช้วัสดุ ตัวอย่างในงานที่ต้องการคุณสมบัติพิเศษเกี่ยวกับความสวยงามหรือเกี่ยวกับน้ำหนัก อาจจะเลือกวัสดุโลหะที่ไม่ใช่เหล็กมาใช้แทนโลหะเหล็ก

ประเภทของโลหะที่ไม่ใช่เหล็กสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1. โลหะหนัก (Heavy metal) เป็นโลหะที่มีความหนาแน่นสูงกว่า 4 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร เช่น ทองคำ ทองแดง สังกะสี ตะกั่ว ดีบุก เงิน และทองคำขาว เป็นต้น

2. โลหะเบา (Light metal) เป็นโลหะที่มีความหนาแน่นต่ำกว่า 4 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร เช่น อะลูมิเนียม และแมกนีเซียม เป็นต้น

โลหะที่ไม่ใช่เหล็กนั้นมีมากมายหลายชนิด แต่ละชนิดก็มีคุณสมบัติที่ไม่เหมือนกัน ดังนั้นการที่จะนำวัสดุไปใช้ให้เกิดประโยชน์ตามหน้าที่ใช้สอย ควรพิจารณาเลือกใช้ให้เหมาะสมกับงานนั้น ๆ และคุ้มค่าทางเศรษฐกิจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สังกะสี

สังกะสี (Zinc) สังกะสีเป็นโลหะอ่อนแต่เปราะหักง่ายที่อุณหภูมิบรรยากาศ แต่ถ้าเผาให้ร้อนระหว่าง 100-150 องศาเซลเซียส สังกะสีจะเพิ่มคุณสมบัติอ่อนตัว (ductility) สามารถทำเป็นแผ่นหรือรีดเป็นเส้นได้ง่าย และความแข็งจะกลับมีค่าสูงขึ้น ทั่ว ๆ ไปสังกะสีมีอัตราการขยายตัวสูงมากเมื่อถูกความร้อน ทนต่อการกัดกร่อนภายในบรรยากาศธรรมดาได้ดี แต่ทนกรดและเกลือไม่ได้ ดังนั้นสังกะสีจึงใช้มากสำหรับเคลือบผิวเหล็ก (galvanizing) เพื่อป้องกันไม่ให้เหล็กเป็นสนิมภายใต้บรรยากาศปกติ เช่น ที่เรารู้จักกันว่าสังกะสีมุงหลังคาบ้าน

ประโยชน์

ตะกั่วใช้มากที่สุดในอุตสาหกรรมแบตเตอรี่ใช้ทำแผ่นธาตุ นอกจากนี้ตะกั่วยังใช้ทำสี ทำภาชนะบรรจุน้ำกรด และทำโลหะบัดกรี ใช้ในอุตสาหกรรมไฟฟ้า เนื่องจากโลหะตะกั่วอ่อนมากและมีอำนาจต้านทานการผ่านของรังสีเอกซเรย์ได้ดี จึงมักใช้ทำฉากกั้นรังสีเอกซเรย์และพวกกัมมันตภาพรังสีต่าง ๆ ตะกั่วแผ่นก็ยังใช้ปูพื้นโต๊ะภายในห้องปฏิบัติการเคมี

นอกจากนี้ตะกั่วยังใช้ทำพวกแบริ่งเพราะมีสัมประสิทธิความฝืดต่ำ และทนแรงอัดได้สูงสารประกอบของตะกั่วใช้ผสมน้ำมันเบนซิตที่มีออกเทนสูง ใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับทำสีที่มีคุณภาพสูงใช้เป็นน้ำหนักถ่วงความสมดุล ใช้บุตามฝาผนังของห้องเก็บเสียง เป็นต้น

ดีบุก

ดีบุก (Tin) ตามการสันนิษฐานพบดีบุกครั้งแรกประมาณ 200 ปีก่อนคริสต์ศักราชโดยการนำมาผสมทำพวกบรอนซ์ และก็ใช้ดีบุกทำโลหะผสมมาตลอด จนกระทั่งเดี๋ยวนี้ ได้นำเอาดีบุกมาใช้เคลือบโลหะป้องกันสนิม

ดีบุกเป็นโลหะอ่อนมีอัตรายืดสูง เป็นโลหะสีขาวคล้ายเงิน คุณสมบัติพิเศษก็คือมีอำนาจต้านทานการกัดกร่อนได้สูง ภายใต้บรรยากาศทั่ว ๆ ไป แต่ทนกรดด่างที่มีความเข้มข้นสูงไม่ได้คุณสมบัติอีกประการหนึ่งก็คือ ถ้าเรางอแท่งดีบุกให้โค้ง แล้วเอามาแนบที่หูและทำให้แท่งดีบุกงอจะได้ยินเสียงจากภายในแท่งดีบุก ซึ่งเป็นลักษณะพิเศษ เรามักจะใช้ตรวจง่าย ๆ เพื่อทราบว่าโลหะผสมที่ใช้บัดกรีมีดีบุกผสมอยู่ด้วยหรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประโยชน์

เนื่องจากดีบุกมีคุณสมบัติด้านทานการกัดกร่อนภายในบรรยากาศทั่ว ๆ ไปได้ดี ดังนั้นจึงมักใช้ดีบุก สำหรับเคลือบภาชนะเหล็ก เช่น กระป๋องสำหรับบรรจุอาหาร ใช้ทำโลหะบัดกรี ทำโลหะผสม เช่น บรอนซ์ และทำพวกโลหะแบริ่ง นอกจากนี้ยังทำพวกแผ่นดีบุกบาง ๆ (tin toil) ใช้สำหรับห่อพวกบุหรี่ ขนม ช็อกโกแลต กล่องใบชา แต่เดี๋ยวนี้หันมาใช้อะลูมิเนียมฟรอย์ เพราะราคาถูกกว่า

อลูมิเนียม

อะลูมิเนียม (Aluminum) เราเริ่มจะรู้จักโลหะอะลูมิเนียมมาประมาณกว่าร้อยปีนี่เอง และก็มารู้จักการใช้กรรมวิธีแยกด้วยกระแสไฟฟ้าในทางอุตสาหกรรมในปี ค.ศ.1886 ในตอนแรก ๆ อะลูมิเนียมไม่สู้จะมีความสำคัญมากนัก แต่มาภายหลังได้กลายเป็นวัสดุที่สำคัญมากในทางช่าง และก็ใช้แทนที่เหล็กได้มาก เนื่องจากอะลูมิเนียมเป็นโลหะที่มีน้ำหนักเบา และมีความแข็งแรงอยู่ในเกณฑ์ดี ทำให้มีประโยชน์มากในทางอุตสาหกรรม

คุณสมบัติที่พิเศษของอะลูมิเนียมก็คือ น้ำหนักเบา และมีความแข็งแรงสูง เป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดีและมีความต้านทานการกัดกร่อนได้ดีในบรรยากาศทั่ว ๆ ไป เพราะอะลูมิเนียมบริสุทธิ์เมื่อทิ้งไว้ในอากาศ บริเวณผิวจะรวมตัวกับออกซิเจนในอากาศให้อะลูมิเนียมออกไซด์ และผิวของอะลูมิเนียมออกไซด์นี้จะคลุมและกันไม่ให้เกิดออกไซด์ต่อไปอีก นอกจากนี้อะลูมิเนียมยังมีความอ่อนตัวสูง จึงสามารถทำเป็นรูปร่างได้ง่าย คุณสมบัติที่ดีอีกประการหนึ่งก็คือ สามารถรวมตัวกับธาตุอื่น ๆ ให้โลหะผสมที่มีคุณสมบัติพิเศษหลายประการ

ประโยชน์

อะลูมิเนียมบริสุทธิ์จะมีความเค้นแรงดึงสูงสุดประมาณ 9-10 กิโลกรัมต่อตารางมิลลิเมตร ซึ่งอยู่ในเกณฑ์อ่อน สามารถรีดออกเป็นเส้นได้เพื่อทำเป็นลวด หรือทำเป็นแผ่น สามารถใช้ทำส่วนประกอบเครื่องบิน ใช้ทำภาชนะ กระทะ แผ่นอะลูมิเนียมห่ออาหาร ห่อบุหรี่ เป็นต้น ใช้เป็นวัสดุก่อสร้าง เช่น กรอบหน้าต่าง ประตู เนื่องจากอะลูมิเนียมมีความต้านทานการกัดกร่อนได้ดี จึงใช้ทำถังรถบรรทุกเคมีภัณฑ์และน้ำมัน

อะลูมิเนียมสามารถผสมกับโลหะอื่นได้ดี เช่น อะลูมิเนียมกับทองแดงให้โลหะผสมบรอนซ์และผสมกับแมกนีเซียมให้โลหะผสมดูรามิน (duralumin) ซึ่งเป็นโลหะผสมที่มีความแข็งแรงสูงและน้ำหนักเบา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นิเกิล

นิเกิล (Nickel) นิเกิลนั้นมีการค้นพบเป็นเวลานานก่อนคริสต์ศตวรรษ ชาวจีนรู้จักถลุงแร่นิเกิลในแถบยูนาน ซึ่งเขาเรียกว่าทองแดงขาว (white copper) และก็ใช้ทำเครื่องใช้ภาชนะในบ้าน โลหะนิเกิลถูกนำมาใช้ประโยชน์จริง ๆ เมื่อปี ค.ศ.1751 แต่ก็ยังไม่แพร่หลายจนกระทั่งประมาณร้อยปีต่อมาจึงได้เริ่มใช้จริงจังในวงการอุตสาหกรรม

ประโยชน์

นิเกิลบริสุทธิ์เป็นโลหะที่มีความอ่อนตัวสูง มีอัตราการยืดตัวสูงถึง 40% โลหะนิเกิลมีความต้านทานการกัดกร่อนได้ดีมาก และเป็นโลหะที่มีสีขาว ดังนั้นโลหะนิเกิลจึงใช้มากเพื่อทำส่วนประกอบที่ต้องการความต้านทานทางการกัดกร่อน เช่น ในอุตสาหกรรมเคมี ใช้เคลือบผิวโลหะเพื่อกันสนิม นิเกิลเมื่อผสมกับเหล็กมากประมาณ 8% ขึ้นไปก็จะทำให้เหล็กเป็นสนิมได้น้อยลง นอกจากนี้แล้วนิเกิลใช้อาบ เคลือบบนผิวโลหะทำให้ได้ผิวที่สวยงามอีกด้วย

โครเมียม

โครเมียม (Chromium) โคเมียมค้นพบโดย Louis Nicolas Vauquelin ในปี ค.ศ. 1798 แต่เป็นการพบในลักษณะเป็นสารประกอบ จนกระทั่งปี ค.ศ.1859 Wohler จึงได้แยกเอาโครเมียมออกจากสารประกอบได้สำเร็จ

ประโยชน์

เนื่องจากโครเมียมมีคุณสมบัติทนการกัดกร่อนได้ดี และมีความแข็งสูง จึงเหมาะสำหรับเคลือบแผ่นโลหะอื่น ๆ เพื่อป้องกันการเป็นสนิม หรือเพื่อต้องการให้โลหะนั้นมีความแข็งสูง ทนต่อการสึกหรอได้ดี นอกจากนี้ยังใช้โครเมียมทำโลหะผสมที่สำคัญ เช่น เหล็กกล้าไร้สนิม (stainless steels) หรือเหล็กประเภทชุบแข็งอื่น ๆ (hardened steels)

สรุปข้อมูลโลหะที่ไม่ใช่เหล็ก

โลหะที่ไม่ใช่เหล็กคือ โลหะหรือโลหะผสมที่ไม่มีเหล็กเกี่ยวข้องอยู่ด้วย

ประเภทของโลหะที่ไม่ใช่เหล็กสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. โลหะหนัก (HEAVY METAL) มีความหนาแน่นสูงกว่า 4 กรัม/ตร.ซม. เช่น ทอง คำดีบุก เงิน สังกะสี ฯลฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. โลหะเบา (LIGHT METAL) มีความหนาแน่นน้อยกว่า 4 กรัม/ตร.ซม. เช่น อลูมิเนียม แมกนีเซียม ฯลฯ

โลหะที่ไม่ใช่เหล็กมีมากมายหลายชนิดดังนี้

1. สังกะสี คุณสมบัติ เป็นโลหะอ่อนแต่เปราะง่าย สามารถนำไปทำเป็นแผ่นหรือรีดได้ง่ายทนต่อการกัดกร่อน

ประโยชน์ ใช้ทำภาชนะในครัว ป้ายชื่อ ลูกกุญแจ ฯลฯ

2. ตะกั่ว คุณสมบัติ สามารถทนกรดได้ดี แต่มีพิษต่อร่างกายไม่ควรนำมาทำภาชะใส่อาหาร

ประโยชน์ ใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับทำสี ใช้บุฝาผนังของห้องเก็บเสียง

3. ดีบุก คุณสมบัติ มีอำนาจการต้านทานการกัดกร่อนได้สูง

ประโยชน์ ใช้ทำกระป๋องบรรจุอาหาร ใช้ทำโลหะบัดกรี ฯลฯ

4. อะลูมิเนียม คุณสมบัติ มีน้ำหนักเบา มีความแข็งแรงสูง มีความต้านทานการกัดกร่อนได้ดี สามารถทำเป็นรูปร่างได้ง่าย

ประโยชน์ ทำกรอบหน้าต่าง ทำส่วนประกอบของเครื่องบิน ใช้ทำภาชนะ แผ่นอะลูมิเนียมห่ออาหาร ฯลฯ

5. นิเกิล คุณสมบัติ มีความอ่อนตัวสูง มีความต้านทานการกัดกร่อนได้ดีมาก

ประโยชน์ ใช้เคลือบโลหะเพื่อกันสนิม, เพื่อความสวยงาม

6. โครเมียม คุณสมบัติ มีความแข็งแรงสูง ทนต่อการกัดกร่อนดี ทนต่อการสึกหรอ

ประโยชน์ เหมาะสำหรับเคลือบแผ่นโลหะเพื่อป้องกันสนิม หรือโลหะนั้นมีความแข็งแรงสูง

2.5.3 โลหะแผ่น เป็นการศึกษาถึงคุณสมบัติ ประเภท และชนิดของโลหะแผ่นต่าง ๆ สำหรับการนำมาประกอบกับการออกแบบเครื่องกลั่นน้ำ โดย เกษมชัย บุญเพ็ญ ได้กล่าวไว้ในหนังสือ "พื้นฐานโลหะแผ่น" (2533) ไว้ดังนี้

โลหะแผ่นที่ใช้ในงานอุตสาหกรรมมีอยู่หลายชนิด แต่ละชนิดมีลักษณะพิเศษเฉพาะตัวแตกต่างกันออกไป ดังนั้นการทำงานแต่ละประเภทจำเป็นจะต้องศึกษาและเลือกใช้วัสดุหรือโลหะให้เหมาะสมกับคุณภาพของงานและคุณสมบัติของโลหะด้วย จึงจะทำให้ผลของงานที่ได้เป็นที่น่าพอใจและมีคุณค่ามากยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โลหะแผ่นที่นำมาใช้งานส่วนมากได้แก่เหล็กซึ่งรีดออกมาเป็นแผ่น ๆ มีขนาดความหนาหลายขนาดต่าง ๆ กัน และยังมีการเคลือบผิวด้วยโลหะต่าง ๆ อาทิเช่น เคลือบผิวด้วยตะกั่วสังกะสีหรือดีบุก เป็นต้น นอกจากนี้แล้วยังมีการนำเอาโลหะผสมมาใช้อีกหลายชนิด เช่น ทองแดง อะลูมิเนียม 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 (Fereous metal) เสียก่อนแล้วจึงนำไปเคลือบผิวด้วยโลหะตามที่ต้องการ เช่น เหล็กอาบสังกะสีหรือดีบุก เป็นต้น

วัตถุประสงค์ของการเคลือบผิวเพื่อป้องกันมิให้เกิดการกัดกร่อน ซึ่งจะทำให้โลหะนั้นมีอายุการใช้งานได้นานขึ้น

ดังนั้นการใช้งานโลหะแผ่นเคลือบกับโลหะแผ่นเปลือยจึงต่างกันมากการนำโลหะแผ่นเปลือยไปใช้งานอื่น ๆ เช่นนำไปเชื่อม ขัดผิว ตะไบ หรือกระบวนการอื่น ๆ ที่ต้องเสียผิวหน้าของงานก็จะไม่ทำให้เกิดผลเสียหายในการกัดกร่อนแต่อย่างใด แต่สำหรับโลหะเคลือบแล้วผิวหน้าของงานไม่ควรได้รับอันตรายใด ๆ เลย เพราะถ้าผิวหน้าของโลหะเสียหายโลหะที่เคลือบผิวอยู่หลุดออกไปแล้วจะเป็นเหตุให้โลหะนั้นสูญเสียคุณสมบัติในด้านการคงทนต่อการกัดกร่อนได้ง่ายขึ้น

1. โลหะแผ่นเปลือย

1.1 อลูมิเนียม (Aluminium)

อลูมิเนียม เป็นโลหะแผ่นเปลือยประเภท Non ferrous metal โดยปกติจะเป็นแผ่นอลูมิเนียมที่มีความบริสุทธิ์ไม่ถึง 100 เปอร์เซ็นต์ แต่จะเป็นอลูมิเนียมผสมโลหะหรือธาตุอื่น ๆ อีกเล็กน้อยเพื่อให้อลูมิเนียมมีคุณสมบัติบางประการดีขึ้น อลูมิเนียมบริสุทธิ์จะอ่อนมาก ในกษณะที่เป็นแผ่นจะไม่ค่อยพบใช้งานบ่อยนัก

อลูมิเนียมแผ่นจะมีส่วนผสมของทองแดง ซิลิกอน เหล็ก และแมงกานีส ส่วนอลูมิเนียมชนิดอื่น ๆ ที่ไม่ได้อยู่ในลักษณะที่เป็นแผ่น จะผสมนิเกิล แมกนีเซี่ยม และโครเมี่ยม อย่างไรก็ตามอลูมิเนียมผสมทุกชนิดจะต้องมีอลูมิเนียมผสมอยู่ ไม่น้อยกว่า 90% เสมอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อลูมิเนียมผสมมีอยู่หลายชนิด ชนิดต่าง ๆ เหล่านั้นมีคุณสมบัติแตกต่างกันและมีค่าความแข็งที่แตกต่างกันออกไปอีกประมาณ 40 เกรด (Grades) ดังนั้นควรเลือกใช้ให้เหมาะสมกับงานแต่ละชนิด

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

"O" หมายถึงอลูมิเนียมอ่อน (Soft) ใช้งานได้ดีเหมือนกับแผ่นสังกะสี

"H" หมายถึงอลูมิเนียมแข็ง (Hard) บางชนิดดัดโค้งได้ แต่บางชนิดไม่สามารถที่จะดัดโค้งได้

"T" หมายถึงอลูมิเนียมที่จะต้องใช้งานที่เกี่ยวกับความร้อน (Heat treated) อยู่เสมอ

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

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

อลูมิเนียมเป็นโลหะที่มีผิวเป็นมัน และทนต่อการกัดกร่อนได้ดีในบรรยากาศปกติ ดังนั้น จึงเหมาะสำหรับใช้ทำเฟอร์นิเจอร์ และอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ต้องการความสวยงาม

1.2 ทองแดง (Copper)

ทองแดงเป็นโลหะแผ่นเปลือยประเภท Non-ferrous metal สังเกตได้ง่ายจากสีซึ่งเป็นสีแดงจนเกือบจะเป็นสีน้ำตาล ทองแดงเกิดออกไซด์ (Oxide) หรือทำปฏิกิริยากับออกซิเจน (Oxygen) ได้ง่าย Oxide ของทองแดงจะมีสีเขียวอมน้ำเงินเป็นตัวปกคลุมผิวหน้าของทองแดงไม่ให้เกิด Oxide อีกต่อไป ดังนั้นทองแดงจึงทนต่อการกัดกร่อนได้สูง ดังจะพบเห็นได้จากหลังคาโบสถ์คาทอลิกในยุโรปซึ่งสร้างมาตั้งแต่ยุโรปสมัยกลาง ปัจจุบันก็ยังคงมีสภาพที่ดีอยู่

ทองแดงเป็นโลหะที่มีราคาค่อนข้างสูงและมีน้ำหนักมาก การป้องกันผิวหน้าของทองแดงให้พ้นจากการกัดกร่อนสามารถจะกระทำได้โดยใช้แลคเคอร์ (Lacquer) เคลือบผิวหน้าซึ่งจะทำให้ผิวของทองแดงแลดูเป็นเงา มัน และสุกใสอยู่เสมอ แต่อย่างไรก็ดี เมื่อใช้ไปนาน ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทองแดงก็จะเกิด Oxide ได้อีก

การรีด (Rolled) ทองแดงสามารถทำได้ 2 วิธีคือ รีดร้อน (Hot rolled) และรีดเย็น (Cold rolled)

Hot rolled copper เป็นแผ่นทองแดงรีดร้อนที่ได้จากการรีดโดยใช้ความร้อนเข้าช่วยผิวของทองแดงชนิดนี้จะไม่เป็นมันสุกใส มีความอ่อนมากกว่าทองแดงชนิดรีดเย็น ดังนั้นจึงเหมาะกับงานที่ต้องการความยืดตัวมากในขณะขึ้นรูป

ขณะที่ขึ้นรูปแผ่นทองแดงรีดร้อน ความเค้นภายในจะทำให้ทองแดงมีความแข็งเพิ่มขึ้นจนใกล้เคียงกับแผ่นทองแดงชนิดรีดเย็น เมื่อทองแดงมีความแข็งมากสามารถจะนำไปอบให้อ่อน (Annealed) ลงได้ โดยให้ความร้อนแก่แผ่นทองแดงจนมีสีแดงเรื่อ ๆ เหมือนสีลูกเชอรี่สุกแล้วนำไปจุ่มน้ำหรือจะปล่อยให้เย็นตัวในอากาศก็ได้

Cold rolled copper เป็นแผ่นทองแดงรีดเย็น ซึ่งผลิตได้โดยการดึงและรีดออกมาในสภาพที่เย็น ผิวของทองแดงที่ได้จะเรียบและมีความแข็ง แต่ยังอ่อนกว่าเหล็กอาบสังกะสีสามารถนำไปดัดโค้งงอขึ้นรูปได้ง่าย และเป็นที่นิยมใช้ในงานโลหะแผ่นทั่วไป

ความเครียดภายในแผ่นของทองแดงรีดเย็น จะมีมากกว่าทองแดงชนิดรีดร้อนความเค้นในแผ่นของทองแดงไม่สามารถจะคงรูปร่างได้ดีเหมือนแผ่นเหล็ก ในสภาพงานเช่นเดียวกันถ้าจะใช้แผ่นทองแดงทำจะต้องใช้ความหนาที่มากกว่าแผ่นเหล็กเล็กน้อย

ความหนาของแผ่นทองแดงจะบอกเป็นออนซ์ (Ounce) ต่อตารางฟุต เช่น "18 Ounce" หมายความว่าทองแดงมีความหนาเป็นน้ำหนัก 18 ออนซ์ต่อตารางฟุต ดังจะเห็นได้จากตารางการเปรียบเทียบความหนากับโลหะอื่น ๆ

เนื่องจากทองแดงถ่ายเทความร้อนได้รวดเร็ว ดังนั้นการบัดกรีจะต้องใช้หัวแร้งที่มีขนาดใหญ่ จึงจะให้ความร้อนได้อย่างพอเหมาะกับการหลอมละลายของตะกั่วบัดกรี การต่อทองแดงไม่นิยมใช้การเชื่อม แต่นิยมใช้การ Brazing เพราะทำได้อย่างรวดเร็ว และให้ความแข็งแรงได้มากกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8

แสดงความหนาของโลหะแผ่นชนิดต่าง ๆ

MATERIAL	GAGE SYSTEM											
		Approx. Decimal Thickness	.141	.109	.078	.063	.050	.038	.031	.025	.019	.016	.013
		Approx. Fractional Thickness	9/64	7/64	5/64	1/16	1/20	3/80	1/32	1/40	3/160	1/64	1/80
Galvanized Iron	US Standard Sheet and Plate	VERTICAL COLUMNS SHOW APPROXIMATE EQUIVALENTS IN EACH GAGE SYSTEM	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
Black Iron	US Standard Sheet and Plate		10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
Tin Plate	Tin Plate Gage									5x	3x	1x	1C
Copper	Ounces per square foot					48 oz	40 oz	30 oz	24 oz	18 oz	14 oz	12 oz	10 oz
Aluminum	Decimals of and Inch			.100	.080	.064	.050	.040	.032	.025	.020	.015	.012
Stainless Sheet	US Standard Sheet and Plate		10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30

1.3 ทองเหลือง (Brass)

ทองเหลืองเป็นโลหะผสมระหว่างทองแดงกับสังกะสี ซึ่งมีส่วนผสมของสังกะสีอยู่ระหว่าง 32-50 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ทองเหลืองสามารถดัดโค้ง งอ หรือขึ้นรูปได้ง่าย ผิวหน้าของทองเหลืองจะขุ่นมัวเนื่องจากการเกิด Oxide ได้ง่ายเช่นเดียวกับทองแดง Oxide ของทองเหลืองจะมีสีเขียวอ่อนจะขุ่นมัวเนื่องจากการเกิด Oxide ได้ง่ายเช่นเดียวกับทองแดง Oxide ของทองเหลืองจะมีสีเขียวอ่อน

ผิวของทองเหลืองสังเกตได้ง่าย เนื่องจากเป็นสีเหลืองเมื่อขัดจะเป็นเงาแวววาวและสวยงาม การเกิด Oxide ง่ายดังกล่าวจึงจำเป็นต้องมีการป้องกันมิให้เกิด Oxide โดยการขัดและเคลือบผิวด้วย Lacquer

ทองเหลืองไม่ค่อยนิยมนำมาใช้งานมากนัก นอกจากจะใช้ทำภาชนะต่าง ๆ และงานที่ต้องการความสวยงามบางชนิดเท่านั้น

1.4 สเตนเลส (Stainless steel)

Stainless steel เป็นโลหะเปลือยประเภท Ferrous metal ซึ่งมีส่วนผสมประกอบด้วยเหล็กฌครเมี่ยม นิเกิล และธาตุอื่น ๆ อีกเล็กน้อย Stainless steel มีหลายชนิดสามารถที่จะเลือกใช้ให้เหมาะกับความต้องการได้ โดยปกติผิวของ Stainless steel จะมีสีคล้ายเงิน และมีลักษณะเป็นมัน

Stainless steel นิยมใช้ทำเครื่องมือวิทยาศาสตร์ ภาชนะใส่อาหารหรืองานเกี่ยวกับสถาปัตยกรรมอย่างละเอียดที่ต้องการความสวยงามใช้ได้ดีทั้งภายนอกและภายในตัวอาคาร โดยไม่ต้องมีการทาสีหรือเคลือบผิวเพื่อป้องกันการกัดกร่อนด้วยวัสดุอื่นใดทั้งสิ้น

คุณสมบัติทางกายภาพของ Stainless steel ก็เหมือนโลหะผสมชนิดอื่น ๆ ขึ้นอยู่กับส่วนผสมของธาตุต่าง ๆที่ผสมลงไปในขณะที่ยังหลอมละลายอยู่ซึ่งต้องระมัดระวังควบคุมอุณหภูมิและบรรยากาศของก๊าซต่าง ๆ ด้วย เหตุต่าง ๆ ที่ผสมเข้าเป็น Stainless steel ได้แก่

นิเกิล (Nickel) จะเพิ่มความแข็งแรง ความเหนียว ป้องกันการกัดกร่อนได้ดีและเพิ่มความยืดตัวในขณะดัดโค้งไม่ให้ฉีกขาดหรือแตกร้าวได้ง่าย

แมงกานีส (Manganese) ช่วยเพิ่มความแข็งแรง ความเหนียวและทนต่อแรงดึงได้สูง

โครเมี่ยม (Chromium) จะเพิ่มความต้านทานการกัดกร่อน ความแข็งแรงและสามารถทนต่อแรงดึงได้สูง

วานาเดี่ยม (Vanadium) จะเพิ่มความเหนียวให้กับ Stainless steel

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โมลิบดินั่มและโคลัมเบี่ยม (Molybdenum and Columbium) จะต้านทานการกัดกร่อน

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

Stainless steel มีอยู่หลายชนิด ขึ้นอยู่กับส่วนผสมของธาตุต่าง ๆ ที่กล่าวมาแล้ว โดยทั่วไปจะมีส่วนผสมหลักคือเหล็ก (Fe), นิเกิล (Ni) และ โครเมี่ยม (Cr)

Stainless steel แบ่งเป็นประเภทใหญ่ ๆ ได้ 3 ประเภทตามชนิดของโครงสร้างซึ่งได้แก่ :-

1. AUSTENITIC STAINLESS STEEL จะประกอบไปด้วยส่วนผสมของธาตุโครเมี่ยม 18%, นิเกิล 8% และธาตุอื่น ๆ ผสมอยู่อีกประมาณ 2-4% Stainless steel ประเภทนี้จะจัดอยู่ในหมู่ 300 และมีชื่อเรียกว่า CHROME-NICKEL ซึ่งมีความแข็งแรงสูงมากแต่มีความเหนียวต่ำ และไม่มีคุณสมบัติความเป็นแม่เหล็กอยู่เลย

2. MARTENSITIC STAINLESS STEEL จะประกอบไปด้วยส่วนผสมของธาตุโครเมี่ยมอยู่ระหว่าง 11.5-17% และมีส่วนผสมของธาตุคาร์บอน (C) อีกไม่เกิน 1.2% Stainless steel ประเภท นี้จะมีความแข็งแรงอยู่มาก แต่ก็มีความเปราะมากอีกเช่นเดียวกัน

3. FERRITIC STAINLESS STEEL ซึ่งจะประกอบไปด้วยส่วนผสมของธาตุโครเมี่ยมอยู่ระหว่าง 17-27% และมีส่วนผสมของธาตุคาร์บอนอีกไม่เกิน 0.2% Stainless steel ประเภทนี้จะมีคุณสมบัติอ่อนและเหนียวมาก

Stainless steel ประเภท Martensitic และ Ferritic จะจัดอยู่ในหมู่ 400 และมีคุณสมบัติความเป็นแม่เหล็กสูงมาก

Stainless steel เป็นโลหะที่มีราคาแพง แต่อายุการใช้งานยาวนานมากทนต่อการกดกร่อนได้ดี และเสียค่าบำรุงรักษาถูกอีกด้วย เมื่อเทียบกับโลหะชนิดอื่น ๆ ดังนั้นในการทำงานควรเลือก Stainless steel ให้เหมาะกับการทำงานด้วย

1.5 เหล็กดำ (Black Iron)

เหล็กในรูปของโลหะแผ่นเปลือยไม่ค่อยนิยมใช้งานมากนักเพราะเกิดสนิมได้ง่ายเกิดการกร่อนได้รวดเร็ว และบัดกรียาก เหล็กชนิดนี้จึงใช้งานที่ต้องการพ่นสีเท่านั้น

การผลิตเหล็กแผ่น หลังจากได้เอาสินแร่เหล็กไปถลุงเป็น Ingot และเติมธาตุต่าง ๆ ได้ตามต้องการ ต่อจากนั้นจะนำ Ingot ไปอบให้มีอุณหภูมิสูงขึ้นเพื่อจะนำไปรีดให้เป็นเหล็กชนิดต่าง ๆ และรูปต่าง ๆ กัน โดยใช้ลูกกลิ้ง (Mills) แบบต่าง ๆ กันเช่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. Blooming mills จะเปลี่ยนรูปร่างของ Ingot ให้เป็นเหล็กโครงสร้างรูปร่างต่าง ๆ เช่น รางรถไฟ แท่งเหล็กสี่เหลี่ยม เหล็กกลม เหล็กรูปตัวไอ (I beam) เป็นต้น

2. Billet mills จะเปลี่ยนแท่ง Ingot ให้เป็นเส้นลวดและท่อ (Pipe) ชนิดต่าง ๆ

3. Slabing mills จะเปลี่ยนแท่ง Ingot ให้เป็นเหล็กแผ่นที่มีความหนาแตกต่างกัน ซึ่งสามารถจะรีดให้เหล็กมีความหนาได้น้อยกว่า 1/8 นิ้ว การรีดเหล็กให้มีความหนาลดน้อยลงสามารถจะรีดได้ทั้งในขณะที่ยังร้อนแดง (Hot rolled) และในขณะที่เย็นตัวลงแล้ว(Cold rolled)

เหล็กรีดร้อนจะปรากฏสีที่ขอบเป็นสีเทาหรือน้ำตาล ตลอดแผ่นจะมีสีดำ ซึ่งเนื่องจากผลของความร้อน เหล็กชนิดนี้จะใช้ทำงานก่อสร้างเป็นส่วนใหญ่ เช่น เรือ หม้อน้ำ โครงสร้างเหล็กเป็นต้น เพราะเหล็กรีดร้อนมีราคาถูกกว่าเหล็กรีดเย็น การนำไปใช้งานก็จะต้องมีการป้องกันการกัดกร่อนโดยการทาสีเป็นต้น

เหล็กรีดเย็นจะปรากฏเป็นสีน้ำตาลเทาบนผิวหน้าทั่ว ๆ ไป ใช้กับงานที่ต้องการผิวหน้าที่เรียบร้อย เช่น ผลิตภัณฑ์เฟอร์นิเจอร์เหล็ก เป็นต้น อย่างไรก็ตามจะต้องมีการป้องกันการกัดกร่อนเช่นเดียวกับเหล็กรีดร้อน

เนื่องจากเหล็กเป็นโลหะแผ่นที่มีราคาถูกจึงนิยมนำมาเคลือบกับโลหะอื่น เพื่อให้เหล็กทนต่อการกัดกร่อนได้ดี มีอายุการใช้งานที่ยาวนาน ดังนั้นเหล็กแผ่นจึงเป็นโลหะหลักในการผลิตเหล็กเคลือบสังกะสี ดีบุกและตะกั่ว ดังจะได้กล่าวต่อไป

2. โลหะแผ่นเคลือบ

2.1 เหล็กอาบสังกะสี (Galvanized steel)

ในสภาพบรรยากาศปกติสังกะสีเป็นโลหะที่ทนต่อการกัดกร่อนได้ดีมาก ดังนั้น จึงนิยมนำไปเคลือบแผ่นเหล็ก เพื่อช่วยใช้แผ่นเหล็กมีอายุใช้งานที่ยาวนาน ถ้าสังกะสีที่ใช้เคลือบผิวเหล็กลอกหรือหลุดไปก็จะทำให้เกิดสนิมขึ้นกับแผ่นเหล็กได้

การผลิตเหล็กอาบสังกะสีสามารถกระทำได้ 2 วิธีดังนี้ คือ

1. โดยวิธีจุ่ม (Hot dipped) นำเอาแผ่นเหล็กอ่อนที่ได้จากการรีดเย็นไปล้างไขมันในถังกรด แล้วนำไปล้างน้ำสะอาด จากนั้นจึงนำไปจุ่มลงในถังสังกะสีที่กำลังหลอมละลายสังกะสีก็จะเกาะติดผิวหน้าของแผ่นเหล็กแล้วจึงนำไปรีดให้เรียบอีกครั้งหนึ่ง

2. โดยวิธีเคลือบผิวด้วยไฟฟ้า อาศัยหลักการเดียวกับการชุบโครเมี่ยมด้วยไฟฟ้า สังกะสีชนิดนี้มีชื่อเรียกทางการค้าโดยเฉพาะว่า Zincgrip หรือ Paintgrip

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหล็กอาบสังกะสีที่ได้จากการเคลือบผิวด้วยไฟฟ้า ผิวที่เคลือบจะติดแน่น เรียบสม่ำเสมอมีลักษณะเป็นดอกสีเทา เหมาะอย่างยิ่งสำหรับงานที่ต้องการพ่นสี

เหล็กอาบสังกะสีสามารถสังเกตได้ง่าย จากลวดลายดอกที่ปรากฏบนผิวจะมีประกายแวววาวเห็นได้ชัดเจนลวดลายนี้เกิดจากการเย็นตัวของสังกะสีบนผิวเหล็ก

ความคงทนต่อการกัดกร่อนของเหล็กอาบสังกะสี จะขึ้นอยู่กับคุณภาพของสังกะสีที่เกาะเคลือบผิวอยู่ ถ้ามีคุณภาพดีจะสามารถดัดโค้งงอ และพับให้เกิดความแข็งแรงได้โดยที่สังกะสีไม่กระเทาะหรือร่อนออกจากผิวเหล็กได้ง่าย และไม่เกิดการงฉีกขาดเมื่อพับหลาย ๆ ครั้ง

เหล็กแผ่นอาบสังกะสีสามารถบัดกรีได้ง่าย แต่ถ้าจะนำไปเชื่อมจะเกิดปัญหายุ่งยาก เนื่องจากสังกะสีเมื่อถูกเผาจะเกิดก๊าซและควันพิษขึ้น ผลของการเผาไหม้จะทำให้การเชื่อมติดได้ยาก นอกจากนี้การเชื่อมยังเป็นการทำลายสังกะสีที่เคลือบผิวเหล็กอีกด้วย

การนำแผ่นเหล็กอาบสังกะสีไปทำการเคลือบผิวด้วยการพ่นสีอีกก็สามารถทำได้ แต่ถ้าจะให้เกิดผลดีควรล้างด้วยน้ำกรดอ่อน ๆ ก่อนที่จะพ่นสีพื้น การล้างด้วยน้ำกรดจะช่วยให้สีพื้นเกาะติดผิวงานได้ดีขึ้น

การใช้งานในบรรยากาศปกติจะมีอายุการใช้งานอย่างน้อย 5-10 ปี โดยไม่ต้องทาสีหรือป้องกันการกัดกร่อนแต่อย่างใด แต่ถ้านำไปใช้งานในบรรยากาศที่มีการกัดกร่อน เช่น ไอน้ำกรด หรือ บริเวณที่มีความชื้นมาก ๆ ควรจะต้องทาสี

2.2 ตะกั่ว (Lead)

ตะกั่วเป็นโลหะที่ใช้เคลือบผิวอีกชนิดหนึ่งในงานโลหะแผ่น เป็นโลหะเก่าแก่ที่นิยมใช้กันมานานแล้ว เช่นตามโบสถ์คาทอลิคของยุโรปสมัยกลางซึ่งทำเป็นโลหะมุงหลังคา หรือกันสาด เป็นต้น ตะกั่ว สามารถบัดกรีหรือเชื่อมได้ง่ายโดยให้ความร้อนอย่างถูกต้องเหมาะสม

ตะกั่วเป็นโลหะที่อ่อนมากยืดได้ง่ายจนสามารถจะรีดได้โดยเครื่องที่ใช้มือหมุนความอ่อนตัวของตะกั่วมีมากดังกล่าวการขึ้นรูปจึงสามารถทำได้ด้วยมือโดยไม่ยากนัก และไม่มีการฉีกขาดด้วยการวัดขนาดความหนาของตะกั่ว จะวัดเป็นหน่วยน้ำหนักปอนด์ต่อตารางฟุต

ในปัจจุบันตะกั่วไม่ค่อยนิยมใช้มากนักเพราะมีวัสดุอื่น ๆ ที่มีคุณสมบัติที่ดีกว่ามาใช้แทน เช่น Stainless steel หรือพลาสติก เป็นต้น อย่างไรก็ตามในที่ซึ่งมีการกัดกร่อนมากก็ยังใช้ตะกั่วกันอยู่ เช่น ที่ใส่น้ำกรด เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ดีบุก (Tin)

เป็นโลหะแผ่นเคลือบที่เกดจากการนำเอาเหล็กรีดเย็นมาเคลือบผิวด้วยดีบุก ผิวหน้าของดีบุกจะขุ่นมัวไม่สะท้อนแสงหรือเป็นเงามันเหมือนกับโลหะชนิดอื่น มีความคงทนต่อไอน้ำหรือความชื้นได้ดี

ขนาดความหนาของดีบุกจะกำหนดเป็นตัวเลขและตัวอักษร เช่น 1C (อ่าน One C), 1X (อ่านOne cross) หรือจะกำหนดเป็นขนาดน้ำหนักต่อกล่อง (Base box) ก็ได้ เช่น 1 Base box จะหมายถึงแผ่นดีบุกขนาด 14 x 20 นิ้ว จำนวน 112 แผ่น Double box ก็จะบรรจุแผ่นดีบุกจำนวน 112 แผ่น เช่นเดียวกัน แต่มีขนาดเป็น 28 x 20 นิ้ว น้ำหนักของ Base box นี้เรียกว่า Base weight ซึ่งมีน้ำหนักต่าง ๆ ขึ้นอยู่กับความหนาของแผ่นดีบุก

นอกจากการบอกขนาดดังกล่าวแล้วยังมีชื่อเรียกในทางการค้าอีก 2 ชื่อ คือ Coke plate และCharcoal plate ชื่อทั้งสองชนิดนี้ขึ้นอยู่กับขนาดความหนาของดีบุกที่เคลือบผิวอยู่ได้แก่

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 นอกจากนี้ยังมีตะกั่วอีกชื่อหนึ่งที่ควรรู้จัก คือ Terne plate เป็นแผ่นเหล็กดำเคลือบด้วยตะกั่ว และดีบุกอยู่ระหว่าง 8-40 ปอนด์ ต่อ Double box

แต่ก่อนนี้แผ่นดีบุกใช้สำหรับมุงหลังคา ภาชนะบรรจุอาหารและเครื่องมือเครื่องใช้ประจำบ้านครั้นพอ 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 ขนาดคือ 36 x 96 นิ้ว และ 48 x 96 นิ้ว ซึ่งเรียกกันจนเคยชินว่า โลหะแผ่นขนาด 3 x 8 ฟุต และ 4 x 8 ฟุต ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในกรณีที่ต้องการขนาดพิเศษ สามารถจะสั่งทำจากโรงงานที่ผลิตได้

GAGE (หรือ GAUGE)

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

Gage ที่ใช้เป็นมาตรฐานสำหรับวัดความหนาของโลหะแผ่น มีอยู่ 2 ชนิด คือ

1. United States Standard Gage หรือ Manufacturer's Gage ใช้สำหรับวัดความหนาของโลหะแห่นที่เป็น เหล็ก (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 Gege) ถึง 0.1876 นิ้ว (7 Gage) ถ้า Number ที่แสดงความหนาของโลหะเพิ่มขึ้น ความหนาของแผ่นโลหะก็จะลดน้อยลง เช่น โลหะแผ่นเบอร์ 16 ก็จะมีความหนา มากกว่า โลหะแผ่นเบอร์ 22 เป็นต้น

รูปร่าง Gage สำหรับวัดความหนาของแผ่นโลหะจะเป็นแผ่นกลมทำด้วยเหล็กแข็งอย่างดี มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขนาดน้ำหนักของโลหะแผ่น

น้ำหนักของโลหะแผ่นโดยทั่ว ๆ ไป จะมีหน่วยวัดเป็นปอนด์ต่อตารางฟุต โลหะแผ่นแต่ละชนิดก็จะมีน้ำหนักแตกต่างกันออกไปตามความถ่วงจำเพาะ (Specific gravity) ของโลหะนั้น ดังตารางข้างล่างนี้

ตารางที่ 9
แสดงน้ำหนักต่อพื้นที่ 1 ต่อตารางฟุต

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

ตารางแสดงน้ำหนักต่อพื้นที่ 1 ตารางฟุตของโลหะแผ่นชนิดต่าง ๆ

*OZ หมายถึงออนซ์, 16 ออนซ์ เท่ากับ 1 ปอนด์

สรุปข้อมูลโลหะแผ่น

โลหะแผ่นโดยทั่วไป แบ่งเป็น 2 ประเภท

1. โลหะแผ่นเปลือย (BARE METAL OR UNCOATAL METAL) ส่วนมากเป็นโลหะแผ่นนอกกลุ่มเหล็ก เช่นแผ่นอลูมิเนียม, แผ่นทองเหลืองฯลฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. โลหะแผ่นเคลือบ (COATED METAL) เป็นโลหะในกลุ่มเหล็กแล้วนำไปเคลือบผิวโลหะตามที่ต้องการ เช่น เหล็กอาบสังกะสี ฯลฯ

1. โลหะแผ่นเปลือย ประกอบด้วย

1.1 อลูมิเนียม (ALUMINIUM) คุณสมบัติ มีสีขาว น้ำหนักเบา เป็นโลหะผิวมัน ทนต่อการกัดกร่อนได้ดี เหมาะทำเฟอร์นิเจอร์

1.2 ทองแดง (COPPER) คุณสมบัติ ทนต่อการกัดกร่อนได้สูง มีความแข็งแรง สามารถโค้งงอขึ้นรูปได้ง่าย เหมาะกับงานที่ต้องการใช้ความยืดตัวมากในขณะขึ้นรูป

1.3 ทองเหลือง (BRASS) คุณสมบัติ สามารถดัดโค้งงอขึ้นรูปได้ง่ายเหมาะสำหรับทำภาชนะต่าง ๆ ที่ต้องการความสวยงามบางชนิด

1.4 สเตนเลส (STAINLESS STEEL) แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่

1.4.1 AUSTENITIC STAINLESS STEEL มีความแข็งแรงสูงมาก แต่มีความเหนียวต่ำ

1.4.2 MARTENSITIC STAINLESS STEEL มีความแข็งแรงมาก แต่มีความเปราะ

1.4.3 FERRITIC STAINLESS STEEL มีความอ่อนและเหนียวมาก

STAINLESS STEEL มีอายุการใช้งานที่ยาวนานมากทนต่อการกัดกร่อนได้ดี และเสียค่าบำรุงรักษาถูกอีกด้วยเมื่อเทียบกับโลหะชนิดอื่น ๆ

1.5 เหล็กดำ (BLACK IRON) คุณสมบัติเกิดสนิมได้ง่าย เกิดการกร่อนได้เร็ว และบัดกรียาก ส่วนใหญ่ ใช้ทำงานก่อสร้างเป็นส่วนใหญ่

โลหะแผ่นเคลือบ

1. เหล็กอาบสังกะสี (GALVANIZED STEEL) คุณสมบัติบัดกรีได้ง่าย อายุการใช้งาน 5-10 ปี

2. ตะกั่ว (LEAD) คุณสมบัติ มีความอ่อนตัว สามารถขึ้นรูปได้ด้วยมือ และไม่มีการฉีกขาดด้วย ส่วนใหญ่จะใช้ทำ ที่ใส่น้ำกรด ฯลฯ

3. ดีบุก (TIN) เหมาะสำหรับการทำกระป๋องบรรจุอาหาร เครื่องดื่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.4 ยาง

เป็นการศึกษาถึงประเภทและคุณสมบัติของยางที่เหมาะสมกับการมาใช้ในการออกแบบประกอบกับเครื่องกลั่นน้ำพลังแสงอาทิตย์ โดย สาคร คันธโชติ ได้กล่าวถึงเรื่องยางไว้ในหนังสือ "วัสดุผลิตภัณฑ์" (2529) ไว้ว่า

ยางมีแหล่งกำเนิด 2 แหล่ง คือ

1. ยางธรรมชาติ ที่ได้จากน้ำยางจากต้นยางพารา

2. ยางเทียมหรือยางสังเคราะห์ ที่ทำขึ้นจากสารเคมีและจัดเป็นพลาสติกชนิดพิเศษที่มนุษย์ได้คิดค้นสร้างขึ้นในสมัยสงครามโลกครั้งที่สอง สืบเนื่องจากปริมาณยางธรรมชาติขาดไปจากตลาดโลกเพราะอยู่ในเขตยึดครองของญี่ปุ่น ทั้งสหรัฐอเมริกาและเยอรมันไม่สามารถขนยางพาราไปจากเอเชียอาคเนย์ได้ทัน ทำให้นักวิทยาศาสตร์ทั้ง 2 ประเทศได้พยายามหาทางคิดค้นสร้างโมเลกุลใหม่ ๆ โดยอาศัยปฏิกิริยาเคมีชนิดที่ผลิตสารพลาสติกทำให้ได้สารใหม่ที่มีลักษณะโมเลกุลใกล้เคียงกับยางธรรมชาติมากที่สุด ผลของการค้นคว้าทดลองได้ผลเป็นที่น่าพอใจ คือ สามารถค้นพบวิธีทำยางเทียมได้หลายชนิด ซึ่งจะกล่าวในตอนต่อไป

ยางเทียมนี้มีโมเลกุลที่จับกันเป็นสายยาวแบบเดียวกับพลาสติก ดังนั้นเราจึงเรียกว่าเป็นพลาสติกชนิดหนึ่ง และด้วยเหตุที่ว่าโมเลกุลของยางเทียมไม่ต่อกันเป็นโซ่ตรง แต่มีลักษณะบิดเบี้ยวหรือพับไปมา เป็นเหตุทำให้ยางมีลักษณะเป็นสปริงจึงทำให้ยางเทียมยืดหยุ่นได้

ยางที่ใช้กันทั่วไปในปัจจุบันนี้ไม่ได้มาจากยางธรรมชาติอย่างเดียวแต่ได้มาจากอุตสาหกรรมเคมีมาผลิตเป็นยางเทียมชนิดพิเศษ ซึ่งมีคุณสมบัติยืดหยุ่นได้แต่ก็ไม่ดีเท่ายางธรรมชาติ ส่วนคุณสมบัติด้านอื่นดีกว่า เช่น ยางธรรมชาติใช้กับน้ำมันแร่ไม่มีความคงทนเพราะยางธรรมชาติจะบวมและเปื่อยได้ง่าย ส่วนยางเทียมทนต่อน้ำมันแร่และสารละลายต่าง ๆ ได้ดี จึงทำสายท่อน้ำมันเบนซินยางรถยนต์ก็เช่นเดียวกันนี้อย่างที่ใช้ทำยางรถยนต์ทุกวันนี้เป็นเนื้อยางผสมระหว่างยางธรรมชาติกับยางเทียม สำหรับถนนที่ขรุขระต้องผสมให้ยางธรรมชาติมากขึ้นกว่าปกติ เพราะต้องการความยืดหยุ่นเพื่อลดการสึกหรอ

ยางสังเคราะห์ที่ใช้กันมากทำมาจากสารเคมี 2 ชนิด คือ สตรีรีนและบิวตะไดอีนมีด้วยกันหลายชนิด เช่น

1. GR-S (Goverment Rubber-Styrene) ทำมาจากน้ำมันปิโตรเลียม ยางประเภทนี้คล้ายคลึงกับลาเท็กซ์ที่ได้จากธรรมชาติและจะต้องเข้ากระบวนการ วัลเคไนเซชั่น Vulcanization) แบบเดียวกับยางธรรมชาติ ใช้ทำยางรถยนต์ ซึ่งทนต่อการสึกกร่อนได้ดี หรือบาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่เรียกว่า SBR (Styrene Butadiene Rubber) ใช้ทำสายยาง ส้นรองเท้า และรองเท้าบู๊ทกันน้ำอีกด้วย

2. GR-N (Goverment Rubber - Acrylonitrile) หรือ Buna N. Rubber หรือ Nitrile Rubbe เป็นโคโพลีเมอร์ของ Acrylonitrile และ Butadiene ยางชนิดนี้ทนต่อน้ำมันแร่และสารเคมีต่าง ๆ ได้ดีมาก ใช้ทำยางรถ ส้นรองเท้า ร้องเท้าบู๊ท ใช้ทำถังน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องบินชนิดอุดรูถูกยิงได้เอง และงานอย่างอื่นที่ต้องการความคงทนต่อน้ำมัน

3. Butyl Rubber or GRT-Rubber เป็นโคโพลีเมอร์ ของ Buradiene และ Isobutylene หรือโพลีเมอร์ของ Isobutylene มีเนื้อแน่น อากาศซึมผ่านได้ยาก ดีกว่ายางธรรมชาติ 10 เท่า ใช้ทำยางรถยนต์และยางเครื่องบินขนส่งสมัยใหม่

4. Silicone Rubber เป็นยางสังเคราะห์ซึ่งมีลักษณะพิเศษในข้อที่ยังคงความยืดหยุ่นได้ดีแม้อุณหภูมิจะต่ำหรือสูง ใช้ทำซีลยาง อุปกรณ์ต่าง ๆ ทำแบบแม่พิมพ์ฉนวนของลวดและสายเคเบิ้ล

5. ABS Rubber เป็นโคโพลีเมอร์ของ acrylonitrile 30% Buradiene 20% และ Styrene 50% มีคุณสมบัติแข็งแรงทนทานและทนต่อสารเคมีได้ดีใช้ทำผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ เช่น อุปกรณ์ในรถยนต์ ถาด ถ้วย เครื่องรับโทรศัพท์ หมวกกันน็อค มือจับ กระเป๋า เป็นต้น

6. Neoprene or GRM-Rubber ได้มาจาก Polymerization ของ Chloroprene คลอโรพรีน เตรียมจากอะเซทิลีน กับกรดเกลือ มีคุณสมบัติทนต่อการสกหรอได้ดีมาก ทนต่อสารละลายอินทรีพย์ทั้งปวง ใช้ทำสายยางสำหรับท่อน้ำทิ้ง ถุงมือยาง ทำพื้นรองเท้า ลูกกลิ้งสี เป็นต้น

7. Polyurethane Rubber เป็นเอสเทอร์ของเอทธีลีน และโพรพีลีน ไกลคอล และอดีพิคเอซิดในระหว่างกระบวนการโพลีเมอร์ไรเซชั่น จะมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา ทำให้ยางที่ได้มีลักษณะเหมือนฟองน้ำ ใช้ทำหมอนและที่นอน ยางโฟมและฉนวนต่าง ๆ อีกด้วย

8. Thiokol เป็นยางสังเคราะห์ที่ใช้กันแพร่หลายมีคุณสมบัติทนต่อสารเคมีน้ำมันและน้ำมันเบนซิน ทำยางรถไม่ดีเท่ายางธรรมชาติ ใช้ทำสายยางสำหรับรถบรรทุกน้ำมันและเรือขนน้ำมัน พื้นรองเท้าและผ้าที่เป็นฉนวน เป็นต้น

ประโยชน์ของยางที่นำไปใช้ในงานผลิตภัณฑ์

1. ยางหล่อดอก
2. ยางนอก ยางในรถยนต์
3. ยางนอกยางในรถจักรยานยนต์และรถจักรยาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ยางขอบกระจกรถยนต์
5. แผ่นยางรองพื้นพรม
6. สายพานยาง
7. ถุงยางอนามัย
8. เครื่องมือแพทย์
9. ท่อยาง
10. อุปกรณ์กีฬา
11. กระเบื้องยางปูพื้น
12. ยางยืดสำหรับขอบกางเกงในและปะติโค๊ด
13. ลูกโป่ง
14. รองเท้ายางและรองเท้าฟองน้ำ
15. พื้นรองเท้า
16. เปลือกหม้อแบตเตอรี่
17. ยางรัดของ
18. ล้อรถเข็น
19. ยางสำหรับกั้นประตูน้ำ
20. หมอนที่นอนและเบาะฟองน้ำ
21. ยางรองฝาถังน้ำมัน
22. อะไหล่กระติกน้ำร้อนและน้ำแข็ง
23. ยางผสมกาวน้ำสำหรับติดรองเท้า
24. อะไหล่รถยนต์
25. ยางลบ
26. อื่น ๆ

อุตสาหกรรมที่ใช้ยางบางประเภทเป็นวัตถุดิบในการผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ นั้นได้มาจากยางธรรมชาติและยางเทียมซึ่งอาจจะผสมกันเพื่อให้มีคุณสมบัติที่เหมาะสมกับการใช้งาน จากที่กล่าวมาข้างต้นนั้นยางมีหลายชนิดแต่ละชนิดก็มีคุณสมบัติที่แตกต่างกัน การที่จะนำยางชนิดใดไปใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ควรพิจารณาถึงความเหมาะสมของผลิตภัณฑ์นั้น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปข้อมูลเรื่องยาง

ยางมีคุณสมบัติเฉพาะตัวคือ ยืดหยุ่นได้ สามารถดัดงอเป็นรูปต่าง ๆ ได้ง่าย รองรับความสะเทือนได้ดี สามารถทำให้แน่น ป้องกันอากาศเข้าได้ดี

ยางมีแหล่งกำเหนิด 2 แหล่ง คือ

1. ยางธรรมชาติ ได้จากน้ำยางต้นยางพารา

2. ยางเทียม มีมากมายหลายชนิดและก็มีคุณสมบัติต่างกัน

2.1 GR-S (GOVERMENT RUBBER-STYRENE) ทำจากน้ำมันปิโตรเลียม ใช้ทำสายยาง ส้นรองเท้า รองเท้าบู๊ทกันน้ำ ฯลฯ

2.2 GR-N (GOVERMENT RUBBER-ACRYLONITRILE) ทนสารเคมีได้ดี ใช้ทำยางรถยนต์ งานอย่างอื่นที่ต้องการความคงทนต่อน้ำมัน ฯลฯ

2.3 BUTYL RUBBER OR GRT-RUBBER มีเนื้อแน่นอากาศซึมผ่านได้ยาก ใช้ทำยางรถยนต์ ยางเครื่องบินขนส่ง ฯลฯ

2.4 SILICONE RUBBER มีความยืดหยุ่นได้ดี ทำฉนวนของลวด ลายเคเบิ้ล ฯลฯ

2.5 ABS RUBBER มีความแข็งแรงทนทาน ทนต่อสารเคมีใช้ทำอุปกรณ์ในรถยนต์ มือจับ ถาด กระเป๋า ฯลฯ

2.6 NCOPRENE OR GRM-RUBBER ทนต่อการสึกหรอได้ดีมาก ใช้ทำสายยางท่อน้ำทิ้ง ลูกกลิ้งสี ถุงมือยาง ฯลฯ

2.7 POLYRETHANE RUBBER ใช้ทำหมอน ที่นอนฉนวนต่าง ๆ ฯลฯ

2.8 THIOKOL ทนต่อสารเคมีน้ำมัน น้ำมันเบนซิน ใช้ทำสายยางสำหรับรถบรรทุกน้ำมัน พื้นรองเท้า ฯลฯ

2.5.5 โฟม (FOAMING)

เป็นการศึกษาคุณสมบัติและลักษณะของโฟมเพื่อนำมาเป็นฉนวนกันความร้อนด้านล่างของเครื่องกรองน้ำโดย สาคร คันธโชติ ได้กล่าวไว้ในหนังสือ ไว้ดังนี้

โฟม คือ วัตถุที่มีน้ำหนักเบา ภายในเนื้อมีรูฟองอากาศเต็มไปหมด ลักษณะทั่วไปคล้ายกับฟองน้ำธรรมชาติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พลาสติกที่ใช้ทำโฟมมีทั้งเทอร์โมเซตติ้งและเทอร์โมพลาสติก เช่น โพลิสไตริน โพลิยูรีเทน ไวนิล อิพอกซี่ โพลิเอทิลีน ซิลิโคน เซลลูโลซิก เป็นต้น แต่ที่นิยมกันมากคือโพลิสไตรีนและโพลิยูรีเทน

การผลิตวัตถุดิบพลาสติกโฟมทำได้ 2 วิธี คือ

1. ทางกายภาพ คือ ใช้แก๊สอัด หรือผสมสารเคมีทำให้เกิดแก๊ส (Volarlle Liquid) เข้าไปในเนื้อวัตถุดิบพลาสติกขณะทำการผลิต เมื่อนำวัตถุดิบนี้ไปผ่านกรรมวิธีการผลิตโดยใช้ความร้อน แก๊สซึ่งอยู่ภายในจะขยายตัวทำให้เนื้อพลาสติกฟูขึ้นเป็นโฟม เช่น โพลิสไตรินโฟม (Expandable Polysryrene)

2. ทางเคมี คือใช้ปฏิกิริยาของสารเคมีสองชนิดทำให้เกิดโฟม วัตถุดิบใช้มักประกอบด้วยของเหลวสองชนิดหรือมากกว่า ชนิดหนึ่งเป็นพลาสติกเหลว (Resin) อีกชนิดหนึ่งเป็นส่วนผสมของวัสดุตกผลึก หรือทำตัวให้แข็ง (Catalyst) และสารเคมีที่ทำปฏิกิริยากับพลาสติกเหลวให้เกิดแก๊สขึ้น (Foaming Agent หรือ Blowing Agent) เมื่อของเหลวทั้งสองชนิดแยกกันอยู่จะไม่เกิดปฏิกิริยาใด ๆ ทั้งสิ้น เช่น พลาสติกพวกโพลิยูรีเทนโฟม (Polyurethane Foam)

คุณสมบัติ ใช้ตัดทำตัวหนังสือในงานพิธีต่าง ๆ โฟมบรรจุผลิตภัณฑ์ แผ่นฉนวนกันความร้อน ชั้นในหมวกกันน็อคชั้นในกระติกน้ำแข็ง

2.5.6 ซิลิโคน (Silicone)

เป็นการศึกษาถึงคุณสมบัติที่จะนำมาเป็นส่วนประกอบของของเครื่องกลั่นน้ำพลังแสงอาทิตย์ โดยพิชิต เลี่ยมพิพัฒน์ ได้กล่าวไว้ในหนังสือ "พลาสติก" (2537) ไว้ดังนี้

พลาสติกชนิดนี้ได้ถูกค้นคว้าโดยนักเคมีชาวเยอรมัน ในปี ค.ศ.1870 และถูกค้นคว้าต่อในประเทศอังกฤษ ในราวปี ค.ศ.1900 ซึ่งการค้นคว้าดังกล่าวให้ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับซิลิโคนจนกระทั่งในปี ค.ศ.1930 ในสหรัฐอเมริกา บริษัทเยนเนอรอลอีเลคตริค (General Electic) และบริษัทคอร์นนิ่งกล๊าส (Coming Glass Works) ได้ร่วมกันค้นคว้าต่อจนประสบความสำเร็จผลิตออกมาเพื่อใช้ทำอุตสาหกรรมได้

คุณสมบัติ

ซิลิโคนเป็นพลาสติกที่หนักชนิดหนึ่ง มี ถ.พ.ระหว่าง 1.6-2.0 มีใช้ทั้งรูปของเหลวและคงรูปรับแรงดึง และแรงอัดแรงบิดงอได้ปานกลางทึบแสง สามารถทำเป็นสีได้ แต่ไม่จำเป็นเพราะซิลิโคนถูกนำไปใช้งานจริง ๆ มากกว่าส่วนตกแต่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสงแดดมีปฏิกิริยาน้อยมาก คุณสมบัติทางไฟฟ้าของซิลิโคนดีมาก เป็นฉนวนไฟฟ้าที่ดีทั้งกระแสไฟฟ้าความถี่ต่ำและความถี่สูง

ซิลิโคนทนความร้อนและความเย็นได้ดีใช้ได้ในอุณหภูมิ -50° ฟ ถึง 600° ฟ ถ้าผสมใยแก้วหรือวัตถุทนความร้อนอื่นทนความร้อนได้ถึง 900° ฟ

ซิลิโคนติดไฟช้ามาก แต่เป็นตัวนำความร้อนได้ดีในพวกพลาสติกด้วยกัน

คุณสมบัติทางเคมี ซิลิโคนทนกรดและด่างได้เกือบทุกชนิด มีคุณสมบัติไม่ติดง่ายไม่ว่าจะเป็นพลาสติกยาง ไม้ หรือโลหะ จึงเหมาะทำเป็นน้ำยาถอดแบบ (Release Agent)

การใช้ประโยชน์

ซิลิโคนถูกนำไปใช้ทำยางแม่แบบชนิดทนความร้อนยางขอบบานปิดเปิดในยานอวกาศคอนกรีตอ่อนซึ่งใช้ปูพื้นขอบสระน้ำเพื่อกันเลื่อนเส้นขาวบนพื้นถนน กาวประสานตู้กระจกใส่ปลา ฯลฯ

ในรูปของแข็งใช้ทำชิ้นส่วนอุปกรณ์ไฟฟ้า นอกจากนั้นซิลิโคนยังใช้ทำเป็นน้ำยาถอดแบบในอุตสาหกรรมหลายประเภท

2.5.7 พีวีซี (POLYVINYL CHLORIDE)

พลาสติก PVC จัดอยู่ในพลาสติกประเภท ไวนิล (VINYL) ซึ่งมีด้วยกัน 7 ประเภท ผู้วิจัยจึงนำ PVC มาศึกษาเพียงประเภทเดียว เพราะพลาสติกประเภทนี้นิยมนำมาใช้ทำท่อน้ำประเภทต่าง ๆ และเพื่อนำมาศึกษาถึงคุณสมบัติ คุณสมบัติของพลาสติกประเภทนี้มาประกอบกับการออกแบบ โดย พิชิต เลี่ยมพิพัฒน์ ได้กล่าวไว้ในหนังสือ "พลาสติก" (2537) ไว้ดังนี้

Polyvinyl Chloride (PVE) มีคุณสมบัติทนต่อสารเคมี ทำความสะอาดง่ายไม่เกาะติดสิ่งสกปรก จึงใช้ทำกระเบื้องยางปูพื้น ซึ่งมักจะผสมใยหิน (Asbestos) ด้วยและคุณสมบัติเหนียว ทนทาน ใส และพิมพ์ง่ายจึงนิยมใช้ทำ ท่อน้ำ สายไฟฟ้า ถุงมือของเด็กเล่นชนิดเป่าลม ถ้วยและถาดบรรจุอาหารชนิดแผ่นบางใช้ทำถุงและพลาสติกบรรจุของพลาสติกใส่หอปกหนังสือ

ปัจจุบันนี้ พีวีซีได้ถูกนำมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ อย่างมากมายชนิดที่ไม่มีใครคาดว่าจะสามารถทำได้ถึงขนาดนี้ และด้วยคุณสมบัติที่ดีของพีวีซี ที่สามารถใช้แทนวัสดุธรรมชาติได้ไม่ว่าจะเป็น ไม้ โลหะ แก้ว และยาง ทั้งยังมีอายุการใช้งานที่ยาวนาน ต้านทานการลุกไหม้ได้ดี มีการเปลี่ยนแปลงขนาดน้อยและไม่ต้องคอยบำรุงรักษา ทำให้ปริมารการใช้พีวีซีเพื่อนำมาผลิตผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ มีปริมาณเพิ่มขึ้นทุกปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถิติเมื่อ 2 ปีก่อนระบุว่า ทั่วโลกมีความต้องการใช้พีวีซีถึงประมาณ 16-17 ล้านตัน หรือประมาณร้อยละ 18-19 ของพลาสติกทั้งหมด และคาดว่าจะมีการใช้เพิ่มเป็น 21 ล้านตันในปีหน้า

ผลิตภัณฑ์ที่ใช้พีวีซีเป็นวัตถุดิบในการผลิตนั้น สามารถจำแนกประเภทได้ดังนี้คือ

ก. ใช้เป็นวัสดุอุปกรณ์ในการก่อสร้างการขนส่ง เช่น ท่อและข้อต่อ กระเบื้องปูพื้น ท่อประปา ท่อพักน้ำ กรอบหน้าต่างและประตู ท่อร้อยสายไฟฟ้าและสายเคเบิ้ล วัสดุปิดฝาผนัง ฉนวนหุ้มสายไฟฟ้า เครื่องใช้ในบ้าน

ข. ใช้เป็นวัสดุบรรจุภัณฑ์ เช่น ขวดน้ำมันพืช ขวดแชมพู ขวดยา ขวดน้ำดื่ม ถังน้ำมัน ถังใส่น้ำแข็ง

ค. ใช้เป็นเครื่องอุปโภคบริโภคใช้สอยในชีวิตประจำวัน เช่น รองเท้าแตะ รองเท้าเชือก

ง. ใช้เป็นวัสดุตกแต่งเพื่อความสวยงาม เช่น เสื้อกันฝน ตู้เสื้อผ้า ม่านห้องน้ำ หนังเทียม ถุงมือ

จ. เพื่อนำมาผลิตใช้เป็นวัสดุทางการแพทย์ เช่น อุปกรณ์ให้น้ำเกลือ และถ่ายเลือดต่าง ๆ

ฉ. ใช้เป็นวัสดุอุปกรณ์ไฟฟ้าและอีเลคทรอนิคส์ รวมทั้งอุปกรณ์ที่ใช้ในสำนักงาน

ประโยชน์สำคัญอีกประการหนึ่ง คือ การนำแผ่นพลาสติกพีวีซีมาปูบ่อน้ำหรืออ่างเก็บน้ำ ซึ่งก่อให้เกิดประโยชน์ช่วยให้ชาวบ้าน โดยเฉพาะในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีน้ำสะอาดไว้ใช้ เพื่ออุปโภคบริโภค ภายหลังฤดูฝนแล้ว นอกจากนั้นยังสามารถนำแผ่นพลาสติกพีวีซีไปใช้ในงานชลประทานเช่นน้ำไปปูรองเขื่อนและฝายกักเก็บน้ำ งานก่อสร้าง เช่น ปูรองพื้นคอนกรีตกันรั่วซึม ปูรองพื้น สระว่ายน้ำ งานเกษตรกรรม เช่น นำไปคลุมเรือนเพาะเลี้ยงพืชเพื่อรักษาอุณหภูมิและความชื้นให้คงที่ เช่น เรือนเพาะต้นกล้าหรือต้นอ่อน เรือนเพาะเห็ดคลุมแปลงเพาะปลูกพืชสงวนเพื่อกันแมลงคลุมดินเพื่อฆ่าเชื้อโรค เป็นต้น

พลาสติกพีวีซี จึงไม่เพียงแต่เข้ามามีบทบาทที่ก้าวไกลในการนำมาใช้แทนวัสดุธรรมชาติได้เกือบทุกอย่าง แต่ยังก้าวไกลไปถึงขั้นช่วยคืนธรรมชาติให้เขียวขจี ทวีความอุดมสมบูรณ์ให้ท้องถิ่นชนบทห่างไกล เป็นการสร้างขวัญและกำลังใจให้เกษตรกรได้อย่างมาก

คุณสมบัติที่ดีที่ทำให้พีวีซีมีอนาคตที่ก้าวไกลก็คือการมีอายุใช้งานที่ยาวนาน โดยมีการซ่อมบำรุงรักษาน้อยหรือไม่ต้องมีเลย ช่วยประหยัดพลังงาน มีความปลอดภัย และใช้งานได้โดยไม่มีปัญหาเป็นเวลาหลาย ๆ ปี เพราะพีวีซีไม่ผุกร่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนี้พีวีซียังเป็นพลาสติกที่สามารถนำกลับมาผลิตใหม่ได้ ซึ่งจะช่วยลดปัญหาขยะพลาสติกได้มากและไม่ทำให้เกิดมลพิษแก่สภาวะแวดล้อม

เป็นที่ทราบดีว่าทุกวันนี้ ทรัพยากรธรรมชาติทุกชนิดร่อยหรอลงไปอย่างรวดเร็วมาก ไม่ว่าจะเป็นไม้ในป่า สัตว์ป่า พลังงานที่มีคุณค่าแร่ธาตุนานาชนิด โลกในอนาคตจึงจำเป็นต้องให้ความสำคัญกับเรื่องการประหยัดการใช้ทรัพยากรธรรมชาติมากขึ้นเพื่อจะได้สงวนรักษาไว้ไม่ให้เกิดความขาดแคลน หรือหมดสิ้นไปในที่สุด

ด้วยเหตุนี้ พีวีซีจึงเป็นผลิตภัณฑ์ชนิดหนึ่งที่จะเข้ามามีบทบาทสำคัญในเรื่องเหล่านี้และในวิถีชีวิตของผู้คนรุ่นใหม่มากขึ้น เพราะใครจะรู้ว่าในอนาคตเราอาจจะสามารถสร้างบ้านได้ทั้งหลังโดยใช้ผลิตภัณฑ์พีวีซีที่ได้รับการพัฒนาให้ก้าวไกล จนไม่จำเป็นต้องเบียดเบียนวัสดุอุปกรณ์ที่ผลิตจากวัสดุธรรมชาติอีกเลยก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 10

ท่อและแผ่นยาง (HOSE COMPOUND)

เกรด GRADE	กรรมวิธีการผลิต MACHINE	ลักษณะของเม็ดพลาสติก PRODUCT CHARACTERISTIC	อุณหภูมิที่ใช้ผลิต RECOMMENDED PROCESSING TEMP. °C Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	ชนิดของผลิตภัณฑ์ APPLICATION
H 0601	EXTRUSION	TRANSPARENT/ OPAQUE	140	150	155	160	165	- Flexible hose, window gasket ท่ออ่อน ขอบกระจกหน้าต่าง
	INJECTION							- Toys, Sucker, cap. ของเด็กเล่น จุ๊บติดกระจก ฝาจุก
H 0602	EXTRUSION	TRANSPARENT/ OPAQUE	150	155	160	165	170	- Garden hose, water stop tube สายยางรดน้ำต้นไม้ แผ่นยางกันซึมในงานก่อสร้าง
	INJECTION							- Shoe sole, toys, ocrylic frame safety glow frame seal for sanitary wire พื้นรองเท้า ของเด็กเล่น ซีลสำหรับแผ่นอะคริลิค
H 0701	EXTRUSION	TRANSPARENT/ OPAQUE	150	165	165	170	175	- Garden house, water stop. Braided hose, soft profile สายยางรดน้ำต้นไม้, แผ่นยางกันซึมในงานก่อสร้าง, ท่ออ่อนชนิดมีเชือกถัก, ผลิตภัณฑ์ชนิดอ่อน
	INJECTION							- Car spare parts อะหลัยรถยนต์
H 0702	EXTRUSION	TRANSPARENT	150	165	165	170	175	- Garden hose สายยางรดน้ำต้นไม้
H 0801	EXTRUSION	TRANSPARENT/ OPAQUE	155	165	170	170	175	- Flexible hose, soft p sheathing brake and clutch caole ท่ออ่อน, สำหรับหุ้มสายเบรคและสายคลัช
	INJECTION							- Shoe, motercar mirror frame รองเท้า, ขอบกระจกในรถยนต์
H 0802	EXTRUSION	TRANSPARENT	155	165	170	170	175	- Flexible hose, tube for electric light ท่ออ่อน, ท่อสำหรับไฟประดับ
	INJECTION							- Shoe sole, Electrical plug, lamp handle พื้นรองเท้า, ปลั๊กไฟฟ้า, ด้ามโคมไฟ
H 0902	EXTRUSION	TRANSPARENT	155	160	165	175	175	- Harder grade hose, furniture trim profile สายยางรดน้ำต้นไม้ชนิดแข็ง, ขอบเฟอร์นิเจอร์
	INJECTION							- Electrical plug, plier handle ปลักไฟฟ้า, สำหรับหุ้มด้ามคีม
H 0903	EXTRUSION	TRANSPARENT	155	160	165	175	175	- Harder grade hose, furniture trim profile สายยางรดน้ำต้นไม้ชนิดแข็ง, ขอบเฟอร์นิเจอร์
H 0904	EXTRUSION	TRANSPARENT	160	160	165	175	175	- Semiriged hose, furniture trim profile ท่ออ่อนชนิดกึ่งแข็ง, ขอบเฟอร์นิเจอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.7.1 ชนิดและชั้นคุณภาพของท่อพีวีซี (PVC)

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรมได้กล่าวเรื่อง "ท่อพีวีซีแข็งสำหรับใช้เป็นท่อน้ำดื่ม" ไว้ในหนังสือ มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก. 17-2532), (2532) ไว้ดังนี้

2.5.7.1.1 ท่อแบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ

- ท่อปลายธรรมดา คือ ท่อที่มีปลายทั้ง 2 ข้างมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางทั้งภายในและภายนอกเท่ากับของตัวท่อ

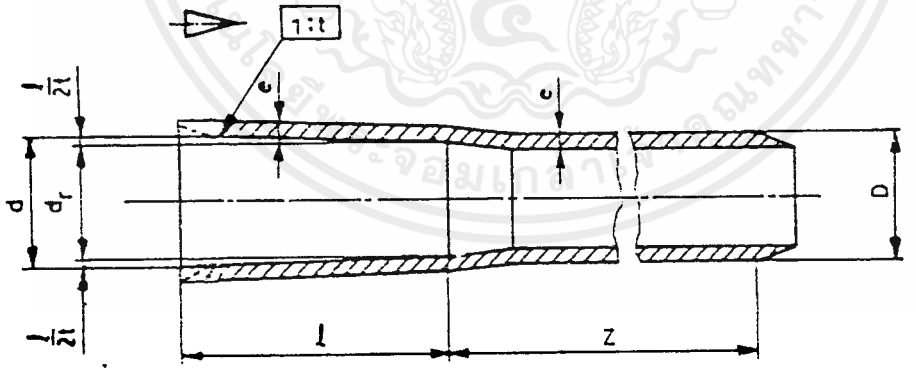
- ท่อปลายบาน คือ ท่อที่ปลายข้างใดข้างหนึ่งเป็นหัวท่อทำจากท่อปลายธรรมดา โดยใช้ความร้อนขึ้นรูป

แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1. ชนิดต่อด้วยน้ำยา

ภาพที่ 26

ภาพแสดงท่อปลายบานชนิดต่อด้วยน้ำยา

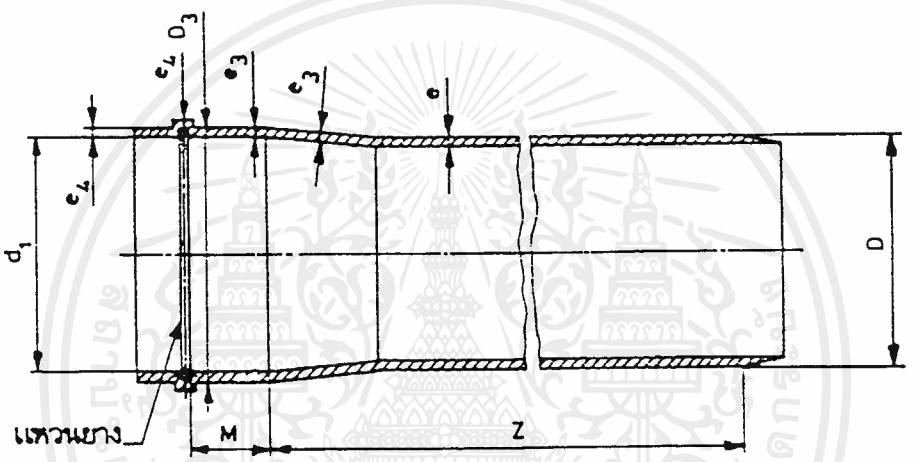


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ชนิดต่อด้วยแหวนยาว

ภาพที่ 27

ท่อปลายบานชนิดต่อด้วยแหวนยาว



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.7.1.2 ชั้นคุณภาพ

ตารางที่ 11

ชั้นคุณภาพ

ชั้นคุณภาพ	ความดันระบุ เมกะพาสคัล
PVC 0	ไม่รับความดัน
PVC 5	0.50
PVC 8.5	0.85
PVC 13.5	1.35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 12

ชื่อ ขนาด มิติและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของท่อปลายธรรมดา

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ชื่อขนาด	เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกเฉลี่ย(D)	ความหนา (e)			
		PVC 0	PVC 5	PVC 8.5	PVC 13.5
15	18 ± 0.15	-	-	-	2.0 ± 0.20
18	22 ± 0.15	-	-	2.0 ± 0.20	2.5 ± 0.20
20	26 ± 0.15	-	-	2.0 ± 0.20	2.5 ± 0.20
25	34 ± 0.15	-	-	2.0 ± 0.20	3.0 ± 0.25
35	42 ± 0.15	-	1.5 ± 0.15	2.0 ± 0.20	3.1 ± 0.25
40	48 ± 0.15	-	1.5 ± 0.15	2.3 ± 0.20	3.5 ± 0.25
55	60 ± 0.15	-	1.8 ± 0.20	2.9 ± 0.25	4.3 ± 0.30
65	76 ± 0.20	2.0 ± 0.20	2.2 ± 0.20	3.5 ± 0.25	5.4 ± 0.35
80	89 ± 0.20	2.0 ± 0.20	2.5 ± 0.20	4.1 ± 0.30	6.4 ± 0.40
100	114 ± 0.30	2.5 ± 0.20	3.2 ± 0.25	5.2 ± 0.35	8.1 ± 0.50
125	140 ± 0.30	2.8 ± 0.20	3.9 ± 0.30	6.4 ± 0.40	9.9 ± 0.55
150	165 ± 0.40	3.4 ± 0.25	4.6 ± 0.30	7.5 ± 0.45	11.7 ± 0.65
200	216 ± 0.50	3.4 ± 0.25	5.4 ± 0.35	8.8 ± 0.50	13.7 ± 0.75
250	267 ± 0.70	3.4 ± 0.25	6.6 ± 0.40	10.9 ± 0.60	16.9 ± 0.90
300	318 ± 0.80	3.4 ± 0.25	7.8 ± 0.45	12.9 ± 0.70	20.1 ± 1.05
350	370 ± 0.90	3.9 ± 0.30	9.1 ± 0.55	15.0 ± 0.80	23.4 ± 1.20
400	420 ± 1.10	4.4 ± 0.30	10.3 ± 0.60	17.0 ± 0.90	26.5 ± 1.35
450	470 ± 1.20	5.0 ± 0.35	11.5 ± 0.65	19.0 ± 1.00	29.7 ± 1.50
500	520 ± 1.30	5.5 ± 0.35	12.7 ± 0.70	21.0 ± 1.10	32.8 ± 1.65
600	630 ± 1.60	6.5 ± 0.40	15.3 ± 0.80	25.4 ± 1.30	39.7 ± 2.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 13

ชื่อขนาดมิติและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของท่อปลายบานชนิดต่อด้วยน้ำยา

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ชื่อขนาด	d	d_r	D,e	l		l:t	Z
				ต่ำสุด	สูงสุด		ต่ำสุด
15	18.4 ± 0.2	17.4 ± 0.3		26	31	1/30	3 950
18	22.4 ± 0.2	21.4 ± 0.3		30	35	1/34	3 945
20	26.4 ± 0.2	25.3 ± 0.3		35	40	1/34	3 940
25	34.6 ± 0.2	33.3 ± 0.3		41	46	1/34	3 935
35	42.6 ± 0.2	41.2 ± 0.3		46	51	1/34	3 930
40	48.7 ± 0.3	47.2 ± 0.4		55	60	1/37	3 920
55	60.8 ± 0.3	59.0 ± 0.4	เป็นไป	63	68	1/37	3 910
65	76.6 ± 0.3	75.2 ± 0.4	ตามที่	63	68	1/48	3 910
80	89.6 ± 0.3	88.2 ± 0.4	กำหนด	64	69	1/49	3 905
100	114.7 ± 0.3	113.2 ± 0.4	ใน	84	89	1/56	3 885
125	140.8 ± 0.4	139.0 ± 0.4	ตาราง	104	109	1/58	3 860
150	166.0 ± 0.4	163.9 ± 0.4	ที่ 2 ทั้ง	132	137	1/63	3 830
200	217.9 ± 0.8	213.8 ± 0.9	4 ชั้น	200	210	1/50	3 750
250	269.3 ± 0.9	264.2 ± 1.0	คุณภาพ	250	260	1/50	3 700
300	320.7 ± 1.0	314.6 ± 1.1		300	310	1/50	3 645
350	373.1 ± 1.0	366.0 ± 1.1		350	360	1/50	3 595
400	423.6 ± 1.2	415.5 ± 1.3		400	410	1/50	3 540
450	474.0 ± 1.2	464.9 ± 1.3		450	460	1/50	3 490
500	524.5 ± 1.3	514.4 ± 1.4		500	510	1/50	3 435
600	635.3 ± 2.1	623.2 ± 2.2		600	610	1/50	3 330

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.8 หลักทั่วไปในการติดตั้งระบบท่อ เพื่อเป็นการศึกษาถึงระบบการติดตั้งท่อน้ำที่ถูกต้อง ท่อที่เหมาะสมสำหรับใช้กับงานประเภทต่าง ๆ หรือแม้แต่กระทั้งระบบวาล์วน้ำต่าง ๆ มาประกอบกับการออกแบบเครื่องกลั่นน้ำ โดย

2.5.8.1 วัสดุที่ใช้ทำท่อ วาล์ว และข้อต่อต่าง ๆ

สมาคม Heating, Air-Conditioning and Sanitary Engineers แห่งประเทศญี่ปุ่น ได้กำหนดรายการละเอียดเกี่ยวกับการเดินท่อ และอื่น ๆ ไว้แล้วใน HASS 204-1976 ซึ่งครอบคลุมถึงการใช้วัสดุต่าง ๆ ที่ทางสมาคมยอมรับด้วย วัสดุเหล่านี้เป็นที่ยอมรับเป็นมาตรฐานของประเทศและเป็นที่ยอมรับระหว่างสถาบันมาตรฐานต่าง ๆ ทางวิศวกรรมศาสตร์ และทางอุตสาหกรรมการก่อสร้าง สำหรับประเทศไทย วัสดุที่ใช้มีกำหนดตามมาตรฐานการเดินท่อภายในอาคาร ของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นไปตามที่กำหนดโดยสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมซึ่งขึ้นอยู่กับกระทรวงอุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัสดุที่ใช้ทำท่อ

ตารางที่ 14
ตารางแสดงวัสดุที่ใช้ทำท่อ

ชื่น	ชนิดของท่อ	ชื่อ	มาตรฐาน	ที่ใช้			หมายเหตุ
				น้ำเย็น	น้ำร้อน	ระบายน้ำและระบายอากาศ	
ท่อโลหะ	ท่อเหล็กหล่อ	ท่อเหล็กหล่อ พิทลาเซท์สำหรับการประปา	JIS G 5521	O			ท่อรับแรงดันธรรมดา
		ท่อเหล็กหล่อเซนตริฟิวกัลคาสท์ในแซนด์อายน์ไบดล์สำหรับการประปา	JIS G 5522	O			"
		ท่อเหล็กหล่อเซนตริฟิวกัลคาสท์ในโมลด์โลหะสำหรับการประปา	JIS G 5523	O			"
		ท่อเหล็กหล่อสำหรับระบายน้ำโสโครกและฟิลด์ลิ่ง	JIS G 5525			O	หมายเลข 1 และ 2
		ท่อเหล็กดัคไทล์ หล่อแบบเซนตริฟิวกัลสำหรับการประปา	JIS G 5526	O			
		ท่อเหล็กหล่อ หล่อแบบเซนตริฟิวกัล สำหรับการประปา	JWWA G 108	O			"
		ท่อเหล็กหล่อดัคไทล์ หล่อแบบเซนตริฟิวกัลสำหรับการประปาแบบ	JWWA G 110	O			
		ท่อเหล็กหล่อสำหรับระบายน้ำแบบข้อต่อยาง	HASS 210			O	
	ท่อเหล็ก	ท่อเหล็กอาบสังกะสีสำหรับการประปา	JIS G 3442	O	O	O	
		ท่อเหล็กเคลือบดีสำหรับการประปา	JIS G 3443	O			
		ท่อเหล็กการบอนสำหรับโรงงานทั่วไป	JIS G 3452	O	O	O	ท่อขาว (อาบสังกะสี)
		ท่อเหล็กคาร์บอนทนแรงดัน	JIS G 3454	O	O		"
		ท่อเหล็กคาร์บอนแบบอาร์คเวลดิ้ง	JIS G 3457	O	O		"
		ท่อเหล็กสเตนเลส	JIS G 3459	O	O		
		ท่อเหล็กบุด้วยอันพลาสติกไซลโปลีไวนิล คลอไรด์สำหรับการประปา	JWWA K 116	O			ท่อดำ ท่อขาว
ท่อนอนเฟอรัส	ท่อตะกั่ว	ท่อตะกั่ว	JIS H 4311			O	หมายเลข 1 และ 2
		ท่อตะกั่วสำหรับการประปา	JIS H 4312	O			หมายเลข 1 และ 2
		ท่อตะกั่วสำหรับระบายน้ำ ระบายอากาศและน้ำเสียล้าง	HASS 203			O	
	ท่อทองแดง	ท่อทองแดงและโลหะผสมทองแดงไม่มีละเข็บ	JIS H 3603	O	O	O	JBMA-0002 K
		ฟิตติ้งสำหรับท่อทองแดงและโลหะผสมทองแดง	JIS H 3611	O	O	O	L M
		ท่อทองแดงสำหรับการประปา	JWWA H 101	O	O		BS 3931 N บาง
ท่อโลหะ	ท่อพลาสติก	ท่ออันพลาสติกไซล์ พีวีซี	JIS K 6741			O	วีพี ท่อธรรมดา
		ท่ออันพลาสติกไซล์ พีวีซี สำหรับการประปา	JIS K 6742	O			
		ท่อโปลีเอธีลีนสำหรับการประปา	JIS K 6762	O			
		ท่ออันพลาสติกไซล์ชนิดทนแรงกระแทก	JWWA K 113	O			
		ท่ออันพลาสติกไซล์ พีวีซี	JSWA SK-1			O	
		ท่อพลาสติกคอนเป่นล์เสริมกำลัง	JSWA SK-2			O	
	ท่อกระเบื้องกระดาษ	ท่อกระเบื้องกระดาษสำหรับการประปา	JIS A 5301	O			หมายเลข 1-4
		ท่อกระเบื้องกระดาษเสริมด้วยเหล็กเส้น	JWWA A 110	O			(สำหรับใช้ภายนอกเท่านั้น)
ท่ออโลหะ	ท่อคอนกรีต	ท่อคอนกรีตเสริมเหล็ก	JIS A 5302			O	
		ท่อคอนกรีตเสริมเหล็กหล่อด้วยแรงเหวี่ยง	JIS A 5303			O	ท่อหนาแรงดันธรรมดา
		ท่อคอนกรีตเสริมเหล็กแบบรอดล์	JIS A 5332			O	"
		ท่อคอนกรีตอัดแรงแบบคอร	JIS A 5333			O	
		ท่อคอนกรีตเสริมเหล็กสำหรับระบายน้ำ	JSWA SA-1			O	
		ท่อดินเผา (ท่อสรง)	JIS R 1201			O	ท่อระบายน้ำเท่านั้น
มาตรฐานที่เกี่ยวข้อง							
แอสฟัลโปรเทคทีฟโค้ตติ้งสำหรับท่อเหล็ก			JIS G 3491	O			
โคล-ทาร์ เอนนาเมล โปรเทคทีฟโค้ตติ้ง สำหรับท่อเหล็ก			JIS G 3492	O			
มอตาร์ไลนนิ่งของท่อเหล็กดัคไทล์หล่อแบบเซนตริฟิวกัลสำหรับการประปา			JIS A 5314	O			
สีทาร์อีพ็อกซี เรซิน			JIS K 5664	O			
ท่อเหล็กบุมอตาร์สำหรับการประปา			JWWA A 109	O			
สีสำหรับทาท่อเหล็กหล่อสำหรับการประปา			JWWA G 104	O			
สีทาร์อีพ็อกซีเรซินสำหรับการประปา			JWWA K 115	O			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วาล์ว

ตารางที่ 15

ตารางแสดงชนิดของวาล์วต่าง ๆ

ชนิด	วัสดุ	ชื่อ	มาตรฐาน	ที่ใช้			หมายเหตุ
				น้ำเย็น	น้ำร้อน	ระบายน้ำ ระบายอากาศ	
โกลบวาล์ว	เหล็กหล่อ	โกลบวาล์วต่อโดยหน้าแปลนทำด้วยเหล็กหล่อ 10 กก./ซม.²	JIS B 2041	O	O		ชิ้นส่วนที่สำคัญทำด้วยบรอนซ์
	บรอนซ์	โกลบวาล์วบรอนซ์สกรู 5 กก./ซม.²	JIS B 2011	O	O		
		- 10 กก./ซม.²	JIS B 2021	O	O		
		- 10 กก./ซม.²	JIS B 2026	O	O		
	สดิลดาสติ้ง	โกลบวาล์วคาสสดิลหน้าแปลน 10 กก./ซม.²	JIS B 2071	O	O		
		- 20 กก./ซม.²	JIS B 2081	O	O		
เกทวาล์ว	เหล็กหล่อ	เกทวาล์วเหล็กหล่อหน้าแปลน 5 กก./ซม.² (สกรูอยู่ข้างนอก)	JIS B 2031	O	O	O	ชิ้นส่วนสำคัญทำด้วยบรอนซ์
		- 10 กก./ซม.² (สกรูอยู่ข้างใน)	JIS B 2043	O	O	O	
		เกทวาล์วเหล็กหล่อหน้าแปลน 10 กก./ซม.² (สกรูอยู่ข้างนอก)	JIS B 2044	O	O	O	
	บรอนซ์	เกทวาล์วบรอนซ์สกรู 5 กก./ซม.²	JIS B 2013	O	O	O	
		- 10 กก./ซม.²	JIS B 2023	O	O	O	
		- 10 กก./ซม.²	JIS B 2028	O	O	O	
	สดิลดาสติ้ง	เกทวาล์วคาสสดิลหน้าแปลน 10 กก./ซม.² (สกรูภายนอก)	JIS B 2073	O	O		
		- 20 กก./ซม.² (สกรูภายนอก)	JIS B 2083	O	O		
แองเกิลวาล์ว	เหล็กหล่อ	แองเกิลวาล์วเหล็กหล่อหน้าแปลน 10 กก./ซม.²	JIS B 2042	O	O		ชิ้นส่วนสำคัญทำด้วยบรอนซ์
	บรอนซ์	แองเกิลวาล์วบรอนซ์สกรู 10 กก./ซม.²	JIS B 2022	O	O		
		แองเกิลวาล์วบรอนซ์หน้าแปลน 10 กก./ซม.²	JIS B 2027	O	O		
	สดิลดาสติ้ง	แองเกิลวาล์วคาสสดิลหน้าแปลน 10 กก./ซม.²	JIS B 2072	O	O		
		แองเกิลวาล์วคาสสดิลหน้าแปลน 20 กก./ซม.²	JIS B 2082	O	O		
เช็ควาล์ว	เหล็กหล่อ	เช็ควาล์วเหล็กหล่อหน้าแปลนสวิง 10 กก./ซม.²	JIS B 2045	O	O	O	ชิ้นส่วนสำคัญทำด้วยบรอนซ์
	บรอนซ์	เช็ควาล์วบรอนซ์สกรูลิฟท์ 10 กก./ซม.²	JIS B 2024	O	O	O	
		เช็ควาล์วบรอนซ์สกรูสวิง 10 กก./ซม.²	JIS B 2025	O	O		
	สดิลดาสติ้ง	เช็ควาล์วคาสสดิลหน้าแปลนสวิง 10 กก./ซม.²	JIS B 2074	O	O		
		เช็ควาล์วคาสสดิลหน้าแปลนสวิง 20 กก./ซม.²	JIS B 2084	O	O		
เกทวาล์วสำหรับการประปา	เหล็กหล่อ	ประตูน้ำสำหรับการประปา	JIS B 2062	O			ชิ้นส่วนสำคัญทำด้วยบรอนซ์
ก๊อกน้ำ		ก๊อกน้ำ (บิบส์ และเฟาเซทส์)	JIS B 2061	O			
ก๊อก	บรอนซ์	ก๊อกปลั๊กบรอนซ์สกรู	JIS B 2191			O	
		ก๊อกแกลนด์บรอนซ์สกรู	JIS B 2192	O	O		
วาล์วแบ่งน้ำสำหรับการประปา			JWWA B 107	O			
เช็ควาล์วสำหรับการประปา			JWWA B 108	O			
แอร์วาล์วสำหรับการประปา			JIS B 2063	O			
บัตเตอร์ฟลายวาล์วสำหรับการประปา			JWWA B 114	O			
วาล์วลดความดัน			HASS 106				
วาล์วต่อกับท่อทองแดง			ก้านบนวาล์ววางอยู่บน เจ ไอ เอส	O	O		ส่วนที่ต่อเป็นบัดกรีหรือแบบหน้าแปลน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัสดุสำหรับต่อ

ตารางที่ 16

ตารางแสดงวัสดุสำหรับต่อท่อ

วัสดุ	วิธีใช้	มาตรฐาน	หมายเหตุ
ละก้า	ก้อดดิ้ง	JIS H 2105 ละก้าฟิล	หมายเลข 5
บัลครี	ไร้ปิจ้อนท์		JIS H 2105 ละก้าฟิลหมายเลข 5 JIS H 2108 ละก้าหมายเลข 3 และควรเป็น 35 Sn ในหลักการ
	สเวท จ้อนท์	JIS Z 3232	50 Sn ในหลักการ
ซอฟโซลเดอร์		Sn-Ag ยูเทคติคอลลอย อุณหภูมิเบรซึ่งประมาณ 220°ซ	
ฮาร์ดโซลเดอร์		JIS Z 3264 (*1), JIS Z 3262 (*2) หรือ JIS Z 3261 (*3)	
ยาร์น	ก้อดดิ้ง	ค30 หันรอบเครื่องจนถึงเส้นผ่าศูนย์กลาง 25 มม.	
ปะเก็น	หน้าแปลน สำหรับให้น้ำและอากาศไปรั่ว	JIS K 6353 (*4), JIS R 3453 (*5) และอื่น ๆ ซึ่งเหมาะสมกับคุณภาพน้ำ ความดันน้ำ อุณหภูมิ และมีความทนทาน	
แอดฮีซีฟ (กาว)	ท่อไวนิล	JWWA G 101	เหมาะสมกับท่อ (ประปา หรือระบายน้ำ)
ซีเมนต์	จ้อยดิ้ง	JIS R 5210	ซีเมนต์ปอร์ตแลนด์
ฟิลเลอร์	จ้อยดิ้ง	ปะเก็นเป็นเรซินลิควิดใช้กับท่อ (น้ำมัน น้ำร้อน และท่อระบายน้ำ)	
ป่อ	ลิ้งเครื่องสุขภัณฑ์	ป่อคุณภาพดี สีเกือบขาว	
ซีลเทป	จ้อยดิ้งและลิ้งเครื่อง	JIS K 6885 (*6)	เหมาะสมที่จะใช้กับท่อ
สีละก้า	จ้อยดิ้ง	เหมาะสมที่จะใช้กับท่อ (น้ำมัน น้ำร้อน และระบายน้ำ)	
ละก้าแดง	จ้อยดิ้ง	สีละก้าแดงละลายเป็นส่วนผสมที่สำคัญ	

*1 เบร์ซซิ่ง ฟิลเลอร์โลหะ ทำด้วยทองแดงและท่อสท่อรัส
*2 เบร์ซซิ่งฟิลเลอร์โลหะทำด้วยทองเหลือง
*3 เบร์ซซิ่งฟิลเลอร์โลหะทำด้วยเงิน
*4 ทำด้วยยางใช้ในการประปา
*5 แผ่นแอสเบสตอสอัด
*6 เทปซีลเกลียวทำด้วยอันซิลเลอร์ล โปลิเททราฟลูอรไรเอธิลีน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 17

ข้อกำหนดเกี่ยวกับวัสดุสำหรับทำท่อซึ่งมิได้กำหนดไว้ในมาตรฐาน

ที่ใช้	ความเห็น
ใช้เป็นท่อน้ำเย็นและน้ำร้อน	1) รูปร่างและวัสดุ a) ต้องมีผิวภายในและรูปร่างเหมาะสำหรับให้น้ำเย็นและน้ำร้อนไหล b) ต้องเป็นวัสดุที่มีความแข็งแรงพอเพียง ทนทานต่อการเป็นสนิม ความร้อน เพื่อรักษาน้ำให้มีคุณภาพได้ตามมาตรฐาน ไม่มีสารแปลกปลอมละลายไปกับน้ำร้อนอันจะทำให้คุณภาพของน้ำเลวลง 2) ความดันต่ำสุดสำหรับใช้งาน ต้องทนความดันน้ำได้ 7.5 กก./ซม^2 3) ความดันทดสอบ ต้องผ่านความดันน้ำทดสอบที่อย่างต่ำ 17.5 กก./ซม^2
ใช้เป็นท่อระบายน้ำและระบายอากาศ	1) รูปร่างและวัสดุ ต้องมีผิวภายในและรูปร่างเหมาะสำหรับระบายน้ำและระบายอากาศเป็นวัสดุที่แข็งแรงพอเพียง ทนต่อการเป็นสนิม การซึมน้ำ ความร้อน และไม่เสื่อมคุณสมบัติโดยง่าย 2) ความดันใช้งาน ทนความดันน้ำได้มากกว่า 3.5 กก./ซม^2 เป็นอย่างต่ำ 3) ความดันทดสอบ เช่นเดียวกับความดันใช้งาน

2.5.8.2 การป้องกันท่อ

การป้องกันท่อ ก็เพื่อวัตถุประสงค์ 3 ประการ ดังนี้

- ป้องกันอาคารให้ปลอดภัยในด้านของการรับแรง
- ป้องกันอัคคีภัย
- ป้องกันท่อไม่ให้เสียหาย

โดยผิวเผินดูเหมือนวัตถุประสงค์ทั้ง 3 นี้จะเหมือนกัน แต่ความจริงแตกต่างกันในทางปฏิบัติดังปรากฏตามคำอธิบายดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การป้องกันความปลอดภัยของโครงสร้างอาคาร

องค์อาคารฐานราก กำแพง เสา พื้น และคาน เหล่านี้ รับน้ำหนักตัว และน้ำหนักจรของอาคารหรือต้านทานต่อความสั่นสะเทือน และแผ่นดินไหว ฯลฯ

วิธีป้องกันในทางปฏิบัติมีดังนี้

(1) เสริมกำลังโครงสร้างของอาคาร

เมื่อมีท่อวิ่งผ่านองค์อาคารต่าง ๆ เช่น ฐานราก คาน หรือกำแพง องค์อาคารเหล่านี้จะเสียกำลังไปบางส่วน และอาจได้รับความเสียหาย หรือทำให้อาการเสียหาย โดยคาดไม่ถึงได้ ดังนั้นการเดินท่อจึงควรทำโดยใช้ปลอกร้อยท่อฝังไว้ในองค์อาคารต่าง ๆ นี้เสียก่อน บริเวณโดยรอบปลอกร้อยท่อต้องมีการเสริมกำลัง เช่น ใส่เหล็กเสริม ในกรณีของโครงสร้างคอนกรีต เป็นต้น ซึ่งมี (ก)แสดงตัวอย่างของการเสริมเหล็กรอบปลอกร้อยท่อสำหรับคานคอดิน ในกรณีของคอนกรีตเสริมเหล็ก (ข) กรณีของกำแพงคอนกรีตเสริมเหล็ก (ค) คานคอนกรีตเสริมเหล็ก และ (ง) คานเหล็กการคำนวณทางโครงสร้างต่าง ๆ เป็นหน้าที่ของผู้ออกแบบโครงสร้าง หรือผู้รับจ้างเหมาและการฝังปลอกร้อยท่อก็เป็นไปตามคำแนะนำของวิศวกรที่รับผิดชอบแล้วแต่กรณี

(ก) หลักเกณฑ์ทั่วไป

ตำแหน่งของปลอกร้อยท่อควรกำหนดโดยอาศัยชั้นอ้างอิง ดังนั้นระยะต่าง ๆ จึงควรมีปรากฏในแบบแปลนด้วย เนื่องจากความหนาของคอนกรีตไม่แน่นอนการกำหนดตำแหน่งจากด้านบน หรือด้านล่างของคอนกรีต อาจทำให้ตำแหน่งของปลอดร้อยท่อเปลี่ยนแปลงได้ สำหรับคานเหล็ก หลักปฏิบัติคือ การเสริมกำลังในกรณีของปลอดขนาดใหญ่เท่านั้น เส้นแบ่งว่าปลอกขนาดใดจึงจะเรียกว่าใหญ่ ขนาดใดเรียกว่าเล็กขึ้นอยู่กับรายละเอียดของการออกแบบ

(ข) คานคอนกรีตเสริมเหล็ก

(ก) หรือ (ค) แสดงการติดตั้งปลอกโดยผู้รับจ้างเหมาเดินท่อ มีความแตกต่างเล็ก ๆ น้อย ๆ ในการติดตั้ง ขึ้นอยู่กับการหล่อคาน (เช่น เหล็กเสริมผูก ณ สถานที่ก่อสร้าง หรือผูกสเร็จรูปมาแล้วผูกเข้ากับพื้นก่อนเทคอนกรีต)

ไม่ว่าจะเป็นกรณีใดก็ตาม ควรยึดปลอกร้อยท่อให้แน่นกับเหล็กเสริม เพื่อมิให้เคลื่อนที่ขณะเทคอนกรีตการใส่เหล็กเสริม ขึ้นอยู่กับผู้รับจ้างเหมา หรือผู้รับจ้างเหมาเฉพาะกิจในกรณีของผนัง ค.ส.ล. ก็กระทำเช่นเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ค) คานเหล็กแลตทิส (latticed) คือคานเหล็กแบบฮันนีโคมบ์ (honeycomb)

เนื่องจากมีที่ว่างอยู่หลายแห่งในคานชนิดนี้ การติดตั้งปลอกจึงกระทำโดยผู้รับจ้างเหมาเดินท่อภายหลังการเชื่อมโครงเหล็ก ณ สถานที่ก่อสร้างแล้ว ในกรณีที่ปลอกร้อยท่อมีขนาดใหญ่ต้องการใช้เหล็กแผ่นเสริมกำลัง ผู้ผลิตโครงสร้างเหล็กจะมาเชื่อมเหล็กแผ่นนี้ให้ ณ สถานที่ก่อสร้าง

(ง) คานเหล็กแผ่น

(ง) แสดงตัวอย่างของคานชนิดนี้ เนื่องจากผู้ผลิตโครงเหล็กจะติดตั้งปลอกมาให้เสร็จจากโรงงาน จึงเป็นการยาก หรือเป็นไปไม่ได้ที่จะเปลี่ยนแปลงตำแหน่งอีกภายหลังที่เชื่อมโครงเหล็กแล้ว และเป็นการยากที่จะเพิ่มปลอกอีก ณ ที่ก่อสร้าง ถ้าหากมีปลอกติดตั้งไว้ไม่เพียงพอ ดังนั้นแบบแปลนจึงต้องมีรายละเอียดมากกว่าในกรณีของคานแบบแลตทิส ในบางครั้งการเดินท่อกระทำไม่ได้เอาเสียเลย เพราะติดตั้งปลอกผิดตำแหน่ง

(2) วัสดุและขนาดของปลอกร้อยท่อ

(ก) ท่อเดินทะลุโครงสร้างของอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก

วัสดุที่ใช้ทำปลอกในกรณีเช่นนี้โดยปกติจะเป็นท่อเหล็ก ท่อทำด้วยเหล็กแผ่น และท่อกระดาษ (ทำด้วยกระดาษ และผลิตจากโรงงาน) ปลอกเหล็กที่แข็งแรงทนทานต่อการเปลี่ยนรูปร่างจะทำหน้าที่ได้ดีกว่า จึงแนะนำให้ใช้ท่อเหล็ก หรือเหล็กแผ่น หนาอย่างน้อย 1.2 ถึง 3.0 มิลลิเมตรในสหรัฐอเมริกา ความหนานี้ขึ้นอยู่กับชนิดของอาคารและการออกแบบให้รับแรงต่าง ๆ เช่น กำแพงทนต่อแผ่นดินไหว ผนังกั้นห้อง พื้น หรือคาน เป็นต้น ปลายทั้งสองของปลอกมีไม้ปิดไว้ เพื่อกันการเสียรูปร่างและกันมิให้วัสดุแปลกปลอมหลุดเข้าไป ถ้าพิจารณาในแง่นี้ จะเห็นได้ว่าไม่ควรใช้ท่อกระดาษมีการใช้ท่อกระดาษทั้งที่มันอาจจะเสียหายระหว่างก่อสร้างคงเป็นเพราะราคาถูก และทำงานง่ายอาจยอมให้ใช้ได้บ้าง ในกรณีที่มันจะไม่ทำให้ความแข็งแรงของอาคารต้องลดน้อยลงไป หรือมีเศษตกค้างอันอาจเป็นอันตรายในเวลาเกิดเพลิงไหม้ได้ด้วย ความจริงควรใช้ปลอกทำด้วยเหล็กแผ่นบางได้ ถ้าไม่ต้องคำนึงถึงเรื่องของความแข็งแรง

(ข) ท่อเดินทะลุโครงสร้างทำด้วยเหล็ก

ควรใช้ปลอกทำด้วยท่อเหล็ก อาจใช้ท่อทำด้วยเหล็กแผ่นหนาอย่างต่ำ 1.2 มม. ได้ ปลายทั้งสองของปลอกควรปิดด้วยไม้ดังกล่าวมาแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ค) ขนาดของปลอกร้อยท่อ

เส้นผ่าศูนย์กลาง นอมินัล (nominal) โดยทั่วไปจะมีขนาดเท่ากับขนาดของท่อที่จะเดินผ่านบวก 50-70 มิลลิเมตร อย่างไรก็ดี ถ้าไม่มีปัญหาในด้านความแข็งแรงขนาด 75-100 มิลลิเมตร จะเหมาะสมกว่า เพราะจะสามารถแก้ความผิดพลาดในการติดตั้งได้บ้าง ช่องว่างระหว่างผิวท่อและปลอกควรมีอย่างน้อย 20 มิลลิเมตร ต้องอย่าลืมเผื่อขนาดของปลอก สำหรับท่อที่จะมีการหุ้มฉนวนด้วยช่องว่างนี้ควรอุดด้วยวัสดุกันไฟเมื่อเดินท่อเรียบร้อยแล้ว เพราะมิฉะนั้นไฟอาจลามผ่านช่องนี้ได้ ทำให้ผนังกันไฟไม่ทำงานเต็มที่ นอกจากนี้ยังเป็นการป้องกันเสียง น้ำซึม แมลง สัตว์เลื้อยคลานอีกด้วยในกรณีที่เป็นท่อน้ำร้อน ควรอุดด้วยวัสดุที่ยืดหยุ่นได้ ปลอกสำหรับท่อระบายน้ำควรมีขนาดใหญ่เพื่อรับความลาดเอียงของท่อ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกรณีของปลอกยาว ๆ

ความยาวของปลอกควรเท่ากับความหนาขององค์อาคารไม่ควรสั้นกว่าที่เหมาะมากที่สุดก็คือความยาวของปลอกร้อยท่อควรโผล่ถึงไม้แบบที่ใช้ในการหล่อคอนกรีต ซึ่งอาจก่อปัญหาในการติดตั้งบ้าง ดังนั้น ส่วนใหญ่จะพบว่าปลายของปลอกอยู่ภายในไม้แบบ

(3) การป้องกันอุปกรณ์อื่น ๆ

ไม่ควรติดตั้งท่อต่าง ๆ ที่ไม่มีส่วนเกี่ยวข้องกับลิฟท์ในช่องของลิฟท์ ทั้งนี้เพื่อป้องกันอุบัติเหตุเกิดขึ้น เนื่องจากท่อเหล่านี้ไปสัมผัสกับส่วนที่เคลื่อนที่ของลิฟท์ ทั้งนี้ยกเว้นท่อสำหรับร้อยสายไฟของอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของลิฟท์และท่อของไฮดรอลิคลิฟท์

การป้องกันเพื่อลดอุบัติเหตุเพลิงไหม้

การมีท่อเดินทะลุกำแพงเป็นจุดอ่อนในด้านการป้องกันเพลิงไหม้ ถึงแม้ว่าจะมีการป้องกันแล้วก็ตาม จึงควรได้รับการพิจารณาอย่างรอบคอบ ถึงแม้ว่ากำแพงหรือโครงสร้างนั้นจะสร้างอย่างป้องกันอัคคีภัยแล้วก็ตาม เป็นต้นว่า ส่วนของท่อภายในระยะ 1 เมตรจากผนังทั้งสองด้านต้องทำด้วยวัสดุที่ไม่ไหม้ไฟได้โดยง่าย (เช่นทำด้วยเหล็ก) ตัวอย่าง เช่น มีท่อ พี วี ซี เดินผ่านผนังกันไฟ ส่วนที่อยู่ในระยะ 1 เมตร จากผนังทั้งสองด้านควรใช้ท่อเหล็กแทน หรือมีแผ่นเหล็กหุ้มความต้องการนี้เป็นกฎข้อบังคับในประเทศญี่ปุ่น ซึ่งได้มาจากการทดลองจริง ๆ และใช้กับท่ออื่น ๆ ที่ติดไฟได้ง่ายด้วย นอกเหนือจากท่อ พี วี ซี

ผนังกันไฟ หรือสิ่งกีดขวางไฟ ที่กล่าวถึงในที่นี้รวมถึงสิ่งต่อไปนี้:

1) กำแพงสร้างขึ้นเพื่อทำหน้าที่กีดขวางการลุกลามของเพลิงไหม้ เช่น กีดขวางพื้นที่กีดขวางช่องท่อ และ spandrels

2) กำแพงกันไฟสำหรับอาคารไม้

3) กำแพงแบ่งเขต กำแพงกั้นห้อง มีข้อยกเว้น อยู่ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ก) ในส่วนที่ก่อสร้างชนิดป้องกันไฟ เช่น ช่องท่อ หรือ ช่องสายไฟฟ้าท่อที่วิ่งผ่านไม่จำต้องประกอบด้วยท่อที่ไม่ติดไฟได้ง่าย เพราะมันไม่โดนไฟไหม้ โดยตรงอยู่แล้ว ในระหว่างเกิดเพลิงไหม้ อีกนัยหนึ่งก็คือ ส่วนของท่อที่ต้องไม่ติดไฟง่าย คือส่วนที่อยู่ในห้องนั่งเล่น และส่วนของกำแพงที่ท่อวิ่งทะลุตามรูป A ส่วนท่อที่อยู่ในช่องท่อ ซึ่งมีพื้น หรือกำแพงกันไฟปิดกั้นไว้แล้ว หรือโดยมีประตูกันไฟ ชั้น A ไม่จำเป็นต้องใช้ท่อที่ไม่ติดไฟโดยง่าย ถึงแม้ว่าจะอยู่ภายในระยะทาง 1 เมตรจากผิวกำแพงก็ตาม

(ข) ท่อน้ำประปา และ แผงสวิทซ์อาจทำด้วยวัสดุกึ่งทนไฟ หรือวัสดุติดไฟได้ยาก หรือ พี วี ซี แข็งได้

(ค) เส้นผ่าศูนย์กลางของท่อควรเล็กกว่า ถ้าจะกล่าวโดยทั่วไปแล้ว อาจใช้ท่อ พี วี ซี แข็งเป็นท่อน้ำประปาได้ จนถึงท่อขนาดค่อนข้างใหญ่จะมีข้อจำกัดมากกว่าถ้าเป็นกรณีของท่อระบายน้ำ ทั้งนี้เป็นเพราะท่อน้ำประปามักจะมีน้ำเต็มอยู่เสมอ ไม่เหมือนกับท่อระบายน้ำ ซึ่งอาจจะมีน้ำบ้าง หรือไม่มีเลยในบางขณะ สำหรับท่อระบายน้ำหรือท่อระบายอากาศที่เดินภายในระยะ 1 เมตร ทั้งสองข้างของผนังกันไฟอาจปกคลุมด้วยเหล็กแผ่นหนา 0.5 มิลลิเมตร หรือมากกว่า แทนการใช้ท่อที่ทำด้วยวัสดุติดไฟยากก็ได้

การป้องกันท่อไม่ให้เสียหาย

การป้องกันท่อมิให้เสียหาย รวมถึงการป้องกันการผุกร่อน เป็นสนิม และความเสียหายอื่น ๆ หลักการทั่ว ๆ ไปที่ใช้กันได้กับวัสดุต่าง ๆ ที่ใช้ทำท่อมีดังนี้

(1) การป้องกันการผุกร่อนเป็นสนิม

การผุกร่อนเป็นสนิมนี้เกิดขึ้นทั้งภายในและภายนอกท่อ ที่เกิดขึ้นภายในเป็นเพราะคุณภาพของน้ำเป็นส่วนใหญ่ และขึ้นอยู่กับระบบการเดินท่อที่แตกต่างกันก็เป็นส่วนน้อย ในที่นี้จะกล่าวถึงการผุกร่อนเป็นสนิมที่เกิดขึ้นที่ผิวภายนอก

ท่อเหล็กมีความต้านทานต่อการเป็นสนิมน้อยที่สุด โดยเฉพาะอย่างยิ่งตรงที่เป็นเกลียว ดังนั้นหลังจากขันเกลียวแล้ว ส่วนที่เหลืออยู่ต้องทาทับด้วยน้ำมันดิน หรือวัสดุกันสนิมอย่างอื่น การผุกร่อนเป็นสนิมที่ผิวภายนอกนี้เกิดขึ้นเพราะการฝังท่อลงในดิน หรือในคอนกรีต

(ก) การฝังดิน

ความชื้นในดินจะทำให้ท่อผุเป็นสนิม โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าเป็นท่อเหล็ก วิธีป้องกันมีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(1) ท่อเหล็ก

ควรทาทับผิวภายนอกของท่อที่จะฝังดินด้วยสีกันสนิม หรือน้ำมันดินแล้วทิ้งให้แห้งก่อนฝังหรือพันด้วยเทป พี วี ซี เสียก่อน วิธีที่ดีที่สุดคือหุ้มห่อท่อเหล็กด้วยปอชุบแอสฟัลต์ ควรหุ้มขอต่อและเกลียวอย่างระมัดระวังด้วยวิธีเดียวกัน ถ้าจะต้องวางท่อในบริเวณที่ชื้นแฉะหรือในดินที่เป็นกรดหรือเป็นด่างอย่างแรง หรือในที่ที่น้ำทะเลซึมขึ้นมาถึง ควรใช้ท่อที่ทำด้วยวัสดุกันสนิมแล้วหุ้มด้วยปอชุบแอสฟัลต์ ไยแก้ว หรือวัสดุกันสนิมอื่น ควรได้มีการสำรวจบริเวณที่จะวางท่อก่อน เช่น บริเวณที่จะตั้งโรงงาน เพราะดินบริเวณนั้นอาจมีฤทธิ์ในการผุกร่อนรุนแรง เนื่องจากของเสียที่ทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม ในบางบริเวณ มีการห้ามใช้ท่อเหล็ก เพราะคุณสมบัติของดินไม่เหมาะสม ในบางบริเวณต้องหาวิธีการป้องกันท่อ และทำตามคำแนะนำของพนักงานเจ้าหน้าที่ผู้ควบคุม

(2) ท่อตะกั่ว

โดยปกติอาจวางท่อตะกั่วได้ โดยไม่ต้องทำการป้องกันเป็นพิเศษ ถ้าจำเป็นก็ดำเนินการเช่นเดียวกับท่อเหล็ก

(3) ท่อทองแดง

โดยปกติอาจป้องกันท่อได้ด้วยวิธีเดียวกันกับที่ทำกับท่อเหล็ก หรือท่อตะกั่ว แต่ถ้าต้องวางท่อทองแดงในดินที่มีกรดกำมะถัน กรดเกลือ แอมโมเนีย ก๊าซมีเทน ขี้เถ้าถ่านหิน หรือมีคุณสมบัติเลวในลักษณะอื่น ควรหุ้มท่อทองแดงด้วยวัสดุที่ทนทานต่อปฏิกิริยาเคมีก่อนฝังดิน

(ข) กรณีที่ท่อฝังดินอาจเกิดผุกร่อนแบบอิเลคโทรลิทิค (electrolytic corrosion)

ถ้าหากเกิดการผุกร่อนแบบอิเลคโทรลิทิคขึ้นกับท่อที่ฝังดินได้ ควรหลีกเลี่ยงการใช้ท่อทำด้วยโลหะและหันมาใช้ท่ออโลหะแทน

ถ้าไม่สามารถหลีกเลี่ยงการใช้ท่อโลหะได้ เพราะจำต้องคำนึงถึงปัญหาเรื่องความแข็งแรง หรือเป็นเพราะตำแหน่งของการวางท่อ ควรวางท่อให้ห่างจากอุปกรณ์ไฟฟ้าในระยะที่ปลอดภัย (1 เมตร หรือมากกว่า ในกรณีรางรถไฟฟ้าแบบกระแสไฟตรง หรือ 10 ซม. หรือมากกว่านั้นในกรณีของสายไฟฟ้าชนิดต่าง ๆ (สายไฟแรงต่ำเดินภายในอาคาร) ระยะนี้ต้องเท่ากับ 30 ซม. ถ้าเป็นสายไฟฟ้าที่ไม่หุ้มฉนวน นอกจากนี้ยังต้องดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้อีกด้วย)

1) หุ้มผิวภายนอกให้มิดชิดด้วยปอชุบแอสฟัลต์ หรือวัสดุกันสนิมอื่น

2) ใช้ท่อคอนกรีตหล่อด้วยแรงเหวี่ยงเป็นปลอกหุ้มเพื่อกันกระแสไฟฟ้ารั่ว

3) ใช้ข้อต่อชนิดเป็นฉนวนไฟฟ้าในการต่อท่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ค) ความลึกของการฝังดิน

1) ความลึกและตำแหน่งของการฝังท่อประปาต้องเป็นไปตามที่กำหนด โดยพนักงานเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง

2) ในกรณีที่ไม่มีข้อกำหนด เช่น ท่อจากถังเก็บน้ำบนหลังคาให้ใช้มาตรฐานดังต่อไปนี้ :

บริเวณที่ไม่มียวดยานสัญจรไปมา ควรกลบฝังลึง 400 มิลลิเมตร หรือมากกว่าถ้าเป็นถนนโรยกรวด หรือถนนที่มีรถโดยสารเท่านั้น ควรกลบฝังลึก ไม่น้อยกว่า 600 มิลลิเมตร ถ้าเป็นถนนสาธารณะหรือถนนอื่นใดที่ยานพาหนะขนาดหนักใช้ในการสัญจร ควรกลบฝังลึก 900 มิลลิเมตร หรือมากกว่า ถ้าเป็นถนนคอนกรีต หรือลาดยาง ควรกลบฝังลึกไม่น้อยกว่า 200 มิลลิเมตร โดยวัดจากอิฐหักที่เป็นฐานของถนน

ตัวเลขความลึกดังกล่าวข้างบนนี้เป็นมาตรฐานอย่างหยาบ ซึ่งคำนึงถึงคุณภาพของดิน น้ำหนักบรรทุกและแรงช็อค ในการออกแบบต้องนำข้อมูลเหล่านี้เข้ามาพิจารณาโดยละเอียดอีกครั้งหนึ่ง

(ง) ท่อฝังในคอนกรีต

ท่อเหล็ก

ท่อเหล็กเป็นท่อที่มีความเหมาะสมมากที่สุดท่อหนึ่งสำหรับใช้ฝังในคอนกรีตโดยไม่จำต้องมีการป้องกันสนิมสำหรับผิวภายนอกอีก อย่างไรก็ดี ถ้าความหนาของคอนกรีตมีไม่เพียงพอ น้ำที่เกิดจากความควบแน่นเพราะอุณหภูมิลดลง อาจทำให้พื้นหรือผนังมีรอยสนิมด่างได้ เพื่อเป็นการป้องกันจึงควรหุ้มท่อด้วยปอชุบแอสฟัลต์เสียก่อนแล้วจึงฝังลงในคอนกรีตซึ่งต้องทำด้วยความระมัดระวังโดยตลอด เพราะน้ำหรือความชื้นที่เกิดขึ้นเพราะความควบแน่นนี้เกิดขึ้นได้โดยง่ายมาก

ท่อตะกั่ว

ท่อตะกั่วผุกร่อนได้ง่ายมากในสภาวะแวดล้อมที่เป็นด่างของคอนกรีต จึงควรหุ้มผิวภายนอกให้มิดชิดด้วยปอชุบแอสฟัลต์ เทป พี วี ซี หรือวัสดุอื่นใดที่มีคุณสมบัติทัดเทียมกัน ถ้าใช้ท่อตะกั่วเป็นท่อระบายน้ำต้องระมัดระวังเป็นพิเศษเพราะผนังของท่อบางมากเคยมีกรณีที่ท่อรั่วทะลุเป็นรูภายในหนึ่งปีเท่านั้น เพราะมิได้หุ้มห่อท่อเสียก่อน

ท่อทองแดง

ควรหุ้มผิวภายนอกของท่อทองแดงด้วยแอสฟัลต์ หรือเทป พี วี ซี หรือวัสดุอื่นใดที่มีคุณสมบัติทัดเทียมกันก่อนฝังลงในคอนกรีต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(จ) การฝังท่อในคอนกรีตน้ำหนักเบา (light - weight concrete)

คอนกรีตน้ำหนักเบาทำให้ท่อผุกร่อนได้มากกว่าคอนกรีตธรรมดา ดังนั้น ท่อทุกชนิด ไม่ว่าจะเป็นท่อเหล็ก ท่อตะกั่ว หรือท่อทองแดง ควรหุ้มด้วยเทป แอสฟัลต์ หรือวัสดุอื่นที่มีคุณสมบัติทัดเทียมกันก่อนฝัง

(2) การป้องกันมิให้ท่อเสียหาย

การป้องกันนี้สอดคล้องกันกับการป้องกันโครงสร้างของอาคาร อีกนัยหนึ่งก็คือ ถ้ามีมาตรการป้องกันโครงสร้างของอาคารแล้ว ท่อก็มักจะได้รับการป้องกันไปด้วย ปัญหาที่มักจะเกิดขึ้นก็คือ ปัญหาท่อแตก วิธีที่ดีที่สุดวิธีหนึ่งคือการมีปลอกร้อยท่อ และการใช้ข้อต่อสำหรับการหดหรือขยายตัว เพื่อรับการยืด-หด ตัวของท่อ

(ก) การมีปลอกร้อยท่อ

การมีปลอกร้อยท่อนอกจากจะช่วยในการขยับตัวของท่อ เป็นการป้องกันการแตกเสียหายแล้วยังช่วยให้การเปลี่ยนท่อทำได้สะดวกอีกด้วย โดยไม่ทำความกระทบกระเทือนให้กับอาคารควรฝังปลอกก่อนเทคอนกรีต ห้ามมิให้ใส่ปลอกร้อยท่อลงไปในรูซึ่งเจาะคอนกรีตหลังจากหล่อแล้ว เพราะปลอกและคอนกรีตไม่เป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน น้ำซึมได้ ไม่ควรถอดปลอกร้อยท่อออกหลังจากวางท่อแล้ว เส้นแนวแกนของปลอกควรเป็นเส้นเดียวกันกับของท่อ นอกจากท่อจะมีความลาดเอียง

(ข) วัสดุและขนาดของปลอก

วิธีที่ทำให้แนวแกนเป็นอันหนึ่งอันเดียวกันก็คือการใช้เหล็กเสริม ขนาด 9 มิลลิเมตร ขดเป็นวงกลมมาเชื่อมภายในท่อที่ระยะ 80-100 มิลลิเมตร ลึกเข้าไปจากปลายทั้ง สองของปลอกร้อยท่อ ทำให้สะดวกในการวางท่อเป็นอย่างมาก

1) ความยาวของปลอกควรเท่ากับความหนาของพื้น หรือกำแพง

2) ท่อเดินทะลุพื้นกันน้ำต้องได้รับการติดตั้งในทำนองเดียวกันกับที่ได้กล่าวมาแล้ว นอกจากไม่จำเป็นที่จะต้องมีแผ่นเหล็กคลุม แต่ปลายปลอกควรสูงกว่าระดับพื้นประมาณ 50 มิลลิเมตร เพื่อป้องกันน้ำและป้องกันมิให้แผ่นคลุมท่อเสียหาย เพราะถูกเท้าเตะ

3) ปลอกร้อยท่อสำหรับพื้น หรือ ผนังที่ไม่กันน้ำก็ควรติดตั้งในลักาณะเดียวกับสำหรับผนังหรือพื้นที่กันน้ำยกเว้นไม่ต้องมีชั้นกันซึม

ในทุกกรณีที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ปลอกควรมีหน้าแปลน หรือคอลลาร์ สำหรับฝังในคอนกรีตได้อย่างแน่นหนา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ควรใช้วัสดุสำหรับอัด เช่น ปอ หรือใยตะกั่ว อุดช่องว่างระหว่างปลอกกับท่อ อาจใช้วัสดุกันไฟก็ได้

(ค) การตั้งแบบเพื่อทำรูสำหรับร้อยท่อ

ในกรณีที่จำเป็นจริง ๆ ที่ไม่อาจมีปลอกร้อยท่อได้ วิธีที่ยอมให้ใช้อยู่ในปัจจุบันก็คือ การใช้แบบทำรูก่อนเทคอนกรีต แบบนี้จะถอดออกเมื่อคอนกรีตแข็งตัว ทิ้งให้เป็นรูปสำหรับร้อยท่อในภายหลัง หลังจากนั้นจึงอุดช่องว่างระหว่างรูคอนกรีตและท่อวัสดุที่เหมาะสม วิธีนี้ใช้ได้ในการเดินท่อน้ำเย็นและท่อน้ำร้อน ท่อระบายน้ำและท่อระบายอากาศ ตลอดจนในการเดินท่อในกำแพงคอนกรีต ซึ่งจะใช้ไม้แบบทำเป็นช่องสำหรับเดินท่อไว้ก่อน ต่อมาจึงดึงไม้แบบออกเพื่อเดินท่อ เมื่อเดินท่อเสร็จแล้วจึงเทคอนกรีตปิดช่องนั้นเสีย มักจะเกิดกรณีของการลืมวางไม้แบบไว้เสียก่อนเทคอนกรีต และต้องมาทุบพื้นหรือทุบกำแพงกันภายหลัง ซึ่งเป็นการทำให้อาคารเสียหายและสิ้นเปลืองแรงงานด้วย

วัสดุที่ใช้ทำแบบ มีทั้งที่เป็นโลหะ (ท่อ เหล็ก หรือ เหล็กแผ่น) ท่อพลาสติก ท่อกระดาษและไม้ การใช้เหล็กเป็นการดีมากแต่มีราคาแพง ถ้าเป็นเหล็ก อาจทิ้งไว้กับคอนกรีตหลังเทแล้วได้แต่ถ้าเป็นวัสดุอื่นควรถอดออกก่อนเดินท่อ เพราะเป็นวัสดุที่ไม่ทนไฟ

(ง) การป้องกันมิให้ท่อแตกหรือบิดงอ

สาเหตุของการแอ่น บิด งอ ถึงแตกหักนั้น เป็นเพราะการยืด-หด ตัวของวัสดุที่ใช้ทำท่อด้วยตลอดจนการทรุดตัวไม่เท่ากันของอาคาร และการทรุดตัวของดิน วัสดุที่ใช้ทำท่อ ก็เป็นสาเหตุหนึ่ง สาเหตุเนื่องจากการทรุดตัวเป็นสาเหตุชั้นที่ 2 ที่มิได้เกิดเพราะการใช้ท่อในอาคาร ในที่นี้จะกล่าวถึงแต่เฉพาะท่อที่แตกหรือเสียหายเพราะการใช้ในอาคารเท่านั้น นั่นก็คือ เพราะการยืด - หด ตัวของท่อ

(1) การยืด-หด ตัวของท่อ

การยืด-หดตัวของท่อเป็นเพราะสภาวะแวดล้อมท่อ และเป็นเพราะวัสดุภายในท่อความเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเป็นสาเหตุสำคัญที่สุด เมื่ออุณหภูมิของน้ำในท่อเพิ่มสูงขึ้นหรือลดต่ำลง เส้นผ่าศูนย์กลางและความยาวของท่อจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงตามไปด้วย ความเปลี่ยนแปลงจะมีมากกว่ามากกว่าในเรื่องของความยาว ในกรณีที่ท่อยาวมาก ๆ แรงเค้นจะเกิดขึ้นไม่เฉพาะแต่กับตัวท่อเท่านั้น แต่จะเกิดขึ้นกับข้อต่อ วาล์ว และที่แขวนท่อด้วย ซึ่งอาจถึงเกิดการแตกหักขึ้นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 18

แสดงค่าสัมประสิทธิ์ของการขยายตัวเชิงเส้น (C) ของท่อชนิดต่าง ๆ และค่าของการขยายตัวเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น 100 o ซ. (t = 100) สำหรับท่อยาว 1 เมตร

โลหะ	สัมประสิทธิ์ของการขยายตัว (มม./มม.°ซ.)	ความยาวที่เพิ่มขึ้นต่อ 100°ซ/ม.(มม.)
ท่อเหล็กเหนียว	0.000012348	1.2348
ท่อเหล็ก	0.00001098	1.098
ท่อเหล็กหล่อ	0.00001062	1.062
ท่อทองแดง	0.0000171	1.71
ท่อทองเหลือง	0.00001872	1.872
ท่อตะกั่ว	0.0002862	2.862
ท่อเหล็กสเตนเลส (SUS 304)	0.0000173	1.73

ตารางที่ 19

ความยาวที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากความแตกต่างของอุณหภูมิ

(มม./100 ม.)

ชนิดของท่อ		ท่อเหล็ก	ท่อทองแดง	ท่อทองเหลือง	ท่อเหล็กสเตนเลส
สัมประสิทธิ์ของการขยายตัว		0.0001098	0.0000171	0.00001872	0.0000173
ความแตกต่างของอุณหภูมิ (°ซ.)	0	0	0	0	0
	20	21.96	34.20	37.44	34.6
	40	43.92	68.40	74.88	69.2
	60	65.88	102.60	112.32	103.8
	80	87.84	136.80	149.76	138.4
	100	109.80	171.00	187.20	173.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อต่อยืด-หดได้แบบปลอก

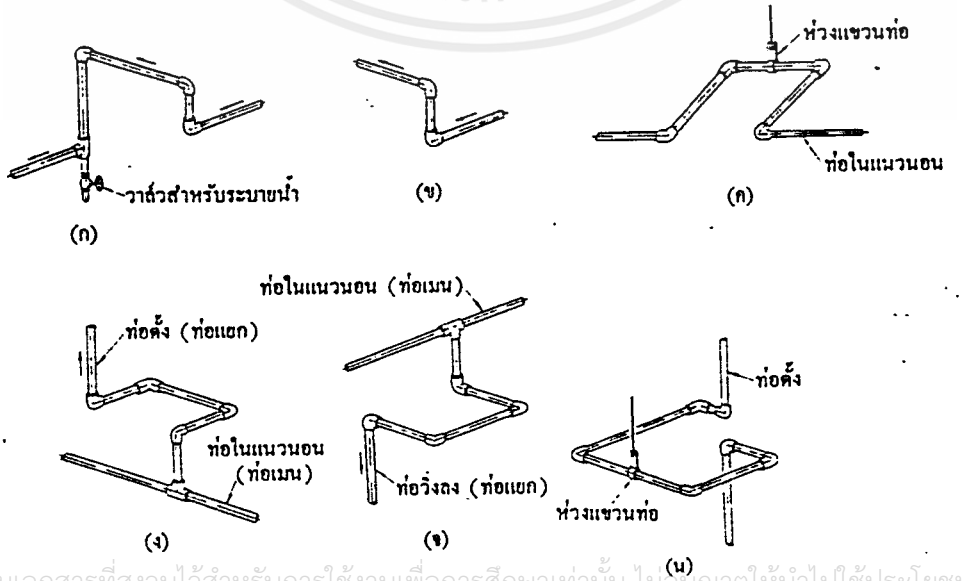
ข้อต่อชนิดนี้มี 2 แบบ แบบสกรูทำด้วยบรีอนซ์ และแบบหน้าแปลนทำด้วยเหล็กท่อ แบบเหล็กหล่อนี้อาจเป็นแบบเดี่ยว ข้อต่อประกอบด้วยท่อที่ทำหน้าที่เป็นปลอกมีส่วนที่เลื่อนไปมาได้ (ส่วนที่เป็นปลอกเลื่อนอยู่ในตัวข้อต่อ) มีปะเก็นอยู่ระหว่างทั้งสองส่วนเพื่อกันน้ำรั่ว ข้อต่อแบบนี้จึงควรใช้เฉพาะที่ที่อาจยอมให้น้ำรั่วซึมได้ หรือสามารถตรวจพบและแก้ไขได้ง่าย ควรเปลี่ยนปะเก็นทุก ๆ 2 หรือ 3 ปี ต้องมีการระมัดระวังตลอดเวลา และตรวจบำรุงรักษาเป็นระยะ ๆ ตามความจำเป็น ข้อต่อที่มีส่วนเลื่อนไปมาเพียงปลายเดียวเรียกว่า ข้อต่อแบบเดี่ยว และที่เลื่อนทั้งสองปลายเรียกว่าข้อต่อแบบคู่ ถึงแม้ว่าข้อต่อจะมีขนาดแตกต่างกัน แต่ระยะที่เคลื่อนที่ได้จะประมาณ 50-125 มิลลิเมตร การใช้แบบคู่ทำให้ระยะเคลื่อนที่เพิ่มเป็นสองเท่า ดังนั้นถ้าการยืด-หดตัวมีมากกว่าค่าข้างต้น ควรใช้ข้อต่อแบบเดี่ยว 2 ตัว หรือใช้แบบคู่ เนื่องจากข้อเสียเปรียบบางประการดังกล่าวมาแล้ว และการที่มีรูปร่างเหมือนแบบเบลโลว์ ข้อต่อชนิดนี้จึงมีที่ใช้ลดลง และการผลิตก็ลดลงด้วย

ข้องอแบบยืดหดได้

ข้องอแบนี้เรียกกว่า ลูฟยืด-หดตัว ข้องอรูปตัว U แบบยืด-หดได้ และแบบลูฟ (หรือแบบวง) ซึ่งมีผลิตในรูปแบบต่าง ๆ กัน ข้องอนี้ทำด้วยการงอท่อเหล็ก แต่ท่อเหล็กดำควรนำมาอาบสังกะสีหลังการงอ ก่อนงอ ควรบรรจุทรายเผาร้อนลงไปในท่อให้เต็ม แล้วจึงงอท่อในขณะที่ทำให้ร้อน ถ้าใช้ท่อเหล็กอาบสังกะสี ท่อมักจะเสียหายในระหว่างการงอ โดยทั่วไปมักจะใช้แบบบลูฟ

ภาพที่ 28

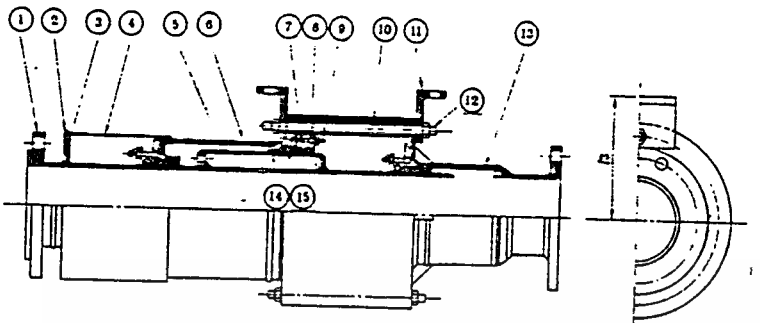
การเดินท่องอไปมาแบบต่าง ๆ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 29

ตัวอย่างข้อต่อแบบยืดหดได้แบบสลีฟ



หมายเลข	ชื่อ	หมายเลข	ชื่อ
1	หน้าแปลน	9	โบลท์ของแพคกิ้งแกลนด์
2	สกรูตัวเล็ก	10	ท่อ
3	แหวน	11	ก้าน
4	ที่ปิด	12	สกรูตัวยาว
5	ปลอก	13	ปลายท่อ
6	ท่อภายนอก	14	แวร์ริง
7	สปริง	15	ปะเก็น
8	แพคกิ้งแกลนด์		

การยืดหรือหดตัวของท่อมิได้มีแต่เฉพาะท่อน้ำร้อนเท่านั้น ท่อสแตคของอาคารสูงหลาย ๆ ชั้นก็มีการยืด-หดตัวเช่นเดียวกัน เนื่องจากความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างชั้นสูง ๆ และชั้นล่าง ๆ และจำต้องมีข้อต่อแบบยืด-หดตัวได้ติดตั้งอยู่ด้วย นอกจากนี้อาจใช้ข้อต่อสำหรับรับกรณีที่อาคารทรุดตัวไม่เท่ากัน หรือกรณีที่พื้นดินทรุดตัวเป็นต้น

ชนิดของข้อต่อแบบยืดหยุ่นได้ (flexible joint)

ข้อต่อแบบยืด-หดตัวได้มีหลายชนิด จึงจำเป็นต้องเลือกใช้ข้อต่อที่มีรูปร่างและทำด้วยวัสดุที่เหมาะสมตามความต้องการของแต่ละกรณี เช่น ความดันของน้ำ และวัสดุที่ใช้ทำท่อ

ข้อต่อแบบยืด-หด ตัวได้แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มหนึ่งคือ พวกข้อต่อแบบเลื่อนตัว (slip joint) ส่วนอีกกลุ่มหนึ่ง ได้แก่ พวกข้ออ่อน หรือข้อต่อแบบยืดหยุ่นตัวได้ (flexible joint) ข้อต่อแบบเลื่อนตัว รับการขยายตัวได้ด้วยการหมุน หรือเลื่อนตัว ให้ได้สัดส่วนกับการขยายตัวนั้น ๆ ข้อต่อแบบนี้รวมถึง ข้อต่อแบบบิดไปมา (swivel joint) ข้อต่อแบบปลอก (sleeve xpansion joint), ข้องอแบบยืดหดตัวได้ (expansion bends) ข้อต่อแบบบอลล์ (ball joint) ข้อต่อแบบคับปลิ้ง และสกรูชนิดพิเศษ ข้อต่อแบบยืดหยุ่น ไม่มีส่วนที่หมุนหรือเลื่อนตัว สามารถรับการขยาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวได้ด้วยการบิดหรือการโก่งตัวข้อต่อชนิดนี้แบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ ชนิดทำด้วยยาง หรือเบลโลว์ หรือทำเป็นท่อโลหะเป็นปล้อง ๆ (ทำด้วยโลหะ เช่น เหล็กไร้สนิม หรือ ฟอสฟอร์บรีอนซ์ ฯลฯ) อีกชนิดหนึ่งทำด้วยท่อเป็นลอน (corrugated pipe)

ข้อต่อแบบยืด-หดตัวได้แบ่งออกได้อีกแบบหนึ่งการแบ่งวิธีนี้ ทำให้มีข้อต่อแบบที่มีปะเก็นเพื่อกันน้ำรั่วและแบบที่ไม่มีปะเก็น แบบแรก คือ พวกข้อต่อแบบเลื่อนตัวได้ และแบบหลังคือ ข้อต่อแบบยืดหยุ่น (packed expansion joint กับ packless expansion joint)

คำอธิบายโดยสังเขป เกี่ยวกับข้อต่อแบบยืดหดตัวได้มีสั้น ๆ ดังนี้

ข้อต่อแบบบิดไปมา (swivel joint)

ข้อต่อแบบนี้มีหลายชื่อ เช่น สวิง, สวิบเวล และเอกซแปนชั่นส์ลูพ กล่าวโดยสรุปก็คือเป็นระบบที่ไม่มีข้อต่อแบบยืด-หดตัวได้ แต่การรับการยืด-หดตัวทำได้โดยตัวท่อ และข้อต่อ เมื่อพูดถึงการขยายตัวของท่อ ต้องคำนึงถึงการขยายตัวทั้งในแนวตั้ง และแนวนอน ไปพร้อม ๆ กันด้วยข้อต่อแบบสวิบเวล ใช้การบิดตัวของท่อ และการคลายออกของเกลียวข้อต่อเป็นการรับการยืด-หดตัวการต่อท่อจึงต้องต่อเพื่อให้เกิดการบิดและการคลายตัวได้ ดังนั้น ถ้าการขยายตัวมีมากเกินไป น้ำอาจรั่วได้ตรงส่วนที่เป็นเกลียว การยืด-หดตัวสูงสุดที่รับได้ประมาณ 40 มิลลิเมตร หรือน้อยกว่า ควรคำนวณไว้ประมาณ 30 มิลลิเมตร ตารางที่ 6.10 แสดงความยาวท่อขนาดต่าง ๆ และชนิดของวัสดุที่ใช้ทำท่อ ซึ่งสามารถขยายตัวได้ 38 มิลลิเมตร เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นจาก 80°-100° ซ.

ตารางที่ 20

ความยาวของท่อที่ทำให้การขยายตัวเท่ากับ 38 มม.

ความแตกต่างอุณหภูมิ (°ซ.)	ความยาวของท่อ (ม.)			
	ท่อเหล็ก	ท่อทองแดง	ท่อทองเหลือง	ท่อ พีวีซี
80	43	22.7	25.7	6.3
100	34.5	22.2	20.5	5.0

ข้อต่อแบบบอลล์ (ball joint)

แรงที่เกิดขึ้นเนื่องจากการยืด-หดตัว มิได้ถูกส่งถ่ายไปยังที่ยึดท่อ แต่รับโดยข้อต่อชนิดนี้ ดังนั้นการติดตั้งข้อต่อแบบนี้จึงทำได้โดยสะดวกเมื่อเปรียบเทียบกับข้อต่อชนิดอื่น ข้อต่อจะรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การยืดหดตัวของท่อโดยการเคลื่อนที่ทางด้านข้าง นั่นก็คือ การรับแรงด้วยการเปลี่ยนให้มาเป็นการเคลื่อนที่ทางด้านข้าง คือ ด้วยการเบี่ยงวิธีการขั้นพื้นฐานในการเดินท่อชนิดนี้แบ่งออกได้เป็น 3 วิธี ดังนี้

1) ในขณะเดินท่อ ขยับท่อไปทางด้านข้างเป็นระยะทางเท่ากับครึ่งหนึ่งของการยืด-หดตัวที่คำนวณไว้ = ΔE ในขณะใช้งาน ท่อจะเคลื่อนตัวเข้าที่เดิม แล้วเคลื่อนต่อไปทางด้านที่ยืดท่อเป็นระยะทางอีกครึ่งหนึ่งของΔE

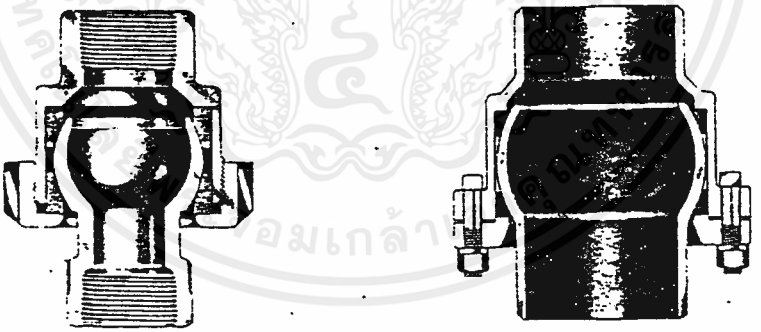
2) เช่นเดียวกับวิธีธรรมดาทั่ว ๆ ไป เดินท่อตรง ๆ โดยไม่ขยับตัวเผื่อไว้ก่อน ในขณะใช้งานท่อจะขยับตัวไปข้างใดข้อหนึ่งเป็นระยะทางเท่ากับ ΔE

3) เดินท่อโดยขยับไปไว้ด้านใดด้านหนึ่งเป็นระยะทางΔE ในขณะใช้งานท่อจะเคลื่อนตัวกลับที่เดิมวิธี 2) เป็นวิธีที่นิยมกันมาก เพราะไม่ต้องงอท่อไปมาทำให้ไม่สูญเสียความดันมากนัก ข้อต่อแบบบอลล์ รับได้ทั้งการยืด-หดตัว และการสั่นสะเทือนด้วย

(ii-2) ข้อต่อแบบยืดหยุ่นได้ (flexible joint)

ภาพที่ 30

ตัวอย่างข้อต่อแบบบอลล์จอยน์

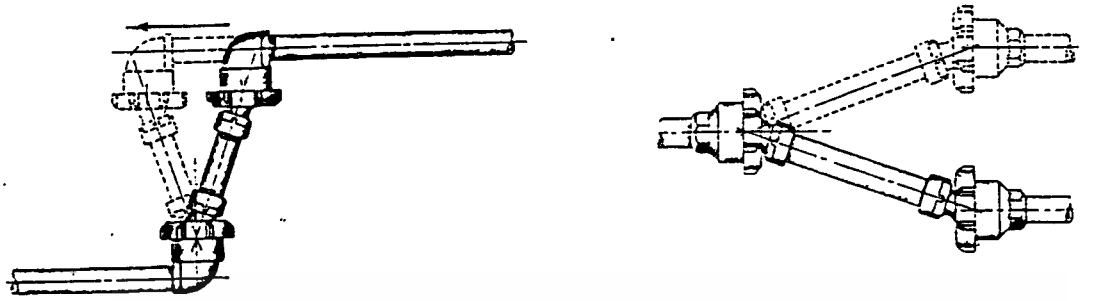


(ก) สำหรับท่อขนาดเล็ก (ข) สำหรับท่อขนาดใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 31

การเคลื่อนที่ของท่อใช้บอลล์จอยน์



(ก) การเคลื่อนที่ในแนวแกน

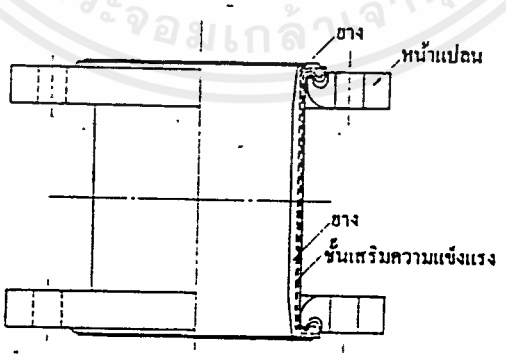
(ข) การเคลื่อนที่ขึ้นลง

ข้อต่อท่อด้วยยาง

ใช้กับอุณหภูมิไม่เกิน 80 o ซ. และความดันไม่เกิน 15 กก./ซม. 2 ยางที่ใช้โดยปกติจะเป็นชนิดคลอโรพรีน (chloroprene) จึงต้องระมัดระวังมิให้ ตัวทำละลาย (solvents) หรือน้ำมันมาเปรอะเปื้อนได้ ข้อต่อชนิดนี้สามารถรับระยะทางเคลื่อนที่ได้ประมาณ 15-30 มิลลิเมตร

ภาพที่ 32

ตัวอย่างข้อต่อแบบยืดหดได้แบบทำด้วยยาง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 33

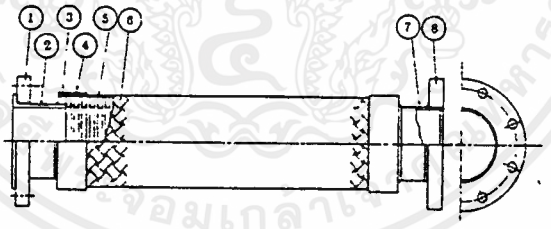
ตัวอย่างข้อต่อยืดหดได้ทำด้วยยาง

ข้อต่อยืด-หยุ่นได้แบบทำด้วยโลหะ

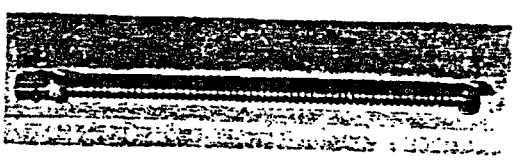
ปลายอาจทำไว้สำหรับต่อด้วยหน้าแปลนยูเนี่ยน หรือแคพน๊อต (cap nut) เนื่องจากข้อต่อชนิดนี้ใช้สำหรับรับการเปลี่ยนรูปเนื่องจากแรงในด้านข้าง จึงควรติดตั้งเป็นมุมที่ถูกต้องกับแนวยืด-หดตัวของท่อ

ภาพที่ 34

ข้อต่อยืด-หยุ่นได้แบบทำด้วยโลหะ



หมายเลข	ชื่อ
1	หน้าแปลน
2	แฉ็พ
3	เน็กริง
4	คอตตาร์ไพ้พ์
5	เบลโลวส์
6	เบรก
7	ท่อ
8	หน้าแปลนยึดแน่น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การป้องกันท่อฝังดินแตกหรือบิดงอ

1) ดินอ่อน

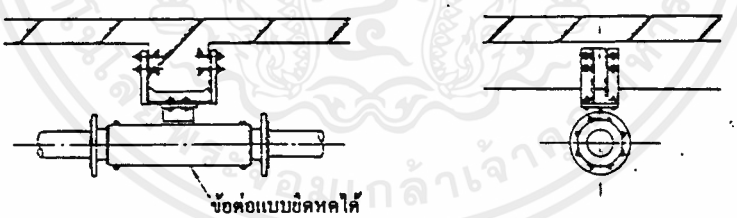
เมื่อต้องการต่อท่อที่ฝังในดินอ่อนจากภายในไปสู่ภายนอกอาคาร หรือจากภายนอกเข้าไปสู่ภายในควรใช้ข้อต่อแบบยืด-หดได้ ให้ใกล้กับกำแพงภายนอกให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้หรือมิฉะนั้นก็อาจใช้ข้อต่อแบบสวิบเวล (หรือ ต่อท่อแบบเป็นลูฟ) ทั้งนี้เพื่อป้องกันมิให้ท่อแตกหรือบิด-งอเนื่องจากการทรุดตัวของดิน

ภาพที่ 35

ตัวอย่างวิธียึดกับสแล็บเพดาน

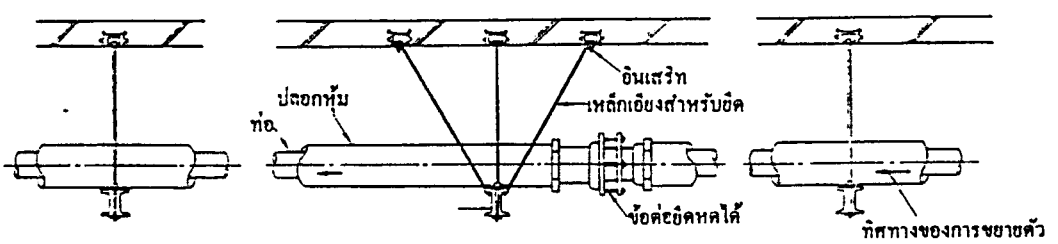
ภาพที่ 36

ตัวอย่างวิธียึดกันคาน



ภาพที่ 37

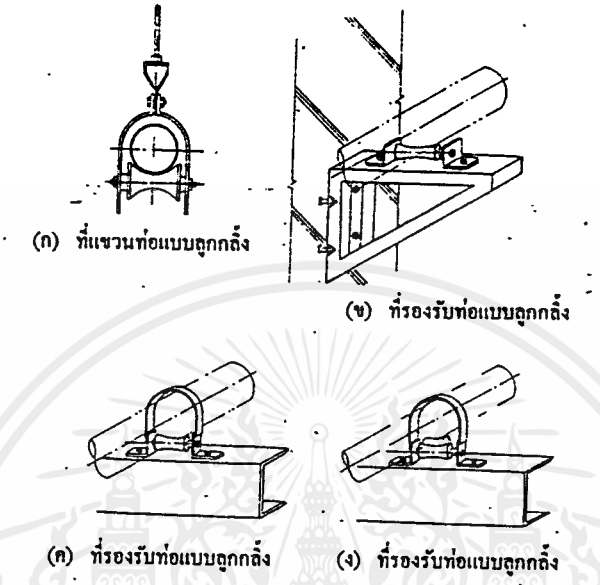
ตัวอย่างการยึดท่อและข้อต่อแบบยึดหดได้ด้วยที่แขวนท่อ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 38

ตัวอย่างการรองรับท่อใช้ที่รองรับแบบลูกกลิ้ง



(ก) ที่แขวนท่อแบบลูกกลิ้ง

(ข) ที่รองรับท่อแบบลูกกลิ้ง

(ค) ที่รองรับท่อแบบลูกกลิ้ง

(ง) ที่รองรับท่อแบบลูกกลิ้ง

2) การเดินท่อภายใต้พื้นคอนกรีตที่วางกับดิน

ถ้าเป็นดินแข็งคงไม่เป็นปัญหาในการเดินท่อโดยการขุดพื้นที่บดอัดแล้ว ตามที่ปฏิบัติกันในการก่อสร้างตามปกติ ถ้าเป็นพื้นดินอ่อน ควรเดินท่อไว้ภายนอกอาคารตามวิธีการที่กล่าวแล้วในข้อ 1) หรือเดินท่อในร่องที่ขุดขึ้นเป็นพิเศษ ถ้าไม่สามารถจะทำได้ด้วยวิธีดังกล่าว ก็ไม่ควรเดินท่อโดยฝังดินไว้เฉย ๆ แต่ควรแขวนท่อเข้ากับพื้นคอนกรีตด้วย เพื่อป้องกันมิให้ท่อแตกเมื่อดินทรุดตัว ในการกระทำดังกล่าวควรยึดที่แขวนท่อเข้ากับเหล็กเสริมคอนกรีต

3) การเดินท่อในพื้นดินถม

การเดินท่อภายในอาคารที่ต้องให้ความระมัดระวังเป็นพิเศษ ก็คือ การเดินท่อในดินถมโดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่อาคารมีชั้นใต้ดินหลาย ๆ ชั้น ซึ่งจำต้องมีการขุดดินค่อนข้างลึกมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่อาคารมีชั้นใต้ดินหลาย ๆ ชั้น ซึ่งจำต้องมีการขุดดินค่อนข้างลึกมาก โดยรอบ ๆ อาคารในระหว่างการก่อสร้างดินถมใช้เวลานานมากก่อนจะทรงตัว บางครั้งใช้เวลาตั้งแต่ 6 เดือน ถึงมากกว่า 1 ปี ก่อนจะหยุดทรุดตัว นอกจากนี้ การกลบอย่างเร่งรีบ โดยมิได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บดอัดอย่างระมัดระวังหรือเกิดฝนตกภายหลังการถมดิน การทรุดตัวจะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว จึงควรหลีกเลี่ยงการวางท่อในกรณีดังกล่าว แต่ถ้าจำเป็นจะต้องเดินท่อ ก็พึงใช้ความระมัดระวังตามข้อ 1) ที่กล่าวมาแล้ว

ในการเดินท่อขนานไปกับอาคาร ควรยึดท่ออย่างมั่นคงเข้ากับกำแพงภายนอกอาคาร หรือหลีกเลี่ยงการวางท่อในดินถมให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ หรือวางท่อบนเข็มฝังลึกถึงดินเดิม ในกรณีนี้เข็มจะต้องรับแรงที่เกิดจากน้ำหนักท่อ และน้ำหนักของดิน จึงต้องระมัดระวังในเรื่องความแข็งแรง และระยะของการตอกเข็ม วิธีการวางท่อในข้อนี้ใช้ได้ส่วนใหญ่กับท่อระบายน้ำ

การเชื่อมต่อระหว่างท่อที่ยึดอยู่กับโครงสร้างเข้ากับท่อที่เดินอยู่ภายนอกอาคาร ซึ่งทรุดตัวในอัตราที่ไม่เท่ากัน ต้องกระทำด้วยความระมัดระวังเป็นพิเศษ ด้วยวิธีการต่างดังกล่าวมาแล้ว หรือต้องออกแบบขึ้นเป็นพิเศษ เป็นกรณี ๆ ไป

2.5.8.3 ที่แขวนและที่รองรับท่อ

การใช้ที่แขวน และที่รองรับท่อต้องคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

(1) น้ำหนักของท่อ

น้ำหนักจะต้องรวมทั้งน้ำหนักของท่อ และน้ำหนักของของเหลวภายในท่อด้วย (เช่น น้ำเย็น, น้ำร้อน, น้ำทิ้ง ฯลฯ) วาล์ว และฉนวนหุ้มท่อก็จำต้องนำเข้ามาพิจารณาด้วย บางครั้งอาจต้องคำนึงถึงน้ำหนักของคนที่ทำงานโดยให้ท่อรับน้ำหนักด้วย ซึ่งเป็นการปฏิบัติงานที่ไม่ถูกต้องด้วยหลักการในยามปกติ แต่ก็ต้องยอมรับในบางครั้ง

(2) ชนิดของท่อ

ระยะระหว่างที่รองรับหรือที่แขวนท่อแตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับชนิดของท่อ เช่น ท่อเหล็กหล่อและท่อเหล็กดัดโค้งได้น้อยกว่าท่อตะกั่ว ท่อทองแดง หรือท่อพลาสติก

(3) การป้องกันการส่งถ่ายการสั่นสะเทือน

ในกรณีที่ท่อต่อเข้ากับเครื่องจักรกล ความสั่นสะเทือนอาจส่งผ่านมาตามท่อ และที่แขวน หรือมาตามโครงสร้างอาคาร ทำให้เกิดเสียงและเรสโซแนนซ์ (resonance) ยิ่งไปกว่านั้นบางครั้งอาจเกิดแรงช็อคเนื่องจากการเกิดน้ำกระแทกอีกด้วย ซึ่งต้องหาทางป้องกัน

(4) การขยายตัวของท่อ

ที่รองรับหรือที่แขวนท่อจะต้องสามารถรับการขยายหรือหดตัวของท่อเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(5) การพิจารณาระยะห่างระหว่างท่อ

ระยะห่างระหว่างท่อต่อท่อด้วยกัน และระหว่างท่อกับกำแพงหลังจากเดินเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะต้องมีเพียงพอที่จะทำงานโดยใช้เครื่องมือได้ หรือเพื่อการหุ้มฉนวน การทาสี การตรวจ และการบำรุงรักษา ระยะทางที่แคบที่สุด คือ 25 มิลลิเมตร ซึ่งหมายถึงระยะระหว่างท่อหลังจากเดินแล้วเสร็จไม่ว่าจะมีการหุ้มท่อหรือไม่ก็ตาม

(6) การพิจารณาถึงงานอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

ควรพิจารณาถึงงานอื่นที่อาจจะเข้ามาติดตั้งอยู่ในที่เดียวกันด้วย เช่น การติดตั้งปล่องและท่อสำหรับเครื่องปรับอากาศ หลังการติดตั้งชั้นสำหรับวางท่อสายเคเบิ้ลหรือสายไฟฟ้า

(7) การพิจารณาถึงการเดินท่อเรียงขนานกันหลาย ๆ ท่อ

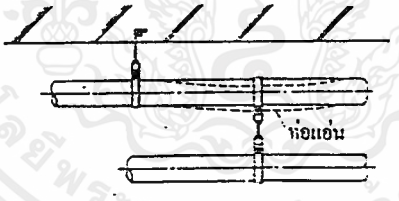
ควรเดินท่อให้แนวแกน หรือผิวล่างเรียงตัวกันเป็นระเบียบ ประณีต ให้มากที่สุด

(8) การห้ามแขวนท่อในแนวระดับเข้ากับท่อในแนวระดับด้วยกัน

ควรหลีกเลี่ยงการแขวนท่อในแนวระดับเข้ากับท่อในแนวระดับด้วยกันโดยสิ้นเชิง เพราะอาจทำให้ท่อเกิดการดัดโค้งได้

ภาพที่ 39

ตัวอย่างการแขวนท่อในแนวนอนโดยทั่วไป



วิธีแขวนท่อดังกล่าวอาจกีดขวางการขยายตัว หรือหดตัวของท่อ หรือกีดขวางการทำงานของข้อต่อแบบยืด-หดได้ด้วย เช่น ท่อน้ำร้อน

(9) ควรยึดโยลต์สำหรับแขวนให้ได้ดิ่ง

โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในการใช้ยางเป็นตัวกันความสั่นสะเทือน จะต้องระมัดระวังการยึดมิให้ส่วนที่เป็นยางถูกดึงเอียง ๆ ควรให้รับแรงโดยสม่ำเสมอ

(10) ควรยึดท่อให้มั่นคงจนไม่สามารถแกว่งในด้านข้างได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระยะระหว่างที่แขวนท่อ

(1) ระยะระหว่างที่แขวน

ควรกำหนดระยะที่แขวนท่อเพื่อป้องกันมิให้ท่อต้องรับแรงเค้น และความเครียด และทำให้สามารถควบคุมการยืด-หดตัวของท่อได้ด้วย ระยะมาตรฐานกำหนดไว้ตามตารางที่

(2) ตำแหน่งติดตั้งที่แขวนท่อ

ตำแหน่งต่าง ๆ มีดังนี้

ตารางที่ 21

ระยะห่างระหว่างที่รองรับท่อต่าง ๆ

ประเภท	หมายเหตุ			ระยะห่าง	
ท่อตั้ง	ท่อเหล็กหล่อ	ท่อตรง		หนึ่งจุดต่อหนึ่งท่อน	
		ข้อต่อต่อเนื่อง	2 ท่อน	หนึ่งจุด	
			3 ท่อน	หนึ่งจุดตรงกลาง	
	ท่อเหล็ก			ชั้นละหนึ่งจุดหรือมากกว่า	
	ท่อตะกั่ว ท่อ พีวีซี อันพลาสติกไซด์ ท่อทองแดง			1.2 มม. หรือน้อยกว่า	
ท่อในแนวนอน	ท่อเหล็กหล่อ	ตรง		ท่อนละหนึ่งจุด	
		ข้อต่อ		ข้อต่อละหนึ่งจุด	
	ท่อเหล็ก		เส้นผ่าศูนย์กลาง 20 มม. หรือเล็กกว่า	1.8 ม. หรือต่ำกว่า	
			เส้นผ่าศูนย์กลาง 25–40 มม.	2.0 ม. หรือต่ำกว่า	
			เส้นผ่าศูนย์กลาง 50–90 มม.	3.0 ม. หรือต่ำกว่า	
			เส้นผ่าศูนย์กลาง 90–150 มม.	4.0 ม. หรือต่ำกว่า	
			เส้นผ่าศูนย์กลาง 200 มม. หรือใหญ่กว่า	5.0 ม. หรือต่ำกว่า	
	ท่อตะกั่ว (ยาวกว่า 0.5 ม.)		ในกรณีที่ท่อเปลี่ยนรูปร่างให้รองรับด้วยรางครึ่งวงกลมทำด้วยเหล็กแผ่นอาบสังกะสีตลอดท่อหนา 0.4 มม. หรือมากกว่าแล้วรองรับทุกระยะ 1.5 ม. หรือน้อยกว่า		
	ท่อทองแดง		เส้นผ่าศูนย์กลาง 20 มม. หรือเล็กกว่า	1.0 ม. หรือต่ำกว่า	
			เส้นผ่าศูนย์กลาง 25–40 มม.	1.5 ม. หรือต่ำกว่า	
			เส้นผ่าศูนย์กลาง 50 มม.	2.0 ม. หรือต่ำกว่า	
			เส้นผ่าศูนย์กลาง 65–100 มม.	2.5 ม. หรือต่ำกว่า	
			เส้นผ่าศูนย์กลาง 125 มม. หรือใหญ่กว่า	3.0 ม. หรือต่ำกว่า	
	ท่ออันพลาสติกไซด์ พีวีซี		เส้นผ่าศูนย์กลาง 16 มม. หรือเล็กกว่า	0.75 ม. หรือต่ำกว่า	
			เส้นผ่าศูนย์กลาง 20–40 มม.	1.0 ม. หรือต่ำกว่า	
			เส้นผ่าศูนย์กลาง 50 มม.	1.2 ม. หรือต่ำกว่า	
			เส้นผ่าศูนย์กลาง 65–125 มม.	1.5 ม. หรือต่ำกว่า	
			เส้นผ่าศูนย์กลาง 150 มม. หรือใหญ่กว่า	2.0 ม. หรือต่ำกว่า	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) ใกล้วาล์ว และข้อต่อยืด-หดได้ (สำหรับวาล์วขนาด 100 มิลลิเมตร หรือใหญ่กว่า ให้มีที่แขวนทั้งสองข้างของวาล์วแต่ละตัว

2) ที่ซึ่งท่อดัดโค้งในแนวระดับ

3) ตรงโคนของท่อตั้ง

4) ตรงจุดรวม หรือจุดแยกท่อ

5) ท่อต่าง ๆ โดยรอบเครื่องจักรกลหรืออุปกรณ์อื่น ๆ เช่น เครื่องสูบน้ำ และหม้อต้มน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.9 กระจกแผ่น ผู้วิจัยได้ทำการศึกษา ชนิดของกระจกและคุณสมบัติของกระจก เพื่อนำมาประกอบกับการออกแบบ โดย สาคร คันธโชติ ได้กล่าวไว้ ในหนังสือ "วัสดุผลิตภัณฑ์" (2529) ไว้ดังนี้

2.5.9.1 การแบ่งกลุ่มของผลิตภัณฑ์แก้ว ผลิตภณฑ์แก้วชนิดต่าง ๆ เราสามารถแยกออกเป็นกลุ่มใหญ่ ๆ ได้ 3 กลุ่ม ดังนี้

1. ผลิตภัณฑ์เครื่องแก้ว (GLASS PRODUCTS) ได้แก่
   - ภาชนะเครื่องแก้วที่ใช้ในชีวิตประจำวัน เช่น แก้ว ขวด เป็นต้น
   - แก้วสำหรับใช้ในห้องทดลองและในด้านการแพทย์ เช่น หลอดไฟฟ้า หลอดวิทยุ เป็นต้น
   - แก้วสำหรับงานด้านทัศนศาสตร์ เช่น เลนส์ เป็นต้น
   - อื่น ๆ
2. ผลิตภัณฑ์กระจกแผ่น (FLAT GLASS) ได้แก่
   - กระจกซีท (SHEET GLASS)
   - กระจกโฟลท (FLOAT GLASS)
   - กระจกขัดผิว (POLISHED PLATE GLASS)
   - กระจกดอกลวดลาย (FIGURED GLASS)
   - กระจกลวด (WIRED GLASS)
   - กระจกตัดแสง (HEAT ABSORBING GLASS)
   - กระจกสะท้อนแสง (HEAT REFLECTIONG GLASS)
   - กระจกนิรภัยหลายชั้น (LAMINATED SAFETY GLASS)
   - กระจกนิรภัยเทมเปอร์ (TEMPERED SAFETY GLASS)
   - กระจกฉนวน (SEALED INSULATING GLASS)
   - กระจกเงา (MIRROR)

   และอื่น ๆ
3. ผลิตภัณฑ์ใยแก้ว (GLASS FIBER PRODUCT) ได้แก่
   - CONTINUOUS FIBERS
   - SHORT FIBERS
   - OPTICAL FIBERS
   - ALKALI-RESISTANT FIBERS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับกระจกแผ่นจะแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

- กระจกใส ทำโดยการดึงออกมาเป็นแผ่นสำเร็จซึ่งมีลักษณะใสเรียบ
- กระจกฝ้า ทำจากกระจกใสโดยกรรมวิธีทำผิวด้านหนึ่งบนเนื้อกระจกให้เป็นรอยฝ้า

2.5.9.2 ความหนาของกระจกแผ่น สามารถแบ่งออกเป็น 4 ขนาด ตามความหนา คือ

หนา 2 มิลลิเมตร

หนา 3 มิลลิเมตร

หนา 5 มิลลิเมตร

หนา 6 มิลลิเมตร

ตารางที่ 22

คุณลักษณะที่ต้องการของกระจกใส ชั้นคุณภาพ A

ชนิดของตำหนิ	ความหนา มิลลิเมตร	ขนาดที่ตัด (กว้าง × ยาว) มิลลิเมตร	ขนาดของฟองอากาศ: 5 ถึงน้อยกว่า 15 มิลลิเมตร (จำนวนฟองอากาศที่ยอมให้มีได้)	ขนาดของฟองอากาศ: 15 ถึงน้อยกว่า 25 มิลลิเมตร (จำนวนฟองอากาศที่ยอมให้มีได้)	ขนาดของฟองอากาศ: ตั้งแต่ 25 ขึ้นไป มิลลิเมตร (จำนวนฟองอากาศที่ยอมให้มีได้)	ความยาวรวมของฟองอากาศที่ยอมให้มีได้ ไม่มากกว่า มิลลิเมตร
ฟองอากาศ (bubbles)	2	เล็กกว่า 410 × 610	ไม่มากกว่า 1	0	0	5
		410 × 610 ขึ้นไป	ไม่มากกว่า 2	0	0	30
		460 × 920 ขึ้นไป	ไม่มากกว่า 3	ไม่มากกว่า 1	0	45
	3,5,6	เล็กกว่า 410 × 610	0	0	0	0
		410 × 610 ขึ้นไป	ไม่มากกว่า 1	0	0	10
		460 × 920 ขึ้นไป	ไม่มากกว่า 2	ไม่มากกว่า 1	0	30
		920 × 1 220 ขึ้นไป	ไม่มากกว่า 3	ไม่มากกว่า 2	0	50
ส่วนผสมที่ไม่เป็นเนื้อเดียวกัน (mixture of heterogeneous materials)	ทุกขนาด	สังเกตไม่เห็นด้วยตาเปล่า				
รอยร้าว (crack)		ไม่มี				
รอยบิ่นที่ขอบ (edge chippings)		ความกว้างหรือความยาวของรอยบิ่นที่ขอบต้องไม่มากกว่าความหนาของกระจกแผ่น				
คลื่น (strings and waves)		เมื่อตรวจสอบในแนว 45 องศากับกระจกแผ่นจะสังเกตไม่เห็นด้วยตาเปล่า				
ปุ่ม รอยขุ่น และ รอยขูดขีด (spots, clouding and scratches)		สังเกตไม่เห็นในบริเวณกลางแผ่น ส่วนบริเวณขอบนอกของแผ่นให้มีได้บ้าง				
ความโค้ง (bow)		ผิวหน้าของกระจกแผ่นต้องไม่โค้งออกจากพื้นระนาบมากกว่าร้อยละ 0.5 เมื่อวัดตามข้อ 7.4				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 23

คุณลักษณะที่ต้องการของกระจกใสชั้นคุณภาพ B

ชนิดของตำหนิ	ความหนา มิลลิเมตร	ขนาดที่ตัด (กว้าง × ยาว) มิลลิเมตร	ตำแหน่งตรวจสอบ	ขนาดของฟองอากาศแต่ละแห่งไม่มากกว่า มิลลิเมตร	ความสะสมรวมของฟองอากาศที่ยอมให้มีได้ ไม่มากกว่า มิลลิเมตร
ฟองอากาศ	2	ทุกขนาด	บริเวณกลาง บริเวณขอบ	30 40	100
	3,5,6	เล็กกว่า 1 220 × 920	บริเวณกลาง บริเวณขอบ	25 30	100
		1 220 × 920 ขึ้นไป	บริเวณกลาง บริเวณขอบ	25 30	120
ส่วนผสมที่ไม่เป็นเนื้อเดียวกัน	ทุกขนาด	ไม่เป็นอุปสรรคต่อการนำกระจกแผ่นไปใช้			
รอยร้าว		ไม่มี			
รอยบิ่นที่ขอบ		ไม่เป็นอุปสรรคต่อการนำกระจกแผ่นไปใช้			
หลืน		เมื่อตรวจสอบในแนวมุม 60 องศากับกระจกแผ่นจะสังเกตไม่เห็นด้วยตาเปล่า			
นูน รอยนูน และ รอยขูดขีด		ไม่เป็นอุปสรรคต่อการนำกระจกแผ่นไปใช้			
ความโค้ง		ผิวหน้าของกระจกต้องไม่ได้ออกจากพื้นระนาบมากกว่าร้อยละ 0.5 เมื่อวัดตามข้อ 7.4			

2.5.9.3 การแบ่งประเภทผลิตภัณฑ์แก้วตามลักษณะการใช้งาน นอกจากเราแยกประเภทของแก้วตามส่วนผสม การแบ่งกลุ่มของผลิตภัณฑ์แก้วแล้ว เรายังสามารถแบ่งประเภทของผลิตภัณฑ์แก้วตามลักษณะการใช้งานได้ดังนี้

1. แก้วที่ใช้สำหรับงานวิทยาศาตร์ (Glass for Science) เมื่อพิจารณาด้านคุณสมบัติต่าง ๆ ของแก้ว เช่น ด้านเชิงกล, ความร้อน, ไฟฟ้า, ทางแสง และเคมีแล้ว แก้วสามารถผลิตได้ตามความต้องการหลายประเภทซึ่งถือว่าเป็นเครื่องมือสำคัญในวงการวิทยาศาสตร์สมัยใหม่ เช่น ใช้ทำเป็นเลนส์, ปริซึม, เครื่องมือ, ทนต่อสารเคมี, ทนต่อความร้อน, ช่วยลดความเข้มของแสง, กรองความร้อน เป็นต้น

2. แก้วที่ใช้ในการให้แสงสว่าง (Glass for Illimination) แสงสว่างต่าง ๆ เช่น ตะเกียงน้ำมันก๊าดช่วยให้ได้แสงสว่างที่ดีและแรงจำเป็นต้องใช้โป๊ะแก้ว ปัจจุบันหลอดไฟแสงสว่างได้ใช้แก้วช่วยในการส่องสว่างทำให้ประหยัดไฟได้ถึง 4 เท่า อายุการใช้ก็ยิ่งนานขึ้น นอกจากนี้ทำให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกิดสีต่าง ๆ ได้อีกด้วยโดยการอัดด้วยก๊าซเข้าไปในหลอด เช่น การอัด Calcium Tungstate จะให้สีน้ำเงิน, อัด Zince Silicate จะให้แสงสีเขียว และ Codmium borate ให้สีชมพู เป็นต้น

3. แก้วที่ใช้ในวงการก่อสร้าง (Glass for Construction) ในปี ค.ศ.1900 ผลิตภัณฑ์แก้วที่นำมาใช้ในวงการก่อสร้างมีเพียง 7 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น ซึ่งส่วนใหญ่ก็ได้แก่ แก้วแผ่นใช้บุหน้าต่าง แต่ในปัจจุบันนี้ได้นำแก้วมาใช้เป็นจำนวนมาก ทำเป็นผลิตภัณฑ์แก้วแบบต่าง ๆ เช่น Glass Block ผลิตภัณฑ์แก้วชนิดเส้นใยใช้ทำม่าน หรือบุเก้าอี้ แก้วใช้เป็นฉนวนกันความร้อนที่ดีในบางกรณี ในที่ ๆ แสงสว่างน้อยไม่เพียงพอก็ใช้บุเพดานหลือหลังคาหรือกำแพงด้วยแก้วแท่ง (Glass Block) ก็จะช่วยให้มีแสงสว่างดีและมากขึ้น ในปัจจุบันนี้ในวงการสถาปัตยกรรมพยายามหาผลิตภัณฑ์แก้วแบบใหม่มาใช้ และมีบทบาทมากขึ้น การใช้เส้นใย (Fiber Glass) ก็เช่นเดียวกันได้จากการหลอมแก้วแล้วใช้การดึงจากแก้วเหลวให้เป็นเส้นใย เมื่อได้เส้นใยขนาดต่าง ๆ ตามต้องการแล้วจึงนำไปทอเป็นแผ่น (Board) แผ่นบาง (Paper) หรือแผงสุดแท้แต่ลักษณะความต้องการในการใช้งานบางครั้งก็นำเส้นใยไปทอเป็นเสื้อกันความร้อนหรือเสื้อกันไฟ ใยแก้วส่วนใหญ่ใช้บุเป็นฉนวนเครื่องกันความร้อน หรือความเย็นรั่วซึม ถือเป็นการประหยัดเชื้อเพลิง ผนังตู้เย็นทุกรุ่นมักจะมีแผ่นเส้นใยป้องกันโดยรอบ บางที แก้วอาจทำหน้าที่เป็นตัวกันสะเทือน กันกระทบได้อีกด้วย ในวิทยาการแผนใหม่กล่าวไว้ว่า ช่วงคลื่นของโทรทัศน์สีสามารถถ่ายทอดภาพและเสียงไปตามหลอดเส้นใยได้เป็นระยะทางไกล ๆ แสดงว่าแก้วมีบทบาทเกี่ยวข้องกับความเจริญและความใกล้ชิดกับมนุษย์โลกอยู่ตลอดเวลา แก้วอีกประเภทหนึ่งที่นิยมนำมาใช้ในวงการก่อสร้างได้แก่ "Foam Glass" ซึ่งทำจากแก้วบดละเอียดผสมกับถ่านบด แล้วนำไปหลอมในอุณหภูมิสูง ใช้เป็นวัสดุก่อสร้างที่สำคัญอย่างหนึ่งคุณสมบัติพิเศษของ Foam glass คือมีน้ำหนักเบาลอยน้ำได้ ทนไฟ และไม่มีกลิ่น เมื่อหลอมละลายจะเกิดการขยายตัวมีฟองสีดำ (Black foam) เทลงไปในแบบปล่อยให้แข็งตัวจะได้วัสดุที่แข็งประกอบด้วย เซลล์ต่าง ๆ นับล้าน ๆ เซลล์รวมกันเป็นแบบรังผึ้ง (Honey Comb) เมื่อถอดจากแบบก็ตัดให้ได้รูปลักษณะตามต้องการ ซึ่งขนาดมาตรฐานประมาณ 12" - 18" หนา 2"-3"-4" และ 4 1 / 2 " Foam glass เบามากเหมือนไม้ก๊อก เป็นฉนวนที่ดี ความชื้นและการกลั่นตัวจะไม่เกิดปฏิกิริยาใด ๆ จึงนิยมนำไปใช้บุห้องเย็นหรือตู้เย็น ข้อดีอีกประการหนึ่ง คือ สามารถทนความร้อนได้ถึง 800 องศาฟาเรนไฮต์ จึงเป็นสารที่ไม่ไหม้ไฟง่าย ๆ สามารถนำไปใช้ในการก่อสร้างได้ บางครั้งใช้ผสมกับยางมะตอย ใช้บุหลังคากันความร้อนได้ดีอีกด้วย

4. แก้วสะเทิน (Neutral glass) แก้วประเภทนี้ผลิตขึ้นเป็นพิเศษ ใช้เฉพาะเป็นภาชนะสำหรับใส่ยาใช้ทำหลอดยาฉีด หรือขวดใส่น้ำเกลือ คุณสมบัติที่เด่นคือเนื้อแก้วจะต้องไม่มีการละลายตัว และไม่ทำปฏิกิริยาเป็นกรดหรือเป็นด่างแต่ประการใด ในต่างประเทศมีกฎหมายบังคับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ว่า "ห้ามใช้ภาชนะแก้วใด ๆ ที่ไม่ใช่ Neutral Glass บรรจุยารักษาโรค" เพราะสิ่งที่อาจจะละลายออกมาจากแก้วชนิดอื่น ๆ จะทำให้เกิดเป็นพิษ (Toxic) เข้าสู่ร่างกายได้ ใจความของกฎหมายข้อนี้กล่าวรวมถึงห้ามมิให้นำขวดที่ใช้แล้วกลับมาใช้ใหม่อีกด้วย ดังนั้น ปัญหาใหม่ที่เกิดขึ้นตามมาคือเรื่องเศษแก้ว (Cullet) มีปริมาณเหลือทิ้งมากมายไม่ทราบว่าจะนำไปใช้ประโยชน์อย่างไรดี ถึงกับมีการให้ทุนค้นคว้าตามมหาวิทยาลัยต่าง ๆ โดยเฉพาะที่มหาวิทยาลัย มิสซุยรีมีโครงการนำเศษแก้วมาบดผสมกับยางมะตอย เรียกโครงการนี้ว่า "Glass Phart" นำมาใช้โรยถนน ทั้งนี้เพื่อจะหาวิธีใช้ประโยชน์จากเศษแก้ว อย่างเหมาะสมนั่นเอง

5. แก้วกระจกรถยนต์ (Safety Glass) แก้วประเภทนี้ถือเป็นแก้วนิรภัย ประเภทหนึ่งที่นำมาใช้อุตสาหกรรมผลิตรถยนต์ ซึ่งมีคุณสมบัติที่ดีเด่น คือ ในขณะที่ถูกของแข็งกระทบแตกจะไม่มีลักษณะแหลมคมบาดผู้ขับขี่หรือผู้โดยสารให้ได้รับอันตรายบาดเจ็บเนื่องจากกระจกบาดตามร่างกายได้ เมื่อกระจกรถยนต์เกิดการแตกร้าวจะวิ่งไปทั่วแผ่นกระจก และมักจะเป็นเม็ดกลม ๆ ส่วนประกอบ โดยทั่ว ๆ ไปก็คือเนื้อเป็น Sodalime Glass ธรรมดา หลังจากนำมารีดเป็นแผ่นบาง ๆ หลาย ๆ แผ่นมาประกบ (Sandwich) เข้าด้วยกันแล้วนำไปดัดโค้งตามรูปลักษณะรถยนต์ โดยให้ความร้อน (Temper) การ Temper หมายถึงการให้ความร้อนเกือบถึงจุดอ่อนตัวของแก้ว และให้เย็นตัว (Chilled) ลงอย่างรวดเร็ว ก็จะได้กระจกนิรภัยที่ต้องการ

6. แก้วกันกระสุน (Bullet Proof Glass) ใช้กับรถยนต์ของรัฐบุรุษนานาประเทศ เพื่อความปลอดภัยจากการถูกลอบสังหาร ลักษณะของแก้วประเภทนี้ก็คือ แก้วธรรมดาชนิด Soda - lime glass นั่นเอง หลังจากนำมารีดเป็นแผ่นบาง ๆ หลาย ๆ แผ่นแล้วเขาเอาแผ่นพลาสติกใส่ตรงกลางระหว่างชั้นและประกบเข้าด้วยกันจนกระทั่งได้ความหนาที่ต้องการ แก้วนี้จะมีการแข็งเพิ่มขึ้นและมีความสามารถที่จะทำให้กระสุนปืนยิงผ่านทะลุเข้าไปได้ยากขึ้น ในกรณีที่ถูกยิงกระสุนปืนมักจะเกิดการแฉลบไม่สามารถทะลุกระจกเข้าไปได้เหมือนกระจกแบบธรรมดา จึงถือเป็นวิวัฒนาการที่ก้าวหน้าของผลิตภัณฑ์แก้วตราบเท่าทุกวันนี้

7. ใยแก้ว (Glass Fibers) ในกระบวนการวัสดุที่ทำจากแก้ว ใยแก้วถือเป็นปรากฏการณ์ที่สามารถดึงแก้วออกมาเป็นเส้นใยได้ เมื่อเอมมาถักขึ้นรูปอาจจะมีความแข็งแรงยิ่งกว่าเหล็กกล้า มีความเบาเหมือนปุยนุ่น อ่อนนุ่มเหมือนขนสัตว์ และงอไปมาได้เหมือนผ้าไหม เส้นใยสามารถจะนำแก้วมาดึงให้เส้นเล็กถึง 1/300 ของความหนาของเส้นผม ใยแก้วไม่ไหม้ไฟ สามารถทนความร้อนได้ถึง 1,000 o F คงทนไม่เป็นสนิม ทนทานต่อความชื้น (Moisture resistant) ถ้าจะเปียกก็เพียงผิวที่ถูกสุขลักษณะ (Santary) ไม่ดูดกลิ่นใด ๆ จะอยู่ในรูปร่างเดิมเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ มีคุณสมบัติทางเก็บเสียง (Acoustic properties) ทางไฟฟ้าและทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความร้อนดี จึงนิยมเอาไปทำผนังกั้นความร้อน ที่กรองอากาศ นอกนั้นยังสามารถนำไปต่อเรือได้ ให้น้ำหนักเบาและความแข็งแรงดีมาก

8. แก้วในวงการศิลป์ (Arts glass) ผลิตภัณฑ์แก้วประเภทนี้ ได้แก่ Photo sensitive glass ซึ่งมีความไวต่อแสง Ultraviolet ซึ่งสามารถจะอัดภาพถ่ายลงไปในแก้วได้ตลอดช่วงความหนาของเนื้อแก้ว ประเภทอื่น ๆ ได้แก่ พวกแก้วสี Colored glass ทำป้ายสัญญาณจราจร แก้วสีมาจากแก้วใส แต่ใส่ Metal oxide ลงไปเล็กน้อยทำให้เกิดสีขึ้นในเนื้อแก้ว เช่น ใส่ Cobalt & Copper ให้สีน้ำเงิน สีทองใส่ทองแดง สีแดงใส่ Selenium บางทีก็ใช้ในการทำแว่นตาสีต่าง ๆ และในกรณีที่เป็นขวดแก้วหรือแจกัน หากตกแต่งโดยการกัดผิวให้เป็นรูปร่างศิลป์ขึ้นมา เราเรียกว่าแก้วเจียระไน แก้วอีกอย่างหนึ่งที่พบเห็นกันบ่อย ๆ เรียกว่าแก้วกระจกสี นิยมใช้ในการตบแต่งโบสถ์วัดวาอารามเช่นที่สาลท้าวมหาพรหมที่หน้าโรงแรมเอราวัณ กรุด้วยแก้วกระจกสีต่าง ๆ มีความงวดงามมาก นอกจากนี้เกิดจากการละลายของแก้วสีต่าง ๆ (Glass slag) ก็สามารถนำมาใช้เป็นเครื่องประดับได้ เช่น หัวแหวน การหลอมละลายแก้วและฉาบไปที่ผิวต่าง ๆ หาก Background เป็นดิน เราเรียกว่าน้ำยาเคลือบ Glaze ซึ่ง Form เป็นผิวแก้วบาง ๆ ทับแผ่นดินนั้น ๆ หากแาบไปบนโลหะประเภท Noble metal เงินหรือทอง หรือ Base metal ทองแดง เหล็ก เหล็กหล่อ เรียกว่า Enamel ซึ่งนิยมนำเอามาทำเครื่องประดับสุภาพสตรี (Costume Jewelry) ผลิตภัณฑ์ของ Sunflower แทบทุกประเภทมีส่วนประกอบของ Colored glass slag ทั้งสิ้น นอกจากนั้นตามป้ายโฆษณาการแสดงก็ประดับด้วยแก้วสี ทำให้เป็นมันระยิบระยับสวยงาม เห็นได้ว่าแก้วมีบทบาทที่สำคัญในชีวิตทุกวันนี้ทีเดียว

9. แก้วที่เป็นเครื่องใช้ในบ้าน (Glass for Living) แก้วคือเครื่องใช้ประจำบ้านมานานแล้ว ในความเป็นอยู่สมัยใหม่ แก้วมีส่วนที่ช่วยตกแต่งบ้านให้งดงามขึ้นและช่วยด้านปลอดภัย เช่น แก้วที่เอาทำม่านใช้ในห้องครัวก็สามารถกันไฟไหม้ได้ นอกจากนั้นเครื่องแก้วต่าง ๆ ยังใช้ในการตกแต่งและถือเป็นเครื่องบำรุงความสุขเริ่มจากแก้วที่ใช้เป็นถ้วยชามใส่เครื่องดื่มนานาชนิด เป็นต้น นอกจากนั้นเครื่องแก้วชนิด pyrex ทนความร้อนเย็นได้ ก็นำมาใช้ในครัวเพื่อหุงหรือทำอาหารได้ดี หม้อแก้วใช้เก็บของร้อนเย็น แก้วแม้จะเป็นตัวนำ (Conductor) ความร้อนที่ไม่ดีนัก แต่ก็มีพลังดูดความร้อนที่ดี ของร้อนหรือการหุงต้มโดยใช้หม้อแก้วจะดูดเก็บความร้อนไว้ได้นานกว่าหม้อโลหะ ทำให้เป็นการประหยัดพลังงานที่ดีด้วย แก้วมีลักษณะพิเศษในด้านภาชนะบรรจุอาหาร หรือภาชนะถนอมอาหาร ซึ่งใช้แทนกระป๋องโลหะ (Tin can) เพื่อป้องกันพิษภัย ฉะนั้นอาหารกระป๋องทุกชนิดเมื่อเปิดแล้วควรนำมาใส่ภาชนะแก้วแทนจะเหมาะกว่า มิฉะนั้นอาจเกิดพิษขึ้นได้ง่าย หากใส่กระป๋องโลหะอยู่นาน ๆ แก้วอีกประเภทหนึ่งคือโคมระย้า (Chandelier)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ใช้ตามอาคารใหญ่ ๆ มีลักษณะเป็นพุ่มขนาดต่าง ๆ ทำด้วยแก้วตัดเป็นรูปหักเหตามการออกแบบสวยงามมากและมีราคาสูง เป็นสัญลักษณ์ (Symbol) ของโรงภาพยนตร์ของบริษัท Metro Goldwyn & Mayer ทั่วโลก เช่นมีใช้ที่โรงภาพยนตร์สกาลาหรือในพระบรมราชวัง โคมระย้านี้มีการทำเลียนแบบด้วย พลาสติก คุณภาพไม่ดี เมื่อใช้ไปนาน ๆ จะมีสีอมเหลือง

10. แก้วในวงการอุตสาหกรรม (Glass for Industry) แก้วมีส่วนช่วยให้กิจการอุตสาหกรรมดำเนินไปได้ด้วยความสะดวกหลายประการ ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดจากช่วยแก้ไขได้โดยผลิตภัณฑ์แล้ว เพราะได้นำไปใช้ในกิจกรรมเฉพาะเรื่องได้ เช่น แก้วทำเป็น Heat exchanger ทนความร้อนได้ดี ไม่ผุกร่อนมองเห็นการทำงานได้ง่าย นอกจากนั้นแก้วยังนำไปใช้ทำท่อต่าง ๆ ที่ใช้ในอุตสาหกรรมแก้วบางประเภทใช้กั้นความร้อนในอุตสาหกรรมโลหะและทำปั๊มบางประเภทที่ต้องทนต่อสารเคมีซึ่งทำด้วย borosilicate glass หรือ silica glass ในปัจจุบันนี้ ได้มีวิวัฒนาการการนำแก้วมาใช้ทำเครื่องยนต์ต่าง ๆ และคงจะได้ออกสู่ตลาดในอนาคตอันใกล้นี้

11. แก้วในวงการอิเล็กทรอนิกส์และคทรคมนาคม (Glass for Electronics Tele -Communication) แก้วประเภทนี้ได้แก่แก้วที่มีคุณสมบัติเป็นฉนวน การป้องกันการนำมาและการเก็บกักกระแสไฟฟ้า ซึ่งเป็นฐานรากของการโทรคมนาคม และวงการอิเล็กทรอนิกส์โดยทั่วไปแก้วพวกนี้ใช้ในวงงานวิทยุโทรทัศน์ โทรศัพท์ ซึ่งขึ้นอยู่กับการออกแบบเป็นพิเศษให้ทนต่อแรงดัน (voltage) ไฟสูง ๆ และช่วงความถี่ (Frequencies) สูงได้ดี นอกจากนั้นยังใช้ทำเครื่องประกอบทางวิทยุต่าง ๆ เช่น Inductance, Capacitor, Bushing หลอดโทรทัศน์ หลอดสูญญากาศ แก้วบางประเภทนำเอามาทำ เทป ใส หนา 1,100 ของ 1 นิ้ว ใช้ในวงการอิเล็กทรอนิกส์ สะดวกในการนำไปในที่ต่าง ๆ แม้แต่ลูกถ้วยไฟฟ้า แก้วตามหัวเสาไฟหรือ Transmission Line ที่พบเห็นกันทั่ว ๆ ไปอีกด้วย

12. แก้วในวงการยุคอวกาศ (Glass in the Space Age) แก้วมีบทบาทที่สำคัญในวงงานยุคอวกาศ โดยเฉพาะที่มนุษย์โลกพยายามขึ้นไปในอวกาศเพื่อศึกษาจะต้องมองผ่านหน้าต่างซึ่งทำด้วยแก้วพิเศษ แม้แต่ในจรวดก็เช่นเดียวกัน ส่วนประกอบหลายอย่างใช้แก้วเป็นตัวการสำคัญรวมถึงกล้องถ่ายรูปชนิดพิเศษที่ติดไปกับจรวดด้วย แก้วเหล่านี้จะต้องมีคุณสมบัติทนต่อการแตกได้ในกรณีที่เปลี่ยนแปลงอุณหภูมิโดยฉับพลัน นอกจากนี้ก็ได้แก่แก้วที่ทนต่อแสง Infra-red ได้ใช้ทำหน้ากระจกของเครื่องบินที่ใช้ความเร็วสูงและกระจกที่ใช้ในความสูงมาก ๆ แก้วอีกชนิดหนึ่งซึ่งใช้กับงานจรวด ได้แก่ Glass-ceramics ทำการศึกษาเกี่ยวกับฉาบผิวที่อุณหภูมิสูง (High Temperature Coating) จรวด กระสวยอวกาศ ของอเมริกันก่อนร่อนลงสู่ผิวโลกจะต้องผ่านการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เสียดสีของอากาศตามชั้นต่าง ๆ ทำให้เกิดความร้อนสูงจึงต้องบุด้วยกระเบื้องพิเศษ (Glass Ceramic) ที่ตัวจรวด กระเบื้องนี้มีรูปร่างเป็นฟู ๆ ฉาบผิวด้วย Silica glass มีการระบายความร้อนดีมาก และเป็นฉนวนกั้นความร้อนที่เมื่อผ่านชั้นอากาศก็ทนได้ดี ข้อสำคัญ คือ ตัว Bond ที่ทำให้กระเบื้องติดอยู่ดีหรือไม่เท่านั้น จะต้องทำการทดลองค้นคว้าต่อไป

10.6 ประโยชน์ของแก้ว ประโยชน์ใช้สอยของแก้วมีมากมายหลายอย่างขึ้นอยู่กับความต้องการที่จะนำไปใช้ โดยการเลือกใช้ให้เหมาะสมกับงานนั้น ๆ โดยพื้นฐานแล้ววัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตแก้วนั้นเหมือนกัน แต่สิ่งที่ทำให้ผลิตภัณฑ์แตกต่างกันก็คือ สัดส่วนของวัตถุดิบ ส่วนผสมที่ต่างกันกรรมวิธีที่ต่างกันเพื่อที่จะให้แก้วมีคุณสมบัติแตกต่างกัน ตามความเหมาะสมของงานนั้น ๆ แก้วสามารถผลิตผลิตภัณฑ์ได้หลายอย่าง เช่น ขวด หลอดไฟฟ้า หลอดวิทยุ กล้อง แว่นเลนส์ หลอดแก้วทนไฟ งานแกะสลัก ภาชนะที่ใช้บนโต๊ะอาหาร แจกันดอกไม้กรองอากาศ ต่อเรือ ผนังกันความร้อนและเก็บเสียง ฉนวนไฟฟ้า และอื่น ๆ เป็นต้น

อย่างไรก็ตามส่วนประกอบของแก้วที่จัดแบ่งโดยถือเอาประโยชน์ใช้สอยเป็นหลักของแก้วแต่ละชนิดสามารถแบ่งออกเป็น 6 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1. ภาชนะบรรจุหรือขวดแก้ว (GLASS CONTAINERS)
2. เครื่องถ้วยชามและหลอดไฟฟ้า (LIME TABLEWARE AND LAMP BULBS)
3. กระจกแผ่นเรียบ (FLAT GLASS)
4. แก้วเจียระไน (POTASHLEAD CRYSTAL GLASS)
5. แก้วทนไฟและอุปกรณ์ห้องทดลอง (BOROSILICATE OVENWARE AND LABORATORY APPARATUS)
6. ใยแก้ว (FIBER GLASS)

สามประเภทแรกเป็นแก้วที่ทำขึ้นเพื่อใช้ในงานทั่วไปในชีวิตประจำวัน แม้ว่าจะมีความแตกต่างด้านส่วนผสม แต่ก็มีคุณสมบัติบางประการคล้ายกัน กล่าวคือภาชนะบรรจุหรือขวดแก้วมักจะต้องมีความคงทนต่อการกัดกร่อนและผุพังทางด้านเคมีอยู่มาก กระจกหน้าต่างจะต้องทนต่อสภาพอากาศกลางแจ้ง ทั้งความร้อนจากแสงแดด แรงลม การชะล้างจากน้ำฝน รวมทั้งน้ำจากการทำความสะอาดเป็นเวลาหลาย ๆ ปี

ส่วนเครื่องถ้วยชามก็จะต้องทำความสะอาดอยู่ตลอดเวลาเช่นกัน อะลูมิน่า (Al_2O_3) จะเป็นส่วนผสมที่ช่วยให้ตัวผลิตภัณฑ์มีความคงทนทางเคมีดังกล่าวมากยิ่งขึ้น เป็นต้น ส่วนสามประเภทหลังเป็นแก้วที่ค่อนข้างพิเศษ คือ แก้วเจียระไนใช้ในการทำศิลปวัตถุเครื่องถ้วยชามและอื่น ๆ ที่มีคุณภาพสูงมาก ให้ประกายที่ใสบริสุทธิ์ ไม่มีสีหรือหากจะต้องมีสีก็ต้องเป็นสีที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สดใส เคาะมีเสียงกังวานไพเราะ มีความหนาแน่นสูง ซึ่งส่วนผสมทำให้เกิดคุณสมบัติพิเศษดังกล่าว คือ ตะกั่วออกไซด์ (Pbo)

แก้วทนไฟ ในเตาอบหรือเครื่องมือเครื่องใช้ในห้องทดลองวิทยาศาสตร์ จะต้องเป็นแก้วที่สามารถทนต่อความร้อนได้สูงกว่า มีความคงทนต่อการกัดกร่อนและผุกพังทางเคมีและมีคุณสมบัติทางไฟฟ้าดี เป็นแก้วที่มีสัมประสิทธิ์การขยายตัวต่ำ ซึ่งเกิดจากการเติมโบแรกซ์ (B 2 O 3) เข้าไปในขณะหลอมนั่นเอง

ส่วนประเภทสุดท้ายคือ ใยแก้วนั้น จะต้องมีส่วนประกอบที่มีความคงทนสูงเช่นเดียวกัน แก้วประเภทนี้ไม่มีด่างเจือปนอยู่ แต่มีปริมาณของอะลูมิน่า (AI 2 O 3) และโบแรกซ์ (B 2 O 3) อยู่มากซึ่งเป็นส่วนที่ทำให้เกิดความคงทนแก่ตัวผลิตภัณฑ์

สรุปจะเห็นได้ว่าแก้วนานาชนิดมีความสำคัญต่อชีวิตมนุษย์อย่างมากมาย หากขาดเสียซึ่งสิ่งหนึ่งสิ่งใดแล้ว โลกอาจจะต้องประสบกับความวุ่นวายพอสมควรทีเดียว ในประเทศไทยผลิตภัณฑ์แก้วส่วนใหญ่ได้แก่ ประเภทขวดหรือภาชนะ หากจะทำผลิตภัณฑ์ประเภทอื่น ๆ บ้างก็จะเป็นผลดีต่อเศรษฐกิจของประเทศและจะไม่เป็นการผลิตของประเภทเดียวกัน แข่งขันกันเองต่อไปในอนาคต

2.5.10 ท่อยางดูดและส่งน้ำ เพื่อเป็นการศึกษาประเภทและคุณลักษณะของท่อยางมาประกอบกับการตัดสินใจในการออกแบบ โดยสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม ได้กล่าวไว้ในหนังสือ "มาตรบานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม" เรื่อง ถ่ายยางดูดและส่งน้ำ มอก.746-2530 (2530) ไว้ดังนี้

ท่อยาง หมายถึง ท่อยางที่ใช้ในการดูดและส่งน้ำประกอบด้วยยางชั้นใน วัสดุเสริมแรง และยางชั้นนอก โดยแบ่งออกเป็น 4 ประเภทดังนี้

ตารางที่ 24

ประเภทของท่อยาง

ประเภท	ความดันใช้งาน เมกะพาสคัล
1	0.7
2	0.5
3	0.35
4	0.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 25

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน

ประเภท	ขนาดระบุ	เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน มิลลิเมตร
I	25	25.0 ± 1.25
	31.5	31.5 ± 1.25
	38	38.0 ± 1.5
	44	44.0 ± 1.5
2	51	51.0 ± 1.5
	57	57.0 ± 1.5
	63	63.0 ± 1.5
	76	76.0 ± 2.0
3	89	89.0 ± 2.0
	102	102.0 ± 2.0
	127	127.0 ± 2.0
4	152	152.0 ± 2.0
	178	178.0 ± 2.0
	203	203.0 ± 2.0
	203 ขึ้นไป	ตามขนาดระบุ ± 2.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 กรรมวิธีการผลิต

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาถึงกรรมวิธีการผลิตที่ความเป็นไปได้ในระบบอุตสาหกรรม เพื่อมาประกอบกับการออกแบบให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

2.6.1 กรรมวิธีการผลิตโลหะ

เป็นการศึกษาถึงกรรมวิธีการผลิตโลหะในระบบอุตสาหกรรมด้วยกรรมวิธีต่าง ๆ เพื่อให้ได้เป็นชิ้นงานที่สมบูรณ์แบบ โดย สาคร คันธโชติ, วิศิษฐ์ ศิริสัมพันธ์ ได้กล่าวไว้ในหนังสือ" การออกแบบผลิตภัณฑ์โลหะ" (2529) ไว้ดังนี้

ประเภทของกรรมวิธีการผลิตแยกออกได้ 5 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1. กรรมวิธีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของวัสดุ
   - ก. การถลุงสินแร่ ได้โลหะและอโลหะ
   - ข. การหล่อ
   - ค. การทำงานขณะวัสดุชิ้นงานร้อนและการทำงานขณะวัสดุชิ้นงานเย็น
   - ง. การขึ้นรูปด้วยวัสดุผง
   - จ. แบบพลาสติก
2. กรรมวิธีการใช้เครื่องจักรผลิตชิ้นส่วนให้ได้ขนาดตามต้องการ
   - ก. กรรมวิธีการแปรรูปแบบมีเศษ
   - ข. กรรมวิธีการแปรรูปแบบไม่มีเศษ
3. กรรมวิธีการตกแต่งผิววัสดุชิ้นงานให้เรียบ
   - ก. การขัดปัดเป่าส่วนที่ไม่ต้องการออกให้เรียบ
   - ข. การขัดเงาขัดมัน
   - ค. การชุบเคลือบผิว
4. กรรมวิธีการประกอบชิ้นงาน การต่อหรือประสานงานเข้าด้วยกัน
5. กรรมวิธีเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพ

กรรมวิธีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของวัสดุ

ผลิตภัณฑ์ทางอุตสาหกรรมเกี่ยวกับโลหะ ส่วนมากจะมีต้นกำเนิดสืบเนื่องจากการหล่อหลอมหรือการถลุงสินแร่ แล้วเทลงในแบบโลหะหรือแกรไฟต์ที่มีขนาดและรูปร่างตามต้องการ ซึ่งเราเรียกว่าโลหะแท่ง (Ingot) เพื่อที่จะนำไปแปรรูปในขั้นต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรรมวิธีการผลิตขั้นต้นที่เปลี่ยนแปลงรูปร่างของวัสดุมีดังนี้

1. การหล่อ (Casting) หมายถึง การนำวัสดุมาหล่อหลอมให้เป็นของเหลว โดยใช้ความร้อนแล้วเทลงในแบบหรือใช้วิธีการอัด เพื่อจะได้ชิ้นงานตามแบบที่ต้องการ

2. การตี (Forging) หมายถึง การนำวัสดุมาแปรรูปร่างให้ได้ตามแบบที่ต้องการ โดยการตี เช่น ช่างตีเหล็ก ตีเหล็กจากเส้นกลมให้แบน หรือการให้ความร้อนแก่วัสดุอยู่ในสภาวะกึ่งละลายแล้วมาตีอัดให้เป็นเนื้อเดียวกัน

3. การอัดขึ้นรูป (Extruding) หมายถึงกรรมวิธีการอัดโลหะ ซึ่งอยู่ในสภาพเป็นกึ่งละลายให้ไหลผ่านแบบแม่พิมพ์ ซึ่งจะทำให้ได้ชิ้นงานที่มีรูปร่างหน้าตัดเหมือนกันตลอด(Uniform-Cross-Section) หลักการคล้าย ๆ กับการบีบยาสีฟันออกจากหลอดนั่นเอง

4. การม้วน (Rolling) หมายถึง กรรมวิธีการขึ้นรูปชิ้นงานโดยวิธีการม้วน เช่น การม้วนโลหะแผ่นเป็นรูปทรงกระบอก ทรงกรวย เป็นต้น

5. การดึงขึ้นรูป (Drawing) หมายถึง กรรมวิธีการดึงวัสดุชิ้นงานเพื่อให้ยืดออกจากเดิมในลักษณะความยาวเพิ่มขึ้นแต่ขนาดชิ้นงานจะเล็กลง เช่น การผลิตลวด เป็นต้น

6. การอัดขึ้นรูปแบบแม่พิมพ์ (Squcezing) หมายถึง การอัดขึ้นรูปแบบแม่พิมพ์ทราย โดยใช้แรงกระแทกทรายให้ได้รูปร่างและขนาดตามแบบ เช่น การทำแบบแม่พิมพ์ทราย เป็นต้น

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

8. การเจาะอัดขึ้นรูป (Piercing) หมายถึง กรรมวิธีผลิตท่อไม่มีตะเข็บแท่งเหล็กถูกใส่เข้าไป ระหว่างลูกกลิ้งสองลูก ซึ่งเป็นรูปกรวยหมุนอยู่ในทิศทางเดียวกัน ขณะลูกกลิ้งหมุนอยู่จะมีแกนเจาะสำหรับเจาะชิ้นงานเพื่อให้เกิดรู เช่นการผลิตท่อ เป็นต้น

9. การตีหรือการอัด (Swaging) หมายถึง การแปรรูปชิ้นงานโดยการตีหรืออัดกระแทก เพื่อให้ได้ชิ้นงานตามแบบแม่พิมพ์ เช่น การผลิตสลัก หมุนย้ำ เป็นต้น

10. การตัด (Bending) หมายถึง กรรมวิธีการขึ้นรูปชิ้นงานโดยวิธีการตัด อาจจะตัดชิ้นงานที่อยู่ในสภาพร้อนหรือเย็น ความยากง่ายในการตัดขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุ ขนาดความหนาและรัศมี เช่น การตัดเหล็ก ฉาก ตัวยู เป็นต้น

11. การตัด (Shearing) หมายถึง กรรมวิธีการตัดเฉือนวัสดุชิ้นงานเพื่อให้ได้ขนาดตามที่ต้องการ เช่น การตัดโลหะแผ่น เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

12. การหมุนขึ้นรูป (Spining) หมายถึง กรรมวิธีการหมุนขึ้นรูป งานที่จะทำต้องเป็นโลหะแผ่น และต้องผ่านการขึ้นรูปมาก่อน เช่น รูปถ้วย แต่ปากของถ้วยไม่โค้งงอ เราสามารถนำมาทำการSpinning ให้ปากถ้วยโค้งงอได้ โดยใช้เครื่อง Spinning Machine

13. การดันขึ้นรูป (Stretch forming) หมายถึง การดันหรืออัดวัสดุชิ้นงานเพื่อให้ได้ชิ้นงานตามขนาดและรูปร่างตามแบบแม่พิมพ์ เช่น การผลิตลอนสังกะสีมุงหลังคา เป็นต้น

14. การรีดม้วนขึ้นรูป (Roll forming) หมายถึง การรีดม้วนขึ้นรูปวัสดุชิ้นงานเพื่อให้ได้ขนาดและรูปร่างตามแบบโดยใช้ลูกกลิ้ง เช่น การผลิตท่อแป๊บ เป็นต้น

15. การตัดด้วยหัวตัดแก๊ส (Torch cutting) หมายถึง การตัดวัสดุชิ้นงานเพื่อให้ได้รูปร่างและขนาดตามที่ต้องการ โดยการตัดด้วยหัวตัดแก๊ส เช่น การตัดเหล็กแผ่นหนาด้วยแก๊สอะเซทิลีน

16. การใช้พลังงานอัดขึ้นรูป (Explosive forming) หมายถึงการขึ้นรูปวัสดุชิ้นงานให้ได้ขนาดและรูปร่างตามแบบที่ต้องการ โดยการใช้พลังงานของน้ำหรือแก๊สอัดขึ้นรูป เช่น การผลิตปลอกกระสุนปืน เป็นต้น

17. การใช้กระแสไฟฟ้าและไฮดรอลิคขึ้นรูป (Electrohydraulic forming) หมายถึง การกัดโลหะ โดยวิธีการใช้กระแสไฟฟ้าเป็นตัวอาร์คพร้อมกับมีตัวไฮดรอลิคเป็นตัวอัดแบบเข้ากับชิ้นงาน เพื่อให้เกิดรูปร่างและขนาดที่ต้องการ

18. การใช้อำนาจแม่เหล็กขึ้นรูป (Magnetic forming) หมายถึง การเปลี่ยนแปลงรูปร่างวัสดุชิ้นงานให้ได้ตามแบบที่ต้องการโดยใช้อำนาจแม่เหล็ก

19. การเคลือบผิวชิ้นงานโดยใช้กระแสไฟฟ้า (Electroforming) หมายถึง การเปลี่ยนแปลงผิวชิ้นงาน โดยการใช้กระแสไฟฟ้า ความหนาของผิวชิ้นงานจะเพิ่มขึ้นและสามารถควบคุมขนาดความหนาได้ เช่น การชุบโครเมียม ทองแดง นิกเกิล เป็นต้น

20. การขึ้นรูปโดยใช้ผงโลหะ (Powder metal forming) หมายถึง การใช้ผงโลหะมาเทลงในแบบแม่พิมพ์แล้วใช้แรงอัดสูงเพื่อให้ผงโลหะเกิดความร้อนหลอมละลายติดกัน ซึ่งจะได้ชิ้นงานตามแบบแม่พิมพ์

21. แบบแม่พิมพ์พลาสติก (Plastic molding) หมายถึง กรรมวิธีที่ใช้ความร้อนและแรงกดหรืออัดขึ้นรูปวัสดุชิ้นงานเพื่อให้ได้ชิ้นงานตามแบบแม่พิมพ์

การผลิตขั้นต้นนี้วัสดุจะถูกนำมาแปรรูปเป็นลักษณะต่าง ๆ ให้มีขนาดและรูปร่างเหมาะสมกับการใช้ประโยชน์ทางด้านการค้า กรรมวิธีการขั้นนี้เป็นการเตรียมวัสดุชิ้นงานเพื่อผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในขั้นต่อไปเป็นส่วนใหญ่ เช่น การหล่อ การรีด เหล็กเส้น การดึง เป็นต้น ซึ่งผลผลิตที่ได้จะไม่นำไปใช้งานโดยตรง โดยมากจะต้องผ่านกรรมวิธีขั้นต่อไปอีกแล้วจึงจะนำไปใช้งานจริง ดังนั้น กรรมวิธีการผลิตบางอย่างจึงไม่ต้องคำนึงถึงขนาดและความเรียบร้อยของผิวชิ้นงานมากนัก

กรรมวิธีการใช้เครื่องจักรผลิตชิ้นส่วนให้ได้ขนาดตามต้องการ

กรรมวิธีการแปรรูปแบบพิเศษ

1. การกลึง (Turning) เป็นกรรมวิธีที่ทำให้วัสดุชิ้นงานเป็นรูปทรงกระบอก โดยจับชิ้นงานไว้บนเครื่องให้หมุนรอบแกนใดแกนหนึ่งเสียก่อนแล้วหมุนเข้าตัดกับคมมีด คมมีดจะทำหน้าที่ปาดผิวชิ้นงานออกเป็นรูปทรงกระบอก งานที่ได้นี้เรียกว่างานกลึง

2. การไสแบบงานเคลื่อนที่เข้าหามีด (Planing) เป็นกรรมวิธีไสผิวชิ้นงานตามความยาวให้ราบเรียบหรือโค้งซึ่งเป็นการกัดผิวชิ้นงานชนิดหนึ่ง การไสแบบนี้มีดกัดอยู่กับที่ชิ้นงานเคลื่อนที่เข้าหามีดไส การไสแบบนี้เรียกว่า การไสช่วงยาว

3. การไสแบบมีดเคลื่อนที่เข้าหาชิ้นงาน (Shaping) เป็นกรรมวิธีไสผิวชิ้นงานตามความยาวให้ราบเรียบหรือโค้ง การไสแบบนี้ชิ้นงานอยู่กับที่โดยมีดไสเคลื่อนที่เข้าหาชิ้นงาน การไสแบบนี้เรียกว่า การไสช่วงสั้น

4. การเจาะ (Drilling) เป็นกรรมวิธีการเจาะชิ้นงานให้เป็นรูตามขนาดที่ต้องการ การเจาะนี้อาจทำได้สองลักษณะคือ ดอกเจาะหมุนกัดชิ้นงานที่อยู่กับทีหรือชิ้นงานหมุนแล้วป้อนดอกเจาะเข้าหาชิ้นงาน

5. การเจาะผายปากรูของชิ้นงาน (Boring) เป็นกรรมวิธีการเจาะผายปากรูของเชิ้นงานจะต้องใช้ดอกเจาะที่มีลักษณะตรงกับความต้องการในการผายปากรูเจาะนั้น ๆ

6. การคว้าน (Reaming) เป็นกรรมวิธีการเจาะคว้านผิวชิ้นงานที่ผ่านการเจาะมาแล้วให้ได้ผิวที่เรียบร้อยสม่ำเสมอเท่ากันและปาดผิวให้ได้ความลึกที่ต้องการ

7. การเลื่อย (Sawing) เป็นกรรมวิธีที่ทำให้วัสดุชิ้นงานขาดออกจากกันตามขนาดที่ต้องการหรือด้วยวัตถุประสงค์อื่น

8. การแทงขึ้นรูป (Broaching) เป็นกรรมวิธีการกัดวัสดุชิ้นงานออกเพื่อให้ได้ขนาดตามที่ต้องการ โดยเครื่องมือที่มีฟันเป็นชั้น ๆ รูปร่างยาวเรียวและฟันแต่ละชั้นจะมีขนาดเรียงกัน การทำงานโดยให้ชิ้นงานอยู่กับที่เครื่องมือเคลื่อนที่กัดชิ้นงาน การทำงานจะสิ้นสุดเพียงช่วงชักเดียวเพราะฟันสุดท้ายจะออกแบบให้ได้พอดีกับขนาดของรู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. การกัด (Milling) เป็นกรรมวิธีการกัดชิ้นงานทำให้ผิวราบ ผิวโค้ง ร่องเหลี่ยม เซาะร่องกัดเฟือง เป็นต้น ผิวงานกัดทำได้ทั้งหยาบและละเอียด วิธีการโดยให้มีดกัดหมุนรอบตัวแล้วชิ้นงานเคลื่อนที่เข้าหามีดกัด

10. การเจียระไน (Grinding) เป็นกรรมวิธีการเจียระไนผิวชิ้นงานที่ผ่านการชุบแข็งหรือไม่ผ่านการชุบแข็งโดยการทำให้ผิวชิ้นงานราบเรียบไม่ขรุขระ การเจียระไนสามารถทำได้ทั้งวัสดุชิ้นงานผิวกลมและผิวแบนให้ความเที่ยงตรงสูง

11. การทำแบบแม่พิมพ์ (Hobbing) เป็นกรรมวิธีการใช้ทำแบบแม่พิมพ์สำหรับงานพลาสติกและอุตสาหกรรมการหล่อหือเกี่ยวกับงานกัดเฟือง ชิ้นงานที่ได้ผิวจะเรียบและมีความเที่ยงตรง

ในกรรมวิธีการผลิตขั้นนี้มีความสำคัญมากสำหรับการผลิตจำนวนมาก และชิ้นงานต้องการความเที่ยงตรงสูง ลักษณะของชิ้นงานจะถูกตัดออกเป็นเศษหรือชิ้นโดยอาศัยกำลังของเครื่องจักรช่วยขับงานหรือขับปากเครื่องมือให้เคลื่อนไหวเพื่อให้เกิดการตัดหรือกัดชิ้นตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการบางกระบวนการจะเป็นการเคลื่อนที่ในลักษณะไปกลับในแนวตรง เช่น การไส การแทงขึ้นรูปเป็นต้น บางกระบวนการก็ใช้หลักการหมุนกัดชิ้นงานเป็นวงกลม เช่น การกลึง การเจาะ เป็นต้น

สำหรับเครื่องไสแบบ Planing ชิ้นงานจะเคลื่อนที่ผ่านปากเครื่องมือซึ่งจับอยู่กับที่ แต่เครื่องไสแบบ Shaping นั้นชิ้นงานจะถูกจับยึดอยู่กับที่ปากเครื่องมือจะเคลื่อนที่ผ่านกัดชิ้นงาน ในทำนองเดียวกันกับการกลึงนั้น ชิ้นงานจะหมุนผ่านปากเครื่องมือและการเจาะนั้นดอกสว่านจะหมุนกัดชิ้นงานโดยที่ชิ้นงานอยู่กับที่

กรรมวิธีการตกแต่งผิววัสดุชิ้นงาน

กรรมวิธีในขั้นนี้เพื่อต้องการทำให้ผิวชิ้นงานเรียบ มีขนาดที่แน่นอน มีความเที่ยงตรงและให้เกิดความสวยงามรวมทั้งให้ทนต่อการกัดกร่อน

ในกรรมวิธีขั้นนี้จะทำให้วัสดุชิ้นงานเปลี่ยนแปลงขนาดเล็กน้อย ส่วนมากมักเป็นกรรมวิธีการทำให้ผิวชิ้นงานเรียบ เช่น การเจียระไนต้องการให้ได้ขนาดที่ถูกต้องและขณะเดียวกันต้องการที่ทำให้ผิวเรียบด้วยส่วนการเคลือบผิวนั้นจุดประสงค์เพื่อป้องกันการกัดกร่อนผิวชิ้นงานหรือเพื่อให้เกิดความสวยงามโดยมากแล้ว ขนาดจะไม่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตกแต่งผิวงานผลิตภัณฑ์โลหะ

การตกแต่งผิวงานโลหะภัณฑ์นั้นมีวิธีการหลายวิธี ขึ้นอยู่กับเหตุผลในการตกแต่งผิวงานโลหะภัณฑ์แต่ละชนิด การตกแต่งผิวงานโลหะภัณฑ์อาจจะมีวัตถุประสงค์ใดวัตถุประสงค์หนึ่งหรือมากกว่านั้น ได้แก่

1. เพื่อปรับปรุงผิวชิ้นงานให้มีความสวยงาม เช่น การเคลือบผิวผลิตภัณฑ์ การพ่นและการชุบ เป็นต้น

2. เพื่อป้องกันการกัดกร่อนทั้งภายในและนอกของผลิตภัณฑ์ เช่น การพ่นเคลือบผิวตัวถังรถยนต์

3. เพื่อเคลือบผิวชิ้นงานที่มีราคาแพง และทำให้ชิ้นงานดูมีราคาแพงขึ้น เช่น เครื่องใช้บนโต๊ะอาหาร ซึ่งอาจจะทำด้วยทองเหลืองหรือเงิน เป็นต้น

การตกแต่งผิวงานโลหะทั้งหมดสามารถแบ่งออกเป็นกลุ่มใหญ่ ๆ 3 กลุ่ม คือ

1. การเพิ่มวัสดุบนผิวหน้าชิ้นงาน เช่นการชุบไฟฟ้า เป็นต้น

2. การขัดวัสดุออกจากผิวหน้าชิ้นงาน เช่น การเจียระไน เป็นต้น

3. การทำให้ผิวหน้าชิ้นงานมีความแข็งขึ้น การอบชุบ การยิงผิวด้วยเม็ดทราย เป็นต้น

ถ้าเรามองดูผลิตภัณฑ์รอบ ๆ ตัวเราที่ใช้กันอยู่ทุกวันนี้ เราจะเห็นว่าการตกแต่งผิวงานมีมากมายหลายชนิด การตกแต่งผิวงานนั้นจะใช้วิธีการใดวิธีการหนึ่ง หรืออาจจะมากกว่านั้นขึ้นอยู่กับชิ้นส่วนนั้นว่ามีความเหมาะสมอย่างไร

ชนิดของการตกแต่งผิวงานผลิตภัณฑ์โลหะ

การตกแต่งผิวงานโลหะภัณฑ์นั้นมีวิธีการหลายวิธี เพื่อที่จะทำให้งานที่ผลิตออกมาได้ตามเป้าหมายที่ต้องการ เช่น การเคลือบสังกะสี การพ่นสี เพื่อป้องกันการกัดกร่อน สำหรับงานผลิตภัณฑ์ที่ทำจากทองแดงหรือทองเหลืองมีการพ่นเคลือบแลคเกอร์หลังจากการขัดงานเงาแล้ว เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดออกไซด์ เป็นต้น นอกจากนั้นแล้วยังมีการพ่นสีหรือวิธีการอื่น ๆ อีกมากมาย เพื่อให้เกิดความสวยงามเป็นจุดจูงใจผู้พบเห็นสนใจในผลิตภัณฑ์นั้น ๆ อย่างไรก็ตามการตกแต่งผิวควรที่จะสามารถทำได้ง่าย รวดเร็ว และราคาไม่แพงจนเกินไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตกแต่งผิวงานสามารถแยกออกได้ดังนี้

1. การเพิ่มวัสดุบนผิวหน้างาน เช่น การใช้สีการเคลือบแก้ว และการใช้แลคเกอร์เพื่อที่จะปรับปรุงให้ผลิตภัณฑ์ที่ปรากฏแก่สายตามีความสวยงามเป็นจุดสนใจ หรืออาจจะมีวัตถุประสงค์ของการนำผลิตภัณฑ์ไปใช้ภายนอก การเพิ่มวัสดุบนผิวหน้างานเพื่อป้องกันการกัดกร่อน

2. การเคลือบด้วยวัสดุอื่น ๆ โดยการจุ่มหรือการพ่น เช่น การเคลือบสังกะสี การพ่นเพลาสติก เพื่อปรับปรุงผิวงานที่ปรากฏแก่สายตาให้มีความสวยงาม และทนต่อการกัดกร่อน

3. การชุบผิวด้วยไฟฟ้า ในการชุบผิวนี้จุดประสงค์เพื่อความสวยงาม ทนต่อการกัดกร่อน ทำให้งานที่ผ่านจากการชุบแล้วดูมีราคามากขึ้น การชุบผิวด้วยไฟฟ้าได้แก่ การชุบทองแดง การชุบสังกะสี การชุลนิกเกิน การชุบคครเมียม การชุบทองและการชุบเงิน เป็นต้น

กรรมวิธีการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติวัสดุชิ้นงานทางกายภาพ

ในกรรมวิธีขั้นนี้เป็นการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพของวัสดุชิ้นงาน โดยการใช้ความร้อนที่สูงหรือการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอย่างรวดเร็วกระทันหันหรือการทำซ้ำ ๆ ให้เกิดความเค้นในเนื้อวัสดุชิ้นงาน กรรมวิธีการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติดังกล่าวมีดังต่อไปนี้

1. การอบชุบ (Heat Treatment) เป็นกรรมวิธีการอบชุบเพื่อเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของวัสดุชิ้นงาน โดยอาศัยความร้อนได้แก่ การอบเหนียว การชุบแข็ง เป็นต้น

2. การทำในขณะงานร้อน (Hot Working) เป็นกรรมวิธีการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของวัสดุชิ้นงาน โดยกระทำในขณะที่งานร้อนได้แก่ การตี การหล่อ การรีดร้อน เป็นต้น

3. การทำในขณะที่งานเย็น (Cold Working) เป็นกรรมวิธีการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของวัสดุชิ้นงาน โดยกระทำในขณะงานเย็น ได้แก่ การหมุนขึ้นรูป การดันขึ้นรูป การรีดเย็น เป็นต้น

4. การพ่นหรือยิงผิววัสดุชิ้นงาน (Shot Pcening) หมายถึง กรรมวิธีการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติวัสดุชิ้นงานโดยการพ่นหรือยิงเม็ดลูกปืนกระทบวัสดุชิ้นงานทำให้เกิดความดันสูงบริเวณผิววัสดุชิ้นงานนั้นจะแข็ง สามารถต้านทานการสึกหรอได้ดี

สำหรับกรรมวิธีการผลตผลิตภัณฑ์โลหะแต่ละชนิดย่อมมีวิธีการที่แตกต่างกันไป แต่อย่างไรก็ตามควรที่จะต้องพิจารณาถึงขั้นตอนการผลิต และวิธีที่ดีที่สุดเหมาะสมที่สุดและราคาการผลิตควรต่ำที่สุด ในบทนี้ได้กล่าวไว้อย่างกว้าง ๆ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการพิจารณาประกอบการออกแบบและกรรมวิธีการผลิตเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปข้อมูลกรรมวิธีการผลิตโลหะ

ประเภทของกรรมวิธีการผลิตแยกออกได้ 5 ประเภท คือ

1. กรรมวิธีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างวัสดุ
   1.1 การถลุงสินแร่ ได้โลหะ และอโลหะ
   1.2 การหล่อ
   1.3 การทำงานขณะวัสดุชิ้นงานเย็น หรือร้อน
   1.4 การขึ้นรูปด้วยวัสดุผง
   1.5 แบบพลาสติก
2. กรรมวิธีการใช้เครื่องจักรผลิตชิ้นส่วนให้ได้ตามขนาด
   2.1 กรรมวิธีการแปรรูปแบบมีเศษ
   2.2 กรรมวิธีการแปรรูปแบบไม่มีเศษ
3. กรรมวิธีการตกแต่งผิววัสดุชิ้นงานให้เรียบ
   3.1 การขัดปัดเป่าส่วนที่ไม่ต้องการออกให้เรียบ
   3.3 การขัดเงาให้มัน
   3.4 การชุบเคลือบ
4. กรรมวิธีการประกอบชิ้นงาน การต่อหรือการประสานเข้าหากัน
5. การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพ

2.6.2 การต่อโลหะ เป็นการศึกษากระบวนการขั้นตอนต่าง ๆ ในการต่อโลหะแผ่นแบบต่าง ๆ เพื่อนำมาประกอบกับการออกแบบ

โดย เกษมชัย บุญเพ็ญ ได้กล่าวไว้ในหนังสือ "พื้นฐานโลหะแผ่น" (2533) ไว้ดังนี้

การต่อโลหะแผ่นมีความสำคัญมากสำหรับงานโลหะแผ่นที่ต้องการความปราณีตความสวยงาม แผ่นโลหะที่มีความหนาไม่เกิน 3/16 นิ้ว หรือแผ่นโลหะบาง (Sheet metal) ที่ใช้ในงานช่างโลหะทั่วไปจะมีวิธีการต่ออยู่หลายวิธีด้วยกันดังจะได้กล่าวเป็นหัวข้อ ๆ ไป อย่างไรก็ตามผู้ออกแบบรอยต่อจะต้องเลือกให้ถูกต้องกับความต้องการโดยคำนึงถึง ชนิดของโลหะ ความหนาของโลหะ ความแข็งแรง ความสวยงาม ราคาต่อหน่วย รอยต่อ และเครื่องมือที่ใช้ในการทำตะเข็บด้วย เช่น โลหะหนาควรจะต่อด้วยการเชื่อม หรือการย้ำหมุด ส่วนโลหะบาง หรือหนาปานกลางก็ควรจะต่อด้วยการบัดกรีหรือการเข้าตะเข็บ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 สามารถจะนำไปใช้ได้กับงานทั่ว ๆ ไป ตามความเหมาะสมกับชนิดของงาน ซึ่งจะได้แยกกล่าวรายละเอียด วิธีการ และอุปกรณ์ที่ใช้ดังต่อไปนี้

1. การเชื่อม (Welding)

การเชื่อมหมายถึงกรรมวิธีที่ทำให้โลหะอย่างน้อย 2 ชิ้น หลอมละลายติดกันแน่น และประสานติดเป็นเนื้อเดียวกันตรงบริเวณรอยเชื่อม โดยปกติมักจะใช้แรงกด ใช้ลวดเชื่อม ซึ่งอาจจะใช้อย่างหนึ่งอย่างใดหรือไม่ใช้ทั้ง 2 อย่างเลยก็ได้

การต่อโลหะโดยการเชื่อมนี้ ยังแบ่งกรรมวิธีที่นิยมใช้มาก สำหรับโลหะแผ่นบางได้อีกเป็น 3 วิธี ซึ่งได้แก่

1.1 การเชื่อมก๊าซ (Gas Welding)

1.2 การเชื่อมไฟฟ้า (Arc Welding)

1.3 การเชื่อมแบบความต้านทาน (Resistance Welding)

การเชื่อมก๊าซ หมายถึง การเชื่อมประสานโลหะ 2 ชิ้นให้ติดกันโดยอาศัยความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้ของก๊าซ 2 ชนิดผสมกัน ก๊าซที่ได้โดยทั่วไปคือออกซิเจน (Oxygen, O 2) กับอเซทติลีน (Acetylene, C 2 H 2) ความร้อนที่ได้จะมีประมาณ 5,800-6,300 o F ซึ่งมากเพียงพอจะหลอมละลายโลหะทั้ง 2 ชิ้นให้ติดกันได้

การเชื่อมไฟฟ้า หมายถึงการเชื่อมประสานโลหะ 2 ชิ้น ให้ติดกันโดยอาศัยความร้อนจากการอาร์ค (Arc) ของขั้วไฟฟ้า 2 ขั้ว ความร้อนที่ได้จะมีประมาณ 10,000 o F

การเชื่อมแบบความต้านทาน หมายถึงการเชื่อมโดยอาศัยความต้านทานกระแสไฟฟ้าของแผ่นโลหะเป็นตัวนำให้เกิดความร้อนขึ้นในขณะที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน ณ บริเวณจุดนั้น การเชื่อมโดยวิธีนี้ยังจะต้องอาศัยแรงกดเข้าช่วยในขณะที่โลหะกำลังหลอมละลายด้วย และในขณะที่โลหะเย็นตัวลงก็จะทำให้โลหะยึดติดกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

สำหรับการต่อโลหะโดยการเชื่อม และอุปกรณ์เกี่ยวกับการเชื่อมนั้น โดยมากนักศึกษาจะเคยพบเห็น หรือได้อ่านจากหนังสือต่าง ๆ มามากแล้วก็จะไม่ขอกล่าวอธิบายไว้ในที่นี้

2. การย้ำหมุด (Riveting)

การย้ำหมุดเป็นกระบวนการต่อแผ่นโลหะแบบถาวรที่สำคัญวิธีหนึ่ง ตะเข็บย้ำหมุดจะใช้กับแผ่นงานที่ต้องการความแข็งแรงมาก และไม่ต้องการให้มีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างภายในของแผ่นโลหะที่นำมาต่อนั้น

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

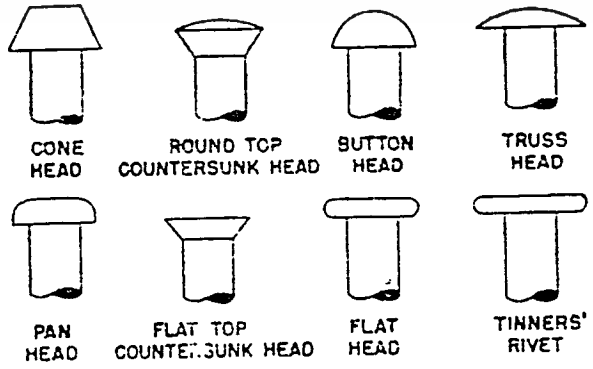
ตัวหมุดย้ำ

ทำจากโลหะอ่อนเหนียว เช่น เหล็กดำ ทองเหลือง ทองแดง และอลูมิเนียม เป็นต้น เพื่อจะให้ขึ้นรูปได้ง่ายด้วยเครื่องมือและเครื่องจักรโดยไม่มีการฉีกขาดหรือแตกร้าว หมุดย้ำบางชนิดจะเคลือบผิว หรือผสมด้วยดีบุกจะช่วยให้ทนต่อการกัดกร่อน และสามารถจะทำการบัดกรีได้ง่ายขึ้น

ชนิดของหมุดย้ำ สำหรับหมุดย้ำที่ใช้ในงานโลหะแผ่นมีอยู่หลายชนิด แต่สำหรับที่นิยมใช้จะมีอยู่ 4 ชนิด ได้แก่ แบบหัวบาง (Tinner's) แบบหัวแบน (Flat head) แบบหัวกลม (Round head) และแบบฝังหัว (countersunk head)

ภาพที่ 40

หมุดย้ำชนิดต่าง ๆ ที่ใช้ในโรงงานโลหะแผ่น



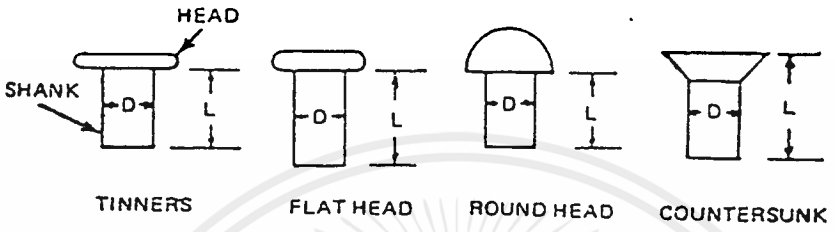
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนต่าง ๆ ของหมุดย้ำ

หมุดย้ำแต่ละชนิดจะประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ 2 ส่วน คือส่วนหัว (head) ที่มีลักษณะต่าง ๆ กันกับส่วนก้าน หรือลำตัว (shank or cylindical body) ส่วนขนาดความโตของตัวหมุดและขนาดความยาวจะวัดได้

ภาพที่ 41

หมุดย้ำที่นิยมใช้ทั่วไป

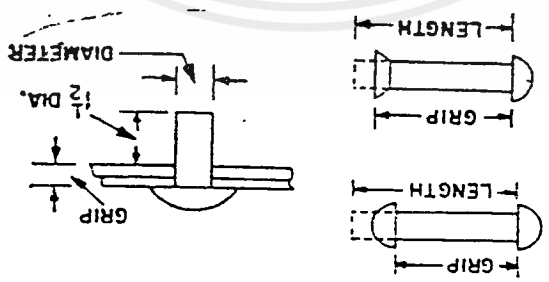


ขนาดของหมุดย้ำ

หมุดย้ำเกือบทุกชนิดจะบอกขนาดเป็นขนาดน้ำหนักต่อจำนวนหมุดย้ำ 1,000 ตัว ขนาดของหมุดย้ำมีอยู่หลายขนาดจาก 4 ออนซ์ (oz) ถึง 16 ปอนด์ (pound) เช่น หมุดย้ำขนาด 1 ปอนด์ หมายความว่าหมุดย้ำ 1,000 ตัวจะหนัก 1 ปอนด์ ในขณะที่น้ำหนักของหมุดย้ำเพิ่มขึ้น ขนาดความยาว และขนาดความโตของตัวหมุดจะเพิ่มขึ้นเป็นลำดับด้วย เช่น หมุดย้ำขนาด 8 ออนซ์จะมีขนาดความโตเท่ากับ 0.089 นิ้วและยาว 5/32 นิ้ว ในขณะที่หมุดย้ำ 12 ปอนด์ จะมีขนาดความโตเท่ากับ 0.253 นิ้ว และมีความยาว 1/2 นิ้ว เป็นต้น

ภาพที่ 42

แสดงความยาวของหมุดและส่วนที่ย้ำไปแล้ว



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

ตำแหน่งของหมุดย้ำ

ตำแหน่งของหมุดย้ำจะต้องกำนดลงในแบบสั่งงาน ซึ่งจะต้องออกแบบให้แผ่นงานมีความแข็งแรงเพื่อป้องกันการฉีกขาดดังนี้

1) ระยะจากขอบของแผ่นงานถึงจุดศูนย์กลางของหมุดจะต้องมีระยะห่างไม่น้อยกว่า 2 เท่า ความโตของตัวหมุด

ตัวอย่าง จงหาระยะห่างจากขอบแผ่นงานถึงจุดศูนย์กลางของตัวหมุดย้ำขนาด 1 ปอนด์

วิธีทำ เส้นผ่าศูนย์กลางของหมุดขนาด 1 ปอนด์ = 0.112 (ตามตาราง)

ระยะห่าง 2 เท่า ของความโต = 2 x 0.112

$\therefore$ ระยะห่างจากขอบถึงจุดศูนย์กลางหมุด = 0.224 = 15/64 นิ้ว ตอบ

2) ระยะห่างระหว่างจุดศูนย์กลางของหมุด ถึงจุดศูนย์กลางของหมุดแต่ละตัว จะต้องห่างไม่น้อยกว่า 3 เท่าความโตของตัวหมุด

ตัวอย่าง จงหาระยะห่างระหว่างหมุดขนาด 1 ปอนด์ จะมีระยะห่างเท่าไร

วิธีทำ เส้นผ่าศูนย์กลางของหมุดขนาด 1 ปอนด์ = 0.112

ระยะห่าง 3 เท่าของความโตตัวหมุด = 3x0.112

$\therefore$ ระยะห่างระหว่างหยุดทั้งสองต้องไม่น้อยกว่า = 0.336 = 11/32 นิ้ว ตอบ

สำหรับตแหน่งการย้ำหมุดที่มีแนวตัดกัน ควรจะคำนวณระยะห่างของหมุดทั้งสองแนว (แนวตั้งและแนวขวาง) ให้ตัดกันพอดี ระยะห่างระหว่างหมุดทั้งสองแนว ไม่จำเป็นต้องเท่ากันเสมอไป

การเลือกหมุดย้ำ

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

การเลือกขนาดของหมุดย้ำ ก็ไม่มกฎตายตัวที่ให้เลือกใช้อย่างถูกต้องนัก แต่ได้มีการแนะนำให้ใช้เท่านั้นว่าหมุดย้ำขนาดนี้จะใช้กับโลหะที่มีความหนาเท่าไร เป็นต้น การแนะนำให้ใช้นี้จะถือหลักของความแข็งแรงของตัวหมุดและแผ่นงานเป็นสำคัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับการเลือกขนาดความยาวจะต้องเลือกขนาดความยาวให้พอเหมาะ และเพียงพอกับการเผื่อขึ้นรูปเป็นหัวหมุดที่สวยงาม ไม่ยาวหรือสั้นจนเกินไป การใช้หมดย้ำที่มีขนาดยาวเกินไปไม่สามารถจะขึ้นรูปหัวหมุดได้ดีนัก และจะทำให้แผ่นโลหะบิดงอได้ง่ายอีกด้วย ส่วนการใช้หมุดที่มีขนาดสั้นเกินไปก็จะทำให้การขึ้นรูปส่วนหัวได้ไม่สวยงาม และมีความแข็งแรงน้อยอีกด้วย

ดังนั้นจึงจะต้องเลือกขนาดความยาวของหมุดให้มีความยาวโผล่พ้นแผ่นงานออกประมาณ 1 1 / 2 เท่า ความโตของหัวหมุด (1.5 D) สำหรับการย้ำหมุดหัวกลม

ตัวอย่าง จงหาขนาดความยาวของหมุดย้ำแบบ 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 ตอบ

วิธีการย้ำหมุดด้วยมือ

หลังจากที่เตรียมแผ่นงานเป็นรูปร่าง เลือกขนาดหมุดย้ำเลือกหัวหมุดและกำหนดระยะต่าง ๆ เป็นที่เรียบร้อยแล้วสามารถเลือกวิธีการย้ำวิธีใดวิธีหนึ่งจาก 3 วิธีคือ

วิธี ก. เป็นวิธีที่ให้ความเที่ยงตรงมากที่สุด ซึ่งมีวิธีการดังนี้

1. วางตำแหน่งรูเจาะ ตามปกติจะวางตรงกลางความกว้างของตะเข็บโดยใช้เครื่องมือช่วยร่างแบบ (Lay out) กับเหล็กนำศูนย์ (Center punch) กำหนดตำแหน่งของหมุดทันที จะได้ตำแหน่งจุดศูนย์กลางของหมุดถูกต้องตามต้องการ

2. เจาะรู โดยการใช้เหล็กตอกรู (Solid punch) หรือสว่าน (Drills) การเจาะรูนี้จะต้องให้มีขนาดใหญ่กว่าเส้นผ่าศูนย์กลางความโตของตัวหมุดเล็กน้อยโดยประมาณ 1/64 -1/32 นิ้ว ถ้าเป็นการต่อแผ่นโลหะที่เป็นแนวยาวควรจะต้องเจาะให้เป็นแนวระดับเดียวกันด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ใส่หมุด จับหมุดตั้งขึ้น (เอาหัวลง) วางลงบนแท่นขึ้นรูป (Stake) วางแผ่นโลหะที่จะย้ำทั้งหมดโดยให้หมุดย้ำร้อยรูแผ่นโลหะทั้งหมด แล้วใช้ชุดย้ำหมุด (Rivet set) ครอบลงบนลำตัวหมุดแล้วใช้ค้อนตอกหลาย ๆ ครั้งให้แผ่นโลหะทั้งหมดแนบสนิทกันแล้วเอา Rivet set ออก

4. เคาะขึ้นรูป เคาะหัวหมุดย้ำด้วยค้อนย้ำหมุด (Riveting hammer) หลาย ๆ ครั้งให้แกนของหมุดตั้งฉากกับผิวของแผ่นงาน จนตัวหมุดหดสั้นเข้าหากันยึดแผ่นโลหะจนแน่น เริ่มแต่งก้านหรือลำตัวของหมุดให้โค้งมนจนคล้ายเป็นหัว แล้วใช้ Rivet set ช่วยย้ำแต่งจนเป็นหัวหมุดที่สวยงามและแนบสนิทกับแผ่นโลหะ ตามปกติจะย้ำแต่งเพียง 6 ครั้งเท่านั้น ส่วนโลหะที่เกินให้ทำการตัดออก

5. หมุดย้ำตัวต่อ ๆ ไป ถ้าตะเข็บที่ต้องการย้ำเป็นแนวยาวและต้องการย้ำหลายตัวให้ใส่หมุดแล้วเคาะให้แน่นเป็นแนวยาวก่อน แล้วจึงเริ่มต้นย้ำแต่งหัวจากหมุดตัวกลางออกไปด้านข้าง ๆ ทั้งสองสลับกันไปจนหมด

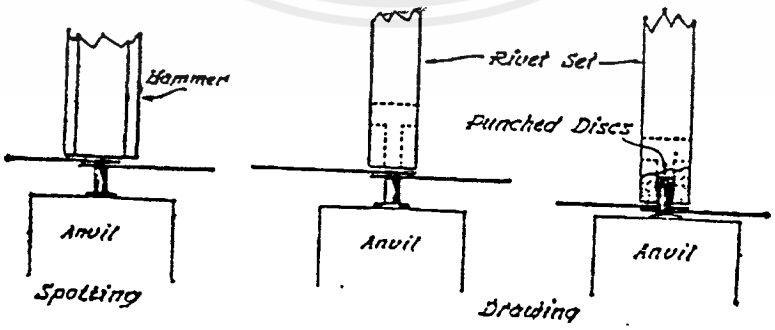
วิธี ข. ให้ตัวหมุดเจาะรู (เหมาะกับหมุดแบบ Tinner's) ซึ่งมีวิธีการดังนี้

1. ตั้งหมุดย้ำโดยเอาหัววางลงบนทั่ง หรือ Stake แล้ววางแผ่นโลหะที่จะนำมาย้ำหมุดลงเหนือก้านของหมุดให้ตรงตำแหน่งที่จะย้ำ แล้วใช้ค้อนเคาะลงบนแผ่นโลหะตรงกับก้านของหมุด (ดูภาพประกอบ)

2. เอาค้อนออกแล้วใช้ Rivet set วางตรงบริเวณจุดก้านของหมุด

3. ใช้ค้อนตอกลงบน Rivet set จนกระทั่งแผ่นโลหะขาด แล้วทำต่อไปเหมือนกับ วิธี ก. ข้อ 3 เป็นต้นไป

ภาพที่ 43
การย้ำหมุด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธี ค. นิยมใช้กับหมุดหัวกลมเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งมีวิธีการดังนี้

1. วางตำแหน่งของหมุดย้ำแล้วทำการเจาะรูเหมือนกับ วิธี ก.

2. นำ Rivet set หงายเอาด้านมีรูขึ้นบน แล้วจับให้แน่นในปากกา

3. นำหมุดย้ำหัวกลมวางลงในรอยบุ๋มบน Rivet set

4. นำแผ่นงานที่เจาะรูแล้ว วางให้รูตรงตัวหมุดให้ร้อยขึ้นด้านบนได้

5. ใช้ค้อนย้ำหมุดค่อย ๆ เคาะขึ้นรูปเป็นหัวหมุด

การย้ำหมุดที่เป็นแนวยาว

เมื่อต้องการย้ำหมุดยึดแผ่นโลหะที่มีแนวยาวเช่นรอยต่อของท่อกลมจะต้องมีการวางตำแหน่งจุดที่จะย้ำหมุดให้เรียบร้อยเสียก่อน แล้วจึงนำชิ้นงานไปม้วนและเจาะ นำชุดย้ำหมุด ค้อนย้ำหมุด และตัวหมุดที่มีขนาดเหมาะสม แล้วร้อยหมุดจากภายในท่อออกไปภายนอก ค่อย ๆ เคาะขึ้นรูปและย้ำจากหมุดตัวกลางออกไปยังปากท่อทั้งสองสลับกันไป

การเอาหมุดออก

ถ้ามีเหตุจำเป็นที่จะต้องนำเอาหมุดที่ย้ำแล้วออก วิธีหนึ่งที่ใช้กันมากสำหรับโลหะแผ่นไม่หนามากนัก ซึ่งมีวิธีการดังนี้

1. วางหมุดบนแท่นขึ้นรูป (A)

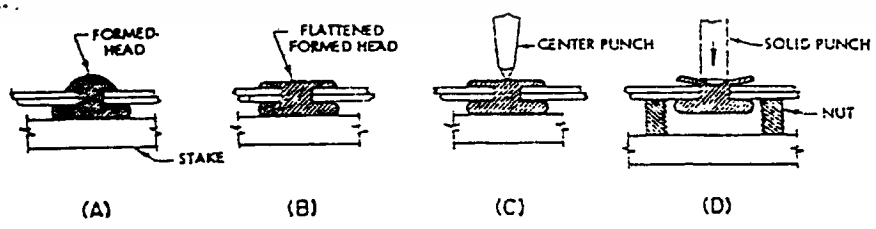
2. เอาค้อนเคาะหรือตีให้หัวหมุดแบน (B)

3. ใช้เหล็กนำศูนย์ตอกตรงกลางหัวหมุดย้ำ (C)

4. นำหัวหมุดย้ำวางลงบน Nut ที่มีขนาดใหญ่กว่าหัวหมุดเล็กน้อย แล้วใช้ Solid punch ตอกจนหัวของหมุดหลุด (D)

ภาพที่ 44

การเอาหัวหมุดออกโดยใช้ตอก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อีกวิธีหนึ่งซึ่งเป็นวิธีที่เหมาะสมและนิยมใช้มากที่สุด คือ การเอาหัวหมุดออกโดยการใช้สว่านเจาะออกซึ่งมีวิธีการดังนี้

1. ตีหัวหมุดย้ำให้แบน แล้วใช้เหล็กนำศูนย์ตอกตรงกลางของหัวหมุด

2. เลือกดอกสว่านที่มีขนาดเล็กกว่าก้านหรือลำตัวของหมุดเล็กน้อย ใช้ดอกสว่านเจาะหัวของหมุดตรงกลางจนกระทั่งถึงผิวหน้าของแผ่นงาน

3. เอาหัวของหมุดย้ำออกโดยการใช้สะกัดด้านข้างของหัวหมุด

4. ใช้ Solid punch ขนาดเล็กกว่าตัวหมุดเล็กน้อยตอกแกนกลางของหมุดจนหมุดหลุด

ข้อควรระวัง อย่าใช้การสะกัดหัวหมุดก่อนแล้วใช้ Solid punch ตอก เพราะจะทำให้แผ่นโลหะบิดงอหรือฉีกขาดได้

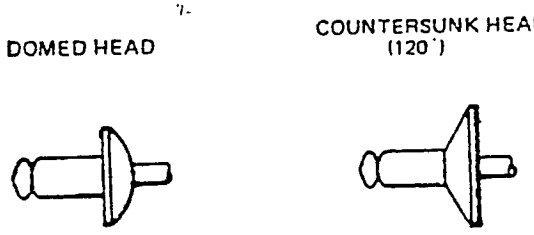
Pop or Blind Rivet

เป็นหมุดย้ำที่ใช้กับแผ่นโลหะบาง ลำตัวหมุดย้ำจะทำมาจากวัสดุอ่อน เช่น ทองแดง ทองเหลือง อลูมิเนียม เป็นต้น ลำตัวจะมีรูกลวงตรงกลางและมีแกนโลหะสอดอยู่ใช้สำหรับดังย้ำในขณะใช้งาน หมุดย้ำชนิดนี้สามารถใช้งานได้อย่างรวดเร็ว และแข็งแรง โดยการใช้คีมย้ำหมุด (Rivet Pliers) ดึงแกนโลหะ (Mandrel) ของตัวหมุดจนขาด ปลายของลำตัวหมุดก้จะบานออกยึดแผ่นงานที่ย้ำได้อย่างแน่นหนาและไม่ต้องแต่งหัวหมุดอีกด้วย

การใช้งานจะใช้กับงานแผ่นโลหะที่ไม่สามารถจะย้ำด้วยหมุดแบบธรรมดาได้ หรือได้แต่เสียเวลามาก หรืองานที่ย้ำอยู่ในที่คับแคบ หรืองานที่ต้องการแสดงผิวหน้าเพียงด้านเดียว

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

ภาพที่ 45
แสดงหัวหมุด pop vivet



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบหัวของ Pop rivet มีอยู่ 2 แบบ คือ Domed head หรือ Bottom head และ Countersunk head

3. การพับขอบและการต่อตะเข็บ (Edging & Seaming) ก่อนที่จะเรียนรู้ถึงการเข้าตะเข็บ นักเรียนควรจะได้รู้จักการพับขอบของโลหะแผ่นเสียก่อน เพื่อจะได้เป็นพื้นบานของการทำตะเข็บต่อไป

3.1 การพับขอบ (Edging)

ขอบของโลหะแผ่นบาง เมื่อนำมาทำเป็นภาชนะแล้ว ควรจะต้องมีการเพิ่มความแข็งแรงให้กับขอบของโลหะแผ่นด้วยการขึ้นขอบ และเป็นการป้องกันอันตรายอันเกิดจากความคมของขอบแผ่นโลหะอีกด้วย

ขอบตะเข็บที่นิยมใช้กับโลหะแผ่นบางมีอยู่ 2 ชนิด คือ

ก. การพับขอบของแผ่นโลหะโดยตรงเพื่อเพิ่มความแข็งแรงซึ่งเรียกว่า Hem

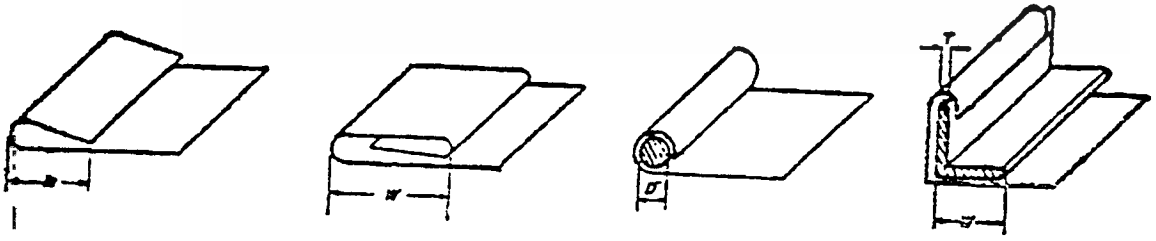
ข. การพับขอบของแผ่นโลหะประกอบกับโลหะอื่นสอดเข้าในรอยพับ เพื่อเพิ่มความแข็งแรง ซึ่งเรียกว่า Edge

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

ภาพที่ 46

การพับขอบของโลหะแผ่นเพื่อเพิ่มความแข็งแรง



Single Hem *Double Hem* *Wired Edge* *Angle Iron Edge*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้าให้ A = ระยะเผื่อของการพับขอบตะเข็บแต่ละด้าน

D = ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของลวด

T = ขนาดความหนาของแผ่นโลหะ

= ความกว้างของตะเข็บที่จะทำการพับ

ดังนั้น จะใช้ความสัมพันธ์ของระยะเผื่อเพื่อพับขอบของแผ่นโลหะดังนี้

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 และ โดยการใช้เครื่องจักร

การพับขอบ Single hem หลังจากที่ได้ทำการ Lay out ระยะเผื่อของขอบโลหะแล้ว ถ้าใช้เครื่องจักรก็จะต้องนำแผ่นโลหะสอดเข้าไประหว่างปากของเครื่องพับ ให้ขอบด้านบนของเครื่องพับ (Upper Jaw) ทับบนเส้นที่ได้ Lay out ไว้ให้พอดี แล้วจึงยก Bending leaf ขึ้นถอดแผ่นโลหะออกแล้วนำไปใส่ในระหว่างปากของเครื่องพับอีก ใช้ Upper Jaw กดให้ขอบแผ่นโลหะที่พับได้แนบสนิท ถ้าจะใช้มือก็ให้ใช้ค้อน 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

3.2 การต่อตะเข็บ (Seaming)

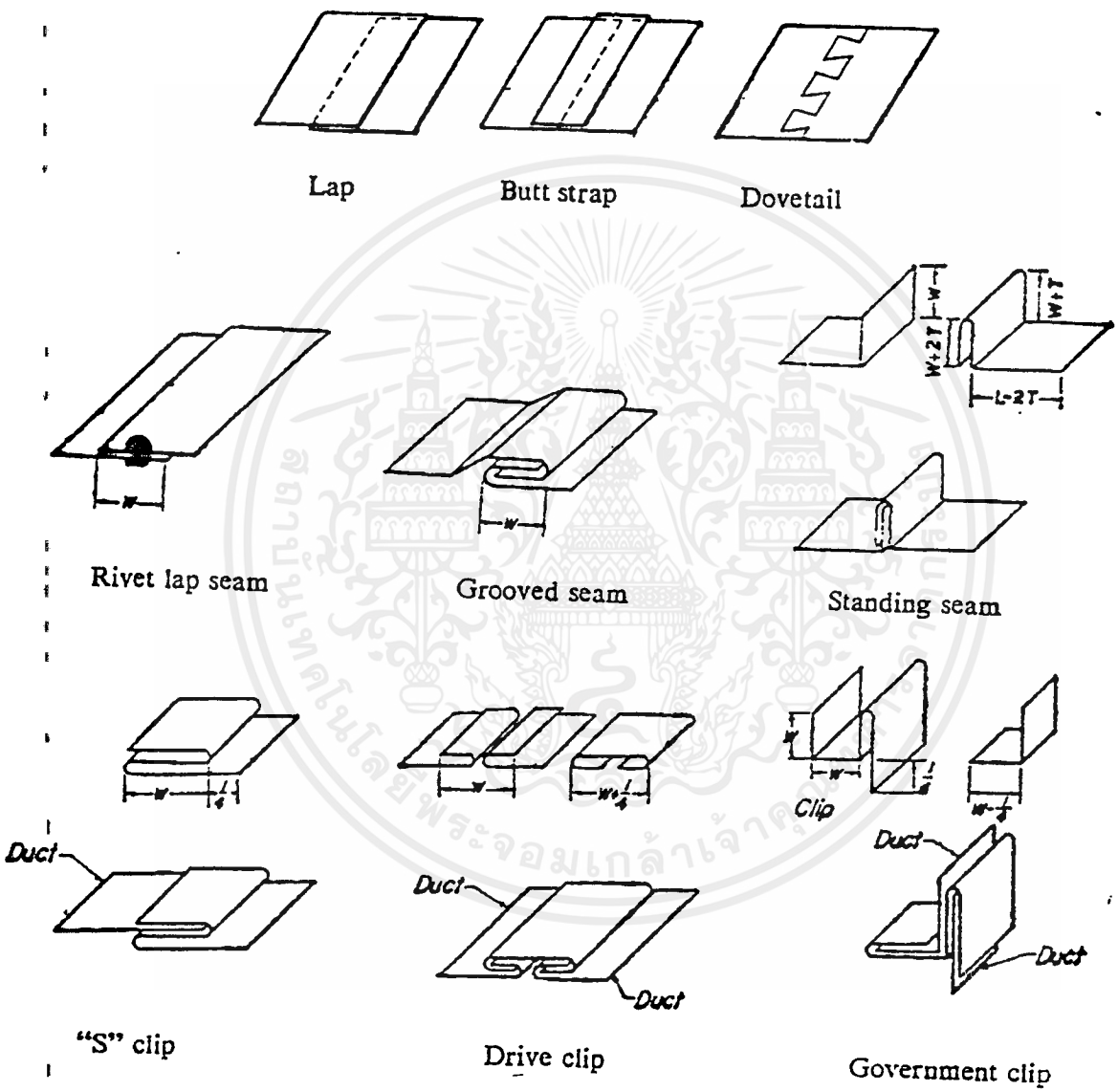
การต่อตะเข็บในงานโลหะแผ่น จะมีจุดมุ่งหมายต่าง ๆ หลายประการ เช่น เป็นการต่อเพื่อเพิ่มความแข็งแรง เพิ่มระยะความกว้างหรือยาวของแผ่นโลหะ ป้องกันการรั่ว บรรจบให้เป็นรูปร่างของงานตามความต้องการความสวยงาม เป็นต้น

แบบพื้นฐานของรอยต่อตะเข็บจะมีอยู่เพียง 2 แบบ คือ รอยต่อในแนวราบ เช่น Butt, Lap, Groove, Standing Seam เป็นต้น และรอยต่อมุม เช่น Double seam, Corner Lap seam, Pittsburgh seam เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 47

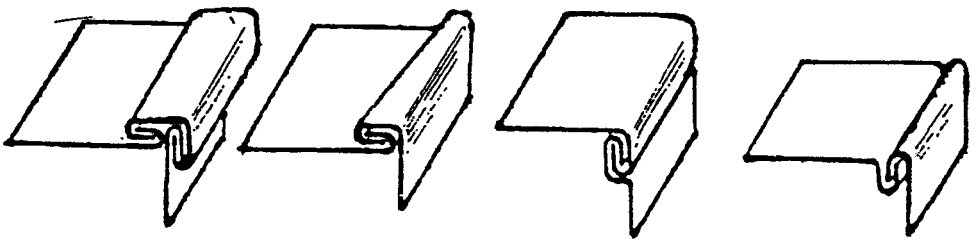
ตะเข็บรอยต่อแนวราบ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 48

ตะเข็บรอยต่อมุม



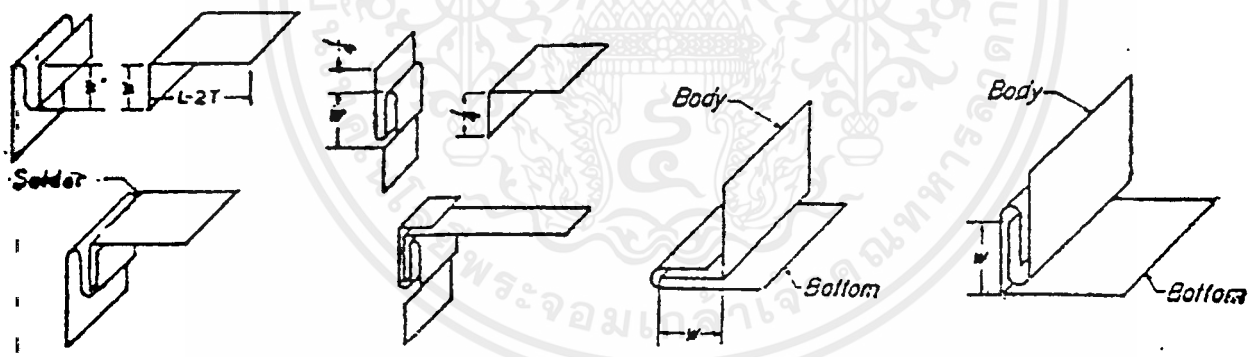
Corner clip lock Corner fold Double bottom lock Cash box

Elbow seam

Reversible Elbow seam

Outside corner lap

Beaded dovetail seam



Solder pocket lock Pittsburgh lock Single seam Double seam

สำหรับรอยต่อตะเข็บดังที่ได้กล่าวมาแล้วในการเผื่อตะเข็บ จะมีรอยต่อเพียงไม่กี่ชนิด เท่านั้นที่นิยมใช้ได้แก่

1. ตะเข็บรอยต่อชน (Butt seam) เป็นการนำเอาแผ่นโลหะมาวางเรียงต่อกัน ตามขอบของแผ่นโลหะ โดยใช้การบัดกรียึดต่อตะเข็บอีกทีหนึ่ง

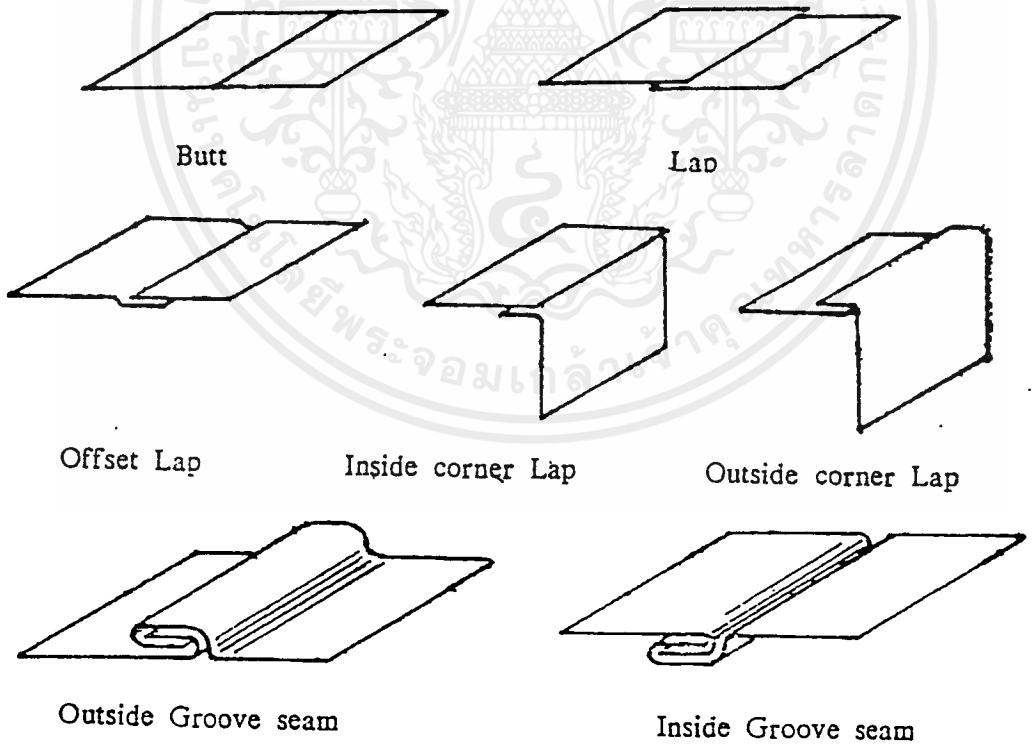
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ตะเข็บรอยต่อเกย (Lap seam) จะทำได้โดยการนำเอาขอบของแผ่นโลหะแผ่นหนึ่งวางซ้อนเหนือแผ่นโลหะอีกแผ่นหนึ่ง เป็นการเตรียมงานเพื่อการบัดกรี หรือการย้ำหมุด แบบรอยต่อตะเข็บที่นิยมใช้มากที่สุด ได้แก่ Plan lap, Countersunk or offset lap และ Outside หรือ Inside corner lap ดังแสดงในรูปที่ 6.11

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

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

ภาพที่ 49
รอยต่อตะเข็บที่นิยมใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ตะเข็บรอยต่อตั้งหรือยืน (Standing seam) ใช้สำหรับการต่อตะเข็บที่ต้องการความแข็งแรงของรอยต่อเพิ่มมากขึ้น ยิ่งถ้าจะใช้การย้ำหมุด หรือการบัดกรีช่วยด้วยแล้ว รอยต่อจะยิ่งมีความแข็งแรงเพิ่มมากขึ้นอีก

5. ตะเข็บซ้อน (Double seam) ใช้สำหรับการทำตะเข็บมุมขอบของท่อหรือภาชนะเหลี่ยมก้นของภาชนะกลมหรือเหลี่ยม การทำตะเข็บนี้ ถ้าใช้กับภาชนะก้นเหลี่ยมจะทำได้ง่ายกว่าตะเข็บก้นกลมรอยต่อแบบนี้จะมีความแข็งแรงมากแบบหนึ่งของแบบรอยต่อมุม

หมายเหตุ ถ้าใช้ทำก้อนภาชนะโดยทั่ว ๆ ไปจะเรียกว่า Bottom seam หรือ Double Bottom seam

6. ตะเข็บ Pittsburgh จะใช้สำหรับการประกอบชิ้นงาน 2 ชิ้นที่เป็นมุมฉาก เช่น ตะเข็บมุมของภาชนะทรงกลม หรือมุมของตะเข็บของท่อส่งลม เป็นต้น

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 หรือห่างเท่าความกว้างของตะเข็บ ดังแสดงในรูปที่ 6.13-2 การใช้เครื่องพับจะต้องตั้งระยะให้ถูกต้อง และข้อสำคัญในการพับขอบของตะเข็บจะต้องกลับด้านพับขอบเสมอ

3. เกี่ยวขอบงานเข้าด้วยกัน

4. วางแผ่นโลหะทั้งสองแผ่นที่เกี่ยวกันแล้วไว้บนแท่นรองรับ (Stake) หรือวัตถุที่มีความแข็งและเรียงเช่นเดียวกับ stake และเริ่มดอกตะเข็บให้เกี่ยวแนบกันตลอดแนว โดยใช้ค้อนหัวอ่อน (Mallet)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. เลือกขนาดของ Hand groover ให้มีร่องกว้างกว่าความกว้างของตะเข็บประมาณ 1/16 นิ้ว (สำหรับความกว้างของตะเข็บ 1/8 นิ้ว ใช้ Hand groove ขนาด 3/16 นิ้ว) วางบนแนวตะเข็บด้านบนแล้วใช้ค้อนตอกจากด้านหนึ่งลงไปยังอีกด้านหนึ่งตลอดแนว การป้องกันตะเข็บไม่ให้รูดออกจากกัน ควรจะใช้ prick punch ตอกที่ปลายของตะเข็บให้หางจากขอบประมาณ 1/2 นิ้ว

6. ตรวจสอบตะเข็บหลังจากที่ทำสำเร็จแล้ว เช่น ความกว้างของตะเข็บตลอดแนว ความสูงของตะเข็บสม่ำเสมอ มีรอยตะเข็บฉีกขาด หรือเรียบร้อยสม่ำเสมอกันดีหรือไม่

การทำตะเข็บ Double seam

Double seam ใช้สำหรับทำตะเข็บแผ่นก้นของก้นถัง หรือก้นภาชนะทรงกลม และทรงเหลี่ยมการทำตะเข็บนี้จะมีวิธีการดังนี้

1. เขียนแบบรูปแผ่นคลี่ขอบงานด้านตัวถังให้เป็นขอบตั้งฉาก (flange) ซึ่งตามปกตินิยมจะใช้ความกว้าง 3/32 - 3/16 นิ้ว สำหรับแผ่นก้นจะต้องเขียนแบบเผื่อเท่ากับ 2 เท่าความกว้างขอบขอบตั้งฉาก

2. ขึ้นรูปขอบของแผ่นโลหะตามรอยที่ได้ Lay out ไว้ด้วยเครื่อง Burring พยายามรักษาระยะของขอบที่ได้ Lay out ให้คงที่สม่ำเสมอตลอดแนว

3. ขึ้นรูปแผ่นก้นของชิ้นงานเท่ากับความสูงของตะเข็บในข้อ 1

4. ประกอบด้านข้างกระป๋องกับด้านก้นเข้าด้วยกัน แล้วใช้ค้อนค่อย ๆ ย้ำรอยประกอบให้แนบสนิท หรือใช้ Setting down machine ช่วยกดทับตะเข็บด้วยก็ได้

5. วางกระป๋องลงบนแท่นรองรับแบบกลม (Round Stake) แล้วค่อย ๆ ย้ำพับตะเข็บให้แนบสนิทต่อไป

Notching

หมายถึงการตัดโลหะส่วนเกินบางส่วนออกจากโลหะแผ่นคลี่ เพื่อให้สะดวกในการพับตกแต่งขึ้นรูปงานโลหะแผ่นให้ได้ตามขนาดหรือมิให้ซ้อนเกยกัน (Lap) การตัดเนื้อโลหะบางส่วนนี้จะต้องทำอย่างระมัดระวัง ให้พอดีกับการพับขึ้นรูป ถ้าตัดโลหะออกมากเกินไปจะทำให้เกิดร่องหรือรูโหว่ขึ้นตรงบริเวณรอยสัมผัสของตะเข็บได้ แต่ถ้าตัดโลหะออกน้อยเกินไปจะทำให้ชิ้นงานซ้อนเกยหรือเสียรูปทรงได้อีกเช่นกัน

การตัดโลหะส่วนเกินนี้สามารถจะตัดออกเป็นมุมหรือรูปร่างต่าง ๆ ได้ ดังแสดงในรูปที่ 6.14 ตามลักษณะของงานแต่ละแบบเช่นการทำถาดหรือกล่องสี่เหลี่ยม จะต้องตัดมุมของแผ่นโลหะออกเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส (Square notch) หรือการพับขอบที่เป็นมุมฉากให้สนิทก็จะต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัดมุมของแผ่นโลหะเป็นรูปสามเหลี่ยมออก (Angle notch) เป็นต้น

Square notch เป็นการตดมุมของโลหะแผ่นคลี่เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสออก ใช้สำหรับการพับกล่องสี่เหลี่ยม (ที่ไม่ต้องการพับตะเข็บเผื่อการบัดกรี) ขนาดของรอยตัดจะคำนวณได้จากความสูงของกล่องสี่เหลี่ยม

Straight notch เป็นการตัดเส้นตรงเข้าไปในขอบของแผ่นโลหะคลี่ ใช้สำหรับการพับกล่องที่ต้องการให้ตะเข็บอยู่ด้านนอกขนาดของรอย notch จะเท่ากับความกว้างของตะเข็บ

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

V-notch จะเป็นการตัดแผ่นโลหะคลี่รูปตัว V 45 o ออก ซึ่งจะใช้สำหรับการพับขอบตะเข็บงานด้านในเป็นการพับกล่องสี่เหลี่ยม ขนาดความลึกของร่อง V จะเท่ากับความกว้างของตะเข็บ

Angle notch เป็นการตัดมุมของแผ่นคลี่ออกเป็นมุม 45 o กับขอบแผ่นงานใช้สำหรับการพับขอบแผ่นโลหะเพื่อเพิ่มความแข็งแรง

Rectangular notch เป็นการตัดมุมของแผ่นคลี่เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าออกใช้สำหรับการพับเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของขอบแผ่นงาน เช่น Single hem หรือ Double hem เป็นต้น

การตัดโลหะส่วนเกินหรือการ notch สามารถจะทำได้ 2 วิธีการ คือโดยการใช้กรรไกรตัดด้วยมือ และการ notch ด้วยเครื่องจักรทั้งที่ทำงานด้วยมือโยกและทำงานด้วยไฟฟ้า

การทำงาน

1. ตั้งใบตัดทั้งบนและล่าง (Upper and Lower bladed) ให้ได้รูปร่างงานตามต้องการที่จะ notch ระวังอย่าให้ใบตัดบนและล่างชิดเกินไป

2. ตั้งระยะของ Side gage ทั้งสองข้างให้เหมาะสมกับระยะของการ notch แผ่นงาน

3. นำเอาแผ่นโลหะงานวางบน blade ให้ขอบของแผ่นโลหะงานเลื่อนติดกับขอบของ side gage ทั้งสองข้าง

4. โยก Operating handle กดตัดแผ่นโลหะ (Hand Operated notcher)
กด switeh การทำงานของเครื่องแล้วเหยียบ Foot treadle switch (power notcher)

ข้อควรระวัง

1. ขณะทำการปรับระยะขอบใบมีดตัดควรจะเปิด switch เครื่องก่อนทุกครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ไม่ควรปรับใบมีดตัดให้ชิดหรือห่างจากกันมากเกินไป

3. ไม่ควรตัดโลหะแข็งหรือมีความหนาเกินกว่าความสามารถของเครื่อง

4. ขณะทำงานระวังอย่าให้นิ้วมือเข้าอยู่ในระหว่างใบตัดทั้งสอง

4. การบัดกรี (Soldering)

การบัดกรีเป็นกระบวนการต่อโลหะแบบถาวรอีกวิธีหนึ่ง และเป็นกรรมวิธีของการต่อโลหะตั้งแต่เดิมชาวอียิปต์โบราณเป็นพวกแรกที่ได้รู้จักนำเอาตะกั่วและดีบุกมาใช้เป็นภาชนะและเครื่องประดับต่าง ๆ แต่โลหะทั้งสองนี้ก็ยังมิได้นำมาใช้ในการบัดกรี ชาวโรมันเป็นพวกแรกที่ได้คิดริเริ่มและนำเอาตะกั่วมาใช้ในงานบัดกรีรอยต่อตะเข็บของท่อน้ำตะกั่ว ซึ่งตะกั่วที่นำมาใช้นั้นได้ถูกคิดค้นขึ้นมา โดยนักประวัติศาสตร์ชาวโรมันชื่อ "พลินี (Pliny)" และโดยตะกั่วบัดกรีที่ถูกคิดค้นขึ้นมานั้นมีส่วนผสมของดีบุก 40% กับตะกั่ว 60% โดยน้ำหนัก อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่ากระบวนการบัดกรีใหม่ ๆ จะได้วิวัฒนาการขึ้นมาเหนือกว่าวิธีเดิมมาก กรรมวิธีการบัดกรีก็ยังคงคล้าย ๆ กันอยู่อีกชนิดของการบัดกรีสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด ซึ่งได้แก่

1. การบัดกรีแข็ง (Hard soldering) เป็นการต่อยึดแผ่นโลหะ 2 ชิ้นให้ติดกัน โดยใช้ตัวประสาน (ตัวบัดกรี) จำพวกโลหะนอกกลุ่มเหล็ก (Non furrous metal) โดยที่โลหะงาน (Base metal) จะไม่มีการหลอมละลายและมีอุณหภูมิสูงกว่า 800 o F ซึ่งก็จะไม่ขอกล่าว รายละเอียดหรืออธิบายไว้ในที่นี้

2. การบัดกรีอ่อน (Soft Soldering) หรือที่เรียกกันสั้น ๆ ว่า การบัดกรี หมายถึงกรรมวิธีการต่อยึดแผ่นโลหะ 2 ชิ้นขึ้นไปให้ติดกันด้วยตัวประสานโลหะนอกกลุ่มเหล็ก ซึ่งใชอุณหภูมิต่ำกว่า 800 o F และชิ้นงานจะไม่หลอมละลายในขณะบัดกรี ตัวประสานสำหรับการบัดกรีนี้โดยมากจะมีส่วนผสมของตะกั่ว และดีบุกเป็นหลักใหญ่

โดยปกติตะกั่วจะมีความแข็งแรงน้อย ดังนั้นรอยบัดกรีจึงนิยมใช้อุดรอยรั่วต่าง ๆ หรือบัดกรีตามแนบตะเข็บก็จะเป็นการเพิ่มความแข็งแรงของรอยต่อตะเข็บได้มาก

อุปกรณ์การให้ความร้อนสำหรับงานบัดกรี

การให้ความร้อนในการบัดกรี สำหรับการหลอมละลายตะกั่วบัดกรีมีอยู่ 2 วิธี คือ การให้ความร้อนโดยทางตรง และการให้ความร้อนโดยทางอ้อม

1) การให้ความร้อนโดยทางตรง หมายถึงการให้ความร้อนกับชิ้นงานและตะกั่วบัดกรีโดยตรง ได้แก่ การให้ความร้อนโดยการใช้หัวเชื่อม (Welding torch) หัวเผา (Blow torch)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เตาอบก๊าซ (Gas oven) ตะเกียงบุนเสน (Bunsen) เป็นต้น

นอกจากนี้การให้ความร้อนโดยทางตรงแบบต่าง ๆ ที่กล่าวแล้ว ก็ยังแบ่งออกเป็นชนิดต่าง ๆ ของเชื้อเพลิงที่นำมาใช้อีก เช่น แอลกอฮอล (Alcohol) ก๊าซโซลีน (Gasoline) และก๊าซเชื้อเพลิงอื่น ๆ อีก ซึ่งเหมาะกับชนิดของงานต่าง ๆ กันออกไป

2) การให้ความร้อนโดยทางอ้อม หมายถึงการให้ความร้อนแก่ชิ้นงานและตะกั่วบัดกรีโดยการผ่านตัวกลางนำความร้อนซึ่งได้แก่ หัวแร้ง ส่งผ่านไปยังชิ้นงานและตะกั่วบัดกรีจนหลอมละลาย

สำหรับงานด้านโลหะแผ่น นิยมใช้การให้ความร้อนในทางอ้อมมากกว่าการให้ความร้อนโดยทางตรง เพราะสามารถบัดกรีได้ง่ายและสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการบดกรีต่ำมาก โดยจะใช้หัวแร้งเป็นตัวกลางในการให้ความร้อน และหัวแร้งดังกล่าวสมารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิดได้แก่

1. หัวแห้งไฟฟ้า (Electrical Soldering)

2. หัวแร้งเผาไฟ (Soldering Copper)

หัวแร้งไฟฟ้า

หัวแร้งไฟฟ้าสามารถจะใช้ได้อย่างสะดวก และรวดเร็วสำหรับงานบัดกรีขนาดเล็ก ข้อดีของหัวแร้งไฟฟ้านี้สามารถจะควบคุมอุณหภูมิของการบัดกรี ได้อย่างคงที่แน่นอนและไม่ต้องคอยระมัดระวังอันตรายจากเปลวไฟแต่อย่างใด แต่ก็มีข้อเสียคือความร้อนที่ได้จากหัวแร้งไฟฟ้าจะไม่ค่อยเหมาะสมกับงานนัก

หัวแร้งที่ใช้กับงานโลหะแผ่นจะมีขนาดความกว้างของปลายหัวแร้งตั้งแต่ 7/16-1 นิ้ว หรือมากกว่าเล็กน้อย และโดยปกติจะใช้กับกระแสไฟฟ้า 110 หรือ 220 Volt เท่านั้น ปริมาณความร้อนที่ได้รับจากหัวแร้งไฟฟ้าจะขึ้นอยู่กับจำนวน Watt ซึ่งอยู่ในช่วง 50-300 Watt ขนาดเล็ก 75 Watt จะเหมาะกับงานบัดกรีรอยต่องานทางไฟฟ้าและวิทยุ ขนาด 150-200 Watt จะเหมาะกับงานบัดกรีงานโลหะแผ่นมาก

หัวแร้งเผา

หัวแร้งเผาโดยมากจะทำมาจากโลหะ 2 ชนิด คือ หัวแร้งเหล็ก (Soldering Iron) และหัวแห้งทองแดง (Soldering Copper) หัวแร้งเหล็กจะไม่ค่อยนิยมใช้มากนัก เนื่องจากว่าความจุความร้อนและการเป็นตัวนำความร้อนของเหล็กนั้นสู้ทองแดงไม่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวแร้งทองแดง

ส่วนหัวและปลายของหัวแร้งจะทำด้วยโลหะทองแดงเพราะเป็นตัวนำความร้อนที่ดีมากส่วนหัวจะติดอยู่กับก้านเหล็กซึ่งเป็นตัวทำความร้อนที่ไม่ค่อยดีนัก แล้วต่อติดกับด้ามไม้ซึ่งเป็นฉนวนความร้อน

รูปร่างของหัวแร้งมีอยู่หลายชนิด เป็นรูปต่าง ๆ กัน เช่น หัวสี่เหลี่ยม (Square) ลิ่ม (Wedge) คมมีด (Knife) ปลายแปลม (Point), Roofing, Hatchet, Bottom เป็นต้น แต่ชนิด Point และ Bottom จะนิยมใช้มากที่สุด

ขนาดของหัวแร้งทองแดงมีหลายขนาดต่าง ๆ กันตั้งแต่ 1/2-16 ปอนด์ต่อคู่ เช่น หัวแร้งขนาด 2 ปอนด์ จะหมายความว่าหัวแร้งจะหนัก 1 ปอนด์ ต่อ 1 อัน ทั้งนี้เพื่อให้เลือกใช้ได้อย่างพอเหมาะกับการหลอมละลายของตะกั่วบัดกรี การที่มีหัวแร้ง 2 อันก็เพราะว่า ในขณะที่อันหนึ่งกำลังถูกใช้งานอยู่ อีกอันหนึ่งจะต้องเผาให้ร้อนอยู่เสมอสลับกันไปเพื่อจะได้ไม่ต้องเสียเวลาในการเผาหัวแร้งในขณะที่ทำการบัดกรี

ข้อดีของหัวแร้งเผาคือ ความร้อนที่ได้จากหัวแร้งจะพอเหมาะกับการหลอมละลายของตะกั่วบัดกรี โดยการเลือกใช้ขนาดของหัวแร้งให้พอเหมาะกับขนาดของชิ้นงาน ส่วนข้อเสียก็มีเหมือนกันคือจะต้องเผาหัวแร้งบ่อย ๆ และอาจจะมีอันตรายเกิดจากเปลวไฟที่ใช้เผาหัวแร้งได้

นอกจากนี้แล้วการใช้หัวแร้งเผาจะต้องใช้ประกอบกับเตาเผาให้ความร้อน สำหรับเตาเผาหัวแร้ง (Furnaces) ก็มีอยู่หลายชนิด มีทั้งชนิดใช้น้ำมัน ถ่านโค๊ก ก๊าซ เป็นต้น พร้อมทั้งมีแบบต่าง ๆ อีก เช่น การวางหัวแร้งหน้าเตา บนเตาหรือด้านข้างอีกด้วย แต่สำหรับเตาที่ใช้กันมากได้แก่ เตาก๊าซและเตาถ่านโค๊ก เพราะสามารถใช้ได้ประหยัดเสียค่าใช้จ่ายไม่สูงนัก องค์ประกอบสำคัญที่ใช้ในการบัดกรีมีอยู่ 4 อย่าง คือ

1. หัวแร้งบัดกรี (Soldering Copper)
2. โลหะบัดกรีหรือตะกั่วบัดกรี (Solder)
3. น้ำประสาน (Flux)
4. ความร้อน (Heat)

หัวแร้งบัดกรี (Soldering Copper)

ก่อนที่จะทำงานบัดกรีให้ได้ดีนั้น จำเป็นจะต้องมีหัวแร้งที่ตะไบได้เรียบร้อย และฉาบหรือเคลือบด้วยตะกั่วบัดกรีไว้แล้วอย่างพอเหมาะ การฉาบหรือเคลือบหัวแร้งไว้อย่างดีแล้วย่อมจะเป็นผลดีต่อการบัดกรีที่จะทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและรวดเร็ว การฉาบหัวแร้งไม่ดีมักจะทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้การบัดกรีเป็นไปได้ยาก ทุก ๆ ครั้งที่หัวแร้งร้อนเกินไปจะต้องฉาบตะกั่วบัดกรีใหม่ เมื่อหัวแร้งไหม้จะต้องหมั่นตะไบเอาส่วนที่ไหม้ออกให้หมดจนหัวแร้งเรียบ พร้อมทั้งจะต้องเคลือบหัวแร้งด้วยตะกั่ว ถ้าหัวแร้งทู่หรือมีรูปร่างไม่เหมาะสมกับมุมการบัดกรีของงานจะต้องใช้ตะไบตกแต่งให้ได้รูปเสียใหม่

การเคลือบผิวหัวแร้ง

ถ้าเป็นหัวแร้งใหม่หรือหัวแร้งที่ไม่ได้ใช้เป็นเวลานาน ๆ หรือหัวแห้งที่ถูกเผาจนร้อนแดงก็จะมีออกไซด์ (Oxide) เกิดขึ้นบนปลายของหัวแร้ง ออกไซด์ดังกล่าวนี้จะกลายเป็นตัวกันความร้อนจากหัวแร้งไปยังโลหะงาน ดังนั้นปลายของหัวแร้งจะต้องทำความสะอาดและเคลือบผิวด้วยตะกั่ว หรือเรียกว่าการ Tinning หัวแห้ง ซึ่งมีวิธีการดังนี้

1. ให้ความร้อนแก่หัวแร้งทองแดงจนกระทั่งมีสีน้ำตาล (อย่าเผาจนแดง) จะช่วยให้การตกแต่งผิวหน้าของหัวแร้งทำได้ง่ายขึ้น

2. ให้ตะไบหยาบแบบคมตัดทางเดียว (Single Cut) ตะไบผิวหน้าของหัวแร้งให้เรียกทุกด้านจนมีปลายแหลม ระหว่างตะไบถ้าหัวแร้งเย็นตัวลงให้เผาใหม่ได้ตามความจำเป็น

3. เผาหัวแร้งใหม่จนกระทั่งมีอุณหภูมิพอที่จะหลอมละลายตะกั่วบัดกรีได้

4. ใช้ปลายหัวแร้งถูบนแท่งเกลือแอมโมเนีย (Salt Ammoniac) ทั้ง 4 ด้าน (เกลือแอมโมเนียนี้จะทำหน้าที่เป็นตัวประสานที่ทำความสะอาดผิวหน้าของทองแดงระหว่างทำการ Tinning)

5. นำหัวแร้งไปถูแท่งตะกั่วบัดกรีให้ตะกั่วเคลือบผิวหน้าของหัวแร้งทั้ง 4 หน้า

6. ล้างหัวแร้งให้สะอาดด้วยสารละลายของแอมโมเนียคลอไรด์ 1/4 ออนซ์ (oz) กับน้ำ 1 ควอต (Quart) หรือถูบนแท่งแอมโมเนียคลอไรด์ก็ได้ แล้วเช็ดตะกั่วที่ติดมากเกินไปออกด้วย

ตะกั่วบัดกรี (Solder)

ตะกั่วบัดกรีเป็นโลหะผสมของดีบุกและตะกั่ว ดีบุกมีจุดหลอมละลายที่อุณหภูมิ 450 o F ส่วนตะกั่วมีจุดหลอมละลายที่อุณหภูมิ 621 o F เมื่อนำโลหะทั้งสองชนิดมาผสมกันจะได้โลหะชนิดใหม่ที่มีจุดหลอมละลายต่ำลง เปลี่ยนไปตามส่วนผสมของโลหะทั้งสองนั้น ตะกั่วบัดกรีที่ใช้ในงานโลหะโดยมากจะมีส่วนผสมของดีบุก 50% และตะกั่ว 50% โดยน้ำหนัก ซึ่งเรียกตะกั่วชนิดนี้ว่า "half and half" และมีจุดหลอมละลาย 418 o F

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตามปกติตะกั่วบัดกรีจะเรียกเป็นตัวเลขแบ่งตามจำนวนเปอร์เซนต์ของน้ำหนักของดีบุกและตะกั่ว เช่น ตะกั่วบัดกรี 60-40 จะหมายความว่าตะกั่วบัดกรีนั้นมีส่วนผสมของดีบุก 60% และตะกั่ว 40% โดยน้ำหนัก หรือตะกั่วบัดกรี 62-38 ก็จะหมายความว่าตะกั่วบัดกรีนั้นมีส่วนผสมของดีบุก 62% และตะกั่ว 38% โดยน้ำหนัก เป็นต้น

ตะกั่วบัดกรีบางชนิดจะผสมโลหะต่าง ๆ บางอย่างลงไป เพื่อให้ตะกั่วบัดกรีนั้นมีคุณสมบัติพิเศษบางประการดีขึ้น เช่น พลวง (Antimony) จะทำให้รอยบัดกรีมีความแข็งแรงดีขึ้น แต่ถ้าผสมมากเกินกว่า 2% ก็จะทำให้รอยบัดกรีเปราะ บิสมัธ (Bismuth) จะช่วยให้จุดหลอมละลายของตะกั่วบัดกรีต่ำลง และมีการไหลตัวดีขึ้น เงิน (Silver จะทำให้ตะกั่วบัดกรีมีอุณหภูมิการหลอมละลายสูงขึ้น เป็นต้น

ตะกั่วบัดกรีจะเปลี่ยนรูปไปตามแบบของการผลิต เช่น เป็นแท่งสี่เหลี่ยม (Bar) เส้นลวด (Wire) เส้นลวดแกนฟลักซ์ (Rosin Core Wire) เป็นต้น การซื้อขายก็จะเป็นราคาต่อปอนด์ ตะกั่วบัดกรีที่มีส่วนผสมของดีบุกมากก็จะยิ่งมีราคาแพงมากขึ้น

Diagram การหลอมละลายของตะกั่วบัดกรี จะแสดงส่วนผสมของดีบุกและตะกั่วในอัตราส่วนต่าง ๆ กัน จากเส้นตัดขวางด้านบนของรูปจะแสดง % ของดีบุก (Tin) และตะกั่ว (Lead) เริ่มจากมุมซ้ายมือจะเป็น % ของตะกั่วบริสุทธิ์ และด้านขวามือจะเป็น % ของดีบุกบริสุทธิ์ ตะกั่วบัดกรีจะเกิดอยู่ได้ใน 3 สถานะคือ ของแข็ง (Solid) อ่อนตัว (Plastic) และของเหลว (Liquid)

เมื่อตะกั่วถูกผสมกับดีบุก อุณหภูมิหลอมละลายของตะกั่วก็จะเริ่มลดลงจาก 621 o F ลดต่ำลงมาตามเส้น AC และเมื่อดีบุกถูกผสมเข้ากับตะกั่วก็จะทำให้จุดหลอมละลายของดีบุกลดลงจาก 450 o F ลดต่ำลงมาตามเส้น BC เส้นอุณหภูมิของส่วนผสมของดีบุกและตะกั่วก็จะมาพบกันที่จุด C ซึ่งจะเรียกว่าจุด Eutectic เพราะว่าเป็นส่วนผสมที่เปลี่ยนจากสถานะของแข็งไปเป็นของเหลว โดยไม่มีสถานะ Plastic ขั้นกลาง จุดนี้จะมีส่วนผสมของดีบุก 63% และตะกั่ว 37% และมีจุดหลอมละลายต่ำสุดของตะกั่วบัดกรี ดีบุก และตะกั่ว คือ 361 o F

ส่วนผสมอื่น ๆ ของดีบุกและตะกั่วจะมีจุดสถานะ Plastic ในสถานะ Plastic เช่นนี้จะช่วยให้การคำนวณส่วนผสมของดีบุกและตะกั่วที่ใช้กับงานต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม เช่น ส่วนผสมที่มีช่วง Plastic กว้างจะเหมาะกับงานที่เกี่ยวกับการปะพอกผิวรอยต่อตัวถังรถยนต์หรือใช้ในการทำท่อตะกั่ว เป็นต้น

ตะกั่วบัดกรีชนิด 50-50 จะเหมาะสำหรับงานโลหะแผ่นมากเพราะมีช่วง Plastic สั้นและให้ความแข็งแรงสูงมาก ช่วง Plastic จะอยู่ระหว่าง 361-418 o F

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำประสาน (Flux)

เมื่อผิวหน้าของโลหะถูกกับอากาศรอบ ๆ ตัวเรา ออกไซด์ก็จะเกิดขึ้นบนผิวหน้าของโลหะจะทำให้เกิดการขุ่นมัว เมื่อโลหะมีอุณหภูมิสูงขึ้นออกไซด์ก็จะเกิดได้ง่ายขึ้น ออกไซด์นี้จะเป็นแผ่นฟิล์มบาง ๆ ซึ่งจะทำให้ตะกั่วบัดกรีไม่สามารถจะหลอมละลายเกาะติดบนผิวหน้าของโลหะได้ ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องใช้ฟลักซ์เพื่อที่จะ

1. ละลายออกไซด์ให้ออกจากผิวหน้าของโลหะ
2. ป้องกันการเกิดออกไซด์ใหม่
3. ลดความตึงผิวของตะกั่ว จะทำให้ตะกั่วหลอมละลายได้ง่ายขึ้น
4. ช่วยให้เกิดการประสานระหว่างตะกั่วบัดกรีกับชิ้นงาน

น้ำประสานมีอยู่ 2 ชนิด คือ ชนิดกัดกร่อน (Corrosive) และชนิดไม่กัดกร่อน (Non Corrosive) ชนิดแรกจะมีประสิทธิภาพมากแต่ไม่เหมาะที่จะใช้กับรอยต่อทางไฟฟ้าหรือวิทยุ แต่ถ้าจำเป็นต้องใช้จะต้องล้างออกจากแผ่นงานด้วยน้ำอุ่นหลังจากที่ได้บัดกรีเรียบร้อยแล้ว ส่วนชนิดที่ไม่กัดกร่อนจะเหมาะกับรอยต่องานไฟฟ้าและอีเล็คโทรนิคส์ใช้ได้ดีกับแผ่นดีบุก ทองแดง ทองเหลือง และทองแดงผสม น้ำประสานทั้งชนิดที่กัดกร่อนและไม่กัดกร่อนมีอยู่หลายชนิดดังนี้

น้ำประสานชนิดกัดกร่อน

ฟลักซ์ชนิดนี้จะมีประสิทธิภาพในการกัดกร่อนอย่างรวดเร็ว ซึ่งในขณะทำงานจะต้องใช้ความระมัดระวังเป็นพิเศษอย่าให้ถูกตัว หรือหายใจเอาควันของมันเข้าไป เพราะจะทำให้เยื่อจมูกอักเสบและหายใจไม่สะดวก บางครั้งอาจถึงกับหมดสติลงไปได้ ฟลักซ์ชนิดนี้ที่นิยมใช้กันมากที่สุดในโรงงานโลหะแผ่น คือ

Zinc Chloride ฟลักซ์ชนิดนี้จะเตรียมได้จากการละลายเม็ดสังกะสีหรือแผ่นเหล็กอาบสังกะสีลงในกรดเกลือ (Muriatic หรือ Hydrochloric acid) จนกระทั่งไม่มีฟองของไฮโดรเจนเกิดขึ้น และจะได้สารละลายของ Zine Chloride Flux ดังสมการ

$$2\,HCl + Zn \qquad ZnCl_2 + H_2$$

ฟลักซ์ที่ได้มานี้จะมีประสิทธิภาพในการกัดกร่อนรุนแรงมาก ดังนั้นก่อนการใช้งานจึงจำเป็นต้องทำให้สารละลายเจือจางลง โดยการผสมกับน้ำสะอาดในอัตราส่วนที่เท่ากัน และจะต้องผสมโดยการนำน้ำกรดเทลงในน้ำสะอาดเสมอ การเตรียมน้ำกรดดังที่กล่าวมาแล้วจะต้องเตรียมในบริเวณที่มีการถ่ายเทของอากาศดี พร้อมกันนี้ภาชนะที่บรรจุจะต้องทำด้วยแก้วหรือเครื่องเคลือบดินเผาด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจาก Zinc Chloride แล้วยังมีฟลักซ์ชนิดอื่นอีก เช่น Phosphoric acid ซึ่งเป็นฟลักซ์ที่ใช้ทำความสะอาดเหล็กไร้สนิม (Stainless steel) Salt ammoniac เป็นฟลักซ์ที่ใช้ทำความสะอาดแผ่นเหล็กดำและแผ่นเหล็กบางทั่วไป เป็นต้น

น้ำประสานชนิดไม่กัดกร่อน

เป็นน้ำประสานชนิดที่ไม่มีอันตรายจากการกัดของน้ำประสานเมื่อถูกตัวโดยมากจะใช้สำหรับรอยบัดกรีที่ต้องป้องกันการกัดกร่อนอย่างสมบูรณ์ น้ำประสานชนิดนี้ที่นิยมใช้มากที่สุดคือยางสนในสถานะของแข็งยางสนจะไม่มีปฏิกิริยาการกัดกร่อนแต่อย่างใด แต่ในขณะที่ร้อนยางสนจะกลายเป็นกรดอย่างอ่อน ๆ ที่จะลดหรือขจัดออกไซด์ออกจากผิวหน้าของโลหะได้

ยางสนตามปกติต้องมีสีเหลืองน้ำตาลเป็นสารเคมีที่เหลือภายหลังจากการไล่น้ำมันสนออกจากต้นสนแล้ว ยางสนนี้บางทีก็เป็นก้อน เป็นแท่ง เป็นผง และเหลว ถ้าเป็นแท่งควรจะผสมกับน้ำมันสนเล็กน้อยจะทำให้ยางสนเหลวขึ้น หรือจะใช้ Glycerine เติมบ้างในบางครั้งก็จะทำให้ยางสนมีประสิทธิภาพดีขึ้น

ก่อนที่จะทำการบัดกรี ควรตัดสินใจเลือกใช้ชนิดของน้ำประสานให้เหมาะสมกับชนิดของงานรอยต่อ และโลหะงานด้วย ในขณะบัดกรีน้ำประสานจะซึมลึกลงไปจนถึงก้นของรอยต่อตะเข็บมากกว่าตะกั่วบัดกรี ดังนั้นยางสนจึงเหมาะสำหรับที่จะเป็นน้ำประสานอย่างยิ่ง แต่ถ้าเป็นโลหะที่ใช้ยางสนเป็นน้ำประสานไม่ได้ก็จำเป็นต้องทำการล้างน้ำประสานออกอย่างรวดเร็วด้วยน้ำอุ่นทันที ภายหลังจากที่ได้ทำการบัดกรีเรียบร้อยแล้ว

ความร้อน (Heat)

ความร้อนเป็นตัวสำคัญยิ่งในการบัดกรี เพราะตะกั่วบัดกรีจะหลอมละลายไปเกาะติดกับชิ้นงานได้ก็ต้องอาศัยความร้อนเป็นตัวหลอมละลาย ดังนั้นหากไม่มีความร้อนการบัดกรีก็จะเกิดขึ้นไม่ได้ความร้อนนี้โดยมากจะได้จากเตาเผา เปลวไฟ และไฟฟ้า เป็นต้น

การบัดกรีรอยต่อตะเข็บ

1. วางแผ่นโลหะงานที่จะทำการบัดกรีสองแผ่นบนโต๊ะทำงานบัดกรี ที่ไม่เป็นตัวนำความร้อน เช่น อิฐทนไฟ หรือ Asbestos

2. ต้องแน่ใจว่ารอยต่อตะเข็บที่วางไว้เหมาะสมและตรงตามจุดประสงค์แล้ว ถ้าเป็นงานขนาดเล็กจะต้องหาน้ำหนักมากดทับด้วย

3. ทำความสะอาดพื้นที่บริเวณที่จะทำการบัดกรี (ตะเข็บ) โดยใช้แปรงทาฟลักซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. เผาหัวแร้งทองแดงให้มีอุณหภูมิพอเหมาะกับการบัดกรีงาน ซึ่งสามารถจะลองได้โดยนำหัวแร้งไปแตะกับแท่งตะกั่วบัดกรี ถ้าหัวแร้งหลอมละลายตะกั่วบัดกรีได้รวดเร็วแสดงว่าอุณหภูมิใกล้เคียงที่จะทำงานได้ดีแล้ว อย่าเผาหัวแร้งจนแดง และพยายามรักษาอุณหภูมิให้พอเหมาะอยู่เสมอตลอดเวลาการบัดกรี

5. บัดกรียึดตะเข็บหลาย ๆ จุด โดยใช้ปลายของหัวแร้งทองแดงแตะบนแท่งตะกั่วแล้วไปจี้ตรงบริเวณที่จะบัดกรียึดให้ตะกั่วติดทั้งสองแผ่น

6. เริ่มทำการบัดกรีจากปลายด้านหนึ่งของตะเข็บไปยังอีกด้านหนึ่งของตะเข็บ โดยใช้หน้าของหัวแร้งแนบขนานกับแนวแผ่นงาน

7. เคลื่อนหัวแร้งอย่างช้า ๆ ไปในทิศทางเดียวอย่าถูกลับไปกลับมา แล้วค่อย ๆ เติมตะกั่วทางด้านของหัวแร้งตามความจำเป็นตลอดแนวจับชิ้นงานให้อยู่ในสภาพนิ่งจนกว่าตะกั่วบัดกรีจะแข็งตัว

8. ทำความสะอาดโดยใช้น้ำอุ่นล้างฟลักซ์ชนิดกัดกร่อนออก

9. ตรวจสอบรอยบัดกรี เช่น รอยตะกั่วเรียบหรือไม่ ตะกั่วมากเกินความจำเป็นหรือไม่ ตะกั่วเคลือบติดผิวงานตลอดแนวบัดกรีหรือไม่

การบัดกรีโดยการ Swiating

การบัดกรีด้วยวิธีนี้ โดยมากจะใช้กับงานของรอยต่อทางไฟฟ้าซึ่งต้องการความแข็งแรงของรอยต่อมาก การทำ Swiating ผิวหน้าของงานจะต้องทำความสะอาดและใช้ฟลักซ์ทาตรงบริเวณรอยต่อที่จะทำการบัดกรี จากนั้นเอาตะกั่วเคลือบผิวของรอยต่อแต่ละผิวหน้า นำชิ้นงานทั้งสองชิ้นวางซ้อนทับกัน (เฉพาะรอยต่อ) อย่างมั่นคงโดยตลอดแนวรอยต่อ แล้วให้ความร้อนรอยต่อด้วยหัวแร้งทองแดงหรือหัวเผา จนกระทั่งตะกั่วบนรอยต่อหลอมละลายแล้วเริ่มต้นเคลื่อนที่หัวแร้งหรือหัวเผาไปจนทั่วรอยต่อ แล้วปล่อยให้รอยต่อเย็นจนกระทั่งตะกั่วแข็งตัวอย่างสมบูรณ์ จะได้รอยต่อที่มีความแข็งแรงมากและจะใช้กับการบัดกรีรอยต่อที่มีแผ่นงานซ้อนกันหลายชิ้นก็ได้เช่นเดียวกัน

การบัดกรีโดยใช้ Torch

หัวเผาจะใช้บ่อย ๆ ในงานขนาดเล็กหรืองานที่มีความสัมพันธ์อย่างมากกับความแข็งที่เพิ่มขึ้นหัวเผาที่ใช้โดยมากได้แก่หัวเป่าที่ใช้ Gasoline หรือ Alcohol

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยทั่วไปหัวเป่าจะทำการพ่นเปลวไฟลงบนผิวหน้าของงาน จากนั้นก็ใช้แท่งตะกั่วหรือลวดตะกั่วถูบนผิวหน้างาน ความร้อนบนผิวหน้างานจะหลอมละลายตะกั่ว ในขณะที่ตะกั่วหลอมละลายมากเกินไปจะต้องใช้ผ้าเช็ดออกก่อนที่ตะกั่วจะแข็งตัว

การบัดกรีอลูมิเนียมผสม

การบัดกรีอลูมิเนียมผสมสามารถกระทำได้ยากเมื่อเทียบกับการบัดกรีโลหะชนิดอื่น ๆ ความยุ่งยากจะเกิดขึ้นเนื่องจากผิวหน้าของอลูมิเนียมผสมนั้นจะปกคลุมไปด้วยออกไซด์ที่หนาและขึ้นอยู่กับชนิดของอลูมิเนียมผสม และสภาพที่ต่างกันด้วย

อย่างไรก็ตาม ถ้าใช้เทคนิคการบัดกรีที่ทันสมัยก็จะทำให้การบัดกรีอลูมิเนียมทำได้ง่ายขึ้นอลูมิเนียมอ่อน (Soft Aluminium) ไม่ถือว่าจะต้องบัดกรีได้ง่ายกว่าอลูมิเนียมหล่อ (Cast Aluminium) เสมอไป อลูมิเนียมที่ใช้งานเกี่ยวกับความร้อน (Heat treated Aluminium) จะทำการบัดกรีได้ยากที่สุดในขณะที่อลูมิเนียมมีส่วนผสมของแมกนีเซียมมากกว่า 1%

ตะกั่วบัดกรีสำหรับการบัดกรีอลูมิเนียม (Aluminium Solder) ตะกั่วบัดกรีเหล่านี้โดยมากจะมีจุดหลอมละลายสูงกว่าตะกั่วบัดกรีชนิดดีบุก-ตะกั่วธรรมดา

ขั้นแรกของการบัดกรีอลูมิเนียม จะต้องทำความสะอาดผิวหน้าอย่างสมบูรณ์ เพราะต้องขจัดออกไซด์ออกให้หมด ถ้า Oxide มากจะต้องขูดหรือตะไบทิ้ง ถ้าออกไซด์บางให้ใช้ฟลั๊กซ์ชนิดกันกร่อนทา และหลังจากบัดกรีแล้วจะต้องล้างฟลั๊กซ์ออกให้หมดด้วย

หลังจากทำความสะอาดและทาฟลั๊กซ์บนผิวหน้างานแล้วเคลือบผิวด้วยตะกั่วบัดกรีอลูมิเนียมโดยใช้ฟลั๊กซ์ทาบนผิวหน้างานและตะกั่วบัดกรี การเคลือบผิวนี้สามารถจะเคลือบได้โดยใช้หัวแร้งทองแดงและหัวเผาในกรณีที่ใช้หัวเผาอย่าใช้ความร้อนเผาผิวหน้างาน ตะกั่วบัดกรีหรือฟลั๊กซ์โดยตรง ควรใช้หัวเผาเผาบริเวณใกล้เคียงหรือเผาแท่งโลหะอื่นให้ความร้อนส่งผ่านไปยังผิวหน้าของโลหะ จนตะกั่วบัดกรีหลอมละลายอย่าให้ความร้อนมากจนเกินความจำเป็นที่จะหลอมละลายตะกั่วบัดกรี และการเคลือบผิวงานบัดกรีอลูมิเนียมจะได้ผลดีหลังจากที่ได้รับการเคลือบผิวเป็นอย่างดี

การตรวจสอบรอยบัดกรี

การตรวจสอบรอยบัดกรี อาจจะตรวจสอบได้โดยการใช้สายตาตรวจหาข้อบกพร่องต่าง ๆ เช่น การจับยึดตัวของตะกั่วบัดกรีกับผิวหน้างาน การใช้ตะกั่วบัดกรีมากหรือน้อยเกินไป ความร้อนที่ใช้ในขณะทำการบัดกรี ความสะอาดของแนวบัดกรี เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนี้รอยต่อบัดกรีอาจจะตรวจสอบได้โดยทางปฏิบัติจริงคือ การทดสอบโดยการกันรั่วของน้ำและอากาศ ความแข็งแรง ความคงทนต่อความชื้น

การตรวจสอบความสามารถของรอยบัดกรีโดยการคงทนต่อความชื้น จะทำได้โดยนำรอยบัดกรีไปใส่ห้องที่มีความชื้น 100% และมีอุณหภูมิ 100 o F เป็นเวลาอย่างน้อย 72 ชั่วโมง หลังจากนั้นแล้วถ้าไม่ปรากฏรอยกัดกร่อนแสดงว่ารอยบัดกรีนั้นมีคุณภาพดี

สรุปองค์ประกอบที่จำเป็นสำหรับงานบัดกรี

รอยบัดกรีที่มีคุณภาพดีจะต้องเกิดจากองค์ประกอบของการบัดกรีดังนี้อย่างเหมาะสม

1. ความสะอาด กล่าวคือ ชิ้นงานก่อนที่จะนำมาทำการบัดกรีจะต้องมีการทำความสะอาดหัวแร้งจะต้องสะอาดด้วย และตะกั่วที่ใช้จะต้องมีความสะอาดอีกด้วย ถ้าไม่มีความสะอาดจะทำให้การบัดกรีติดได้ยาก ดังนั้นงานบัดกรีจึงต้องมีการทำความสะอาด เช่น การตะไบ ตกแต่งผิวการขัดด้วยกระดาษทรายหรือแปรงลวดก่อนที่จะใช้ฟลั๊กซ์

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

3. ความร้อน ความร้อนเป็นองค์ประกอบที่สำคัญมากอันหนึ่ง กล่าวคือ จะต้องใช้ให้พอเหมาะกับขนาดของชิ้นงานที่นำมาบัดกรี ไม่ว่าชิ้นงานใหญ่หรือเล็กก็ตามควรให้ความร้อนมากเพียงพอที่จะหลอมละลายตะกั่วบัดกรีเท่านั้น ถ้าให้ความร้อนมากเกินไปจะทำให้ชิ้นงานมีรอยไหม้ดำและเกิดออกไวด์กับตะกั่วบัดกรีได้ง่าย แต่ถ้าให้ความร้อนน้อยเกินไปจะทำให้ตะกั่วหลอมละลายได้ไม่ดีทำให้รอยบัดกรีไม่เรียบ ซึ่งเป็นผลให้รอยบัดกรีนูน

4. ตะกั่วบัดกรี ส่วนผสมของตะกั่วบัดกรีจะมีความสำคัญมากในการกำหนดจุดหลอมละลายของตะกั่วบัดกรี รวมทั้งความแข็งแรงของแนวบัดกรี โลหะแต่ละชนิดจะใช้กับส่วนผสมของตะกั่วบัดกรีเหมาะสมต่างกันไปนั้น งานบัดกรีโลหะอาบสังกะสีจะใช้ตะกั่ว 50-50 ได้อย่างเหมาะสมในขณะที่การบัดกรีอลูมิเนียมจะต้องใช้ตะกั่วที่มีส่วนผสมชนิดพิเศษที่มีส่วนผสมของสังกะสีด้วย

5. เทคนิคการบัดกรี แนวบัดกรีจะมีความแข็งแรงมากน้อยหรือไม่เพียงใดจะขึ้นอยู่กับเทคนิคและความชำนาญของผู้บัดกรีว่าด้วยการจะใช้กรรมวิธีบัดกรีแบบใด เช่น Swiating การถูตะกั่วกับหัวแร้ง การหยดตะกั่ว รวมทั้งกรรมวิธีการให้ความร้อนด้วยก็จะทำให้รอยบัดกรีสวยงาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และมีความแข็งแรงดีขึ้นด้วย

5. ตัวยึดโลหะ (Fastener)

เป็นการยึดแผ่นโลหะแบบกึ่งถาวร ที่สามารถจะถอดประกอบเข้าด้วยกันได้ตามความจำเป็นอุปกรณ์สำคัญที่ใช้ในการยึดแผ่นโลหะดังกล่าว 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 แผ่นเหล็ก สังกะสี อลูมิเนียม พลาสติก เป็นต้น ที่ต้องการถอดประกอบเข้าออกอยู่บ่อย ๆ

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

ก. ชนิด A จะมีปลายของเกลียวแหลมคม (Sharp point) เหมาะสำหรับแผ่นโลหะบางที่มีความหนาไม่เกินเบอร์ 18

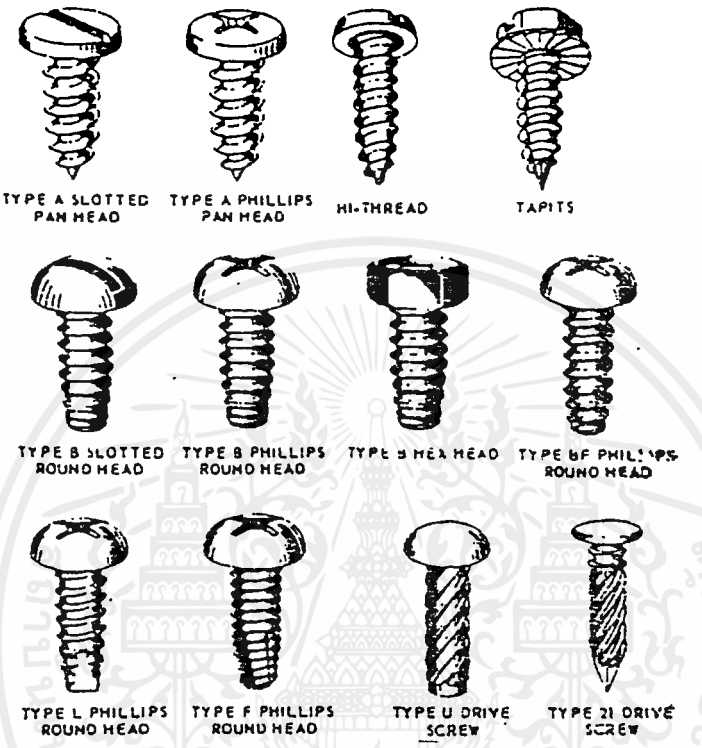
ข. ชนิด B ส่วนประกอบของเกลียวจะถูกตัดตรง (Blunt Flat Point) เหมาะสำหรับใช้ยึดแผ่นโลหะที่มีความหนามากกว่าชนิด A

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 50

สกรู ชนิด A, B, และพิเศษ



การใช้งานของ Sheet metal screw โดยทั่วไปจะต้องใช้ประกอบกับไขควงแบบปลายแบน (Flat) หรือปลายสี่แฉก (Phillip) ตามชนิดร่องบนหัวของสกรู แต่ในบางครั้งจะต้องใช้ค้อนหรือประแจเข้าช่วยด้วยเหมือนกัน

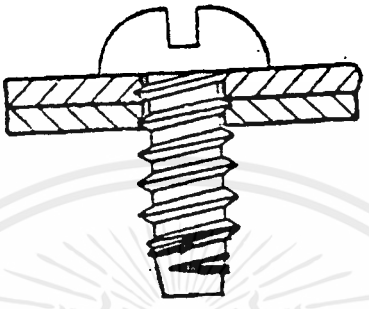
สำหรับความยาวของ Sheet metal screw จะมีขนาดความยาวตั้งแต่ 1/4-2 นิ้ว ส่วนขนาดความโตของเส้นผ่าศูนย์กลางจะบอกเป็น Number จาก No.2-14

การเลือกใช้ขนาดของ Sheet metal screw จะต้องเลือกขนาดให้พอเหมาะกับขนาดความหนาของโลหะแผ่น ความยาวและต้องคำนึงถึงความแข็งแรงด้วยเมื่อได้ขนาดตามต้องการแล้ว การเจาะรู จะต้องใช้ขนาดความโตของดอกสว่านเท่ากับ ความโตของโคนเกลียว (Root Diameter)

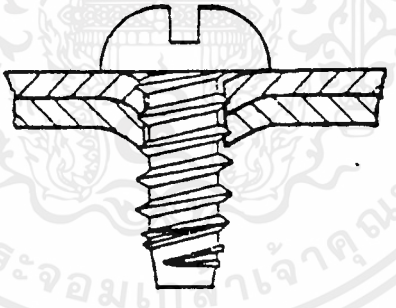
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของสกรูด้วย ทำการเจาะแผ่นวัสดุ แล้วจึงนำสกรูใส่ลงในรูที่เจาะไว้แล้วใช้ประแจหรือไขควงขัน จนสุดเกลียว

ภาพที่ 51
การใช้งานของสกรูแบบเจาะขั้วกว้างเกินไป



ภาพที่ 52
การใช้งานของสกรูแบบเจาะรูที่เหมาะสม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อควรระวัง ในการใช้ Sheet metal screw

1. อย่าเจาะรูให้มีขนาดกว้างหรือแคบจนเกินไป เพราะถ้าเจาะรูกว้างเกินไปจะทำให้การยึดของฟันเกลียวสกรูไม่แน่น แต่ถ้าเจาะรูแคบเกินไปจะทำให้การขันสกรูทำได้ลำบากยิ่งขึ้น

2. อย่าออกแรงขันสกรูแน่นมากจนเกินไป เพราะอาจทำให้เกลียวหลวม หรือหัวของสกรูเยินได้

5.2 Threal Metal Screw ใช้ยึดส่วนประกอบต่าง ๆ ของงานโลหะให้ติดกัน ชิ้นส่วนต่าง ๆ จะยึดติดกันได้โดยชนิดของตัวยึดที่ต่างกันออกไป เช่น Bolts, Nut, Screw ถึงแม้จะมีตัวยึดอยู่หลายแบบ หลายขนาด 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 6.32 และหัว Nut ที่ใช้ประกอบกับ Bolt นี้จะมีทั้งชนิดหัวสี่เหลี่ยมและหกเหลี่ยม เช่นเดียวกัน

2. Machine screw ทำมาจากเหล็กหรือทองเหลือง ส่วนหัวจะมีอยู่หลายแบบ เช่น กลม, เรียบ, Oven, Fillister, Binding, Truss หรือหกเหลี่ยม แต่ละชนิดของหัวจะมีร่องตรง แฉก หรือสี่เหลี่ยม เพื่อใช้ขันเกลียวได้สะดวก 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 Aachine screw ยังมีหัวแบบต่าง ๆ อีกเป็นจำนวนมาก

3. Cap screw จะมีรูปร่างคล้ายกับ Machine screw มาก แต่เกลียวจะมีความละเอียดสูงกว่า ความโตเส้นผ่าศูนย์กลางจะมีตั้งแต่ 1/4-1 1 / 2 นิ้ว และมีความยาว ตั้งแต่ 1/2-6 นิ้ว ความยาวของเกลียวสกรู ประมาณ 2 D+1/4 นิ้ว คล้ายกับ Machine bolts

ลักษณะหัวของ Cap screw จะทำเป็นรูปหัวเหลี่ยม กลม ร่อง เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

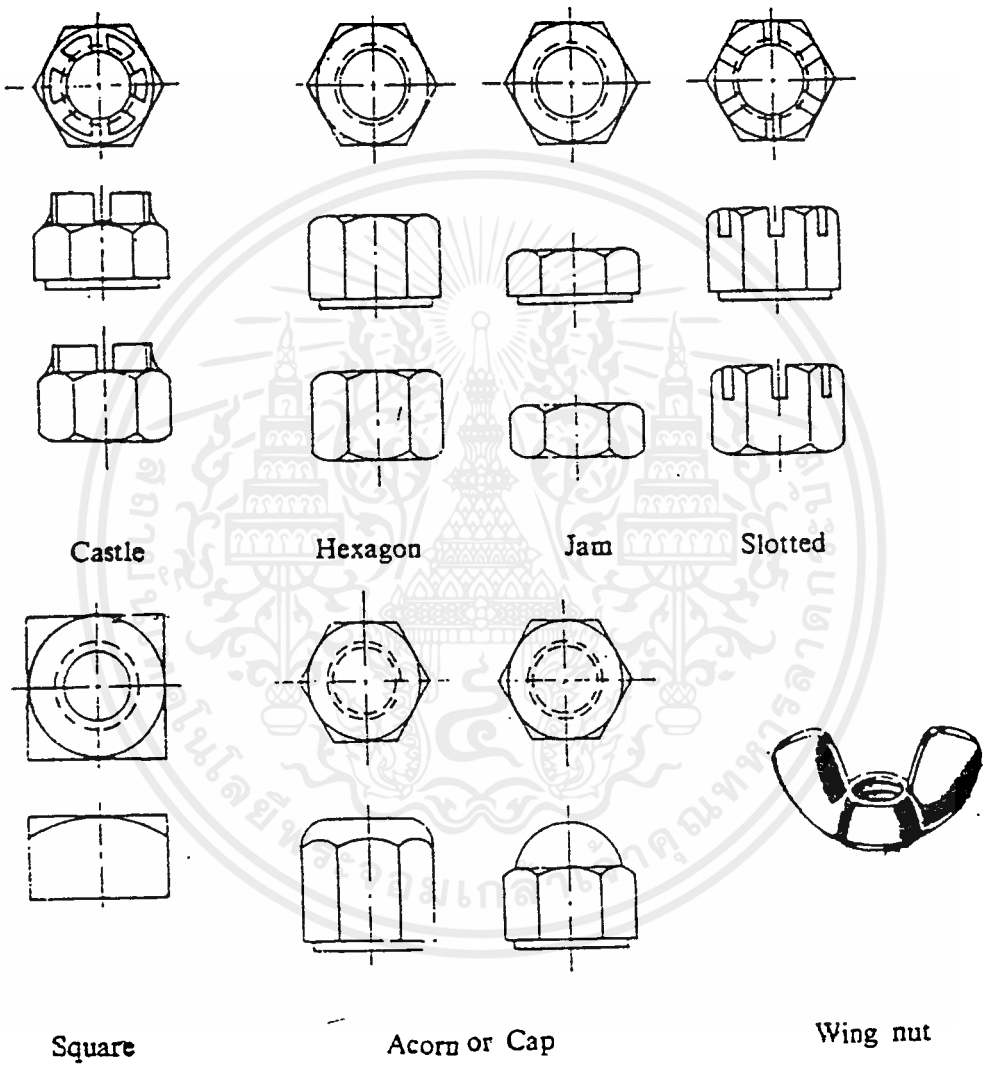
5. Stud ลักษณะความยาวของ Stud จะสั้นมีเกลียวทั้งที่หัวและที่ปลาย (ส่วนตรงกลางจะไม่มีเกลียว) ตามปกติจะใช้ยึดกับแผ่นงานแผ่นหนึ่งซึ่ง Tap ไว้แล้ว และอีกด้านหนึ่งจะใช้ช่วยขันยึด

6. Thumb screw เป็นสกรูที่ใช้งานบ่อยอีกชนิดหนึ่ง การใช้งานจะเหมือนกับ Set screw เหมาะสำหรับงานที่ต้องการขันเข้าและคลายออกบ่อย ๆ ปลายของเกลียวจะคล้ายกับ Set screw ส่วนหัวจะแบน

7. Nut มี Nut หลายชนิดที่ใช้กับ Machine screw, Bolt และ Stud ลักษณะโดยทั่วไปของ Nut จะมีหัวสี่เหลี่ยม หกเหลี่ยม นอกจากนี้ก็ยังมี Nut อีกหลายชนิดดังแสดงในรูปที่ 6.36 ซึ่งเหมาะสมกับงานในลักษณะต่าง ๆ กัน เช่น Nut หัวหกเหลี่ยม สี่เหลี่ยว จะใช้กับงานทั่วไป Wing nut จะใช้สำหรับงานที่ต้องการขันให้แน่น หรือคลายออกอยู่เสมอ Jam nut จะใช้เหมือนกับ Nut แบบธรรมดา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 53
น๊อตชนิดต่าง ๆ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. การใช้กาวหรือยาง Adhesive Epoxy Resins

กาวหรือยาง Epoxy นี้ เกิดจากการคิดค้นเทคโนคลยีสมัยใหม่ของการประดิษฐ์และผสมสารพลาสติกในปี ค.ศ.1940 และหลังจากนั้นได้มีการนำเอาสารพลาสติกที่ผลิตได้นี้มาใช้กันอย่างแพร่หลายในงานอุตสาหกรรมและงานทั่ว ๆ ไป โดยใช้ยึดวัสดุให้ติดกัน เช่น ไม้ โลหะ ยาง แก้ว พลาสติก และอื่น ๆ นอกจากนั้นก็ยังใช้ยึดเครื่องมือต่าง ๆ งานหล่ออัดตามแบบ อัดเป็นแผ่นตลอดจนการเคลือบผิววัสดุด้วย

Epoxy เป็นวัสดุ Thermosetting ที่เปลี่ยนสภาวะของเหลวหนืดไปเป็นผลึกของแข็งและเหนียว โดยใช้ตัวเร่งหรือตัวทำให้แข็ง ซึ่งโมเลกุลของกาว Epoxy ประกอบไปด้วย 1 อะตอมของออกซิเจน และ 2 อเตอมของคาร์บอน กาว Epoxy ธรรมดาส่วนใหญ่จะประกอบและเป็นปฏิกิริยาของ Epichlorohydrin กับ Polyhydroxy Compound เช่น bisphenol A และเกาะตัวเป็นผลึกแข็งและเหนียวในช่วงเวลาที่ไม่นานนัก ทั้งนี้จะต้องขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและส่วนผสมด้วย

ขณะเกิดปฏิกิริยา การแข็งตัว จะมีความหนืดต่ำ (0-20 หรือมากกว่า) ถ้าความยาวของโมเลกุลเพิ่มขึ้น ค่า Epoxide จะลดลง แต่ Hydroxyl equivalent จะเพิ่มขึ้น

ตามปกติ กาว Epoxy ที่ใช้กันอยู่จะมีอยู่ 2 ชนิด คือ 1) Conventional และ 2) Novolac ซึ่ง Novolac Epoxy จะแบ่งออกอีก 2 ชนิด คือ Epoxy Cresol Novolac และ Epoxy Phenol Novolac ในกาวทั้งสองชนิดนี้ การใช้งานของ Novolac จะดีกว่า Conventional เพราะสามารถรับแรงได้มากกว่า และยังทนต่อการทำงานในอุณหภูมิสูงได้อีกด้วย

นอกจากนี้ยังมีกาว Epoxy ชนิดใหม่อีกชนิดหนึ่งคือ Cycloaliphatics ซึ่งสามารถใช้กับงานที่อยู่ภายนอกอาคาร และยังสามารถทนต่อกระแสไฟฟ้าได้สูงที่ไม่เกินอุณหภูมิ 200 o C อีกด้วย

คุณสมบัติของกาว Epoxy ที่สำคัญมีดังนี้

1. เป็นปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นโดยสมบูรณ์ไม่มีการระเหยกลายเป็นไอระหว่างการใช้
2. ใช้บริการงานด้านวิศวกรรมหลายชนิด ขึ้นอยู่กับชนิดและส่วนผสม
3. สามารถใช้ได้กับทุกรอยต่อ
4. มีการไหลตัวดี โดยใช้แรงกดเพียงเล็กน้อย ยกเว้นการยึดโลหะกับโลหะต้องใช้แรงมากขึ้น
5. มีความแข็งแรงมากกว่า Phenolic ประมาณ 7 เท่า

Epoxy นี้ เป็นการที่ใช้ยึดวัสดุทุกชนิด รวมทั้งงานทางด้านโลหะแผ่น งานศิลปะตลอดจนบางส่วนของชิ้นส่วนเครื่องบินก็นิยมใช้กาว Epoxy แทนการย้ำหมุดแล้ว การใช้งานจะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต้องเตรียมผิวหน้าของวัสดุเป็นอย่างดี โดยปราศจากไขมัน จารบี สี หรือฝุ่นละออง และก่อนการเลือกใช้งานควรปฏิบัติตามรายละเอียดการใช้งานของแต่ละบริษัทผู้ผลิตด้วย ซึ่งบางชนิดของกาวนี้สามารถรับแรงเฉือนใดมากกว่า 12,000 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว และยังสามารถใช้เคลือบผิวป้องกันการสึกหรอได้

2.6.3 การทาสีและเคลือบสีโลหะ เพื่อเป็นการศึกษาถึงการทาสีโลหะ ตลอดจนขั้นเตรียมการก่อนการทาสีเพื่อปกป้องการกัดกร่อนของสภาพอากาศที่อยู่รอบข้าง โดยสาคร คันธโชติ ได้กล่าวไว้ในหนังสือ "วัสดุผลิตภัณฑ์" (2529) ไว้ดังนี้

การทาสีหรือพ่นสี

การทาสีปกปิดผิวโลหะไว้ จัดว่าเป็นวิธีป้องกันการกัดกร่อนที่ดีวิธีหนึ่ง สีที่ทาควรทา 3 ชั้น ชั้นแรกเป็นสีพื้น สีชั้นสองทาให้หนา และสีชั้นสามเป็นสีผิวสำเร็จ สีพื้นควรจะต้องเป็นกลางไม่เป็นกรดหรือด่างเกาะติดแน่นกับผิวโลหะดีมาก สีที่ทาครบสามชั้นจะป้องกันน้ำซึมเข้าถึงผิวโลหะได้โดยเด็ดขาด แข็ง ทนต่อแสงแดดและความร้อน ข้อที่สำคัญอีกข้อหนึ่งก็คือ จะต้องขยายตัวพร้อมกับผิวโลหะที่ถูกทาทับนั้นได้ มิฉะนั้นสีอาจจะกระเทาะออก ป้องกันการกัดกร่อนต่อไปอีกไม่ได้

วิธีเตรียมผิวโลหะ

ผิวโลหะก่อนที่จะลงสีจะต้องทำให้สะอาดปราศจากสนิม และร่องรอยการกัดกร่อนทุกชนิด ก่อนที่จะลงสีบนผิวที่ขัดสะอาดนี้ ควรล้างไขออกด้วยสารละลายเสียก่อน ด้วยน้ำมันละลาย หรือไตรคลอโรเอดทีลีน ซึ่งปลอดภัยกว่า เพราะจุดไฟไม่ติด หรือสารละลายตัวอื่น ๆ เสร็จแล้วอบแห้ง แตะต้องผิวด้วยมืออีกไม่ได้ ผิวขณะนี้พร้อมที่จะลงสี

วิธีลงสีน้ำมัน

สีน้ำมันสีแรกที่ต้องลงก่อนคือ สีพื้น สีพื้นติดผิวโลหะได้แน่นเหนียวป้องกันผิวเหล็กมิให้เกิดสนิมได้ดีองค์ประกอบของสีพื้นได้แก่ ตะกั่ว สังกะสีโครเมต เหล็กออกไซด์ และน้ำมันซักแห้ง เช่น น้ำมันสินสีด เมื่อสีพื้นแห้งแล้วจึงทาสีสองลงทับเป็นสีสำเร็จ สีสองนี้เป็นสีน้ำมันสินสือด้วยเช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สีแลคเคอร์

ผิวโลหะที่จะลงสีแลคเคอร์ จะต้องขัดให้ราบเรียบอย่างที่สุด การขัดครั้งสุดท้ายต้องขัดด้วยกระดาษทรายน้ำ เพราะหากผิวไม่ราบเรียบจริง เมื่อลงสีแลคเคอร์เสร็จเรียบร้อยจะแลเห็นความไม่ราบเรียบได้อย่างชัดเจนและไม่น่าดู ไม่ได้คุณภาพงาน

สีแลคเคอร์ประกอบด้วย ไนโตรเซลลูโลส และสารละลายแลคเคอร์แห้งเป็นฟิล์มได้ด้วยการระเหยหนีไปของสารละลาย นอกจากแลคเคอร์ไนโตเซลลูโลสแล้วยังมีเลคเคอร์สีเคลือบซึ่งเป็นแลคเคอร์พลาสติกแลคเคอร์ชนิดหลังนี้ แห้งได้ทั้งในอากาศธรรมดาและอบร้อน ถ้าแห้งในอากาศจะใช้เวลาประมาณ 5-6 ชั่วโมง ถ้าอบไว้ในในห้องอบอุณหภูมิขนาด 120 ถึง 140 องศาเซลเซียสจะแห้งสนิทในเวลาประมาณ 50-60 นาที

วิธีลงสี

วิธีลงสีแลคเคอร์ทำได้หลายวิธีเช่น พ่น ทา จุ่ม หรืออาบ วิธีพ่นกระทำได้รวดเร็ว ความหนาของสีสม่ำเสมอ พ่นได้โดยใช้ลมอัดหรือเป่า พ่นได้ทั้งเย็นและร้อน

วิธีพ่นเย็น คือ พ่นสี ณ อุณหภูมิห้อง แลคเคอร์ทีต้องการพ่นจะต้องผสมทินเนอร์จนได้ความใสที่พอเหมาะกับงานพ่น ทินเนอร์เป็นวัสดุราคาแพงและไวไฟมาก วิธีใช้ต้องประหยัดและป้องกันไฟอย่างดีที่สุด

วิธีพ่นร้อน วิธีพ่นแลคเคอร์ร้อนจะต้องให้ความร้อนแก่แลคเคอร์ก่อนพ่น โดยใช้ความร้อนจากความต้านทานไฟฟ้าที่พันไว้รอบ ๆ กา พ่นสีให้ร้อนประมาณ 50-120 องศาเซลเซียส เพื่อให้แลคเคอร์นั้นใส พ่นได้ง่าย โดยไม่ต้องใช้ทินเนอร์ผสม วิธีพ่นก็เหมือนกับการพ่นเย็น วิธีนี้ประหยัดเวลางานประหยัดสี สามารถพ่นได้หนา ๆ และแห้งเร็ว สีแลคเคอร์ทั่ว ๆ ไปจะพ่นร้อนไม่ได้ จะต้องเป็นแลคเคอร์พ่นร้อนโดยเฉพาะ

การเคลือบสีด้วยน้ำยาแก้ว (Enameling)

เครื่องใช้ประจำบ้าน เช่น ชาม อ่าง เฉาปิ่นคต ช้อน และเครื่องใช้ในห้องปฏิบัติการเคมีต่าง ๆ เป็นอุปกรณ์เครื่องใช้ที่เคลือบผิวด้วยน้ำยาแก้ว น้ำยาแก้วนี้ใช้ได้ทั้งจุ่ม พ่น หรือทา ลงบนผิวโลหะที่ต้องการเคลือบ แล้วนำไปอบร้อนในเตาอุณหภูมิสูงประมาณ 600-900 องศาซลเซียส น้ำยาแก้วนั้นจะกลายเป็นเคลือบแข็งทนต่อความร้อน และทนต่อปฏิกิริยาเคมีได้ดีมาก เสียอย่างเดียวคือ เปราะเมื่อตกลงพื้นแข็งจะกระเทาะโลหะที่เคลือบด้วยน้ำยาแก้วชนิดนี้ได้แก่ เหล็กธรรมดา และเหล็กหล่อ ซึ่งก่อนจะเคลือบจะต้องเตรียมผิวให้สะอาดจริง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีทำผิวให้สะอาด ครั้งแรกให้เผาร้อนด้วยเปลวไฟ เพื่อเผาไล่ไขมันและน้ำมันเสียก่อน ต่อจากนั้น จึงจุ่มลงในน้ำกรดร้อน ๆ ให้กรดกัดผิวจนสะอาด เมื่อล้างน้ำกรดออกจนหมดแล้ว ปล่อยให้ผิวแห้ง แล้วจึงลงน้ำยาเคลือบแข็ง เมื่อเคลือบเสร็จแล้วจะแลดูประหนึ่งผิวแก้วและมีผงแม่สีผสมอยู่ในเนื้อผิวแก้วนั้น ๆ ทำให้แลดูเป็นสีต่าง ๆ

วิธีป้องกันผิวมิให้ถูกกัดกร่อนด้วยวิธีเคมี

1. การรมดำ เป็นวิธีที่ป้องกันผิวเหล็กมิให้ถูกกัดกร่อนได้ง่าย วิธีทำให้จุ่มชิ้นงานนั้นลงในน้ำมันลินสือ หรือน้ำมันแร่อย่างข้นที่ผสมขี้ผึ้งประมาณ 3-5% แล้วนำไปอังไฟในเตาเผาเหล็ก สำหรับงานตีเหล็กทำเช่นนี้ซ้ำกันหลาย ๆ ครั้ง ให้อุณหภูมิชิ้นงานร้อนถึงประมาณ 450 องศาเซลเซียสผิวชิ้นงานนั้นจะดำคล้ำลง ปรากฏเป็นฟิล์มบาง ๆ ปกปิดผิวไว้ ช่วยป้องกันมิให้ถูกกัดกร่อนได้วิธีนี้เป็นวิธีป้องกันในระยะสั้น ๆ

2. วิธีชุบฟอสเฟต คือ การเคลือบผิวเหล็กด้วยฟอสเฟตหรือสังกะสีหรือแมงกานีส โดยใช้น้ำยาฟอสเฟต เป็นตัวทำปฏิกิริยาเคมี ผิวฟอสเฟตนี้มีประโยชน์สองประการ คือ ช่วยป้องกันผิวเหล็กมิให้ถูกกัดกร่อนได้ง่าย และช่วยให้งานสีบนผิวเหล็กนั้นติดผิวแน่นทนนาน งานลงสีทุกชนิดบนผิวโลหะทุกวันนี้ก่อนลงสีพื้น ต้องชุบผิวฟอสเฟตทั้งสิ้น กรรมวิธีนี้มีชื่อเรียกต่าง ๆ กันเช่น Bonderizing หรือ Parkerizing เป็นต้น วิธีชุบฟอสเฟตนิยมจุ่มชิ้นงานที่ทำความสะอาดจนผิวปราศจากไขมันและสนิมต่าง ๆ แล้ว ลงในน้ำยาฟอสเฟต ทิ้งไว้ให้มีปฏิกิริยาประมาณ 1/2 ถึง 1 ชั่วโมง องค์ประกอบของน้ำยาฟอสเฟตนี้เป็นส่วนผสมของกรดฟอสฟอริค และแมงกานีสฟอสเฟตหรือสังกะสีฟอสเฟต

สรุปข้อมูลการเคลือบสีโลหะ

1. การทาสีหรือพ่นสีเคลือบสีโลหะ

เพื่อเป็นกันการกัดกร่อนที่ดีอีกวิธีหนึ่ง สีที่ทามี 3 ชั้น ชั้นแรกเป็นสีพื้น ชั้นที่ 2 ทาให้หนา ชั้นที่ 3 เป็นสีผิวสำเร็จ

คุณสมบัติเมื่อทาสีครบ 3 ชั้นแล้ว จะป้องกันน้ำซึมเข้าถึงผิวโลหะได้โดยเด็ดขาด แข็งทนต่อแสงแดดและความร้อน และข้อสำคัญ จะขยายตัวพร้อมกับผิวโลหะที่ถูกทาทับด้วย มิฉะนั้นสีไม่อาจกระเทาะออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การเคลือบด้วยน้ำยาแก้ว (ENAMETING)

คุณสมบัติ แข็งทนต่อความร้อน และทนต่อปฏิกริยาเคมีได้ดีมาก ข้อเสีย คือ มีความเปราะเมื่อตกลงถึงพื้น

3. วิธีป้องกันผิวมิให้ถูกกัดกร่อนด้วยวิธีเคมี

1. การรมดำ คุณสมบัติ ผิวงานชิ้นนั้นจะดำคล้ำลง ช่วยป้องกันมิให้ถูกกัดกร่อนได้ เป็นวิธีการป้องกันระยะสั้น

2. วิธีชุบฟอสเฟต คุณสมบัติ ผิวเหล็กมิให้ถูกกัดกร่อนได้ง่าย และช่วยให้ง่ายสีบนผิวเหล็กนั้นติดผิวแน่นทนนาน

2.6.4 กรรมวิธีผลิตพลาสติกพีวีซี (PVC) แบบรีด (EXTRUSION) โดยพิชิต เลี่ยมพิพัฒน์ ได้กล่าวไว้ในหนังสือ "พลาสติก" (2537) ไว้ดังนี้

กรรมวิธีการผลิต

เป็นแบบสำหรับผลิตชิ้นงานที่มีความยาวไม่มีที่สิ้นสุด เช่นสายไฟฟ้า ท่อยาง ถุงพลาสติก รวมทั้งชิ้นงานที่เป็นแผ่นบาง เช่น ผ้ายางหรือฟิล์มพลาสติกเป็นต้น กรรมวิธีการผลิตชนิดนี้มีลลักษณะคล้ายแบบฉีด แต่ผลิตได้ปริมาณชิ้นงานที่มากกว่าในเวลาเท่า ๆ กัน

ขั้นการผลิต มีดังนี้

1. เทเทอร์โมพลาสติกชนิดผงหรือเม็ดลงในช่องเท

2. เกลียวรีดหมุนอัดเม็ดพลาสติกผ่านส่วนให้ความร้อนซึ่งมีอุณหภูมิประมาณ 300 - 500 ฟ. เม็ดพลาสติกจะหลอมละลาย

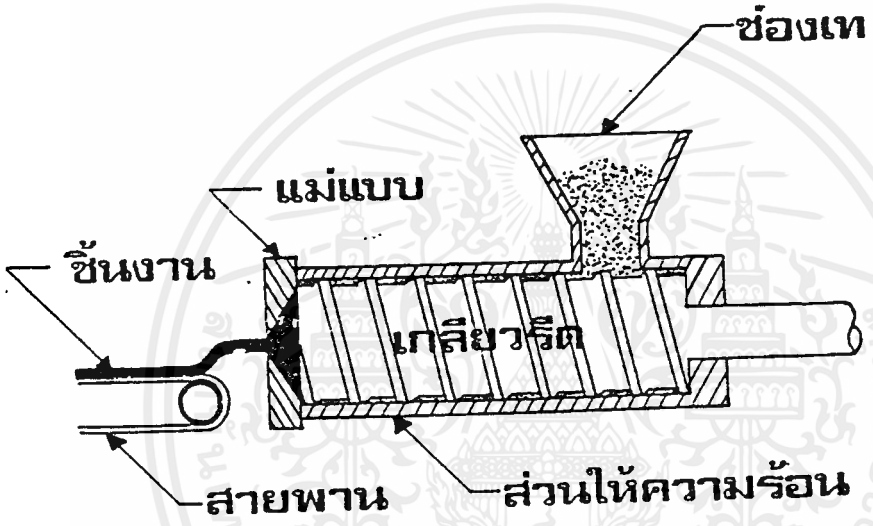
3. พลาสติกเหลวจะถูกอัดผ่านแม่แบบ (Die) ด้วยแรงอัดประมาณ 500-6,000 ปอนด์/ตร.นิ้ว

4. ชิ้นงานที่รีดออกมาจะถูกทำให้เย็นโดยผ่านลงไปในน้ำแล้วเคลื่อนต่อไปโดยระบบสายพานหรือล้อหมุน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 54

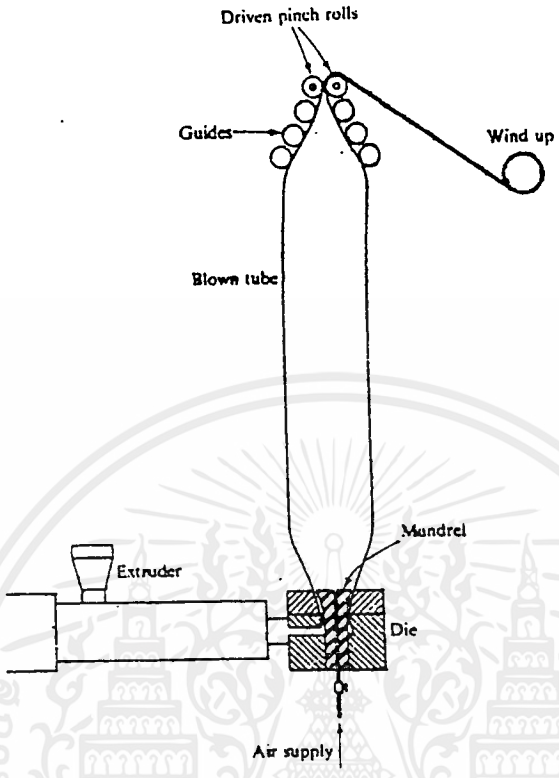
แบบรีด (EXTRUSION)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

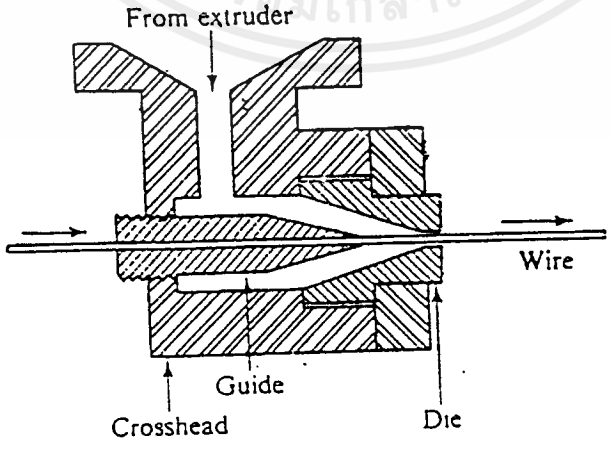
ภาพที่ 55

ลักษณะการผลิตถุงพลาสติกโดยกรรมวิธีการผลิตแบบรีด (Extrusion)



ภาพที่ 56

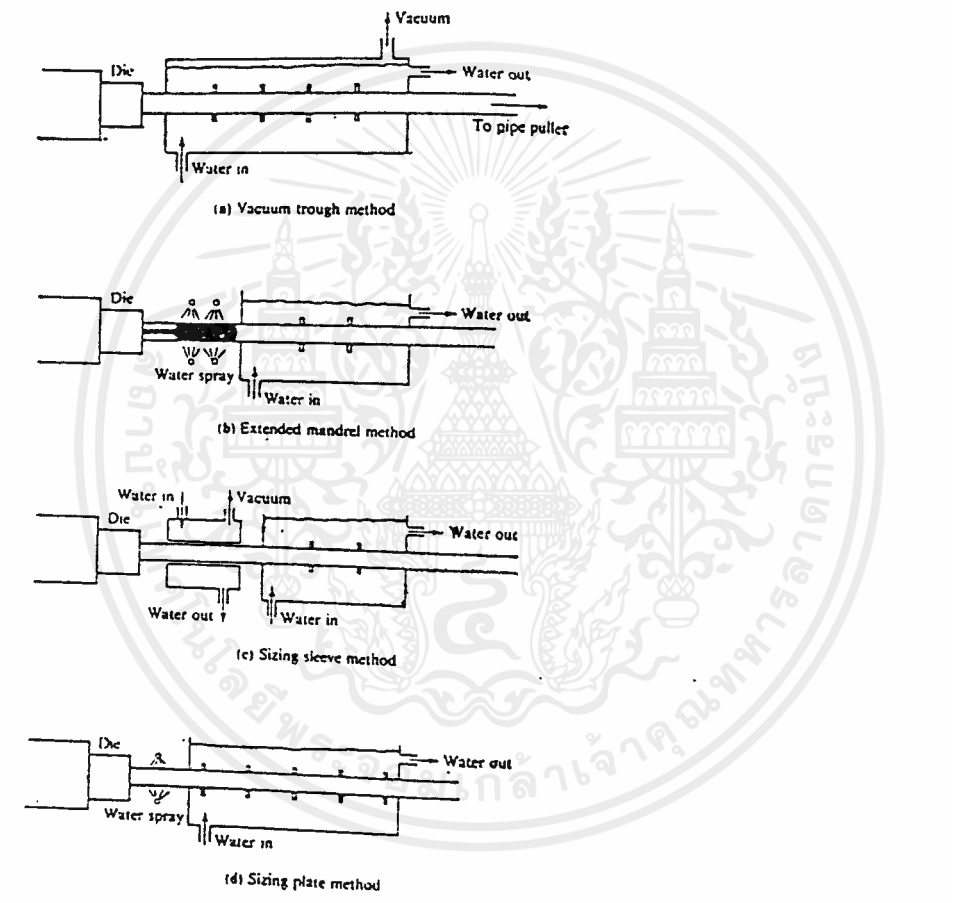
ลักษณะการผลิตสายไฟฟ้าหุ้มพลาสติกโดยกรรมวิธีการผลิตแบบรีด (Extrusion)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 57

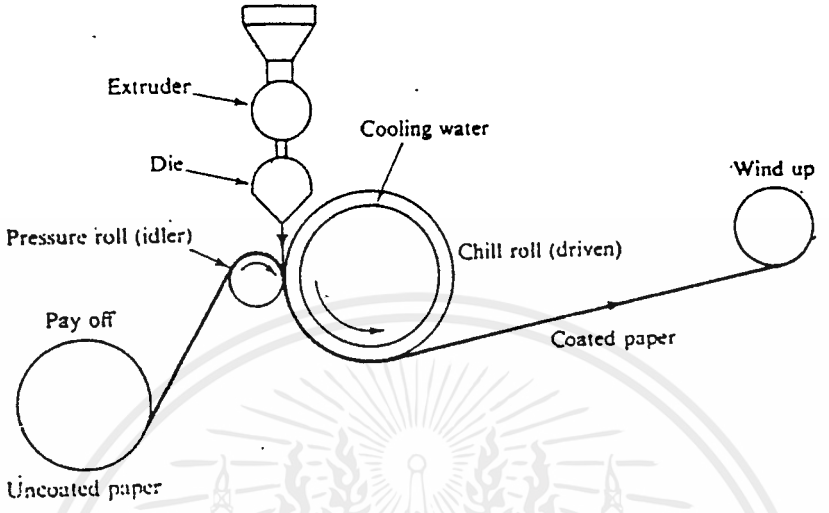
ขั้นตอนพิเศษของการผลิตท่อ โดยกรรมวิธีการผลิตแบบรีด (Extrusion)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 58

ขั้นตอนการผลิตกระดาษเคลือบพลาสติกโดยกรรมวิธีการผลิตแบบรีด (Extrusion)



ชนิดของพลาสติก ใช้พวกเทอร์โมพลาสติก เช่น พีวีซี เซลลูโลซิก ฟลูออโรคาร์บอน ไนลอน สไตรีน โพลิเอทิลีน โพลิโพรพิลีน และอะคริลิก

ชนิดของผลิตภัณฑ์ สายไฟฟ้า ท่อพลาสติก สายเบ็ดตกปลาไนลอน ถุงพลาสติก พลาสติกแผ่นฟิล์ม กรอบประตูหน้าต่างพลาสติก (Window Profile) ฯลฯ

2.7 จิตวิทยาของสีที่มีผลต่อการออกแบบ

ได้ทำการศึกษาการเร้าอารมณ์ของสีแต่ละสี สีกับความปลอดภัย และเปอร์เซ็นต์การสะท้อนของสี (แสง) โดย พาศนา ตัณฑลักษณ์ ได้กล่าวไว้ในหนังสือ "หลักศิลปและการออกแบบ" ดังนี้

2.7.1 การเร้าอารมณ์ (emotional tendencies) มนุษย์รู้จักใช้สีและเข้าใจอิทธิพลของสีที่เร้าอารมณ์มาตั้งแต่ดึกดำบรรพ์แล้ว จะสังเกตได้จากภาพเขียนต่าง ๆ หรือสีขาวที่เจ้าสาวใช้เป็นชุดวิวาห์ ราชวงศ์ต่างประเทศ โดยมากจะแต่งกายด้วยสีม่วงแดง สีเหลืองเป็นสีของแสงแดด สีแดงเป็นสีของเปลวเพลิง และบรรยากาศสีเขียวแสดงความอิจฉาริษยา เป็นต้น สีก่อให้เกิดความเร้าอารมณ์ทั้งทางบวกและทางลบ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาวะแวดล้อม ภูมิกำเนิด ประเพณี และมรดกทางเชื้อชาติ สีต่าง ๆ ทำให้เกิดอารมณ์ได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สีแดง (red) - เป็นสีที่มีพลังกระตุ้นอารมณ์สูงสุด เด็กจะรู้จักและมีความประทับใจในสีนี้มากที่สุด ใช้เป็นสื่อความหมายของความเร่าร้อน ความกล้าหาญ ความรักและหวงแหนถิ่นกำเนิด ความร่าเริง และในทางลบจะหมายถึงความชั่วอันตราย อารมณ์เสีย ความเกลียดและอัคคี

สีเหลือง (yellow) - เป็นสีที่อ่อนที่สุดอยู่ถัดไปจากสีขาว ซึ่งจัดเป็นสีบริสุทธิ์ ให้ความอบอุ่นแสงแจ่มจ้า ในทางตรงกันข้ามเป็นสีให้ความรู้สึกรุนแรง แสดงความทรยศ ความคดโกง ความเขลาและความเจ็บไข้

สีเขียว (green) - อยู่กับกลุ่มเดียวกับสีฟ้า ซึ่งหมายถึงสันติ ความมุ่งหวัง ความบริสุทธิและความเฟื่องฟู ในทางตรงกันข้าม อาจจะตีความเป็นความริษยา น่าสพึงกลัว หรือขาดประสบการณ์ก็เป็นไปได้

สีฟ้า (blue) - เป็นสีโดยธรรมชาติของท้องฟ้า ซึ่งจะหมายถึงสรวงสวรรค์ ความเป็นจริง ความปราดเปรื่อง ในทางลบแสดงความเย็นชา ความสิ้นหวัง และหมดอาลัย

สีม่วง (violet) - เป็นสีของความเศร้าในอันดับรองลงมาจากสีดำ

สีดำ (black) - ในนิยามของสี ถือว่าสีดำไม่เป็นสีเพราะไม่มีการสะท้อนของแสงสีใด ๆ ปกติเป็นสีของความซึม ความกลัว และความกักขลาะ แต่ในทางตรงกันข้าม สีดำอาจจะใช้แสดงคุณค่าหรือพลัง เช่น เลือกใช้เป็นสีของเสื้อครุยเนติบัณฑิต หรือวิทยฐานะทางวิชาการ

สีขาว (white) - เป็นสัญญลักษณ์ของแสงสว่าง ชัยชนะ ความบริสุทธิ์และความร่าเริง ในทางตรงกันข้ามสีขาวแสดงความจืดชืด ความว่าง และปีศาจ

2.7.2 สีกับความปลอดภัย ปัจจุบันยอมรับเป็นสากลดังนี้

1. สีเหลือง - เป็นสีที่เห็นง่ายถ้าตัดกับสีดำ แม้แต่คนตาบอดก็ยังเห็นได้ดี ถ้าทาไว้ตอนบนสุดหรือล่างสุดของบันไดจะป้องกันอุบัติเหตุได้มาก หรือทาไว้ตามขอบเพดานเตี้ย ๆ หรือขอบถนนจะกันหัวชนหรือกันสดุดหกล้มได้ด้วย

2. สีส้ม ทาไว้ตอนที่จะแสดงให้เห็นว่าจะทำให้เกิดบาดแผลฉกรรจ์ หรืออันตรายจากใบเลื่อย

3. สีน้ำเงิน ใช้กับสิ่งซึ่งเป็นสวิชไฟฟ้า เครื่องทุ่นแรง และเครื่องจักรกำลังทำงานซ่อม

4. สีแดง ใช้ในที่ ๆ จะเกิดการลุกไหม้ง่าย เช่นสีทาเครื่องดับเพลิง

5. สีเขียว ใช้กับตู้ยา หรือเครื่องปฐมพยาบาล

6. สีขาว ใช้กับช่องทางเดิน ซึ่งแสดงว่าผ่านได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. สีม่วง ใช้กับในที่ซึ่งแสดงว่าให้ระวังอันตรายจากรังสีปรมาณู

2.7.3 เปอร์เซนต์การสะท้อนแสงของสี สีต่าง ๆ มีคุณสมบัติการสะท้อนแสงไม่เหมือนกัน การเปรียบเทียบอัตราการสะท้อนแสงโดยอนุโลมใช้สีของแมกนิเซียมคาร์บอเนต (สีขาว) ซึ่งสมมุติว่ามีอัตราการสะท้อนแสงเท่ากับ 98% เป็นตัวเทียบ ได้เปอร์เซนต์การสะท้อนแสงของสีดังนี้

1. สีขาว	80-90%	2. สีเขียวแก่	20-22%
3. สีงาช้าง	70-80%	4. สีน้ำเงิน	10-20%
5. สีเหลือง ครีม	65-75%	6. สีน้ำตาล	8-12%
7. สีชมภูอ่อนอมม่วง	60-65%	8. สีแดง	15-25%
9. สีเหลืองอมน้ำตาล	55-65%	10. สีแดงเข้ม	7%
11. สีชมภู	40-70%	12. สีดำ	5%
13. สีเทา สีฟ้า สีเขียวอ่อน	35-50%		

จะเห็นได้ว่า แม้แต่พื้นห้องยังไม่ใช้สีดำ (ซึ่งสะท้อนแสงได้เพียง 5%) เพราะพื้นหรือครุภัณฑ์ภายในโรงเรียนมีเนื้อที่ประมาณ 20-30% ก็ไม่ใช้สีดำ ครุภัณฑ์และอุปกรณ์สะท้อนแสงได้ 25-40%

สรุปข้อมูลอิทธิพลของสีที่มีต่อผลิตภัณฑ์

การเร้าอารมณ์ (EMOTIONAL TENDENCIES) สีก่อให้เกิดการเร้าอารมณ์ ทั้งทางบวกและทางลบ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม ภูมิกำเนิด ประเพณี และมรดกทางเชื้อชาติ สีต่าง ๆ ทำให้เกิดการเร้าอารมณ์ได้ดังนี้

สีแดง (RED) เป็นสีที่มีพลังกระตุ้นอารมณ์สูงสุด ใช้สื่อความหมายของความเร้าร้อน ความกล้าหาญแต่ในทางลบจะหมายถึง ความชั่ว อันตราย ความเกลียด ฯลฯ

สีเหลือง (YELLOW) ใช้ความอบอุ่น แสงแจ่มจ้า แต่ในทางตรงข้าม แสดงความทรยศ คดโกง ฯลฯ

สีเขียว (GREEN) ใช้อารมณ์ความมุ่งหวัง ความเฟื่องฟู ในทางตรงข้าม แสดงความริษยา น่าสพึงกลัว ขาดประสบการณ์ ฯลฯ

สีฟ้า (BLUE) คือ ความเป็นจริง ความปราดเปรื่อง ในทางตรงข้ามคือความเย็นชา ความสิ้นหวังหมดอาลัย

สีม่วง (VIOLET) เป็นสีของความเศร้าในอันดับรองจากสีดำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สีดำ (BLACK) เป็นสีของความซึม ความกลัว แต่ในทางตรงข้ามใช้แสดงคุณค่าหรือพลัง เช่นสีเสื้อครุยบัณฑิต

สีขาว (EHITE) เป็นสัญลักษณ์ของชัยชนะ ความร่าเริง ความบริสุทธิ์ ในทางตรงข้ามแสดงความจืดชืด ปีศาล ฯลฯ

สีกับความปลอดภัย

1. สีเหลือง เป็นสีที่เห็นง่ายถ้าตัดกับสีดำ แม้แต่คนตาบอดยังมองเห็น
2. สีส้ม เป็นสีที่แสดงว่าจะทำให้เกิดบาดแผลฉกรรจ์
3. สีน้ำเงิน ใช้กับสิ่งที่เป็นสวิชไฟฟ้า เครื่องจักรกล ฯลฯ
4. สีแดง ใช้ในที่ ๆ เกิดไฟลุกไหม้ง่าย
5. สีเขียว ใช้กับตู้ยา หรือเครื่องปฐมพยาบาล
6. สีขาว ใช้กับช่องทางเดินได้
7. สีม่วง แสดงให้ระวังอันตรายจากรังสีปรมาณู

เปอร์เซนต์การสะท้อนแสงของสี

1. สีขาว	80-90%	8. สีเขียวแก่	20-22%
2. สีงาช้าง	70-80%	9. สีน้ำเงิน	10-20%
3. สีเหลือง ครีม	65-75%	10. สีน้ำตาล	8-12%
4. สีชมภูอ่อนอมม่วง	60-65%	11. สีแดง	15-25%
5. สีเหลืองอมน้ำตาล	55-65%	12. สีแดงเข้ม	7%
6. สีชมภู	40-70%	13. สีดำ	5%
7. สีเทา สีฟ้า สีเขียวอ่อน	35-50%		

2.8 สัดส่วนมนุษย์

สัดส่วนมนุษย์มีความสำคัญกับงานออกแบบเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากผู้วิจัยจำเป็นต้องนำตัวเลขเหล่านั้นไปทำการออกแบบเพื่อให้เข้ากับ ERGONOMIC ของผู้ใช้งาน ดังมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ข้อมูลเกี่ยวกับสรีระศาสตร์ (สภาการวิจัยวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี : 2529)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 26

แสดงตัวเลขอัตราส่วนระหว่างมิติส่วนต่าง ๆ ของร่างกายต่อความสูงยืน และมิติวิกฤต

หมายเลข	มิติส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย	ค่าเฉลี่ย (CM)
1	ความสูงยืน	160.60
2	ความสูงระดับตา	149.63
3	ความสูงระดับไหล่	132.81
4	ความสูงระดับมือ	70.18
5	ความสูงเอื้อมมือขึ้นบน	201.55
6	ความสูงนั่ง	83.99
7	ความสูงระดับตา	73.87
8	ความสูงระดับที่นั่งถึงระดับไหล่	56.85
9	ความสูงจากที่นั่งถึงข้อศอก	22.96
10	ความสูงจากที่นั่งถึงตอนบนของขาอ่อน	13.16
11	ความสูงจากพื้นถึงตอนบนของหัวเข่า	48.66
12	ระยะจากพื้นถึงขาอ่อนตอนล่าง	35.01
13	ระยะจากหน้าท้องถึงเข่า	35.80
14	ระยะจากก้นถึงระดับน่องตอนบน	40.79
15	ระยะจากก้นถึงเข่า	52.83
16	ความยาวของขาที่นั่ง	100.53
17	ความกว้างของที่นั่ง	36.29
18	ระยะเอื้อมแขนไปข้างหน้า	78.85
19	ความกว้างกางแขน	164.13
20	ความกว้างระหว่างศอก	42.13
21	ความกว้างของไหล่	40.63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 27

แสดงค่าตัวเลขความสูงยืน

อายุ	ความสูง (CM)		
	ต่ำสุด	เฉลี่ย	สูงสุด
25-34	148.38	170.27	160.60

2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

นาย ธีระชัย ผลสงคราม (2532) ได้ทำการวิจัยเรื่อง "การศึกษาผิวดูดกลืนความร้อนเซรามิคเพื่อใช้ในเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์" โดยมีวัตถุประสงค์ของงานวิจัยคือ เพื่อทำผิวดูดกลืนความร้อนเซรามิคไปแทนขี้เถ้าแกลบในเครื่องกลั่นน้ำพลังแสงอาทิตย์

สรุปผลการทดลองเกี่ยวกับแผ่นดูดกลืนความร้อนเซรามิกส์

ในการศึกษาและวิจัยเกี่ยวกับการเตรียมแผ่นดูดกลืนเซรามิกส์ครั้งนี้ได้เริ่มตั้งแต่การเตรียมผิวเคลือบเซรามิกส์โดยการเคลือบบนดินหางดงที่อัดเป็นแผ่นกลม เส้นผ่าศูนย์กลาง 3.44 เซนติเมตร หนา 0.3 เซนติเมตร ผ่านการเผาดิบที่อุณหภูมิ 800 o C และน้ำเคลือบที่เลือกมาเพื่อใช้ในการเคลือบเป็นน้ำเคลือบที่ใช้อุณหภูมิในการสุกตัว 1,200 o C ผิวเคลือบส่วนใหญ่ยังคงมีความมันวาวในการที่จะทำให้ผิวเคลือบนั้นด้าน สามารถทำได้โดยการเพิ่มหรือลดสารที่เป็นส่วนผสมที่สำคัญบางอย่าง เช่น การเพิ่ม Al 2 O 3 และลด SiO 2 แต่วิธีนี้จะทำให้ความเข้มของสีของผิวเคลือบลดลง

สำหรับการใช้ดินหางดงผสมสีดำเผาที่อุณหภูมิ 1,200 o C นั้นผิวดินจะเป็นสีดำด้าน แต่วิธีนี้เป็นวิธีการที่สิ้นเปลืองสารเคมีที่ใช้เตรียมสี ในการวิจัยครั้งจึงได้มีการดัดแปลงโดยจะไม่นำสีมาผสมดินทั้งแผ่น แต่จะผสมเฉพาะส่วนผิวด้านเท่านั้น ดังกล่าวไว้ในภาคผนวก ข. ซึ่งวิธีการหนึ่งที่ช่วยในการประหยัดสีและเป็นการง่ายที่จะเพิ่มความเข้มของสี

เพราะฉะนั้นในการวิจัยครั้งนี้จึงได้เลือกวิธีดังกล่าวเป็นวิธีการเตรียมแผ่นดูดกลืนความร้อนเพื่อใช้ในเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์

แผ่นเซรามิกส์ที่เตรียมได้มีคุณสมบัติต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. - มีค่าการสะท้อนแสงเท่ากับ 12.27 เปอร์เซนต์

- มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนพลังงานเท่ากับ 0.877

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. มีความหนาแน่น เท่ากับ 1.74 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

3. มีค่าความพรุน เท่ากับ 13 เปอร์เซนต์

4. มีค่าการหดตัวหลังจากการเผาที่อุณหภูมิ 1,200 o C เท่ากับ 11.68 เปอร์เซนต์

5. มีค่าความจุความร้อนจำเพาะเท่ากับ 2448 จูลต่อกิโลกรัมต่อเคลวิน

สรุปผลการทดลองสำหรับเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์

จากการที่ได้นำแผ่นเซรามิกส์ที่เตรียมได้ไปใช้เป็นแผ่นดูดกลืนความร้อนในเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์นั้นปรากฏว่าสมารถผลิตน้ำกลั่นได้เฉลี่ย 2389 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อตารางเมตรต่อวันน้อยกว่าปริมาณน้ำกลั่นที่ผลิตได้จากเครื่องกลั่น B (ใช้แกลบดำเป็นวัสดุดูดกลืนความร้อน) 3.09 เปอร์เซนต์ ซึ่งแตกต่างกันน้อยมาก อย่างไรก็ตามการใช้แผ่นเซรามิกส์เป็นแผ่นดูดกลืนความร้อนมีข้อดีตรงที่มีความคงทน ทำความสะอาดง่ายและมีความสะดวกในการนำไปใช้มากกว่าแกลบดำ

จากการวิเคราะห์คุณภาพน้ำกลั่นโดยการตรวจสอบหาปริมาณสารเจือที่อาจเกิดจากออกไซด์ของโลหะที่ใช้เป็นส่วนผสมของสีสะเตนในผิวเคลือบเซรามิกส์พบว่ามี

Co ต่ำกว่า 0.007 mg/l

Cr ต่ำกว่า 0.005 mg/l

Fe ต่ำกว่า 0.006 mg/l

Ni ต่ำกว่า 0.008 mg/l

Mn ต่ำกว่า 0.002 mg/l

ซึ่งผ่านเกณฑ์มาตรฐานน้ำดื่มขององค์การอนามัยโลก (ดังที่ได้เปรียบเทียบไว้ในตารางที่ 4.20)

5.3 ปัญหาในการทดลอง-การแก้ไขและข้อเสนอแนะ

1. ในการทำแผ่นเซรามิกส์ขนาดใหญ่ที่จะทำเป็นแผ่นดูดกลืนความร้อนนั้น มักมีปัญหาในขั้นตอนของการอัดแน่น กล่าวคือ เมื่ออัดแผ่นเสร็จใหม่และปล่อยทิ้งไว้ แผ่นกระเบื้องมักจะเกิดรอยร้าวหรือรอยแตก เนื่องจากในขณะที่วางไว้ น้ำที่มีอยู่ในเนื้อดินจะระเหยออกมาและเนื้อดินมีการหดตัวเมื่อการหดตัวตลอดทั้งแผ่นไม่สม่ำเสมอจะทำให้แผ่นกระเบื้องร้าวหรือแตกได้

ปัญหานี้สามารถแก้ไขได้โดย

- เนื้อดินที่มีความละเอียดมาก ๆ นั้นจะยากแก่การที่จะผสมน้ำให้สม่ำเสมอได้ เพราะฉะนั้นเนื้อดินที่ใช้ไม่ควรที่จะให้มีความละเอียดมากนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ในการเผาเคลือบแผ่นเซรามิกส์ที่อุณหภูมิ 1,200 o C ซึ่งเป็นอุณหภูมิสูงสุดที่ทำให้ดินหางดงยังคงรูปอยู่ได้ เนื่องจากเตาที่ใช้เผาเป็นเตาขนาดขนาดใหญ่ที่ใช้ก๊าซหุงต้มเป็นเชื้อเพลิง จะพบว่าชั้นบนสุดของชั้นวางเป็นส่วนที่ร้อนมากที่สุด และเป็นส่วนที่สัมผัสกับเปลวไฟโดยตรง ทำให้แผ่นกระเบื้องหรือชิ้นตัวอย่างที่เผา เกิดความเสียหายได้

ปัญหานี้สามารถแก้ไขได้โดย

- ในชั้นบนสุดจะไม่วางกระเบื้องหรือชิ้นตัวอย่างไว้ หรือใช้ชิ้นวางซึ่งเป็นแผ่นอิฐทนไฟบิดไว้ด้านบนอีกชั้นหนึ่ง เพื่อป้องกันไม่ให้เปลวไฟสัมผัสกับชิ้นตัวอย่างโดยตรง

3. การไหลของน้ำกลั่นตามแนวเอียงของกระจกหลังคาของเครื่องกลั่น จากการสังเกตขณะทำการทดลองพบว่า หยดน้ำที่เกาะใต้ผิวกระจกนั้นเมื่อมีขนาดใหญ่ขนาดหนึ่งก็จะเริ่มไหลลงมาตามแนวเอียงของกระจก และจะรวมกับหยดอื่นที่มันผ่านไปทำให้หยดน้ำมีขนาดใหญ่ยิ่งขึ้น ทำให้หยดน้ำนั้นหยดลงไปในถาดน้ำดิบก่อนที่จะถึงรางรับน้ำกลั่น ทำให้ปริมาณน้ำกลั่นที่ผลิตได้น้อยกว่าที่ควรจะเป็น

ปัญหานี้สามารถแก้ไขได้โดย

- ปรับความเอียงของกระจกหลังคาให้เอียงมากขึ้นเท่าที่จะเป็นไปได้ แต่ก็ต้องขึ้นอยู่กับตำแหน่งที่ทำการติดตั้งด้วย

- กระจกที่ทำความสะอาดใหม่ ๆ พบว่าหยดน้ำจะไหลไม่ค่อยดีแต่เมื่อเวลาผ่านไประยะหนึ่งจะพบว่าหยดน้ำจะไหลได้ดีขึ้น

- ลดความกว้างของเครื่องกลั่นลง เพื่อป้องกันไม่ให้หยดน้ำที่ไหลลงมานั้นใหญ่เกินไปและหยดลงถาดน้ำดิบ

4. ในการที่จะพัฒนาให้เครื่องกลั่นมีประสิทธิภาพในการกลั่นมากขึ้น ควรคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

ก. ค่าความจุความร้อนของถาดน้ำดิบควรมีค่าน้อยทุดเท่าที่จะทำได้ ในกรณีที่เราใช้แผ่นเซรามิกส์เป็นวัสดุดูดกลืนความร้อน เราสามารถทำให้มีค่าความจุความร้อนน้อย ๆ ได้โดยการลดความหนาของแผ่นเซรามิกส์ลง ซึ่งถ้าเป็นแกลบดำนั้นจะกระทำได้ยากเนื่องมีปัญหาในเรื่องของการกระจาย

ข. กระจกหลังคาที่จะนำมาใช้ควรเป็นกระจกบาง ๆ นอกจากนี้แล้วก่อนซื้อกระจกควรมีการนำชิ้นส่วนของกระจกมาวัดค่าการดูดกลืนและการส่งผ่านพลังงานแสงเสียก่อน เพื่อที่จะได้เลือกใช้กระจกที่มีค่าการดูดกลืนแสงน้อยและมีค่าการส่งผ่านพลังงานแสงมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบสัมภาษณ์

คุณ รังสรรค์ จิตใคร่ครวญ กลุ่มฟิสิกส์ และวิศวกรรมทั่วไป 1 กองฟิสิกส์และวิศวกรรม กรมวิทยาศาสตร์บริการ

1. ปริมาณน้ำกลั่นที่ใช้ในการทดลอง ต่อวัน ของห้องวิทยาศาสตร์มีปริมาณเท่าไร

- ที่กรมวิทยาศาสตร์บริการมีห้องทดลองประมาณ 50 ห้อง จะใช้น้ำกลั่นเพื่อทดลองวันละ 1,000 ลิตร/วัน

2. ห้องปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์มีการใช้น้ำกลั่นเพื่อทดสอบหาอะไร

- การนำน้ำกลั่นไปใช้ เพื่อ

การหาค่าโลหะหนักหรือสารแปลกปลอม

การหาค่าความหนาแน่นของสาร

การนำน้ำไปแช่ตัวอย่าง (ท่อพีวีซี)

ใช้ในห้องแล็ปเคมี

ล้างภาชนะสำหรับการทดลอง

3. โฟมมีหน้าที่อะไร

- เป็นฉนวนกันความร้อนลงไปด้านล่าง

4. กาวซิลิโคนมีหน้าอะไร

- ป้องกันไอน้ำจากติวเครื่องออก

ข้อแนะนำในการออกแบบ

การใช้สแตลเลทควรเลือกใช้สแตลเลทที่มีปริมาณเหล้าผสมอยู่น้อย เพราะจะไม่เกิดสนิม ควรใช้สแตลเลทหนาเพราะเวลาเชื่อมสแตลเลทจะไม่ขาด

การพับโครงสร้างสแตลเลทควรพับให้เป็นรอยหยิกแนวตั้งเพื่อเพิ่มความแข็งแรง

การใช้ขี้เถ้าแกลบมาเป็นวัสดุดูดซึมต้องนำมาล้างเพื่อลดความเป็นด่างและนำมาคัดเอาเปลือกข้าวออกเพราะจะทำให้น้ำดิบเน่าเสีย

การนำพลาสติกมาแทนกระจกพลาสติกจะเป็นฉนวนกันความร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

ในการท

แสงอาทิตย์สำหรับการผลิตน้ำกลั่นบริสุทธิ์ เพื่อที่จะให้ผลการวิจัยเป็นที่น่าเชื่อถือที่สุด และมีความสมบูรณ์ที่สุด

เพื่อให้สะดวกในการทำวิจัยผู้วิจัยเองได้แบ่งในส่วนของวิธีดำเนินการวิจัยออกเป็นตอน ๆ เพื่อให้ง่ายต่อการทำการวิจัย และการค้นคว้าดังนี้

ตอนที่ 1 วิธีสำรวจและรวบรวมข้อมูล

ตอนที่ 2 แหล่งที่มาของข้อมูล

ตอนที่ 3 วิธีวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 4 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

ตอนที่ 5 วิธีสร้างเครื่องมือวิจัย

ตอนที่ 1 วิธีสำรวจและรวบรวมข้อมูล

การสำรวจและรวบรวมข้อมูลผู้วิจัยมีจุดประสงค์เพื่อนำข้อมูลเหล่านี้มาเป็นแนวทางในการออกแบบ โดยได้ข้อมูลมาจากแหล่งต่าง ๆ ทั้งภาคเอกสารและการสัมภาษณ์และการศึกษาจากภาคสนาม

ส่วนการค้นคว้าข้อมูลผู้วิจัยได้ทำการค้นคว้าข้อมูลจากแหล่งข้อมูลหลายแหล่งเพื่อนำมาประกอบกับการออกแบบ เพื่อให้มีความถูกต้องมากที่สุดในการทำวิจัยครั้งนี้

1.1 การศึกษาภาคเอกสาร

เป็นการค้นคว้าจากหนังสือ ตำรา หรือเอกสารต่าง ๆ ที่น่าเชื่อถือและเกี่ยวข้องกับการออกแบบในด้านต่าง ๆ ในการรวบรวมข้อมูลจากเอกสารผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบได้แก่ รูปแบบของเครื่องกลั่นน้ำพลังแสงอาทิตย์ น้ำกลั่นประเภทต่าง ๆ พลังงานแสงอาทิตย์การวางรูปแบบห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ กราฟิคและสีที่ใช้ในการออกแบบ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 การศึกษาจากของจริง

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาจากผลิตภัณฑ์เดิม โดยได้ไปศึกษาเครื่องกลั่นน้ำพลังแสงอาทิตย์ เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐาน โดยได้ศึกษารูปแบบของผลิตภัณฑ์เดิม วัสดุ ปัญหาที่เกิดขึ้น เพื่อนำข้อมูลที่ได้ศึกษาจากผลิตภัณฑ์เดิมไปใช้ ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ใหม่

ตอนที่ 2 แหล่งที่มาของข้อมูล

แหล่งที่มาของข้อมูลเป็นการใช้เป็นแนวทางให้ผู้วิจัยได้สืบค้นข้อมูลได้ถูกทาง และไม่สับสนในการค้นคว้าหาข้อมูล ซึ่งแหล่งข้อมูลผู้วิจัยได้หาข้อมูลจากแหล่งข้อมูลดังต่อไปนี้

2.1 ข้อมูลจากบุคคล

ผู้วิจัยได้มีการสัมภาษณ์จากผู้ออกแบบเครื่องกลั่นน้ำแบบเดิมในปัจจุบัน และข้อมูลต่าง ๆ ในการออกแบบเครื่องกลั่นน้ำ

2.2 ข้อมูลสถานที่

กรมวิทยาศาสตร์บริการ กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการพลังงาน

2.3 ข้อมูลจากหนังสืออ้างอิง

- วิทยานิพนธ์ที่เกี่ยวข้อง
- ตำราและเอกสารต่าง ๆ

ตอนที่ 3 แหล่งข้อมูล

3.1 วิทยานิพนธ์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

- ข้อมูลที่ผู้วิจัยได้จากวิทยานิพนธ์ คือ การเรียบเรียงข้อมูล การเขียนเชิงอรรถ การเก็บข้อมูล

3.2 ห้องสมุดคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

- ข้อมูลเกี่ยวกับอิทธิพลของสีที่มีต่อผลิตภัณฑ์
- ข้อมูลเกี่ยวกับกรรมวิธีการผลิต

3.3 กรมวิทยาศาสตร์บริการ

- ข้อมูลเกี่ยวกับรูปแบบและหลักการทำงานของเครื่องกลั่นน้ำพลังแสงอาทิตย์

3.4 หอสมุดแห่งชาติ

- ข้อมูลเกี่ยวกับ ลักษณะการกลั่นน้ำแบบต่าง ๆ
- ข้อมูลเกี่ยวกับ พลังงานแสงอาทิตย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ข้อมูลเกี่ยวกับ ขนาดสัดส่วนสรีระของมนุษย์

ตอนที่ 4 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้แยกแยะและจัดลำดับความสำคัญของข้อมูล เพื่อเป็นการประเมินค่า และการวิเคราะห์ในขั้นต่อไปดังนี้

1. การวิเคราะห์ ปัญหาและหน้าที่การใช้งาน
2. การวิเคราะห์ ลักษณะรูปแบบของการใช้งาน
3. การวิเคราะห์ ขนาดสัดส่วนที่สัมพันธ์กับการใช้งาน
4. การวิเคราะห์ วัสดุ
5. การวิเคราะห์ กรรมวิธีการผลิต

4.1 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาข้อมูลด้านการจัดลำดับคุณภาพ โดยใช้สัญลักษณ์ประเภท 3D หมายถึง ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน ความหมายของค่าคะแนนที่ใช้ดังต่อไปนี้

5 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

4 หมายถึง เหมาะสมมาก

3 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

2 หมายถึง เหมาะสมน้อย

1 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

การใช้สัญลักษณ์ดังกล่าวในการจัดลำดับคุณภาพ สามารถที่จะนำไปใช้ในขั้นตอนของการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อให้ได้ผลการวิเคราะห์ที่มีความเหมาะสมและถูกต้อง และเป็นแนวทางสำหรับการออกแบบต่อไป

ตอนที่ 5 วิธีสร้างเครื่องมือวิจัย

ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลจาก เอกสาร ตำรา งานวิจัย และความเห็นของบุคคลที่มีความรู้ประสบการณ์ความสามารถ เพื่อใช้เป็นแนวทางการออกแบบต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

จากการศึกษาข้อมูลในด้านต่าง ๆ ที่มีข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบปรับปรุงเครื่องกลั่นน้ำพลังแสงอาทิตย์ และได้นำข้อมูลต่าง ๆ มาวิเคราะห์และทำการวิจัย ได้เป็นผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังต่อไปนี้

การออกแบบปรับปรุงเครื่องกลั่นน้ำพลังแสงอาทิตย์ ผู้วิจัยเองได้ทำการวิเคราะห์ ซึ่งเป็นการวิเคราะห์ข้อดี และข้อเสีย ของแต่ละตัวงาน และได้เลือกเอาข้อมูลที่มีคะแนนสูงสุด และนั้นคือ ดีที่สุด จากตัวเลือกทั้งหมด และมีความเหมาะสมที่จะนำมาทำการพัฒนาการออกแบบต่อไป โดยแบบตารางวิเคราะห์ มีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้ คือ

5 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด
4 หมายถึง เหมาะสมมาก
3 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง
2 หมายถึง เหมาะสมน้อย
1 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

ในส่วนของข้อมูลที่ไม่ได้นำเข้าตารางวิเคราะห์ ผู้วิจัยเองใช้วิธีการเลือกนำมาเสนอในลักษณะการนำเสนอ ในแบบแสดงรายละเอียด เพื่อให้สามารถมองลักษณะงานได้ง่ายขึ้น และหลักจากตารางวิเคราะห์ ผู้วิจัยได้สรุปข้อมูลทุกอย่างที่ได้ทำการวิจัย และวิเคราะห์มาเป็นข้อ ๆ ตามลำดับ ซึ่งนำไปเป็นแนวทางของการออกแบบในขั้นต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปข้อมูลจากการสัมภาษณ์

การสรุปข้อมูลจากการสัมภาษณ์ ผู้ออกแบบและประดิษฐ์เครื่องกลั่นน้ำพลังแสงอาทิตย์ โดยได้นำเสนอผลสรุปของบทสัมภาษณ์ ของคุณรังสรรค์ จิตใคร่ครวญ กลุ่มฟิสิกส์ และวิศวกรรมทั่วไป 1. ก่องฟิกส์ และวิศวกรรม กรมวิทยาศาสตร์บริการดังนี้

1. คุณสมบัติของเครื่องกลั่นน้ำพลังแสงอาทิตย์

"เครื่องกลั่นน้ำพลังแสงอาทิตย์ สามารถกลั่นน้ำได้ 5 ลิตรต่อปี โดยห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ของกรมวิทยาศาสตร์บริการ มีประมาณ 50 ห้อง จะใช้น้ำกลั่นประมาณ 1,000 ลิตรต่อวัน (1 ห้อง จะใช้น้ำกลั่นประมาณ 20 ลิตรต่อวัน) ฉนั้นจึงต้องมีถังเก็บกักน้ำกลั่นไว้อีกตามปริมาณการใช้งานของหน่วยงานนั้น ๆ"

2. การนำน้ำกลั่นไปใช้งานในลักษณะต่าง ๆ

"ห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ จะนำน้ำกลั่นไปเพื่อ
- หาค่าโลหะหนักหรือสารแปลกปลอม
- การนำไปแช่ตัวอย่าง, ท่อพีวีซี
- ใช้ในห้องแล็ปเคมี
- หาค่าความหนาแน่นของสาร
- ล้างภาชนะการทดลอง ฯลฯ"

3. คุณสมบัติของโครงสร้างเครื่องกลั่นน้ำพลังแสงอาทิตย์

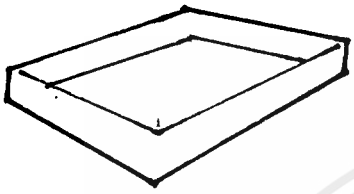
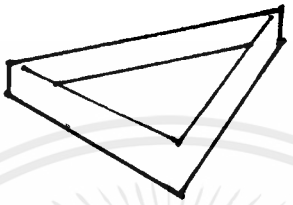
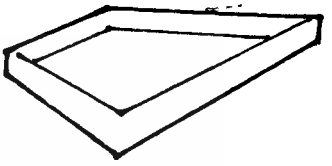
"การใช้สแตลเลทเป็นโครงเครื่องกลั่นน้ำพลังแสงอาทิตย์ ควรเลือกสแตลเลสที่มีปริมาณเหล็กน้อย เพราะจะเกิดสนิมได้ยาก และควรเลือกขนาดที่หนาเพราะจะได้ง่ายต่อการผลิต"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 28

การวิเคราะห์รูปแบบโครงสร้างของเครื่องกลั่นน้ำพลังแสงอาทิตย์

1. รูปแบบ 4 เหลี่ยมผืนผ้า 2. รูปแบบ 3 เหลี่ยม 3. รูปแบบ 4 เหลี่ยมคางหมู่

ลำดับ	หัวข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1	ปริมาณการรับแสงอาทิตย์ต่อหน่วย	5	2	4
2	กรรมวิธีการผลิต	5	5	5
รวม		10	7	9

จากตารางที่. . . . .สรุปได้ว่ารูปแบบโครงสร้างของเครื่องกลั่นน้ำพลังแสงอาทิตย์ที่เหมาะสมที่สุดคือ รูปแบบ 4 เหลี่ยมผืนผ้า เพราะมีพื้นที่การรับแสงอาทิตย์ต่อหน่วยได้มาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 29

การวิเคราะห์ขนาดของแผ่นกันความร้อนสำหรับการกลั่นตัวของน้ำดิบ

1. 2 มิลลิเมตร 2. 3 มิลลิเมตร 3. 5 มิลลิเมตร 4. 6 มิลลิเมตร

ลำดับ	หัวข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา			
		1	2	3	4
1	ปริมาณของแสงที่ส่องผ่านลงมายังแผ่นรองรับแสง	5	5	5	5
2	ความคงทน ขณะประกอบใช้งาน	2	3	4	5
3	การบำรุงรักษา	2	3	4	5
รวม		9	11	13	15

จากตารางที่. . . . .สรุปได้ว่าขนาดของแผ่นกันความร้อนสำหรับการกลั่นตัวของน้ำดิบ ที่เหมาะสมที่สุดคือ ขนาด 6 มิลลิเมตร เพราะมีความคงทนขณะประกอบใช้งาน และการบำรุงรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 30

การวิเคราะห์ขนาดของโลหะแผ่นของเครื่องกลั่นน้ำ

1. 1/16 นิ้ว 2. 1/32 นิ้ว 3. 1/64 นิ้ว

ลำดับ	หัวข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1	ความคงทนขณะขึ้นรูปผลิต	5	3	1
2	การบำรุงรักษา	5	5	5
3	น้ำหนักของเครื่องกลั่นน้ำ	2	3	5
รวม		12	11	11

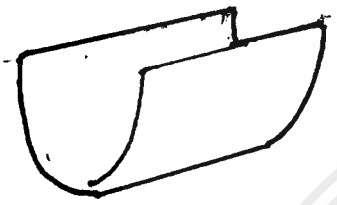
จากตารางที่. . . . .สรุปได้ว่า ขนาดของโลหะแผ่น ที่เหมาะสมที่สุดคือ ขนาด 1/16 นิ้ว เพราะคงทนขณะต่อการขึ้นรูปในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การเชื่อม การรีเวต ฯลฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

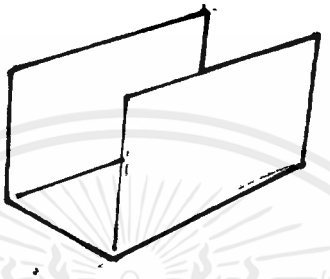
ตารางที่ 31

การวิเคราะห์รูปแบบของรางรองรับน้ำกลั่น

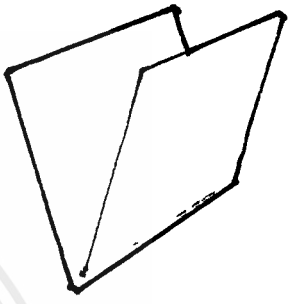
1. รูปโค้งครึ่งวงกลม



2. รูป 4 เหลี่ยม



3. รูปตัววี



ลำดับ	หัวข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1	ความสะดวกของการไหลของน้ำกลั่น	5	5	5
2	การทำความสะอาด	5	3	2
3	กรรมวิธีการผลิต	5	5	5
รวม		15	13	12

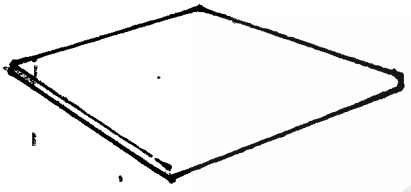
จากตารางที่.....สรุปได้ว่า รูปแบบของรางรองรับน้ำกลั่น ที่เหมาะสมที่สุดคือ รูปแบบโค้งครึ่งวงกลม เพราะมีการบำรุงรักษา และทำความสะอาดสะดวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

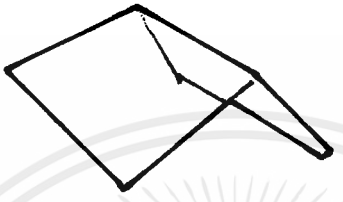
ตารางที่ 32

การวิเคราะห์รูปแบบของแผ่นกันความร้อนสำหรับการกลั่นตัวของน้ำดิบ

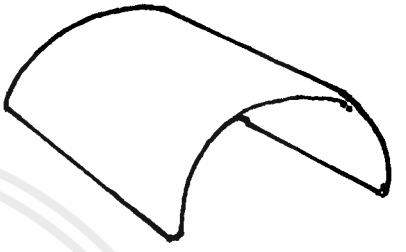
1. รูป 4 เหลี่ยม



2. รูป 3 เหลี่ยม



3. รูปโค้งครึ่งวงกลม



ลำดับ	หัวข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1	การรับแสงอาทิตย์ขณะสองมายังเครื่องกลั่นน้ำ	4	3	2
2	ระยะห่างจากพื้นรับแสงอาทิตย์กับแผ่นกระจกเพื่อความร้อนภายในเครื่องกลั่นน้ำสูงขึ้น	5	2	2
3	กรรมวิธีการผลิต	5	3	1
4	กรรมวิธีการติดตั้ง และการบำรุงรักษา	5	3	3
รวม		15	13	12

จากตารางที่. . . . .สรุปได้ว่า รูปแบบของแผ่นกันความร้อนสำหรับการกลั่นตัวของน้ำดิบ ที่เหมาะสมที่สุดคือ รูป 4 เหลี่ยม เพราะการรับแสงที่ส่องลงมามีการสะท้อนกลับของแสงน้อย อีกทั้งการติดตั้งและการบำรุงรักษายังสะดวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 33

การวิเคราะห์ วัสดุแผ่นกันความร้อนสำหรับการกลั่นตัวของน้ำดิบ

1. แผ่นกระจกใส
2. แผ่นพลาสติกใส

ลำดับ	หัวข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา	
		1	2
1	อายุการใช้งานของวัสดุ	5	3
2	การที่แสงจะผ่านลงไปยังแผ่นรองรับแสงด้านล่าง	5	3
3	กรรมวิธีการผลิต	5	5
4	กรรมวิธีการติดตั้งและบำรุงรักษา	3	5
รวม		18	16

จากตารางที่. . . . .สรุปได้ว่าวัสดุแผ่นกันความร้อนสำหรับการกลั่นตัวของน้ำดิบ ที่เหมาะ-สมที่สุดคือ แผ่นกระสกใส เพราะมีอายุการใช้งานนาน และแสงยังส่องลงไปยังแผ่นรับแสงได้มาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 34

การวิเคราะห์วัสดุ สำหรับการดูดซึมน้ำดิบ เพื่อการกลั่นตัวของน้ำดิบ

1. แผ่นดูดกลืนความร้อนเซรามิก
2. ขี้เถ้าแกลบ

ลำดับ	หัวข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา	
		1	2
1	อายุการใช้งานของวัสดุสำหรับการดูดซึมน้ำดิบ	5	1
2	คุณสมบัติในการดูดซึมน้ำดิบ	4	5
3	ความสะดวกในการนำไปใช้งาน	5	2
4	การดูแลและการบำรุงรักษา	2	4
รวม		16	11

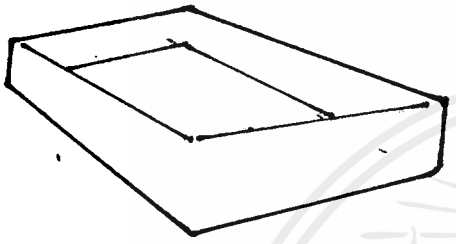
จากตารางที่. . . . .วัสดุสำหรับการดูดซึมน้ำดิบเพื่อการกลั่นตัวของน้ำดิบ ที่เหมาะสมที่สุดคือ แผ่นดูดกลืนความร้อนเซรามิก เพราะมีอายุการใช้งานนาน สะดวกต่อการนำไปติดตั้งใช้งาน และมีคุณสมบัติในการดูดซึมน้ำค่อนข้างดีมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

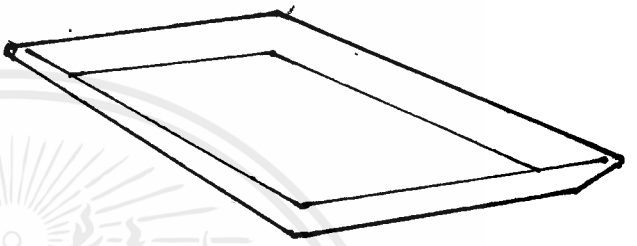
ตารางที่ 35

การวิเคราะห์รูปแบบโครงสร้างของฉากรองรับน้ำดิบ

1. รูปแบบที่ 1



2. รูปแบบที่ 2



ลำดับ	หัวข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา	
		1	2
1	ปริมาณในการรับแสงอาทิตย์ต่อหน่วย	4	5
2	การนำไปติดตั้งกับโครงสร้าง	5	5
3	กรรมวิธีการผลิต	5	5
รวม		14	15

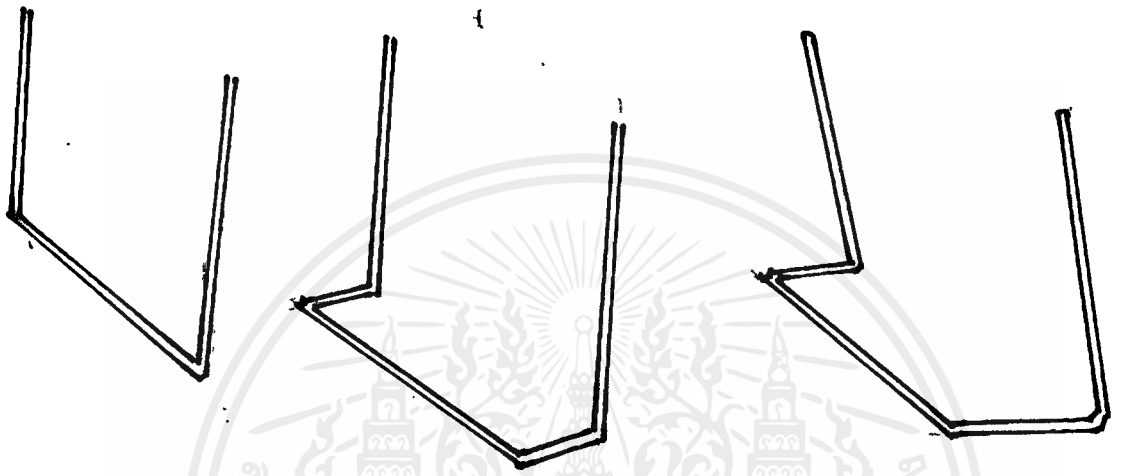
จากตารางที่. . . . .รูปแบบโครงสร้างของฉากรองรับน้ำดิบ ที่เหมาะสมที่สุดคือ รูปแบบที่ 1 เพราะมีปริมาณการรับแสงอาทิตย์จากมุมต่าง ๆ ต่อหน่วยได้มาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 36

การวิเคราะห์รูปแบบโครงสร้างขาตั้งรองรับถาดน้ำกลั่น

1. รูปแบบที่ 1 2. รูปแบบที่ 2 3. รูปแบบที่ 3



ลำดับ	หัวข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1	ความแข็งแรงในการรับน้ำหนัก	2	5	5
2	การประหยัดเนื้อที่ในการพับเก็บ	5	3	4
3	ความสะดวกในการใช้งาน	5	5	5
4	กรรมวิธีการการผลิต	5	5	5
รวม		17	18	19

จากตารางที่. . . . .สรุปได้ว่า รูปแบบโครงสร้างขาตั้งรองรับถาดน้ำกลั่น ที่เหมาะสมที่สุดคือ รูปแบบที่ 3 เพราะมีความแข็งแรงในการรับน้ำหนัก การประหยัดเนื้อที่ในการพับเก็บ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 37

ตารวิเคราะห์วัสดุที่นำมาผลิตโครงสร้างขาตั้งรอบรับฉาดน้ำกลั่น และฉาดรองรับน้ำดิบ

1. อลูมิเนียม (AIUMINIUM)
2. สแตลเลท (STAINLESS STEEL)

ลำดับ	หัวข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา	
		1	2
1	ทนต่อการกัดกร่อน	5	5
2	อายุในการใช้งาน	5	5
3	การบำรุงรักษา	5	5
4	ความแข็งแรง	5	3
5	การขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์	5	4
รวม		25	22

จากตารางที่. . . . .สรุปวัสดุที่นำมาผลิตโครงสร้างขาตั้งรองรับฉาดน้ำกลั่น และฉาดรองรับน้ำดิบ ที่เหมาะสมที่สุดคือ สแตลเลท (STAINLESS STEEL) เพราะทนต่อการกัดกร่อน มีอายุการใช้งานยาวนาน มีความแข็งแรง และง่ายต่อการขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 38

การวิเคราะห์การยึดติดของโครงสร้างขาตั้ง

1. 2. 3.

ลำดับ	หัวข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1	ความสะดวกในการขนส่ง	5	2	5
2	ความสะดวกในการถอดประกอบ	5	1	4
3	ความสะดวกในการบำรุงรักษา	5	3	5
4	กรรมวิธีการการผลิต	5	3	4
รวม		20	9	18

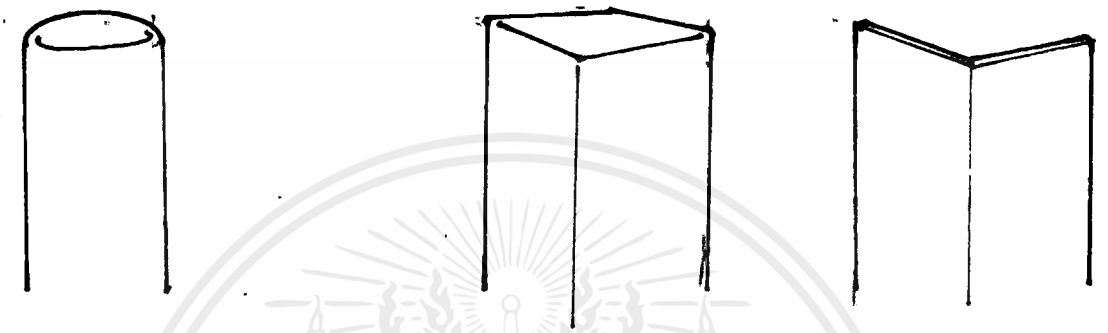
จากตารางที่. . . . .การยึดติดของโครงสร้างขาตั้ง ที่เหมาะสมคือ แบบที่ 1 เพราะมีความสะดวกในการขนส่ง ถอดประกอบ บำรุงรักษา และกรรมวิธีการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 39

การวิเคราะห์ลักษณะรูปแบบของวัสดุขาตั้ง

1. 2. 3.



ลำดับ	หัวข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1	กรรมวิธีการผลิต	5	5	3
2	การบำรุงรักษา	5	5	5
3	ความปลอดภัยขณะใช้งาน	5	4	3
รวม		15	14	11

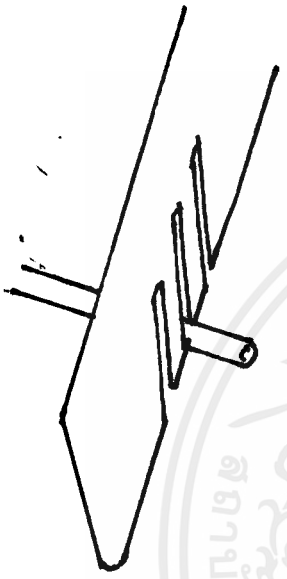
จากตารางที่. . . . .การวิเคราะห์ลักษณะรูปแบบของวัสดุขาตั้ง ที่เหมาะสมที่สุดคือ แบบที่ 1 เพราะมีความเหมาะสมด้านกรรมวิธีการผลิต การบำรุงรักษา ความปลอดภัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

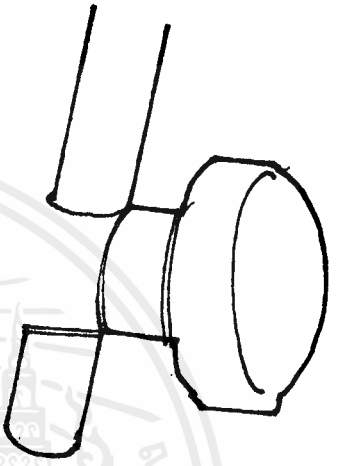
ตารางที่ 40

การวิเคราะห์รูปแบบของการปรับระดับองศาของฉากน้ำดิบ

1.



2.



ลำดับ	หัวข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา	
		1	2
1	ความสะดวกในการปรับระดับ	3	5
2	ความละเอียดในการปรับระดับองศา	2	5
รวม		5	10

จากตารางที่. . . . .รูปแบบของการปรับระดับองศาของฉากน้ำดิบคือ แบบที่ 2 เพราะมีความสะดวกในการปรับระดับ และมีความละเอียดในการปรับระดับมากกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1 สรุปผลการวิเคราะห์

จากการวิเคราะห์ข้อมูลของการออกแบบได้มีการเลือกมาใช้ในงานออกแบบดังนี้

4.1.1. ส่วนของถาดรองรับน้ำดิบ

4.1.1.1. ขนาดสัดส่วนของถาดรองรับน้ำดิบ ได้ออกแบบให้มีขนาด 960 CM x 980 CM. เพราะสามารถที่จะกลั่นน้ำจากแสงอาทิตย์ได้ปริมาณ 5 ลิตร โดยเฉลี่ยต่อวัน ต่อ ปี

4.1.1.2. รูปแบบของถาดกลั่นน้ำพลังแสงอาทิตย์ มีรูปแบบ เป็นรูป 4 เหลี่ยม เพราะสามารถที่จะรองรับแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบมายังเครื่องกลั่นน้ำได้มาก และยังป้องกันการสะท้อนกลับของแสงอาทิตย์ที่ส่องมากระทบ

4.1.1.3. รูปทรงของถาดรองรับน้ำดิบ มีรูปทรง 4 เหลี่ยม และมีความลึกสำหรับวางแผ่นดูดแสงอาทิตย์ เพื่อทำการกลั่นน้ำ

4.1.1.4. วัสดุของถาดรองรับน้ำดิบ เป็นวัสดุสแตลเลทที่มีส่วนผสมของเหล็กน้อยที่สุด เพื่อยืดระยะเวลาการเสียหายอันเกิดจากการเกิดสนิมอีกทั้งยังง่ายต่อการบำรุงรักษา

4.1.1.5. ขนาดความหนาของวัสดุถาดรองรับน้ำดิบ มีขนาด 1/16 นิ้ว เพราะมีความคงทนต่อการขึ้นรูปในรูปแบบต่าง ๆ และยังมีความแข็งแรง

4.1.2. ส่วนของรางรองรับน้ำกลั่น

4.1.2.1 รูปแบบของรางรองรับน้ำกลั่น มีลักษณะเป็นรูปโค้งครึ่งวงกลม เพื่อที่จะสะดวกในการทำความสะอาดบำรุงรักษา

4.1.2.2 ลักษณะการวางของรางรองรับน้ำกลั่น มีลักษณะการวางให้เอียงจากอีกด้านหนึ่งไปลงยังอีกด้านหนึ่ง เพื่อที่จะได้ให้น้ำกลั่นไหลลงไปยังท่อเก็บน้ำได้สะดวก

4.1.2.3 วัสดุของถาดรองรับน้ำกลั่น ใช้วัสดุสแตลเลสที่มีส่วนผสมของเนื้อเหล็กน้อย เพราะจะช่วยยืดระยะเวลาของการเสียหาย และง่ายต่อการบำรุงรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3. ส่วนแผ่นกันความร้อนสำหรับการกลั่นตัวของน้ำดิบ

4.1.3.1. วัสดุของแผ่นกันความร้อนสำหรับการกลั่นตัวของน้ำดิบ เลือกใช้กระจกใส เพราะมีการยอมให้แสงผ่านลงมาขังแผ่นดูดแสงได้มาก และมีการสะท้อนกลับของแสงออกไปน้อย

4.1.3.2. ขนาดของวัสดุแผ่นกันความร้อนสำหรับการกลั่นตัวของน้ำดิบ เลือกขนาด 6 มิลลิเมตร เพราะมีความทนทานขณะประกอบใช้ และขณะบำรุงรักษา

4.1.4. ส่วนของวัสดุสำหรับดูดซึมน้ำดิบเพื่อการกลั่นตัวของน้ำดิบ

4.1.4.1 วัสดุสำหรับดูดซึมน้ำดิบเพื่อการกลั่นตัวของน้ำดิบ ใช้แผ่นดูดกลืนความร้อนเซรามิก เพราะมีอายุการใช้งานนาน สะดวกต่อการนำไปติดตั้งในการใช้งาน มีคุณสมบัติในการดูดซึมน้ำค่อนข้างดี และสะดวกต่อการบำรุงรักษา

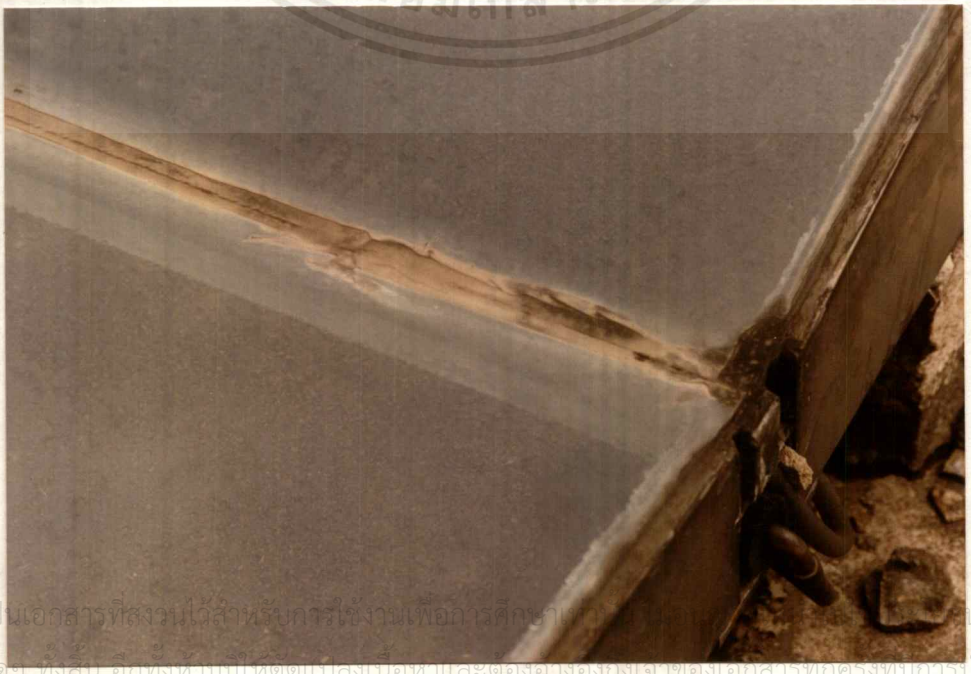
4.1.4.2 สีของวัสดุดูดซึมน้ำดิบเพื่อการกลั่นตัวของน้ำดิบ ใช้สีดำ เพราะมีเปอร์เซ็นต์การสะท้อนกลับของแสงตกกระทบน้อยมากที่สุด

4.1.5. ส่วนของฉนวนกันความร้อน เลือกใช้โฟม เพราะมีคุณสมบัติเป็นฉนวนกันความร้อน การซ่อมบำรุงรักษาง่าย

4.1.6. ส่วนของการยึดติดระหว่างถาดรองรับน้ำดิบกับแผ่นกลั่นความร้อนสำหรับการกลั่นตัวของน้ำดิบ ใช้กาวซิลิโคน เพราะมีการยึดติดที่แน่น และป้องกันการระเหยออกของไอน้ำ

ภาพที่ 59

ภาพแสดงการยึดติดโดยใช้กาวซิลิโคน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษา ... น์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

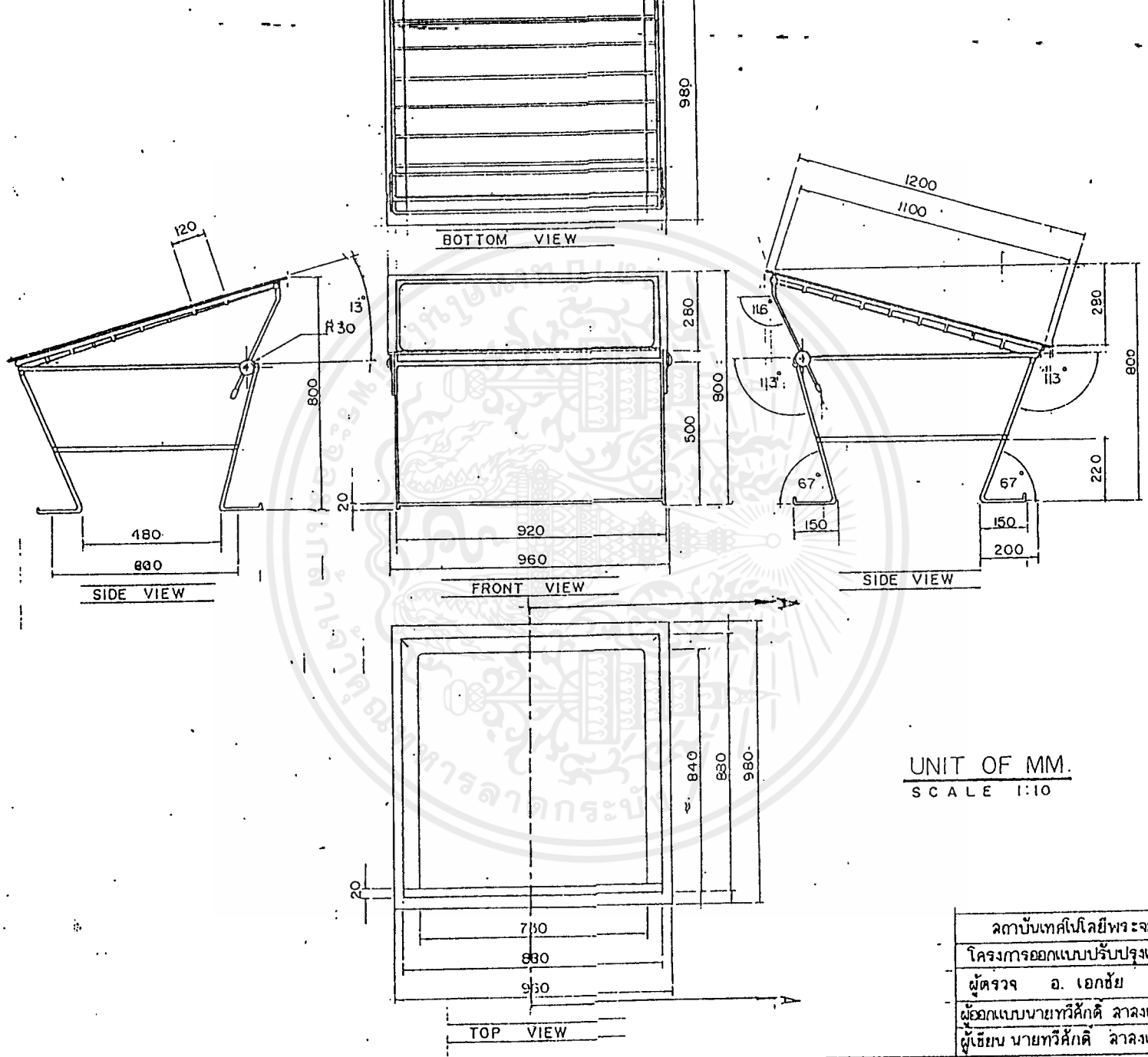
4.1.7. ส่วนของระดับองศาของถาดรองรับน้ำคิบ ผู้ออกแบบออกแบบให้ปรับระดับได้อยู่ในระดับ 13 องศา - 22 องศา เพราะว่าประเทศไทยอยู่ในละติจูดระยะ 13 องศา - 22 องศา จึงจะได้รับแสงอาทิตย์ในแนวตั้งฉากได้เต็มที่

4.1.8. ขนาดของสแตลเลสกลมกลวง ผู้ออกแบบเลือกขนาด 25 ซึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.54 CM. มีความหนา 2.6 M.M. และมีน้ำหนัก 1.99 kg. 11 M.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเขียนแบบเพื่อการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

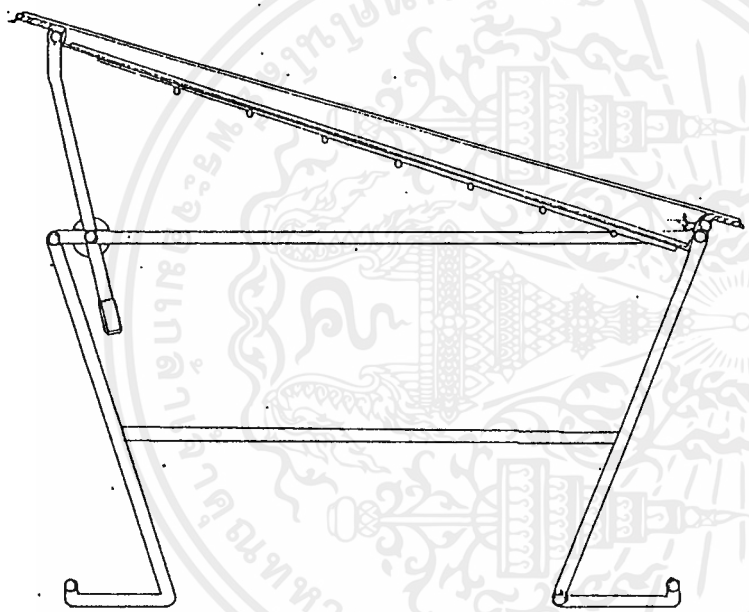


UNIT OF MM.

SCALE 1:10

207

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง		
โครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องกลั่นน้ำพลังแสงอาทิตย์		
ผู้ตรวจ อ. เอกชัย เลิศชำชอง		แผ่นที่
ผู้ออกแบบนายทวีศักดิ์ ลาลงเคราะห์	10 มีนาคม 2540	1
ผู้เขียน นายทวีศักดิ์ ลาลงเคราะห์	รหัส 3003051	1

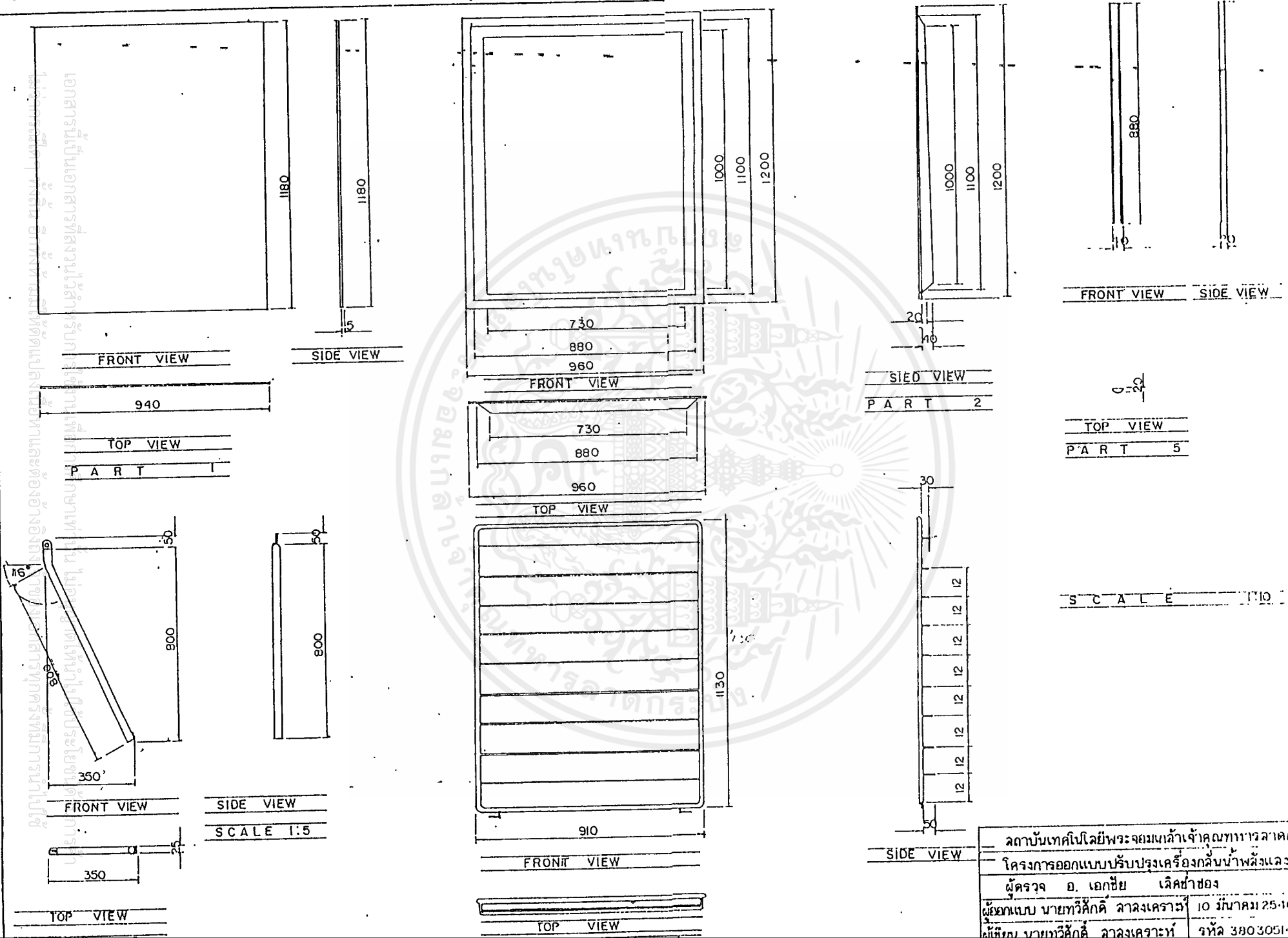


SECTION A — A

SCALE 1 : 5

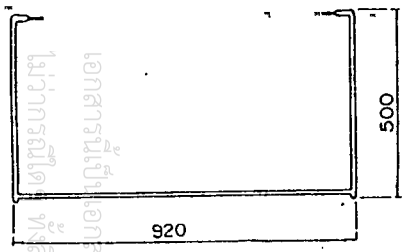
208

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง		
โครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องกลั่นน้ำพลังแสงอาทิตย์		
ผู้ตรวจ อ. เอกชัย เลิศช่าชอง		แผ่นที่
ผู้ออกแบบนายทวิศักดิ์ ลาลงเคราะห์	10 มีนาคม 2540	
ผู้เขียนนายทวิศักดิ์ ลาลงเคราะห์	รหัส 38030514	2

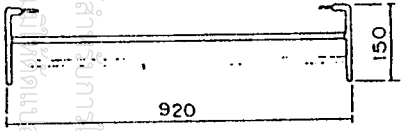


209

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง		
โครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องกลั่นน้ำพลังแสงอาทิตย์		
ผู้ตรวจ ย. เอกชัย เลิศชำชอง		แผ่นที่
ผู้ออกแบบ นายทวีศักดิ์ ลาลงเคราะห์	10 มีนาคม 2540	
ผู้เขียน นายทวีศักดิ์ ลาลงเคราะห์	รหัส 3803051-1	3

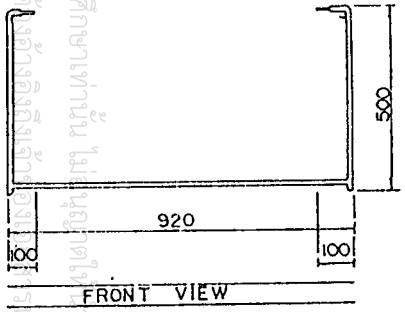


FRONT VIEW

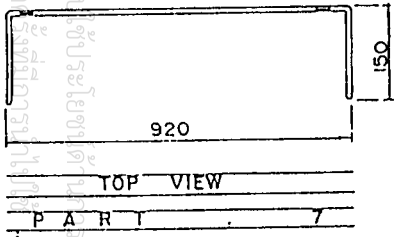


TOP VIEW

PART 6

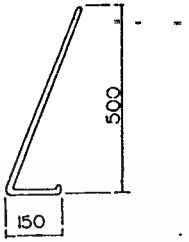


FRONT VIEW

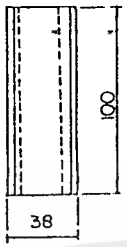


TOP VIEW

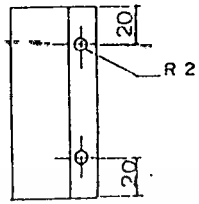
PART 7



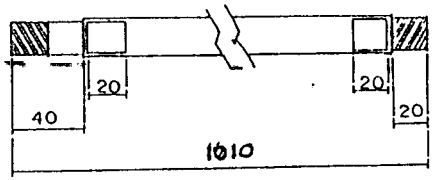
SIDE VIEW



FRONT VIEW



SIDE VIEW

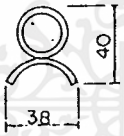


FRONT VIEW

PART 10

SCALE 1:2

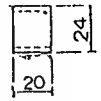
SIDE VIEW



TOP VIEW

PART 8

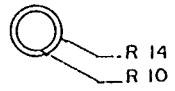
SCALE 1:1



FRONT VIEW

PART 4

SCALE 1:2

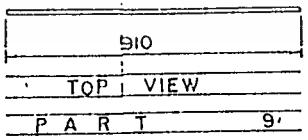


SIDE VIEW

SIDE VIEW

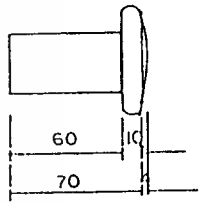
FRONT VIEW

SIDE VIEW



TOP VIEW

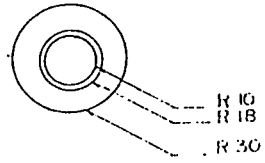
PART 9



FRONT VIEW

PART 12

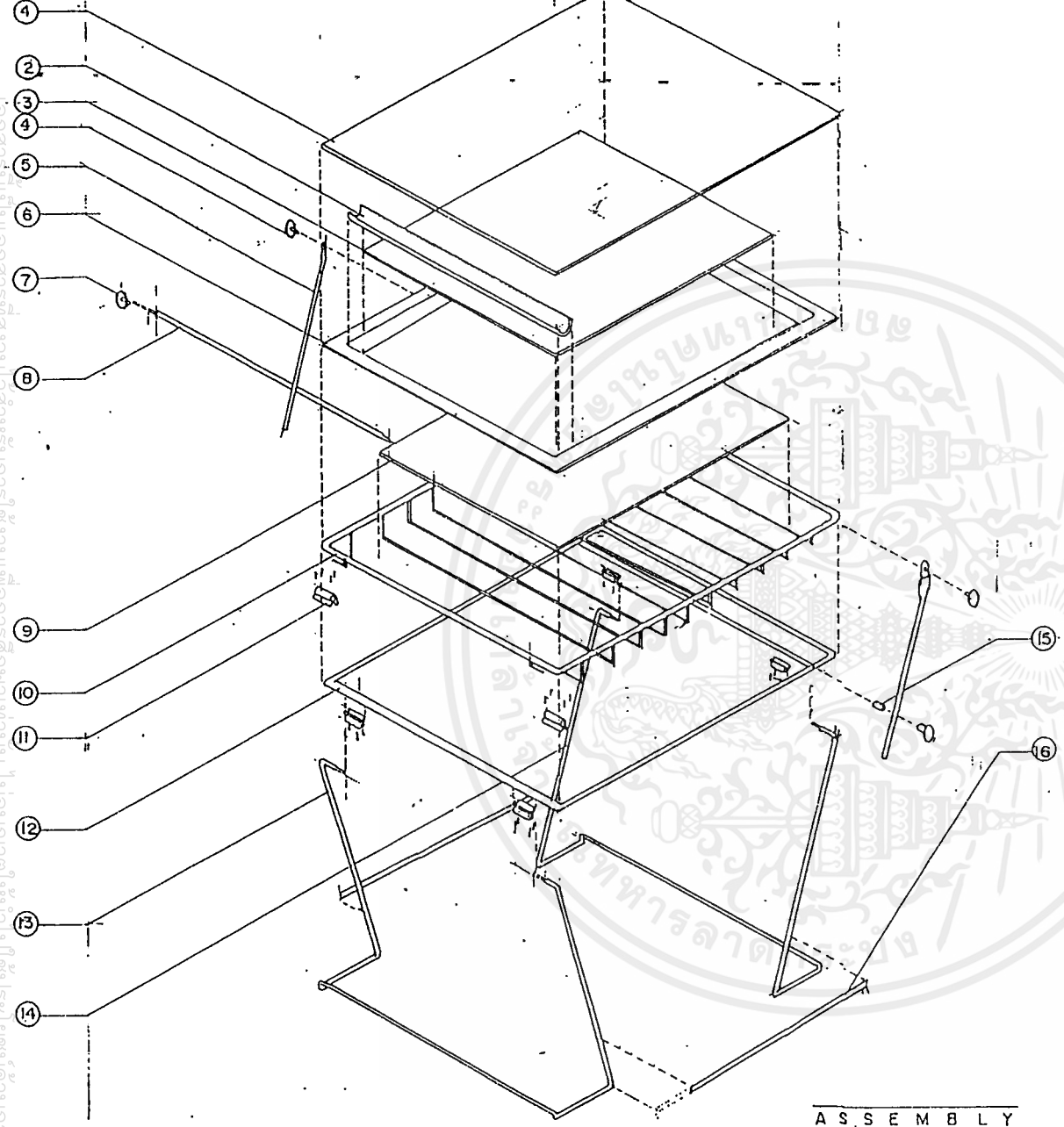
SCALE 1:2



SIDE VIEW

210

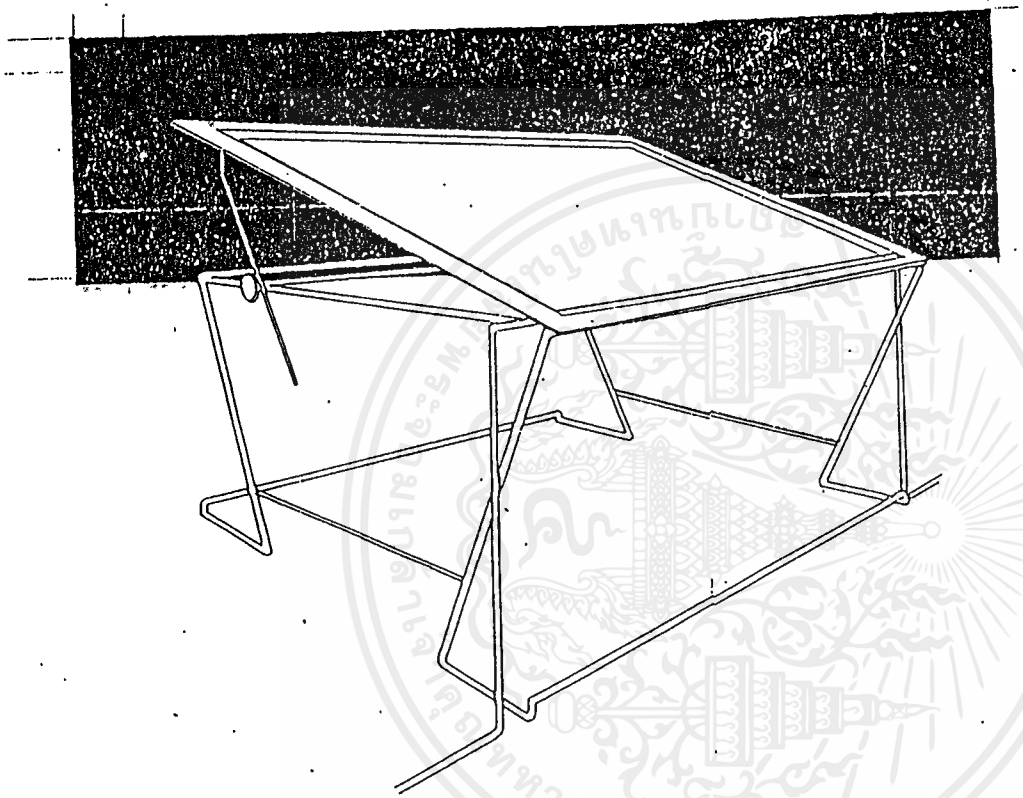
ฉลาดับเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง		
โครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องกลึงน้ำพลังแสงอาทิตย์		
ผู้ตรวจ อ. เอกชัย เลิศชำชอง		แผ่นที่
ผู้ออกแบบนายทวิศักดิ์ สาลงเคราะห์	10 มีนาคม 2540	
ผู้เขียน นายทวิศักดิ์ สาลงเคราะห์	รหัส 38030514	4



ASSEMBLY

ชิ้นที่	รายการ	ขนาด (CM.)	จำนวน	
16	ตัวล็อค/โครงล่าง	2 × 60	2	ลแตง
15	แหวนรองตัวล็อค	Ø 7 × 2	1	ลแตง
14	ขาตั้ง (หลัง)	50 × 92 × 15	1	ลแตง
13	ขาตั้ง (หน้า)	50 × 92 × 15	1	ลแตง
12	โครงล่าง	92 × 113	1	ลแตง
11	ตัวล็อคโครง	3.8 × 4	1	ลแตง
10	โครงรองรับถาดน้ำเดิม	91 × 113	1	ลแตง
9	ฉนวนกันความร้อน	90 × 100	1	โฟ
8	แกนกลางตัวล็อค	Ø 20 × 101	1	ลแตง
7	ตัวล็อคแกนปรับระดับ	Ø 16 × 17.4	2	ลแตง
6	ถาดรองรับน้ำดิบ	96 × 120	1	ลแตง
5	แกนสำหรับปรับระดับ	35 × 85	2	ลแตง
4	ตัวล็อคแกนปรับระดับ	Ø 6 × 7.4	2	ลแตง
3	แผ่นดูดซึมน้ำ	73 × 100	1	กระ
2	รางรองรับน้ำกลับ	4 × 88	1	ลแตง
1	แผ่นกันความร้อน	94 × 118	1	กระ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารล		
โครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องกลั่นน้ำพลังแ		
ผู้ตรวจ อ. เกกชัย เลิศชำนอง		แผ่น
ผู้ออกแบบ นายทวีศักดิ์ ลาลงเคราะห์	10 มีนาคม 2540	
ผู้เขียน นายทวีศักดิ์ ลาลงเคราะห์	รหัส 3803054	5

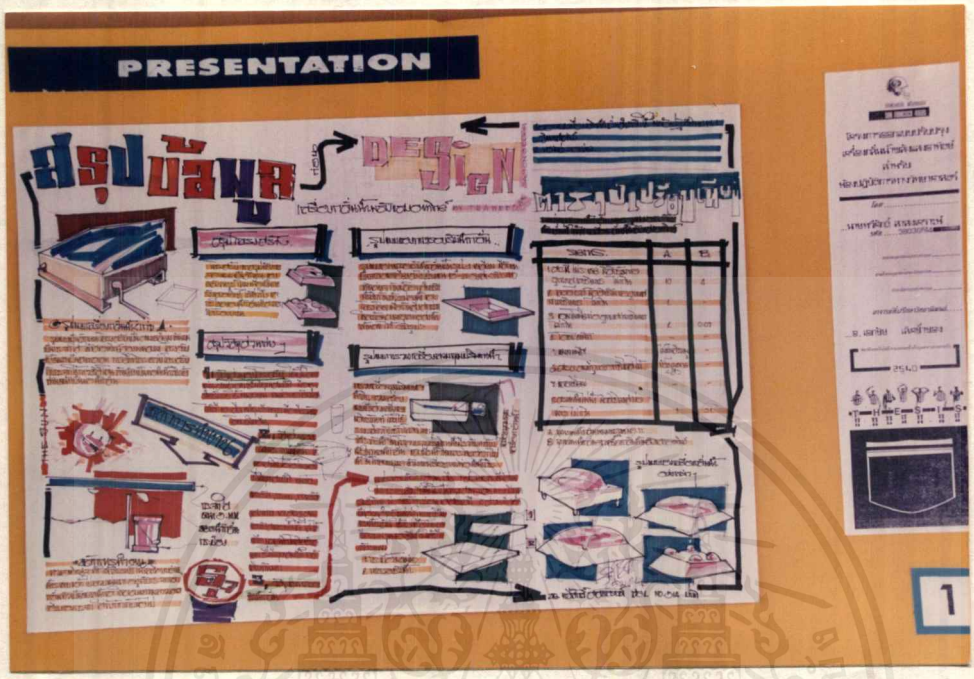


PERSPECTIVE

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง		
โครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องกลั่นน้ำพลังแสงอาทิตย์		
ผู้ตรวจ อ. เอกชัย เลิศชำชอง		แผ่นที่ 6
ผู้ออกแบบนายทวีศักดิ์ ลาลงเคราะห์	10 มีนาคม 2540	
ผู้เขียน นาย ทวีศักดิ์ ลาลงเคราะห์	รหัส 38030514	

ภาพที่ 60

ภาพแสดงแบบร่างในการนำเสนอ



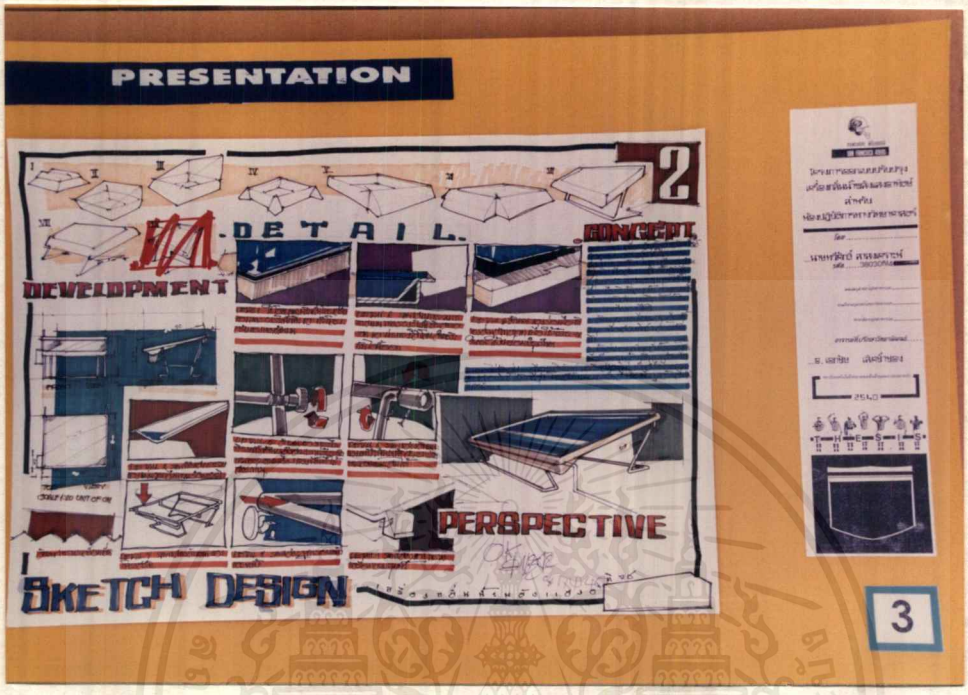
ภาพที่ 61

ภาพแสดงแบบร่างในการนำเสนอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 62

ภาพแสดงแบบร่างในการนำเสนอ



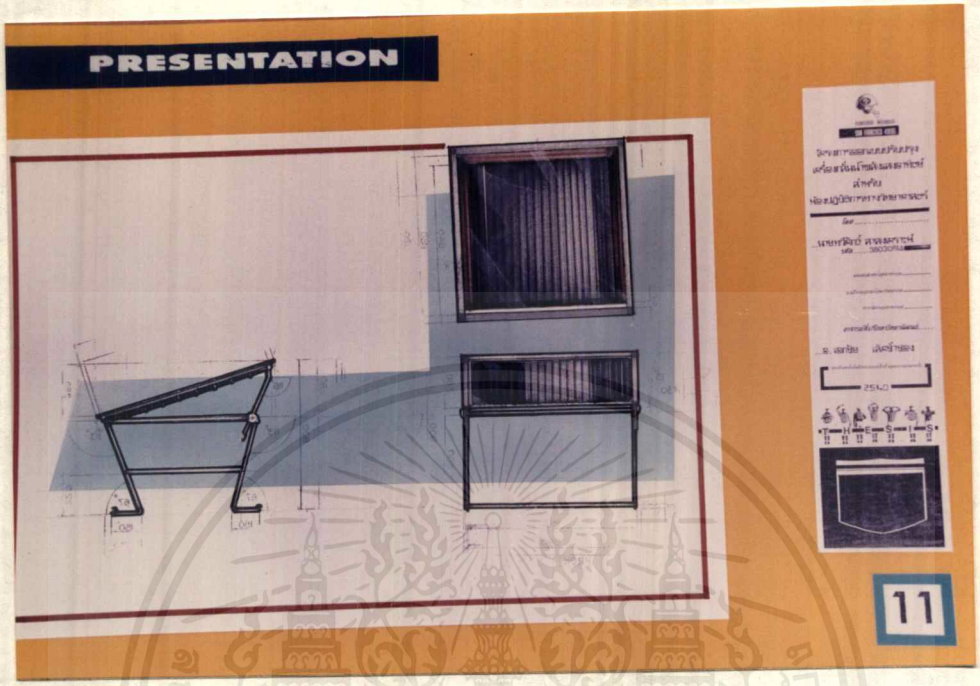
ภาพที่ 63

ภาพแสดงแบบร่างในการนำเสนอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

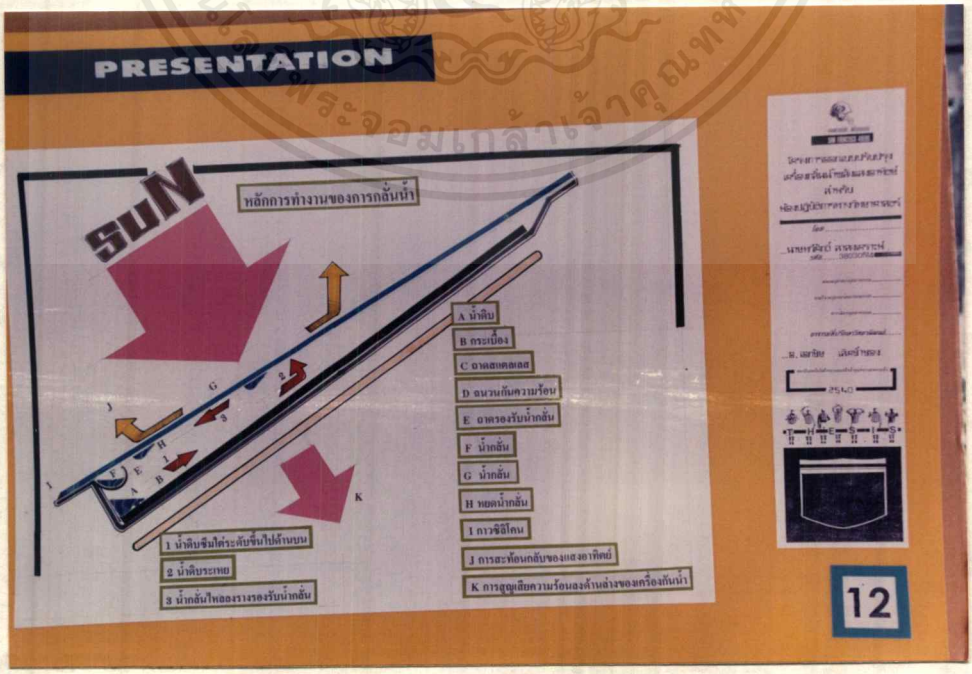
ภาพที่ 64

ภาพแสดงรายละเอียดในการนำเสนอ



ภาพที่ 65

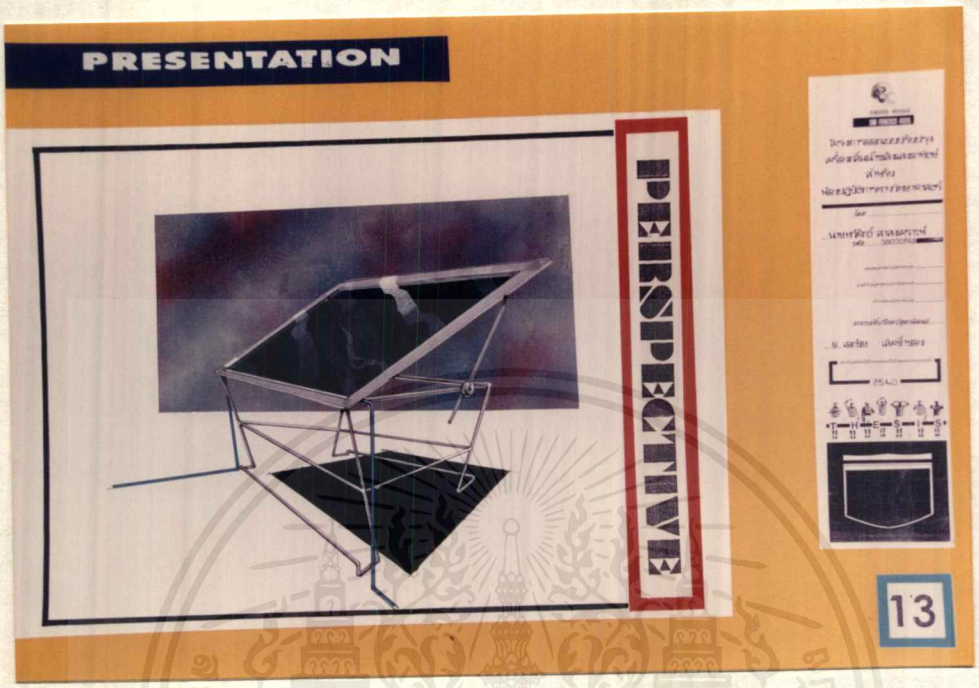
ภาพแสดงรายละเอียดในการนำเสนอ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

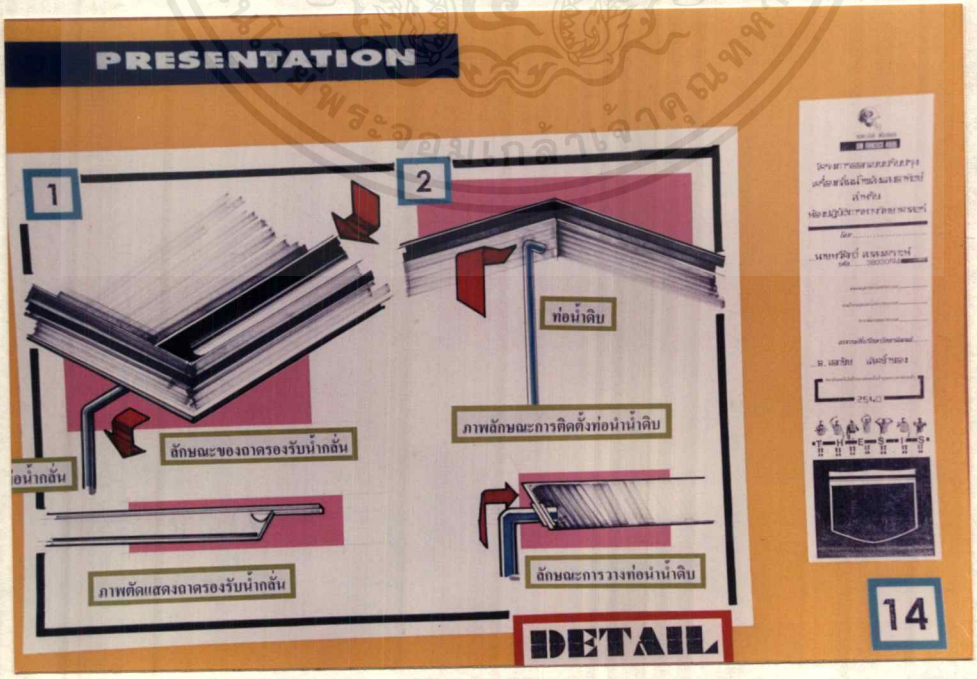
ภาพที่ 66

ภาพแสดงรายละเอียดในการนำเสนอ



ภาพที่ 67

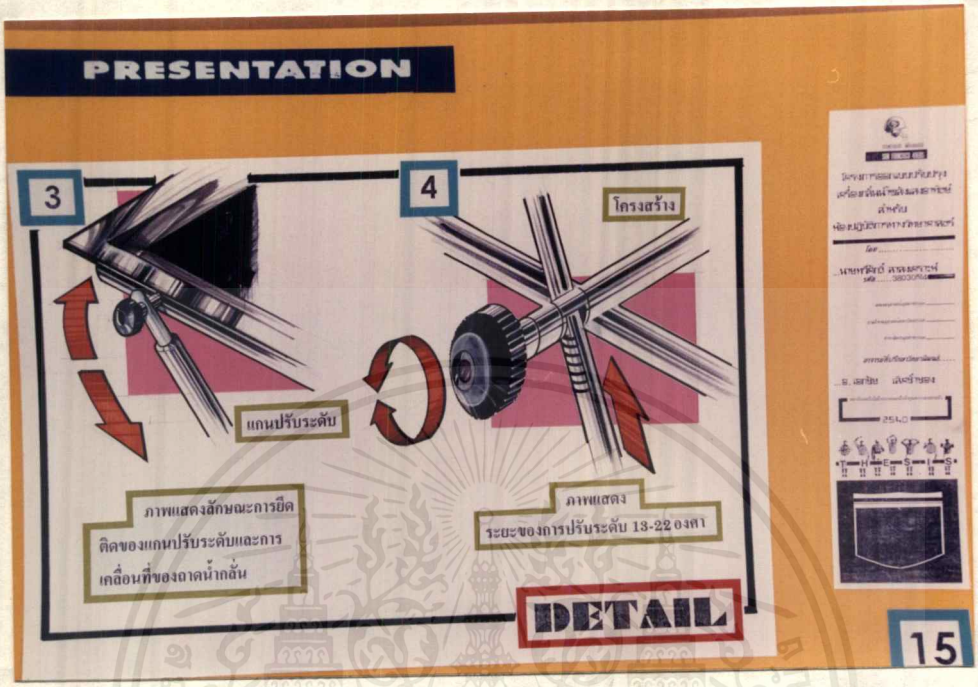
ภาพแสดงรายละเอียดในการนำเสนอ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

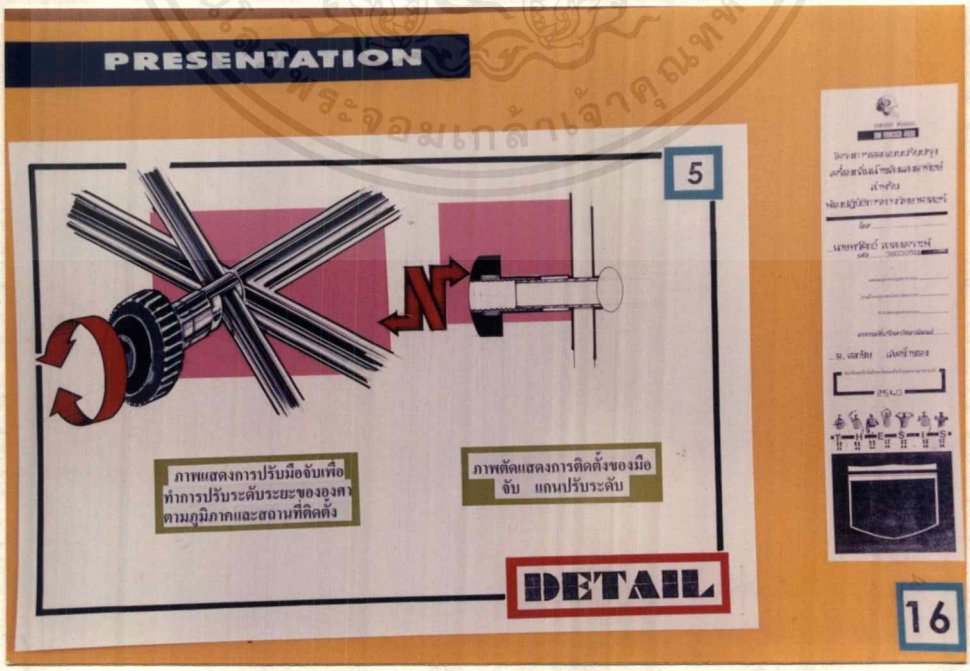
ภาพที่ 68

ภาพแสดงรายละเอียดในการนำเสนอ



ภาพที่ 69

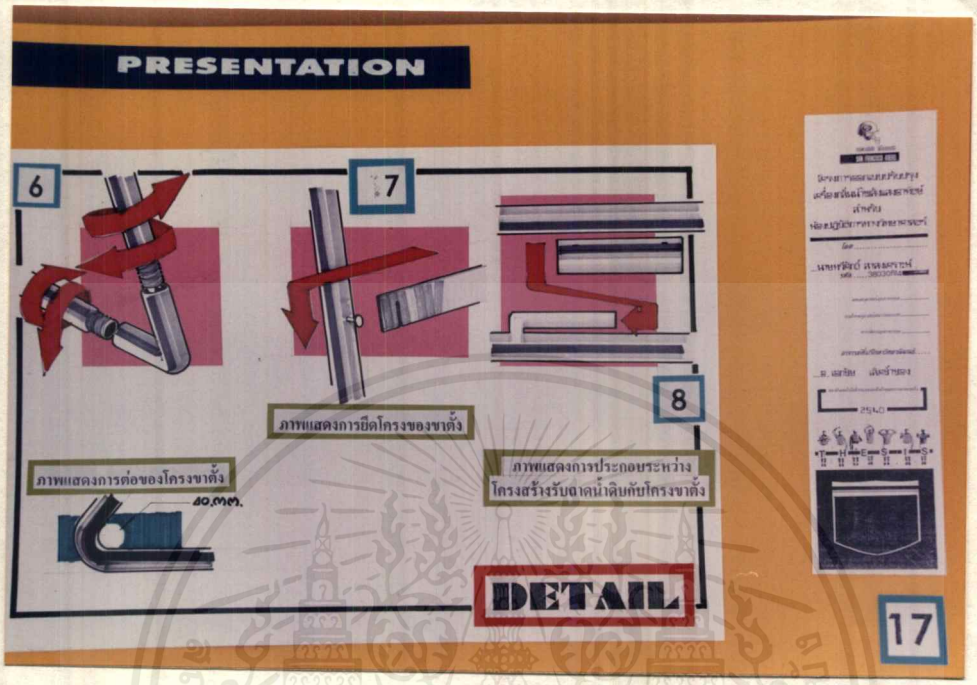
ภาพแสดงรายละเอียดในการนำเสนอ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

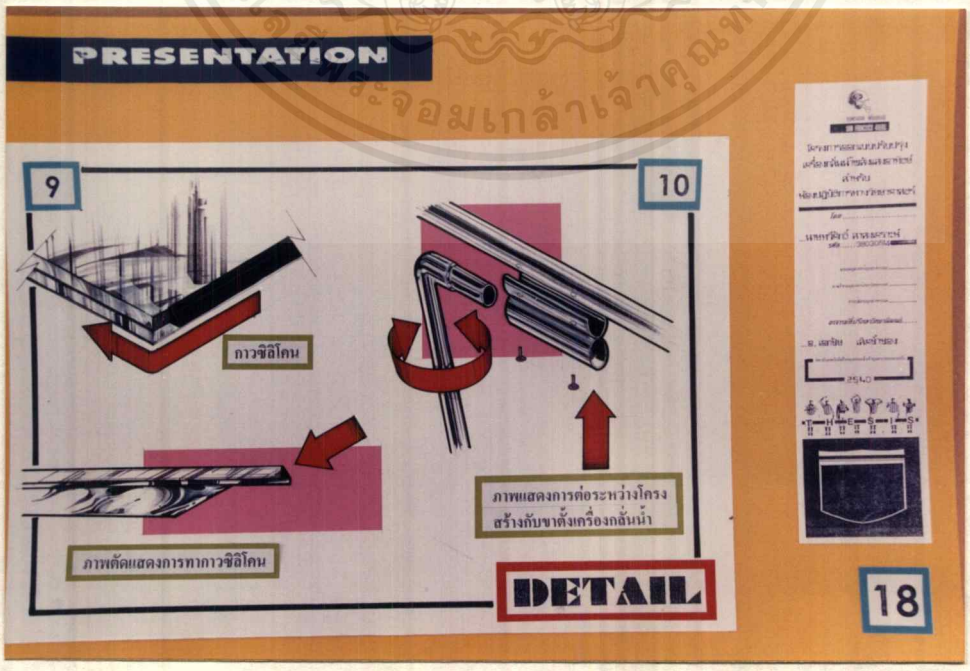
ภาพที่ 70

ภาพแสดงรายละเอียดในการนำเสนอ



ภาพที่ 71

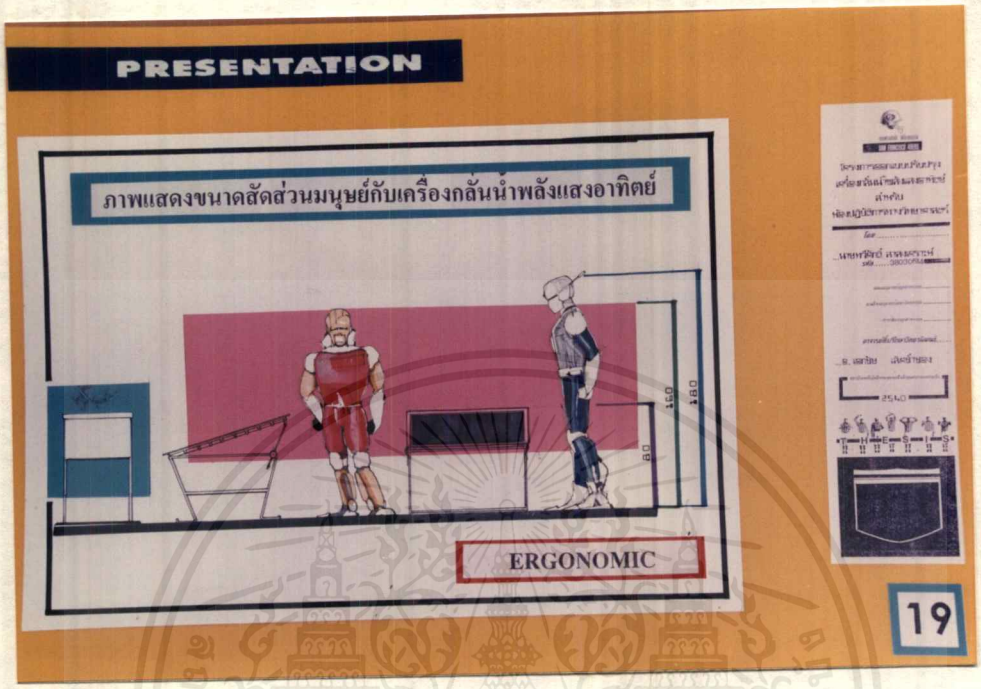
ภาพแสดงรายละเอียดในการนำเสนอ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

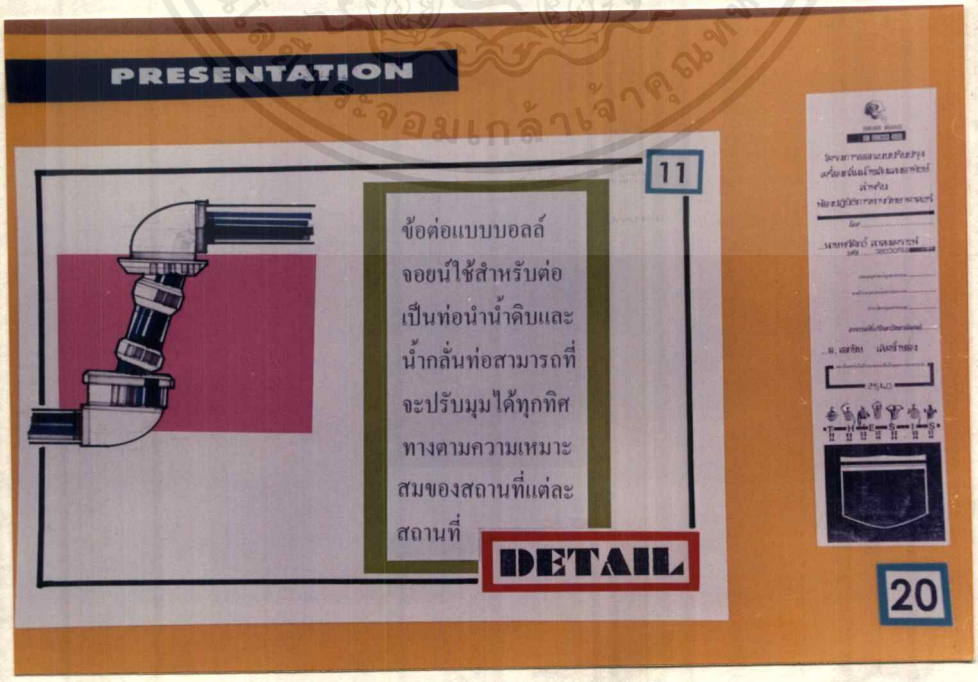
ภาพที่ 72

ภาพแสดงรายละเอียดในการนำเสนอ



ภาพที่ 73

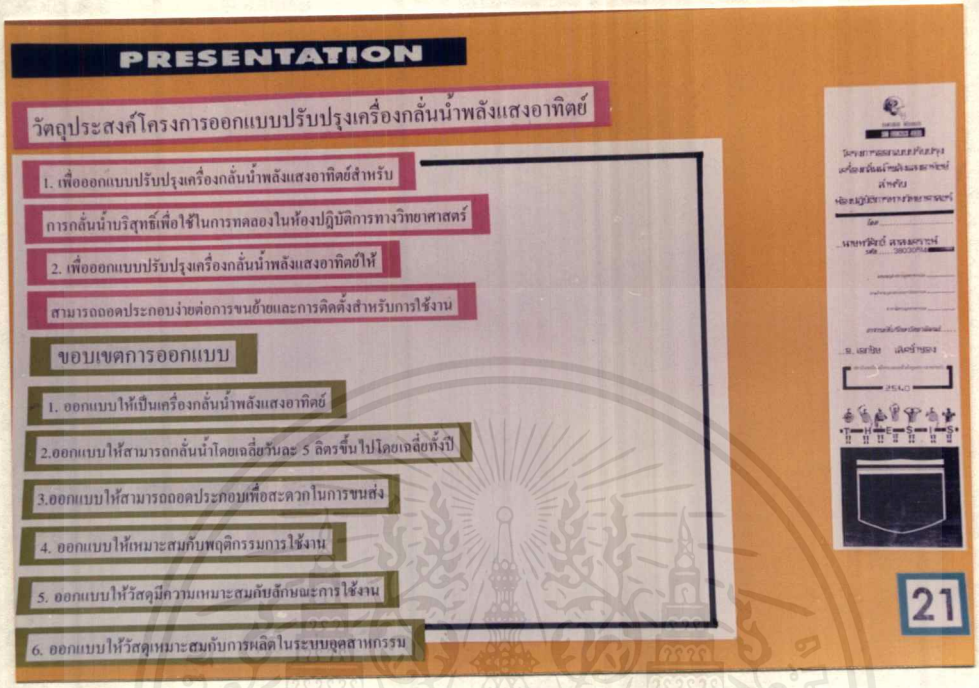
ภาพแสดงรายละเอียดในการนำเสนอ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

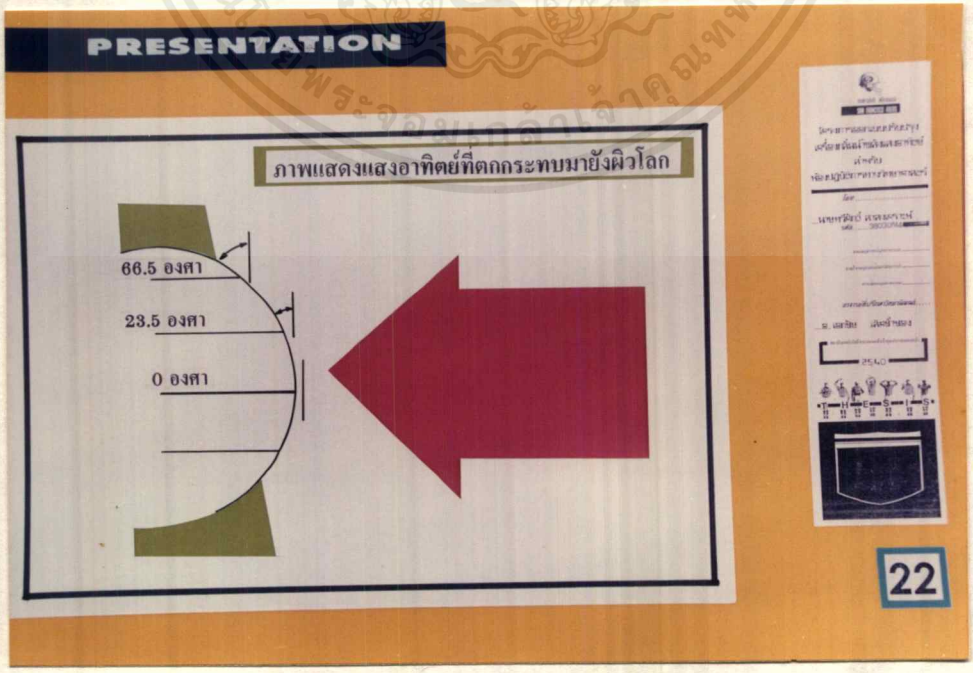
ภาพที่ 74

ภาพแสดงรายละเอียดในการนำเสนอ



ภาพที่ 75

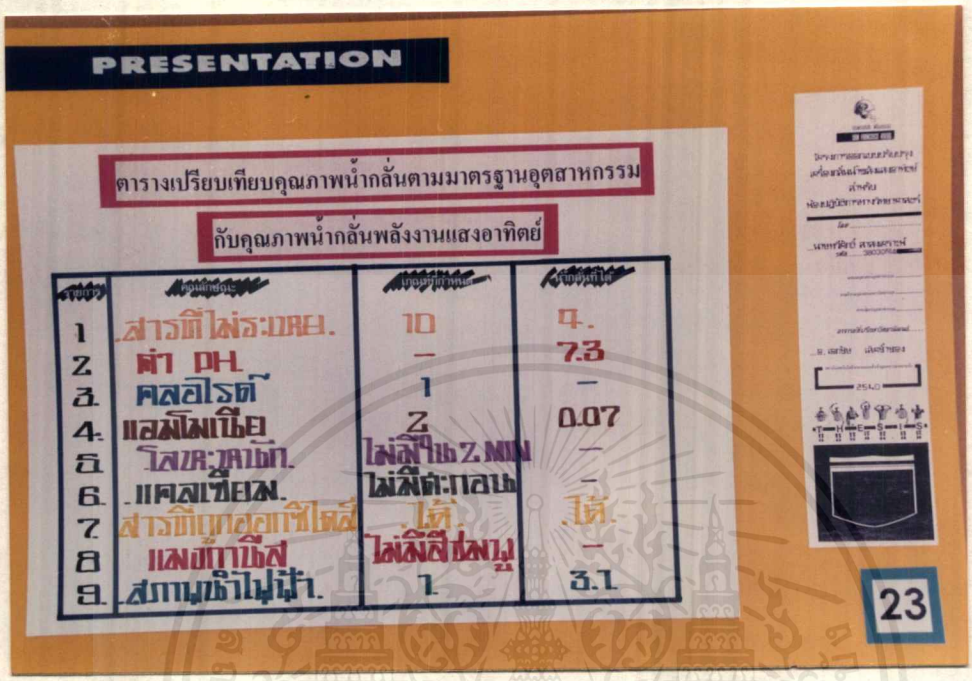
ภาพแสดงรายละเอียดในการนำเสนอ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

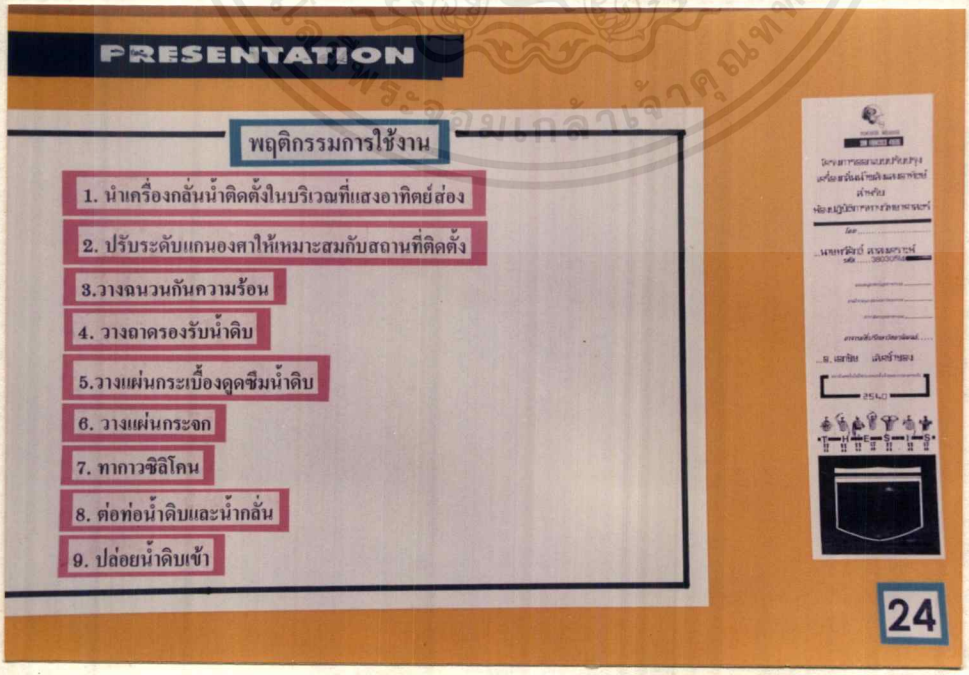
ภาพที่ 76

ภาพแสดงรายละเอียดในการนำเสนอ



ภาพที่ 77

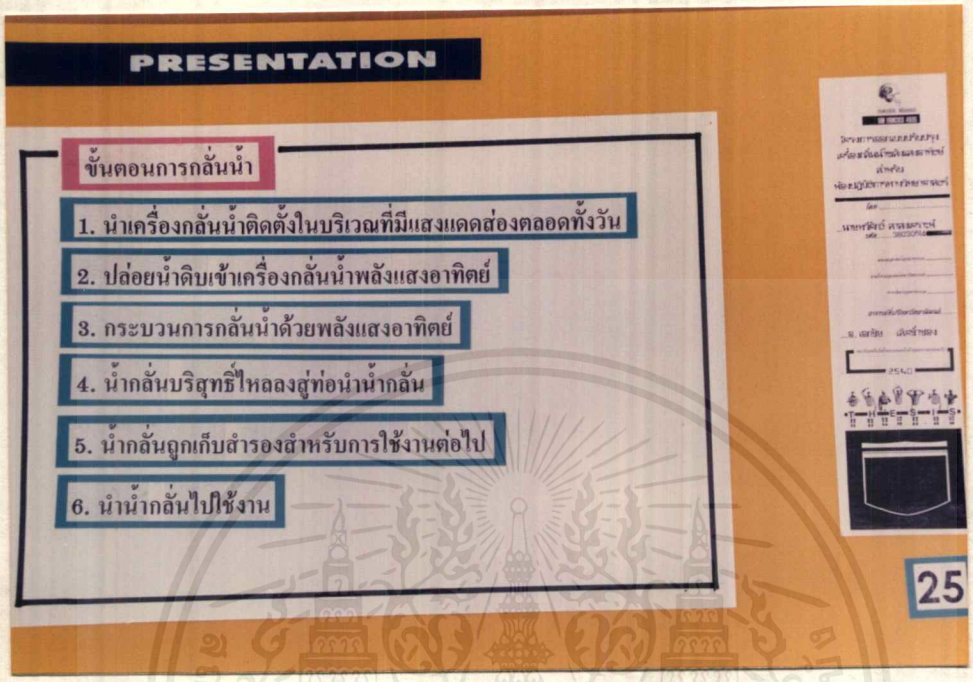
ภาพแสดงรายละเอียดในการนำเสนอ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

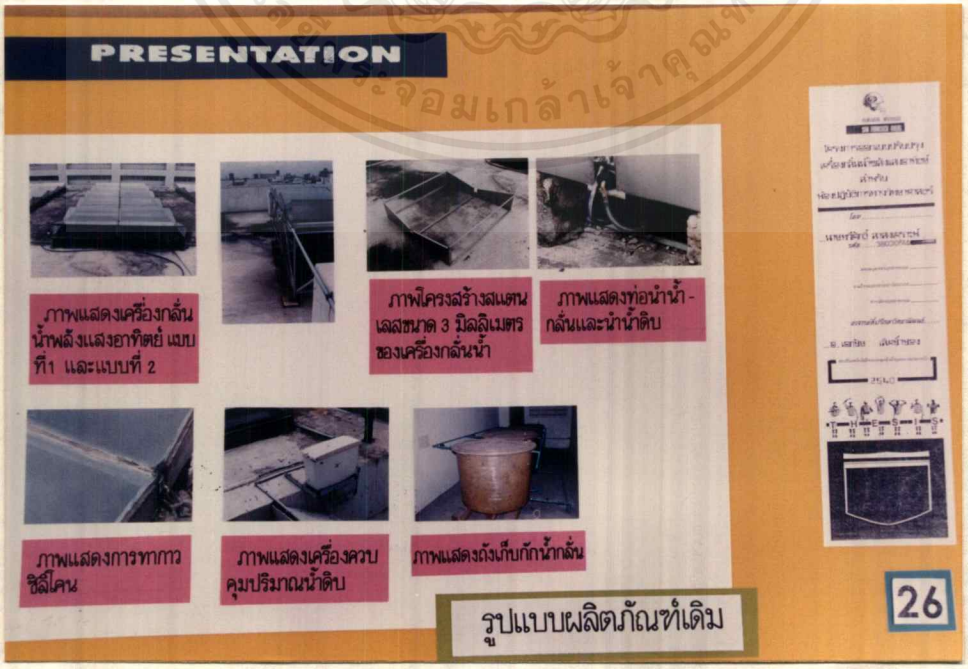
ภาพที่ 78

ภาพแสดงรายละเอียดในการนำเสนอ



ภาพที่ 79

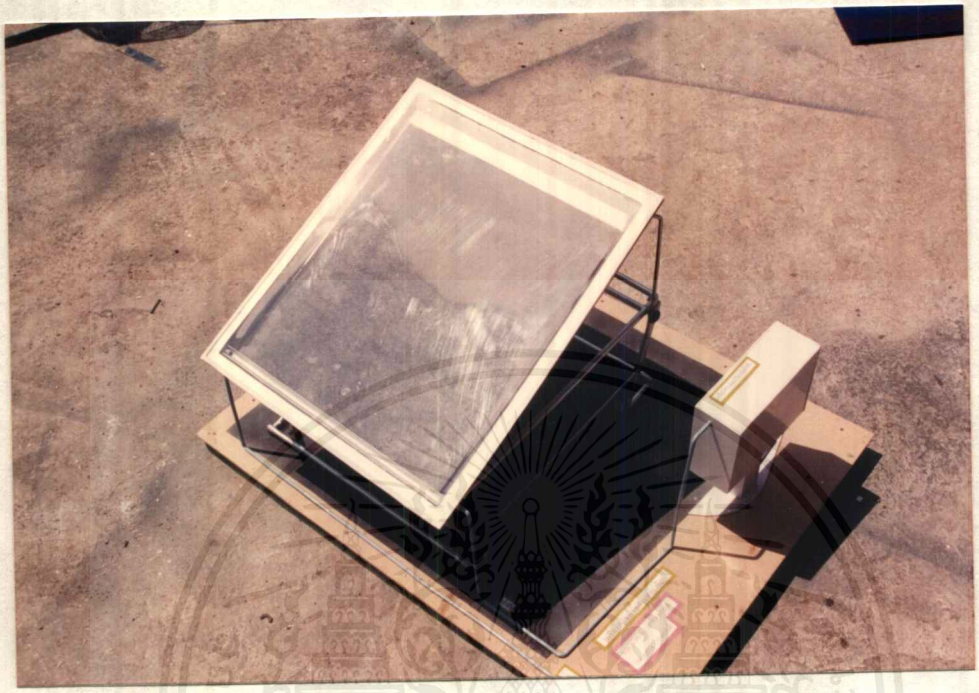
ภาพแสดงรายละเอียดในการนำเสนอ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

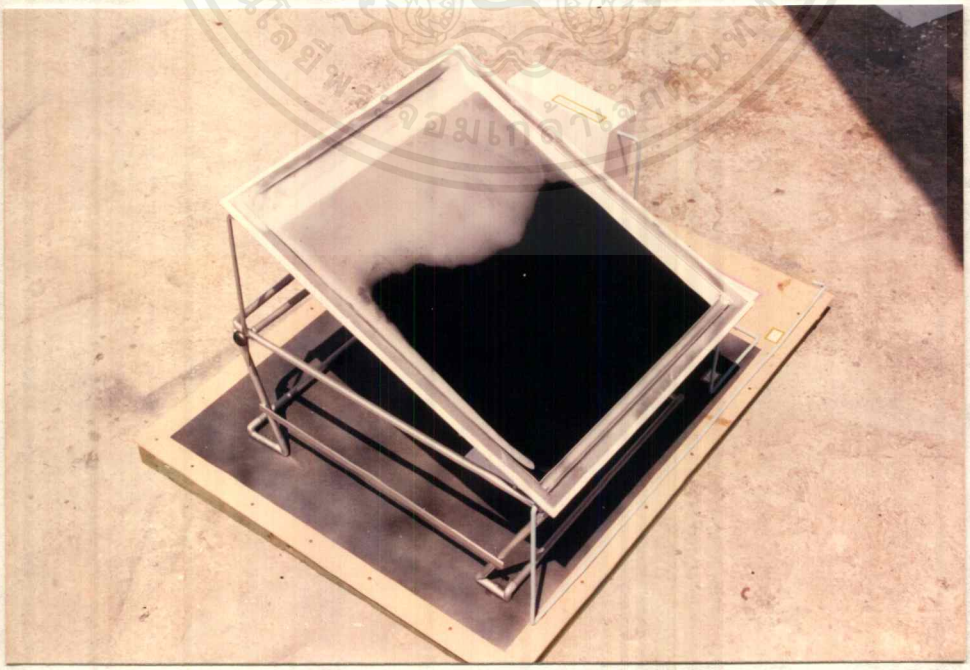
ภาพที่ 80

ภาพแสดงแบบจำลอง



ภาพที่ 81

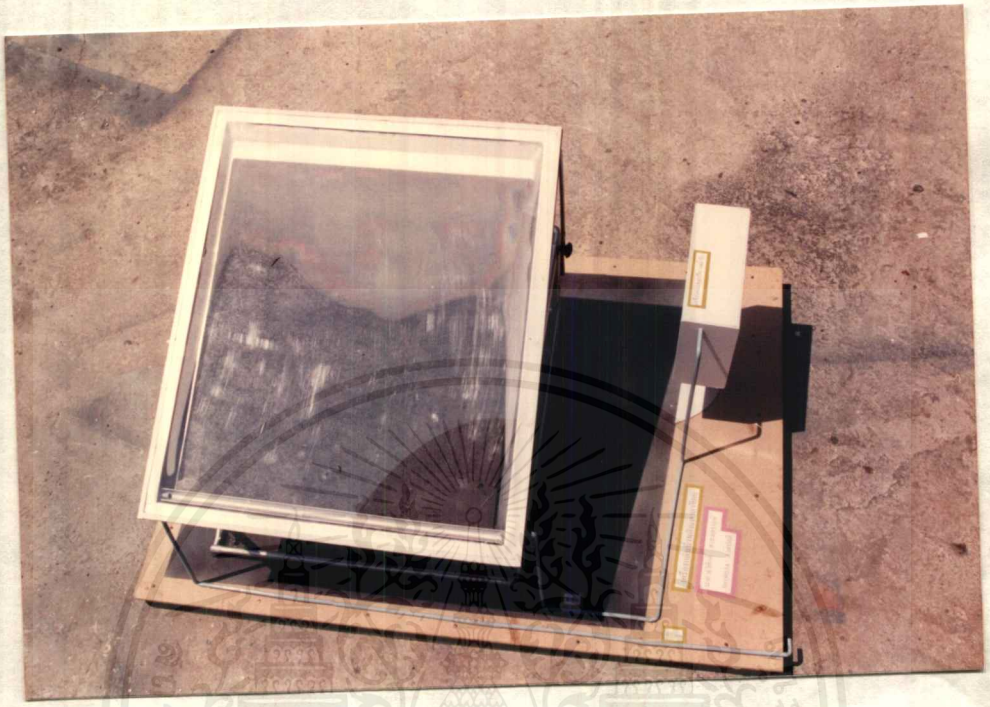
ภาพแสดงแบบจำลอง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 82

ภาพแสดงแบบจำลอง



ภาพที่ 83

ภาพแสดงแบบจำลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การสรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะเป็นการสรุปงานวิจัยทั้งหมดที่ผู้วิจัยได้ทำการวิจัยในขั้นต้นเพื่อสะดวกต่อการค้นคว้าและศึกษาต่อไป

5.1 สรุปผลการวิจัย

การออกแบบปรับปรุงเครื่องกลั่นน้ำพลังแสงอาทิตย์ เพื่อออกแบบปรับปรุงให้สามารถกลั่นน้ำบริสุทธิ์ได้ เพื่อออกแบบให้สามารถถอดประกอบง่ายต่อการขนย้ายและติดตั้งสำหรับการใช้งาน

โดยผู้วิจัยได้ทำการศึกษาข้อมูลจากสถานที่ต่าง ๆ มาเป็นข้อมูลประกอบการออกแบบ เช่น ข้อมูล มาตรฐานของน้ำกลั่น, ข้อมูลด้านวัสดุประเภทต่าง ๆ , ข้อมูลหลักการกลั่นตัวของน้ำ

ดังนั้นจึงมีผลการค้นพบ คือ การนำเครื่องกลั่นน้ำไปติดตั้งยังสถานที่ต่าง ๆ มีความสะดวกและการบำรุงรักษาง่ายขึ้น ความสะดวกด้านการใช้งานในการเปลี่ยนขี้เถ้าแกลบ ได้นำแผ่นกระเบื้องสีดำสำหรับดูดซึมน้ำดิบมาแทนขี้เถ้าแกลบ เพื่อยืดอายุการใช้งานให้มากขึ้นแต่ประสิทธิภาพการทำงานเท่าเทียมกัน และวัสดุเป็นสแตลเลทซึ่งมีความหนา 1/16 นิ้ว และต้องมีส่วนผสมของโลหะอยู่น้อย เพราะจะง่ายต่อการขึ้นรูปโดยการปั๊มขึ้นรูปหรือเชื่อม

5.2 ข้อเสนอแนะ

- ผู้วิจัยควรกำหนดขอบเขตของการออกแบบผลิตภัณฑ์ว่าจะสิ้นสุดที่ใด
- ผู้วิจัยควรนำหลักการออกแบบผลิตภัณฑ์เข้ามาประกอบการออกแบบตัวผลิตภัณฑ์ให้มีความแปลกใหม่และสวยงามขึ้นกว่าเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

เกษมชัย บุญเพ็ญ, พื้นฐานโลหะแผ่น กรุงเทพ ฯ : 2533

ทนงเกียรติ เกียรติศิริโรจน์ การออกแบบระบบพลังความร้อน กรุงเทพ ฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า ธนบุรี

ธีระชัย พลสงคราม วิทยานิพนธ์เรื่อง " การศึกษาผิวดูดกลืนความร้อนเซรามิกเพื่อใช้ในเครื่องกลั่นน้ำพลังแสงอาทิตย์ " 2532

ธีรยุทธ สุวรรณประทีป, พิชัย ลีละพัฒนะ , พงษ์ธร จรัญญากรณ์ และนพดล เวชสวัสดิ์, เทคนิคกลไก. กรุงเทพ ฯ : 2521

บัญฑิต ตันเสถียร, กำหมายที่เกี่ยวข้องกับการเคมีในห้องปฏิบัติการ กรุงเทพ ฯ : โรงพิมพ์การศาสนา

พิชิต เลี่ยมพิพัฒน์. พลาสติก กรุงเทพ ฯ : หจก. ป. สัมพันธ์ พาณิชย์, 2537.

ภพ เลาหไพบูลย์ , แนวการสอนวิทยาศาสตร์ กรุงเทพ ฯ : สำนักพิมพ์ ไทยวัฒนาพานิช จำกัด, 2537

ราชบัณฑิตยสถาน : พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2525 กรุงเทพ ฯ : อักษรเจริญทัศน์ 2525

วินัย วีระวัฒนานนท์ , พลังงานกับสิ่งแวดล้อม กรุงเทพ ฯ : สำนักพิมพ์ อักษรเจริญทัศน์, 2533

วีระชัย มีชอบธรรม สมประสงค์ วิทยเกียรติ และคณะ, พลังงานกับชีวิตประจำวัน กรุงเทพ ฯ : 2530

สภากาวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สัดส่วนของคนไทย กรุงเทพ ฯ : 2529

สาคร คันธโชติ , วัสดุผลิตภัณฑ์. กรุงเทพ ฯ : โอเดียนสโตร์, 2529

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ " จันแสงอาทิตย์ " 2532

เอกสารเผยแพร่ กรมวิทยาศาสตร์บริการ กองฟิสิกส์และวิศวกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อผู้เขียน	นายทวีศักดิ์ สาสงเคราะห์
วัน เดือน ปีเกิด	วันที่ 4 ตุลาคม 2518
สถานที่เกิด	จังหวัดเพชรบุรี
วุฒิการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ปวส. (ออกแบบผลิตภัณฑ์)	
สถานที่สำเร็จการศึกษา	สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขตเพาะช่าง กรุงเทพ ฯ
ประสบการณ์การทำงาน	ฝึกงานบริษัท อาร์ เอส โปรโมชั่น 1992 จำกัด ด้านฝ่ายศิลป์
ที่อยู่ปัจจุบัน	22 ม. 4 ต. บ้านกุ่ม อ.เมือง จ. เพชรบุรี 76000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้