โครงการออกแบบปรับปรุงตู้อบแม่แบบปูนปลาสเตอร์สำหรับงานหล่อน้ำดิน

นายมนัสพันธ์ รินแสงปิน

A020695

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สาขาวิชาศิลปอุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม

คณะครุศาสตร์สถาปัตยกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2535

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

ลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิทยานิพนธ์เรื่อง.....โครงการออกแบบปรับปรุงตู้อบแม่แบบปูนปลาสเตอร์สำหรับหล่อน้ำดิน

ชื่อนักศึกษา.....นายมนัสพันธ์ รินแสงปิน

อาจารย์ที่ปรึกษา.....อ. ถนอม จันทร์หมื่นไวย์ (ฝ่ายข้อมูล)

อ. เกษม เชาว์ดี (ฝ่ายออกแบบ)

อ. เธนศ ภิรมณ์การ (ฝ่ายออกแบบ)

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ กรรมการตรวจวิทยานิพนธ์ได้ตรวจพิจารณา และเห็นชอบแล้วจึงอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต ประจำปีการศึกษา 2535

( )

คณบดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อ

โครงการออกแบบปรับปรุง ตู้อบแม่แบบปูนปลาสเตอร์สำหรับงาน หล่อน้ำดิน เป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในส่วนของการหล่อน้ำดิน ในงานเครื่องปั้นดินเผา ใช้สำกรับการเร่งการระเหยตัวของน้ำในเนื้อปูนปลาสเตอร์ที่เป็นแม่แบบหล่อน้ำดิน ตอบสอนการ หล่อน้ำดินให้ได้มากครั้ง และเร็วขึ้น ทางผู้จัดทำจึงได้ทำการศึกษาค้นคว้า และทำการทดสอบระบบการทำงานของผลิตภัณฑ์เดิมที่มีอยู่ในปัจจุบัน ปัญหาที่เกิดขึ้นจึงนำมาแก้ไขปรับปรุงแก้ไข โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ปัญหาโครงสร้าง มีน้ำหนักมาก ซึ่งทำจากเหล็กแผ่น เชื่อมยึดติด จึงนำวัสดุไฟเบอร์กลาส นำมาเป็นส่วนช่วยในการยึดประกอบโครงสร้าง และประกอบขึ้นรูปเป็นตัวโครงสร้างตู้อบแม่แบบปูนปลาสเตอร์

2. ปัญหาผังภายนอกของตู้อบเป็นแผ่นเหล็กอาบสังกะสี ซึ่งเป็นสื่อไฟฟ้า จึงนำวัสดุไฟเบอร์กลาส ซึ่งเป็นฉนวนไฟฟ้า และมีโครงสร้างแข็งแรงสามารถนำมาผลิตเป็นผนังตู้อบแม่แบบได้ดี

3. ชั้นวางแม่แบบภายในตู้อบเป็นเหล็กแผ่นตัดเป็นท่อน ยึดโดยการเชื่อมติดกับตัวโครง ซึ่งเป็นปัญหาในการจัดวางแม่แบบที่มีขนาดใหญ่ ซึ่งตัวชิ้นงานควรเลื่อนออกมาด้านนอกได้ เพื่อสามารถจัดวางแม่แบบได้โดยง่าย

4. ระบบการให้ความร้อนภายในตู้อบแม่แบบ ใช้ระบบการให้ความร้อน โดยแท่นความร้อนไฟฟ้า ซึ่งมีขายตามท้องตลาด เนื่องจากสามารถปรับระดับความร้อนได้

5. การควบคุมความร้อนใช้ระบบควบคุมอุณหภูมิ โดยใช้วงจรอิเลคโทรนิกส์

6. การหมุนเวียนความร้อนใช้ระบบการหมุนเวียนความร้อนจากด้านล่างขึ้นข้างบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ เรื่อง โครงการออกแบบปรับปรุงตู้อบแม่แบบปูนปลาสเตอร์ สำหรับงานหล่อน้ำดิน วิทยานิพนธ์ชุดนี้ได้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับการอุปการะและการสนับสนุน และได้รับการช่วยเหลือในด้านการศึกษา ได้รับข้อเสนอแนะแนวทางที่เป็นประโยน์ในการทำงาน ซึ่งข้าพเจ้าใคร่ขอขอบพระคุณอย่างสูงมา ณ ที่นี้ด้วย

- บิดา, มารดา — ผู้ให้ความอุปการะในด้านเงินทุน และให้ความห่วงใย ให้กำลังใจต่าง ๆ ที่ดีแก่ลูกเสมอมา
- อาจารย์ถนอม จันทร์หมื่นไวย์ — อาจารย์ที่ปรึกษาด้านข้อมูล-ออกแบบ
- อาจารย์เกษม เชาว์ดี — อาจารย์ที่ปรึกษาด้านการออกแบบ
- อาจารย์เธนศ ภิรมณ์การณ์ — อาจารย์ที่ปรึกษาด้านการออบแบบ

ขอขอบคุณ

- คุณสุมิตร อวยพรกุล — จัดเรียงข้อมูล
- และเพื่อน ๆ ในการเสนอแนะสิ่งที่ดี
- บรรณารักษ์แระจำห้องสมุด — หอสมุดกลาง สจล. หอสมุดคณะครุศาสตร์

ขอขอบพระคุณมา ณ ที่นี้ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

รายการ หน้า

- แบบอนุมัติวิทยานิพนธ์ ..... ก.
- บทคัดย่อ ..... ข.
- กิตติกรรมประกาศ ..... ค.
- สารบัญ ..... ง.
- สารบัญภาพประกอบ ..... ญ.
- สารบัญตารางประกอบ ..... ต.
- สารบัญแผนภูมิ ..... น.

บทที่ 1. บทนำ

1.1 ที่มาของการนำเสนอวิทยานิพนธ์ 1
1.1.1 หลักการนำเสนอวิทยานิพนธ์ 1
1.1.2 เหตุผลของกานนำเสนอวิทยานิพนธ์ 1
1.2 วัตถุประสงค์ของการนำเสนอวิทยานิพนธ์ 2
1.3 ปัญหาที่เกิดขึ้น 3
1.4 แนวทางแก้ปัญหา 4
1.5 ขอบเขตการศึกษาข้อมูล 7
1.6 ขอบเขตการออกแบบ 8
1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 9

บทที่ 2. การศึกษาข้อมูลเบื้องต้น

2.1 หลักสูตรการเรียนวิชาเครื่องปั้นดินเผาของสถานศึกษาอาชีวะ 11
2.1.1 ปรัชญาการศึกษา 12
2.1.2 ความมุ่งหมายของหลักสูตร 12
2.1.3 ลักษณะรายวิชา 13
2.1.4 เนื้อหาวิชา 27
2.1.5 สรุปหลักสูตรของสถานศึกษา 32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

2.2 ลักษณะขั้นตอนการทำแม่แบบปูนปลาสเตอร์เพื่อการหล่อน้ำดิน

2.2.1 ความหมายและจุดประสงค์การทำแม่แบบเพื่อการหล่อน้ำดิน 36

2.2.2 การสร้างต้นแบบและแม่พิมพ์ CASTING 38

2.2.3 การขึ้นรูปแบบใช้ใบมีด JIGGER 46

2.3 พฤติกรรมการใช้งานตู้อบแม่แบบปูนปลาสเตอร์

2.3.1 จำนวนแม่แบบที่ใช้อบแต่ละครั้ง 72

2.3.2 ขนาดของแม่แบบแต่ละชนิด 73

2.3.3 ระยะเวลาในการอบแม่แบบปูนปลาสเตอร์ 75

2.3.4 อุณหภูมิในการอบแม่แบบปูนปลาสเตอร์ 75

2.3.5 การจัดเรียงแม่แบบภายในตู้อบ 76

2.4 ข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ตู้อบแม่แบบ(ผลิตภัณฑ์เดิม)

2.4.1 ตู้อบแบบใช้ไฟฟ้า 78

2.4.2 ตู้อบแบบใช้แก๊ส 85

2.5 การศึกษาข้อมูลผลิตภัณฑ์เดิม

2.5.1 ตู้อบไฟฟ้า 94

2.5.2 ตู้อบไฟฟ้า 104

2.6 วัสดุที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ

2.6.1 โลหะเหล็ก 111

2.6.2 โลหะที่ไม่ใช่เหล็ก 112

2.6.3 โลหะแผ่น 115

2.6.4 ไฟเบอร์กลาส 122

2.7 กรรมวิธีการผลิตขึ้นรูปวัสดุที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ

2.7.1 กรรมวิธีการผลิต 129

2.7.2 กรรมวิธีการประกอบชิ้นงาน 133

2.7.3 การยึดประกอบโครงสร้าง 137

2.7.4 การยึดประกอบโครงสร้างเคลื่อนไหว 144

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

2.8 ข้อมูลเกี่ยวกับไฟฟ้า

2.8.1 ข้อมูลทางด้านไฟฟ้า 157

2.8.2 หม้อแปลงไฟฟ้า 160

2.8.3 สายไฟฟ้า 162

2.8.4 ชนิดช่องสายไฟฟ้า 181

2.8.5 วัสดุอุปกรณ์มาตรฐาน 190

2.9 ข้อมูลเกี่ยวกับสวิทช์เปิดปิดและกล่องหัวเสียบ

2.9.1 สวิทช์แบบกด 196

2.9.2 สวิทช์แบบโยก 197

2.9.3 สวิทช์แบบเลื่อน 197

2.9.4 สวิทช์แบบหมุน 198

2.9.5 สวิทช์จิ๋ว 198

2.9.6 ชุดกล่องหัวเสียบ 201

2.10 ข้อมูลเกี่ยวกับส่วนให้ความร้อนสำหรับตู้อบแม่แบบ

2.10.1 พลังงานเชื้อเพลิงถ่าน 205

2.10.2 พลังงานเชื้อเพลิงจากฟืน 206

2.10.3 พลังงานเชื้อเพลิงจากแกลบ 208

2.10.4 พลังงานเชื้อเพลิงจากก๊าซ LPG 209

2.10.5 พลังงานจากกระแสไฟฟ้า 210

2.11 ข้อมูลทั่วไปจากความร้อน

2.11.1 การส่งผ่านความร้อน 215

2.11.2 ธรรมชาติของการนำความร้อน 215

2.11.3 การแผ่รังสีความร้อน 216

2.12 ข้อมูลเกี่ยวกับอุปกรณ์สร้างความร้อน

2.12.1 อุปกรณ์สร้างความร้อนโดยใช้ลวดต้านทาน 219

2.12.2 อุปกรณ์สร้างความร้อนโดยใช้คลื่นความถี่สูง 226

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

2.12.3 อุปกรณ์สร้างความร้อนโดยใช้สนามแม่เหล็กไฟฟ้า 227
2.13 ข้อมูลเกี่ยวกับระบบควบคุมความร้อน
2.13.1 เทอร์โมสตัสชนิดไบเมทอสสตริป 231
2.13.2 เทอร์โมสตัสชนิดแม่เหล็ก 232
2.13.3 เทอร์โมสตัสชนิดที่ใช้สารไวต่ออุณหภูมิ 234
2.13.4 เทอร์โมสตัสชนิดเทอร์มิสเตอร์ 235
2.13.5 เทอร์โมสตัสชนิดเทอร์โมคัปเปิล 235
2.13.6 สวิทช์ตัดวงจรอัตโนมัส 237
2.14 ข้อมูลเกี่ยวกับวัสดุป้องกันและเก็บความร้อน
2.14.1 รีแฟร็คโทรีที่มีสารประกอบอลูมิโนซิลิเกต 255
2.14.2 รีแฟร็คโทรีที่มีสิริก้าเป็นสารประกอบ 256
2.14.3 เบซิค รีแฟร์คโทรี 256
2.14.4 รีแฟร็คโทรีชนิดต่าง ๆ 257
2.15 รูปแบบของฉนวนกันความร้อน
2.15.1 โพลีสไตรีนโฟม 263
2.15.2 โพลียูรีเธนโฟม 263
2.15.3 ยาง 263
2.15.4 ฉนวนโฟม 266
2.15.5 ใยแก้ว 267
2.16 ข้อมูลมิติสัดส่วนร่างกายมนุษย์
2.16.1 ลักษณะมิติสัดส่วนร่างกายมนุษย์ 269
2.16.2 ลักษณะการทำงานของมนุษย์ 275
2.16.3 การเคลื่อนไหวของไหล่,ข้อศอก,แขน 277
2.17 สีและจิตวิทยาในการใช้สี
2.17.1 จิตวิทยาการใช้สี 284
2.17.2 อิทธิพลของสีที่มีต่อความรู้สึก 284

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

2.17.3 อิทธิพลของสีที่มีต่อผลิตภัณฑ์ 286
2.17.4 สีที่ใช้กับโรงงาน 289
2.17.5 การกำหนดสี 291
2.17.6 ข้อแนะนำการใช้สี 294

บทที่ 3. วิธีการดำเนินงานการเก็บข้อมูล

3.1 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล 300
3.2 แหล่งข้อมูล 300
3.3 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล 301
3.4 การศึกษาข้อมูลวัสดุ 301
3.4.1 เหล็ก 301
3.4.2 โลหะแผ่น 303
3.4.3 โลหะแผ่นเปลือย 303
3.4.4 อลูมิเนียมและอลูมิเนียมผสม 313
3.4.5 สแตนเลส 314
3.4.6 ไฟเบอร์กลาส 315
3.5 การศึกษาข้อมูลพลังงานความร้อน 317
3.6 การศึกษาอุปกรณ์ควบคุมความร้อน 319

บทที่ 4. การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อการออกแบบ

4.1 การวิเคราะห์การทำงานของตู้อบแม่แบบ
4.1.1 การวเคราะห์ระบบการทำงานของตู้อบแม่แบบ 327
4.1.2 การวิเคราะห์รูปแบบของความร้อนที่นำมาใช้งาน 328
4.1.3 การวิเคราะห์พลังงานที่นำมาใช้ AC/DC 329
4.1.4 การวเคราะห์ตำแหน่งการจัดวางแท่นความร้อน 330
4.1.5 การวเคราะห์การกระจายความร้อน 331

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

4.1.6 การวิเคราะห์รูปแบบการเดินสายไฟ 332

4.1.7 การวิเคราะห์รูระบายอากาศของตู้อบแม่แบบ 334

4.2 การวิเคราะห์ระบบควบคุม

4.2.1 การวิเคราะห์ระบบเปิดปิดควบคุมการทำงาน 335

4.2.2 การวิเคราะห์สวิทช์ควบคุมการทำงาน 336

4.2.3 การวิเคราะห์ตำแหน่งสวิทช์ควบคุมการทำงาน 337

4.2.4 การวิเคราะห์ลักษณะของสัญญาณเตือนระบบการทำงาน 339

4.2.5 การวิเคราะห์ระบบการควบคุมอุณหภูมิ 340

4.2.6 ตำแหน่งของชุดควบคุมอุณหภูมิ 342

4.2.7 การวิเคราะห์ระบบการจัดวางชุดควบคุมการทำงาน 343

4.2.8 การวิเคราะห์รูปแบบการจัดวางแผงหน้าปัดควบคุมการทำงานทั้งหมด. 344

4.3 การวิเคราะห์เพื่อการออกแบบ

4.3.1 การวิเคราะห์โครงสร้างของตู้อบแม่แบบ 347

4.3.2 การวิเคราะห์รูปทรงภายนอกของตู้อบแม่แบบ 348

4.3.3 การวิเคราะห์ลักษณะการเปิดปิดบานตู้อบแม่แบบ 349

4.3.4 การวิเคราะห์รูปแบบของบานพับ 352

4.3.5 การวิเคราะห์จำนวนบานพับที่ใช้งาน/ข้าง 353

4.3.6 การวิเคราะห์ลักษณะการประกอบบานพับ 354

4.3.7 การวิเคราะห์ตำแหน่งมือจับเปิดปิดบนบานตู้อบแม่แบบ 355

4.3.8 การวิเคราะห์รูปแบบของมือจับ..... 356

4.3.9 การวิเคราะห์ระบบล๊อคของมือจับ 357

4.3.10 การวิเคราะห์ลักษณะการทำงานของมือจับ 358

4.3.11 การวิเคราะห์ลักษณะของชั้นวางแม่แบบปูนปลาสเตอร์ 359

4.3.12 ลักษณะการประกอบชั้นวางแม่แบบปูนปลาสเตอร์ 360

4.3.13 จำนวนของชชั้นวางภายในตู้อบแม่แบบ 361

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

4.4 การวิเคราะห์วัสดุในการออกแบบตู้อบแม่แบบ

4.4.1 การวิเคราะห์วัสดุโครงสร้าง 362

4.4.2 ตารางวิเคราะห์วัสดุโครงสร้างผนังตู้อบ 364

4.4.3 การวิเคราะห์วัสดุบานตู้อบแม่แบบฯ 365

4.4.4 การวิเคราะห์วัสดุมือจับบานเปิดปิดตู้อบ 366

4.4.5 การวิเคราะห์วัสดุผลิตชั้นวางแม่แบบ 367

4.5 การวิเคราะห์กรรมวิธีการผลิต

4.5.1 การวิเคราะห์กรรมวิธีการผลิตโครงสร้างตู้อบ 368

4.5.2 การวิเคราะห์กรรมวิธีการผลิตบานเปิดปิดตู้อบ 368

4.5.3 การวิเคราะห์กรรมวิธีการผลิตชั้นวางแม่แบบตู้อบ 368

4.6 การวิเคราะห์สีที่นำมาใช้ใสการออกแบบ 369

4.7 การสังเคราะห์ข้อมูลสูงการออบแบบ 369

บทที่ 5. สรุปและนำเสนอผลงานออกแบบ

5.1 สรุปผลการวิจัย 378

5.2 ข้อเสนอแนะของการวิจัย 378

5.3 ข้อเสนอแนะของคณะกรรมการตรวจ 379

5.4 การนำเสนอผลงานการออกแบบ 380

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพประกอบ

ภาพประกอบที่ หน้า

1. ปัญหาการจัดเรียงแม่แบบ 3
2. ปัญหาชั้นวางแม่แบบ 3
3. ปัญหาผนังตู้อบ 4
4. ปัญหารูระบายอากาศ 4
5. ปัญหาจุดมือจับเปิดปิดบานตู้อบ 5
6. ปัญหาจุดตระแกรงชั้นวาง 5
7. ปัญหาจุดการเดินสายไฟ 6
8. ปัญหาจุดการติดตั้งตู้อบและการเคลื่อนย้ายขนส่ง 6
9. การแทแบบชนิดหล่อตัน 33
10. แสกงแบบหล่อชนิดหล่อกลวง 34
11. แสดงการกั้นบล๊อค (BLOK) หล่อปูนปลาสเตอร์ 38
12. แสดงการกลึงชิ้นงาน 39
13. แสดงการตกแต่งต้นแบบ 40
14. แสดงการตัดต้นแบบออกจากแป้นกลึง 41
15. แสดงการขูดแต่งก้นของชิ้นงาน 41
16. แสดงการแบ่งครึ่งชั้นวางต้นแบบ 42
17. แสดงการทาน้ำสบู่ 42
18. แสดงการแบ่งครึ่ง BLOK เพื่อทำพิมพ์ 43
19. แสดงการไล่ฟองอากาศ 43
20. แสดงการทำเดือพล๊อค 44
21. แสดงพิมพ์ด้านข้าง 2 ชิ้นประกบกัน 44
22. แสดงเดือพล๊อคพิมพ์ส่วนก้น 45
23. แสดงแม่พิมพ์ประกอบกันทั้งหมด 45
24. แสดงชิ้นงานที่หล่อน้ำดิน 46
25. ภาพการหล่อน้ำดินลงแม่แบบปูนปลาสเตอร์ 47
26. ภาพแสดงการเผาดิน 48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพประกอบ(ต่อ)

ภาพประกอบที่	หน้า
27. แสดงการเคลือบผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการเผาดิบแล้ว	49
28. แสดงการจัดเรียงผลิตภัณฑ์ที่เคลือบแล้วนำเข้าเตาเผาเพื่อทำการเผาเคลือบ	50
29. แสดงการตกแต่งลวดลาย	51
30. การผสมปูนปลาสเตอร์แบบที่ 1.	62
31. การผสมปูนปลาสเตอร์แบบที่ 2.	63
32. การผสมปูนปลาสเตอร์	64
33. การหล่อแม่แบบปูนปลาสเตอร์	65
34. ภาพการแยกชิ้นส่วนแม่พิมพ์แต่ละชนิด	67
35. ภาพการแยกแม่พิมพ์ออกจากต้นแบบ	68
36. แสดงการแยกชิ้นส่วนในการอบ	74
37. แสดงการอบแม่แบบที่ประกอบเข้าด้วยกัน	74
38. ตู้อบไฟฟ้า	78
39. แสดงสวิทช์เปิดปิดเครื่องแบไฟฟ้า	79
40. ภาพแสดงแท่นความร้อนไฟฟ้า	80
41. แสดงชั้นวางภายในตู้อบไฟฟ้า	81
42. แสดงขนาดของช่วงห่างของชั้นวางแต่ละชั้น	81
43. ภาพแสดงจุดล๊อคบานตู้อบ ไฟฟ้า	83
44. ภาพแสดงการล๊อคของจุดล๊อคตู้อบแม่แบบ	83
45. แสดงรูระบายอากาศของตู้อบแม่แบบ	84
46. ภาพแสดงตู้อบแก๊ส	85
47. ภาพแสดงจุดส่งแก๊สโดยผ่านทางท่อส่งแก๊ส	86
48. ภาพแสดงหัวแก๊ส	87
49. ภาพแสดงแผ่นเหล็กกระจายความร้อนจากเปลวไฟจากหัวเตาแก๊ส	88
50. ภาพแสดงชั้นวางภายในตู้อบแม่แบบ(เตาแก๊ส)	89
51. แสดงบานเปิดปิด และมือจับบานประตูตู้อบแก๊ส	90
52. แสดงจุดบานพับของตู้อบแก๊ส	91

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพประกอบ(ต่อ)

ภาพประกอบที่	หน้า
53. ภาพแสดงรูระบายอากาศของตู้อบแก๊ส	92
54. แสดงชิ้นส่วนของตู้อบไฟฟ้า	94
55. แสดงโครงสร้างของตู้อบไฟฟ้า	96
56. แสดงการประกอบชิ้นส่วนผนังตู้	97
57. แสดงรูระบายอากาศ	100
58. แสดงชิ้นส่วนการประกอบบานเปิดปิด	101
59. แสดงการติดบานพับตู้อบ	103
60. แสดงมือจับเปิดปิดบานตู้อบ	104
61. แสดงชั้นวางแม่แบบภายในตู้อบ	105
62. ภาพแสดงแท่นความร้อนของตู้อบแม่แบบ	107
63. สายไฟที่ใช้งานกับเครื่องทำความร้อน	109
64. รูป Gage ที่ใช้วัดความหนาของโลหะแผ่น	117
65. แสดงการต่อชิ้นงานต่อทำการเชื่อม	133
66. แสดงชนิดต่าง ๆ ของสลักเกลียวที่ทำไปใช้งาน	135
67. แสดงการเชื่อมต่อชิ้นงาน	135
68. แสดงชนิดต่าง ๆ ของแหวนล๊อคและการประกอบชิ้นงานโดยใช้แหวนล๊อค	136
69. หมุดย้ำ	137
70. สลักเกลียวยึด	138
71. การต่อโดยใช้หมุดย้ำ	139
72. การต่อทาบ	140
73. การต่อแบบแผ่นประกับ	141
74. สกรูประเภทยึดร้อยด้วยเกลียว	146
75. สกรูประเภทยึดร้อยด้วยพุก	147
76. แสดงระบบล๊อคด้านเดียว	148
77. บานพับแบบทับขอบบานพับ	149
78. บานพับแบบปานกลาง	150

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพประกอบ(ต่อ)

ภาพประกอบที่ หน้า

79. บานพับแบบในขอบ 151
80. รางลิ้นชัก 152
81. ราวลิ้นชักพลาสติก 153
82. แสดงการยักโครงสร้าง 154
83. ภาพแสดงการรับน้ำหนักของชั้นที่มีน้ำหนักไม่มาก 155
84. ภาพแสดงเกย์วัดขนาดของสายไฟ 170
85. ภาพแสดงสายไฟส่องสว่าง 182
86. ภาพแสดงสายไฟสำหรับเครื่องทำความร้อน 183
87. ภาพแสดงสายไฟที่ใช้กับเครื่องกำลัง 183
88. ภาพแสดงสายไฟทั่วไป 184
89. ภาพแสดงสวิทช์แบบกดดับ 196
90. ภาพแสดงสวิทช์แบบโยก 197
91. แสดงสวิทช์แบบเลื่อน 197
92. ภาพแสดงสวิทช์แบบหมุน 198
93. สวิทช์แบบต่าง ๆ 199
94. แสดงสวิทช์แบบต่าง ๆ 200
95. สวิทช์กล่องหัวเสียบ 203
96. ลักษณะของถ่านที่มีอยู่ในปัจจุบัน 205
97. ลักษณะของเตาพื้นที่มีอยู่ทั่วไป 206
98. ลักษณะของแกลบและวัสดุเหลือใช้จากเกษตรกร 208
99. ลักษณะของเตาก๊าซที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน 209
100. ลวดความร้อนแบบเปลือย 221
101. ลวดความร้อนแบบกึ่งปิด 222
102. ภาพแสดงโครงแห่งความร้อน 223
103. โครงสร้างและลักาณะรูปแบบของขดลวดความร้อนแบบปิด 224
104. หม้อหุงข้าวไฟฟ้าที่ใช้งวดความร้อนแบบปิด 224

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพประกอบ(ต่อ)

ภาพประกอบที่ หน้า

105. ลวดความร้อนในหลอดแก้วควอริตที่ใช้ในเตาผิงไฟฟ้า 225
106. ลวดความร้อนที่ใช้ในผ้าห่มไฟฟ้าและกระเป๋าน้ำร้อน 225
107. ลวดความร้อนที่ใช้ในเบาะวางเท้าไฟฟ้า 226
108. การกระจายคลื่นความถี่สูงในเตาอบไมโครเวฟ 227
109. เตาแม่เหล็กไฟฟ้า 227
110. ลักษณะของลวดความร้อนแบบเปลือย 228
111. ลักษณะของลวดความร้อนแบบกึ่งปิด 229
112. ลักษณะของลวดความร้อนแบบปิด 229
113. เทอร์โมสตัสชนิดไบเมทอลสตริป 231
114. สารที่มีอณูภายในเรียงตัวกันจะมีสภาพเป็นแม่เหล็ก 232
115. สารที่มีอณูภายในไม่เรียงตัวกันจะไม่มีสภาพเป็นแม่เหล็ก 232
116. เทอร์โมสตัทจะยันคอนแทคให้แยกเมื่อได้รับความร้อน 233
117. เทอร์โมสตัสชนิดที่ใช้สารไวต่ออุณหภูมิ 234
118. วงจรการทำงานของเทอร์มิสเตอร์ 235
119. ภาพแสดงเทอร์โมสตัทชนิดเทอร์โมดับเบิล 235
120. เทอร์โมดับเบิล 236
121. ส่วนประกอบภายในของสวิทช์ตัดวงจรอัตโนมัติ 238
122. เมื่อมีกระแสไฟฟ้าในขดลวด (ก) กระแสไฟจะไหลผ่านขดลวด (ข) 238
123. เมื่อมีกระแสไฟฟ้าเกินขีดจำกัดที่กำหนดไว้นานเกินช่วงหน่วยเวลา 239
124. สวิทช์ตัดวงจรอัตโนมัติชนิดทำงานทั้งด้วยความร้อนและอำนาจแม่เหล็ก 240
125. ชุดควบคุมความร้อน 241
126. รูปแบบของไบเม็ททอล 241
127. การทำงานของไบเม็ททอล 242
128. ระบบไบเม็ททอล 242
129. สวิทช์แม่เหล็ก 243
130. สวิทช์แบบไบเม็ดทอล 244

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพประกอบ(ต่อ)

ภาพประกอบที่ หน้า

131. แสดงสัดส่วนประกอบของสวิทช์แม่เหล็ก 245
132. ภาพแสดงสวิทช์เมื่อแผ่นของทองเหลืองแตะกัน 246
133. การงอตัวของทองเหลืองเมื่อไบเม็ททอลร้อนมากขึ้น 246
134. การควบคุมความร้อน 247
135. การทำงานของชุดความร้อน 248
136. แสดงรายละเอียดของชุดควบคุมความร้อน 249
137. เมื่อยังไม่กดสวิทช์หน้าสัมผัสแยกออกจากกัน 250
138. แสดงการกดสวิทช์แล้วหน้าสัมผัสแตะกัน 250
139. แสดงรายละเอียดด้านข้างของมาตรฐานรอง ลวดความร้อน 251
140. แผ่นความร้อนของหม้อหุงข้าว 252
141. เตาเผาไฟฟ้า(เครื่องปั้นดินเผา) 261
142. ภาพแสดงสัดส่วนกายวิภาคมนุษย์ด้านหน้า 269
143. ภาพแสดงสัดส่วนร่างกายมนุษย์ด้านข้าง 270
144. สัดส่วนมนุษย์เพศหญิง 271
145. แสดงสัดส่วนมนุษย์ด้านข้างเพศหญิง 272
146. ภาพแสดงลักษณะการเปรียบเทียบสัดส่วนร่างกายมนุษย์ 273
147. แสดงการทำงานของอวัยวะมนุษย์ 275
148. ภาพแสดงขนาดสัดส่วนของผู้ใหญ่นั่ง 276
149. ภาพแสดงสัดส่วนของคนขณะนั่งทำงาน 276
150. ลักษณะของการทำงานของมือและองศาการทำงานของมือมนุษย์ 278
151. ลักษระการจับทำงานของมือมนุษย์ 279
152. ลักษณะการเคลื่อนไหวของข้อมือ นิ้วมือ 280
153. สัดส่วนมาตรฐานของมือมนุษย์ 281
154. ขนาดสัดส่วนของมือ และนิ้วมือ องศาในการเคลื่อนไหว 282
155. ลักษณะของเทอร์โมสตัสแบบกล่อง 320
156. ลักษณะของหม้อแปลงไฟฟ้า 321

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพประกอบ(ต่อ)

ภาพประกอบที่ หน้า

157. รีเลย์ (RELAY) 322
158. ระบบวงตรอิเลคทรอนิค 324
159. แสดงจำนวนชั้นวางแม่แบบ 370
160. แสดงชั้นวางแบบโปร่ง 371
161. ภาพแสดงมือจับ 372
162. แท่นความร้อน 372
163. แสดงช่องระบายอากาศ 373
164. แสดงฐานรองตู้อบแม่แบบ 374
165. แสดงระบบการเดินสายไฟ 374
166. การพัฒนารูปแบบ 1. 380
167. การพัฒนารูปแบบ 2. 380
168. SKETCH DEYIGN 1. 381
169. SKETCH DEYIGN 2. 381
170. SKETCH DEYIGN 3. 382
171. การพัฒนารูปแบบตู้อบน้ำสู่การออกแบบ 382
172. แสดงชั้นการเขียนแบบ WORKING DRAWING 383
173. แสดงการเขียนแบบ PERYPECTIVE 383
174. แสดงภาพ DETAIL 1. 384
175. แสดงขนาดชิ้นส่วน DETAIL 2. 384
176. แสดงชิ้นส่วน DETAIL 3. 385
177. แสดงชิ้นส่วน DETAIL 4. 385
178. รูปด้านข้างของตู้อบ 386
179. PERSPECTIVE 386
180. แสดงการแยกประกอบ 387
181. DETAIL การใช้งาน 1. 388
182. DETAIL การใช้งาน 2. 388

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพประกอบ(ต่อ)

ภาพประกอบที่ หน้า

183. DETAIL การใช้งาน 3. 389

184. แสดง DETAIL การใช้งาน 4. 389

185. ภาพ MODEL 1. 390

186. ภาพ MODEL 2. 390

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตารางประกอบ

ตารางที่ หน้า

1. การแบ่งหน่วยและบทเรียนการทำพิมพ์ 1. 15
2. การแบ่งหน่วยและบทเรียนการขึ้นรูปโดยใบมีด 18
3. การแบ่งหน่วยและบทเรียนการทำพิพม์ 2. 22
4. การแข็งตัวของปูนปลาสเตอร์ 58
5. แสดงอัตราส่วนการผสมปูนปลาสเตอร์และน้ำ 61
6. ตารางเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียโครงสร้างแบบตายตัว 95
7. ตารางเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของผนังตู้อบ 97
8. ตารางเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของช่องระบายอากาศ 99
9. ตารางเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของบานเปิดปิดตู้อบ 102
10. ตารางเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของชั้นวาง 106
11. ตารางสายไฟความร้อน 109
12. ขนาดมาตรฐาน UNITED STATES STEEL 119
13. ตารางเปรียบเทียบการลดความหนาและเกณฑ์ความคาดเคลื่อนแผ่นโลหะ 120
14. ระยะของแนวรูเจาะสำหรับเหล็กฉาก 140
15. การเปรียบเทียบค่าของกระแสไฟฟ้า 157
16. การเปรียบเทียบค่าของแรงดันไฟฟ้า 158
17. การเปรียบเทียบค่าของกำลังไฟฟ้า 158
18. จำนวนกระแสสูงสุดที่ยอมให้ใช้ได้กับสายไฟขนาดต่าง ๆ 163
19. จำนวนกระแสไฟสูงสุดที่ยอมให้ได้สำหรับหุ้มฉนวน PVC ชนิด V และ VAR 164
20. จำนวนกระแสไฟสูงสุดสำหรับสายหุ้มฉนวน PVC ชนิด TW 166
21. คุณภาพทางกายภาพของตัวนำเปลือย 169
22. สภาพการนำไฟฟ้าสูงสุดของตัวนำทองแดง 174
23. จำนวนกระแสไฟสูงสุดสำหรับสายหุ้มฉนวน PVC ชนิด THW 175
24. จำนวนกระแสสูงสุดสำหรับสาย MEA ชนิด A,E 177
25. จำนวนกระแสสูงสุดสำหรับสายหุ้ม PVC ชนิด AV 178
26. จำนวนกระแสสูงสุดสำหรับสายหุ้ม PVC ชนิด VCI 179

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตารางประกอบ(ต่อ)

ตารางที่ หน้า

27. ตารางแสดงอุณหภูมิการทนความร้อนของสายไฟ 180
28. ตารางแสดงจำนวนกระแสไฟสำหรับสายไฟ 180
29. ชนิดของสายไฟโครงสร้างและการใช้งาน 185
30. ตารางชนิดของสายไฟโครงสร้างการนำไปใช้งาน 188
31. ชนิดของสายไฟและการ์ใช้งาน 190
32. ชนิดของสายไฟ และการใช้งาน 191
33. แสดงชนิดและคุณสมบัติการใช้งานของไฟฟ้าตามมาตรฐานอุตสาหกรรม 192
34. แสดงชนิดและคุณสมบัติการใช้งานของสายไฟฟ้าตามมาตรฐานอุตสาหกรรม 194
35. แสดงลักษณะของกล่องหัวเสียบ (CONNECTOR) 201
36. เปรียบเทียบระหว่างของจริงและลักษระการเขียนแบบ 202
37. คุณสมบัติของถ่านและฟืน 207
38. แกลบและวัสดุเหลือใช้จากเกษตรกร 208
39. แสดงชนิดของเชื้อเพลิงและระยะเวลาในการใช้งาน 210
40. เปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของถ่านและฟืน 211
41. เปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของแกลบและวัสดุเหลือใช้จากเกษตรกร 211
42. เปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของเตาก๊าส และเตาไฟฟ้า 212
43. เปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของความร้อนชนิดต่าง ๆ 213
44. ตารางแสดงการสะท้อนของแสง และสี 293
45. สูตรน้ำหนักเหล็กแผ่น 308
46. แสดงขนาดต่าง ๆ และน้ำหนักของเหล็กกลวงสี่เหลี่ยมจัตุรัส 309
47. แสดงขนาดต่าง ๆ และน้ำหนักของเหล็กกลวงสี่เหลี่ยมผืนผ้า 311
48. แสดงชื่อขนาดต่าง ๆ และน้ำหนักของเหล็กกลวงกลม 312
49. ตารางเปรียบเทียบการใช้พลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ 318
50. การใช้พลังงานความร้อนจากฟืนและถ่าน 318
51. แสดงการใช้พลังงานความร้อนจากแก๊ส 318
52. การใช้พลังงานไฟฟ้า 318

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตารางประกอบ(ต่อ)

ตารางที่ หน้า

53. แสดงความสำคัญและตัวเลขคะแนนที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล 326
54. ตารางวิเคราะห์ระบบการทำงานของตู้อบแม่แบบ 327
55. ตารางวิเคราะห์รูปแบบของความร้อนที่นำมาใช้ 328
56. ตารางวิเคราะห์พลังงานที่ใช้ AC/DC 329
57. ตารางวิเคราะห์ตำแหน่งการจัดวางแท่นความร้อน 330
58. ตารางวิเคราะห์การกระจายความร้อน 331
59. ตารางวิเคราะห์รูปแบบการเดินสายไฟ 332
60. ตารางวิเคราะห์รูระบายอากาศของตู้อบแม่แบบ 334
61. ตารางวิเคราะห์ระบบเปิดปิดสวิทช์ควบคุมการทำงานของตู้อบ 335
62. ตารางวิเคราะห์สวิทช์ควบคุมการทำงาน 336
63. ตารางวิเคราะห์ตำแหน่งสวิทช์ควบคุมการทำงาน 337
64. ตารางวิเคราะห์ลักษระของสัญญาณเตือนระบบการทำงานของตู้อบ 339
65. ตารางวิเคราะห์ระบบการควบคุมอุณหภูมิ 341
66. ตารางวิเคราะห์ตำแหน่งชุดควบคุมอุณหภูมิ 342
67. ตารางวิเคราะห์ระบบการจัดวางชุดควบคุมการทำงาน 343
68. ตารางวิเคราะห์รูปแบบการจัดวางแผงหน้าปักควบคุมการทำงานทั้งหมด 345
69. ตารางวิเคราะห์โครงสร้างของตู้อบแม่แบบ 347
70. ตารางวิเคราะห์รูปทรงภายนอกของตู้อบ 348
71. ตารางวิเคราะห์ลักษระการเปิดปิดบานตู้อบ 351
72. ตารางวิเคราะห์รูปแบบของบานพับ 352
73. ตารางวิเคราะห์ตำแหน่งจำนวนบานพับ 353
74. ตารางวิเคราะห์ลักษณะการประกอบบานพับ 354
75. ตารางวิเคราะห์มือจับเปิดปิดบนบานตู้อบแม่แบบ 355
76. ตารางวิเคราะห์รูปแบบของมือจับ 356
77. ตารางวิเคราะห์ระบบล๊อคของมือจับ 357
78. ตารางวิเคราะห์ลักษระการทำงานของมือจับ 358

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตารางประกอบ(ต่อ)

ตารางที่ หน้า

79. ตารางวิเคราะห์ลักษระของชั้นวางแม่แบบปูนปลาสเตอร์ 359
80. ตารางวิเคราะห์การประกอบชั้นวางแม่แบบ 360
81. ตารางวิเคราะห์จำนวนของชั้นวางภายในตู้อบ 361
82. ตารางวิเคราะห์วัสดุโครงสร้าง 362
83. ตารางวิเคราะห์วัสดุโครงสร้างผนังตู้อบ 364
84. ตารางวิเคราะห์วัสดุบานตู้อบแม่แบบ 365
85. ตารางวิเคราะห์วัสดุมือจับบานเหิดปิดตู้อบ 366
86. ตารางวิเคราะห์วัสดุผลิตชั้นวางแม่แบบ 367

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญแผนภูมิ

แผนภูมิที่ หน้า

1. แผนผังแสดงกรรมวิธีการผลิตเครื่องปั้นดินเผา..... 37

2. แผนผังระบบการทำงานของแผงควบคุมอิเลคทรอนิคส์.....318

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

"บทนำเสนอโครงการวิทยานิพนธ์"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 คำนำ

ในปัจจุบันเครื่องปั้นดินเผาหรือเรียกตามภาษาท้องตลาดว่า "เซรามิค" นั้นเป็นที่นิยมของประชาชนทั่วไปเป็นจำนวนมาก สังเกตได้จากผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ต่าง ๆ เช่นจาน แจกัน แก้ว หรือภาชนะอื่น ๆ ส่วนใหญ่แล้วผลิตภัณฑ์เซรามิคจะเป็นที่นิยมในการเลือกใช้ เนื่องจากมีคุณค่าในการใช้งานสูง ดังนั้นงานเซรามิคจึงเป็นที่รู้จักกันแพร่หลายของประชาชนจึงเป็นเหตุทำให้มีการเรียนการสอน ในสาขาออกแบบผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาของสถานศึกษาอาชีวะขึ้น เพื่อสนองต่อความต้องการของตลาดแรงงาน ที่มีการพัฒนาสูงขึ้นในปัจจุบัน จากจุดนี้ในหลักสูตรขั้นตอนการผลิตเครื่องปั้นดินเผานั้น ขั้นตอนที่มีความสำคัญขั้นตอนหนึ่งคือขั้นตอนการผลิตขึ้นรูป ขั้นตอนนี้มีลักษณะการผลิตหลายวิธีซึ่งขึ้นอยู่กับรูปทรงของผลิตภัณฑ์ที่จะทำการผลิตขึ้นขึ้นรูป เช่น

1. การผลิตโดยกรรมวิธีการขึ้นแป้นหมุน (ไฟฟ้า)
2. การผลิตโดยกรรมวิธีการขึ้นรูปปบบจิกเกอร์ (JIGGER)
3. การผลิตโดยกรรมวิธีการหล่อน้ำดิน
4. การผลิตโดยกรรมวิธีการขึ้นรูปแบบขดแบบแผ่น
5. การขึ้นรูปแบบอิสระ

จากขั้นตอนการผลิตที่กล่าวมาทั้ง 5 แบบนี้ กรรมวิธีการผลิตที่มีความสำคัญและสามารถพัฒนาไปสู่การผลิตในระบบอุตสาหรรมได้ คือ ขั้นตอนการผลิตโดยการหล่อน้ำดิน การผลิตในขั้นนี้ มีขั้นตอนหนึ่งซึ่งเป็นปัญหาในการผลิต คือ ขั้นตอนการหล่อน้ำดิน คือการหล่อน้ำดินแต่ละครั้งแม่แบบปูนปลาสเตอร์ซึ่งใช้สำหรับหล่อน้ำดินเมื่อทำากรหล่อน้ำดินในแต่ละครั้งแล้วจะเกิดความชื้นขึ้นภายใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื้อปูนปลาสเตอร์ จึงทำให้การหล่อในครั้งต่อไปไม่สมบูรณ์ เพราะแม่แบบปูนจะมีความชื้นประสิทธิภายในการดูดซึมน้ำดินจะลดลง

ดังนั้น จึงมีการออกแบบตู้อบแม่แบบปูนปลาสเตอร์เพื่อไล่ความชื้นในเนื้อปูนออกโดยเร็ว เพื่อสนองพฤติกรรมการหล่อน้ำดินที่มีประสิทธิภาพในครั้งต่อไป

จากเหตุข้างต้นเป็นเหตุจูงใจให้ผู้จัดทำมีความสนใจ และศึกษาทำการออกแบบตู้อบแม่แบบปูนปลาสเตอร์ สำหรับงานหล่อน้ำดินของสถานศึกษาขึ้นเพื่อสนองพฤติกรรมการหล่อน้ำดินของนักศึกษาที่มีประสิทธ์ภาพสูงขึ้น และเป็นแนวทางในการศึกษาระบบการทำงานของตู้อบแม่แบบสำหรับผู้ที่สนใจในอนาคตต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์โครงการ

1.2.1. เพื่อให้ได้ตู้อบแม่แบบปูนปลาสเตอร์ สำหรับงานหล่อน้ำดินในสถานศึกษาอาชีวะที่เหมาะสมกับสภาพการใช้งาน

1.2.2. เพื่อสนองพฤติกรรมการใช้งานตู้อบแม่แบบปูนปลาสเตอร์ในลักษณะของความปลอดภัยในการใช้งานตู้อบแม่แบบ ฯ

1.2.3. เพื่อส่งเสริมการเรียนวิชา "ออกแบบเครื่องปั้นดินเผา" ในส่วนของขั้นตอนการหล่อน้ำดินของนักศึกษาให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น

1.2.4 เพื่อทำการออกแบบปรับปรุงแก้ไขจุดบกพร่องต่าง ๆ ที่เกิดปัญหา ให้มีการพัฒนายิ่งขึ้น

1.2.5 เพื่อให้ได้ตู้อบแม่แบบปูนปลาสเตอร์ที่มีส่วนประกอบที่เหมาะสมในการใช้งานและมีความปลอดภัย

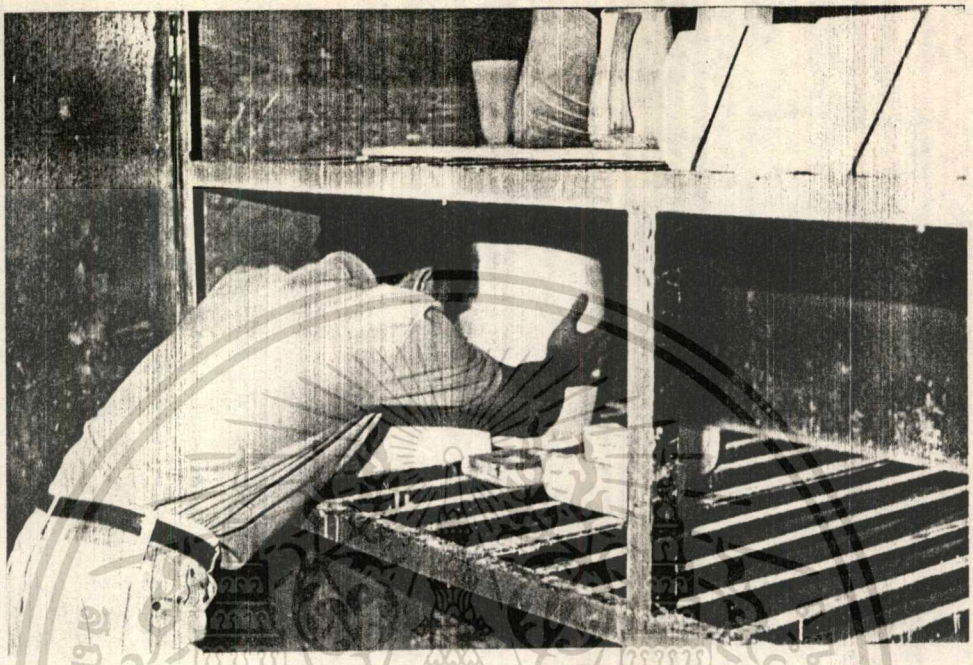
1.2.6 เพื่อให้ได้ตู้อบแม่แบบปูนปลาสเตอร์ที่มีส่วนประกอบที่สามารถผลิตได้ในระบบอุตสาหรรม

1.2.7 เพื่อให้ได้ความเป็นมาตรฐานของตู้อบแม่แบบ ฯ และผลิตได้ในระบบอุสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

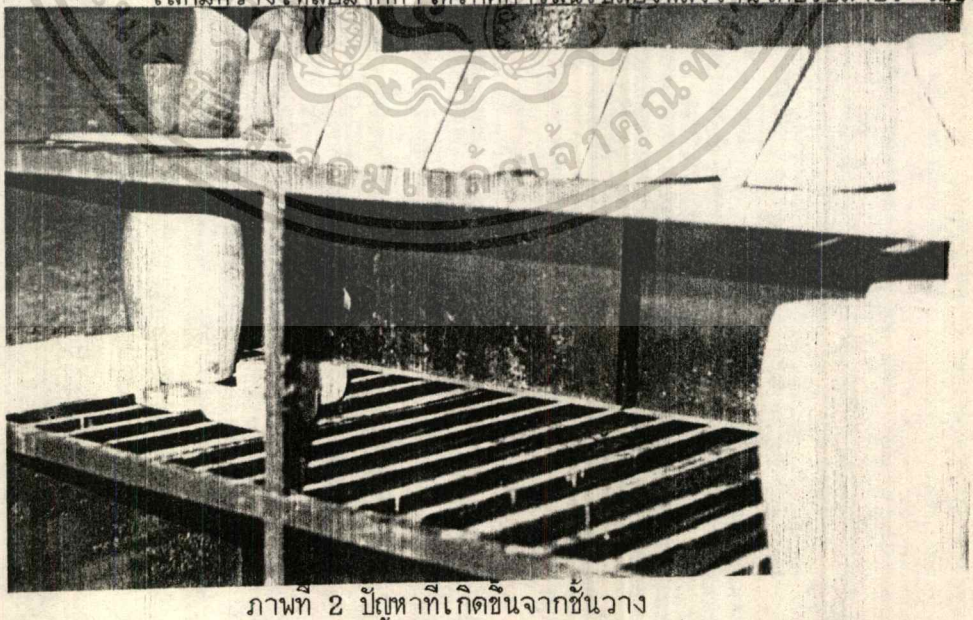
1.3 ปัญหาเกิดขึ้น

1.3.1 ปัญหาการจัดเรียงแม่แบบภายในตู้อบกระทำได้ด้วยความลำบาก



ภาพที่ 1 ปัญหาการจัดเรียงแม่แบบ

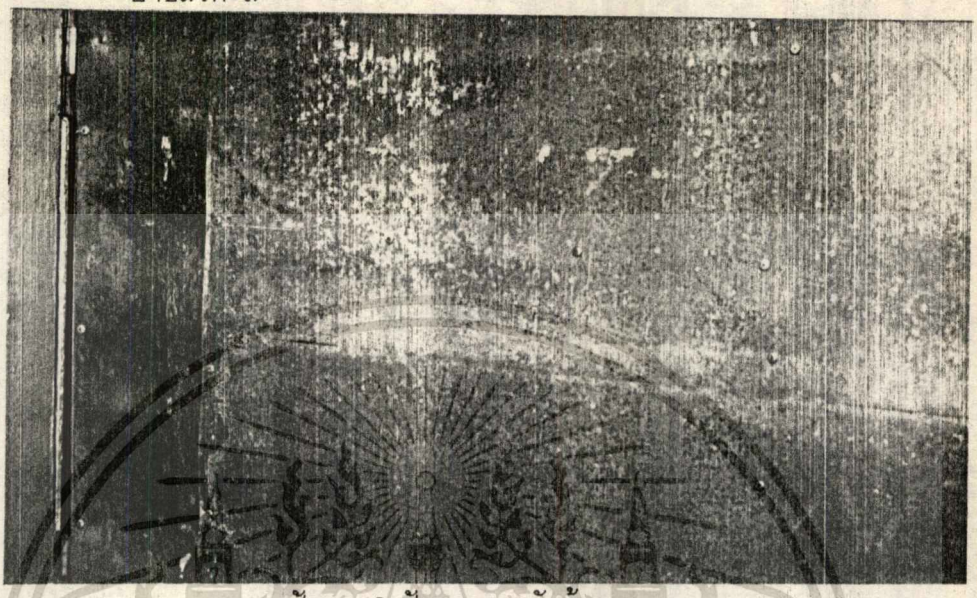
1.3.2 ปัญหาของชั้นวางที่มีความกว้างเกินไปทำให้พื้นที่สำหรับวางแม่แบบที่มีขนาดเล็กมีที่ว่างเหลือมากทำให้เกิดการสิ้นเปลืองพลังงานโดยเปล่าประโยชน์



ภาพที่ 2 ปัญหาที่เกิดขึ้นจากชั้นวาง

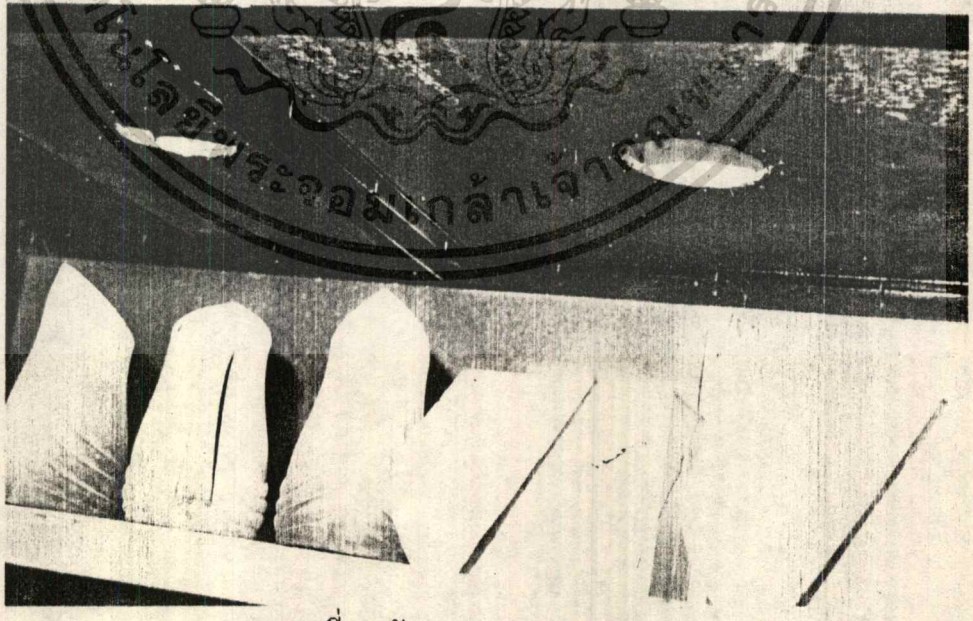
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3.3 ปัญหาผนังตู้อบและบานตู้ยังขาดส่วนการป้องกันอันตรายที่เกิดขึ้น เนื่องจากตู้อบจะต้องใช้งานกับความร้อน ซึ่งปกติแล้วผนังตู้อบแม่แบบจะเป็นแผ่นเหล็กอาบสังกะสี



ปัญหา 3 ปัญหาจากผนังตู้อบ

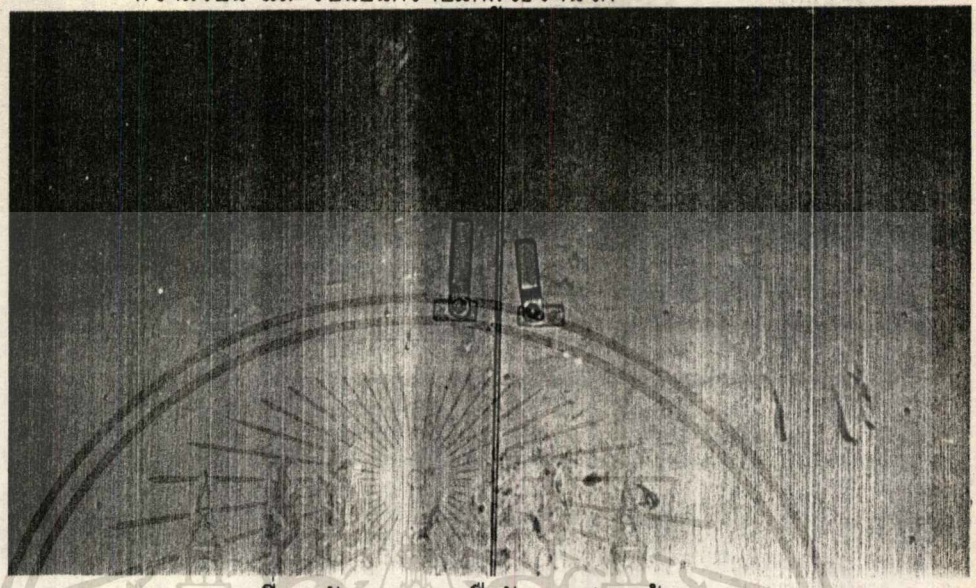
1.3.4 ส่วนของรูระบายอากาศด้านบน การใช้งานยังไม่เหมาะสมเนื่องจากอยู่ที่สูงและทำการปิดหรือควบคุมได้ยาก



ภาพที่ 4 ปัญหารูระบายอากาศ

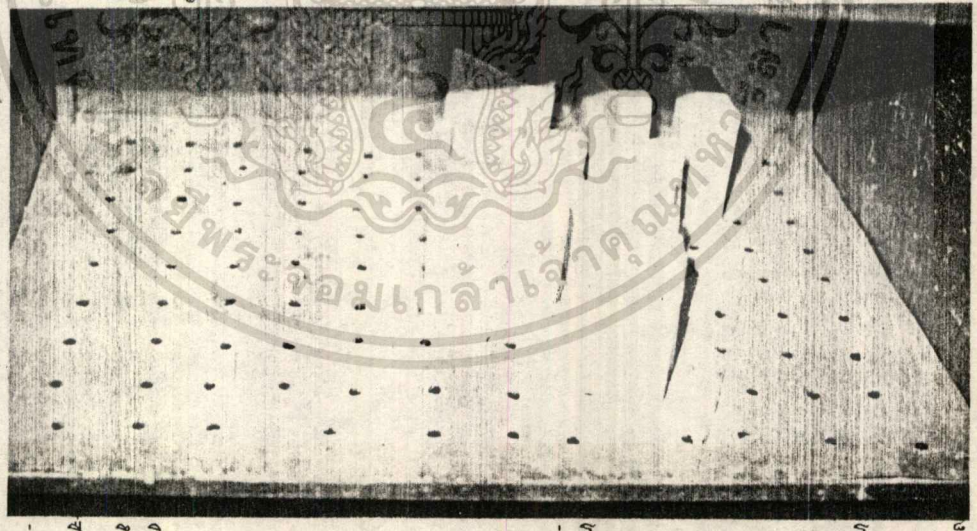
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3.5 จุดของมือจับเปิดปิดบานตู้อบแม่แบบ ฯ จากผลิตภัณฑ์เดิมเป็นโลหะเมื่อเกิดการรั่วของกระแสไฟหรือเกิดความร้อนจากภายในตู้อบส่งผ่านมาทำให้เกิดความร้อน และเป็นอันตรายแก่ผู้ใช้งานได้



ภาพที่ 5 ปัญหาจุดของมือจับบานประตูตู้อบ

1.3.6 จุดของชั้นวางชั่งผลิตภัณฑ์เดิมเป็นแท่งเหล็กเชื่อมเป็นชั้นเมื่อชิ้นงานมีขนาดใหญ่และหนักการเคลื่อนย้ายจัดเรียงกระทำได้ลำบาก



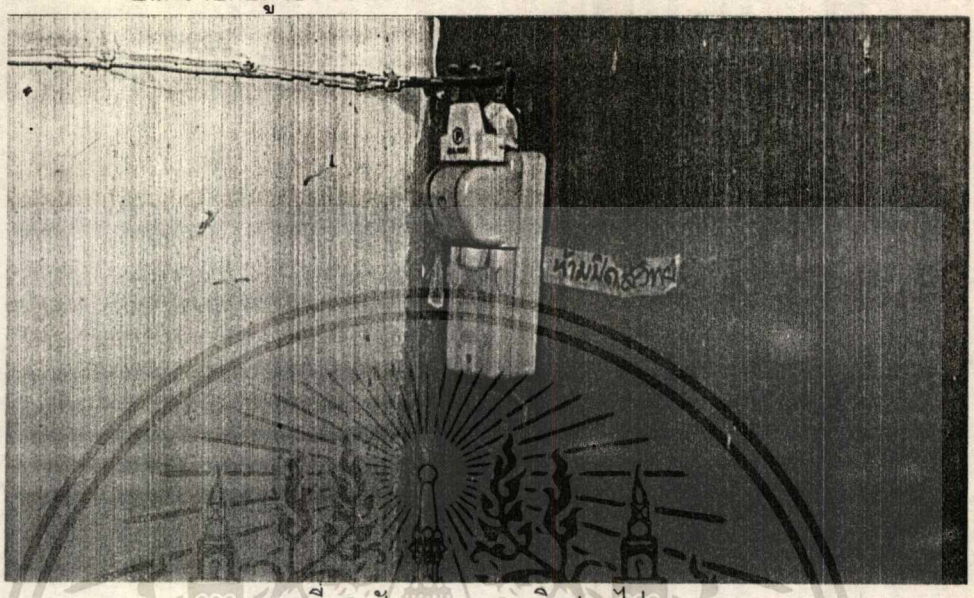
เหล็กแผ่นเชื่อมยึดติด

แผ่นโลหะเจาะรูพรุนวางบนโครงเหล็กเหลี่ยมกลวง

ภาพที่ 6 ปัญหาจากวัสดุที่ใช้ทำชั้นวาง

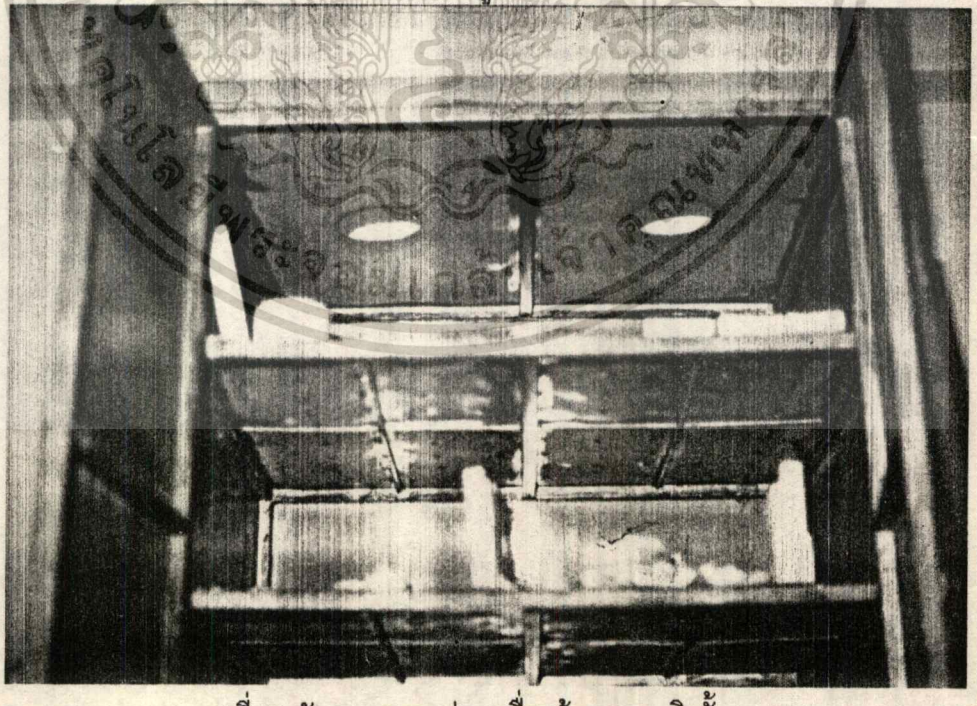
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3.7 จุดการเดินสายไฟเป็นอันตรายเนื่องจากด้านใต้ของแก่นความร้อนเป็นโลหะ ซึ่งเป็นตัวนำไฟฟ้าเมื่อเกิดการชำรุด หรือการรั่วของกระแสไฟทำให้เกิดอันตรายกับผู้ใช้งานได้



ภาพที่ 7 ปัญหาจุดการเดินสายไฟ

1.3.8 ปัญหาการเคลื่อนย้ายขนส่งเป็นไปได้ลำบากเพราะมีขนาดใหญ่และหนัก เนื่องจากโครงสร้างของตู้อบแม่แบบทำจากเหล็ก



ภาพที่ 8 ปัญหาการขนส่งเคลื่อนย้าย และติดตั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 แนวทางการแก้ปัญหา

1.4.1 ปัญหาการจัดเรียงแม่แบบปูนปลาสเตอร์ภายในตู้อบ ควรออกแบบให้ชั้นวางสามารถดึงหรือเลื่อนมาด้านหน้าได้

1.4.2 ปัญหาของความกว้างของชั้นวางแต่ละชั้นควรแก้ปัญหาโดยให้ชั้นวางแต่ละชั้นสามารถปรับระดับได้

1.4.3 ส่วนของผนังตู้อบซึ่งเป็นโลหะ ซึ่งมีคุณสมบัติในการเก็บความร้อนได้ดีควรนำฉนวนกันความร้อนมาประกอบในจุดที่เกิดอันตรายได้ง่าย

1.4.4 รูระบายอากาศของต้องอบควรมีระบบการเปิดปิดได้โดยสะดวก เพื่อความสะดวกในการควบคุมอุณหภูมิภายในตู้อบ

1.4.5 ส่วนมือจับควรมีส่วนของฉนวนกันความร้อนมาประกอบเพื่อความปลอดภัย

1.4.6 ชั้นวางแต่ละชั้นควรมีแกนหมุนให้สามารถเลื่อนแม่พิมพ์เข้าด้านในได้โดยสะดวก

1.4.7 การเดินสายไฟควรมีส่วนป้องกันอันตรายหรือจัดระบบการเดินสายไฟที่ปลอดภัย

1.4.8 ปัญหาการขนส่ง เคลื่อนย้านตู้อบแม่แบบควรสามารถถอดประกอบชิ้นส่วนบางส่วนให้สามารถแยกออกจากกันได้เพื่อความสะดวกในการขนส่ง

1.5 ของเขตการศึกษาข้อมูล

1.5.1 ศึกษารูปแบบของตู้อบที่มีลักษณะการทำงานใกล้เคียวกับตู้อบแม่แบบปูนปลาส-เตอร์

1.5.2 ศึกษาเกี่ยวกับแม่แบบปูนปลาสเตอร์ในเรื่องของ

1.5.2.1 ขนาด สูง กว้าง หนา

1.5.2.3 ลักษณะของรูปทรงของแม่แบบ

1.512.4 จำนวนชิ้นส่วนการแยกประกอบของแม่แบบปูนปลาสเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5.3 ศึกษาเกี่ยวกับคุณสมบัติของปูนปลาสเตอร์ที่นำมาทำการผลิตแม่แบบปูนปลาส-เตอร์สำหรับงานหล่อน้ำดิน

1.5.4 ศึกษาเกี่ยวกับหลักสูตรการเรียนเครื่องปั้นดินเผาในสถานศึกษาอาชีวะ

1.5.5 ศึกษาพฤติกรรมการหล่อน้ำดินของนักศึกษา

1.5.6 ศึกษาพฤติกรรมการใช้งานตู้อบแม่แบบปูนปลาสเตอร์ของนักศึกษา

1.5.7 ศึกษาเรื่องวัสดุในการผลิตตู้อบแม่แบบ ฯ

1.5.8 ศึกษาเรื่องระบบการทำงานของตู้อบแม่แบบ ฯ

1.5.9 ศึกษาระบบควบคุมอุณหภูมิภายในตู้อบแม่แบบของสถานศึกษา

1.6 ขอบเขตการออกแบบ

1.6.1 ออกแบบตู้อบแม่แบบปูนปลาสเตอร์ในงานหล่อน้ำดินของสถานศึกษาอาชีวะ

1.6.2 ออกแบบตู้อบแม่แบบที่สามารถปรับระดับของชั้นวางได้เพื่อความสะดวกในการใช้งาน

1.6.3 ออกแบบ จุดมือจับของตู้อบแม่แบบ ฯ ให้มีความสะดวกและปลอดภัยในการใช้งาน

1.6.4 ออกแบบส่วนระบายอากาศ ภายในตู้อบให้มีส่วนควบคุมได้โดยสะดวก

1.6.5 ออกแบบส่วนชั้นวางของแท่นความร้อนให้มีความปลอดภัยในการใช้งาน

1.6.6 ออกแบบให้มีขนาดของตู้อบแม่แบบที่มีความเหมาะสมกับการใช้งาน

1.6.7 ออกแบบให้ส่วนประกอบบางส่วนของตู้อบสามารถถอดประกอบได้เพื่อความสะดวกในการขนส่ง

1.6.8 ออกแบบให้สามารถผลิตได้ในระบบอุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.7.1 ได้ตู้อบแม่แบบปูนปลาสเตอร์สำหรับงานหล่อน้ำดินที่มีประสิทธิภาพในการอบเหมาะสมกับสถานศึกษาอาชีวะ

1.7.2 เพื่อให้ได้ความสะดวกสะบายและความปลอดภัยในการใช้งานตู้อบแม่แบบปูนปลาสเตอร์

1.7.3 ได้ตู้อบที่มีชิ้นส่วนของการใช้งานที่คุณภาพและสามารถทำการบำรุงรักษาได้โดยง่าย

1.7.4 ได้ตู้อบแม่แบบที่สามารถผลิตได้ในระบบอุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

"การศึกษาข้อมูลเบื้องต้น"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูล 2.1

"ข้อมูลหลักสูตรการเรียนวิชาเครื่องปั้นดินเผาของสถานศึกษาอาชีวะ"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

การศึกษาวิทยานิพนธ์และการวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การศึกษาเกี่ยวกับหลักสูตร

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ศิลปกรรม วิทยาลัยเทคโนโลยีและอาชีวะศึกษากระทรวงศึกษาธิการ พ.ศ. 2527

2.1.1 ปรัชญาการจัดการศึกษา

วิทยาลัยเทคโนโลยีและอาชีวศึกษามีความเชื่อมั่นว่าการเทคโนโลยีและอาชีวะศึกษาเป็นกระบวนการศึกษาที่จำเป็นในการเสริมสร้าง มาตรฐานและคุณภาพของชีวิตเพื่อเป็นกำลังพัฒนาเศรษฐกิจ และสังคมไทย วิทยาลัยเทคโนโลยีและอาชีวะ จัดการศึกษาโดยมุ่งพัฒนาบุคคลให้มีความเชี่ยวชาญเชิงปฏิบัติการ ความเจนจัดทางวิชาการและคุณสมบัติที่จำเป็นตามลักษณะอาชีพ พร้อมที่จะทำงาน ทันต่อวิวัฒนาการทางเทคโนโลยี รวมทั้งปลูกฝังความมีระเบียบวินัย ความประณีต ความสำนึกในจรรยาอาชีพ คุณธรรมหน้าที่ความรับผิดชอบ และสังคม

2.1.2 ความมุ่งหมายของหลักสูตร

2.1.2.1 เพื่อพัฒนากำลังคนระดับกลางด้านศิลปกรรม ที่จะเป็นนักปฏิบัติการเชิงวิชาการในงานศิลปกรรมทั่วไปและให้มีความชำนาญในการปฏิบัติงานเฉพาะสาขาได้แก่งานศิลปประจำชาติ วิจิตรศิลป์ ออกแบบ หัตถกรรม และงานศิลปกรรมอื่น ๆ ผู้สำเร็จการศึกษาจะได้รับวุฒิและมีชื่อเรียกตามความชำนาญเฉพาะสาขานั้น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2.2 เพื่อฝึกอบรมให้มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มีกิจนิสัยในการค้นคว้าปรับปรุงตนเองให้ก้าวหน้าอยู่เสมอ สามารถแก้ปัญหาด้วยหลักการ และเหตุผลปฏิบัติงานด้วยหลักวิชาการที่มีการวางแผน และควบคุมอย่างรอบคอบ ซึ่งจะก่อให้เกิดผลสัมฤทธิ์ตามเป้าหมายอย่างประหยัด รวดเร็ว ตรงต่อเวลา และมีคุณภาพ

2.1.2.3 เพื่อปลูกฝังคุณธรรม ความมีระเบียบวินัย ความซื่อสัตย์สุจริต ความขยันหมั่นเพียร ความสำนึก ในศิลปวัฒนธรรม อันเป็นเอกลักษณ์ของชาติ จรรยาอาชีพและความรับผิดชอบต่อหน้าที่ และสังคม

2.1.3 ลักษณะรายวิชา

2.1.3.1 วิชาเครื่องปั้นดินเผา ศท. 1109

สภาพรายวิชา วิชาชีพเฉพาะสาขา หลักสูตร ปวส.สาขาหัตถกรรม สาขาเครื่องปั้นดินเผา

ระดับรายวิชา ปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1

พื้นฐาน - ไม่มี -

เวลาศึกษา 90 คาบ ตลอด 18 สัปดาห์ ทฤษฎี 1 คาบ ปฏิบัติ 4 คาบ ต่อสัปดาห์

หน่วยกิต 2

จุดมุ่งหมายรายวิชา -เพื่อให้เข้าใจและสามารถอธิบายความเป็นมาตลอดจน กระบวนการผลิตเครื่องปั้นดินเผาได้

-สามารถออกแบบงานเครื่องปั้นดินเผา เพื่อทำการปฏิบัติได้

-สามารถปฏิบัติการขึ้นรูปด้วยวิธีการต่าง ๆ ได้

-สามารถตกแต่งการเคลือบ และการเผาผลงานที่ขึ้นรูปได้ ขึ้นรูปได้

คำอธิบายรายวิชา ศึกษาความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับงานเครื่องปั้นดินเผา กระบวนการผลิตเครื่องปั้นดินเผา วัตถุดิบเนื้อดิน สี น้ำเคลือบ เครื่องมือ เตาเผา หลักการงานเครื่องปั้นดินเผา ประสบการณ์และทักษะในการขึ้นรูปถึงการตกแต่งการเคลือบ และการเผา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3.2 วิชาการทำพิมพ์ 1 ศท.1110

สภาพรายวิชา วิชาสาขางานเครื่องปั้นดินเผา ในวิชาสาขางานหัตถกรรม วิชาบังคับในวิชาชีพเฉพาะสาขา หลักสูตรระดับ ปวส. สาขาวิชาหัตถกรรม

ระดับรายวิชา ภาคเรียนที่ 2 ปีที่ 1

พื้นฐาน ความรู้และทักษะจากวิชาในสาขางานเครื่องปั้นดินเผา ศห. 1108, ศห.1109

เวลาศึกษา 90 คาบ ระยะเวลา 18 สัปดาห์ ต่อ 1 ภาคเรียน ทฤษฎี 1 คาบ ปฏิบัติ 4 คาบ ต่อสัปดาห์

หน่วยกิต 2 หน่วยกิต

จุดมุ่งหมายรายวิชา
- เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจในหลักการวิธีการ การผสมและคุณลักษณะของปูนปลาสเตอร์ที่ใช้ในการทำพิมพ์
- ให้รู้จักและสามารถเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ เครื่องมือสำหรับทำพิมพ์ได้ถูกต้องและเหมาะสมกับงาน
- สามารถออกแบบ-เขียนแบบ และสร้างต้นแบบสำหรับการทำพิมพ์ได้
- สามารถทำพิมพ์ชนิดต่าง ๆ ด้วยปูนปลาสเตอร์ได้ เช่น พิมพ์ทุบ พิมพ์อัด พิมพ์ชิ้นชนิดหล่อกลวง พิมพ์ชิ้นเดียวและหลายชิ้น แม่พิมพ์และพิมพ์ครอบ
- สามารถผสมน้ำดิน และหล่อแบบจากพิมพ์ปูนปลาสเตอร์ชนิดกลางได้
- สามารถตกแต่งชิ้นงาน การเคลือบ กละการเผาชิ้นงานที่หล่อกลวง

คำอธิบายรายวิชา ศึกษาเกี่ยวกับแหล่งวัตถุดิบและคุณสมบัติของปูนปลาสเตอร์ การผสม และการปรับปรุงคุณภาพของปูนปลาสเตอร์ เพื่อการทำพิมพ์ชนิดต่าง ๆ วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทำพิมพ์ปูนปลาสเตอร์ การออกแบบ เขียนแบบ การสร้างต้นแบบ การทำพิมพ์ทุบ พิมพ์ชิ้นเดียว และหลายชิ้นแม่พิมพ์และพิมพ์ครอบ การผสมน้ำดิน การหล่อแบบ การแต่งชิ้นงาน การตกแต่งการ เคลือบ และการเผา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปพ
ม ๑๖๔
๒๕๓๕

ห้องสมุด
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มจธ.

ตารางที่ 1 การแบ่งหน่วยและบทเรียนการทำพิมพ์

การแบ่งหน่วยและบทเรียน

หน่วยที่	ชื่อหน่วยและบทเรียน	ทฤษฎี	ปฏิบัติ	นอกเวลา
1.	**การออกแบบ – เขียนแบบผลิตภัณฑ์** – ลักษณะของงานและการทำพิมพ์ – การออกแบบ – เขียนแบบเพื่อการทำพิมพ์ – ชนิดและประเภทของพิมพ์ – คุณสมบัติของปูนปลาสเตอร์ – ปฏิบัติการออกแบบ – เขียนแบบเพื่อการทำพิมพ์ประเภทต่าง ๆ	3	12	–
2.	**การสร้างต้นแบบ และการทำพิมพ์ทุบ** – ลักษณะของต้นแบบและการทำพิมพ์ – ต้นแบบ – พิมพ์ชิ้นเดียว – ต้นแบบ – พิมพ์หลายชิ้น – การทำพิมพ์ทุบและการขัดแต่ง	6	24	–
3.	**การทำพิมพ์ชิ้นเพื่องานหล่อด้วยน้ำดิน** – เทคนิคและการแบ่งพิมพ์ – ปฏิบัติการทำพิมพ์ชิ้นเดียว – ปฏิบัติการทำพิมพ์หลายชิ้นและพิมพ์ครอบ	5	24	–
4.	**การหล่อแบบ** – การเตรียมพิมพ์และเนื้อดินปั้น – ปฏิบัติการอัดพิมพ์และการหล่อแบบชนิดกลวง – ปฏิบัติการแต่งชิ้นงานเพื่อการเคลือบ และการเผา	4	16	–
	รวม	18	72	–

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

928 010095

จุดประสงค์ในการสอน

หน่วยที่ 1 การออกแบบ – เขียนแบบผลิตภัณฑ์ 15 คาบ

- เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจลักษณะของพิมพ์ชนิดต่างๆ และการออกแบบเขียนแบบ
- เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจสามารถบอกถึงคุณสมบัติของปูนปลาสเตอร์
- เพื่อให้สามารถเตรียมวัสดุอุปกรณ์ในการทำพิมพ์ได้ถูกต้อง
- เพื่อให้มีความสามารถออกแบบ – เขียนแบบเพื่อใช้ในการทำพิมพ์ได้

หน่วยที่ 2 การสร้างต้นแบบและการทำพิมพ์ทุบ 30 คาบ

- เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจถึงลักษณะของต้นแบบที่ต้องใช้ในการทำพิมพ์
- เพื่อให้สร้างต้นแบบด้วยดินเหนียวและปูนปลาสเตอร์ได้
- เพื่อให้สามารถเตรียมเครื่องมืออุปกรณ์ได้อย่างถูกต้อง
- เพื่อให้สามารถจำแนกต้นแบบ เพื่อการทำพิมพ์ชิ้นเดียวและพิมพ์หลายชิ้นได้
- เพื่อให้สามารถสร้างต้นแบบเพื่อทำพิมพ์ทุบ การเทแบบและการขัดแต่ง

หน่วยที่ 3 การทำพิมพ์ เพื่องานหล่อด้วยน้ำดินข้น 25 คาบ

- เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจและสามารถอ่านแบบ กำหนดงานเพื่อการแบ่งพิมพ์ได้
- เพื่อให้สามารเตรียมเครื่องมืออุปกรณ์และผสมปูนได้ถูกต้องเหมาะสมกับงาน
- เพื่อให้สามารถทำพิมพ์ชิ้นเดียว พิมพ์หลายชิ้น และพิมพ์ครอบได้

หน่วยที่ 4 การหล่อแบบ 20 คาบ

- เพื่อสามารถเตรียมเนื้อดินปั้น เพื่อการอัดแบบบนแม่พิมพ์ได้
- เพื่อให้สามารถเตรียมน้ำดินข้น แม่พิมพ์ เพื่อการหล่อแบบกลวงได้
- เพื่อให้สามารถอัดแบบ หล่อแบบ และตกแต่งชิ้นงานได้
- เพื่อให้สามารถนำประสบการณ์ และทักษะไปใช้ในการแก้ปัญหาหรือประกอบอาชีพได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3.3 วิชาการขึ้นรูปใบมีด 1 ศห. 1212

สภาพรายวิชา วิชาสาขางานเครื่องปั้นดินเผา ในวิชาสาขางานหัตถกรรม วิชาบังคับในวิชาชีพเฉพาะสาขา หลักสูตร ระดับ ปวส. สาขาวิชาหัตถกรรม

ระดับรายวิชา ภาคเรียนที่ 1 ปีที่ 2

พื้นฐาน จากวิชาในสาขางานเครื่องปั้นดินเผา ศห. 1109, ศห. 1110 และ ศห. 1111

เวลาศึกษา 72 คาบ ระยะเวลา 18 สัปดาห์ ต่อ 1 ภาคเรียน ทฤษฎี 1 คาบ ปฏิบัติ 3 คาบและศึกษานอกเวลา 1 คาบ ต่อสัปดาห์

หน่วยกิต 2 หน่วยกิต

จุดมุ่งหมายรายวิชา- เพื่อให้มีความรู้ ความเข้าใจ และสามารถเลือกใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ต่าง ๆ ในการขึ้นรูปด้วยใบมีด

- สามารถออกแบบ - เขียนแบบ ผลิตภัณฑ์แลลและพิมพ์ที่ใช้ในการขึ้นรูปด้วยใบมีด
- สามารถสร้างใบมีดที่ใช้ในการกลึงหุ่น และสร้างแม่พิมพ์ได้
- สามารถกลึงหุ่นทำพิมพ์และเตรียมเนื้อดินเพื่อขึ้นรูปด้วยใบมีด
- สามารถขึ้นรูปชิ้นงานด้วยใบมีดทั้งวิธีขึ้นรูปภายในและภายนอกแม่พิมพ์
- สามารถทำการแต่งตกแต่งการเคลือบและการเผาผลงานที่ขึ้นรูปด้วยใบมีด

คำอธิบายรายวิชา ศึกษาและฝึกทักษะเกี่ยวกับเครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการขึ้นรูปด้วยใบมีด หลักการออกแบบ - เขียนแบบการกลึงหุ่นการสร้างแม่พิมพ์การทำพิมพ์ด้วยปูนปลาสเตอร์การทำใบมีด การเตรียมเนื้อดินและการขึ้นรู้ด้วยใบมีดแบบภายใน และแบบภายนอกแม่พิมพ์การแต่งชิ้นงานการตกแต่งการเคลือบ และการเผา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 การแบ่งหน่วยและบทเรียน การขึ้นรูปใบมีด 1

การแบ่งหน่วยและบทเรียน

หน่วยที่	ชื่อหน่วยและบทเรียน	ทฤษฎี	ปฏิบัติ	นอกเวลา
1	**หลักการขึ้นรูปด้วยใบมีด** - การขึ้นรูปด้วยใบมีดและลักษณะรูปทรง - การขึ้นรูปภายในและภายนอก - เครื่องมืออุปกรณ์กับการขึ้นรูปด้วยใบมีด	4	-	1
2	การออกแบบ - เขียนแบบ เพื่อการขึ้นรูปด้วยใบมีด - หลักการออกแบบ - เขียนแบบเพื่อการขึ้นรูปด้วยใบมีด - การออกแบบ - เขียนแบบผลิตภัณฑ์ต้นแบบ - การออกแบบ - เขียนแบบพิมพ์ใช้ในการขึ้นรูป	2	10	3
3	**การสร้างแม่พิมพ์เพื่อการขึ้นรูปด้วยใบมีด** - การสร้างใบมีดเพื่อการกลิ้งหุ่น - การกลิ้งหุ่นกับการผสมปูนปลาสเตอร์ - การสร้างแม่พิมพ์และการทำพิมพ์จากปูน-ปลาสเตอร์	5	19	6
4	**การขึ้นรูปแบบภายในและภายนอกด้วยใบมีด** - การเตรียมดินและใบมีด - การเตรียมพิมพ์ - หลักการขึ้นรูปและการเตรียมเครื่องมืออุปการณ์ - การขึ้นรูปแบบภายใน - การขึ้นรูปแบบภายนอก	5	19	6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 (ต่อ)

หน่วยที่	ชื่อหน่วยและบทเรียน	ทฤษฎี	ปฏิบัติ	นอกเวลา
5	**การตกแต่งชิ้นงาน** - หลักการตกแต่งชิ้นงานเพื่อการเผาและการเคลือบ - การตกแต่งลวดลาย - การตกแต่งชิ้นงาน	2	6	2
	รวม	18	54	18

จุดประสงค์การสอน

หน่วยที่ 1 หลักการขึ้นรูปด้วยใบมีด 4 คาบ

- ให้มีความรู้ความเข้าใจในหลักการขึ้นรูปด้วยใบมีดและเครื่องมืออุปกรณ์
- ให้มีความรู้ความเข้าใจในลักษณะรูปทรงที่เหมาะสมแก่การขึ้นรูปด้วยใบมีด
- ให้สามารถอธิบายถึงหลักการขึ้นรูปด้วยในมีดและการเตรียมเครื่องมืออุปกรณ์

หน่วยที่ 2 การออกแบบ – เขียนแบบเพื่อการขึ้นรูปด้วยใบมีด 12 คาบ

- ให้มีความรู้ความเข้าใจในหลักการออกแบบ – เขียนแบบเพื่อการขึ้นรูปด้วยใบมีด
- ให้สามารถออกแบบ–เขียนแบบผลิตภัณฑ์และแม่พิมพ์ที่ใช้ในการขึ้นรูปด้วยใบมีด
- ให้สามารถออกแบบ–เขียนแบบของพิมพ์ที่ใช้ขึ้นรูปแบบภายในและแบบภายนอกได้
- ให้สามารถอ่านแบบและอธิบายแบบได้อย่างถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน่วยที่ 3 การสร้างแม่พิมพ์เพื่อการขึ้นรูปด้วยใบมีด 24 คาบ

- ให้มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องของแม่พิมพ์ที่ใช้ในการขึ้นรูปด้วยใบมีด
- ให้มีความรู้ความเข้าใจในคุณสมบัติของปูนปลาสเตอร์และการผสมสำหรับทำพิมพ์
- ให้มีความรู้ความเข้าใจในลักษณะของรูปทรงแม่พิมพ์ และการสร้างใบมีดเพื่อการกลึง
- ให้สามารถออกแบบ-เขียนแบบและกลึงหุ่นด้วยปูนปลาสเตอร์ได้
- ให้สามารถสร้างใบมีด กลึงหุ่น และสร้างแม่พิมพ์เพื่อการขึ้นรูปแบบ ภายในภายนอกได้

หน่วยที่ 4 การขึ้นรูปภายในและภายนอกด้วยใบมีด 24 คาบ

- ให้มีความรู้ความเข้าใจในการเตรียมเครื่องมืออุปกรณ์เพื่อการขึ้นรูปด้วยใบมีดได้
- ให้สามารถเตรียมเนื้อดิน พิมพ์ และใบมีดเพื่อใช้ในการขึ้นรูปด้วยใบมีดได้
- ให้สามารถขึ้นรูปด้วยใบมีดแบบภายใน และภายนอกได้
- ให้สามารถอธิบายถึงขั้นตอนในการขึ้นรูปด้วยใบมีดได้อย่างถูกต้อง

หน่วยที่ 5 การตกแต่งชิ้นงาน

- ให้มีความรู้ความเข้าใจในหลักการตกแต่งชิ้นงานเพื่อการเผาและการเคลือบได้
- ให้สามารถตกแต่งชิ้นงานและตกแต่งด้วยลวดลายได้อย่างเหมาะสม
- ให้สามารถนำวิธีการตกแต่งลวดลายชิ้นงานได้หลาย ๆ วิธี

2.1.3.4. วิชาการทำพิมพ์ 2 ศห. 1220

สภาพรายวิชา	วิชาสาขางานเครื่องปั้นดินเผาในสาขางานเฉพาะวิชาชีพเลือกวิชารอง หลักสูตรระดับ ปวส. สาขาวิชาหัตถกรรม
ระดับรายวิชา	ภาคเรียนที่ 2 ปีที่ 2
พื้นฐาน	ความรู้จากวิชาในสาขางานเครื่องปั้นดินเผา ศห. 1110 และศห.1212
เวลาศึกษา	90 คาบ ระยะเวลา 18 สัปดาห์ ต่อ 1 ภาคเรียน ทฤษฎี 2 คาบ ปฏิบัติ 3 คาบและศึกษานอกเวลา 2 คาบต่อสัปดาห์
หน่วนกิต	3 หน่ายกิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จุดมุ่งหมายรายวิชา- เพื่อให้เข้าใจ และสามารถออกแบบ-เขียนแบบทำพิมพ์หล่อกลวงทั้งพิมพ์ชั้นเดียวหลายชิ้นและสลับซับซ้อน

- สามารถทำแม่แบบเพื่อการผลิตพิมพ์เป็นจำนวนมากได้
- สามารถออกแบบ-เขียนแบบและทำพิมพ์หล่อตันได้
- สามารถผสมน้ำดินและหล่อน้ำดินทั้งชนิดหล่อกลวงและหล่อตัน
- สามารถแต่งชิ้นงานตกแต่งการเคลือบและเผาเคลือบชิ้นงานที่หล่อแบบ

คำอธิบายรายวิชา ศึกษาและปฏิบัติเกี่ยวกับการออกแบบพิมพ์หล่อกลวงทั้งชิ้นเดี่ยว หลายชิ้นและสลับซับซ้อนการทำแม่แบบเพื่อการผลิตพิมพ์จำนวนมาก การออกแบบการแต่งชิ้นงานการตกแต่งการเคลือบและการเผา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 การแบ่งหน่วยและบทเรียนการทำพิมพ์ 2

การแบ่งหน่วยและบทเรียน

หน่วยที่	ชื่อหน่วยและบทเรียน	ทฤษฎี	ปฏิบัติ	นอกเวลา
1	**การออกแบบ-เขียนแบบเพื่อการทำพิมพ์** -ลักษณะของพิมพ์ชนิดหล่อกลวงและหล่อตัน -ลักษณะของต้นแบบเพื่อการทำพิมพ์ -ปฏิบัติการออกแบบ-เขียนแบบเพื่อการทำพิมพ์	10	15	10
2.	**การทำพิมพ์** -ต้นแบบและการทำพิมพ์ชั้นเดียว -การกลึงต้นแบบด้วยปูนปลาสเตอร์ -ต้นแบบและการทำพิมพ์หลายชั้น -ต้นแบบและพิมพ์ชนิดหล่อตัน	20	30	20
3.	**การหล่อแบบ** -การผสมเนื้อดินเพื่อการหล่อแบบ -การหล่อแบบชนิดหล่อกลวง -การหล่อแบบชนิดหล่อตัน -การตกแต่งชิ้นงานเพื่อการเผา	6	9	6
	รวม	36	54	36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จุดประสงค์การสอน

หน่วยที่ 1 การออกแบบ-เขียนแบบเพื่อการทำพิมพ์ **25 คาบ**

-เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจในลักษณะของแม่พิมพ์ชนิดหล่อกลวงและชนิดหล่อตัน

-เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจถึงลักษณะของต้นแบบกับความเหมาะสมชนิดของพิมพ์

-เพื่อให้มีความสามารถออกแบบ - เขียนแบบเพื่อการทำพิมพ์ชนิดต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม

-เพื่อให้มีความสามารถในการสร้างต้นแบบที่ใช้ในการทำพิมพ์ชนิดต่าง ๆ ได้

-เพื่อให้มีความสามารถแยกลักษณะของต้นแบบเพื่อการทำพิมพ์ชนิดต่าง ๆ ได้ถูกต้อง

หน่วยที่ 2 การทำพิมพ์ **50 คาบ**

-เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจในการสร้างต้นแบบชนิดต่าง ๆ เพื่อการทำพิมพ์

-เพื่อให้มีความสามารถในการสร้างต้นแบบ เพื่อการทำพิมพ์ชนิดต่าง ๆ ได้

-เพื่อให้มีความสามารถเตรียมเครื่องมืออุปกรณ์เพื่อการทำพิมพ์ได้อย่างถูกต้อง

-เพื่อให้มีความสามารถแบ่งพิมพ์ชิ้นเดียว และหลายชิ้นได้

-เพื่อให้มีความสามารถแบ่งพิมพ์ชนิดหล่อกลวงและหล่อตันได้

หน่วยที่ 3 การหล่อแบบ **15 คาบ**

-เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจถึงการเตรียมงาน เพื่อการหล่อแบบชนิดต่าง ๆ ได้

-เพื่อให้มีความสามารถในการเตรียมดินและเตรียมพิมพ์เพื่อการหล่อแบบชนิดต่าง ๆ ได้

-เพื่อให้มีความสามารถปฏิบัติการหล่อแบบด้วยน้ำดินข้นกับแม่พิมพ์ชนิดต่าง ๆ ได้

-เพื่อให้มีความสามารถตกแต่งชิ้นงานเพื่อการเผาได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3.5 วิชาออกแบบเครื่องปั้นดินเผา 1 อ.ส.2148

สภาพรายวิชา วิชาชีพเลือกเฉพาะ สาขา ปวส. สาขาวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

ระดับรายวิชา ภาคเรียนที่ 1 ชั้นปีที่ 1

เวลาศึกษา 90 คาบ เรียนตลอด 18 สัปดาห์ ทฤษฎี 1 คาบ ต่อสัปดาห์ ปฏิบัติ 4 คาบ ต่อสัปดาห์ และศึกษานอก 1 คาบต่อสัปดาห์

หน่วยกิต 3 หน่วยกิต

จุดมุ่งหมายรายวิชา
- เพื่อให้เข้าใจประวัติเครื่องปั้นดินเผาไทย
- เพื่อให้เข้าใจวิธีจำแนกผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา
- เพื่อให้เข้าใจที่มาของดินและการกำหนดของดิน
- เพื่อให้เข้าใจวิธีการออกแบบเครื่องปั้นดินเผา
- เพื่อให้เข้าใจกระบวนการผลิตเครื่องปั้นดินเผา
- เพื่อให้เข้าใจวิธีการใช้ปูนปลาสเตอร์พื้นฐาน

คำอธิบายรายวิชา ศึกษาขอบข่ายงานเครื่องปั้นดินเผา และประวัติเครื่องปั้นดินเผาไทย จากอดีตถึงปัจจุบัน ศึกษาวิธีจำแนกประเภทของเครื่องปั้นดินเผา ศึกษาการกำเนิดดิน และคุณสมบัติของดินชนิดต่าง ๆ ศึกษาวิธีการออกแบเครื่องปั้นดินเผา กระบวนการผลิตเครื่องปั้นดินเผา และปูนปลาสเตอร์ที่จะนำมาใช้งาน

2.1.3.6 วิชาออกแบบเครื่องปั้นดินเผา 2 อ.ส.2149

สภาพรายวิชา วิชาชีพเลือกเฉพาะสาขา ปวส.

ระดับรายวิชา ภาคเรียนที่ 2 ชั้นปีที่ 1

พื้นฐาน ความรู้และทักษะในการออกแบบเครื่องปั้นดินเผา 1

เวลาศึกษา 90 คาบเรียนตลอด 18 สัปดาห์ ทฤษฎี 1 คาบ ต่อสัปดาห์ ปฏิบัติ 4 คาบ ต่อสัปดาห์ และศึกษานอก 1 คาบ ต่อสัปดาห์

หน่วยกิต 3 หน่วยกิต

จุดมุ่งหมายรายวิชา
- เพื่อให้เข้าใจวัตถุดิบในอุตสาหกรรมเครื่องปั้นดินเผา
- เพื่อให้สามารถนำปูนปลาสเตอร์มาใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องปั้นดินเผา
- เพื่อให้เข้าใจเทคนิคการตกแต่งเครื่องปั้นดินเผา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เพื่อให้เข้าใจการเคลือบผลิตภัณฑ์
- เพื่อให้เข้าใจการเผาผลิตภัณฑ์

คำอธิบายรายวิชา ศึกษาคุณสมบัติของวัตถุดิบในการผลิตเครื่องปั้นดินเผา คุณสมบัติของปูน-ปลาสเตอร์ และการนำมาใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องปั้นดินเผา ศึกษาเทคนิคการตกแต่งเครื่องปั้นดินเผาเบื้องต้น ศึกษาการเคลือบผลิตภัณฑ์และการเผาผลิตภัณฑ์

2.1.3.7 วิชาออกแบบเครื่องปั้นดินเผา 3

สภาพรายวิชา วิชาชีพเลือกเฉพาะสาขา ปวส. สาขาวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

ระดับรายวิชา ภาคเรียนที่ 1 ชั้นปีที่ 2

พื้นฐาน ความรู้และทักษะจากเครื่องปั้นดินเผา 1, 2 ระดับ ปวส.

เวลาศึกษา 108 คาบเรียนตลอด 18 สัปดาห์ ทฤษฎี 1 คาบต่อสัปดาห์ ปฏิบัติ ๕ คาบต่อสัปดาห์ ศึกษานอก 1 ชั่วโมงต่อสัปดาห์

หน่วยกิต 3 หน่วยกิต

จุดมุ่งหมายรายวิชา -เพื่อให้สามารถกลึงหุ่นจำลองทรงกลมและสามารถออกแบบรูปทรงต่าง ๆ มากขึ้น โดยวิธีขึ้นรูป โดยวิธีกลึงปูนเป็นทรงกลมเป็นหลัก

-เพื่อให้สามารถแบ่งพิมพ์และทำพิมพ์ปูนหลายชิ้นได้

-เพื่อให้เข้าใจสารเคมีและวัตถุดิบต่าง ๆ ในการเตรียมเคลือบ

-เพื่อให้สามารถปฏิบัติการทดลองเตรียมน้ำยาเคลือบเบื้องต้นได้

คำอธิบายรายวิชา ทฤษฎี - ศึกษาวัตถุดิบและสารเคมีทุกชนิดเพื่อใช้ในการเตรียมน้ำยาเคลือบ

- ศึกษาประวัติ ความเป็นมาของน้ำยาเคลือบจากอดีต ปัจจุบัน
- ศึกษาการทำแผ่นทดลองน้ำยาเคลือบเบื้องต้น

ปฏิบัติ - ฝึกการออกแบบภาชนะทรงกลมเพื่อกลึงโมเดลปูนปลาสเตอร์

- ฝึกการกลึงปลาสเตอร์
- ฝึกการพิมพ์ชนิดหลายชิ้นและการหล่อน้ำยา
- ฝึกการเตรียมน้ำยาเคลือบเบื้องต้นและรายงานการทดลองเคลือบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ฝึกการทำพิมพ์ชนิดหลายชิ้น และการหล่อน้ำดิน
- ฝึกการเตรียมน้ำยาเคลือบเบื้องต้นและรายงานการทดลองเคลือบ
- แสดงผลการทดลองน้ำยาเคลือบแบบต่าง ๆ
- ฝึกการเตรียนน้ำยาเคลือบจากการทำทดลองปริมาณ โดยการบด และการรองผ่านตะแกรง ชุบแผ่นทดลอง
- ฝึกการขึ้นรูปด้วยแป้นหมุนไฟฟ้าเบื้องต้น 12 สัปดาห์
- ฝึกการทำทดลองน้ำยาเคลือบ 6 สัปดาห์หลัง

2.1.3.8 วิชาออกแบบเครื่องปั้นดินเผา 4

สภาพรายวิชา	วิชาชีพเลือกเฉพาะสาขา ปวส. สาขาวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
ระดับรายวิชา	ภาคเรียนที่ 2 ชั้นปีที่ 2
พื้นฐาน	ความรู้และทักษะจากออกแบบเครื่องปั้นดินเผา 1, 2, 3
เวลาศึกษา	108 คาบ เรียนตลอด 18 สัปดาห์ ทฤษฎี 1 คาบ ต่อสัปดาห์ ปฏิบัติ5 คาบ ต่อสัปดาห์ ศึกษานอก 1 ชั่วโมงต่อสัปดาห์
หน่วยกิต	3 หน่วยกิต
จุดมุ่งหมายรายวิชา	- เพื่อให้เข้าใจการเตรียมเนื้อดินสำหรับปั้นชนิดต่าง ๆ - เพื่อให้สามารถขึ้นรูปด้วยแป้นหมุนไฟฟ้าได้ - เพื่อให้เข้าใจถึงเตาเผาชนิดต่าง ๆ - สามารถปฏิบัติการเผาดิน-เผาเคลือบได้
คำอธิบายรายวิชา	ทฤษฎี - ศึกษาเนื้อดินปั้นที่เผาในอุณหภูมิต่ำ และอุณหภูมิสูง - ศึกษาเตาเผาชนิดต่าง ๆ และประวัติความเป็นมา - ศึกษาวิธีการเผาดิน-เผาเคลือบ - การจดบันทึกตารางการเผา ปฏิบัติ - ฝึกการเตรียมดิน การนวดดิน - ฝึกการขึ้นรูปด้วยแป้นหมุนไฟฟ้าเบื้องต้น - การขึ้นรูปภาชนะทรงกระบอกและชามปากกว้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.4 เนื้อหาวิชา

2.1.4.1 การออกแบบผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาโดยทั่วไปจะต้องคำนึงถึง

- รูปทรงและความต้องการของตลาด
- หน้าที่และประโยชน์ใช้สอย
- วัสดุและการใช้เครื่องมือ
- เทคนิคและกรรมวิธีการผลิต

2.1.4.2 ลักษณะและชนิดของผลิตภัณฑ์ แบ่งออกได้ 2 ชนิด คือ

- ผลิตภัณฑ์ชนิดไม่เคลือบ
- ผลิตภัณฑ์ชนิดเคลือบ

2.1.4.3 ลักษณะของงานเพื่อทำการพิมพ์ มีดังนี้

- เป็นงานที่ต้องการผลิตเป็นจำนวนมาก ๆ
- เป็นงานที่ต้องการลักษณะบาง - เบา
- เป็นงานที่ต้องการผิวผลิตภัณฑ์ที่เนียน - เกลี้ยงเกลา
- เป็นงานที่ออกแบบเรียบง่าย ไม่ซับซ้อนมากนัก

2.1.4.4 การออกแบบเขียนแบบเพื่อการทำพิมพ์ จะต้องคำนึงถึง

- กรรมวิธีในการสร้างต้นแบบ ด้วยวิธีปั้นหรือกลึง
- ลักษณะของพิมพ์ที่จะนำไปใช้งาน เพื่อการขึ้นรูปด้วยการหล่อสลิป จิกเกอร์ หรืออัดพิมพ์
- ลักษณะของพิมพ์ใช้เพื่อการหล่อกลวงหรือหล่อตัน
- ลักษณะของการเขียนแบบ และการเขียนแบบแยกส่วน

2.1.4.5 ชนิดและประเภทของพิมพ์ แบ่งออกได้ 3 ชนิด

- พิมพ์ทุบ ใช้ในการสร้างหุ่นต้นแบบ เป็นพิมพ์ชั่วคราว ที่เมื่อหล่อต้นแบบได้แล้วก็จะสกัด หรือทุบทิ้งไปก็จะได้ต้นแบบเพื่อการทำพิมพ์

- พิมพ์ชิ้น เป็นแม่พิมพ์ที่สร้างขึ้น เพื่อการหล่อกลวง หรือการหล่อตันในงานหล่อสลิปหรือพิมพ์ที่ใช้กับงานอัดพิมพ์ด้วยมือ จิกเกอร์ อาจมีจำนวนชิ้นเดียว อาจมีจำนวนชิ้นเดียวไปจนถึงหลาย ๆ ชิ้น

- พิมพ์ครบ ใช้สำหรับครอบทับพิมพ์ชิ้นเพื่อบังคับพิมพ์ชิ้นให้คงรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.4.6 การสร้างต้นแบบกับการทำพิมพ์

- **ต้นแบบ** หมายถึง หุ่นหรือแม่แบบ ที่สร้างขึ้นเพื่อการทำพิมพ์ จะปั้นด้วยดินเหนียวดินน้ำมัน หุ่นปูนปลาสเตอร์หรือหุ่นจากของจริงก็ได้ เป็นต้นแบบที่พร้อมจะนำมาทำพิมพ์ จะทำเป็นพิมพ์ชิ้นเดียว หรือพิมพ์หลายชิ้น ตามความเหมาะสม

- **แม่พิมพ์** หมายถึงแบบพิมพ์ที่ทำขึ้นเพื่อผลิตชิ้นงานทางจำนวนหรือเป็นจำนวนมาก ๆ ได้โดยที่มีรูปแบบเหมือน ๆ กัน จะเป็นพิมพ์ชิ้นเดียวหรือหลายชิ้นก็ได้

- **พิมพ์ชิ้น** หมายถึง ชิ้นส่วนของแม่พิมพ์ที่ถูกแบ่งออกเป็นส่วนๆ เพื่อสะดวกในการภถอดพิมพ์ หรือชิ้นใดชิ้นหนึ่งของแม่พิมพ์หลายชิ้น

- **พิมพ์ครอบ** หมายถึง พิมพ์ส่วนที่ทำขึ้นเพื่อครอบทับพิมพ์ชิ้นต่าง ๆ ให้อยู่ในส่วนที่ต้องการอาจจะทำเป็นพิมพ์ครอบชิ้นเดียว หรือหลายชิ้นก็ได้ตามความจำเป็น รวมทั้งพิมพ์ครอบของพิมพ์ยางด้วย

- **พิมพ์ทุบ** หมายถึง พิมพ์ที่สร้างขึ้นชั่วคราวเพื่อการหล่อต้นแบบถาวรที่จะนำมาใช้ในการแบ่งพิมพ์ชิ้น หรือพิมพ์ทุบในงาน ประติมากรรม เมื่อสร้างเสร็จแล้วจึงหล่อแบบ จากนั้นก็ทุบทิ้งคงเหลือแต่หุ่นภายในนำไปขัดแต่งให้เป็นต้นแบบถาวรต่อไป

- **บล๊อค** หมายถึง เนื้อที่หรือบริเวณที่ถูกกำหนดโดยการกั้นเพื่อจะเทปูน ด้วยแผ่นไม้ ดินเหนียว หรือดินน้ำมัน หรือ สังกะสี ไปโดยรอบ

- **สลักหรือเดือย** หมายถึงส่วนที่ทำขึ้นให้ติดอยู่ในพิมพ์แต่ละชิ้นในลักษณะสลักหรือเดือยเพื่อยึดรั้งบังคับให้พิมพ์แต่ละชิ้นประกบกันสนิทแน่น ไม่แยกห่างผิดรูปแบบ

2.1.4.7 การสร้างต้นแบบ–พิมพ์ชิ้นเดียว

ต้นแบบของพิมพ์ชิ้นเดียวส่วนใหญ่จะนิยมสร้างในลักษณะแบนเรียบ นูนโค้ง หรือรูปทรงภาชนะก้นสอบปากผายชนิดที่ใช้กับการขึ้นรูปด้วยใบมีดหรือรูปทรงของชามหรือถาดปากผายออก การตกแต่งลวดลายก็จะใช้ลายเส้น หรือปั้นนูนต่ำส่วนใหญ่จะนำไปใช้กับการขึ้นรูปด้วยวิธีอัดพิมพ์หล่อสลิป และจิกเกอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.4.8 การสร้างต้นแบบ-พิมพ์หลายชิ้น

ต้นแบบพิมพ์หลายชิ้นส่วนใหญ่จะเป็นต้นแบบชนิดลอยตัว มีทั้งแบบเรียบง่ายและแบบสลับซับซ้อน ซึ่งมักจะมีพิมพ์ครอบอีกทีหนึ่ง การสร้างต้นแบบนั้นจะคำนึงถึงการแบ่งพิมพ์ชิ้นควบคู่กันไป เพราะหลักการแบ่งพิมพ์ชิ้นนั้นจะต้องหาทางให้แบ่งพิมพ์ให้น้อยชิ้นที่สุด แต่บางชิ้นงานก็สุดจะหลีกเลี่ยงได้ จนบางชิ้นงานจำเป็นต้องมีหลายชิ้นหรืออาจต้องแยกส่วนของชิ้นงาน เพื่อนำไปหล่อแล้วนำกลับมาต่อเข้าด้วยกันในภายหลัง ทั้งนี้ก็เพื่อไม่ให้สูญเสียคุณค่าทางความงามพิมพ์หลายชิ้นจึงใช้เชือก หรือยางผูกรัดเข้าด้วยกันและมักจะมีพิมพ์ครอบอยู่ด้วยจึงจะนำไปใช้งานหล่อสลิป ทั้งชนิดหล่อกลวงและหล่อตัน

2.1.4.9 การทำพิมพ์ทุบ

ต้นแบบที่ใช้ในการทำพิมพ์ทุบ มักจะปั้นด้วยดินเหนียวหรือดินน้ำมัน นิยมใช้สีฝุ่นผสมปูนปลาสเตอร์ เพื่อให้เกิดสีในเนื้อพิมพ์ทุบ อาศัยการสังเกตและความชำนาญในการเทราดเนื้อปูนปลาสเตอร์ ให้มีความหนา-บางเท่า ๆ กันทุกส่วน แต่ก็ควรคำนึงถึงความจำเป็นว่า ส่วนใดควรจะหนา-บางเท่าใด มิฉะนั้นจะเกิดปัญหาเมื่อจะทุบสะกัดออก ควรพิถีพิถันในการนเทปูนปลาสเตอร์ ให้ทั่วทุกส่วนและทุกซอกมุม เมื่อปูนฯ แห้งแล้ว จึงควักดินเหนียวหรือดินน้ำมันที่ปั้นเป็นหุ่นต้นแบบภายในออกให้หมด นำไปล้างน้ำให้ภายในของพิมพ์ทุบสะอาดแล้วจึงทาหรือกรอกด้วยสบู่โปแตสเซียมเข้าไปสัก 2-3 ครั้ง ควำ่พิมพ์ทุบทิ้งไว้ให้น้ำสบู่ไหลออกให้หมดและภายในพิมพ์ทุบไม่มีฟองสบู่แล้ว จึงผสมปูนปลาสเตอร์ค่อนข้างเหลวเทกรอกเข้าไปภายในพิมพ์ทุบให้เต็มทุกซอกมุมไม่มีฟองอากาศ ทิ้งไว้ให้แห้งแข็งจึงสะดักพิมพ์ภายนอกที่เรียกว่า "พิมพ์ทุบ" ออกให้หมดก็จะได้หุ่นต้นแบบที่ทำด้วยปูนปลาสเตอร์ นำมาขัดแต่งให้เรียบร้อย ทำให้เป็นต้นแบบพิมพ์ชิ้นเดียวหรือพิมพ์หลายชิ้นที่เรียกว่า "ต้นแบบถาวร"

2.1.4.10 หลักการแบ่งพิมพ์ชิ้น

- สร้างต้นแบอย้างให้มีส่วนเว้าส่วนคอด หรือรูปทรงที่สลับซับซ้อนมากจนเกินไป
- ขัดแต่งต้นแบบให้พื้นผิวเรียบร้อยพร้อมที่จะทำพิมพ์
- ทาผิวต้นแบบด้วยแชลแลค แล้วทาทับด้วยสบู่โปแตสเซียมหลาย ๆ ครั้ง จนกระทั่งผิวมันเรียบไม่มีฟองสบู่
- พินิจพิจารณาต้นแบบหลาย ๆ มุง หลาย ๆ ด้านเพื่อช่องทางในการแบ่งพิมพ์ซ้อน โดยยึดหลักว่าจะต้องแบ่งพิมพ์ให้น้อยชิ้นที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- พยายามมองแง่มุมในการแบ่งพิมพ์ชิ้นในระยะห่าง ๆจากต้นแบบ แล้วใช้ดินสอสีหรือ เมจิกขีดเส้นแบ่งพิมพ์ดีดโดยยึดหลักให้แต่ละชิ้นนั้นครอบคลุมเนื้อที่ให้ได้มากที่สุด และอย่าให้พิมพ์แต่ละชิ้นมีส่วนคอดตรงกลางมากจนเกินไป เพราะจะทำให้พิมพ์ชิ้นนั้นแตกหักได้ง่ายเมื่อขณะถอดพิมพ์

- เตรียมคลังดินเหนียวหรือดินน้ำมันเป็นแผ่นกั้นพิมพ์โดยทำเป็นแผ่นแบบๆ หนา 1-2 เซนติเมตร กว้าง 5-6 เซนติเมตร ความยาวตามแต่ขนาดที่จะนำไปใช้ในการกั้นพิมพ์จำนวนหลาย ๆ แผ่น

- นำต้นแบบ มาวางนอนราบบนแผ่นกระดานรอง แล้วใช้ดินเหนียวหรือดินน้ำมันยึดอัดข้าง ๆ กันไม่ให้ต้นแบบเคลื่อนได้

- ใช้แผ่นกั้นพิมพ์วางกั้นไปตามแนวดินสอที่ขีดแบ่งพิมพ์ไว้ในต้นแบบทีละชิ้น โดยใช้ส่วนหนาของแผ่นกั้นพิมพ์วางเหลื่อมเส้น ค่อนไปทางด้านนอกเส้นประมาณ 2 มิลลิเมตร โดยรอบเนื้อที่พิมพ์ชิ้นที่กำลังจะเทปูนปลาสเตอร์ ใช้นิ้วหัวแม่มือกดหดินแผ่นกั้นพิมพ์ส่วนล่างสุดให้ยึดติดแน่นกับต้นแบบไปโดยรอบ ระวังอย่าให้เนื้อดินแผ่นกั้นพิมพ์ส่วนบนล้ำแนวเส้นดินสอเสร็จแล้วใช้มีดค่อย ๆ ปาดผิวปล็อคกั้นพิมพ์ให้เรียบไปโดยรอบ ลักษณะการวางแผ่นผล็อกกั้นพิมพ์นั้น จะต้องวางแนวเฉียงออกโดยรอบ ตรวจดูอย่าให้บล็อกมีรอยรั่ว

- ใช้สบู่โปแตสเซียม ทาผิวต้นแบบเฉพาะบล็อคส่วนที่จะเทพิมพ์ ก่อนที่จะเทปูนหล่อแม่พิมพ์

-ผสมปูนปลาสเตอร์ ตามอัตราส่วนที่ต้องการแล้วเทจนเต็มบล็อค ที่ได้กั้นไว้ก่อนแล้ว

-เมื่อปูนแห้งแล้วลอกดินกั้นพิมพ์ออก ใช้มือปลายแหลมเฉือนแต่งผิวบนและด้านข้างโดยรอบของชิ้นพิมพ์ให้เรียบโดยค่อยๆ ถอดพิมพ์ชิ้นนั้นออกมาเฉือนด้านข้างให้คมเรียบ โดยรอบ ซึ่งจะเป็นรอยต่อของพิมพ์ชิ้นอื่น ๆ พร้อมกับใช้มีดบากข้างพิมพ์ทุกด้าน เพื่อทำเป็นสลักของชิ้นพิมพ์ ให้แต่ละชิ้นประกบกันแน่นไม่คลาดเคลื่อน อาจทำเป็นรูปตัว V หรือตัว U ก็ได้ เสร็จแล้วใช้สบู่ทาด้านข้างพิมพ์โดยรอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-การทำพิมพ์ชิ้นอื่น ๆ ก็คงใช้แผ่นกั้นพิมพ์กั้นต่อไปเรื่อย ๆจะเว้นอยู่ด้านเดียวคือด้านพิมพ์ชิ้นแรกหรือชิ้นก่อนใช้กรรมวิธีเดียวกันกับชิ้นแรกไปโดยตลอดจนกระทั่งชิ้นสุดท้าย ซึ่งไม่ต้องใช้แผ่นกั้นพิมพ์เมื่อเทพิมพ์ชิ้นสุดท้ายเสร็จ จะทำหพิมพ์ครอบหรือไม่ก็ตาม เมื่อเฉือนแต่งพิมพ์ภายนอกทั้งหมด ก็กถอดทุกชิ้นไปล้างน้ำ ถูด้วยฟองน้ำให้พิมพ์ทุกชิ้นหมดคราบสบู่ ผึ่งให้แห้งจึงนำมาประกอบนำไปใช้หล่อสลิปหรืออัดพิมพ์

2.1.4.11 เครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้ในการทำพิมพ์

- ดินเหนียว หรือดินน้ำมัน
- แผ่นกระดาษรอง
- เครื่องมือปั้น
- มีด
- กาละมัง
- สบู่โปแตสเซียม
- แปรงทาสบู่
- ปูนปลาสเตอร์
- ฟองน้ำ
- กระดาษทราย
- แผ่นสังกะสีกั้นพิมพ์ชิ้น และพิมพ์ครอบ
- เชือกหรือยางรัดพิมพ์
- ดินสอสีหรือเมจิก
- ใบเลื่อนชูดแต่งปูน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.5 สรุปหลักสูตรของสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล

ที่มาของหลักสูตร เกิดจากความต้องการของตลาดแรงงาน สถานประกอบการและแผนพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศ

สถานประกอบการ + สถานศึกษา ------- หลักสูตร

โดยสนองต่อปรัชาการจัดการศึกษาและความมุ่งหมายของหลักสูตร

สรุปลักษณะรายวิชา

ลักษณะรายวิชาที่จัดการเรียนการสอน ที่จำเป็นต้องใช้แป้นหมุน สร้างต้นแบบปั้นปลาสเตอร์ คือ

1.ศห. 1110 การทำพิมพ์ 1	ปฏิบัติ 72 คาบ	ทฤษฎี	18 คาบ
2.ศห. 1212 การขึ้นรูปด้วยใบมีด 1	ปฏิบัติ 54 คาบ	ทฤษฎี	18 คาบ
3.ศห. 1220 การทำหพิมพ์ 2	ปฏิบัติ 54 คาบ	ทฤษฎี	36 คาบ
4.อส. 2149 ออกแบบเครื่องปั้นดินเผา2	ปฏิบัติ 54 คาบ	ทฤษฎี	18 คาบ
5.อส. 2250 ออกแบบเครื่องปั้นดินเผา3	ปฏิบัติ 72 คาบ	ทฤษฎี	18 คาบ

2.2 ขั้นตอนการปฏิบัติงานของนักศึกษา

2.2.1 การขึ้นรูปด้วยวิธีเทแบบ (SLIP CASTINS)

น้ำเนื้อดินปั้นทุกชนิดที่ใช้สำหรับขึ้นรูปด้วยวิธีเทแบบ มีคุณสมบัติไหลตัวได้ดีมีปริมาณ % ของแข็งสูง กระจายลอยตัวได้ดี การเทแบบเป็นวิธีการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ โดยการเทน้ำเนื้อดินปั้นลงไปในแบบซึ่งเป็นรูปร่างของผลิตภัณฑ์ตามต้องการ ความหนาของผลิตภัณฑ์จะค่อย ๆ ก่อตัวขึ้นเมื่อแบบที่ใช้ เริ่มดูดของเหลวเข้าสู่เนื้อแบบเนื้อผลิตภัณฑ์เริ่มด้วยมีความเหนียวเกาะกันและเริ่มแข็งขึ้นเรื่อย ๆ หลังจากปล่อยให้แห้งแกะออกจากแบบ แต่งผิวและรอยตะเข็บ แล้วอบให้แห้งเพื่อเตรียมเผาต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

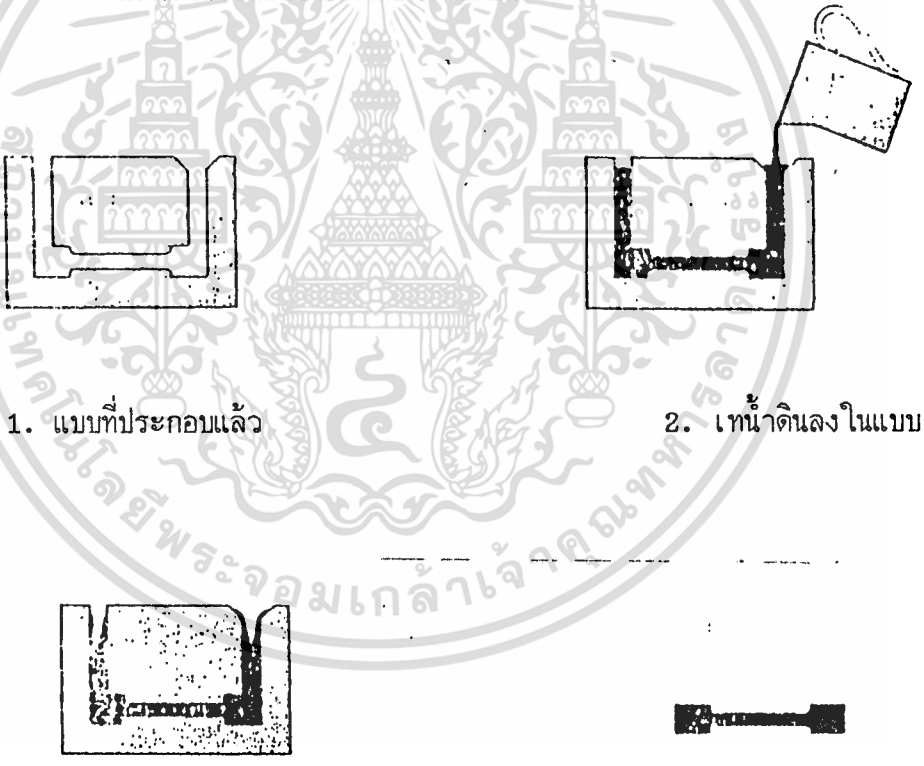
กระบวนการเทแบบมี 2 วิธี ด้วยกันคือย

1. การเทแบบโดยให้น้ำดินแช่งอยู่ในแบบเลยเรียกว่า SOLID CASTING ซึ่งเหมาะกับการเทแบบผลิตภัณฑ์ที่มีความหนา และรูปร่างแปลก ๆ

2. การเทแบบโดยมีการเทน้ำดินที่เหลือทิ้งเรียกว่า DRAIB CASTING) ซึ่งเหมาะกับผลิตภัฑ์ที่มีความบางของผนังและต้องการความหนาอย่างสม่ำเสมอ

ทฤษฎีการเทแบบน้ำดิน (SLLIP) ที่เทลงไปในแบบประกอบด้วยน้ำประมาณ 25% น้ำในน้ำดินจะถูกปูนปลาสเตอร์ ดูดด้วยแรงที่เกิดจากรูพรุนในแบบน้ำดินบริเวณผิวแบบจะข้นขึ้นเรื่อย ๆ จนในที่สุดก็จะเหลือแต่เนื้อดินสะสมอยู่ที่ผิวแบบ กลายเป็นผนังหรือความหนาของผลิตภัณฑ์ ผนังผลิตภัณฑ์จะหนามากขึ้นตามเวลาที่ผ่านไป แบบ MOLD ก็จะชื้นมากขึ้นเช่นกัน

แสดงการเทแบบชนิดหล่อตัน SOLID CASTING

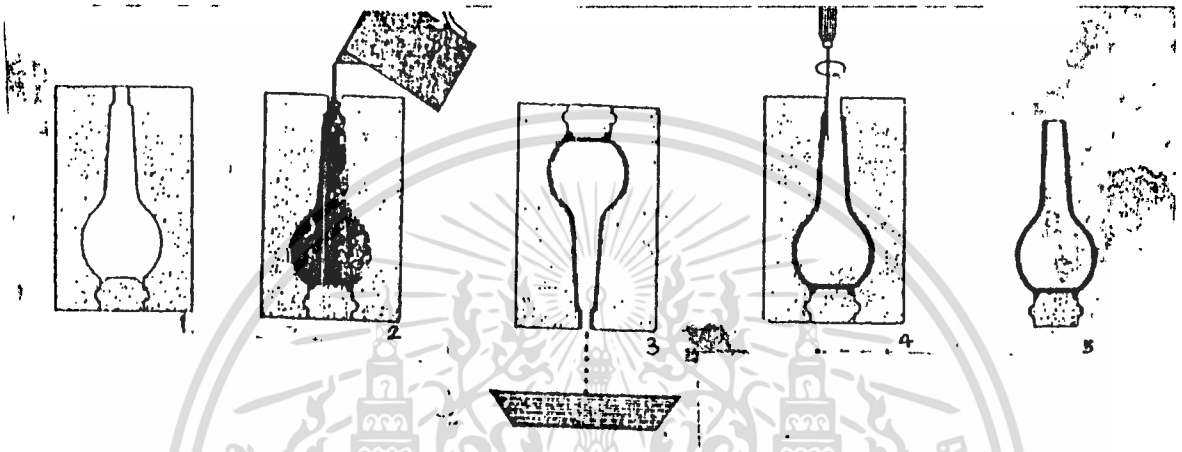


1. แบบที่ประกอบแล้ว
2. เทน้ำดินลงในแบบ
3. ปูนดูดน้ำดินยุบตัวปล่อยให้แห้ง
4. ชิ้นงานดินที่ตกแต่งแล้ว

ภาพที่ 9 แสดงการเทแบบชนิดหล่อตัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสดงการขึ้นรูปเทแบบชนิดหล่อกลวง DRAIN CASTIN



1. แบบที่ประกอบแล้ว
2. เทน้ำดินลงในแบบ
3. เทน้ำดินที่เหลือออกจากแบบ
4. ตัดแต่งปากผลิตภัณฑ์
5. ชิ้นงานหลังจากถอดแบบ

ภาพที่ 10 แสดงการแบบชนิดหล่อกลวง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูล 2.2

"ลักษณะขั้นตอนการทำแม่แบบปูนปลาสเตอร์เพื่อการหล่อน้ำดิน"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1 ความหมายและจุดประสงค์การทำแม่แบบเพื่อการหล่อน้ำดิน

การหล่อน้ำดิน หมายถึง การขึ้นรูปเครื่องปั้นดินเผาในลักษณะของการนำเอาปูนปลาสเตอร์ซึ่งมีคุณสมบัติในการดูดซึมน้ำนำมาสร้างเป็นตัวแม่แบบเพื่อทำการหล่อน้ำดิน ความจำเป็นในการหล่อน้ำดินจากสาเหตุของน้ำดินซึ่งจะมีโครงสร้างภายในเนื้อดินที่น้อยกว่าดินปั้น จึงทำให้การทรงตัวขึ้นรูปในลักษณะการปั้นกระทำได้โดยยาก ดังนั้นจึงต้องนำดินสำหรับหล่อนั้นมาบดผสมกับน้ำและสารป้องกันการตกตะกอน เพื่อนำมาหล่อลงในแม่แบบปูนปลาสเตอร์ที่สร้างขึ้นโดยมีกรรมวิธีการหล่อดังนี้

1. การเทน้ำดินลงในแม่แบบปูนปลาสเตอร์
2. ทิ้งให้ปูนปลาสเตอร์ดูดน้ำดินให้มีความหนาตามต้องการ
3. เมื่อได้ความหนาตามต้องการแล้วเทน้ำดินออก
4. เมื่อเทน้ำดินออกทิ้งให้ปูนปลาสเตอร์ดูดน้ำในดินให้หมด
5. แกะแม่พิมพ์ (แม่แบบ) ออกจะได้ผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา ซึ่งคงรูปทรงตามแบบของแม่แบบ

จุดประสงค์ ของการออกแบบตู้อบแม่แบบปูนปลาสเตอร์

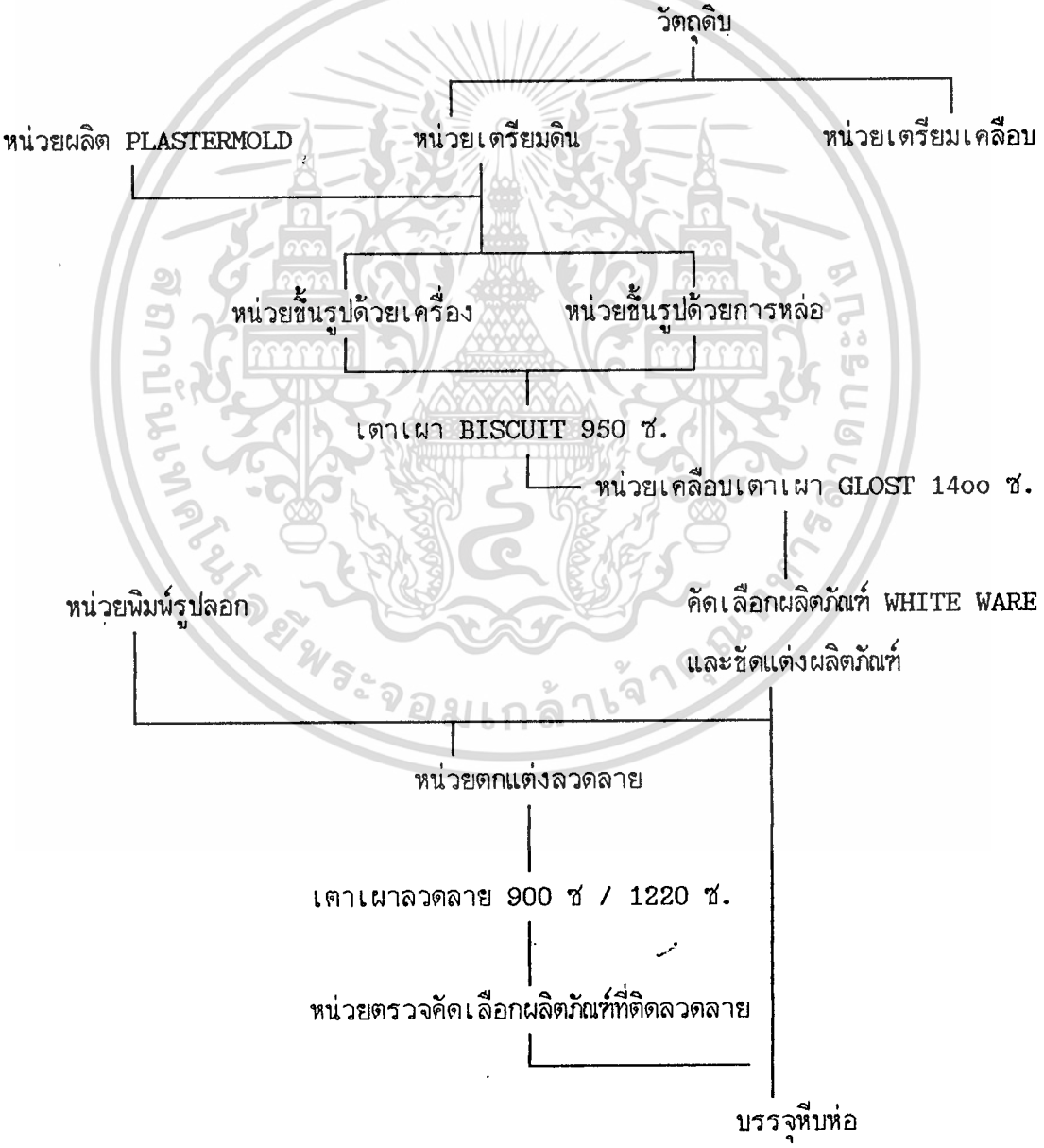
1. เพื่อการเร่งการระเหยตัวของน้ำภายในแม่แบบปูนปลาสเตอร์
2. เพื่อที่จะสามารถใช้งานแม่แบบได้หลายครั้งหมายถึงแม่แบบที่มีความแห้งตัวสนิทสามารถใช้งานได้หลายครั้งคือ เมื่อแม่แบบมีความแห้งตัวสนิทจะสามารถดูดน้ำดินได้ดี และสามารถแกะแบบได้เร็วขึ้นกว่าการตากแดด
3. เพื่อสนองพฤติกรรมการผลิตงานเป็นจำนวนมาก
4. เพื่อเร่งการแห้งตัวของแม่แบบในพฤติกรรมการสร้างต้นแบบสำหรับหล่อหมายถึงการสร้างต้นแบบสำหรับหล่อนั้นการทำแม่แบบต้องผ่านการสร้างต้นแบบซึ่งปูนปลาสเตอร์สำหรับทำแม่แบบนั้นต้องผ่านการทำปฏิกริยากับน้ำก่อนจึงจะสามารถหล่อแบบได้ เมื่อปูนปลาสเตอร์ทำปฏิกริยากับน้ำจะเกิดการแข็งตัว และมีความชื้นจึงต้องทำการเร่งการระเหยของน้ำในตัวแม่แบบตามปกติ การแห้งตัวของปูนปลาสเตอร์จะใช้เวลา 2-3 วัน (การตากแดด,ตากลม)ซึ่งต้องขึ้นอยู่กับขนาดของแม่แบบถ้าแม่แบบมีขนาดใหญ่การแห้งตัวประมาณ 5-7 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากสาเหตุข้างต้นจึงเป็นสาเหตุของการออกแบบตู้อบแม่แบบชั้นเพื่อสนองการใช้งานในส่วนของการเร่งการแห้งตัวของแม่แบบปูนปลาสเตอร์ ในพฤติกรรมการทำงานหล่อน้ำดินของนักศึกษาอาชีวะ

2.2.2 กรรมวิธีในการผลิตในระบบอุตสาหกรรม

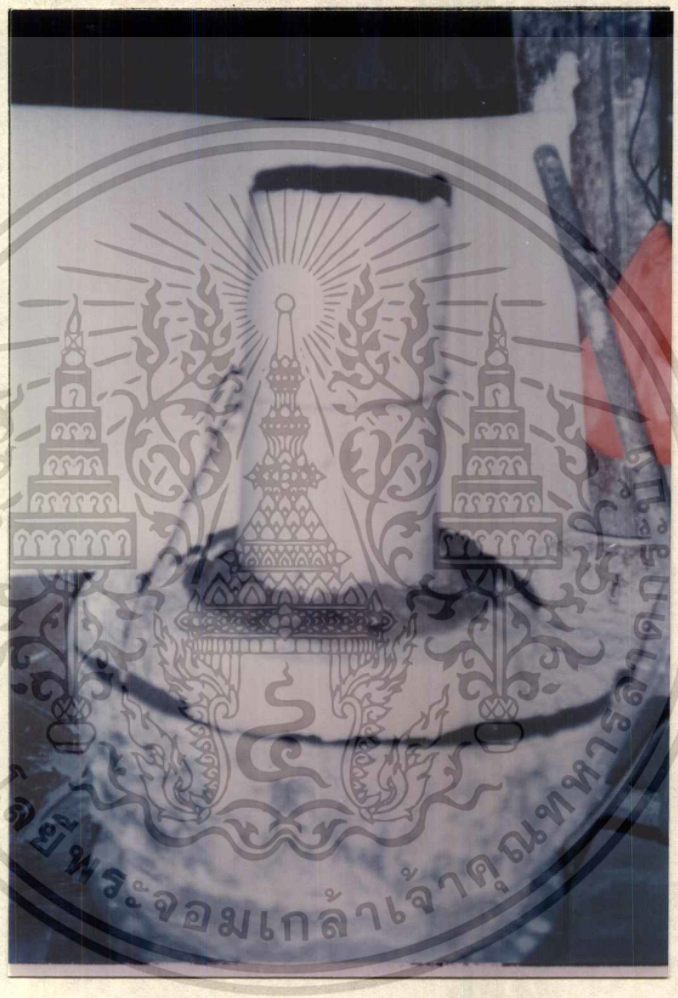
แผนภูมิที่ 1 แผนผังแสดงกรรมวิธีการผลิตเครื่องปั้นดินเผา



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 การสร้างต้นแบบและแม่พิมพ์ CASTING

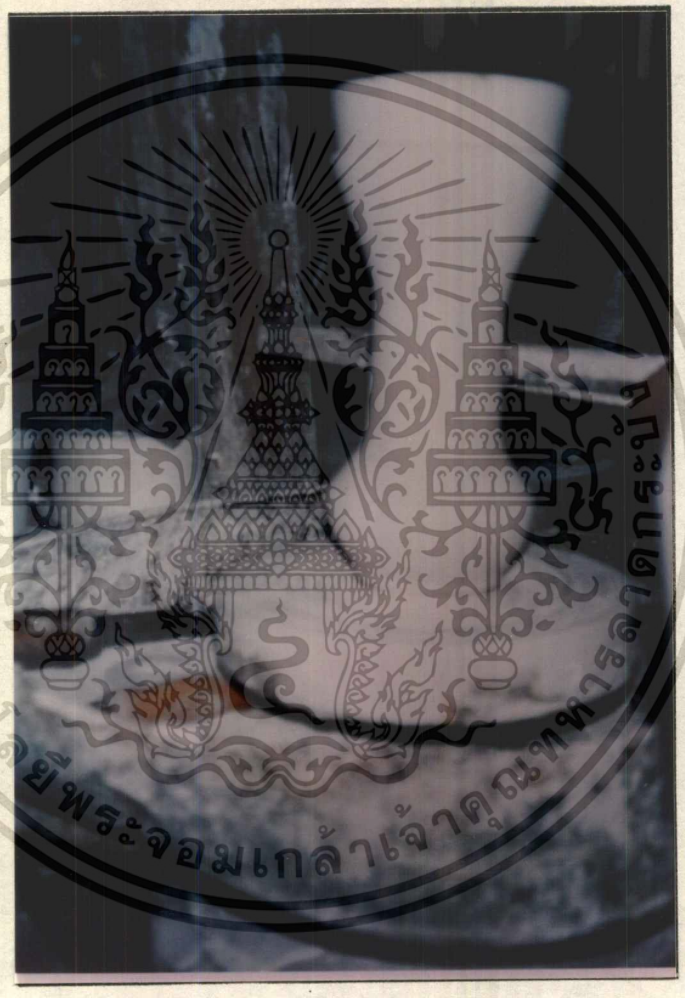
1. กั้น BLOCK เทปูนหล่อเป็นแท่งให้มีขนาดใหญ่กว่าชิ้นงานที่ได้ออกแบบไว้



ภาพที่ 11 แสดงการกั้น BLOCK หล่อปูนปาสเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

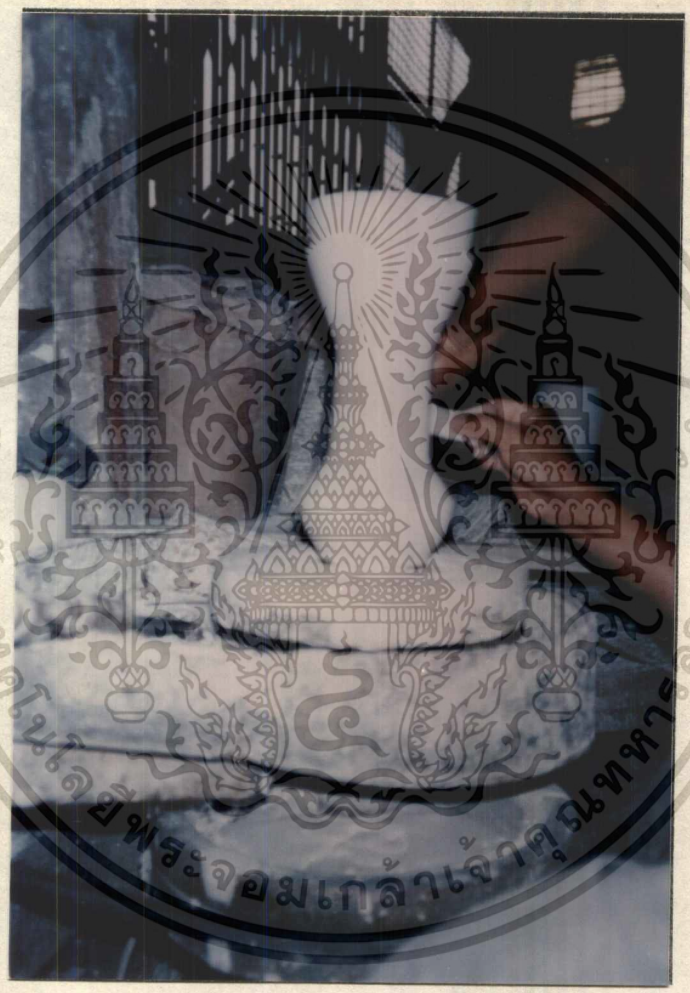
2. เมื่อปูนแข็งตัวแล้ว ถอด BLOCK ออก จากนั้นใช้เครื่องมือกลึงปูนตามแบบร่างที่กำหนด



ภาพที่ 12 แสดงการกลึงชิ้นงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

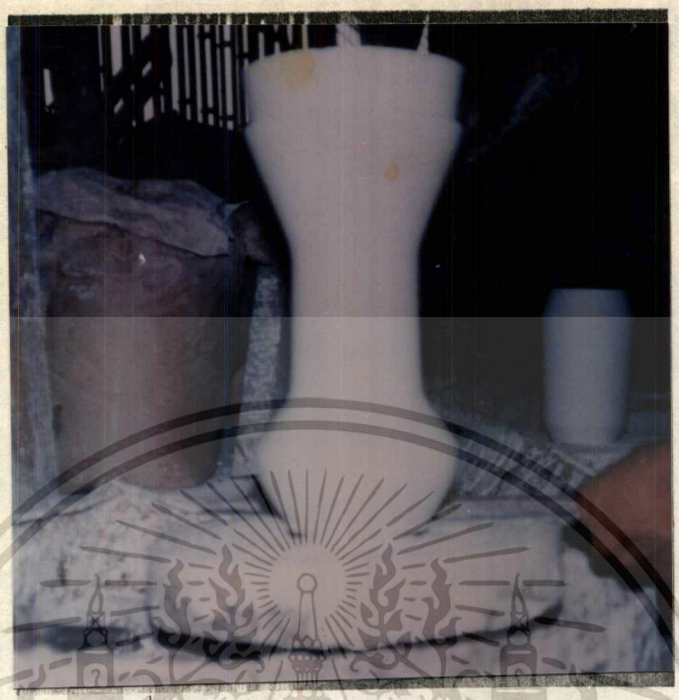
3. เมื่อกลึงแต่งต้นแบบเสร็จเรียบร้อยแล้วขัดแต่งด้วยกระดาษทรายน้ำเบอร์ละเอียด จากนั้นปิดเครื่องเพื่อทำการตัดต้นแบบออกจากแป้น



ภาพที่ 13 แสดงการขัดแต่งต้นแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ดับเครื่องแล้วทำการตัดต้นแบบออกจากเครื่อง



ภาพที่ 14 แสดงการตัดต้นแบบออกจากแป้น

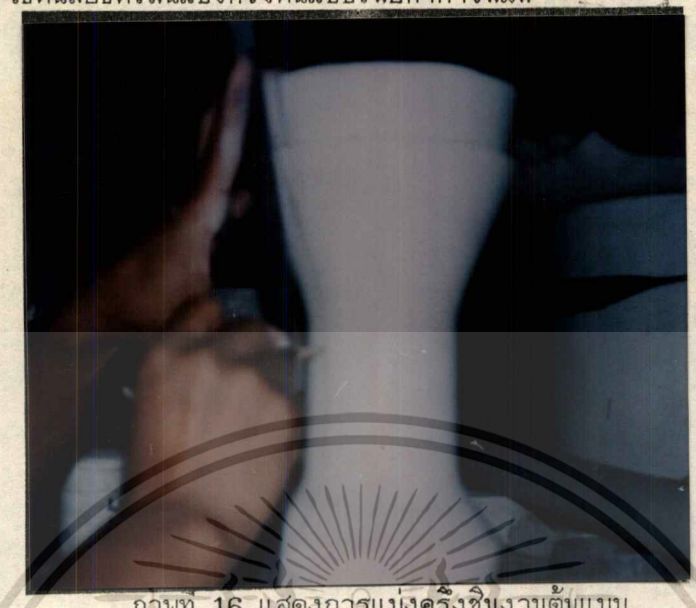
5. ขูดแต่งก้นของต้นแบบให้ได้ตามแบบที่กำหนด



ภาพที่ 15 แสดงการขูดแต่งก้นของชิ้นงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ใช้ดินสอชีดเส้นแบ่งครึ่งต้นแบบเพื่อทำการพิมพ์



ภาพที่ 16 แสดงการแบ่งครึ่งชิ้นงานต้นแบบ

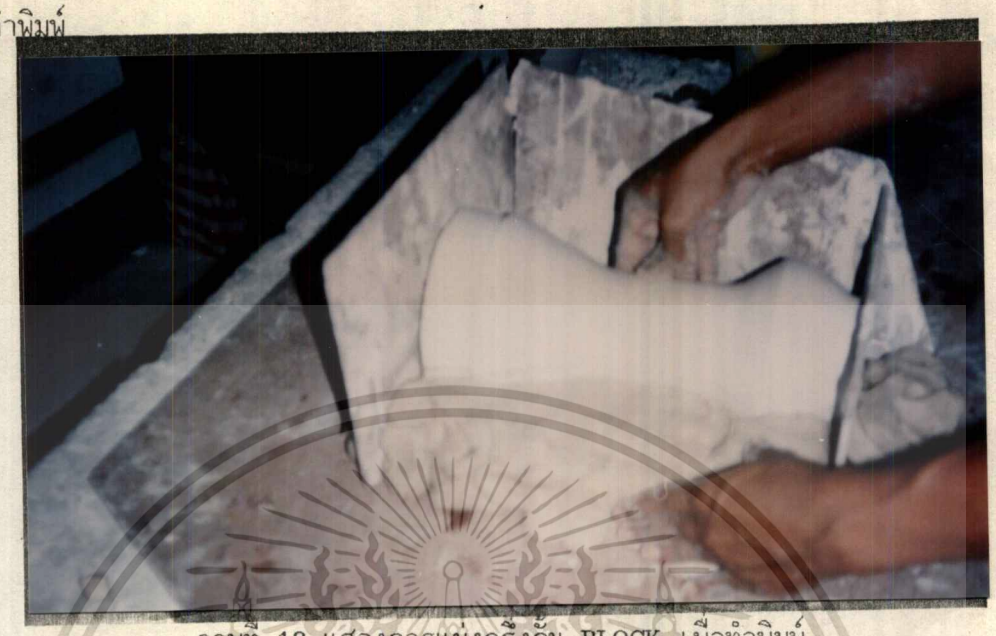
7. นำชิ้นงานต้นแบบที่ได้มาทำการทาน้ำสบู่โปตัสเซียม เพื่อกั้นไม่ให้ปูนดูดน้ำ



ภาพที่ 17 แสดงการทาน้ำสบู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. ใช้ดินเหนียวกันแบ่งครึ่งตามเส้นที่ขีดไว้กับตัวต้นแบบแล้วทำการกั้น BLOCK เทปูนหล่อทำพิมพ์



ภาพที่ 18 แสดงการแบ่งครึ่งกัน BLOCK เพื่อทำพิมพ์

9. เทปูนแหล่อพิมพ์ชิ้นที่ 1 โดยเทปูนให้มีความสูง จากต้นแบบประมาณ 3-4 ซ.ม ไล่ฟองอากาศออกจากปูนให้หมด



ภาพที่ 19 แสดงการไล่ฟองอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. เมื่อปูนแข็งตัวแล้วนำแผ่นไม้กั้น BLOCK ออก พลิกหงายขึ้นมาขูดแต่งผิวให้เรียบร้อย แล้วทำเดือนล็อค จากนั้นทาน้ำสบู่อีกครั้ง เพื่อป้องกันไม่ให้แม่พิมพ์ดูดติดกัน



ภาพที่ 20 แสดงการทำเดือยล็อค

11. ใช้แผ่นไม้กั้นเป็น BLOCK เพื่อเทปูนหล่อพิมพ์ชิ้นที่ 2 เมื่อปูนแข็งตัวแล้วถอดไม้กั้นออก ก็จะได้พิมพ์ 2 ชิ้น ประกบกันอยู่



ภาพที่ 21 แสดงพิมพ์ด้านข้าง 2 ชิ้น ประกบกัน

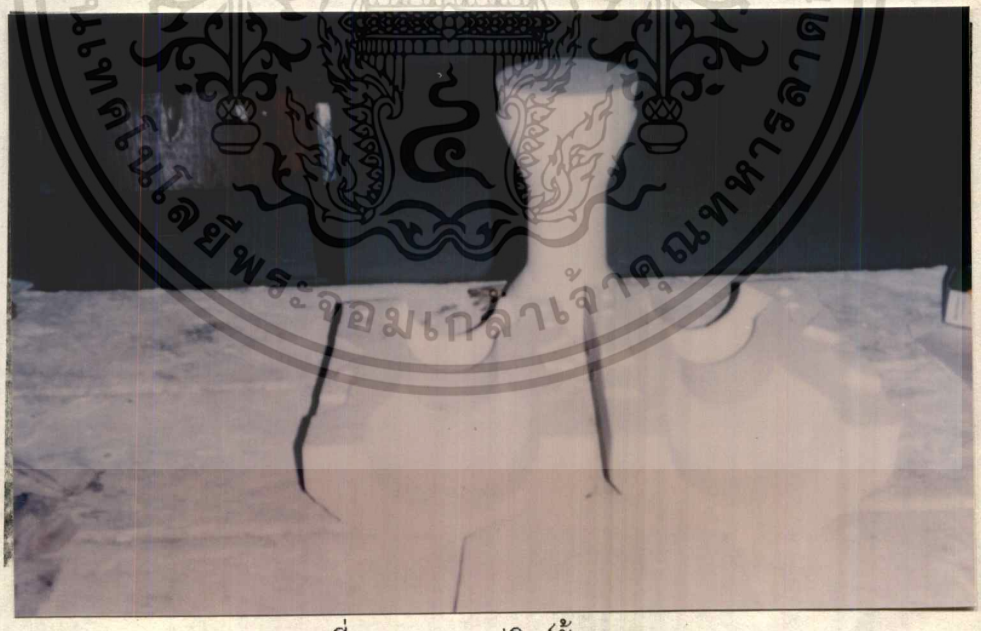
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

12. ทำลิ่มหรือเดือยล็อคที่กั้นของแม่พิมพ์ทั้ง 2 ชิ้น จากนั้นทาน้ำสบู่กันติดแล้วนำแผ่นไม้มากั้น BLOCK เทปูน ก็จะได้แม่พิมพ์ส่วนก้น



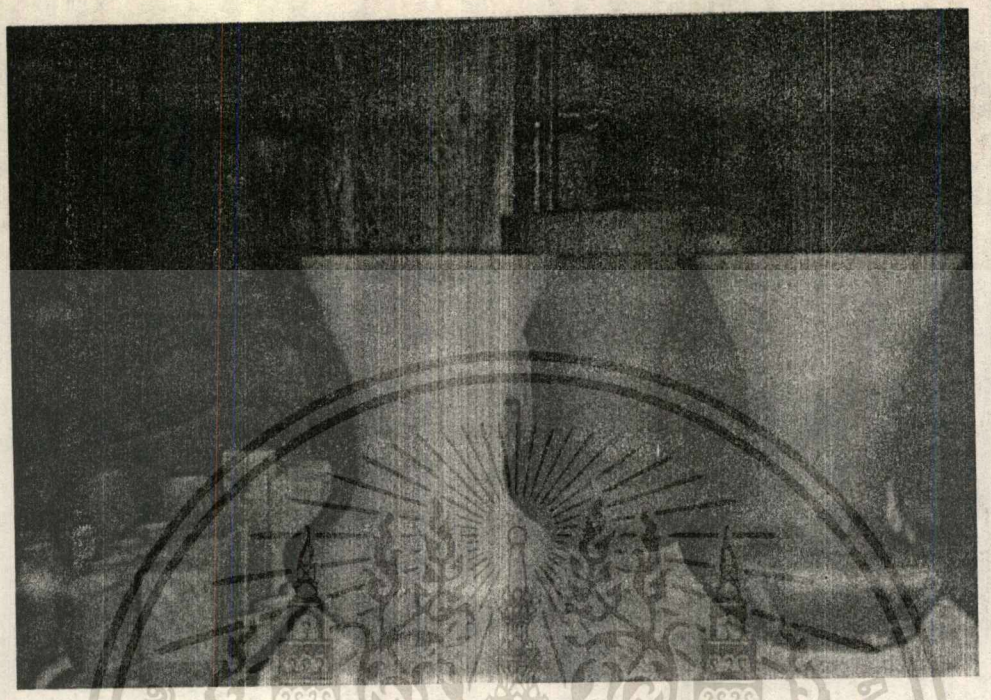
ภาพที่ 22 แสดงเดือยล็อคพิมพ์ส่วนก้น

13. เมื่อปูนแข็งตัวแล้วถอดไม้กั้นออกทำการขัดแต่งลบมุมของแม่พิมพ์ด้านนอกให้เรียบร้อย แล้วแยกแม่พิมพ์กออกจากกันนำไปตากแดดให้แห้ง เพื่อทำการหล่อน้ำดิน SLIP ต่อไป



ภาพที่ 23 แสดงแม่พิมพ์ทั้งหม๓

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 24 แสดงชิ้นงานที่หล่อน้ำดิน

2.2.3 การขึ้นรูปแบบใช้ใบมีด JIGGER

การขึ้นรูปแบบใบมีดเป็นการผลิตแบบมาตรฐานและสามารถผลิตได้จำนวนมากรวดเร็วส่วนใหญ่ได้แก่ จาน ชาม ถ้วย วิธีผลิตอาศัย (MOLD) และใบมีดตามลักษณะรูปร่างผลิตภัณฑ์กรรมวิธีการผลิตอาศัยแป้นหมุนที่มีความเร็วสูง (120 รอบต่อนาที) มีแขนสำหรับใส่ใบมีด พิมพ์ที่เป็นแบบทำด้วยปูนปลาสเตอร์ มีทั้งชนิดแบบภายนอก (OURSIDE) เช่น ประเภท จาน แบบภายใน (INSIDE) เช่น ประเภทถ้วย เป็นต้น ใบมีดสร้างด้วยเหล็กแข็งใช้ขูดดินตามรูปร่างของพิมพ์วิธีการขึ้นรูปถ้าเป็นการขึ้นรูป แบบภายนอก (OUTSIDE) เตรียมดินเป็นแผ่นแล้วอัดดินไปบนแบบพิมพ์ เมื่อเวลาหมุนใบมีดจะทำหน้าที่ขูดไปตามรูปร่างของแบบพิมพ์ วิธีการขึ้นรูปภายใน (INSIDE) เตรียมดินเป็นก้อนกลมแล้วอัดลงไปในแบบพิมพ์ ใช้ใบมีดกดลงไปในแบบในขณะที่หมุนดินจะถูกอัดตามแบบ ก็จะได้ถ้วยตามต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การขึ้นรูปด้วยวิธีการหล่อ

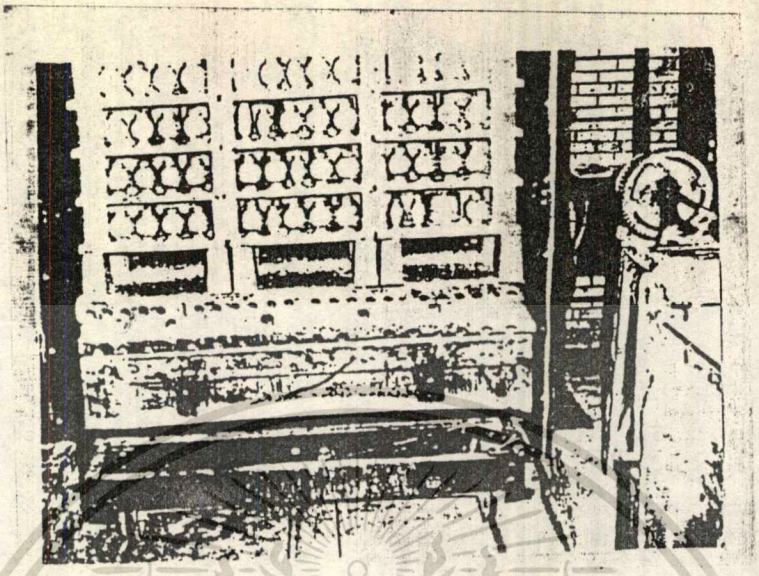


การหล่อโดยเทน้ำดินลงในแบบแม่พิมพ์

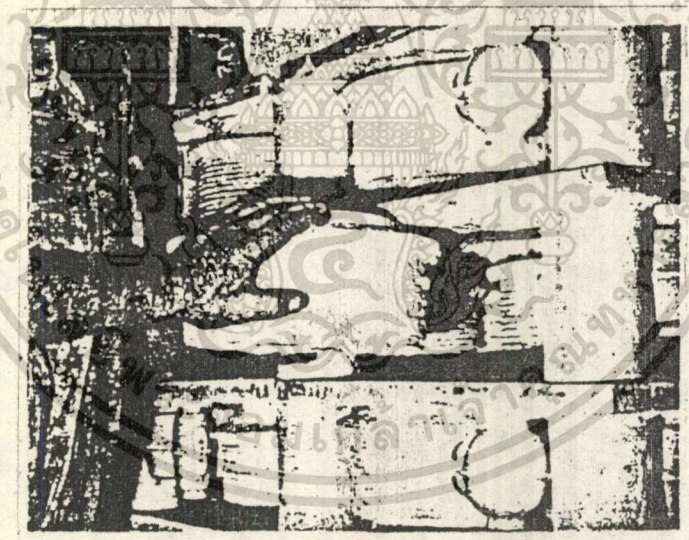
ภาพที่ 25 ภาพการหล่อน้ำดินลงแม่แบบปูนปลาสเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเผาดิบ



ผลิตภัณฑ์ที่ขึ้นรูปเสร็จและแห้งดีแล้ว จะถูกนำเข้าเตาเผาเพื่อการเผา

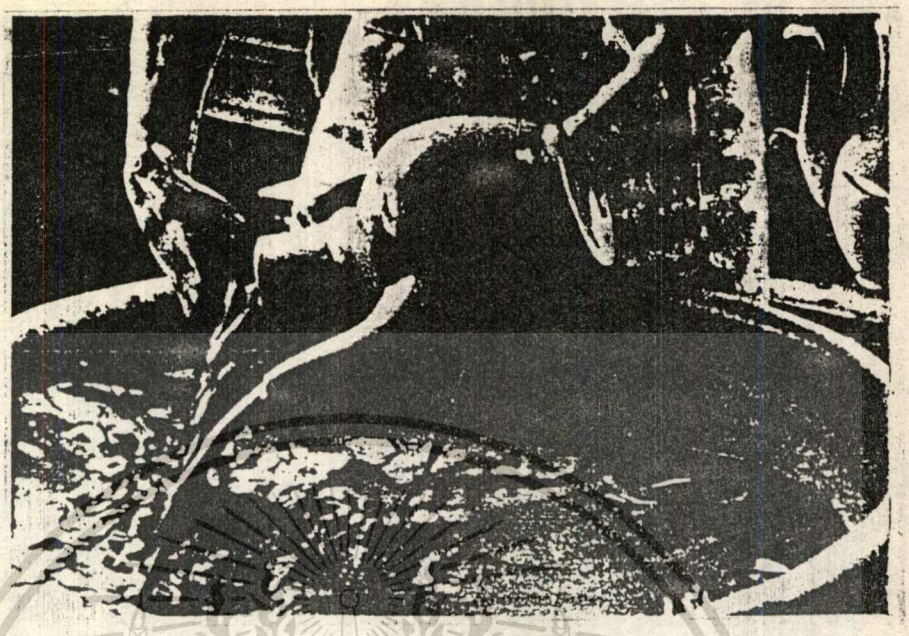


เมื่อเผาเสร็จแล้วนำผลิตภัณฑ์ออกเพื่อนำไปชุบเคลือบต่อไป

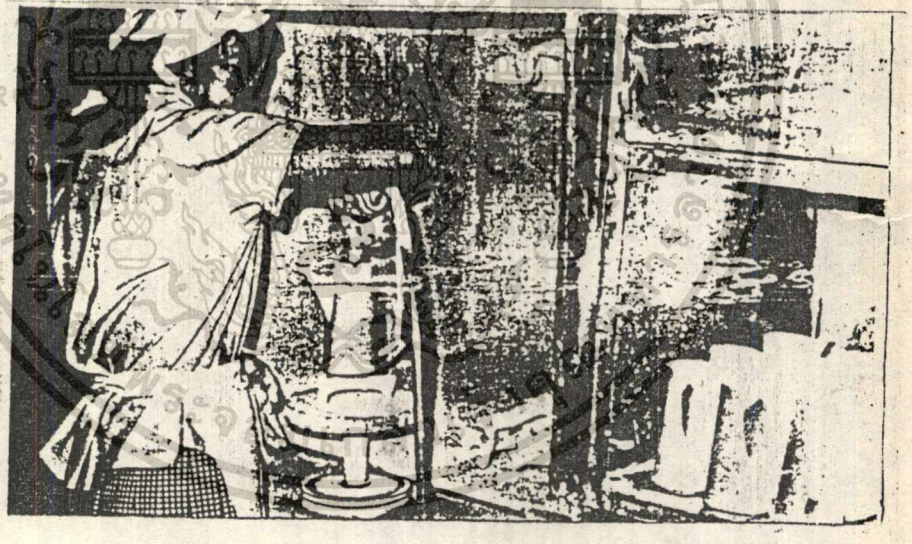
ภาพที่ 26 ภาพแสดงการเผาดิบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเคลือบ



การชุบเคลือบด้วยมือ

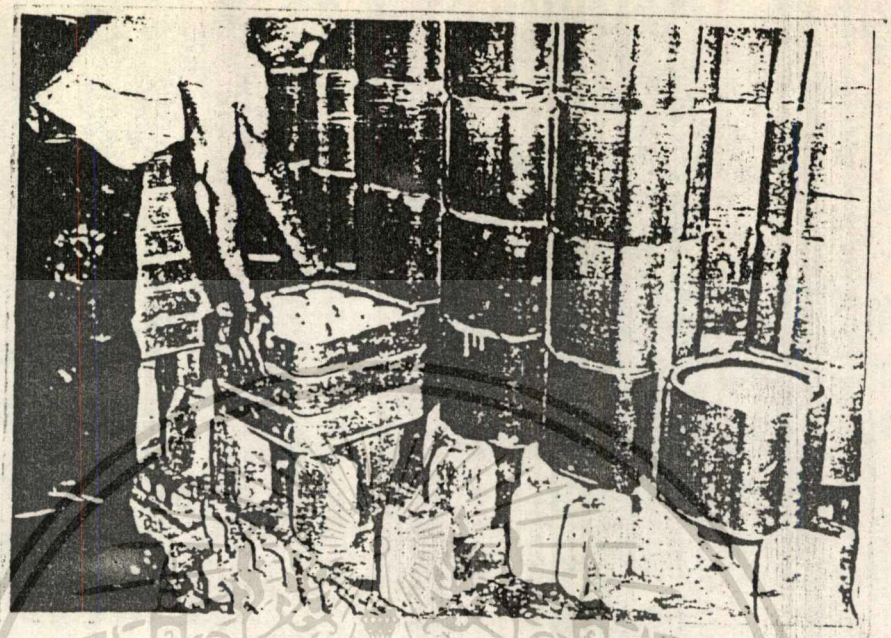


การเคลือบด้วยวิธีพ่น

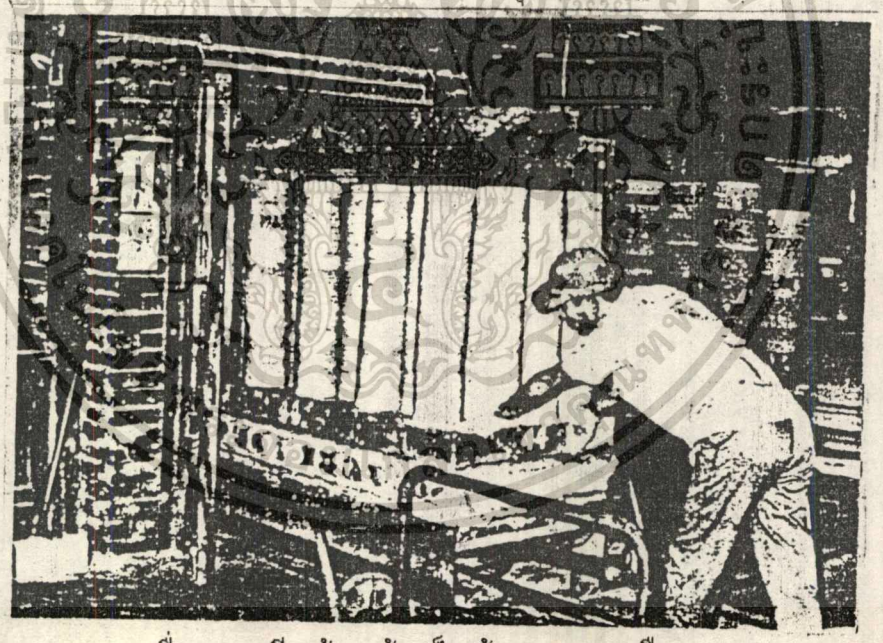
ภาพที่ 27 แสดงการเคลือบผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการเผาดิบแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเผาเคลือบ



นำภาชนะที่เคลือบแล้วบรรจุลงในจ๊อ



เมื่อบรรจุเรียบร้อยแล้วเซ็นเข้าเตาเผาเคลือบ

ภาพที่ 28 แสดงการลำเลียงผลิตภัณฑ์ที่เคลือบแล้วเข้าเตาเผาเพื่อทำการเคลือบต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตกแต่งลวดลาย



การออกแบบลวดลาย



การติดรูปลอกลายลงบนภาชนะ

ภาพที่ 29 ภาพที่แสดงการตกแต่งลวดลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรรมวิธีการตกแต่งลวดลาย

กรรมวิธีในการตกแต่งลวดลายอาจแบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

- การตกแต่งก่อนการเผา (GREENWARE DECORATION)
- การตกแต่งหลังการเผา (BISQVE and GLAZED DECORATION)

ในระบบอุตสาหกรรมโดยมากมักใช้วิธีการตกแต่งหลังการเผาเนื่องจากความสูญเสียในการผลิตน้อยกว่าแบบแรก โดยทั่วไปจะมีการตกแต่ง 2 วิธี คือ

1. การตกแต่งสีใต้เคลือบ (UNDERGLAZE DECORATION)
2. การตกแต่งสีบนเคลือบ (OVERGLAZE DECORATION)

1. การตกแต่งสีใต้เคลือบ (UNDERGLAZE DECORATION)

การตกแต่งวิธีนี้ เป็นการเขียนสีตกแต่งลงบนภาชนะที่เผาดินแล้ว โดยสีที่ใช้เป็นส่วนผสมของ UNDERGLAZE POWDER และน้ำผสมเคลือบใสอีกเล็กน้อยเพื่อให้ส่วนผสมมีความเข้มข้นขึ้น อาจเติมกลรเซลรีน (GLYCERIN) ลงไปเล็กน้อยเพื่อให้สีมีการไหลตัวดีขึ้นและติดแน่นกับภาชนะ การตกแต่งอาจใช้วิธีเขียนสี หรือการพ่นด้วย AIR BRUSH และเคลือบใสทับ

การตกแต่งด้วยวิธีนี้ต้องอาศัยความชำนาญเป็นพิเศษ ซึ่งในระบบอุตสาหกรรมขนาดย่อมในบ้านเรายังใช้วิธีนี้กันมาก

2. สารตกแต่งสีบนเคลือบ (OVERGLAZE DECORATION)

การตกแต่งสีบนเคลือบนี้เป็นที่นิยมในระบบอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ ซึ่งใช้วิธี TRANSFER PRINTING หรือ DECALCOMANIA เป็นการติดรูปลอกลงบนภาชนะที่เผาเคลือบแล้ว นำไปเผาให้สีติดอีกครั้ง

กรรมวิธีการตกแต่ง TRANSFER PRINTING

1) โรงปฏิบัติการ หรือห้องพิมพ์ (WORDSHOP OR PRINTING ROOM)

ห้องปฏิบัติการจะต้องใหญ่ และสว่าง อุณหภูมิห้องควรอยู่ในระหว่าง 18 - 20 องศา ความชื้น 65 - 70 % หรือห้องปรับอากาศเพื่อไม่ให้กระดาษรูปลอกเสียหายหรือเกิดการม้วนตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) กระดาษรูปลอก (PAPER OF TRANSFER PICTURES)

การพิมพ์สีลวดลายจะพิมพ์ลงบน SIMPLEX PAPER (META PAPER) ซึ่งด้านหนึ่งจะเคลือบผิวไว้ ซึ่งมีคุณสมบัติให้สีติดกับภาชนะ กระดาษนี้ต้องเก็บในห้องที่มีความชื้น ถ้าอยู่ในที่แห้งจะเกิดการหดและม้วนตัว กระดาษรูปลอกที่มีคุณภาพดีจะต้องทนต่อการเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศและความชื้น กระดาษรูปลอกในงานเซรามิคจึงมีคุณภาพแตกต่างกัน

3) ผ้าพิมพ์ (PRINTING CLOTH)

การเลือกผ้าพิมพ์ขึ้นอยู่กับประเภทของงาน ผ้าพิมพ์สำหรับงานเครื่องแก้วจะหนากว่าผ้าพิมพ์งานเซรามิค ผ้าพิมพ์มีหลายขนาด และความแข็งแรงของเส้นด้ายต่าง ๆ กัน TVYLON และ PERLON มีความยืดหยุ่นดี ผ้าพิมพ์ใยโลหะเหมาะสำหรับงาน LAY MARK

4) การพิมพ์ (THE SCREEN)

การ SCREEN มี 2 วิธี

- การ SCREEN โดยตรง (THE DIRECT SCREEN)
- การ SCREEN รูปลอก (THE FILM SCREEN)

การพิมพ์แบบ DIRECT SCREEN สามารถผลิตได้รวดเร็วแต่สามารถพิมพ์ได้ สีเดียว และมีข้อจำกัดของรูปทรงภาชนะ

5 สีพิมพ์ (SCREEN PRINTING COLOUR)

สีที่ใช้ในการพิมพ์รูลอกเป็นส่วนผสมของผงสี (COLOUR POWDER) กับน้ำมัน โดยการครวงในหม้อบด จะได้ส่วนผสมสีที่มีความข้น เมื่อจะนำมาใช้งานสามารถเดติมน้ำมันให้มีความข้นที่เหมาะสมได้ในการพิมพ์ลายหากสีหนาเกินไปเมื่อเผาแล้วจะเกิดลายเส้นนูนหากพิมพ์สีบางเกินไปสีอาจลบเลือนได้ขณะเผา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LUSTRE COLOUR

เป็นสีใช้ตกแต่ง มีสีมันวาวสาวยงาม ลักษณะเป็นของเหลวที่มีส่วนผสมของโลหะ สามารถตกแต่งโดยใช้วิธีเขียน หรือพ่นก็ได้

- วิธีเขียนแปรงตัวเป็นแปรงขนอ่อนปราศจากฝุ่นภาชนะที่จะเขียนต้องสะอาดปราศจากฝุ่นและคราบมันหรือความชื้น หากข้นไปให้เติมน้ำมันเบอร์ 26 การเขียนควรเขียนในที่แห้งปราศจากความชื้น
- วิธีพ่น การพ่นใช้เครื่องพ่น (SPRAY GUN) โดยการผสมน้ำมันเบอร์ 100 N 30 - 100 % วิธีนี้จะทำให้เคลือบมีสีเคลือบมันวาว

เมื่อเขียน หรือพ่น LUSTRE แล้วต้องทิ้งให้แห้งหลายชั่วโมงในที่ไม่มีฝุ่นและแห้ง การเผาต้องระมัดระวัง ที่อุณหภูมิ 420 องศาเซนติเซส ไอน้ำมัน (OIL VAPOUR DEVELOPING) จะหนีหายได้ง่าย และในบรรยากาศเตาที่เป็น REDUCING LUSTRE จะสลาย

อุณหภูมิในการเผา - PORCELAIN 800 องศา

- EARTHENWARE 700 - 750 องศา

แนวทางการออกแบบ

แนวทางในการออกแบบ จะมี 2 ลักษณะคือ

- การออกแบบรูปทรง
- การออกแบบลวดลาย

1. การออกแบบรูปทรง

การออกแบบรูปทรงจะเน้นถึงประโยชน์ใช้สอย (FUNCTION) เป็นหลักสำคัญโดยการศึกษาถึงลักษณะของส่วนประกอบของภาชนะในแต่ละจุดแล้วนำส่วนที่ดีทั้งหมดมาออกแบบประกอบกัน ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงความงามทางรูปทรงประกอบกันอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การออกแบบลอดลาย

การออกแบบตกแต่งลวดลายจะเน้นแสดงให้สื่อความหมายถึงรัชกาลที่ 6 เป็นสำคัญ โดยศึกษาลักษณะด่นในสมัยของพระองค์ซึ่งได้แก่

- ด้านสถาปัตยกรรม
- ด้านศิลปกรรม
- ด้านวรรณกรรม

2.1 ด้านสถาปัตยกรรม - โดยการศึกษาลักษณะของลวดลายในการตกแต่ง เช่นลายของหน้าบัน, ลายขอบประตูหน้าต่าง หรือลายฉลุของมุข, ลายบันไดซึ่งเป็นที่นิยมในสมัยนั้นและการใช้เครื่องหมายวชิราวุธประกอบในการตกแต่งด้วยเสมอ สีที่ใช้มักมีสีน้ำเงินเป็นสีพื้น เนื่องจากเป็นสีประจำพระองค์

2.2 ด้านศิลปกรรม - ในด้านศิลปกรรมซึ่งได้แก่ประติมากรรมและจิตกรรม ซึ่งได้แก่ประติมากรรมและจิตกรรมเป็นในลักษณะของ REALISTIC เช่นนี้ปั้นรูปคนเหมือน เช่น พระบรมราชานุสาวรีย์ต่าง ๆ การจับจุดเด่นในด้านนี้จึงไม่ค่อยมีสิ่งหน้าสนใจ หรือสิ่งที่สื่อความหมายถึงรัชกาลที่ 6 มากนัก

2.3 ด้านวรรณกรรม - ในด้านวรรณกรรมนับเป็นเรื่องที่ประชาชนทั่วไปทราบดีว่าเป็นพระปรีชาสามารถของรัชกาลที่ 6 โดยเฉพาะแนวทางในการจับจุดเด่นในด้านนี้จึงเป็นในแนวดึงเอาเรื่องราวของบทพระราชนิพนธ์มาใช้เป็นลวดลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูล 2.2.3

"ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับปูนปลาสเตอร์"

2.2.3.1 ข้อมูลทั่วไปและคุณสมบัติของปูนปลาสเตอร์

2.2.3.2 การเตรียมปูนปาสเตอร์ในการทำแม่แบบปลาสเตอร์

2.2.3.3 ข้อควรจำสำหรับการผลิตแม่แบบปูนปลาสเตอร์สำหรับงานหล่อน้ำสลิป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3.1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับคุณสมบัติของปูนปลาสเตอร์

1. แบบปลาสเตอร์

การทำแบบปลาสเตอร์ต้องอาศัยความชำนาญ ประสบการณ์และความสามารถเฉพาะตัว ไม่สามารถสอนกันโดยวิธีการพรรณนาเป็นตัวหนังสือ แบบที่ใช้หล่อดินขึ้นเป็นรูปผลิตภัณฑ์ต่างๆ ทำมาจากวัสดุที่ได้มาจากการเผาแร่ $CaSO_4 \quad 2H_2O$ (gypsum) วัสดุนี้ที่เหมาะกับการนำมาใช้ทำแบบก็เพราะที่คุณสมบัติที่เป็นประโยชน์หลายประการคือ

1.1 สามารถรักษารายละเอียดต่าง ๆ ของแม่แบบไว้ได้

1.2 แบบจะมีความคงทนทั้งคุณสมบัติทางเคมีและคุณสมบัติทางกายภาพ เป็นระยะเวลานาน

1.3 เราสามารถที่จะทำให้แบบมีความสามารถดูดซึมได้ตามที่ต้องการ รูพรุนในเนื้อแบบไม่ดูดยึดเนื้อดินไว้แน่น ทำให้ผลิตภัณฑ์หลุดจากแบบได้ง่าย

1.4 แบบที่ทำขึ้นจะมีผิวเรียบและคงทน

1.5 สามารถรักษาคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของแบบให้คงที่และสม่ำเสมอ

1.6 วัสดุที่มีคุณสมบัติเหมือนวุ้นไม่สามารถเข้าไปอุดรูพรุนในแบบได้ง่าย ๆ

1.7 มีราคาถูก

2. วิธีการผลิตแบบปลาสเตอร์สำหรับใช้ใน Jiggering หรือ Casting มี 4 ขั้นตอน คือ

2.1 แม่แบบ (original model) ซึ่งอาจจะทำด้วยปลาสเตอร์ ดิน ไม้ ขี้ผึ้งหรือโลหะ

2.2 แบบซึ่งเหมือนกับแบบที่ใช้ในการเทแบบ แต่ใช้สำหรับผลิต Case mold เรียก block mold

2.3 แบบซึ่งจะใช้สำหรับเทแบบปลาสเตอร์ ซึ่งจะเป็นส่วนใดส่วนหนึ่งของแบบปลาสเตอร์ ที่ใช้สำหรับขึ้นรูปผลิตภัณฑ์โดยวิธีเทแบบ เรียก case mold

2.4 แบบที่ใช้ขึ้นรูปโดยวิธีเทแบบ เรียก working mold ซึ่งจะเหมือนกับ block mold แต่ได้จากการเทแบบจาก case mold

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การแข็งตัวของปลาสเตอร์ (setting of plaster)

ปลาสเตอร์ผลิตโดยการเผาแร่ gypsum ในกาใหญ่ซึ่งจะต้องควบคุมอุณหภูมิและความดันให้เหมาะสม วัสดุนี้มีชื่อรูปร่างโครงสร้าง สูตรเคมี และวิธีการผลิตต่างๆ ตามตารางที่

ตารางที่ 4 การแข็งตัวของปูนปาสเตอร์ Modification of Calcium Sulfate.

Material	Formula	Preparation
Dihydeate..... $CaSO_4$	$2H_2O$	Maturally occurring gypsum rock
a-Hemihydrate..... $CaSO_4$	$1/2H_2O$	By dehydrating in saturated steam
b-Hemihydrate..... $CaSO_4$	$1/2H_2O$	By dehydrating in dry atmosphere
a-Soluble anhydrite.... $CaSO_4$		By dehydrating a-hemihydrate
b-Soluble anhydrite... $CaSO_4$		By dehydrating b-hemihydrate
InSoluble anhydrite... $CaSO_4$		By high-temperature proccssing

ในอุตสาหกรรมเซรามิกส์ใช้ b-himihydrate การแข็งตัวของปลาสเตอร์ Fischer เป็นคนอธิบายตามรูป

จากกราฟหลังจากผสมน้ำและปลาสเตอร์ในอัตราส่วนที่เหมาะสมให้เข้ากันดีประมาณ 20 นาที กปลาสเตอร์จะเริ่มแข็งตัว และการแข็งตัวจะสมบูรณ์ในเวลา 30 นาที การแข็งตัวเกิดจากการเกิดผลึกรูปเข็ม (Viscart meedle) สานก่ายกันไปมา อุณหภูมิจะสูงสุดเมื่อเวลาผ่านไปประมาณ 40 นาทีมี การขยายตัวเริ่มช้าและน้อยลง การขยายตัวเริ่มตั้งแต่เริ่มการแข็งตัวพร้องกับอุณหภูมิเริ่มสูงขึ้น จากกราฟ แสดงว่าการรวมตัวของปลาสเตอร์กับน้ำจะกินเวลาถึง 20 นาที ซึ่งจะทำให้ส่วนผสมข้นขึ้นมีลักษณะคล้ายกับผงวุ้น และจะแข็งตัวภายในเวลา 10 นาที และตกผลึกออกมาพร้อมกับคายความร้อนออกมา และมีการขยายตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในปัจจุบัน เราทราบว่าการแข็งตัวของปลาสเตอร์เริ่มด้วยการที่ $CaSO_4 1/2H_2O$ บางส่วนละลายและเกิดเป็นวุ้น ซึ่งจะเชื่อมอนุภาคทั้งหลาย ซึ่งเป็นเหตุให้เกิดการเริ่มต้นแข็งตัว และต่อมาจะเกิดผลึกรูปเข็มของ $CaSO_4\ 2H_2O$ สานกันไปมา

4. คุณสมบัติของปลาสเตอร์

สมมติว่าเราผสมน้ำ 60 กรัม กับปลาสเตอร์ 100 กรัม แล้วทำให้ได้ปลาสเตอร์ที่มีคุณสมบัติเหมาะสมกับงานที่จะนำไปใช้ เราเรียกว่าปลาสเตอร์มี consistency 60 การใช้น้ำมากไปกว่านี้จะทำให้แบบมีรูพรุนมาก และไม่แข็งแรง

Original models และ Block molds ต้องการปลาสเตอร์ที่มีคุณสมบัติแกะสลักได้ง่ายและเรียบ ดังนั้นต้องไม่มีก้อนหินก้อนทรายเฟจื้อปน ต้องไม่มีก้อนหินก้อนทรายเจือปน ต้องมีความแข็งแรงบางกรณีต้องมีความเหนียวดีและมีการแข็งตัวช้าเพื่อความสะดวกในการขึ้นรูป

Case molds ปลาสเตอร์ที่จะใช้ทำ case mold ควรมีคุณสมบัติดังนี้

4.1 มีการขยายตัวน้อย เพื่อกันการอัดแน่นหรือทำให้ block mold โค้งงอ

4.2 มี consistency ต่ำ แต่สามารถให้ผิวแบบที่เรียบและมีความแข็งแรงดี

4.3 มี consistency ต่ำ มีการไหลตัวดี เพื่อรักษารายละเอียดของแม่แบบไว้ได้อย่างถูกต้อง

4.4 มีความเหนียวดี และมีช่วงการแข็งตัวยาวนานพอที่จะตกแต่งแบบให้เรียบร้อย

4.5 เมื่อเป็นแบบเก็บไว้นาน ๆ ขนาดของแบบต้องไม่มีการเปลี่ยนแปลง

5. แบบสำหรับใช้ใน Jigger และ Casting จะต้องมีความหนาแน่นสม่ำเสมอ ผิวหน้าต้องเรียบและไม่มีเม็ดหินทรายปนอยู่ ปลาสเตอร์ที่ใช้ทำแบบควรมีคุณสมบัติดังนี้

5.1 ต้องการน้ำผสมในการทำแบบน้อย แต่ได้น้ำปลาสเตอร์ที่มีการไหลตัวดี การผสมกันง่าย เมื่อเป็นแบบแล้วจะได้แบบที่มีความหนาแน่นสูง ผิวหน้าแบบเรียนและเก็บรักษาลายต่าง ๆ ของแม่แบบได้ดี

5.2 ขณะแข็งตัวมีการขยายตัวน้อย

5.3 มีระยะเวลาในขณะที่เป็นของเหลว ที่มีการไหลตัวดีนานพอที่จะ ทำงานให้สำเร็จโดยไม่ต้องรีบร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4 เนื้อปลาสเตอร์ต้องมีคุณสมบัติสม่ำเสมอโดยไม่ทำให้แบบที่ผลิตขึ้นในเวลาต่างๆ กันมีคุณสมบัติแตกต่างกัน

5.5 แบบปลาสเตอร์ที่ได้จะต้องมีการสึกหรออย่างสม่ำเสมอ และเป็นไปอย่างช้า ๆ

สิ่งสำคัญในการทำแบบปลาสเตอร์ก็คือ การทำให้แบบปลาสเตอร์มีคุณสมบัติทางกายภาพที่สม่ำเสมอ ซึ่งการจะทำให้ได้สิ่งนี้จะต้องทำการชั่งทั้งน้ำและปลาสเตอร์อย่างถูกต้องก่อนที่คจะผสมกัน นอกจากนี้ เวลาที่แช่ปลาสเตอร์กับน้ำทิ้งไว้ก่อนกวนผสม กับเวลาที่ใช้ในการกวนผสมก็ต้องมีการควบคุมเวลาที่ใช้ในการกวนผสมนานการแข็งตัวของปลาสเตอร์ก็จะเร็วอุณหภูมิก็มีส่วนสำคัญต้องมีการควบคุมถ้าจะให้ดีห้องทำแบบควรเป็นห้องปรับอากาศ ปัจจุบันเรายอมรับว่าการกวนผสมควรใช้อัตราเร็ว 1,700 รอบต่อนาที ผิวหน้าของแบบมักเกิดรูเล็ก ๆ เนื่องจากฟองอากาศถูกกักอยู่ ฟองอากาศเหล่านี้ขจัดออกได้ด้วยการใช้เครื่องผสมที่ดี พร้อมกับการส่นหรือเคาะทั้งก่อนเทและหลังเทน้ำปลาสเตอร์นอกจากนี้การช้อนฟองอากาศที่ผิวหน้าของน้ำปลาสเตอร์ออกก็จะช่วยลดรูที่อาจเกิดขึ้นได้บ้างถ้ามีการเทนำปลาสเตอร์ลงบนแบบปลาสเตอร์เมื่อปลาสเตอร์แข็งตัวจะแกะออกจากกันได้ยากมากเพราะมันจะดูดกันไว้แน่นมาก การจะเทน้ำปลาสเตอร์ลงบนแบบปลาสเตอร์ต้องทาผิวแบปลาสเตอร์ด้วยน้ำสบู่เสียก่อนเพื่อให้ลื่น และป้องกันแรงดูดซึ่งกันและกันระหว่างปลาสเตอร์ทั้งสองซึ่งจะทำให้การแกะแบบเป็นไปได้ง่าย

สาเหตุที่ทำให้แบปลาสเตอร์หมดอายุการใช้งานมี 2 ประการ

1. ขนาดเปลี่ยนแปลงไปมากกว่ากำหนด การเปลี่ยนแปลงอาจเกิดจากการแตก หัก หรือบิ่น ในขณะใช้งาน และไม่สามารถที่จะซ่อมแซมได้

2. ผิวหน้าไม่เรียบหรือผิวหน้าเกิดขรุขระ เนื่องจากถูกพวกสารละลายกัดกร่อนในแผนทำแบบ จะต้องมีแสงสว่างอย่างดี มีอุณหภูมิและความชื้นที่คงที่ปราศจากฝุ่นละออง ต้องมีเนื้อที่มากพอสำหรับอบแบบให้แห้ง และสำหรับเก็บแบบไว้ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.กระบวนการเทแบบ มี 2 วิธี

6.1 การเทแบบโดยให้น้ำดินที่เหลือทิ้ง เรียก solid casting ซึ่งเหมาะกับการเทแบบผลิตภัณฑ์ที่มีความหนาและมีรูปร่างแปลง ๆ

6.2 การเทแบบโดยมีการเทน้ำดินที่เหลือทิ้งเรียก drain casting ซึ่งเหมาะกับผลิตภัณฑ์ที่ต้องการผนังบาง และต้องการความหนาอย่างสม่ำเสมอ

2.2.3.2 การเตรียมปูนปลาสเตอร์ในการทำแม่แบบสำหรับหล่อน้ำดิน

วิธีผสมปูนปลาสเตอร์มี 2 วิธี คือ

-ผสมโดยการชั่งน้ำหนัก

-ผสมโดยไม่ต้องชั่งน้ำหนัก (การกะประมาณ)

การผสมปูนปลาสเตอร์โดยวิธีชั่งน้ำหนัก

1. อัตราส่วนโดยทั่วไป ปูนปลาสเตอร์ 100 ส่วน/น้ำ67 ส่วน

2. อัตราส่วนระหว่างปูนปลาสเตอร์กับน้ำ นอกจากจะมีผลต่อระยะเวลาในการแข็งตัวของปูนปลาสเตอร์แล้วยังมีผลต่อความแข็งแกร่งของปูนเมื่อแข็งตัวแล้ว

ยิ่งใช้น้ำในการผสมมาก แบบปูนปลาสเตอร์ที่ได้จะอ่อนไม่แข็งแรง

ตารางที่ 5 แสดงอัตราส่วนปูนปลาสเตอร์และน้ำซึ่งมีผลต่อความแข็งของแบบปูนที่ได้

คุณภาพของปลาสเตอร์	ปูนปลาสเตอร์	น้ำ
แข็งปานกลาง	100	65 - 85
อ่อน - ปานกลาง	100	94 - 77
ปานกลาง - แข็ง	100	76 - 59
แข็ง - แข็งมาก	100	ต่ำกว่า 58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การผสมปูนในอัตราส่วนเท่าใดนั้น ขึ้นอยู่กับลักษณะของการนำไปใช้งาน

-อัตราส่วนของน้ำมาก ปูน จะอ่อน เหมาะแก่งานแกะ, สลัก, การทำแม่แบบ

-อัตราส่วนของน้ำน้อย แบบปูนที่ได้จะแข็ง เหมาะแก่งานทำแม่พิมพ์ ซึ่งต้องการความแข็งแรง ทนทานอายุการใช้งานยาวนาน

4. ความแตกต่างระหว่างปูนปลาสเตอร์กับน้ำถ้าแตกต่างกันมากจะมีผลต่อแบบปูนที่ได้คือ

-ถ้าส่วนของปูนปลาสเตอร์มากเกินไปเมื่อผึ่งระยะเริ่มแข็งตัวจะมีชั้นของน้ำลอยขึ้นผิวหน้า ทำให้แบบปูนปลาสเตอร์ไม่มีความเป็นเนื้อเดียวโดยด้านล่างจะแข็งกว่าบริเวณด้านบน

-ถ้าน้ำมากเกินไปงานที่ได้จะมีความแข็งที่เท่ากันทั้งก้อนแต่มีความอ่อนไม่แข็งแรง

ดังนั้นการผสมปูนปลาสเตอร์จึงเป็นงานที่ต้องอาศัยประสบการณ์, ความชำนาญ



ชั่งภาชนะเปล่า

ชั่งน้ำหนักน้ำที่เติมรวมกับนน.ภาชนะ

ชั่งปูนปลาสเตอร์ให้ได้นน.รวมตามอัตราส่วนที่กำหนดไว้

ภาพที่ 30 การผสมปูนปลาสเตอร์แบบที่ 1

จากภาพ อัตราส่วนของปูนปลาสเตอร์/น้ำ=3/2 หรือ 100/67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การผสมปูนปลาสเตอร์โดยวิธีกะประมาณ

1. ใส่น้ำลงในภาชนะที่เตรียมไว้
2. ค่อยโรยปูนปลาสเตอร์ให้เป็นผงกระจายทั่ว
3. อย่าจุ่มมือที่โรยปูนลงในน้ำ เพราะจะทำให้ปูนเป็นเม็ด
4. โรยปูนลงในน้ำจนกระทั่งระดับของปูนปลาสเตอร์เสมอผิวน้ำ
5. หากมีส่วนของปูนที่โผล่เหนือผิวน้ำ ไม่ควรกดลงให้จม ควรปล่อยให้ปูนจมลงไปเอง
6. เคาะข้างภาชนะผสมทเบา ๆ เพื่อไล่ฟองอากาศ



เติมน้ำลงในภาชนะ โรยปูนให้กระจายทั่ว ให้ระดับปูนเสมอผิวน้ำ

ภาพที่ 31 การผสมปูนปลาสเตอร์แบบที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคนผสมปูนปลาสเตอร์

1. ไม่ว่าจะเป็นการผสมปูนปลาสเตอร์โดยวิธีชั่วน้ำหนักหรือวิธีกะประมาณ เมื่อใส่ปูนลงในน้ำแล้ว ควรปล่อยพักไว้สักครู่ เพื่อให้ฟองอากาศผุดขึ้น อย่างน้อย 1 นาที (หากผสมเป็นจำนวนมาก ๆ ในระบบอุตสาหกรรม สามารถพักไหด้นาน 6 นาที)

2. ใช้มือ,ช้อน หรืออุปกรณ์อื่นคนส่วนผสมของปูนปลาสเตอร์ โดยคนจากข้างใต้ของส่วนผสมไม่ควรคนบริเวณผิวหน้า เพราะจะทำให้อากาศเข้าผสมในปูนปลาสเตอร์ทำให้เกิดฟองอากาศที่เนื้อของส่วนผสมปูนปลาสเตอร์

3. การคนส่วนผสม ควรมีจังหวะในการคนจากล่างขึ้นด้านบน เพื่อไล่ฟองอากาศขึ้น

4. การคนผสมยิ่งนานเท่าใดปูนปลาสเตอร์ก็จะแข็งตัวเร็วขึ้น หากเป็นการคนผสมด้วยเครื่องใช้เวลาประมาณ 1 นาที หากคนผสมด้วยมือใช้เวลาประมาณ 3 นาที

5. หากมีก้อนปูนแข็ง หรือวัสดุอื่น ๆ อยู่ในส่วนผสมปูนปลาสเตอร์ ควรนำออก



การคนผสมทางด้านล่าง ไม่ควรคนผสมบริเวณด้านบน

ภาพที่ 32 การผสมปูนปลาสเตอร์

ในการคนผสมปูนปลาสเตอร์เป็นจำนวนมาก ๆควรใช้เครื่องช่วย และควรเอียงทำมุมประมาณ 15 องศา เพื่อให้เกิดการวนของส่วนผสมจากล่างขึ้นบน เป็นการไล่ฟองอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเทส่วนผสมปูนปลาสเตอร์ลงแบบ หรือบล็อก

1. ค่อย ๆ เทส่วนผสมของปูนปลาสเตอร์ลงในแบบ หรือบล็อกที่เตรียมไว้ทีละน้อย

2. การเทต้องเทที่จุด ๆ เดียวให้ส่วนผสมของปูนปลาสเตอร์กระจายทั่วเอง ไม่ควรเทวนไปมา

3. เคาะข้างบล็อก เพื่อไล่ฟองอากาศ

4. การเทส่วนผสมปูนปลาสเตอร์ควรให้สูงกว่าแบบเล็กน้อย เมื่อปูนเริ่มแข็งตัวจึงใช้แผ่นโลหะปาดผิวหน้าออกให้เสมอกับแบบ



ค่อย ๆ เทปูนที่ผสมลงในบล็อกที่จุด ๆเดียว | เทส่วนผสมปูนให้สูงกว่าแบบเล็กน้อย | ใช้แผ่นโลหะปาดปูนส่วนที่เกินออก

ภาพที่ 33 การหล่อแม่แบบปูนปลาสเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสร้างแม่แบบปูนปลาสเตอร์

การสร้างแม่แบบปูนปลาสเตอร์เป็นงานที่ต้องอาศัยความชำนาญ, ประสบการณ์ และความสามารถเฉพาะตัวเป็นอย่างมาก แม่แบบทำจากปูนปลาสเตอร์ได้มาจากการเผาแร่ยิบซัม ($CaSo_4$ $2H_2O$) น้ำที่มีอยู่จะระเหยไป ทำให้ให้ปลาสเตอร์ที่ได้มีคุณสมบัติในการดูดซึมน้ำได้ดี นอกจากนี้ปลาสเตอร์ยังมีคุณสมบัติอื่น ๆ คือ

1. สามารถรักษาลายละเอียดของแม่แบบไว้ได้
2. แม่แบบที่ได้จะมีความคงทนทั้งทางเคมีและกายภาพเป็นเวลานาน
3. สามารถทำให้แบบมีความสามารถในการดูดซึมได้ตามต้องการ รูพรุนในเนื้อแบบไม่ถูกยึดเนื้อดินไว้แน่น ทำให้ผลิตภัณฑ์หลุดจากแบบได้ง่าย
4. แบบที่ได้มีผิวเรียบ และคงทน
5. วัสดุที่มีรูพรุนเหมือนวุ้นไม่สามารถเข้าไปอุดรูพรุนในเนื้อแบบได้ง่าย ๆ
6. ปูนปลาสเตอร์ เมื่อแข็งตัวจะไม่มี grain ไม่มีจุดแข็งและจุดอ่อน ดังนั้นจึงเป็นวัสดุที่มีความเหมาะสมในการตัดเฉือน, แกะ, สลัก หรือการใช้งานกับ Template

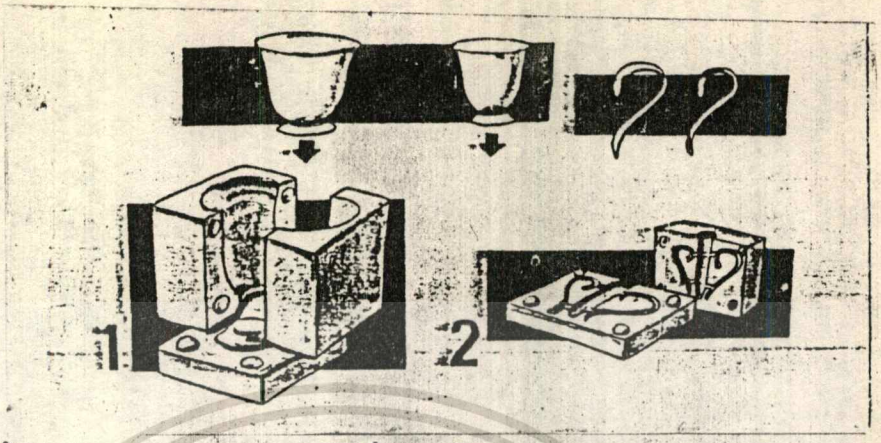
ชนิดของปูนปลาสเตอร์

ปูนปลาสเตอร์ในงานศิลป์, งานช่าง แบ่งออกเป็น 3 ชนิดใหญ่ ๆ คือ

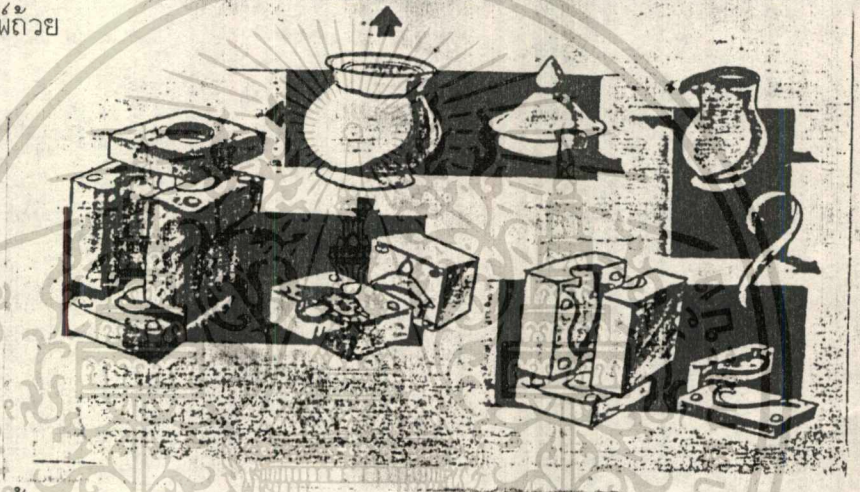
1. Industrial Molding Plaster เรียกอีกอย่างว่าปูนชนิดอ่อน (Soft Plaster) หรือ (Plaster of paris) ซึ่งเป็นปูนปลาสเตอร์ที่อ่อนที่สุด ไม่มีส่วนผสมของสารเคลือบแข็งที่ผิวหน้า (Surface-Hardening Additives) สามารถตัดแต่งได้ง่ายมาก เหมาะสำหรับทำแม่แบบ หรือแม่พิมพ์ที่ใช้แล้วทิ้ง (Waste Molds) ใช้ได้ดีในอัตราส่วน ปูน 100 ส่วน/น้ำ 67-80 ส่วน แข็งตัวในเวลา 20-35 นาที
2. Casting Plaster เป็นปูนชนิดที่ใช้กันทั่วไป, ผสมง่ายมีความหนาแน่นและความแข็งแรงของเนื้อปูนมากกว่า Molding Plaster เล็กน้อย ใช้ได้ดีในอัตราส่วนโดยปูนปลาสเตอร์ 100 ส่วน/น้ำ 67-80 ส่วน แข็งตัวในเวลา 25-30 นาที
3. Art Plaster ลักษณะคล้ายกับ Casting Plaster แต่ไม่แข็งเท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

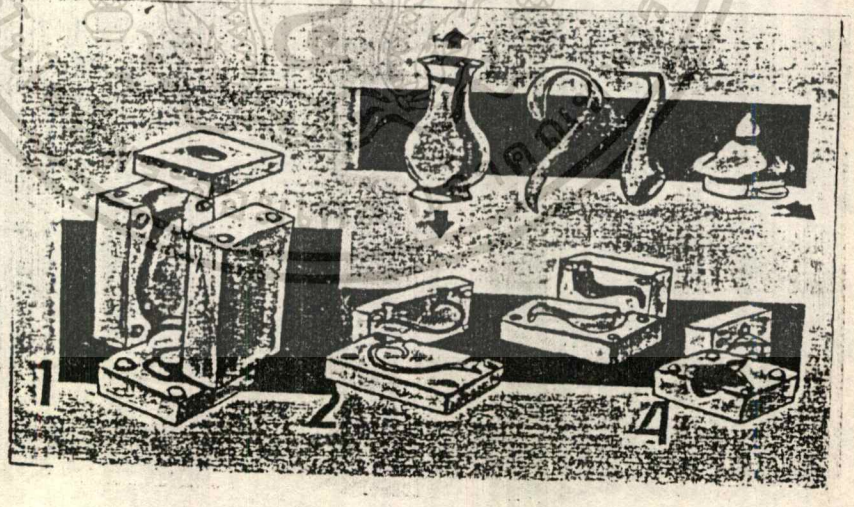
การแยกชิ้นส่วนแม่พิมพ์



แม่พิมพ์ถ้วย



แม่พิมพ์โถน้ำตาล และโถนม



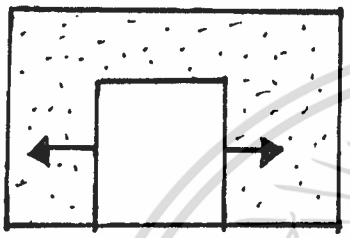
แม่พิมพ์กาน้ำ

ภาพที่ 34 ภาพการแยกชิ้นส่วนแม่พิมพ์แต่ละชนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

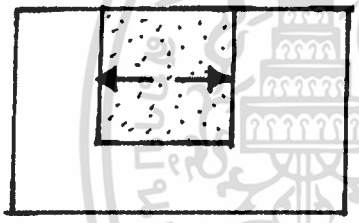
การนำงานออกจากแบบ

เมื่อปูนเริ่มแข็งตัว จะเกิดความร้อน ระยะที่ร้อนที่สุดเป็นช่วงที่ปูนเกิดการขยายตัวมากที่สุดหลังจากเย็นตัวลงปูนปลาสเตอร์จะหดตัวลงการขยายตัวและการหดตัวของปูนปลาสเตอร์นี้มีผลต่อความยากง่ายในการถอดแบบ แล้วแต่ลักษณะของงานดังภาพ



-เมื่อ ปูนปลาสเตอร์เททับแบบ

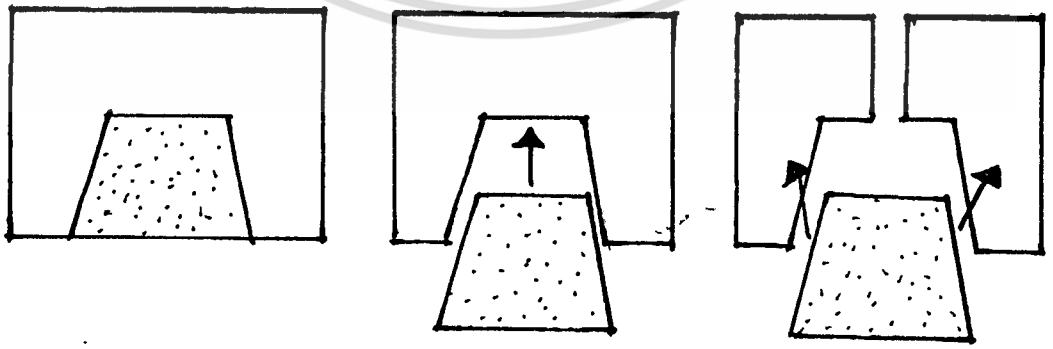
เมื่อปูนเริ่มแข็งตัวปูนปลาสเตอร์จะขยายตัวออกทางด้านข้างเมื่อปูนร้อนเต็มที่เป็นช่วงที่ปูนขยายตัวเต็มที่กันเป็นระยะที่ถอดแบบง่ายที่สุด แต่เมื่อปูนเย็นตัวลงจะหดรัดแบบทำให้ถอดแบบยากขึ้น แต่พึงระวังว่าการเคาะงานออกจากแบบปูนปลาสเตอร์ในขณะที่ยังร้อน จะเกิดการเสียหายได้ง่าย



-เมื่อเทปูนปลาสเตอร์ลงในแบบ

ช่วงปูนขยายตัวดันออกด้านข้างจะถอดแบบได้ยากแต่เมื่อปูนเย็นและหดตัวลงจะถอดแบบได้ง่ายขึ้น

ในทางปฏิบัติการทำแม่พิมพ์ หรือแบบปูนปลาสเตอร์ควรออกแบบให้มีรูปร้างลักษณะที่เอื้ออำนวยในการถอดแบบ คือสอบขึ้น (หากเป็นการถอดแบเพียงชิ้นเดียวหรือออกแบบให้พิมพ์ถอดประกอบได้มากกว่า 1 ชิ้น



ภาพที่ 35 ภาพการแยกแม่พิมพ์ออกจากต้นแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3.3 ข้อควรจำสำหรับการผลิตแม่แบบปูนปลาสเตอร์

ปูนปลาสเตอร์ที่ดีควรมีคุณสมบัติดังนี้คือ

1. ต้องการน้ำผสมในการทำแบบน้อยแต่ได้น้ำปลาสเตอร์ที่มีการไหลตัวดี การผสมกันง่าย
2. ขณะแข็งตัวมีการขยายตัวน้อย
3. มีระยะเวลาในขณะที่เป็นของเหลวที่มีการไหลตัวดีนานพอที่จะทำงานได้โดยไม่ต้องรีบร้อน
4. เนื้อปลาสเตอร์มีคุณสมบัติสำเสมอ โดยไม่ทำให้แบบที่ผลิตขึ้นในเวลาต่างๆ กันมีคุณสมบัติแตกต่างกัน
5. มีการสึกหรออย่างสม่ำเสมอ และเป็นไปอย่างช้า ๆ

ข้อควรปฏิบัติในการทำแบบปูนปลาสเตอร์

1. ผสมปูนปลาสเตอร์ลงในน้ำ ไม่ควรเทน้ำผสมลงในปูนปลาสเตอร์
2. ไม่ควรใช้ปูนเก่า หรือปูนที่เป็นไตแข็ง
3. อย่าใช้มือที่โดยปูนจุ่มลงในน้ำ เพราะจะทำให้ปูนเป็นเม็ด
4. การผสมปูนปลาสเตอร์ควรผสมเทในครั้งเดียว จึงควรผสมเผื่อเกินไว้เล็กน้อย หากผสมปูนปลาสเตอร์ไม่เพียงพอการผสมเท 2 ครั้งจะทำให้เนื้อปูนของแบบไม่เป็นเนื้อเดียวกัน
5. รีบล้างภาชนะที่ผสมปูนปลาสเตอร์ให้สะอาด

การระวังรักษาแบบปูนปลาสเตอร์

ตามปกติแม่พิมพ์ปูนปลาสเตอร์จะใช้งานได้ประมาณ 100-120 ครั้ง แล้วแต่การระวังรักษามิให้เสื่อมเร็วกว่ากำหนด คือ

1. ก่อนที่จะใช้แบบพิมพ์ปูนปลาสเตอร์ ควรตากให้แห้งเสียก่อน อย่านำมาใช้ทั้งที่เปียกอยู่
2. การตากแห้ง, หรืออบแห้ง อุณหภูมิไม่ควรเกิน 60 องศาเซลเซียส
3. อย่าใช้แบบพิมพ์ปูนปลาสเตอร์ในขณะที่ยังร้อนอยู่
4. เก็บแบบพิมพ์ในที่แห้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระยะเวลาในการแข็งตัวของส่วนผสมปูนปลาสเตอร์

ระยะเวลาการแข็งตัวของปูนปลาสเต่อร์ หมายถึงระยะเวลาตั้งแต่เริ่มผสมปูนปลาสเตอร์ลงในน้ำ จนถึงช่วงปูนปลาสเตอร์แข็งตัว แบ่งออกเป็น 3 ระยะ คือ

ระยะที่ 1 -ส่วนผสมของปูนปลาสเตอร์ยังเป็นของเหลว สามารถเทไหลได้ง่าย

ระยะที่ 2 -ส่วนผสมของปูนปลาสเตอร์เริ่มมีความหนืด, เหนียวเหมาะแก่การใช้งานซึ่งใช้วิธี

ระยะที่ 3 -เป็นระยะที่ปูนปลาสเตอร์เริ่มแข็งเป็นก้อน สามารถขูด ตัดเฉือนโดยใช้เครื่องมือได้ง่าย

เวลาในการแข็งตัวของปูนปลาสเตอร์ขึ้นอยู่กับ

-อัตราส่วนผสมระหว่างน้ำกับปูนปลาสเตอร์กับน้ำถ้าน้ำมาก เวลาในการแข็งตัวจะนานกว่าส่วนผสมที่มีน้ำน้อย

-อุณหภูมิของน้ำ น้ำที่มีอุณหภูมิสูง ส่วนผสมปูนปลาสเตอร์จะแข็งตัวเร็วกว่าการใช้น้ำอุณหภมิธรรมดาในการผสม

-เวลาในการคนผสม การคนส่วนผสมยิ่งนาน ปูนปลาสเตอร์ยิ่งแข็งตัวเร็วขึ้น

-การเติมสารผสมอื่นเข้าไป

.สารที่ทำให้ปูนแข็งตัวเร็ว เช่น เกลือ, แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์

.สารที่ทำให้ปูนแข็งตัวช้า แช่น สารส้ม, น้ำส้มสายชู ,แอลกอฮอล์

-การใช้ปูนปลาสเตอร์ที่เก่าเวลาในการแข็งตัวจะช้ากว่าปกติและเนื้อปูนปลาสเตอร์ไม่เรียบสม่ำเสมอ, เป็นเม็ด

หมายเหตุ -อาจเพิ่มความแข็งแรงให้กับปูนปลาสเตอร์ที่ผสม โดยการเติม โซเดียมซัลเฟตมักเนเซียมคลอไรด์ หรือ ซีเมนต์ลงไปเล็กน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูล 2.3

"พฤติกรรมการใช้งานตู้อบแม่แบบปูนปลาสเตอร์"

2.3.1 จำนวนแม่แบบที่ใช้อบแต่ละครั้ง

2.3.2 ขนาดของแม่แบบแต่ละชนิด

2.3.3 ระยะเวลาในการอบแม่แบบปูนปลาสเตอร์

2.3.4 อุณหภูมิใน การอบแม่แบบปูนปลาสเตอร์ฯฉ

2.3.5 การจัดเรียงแม่แบบภายในตู้อบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1 จำนวนแม่แบบที่ใช้อบในแต่ละครั้ง

การอบแม่แบบในสถานศึกษาอาชีวะนั้นการปฏิบัติงานของนักศึกษาในแต่ละวันนั้นการอบจะเปิดตู้อบไว้ตลอดวันการปฏิบัติงานแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ

1. กลุ่ม ปว.ช. มี 3 ห้อง คือ ปวช. 1,2,3, มีนักศึกษาห้องละ 30 คน รวมแล้ว 90 คน เวลาเรียนในแต่ละวันวันละ 2 กลุ่ม จำนวนแม่แบบที่ทำ การอบใช้ 60 แม่แบบ

2. กลุ่ม ปว.ส. 1 , 2 ซึ่งเป็นกลุ่มวิชาเลือก มี 2 กลุ่มแบ่งเป็นกลุ่มละ 15 คน รวม 30 คน เวลาเรียนแต่ละวันวันละ 1 กลุ่ม จำนวนแม่แบบ. 15 ชิ้นงาน

ดังนั้นจำนวนแม่แบบที่ใช้กับตู้อบแม่แบบแต่ละครั้งนั้นประมาณ 60-75 ชิ้นงาน ซึ่งชิ้นงานแต่ละชิ้นจะมีขนาดโดยเฉลี่ยประมาณ 12,000 ลบ.ชม. จำนวน 60 ชิ้นงานกินพื้นที่ 720,000 ลบ.ชม. ซึ่งตู้อบที่ใช้งานทั่วไปมีขนาด ก x ย x ส (100x50x200) เป็นปริมาตร 1,000,000 ลบชม. ซึ่งสามารถบรรจุแม่แบบได้ครบจำนวน

(หมายเหตุ) จำนวนนักเรียนที่เรียนหรือชั่วโมงงในการเรียนวิชาเครื่องปั้นดินเผานั้นจะไม่ทับกันหรือซ้ำกันดังนั้นจำนวนแม่แบบจึงไม่สูงถึง 720,000 ลบชม. ซึ่งในที่นี้ใช้ค่าเฉลี่ยที่สูงที่สุด

หมายเหตุ ข้อมูลสถานศึกษา สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขตภาคพายัพ (เจ็ดยอด)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 ขนาดของแม่แบบแต่ละชนิด

ขนาดของแม่แบบมีหลายขนาดขึ้นอยู่กับรูปทรงของผลิตภัณฑ์ที่เราต้องการ เช่น ต้องการแจกันสำหรับตั้งประดับบนโต๊ะอาหารขนาดของแม่แบบจะมีขนาดกลางจะไปใหญ่โตมากนัก แต่ถ้าหากต้องการชุดแจกันลายครามขนาดใหญ่มาก ขนาดของแม่แบบ จะมีขนาดใหญ่ตามไปประมาณ 2-5 นิ้ว (ความหนาของขอบแม่แบบจะต้องไม่ต่ำกว่า 1 นิ้วในแต่ละข้าง) ซึ่งปกติการทำงานของนักศึกษาจะไม่ปฏิบัติงานที่ใหญ่มากเกินไปเนื่องจากเวลาในการเรียนมีจำกัดดังนั้นผลงานของนักศึกษาจึงมีขนาดตั้งแต่เล็กประมาณเส้นผ่าศูนกลาง 3-6 นิ้ว. ถึงขนาดกลางประมาณ เส้นผ่าศูนย์กลาง 15-20 นิ้วลงมา.

ลักษณะการอบแม่แบบในแต่ละครั้ง

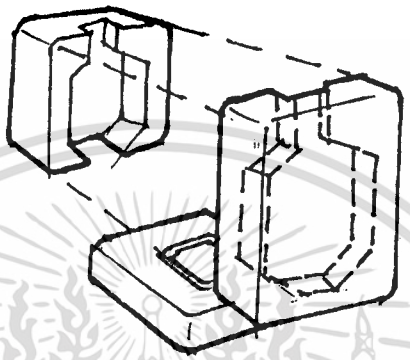
การอบแม่แบบปูนปลาสเตอร์สามารถอบได้ 2 ลักษณะคือ

1. อบโดยการแยกชิ้นส่วนอบต่างหาก
2. อบโดการประกอบแม่แบบปูนปลาสเตอร์เข้าด้วยกัน

หมายเหตุ ความหนาของแม่แบบปูนปลาสเตอร์มีไว้ไม่ต่ำกว่า 1 นิ้วเพื่อจุดประสงค์ในการดูดซึมน้ำดินของแม่แบบปูนปลาสเตอร์ได้ดี

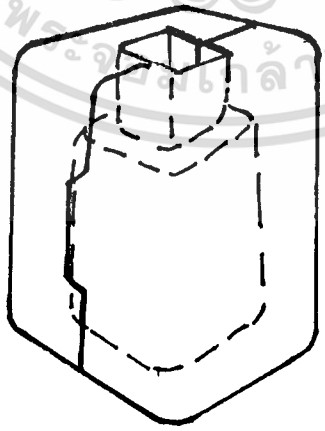
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การอบโดยการแยกประกอบใช้สำหรับแม่แบบที่มีขนาดใหญ่เนื่องจากแม่แบบจะมีน้ำหนักมากและมีขนาดใหญ่ดังนั้นการแยกชิ้นส่วนอบนั้นจะสามารถทำการอบได้ง่ายและการระเหยตัวของน้ำในแม่แบบสามารถระเหยออกได้เร็วกว่าการอบแบบประกอบเป็นตัว



ภาพที่ 36 แสดงการแยกชิ้นส่วนในการอบ

2. การอบโดยประกอบแม่แบบแล้วอบเป็นลักษณะของการอบแม่แบบที่มีขนาดเล็กถึงปานกลางเนื่องจากชิ้นส่วนจะมีขนาดเล็กการแห้งตัวของน้ำจะเร็ว อาจทำให้แม่แบบปูนเกิดการเสื่อมคุณภาพได้ ดังนั้นการอบโดยการประกอบชิ้นส่วนในการอบจึงลดปัญหาการระเหยตัวของน้ำในแม่แบบเร็วเกินไป



ภาพที่ 37 แสดงการอบแม่แบบที่ประกอบกันแล้วอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3 ระยะเวลาในการอบในแต่ละครั้ง

การอบแม่แบบในแต่ละครั้งนั้นสามารถแยกระยะเวลาในการอบออกเป็น 2 ลักษณะ

1. ขั้นการอบในขั้นแรก หรือขั้นการอบแม่แบบที่ผ่านขั้นตอนการแกะแบบเสร็จใหม่ ความชื้นภายในแม่แบบจึงมีการระยะเวลาดในการผึ่งให้แห้งตามธรรมชาติประมาณ. 1 – 2 วัน จึงสามารถนำมาอบในตู้อบแม่แบบ (ผลิตภัณฑ์เดิม) ใช้ระยะเวลาประมาณ 6 – 12 ชั่วโมง

2. ขั้นการอบในขั้นการเร่งการแห้งตัวหลังการหล่อน้ำดิน 1 ครั้ง การอบในขั้นตอนนี้จะใช้เวลาในการอบเร็วกว่าการอบในขั้นแรกเนื่องจากแม่แบบมีการแห้งตัวสนิทแต่ยังมีความชื้นซึ่งผ่านการหล่อน้ำดินในครั้งแรกมาแล้ว ดังนั้นระยะเวลาในการแห้งตัวจึงเร็วกว่าโดยปกติแล้วการทิ้งให้แห้งตัวตามธรรมชาติใช้ระยะเวลาประมาณ. 1 – 2 ชั่วโมง แต่ถ้านำมาอบในตู้อบจะใช้ระยะเวลาในการอบประมาณ 15– 30 นาที ซึ่งขึ้นอยู่กับอุณหภูมิภายในตู้อบมีความร้อนสูงการอบสามารถกระทำได้โดยเร็วขึ้น

2.3.4 อุณหภูมิในการอบแม่แบบปูนปลาสเตอร์แต่ละครั้ง

การอบแม่แบบแต่ละครั้งอุณหภูมิภายในตู้อบจะต้องมีความสม่ำเสมอ ปกติอุณหภูมิภายนอกทั่วไปจะมีประมาณ 27 – 35 องศา แต่ภายในตู้อบแม่แบบจะมีอุณหภูมิที่สูงกว่าเพื่อเร่งระยะเวลาการระเหยตัวของน้ำภายในแม่แบบ ซึ่งโดยทั่วไปแล้วอุณหภูมภายในตู้อบจะมีประมาณ 40 – 60 องศา ซึ่งอาจจะสูงถึง 70 องศา แต่ถ้าอุณหภูมิสูงเกินไปจะมีผลทำให้แม่แบบปูนปลาสเตอร์เสื่อมคุณภาพร่อนหลุดเป็นแผ่น หรือ เก็ดยากยุ่ยตัวของเนื้อปูนไม่สามารถนำมาทำการหล่อน้ำดินได้อีก

2.3.5 การจัดเรียง แม่แบบภายในตู้อบ

การอบแม่แบบแต่ละครั้งจะต้องมีการจัดวางแม่แบบให้สามารถบรรจุเข้าภายในตู้ให้กับพื้นที่มากที่สุดดังนั้นการจัดเรียงบรรจุเข้าภายในตู้ให้กินพื้นในการอบดังนี้

1. แม่แบบที่มีขนาดใหญ่และหนักจะวางอยู่ในชั้นล่างสุด 1– 2 ชั้น ซึ่งอำนวยความสะดวกในการยกจัดวาง

2. แม่แบบขนาดปานกลางจะอยู่ชั้นกลาง หรือชั้นบนซึ่งจะเป็นลักษระการอบแบบแยกชิ้นส่วน อบหรือประกอบชิ้นส่วนก็ได้

3. ชิ้นส่วนที่มีขนาดเล็กจะจัดวางในชั้นสูงเนื่องจากมีขนาดเบา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อควรสังเกตุ ลักษณะการจัดวางในลักษณะนี้แบ่งโดยใช้หลักการกระจายความร้อนของแท่นความร้อน ซึ่งจะอยู่ทางด้านล้างของตู้อบเนื่องจากความร้อนนี้จะกระจายจาก ทางด้านล่างขึ้นข้างบน ดังนั้นแม่แบบที่มีขนาดใหญ่จึงอยู่ด้านล้าง เพื่อเร่งระยะเวลาการระเหยตัวของน้ำ ในแม่แบบปูนปลาสเตอร์ อันจะทำให้ระยะเวลาที่ใช้ในการอบไล่ความชื้นน้อยลง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูล 2.4

"ข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ตู้อบแม่แบบ (ผลิตภัณฑ์เดิม)"

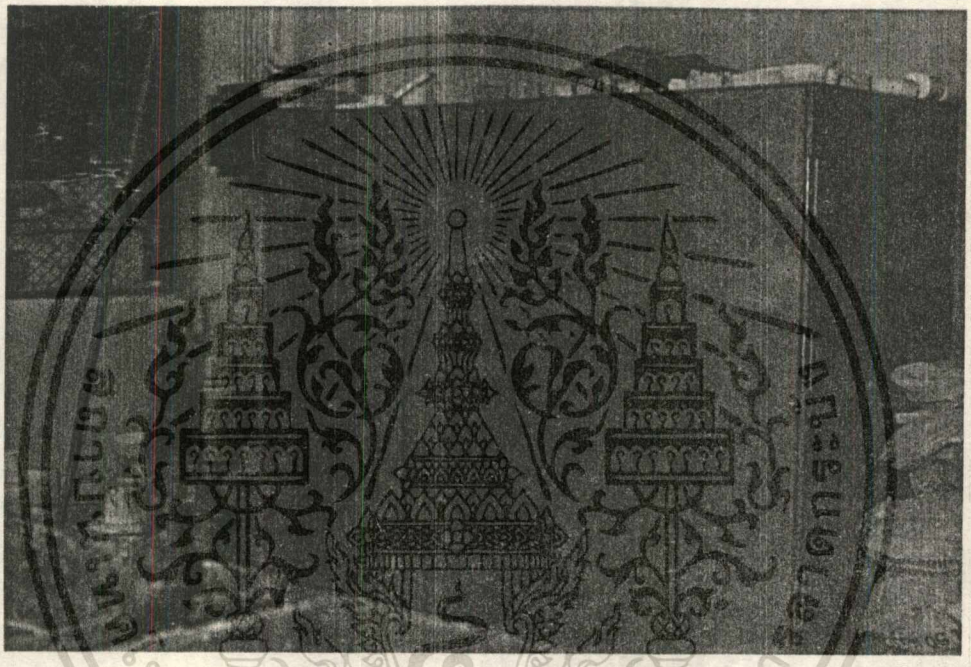
2.4.1 ตู้อบแบบใช้ไฟฟ้า

2.4.2 ตู้อบแบบใช้แก๊ส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 ข้อมูลเกี่ยวกับตู้อบแม่แบบเดิม

2.4.1 ผลิตภัณฑ์เดิม ตู้อบไฟฟ้า



ภาพที่ 38 ตู้อบไฟฟ้า

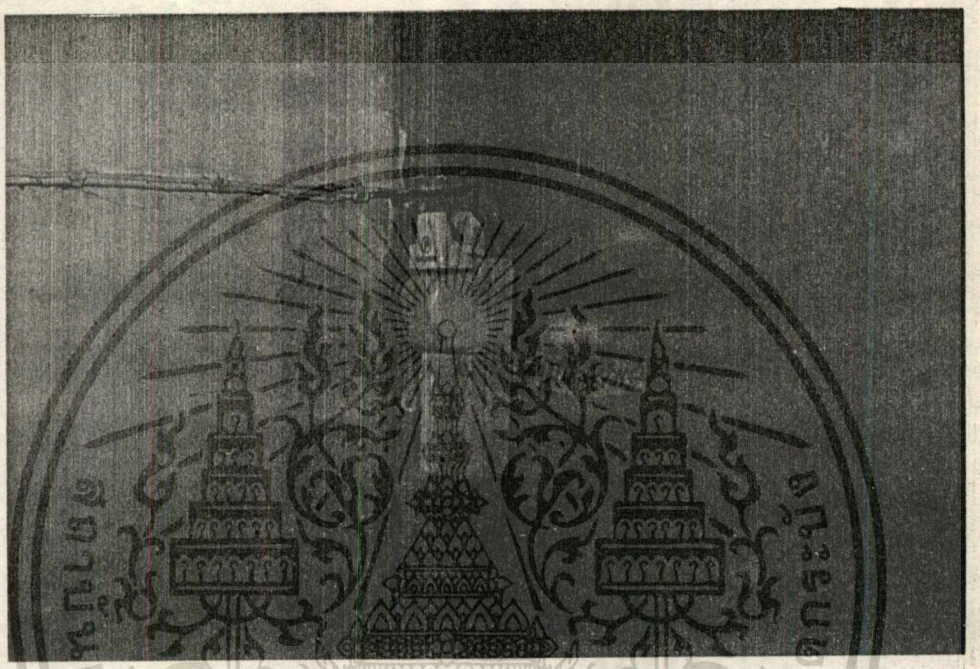
-ตู้อบไฟฟ้า ขนาด กว้างxลึกxสูง =200x100x200 cm

-แผ่นบานพับด้านในเป็นเหล็กอาบสังกะสี ปัดด้านนอกด้วยไม้อัดยาว 4 mm.

-บานพับ 3 ตัว ขนาด 4 นิ้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1.1 ส่วนประกอบของตู้อบแม่แบบปูนปลาสเตอร์



ภาพที่ 39 ภาพแสดงสวิทช์เปิดปิดเครื่องอบไฟฟ้า

จากภาพคือ สวิทช์ ปิด-เปิด ให้ความร้อนของตู้อบไฟฟ้า <220 v.>

หมายเหตุ ตู้อบแม่แบบปูนปลาสเตอร์ วิทยเขตภาคพายัพ (เจ็ดยอด)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1.2 ส่วนประกอบของตู้อบแม่แบบปูนปลาสเตอร์ไฟฟ้า

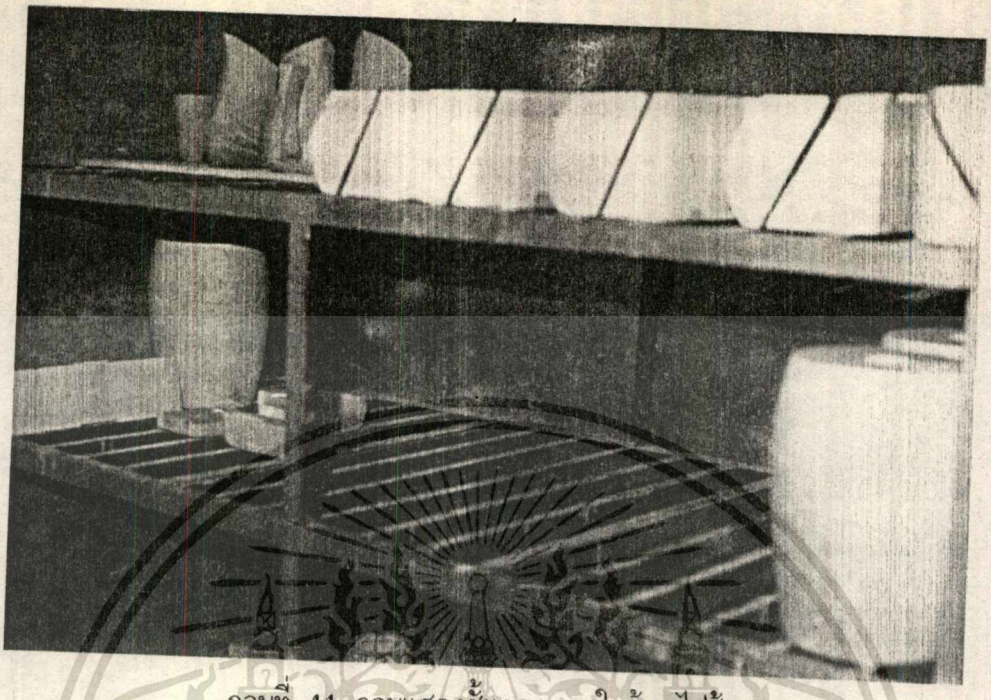


ภาพที่ 40 ภาพแสดงแท่นความร้อนไฟฟ้า

-แผ่นความร้อน ภายในตู้วางอยู่โดยไม่มีส่วนป้องกันอันตราย เมื่อเครื่องทำความร้อนทำงานจะเป็นสีแดงร้อนจัด (ตู้อบไฟฟ้า)

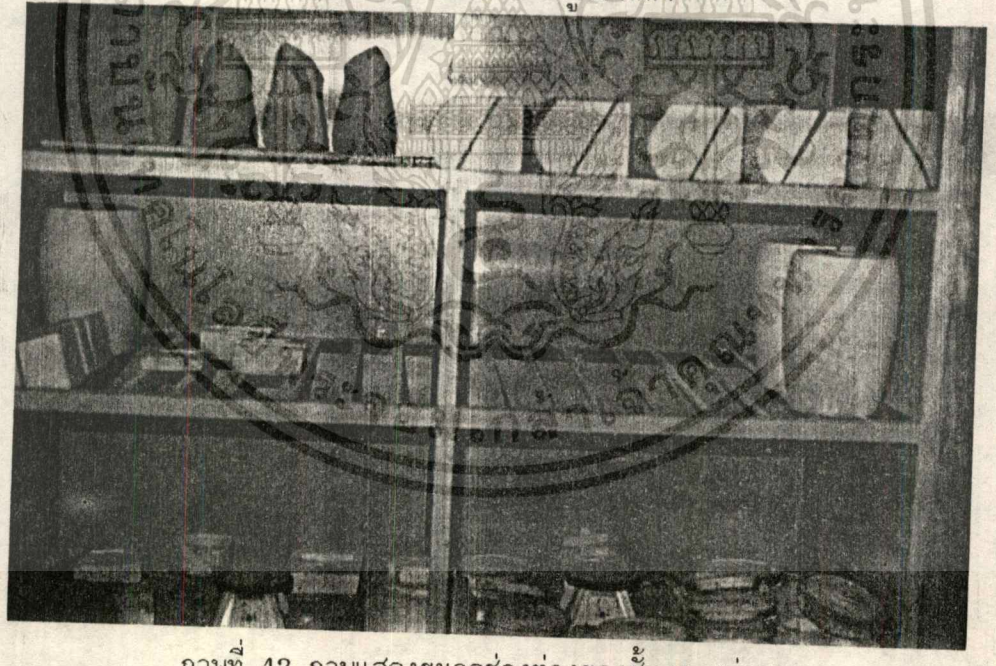
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1.3 ส่วนประกอบของตู้อบแม่แบบปูนปลาสเตอร์



ภาพที่ 41 ภาพแสดงชั้นวางภายในตู้อบไฟฟ้า

ชั้นวางแม่แบบภายในตู้อบไฟฟ้า

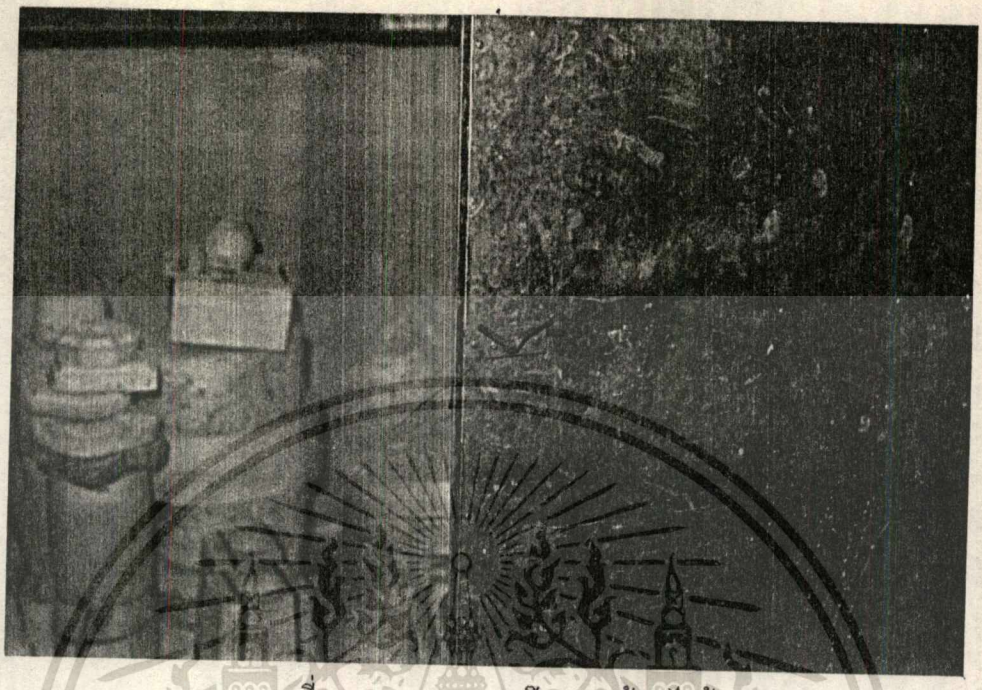


ภาพที่ 42 ภาพแสดงขนาดช่วงห่างของชั้นวางแม่แบบ

หมายเหตุ ตู้อบไฟฟ้า วิทยาเขตภาคพายัพ (เจ็ดยอด)

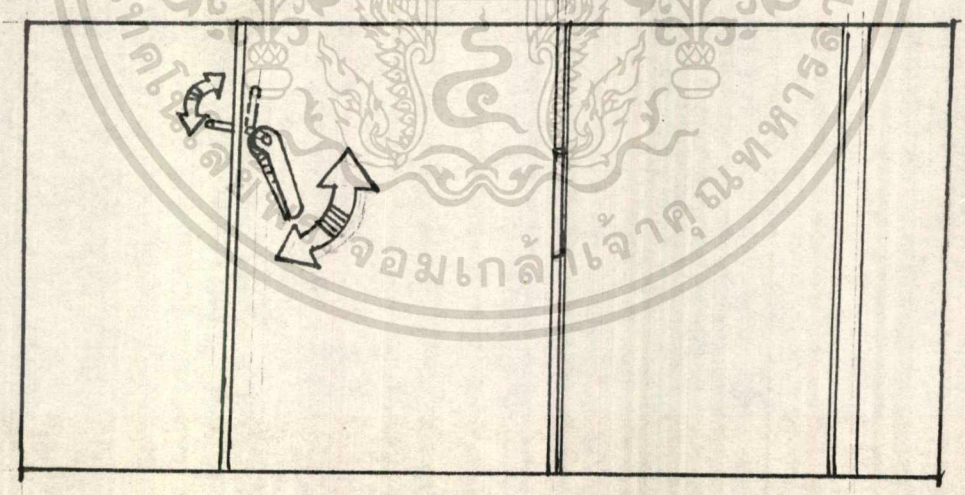
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1.4 ส่วนประกอบของตู้อบแม่แบบปูนปลาสเตอร์



ภาพที่ 43 ภาพแสดงจุดล๊อคบานตู้อบไฟฟ้า

จุดล๊อคบานประตูเปิดปิดตู้อบแม่แบบใช้ระบบล๊อคเกี่ยวกับโครงสร้างแกนกลางตู้อบ

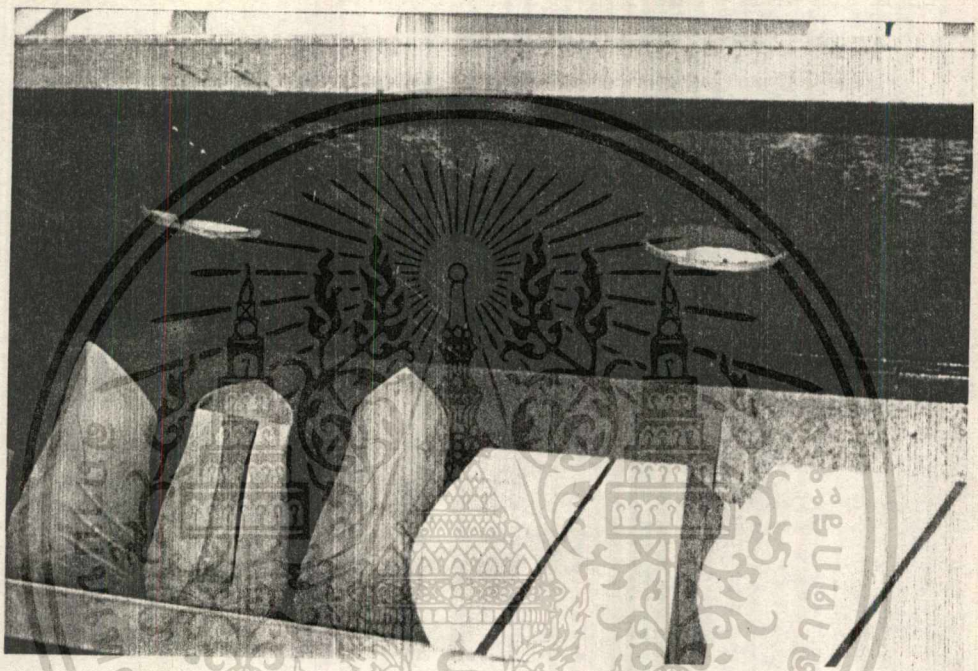


ภาพที่ 44 ภาพแสดงการล๊อคของจุดล๊อคตู้อบ

หมายเหตุ ตู้อบไฟฟ้า วิทยาเขตภาคพายัพ (เจ็ดยอด)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1.5 ส่วนประกอบของตู้อบไฟฟ้า



ภาพที่ 45 ภาพแสดงรูระบายอากาศของตู้อบแม่แบบ

จากภาพคือ รูระบายอากาศของตู้อบแม่แบบปูนปลาสเตอร์

หมายเหตุ ตู้อบแม่แบบโดยไฟฟ้า ของสถาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขตภาคพายัพ(เจ็ดยอด)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 ส่วนประกอบตู้อบแก๊ส

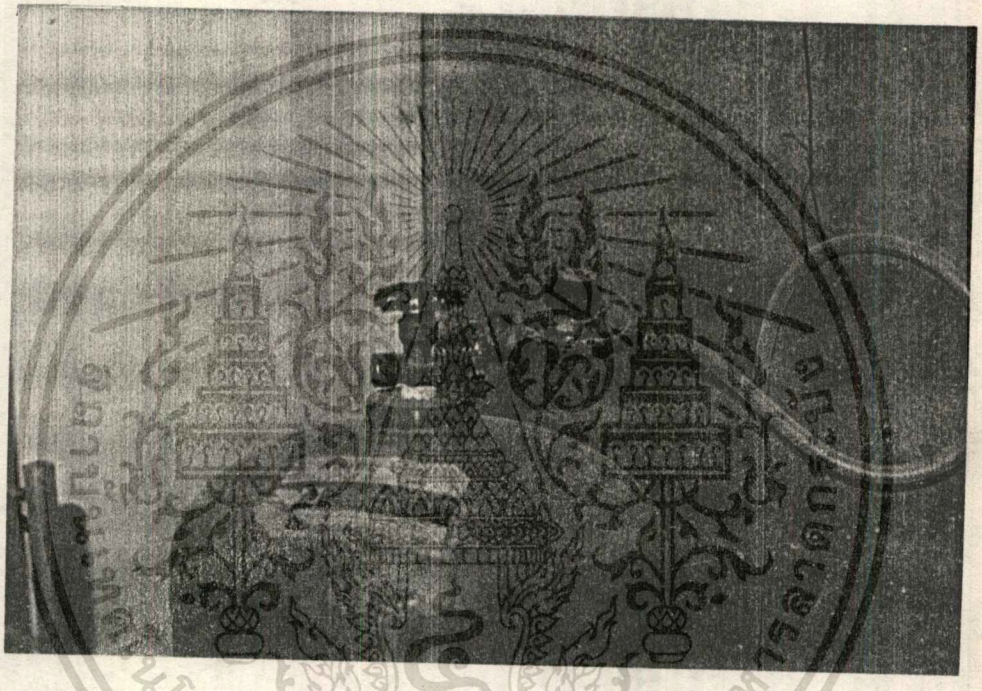


ภาพที่ 46 ภาพแสดงตู้อบแก๊ส

ภาพตู้อบแก๊สสำหรับอบแม่แบบปูนปลาสเตอร์ในงานหล่อน้ำดิน
ของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ คณะวิทยาศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2.1 ภาพแสดงการส่งท่อแก๊ส

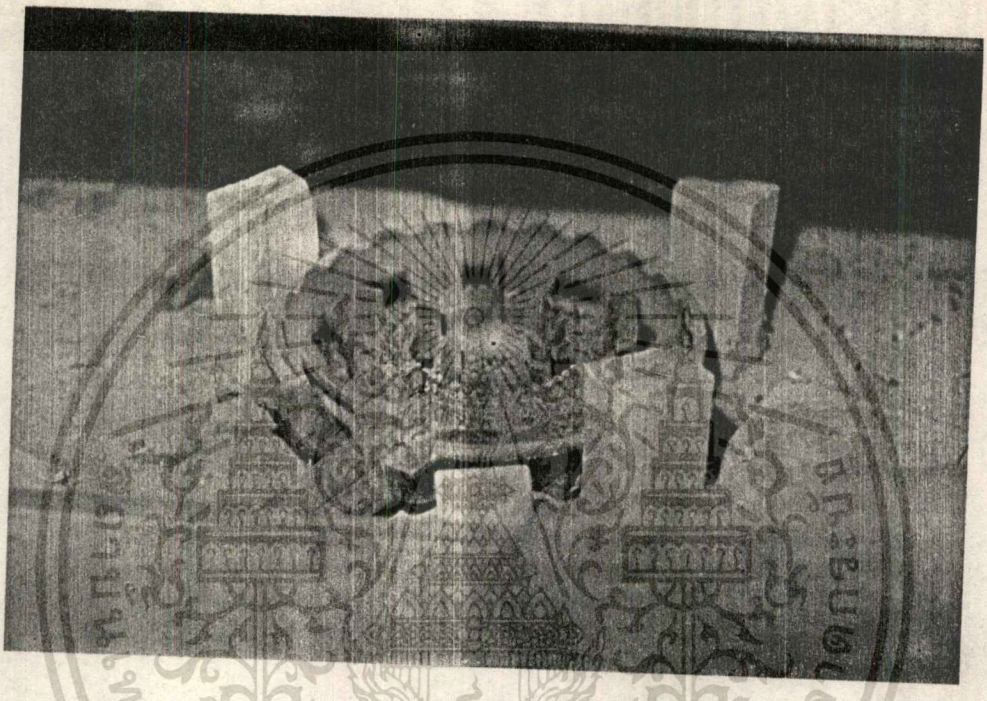


ภาพที่ 47 ภาพแสดงจุดส่งแก๊สโดยผ่านทางท่อส่งแก๊ส

หัวจุกแก๊ส และถังแก๊สวางอยู่ด้านข้างของถังตู้อบส่งแก๊สโดยท่อส่งแก๊สจากด้านข้างลงสู่ด้านล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2.2 ภาพแสดงลักษณะของหัวเตาแก๊ส

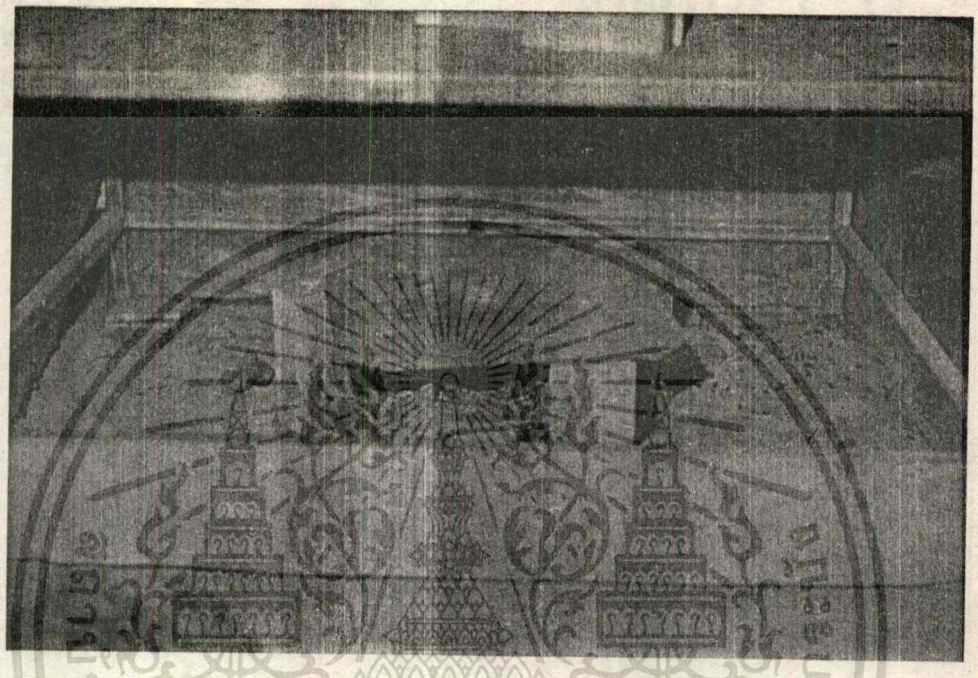


ภาพที่ 48 ภาพแสดงหัวเตาแก๊ส

ภาพแสดงส่วนให้ความร้อน (เตาแก๊ส) อยู่ด้านล่างสุดของถังตู้อบโดยให้ความร้อนผานแผ่นกกเหล็กก่อนเพื่อลดเปลวที่อาจจะเกิดขึ้นซึ่งอาจทำให้แม่แบบสำหรับหล่อชำรุดเสียหายได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2.3 ส่วนประกอบตู้อบแก๊ส แผ่นส่งความร้อนแบบตู้แก๊ส



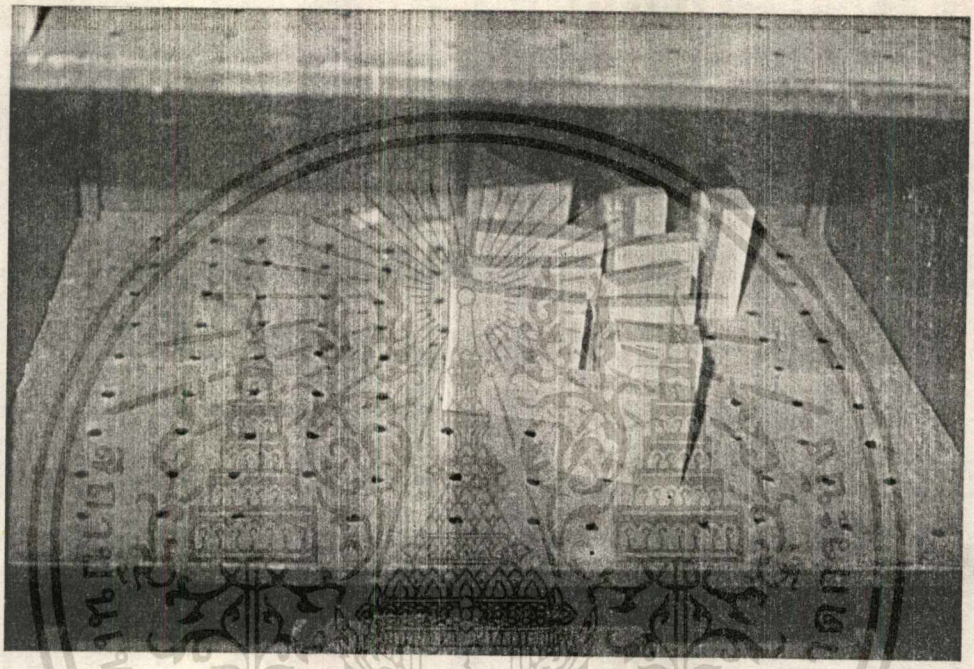
ภาพที่ 49 ภาพแสดงแผ่นเหล็กกระจายความร้อนจากเปลวไฟที่ใช้แก๊ส

จากภาพจะมีแผ่นเหล็กเพื่อรับความร้อนจากเปลวไฟที่ใช้แก๊สเมื่อแผ่นเหล็กร้อนจะส่งความร้อนขึ้นด้านบน

หมายเหตุ ตู้อบแก๊ส มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ คณะวิทยาศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2.4 ส่วนประกอบตู้อบแก๊ส ชั้นวางของตู้อบแก๊สแสดงชั้นวางของตู้อบแก๊ส



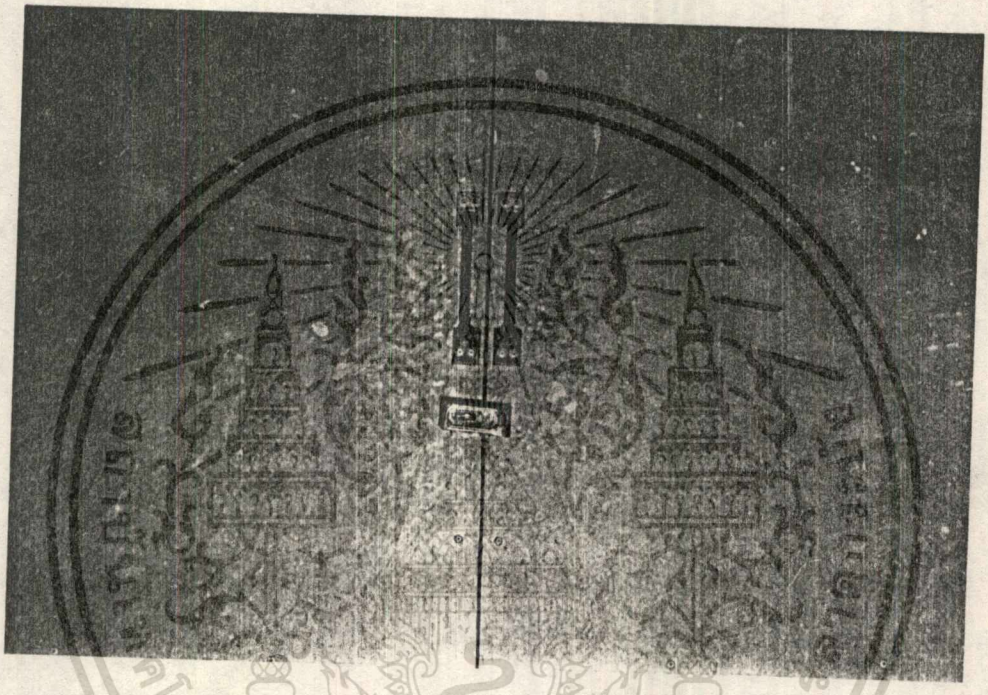
ภาพที่ 50 ภาพแสดงชั้นวางภายในตู้อบแบบแก๊ส

จากภาพเป็นชั้นวางแม่แบบปูนปลาสเตอร์ชั้นวางจะมีรูเพื่อให้ความร้อนจากด้านล่างผ่านขึ้นมาด้านบนได้เพื่อเป็นการหมุนเวียนความร้อนภายในตู้อบ

หมายเหตุ ตู้อบแก๊ส มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2.5 ส่วนประกอบตู้อบแก๊ส แสดงมือจับของตู้อบแก๊ส



ภาพที่ 51 ภาพแสดงบานเปิดปิดและมือจับเปิดปิดตู้อบแก๊ส

มือจับเปิดปิดตู้เป็นลักษณะตัว U และมีพวงกุญแจสำหรับล็อคปิดเพื่อกันความร้อนหลุดลอดออกมาภายนอกตู้อบ

มือจับเป็นเหล็กมกหล่อขึ้นรูป ยึดติดกับบานประตูซึ่งเป็นสังกะสี

หมายเหตุ ตู้อบแก๊ส มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2.6 ภาพแสดงบานพับตู้อบแก๊ส



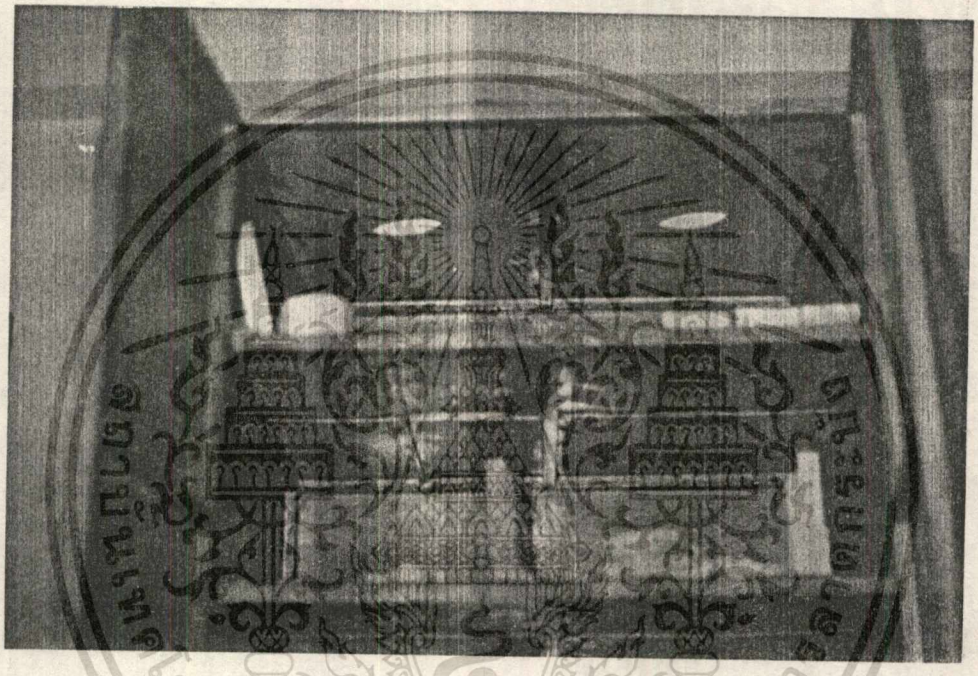
ภาพที่ 52 ภาพแสดงจุดบานพับของตู้อบแก๊ส

จากภาพเป็นบานพับเป็นลักษณะแกนหมุน หมุนได้ในมุม 360 องศา

หมายเหตุ ตู้อบแก๊ส มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2.7 ส่วนประกอบของตู้อบแก๊สแสดงช่องระบายอากาศ



ภาพที่ 53 ภาพแสดงรูระบายอากาศของตู้อบแก๊ส

จากภาพรูกลม ๆ 2 รู ด้านบนคือ ช่องระบายอากาศ เพื่อควบคุมอุณหภูมิภายในตู้ไม่ให้มีความร้อนสูงเกินไป เพราะอาจทำให้แม่แบบเกิดการแห้งตัวเร็วและแตกได้

หมายเหตุ ตู้อบแก๊ส มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูล 2.5

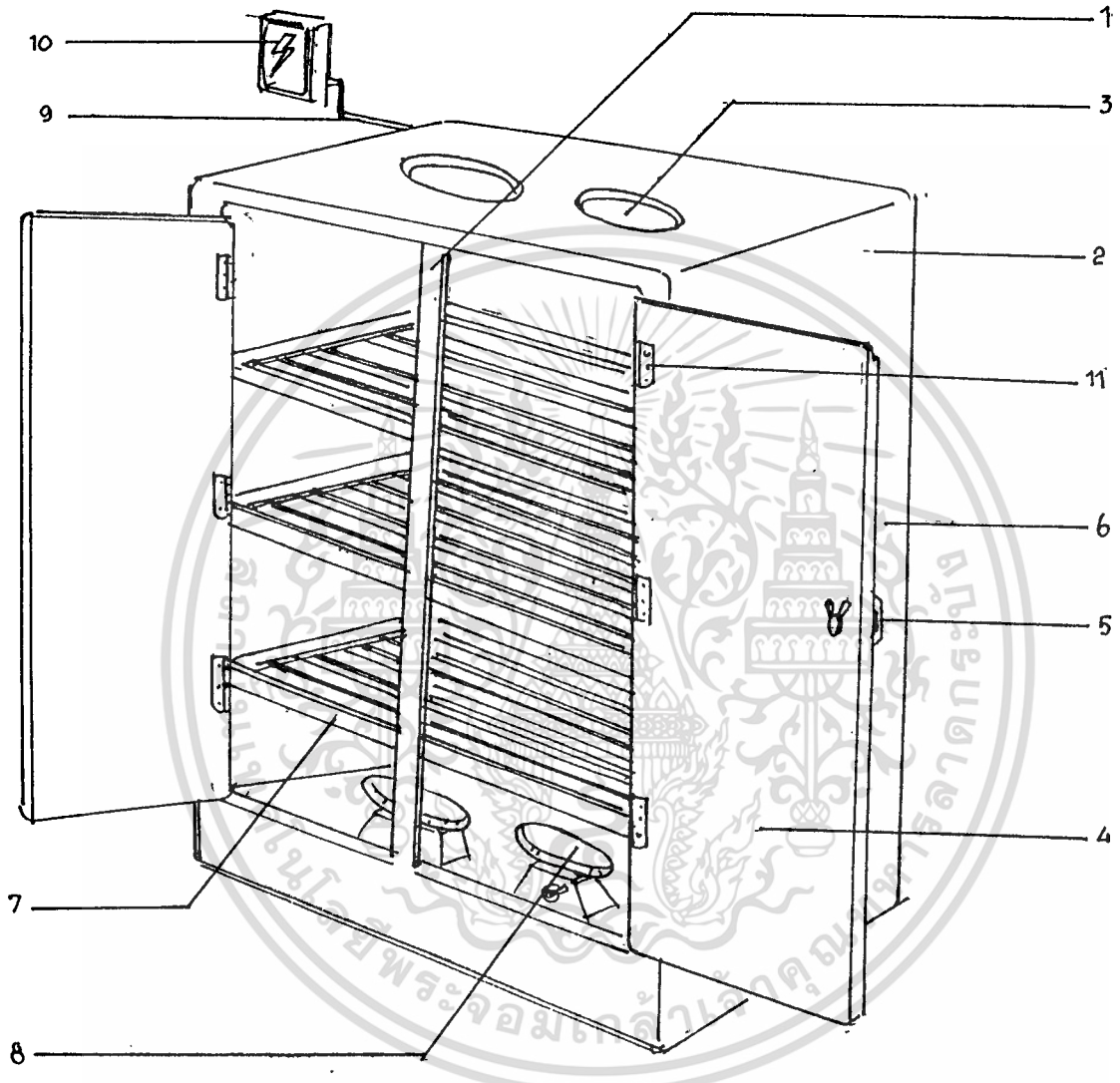
"การศึกษาข้อมูลผลิตภัณฑ์เดิม"

"นำสู่การสรุปข้อมูลเพื่อการออกแบบ"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 การศึกษาจากข้อมูลผลิตภัณฑ์เดิม

2.5.1 ตู้อบไฟฟ้า



ภาพที่ 54 ภาพแสดงชิ้นส่วนของตู้อบไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการชิ้นส่วนตู้อบไฟฟ้า

1. โครงสร้างภายในตู้อบไฟฟ้า
2. ผนังกันความร้อนของตู้อบไฟฟ้า
3. ช่องระบายอากาศด้านบนของตู้อบไฟฟ้า
4. บานเปิดปิดตู้อบ
5. บานพับผาตู้อบ
6. มือชับบานเปิดปิดตู้อบ
7. ชั้นวางแม่แบบภายในตู้อบ
8. แท่นให้ความร้อน
9. สายไฟ
10. สวิทช์ควบคุมการเปิดปิดเครื่องให้ความร้อน

การศึกษาข้อมูลนำสู่การสรุปข้อมูลเพื่อการออกแบบ

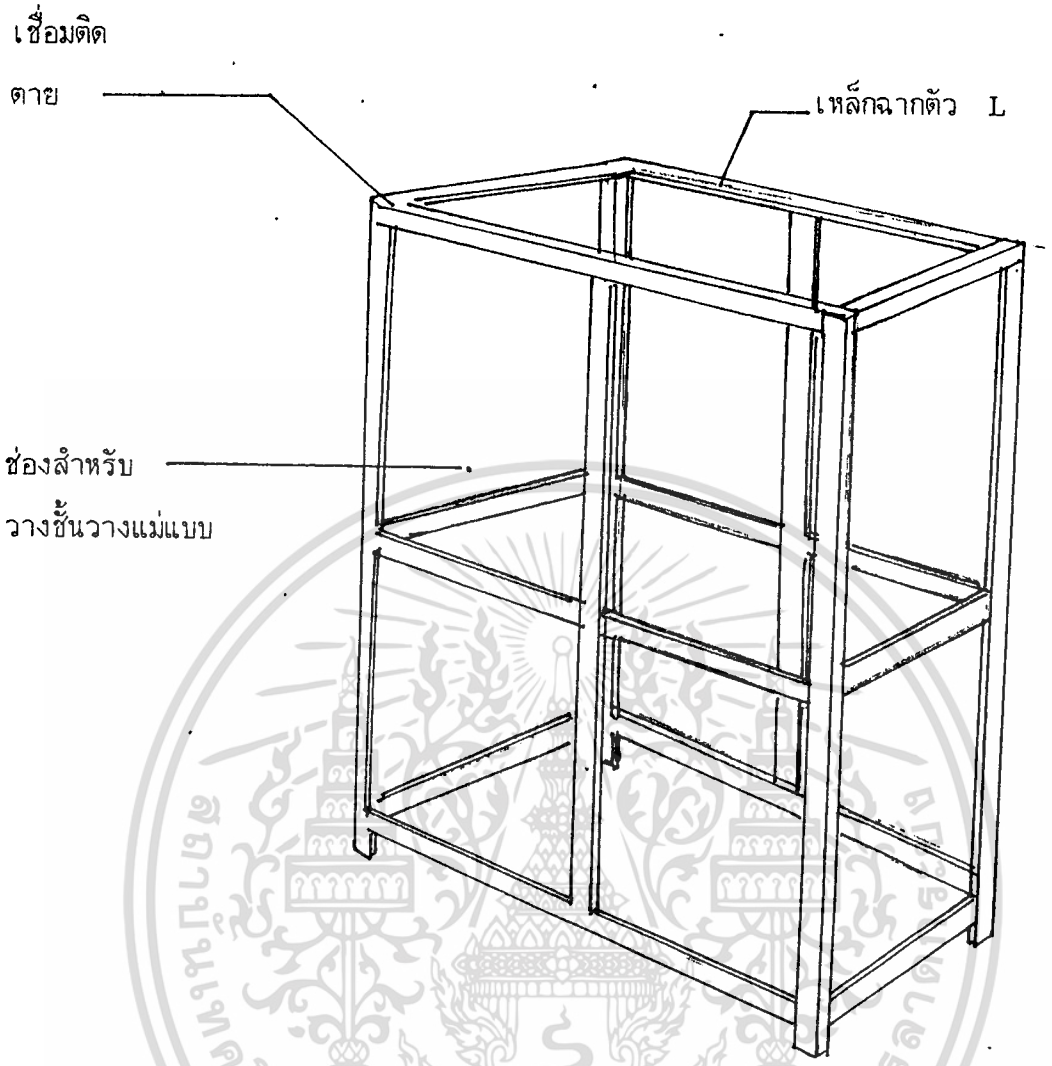
1. **โครงสร้างภายในตู้อบไฟฟ้า** โครงสร้างของตู้อบไฟฟ้า มีลักษณะเป็นการใช้เหล็กตัว L มาทำการเชื่อมยึดติดกันตามแบบที่ จะเป็นลักษณะของโครงสร้างตายตัวจะเชื่อมติดกันกับชั้นวางแม่แบบอย่างถาวร

โดยลักษณะของโครงสร้างแบบตายตัวแบบนี้มีส่วนดีส่วนเสียดังนี้

ตารางที่ 6 ตารางเปรียบเทียบลักษณะโครงสร้างแบบตายตัว

ส่วนดี	ส่วนเสีย
1. โครงสร้างมีความแข็งแรง 2. ชั้นวางมีความแข็งแรงสามารถรับน้ำหนักของแม่แบบได้มาก 3. ง่ายต่อการผลิต	1. เคลื่อนย้ายลำบาก(การขนส่ง) 2. ไม่สามารถเลือกความกว้างของชั้นวางได้ 3. การติดตั้งต้องอาศัยคนมากกว่า 3 คน ยกเคลื่อนย้ายติดตั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 55 ภาพแสดงโครงสร้างของตู้อบ

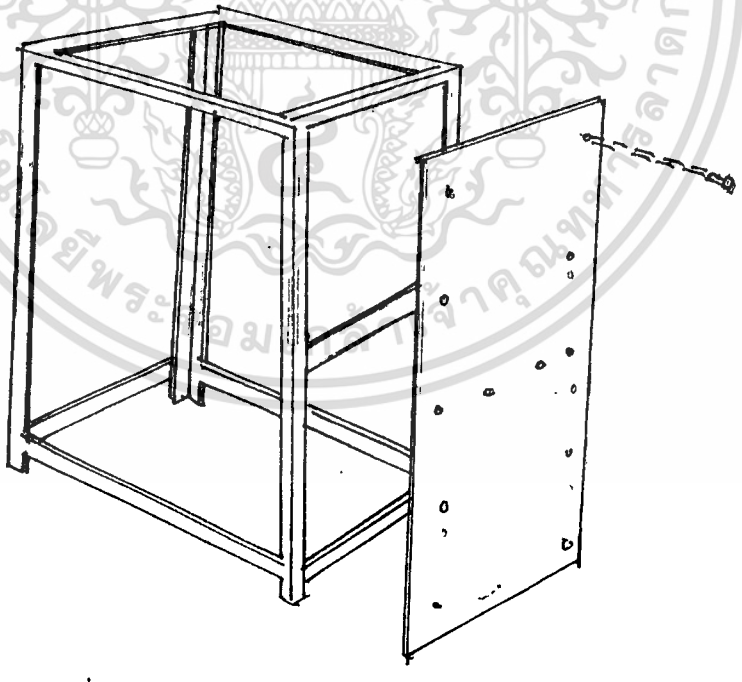
จากปัญหาของดครงสร้างของอบ คือการขนส่งเป็นไปโดยความลำบาก และการติดตั้งชั้นวางยังไม่เหมาะสมกับพฤติกรรมการใช้งานของตู้อบ จากจุดนี้ตั้งโครงสร้างของตู้อบแม่แบบควรมีการพัฒนาในเรื่องของการถอดประกอบบางจุดเพื่อสนองพฤติกรรมการขนส่งและการติดตั้งของชั้นวางที่เหมาะสมคือสามารถปรับระดับของชั้นวางได้ตามความต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ผนังตู้อบไฟฟ้า ผนังของตู้อบไฟฟ้า เป็นลักษณะของการนำเอาแผ่นโลหะอาบสังกะสีขนาด 0.5 มิลิเมตรนำมาตัดให้ได้ความขนาดของโครงสร้าง (จากข้อมูลข้อ 1) ยึดติดโดยใช้หมุดยิงยึดติดกับเหล็กโครงสร้างทั้ง 4 ด้านคือ ด้านตข้าง ซ้าย ขวา ด้านหลัง และด้านบน ส่วนด้านล่างเป็นส่วนที่จะต้องวางแท่นความร้อนจะมีความหนาของโลหะอาบสังกะสี ขนาด 1 มิลิเมตร สำหรับข้อดีของกรรมวิธีการผลิตลักษณะนี้มีดังนี้

ตารางที่ 7 ตารางเปรียบเทียบข้อดี-ข้อเสียของผนังตู้อบ

ข้อดี	ข้อเสีย
1. ติดตั้งง่ายประหยัดค่าใช้จ่าย 2. ราคาถูก	1. ระยะเวลาการใช้งานไม่ถาวร 2. ผนังไม่มีฉนวนกันความร้อน 3. การขนส่งลำบากต้องขนพร้อมกันกับตั้งโครงสร้าง



ภาพที่ 56 ภาพแสดงการประกอบชิ้นส่วนผนังตู้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น การติดตั้งในลักษณะของหมุดย้ำนี้ความแข็งแรงจะมีอยู่ในช่วงแรก ๆ เมื่อผ่านการใช้งานไปนาน ๆ และถูกการกระทำโดยความร้อนภายในตู้ทำให้เกิดการหดตัวทำให้เกิดการหลอม และอาจหลุดได้ในจุดนี้ผนังตู้ควรจะติดกับโครงสร้างของตู้อบเลยหรืออาจมีน็อตสำหรับยึดติดเมื่อเกิดการหลอมตัวสามารถทำการหมุนใกล้บงให้แน่นใหม่ได้

สำหรับปัญหาของแผ่นโลหะที่ถูกกระทำความร้อนจากภายในตู้อบนั้น ควรติดตั้งฉนวนกันความร้อนขึ้นเพื่อลดความร้อนที่จะกระจายออกมาข้างนอกตู้ ส่วนฉนวนกันความร้อนจากผนังนั้นจากผลิตภัณฑ์เดิมบางครั้งจะใช้ไม้อัดยางยึดติดด้านนอกซึ่งการใช้ไม้อัดยางนี้สามารถลดความร้อนที่กระจายออกมาภายนอกได้ดี

จากการศึกษาข้อมูลเบื้องต้นวัสดุที่สามารถนำมาผลิตผนังตู้อบได้นั้นต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้คือ ทนความร้อน มีโครงสร้างสามารถรับน้ำหนักได้ ป้องกันการแผ่กระจายของความร้อน ผลิตได้ในระบบอุตสาหกรรมซึ่งจากข้อมูลเบื้องต้นสามารถจำแนกวัสดุออกได้ดังนี้

1. โลหะแผ่นเปลียน มี สแตนเล็ส อลูมีเนียม
2. โลหะแผ่นอาบสังกะสี
3. ไฟเบอร์กลาส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

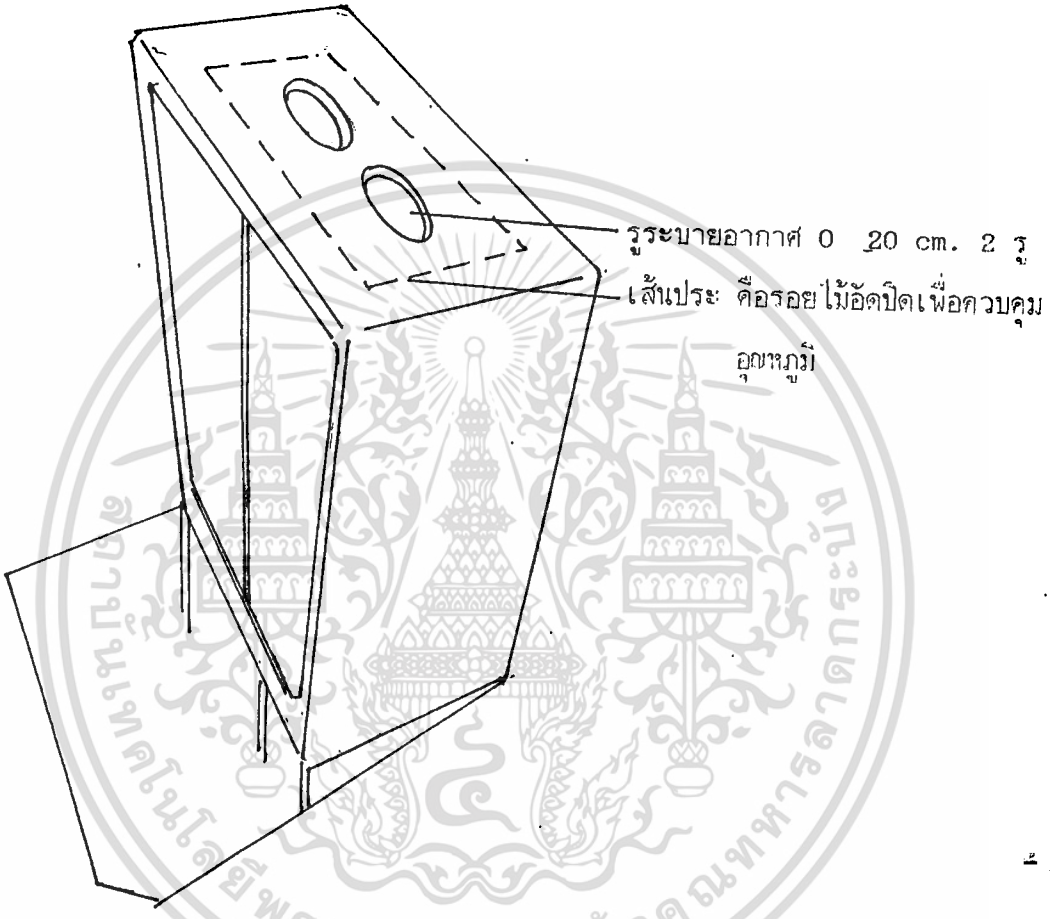
3. ช่องระบายอากาศทางด้านบนของตู้อบแม่แบบ

ลักษณะของช่องระบายอากาศของตู้อบนั้นจะเป็นลักษณะเป็นรูวงกลม 2 รู อยู่ทางด้านบนของตู้อบ โดยรู 2 รูนี้จะถูกเจาะจากแผ่นเหล็กอาบสังกะสีเป็นรู 0 20 cm. รูระบายอากาศนี้จะเปิดอยู่ตลอดแต่ถ้าต้องการปิดรูก็จะนำเอาแผ่นไม้อัดเป็นแผ่นมาปิดเพื่อกันความร้อนลอดผ่านรูออกไปเพื่อเร่งอุณหภูมิภายในตู้อบให้สูงขึ้นอย่างรวดเร็ว ข้อดีข้อเสียของรูระบายอากาศในลักษณะนี้คือ

ตารางที่ 8 ตารางเปรียบเทียบข้อดี--ข้อเสียของช่องระบายความร้อนภายในต้อบแม่แบบ

ข้อดี	ข้อเสีย
1. ระยายอากาศได้เร็ว 2. ผลิตง่าย 3. ราคาถูก	1. ไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิภายในตู้ได้ดีเท่าที่ควร 2. ไม่มีตัวปิดรูระบายอากาศโดยเฉพาะ 3. การปิดรูกระทำได้ลำบากเพราะอยู่สูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



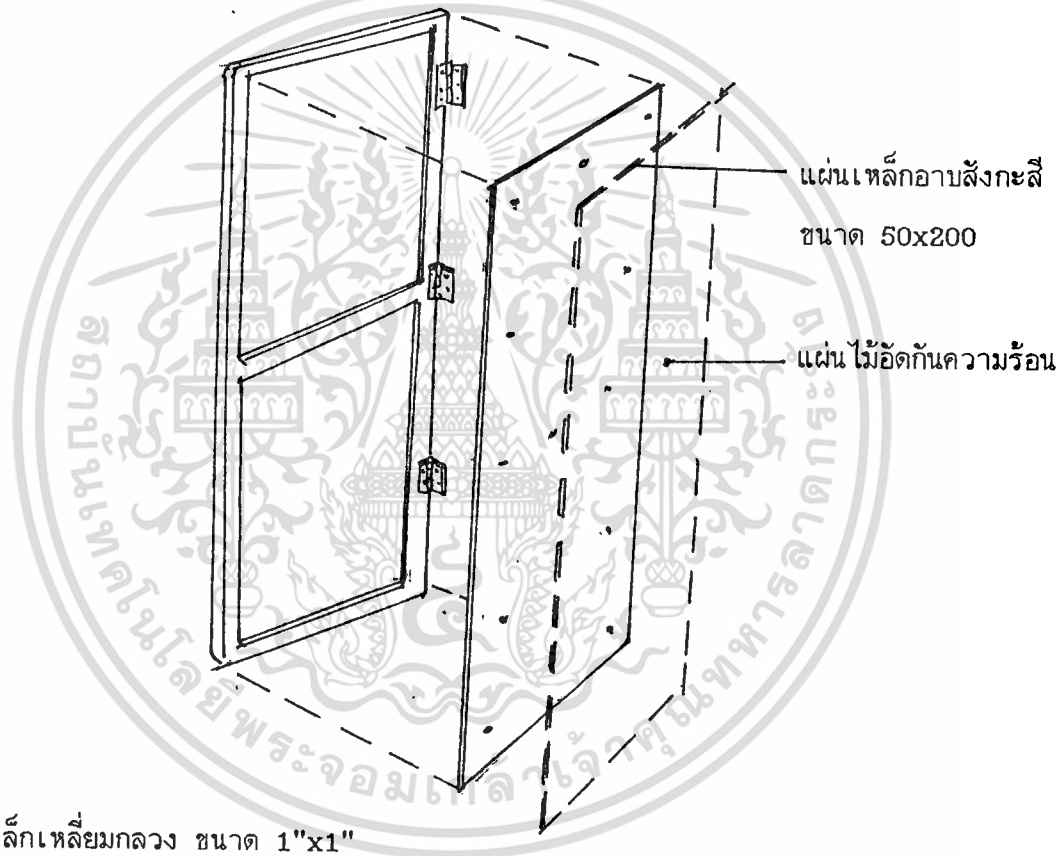
ภาพที่ 57 ภาพแสดงรูระบายอากาศ

จากข้อมูล ช้างต้นรูระบายอากาศในลักษณะนี้มีความเหมาะสมแล้วแต่ควรเสริมการใช้งาน ได้เรื่องของแผ่นปิดรูเพื่อความร้อนควรจะเป็นส่วนประกอบเดียวกันกับรูระบายความร้อน เมื่อไม่ต้องการใช้ตัวปิดสามารถที่จะเปิดได้โดยสะดวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. บานเปิดปิดตู้อบแม่แบบปูนปลาสเตอร์

ลักษณะของบานเปิดปิดตู้อบแม่แบบจะแบ่งออกเป็น 2 บานคือสามารถเปิดปิดออกไปทางด้านข้างของตู้อบ (ดังภาพที่ 58) บานตู้อบจากผลิตภัณฑ์เดิมมีขนาด/บาน 50x200 cm. การประกอบบานเปิดปิดตู้อบเป็นลักษณะการนำแผ่นโลหะแผ่นอาบสังกะสีติดตามขนาดนำมายึดโดยใช้หมุดย้ำติดตั้งโครงสร้างซึ่งทำจากเหล็กกำเหลี่ยมกลวงขนาด 1 นิ้ว x 1 นิ้ว เชื่อมยึดติดเป็นโครงสร้างดังภาพ



ภาพที่ 58 แสดงชิ้นส่วนการประกอบบานเปิดปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 9 ตารางเปรียบเทียบข้อดี-ข้อเสียของบานเปิด-ปิดตู้อบแม่แบบ

ข้อดี	ข้อเสีย
1. แข็งแรง 2. ติดตั้งบานพับได้ง่าย 3. เปิดปิดสะดวก	1. มีน้ำหนักมาก 2. สิ้นเปลืองวัสดุในการผลิต

จากการศึกษาข้อมูลบานเปิดปิดตู้อบแม่แบบ ลักษณะของการเปิดเป็นลักษณะการเปิดแบบเปิดออกได้ทั้งสองด้านมีความเหมาะสมในส่วนของการเปิดแบบเปิดออกได้ทั้งสองแม่แบบได้สะดวกเพราะสามารถเปิดได้เป็นมุม 360 องศา

ในส่วนของส่วนกันความร้อนซึ่งผลิตภัณฑ์เดิมจะเป็นไม้อัดยางยึดติดกับโครงสร้างโดยหมุดย้ำจากจุดนี้สามารถกันความร้อนจากภายในได้ และมีราคาวัสดุถูก เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับฉนวนกันความร้อนแบบเส้นใยแล้วกันคราบร้อน ซึ่งการใช้เส้นใยกันความร้อนนี้จะนำมาใช้งานกับงานที่มีคราบร้อนสูงแต่ตู้อบแม่แบบนั้นอุณหภูมิในการอบแม่แบบในแต่ละครั้งจะไม่สูงมาก ดังนั้นการใช้ฉนวนในเก้งจึงไม่จำเป็นเพราะมีราคาค่าวัสดุสูงกว่าไม้อัดยาง

จากข้อมูลเบื้องต้นเรื่องวัสดุ

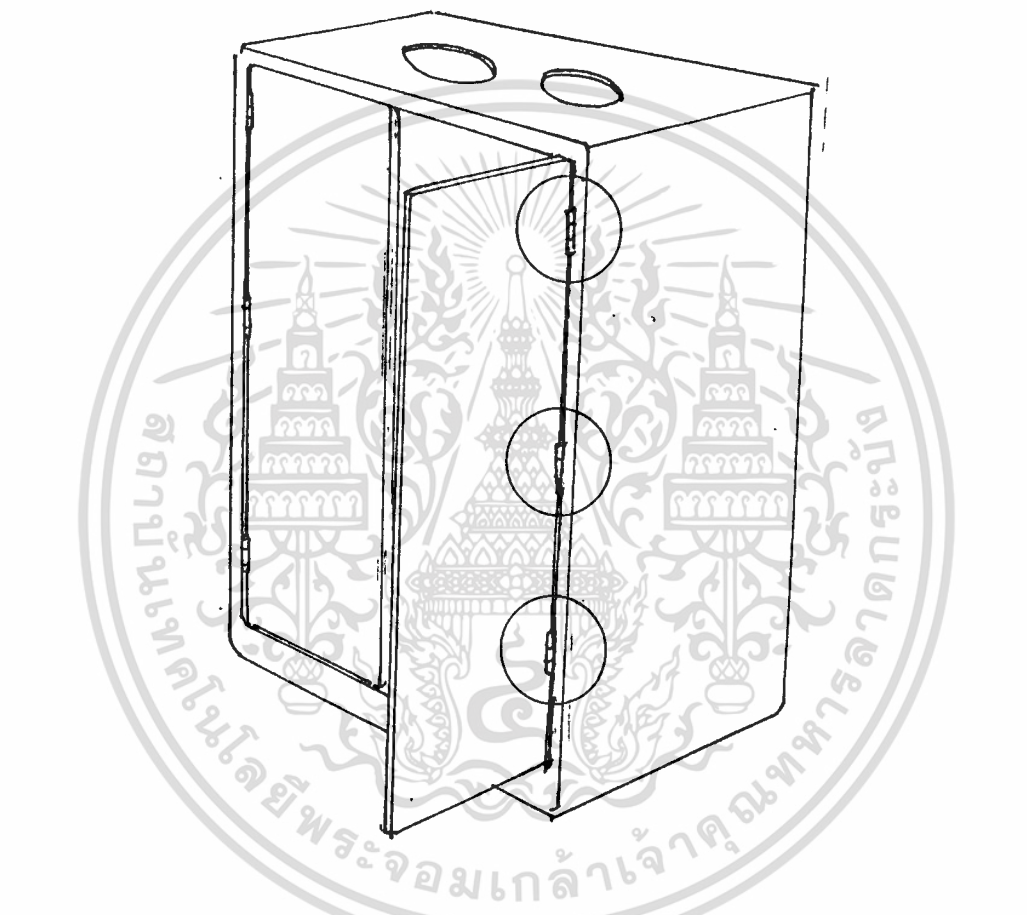
วัสดุที่สามารถนำมาผลิตบานเปิดปิดตู้อบได้ซึ่งต้องมีคุณสมบัติดังนี้คือ ทนความร้อนเป็นตัวกันความร้อนได้ดี ผลิตได้ในระบบอุตสาหกรรม ดังนั้นจากการศึกษาข้อมูลวัสดุในการผลิตบานเปิดปิดตู้อบ จำแนกออกได้ดังนี้

1. โลหะแผ่นเปลี่ยนสแตนเลส
2. โลหะเหล็กแผ่น อาบสังกะสี
3. ไฟเบอร์กลาส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. บานพับตู้อบแม่แบบ

บานพับของตู้อบไฟฟ้า (ผลิตภัณฑ์เดิม) เป็นลักษณะของบานพับแบบมีแกนบานพับหมุนได้ 360 องศา ติดตั้งโดยใช้หมุดย้ำ หรือใช้สกรูยึดติดทั้งบานพับและตัวโครงตู้อบการติดบานพับติดบานพับขนาด 6" 3 ตัว ในแต่ละบาน ติดทั้ง 2 บาน รวมใช้บานพับ 6 ตัว ในการติดตั้งบานพับของตู้อบ



ภาพที่ 59 ภาพแสดงการติดบานพับบานตู้อบ

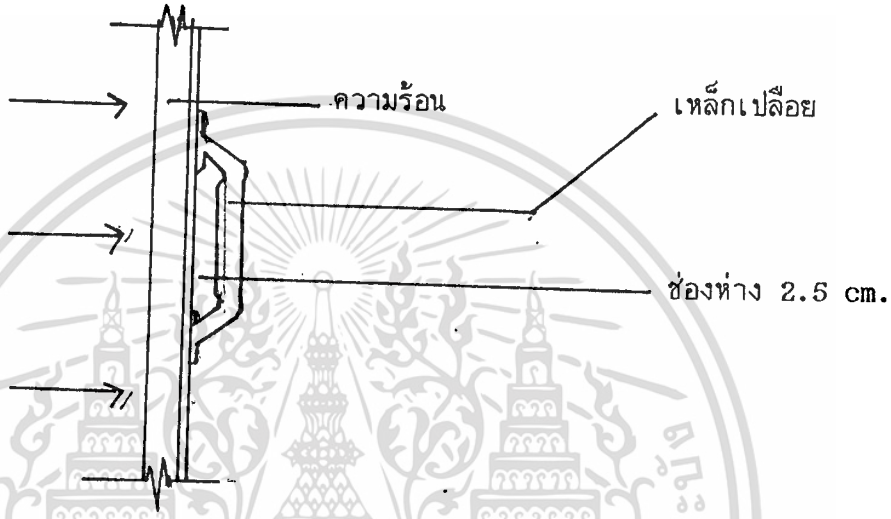
ลักษณะการติดตั้งในแบบนี้ ความเหมาะสมอยู่ในจุดของเปิดปิดได้ในมุมกว้าง คือมุม 180 องศา ขึ้นไปสนองพฤติกรรมการจัดวางแม่แบบได้สะดวก

แต่ส่วนเมื่อ คือการติดบานพับในลักษณะนี้ จะต้องติดตายตัวไปกับโครงตู้อย่างถาวร ไม่เหมาะสมสำหรับการจัดขนส่งในระบบอุตสาหกรรม ดังนั้น บานพับจุดนี้ควรมีการดัดแปลงให้สามารถทำการถอดประกอบได้ง่าย เพื่ออำนวยความสะดวกในการจัดขนส่ง และการติดตั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. มือจับเปิดปิดบานตู้อบแม่แบบ

มือจับของตู้อบแม่แบบเป็นลักษณะของตัว U ซึ่งมีขายตามท้องตลาด (ซึ่งเป็นมือจับเปิดปิดของประตู) การใช้งานของมือจับในลักษณะนี้ จุดมือสอดรับจะมีเนื้อที่ช่องวางในการจับน้อย และไม่มีฉนวนกันความร้อน ซึ่งผ่านออกมาจากภายในตู้อบ จึงทำให้พฤติกรรมการจับเปิดปิดตู้อบกระทำได้โดยความลำบาก



ภาพที่ 60 แสดงมือจับเปิดปิดบานตู้อบ

จากปัญหาที่เกิดขึ้น มือจับในลักษณะเดิม ไม่สนองพฤติกรรมการจับเปิดปิดได้สะดวก จากจุดนี้มือจับควรจะมีฉนวนกันความร้อนและมีช่วงห้วงสำหรับใช้มือสอดจับได้มากกว่านี้ ประมาณ 2 บาทขึ้นไป หรือเสียการติดตั้งให้อยู่ในจุดที่ความร้อนแผ่กระจายไปไม่ถึง จากจุดนี้ต้องคำนึงถึงจุดล็อคได้สะดวก

จุดของฉนวนกันความร้อนววัสดุที่สามารถนำมาเป็นฉนวนกันความร้อนได้ มีดังนี้

1. พลาสติก (หล่อตัน)

2. ยาง

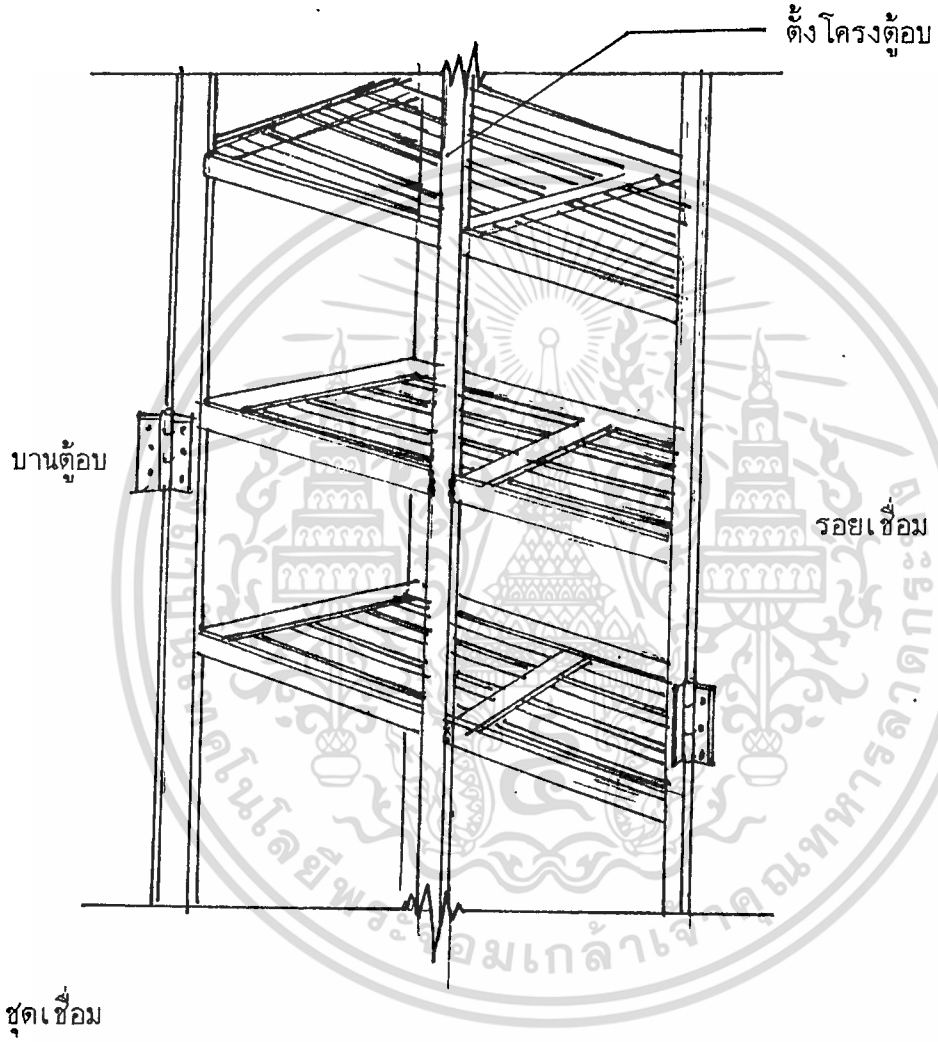
3. ผ้า

จากวัสดุที่กล่าวมาทั้ง 3 ข้อนี้ต้องเกี่ยวโยงถึงการผลิตในระบบอุตสาหกรรมซึ่งการเลือกใช้วัสดุนี้จะอยู่ใน ส่วนของการวิเคราะห์สู่การออกแบบต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ชั้นวางแม่แบบภายในตู้อบ_

ลักษณะของชั้นวางแม่แบบของตู้อบผลิตภัณฑ์เดิมจะเป็นลักษณะของการนำเหล็ก แผ่น หรือเหล็กตัว L นำมาตัดตามขนาด เชื่อมยึดติดกับตัวโครงสร้าง ซึ่งไม่สามารถถอดออกได้ และระยะห่างของชั้นวางแต่ละชั้น สูง 50 ซม. กว้าง 100 ซม. ดังภาพ



ภาพที่ 61 แสดงชั้นวางแม่แบบภายในตู้อบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพที่ 61 วัสดุที่ใช้นำมาผลิตชั้นวาง ทำจากเหล็กแผ่นรูปตัว L ตัดตามขนาดยาว 50 ซม. แล้วนำมาเชื่อมติดกับตัวโครงสร้างจากภาพลักษณะของชั้นวางในลักษณะนี้มีส่วนดีส่วนเสียดังต่อไปนี้

ตารางที่ 10 ตารางเปรียบเทียบข้อดี-ข้อเสีย ของชั้นวางแม่แบบภายในตู้อบ

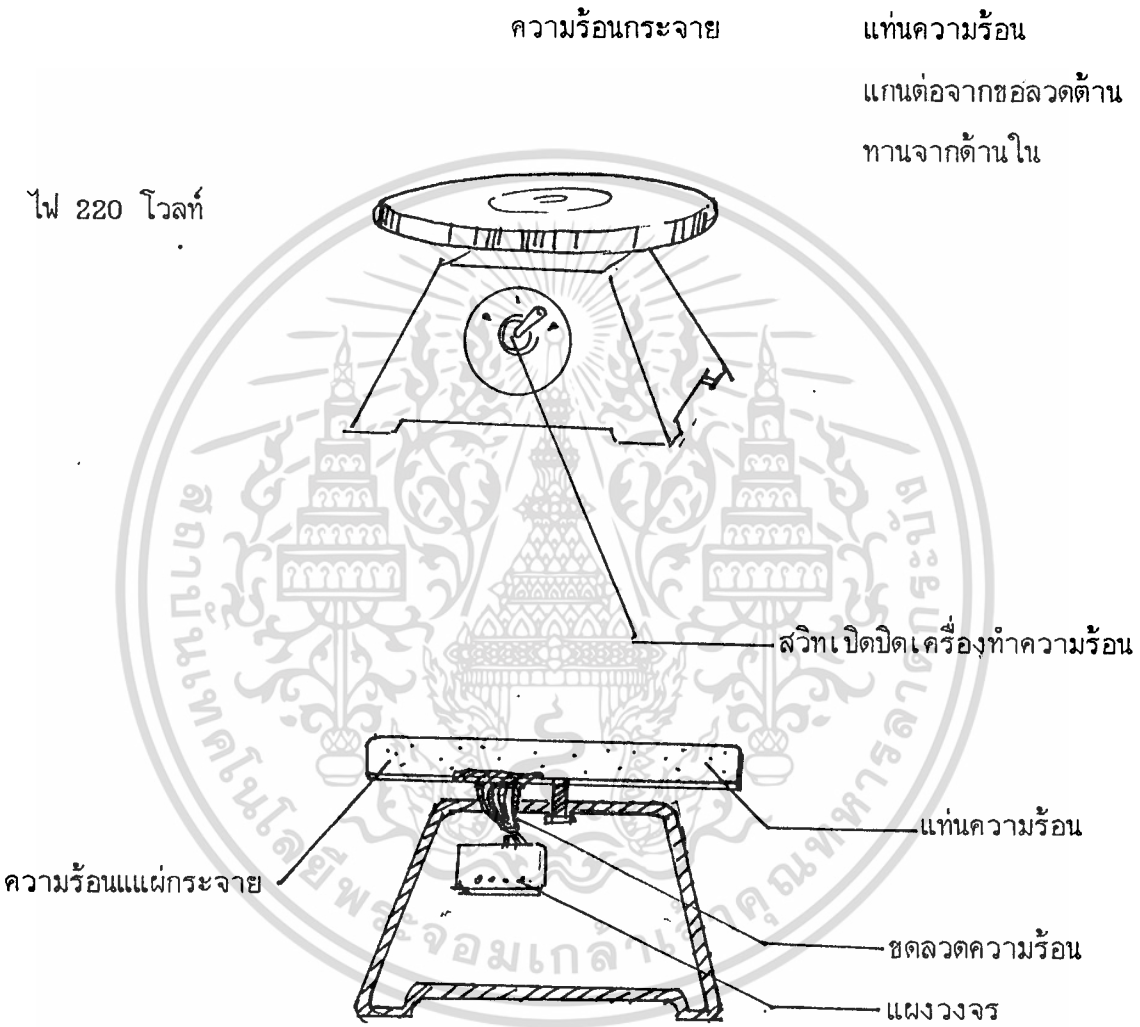
ข้อดี	ข้อเสีย
1. มีความแข็งแรง	1. กำหนดช่องห่างตายตัวไม่สามารถเปลี่ยนขนาดได้ตามต้องการ
2. เสริมโครงสร้าง	2. ความลำบากใน การชัดวางภายในตู้อบ
3. ผลิตง่าย	3. เกิดความร้อนได้ง่าย

การศึกษาข้อมูลเรื่องชั้นวางภายในตู้อบชั้นวางควรสามารถปรับระดับได้ตามความเหมาะสมซึ่งจะต้องสัมพันธ์กับขนาดของแม่แบบแต่ละชนิด ซึ่งจะมีขาดที่แตกต่างกันเช่นสูงแต่แคบหรือต่ำ แต่ กว้าง และตัวชั้นวางควรมีลูกเลื่อนหรือลักษณะของแกนหมุนเพื่อสนองพฤติกรรมการจัดวางแม่แบบที่มีขนาดใหญ่และหนัก คือสามารถยกมาวางแล้วเลื่อนโดยใช้แรงที่น้อยลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. แท่นความร้อน

แท่นความร้อนของตู้อบแม่แบบเป็นลักษณะของแท่งเหล็กกลมแปลงพลังงานจากไฟฟ้าเป็นพลังงานความร้อน โดยผ่านขดลวดต้นทานความร้อนจากด้านในเครื่อง ดังภาพ



ภาพที่ 62 ภาพแสดงแท่นความร้อนของตู้อบแม่แบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แท่นความร้อนในลักษณะนี้ (ดังภาพที่ 62) เป็นที่พิมพ์สำหรับการนำมาเป็นส่วนให้ความร้อนภายในตู้อบแม่แบบเพราะเป็นเครื่องทำความร้อนที่ผลิตออกมาเพื่อสนองส่วนของการเพิ่มอุณหภูมิภายในตู้อบแม่แบบ ซึ่งเครื่องชนิดนี้มีคุณสมบัติในการให้ความร้อนที่คงที่ แน่นอน และมีความปลอดภัยในส่วนของการกระจายความร้อนที่ได้พื้นที่กว้างเนื่องจากแท่นความร้อนซึ่งมีลักษณะกลมจะรับความร้อนจากขดลวดความร้อนและจะส่งแผ่กระจายความร้อนในมุม 360 องศา

การให้ความร้อนแบบไฟฟ้านี้มีคุณสมบัติดีกว่าการให้ความร้อนจากเตาแก๊สในส่วนของ

1. การควบคุมอุณหภูมิ
2. ความปลอดภัย
3. การสิ้นเปลืองน้อยกว่าเตาแก๊ส

ซึ่งในส่วนนี้จึงสรุปได้ว่าการให้ความร้อนแบบไฟฟ้ามีความเหมาะสมสำหรับการนำมาประกอบเป็นตู้อบแม่แบบปูนปลาสเตอร์ ด้วยคุณสมบัติข้างต้น.

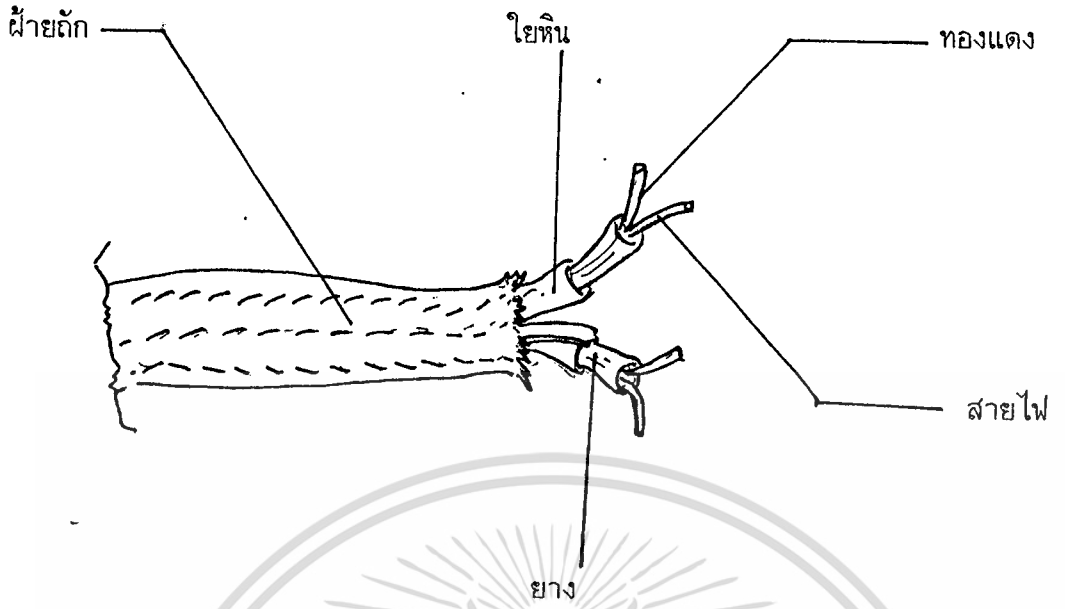
9. สายไฟ

สายไฟซึ่งใช้กับเครื่องทำความร้อน ความนิยมและความเหมาะสมในการเลือกใช้ซึ่งการเลือกใช้ สายไฟนั้นขึ้นอยู่กับประเภทชนิดของสายไฟ และการใช้งานดังนี้

1. สายไฟที่ใช้กับไฟส่องสว่าง
2. สายไฟที่ใช้กับเครื่องใช้ตั้งทำความร้อน
3. สายไฟที่ใช้กับเครื่องกำลัง (สายไฟมอเตอร์ขนาดใหญ่)
4. สายไฟทั่วไป

สายไฟที่เหมาะสมที่สุดสำหรับตู้อบแม่แบบปูนปลาสเตอร์คือ สายไฟ ข้อ 2 คือ สายไฟที่ใช้กับเครื่องทำความร้อนแบบ HEATERBORD มีลักษณะดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 63 สายไฟใช้งานกับเครื่องทำความร้อน

มีชื่อเรียกตามมาตรฐานสากลอุตสาหกรรมดังนี้

ตารางที่ 11 ตารางแสดงสายไฟความร้อน

	แบบ	แรงดันสายไฟ	อุณหภูมิความร้อนไม่เกิน	การใช้งาน
	IV HIV	250 W	60 C	สายไฟชนิดนี้เหมาะสมกับการใช้งานทั่วไปโดยเฉพาะงานเดินสายความร้อนการเดินท่อสะพานสายในอากาศ
	TW HIV	750 W	75 c	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูล 2.6

วัสดุที่เกี่ยวข้องในการออกแบบ สำหรับการผลิตตู้อบแม่แบบปูนปลาสเตอร์ สำหรับหล่อน้ำดิน

2.6.1 โลหะเหล็ก

2.6.2 โลหะที่ไม่ใช่เหล็ก

2.6.3 โลหะแผ่น

2.6.4 ไฟเบอร์กลาส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลวัสดุที่เกี่ยวกับการออกแบบ

2.6.1 โลหะเหล็ก

2.6.1.1 เหล็ก

เหล็กเป็นโลหะประเภท FEROUS MEROUS METAL ซึ่งนำเอามาใช้ในงานต่างมาก โดยปกติเหล็กบริสุทธิ์จะมีความเหนียว และอ่อนตัวสูง เหล็กสามารถรวมตัวกับออกซิเจนได้ดีจึงเป็นสนิมได้ง่าย ดั้งนั้นกผลิตภัณฑ์ที่ทำจากเหล็กจึงต้องเคลือบผิว เพื่อป้องกันการผุกร่อน

ประเภทของเหล็ก

เหล็กหล่อ คือ เหล็กดิบโดยตรง มีหลายชนิดด้วยกัน เช่น เหล็กหล่อมีสีขาวเทามีความแข็งสูงมากจนเปราะง่าย เหล็กหล่อเหนียวและเหล็กหล่อพิเศษมีความเหนียวสามารถรับแรงได้สูง เหล็กหล่อถึงแม้ว่าจะมีน้ำหนักมาก แต่ข้อดีคือราคาถูก รับแรงได้มากตรงส่วนที่มีความหนามาก

เหล็กกล้า เหล็กกล้าเข้ามามีบทบาทแทนเหล็กหล่อและเป็นที่นิยมใช้ประมาณ 150 ปีมาแล้ว ภายหลังมีผู้คิดวิธีการผลิตทางอุตสาหกรรม นำมาใช้อาวุธและเครื่องมือที่มีความละเอียด เหล็กกล้าแผ่ออกอย่างบางใช้เป็นชิ้นส่วนของผลิตภัณฑ์แผ่นหนาใช้เป็นโครงของเครื่องจักรกลแบบหล่อเหล็ก เหล็กกล้ามีคุณสมบัติหลายอย่าง และมีประเภทต่าง ๆ กันเช่น ไม่ควรออกแบบชิ้นส่วนที่ทำด้วยสแตนเลส สตีลบ โดยการขึ้นรูปเพราะทำได้ยากจะต้องใช้เทคนิคบางอย่างทำชิ้นส่วนและมีราคาแพง ถ้านำมาใช้ให้ถูกต้องความจำเป็นและคุณค่าจะทำให้งานดีมากเพราะเป็นเหล็กกล้าที่มีความแข็งแรงทนทานและไร้สนิม

เหล็กผสม มีความแข็งแรงมากน้อยแล้ว แต่ส่วนผสมในเนื้อเหล็ก เช่น เนื้อผสมคาร์บอน ทำให้แข็งและเปราะง่าย ผสมกับโครเมี่ยม ช่วยป้องกันสนิม เป็นต้น

รูปแบบของเหล็ก

รูปแบบของเหล็กที่ใช้ทั่วไปจะผลิตออกมาเป็นมาตฐานไม่ว่าจะเป็นเหล็กโครงสร้างที่ใช้กับงานก่อสร้าง หรือเหล็กที่ใช้กับงานช่าง เหล็กรูปต่าง ๆ แผ่นเหล็กที่เหล็กและลวดเหล็กวัสดุเหล่านี้ทำขึ้นจากการรีด ดึง อัด ตี โดยมากทำขึ้นในสภาพแผ่นเหล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.2 โลหะที่ไม่ใช่เหล็ก

2.6.2.1 อลูมิเนียม (Aluminium)

อลูมิเนียมเป็นโลหะแผ่นเปลือยประเภท NON-FEROUS METAL

โดยปกติจะเป็นแผ่นอลูมิเนียมที่มีความบริสุทธิ์ไม่ถึง 100 เปอร์เซ็นต์ แต่จะเป็นอลูมิเนียมกลมโลหะหรือธาตุอื่น ๆ อีกเล็กน้อยเพื่อให้อลูมิเนียมมีคุณสมบัติบางประการดีขึ้น อลูมิเนียมบริสุทธิ์จะอ่อนมากในลักษณะที่เป็นแผ่นจะไม่ค่อยพบในงานบ่อยนัก

อลูมิเนียมแผ่นจะมีส่วนผสมของทองแดง ซิลิกอน เหล็กและแมงกานิส ส่วนอลูมิเนียมชนิดอื่น ๆ ที่ไม่ได้อยู่ในลักษณะที่เป็นแผ่นจะผสมนิเกิล แมกนิเซี่ยม อย่างไรก็ตามอลูมิเนียมผสมทุกชนิดจะต้องมีอลูมิเนียมอยู่ไม่น้อยกว่า 50 % เสมอ

อลูมิเนียมผสมมีอยู่หลายชนิด ชนิดต่าง ๆ เหล่านี้มีคุณสมบัติแตกต่างกัน และมีค่าความแข็งที่แตกต่างกันออกไปอีกประมาณ 40 เกรด (Grade) ดังนั้นควรเลือกใช้ให้เหมาะสมกับงานแต่ละชนิด

อลูมิเนียมผสมจะถูกกำหนดคุณภาพ คุณสมบัติตาม Number ต่าง ๆ กัน สำหรับในงานโลหะแผ่นจะใช้ NUMBER 3003 แต่ในทางการค้าจะนิยมเรียกเป็นตัวอักษร เช่น เป็นต้น

"O" หมายถึง อลูมิเนียมอ่อน (Soft) ใช้กับได้ดีเหมือนกันกับแผ่นสังกะสี

"H" หมายถึง อลูมิเนียมแข็ง (Hard) บางชนิดตัดโค้งได้ แต่บางชนิดไม่สามารถที่จะตัดโค้งได้

"T" หมายถึง อลูมิเนียมที่จะต้องใช้งานที่เกี่ยวกับความร้อน (Heat Treated) อยู่เสมอ

ตัวเลขตามหลังอักษร H หรือ T จะบอความแข็งเช่น Number 3003 ที่ใช้งานงานโลหะแผ่นทั่วไป จะเขียนเป็น H 14 เป็นต้น ซึ่งอลูมิเนียม Number ดังกล่าวนี้มีความแข็งไม่มากนัก สามารถดัดโค้งหรือขึ้นรูปได้ดี

อลูมิเนียมจะสังเกตได้ง่าย เพราะมีสีขาว น้ำหนักเบา บางชนิดจะมีสีใกล้เคียงกับสแตนแลส (Stainless Steel) สามารถจะนำไปเชื่อมได้และจะต้องใช้น้ำประสาน (Flux) ชนิดพิเศษ สำหรับการบัตกรี ก็สมามารถจะทได้เช่นเดียวกัน แต่ทั้งนี้จะต้องใช้น้ำประสานตะกั่วบัตกรี และความร้อนของหัวแร้งให้ถูกต้องมิฉะนั้นจะทำให้การบัดกรีไม่ได้ผล

อลูมิเนียมเป็นโลหะที่มีผิวเป็นมัน และทนต่อการกัดกร่อนได้ดีในบรรยากาศปกติ ดังนั้น จึงเหมาะสำหรับใช้ทำเฟอร์นิเจอร์ และอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ต้องการความสงบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก. อลูมิเนียมผสมหรืออลูมิเนียมอัลลอยด์

อลูมิเนียมผสมเป็นอลูมิเนียมที่มีส่วนผสมของสารชนิดอื่น ๆ มีจุดหลอมเหลวระหว่าง 900-1220 องศาฟาเรนไฮด์ ส่วนผสมที่ผสมลงไปทำให้อลูมิเนียมมีคุณสมบัติเปลี่ยนไปในเรื่องของความแข็งแรง ความทนทานต่อการรับน้ำหนัก สารที่นิยมผสมลงไปได้แก่ ซิลิกอน แมกนีเซียม เหล็ก ทองแดง มังกานีส อลูมิเนียมอัลลอยด์ เป็นต้น

ข. การยึดประกอบของอลูมิเนียม

การยึดประกอบของอลูมิเนียม มีลักษณะที่พอจะแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท

1. การยึดแบบ KNOCK DOWN เป็นการยึดโดยอาศัย ตัวล็อคประกอบโดยใช้การยึดแบบนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะงานที่นำไปใช้ ผู้ออกแบบต้องมีความรู้ ความชำนาญในการออกแบบอลูมีเนียม ตัวอย่างการยึดแบบนี้จะเห็นได้ชัดในงานประกอบวงกบหน้าต่าง อลูมิเนียม ตามตัวอาคาร ร้านต่าง ๆ

2. การยึดแบบตัวต่อ ลักษณะการยึดแบบนี้แบ่งออกได้เป็น 2 อย่าง คือ

2.1 การใช้สกรู

2.2 การเชื่อม

คุณสมบัติโดยทั่วไปของอลูมิเนียม

1. เป็นโลหะที่มีน้ำหนักเบา มีสีขาว ผิวมัน

2. โลหะผสมบางอย่างของอลูมิเนียมมีความแข็งแรง เช่น เหล็กเหนียวธรรมดามีคุณสมบัติในการดัดโค้ง ปิดงอได้เป็นอย่างดี

3. ทนต่อการกัดกร่อนของสารเคมีต่าง ๆ เพราะไม่ทำปฏิกิริยากับกรดอินทรีย์แต่จะทำปฏิกิริยาอย่างรวดเร็วกับกรดอินทรีย์

4. ในสถานะปกติไม่มีสีของเกลือและสารพิษปรากฏอยู่

5. อลูมิเนียมบริสุทธิ์เป็นสารละลานที่นำไฟฟ้าและความร้อนได้ดี

6. เป็นโลหะที่ไม่มีประกายไฟและไม่เป็นสื่อแม่เหล็ก

7. สามารถทำเป็นรูปร่างได้ เช่น แผ่น เส้น ฟรอยด์ ฯลฯ โดยวิธีการหล่อรีด ขึ้นรูป ปั๊มดึง กลึงตกแต่งได้ เนื่องจากความยืดตัวสูง

8. สามารถตกแต่งให้มีสีสรรต่าง ๆ ได้โดยการชุบ เคลือบผิวที่เรียกว่า AKODIZE เท่านั้น

9. รับน้ำหนักได้น้อย ทนต่อแรงกระแทกไม่ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.2.2 สแตนเลส (STAINLESS STEEL)

Stainless steel เป็นโลหะเปลลี่อยประเภท Ferous metalซึ่งมีส่วนประกอบด้วย เหล็ก โครเมี่ยม นิเกิล และธาตุอื่นๆ เล็กน้อย Stainless steel มีหลายชนิดสามารถที่จะเลือกใช้ให้เหมาะสมกับความต้องการได้ โดยปกติผิวของ Stainless steel จะมีสีคล้ายเงินและมีลักษณะเป็นมัน

คุณสมบัติทางกายภายของ Stainless steel ก็เหมือนโลหะผสมชนิดอื่น ๆ ขึ้นอยู่กับส่วนผสมของธาตุต่าง ๆ ที่ผสมลงในขณะที่ยังหลอมละลายอยู่ ซึ่งต้องระมัดระวังควบคุมอุณภูมิและบรรยากาศของก๊าซต่าง ๆ ที่ผสมเข้าเป็น Stainless steel ได้แก่

นิเกิล (NICKEL) จะเพิ่มความแข็งแรง ความเหนียว ป้องกันการกัดกร่อนได้ดีและเพิ่มความยืดตัวในขณะดัดโค้งไม่ให้ฉีกขาดหรือแตกร้าวได้ง่าย

แมงกานิส (MANGAMESE) ช่วยเพิ่มความแข็งแรง ความเหนียวและทนต่อแรงดึงได้สูง

โครเมี่ยม (CHROMIUM) จะเพิ่มความต้านทางการกัดกร่อน ความแข็งแรง และสามารถทนต่อแรงดึงได้สูง

วานาเดียม (VANADIUM) จะเพิ่มความเหนียวให้กับ

โมลิบดีนั่มและโคลัมเบียม (MOLYBDDENUM AND COLUMBIUM) จะต้านทานการกัดกร่อน

ติตาเนียม (TITANIUM) และ **แมกนีเซียม (MAGNESIUM)** จะทำให้มีน้ำหนักเบา

Stainless Steel มีอยู่หลายชนิด ขึ้นอยู่กับส่วนผสมของธาตุ ๆ ที่กล่าวมาแล้ว โดยทั่วไปจะมีส่วนผสมหลัก คือ **เหล็ก (Fe)** และ**โครเมี่ยม (Cr)** **นิเกิล (Ni)**

Stainless Steel แบ่งเป็นประเภทใหญ่ ๆ ได้ 3 ประเภท ตามชนิดของโครงสร้าง ซึ่งได้แก่

1. **Austenitic Stainless Steel** จะประกอบไปด้วยส่วนผสมของธาตุโครเมี่ยม 18 % และธาตุอื่น ๆ ผสมอยู่ประมาณ 2-4 %

ประเภทนี้จะจัดอยู่ในหมู่ 300 และมีชื่อเรียกว่า Chrome NicKel ซึ่งมีความแข็งแรงสูงมาก แต่มีความเหนียวต่ำ และไม่มีคุณสมบัติความเป็นแม่เหล็กอยู่เลย

2. **Martensitic Stainless Steel** จะประกอบไปด้วยส่วนผสมของธาตุโครเมี่ยมอยู่ระหว่าง 11.5 - 7 % และมีส่วนผสมของธาตุคาร์บอน (C) อีกไม่เกิน 1.2 % ประเภทนี้จะมีความแข็งแรงอยู่มาก แต่ก็มีความเปราะมากอีกเช่นเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. Ferritic Stainless Steel ซึ่งจะประกอบไปด้วยส่งผสมของธาตุโครเมี่ยมอยู่ระหว่าง 17 - 27 % และมีส่วนผสมของธาตุคาร์บอนอีกไม่เกิน 0.2 % Stainless Steel ประเภทนี้มีคุณสมบัติอ่อนและเหนียวมาก

Stainless Steel เป็นโลหะที่มีราคาแพง แต่อายุการใช้งานยาวนานมากทนต่อการกัดกร่อนได้ดี และเสียค่าบำรุงรักษาถูกอีกด้วยเมื่อเทียบกับโลหะชนิดอื่น ๆ ดังนั้น ในการทำงานควรเลือก Stainless Steel ให้เหมาะสมกับการทำงานด้วย

2.6.3 โลหะแผ่น (SHEET METAL)

โลหะแผ่น (SHEET METAL) ใช้ในงานช่างทั่วไปหมายถึง โลหะแผ่นทุกชนิดที่มีความหนาไม่เกิน 3/16 นิ้ว

โลหะแผ่นที่ใช้งานในอุตสาหกรรมมีอยู่หลายชนิด แต่ละชนิดมีลักษณะพิเศษเฉพาะตัวแตกต่างกันออกไป ดังนั้น การทำงานแต่ละประเภทจำเป็นจะต้องศึกษาและเลือกใช้วัสดุหรือโลหะให้เหมาะสมกับคุณภาพของงาน และคุณสมบัติของโลหะด้วย จึงจะทำให้ผลของงานที่ได้เป็นที่น่าพอใจ และมีคุณค่ามากยิ่งขึ้น

โลหะแผ่นที่นำมาใช้งานส่วนมาก ได้แก่ เหล็ก ซึ่งรีดออกมาเป็นแผ่น ๆ มีขนาดความหนาหลายขนาดต่าง ๆ และยังมีการเคลือบผิวด้วยโลหะต่าง ๆ เช่นเคลือบผิวด้วย ตะกั่วสังกะสี หรือ ดีบุก เป็นต้น นอกจากนี้แล้วยังมีการเอาโลหะผสมมาใช้อีกหลายชนิด เช่นทองแดง อลูมิเนียม เป็นต้น

โลหะแผ่นโดยทั่วไปแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

1. โลหะแผ่นเปลือย (BARE METAL-UNCOATED METAL)
2. โลหะแผ่นเคลือบผิว (COATED METAL)

2.6.3.1 โลหะแผ่นเปลือย โดยมากจะเป็นประเภทที่ไม่ใช่เหล็ก (NON FERROUS METAL) เช่น แผ่นทองแดง แผ่นอลูมิเนียม เป็นต้น แต่ก็มีประเภทเหล็ก เช่น สแตนเลส เป็นต้นแต่ในที่นี้จะขอกล่าวรายละเอียดข้างต้นเฉพาะสแตนเลส และอลูมิเนียมเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.3.2 โลหะแผ่นเคลือบผิว

1. เหล็กอาบสังกะสี (Galavanized Steel)

ในสภาพบรรยากาศปกติ สังกะสีเป็นโลหะที่ทนต่อการกัดกร่อนได้ดีมาก ดังนั้นจึงนิยมนำไปเคลือบแผ่นเหล็กเพื่อช่วยให้แผ่นเหล็กมีอายุใช้งานที่ยาวนาน ถ้าสังกะสีที่ใช้เคลือบผิวเหล็กลอกหรือหลุดไป ก็จะทำให้เกิดสนิมขึ้นกับแผ่นเหล็กได้

การผลิตเหล็กอาบสังกะสี สามารถกระทำได้ 2 วิธีดังนี้คือ

1. โดยวิธีจุ่ม นำเอาแผ่นเหล็กอ่อนที่ได้จากการรีดเย็นไปล้างไขมันในถังกรด แล้วนำไปล้างน้ำสะอาด จากนั้นจึงนำไปจุ่มลงในถังสังกะสีที่กำลังหลอมละลาย สังกะสีก็จะเกาะติดผิวหน้าของแผ่นเหล็กแล้ว แล้วจึงนำไปรีดให้เรียบร้อยอีกครั้งหนึ่ง

2. โดยวิธีเคลือบผิวด้วยไฟฟ้าอาศัยหลักการเดียวกับการชุบโครเมี่ยมด้วยไฟฟ้าสังกะสีชนิดนี้มีชื่อเรียกทางการค้าโดยเฉพาะว่า Zinscirp หรือ Paintgrip. เหล็กอาบสังกะสีที่ได้จากการเคลือบผิวด้วยไฟฟ้าผิวที่เคลือบจะติดแน่น เรียบสม่ำเสมอ มีลักษณะเป็นดอกสีเทาเหมาะอย่างยิ่งสำหรับงานที่ต้องการผ่นสี

เหล็กอาบสังกะสีที่ได้จากการเคลือบผิวด้วยไฟฟ้า ผิวที่เคลือบจะตจิดแน่น เรียบสม่ำเสมอ มีลักษณะเป็นดอกสีเทา เหมาะอย่างยิ่งสำหรับงานที่ต้องการผ่นสี

เหล็กอาบสังกะสีสามารถสังเกตได้ง่าย จากลวดลายดอกที่ปรากฏบนผิวจะมีประกายแวววาวเห็นได้ชัด ลวดลายนี้เกิดจากการเย็นตัวของสังกะสีบนผิวเหล็ก

ความคงทนต่อการกัดกร่อนของเหล็กอาบสังกะสีจะขึ้นอยู่กับคุณภาพของสังกะสีที่เกาะเคลือบผิวอยู่ถ้ามีคุณภาพดี จะสามารถดัดโค้งงอ และพับให้เกิดความแข็งแรงได้โดยที่สังกะสีไม่กระเทาะหรือร่อนออกจากผิวเปลือกเหล็กได้ง่าย และไม่เกิดการฉีกขาดเพื่อพับหลายครั้งขนาดมาตรฐานของโลหะแผ่น

โลหะแผ่นมีขนาดต่าง ๆ กัน ขนาดมาตรฐานของอเมริกา มีดังนี้คือ

30 - 96 นิ้ว, 36 - 96 นิ้ว

30 - 120 นิ้ว, 36 - 120 นิ้ว

ขนาดที่นิยมใช้กันมากคือ 36 - 96 นิ้ว

ในท้องตลาดเมืองไทยจะใช้กันมาเพียง 2 ขนาดคือ 36-96 นิ้ว และ 48-96 นิ้ว ซึ่งเรียกกันจนเคยชินว่า โลหะแผ่นขนาด 3-8 ฟุต และ 4-8 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในกรณีที่ต้องการขนาดพิเศษสามารถจะสั่งทำจากโรงงานที่ผลิตได้ GAGE(ORAUGE)

การกำหนดความหนาของโลหะแผ่นกำหนดเป็นตัวเลข ทั้งนี้ก็เพื่อความสะดวกในการวัด อ่านค่าความหนาของโลหะแผ่นได้อย่างละเอียดถูกต้อง ตัวเลขต่าง ๆ บนจะบอกความหนาเป็นทศนิยม หรือเศษส่วนของนิ้ว

ที่ใช้เป็นมาตรฐานสำหรับวัดความหนาของโลหะแผ่นมีอยู่ 2 ชนิด

1. United States Standrded Gage

ใช้สำหรับวัดความหนาของโลหะแผ่นที่เป็นเหล็ก เช่น เหล็กดัด เหล็กอาบสังกะสี เป็นต้น

2. Amirican Standard Wire Gage

ใช้สำหรับวัดความหนาของโลหะแผ่นที่ไม่ใช่เหล็ก เช่น อลูมิเนียม ทองเหลือง ทองแดง ดีบุก สแตนเลส ฯลฯ เป็นต้น

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



ภาพที่ 64 รูป Gge ที่ใช้วัดความหนาของโลหะแผ่น (United States Stamless Gage)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Gage สำหรับวัดความหนาของแผ่นโลหะ จะเป็นแผ่นกลมทำด้วยเหล็กแข็งอย่างดี มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 3/4 นิ้ว และหนา 1/8 นิ้ว ด้านหน้าของ Gage จะบอกความหนาเป็นตัวเลขจาก 0 - 36 เมื่อต้องการที่จะดูจำนวนความหนาเป็นทศนิยมก็ดูได้จากด้านหลังที่ตรงช่องเดียวกับตัวเลขของ Gage ด้านหน้า เช่น

ความหนาของโลหะแผ่นเบอร์ 16 จะหนาเท่ากับ 0.0624 หรือประมาณ 1/16 นิ้ว

ความหนาของโลหะแผ่นเบอร์ 22 จะหนาเท่ากับ 0.0312 หรือประมาณ 1/32 นิ้ว

ความหนาของโลหะแผ่นเบอร์ 28 จะหนาเท่ากับ 0.0156 หรือประมาณ 1/20 นิ้ว

การใช้ Gage วัดความหนาของโลหะแผ่นที่ไม่เคลือบผิว การอ่านค่าความหนาจะสามารถอ่านเป็นตัวเลขได้เลยโดยความหนาจะไม่ผิดพลาด แต่สำหรับโลหะที่มีการเคลือบผิวนั้นกจะต้องอ่านตัวเลขของ Gage ลดลงมา 1 Gage เสมอเช่น เมื่อวัดความหนาได้เท่าเบอร์ 42 ความหนาจริงจะเท่ากับ Gage เบอร์ 23 เป็นต้น

ในท้องตลาดเมืองไทย จะใช้กันมากเพียง 2 ขนาดคือ

-36 x 96 นิ้ว / 3 x 8 ฟุต

-48 x 96 นิ้ว / 4 x 8 ฟุต

ชนิด เหล็กแผ่น แบ่งตามความหนา เป็น 3 ชนิด คือ

1. เหล็กแผ่นหนา มีความหนาตั้งแต่ 3 มม.--ขึ้นไป
2. เหล็กแผ่นบาง ความหนาระบุน้อยกว่า 3 มม. ลงมา
3. เหล็กแผ่นแถบ เป็นแกบยาวทับทำเป็นม้วน (COIL)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 12 ขนาดมาตรฐาน (UNITED STATES STEEL)

เลขขนาด GAUGE	ความหนาทศนิยมเป็นนิ้ว	ความหนาเศษส่วนของนิ้ว
33	0.250	1/4
11	0.125	1/8
14	0.078125	5/64
15	0.070312	
16	0.0625	1/16
18	0.050	1/20
19	0.04375	
20	0.0375	
21	0.034375	
22	0.03125	1/32
23	0.028125	
24	0.025	1/40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 13 เปรียบเทียบการลดความหนา และ เกณฑ์ความคาดเคลื่อน

	เกณฑ์ความคาดเคลื่อน				
ความกว้าง	600-1219	1400-1524	1600-1829	200-220	2500-3000
ความหนา					
1.2	+-0.18	+-0.20	-	-	-
1.4	+-0.20	+-0.22	-	-	-
1.6 1.8	+-0.22	+-0.25	+-0.30	-	-
2.0 2.2	+-0.25	+-0.23	+-0.32	-	-
2.5 2.8	+-0.28	+-0.32	+-0.36	-	-
3.2 3.6	+-0.30	+-0.35	+-0.40	-	-
4.0 4.5	+-0.45	+-0.50	+-0.55	+-0.65	+-0.75
5.0 5.6	+-0.50	+-0.55	+-0.60	+-0.70	+-0.80
6.0 7.0 8.0 9.0	+-0.60	+-0.60	+-065	+-0.75	+-0.85
10.0 11.0 12.0 14.0	+-0.60	+-0.60	+-0.70	+-0.80	+-0.90
40.0 45.0 50.0	+-0.90	+-0.90	+-1.0	+-1.2	+-1.3

หมายเหตุ ในกรณีที่ความหนาน้อยกว่า 1.2 มม. ให้ถือเกณฑ์ความหนา 1.2 มม. เป็นเกณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การนำโลหะแผ่นเปลือยและโลหะแผ่นเคลือบผิว มาใช้งานจะแตกต่างกันมากการนำมาขึ้นรูปด้วยการเชื่อม ตะไบ ตัด ขัดผิว จะไม่มีผลเสียเกิดขึ้นกับโลหะแผ่นเปลือยแต่สำหรับแผ่นเคลือบผิวต้องไม่ควรให้ผิวหน้าที่เคลือบไว้ ได้รับการขูดขีด เพราะจะทำให้สูญเสียคุณสมบัติในด้านการคงทนต่อการกัดกร่อน

เหล็กแท่งหรือเหล็กโครงสร้าง มีขนาดและรูปร่างแตกต่างกันไปตามมาตรฐานซึ่งได้จากการรีด เหล็กแท่งอีกประเภทหนึ่งได้จากการยืดเหล็ก โดยแท่งเหล็กที่ถูกรีดมาก่อนจะถูกดึงผ่านรูของเครื่องยืดเหล็ก จะทำให้เนื้อเหล็กอัดตัวแน่น และมีผิวเรียกว่าเหล็กยืดผิวเรียบ

ท่อเหล็ก ได้จากการรีด ตัดเหล็กแผ่นให้เป็นรูปท่อน และเชื่อมให้ติดกัน แล้วผ่านการรีดอีกครั้ง ให้ได้ขนาดตามที่ต้องการ ท่อที่ไม่มีรอยต่อ สำหรับใช้งานที่มีความทนทานสูง เช่น ท่อรถจักรยานยนต์ จะได้การรีด การอัด หรือยืดเหล็กที่มีการผสมพิเศษ สำหรับท่อน้ำเราใช้ท่อที่ทำจากการเชื่อมได้ เพราะต้องการแรงต้านทานด้วยความดันเล็กน้อย

คุณสมบัติโดยทั่วไปของเหล็กมีดังนี้

1. มีความแข็งแรงต่อการรับแรงกระแทกสูง และทนต่อการรับแรงดึงได้ดี
2. สามารถเป็นแม่เหล็กได้
3. นำไฟฟ้าและนำความร้อนได้
4. ทำปฏิกิริยาได้ดีกับออกซิเจนในอากาศ ทำให้เป็นสนิมง่าย
5. สามารถทำเป็นรูปได้โดยการหล่อ รีด อัดโค้ง ขึ้นรูป
6. สามารถตกแต่งผิวได้หลายวิธี ทั้งพ่นสี ชุบสี เคลือบด้วยโลหะ ฯลฯ
7. จุดหลอมเหลวสูง
8. ไม่ทนต่อการกัดกร่อนของสารเคมีต่าง ๆ
9. ราคาถูกกว่าโลหะอื่น ๆ เมื่อเทียบคุณสมบัติ

การตกแต่งผิว

เนื่องจากเหล็กแผ่นโดยปกติแล้วจะเป็นสนิมง่าย และไม่ทนต่อการกัดกกร่อนในสภาพอากาศปกกติดังนั้นจึงจำเป็นจะต้องป้องกันเพื่อไม่ให้เกิดการเสียหายต่อแผ่นเหล็กประกอบกับเพื่อความสวยงาม กรรมวิธีที่ใช้ในอุตสากหรรมทั่ว ๆ ไป ได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตกแต่งผิว : โลหะแผ่น

1. การชุบด้วยไฟฟ้า
2. การพ่นหรือทาสี
3. การเคลือบด้วยความร้อน ซึ่งแปรเป็น
   - อบเคลือบด้วยเสียง
   - อบเคลือบด้วยไฟฟ้า
4. การชุบพลาสติก

วัตถุประสงค์ของการเคลือบผิวเพื่อป้องกันมิให้เกิดการกัดกร่อน ซึ่งจะทำให้โลหะนั้นมีอายุการใช้งานได้นานขึ้น

ดังนั้นการใช้งานโลหะแผ่นเคลือบกับโลหะแผ่นเปลือยจึงต่างกันมากการนำโลหะแผ่นเปลือยไปใช้งานอื่น ๆเช่น นำไปเชื่อม ขัดผิว ตะไบ หรือกระบวนการอื่น ๆ ที่ต้องเสียผิวหน้าของงานก็จะไม่ทำให้เกิดผลเสียหายในการกัดกร่อนแต่อย่างใดแต่สำหรับโลหะเคลือบแล้วผิวหน้าของงานไม่ควรได้รับอันตรายใด ๆเลย เพราะผ้าผิวหน้าของโลหะเสียหายโลหะที่ผสมเคลือบผิวหลุดออำไป จะเป็นเหตุให้โลหะนั้นสูญเสียคุณสมบัติในด้านการคงทนต่อการกัดกร่อนได้ง่ายขึ้น

2.6.4 ไฟเบอร์กลาส

คือพลาสติกที่ได้รับการปรับปรุงโดยใช้กวัสดุที่มีคุณสมบัติดีมาเสริมกำลังซึ่งคือใยแก้ว (GLASS FLBER) จึงมีลักษณะนุ่ม อ่อนเหนียว ทนผุกร่อนดี ทนความร้อนสูงเป็นฉนวนไฟฟ้าและทนสารเคมีส่วนพลาสติกที่นำมาใช้ต้องมีความแข็งมาก ซึ่งถ้าไม่เสริมกำลังแล้วจะเปราะ ดังนั้นจึงใช้พลาสติกประเภทนี้ผสมตัวทำปฏิกริยาแล้วจะเกิดปฏิกริยาเรียก POLYMERISATION มีความร้อนเกิดขึ้นสูง 200 องศาเซลเซียส เมื่อแข็งตัวแล้วจะไม่คืนรูปอีก

ไฟเบอร์กลาส เป็นสิ่งประดิษฐ์ที่ใช้กันความร้อน กันเสียงสะท้อน ป้องกันไฟรั่ว ทนความร้อนได้ถึง 450 องศาเฟรนไฮ (230 องศาเซลเซียส)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะภายนอก

เป็นวัสดุที่มีลักษณะโดยทั่วไปแล้วเหมือนพลาสติกธรรมดา แต่มีความแข็งแรงมากกว่าหลายเท่า และสามารถทำให้มีรูปร่างตามต้องการได้

ไฟเบอร์กลาสโดยปกติแล้วทำขึ้นจากเทอร์โมเซทติ้งพลาสติก ซึ่งที่ใช้กันมีอยู่ 3 ชนิด คือ

1. POLYESTER RESIN นิยมใช้กันมาก ราคาถูก แบ่งได้เป็น
   - ORTHOTHALIC ใช้ในงานทั่วไป
   - ISO PHTHALIC ใช้ในงานที่ต้องการให้คงทนต่อสภาพอากาศ
   - BISRH ENAL ใช้ในงานที่ทนต่อการกัดกร่อนของสารเคมี
2. EPOXY RESIN มีราคาค่อนข้างแพง แต่ให้ความแข็งแรงสูง
3. PHENOLIC RESIN ไม่ค่อยนิยมใช้มากนัก

คุณลักษณะเฉพาะ

ฉนวนใยแก้วกันไฟรั่ว น้ำหนักเบาแข็งแรง สะดวกในการใช้ และการติดตั้งราคาไม่แพงนัก เป็นฉนวนไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพสูง มีความคงทนถาวรไม่เปื่อยยุ่ย ป้องกันสัตว์จำพวกหนูกัด เพราะไม่มีกลิ่น

ความต้านทานอุณหภูมิ

ทนความร้อนได้สูงถึง 450 องศาเฟรนไฮ(232 องศาเซลเซียส) ถ้าหากความร้อนสูงกว่านี้ก็ได้ FIBERCLASS-CROWN WHITE WOOL ป้องกันเสียงสะท้อน ลดความดังของเสียงได้ 0.60 สำหรับ 25 มม.ถ้าเป็นแบบ CROWN ทำได้มากกว่า 200/20000 Q.P.S ไฟเบอร์กลาสเสริมแรง

คือใยแก้วที่ได้มาจากแก้วชนิดพิเศษที่เมื่อหลอมละลายแล้ว สามารถดึงออกมาเป็นเส้นใยที่ให้ความสามารถในการรับแรงดึง (TENSION STRENGTH) ได้เมื่อนำมาประสานเข้ากับสารสังเคราะห์พลาสติกชนิดพิเศษ (POLYESTER RENSIN) หรือ (EPOXY RESIN) ก็จะได้วัสดุที่มีความแข็งแรงสูงมีคุณสมบัติเฉพาะตัวที่ไม่เหมือนสิ่งใดเรียกโดย ย่อว่า F.R.P. (FLBERCLASSREINFORCED PLASTIC)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ทนทานต่อการผุกร่อนต่อฤทธิ์สารเคมี และบรรยากาศได้ดีกว่าวัสดุแทบทุกชนิด นอกจากโลหะสังเคราะห์สำหรับกิจการเฉพาะกิจที่ราคาแพงมากบางชนิดเท่านั้น

2. แข็งแรงในอัตราส่วนของ น.น. วัสดุที่เท่ากัน ช่วยให้ประหยัดค่าขนส่งและค่าติดตั้ง

3. ราคาถูกกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับโลหะ โดยเฉพาะกับโลหะที่กันสนิมได้

4. สามารถทำการผลิตหรือผลิตประกอบชิ้นส่วนในที่ก่อสร้างได้ในกรณีที่ผลิตจากโรงงานมีปัญหาในด้านการขนส่งและติดตั้ง

5. สามารถประดิษฐ์ชิ้นงานที่มีรูปแบบซับซ้อนได้ง่ายกว่า ทำให้ไม่มีขีดจำกัดในการออกแบบ

6. การซ่อมแซมหรือบำรุงรักษาทำได้ง่ายและเสียค่าใช้จ่ายน้อยมาก เมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุอื่น ทั้งยังไม่ต้องการเคลือบสีเพื่อป้องกันผิวที่ต้องทากันบ่อย ๆ เช่นงานโลหะทั่วไป

7. โดยธรรมชาติของ F.R.P. ถ้าไม่ผสมสีจะโปร่งแสง สามารถมองทะลุผ่านเห็นระดับของที่บรรจุอยู่ภายในได้ ทำให้ง่ายต่อการตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์นั้น โดยไม่ต้องพึ่งเครื่องมืออื่น ๆ

8. ในกรณีที่ต้องการ F.R.P. สามารถทำเป็นชนิดยืดหยุ่นได้ สำหรับการใช้งานของโรงงานอุตสาหกรรมบางชนิดที่มีการสั่นสะเทือนหรือการยืดหดนับพัน เนื่องจากอุณหภูมิ

9. เนื่องจากคุณสมบัติด้านการเป็นสื่อนำไฟฟ้า และสื่อนำความร้อนได้เปรียบโลหะทุกชนิดจึงสามารถให้ค่าความปลอดภัยสูงกว่าสำหรับการนำไปใช้งานกรณีพิเศษบางชนิด

10. มีคุณสมบัติในการกับความร้อนได้ดีกว่า ทำให้ประหยัดค่าฉนวนกันความร้อนได้หรือลดค่าไฟฟ้าสำหรับการระบายความร้อนได้

11. มีมาตรฐานการระบุใช้ และการควบคุมที่แน่นอนของประเทศอุตสาหกรรมชั้นนำสามารถอ้างอิงได้ทุกประเทศ ให้ความมั่นใจแก่วิศวกรผู้คำนวณออกแบบ

12. สามารถ ใช้เคลือบผิวในกรณีที่ไม่เหมาะสมที่จะประดิษฐ์ขึ้น งานนั้นทั้งตัวด้วย เอฟ.อาร์.พี ได้ทั้งงานคอนกรีตหรืองานโลหะ แต่คุณสมบัติเด่นของ เอฟ.อาร์.พี ในด้านการต้านทานฤทธิ์เคมีและอุณหภูมิจะลดลงตามส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุดิบที่ใช้ในการทำ F.R.P

1. โพลีเอสเตอร์เรซั่น (POLYESTER RESIN) เป็นพลาสติก เหลวที่นิยมนำมาใช้กันมากที่สุด เพราะมีความแข็งแรงเป็นพิเศษง่ายต่อการนำมาหล่อ เมื่ออยู่ในสภาพยังไม่ใช้งานจะมีสภาพเป็นของเหลวข้น เมื่อทำปฏิกริยาทางเคมี แล้ว จะเปลี่ยนสภาพเป็นพลาสติกแข็งใสอมเหลือง หรือแดง โปลีเอสเตอร์มีหลายชนิด แล้วแต่การใช้งาน เช่น ใส ทน่ความร้อนพิเศษ ทนกรดด่าง

2. โมโนสไนรีน (MONOSTURENE) เป็นตัว MONOMER ซึ่งผสมอยู่ใน UNSATURATED POLYESTER RESIN โดยทั่วไปใช้ STYRENE ที่ทำมาจาก BENZOL และ ETHYRENE ทำเป็นส่วนผสมหรือตัวทำให้เหลว และขณะเดียวกันยังเป็นตัวที่ทำให้เกิดปฏิกริยาแบบที่เรียกว่า COPOLYMERIZATION

3. ตัวทำปฏิกริยา (CATALYST หรือ HARDENER) ในการทำปฏิกริยาเปลี่ยนสภาพจากพลาสติกเหลวเป็นพลาสติกแข็งของ UNSATURATED RESIN ต้องมีตัว ACTIVATOR ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมี โดยเปลี่ยนสภาพโมเลกุลของ UNSATURATED POLYESTER AND STYRENE MONOMER ในรูปของ COPOLYMERIZATION ทำให้เปลี่ยนจากสภาพเหลวเป็นของแข็ง ซึ่งในระหว่างเกิดปฏิกริยาเคมีนั้นจะเกิดความร้อนสูงประมาณ 200 องศาเซน. แล้วแต่อัตราส่วนของโปลีเอสเตอร์ และทำปฏิกิริยา โดยปกติเข้าใช้ ORGANIC PEROXIDE ที่นิยมคือเอ็ม.อี.เค.พี. METHYL ETHYL KETONE PEROXICE ซึ่งเป็นของเหลวใสไม่มีสี

4. ตัวเร่งปฏิกิริยา (ACCELERATOR) ในการทำปฏิกิริยาจากการเปลี่ยนแปลงรูปจากพลาสติกเหลวเป็นแข้งนั้น สามารถทำได้ในอุณหภูมิปกติ 20-30 ซ. แต่ในทางปฏิบัติใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาช่วยปรับสภาพเวลาการแข็งตัวของพลาสติกให้เร็วขึ้นฉนั้น ตัวเร่งปฏิกิริยา ถ้าผสมโดยตรงกับตัวทำปฏิกิริยาแล้ว จะเกิดความร้อนรุนแรง และเกิดความร้อนโดยฉับพลันอาจทำให้เกิดเพลิงไหม้หรือระเบิดได้ ดังนั้นเชาจึงผสมให้เข้ากันดี ตัวเร่งปฏิกิริยาที่นิยมกัน คือ COBALTY ACCELARATOR ซึ่งเป็นของเหลวสีม่วงอ่อน ๆ โดยปกติแล้วส่วนที่เกิดเป็นโลหะ คือ โคบอลท์ จะมีอยู่ไม่เกิน 1%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ใยแก้ว (GLASS FIBER) เป็นตัวเพิ่มความแข็งแรงให้กับโปลีเอสเตอร์เรซินในทางรับแรง (MACHANICAL STRENGTH) โดยมีรูปแบบคือ

- เป็นเส้นยาว (CONTIMUOUS STRAND)
- เป็นเส้นสั้น (CHOPPED STRAND)
- ถักเป็นผืน (MAT)

เหล่านี้จะต้องมีน้ำยาอาบผิวก่อนคือ STRAND RINISH มีคุณสมบัติในการทำให้ปฏิกิริยาการแข็งตัวของโปลีเอสเตอร์เรซินเกิดขึ้นช้า หรือเร็วแตกต่างกัน

6. เจลโค๊ต (GEL COAT) คือส่วนที่เคลือบผิวหน้าของผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กลาสซึ่งสามารถผสมแม่สี (PIGMRNT) เป็นสีต่าง ๆ ได้ ความสำคัญของเจลโค๊ตคือทำให้มีผิวสีเรียบมันและปกปิดไม่ให้รอยเส้นใยและฟองอากาศ เจลโค๊ต ก็คือ โปลีเอสเตอร์เรซิน ที่มีส่วนผสมพิเศษคือ ผงไทโซทรอปปิค (TRIXOTROPIC) ทำให้มีลักษณะข้น และเหนียวกว่าโปลีเอสเตอร์ธรรมดา มีคุณสมบัติในการยึดเข้ากับผิวของแบบ (MOULD) เมื่อเวลาพ่นหรือทาบาง ๆ จะไม่ไหลมากองส่วนต่าง ๆ

7. ผงเบา (TRIOTROPIC POWDER) มีไว้ผสมกับโปลีเอสเตอร์เรซินเพื่อให้ข้นโดยไม่ทำให้เกิดความเปลี่ยนแลงทางปฏิกริยาของโปลีเอสเตอร์ช้าลง

8. แม่สี (PIGMENT) มีความสำคัญต่อการทำปฏิกิริยาของ POLYMERIZATION เพราะจะควบคุมปฏิกิริยาให้เกิดเร็วขึ้น (ACCELETATE) หรือช้าลง (DECELERATE) ได้

9. ตัวทำละลาย (SOVENT) คือสารซึ่งทำให้โปลีเอสเตอร์เรซินละลายซึ่งอาจจะเป็นทั้งล้างออกและทำให้เหลว ตัวทำละลายซึ่งมีคุณสมบัติทำลาย หรือป้องกันการแข็งตัวของปฏิกิริยาของโปลีเอสเตอร์เรซินสารยวพนี้ได้แก่ สารพวกแอลกอฮอร์ ทินเนอร์ เนทานอล อาซิโทน เมทิลินคลอไรด์ ซึ่งที่นิยมมากคืออาซิโทน ส่วนตัวทำละลายที่มีสมบัติทำให้เหลวคือ โมโนสไตรีน

10. ตัวถอดแบบ (RELEASE AGENT) ให้ลดหรือไม่ให้เกิดแรงเกาะลูกที่ผิวของแม่แบบ (SURFACE ADHESIVE) เพราะแม่แบบผิวเรียบ ๆจะมีแรงเกาะตัวหรือดูดผิวสูงทำให้ยากต่อการถอดแบบ หรืออาจทำไม่ได้เลย ตัวถอดแบบนี้มีลักษณะของเหลวใช้ทำแม่แบบบาง ๆ ซึ่งจะระเหยไปกลายเป็นฟิล์มบาง ๆ แต่เมื่อถูกน้ำละลายทันทีแต่จะไม่ละลายในโปลีเอสเตอร์เรซินหรือ SOVENT ตัวถอดแบบนี้คือ POLYVINYL ALCOHOL P.V.A อีกแบบหนึ่งก็เป็นแบบขี้ผึ้ง ซึ่งใช้ทาบาง ๆ กับแม่แบบจะทำให้ถอดแบบง่ายขึ้น วัสดุอีกแบบที่นิยมใช้คือแผ่นไมลาร์ (MYLAR) หรือแผ่นใสพวกโปลีไวนิลลออไรด์ POLYVINYL FLORIDE หรือ เซลโลเฟม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติทางกายภาพของไฟเบอร์กลาส

1. ทนต่อการกัดกร่อนและไม่เป็นสนิม.
2. มีความแข็งแกร่งกว่าโลหะเมื่อเปรียบเทียบระหว่างน้ำหนักที่เท่ากัน
3. มีน้ำหนักเบา
4. สามารถทำรูปทรงได้ตามต้องการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งรูป
5. ง่ายต่อการซ่อมแซม
6. เป็นฉนวนไฟฟ้า
7. เป็นฉนวนกั้นความร้อน แต่ไม่คงทนต่อความร้อนมีอุณหภูมิสูง
8. ทำสีสรรได้หลายสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูล 2.7

"กรรมวิธีการผลิตชิ้นรูปโลหะที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบตู้อบแม่แบบปูนปลาสเตอร์ สำหรับหล่อน้ำดิน"

"ข้อมูลโครงสร้าง "ตู้อบแม่แบบปูนปลาสเตอร์"

2.7.1 กรรมวิธีการผลิต

2.7.2 กรรมวิธีการประกอบชิ้นงาน

2.7.3 การยึดประกอบโครงสร้าง

2.7.4 การยึดประกอบโครงสร้างส่วนเคลื่อนไหว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 กรรมวิธีการผลิต การขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ในระบบอุตสาหกรรม

2.7.1 กรรมวิธีการผลิตอุตสาหกรรม

กรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์จำนวนมาก ๆ โดยที่ผลิตภัณฑ์เหมือน ๆ กันในอุตสาหกรรมนั้น ได้อาศัยเครื่องจักรกลอัตโนมัติ และระบบการผลิตแบบอัตโนมัติ คำว่า Manufacture หมายถึงการทำด้วยมือซึ่งมาจากรากศัพท์ภาษาละตินคือ manu หมายถึงมือ และ facto หมายถึงการทำแต่ในปัจจุบันนี้มีผลิตภัณฑ์ที่ใช้ภายในบ้านเพียงเล็กน้อยที่ยังคงทำด้วยมือ

ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตเป็นจำนวนมากต้องการวิธีการเหมือน ๆ กัน ซึ่งต้องอาศัย mold die jig และ fixtue เป็นตัวช่วยการผลิตชิ้นส่วนต่าง ๆ ที่จะมาประกอบกันขึ้นเป็นผลิตภัณฑ์ หรือเรียกว่า กระบวนการผลิต moold คือแม่แบบที่ทำให้วัสดุได้มีรูปร่างตามที่ต้องการ ส่วน die คือลักษณะที่เป็นอุปกรณ์สองชิ้นโดยที่วัสดุถูกอัดลงไปให้ได้รูปร่างส่วน jig เป็นตัวจับยึดชิ้นงานเพื่อเข้าสู่กระบวนการผลิต ชิ้นงานจะมีลักษณะเหมือน ๆ กัน เช่น การดัดโค้ง การเจาะ และการเชื่อม เป็นต้น fixture คือที่จับชิ้นส่วนต่างๆ ระหว่างการประกอบชิ้นงาน

การผลิตปริมาณมากในอุตสาหกรรม ท่านสามารถทดลองเกี่ยวกับการผลิตปริมาณมากในอุตสาหกรรมหนึ่ง ๆ ได้ไม่ว่าจะใช้มือหรือเครื่องจักรก็สามารถจะออกแบบเพื่อใช้ในการผลิตได้หลายประเภท แต่อย่างไรก็ตาม อุตสาหกรรมที่ท่านจะทำการทดลองนั้นจะต้องมีลักษณะทางวิทยาศาสตร์เป็นขั้นตอนดังนี้

1. การวางแผนโครงการ การตระเตรียมสำหรับกรรมวิธีการผลิตจะต้องใช้เวลามากกว่าตอนที่ผลิตผลิตภัณฑ์นั้นขึ้นมา จะต้องมีการศึกษาโดยนักออกแบบวิศวกรและนักวางแผนให้พร้อมที่จะผลิต

2. การออกแบบผลิตภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์จะต้องได้รับการออกแบบที่ดีและสามารถผลิตได้

3. การวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ผลิตภัณฑ์จะถูกวิเคราะห์กระบวนการที่จะผลิต การเลือกวัสดุสำหรับชิ้นส่วนและการตกแต่ง

4. การวางแผนการผลิต กระบวนการผลิตจะต้องมีการกำหนดจากจุดเริ่มต้นจนถึงจุดสุดท้าย ต้องมีเครื่องจักรแบบพิมพ์และอุปกรณ์เครื่องมือต่าง ๆ

5. การจัดทำเครื่องมือ ซึ่งถูกสร้างขึ้นมาให้เหมาะแก่การใช้งาน เครื่องจักรจะต้องจัดวางเป็นลำดับตามขั้นตอนการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. การวิเคราะห์กำลังคน ต้องมีการศึกษากำหนดความรับผิดชอบของคนและแนะนำงานในหน้าที่ของคนงาน

7. การทดลองงาน เมื่อทุกสิ่งทุกอย่างพร้อมแล้ว จะมีการลองงานเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง

8. การผลิตขณะที่มีการเตรียมงานซึ่งอาจใช้เวลาหลายอาทิตย์ แต่พอผลิตจริง ๆ แล้วอาจใช้เวลาเพียง 2 ถึง 3 วัน ก็สามารถผลิตเสร็จ

ประเภทของกรรมวิธีการผลิต แยกออกได้ 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 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรรมวิธีการผลิตขั้นต้นที่เปลี่ยนแปลงรูปร่างของวัสดุมีดังนี้

1. การหล่อ (Casting) หมายถึง การนำวัสดุมาหล่อหลอมให้เป็นของเหลว โดยใช้ความร้อนแล้วเทลงในแบบหรือใช้วิธีการอัด เพื่อจะได้ชิ้นงานตามแบบที่ต้องการ

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

3. การอัดขึ้นรูป (Extruding) หมายถึงกรรมวิธีการอัดโลหะซึ่งอยู่ในสภาพที่กึ่งละลายให้ไหลผ่านแบบแม่พิมพ์ซึ่งจะทำให้ได้ชิ้นงานที่มีรูปร่างหน้าตัดเหมือนกันตลอด (Uniform-Cross-Section) หลักการคล้าย ๆ กับการบีบยาสีฟันออกจากหลอดนั่นเอง

4. การม้วน (Rolling) หมายถึงกรรมวิธีการขึ้นรูปชิ้นงานโดยวิธีการม้วน เช่น การม้วนโลหะแผ่นเป็นรูปทรงกระบอก ทรงกรวย เป็นต้น

5. การดึงขึ้นรูป (Drawing) หมายถึง กรรมวิธีการดึงวัสดุชิ้นงานเพื่อให้ยืดออกจากเดิมในลักษณะความยาวเพิ่มขึ้นแต่ขนาดชิ้นงานจะเล็กลง เช่น การผลิตลวด เป็นต้น

6. การอัดขึ้นรูปแบบแม่พิมพ์ (Squeezing) หมายถึงการอัดขึ้นรูปแบบแม่พิมพ์ทราย โดยใช้แรงกระแทกทรายให้ได้รูปร่างและขนาดตามแบบ เช่น การทำแบบแม่พิมพ์ทราย เป็นต้น

7. การบด (Crushing) หมายถึงกรรมวิธีการทำผิวชิ้นงานให้เรียบโดยวิธีการบด เช่น การบดหน้าวาล์วไอดีไอเสีย เป็นต้น การบดนี้จะประกอบด้วยแรงกดและแรงหมุน

8. การเจาะอัดขึ้นรูป (Piercing) หมายถึงกรรมวิธีผลิตท่อไม่มีตะเข็บแท่งเหล็กถูกใส่เข้าไประหว่างลูกกลิ้งสองลูก ซึ่งเป็นรูปกรวยหมุนอยู่ในทิศทางเดียวกัน ขณะลูกกลิ้งหมุนอยู่จะมีแกนเจาะสำหรับเจาะชิ้นงานเพื่อให้เกิดรู เช่น การผลิตท่อ เป็นต้น

9. การตีหรือการอัด (Swaging) หมายถึงการแปรรูปชิ้นงาน โดยการตี หรืออัดกระแทก เพื่อให้ได้ชิ้นงานตามแบบแม่พิมพ์ เช่น การผลิตสลัก หมุดย้ำ เป็นต้น

10. การดัด (Bending) หมายถึงกรรมวิธีการขึ้นรูปชิ้นงานโดยวิธีการดัด อาจจะดัดชิ้นงานที่อยู่ในสภาพร้อนหรือเย็น ความยากง่ายในการดัดขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุ ขนาดความหนาและรัศมี เช่น การดัดเหล็กฉาก ตัวยู เป็นต้น

11. การตัด (Shearing) หมายถึง กรรมวิธีการตัดเฉือนวัสดุชิ้นงานเพื่อให้ได้ขนาดตามที่ต้องการ เช่น การตัดโลหะแผ่น เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

12. การหมุนขึ้นรูป (Spinning) หมายถึงกรรมวิธีการหมุนขึ้นรูป งานที่จะทำต้องเป็นโลหะแผ่นและต้องผ่านการขึ้นรูปมาก่อน เช่น รูปถ้วยแต่ปากของถ้วยไม่โค้งงอเราสามารถนำมาทำการ Spinning ให้ปากถ้วยโค้งงอได้ โดยใช้เครื่อง Spinning Machine

13. การดัดขึ้นรูป (Stretch forming) หมายถึงการดันหรืออัดวัสดุชิ้นงานเพื่อให้ได้ชิ้นงานตามขขนาดและรูปร่างตามแบบแม่พิมพ์ เช่น การผลิตลอนสังกะสีมุงหลังคา เป็นต้น

14. การรีดม้วนขึ้นรูป (Roll forming) หมายถึงการรีดม้วนขึ้นรูปวัสดุชิ้นงานเพื่อให้ได้ขนาดและรูปร่างตามแบบโดยใช้ลูกกลิ้ง เช่น การผลิตท่อแป๊บ เป็นต้น

15. การตัดด้วยหัวตัดแก๊ส (Torch cutting) หมายถึงการตัดวัสดุชิ้นงานเพื่อให้ได้รูปร่างและขนาดตามที่ต้องการ โดยการตัดด้วยหัวตัดแก๊ส เช่น การตัดเหล็กแผ่นหนาด้วยแก๊สอะเซทิลีน

16. การใช้พลังงานอัดขึ้นรูป (Explosive forming) หมายถึงการขึ้นรูปวัสดุชิ้นงานให้ได้ขนาดและรูปร่างตามแบบที่ต้องการโดยการใช้พลังงานของน้ำหรือแก๊สอัดขึ้นรูป เช่น การผลิตปลอกกระสุนปืน เป็นต้น

17. การใช้กระแสไฟฟ้าและไฮดรอลิคขึ้นรูป (Electrohydraulic forming) หมายถึงการกัดโลหะโดยวิธีการใช้กระแสไฟฟ้าเป็นตัวอาร์คพร้อมกับมีตัวไฮดรอลิคเป็นตัวอัดแบบเข้ากับชิ้นงาน เพื่อให้เกิดรูปร่างและขนาดที่ต้องการ

18. การใช้อำนาจแม่เหล็กขึ้นรูป (Magnetic forming) หมายถึงการเปลี่ยนแปลงรูปร่างวัสดุชิ้นงานให้ได้ตามแบบที่ต้องการโดยใช้อำนาจแม่เหล็ก

19. การเคลือบผิวชิ้นงานโดยใช้กระแสไฟฟ้า (Electroforming) หมายถึงการเปลี่ยนแปลงผิวชิ้นงานโดยการใช้กระแสไฟฟ้า ความหนาของผิวชิ้นงานจะเพิ่มขึ้นและสามารถควบคุมขนาดความหนาได้ เช่น การชุบโครเมียม ทองแดง นิกเกิล เป็นต้น

20. การขึ้นรูปโดยใช้ผงโลหะ (Powder metal forming) หมายถึง การใช้ผงโลหะมาเทลงในแบบแม่พิมพ์แล้วใช้แรงอัดสูงเพื่อให้ผงโลหะเกิดความร้อนหลอมละลายติดกัน ซึ่งจะได้ชิ้นงานตามแบบแม่พิมพ์

21. แบบแม่พิมพ์พลาสติก (Plastic molding) หมายถึงกรรมวิธีที่ใช้ความร้อนและแรงกดหรืออัดขึ้นรูปวัสดุชิ้นงานเพื่อให้ได้ชิ้นงานตามแบบแม่พิมพ์

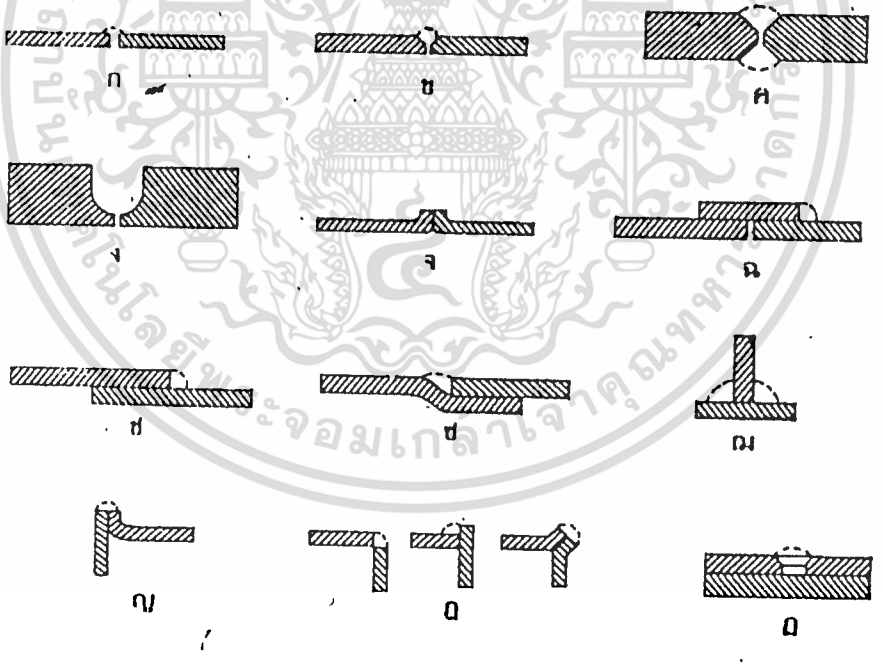
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การผลิตขั้นต้นนี้วัสดุจะถูกนำมาแปรรูปเป็นลักษณะต่าง ๆให้มีขนาดและรูปร่างเหมาะสมกับการใช้ประโยชน์ทางด้านการค้า กรรมวิธีการขั้นนี้เป็นการเตรียมวัสดุชิ้นงานเพื่อผลิตในขั้นต่อไปเป็นส่วนใหญ่ เช่น การหล่อ การรีด เหล็กเส้น การดึง เป็นต้น ซึ่งผลผลิตที่ได้จะไม่นำไปใช้งานโดยตรงโดยมากจะต้องผ่านกรรมวิธีขั้นต่อไปอีกแล้วจึงจะนำไปใช้งานจริง ดังนั้นกรรมวิธีการบางอย่างจึงไม่ต้องคำนึงถึงขนาดและความเรียบร้อยของผิวชิ้นงานมากนัก

2.7.2 กรรมวิธีการประกอบชิ้นงาน การต่อหรือประสานวัสดุชิ้นงานเข้าด้วยกัน

ผลิตภัณฑ์ที่ต้องการประกอบเข้าด้วยกันตั้งแต่สองชิ้นหรือมากกว่า โดยปกติการยึดติดกันนั้นสามารถใช้กรรมวิธีการต่าง ๆ ได้ดังนี้

2.7.2.1 การเชื่อม (Welding) เป็นกรรมวิธีการต่อชิ้นงานให้ติดกัน โดยการให้ความร้อนแก่วัสดุชิ้นงานจนหลอมละลายติดกัน หรือ เติมลวดเชื่อม นอกจากนี้อาจใช้แรงอัดเข้าช่วยกันก็ได้



ภาพที่ 65 แสดงการต่อชิ้นงานก่อนทำการเชื่อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.2.2 การบัดกรีอ่อน (Soldering) เป็นกรรมวิธีการต่อชิ้นงานให้ติดกันโดยให้ความร้อนแก่วัสดุชิ้นงานที่ต่ำกว่า 700° องศาฟาเรนไฮต์และวัสดุที่เติมจะมีจุดหลอมต่ำกว่าวัสดุชิ้นงาน เช่นการบัดกรีตะกั่วการบัดกรีเงิน เป็นต้น

2.7.2.3 การบัดกรีแข็ง (Brazing) เป็นกรรมวิธีต่อชิ้นงาน ให้ติดกันโดยให้ความร้อนแก่วัสดุชิ้นงานสูงกว่า 800 องศาฟาเรนไฮต์ แต่ไม่ถึงกับวัสดุชิ้นงานนั้นหลอมละลายแล้วเติมลวดเชื่อมลงไป วัสดุที่เติมลวดเชื่อมลงไป วัสดุที่เติมลงไปนั้นจะไหลเข้าไปในช่องของรอยต่อเพื่อยึดชิ้นงานให้ติดกัน บางครั้งเราเรียกวิธีการนี้ว่า การเบ่าแล่น

2.7.2.4 การใช้แรงอัดผง (Sintering) เป็นกรรมวิธีการยึดติดกันโดยทำให้วัสดุเป็นผงก่อนแล้วนำมาอัดยึดติดกัน อาจใช้ความร้อนหรือไม่ใช้ก็ได้ หากใช้ความร้อนอุณหภูมิจะต้องต่ำกว่าจุดหลอมของวัสดุนั้น ๆ

2.7.2.5 การอัดยึด (Pressing) เป็นกรรมวิธีการอัดชิ้นงานให้ยึดติดกัน เช่นงานอัดสวมเพลาแกนเป็นต้น การอัดนี้สามารถอัดให้ติดกันอย่างถาวร หรืออัดแล้วสามารถถอดออกจากกันได้

2.7.2.6 การย้ำหมุด (Riveting) เป็นกรรมวิธีการทำให้วัสดุชิ้นงานยึดติดกันโดยวิธีการย้ำหมุด

2.7.2.7 การใช้สลักเกลียวยึด (Screw Fastening) เป็นกรรมวิธีการยึดวัสดุชิ้นงานให้ติดกัน โดยใช้สลักเกลียว

2.7.2.8 การใช้กาวยึดเหนี่ยว (Adhesivs Joining) เป็นกรรมวิธีการยึดหรือต่อวัสดุชิ้นงานให้ติดกันโดยการใช้กาว เช่น กาวสังเคราะห์ที่ใช้ภายในและภายนอก

กรรมวิธีการประกอบสามารถแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ตามหลักการทางกลพื้นฐาน คือ

1. การยึดเหนี่ยว (Adhesion) การประกอบชิ้นส่วนที่ประเภทของวัสดุนั้นต่างกัน เช่น การใช้กาวหรือการบัดกรี เป็นต้น

2. การประแบบชิ้นส่วนยึดติดกัน (Cohesion or Asseinbly) เป็นการประกอบชิ้นส่วนที่ยึดติดกันอย่างแน่นอน ซึ่งชิ้นส่วนจะหลิมละลายยึดติดกัน เช่น การเชื่อม เป็นต้น

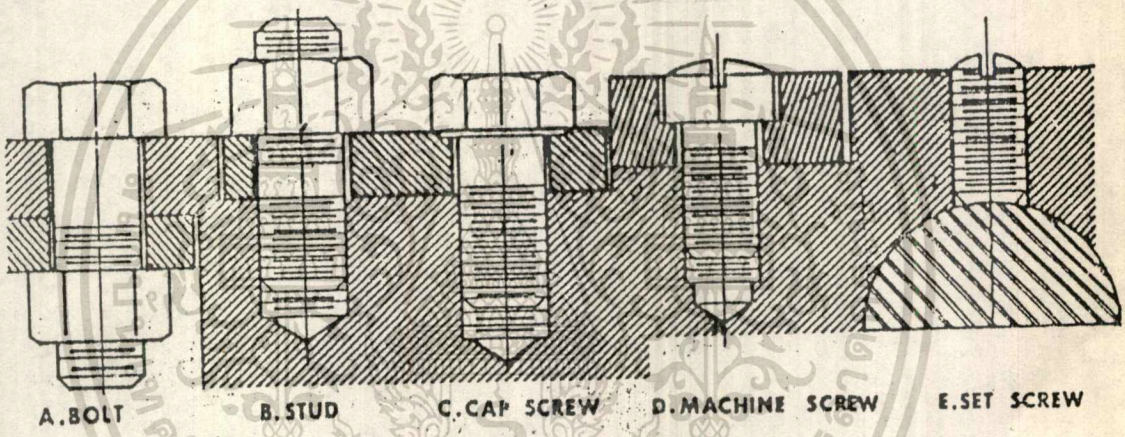
3. การยึดเหนี่ยวทางกล (Mechanical Fasteners) เป็นการประกอบชิ้นส่วนที่ยึดชิ้นส่วนติดกันโดยที่ชิ้นงานนั้นอาจจะทำจากวัสดุประเภทเดียวกันหรือต่างกันก็ได้ เช่น การย้ำหมุด การใช้สลักเกลียว เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

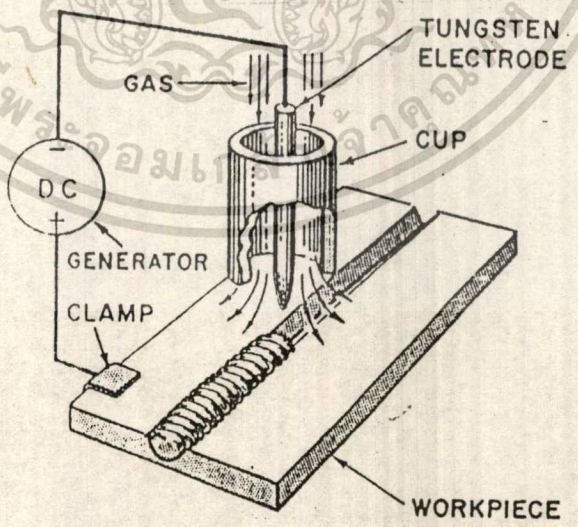
การใช้สลักเกลียวยึดชิ้นส่วนนั้นมีวัตถุประสงค์หลัก 3 อย่าง คือ

1. ชิ้นส่วนที่สามารถถอดเปลี่ยนชิ้นส่วนได้
2. ชิ้นส่วนที่ต้องการปรับระดับได้
3. สำหรับการทำงานของชิ้นส่วนของเครื่องมือ เครื่องจักรและอุปกรณ์อื่น ๆ

วิธีการประกอบชิ้นส่วนที่ใช้กันในวงการอุตสาหกรรมนั้น มีหลายวิธีการ ซึ่งการเลือกใช้วิธีการใด ๆ นั้น ต้องพิจารณาเลือกใช้ให้เหมาะสม เช่น ความแข็งแรง ประเภทของวัสดุ กรรมวิธีการประกอบและราคา เป็นต้น การที่นำชิ้นส่วนต่าง ๆ มาประกอบเข้าด้วยกัน เพื่อที่จะทำให้ผลิตภัณฑ์สำเร็จสมบูรณ์แบบในขั้นตอนของการประกอบ ได้แก่ สลักเกลียว การย้ำหมุด การเชื่อม การบัดกรีอ่อน และการบัดกรีแข็ง การใช้กาวยึดเหนี่ยว การตอกยึด การใช้แหวนล็อค และอื่น ๆ เป็นต้น

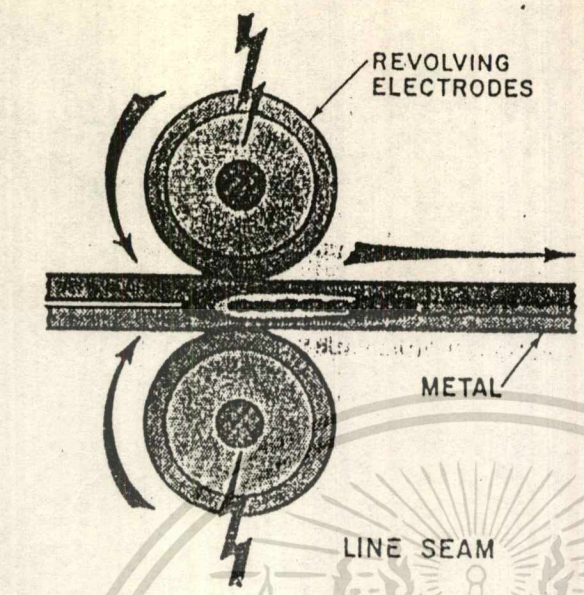


ภาพที่ 66 แสดงชนิดต่าง ๆ ของสลักเกลียวที่นำไปใช้งาน

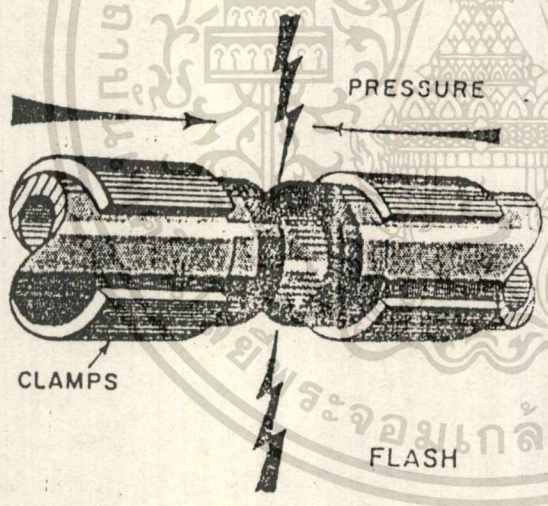


ภาพที่ 67 แสดงการเชื่อมชิ้นงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



แสดงการรีดเชื่อมตะเข็บ



แสดงการใช้กาวยึดชิ้นงาน

ภาพที่ 68 แสดงชนิดต่าง ๆ ของแหวนล๊อค และการประกอบชิ้นงานโดยใช้แหวนล๊อค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.3 การยึดและ ประกอบโครงสร้าง

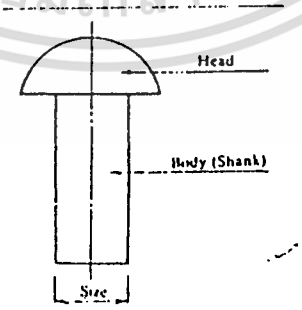
การต่อโครงสร้างโดยใช้หมุดย้ำหรือสลักเกลียว

การต่อโครงสร้างโดยใช้หมุดย้ำหรือสลักเกลียวเป็นการต่อส่วนของโครงสร้างหลายๆ ชิ้น ให้ติดกันเพื่อรับแรงได้ตามต้องการโดยใช้หมุดย้ำหรือสลักเกลียวที่เป็นโลหะทำด้วยวัสดุเหนียวเป็นตัวยึด หมุดย้ำหรือสลักเกลียวจะใส่ผ่านรูเจาะที่เตรียมไว้ โดยทั่ว ๆ ไปปลายทั้งสองของหมุดย้ำจะถูกย้ำให้โค้งกลมและมีรัศมีใหญ่ขึ้น ส่วนปลายของสลักเกลียวจะขันด้วยน็อตเพื่อป้องกันไม่ให้ส่วนโครงสร้างย้ายออกจากกัน การออกแบบจุดต่อโครงสร้างจะได้จากการคำนวณหากำลังของตัวหมุดย้ำหรือสลักเกลียวเมื่อรับแรงต่าง ๆ ประกอบกับอกศัยมาตรฐานกำหนดเป็นเครื่องช่วยในการออกแบบ

2.7.3.1 หมุดย้ำ (RIVETS)

หมุดย้ำที่ใช้ตามมาตรฐานอเมริกันจะเป็นชนิด ASTM A141 และ A 502-1 (กำลังจุกคลากประมาณ 1960 กก. /ซม.) ซึ่งจะใช้ในการต่อสิ่งที่ทำด้วยเหล็กกล้าคาร์บอนส่วนหมุดย้ำที่มี กำลังสูงขึ้นเป็นชนิด ASTM A195 และ A502-2 (กำลังจุดคลาดประมาณ 2660 กก./ซม.) ซึ่งจะใช้ในการต่อสิ่งที่ทำด้วยเหล็กกล้าที่มีกำลังจุดคลากสูง

ขนาดของหมุดย้ำ มีตั้งแต่เส้นผ่านศูนย์กลาง 12 มม. จนถึง 36 มม. โดยมีขนาดของรูเจาะใหญ่กว่าขนาดของหมุดย้ำประมาณ 3 มม. สำหรับหมุดย้ำที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางใหญ่กว่า 25 มม. รูเจาะของหมุดย้ำจะใหญ่กว่าขนาดหมุดย้ำประมาณ 4 มม.



ภาพที่69 แสดงลักษณะหมุดย้ำที่พบโดยทั่วไป

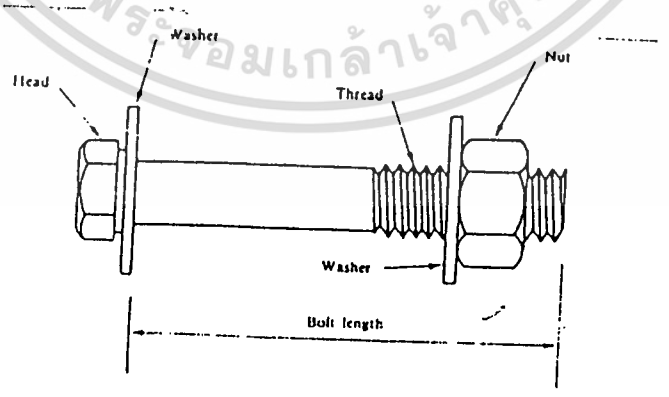
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.3.2 สลักเกลียว (BOLS)

บางครั้งรอยต่อในโครงสร้างเหล็กกอาจใช้สลักเกลียวแทนหมุดย้ำได้ สลักเกลียวที่ใช้มีทั้งสลักเกลียวแบบธรรมดา และสลักเกลียวกำลังสูง สลักเกลียวแบบธรรมดาได้แก่สลักเกลียวแบบไม่แต่งผิว (UNFINISED BOLTS) ซึ่งทำด้วยเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ มีกำลังต้านทานแรงเฉือนและแรงกดน้อยกว่าหมุดย้ำดังนั้นจึงใช้สลักเกลียวแบบนี้กับโครงสร้างขนาดย่อมซึ่งรอยต่อไม่รับแรงสั่นกระเทือนหรือกระแทกที่มีการเปลี่ยนแปลงแรงกระทำซ้ำซากนอกจากสบักเกลียวแบบนี้แล้วยังมีสลักเกลียวแบบนี้แล้วมีสลักเกลียวแบบธรรมดาทั่วไป (TURN BOLTS) และสลักเกลียวแบบมีสันที่ผิว

สลักเกลียวกกำลังสูง (HIGH STRENGHT BOLTS) เป็นสลักเกลียวที่ทำจากเหล็กกล้าชุบแข็ง มีกำลังแรงดึงสูงกว่าสลักเกลียวแบบธรรมดา โดยมีหน่วนแรงดึงที่จุดคลากประมาณ 5200 ถึง 6300 กก./ซม. และมีหน่วนแรงดึงประลัยประมาณ 7400 ถึง 8800 กก./ซม. ชนิดต่าง ๆ ของสลักเกลียวกำลังสูงได้แก่ รอยต่อโครงสร้างโดยใช้สลักเกลียวแบบนี้มี 2 แบบ คือ แบบรับแรงกด (BEARIING TYPE) ซึ่งเหมือนกับหมุดย้ำหรือสลักเกลียวแบบธรรมดา และมีแรงฝืด (FRICTION TYPE) ซึ่งทำโดยสันสลักเกลียวแน่นด้วยเครื่องขัน (TORQUE WRENCH) จนกระทั่งเกิดแรงดึงในสลักเกลียวประมาณ 90% ของขีดจำกัดยืดหยุ่นไม่มีโอกาศเกิดแรงกดเลย ในแบบนี้สลักเกลียวจะรับแต่แรงเฉือนซึ่งส่งถ่ายโดยแรงเสียดทางระหว่างแผ่นเหล็ก ในปัจจุบันนิยมใช้สลักเกลียวแบบนี้มาก และใช้แทนหมุดย้ำ และสามารถใช้ได้กับรอยต่อมีการสั่นสะเทือนำระแทกและที่รับแรงกระทำซ้ำซาก เช่นเดียวกับหมุดย้ำ

ขนาดของสลักเกลียวมีขนาดตั้งแต่เส้นผ่าศูนย์กลาง 16 มม. ถึง 36 มม. โดยมีขนาดของรูเจาะใหญ่กว่าขนาดของสลักเกลียวประมาณ 1.5 มม. ถึง มม.

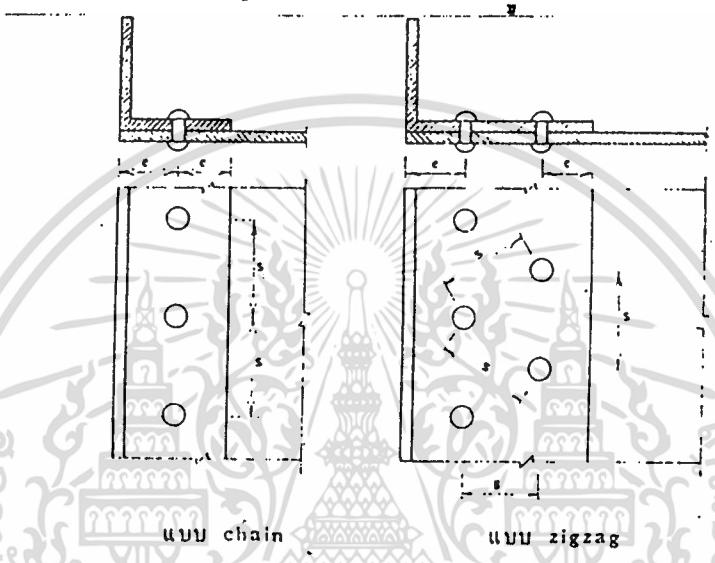


ภาพที่ 70 แสดงลักษณะสลักเกลียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.3.3 แบบของการต่อ

การต่อโครงสร้างโดยใช้หมุดย้ำหรือสลักเกลียวอาจต่อเป็นแถวเดียวหรือมากแถวโดยมีทั้งแบบ CHAIN และ แบบ ZIGZAG ดังแสดงในรูป โดยปกติการต่อส่วนโครงสร้างที่รับแรงร่วมศูนย์สองชิ้นหรือกว่านั้น จะพยายามจัดให้แกนศูนย์ถ่วงของแต่ละส่วนพบกันที่จุดเดียวสำหรับรอยต่อที่ใช้หมุดย้ำหรือสลักเกลียวเป็นกลุ่ม ก็ควรจัดให้ศูนย์ถ่วงของกลุ่มทับกับศูนย์ถ่วงของส่วนโครงสร้าง มิฉะนั้นต้องพิจารณาผลของการเยื้องศูนย์



ภาพที่ 71 การต่อโดยใช้หมุดย้ำ

แนวของหมุดย้ำหรือสลักเกลียว ที่ขนานกันและอยู่ในทิศทางเดียวกันกับแรงเรียกว่า qaqeoine ระยะระหว่างแนวของรูเจาะ เรียกว่า qaqe ใช้ตัวย่อว่า q

ระยะในแนวของรูเจาะ จากศูนย์กลางของหมุดย้ำหรือสลักเกลียวตัวหนึ่งเรียกว่า PITCH ใช้ตัวย่อว่า S

ระยะระหว่างขอบของโครงสร้างหรือของแผ่นเหล็กประกับจุดกศูนย์กลางของหมุดย้ำหรือสลักเกลียวตัวนอกสุด เรียกว่า ระยะขอบ (EDGE DISTANCE) ใช้ตัวย่อว่า E

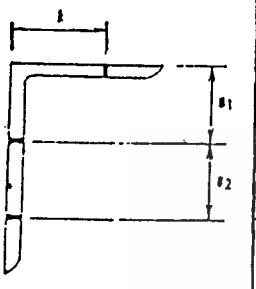
มาตราฐาน AISC ได้กำหนดมาตราฐานของระยะต่าง ๆ ดังนี้

ระยะหว่างศูนย์กลางของหมุดย้ำหรือสลักเกลียว อย่างน้อยเท่ากับ 2 2/3 เท่าของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของหมุดย้ำหรือสลักเกลียว

ระยะขอบ ต้องไม่น้อยกว่า 1.5 ถึง 2.0 เท่าขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของหมุดย้ำหรือสลักเกลียว แต่ต้องไม่เกินกว่า 12 เท่าของความหนาแผ่นเหล็ก หรือ 15 ซม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 14 ระยะแนวรูเจาะสำหรับเหล็กฉาก

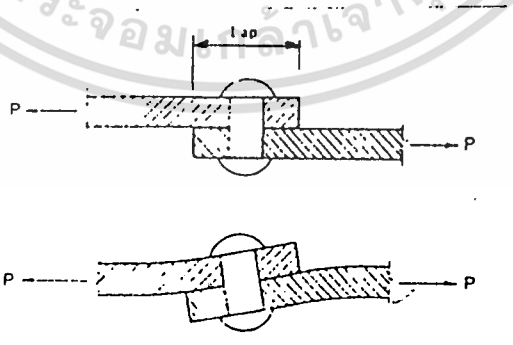


Leg	200	175	150	125	100	90	75	65	50
g	112.5	100.0	87.5	75.0	62.5	50.0	44.0	35.0	28.0
g_1	75.0	62.5	56.5	50.0					
g_2	75.0	75.0	62.5	44.0					

2.7.3.4 ชนิดของการต่อ

การต่อโครงสร้างโดยใช้หมุดย้ำหรือสลักเกลียว แบ่งออกเป็นสองชนิด คือ

1. การต่อทาบ (OAB JOINT) เป็นการเอาแผ่นโลหะแผ่นหนึ่งวางซ้อนทาบบนอีกแผ่นหนึ่งแล้วเจาะรูใส่หมุดย้ำหรือสลักเกลียวให้ยึดติดกันดังแสดงในรูป การต่อนี้อาจใช้หมุดน้ำหรือสลักเกลียวเพียงแถวเดียวหรือมากแถว ซึ่งขึ้นอยู่กับขนาดจากแรงกระทำ จะเห็นว่ารอยต่อแบบนี้มีรอยของการเยื้องศูนย์ (ECCENTRICITY) ซึ่งทำให้มีการดัดเกิดขึ้นในลักษณะที่แสดงในรูป การดัดที่เกิดขึ้นในลักษณะที่แสดงในรูปจะทำให้กำลังของจุดต่อลดลง



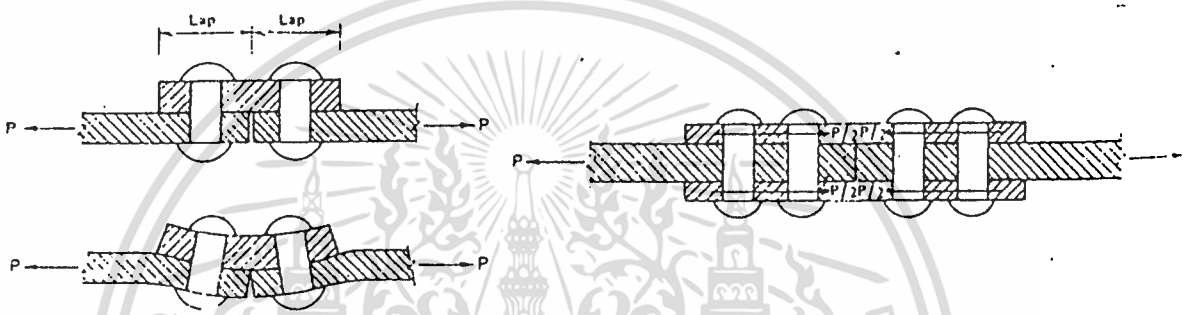
ภาพที่ 72 การต่อทาบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การต่อแบบใช้แผ่นประกับ (BUTT JOINT) เป็นการเอาแผ่นโลหะสองแผ่นที่จะต่อกันวางชนกัน แล้วใช้แผ่นเหล็กประกับกับแผ่นโลหะที่จะต่อ แล้วเจาะรูใส่หมุดย้ำกรือสลักเกลียวให้ยึดติดกัน ดังแสดงในรูป

รูป ก. เป็นการต่อแบบใช้ประกับเดี่ยว (SINGLECOVER BUTT JOINT) รอยต่อแบบนี้มีการเยื้องศูนย์ทำให้มีการดัดเกิดขึ้น

รูป ข. เป็นการต่อแบบใช้แผ่นประกับคู่ (DOUBLE COVER BUTT JOINT) รอยต่อแบบนี้ไม่มีการเยื้องศูนย์


Lap
Lap
P
P
P

1.1 การเชื่อมไฟฟ้า (ARC WELDING)

- การเชื่อมแบบเปิด เชื่อมด้วยมือ
- การเชื่อมแบบปิด (SUEMERGED-WEDDDDING)
- การเชื่อมแบบใช้แก๊สคลุม

1.2 การเชื่อม แก๊ส (GAS WESLDING)

1.3 การเชื่อมแบบความต้านทาน (INDUCTION WELDING)

1.4 การเชื่อมแบบปฏิกริยาเคมี (THERMIT WELDING)

1.5 การหล่อเชื่อม (FLOW WELDING)

2. การเชื่อมโดยใช้แรงกด (PRESSURE WELDING)

การเชื่อมแบบนี้เป็นการต่อชิ้นงานให้ติดกัน โดยไม่ได้คำนึงถึงความแข็งแรงมากนัก ใช้กันมากในยุคเริ่มต้นของวงการอุตสาหกรรม มีวิธีการใหญ่ ๆ อยู่ 2 อย่างคือ

2.1 การตีอัด (FORGE WELDING) การทำงานโดยการตีอัดนี้จะต้องเผาให้ชิ้นงานร้อนใกล้จุดหลอมเหลวละลาย แล้วจึงตีอัดต่อชิ้นงานหรือโดยวิธีแบบอื่น ๆ เช่น

- การใช้ค้อนตีอัดขณะร้อน (HAMMER WELDING)
- การใช้ล้อรีดทับ (ROLL WELDING)
- การหล่ออัด (DIC WELDING)

2.2 การเชื่อมโดยใช้ความต้านทานไฟฟ้า (RESISTANCEWELDING) ซึ่งกรรมวิธีการทำงานแบบนี้แบ่งออกเป็นหลายวิธีคือ

- การเชื่อมจุด (DIC WELDIONG)
- การเชื่อมแบบ STREAM WELDING
- การเชื่อมแบบ PROJECTWELDING
- การเชื่อมแบบต่อเกย (UPSET WELDING)
- การเชื่อมแบบ FLASH WELDING
- การเชื่อมแบบ SOLDERING

3. การบัดกรี (SOFT SOLDERING)

การบัดกรีเป็นการเชื่อมประสานแบบหนึ่งซึ่งความแข็งแรงของรอยประสานจะเป็นรอยการเชื่อมหลอมเหลว การบัดกรีนั้นการทำงานคล้ายกับการเชื่อมหลอมเหลว แตกต่างกันตรงที่การบัดกรีชิ้นงานไม่ร้อนจนหลอมละลายขณะที่ตัวประสาน(ตัวเติม) หลอมละลายประสานติดชิ้นงานมีอยู่ 2 วิธี คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1 การบัดกรีอ่อน (SOFISOLDERING)

อุณหภูมิในการทำงานจะสูงไม่เกิน 400 องศาเซนเซียส ตัวประสานเรียกว่าตัวบัดกรีจะทำจากตะกั่วผสมดีบุก จะมีตัวช่วยประสานให้ตัวบัดกรีกับชิ้นงานติดกันได้ง่ายขึ้นเรียกว่าน้ำประสาน

3.2 การบัดกรีแข็ง (BRAZIBG HARD SOLDERING)

รอยบัดกรีแข็ง จะมีความแข็งแรงมาก แต่น้อยกว่าร้อยเชื่อม อุณหภูมิที่ทำงานอยู่ระหว่าง 400 องศาเซนเซียล

คำจำกัดความและวิธีการเชื่อมประเภทต่าง ๆโดยย่อ

1. การเชื่อมแบบหลอมเหลียว

คือการเชื่อมโดยชิ้นงานและลวดละลายพร้อม ๆ กันประสานติดเป็นเนื้อเดียวกันมี 2 วิธี คือ การเชื่อมแก๊สและการเชื่อมไฟฟ้า จะกล่าวเฉพาะการเชื่อมด้วยไฟฟ้า

1.1 การเชื่อมแบบเปิด การเชื่อมแบบเปิดหมายถึงการเชื่อมประสานในบรรยากาศที่ไม่มีสารปกปิด หรือมีสารคลุมเช่นการเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมที่ใช้มือจับเชื่อม การเชื่อมแบบเปิดมีวิธีการทำงานได้หลายแบบเช่น

- การเชื่อมด้วยลวดเชื่อมโลหะ ลวดเชื่อม (ELECTRODE) และชิ้นงานที่จะเชื่อมเป็นโลหะเช่นเดียวกัน เครื่องเชื่อมอาจจะเป็นชนิดใช้กระแสไฟตรงหรือกระแสไฟสลับก็ได้ขึ้นอยู่กับชนิดของลวดเชื่อมเป็นเกณฑ์ โดยที่ขั้วหนึ่งจับลวดเชื่อมอีกขั้วหนึ่งจับชิ้นงาน ลักษณะของลวดเชื่อมมีอมี 2 ชนิดคือ ลวดเปลือยและลวดหุ้มฟลั๊ก

ก. การเชื่อมด้วยลวดเปลือยลวดเปลือยเป็นลวดเชื่อมที่ไม่มีสารหุ้มฟอก(ฟลั๊ก) การเชื่อมด้วยลวดเปลือยนี้จะต้องเชื่อมด้วยเครื่องเชื่อมกระแสไฟตรง เพราะกระแสไฟสลับจะทำให้การอาร์คไม่สม่ำเสมอ ข้อเสียของลวดเปลือยคือการอาร์คไม่แน่นอนเกิดอาการเปาะรุนแรงขณะเชื่อม รอยเชื่อมจะไม่แข็งแรงและเกิดรูพรุนในรอยเชื่อมได้ง่าย เพราะอากาศเข้าผสมขณะหลอมละลายได้ง่ายข้อดีของลวดเชื่อมเปลือยคือ ประหยัด กระแสที่ใช่ต่ำ เกิดการเปลี่ยนแปลงรูปร่างและการยืดตัวในรอยเชื่อมมีน้อย

ข. การเชื่อมด้วยลวดหุ้มฟลั๊ก การเชื่อมด้วยลวดหุ้มฟลั๊กหเป็นที่นิยมใช้กันทั่วไปในวงการอุตสาหกรรมเพราะการทำงานง่ายและสะดวก คุณ กภาพของงานดีพอใช้และประหยัดกว่าวิธีการเชื่อมแบบอื่น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.4 การยึดประกอบโครงสร้างส่วนเคลื่อนไหว

แป้นเกลียว

แป้นเกลียวหัวหกเหลี่ยมเป็นแบบที่ใช้กันอย่างแพร่หลายมากที่สุดแป้นเกลียวมีแบบต่างๆ กันออกไปหลายแบบ แล้วแต่ความต้องการของงานแต่ละชนิด เช่น แบบกลม แบบมีบ่า แบบกล่อง แบบหัวผ่า และแบบหางปลา เป็นต้น

การเลือกสลักเกลียวและแป้นเกลียว

เมื่อต้องการจะยึดชิ้นส่วนให้ติดกัน โดยใช้สลักเกลียวแล้วจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องเลือกหาขนาดที่เหมาะสม เพื่อที่จะหลีกเลี่ยงความเสียหายต่าง ๆ อันอาจจะเกิดขึ้นกับสลักเกลียวและแป้นเกลียว ความเสียหายดังกล่าวนี้ได้

ขนาดของสลักเกลียวและแป้นเกลียวนั้นขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายประการ อาทิ เช่น ธรรมชาติของแรงที่กระทำบนเกลียว สภาพการใช้งาน ความแข็งแรงของวัสดุชิ้นของความปราณีตที่ผลิตและอื่น ๆ

การแบ่งประเภทของเกลียว

การแบ่งประเภทของสลักเกลียวแบ่งตามลักษณะหัว เช่น หัวหกเหลี่ยม หัวหกเหลี่ยมใน และหัวที่สี่เหลี่ยม

การแบ่งประเภทของสลักเกลียวแบ่งตามลักษณะของหัว เช่น หัวหกเหลี่ยม หัวหกเหลี่ยมใน และหัวสี่เหลี่ยมจัตุรัส ส่วนสลักเกลียวและแป้นเกลียวอาจจะแบ่งได้ดังนี้ สลักเกลียวสำหรับงานพิเศษ สลักเกลียวปล่อยหัวกลม และหัวผ่าสลักเกลียวปล่อยร้อนเกลียวและแป้นเกลียว รูปร่างของสลักเกลียวและแป้นเกลียวที่กล่าวข้างต้น

สลักเกลียวใช้ยึด

1. สลักเกลียวผ่านตลอด ใช้ยึดชิ้นงานสองชิ้นให้ติดกันโดยการสอดสลักเกลียวทะลุตลอดชิ้นงานทั้งสองและยึดชิ้นงานทั้งสองให้ติดกันด้วยแป้นเกลียว

2. สลักเกลียวปล่อยไม่มีแป้นเกลียวใช้ยึดชิ้นงานสองชิ้นให้ติดกัน โดยใช้สลักเกลียวและแป้นเกลียวของชิ้นงานชิ้นหนึ่ง (โดยรูที่เจาะไม่ทะลุตลอดชิ้นงานทั้งสอง) และผ่านรูของชิ้นงานที่เหลือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. สลักเกลียวหัวท้าย เป็นสลักเกลียวแบบไม่มีหัว แต่จะมีเกลียวอยู่ทั้งสองปลายใช้ยึดชิ้นงานสองชิ้นให้ติดกัน โดยสอดผ่านรูของชิ้นงานชิ้นหนึ่ง และขันลงไปในชิ้นงานอีกชิ้นหนึ่ง และยึดชิ้นงานทั้งสองให้ติดกันด้วยแห้นเกลียวอีกที

สลักเกลียวปล่อยพวกนี้มีขนาดไม่ต่ำกว่า 8 มม.และนิยมใช้กับงานที่มีโลดไม่สูงหัวของสลักเกลียวอาจจะผ่าเป็นร่อง หรือผ่าขวางกันเพื่อประโยชน์ในการใช้ไขควงธรรมดา ขันยึดชิ้นงานได้

สลักเกลียวล็อค

ใช้ในการยึดดุมเพลาหรือเพลา หรือใช้แทนลิ่มสลักเกลียวพวกนี้ทำด้วยเหล็กเหนียวและมีการชุบปลายให้แข็ง

นอกจากนี้ยังมีเกลียวของท่อสำหรับต่อท่อหรือส่วนต่าง ๆ ของท่อ และของพวกเครื่องจักรไฮโดรลิคต่าง ๆ อีก เกลียวเหล่านี้มีทั้งเกลียวตรง ซึ่งใช้กับการยึดพวกเครื่องกลต่าง ๆ และเกลียวเรียวที่ใช้ขันเพิ่มความแน่น สำหรับงานพวกของเหลวหรืออากาศ เกลียวจำพวกนี้ มีความสูงของสันเกลียวน้อยกว่าพวกเลียวหยาบ

ยังมีเกลียวอีกบางชนิดที่ใช้กับงานอื่น ๆ เช่น เกลียวในรถจักรยาน จักรเย็บผ้า และท่อที่มีผนังบาง ๆ ซึ่งมีการระบุในมาตราฐานแยกออกไปต่างหาก

ชั้นต่าง ๆ ของเกลียว

รายละเอียดต่าง ของเกลียวที่นิยมระบุกันได้แก่ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคนฟันของเกลียวนอก และขีดจำกัดของขนาดและความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ของเกลียวใน

การแบ่งประเภทของความเรียบร้อย เมื่อพิจารณาถึงความมากน้อยของความตลาดเคลื่อนจะแบ่งได้ดังนี้

สำหรับเกลียวเมตริก	ชั้น 1, 2 และ 3
สำหรับเกลียวยูนิฟาย	ชั้น 3, 2 และ 1 (เกลียวนอก)
	ชั้น 3, 2 และ 1 (เกลียวใน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความปราณีตเรียบร้อยของชั้นที่ระบุไว้ข้างบนจะลดหลั่นกันลงมาตามลำดับ โดยชั้นที่ 1, 3 หรือ 3 จะมีความปราณีตสูงสุดและชั้น 1 ในมาตรฐานจะเทียบได้กับมาตราฐานของอเมริกา ชั้น 3 หรือ 3

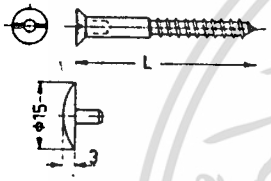
บรรทัดฐานในการเชือกชั้นต่าง ๆ มีดังนี้

ชั้นปราณีต (ชั้น 1)	สำหรับเกลียวปราณีต
ชั้นปานกลาง (ชั้น 2)	สำหรับใช้งานทั่ว ๆ ไป
ชั้นหยาบ (ชั้น 3)	สำหรับงานที่ทำได้ลำบาก เช่น ทำเกลียวในรูที่ยาว

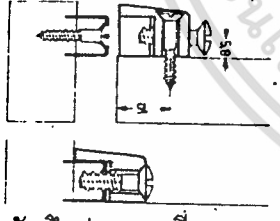
CONNECTING FITTINGS

ประเภทยึดร้อยด้วยเกลียว

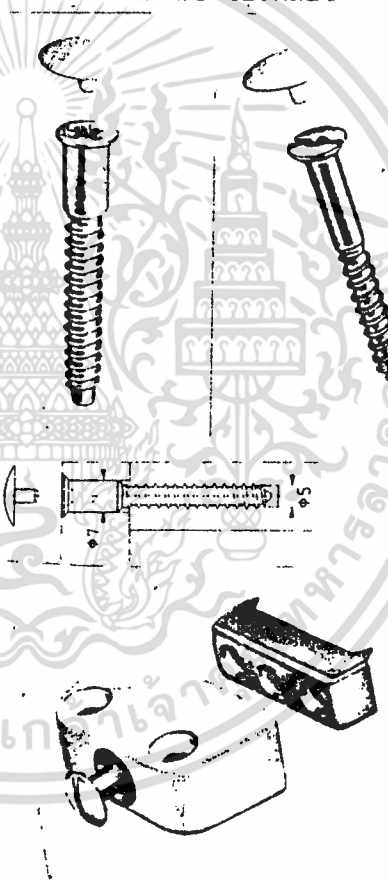
ONE-PIECE CONNECTOR



เป็นสกรูที่เจาะร้อยผ่านเนื้อวัสดุ อาศัยการยึดเหนี่ยวระหว่างเนื้อวัสดุกับเกลียว เหมาะกับการใช้งานขนาดเล็กที่ไม่ต้องถอดเข้า-ออกบ่อย ๆ ครั้ง



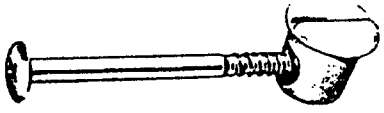
เป็นตัวยึดประกอบที่สามารถถอดแยกชิ้นได้ ไม่ทำให้เกิดการเสียแรงยึดเกาะเวลาถอดเข้า-ออก

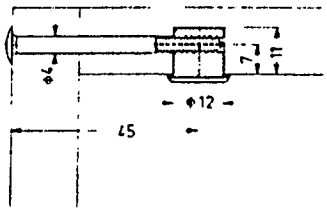


ภาพที่ 74 สกรูประเภทร้อยด้วยเกลียว

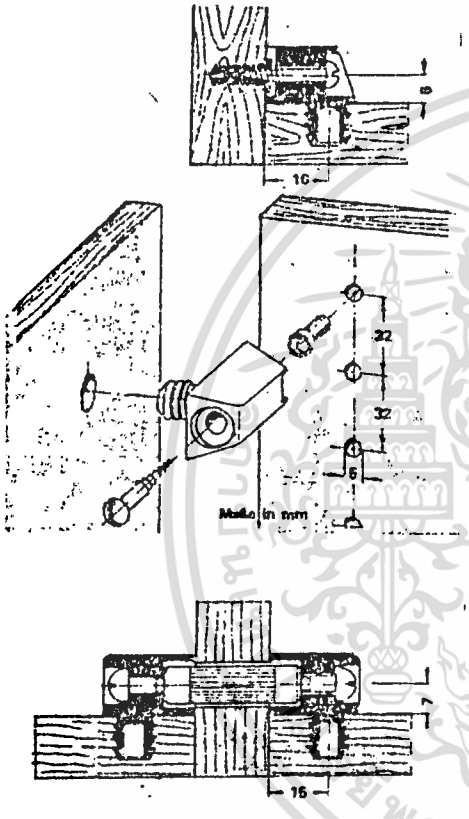
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

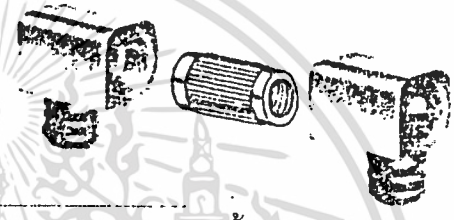
ประเภทยึดร้อยผ่านพุก











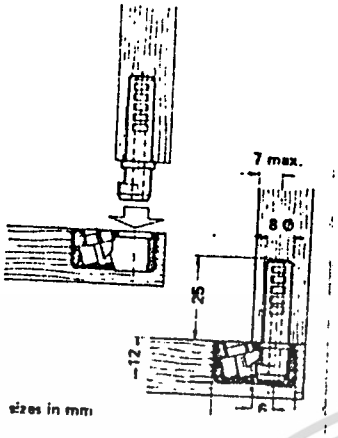
ตัวยึดประกอบลักษณะนี้จะให้ประสิทธิภาพได้ดีกว่าแบบยึดเกาะโดยตรงกับเนื้อวัสดุ ซึ่งไม่ทำให้เกิดการเสียงแรงยึดเกาะหรือทำความเสียหายต่อเนื้อวัสดุ เหมาะกับสภาพการใช้งานที่ไม่ใหญ่ และไม่มีแรงมากระทำมากนัก

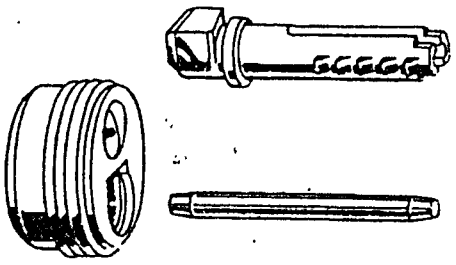
ภาพที่ 75 สกรูประเภทยึดร้อยผ่านพุก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CONCEALED KNOCK DOWN JOINTS

1.



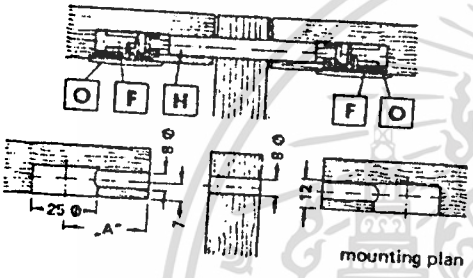


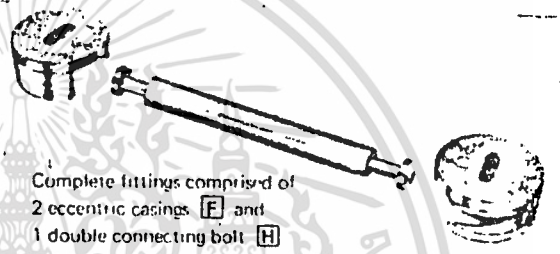
ทำด้วยพลาสติก

เหมาะกับการใช้งานที่ไม่มการ

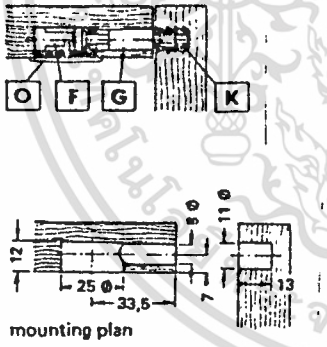
ปิดหรือโยกแรง ๆ

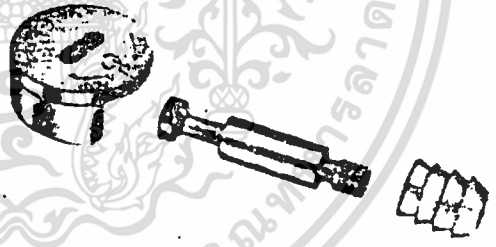
2.





3.





ตัวยึดสองทางและทางเดียว

เหมาะกับการใช้งานที่ต้องการ

ความแข็งมาก ๆ เช่น ตู้ โต๊ะ

ภาพที่ 76 แสดงระบบล๊อคด้านเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CONCEALED HINGES

- AUTOMATIC CLOSING
- NON AUTOMATIC CLOSING

บานพับทับของบานริม

OVERLAY HINGS



NON-AUTOMATIC CLOSING



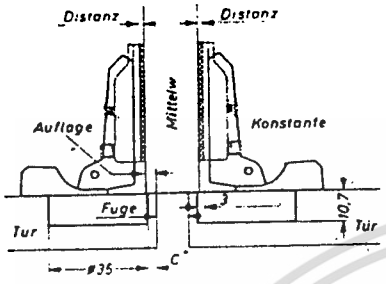
AUTOMATIC CLOSING

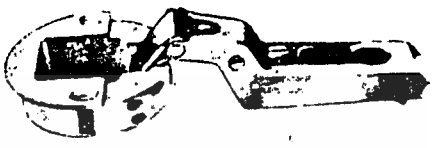
ภาพที่ 77 บานพับแบบทับของบานรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

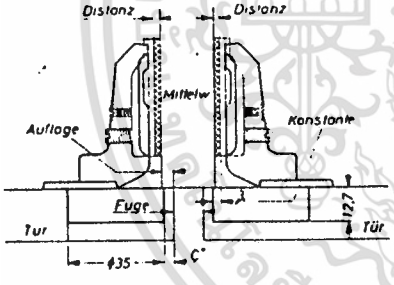
บานพับทับของบานกลาง

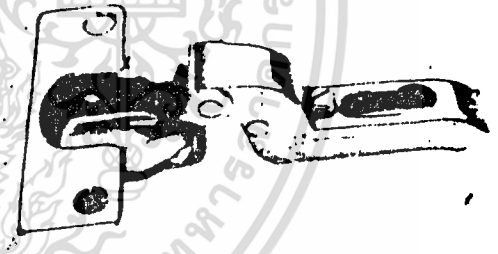
MIDDLE OVERLAY HINGS





NON-AUTOMATIC CLOSING

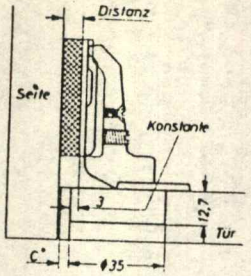




AUTOMATIC CLOSING

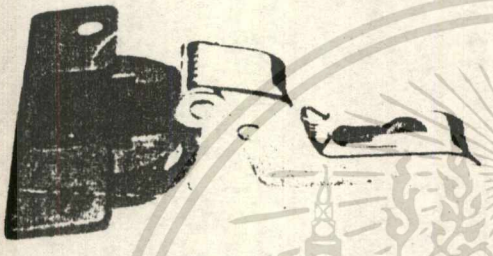
ภาพที่ 78 บานพับแบบของบานกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



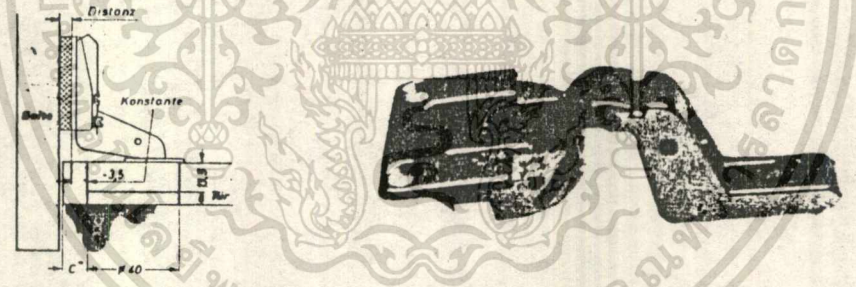
บานพับในขอบ

INSET HINGS



NON-AUTOMATIC CLOSING

เสมอขอบ



AUTOMATIC CLOSING

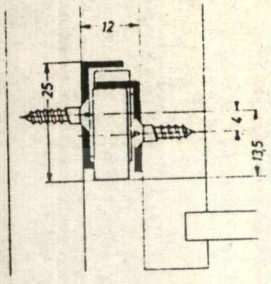
ลึกจากขอบ

ภาพที่ 79 บานพับแบบในขอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

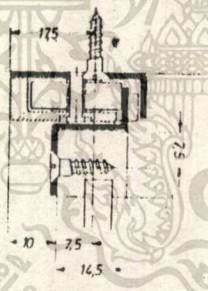
DRAWER SLIDES

รางลิ้นชัก

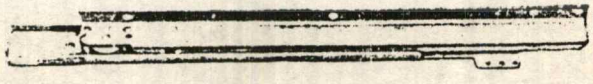




โลหะเคลือบสีอีพ็อกซี่
มีลูกล้อพลาสติก 4 ลูก
รับนน. ได้ข้างละ 15 กก.
ความยาว 35 45 50 55

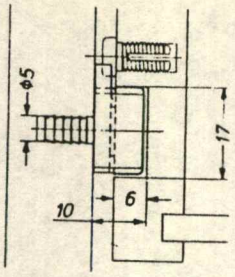


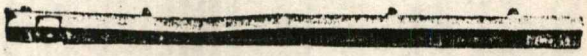
โลหะเคลือบสีอีพ็อกซี่
มีลูกล้อพลาสติก 4 ลูก
รับนน. ได้ข้างละ 25 กก.
ความยาว 35 45 50 55



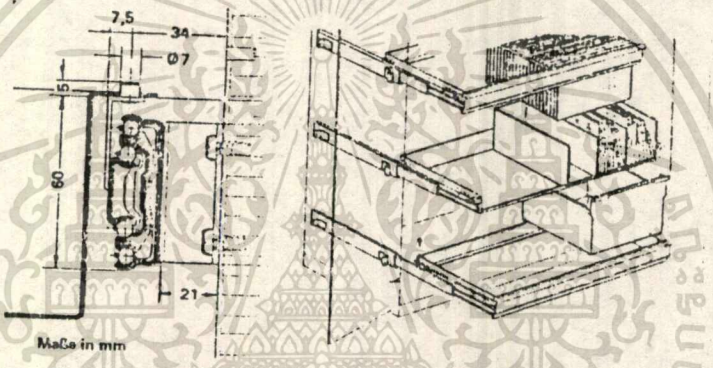
ภาพที่ 80 รางลิ้นชัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





รางลิ้นชักพลาสติก
เหมาะกับการใช้งานเล็ก ๆ



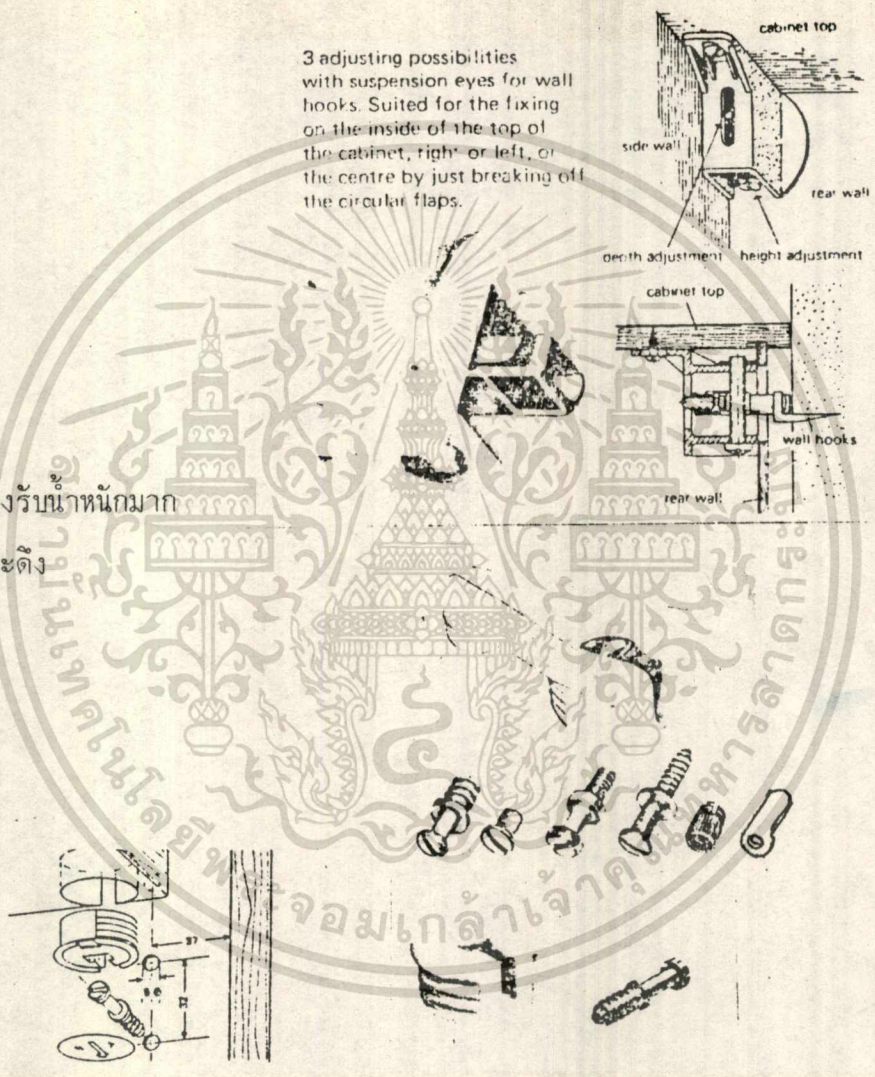
รางลิ้นชักโลหะชนิด
ยืดเต็มตัว (FULL EXTENSION)
เหมาะกับการใช้งานที่
ลิ้นชักมีความลึกมากเพื่อ
เพิ่มประสิทธิภาพการใช้
ข้อสังเกตุของลิ้นชักลักษณะนี้
จะทำให้เสียสมดุลย์ได้ง่าย

ภาพที่ 81 ลางลิ้นชักพลาสติก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SUSPENSION FITTINGS

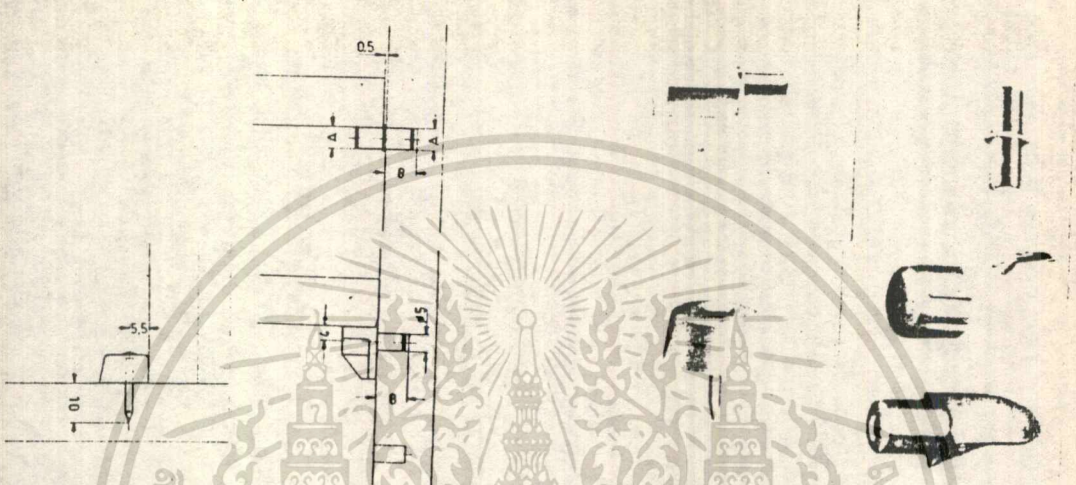
1. ประเภทใช้ยึดประกอบโครงสร้าง
   ตรงบริเวณขอบมุมให้มีความมั่นคง
2. ประเภทรับน้ำหนักเฉพาะแรงในทางดึง



ใช้กับงานที่ต้องรับน้ำหนักมาก
มีทั้งแรงกดและดึง

ภาพที่ 82 ภาพแสดงการยึดโครงสร้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ใช้กับการรองรับน้ำหนักของชั้น
ที่มีน้ำหนักไม่มาก

ภาพที่ 83 ภาพแสดงการรับน้ำหนักของชั้นที่มีน้ำหนักไม่มาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูล 2-8

"ข้อมูลเกี่ยวกับสายไฟฟ้า สำหรับการออกแบบตู้อบแม่แบบปูนปลาสเตอร์สำหรับงานหล่อน้ำดิน"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.1 ข้อมูลทางด้านไฟฟ้า

ไฟฟ้าเป็นพลังงานรูปหนึ่งที่มีความสำคัญ และมีความจำเป็นต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ทั้งในปัจจุบันและอนาคต ทั้งนี้เพราะพลังงานไฟฟ้าสามารถจะเปลี่ยนเป็นพลังงานรูปอื่นได้เกือบทุกรูปแบบ ไฟฟ้า คือการเคลื่อนที่ของอิเลคตรอนจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งโดยผ่านสื่อหรือตัวนำไฟฟ้า

ชนิดของไฟฟ้า แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1. ไฟฟ้ากระแสตรง (DIRECT CURRENT = DC) คือกระแสไฟฟ้าที่มีทิศทางเดียวผ่านตัวนำที่ต่อจนครบวงจร แหล่งไฟฟ้ากระแสตรงได้แก่ ถ่านไฟฉาย และแบตเตอรี่ เป็นต้น

2. ไฟฟ้ากระแสสลับ (ALTERNATING CURRENT) คือกระแสที่ไหลไปแล้วไหลกลับเป็นช่วง ๆ เช่นนี้ไปเรื่อยไป การสลับของไฟฟ้าชนิดนี้จึงไม่มีขั้วบวก และขั้วลบเหมือนกับไฟฟ้ากระแสตรง ไฟฟ้ากระแสสลับได้แก่ไฟฟ้าตามบ้านเรือนทั่วไป ซึ่งในประเทศไทยใช้ไฟฟ้ากระแสสลับที่มีแรงเคลื่อน 220 โวลท์

กระแสไฟฟ้า

กระแสไฟฟ้า คือการไหลของประจุไฟฟ้าในช่วงหนึ่ง มีหน่วยเป็น "แอมแปร์" (AMPERE) และมีหน่วยที่ใช้วัดย่อยลงมาคือ มิลิแอมแปร์ และไมโครแอมแปร์ ซึ่งสามารถนำมาเปรียบเทียบได้ คือ

ตารางที่ 15 การเปรียบเทียบค่าของกระแสไฟฟ้า

1 มิลิแอมแปร์	1/1000 แอมแปร์
1 ไมโครแอมแปร์	1/1000 มิลิแอมแปร์
1 ไมโครแอมแปร์	1/1000000 แอมแปร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แรงดันไฟฟ้า

แรงดันไฟฟ้าหรือแรงเคลื่อนทางไฟฟ้า หมายถึง แรงทางไฟฟ้าที่สามารถทำให้เกิดการไหลของกระแสอิเลคตรอนเคลื่อนที่ จากจุดหนึ่งไปอีกจุดหนึ่ง มีหน่วยเป็น โวลท์ (VOLTS) มีหน่วยเล็กกว่าคือ ไมโครโวลท์และมิลิโวลท์และมีหน่วยที่ใหญ่กว่าคือ กิโลโวลท์และเมกกะโวลท์ ซึ่งเปรียบเทียบได้ดังนี้ คือ

ตารางที่ 16 การเปรียบเทียบค่าของแรงดันไฟฟ้า

1 ไมโครโวลท์	1/000000 โวลท์
1 มิลิโวลท์	1/1000 โวลท์
1 กิโลโวลท์	1000 โวลท์
1 เมกกะโวลท์	1000000 โวลท์

กำลังไฟฟ้า

กำลังไฟฟ้า คือ อัตราของการทำงานของเครื่องมือเครื่องใช้ไฟฟ้าชั่วระยะเวลาหนึ่ง ซึ่งมีหน่วยเป็น วัตต์ (WATTS) ซึ่งสามารถทำการเปรียบเทียบได้ดังนี้ คือ

ตารางที่ 17 การเปรียบเทียบค่าของกำลังไฟฟ้า

1 มิลิวัตต์	1/1000 วัตต์
1 ยูนิต หรือ 1 กิโลวัตต์	1000 วัตต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การหาค่าทางไฟฟ้า

การหาค่าทางไฟฟ้า มีหน่วยของอักษรย่อยเข้ามาเป็นส่วนในการจำสูตร โดยมีความหมายดังนี้คือ

P = กำลังไฟฟ้า

I = กระแสไฟฟ้า

E = แรงดันไฟฟ้า

1. สูตรการหาค่ากำลังไฟฟ้า คือ

กำลังไฟฟ้า = กระแสไฟฟ้า x แรงดันไฟฟ้า

หรือ P = I x E

ชื่อและคุณสมบัติของสายไฟ

PVC = **POLY VINY CHORIDE** = ฉนวนหุ้มสาย AV ทนความร้อน 60 องศา

F = สาย AV หลายเส้นเรียงติดกันในแนวแบนราบ

f = ความยืดหยุ่นตัว

X = PVC ที่มีการจับตัวของโมเลกุลแบบ ทนความร้อนได้สูงกว่าธรรมดา

FL = ฉนวนที่หุ้มเป็นยาง และตัวนำเป็นทองแดงผสมดีบุก

AVX = ทนความร้อน 120 องศา C ทนต่อสารเคมี

AEX = ทนความร้อน 130 องศา C ไม่ทนต่อสารเคมี

AV = ฉนวนที่หุ้มเป็น PVC ธรรมดา

EB = ฉนวนที่หุ้มเป็น PVC แต่บางกว่า AV ตัวนำจะรวมกันเป็นกลุ่ม

วัสดุที่ใช้กับสายไฟรถยนต์ที่ควรทราบ มีดังนี้[2]

Av-A หมายถึง **LOW VOLTAGE CABLE FOR AUTOMOTIVE**

v หมายถึง **INSULATION** ทำจาก **VINYL COMPOUND**

(JANPAN INDUSTRIAL STANDARD JIS-C 3406-1976)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.2 หม้อแปลงไฟฟ้า (TRANFORMER)

หม้อแปลงไฟฟ้า เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า ทรานฟอร์เมอร์เป็นอุปกรณ์ที่ใช้เพิ่มหรือลดแรงเคลื่อนไฟฟา ให้เป็นไปตามความต้องการในการใช้งาน หม้อแปลงไฟฟ้ามีขนาดจิ๋วประมาณนิ้วหัวแม่มือใช้กับเครื่องรับวิทยุจนถึงขนาดใหญ่โตเท่ารถยนต์บรรทุกสิบล้อ ใช้ในโรงจักรไฟฟ้าขนาดใหญ่ แต่ถึงแม้ขนาดจะต่างกนรูปร่างจะต่างกัน แต่หลักการทำงานของหม้อแปลงไฟฟ้าทุกตัวเหมือนกันดังนี้

ขณะที่มีกระแสไฟฟ้าที่เคลื่อนที่ผ่านขดลวดตัวนำ จะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กขึ้น และถ้ามีขดลวดตัวนำอีกชุดหนึ่งพันอยู่บนแกนร่วมกัน ขดลวดนั้นจะได้รับอิทธิพลของสนามแม่เหล็กไปด้วย[1] เหล็กที่เกิดขึ้นจะมีการสร้างและยุบตัวลงตามจังหวะของไฟฟ้ากระแสสลับ ผลของการสร้างและยุบตัวจะมีผลทำให้เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าในขดลวดตัวนำชุดที่สองด้วย อัตราการเกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าในขดลวดตัวนำจะมากหรือน้อยกว่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าในขดลวดตัวนำชุดแรกขึ้นอยู่กับ จำนวนรอบของขดลวดตัวนำทั้งสองชุด

ข้อควรสังเกตุ เกี่ยวกับหม้อแปลงไฟฟ้า คือ ขดลวดชุดแรกและขดลวดชุดที่สองจะไม่มีการต่อวงจรไฟฟ้าเข้าด้วยกันแต่การทำงานจะอาศัยวงจรของแม่เหล็กเท่านั้น และในการป้องกันไม่ให้ศักดาของไฟฟ้าในขดลวด ชุดที่สองสูงกว่าจึงต้องมีการต่อวงจรขนลวดชุดที่สองเขาด้วยกัน[2]

ในการสร้างหม้อแปลงไฟฟ้า ให้มีประสิทธิภาพสูงที่สุดจะพยายามให้มีการสูญเสียอำนาจแม่เหล็กไปโดยเปล่าประโยชน์น้อยที่สุด จึงมีการดัดแปลงวิธีการพันขนลวดทั้งสองให้ซ้อนกัน

หม้อแปลง ปกติจะเขียนเลขอัตรส่วน เช่น 10:1,50:1,1:20 หม้อแปลงนั้นจะแบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ [3]

1. **หม้อแปลงแบบแปลงขึ้น (set up tranformer)** หม้อแปลงชนิดนี้แรงดันทางด้านทุติยภูมิ จะสูงกว่าทางด้านปฐมภูมิ จำนวนรอบของขดลวดทุติยภูมิจะมากว่าของขดลวดปฐมภูมิ อัตราส่วนจำนวนรอบจะเป็น เช่น 1:20,1:10 เป็นต้น

2. **หม้อแปลงแบบแปลงลง(set down tranformer)** หม้อแปลง ชนิดนี้แรงดันด้านทุติยภูมิจะต่ำกว่าแรงดันปฐมภูมิจำนวนรอบของขดลวดทุติยภูมิจะน้อยกว่า จำนวนรอบของขนดลวดปฐมภูมิ

---

[1]ชัยสวัสดิ์ เทียบวิบูลย์ **"ทฤษฎีไฟฟ้าประยุกต์"** พิมพ์ที่โรงพิมพ์ ก.วิวรรธน์ ปี2526, หน้า142 [2]ล.ด.,หน้า 143

[3]ส่ง สุขดานนท์**"ไฟฟ้าเบื้องต้น"** บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่นจำกัด พิมพ์ครั้งที่1 ปี2522,หน้า144

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อควรจำ[1]

1. หม้อแปลงไฟฟ้าประกอบด้วยขดลวดสองชุด หรือมากกว่า หม้อแปลงไฟฟ้าทำงานโดยหลักการเหนี่ยวนำ ขดลวดมีอยู่ 2 ชุดคือขดลวดปฐมภูมิต่ออยู่กับแหล่งจ่ายแรงดันและขดลวดทุติภูมิต่ออยู่กับโหลด

2. แกนหม้อแปลงไฟฟ้ามีทั้งแบบใช้แกนเหล็ก แกนอากาศ และแกนเฟอร์ไรท์แต่ละชนิดเหมาะกับงานแต่ละอย่าง

3. แกนอากาศสัมประสิทธิ์การดับปลิ้งต่ำมากมีค่า 0.65

4. หม้อแปลงแบบออโต้ เป็นหม้อแปลงที่ใช้ขดลวด 1 ชุดแบ่งส่วนให้เป็นขดลวดปฐมภูมิและทุติยภูมิบนขดลวดชุดเดียวกันสามารถทำงานได้ทั้งแบบแปลงแรงดันขึ้น และแปลงแรงดันลงที่พบกันในหม้อแปลงจะมีสาย 3 เส้นโผล่ออกมาให้ต่อภายนอก มีอยู่สายหนึ่งจะเป็นสายร่วมระหว่างขดลวดทุติยภูมิ

5. ข้อเสียของหม้อแปลงแบบออโต้ คือ ไม่แยกวงจรระหว่างด้านปฐมภูมิและทุติยภูมิ

6. สูตรของหม้อแปลงไฟฟ้ามีดังนี้ [1]

7. หม้อแปลงไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพ 100 % หมายถึงว่า กำลังงานที่ป้อนเข้าทางด้านปฐมภูมิจะเท่ากับกำลังงานที่จ่ายให้กับโหลดทางด้านทุติยภูมิ

8. เหตุที่หม้อแปลงไฟฟ้ามีประสิทธิภาพได้ถึง 100 % เพราะมีความสูญเสียของพลังงานเกิดขึ้นในตัวหม้อแปลง ความสูญเนื่องจากการอิ่มตัวของแกนหม้อแปลง

9. กระแสไหลวน เป็นกระแสเหนี่ยวนำที่ไหลในแกนหม้อแปลงความสูญเสียเนื่องจากกระแสไหลวนจะแปรงเปลี่ยนไปในรูปของความร้อน ความสูญเสียนี้จะเพิ่มขึ้นเมื่อความถี่ของกระแสเพิ่มขึ้นวิธีลดกระแสไหลวนแกนหม้อแปลงจะทำด้วยเหล็กแผ่นบาง ๆ เคลือบฉนวนมาอัดกันเป็นแกน ส่วนแกนหม้อแปลงที่ทำด้วยผงเหล็กอัดเป็นแท่งหรือสารเฟอร์ไรท์ความสูญเสียเนื่องจาก กระแสไหลวนต่ำ

10. ถ้าขดลวดปฐมภูมิขาด สิ่งที่สังเกตพบในการใช้งานของหม้อแปลงก็คือ ไม่มีแรงดันเหนี่ยวนำเกิดขึ้นที่ขดลวดทุติยภูมิเลย

---

[1]ส่ง สุขดานนท์ ล.ด.,หน้า 160 [2]ล.ด.,หน้า 161

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.3 สายไฟฟ้า

สายไฟฟ้า คือ สื่อนำกำลังงานไฟฟ้าจากจุดแหล่งจ่ายไฟไปยังจุดที่ต้องการใช้ไฟฟ้าในระบบไฟฟ้า สายไฟฟ้านั้นก็เปรียบเสมือนท่อประปาที่เป็นทางผ่านของน้ำจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง ลักษณะใหญ่ที่สำคัญของสายไฟฟ้านั้นจะดูกันที่ความสามารถที่ยอมให้กระแสไหลได้สูงสุดเท่าไร ชนิดของฉนวนและส่วนที่หุ้ม (jacket) ประเภทการใช้งาน สภาพแข็งแรงทางกลปกติวิธีที่จะต่อสายไปหรือสายเคเบิ้ลจะดูกันที่จำนวนและขนาดของโลหะตัวนำ ชนิดของฉนวน ประเภทที่ใช้งาน ขนาดของแรงดันที่สายไฟฟ้าทนได้ โลหะตัวนำเป็นทองแดง หรืออลมิเนียมแบบอบแล้วหรือรีดแข็ง หรือนำมาชุบดีบุกอีกครั้งหนึ่ง ในบทความนี้จะเป็นเฉพาะสายไปที่ทางโรงงานในเมืองไทยทำนำหน่ายและนิยมใช้ สำหรับรายละเอียดเพิ่มเติมให้สอบถามทางโรางงานหรือในคู่มืออุตสาหกรรม หรือดูใน NE Code สายไฟฟ้าที่ใช้งานมีทั้งที่เป็นแบบโซลิด (solid) และแบบสะแตรน (stranded) แบบโซดหมายถึงมีลวดตัวนำเพียงเส้นเดียว แบบสะแตรน หมายถึงประกอบด้วยลวดตัวนำเส้นเล็ก ๆ หลายเส้นตวัดเข้าด้วยกันสายเบอร์เล็กขนาดเบอร์ AWG 18, 16, 14, เป็นต้นมีทั้งแบบโซลิดและสะแตรน สำหรับสายขนาดใหญ่ส่วนใหญ่ เช่นเบอร์ AWG 8, 6 เป็นต้นจะทำเป็นแบบสะแตรนการทำสายเป็นแบบสะแตรนก็เพื่อให้สายไฟนั้นงอได้สะดวกและหักยากกว่าแต่มีราคาแพง

ความสามารถที่จะนำกระแสของตัวนำ

เวลาที่เราพูดว่าสายไฟฟ้าเบอร์นั้นชนิดนั้นทนกระแสสูงสุดในอากาศ หรือเดินในท่อเท่านั้น แอมแปร์ หมายถึงว่า ที่อุณหภูมิสูงสุดในขณะที่ ยอมให้ไปได้ ฉนวนของมันจะทนได้หรือไม่ สำหรับในกรณีที่เป็นสายเปลือย ก็จะเป็นที่อุณหภูมิสูงสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 18 จำนวนกระแสสูงสุดที่ยอมให้ใช้ได้กับสายไฟขนาดต่าง ๆ ที่อุณหภูมิไม่เกิน 40 องศา

ขนาดเนื้อที่ (หน้าตัด ตร.มม.)	กระแสสูงสำหรับสายหุ้มเดินในอากาศและนอกอาคาร (แอมแปร์)	กระแสสูงสุดสำหรับสายหุ้มเดินในท่อหรือภายในอาคาร (แอมแปร์)
0.5	–	3
1.0	10	6
1.5	13	8
2.5	19	12
4	27	16
6	36	22
10	51	30
16	78	50
25	96	64
35	119	79
50	150	102
70	188	121
95	231	150
120	268	170

หรือเดินในท่อเท่านั้นแอมแปร์นั้นหมายถึงว่า ที่อุณหภูมิสูงสุดขณะทำงานที่ยอมให้ได้นั้น ฉนวนของมันจะทนได้หรือไม่ สำหรับในกรณีที่เป็นสายเปลือยก็จะเป็นอุณหภูมิสูงสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 19 จำนวนวกระแสสูงสุดที่ยอมให้ได้สำหรับสายหุ้มฉนวน PVC ชนิด IV และ VAF ที่อุณหภูมิไม่เกิน 40

ขนาดสาย จำนวนสายลวดย่อย % ขนาดเส้นลวดย่อย (นิ้ว)	เส้นผ่าศูนย์กลางของสายย่อยแต่ละเส้น (มม.)	พื้นที่หน้าตัดแท้จริง (มม.2)	กระแสสูงสุด	
			ในอากาศ (แอมป์)	ในท่อ (แอมป์)
1/0.040	1.016	0.81	9	5
1/0.044	1.118	0.98	10	7
1/0.060	1.524	1.82	14	10
1/0.064	1.626	2.08	16	12
1/0.72	1.829	2.63	18	14
1/0.080	2.032	3.24	21	16
1/0.093	2.36	4.37	24	20
3/0.029	0.737 (1.6)	1.28	11	8
3/0.036	0.914 (2.0)	1.97	16	10
3/0.044	1.118 (2.5)	2.94	20	15
3/0.053	1.35 (2.9)	4.29	26	22
7/0.029	0.737 (2.3)	2.98	20	15
7/0.032	0.813 (2.5)	3.63	22	18
7/0.036	0.194 (2.8)	4.59	27	23
7/0.040	1.016 (3.1)	5.67	30	25
7/0.044	1.118 (3.4)	6.87	38	28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 19 (ต่อ)

ขนาดสาย จำนวนสายลวดย่อย % ขนาดเส้นลวดย่อย (นิ้ว)	เส้นผ่าศูนย์กลางของสายย่อยแต่ละเส้น (มม.)	พื้นที่หน้าตัดแท้จริง (มม.2)	กระแสสูงสุด	
			ในอากาศ (แอมป์)	ในท่อ (แอมป์)
7/0.052	1.321 (4.0)	9.59	46	36
7/0.060	1.524 (4.6)	12.76	58	42
7/0.064	1.626 (4.9)	14.53	64	48
7/0.080	2.032 (5.5)	18.38	74	55
7/0.083	2.12 (6.4)	24.70	88	62
7/0.098	2.5 (7.5)	34.07	116	77
19/0.040	1.016 (5.1)	15.39	66	48
19/0.044	1.118 (5.6)	18.64	76	55
19/0.052	1.321 (6.6)	26.03	95	64
19/0.060	1.524 (7.6)	34.64	118	77
19/0.064	1.626 (8.1)	39.43	130	84
19/0.072	1.829 (9.2)	49.89	150	99
19/0.080	2.032 (10.2)	61.58	174	112
19/0.083	2.12 (10.6)	67.03	184	120
19/0.096	2.5 (12.5)	92.47	224	145
37/0.052	1.321 (9.3)	50.68	151	102
37/0.060	1.524 (10.7)	67.42	184	120
37/0.064	1.626 (11.4)	76.79	205	120
37/0.072	1.829 (12.8)	97.16	236	150

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 19 (ต่อ)

ขนาดสาย จำนวนสายลวดย่อย x ขนาดเส้นลวดย่อย (น้ำ)	เส้นผ่าศูนย์กลางของสายย่อยแต่ละเส้น (มม.)	พื้นที่หน้าตัดแท้จริง (มม.2)	กระแสสูงสุด	
			ในอากาศ (แอมป์)	ในท่อ (แอมป์)
37/0.080	2.032 (14.2)	119.93	268	170
37/0.083	2.12 (14.9)	130.54	280	176
37/0.093	2.36 (16.5)	161.77	316	209
37/0.103	2.6 (18.2)	196.34	358	226
61/0.072	1.829 (16.5)	160.19	314	198
61/0.080	2.032 (18.3)	197.72	360	227
61/0.093	2.36 (21.3)	275.82	436	270
61/0.103	2.60 (23.4)	323.70	480	296

ที่มา. จากข้อมูลเกี่ยวกับสายไฟของบริษัท สายไฟฟ้าไทยยาซากิ จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 20 จำนวนกระแสสูงสุดสำหรับสายหุ้มฉนวน PVC ชนิด TW ที่อุณหภูมิไม่เกิน 40

ขนาดสาย		กระแสสูงสุด	
ขนาดสายเป็น AWG หรือ MCM	ขนาดสาย (มม.2)	เดินในอากาศ (แอมป์)	เดินในท่อเหล็ก (แอมป์)
AJG # 14	2.08	16	12
12	3.46	20	16
10	5.27	30	24
8	8.59	42	32
6	13.20	60	44
4	21.33	84	59
3	26.60	98	66
2	33.52	114	78
1	42.60	134	88
1/0	53.28	160	105
2/0	70.00	186	120
3/0	85.91	220	135
4/0	107.13	250	158
250 MCM	126.87	274	174
300	153.65	305	194
350	181.53	305	213
400	203.97	340	224

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 20 (ต่อ)

ขนาดสาย		กระแสสูงสุด	
ขนาดสายเป็น AWG หรือ MCM	ขนาดสาย (มม.2)	เดินในอากาศ (แอมป์)	เดินในท่อเหล็ก (แอมป์)
500	252.76	380	224
600	304.09	462	258
700	354.27	462	286
750	380.80	504	310
800	405.49	540	330
900	457.21	590	350
1000	505.79	626	364

ที่มา : จากข้อมูลเกี่ยวกับสายไฟของบริษัท สายไฟฟ้าไทยยาซากิ จำกัด

ขนาดของสาย

มาตรฐานของสายไฟฟ้าทองแดงและอลูมิเนียมที่ใช้กันอยู่มีหลายมาตรฐาน เช่น BWG. (Birmingham Iron Wire Gauge) AWG (American Wire Gauge) SEG (british Standard Wire Gauge) mmG (millimeter Gauge) เป็นต้น แต่ที่นิยมใช้กันและคุ้นหูในบ้านเรา จะเป็นมาตรฐาน AWG และ SEG (ชนิดนี้ส่วนใหญ่ใช้กับลวดทองแดงอาบน้ำยา ใช้สำหรับพันพวกขดลวดหม้อแปลงและมอเตอร์) กรณีของสายมาตจฐาน AWG สายที่มีขนาดโตจนถึงเบอร์ 0000 (อาจเขียนว่า เบอร์ 4/0) จะกำหนดเป็น AWG ค่าตัวเลข AWG ยิ่งน้อยหมายถึงขนาดยิ่งโตขึ้น การกำหนดเป็นลักษณะนี้ใช้เฉพาะตัวนำที่มีหน้าตัดกลมเท่านั้น ตัวอย่างเช่น สายเบอร์ AWG10 จะใหญ่กว่าสายเบอร์ AWG12 แต่เล็กกว่าสายเบอร์ AWG8 ขนาดสายเบอร์ 4/0 เป็นขนาดใหญ่ที่สุดที่กำหนดเป็น AWG สายที่โตถัดไป จะกำหนดเป็น MCM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Thousand Circular Mil) การกำหนดเป็น MCM นั้น เส้นผ่าศูนย์กลางของตัวนำจะเพิ่มขึ้นตามหมายเลขที่ระบุ ดังนั้นสายไฟเบอร์ 500MCM จะมีพื้นที่หน้าตัดของตัวนำเป็น 2 เท่าของขนาด 250MCM ตารางที่ 10 แสดงคุณสมบัติทางกายภาพของสายทองแดงเปลือยเป็น AWG และเซอร์คิวล่าร์มิล (1 เซอร์คิวร่ามาร์มิว เท่ากับ พื้นที่ของวงกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับ 1 มิล หรือ 1/1000 นิ้ว) พื้นที่หน้าตัดเป็นเซอร์คิวล่าร์มิล มีค่าเท่ากับกำลังสองของเส้นผ่าศูนย์กลางของหน้าตัดของตัวนำ เมื่อเส้นผ่าศูนย์กลางนั้นมีหน่วยเป็นมิล ตัวอย่างเช่น สายตะแกรนมีเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับ 1/2 นิ้ว หรือ 500 มิล หรือมีพื้นที่ 250,000 เซอร์คิวล่าร์มิล หรือ 250MCM ตามวิธีการคำนวณดังต่อไปนี้

$$\text{MCM} = \frac{\text{เซอร์คิวล่าร์มิล}}{1{,}000} = \frac{(\text{เส้นผ่าศูนย์ลาง})^2}{1{,}000}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 21 คุณภาพทางกายภาพของตัวนำเปลือย

ขนาดสาย AWG หรือ	พื้นที่เป็น เซอร์คิว	เส้นผ่าศูนย์กลาง โซลิด	เส้นผ่าศูนย์กลาง สะแตรน	จำนวน สะแตรน	ความต้านทานทาง ไฟตรง	ความต้านทานทาง /1000 ฟุตที่ AWG	ขนาดสาย หรือ MCM
MCM	ลาร์มิล				25 C	77 F	
16	2583	0.0508	-	-	4.10	6.72	AWG 16
14	4107	0.0641	-	-	2.57	4.22	14
12	6530	0.0808	-	-	1.62	2.66	12
10	10,380	0.1019	-	-	1.02	1.67	10
8	16,510	0.1285	-	-	0.64	1.05	8
6	26,250	0.162	0.184	7	0.41	0.67	6
4	41,740	0.205	0.232	7	0.26	0.42	4
2	66,370	0.258	0.292	7	0.16	0.27	2
1	83,690	0.290	0.332	19	0.13	0.21	1
0	105,500	0.325	0.373	19	0.10	0.17	1/0
00	133,100	0.365	0.418	19	0.081	0.133	2/0
000	167,800	0.409	0.470	19	0.064	0.105	3/0
0000	211,600	0.460	0.528	19	0.051	0.084	4/0
250	250,000	0.500	0.575	37	0.043	0.071	250 MCM
300	300,000	0.547	0.630	37	0.036	0.059	300
400	400,000	0.633	0.728	37	0.027	0.044	400

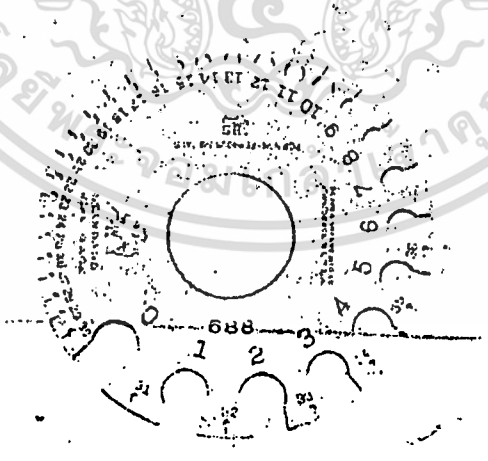
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 21 (ต่อ)

ขนาดสาย AJG หรือ	พื้นที่เป็น เซอร์คิว	เส้นผ่าศูนย์กลาง โซลิด	เส้นผ่าศูนย์กลาง สะแตรน	จำนวน สะแตรน	ความต้านทานทาง ไฟตรง	ความต้านทานทาง /1000 ฟุตที่ AJG	ขนาดสาย หรือ MCM
500	500,000	0.707	0.814	37	0.022	0.035	500
600	600,000	0.775	0.893	61	0.018	0.030	600
750	750,000	0.866	0.998	61	0.014	0.024	750
1000	1,000,000	1,000	1,152	61	0.011	0.018	1000

$$= \frac{(500)^2}{1,000} \qquad \frac{250,000}{1,000} = 250$$

ตารางที่ 18 แสดงค่าการนำไฟฟ้าสูงสุด (Maximum Conductivtiy) ของตัวนำทองแดงที่ผ่านกรรมวิธีการอบ การรัดแข็ง และการอบชุบดีบุก



ภาพที่ 84 ภาพแสดงเกย์วัดขนาดสายไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเลือกขนาดสายไฟให้เหมาะสม

ปกติเมื่อทราบแรงดันไฟฟ้า และกระแสในวงจรแล้ว การเลือกสายไฟที่ใช้งานจะต้องเลือกให้เหมาะสมกับงาน และต้องใหญ่พอที่จะไม่ให้เกิดอุณหภูมิสูงเกินขีดอันตราย และหลีกเลี่ยงการสูญเสียกำลังงานไฟฟ้าในรูปของแรงดันตก ข้อดีของแรงดันตกในสายที่มีค่าน้อยนั้นก็คือ ยิ่งมีแรงดันตกน้อย ก็สูญเสียกำลังงานไฟฟ้าน้อย ตัวอย่างเช่น แรงดันตกเท่ากับ 5% นั้นหมายความว่า 5% ของกำลังงานไฟฟ้าสูญเสียเป็นความร้อนที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์เลยในสาย ยิ่งไปกว่านั้นอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าจะทำงานให้ ประสิทธิภาพสูงสุดที่แรงดันที่ออกแบบตามกำหนดที่ป้ายบอก (name plate) ตัวอย่างเช่น มอเตอร์ไฟฟ้า ทำงานที่แรงดันไฟฟ้าต่ำกว่าแรงดันที่กำหนด - (rated value) 5% กำลังงานเอาท์พุทจะตกลงเกือบ 10% กำลังงานเอาท์พุทจะตกลง 19%

ในกรณีของหลอดไฟ ถ้าใช้งานที่แรงดันต่ำกว่าค่ากำหนด 5% กำลังงานแสงสว่างจะตกลง 16% ถ้าแรงดันต่ำกว่าค่ากำหนด 10% กำลังงานแสงสว่างจะตกลงมากกว่า 30% เป็นต้น

ข้อกำหนดของแรงดันตก

มาตรฐาน NE Code ได้ให้คำแนะนำว่า สายไฟที่เลือกใช้งานจะต้องให้แรงดันตกไม่เกิน 3% ในวงจรย่อย (branch circuit) และไม่เกิน 5% เมื่อคิดตั้งแต่จุดเริ่มของสายป้อน (feeder) ฝ่านวงจรย่อยถึงโหลด ที่เป็นอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าในทางปฏิบัติที่ดีแล้ว แรงดันตกในสายป้อนและวงจรย่อยแต่ละอย่างไม่ควรเกิน 1%

การคิดแรงดันตกขณะมีกระแสไหลในสาย หาได้จากสูตร

$$CM = \frac{22 \times D \times I}{Ed}$$

เมื่อ 22 = ค่าคงที่สำหรับสายทองแดง (35 สำหรับสายอลูมิเนียม)

D = ระยะทาง (ฟุต-คิดทางเดียว)

I = กระแสที่ไหลในสาย-แอมแปร์

CM = เซอร์คิวลาร์มิล

Ed = ค่าแรงดันตกในสาย-โวลท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หรือจะคิดค่าแรงดันตกในสายโดยใช้กฎเกณฑ์ของ โอห์ม ดังนี้

แรงดันตก = กระแส x ค่าความต้านทานของสาย

สูตร 2 สูตรที่ข้างบนนี้จะใช้ได้ถูกต้อง ก็ต่อเมื่อวงจรนั้นเป็นวงจรกระแสไฟตรงหรือไฟสลับ 1 เฟส ในกรณีที่เป็น 3 เฟส ให้ใช้วิธีการคำนวณดังข้างบนแล้วคูณด้วย 0.865 ก็จะได้คำตอบที่ถูกต้อง

ความต้านทานของสายไฟฟ้า

จะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับตัวประกอบ 4 อย่างคือ

1. วัสดุที่ใช้ทำลาย
2. พื้นที่หน้าตัด สายไฟฟ้าที่มีพื้นที่หน้าตัดของตัวนำใหญ่ ย่อมมีความต้านทานน้อยกว่าสายไฟฟ้าที่มีพื้นที่หน้าตัดของตัวนำเล็ก
3. ความยาวของสาย สายที่ยาวมากความต้านทานก็จะเพิ่มมากขึ้นตามส่วน
4. อุณหภูมิ โลหะทุกชนิดจะมีความต้านทานมากขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น

ฉนวนของตัวนำ

สายไฟฟ้าที่ใช้งานในปัจจุบันโลหะตัวนำจะหุ้มด้วยฉนวนบางชนิด ที่สามารถป้องกันไม่ให้โลหะตัวนำแตะกับสายอื่น รางสายไฟที่กราวน์กับดิน ท่อน้ำ หรือตัวนำอื่น ๆ ที่กราวนด์ลงดินไว้และยังสามารถป้องกันอุบัติเหตุเมื่อถูกไฟดูด (เฉพาะบางชนิด) นอกจากนั้นจะต้องป้องกันตัวนำจากความร้อน ของเหลวที่กัดกร่อนได้ หรือกันน้ำได้

ตัวนำไฟฟ้านั้นเปรียบเหมือนท่อน้ำ ในกรณีของท่อน้ำเมื่อความดันสูง ผนังท่อต้องหนา สำหรับฉนวนไฟฟ้านั้นแรงดันยิ่งสูง ฉนวนที่หุ้มต้องหนาขึ้น ฉะนั้นจึงกำหนดการเป็นฉนวนด้วยค่าแรงดันไฟฟ้าด้วยค่า เช่น 300, 600, 1000, 3000, 5000 และ 15,000 โวลท์ เป็นต้น ในกรณีของไฟสลับค่าแรงดันไฟฟ้าจะเป็นค่ายังผล (RMS หรือ effective value) พึงระมัดระวังไว้เสมอว่า สายที่หุ้มฉนวนระบุค่าแรงไฟฟ้าไม่เกินค่าที่ระบุนั้น ถ้าหากใช้กับแรงดันไฟฟ้าเกินกำหนด ฉนวนของสายไฟจะเบรคดาวน์ (breakdown) หรือถูกเจาะทะลุทำให้เกิดลัดวงจร ซึ่งอาจทำให้เกิดความเสียหายแก่อุปกรณ์ไฟฟ้า หรือเกิดพลังไหม้ได้ โดยทั่วไปแล้วตามอาคารบ้านเรือน สายไฟที่ใช้จะเป็นชนิดที่หุ้มฉนวนแรงดัน 600 โวลท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฉนวนที่ใช้หุ้มสายไฟมีอยู่หลายชนิด เช่น แอสเบสตอน (asbestos) ยางทนความร้อน (heat resistance rubber) สารเทอร์โมปลาสติค พีวีซี (thermoplastic polyvinyl ethylene) นอกจากนั้นรางจะมีเปลือก (sheath) หุ้ม ซึ่งขึ้นอยู่กับประเภทการใช้งาน

เมื่ออุณหภูมิของโลหะตัวนำสูงขึ้น ความต้านทานจะมีค่าสูงขึ้นด้วย ฉะนั้นกระแสสูงสุดที่ให้ไหลได้จะลดต่ำลง ในตารางที่ 1 ถึง 7 เมื่อนำสายไฟนั้นมาใช้งานในสถานที่ ๆ อุณหภูมิสภาพแวดล้อมสูงเกิน 40 C ให้นำตัวคูณที่อยู่ในช่องที่อุณหภูมิสภาพแวดล้อมไม่เกินค่านั้น และที่อุณหภูมิขณะใช้งานมาคูณค่ากระแสสูงสุดที่ยอมให้ได้ที่อุณหภูมิ 40 C ตัวอย่างเช่น สาย TGW เบอร์ AWG 6 เมื่อใช้เดินในอากาศ อุณหภูมิไม่เกิน 40 C กระแสสูงสุดเท่ากับ 80 แอมแปร์ เมื่อนำไปใช้งานที่อุณหภูมิ 50 C แต่ไม่เกิน 60 C สายไฟฟ้านี้จะยอมให้กระแสสูงสุดไหลได้เพียง 56 แอมแปร์ (80 x 0.7 = 56 แอมแปร์) ค่า 0.7 ได้จากตารางที่ 8

ตารางแสดงค่ากระแสสูงสุดดังที่กล่าวมาข้างต้นนั้น ใช้ได้ก็ต่อเมื่อสายที่เดินร้อยท่อเหล็กหรือเดินในรางสายไฟไม่เกิน 3 เส้น ถ้าหากจำนวนสายไฟในท่อหรือรางสายไฟเกิน 3 เส้น ให้นำตัวคูณลดจำนวนกระแสสูงสุดในตารางที่ 9 มาคูณ ตัวอย่าง เช่น สาย THW เบอร์ AWG6 ที่อุณหภูมิไม่เกิน 40 C กระแสสูงสุดเท่ากับ 80 แอมแปร์ ถ้าจำนวนสายไฟชนิดนี้ในท่อเหล็กหรือรางสายมีจำนวน 5 เส้น กระแสสูงสุดในสายแต่ละเส้นจะเป็น 64 แอมแปร์ (80 x 0.8 = 64 แอมแปร์) เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 22 สภาพการนำไฟฟ้าสูงสุดของตัวนำทองแดง

ขนาดสายโซลิด	สภาพการนำไฟฟ้าที่ 20 C (%)		
ทองแดง (มม.)	อบแล้ว	อบแล้วชุบดีบุก	รัดแข็ง
0.1-0.23	97	93	-
0.26-0.35	97	94	-
0.4-0.45	97	94	96
0.5-0.9	98	95	96
1.0-1.8	98	96	96
2.0-8.0	99	97	97
9.0-12.0	99	97	97

ที่มา : ข้อมูลจากบริษัทสายไฟฟ้ายาซากิ จำกัด

ตารางที่ 3 แสดงค่ากระแสสูงสุดสำหรับสายหุ้มฉนวน PVC ชนิด TW

ตารางที่ 4 แสดงค่ากระแสสูงสุดสำหรับสายหุ้มฉนวน PVC ชนิด THW

ตารางที่ 5 แสดงค่ากระแสสูงสุดสำหรับสาย MEA ชนิด A, B และ C

ตารางที่ 6 แสดงค่ากระแสสูงสุดสำหรับสายหุ้มฉนวน PVC ชนิด AV

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 23 จำนวนกระแสสูงสุดสำหรับสายหุ้มฉนวน PVC ชนิด THW ที่อุณหภูมิไม่เกิน 40 C

ขนาดสายเป็น AWG หรือ MCM	ขนาดสายเป็น (มม2)	เดินในอากาศ (แอมป์)	เดินในท่อเหล็ก (แอมป์)
AWG 14	2.08	17	11
12	3.46	26	18
10	5.27	36	25
8	8.59	58	40
6	13.20	80	55
4	21.33	110	75
3	26.60	126	86
2	33.52	147	102
1	42.60	170	115
1/0	53.28	200	133
2/0	70.00	237	156
3/0	85.91	275	179
4/0	107.13	300	205
250 MCM	126.87	325	225
300	153.65	363	233
350	181.53	416	255
400	203.97	450	270
500	252.76	495	305
600	304.09	558	340

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 23 (ต่อ)

ขนาดสายเป็น AWG หรือ MCM	ขนาดสายเป็น (มม2)	เดินในอากาศ (แอมป์)	เดินในท่อเหล็ก (แอมป์)
700	354.27	606	370
750	360.80	632	383
800	405.49	655	395
900	457.21	702	417
1000	505.79	754	438

ที่มา : จากข้อมูลเกี่ยวกับสายไฟฟ้าของบริษัทสายไฟฟ้าไทยยาซากิ จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 24 จำนวนกระแสสูงสุดสำหรับสาย MEA ชนิด A, B และ อุณหภูมิไม่เกิน 40 C

ขนาดสาย (มม2)	จำนวนสายลวดย่อย ขนาดเส้นลวดย่อย (มม)	เส้นผ่าศูนย์กลาง ของสายสแตรน (มม)	กระแสสูงสุด	
			ในอากาศ (แอมป์)	ในท่อเหล็ก (แอมป์)
1.0	1/1.13	-	10	6
1.5	1/1.39	-	13	8
2.5	1/1.79	-	19	12
4	1/2.25	-	27	16
6	7/1.05	3.2	36	22
10	7/0.35	4.1	51	30
16	7/1.71	5.2	78	50
25	7/2.17	6.5	96	64
35	19/1.55	7.8	119	79
50	19/1.84	9.2	150	102
70	19/2.17	10.9	188	121
95	19/2.53	12.7	231	150
120	37/2.09	14.6	268	170
150	37/2.30	16.1	300	192
185	37/2.60	18.2	346	220
240	61/2.30	20.7	400	250
300	61/2.60	23.4	460	284
400	61/2.90	26.1	544	328
500	61/3.25	29.3	624	364

ที่มา : จากข้อมูลเกี่ยวกับสายไฟฟ้าของบริษัทสายไฟฟ้าไทยยาซากิ จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 25 จำนวนกระแสสูงสุดสำหรับสายหุ้ม PVC ชนิด AV

ขนาดสาย (มม.)	พื้นที่หน้าตัดจริง ๆ (มม.)	กระแสสูงสุดในที่โล่งแจ้ง (แอมป์)
0.3	0.311	4
0.5	0.485	5
1.0	0.969	9
1.25	1.212	10
1.5	1.523	13
2.5	2.25	18
15	1.523	13
20	18.85	80
25	24.62	100
40	38.47	130

ที่มา : จากข้อมูลเกี่ยวกับสายไฟฟ้าของ บริษัท สายไฟฟ้าไทยยาซากิ จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 26 จำนวนกระแสสูงสุดสำหรับสายหุ้ม PVC ชนิด VCT

ขนาดสายสะแตรน (มม.)	พื้นที่หน้าตัดแท้จริง ($มม^2$)	กระแสสูงสุด	
		ในอากาศ (แอมป์)	ในท่อเหล็ก (แอมป์)
0.9	0.46	10	5
1.0	0.62	12	6
1.7	1.05	14	8
1.9	1.65	18	10
2.0	2.43	23	12
2.6	3.10	26	14
3.0	5.25	35	17
1.1	0.74	12	6
2.6	3.7	30	14
3.2	5.8	38	24
5.0	10.8	54	36
7.0	16.3	72	30
7.2	18.6	78	47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 27 แสดงการทนอุณหภูมิความร้อนของสายไฟ

อุณหภูมิ C	ตัวคูณ	
	60 C	70 C
45	0.86	0.93
50	0.70	0.85
55	0.50	0.76
60	-	0.66
70	-	0.44
75	-	-

ตารางที่ 28 แสดงจำนวนกระแสไฟสำหรับสายไฟ

จำนวนตัวนำ	เปอร์เซนต์ของตัวคูณ (%)
4 ถึง 6	80
7 ถึง 24	70
25 ถึง 42	60
43 และมากกว่า	50

จากตาราง 27 และ 28 มาคิดด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในกรณีที่สายไฟนั้นใช้งานเกิน 40 C และใช้เดินในท่อเหล็กหรือรางสายไฟเกิน 3 เส้นจะต้องนำตัวคูณลดค่ากระแสจากตาราง 8 และ 9 มาคิดด้วย

ความร้อนที่ทำให้อุณหภูมิของเนื้อตัวนำสูงขึ้นนั้น เนื่องมาจากความสูญเสีย 1^2R ในตัวนำ เนื่องจากตัวนำอลูมิเนียมมีความต้านทานทางไฟฟ้าสูงกว่าทองแดง สายอลูมิเนียม จึงสามารถที่จะนำกระแสได้น้อยกว่าสายทองแดง เมื่อเทียบขนาดเท่ากัน ทั้งนี้เพราะค่าความต้านทานของตัวมันเองมีค่าสูง ความร้อนถ้าเกิดขึ้นมาก (1^2 R) อุณหภูมิสูงสุดที่ยอมให้ทำงานได้จะถึงเร็วที่กระแสค่าต่ำ

วิธีการที่จะเทียบว่าสายอลูมิเนียมขนาดพื้นที่หน้าตัดเท่านี้นำกระแสสูงสุดได้เท่าไรให้เทียบจากสายตัวนำของแถวเป็นหลัก โดยคิดกจากสูตร

พื้นที่หน้าตัดของสายไฟอูลมีเนียม (มม^2) = 1.6 x พื้นที่หน้าตัดของสายไฟทองแดง (มม^2)

เริ่มแรกเราต้องรู้ค่าของพื้นที่หน้าตัดของสายไฟอลูมิเนียมเราก็ใช้สูตรข้างบนนี้เทียบหาพื้นที่หน้าตัดของสายไฟทองแดงแล้วนำมาเทียบหาค่ากระแสสูงสุดที่ยอมให้ได้ในตารางที่กล่าวมาข้างต้น

2.8.4 ชนิดของสายไฟฟ้า (CONDUCTOR)

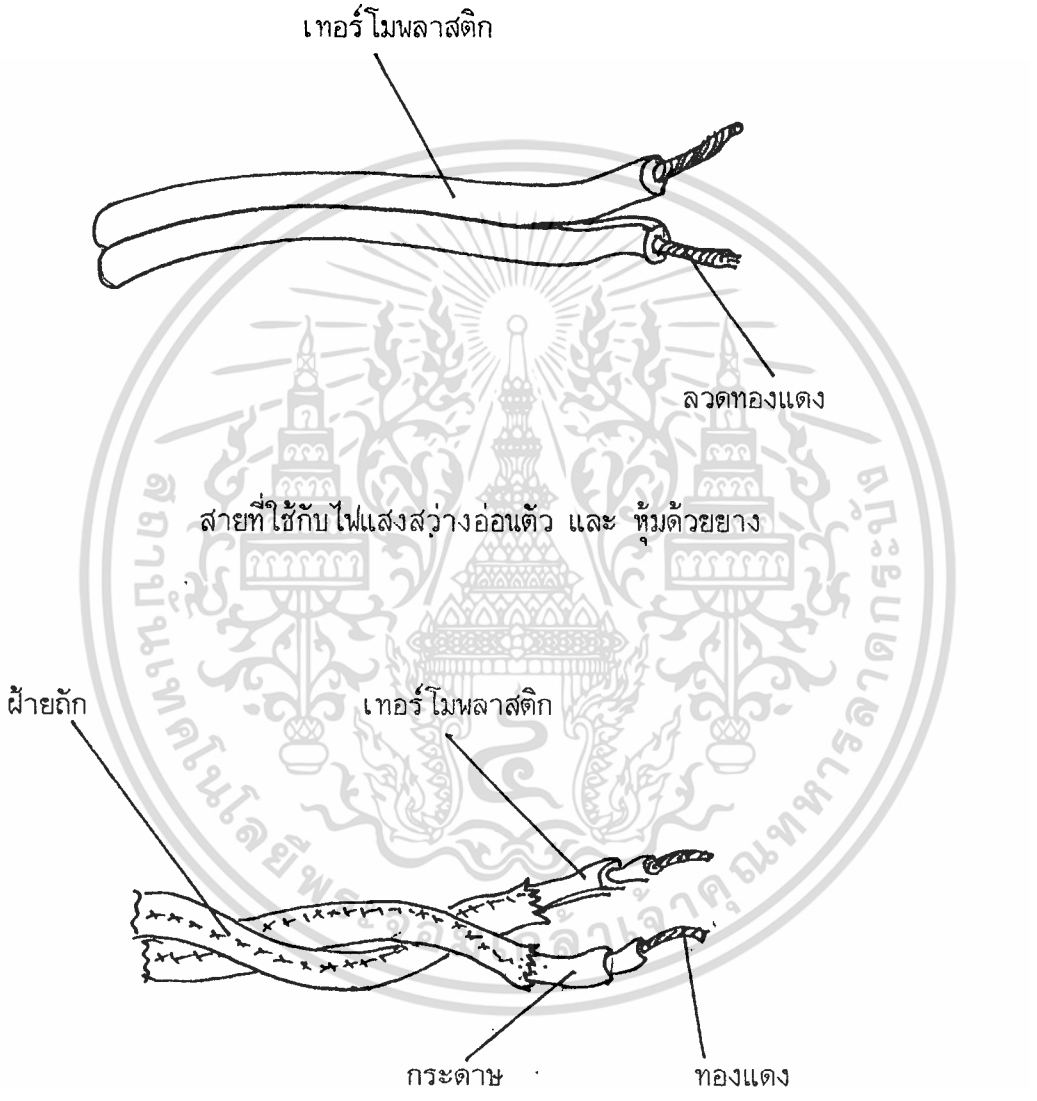
สายไฟฟ้า คือ ตัวนำทางไฟฟ้า ซึ่งเป็นทางเดินให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้สะดวก

1. ประเภทของสายไฟ มีอยู่ 3 ชนิดคือ
   1. สายไฟทั่วไป (IRE) แบบนี้ใช้เส้นลวดทำเป็นสาย
   2. สายขนาดเล็ก (CORD) แบบนี้ใช้ฉนวนอ่อนบิดหรืองดได้หุ้ม
   3. สายเคเบิล (CABLE) แบบนี้เป็นสายขนาดใหญ่ซึ่งภายในมีหลายเส้นมีฉนวนหุ้ม ใช้ได้กับไฟ 250 โวลท์ 440 โวลท์ และ 600 โวลท์

ประเภทแบ่งตามลักษณะการใช้งาน สามารถแบ่งกลุ่มการใช้งานสามารถแบ่งกลุ่มการใช้งานได้ดังนี้ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. สายที่ใช้กับไฟแสงสว่างได้แก่สายที่ใช้ต่อเข้ากับดวงไฟ วิทยุ โทรทัศน์ และอื่นๆ ตลอดจนเต้าเสียบ สายสำหรับไฟแสงสว่างมักทำด้วยลวดตัวนำเส้นเล็ก ๆ ตีเกลียวเข้าด้วยกันเพื่อให้เกิดความอ่อนตัว แล้วจึงหุ้มด้วยฉนวนเทอร์โมพลาสติกอีกทีหนึ่ง และมีสายบางอย่างที่หุ้มฉนวนโดยพันด้วยฝ้ายหรือแพรเทียน (RAYON)

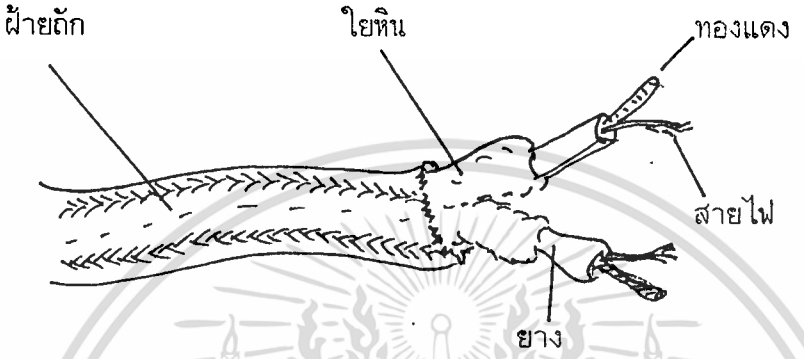


สายที่ใช้กับไฟแสงสว่างแบบตีเกลียวแล้วหุ้มด้วยฝ้ายถัก

ภาพที่ 85 ภาพแสดงสายไฟแบบส่องสว่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

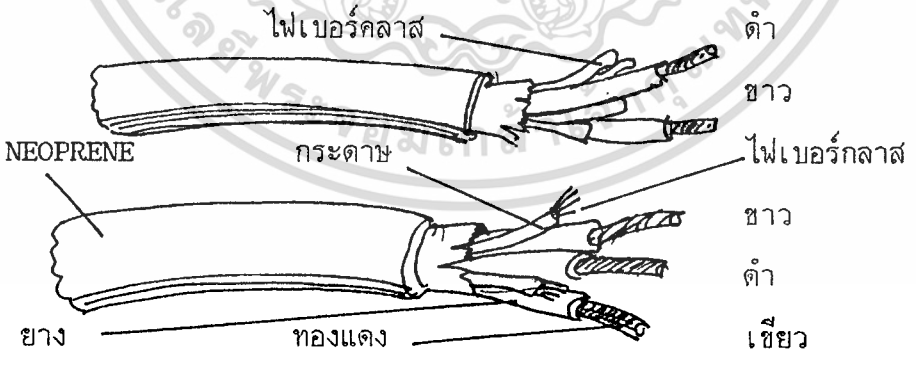
2. สายที่ใช้กับเครื่องใช้หรือตัวทำความร้อน สายประเภทนี้ใช้กับพวกเครื่องใช้ทำความร้อนด้วยไฟฟ้าต่าง ๆ เช่น เตารีด เตาปิ้งขนมปังและเตาอบขนมเป็นต้น ซึ่งบางทีเรียกว่า "HEATERCORD" ประกอบด้วยชั้นของใยหิน (ASBEETOS) พันรอบเส้นลวดตัวนำที่หุ้มด้วยยางแต่ละเส้นแล้วจึงพันรอบหุ้มวัสดุอีกชั้นด้วยฝ้ายหรือแพรเทียมถักอีกชั้น



แสดงลักษณะของสายที่ใช้กับเครื่องใช้หรือตัวทำความร้อน

ภาพที่ 86 ภาพแสดงสายไฟสำหรับเครื่องทำความร้อน

3. สายที่ใช้กับเครื่องกำลัง สายที่ใช้กับพวกมอเตอร์ขนาดใหญ่ เครื่องมือที่กินกำลังมาก (HEAVY DUTY) และต้องการกำลังหนัก จะต้องใช้สายที่สามารถทนโหลดได้สูง ๆ โดยไม่เกิดความร้อนมากเกินไป

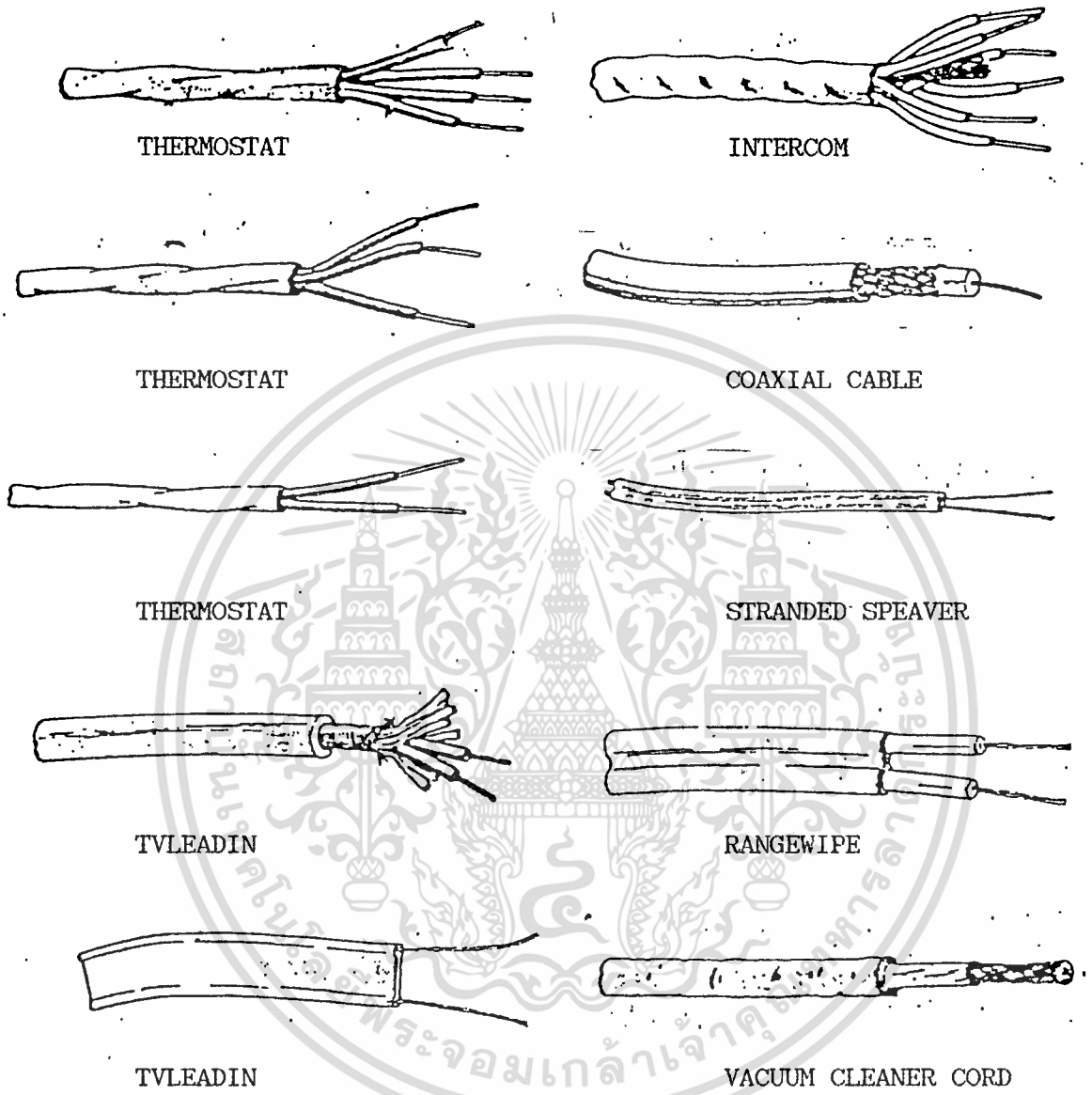


แสดงลักษณะของสายที่ใช้กับเครื่องกำลังต่าง ๆ

ภาพที่ 87 ภาพแสดงสายไฟที่ใช้กับเครื่องกำลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. สายชนิดอื่น ๆ การใช้งานสายไฟฟ้านั้นนอกเหนือจากเกี่ยวข้องกับสายไฟฟ้าทั่ว ๆ ไปแล้ว บางครั้งอาจต้องทำงานเกี่ยวกับสายใช้งานเฉพาะอย่างควบคู่กันไปด้วย



ภาพที่ 88 ภาพแสดงสายไฟทั่วไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 29 ชนิดของสายไฟโครงสร้างและการใช้งาน

ชนิด	โครงสร้าง	การนำไปใช้งาน
ชนิด A(MEA) JV TW	- เส้นลวดทองแดงอบแล้ว - ฉนวนหุ้ม PVC	- ใช้ในการเดินสายสำหรับงานติด - ไฟฟ้าทั่วไปในอาคาร แรงดัน ไม่เกิน 600 โวลท์
ชนิด B(MEA) VAF NM	- เส้นลวดทองแดงบอแล้ว - ฉนวนหุ้ม PVC - มีเปลือก PVC หุ้มข้างนอก - อีก 1 ชั้น	- ใช้เดินสายสำหรับงานติดตั้งไฟฟ้าทั่วไป ในอาคารแรงดันไม่เกิน 600 โวลท์ - มีสายที่เป็นสายเดินอยู่ภายใน ซึ่งทำ - ขึ้นตามมาตรฐานของอเมริกันชนิด NM
ชนิด C(MEA) NYY	- เส้นลวดทองแดงอบแล้ว - ฉนวนหุ้ม PVC - มีเปลือก PVC หุ้มข้างนอก อีก 1 ชั้น	- ใช้ฝังดินได้โดยตรง สำหรับการใช้งาน ที่มีแรงดัน ไม่เกิน 600 โวลท์ โดย ไม่ต้องใส่ในท่อเหล็กในบางกรณีจะมี แผ่นเหล็กหุ้มอยู่ภายในเป็นเกราะอีกชั้น สำหรับกรณีพิเศษ
THW	- เส้นลวดทองแดงอบแล้ว - ฉนวนหุ้ม PVC	- ใช้เดินสายสำหรับงานติดตั้งไฟฟ้าทั่วไป ในอาคาร แรงดันไม่เกิน 600 โวลท์ ใช้ได้สำหรับสถานที่ ๆ มีอุณหภูมิสูงถึง 75 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 29 (ต่อ)

ชนิด	โครงสร้าง	การนำไปใช้งาน
NYCY	- เส้นลวดทองแดงอบแล้ว - ฉนวนหุ้ม PVC - มีเปลือก PVC หุ้มข้างนอกอีก 1 ชั้น - มีสายดิน (Neutral Concentric)	- ลักษณะการนำไปใช้งานเช่นเดียวกับชนิด C(MEA) หรือ NYY - ในวงจร 3 เฟส 4 สาย การจ่ายไฟ ส่วนที่เป็นสายดินลง สายได้เปลือกนอกจะใช้เป็นสายนิวตรอล(Neutral Wire)
CW CVS	- เส้นทองแดงอบแล้ว - ฉนวนหุ้ม PVC - มีเปลือก PVC หุ้มข้างนอกอีก 1 ชั้น - ระหว่างสายแต่ละเส้นจะมี - เชือกกระสอบใช้อยู่ด้วย	- ใช้สำหรับสายคอนโทรลซึ่งมีแรงดันไม่เกิน 600 โวลท์
5KVEV 5KVEV-S	- เส้นทองแดงอบแล้ว - ฉนวนหุ้มโปลีเอทธีลิน - มีเปลือกหุ้ม PVC อีก 1 ชั้น	- ใช้กับวงจรไฟฟ้าแรงดันต่ำกว่า 500 โวลท์ มี 2 ชนิด แบบมีชิลด์หุ้มและไม่มีชิลด์หุ้ม
VSF VFF VTF	- เส้นทองแดงฝอย - ทองแดงอบแล้ว - ฉนวนหุ้ม PVC	- ใช้สำหรับเดินสายไฟอุปกรณ์ไฟฟ้าทั่วไปที่มีแรงดันไม่เกิน 600 โวสท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 29 (ต่อ)

ชนิด	โครงสร้าง	การนำไปใช้งาน
VCT	- เส้นลวดทองแดงฝอยอบแล้ว - ฉนวนหุ้ม PVC	- เป็นสายอ่อน (flexeble) ใช้สำหรับเครื่องใช้ไฟฟ้าทั่ว ๆ ไป เช่นพัดลม ไฟฟ้า ที่มักจะนำเคลื่อนที่ไปมาสะดวก แรงดันไม่เกิน 600 โวลท์
AV	- เส้นลวดทองแดงฝอยอบแล้ว - ฉนวนหุ้ม PVC	- ใช้เดินสายแรงต่ำในรถยนต์
AIVV	-เส้นลวดทองแดงฝอยอบแล้ว -ฉนวนหุ้ม PVC -มีเปลือก PVC หุ้มข้างนอกอีก 1 ชั้น	-ใช้สำหรับเดินสายแรงสูงในรถยนต์
AAC	-เส้นลวดอลูมิเนียมรัดแย็ง -เส้นลวดติเกรียวเปลือย	-ใช้สำหรับเดินสายแรงสูงจ่ายไฟนอกตัวเมือง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 30 แสดงชนิดของสายไฟ และการนำไปใช้

ชนิด	โครงสร้าง	การนำไปใช้งาน
ACSR	-เส้นลวดทองแดงรัดแข็ง -แกนกลางเป็นเหล็กชุบสังกะสี	-ใช้สำหรับเดินสายแรงสูงที่มีช่วงยาวได้มากกว่าสายชนิด AAC เพราะมี tensile strength สูงกว่า
NAY TWA THWA NAFYW	-เส้นลวดอลูมิเนียม -ฉนวนหุ้ม PVC -เส้นลวดอลูมิเนียม -ฉนวนหุ้ม PVC -มีเปลือกหุ้ม	-ใช้สำหรับเดินสายทั่ว ๆ ไป หรือใช้เดินสายภายในอาคารที่มีแรงดันไม่เกิน 660 โวลท์ อุณหภูมิสูงได้ถึง 75 C -ใช้กับแรงดันต่ำ สำหรับจ่ายไฟใช้ข้างถนน
NAYY	-เส้นลวดอลูมิเนียม -ฉนวนหุ้ม -มีเปลือก PVC หุ้มข้างนอกอีก 1 ชั้น	-ใช้ฝังดินโดยตรง โดยไม่ต้องใส่ท่อโลหะ และใช้กับแรงดันไม่เกิน 600 โวลท์
TJV TIEV	-เส้นลวดทองแดงอบแล้วชุบดีบุก -ฉนวนหุ้ม PVC -เส้นลวดทองแดง -ฉนวนหุ้ม โปลิแอทธิลิน -มีเปลือกหุ้ม	-ใช้ในการต่อสายไฟกลัดเชื่อมสายสำหรับเคเบิ้ลสื่อสาร -ใช้เดินสายโทรศัพท์นอกบ้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 30 (ต่อ)

ชนิด	โครงสร้าง	การนำไปใช้งาน
TOEE	-เส้นลวดทองแดงอบแล้ว -ฉนวนหุ้มเป็นโปลีเอทธีลิน -มีเปลือกหุ้ม	-ใช้เดินสายโทรศัพท์นอกบ้าน
R.D.	-เส้นลวดทองแดงอบแล้ว -ฉนวนหุ้มเป็นโปลีเอทธีลิน -มีเปลือกหุ้ม	-ใช้เดินสายโทรศัพท์นอกบ้าน
TVEF	-เส้นลวดทองแดงอบแล้ว -ฉนวนเป็นโปลีแอทธิลีน	-ใช้เป็นสายอากาศโทรทัศน์
TPEV	-เส้นลวดทองแดงอบแล้วชุบดีบุก -ฉนวนเป็นโปลีเอทธีลีน -มีเปลือก PVC หุ้ม	-ใช้ต่อสายพ่วงโทรศัพท์ภายในบ้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.5 วัสดุอุปกรณ์มาตรฐาน

การนำสายไฟฟ้ามาใช้งานควรเลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ได้มาตรฐาน โดยอาจเลือกใช้แบบที่ผลิตในประเทศก็ได้ ไม่จำเป็นต้องใช้ของต่างประเทศ เพราะนอกจากราคาแพงแล้ว บางครั้งหากเกิดการเสียหายก็อาจหาอะไหล่เปลี่ยนใหม่ไม่ได้อีกด้วย

ปัจจุบันวัสดุ อุปกรณ์ทางไฟฟ้าเป็นจำนวนไม่น้อยที่สามารถผลิตได้เอง มีคุณภาพมาตรฐาน โดยการรับรองของสำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรม (ส.ม.อ.) หรือ กระทรวงอุตสาหกรรม ซึ่งจะมีเครื่องหมายประทับบอกให้ทราบที่ผลิตภัณฑ์ เช่น สายไฟฟ้า สวิทช์ เต้าเสียบ สตาร์ทเตอร์ หลอดฟลูออเรสเซนต์ บาลลาสต์และอื่น ๆ

ตารางที่ 31 ชนิดของสายไฟและการใช้งาน

โครงสร้างของสายไฟ	ประเภทงานที่ใช้
เส้นลวดทองแดงอบแล้ว, หุ้มฉนวนพีวีซี	เดินสายสำหรับการติดตั้งไฟฟ้าทั่วไปที่มีแรงดันไม่เกิน 600 โวลท์
เส้นลวดทองแดงอบแล้ว ฉนวนหุ้มพีวีซีมีเปลือกหุ้มข้างนอกอีกชั้น มีสายที่เป็นสายดินอยู่ภายในซึ่งทำขึ้นตามมาตรฐานอเมริกัน	เดินสายสำหรับงานติดตั้งไฟฟ้าทั่วไปที่มีแรงดันไม่เกิน 600 โวลท์ และที่มีสายดิน
เส้นลวดทองแดงอบแล้ว,ฉนวนหุ้มพีวีซีมีเปลือกพีวีซีหุ้มข้างนอกอีกชั้น บางกรณีจะมีแผ่นเหล็กหุ้มอยู่ภายในเป็นเกราะอีกชั้นหนึ่ง	ใช้ฝังดินได้โดยไม่ต้องร้อยท่อ สำหรับการใช้งานที่มีแรงดันไม่เกิน 600 โวลท์
เส้นลวดทองแดงริดแข็งแกนกลางเป็นเหล็กชุบสังกะสี	สำหรับเดินสายแรงสูงที่มีช่วงยาว เนื่องจากเหล็กแกนกลางช่วยชับแรงดึง

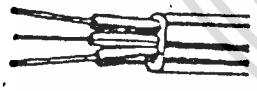
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 32 ชนิดของสายไฟและการใช้งาน

โครงสร้างของสายไฟ	ประเภทงานที่ใช้
เส้นลวดอลูมิเนียม, ฉนวนหุ้มพีวีซีมีเปลือกพีวีซีหุ้มข้างนอกอีกหนึ่งชั้น เส้นลวดทองแดงอบแล้ว ฉนวนหุ้มพีวีซี, มีเปลือกพีวีซีหุ้มข้างนอกอีก 1 ชั้น ระหว่างสายแต่ละเส้นจะมีเชือกกระสอบใส่อยู่ด้วย	ใช้กับงานที่แรงดันไม่เกิน 600 โวลท์ และสามารถฝังดินได้โดยไม่ต้องร้อยท่อ สำหรับสายคอนโทร, ซึ่งมีแรงดันไม่เกิน 600 โวลท์
เส้นลวดทองแดงฝอยอบแล้ว, ฉนวนหุ้มพีวีซี	สายอ่อนสำหรับเครื่องไฟฟ้าทั่วไปที่มีแรงดันไม่เกิน 600 โวลท์
เส้นลวดทองแดงฝอยอบแล้ว, ฉนวนหุ้มพีวีซี	สำหรับเดินสายแรงต่ำในรถยนต์
เส้นลวดทองแดงฝอยอบแล้ว, ฉนวนหุ้มพีวีซี มีเหลือกพีวีซีหุ้มข้างนอกอีก 1 ชั้น	ใช้สำหรับเดินสายแรงสูงในรถยนต์
เส้นลวดทองแดงอบแล้ว, ฉนวนหุ้มโพลี่เอ็ททีลีน	ใช้สำหรับสายอากาศเครื่องรับโทรทัศน์
เส้นลวดดีเกลียวเปลือย, เส้นลวดดีเกลียวเปลือย	ใช้สำหรับเดินสายแรงสูง

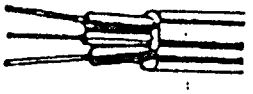
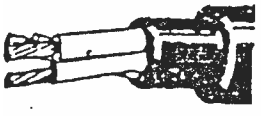
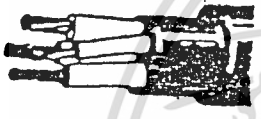
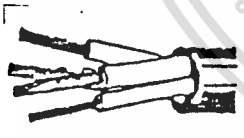
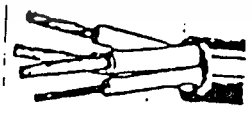
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 33 แสดงชนิดและคุณสมบัติการใช้งานของไฟฟ้าตามมาตราฐานอุตสาหกรรม

	แบบ	แรงดันไฟฟ้าไม่เกิน	อุณหภูมิลวดร้อนไม่เกิน	การใช้งาน
	IV	250V	60 C	สายชนิดนี้เหมาะกับการใช้งานทั่วไปโดยเฉพาะงานเดินสายร้อยในท่อและพาดสายในอากาศยึดกับฉนวนลูกถ้วย
	HIV		75 C	
	TW	750V	60 C	
	THW		75 C	
	VAF	250V	60 C	สายชนิดนี้เหมาะกับการเดินเกาะกับพื้นผิวอาคารโดยใช้วิธีรัดสายติดกันผิวอาคาร สามารถใช้ในบริเวณชื้นแฉะได้ร้อยในท่อและพาดสายในอากาศ
	HVAF		75 C	
	VAF-G	250V	60 C	
	HVAF-G		75 C	
	VVF	750V	60 C	
	Type B		75 C	

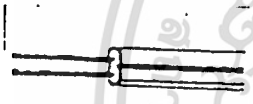
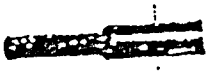
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 33 (ต่อ)

	แบบ	แรงดันไฟฟ้าไม่เกิน	อุณหภูมิลวดร้อนไม่เกิน	การใช้งาน
	NM	750V	60 C	
	TypeB–G		75 C	
	NVY	750V	60 C	สายชนิดนี้เหมาะกับการวางฝังในดินโดยตรง ทั้งนี้บริเวณนั้นต้องไม่มีแรงกระทบกระแทกอันอาจทำให้สายไฟชำรุดหรือขาดได้
	Type C		75 C	
	NY Y–N	750V	60 C	
	TypeC–N		75 C	
	NY Y–G	750V	60 C	
	TypeC–G		75 C	
	VCT	750V	60 C	ใช้สำหรับเครื่องมือเครื่องใช้ที่มีการเคลื่อนย้ายเป็นประจำ
	HVCT		75 C	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 34 แสดงชนิดและคุณสมบัติการใช้งานของสายไฟตาม มาตราฐาน มอก.

	แบบ	แรงดันไฟฟ้าไม่เกิน	อุณหภูมิลวดร้อนไม่เกิน	การใช้งาน
	VCT-G	750V	60 C	เช่นเดียวกับ VCT
	HVE T-G		75 C	
	VAFF	250V	60 C	
	HVAFF		75 C	
	VEF-G	250V	60 C	เช่นเดียวกับ VCT แต่ใช้กับอุปกรณ์เครื่องมือที่มีขนาดเล็กกว่า
	HVFF-G		75 C	
	VTF	250V	60 C	
	HVTF		75 C	
	VSF	250V	60 C	ใช้ในเครื่องมือเครื่องใช้
	HVSF		75 C	
	TIS-AV	LOW	60 C	ใช้สำหรับระดับไฟฟ้าต่ำมาก เช่นไฟฟ้ารถยนต์
	JIS-VA	LOW	60 C	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูล 2.9

"สวิทช์ เปิด ปิด และกล่องหัวเสียบ"

(switch and connector)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9 สวิทช์

สวิทช์ (SWITCH)

สวิทช์จะเป็นตัวกำหนดการปิดและเปิดวงจร สวิทช์อาจจะประกอบด้วยขั้ว ๆ เดียว หรือปลายขั้วก็ได้ เช่น อาจจะมีขั้วเพียงขั้วเดียว สองขั้ว หรือมากกว่านั้นโดยทั่วไปแล้ว สวิทช์มักจะใช้เป็นตัวเปิดและปิด ให้วงจรทำงานหรือไม่ให้วงจรทำงานการสัมผัสกับตัวนำไฟฟ้าให้ครบวงจรการทำงานของสวิทช์ควบคุมโดยระบบแมคานิค

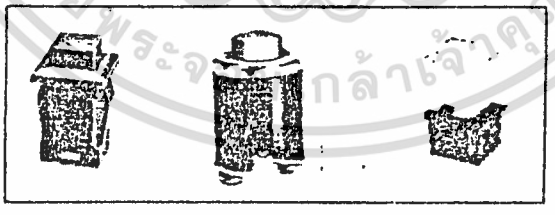
ลักษณะของสวิทช์ มีมากมายหลายชนิด แล้วแต่หน้าที่ที่การทำงาน หรือในลักษณะการเปิดปิดดวงจรแบ่งออกได้เป็น

2.9.1 แบบกด (PUSH BUTTON SWITCH)

ทำงานได้โดยการใช้มือกด สามารถแบ่งเป็น

2.9.1.1 สวิทช์กดติดกดปล่อยดับ(MOMENTARY SWITCH) เมื่อกดจะทำให้วงจรปิด เมื่อปล่อยจะทำให้วงจรเปิด เช่น สวิทช์กดออก เป็นต้น สวิทช์แบบนี้เหมาะแก่งานที่จำพวกปิดวงจรชั่วจังหวะขณะ

2.9.1.2 สวิทช์กดติดกดดับ (LOCK SWITCH) เมื่อกดจะทำให้วงจรปิด การให้วงจรเปิด ก็กดอีกครั้งหนึ่ง วงจรก็จะเปิดบางสวิทช์ที่มีไฟอยู่ในตัว เมื่อกดปิดให้รู้ว่าเครื่องกำลังทำงาน และกดอีกครั้งวงจรจะเปิดไฟจะดับเป็นที่นิยมกันทั่วไป

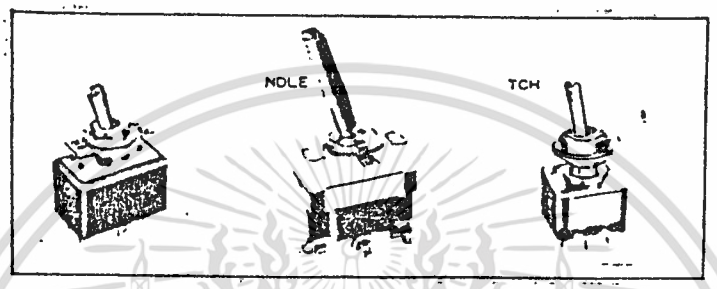


ภาพที่ 89 ภาพแสดงสวิทช์แบบกดดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9.2 สวิทช์โยก (TOGGLE SWITCH)

ลักษณะการใช้งานเป็นการโยกก้านสวิทช์ให้ทำงาน จำนวนของสวิทช์แล้วแต่การใช้งาน โดยมากจะมีตั้งแต่ 2 ขาขึ้นไป เหมาะสำหรับการใช้งานในเครื่องบังคับต่าง ๆ เช่น เครื่องบินบังคับ รถบังคับ วีดีโอเกมส์ เป็นต้น



ภาพที่ 90 สวิทช์แบบโยก

2.9.3 สวิทช์เลื่อน (SLIDE SWITCH)

คล้ายกับสวิทช์โยกแต่ใช้งานโดยการเปลี่ยนสวิทช์ ซึ่งอาจจะมีจังหวะในการเลื่อนหลาย ๆ ช่วง

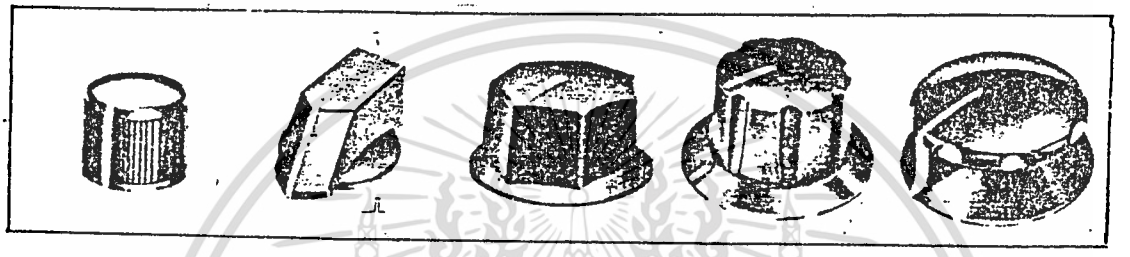


ภาพที่ 91 แสดงสวิทช์แบบเลื่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9.4 สวิทช์หมุน (ROTARY OR SELECTOR SWITCH)

ส่วนมากจะเป็นการใช้ในหน้าที่เลือกทางเดินไฟฟ้าหลายตำแหน่ง เช่น การเลือกเบนด์ในวิทยุ เป็นต้น

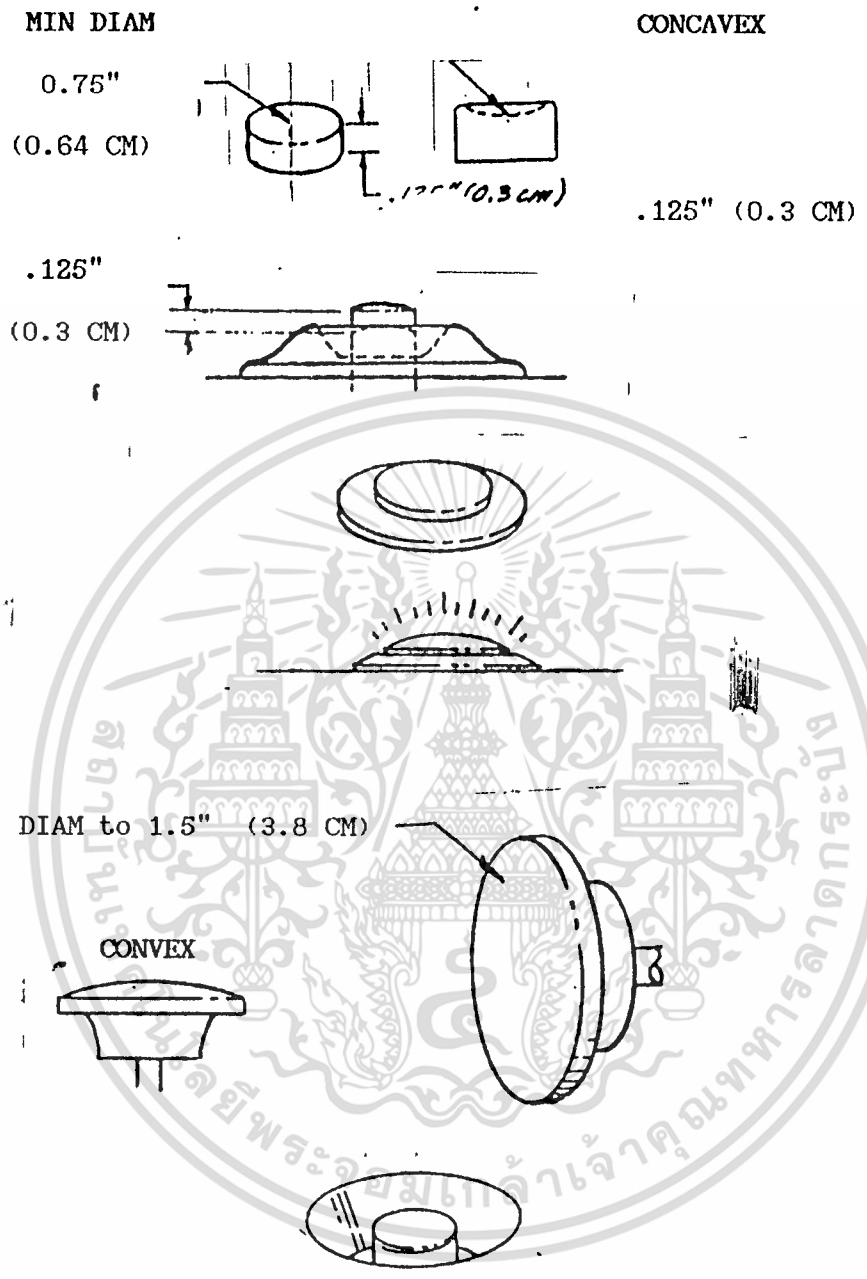


ภาพที่ 92 แสดงสวิทช์หมุน

2.9.5 สวิทช์ตจิ๋ว (MICRO SWITCH)

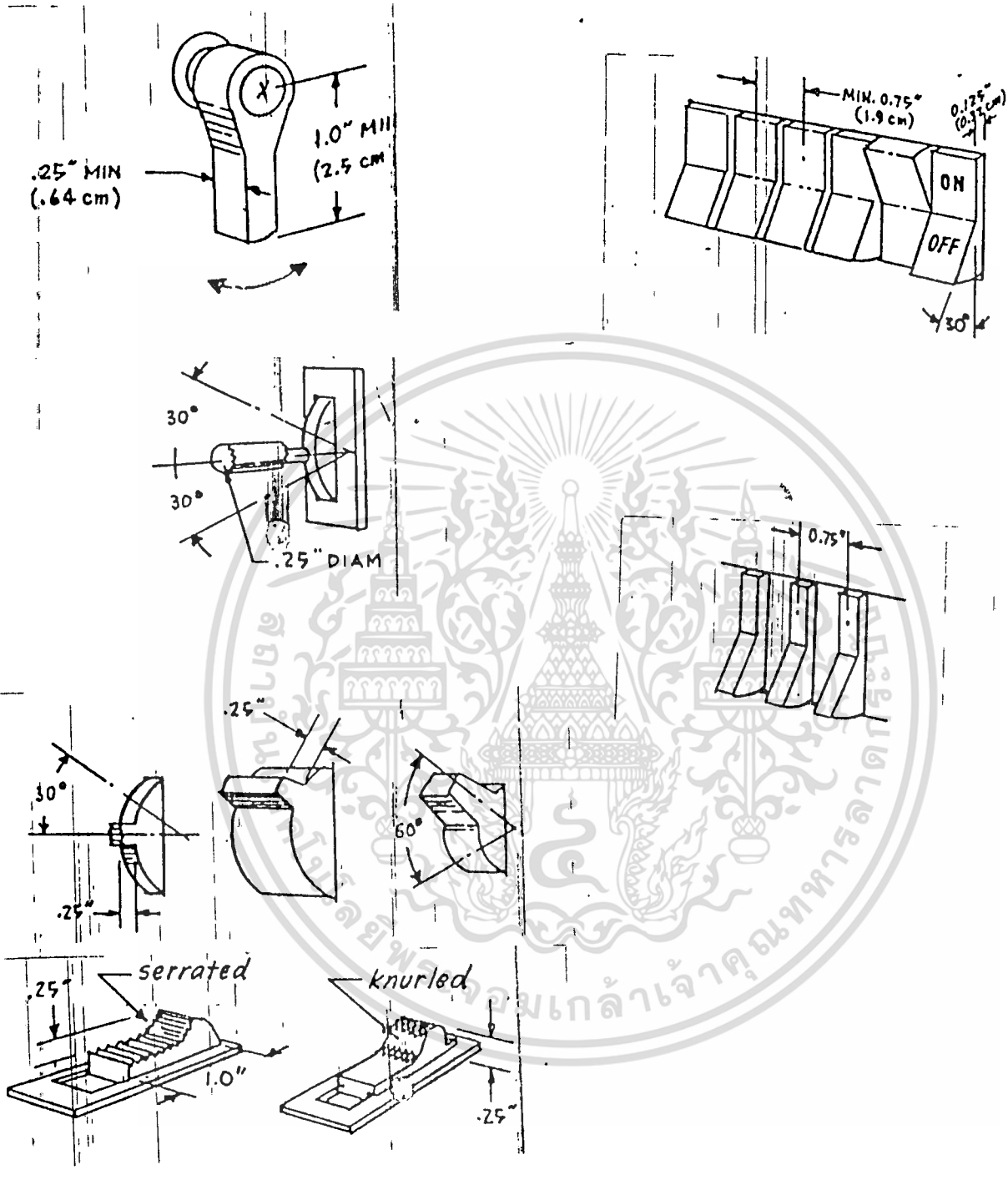
เป็นสวิทช์ที่มีความเชื่อถือได้สูง สามารถทนแรงเคลื่อนและกระแสไฟฟ้าหลาย แอมแปร์ ส่วนสัมผัสที่เป็นตัวนำเคลือบด้วยทองแดง ทำให้เป็นทางเดินไฟฟ้าที่ดีลักษณะสวิทช์จะทำงานโดยการกดเบา ๆ ที่คานหรือปุ่มเล็ก ๆ โดยปกติแล้ว จะต้องมีกลไกเข้ามาประกอบเพื่อทำหน้าที่กดสวิทช์ เพราะปุ่มกดเล็กเกินไปกว่าที่จะใช้นิ้วกดได้สะดวกไมโครสวิทช์นี้มีหลายชนิด จำนวนขาที่ใช้ในงานมี 2 หรือ 3 ขาขึ้นไป สวิทช์นี้ได้รับการออกแบบมาใช้กับงานเฉพาะอย่างต่าง ๆ รูปร่างของไมโครสวิทช์ ซึ่งมีความแตกต่างกันไปตามสถานะการที่ใช้ การติดตั้งจะต้องระมัดระวัง เพราะส่วนขาของแรงกดอาจทำให้สวิทช์แตกได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 93 สวิทช์แบบต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 94 แสดงสวิทช์แบบต่าง ๆ

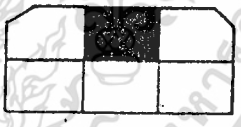
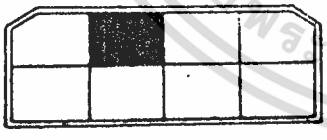
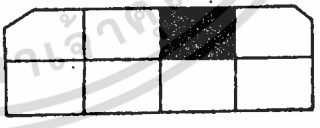
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9.6 ชุดกล่องหัวเสียบ

CONNECTOR แบ่งออกเป็น 2 ประเภท

1. แบบตัวผู้ (MALE CONNECTOR)
2. แบบตัวเมีย (FEMALE CONNECTOR)

ตารางที่ 35 แสดงลักษณะของชุดกล่องหัวเสียบ Connector [2]

ตัวผู้ (MALE)	ตัวเมีย (FEMALE)
	
	
	
	

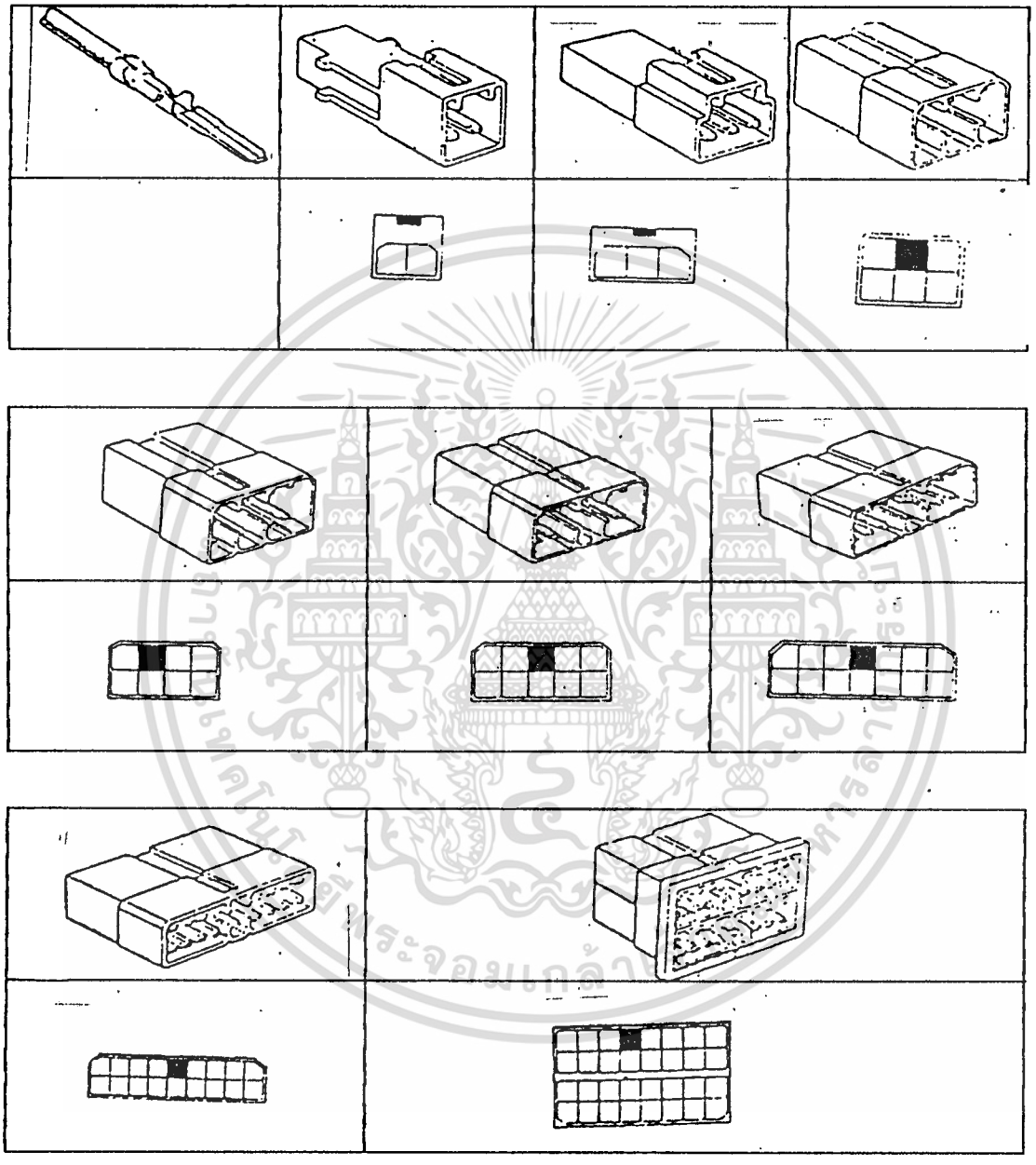
---

1. สุจิตต์ สนองคุณ ล.ค., หน้า 151
2. น.ค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปแสดงตัวอย่าง

ตารางที่ 36 เปรียบเทียบระหว่างของจริงและลักษณะการเขียนแบบ



---

1. สุจิตต์ สนองคุณ ล.ค., หน้า 152

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชุดกล่องหัวเสียบแบบตัวผู้ จะสามารถสวมเข้ากันได้กับชุดกล่องหัวเสียบตัวเมีย ชุดกล่องหัวเสียบแต่ละชนิดจะมีลักษณะแตกต่างกันไป และแต่ละคู่จะมีหมายเลขกำกับ [1]

แบบตัวผู้ใช้เลขคู่กำกับ เช่น

7122 7218 7118

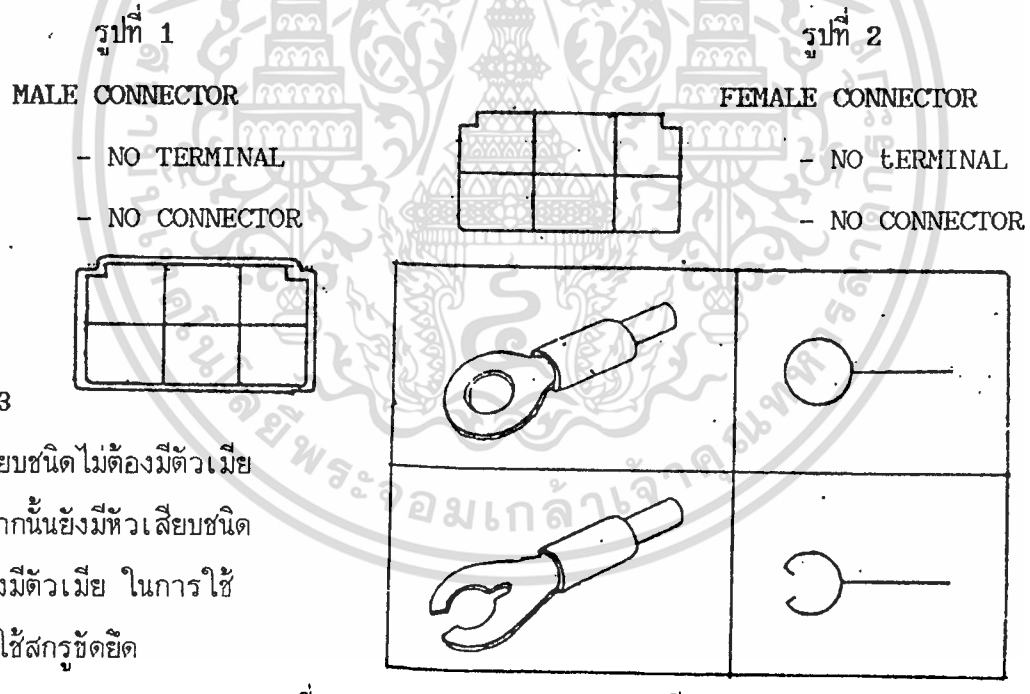
แบบตัวเมียใช้เลขคี่กำกับ เช่น

7123 7129 7119

หัวเสียบ TERMINAL แบ่งออกเป็น 2 ประเภทเช่นเดียวกัน

1. แบบตัวผู้ **Male terminal** จะนำไปประกอบกับชุดกล่องหัวเสียบแบบตัวผู้ (MaleConnector)

2. แบบตัวเมีย **Female terminal** จะนำไปประกอบกับชุดกล่องหัวเสียบแบบตัวเมีย (Female connector)



ภาพที่ 95 แสดงลักษณะชุดกล่องหัวเสียบ

---

1. สุจิตต์ สนองคุณ ล.ค. ,หน้า 153

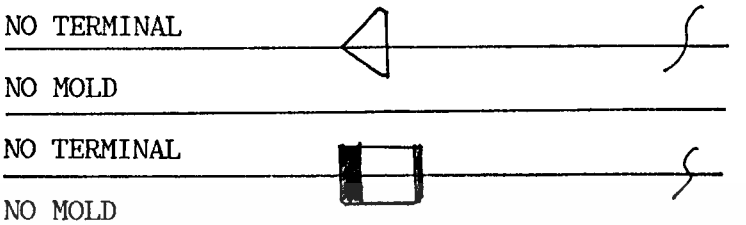
2. น.ค.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวเสียบบางชนิดใช้งานได้เลย แต่บางชนิดนำไปประกอบเข้ากับ MOLD แล้วนำไปใช้งาน TERMINAL ที่ทำการประกอบเข้ากับ MOLD [1]

NO TERMINAL

NO MOLD



NO TERMINAL

NO MOLD

NO TERMINAL

NO MOLD



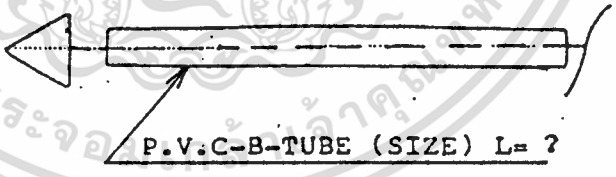
- MOLD เป็นพลาสติกที่ใช้หุ้มหัวเสียบ เพื่อไม่ให้เกิดการลัดวงจร

- P.V.C TUBE (POLY VINYLCHLORIDE-TUBE) อาจเป็นสีอะไรก็ได้แล้วแต่ทางบริษัทผู้ผลิตรถยนต์กำหนดมา แต่ที่ใช้กันมากเป็นสีดำ (P.V.C. -B-TUBE) จะมีหลายขนาดแตกต่างกันไป

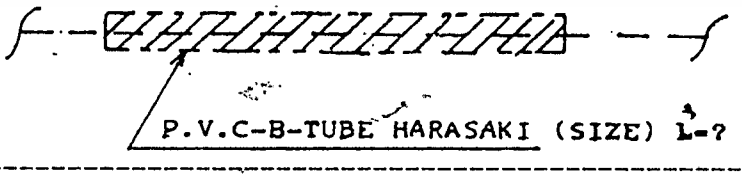
- GLASS- TUBE เป็น TUBE ทนความร้อนทำด้วยวัสดุพวกใยแก้ว ที่ใช้ส่วนมากเป็นสีดำ

- COLLUGATE-TUBE เป็น TUBE แบบลูกฟูก ทำด้วย PP(POLY PROPYLENE)ที่ใช้เป็นสีดำ [2]

P.V.C. - TUBE,GLASS-TUBE



P.V.C. - TUBE HARASAKI



---

1. สุจิตต์ สนองคุณ ล.ด.,หน้า 154

2. น.ค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูล 2.10

"ส่วนให้ความร้อนสำหรับตู้อบแม่แบบ"

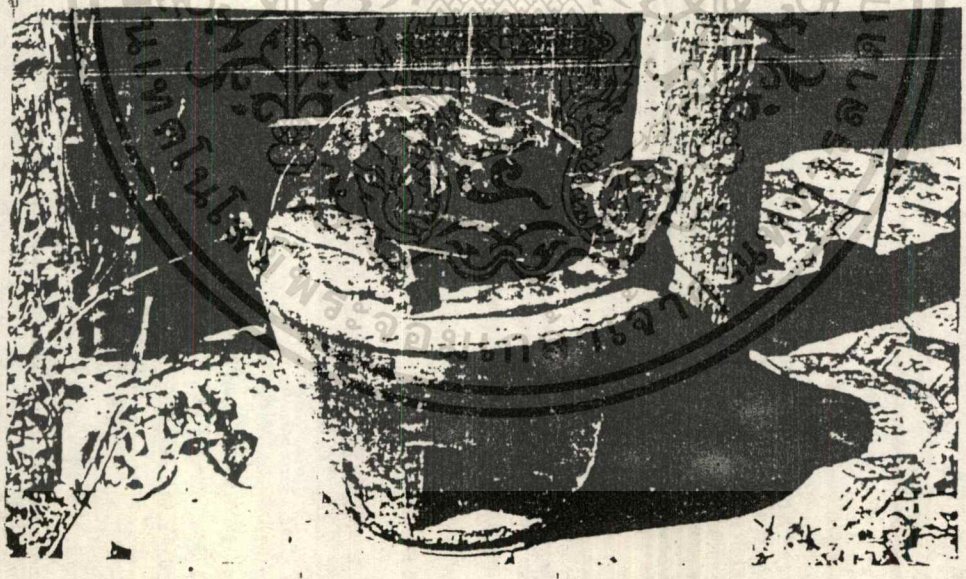
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10 พลังงานเชื้อเพลิงความร้อน (1)

เชื้อเพลิงมีประโยชน์ต่อชีวิตคนเราเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะในชนบทนิยมใช้กันทั่วไปโดยเฉพาะประเทศไทยเป็นประเทศที่กำลังพัฒนา จึงทำให้อุตสาหกรรมขยายตัวมากขึ้นปละปริมาณใน ครัวเรือนมากขึ้นตามจำนวนพลเมืองที่ถ่านมีปริมาณลดลงทุกที การปลูกป่าใหม่ไม่สามารถทำได้เพียงพอจึงทำให้เกิดเป็นปัญหาของประเทศ ทั้งทางด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม จนรัฐาลต้องมีพระราชบัญญัติ ห้ามการตัดไม้ทำลายป่า เชื้อเพลิงหลักใหญ่ที่ใช้กันปัจจุบันมีดังต่อไปนี้

1. ถ่าน
2. ฟืน
3. แกลบ
4. ก๊าซหุงต้ม
5. ไฟฟ้า

2.10.1 ถ่าน คือ ไม้ที่เกิดการเผาไหม้ให้ลุกแล้วใช้มาเป็นเชื้อเพลิงได้อย่างมีประสิทธิภาพ กล่าวคือจะมีความร้อนสูง ทำให้การหุงต้มสุกเร็วทั้งยังมีควันน้อย ไม่ทำความรบกวนผู้ใช้ หรือควันไปติดในอาคารบ้านเรือน



ภาพที่ 96 ลักษณะของถ่านที่มีอยู่ในปัจจุบัน

---

(1) ผู้อำนวยการสาขา วิจัยอุตสาหกรรมพลังงาน, สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 196 พหลโยธิน, บางเขน,กทม. 10900

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10.2 ฟืน ก็คือไม้ฟืนที่ยังไม่ได้เผาให้เป็นถ่าน ผู้ใช้จะนำเอากิ่งไม้ ลำต้น หรือไม้ต้นใหญ่ที่ตากแล้ว ใช้ขวานผ่าให้มีขนาดพอที่จะนำเข้าเตาได้ ผู้ใช้ มักจะมีวิธีการตัดจากหัวไร่ปลายนา ในสวน ฯลฯ และขนลำเลียงมาตัดทอนกองผึ่งไว้ให้แห้งเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงในการหุงต้มต่อไป



ภาพที่ 97 ลักษณะเตาฟืนที่มีอยู่ทั่วไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 37 คุณสมบัติของถ่านและฟืน

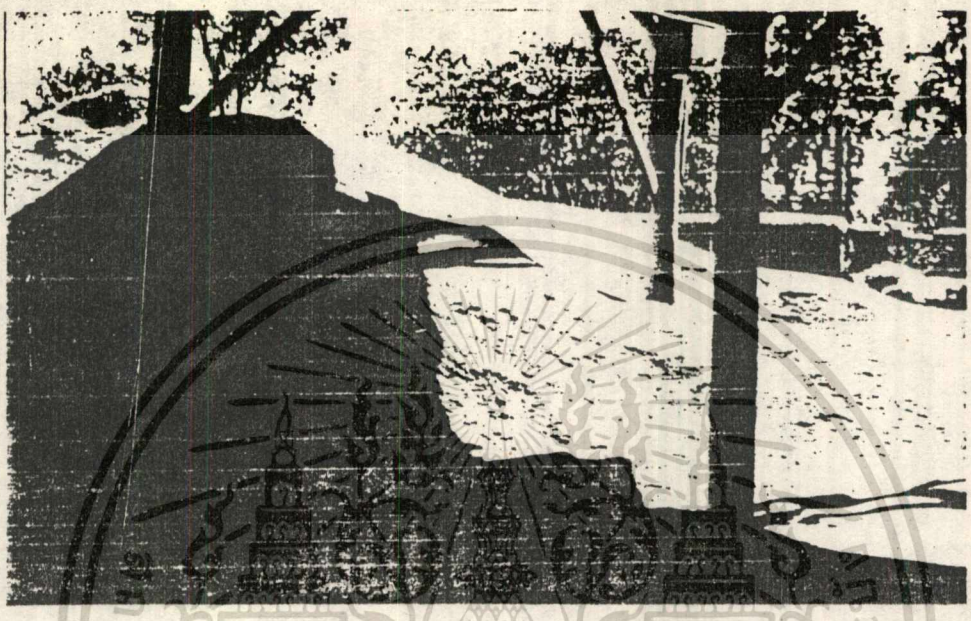
คุณสมบัติ	ถ่าน	ฟืน
ความชื้น %	9.4	3.5
ถ่านคงตัว %	84.6	83.6
สารระเหย %	10.0	10.2
เถ้า %	5.4	6.2
ค่าความร้อน, กิโลแกลอรี่ / กก.	7,450	7,530
ความหนาแน่น, กก./ ลบม.	750	875
ระยะเวลาในการลุกไหม้	1.7	2.0

รายงานผลตามสภาพ นน. แห้ง (MOISTUNE FGEE BASIS)

สรุป จะเห็นได้ว่า ถ่านและฟืนมีคุณสมบัติค่อนข้างใกล้เคียงกัน ถ่านมีความหนาแน่นถึง 705 กก./ลบม. ส่วนฟืนมีความหนาแน่นถึง 875 เมื่อเทียบระยะเวลาการลุกไหม้แล้วถ่าน 1.7 ชม. ฟืน 2.0 ชม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10.3 แกลบ คือ เชื้อเพลิงที่ได้มาจากเปลือกของข้าวนั้นเอง ปัจจุบันเกษตรกรส่วนใหญ่ จะผลิตข้าวซึ่งเป็นพืชเศรษฐกิจของไทยที่สำคัญที่สุด ดังนั้นแกลบก็คือ เชื้อเพลิงที่เหลือใช้จากเกษตรกร เกษตรกรสามารถนำแกลบมาใช้ในการหุงต้ม และอย่างอื่นอีกมากมาย



ภาพที่ 98 ลักษณะของแกลบและวัสดุเหลือใช้จากเกษตรกร

ตารางที่ 38 แกลบและวัสดุเหลือใช้จากเกษตรกร

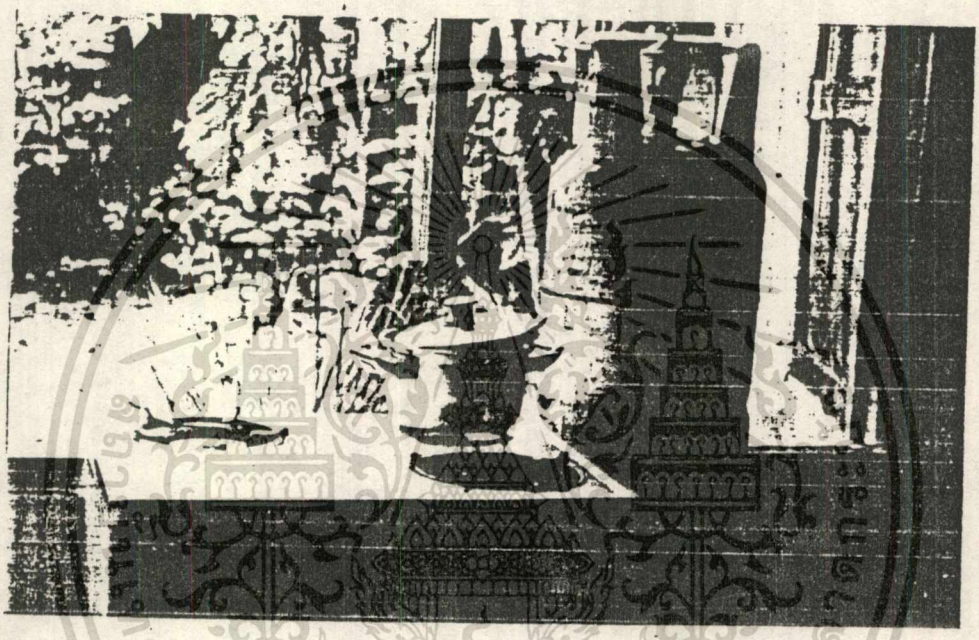
คุณสมบัติ	แกลบ	ฟางข้าว	ขี้เลื่อย
สารระเหย %	62.7	74.4	75.4
ถ่านคงตัว %	17.4	18.3	22.4
กำมะถัน %	0.14	-	0.20
เถ้า %	20.0	7.3	2.0
ค่าความร้อน	3,860	4,300	4,750

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10.4 เตาก๊าซ แอล พีจี หรือเตาก๊าซปิโตเลี่ยมเหลวบรรจุถังหรือเตาก๊าซหุงต้มที่รู้จักกันดีอยู่ทั่วไป เป็นก๊าซที่ได้จากขบวนการกลั่นน้ำมันดิบในโรงกลั่นน้ำมัน หรือได้จากกระบวนก๊าซธรรมชาติ จากโรงงานแยกก๊าซ

ขนาดบรรจุถัง 12 กก. 13 กก. 14.5 กก. 25 กก. 45 กก. 50 กก.

ขนาดบรรจุถังปิกนิค 1 กก. 2 กก. 3 กก. 4 กก. แล้วแต่ขนาดการใช้งาน



ภาพที่ 99 ลักษณะของเตาก๊าซที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10.5 เตาไฟฟ้าที่ใช้กระแสไฟฟ้า ได้ความร้อนจากเครื่องกำเนิดกระแสไฟฟ้าโดยการเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าพลังงานความร้อน เตาไฟฟ้าที่มีใช้กันอยู่ในปัจจุบันมีตั้งแต่ขนาดเล็ก ที่สามารถให้ความร้อนได้ระดับเดียวกัน จนถึงขนาดใหญ่ที่สามารถปรับระดับความร้อนได้หลายระดับ

ลักษณะของเตาไฟฟ้าปัจจุบัน แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ

1. เตาที่ใช้ตัวขดลวดความร้อนเป็นตัวต้านทาน
2. หม้อหุงข้าวไฟฟ้า

สรุป. เตาก๊าซที่กลั่นมาจากธรรมชาติ ปัจจุบันได้นำมาบรรจุถังมีหลายขนาด แล้วแต่ความต้องการของผู้ใช้ เตาไฟฟ้าเปลี่ยนจากพลังงานไฟฟ้านั้นความร้อนมี 2 แบบ คือแบบขดลวดและหม้อหุงข้าว

ตารางที่ 39 แสดงชนิดเชื้อเพลิง และระยะเวลาในการใช้งาน

	ระยะเวลาใช้งานต่อเชื้อเพลิง ลบ.ฟุต	
ชนิดของเชื้อเพลิง	ต้มน้ำ	การหุงต้มอื่น ๆ
แกลบ	- ชม.	ชม.
ฟางแห้ง	- ชม.	ชม.
ขี้เลื้อย	1 ชม.	2 ชม.

สรุป แกลบและฟางมีคุณสมบัติค่อนข้างจะใกล้เคียงกัน ค่าความร้อน 3860,4300 ระยะเวลาในการใช้งานเชื้อเพลิง 1/2 ลบ.ฟุต ใช้ระยะเวลาในการเผาไหม้ ชม.

ทำการวิเคราะห์โดย ห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีการพลังงาน,สาขาวิจัยอุตสาหกรรมการพลังงาน

ข้อมูลจาก ข่าวเทคโนโลยี ฉบับที่ 14 โดยคุณน้อย หลายภู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 40 เปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของถ่านและฟืน

ข้อดี	ข้อเสีย
1. หาซื้อง่าย 2. ราคาถูก เชื้อเพลิงหาง่าย	1. มีควันมากสกปรกบริเวณที่ใช้ยากในการทำความสะอาด 2. ส่งเสริมการทำลายทรัพยากรโดยการส่งเสริมตัดฟืนมาเผาถ่าน 3. จุดติดยาก 4. ความร้อนสูญเสีย 5. ค่อนข้างอันตราย เนื่องจากมีลูกไฟที่ยังลุกไหม้อยู่กระเด็นออกมา

ตารางที่ 41 เปรียบเทียบข้อดี – ข้อเสียของแกลบและวัสดุเหลือใช้จากเกษตรกร

ข้อดี	ข้อเสีย
1. หาซื้อง่าย 2. ราคาถูกเชื้อเพลิงหาง่าย 3. ส่งเสริมการใช้เชื้อเพลิงที่เหลือใช้ เพราะประเทศเรานั้นเป็นประเทศกำลังพัฒนา	1. มีควันมาก ยากในการทำความสะอาด 2. ความร้อนสูญเสียไปอย่างรวดเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 42 เปรียบเทียบข้อดี -ข้อเสียของเตาก๊าซและเตาไฟฟ้า

ข้อดี	ข้อเสีย
1. ใช้งานได้สะดวก	1. อุปกรณ์ราคาแพงไม่เหมาะกับเกษตรกรผู้มีรายได้น้อย
2. ใช้ความร้อนได้อย่างดี	2. ราคาอุปกรณ์ไฟฟ้ามีราคาสูงเมื่อเปรียบเทียบกับเชื้อเพลิงชนิดอื่น
3. เตาก๊าซ 1 เตา อาจจะมีหลายหัวเตา	3. ก๊าซ อาจจะรั่วซึมเป็นอันตรายต่อผู้ใช้ อาจจะเกิดเพลิงไหม้ได้
4. ไม่มีควันและเขม่าสกปรก	4. ก๊าซ อาจจะรั่วซึมเป็นอันตรายต่อผู้ใช้ อาจจะเกิดเพลิงไหมได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 43 เปรียบเทียบเชื้อเพลิงชนิดต่าง ๆ

ชนิดของเชื้อเพลิง	ซื้อหาเชื้อเพลิงได้จาก	ขนาดบรรจุ นน.	ราคา
ถ่าน	- ร้านค้าของชำและร้านขายเตาถ่าน - เกษตรกรเผาถ่านเอง	บรรจุถุงเล็ก บรรจุถุงใหญ่ กก. ละ ชั่งละ	5 บาท 10 บาท 3.75 บาท 2.25 บาท
ฟืน	- ร้านค้าของชำ - เกษตรกรตัดมาจากป่าไม้	มัดละ -	20.25 บาท -
แกลบและวัสดุเหลือใช้จากเกษตรกร	- โรงสีข้าว โรงเลื่อย วัสดุที่ทิ้งอยู่ทั่วไปเช่น ใบไม้แห้ง ชุยมะพร้าว หญ้าแห้ง เศษกระดาษ	- รถสิบล้อ ประมาณ 2 ตัน - กระสอบ ประมาณ20กก.	50 บาท 5 บาท
เตาแก๊ส	- ร้านค้าและจำหน่ายแก๊ส	ถังละ 12 กก. 15 กก. 50 กก.	กว่า 135 .- กว่า 170 .- กว่า 500 .-
เตาไฟฟ้า	- ร้านค้าขายเครื่องไฟฟ้าและอุปกรณ์ไฟฟ้า	ขนาดเล็ก ชดลวดที่ให้ความร้อนสูง	กว่า 70 .- ราคาสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูล 2.11

"ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับความร้อน"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.11 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับความร้อน

2.11.1 การส่งผ่านความร้อน (TRANSMISSION OF HEAT)

พลังงานความร้อนอาจจะเคลื่อนที่จากที่หนึ่งไปสู่อีกที่หนึ่งได้ 3 ทางด้วยกันคือ

1. การนำความร้อน (LONDUCTISS OF HEAT) คือการที่พลังงานความร้อนกระจายผ่านมวลของวัตถุจากโมเลกุลที่อุณหภูมิสูงไปสู่อีกโมเลกุลหนึ่งซึ่งมีอุณหภูมิต่ำกว่าโดยโมเลกุลของก๊าซที่กำลังร้อนนั้น

2. การพาความร้อน (LONVECTION OF HEAT) คือการที่ความร้อนถูกมาเคลื่อนที่ไปกับโมเลกุล พร้อมกับการเคลื่อนที่ของโมเลกุลของของเหลว หรือโมเลกุลของก๊าซที่กำลังร้อนนั้น

3. การแผ่รังสีความร้อน (REDISTION OF HEAT) คือการที่พลังงานความร้อนเคลื่อนที่ออกไปเป็นคลื่น (WAVE) ไปในการพาหิรากาศ (EATHER) ไปยังวัตถุใดวัตถุหนึ่งแล้วทำให้วัตถุนั้นร้อนขึ้นมาโดยไม่ทำให้ตัวกลางที่ความร้อนผ่านมานั้นร้อนขึ้นเลย

การนำความร้อนและการพาดความร้อนเป็นการส่งผ่านความร้อนจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งที่เป็นไปอย่างช้า ๆ แต่การแผ่รังสีความร้อนเป็นการส่งผ่านความร้อนอย่างรวดเร็วและมีอัตราเร็วเท่ากันอัตราเร็วของแสง

2.11.2 ธรรมชาติของการนำความร้อน (PHYSICAL NATURE OF CONDUCTION OF HEAT)

ในการศึกษาชั้นมหาวิทยาลัย จะมีการพิสูจน์ให้เห็นว่า อุณภูมิของวัตถุ (ในหน่วยสัมบูรณ์) เป็นปฏิภาคตามพลังงานจลน์ของโมเลกุลของวัตถุนั้น นั่นคือเมื่อโมเลกุลของวัตถุเคลื่อนไหวด้วยความเร็วสูง วัตถุนั้นจะมีอุณหภูมิสูง

เมื่อวัตถุได้รับพลังงานความร้อน อุณหภูมิของวัตถุก็จะสูงขึ้นด้วย เราอธิบายกันว่าเมื่อพลังงานความร้อนเข้าไปในวัตถุนั้น เข้าไปในรูปของพลังงานงานกล (MECHANICAL ENERBY) สำหรับกรณีที่ไม่มีการเปลี่ยนสถานะ (เช่นแข็งเป็นเหลว) แล้วพลังงานที่เข้าไปในวัตถุจะเป็นพลังงานจลน์ (KINETIC EHERBY) ทำให้โมเลกุลเคลื่อนไหวด้วยความเร็วสูงขึ้น แต่ถ้าพลังงานความร้อนที่เข้าไปทำให้วัตถุนั้นเปลี่ยนสถานะ พลังงานความร้อนจะเข้าไปในวัตถุในรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของพลังงานศักย์ (POTENTIAL ENERBY) ซึ่งทำให้โมเลกุลอยู่ห่างกันมากขึ้น โดยความเร็วของโมเลกุลยังคงเดิมไปในกล่องทางปล่องขวามือหมุนเวียนเช่นนี้อยู่เรื่อย ๆ ดังนั้นเมื่อเอาควันบุหรี่มาปล่อยที่ปากปล่องอันขวามือ ควันบุหรี่จึงเคลื่อนที่ไปกับอากาศลงสู่ปล่องขวามือผ่านกล่องไปออกทางซ้ายมือ

ถ้าเราทำการทดลองโดยใช้ปล่องสูงมาก ๆ เราจะเห็นว่า กระแสอากาศนี้หมุนเวียนได้ดีและรวดเร็วขึ้น เพราะมีการพาความร้อนดีกว่าปล่องที่มีอากาศสูงน้อยจุดประสงค์ก็เพื่อให้มีการพาความร้อนทำให้อากาศเสียถ่ายเทออกไปจากห้องทางปล่องการถ่ายเทเกิดขึ้นเมื่อเออากาศในปล่องนั้นร้อนขึ้น ก็จะพองตัวพาความร้อนเคลื่อนที่สูงขึ้นไปทางเบื้องบนของปล่องพาเอาควันไฟซึ่งเป็นอากาศเสียไปด้วย อากาศที่เย็นและก็เป็นอากาศที่ดีข้างนอกจะไหลเข้าสู่เตาซึ่งอยู่ตอนล่างของปล่องหมุนเวียนกันอยู่เช่นนี้จึงทำให้อากาศในห้องดีอยู่เสมอ การเผาไหม้ในเตาไฟก็จะแรงดีขึ้นเพราะได้รับอากาศดี

ในตะเกียงน้ำมันธรรมดา ซึ่งใช้ไส้ตะเกียงจุดไฟโดยตรงนั้น เราจะสังเกตุเห็นว่าตอนล่างของตะเกียวเขาทำช่องไว้โดยรอบ เพื่อให้อากาศดีเคลื่อนที่เข้าไปแทนก๊าซที่ติดไฟแล้วลอยตัวพาความร้อนขึ้นไปตามหลอดตะเกียงทำให้การเผาไหม้ดีขึ้นได้ เปลวไฟแรง ถ้าเอาหลอดตะเกียงออกเปลวไฟจะไม่ค่อยแรง เพราะการพาน้อยลงทำให้การดูดอากาศเข้าตอนล่างน้อยลงด้วย และถ้าเราลองปิดช่องข้างล่างของตะเกียงแล้ว ตะเกียงจะดับ

2.11.3 การแผ่รังสีความร้อน (RADIOAITION OF HEAT)

การแผ่รังสีความร้อนตามที่ได้ให้ความหมายไว้ในข้อที่ 139 นั้น จะเห็นได้ว่าความร้อนเคลื่อนที่เป็นคลื่นผ่านไปได้แม้สูญญากาศ และไม่ทำให้ตัวกลางตามทางที่ความร้อนเคลื่อนที่ผ่านมานั้นร้อนขึ้นเลย

เราสมมติกันว่ามีตัวกลางอย่างหนึ่งคือพาหิรากาศ (ETHER) ซึ่งบรรจุอยู่ทั่วไปทุกแห่งแม้ในสูญญากาศ ความร้อนเคลื่อนผ่านสูญญากาศได้โดยเป็นคลื่นไปในพาหิรากาศ

ตัวอย่างการแผ่รังสีความร้อนที่เห็นได้ง่ายก็คือ เมื่อเรายืนอยู่ใกล้กองไฟนั้นแม้จะมีลมพัดจากตัวเราไปหากองไฟซึ่งขณะนั้นการนำความร้อนหรอการพาความร้อนไม่เกิดผ่านเข้าหาตัวเราเลยเราก็ยังรู้สึกร้อนได้ อากาศภายในหลอดไฟฟ้านั้นเขาสูบออกจนอาจถือว่าภายในหลอดนั้นเป็นสูญญากาศ แต่เมื่อผ่านกระแสไฟเข้าไปในไส้หลอด เราจับหลอดก็ยังรู้สึกว่าหลอดร้อน ซึ่งจากตัวอย่างเหล่านี้ล้วนแต่แสดงถึงการแผ่รังสีความร้อนทั้งสิ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฉะนั้นให้พึงสังเกตุว่า การเคลื่อนที่ของความร้อนโดยการแผ่รังสีนี้ มีอยู่ 3 ตอนต่อเนื่องกัน คือ

1) โมเลกุลในวัตถุใดที่มีพลังงานความร้อนในตัวย่อมมีการสั่นสะเทือน ซึ่งการสั่นสะเทือนนี้ทำให้ตัวกลางคือ พาหิราศ (ETHEB) เกิดการเคลื่อนไหวเป็นคลื่นในลักษณะเดียวกับการสั่นสะเทือนของโมเลกุล

2) คลื่นที่เกิดจากการพลังงานความร้อนนี้จะเคลื่อนที่ไปในพาหิวากาศจะกระจายออกไปทุกทิศทาง

3) คลื่นในพาหิรากาศกระทบเข้ากับวัตถุใด ก็จะทำให้โมเลกุลของวัตถุนั้นเกิดการสั่นสะเทือนมากขึ้นและทำให้อุณหภูมิของวัตถุนั้นสูงขึ้นแสดงว่าวัตถุได้รับความร้อนโดยการแผ่รังสีนั้น

ความเร็วของรังสีความร้อนเท่ากับความเร็วของแสง คือ ประมาณ 300 ล้านเมตรต่อวินาที หรือ 186,000 ไมล์ต่อวินาที แต่จะผิดกันที่ขนาดของช่วงคลื่นโดยที่คลื่นความร้อนยาวกว่าคลื่นแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูล 2.12

"อุปกรณ์สร้างความร้อน"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.12 อุปกรณ์สร้างความร้อน

อุปกรณ์สร้างความร้อนด้วยไฟฟ้ามีหลายวิธีด้วยกัน แต่วิธีการที่ใช้กันมากโดยทั่วไปตามบ้านเรือนมีดังนี้

2.12.1 อุปกรณ์สร้างความร้อนโดยใช้ลวดความร้อนหรือลวดต้านทาน

การที่จะใช้กระแสไฟฟ้ามาทำให้เกิดความร้อนได้นั้นมีหลักใหญ่อยู่ว่าจะต้องมีกระแสไฟฟ้าไหลในความต้านทานชนิดหนึ่งชนิดใดก็ได้โดยมีแรงดันไฟฟ้าคงที่ถ้าความต้านทานนั้นมีค่าต่ำก็จะทำให้มีกระแสไฟฟ้าไหลมาก ซึ่งก็จะเกหิดความร้อนจำนวนมาก และถ้าหากว่าเรตาใช้ความต้านทานที่มีค่าแประแสไฟฟ้าสูงก็ไหลผ่านได้น้อยความร้อนที่จะเกิดขึ้นก็น้อยลงตามส่วน การที่เกิดความร้อนได้นี้ หากเราใช้ลวดทองแดงธรรมดา ซึ่งมีความต้านทานต่ำมากมาเป็นตัวต่อให้กระแสไฟฟ้าไหล กระแสไฟฟ้าจะไหลมาก และเกิดความร้อนสูงจนกระทั้งลวดทองแดงนั้นหลอมละลายไปด้วยเหตุนี้เราจึงใช้ลบวดทองแดงบริสุทธิ์มาสร้างเป็นอุปกรณ์สร้างความร้อนไม่ได้ ต้องสร้างลวดพิเศษซึ่งมีส่วนผสมของแร่ธาตุหลายอย่างที่เมื่อผสมแล้วจะมีความต้านทานจำนวนหนึ่งที่จะทำให้เกิดความร้อนแต่ว่าเราจะต้องเลือกใช้วัสดุที่ทนความร้อนได้สูง โดยไม่ละลายไปเสียก่อนจึงจะทำงานได้

กระแสไฟฟ้าที่จะให้ไหลผ่านลวดต้านทานเพื่อให้เกิดความร้อนนั้นใช้ได้ทั้งไฟฟ้ากระแสสลับและไฟฟ้ากระแสตรง ทั้งนี้เพราะว่าตราบใดที่มีกระแสไฟฟ้าซึ่งถ้าหากว่าโลหะที่ใช้ทำเส้นลวดความร้อนนั้นมีจุดหลอมเหลวที่ต่ำเกินไปก็จะทนความร้อนไม่ได้จะละลายขาดไปเสียก่อน ดังนั้นอุปกรณ์ที่ต้องการความร้อนสูงๆ จึงต้องเลือกใช้ลวดที่สร้างจากสารหรือธาตุที่ทนความร้อนได้สูงมาผสมกัน จึงจะทนทาน

ในการส่งกระแสไฟฟ้าผ่านเส้นลวดเพื่อเกิดเป็นความร้อนนั้น ยังขึ้นอยู่กับแรงดันไฟฟ้าอีกทางหนึ่งด้วย ทั้งนี้เป็นไปตามกฎของโอห์ม ยกตัวอย่างเช่นถ้าเราใชแรงดันจำนวนหนึ่งมาทำให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ 1 แอมแปร์ ซึ่งจะทำให้เกิดความร้อนในเส้นลวดจำนวนหนึ่งครั้นเมื่อเราเพิ่มแรงดันเป็น 2 เท่าก็จะทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าไหลในวงจรสูงขึ้นเป็น 2 เท่าซึ่งจะเกิดความร้อนเป็น 4 เท่าเหมือนกัน และโดยกลับกันถ้าหากว่าเราลดแรงดันลงเหลือครึ่งหนึ่งเราก็จะมีกระแสไฟฟ้าเพียงครึ่งเดียวและก็จะได้ความร้อนเพียงครึ่งเดียวอีกเหมือนกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โลหะธาตุ หรือสารที่จะนำมาผสมกันให้เกิดเป็นลวดความต้านทานสำหรับทำให้เกิดความร้อนนั้น เขาจะสร้างขึ้นมาในลักษณะต่าง ๆ ทั้งเส้นเล็กและเส้นใหญ่ตามจำนวนความร้อนที่ต้องการใช้บางครั้งจะมีขนาดใหญ่มากจนเรียกได้ว่าเป็นแท่ง หรือบางทีก็สร้างเป็นเส้นลวดความร้อนสอดอยู่ภายในวัตถุฉนวนที่จะใช้ป้องกันมิให้ลวดนั้นสัมผัสกับสิ่งอื่น ๆ ภายนอกอันจะทำให้กระแสไฟฟ้ารั่วไหลออกได้หรือแม้แต่สัมผัสกับอากาศซึ่งจะทำให้เกิดออกไซด์อันเนื่องมาจากการที่ออกซิเจนในอากาศเข้าไปผสมกับโลหะที่ใช้ทำเส้นลวดนั้น

เส้นลวดความต้านทานที่ใช้สร้างความร้อนนี้ หากทำกเป็นเส้นตรงแล้วยังไม่พอกับความต้องการ เขาก็ยังสามารถนำมาพันเป็นเกลียวแบบสปริงทั้งนี้เพื่อให้มีความยาววเพิ่มขึ้นจะได้เกิดความร้อนจำนวนมากขึ้น เมื่อนำขวดลวดความร้อนแบบสปริงนี้เข้าไปใส่ในเครื่องใดก็จะได้ความร้อนเพิ่มสูงขึ้น

ธาตุหรือสารที่นำมาผสมกันเป็นลวดความต้านทานสำหรับให้เกิดความร้อนนั้นเป็นโลหะผสมเรียกว่า นิโครม คือเป็นโลหะผสมระหว่างนิกเกิลประมาณร้อยละ 60 โครเมียมร้อยละ 15 และเหล็กร้อยละ 25 แล้วจึงนำมาาาผสมกันด้วยความร้อนสูงจนหลอมละลายเพื่อดึงให้เป็นเส้นลวดที่มีขนาดใหญ่เล็กตามต้องการ ทั้งยังสามารถรถตัด ขด ดัด พันเป็นเกลียวให้เป็นรูปต่าง ๆ เพื่อให้เหมาะสมกับงานที่จะใช้

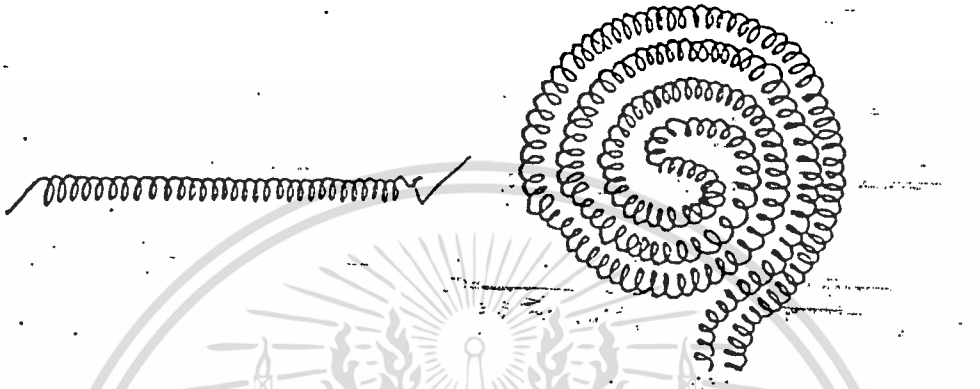
พลังงานความร้อนที่เกิดจากการที่มีกระแสไฟฟ้าผ่านลวดความต้านทานนี้เป็นพลังงานที่มีประสิทธิภาพสูง คือสามารถเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานความร้อนได้อย่างมากโดยมีความสูญเสียแต่น้อย ทั้งนี้นับได้ว่าเป็นการใช้พลังงานที่ได้ผลสูงสุดพลังงานความร้อนที่เกิดจากกระแสไฟฟ้านี้เราสามารถควบคุมได้ตามต้องการ เมื่อเปิดไฟก็ จะใช้ได้ทันทีและเวลาหยุดก็หยุดได้ทันทีไม่ต้องเสียพลังงานต่อไปดังเช่นการใช้แหล่งความร้อนอย่างอื่น ทั้งการใช้ความร้อนด้วยไฟฟ้านี้ไม่มีเขม่าควันหรือเสียงรบกวนและมีอันตรายน้อยกว่าการใช้พลังงานแบบอื่น ๆ จึงเหมาะสมมากที่จะใช้ได้ในทุกสภาพของบ้านเรือนโดยทั่วไป

ลวดความร้อน แบ่งตามลักษณะการออกแบบเพื่อใช้งานได้ 3 แบบ คือ

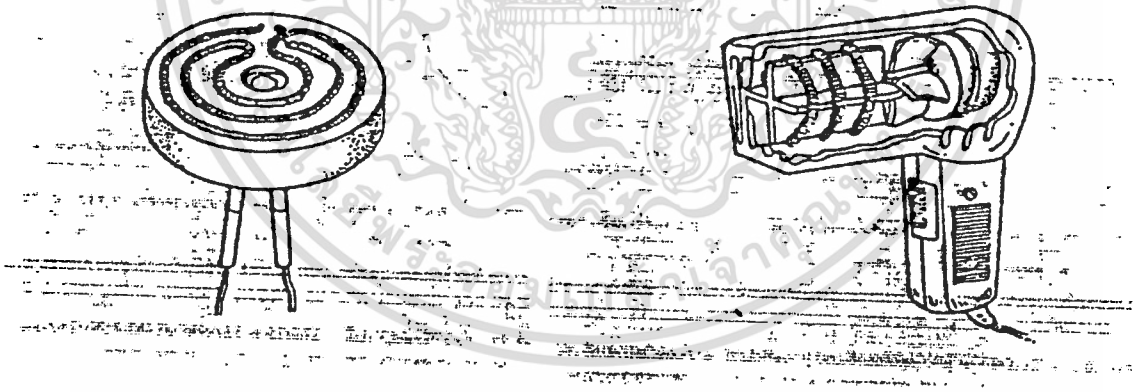
1. ลวดความร้อนแบบเปลือย ลวดความร้อนแบบนี้จะมีลักษณะเป็นขดคล้ายสปริงดังภาพที่ 103 ที่เป็นลักษณะแบบทั้งนี้เนื่องจากการความต้านทานของลวดเปลี่ยนแปลงไปตามความยาวของเส้นลวด วิธีแก้ปัญหาการที่ต้องใช้ลวดยาวมากเพื่อให้เกิดความร้อนสูงโดยการทำเป็นขด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลวดเหมือนสปริงซึ่งจะทำให้ได้ลวดที่มีความยาวหรือความต้านทานเพียงพอ ส่วนขนาดของกำลังไฟฟ้าจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางหรือความโทของเส้นลวด เส้นลวดมีขนาดใหญ่ก็จะให้กำลังไฟฟ้ามากถ้าเส้นเล็กก็จะให้กำลังไฟฟ้าน้อย ลวดความร่อนดังกล่าวมักจะใช้ในเตาไฟฟ้า เครื่องอบแห้ง เครื่องเป่าผม เครื่องอบผม เครื่องปิ้งขนมปัง เป็นต้น



ก. ลักษณะรูปร่าง



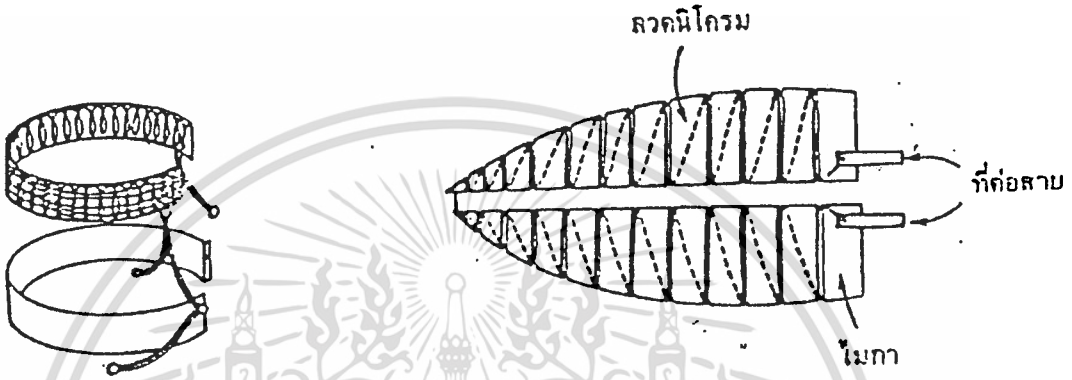
ข. ลวดความร้อนในเตาไฟฟ้า

ค. ลวดความร้อนในเครื่องเป่าผม

ภาพที่ 100 ลวดความร้อนแบบเปลือย

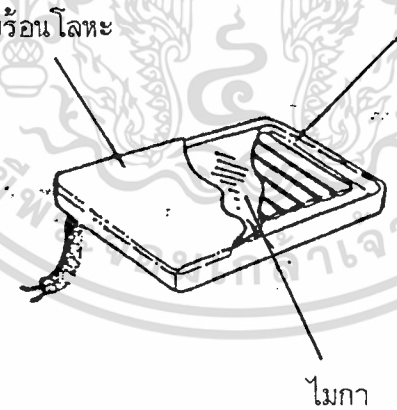
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ลวดความร้อนแบบกึ่งปิด ความร้อนแบบนี้จะมีลักษณะแบบพันอยู่รอบแผ่นไมกา (MIGA) ซึ่งมีคุณสมบัติทนความร้อนได้สูงและเป็นฉนวนไฟฟ้าและเมื่อพันลวดความร้อนรอบแผ่นไม้กาแล้วก็จะใช้แผ่นฉนวนปิดหน้าหลังของลวดความร้อนอีกทีหนึ่ง ดังภาพที่ 101 ลวดความร้อนแบบนี้มักจะใช้ในเตารีดไฟฟ้า กาต้มน้ำไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติ เครื่องอุ่นข้าวในหม้อหุงข้าวรุ่นใหม่ เป็นต้น



ก. ลวดความร้อนในเครื่องอุ่นข้าวในหม้อหุงข้าวไฟฟ้า

ข. ลวดความร้อนในเตารีดไฟฟ้า

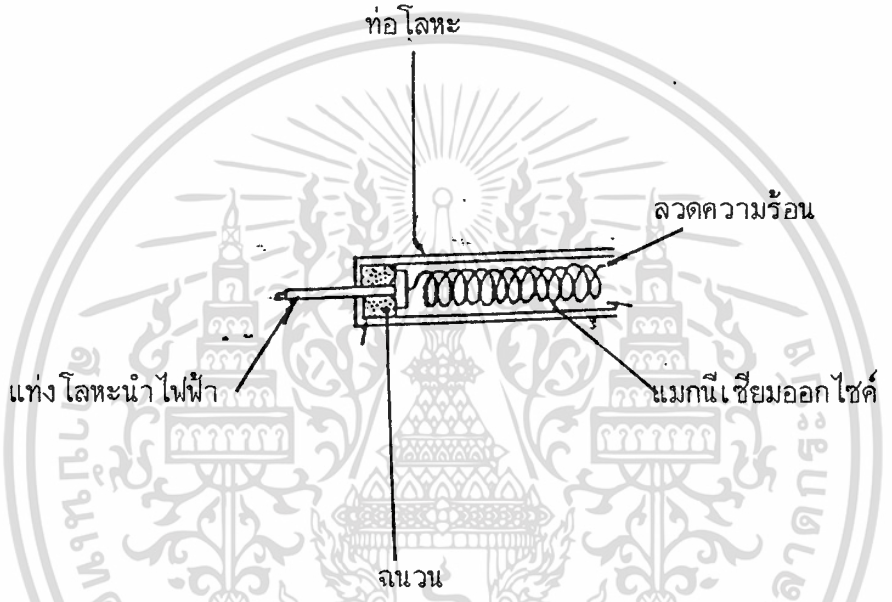


ค. ลวดความร้อนในกาต้มน้ำไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติ

ภาพที่ 101 ลวดความร้อนแบบกึ่งปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

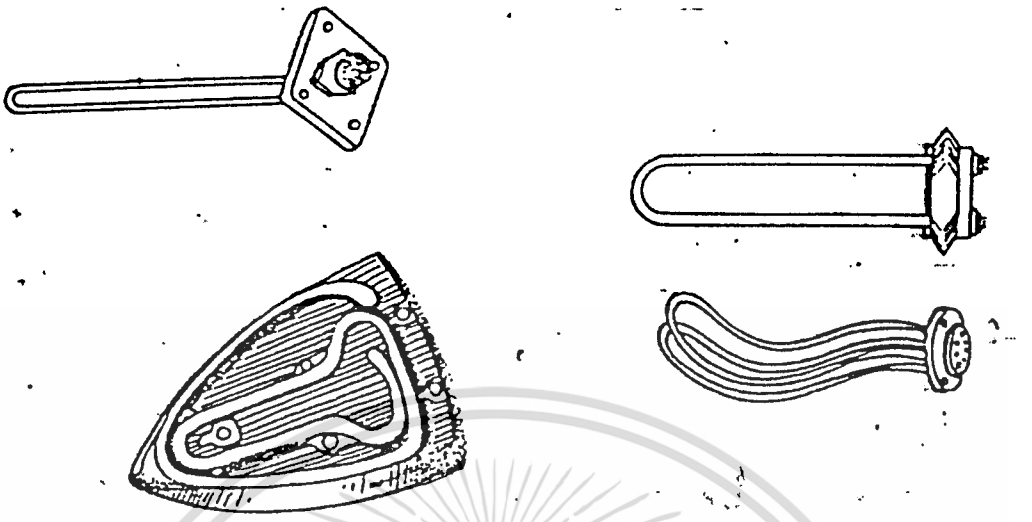
3. ลวดความร้อนแบบปิด ลวดความร้อนแบบนี้จะเป็นการนำลวดความร้อนแบบเปลือยซึ่งมีลักษณะคล้ายสปริงสอดเข้าไปในท่อโลหะซึ่งอาจจะทำด้วยเหล็กทองแดงหรือโลหะไร้สนิม ในระหว่างท่อกับลวดจะเป็นแมคนีเซียมออกไซด์แมคนีเซียมออกไซด์นี้จะมีคุณสมบัติเป็นฉนวนไฟฟ้า ไม่แตกหรือร้าวง่ายเมื่อได้รับความร้อนสูง ทั้งยังมีคุณสมบัติส่งถ่ายความร้อนได้ดีอีกด้วย โครงสร้างและรูปร่างลักษณะต่าง ๆ ของลวดความร้อนแบบปิด ดังภาพที่ 102



ก. โครงสร้าง

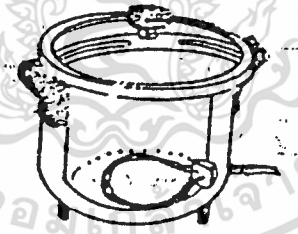
ภาพที่ 102 ภาพแสดงโครงแท่งความร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 103 โครงสร้างและลักษณะรูปของลวดความร้อนแบบปิด

ลวดความร้อนแบบปิดจะมีใช้ในหม้อหุงข้าวไฟฟ้ากระทะไฟฟ้า เตาอบไฟฟ้าเครื่องทำน้ำอุ่น เป็น

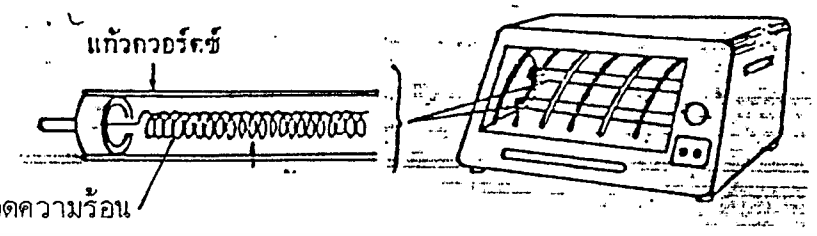


ภาพที่ 104 หม้อหุงข้าวไฟฟ้าที่ใช้ลวดความร้อนแบบปิด

นอกจากจะเก็บลวดความร้อนไว้ในท่อโลหะแล้วยังมีวิธีอื่น ๆ อีกเช่นการใช้ลวดความร้อนที่พันเป็นขดคล้ายสปริงไว้ในหลอดแก้วควอร์ตซ์หรือเซรามิกแล้วให้ความร้อนแผ่รังสีออกมาทางหลอดแก้วซึ่งมักจะใช้ในเตาพิงไฟฟ้า เตาอบไฟฟ้าเป็นต้น

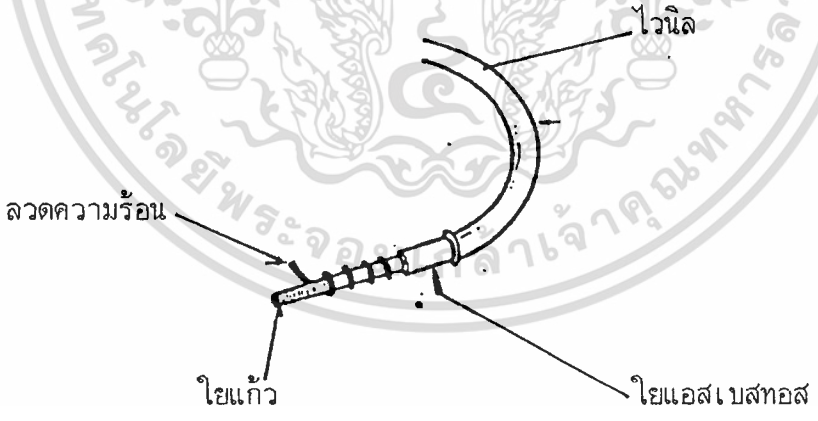
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แก้วควอร์ดซ์



ภาพที่ 105 ลวดความร้อนในหลอดแก้วควอร์ตที่ใช้ในเตาผิงไฟฟ้า

หรืออาจจะพันลวดความร้อนบนใยแก้วหุ้มด้วยแผ่นฉนวนไฟฟ้าเพื่อให้นำความร้อนได้แต่ไม่มากนัก เช่น ใช้ในผ้าห่มไฟฟ้ากระเป๋าน้ำร้อนไฟฟ้าและพรมไฟฟ้าเป็นต้นลักษณะของลวดความร้อนดังภาพที่ 109

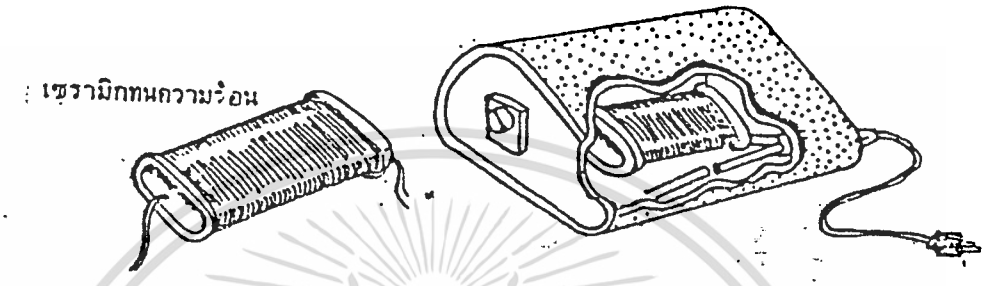


ภาพที่ 106 ลวดความร้อนที่ใช้ในผ้าห่มไฟฟ้าและกระเป๋าน้ำร้อนไฟฟ้า

หรืออาจจะใช้พันรอบแกนเซรามิกทนความร้อนซึ่งใช้ใน เบาะวางเท้าไฟฟ้า ดังภาพ 106

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เซรามิคทนความร้อน



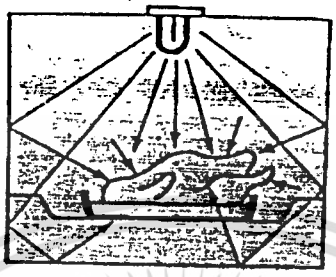
ภาพที่ 106 ลวดความร้อนที่ใช้ในเบาะวางเท้าไฟฟ้า

2.12.2 อุปกรณ์สร้างความร้อนโดยใช้คลื่นความถี่สูง

หลักการคือปล่อยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความถี่สูงมากไปกระทบวัตถุที่เป็นฉนวนไฟฟ้า จะทำให้โมเลกุลภายในของวัตถุนั้นเสียดสีกันเองและเกิดความร้อนขึ้นหลักการนี้นำไปใช้ในเตาอบไมโครเวฟที่ใช้อุ่นอาหารในครัวเรือน ภายในเตาจะมีหลอดาแมกนีตรอนเป็นแหล่งกำเนิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่ 2,450 เมกะเฮิรตซ์ ปล่อยไปกระทบอาหารที่ต้องการอุ่นโดยตรงคลื่นนี้จะทำให้โมเลกุลของอาหารสั่นด้วยความถี่เป็นล้าน ๆ ครั้งในหนึ่งวินาที ผลของการเสียดสีของโมเลกุลจึงทำให้เกิดความร้อนขึ้นประสิทธิภาพในการให้ความร้อนแบบนี้สูงมาก และสามารถอุ่นอาหารได้รวดเร็วเนื่องจากคลื่นความถี่สูงนี้จะแทรกซึมเข้าไปในเนื้ออาหาร ทำให้อาหารได้รับความร้อนทั้งภายในและภายนอกพร้อมกัน คลื่นความถี่สูงนี้จะมีผลต่อวัตถุต่าง ๆ ไม่เหมือนกัน ถ้าเป็นเนื้อหรืออาหารประเภทต่าง ๆ คลื่นจะแทรกซึมเข้าไปในเนื้ออาหารและทำให้เกิดความร้อน และถ้าเป็นโลหะคลื่นจะไม่สามารถทะลุผ่านไปได้ แต่จะะท้อนกลับไปในทิศทางอื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลอดแมกนีตรอน

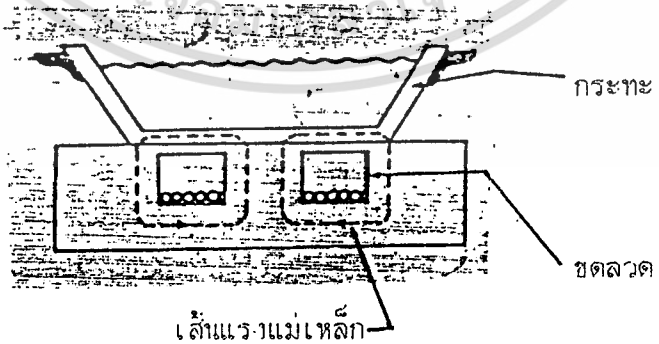


ภาพที่ 108 การกระจายคลื่นความถี่สูงในเตาอบไมโครเวฟ

2.12.3 อุปกรณ์สร้างความร้อนโดยใช้สนามแม่เหล็กไฟฟ้า

เมื่อให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดจะเกิดเส้นแรงแม่เหล็ก ถ้านำโลหะที่เป็นตัวนำแม่เหล็กที่ดีมาวางขวางเส้นแรงแม่เหล็กนี้ทำให้เกิดกระแสไหลไหลภายในโลหะนั้นในเนื้อโลหะมีความต้านทาน ผลของการไหลของกระแสวนนี้จะทำให้เกิดความร้อนขึ้น ซึ่งหลักการนี้นำไปใช้ในเตาแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งเป็นเตาชนิดที่ไม่มีเปลวไฟ และเป็นเตาแบบใหม่เหมาะที่จะนำมาใช้ในครัวเรือน

การผลิตเส้นแรงแม่เหล็กภายในเตาแม่เหล็กไฟฟ้านี้โดยการใช้ไฟฟ้า กระแสสลับที่มีความถี่มากกว่า 20 กิโลเฮิรตซ์ ภาชนะหุงต้มลวดหม้อเหล็ก หรือกระทะก็จะเหนี่ยวนำให้เกิดความร้อนขึ้นได้



ภาพที่ 109 เตาแม่เหล็กไฟฟ้า

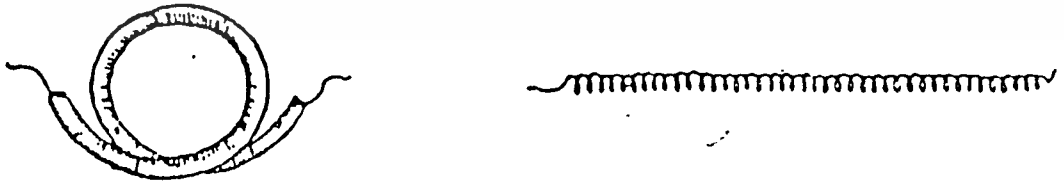
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.12.4 อุปกรณ์สร้างความร้อน (Helating Element)

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

ตามปกติอุปกรณ์สร้างความร้อนมักจะเรียกกันว่า "ลวดความร้อน" "แผ่นความร้อน" หรืออาจจะเรียกรวม ๆ กันว่า "ฮิทเตอร์"(HIKEL) ลวดความร้อนส่วนใหญ่จะเป็นลวดนิโครม (Nichrome wirc) ซึ่งได้มาจากการผสมของ นิเกิล (Nikel) 60% เหล็ก (fion) 24% และโครเมี่ยม (Chromium) 16% สำหรับความต้านทานไฟฟ้าของลวดนิโครมจะสูงกว่าลวดทองแดง ประมาณ 50-60 เท่า ลวดนิโครมดังกล่าวจะมีคุณสมบัติเหมาะที่จะนำมาใช้เป็นอุปกรณ์สำหรับเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้ามาเป็นพลังงานความร้อนเพราะลวดนิโครมสามารถให้ความร้อนได้สูงไม่หลอมละลายง่าย และถ้าให้พลังงานไฟฟ้ากับลวดนิโครม 1 กิโลวัตต์ชั่วโมง ลวดนิโครมจะเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าดังกล่าวออกมาในรูปของความร้อน ประมาณ 3.412 บี.ที.ยู/ชั่วโมง (B.T.U./hr) ลวดความร้อนสามารถแบ่งออกตามลักษณะการออกแบบเพื่อใช้งานได้ 3 แบบคือ

ลวดความร้อนแบบเปลือย ลวดความร้อนแบบนี้จะมีลักษณะเป็นขดคล้ายสปริง ดังรูป 110 ขนาดของกำลังไฟฟ้าจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางหรือความโตของเส้นลวด กล่าวคือ ถ้าขนาดของลวดเส้นใหญ่ก็จะมีกำลังไฟฟ้ามาก และถ้าเส้นเล็กก็จะมีกำลังไฟฟ้าน้อย ลวดความร้อนดังกล่าวมักจะมีใช้ในเตาไฟฟ้าเครื่องเป่าผม เครื่องอบผม และเครื่องอบแห้งเป็นต้น



ภาพที่ 110 ลักษณะของลวดความร้อนแบบเปลือย

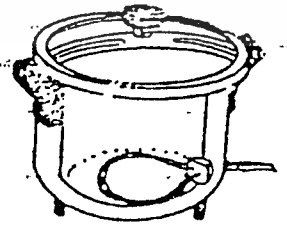
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ลวดความร้อนแบบกึ่งปิด ลวดความร้อนแบบนี้โดยทั่ว ๆ ไปจะมีลักษณะแบบพันอยู่รอบแผ่นไมก้า (Mica) ซึ่งมีคุณสมบัติทนต่อความร้อนได้สูงและเป็นฉนวนไฟฟ้า และเมื่อพันลวดความร้อนรอบแผ่นไมก้า แล้วก็จะใช้แผ่นไมก้าเช่นเดียวกันปิดหน้าหลังของลวดความร้อนอีกทีหนึ่ง ดังรูป ลวดความร้อนแบบนี้มักจะใช้ในเตารีดไฟฟ้า เครื่องปิ้งขนมปัง หม้อหุงข้าวไฟฟ้ารุ่นเก่า เป็นต้น



ภาพที่ 111 ลักษณะของลวดความร้อนแบบกึ่งปิด

2. ลวดความร้อนแบบปิด ลวดความร้อนแบบนี้จะทำได้โดยการนำลวดความร้อนแบบเปลือยซึ่งมีลักษณะคล้ายสปริงสอดเข้าไปในท่อโลหะ (ท่อเหล็ก, ท่อทองแดง, ท่อสแตนเลส) และเทแมกนีเซียมออนไซด์(Magnesium Oxide) เข้าไปภายในท่อ ซึ่งแมกนีเซียมออกไซด์นี้จะมีคุณสมบัติเป็นฉนวนไฟฟ้า ไม่แตกหรือร้าวง่ายเมื่อได้รับความร้อนสูง ทั้งยังมีคุณสมบัติส่งถ่ายความร้อนได้ดีอีกด้วยและหลังจากการเทแมกนีเซียมออกไซค์แล้วลวดความร้อนดังกล่าวก็จะเสร็จ โดยมีลักษณะดังรูป 112 ลวดความร้อนแบบนี้มักจะมีใช้ใน หม้อหุงข้าวไฟฟ้ากระทะไฟฟ้า เครื่องทำน้ำอุ่นเป็นต้น



ภาพที่ 112 ลักษณะของลวดความร้อนแบบปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูล 2.13

"ข้อมูลเกี่ยวกับระบบควบคุมความร้อน"

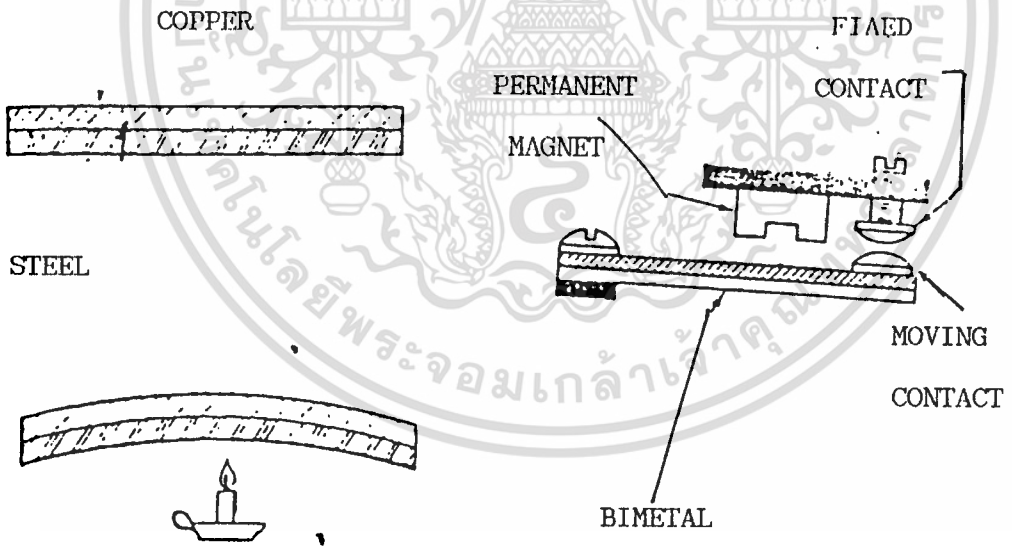
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.13 อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิ (Temperature Control)

หรือ "เทอร์โมสตัท" (Thermostat) หรือบางทีเรียกกันว่า "ออโตเมติค" (Automatic) แต่หรับในที่นี้จะเรียกว่า "เทอร์โมสตัท" อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิหรือเทอร์โมสตัท จัดได้ว่าเป็นอุปกรณ์ที่มีความสำคัญรองจากลวดความร้อน เพราะเทอร์โมสตัทเป็นอุปกรณ์ที่ทำให้ความร้อนที่ออกมาจากเครื่องใช้ไฟฟ้าคงที่ในที่ผู้ใช้จะสามารถปรับอุณหภูมิหร้อความร้อนของเครื่องใช้ไฟฟ้าให้เป็นไปตามความต้องการได้ เทอร์โมลตัทสามารถแบ่งออกไดห้เป็น 5 ชนิดคือ

2.13.1 เทอร์โมสตัทชนิดไบ เมทอลสตริป (Bi-metal Strip type)

ไบ-เมทอล หมายถึงการนำเอาโลหะ 2 ชนิดที่มีอัตราการขยายตัวไม่เท่ากันมาประกอบหรือยึดติดเข้าด้วยกัน ดังรูป ลักษณะการยึดของโลหะทั้งสองเข้าด้วยกันนี้จะทำอย่างแน่นหนามาก และเมื่อนำโลหะ ไบ-เมทอล มาให้ความร้อนโลหะดังกล่าวจะเกิดการงอตัว ซึ่งลักษณะการงอของโลหะไบ - เมทอลนี้จะสามารถนำไปบังคับคอนแทคของเครื่องใช้ไฟฟ้าให้ตัดการทำงานเมื่อเครื่องมีความร้อนถึงจุดที่ต้องการได้ โลหะที่นิยมมาทำเป็นโลหะไบ-เมทอล ก็คือ เหล็กกับทองแดง หรือเหล็กกับทองเหลือง



โลหะไบ-เมทอลเมื่อประกอบคอนแทค

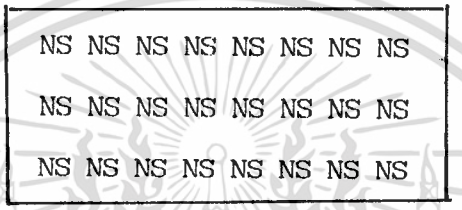
ลักษณะของโลหะไบ-เมทอลเมื่อได้รับความร้อน

ภาพที่ 113 เทอร์โมสตัส ชนิดไบ-เมทอลสตริป

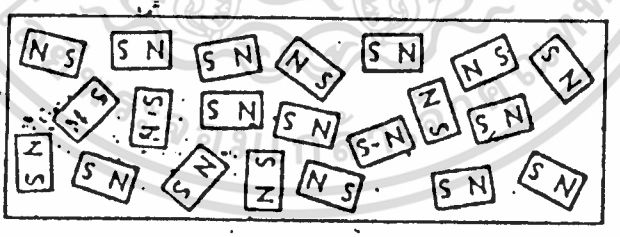
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.13.2 เทอร์โมสตัทชนิดแม่เหล็ก (Magnetic type)

ทฤษฎีของแม่เหล็กได้กล่าวถึงสารที่มีคุณสมบัติเป็นแม่เหล็กว่า สารดังกล่าวนั้นต้องมีอนุหรือโมเลกุลภายในเรียงตัวกันอย่างมีระเบียบดังรูป และถ้าโมเลกุลเรียบตั้วเป็นระเบียบมากคุณสมบัติในการเป็นแม่เหล็กก็ย่อมมีมากด้วย แต่ถ้าโมเลกุลเรียบตัวกันน้อยคุณสมบัติของแม่เหล็กก็น้อยตามไปด้วย และถ้าโมเลกุลของสารไม่เรียบตัวกันเลยคุณสมบัติของการเป็นแม่เหล็กก็จะไม่มีดังรูป



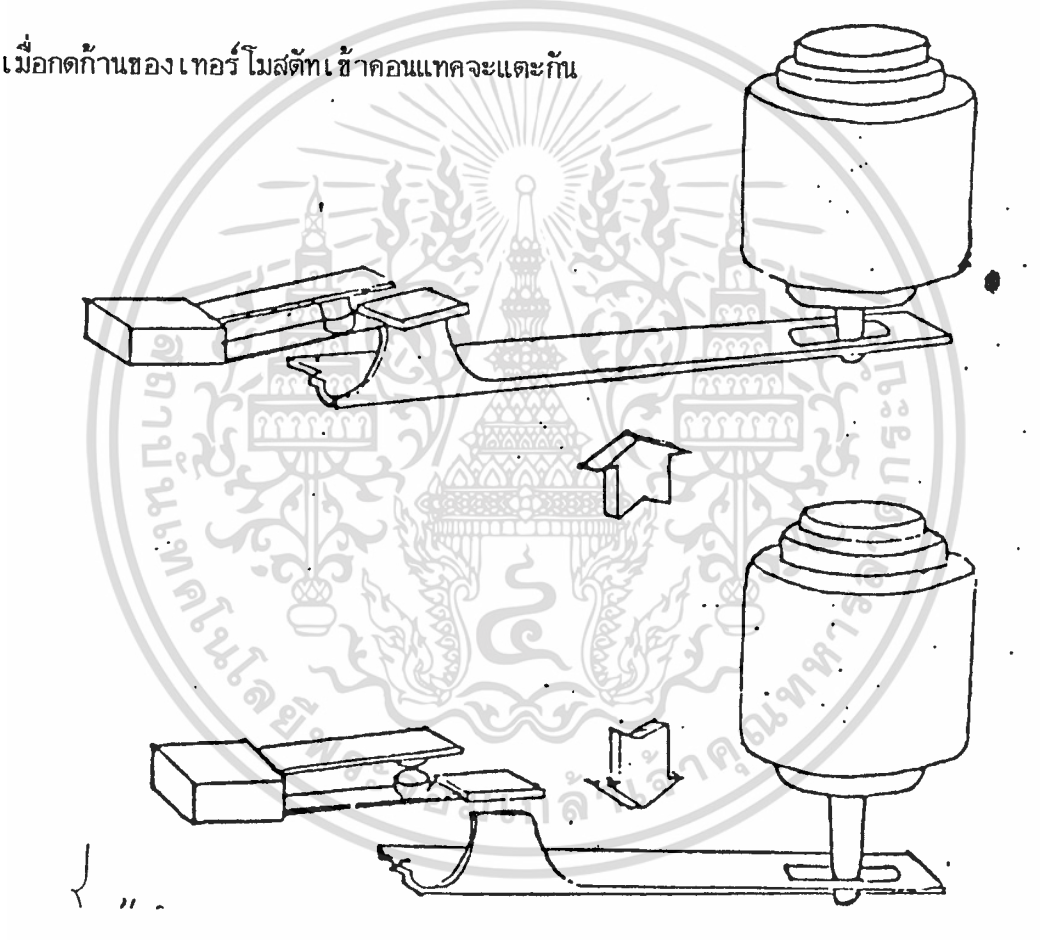
ภาพที่ 114 สารที่มีอณุภายในเรื่องตัวกันจะมีภาพเป็นแม่เหล็ก



ภาพที่ 115 สารที่อณุภายในไม่เรียงตัวกันจะไม่มีสภาพเป็นแม่เหล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากความรู้ของทฤษฎีแม่เหล็กดังที่กล่าวมาแล้ว ถ้าเรานำเอาสารที่มีคุณสมบัติเป็นแม่เหล็ก (โมเลกุลเรียงตัวกัน) และให้ความร้อนเพิ่มขึ้นไปเรื่อย ๆ โมเลกุลก็จะสั่นสะเทือนและพร้อมกันนั้น คุณสมบัติในการเป็นแม่เหล็กก็จะลดลงไปเรื่อย ๆ จนถึงจุดคลายสภาพแม่เหล็ก (โมเลกุลจะสั่นมากจนมิอาจจะเรียบตัวอยู่ในสภาพเดิมได้) ซึ่งก็หมายถึงการหมดสภาพของความเป็นแม่เหล็กนั่นเอง แต่ถ้าเราให้ความร้อนกับสารแม่เหล็กโดยไม่ให้เกิดจุดคลายสภาพแม่เหล็ก และปล่อยให้สารแม่เหล็กดังกล่าวเย็นตัวลงสารแม่เหล็กที่ได้รับความร้อนก็ยังคงมีสภาพของความเป็นแม่เหล็กได้เช่นเดิม

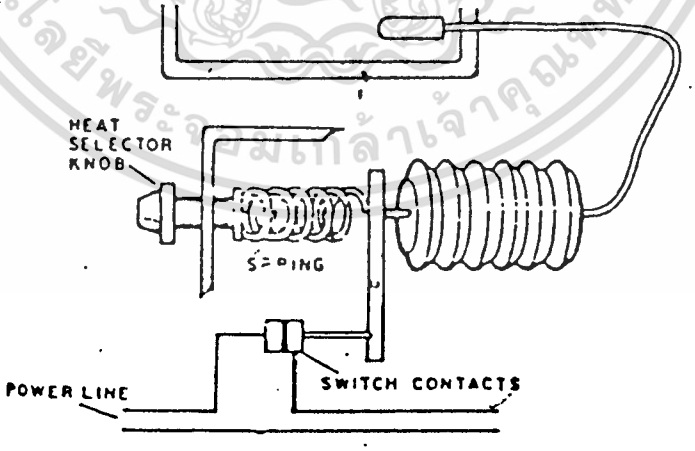


ภาพที่ 116 เทอร์โมสตัทจะยันคอนแทคให้แยกเมื่อได้รับความร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูป 116 เป็นตัวอย่างการนำเทอร์โมสตัทชนิดนี้เพื่อใช้งานโดยเมื่อใช้มือกดก้านของเทอร์โมสตัทลงจะทำให้ก้านดังกล่าวยุบและถูกดูดติดลงไปเพราะอำนาจแม่เหล็กภายใน แต่เมื่อนำเทอร์โมสตัทไปได้ความร้อน สนามแม่เหล็กภายในก็จะอ่อนกำลังลงไปเรื่อย ๆ ตามความร้อนที่ได้รับ จนกระทั่งสนามแม่เหล็กดังกล่าวอ่อนมากจนไม่สามารจะดูดก้านบังคับของตัวมันเองได้ ก้านบังคับดังกล่าวก็จะถูกสปริงภายในดีดกลับออกมาอยู่ในลักษณะเดิม จากปรากฏการณ์ดังกล่าวนี้ถ้าเรานำเอาการเคลื่อนตัวของก้านบังคับของเทอร์โมสสักชนิดนี้มาบังคับการตัดต่อของคอนแทคภายในเครื่องใช้ไฟฟ้า ก็จะทำให้เราสามารถตัดกระแสไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าเมื่อความร้อนสูงถึงอุณหภูมิที่ตั้งไว้ได้

2.13.3 **เทอร์โมสตัทชนิดที่ใช้สารไว้ต่ออุณหภูมิ** เทอร์โมสตัทชนิดนี้จะมีใช้ทั้งการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ผลิตความร้อน และเครื่องใช้ไฟฟ้าที่เป็นเครื่องทำความเย็นเทอร์โมสตัทชนิดนี้จะอาศัยสารที่มีคุณสมบัติต่ออุณหภูมิเช่น แอลกอฮอร์,แอมโมเนียและฟรีออน เป็นตัวบังคับให้เทอร์โมสตัททำงานได้ กล่าวคือ เมื่อเรานำเทอร์โมสตัทชนิดนี้มาให้ความร้อนที่ปลายกระเปาะดังรูป 117 จะทำให้สารที่อยู่ภายในกระเปาะและภายในที่อุณหภูมิมเกิดขยายตัวและการขยายตัวที่เกิดขึ้นนี้จะทำให้เกิด แรงดันซึ่งแรงดันดังกล่าวนี้ก็จะผลักดันเบลไล (Bello) ให้เคลื่อนที่และการเคลื่อนตัวของเบลโลนี้เราก็สามารถนำไปบังคับหรือควบคุมคอนแทค ให้ตัดกระแสไฟฟ้าไม่ได้ไอผ่านเครื่องใช้ไฟฟ้าเมื่อความร้อนของเครื่องใช้ไฟฟ้าดังกล่าวถึงจุดที่ตั้งไว้

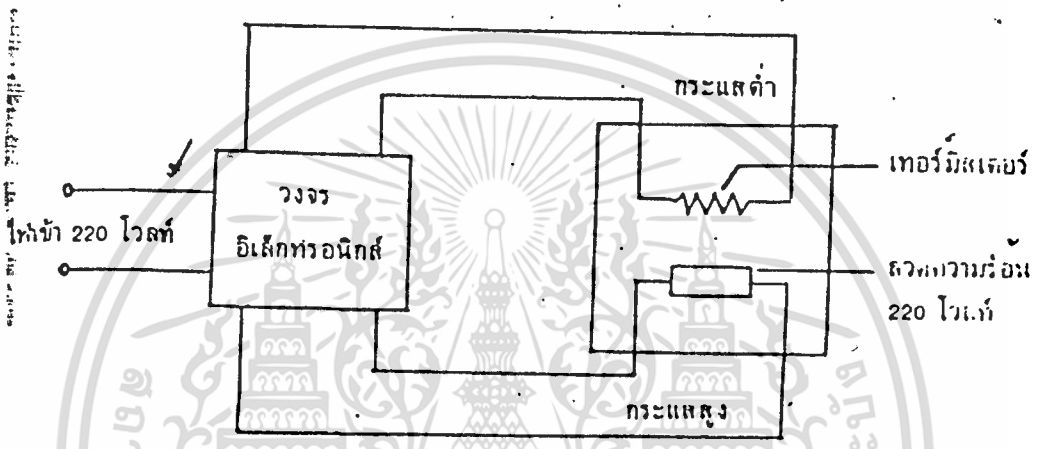


ภาพที่ 117 เทอร์โมสตัทชนิดที่ใช้สารไว้ต่ออุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

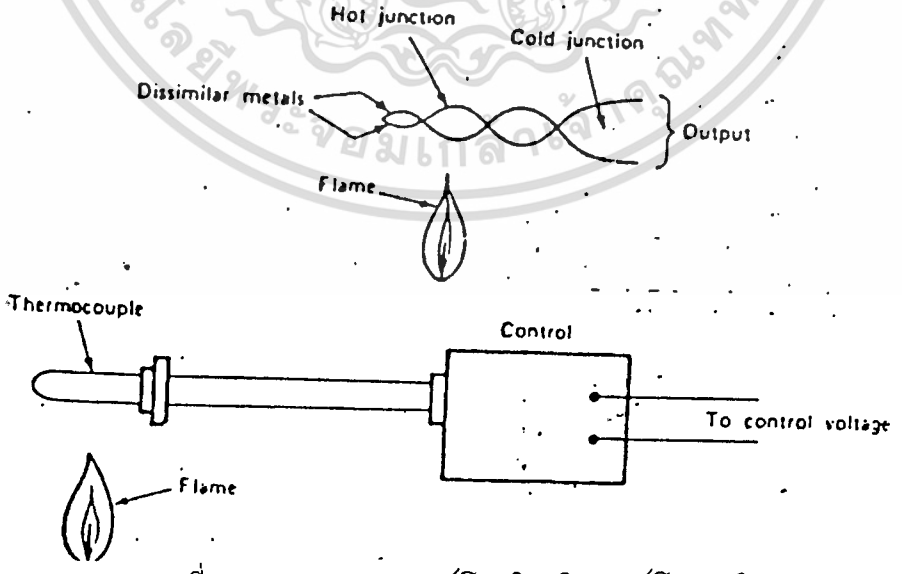
2.13.4 เทอร์โมสตัทชนิดใช้เทอร์มิสเตอร์ (Thermister)

เทอร์มิสเตอร์ (Thermister) เป็นอุปกรณ์ทางอีเลคโทนิคที่มีคุณสมบัติสามารถเปลี่ยนแปลงความต้านทานของตัวมันเองได้เมื่ออุณหภูมิหรือความร้อนเปลี่ยนแปลง ซึ่งการเปลี่ยนแปลงลักษณะนี้เราสามารถทำการป้อนให้กับวงจรอีเลคโทนิคเพื่อให้วงจรดังกล่าวตัดกระแสไฟฟ้าไม่ให้ไหลผ่านเครื่องใช้ไฟฟ้าเมื่ออุณหภูมิสูงถึงจุดที่ตั้งไว้ได้ ดังรูป 118



ภาพที่ 118 วงจรการทำงานของเทอร์มิสเตอร์

2.13.5 เทอร์โมสตัทชนิดเทอร์โมคัปเปิล(Thermocouple)

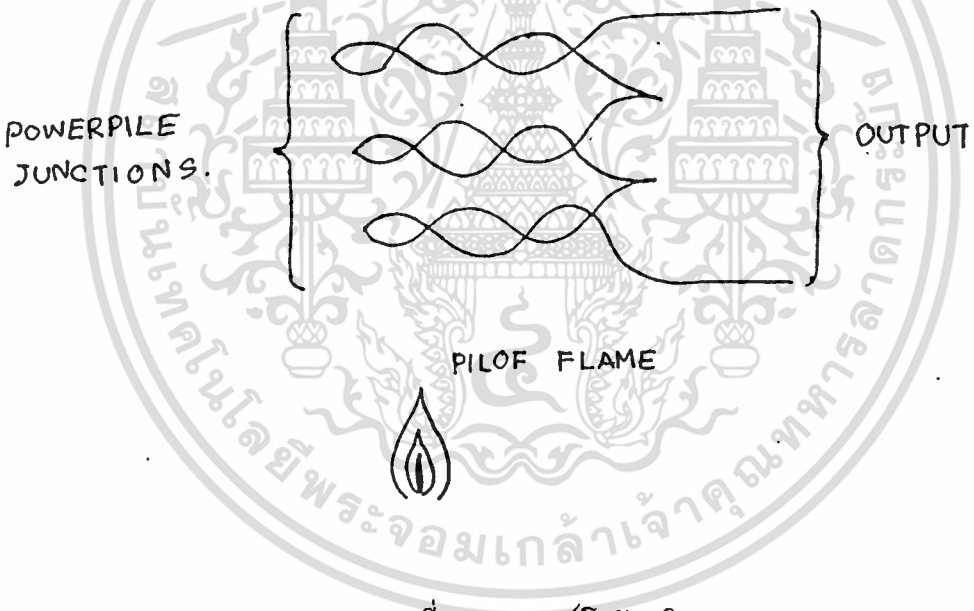


ภาพที่ 119 ภาพแสดงเทอร์โมสตัทชนิดเทอร์โมคัปเปิล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เทอร์โมคัมเปิล หมายถึงการนำเอาลวดโลหะ 2 ชนิด พันต่อกันแน่น และเมื่อจุดต่อของโลหะทั้งสองได้รับความร้อนจะเป็นผลทำให้ปลายของลวดโลหะมีแรงดันไฟฟ้าเกิดขึ้นมาได้ ซึ่งการเกิดขึ้นของแรงดันไฟฟ้าดังกล่าว เราก็นำสามารถไปจ่ายให้กับวงจรอีเลคโทรนิค เพื่อไปควบคุมกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านเครื่องใช้ไฟฟ้าต่อไป

สำหรับลวดโลหะที่ใช้มักจะใช้ลวดเหล็กกับลวดทองแดง เพราะลวดทั้งสองชนิดนี้เมื่อนำมาต่อเข้าด้วยกัน และได้รับความร้อนจะสามารถให้แรงดันไฟฟ้ามากกว่าโลหะชนิดอื่น และเมื่อต้องการแรงดันไฟฟ้าที่สูงขึ้น ก็สามารถต่อเทอร์โมคตัมเปิลกันแบบอันดับได้ดังรูป



ภาพที่ 120 เทอร์โมคัมเปิล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

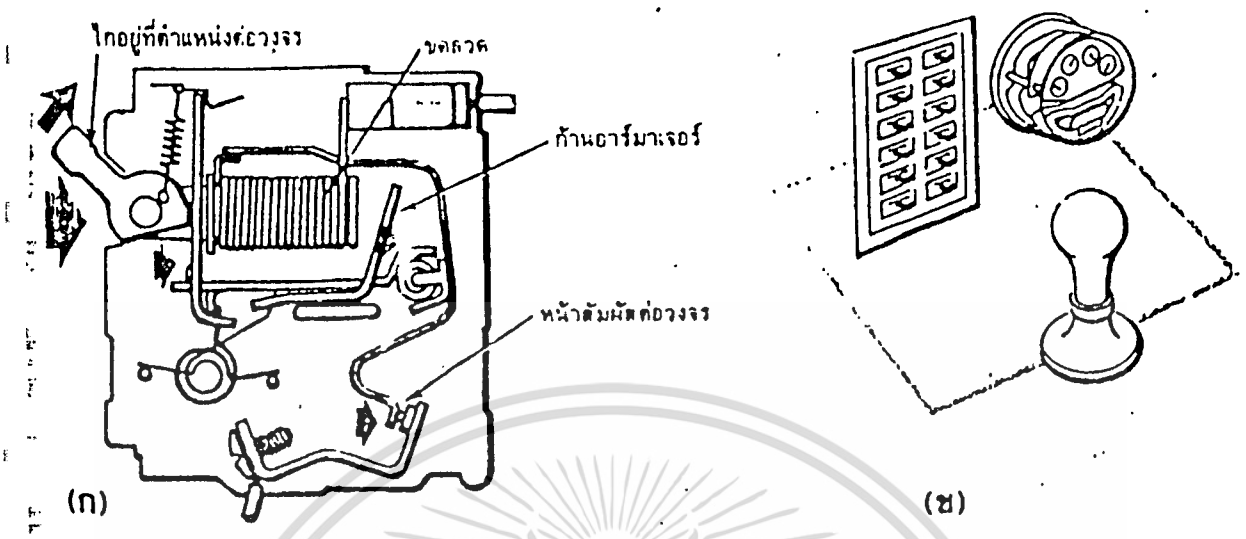
2.13.6 สวิตช์ตัดวงจรอัตโนมัติ

สวิตช์ตัดวงจรอัตโนมัติทำงานเหมือนกับฟิวส์ โดยจะติดตั้งอยู่ร่วมในวงจรไฟฟ้าเพื่อทำหน้าที่ตัดวงจรเมื่อมีกระแสไฟฟ้าในวงจรจำนวนมากเกินไปจนอาจจะก่อให้เกิดอันตราย ข้อแตกต่างจากฟิวส์ ก็คือเมื่อสวิตช์ตัดวงจรทำงานตัดวงจรไปแล้ว หากต้องการต่อวงจรใหม่หลังจากตรวจสอบซ่อมแซมสิ่งผิดปกติในวงจรแล้ว ก็สามารถทำได้ง่าย ๆ โดยเพียงแต่ไขกไกที่ตัวสวิตช์ให้กลับไปอยู่ที่ตำแหน่งเปิดทำงานเท่านั้น ซึ่งต่างจากฟิวส์ที่ต้องเปลี่ยนใหม่ทั้งตัว นอกจากนี้การแก้ไขดัดแปลงเพื่อให้สวิตช์ตัดวงจรทำงานรับกระแสไฟฟ้าที่มากกว่าขีดจำกัดของมัน ก็ไม่อาจกระทำได้ ซึ่งให้ผลดีในการที่จะต้องเลือกใช้ขนาดของสวิตช์ตัดวงจรที่เหมาะสมสำหรับแต่ละกรณีโดยไม่มีการปะปนกันในสวิตช์ตัดวงจรแบบเก่านั้น การตัดวงจรจะอาศัยการโก่งงอตัวของแถบโลหะต่าง ๆ ชนิดที่เชื่อมติดอยู่ด้วยกัน การโก่งงอนี้เป็นผลมาจากความร้อนที่เกิดขึ้นเมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวมันมากเกินขีดจำกัด ทำให้แถบโลหะชนิดหนึ่ง สำหรับสวิตช์ตัดวงจรในปัจจุบันมีการทำงานตัดวงจรด้วยวิธีการ 2 อย่างร่วมกันคือโดยอาศัยความร้อนและอำาจแม่เหล็กหรือใช้ขดลวดแม่เหล็กซึ่งมีลูกเลื่อน หรือแกนกลางที่ถูกหน่วงเวลาการเคลื่อนที่ด้วยผลของความเสียดทานของของไหลนอกจากนั้น ยังมีการออกแบบให้สามารถทำงานรับกระแสไฟฟ้าเกินขีดจำกัดได้ชั่วคราวในช่วงเวลาหนึ่งโดยยังไม่ตัดวงจรแต่ถ้าสภาวะกระแสไฟฟ้าเกินขีดจำกัดยังคงดำเนินต่อไปแล้วมันก็จะทำการตัดวงจรทันที หรือถ้าในกรณีของการเกิดไฟฟ้าลัดวงจร มันจะทำการตัดวงจรภายในเวลา 1 ใน100 ของวินาทีเท่านั้น (รูป ก.)

รูปที่ 121 ตู้แผงวงจรรวม ซึ่งมีการใช้สวิตช์ตัดวงจรอัตโนมัติ ต่อร่วมไว้ในวงจรแยกแต่ละวงจร เพื่อป้องกันกระแสในวงจรแยกมิให้สูงเกินขีดจำกัด ซึ่งถ้าดูแผงหน้าของตู้แผงวงจรรวมแล้วก็เหมือน กับมีสวิตช์ไฟฟ้าอยู่มากมายหลายตัวนั่นเอง

รูปที่ 122 แสดงการทำงานของ สวิตชตัดวงจรอัตโนมัต ด้วยอำนาจแม่เหล็กซึ่งมีช่วงหน่วยเวลาโดยอาศัยผลของความเสียดทานของของไหลรูปที่ 121 ขณะเมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลในขดลวดที่พันอยู่โดยรอบหลอดที่มีของไหลบรรจุอยู่ภายในตราบ เท่าที่กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านขดลวดยังมีค่าน้อยกว่าค่าขีดจำกัดที่กำหนดไว้แรงดึงของ อำนาจแม่เหล็กจากสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นรอบขดลวงดก็จะมีค่าไม่มากพอที่จะเอาชนะแรงผลักของสปริงที่ทมีต่อลูฏเลื่อน(หรือแกนกลาง)ได้ ผลก็คือลูกเลื่อนจะหยุดอยู่กับที่ส่วนรูปที่ 122

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 121 ส่วนประกอบภายในของสวิตช์ตัดวงจรอัตโนมัติ (ก)และตู้แผงวงจรรวม(ข)



(ก) ลูกเลื่อนเคลื่อนเข้า (ข) สนามแม่เหล็กกำลังเพิ่มขึ้น

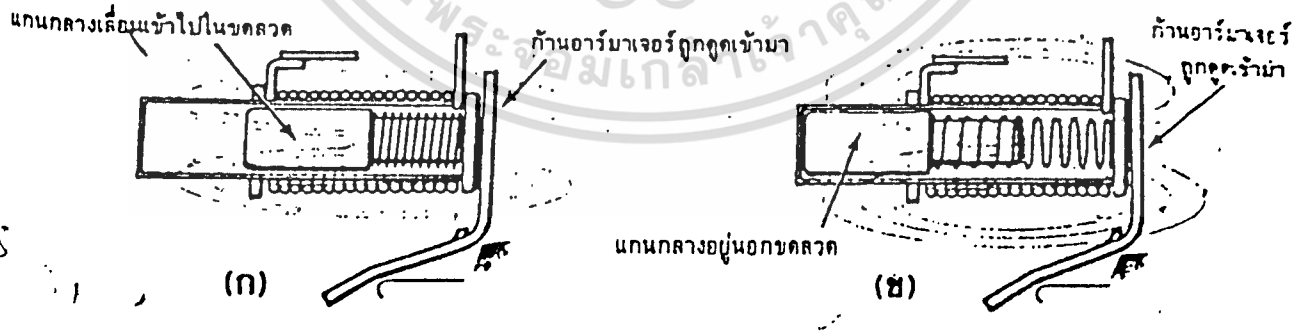
เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลในขดลวด(ก) และเมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านเกินจำกัด (ข)

ภาพที่ 122 แสดงการไหลผ่านขดลวดของกระแสไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

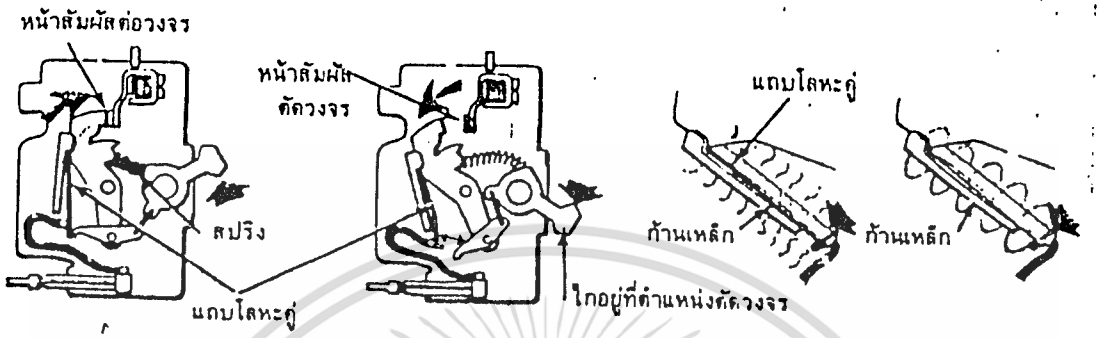
เป็นกรณีเมื่อกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านขดลวดมีค่าเกินขีดจำกัด ดังเช่น ในช่วงเริ่มต้นเดิมให้ มอเตอร์ไฟฟ้าทำงานจากสภาวะหยุดนิ่งเป็นต้น ในลักษณะนี้สนามแม่เหล็กจะเข้มขึ้นจนสามารถออกแรงชนะแรงต้านของสปริงได้ มีผลให้ลูกเลื่อนค่อย ๆ เคลื่อนตัวงไปทางขวาช้า ๆ ทั้งนี้เพราะมีแรงต้านจากสปริงสูงขึ้นเรื่อย ๆในขณะที่ลูกเลื่อนเคลื่อตัวไป ทางขวาอีกทั้งยังมีแรงต้านอันเกิดจากแรงเสียดทานและแรงดันตรงที่ของไหลภายในหลอดกระทำต่อลูกเลื่อน ขณะเดียวกันนั้นมอเตอร์ก็จะหมุนเร็วขึ้น ซึ่งตามคุณสมบัติของมอเตอร์ไฟฟ้าก็จะใช้กระแสไฟฟ้าน้อยลงกว่าเมื่อเริ่มต้นมาก สนามแม่เหล็กกกกกิงอ่อนลงจนแพ้แรงดันของสปริงทำให้ลูกเลื่อนถูกสปริงดันกลับมาอยู่ทางซ้ายมือสุดเหมือนเดิม

ภาพที่ 123 เมื่อมีกระแสไฟฟ้าเกินขีดจำกัด ที่กำหนดไว้ไหลผ่านขดลวดเป็นเวลานานเกินกว่าช่วงหน่วงเวลา ดังเช่นกรณีที่มอเตอร์ออกแรงบิดรับภาระเกินกว่ากำลังกำหนดของมัน หรือในกรณี ที่มีกระแสไฟฟ้าจำนวนสูงมากพอที่จะทำให้เกิดแรงดึงของอำนาจแม่เหล็กมากจนเอาชนะแรงต้านทานของทั้งสปริงและของไหล ลูกเลื่อนก็จะเลื่อนตัวเข้ามาอยู่ภายในขดลวงให้ยิ่งสูงขึ้นมาก ผลคือ มันจะดูดเอาก้านอาร์มาเจอร์เข้ามา กำไกกระเดืองต่าง ๆ ที่ต่ออยู่กับก้านอาร์มาเจอร์จะเคลื่อนตัวไปบังคับ ให้หน้าสัมผัสยกตัวขึ้น ตัดวงจรทันทีส่วนรูปที่ 123



ภาพที่ 123 เมื่อมีกระแสไฟฟ้าเกินขีดจำกัดที่กำหนดไว้นานเกินช่วงหน่วยเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



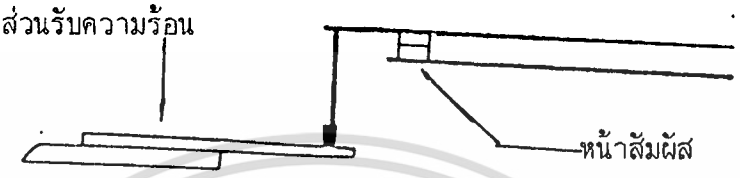
ภาพที่ 124 สวิตช์ตัดวงจรอัตโนมัติชนิดทำงานทั้งด้วยความร้อนและอำนาจแม่เหล็ก

ภาพที่ 124 เป็นสวิตช์ตัดวงจรอัตโนมัติชนิดที่ทำงานทั้งด้วยความร้อนและด้วยอำนาจแม่เหล็กสวิตช์ตัดวงจรอัตโนมัติแบบนี้จะมีชิ้นก้านเหล็กยึดติดแนบไว้กับแถบโลหะคู่ในกรณีที่มีกระแสเกินขีดจำกัด ไหลผ่านสวิตช์เป็นเวลานานเกินกว่าช่วงเวลาที่ยอมให้ได้แล้ว ความร้อนที่เกิดขึ้นจะทำให้แถบโลหะคู่โก่งงอ (เนื่องจากโลหะทั้ง 2 ขยายตัวไม่เท่ากัน) ปลดกระเดื่องล็อคให้เป็นอิสระอันมีผลทำให้หน้าสัมผัสแยกตัวออกจากกันเป็นการตัดวงจร อีกทั้งยังมีผลทำให้ไกโยกพับลงไปอยู่ที่ตำแหน่งตัดวงจรด้วย ส่วนในกรณีที่มีกระแสจำนวนมากไหลผ่านตัวมันหรือในกรณีเกิดการลัดวงจรนั้นกระแสจำนวนมากดังกล่าวจะก่อให้เกิดสนามแม่เหล็กความเข้มสูงมากอยู่โดยรอบแถบโลหะคู่ซึ่งจะเหนี่ยวนำให้ก้านเหล็กที่แนบชิดอยู่กับแถบโลหะคู่ถูกดูดด้วยก้านเหล็กเกิดการโก่งงออย่างรวดเร็วปลดกระเดื่องล็อคให้เป็นอิสระในทันที ดังนั้นในกรณีนี้หน้าสัมผัสจะแยกตัวออกจากกันเป็นการตัดวงจรในทันทีทันใดโดยไม่มีช่วงหน่วงเวลาเหมือนกรณีที่พบโลหะคู่ค่อยๆ โก่งงอด้วยผลจากความร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชุดควบคุมความร้อน

ชุดควบคุมความร้อน หรือเทอร์โมสตัท เป็นอุปกรณ์สำหรับควบคุมความร้อนให้คงที่ หรือควบคุมความร้อนไม่ให้สูงหรือต่ำจนเกินที่กำหนดไว้ ชุดความร้อนมีส่วนประกอบอยู่ 2 ส่วนคือ ส่วนรับความร้อน กับส่วนหน้าสัมผัสตามรูปที่ 125



ภาพที่ 125 ชุดควบคุมความร้อน

ส่วนหน้าสัมผัสเป็นส่วนที่ใช้ตัดต่อวงจรไฟฟ้าให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่าน

ส่วนรับความร้อนเป็นส่วนที่ใช้แยกหน้าสัมผัสหรือต่อหน้าสัมผัส

ส่วนรับความร้อนมี 2 แบบ คือ แบบไบเม็ททอล (Bimetal) และแบบแม่เหล็ก

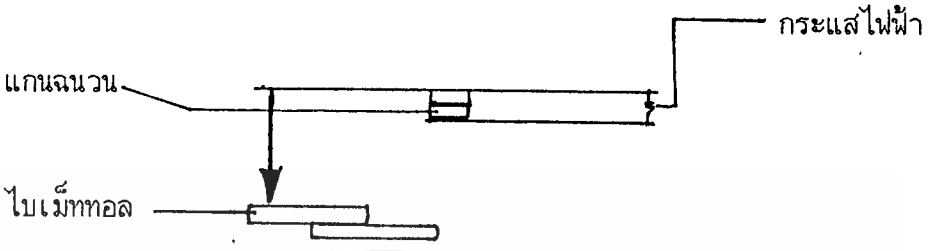
แบบไบเม็ททอล จะอาศัยคุณสมบัติการขยายตัวของโลหะที่ไม่เท่ากันมาประกบติดกัน เมื่อโลหะทั้ง 2 ชนิดได้รับความร้อนจะขยายตัว แต่เนื่องจากอัตราการขยายตัวไม่เท่ากัน จึงทำให้เกิดการโค้งงอ ตามรูปที่ 126



ภาพที่ 126 รูปแบบของ ไบ-เมทอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นการทำงานของชุดควบคุมความร้อนแบบไบเม็ททอลจึงอธิบายได้ตามรูปที่ 126 และ 127

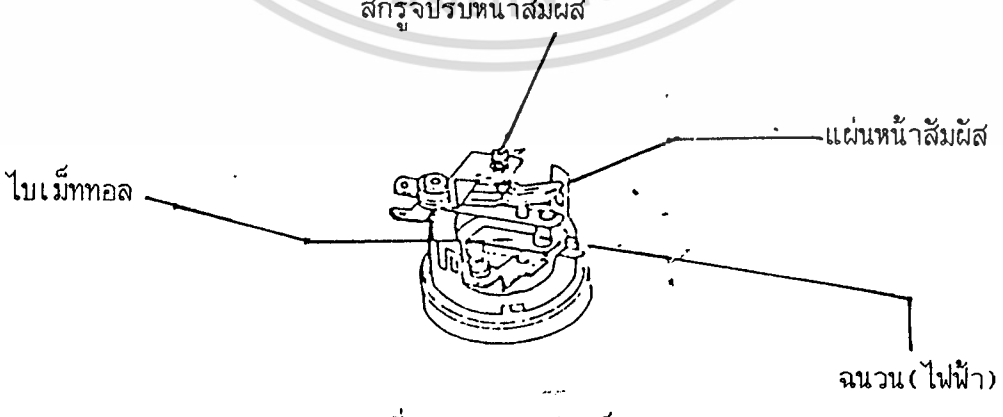


ภาพที่ 127 การทำงานของไบเม็ททอล

เพราะความนิยมแพร่หลายของหม้อหุงข้าวไฟฟ้านี่เอง จึงมีหลายบริษัทที่ผลิตขึ้นมาจำหน่าย ดังนั้นแต่ละยี่ห้อจึงแตกต่างกันทั้ง โครงสร้างและการทำงานแต่ส่วนใหญ่แล้วจะคล้ายคลึงกัน ถ้าเข้าใจการทำงานพื้นฐานของหม้อหุงข้าวไฟฟ้าแล้ว ไม่ว่าจะเป็นยี่ห้อใดก็สามารถที่จะซ่อมได้โดยไม่ยาก

จุดสำคัญของหม้อหุงข้าวไฟฟ้า คือ ระบบคควบคุมความร้อนในการหุงข้าว ซึ่งปัจจุบันมี 2 ระบบคือ

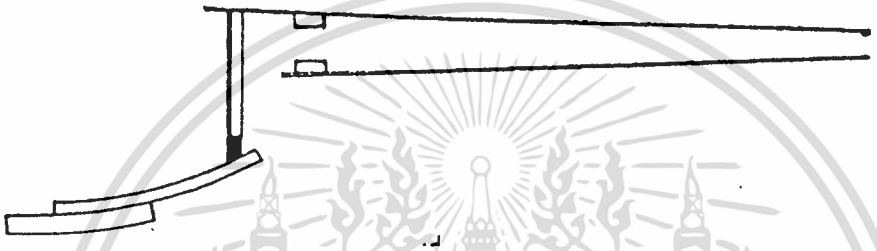
1. **ระบบไบเม็ททอล** เป็นการควบคุมความร้อนที่ใช้ไบเม็ททอลไปตัดต่อหน้าสัมผัสซึ่งเป็นทางผ่านของกระแสไฟฟ้าเข้าในลวดความร้อน ตามรูปที่ 128



ภาพที่ 128 ระบบไบเม็ททอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ระบบใช้คุณสมบัติของแม่เหล็กถาวรร่วมกับไบเม็ททอล (สวิทช์แม่เหล็ก) เป็นระบบที่ใช้ไบเม็ททอลรูปจานวงกลมงอตัวไปดันก้านเหล็กซึ่งมีสปริงยุบตัว โดยอาศัยแรงดูดของแม่เหล็ก ทำให้แรงดันสปริงเอาชนะแรงดูดของแม่เหล็กดีดก้านเหล็กไปตัดกลไกไฟฟ้าอีกทีตามรูปที่ 128 และรูปที่ 129

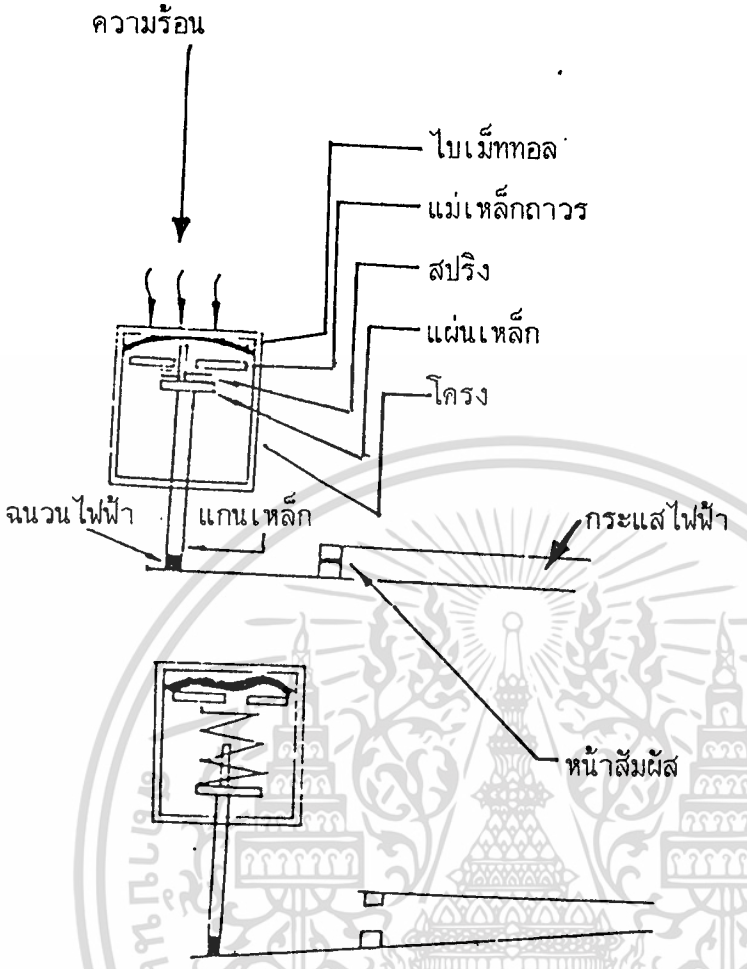


ภาพที่ 129 สวิทช์แม่เหล็ก

กระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านหน้าสัมผัสไปยังลวดความร้อน ตามรูปที่ 129 เมื่อลวดความร้อนร้อน จะทำให้ไบเม็ททอลร้อน เพราะไบเม็ททอลจะวางไว้ใกล้ ๆ ลวดความร้อน เมื่อร้อนมากจะทำให้ไบเม็ททอลงอขึ้นตามคุณสมบัติการขยายตัวไม่เท่ากัน จะไปดันแกนฉนวนซึ่งทำด้วยวัสดุทนความร้อน เช่นกระเบื้องซึ่งอยู่ติดกับไบเม็ททอลทำให้หน้าสัมผัสแยกออกจากกันตามรูปที่ 129 กระแสไฟฟ้า ก็จะไหลผ่านหน้าสัมผัสไม่ได้ความร้อนของเครื่องใช้ไฟฟ้าก็จะลดลง และพอความร้อนลดลง ไบเม็ททอลก็จะหดตัวกลับสภาพเดิมทำให้หน้าสัมผัสกลับมาแตะกันอีกกระแสไฟฟ้าก็สามารถผ่านได้ใหม่ จึงเป็นการควบคุมความร้อนให้คงที่ได้.

ส่วนรับความร้อนอีกแบบหนึ่ง คือ แบบใช้แม่เหล็กถาวรร่วมกับไบเม็ททอลจะใช้มากในหม้อหุงข้าวไฟฟ้าตามรูปที่ 130

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

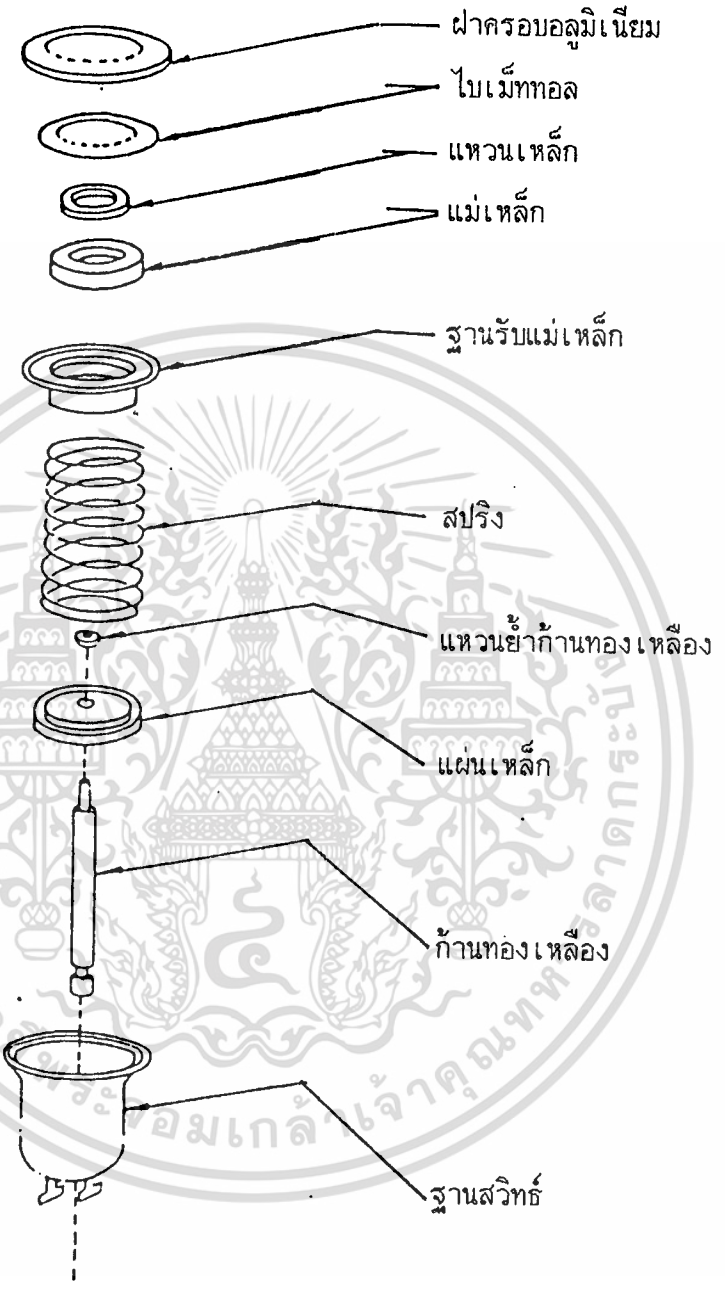


ภาพที่ 130 สวิทช์แบบไบเม็ททอล

แม่เหล็กถาวรจะดูดแผ่นเหล็กไว้ ทำให้หน้าสัมผัสแตะกัน กระแสไฟฟ้าสามารถไหลผ่านหน้าสัมผัสไปยังลวดความร้อนได้ ความร้อนจะทำให้ไบเม็ททอลขยายตัว แต่เนื่องจากอยู่ระหว่างแม่เหล็กถาวรและแผ่นเหล็กก็จะมีแรงชนะแรงแม่เหล็ก ผลักให้แกนเหล็กลงมาข้างล่าง แกนเหล็กนี้ก็จะไปแยกหน้าสัมผัสให้ห่างออกจากกัน กระแสไฟฟ้าผ่านไม่ได้ จึงเป็นการควบคุมความร้อนอีกแบบหนึ่ง

ระหว่างแกนเหล็กกับหน้าสัมผัสจะมีฉนวนไฟฟ้าซึ่งอาจจะเป็นไฟเบอร์หรือเบเกอร์ไลท์กั้นอยู่ เพื่อไม่ให้ไฟรั่วไปที่ชุดควบคุมความร้อนซึ่งต่อกับโครงเครื่องใช้ไฟฟ้า

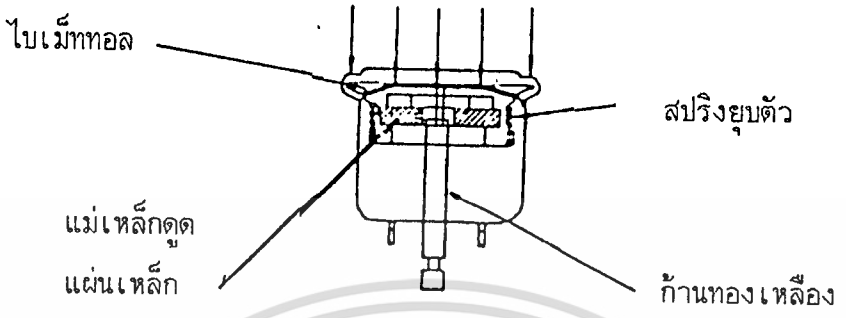
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 131 แสดงส่วนประกอบของสวิทช์แม่เหล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความร้อน



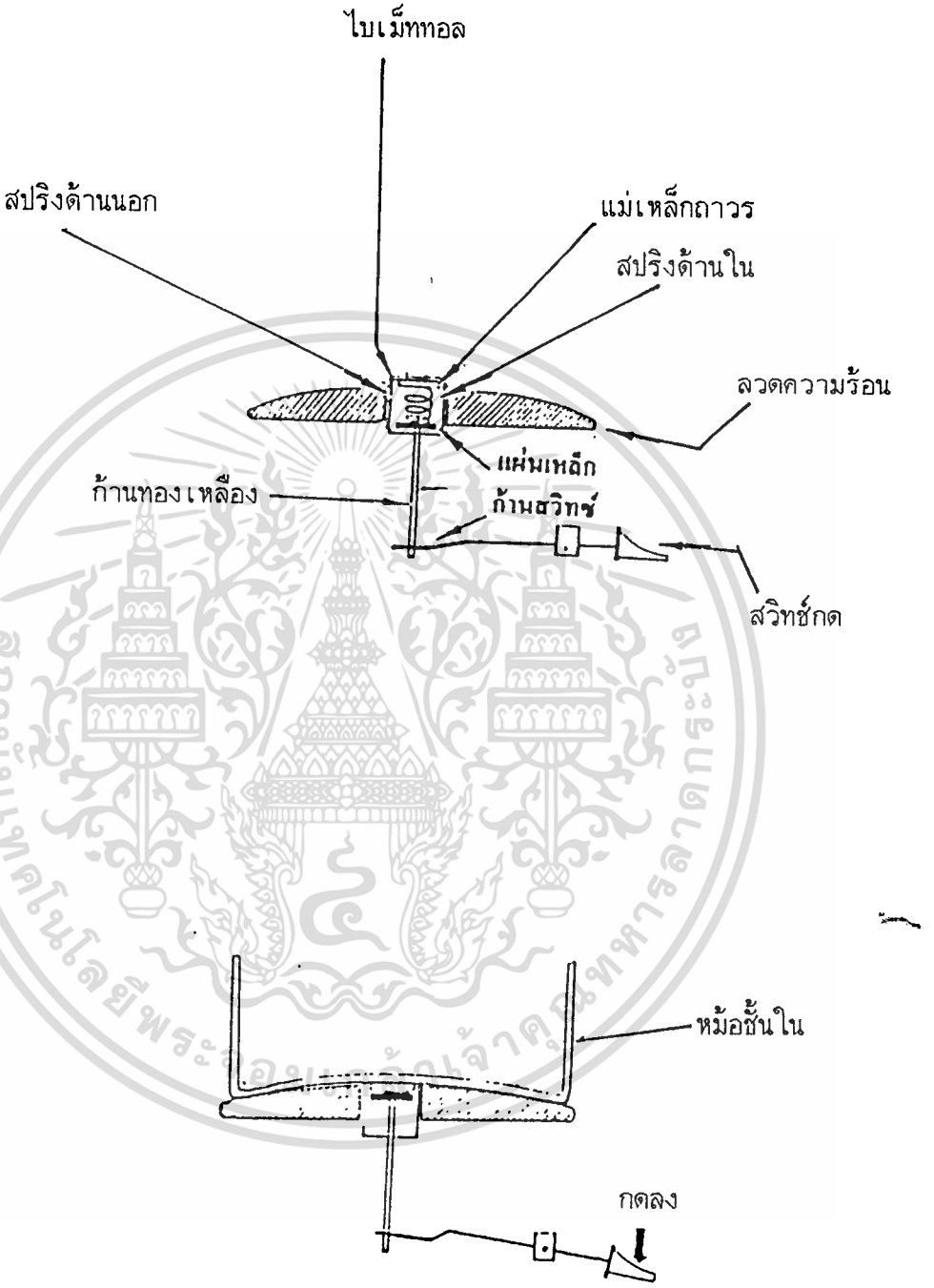
ภาพที่ 132 เมื่อสวิทช์ของหม้อหุงข้าว จะทำให้ก้านทองเหลืองถูกกันขึ้นไปพร้อมกับแผ่นเหล็ก แม่เหล็กจะดูดแผ่นเหล็กเอาไว้ ขณะเดียวกันความร้อนจากหม้อหุงข้าวจะถ่ายเทให้กับไบเม็ททอล



ภาพที่ 133 เมื่อไบเม็ททอลร้อนมากขึ้น จะงอตัวลงไปดันก้านทองเหลือง ทำให้สปริงเอาชนะแรงดูดของแม่เหล็กดันให้ผ่านเหล็กและก้านทองเหลืองหลุดลงมาและก้านทองเหลืองนี้ก็จะไปตัดกลไกไฟฟ้าอีกทีหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานของชุดควบคุมความร้อน

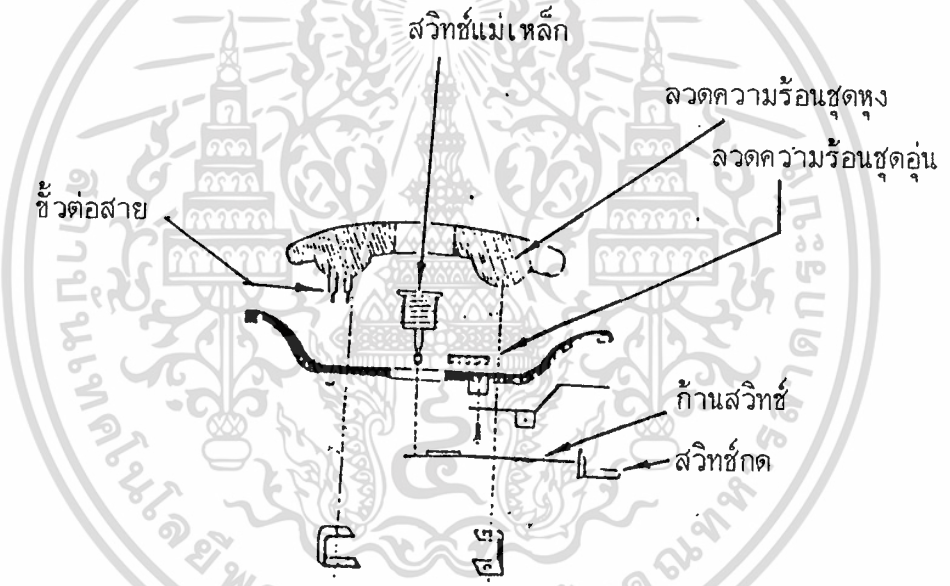


ภาพที่ 134 การควบคุมความร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สวิทช์แม่เหล็กปกติจะโผล่พ้นลวดความร้อนออกมาเล็กน้อย เนื่องจากถูกดันด้วยสปริงด้านนอกของสวิทช์แม่เหล็ก ตามรูปที่ 134 ดังนั้นถ้าหากยังไม่ตั้งหม้อชั้นในลงบนลวดความร้อน ถ้าไปกดสวิทช์ แม่เหล็กและแผ่นเหล็กจะอยู่ห่างกันมาก จนแม่เหล็กดูดแผ่นเหล็กไม่ได้ เมื่อปล่อยสวิทช์สปริงด้านในก็จะดันแผ่นเหล็กลงมา ดังนั้นหม้อหุงข้างจึงไม่ทำถ้าไม่มีหม้อชั้นในวางอยู่บนลวดความร้อน

เมื่อตั้งหม้อชั้นในลงบนลวดความร้อนตามรูปที่ 135 หม้อชั้นในจะทับสวิทช์แม่เหล็กทำให้สวิทช์แม่เหล็กเลื่อนลงมาอยู่ในระดับเสมอกับความร้อน เมื่อกดสวิทช์ แม่เหล็กก็จะดูดแผ่นเหล็กได้ ทำให้สวิทช์ค้างแม้จะปล่อยมือจากการกดสวิทช์



(8) (9)

ภาพที่ 135 การทำงานของชุดความร้อน

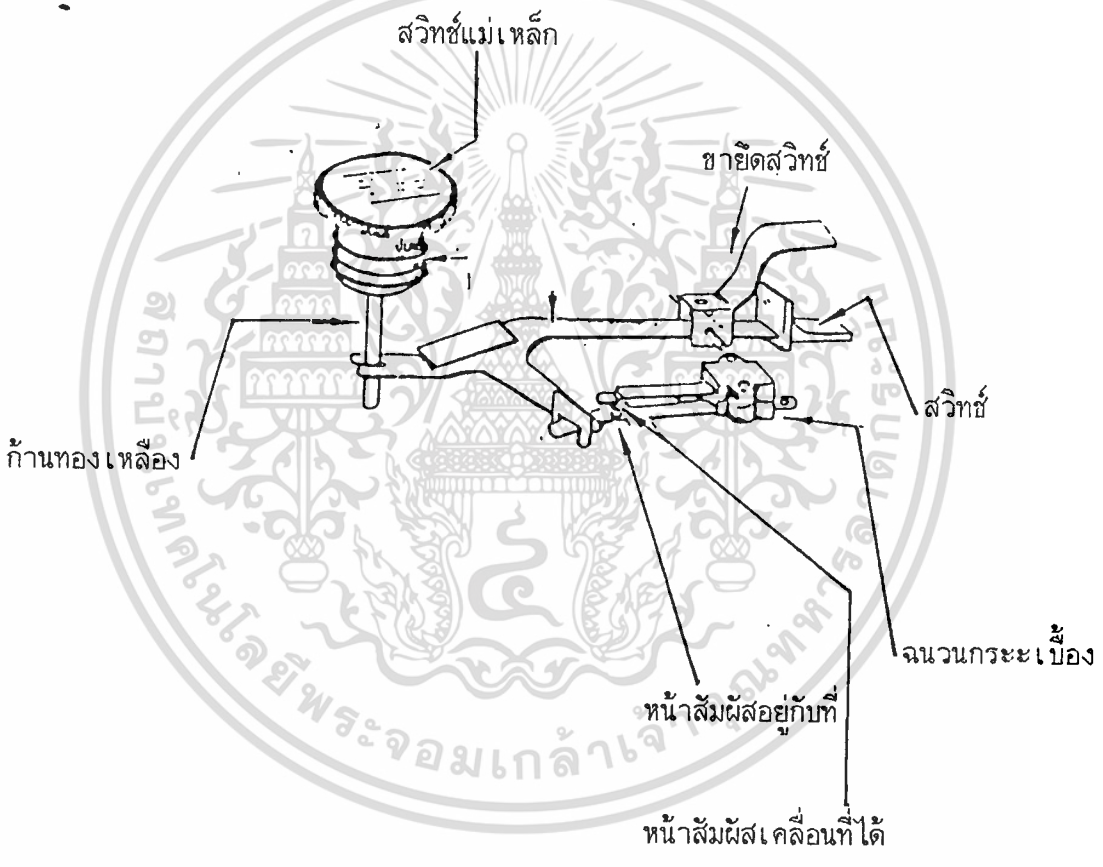
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากนั้นใช้ไขควงถอดหลักต่อสายของลวดความร้อนชุดหุง แล้วจึงถอดสกรู (8),(9) ซึ่งใช้ยึดลวดความร้อนกับฐานรอง จะสามารถถอดลวดความร้อนชุดหุงออกมาได้

ส่วนการถอดสวิทช์แม่เหล็กให้ถอดสกรูที่ใช้ยึดก้านสวิทช์ติดกับฐานรองออกแล้วเลื่อนก้านสวิทช์ออกมาจากแกนเหล็กของสวิทช์แม่เหล็ก ก็จะดึงสวิทช์แม่เหล็กออกมาได้

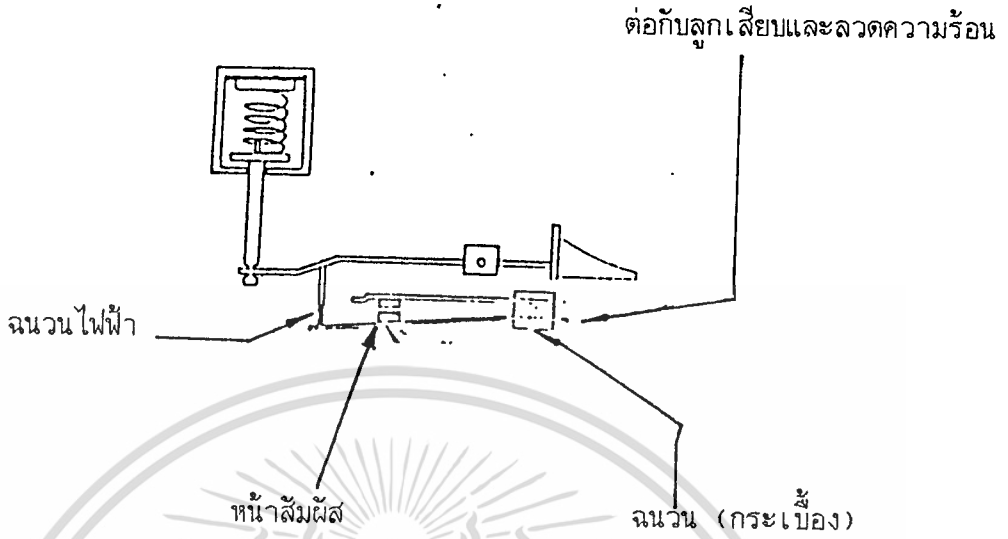
ชุดควบคุมความร้อนของหม้อหุงข้าวไฟฟ้า

ชุดควบคุมความร้อนของหม้อหุงข้าวรุ่นนี้ใช้ระบบสวิทช์แม่เหล็กตามรูปที่ 136

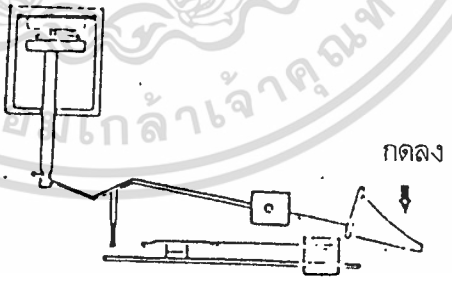


ภาพที่ 136 แสดงรายละเอียดของชุดควบคุมความร้อนซึ่งประกอบด้วยสวิทช์แม่เหล็กและหน้าสัมผัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



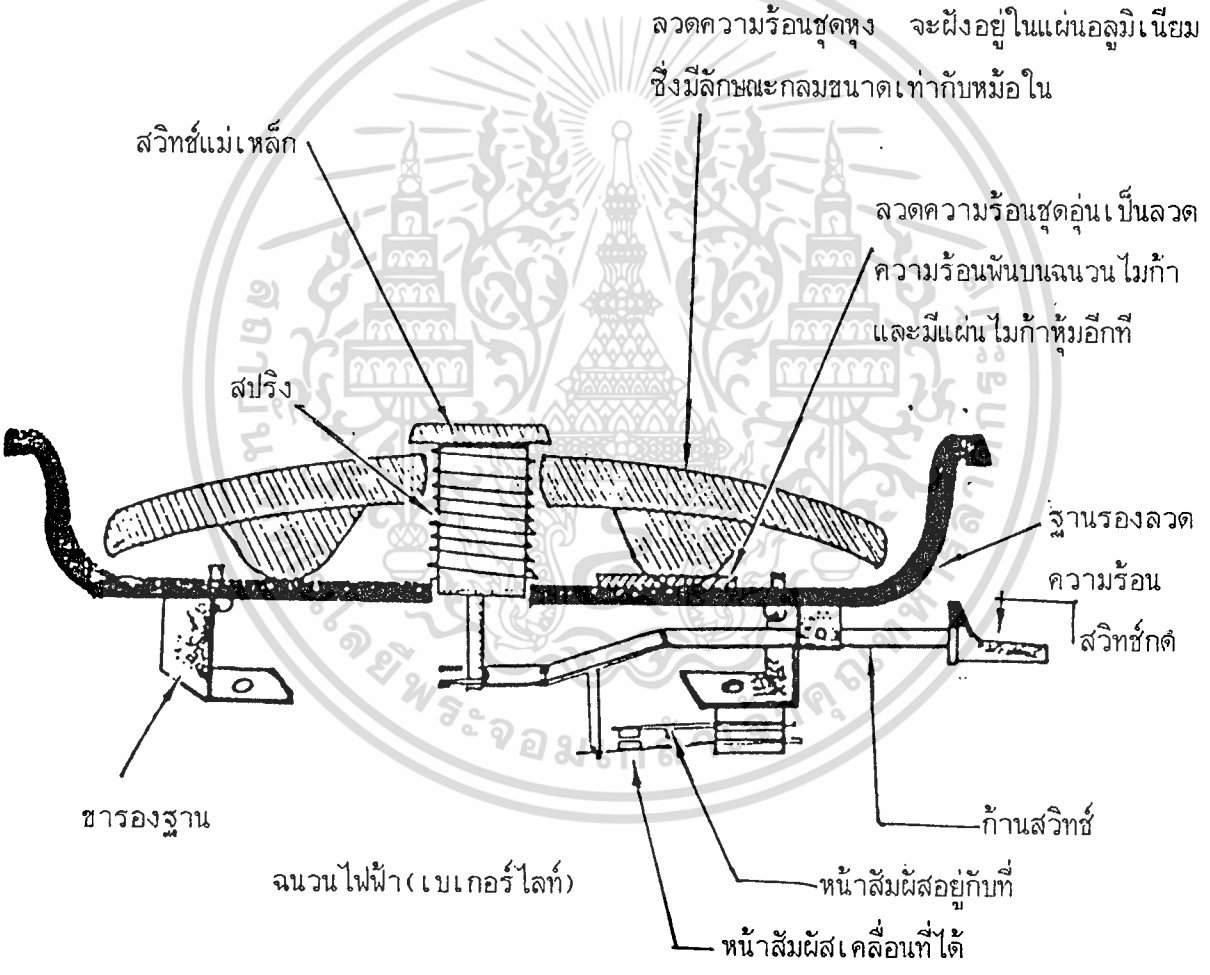
ภาพที่ 137 ยังไม่กดสวิทช์ หน้าสัมผัสแยกจากกัน



ภาพที่ 138 กดสวิทช์แล้วหน้าสัมผัสแตะกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

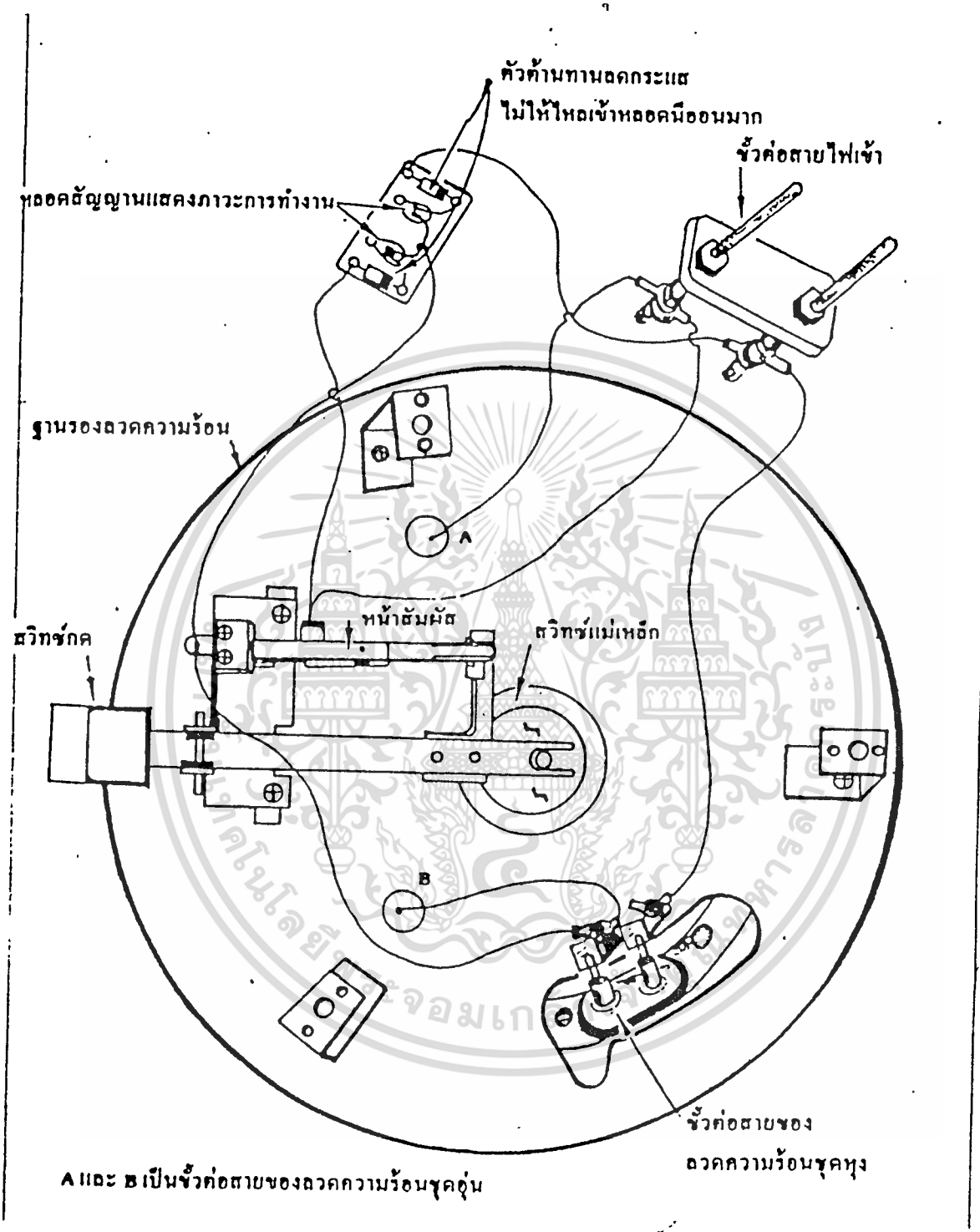
เนื่องจากก้านสวิทช์จะเป็นตัวตัดต่อหน้าสัมผัส ซึ่งเป็นทางผ่านของกระแสไฟฟ้าไปยังลวดความร้อนชุดหุงดังนั้นขณะที่ยังไม่กดสวิทช์ ก้านสวิทช์จะไปแยกหน้าสัมผัสให้ห่างจากกัน ตามรูปที่ 138 ลวดความร้อนชุดหุงก็จะยังไม่ทำงาน แต่เมื่อกดสวิทช์ ก้านสวิทช์จะถูกยกขึ้นและถูกดูดให้ค้างด้วยอำนาจแม่เหล็กของสวิทช์แม่เหล็ก หน้าสัมผัสก็จะกลับมาแตะกันตาม รูปที่ 139 (หน้าสัมผัสจะแตะกันถ้าไม่มีก้านสวิทช์มาแยกให้ห่าง) ทำให้กระแสไฟฟ้าสามารถไหลผ่านหน้าสัมผัสได้ ลวดความร้อนชุดหุงก็จะทำงาน



ภาพที่ 139 แสดงรายละเอียดด้านข้างของมาตราฐานรองลวดความร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผ่นความร้อนของหม้อหุงข้าว



เมื่อพลิกฐานรองลวดความร้อนขึ้นดู จะเห็นส่วนประกอบต่าง ๆ และวางเดินสายตามรูปที่ 140

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชั้นมูล 2.14

"วัสดุป้องกันและเก็บความร้อน"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.14 วัสดุป้องกันและเก็บความร้อน (REFRATORY)

สำหรับในวงการอุตสกหกรรมที่มีความร้อนเข้ามาเกี่ยวข้องด้วยนั้นวัสดุที่ทนความร้อนและใช้ป้องกันไม่ให้ความร้อนแผ่นออกมาภายนอกนั้นจึงเป็นสิ่งที่สำคัญมากดังนั้นเฟรื่องของรีแฟร็ดโทรี (REFEACTORY) จึงเป็นเรื่องที่ต้องศึกษาเพื่อใช้กับงานที่ต้องใช้อุณหภูมิสูงและต้องใช้กับเครื่องมือเครื่องใช้บางชนิดที่ต้องทำงานในที่ที่มีอุณหภูมิสูง ๆ เช่นในโรงงานอุตสาหกรรมเครื่องปั้นดินเผา ซึ่งใช้อุณภูมิเกินกว่า 1000 องศาเซียส อุณภูมิที่หลอมละลายในบรรยากาศอ๊อกซิเดชั่น (OXIDATION)

รีแฟร็คโมรี (REFRACTORY) ซึ่งใช้ในงานอุตสาหกรรมส่วนใหญ่จะใช้เป็นส่วนประกอบของโครงของเครื่องใช้ (EQUTPMENT) ส่วนของโครงสร้างของเตาถ่านเช่น เตาเผาทำลาย (BLAST FURNACE) เตาเผาแบบ โอฟีน - ฮาห์ เฟอเท็ส (OPEN HEABTH FURNACD) เตาเผา วีเมนต์, เตาหลอมละลายแก้ว, เตาเผาเครื่องปั้นดินเผา เตาเจ็ทนิวเคลียร์ เพาเวอร์ พลานท์ เป็นต้น

รีแฟร็คโทรี (REFRACTORY) ซึ่งเป็นวัสดุทนความร้อนและเก็บความร้อนนี้แบ่งออกได้หลายพวก แบ่งตามคุณสมบัติทางด้านความร้อน แบ่งตามคุณสมบัติทางเคมี ตามคุณสมบัติทางกายภาพ นอกจากนั้นยังมีรีแฟร็คโทรี (REFRALCTORY) ที่มีในท้องตลาดและที่สังเคราะห์ขึ้นใหม่ ๆ อีกด้วย

วัสดุทนความร้อนแบ่งเป็น 4 พวก (REFRACTORY METERIM BROUP)

วัสดุทนความร้อนมีสารประกอบหลายชนิดด้วยกันสามารถแบ่งเป็น 4 พวก ดังต่อไปนี้

1. สารประกอบพวกอลูมิโนซิลิเกต (ALUMINS SILICDTION REFRACTORY)
2. สารประกอบพวกซิลิก้าเป็นส่วนใหญ่ (SILTCA REFRACTORY)
3. เบซิครีแฟร็คโทรี (BASIC REFRACTORY) โดยมีสารประกอบ ระเกศแมกนิไวซด์ (MEBENESITE), โดโลไมท์ (DOLONETE) โครเมี่ยม (CROMIUM)
4. รีแฟร็คโทรีชนิดต่าง ๆ (MDSCELLANEOUS REFRACTORY) ได้แก่พวกอิฐทนไฟ (IBSULALIN) fire brica ซิลิคอน คาร์ไบด์ (SILICON CARBIDE) ฯลฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.14.1 รีแฟร็คโทรีที่มีสารประกอบอลูมิโนซิลิเกต (ALUMINO SILICATTC REFRACIORRY) (SI_2 O_3 SIO_3) ได้แก่พวกดินบนไฟ (FIRE CLAY) เป็นวัตถุดิบที่ใช้ส่วนใหญ่นับว่าเป็นรีแฟร็คโมรี(REFRACTORY) ที่ใช้ในโรงงานประมาณ 70 % ทั้งนี้เพราะดินทนไฟมีอลลูมินา (ALUMINO)สูง ซึ่งเป็นสารทนไฟที่ผสมสำคัญดินทนไฟนี้ประกอบด้วย

- อลูมิเนียมออกไซด์ (SL_2 O_3)
- ฟิลิโมไนท์ (FILLIMONITE)
- คยาไนท์ (FYAITE)

ส่วนประกอบเหล่าสนี้เป็นแร่แอนไฮดรายอรูมิโนซิลิเกต (SI_2 O_3 SIO_3) ตัวอย่างของวัสดุบนไฟ (REFRACTORY) ประเภทนี้คือ

1. ดินทนไฟ (FIRE CLAY REFRACTOBY) มีคุณสมบัติ
   - ทนไฟประมาณ 28-33
   - สัมประสิทธิ์การ ขยายตัวเมื่อได้รับความร้อน ประมาณ ประมาณ 0.4-0.7% ในอุณหภูมิ 1000
   - หดตัวเมื่อได้รับความร้อนน้อยกว่า ซิลิก้า รีแฟร็คโทรี่
   - คุณสมบัติในการรับแรงมีค่าต่ำในขณะที่ถูกความร้อนสูง
   - ทำปฏิกิริยากับเบซิคสแล็ค (BASIC SLACE)

การใช้งาน

   - ใช้ในการก่อสร้างเตาโดยทั่ว ๆ ไป

2. พวกที่มีอลูมิโนสูง (HIJOE AWMIBD REPRACTOBY)

คุณสมบัติ

   - ทนต่อความร้อนได้สูงมาก (SK 35 -40)
   - ทนต่อสแล็ค (LSAO) ทุกชนิด
   - รับน้ำหนักได้ดีที่อุณหภูมิสูง ๆ
   - เป็นตัวนำความร้อนสูง
   - ทนต่อปฏิกิริยาเธอมัล ช๊อค (THERMAL SHOCK)
   - ไม่ทำปฏิกิริยากับก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO)

การใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ใช้ทำผนังเตาในส่วนที่เป็นห้องเผา(TURLBIONO CHEMBER)ใช้บุภายในเตาหลอมโลหะ, เตาซีเมนต์, ท่อน้ำโลหะหลอมเหลว (LEDLE) ไหลผ่าน ส่วนประกอบของเตาไฟ

2.14.2 รีแฟร็คโทรีที่มี ซิลิก้าเป็นสารประกอบ (SILICA REFRATORY)

รีแฟร็คโทรี (REFRACTORY) พวกที่ 2 ซึ่งมี ซิลิก้าเป็นส่วนประกอบที่สำคัญนิยมใช้รองจากพวกที่ 1 คือ ประมาณ 15% ของทั้งหมดวัสดุที่นำมาผลิตจะทำจากหินเขี้ยวหนุมาณ (QABTZ) บดละเอียด 2% เติมหินปูน (CAO) เพื่อช่วยให้มีการยึดเกาะของโมเลกุลดีขึ้นก่อนและพลังให้ความร้อนสำหรับเซมิวซิลิก้า รีแฟร็คโทรี (SEMI SILICA FIEFRACTOOBY)ทำจากดินที่มี ซิลิก้า สูงมากกว่า 70 % ซิลิก้า รีแฟร็คโทรี (SILICA REFRRCTORY) มีคุณสมบัติดังนี้

-ทนแต่อแอซิคสแล็ค (ACID SLAB) ได้ดี

-มีค่าความสามารถรับแรงที่มากระทำได้ในที่ที่มีอุณหภูสูง 1650 องศาเซนติเซส

-ขยายตัวเล็กน้อยที่อุณหภูมิสูงกว่า 160

-ทนต่อปฏิกิริยา เธอมัล ช๊อค (THERMAS SHOCK) ได้ดีสำหรับการใช้งาน ใช้เป็นผนังเตาหลอมเหล็กกล้า, ส่วนโค้งของหลังคาเตา ตระแกรงให้ความร้อนผ่านและส่วนรับน้ำหนักของที่อยู่ในเตา (SHEEKRS) ผนังเตาสำหรับเผาถ่านหิน (COAK) ส่วนหลังคาของเตาทั่วๆ ไป

2.14.3 เบซิค รีแฟรน็คตโทรี (BASIC REFRATORY)

1. แม็คนิไซท์ รีแฟร็คโทรี (MACNIESITEAREFRACTOBY) เป็นวัสดุที่มีชื่อสามัญรู้จักในนามว่า แบ็คนิเซี่ยมคาร์บอเนต (CABBONATE) เป็นวัตถุดิบที่รู้จักใช้กันภายหลังจากสงครามโลกครั้งที่ 2 โดยมี

-แม็คนีเซี่ยมออกไซด์ (MCO) เป็นส่วนประกอบส่วนใหญ่

-เหล็กออกไซด์ (FE 2 O 3) ประมาณ 5 %

คุณสมบัติของรีแฟรน็คโทรีพวกนี้คือ.-

-ทนความร้อนได้สูงมาก (KS) 37

-ทนต่อเบซิคสแล็ค BASIC LLAC)

-แต่ไม่ทนต่อปฏิกิริยา เธอมัล ช๊อค (THERMAIL SHOCK) และไอน้ำ (STEEM)

-มีความสามารถใน การรับน้ำหนักที่มากระทำที่อุณหภูมิสูงและต่ำ

-สัมประสิทธิ (ส.ป.ส.) การขยายตัวเมื่อได้ความร้อนสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้งาน: ใช้ทำส่วนกันห้องเผา (BURNIND CHEMBER) ผนังของเตาเบซิค (bASIC KLIN) และผนังเตาที่ใช้กับงานที่มีอุณหภูมิสูง ๆ

2.14.4 รีแฟร็ค โทรีชนิดต่าง ๆ (MISCEILANEOBS REFROCTORY)

นับเป็นวัสดุทนความร้อนชนิดพิเศษ เพราะนำมาใช้กับงานเฉพาะอย่างได้แก่

1. ซิลซิดอนาร์ไบน์ รีแฟร็คเทรี (SILICON CARBIDE AEFRACTOBY)

คุณสมบัติ

-ทนต่อแอซิด สแล็ค (ACID SLAG) ได้ดีแต่จะเข้าปฏิกิริยากับเบซิชสแล็ค (BALIC SLAG)

-เก็บความร้อนได้ดี,ทนต่อปฏิกิริยาเธอมัลช๊อค (THERMAL SHOCK) ดี

-เป็นตัวนำไฟฟ้าได้ดี

-นำความร้อนได้ดีกว่าดินทนไฟ FIRE CLAY REFRAC) 10 เท่า

-ทนต่อแรงกระทำและรับน้ำหนักได้ดีมากในสภาวะที่อุณหภูมิสูง

-ทนต่อการเสียดสี, ขีดขูดได้ดี

-ทนต่อกรด (ALID CHEMCALS) ดี ในอุณหภูมิสูง

-ถูกออกซิโคชได้ง่ายเมื่อทำปฏิกิริยากับโหะหนยัก เหล็ก ออกไซด์ (FE_2O_3) ที่อุณหภูมิสูง 1200

การใช้งาน

ทำจ๊อ(SUGGARE MUFFLE) หลอดในห้องทดลองเคมีบุเตาที่ต้องการความร้อนสูง ซึ่งใช้ในงานกรณีพิเศษ

ปัจจุบันนักวิทยาศาสตร์ ได้ต้นพบวัสดุชนิดใหม่สำหรับทำภาชนะป้องกันความร้อนคือไตรตอนเกาวุล (TRITON KOWGGLJ) ซึ่งมี น.น.เบามากแต่ทนความร้อนสูงได้ถึง 1260

ไตรตอนเกาวูลเป็นอย่างไร

ไตรตอนเกาวูลมีลักษณะพิเศษที่ถูกอัดคล้ายกระดาษ ซึ่งถ้านิกออกแล้วจะมีลักษณะเป็นขุยและเป็นเส้น ๆ เช่นเดียวกับเยื่อกระดาษ สามารถผลิตได้ในรูปลักษณะต่างๆ กัน (ดังรูปที่) เส้น ใยของไตรตอนเกาวูล มีเส้นผ่ากศูนย์กลางเฉลี่ย 2.8 ไมโครเมตร มีความยาวตั้งแต่ 12-254 มม.ความย าวเฉลี่ย 100 มม. (4")

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทดสอบ โดยใช้เส้นใยของไตรตอนเกาวูลอัดกันเป็นแผ่นคล้ายกระดาษหนา 63 มม. โดยทำเป็นกล่องคล้ายเตาหลอมโลหะ พบว่ากล่องนี้สามารถทนความร้อน ได้สูงกว่า 1000

ไตรตอน เกาวูล (tRITON KAOWGGV) เท่าที่มีหลายบริษัทในยุโรปได้ทำการผลิตออกมา จำหน่ายมีลักษณะดับตต่อไปนี้

1. ในรูปของเป็นแผ่น (bLANKET) ซึ่งมีลักษณะคล้ายกระดาษที่สุดคือเราสามารถตัดด้วยกรรไกรได้ เพราะไม่ได้ผสม BINDEB เข้าไปส่วน BLANKET จะใช้สำหรับหุ้มพวก STAINLESI-TULLLLMESH

ความหนาแน่นมีตั้งแต่ 48,64,96128,160 กก./N

ความหนา ตั้งแต่ 6.35จนถึง 50.80 /mm

การนำความร้อนตั้งแต่ 0.04 จนถึง 0.17

2. ในรูปของกระดาษทนไฟ (CABAMIC- FIBER PAPER) ซึ่งสามารถผลิตได้โดยใช้เครื่องอัดกระดาษมีความหนา 3 ขนาด คือ 00.5mm 1.mm 2mm

ความกว้าง 250 ถึง 500 mm

3. ในรูปลักษณะต่างๆ ตามต้องการโดยวิธีการขึ้นรูปแบบสูญญากาศ (VACUNMFOR-MING PROCESS) ซึ่งบริษัท NESTON FACTORY OF THE MAN FQETURESS สามารถผลิตในรูปร่างต่างๆ ตามต้องการเช่น รูปทั่ง,รูปกรวย, ทรงกระบอก ฯลฯ ตามต้องการกับงานกับการใช้งาน

ดังกล่าวมาแล้วจะเห็นได้ว่า ไตรตอนเกาวูล สามารถทำเป็นวัสดุป้องกันและเก็บความร้อนได้เกือบทุกชนิด ทั้งที่จะเป็นรูปลักษณะต่าง ๆ ก็ได้โดยสะดวกและมีน้ำหนักเบาและในปัจจุบันได้นำไปใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ ที่เกี่ยกับ HEAT TBANSFER อย่างแพร่หลายเช่น เครื่องนำความร้อน หรือการเก็บความร้อนของเครื่องยนต์เพื่อภายในรถจะไม่ร้อน โดยใช้ไตรตอนเกาวูล หรืออีกตัวย่างคือ เตาอบมีขนาดยาว 6 ม. กว้าง 1.5 มง หุ้มด้วยไตรตอนเกาวูลในรูปของ BLANKET หนา 100 mm สามารถเก็บความร้อนภายในได้ 260

แผ่นแอสเบสโทลักซ์เป็นวัสดุก่อสร้างชนิดพิเศษที่มีคุณสมบัติที่ทนไฟอย่างดีเลิศและเป็นฉนวนป้องกันความร้อนที่ดี เหมาะอย่างยิ่งที่ใช้กับการก่อสร้าง เช่นใช้ทำผ้ายเพดานกรุผนังภายในป้องกันอัคคีภัย, ใช้กับงานอุตสาหกรรม โดยเป็นวนป้องกันความรน้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แอสเบสโทลักซ์ทำด้วยใยหินอโมไซท์,ดินเผา และสารประกอบจำพวกอนินทรีย์อีกๆ โดยผ่านกรรมวิธีต่าง ๆ แบบใหม่ คุณสมบัติที่เด่นของแอสเบสโทลักซ์ คือ

-ไม่ไหม้ไฟฟ้า

-ทนอุณหภูมิได้สูงถึง 2000 เซนติเกรด นาย 6 ชม.

-แข็งแรงทนทาน

-น้ำหนักเบา

-มีความครตัวดี

-ถูกน้ำหรือแช่น้ำเป็นเวลานานจะไม่พองหรือปิด ,งอและไม่ขยายตัว

-เมื่ออมน้ำจะหะไม่ชื้นรา

-ไม่ผุ, เบื่อย, สลายตัว เมื่อถูกไอของกรดต่าง ๆ

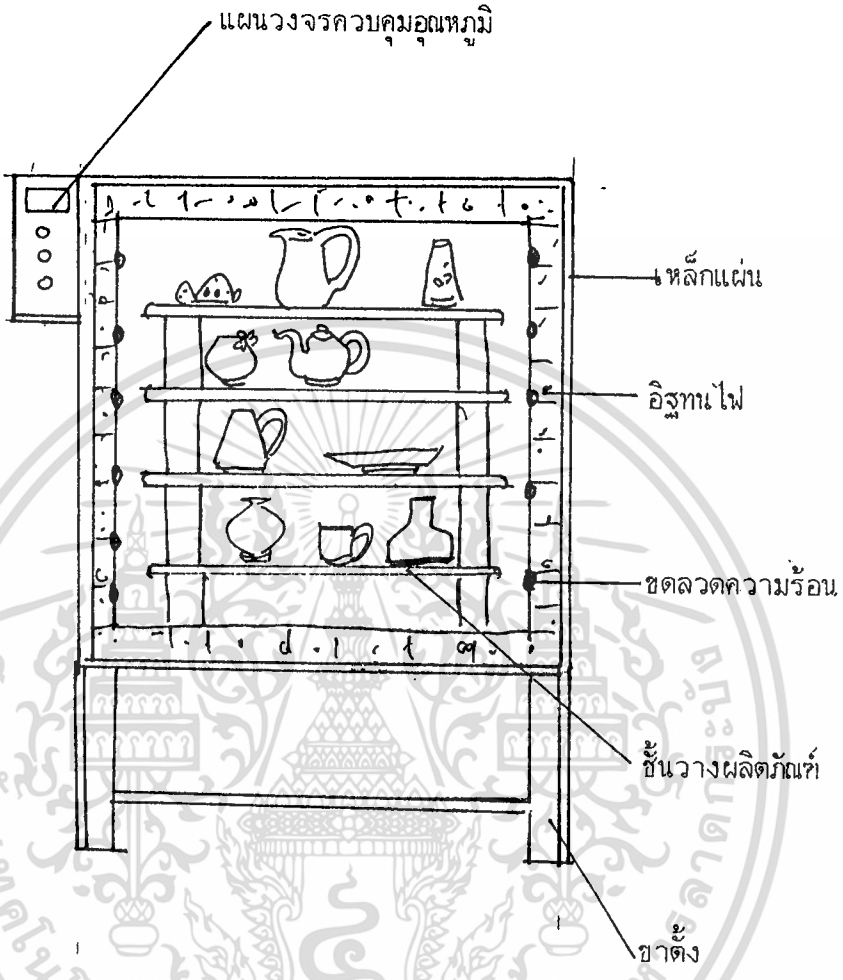
-ไม่มีปฏิกิริยาทางเคมี

ใช้ประกอบทำตู้, ประตู, ผนังห้องบันใดหนี้ไฟได้ดีมาก

-สำหรับโรงงานอุตสาหกรรม ใช้กรุทำฝ้า เพดาน ผนัง ห้องสำหรับป้องกันความร้อนและอัคคีภัย เช่นป้องกันความร้อนจาก หม้ อน้ำร้อน, เตาเผา, เตาถลุงโลหะใช้ประกอบกับการทำห้องเก็บวัสดุไวไฟ

-ในการติดตั้งแผ่น AESBASTOLUX ติดตึงได้สะดวก, เลื่อย, เจาะไน, ลบมุม, ตอกตาปู, และติดน็อตแหวนได้ง่าย เช่นเดียวกับงานไม้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 141 ตู้อบไฟฟ้าเครื่องปั้นดินเผา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูล 2-15

"รูปแบบของฉนวนกันความร้อน ภายในตู้อบแม่แบบ"

ปูนปลาสเตอร์ สำหรับงานหล่อน้ำดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.15 ข้อมูลเกี่ยวกับรูปแบบของฉนวนกั้นอุณหภูมิ

แบบและชนิดของฉนวนที่มีอยู่ในท้องตลาด วัสดุฉนวนที่สามารถนำมาใช้ในเครื่องเป่าลมเย็น มีด้วยกัน 5 ชนิดคือ

- โพลีสไตรีนโฟม (polystyrene Foam)
- โพลียูรีเธนโฟม (Polyurethane FOam)
- ฉนวนยาว ACROFLEX CLOSED CELL
- ฉนวนโฟม CLIMFLE Closed Cell
- ใยแก้ว (Fiber Glass)

2.15.1 โพลีสไตรีนโฟม (polystyrene Foam)

คือโฟมสำเร็จรูปที่มักนำมาใช้กับงานอื่น ๆ ทั่วไปสำหรับงานฉนวนกั้นอุณหภูมิในเครื่องปรับอากาศ อาจสามารถนำมาใช้ได้โดย จะต้องมีความหนาแน่นของเนื้อโฟม อย่างน้อย 1.5 ปอนด์/นิ้ว แต่ โพลีสไตรีนโฟม มีคุณสมบัติดูดซึมน้ำได้ จึงมักไม่ค่อยนิยมใช้นำมาเป็นฉนวนในเครื่องทำความเย็น

2.15.2 โพลียูรีเธนโฟมา ({olyurethane Foam) หรือโฟมฉีด

ได้จากการเตรียมสารเหลว 2 ชนิด คือ ส่วนที่เป็น Resin และส่วนที่เป็น Hardener นำมาผสมกันและมีสารทำความเย็นเบอร์ 11 เป็นตัวทำให้เกิดอากาศจะได้ฉนวนโฟมที่มีความแข็งและมีโพรงอากาศเล็ก ๆ จำนวนมากเกิดอยู่บนเนื้อโฟม ซึ่งจะมีลักษณะเป็น Closed Cell โพลียูรีเธ่น สามารถนำมาทำเป็นฉนวนกั้นอุณหภูมิได้ดีเพราะไม่อมน้ำ แต่ตัวของผลิตภัณฑ์ที่จะใช้ควรมีโครงสร้างของผนังเป็น 2 ชั้นเพื่อเป็นช่องว่างให้โฟมขยายตัวตามรูปทรง แต่โดยทั่วไปมักไม่นิยมใช้โฟมชนิดนี้กันเครื่องเป่าลมเย็นเนื่องจากกรรมวิธีการผลิตยุ่งยาก

2.15.3 ยาง (RUBBER)

ปัจจุบันจัดว่ายางเป็นส่วนประกอบที่สำคัญในงานอุตสาหกรรมทุกประเภท ไม่โดยตรงก็ทางอ้อม โดยตรงได้แก่ อุตสาหกรรมประเภทยางรถยนต์ ยางในเครื่องบิน ยางในรองเท้า ท่อน้ำ สายพาน ลูกยาง ต่างๆ เป็นต้น โดยทางอ้อมก็เป็นชิ้นส่วนของเครื่องจักรเครื่องมือต่างๆ และมันเป็นส่วนที่สำคัญยิ่งในอุตสาหกรรมประเภทนั้นด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประเภทของยาง

ด้วยเหตุผลดังกล่าวมาขั้นต้น ยางจึงแบ่งออกเป็นหลายประเภท หลายชนิด ซึ่งพอจะแบ่งออกได้ดังนี้คือ

1. ยางธรรมชาติ (Natural Rubber) เป็นยางที่ได้มาจากยางพารา วัตถุดิบชนิดนี้มีมากในประเทศไทย มีคุณสมบัติที่พอสรุปได้ดังนี้คือ

- ค่าความทนต่อแรงดึงมีมาก
-ความสามารถในการยืดหดดี
--การทนต่อการขีดข่วนดี
-เปอร์เซนต์ในการรับน้ำหรือดูดซับมีค่าน้อย

ค่าต่าง ๆ ที่กล่าวมาจะดีมาก เมื่ออยู่ในช่วงอุณหภูมิไม่เกิน 70 องศา ซ.ถ้าเกินกว่านี้คุณสมบัติจะลดลงอย่างรวดเร็วคือ ไม่สามารถทนต่อความร้อนสูงได้และข้อเสียอีกอย่างของยางประเภทนี้คือ ไม่สามารถรับน้ำมันหรือทนน้ำมันได้เพราะฉนั้นจึงไม่นิยมนำเอายางชนิดนี้ไปเป็นวัตถุดิบในดการผลิตอะไหล่ที่ต้องรับความร้อนหรือต้องเกี่ยวข้องกับน้ำมัน

2. ยางสังเคราะห์ (SyntheticRubber) เนื่องจากความไม่สามารถทนต่อความร้อนและน้ำมันจึงทำให้มีผู้คิดประดิษฐ์ยางเทียม หรือยางสังเคราะห์ขึ้นมาเพื่อชดเชยข้อเสียของยางธรรมชาติโดยมคุณสมบัติทนต่อความร้อนได้สูงขึ้นน้ำมัน ทนกรด ทนด่าง เป็นต้น ดังนั้นราคายางจึงแพงกว่ายางธรรมชาติมาก

ยางสังเคราะห์มีอยู่มากมายหลายประเภท แต่ประเภทใหญ่ ๆ ที่นิยมใช้ในบ้านเรามีดังนี้คือ

1.SBR(STYRENE BUTADIENE RUBBER) ใช้ทำ MACHANICAL PARTS ทั่วไป เพราะทนต่อความร้อน การเสียดสี ดีกว่ายางธรรมชาติ แต่ทนน้ำมันไม่ได้

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

3. CR J(CHLOROPRENE RUBBER) ทนความร้อนได้ดีพอ ๆ กับแต่กันน้ำมันได้ไม่ดีนัก มีความทนต่อแรงดึง ความสามารถในการยืดหดตัวมีค่าสูงกว่าแบบ

4. SR (SILICONE RUBBER) เป็นยางที่มีคุณสมบัติทนความร้อนสูงประมาณ

250

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การผสมยาง

การผสมยางคือ การใช้างดิบจะเป็นย่างธรรมชาติหรือยางสังเคราะห์ก็ตามมาตีจนอ่อนตัวแล้วเอาสาร แอคทีพ พิลเลอร์,แอคทิเวเตอร์,แอคซิลีเรเตอร์ ลัดส่วนที่ผสมแล้วแต่ต้องการแล้ว แต่ความเหมาะสมแผสมลงไปให้เข้ากับยางดิบ จนเป็นเนื้อเดียวกันแล้วจึงนำมาเข้าแบบพิมพ์เป็นรูปร่างต่าง ๆ ต่างที่ต้องการ

การผสมยางอะไรก็ตามผู้ผลิตต้องคำนึงถึงการใช้งานเป็นหลักใหญ่ แล้วจึงเลือกประเภทของยาง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จึงจะสนองความต้องการในด้านประโยชน์ใช้สอยได้ดี เพราะทั้งนี้ต้องคำนึงถึงต้นทุนการผลิตด้วย

คุณสมบัติของสารเคมีหลักต่าง ๆ ที่ต้องใช้ในการผสมยาง

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

กรรมวิธีการผลิตยางแบ่งออกได้หลายประเภทคือ

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

1. การรีด

การรีดเป็นกรรมวิธีการผลิตยาง ที่มีลักษณะเป็นท่อ เส้นยาว ๆ ขั้นตอนคล้ายกับการรีดโลหะเส้นแบบต่าง ๆ กล่าวคือ นำยางที่ผสมไว้แล้วมาเพิ่มอุณหภูมิให้อ่อนตัว แล้วอัดผ่านแบบที่เตรียมไว้

2. การอัด

การอัดเป็นกรรมวิธีการผลิตยางที่มีลักษณะต่างๆเช่นยางสวนชา โต๊ะ เก้าอี้ ลูกกลิ้งยางรถยนต์ วงแหวน ส่วนประกอบของเครื่องจักรกรรมวิธีการผลิตคล้ายกับการผลิตพลาสติคแบบ (COMPRESSING MOLDING) คือ นำยางที่ผสมเตรียมไว้แล้วในรูปลักษณะเป็นแผ่น,แท่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใส่ลงในแบบที่เตรียมไว้แล้วอัด ด้วยเครื่องอัดไฮโดรลิคที่มีความร้อนสูง ความร้อนจะทำให้ยางลละลายเข้าด้วยกัน จะได้ผลิตภัณฑ์ตามที่ต้องการ (ยางที่ผ่านการนอัดด้วยความร้อนหรือการอบเรียกว่า ยางสุก)

3. การฉีด

การฉีดเป็นกรรมวิธีการผลิตยางที่มีลักษณะของผลิตภัณฑ์คลบ้ายกับการอัด กรรมวิธีการฉีดก็คล้ายกับการฉีดพลาสติคแต่เนื่องจากการเป็นกรรมวิธีที่ต้องลงทุนสูงผลิตเป็นจำนวนมากๆ ดังนั้นในเมืองไทยจึงยังไม่มีการผลิตในวิธีนี้ จะใช้กรรมวิธีการอัดแทน เพราะลงทุนต่ำกว่าแต่ได้ผลใกล้เคียงกัน

ฉนวนยาง AEROFLEX CLOSEN CELL

เป็นฉนวนที่ผลิตจากยางสังเคราะห์ ประกอบไปด้วยเซลอิสระซึ่งมีผนังกั้นไม่ให้ทะลุถึงกัน จำนวนมาก ฉนวนชนิดนี้มีคุณสมบัติที่สำคัญดังนี้คือ

- ค่าการดูดซึมน้ำและค่าการแทรกซึมของไอน้ำ หรือความชื้นจากบรรยากาศมีต่ำมาก
- มีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนต่ำ และคงที่ตลอดอายุการใช้งาน
- มีความยืดหยุ่นสูงสามารถโค้งงอไปตามพื้นผิวของงานได้ง่าย
- สามารถลดการสั่นสะเทือน และเสียงรบกวนของระบบ
- มีขนาดความหนาน้อย ในลักษณะงานเดียวกัน
- ไม่เป็นเชื้อเพลิง เมื่อถูกเปลวไฟเผาจะดับได้เอง และมีควันน้อย

2.15.4 ฉนวนโฟม CLIMFLEX CLOSED CELL

เป็นยางฉนวนที่ผลิตจากสาร PE FOAM มีลักษณะเป็น Closed Cell มีน้ำหนักเบา ฉนวนชนิดนี้มีคุณสมบัติที่สำคัญดังนี้

- ค่าการดูดน้ำ และความชื้นในบรรยากาศ ต่ำ
- อายุการใช้งานนาน
- ไม่ติดไฟ และไม่มีควันพิษ
- ไม่มีกลิ่นและไม่มีปฏิกริยาต่อสารเคมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฉนวนชนิดนี้มีคุณสมบัติหลายอย่างคล้าย ยาง AEROFLEX ต่างกันตรงที่ผลิตจากสารประเภทโฟม จึงมีความเบา แต่แข็งมากกว่า มีค่าหยุ่นตัวน้อย ไม่สามารถโค้งงอ ไปตามพื้นผิวของงานได้ง่าย ต้องบากเนื้อฉนวนออกเป็นบั้ง จึงจะตัดโค้งได้ ซึ่งเป็นเรื่องยุ่งยาก ในการนำไปใช้งาน

2.15.5 ใยแก้ว

เป็นฉนวนกั้นอุณหภูมิที่ผลิตจากการทำเส้นใย ซึ่งได้จากการหลอมผลิกแก้วแล้วนำมาสานกันเป็นร่างแห จนเกิดโพรงอากาศเล็กจำนวนมาก ทำหน้าที่เป็นฉนวนกั้นความร้อนมิให้ไหลผ่าน

ในงานประกอบเครื่องเป่าลมเย็น นิยมใช้ ใยแก้ว เป็นฉนวนกั้นอุณหภูมิอย่างแพร่หลายเนื่องจากมีคุณสมบัติเป็นแนวที่ดีพอสมควร และราคาไม่แพงมากนักแต่อย่างไรก็ตามข้อเสียในการใช้ใยแก้วก็ยังมีเกิดขึ้น คือ

- ดูดซึมน้ำ และความชื้นได้
- เกิดมลภาวะได้ เนื่องจากการหลุดล่วงของละอองใยแก้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูล 2.16

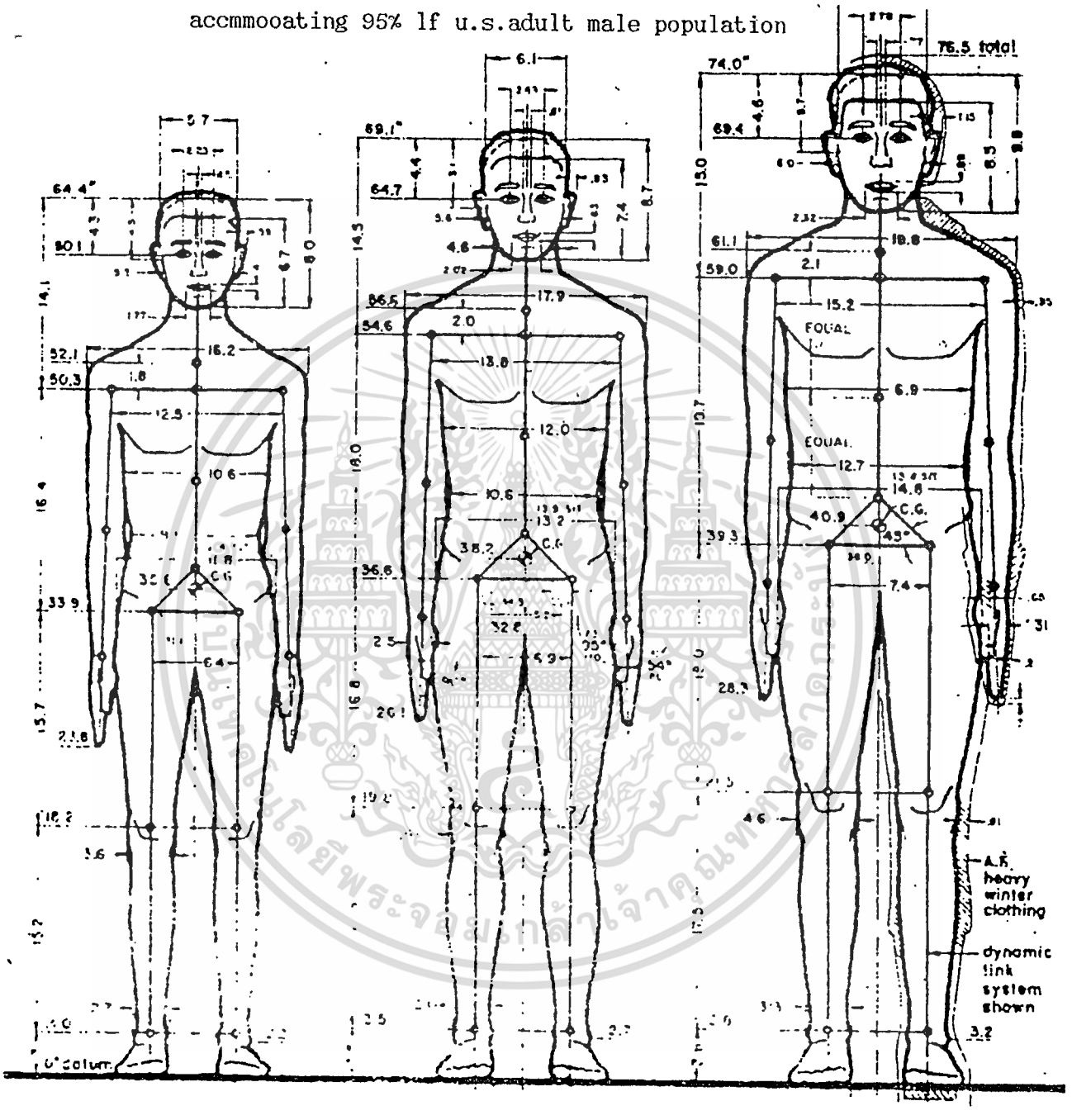
"ข้อมูลมิติสัดส่วนการทำงานของร่างกายมนุษย์"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.16.1 ลักษณะสัดส่วนกายวิภาคมนุษย์

(ANTHROPOMETRIC DATA -STANDİNG ADULT MALE)

accmmooating 95% lf u.s.adult male population

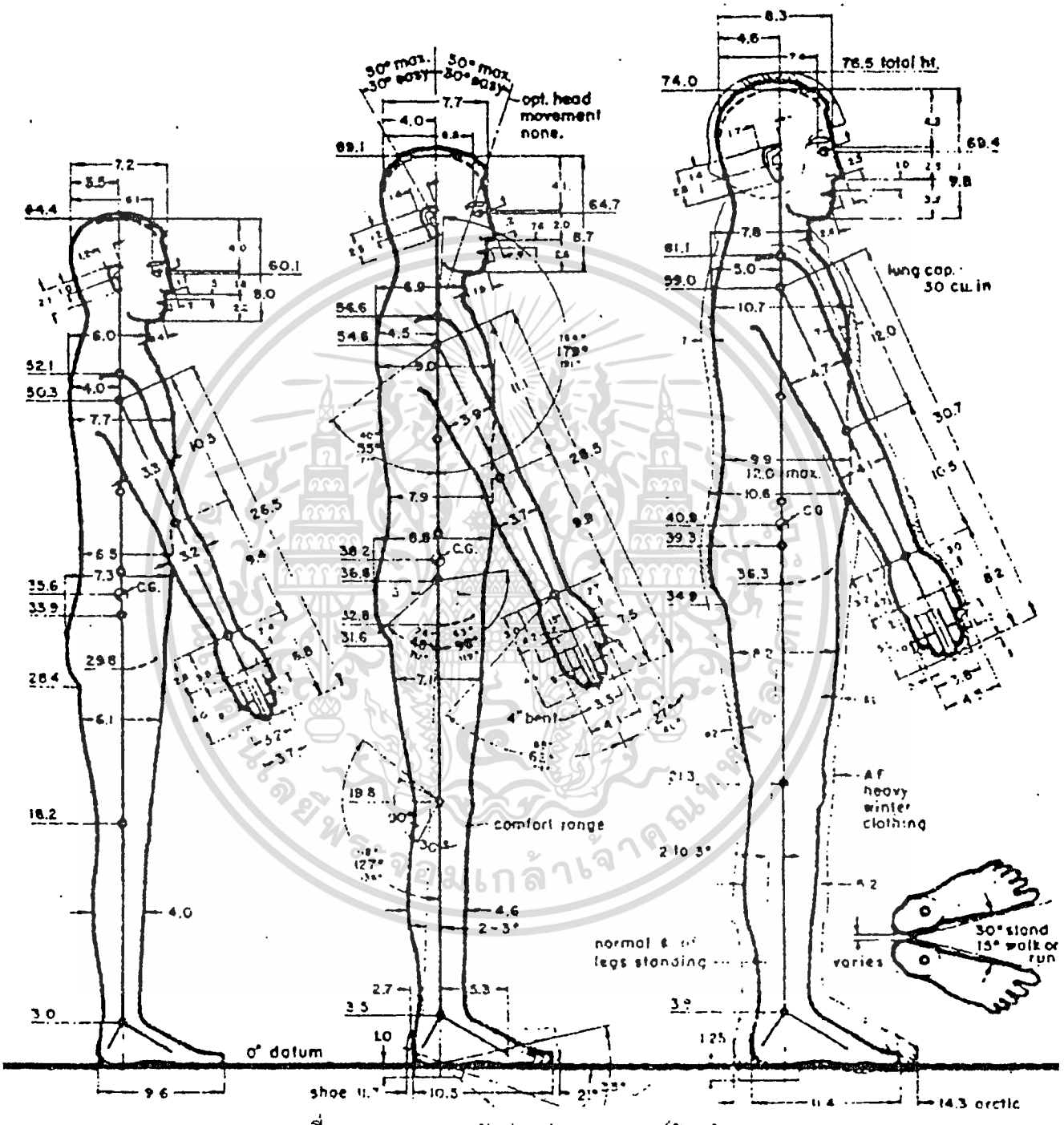


ภาพที่ 142 ภาพแสดงสัดส่วนกายวิภาคมนุษย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ANTHROPOMETRIC DATA - STANDING ADULT MALE

ACCOMMODATING 95% OF U.S ADULT MALE P9PULATION

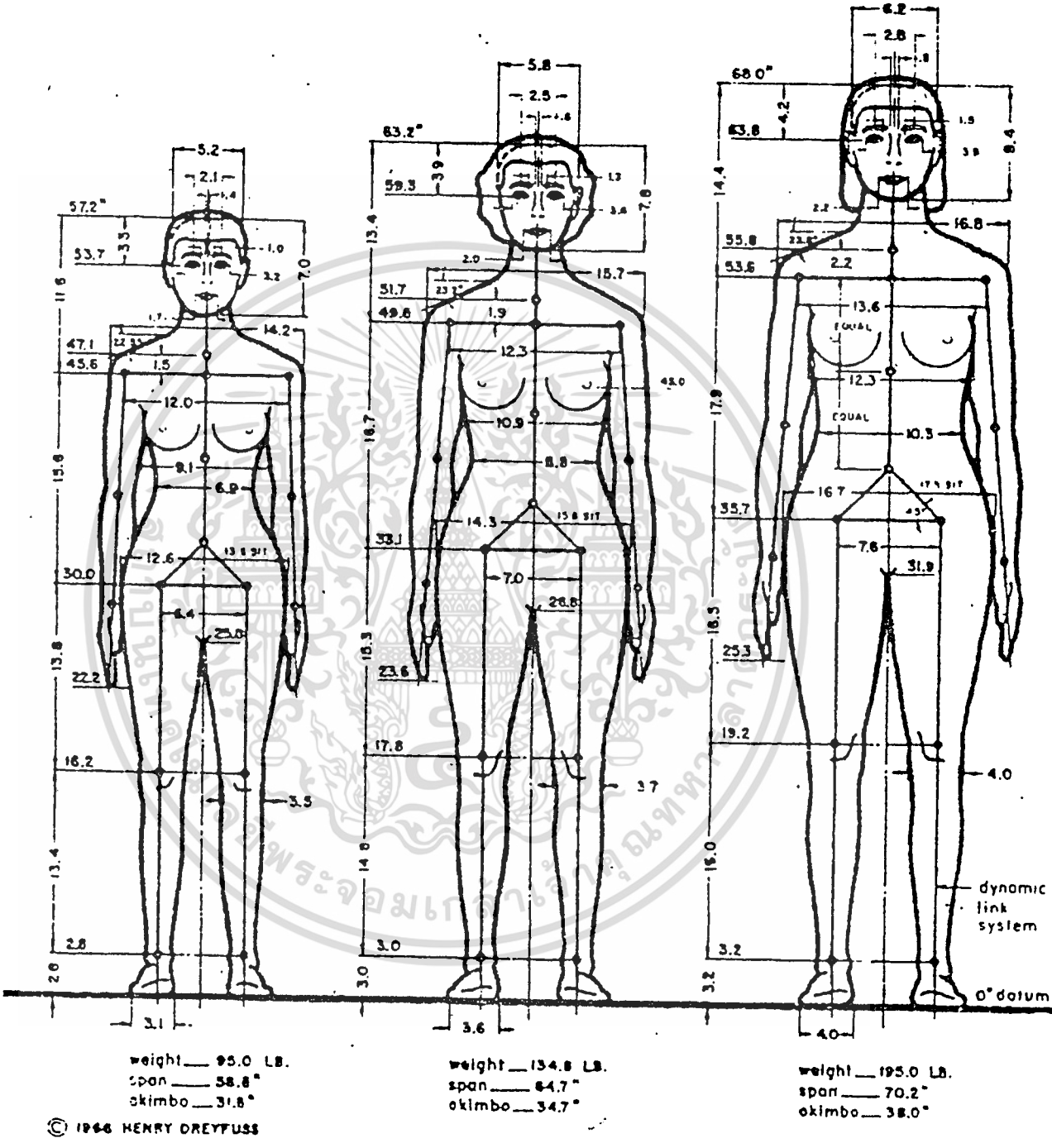


ภาพที่ 143 ภาพแสดงสัดส่วนร่างกายมนุษย์ด้านข้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ANTHROPOMETRIC DATA - STANDING AOULT FEMALE

ACCOIMMOOATING 95% OF U.S ADULT FEMALE POPULATION

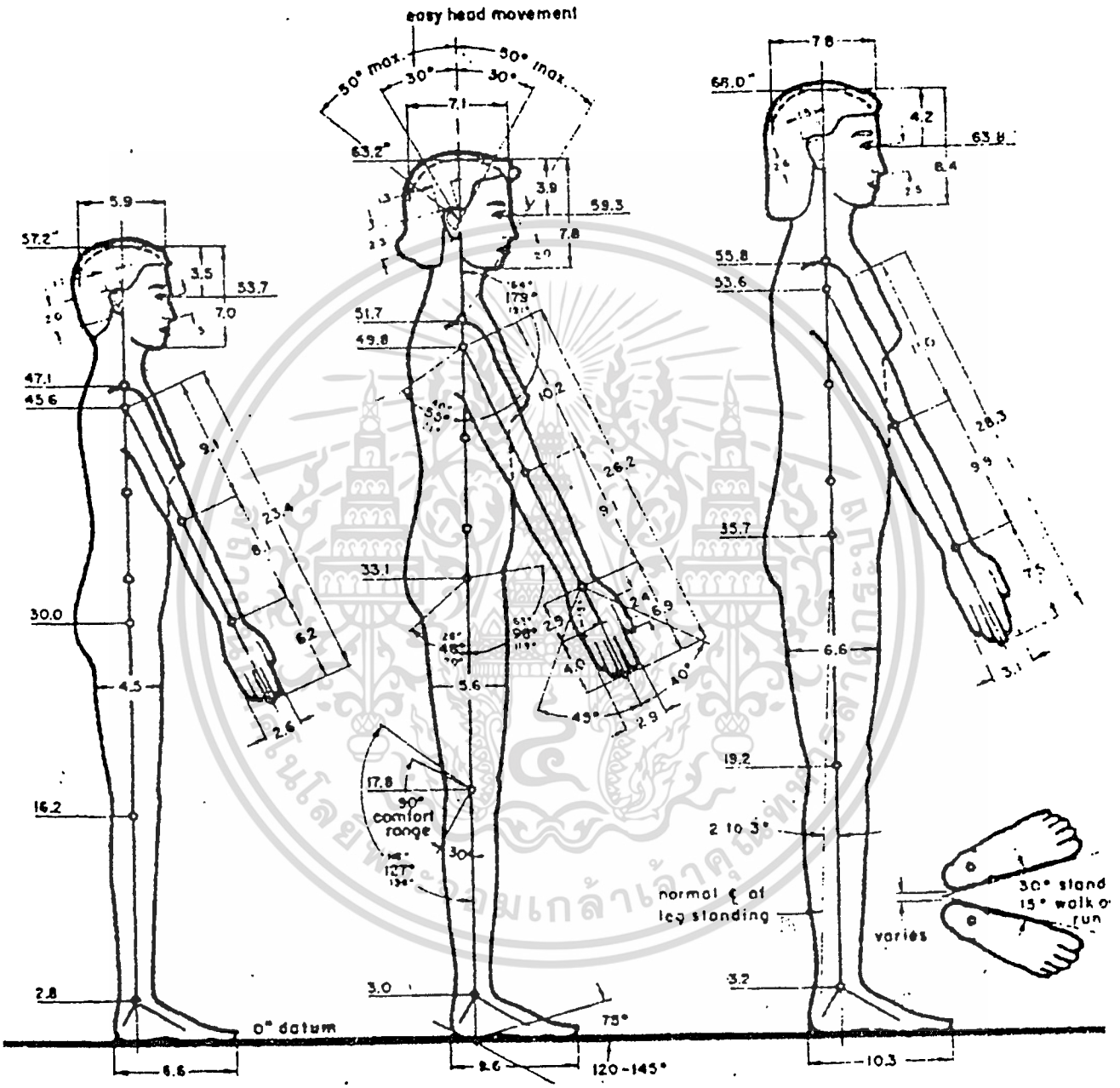


ภาพที่ 144 สัดส่วนมนุษย์เพศหญิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ANTHROPOMETRIC DATA - STANDING ADULY FEMALE

ACCOMMODATING 95 % OF U"S"ADULT FEMALE POPULATION



ภาพที่ 145 แสดงสัดส่วนมนุษย์ด้านข้างของเพศหญิง

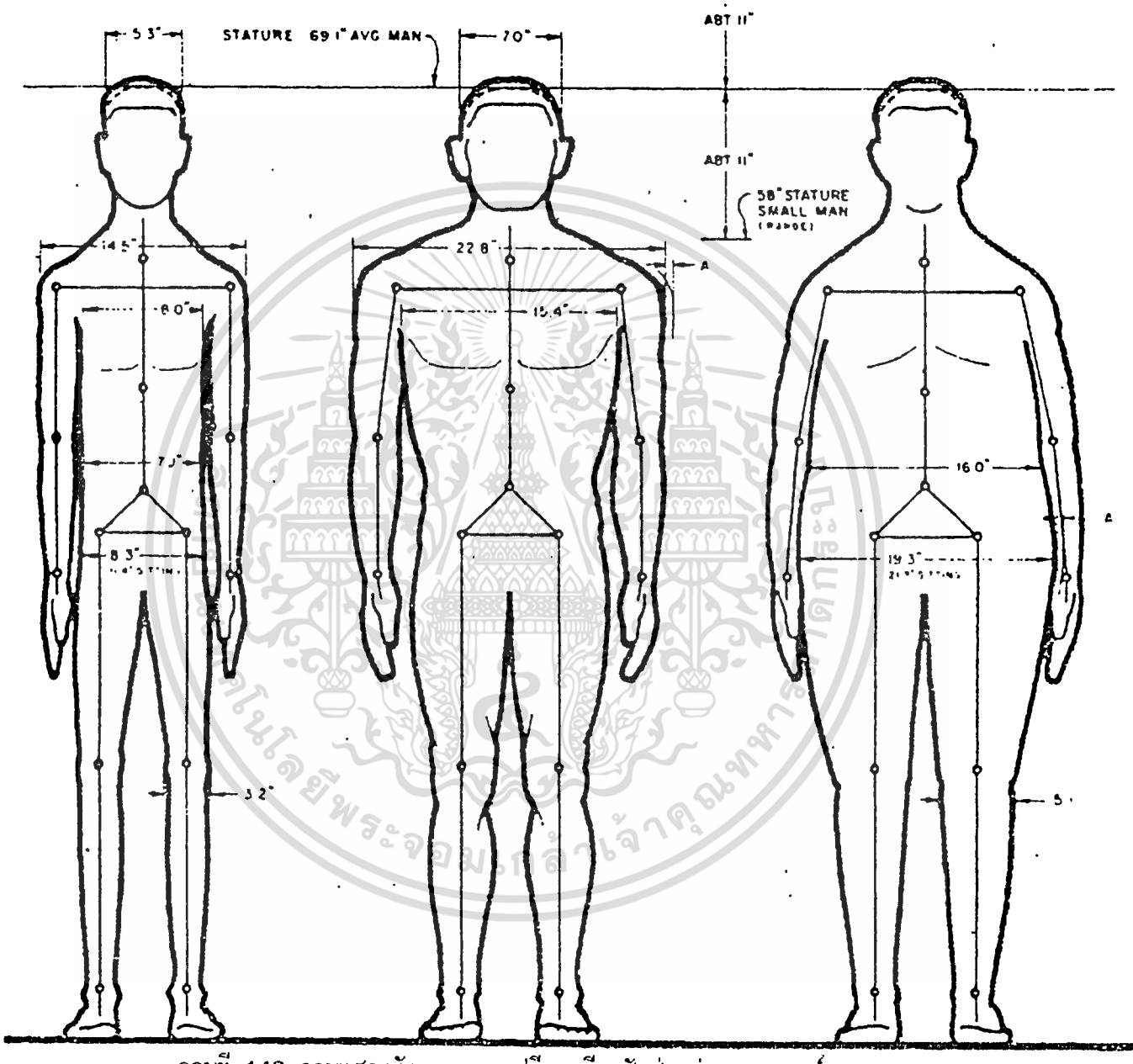
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

THREE BASIC MUMAN BODY TYPES

FL RTREME VANIATIONS OF TH É AVERAEE MAN IN THE U.S.A

MOST MEN FALL SOMEWMERE IN BETWELN THESE TYPES

ALI VALUFS AREE TYYPICA: RANGE MEAASUREMENTS



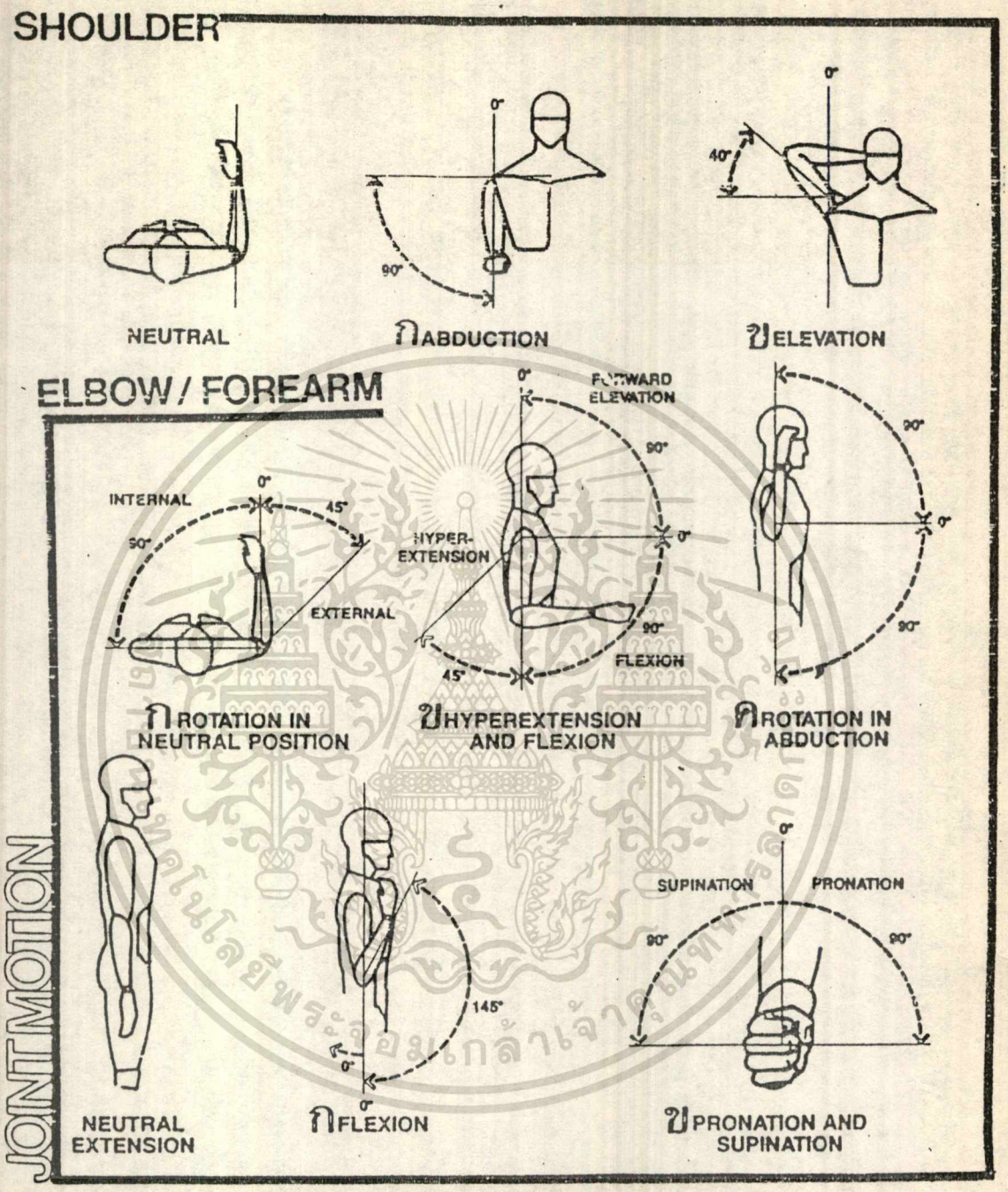
ภาพที่ 146 ภาพแสดงลักษณะการเปลี่ยนเทียบสัดส่วนร่างกายมนุษย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มิติส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย	เซนติเมตร
1. ความสูงยืน (SRATURE)	150-170
2. ความสูงระดับสายตา (ELBOW HEIGHT)	140-150
3. ความสูงพื้นถึงข้อศอก (ELBOW HEIGHT)	58-108
4. ความสูงจากก้นถึงศีรษะขณะนั่ง (BITTING HEIGHT ERECT)	80-90
5. SITTING HEIGHT NORMALL	70-75
6. ความสูงระดับสายตาเวลานั่ง (EYE GEIGHT SITTING)	70-75
7. ความสูงจากที่นั่งถึงกลางไหล่เวลานั่ง (MIDSHOULDER HEIGHT SITTING)	55-60
8. ความกว้างของไหล่ (SHOULDER BREADTH	40-50
9. ความกว้างของศอก (ELBOTELBOW BREADTH)	40-45
10.ความกว้างสะโพก (HIP BREADTH)	30-40
11. ความสูงถึงจุดพักแขน (ELBOW REST HEEIGHT)	18-25
12. ความสูงจากพื้นถึงขาอ่อนตอนล่าง(THIGH CLEARANCE)	13-17
13. ความสูงจากพื้นถึงขาอ่อน(KNEE GEIGHT)	47-55
14. ความสูงจากพื้นถึงขาอ่อนตอนล่าง(POPLITEAL HEIGHT)	35-45
15. ระยะจากก้นถึงระดับน่องตอนบน(BUTTOCK -TOE LENGHT)	40-50
16. ระยะจากก้นถึงเข่า(BUTTOCK-KNEE LENGHT)	50-60
17. ระยะจากก้นถึงปลายเท้า(BUTTOCK-TOELENGHT)	75-85
18. ความยาวของขาเหยียดตรง(BLUTTOCK-GEEL LENGHT)	90-1.50
19. ความสูงเอื้อมเวลานั่ง(BERTICAL REACH HEIGHIT SITTING)	1.15-1.35
20. ความสูงเอื้อมเวลายืน(VERTICAL GRIP REACH)	1.75-2.00
21. ความกว้างแขนเหยียดด้านข้างHSIDE ARM REACH)	.65-.75
22. ระยะเอื้อมไปข้างหน้า(THUMB TLP REACH	.70-.80
23. ความหนาของลำตัว(MAXIUM BODY DEPTH	.25-.30
24. ความกว้างของลำตัว(MAXIMUM BODY BREADTH	.45-.55

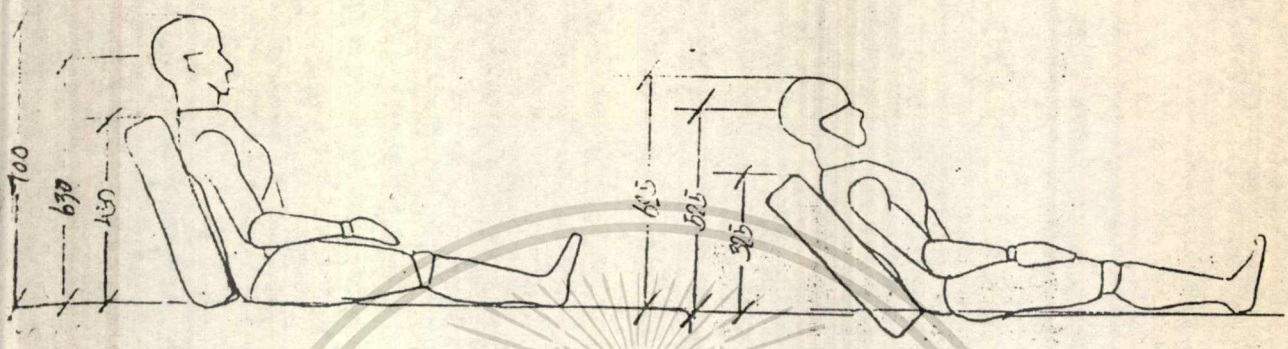
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.16.2 ลักษณะการทำงานของอวัยวะมนุษย์



ภาพที่ 147 แสดงการทำงานของอวัยวะของมนุษย์

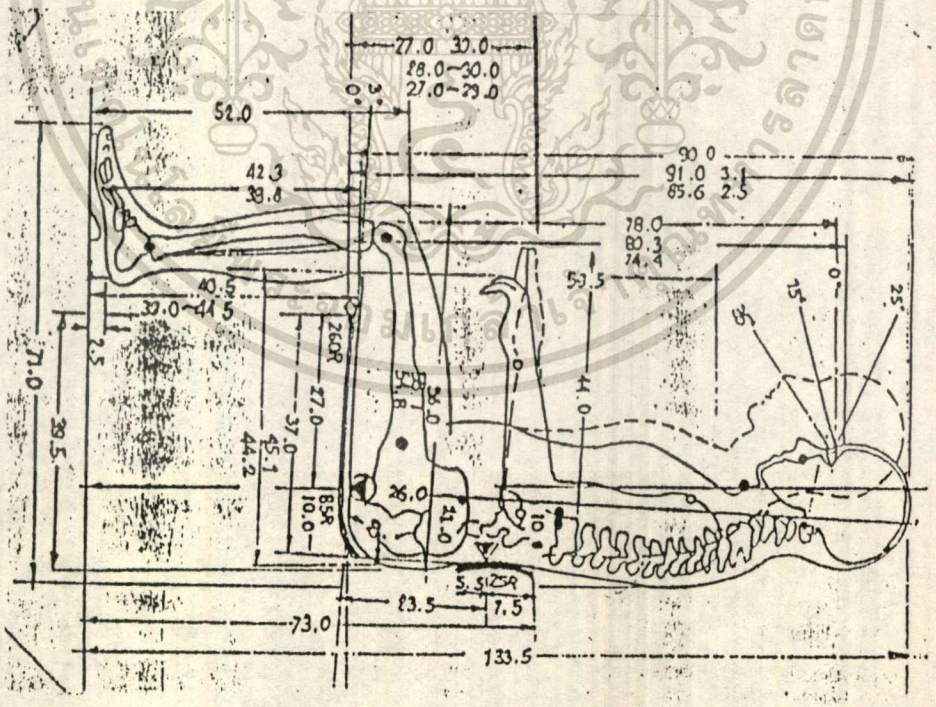
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 147 ภาพแสดงขนาดสัดส่วนของผู้ใหญ่ขณะนั่งบนเตียง

(ซ้าย) แสดงลักษณะท่านั่งพิงสูง (ขวา) แสดงลักษณะท่านั่งพิงต่ำ

- หมายเหตุ ข้อมูลจากหนังสือ การออกแบบเครื่องเรือน โดยนาย สาคร คันธโชติ



ภาพที่ 148 ภาพแสดงขนาดสัดส่วนของคนขณะนั่งทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.16.3 การเคลื่อนไหวของไหล่, แขน ศอกและมือ

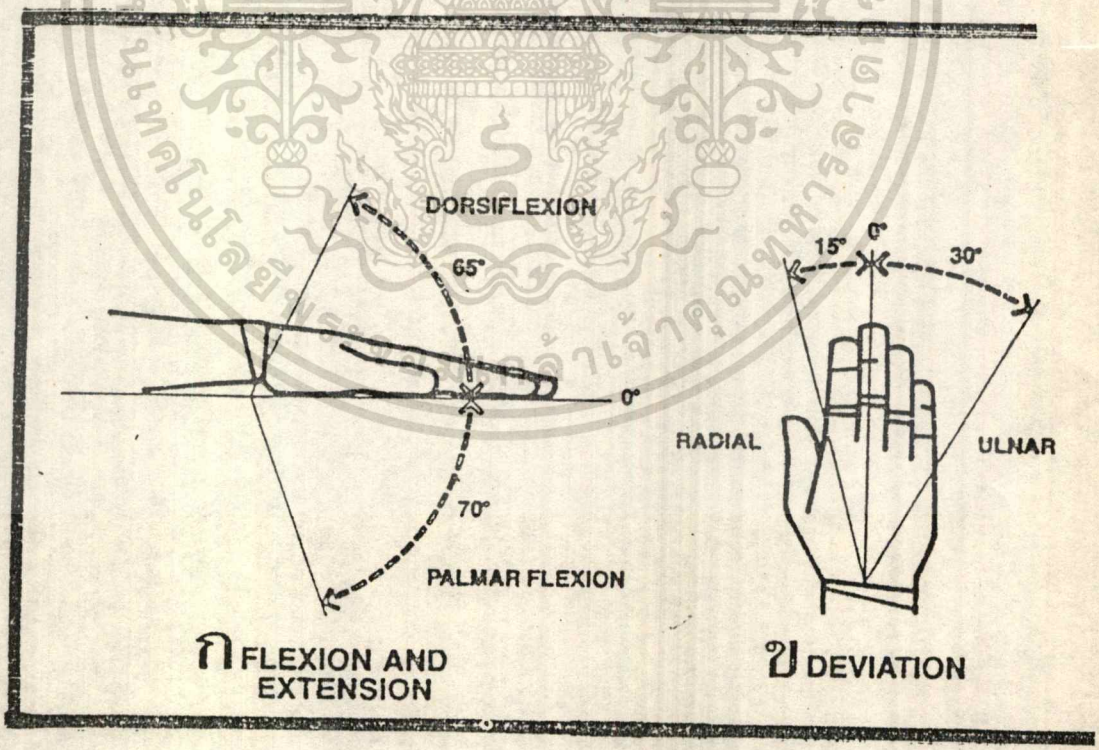
เมื่อเรายกแขนขึ้นข้าง ๆ ทำให้ไหล่ยกขึ้นและถ้าเรายกมือลงที่เดิมไหล่ก็จะต่ำลง

ส่วนหัวไหล่ (shoulder joint) นั้นเป็น triaxial joint ฉะนั้นการเคลื่อนไหวของข้อต่อหัวไหล่จึงมีได้อย่างอิสระ (หมายถึงทุกทิศทุกทาง)

ข้อศอกนั้นเป็น hinge joint ฉะนั้นการเคลื่อนไหวของข้อศอกก็มี flexion และ extension

สำหรับกระดูกแขน radius และกระดูกช่วงศอกถึงไหล่ ulna นั้น เป็นข้อต่อชนิด pivot จึง ทำให้แขนหมุนเข้า (inward rotation) และหมุนออก (outward rotation)

ข้อมือเป็น biaxial joint ฉะนั้นการเคลื่อนไหวอาจจะมีคือ flexion extension, abduction และ adduction abduction บางทีเราเรียกว่า radius flexion และ adduction หัวแม่มือมีการเคลื่อนไหวได้คือ extension, flexion adduction และ abduction นอกจากนั้นยังมี hyperadduction hyperflexion และ opposition ดังจะเห็นได้ในรูป 149



ภาพที่ 149 องศาการจับของมือมนุษย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำจำกัดความของ hyperadduction, abduction, extension, flexion hyperflexion และ opposition ในการเคลื่อนไหวของนิ้วหัวแม่มือ

hyperadduction :คือการที่ทำการ adduction ไปเรื่อย ๆจนกระทั่งนิ้วหัวแม่มือเลย anatomical position ไป

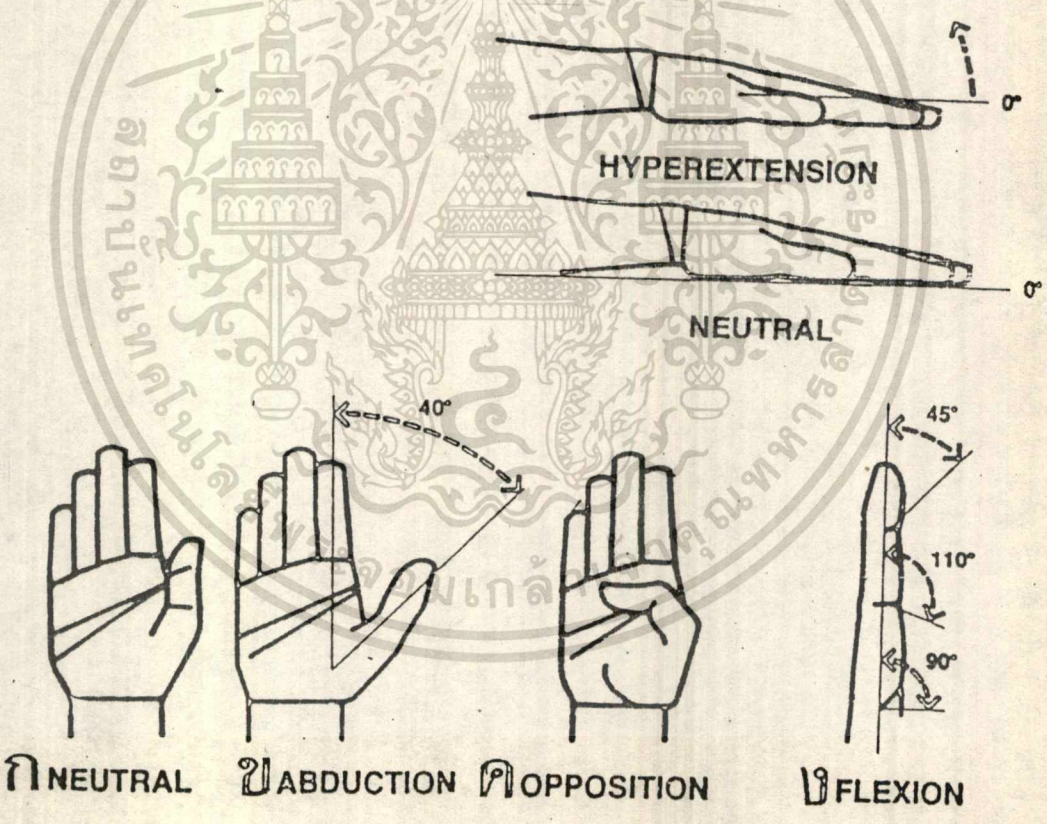
abduction :คือการเคลื่อนนิ้วหัวแม่มือไปข้างนอก จ าก anatomical position

extension :คือการเคลื่อนนิ้วหัวแม่มือไปข้าง ๆ

flexion :คือการเคลื่อนนิ้วหัวแม่มือกลับตจากการทำ extension

hype3rflexion :คือการทำการ flexion ไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งนิ้วหัวแม่มือเลย danatomical position ไป

opposition :คือการที่ปลายนิ้วของนิ้วอื่น ๆ สัมผัสกับปลายนิ้วของหัวแม่มือ

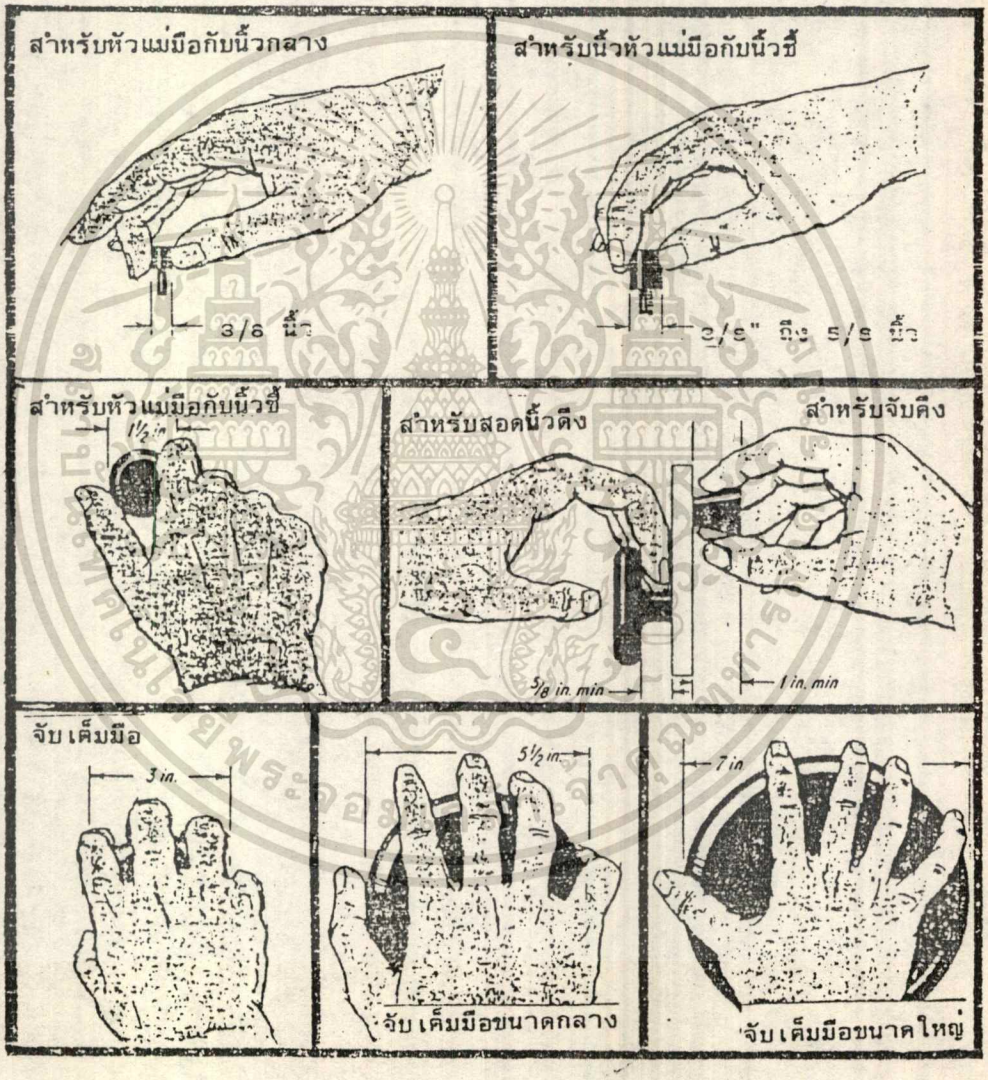


ภาพที่ 150 ลักษณะการทำงานของมือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

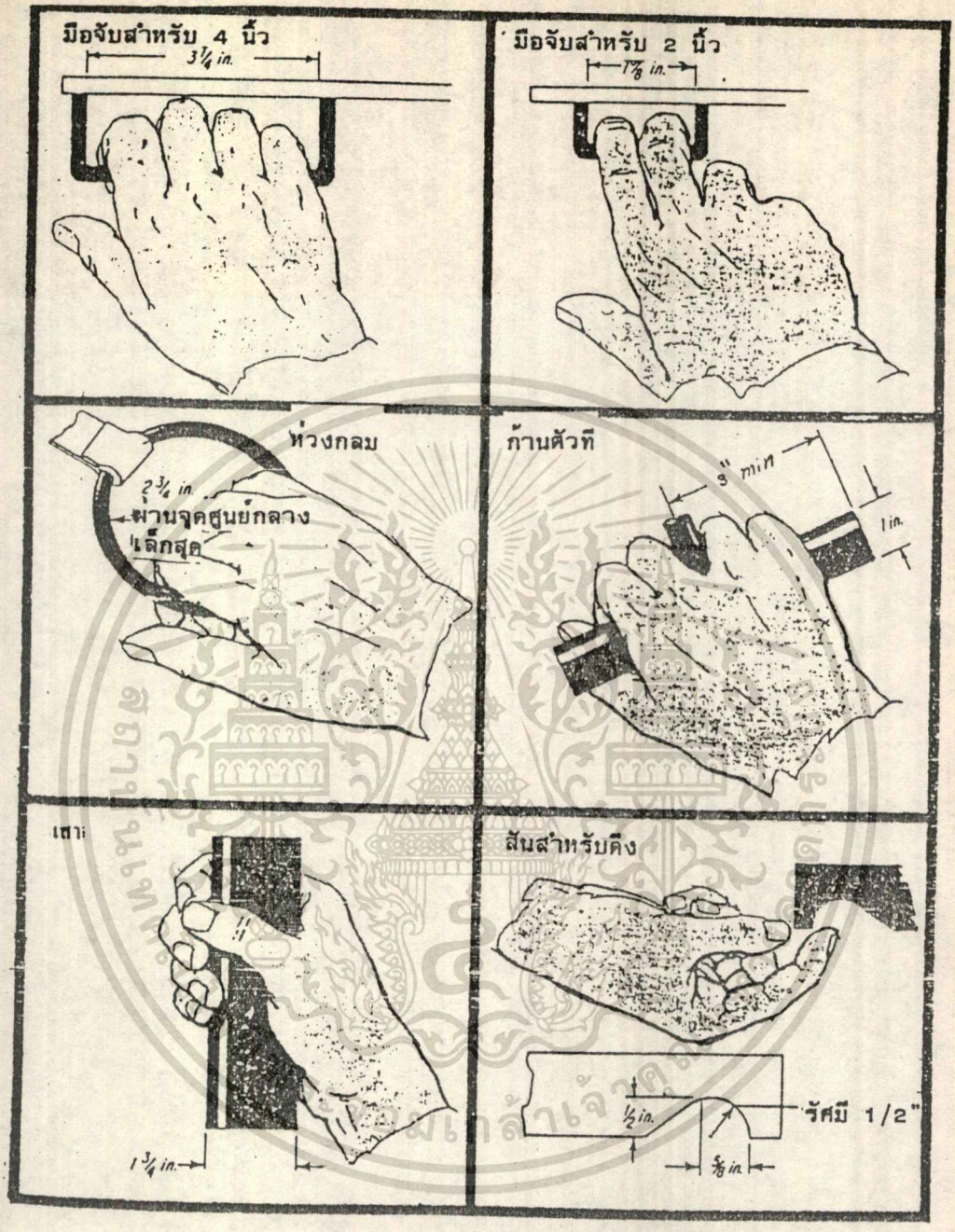
การออกแบบมือจับและปุ่มจับต่าง ๆ ในชิ้นงานหรือบริเวณทำงานก็มีความสำคัญต่อความปลอดภัยเช่นกัน เพราะหากปุ่มจับต่าง ๆ มีขนาดไม่เหมาะสมจะทำให้การจับไม่แน่นสนิท ซึ่งอาจมีผลต่อความหลุดพลาดในการจับ ทำให้เกิดอุบัติเหตุได้ง่าย

ในตารางต่อไปนี้เป็นขนาดมาตรฐานของปุ่มจับ และมือหมุนต่าง ๆ ที่เหมาะสมต่อการใช้งานทำให้คนใช้งานรู้สึกถนัดและหมุนได้โดยไม่ต้องเกร็งมือ หรือใช้กำลังจับมากเกินความจำเป็น ส่งผลให้คนงานสามารถทำงานได้ทนนาน



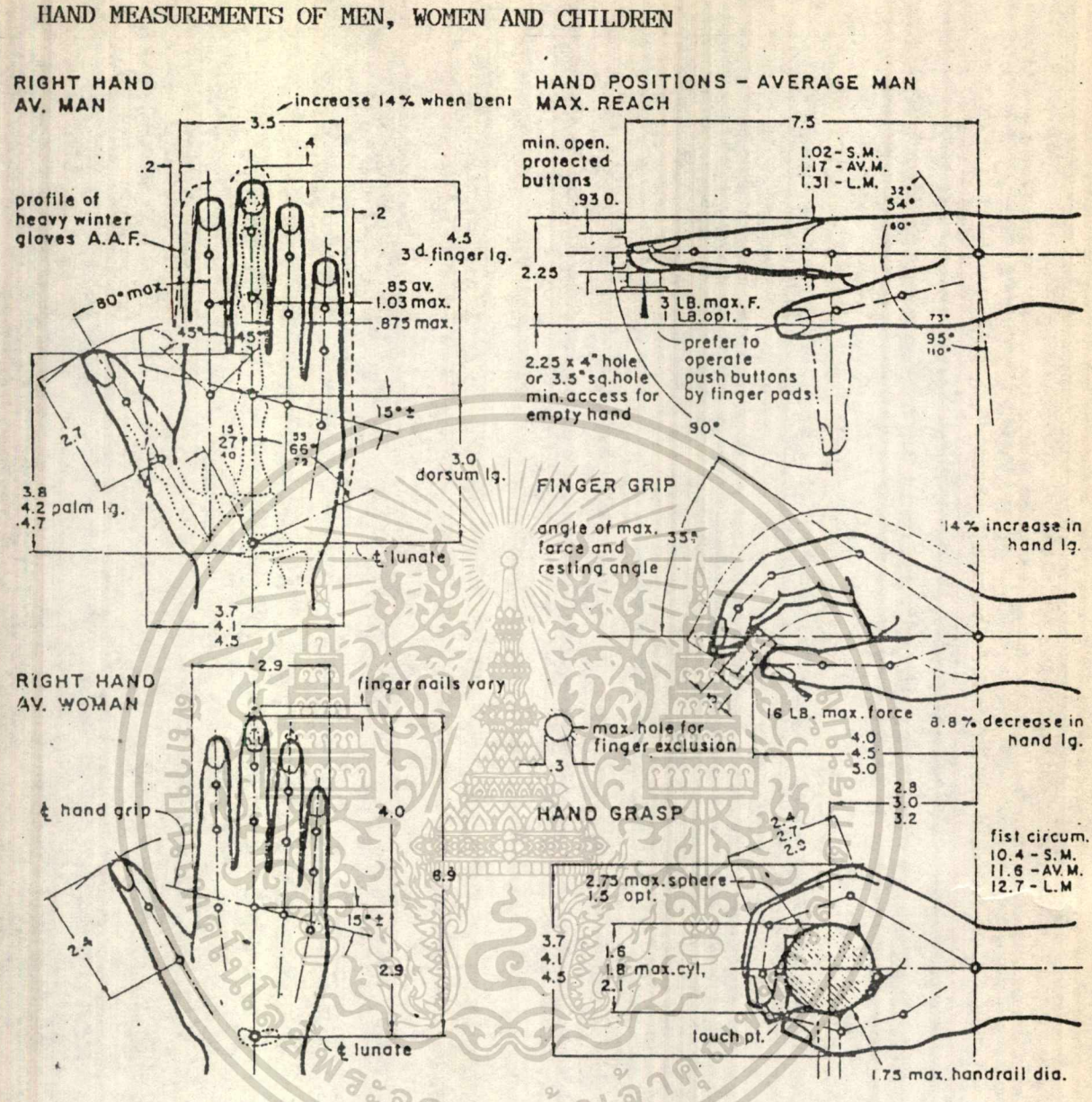
ภาพที่ 151 ลักษณะการจับของมือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 152 ลักษณะการเคลื่อนไหวของข้อมือ นิ้วมือ ขึ้นอยู่กับการใช้งานต้องออกแบบวัตถุให้พอให้เหมาะกับการเคลื่อนไหว ทำงานด้วยมือของมนุษย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

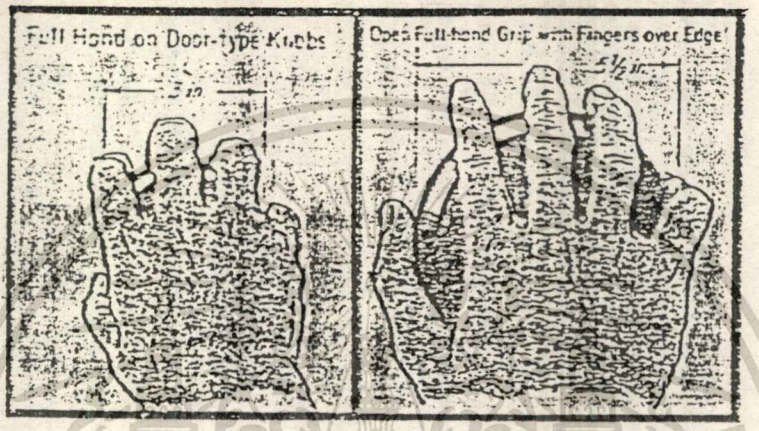


ภาพที่ 153 สัดส่วนมาตรฐานมือมนุษย์

ค่าเฉลี่ยขนาดสัดส่วนมือชายหญิง และเด็กคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ สำหรับเด็ก มิติของมือนับตั้งแต่อายุ 6 ปี 8 ปี 11 ปี และ 14 ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะการจับกระชับเต็มมือ (SPHERICAL GRASP) ขนาดที่จับเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 นิ้ว ส่วนการจับโดยใช้นิ้วมือ ขนาดที่จับกระชับประมาณ 5 1/2 นิ้ว



ภาพที่ 154 ขนาดสัดส่วนของมือ และนิ้วมือ และมุมองศาในการเคลื่อนไหว กับการใช้งานในลักษณะต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลที่ 2.17

"สีและจิตวิทยาในการใช้สี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.17.1 จิตวิทยาสี

โดยทั่วไปแล้วการออกแบบผลิตภัณฑ์ใด ๆ ก็ตามจะมองข้ามในเรื่องนี้ไม่ได้หเป็นอันขาด เพราะเป็นสิ่งจำเป็นมากต่อผลการออกแบบ ความรู้สึกของผู้พบเห็นความสวยงาม นอกจากนี้ยังสามารถเตือนผู้ใช้ให้ระวังในส่วนที่จะเป็นอันตรยได้อีกด้วย

MUNSEL สามารถแบ่งสีเป็น 2 ประเภท คือสีร้อนและสีเย็น

สีร้อน คือสีที่ดูดความรู้สึก (ADVANCING COLOUR) มีความรู้สึกสะดุดตา เมื่อมองไกลเป็นสีที่ ให้ความรู้สึกสะดุดตา เมื่อมองไกลเป็นสีที่ให้ความกระชุ่มกระชวย

สีเย็น คือ สีไม่ดึงดูดความรู้สึก ไม่สะดุดตา ให้ความรู้สึกสบายตามองได้นาน ๆโดยไม่ระคายเคียง

การเลือกสีกับผลิตภัณฑ์ นอกจากต้องการความสวยงาม สียังมีอิทธิพลในการทำให้เกิดความรู้สึกทางด้านอื่น ซึ่งเป็นผลต่อการใช้ผลิตภัณฑ์อยู่มาก

2.17.2 อิทธิพลของสีที่มีต่อความรู้สึก

ต่อไปนี้เป็นลักษณะของสีเกี่ยวกับความรู้สึก โดยแบ่งสีออกเป็นสกุลใหญ่ ๆ คือ

สีแดง จัดอยู่ในพวกสีร้อน ไม่เพียงแต่ให้ความรู้สึกตื่นเต้น เร้าใจในทางโบราณถือว่าเป็นสีที่เกี่ยวข้องกับอันตราย เป็นสีต้องห้าม การระมัดระวังการใช้พวกสกุลสีแดงสำรับผลิตภัณฑ์เพียงเล็กน้อย อาจทำให้ผลิตภัณฑ์เด่นขึ้นมาได้ แต่ถ้าใช้มากเกินไปอีกใช้สีสดก็จะมีผลทางจิตวิทยาได้เช่นกัน

สีส้ม เป็นสีสดในมองเห็นได้ไกล แสดงความรู้สึกเตือนภัยอยู่ตลอดเวลาเมื่อใช้กับผลิตภัณฑ์ทำให้เกิดความรู้สึกสะอาด ดูเบาขึ้น

สีเหลือง เป็นสีที่อยู่ได้ทั้ง 2 วรรณะ คือสามารถเป็นได้ทั้งสีร้อน และสีเย็น แต่ขึ้นอยู่กับความเข้มและความแรงของสี สีเหลืองโดยทั่วไปทำให้เกิดความรู้สึกสดชื่นร่าเริง สดใส สีเหลืองอ่อนทำให้เกิดความรู้สึกสะอาดมีความสว่าง แต่ถ้ามีความเข้มของสีมากจะทำให้เกิดหงุดหงิดได้ สีเหลืองที่ค่อนไปทางสีส้ม จะคล้ายของเล่นทางวิทยาศาสตร์ สมัยใหม่ และคล้าย

สีเหลืองเนย (BUTTER YELLOW) ทำให้ผลิตภัณฑ์ดูสว่างขึ้น

สีเหลืองขาว ช่วยในด้านความเย็น แต่อย่างไรก็ตาม สีเหลืองทำให้ดูสำหรับว่าสกปรกง่าย แต่ถ้าเบรคสีสักเล็กน้อยก็จะทำให้ช่วยได้บ้างแต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัสดุที่ใช้ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สีม่วง เป็นสีที่อยู่ได้ทั้ง 2 วรรณะ เช่นกัน โดยทั่วไปให้ความรู้สึกเศร้า ทำให้ง่วง บางครั้งอาจแสดงว่าเป็นสีแห่งความเศร้า ลึกลับ แต่สีม่วงก็ยังมีลักษณะของความงาม ทำให้ดูมีค่าได้ด้วย เช่นสีม่วงอ่อน

สีน้ำเงิน จัดอยู่ในพวกสีเย็น สีน้ำเงิน เข้มทำให้ความรู้สึกสดสงบลึกลับ ทำให้เกิดสมาธิเป็นสีที่บอกถึงความสุภาพ ความหนักแน่น สีน้ำเงินอ่อนเช่นสีน้ำทะเล หรือฟ้า จะมีความสดใส ถ้าอมเขียวเล็กน้อยสามารถให้ความรู้สึกตื่นเต้นได้

สีเขียว ให้ความรู้สึกสดชื่นกระชุ่มกระชวย ใช้พักสายตาได้ สีเขียวใบไม้หรือเขียวเข็ม ใช้ได้ในการเน้นส่วนพื้นหรือฐาน แสดงกับความสงบเยือกเย็นได้

สีน้ำตาล จัดอยู่ในพวกสีอุ่น เป็นสีที่ให้ความรู้สึกแห้งแล้งไม่ให้ความพักผ่อนถ้าใช้โดยๆ จะทำให้เกิดความรู้สึกสลดหดหู่ใจ

สีเทา ให้ความรู้สึกภูมิฐาน เคร่งขรึม สุภาพเรียบร้อย สามารถลดความจัดความลึกของสีขาวและความลึกลับของสีดำ สามารถใช่เป็นสื่อกลาง ได้กับทุก สีเพราะสามารถทำให้เกิดความกลมกลืนระหว่างสีอุ่นดูสบายตา

สีดำ โดยปรกติสีดำเป็นสีที่ให้ความรู้สึกหดหู่ ลึกลับ แต่ให้ความรู้สึกหนักแน่นมั่นคง การใช้สีดำสลับสีขาว ในพื้นที่ร่วมกับสีอื่น จะทำให้เกิดความประปรี้กระเปร่ามีชีวิตชีวา ถ้าใช้สีดำผลิตภัณฑ์จะแสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์มีความแข็งแรงและไม่สกปรกง่าย

สีขาว ให้ความรู้สึกสอาดบริสุทธิ ถ้าใช้โดยเดี่ยวจะให้ความรู้สึกเย็น สามารถใช้เป็นสีของฐษนหรือส่วนที่อยู่ต่ำกว่า เพื่อเน้นให้เด่นชัดขึ้น

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.17.3 อิทธิพลของสีมีต่อผลิตภัณฑ์

ทางด้านขนาด

สีอ่อน (LIGHT VALUE) ทำให้ผลิตภัณฑ์แลดูใหญ่ขึ้น

สีเข้ม (DARK VALUE) ทำให้ผลิตภัณฑ์แลดูเล็กลง

ทางด้านน้ำหนัก

สีอ่อนหรือสีร้อน (WORM VALUE) ทำให้ผลิตภัณฑ์ดูเบา

สีเข้มหรือสีเย็น (XOOL VALVE) ทำให้ผลิตภัณฑ์ดูหนัก

ทางด้านน้ำหนัก

สีร้อน ทำให้เกิดความรู้สึกว่าแข็งแรงมาก

สีเย็น ทำให้มีความรู้สึกว่าแข็งแรงกว่า

ทางด้านความสะอาด

สีขาวเป็นสีที่ให้ความรู้สึกสะอาดที่สุด

สีอ่อน หรือสีงาช้าง (LOOKY) สีเหลือง

สีฟ้าอ่อน (PLALC BLUE) และสีเขียวอ่อน

ทำให้ความรู้สึกนุ่มนวล สะอาดตา ถูกลักษณะ

เทคนิคการใช้สี

สีจะช่วยให้ทัศนวิสัยที่แจ่มใสที่สุด เมื่อนำมาใช้ดังนี้

สีอ่อนตัดกับสีแก่

สีสดใสตัดกับสีสดใส

สีอ่อนตัดกับสีสดใส

สีอ่อนตัดกับสีเย็น

สีทำให้เกิดระยะใกล้ ไกล

ความปกติสีอุ่นซึ่งได้แก่ สีเหลืองจะทำให้เกิดความรู้สึกคล้ายกับว่าเข้ามาอยู่ใกล้ตัวผู้ดู ในทางกลับกันเมื่อใช้สีเย็นคือ สีน้ำเงินเขียว และสีม่วงจะทำให้ซึ่งก็เป็นสีแดงเท่านั้น แต่ถ้านำมาเปรียบเทียบกันจะเห็นว่าแตกต่างกัน

การทดลองของนักจิตวิทยาได้แสดงว่าสมองไม่สามารถให้ความทรงจำในเรื่องของสีได้แน่นอน แต่ความจำจะบันทึกไว้ในรู้วามนึกคิดเข้าใจที่สามารถแกความถี่ของสีได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สีวัตถุภายใต้แสงสี

ดังกล่าวมาแล้วว่า สีของวัตถุเกิดจากการสะท้อนกลับของแสงคลื่นความถี่ต่างๆ กัน แต่ถ้าวัตถุนั้นอยู่ภายใต้แสงที่มีความถี่เฉพาะ คือ ในช่วงใดช่วงหนึ่ง เช่น แสงสีแดง เป็นต้น สีของวัตถุนั้นก็จะเปลี่ยนไปจากความเป็นจริง เมื่อวัตถุนั้นอยู่ภายใต้แสงสว่างที่มีช่วงคลื่นครบทุกขนาดของความถี่ วัตถุอันหนึ่งภายใต้แสงอาทิตย์อาจปรากฏเป็นสีน้ำเงิน แต่ภายใต้แสงสีเขียวจะปรากฏเป็นสีเทาแก่ หรือภายใต้แสงสีเหลืองจะปรากฏเป็นสีเขียวขี้ม้า ดังนั้น เราจึงต้องทราบถึงอิทธิพลของการผสมสีของแสงอีกด้วย ภายใต้แสงไฟฟ้าที่มนุษย์ประดิษฐ์ขึ้น (แสงเทียนก็ทำให้สีของวัตถุเปลี่ยนไป ทั้งนี้เพราะหลอดไฟฟ้ากำเนิดแสงแต่ละชนิด เช่น หลอดนีออน หลอดทังสเตน หลอดฟูออล์ลิเซน หลอดโซเดี่ยม ต่างก็เปล่งแสงสว่างในความถี่ไม่เท่ากัน

ขอบเขตและความไวในการรับสีของประสาทตา

การมองเห็นสีของมนุษย์ภายใต้แสงสว่างที่ปกตินั้น ความรู้สึกไวต่อการรับสีต่าง ๆ นั้นจะไม่เท่ากันทุกสีแม้จะมองวัตถุจนถึงเส้นขอบนอกของวัตถุชัดชัดคงเดิม แต่การมองเป็นสีบางสีจะแปรเปลี่ยนไปจากความสมเป็นจริง เพราะสีบางสีสามารถจดจำได้ดีในมุมของการมองที่กว้างมากกว่าสีอื่น ๆ

การวิเคราะห์จิตวิทยาของสี

ในการออกแบบนั้นเรื่องสีเป็นองค์ประกอบที่สำคัญอีกอันหนึ่ง โดยสีจะให้ความรู้สึกในการมองเห็นที่แตกต่างกันไป

อิทธิพลของสีที่นำมาวิเคราะห์

- ให้ความรู้สึกในเรื่องขนาด
- ผลเกี่ยวกับความรู้สึกเรื่องน้ำหนัก

สีของแสง

สีของแสง มีความสำคัญมากในการมองของตา[1] มันจะทำให้เกิดความชัดเจนหรือหลอกลวง ทำให้เกิดอารมณ์ต่าง ๆ ความเครียดหรือนุ่นนวลและความรู้สึก

แสงเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (ELECTROMAGNETLC) ช่วงหนึ่งที่ประสาทตาของมนุษย์รับรู้ ช่วงคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าช่วงนี้อยู่ในความถี่ระหว่าง 3.8000-7,500 (อังสตรอมยูนิค)

หมายเหตุ [1] ดนต์ รัตนทัศนีย์ หน้า 5.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในช่วงความถี่นี้ประสาทตาจะแปรสัญญาณกออกเป็นความรู้ สีที่เราเรียกว่า "สี" ที่แตกต่างกัน และรวมกันเป็นสีขาวความถี่คลื่นที่อยู่ต่ำลงไปมนุษย์มองไม่เห็น คือ (RLTRA VIOLET-RAY) และความถี่คลื่นที่อยู่สูงขึ้นไป คือ (INFARARED-RAY) ซึ่งตามองไม่เห็นเช่นกัน มีข้อสังเกตว่าความถี่ของคลื่นแม่เหล็กนี้ นอกจากมนุษย์จะมองเห็นได้ช่วงหนึ่งแล้ว มนุษย์ก็ยังสามารถรู้สึกได้ทางผิวหนังอีก ความรู้สึกร้อนจะเป็นคลื่นความถี่สูงและความรู้สึกเย็นจะเป็นคลื่นความถี่ต่ำ

ความสัมพันธ์ระหว่างแสงกับตา

แสงกับตามีความสัมพันธ์กัน ถ้าขาดแสงเราจะมองไม่เห็นวัตถุ "ดวงตามนุษย์มีความไวต่อคลื่นแสงในความ ต่าง ๆ กัน "ตาไวสูงสุดต่อคลื่นแสงขนาดคลื่นประมาณ 5,500 อังตรอมยูนิค ซึ่งได้แก่สีเหลือง การที่เรามองเห็นวัตถุได้เกิดจากสีที่แสงพุ่งไปกระทบวัตถุแล้วสะท้อนสู่ตาของเราส่วนการมองเห็นสีของวัตถุเกิดจากวัตถุอันหนึ่งมีคุณสมบัติดูดซึมได้ จึงไม่มีการสะท้อนกลับเราจึงมองไม่เห็นคลื่นของสีนั้นเราจะเห็นเฉพาะคลื่นสีที่วัตถุนั้นสามารถดูดซึมได้และสะท้อนกลับมา ถ้าวัตถุดูดซึมคลื่นได้หมดทุกความถี่ของวัตถุนั้นเราจะมองเห็นเป็นสีดำ หรือที่เราเรียกว่า "สีดำ" ซึ่งความจริงสีดำคือ สีที่ไม่มีคลื่นแสงสะท้อนกลับให้เห็นนั่นเอง

ความจำากัดอิทธิพลของสี (COLOR MEMORY)

ประสาทตาของมนุษย์ไม่สามารถจะเปลี่ยบเทียบได้ จากความทรงจำอาจจะทำใช้ได้บางครั้ง แต่จะเป็นด้วยความบังเอิญและทำไม่ได้เสมอไป สีจะมี (VARLATIONS) ที่แตกต่างกัน เช่น สีแดง ยังมีแตกต่างกันถึง 7,056 สี (ที่ตาสามารถแยกความแตกต่างได้)

(1) ดนต์ รัตนทัศนีย์ หน้า 5

สมาคมความปลอดภัยแห่งชาติ กำหนดหรือใช้สีแทนสัญลักษณ์หรือความหมายเป็นหลักสากลดังนี้

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับผลิตภัณฑ์ที่เป็นอันตรายหรือ น่าอันตราย เพื่อให้ระวังสำหรับการขนส่งฝ่ายบริการด้านการพาณิชย์กำหนดให้สัญลักษณ์บนป้ายแสดงไว้ด้วย

ตัวหนังสือ	สีแดงบนพื้นขาว	คือ	ยาพิษ วัตถุระเบิด วัตถุเป็นพิษ แก๊สน้ำตา
ตัวหนังสือ	สีดำบนพื้นเขียว	คือ	แก๊สมีความดัน
ตัวหนังสือ	สีดำบนพื้นแดง	คือ	สารไวไฟ หรืออุปกรณ์เกี่ยวกับไฟ
ตัวหนังสือ	สีดำบนพื้นเหลือง	คือ	วัตถุไวไฟ หรือวัตถุที่ทำปฏิกิริยากับไป
ตัวหนังสือ	สีดำบนพื้นขาว	คือ	สารเป็นกรด

2.17.4 สีที่ใช้กับโรงงาน (PREFERENCE BY INDUSTRIE)

โดยปกติโรงงาที่มีสีที่ใช้เฉพาะสะดวกแก่การสั่งซื้อผลลิตภัณฑ์บางอย่าง จะใช้สีสีเหมือนกัน เช่น

เฟอร์นิดเจอร์สำนักงาน	สีเทาแกมเขียว
เครื่องมือเครื่องจักร	สีเทาแกมน้ำเงิน
เครื่องมือตัดชั่งเนื้อ	สีขาว
เครื่องพิมพ์ดีด	สีดำหรือเทา
เครื่องอัดสำเนา	สีดำหรือเทา
เครื่องโรเนียว	สีดำหรือเทา

เมื่อใช้สีที่ดูสะอาดตาแล้ว ผู้ใช้ของนั้นก็จะพยายามทำให้สะอาดตามไปด้วย การเลือกใช้สีบางครั้งต้องพิจารณาถึงภาวะทางเศรษฐกิจด้วยตัวอย่าง เช่น สมัยเมื่อเศรษฐกิจตกต่ำรถยนต์ส่วนมากจะใช้สีดำและสีเทา ครั้นเศรษฐกิจค่อยฟื้นตัวขึ้นจึงใช้สีฉูดฉาดกันใหม่

ลักษณะของสีกับการใช้งาน

สีจะช่วยให้ทัศนะวิสัยแจ่มใสที่สุด เมื่อนำมาใช้ในงานดังนี้.-

- สีอ่อนตัดกับสีแก่ (ค่าแปรเปลี่ยนของสี)
- สีสดใสกับสีสดใส
- สีอ่อนตัดกับสีสดใส
- สีอุ่นตัดกับสีเย็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สีตัดกันเองอยู่แล้วตามปกติ เช่น

- สีดำบนพื้นเหลือง
- สีเหลืองบนพื้นดำ
- สีแดงบนพื้นขาว
- สีเหลืองบนพื้นน้ำเงิน
- สีส้มบนพื้นน้ำตาล
- สีชมพูบนพื้นดำ

สีสามารถทำให้เห็นว่า เข้ามาใกล้หรือห่างออกไปได้ ตามปกติสีอุ่น ซึ่งได้แก่ สีเหลือง สีเหลืองนั้นดูแล้วคล้ายกับว่าเขามาอยู่ใกล้กับตัวผู้ดู ในเมื่อสีเย็น คือ สีน้ำเงิน น้ำเงินเทา และม่วง ดูแล้วถอยห่างจากผู้ดูออกไป

สีที่เมื่อเราใช้ในเนื้อที่มาก ๆ แล้วไม่น่าดูนั้น ถ้าใช้แต่เพียงเล็กน้อยอาจจะทำให้น่าสนใจขึ้น และอาจเสริมความน่าดูให้แก่สีอื่นได้

การใช้สีเข้มจัดกับสีอ่อนจัดทำให้เห็นเด่นและมีชีวิตชีวากว่าใช้สีที่มีค่าของความเข้มหรือจางให้ใกล้เคียงกันมาก

สีที่มีความสดใสพอ ๆ กัน เมื่อใช้ด้วยกันจะช่วยดึงดูดความสนใจได้เร็ว มักใช้ในการออกแบบป้ายหรือภาพโฆษณา

หลักในเรื่องความเด่นของสีมีอยู่ว่า ควรจะต้องมีสีชนิดหนึ่งปรากฏเด่นออกมามากกว่า เพื่อจะเป็นสีอ่อนหรือสีเย็นก็แล้วแต่การที่ใช้สีที่ไม่น่าดูอย่างหนึ่งก็คือ แต่ละสีที่ใช้ปริมาณเท่ากันไปหมด ถ้าให้ปริมาณหรือเนื้อที่ของสีเปลี่ยนไป สีที่กินที่มากย่อมเด่นกว่า นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับค่าเปลี่ยนแปลงความสดใสของสีอีกด้วย

เทคนิคการใช้สี (COLOR TECHNLOUE) ปัญหาเกี่ยวกับเทคนิคการใช้สี มีดังนี้.-

1. สีกับรูปร่าง (COLUR IN RELATION TOFORM)
2. LUDYIZB; (COLOR AND TEXTURE)
3. สีกับวัสดุ (COLOR AND MATERIAL)
4. เครื่องมือในการทดสอบสี (COLOR AND MECHABICAL)
5. การกำหนดสี (COLOR SPECIFICATION)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สีกับรูปร่าง (COLOUR AND RELATION FORM)

สีกับรูปร่างมีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิด สีชนิดเทียวกันใช้กับของที่มีรูปร่างต่าง ๆ กัน จะแตกต่างกัน แท่งกลมหรือทรงกลมจะมีสีเข้ม เพราะสามารถสะท้อนแสงได้ดีทำให้จุดที่สะท้อนกับจุดที่อยู่ข้างหลังตัดกันอย่างแรง จึงทำให้สีที่อยู่ตอนหลังเข้มกว่า

สีและผิว (COLOR AND TEXTURE)

ผลิตภัณฑ์ที่มีผิวขรุขระหรือผลิตภัณฑ์ที่มีจุดหรือรูปฟื้นผิด หากไม่ต้องการให้เห็นง่ายให้ใช้สีด้านหรือสีอ่อน พวกเครื่องจักรหรือส่วนที่มีการต้องการให้เคลื่อนไหวไม่ควรให้สีมันเพราะจะทำให้ระคายสายตาทำงานไม่สดวก

การพยายามใช้วัสดุบางอ่างลอกเลียนให้เหมือนของบางอย่าง เช่น พลาสติก ทำให้ได้เป็นลายไม้ ควรหลีกเลี่ยงจะใช้วัสดุตามความเป็นจริง

สีกับวัสดุ (COLOR AND MATERIAL)

วัสดุที่เกี่ยวข้องกับสีมี 5 ประเภทคือ

1. สีต่าง ๆ แลคเคอร์และเคลือบ (Plants lacquers and enameals) มีหลายสี
2. โลหะ (materiaal colors) พวกชุบโครเมี่ยม นิเกลิ อลูมิเนียม มีแตกต่างกัน
3. พลายสติก (plastics)มีสีต่าง ๆ มากมาย
4. เครื่องเคลื่องดินเผา(vitreous enamel)หรือเรียกporcelamerxmel มีหลายสีควบคุมให้เหมือนจริงได้ไม่ง่ายนัก ทั้งนี้ต้ององขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ
5. แก้ว (gldss) ทำได้หลายสี

2.17.5 การกำหนดสี (COLOR SPECIFLCATION)

การออกแบบต้องกำหนดสีและในเมื่องานเสร็จเรียบร้อยแล้ว สิ่งที่ขาดไม่ได้คือ การกำหนดชนิดสีที่ต้องการบนแผ่นสี่เหลี่ยมเล็กเป็นสีตัวอย่าง บางครั้งนักออกแบบต้องควบคุมการใช้สีในการผลิตครั้งแรก เพื่อให้เป็นไปตามความต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสัมพันธ์ของสีต่อผลิตภัณฑ์

1. ขนาด (SIZE)

   1.1 สีอ่อน (light value) ทำให้ผลิตภัณฑ์ดูใหญ่ขึ้น

   1.2 สีเข้ม (dark color) ทำให้ผลิตภัณฑ์ดูเล็กลง

2. น้ำหนัก(WEIGHT)

   2.1 สีอ่อนและสีร้อน (warm color) ทำให้ผลิตภัณฑ์ดูเบา

   2.2 สีเข้มและสีเย็น (cool color) ทำให้ผลิตภัณฑ์ดูหนัก

3. ความแข็งแรง (STRENGTH)

   3.1 สีร้อน ทำให้ความรู้สึกแข็งแรงมาก

   3.2 สีเย็น ทำให้ความรู้สึกแข็งแรงน้อย

4. อุณหภูมิ (TEMPERATURE)

   4.1 สีร้อน ทำให้รู้สึกอบอุ่น ไม่สบายใจ

   4.2 สีเย็น ทำให้รู้สึกสดชื่น สงบเยือกเย็น สบายใจ

5. ความสะอาด (CLEANLINESS)

   5.1 สีขาว เป็นสีที่ให้ความรู้สึกสะอาดที่สุด

   5.2 สีอ่อน เช่น สีงาช้าง (viory) สีเหลืองอ่อน(pale warm yellow) สีฟ้าอ่อน (pale blue) สีเขียวอ่อน (plllale green) ใช้ความนุ่มนวล สะอาดตา ถูกหลักอนามัย

6. ความภูมิฐาน (DICNITY)

   สีเทาเป็นสีที่ให้ความรู้สึกภูมิบานที่สุด (อาจมีสีร้อนเน้นนิดหน่อย) ตามปกติสีที่ใช้ในสำนักงานจะใช้สีเท่าแกมเขียว(grayed olwi green) และสีเทาแกมสีน้ำเงิน (mciclized)

คุณลักษณะของสี

สีมีคุณลักษณะต่าง ๆ ที่สำคัญดังนี้คือ

SUE – คือตัวสีของแต่ละสี (เป็นเนื้อแท้ของสี) เช่นสีแดง สีเขียว

VALUE – คือความเข้มของสีถ้าความเข้มน้อยก็เป็นสีอ่าน ถ้าความเข้มมากก็เป็นสีแก่ เช่น สีแดงเข้มสีเขียวอ่อน

CHROMA – คือ ความแรงของสี เช่นสีแดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TINT – คือ พวกสีจาง หรือสีที่ผสมสีขาวลงไป ทำให้ดูอ่อนลง

SHADE – คือ พวกสีเข้มหนัก เป็นสีที่ผสมสีอื่นให้คล้ำลง

COMPLEMNT – คือ สีที่อยู่ตรงกันข้าม เช่น แดง เขียว

การเปรียบเทียบการสะท้อนแสงของสีต่าง ๆ

แสงสว่างเป็นสิ่งจำเป็นมาก ซึ่งแสงธรรมชาติจะช่วยให้การส่องสว่าง 20 % ของพื้นที่ห้อง แต่ก็ต้องอาศัยแสงประดิษฐ์ด้วย ดังนั้นห้องจึงไม่ควรกว้างเกิน 2 เท่าของความสูงจึงจะรับแสงสว่างได้เพียงพอ และผนังภายในควรใช้สีเย็นตาจะช่วยให้ห้องสว่างยิ่งขึ้น

สีแก่ – เข้า ดูดแสงสว่างทำให้ห้องอบร้อนมาก

สีอ่อน – เบา จะสะท้อนแสงสว่าง

ตารางที่ 44 แสดงการสะท้อนของแสงและสีต่าง ๆ

สี	สะท้อนแสงได้ร้อยละ	สี	สะท้อนแสงได้ร้อยละ
ขาว	80-90	ฟ้า	35.50
งาช้าง	70-80	เขียวอ่อน	25-50
ครีม	65-75	เขียวแก่	15-25
ชมพูอบม่วง	60-65	เขียวหยก	41.0
ชมพู	40-70	น้ำเงินแก่	10-20
เนื้อ	56.0	น้ำเงินอ่อน	45.5
เหลือง	65.0	น้ำตาล	8-12
เหลืองอมน้ำตาล	55-65	แดง	15.25
เทา	35-50	แดงเข้ม	7.0
เทาอ่อน	53-60	ดำ	2-5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อิทธิพลของสีที่มีต่อความรู้สึก

อันที่จริงแล้ว อิทธิพลของสีที่กระทบจิตใจของเราจะรู้สึกไม่เหมือนกันทุกคน ทั้งนี้เพราะบางคนพอใจอีกสีหนึ่ง ในขณะที่อีกคนหนึ่งชอบสีที่เราเกลียด ข้อนี้อาจเป็นผลมาจากเหตุต่าง ๆ กัน เช่น คนที่เคยประสบไฟไหม้มาแล้วจนฝังจิตฝังใจแต่นั้นมาจะทนดูสีแดงไม่ได้ หรือบางคนได้รับความประทับใจจากธรรมชาติ และชอบสีเขียวมากว่าสีใด ๆ ซึ่งแต่ละสีจะมีความชอบแตกต่างกันออกไป เพราะฉะนั้นจะต้องทราบถึงความพอใจในสีของเจ้าของและบุคคลต่าง ๆ ควบคู่กับความรู้ในเรื่องของสีของผู้ออกแบบเองด้วย

ต่อไปนี้ เป็นลักษณะของสีที่เกี่ยวกับความรู้สึก โดยแบ่งออกเป็นสกุลใหญ่ ๆ คือ

2.17.6 ข้อแนะนำในการใช้สี

1. การใช้สีคล้อยไปกับสิ่งแวดล้อม ผู้ใช้สีจำต้องคิดว่าสีที่ใช้นั้นกลมกลืน (HARMONY) หรือแตกต่าง (CONTRAST) กับสิ่งแวดล้อม เช่น ภูมิประเทศ ดินฟ้าอากาศ อาคารบ้านเรือนข้างเคียงเป็นต้น ถ้าใช้สีเหมือนธรรมชาติมากไปทำให้มองเห็นเด่นออกมา และถ้าหากให้สีแตกต่างกับสีของธรรมชาติมากไปก็ทำให้เกิดความไม่น่าดูไปได้ ตัวอย่างเช่น อาคารที่อยู่ในชนบทควรใช้สีเป็นสีที่คล้ายเช่น ใช้สีส้มหม่น ๆ เป็นต้น

2. การใช้สีให้คล้อยไปตามโครงสร้าง คือ แยกออกเป็นส่วนหนึ่งที่รับน้ำหนัก เช่น เสา ตง คาน เป็นต้น ส่วนที่ไม่ได้รับน้ำหนัก เช่น ฝา เพดาน ประตู หน้าต่าง สีที่ใช้จะช่วยพยุงความรู้สึกในน้ำหนักของสีได้ และยังช่วยถ่วงน้ำหนักของสีได้ ช่วยถ่วงน้ำหนักของอาคารให้อยู่ในดุลยภาพที่ดีด้วย การใช้สีไล่น้ำหนักของอาคารจากอ่อนไปหาแก่ ทำให้เกิดการลวงตาเป็นนูนขึ้นหรือเว้าลง ถ้าใช้สีสว่างบนหนักส่วนล่างเบา จะทำให้รู้สึกอาคารเบาลอยอยู่เป็นต้น

3. การใช้สีให้คล้อยตามวัสดุก่อสร้าง เช่น สิ่งก่อสร้างทำด้วยอิฐควรให้ความรู้สึกเป็นอิฐ ถ้าเป็นวัสดุอื่น เช่น ไม้ กระจก โลหะต่าง ๆ ก็ไม่ควรจะปิดบังอำพลางความเป็นตัวของมันเองเสียจนน่าเกลียด เช่น ทาอิฐด้วยสีฟ้า ทำให้ความรู้สึกธรรมชาติของวัสดุขาดความรู้สึกอบอุ่นปลอดภัย สีที่มีอยู่ตามธรรมชาติจะเป็นสีที่ซึ่งใช้ได้ มาก ๆ โดยไม่ค่อยมีผลเสีย เพราะสีของมันจะถูกเบรคอยู่ ในตัว

4. ควรใช้สีตามประโยชน์ใช้สอย การให้สีที่ดี จะเป็นบอกลักษณะประโยชน์ใช้สอยของมันเสร็จ เช่น สีที่ทาโรงเรียน บ้านพักอาศัย สถานที่ราชการ เป็นต้น หลักของการใช้สี สีที่เป็นบ้านนักอาศัยไม่ควรเป็น (SHADE) ฉูดฉาด ควรให้มีสีอ่อนหรือสีที่ถูกเบรคลงบ้าง เพราะสีที่ฉูดฉาด ตรงกันข้ามกับสีของโรงมหรสพ ซึ่งเป็นที่ ๆ เราต้องการความเปลี่ยนแปลงเพื่อสนุกตื่นเต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เต้นเพียงชั่วคราว จึงจะสามารถใช้สีสด ๆ ฉูดฉาดตกแต่งไว้

- ผลความรู้สึกเรื่องความแข็งแรง
- ผลความรู้สึกที่เป็นลักษณะเฉพาะ

วิเคราะห์สีที่เหมาะสมกับกล่องเครื่องมือ

ขนาด	สีเข้ม ทำให้ดูเล็กลง แต่ให้ความรู้สึกหนักแน่น
น้ำหนัก	สีอ่อนและสีร้อน จะทำให้แลดูเบา
แข็งแรง	สีร้อน จะทำให้ดูรู้สึกแข็งแรงมาก
ลักษณะเฉพาะ	สีน้ำตาล มีความรู้สึกเฉพาะว่าเป็นสีทางด้านวัสดุไม้

จากการค้นคว้าและสังเกตจะพบว่า ช่างไม้ครุภัณฑ์ มักจะทำกล่องขึ้นมาโดยใช้วัสดุเป็นหลัก ดังนั้น จากคุณสมบัติของสีที่จะนำมาวิเคราะห์นั้น จะเห็นว่า สีที่เหมาะสมที่สุดสำหรับกล่องเครื่องมือ คือ " สีส้มน้ำตาล"

สภาพการเห็น สี แสง และจิตวิทยาของสี

ความสัมพันธ์ระหว่าง แสง กับตา

แสงกับตามีความสัมพันธ์กัน ถ้าขาดแสงเราจะมองไม่เห็นวัตถุ ด้วงตาของมนุษย์ที่มีความไวต่อแสงในคลื่นความถี่ต่าง ๆ กัน ตาไวสูงสุดต่อคลื่นแสง ขนาดคลื่นประมาณ 5500 ยังสตรอมยูนิค ซึ่งได้แก่สีเหลือง

การที่เราสามารถมองเห็นวัตถุได้หเกิดจากแสงพุ่งไปกระทบวัตถุแล้วสะท้อนสู่ตาเรา ส่วนการมองเห็นสีของวัตถุเกิดจากวัตถุ อันมีคุณสมบัติดูดซึมสีของแสงหรือสะท้อนสีของแสงในช่วงคลื่นต่าง ๆ กัน ถ้าวัตถุดูดซึมคลื่นได้หมดทุกความถี่วัตถุนั้นจะมองเห็นเป็นสีดำมืด หรือที่เราเรียกว่า สีดำ ซึ่งความจริง สีดำคือ ไม่มีคลื่นแสงสะท้อนกลับให้เห็นนั่นเอง

อิทธิพลของสีกับความรู้สึก สีให้ความรู้สึกในการมองเห็นที่แตกต่างกัน โดยที่สมองจะแปรเป็นอารมณ์ ต่าง ๆ กัน อาจกล่าวย่อ ๆ ได้ คือ

1. ให้ความรู้สึกในเรื่องขนาด เป็นที่รู้กันว่าการมองวัตถุที่มีสีอ่อนจะทำให้ เกิดความรู้สึกหลอกหลอน ถ้าจะทำให้วัตถุดูใหญ่ต้องใช้สีอ่อน ๆ ถ้าจะให้ดูเล็กต้องใช้สีเข้มดำใช้สีกลมกลืนไปกับเงา เพื่อลบดความน่าเกลียดของรูปทรงได้เช่น สีดำมันจะมีเงามากจากการสะท้อนแสงทำให้ไม่ได้ผลตามต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. น้ำหนัก สีมีผลเกี่วกับควารู้สึกเรนื่องน้ำหนักสีอ่อนี ๆ จะทำให้ดูเบาส่วนสีเข้มจะทำให้ดูมีน้ำหนัก

3. ความแข็งแรง น้ำหนักและความแข็งแรงจะมีความเกี่ยวข้องกัน และให้ผลเดียวกันกับ สีเย็น เช่น สีน้ำเงินอ่อน เขียวอมฟ้า ฟ้ าอมม่วง จะทำให้เกิดความอ่อนแรงนึ่งสงบ ส่วนสีร้อน เช่น สีแดง แสด เหลืองอมส้ ม มักจะทำให้เกิดความรู่สึกแข็งแรงมากกว่าสีหน เช่นสีเทา สีดำ สีน้ำตาลแก่ที่พิเศษ คือสี พวกสีบรอนซ์ และสีน้ำเงินปนเทา จะทำให้เกิดความรู้สึกเหมือนเล็ก จึงทำให้ดูแข็งแรงและแกร่งขึ้น

4. อุณหภูมิในกรณีความรู้สึกถึงอุณหภูมินี้จะเห็นได้ชัดเจนมากเช่นแดงสด แสด เหลือง ที่เป็นสีร้อน จะทำให้เกิดความร้อนในจิตใจได้ สีน้ำเงินอ่อน เขียวอ่อน ฟ้าอ่อน ม่วงปนขาว กลับทำให้เกิดความรู้สึกเย็น

สีขาว สีอ่อน จะไม่ดูดความร้อนมากเท่าสีเข้ม

5. ความสะอาด สีให้ควารู้สึกในเรื่องความสะอาด สีขาวเป็นสีที่เหมาะสมที่สุด (แต่สีขาวที่แท้จริง คือสีที่มีส่วนผสมของแมกนีเซียมที่บริสุทธิไม่มีสีใดที่ปัจจุบันจะทำให้ได้สีขาวไปกว่าสีที่ผสมด้วย "ออกไซด์ของแมกนีเซียม") สีงาช้างจัดว่าเป็นสีที่แสดงถึงความสะอาด และสุขลักษณะ

6. ความภูมิฐาน สง่างาม ถ้าต้องการให้สิ่งของออกมาในลักษณะนี้ต้องหลีกเลี่ยงสีร้อนแรง ยกเว้นที่จะใช้ประกอบเป็นส่วนน้อยเพื่อความสดุดตา สีเทาเป็นสีที่แสดงได้ดีที่สุด สีที่เลือกใช้ได้ คือ สีเทาอมน้ำเงิน เทาอมม่วง เทาอมน้ำเงินเข้ม อาจมีสีสดตัดเล็กน้อย

ความจำกัดอิทธิพลของสี

ประสาทตาของมนุษย์สร้างมาโดยไม่สามารถเปรียบเทียบสีได้จากความทรงจำ เพราะสีมี สีแตกต่างกัน เช่นสีแดงมีความแตกต่างกันถึง 7056 สี ซึ่งนำมาเปรียบเทียบกันจึงจะเห็นความแตกต่าง

จิตวิทยาในการใช้สี สีมีอิทธิพลในทางจิตวิทยาแก่มนุษย์ ทำให้เกิดอารมณ์ความรู้สึกต่างๆ ได้โดยไม่รู้ตัว บางครั้งสีทำให้รู้สึกชอบ รู้สึกเกลียด รู้สึกรัก ในสีนั้น ๆ ก็ได้

บางกรณีสีอาจตั้งขึ้นใช้เป็นสัญญลักษณ์ ทั้งนี้เพื่อให้เห็นถึงความแตกต่างหรือเพื่อแสดงเอกลักษณ์ของสิ่งนั้น ๆ ก็ได้ เช่น ธงชาติไทยมี 3 สี ซึ่งเป็นสัญญลักษณ์ที่ใช้ความหมาย เฉพาะคนไทย ในสังคมไทยเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อิทธิพลของสีต่ออารมณ์ส่ความรู้สึกของมนุษย์ อาจแบ่งอย่างหยาบ ๆ ได้ดังนี้ คือ

สี	ทำให้เกิดความรู้
เขียว,ตองอ่อน	ปกติสบาย
แสด แดงส้ม	ร้อนแรง
ชมพูอ่อน	นุ่มนวล,อ่อนโยน
แดงชาติ	มั่นคง,สมบูรณ์
ขาว	บริสุทธิ,สดใส,ใหม่,สะอาด
ม่วง	เศร้า,ลึกลับ
แดงแก่,ส้ม	ตื่นเต้น
น้ำเงิน,น้ำเงินม่วง	สงบเงียบ,ขรึม,เย็น
เหลือง,เขียวเหลือง,ทอ	สดชื่น,ร่าเริง
ดำ	ลึกลับ,มืดทุกข์โศก,บาป,หนัก

การใช้สี นอกจากจะให้ผลทางด้านความงามแล้ว จะต้องคำนึงถึงด้านจิตวิทยาของสีด้วยเช่น

กระดานดำ	สีเขียวแก่ เพื่อให้สบายตา
ในห้องคนไข้เบื่อโลก	สีเหลืองเขียว เพื่อให้ร่าเริง
คนโกรธง่าย	สีน้ำเงิน เพื่อให้เงียบสงบ
คนหมดกำลังใจท้อถอย	สีชมพู,ส้ม เพื่อกระตุ้นจิตใจ ให้หึกเหิม

นอกจากด้านจิตวิทยาดังตัวอย่าง แล้ว สียังต้องสัมพันธ์กันด้วย ดังนั้นนักออกแบบจะต้องไฝหาและสังเกตความสัมพันธ์ ของสีกับวัตถุที่ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัตราการสะท้อนของสีต่าง ๆ มีดังนี้

สีขาว	80-90%
สีงาช้าง	70-80%
สีเหลือง	65-75%
สีครีม	56-75%
สีชมพูอมม่วง	60-65%
สีเหลืองออกน้ำตาล	55-65%
สีชมพู	60-70%
สีเทา	35-50%
สีเขียวอ่อน	25-50%
สีน้ำเงินแก่	10-20%
สีเขียวแก่	15-25%
สีน้ำตาล	8-12%
สีแดง	15-25%
สีแดงเข้ม	7%
สีดำ	2-%5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

"วิธีดำเนินงานเก็บข้อมูล"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานเก็บข้อมูล

3.1 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

การรวบรวมข้อมูลโดยการรวบรวมจากแหล่งต่าง ๆ นำมาศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวกับการวิจัยซึ่งถือว่าเป็นข้อมูลพื้นฐาน แล้วนำมาสรุป และผลสรุปต่าง ๆ นำมาวิเคราะห์ โดยมีหลักการดังนี้

3.1.1 การศึกษาข้อมูล ที่เกี่ยวข้องกับแม่แบบปูนเปาสเตอร์

3.1.2 การศึกษาข้อมูล ที่เกี่ยวข้องกับแม่แบบปูนเปาสเตอร์ ในลักษณะของการอบแม่แบบ ในสถานศึกษา

3.1.3 การศึกษาเกี่ยวกับ ระบบการทำงานของตู้อบแม่แบบปูนเปาสเตอร์

3.1.4 การศึกษาผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง ในเรื่องของระบบการทำงาน และกรรมวิธีที่ใช้ในการผลิต

3.1.5 การศึกษาองค์ประกอบต่าง ๆ ของพฤติกรรมผู้ใช้ ความต้องการและขนาดสัดส่วนที่เหมาะสม

3.1.6 การศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับวัสดุ และกรรมวิธีในการผลิต

3.2 แหล่งข้อมูล

สำหรับข้อมูลที่ใช้ในการดำเนินการวิจัย **ตู้อบแม่แบบปูนเปาสเตอร์** ทางผู้วิจัย ได้ข้อมูลและทำการรวบรวมจากหลายแหล่ง ดังนี้คือ

3.2.1 มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ คณะวิทยาศาสตร์

3.2.2 สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตภาคพายัพ (เจ็ดยอด)

3.2.3 สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4 โรงเรียนสุรศักดิ์มนตรี หมวดศิลป ก.

3.2.5 ข้อมูลบุคคล

1. อ.กาญจนะ แก้วกำเนิด มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ คณะวิทยาศาสตร์

2. อ.ไพบูลย์ หล้าสมศรี สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตภาคพายัพ (เจ็ดยอด) เชียงใหม่

3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล โดยการนำข้อมูลทั้งหมดมาทำการสรุป แล้วนำผลสรุปทั้งหมดมาวิเคราะห์เปรียบเทียบ แล้วนำผลการวิเคราะห์นั้น มาสรุปผลนำสู่การออกแบบแก้ปัญหาตู้อบแม่แบบปูนปาสเตอร์ ให้มีประสิทธิภาพการใช้งานได้ดีกว่าเดิม

3.4 การศึกษาข้อมูลวัสดุ

3.4.1 เหล็ก LSTELL เหล็กเป็นโลหะประเภท Perous Metal ซึ่งนำมาใช้ในงานต่าง ๆ มาก โดยปกติ เหล็กบริสุทธิ์จะมีความเหนียว และอ่อนตัวสูง เหล็กสามารถที่จะรวมตัวกับออกซิเจนได้ดี จึงเป็นสนิมง่าย ดังนั้นผลิตภัณฑ์ที่ทำจากเหล็กจึงต้องเคลือบผิว เพื่อป้องกันการผุกร่อน

1. เหล็กหล่อ คือเหล็กดิบโดยตรงมีหลายชนิดด้วยกันเช่น เหล็กหล่อสีขาวเทา ซึ่งมีความแข็งสูงมาก แต่จะเปราะง่าย เหล็กหล่อเหนียว และเหล็กหล่อพิเศษ มีความเหนียว สามารถรับแรงได้สูง เหล็กหล่อ ถึงแม้ว่าจะมีน้ำหนักมาก แต่ข้อดีคือ ราคาถูก รับแรงได้มาก ตรงส่วนที่มีความหนามาก

2. เหล็กกล้า เข้ามามีบทบาท แทนเหล็กหล่อและเป็นที่นิยม ใช้ประมาณ 150 ปีมาแล้ว ภายหลังมีผู้คิดวิธีการผลิต ทางอุตสาหกรรม นำมาใช้ทำอาวุธ และเครื่องมือที่มีความละเอียด เหล็กกล้าแผ่นอย่างบาง ใช้เป็นชิ้นส่วนของผลิตภัณฑ์ ใช้เป็นโครงของเครื่องจักรแบบเหล็กหล่อ เหล็กกล้ามีคุณสมบัติหลายอยาง และมีประเภทที่ต่าง ๆ กันเช่น ไม่ควรออกแบบชิ้นส่วนที่ทำด้วย แสตนเลส สตีล โดยการขึ้นรูปเพราะทำได้ยาก ต้องใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เทคนิคบางอย่างทำชิ้นส่วน และมีราคาแพง ถ้านำมาใช้ให้ถูกต้อง ความจำเป็นและคุณค่าจะทำให้งานดีมาก เพราะเป็นเหล็กกล้าที่มีความแข็งแรงทนทาน ไร้สนิม

3. เหล็กผสม มีความแข็งแรงมากน้อยแล้วแต่ส่วนผสม ในเนื้อเหล็ก เช่น เนื้อผสมคาร์บอน ทำให้แข็งและเปราะง่าย ผสมกับโครเมี่ยม ช่วยในการป้องกันสนิมเป็นต้น

รูปแบบของเหล็ก ที่ใช้ทั่วไป จะผลิตออกมาเป็นมาตราฐาน ไม่ว่าจะเป็นเหล็กโครงสร้าง ใช้กับงานก่อสร้าง หรือเหล็กที่ใช้กับงานช่าง เหล็กรูปต่าง ๆ แผ่นเหล็ก ซี่เหล็กและ ลวดเหล็ก วัสดุเหล่านี้ ทำขึ้นจากการรีด ดึง อัด ตี โดยมากทำขึ้นรูปในสภาพแผ่นเหล็ก เช่น

1. เหล็กแท่ง หรือ เหล็กโครงสร้าง มีขนาดและรูปร่าง แตกต่างกันไปตามมาตราฐาน ซึ่งได้จากการรีด เหล็กแท่งอีกประเภทหนึ่งได้จากการยืดเหล็ก โดยแบ่งเหล็กที่ ถูกรีดมาก่อน จะดึงผ่านรูของเครื่องยืดเหล็ก จะทำให้เนื้อเหล็กอัดตัวแน่น และมีผิวเรียบ

2. ท่อเหล็ก ได้จากการรีด จากเหล็กแผ่นให้เป็นรูปท่อน แล้วเชื่อมให้ติดกัน แล้วผ่านการรีดอีกครั้ง ให้ได้ขนาดตามที่ต้องการ ท่อนที่ไม่มีรอยต่อสำหรับการใช้งาน ที่มีความทนทานสูง เช่น ท่อรถจักรยานยนต์ จะได้จากการรีด การอัด หรือท่อเหล็กที่การผสมพิเศษสำหรับที่น้ำ เราใช้ท่อที่ทำจากการเชื่อมได้ เพราะต้องการแรงต้านทานด้วยความดันเล็กน้อย

คุณสมบัติของเหล็ก มีดังนี้

1. มีความแข็งแรง ทนต่อการรับแรงกระแทกสูง และทนต่อการรับแรงดึงได้ดี
2. สามารถเป็นแม่เหล็กได้
3. นำไฟฟ้า และนำความร้อนได้ดี
4. ทำปฏิกริยาได้ดีกับออกซิเจนในอากาศ ทำให้เป็นสนิมง่าย
5. สามารถทำเป็นรูปได้โดยการหล่อ รีด ดัดโค้งขึ้นรูป
6. สามารถตกแต่งผิวได้หลายวิธี ทั้งพ่นสี ชุบสี เคลือบด้วยโลหะ ฯลฯ
7. จุดหลอมเหลวสูง
8. ไม่ทนต่อการกัดกร่อนของสารเคมีต่าง ๆ
9. ราคาถูกกว่าโลหะอื่น ๆ เมื่อเทียบกับคุณสมบัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2 โลหะแผ่น [SHEET METAL] หมายถึง โลหะแผ่นทุกชนิดที่มีความหนาไม่เกิน 3/16 นิ้ว

โลหะแผ่นที่ใช้ในงานอุตสาหกรรมมีอยู่หลายชนิด แต่ละชนิดมีลักษณะพิเศษเฉพาะตัว แตกต่างกันออกไป ดังนั้นการทำงานแต่ละประเภท จำเป็นต้องศึกษา และเลือกใช้วัสดุหรือโลหะให้เหมาะสม กับคุณภาพของงาน และคุณสมบัติของโลหะด้วย จึงทำให้ผลของงานที่ได้ เป็นที่น่าพอใจและมีคุณค่ามากยิ่งขึ้น

โลหะแผ่นที่นำมาใช้งานส่วนมากได้แก่ เหล็กที่รีดออกมาเป็นแผ่น มีขนาดความหนาหลายขนาดต่างกันออกไป และมีการเคลือบผิวด้วยโลหะต่าง ๆ เช่นการเคลือบผิวด้วยสังกะสี หรือดีบุกเป็นต้น นอกจากนี้แล้วยังมีการเอาโลหะผสม มาใช้อีกหลายชนิด เช่น ทองแดง อลูมิเนียม เป็นต้น

โลหะแผ่น โดยทั่วไป แบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ

1. โลหะแผ่นเปลือย [ABT METAL-UNCOATED METAL]
2. โลหะแผ่นเคลือบผิว [COSTED METAL]

1. โลหะแผ่นเปลือย [ABT METAL-UNCOATED METAL]

โดยมากเป็นประเภทที่ไม่ใช่เหล็ก เช่น แผ่นทองแดง แผ่นอลูมิเนียมเป็นต้น แต่ก็มีประเภทที่เป็นเหล็ก เช่น แสตนเลส เป็นต้น

2. โลหะแผ่นเคลือบผิว [COSTED METAL]

โลหะที่ทำด้วยเหล็กเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งจะเป็นเหล็กแผ่น แล้วนำไปเคลือบผิวโดยวิธีต่าง ๆ แล้วแต่การใช้งาน เช่น การเคลือบดีบุก เคลือบสังกะสี เป็นต้น การเคลือบผิวจะทำให้ เนื้อเหล็กไม่ถูกกัดกร่อน จากสภาพแวดล้อม ซึ่งจะมีอายุการใช้งานที่นานมากขึ้น

การนำ โลหะแผ่นเปลือย และโลหะแผ่นเคลือบผิว มาใช้งานจะแตกต่างกันมาก เช่น การนำมาขึ้นรูปด้วยการเชื่อม ตะไบ ดัด ขัดผิว จะไม่มีผลเสียเกิดขึ้นกับ โลหะแผ่เปลือย แต่สำหรับโลหะเคลือบผิว ต้องไม่ควรให้ผิวหน้าที่เคลือบไว้ ได้รับการชูดขีด เพราะจะทำให้สูญเสีย คุณสมบัติในด้านการทนต่อการกัดกร่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตกแต่งผิว

เนื่องจากเหล็กแผ่นโดยปกติแล้วจะเป็นสนิมง่าย และไม่ทนต่อการกัดกร่อนในสภาพอากาศปกติ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องป้องกันเพื่อไม่ให้เกิดความเสียหาย ต่อแผ่นเหล็กประกอบ กันเพื่อความสวยงาม กรรมวิธีที่ใช้ในอุตสาหกรรมทั่ว ๆ ไปได้แก่

1. การชุบด้วยไฟฟ้า
2. การพ่นหรือ ทาสี
3. การเคลือบด้วยความร้อน แบ่งออกเป็น
   - อบเคลือบด้วยเสียง
   - อบเคลือบด้วยสีผง
4. การชุบพลาสติก

กรรมวิธีในการตกแต่งนั้น จะต้องเลือกให้เหมาะสมกับสภาพการใช้งาน โดยมากแล้วในงานอุตสาหกรรม มักจะใช้วิธีการพ่นสี และการอบเคลือบด้วยสีผง ซึ่งวิธีหลังนี้ให้ประสิทธิภาพที่ดีกว่า ทนต่อการใช้งาน ทนต่อการขีดข่วนไม่แตกร่อน แต่ค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง

กรรมวิธีการผลิตวัสดุประเภทเหล็ก

- ขั้นตอนการตัด (Cvttint)
- การขึ้นรูป (Forminr)
- การทำให้ติดกัน (Fastenind)
- การตบแต่ง (Finishind)

1. การตัด แบ่งออกเป็น 10 ประการคือ

1.1 เลื่อย (Sawinr) การแยกชิ้นงานหรือการใช้เครื่องมือที่มีฟันงานขอบเคลือนผ่านในชิ้นงาน เช่น ใบเลื่อยวงเดือน (Band saw)

1.2 การตัด (Shabinr) โดยใช้วัสดุที่มีขอบแข็งคมเฉือนงานที่เป็นชิ้นออกจากกัน เช่น การไกรตัดโดดลหะ ซึ่งค่อย ๆ เฉือน

1.3 การเจาะตัด (pushinr) คล้าย ต้องใช้แรงเฉือนแต่เป็นการกดออกมาโยชิ้นงานจะหลุดออกมาเพียงครั้งเดียว

1.4 การเจาะรู (prclinr) การเจาะรูโดยใช้ออกส่วน เช่นเจาะด้วยแท่นสว่านแท่นกลึงงานตอกสว่านคงที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 การขัด (Adbadinr) ใช้โละวัสดุที่แข็งแรงกว่าขัดออกหรือถูออก โดยตัวขัดที่แข็งขัดตัวที่อ่อนกว่า เช่นกระดาษทรายถูโลหะ

1.6 การไส (sharppinr) การเอาเครื่องมือชูดในชิ้นงาน เป็นการไสชิ้นงานใช้กันมากตามโรงงาน ต้องการใช้เฉพาะกับงานเส้นตรง

1.7 Millnr ใช้กันมากโดยการใช้โลหะแผ่นบาง โดยมีใบมีดคัตเตอร์ (Cutter) ตัดชิ้นงานคล้ายเลื่อยวงเดือน

1.8 Turnind เป็นการทำงานโดยใช้เครื่องกลึง งานที่ออกมาเป็นรูปงานทรงกลม

1.9 Thebrel wttind โดยใช้ความร้อนหลอมละลาย เช่น ใช้แก๊สตัดใช้แสงตัดโดยการใช้แสง "เลเซอร์" (laser)

1.10 cherical cutting ใช้ปฏิกิริยาทางเคมีส่วนมากใช้กับงานตัดผิวโลหะโดยใช้กรด ต่าง เช่นทำแท่นวงงจรไฟฟ้า อาจมีไฟฟ้ามาเกี่ยวข้อง

2. การขึ้นรูป (Forming) มี 8 วิธี

การใช้เทคนิคนี้ใช้ในการเปลี่ยนรูปร่างวัสดุโดยไม่มีการเอาวัสดุเพิ่ม หรือเอาการ Forminr โดยใช้วิธีใช้ความร้อนหรือไม่ก็ตามมักขึ้นอยู่กับวัสดุโดยต้องดูคุณสมบัติเช่น colp from ใช้กับพวกทองแดง ทองเหลือง แต่เหล็กบางอย่างต้องใช้แต่ทั้งนี้ต้องขึ้นอยู่ประสิทธิภาพของเครื่องมือ และการประหยัดทางอุตสาหกรรม และประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์

2.1 casttinr การหลอมโลหะที่เหลวลงในแบบปล่อยให้เย็น แล้วจึงจะแกะแบบการใช้ sand castinr ถ้าต้องการงานชิ้นใหญ่มากใช้ EXtbudinr โดยใช้กับงานที่ไม่ต้องการความร้อนสูง เช่น พวกอลูมิเนียม และเป็นพวก

2.2 Bendinr เป็นการขึ้นรูปโดยการพับ ซึ่งต้องการให้งานชิ้นนั้นมีแรงถึง มากขึ้นโดยมากเป็นงานที่ออกแบบเป็นเส้นตรง

2.3 Fobrinr เป็นการขึ้นรูปโดยใช้แรงอัดและบีบให้โลหะถูกกด เป็นรูปร่างต้องมีหลาย ๆ ตัวที่แข็งมากตัวที่แข็งมาก โดยที่มีการ DIE เป็นขั้นตอน เช่น เพลารถ พวกเลสัดต่าง ๆ โดยทำโลหะให้ร้อนก่อนใส่ในเครื่องจักร จะบีบโลหะให้เปลี่ยนรูป

2.4 Pressind เป็นการอัดพวก shetter--โดยมี mrld 2. ตัวอัดให้ขึ้นเป็นรูปร่างการทำถาด จาน คล้าย ๆ bendinr แต่ pcesinr มีหลายทิศทาง

2.5 drawinr เป็นการดึงโลหะจาก DIE โดยต้องให้ความร้อนให้แก่โลหะอ่อนตัวแล้วใส่รูบังคับ แล้วรีดออกมาเป็นรูปแบบตายตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 Extbudinr เป็นการนีดโลหะเพื่อหลอมเหลวเข้าไปในแบบที่ทำแล้วเป็นหลักการทำงานอุตสาหกรรมที่ต้องการทำมาก

2.7 Rollinr เป็น HoT Forminr คล้าย ๆ Bendinr โดยใช้ลูกกลิ้งรีดโลหะเป็นรูปฉาก วงกลม และสี่เหลี่ยม โดยป้อนโลหะระหว่างช่อง DIE จะรีดเหล็กออกมา

2.8 Spininr เป็นกรรมวิธีคล้าย ๆ กับการกลึง ใช้กับงานรูปร่างกลมโดยมีแบบไม้ก่อนเอาแผ่นเหล็กใส่ในแบบ คล้ายการขึ้นรูปของเซรามิค

3. การทำให้ติดกัน (Pasteninr)

เป็นการเชื่อมโลหะตั้งแต่ 2 แผ่นขึ้นไป จะใช้ทาง machanical หลอมเหลวก็ได้ แบ่งเป็น

3.1 Aevetind เป็นวิธีการทาง Machanical โดยการใช้ DIN ที่มีด้านหนึ่งเป็นหัว

3.2 Theadind คล้าย ๆ กับ Revet แต่แทนที่จะเป็น PIN กลับเป็นและ NUT แทนแบบกึ่งถาวรและถอดได้ ทั้ง 3.1 และ 3.2 ใช้กับโลหะแท่น

3.3 Seming เป็นการพับตะเข็บเป็นวิธีหนึ่งที่ใช้ตัวของมันยึดอยู่ด้วยกันและบางครั้งใช้กาวเชื่อม

3.4 cemening เป็นการเชื่อมโดยถาวร ใช้ Machanical คล้ายกับการติดไม้ แต่กาวนี้มีแรงจับสูงเป็นพิเศษเช่น Epoxy ใช้กับ Shett metal

3.5 Soldering และ bbazinr เป็นการเชื่อมถาวรต่างจากตรงที่ต้องใส่โลหะอื่นเป็นตัวเชื่อม

3.6 Welding เป็นกรรมวิธีอย่างถาวรโดยการหลอมโลหะให้ละลายติดกันโดยใช้ melten metal เช่นลวดเชื่อมต่าง ๆ หรือโดยใช้แรงกด เช่น การเชื่อมโดยใช้ oxi - acettrlene ABC spot welpinr

4. การตบแต่ง (Finishing)

ขบวนการป้องกันผิวหน้าของโลหะ ทำให้ชิ้นงานนั้นดูสวยงาม ดึงดูดความสนใจมากขึ้น

4.1 Bufing เป็นการขัดผิวหน้าให้เรียบขึ้นเงา อาจใช้หิน ผ้า ทราย กระดาษทราย และอาจมี Bufrer Polishino มาช่วย Brasso

4.2 Texturing เป็นวิธีสำคัญในการตกแต่งวิธีที่ง่ายที่สุด คือ ให้ย้อนทุลโลหะให้เป็นลานรูปต่างๆ ทำให้ดูน่าใช้ยิ่งขึ้น เป็นประโยชน์ ใช้สอย คือผิวหยาบจับไล่หลุดมือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การให้สี (colobing) เป็นการทำผิวโลหะให้สวยขึ้นป้องกันผิวหน้าได้โดยการพ่น หรือทาก็ได้ เช่นการใช้แลกเกอร์เคลือบหรือใช้พลาสติกเคลือบหรือสีเคลือบ

4.4 การเคลือบ (coating) เป็นการทำผิวโลหะให้สวยขึ้น ป้องกันผิวหน้าได้โดยการพ่น หรือทาก็ได้ เช่น การใช้แลคเกอร์เคลือบหรือใช้พลาสติกเคลือบหรือสีเคลือบ

ชื่อเหล็กชนิดต่าง ๆ

CHECHERED) PLATED	เหล็กพื้นลาย (กันลื่น) ปูพื้น
EHIDENL PLATED	เหล็กแผ่นธรรมดา (เหล็กอ่อน)
CARBON PLATES	เหล็กแผ่นแข็ง
ROUND ORROD OR CYYBINDE	เหล็กกลม
SQUARE BABS PURZING SHEET	เพลาสี่เหลี่ยม
SPELY SHEET	เพลาหกเหลี่ยม
PURZINE SHEET	เหล็กอ่อน
ANRLE SHEET	เหล็กฉาก
I BEAM SHEET	เหล็กรูปตัว"ไอ"
H SHEET	เหล็กรูปตัว"เอช"
SHANELS (U BEAM)	เหล็กรางหนา
C BEAM AHEET	เหล็กรางตัว"ซี"
CARBON SHEEST	เหล็กแข็งทุกชนิด (หัวแดง)
PLAND BAR OR RECTANBUVAB	เหล็กพื้ด
FOLAW STRUCTUE TUBING	ท่อชนิดสี่เหลี่ยม
SQUARE & RECTANOULAR	เหล็กสี่เหลี่ยมและเหล็กสามเหลี่ยม
STAINCESS STEEL	เหล็กสแตนเลส
WELED	ลวดเชื่อม
ALLOY	โลหะผสม" อัลลอย"
ALUMINION	อลูมิเนียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูตรน้ำหนักเหล็กแผ่น
เหล็กแผ่นดำ 4-8 ฟุต

ตารางที่ 45 สูตรน้ำหนักเหล็กแผ่น

เบอร์	หนา มม.	น้ำหนัก	เบอร์	หนา มม.	น้ำหนัก กก.
1	1.3	30.34	18	7.5	175.00
2	1.35	31.51	19	8.0	187.00
3	1.4	32.68	20	9.0	210.00
4	2.5	35.00	21	12.00	280.000
5	1.6	37.34	22	15.0	350.00
6	1.80	42.00	23	16.00	377.44
7	2.00	64.68	24	18.0	420.00
8	2.2	51.35	25	19.0	443.46
9	2.3	65.68	26	22.0	513.48
10	1.6	60.68	27	25.0	583.50
11	2.8	65.35	28	32.0	747.00
12	2.3	67.25	29	37.0	777.00
13	3.0	70.00	30	44.0	1027.00
14	4.3	100.36	31	50.0	1167.00
15	4.5	105.00	32	63.0	1470.42
16	5.8	135.37	33	57.0	1749.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 46 แสดงขนาดต่าง ๆ และน้ำหนักของเหล็กกลวงสี่เหลี่ยมจัตุรัส

ขนาด (D/D)มม.	ความหนา (T)มม.	น้ำหนัก (W)กก./ม.	พื้นที่ภาคตัดขวาง (A) ตร.ซม.
25x25	1.6	1.12	1.432
38x38	1.6	1.73	2.264
50x50	1.6	2.38	3.032
	2.3	3.34	4.252
60x60	1.6	2.88	3.672
	2.3	4.06	5.172
75x75	2.3	5.14	6.552
	3.2	7.01	8.927
90x90	2.3	6.23	7.932
	3.2	8.51	10.847
100x100	2.3	6.95	8.852
	3.2	9.52	12.127
125x125	3.2	12.03	15.327
	4.0	14.87	18.948
150x150	5.0	22.26	28.356
	6.0	26.40	33.633
175x175	6.0	26.18	33.356
	6.0	31.11	39.633
200x200	6.0	35.82	45.633
	8.0	46.94	59.793

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 46 (ต่อ)

ขนาด (D/D)มม.	ความหนา (T)มม.	น้ำหนัก (W)กก./ม.	พื้นที่ภาคตัดขวาง (A) ตร.ซม.
250x250	6.0	45.24	57.633
	8.0	59.50	75.793
300x300	6.0	45.66	69.633
	8.0	72.60	91.703

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 47 แสดงขนาดต่าง ๆ และน้ำหนักของเหล็กกลวงสี่เหลี่ยมผืนผ้า

ขนาด (D/B)มม.	ความหนา (T)มม.	น้ำหนัก (W)กก./ม.	พื้นที่ภาคตัดขวาง (A) ตร.ซม.
50x50	1.6	1.75	2.232
	2.3	2.44	3.102
60x30	1.6	2.13	2.712
	2.3	2.98	3.792
75x45	2.3	4.06	5.172
	3.2	5.50	7.007
90x45	2.3	4.60	5.862
	3.2	6.25	7.967
100x50	2.3	5.14	6.552
	3.2	7.01	8.927
145x40	2.3	5.69	7.242
	3.2	7.76	9.887
125x75	3.2	9.52	12.127
	4.0	11.73	14.948
150x80	4.5	15.20	19.369
	6.0	19.81	25.233
150x100	4.5	16.62	21.169
	6.0	21.69	27.633
200x100	4.5	20.15	25.669
	6.0	26.40	33.633

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 48 แสดงชื่อขนาด, ขนาดต่าง ๆ และน้ำหนักของเหล็กกลวงกลม

ชื่อขนาด	เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก (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	1.73
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	15.50
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	193.7	5.0	23.27	29.64
		6.0	27.77	35.38
200	219.1	5.0	26.40	33.63
		6.1	31.53	40.17
225	244.5	6.0	35.29	44.96
		8.0	46.66	59.44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.4 อลูมิเนียมและอลูมิเนียมผสม

อลูมิเนียม

เป็นโลหะแผ่นเปลือยประเภท NON-FEROUS METAL อลูมิเนียมนับว่าเป็นโลหะที่มีผู้นิยมใช้กันมาก เพราะเป็นโลหะที่มีน้ำหนักเบาและไม่เป็นสนิม การศึกษาถึงอลูเนียมนั้นเพื่อการนำไปใช้ในการพิจารณาออกแบบ เนื่องจากอลูมิเนียมคุณสมบัติบางประการที่เหมาะกับการออกแบบ เช่น น้ำหนักเบา สามารถตกแต่งให้มีสีสรรพสวยงาม ฯลฯ

คุณสมบัติโดยทั่วไปของอลูมิเนียม

1. เป็นโลหะที่มีน้ำหนักเบา มีสีขาว ผิวมัน
2. โลหะผสมบางอย่างของอลูมิเนียมมีความแข็งแรง เช่น เหล็กเหนียวธรรมดามีคุณสมบัติในการตัดโค้ง บิดงอได้เป็นอย่างดี
3. ทนต่อการกัดกร่อนของสารเคมีต่าง ๆ เพราะไม่ทำปฏิกิริยากับกรดอินทรีย์แต่จะทำปฏิบัติกิริยาอย่างรวดเร็วกับกรดอนินทรีย์
4. ในสถานะปกติไม่มีสีของเกลือและสารพิษปรากฏอยู่
5. อลูมิเนียมบริสุทธิ์เป็นสารละลายที่นำไฟฟ้าและความร้อนได้ดี
6. เป็นโลหะที่ไม่ประกายไฟ และไม่เป็นสื่อแม่เหล็ก
7. สามารถทำเป็นรูปร่างได้ เช่น แผ่น เส้นทรอยด์ ฯลฯ โดยวิธีการหล่อ รีด ขึ้นรูป ปั๊มดึง กลึงตกแต่งได้ เนื่องจากความยืดตัวสูง
8. สามารถตกแต่งให้มีสีสรรต่าง ๆ ได้ โดยการชุบหุบ เคลือบผิวที่เรียกว่าเท่านั้น
9. รับน้ำหนักได้น้อย ทนต่อแรงกระแทกไม่ดี

อลูมิเนียมผสมหรืออลูมิเนียมอัดลอยด์

อลูมิเนียมผสมเป็นอลูมิเนียมที่มีส่วนผสมของสารชนิดอื่น ๆ มีจุดหลอมเหลวระหว่าง 900-1220 องศาฟาเรนไฮต์ ส่วนผสมที่ผสมลงไปมีส่วนทำให้อลูมิเนียมมีคุณสมบัติเปลี่ยนไปในเรื่องของความแข็งแรง ความทนทานต่อการรับน้ำหนัก สารที่นิยมผสมลงไปได้แก่ ซิลิกอน ทองแดง แมกนีเซียม มังกานีส อลูมิเนียมอัลลอยด์ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การยึดประกบของอลูมิเนียม

การยึดประกอบของอลูมิเนียม มีลักษณะที่พอจะแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. การยึดแบบ KNOCK DOWN เป็นการยึดโดยอาศัยตัวล็อกประกอบโดยใช้การยึดแบบนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะงานที่นำไปใช้ ผู้ออกแบบต้องมีความรู้ ความชำนาในการจะออกแบบของอลมิเนียม ตัวอย่างการยึดแบบนี้จะเห็นได้ชัดในงานประกอบวงกบหน้าต่างอลูมิเนียม ตามอาคารร้านต่าง ๆ

2. การยึดแบบตัวต่อ ลักษณะการยึดแบบนี้แบ่งออกได้เป็น 2 อย่าง คือ

2.1 การใช้สกรู

2.2 การเชื่อม

3.4.5 สแตนเลส (STANLESS) TTAINLESS เป็นโลหะเปลือย ประเภท POROUS METAL ซึ่งมีส่วนผสม ประกอบด้วยเหล็ก โครเมียม นิเกิล และธาตุต่าง ๆ ที่ผสมลงในขณะที่ยังหลอมละลายอยู่ซึ่งต้องระมัดระวังควบคุมอุณหภูมิ และบรรยายกาศของก๊าซต่าง ๆ ที่ผสมเข้าเป็น STAINLESS FTELL ได้แก่

นิเกิล (NICKEL) จะเพิ่มความแข็งแรง ความเหนียว ป้องกันการกัดกร่อนได้ดีและเพิ่มความยืดตัวในขณะดัดโค้งไม่ให้ฉีกขาดหรือแตกร้าวได้ง่าย

แมงกานิส (MANBANESE) ช่วยเพิ่มความแข็งแรงความเหนียวและทนต่อแรงดึงได้สูง

โครเมี่ยม (CHROMIUM) จะเพิ่มความต้านทานการกัดกร่อน ความแข็งแรงและสามารถทนต่อแรงดึงได้สูง

วานาเดียม (VANADIUM) จะเพิ่มความเหนียวให้กับ

โมลิบดินั่งและโคลัมเบียม (MOLYBDENUM AND COLUMBIUM) จะต้านทานการกัดกร่อน

ติตาเนียม (TITANIUM) และแมกนีเซียม (MANBNESIUM) จะทำให้มีน้ำหนักเบา

STAINLESS STELL มีอยู่หลายชนิด ขึ้นอยู่กับส่วนผสมของธาตุต่าง ๆ ที่กล่าวมาแล้ว โดยทั่วไปจะมีส่วนผสมหลัก คือ เหล็ก (TE), นิเกิล (NI), และโครเมี่ยม (CR)

STANLESS STELL แบ่งเป็นประเภทใหญ่ ๆ ได้ 3 ประเภทตามชนิดของโครงสร้างซึ่งได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. AUSTENITIC STAINLESS STELL จะประกอบไปด้วยส่วนผสมของธาตุโคร-เมียม 10% นิเกิล 8% และธาตุอื่น ๆ ผสมอยู่อีกประมาณ 2-4%ประเภทนี้จะจัดอยู่ในหมู่ 300 และมีชื่อเรียกว่า CHROME-NIKEL ซึ่งมีความแข็งแรงสูงมากแต่มีความเหนียวต่ำ และไม่มีคุณสมบัติความเป็นแม่เหล็กอยู่เลย

2. MATENSITIC STAINLESS STELL จะประกอบไปด้วยส่วนผสมของธาตุโครเมียมอยู่ระหว่าง 11.5 - 17% และมีส่วนผสมของคาร์บอน (C) อีกไม่เกิน 1.2% STAINLESS STELL ประเภทนี้จะมีความแข็งแรงอยู่มาก แต่ก็มีความเปราะมากอีกเช่นกัน

3. FERRITIC STAINLESS STELL ซึ่งประกอบไปด้วยส่วนของธาตุโครเมียมอยู่ระหว่าง 17-27%และมีส่วนผสมของธาตุคาร์บอนอีกไม่เกิน 0.2% STAINLESS STEEL ประเภทนี้จะมีคุณสมบัติอ่อนและเหนียวมาก

STAINLESS STEEL เป็นโลหะที่มีราคาแพง แต่อายุการใช้งานยาวนานมากทนต่อการกัดกร่อนได้ดีและเสียค่าบำรุงรักษาอีกด้วย เมื่อเทียบกับโลหะชนิดอื่น ๆ ดังนั้นในการทำงานควรเลือก STAINLESS STELL ให้เหมาะสมกับการทำงานด้วย

3.4.6 ไฟเบอร์กลาส

หลักจากที่เราได้มีการค้นพบเทคโนโลยีใหม่ ๆ เมื่อให้ได้ความแข็งแรงมากกว่าที่เป็นอยู่และก็เพื่อลดขนาดลง ไฟเบอร์กลาสหรือที่เรียกย่อว่า FRP ก็เป็นแนวทางใหม่ โดยประกอบขึ้นระหว่างเรซิน (RESIN) กับใยแก้ว (GLASS FIBER)

ลักษณะภายนอก

เป็นวัสดุที่มีลักษณะโดยทั่วไปแล้วเหมือนพลาสติกธรรมดา แต่มีความแข็งแรงมากกว่าหลายเท่า และสามารถทำให้มีรูปร่างตามต้องการได้

ไฟเบอร์กลาสโดยปกติแล้วทำขึ้นจากเทอร์โมเซ็ทติ้งพลาสติก ซึ่งที่ใช้กันมีอยู่ 3 ชนิดคือ

1. POLYESTEM RESIN นิยมใช้กันมาก ราคาถูก แบ่งได้เป็น

ORTHOTHALIC - ใช้ในงานทั่วไป

ISO PHTHALIC - ใช้ในงานที่ต้องการให้คงทนต่อสภาพอากาศ

ELSRE ENAL - ใช้ในงานที่ทนต่อการกัดกร่อนของสารเคมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. EEOXY RESIN มีราคาค่อนข้างแพง แต่ให้ความแข็งแรงสูง

3. PHENLIC RESIN ไม่ค่อยนิยมใช้มากนัก

ใยแก้ว (GLASS FIBER)

ใยแก้วที่ใช้กันนั้น จะต้องเป็นใยแก้วที่ทนต่อด่างได้เป็นอย่างดี เนื่องจากสภาพของเรซินเป็นด่าง ใยแก้วที่ใช้กันอยู่นั้น แบ่งออกได้เป็น 3 ชนิด คือ

1. ROVING เป็นม้วนคล้ายเส้นด้าย มักจะใช้งานพวกต่อด่าง ๆ

2. OVEN ROVING เป็นลักษณะที่ทอเป็นผืน เหมาะกับงานในอุตสาหกรรมประเภทต่าง ๆ ที่ต้องการความสะดวก

3. CVOPPED STAND เป็นเส้นขนาดเล็ก ๆ ขนาดยาวเท่า ๆ กันซึ่งมักจะใช้กับวิธีการสเปรย์

ตัวเร่งปฏิกิริยา

ตัวเร่งนี้จะใช้เป็นตัวกระตุ้นให้เกิดปฏิกิริยา เพื่อทำให้เรซินเกิดการแข็งตัวตัวเร่งนี้บางครั้งเรียกว่า CATALIST อัตราส่วนที่ใช้ประมาณ 3 %

สี (COLOUR)

สีนี้ก็มีลักษณะที่เป็นส่วนผสมลงในเรซิน เพื่อทำให้ชิ้นงานมีสีสรรตามต้องการ

กรรมวิธีการทำ

กรรมวิธีในทางอุตสาหกรรมแบ่งออกได้เป็น 6 ลักษณะ คือ

1. HAND CAY - OUT

2. SPRAY UP

3. FILAMENT WILDING

4. PULTRUSIRN

5. HOT OR LOLD PRESS

6. RESIN TRANSFER MOLDING

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติทางกายภาพ

1. ทนต่อการกัดกร่อนและไม่เป็นสนิม
2. มีความแข็งแกร่งกว่าโลหะเมื่อเปรียบเทียบระหว่างน้ำหนักที่เท่ากัน
3. มีน้ำหนักเบา
4. สามารถทำรูปทรงได้ตามต้องการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งรูป
5. ง่ายต่อการซ่อมแซม
6. เป็นฉนวนไฟฟ้า
7. เป็นฉนวนกั้นความร้อน แต่ไม่คงทนต่อความร้อนมีอุณหภูมิสูง
8. ทำสีสรรได้หลายสี

3.5 การศึกษาข้อมูล พลังงานความร้อน

การไล่ความชื้นในเนื้อปูนปลาสเตอร์ในการหล่อน้ำสลิปนั้นต้องอาศัยความร้อนมาเป็นต้องช่วยเร่งในการแห้งตัวและการละเหยตัวของน้ำในเนื้อแม่แบบปูนปลาสเตอร์ ซึ่งความร้อนที่จะมากระทำให้แม่แบบปูนนั้นแห้งตัว มีดังต่อไปนี้

1. การใช้พลังงานแสงอาทิตย์ โดยการผึ่งแดดและตากลม
2. การใช้เชื้อเพลิงฟืนอบในเตาอบอิฐมอญ
3. การใช้เตาอบแก๊ส
4. การอบโดยใช้เตาอบไฟฟ้า

1. การใช้พลังงานแสงอาทิตย์การผึ่งแดด

ตารางที่ 48 เปรียบเทียบข้อดี-ข้อเสีย การใช้พลังงานแสงอาทิตย์

ข้อดี	ข้อเสีย
1. ประหยัดพลังงาน 2. มีใช้อยู่ทั่วในไปทั่วโลก	1. ระยะเวลาในการแห้งช้า 2. การขนย้ายลำบาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การใช้เชื้อเพลิงฟืน, ถ่าน, อบในเตาอบ

ตารางที่ 49 เปรียบเทียบข้อดี-ข้อเสีย การใช้เชื้อเพลิงถ่าน

ข้อดี	ข้อเสีย
1. ราคาถูก 2. อบแห้งได้เร็วกว่าผึ่งแดด	1. มีเขม่าควันทำให้แม่แบบดำ 2. ความร้อนไม่สม่ำเสมอ

3. การใช้เตาอบแก๊ส

ตารางที่ 50 เปรียบเทียบข้อดี-ข้อเสีย การใช้เตาแก๊ส

ข้อดี	ข้อเสีย
1. การระเหยตัวของน้ำเร็ว 2. อบได้คราวละมาก ๆ	1. ค่าแก๊สมีราคาแพง 2. ความลำบากในการเปลี่ยน 3. อันตราย

4. การใช้เตาอบไฟฟ้า

ตารางที่ 51 เปรียบเทียบข้อดี-ข้อเสีย การใช้เตาอบไฟฟ้า

ข้อดี	ข้อเสีย
1. เร่งการระเหยตัวของน้ำได้เร็ว 2. ราคาค่าเชื้อเพลิงถูกกว่าเตาแก๊ส 3. อันตรายน้อยกว่าเตาแก๊ส	1. การผลิตราคาค่อนข้างแพง 2. สิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าของประเทศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการศึกษาข้อมูลพลังงานความร้อน

ในบทข้างต้นซึ่งมีส่วนสำคัญในการออกแบบต้องแม่แบบปูนปลาสเตอร์จากการวิเคราะห์ข้อดี ข้อเสีย ช่องวัสดุเชื้อเพลิงทั้ง 4 คือ

1. แสงแดด
2. ฟืน
3. แก๊ส
4. ไฟฟ้า

พลังงานเชื้อเพลิงที่มีคุณสมบัติเหมาะสมสุดในการเลือกใช้ในการนำมาเป็นส่วนประกอบของตู้อบแม่แบบนั้นได้แก่ "พลังงานไฟฟ้า"

ดังนั้นสรุปได้ว่า พลังงานไฟฟ้า สามารถนำมาทำการออกแบบเป็นส่วนประกอบช่องตู้อบแม่แบบปูนปลาสเตอร์ในโครงการวิทยานิพนธ์ นี้ได้เหมาะสมกว่า พลังงานความร้อนชนิดอื่น

3.6 การศึกษาข้อมูลอุปกรณ์ควบคุมความร้อน

อุปกรณ์ความร้อนและการควบคุมความร้อน

คุณสมบัติ ของชุดลวดความร้อนต้านทาน

1. แบบ FCH_2 - W ลวดความร้อนแบบเหล็ก - โครเมียม
2. สัญญาลักษณ์ FCH_2 - W
3. อุณหภูมิการใช้งานสูงสุด 1200 องศาเซลเซียส วัดพื้นหน้าของตัวกำหนดความร้อน
4. คุณสมบัติ ในการใช้งาน เหมาะสำหรับใช้เป็นตัวกำหนดความร้อนสำหรับความร้อนแบบไฟฟ้า เตาไฟฟ้า ตู้อบไฟฟ้า หม้อหุงข้าว เตารีด ฮีทเตอร์ และยังใช้ทำตัวต้านทานแบบ Wire Wound ได้อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

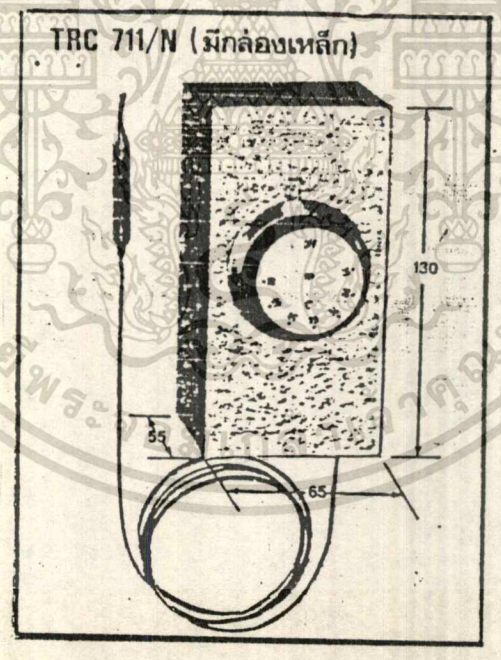
3.6.1 เทอร์โมสตาท THERMOSTAT

PRODTOY THERMOSTAT เป็นที่ยอมรับการใช้งานอย่างกว้างขวาง ในวงการอุตสาหกรรมต่าง ๆ ของยุโรป เพราะมีความเที่ยงตรง สมรรถนะและความต้านทานเป็นเลิศจนได้รับการยกย่องมาตรฐานสินค้า

ประโยชน์การใช้งาน แวอบแห้ง เครื่องปรับอากาศ การอบ การทอด การปิ้ง หม้อน้ำ การฆ่าเชื้อ เครื่องพลาสติก และอุปกรณ์ใช้ในอุตสาหกรรม

ข้อแนะนำ

1. อย่าติดตั้งเทอร์โมสตาทในความร้อนเกิน 120 องศาเซลเซียส
2. อย่าใช้อุณหภูมิเกินจากอุณหภูมิบนหน้าปัทม์
3. ตัวเซทเซอร์จะต้องเข้าไปในบริเวณวัดทั้งหมดจึงจะวัดได้เที่ยงตรง

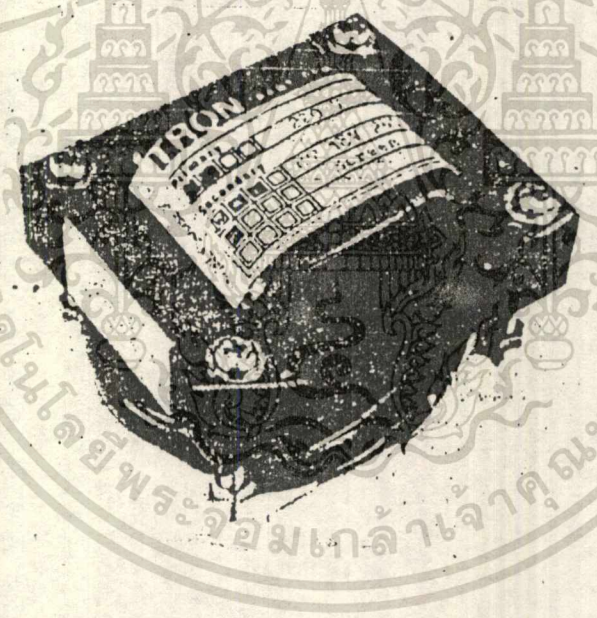


ภาพที่ 154 ลักษณะของเทอร์โมสตาทแบบกล่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.2 หม้อแปลงไฟ

ใช้สำหรับแปลงไฟจากกระแสสลับเป็นกระแสตรง คือจาก 220 โวล์ทเป็น 12 โวล์ท 8 โวล์ท 24 โวล์ท ขนาด 4 x 6 ซม.

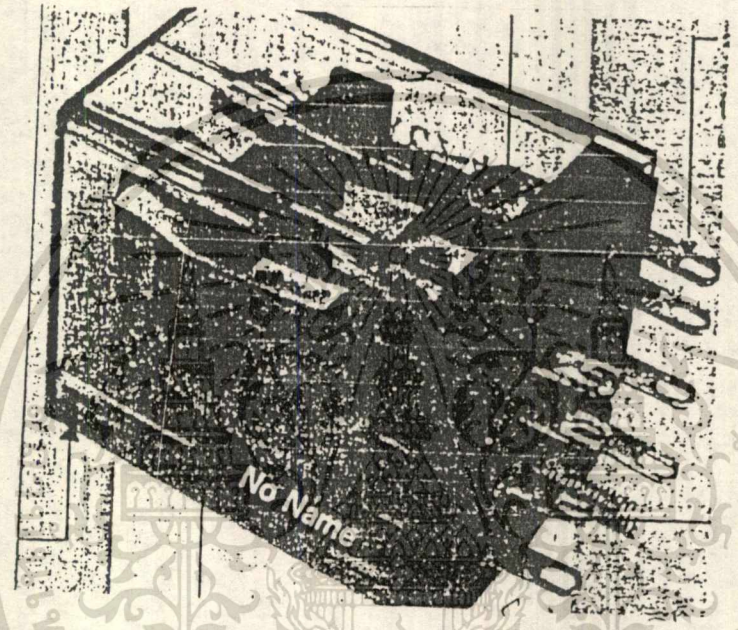


ภาพที่ 155 ลักษณะหม้อแปลงไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.3 รีเลย์ RELAY

เป็นตัวควบคุมวงจรอุณภูมิ ที่นิยมใช้กันในปัจจุบัน ขนาด 600 โวล์ท 10



ภาพที่ 157 แสดงรูปแบบของรีเลย์สวิทช์

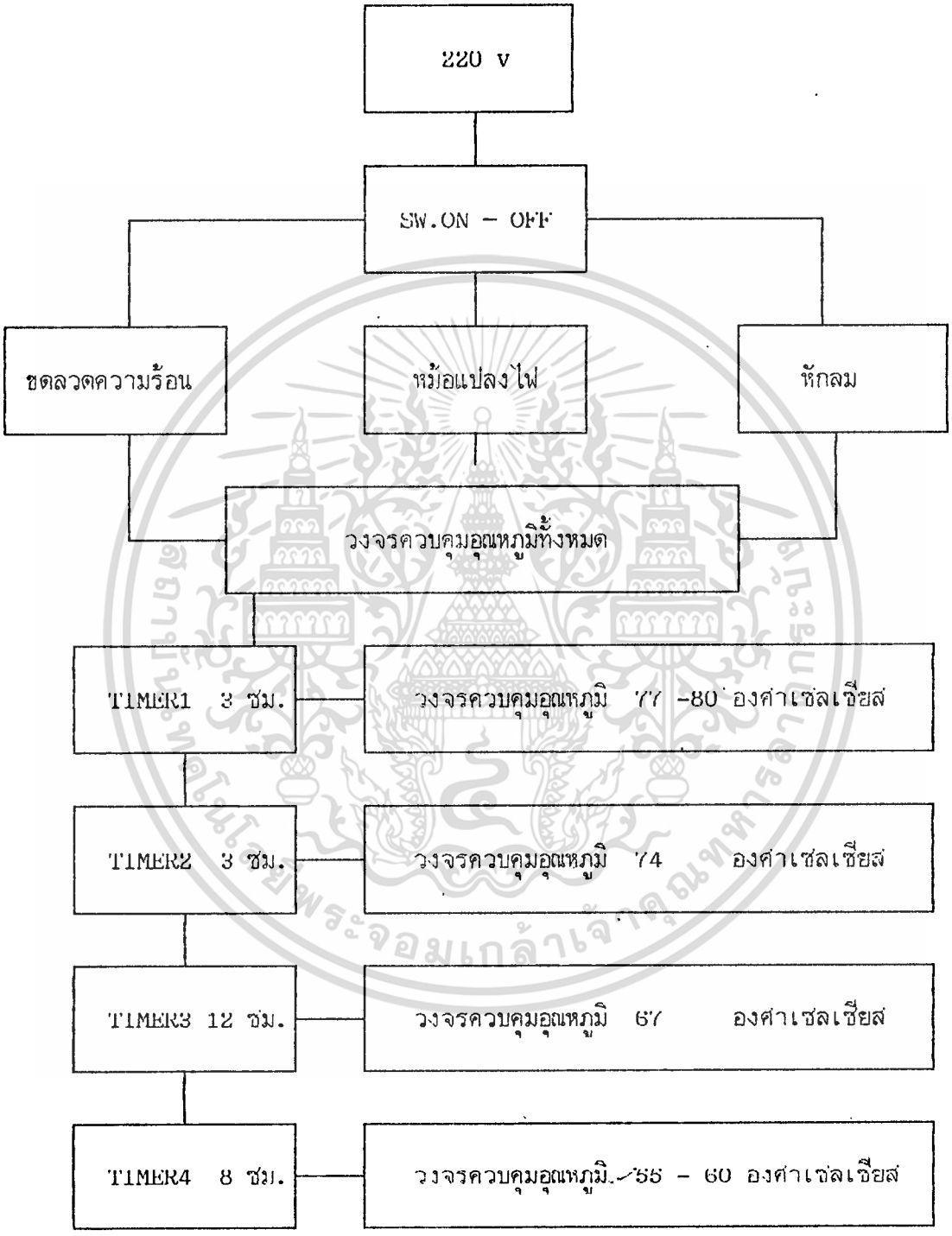
แผงควบคุมวงจรระบบอิเลคทรอนิคส์

คุณสมบัติของแผงควบคุมวงจรระบบอิเลคทรอนิคส์

1. เหมาะสำหรับใช้เป็นตัวควบคุมความร้อน โดยการตัดไฟและการตั้งเวลา
2. แนววงจรกระทัดรัด และมีราคาถูก
3. ระบบการติดตั้งง่ายต่อการติดตั้งในตัวผลิตภัณฑ์

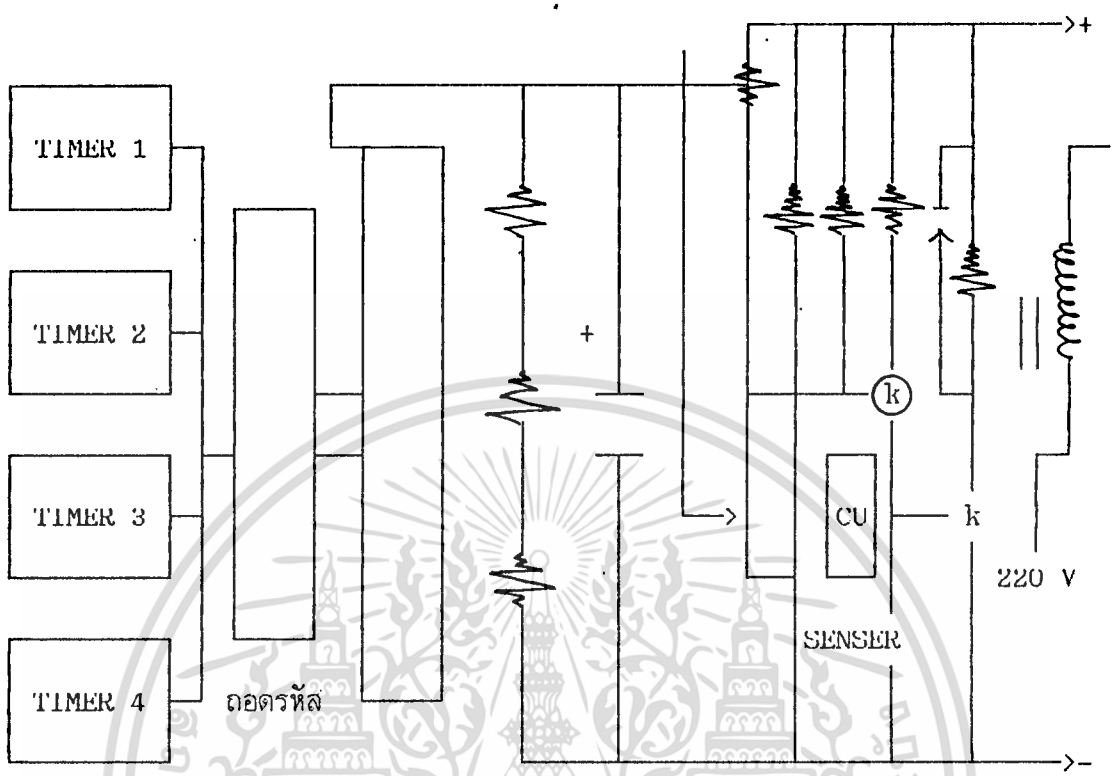
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนภูมิที่ 2 แผนผังการทำงานของวงจร ELECTRONIC

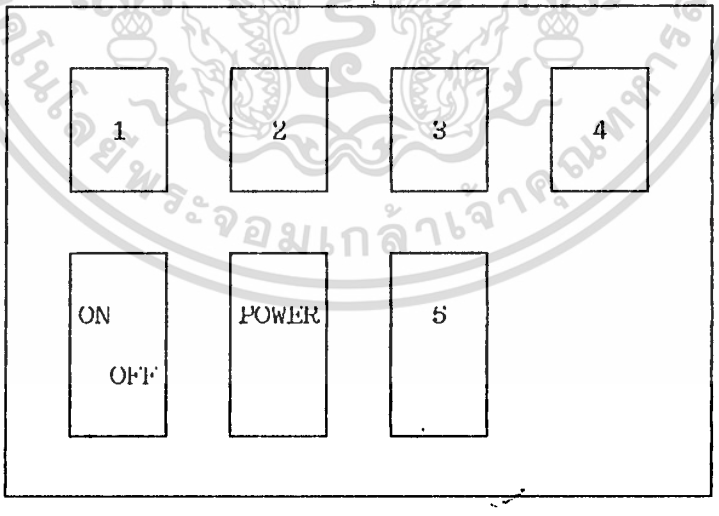


แผงควบคุมวงจรระบบอิเลคทรอนิคส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



วงจรระบบอิเลคทรอนิคส์



หน้าปัดควบคุมอุณหภูมิ

ภาพที่ 158 ระบบวงจร ELECTRONIC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

** การวิเคราะห์ข้อมูลนำสู่การออกแบบ **

** ตู้อบแม่แบบปูนปลาสเตอร์

สำหรับงานหล่อน้ำดิน **

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อการออกแบบ

การวิเคราะห์ข้อมูลหมายถึง การนำข้อมูลของวัสดุหรือสิ่งที่ต้องการจะวิเคราะห์ ซึ่งตามหลักแล้วเป็นการเปรียบเทียบสิ่ง 2 สิ่งขึ้นไป หาจุดเสียของแต่ละสิ่งเพื่อนำมาวิเคราะห์ความเหมาะสม หาข้อสรุปที่แน่นแน่เพื่อนำไปใช้ในส่วนของการออกแบบในขั้นตอนต่อไป โดยจะทำการวิเคราะห์วิจัยข้อมูลและแยกแยะข้อมูลชิดลำดับความสำคัญ เพื่อนำมาทำการประเมินข้อมูลและการวิเคราะห์ในขั้นต่อไป ในบางครั้งแาจจะสัดสินใจใช้เทคนิคและวิธีการนั้นเลย แต่ในบางครั้งไม่สามารถจะตัดสินใจวิธีการใดวิธีการหนึ่งได้ จำเป็นต้องทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบระบบวิธีการหลาย ๆ แบบเพื่อหาความเหมาะสมสำหรับงานออกแบบ "ตู้อบแม่แบบปูนปลาสเตอร์" ในขั้นต่อไป

การวิเคราะห์แบบเปลียบเทียบค่าคะแนนความสำคัญ

การเปรียบเทียบโดยใช้ค่าคะแนนความสำคัญแระทำโดยการกำหนดค่าความสำคัญของคะแนนเป็นตัวเลขนั้นมาทำการเปรียบเทียบคะแนนในขั้นการวิเคราะห์ข้อมูลได้ง่ายขึ้น

ตารางที่ 53 ค่าคะแนนแสดงความสำคัญในการวิเคราะห์ข้อมูล

ค่าคะแนนความสำคัญ	ค่าความสำคัญ
3. หมายถึง ดีมาก	3. หมายถึง สำคัญมาก
2. หมายถึง ดี	2. หมายถึง สำคัญพอใช้
1. หมายถึง พอใช้	1. หมายถึง ไม่สำคัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการวิเคราะห์

กระทำการวิเคราะห์ให้คะแนนแก่ข้อมูลนั้น การเปรียบเทียบค่าคะแนนโดยนำค่าคะแนนที่ให้ทั้งหมด นำมารวมกัน เพื่อจะได้ทราบว่า ข้อมูลตัวใดมีค่าคะแนนความสำคัญมากที่สุดก็สามารถนำข้อมูลที่ได้นั้นนำสู่การสังเคราะห์เพื่อการออกแบบในขั้นตอนต่อไป

4.1 การวิเคราะห์ระบบพลังงานความร้อน

4.1.1 การวิเคราะห์ระบบการทำงานของตู้อบแม่แบบ 2.

ตารางที่ 54 ตารางวิเคราะห์ระบบการทำงานของตู้อบแม่แบบ

หลักการพิจารณา	ค่าความสำคัญ	ระบบการทำงาน		
		แก๊ส	ขดลวดไฟฟ้า	ธรรมชาติ (แสงแดด)
1. ขั้นตอนการใช้งานไม่ยุ่งยาก	3	2	3	1
2. การควบคุมความร้อน	3	2	3	2
3. ความปลอดภัย	3	1	2	3
4. ความเหมาะสม	2	2	2	1
5. ราคาถูก	2	1	2	3
		21	32	26

หมายเหตุ ระดับ 3 หมายถึง ดีมาก ระดับ 2 หมายถึง ดี
ระดับ 1 หมายถึง พอใช้

สรุป เลือกใช้ระบบการทำงานโดยใช้พลังงานไฟฟ้าในการอบแม่แบบปูนปลาสเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 ตารางวิเคราะห์รูปแบบของความร้อนที่นำมาใช้งาน

ตารางที่ 55 ตารางวิเคราะห์รูปแบบของการใช้ความร้อน

หลักพิจารณา	ค่าความสำคัญ	รูปแบบของความร้อน			
		แผ่นความร้อน	ชดลวดความร้อน	คลื่นความถี่สูง	แท่งความร้อน
1. ควบคุมความร้อนง่าย	3	3	3	2	1
2. สะดวกในการซ่อมแซม	2	2	3	1	2
3. ปลอดภัยต่อการใช้งาน	3	2	2	3	1
4. เหมาะสมกับระบบ	2	3	2	1	2
5. ง่ายต่อการติดตั้ง	1	3	2	1	3
6. ประหยัดพลังงานที่ใช้	2	3	1	1	2
7. จำนวนชิ้นส่วนน้อย	1	2	3	1	3
รวม		36	32	17	24

หมายเหตุ ระดับ 3 หมายถึง ดีมาก
ระดับ 2 หมายถึง ดี
ระดับ 1 หมายถึง พอใช้

สรุป เลือกใช้การให้ความร้อนแบบแผ่นความร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3 การวิเคราะห์พลังงานที่ใช้ AC/DC

ตารางที่ 56 ตารางวิเคราะห์พลังงานที่ใช้

หลักการพิจารณา	ค่าความสำคัญ	รูปแบบพลังงาน	
		AC	DC
1. ความสม่ำเสมอของกระแสที่ได้รับ	3	3	2
2. ควบคุมการทำงานได้ง่าย	2	2	1
3. ความปลอดภัย	3	1	3
4. ต้นทุนต่ำ	2	3	1
5. การติดตั้งสะดวก	1	3	2
6. เหมาะสมกับรูปแบบการใช้งาน	2	3	2
7. สอดคล้องกับระบบการทำงาน	3	3	2
รวม		40	37

หมายเหตุ ระดับ 3 หมายถึง ดีมาก
ระดับ 2 หมายถึง ดี
ระดับ 1 หมายถึง พอใช้

สรุป ผลการวิเคราะห์รูปแบบของพลังงานเลือกใช้ระบบของกระแสไฟแบบ AC เนื่องจากมีความเหมาะสมและสอดคล้องกับระบบการทำงานของผู้อปแม่แบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.4 การวิเคราะห์ตำแหน่งการจัดวางแท่นความร้อน

ตารางที่ 57 ตารางวิเคราะห์ตำแหน่งการจัดวางแท่นความร้อน

หลักการพิจารณา	ค่าความสำคัญ	ตำแหน่ง		
		ล่าง	บน	ด้านข้าง
1. การกระจายความร้อนได้ดี	3	3	1	2
2. สะดวกแก่การติดตั้ง	3	3	1	2
3. ง่ายต่อการซ่อมแซม	2	2	1	2
4. ความปลอดภัยต่อการใช้งาน	3	2	3	1
5. เหมาะสมกับการตรวจสอบอุณหภูมิ	1	2	3	1
	รวม	30	20	20

หมายเหตุ ระดับ 3 หมายถึง ดีมาก
ระดับ 2 หมายถึง ดี
ระดับ 1 หมายถึง พอใช้

สรุป การวิเคราะห์ตำแหน่งการจัดวางแท่นความร้อน เลือกใช้การจัดวางไว้ทางด้านล่าง เนื่องจากสามารถกระจายความร้อนได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.5 การวิเคราะห์การกระจายความร้อน

ตารางที่ 58 ตารางวิเคราะห์ลักษระของการกระจายความร้อน

หลักการพิจารณา	ค่าความสำคัญ	รูปแบบการกระจายความร้อน	
		ฟิสิกส์(ธรรมชาติ)	กล(พัดลม)
1. การหมุนเวียนความร้อน	3	2	3
2. การสิ้นเปลืองพลังงาน	2	3	2
3. ราคาถูก	2	3	1
4. ความจำเป็น	2	2	2
5. ความเหมาะสม	3	3	2
	รวม	31	25

หมายเหตุ ระดับ 3 หมายถึง ดีมาก
ระดับ 2 หมายถึง ดี
ระดับ 1 หมายถึง พอใช้

สรุป การวิเคราะห์การกระจายความร้อน ใช้การระบายความร้อนจากธรรมชาติเนื่องจากธรรมชาติของความร้อจะกระจายจากข้างล่างขึ้นข้างบนอยู่แล้ว การใช้พัดลมทำให้การหมุนเวียนความร้อนจะเร็วเกินไป

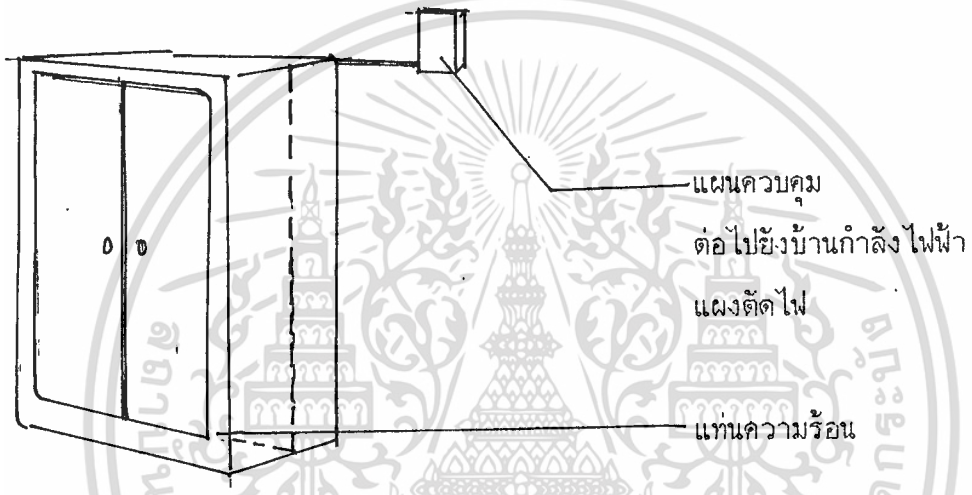
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.6 การวิเคราะห์การเดินสายไฟที่ใช้

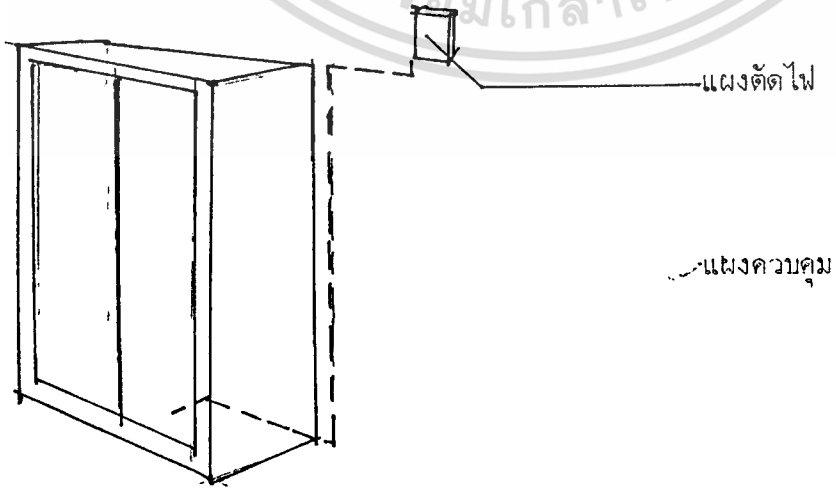
ตารางวิเคราะห์รูปแบบการเดินสายไฟภายในตู้อบแม่แบบ ฯ

ลักษณะการเดินสายไฟมี 2 แบบ

1. เดินแบบขนาดตามโครงสร้าง



2. เดินแบบเดินออกด้านนอกตู้อบ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 59 ตารางวิเคราะห์รูปแบบการเดินสายไฟภายในตู้อบแม่แบบ ฯ

เกณฑ์การพิจารณา	ค่าความสำคัญ	รูปแบบ	
		1	2
1. ความปลอดภัยในส่วนของการรั่วของกระแสไฟฟ้า	3	2	3
2. ความสะดวกในการติดตั้ง	2	2	3
3. การผลิตส่วนป้องกันได้ง่าย	2	2	2
รวม	๔	14	19

หมายเหตุ ระดับ 3 หมายถึง ดีมาก
ระดับ 2 หมายถึง ดี
ระดับ 1 หมายถึง พอใช้

สรุป เลือกระบบการเดินสายไฟแบบที่ 2 คือการแยกติดตั้งภายนอกตู้อบเพื่อความปลอดภัยในการใช้งานตู้อบ ซึ่งเป็นคลหะนำไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.7 การวิเคราะห์ตำแหน่งของรูระบายอากาศของตู้อบแม่แบบ ฯ

ตารางที่ 60 ตารางวิเคราะห์รูระบายอากาศตู้อบแม่แบบ

เกณฑ์การพิจารณา	ค่าความสำคัญ	รูปแบบ		
		ด้านบนตู้อบ	ด้านข้างตู้อบ	ด้านล่างตู้อบ
1. สัมพันธ์กับการกระจายความร้อนจากส่วนล่าง	3	3	2	1
2. ความสะดวกในการปรับควบคุมรูระบายอากาศ	3	2	3	2
3. ความเหมาะสมในการผลิต	2	3	3	3
รวม		21	21	15

หมายเหตุ ระดับ 3 หมายถึง ดีมาก
ระดับ 2 หมายถึง ดี
ระดับ 1 หมายถึง พอใช้

สรุป เลือกใช้รูระบายอากาศแบบติดด้านบน เนื่องจากมีความสัมพันธ์กับรูระบายความร้อนจากด้างล่าง และมีความนิยมในการติดตั้ง ซึ่งระบบการให้ความร้อนภายในตู้อบให้ความร้อนจากล่างขึ้นบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การวิเคราะห์ระบบควบคุม

4.2.1 การวิเคราะห์ระบบควบคุมการทำงาน

ตารางที่ 61 ตารางวิเคราะห์ระบบควบคุมการทำงานของตู้อบแม่แบบ

หลักการพิจารณา	ค่าความสำคัญ	ระบบของการควบคุม		
		อัตโนมัติ	โดยตรง	ตัวกลางไฟฟ้า (สวิทย์)
1. ความยุ่งยากของการควบคุมน้อย	2	1	3	2
2. การซ่อมแซมง่าย	2	1	3	2
3. ความปลอดภัยสูง	3	3	1	3
4. เหมาะสมกับพฤติกรรม	3	2	1	3
5. สอดคล้องกับระบบความร้อน	3	1	2	3
	รวม	22	24	35

หมายเหตุ ระดับ 3 หมายถึง ดีมาก
ระดับ 2 หมายถึง ดี
ระดับ 1 หมายถึง พอใช้

สรุป การวิเคราะห์ระบบควบคุมการทำงานเลือกใช้ระบบกรใช้ตัวกลางไฟฟ้า(สวิทช์) เป็นตัวควบคุม เนื่องจากมีความปลอดภัยและเหมาะสมกับการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 การวิเคราะห์สวิทช์ควบคุมการทำงาน

ตารางที่ 62 ตารางวิเคราะห์สวิทช์ควบคุมการทำงาน

หลักการพิจารณา	ค่าความสำคัญ	สวิทช์			
		กด	โยก	หมุน	เลื่อน
1. ง่ายต่อการควบคุม	3	3	2	3	1
2. ความปลอดภัยสูง	3	3	1	3	2
3. สอดคล้องกับพฤติกรรม	2	3	1	2	1
4. การซ่อมแซมง่าย	1	2	1	3	2
5. สะดวกในการติดตั้ง	2	3	2	2	1
6. ขนาด/หน่วยเล็ก	1	2	3	3	1
7. เหมาะสมกับการใช้งาน	3	3	2	3	1
รวม		43	25	41	19

หมายเหตุ ระดับ 3 หมายถึง ดีมาก
ระดับ 2 หมายถึง ดี
ระดับ 1 หมายถึง พอใช้

สรุป ในการควบคุมระบบการทำงานจะใช้สวิทช์แบบกดเป็นหลัก โดยในการควบคุมการทำงานส่วนที่รองลงมาอาจใช้สวิทช์หมุนนำมาพิจารณาประกอบการทำงานภายในระบบควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3 การวิเคราะห์ตำแหน่งการติดตั้งชุดควบคุมการทำงาน

ตารางที่ 63 ตารางวิเคราะห์ตำแหน่งการติดตั้งชุดควบคุมการทำงาน

เกณฑ์การพิจารณา	ค่าความสำคัญ	รูปแบบ		
		ด้านข้างบนของตู้อบ	ด้านบนของตู้อบ	ด้านล่างของตู้อบ
1. การเปิดปิดสะดวก	3	3	3	2
2. มีความปลอดภัย	3	3	3	2
3. สามารถมองเห็นได้ชัดเจน	2	3	2	2
รวม		24	22	16

หมายเหตุ (ค่าคะแนนความสำคัญ)

ระดับ 3 หมายถึง ดีมาก

ระดับ 2 หมายถึง ดี

ระดับ 1 หมายถึง พอใช้

สรุป บทวิเคราะห์ตำแหน่งแผงควบคุมการทำงานของตู้อบแม่แบบปูนปลาสเตอร์ จากการวิเคราะห์ การติดตั้งแผงควบคุมควรติดอยู่ในตำแหน่งมุมขวาบนของตู้อบแม่แบบปูนปลาสเตอร์ฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 ลักษณะของสัญญานเตือนระบบการทำงาน

ตารางที่ 64 ลักษระของสัญญานเตือนระบบการทำงาน

หลักการพิจารณา	ค่าความสำคัญ	สัญญาน		
		แสงไฟ	แถบสี	การสั่นทะเทือน
1. ความชัดเจนของการมองเห็น	3	3	2	1
2. ประหยัดพื้นที่ในการจัดวาง	3	3	2	1
3. ซ่อมแซมง่าย	2	2	3	1
4. ติดตั้งสะดวก	2	2	3	1
5. ความเหมาะสมกับระบบการทำงาน	3	3	1	2
6. อายุการใช้งาน	1	2	3	2
	รวม	31	30	18

หมายเหตุ ระดับ 3 หมายถึง ดีมาก
ระดับ 2 หมายถึง ดี
ระดับ 1 หมายถึง พอใช้

สรุป ลักษระของการเตือนใช้สัญญานเตือนแบบแสงไฟ โดยแสงไฟที่ใช้จะใช้หลอดไฟขนาดเล็กในการส่องสว่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.4 ลักษระของสัญญานเตือนระบบการทำงาน

ตารางที่ 64 ลักษระของสัญญานเตือนระบบการทำงาน

หลักการพิจารณา	ค่าความสำคัญ	สัญญาน		
		แสงไฟฟ	แถบสี	การสั่นทะเทือน
1. ความชัดเจนของการมองเห็น	3	3	2	1
2. ประหยัดพื้นที่ในการจัดวาง	3	3	2	1
3. ซ่อมแซมง่าย	2	2	3	1
4. ติดตั้งสะดวก	2	2	3	1
5. ความเหมาะสมกับระบบการทำงาน	3	3	1	2
6. อายุการใช้งาน	1	2	3	2
	ร่วม	31	30	18

หมายเหตุ ระดับ 3 หมายถึง ดีมาก
ระดับ 2 หมายถึง ดี
ระดับ 1 หมายถึง พอใช้

สรุป ลักษระของการเตือนใช้สัญญานเตือนแบบแสงไฟ โดยแสงไฟที่ใช้จะใช้หลอดไฟขนาดเล็กในการส่องสว่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.5 การศึกษาข้อมูล ชุดควบคุมอุณหภูมิ

ระบบควบคุมอุณหภูมิปกติแล้วตู้อบแม่แบบจะมีช่องเพื่อระบายอากาศภายในตู้อบไม่ให้ตู้อบมีอุณหภูมิสูงเกินไป (อุณหภูมิภายในตู้อบแมแบบควบคุมให้อยู่ในช่อง 50-60 C) การควบคุมอุณหภูมิ ภายในตู้อบนั้นมีความสำคัญต่อการอบแม่แบบสำหรับหล่อมาก เพราะเมื่ออุณหภูมิภายในตู้อบสูงเกิน 60 C) ขึ้นไปจะมีผลกาะทบต่อปูนปลาสเตอร์ที่นำมาทำแม่แบบ เกิดการแห้งและสุกตัว เกิดปฏิกริยาหลุกร่อนเป็นผงปูน เพราะอุณหภูมิสูงเป็นผลทำให้ปูนปลาสเตอร์เกิดการเสื่อมคุณภาพ

ดังนั้นชุดควบคุมจึงมีประโยชน์สำหรับตู้อบแม่แบบการควบคุมอุณหภูมิของตู้อบนั้นสามารถแยกออกเป็น 3 ประเภท ได้ดังนี้

1. เทอร์โมสตาท (THEERMOSTAT)

เทอร์โมสตาทเป็นที่ยอมรับการใช้งานอย่างกว้างขวางในวงการอุตสาหกรรมต่าง ๆ ของยุโรป เพราะมีความเที่ยงตรงมีสมณะและความต้านทานเป็นเลิศ

ประโยชน์ของการใช้งาน ใช้กับงานประเภทอบแห้ง เครื่องปรับอากาศ การอบการทอด การปิ้ง หม้อน้ำ การฆ่าเชื้อ เครื่องพลาสติก และอุปกรณ์ใช้ในอุตสาหกรรม

ข้อจำกัดของเทอร์โมสตาท ดังนี้

1. อย่าติดตั้งเทอร์โมสตาทในความร้อนเกิน 120 C
2. อย่าใช้อุณหภูมิเกินจากอุณหภูมิบนหน้าปัทม์
3. ตัวเซนเซอร์จะต้องเข้าไปในบริเวณวัดทั้งหมดจึงจะวัดได้เที่ยงตรง เทอร์โมสตาทจะเป็นลักษณะเป็นกล่องมีขายสำเร็จรูปราคาแพง

2. **รีเลย์ RELY** เป็นตัวควบคุมวงจรอุณหภูมิที่นิยมใช้ในปัจจุบัน มีขนาด 600 โวลท์

3. **แผงควบคุมวงจรอิเลคทรอนิคส์** เป็นลักษระของแผงวงจรจากการออกแบบของวงจรที่มีขนาดกระทัดรัดและมีราคาถูก การติดตั้งง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติของแผงควบคุมวงตรอิเลคทรอนิคส์

1. เหมาะสำหรับใช้เป็นตัวควบคุมความร้อน โดยการตัดไฟและการตั้งเวลา
2. แนววงจรกระทัดรัดและมีราคาถูก
3. ระบบการติดตั้งง่ายต่อการติดตั้งในตัวผลิตภัณฑ์

ตารางที่ 65 ตารางวิเคราะห์ระบบควบคุมอุณหภูมิ

เกณฑ์การพิจารณา	ค่าความสำคัญ	ระบบ		
		เทอร์โม-สตาท	รีเลย์	แผงวงจรอิเลคทรอนิค
1. เหมาะสมสำหรับเป็นตัวติดตั้งความร้อนและควบคุม	3	3	3	3
2. การติดตั้งง่าย	2	2	2	3
3. ไม่เป็นอันตรายต่อผู้ใช้	3	2	2	3
4. ทนความร้อนได้ดี	3	3	2	2
5. ราคาถูก	3	1	2	3
รวม		31	31	39

หมายเหตุ ระดับ 3 หมายถึง ดีมาก
ระดับ 2 หมายถึง ดี
ระดับ 1 หมายถึง พอใช้

สรุป ใช้ระบบวงจรอิเลคทรอนิคส์ เนื่องจากมีราคาถูก ติดตั้งง่าย และทนความร้อนอุณหภูมิสูงได้ดีพอสมควร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.6 การวิเคราะห์ตำแหน่งการจัดวางเครื่องวัดอุณหภูมิภายในตู้อบ

- เพื่อให้ได้อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการจัดอุณหภูมิความร้อนภายในตู้อบ ให้มีประสิทธิภาพในการอบที่ดีที่สุด

ตารางที่ 66 การวิเคราะห์ตำแหน่งการจัดวางชุดเครื่องวัดอุณหภูมิ

เกณฑ์การพิจารณา	ค่าคะแนนความสำคัญ	ตำแหน่งการจัดวาง		
		ล่าง	กลาง	บน
1. ได้อุณหภูมิที่ต้องการ	3	3	2	1
2. สะดวกต่อการติดตั้ง	2	2	1	3
3. เหมาะสมกับระบบการทำงาน	2	2	3	1
4. ง่ายต่อการซ่อมแซม	1	1	2	3
5. ความปลอดภัยในการใช้งาน	3	3	1	2
รวม		27	19	20

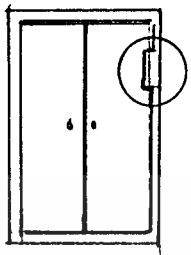
หมายเหตุ ระดับ 3 หมายถึง ดีมาก
ระดับ 2 หมายถึง ดี
ระดับ 1 หมายถึง พอใช้

สรุป ระบบการจัดวางชุดควบคุมเลือกติดตั้งด้านล่าง เนื่องจากสามารถวัดอุณหภูมิได้ตามต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

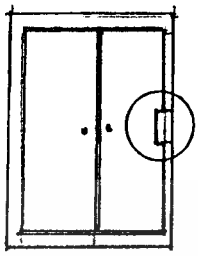
4.2.7 การวิเคราะห์การจัดวางระบบชุดควบคุมการทำงาน

เพื่อให้เกิดความสะดวกในการทำงานตรวจสอบและควบคุม โดยพิจารณาจากการจัดวางบนตู้อบด้านขวามือในตำแหน่งดังนี้



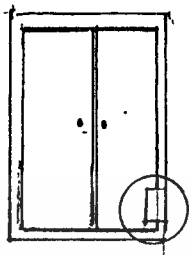
ก.

(ด้านขวาบน)



ข.

(ด้านขวากลาง)



ค.

(ด้านขวาล่าง)

ตารางวิเคราะห์ที่ 67 ตารางวิเคราะห์การจัดวางชุดควบคุม

เกณฑ์การพิจารณา	ค่าความสำคัญ	รูปแบบการจัดวาง		
		ก.	ข.	ค.
1. การควบคุมสะดวก	3	2	3	1
2. สังเกตได้ง่ายติดตั้ง	3	2	3	1
3. สอดคล้องกับชุดควบคุมอุณหภูมิ	2	1	3	2
4. มีความปลอดภัยสูง	3	3	2	1
5. เหมาะสมกับการออกแบบ	2	3	3	2
รวมคะแนน		29	36	17

หมายเหตุ ระดับ 3 หมายถึง ดีมาก ระดับ 2 หมายถึง ดี

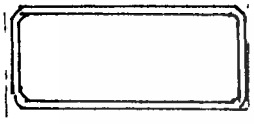
ระดับ 1 หมายถึง พอใช้

สรุป เลือกใช้รูปแบบการติดตั้งแบบ (ข)คือการติดตั้งทางด้านข้างขวากลางของตู้อบแม่แบบ เนื่องจากสะดวกในการควบคุมและสังเกตง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.8 การวิเคราะห์รูปแบบการจัดวางแผงหน้าปัดควบคุมการทำงานทั้งหมด

การทำงานของอุปกรณ์ภายในแผงหน้าปัดควบคุมจะประกอบด้วย



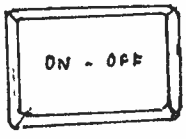
แผงตัวเลขดิจิตอล (ก x ย)



ปุ่มตั้งอุณหภูมิ (0....)



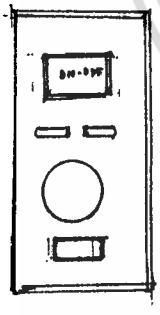
ไฟสัญญาน (ก x ย)



SWITCHควบคุม (ก x ย)

การจัดวางจะพิจารณาจาก

ก.



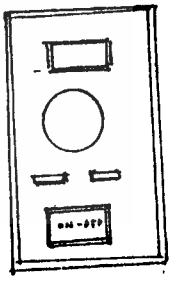
บนลงมาล่าง

ข.



ขวามาซ้าย

ค.



บนลงล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 68 ตารางวิเคราะห์การจัดวางแผงควบคุมการทำงาน

เกณฑ์การพิจารณา	ค่าความสำคัญ	การจัดวาง (รูปแบบ)		
		รูปแบบ ก.	รูปแบบ ข.	รูปแบบ ค.
1. สามารถเปิดได้ตามขั้นตอน	3	1	2	3
2. สังเกตได้ง่าย	3	3	2	3
3. เหมาะสมกับการติดตั้งกับตู้อบ	2	1	2	3
4. สอดคล้องกับการออกแบบ	2	3	1	3
5. ง่ายต่อการควบคุม	2	2	3	3
รวมคะแนน		24	24	36

หมายเหตุ ระดับ 3 หมายถึง ดีมาก
ระดับ 2 หมายถึง ดี
ระดับ 1 หมายถึง พอใช้

สรุป เลือกใช้รูปแบบการจัดวางชุดควบคุมจากล่างขึ้นบนดังข้อ ค. ซึ่งมีความเหมาะสมกับการออกแบบและสามารถควบคุมได้ง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การวิเคราะห์เพื่อการออกแบบ

โครงสร้าง คือ สิ่งที่สร้างขึ้นโดยการต่อรวมหน่วยต่าง ๆ เข้าด้วยกัน ให้ทำหน้าที่อย่างหนึ่ง หรือหลายอย่าง โดยแบ่งเป็น

1. โครงสร้างแบบถอดประกอบได้
2. โครงสร้างแบบถอดประกอบไม่ได้

1. โครงสร้างถอดประกอบได้

ข้อดี
1. ประหยัดเนื้อที่การขนส่ง
2. ผลิตในระบบอุตสาหกรรมได้
3. ถอดประกอบซ่อมแซมได้ง่าย

ข้อเสีย
1. รับน้ำหนักได้ไม่มาก
2. ราคาแพงกว่าแบบตายตัว

2. โครงสร้างถอดประกอบไม่ได้

ข้อดี
1. แข็งแรง ทนทาน
2. รับน้ำหนักได้มาก
3. ราคาผลิตถูกกว่า

ข้อเสีย
1. สิ้นเปลืองเนื้อที่ในการขนส่ง
2. ถอดประกอบซ่อมแซมยาก
3. ผลิตในระบบอุตสาหกรรมยาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.1 การวิเคราะห์โครงสร้างตู้อบแม่แบบฯ

ตารางที่ 69 ตารางวิเคราะห์โครงสร้างหลัก

ข้อมูลเปรียบเทียบ	ค่าความสำคัญ	โครงสร้างถอดประกอบ	โครงสร้างถอด
1. ความแข็งแรง	3	2	3
2. อายุการใช้งาน	2	3	3
3. การรับน้ำหนัก	3	2	3
4. ประหยัดเนื้อที่การขนส่ง	3	3	2
5. การซ่อมแซม	3	3	2
6. ผลิตในระบบอุตสาหกรรม	3	3	2
รวม		45	45

หมายเหตุ (ค่าความสำคัญ)

ระดับ 3 หมายถึง ดีมาก

ระดับ 2 หมายถึง ดี

ระดับ 1 หมายถึง พอใช้

สรุป โครงสร้างถอดประกอบได้มีความเหมาะสมในการนำมาออกแบบตู้อบแม่แบบปูนปลาสเตอร์ ในส่วนความสำคัญเรื่อง การขนส่ง และการผลิตในระบบอุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2 การวิเคราะห์รูปทรงภายนอกของตู้อบแม่แบบฯ

ตารางวิเคราะห์ที่ 70 รูปทรงโครงสร้างตู้อบแม่แบบปูนปลาสเตอร์

ข้อพิจารณา	ค่าความสำคัญ	รูปสี่เหลี่ยม	รูปสามเหลี่ยม	รูปทรงกระบอก
1. การไหลเวียนของความร้อนสม่ำเสมอ	3	2	2	3
2. ฐานมั่นคง	3	3	1	2
3. ไม่มีมุมที่ทำให้เกิดอันตราย	2	2	1	3
4. ผลิตง่าย	3	3	2	1
5. มีพื้นที่ในการจัดเรียงมาก	2	3	1	1
รวมคะแนน		47	20	33

หมายเหตุ ระดับ 3 หมายถึง ดีมาก
ระดับ 2 หมายถึง ดี
ระดับ 1 หมายถึง พอใช้

สรุป เลือกใช้รูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้านำมาทำการออกแบบรูปทรงของตู้อบแม่แบบ เนื่องจากมีความมั่นคงแข็งแรง

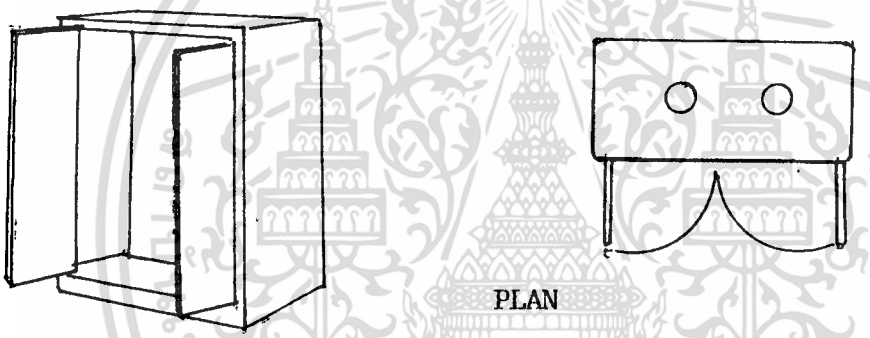
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.3 การวิเคราะห์ลักษณะการเปิดปิด บานตู้อบแม่แบบฯ

บานเปิดปิดตู้อบแม่แบบมีความสำคัญในส่วนของการป้องกันความร้อนภายในตู้อบ และความสะดวกในการจัดเรียงบานเปิดปิดตู้อบมี 3 ลักษณะดังนี้

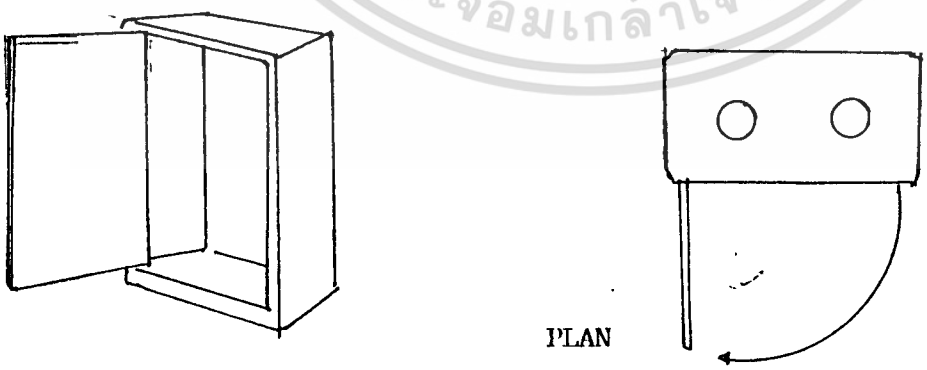
1. แบบบานเปิดปิด 2 บาน
2. แบบบานเปิดปิด บานเดียว
3. แบบบานเลื่อนออกด้านข้าง

1. แบบบานเปิดปิด 2 บาน



PLAN

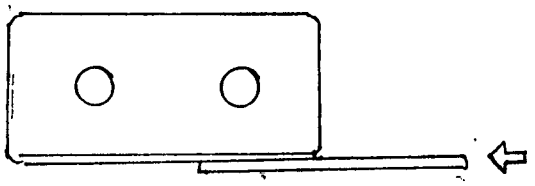
2. แบบบานเปิดปิดบานเดียว



PLAN

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. แบบเลื่อนด้านข้าง



PLAN

โดยมีเงื่อนไขการพิจารณาดังนี้

1. พื้นที่ในการจัดเรียงแม่แบบได้กว้า
2. ความสะดวกในการเปิดปิด
3. การติดตั้งมือจับ
4. พื้นที่ในการเปิดน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 71 วิเคราะห์ลักษณะการเปิดปิดตู้อบแม่แบบฯ

ข้อการพิจารณา	ค่าความสำคัญ	2 บาท	บานเดี่ยวม	บานเลื่อน
1. พื้นที่การจัดเรียงกว้าง	3	3	3	3
2. ความสะดวกในการเปิดปิ	2	3	2	3
3. การติดตั้งมือจับ	2	3	3	3
4. กินพื้นที่ในการเปิดน้อย	3	2	2	3
รวมคะแนน		30	25	30

หมายเหตุ ค่าคะแนนความสำคัญ

ระดับ 3 หมายถึง ดีมาก

ระดับ 2 หมายถึง ดี

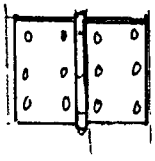
ระดับ 1 หมายถึง พอใช้

สรุป เลือกใช้งานเปิดปิดในลักษระ ใช้บานเปิดปิด 2 บาท ซึ่งมีลักษณะการเปิดที่กินเนื้อที่การเปิดปิดน้อ การจัดเรียงในขณะเปิดได้โดยสะดวก

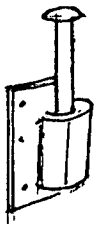
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.4 การวิเคราะห์รูปแบบของบานพับ

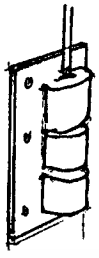
เพื่อให้เกิดความสะดวกในการติดตั้งและการใช้งานที่เหมาะสมโดยพิจารณาจาก



ก.แบบ ทั่วไป



ข.แบบ สลักแกนสวม



ค.แบบ สลักแกน

ง.แบบ บานพับซ่อน

ตารางที่ 72 ตารางวิเคราะห์รูปแบบของบานพับ

หลักเกณฑ์การพิจารณา	ค่าความสำคัญ	บานพับ			
		ก.	ข.	ค.	ง.
1. เหมาะสมกับรูปแบบการแยกประกอบ	3	1	3	3	2
2. การติดตั้งง่าย	2	1	2	3	2
3. มีความแข็งแรง	3	2	2	3	2
4. ซ่อนเก็บได้เรียบร้อย	2	1	2	3	3
5. มีแกนหมุนได้ 360 องศา	2	1	2	3	2
6. ผลิตในระบบอุตสาหกรรม	2	2	2	3	2
รวม		19	33	42	28

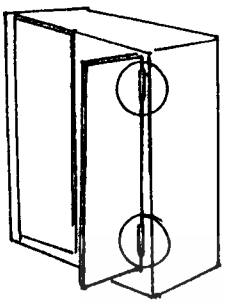
หมายเหตุ ระดับ 3 หมายถึง ดีมาก ระดับ 2 หมายถึง ดี
ระดับ 1 หมายถึง พอใช้

สรุป เลือกใช้แบานพับแบบ สลักแกน (ค) เนื่องจากมีความเหมาะสมในการประกอบและมีความแข็งแรง

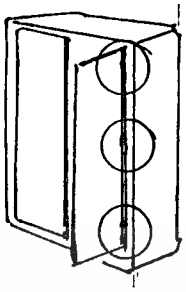
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.5 การวิเคราะห์จำนวนบานพับที่ใช้ตัวต่อข้าง

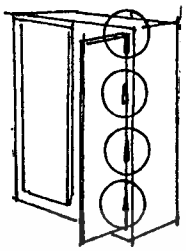
เพื่อความแข็งแรงและความปลอดภัยต่อการเปิด-ปิด โดยพิจารณาจาก



ก. แบบ 2 ตัว



ข. แบบ 3 ตัว



ค. แบบ 4 ตัว

ตารางที่ 73 ตารางวิเคราะห์การติดตั้งบานพับ/ข้าง

เกณฑ์การพิจารณา	ค่าความสำคัญ	จำนวนบานพับ		
		ก.	ข.	ค.
1. ความแข็งแรงในการประกอบ	3	1	2	3
2. ความเหมาะสมในการติดตั้ง	3	1	3	2
3. สอดคล้องกับการออกแบบการประกอบ	2	2	3	1
4. ลักษระการเปิดปิดสะดวก	2	3	2	1
5. เสริมโครงสร้างให้แข็งแรง	1	1	2	3
รวมคะแนน		17	27	22

หมายเหตุ ระดับ 3 หมายถึง ดีมาก ระดับ 2 หมายถึง ดี

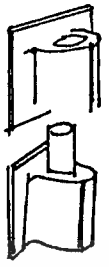
ระดับ 1 หมายถึง พอใช้

สรุป เลือกใช้จำนวนบานพับ 3 ตัวต่อบาน ประตูตู้อบ 1 บาน เนื่องจากมีความแข็งแรง และช่วยเป็นตัวเสริมความแข็งแรงให้โครงสร้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

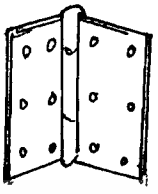
4.3.6 การวิเคราะห์ลักษณะการประกอบบานพับ

เพื่อให้สอดคล้องกับการประกอบบานตู้อบกับผนังตู้อบในส่วนของการแยกถอดประกอบ



(ก.)

(แยกประกอบติดทั้งบานประตูและผนังตู้อบ)



(ข.)

(ติดประกอบกับผนังตู้อบและตัวบานตู้อบแบบตายตัว)

ตารางที่ 74 ตารางวิเคราะห์การประกอบบานพับ

เกณฑ์การพิจารณา	ค่าความสำคัญ	รูปแบบ	
		(ก)	(ข)
1. ประกอบง่าย	3	3	1
2. มีความแข็งแรง	3	2	3
3. ผลิตได้ในระบบอุตสาหกรรม	3	3	3
4. ความเรียบร้อยของงาน	2	3	2
5. การป้องกันการรั่วของความร้อนจากภายใน	2	3	2
รวมคะแนน		36	29

หมายเหตุ ระดับ 3 หมายถึง ดีมาก ระดับ 2 หมายถึง ดี

ระดับ 1 หมายถึง พอใช้

สรุป เลือกใช้ลักษณะการประกอบบานพับแบบการแยกประกอบได้ เนื่องจากมีความเหมาะสมในขั้นของการออกแบบตู้อบในระบบอุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.7 การวิเคราะห์ตำแหน่งการจัดวางเมื่อจับเปิด-ปิดบานตู้อบ

ตารางที่ 75 วิเคราะห์ตำแหน่งมือจับบนบานตู้อบ

เกณฑ์การพิจารณา	ค่าความสำคัญ	รูปแบบ		
		กลางตู้อบ	ล่างตู้อบ	บนตู้อบ
1. ระยะการทำงานของมือสัมพันธ์กับการยืน	3	3	1	2
2. สามารถดึงได้โดยสะดวก	3	3	2	2
3. ไม่เกะกะขณะปฏิบัติงาน	2	2	2	3
รวมคะแนน		22	13	18

หมายเหตุ ระดับ 3 หมายถึง ดีมาก
ระดับ 2 หมายถึง ดี
ระดับ 1 หมายถึง พอใช้

สรุป เลือกติดตั้งมือจับในตำแหน่งกลางตู้อบแม่แบบตู้อบเพราะมีความสะดวกในการเปิดปิดบานตู้อบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.8 การวิเคราะห์รูปแบบของมือจับ

เพื่อสะดวกในการเปิด ปิดตู้อบแห้งแบบ ในชั้นของการใช้งาน และความเหมาะสม



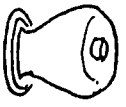
(ก) รูปตัว U



(ข) ปุ่มจับ



(ค) จับหมุนเปิด



(ง) กำหมุนเปิด

ตารางที่ 76 ตารางวิเคราะห์รูปแบบของมือจับ

หลักเกณฑ์การพิจารณา	ค่าความสำคัญ	รูปแบบ			
		(ก)	(ข)	(ค)	(ง)
1. ความสะดวกในการจับเปิด	3	2	1	3	2
2. ความทนทานย	2	3	1	2	2
3. เหมาะสมกับการใช้งาน	3	2	1	3	1
4. การติดตั้งง่ายยบร้อย	2	3	2	2	1
5. ความแข็งแรงในการใช้งาน (อายุการใช้งาน)	3	3	1	3	2
รวม		33	15	35	21

หมายเหตุ ระดับ 3 หมายถึง ดีมาก ระดับ 2 หมายถึง ดี

ระดับ 1 หมายถึง พอใช้

สรุป เลือกใช้มือจับแบบ จับหมุนเปิดปิด เนื่องจากมีความสะดวกในการจับใช้งาน และมีสลักล็อคที่แข็งแรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.9 การวิเคราะห์ระบบล๊อคบานเปิด-ปิดตู้อบแม่แบบฯ

จุดล๊อค หรือระบบล๊อค สำหรับตู้อบแม่แบบปูนปลาสเตอร์มี 2 ลักษณะ

1. แบบติดแยกต่างหากกับมือจับ
2. ติดตายตัวกับมือจับ

1. **แบบติดแยกต่างหากกับมือจับ** เป็นลักษณะของการปิดล๊อค โดยการเลี่ยงจากมือจับ โดยให้อยู่แยกจากมือจับ เพื่อความสะดวกในเรื่องของความแข็งแรงในการล๊อค

2. **แบบติดกับมือจับ** เป็นลักษณะของการจับหมุนเปิด หรือดึงเปิด โดยจะมีจุดล๊อค เป็นส่วนเดียวกับมือจับ เพื่อความสะดวกในการเปิดแบบรวดเร็ว

ตารางที่ 77 ตารางวิเคราะห์ระบบล๊อคบานเปิด ปิด ตู้อบ

เกณฑ์การพิจารณา	ค่าความสำคัญ	รูปแบบ	
		1	2
1. ความสะดวกในการเปิด	3	3	3
2. ความแข็งแรงของการล๊อค	2	3	2
3. ความเหมาะสมในการติดตั้ง	3	2	3
รวมคะแนน		21	23

หมายเหตุ (ค่าคะแนนความสำคัญ)

ระดับ 3 หมายถึง ดีมาก

ระดับ 2 หมายถึง ดี

ระดับ 1 หมายถึง พอใช้

สรุป เลือกใช้ระบบล๊อคแบบติดกับตัวมือจับ เนื่องจากมีความสะดวกในการจับเปิดง่ายกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.10 การวิเคราะห์ลักษณะการทำงานของมือจับ

โดยพิจารณาจากการทำงานดังต่อไปนี้ เพื่อให้เกิดความสะดวกและง่ายต่อระบบล็อค

ก.แบบลูกปิดประตู ข.แบบโยก ค.แบบดึง/กด ง.แบบติดตาย



ตารางที่ 78 ตารางวิเคราะห์ลักษรการทำงานของมือจับ

หลักเกณฑ์การพิจารณา	ค่าความสำคัญ	ลักษณะการจับทำงาน			
		(ก)	(ข)	(ค)	(ง)
1. ความสะดวกในการจับทำงาน	3	2	3	1	2
2. ความแข็งแรงของจุดล็อค	2	2	2	3	1
3. ความเหมาะสมกับการใช้งาน	3	1	3	1	2
4. กินพื้นที่การจัดวางน้อย(การทำงาน)	2	2	2	1	3
5. ประกอบง่าย	2	1	2	1	3
รวม		19	30	16	26

หมายเหตุ ระดับ 3 หมายถึง ดีมาก

ระดับ 2 หมายถึง ดี

ระดับ 1 หมายถึง พอใช้

สรุป เลือกการจับทำงานแบบคันโยก เปิดแกนล็อคบานประตู ซึ่งสะดวกในการจับเปิดปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.11 การวิเคราะห์ลักษณะของชั้นวางแม่แบบภายในตู้อบ

ตารางที่ 79 ตารางวิเคราะห์ชั้นวางแม่แบบปูนปลาสเตอร์

ข้อพิจารณา	ค่าความสำคัญ	แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3
		แยกประกอบโดยใช้ราว	แบบปรับระดับได้	แบบติดตาย
1. การจับเรียงแม่แบบง่าย	3	3	2	2
2. นำออกมาซ่อมแซมได้ง่าย	2	3	31	1
3. ถอดทำความสะอาดได้สะดวก	2	3	32	1
4. แข็งแรง ทนทาน	3	3	22	3
5. ผลิตในระบบอุตสาหกรรม	3	2	32	3
รวมคะแนน		36	33	28

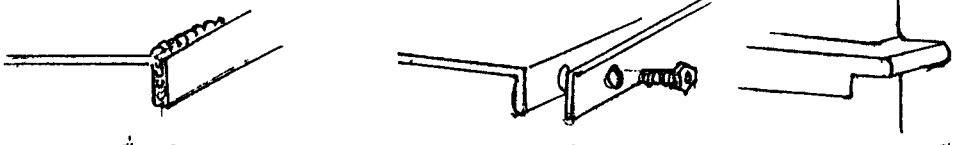
หมายเหตุ ระดับ 3 หมายถึง ดีมาก
ระดับ 2 หมายถึง ดี
ระดับ 1 หมายถึง พอใช้

สรุป เลือกใช้แบบที่ 1 คือ แบบถอนประกอบได้ สาเหตุเพราะมีค่าความสำคัญที่จุดของความสะดวก ในการจัดเรียงและการถอดประกอบในระบบอุตสสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.12 การวิเคราะห์ลักษระการประกอบชั้นวางแม่แบบปูนปลาสเตอร์

โดยพิจารณาการประกอบโดยใช้วิธีการ



ก.แบบเชื่อมติดตาย ข.แบบสกรูยึด ค.แบบร่องเลียบ(รางเลื่อน)

ตารางที่ 80 ตารางวิเคราะห์การประกอบของชั้นวางแม่แบบ

เกณฑ์การพิจารณา	ค่าความสำคัญ	ส่วนประกอบชั้นวาง		
		ก	ข	ค
1. ความแข็งแรง	3	3	2	2
2. การถอดประกอบ	3	1	2	3
3. การยึดโครงสร้าง	2	3	3	1
4. ผลิตในระบบอุตสาหกรรม	3	1	2	3
5. เหมาะสมกับการประกอบจากด้านหน้า	2	1	2	3
รวมคะแนน		23	28	32

หมายเหตุ ระดับ 3 หมายถึง ดีมาก

ระดับ 2 หมายถึง ดี

ระดับ 1 หมายถึง พอใช้

สรุป เลือกใช้การประกอบชิ้นส่วนแบบราวเลื่อน เนื่องจากมีความเหมาะสมกับการประกอบและการรับน้ำหนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.13 การวิเคราะห์ช่องทางของชั้นวางในแต่ละชั้น

สำหรับตู้อบแม่แบบปูนปลาสเตอร์ มีขนาดสูง 200 ซม. กว้าง 100 ซม. ชั้นวางแต่ละชั้นนั้นจะต้องมีความสัมพันธ์กับขนาดของแม่แบบ ซึ่งแม่แบบในการหล่อน้ำสลับ มีขนาดตั้งแต่ 3"x3" ถึง 20"x20" ซึ่งขนาดที่มีขนาดใหญ่ที่สุดนั้นมีความสำพันธ์ในส่วนของกรรมวิธีการผลิต คือ โครงสร้างของน้ำดิน สำหรับหล่อนั้นจะมีโครงสร้างของเนื้อดิน เมื่อผ่านการเผาแล้วไม่เท่ากับความเหนียว หรือโครงสร้างภายในเนื้อดินเหนียว จึงต้องมีขนาดของแม่แบบที่จำกัด ซึ่งขนาดดังกล่าวข้างต้นนั้นเป็นส่วนข้อมูลในการนำมาทำการออกแบบชั้นวางแม่แบบในตู้อบ

ดังนั้นช่วงห่างของตู้อบในแต่ละชั้น ซึ่งจากการวิเคราะห์ชั้นวางแม่แบบนั้นเป็นชั้นวางแม่แบบ แบบถอนเลื่อนปรับช่องห่างได้ตามต้องการ จากข้อมูลขนาดแม่แบบข้างต้นนั้นช่องปริมาณขนาดในแต่ละช่องไม่ควรต่ำกว่า 4 เพื่อความเหมาะสมกับขนาดของแม่แบบที่เล็กสุด 3"x3" ซึ่งตู้อบมีความสูง 300 ซม. หรือ 80" ดังนั้น ช่องห่างในแต่ละชั้นจะแบ่งออกเป็น 6 ช่อง คือช่องละ 10 " หรือ 25 ซม. และ เมื่อต้องการช่องห่างของชั้นมากเพื่อการจัดเรียงแม่แบบที่มีขนาดใหญ่ก็สามารถกดถอดปรับช่องให้กว้างได้

สรุป ช่องห่างและจุดล็อคปรับระดับของชั้นวางในแต่ละชั้นจะมีความกว้าง 10" หรือ 25" จำนวน 16 ช่อง เพื่อความเหมาะสมกับขนาดของแม่แบบแต่ละขนาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 การวิเคราะห์วัสดุที่ใช้ในการออกแบบตู้อบแม่แบบปูนปลาสเตอร์

4.4.1 การวิเคราะวัสดุโครงสร้าง

พิจารณาจากการขนส่ง ประกอบ และแข็งแรงในการประกอบเพื่อใช้งาน

ก.แบบโครงสร้าง	ข.แบบโครงสร้าง	ค.แบบโครงสร้าง
แยกต่างหาก	รวมกับผนัง	ร่วมประกอบกับผนัง
(ใช้โลหะประกอบ)	(ใช้วัสดุโครงสร้างแผ่น)	(ใช้วัสดุ 2 ชนิดประกอบกัน)

ตารางวิเคราะห์ที่ 81 ตารางวิเคราะห์วัสดุโครงสร้าง

เกณฑ์การพิจารณา	ค่าความสำคัญ	รูปแบบโครงสร้าง		
		ใช้โลหะประกอบ	ใช้วัสดุโครงสร้างแบบแผ่น	ใช้สุสดุ 2 ชนิด
1. ความแข็งแรง	3	3	2	2
2. การยึดประกอบขึ้นรูปง่าน	2	1	3	2
3. ผลิตได้ในระบบอุตสาหกรรม	3	1	3	2
4. น้ำหนักรวมเบา	2	1	3	2
5. การซ่อมแม่ได้สะดวก	2	1	3	2
รวมคะแนน		18	23	21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ ระดับ 3 หมายถึง ดีมาก

ระดับ 2 หมายถึง ดี

ระดับ 1 หมายถึง พอใช้

สรุป ใช้วัสดุโครงสร้างแบบโครงสร้างแบบแผ่นขึ้นรูป โดยใช้เนื้อวัสดุเป็นตัวขึ้นรูปยึดโครงสร้าง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.2 การวิเคราะห์วัสดุที่ใช้ผลิตผนังตู้อบแม่แบบ

วิเคราะห์วัสดุที่นำมาผลิตผนังตู้อบแม่แบบปูนปลาสเตอร์

วัสดุที่มีความเหมาะสมในการผลิตตู้อบแม่แบบในระบบอุตสาหกรรม ซึ่งต้องมีคุณสมบัติในการเก็บความร้อนได้ดี วัสดุซึ่งมีคุณสมบัติข้างต้นมีดังต่อไปนี้คือ

1. เหล็กแผ่นอาบสังกะสี 2. อลูมิเนียม 3. สแตนเลส 4. ไฟเบอกลาส

ตารางที่ 82 แสดงการวิเคราะห์เลือใช้วัสดุ

คุณสมบัติ	ค่าความสำคัญ	ชนิดวัสดุ			
		เหล็กแผ่นอาบสังกะสี	อลูมิ-เนียม	สแตน-เลส	ไฟเบอร์-กลาส
1. ความแข็งแรง	3	3	2	3	3
2. ทนแรงกระแทก	2	2	2	2	3
3. ไม่เป็นสื่อไฟฟ้า	2	1	1	1	3
4. ขึ้นรูปในระบบอุตสาหกรรมได้	3	3	2	3	3
5. นำความร้อนได้ดี	3	3	2	3	2
6. น้ำหนักเบา	3	2	3	2	3
7. ราคาถูก	2	3	2	2	2
8. ทำความสะอาดง่าย	3	3	3	3	2
9. ไม่เป็นสนิม	3	2	3	3	3
รวมคะแนน		60	55	63	64

หมายเหตุ ระดับค่าความสำคัญ ดูตารางวิเคราะห์ที่ 4.2.3

สรุป เลือกใช้วัสดุ ไฟเบอร์ ซึ่งมีคุณสมบัติที่เหมาะสมกว่าโลหะ ในจุดของการทนแรงกระแทก และไม่เป็นสื่อไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.3 การวิเคราะห์วัสดุสำหรับนำมาผลิตบานตู้อบแม่แบบฯ

วัสดุทำบานเปิดปิดตู้อบควรมีคุณสมบัติดังนี้

1. ยึดโครงสร้างได้แข็งแรง
2. ป้องกันความร้อนได้ดี
3. ทนการผุกร่อน
4. ติดบานพับได้แข็งแรง
5. ขึ้นรูปได้ในระบบอุตสาหกรรม

ตารางที่ 83 ตารางวิเคราะห์วัสดุทำบานเปิดปิดตู้อบแม่แบบฯ

หลักในการพิจารณา	ค่าความสำคัญ	เหล็กแผ่นอาบสังกะสี	สแตนเลส	ไฟเบอร์
1. ยึดโครงสร้างได้แข็งแรง	3	3	3	3
2. ป้องกันความร้อนดี	3		2	2
3. ทนการผุกร่อน	2	2	2	3
4. การติดตั้งบานพับ	2	3	3	3
5. การผลิตระบบอุตสาหกรรม	3	3	3	3
รวมคะแนน		35	40	42

หมายเหตุ ค่าคะแนนความสำคัญ

ระดับ 3 หมายถึง ดีมาก

ระดับ 2 หมายถึง ดี

ระดับ 1 หมายถึง พอใช้

สรุป ใช้วัสดุไฟเบอร์กลาสนำมาผลิตบานพับตู้อบแม่แบบปูนเปลาสเตอร์เป็นฉนวนไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.4 การวิเคราะห์วัสดุมือจับบานเปิดปิดตู้อบ

ตารางที่ 85 ตารางวิเคราะห์วัสดุมือจับเปิดปิดตู้อบ

เกณฑ์การพิจารณา	ค่าความสำคัญ	วัสดุ			
		เหล็ก	พลาสติก	ปุ่มยาง	ไม้
1. เป็นฉนวนไฟฟ้า	3	1	3	3	2
2. กันความร้อนได้ดี	2	1	3	3	2
3. ความแข็งแรงในการใช้งาน	2	3	2	2	1
4. ผลิตได้ในระบบอุตสาหกรรม	3	2	3	2	1
5. เหมาะสมกับการออกแบบตู้อบ	2	2	3	1	1
6. ซ่อมแซมง่ายสร้าง	2	2	3	3	1
รวมคะแนน		25	40	31	19

หมายเหตุ

ระดับ 3 หมายถึง ดีมาก
ระดับ 2 หมายถึง ดี
ระดับ 1 หมายถึง พอใช้

สรุป เลือกใช้วัสดุพลาสติกนำมาผลิตเป็นมือจับเนื่องจากมีคุณสมบัติในการทนความร้อน และเป็นฉนวนไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.5 การวิเคราะห์วัสดุทำชั้นวางแม่แบบภายในตู้อบ

เป็นส่วนประกอบที่ต้องรับน้ำหนักของแม่แบบปูนปลาสเตอร์ โดยใช้เกณฑ์การพิจารณาดังนี้

ตารางที่ 86 ตารางวิเคราะห์วัสดุทำชั้นวางแม่แบบ

เกณฑ์การพิจารณา	ค่าความสำคัญ	วัสดุ			
		เหล็กกลวง	เหล็กฉาก	เหล็กเส้น	เหล็กแผ่น
1. ความแข็งแรง	3	2	3	1	1
2. การรับน้ำหนัก	3	2	3	1	2
3. การนำมาประกอบกับตู้อบได้	2	2	3	2	3
4. ผลิตในระบบอุตสาหกรรมได้	3	3	2	1	3
5. น้ำหนักต่อหน่วยเบา	2	3	2	3	3
รวมคะแนน		31	34	19	30

หมายเหตุ

ระดับ 3 หมายถึง ดีมาก

ระดับ 2 หมายถึง ดี

ระดับ 1 หมายถึง พอใช้

สรุป เลือกใช้วัสดุเหล็กฉากนำมาใช้เป็นส่วนของชั้นวาง เนื่องจากมีความแข็งแรง และสอดคล้องกับการออกแบบตู้อบแม่แบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 การวิเคราะห์กรรมวิธีการผลิต

4.5.1 การวิเคราะห์กรรมวิธีการผลิตโครงสร้างตู้อบ

จากการวิเคราะห์วัสดุ วัสดุที่ใช้ผลิตตู้อบเลือกใช้วัสดุ ไฟเบอร์กลาส ซึ่งกรรมวิธีการผลิตที่เหมาะสมสำหรับผลิตไฟเบอร์กลางนั้นคือ การหล่อไฟเบอร์

4.5.2 การวิเคราะห์กรรมวิธีการผลิตบานประตูตู้อบแม่แบบปูนปลาสเตอร์

จากส่วนการวิเคราะห์วัสดุที่นำมาผลิตเป็นบานประตูตู้อบ คือวัสดุไฟเบอร์ ซึ่งไฟเบอร์กรรมวิธีการผลิตที่นิยมใช้ในระบบอุตสาหกรรม คือการหล่อไฟเบอร์

4.5.3 การวิเคราะห์กรรมวิธีการผลิตชั้นวางแม่แบบ

วัสดุที่เหมาะสมในการผลิตคือ เหล็กฉาก และเหล็กพีด กรรมวิธีการผลิตคือ

ตารางที่ 84 ตารางวิเคราะห์กรรมวิธีการผลิตชั้นวางแม่แบบ

เกณฑ์การพิจารณา	ค่าความสำคัญ	การประกอบ			
		เชื่อม	สกรู	หมุดย้ำ	พับขอบ
1. ความแข็งแรง	3	3	2	2	1
2. เหมาะสมกับการใช้งานกับตู้อบ	2	3	2	2	1
3. ส่วนยึดโครงสร้าง	3	2	3	2	1
4. ผลิตได้ในระบบอุตสาหกรรม	2	2	3	2	2
รวมคะแนน		25	22	20	12

หมายเหตุ ระดับค่าความสำคัญ ดูตารางวิเคราะห์ที่ 4.4.5

สรุป เลือกใช้กรรมวิธีการผลิตชั้นวาง โดยการเชื่อมยึดประกอบ เนื่องจากมีความแข็งแรง ผลิตได้ในระบบอุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6 การวิเคราะห์สีที่นำมาใช้ในการออกแบบ

สีที่มีความเหมาะสมสำหรับนำมาใช้ในการออกแบบตู้อบแม่แบบปูนปลาสเตอร์ ใช้สีฟ้าอมเทา ซึ่งมีความเหมาะสมในการใช้งานภายในโรงงานเครื่องปั้นดินเผา และการใช้งาน การทำความสะอาดได้ง่าย

4.7 การสังเคราะห์ข้อมูลสู่การออกแบบ

ข้อจำกัดความในการออกแบบ จากการวิเคราะห์และการสรุปข้อมูลทั้งหมด สามารถรวบรวมข้อมูลจากการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเป็นแนวทางในกรรออกแบบได้ดังนี้

ผลิตภัณฑ์ตู้อบแม่แบบปูนปลาสเตอร์ประกอบด้วย

4.7.1 โครงสร้างหลักของตู้อบ

4.7.2 โครงสร้างรอง(ผนังกันความร้อนภายนอกตู้อบ)

4.7.3 ชั้นสำหรับวางแม่แบบปูนปลาสเตอร์

4.7.4 ฝาปิดเปิดตู้อบแม่แบบ

4.7.5 ตำแหน่งมือจับ เปิด ปิด ตู้อบ

4.7.6 ส่วนให้ความร้อน

4.7.7 ส่วนระบายอากาศ (เข้า ออก)

4.7.8 ชุดแผงควบคุมความร้อน และตำแหน่งการติดตั้ง

4.7.9 ส่วนฐานตู้อบแม่แบบปูนปลาสเตอร์

4.7.10 ตำแหน่งการเดินสายไฟ

4.7.1 โครงสร้างหลักของตู้อบแม่แบบปูนปลาสเตอร์

ใช้วัสดุ เหล็กพีตขนาด 1 นิ้ว และ เหล็กฉากหนา 1/8 กว้าง 1 นิ้ว โครงสร้างอยู่ในรูปทรงสี่เหลี่ยม กว้าง 130ซม. สูง 180 ซม. ลึก 60 ซม. รวมปริมาตรภายในตู้อบ 130x180x60 = 1,404,000 ลบ.ซม. หรือเท่ากับ 14,040 ลบ.ม.

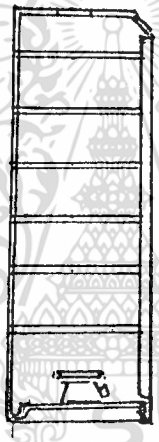
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.7.2 โครงสร้างรองหรือผนังตู้อบแม่แบบ

ลักษณะของการอบที่ต้องใช้ความร้อนในการอบ ดังนั้นวัสดุที่สามารถทำเป็นผนังของตู้อบต้องมีคุณสมบัติทนความร้อนได้ดี และคงทนต่อการกัดกร่อนของสนิม เมื่อใช้ในระยะเวลานาน จากการวิเคราะห์ข้อมูลวัสดุที่มีคุณสมบัติเหมาะสมที่สุด คือ

4.7.3 ชั้นสำหรับวางแม่แบบปูนปลาสเตอร์ภายในตู้อบ

ชั้นวางนั้นมีส่วนสำคัญในการผลิตตู้อบ เนื่องจาก พฤติกรรมการอบในแต่ละครั้งนั้นต้องอบในจำนวนมาก ดังนั้นการออกแบบชั้นวางจึงจำเป็นสำหรับตู้อบในส่วนนี้ และอีกส่วนหนึ่งชั้นวางแม่แบบนั้นจะเป็นตัวยึดโครงสร้างเข้าด้วยกัน เพื่อให้เกิดความแข็งแรงของตู้อบ ชั้นวางภายในตู้อบนี้แบ่งออกเป็น 6 ชั้น ดังภาพ

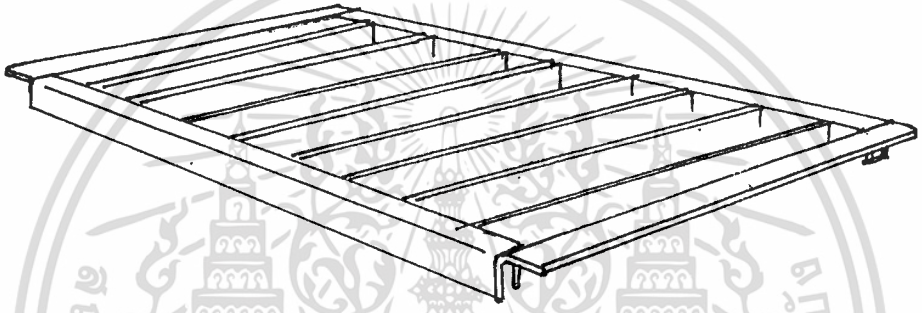


ภาพที่ 159 แสดงจำนวนชั้นวางแม่แบบ

จากภาพแสดงการออกแบบชั้นวาง ชั้นวางแต่ละชั้นมีขนาดกว้าง 130 ซม. สูง 30 ซม. ลึก 60 ซม. โดยปกติแม่แบบที่ใช้ในการหล่อ เฉลี่ยแล้วจะมีขนาดกว้าง 25 ซม. สูง 25 ซม. ลึก 25 ซม. แม่แบบขนาดปริมาตร 10,000 ลบ.ซม. สามารถบรรจุในชั้นวางแม่แบบได้จำนวน 9 ชิ้น โดยเฉลี่ยหากขนาดของแม่แบบเล็กสามารถบรรจุจัดเรียงในชั้นวางได้มากกว่านี้ หากแม่แบบมีขนาดใหญ่จำนวนการจัดเรียงจะน้อยกว่านี้ตามขนาดของชั้นวางที่ลายตัวดังนั้น จากจำนวนของแม่แบบโดยเฉลี่ยนั้น 1 ชั้นวาง จัดวางได้ 9 ชิ้น ภายในตู้อบมีชั้นวางอยู่ 6 ชั้น (ชั้นล่างสุดเป็นชั้นสำหรับติดตั้งแท่นส่งความร้อนภายในตู้อบ) ดังนั้นจึงสามารถวางแม่แบบโดยเฉลี่ยแล้วได้ 54 ชิ้นโดยประมาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการวิเคราะห์ชั้นวางแม่แบบ ชั้นวางแม่แบบภายในตู้อบสามารถถอดประกอบออกจากตู้อบได้ และสามารถปรับระดับความกว้างของช่องแต่ละชั้นได้ โดยช่องแต่ละช่องจะมีช่องห่าง 25 ซม. ดังข้อมูลการวิเคราะห์ชั้นวาง และตัวชั้นวางสามารถเลื่อนหมุนได้ เพื่อลดแรงในการจัดเรียงแม่แบบดังภาพ



ภาพที่ 160 แสดงชั้นวางแบบโปร่ง

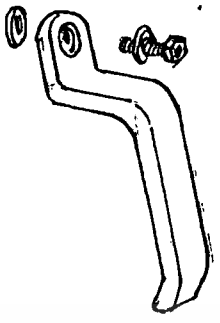
4.7.4 ฝาเปิดปิดตู้อบแม่แบบ

จากข้อมูลวัสดุผลิตฝาเปิดปิดตู้อบแม่แบบนั้น ต้องมีคุณสมบัติในการกันความร้อนไม่ให้กระจายออกมาภายนอกตู้ได้ และมีความแข็งแรงสามารถขึ้นรูปทรงได้ด้วยตัวของมันเอง ซึ่งวัสดุดังกล่าวนั้นจากการวิเคราะห์ได้แก่ วัสดุไฟเบอร์กลาส ซึ่งสามารถผลิตขึ้นรูปซึ่งจะมีความแข็งแรงภายในตัวของมันเองล

4.7.5 ตำแหน่งกลงมือจับ

จากการวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบความเหมาะสมและการเปรียบเทียบตามหลักของกายวิภาคมนุษย์แล้ว มือจับ ซึ่งติดอยู่กับบานเปิดปิดตู้อบนั้น จะติดตั้งอยู่บริเวณส่วนกลางของบานเปิดปิด คือขนาดความสูงจากพื้นถึงกึ่งกลางบานเปิดปิด เท่ากับ 100 ซม. คือจุดที่ติดมือจับเปิดปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

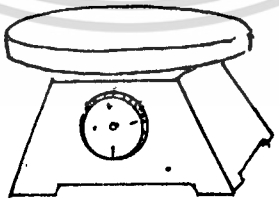


ภาพที่ 161 ภาพแสดงมือจับ

หมายเหตุ สำหรับจุดล็อกบานเปิดปิดตู้อบนั้น จะอยู่ในส่วนเดียวกันกับมือจับ เพื่อความสะดวกในการเปิดปิด

4.7.6 ส่วนให้ความร้อนภายในตู้อบแม่แบบ

จากบทวิเคราะห์ข้อมูล ระบบความร้อนของตู้อบแม่แบบปูนปลาสเตอร์ที่มีความเหมาะสม และเป็นอุปกรณ์มาตรฐานที่ตามท้องตลาด ซึ่งมีคุณสมบัติที่สามารถปรับระดับความร้อนภายใน ๓ อบได้ เป็นชนิดของการให้ความร้อนแบบแท่นความร้อน ดังภาพ



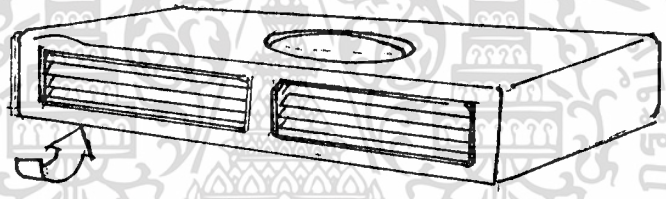
ภาพที่ 162 แท่นความร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.7.7 ส่วนระบายความร้อนของตู้อบ

การระบายความร้อนของตู้อบนั้นมีความสำคัญในส่วนของการควบคุมความร้อน ภายในตู้อบจากการวเคราะห์ตำแหน่งการติดตั้งส่วนระบายความร้อน ส่วนระบายความร้อนที่เหมาะสมที่สุดควรอยู่ในตำแหน่งบนสุด คือ ส่วนด้านบนของตู้อบ โดยอาศัยหลักการไหลหมุนเวียนของความร้อนมีน้ำหนักเบา

ส่วนระบายความร้อนเข้า จะอยู่ด้านล่างซึ่งจะเป็นช่องขนาดเล็กเพื่อให้อากาศไหลเข้าด้านล่างพาความร้อนกระจายขึ้นด้านบน เพื่อทำการอบแม่แบบได้อุณหภูมิคงที่



ภาพที่ 163 แสดงช่องระบายอากาศ เข้า ออก

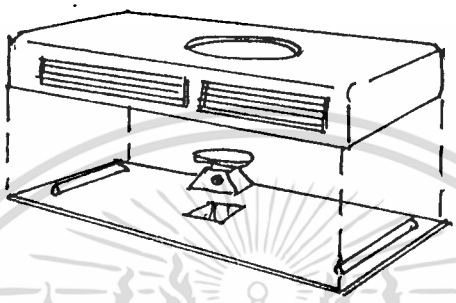
4.7.8 ชุดแผงควบคุมความร้อน และตำแหน่งการติดตั้ง

ชุดแผงควบคุม การเปิดปิด ความร้อน จากการวิเคราะห์ใช้ระบบวงตรอิเลคทรอนิคส์ เพื่อความสะดวกในการมองเห็น และง่ายต่อการควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.7.9 ส่วนฐานของตู้อบแม่แบบ

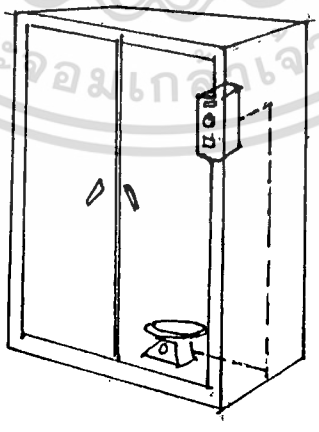
ส่วนฐานของแม่แบบจะเป็นชั้น ไฟเบอร์กลาส โดยด้านล่างซึ่งส่วนฐานของตู้อบนั้นจะเป็นส่วนของชั้นวางแท่นความร้อน ดังภาพ



ภาพที่ 164 แสดงฐานรองตู้อบแม่แบบ

4.7.10 ตำแหน่งของสายไฟและระบบการเดินสายไฟฟ้า

ภายในตู้อบจากการวิเคราะห์ภาคข้อมูล ตำแหน่งของสายไฟ จะเดินขนานตามโครงสร้างของตู้อบ โดยเดินออกไปด้านนอกตู้อบ เพื่อความปลอดภัยของผู้ใช้งานเมื่อสายไฟเกิดการชำรุด



ภาพที่ 165 แสดงระบบการเดินสายไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย ข้อเสนอแนะ การนำเสนองานออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย ข้อเสนอแนะและการนำเสนองานออกแบบ

5.1 สรุปผลการวิจัย

แนวความคิดเริ่มแรก จากความนิยมผลิตภัณฑ์เซรามิคในปัจจุบัน และการเรียนการสอน วิชาเครื่องปั้นดินเผาในสถานศึกษา ในส่วนของการขึ้นรูปโดยกรรมวิธีการหล่อน้ำดิน เพื่อ ส่งเสริมงานเซรามิคในระบบอุตสาหกรรมต่อไปในอนาคต ดังนั้นจึงทำให้เป็นแนวทางในการออกแบบ " ตู้อบแม่แบบปูนปลาสเตอร์ สำหรับงานหล่อน้ำดิน ในสถานศึกษา" และเป็นส่วนเสริมทักษะในการทำงานของนักศึกษาในส่วนการปฏิบัติงานการหล่อน้ำดิน

การรวบรวมปัญหา จากความต้องการในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติงานหล่อน้ำดิน และ การใช้งานตู้อบแม่แบบปูนปลาสเตอร์ ปัญหาที่เกิดขึ้น เกิดจากการปฏิบัติงานด้านพฤติกรรมการใช้งานตู้อบแม่แบบ และจากผลิตภัณฑ์เดิม การรวบรวมปัญหานั้นเริ่มหาข้อมูลจากจากปัญหาผลิตภัณฑ์เดิม และ อันตรายที่เกิดขึ้นจากการใช้งาน

การตีปัญหา ปัญหาด้านพฤติกรรม เพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการใช้งานตู้อบแม่แบบตามหลักการใช้งานปัญหาที่เกิดขึ้น คือ พฤติกรรมการจัดวางแม่แบบภายในตู้อบ กระทำได้โดยลำบาก และ ขนาดความสูงของตู้อบไม่สอดคล้องต่อพฤติกรรมการใช้งาน

ปัญหาจากผลิตภัณฑ์เดิม ชั้นวางแม่แบบไม่สามารถปรับระดับ ให้สอดคล้องกับพฤติกรรมการจัดเรียงแม่แบบ ทำให้พฤติกรรมการจัดวางแม่แบบในแต่ละครั้งไม่สอดคล้องกับจำนวนแม่แบบที่มีอยู่จริง ปัญหาในเรื่องการให้ความร้อน ภายในตู้อบเป็นระบบไฟฟ้า ซึ่งจะมีผลกระทบต่อวัสดุผนังตู้ซึ่งจะเป็นวัสดุโลหะทั้งทางตรง และ ทางอ้อม ทางตรงคือ ความเป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดีของผนังตู้อบ เดิมอาจเกิดอันตรายแก่ผู้ใช้ได้ ปัญหาด้าน การควบคุมอุณหภูมิไม่สามารถกำหนดได้แน่นนอน ในระบบการเปิดปิดการทำงานของตู้อบจะแยกต่างหากกับตัวตู้อบ ทำให้การตรวจสอบเกิดความไม่สะดวก

ทางอ้อม ผลที่เกิดขึ้นอันได้แก่ ผนังของ ตู้อบเกิดการผุกร่อนอันเนื่องมาจากไอระเหยของน้ำที่อยู่ในตัวแม่แบบปูนปลาสเตอร์ ที่ทำการอบทำให้อายุการใช้งานของวัสดุสั้นลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ปัญหา ในการวิเคราะห์ปัญหาเพื่อการดำเนินงานจะวิเคราะห์จากสาเหตุใหญ่ ๆดังนี้ คือ 1. แม่แบบปูนปลาสเตอร์ ที่ใช้ในการอบแต่ละครั้ง จะมีขนาดโดยประมาณ 20 x 20 x 20 cm ซึ่งเป็นขนาดที่พบเป็นส่วนมากในการทำงานของนักศึกษา 2. ความร้อนเป็นส่วนไล่ความชื้นให้กับตัวแม่แบบฯ จะวิเคราะห์ระบบการให้ความร้อนซึ่งจะนำมาใช้งานได้เหมาะสม และ มีขั้นตอนไม่ซับซ้อน รวมทั้งการบำรุงรักษาที่เหมาะสมกับการใช้งาน 3. การควบคุม การทำงานของตู้อบแม่แบบคำนึงถึงระบบการควบคุมที่ง่าย และสามารถเข้าใจได้โดยง่าย และ รวดเร็ว ซึ่งสามารถควบคุมได้ในเวลาเดียวกันกับการใช้งานตู้อบแม่แบบ เพื่อการออกแบบในครั้งนี้จะเป็นการออกแบบที่ไม่เพิ่มขั้นตอนการทำงานของผลิตภัณฑ์เดิม

แนวความคิดสร้างสรรค์ ในการออกแบบนี้ทางผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นมาจากตู้อบแม่แบบเดิม เพื่อที่จะนำมาเป็นฐานในการออกแบบ โดยทำการปรับปรุงเรื่องขนาดและสัดส่วน ให้เหมาะสมและ สอดคล้องกับการใช้งาน ได้มากขึ้นรวมถึงระบบการทำงานที่จะมีผลตอบสนองย้อนกลับ กับตัวผู้ใช้น้อยที่สุด

การวิเคราะห์แนวทางในการออกแบบ แบ่งการวิเคราะห์ออกเป็นส่วนๆดังนี้ คือ 1. การวิเคราะห์ในส่วนของการทำงาน 2. การวิเคราะห์ในเรื่องของระบบการควบคุม 3. การวิเคราะห์ในส่วนของรูปทรง และ ขนาดของตู้อบ 4. การวิเคราะห์ในเรื่องของวัสดุและกรรมวิธีการผลิต

ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูล ในเรื่องของระบบการทำงานสามารถสรุปได้ว่า การให้ความร้อนภายในตู้อบจะให้จาก แผ่นความร้อน ใช้กระแสไฟฟ้า 220 v. จัดวางอยู่ในตำแหน่งด้านล่างของตู้อบ การควบคุมการทำงานแบ่งออกเป็น 2 ชุด คือ 1. ชุดควบคุมการ ปิด เปิด ใช้สวิทช์แบบกดเพื่อการตัดระบบการทำงานทั้งหมด ของตู้อบ 2. ชุดควบคุมอุณหภูมิภายในตู้อบเพื่อให้เกิดความสะดวกสะบายในเรื่องของระยะเวลา และ สามารถควบคุม ตรวจสอบอุณหภูมิภายในตู้อบได้ ในชุดควบคุมอุณหภูมินี้จะทำงานควบคู่ไปกับตัววัดอุณหภูมิ และ ชุดตัดวงจร (วงจรอิเลคทรอนิคส์) การวิเคราะห์ในส่วนของรูปทรง เป็นลักษณะของตู้สี่เหลี่ยมผืนผ้า การจัดวางแม่แบบจะแบ่งชั้นการจัดวางออกเป็นชั้นๆ โดยชั้นวางแม่แบบภายในตู้อบสามารถถอดประกอบชั้นวางได้ เพื่อความเหมาะสมกับการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการออกแบบ เมื่อโครงการวิจัยนี้ดำเนินงานมา ได้สำเร็จรุร่วง จะได้ตู้อบแม่แบบปูนปลาสเตอร์ สำหรับงานหล่อน้ำดีน ในสถานศึกษา ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อการส่งเสริมการหล่อน้ำดิน เพื่อสนองพฤติกรรมการทำงานที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น

ตู้อบแม่แบบปูนปลาสเตอร์นี้ จะไม่ทำให้เกิดสภาพแวดล้อมเดิมเสียหาย อันเนื่องมาจากการทำงาน อีกทั้งยังจะทำให้มีความปลอดภัยในการใช้งานเพิ่มขึ้งกว่าเดิม

5.2 ข้อเสนอแนะในการดำเนินงาน ในโครงการวิจัยและการออกแบบ " ตู้อบแม่แบบปูนปลาสเตอร์ สำหรับงานหล่อน้ำดินของสถานศึกษา "

เนื่องจากการดำเนินงานวิจัย ในโครงการนี้จะเป็นโครงการ ออกแบบปรับปรุงผลิตภัณฑ์เดิมที่มีอยู่แล้ว ดังนั้นปัญหาที่นำมาวิเคราะห์ส่วนใหญ่จึงเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นจากผลิตภัณฑ์เดิม ในส่วนของปัญหาที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมจะมีผลต่อชิ้นนี้ค่อนข้างต่ำซึ่งบางครั้งไม่สามารถนำเอาปัญหาจากพฤติกรรมมาประกอบการออกแบบได้ ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ออกแบบมาอาจไม่ตอบสอนงต่อส่วนการใช้งานในบางจุด

จากระยะเวลาที่ผ่านมาตั้งแต่การนำเสนอหัวข้อ การดำเนินงานจนกระทั่ง ดำเนินงานมาเป็นผลสำเร็จ ปัญหาหรืออุปสรรคที่พบส่วนใหญ่ เกิดจากปัญหาที่ไม่คาดคิดที่จะได้พบซึ่งมีผล ทำให้รูปแบบ หรือ แนวคิดในการออกแบบเกิดการเปลี่ยนแปลงไปจากวัตถุประสงค์เดิมตามสภาพปัญหาที่ได้พบ เพื่อความเหมาะสมของสภาพการนั้นๆ แต่อย่างไรก็ดีการดำเนินงานก็สามารถสำเร็จลุล่วง ทางผู้วิจัยก็หวังว่า งานวิจัยนี้สามารถที่จะใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นได้ ในบางส่วนอาจมีการปรับปรุง และ เพิ่มเติมเพื่อความเหมาะสมในการออกแบบ

ในด้านการออกแบบ ปัญหาที่ควรระวังในการออกแบบ คือ ปัญหาเกิดจากแม่แบบปูนปลาสเตอร์ ซึ่งจะมีขนาดที่ไม่แน่นนอนหากสถานศึกษานั้นทำการผลิต เพื่อการจำหนายภายนอกด้วย ทำให้การสรุปปัญหาในส่วนของแม่แบบอาจไม่ตรงตามการใช้งานจริง แต่ถ้าศึกษาจากหลักสูตรแล้ว แม่แบบที่กล่าวมาข้างต้นจะเป็น แม่แบบต้นแบบที่นำมาใช้ในการออกแบบในเรื่องของระบบการผลิตซึ่งจะเป็นลักษณะของกึ่งอุตสาหกรรม อันเนื่องมาจากคุณสมบัติของวัสดุ แต่สามารถให้เป็นอุตสาหกรรมได้โดยการตัดทอน เพิ่มเติมในบางส่วนเพื่อความเหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

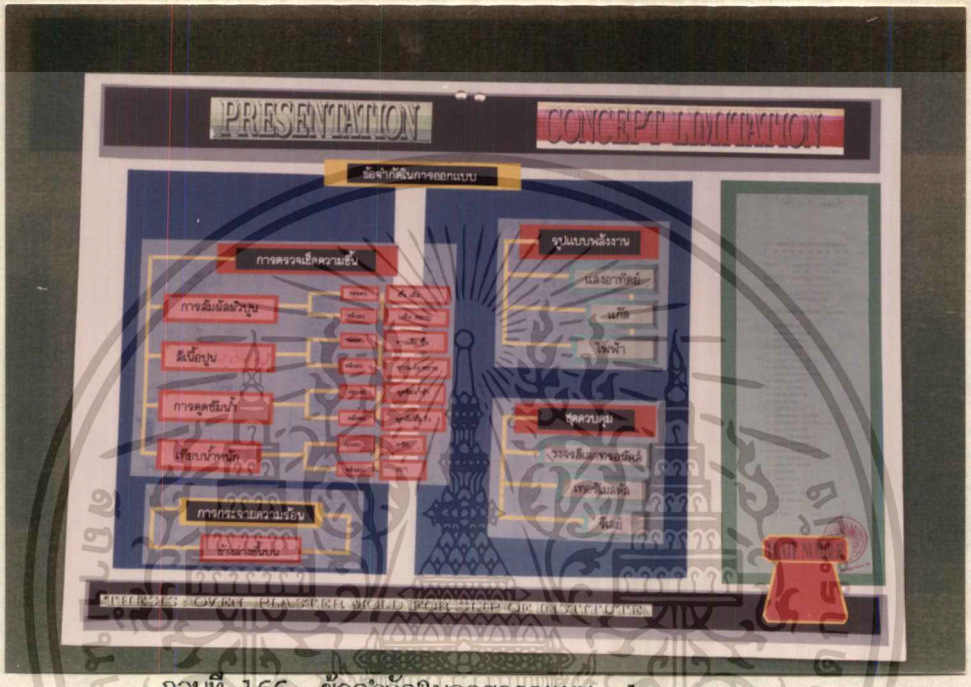
5.3 ข้อเสนอแนะของคณะกรรมการตรวจวิทยานิพนธ์

จากการตรวจงานของคณะกรรมการตรวจวิทยานิพนธ์ ทางคณะกรรมการตรวจได้ให้แนวความคิดว่า 1. การออกแบงานสำหรับสถานศึกษาต้องคำนึงถึง หลักสูตรการเรียนการสอนของสถานศึกษาเป็นสำคัญ 2. ศึกษาเกี่ยวกับวัสดุไฟเบอร์กลาส ในเรื่องของชนิดและการนำมาใช้งานได้เหมาะสมและปลอดภัย และจุดบานพับควรคำนึงถึงลักษณะการใช้งานเปิดปิด และ กรรมวิธีการผลิต (อ. อุดมศักดิ์ สาริบุตร) 3. จุดของแผงควบคุมการทำงาน ตำแหน่งของการติดตั้งควรติดตั้งได้สะดวก ไม่กินพื้นที่ของบานประตู ซึ่งจะทำการเปิด ปิดบานตู้ไม่สะดวก และทำให้เกิดการยุ่งยากในการผลิต

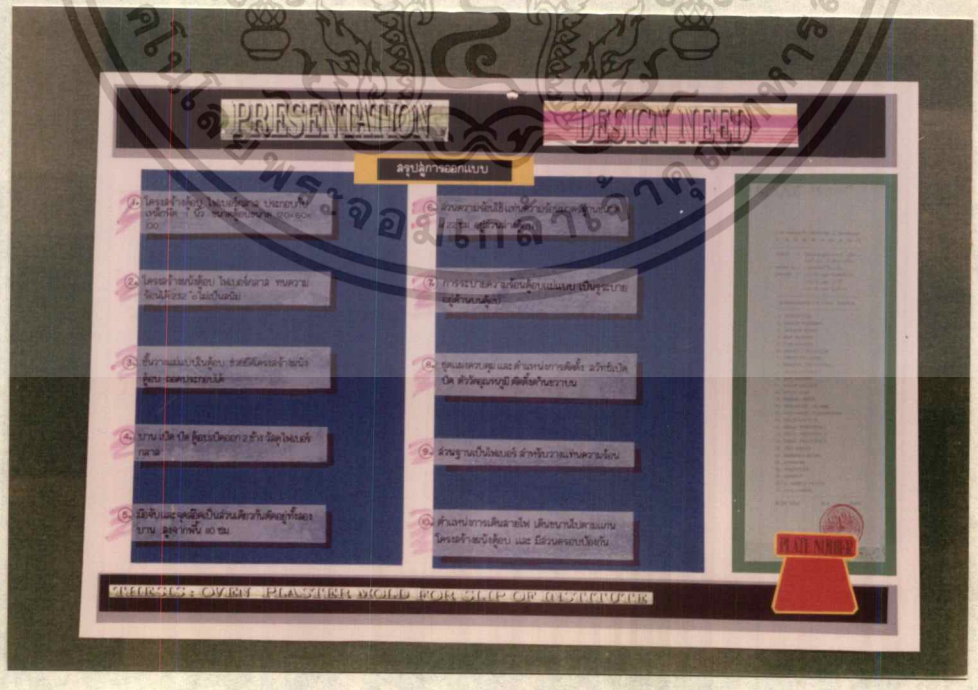
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4 การสรุปข้อมูลเพื่อการออกแบบ

5.1.1 ข้อจำกัดในการออกแบบ



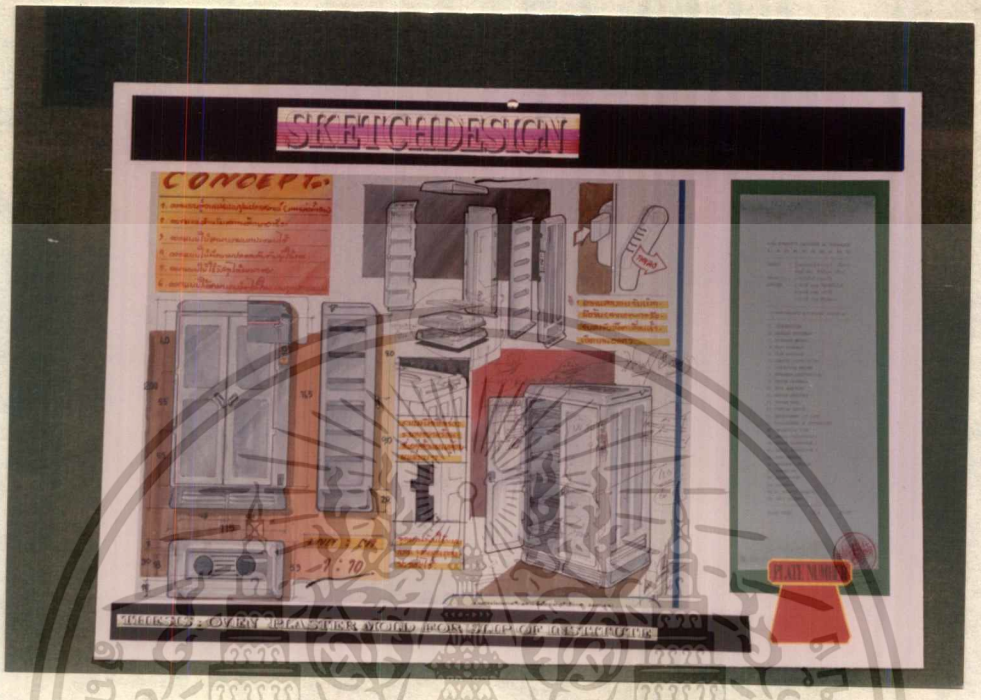
ภาพที่ 166 ข้อจำกัดในการออกแบบ 1.



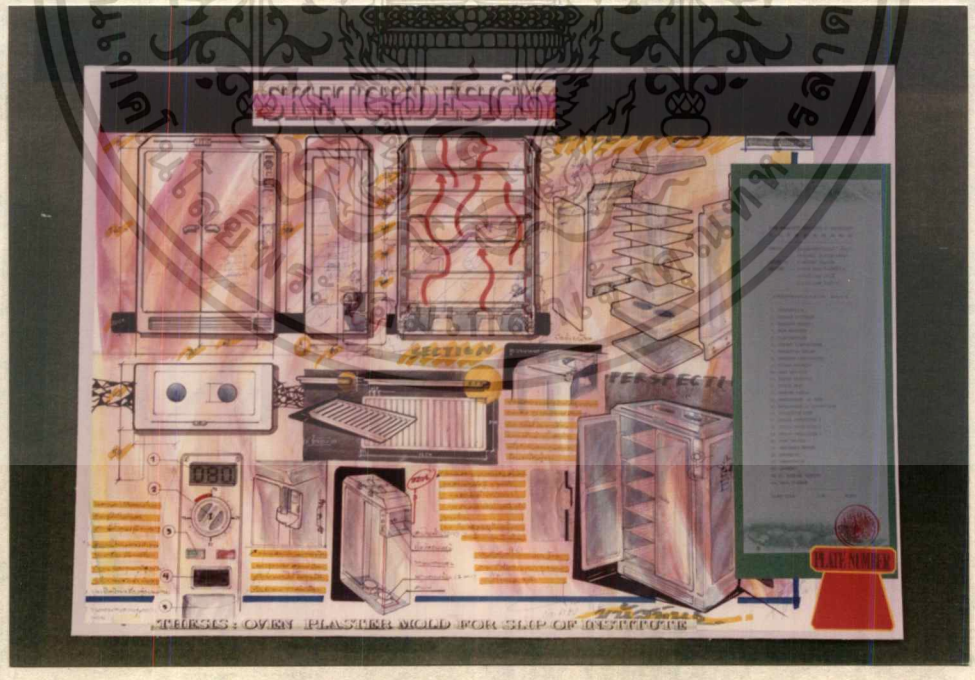
ภาพที่ 167 ข้อจำกัดในการออกแบบ 2.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4.2 การเสนอแบบร่าง Sketch Design



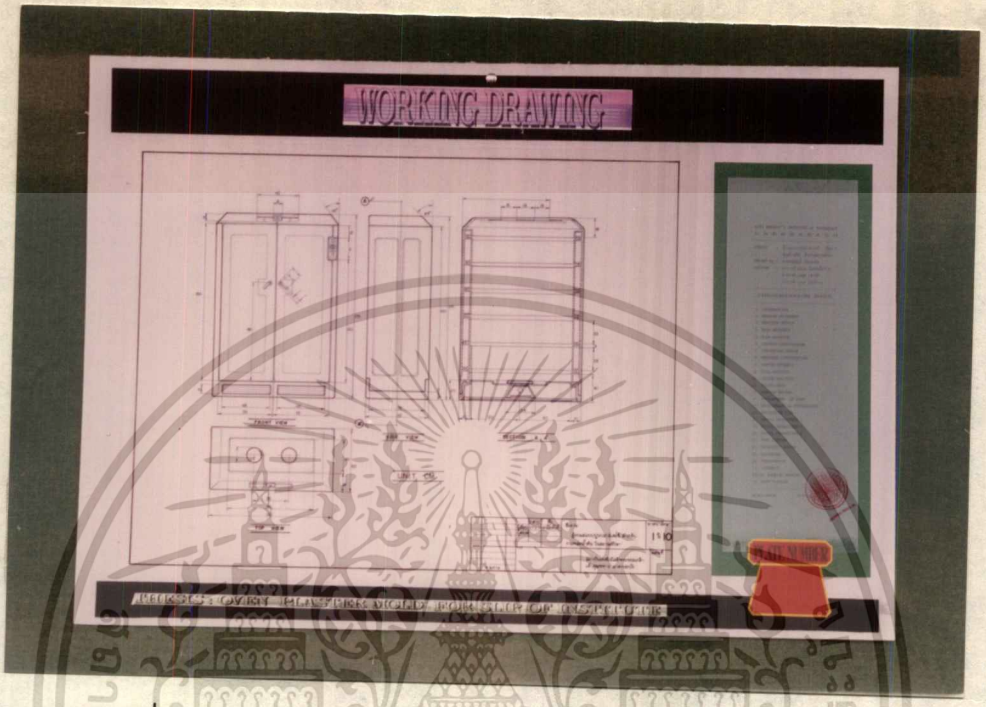
ภาพที่ 168 Sketch Design 1.



ภาพที่ 169 Sketch Design

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4.3 การเสนอแบบเพื่อการผลิต Working Drawing

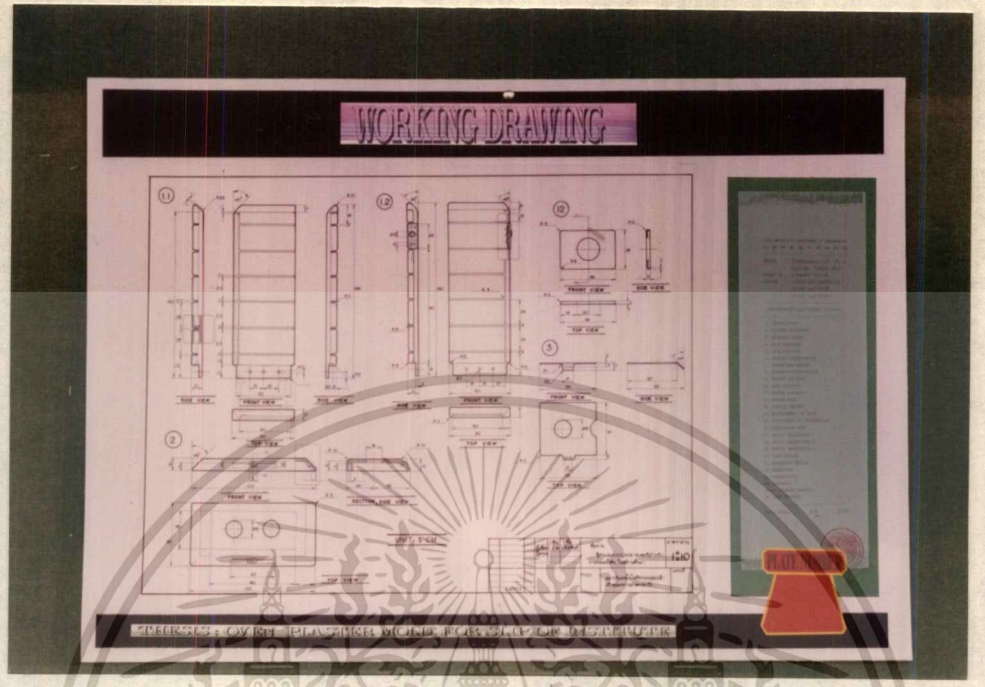


ภาพที่ 170 แสดงภาพฉาย Projection view

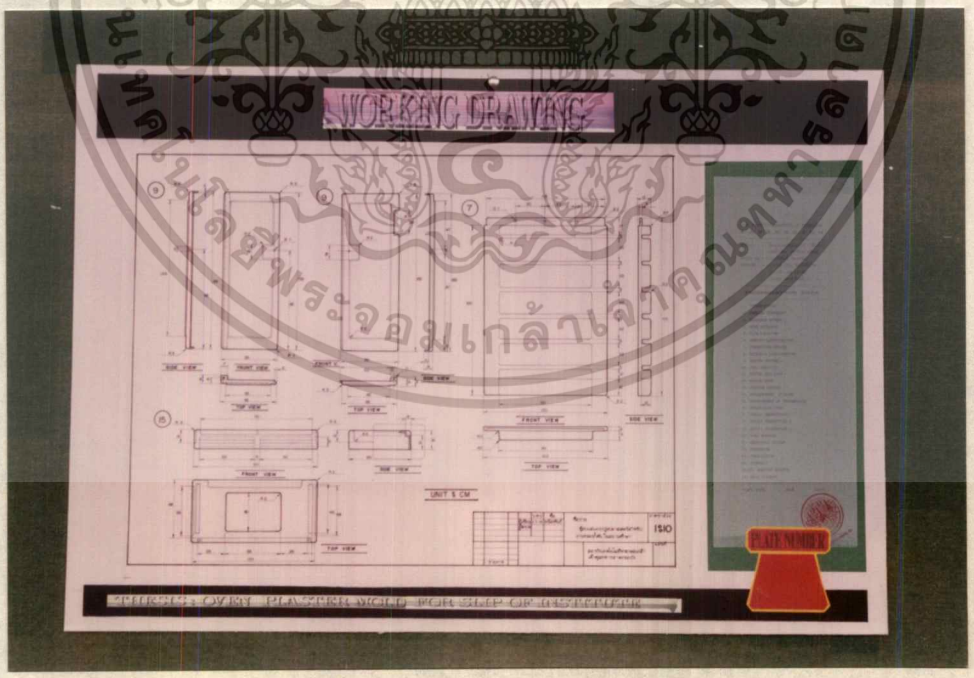


ภาพที่ 171 แสดงภาพ Isometric

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

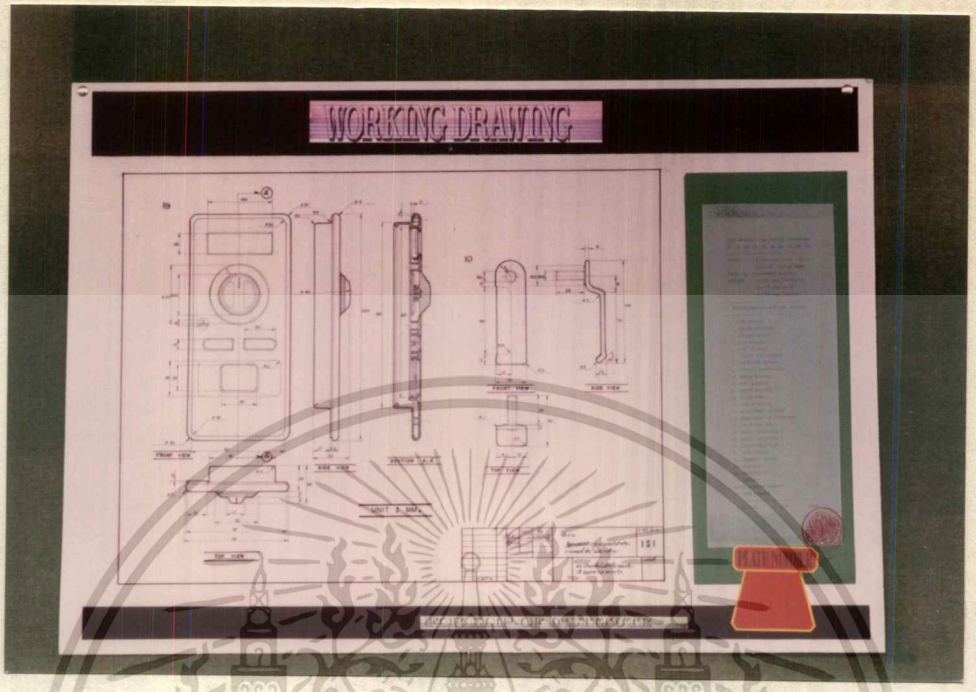


ภาพที่ 172 ภาพแสดงชิ้นส่วน Detail of part 1.

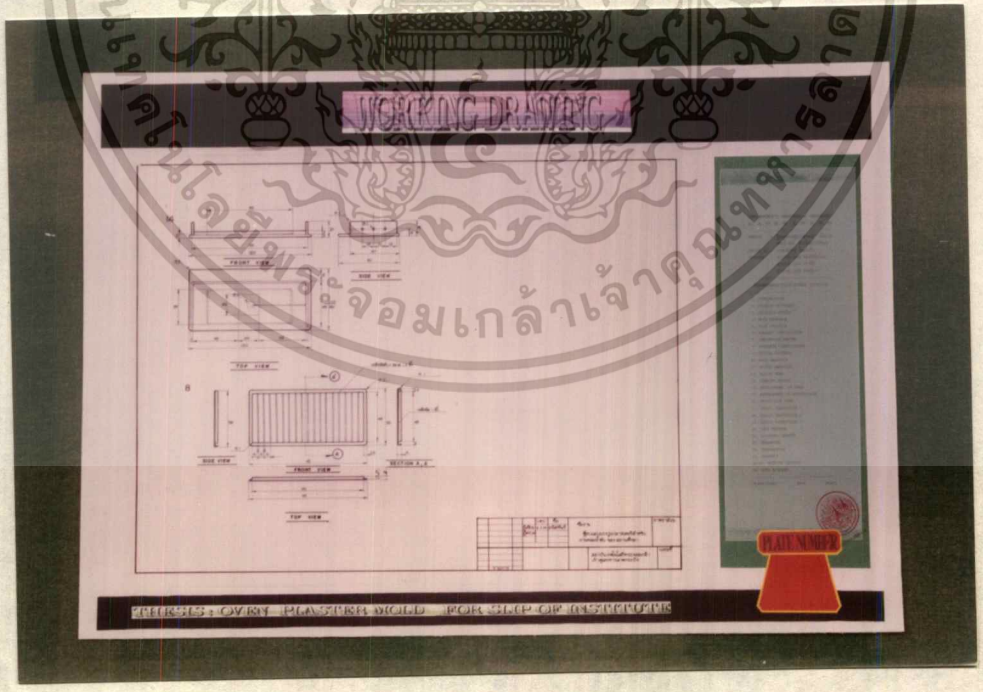


ภาพที่ 173 แสดงรายละเอียดชิ้นส่วน Detail of part

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

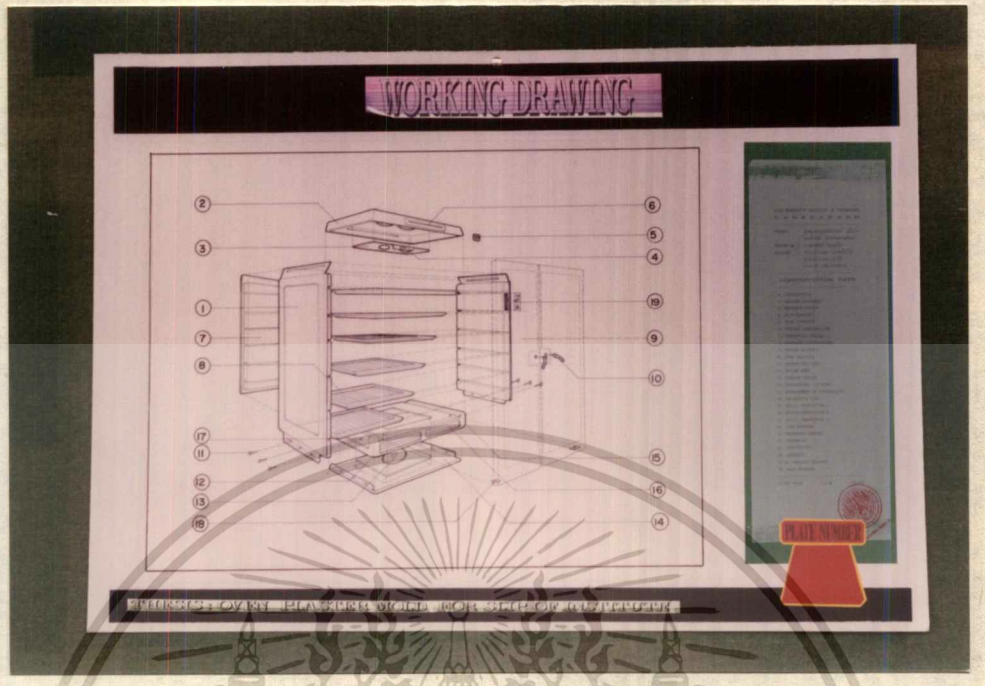


ภาพที่ 174 แสดงรายละเอียดชิ้นส่วน Detail of part



ภาพที่ 175 แสดงรายละเอียดชิ้นส่วน Detail of part

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

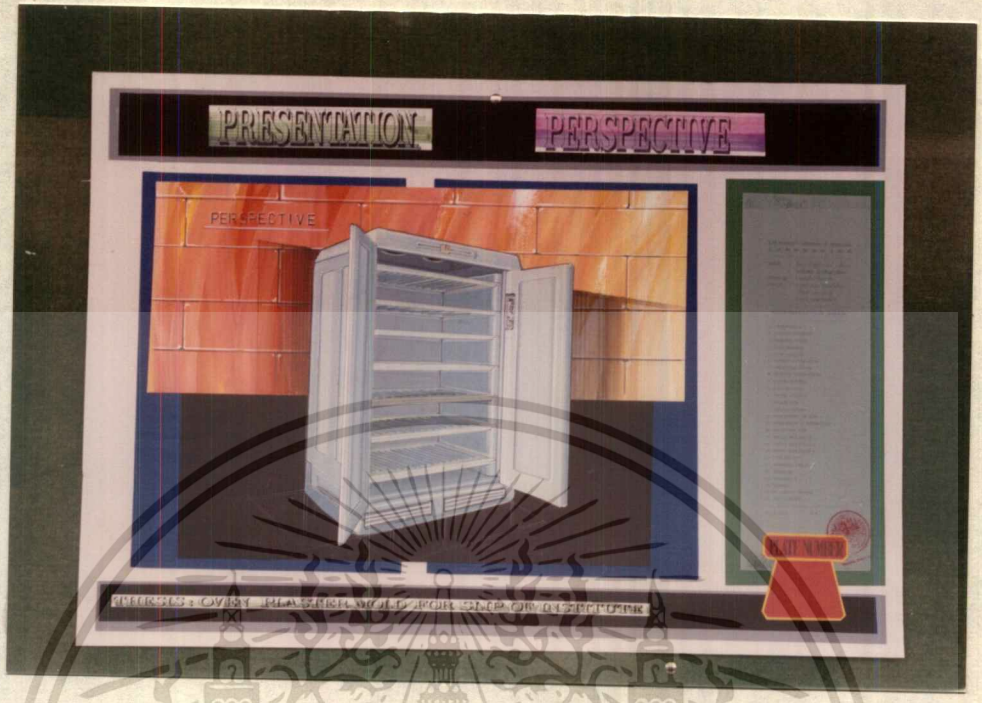


ภาพที่ 176 แสดงภาพ Assembly

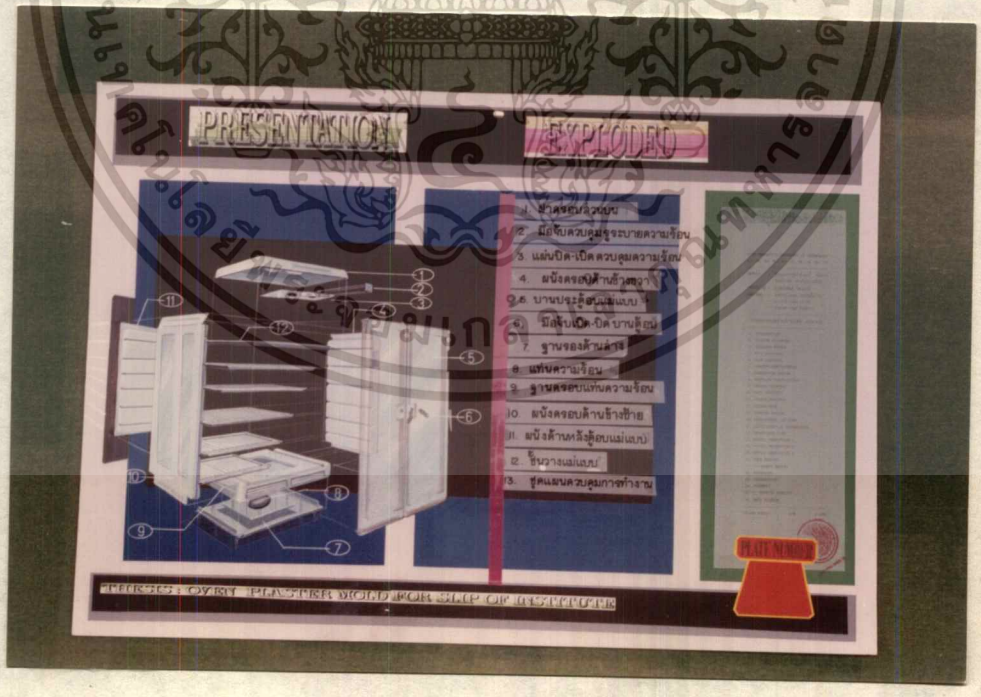
5.4.4 แบบเพื่อการเสนองาน PRESENTATION

ภาพที่ 177 แสดงรูปด้านตู้อบแม่แบบ ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



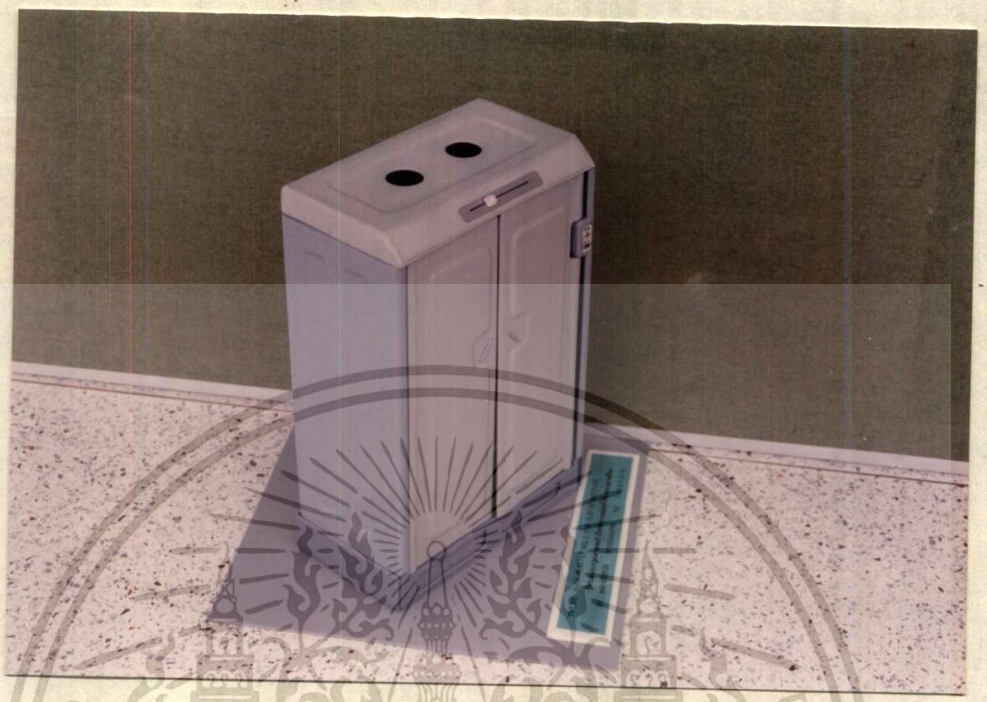
ภาพที่ 178 แสดงรูป ทัศนียภาพ Perspective



ภาพที่ 179 แสดงภาพแยกประกอบ Assembly

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4.5 ภาพ Model 1.

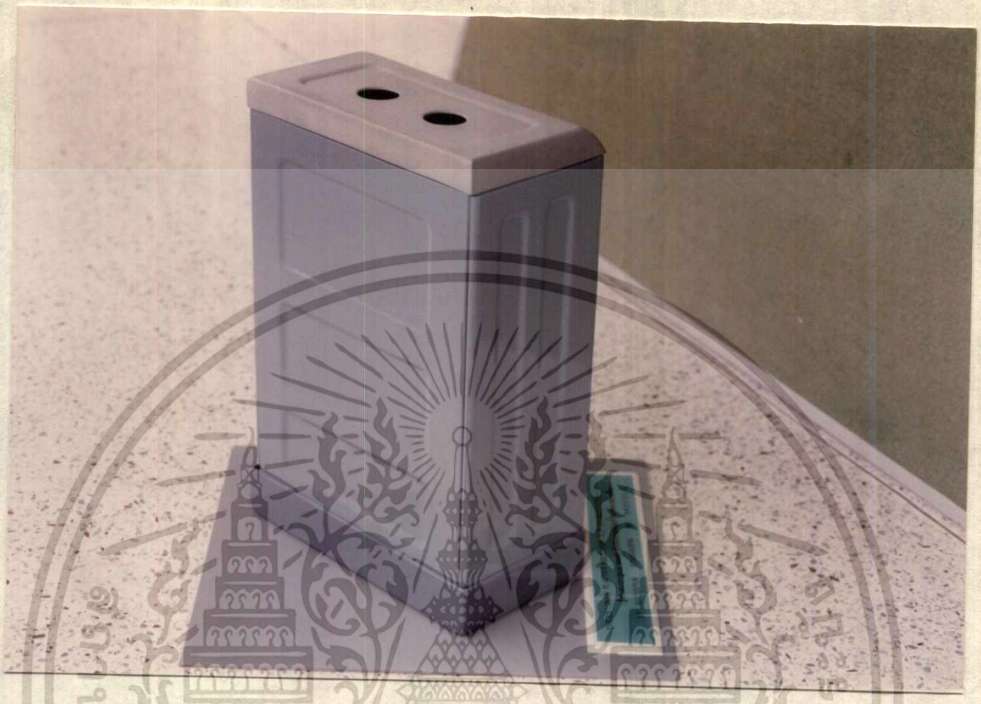


ภาพที่ 180 แสดง Model 1.



ภาพที่ 181 แสดง Model 2.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 182 แสดง Model 3.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้วิจัย



นาย มนัสพันธ์ รินแสงปิน

เกิด วันจันทร์ ที่ 11 มกราคม พ.ศ. 2514

สถานที่เกิด จังหวัดเชียงใหม่

ชื่อบิดา นาย อนันต์ รินแสงปิน

ชื่อมารดา นาง ยุพิน รินแสงปิน

พี่น้องในครอบครัว 3 คน เป็นบุตรคนที่ 1

คนที่ 2 ชาย ศึกษาระดับปริญญาตรีปีที่ 2 ณ.มหาวิทยาลัยการเกษตรแม่โจ้

คนที่ 3 หญิง ศึกษาระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 ณ.โรงเรียนวัดในท้ายพายัพ ชม.

ที่อยู่ 90/1 หมู่ 2 ถ.เจริญโยก ต.สันกำแพง อ.สันกำแพง เชียงใหม่

โทรศัพย์ (053) 331412

ประวัติทางการศึกษา

- โรงเรียนปรินส์รอยแยลวิทยาลัย เชียงใหม่ ระดับประถมปีที่ 1 ถึง 6
- โรงเรียนยุพราชวิทยาลัย เชียงใหม่ ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 ถึง 3
- สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตภาคพายัพ แผนกวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)
- สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตภาคพายัพ แผนกวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)
- สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาวิชาครุศาสตร์ศิลปอุตสาหกรรม คาดว่าสำเร็จการศึกษาปี 2536.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

ธีระยุทธ สุวรรณประทีป และคณะ ,"เทคนิคกลไก" ,พิมพ์ครั้งที่ 2,กรุงเทพมหานคร :ซีเอดยูเคชั่น ,2535.

บริการอุตสาหกรรม ,กอง ,"การออกแบบผลิตภัณฑ์" ,พิมพ์ครั้งที่ 1 ,กรุงเทพมหานคร , กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม ,2528.

บรรเลง ศรนิล,รศ. เทคโนโลยีพลาสติก. กรุงเทพมหานคร:สมาคมส่ง.สริม่เทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น),2528.

พิชิต เลี่ยมพิพัฒน์ ," พลาสติก", พิมพ์ครั้งที่ 3, กรุงเทพมหานคร:มิตรนราการพิมพ์,2533.

พิชิต เลี่ยมพิพัฒน์. ,"ไฟเบอร์กลาส" ,พิมพ์ครั้งที่ 3 , กรุงเทพมหานคร:สมาคมส่ง.สริม.เทคโนโลยี(ไทย-ญี่ปุ่น),2531.

มหาวิทยาลัย.เชียงใหม่ ,ภาควิชาวิทยาศาสตร์ สาขาวิชา.ฟิสิกส์.

สาคร ศันธโชติ ,"การออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์" ,พิมพ์ครั้งที่ 1 ,กรุงเทพมหานคร:โอ.เรียร์สโตร์ ,2530.

ราชมงคล ,สถาบัน.เทคโนโลยี วิทยา.เขตภาคพายัพ (เจ้าคยอด) ,ภาควิชาเครื่องมือกล.

สมศักดิ์ ปัญญาแก้ว ,"หลักการกลศาสตร์เบื้องต้น" ,สำนักพิมพ์ ห้างหุ้นส่วนจำกัด ,2530.

สมศักดิ์ ภูวิจิตร ผศ.ดร. ,"จิตวิทยาทั่วไป" ,โครงการตำรา ,ครุศาสตร์ มช. ,2531.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้