



โครงการออกแบบชุดเครื่องปั้นดินเผาสำหรับชมชาสเบียร์สด

บริษัท คาร์ลสเบอร์กบรีวเวอรี่ (ประเทศไทย) จำกัด

Design Project of Pottery for Carlsberg Draft Beer Bower

นายธีระ พรหมรุกษชาติ
MR. THEERA PHROMRUGKACHAT

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน..... 01921
วัน เดือน ปี..... 7 กค 2540

021690

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต

สาขาศิลปอุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์ศิลปอุตสาหกรรม

คณะครุศาสตรอุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2540

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



A021690

Disign Project of Pottery for Carlsberg Draft Beer Bower



A THESIS SUBMITTEN IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIMENT

FOR THE DEGREE

BACHELOR OF SCIENCE IN INDUSTRIAL EDUCATION

DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN EDUCATION

DACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATION

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

1997

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



INDUSTRIAL DESIGN. ED

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ โครงการออกแบบชุดเครื่องปั้นดินเผาสำหรับชัมชวยเบียร์สด
บริษัท คาร์ลสเบอร์กเบวิเวอรี่ (ประเทศไทย) จำกัด
นักศึกษา นายธีระ พรหมรุกขชาติ

หลักสูตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาศิลปอุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์		ลงนาม
อาจารย์อุดมศักดิ์	สาริบุตร	
อาจารย์สถาพร	ดีบุญมี ณ ชุมแพ	
อาจารย์ธเนศ	ภิรมย์การ	
อาจารย์พิศุทธิ์	ศิริพันธ์ุ	
อาจารย์ดารณี	เพ็งสะและ	
อาจารย์นิรัช	สุดสังข์	
อาจารย์ประวิทย์	เหลียงกอบกิจ	
อาจารย์เอกชัย	เลิศข้าของ	
รศ.นพคุณ	สุขสถาน	
อาจารย์มงคล	นาชัยเทพ	

วัน/เดือน/ปี ที่สอบ 7 มีนาคม 2540

สถานที่สอบ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

 คณบดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งาน (รศ.ดร.ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์) นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์

โครงการออกแบบชุดเครื่องปั้นดินเผาสำหรับชัมชายเบียร์
สด คาร์ลสเบอร์ก

นักศึกษา

นายธีระ พรหมรูกษชาติ

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ อาจารย์ดารณี เพ็งสะและ

ระดับการศึกษา

ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาศิลปอุตสาหกรรม

ภาควิชา

ครุศาสตร์สถาปัตยกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.

2540

บทคัดย่อ

จากการศึกษาถึงสภาพปัญหาความเป็นอยู่ การดิ้นรนท่ามกลางเงินเลี้ยงชีพของผู้คนในปัจจุบัน จะเห็นได้ว่าเวลาทุกนาทีมีค่ามากต้องทำงานแข่งกับเวลา รถราก็ติดมากขึ้นมากกว่าเดิม ถึงแม้ว่าจะมีการสร้างถนนมากขึ้นก็ตาม จึงทำให้ผู้คนเกิดความเครียดอันมาจากเรื่องรถติด เรื่องการงานบ้างการพักผ่อนนับว่าเป็นสิ่งสำคัญอย่างมากในสังคมเมืองนั้นก็คือ ชุมช่ายเบียร์สด ซึ่งมีอาหารไว้บริการมากมาย บรรยากาศแบบเป็นกันเอง เบียร์สดเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการหมักและกลั่นจากข้าวบาร์เลย์ อุปกรณ์การให้บริการเบียร์สดจะประกอบไปด้วยชุดระบบจ่ายเบียร์สดชุดสำหรับไว้เสิร์ฟเบียร์ บางครั้งอุปกรณ์ดังกล่าวนี้ จะมีลักษณะที่แตกต่างกันไปคนละรูปแบบ หากที่จะจัดให้เป็นชุดเดียวกัน ผู้จัดทำวิทยานิพนธ์จึงได้ทำการศึกษาข้อมูล เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบ เมื่อได้ข้อมูลครบตามขอบเขตที่น่ามารวบรวมให้เกิดความถูกต้องตามรูปแบบ ในการทำวิทยานิพนธ์และนอกจากนี้ยังได้ศึกษาข้อมูลภาคสนามตามสถานที่ต่างๆ และนำข้อมูลที่ได้มาทำการรวบรวมวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อนำไปสู่การออกแบบภายใต้คำแนะนำ และคำปรึกษาจากอาจารย์ที่ปรึกษา ในขั้นตอนการออกแบบก็จะดำเนินตามขั้นตอนดังนี้เขียนภาพร่างเขียนแบบเพื่อการผลิต ทำแผ่นภาพเสนอผลงานและหุ่นจำลองจนถึงสรุปผลการออกแบบและข้อเสนอแนะจากคณาจารย์ เป็นขั้นตอนสุดท้าย

Thesis Title Design Project of Pottery for Carlsberg
Draft Beer Bower

Student Mr.Theera Phromrugkachat

Thesis Advisor

Level of study Bachelor of Science in Industrial Educa-
tion (Industrial Design)
B.S.I.ED (Industrial Design)

Department Architecture Education

Year 1997

ABSTRACT

According to the study of everyday - living, we have found that most everybody has to struggle and work hard for his better life nowadays. It seems that every single minutes is very precious and we have to work competing with time. There is traffic congestion everywhere, even there are lots of new roads have been built. These cause stresses to many people who are working in the city. So, the most important thing is to find time to relax after the longest day at work. I, myself, have faced this kind of problems before. And I think there is a place that most people in the urban would like to go, it is a Draft Beer Bower. Here, there are different sorts of food to select with friend'y atmosphere. Draft beer is made from barley by the process of fermentation and distillation. The equipments used for serving draft beer consist of both distribution system set and the serving set. Sometimes these equipments have their diffevent shapes, it is quite difficult to arrange them into the same set. I, who wark on this thesis, have studied this matter and got some ideas in designing. I have gat-he all details as specified within the scope of this thesis, correctly as shown in the Design Project. In addition, I have collected the data from many plces to get the real situations and analyzed them in order create the best design. All of my work have been done vy receiveing suggestion and advice from my counsellor. My procedure in designing starts with drawing a draft, drawing for invention, offering complete [icture and a model, including the conclusion of this Design Project. And in the final step, is the suggestions from several lecturers.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี เนื่องจากได้รับความเมตตาจาก
อาจารย์ดารณี เพ็งสะและ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำปรึกษาแก่ผู้วิจัยตลอดมา ขอกราบ
ขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ธเนศ ภิรมย์การ, อาจารย์อนันต์ อินทร์คำ,
อาจารย์สนธิ บุญกล่อม, คุณธีรยุทธ อภิวันทนาพร ที่กรุณาแนะนำให้คำปรึกษาในทุกๆ
ด้าน ทำให้ผู้วิจัยได้มีกำลังใจในการทำงานอย่างไม่ท้อถอย

ขอขอบพระคุณ พี่เทียบ, คุณวิชัย แก้วพิกุล, คุณสุเทพ ทรวงโพธิ์,
คุณสายพันธ์ โตนกระโทก เพื่อนชาวแอสไซน์ เดดคอเรชั่น เพื่อนและน้องๆ ทุกคน
ที่ให้ความช่วยเหลือในหลายๆ ด้าน

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา พี่น้อง ที่คอยให้กำลังใจและกำลังใจ
ทรัพย์ พร้อมทั้งความอบอุ่นเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

(นายธีระ พรหมรุกขชาติ)

ผู้ดำเนินการวิจัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	III
กิจกรรมประกาศ	V
สารบัญ	VI
สารบัญตาราง	X
สารบัญภาพ	XII
คำอธิบาย/คำย่อ/คำนิยามของศัพท์ที่ใช้	XV

บทที่

1. บทนำ	1
เหตุผลในการนำเสนอ	1
วัตถุประสงค์ของโครงการ	2
ที่มาของปัญหา	2
ปัญหาที่เกิดขึ้น	3
แนวทางในการแก้ปัญหา	6
วิธีการดำเนินการวิจัย	6
ขอบเขตของการศึกษาข้อมูล	7
ขอบเขตของการออกแบบ	7
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	7

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2. วรรณกรรมและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	8
ข้าวบาเลย์	8
ความรู้เกี่ยวกับ บริษัท คาร์ลสเบอร์ก	
บริวเวอรี่ (ประเทศไทย) จำกัด	13
ลาเกอร์เบียร์คืออะไร	14
กรรมวิธีการผลิตเบียร์	16
เบียร์สดและการติดตั้งอุปกรณ์	23
ชิมชาเบียร์สด	30
ความรู้เกี่ยวกับเครื่องปั้นดินเผา	42
วัตถุดิบ	46
ดินขาว.....	47
ดินเหนียว.....	55
ดินทนไฟ.....	59
หินฟันม้า.....	62
หินเขียวหุนมาน.....	64
วัตถุดิบอื่น ๆ.....	66
คุณสมบัติเฉพาะของวัตถุดิบ.....	68
วิธีการคำนวณหาส่วนประกอบของแร่ต่างๆในดิน	68
เนื้อดินปั้นผลิตภัณฑ์เซรามิกส์	72
ผลิตภัณฑ์ชนิดเซมิวเตเรียสหรือเออเทนแวร์ ...	81
ผลิตภัณฑ์ชนิดไฮเตลไชน่า	86
ผลิตภัณฑ์ชนิดบอนไชน่า	89
ผลิตภัณฑ์เซรามิกส์ที่ใช้เป็นภาชนะ	93

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
การออกแบบผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา	95
การขึ้นรูปผลิตภัณฑ์เซรามิกส์	109
การปั้นด้วยแป้นหมุน	111
การขึ้นรูปโดยการเทแบบ	153
พฤติกรรมของดินในน้ำ	159
กระบวนการเทแบบ	170
การเตรียมน้ำเอนดินปั้นสำหรับเทแบบ	176
การเทแบบ	177
การขึ้นรูปโดยอาศัยการเหนียว	178
3. วิธีการดำเนินงานวิจัย	194
วิธีการสำรวจและรวบรวมข้อมูล	194
แหล่งที่มาของข้อมูล	195
วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล	195
สถิติที่ใช้ในการวิจัย	196
วิธีการสร้างเครื่องมือการวิจัย	197
4. ผลการวิเคราะห์	198
ผลการวิเคราะห์	198
การออกแบบ	235
5. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	249
สรุปการวิจัย	249
ข้อเสนอแนะ	250
บรรณานุกรม	251

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก	252
แบบอนุมัติหัวข้อวิทยานิพนธ์	252
ประวัติผู้เขียน	256



สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.	พฤติกรรมของลูกค้าและการให้บริการ	31
2.	พฤติกรรมการดื่มและสิ่งเบียร์ของลูกค้า	32
3.	พฤติกรรมการทำงานของพนักงานประจำเคาน์เตอร์ จ่ายเบียร์สด	33
4.	base exchange capacity	54
5.	แสดงส่วนผสมเนื้อดินปั้นและจุดสุกตัว	86
6.	แสดงส่วนผสมเนื้อดินปั้นผลิตภัณฑ์ชนิดบอนไซหน้า	90
7.	แสดงส่วนผสมเนื้อดินปั้นจุดสุกตัวและเปอร์เซ็นต์ดูดซึมน้ำ	94
8.	แสดงอัตราส่วนผสมของวัตถุดิบในน้ำดินที่ใช้ในการ เทแบบ	175
9.	การวิเคราะห์แนวทางการออกแบบรูปแบบผลิตภัณฑ์ ...	199
10.	การวิเคราะห์รูปทรงชุดครอบหัวจ่ายเบียร์	201
11.	การวิเคราะห์ก๊อกเปิด-ปิดจ่ายเบียร์	202
12.	การวิเคราะห์วัสดุภายนอกสำหรับยึดต่อระบบจ่ายเบียร์	203
13.	การวิเคราะห์เหยือกใส่เบียร์, แก้วเบียร์	205
14.	การวิเคราะห์ขอบปากแก้ว	207
15.	การวิเคราะห์รูปแบบของหูจับแก้ว	209
16.	การวิเคราะห์ก้นของแก้ว	211
17.	การวิเคราะห์ปากของเหยือก	213
18.	การวิเคราะห์รูปแบบของหูเหยือก	215
19.	การวิเคราะห์รูปแบบของก้นเหยือก	217
20.	การวิเคราะห์แนวทางการออกแบบรูปแบบถาด	218
21.	การวิเคราะห์แนวทางการออกแบบรูปทรงถาด	219

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
22. การวิเคราะห์รูปทรงของถาด	220
23. การวิเคราะห์ก้นของถาด	222
24. การวิเคราะห์เทคนิคในการตกแต่งผลิตภัณฑ์ เครื่องปั้นดินเผา	232
25. การวิเคราะห์ชนิดของเนื้อดินที่เหมาะสมต่อ อุณหภูมิการเผา	233
26. การวิเคราะห์เทคนิคการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ เครื่องปั้นดินเผา	234

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1.	หัวครอบชุดจ่ายเบียร์สด	3
2.	ถาดเสิร์ฟและแก้วเบียร์	4
3.	ถาด, เขี่ยอก, แก้วเบียร์	5
4.	ถังบรรจุเบียร์สด	37
5.	ชุดอุปกรณ์ในระบบจ่ายเบียร์สด	37
6.	หุ้มบริการอาหาร	38
7.	โต๊ะสำหรับพนักงานให้บริการ	38
8.	พนักงานรินเบียร์สดใส่เหยือกจากหัวจ่ายเบียร์สด	39
9.	หัวครอบตัวระบบจ่ายเบียร์สด	39
10.	เคอร์เตอร์จ่ายเบียร์สด	40
11.	บรรยากาศโดยทั่วไปของหุ้มเบียร์สด	40
12.	สภาพบรรยากาศโดยทั่วไปของหุ้มเบียร์สด	41
13.	สภาพบรรยากาศโดยทั่วไปของหุ้มเบียร์สด	41
14.	แสดงให้เห็นโครงสร้างของแร่ซิลิเกตบางชนิด	50
15.	การขึ้นรูปแป้นหมุน	111
16.	การขึ้นรูปแป้นหมุน	112
17.	เครื่องมือใช้ประกอบการปั้น	118
18.	พื้นฐานการปั้นเป็นขั้นตอนการฝึกเบื้องต้น	120
19.	การปั้นชำม	122
20.	การแต่งริมปากภาชนะ	125
21.	การปั้นรูปขวดลักษณะโค้งกลมมีปาก	126
22.	วิธีการปั้นขวด	128
23.	ภาพวิธีทำหูเหยือก	132

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
24.	ภาพรูปตัดฐานสามแบบต่างๆ	136
25.	ภาพตัดสาม	137
26.	ภาพการปั้นฝา	142
27.	ภาพรูปตัดการแบบยอดโด	143
28.	ภาพวิธีการปั้นฝาแบบต่างๆ	144
29.	ภาพวิธีการปั้นฝาแบบต่างๆ	145
30.	ภาพหลักเกณฑ์การปั้น	147
31.	ภาพภาชนะ	148
32.	ภาพแบบตัวภาชนะและฝาไม่มีเดือย	149
33.	ภาพการปั้นฝา	152
34.	แสดงประจวบที่ด้านข้างอนุภาค	160
35.	การเกิดโครงสร้างเนื่องจากการดูดกันและกัน	160
36.	ในสภาวะที่เกิดการกระจายลอยตัวในน้ำดิน	160
37.	กราฟแสดงการกระจายลอยตัวในน้ำดิน	162
38.	กราฟแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างของ Thicotropy	162
39.	แสดงให้เห็นว่าสามารถปรับความหนาแน่นโดยวิธีเติมน้ำ	163
40.	แสดงให้เห็นว่าหลังจากเติมน้ำดินไว้นาน 60 นาที ...	163
41.	แสดงการเทแบบชนิด Solid Cast	170
42.	แสดงการเทแบบชนิด Drain Cast	171
43.	ขั้นตอนในการขึ้นรูปโดย Jigger	180
44.	แสดงขั้นตอนการขึ้นแบบ Fam method	182
45.	แสดงเครื่องมือวัดและวัดดิน	183
46.	สัญลักษณ์ บริษัท คาร์ลสเบอร์ก	223

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
47. ตำแหน่งการติดสัญลักษณ์ลงบนหัวครอบระบบจ่ายเป็ยร์สด224	
48. ตำแหน่งการติดสัญลักษณ์ลงบนเหยือก	225
49. ตำแหน่งการติดสัญลักษณ์ลงบนภาด	225
50. ตำแหน่งการติดสัญลักษณ์ลงบนแก้ว	226
51. SKETCH DESIGN	244
52. SKETCK DESIGN	244
53. PRESENTATION	245
54. PRESENTATION	245
55. PRESENTATION	246
56. PRESENTATION	246
57. MODEL	247
58. MODEL	247
59. MODEL	248
60. MODEL	248

คำอธิบาย, คำย่อ, คำนิยามของศัพท์ที่ใช้

ชุด	ของที่คุณเข้าเป็นสำหรับ เช่น ชุดน้ำชา, ชุดสากล, คนที่เป็นพวกเดียวกัน เช่น ชุดระบำ, การแสดงตอนหนึ่งๆ ของโขน เป็นต้น เช่น ชุดพระมหาสมุทร, ชุดนางลอย, ลักษณะนามเรียกของหรือคนที่มีลักษณะ เช่น เสื้อผ้าชุดหนึ่ง, คณะกรรมการ 2 ชุด, การบรรเลงเพลงไทยซึ่งมีทำนองคล้ายคลึงกัน เช่น ชุดจีน, ชุดแขก
เครื่องปั้นดินเผา	เรียกภาชนะที่ปั้นด้วยดินแล้วนำไปเผาไฟว่า เครื่องปั้นดินเผา
เครื่อง	สิ่ง, สิ่งของ, สิ่งสำหรับประกอบกันหรือเป็นพวกเดียวกัน
สำหรับ	คู่กัน, ควรกับ, เพื่อ, ฝ่าย, ในส่วน
ซุ้ม	สิ่งที่สร้างขึ้นในการรับเสด็จ เป็นต้น มีรูปลักษณะอย่างซุ้มไม้, ที่อยู่หรือที่พัก ซึ่งทำขึ้นใช้กันแดดกันฝนชั่วคราว ส่วนมากมักโค้ง เช่น ซุ้มดอกเห็ด, สิ่งที่ทำขึ้นสำหรับเป็นเครื่องประดับส่วนบนของประตู - หน้าต่างพระที่นั่ง โบสถ์ วิหาร เป็นต้น
ขาย	เอาของมาแลกเปลี่ยนตรา, โอนกรรมสิทธิ์แห่งทรัพย์สินให้แก่กันโดยตกลงกันว่า ผู้รับโอนจะใช้ราคาแห่งทรัพย์สินนั้น มีหลายลักษณะ คือ ชำระเงินในขณะที่ซื้อขายกัน เรียกว่า ขายเชื่อ, (เลิก) เอาเงินเข้ามาโดยยอมตนเข้ารับใช้การงานของเจ้าเงินเรียกว่า ขายตัวลงเป็นทาส

เป็ชร์สด

น้ำเมาอย่างหนึ่งเป็นชนิดเมรัย

เมรัย

น้ำเมาที่เกิดจากการหมักหรือแช่, น้ำเมาที่ไม่ได้กลั่น

พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2535



บทนำ

เหตุผลในการนำเสนอ

เหตุผลในการนำเสนอ

ในปัจจุบันผู้คนมากมายต้องออกจากบ้านไปทำงานเพื่อหาเลี้ยงชีพ ซึ่งระยะเวลาในการเดินทางก็อาจจะยาวนานพอสมควร เนื่องจากรถลาได้เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ทำให้การจราจรเกิดการติดขัดการเดินทางล่าช้าลงเสียเวลาในการเดินทางนาน และทำให้ผู้คนเกิดความเครียด รวมถึงในด้านการงานด้วย การพักผ่อนนับว่าเป็นสิ่งสำคัญอย่างมาก เพราะเราต้องทำให้เกิดความสมดุลกันระหว่างความเครียดกับการพักผ่อน ถ้าไม่ทำเช่นนั้นเราอาจจะกลายเป็นคนคิดมากหรือเป็นโรคประสาทไปได้ การพักผ่อนนั้นก็มิด้วยกันหลายวิธี เช่น ดูทีวีอยู่ที่บ้าน, เลี้ยงสัตว์, ปลูกต้นไม้, การทำกิจกรรมนันทนาการ, ดูหนัง, ฟังเพลง เป็นต้น

สังคมไทยทุกวันนี้พบว่าได้รับอิทธิพลจากชาวตะวันตกมากขึ้นมาก ดังจะเห็นได้จากตึก, อาคารสูงที่มีรูปทรง-หน้าตาแปลกๆ กันสมัย, ห้างสรรพสินค้า, ศูนย์การค้า ห้างอาหาร, ผับ-บาร์ เกิดขึ้นผุดขึ้นอย่างมากมาย เพื่อสนองตอบความต้องการ และเป็นที่พักผ่อนหย่อนใจของบุคคลทั่วไป ซุ้มเบียร์ก็เป็นที่พักผ่อนหย่อนใจอีกประเภทหนึ่งที่ผู้คนให้ความสนใจและเป็นที่ยอมรับ มีอาหาร, เครื่องดื่มไว้บริการมากมาย เบียร์ก็นับว่าเป็นเครื่องดื่มที่นิยมดื่มกัน ไม่ว่าจะเป็นสุภาพบุรุษสุภาพสตรี พฤติกรรมของผู้บริโภคส่วนใหญ่จะนิยมดื่มเบียร์ในร้านอาหารมากกว่าที่จะซื้อกลับไปดื่มที่บ้าน ตามไลฟ์สไตล์ของคนรุ่นใหม่ที่มีมักจะนัดพบประสังสรรค์กัน คิดเป็นสัดส่วนประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ และมีแนวโน้มว่าจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ในช่วงที่จะเข้าหน้าหนาวประมาณ เดือนตุลาคมเป็นต้นไป เราจะเห็นซุ้มขายเบียร์สดเกิดขึ้นทั่วไปนั้นก็แสดงให้เห็นว่า เทศกาลดื่มเบียร์สดได้เริ่มขึ้นแล้ว ก็เพื่อให้คนดื่มเบียร์และเพื่อนฝูงได้มาพบประสังสรรค์ร่วมกัน ซึ่งเป็นช่วงเวลาแห่งความ

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สนุกสนาน ภายในซุ้มเบียร์สดก็จะมีอาหารประเภทเผา, ปิ้ง, ย่าง กิจกรรมการละเล่นต่างๆ มีเบียร์สดไว้บริการ ซึ่งก็เป็นที่นิยมของผู้คนส่วนใหญ่ในปัจจุบันของสังคมคนเมือง

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อออกแบบชุดเครื่องปั้นดินเผาสำหรับซุ้มขายเบียร์สด ของ บริษัท คาร์ลสเบอร์ก บรีวเวอรี (ประเทศไทย) จำกัด
2. เพื่อเป็นของที่ระลึกในเทศกาลเบียร์สด ของ บริษัท คาร์ลสเบอร์ก บรีวเวอรี (ประเทศไทย) จำกัด

ที่มาของปัญหา

เบียร์สดเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการหมักและกลั่นของข้าวบาเลย์ ก่อนที่จะนำไปผ่านการฆ่าเชื้อให้เป็นเบียร์ที่บรรจุขวดและกระป๋องต่อไป ชนิดแรกที่มีการทำเบียร์ก็คือ ประเทศเยอรมัน เบียร์ในศตวรรษที่ 15 เชื่อว่าเป็นเบียร์ที่ดีที่สุด เบียร์สดจะมีรสชาติไม่ขมมากนักต่างจากเบียร์ที่บรรจุในขวดและกระป๋อง เบียร์ที่มีขายตามท้องตลาดนั้นมีด้วยกันหลายยี่ห้อ เช่น สิงห์, คาร์ลสเบอร์ก, ช้าง, ไฮเนเก้น, คลอสเตอร์, บักไวเชอร์, มิลเลอร์, อมฤตเอ็นบี เป็นต้น เบียร์สดนั้นนับว่าเป็นที่นิยมกันมากและมีขายตามซุ้มเบียร์, ฝัป-บาร์ โดยทั่วไปแล้วเบียร์สดจะถูกเก็บไว้ในถังสแตนเลสที่มีความจุ 30 ลิตร แล้วจะมีเครื่องดัน และเครื่องหล่อเย็นส่งผ่านท่อมายังหัวก๊อกบนเคาน์เตอร์ที่หัวครอบเป็นเชรามิกส์ครอบอยู่สำหรับให้บริการลูกค้าต่อไป

ปกติการขายเบียร์สดจะขายเป็นเหยือก ซึ่งราคาขายส่วนใหญ่แล้วเฉลี่ยตกเหยือกละประมาณ 120-160 บาท หนึ่งเหยือกจะรินได้ประมาณ 4 แก้ว เป็นที่นิยมบริโภคกันทั่วไป เพราะมีแอลกอฮอล์ไม่สูงมากนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหาที่เกิดขึ้น

1. มีความหลากหลายในลักษณะของรูปแบบที่ต่างกัน คือ หัวครอบที่จ่ายเบียร์สดเป็นเซรามิกส์, เหยือกใส่เบียร์เป็นแก้วและพลาสติก, แก้วเบียร์, ถาดเสิร์ฟเบียร์เป็นโลหะและพลาสติกบ้าง ทำให้ขาดความเป็นเอกลักษณ์ที่เด่นของซุ้มขายเบียร์สด บริษัท คาร์ลสเบอร์ก

ภาพที่ 1

หัวครอบชุดจ่ายเบียร์สด



2. ถาดเสิร์ฟเบียร์สดเป็นโลหะเคลือบสีที่ผิว เมื่อใช้งานไปนานๆ ใน การทำความสะอาดอาจเกิดการกระทบกันเป็นรอยขีดข่วนง่ายต่อการเกิดสนิม อันเนื่อง มาจากฟองเบียร์ที่หกในขณะเสิร์ฟหรือล้างทำความสะอาดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ถาดเซิร์ฟเบียร์รูปทรง เป็นทรงกระบอกทำให้มีปัญหาในการจัดเก็บ และเปลืองเนื้อที่จึงทำการวางซ้อนกันได้ยาก เนื่องจากพื้นที่ในการลาดเอียง

ภาพที่ 2

ถาดเซิร์ฟและแก้วเบียร์



4. แก้วใส่เบียร์เมื่อใช้ดื่มเป็นเวลานานๆ น้ำจากการระเหยที่ออกมา เกาะตามแก้ว ทำให้เกิดการเย็นที่มือและทำให้เกิดการลื่นในขณะการยกดื่มได้

5. แก้วใส่เบียร์ง่ายต่อการแตกร้าว เมื่อลูกค้าชนแก้วกัน เนื่องจาก ความบางของแก้ว

6. เขี่ยอกใส่เบียร์เพื่อยกเซิร์ฟลูกค้า ส่วนหูจับเมื่อมีเบียร์เต็มเขี่ยอก ยกเทได้ยาก ทำให้เกิดการหกได้ เนื่องจากหูจับเป็นผิวเรียบทำให้เกิดการลื่นและ บังคับยาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 3

ถาด, เขือก, แก้วเบียร์



7. เขือกใส่เบียร์เป็นพลาสติกเมื่อใช้งานไปนานๆ อาจทำปฏิกิริยากับ

เบียร์ ทำให้เกิดก๊าซขึ้นมามีได้
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แนวทางในการแก้ปัญหา

1. ออกแบบให้มีรูปแบบและวัสดุชนิดเดียวกันในการผลิต เพื่อให้มีความเป็นเอกลักษณ์เดียวกัน
2. ออกแบบให้มีการแสดงสัญลักษณ์ให้ชัดเจน เพื่อจัดให้เข้าเป็นกลุ่มเดียวกันทั้งชุด
3. ออกแบบให้มีการวางซ้อนกันได้ง่ายของถาด เพื่อการประหยัดเนื้อที่ในการจัดเก็บ
4. เพิ่มส่วนป้องกันความเย็นจากการสัมผัสตัวแก้วโดยตรง เช่น หูแก้ว เป็นต้น
5. ออกแบบให้มีส่วนป้องกันการลื่น หรือ มีส่วนบังคับในการเท
6. หาวัสดุที่มีความคงทนในการผลิต เช่น เซรามิกส์ เป็นต้น

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาข้อมูลต่างๆ
2. กำหนดวัตถุประสงค์ในการวิจัย
3. ศึกษาปัญหาและกำหนดแนวทางการแก้ปัญหา
4. กำหนดขอบเขตของงานวิจัย
5. สรุปรูปข้อมูล
6. วิเคราะห์ข้อมูล
7. การออกแบบ
8. สรุปผลการออกแบบ
9. เสนอผลงานวิจัย

ขอบเขตของการศึกษาข้อมูล

1. ศึกษาผลิตภัณฑ์ของเดิม
2. ศึกษาการผลิตเบียร์สด
3. ศึกษาอุปกรณ์ระบบจ่ายเบียร์สด
4. ศึกษาลักษณะของซุ้มขายเบียร์สดและพฤติกรรมผู้บริโภค
5. ศึกษาชนิดของดินและการขึ้นรูป
6. ศึกษาการเคลือบและการเผา
7. ศึกษาการตกแต่งผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา
8. ศึกษาเรื่องวัสดุที่ใช้ร่วม
9. ศึกษาสัดส่วนและมิติของมนุษย์

ขอบเขตของการออกแบบ

1. ออกแบบชุดเครื่องปั้นดินเผา สำหรับซุ้มขายเบียร์สด ของ บริษัท เบียร์คาร์ลสเบอร์ก ที่ประกอบไปด้วย
 - หัวครอบระบบจ่ายเบียร์สดที่เป็นเซรามิกส์ ไม่รวมระบบของเครื่อง
 - เหยือกใส่เบียร์สด
 - ถาดเสิร์ฟเบียร์สด
 - แก้วเบียร์สด

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

เมื่อได้ทำการดำเนินโครงการเสร็จบรรลุตามวัตถุประสงค์แล้วก็จะได้ชุดเครื่องปั้นดินเผาสำหรับซุ้มขายเบียร์สดคาร์ลสเบอร์ก ที่ประกอบไปด้วย หัวครอบระบบจ่ายเบียร์สด, ถาดเสิร์ฟเบียร์สด, แก้วเบียร์สด ที่เป็นเซรามิกส์ที่มีเอกลักษณ์และเป็นชุดเดียวกันเฉพาะตัวอย่างชัดเจนมากยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

วรรณกรรมและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ข้าวบาเลย์ (barley)

ข้าวบาเลย์เป็นธัญพืชที่เก่าแก่ของ ประเทศเอธิโอเปีย และหลาย ๆ ประเทศในอาฟริกาเหนือ เช่น ลิเบีย มอร็อกโค เป็นพืชที่สำคัญรองลงมาสำหรับในประเทศตุนิเซีย อัลจีเรีย และแถบตะวันออกกลาง ผลผลิตทั้งหมดประมาณ 75 % จะอยู่ในเขตอบอุ่นแถบอเมริกาเหนือและยุโรป ซึ่งส่วนใหญ่จะใช้เป็นอาหารสัตว์หรือหมักทำเบียร์ แต่ก็ยังเป็นพืชอาหารหลักที่สำคัญในแถบประเทศแหล่งกำเนิดของพืช มีปลูกใช้เป็นอาหารกันบ้างในแถบอเมริกาใต้ โดยเฉพาะอาเจนตินาและเปรู ในประเทศอินเดีย เตอร์กี เกาหลี อาฟกานิสถาน อิรัก ซีเรีย อิหร่าน ปากีสถาน ปลูกกันในบริเวณพื้นที่ๆ มีระดับสูงของเขตร้อนทั่วๆ ไป นอกจากนี้ก็มีปลูกกันในบริเวณแห้งแล้งที่มีการชลประทาน แต่มีความต่างสูงไม่เหมาะที่จะปลูกธัญพืชอื่นๆ

ประเภทของข้าวบาเลย์

ข้าวบาเลย์มีอยู่หลายประเภทด้วยกันอย่างเช่นพวกที่ต้องการอาหารหนาวจัด วินเตอร์บาเลย์ ซึ่งต้องการอากาศหนาวจัดต่ำกว่าจุดแข็งในระยะเวลาที่เป็นต้นกล้า เพื่อช่วยทำให้พืชสามารถสร้างดอกได้ อีกพวกก็คือพวกที่ต้องการอากาศอบอุ่น สปริงบาเลย์ ซึ่งไม่จำเป็นต้องมีอากาศเย็นจัด เหมือนพวกแรก ข้าวบาเลย์ส่วนใหญ่จะมีเปลือกหุ้มหลังจากการนวดให้หลุดออกจากช่อดอกแล้ว แต่ก็มีบางพันธุ์ซึ่งมีเมล็ดหลุดออกจากเปลือกหุ้มได้ง่าย คล้ายๆ กับข้าวสาลี ดอกแต่ละดอกอาจมีหางที่ปลายเปลือกหุ้ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ใดได้เห็นว่าเว็บไซต์นี้เป็นการศึกษาไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมล็ด ขาวสีน้ำตาลกัน หรือไม่มีเลยก็ได้ ลักษณะของช่อดอกอาจมีดอกหรือเมล็ดเรียงกัน เป็นแถวอยู่ 2 แถวแล้วแต่พันธุ์

คุณค่าทางอาหาร

บาเลย์จัดอยู่ในประเภทอาหารแป้งให้พลังงานมีแป้งอยู่ราวๆ 65-68 % พันธุ์ที่ใช้ปลูกกันอยู่ทั่วๆ ไปในปัจจุบันมีโปรตีนอยู่ราวๆ 12-17 % โปรตีนส่วนใหญ่จะขาดอมิโนแอซิดที่จำเป็น เช่น ไลซีนและทรีโอนิน ถ้าหากใช้เป็นอาหารมนุษย์ก็มีความจำเป็นจะต้องเสริมอาหารโปรตีนเช่นเดียวกับธัญพืชอื่นๆ บาเลย์ได้รับความนิยมอย่างกว้างขวางในการใช้เป็นอาหาร มีรสชาติที่น่ารับประทาน แต่จะต้องตัดเอาเปลือกหุ้มเมล็ดออกเสียก่อน การเตรียมอาหารอาจใช้วิธีต้ม หรือคั่วเมล็ดทั้งเมล็ด หรือบดให้ละเอียดก่อนปรุงอาหาร หรือไม่ก็ทำเป็นแป้งเพื่อทำขนมปังแผ่น หรือวิธีอื่นๆ ผลงานวิจัยจากประเทศสวีเดน เดนมาร์ก และมหาวิทยาลัยมอนทานา สหรัฐอเมริกา แสดงให้เห็นถึงโอกาสที่จะปรับปรุงพันธุ์ เพื่อให้มีปริมาณโปรตีน และคุณภาพของโปรตีนในบาเลย์ให้ดีขึ้น

การปรับตัวกับสภาพแวดล้อม

ข้าวบาเลย์มีการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมต่างๆ ได้อย่างกว้างขวาง สามารถค้นหาพันธุ์ต่างๆ ซึ่งขึ้นได้ดีในเขตหนาวหรือเขตร้อนได้ แต่อย่างไรก็ตามข้าวบาเลย์ก็ไม่สามารถขึ้นได้ดีในบริเวณที่มีความชื้นในอากาศและอากาศร้อนจัด บาเลย์จะให้ผลดีที่สุดเมื่อมีฤดูปลูกยาวประมาณ 4-5 เดือน และมีอากาศค่อนข้างเย็นตลอดระยะเวลาเจริญเติบโต ต้องการความชื้นในดินน้อยกว่าข้าวสาลี แต่ถ้าหากว่ามีลมร้อนแห้งในระยะหลังออกดอกก็จะทำให้ผลผลิตลดลงได้ ควรใช้พันธุ์ที่มีอายุเก็บเกี่ยวสั้นในบริเวณที่มีฤดูปลูกสั้น เพื่อหลีกเลี่ยงผลเสียจากความแห้งแล้งในปลายฤดูปลูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตเห็นไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับเขตร้อนทั่วๆ ไป ถ้าจะปลูกบาเลย์ที่ต้องการอากาศหนาวจัด มักปลูกกันในที่ๆ มีระดับสูงและมีอุณหภูมิต่ำกว่าจะแข็งตัว สำหรับพวกที่ต้องการอากาศอบอุ่นก็ปลูกกันทั่วๆ ไปในบริเวณที่มีอากาศค่อนข้างเย็น ในอาฟริกาเหนือ และตะวันออกกลาง จะมีการปลูกพวกสปริงบาเลย์กัน ในบริเวณที่มีอากาศในฤดูหนาวไม่หนาวจัดจนเกินไป สำหรับบริเวณที่หนาวจัดก็ต้องใช้พวกวินเตอร์บาเลย์ แต่อย่างไรก็ตาม ข้าวบาเลย์ไม่สามารถทนความหนาวได้ดีเท่ากับพวกข้าวสาลีหรือข้าวไรย์

ข้าวบาเลย์จะขึ้นได้ดีในดินที่ระบายน้ำได้ดี เป็นดินพวกโลม ที่มีผิวดินลึกตอบสนองต่อปุ๋ยได้เป็นอย่างดี มีบางพันธุ์ซึ่งสามารถจะทนต่อความเป็นด่างจัดของดินในบางบริเวณ ซึ่งมีปริมาณน้ำฝนจำกัดได้ ควรใช้พันธุ์ต้นเตี้ยในบริเวณที่มีความอุดมสมบูรณ์ของดินสูง เพื่อป้องกันการหักล้ม อย่างไรก็ตามบาเลย์ก็ไม่สามารถทนต่อสภาพน้ำขังหรือดินที่เป็นกรดจัดได้

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

บาเลย์จัดอยู่ในพืชตระกูลหญ้า มีระบบรากฝอย แตกกอได้ดี มีลำต้นเป็นปล้องกลวงและมีใบที่แต่ละข้อของลำต้น อาจมีรากห้อยลึกลงได้ถึง 1 เมตร มีช่อดอกอยู่ที่ปลายลำต้น อาจมีลักษณะการเรียงตัวเป็น 2 หรือ 6 แถว แนวติดอยู่กับแกนช่อดอกแต่ละดอกจะให้เมล็ด 1 เมล็ด ในหนึ่งช่ออาจมีเมล็ดตั้งแต่ 20 ถึงกว่า 60 เมล็ด ขึ้นอยู่กับพันธุ์และสภาพแวดล้อม เมล็ดอาจมีเปลือกหุ้มที่มีหางยาวสั้นต่างกันหรือไม่มีเลย สีของเปลือกหุ้มเมล็ดอาจมีตั้งแต่สีฟางแห้งจนถึงสีดำ ข้าวบาเลย์ที่ปลูกกันในเขตร้อนส่วนใหญ่จะเป็นพวกที่มีเปลือกหุ้มและต้องขัดออกก่อนนำไปเตรียมเป็นอาหาร เมล็ดของบาเลย์อาจมีสีขาวอมเหลือง แดง ม่วง น้ำเงิน หรือดำ ส่วนใหญ่มักนิยมพวกมีสีขาวยาว ข้าวบาเลย์ที่ปลูกเป็นการค้าทั่วๆ ไปมักมีหางเมล็ด ซึ่งอาจจะเป็นหางเมล็ดประเภท หรือไม่มีหนามเล็กๆ ซึ่งจะทำให้เกิดอาการระคายเคืองในขณะเก็บเกี่ยว พันธุ์ที่ได้รับการปรับปรุงใหม่ๆ มักเป็นประเภทที่มีหางเมล็ดเรียบ เพื่อลดการระคายเคืองในขณะเก็บเกี่ยว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บาเล่ย์จะเริ่มออกดอกหลังจากปลูกแล้วประมาณ 2-4 เดือน และต้องใช้เวลามากประมาณ 30 วัน เพื่อให้ได้เมล็ดที่สมบูรณ์เต็มที่ในระยะแป้งแห้ง และพร้อมเก็บเกี่ยวได้ เมื่อมีความชื้นลดลงเหลือราวๆ 12 %

พันธุ์ที่ใช้ปลูก

มีพันธุ์ที่ได้รับการปรับปรุงแล้วมากมายสำหรับใช้ปลูกในเขตอบอุ่น แต่ก็มีอยู่จำนวนไม่น้อยที่เหมาะสมสำหรับนำไปปลูกในเขตร้อนและกึ่งเขตร้อน พันธุ์เหล่านี้จะแตกต่างกันในแง่ของอายุเก็บเกี่ยว ความสูง การต้านทานต่อการหักล้ม ทนทานต่อดินเป็นด่างจัด การตอบสนองต่อปุ๋ย การต้านทานต่อโรคและแมลง ดังนั้นจึงควรจะได้มีการทดสอบพันธุ์ก่อนที่จะนำเอามาใช้ในแต่ละท้องที่

เนื่องจากบาเล่ย์เป็นพืชผสมตัวเอง การปลูกขยายและเก็บเมล็ดพันธุ์จึงไม่ยุ่งยากนัก กสิกรสามารถเก็บเมล็ดพันธุ์ของตนเองได้ ถ้าหากได้มีการระวังการปะปนกับพันธุ์อื่นๆ และควบคุมโรคแมลงในเมล็ดอย่างถูกต้อง

การเขตกรรม

การเขตกรรมเพื่อปลูกข้าวบาเล่ย์ก็จะทำเช่นเดียวกับข้าวสาลี แปลงปลูกควรจะสะอาดใส่ปุ๋ยมูลสัตว์หรือปุ๋ยเคมีก่อนปลูก ควรจะปลูกโดยวิธีเป็นแถวให้ลึกราวๆ 5 เซนติเมตร ใช้ระยะปลูกระหว่างแถวประมาณ 20 เซนติเมตร ซึ่งจะให้ผลดีกว่าวิธีหว่าน ควรมีความชื้นในดินขณะปลูกพอเพียงสำหรับการงอกของเมล็ด อัตราของเมล็ดที่ใช้ประมาณ 80 กก./เฮกแตร์ สำหรับวิธีหว่านอาจใช้เมล็ดถึง 120 กก./เฮกแตร์

การกำจัดวัชพืช

ลักษณะการปลูกบาเลย์ไม่อำนวยความสะดวกให้มีการกำจัดวัชพืชหลังปลูก นอกจากว่า จะมีวัชพืชมากจนกระทั่งบาเลย์ไม่สามารถจะเจริญได้ อาจมีความจำเป็นต้องใช้มือถอน วัชพืชที่เป็นอันตรายออกจากแปลงปลูก โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อมีความชื้นจำกัด เช่นเดียวกับพืชอื่นๆ การกำจัดวัชพืชจะต้องทำแต่เนิ่นๆ ถ้าหากจะใช้สารเคมีกำจัด ควรจะได้มีการทดสอบเสียก่อนว่าไม่เป็นอันตรายต่อบาเลย์

การป้องกันกำจัดโรคข้าวบาเลย์

โรคราน้ำค้างเป็นโรคที่เกิดขึ้นได้ทั่วๆ ไปในบริเวณที่มีการปลูกข้าวบาเลย์ และอาจทำให้ผลผลิตเสียหายอย่างหนัก ราสนิมที่ใบก็มีความสำคัญไม่น้อย แต่ราสนิมที่ ลำต้นไม่รุนแรงเหมือนกับของข้าวสาลี ในบางสภาพแวดล้อมบาเลย์จะเกิดขึ้น สำหรับ โรคสคาลด์จะเกิดเฉพาะในบริเวณที่มีอากาศหนาวเย็นเท่านั้น นอกจากนี้ก็มีโรคสมัทซึ่ง เข้าทำลายช่อดอก และไวรัส ซึ่งทำให้ต้นพืชอ่อนแอลง และไม่ต้านทานอากาศหนาว โรคใบจุดและโรคลีฟบลอตซึ่ง จะพบอยู่เสมอในแปลงปลูกแต่ไม่รุนแรงนัก การใช้พันธุ์ ที่ต้านทานต่อโรคเป็นวิธีที่ดีที่สุด ในปัจจุบันก็มีพันธุ์ต่างๆ ที่ต้านทานต่อโรคแต่ละชนิดให้ เลือกใช้ การใช้เมล็ดพันธุ์ที่ปราศจากโรค ก็จะเป็นหนทางหนึ่งที่จะช่วยลดความรุนแรง ของโรคได้ โรคเชื้อราทุกชนิดของบาเลย์สามารถกำจัดได้โดยใช้ยาฆ่าเชื้อรา แต่ การใช้ต้องคำนึงถึงผลได้เสียและอันตรายที่อาจเกิดขึ้นกับมนุษย์

การป้องกันกำจัดแมลง

พวกเพลี้ยอ่อนจะทำให้พืชชะงักการเติบโตและเป็นผลให้ผลผลิตลดลง พวกเพลี้ยอื่นๆ ตลอดจนเพลี้ยจักจั่นจะเป็นตัวนำเชื้อไวรัสที่สำคัญ แต่ปัจจุบันก็มีพันธุ์ต่างๆ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้เผยแพร่โดยไม่เสียค่าใช้จ่าย
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ด้านทานต่อเพ็ชร์อ่อนและโรคไวรัสที่ถ่ายทอดโดยเมล็ด แมลงเห็บเขียนพลายซึ่งเข้าทำลายข้าวสาลี ก็จะเข้าทำลายข้าวบาเลย์ด้วย อาจหลีกเลี่ยงพวกเห็บเขียนพลายได้โดยการปลูกพืชในขณะที่มีอากาศค่อนข้างเย็น พวกแมลงปีกแข็ง เช่น เต่าทองของธัญพืชต่างๆ ก็เป็นศัตรูที่สำคัญในบางบริเวณ เช่น ยุโรปตอนใต้ ออฟริกาเหนือ และบางแห่งในอเมริกาเหนือและยังไม่มีพันธุ์ที่ต้านทาน

การเก็บเกี่ยว

เมล็ดแก่เต็มที่เมื่อแป้งแข็งหรือต้นบาเลย์เริ่มเปลี่ยนเป็นสีเหลือง และจะพร้อมเก็บเกี่ยวเมื่อความชื้นลดลงเหลือประมาณ 12 % นอกจากจะมียุงเข้าทำลายซึ่งอาจมีความจำเป็นต้องเก็บเกี่ยวเร็วขึ้น แต่การปล่อยไว้ให้แห้งในแปลงปลูกเป็นวิธีที่สะดวกที่สุด การเก็บเกี่ยวอาจใช้มือหรือเครื่องจักรเก็บเกี่ยวตามความเหมาะสมของแต่ละท้องที่

การเก็บรักษา

ถ้าหากเมล็ดที่เก็บจากแปลงปลูกมีความชื้นเกินกว่า 12 % ก็ควรจะต้องตากหรืออบให้แห้งก่อนนำเข้าเก็บ ถ้าจัดสิ่งปะปนอื่นๆ ให้หมดโดยการคัดหรือใช้เครื่องเป่า การควบคุมแมลงเข้าทำลายเมล็ดก็ทำเช่นเดียวกับพืชอื่นๆ ที่กล่าวมาแล้ว

ความรู้เกี่ยวกับ บริษัท คาร์ลสเบอร์ก บริวเวอรี (ประเทศไทย) จำกัด

เป็นการร่วมลงทุนระหว่าง T.T.C. คาร์ลสเบอร์กแห่งประเทศไทย เดนมาร์ก ซึ่งทำการผลิตเบียร์มากกว่า 100 ปี ซึ่งมีสาขาอยู่ 26 ประเทศทั่วโลก ประเทศไทย เป็นปีที่ 25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โรงงานคาร์ลสเบอร์ก บริวเวอรี ในประเทศไทย ตั้งอยู่ที่ อำเภอวังน้อย จังหวัดพระนครศรีอยุธยา เริ่มก่อสร้างโรงงานเมื่อ เดือนเมษายน 2535 เริ่มทำการผลิตได้ในวันที่ 1 มีนาคม 2536 และในวันที่ 25 ตุลาคม 2536 โรงงานก็ได้แล้วเสร็จอย่างสมบูรณ์ มีกำลังผลิต 100 ลิตรต่อปี

ผู้ควบคุมคุณภาพเบียร์ เรียกว่า **บลูมาร์เตอร์**

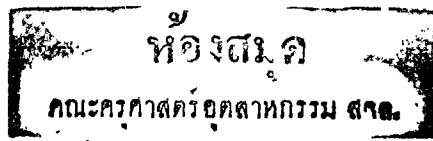
ลาเกอร์เบียร์ คือ อะไร

คำว่า ลาเกอร์ (Lager Beer) เป็นภาษาเยอรมัน หมายถึง การเก็บรักษา (การบ่ม) ปัจจุบันลาเกอร์ใช้กับ

1. เบียร์ (เรียกว่า Lager Beer) ที่หมักด้วยยีสต์สายพันธุ์ที่มีการตกตะกอนเมื่อการหมัก ดำเนินไปได้ 6-9 วัน ที่อุณหภูมิ 12° ซ.
2. เบียร์ที่มีการบ่มเพื่อปรับรสชาติ ในขณะที่บ่มมีการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีเกิดขึ้น เป็นผลให้สารบางชนิดที่ไม่ต้องการหายไป ทำให้ได้เบียร์ที่นุ่มและมีรสชาติกลมกล่อม
3. เบียร์ที่มีปริมาณ CO₂ สูง สามารถมองเห็นประกายฟองอากาศเล็กๆ ุดจากพื้นสู่ผิวเป็นลักษณะที่บ่งบอกถึงความสดของเบียร์

ลาเกอร์เบียร์ตามแบบฉบับดั้งเดิมในศตวรรษที่ 15 เชื่อว่าเป็นเบียร์ที่ดีนั้นจะต้องผลิตโดยการบริว (brew) คือมีการต้มและหมักไว้ในหน้าหนาว แล้วเก็บไว้ในถังไม้โอ๊กตามธรรมชาติในห้องใต้หลังคาของบ้าน ซึ่งปกติมักมีอากาศเย็นเพื่อที่จะนำออกมาขายในช่วงฤดูร้อน ทั้งนี้เพื่ออาศัยอุณหภูมิจากธรรมชาติ โดยมีได้ใช้อุปกรณ์ช่วยในการทำใหเย็น สิ่งที่เกิดขึ้นในเชิงเคมี คือ ยีสต์ที่ใช้ในการหมักเบียร์จะค่อยๆ ตกตะกอนลงมาพร้อมกับสารประกอบเชิงซ้อนที่ไม่ทั้งสารโมเลกุลเล็ก ซึ่งมีกลิ่น รส ขวนบริโภคไว้ในส่วนของเหลว คือ ในส่วนของน้ำเบียร์นั่นเอง โดยการหมักแบบใช้ยีสต์สายพันธุ์ตกตะกอนมาผลิตเบียร์นั้นว่าสะดวกมาก เมื่อเก็บเบียร์ไว้ในภาชนะปิด โดยวิธีเอกสารนี้เป็นเอกสารเพื่อส่งเสริมให้คนไทยหันมาบริโภคเบียร์ที่ปลอดภัยและดีต่อสุขภาพ

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

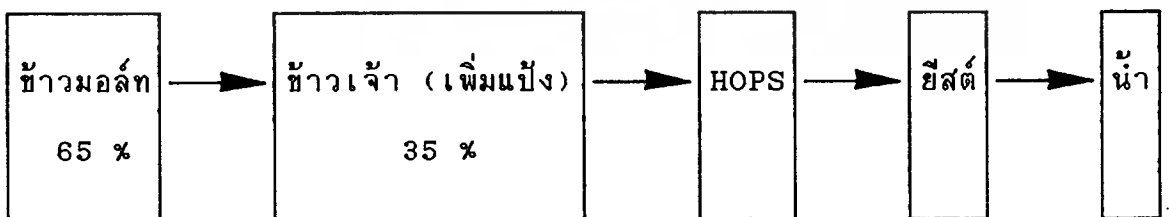


การนำโอกาสที่ยีสต์สายพันธุ์อื่นๆ (wild yeast) หรือ แบคทีเรียจากอากาศจะเข้าไปทำให้คุณภาพของเบียร์เสียไป อีกทั้งใช้หมักเบียร์ก็สามารถนำมาใช้หมักได้อีกหลายครั้ง การใช้ยีสต์เดิมซ้ำกันจะช่วยให้ได้เบียร์ที่มีรสชาติเดียวกัน

วัตถุดิบและองค์ประกอบที่สำคัญในการผลิตเบียร์

1. ข้าวมอลท์
2. ข้าวเจ้า
3. น้ำโคร์เศษ (น้ำบาดาล)
4. ยีสต์ (ตัวกำหนดรสชาดของเบียร์)
5. CO_2 (ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์)
6. HOPS (สารให้ความขมและกลิ่น)

ส่วนผสม



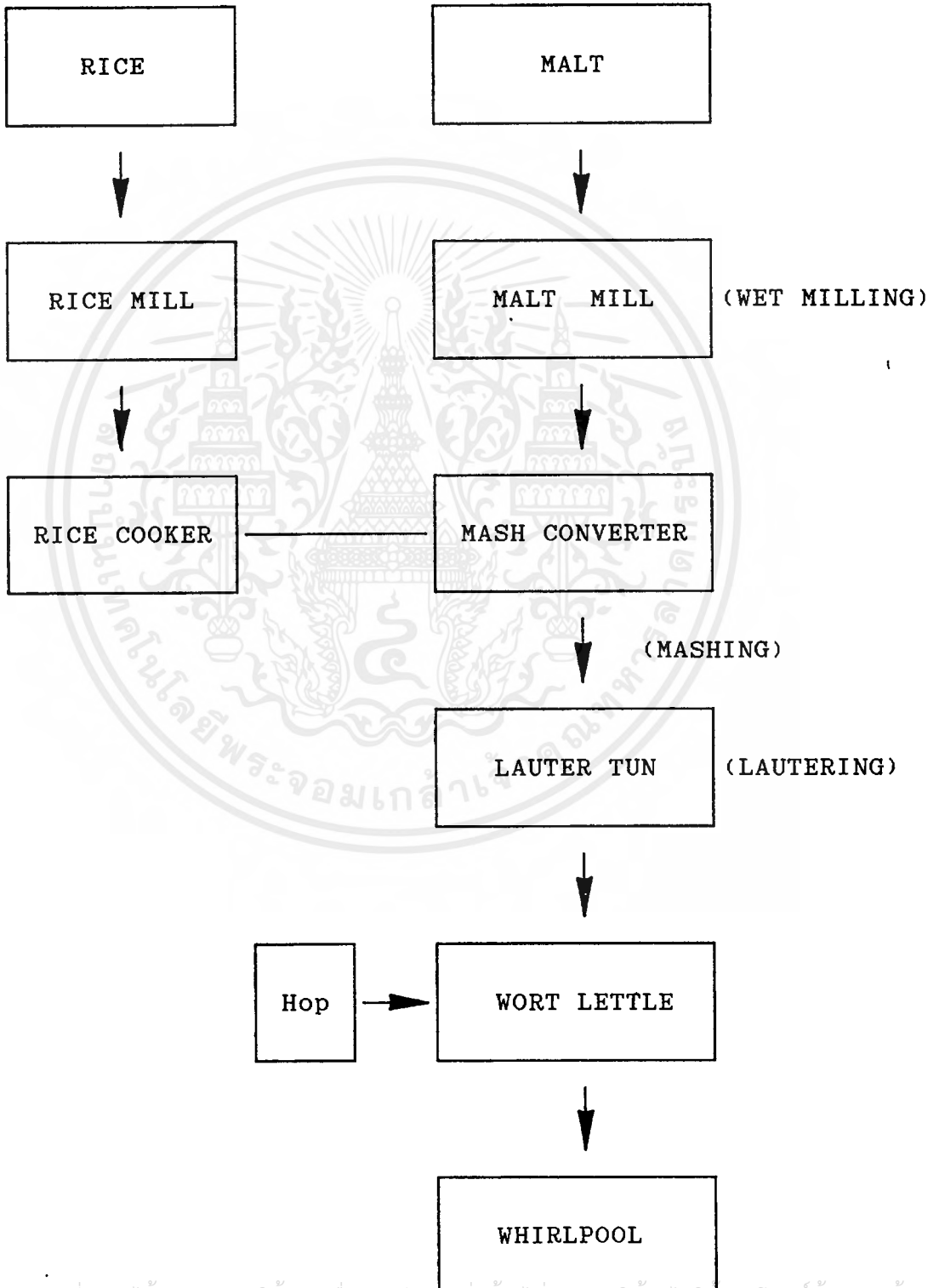
~~01921~~

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเป็น 021690 ซึ่งอาจถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

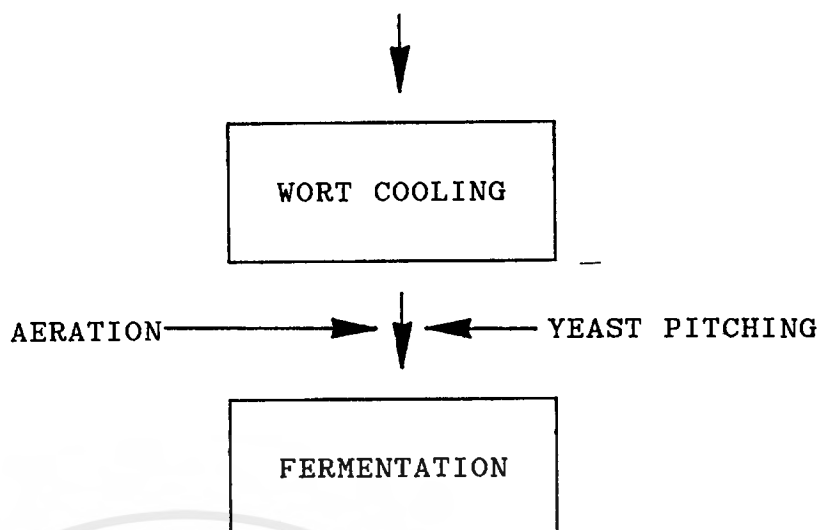
021690

กรรมวิธีการผลิตเบียร์

การต้ม (Brewing)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ขั้นตอนการต้ม

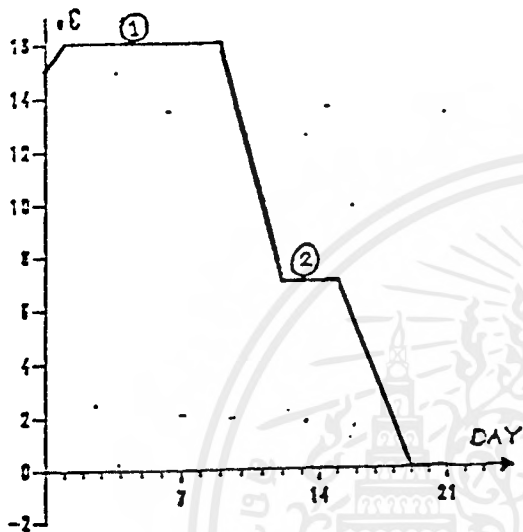
1. บดข้าว (rice mill) บดโดยการบดแบบแห้ง
2. ต้มข้าวในหม้อต้ม (rice cooker)
3. บดมอลต์ (malt mill) โดยวิธีการบดแบบเปียก
4. ต้มมอลต์ในหม้อต้มมอลต์ (mash converter) เพื่อเปลี่ยนแป้งให้เป็นน้ำตาลโดยใช้เอนไซม์ในมอลต์ และความร้อน
5. กรอง wort โดยใช้ Lautertun แยกส่วนของเปลือกมอลต์, กากข้าว กับ น้ำ wort
6. ต้มน้ำ wort ในหม้อต้ม wort (wort kettle) จะมีการเติม hop และสารต่าง เพื่อปรับสภาพ Wort ให้เหมาะสมต่อการหมักต่อไป
7. แยกกาก และ wort โดยใช้ Whirlpool ซึ่งอาศัยหลักการหมุนวนของ wort เพื่อให้เกิดแรงดึงดูดกากตกตะกอนลงสู่ก้นถัง แล้วแยกออกไป
8. น้ำ wort ที่ได้จะถูกลดอุณหภูมิลง (Wort cooling) เหลือประมาณ 14°C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่เผยแพร่ไว้เพื่อใช้ในการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่ควรนำเอกสารนี้ไปใช้เพื่อวัตถุประสงค์อื่นใด การนำเอกสารนี้ไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาตถือว่าผิดกฎหมาย

การหมัก และการบ่ม (Fermentation and maturation)

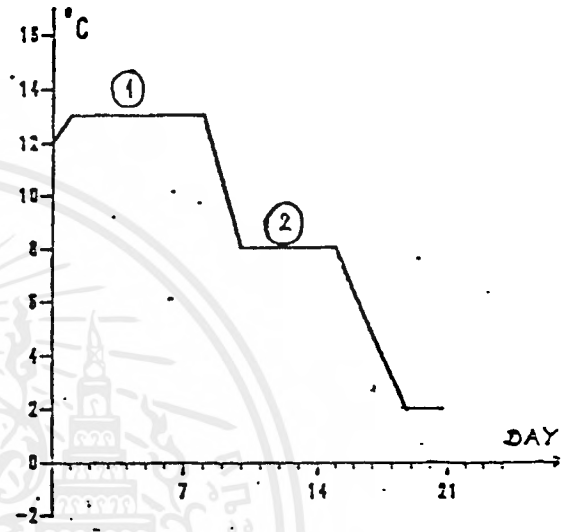
FERMENTATION DIAGRAM

Chang Beer



FERMENTATION DIAGRAM

Carlberg Beer



การหมัก (Fermentation)

การหมักเบียร์ในช่วงนี้ ยีสต์จะหมักน้ำตาลใน wort (fermentable sugar) ได้แอลกอฮอล์ และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ หลังจากยีสต์ใช้น้ำตาลหมดแล้ว ก็จะมีการลดอุณหภูมิลง (Cool down 1) เพื่อหยุดการทำงานของยีสต์ และทำให้ยีสต์ตกลงมาที่ก้นถัง

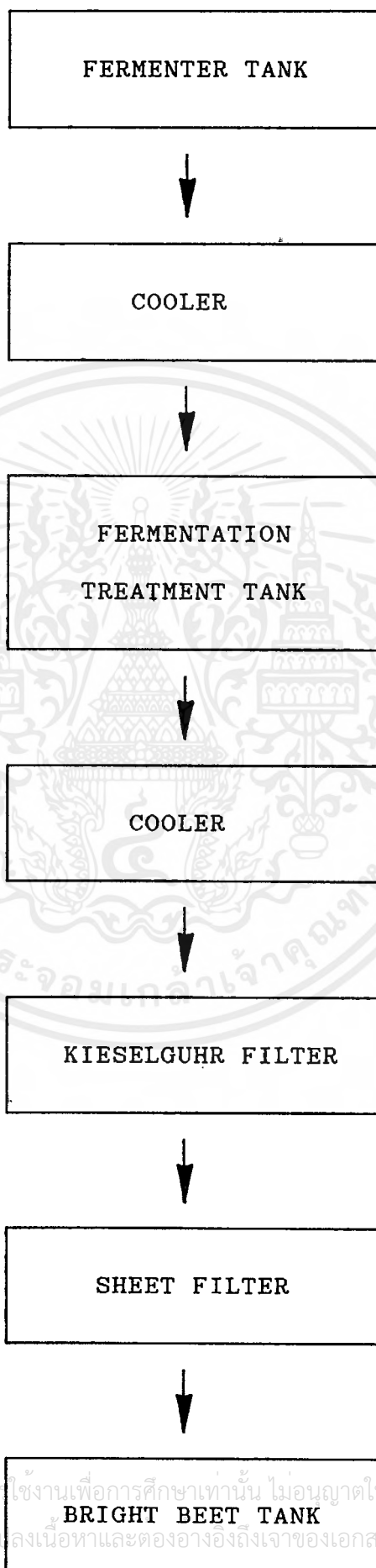
การบ่ม (Maturation)

ช่วงนี้ยีสต์ ที่ตกลงสู่ก้นถัง จะถูกนำกลับมาใช้ใหม่ (Harvestion) ในกระบวนการหมัก นอกจากจะได้แอลกอฮอล์ และ CO_2 แล้ว ยีสต์ยังสร้างสารอื่นๆ อีกหลายชนิด เช่น VDK ซึ่งเป็นสารที่ทำให้เกิดกลิ่นรส ที่ไม่ต้องการในเบียร์ โดยยีสต์สร้างและปล่อยออกมานอกเซลล์ในช่วง Fermentation และยีสต์จะดูดซึมกลับในช่วง maturation ฉะนั้นปริมาณ VDK จะลดลง ตามมาตรฐานของคาร์ลสเบอร์ก VDK จะต้องน้อยกว่า 0.15 ส่วนในล้านส่วน (ppm) จึงจะส่งเบียร์เข้าสู่ขั้นตอนอื่นๆ ต่อไปได้

COOLDOWN 2

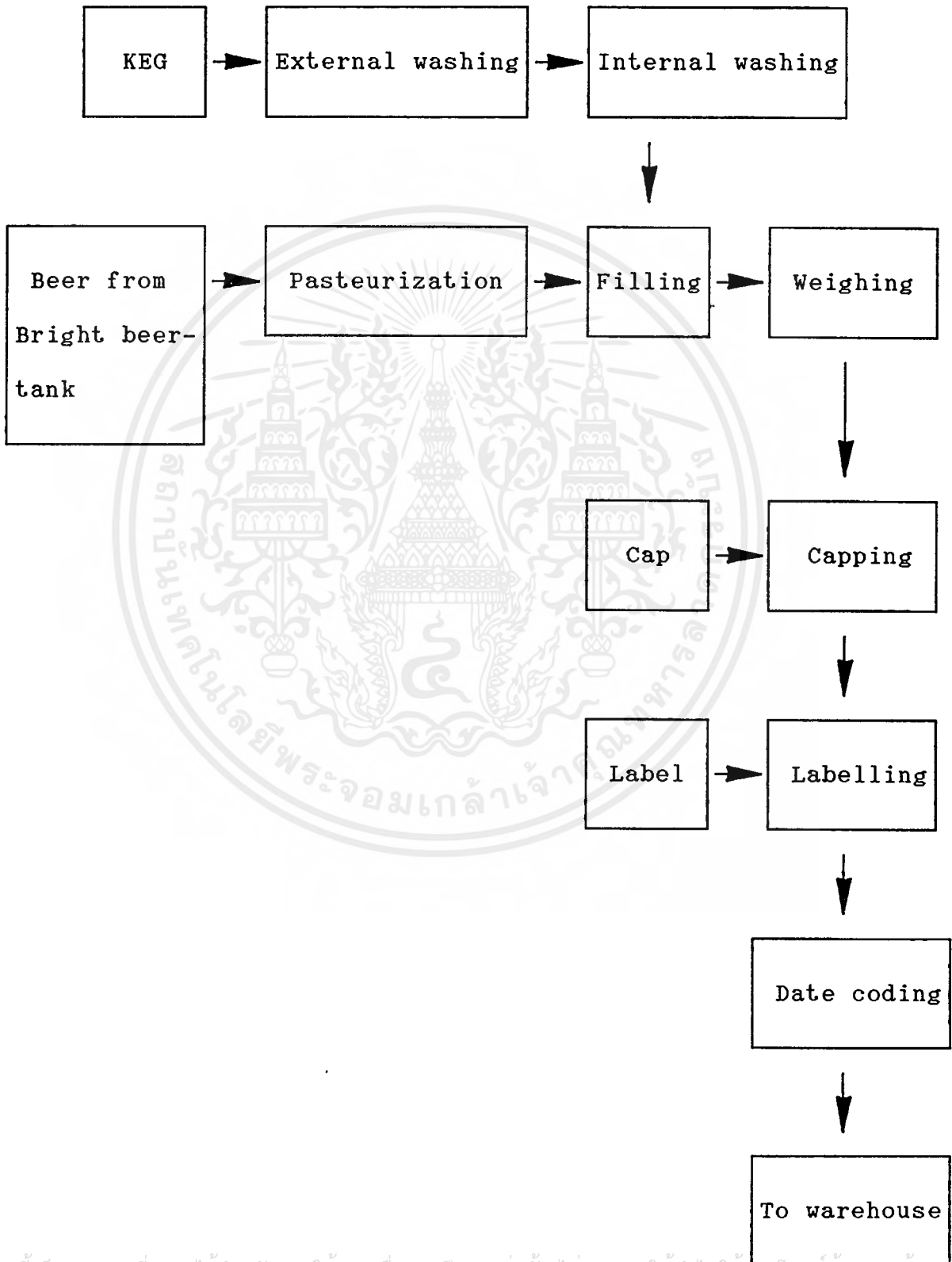
ช่วงนี้จะลดอุณหภูมิจาก 8°C เป็น 2°C เป็นการหยุดปฏิกิริยาเคมี และชีวเคมีต่างๆ เพื่อที่จะสามารถเก็บเบียร์ให้คงคุณภาพได้นาน

การกรองเบียร์ (Filtration)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สาขการบรรจุเบียร์สด (Draught Beer)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลวิเคราะห์เบียร์เปรียบเทียบกับยี่ห้ออื่น ๆ

	OE(%Plato)	Alc(%Vol)	CO ₂ (g/l)	BU-	VDK (ppm.)
CARLSBERG	13.00-13.40	6.00	5.2-5.6	26-32	< 0.15
CHANG	15.30-16.30	7.10-7.50	5.1-5.7	32-40	< 0.15
SINGHA	12.63-13.31	5.70-6.32	5.2-6.0	31-40	0.20-0.59
SINGHA (GOLD)	10.06-11.36	4.11-1.83	5.0-5.8	19-27	0.03-0.19
SINGHA (DRAFT)	11.73-11.76	4.91-5.12	5.3-5.7	14-17	0.10-0.16
KLOSTER	11.00-12.45	4.62-5.64	4.1-6.3	20-30	0.02-0.45
AMARIT	11.88-13.35	5.25-5.68	4.0-5.5	24-30	0.02-0.22
HEINEKEN	11.34-11.79	5.07-5.33	4.9-5.0	21-24	0.05-0.16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เบียร์สดและการติดตั้งอุปกรณ์

1. ถังบรรจุเบียร์สด (KEG)

เบียร์สดคาร์ลสเบอร์ก (Carlsberg Draught Lagers) บรรจุในถังขนาด 30 ลิตร เรียกว่า เด็ก Kegs

เด็ก ทำด้วยโลหะสแตนเลสชนิดพิเศษที่มีความทนทานต่อการขนส่ง ทนต่อสภาพดินฟ้าอากาศ การต้มและหมักที่ช้าๆ รวมทั้งทนต่อต่างและไอน้ำที่ใช้ทำความสะอาด

แต่ละเด็กจะมีแกนกลางที่เรียกว่าสเปียร์ (spear) ใช้เป็นช่องทางในการนำเบียร์หรือสารทำความสะอาด เข้า-ออก ในถังเด็ก

2. การทำความสะอาด (Racking)

ถังเด็กเปล่าถูกนำกลับโรงงานเพื่อการทำทำความสะอาดทั้งภายนอก และภายในอย่างทั่วถึง ข่าเชื้อโรคด้วยไอน้ำแรงดันก๊าซ CO_2 เพื่อรักษาแรงดันไว้ ณ จุดสมดุลขณะร่อนนำไปบรรจุลาเกอร์เบียร์ต่อไป

การทำทำความสะอาดภายในถังเด็ก กระทำโดยการล้างเอาเบียร์ที่ติดค้างอยู่ออกให้หมด รวมทั้งฟองเบียร์ที่สะสมอยู่ตามซอกต่างๆ โดยใช้ไอน้ำร้อน แล้วตามด้วยสารละลายต่าง และสุดท้ายฆ่าเชื้อโรคด้วยไอน้ำเดือด

การป้องกันอากาศมิให้เข้าไปในถังเด็กเป็นสิ่งสำคัญมาก ก่อนนำมาบรรจุเบียร์ อากาศถูกแทนที่ด้วย CO_2 ที่มีความดันสมดุลกับระดับของอุณหภูมิของเบียร์ในถังเด็ก ณ จุดนี้เรียกว่าแรงดันสมดุล (Balance Pressures หรือ Equilibrium pressure)

3. การทำให้เบียร์ใส (Brighrening the lager beer)

เบียร์ที่ผ่านการบ่มอย่างดีจากถังหมักจะนำมาผ่านกรรมวิธีการ (Treatment) ต่อไปนี้ ก่อนนำไปบรรจุลงถังเด็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลาเกอร์เบียร์ที่ทำให้เย็นลง (อุณหภูมิต่ำกว่า - 1° ซ.) ถูกกรองครั้งแรกผ่านผลกรองเรียกว่า diatomaceous-earth และถูกกรองครั้งที่สองผ่านผ้ากรองรูละเอียด เรียกว่า filter sheets

วัตถุประสงค์ของการกรอง ก็เพื่อกำจัดตะกอนยีสต์ สารประกอบโปรตีน เชื้อรา และสารประกอบอย่างอื่น

ลาเกอร์เบียร์ที่ผ่านการกรองแล้วจะถูกส่งไปยังถังเก็บเบียร์ใส เรียกว่า Bright beer tanks ซึ่ง ณ ที่นี้ก็พร้อมที่จะส่งไปบรรจุ

ขณะส่ง Bright lager beer ไปยังเครื่องบรรจุลาเกอร์เบียร์จะผ่านเครื่องฆ่าเชื้อแบบแฟลช (Flash-pasteurizer) ซึ่งเกิดขึ้นรวดเร็วมากมีผลทำให้อุณหภูมิของลาเกอร์เบียร์เพิ่มขึ้นเป็น 72° ซ. และคงไว้ที่อุณหภูมินี้นาน 30 วินาที หลังจากนั้นจะถูกทำให้เย็นลงในถังที่อีกเช่นกัน โดยลดอุณหภูมิลงมาเป็น 2° ซ. ก่อนบรรจุ

กระบวนการพาสเจอร์ไรซ์ดังกล่าว มีผลทำลายจุลินทรีย์ที่อาจทำให้เบียร์เสีย หรือทำให้เบียร์มีรสชาติผิดปกติ เปรี๊ยะ และขุ่น

วิธีการต่างๆ ที่กล่าวมานี้เป็นสิ่งที่จำเป็นที่จะช่วยให้แน่ใจได้ว่า เบียร์สามารถคงคุณภาพเดิมไม่เปลี่ยนแปลง ถ้าหากเก็บเด็กไว้นานนับเดือน คาร์ลสเบอร์กสามารถรับประกันผลิตภัณฑ์ในถังเด็ก ที่ยังไม่ได้เปิดได้อย่างมั่นใจเป็นเวลา 2 เดือนหลังจากบรรจุ

เมื่อถังเด็กถูกเปิดออก โอกาสที่จะมีจุลินทรีย์ปนเปื้อนย่อมมีมาก และกรณีเช่นนี้ก็จะมีไม่มีการรับประกันอีกต่อไป

4. การลงรหัส (Coding)

ก่อนปล่อยเบียร์สดออกจากโรงงานมีการควบคุมน้ำหนักรับจุ กุเปิด (Barnes neck) จะถูกฉีกด้วยจุพลาสติคสีที่บันทึกรหัสไว้ จุพลาสติคบอกยี่ห้อของเบียร์ ส่วนรหัสประกอบด้วยเลข 5 ตัว อ่านจากซ้ายไปขวาดังนี้

จำนวนแรก :	แสดง	ปี
จำนวนที่สอง :	แสดง	เดือน
		1 = มกราคม
		2 = กุมภาพันธ์
		3 = มีนาคม
		4 = เมษายน
		5 = พฤษภาคม
		6 = มิถุนายน
		7 = กรกฎาคม
		8 = สิงหาคม
		9 = กันยายน
		O = ตุลาคม
		E = พฤศจิกายน
		T = ธันวาคม
จำนวนที่สามและสี่ :	แสดง	วันที่
จำนวนที่ห้า :	แสดง	กะ

5. การควบคุมคุณภาพ

ก่อนกรองเบียร์ จะต้องมีการชิมจนกว่าจะมีคุณภาพเป็นที่มั่นใจได้

ตัวอย่างของลาเกอร์เบียร์ที่ผ่านการกรองแล้วถูกส่งไปยังถังเก็บเบียร์ใส ก่อนนำไปบรรจุต้องมีการวิเคราะห์ทางคุณภาพเสียก่อน อาทิ ปริมาณ CO_2 แอลกอฮอล์ และความถ่วงจำเพาะ ฯลฯ

ปริมาณ CO_2 ยังถูกควบคุมในระหว่างการบรรจุ ขณะที่กระบวนการ สเตอไรซ์และพาสเจอร์ไรซ์ดำเนินไปนั้นมีการบันทึกอุณหภูมิในถังเล็ก และอุณหภูมิของ

เบียร์สดอยู่ตลอดเวลา ซึ่งสามารถตรวจสอบได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่ละเค็กผ่านการตรวจสอบแบบอัตโนมัติว่าได้ผ่านขั้นตอนต่างๆ มาอย่างสมบูรณ์หรือไม่

สุดท้ายแต่ละรุ่นที่ผลิต (lot) จะมีการสุ่มตัวอย่างแบบเดาสุ่มเพื่อการชิมและทดลองความสด

การควบคุมที่โรงงานเป็นไปแบบเฉียบขาดและเข้มงวด นับเป็นสิ่งจำเป็นที่จะมั่นใจได้ว่าบริษัท ได้นำเสนอผลิตภัณฑ์ที่มีรสชาติ ความสดและคุณลักษณะที่เป็นหนึ่งเดียวแก่ลูกค้า

ระบบการจ่ายเบียร์สดคาร์ลสเบอร์กออกจากถังและข้อปฏิบัติเกี่ยวกับการติดตั้ง

ระบบการจ่ายเบียร์สดคาร์ลสเบอร์กเป็นแบบไหลเองโดยอิสระ ซึ่งจะอธิบายต่อไป หลักการแสดงในภาพที่ 2 และ 3

แรงขับที่ดันเบียร์สดมายังหัวจ่ายอาศัยแรงดันจากภายนอกโดยการอัดแรงดันด้านบนของถังเค็กผ่านทาง CO_2 ทั้งนี้ต้องกระทำที่ทางออก โดยการปรับวาล์ว (reducing-valve) และหน้าปัทม์ทางด้านความดันต่ำ (low-pressure) ถึงบรรจุ CO_2 เหลวที่ความดันต่ำ ประมาณ 60 บาร์ ที่อุณหภูมิ 21°C . ถ้าความดันระดับนี้ป้อนเข้าสู่ถังเค็ก โดยตรงจะเกิดการระเบิดขึ้นทันที และหากจะมีผู้รอดชีวิต ดังนั้นโปรดอย่ายุ่งกับปุ่มปรับ CO_2 ทางด้านนี้

การปรับความดัน CO_2 ให้กระทำทางด้าน low-pressure เท่านั้น reducing valve จะทำหน้าที่ลดความดันของ CO_2 ลงมาได้ตามต้องการ สำหรับ CO_2 ในถังเค็กไม่ควรเกินระดับสูงสุดที่ 5.5 บาร์ ความดันที่สูงกว่านี้อันเนื่องมาจากการปรับเพิ่มขึ้นไปก็ดี หรือการเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิสูงมากๆ ก็ดี เป็นสิ่งที่ต้องหลีกเลี่ยงให้มากที่สุด เนื่องจากถังเค็กอาจเกิดระเบิดขึ้นได้

เป็นข้อดีที่มีหน้าปัทม์อันหนึ่งทางด้าน ความดันสูง (high pressure) ของ reducing valve ด้วย โดยเฉพาะสำหรับคนที่รับกะต่อ เพราะเหตุที่ว่าเมื่อความดันในถัง CO_2 ลดลงต่ำกว่า 60 บาร์ มันจะลดลงมาอีกอย่างรวดเร็ว กรณีเช่นนี้ให้เปลี่ยนถัง CO_2 ใหม่ทันทีพร้อมกับติดฉลากถังเดิมว่า "ว่างเปล่า" ไปด้วย

สาย CO_2 จาก reducing valve ต่อกับ CO_2 -port บนอุปกรณ์ชนิดหนึ่งเรียกว่า Coupler ต้องหนีบปลายสายยางไว้ทั้งสองข้างเพื่อป้องกันการกระดก ระบบที่ปราศจากตัวหนีบย่อมมีความปลอดภัยน้อยกว่าสายยาง CO_2 ถูกออกแบบมาโดยเฉพาะจะระเบิดออก ณ ระดับความดันหนึ่ง

อุปกรณ์ความปลอดภัย ได้แก่ จานระเบิด (bursting disc) ซึ่งถูกสอดเข้าไปขนานกับสาย CO_2 มีทางต่อจากสายยางมาสู่ความดันของบรรยากาศ เพื่อป้องกันอันตรายจากการสะสมของ CO_2 ในห้องเก็บความผิดปกติของ reducing valve จะเป็นตัวทำให้ disc ทำงาน

ในปัจจุบันคาร์ลสเบิร์กได้พัฒนา Coupler ชนิดใหม่ ซึ่งมีความพิเศษคือ ระบบนี้จะไปปิด CO_2 -port เมื่อแกนยกบนถังเค็กถูกยกขึ้นในแนวตั้ง coupler แบบใหม่นี้อาศัยสิ่งที่เรียกว่า Carlsberg coupler ซึ่งทำด้วยแผ่นนิเกิลหุ้มทองเหลือง สิ่งสำคัญที่จะต้องบอกในตอนอบรม คือ ที่สำหรับจับยกขึ้นจะต้องดึงออกมาก่อนที่จะขยับไปในทิศทางอื่น ระบบนี้เป็นการปรับปรุงแบบเดิม ดังแสดงในภาพ

จากถังเค็กลาเกอร์เบียร์จะถูกขนถ่ายไปยังเครื่องทำความเย็น (Cooler) ทางสายยางพลาสติก เราแนะนำให้ใช้สายขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1/4 นิ้ว (Bore 1/4" I.D.) สำหรับการติดตั้งใหม่รวมทั้งคูเลอร์ ซึ่งมีขอลวดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเดียวกันอยู่ภายใน

การต่อไปยัง coupler ควรจะใช้ jubilee - clip (เหมือนกับที่ใช้กับสายยางแยกตู้) ในขณะที่ส่วนทางเข้าและทางออกของคูเลอร์ สามารถทำได้ด้วย Enot - parts (Compression rings) หรือระบบอื่นที่คล้ายกัน Enot - bends ทำให้เกิดการไหลแบบขุ่น (turbulent flow) ในทรรศนะของเราเห็นว่าไม่จำเป็นมากนัก เพราะอาจขรุขระและเกิดปัญหาขึ้นได้

สายยางเล็ก (คู่) ความยาว 8 ฟุต (2.4 เมตร) ถูกลำมาใช้ในกรณีที่ต้องการลดอัตราการไหลระหว่างคูเลอร์กับหัวจ่าย และอาจจะต้องเพิ่มความยาวหรือตัดให้สั้นลงกรณีจำเป็นน่าจะดีถ้าปลายของสายยางเล็กคู่นี้ต่อเข้ากับทางออกของคูเลอร์ แทนการใส่ Enot - bend โดยตรง

การติดตั้งหัวจ่ายเบียร์สด

การติดตั้งชุดหัวจ่ายเบียร์สดจะต้องทำหลังจากที่ได้กำหนดตำแหน่งการติดตั้งแล้ว

ขั้นตอนติดตั้ง

1. การติดตั้ง Ceramic Column ควรดำเนินการดังนี้
 - 1.1 Lay out แบบตาม Detail - A ลงบนพื้นที่จะติดตั้ง แล้วเจาะรู
 - รูขนาด 30 mm สำหรับช่องผ่านของท่อเบียร์และท่อน้ำหล่อเย็น
 - รูขนาด 5 mm สำหรับใส่สกรูยึดฐานของ Column
 - 1.2 นำฐาน Column (หมายเลข 1) มาติดตั้งในตำแหน่งที่ถูกต้อง (ระวังเรื่องทิศทางของ Tap ว่าจะหันไปด้านใด) แล้วยึดสกรูให้แน่น
 - 1.3 ประกอบชิ้นส่วนหมายเลข 2 และ 3 ตามลำดับ
2. ยึด Brass Shank เข้ากับ Brass ของ Ceramic Column (หมายเลข 3) แล้วล็อกให้แน่น
3. ประกอบ Brass Tap เข้ากับ Brass Shank ตามรูป
4. ต่อท่อเบียร์และ ท่อน้ำหล่อเย็น
 - 4.1 ต่อท่อจ่ายเบียร์เข้ากับ Bend for Tap และรัดด้วยเข็ม

ชุดให้เรียบร้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 4.2 ต่อท่อน้ำหล่อเย็น โดยให้ความยาวของท่อน้ำหล่อเย็นคู่ขนาด
ไปกับความยาวของท่อจ่ายเปียร์, ต่อเข้ากับ U-Bend และ
รัดเข็มขัดให้เรียบร้อย

ข้อควรระวัง

1. ท่อน้ำหล่อเย็นควรสอดผ่านรูฐานขึ้นมาก่อน แล้วจึงมา
ต่อเข้ากับ U-Bend ที่หลัง

2. ท่อจ่ายเปียร์ และท่อน้ำหล่อเย็น ควรพันด้วยผ้าเทปให้
กันเพื่อป้องกันการหล่อเย็นเป็นไปอย่างสมบูรณ์

5. ประกอบ Bend for Tap เข้ากับ Brass shank

ข้อควรระวัง

1. การถอด - ประกอบ ควรระวังซิลยางจะหายมีฉะนั้น
เปียร์จะรั่วที่จุดนี้

2. ล็อค Nut for Bend for Tap ให้แน่นพอสมควร

6. ทดสอบการจ่ายเปียร์ด้วยน้ำ เพื่อตรวจสอบตามท่อและข้อต่อต่างๆ ว่า
มีการรั่วหรือผิดปกติหรือไม่ (ถ้าพบให้ดำเนินการแก้ไขก่อน)

7. ประกอบชิ้นส่วนของ Column หมายเลข 4 และ 5 เข้าใน
ตำแหน่งให้เรียบร้อย

8. เมื่อมั่นใจว่าระบบสมบูรณ์แล้วให้ทำการห่อหุ้มท่อเปียร์และท่อน้ำหล่อเย็นด้วยฉนวนกันความร้อน

9. การติดตั้ง Ceramic Column เสร็จสิ้น

หุ้มทาสเปียร์สด

หุ้มทาสเปียร์สดปัจจุบันนับว่าได้เข้ามามีบทบาทมากพอสมควร จะเห็นได้ว่ามีทั้งแบบหุ้มชั่วคราวและถาวรอยู่ทั่วไป เทศกาลเปียร์สดจะเริ่มต้นเมื่อเข้าฤดูหนาวช่วงเดือนตุลาคมเป็นต้นไปจนถึงประมาณเดือนกุมภาพันธ์ แต่ถึงจะหมดเทศกาลเปียร์สดก็ยังมีจำหน่ายทั่วไปตามหุ้มและฝับ, บาร์ทั่วไป ในแง่ของการให้บริการกับบุคคลโดยทั่วไปนั้นการให้บริการอาจจะแบ่งได้ตามลักษณะดังนี้

1. ส่วนของการให้บริการลูกค้าการเปิดให้บริการลูกค้าส่วนใหญ่จะเปิดให้บริการช่วงตอนเย็นตั้งแต่ 17.00 - 02.00 น. บรรยากาศโดยทั่วไปจะเป็นสนามหญ้ามีโต๊ะ, เก้าอี้, สนามและร่วมกางตั้งอยู่

2. ส่วนของเคาเตอร์จำหน่ายเปียร์สด บนเคาเตอร์ส่วนมากจะมีหัวจ่ายเปียร์สดติดตั้งอยู่ 2 หัวจ่าย อุปกรณ์บริเวณในเคาเตอร์ประกอบด้วย

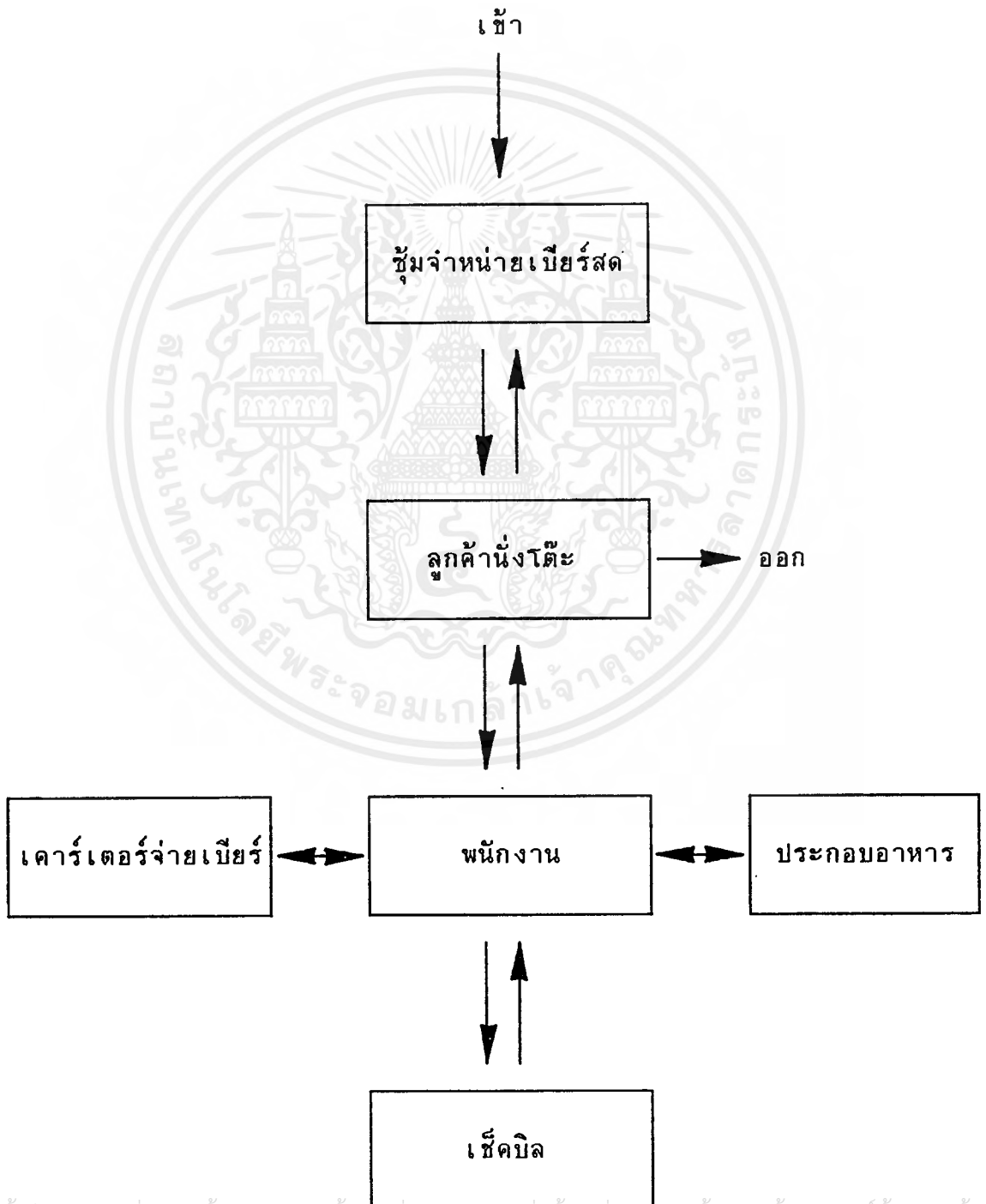
- ตู้เย็นสำหรับแช่เย็นเปียร์สดที่ใส่เหยือกแล้ว (ถ้าลูกค้ามากพนักงานจะรินเปียร์ใส่เหยือกไม่ทัน)
- ส่วนเก็บเหยือก, แก้ว, ถาด
- อุปกรณ์ถังใส่เปียร์สด, เครื่องทำความสะอาดเย็น, ถังแก๊สดันเปียร์

3. ส่วนโต๊ะให้พนักงานเขียนบิล เมื่อลูกค้าสั่งเปียร์และอาหาร

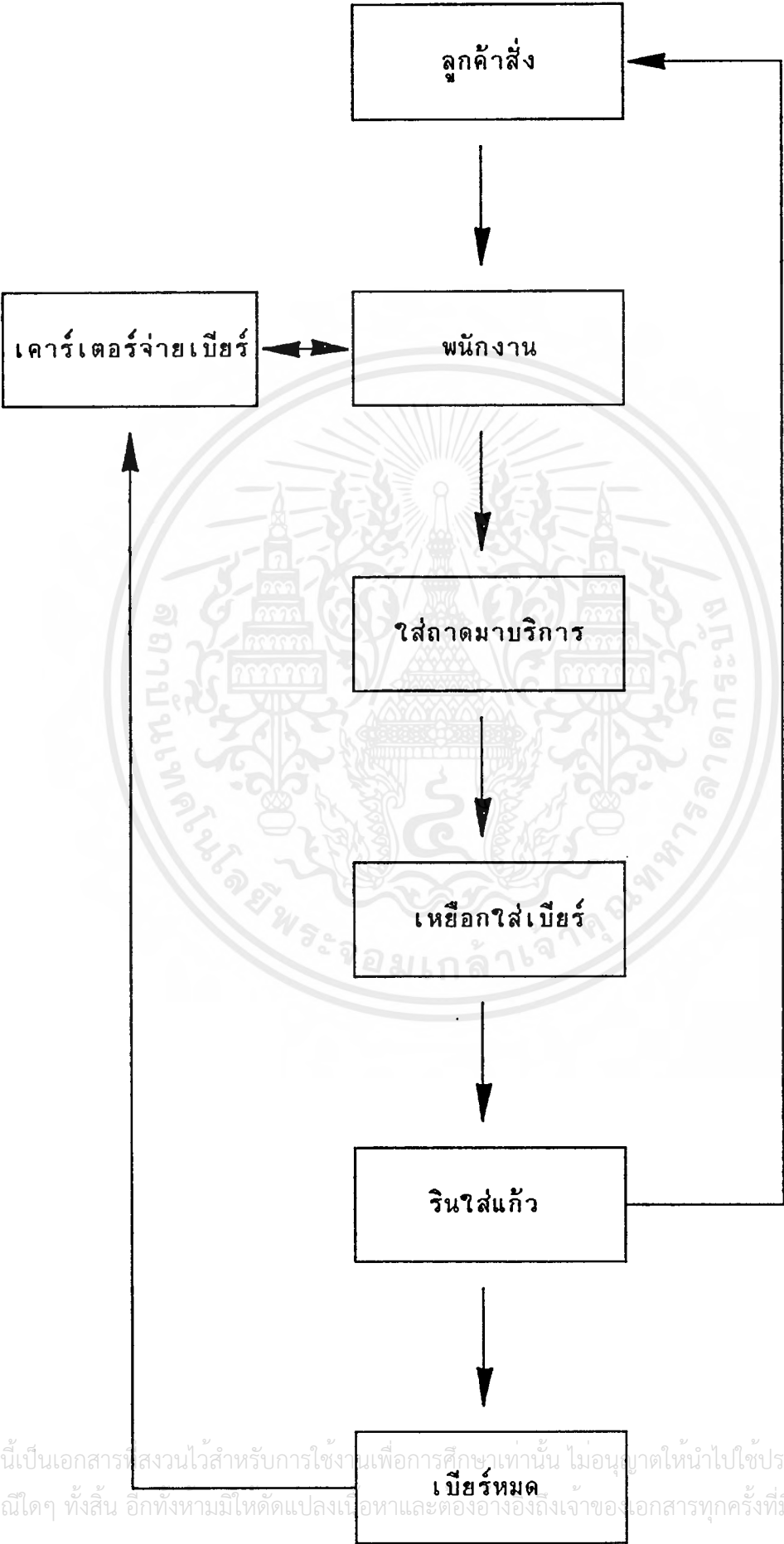
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ส่วนให้บริการการทำอาหาร อาหารส่วนใหญ่จะเป็นประเภทปิ้ง, ย่าง, ทอด, ยำ และอาหารในสไตล์ของอาหารยุโรป

ตารางที่ 1 พฤติกรรมของลูกค้าและการให้บริการ

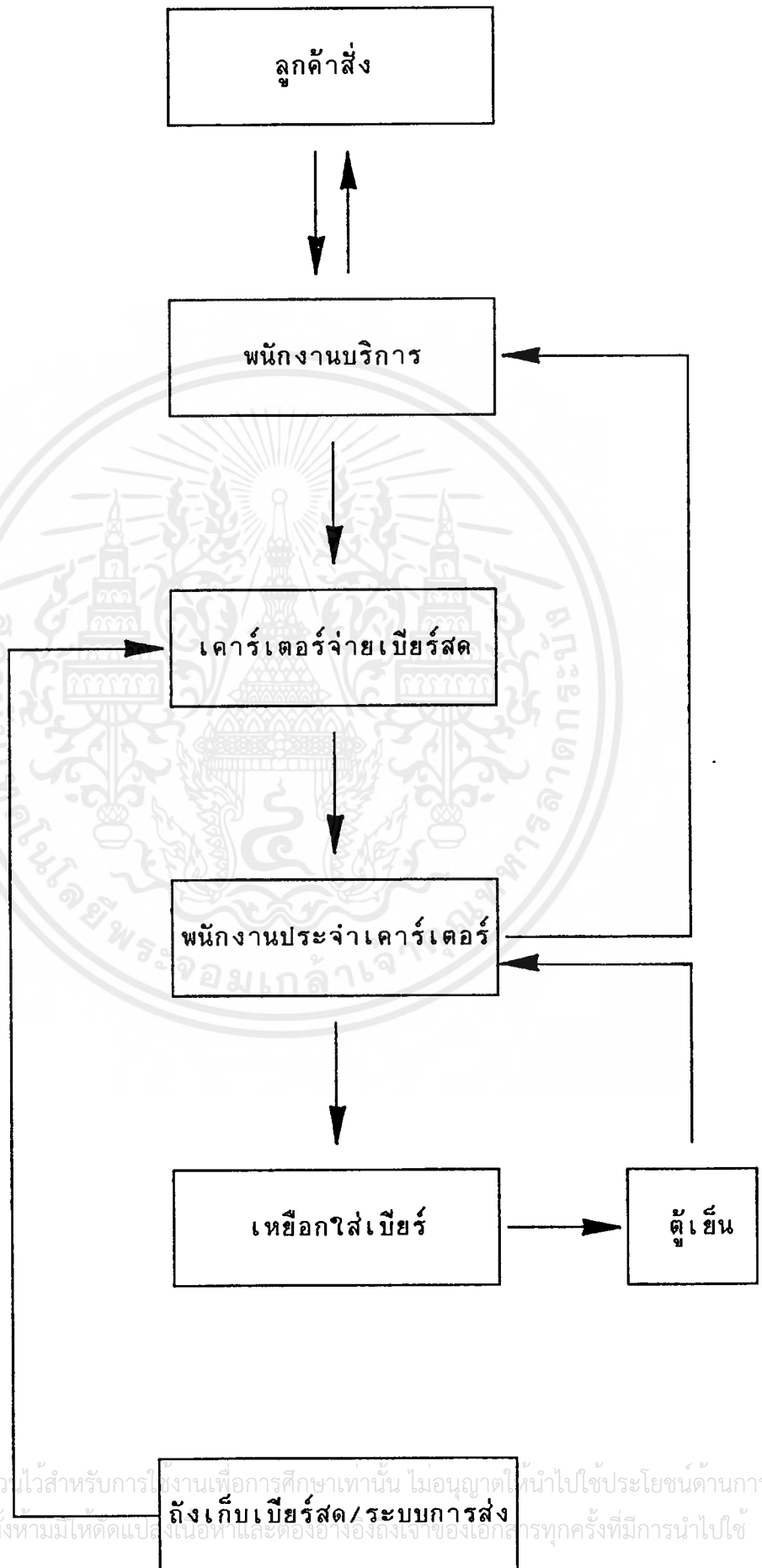


ตารางที่ 2 พฤติกรรมการดื่มและสิ่งเบียร์ของลูกค้า



เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 พฤติกรรมการทำงานของพนักงานประจำเคอร์เตอร์จ่ายเบี้ยรสด



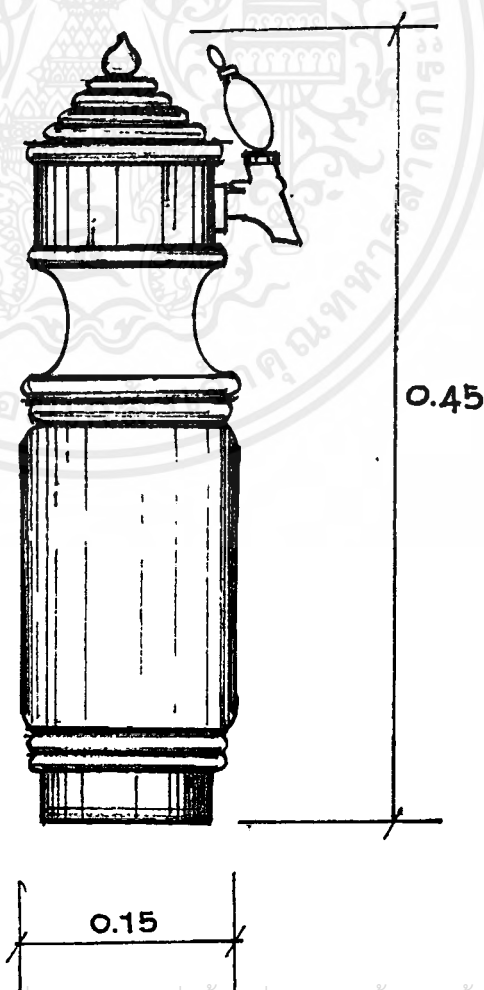
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องยืมไปใช้ของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์สำหรับไว้บริการเบียร์สด

อุปกรณ์ที่มีไว้บริการเบียร์สดอาจแยกออกได้เป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. อุปกรณ์ระบบจ่ายเบียร์ มีดังต่อไปนี้

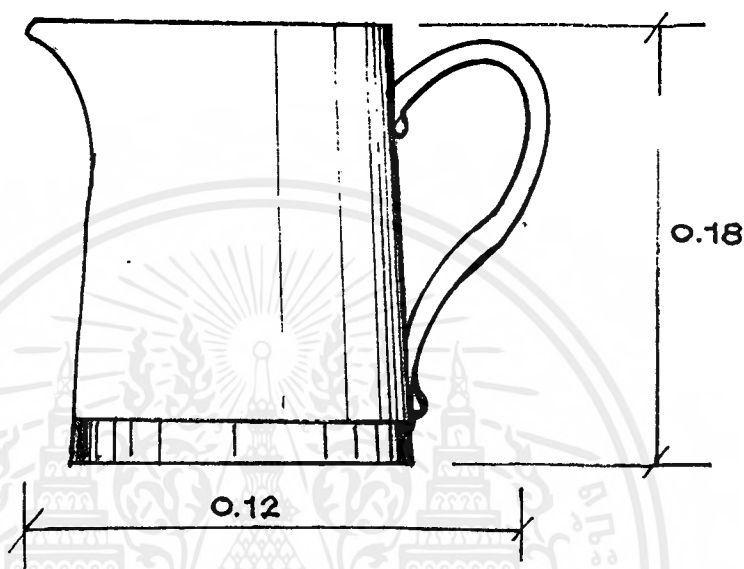
- ถังเก็บเบียร์สด 1 ถัง บรรจุได้ 30 ลิตร
- ตู้ทำความเย็น ใช้ระบบน้ำเย็น
- ถังแก๊สดันเบียร์สดออกจากถังเก็บ
- ชุดครอบหัวจ่ายเบียร์สด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. อุปกรณ์สำหรับไว้เสิร์ฟ ประกอบไปด้วย

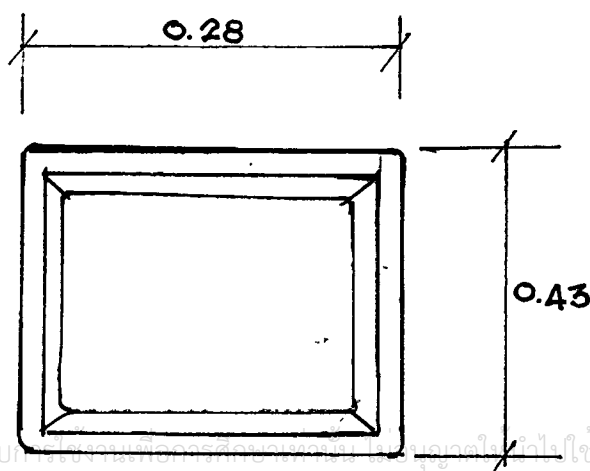
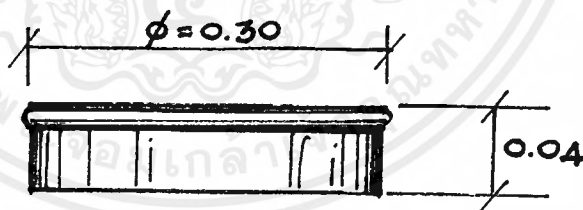
- เขยือก วัสดุเป็นพลาสติก ปริมาตรความจุ 1,300 ลบ.ซม.
1 เขยือก รินได้ 4 แก้วกว่า



- ถาดเสิร์ฟเบียร์ ในตู้ขายเบียร์สดคาร์ลสเบอร์กที่ใช้จะมี

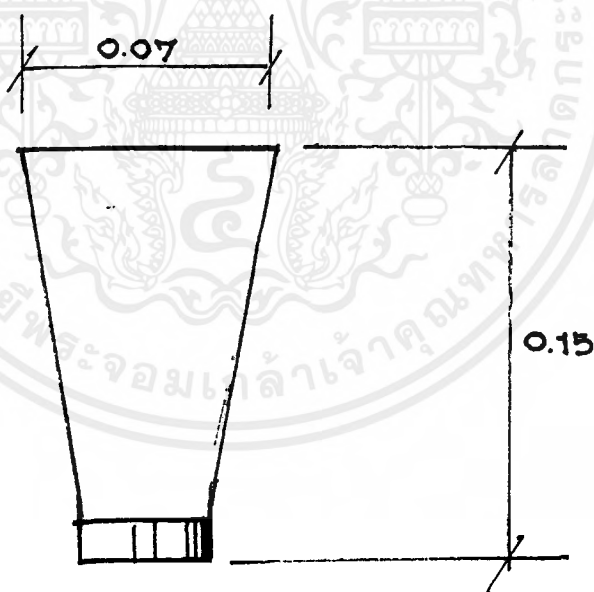
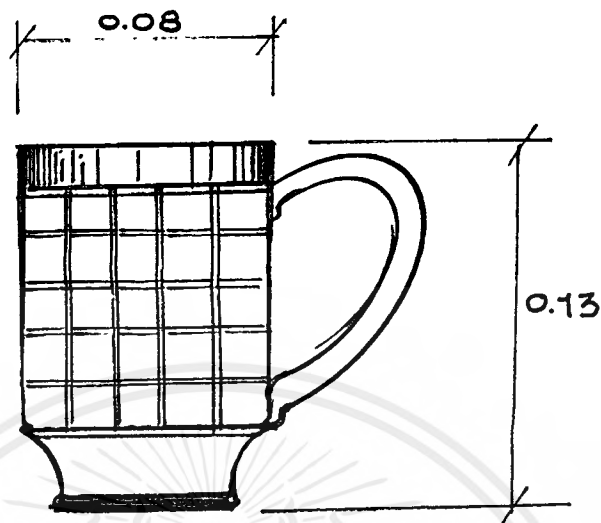
2 รูปแบบ

1. ถาดโลหะกลม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในวงจำกัดและอาจมีการเปลี่ยนแปลงโดยไม่แจ้งให้ทราบล่วงหน้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- แก้วเปียร์ รูปแบบแยกออกเป็น แบบมีหูและไม่มีหู
ปริมาตรบรรจุ 300 ลบ.ซม.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4 ถังบรรจุเบียร์สด



ภาพที่ 5 ชุดอุปกรณ์ในระบบจ่ายเบียร์สด ประกอบด้วย

ถังใส่เบียร์สด, เครื่องทำความเย็น, ถังแก๊ส, ท่อต่อไปยังหัวจ่ายเบียร์สด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในหน่วยงานเท่านั้น ไม่ควรเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตจากหน่วยงานต้นสังกัด
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและข้อมูลอ้างอิงของเอกสารฉบับนี้โดยไม่ได้รับอนุญาต

ภาพที่ 6 ชั้มบริการอาหาร



ภาพที่ 7 โต๊ะสำหรับพนักงานให้บริการ



เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์ของงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่หรือนำไปใช้ในการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 8 พนักงานรินเบียร์สดใส่เหยือกจากหัวจ่ายเบียร์สด



ภาพที่ 9 หัวครอบตัวระบบจ่ายเบียร์สด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้เผยแพร่เอกสารนี้เป็นการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 10 เคอร์เตอร์จ่ายเบียร์สด



ภาพที่ 11 บรรยากาสโดยรวมของเคอร์เตอร์จ่ายเบียร์สด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 12 สภาพบรรยากาศโดยทั่วไปของซุ้มเบียร์สด



ภาพที่ 13 สภาพบรรยากาศโดยทั่วไปของซุ้มเบียร์สด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความรู้เกี่ยวกับเครื่องปั้นดินเผา

ในสมัยแรกๆ เป็นที่เข้าใจกันว่า คำว่า เซรามิก (ceramic) หมายถึง ศิลปะที่เกี่ยวข้องกับเครื่องปั้นดินเผา ต่อมาได้มีการใช้ในความหมายกว้างมากขึ้น คือ รวมถึงอุตสาหกรรมทั้งหลายที่ใช้สารประกอบพวกซิลิเกต (silicate) ในการผลิตผลิตภัณฑ์ คำว่า เซรามิก ศัพท์เดิมมาจากภาษากรีก "เครามอส" (kamos) และมีรากศัพท์มาจากภาษาสันสกฤต (Sanskrit) ซึ่งมีความหมายว่า เเผา

ปัจจุบัน "เซรามิก" มีความหมาย 2 ประการ คือ ประการแรก หมายถึง ผลิตภัณฑ์ซึ่งกรรมวิธีการผลิตต้องผ่านการเผาที่อุณหภูมิสูง ส่วนความหมายประการที่สองหมายถึง ผลิตภัณฑ์ซึ่ง ส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ทั้งหมดหรือส่วนใหญ่ผลิตจากวัตถุดิบที่มีอยู่ตามธรรมชาติบนเปลือกโลก

วิชาเซรามิกส์ เป็นวิชาที่ประกอบด้วยศิลปะ และวิทยาศาสตร์ของการผลิต และการใช้ผลิตภัณฑ์ที่เป็นของแข็ง มีส่วนประกอบส่วนใหญ่ที่จำเป็นของผลิตภัณฑ์ที่เป็นวัสดุประเภทอนินทรีย์ และเป็นโลหะ ผลิตภัณฑ์เหล่านี้ได้แก่ เครื่องปั้นดินเผา ปอร์ซเลน วัตถุทนไฟ วัสดุก่อสร้างที่เป็นดินเผา วัสดุขัดถู โลหะเคลือบ ซีเมนต์ แก้ว วัสดุที่ใช้ในงานเกี่ยวข้องกับแม่เหล็กไฟฟ้า เพอร์โรอิเล็กทริก ผลึกเดี่ยวๆ เป็นต้น

อุตสาหกรรมเซรามิกส์มักเป็นอุตสาหกรรมที่ใหญ่ และมีความสำคัญในทุกประเทศ คุณสมบัติเฉพาะที่สำคัญของอุตสาหกรรมเซรามิกส์ คือ เป็นอุตสาหกรรมพื้นฐานรองรับอุตสาหกรรมอื่นๆ ตัวอย่างเช่น วัตถุทนไฟชนิดต่างๆ เป็นวัสดุพื้นฐานของอุตสาหกรรมถลุง และผลิตโลหะต่างๆ วัสดุขัดถู ก็เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับอุตสาหกรรมเครื่องจักร เครื่องมือ และอุตสาหกรรมการผลิตรถยนต์ ผลิตภัณฑ์แก้วมีความสำคัญต่ออุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์รถยนต์ สถาปัตยกรรม อิเล็กทรอนิกส์ และไฟฟ้าต่างๆ ซีเมนต์มีความสำคัญต่อสถาปัตยกรรมและการก่อสร้าง นอกจากนี้ยังมีผลิตภัณฑ์เซรามิกส์ ซึ่งมีคุณสมบัติเฉพาะตัวทั้งทางด้านไฟฟ้าและแม่เหล็กอีกหลายอย่าง ซึ่งมีความสำคัญต่อการพัฒนาเครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ในการควบคุม ใช้ในคอมพิวเตอร์ เป็นต้น เป็นความจริงที่สามารถพูดได้ว่า อุตสาหกรรม สำนักงาน และบ้าน หนีไม่พ้นที่จะต้องผลิตผลิตภัณฑ์เซรามิกส์เข้าไปเกี่ยวข้อง เครื่องมือที่ทันสมัยก็เช่นกันก็หนีไม่พ้นที่จะต้องผลิตผลิตภัณฑ์เซ-

รามิกส์เป็นส่วนประกอบ ทั้งนี้เพราะว่า ผลิตภัณฑ์เซรามิกส์มีคุณสมบัติทั้งทางเคมี ไฟฟ้า กลศาสตร์ ความร้อนและโครงสร้างที่เป็นประโยชน์

ปัจจุบันผลิตภัณฑ์เซรามิกส์มีมากมายหลายชนิด จะขอยกมาเป็นตัวอย่าง พอเป็นสังเขป

ผลิตภัณฑ์ประเภทแก้ว ซึ่งประกอบด้วยผลิตภัณฑ์พวกภาชนะเครื่องแก้ว ต่างๆ กระจก หลอดไฟ โคมไฟ เป็นต้น

ผลิตภัณฑ์ปูนขาว ยิปซัม (gypsum) และซีเมนต์

ผลิตภัณฑ์พวกไวท์แวร์ (white ware) ซึ่งประกอบด้วย ผลิตภัณฑ์ จนวนไฟฟ้าต่างๆ เช่น ลูกถ้วยไฟฟ้า หัวเทียนต่างๆ ที่ใช้ในรถยนต์ เครื่องบิน นอกจากนี้ก็มี เครื่องสุขภัณฑ์ กระเบื้อง ผลิตภัณฑ์เครื่องถ้วย ชาม ชนิดเออเทนแวร์ (Earthen ware) และจีน่าแวร์ (China ware) ปอร์ซเลนและสโตนแวร์ (Porcelain and Stoneware)

ผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิงนิวเคลียร์ ได้แก่ ยูเรเนียมไดออกไซด์ (UO_2) ThO_2 เป็นต้น

ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติเป็นแม่เหล็ก มีประโยชน์ใช้ในสมอกลคอมพิวเตอร์ และเครื่องอิเล็กทรอนิกส์ เช่น เฟอร์ไรต์ (ferrite) เป็นต้น

ผลิตภัณฑ์ที่เป็นผลึกเดี่ยวๆ ปัจจุบันมีการผลิตขึ้น เพื่อใช้แทนผลึกที่เกิดตามธรรมชาติหรือ เพื่อนำมาใช้เนื่องจากมีคุณสมบัติเฉพาะที่ต้องการที่ผลิตและใช้ประโยชน์ มากได้แก่ ผลึกของแซฟไฟร์ (sapphire) ซึ่งผลิตโดยให้ผลึกเติบโตจากแซฟไฟร์ที่ หลอมเหลว หรือการผลิตผลึกขนาดใหญ่ของควอตซ์ โดยการปล่อยให้เติบโต โดยวิธีการไฮโดรเทอมอล โพรเซส

ผลิตภัณฑ์ไนไตรด์ (Nitride) มีคุณสมบัติดีหลายประการใช้ในงานที่ต้องการคุณสมบัติพิเศษ เช่น อะลูมินัมไนไตรด์ใช้สำหรับหลอมอะลูมินัม วัตถุทนไฟ ซิลิกอนไนไตรด์ โบรอนไนไตรด์ ที่ผลิตโดยใช้ความร้อนและความดันสูงมากๆ ใช้เป็น ทั้งวัสดุทนไฟและวัสดุขัดถู

โลหะเคลือบที่เป็นอะลูมินัมเคลือบ ใช้มากในอุตสาหกรรมสถาปัตยกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลิตภัณฑ์ผสมระหว่างโลหะกับเซรามิกส์ใช้เป็นส่วนประกอบเครื่องมือต่างๆ และเป็นวัตถุดิบไฟ ผลิตภัณฑ์ที่สำคัญ เช่น คาร์ไบด์-โลหะ และโลหะผสมของโครเนียม-อะลูมิเนียมออกไซด์

ผลิตภัณฑ์คาร์ไบด์ ซิลิคอนคาร์ไบด์ และโบรอนคาร์ไบด์ ใช้เป็นวัสดุขัดถูได้ดียิ่ง

เฟอร์โรอิเล็กทริก เซรามิกส์ เช่น แบเรียม ทิตาเนต มีค่าคงที่ไดอิเล็กทริกสูงมาก มีประโยชน์ในงานอิเล็กทรอนิกส์

เนื้อแก้วที่ไม่ใช่ซิลิเกต เช่น MgO และ Al_2O_3 ที่โปร่งแสง ใช้ประโยชน์ในการส่งผ่านแสงอินฟราเรด และมีคุณสมบัติพิเศษอื่นๆ ต่อแสง

ไพโรเซอรัม หรือกลาสเซรามิกส์ (Pyroceram or Glass Ceramics) ผลิตภัณฑ์ ซึ่งผลิตในรูปของแก้วก่อนแล้วจึงทำให้เกิดนิวเคลียสและตกผลึกออกมาอีกทอดหนึ่ง

ผลิตภัณฑ์โลหะเคลือบ ถ้วย ชาม จาน กะละมัง ปิ่นโต และเครื่องประดับต่างๆ

ผลิตภัณฑ์วัสดุก่อสร้าง อิฐต่างๆ ท่อระบายดินเผาและกระเบื้องต่างๆ

ผลิตภัณฑ์วัสดุทนไฟ ซึ่งประกอบด้วยผลิตภัณฑ์ดินทนไฟ ผลิตภัณฑ์วัสดุทนไฟอื่นๆ

วัสดุขัดถู ชนิดต่างๆ เครื่องตัดต่างๆ ซึ่งผลิตด้วย Al_2O_3 หรือ Sic ผลิตภัณฑ์จากเหมืองแร่ เช่น แร่ดินขาว หินฟันม้า ควอทซ์

ผลิตภัณฑ์ออกไซด์บริสุทธิ์ ซึ่งผลิตในสภาพที่มีความสม่ำเสมอมากและมีคุณสมบัติที่เด่น เพื่อนำไปใช้ในงานที่ต้องการคุณสมบัติทางด้านไฟฟ้า และความทนไฟเด่นเป็นพิเศษ ออกไซด์ที่ใช้มากได้แก่ อะลูมินา (Al_2O_3) เซอร์โคเนีย (ZrO_2) ทอเรียม (ThO_2) เบอริลเลียม (BeO) แมกนีเซีย (MgO) สไปเนล ($MgAl_2O_4$)

ผลิตภัณฑ์เซรามิกส์ที่ใช้ทางการแพทย์ และทันตแพทย์ (Bio ceramics) กระดูกเทียม ฟันเทียม

การศึกษาวิชาเซรามิกส์ จำเป็นต้องศึกษาตั้งแต่ วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต ผลิตภัณฑ์เซรามิกส์ แหล่งวัตถุดิบ การแต่งวัตถุดิบให้มีคุณภาพเหมาะสมที่จะนำไปใช้ใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การผลิต คุณสมบัติเฉพาะตัวหรือคุณสมบัติประจำตัวของวัตถุดิบ เช่น ส่วนประกอบทางเคมี เนื้อสารหรือสินแร่ โครงสร้างของผลึก การกระจายของขนาดของอนุภาพ สี และคุณสมบัติต่างๆ ระหว่างเผา และหลังจากการเผา ศึกษาหาส่วนผสมของวัตถุดิบที่เหมาะสมเมื่อผลิตเป็นผลิตภัณฑ์แล้วจะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติตามต้องการ ศึกษาถึงวิธีการต่างๆ ที่ใช้ในการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์แต่ละรูปแบบแต่ละชนิดให้เหมาะสม เพื่อจะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ และการสูญเสียผลิตภัณฑ์ในกรรมวิธีการผลิตน้อยลง เมื่อขึ้นรูปผลิตภัณฑ์แล้วก็ต้องศึกษาวิธีการอบผลิตภัณฑ์ให้แห้งก่อนเรียงผลิตภัณฑ์เข้าเตาเผา ศึกษาผลต่างๆ ทั้งทางเคมี และฟิสิกส์ที่เกิดขึ้นระหว่างการเผา และหลังเผา เมื่อเผาผลิตภัณฑ์เป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จแล้ว ก็ต้องศึกษาวิธีการตรวจสอบคุณภาพและคุณสมบัติต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ว่ามีคุณสมบัติเหมาะสมกับชนิดของผลิตภัณฑ์ และเหมาะสมที่จะนำไปใช้งานตามต้องการหรือไม่ และต้องศึกษาหาวิธีการปรับปรุงแก้ไขให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพดียิ่งขึ้น ในการศึกษาสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้ ความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ทุกสาขามีส่วนเข้ามาเกี่ยวข้อง ไม่ว่าจะเป็น ฟิสิกส์ เคมี ฟิสิกอลเคมี เทอร์โมไดนามิก วิธีการวัดและการวิเคราะห์ จากประสบการณ์สอนนักเชรามิกส์ให้มีการควบคุมผลิตภัณฑ์เชรามิกส์ให้มีคุณภาพที่สม่ำเสมอ ยิ่งนำเอาวิธีการขึ้นรูปแบบอัตโนมัติเพื่อเพิ่มความเร็วในการผลิตเข้ามาใช้ ยิ่งจำเป็นต้องจัดหาวิธีการตรวจสอบวัตถุดิบทั้งปริมาณ ทั้งทางด้านเคมีและเนื้อแร่ต่างๆ เพื่อควบคุมคุณสมบัติต่างๆ ในระหว่างการผลิตและควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ในกรรมวิธีการผลิตที่ซับซ้อนเป็นเรื่องยากที่จะทำให้รู้ว่าอะไรเป็นสาเหตุทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแตกต่างกันออกไปความก้าวหน้าทางวัสดุศาสตร์ทำให้มีการยอมรับการแก้ไขปรับปรุงวิธีการทดสอบต่างๆ

การทดลองพื้นฐานทั้งหมดที่ฝ่ายอุตสาหกรรมเชรามิกส์เหลือไว้ให้ฝ่ายวิชาการทำงาน ได้แก่ วิธีการหาทั้งทางด้านเคมีและโครงสร้างของส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์เชรามิกส์และของวัตถุดิบต่างๆ ที่เป็นส่วนผสมในเนื้อดินปั้น ในการหาสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้มีวิธีการหรือเทคนิคต่างๆ มากมาย นักเชรามิกส์ซึ่งเป็นผู้รับผิดชอบจะต้องทำงานด้วยความระมัดระวัง เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องโดยที่เสียเวลาและค่าใช้จ่ายไม่มากนัก การพัฒนาเรื่องคุณสมบัติเฉพาะ (characterization) แยกออกมาต่างหาก เพื่อใช้แสดงลักษณะเฉพาะของวัสดุหรือเนื้อผลิตภัณฑ์ คุณสมบัติเฉพาะจะอธิบายลักษณะ

ต่างๆ ของส่วนประกอบและโครงสร้าง ซึ่งรวมทั้งข้อเสียต่างๆ ของวัสดุ คุณสมบัติเฉพาะมีความสำคัญมากต่อการผลิต การศึกษาคุณสมบัติต่างๆ และมีความสำคัญมากพอที่จะทำให้สามารถผลิตวัสดุให้เหมือนเดิม

ปัจจุบันวิชาการเซรามิกส์ก้าวหน้าไปไกลมาก มากกว่าที่ผู้เขียนได้ศึกษารวบรวมมาเขียนเป็นตำราเล่มนี้ ตำราเล่มนี้จึงเป็นเพียงตำราที่ให้ความรู้พื้นฐานที่จะได้ใช้ประโยชน์ในการศึกษาวิชาเซรามิกส์ให้กว้างขวางและลึกซึ้งมากขึ้นในขั้นต่อไป

วัตถุดิบ

วัตถุดิบที่ใช้ในอุตสาหกรรมเซรามิกส์บางอย่าง ได้มาจากสินแร่ตามธรรมชาติ เช่น ดินต่างๆ (clays) หินฟันม้า (feldspar) หินควอทซ์ (quartz) และทรายทะเล เป็นต้น นอกจากนี้วัตถุดิบบางอย่างได้จากการสกัดจากสินแร่ตามธรรมชาติและนำมาทำให้บริสุทธิ์ด้วยกระบวนการทางเคมี เช่น อะลูมินา (alumina) ซึ่งได้จากแร่บอกไซต์ (bauxite) ที่ได้จากการสังเคราะห์ เช่น แบเรียมทิตาเนต $\text{BaO} \cdot \text{TiO}_2$ นอกจากนี้ก็มีพวกเฟอร์ไรท์ (ferrites) และสารอินทรีย์บางชนิดที่ใช้เป็นตัวช่วยในการขึ้นรูป ผลิตภัณฑ์เซรามิกส์สมัยใหม่ ต้องการวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตมีเปอร์เซ็นต์ความบริสุทธิ์สูง เพราะสิ่งสกปรกเพียงเล็กน้อยซึ่งอาจจะน้อยกว่า 1 % ก็มีอิทธิพลต่อโครงสร้างซึ่งเชื่อมโยงไปถึงคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์นั้นๆ ด้วยการผลิตเซรามิกส์กึ่งตัวนำ (Semiconducting Ceramics) สิ่งสกปรกจะต้องมีน้อยกว่า 1 ใน 10^{-8} กล่าวโดยทั่วไปสิ่งสกปรกไม่เป็นที่ปรารถนาในทุกขั้นตอนการผลิต การควบคุมขนาดและรูปร่างของวัตถุดิบมีความสำคัญไม่น้อยกว่า การควบคุมความบริสุทธิ์ของวัตถุดิบ เพราะมักจะมีผลต่อการขึ้นรูป การเกิดปฏิกิริยาระหว่างกันของวัตถุดิบต่างๆ ในขณะที่เผาหรือระหว่างการทำการสังเคราะห์สารต่าง ๆ

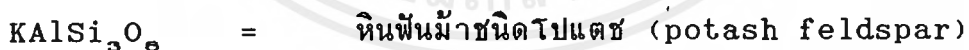
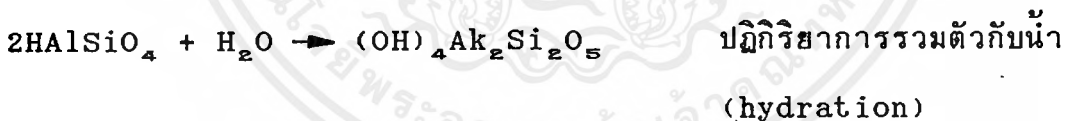
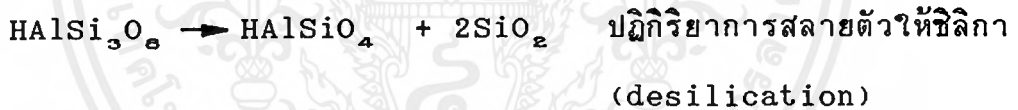
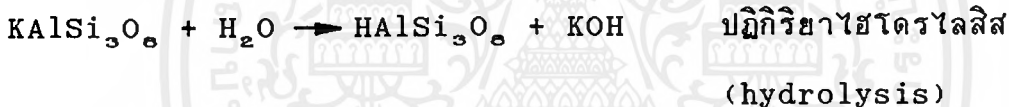
ดินเป็นวัตถุดิบที่สำคัญในการผลิตภัณฑ์เซรามิกส์ โดยเฉพาะภาชนะรองรับอาหาร (dinner ware or table ware) พวกสุขภัณฑ์ (sanitary ware) พวกกระเบื้อง (wall and floor tile) และอื่นๆ ดินมีหลายชนิดแตกต่างกันไป อาจจะแตกต่างกันในเรื่องสีหรือต่างกันในเรื่องโครงสร้าง รวมทั้งต่างกันในเรื่องคุณสมบัติ

สมบัติทางกายภาพและเคมี เป็นต้นว่า มีความเหนียวต่างกัน มีปริมาณ SiO_2 ต่างกัน ดินอาจจำแนกเป็น 2 ชนิด คือ ดินขาวกับดินเหนียว

1 ดินขาว (Kaolin, China Clay)

ดินขาว หมายถึงดินมีสีขาวหรือสีซีดจางทั้งในสภาพที่ยังไม่ได้เผาและเผาแล้ว ดินขาวมีส่วนประกอบส่วนใหญ่เป็นแร่ดินกลุ่ม Kaolinite และมีความสัมพันธ์กับ มัสโคไวท์ ไมกา อิลไลต์ คอชต์ และอาจมีมอนต์มอริลโลไนท์ แหล่งดินชนิดนี้มี 2 แบบ

1. แหล่งต้นกำเนิด (residual deposits) ดินขาวแหล่งนี้ มักพบในลักษณะเป็นภูเขาหรือที่ราบซึ่งเดิมที่เป็นแหล่งแร่หินฟันม้า เมื่อหินฟันม้าผุพังโดยบรรยากาศ (weathering) ผลสุดท้ายจะเหลือเป็นดินขาวอยู่ ณ ที่นั้น กระบวนการเกิดดินขาว (Kaolinization) นี้มีขั้นตอนของปฏิกิริยาต่างๆ ดังนี้



สิ่งสกปรกที่พบเสมอในดินแหล่งนี้ คือ ซิลิกา (silica) มีสูตรเคมีเป็น SiO_2 นอกจากนี้ก็มีหินฟันม้า และผลิตผลอื่นๆ ที่ยังไม่เปลี่ยนแปลงเนื่องจากปฏิกิริยายังไม่สมบูรณ์ และอาจมีสิ่งสกปรกอื่นที่เข้าไปปน

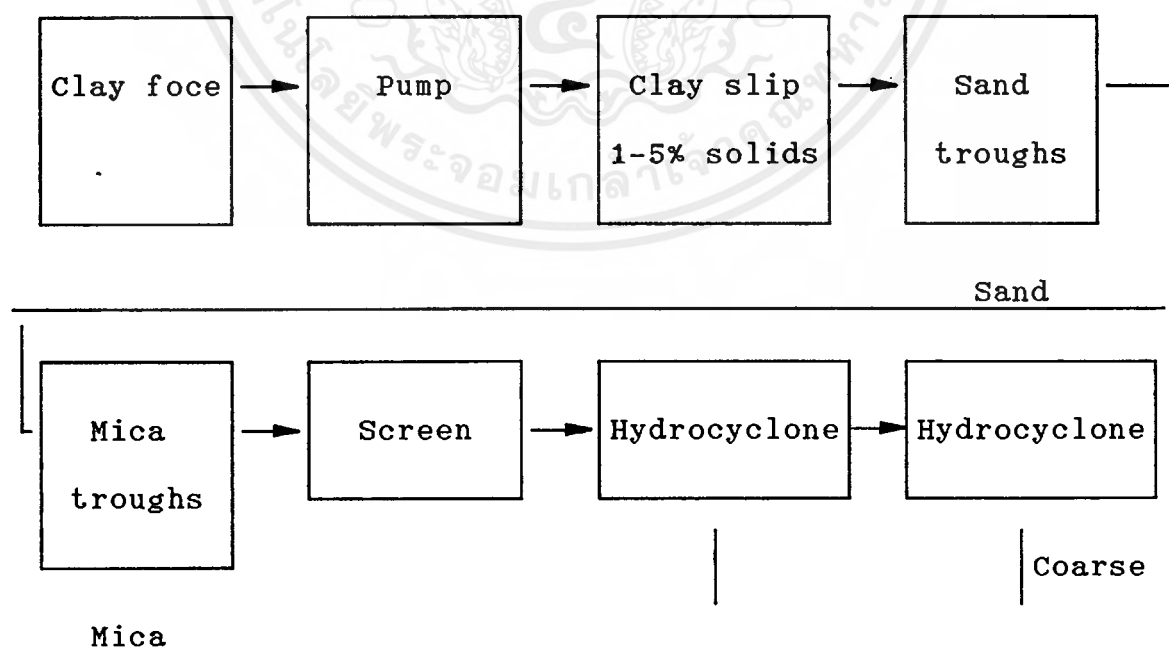
2. แหล่งสะสมที่ลุ่ม (sedimentary deposit) หมายถึงแหล่งดินขาวที่เกิดจากดินขาวจากแหล่งแรก ถูกกระแสน้ำพัดพาไป และไปสะสมในบริเวณที่ราบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในประเทศไทยมีแหล่งดินขาวหลายจังหวัด มีจังหวัดลำปาง อุดรดิตถ์ ปราจีนบุรี ระนอง สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช เป็นต้น

1.1 การทำเหมืองและการล้างดิน (Mining and treatment)

เมื่อได้ชุดสำรวจจนทราบบริเวณของแหล่งดินแล้ว ชุดผิวหน้า ซึ่งปกคลุมแหล่งดินออกแล้วจึงชุดดินขาวส่งไปยังโรงล้างดิน การล้างดินอาศัยน้ำเป็นตัวล้าง และใช้สารเคมี เช่น sodium polyphosphate หรือ sodium silicate เป็นตัวช่วยให้ดินกระจายตัวได้ดี ดินละเอียดๆ จะถูกกระแสน้ำพาไป พวกหยาบๆ จะจมตัวลง เครื่องมือใช้ในการล้างดินอาจใช้รางแยกแร่ (trough type) อ่างกักดิน (bowl classifier) เครื่องคัดขนาดแบบระหัด (drag classifier) hydrocyclone หรือเครื่องเซนติฟิวจ์ที่มีอัตราเร็วสูง หลังจากขจัดพวกหยาบๆ แล้วกรองด้วย filter press หรือ centrifuge แยกดินออกจากน้ำ แล้วนำไปตากแห้ง บดให้ละเอียด บรรจุถุงและส่งไปจำหน่าย แผนผังข้างท้ายนี้แสดงกระบวนการล้างดิน



1.2 ส่วนประกอบทางเคมีของดินขาว

ผลึกที่บริสุทธิ์ของดินขาวมีส่วนประกอบทางเคมีเป็น $(\text{HO})_4 \text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5$ หรือ $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ หรือ 39.8% Al_2O_3 , 46.3% SiO_2 และ 13.9% H_2O ดินขาวที่พบตามแหล่งมีส่วนประกอบต่างกันไปด้วยเหตุผล 2 ประการ

1. เนื่องจากในโครงสร้างของดินขาวมีการแทนที่กันของโลหะธาตุ ที่มีประจุบวก
2. เนื่องจากมีสารประกอบอื่นปะปนอยู่ ได้แก่ quartz, feldspar, rutile, pyrite, tourmaline, zircon, hematite, magnetite, fluorite, muscovite เป็นต้น

1.3 แร่ดินขาว (Kaolin Minerals)

ปัจจุบันเรารู้เรื่องแร่ดินขาวเป็นอย่างดี เนื่องจากเราได้ใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์เข้าช่วย เครื่องมือนี้ได้แก่ X-ray diffraction, differential thermal analysis (DTA), electron microscope และ infrared spectrophotometer

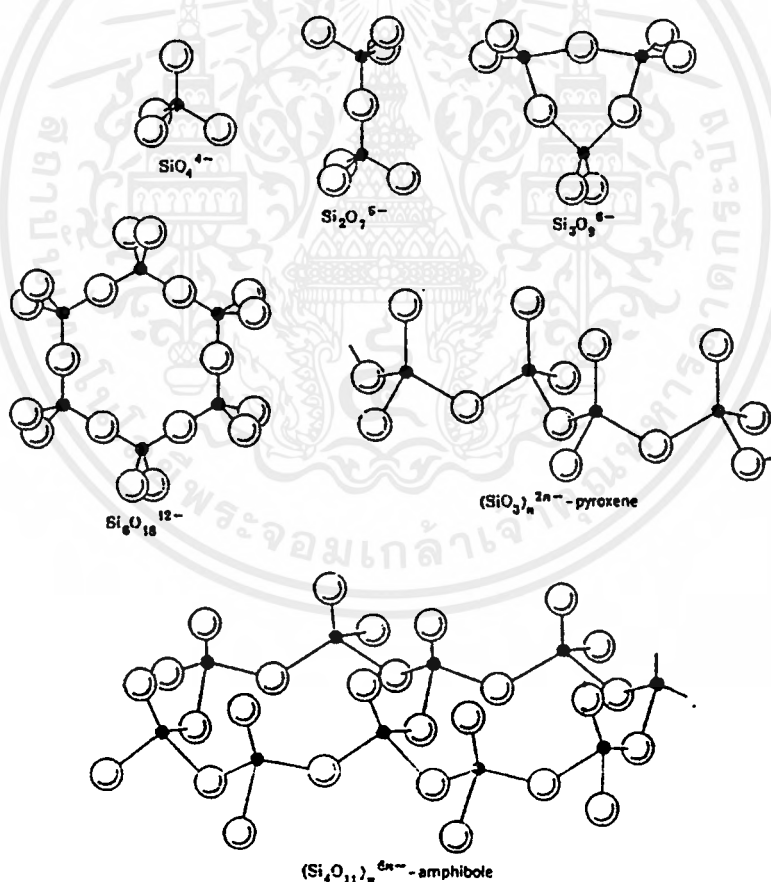
โครงสร้างของสารประกอบพวกซิลิเกต (silicate structures) สารประกอบพวกซิลิเกตมีโครงสร้างได้หลายแบบ ซึ่งขึ้นกับการเชื่อมโยงกันของ silicon-oxygen tetrahedron

แร่อกลุ่มนี้ เป็นกลุ่มแร่ที่มีทั้งส่วนประกอบเคมีและโครงสร้างที่สลับซับซ้อน โครงสร้างแร่อกลุ่มนี้โดยทั่วไปแบ่งได้เป็น 4 ชนิด ได้แก่ (1) ออโรซิลิเกต (orthosilicate) SiO_4^{4-} มีโครงสร้างเป็นเตตระฮีดรอลเดี่ยวๆ (2) ไพโรซิลิเกต (Pyrosilicate) $\text{Si}_2\text{O}_7^{4-}$ โครงสร้างอนุมูลไพโรซิลิเกตประกอบด้วย รูปเตตระฮีดรอล 2 รูป เชื่อมกันที่มุม (3) เมตาซิลิเกต (metasilicate) SiO_3^{2-} , $-(\text{SiO}_3)_n^{2n-}$ โครงสร้างของมันจะมีมุม 2 มุม ของรูปเตตระฮีดรอล เชื่อมต่อกันทำให้เกิดรูปวงหรือรูปเส้นแบบต่างๆ และ (4) ซิลิเกตที่มีโครงสร้างแบบเลเยอร์ (layer) $(\text{Si}_2\text{O}_5)_n^{2n-}$ เลเยอร์ประกอบด้วยโครงสร้างเตตระฮีดรอล ซึ่งที่มุมสามมุมของรูปมีการเชื่อมโยงกัน

แร่ที่จัดอยู่ในกลุ่ม ออโทซิลิเกต ได้แก่ Mg_2SiO_4 และ xMg_2SiO_4
 yFe_2SiO_4 garnet, zircon และอะลูมิโนซิลิเกต ได้แก่ kyanite, sillimanite,
 และ mullite

กลุ่มแร่ไฟโรซิลิเกต เป็นกลุ่มแร่ที่พบบ่อย

รูปที่ 14 แสดงให้เห็นโครงสร้างของแร่ซิลิเกตบางชนิด



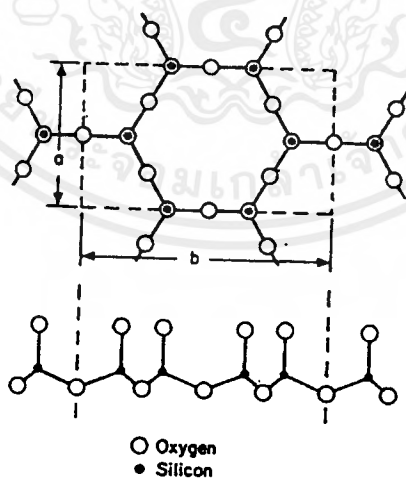
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลุ่มแร่เมตาซิลิเกต เป็นกลุ่มแร่ซึ่งมีอนุมูล $(\text{SiO}_3)^{2-}$ อนุมูลนี้มีโครงสร้างการจับกันของซิลิเกตเตตระอีตรอลสองรูปแบบคือ (1) โครงสร้างเป็นวง และ (2) โครงสร้างเป็นเส้น

แร่ที่มีโครงสร้างเป็นวง เช่น wollastonite CaSiO_3 และ beryl $\text{Be}_3\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{18}$

แร่ที่มีโครงสร้างเป็นเส้นที่หลายแร่ ได้แก่ แร่พวก pyroxen และ amphibole

Disilicates เป็นโครงสร้างที่พบในแร่ดินโครงสร้างของมันเกิดจากการเชื่อมโยงกันของออกซิเจนกับออกซิเจนอะตอมสามคู่ของ tetrahedron ของแต่ละหน่วย การเชื่อมโยงกันเป็นไปอย่างต่อเนื่องในลักษณะที่เป็นแผ่น (sheet) ซึ่งจะมีอัตราส่วนของ Si:O ในอัตราส่วน 2:5 รูปร่างของ tetrahedral sheet จะมีลักษณะคล้ายรวงผึ้ง ตรงกลางของแต่ละเซลล์เป็นโพรงใหญ่ดังรูป



octahedral sheet ประกอบด้วยแต่ละคู่ของ octahedral-packed OH sheets ซึ่งมีอนุมูลบวอยู่ระหว่าง octahedron เหล่านั้น มาเรียงซ้อนกันอย่างเหมาะสมพวกอนุมูลบวอาจเป็น Al^{+3} , Fe^{+2} ในดินซึ่งมีคุณภาพสูงเราจะพบแต่ Al^{+3} นอกจากนี้ใน octahedral sheet ยังมีโพรงเช่นเดียวกับ tetrahedral sheet ในโพรงเหล่านี้พวกอนุมูลบวสามารถเข้าไปอยู่ได้ ในหนึ่งเซลล์ถ้ามีอนุมูลบวเข้าไปอยู่เต็มที่ 6 ตัว เรียกแร่เหล่านี้ว่า trioctahedral และถ้ามีอนุมูลบวเข้าไปอยู่เพียง 2 ใน 3 หรือ 4 ตัว เรียกแร่เหล่านี้ว่า dioctahedral ดังรูป

tetrahedral sheet กับ octahedral sheet เมื่อจับกันอย่างเหมาะสมจะกลายเป็นเนื้อเยื่อพื้นฐาน (layers typical) ของแร่ดิน การจับตัวกันก็โดยการแทนที่ 4 ใน 6 OH ในหนึ่งเซลล์ของ octahedral sheet ด้วย O^{2-} ซึ่งเป็นตัวที่เหลืออยู่ที่ยอดของ tetrahedral sheet

ถ้า T = tetrahedral sheet

O = Octahedral sheet

: = การจับตัวกัน

แร่ที่เกิดจาก T : O พบในแร่ดินขาว

แร่ที่เกิดจาก T : O พบในแร่ Mica และ Montmorillonite

ในหนึ่งเซลล์ของแร่ดินอาจมี 2 layers หรือมากกว่าเรียงซ้อนกันก็ได้ เมื่อ layer หนึ่งซ้อนบนอีก layer หนึ่งอย่างเหมาะสมจะได้โครงสร้างเป็น orthorhombic ถ้า layers ปิดไปทางหนึ่งทางใดจะได้โครงสร้างเป็น Monoclinic หรือถ้ามีการปิดไปในสองทิศทางจะได้โครงสร้างเป็น triclinic แร่บางชนิดเช่น Montmorillonite การซ้อนกันของ layer เป็นไปในลักษณะไม่มีระเบียบ

แร่ดินขาว (Kaolin minerals) แร่ดินขาวมีหลายอย่างแตกต่างกันไปตามโครงสร้างและสูตรทางเคมี สูตรเคมีพื้นฐาน คือ $(OH)_4Al_2(Si_2O_5)$ การเรียกชื่อแร่ดินต่างๆ ในที่นี้เรียกตาม the clay Minerals group Sup-Committee

Kaolinite เป็นแร่ดินที่พบมากที่สุด โครงสร้างของมันประกอบด้วยหนึ่ง layer ในหนึ่งเซลล์ซึ่งเกิดจากการจับกันของ tetrahedral sheet กับ octahedral sheet โครงสร้างของมันเป็น triclinic

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้ในเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Fire-clay Minerals แร่ดินชนิดนี้มักพบในดินทนไฟ เขาพบว่าแร่ดินชนิดนี้ชั้นในทางแกน C มีการเรียงตัวไม่เป็นระเบียบ

1.4 คุณสมบัติทางกายภาพของแร่ดินขาว

การทราบคุณสมบัติทางกายภาพของแร่ดินขาว จะช่วยให้เราสามารถทำนายคุณสมบัติของเนื้อดินปั้นซึ่งมีแร่ดินเหล่านั้นผสมอยู่ได้ดีพอสมควร คุณสมบัติที่เราควรจะได้ศึกษา คือ

ขนาด (particle size) คุณสมบัตินี้มีความสำคัญมากอันหนึ่งเพราะว่ามันเกี่ยวข้องกับคุณสมบัติทางด้านความเหนียว (plasticity) ความแข็งแรงเมื่อแห้ง (dry strength) ความสามารถแลกเปลี่ยนอนุมูล และการหดตัวเมื่อแห้ง (drying shrinkage) กล่าวโดยทั่วไปดินเม็ดละเอียดจะให้ความเหนียวและการหดตัวเมื่อแห้งมากกว่าดินเม็ดหยาบ

การหาความละเอียดของดินควรหาลงไปถึงขนาดหนึ่งไมครอน

รูปร่าง (particle shape) แร่ kaolinite อนุภาคของมันมีรูปร่างเป็นแผ่นหกเหลี่ยม มีขนาดจาก 0.05 ถึง 10 ไมครอน โดยเฉลี่ยขนาดอยู่ระหว่าง 0.5 ไมครอน

ความสามารถในการแลกเปลี่ยนอนุมูล (base exchange capacity) คุณสมบัติข้อนี้สำหรับแร่ kaolinite มีน้อยมากเพราะว่าในแร่นี้มีการแทนที่กันของพวกอนุมูลบวกในโครงสร้างน้อยมาก โดยเฉพาะผลึก kaolinite ที่บริสุทธิ์จะไม่สามารถในการแลกเปลี่ยนอนุมูลเลย มันจะแลกเปลี่ยนได้เมื่อมันเป็นผลึกที่ไม่สมบูรณ์หรือมันดูดซับเอาผลึกขนาดเล็กของแร่พวก TOT หรือ three layer เข้าไว้ที่ผิวของมัน

ตาราง 4 base exchange capacity

Base exchange capacity			
Clay	Mean spherical diameter in microns	Surface area per 100 gm/m ²	Base exchange capacity in milli-equiv. per 100 gm
Kaolinite fraction	10	1.1	0.4
" "	4	2.5	0.6
" "	2	4.5	1.0
" "	1	11.7	2.3
" "	0.5	21.4	4.4
" "	0.2	39.6	8.1
Georgia kaolin			1
Pa. flint fire clay			5
Ky. flint fire clay			7
Plastic fire clay			7
Ky. ball clay			12
Bentonite			100

Separation of accessory minerals in clay		
Mineral	Specific gravity	Heavy liquid
Gypsum	2.3	2.5-Tetrabromoethane + carbon tetrachloride
Gibbsite	2.4	
Orthoclase	2.6	(Clay minerals in this group) 2.65-Tetrabromoethane + carbon tetrachloride
Microcline	2.6	
Albite	2.6	
Quartz	2.7	
Calcite	2.7	
Anorthite	2.8	2.9-Tetrabromoethane + carbon tetrachloride
Biotite	2.8	
Muscovite	2.8	
Beryl	2.8	
Tourmaline	3.0	
Magnesite	3.0	3.87-Sol. of thallium formate at 40°C
Garnet	3.4	
Limonite	3.8	
Corundum	4.0	
Ilmanite	4.2	
Rutile	4.5	
Zircon	4.7	
Pyrite	5.0	
Hematite	5.2	
Magnetite	5.2	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติเมื่อแห้ง (drying properties) การหดตัวเมื่อแห้งของแร่ดินล้วนๆ เราไม่ค่อยสนใจ เพราะว่าเนื้อดินปั้นมักประกอบด้วยแร่หลายอย่าง แต่อาจกล่าวได้กว้างๆ ว่าดินที่ละเอียดกว่ามีการหดตัวมากกว่าดินหยาบเมื่อปล่อยให้แห้ง

ความแข็งแรงเมื่อแห้ง (green strength) คุณสมบัตินี้สำคัญมากโดยเฉพาะเมื่อนำแร่ดินขาวไปใช้ในเนื้อดินปั้นซึ่งไม่มีดินเหนียวอยู่เลย เพราะว่าดินขาวเท่านั้นที่จะเป็นตัวช่วยให้ผลิตภัณฑ์ดินมีความแข็งแรงมากน้อยเพียงไร ดินละเอียดหรือดินที่มีมอห์มอริลโลไนท์จะให้ความแข็งแรงมากที่สุด

คุณสมบัติหลังจากเผา (firing properties) แร่ดินขาวมีการหดตัวมากหลังการเผาไม่ควรใช้แร่ดินขาวล้วนเป็นเนื้อดินปั้น แร่ดินขาวเมื่อเผาแล้วจะหดตัวประมาณ 20%

2 ดินเหนียว (ball clay)

ดินขาวเป็นดินที่ใช้มากในอุตสาหกรรมเซรามิกส์ แต่มีดินอีกชนิดหนึ่งซึ่งมีความสำคัญเช่นกัน ดินชนิดนี้มีสีดำแต่เมื่อเผาแล้วจะมีสีขาว ดินชนิดนี้มีความเหนียวมากกว่าและทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ยังไม่เผามีความแข็งแรงมากกว่าดินขาว

ดินเหนียว อาจจะทำให้คำจำกัดความได้ว่า หมายถึงดินที่มีสีขาว ขาวคล้ำ จนถึงดำสนิทมีแหล่งสะสมที่ลุ่ม มีเม็ดละเอียด มีอินทรีย์สารเจือปน มีความเหนียวดี ให้ความแข็งแรงต่อผลิตภัณฑ์ก่อนเผาดีกว่าดินขาว มีช่วงอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงสภาพของเนื้อดินไปเป็นเนื้อแก้วค่อนข้างยาว หลังเผามีสีขาวหรือสีจาง ดินเหนียวมีการเปลี่ยนแปลงมากในแต่ละแหล่ง

เหตุผลที่เราต้องนำดินเหนียวมาใช้ในอุตสาหกรรมเซรามิกส์มีด้วยกัน 4 ประการ คือ

1. ช่วยเพิ่มความสามารถในการขึ้นรูปของเนื้อดินปั้นให้ดีขึ้น
2. พัฒนาผลิตภัณฑ์ก่อนเผาให้มีความแข็งแรงมากขึ้น ซึ่งเป็นผลทำให้การสูญเสียเนื่องจากการแตกหักของผลิตภัณฑ์ที่ยังไม่เผาในขณะที่มีการเคลื่อนย้ายลดน้อยลง
3. ช่วยทำให้น้ำดินที่ใช้ในการเทแบบมีการไหลตัวดีขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ดินเหนียวบางชนิดมีความสามารถช่วยทำให้เกิดปฏิกิริยาระหว่างมวลสารในเนื้อดินปั้นในขณะทำการเผา เป็นผลทำให้ผลิตภัณฑ์มีเนื้อแน่น เป็นเนื้อเดียวกันตลอด

การนำดินเหนียวมาใช้ในการอุตสาหกรรมเซรามิกส์ก็มีข้อเสีย คือ

1. ในดินเหนียวมักมีสิ่งสกปรก เช่น Fe_2O_3 และ TiO_2 ซึ่งเป็นตัวทำให้ความขาวของเนื้อผลิตภัณฑ์เสียไป โดยเฉพาะถ้ามีปริมาณ TiO_2 มาก
2. ทำให้ความโปร่งแสงของผลิตภัณฑ์น้อยลง
3. ดินเหนียวมีส่วนประกอบไม่แน่นอนฉะนั้นทำให้เกิดความยุ่งยากในการควบคุมน้ำดินสำหรับเทแบบ

ธรรมชาติของดินเหนียว ดินชนิดนี้ส่วนใหญ่ประกอบด้วย kaolinite แต่มีผลึกขนาดเล็กกว่าดินชนิดอื่นๆ และผลึกมักจะไม่สมบูรณ์และบางครั้งก็พลแร่ดินอื่น เช่น montmorillonite และ illite เป็นต้น แร่ที่มักพบปะปนอยู่ในดินเหนียวเสมอ เช่น quartz, mica และ iron sulfide ดินเหนียวมีลักษณะพิเศษก็คือมีสารอินทรีย์ปนอยู่เสมอ สารอินทรีย์นี้มีส่วนประกอบคล้ายลิกไนต์มาก ดินเหนียวเมื่อแห้งมีความแข็งแรงสูงและมีการหดตัวสูงเช่นกัน ดินเหนียวหลายชนิดมีช่วงอุณหภูมิกว้างที่จะเกิดปฏิกิริยาเปลี่ยนไปเป็นแก้ว ซึ่งเป็นประโยชน์ คือ ช่วยปรับปรุงเนื้อผลิตภัณฑ์หลังจากเผาแล้วให้ดีขึ้น ในประเทศไทยดินเหนียวที่นำมาใช้ในการอุตสาหกรรมเซรามิกส์มีหลายแหล่ง เช่น สุราษฎร์ธานี ปราจีนบุรี แม่เมาะ ลำปาง เชียงใหม่ เป็นต้น

2.1 การทำเหมืองและการล้างดินเหนียว (Mining and Treatment of ball clays)

การทำเหมืองดินเหนียว เมื่อได้ชุดเจาะสำรวจบริเวณความกว้างและความลึกของแหล่งดินแล้ว การทำเหมืองดินเหนียวอาจทำได้สองแบบ คือ แบบแรกชุดสิ่งปกคลุมผิวหน้าออก แล้วจึงขุดนำส่งโรงงานหรือส่งโรงล้างดิน แบบที่สองอาจขุดในรูปของอุโมงค์สั้นๆ ในทิศทางต่างๆ กัน

การล้างดินเหนียวในประเทศไทย ดินเหนียวที่นำมาใช้ในอุตสาหกรรมยัง ไม่มีการล้างจากเหมืองดินขุดมาเป็นก้อนๆ ส่งเข้าโรงงานอุตสาหกรรมเลย ในสหรัฐอเมริกาอุตสาหกรรมกระเบื้องเนื้อดินปั้นที่ใช้ทำกระเบื้องผสมโดยวิธีผสมแห้ง จึงจูงใจ ทำให้เกิดการล้างดินเหนียวโดยวิธีอาศัยลมทำให้เกิดการลอยตัว (air-float) วิธีการประกอบด้วยผ่านก้อนดินไปยังเครื่องแยกสลายแบบหมุน เมื่อดินละเอียดจะถูกลม ร้อนพัดพาออกไป ลมร้อนจะช่วยลดปริมาณน้ำไปด้วย ดังรูป แสดงวิธีการล้างดินเหนียว

บางคนอาจจะถามว่าทำไมไม่ล้างดินเหนียวโดยอาศัยน้ำเช่นเดียวกับดิน ขาว คำตอบก็คือดินเหนียวมีเม็ดละเอียดมากกว่าดินขาวมาก ซึ่งไม่สามารถทำให้แห้ง โดยวิธีการกรอง ถึงแม้ว่าเราสามารถแยกน้ำออกจากดินได้ด้วยการอาศัยแรงเหวี่ยง แต่ก็ประสบปัญหาเรื่องค่าใช้จ่ายสูง

2.2 ส่วนประกอบของดินเหนียว

ส่วนประกอบทางเคมีของดินเหนียวแตกต่างกันไปตามแหล่งที่มันสะสมส่วน ประกอบโดยประมาณอาจจำแนกได้ดังนี้

1. SiO_2 อยู่ระหว่าง 40-60%
2. Al_2O_3 ประมาณ 30%
3. H_2O ในผลึกและอินทรีย์สาร 10%
4. TiO_2 , Fe_2O_3 , CaO , MgO , K_2O , Na_2O เล็กน้อย

แร่ดินต่างๆ ที่พบในดินเหนียวพอสรุปได้ คือ kaolinite ซึ่งมีทั้งหยาบ และละเอียดเป็นส่วนใหญ่ นอกจากนี้ก็มี montmorillonite และ illite เล็กน้อย แร่อื่นๆ ที่เป็นส่วนประกอบอยู่ก็มี quartz, mica เป็นต้น

ส่วนอินทรีย์สารที่พบ ได้แก่ lignite, waxes, resins, lignin และ humus นอกจากนี้ก็มีเกลือที่ละลายน้ำได้ เกลือส่วนใหญ่เป็นเกลือซัลเฟตและ เกลือคลอไรด์ของ Al, Fe, Ca, Mg, K, Na ความสามารถในการแลกเปลี่ยน อนุผลอยู่ระหว่าง 7 ถึง 30 Milliequivalents ต่อ 100 กรัม ของดินแห้ง

2.3 คุณสมบัติทางกายภาพของดินเหนียว

1. ขนาด ดินเหนียวมีขนาดบะเอียดกว่าดินขาวขนาดดินเหนียวจะมีขนาดละเอียดแค่ไหนและมากน้อยเพียงใดจะเปลี่ยนแปลงไปตามแหล่งที่พบ คือ แหล่งดินที่ถูกพัดพาไปไกลจากแหล่งเดิมมากจะมีการเสียดสี และการบดกันตามธรรมชาติมาก ขนาดของเม็ดดินจะละเอียดมากขึ้นตามลำดับ

2. ความเหนียว กล่าวโดยทั่วไปแล้ว ดินเหนียวมีความเหนียวดีกว่าดินขาว การผสมดินเหนียวลงไปในเนื้อดินปั้นจะช่วยทำให้การขึ้นรูปได้ดีขึ้น

3. การหดตัวเมื่อแห้ง ดินเหนียวมีการหดตัวมากน้อยแตกต่างกันไปตามแหล่งหรือชนิดของดินเหนียวนั้น เช่น ดินเหนียวที่มี SiO_2 สูงแทบไม่มีการหดตัวเลย แต่ดินเหนียวที่มีอินทรีย์สารสูงจะมีการหดตัวมากประมาณ 15% แต่อย่างไรก็ตามเราไม่ใช้ดินเหนียวอย่างเดียวในการผสมเนื้อดินปั้น เราสามารถที่จะทดลองผสมเนื้อดินปั้นขึ้นมาหาส่วนผสมเนื้อดินปั้นที่มีการหดตัวที่เหมาะสมได้

4. ความแข็งแรงก่อนเผา ปกติดินเหนียวจะมีความแข็งแรงกว่าดินขาว ดินเหนียวที่มีความแข็งแรงสูงเมื่อผสมในเนื้อดินปั้นจะช่วยทำให้ผลิตภัณฑ์มีความแข็งแรงสูงตามด้วย

5. คุณสมบัติหลังจากเผา ถ้าเป็นดินเหนียวล้วนๆ คุณสมบัติหลังจากการเผา เป็นต้น ว่ามีสีเป็นอย่างไร เนื้อดีหรือไม่ดีอย่างไร ไม่ค่อยสำคัญนัก แต่คุณสมบัติเหล่านี้จะมีผลกระทบกระเทือนเมื่อผสมดินเหนียวลงไปในเนื้อดินปั้นดินเหนียวบางอย่างมี mica ประกอบอยู่ เมื่อผสมในเนื้อดินปั้นเมื่อเผา mica จะทำหน้าที่เป็นตัวเร่งให้เกิดปฏิกิริยาในเนื้อดินปั้นทำให้เนื้อผลิตภัณฑ์แน่นและเนียนมากขึ้น

Stoneware clays ดินชนิดนี้ใช้ในการผลิตพวก stoneware เช่น โอ่งมังกร ไห ครก เป็นต้น ดินชนิดนี้มีความเหนียวดี เมื่อเผาแล้วมีความพรุนตัวน้อย ดินชนิดนี้ส่วนใหญ่ประกอบด้วย kaolin, silica และ feldspar แหล่งที่พบมีราชบุรี ปทุมธานี เชียงใหม่ เป็นต้น

Bentonite ดินชนิดนี้ใช้ในปริมาณน้อยทั้งในเนื้อดินปั้นและส่วนผสมน้ำเคลือบเพื่อปรับปรุงความเหนียวให้ดีขึ้น ดินชนิดนี้ประกอบด้วยแร่ montmorillonite

3 ดินทนไฟ (Fire Clays)

ดินกลุ่มนี้ใช้ประโยชน์สำหรับผลิตอิฐทนไฟและวัสดุทนไฟอื่นๆ ดินนี้หลังจากเผาไม่จำเป็นต้องมีสีขาว จุดหลอมตัวเกิน 1410 C (Cone 15) ซึ่งสามารถแยกเป็น 3 กลุ่มใหญ่ๆ

1. Flint fire clays ดินกลุ่มนี้มีความแข็ง ก้อนดินเวลาแตกจะมีส่วนเว้า มีความเหนียวไม่ดีถึงแม้ว่าจะบดแล้วก็ตาม ทำหน้าที่เหมือนวัสดุไม่มีความเหนียว ผสมกับดินเหนียวช่วยลดการหดตัว

2. Plastic fire clays ดินทนไฟชนิดนี้มีความเหนียวดี ผสมช่วยในการขึ้นรูปอิฐทนไฟและผสมผลิตวัสดุทนไฟอื่นๆ เช่น วัสดุทนไฟชนิดพลาสติก และ มอร์ตาร์ (refractory plastic and mortar)

3. High-alumina clays ดินชนิดนี้ใช้สำหรับผลิตอิฐทนไฟอุณหภูมิสูงๆ เพราะว่ามีเปอร์เซ็นต์อะลูมินาสูง ดินกลุ่มนี้ได้แก่ diaspore (HALO_2) Gibbsite $\text{Al}(\text{OH})_3$ และ bauxite ซึ่งเป็นของผสมระหว่าง gibbsite และ kaolin

การผลิตและการควบคุมคุณภาพดินขาวและดินเหนียว

ดินสำหรับอุตสาหกรรมเซรามิกส์ อาจพบทั้งในลักษณะของกั๊วระสะสมที่ลุ่มหรือในแหล่งต้นกำเนิด ดินในแหล่งที่ลุ่มมักจะพบมีลักษณะเป็นชั้นๆ ซึ่งอาจจะมากกว่าสองชั้น แต่ละชั้นมักมีสมบัติแตกต่างกันทั้งก่อนเผาและหลังเผา แม้แต่ดินขาวจากแหล่งต้นกำเนิดก็ยังมีสมบัติแตกต่างกันถึงแม้ว่าจะแหล่งเดียวกัน

ในกรณีของดินจากแหล่งที่ลุ่ม ความลึกของดินและธรรมชาติของดินที่ทับถมตอนส่วนบน และชั้นที่อยู่ตอนล่างลงไป จะต้องทำการขุดเจาะและส่งดินตัวอย่างแต่ละชั้นไปหาวิเคราะห์เฉพาะ เพื่อแยกคุณภาพของชั้นดิน รัศมีหลุมเจาะแต่ละหลุมควรห่างกันประมาณ 50 ฟุต ความลึกของแกนดินที่ส่งไปหาวิเคราะห์เฉพาะควรทำทุก 2 ฟุต

ในกรณีของดินเหนียวและดินทนไฟ สมบัติของดินในแต่ละชั้นอาจมีการเปลี่ยนแปลงทั้งในแนวราบและแนวลึก การทำเหมืองอาจจะทำโดยสับดินก้อนใหญ่ๆ ให้เป็นชิ้นเล็กขนาดไม่เกินฝ่ามือ แล้วสาดลงในที่เก็บด้วยเครื่องลำเลียงที่มีความเร็วสูง ซึ่งจะเป็นผลทำให้ดินกระจายตัวออกไปทั่ว จะช่วยทำให้เกิดความสม่ำเสมอดีขึ้น เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณลักษณะเฉพาะของดินบางแหล่ง

	ดินระนอง	ดินนราธิวาส	ดินปราจีนบุรี	ดินลำปาง (อ.แจ้ล่ม)
Chemical Analysis				
% SiO ₂	48.75	46.08	49.50	66.05
Al ₂ O ₃	34.58	36.90	35.80	22.55
Fe ₂ O ₃	0.71	1.67	0.50	0.68
TiO ₂	0.02	0.88	0.18	0.02
CaO	0.07	0.05	0.90	0.08
MgO	0.34	0.11	1.13	0.54
K ₂ O	2.52	0.10	0.09	4.19
Na ₂ O	0.48	0.98	0.07	0.41
Ignition loss	10.66	13.50	11.50	4.65
Minerals				
Clay substance	66.80	80.29	88.95	19.80
Free Silica	8.24	2.67	7.38	39.50
Mica	21.30	12.92	1.62	35.50
Organic	0.30	1.23	-	1.72
Patyicle Size				
% Minus 20	88.00	100	99.92	99.70
10	60.00	98	90.20	78.80
5	40.80	77.80	84.90	64.00

	ดินระนอง	ดินนราธิวาส	ดินปราจีนบุรี	ดินลำปาง (อ.แจ้ห่ม)
2	37.50	62.50	71.00	38.30
1	34.10	46.50	65.50	29.30
0.5	24.70	21.50	60.50	11.30
0.2	7.50	9.50	50.50	6.50
Colloid Index				
Meq Me Blue/100g	2.60	3.50	4.40	5.40
Dry/ M.O.R. (psi)	150	18.00	115	150
% Dry Shrinkage	4.50	-	-	4.50
% Total Shrinkage (1200 C)	12.00	11.27	18.40	18.00

ผลวิเคราะห์ดินขาวที่ ห.จ.ก. ไทยเกาลินผลิตจำหน่าย

ผลิตภัณฑ์	LOI	%SiO ₂	%Al ₂ O ₃	%Fe ₂ O ₃	%CaO	%MgO	%Na ₂ O	%K ₂ O
ดินไม่ได้ล้าง	4.08	74.10	17.30	0.90	-	-	0.13	3.30
B ดินล้างแล้ว	4.31	61.70	25.80	1.50	0.73	0.64	0.80	4.38
A ดินล้างแล้ว	6.25	53.90	29.90	1.30	0.62	0.72	1.27	5.49
AA ดินล้างแล้ว	6.56	51.00	32.10	1.50	0.95	0.36	1.16	5.73

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ:- วิเคราะห์โดยกรมวิทยาศาสตร์บริการ ถนนพระรามที่ 6 กรุงเทพฯ
เมื่อกันยายน 2520

4 หินฟันม้า (Feldspar)

เป็นสารประกอบ อะลูมิโนซิลิเกตของอัลคาไลด์ และอัลคาไลด์เอิร์ท โดยเฉพาะสารประกอบของ Na, K, Ca พบมากและใช้มากในอุตสาหกรรมเซรามิกส์ สารประกอบบริสุทธิ์ของ Na, K, Ca หาได้ยาก ในแร่หินฟันม้าจะมีทั้ง Na, K, Ca ซึ่งจะมีอัตราส่วนแตกต่างกันไป เนื่องจากว่า สารประกอบทั้งสามตัวนี้มีการละลายซึ่งกันและกันในขณะที่เป็นของแข็ง

หินฟันม้าใช้ในอุตสาหกรรมเซรามิกส์ เพื่อเป็นตัวเริ่มก่อให้เกิดปฏิกิริยาการเกิดเนื้อแก้วในเนื้อผลิตภัณฑ์ ดังนั้น หินฟันม้าจึงเป็นตัวส่งเสริมให้มีการเกิดการเปลี่ยนแปลงไปเป็นแก้ว และช่วยส่งเสริมให้ผลิตภัณฑ์มีคุณสมบัติโปร่งแสงดีขึ้น หินฟันม้าเป็นแหล่งให้อัลคาไลด์และอะลูมินาแก่เคลือบและแก้วชนิดที่ทำให้อุตสาหกรรมเซรามิกส์นำมาใช้ก็คือ หินฟันม้ามีราคาถูก และเป็นสารประกอบอัลคาไลด์ที่ไม่ละลายน้ำ

แร่หินฟันม้าที่พบมากมี 3 ชนิด คือ K_2O เรียกว่า orthoclase, Na_2O เรียกว่า albite และ CaO เรียกว่า anorthite โครงสร้างของมันเป็นร่างแห 3 มิติ เกิดจากการเชื่อมโยงกันของ oxygen ทั้ง 4 อะตอมของ oxygen-silicon tetrahedron นอกจากนี้ Al^{+3} ยังเข้าไปแทนที่ Si^{+4} บางส่วน และช่องว่างในโครงสร้างร่างแหยังถูก K^+ , Na^+ , Ca^{+2} เข้าไปอยู่ขนาดของอนุมูล Na^+ เท่ากับ 0.98 Å, Ca^{+2} เท่ากับ 1.06 Å, K^+ เท่ากับ 1.33 Å เนื่องจาก Na^+ และ Ca^{+2} มีขนาดใกล้เคียงกัน สารประกอบของมันจึงมีการละลายกันได้ดี ส่วน K^+ มีขนาดใหญ่มาก สารประกอบของมันจึงละลายกับสารประกอบของ Na^+ , Ca^{+2} ได้เพียงบางส่วน หินฟันม้าที่มี Na^+ และ Ca^+ เป็นส่วนประกอบมีโครงสร้างเป็น triclinic และหินฟันม้าที่มี K^+ เป็นองค์ประกอบมีโครงสร้างเป็น monoclinic โครงสร้างของแร่หินฟันม้าเปลี่ยนแปลงไปตามอุณหภูมิที่สูงขึ้น

ในประเทศไทยมีแหล่งหินฟันม้าหลายแห่ง เช่น ที่จังหวัดตาก อุทัยธานี เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่าลิขสิทธิ์ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำเหมืองแร่และการแต่งแร่หินฟันม้าการทำเหมืองทำโดยการระเบิด
แหล่งแร่แล้วทำการคัดเลือกแร่ แล้วจึงส่งแร่ไปยังโรงแต่งแร่ การแต่งแร่มี 2 วิธี
ขอแสดงวิธีการแต่งแร่โดยแผนผัง ดังแสดงในรูป

ส่วนประกอบของหินฟันม้า หินฟันม้าส่วนใหญ่มีส่วนประกอบคงที่พอสมควร
เว้นแต่อัตราส่วนของ Na และ K เท่านั้นที่เปลี่ยนไป หินฟันม้าที่มีเปอร์เซ็นต์ Na สูง
ใช้ในการผลิตแก้วและเคลือบ ส่วนหินฟันม้าที่มีเปอร์เซ็นต์ K สูงใช้เป็นส่วนผสมในเนื้อ
ดินปั้น ส่วนประกอบทางเคมีจะประกอบด้วย K_2O อยู่ระหว่าง 3.3 ถึง 13.1 %, Na_2O
อยู่ระหว่าง 1.9 ถึง 12.9 % Fe อยู่ระหว่าง 0.04 ถึง 0.2 % หินฟัน
ม้าที่มี % Fe ต่ำ เหมาะสำหรับใช้ในการผลิตภักที่ที่ต้องการความขาว ใช้ในเคลือบ
ที่ไม่ต้องการให้มีสี และใช้ในการผลิตแก้ว

Chemical and mineral analyses of some feldspars

Constituent	North Carolina	North Carolina	Maine	Canada	Georhia
SiO_2	69.50	70.00	67.80	65.50	65.00
Al_2O_3	17.50	18.10	18.40	18.70	19.50
Fe_2O_3	0.10	0.10	0.10	0.10	0.05
CaO	0.80	1.50	0.30	0.40	0.20
MgO	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.
K_2O	8.10	3.50	10.00	12.80	13.10
Na_2O	3.60	6.50	3.00	2.30	2.10
Loss	0.30	0.30	0.30	0.20	0.30

Constituent	North Carolina	North Carolina	Maine	Canada	Georhia
Potash feldspar	47.90	20.70	59.20	75.70	77.50
Soda feldspar	30.60	55.20	25.40	19.50	17.50
Lime feldspar	4.00	7.50	1.50	2.00	1.00
Quartz	14.10	15.70	8.80	1.20	2.50
Qther minerals	3.40	0.90	5.10	1.60	1.50

Nepheline syenite แร่ชนิดนี้ประกอบด้วย 50% albite, 25% microcline และ 25% Nepheline ($\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$) แร่นี้จึงมีปริมาณ Al_2O_3 และ Na_2O มากกว่าในหินฟันม้า แร่ชนิดนี้ใช้เป็นตัวเติม Al_2O_3 ในส่วนผสมของแก้ว และใช้ในส่วนผสมเนื้อดินปั้นเพื่อลดจุดสุกตัว

5 หินเขี้ยวหนุมาน (Quartz)

ในเนื้อดินปั้นผลิตภัณฑ์เซรามิกส์ ที่พบเห็นเป็นประจำ หินเขี้ยวหนุมานเปรียบเสมือนโครงกระดูกส่วนดินทำหน้าที่เป็นเนื้อและส่วนอื่นๆ หินเขี้ยวหนุมานช่วยทำให้ผลิตภัณฑ์แข็งแรงไม่โค้งงอ และช่วยทำให้การหดตัวทั้งก่อนเผาและหลังเผาน้อยลง ในเนื้อดินปั้นถ้วยชามชั้นดีจะมีหินเขี้ยวหนุมานผสมอยู่ 10 ถึง 30% หินเขี้ยวหนุมานที่ใช้ในเนื้อดินปั้นถ้วยชามชั้นดีควรมีเปอร์เซ็นต์เหล็กต่ำ ถึงแม้จะมีอะลูมินาปนอยู่เล็กน้อยก็ไม่เป็นอันตราย

เอกสารนี้เป็นเอกสารหินเขี้ยวหนุมานพบมากที่สุดบนผิวโลกนี้ คุณสมบัติหลายอย่างของแร่นี้ได้มีผู้ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ศึกษาเอาไว้ตามตารางข้างท้ายนี้

ความถ่วงจำเพาะ	2.651
จุดหลอมตัว	1728 C
ความแข็ง (Knoop hardness)	820
ส.ป.ส. การขยายตัว	$7.4 \times 10^{-6} / C$
ดัชนีหักเหของแสง	1.544
โครงสร้างของผลึก	Hexagonal
Dielectric constant	4.5

โครงสร้างอะตอมของหินเขียวหนุมานเป็นร่างแหสามมิติ เกิดจากอะตอมออกซิเจนทั้งสี่ของ tetrahedron หลายๆ รูปเชื่อมโยงกันอย่างต่อเนื่อง การเชื่อมโยงกันเช่นนี้ทำให้ผลึกแข็งแกร่ง ดังนั้น หินเขียวหนุมานจึงจัดเป็นพวกซิลิเกตมากกว่าพวกออกไซด์ พันธะของมันแข็งแรงมาก จึงทำให้มันมีจุดหลอมตัวสูงมาก

แหล่งของหินเขียวหนุมานในประเทศไทย เช่น จันทบุรี นอกจากนี้ทรายทะเลหลายแหล่งในประเทศไทยมีส่วนประกอบทางเคมีของ SiO_2 เปอรี่เซ็นต์สูง เช่น ทรายของ สงขลา เป็นต้น

ส่วนประกอบของหินเขียวหนุมานตามธรรมชาติเท่าที่มีผู้วิเคราะห์ไว้มีดังนี้

SiO_2	97.85-99.8 %
Al_2O_3	.09- .17 %
Fe_2O_3	.02-.89 %
TiO_2	0-.01
CaO	0-.20
MgO	0-.09
K.NaO	0-.56
น้ำ	0-1.10

อินทรีย์สาร

0.0-50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หินเขียวหนุมานที่บด และใช้ในอุตสาหกรรมมีชื่อเรียกว่า potter's flint นั้นมีขนาดโดยเฉลี่ย 50% ต่ำกว่า 30 ไมครอน การควบคุมขนาดก็มีความสำคัญเช่นกัน เพราะว่าขนาดมีอิทธิพล ต่อคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ทั้งก่อนและหลังเผา

หินเหล็กไฟ (flint) ก่อนแร่ชนิดนี้ประกอบด้วยผลึกเล็กๆ ของซิลิกา และมีน้ำอยู่ประมาณ 1% แร่ชนิดนี้ประกอบด้วยผลึกเล็กๆ ประโยชน์ของมันอาจจะเหลือเก็บเอามาใช้เป็นลูกบดในหม้อบด หรืออาจจะนำมาเผาประมาณ 600 ถึง 700 C แล้วบดเก็บไว้ใช้แทนหินเขียวหนุมาน

6 วัตถุดิบอื่น ๆ

Quartz เมื่อถูกเผาจะเปลี่ยนไปเป็น cristobalite หรือ tridymite ซึ่งมีโครงสร้างต่างกันไป ทำให้มีคุณสมบัติต่างกันไปด้วย การใช้ cristobalite แทน quartz ในเนื้อผลิตภัณฑ์ขึ้นดีจะช่วยทำให้เราสามารถเร่งอัตราการเย็นตัวของผลิตภัณฑ์ได้ โดยผลิตภัณฑ์ที่มีการแตกเสียน้อยลง ซิลิกาเมื่อหลอมและทำให้เย็นตัวอย่างรวดเร็วจะอยู่ในรูปของแก้วซึ่งมีสัมประสิทธิ์การขยายตัวต่ำมาก

แร่ kyanite, sillimanite และ andalusite มีส่วนประกอบ คือ $Al_2O_3 \cdot SiO_2$ ใช้เป็นส่วนผสมส่วนใหญ่ในการผลิตหัวเทียน ใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับให้ Al_2SiO_5 และ SiO_2

Zircon ($ZrSiO_4$) เป็นแร่ที่พบตามชายหาดบางแห่งจึงไม่ค่อยบริสุทธิ์ จะต้องนำมาทำให้บริสุทธิ์ เช่นเดียวกับ zirconia (ZrO_2) แล้วจึงจะนำมาใช้ในอุตสาหกรรมโปรเซสเลนและเคลือบ

Pitcher หมายถึง เนื้อผลิตภัณฑ์ที่เสียแล้วถูกนำมาบดและผสมลงไปในส่วนผสมของเนื้อดินปั้นใหม่ ซึ่งเป็นส่วนช่วยประหยัด และยังช่วยทำให้เนื้อผลิตภัณฑ์ก่อนเผามีความแข็งแรงถึงแม้ว่าใน pitcher จะมีเคลือบปนมาเล็กน้อยก็ไม่มีอันตรายใดๆ

Grog หมายถึง ดินขาวที่เผาจนขาว ไม่มีรูพรุนและเป็นวัสดุที่ไม่เปลี่ยนแปลง บางทีเรียกว่า molochite

เอกสารนี้เป็นเอกสารเพื่อการศึกษานานาชาติเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ออกไซด์ (oxides) ออกไซด์ที่เป็นวัตถุดิบไฟหลายอย่าง เช่น magnesia, alumina, zirconia, beryllia และ thorium oxide ผลิตได้ด้วยการเผาเกลือ carbonate, hydroxide, acetate หรือเกลืออื่นๆ การเผาจะต้องมีการควบคุมเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีโครงสร้างตามต้องการ ทำนองเดียวกับการผลิตพวกออกไซด์ ทางอิเล็กทรอนิกส์ก็ต้องมีการควบคุมอย่างดี

alumina (Al_2O_3) ออกไซด์นี้มีความสำคัญมากอันหนึ่ง ใช้ผลิตภัณฑ์หลายอย่าง เช่น หัวเทียน, thermocouple tube, thread guides, valve seats เป็นต้น

beryllia (BeO) ออกไซด์ชนิดนี้มีความทนไฟสูง ใช้เป็น moderator ในปฏิกิริยาปรมาณู และเนื่องจากมีสภาพความนำไฟฟ้าสูงจึงใช้ทำ heat sink และในวงจรอิเล็กทรอนิกส์ใช้เป็นแกนของ resistor

สารประกอบอินทรีย์ หมายถึง สารประกอบอินทรีย์ที่ถูกสังเคราะห์ขึ้นมา ซึ่งจะมีความบริสุทธิ์มากกว่าแร่ธรรมชาติ

วัสดุเคลือบ (glaze materials) สารประกอบอินทรีย์เคมีพวกนี้ประกอบด้วยสารประกอบที่ทำให้เกิดแก้ว คือ SiO_2 และ B_2O_3 สารประกอบที่ทำให้คุณสมบัติของแก้วเปลี่ยนไป คือ Na_2CO_3 , K_2CO_3 และ MgCO_3 เป็นต้น และสารประกอบที่ทำให้เคลือบทึบแสง เช่น SnO_2 , ZnO สารประกอบทิตาเนียม และสารประกอบเซอร์โคเนียม

วัตถุที่ทำให้เกิดสี (colour materials) สารประกอบที่ทำให้เกิดสีปกติจะเป็นสารประกอบของพวกธาตุทรานซิชัน เกลือของทอง เกลือของเงินและเกลือของแพลทินัม และพวกผงสีสำเร็จ

วัสดุที่ทำให้เกิดการกระจายตัว (deflocculant) สารประกอบพวกนี้ได้แก่ โซเดียมซิลิเกต ซึ่งมีอัตราส่วนระหว่าง $\text{Na}_2\text{O}:\text{SiO}_2$ หลายอย่าง อัตราส่วนที่ใช้มากในอุตสาหกรรมเซรามิกส์ คือ 1 ต่อ 3.22

8 คุณสมบัติเฉพาะของวัตถุดิบ

เพื่อประโยชน์ทั้งในด้านการศึกษาวิจัยและด้านอุตสาหกรรม วัตถุดิบต่างๆ ควรจะได้มีการวิเคราะห์คุณสมบัติเฉพาะ (character) เอาไว้เพื่อใช้ในการควบคุมคุณสมบัติต่างๆ ของเนื้อดินปั้น และควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์สำเร็จ คุณสมบัติเฉพาะของวัตถุดิบที่ควรจะได้ทำการวิเคราะห์เก็บไว้ได้แก่

(1) ผลวิเคราะห์เคมี ซึ่งมักจะวิเคราะห์ออกมาในรูปของออกไซด์ต่างๆ เช่น Na_2O , K_2O , CaO , MgO , Al_2O_3 , SiO_2 , TiO_2 และน้ำหนักที่หายไปเมื่อถูกเผาเป็นต้น

(2) ผลวิเคราะห์ในรูปของแร่ คือ วิเคราะห์ให้รู้ว่าวัตถุดิบนั้นมีแร่อะไรประกอบอยู่บ้าง และมีอย่างละเท่าไร เช่น วิเคราะห์ในรูปของ แร่ดิน ไมกา ควอตซ์ หินฟันม้า แคลไซต์ โดโลไมท์ โครไมท์ และสารอินทรีย์ เป็นต้น

(3) ผลวิเคราะห์การกระจายของขนาดของอนุภาคของวัตถุดิบ ซึ่งมีความสำคัญในการจะผสมกันแล้วอัดให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีเนื้อแน่น หรืออาจจะเกี่ยวข้องไปถึงการทำให้เนื้อดินปั้น มีการกระจายลอยตัว และมีความเหนียว และทำให้ผลิตภัณฑ์ก่อนเผามีความแข็งแรงดี

(4) ค่า MBI (Methylene Blue Index) คือ ค่าที่บอกว่าวัตถุดิบนั้นสามารถดูดซับเมทิลีน บลู ได้มากน้อยเพียงใด ซึ่งเป็นค่าที่เชื่อมโยงไปถึง ความละเอียดของวัตถุดิบมากน้อยเพียงใด หรือนั่นก็คือ วัตถุดิบมีพื้นที่ผิวมากน้อยเพียงใด สิ่งเหล่านี้จะเชื่อมโยงให้ทราบถึงคุณสมบัติอื่นๆ อีกมากมาย ค่า MBI มากแสดงว่ามีความละเอียดมาก มีพื้นที่ผิวมากมีความสามารถแลกเปลี่ยนอนุมูลได้มาก ซึ่งคุณสมบัติเหล่านี้ทำให้รู้คุณสมบัติอื่นๆ ของเนื้อดินปั้นเมื่อเราใช้วัตถุดิบเหล่านั้นเป็นส่วนผสม

9 วิธีการคำนวณหาส่วนประกอบของแร่ต่าง ๆ ในดิน

วิธีการคำนวณหาส่วนประกอบของแร่ต่างๆ ในดินโดยประมาณโดยการใช้อย่างน้อย 2 วิธี คือ ผลวิเคราะห์ทางเคมีของดินนั้นประกอบกับผลวิเคราะห์แร่ต่างๆ ในดินโดยวิธี X-ray หรือการวิเคราะห์ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แร่ต่างๆ ที่มีในดิน ซึ่งใช้เป็นส่วนผสมในเนื้อดินปั้นสามารถทำให้เกิดผลต่างๆ ในขั้นตอนการขึ้นรูปและการเผาผลิตภัณฑ์ ซึ่งรวมไปถึงคุณสมบัติผลิตภัณฑ์สำเร็จ มีสโคไวท์ ไมกาในดินขาวช่วยลดการเกิดคริสโตบาลไลท์ ซึ่งมีสมบัติการขยายตัวสูง ดินขาวและดินเหนียวที่มีปริมาณ K_2O ค่อนข้างสูงมีช่วงสูกตัวค่อนข้างยาก ดินที่มี TiO_2 ปริมาณน้อยเมื่อเผาจะมีสีขาวดีกว่าที่มีปริมาณ TiO_2 มากกว่า เนื่องจาก Fe^{+2} , Fe^{+3} จะแทรกเข้าไปในโครงสร้างของทิตาเนตได้มากขึ้นในระหว่างเผา และเป็นเหตุทำให้ดินมีสีเข้มมากขึ้น มีสโคไวท์ ไมกา ที่ละเอียดมากๆ (Sub sieve) มีส่วนช่วยทำให้การขึ้นรูปโดยการเทแบบมีประสิทธิภาพดีขึ้น อินทรีย์สารก็มีส่วนช่วยในการขึ้นรูปโดยวิธีการเทแบบ แร่ควอตซ์ในดินเป็นตัวสำคัญทำให้เกิดการขยายตัว และช่วยเป็นตัวทนไฟและเป็นโครงร่างของผลิตภัณฑ์

Holdridge เป็นคนเสนอวิธีการคำนวณหาส่วนประกอบของแร่ต่าง ๆ ในดิน โดยคำนวณจากผลวิเคราะห์เคมี

1. ผลวิเคราะห์เคมีของดิน

%SiO ₂	%Al ₂ O ₃	%Fe ₂ O ₃	%TiO ₂	%CaO	%MgO	%K ₂ O	%Na ₂ O	%Loss
48.04	36.00	0.54	0.54	0.26	0.16	1.70	0.36	12.06

2. ขึ้นแรกหาปริมาณไมกา K_2O ทั้งหมดกำหนดเป็นมีสโคไวท์ไมกา ($K_2O \cdot 3Al_2O_3 \cdot 6SiO_2 \cdot 2H_2O$) ส่วน Na_2O ทั้งหมดกำหนดเป็น พาราโกไนท์ ไมกา ($Na_2O \cdot 3Al_2O_3 \cdot 6SiO_2 \cdot 2H_2O$) ไมกาทั้งสองมีผลวิเคราะห์เคมีดังนี้

มีสโคไวท์

พาราโกไนท์

K ₂ O	11.81%	Na ₂ O	8.12%
Al ₂ O ₃	38.44	Al ₂ O ₃	40.05
SiO ₂	45.23	SiO ₂	47.12
H ₂ O	4.52	H ₂ O	4.71

(a) ∴ % มีสโคไวท์ = $(1.7 \div 11.81) \times 100 = 14.39 \%$

(b) ∴ % พาราโกไนท์ = $(0.36 \div 8.12) \times 100 = 4.43 \%$

ไมกา รวม = $14.39 + 4.43 = 18.82 \%$
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์อื่นใดได้
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\begin{aligned}
 3. \quad \text{Al}_2\text{O}_3 \text{ ในมัสโดไวท์} &= 14.39 \times 0.3844 = 5.53 \% \\
 &\text{ในพาราโกไนท์} = 4.43 \times 0.4005 = 1.77 \%
 \end{aligned}$$

$$\text{Al}_2\text{O}_3 \text{ ในไมกา รวม} = 5.53 + 1.77 = 7.30 \%$$

$$\text{เหลือ Al}_2\text{O}_3 \text{ อีก} = 36.00 - 7.30 = 28.70 \%$$

$$\text{SiO}_2 \text{ ในไมกา รวม} = 8.60 \%$$

$$\text{เหลือ SiO}_2 \text{ อีก} = 48.04 - 8.60 = 39.44 \%$$

$$\text{H}_2\text{O} \text{ ในมัสโดไวท์} = 14.39 \times 0.0452 = 0.65 \%$$

$$\text{ในพาราโกไนท์} = 4.43 \times 0.0471 = 0.21 \%$$

$$\text{H}_2\text{O} \text{ ในไมการวม} = 0.86 \%$$

$$\text{เหลือ H}_2\text{O} \text{ หรือ ignition อีก} = 12.06 - 0.86 = 11.20 \%$$

$$4. \quad \text{มอนท์มอริลโลไนท์ (montmorillonite) } [\text{Al}_{1.67}\text{Mg}_{0.33}]$$

$[\text{Si}_2\text{O}_5]_2[\text{OH}]_2$ เนื่องจาก Mg^{+2} เข้าไปแทนที่ Al^{+3} จึงขาดประจุ + ไป 0.33 ซึ่งจะเป็นกลางโดยการดูดซับอนุภาค $+2$ (Ca^{+2}) หรือ $+1$ ในปริมาณประจุ 0.33 ซึ่งได้แก่ความสามารถในการแลกเปลี่ยนอนุภาค ผลวิเคราะห์เคมีตามทฤษฎีของมอนท์มอริลโลไนท์ คือ

SiO_2	65.8 %
Al_2O_3	23.2
MgO	3.6
CaO	2.5
Ignition	<u>4.9</u>
	100 %

$$(a) \quad \text{ในดินมีมอนท์มอริลโลไนท์} = (0.16 \div 3.6) \times 100 = 4.44 \%$$

ในมอนท์มอริลโลไนท์มี

$$(b) \quad \text{SiO}_2 = 0.0444 \times 65.8 = 2.92 \%$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ หากมีข้อผิดพลาดให้แจ้งให้ทราบและต้องอ้างอิงถึงเอกสารทุกครั้งที่มีกรณีไปใช้

$$\text{เหลือ SiO}_2 \text{ อีก} = 39.44 - 2.92 = 36.52 \%$$

$$\begin{aligned}
 (c) \quad & \text{Al}_2\text{O}_3 = 0.0444 \times 23.2 = 1.03 \% \\
 & \text{เหลือ Al}_2\text{O}_3 \text{ อีก} = 28.70 - 1.03 = 27.67 \% \\
 (d) \quad & \text{CaO} = 0.0444 \times 2.5 = 0.11 \% (\text{Ca}^{+2}) \\
 & \text{เหลือ CaO ในรูป CO}_3 = 0.26 - 0.11 = 0.15 \% \\
 & = 0.27 \% \text{ Ignition loss} \\
 & \text{เหลือสารระเหย (volatile)} = 11.20 - 0.27 = 10.93 \% \\
 (e) \quad & \text{loss เนื่องจากน้ำในผลึก} = 0.0444 \times 4.9 = 0.22 \% \\
 & \text{loss เหลือ} = 10.93 - 0.22 = 10.71 \%
 \end{aligned}$$

5. แร่ดินขาว Kaolinite ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) ผลวิเคราะห์เคมี คือ

Al_2O_3	39.53 %
SiO_2	46.51
H_2O	13.96

$$4(c) \quad \text{เหลือ } 27.67 \% \text{ Al}_2\text{O}_3 = (27.67 / 39.53) \times 100 = 70 \% \text{ เคโอลินไนท์}$$

6. SiO_2 และ H_2O ในเคโอลินไนท์

$$\begin{aligned}
 (a) \quad & \text{SiO}_2 = 46.51 \times 0.7 = 32.65 \% \\
 & \text{SiO}_2 \text{ อีสาระ} = 36.53 \text{ จาก } 4(b) - 32.56 = 3.97 = 4.0 \% \\
 (b) \quad & 13.96 \times 0.7 = 9.77 \% \text{ H}_2\text{O} \\
 & \text{H}_2\text{O} \text{ อีสาระ} = 10.71 \text{ จาก } 4(e) - 9.77 = 0.94 \%
 \end{aligned}$$

7. ในดินนั้นมีส่วนประกอบของแร่ต่างๆ ดังนี้

$$\begin{aligned}
 \text{ไมกา} & = 18.8 \% \quad 2(a) + 2(b) \\
 \text{มอนท์มอริลโลไนท์} & = 3.6 \quad 4(a)
 \end{aligned}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื้อดินปั้นผลิตภัณฑ์เซรามิกส์

เนื้อดินปั้นผลิตภัณฑ์เซรามิกส์ อาจแยกประเภทคร่าวๆ เป็นสองประเภท คือ เนื้อดินปั้นที่มีดินเป็นส่วนประกอบกับเนื้อดินปั้นที่ไม่มีดินเป็นส่วนประกอบ เนื้อดินปั้นที่มีดินเป็นส่วนผสมอาจมีดินล้วนๆ หรือ 100 % แต่ส่วนมากแล้วจะมีวัสดุอื่นผสมอยู่ด้วย เช่นเดียวกับเนื้อดินปั้นที่ไม่มีดินเป็นส่วนประกอบอาจมีเนื้อวัสดุชนิดเดียวหรือมีวัสดุหลายชนิดผสมกัน หรืออาจแบ่งให้เห็นชัดมากขึ้นดังนี้

- (1) เนื้อดินปั้นที่มีดินเป็นส่วนประกอบ ดินบางส่วนอาจผ่านการเผามาแล้วและอาจมีวัสดุอื่นๆ ผสมอยู่ด้วย
- (2) เนื้อดินปั้นที่ออกไซด์บริสุทธิ์ เช่น Al_2O_3 , Fe_2O_3 , Cr_2O_3 , MgO , BeO , SiO_2 , SnO_2 เป็นต้น
- (3) เนื้อดินปั้นที่ไม่ใช่ออกไซด์ ได้แก่ พวก โบไรด์ (borides) ได้แก่ TiB_2 , ZrB_2 เป็นต้น พวกคาร์ไบด์ (carbides) เช่น WC , TiC , B_4C , SiC เป็นต้น และพวก ไนไตรด์ (nitrides) เช่น Si_3N_4 , BN เป็นต้น
- (4) เนื้อแก้ว ผลิตได้จากการหลอมส่วนผสม ซึ่งเมื่อปล่อยให้เย็นตัวลงแล้วจะกลายเป็นแก้ว วัตถุดิบที่ใช้เป็นส่วนผสมของเนื้อแก้ว ได้แก่ SiO_2 , Na_2O , CaO , PbO , B_2O_3 เป็นต้น

เนื้อดินปั้นก็เช่นเดียวกับวัตถุดิบ เพราะว่าเป็นส่วนผสมของวัตถุดิบจึงจำเป็นต้องวิเคราะห์คุณสมบัติเฉพาะต่างๆ ดังที่กล่าวมาแล้วในตอนวัตถุดิบ ทั้งนี้จะได้สะดวกต่อการเตรียมเนื้อดินปั้นเมื่อจำเป็นจะต้องใช้วัตถุดิบชนิดใหม่แทนวัตถุดิบเก่า ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากวัตถุดิบชนิดหนึ่งขาดแคลน หรืออาจเป็นเหตุผลเพื่อการประหยัดหรือลดต้นทุนการผลิต เช่น ใช้วัตถุดิบภายในประเทศ แทนวัตถุดิบที่ต้องสั่งมาจากต่างประเทศ เป็นต้น การรู้ลักษณะเฉพาะของเนื้อดินปั้นมาตรฐานเฉพาะโรงงานและเฉพาะชนิดเนื้อดินปั้น จะสามารถทำให้สร้างเนื้อดินปั้นจากวัตถุดิบใหม่ ให้เนื้อดินปั้นที่สร้างขึ้นมามีคุณสมบัติเหมือนเนื้อดินปั้นเดิมทั้งก่อนและหลังทำการเผา ซึ่งเท่ากับเป็นการควบคุมคุณภาพระหว่างทำการผลิต

1 เนื้อดินปั้นชนิด Triaxial

เนื้อดินปั้นผลิตภัณฑ์เซรามิกส์ ส่วนใหญ่ที่พบเห็น และใช้ในชีวิตประจำวัน เป็นแบบ Triaxial ซึ่งหมายความว่า ส่วนผสมเนื้อดินปั้นประกอบด้วยวัตถุดิบ 3 ชนิด ผสมกัน คือ ดิน หินแก้ว และหินฟันม้า วัตถุดิบทั้ง 3 ชนิดนี้ เป็นสินแร่ตามธรรมชาติ ซึ่งหาได้ง่ายและมีราคาถูก ความบริสุทธิ์ของแร่จะเปลี่ยนแปลงไปตามแหล่งที่พบ เมื่อ ผสมกัน ในอัตราส่วนที่เหมาะสมจะทำให้การขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ได้ง่าย และสิ่งสำคัญ คือ เราสามารถที่จะเผาให้ได้โครงสร้างตามต้องการ นอกจากนี้ก็ยังมีเนื้อดินปั้นอื่น ๆ ที่ ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติพิเศษออกไป

การกล่าวถึง ส่วนผสมเนื้อดินปั้นเราสามารถกล่าวถึงได้ 4 วิธี

1. การกล่าวถึงโดยเขียนเป็นเปอร์เซ็นต์วัตถุดิบ เช่น

ดินขาว	35 %
ดินเหนียว	25 %
ดินแก้ว	13 %
หินฟันม้า	27 %

2. การกล่าวถึงโดยเขียนเป็นเปอร์เซ็นต์ของออกไซด์ ต่างๆ เช่น

SiO_2	66.7 %
Al_2O_3	21.6 %
Fe_2O_3	.5 %
CaO	.6 %
MgO	.4 %
$\text{K}_2\text{O}, \text{Na}_2\text{O}$	4.5 %
Loss	5.7 %

3. การกล่าวถึงหรือเขียนในรูปของเปอร์เซ็นต์ แร่

แร่ดิน	50 %
Quartz	25 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ Feldspar 25 % อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การกล่าวถึงโดยการเขียนเป็นสูตรทั่วไป คือ

RO, R_2O	R_2O_3	RO_2
0.36	1	5.24

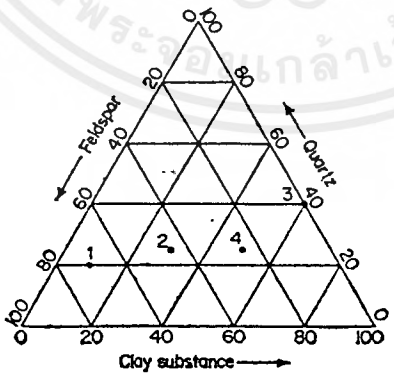
RO, R_2O หมายถึงออกไซด์ของโลหะ ซึ่งมีวาเลนซ์ 2 และ 1 ตามลำดับ เช่น CaO, MgO, D_2O, Na_2O

R_2O_3 หมายถึงออกไซด์ของโลหะ ซึ่งมีวาเลนซ์ 3 เช่น Al_2O_3, Fe_2O_3 เป็นต้น

RO_2 หมายถึงออกไซด์ของโลหะ ซึ่งมีวาเลนซ์ 4 เช่น SiO_2, SnO_2, TiO_2 เป็นต้น

การกล่าวถึงส่วนผสมเนื้อดินปั้นในแบบแรก มีประโยชน์สำหรับการเตรียมเนื้อดินปั้นโดยเฉพาะ ไม่สามารถเปรียบเทียบเนื้อผลิตภัณฑ์ ที่ได้จากส่วนผสมที่ต่าง ๆ กันได้ส่วนผสมเนื้อดินที่ได้จากวัตถุดิบต่างๆ กัน ผลสุดท้ายเมื่อเป็นเนื้อผลิตภัณฑ์อาจเป็นเนื้ออย่างเดียวกัน

เราอาจแสดงส่วนผสมของเนื้อดินปั้นด้วยรูปสามเหลี่ยมด้านเท่า ตามรูป



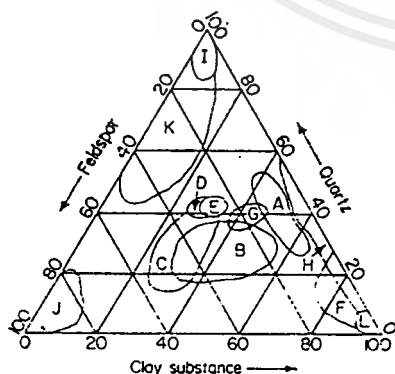
Triaxial plot.

ที่มุมสามเหลี่ยมจะเป็น 100 % ของวัตถุดิบที่วิ่งนำด้วยลูกศร ทุกทุกจุดในพื้นที่สามเหลี่ยมเป็นตัวแทนของ % ส่วนผสมวัตถุดิบเนื้อดินปั้น ตัวอย่างเช่น ที่จุด 1 เป็นส่วนผสมของเนื้อดินปั้นซึ่งประกอบด้วย 10 % ดิน 2 % หินแก้ว 70 % หินฟันม้า จุดที่ 2 30 % ดิน 25 % หินแก้ว และ 45 % หินฟันม้า เป็นต้น

วิธีการอ่านส่วนผสมของเนื้อดินปั้น ที่จุดใดจุดหนึ่งในสามเหลี่ยมด้านเท่า จะทำโดยลากเส้นจากจุดนั้นขนานกับด้านของสามเหลี่ยมตามลูกศร หรือทวนเข็มนาฬิกา เมื่อเส้นนั้นไปชนด้านใด ก็อ่านเปอร์เซ็นต์ของส่วนผสมของวัตถุดิบซึ่งด้านนั้นเป็นตัวแทน เช่น ที่จุด 4 ลากเส้นขนานกับด้านหินฟันม้า จะตัดด้านที่แทนดินที่ 50 % ลากเส้นขนานกับด้านหินแก้ว จะตัดด้านแทนหินฟันม้า 25 % และลากเส้นขนานกับด้านดิน จะตัดด้านแทนหินแก้วที่ 25 % เป็นต้น และที่จุด 4 นี้ เป็นจุดแสดงส่วนผสมพื้นฐานของเนื้อดินปั้นชนิดปอร์ซเลน

1.1 วัตถุดิบ

ก่อนที่จะอภิปรายส่วนผสมเนื้อดินปั้นที่ประกอบด้วย ดิน หินแก้วและหินฟันม้า เราจะได้ประโยชน์มากขึ้น ถ้าเราได้ศึกษาว่าวัตถุดิบที่นำมาใช้นั้นมีแร่อะไรบ้าง เป็นองค์ประกอบอยู่ ตามรูป



Raw ceramic materials and early triaxial bodies. (A) Semiporcelain ; (B) hard porcelain (C) soft porcelain; (D) Chinese porcelain; (E) Japanese Porcelain; (F) Raw kaolin; (G) stoneware; (H) stoneware clay ; (I) sands ; (J) feldspars ; (K) feldspar sand; (L) washed kaolin. (Wolf).

เป็นรูปสามเหลี่ยมด้านเท่า ซึ่งแสดงบริเวณของวัตถุดิบและองค์ประกอบ รวมทั้ง แสดงบริเวณของเนื้อดินปั้นชนิดต่างๆ ในประเทศจีนและญี่ปุ่น

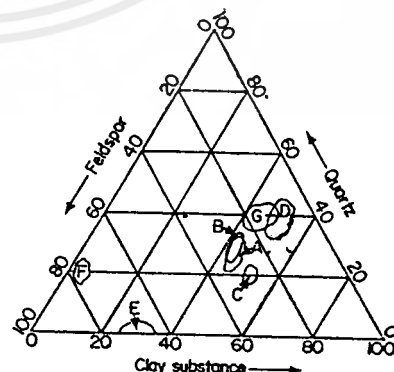
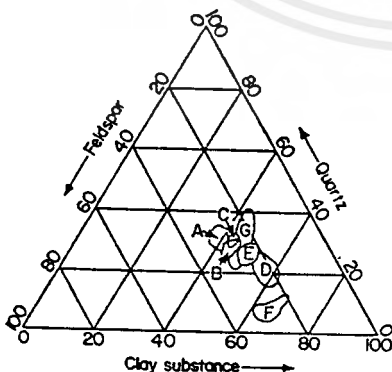
หินแก้ว (quartz) ในอุตสาหกรรมเซรามิกส์เรียก potter's flint พวกทรายขาวจากทะเล พวกนี้เราพออนุมานว่าเป็น SiO_2 บริสุทธิ์ แต่ขอให้เข้าใจว่าวัตถุดิบชนิดนี้มักจะมี ดินและหินฟันม้าในปริมาณเล็กน้อยเป็นองค์ประกอบ ซึ่งในสามเหลี่ยมแสดงไว้ด้วยบริเวณ I และ K เป็นบริเวณที่แสดงว่าวัตถุดิบ พวกหินแก้วหรือหินเขียวหนามันมีหินฟันม้าเป็นองค์ประกอบอยู่มากหน่อย

ดิน ดินขาวที่ล้างแล้วมักมีหินแก้วและหินฟันม้า เป็นองค์ประกอบเล็กน้อย ซึ่งในรูปสามเหลี่ยมแสดงให้เห็นโดยบริเวณ L แต่บางกรณีก็จะมีหินแก้วและหินฟันม้าในปริมาณที่สูงขึ้น ดังเช่นในบริเวณ F ดินที่ใช้ผลิตสโตนแวร์ มีส่วนผสมคล้ายดินดำแต่มันมีหินแก้วและหินฟันม้าเป็นองค์ประกอบอยู่ในปริมาณที่มากกว่า

หินฟันม้า วัตถุดิบชนิดนี้จะมีหินแก้วเป็นองค์ประกอบอยู่ทุกกรณี และบางส่วนของหินฟันม้าจะสลายตัวกลายเป็นดิน หินฟันม้าจะมีส่วนประกอบดังแสดงในบริเวณ G

1.2 การเปรียบเทียบส่วนผสมของเนื้อผลิตภัณฑ์ที่ผลิตขึ้นบนทวีปต่าง ๆ

แสดงด้วยรูป



1.3 อุณหภูมิสุกตัวของผลิตภัณฑ์

คุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ขึ้นอยู่กับสภาวะของการเผา เช่น ผลิตภัณฑ์ชนิด
เออเทนแวร์ อาจจะใช้ส่วนผสมเดียวกับผลิตภัณฑ์ชนิดปอร์ซเลน แต่จุดสุกตัวหรืออุณหภูมิ
สูงสุดของการเผาของเออเทนแวร์ต่ำกว่า

ตารางแสดงช่วงอุณหภูมิสุกตัวของผลิตภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ

Firing Ranges for Triaxiat Bodies.

Type of body	Pyrometric cone	Range of Temperature, C
Parian.....	3-4	1145-1165
Nephelene-syenite porcelain.	2-6	1135-1190
Semivitreous ware.....	8-9	1225-1250
Stoneware.....	6-10	1190-1260
Vitreous plumbing fixtures.	8-12	1225-1310
Electrical porcelain.....	8-12	1225-1310
Hotel china.....	10-13	1310-1350
Hark porcelain.....	10-18	1310-1500

2 เนื้อผลิตภัณฑ์แบบอื่น ๆ

2.1 เนื้อผลิตภัณฑ์ถ้วยชามชนิด Bone China

ผลิตภัณฑ์ชนิดนี้ในประเทศอังกฤษ มีการผลิตค่อนข้างมาก เนื้อดินปั้นของ
ผลิตภัณฑ์ชนิดนี้มีความเหนียวน้อยมาก เมื่อขึ้นเป็นรูปผลิตภัณฑ์ไม่ค่อยแข็งแรง การทำ
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่งไว้ในเว็บไซต์เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถนำข้อมูลไปใช้
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

งานกับผลิตภัณฑ์ชนิดนี้ต้องอาศัยความชำนาญมาก แต่เมื่อเผาเป็นผลิตภัณฑ์เรียบร้อยแล้วจะมีคุณสมบัติโปร่งแสงดีมาก เนื่องจากมีเนื้อแก้วซึ่งมีดัชนีหักเหแสงสูงเกิดขึ้นในเนื้อผลิตภัณฑ์มาก ส่วนผสมที่สำคัญของเนื้อผลิตภัณฑ์ชนิดนี้ ได้แก่ แก้วกระดุกและมีดินขาว หินฟันม้า และหินแก้ว เป็นองค์ประกอบบ้างบางส่วน

2.2 เนื้อผลิตภัณฑ์ชนิดที่มีแก้ว (Frit)

เป็นองค์ประกอบ ผลิตภัณฑ์ชนิดนี้มักจะ หมายถึง ผลิตภัณฑ์ชนิด Soft porcelain ปกติเป็นเนื้อผลิตภัณฑ์ชนิด Triaxial แต่เพิ่มแก้วเข้าไปเพื่อช่วยทำให้เกิดปฏิกิริยากลายเป็นแก้วได้ดีขึ้น เมื่อเผาเป็นผลิตภัณฑ์แล้วจะมีคุณสมบัติโปร่งแสงดีมาก แต่ระหว่างการเผาจะต้องรองรับให้ดี เพื่อป้องกันการเสียรูปร่าง ผลิตภัณฑ์นี้ในสหรัฐอเมริกาเรียก "fine china" ใน Ireland เรียก "Belleek ware"

3 เนื้อผลิตภัณฑ์ชนิด "artware"

3.1 เนื้อดินปั้นที่มี Barium sulphate

เป็นส่วนประกอบ ผลิตภัณฑ์ชนิดนี้มีคุณสมบัติโปร่งแสงไม่สู้ดีนัก แต่ผลิตภัณฑ์มักมีสี เนื่องจากใส่สีทางเซรามิกส์เข้าไปในเนื้อดินปั้นส่วนผสมเนื้อดินปั้นประกอบด้วย Ba_2SO_4 30 ถึง 50 เปอร์เซ็นต์ ดินขาว 30 ถึง 50 เปอร์เซ็นต์ และหินฟันม้า 20 ถึง 40 เปอร์เซ็นต์ เช่น ผลิตภัณฑ์ชนิด jasper ของอังกฤษ

3.2 เนื้อดินปั้นที่มี Talc

เป็นส่วนประกอบ เนื้อผลิตภัณฑ์ชนิดนี้เป็นเออเทนแวร์มีการเผาที่อุณหภูมิต่ำ มี Talc เป็นส่วนผสมในเนื้อดินปั้น 20 ถึง 60 เปอร์เซ็นต์ ใช้ผลิตภัณฑ์ที่ใช้เป็นของขวัญผลิตภัณฑ์ที่มีเนื้อที่จะเป็นแก้ว อาจจะได้โดยการเพิ่มพวกแมกนีเซีย MgO เข้าไป เนื่องจากเนื้อผลิตภัณฑ์ที่มี Talc เป็นส่วนผสม ที่จุดสุกตัวเกิดปฏิกิริยากลายเป็นแก้วได้เร็ว ซึ่งเป็นข้อเสียเพราะว่าผลิตภัณฑ์อาจเสียรูปร่างได้ง่ายเนื่องจากเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความอ่อนแอของผลิตภัณฑ์เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วเราไม่สามารถควบคุมได้ ฉะนั้น Talc จึงไม่นิยมใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตภัณฑ์ประเภทถ้วยชาม ปัจจุบันกระเบื้องกรุฝามังมี Talc เป็นส่วนผสมประมาณ 80 % เนื่องจาก Talc มีคุณสมบัติพิเศษ คือ ทำให้ผลิตภัณฑ์ไม่เกิดการขยายตัวเนื่องจากความชื้น ถึงแม้ว่าผลิตภัณฑ์นั้นจะมีความพรุนตัวสูง ดังนั้นจะช่วยแก้ปัญหาการร้าวตัวของผลิตภัณฑ์ ซึ่งเป็นปัญหาหนักที่เผชิญหน้าอุตสาหกรรมเซรามิกส์

4 เนื้อผลิตภัณฑ์ประเภทกระเบื้อง

4.1 เนื้อกระเบื้องกรุฝามัง

สมัยก่อนเนื้อผลิตภัณฑ์เป็นแบบ Triaxial แต่ปัจจุบันใช้ Talc เป็นส่วนผสมส่วนใหญ่

4.2 เนื้อกระเบื้องปูพื้น

เนื้อผลิตภัณฑ์ชนิดนี้ต้องการความแข็งแรง เนื้อผลิตภัณฑ์ที่แข็งแรงจะต้องมีเนื้อแก้วในเนื้อผลิตภัณฑ์สูง ดังนั้นเนื้อผลิตภัณฑ์ชนิดนี้ต้องใช้หินฟันม้าผสมในปริมาณค่อนข้างสูง

5 เนื้อผลิตภัณฑ์ที่มีการขยายตัวต่ำ เนื้อผลิตภัณฑ์ชนิดนี้ ต้องการคุณสมบัติที่สามารถต้าน

เอกสารนี้เป็นการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิได้ดี การศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1 เนื้อผลิตภัณฑ์ที่ใช้กับเตาอบและเปลวไฟ

เชื้อผลิตภัณฑ์ชนิดนี้เหมาะที่จะใช้เป็นภาชนะที่ใช้สำหรับปรุงอาหาร ส่วนผสมเนือดินปั้นชนิดนี้เมื่อเผาสุกตัวแล้วจะต้องเกิดแร่ Cordierite ($2\text{MgO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{SiO}_2$) ซึ่งมีสมบัติการขยายตัวต่ำ คือ อยู่ระหว่าง 1.5 ถึง 3×10^{-6} ต่อองศาเซลเซียส ส่วนผสมของเนื้อผลิตภัณฑ์นี้ดูได้จากรูป



ผลิตภัณฑ์ชนิดเซมิวเตริสหรือเอเทนแวร์

เนื้อผลิตภัณฑ์นี้มีสีขาวหรือมีสีอื่น มีจุดสุกตัวที่ Cone 7 ถึง 10 มีเปอร์เซ็นต์ดูดซึมน้ำประมาณ 7 ถึง 9 % เนื้อผลิตภัณฑ์จะเคลือบด้วยเคลือบฟริต ซึ่งมีตะกั่วเป็นส่วนประกอบเผาเคลือบที่ Cone 1 ถึง 5 การตกแต่งมักเป็นแบบตกแต่งบนผิวเคลือบ แต่การเคลือบสีหรือตกแต่งใต้ผิวเคลือบก็มีเช่นกัน ผลิตภัณฑ์ชนิดนี้มีความแข็งแรงสวยงาม สะดุดตา ราคาค่อนข้างถูก แต่ผลิตภัณฑ์มีความโปร่งแสง และความแข็งแรงสู้ผลิตภัณฑ์เซมิวเตริส หรือปอร์ซเลนไม่ได้

1 เนื้อผลิตภัณฑ์

เนื้อดินปั้นที่ใช้ผลิตภัณฑ์ชนิดนี้ เป็นชนิดไดตแตกเขียวและใช้ดินเหนียวค่อนข้างสูงอาจใช้ส่วนผสมตามตาราง

นอกจากนี้ผลิตภัณฑ์สมัยใหม่ยังใช้ทอลค์ หรือโพลีไมท์เล็กน้อยผสมลงไปเป็นตัวช่วยเร่งปฏิกิริยาการกลายเป็นแก้วอีกด้วย

เนื้อผลิตภัณฑ์แบ่งเป็น 3 ชนิด คือ

- 1. ผลิตภัณฑ์มีเนื้อสีขาว ผลิตภัณฑ์ชนิดนี้ใช้ดินเหนียวน้อย ซึ่งอาจใช้ส่วนผสมของเนื้อดินปั้นดังนี้ 13% หินฟันม้า 35 % หินแก้ว 20 % ดินเหนียว และ 32% ดินขาว

ส่วนผสมเนื้อดินปั้นและจุดสุกตัว

วัตถุดิบ	% ส่วนผสม								
ดินขาว	21.7	28	24	18	38	34.5	22	15	21
ดินเหนียว	10.2	25	28	38	17	16.5	30	36	31
ดินแก้ว	48.3	36	35	32	32	35.5	33	36	34
ดินฟันม้า	19.3	11	13	12	13	13.5	15	13	14
จุดสุกตัว cone เบอร์	8	8	9	9	8	8	8	8	8

2. ผลึกที่มีเนื้อสีขาว ส่วนผสมเนื้อผลิตภัณฑ์ชนิดนี้จะมีดินเหนียวมาก ส่วนผสมของเนื้อดินอาจใช้ 12 % หินฟันม้า 33 % ดินเหนียว 20 % ดินขาว และ 35 % หินแก้ว

3. ผลึกที่มีส่วนผสมเนื้อดินปั้นใช้หินแก้วมาก ผลิตภัณฑ์ชนิดนี้มีที่ใช้เป็นส่วนผสมเนื้อดินปั้นประกอบด้วย 19 % หินฟันม้า 48 % หินแก้ว 11 % ดินเหนียว และ 22 % ดินขาว ผลิตภัณฑ์ชนิดนี้มีสีขาวดีมาก แต่การขึ้นรูปค่อนข้างลำบาก

2 เคลือบ

การเคลือบมักใช้เคลือบฟrit ซึ่งมีตะกั่วเป็นองค์ประกอบ การใช้ฟrit ก็เพื่อสะดวกในการทำงานและทำให้ได้ผลดีขึ้น และขจัดปัญหาของตะกั่วออกไซด์ เคลือบมักมีจุดสุกตัวที่ Cone 1 ถึง 5 ตัวอย่างสูตรเคลือบ เช่น

0.173 K_2O

0.032 Na_2O

0.456 CaO 0.238 Al_2O_3 2.3 SiO_2

0.217 PbO 2.27 B_2O_3

0.122 ZnO

ส่วนผสมของเคลือบประกอบด้วย 24.2 % ฟrit 34 % หินฟันม้า 3.6 % ดินขาว 15 % แคลเซียมคาร์บอเนต 19.7 % ตะกั่วขาว และ 3.5 % ซิงค์ออกไซด์

ส่วนฟritได้จากการหลอม 58.8 % หินแก้ว 10.7 % บอแรกซ์ 22.2 % บอริกออกไซด์ 5.6 % ดินขาว และ 2.7 % แคลเซียมคาร์บอเนต เมื่อหลอมดีแล้ว เทลงน้ำทันที จะได้ฟritซึ่งเป็นแก้วมีคุณสมบัติเปราะบดได้ง่าย

หรืออาจใช้เคลือบอีกสูตรหนึ่งดังนี้

สูตรเคลือบ 0.43 CaO

0.26 PbO 2.60 SiO_2

0.12 K_2O 0.27 Al_2O_3 0.31 B_2O_3

0.06 Na_2O

0.13 ZnO

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งยังได้ให้ข้อมูลเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัจจุบันซึ่งคัดออกใช้ไม่ค่อยใช้เพราะว่ามันเป็นอันตรายต่อสีบางสี หรืออาจผลิตเคลือบจาก

ฟrit 1 0.26 PbO

0.03 CaO 0.06 Al₂O₃ 0.55 SiO₂

0.02 K₂O

ฟrit 2 0.25 CaO

0.08 K₂O 0.08 Al₂O₃ 0.74 SiO₂

0.06 Na₂O 0.31 B₂O₃

ส่วนผสมของเคลือบประกอบด้วย

ฟrit 1 31.3 %

ฟrit 2 30.6 %

CaCO₃ 4.6 %

หินฟันม้า 3.4 %

ดินขาว 8.7 %

ZnO 3.3 %

หินแก้ว 18.1 %

3 การเตรียมเนื้อดินปั้น

ปัจจุบันดินขาวมักจะมีการล้างมาแล้ว แต่ดินดำมักจะใช้โดยไม่ต้องล้าง เพราะดินดำที่ล้างแล้วมีราคาแพงมาก การใช้ดินดำที่ล้างแล้วจึงเป็นการไม่ประหยัด โดยเหตุนี้โรงงานบางแห่งจึงเตรียมน้ำดินดำ ซึ่งอาจผสมหินแก้วเล็กน้อย แล้วจึงร่อนเพื่อขจัดพวกหยาบๆ เหล็กขี้ไฟท์ และลิกไนท์ออกไป แล้วจึงผสมน้ำดินนี้กับน้ำดินของวัตถุดิบอีกวิธีหนึ่ง กวนผสมวัตถุดิบทั้งหมดเตรียมเป็นน้ำดินให้มีความถ่วงจำเพาะ 1.3

ถึง 1.5 ปัจจุบันมักใช้เครื่องกวนที่มีความเร็วสูง ซึ่งจะเตรียมน้ำดินได้ภายในไม่เกิน เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สองชั่วโมง แล้วจึงร่อนน้ำดินผ่านตะแกรง ตะแกรงนี้มักทำ 2 ชั้น ชั้นแรกใช้ตะแกรงเบอร์ 20 เมช ชั้นที่สองเป็นตะแกรงเบอร์ 100 ถึง 120 เมช การร่อนผ่านตะแกรงก็เพื่อขจัดพวกหยาบๆ และพวกกลไกในท่อออกส่งน้ำดินไปผ่านเครื่องแยกสารแม่เหล็กออก แล้วจึงเก็บน้ำดินไว้ในถังซึ่งมีเครื่องกวน กวนอย่างช้า ๆ เพื่อป้องกันการจมตัวของวัตถุดิบ ขจัดน้ำออกจากน้ำดินโดยใช้เครื่องกรองชนิดอาศัยแรงอัด (filter press) แล้วจึงส่งแผ่นดินที่ได้ไปเข้าเครื่องนวดและอัดดินให้เป็นแท่ง

4 การขึ้นรูปผลิตภัณฑ์

ในโรงงานส่วนใหญ่ใช้การขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ โดยวิธี จิกเกอร์ริง (Jiggering)

แต่ก่อนใช้คนคุมเครื่อง และต่อมาเป็นแบบกึ่งอัตโนมัติ ปัจจุบันส่วนใหญ่เป็นแบบอัตโนมัติที่ใช้กันมาก คือ เครื่องจิกเกอร์ชนิดอัตโนมัติของ Miller แต่เครื่องมือที่ทันสมัยที่สุด คือ เครื่องโรลเลอร์ (Foller) ซึ่งการทำงานเป็นแบบอัตโนมัติ

นอกจากนี้ก็มีการขึ้นรูปโดยวิธีเทแบบ การเทแบบทำโดยการกวนแผ่นเนื้อดินปั้นเข้ากับน้ำและสารเคมีที่เป็นตัวช่วยในการกระจายและลอยตัว โดยเตรียมน้ำดินให้มี ถ.พ. 1.75 ถึง 1.85

ผลิตภัณฑ์ที่ขึ้นรูปแล้วตกแต่งให้เรียบร้อย ถ้าตกแต่งตอนแห้งๆ ควรใช้ผ้าขนสัตว์หรือผ้าไนลอน ถ้าตกแต่งในขณะที่ยังขึ้นอยู่ใช้ฟองน้ำ แล้วเตรียมเข้าเผาอบสีกิท (Biscuit) สำหรับถ้วยการต่อหุ้ตอง่าก่อนที่มันจะแห้งสนิท ทำโดยอาศัยน้ำดินชั้น ๆ เป็นตัวเชื่อม ส่วนใหญ่ใช้คนต่อ แต่บางแห่งก็มีการต่อโดยวิธีอัตโนมัติ การอบแห้งกระทำตามที่กล่าวมาแล้วในบทต้น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารของกรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5 การเผาบิสกิต

การเผาบิสกิตปัจจุบันเผาในเตาอุโมงค์

การเรียงผลิตภัณฑ์เข้าเตาเผา โดยไม่ใช้หีบดินจะเรียงผลิตภัณฑ์ได้มากกว่าการตั้งผลิตภัณฑ์ไว้ในหีบดินเหมือนสมัยก่อนๆ ประมาณ 25 ถึง 50 % นอกจากนี้ค่าแรงก็ยังลดลงไปด้วยการใช้เตาเผาชนิดให้ก๊าซร้อนสัมผัสผลิตภัณฑ์โดยตรงก็สามารถใช้ได้ทั้งการเผาบิสกิตและการเผาเคลือบ ผลิตภัณฑ์ที่เผาบิสกิตแล้วก็นำออกมาตรวจสอบคัดเลือกรุ่นที่เสียทิ้งไป แล้วใช้แปรงปัดพวกฝุ่นออกไป

6 การตกแต่งผลิตภัณฑ์ผิวเคลือบ

ผลิตภัณฑ์บางส่วนก่อนจะนำไปชุบเคลือบจะมีการตกแต่งเสียก่อน อาจใช้วิธีเขียนลายด้วยสีเซรามิกส์ ใช้ซิลค์สกรีนและอื่นๆ การตกแต่งแบบนี้จะคงทนกว่าการตกแต่งบนผิวเคลือบแต่สีจะไม่สดใสเท่าการตกแต่งบนผิวเคลือบ

7 การเตรียมส่วนผสมของเคลือบ

เตรียมเคลือบโดยการบดส่วนผสมของวัตถุดิบที่ใช้ทำเคลือบในหม้อบดผลิตภัณฑ์ชนิดนี้ไม่ค่อยนิยมใช้วเคลือบสี ถ้าต้องการเคลือบสีก็ผสมเซรามิกส์ลงไปด้วยเลยทีเดียว

8 การชุบเคลือบ

ปัจจุบันการชุบเคลือบผลิตภัณฑ์ชนิดนี้ มักใช้เครื่องพ่นเป็นฝอยต่อเนื่องตลอดเวลาแต่ผลิตภัณฑ์พิเศษบางแบบจะชุบเคลือบโดยการจุ่ม ปกติการเรียงผลิตภัณฑ์เข้าเผาจะไม่ใส่ในหีบดิน แต่บางโรงงานก็ยังคงเผาเคลือบในหีบดิน เตาเผาเคลือบนิยมใช้เตาอุโมงค์ชนิดก๊าซร้อนสัมผัสกับผลิตภัณฑ์โดยตรง ผลิตภัณฑ์หลังจากเผาเคลือบแล้วก็นำมาตรวจสอบ ผลิตภัณฑ์ที่ดีจะถูกเก็บเข้าโกดัง หรือ ตกแต่งต่ออีกครั้งหนึ่ง

9 การตกแต่งบนเคลือบ

อาจจะทำได้ด้วยการเขียนลวดลายด้วยสีเซรามิกส์ ใช้รูปลอก ซิลค์สกรีน เป็นต้น แล้วเผาผลิตภัณฑ์ออกตามคุณภาพ คือ ผลิตภัณฑ์ชิ้นหนึ่ง สอง สาม ผลิตภัณฑ์ชิ้นหนึ่งจะถูกห่อเป็นชุดๆ และที่เหลือจะขายแบบขายส่ง

ผลิตภัณฑ์ชนิดไฮเตลไชน่า (Hotel China Ware)

อุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ชนิดไฮเตลไชน่าพัฒนาขึ้นมาก็เพราะ ความต้องการผลิตภัณฑ์ที่มีความแข็งแรงและทนทานต่อการใช้ในโรงแรม ดังนั้นจึงได้ดัดแปลงเนื้อดินปั้นชนิดไตรแอกเซียล โดยการเพิ่มสารประกอบ ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นตัวช่วยเร่งปฏิกิริยาการกลายเป็นแก้วสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ผลิตภัณฑ์ชนิดนี้จะเคลือบด้วยเคลือบที่มีจุดสุกตัวต่ำกว่าอุณหภูมิการเผาปกติ การตกแต่งผลิตภัณฑ์มักทำได้ผิวเคลือบเป็นส่วนใหญ่ ทั้งนี้เพื่อความทนถาวร

1 ส่วนผสมของเนื้อดินปั้น ศึกษาได้จากตาราง

ตาราง 5 แสดงส่วนผสมเนื้อดินปั้นและจุดสุกตัว

วัตถุดิบ	ส่วนผสมเนื้อดินปั้นมาตรฐาน					ส่วนผสมเนื้อดินปั้น ที่ให้ความแข็งแรงสูง		
ดินขาว	35.6	26	37	38.2	34	34	34	34
ดินเหนียว	6	9.5	8	6	9	7	7	9
ดินแก้ว	34	35	34.5	36.3	37	27	22	19.5
ดินฟันม้า	21	21	18	17.7	17	18	18	17
ตัวช่วยเร่งปฏิกิริยา	3.4	8.5	2.5	1.8	3	2	2	3
อะลูมินา	-	-	-	-	-	12	17	17.5
จุดสุกตัว cone	10	10	10	13	10	10-12	10-12	10-12

เอกสารนี้เป็นทรัพย์สินทางปัญญาของกรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ กระทรวงพาณิชย์ ไม่ควรนำเอกสารนี้ไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาหรือข้อมูลใดๆ ซึ่งอาจก่อให้เกิดความเสียหายต่อชื่อเสียงของกรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ

ปริมาณดินเหนียวหรือดินดำใช้น้อย ทั้งนี้เพื่อให้ได้เนื้อผลิตภัณฑ์ที่มีสีขาวดี เนื้อผลิตภัณฑ์มีสีใช้น้อยแต่ก็สามารถทำได้โดยการใส่สีเซรามิกส์ลงไป ผสมกับเนื้อดินปั้น เนื้อผลิตภัณฑ์จะมีจุดสุกตัวระหว่าง Cone 10 ถึง 12 ผลิตภัณฑ์จะมีเปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำต่ำกว่า 0.2 % ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ชนิดปอรรเซเลน

การเพิ่มอะลูมินาเข้าไปในเนื้อดินปั้นจะช่วยทำให้ผลิตภัณฑ์มีความแข็งแรงเพิ่มขึ้น ผลิตภัณฑ์ขาวดีขึ้น แต่ความโปร่งแสงน้อยลง คุณสมบัติอื่นๆ เปลี่ยนแปลงน้อยมาก การที่ผลิตภัณฑ์มีความแข็งแรงมากขึ้นเราก็สามารถทำให้ผลิตภัณฑ์บางลงได้

2 เคลือบ

ตัวอย่างสูตรเคลือบของผลิตภัณฑ์ชนิดนี้ คือ

0.066 K_2O

0.179 Na_2O

0.261 PbO

0.494 CaO

0.340 Al_2O_3

3.369 SiO_2

0.314 B_2O_3

ปัจจุบันเคลือบส่วนใหญ่มักจะมีตะกั่วผสมอยู่ด้วยเสมอ ทั้งนี้เพื่อให้เคลือบเป็นมันวาวดี และทำให้เคลือบระหว่างสุกตัวไหลตัวได้ดี แต่ก่อนใช้เคลือบมีจุดสุกตัว Cone 10 แต่ปัจจุบันเคลือบมีจุดสุกตัว Cone 5 ถึง 6

3 กระบวนการผลิต

ส่วนใหญ่เหมือนการผลิตภัณฑ์เซมิวิตเรียมส์ที่กล่าวมาแล้ว ในที่นี้จะพูดถึงการผลิตที่แตกต่างออกไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1 การเตรียมน้ำดินสำหรับเทแบบ อาจทำได้โดยการบดเนื้อดินปั้น ที่เตรียมมาแล้วในหม้อบด วิธีนี้จะช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีจุดศูนย์กลางและช่วยทำให้เนื้อดินปั้นเหนียวดีขึ้น การทำงานสะดวกขึ้น แต่ปัจจุบันจะทำวิธีนี้กับเนื้อผลิตภัณฑ์ที่มีสีเท่านั้น การเตรียมน้ำดินสำหรับเทแบบปกติจะทำโดยกวนเนื้อดินปั้นที่เตรียมมาแล้วกับน้ำ หรือสารที่เป็นตัวช่วยให้เกิดการกระจายและย่อยตัวได้ดีขึ้น

3.2 การขึ้นรูปผลิตภัณฑ์แบนๆ อาจใช้เครื่องจักร เครื่องโรลเลอร์ แล้วแต่ความเหมาะสมและความพร้อมของโรงงาน

3.3 การอบผลิตภัณฑ์ให้แห้ง ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตโดยจักร จะติดมากับแบบ การอบให้แห้งอาจใช้เครื่องอบแห้งชนิดเป็นชั้นเคลื่อนที่ขึ้นลงตลอดเวลาเป็นวงจร ควรเอาผลิตภัณฑ์ออกจากแบบให้เร็วที่สุดที่จะเร็วได้ แล้วส่งผลิตภัณฑ์ดิบเข้าเครื่องอบต่อไป ซึ่งจะเป็นการช่วยเร่งนำแบบกลับมาใช้ได้เร็วขึ้นอีก จะเป็นการลดจำนวนแบบในวงจร เป็นการประหยัดไปในตัว บางโรงงานใช้อบด้วยเอาอบชนิดมีสายพานลำเลียงผลิตภัณฑ์ดิบเข้าเตาอบ ซึ่งจะใช้เวลาในการอบเพียง 10 ถึง 15 นาที

3.4 การเทแบบการขึ้นรูปโดยวิธีนี้ใช้กับผลิตภัณฑ์ที่มีรูปร่างคล้ายเหยือกหรือกาน้ำ

3.5 การตกแต่งผลิตภัณฑ์แบนๆ อาจใช้มือปัดหรือใช้เครื่องปัดอัตโนมัติ ซึ่งจะประหยัดค่าแรงงาน ตามชอบของผลิตภัณฑ์ใช้เครื่องขูด ผ้าขัดหรือฟองน้ำเช็ดส่วนกันผลิตภัณฑ์ก็อาจใช้หมูนบนสักหลาด หรือฟองน้ำ การติดหูถ้วยกระถางโดยการใช้น้ำดินปั้นขึ้นๆ ช่วยในการติด

3.6 การเผาผลิตภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์แบนๆ จะเรียงซ้อนๆ กัน ระหว่างแผ่นจะใส่ทรายหรือดินผสมพิเศษ เพื่อป้องกันการยุบตัวตรงกลาง ผลิตภัณฑ์เหล่านี้จะเรียงเป็นชั้นบนรถที่จะเข้าเตาเผาอีกทีหนึ่ง ส่วนถั่วจะเรียงแบบปากประกบกัน

3.7 การตกแต่งก่อนเคลือบ อาจทำแบบซิลค์สกรีน ตีรูปลอก และการเขียนลวดลายด้วยสีเซรามิกส์ วิธีการสุดท้ายนี้มีการทำน้อยมาก

3.8 การชุบเคลือบ ผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่จะชุบเคลือบด้วยการใช้สายพานนำผลิตภัณฑ์เข้าไปในบริเวณซึ่งมีเคลือบพ่นลงมาเป็นฝอย ผลิตภัณฑ์บิสกิตจะไม่ดูดซึมน้ำ จึงควรอุ่นเสียก่อน เพื่อช่วยให้ชุบเคลือบได้ดีขึ้น บางทีการชุบเคลือบอาจทำได้โดยการจุ่มผลิตภัณฑ์ลงในถังน้ำเคลือบลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.9 การเผาเคลือบ ผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่เมื่อชุบเคลือบแล้วจะเรียงไว้ในหีบดินแล้วจึงนำเข้าเตาเผาเคลือบ ผลิตภัณฑ์แบบๆ จะวางบนฐานรอง ผลิตภัณฑ์ที่มีกันไว้จะวางบนจานทนไฟ โรงงานบางแห่งก็ไม่เรียงผลิตภัณฑ์ในหีบดิน รอยบนผลิตภัณฑ์ที่เผาเคลือบแล้ว ซึ่งเกิดจากเครื่องรองรับขัดออกด้วยเครื่องขัด

ผลิตภัณฑ์บอนไชน่า (Bone China)

ผลิตภัณฑ์ชนิดนี้เป็นเนื้อผลิตภัณฑ์เซรามิกส์ที่แปลกออกไป เกิดขึ้นในอังกฤษ ตอนปลายศตวรรษที่ 18 ปัจจุบันก็ยังมีการผลิตในปริมาณค่อนข้างสูง แต่ในประเทศอื่นมีการผลิตน้อยมาก ทั้งนี้เพราะว่าวิธีการผลิตค่อนข้างยาก เนื่องจากเนื้อดินปั้นมีความเหนียวไม่ดี ผลิตภัณฑ์ที่ขึ้นรูปใหม่ๆ ไม่แข็งแรง ผลิตภัณฑ์มักจะเสียรูปร่างระหว่างการเผาและการควบคุมสีก็ลำบากแต่ปัจจุบันปัญหาเหล่านี้หมดไป การผลิตผลิตภัณฑ์ชนิดนี้จึงมีการสูญเสียน้อย ผลิตภัณฑ์ชนิดนี้แข็งแรงมาก มีสีขาว เวลาเคาะเสียงดังกังวานและโปร่งแสงดีมาก

กระบวนการผลิตถ้วย ชาม จาน ชนิดบอนไชน่า

1 ส่วนผสมของเนื้อดินปั้น

โดยทั่วไปประกอบด้วยเถ้ากระดูก 50 % ดินขาว 25 % และหินฟันม้า 25 % หรืออาจเลือกจากตาราง

2 วัตถุดิบ

เถ้ากระดูกได้จากการนำกระดูกวัวมาทำความสะอาดด้วยไอน้ำ แล้วเผาที่ 1,000 C จะเหลือพวกอินทรีย์สารประมาณ 1 % แล้วลดเถ้ากระดูกผสมกับน้ำในเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า หมอบดแล้วทำให้แห้ง ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดินขาวควรมีความละเอียดที่เหมาะสม ไม่ควรมีเหล็กและทิตาเนียมออกไซด์

หินฟันม้า ควรเลือกใช้หินฟันม้าที่มีความบริสุทธิ์สูง ควรบดเปียกด้วยหม้อบดที่มีหินแก้ว เป็นตัวกรูหม้อบดและเป็นลูกบดด้วย

ตาราง 6 แสดงส่วนผสมเนื้อดินปั้นผลิตภัณฑ์ชนิดบอนไซหน้า

วัตถุดิบ	% ส่วนผสมเนื้อดินปั้น				
เถ้ากระดูก	45	46	48	42	44
ดินขาว	26	24	31	29	24
หินแก้ว	3	3	3	5	0
หินฟันม้า	26	27	18	24	32

3 โรงน้ำดิน

ในโรงนี้วัตถุดิบแต่ละชนิดจะถูกทำให้เป็นของเหลวที่มี ถ.พ. มาตรฐานอันหนึ่ง แล้วจึงนำมาผสมกัน อาจจะผสมกันโดยปริมาตรหรือน้ำหนักก็ได้ ตรงจุดนี้จะเติมสารอินทรีย์ลงไปเพื่อช่วยทำให้เกิดความเหนียว หรือบางทีก็ใช้เบนโทไนท์ผสม 2 ถึง 3 % กวนน้ำดินให้เข้ากันร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 120 ถึง 160 เมช และผ่านเครื่องแยกสารแม่เหล็กแล้วกรองน้ำดินให้แห้งด้วยเครื่องอัดกรอง แผ่นเนื้อดินปั้นจะถูกส่งไปเข้าเครื่องนวด และรีดพร้อมกับดูดอากาศในเนื้อดินออก และตัดก้อนเนื้อดินปั้นให้ได้ขนาดสำหรับเข้าเครื่องจี้ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4 การขึ้นรูปผลิตภัณฑ์

ใช้ทั้งเครื่องโรลเลอร์ เครื่องจักร และการเทแบบ

5 การเผาปิสกิต

ผลิตภัณฑ์ดิบที่แห้งแล้ว ปิดทำความสะอาดด้วยความระมัดระวัง ผลิตภัณฑ์แบบจะวางบนเครื่องรองรับที่มีรูปร่างกระชับกับผลิตภัณฑ์ที่ผิวของเครื่องรองรับจะทาฉาบด้วยอะลูมินาบางๆ กันผลิตภัณฑ์ติดกับเครื่องรองรับเรียงซ้อนๆ กันบนรถที่จะนำเข้าเตาเผา ส่วนผลิตภัณฑ์รูปร่างแบบถ้วยจะเรียงคว่ำลงหรือเรียงประกบกันเป็นคู่ๆ เตาที่ใช้เผาใช้เตาอุโมงค์ ชนิดก๊าซร้อนที่เกิดจากการเผาไหม้สัมผัสกับผลิตภัณฑ์โดยตรง จุดสุกตัวของผลิตภัณฑ์ชนิดนี้ประมาณ 1,250 °C ระยะเวลาการเผาใช้ 17 ถึง 20 ชม. บางแห่งใช้เตาอุโมงค์ชนิดใช้พลังงานไฟฟ้า โดยใช้หลอดความต้านทานชนิด Kanthal

6 การชุบเคลือบ

เคลือบที่ใช้ในการชุบเคลือบผลิตภัณฑ์ชนิดนี้เป็นพวกตะกั่วบอโรซิลิเกต ซึ่ง 50 % ของส่วนผสมของเคลือบจะเป็นฟрит แต่ก่อนการชุบเคลือบทำโดยการจุ่มผลิตภัณฑ์ลงในถังน้ำเคลือบ ปัจจุบันผลิตภัณฑ์แบบๆ จะถูกลำเลียงบนสายพานผ่านไปยังบริเวณซึ่งมีน้ำเคลือบพ่นลงมาเป็นละออง เนื่องจากปิสกิตไม่มีความดูดซึมน้ำ ฉะนั้นควรอุ่นผลิตภัณฑ์ก่อนเคลือบ เพื่อให้เคลือบติดผิวผลิตภัณฑ์ดีขึ้น

7 ส่วนประกอบของเนื้อผลิตภัณฑ์ชนิดโบนไซนา

เนื้อผลิตภัณฑ์นี้ประกอบด้วยแคลเซียมไตรฟอสเฟต $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ อะนอร์ไทท์ ($\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$) และเนื้อแก้ว เนื้อผลิตภัณฑ์จะมีเนื้อแก้วประมาณ 70%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถึงแม้ว่าในเนื้อผลิตภัณฑ์จะมีเหล็กสูงถึง 0.3 % แต่ถ้าใช้สภาวะที่เหมาะสมเนื้อผลิตภัณฑ์นั้นก็ยังคงมีสีขาว ทั้งนี้เพราะว่าพวกฟอสเฟตสามารถฟอกสีที่เกิดจากเหล็กได้ ผลิตภัณฑ์ชนิดนี้มีความโปร่งแสงดีกว่าผลิตภัณฑ์ชนิดไตรเอกเซิล เพราะว่าดัชนีหักเหแสงของแก้วกับผลึกในเนื้อผลิตภัณฑ์ใกล้เคียงกันมากกว่า ในเนื้อผลิตภัณฑ์ชนิดไตรเอกเซิล ผลิตภัณฑ์ที่มีเนื้อแก้วมาก ผลิตภัณฑ์มีช่วงการดูดกลืนหรืออาจกล่าวได้ว่าที่ใกล้เคียงๆ จุดดูดกลืนผลิตภัณฑ์ชนิดนี้ไวต่อการเปลี่ยนแปลง แต่ปัญหานี้แก้ด้วยการใช้วัตถุดิบไฟรอนรับควบคุมกับการควบคุมเตาอย่างระมัดระวัง

8 การเผาเคลือบ

ผลิตภัณฑ์ที่มีรูปร่างแบบถ้วยจะวางเรียงบนแผ่นวัตถุดิบไฟรอน ซึ่งทำด้วยอะลูมินา สำหรับผลิตภัณฑ์ที่มีรูปร่างแบบอื่นๆ จะวางบนฐานรองรับรูปตัวที หรือรูปสามเหลี่ยม ผลิตภัณฑ์จะผ่านเข้าเตาอุณหภูมิชนิดก๊าซร้อนที่เกิดจากการเผาไหม้ ไม่สัมผัสกับผลิตภัณฑ์โดยตรง จุดดูดกลืนของเคลือบผลิตภัณฑ์ชนิดนี้ประมาณ 1,150 °C

9 การตกแต่งผลิตภัณฑ์

ผลิตภัณฑ์ชนิดนี้มักมีการตกแต่งบนผิวเคลือบ อาจทำโดยใช้รูปบล็อก ซิลค์ สกรีน หรือการระบายสี

ผลิตภัณฑ์เซรามิกส์ที่ใช้เป็นภาชนะในการปรุงอาหาร (Ceramic Kitchenware)

ผลิตภัณฑ์ชนิดนี้ประกอบด้วย ชามอ่างสำหรับผสมอาหาร ไห หม้อหุงต้ม กระจุก หรืออาจแบ่งเป็นภาชนะใช้กับเตาอบกับภาชนะที่ใช้กับเปลวไฟ ชามอ่างสำหรับผสมอาหารมักเป็นเอร์เทนแวร์มีเนื้อสีฟางและเคลือบด้วยสีเหลือง ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในเตาอบมักใช้สำหรับย่างผลิตภัณฑ์เหล่านี้ต้องทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงความร้อนระหว่างอุณหภูมิ 150°C ในเตาอบกับอุณหภูมิเมื่อแช่อยู่ในน้ำเย็น ผลิตภัณฑ์ที่ใช้กับเปลวไฟหรือที่ตั้งบนเตาไฟจะต้องทนทานต่อการกระทำของความร้อน ซึ่งเกิดจากเปลวของก๊าซซึ่งลุกไหม้โดยตรง เนื้อผลิตภัณฑ์พวกนี้ต่างจากผลิตภัณฑ์อื่นๆ ที่กล่าวมาแล้ว แต่วิธีการขึ้นรูป การอบแห้ง การเผายังคงเหมือนกัน

1 ชามอ่างสำหรับผสมอาหารและใส่อาหาร

ผลิตภัณฑ์ประเภทนี้อาจทำจากดินที่เผาแล้วให้สีฟาง แต่ปัจจุบันภาชนะชนิดนี้ถูกแทนที่ด้วยเครื่องแก้วและพลาสติก พวกกระจุก ไห และเหยือกก็เป็นผลิตภัณฑ์ประเภทสโตนแวร์ ซึ่งอาจมีการเคลือบและมีการตกแต่ง แต่ในปัจจุบันคนนิยมใช้เครื่องแก้วและพลาสติกแทน

2 ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในเตาอบ

ผลิตภัณฑ์ชนิดนี้ต้องทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงของ ความร้อนระหว่างการใช้งานตามปกติ คือ ต้องมีคุณสมบัติ

1. จะต้องทนทานได้เมื่อจุ่มผลิตภัณฑ์ร้อน 150°C ลงในน้ำเย็น
2. มีผิวเรียบ แข็ง ผิวไม่ร่วนตัว และทนทานต่อการขีดข่วนในการทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่าในรูปแบบใดก็ตาม หากมีให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ส่วนที่มีการตกแต่งต้องคงทน

4. มีความแข็งแรง

สิ่งเหล่านี้แสดงว่าผลิตภัณฑ์ชนิดนี้ต้องแข็งแรง และมีสัมประสิทธิ์ของการขยายตัวต่ำและมีผิวเคลือบที่เรียบ ส่วนผสมในตารางข้างท้ายนี้ ส่วนใหญ่ใช้ทำผลิตภัณฑ์ที่ใช้กับเตาอบพวกสโตนแวร์และดินผสมดินที่ผ่านการเผามาแล้ว เป็นผลิตภัณฑ์ผลิตได้ในราคาต่ำแต่ความต้านทานต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิไม่ค่อยดี ผลิตภัณฑ์เซอรॅกอนทนทานได้ดีแต่ราคาแพง ปัจจุบันเนื้อผลิตภัณฑ์ชนิดคอร์เดียไรท์ใช้มาก เนื้อผลิตภัณฑ์ลิเซียมมีสัมประสิทธิ์การขยายตัวต่ำที่สุด นอกจากนี้ยังมีช่วงจุดสุกตัวสั้นมาก อะลูมินั่มทิทาเนตไม่มีการขยายตัวเลยแต่ไม่แข็งแรง

ส่วนผสมเนื้อดินปั้นผลิตภัณฑ์ใช้ในเตาอบ อาจใช้ตามตาราง

ตาราง 7 แสดงส่วนผสมเนื้อดินปั้น จุดสุกตัว และ % ดูดซึมน้ำ

วัตถุดิบ	1	2
ดินเหนียว	28	–
ดินขาว	20	62
หินฟันม้า	10	10
หินแก้ว	22	7
ดินขาวเผาแล้ว	10	–
ทอลด์	10	–
แมกนีเซียมออกไซด์	–	21
เผาอุณหภูมิ	1,250° C	1,250° C
% ดูดซึมน้ำ	1.3 %	1 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การชุบเคลือบ ผลิตภัณฑ์สโตนแวร์บางชนิดมีสัมประสิทธิ์การขยายตัวต่ำประมาณ 4 ถึง 5×10^{-6} C ก็ยังสามารถทำการเคลือบได้ แต่ผลิตภัณฑ์ที่มีสัมประสิทธิ์การขยายตัวต่ำกว่านี้ในการเคลือบจะเกิดปัญหา เพราะไม่สามารถเคลือบที่มีสัมประสิทธิ์การขยายตัวต่ำกว่านี้ได้ ผิวเคลือบควรจะทำความสะดวกได้ง่ายและพวกสีไม่ควรติดแน่น

3 ผลิตภัณฑ์ที่ใช้กับเปลวไฟ

ผลิตภัณฑ์ชนิดนี้ ต้องมีความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิสูงกว่าผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในเตาอบ เพราะฉะนั้นเนื้อผลิตภัณฑ์ต้องมีสัมประสิทธิ์การขยายตัวต่ำมาก ควรต่ำกว่า 2×10^{-6} C เนื้อผลิตภัณฑ์ชนิดนี้จะมีคอร์เดี่ยวไรท์หรือลิเซียมผสมอยู่เป็นเปอร์เซ็นต์สูง การเคลือบผลิตภัณฑ์ชนิดนี้จะมีปัญหามากกว่าผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในเตาอบ

4 คุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในการประกอบอาหาร

คู่แข่งของผลิตภัณฑ์ประเภทนี้ได้แก่ เซรามิกส์ชนิดอื่น สังกะสี อะลูมิเนียม เหล็กไม่เป็นสนิม และแก้วที่มีการขยายตัวต่ำ

การออกแบบผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา

ปัจจุบันนี้ในโรงงานอุตสาหกรรมและอุตสาหกรรมพื้นบ้าน มักมีการศึกษาค้นคว้าออกแบบเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาอยู่เนือง ๆ

ทั้งนี้เพื่อต้องการที่จะให้เกิดการพัฒนาด้านรูปทรง (รูปแบบ) ของผลิตภัณฑ์

ให้เหมาะสม และทันสมัยตามการพัฒนาด้านรูปทรงของผลิตภัณฑ์ ให้ทันกับความต้องการเอกสารเป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ผู้ใดเห็นไปใช้ประโยชน์ในการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของตลาดและประชาชนทั่วไป จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องศึกษาค้นคว้าจากรูปทรงที่หลงเหลือจากอดีตมาถึงปัจจุบัน เช่น เครื่องสังคโลก เครื่องเบญจรงค์ หรือ เครื่องลายคราม ฯลฯ เป็นต้น

รูปทรง

ในการออกแบบรูปทรงเครื่องปั้นดินเผานั้น ต้องคำนึงถึงหลักเกณฑ์การเขียนรูปทรงทางเรขาคณิต เพราะจะต้องอาศัยรูปทรงเหล่านี้ในการออกแบบและลวดลาย ลักษณะต่างๆ ถือว่าการกำหนดรูปทรงเป็นคุณสมบัติสำคัญยิ่ง ในอันดับแรกเพราะรูปทรงเป็นส่วนที่มองเห็นได้จากภายนอก ซึ่งชักจูงให้เกิดความสนใจ

ดังนั้นรูปทรงจึงเป็นสิ่งจูงใจสิ่งแรก

เส้นกำเนิดของรูปทรง ได้แก่

1.  เส้นตรง (นอน, ตั้ง)

2.  เส้นโค้งคด

3.  เส้นสี่เหลี่ยมจัตุรัส

4.  สี่เหลี่ยมผืนผ้า

5.  สามเหลี่ยม

6.  วงรี

7.  รูปไข่

8.  วงกลม

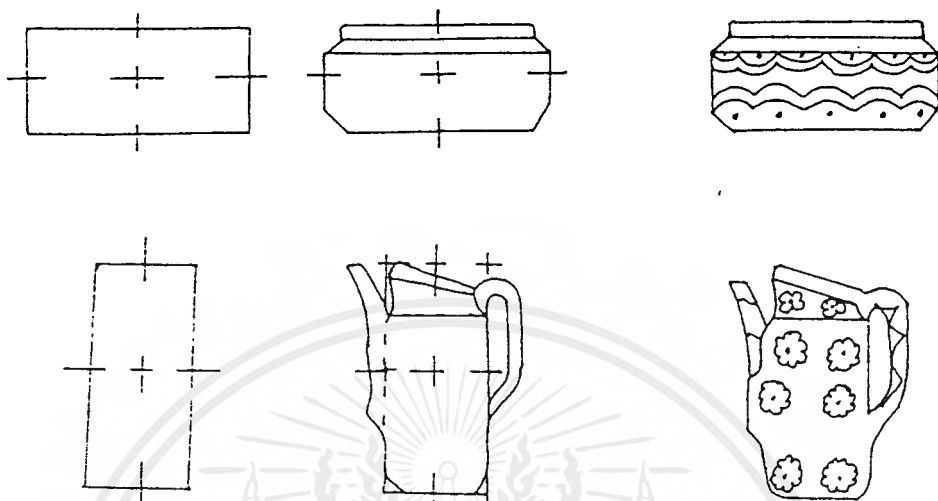
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากเส้นที่กำเนิทรูปทรงต่างๆ ที่ได้กล่าวมาแล้ว พอจะประมวลรูปทรง ได้ว่ารูปทรงแต่ละอย่างควรจะออกแบบรูปทรงของเครื่องบินอย่างไร เพื่อที่จะได้นำเอารูปทรงนั้นมาเกี่ยวข้องกับการบินออกแบบ ดังนั้นผู้ออกแบบต้องคำนึงถึงความสวยงาม ประโยชน์การใช้สอยและทางด้านเศรษฐกิจอีกด้วย

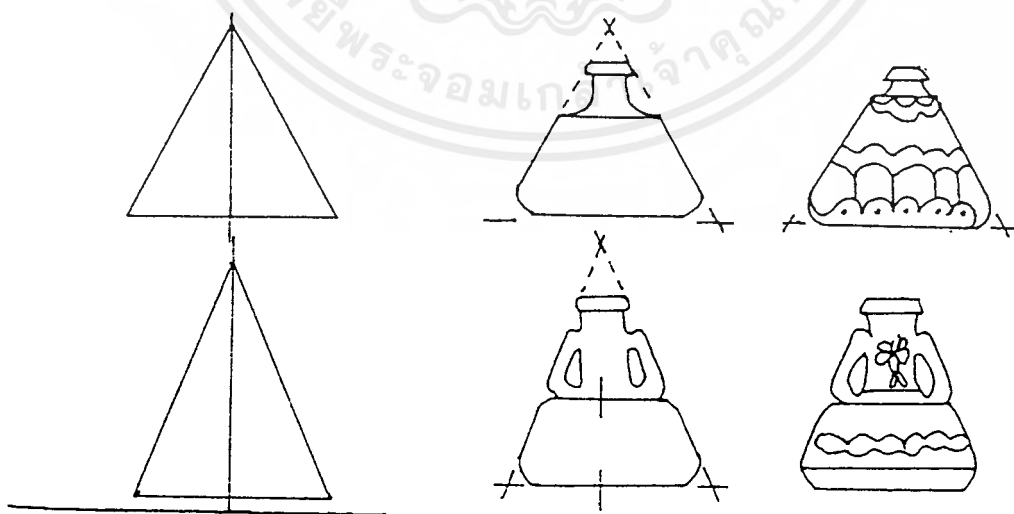
ต่อไปนี้จะได้แสดงวิธีการนำเอาเส้นที่กำเนิทรูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้ารูปทรงสี่เหลี่ยมด้านเท่า และสามเหลี่ยมด้านเท่ามาออกแบบผลิตภัณฑ์เครื่องบินดินเผาเพื่อเป็นตัวอย่าง ดังต่อไปนี้



1. การออกแบบผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา โดยใช้สี่เหลี่ยมผืนผ้าเป็นรูปทรงนำ



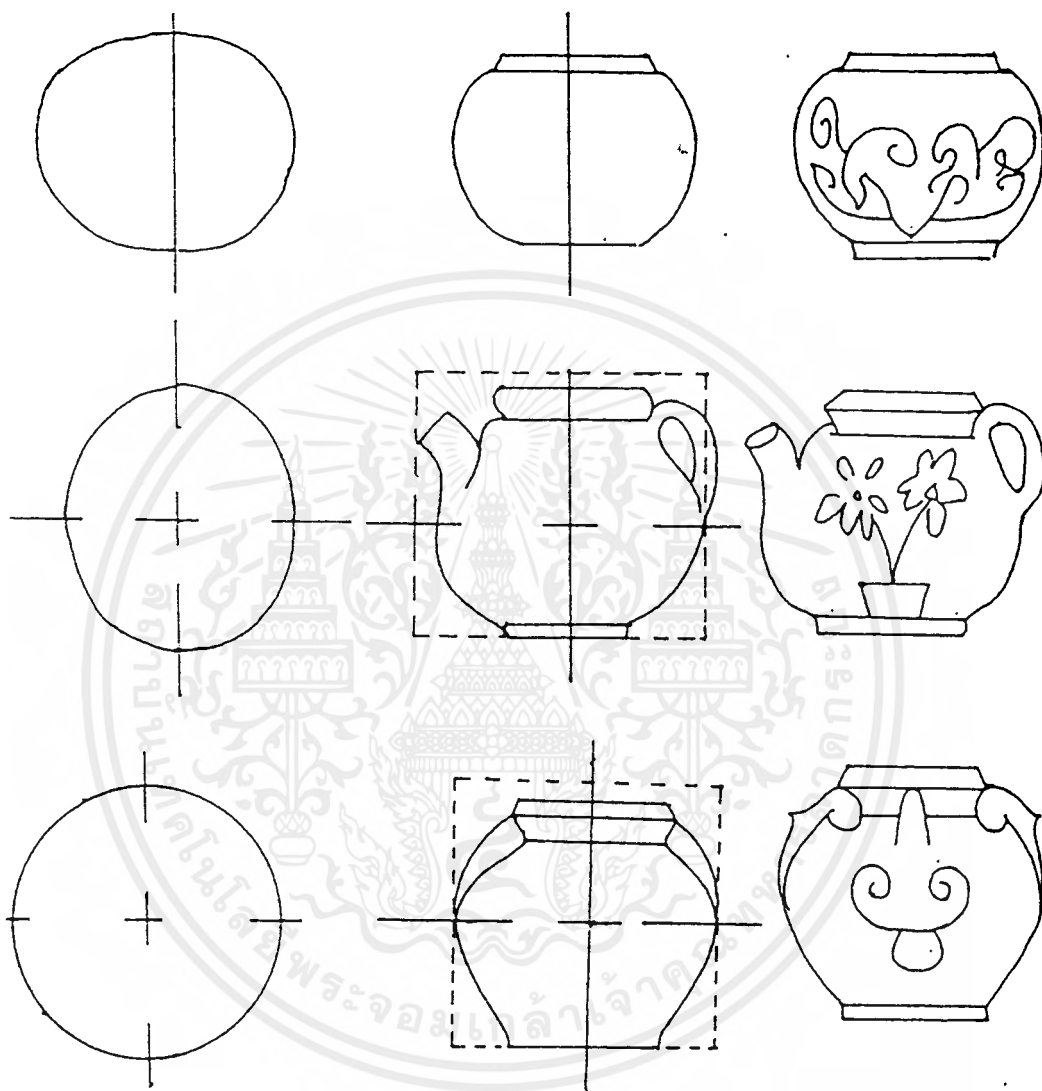
2. การใช้สามเหลี่ยมด้านเท่ากับสามเหลี่ยมหน้าจั่วออกแบบ¹



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่เนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

¹พาสนา ตันลักษณ์ หลักศิลป์และการออกแบบ เทพพิทักษ์การพิมพ์ 2522, หน้า 36.

3. การออกแบบผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาโดยยึดหลักรูปทรงเรขาคณิต คือ
รูปวงรี รูปไข่ และรูปวงกลม¹



ดังนั้น เรื่องของเส้นที่กำเนิดรูปทรงต่าง ๆ ดังได้กล่าวมาแล้วข้างต้น
นั้น สามารถจะนำเอาหลักเกณฑ์มาพัฒนาหาหลักการกับเครื่องปั้นดินเผา (ผลิตภัณฑ์)
จากอดีตและปัจจุบัน ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
¹ ชวิน เป้าอารีย์ เครื่องปั้นดินเผา โรงพิมพ์วิบูลย์กิจ วั่งบูรพา.2523.
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงชื่อของนักวิชาการผู้จัดทำหนังสือ

9. รูปทรงสมัยโบราณ

การผลิตเครื่องปั้นดินเผาแต่ละท้องถิ่น ย่อมทำรูปทรงที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับประโยชน์หรือความต้องการของผู้ผลิต ลักษณะของรูปทรงนี้เป็นทรงปากกว้าง ตัวภาชนะจะใหญ่ ก้นภาชนะจะมนเล็กกว่าปากและลำตัว ชาวบ้านนิยมเอาไปใช้ประโยชน์ได้หลายอย่าง เช่น นำเอาภาชนะนี้ไปใส่น้ำ เวลาที่นำมาใช้ใหม่ ๆ แต่พอเวลาภาชนะนี้แตก หรือเสียชาวบ้านบางคนก็นำเอาไปใช้ปลูกดอกไม้¹

10. รูปทรงสมัยโบราณ

ผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผารูปทรงนี้ นิยมใช้กันมาก ซึ่งเรียกว่า "หม้อน้ำ" ลักษณะรูปทรงปากกว้างลำตัวภาชนะจะใหญ่ก้นมน นิยมใช้ใส่น้ำดื่มในชนบททั่วไป เพราะภาชนะที่ใช้มีฝาปิด ลวดลายของรูปทรงนี้ ใช้เครื่องมือกดหรือตี² ถ้าสังเกตดีๆ จะเห็นรูปจิ้งจกปรากฏอยู่ที่ภาชนะ (ภาพจิ้งจกที่ปรากฏบนภาชนะนั้นทำขึ้นมาจากความเชื่อของคนโบราณ ที่เชื่อกันว่าภาชนะนี้จะกันแมลงที่จะมากินน้ำในหม้อ สมัยนั้นจึงนิยมปั้นภาพจิ้งจกมาติดไว้ข้างๆ หม้อ แต่ในปัจจุบันถือว่าทำขึ้นเป็นลวดลายประกอบเท่านั้นหรือทำขึ้นเพื่อความสวยงาม)

¹ สัมภาษณ์ นายเชียว ปัญญาเหมือง อายุ 64 ปี อาชีพทำนา บ้านเลขที่ 119 หมู่ 5 ตำบลปล้อง อำเภอกะเจียง จังหวัดเชียงราย วันที่ 25 สิงหาคม 2527.

² สัมภาษณ์ นายอินทร์ คำแบ่งคำ อายุ 63 ปี อาชีพทำนา บ้านเลขที่ 1 หมู่ 9 ตำบลบ้านดู่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย วันที่ 29 กันยายน 2527. เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่งมอบไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งหากมีการนำไปใช้

11. รูปทรงสมัยโบราณ

ลักษณะรูปทรงของผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาชนิดนี้ เรียกว่า "หม้อน้ำ" แต่การออกแบบของผู้ผลิตดัดแปลงบางส่วน เช่น ลักษณะรูปทรงปากกว้าง มีลวดลายหยาบเป็นเหลี่ยมรอบๆ ตัวภาชนะ ก้นของภาชนะจะมน สีจะเป็นสีแดง ลักษณะแบบนี้ แสดงว่ามีการพัฒนาขึ้นมาจากแบบดั้งเดิมบ้างแล้ว¹

12. รูปทรงสมัยโบราณ

แจกันซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาอีกชนิดหนึ่ง ลักษณะของรูปทรงปากผายกว้าง ส่วนคอเรียว ลำตัวจะใหญ่ ก้นมน ลวดลายมีสีเขียวปนเล็กน้อย เคลือบขาวทึบ

¹ สัมภาษณ์ นางบัตติ โคแพร่ อายุ 44 ปี อาชีพทำนา บ้านเลขที่ 95

หมู่ 17 บ้านจั่ว ตำบลตุน อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา วันที่ 6 พฤษภาคม 2527. เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

13. รูปทรงสมัยโบราณ

ผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาดั้งเดิม

มีลักษณะปากผาย คอสั้น ลำตัวภาชนะมนด้านบน
เล็ก ด้านล่างใหญ่ ส่วนก้นตัด และแบบก้นมนมี
ดิน สีของผลิตภัณฑ์สีน้ำตาลดำ

14. รูปทรงสมัยใหม่

ปัจจุบันผลิตภัณฑ์ประเภทแจกัน ผู้

ผลิตนิยมออกแบบทรงสูงลักษณะของรูปทรงก็แตกต่าง
ต่างไปจากเดิม คือ ปากผายกว้าง คอสูง ลำ-
ตัวภาชนะใหญ่ ก้นตัด มีการแตงลวดลาย เพื่อ
ความสวยงามของผลิตภัณฑ์เป็นอันดับแรก สีของ
ผลิตภัณฑ์เป็นสีน้ำตาล¹

¹ สัมภาษณ์ นายวิบูลย์ พุทธานุรักษ์ อายุ 47 ปี อาชีพค้าขาย บ้านเลขที่ 281 หมู่ 3 บ้านท่าวังทอง ตำบลท่าวังทอง อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา วันที่ 8 เมษายน 2527. เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ยืมได้เห็นว่าประโยชน์ของการคัดลอกเอกสารนี้เกินกว่าที่จะเป็นประโยชน์แก่ผู้ยืมให้ติดต่อขอคืนเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

15. รูปทรงสมัยใหม่

รูปทรงของแจกันในสมัยปัจจุบัน มีผู้นิยมใช้กันมาก ลักษณะรูปทรงสูง ปากผายกว้าง คอเรียว ลำตัวภาชนะใหญ่ ก้นตัด สีของภาชนะผู้ผลิตจะใช้สีน้ำตาล มีลวดลายก้านขดประกอบ¹

16. รูปทรงสมัยโบราณ

ผลิตภัณฑ์ชนิดนี้ เรียกว่ารูปทรงแบบประปุก เพราะคนในสมัยโบราณนิยมทำกระปุกที่ใช้ใส่สิ่งของต่างๆ เช่น เกลือ น้ำตาล ฯลฯ ลักษณะของผลิตภัณฑ์ปากผายกว้าง ลำตัวจะใหญ่ ก้นตัด

¹ สัมภาษณ์ นายวิบูลย์ พุทธานุรักษ์ อายุ 47 ปี อาชีพค้าขาย บ้านเลขที่ 281 หมู่ 3 บ้านท่าวังทอง ตำบลท่าวังทอง อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา วันที่ 8 พฤษภาคม 2527.
 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ยืมได้เห็นว่าไม่จำเป็นอีกต่อไปแล้ว กรุณาส่งคืนให้เจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรื่องรูปทรงที่กล่าวมาทั้งหมดแล้วนั้น พอที่จะสรุปเป็นลักษณะตามเส้นแห่งการกำเนิดลวดลายของผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาตามที่ปรากฏข้างต้น ตามประโยชน์การใช้สอยดังนี้

1. ภาชนะที่ใช้หุง
2. ภาชนะที่ใช้ต้ม
3. ภาชนะที่ใช้ใส่น้ำ
4. ภาชนะที่ใช้เบ็ดเตล็ด

นอกจากได้แบ่งตามประโยชน์การใช้สอยแล้ว ยังสามารถแบ่งตามรูปทรงของภาชนะได้อีกประเภทหนึ่งดังนี้

1. ทรงสูง (คอ, ลำตัว) ได้วิวัฒนาการมาจากรูปทรงที่ใช้สามเหลี่ยมด้านเท่า และสามเหลี่ยมหน้าจั่ว ในการออกแบบตามรูปที่ 1, 2, 3, 4, 12, 13, 14 และ 15
2. ทรงต่ำ (คอ, ลำตัว) ได้วิวัฒนาการมาจากรูปทรงที่ใช้สี่เหลี่ยมผืนผ้า และสี่เหลี่ยมคางหมู ตามรูปที่ 5, 7, 8, 9 และ 16
3. ทรงกลมมน ได้วิวัฒนาการมาจากรูปทรงที่ใช้รูปทรงกลมและวงรี ในการออกแบบตามรูปที่ 6, 10, 11

การขึ้นรูปผลิตภัณฑ์เซรามิกส์

การขึ้นรูปผลิตภัณฑ์เซรามิกส์ มีวิธีการแตกต่างกันหลายวิธี ขึ้นกับชนิดและรูปร่างของผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้ยังต้องคำนึงถึงคุณภาพและคุณสมบัติต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ที่จะทำการผลิต การขึ้นรูปผลิตภัณฑ์เซรามิกส์ที่ใช้ในชีวิตประจำวัน ในโรงงานอุตสาหกรรมอาจแบ่งได้เป็น 6 วิธี ดังนี้

วิธีการขึ้นรูป	ความดันที่ใช้ psi	% น้ำ
โดยการเทแบบ (slip casting)	Hydro static	20-30
โดยอาศัยความเหนียว (plastic)	5-50	25-30
ด้วยเครื่องรีดและอัดเนื้อดิน (dry press)	50-10,000	15-20
โดยการอัดเนื้อดินปั้นแห้ง ๆ	1,000-15,000	5-10
โดยการอัดเนื้อดินปั้นที่เป็นฝุ่น (dust press)	3,000-20,000	0-4
โดยวิธีการไอโซสแตติก (Isostatic)	5,000-100,000	0-17

คำจำกัดความของคำว่า การปั้นด้วยแท่นหมุน (Throwing)

1. ดินต้องเตรียมด้วยการนวดมาแล้วเป็นอย่างดีจะต้องไม่มีฟองอากาศหรือก้อนดินที่ยังผสมไม่เข้ากันปะปนอยู่
2. ดินจะต้องอยู่ในสถานะที่ไม่อ่อนจนเกินไป หรือไม่แข็งจนเกินไปด้วย
3. ขณะที่ปั้นดินด้วยแท่นหมุน (Throwing) นั้น จะต้องกดดินบนแป้นหมุนให้ได้ศูนย์หนึ่งเสียก่อนที่จะเจาะเปิดกว้าง เพื่อขึ้นรูปต่อไป
4. ในการปั้นด้วยแท่นหมุน จำเป็นต้องฝึกด้วยการขึ้นรูปทรงกระบอกให้ตรง และมีความหนาไม่แตกต่างกันมาก จากข้างล่างจนถึงปาก นี่คือการฝึกที่ถูกต้องและเป็นขั้นตอน

เมื่อสิ้นสุดการปั้นรูปทรงกระบอกแล้ว ควรต้องตัดโดยใช้ลวด หรือ เชือกเส้นเล็กตัดผ่ากลาง เพื่อเปิดให้เห็นส่วนสั้ดที่ตัด เป็นการตรวจสอบความหนา ความสม่ำเสมอ ดังที่กล่าวข้างต้นในข้อ 4

เมื่อท่านสามารถปั้นรูปทรงกระบอกขึ้นได้มีความสูงมากกว่า 10 นิ้ว หรือ 1 ฟุตขึ้นไป ให้มีความหนาตลอดใบไม่แตกต่างกันมาก แสดงให้เห็นว่าท่านพร้อมแล้วที่จะเริ่มปั้นภาชนะในรูปแบบต่าง ๆ

ปัญหาสำคัญมีอยู่ว่า การฝึกฝนสม่ำเสมอให้เวลากับการฝึกมากพอควรจึงจะบังคับดินให้เป็นไปตามรูปแบบต่างๆ ได้ตามความต้องการ

สภาวะดินจะควรอยู่ในลักษณะใดจึงจะเหมาะแก่การปั้น

1. ดินผสมน้ำจะต้องมีความอยู่ตัว เหนียวพอสมควรแก่การขึ้นรูปนั้น ดังที่บรรยายไว้ในเรื่องดิน
2. สภาวะของดินเมื่อจะปั้นกำลังพอดีนั้นทดลองจากการใช้นิ้วกดดินที่เกราะไว้ดู ถ้าดินไม่ติดนิ้วขึ้นมาก็เป็นอันใช้ได้ เวลานวดจะต้องไม่ติดมือ

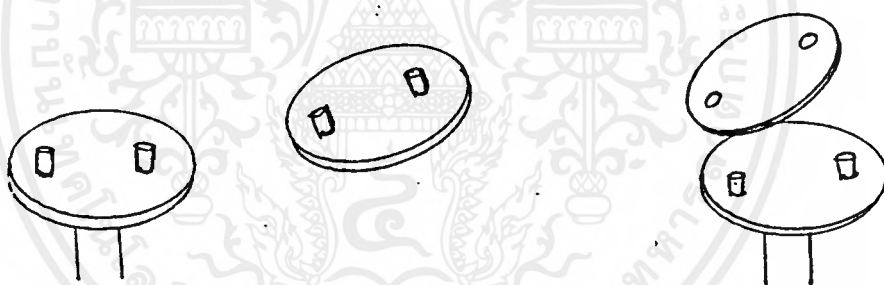
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตั้งศูนย์บนแป้นหมุน (Centering)

1. นวดดินไล่ฟองอากาศออก

2. ตบดินให้กลมเหมือนลูกบอล วางกดลงบนแผ่นรองบนแป้นหมุน ใต้กึ่งกลางแผ่นรองจะเป็นแผ่นปูนพลาสเตอร์กลม หล่อหนาประมาณ 1 นิ้ว หรือจะใช้แผ่นไม้ หรือแผ่นกระเบื้องกระดากก็ได้ให้มีความหนา 6 มิลลิเมตรกลมเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณแป้นเหล็ก ตัดแผ่นปูนพลาสเตอร์บนแป้นหมุนเหล็กด้วยดิน slip มีอีกวิธีหนึ่งที่สะดวก คือ

เดือยเหล็ก

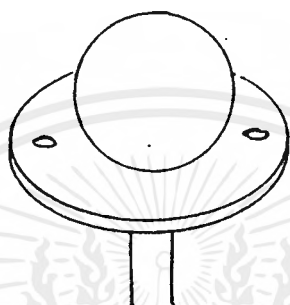


แผ่นกระเบื้องกระดากเจาะรูตรงกับเดือยเหล็ก

ภาพที่ 15 การขึ้นรูปแท่นหมุน

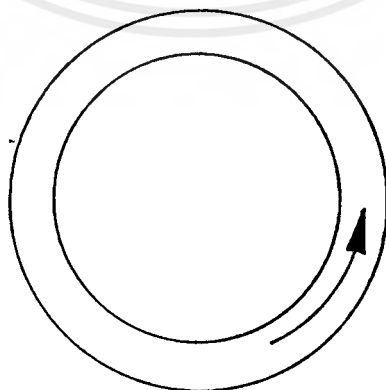
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บนแป้นเหล็กทำเดือย 2 จุด ตรงกันข้ามระยะห่างจากจุดศูนย์กลางเท่ากัน เจาะรูบน
แผ่นกระเบื้องกระดาชตัดกลมให้ตรงกับเดือย 2 จุดสวมแผ่นให้ลงตรงเดือยโดยไม่ต้อง
ใช้ดิน slip ตัด สะดวกแก่การยกออกยกเข้า และการแต่งฐาน ดังแสดงในรูป



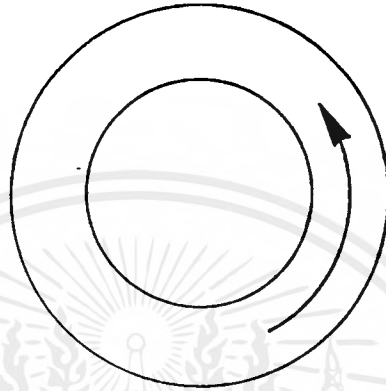
สะดวกในการปั้นและแต่งฐาน

ภาพที่ 16 การขึ้นรูปแทนหมุน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. แป้นหมุนจะหมุนตรงข้ามกับเข็มนาฬิกา จะเป็นแท่นหมุนแบบใช้เท้า
กับหรือไฟฟ้านั่งหรือยืนปั่น ซึ่งทำขึ้นได้หลายแบบ หลายชนิด

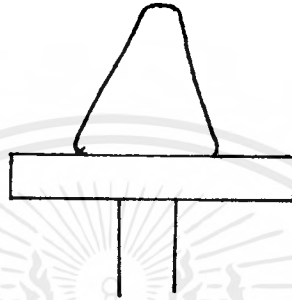


มองจากด้านบน

ข้อสังเกตในการตั้งศูนย์

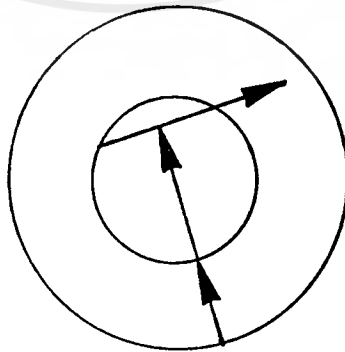
1. ใช้น้ำให้เส้นมืออยู่เสมอมุมที่มือทำงานกับก้นดิน ซึ่งกำลังหมุนอยู่
นั้น
2. ใช้ความเร็วสูงปานกลาง

4. ใช้ฝ่ามือและปลายนิ้วทั้ง 4 บีบดินให้สูงขึ้นอยู่ในลักษณะเป็นรูปกรวย ข้อศอกหรือแขนทั้ง 2 พยายามหาที่ปิด จะเป็นขอบแท่นหมุน หรือแนบข้อศอกทั้ง 2 เข้ากับลำตัว



ด้านข้าง

5. ใช้สันมือขวากดตรงยอดดินที่เป็นรูปกรวย แล้วรูดสันมือบนก้อนดินนั้นโค้งลงทางด้านข้างส่วนมือซ้ายหลอมดิน โดยการวางทิศทางของมือตามเส้นลูกศรดังในรูป ใช้ความเร็วหมุนตลอดเวลา มือทั้งสองต้องสัมพันธ์กับความช้า เร็ว ของการหมุนด้วย



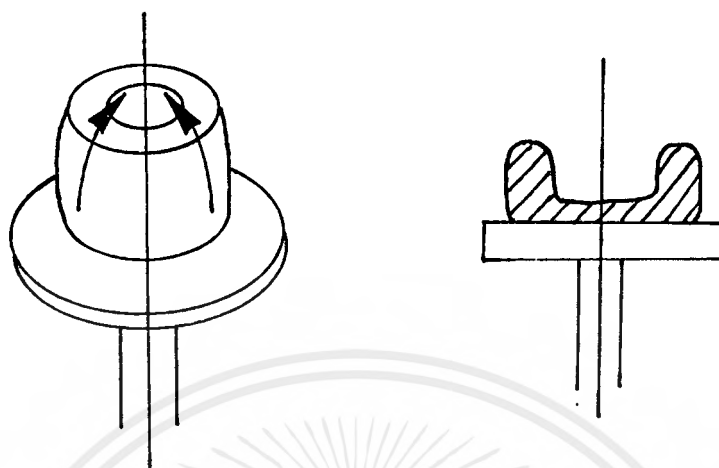
6. ดินที่อยู่
ในลักษณะได้ศูนย์ จะต้อง
นิ่งไม่แกว่งไปมา ในการฝึก
ปั้นให้ได้ศูนย์นั้น จะ
สิ้นเวลาอยู่ไม่น้อย ขึ้น
อยู่กับบุคคลถ้าปฏิบัติ
งานได้สัปดาห์ละ 4 ชม.
ประมาณเวลา 45 วัน ก็
พอจะตั้งศูนย์ได้ ทั้งนี้
ขึ้นอยู่กับบุคคล บางคนก็
ทำได้เร็ว บางคนก็ทำได้ช้า
หรือมีฉะนั้นอาจจะ
เลิกล้มไปเลยก็ได้



การเจาะหรือเปิดเพื่อขึ้นรูป (opening)

1. ใช้นิ้วหัวแม่มือทั้งสองขนาดคู่ จิกกดลงตรงกลางก้อนดินตามลูกศร พร้อมกับดันดินไปทางหน้าของตัวผู้ปั้น เปิดให้กว้าง เหลือดินสูงจากแผ่นประมาณ 1/2 นิ้ว ถ้ายังไม่ชำนาญ หยุดปั้นหมุนวัดด้วยเข็ม ไม่ควรเหลือเนื้อดินบางจนเกินไป จะทำให้การแต่งฐานอาจจะทะลุได้ มือทั้งสองคล้องดินไม่ให้เปิดกว้างเกินกว่าริมฐานของก้อนดิน กันหลุมใช้ฟองน้ำลูบให้เรียบ (ปั้นจะต้องหมุนอยู่ตลอดเวลาปั้นตั้งแต่ต้น)

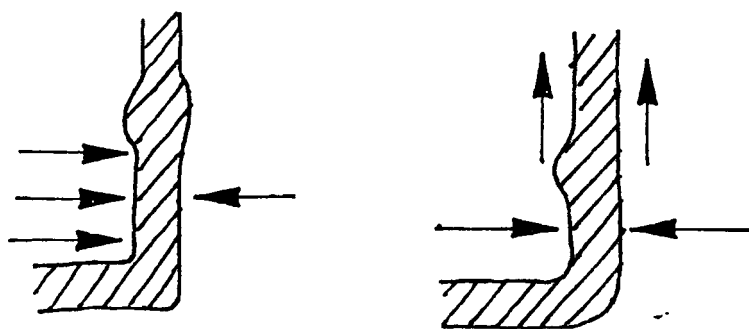
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



หน้าประมาณ นัว

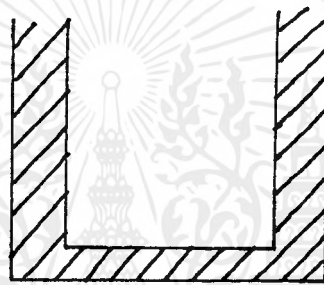
2. เริ่มขึ้นรูปด้วยการใช้มือซ้ายอยู่ภายใน มือขวาอยู่ภายนอก

1. มือซ้ายดันผนังขึ้นด้วยปลายนิ้วทั้ง 4 มือขวา ให้ส่วนนอกของนิ้วชี้ และนิ้วหัวแม่มือกรีดด้านนอกขึ้น แรกกดหรือรีดปิดดินทั้งข้างนอก และข้างในพยายามให้สม่ำเสมอ จะช่วยให้กำแพงรูปทรงกระบอกได้ศูนย์ดี



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ทุกครั้งจะร้องตั้งต้นจากมุมสุดด้านล่างของทรงกระบอก รูดขึ้นจดถึงปาก ในช่วงของการป็นรูปจะต้องผ่อนความเร็วของการหมุน ให้อยู่ในระดับปานกลาง ยิ่งใกล้จะถึงปาก จะช้าลงเป็นลำดับ ทำเช่นนี้ซ้ำหลายๆ ครั้งจนกว่าจะได้ความบางสม่ำเสมอ และตั้งตรง พุดถึงความหนาและความบางขึ้นอยู่กับความกว้าง และส่วนสูงของรูปทรงกระบอก หรือภาชนะนั้น ๆ



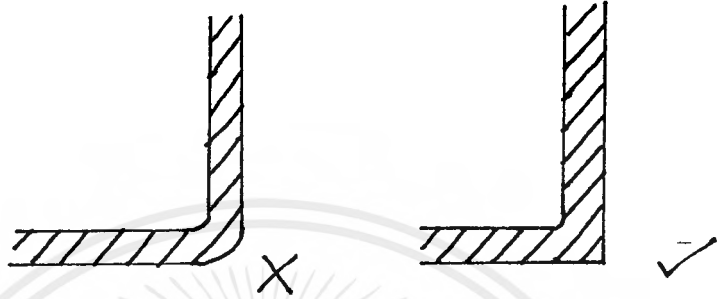
3. ถ้าขอบปากไม่เสมอกัน ติดขอบด้วยพลาสติกเข้ม หรือลวดเส้นเล็กบาง ต้องตัดขณะที่ปั่นหมุนกำลังทำงาน

ข้อควรสังเกต

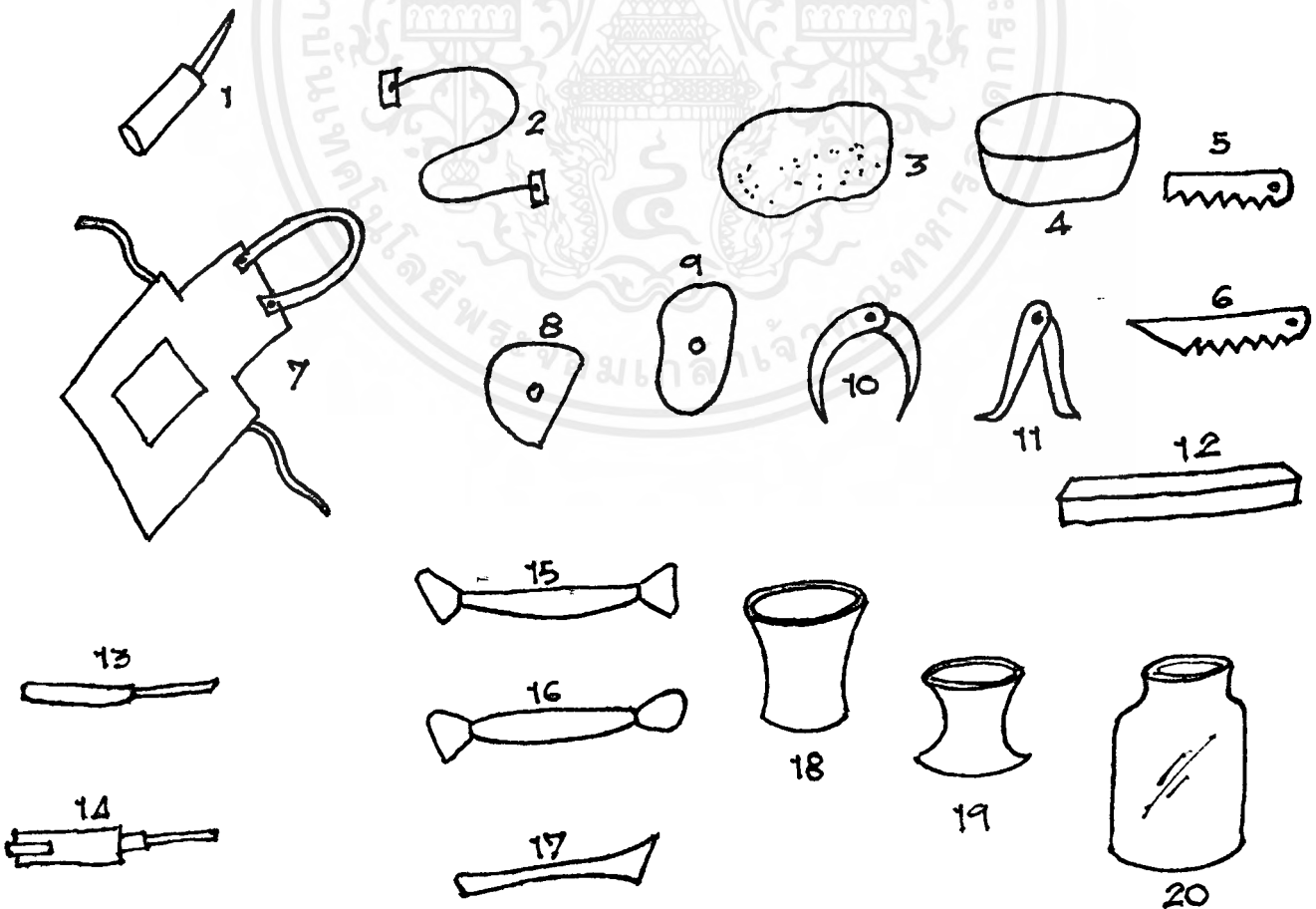
1. การตัดริมควรสงวนความสูงไว้
2. ขณะขึ้นรูป ถ้าชะโลมน้ำมากเกินไปดินจะหลุด และเสียรูปได้ง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ดูแลเห็นว่าเป็นประโยชน์ในการศึกษา
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาตจากผู้จัดทำ

3. ขณะตึงดินขึ้นไม่ควรใช้น้ำมาก เพราะจะทำให้ดินทรุดลงมา ทำให้ยากต่อการทำงาน



ภาพที่ 17 เครื่องมือใช้ประกอบการปั้น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

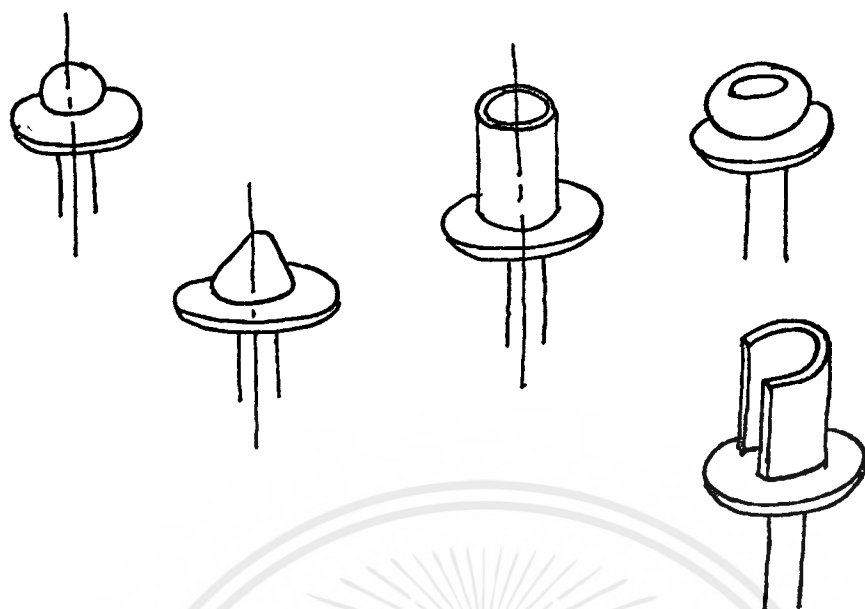
1	เข็ม	5-6	เลื่อย	12	ที่จับระดับ (ลูกน้ำ)
2	เอ็นตัด	7	ผ้ากันเปื้อน	13	ที่เจาะ
3	ฟองน้ำ	8-9	แผ่นช่วยวัดดิน	14	CUTTER
4	ภาชนะใส่น้ำ	10-11	CAMPERS	15-16-17	เครื่องมือปั้น
18-19-20 ที่แต่งงาน (CHYCK)					

เครื่องมือที่จำเป็นที่แสดงไว้ในรูปข้างหน้านั้น อาจจะหาหรือประดิษฐ์เพิ่มเติมขั้นสุดแล้ว แต่ที่ผู้ปั้นต้องการจะใช้เป็นเครื่องมือเฉพาะอีกก็ได้

มูลฐานของการปั้นเบื้องต้น คือ การฝึกหัดตั้งศูนย์และรูปทรงกระบอก

1. ฝึกหัดการตั้งศูนย์
2. ฝึกการวัดดินให้สูงอยู่ในลักษณะรูปทรงกระบอก
3. ตัดผ่าครึ่งเพื่อดูความหนา เพื่อตรวจความหนาของทรงกระบอก พยายามให้สม่ำเสมอตลอดตั้งแต่ส่วนล่าง จนถึงส่วนบนปาก

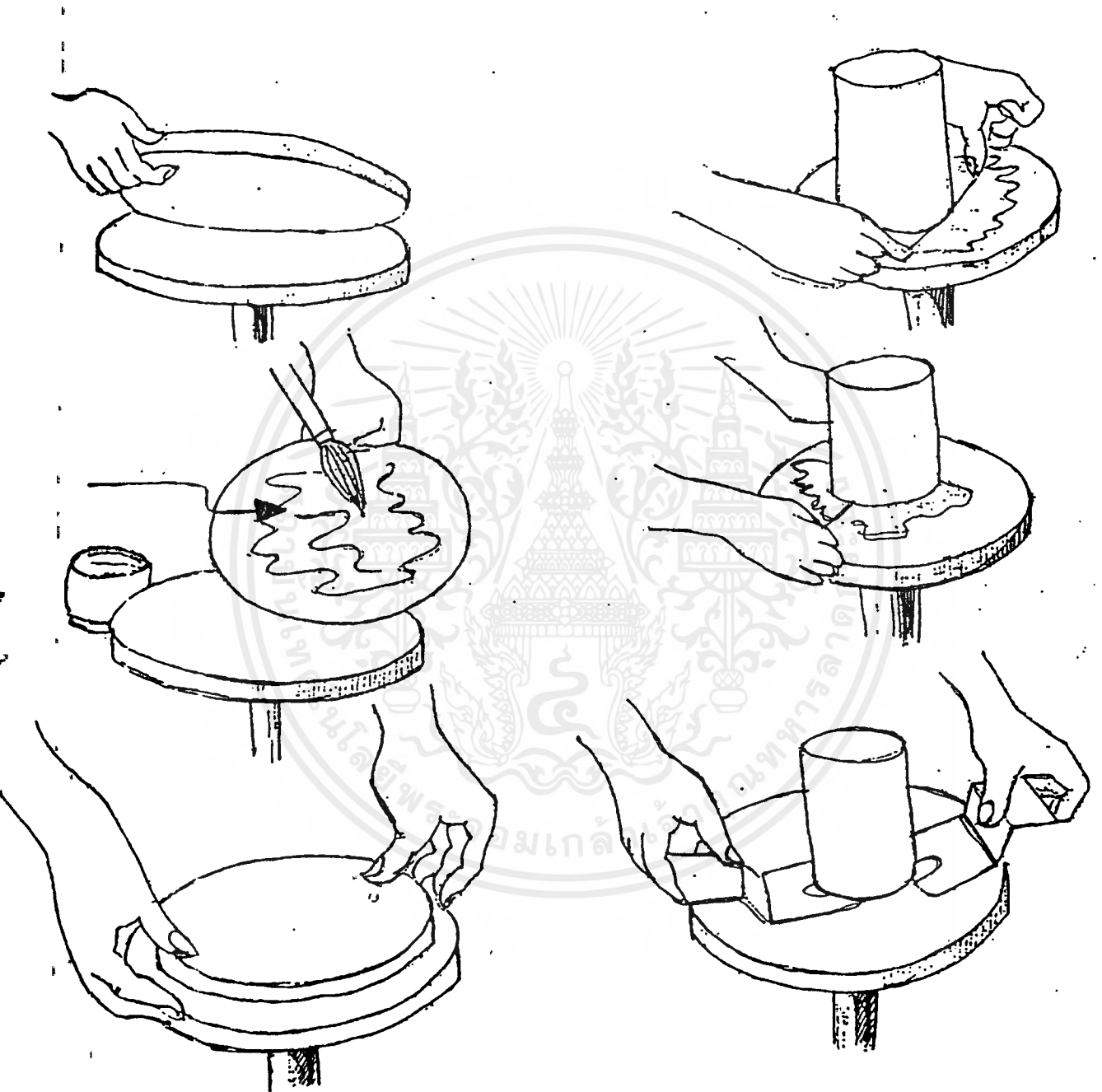
การขึ้นรูปทรงกระบอก คือ basic ของการปั้นดินด้วยแท่นหมุน การออกแบบทุกแบบที่ใช้แท่นหมุน จำเป็นต้องเริ่มด้วยปั้นรูปทรงกระบอกก่อนเสมอไป จากนั้นจะตัดแปลง หรือพลิกแพลงเทคนิคของการปั้นอย่างไร ขึ้นอยู่กับความชำนาญ ในการบังคับมือให้สัมพันธ์กับความคิด ซึ่งจะขาดอย่างใดอย่างหนึ่งเสียมิได้



ภาพที่ 18 พื้นฐานการปั้นเป็นขั้นตอนการฝึกเบื้องต้น

การออกแบบวิชา Ceramics จำเป็นต้องปฏิบัติควบคู่ไปกับทฤษฎี ในเบื้องต้นจะเริ่มด้วยการปฏิบัติและทดลอง ซึ่งดูประหนึ่งว่าสอนให้เป็นช่วงปั้น แต่แล้วถ้าจะพิจารณาให้ลึกซึ้งลงไปจะเห็นได้ว่า ถ้าขาดความชำนาญ ความคุ้นเคย และรอบรู้ถึงธรรมชาติของวัตถุดิบสำคัญในการผลิตแล้ว การออกแบบก็จะเป็นการไร้จุดหมายได้ นอกจากการเรียนรู้ดังกล่าวแล้ว ยังต้องทราบถึงวัตถุดิบ

แผ่นปูนพลาสติกอร์บนแป้นหมุน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
วิธีเลื่อนออกจากแป้นหมุนขณะดินเปียก
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอยู่ภายใต้เงื่อนไขของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาออกแบบนั้น มีขอบข่ายเป็นไปได้แค่ไหน ขึ้นอยู่กับวัสดุบางชนิด ถ้าผู้ออกแบบไม่ได้สัมผัสหรือเข้าถึงมันแล้ว ถึงแม้จะมีความคิดที่สูงเพียงใด จะด้วยการแสดงออกทางหน้ากระดาษ ก็ไม่สามารถทำได้ ในบางสาขาวิชา เช่น วิชา Ceramics เป็นต้น

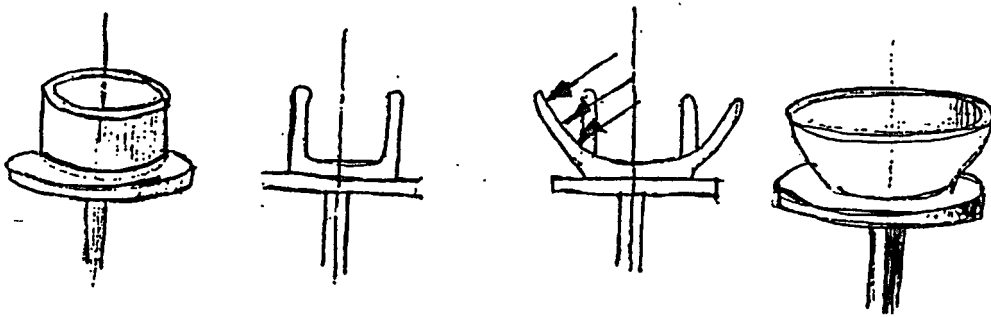
การขึ้นรูปทรงกระบอก ด้วยการปั้นด้วยแท่นหมุนให้สูงนั้นเป็นการยากต้องฝึกการปั้นใช้เวลาพอสมควรทีเดียว

จะกล่าวต่อไปถึง การปั้นรูปทรงที่จัดเป็นพื้นฐาน ลำดับต่อจากการปั้นรูปทรงกระบอก คือ

การปั้นรูปชาม

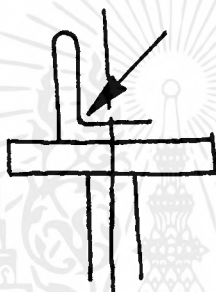
ตามที่ทราบแล้วว่าการปั้นด้วยแท่นหมุนทุก form จะต้องขึ้นต้นด้วยการตั้งศูนย์ขึ้นรูปทรงกระบอกเสียก่อน แล้วจะแปลงต่อไปเป็น form ต่างๆ อย่างไรก็ได้

ลักษณะของชาม มีหลายแบบหลายอย่าง ในที่นี้จะแบ่งเป็นประเภทใหญ่ ๆ 2 ประเภท คือ ทรงต่ำกว้าง และทรงสูง ขึ้นอยู่กับดินขณะตั้งศูนย์ ถ้าต้องการทางต่ำกว้าง ก็ควรจะกดก้อนดินแผ่นฐานให้กว้างออกไป (แต่ไม่ถึงกับแบน เป็นแบบปั้นจานถ้าชามทรงสูง ต้องบีบก้อนดินให้ฐานแคบลง



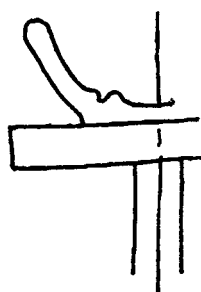
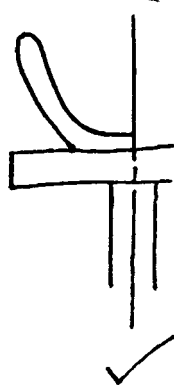
การปั้นชาม จัดอยู่ในอันดับที่ 2 ของการ forming ด้วยแท่นหมุน จากประสบการณ์ของผู้เขียน เทคนิคของการปั้นมีดังนี้

1. ตั้งศูนย์ขึ้นรูปทรงกระบอกได้ที่เรียบร้อยแล้ว เริ่มเปิดภายในเป็นรูปโค้งด้วยการใช้พองน้ำทางมือซ้ายผลักดันออก (ตรงลูกศรชี้) ไล่ตั้งแต่ส่วนล่างขึ้นมาจนถึงปาก โดยใช้นิ้วมือขวาซึ่งรับอยู่ด้วยนอก รับเลื่อนตามพร้อมกับมือซ้ายขึ้นมาจนถึงปาก
2. จุดที่ต้องการน้ำหนักกดมากกว่าส่วนอื่น คือ มุมล่างของรูปทรงกระบอก จากรูปที่ 1 ควรตั้งคั่นที่จุดนี้ ไล่ขึ้นไปถึงปาก



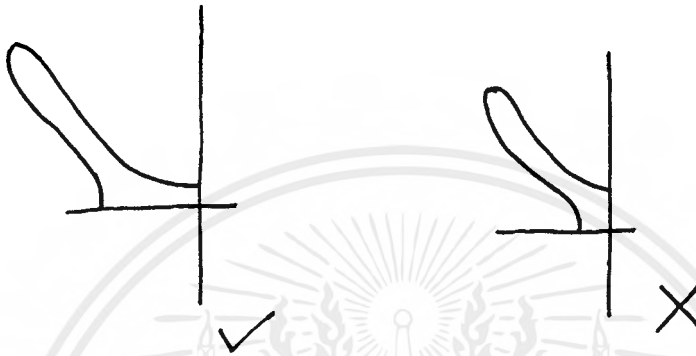
3. การเปิดเปลี่ยนจากรูปทรงกระบอกมาเป็นชามต้อง ค่อยๆ ผลักออก ไม่หลายครั้งจนเกิดไป

4. ภายในชามควรจะเรียบ ดูความแตกต่างระหว่างรูปที่ 3 และ 2



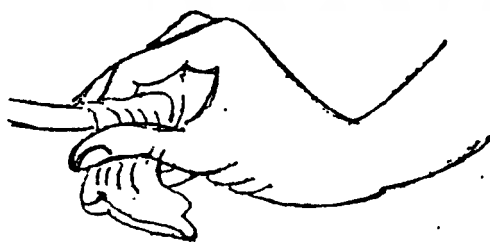
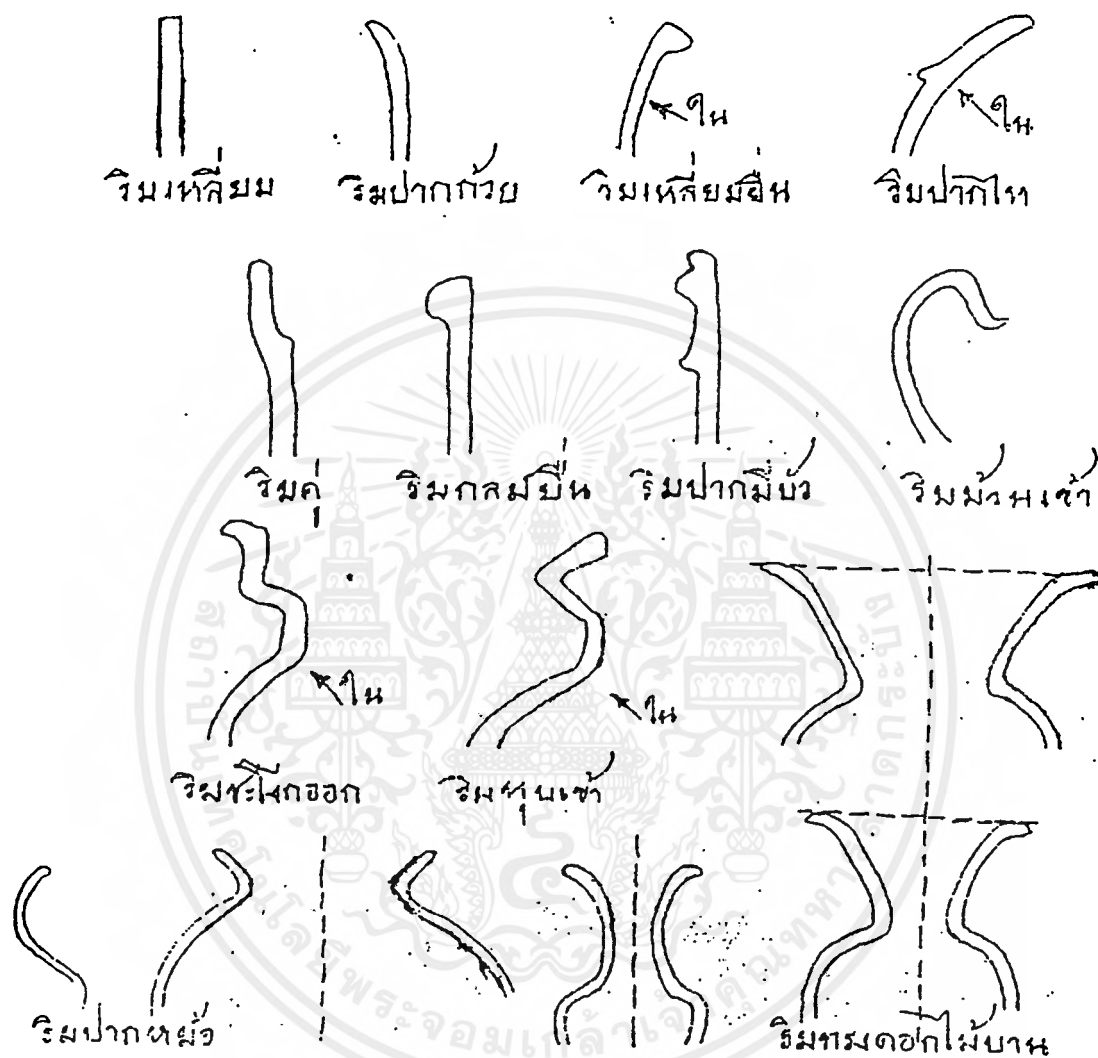
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ความหนาบางของขามจากส่วนล่างจนถึงปากขามไม่ควรจะแตกต่างกันมากจนเกินไป ดังรูปที่ 4



6. ควรเหลือดินรอบปากให้มีความหนาไว้สักเล็กน้อย ขณะเป็นทรงกระบอก เมื่อดินถูกผลักให้เปิดออก ดินจะยึดตัว ความหนาจะพอดี ข้อสำคัญรักษาศูนย์ให้ได้ตลอดจนสิ้นสุดการปั้น

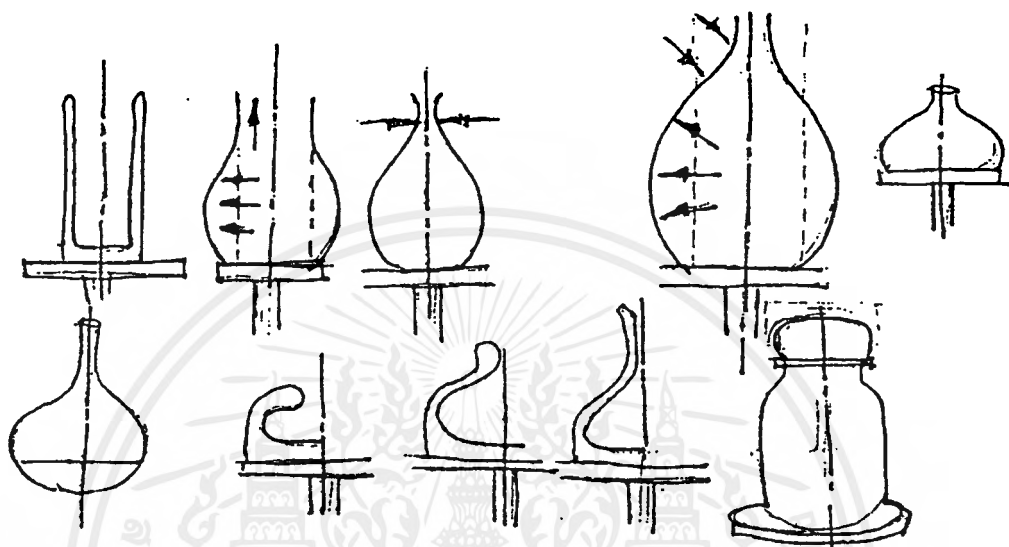
การแต่งริมปากภาชนะแบบต่าง ๆ



ใช้แผ่นหนังบางหรือเศษผ้าเนื้อละเอียดเช็ดรูควมปาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ภาพที่ 20 การแต่งริมปากภาชนะ
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การปั้นรูปขวดลักษณะโด่งกลมมีปาก



ภาพที่ 21 การปั้นรูปขวดลักษณะโด่งกลมมีปาก

ลักษณะรูปขวดโด่งกลมมีปาก จะปั้นรูปทรงกระบอกสูง หรือต่ำจะได้รูป
ร่างแตกต่างกันออกไป ถ้าทรงกระบอกต่ำ จะได้ทรงแบน ประเภทนี้จะมีความยากเพิ่ม
ขึ้นอีก ถ้ายังมีความสูงดินมักจะเลื่อนลงมากองช่วงส่วนล่างอยู่บ่อยๆ ดังนั้นขณะปั้นจึงไม่
ควรชะโลมน้ำมากเกินไป จะทำให้ดินทรุด หลักนี้ใช้ทั่วไปในการปั้น (forming)

ส่วนปากจะปิดเป็นอันดับสุดท้าย ต่อเมื่อพอใจกับส่วนโด่งตามลูกศรชี้แล้ว
การทำส่วนที่พองออกจะมีปัญหาน้อยๆ เรืองออกนอกศูนย์ จะทำให้ทั้งใบดูเข้าไปทันที
มือจะต้องมีความนิ่งดีสมควร เมื่อโด่งได้พอใจตามต้องการแล้วปิดส่วนบนได้ด้วยวิธีรวม
โดยใช้มือทั้งสองรูตขึ้นพร้อมกันด้วยน้ำให้ลื่นมือ ความเร็วเพิ่มขึ้น จะรงบเข้าได้รวดเร็ว

แต่หักโหมไม่ได้ จะทำให้ปากเล็กนิ้วเข้าไม่ได้ หรือปิดสนิทเลยก็สามารถทำได้

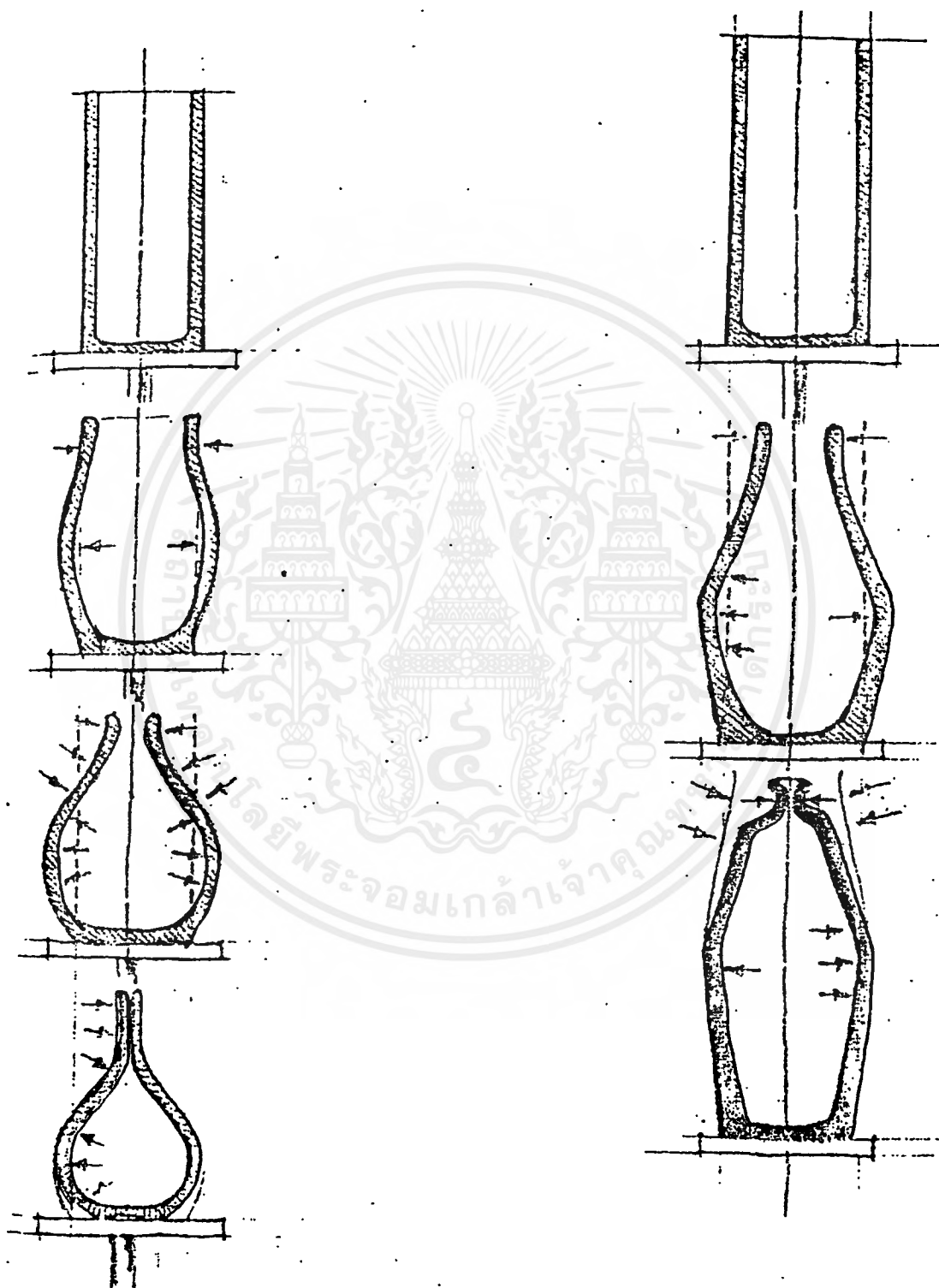
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หรือจะใช้วิธีค่อขผลักด้วยนิ้วทีละน้อย โดยไม่ชะโลมน้ำเป็นอีกวิธีหนึ่งแต่
ช้า การปั้นประเภทค่อขาก็ใช้วิธีเดียวกันนี้ ข้อที่ควรสังเกตเวลารวมปากดินจะหนาขึ้น
ตรงที่รวม ควรจะรีดขึ้นสลับกับการรวบให้ปากเล็ก

การแต่งปากภาชนะมีแบบต่าง ๆ สุดแล้วแต่ผู้ออกแบบจะติดประติษฐ์ขึ้นมี
ผู้รวบรวมไว้เป็นแม่บท ด้วยการเรียกชื่อตามลักษณะ มีมากมายหลายอย่าง ดังรูปแสดง
ไว้ในหน้าถัดไป



วิธีปั้นขวด หรือ FORM ที่ค่อนไปทางกลม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ภาพที่ 22 วิธีการปั้นขวด
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องขออนุญาตก่อนนำเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การปั้นรูปถ้วย เหยือก และติ๊ก

การปั้น เหยือก คล้ายกับการปั้นรูปขวด หรือแจกัน แต่ปากกว้างผายออก เพื่อให้รับกับจอยปากที่ใช้ถ้วยยื่นออกมาสำหรับรินน้ำ หรือของเหลวอื่น ๆ

ในระยะนี้ตั้งแต่เริ่มปั้นชามหรือขวดลักษณะโค้งกลม แต่ต่อไปเป็นลำดับ การออกแบบจะเข้ามามีบทบาทเกี่ยวข้องกับพร้อมกันไปกับการปฏิบัติจะต้องเข้าใจในเรื่องของรูปทรง ที่เกี่ยวข้องกับหน้าที่ใช้สอยของภาชนะแต่ละชนิด ดังเช่น ถ้วย

ถ้วยที่ใช้สอยกันอยู่มีประเภท ถ้วยน้ำชา กาแฟ มักมีขนาดเล็กกว่าถ้วย เบียร์ รูปทรงจะไม่ใกล้เคียงกันนัก นอกจากในเรื่องขนาด ยังมี form ที่แตกต่างกันด้วย



ถ้วยกาแฟ ยังมีขนาดเล็ก สำหรับดื่มหลังอาหาร และดื่มธรรมดา ถ้วยชา จะมีขนาดใหญ่กว่า

การออกแบบปั้นถ้วย เริ่มฝึกหัดใหม่ ๆ ควรปั้นขนาดโตกว่าขนาดที่ต้องการ สักเล็กน้อยเพราะการเผา 2 ครั้ง จะทำให้ขนาดเล็กลง การออกแบบภาชนะใช้ใส่ เครื่องดื่ม จำเป็นต้องคำนึงถึงการรินเอียง เทออก จำเป็นต้องให้สะดวกไม่ไหลพราก จนเกินไป จะเห็นได้จากการออกแบบเหยือก ปากที่รินจะต้องห่อเพื่อให้ น้ำออกเป็นทาง แคบ เพื่อลงในภาชนะที่รองรับได้ อย่างแนบเนียนเรียบร้อย ไม่หกหรือจู่

อีกประการหนึ่ง จะต้องประกอบกับความเรียบร้อย ความปราณีต จะเสริม ให้เกิดความน่าใช้ยิ่งขึ้นด้วย การออกแบบทางวิชานี้จะต้องประกอบด้วยหลาย ๆ อย่าง รอบตัวที่เดียว เหยือกมีหน้าที่ใช้น้ำผลไม้ น้ำเย็น น้ำแข็ง เหยือกนม ประกอบกับชุด กาแฟ ลักษณะจะเล็กกว่าพวกใส่น้ำแข็ง หรือน้ำผลไม้

การติดหู ทำได้หลายวิธี

1. จากการหล่อ ทำเป็นจำนวนมาก เป็นจำนวนมากเป็นอุตสาหกรรม ใช้ปูนปาสเตอร์เป็นแบบ

2. ดึงจากก้อนดินนุ่ม วิธีนี้ใช้มือดึง รูดด้วยน้ำ ดังแสดงในรูปจะมีความ สวยงามน่าใช้สอยกว่าวิธีหล่อกมาก ต้องมีการฝึกหัดให้เวลากับการฝึก จะมีความชำนาญ พอสมควร

3. ริดบีบจากเครื่อง จะทำปากเป็นรูปร่างต่าง ๆ เปลี่ยนปากได้เหมือนกับ บีบหน้าขนมเค้ก หรือทำคุกกี้ วิธีนี้ทำเป็นจำนวนมากได้รวดเร็วกว่าวิธีที่สองเป็นเครื่องมือ ง่าย ๆ ที่ประดิษฐ์ขึ้นดังแสดงในรูป เครื่องมือนี้ใช้รีดดินเส้นกลม (coil)

การออกแบบ หูถ้วย หูเหยือก หรือหูกาน้ำ จุดประสงค์ของการสร้างสรรค์ มีความมุ่งหมายทำนองเดียวกัน ถ้วยเป็นภาชนะเล็ก การเก็บถ้วยขึ้นดื่มน้ำชาหรือกาแฟ มักจะใช้นิ้วเกี่ยวยกขึ้นก็เพียงพอแล้ว ดังนั้นการออกแบบจะต้องทำให้จับถนัดไม่เล็กกว่า

ขนาดของถ้วยจนเกินไปต้องนึกถึงส่วนของตัวถ้วย และหู สัดส่วนจะต้องพอดีกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ดูเห็นใบใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

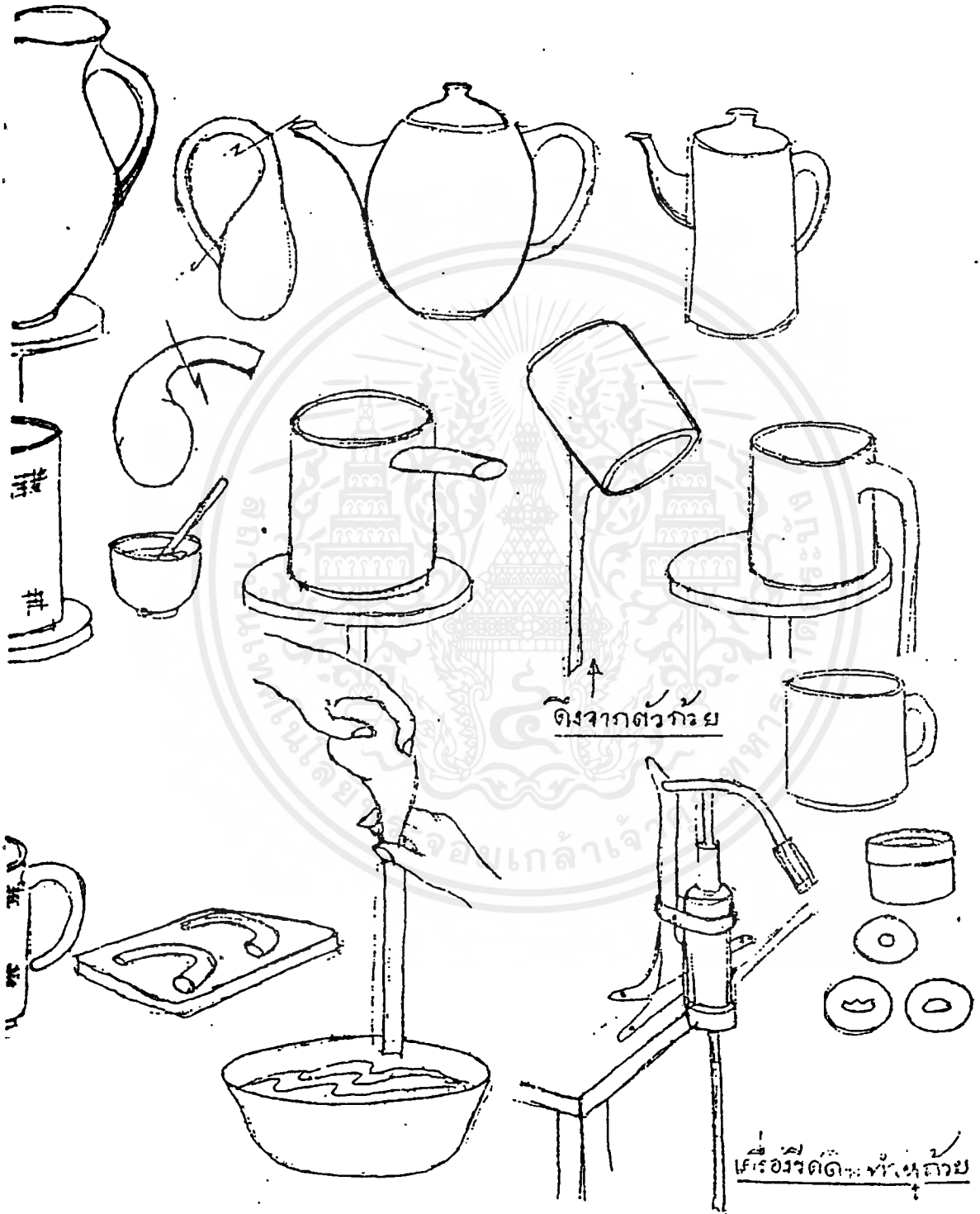
ถ้าเป็นเหือกใหญ่ หูควรต้องใช้จับด้วยการสอดนิ้วทั้ง 4 เข้าให้มั่นคง เพราะน้ำหนักมาก มีมือจับที่แข็งแรง และยาวกว้างรับกันกับ form ของเหือกนั้น ถ้าเป็นขนาดเล็กไม่มีปัญหาเช่นเดียวกับถ้วย

การปั้นจาน

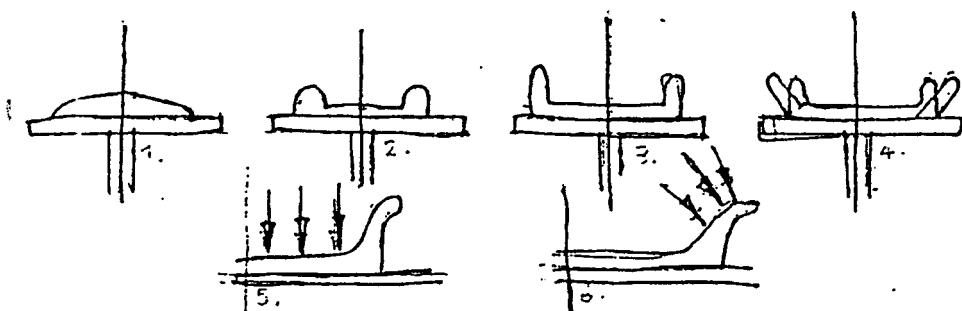
คล้ายกับการปั้นชาม แต่จะต้องแผ่ฐานให้กว้าง และต่ำ รีดดินจากศูนย์กลางด้วยฟองน้ำ ให้พื้นจานเรียบไม่เป็นคลื่น โด้งเข้าหาส่วนข้างเล็กน้อยจึงจะขึ้นหาผนังทรงกระบอก



วิธีทำหุเหือก กาน้ำ ถ้วยน้ำชา กาแฟ และถ้วยเบียร์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ภาพที่ 23 ภาพวิธีทำหุเหือก



ก่อนที่จะเปิดออกเป็นรูปจาน ควรจะเซาะข้างโดยรอบ เพื่ออากาศผ่านจะทำให้ดินส่วนที่ติดกับ Bat ร้อนหลุดออกง่ายขึ้น ชามก็ทำเช่นเดียวกัน

ในการเปิดออกเป็นรูปจาน ควรจะระวังเรื่องความชื้นเร็วของการหมุน และการปลักดินออกไม่ควรพลาดครั้งมากเกินไป เพราะดินเปียกจะมีการทรงตัวให้อยู่ แม้แต่แรงเหวี่ยงของการหมุน เนื่องจากเหตุนี้เอง จึงต้องเซาะร่องโดยรอบก่อนเปิดเป็นรูปจาน เพราะเมื่อเปิดเป็นรูปจานแล้วแรงเหวี่ยงอาจจะทำให้เบี้ยวได้

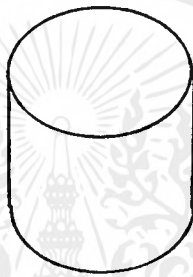
ภาชนะทุก form เมื่อแต่งฐานเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ควรคว่ำบนพื้นเรียบ เพื่อเป็นการบังคับขอบเพื่อมิให้เกิดการบิดเบี้ยวที่ปากชาม ส่วนฐานของจานชามจะได้แห้งไปพร้อม ๆ กัน

ข้อสังเกต การปั้นจานหรือชามขนาดใหญ่ จำเป็นต้องผสมกันเป็นพิเศษ จึงให้ความอยู่ตัว ทรงตัว และเพิ่ม Refractory เช่น จะเป็นทราย grog, flint หรือพวก Fire Clay จะแก้ความเปียก และการทรงตัวให้คงรูปได้เป็นอย่างดี โดยเฉพาะพวกเผาเคลือบอุณหภูมิสูง เช่น stone ware จะเห็นได้ว่าเขาจะทำหนากว่าธรรมดา

การปั้นพวกปากเปิดกว้าง เช่น จานและชาม ภาชนะใหญ่ควรใช้ bat ลองยกย้ายขณะดินเปียกพร้อมกับ bat จะไม่เบี้ยว ถ้าเป็นทรงขวดปากแคบหรือถ้วยเล็ก ๆ จะไม่กระทบกระเทือนมาก ไม่จำเป็นต้องใช้

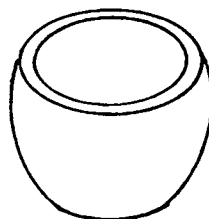
การแต่งฐานรูปทรงชนิดปากกว้าง Trimming

- ชีดเส้นด้วยเส้นดินสอหรือชอล์กลงบนแป้นหมุนๆ กลมประมาณปากรูปทรงกระบอกคว่ำปากลงตั้งให้ได้ศูนย์ ให้ดินน้ำมันคลึงเป็นเส้นขนาดหัวแม่มือตัดดินที่ละสองด้านแบบรูปทรงกระบอกนั้นมือหนึ่งกดทรงกระบอกไม่ให้เคลื่อนจากศูนย์กดดินลงให้ติดกับแป้นให้แน่นทุกด้าน ถ้าลักษณะทรงสูง ดินน้ำมันที่ใช้กดไม่ให้เลื่อนจะต้องให้สูงตามไปด้วยเพื่อช่วยการทรงตัวไม่ให้ล้มขณะแต่งฐาน

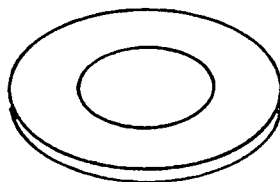


รูปทรงกระบอก

- คำว่าชามลงบนแป้นหมุนที่วางกลมด้วยเส้นดินสอ เป็นเครื่องหมายไว้ถ้าเช่นเดียวกันกับวิธีแต่งรูปทรงกระบอก ความบางของชามควรจะให้มีความหนาจากโคนถึงปลาย (ปากชาม) ไม่ให้แตกต่างกันมากจนเกินไป จะทดสอบโดยใช้นิ้วรูตตั้งแต่กันชามจนถึงปาก จากความรู้สึกที่มีอาจบอกได้ทันทีถ้าความหนาแตกต่างกันมากจะเกิดน้ำหนักรุนแรงเกินไป ถ้ามีน้ำหนักมากจนเกินไปสำหรับภาชนะใช้สอยเมื่อใส่ของจะทำให้น้ำหนักเพิ่มขึ้นอีก ข้อนี้ถือเป็นหลักปฏิบัติควบคู่กับการออกแบบภาชนะตลอดไป



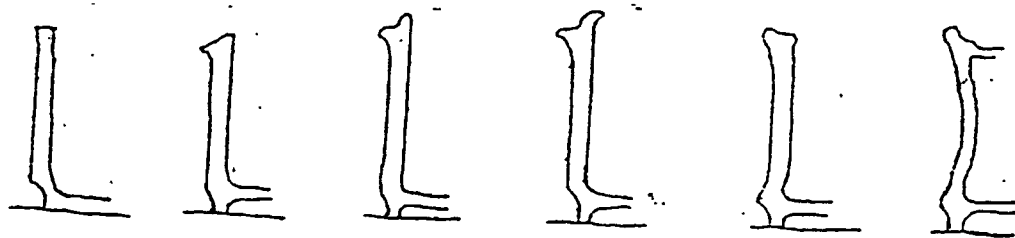
การตัดแต่งฐาน มีการออกแบบกันแปลก ๆ เช่นเดียวกับการแต่งปากภาชนะ



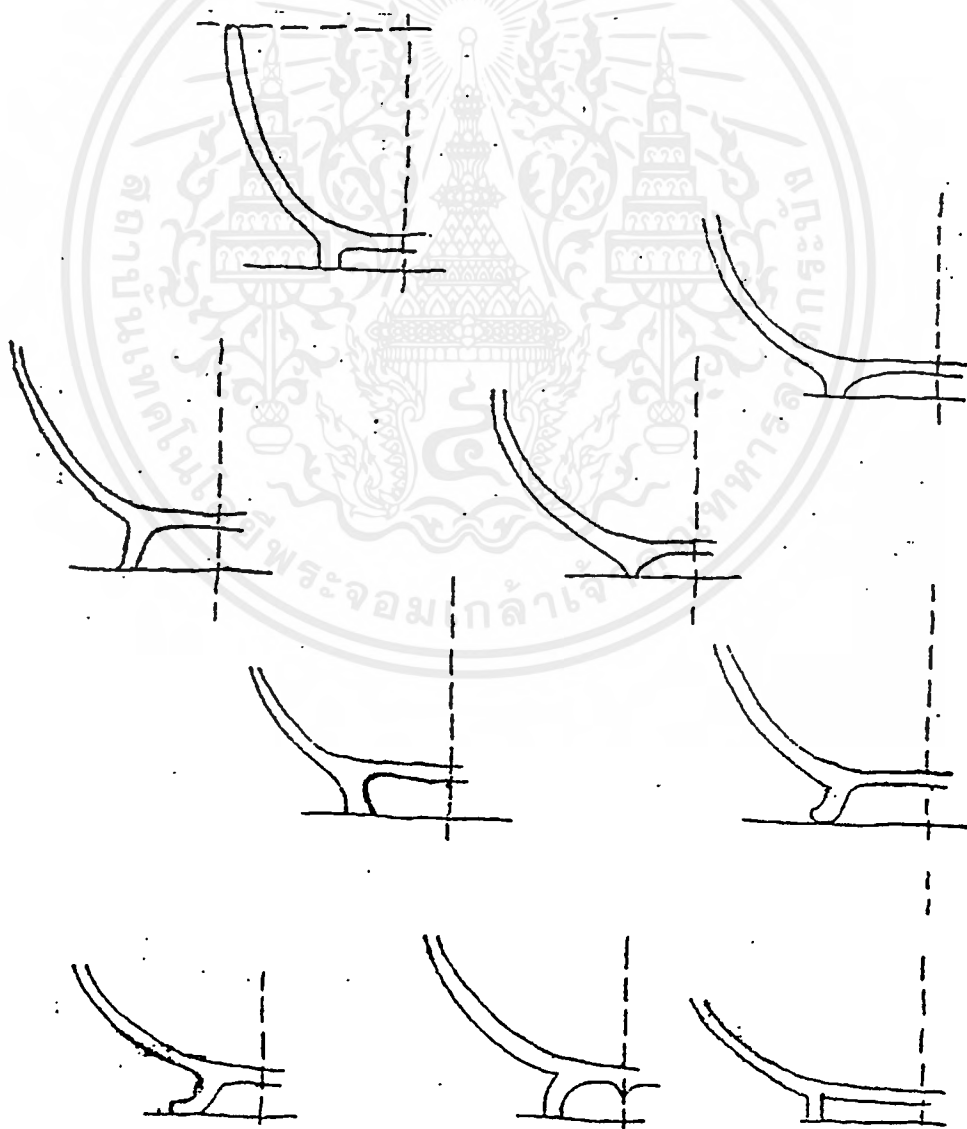
รูปจาน

- ประเภทปากกว้างทุกชนิดแต่งฐานแบบเดียวกับชาม จานกว้างมีเนื้อที่มาก ทรงกระบอกหรือจานบางครั้งต้องเพิ่มวงชั้นอีกวงหนึ่ง ภายในฐานะระยะสูงต่ำ

รูปตัดการแต่งริมปากและฐานรูปทรงกระบอก



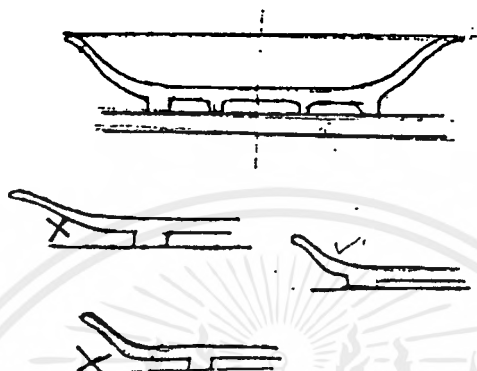
รูปตัดฐานสามแบบต่าง ๆ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ภาพที่ 24 ภาพรูปตัดฐานสามแบบต่าง ๆ

การประมาทกับฐานนอก เพื่อเป็นการรองรับไม่ให้ส่วนกันจันตกท้องช้าง

- ปีกจันไม่ควรขุดลึกเข้ามาหาฐาน เหลือวงฐานแคบจนเกินไป ส่วนที่ขึ้นออกมา จะไม่สามารถทรงตัวอยู่ได้ อาจะบิดหรือทรุดลงเมื่อถูกความร้อนสูง



ภาพที่ 25 ภาพตัดข้าม

ข้อสังเกต ภาชนะพวกปากกว้างหรือทรงเปิด ควรทิ้งดินไว้รอบริมปากให้เป็นขอบหนาเล็กน้อย จะช่วยความบิดเบี้ยวได้เป็นอันมาก

รูปทรงขวด หรือแจกัน พวกปากเล็ก คอสูง ที่ไม่สามารถตั้งศูนย์ ด้วยปาก เช่น พวกปากกว้างได้

- จะใช้ดินเผาปั้นเป็นรูปดังนี้

กว้าง สูงขนาดขนาดต่าง ๆ

ไว้ใช้

- ขวดกลม ปากกว้าง

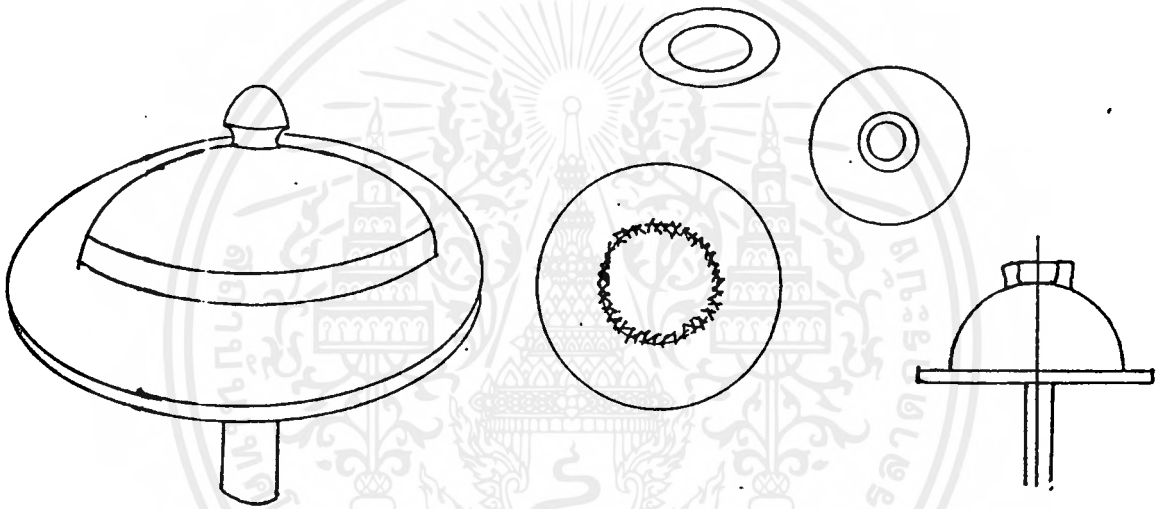
- หล่อด้วยปูนปรัสเตอร์

การตั้งศูนย์ต้องพิถีพิถันกันมากสักหน่อย ถ้าระดับฐานเสมอใช้ที่วัดระดับ

ของช่างไม้ก็ได้ ที่เรียกว่า "ลูกน้ำ" ต้องตรวจการตั้งศูนย์ให้แน่นอนหลายจุด เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้วยเหยือก การตั้งศูนย์เหมือนกับพวกทรงกระบอก

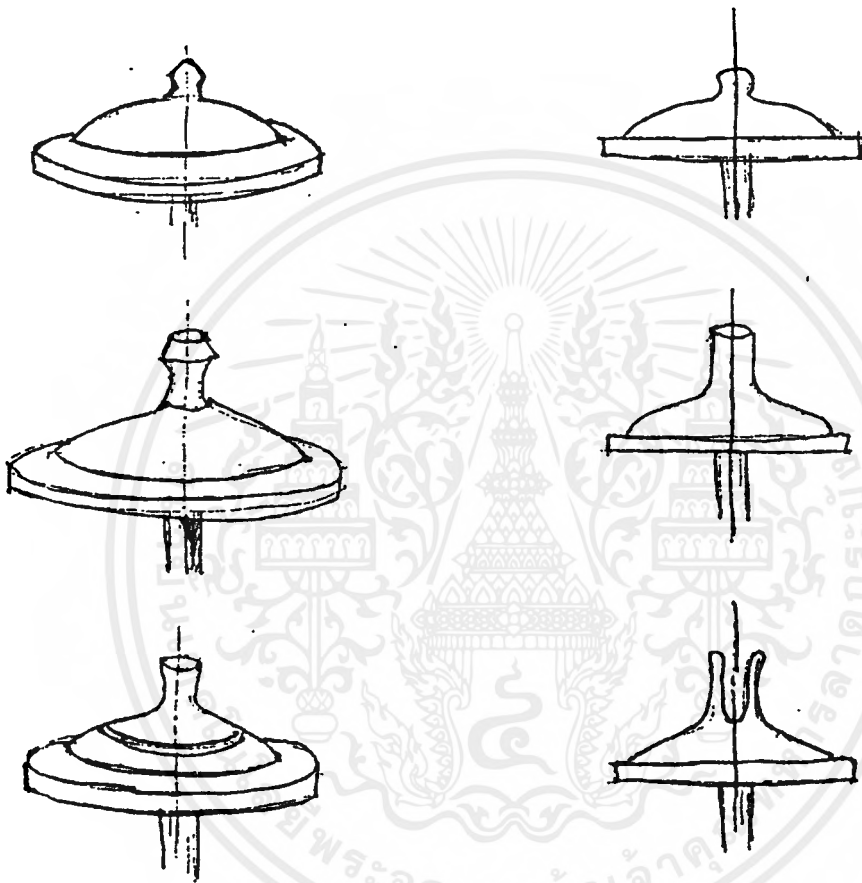
พวกมีฝา ตัวโถ หรือชาม แบบเดียวกันกับการแต่งฐานชาม และงาน
การ Trimming ฝาแล้วแต่กรณีนี้แสดงเป็นตัวอย่างเพียงวิธีเดียวเท่านั้น



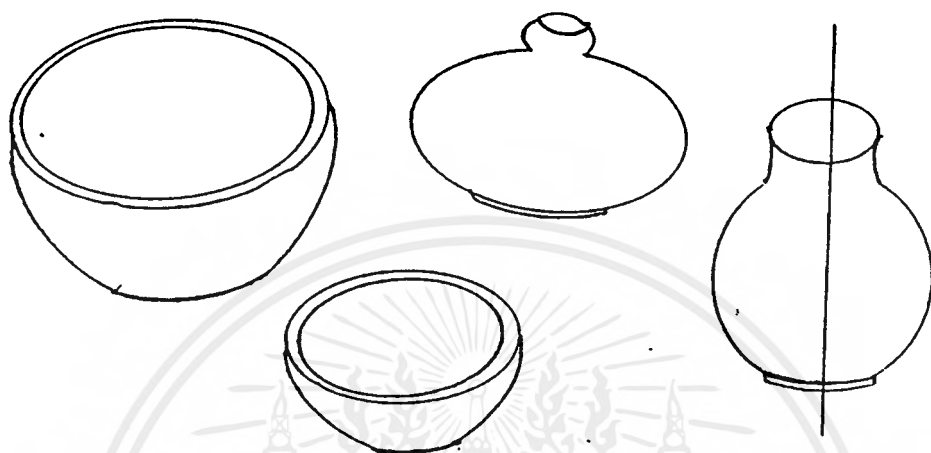
ด้านบนลงมา

แบบที่เป็นการ Trin โดยคว่ำฝาลง ต่อด้วย Coil เป็นรูปโดนัท แล้วจึงหมุนปิดขึ้น
เป็นรูปทรงกระบอก จากนั้นทำตาม Design ที่ต้องการ กรรมวิธีขึ้นอยู่กับแบบ จะต้อง
พิจารณาเฉพาะแบบที่ Design ขณะออกแบบจะต้องคิดถึงเสียก่อนถึงกรรมวิธีการผลิตจะ
ใช้กรรมวิธีใดให้สัมฤทธิ์ผลได้แนบเนียนที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ข้อสังเกต การ Trimming ฐานภาชนะทุกชนิด form บางชนิดต้องการฐานรับ บาง
 ชนิดอาจไม่จำเป็นต้องมีฐานหรือมีเพียงต่ำ ๆ ก็งามแล้ว
 เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ใดได้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



สิ่งเหล่านี้ขึ้นอยู่กับความคุ้นตา ในการใช้สายตา มีประสบการณ์คลุกคลี
มานาน ๆ หรือเรียกว่า มี Esthetic sense โดยเกิดจากตัวบุคคลผู้นั้นเป็นผู้ตัดสิน

การปั้นประเภทภาชนะมีฝา

เช่น โถฝา ชามฝา ฝากาน้ำ การปั้นภาชนะประเภทนี้จะยากกว่าชาม
และจาน ฝาชาม ตัวชาม หรือโถ ก็คือ การนำจาน หรือชามมาผสมกันให้เกิดเป็น
รูปภาชนะอีกอย่างหนึ่ง รูปร่าง ของตัวชาม หรือโถ บางทีก็เก็บรูปทรงมาจากทรงโค้ง
ทรงกระบอก หรือชามนั่นเอง

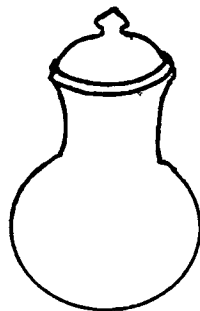
การปั้นประเภทนี้ มีหลักอยู่ว่า ฝา และตัวจะต้องวางอยู่ในลักษณะปิดที่มี
บังคับเคลื่อนหลุดทางนอนไม่ได้ นอกจากยกออกทางตั้ง เพราะจะต้องคิดถึงการยกด้วย
เอกลีกรีนเป็นเอกลีกรีนสวยงามไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นับเป็นตัวอย่าง
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากที่หนึ่งไปวางอีกที่หนึ่ง ฝาจะต้องมีเดือยบังคับการเลื่อนตก ดังนั้นการออกแบบจึงแปรเปลี่ยนไปได้หลายรูปแบบ เป็นที่น่าสนใจและสนุกในการปั้นยิ่งนัก สำหรับผู้ที่ฝึกหัดใหม่ ๆ จะทำให้ลงตัวพอดีได้ยาก ถึงแม้แต่ผู้ที่เคยทำมานาน ๆ แล้วก็ตาม ก็ยังมีวายเป็นปัญหานี้อยู่ การปั้นฝาจัดออกเป็น 3 ประเภท

1. เดือยอยู่ที่ฝา
2. เดือยอยู่ที่ตัว
3. ฝาไม่มีเดือยแบบนี้ ริมฝานั่งบนปาก

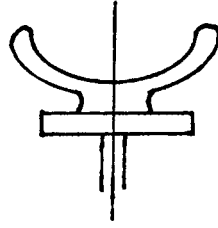


ทั้งฝาและปากไม่มีเดือยเป็นแบบที่ทำกันมาช้านานแล้ว เช่น หม้อดินหุงข้าวของไทย เป็นแบบที่มีความยืดหยุ่นพอสมควร หมายความว่าขนาดของฝาจะเล็กหรือใหญ่กว่ากันเล็กน้อย ก็ยังพอวางลงได้



การปั้นจัดเป็น 3 วิธี

1. ปั้นหงายแบบจาน



2. ปั้นคว่ำ ปั้นจากดินก้อนใหญ่หรือปั้นราบติดกับแผ่นรอง วัดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ตัวให้แน่นนอนพอหมาดกลับขึ้นแต่งเล็กน้อยก็ใช้ได้



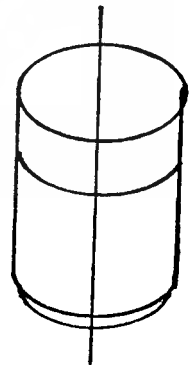
3. ฝาตัด แบบนี้ปั้นตัวกับฝาไปด้วยกัน ทำเดือยภายหลังวิธีตัด ๆ ทะแยงลงหรือขึ้นเป็นเดือยในตัวดังรูป



ตัดขาดจากกัน
ทำเดือยภายหลัง

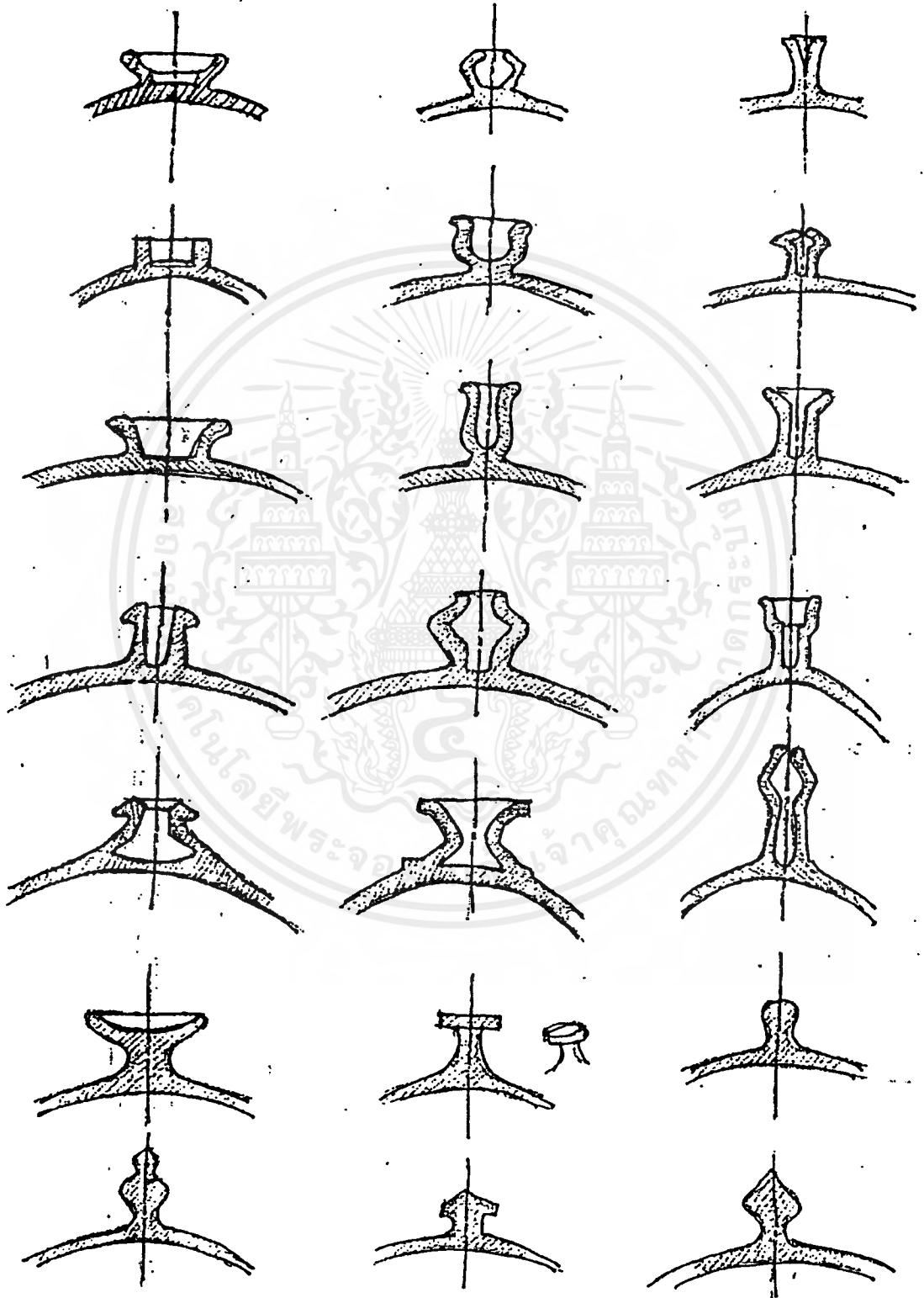


ตัดดินออกตามรูป
ตัดขาดจากกัน



ตัดเข้าทำเดือยภายหลัง

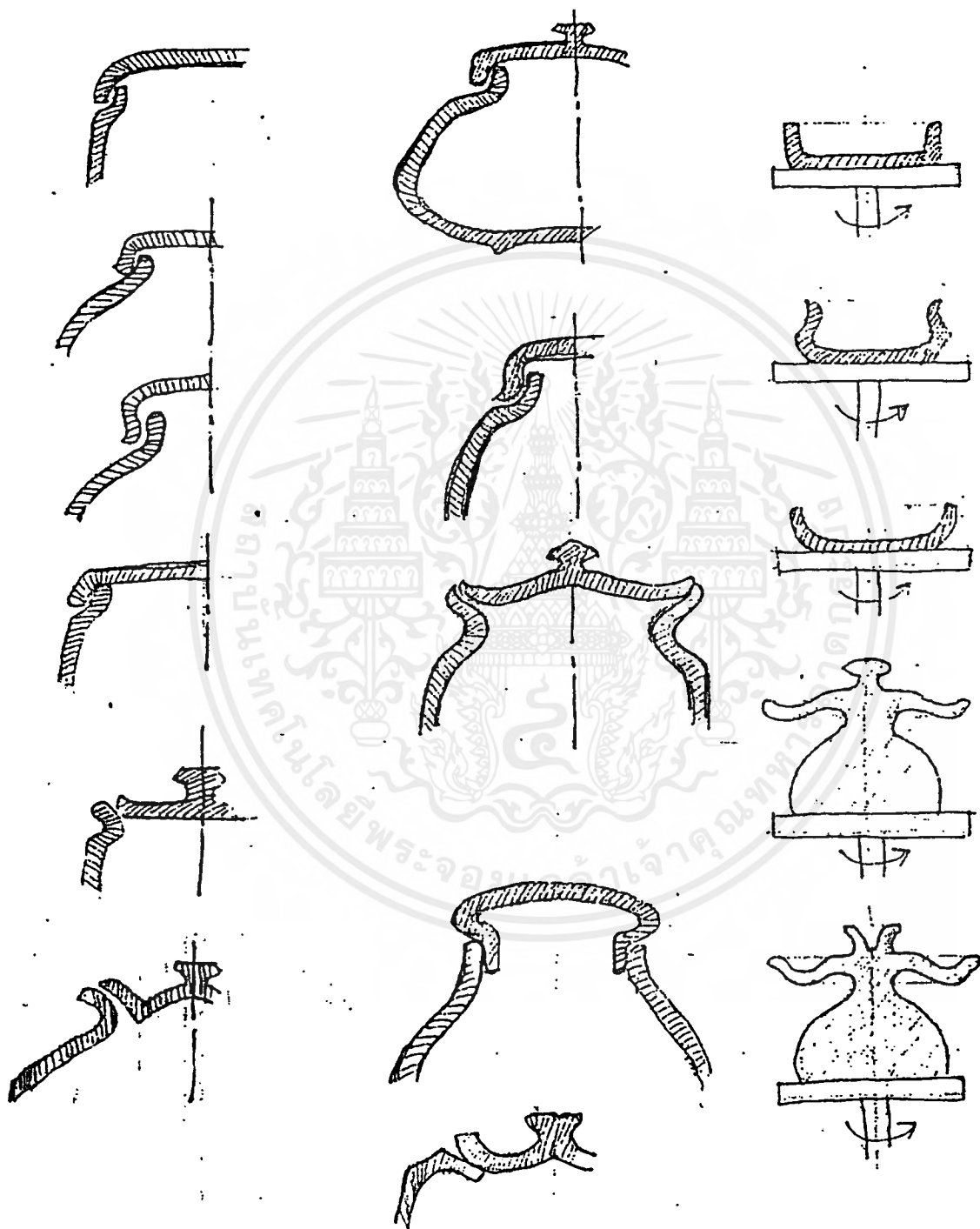
รูปตัดการออกแบบ สอดโถ และสอดฝาชำม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ภาพที่ 27 ภาพรูปตัดการออกแบบสอดโถ
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและข้อมูลของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

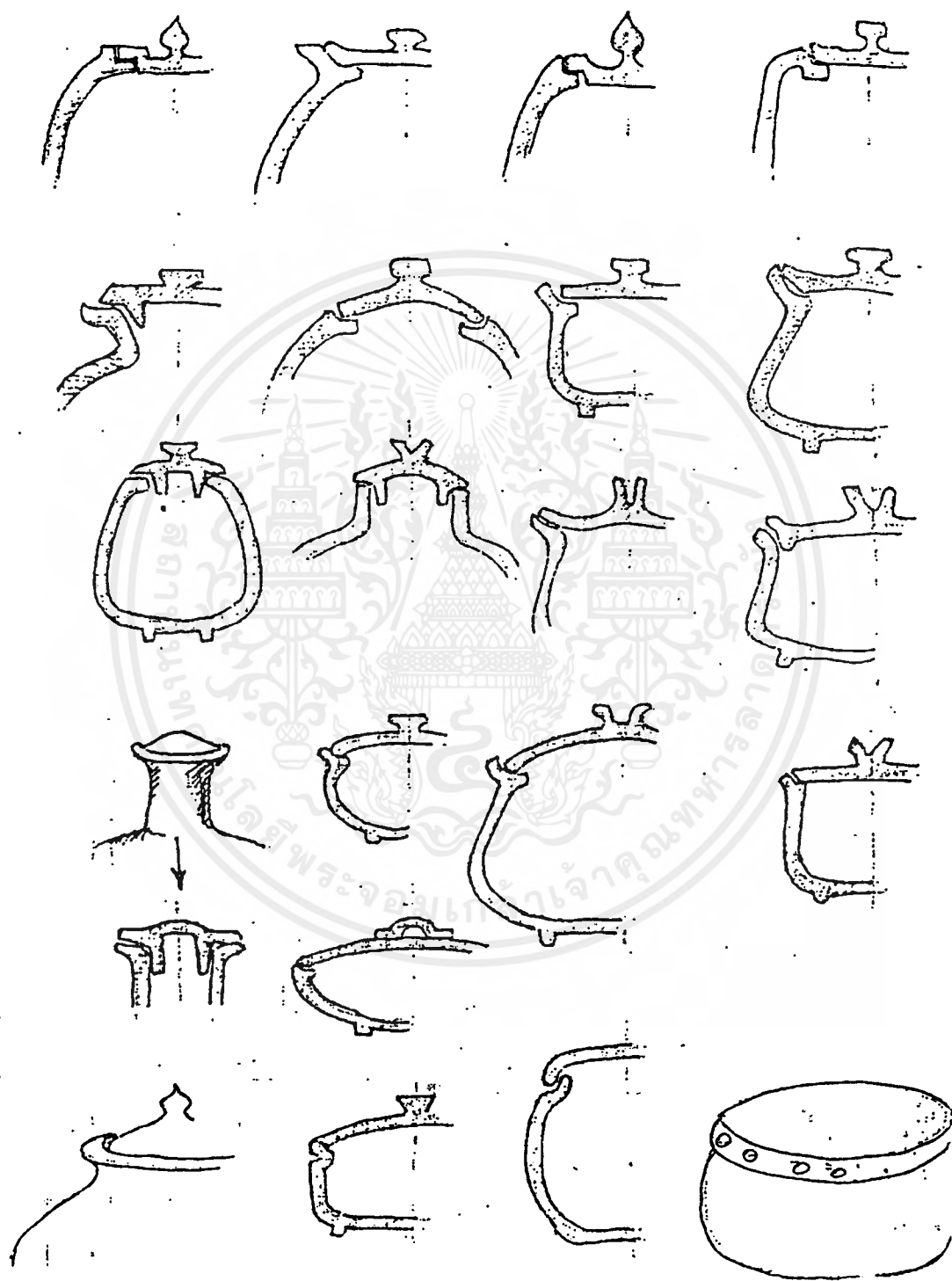
วิธีปั้นฝาแบบต่าง ๆ

แบบไม่มีเดือย ฝาบาตร หรือฝาตลับ

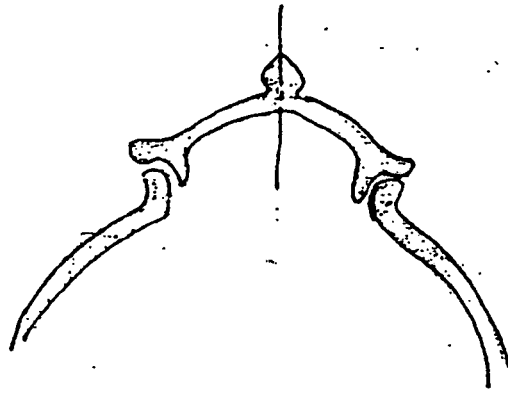


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ภาพที่ 28 ภาพวิธีการปั้นฝาแบบต่าง ๆ

วิธีปั้นฝาแบบต่าง ๆ
แบบ เดือยที่ตัวภาชนะ และที่ฝา



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ภาพที่ 29 ภาพวิธีการปั้นฝาแบบต่าง ๆ
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



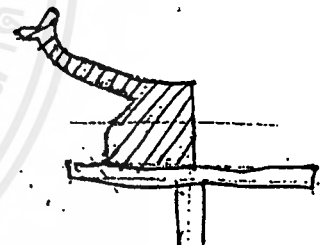
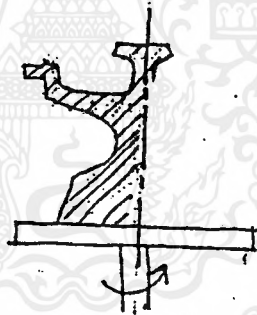
หลักเกณฑ์ในการปั้นมามี 5 วิธี

1. แบบฝาลิกลง (SUNE)

ปั้นแบบนยอดหิน จาก
ดินก้อนใหญ่

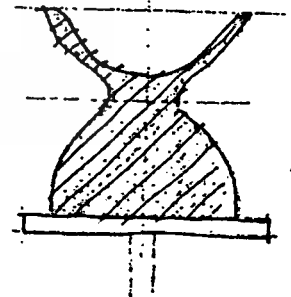
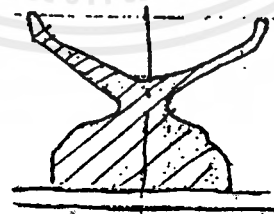
2. แบบฝามีเดือย (FLANGE)

ปั้นแบบหงายขึ้น (เดือยขาว
หรือสีน้ใช้วิธีเดียวกัน)



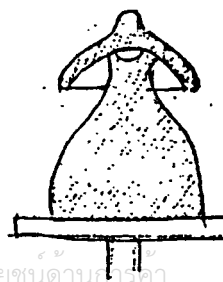
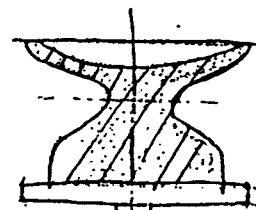
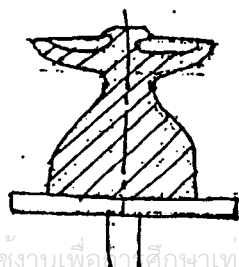
3. แบบฝาบาตร (COVER)

ปั้นแบบหงายขึ้น
(ไม่มียอด)



4. แบบฝาชำม (INSET)

ปั้นแบบหงายขึ้น



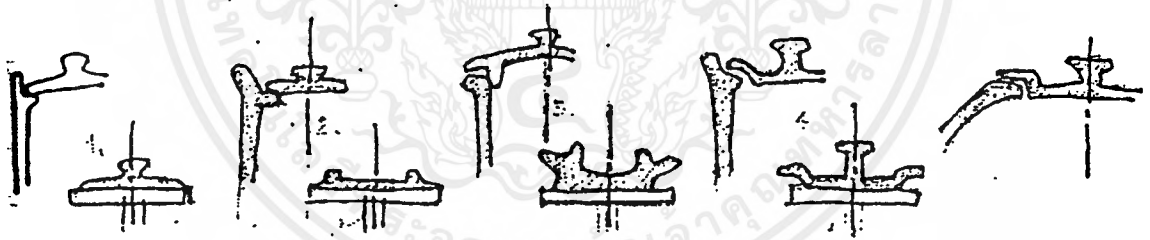
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. แบบฝาแบน ปั้นได้ทั้ง
สองวิธี ปั้นแบบยอดขึ้น
หรือหงายฝาขึ้น

ภาพที่ 30 ภาพหลักเกณฑ์การปั้น

วิธีปั้นฝาแบบต่าง ๆ

แบบเคลือบที่ฝา และเคือบที่ตัวภาชนะ

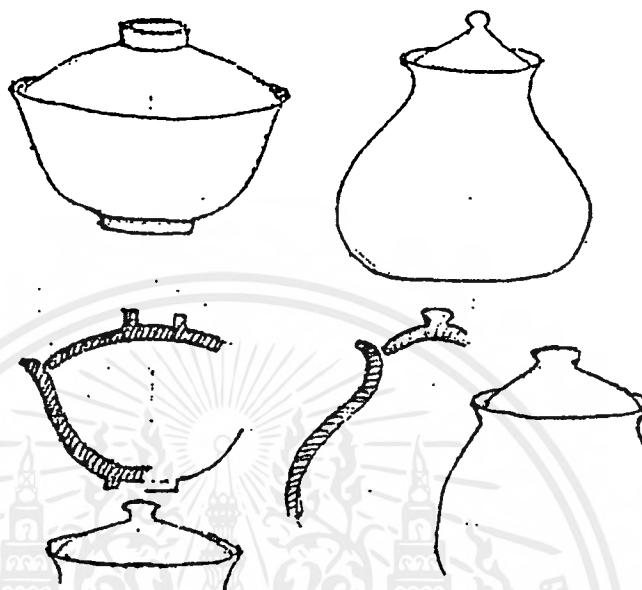


1. ปั้นหงายขึ้นแป้น หมุน ยอดเสร็จ ปั้นตัว	2. ปั้นหงายฝา ขึ้นเป็นเดือย สันต่อยอด	3. แบบเดือย ยาว ปั้นวิธี เดียวกับแบบ ที่ 2	4. ปั้นราบติดกับแป้น ยกริมขึ้น ฝาแบบ เดือยในตัว ยอด ในตัว
---	---	---	--

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

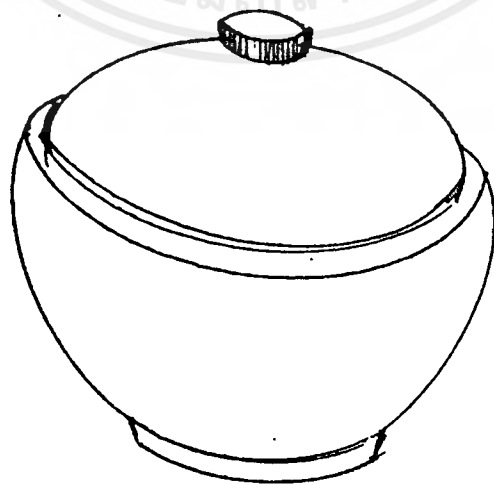
แบบฝาดัว ปั้นปิดตาม FORM ที่ต้องการ - ตัดฝาขณะดินหมาด

1. ตัดทะแยง
2. ตัดทะแยงชุดออก
เป็นมุมฉาก
3. ชุดเป็นมุมฉาก
แล้วจึงตัด



ภาพที่ 31 ภาพภาชนะ

แบบตัวภาชนะและฝาไม่มีเดือย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ภาพที่ 32 ภาพแบบตัวภาชนะและฝาไม่มีเดือย
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การปั่นประเภทมีฝายอยู่ในระดับค่อนข้างยาก ต้องอาศัยความชำนาญและ
พิถีพิถันมากขึ้น ขั้นตอนของการปั่น

1. ปั่นตัวก่อน แล้วต่อด้วยการปั่นฝายให้เสร็จพร้อมกันไป
2. วัดเส้นผ่าศูนย์กลางของปาก พิจารณาว่าจะวัดร่วมนอก หรือร่วมใน
ให้กำหนดไว้
3. แต่งฐาน และฝาย พร้อมกับต่อมือจับข้าง และมือจับบนฝายต้องทำขณะ
ดินหมาดเช่นเดียวกับติดหูถ้วย หรือเหยือก

การออกแบบประเภทฝาย ฝายและตัวควรจะทำให้มีความสัมพันธ์กลมกลืนกันทั้ง
หูข้างและที่จับบนยอด ให้มือจับได้ถนัดถนี้ และดูสวยงามเข้ากันทั้งหมด การตกแต่งก็
เช่นเดียวกันจะต้องออกแบบให้เข้ากันกับตัวโถหรือชามฝาย ประกอบด้วยการให้สีเคลือบ
และการตกแต่งลวดลาย

การปั่น กาน้ำชา หรือกาแฟ

ถ้าจะพูดไปแล้ว การดื่มน้ำชา หรือกาแฟ ไม่ใช่เครื่องดื่มประจำชาติไทย
ตั้งแต่เก่านั้น อิทธิพลที่ได้นั้นมาจากจีนมากกว่า ตามบ้านคนจีนหรือพวกที่มีเชื้อสายจีน
จะต้องมีกาชงน้ำชาไว้ดื่มประจำ มาบัดนี้อิทธิพลทางประเทศตะวันตกแผ่ขยายมา การ
จิบกาแฟ และชาฝรั่ง คุณจะไม่นึกย้อนไปกว่าการดื่มชาของจีน อิทธิพลเหล่านี้แทบจะ
กล่าวได้ว่า ทั่วโลกที่เดียว โดยเฉพาะประเทศญี่ปุ่น การดื่มชาถือว่าเป็นเครื่องดื่มประจำ
ชาติ และมีพิธีรีตองกันเป็นเรื่องเป็นราว ประเทศอังกฤษก็เช่นเดียวกัน เป็นเครื่อง
ดื่มประจำชาติของเขามาแต่สมัยโบราณแล้ว ดังนั้นภาชนะที่ปั้นด้วยดินจึงมีบทบาทมากพอ
คู่ รูปทรงมาในลักษณะที่แตกต่างกันแต่ละถิ่นที่ แต่จุดมุ่งหมายนั้น เพื่อประโยชน์ใช้สอย
เดียวกัน

การออกแบบชุด กาน้ำชา หรือกาแฟ เป็นเรื่องที่น่าสนใจมากความคิดใน
การออกแบบจะต้องประกอบกับเทคนิคของการปั่นและความชำนาญสูง ดังนั้นในบทเรียน
ของการออกแบบในขั้นนี้ควรจะเป็นขั้นสุดท้ายของเรื่อง ผู้ปั่นและออกแบบจำเป็นต้อง

Skill สูงพอสมควร เท่าที่ผู้เขียนมีประสบการณ์ในการทำวิทยานิพนธ์ในเรื่องนี้ เริ่ม

ทำครั้งแรกด้วยใจรักในความละเอียดอ่อนของการออกแบบ และหน้าที่ใช้สอยของมัน การเริ่มครั้งแรกเพียงแต่เรียนรู้ถึงกรรมวิธีการจะต้องประกอบด้วย ขั้นตอนก็ขึ้น การที่จะนำมาประกบกันขึ้นเป็นกาน้ำชาขึ้นทำอย่างไร นี่เป็นต้นเรื่องของ การเรียนรู้

รูปที่ 1 ปั้นตัวกา แสดงส่วนที่เจาะเพื่อติดพวยกา รูปลักษณะของกาน้ำชา และกาแพคควรให้แตกต่างกัน ที่นิยมกาน้ำชา มักจะมีลักษณะเตี้ยป้อมกว่า กาแพคปากไม่ควรให้กว้างหรือเล็กจนเกินไป เพื่อสะดวกในการเอากาชาออก และทำความสะอาด

รูปที่ 2 ปั้นพวยกาหัดทำใหม่ๆ ควรจะทำไว้หลายอันแสดงการตัดแฉบให้เข้ากับส่วนโติ่งของตัวกา ลองวางดูในจุดที่เหมาะสมแล้ว ทำเครื่องหมายไว้เป็นวงรอบก่อนเจาะรู

รูปที่ 3 ปั้นฝาหงาย จะคว่ำแต่ตอนหามาพร้อมกับติดยอด มือจับเฝ้างบางแบบอาจจะป็นคว่ำขึ้นอยู่กับการออกแบบ) จำเป็นต้องมีเดือยเพื่อกันไม่ให้ลักษณะรินเอียง

รูปที่ 4 แสดงถึงระดับน้ำกับพวยกา (ดูที่เส้นประ)

รูปที่ 5 ในรูป 4-5 การติดหูกา ทำได้ 2 อย่าง จะเป็นหูบนหรือหูข้างก็ได้ในลักษณะของตัวกาแบบนี้ ถ้าเป็นกาที่รูปทรงสูง การติดหูบน จะไม่สะดวกในการยกริน ควรติดหูข้าง เป็นทรงเตี้ยก็พอจะทำได้ทั้งสองอย่าง ถ้าต่ำหรือตรงแป้นมาก ก็อาจจะเหมาะกับการติดหูข้างบนเพียงอย่างเดียว สรุปแล้ว ขึ้นอยู่กับ Form เป็นสำคัญ หูกาที่ใช้กันอยู่ทั่วไป มีหลายแบบดังจะกล่าวต่อไป

ถ้วยชาญี่ปุ่น เป็นอีกแบบหนึ่งขนาดธรรมดา รูปเหมือนชามมากกว่าถ้วยทรงต่ำ ปากไม่แคบมาก ของจีนมักจะสอบๆ มากกว่า เป็นแบบฉบับการดื่มชาของชาวตะวันตกและตะวันออก

แบบของฝรั่งจะมี เขี่ยกนม โถน้ำตาล ถ้วยมีหู จานรอง กาชงใช้ช้อนคน

กาน้ำชา มักจะมีมาตรฐาน ส่วนสัดส่วนตามที่เห็นอยู่ทั่วไป ถ้าเป็นชุดจะเรียกตามจำนวนถ้วย เป็นแบบที่ประเทศทางตะวันตกใช้ มีกา 1 หรือ 2 (น้ำชาเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

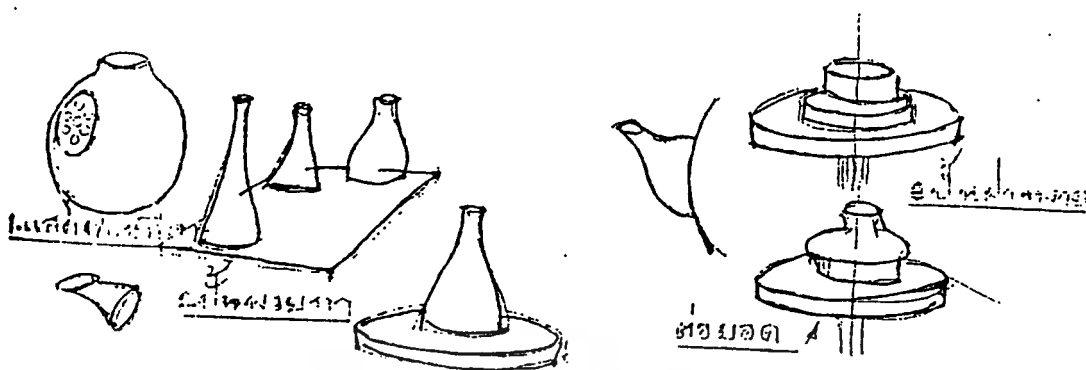
หรือกาแฟ) โถน้ำตาล 1 เขยือกนม 1 และถ้วยจานรอง เขยือกน้ำร้อนเพื่อเติม สำหรับคนชอบรสอ่อนๆ ลักษณะของกาจะไม่เหมือนกัน ตามที่ได้กล่าวมาแล้ว ส่วนการออกแบบเป็นชุด จะต้องออกแบบให้ดูเป็นอันหนึ่งอันเดียวกันดูแล้วจะเป็น style เดียวกัน ในเรื่องของการออกแบบเป็นชุด หมายถึง Desing เป็นกลุ่มไม่เหมือนการออกแบบโดด ๆ

กาน้ำชา แบบทางจีนญี่ปุ่น ถ้วยจะไม่มีหู เหมือนแบบของฝรั่ง ถ้วยมีหู และจานรองมีช้อนคนให้น้ำตาลและนมละลายเข้ากัน ของจีนชอบทานชาแก้วๆ ชงด้วยปิ่นเล็กๆ ถ้วยเล็กๆ ขนาดถ้วยตะไล ใช้จิบ คนไทยดั้งเดิมไม่มีการดื่มชา ชอบที่จะดื่มน้ำซึ่งลอยด้วยมะลิ หรือดอกไม้หอมมากกว่า เมื่อคนจีนเข้ามาพึ่งพระบรมโพธิ์สมภาร สืบเชื้อสายปะปนกับคนไทย คนไทยจึงได้รับอิทธิพลรับสิ่งเหล่านี้เข้าไว้ไม่น้อย

ลักษณะหูกา มีหลายรูปแบบ

1. หูข้าง เป็นดิน
2. หูบน เป็นดิน
3. หูบน เป็นโลหะ เช่น ทองเหลืองหล่อ หรือเป็นลวดทองเหลือง
4. หูบน เป็นไม้ไผ่ตันปล้องสั้นๆ โค้งตัดเป็นรูปหูกา ดูสวยงามน่าใช้ มาจากประเทศญี่ปุ่น
5. หูบน เป็นทราย ออกแบบทำขึ้นเฉพาะตัว

ถ้าใช้ดินติดหูข้าง การติดและการทำแบบเดียวกันกับติดหูเขยือก หรือถ้วย จะต้องออกแบบให้ดูเข้ากับตัวกา การติดหูไม่ควรให้ชิดกับตัวกามากเกินไปจะทำให้แคบ การสอดมือเข้าไม่สะดวก และจะต้องไม่ห่างจากตัวกาจนเกินไป การยกจับจะเกิดความรู้สึกไม่มั่นใจตัวภาชนะ จะเกิดการทรงตัวไม่ดี



ภาพที่ 33 ภาพการปั้นผา

ชุดน้ำชา หรือกาแฟ จะเรียกตามจำนวนถ้วย เป็นคู่ เช่น ชุด 4 คน, ชุด 6 คน, ชุด 8 คน, ชุด 12 คน, เป็นต้น เรียกว่าเป็นแบบยุโรป หรือตะวันตก เดิมนั้นฝรั่งก็หันมานิยมใช้แบบถ้วยไม่มีหูกันมาก การดื่มน้ำชาแบบญี่ปุ่น ใช้มือทั้งสอง ประคองชกชั้นดื่ม ทำให้อุ้งมืออบอุ่น อันที่จริงก็สมเหตุสมผลดีสำหรับประเทศหนาว ในเมืองไทยทั่วๆ ไป ใช้ทั้งสองประเภท

การขึ้นรูปโดยการเทแบบ (slip Casting)

เนื้อดินปั้นทุกชนิดที่ใช้สำหรับขึ้นรูปโดยวิธีเทแบบมีคุณสมบัติไหลตัวได้ดี มีปริมาณเปอร์เซ็นต์ของแข็งสูง กระจายลอยตัวอยู่ในของเหลวปกติแล้วใช้น้ำ โดยมีสารเคมีเป็นตัวช่วยทำให้เกิดการกระจายลอยตัวได้ดี การเทแบบเป็นวิธีการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ โดยการเทน้ำเนื้อดินปั้นลงไปแบบ ซึ่งเป็นรูปร่างของผลิตภัณฑ์ตามต้องการ ความหนาของผลิตภัณฑ์จะค่อยๆ ก่อตัวขึ้น เมื่อแบบที่ใช้เริ่มดูดของเหลวเข้าสู่เนื้อแบบ เนื้อผลิตภัณฑ์เริ่มด้วยมีความเหนียวเกาะกัน และเริ่มแข็งขึ้นเรื่อยๆ หลังจากปล่อยให้แห้งและออกจากแบบ อบให้แห้งสนิทแล้วจึงนำไปเผาเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จ

ขนาดของอนุภาคของเนื้อสารของแข็งต่างๆ ในน้ำเนื้อดินปั้นจะมีขนาดแตกต่างกันจากขนาดใหญ่ถึงเล็กกว้างพอสมควร ขนาดของอนุภาคของวัตถุดิบเซรามิกส์ที่ใช้ผสมเป็นน้ำเนื้อดินปั้นมีขนาดระหว่าง 5,000 ไมครอน ถึง 0.001 ไมครอน (μ) ขนาดของอนุภาคในช่วงที่กล่าวมานี้ ส่วนหนึ่งสามารถแยกได้ด้วยตะแกรงร่อน อีกส่วนหนึ่งแยกได้โดยวิธีปล่อยให้จมตัวลง อนุภาคที่ใหญ่กว่า 100 ไมครอน เรียกว่าอยู่ในช่วงของตะแกรงร่อน อนุภาคระหว่าง 100 ไมครอน ถึง 0.2 ไมครอน เรียกว่าอยู่ในช่วงของตะแกรงร่อน อนุภาคขนาดระหว่าง 0.2 ถึง 0.001 ไมครอน เรียกว่าเป็นขนาดของ "คอลลอยด์" (colloid) และอนุภาคที่เล็กกว่า 0.001 ไมครอน เรียกว่าเป็นขนาดของโมเลกุล

การกระจายของขนาดของเนื้อดินปั้น หรือการกระจายขนาดของวัตถุดิบตามรูปที่ และรูปที่ หาได้โดยใช้เทคนิคปล่อยให้อนุภาคจมตัวลง และแสดงให้เห็นเป็นเปอร์เซ็นต์น้ำหนักสะสมของอนุภาคที่กระจายตัว เมื่อนำวัตถุดิบหลายๆ ชนิดผสมเข้าด้วยกันเป็นเนื้อดินปั้น การกระจายขนาดของอนุภาคของเนื้อดินปั้นก็จะเกิดจากการผสมผสานกันระหว่างการกระจายขนาดของวัตถุดิบต่าง ๆ ที่นำมาผสมกันตามส่วน ถ้าศึกษาจากภาพของกราฟที่ผ่านมาจะเห็นว่าฟลลิ่งและหินฟันม้ามีส่วนให้อนุภาคคอลลอยด์เพียงเล็กน้อย ดินขาวให้อนุภาคคอลลอยด์ปานกลาง และดินเหนียว เป็นตัวให้อนุภาคคอลลอยด์แก่เนื้อดินมากที่สุด เช่นเดียวกับภาพกราฟของเนื้อดินปั้นอะลูมินาแสดงให้เห็นว่า อะลูมินา D เป็นตัวให้อนุภาคคอลลอยด์แก่เนื้อดินปั้นอะลูมินามากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แม้ว่าเราจะสามารถใช้เทคนิคในการดูดซับแก๊สเพื่อหาพื้นที่ผิวของอนุภาคต่างๆ แต่การใช้เทคนิคการดูดซับสีเพื่อหาวัตถุดิบเซรามิกส์เป็นวิธีการที่เร็วและสะดวกกว่าการดูดซับเมทิลีน บลู (methylene blue) สามารถนำไปใช้ในการคำนวณหาพื้นที่ผิวของวัตถุดิบเซรามิกส์ได้ทั้งแร่ดินขาว และที่สัมพันธ์กับดินขาวและอะลูมินาที่ผ่านการเผามาแล้ว นอกจากนี้ข้อมูลที่ได้ยังมีความสัมพันธ์กับคุณสมบัติอื่นๆ ได้แก่ ปริมาณสารที่ใช้เป็นตัวช่วยทำให้เกิดการกระจายลอยตัวได้ดี ความแข็งแรงของผลิตภัณฑ์หลังจากอบแห้ง ปริมาณน้ำที่ทำให้เกิดความเหนียวและการเคลื่อนตัวของน้ำในเนื้อดินปั้น

1. การกระจายตัวและลอยตัวในน้ำของวัตถุดิบที่ไม่ใช่ดิน

ในน้ำ เนื้อดินปั้นที่ใช้ขึ้นรูปโดยวิธีเทแบบอนุภาคของเนื้อสารที่เป็นของแข็งอาจแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท คือ

1. ประเภทที่มีทั้งดิน และไม่ใช้ดินผสมกัน ซึ่งได้แก่ เนื้อดินปั้นของผลิตภัณฑ์เซรามิกส์ประเภทถ้วยชามจาน เครื่องสุขภัณฑ์ เป็นต้น
2. ประเภทที่มีแต่ออกไซด์ซึ่งเป็นวัตถุดิบไฟ เช่น Al_2O_3 , MgO , ZrO , ThO_2 และ UO_2 เป็นต้น
3. ประเภทซึ่งไม่มีทั้งดินและออกไซด์ เช่น TiC , TiN , ZrN , Mo , Si และ Ti เป็นต้น

ในเนื้อดินปั้นของผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีดินเป็นส่วนผสม อนุภาคของเนื้อสารของแข็งควรมีการกระจายของขนาด ทำนองเดียวกับการกระจายขนาดของอนุภาคของของแข็งในน้ำ เนื้อดินปั้นที่มีดินเป็นส่วนผสม เพื่อทำให้ได้น้ำเนื้อดินปั้นที่มีคุณภาพที่ดี การกระจายขนาดของเนื้อดินปั้นจะต้องมีอนุภาคปริมาณหนึ่งซึ่งมีขนาดที่เป็นคอลลอยด์และจะต้องมีวัสดุที่มีคุณสมบัติทั้งทางฟิสิกส์และเคมีที่จะช่วยทำให้เกิดการกระจายลอยตัวได้ดีในของเหลวเมื่อเติมตัวที่ช่วยทำให้เกิดการกระจายลอยตัวลงไปในของเหลว

อะลูมินา (Al_2O_3) และออกไซด์อีกหลายชนิดที่ผ่านการเผามาแล้วสามารถทำให้อยู่ในสภาพน้ำเนื้อดินปั้นได้โดยการบดผสมกับน้ำซึ่งมีฤทธิ์เป็นกรด สารที่ใช้ทำให้เกิดการกระจายลอยตัวสำหรับอะลูมินา และออกไซด์อื่นๆ ที่มีลักษณะเช่นเดียวกับอะลูมินาที่ใช้กันมากได้แก่ HCl สารเคมีที่ใช้ได้ผลดีเรียงตามลำดับได้แก่ HNO_3 , HCl , H_2SO_4 และซิตริกแอซิด (citric acid) เกลือกรดบางตัวก็ใช้ได้เช่นกัน

เช่น AlCl_3 ใช้ได้กับ Al_2O_3 ที่ผ่านการเผาแล้ว แต่ $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ไม่ช่วยทำให้เกิดการกระจายลอยตัว

ในน้ำเนื่อดินปั้น Al_2O_3 ถ้ามีอนุมูล SO_4 ปะปนอยู่การกระจายลอยตัวของอนุภาคน้ำจะดีไม่เท่าที่ควร แต่ถ้าเติม BaCl_2 ลงไปจะช่วยทำให้การไหลตัวของน้ำเนื่อดินปั้นดีขึ้น อัลคะไลด์และไฮดรอกไซด์และโพลีฟอสเฟตสามารถทำให้อะลูมินาและผงโลหะหลายชนิดกระจายลอยตัวได้ในน้ำเนื่อดินปั้นซึ่งมี pH ระหว่าง 10-11

ในการเตรียมน้ำเนื่อดินปั้นสำหรับวัสดุกลุ่มไม้ไผ่ดินนี้ บางครั้งจำเป็นจะต้องมีสารช่วยพยุงวัสดุเหล่านี้ให้ลอยตัวได้ดี เช่น ZrO_2 อาจใช้ CMC หรือ PVA , MgO-TiO_2 ใช้ HCl และ DAXAD 25 เป็นตัวทำให้น้ำมีฤทธิ์เป็นกรด เป็นต้น

ข้างทำยนี้เป็นตัวอย่งน้ำเนื่อดินปั้นอะลูมินา และของเนื่อดินปั้นที่มีดินเป็นส่วนประกอบที่ใช้สำหรับขึ้นรูปโดยวิธีเทแบบ

	วัตถุดิบ	% โดยน้ำหนัก	% โดยปริมาตร
Al_2O_3	ชนิด A	21.3	14.6
Al_2O_3	ชนิด B	55.2	38.1
Al_2O_3	ชนิด C	8.5	5.9
H_2O		<u>15.0</u>	<u>41.4</u>
	รวม	<u>100.0</u>	<u>100.0</u>

เติม 0.5 % Sodium Carboxylated Polyelectrolyte หรือ DARVAN 7 Al_2O_3 ชนิด A,B,C มีการกระจายของขนาดของอนุภาคแตกต่างกัน การผสมกันเพื่อทำให้ได้น้ำเนื่อดินปั้นที่มีคุณภาพเหมาะสมเหมือนกับน้ำเนื่อดินปั้นของผลิตภัณฑ์เครื่องสุขภัณฑ์

วัตถุดิบ	น้ำหนัก กรัม	ความหนาแน่น	ปริมาตร ลบ.ซม.
น้ำ	460	1	460
ดินเหนียว	424	2.65	160
ดินขาว	257	2.65	97
หินฟันม้า	478	2.60	184
ฟลินต์	<u>258</u>	<u>2.60</u>	<u>99</u>
รวม	<u>1877</u>	.	<u>1000</u>

เติม 0.6 กรัม Na_2CO_3 และ 4.0 กรัม Na_2SiO_3

2. การกระจายลอสต์วของเนื้อดินปั้นซึ่งมีดินเป็นส่วนประกอบ

คุณสมบัติของอนุภาคของดินที่ลอสต์วอยู่ในน้ำ อนุภาคของดินเหมือนกับของแข็งทั่วไป คือ ที่ผิวมันจะมีพันธะที่ไม่สมบูรณ์ ดังนั้น จึงสามารถดูดซับพวกอนุมลบวกไว้ที่ผิวของมันได้ ความสามารถในการดูดซับนี้มีหน่วยวัดเป็น มิลลิอีควิวาเลนต์ ต่อ 100 กรัม ของดินแห้ง โดยทั่วไปดินที่มีความละเอียดมากจะมีความสามารถดูดซับอนุมลต่างๆ ได้มากกว่าดินหยาบๆ ทั้งนี้เพราะว่าดินละเอียดมีพื้นที่ผิวมากกว่านั่นเอง

การที่อนุภาคของดินสามารถดูดซับอนุมลต่างๆ ได้นั้น เนื่องจากสาเหตุ 2 ประการ

1. เนื่องจากพันธะที่ผิวของอนุภาคของดินไม่สมบูรณ์
2. เนื่องจากมีการแทนที่กันของอนุมลต่าง ๆ ในโครงสร้างของอนุภาค

ของดิน

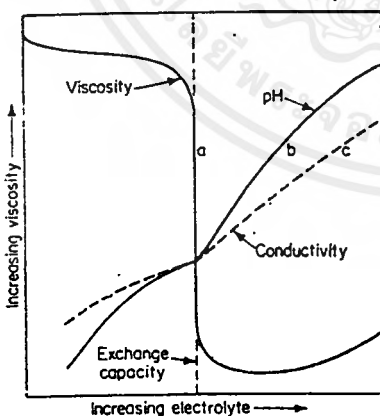
เช่น Al^{+3}	เข้าแทนที่	Si^{+4}
Mg^{+2}	เข้าแทนที่	Al^{+3}
Fe^{+2}	เข้าแทนที่	Al^{+3}

ซึ่งทำให้อนุภาคของดินมีประจุเป็นลบ และจะเป็นกลางได้โดยการดูดซับอนุมลบวกไว้ที่ผิวของมันในโครงสร้างของแร่ montmorillonite พวกอนุมลมีการแทนที่กันได้ดี

จึงมีค่าความสามารถในการดูดซับอนุมลหรือค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนอนุมลสูง kaolinite มีค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนอนุมลต่ำ แสดงว่า kaolinite มีการแลกเปลี่ยนอนุมลในโครงสร้างน้อยมาก

ผิวของอนุภาคดินยังมีความสามารถในการเลือกดูดซับอนุมลต่างๆที่ละลายอยู่ในสารละลาย กล่าวคือ พวกอนุมล $+3$, $+2$, $+1$ ถูกดูดซับที่ผิวดินได้มากไปหาน้อยเรียงตามลำดับ

การกระจายตัวของกลุ่มดินในสารละลาย ในอุตสาหกรรมเซรามิกส์ สิ่งที่ต้องการอันดับแรกในการขึ้นรูปโดยวิธีเทแบบ คือ น้ำดินที่ใช้เทแบบต้องมีปริมาณน้ำน้อย มีปริมาณเนื้อดินปั้นมาก และมีคุณสมบัติในการไหลตัวดี ทั้งหมดที่กล่าวมานี้มีความสัมพันธ์กับการกระจายตัวอย่างสมบูรณ์ของกลุ่มดิน ดินขาวบริสุทธิ์ไม่มีอนุมลอื่นๆ ถูกดูดซับบนผิวดินเลย เมื่อนำมาทดลองกับสารละลายของ NaOH ซึ่งมีความเข้มข้นต่างๆ กันอย่างเป็นระบบแล้ววัดค่าความหนืด (viscosity) สภาพความนำไฟฟ้าและ pH ซึ่งจะได้กราฟตามรูป



Viscosity of a kaolin suspension to show base-exchange capacity.

กราฟแสดงคุณสมบัติทั้งสามเส้น แสดงการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติอย่างเด่นชัดตรงจุดที่สารละลายมีความเข้มข้นเดียวกัน เมื่อเปลี่ยนสารละลาย NaOH เป็นสารละลายของอัลคาลด์ตัวอื่น ผลที่ได้จะเหมือนเดิม

ถ้านำดินขาวบริสุทธิ์มาทดลองกับสารละลาย อัลคาลด์-เออร์ทไฮดรอกไซด์ เช่น $\text{Ba}(\text{OH})_2$ ความหนืดจะมีการเปลี่ยนแปลงไปเล็กน้อย และค่อยเป็นค่อยไปทำนองเดียวกับการใช้สารละลายพวกกรด กรดเกลือ หรือเกลือที่เป็นกลาง การใช้เกลือที่มีฤทธิ์เป็นด่าง เช่น Na_2CO_3 หรือ Na_2SiO_3 จะทำให้ความหนืดลดลงได้ดี

สรุปได้ว่าการทำให้น้ำดินมีความหนืดลดลงจะต้องทำให้น้ำดินมีสภาวะดังนี้

1. ในน้ำดินต้องมีอนุมลเป็นพวกอนุมลบวกหนึ่ง
2. การแตกตัวในสารละลายจะต้องให้อนุมล OH

นอกจากนี้ยังมีสารเคมีบางอย่างที่ช่วยทำให้ความหนืดลดลงได้ เช่น

Daxad (ammoniumsulfonate), sodium alginate, calgon, tannates, lignin เป็นต้น แต่การจะใช้สารอินทรีย์เหล่านี้ควรจะได้ทำการศึกษาอย่างรอบคอบ

ในดินและเนื้อดินปั้นทั่วๆ ไป จะมีอนุมลที่ถูกดูดซับอยู่บนผิวและมีพวกเกลือที่ละลายน้ำปนอยู่ สารละลาย NaOH ไม่สามารถทำให้กลุ่มดินเหล่านี้กระจายตัวได้ แต่สารละลาย Na_2CO_3 หรือ Na_2SiO_3 ทำให้เกิดการกระจายตัวได้ดีทั้งนี้เพราะว่า ในเนื้อดินมีพวกอนุมลบวกสอง เช่น Ca^{+2} เป็นสิ่งสกปรกปนอยู่ เมื่อเติม NaOH, Ca^{+2} กลายเป็น $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ละลายน้ำ จึงไม่ได้ขจัดอนุมลบวกสองออกไปจากสารละลายเลย อนุมลบวกสองจึงเป็นตัวขัดขวางการกระจายตัวของกลุ่มดิน แต่ถ้าใช้สารละลาย Na_2CO_3 หรือ Na_2SiO_3 จะทำให้เกิดการกระจายตัวได้ดีทั้งนี้เพราะว่า Ca^{+2} จะกลายเป็น CaCO_3 และ CaSiO_3 ซึ่งไม่ละลายน้ำในสารละลายจะไม่มีพวกบวกสอง การกระจายตัวของกลุ่มดินจึงเป็นไปได้ดี

3. Rheology เบื้องต้น

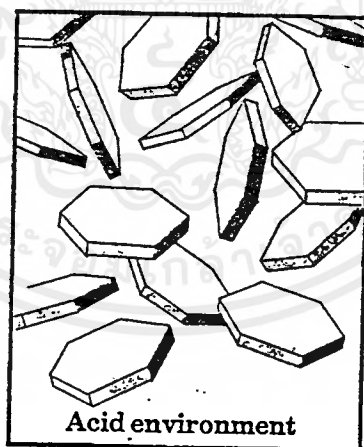
ความหนืด (viscosity) เป็นการวัดความสม่ำเสมอของน้ำดิน ซึ่งมีค่าค่าหนึ่งต่อการต้านทานการไหลของน้ำดิน มีหน่วยวัดเป็น "poise" "พอยซ์"

Thixotropy คำนี้ หมายถึง พฤติกรรมของน้ำดินที่มีแนวโน้มที่จะมีความหนืดเพิ่มขึ้น เมื่อตั้งน้ำดินนั้นไว้เฉยๆ ที่เป็นเช่นนี้เพราะว่า ในน้ำดินเกิดโครงสร้างชั้นเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สั่นไหวสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาภายในน้ำดินและโครงสร้างนี้ จะถูกทำลายก็โดยวิธีการกวน คำ Thixotropy วัดโดยใช้ค่าการเปลี่ยนแปลงความหนืดในช่วงระยะเวลาอันหนึ่ง

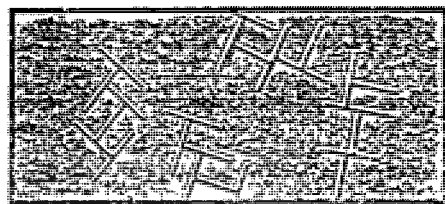
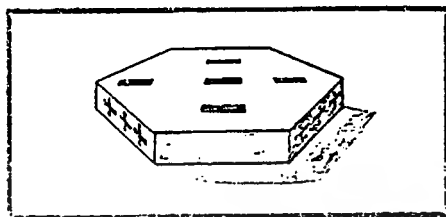
พฤติกรรมของดินในน้ำ

เมื่ออนุภาคดินกระจายลอยตัวอยู่ในน้ำ อนุภาคของดินจะมีพฤติกรรม 2 รูปแบบที่แตกต่างอย่างเด่นชัด กล่าวคือ ประจุที่ทำให้เกิดไฟฟ้าสถิตที่ผิวอนุภาคของดิน ทำให้อนุภาคของดินมีพฤติกรรมดูดกัน หรือผลักกัน กล่าวโดยทั่วไปในน้ำดินที่มีคุณสมบัติเป็นกรด อนุภาคของดินจะมีพฤติกรรมดูดซึ่งกันและกัน และทำให้เกิดการจับตัวกัน หรือเรียกว่าเกิดการ flocculated และในทางสลับกันถ้าในน้ำดินมีฤทธิ์เป็นด่าง อนุภาคของดินจะผลักซึ่งกันและกันทำให้เกิดการกระจายลอยตัวในน้ำดิน (deflocculated)



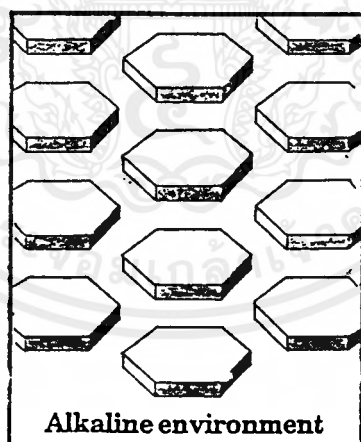
ในสภาวะที่เกิดการจับตัวกัน และจมตัวลง อนุภาคของดินจะมีการดูดซึ่งกันและกันระหว่าง ด้านข้างกับผิวหน้าของอนุภาค ดังนั้น ค่าความหนืดจะสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 34 แสดงประจุบวกที่ด้านข้างอนุภาค
และประจุลบที่ด้านผิวหน้า

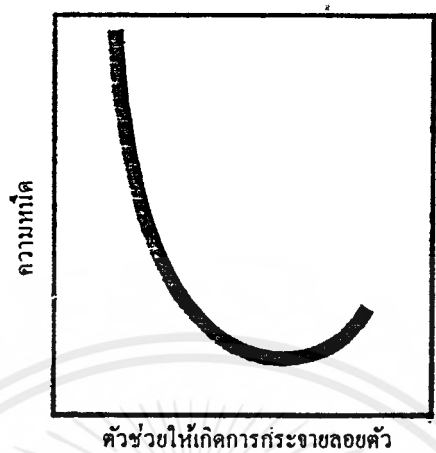
รูปที่ 35 การเกิดโครงสร้างเนื่อง
จากการดูดกันและกัน



รูปที่ 36 ในสภาวะที่เกิดการกระจายลอยตัวในน้ำดิน แรงดูดกันระหว่างอนุภาค
ของดินหมดไป ไม่มีการดูดกันและกันค่าความหนืดจะต่ำ

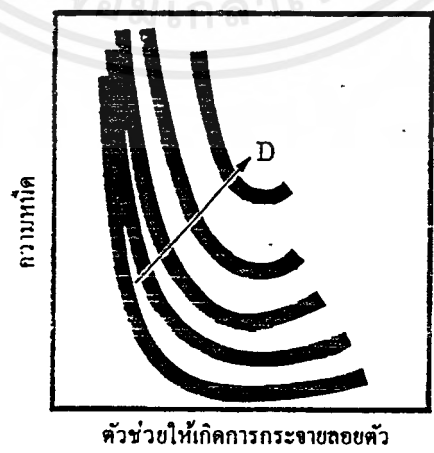
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การกระจายลอยตัว



เมื่อปริมาณตัวทำให้เกิดการกระจายลอยตัว (deflocculated) เพิ่มขึ้นการกระจายลอยตัวจะมีมากขึ้นความหนืดจะลดลง ที่ความหนืดต่ำสุด (full deflocculated) ถ้าเติมตัวทำให้เกิดการกระจายลอยตัวลงไปอีกความหนืดจะมีค่าสูงขึ้น

ผลของความหนาแน่น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสดงให้เห็นว่า ความหนาแน่น (D) ของน้ำดินต่ำกว่า จะมีความหนืดต่ำกว่า เมื่อสภาวะอื่นๆ เหมือนกัน มีวิธีการ 3 วิธี ในการทำให้น้ำดินมีความหนืดเปลี่ยนไป

1. เติมอัลคาล์
2. เติมน้ำ
3. ระเหยน้ำ

อย่างไรก็ตาม ต้องระลึกไว้ว่าวิธีการเหล่านี้มีผลต่อ Thixotropy แตกต่างกัน

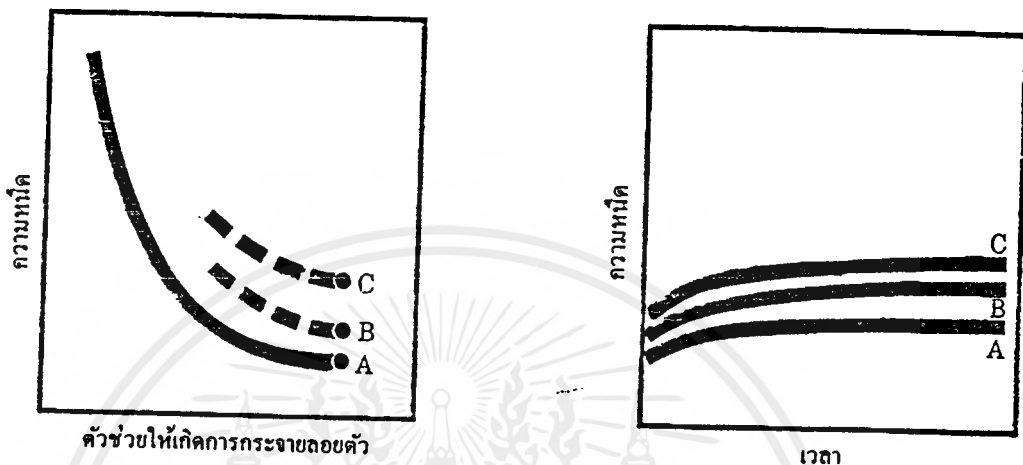
อิทธิพลของอัลคาล์ต่อ Thixotropy



รูปที่ 37 กราฟแสดงการกระจายลอยตัว
ในน้ำดินจุด A, B และ C แสดง
ให้เห็นความแตกต่างของความ
หนืด และปริมาณอัลคาล์ที่เติม
ลงไปในน้ำดิน

รูปที่ 38 กราฟแสดงให้เห็นถึงความ
แตกต่างของ Thixotropy
โดยตั้งน้ำดิน A, B และ C
ไว้นาน 60 นาที

อิทธิพลของน้ำต่อ Thixotropy



รูปที่ 39 แสดงให้เห็นว่า เราสามารถปรับความหนาแน่นโดยวิธีเติมน้ำ เราจะสามารถปรับความหนืดตามรูปได้

รูปที่ 40 แสดงให้เห็นว่า หลังจากตั้งน้ำดินไว้นาน 60 นาที จะเกิดโครงสร้างในน้ำดิน ซึ่งทำให้ความหนืดเปลี่ยนแปลงไป ตามรูป แสดงให้เห็นว่าการเปลี่ยนแปลงความหนืดหรือ Thixotropy เป็นไปน้อยมาก

เมื่อได้รู้ว่า การกระจายตัวของตัวและความหนาแน่นมีผลต่อความหนืด และ Thixotropy เราจึงสามารถใช้ความรู้เหล่านี้ แก้ไขสภาวะน้ำดินให้เหมาะสมได้ดังเช่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้าพบว่า ความหนืดสูงเกินไป Thixotropy ก็น่าจะสูงเกินไปด้วย วิธีที่แก้ไขโดยการค่อยๆ เพิ่มตัวช่วยให้เกิดการกระจายลอยตัว แต่ถ้า Thixotropy ถูกแล้ว จะต้องแก้ไขโดยค่อยๆ เติมน้ำ เพื่อปรับความหนาแน่นให้ต่ำลงหรือถ้า Thixotropy ต่ำไปมาก ควรลดทั้งปริมาณตัวช่วยให้เกิดการกระจายลอยตัว หรือเพิ่มปริมาณน้ำเพื่อทำให้ความหนาแน่นต่ำลง

แต่ถ้าพบว่าน้ำดินมีความหนืดถูกต้อง แต่ว่ามี Thixotropy สูงมากเกินไป ควรใช้วิธีเพิ่มตัวช่วยให้เกิดการกระจายลอยตัว หรือลดปริมาณน้ำลง แต่ถ้า Thixotropy มีค่าต่ำมากเกินไป ควรแก้ไขโดยการลดปริมาณตัวช่วยให้เกิดการกระจายลอยตัว หรือเติมน้ำ

กรณีสุดท้าย ถ้าน้ำดินมีความหนืดต่ำเกินไป และมี Thixotropy สูงไป แก้ด้วยการเพิ่มตัวช่วยให้เกิดการกระจายลอยตัว หรือโดยการลดปริมาณน้ำลง หรือถ้า Thixotropy ถูกต้องแล้ว ต้องแก้ด้วยการลดปริมาณน้ำหรือเติมผงเนื้อดินขึ้น กรณีสุดท้ายถ้า Thixotropy ต่ำมากด้วย แก้ด้วยการลดปริมาณตัวช่วยให้เกิดการกระจายลอยตัว

การแก้ไขควรจะทำค่อยๆ เป็น ค่อยๆ ไปและควรมีการวัดผลการแก้ไขและควรทำซ้ำได้ผลเหมือนเดิม

ค่าที่ถูกต้องของความหนืดและ Thixotropy จะแตกต่างกันไปในแต่ละโรงงาน หรือน้ำดินที่ส่วนผสมแตกต่างกันไป ดังนั้นประสบการณ์ในทางปฏิบัติและการสังเกตจะเป็นประโยชน์มาก อย่างไรก็ตามปัญหาต่างๆ ในการเทแบบจะเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงความหนืดและ Thixotropy

เมื่อค่าความหนืดหรือ Thixotropy ผิดไปเราจะสังเกตเห็นตำหนิต่างๆ ดังนี้

เมื่อความหนืดสูงไปมาก ตำหนิต่างๆ ในการเทแบบจะไม่เหมือนใคร คือแปลกไป (No recognisable)

เมื่อความหนืดต่ำเกินไป ตำหนิจะเป็นแบบspot และ Wreathing

เมื่อ Thixotropy สูงเกินไป การเทแบบจะกินเวลานานมาก การเทน้ำดินออกจากแบบเป็นไปอย่างเชื่องช้าและไม่เรียบร้อย ผลิตภัณฑ์ที่อ่อนแอ ผลิตภัณฑ์ขึ้นมาก

และการแห้งตัวเป็นไปอย่างเชื่องช้า

เมื่อ Thixotropy ต่ำมากไป การเทแบบเป็นไปอย่างเชื่องช้า การเทน้ำดินออกจากแบบทำได้รวดเร็ว แต่ผนังผลิตภัณฑ์บางส่วนอาจติดออกมาด้วย ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะแข็ง มีความชื้นน้อย แห้งตัวเร็ว

สาเหตุต่างๆ ที่เป็นตัวทำให้น้ำดินมีคุณสมบัติเปลี่ยนแปลง

1. การเปลี่ยนแปลงส่วนประกอบต่างๆ ในส่วนผสมของวัตถุดิบซึ่งรวมถึงน้ำที่ใช้ด้วย
2. การขึ้นน้ำหนักไม่ถูกต้อง และความชื้นเป็นตัวทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงส่วนผสมเนื้อดินปั้น
3. ความละเอียดของหินแก้ว และหินฟันม้า
4. เวลาที่กวนผสม ปริมาณตัวช่วยให้เกิดการกระจายลอยตัวและความหนืดของน้ำดินมีผลต่อการกระจายตัวของดินเหนียว
5. ความถูกต้องของการเติมตัวช่วยให้เกิดการกระจายลอยตัว
6. การเปลี่ยนแปลงของสัดส่วน และคุณสมบัติต่างๆ ของน้ำดิน และเศษดินที่นำกลับมาใช้ใหม่
7. สิ่งเจือปนอื่นๆ ที่ติดมากับเศษดิน น้ำดิน และวัตถุดิบต่างๆ
8. ผลต่างๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างการหมักน้ำดินในถังเก็บ

ตัวช่วยให้เกิดการกระจายลอยตัว

โซเดียมซิลิเกต และโซเดียมคาร์บอเนต ซึ่งมีหลายชนิด เปอร์เซ็นต์บริสุทธิ์ของโซเดียมคาร์บอเนต นอกจากจะช่วยลดปริมาณโซเดียมซิลิเกตแล้ว ยังช่วยเพิ่มความเหนียวให้กับผลิตภัณฑ์ที่เทแบบได้ การใช้ อาจใช้ซิลิเกตอย่างเดียว หรืออาจใช้อัตราส่วนเท่ากันระหว่างโซเดียมซิลิเกต ต่อโซเดียมคาร์บอเนต

โซเดียมคาร์บอเนตมีส่วนช่วยทำให้อินทรีย์สารในดินเหนียว ซึ่งมีคุณสมบัติที่เป็นประโยชน์อยู่แล้ว ให้เกิดประโยชน์ได้มากขึ้น พบว่าในเนื้อดินปั้นที่มีดินเหนียวดังกล่าวจะต้องใช้โซเดียมคาร์บอเนตระหว่าง 0.06-0.10 % โดยน้ำหนัก ซึ่งจะทำให้เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำดิน มีการกระจายลอยตัวและมีพฤติกรรมการเทแบบดีที่สุด ส่วนโซเดียมซิลิเกตจะใช้แค่เพียงพอทำให้เกิดการกระจายลอยตัวที่สมบูรณ์ และเพื่อปรับสภาพในตอนสุดท้ายเท่านั้น

ฮิวเมตและแทนเนต (Humates & Tannates) จะช่วยให้น้ำดินมี Rheology ดีขึ้นถ้าเนื้อดินนั้นมียอนทรียี่สาร ซึ่งเป็นผลมาจากลิแกนด์ในดินเหนียวไม่มากพอ

โพลีฟอสเฟต ไม่นิยมใช้กับน้ำดินที่ใช้ในการเทแบบเนื่องจากมันทำลายแบบพลาสติกเตอร์ แต่สามารถใช้ในปริมาณเล็กน้อย ในการขจัดอนุมูลแคลเซียมในน้ำดิน ซึ่งถ้ามีในน้ำดินจะทำให้มีคุณสมบัติด้าน Rheology ด้อยลง

4. วิธีการปรับปรุงความหนาแน่นของน้ำดิน

วิธีการที่จะพูดถึงต่อไปนี้เป็นเทคนิคการปรับอัตราส่วนระหว่างของเหลวและของแข็งและพร้อมกับปรับความถ่วงจำเพาะของน้ำดิน

เนื่องจากคุณสมบัติรีโอโลยีของน้ำดินเปลี่ยนแปลงไปได้เร็วมากเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนระหว่างของเหลวกับของแข็งไปเพียงเล็กน้อยก่อนที่จะปรับความหนืดและ Thixotropy ของน้ำดินในขั้นตอนสุดท้ายจำเป็นจะต้องปรับน้ำดินให้มีอัตราส่วนระหว่างของเหลว และของแข็งที่ถูกต้องเสียก่อน ถ้าเรารู้ความหนาแน่นของของเหลวและของแข็ง สามารถใช้สร้างตารางหรือกราฟสำหรับหาเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักที่แท้จริงของทั้งของเหลวและของแข็งได้ ตารางที่ 5.1 แสดงความหนาแน่นของวัสดุเซรามิกส์ ตารางที่ 5.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ถ.พ. กับ % ของแข็งสำหรับน้ำสลิตที่ใช้น้ำเป็นตัวกลาง

ตัวอย่างการตรวจหาความหนาแน่นหรือ *ถ.พ.* ของเนื้อดินปั้น

วัตถุดิบ	%	ความหนาแน่น	เนื้อดินปั้น
ดินเหนียว	15.0	2.55	0.3825
ดินขาว	30.0	2.62	0.7860
ทอลค	2.0	2.75	0.0550
Al ₂ O ₃ ผ่านการเผา	15.0	3.97	0.5955
หินฟันม้า	30.0	2.62	0.7860
ควอทซ์	8.0	2.65	<u>0.2120</u>
			2.8170

เนื้อดินปั้นมี *ถ.พ.* (*p*) = 2.8170

เครื่องมือที่จำเป็นสำหรับใช้หาข้อมูลที่ต้องใช้ในการปรับน้ำหนักของน้ำดิน
ชวดกันกลมขนาด 250 ลิตร
เครื่องชั่งขนาด 1000 กรัม มีความถูกต้องถึง 0.1 กรัม

TABLE
Densities of Solids

Material		Material	
Albite	2.62	Kaolinite	2.62
Aluminum Oxide	3.99	Kyanite	3.60
Anatase	3.90	Lepidolite	2.90
Anorthite	2.76	Magnesite	3.10
Aragonite	2.95	Microcline	2.55
Barite	4.50	Muscovite	2.90
Baoxite	2.55	Nepheline	2.60
Brucite	2.39	Petalite	2.40
Calcite	2.71	Pyrophyllite	2.85
Colemanite	2.42	Montmorillonite	2.50
Corundum	4.02	Quartz	2.65
Cristobalite	2.30	Rutile	4.22
Cryolite	3.00	Silicon Carbide	3.17
Diaspore	3.40	Spodumene	3.18
Diopside	3.25	Talc	2.75
Dolomite	2.85	Tremolite	3.15
Fluorite	3.18	Wollastonite	2.85
Hematite	5.26	Zircon	4.68
Ilmenite	4.70	Zirconium Oxide	5.73

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การหา ถ.พ. ของน้ำดิน

1. ชั่งจมน้ำหนักของภาชนะที่รู้ปริมาตร W_1 กรัม
2. เทน้ำดินลงไปจนถึงขีดบอกปริมาตร แล้วจึงชั่งจมน้ำหนัก W_2 กรัม
3. $W_2 - W_1 = W_3$
4. (ถ.พ.) = $W_3/250$ (ปริมาตรของภาชนะ)

การหา % ของแข็งจากกราฟ J - 1a และ J - 1b

1. แกนนอนแสดงค่า ถ.พ. ของน้ำดิน
2. แกนตั้งแสดงค่า % ของแข็ง
3. สมมติต้องการทราบ % ของแข็ง ของน้ำดินซึ่งมี ถ.พ. 1.80 และของแข็งมี ถ.พ. 2.90 ทำโดย ที่แกนนอนที่ 1.80 ลากเส้นตั้งฉากขึ้นไปตัดเส้นกราฟที่แสดง ถ.พ. ของของแข็ง 2.90 ที่จุดนั้นลากเส้นขนานแกนนอนไปตัดเส้นแกนตั้งที่จุดใด อ่านเลขตรงจุดนั้นออกมาเป็น % ของแข็งซึ่งอ่านได้ 66.5

การปรับน้ำดิน

การปรับน้ำดินที่ชื้นไป

1. ให้ P_d = ถ.พ. ที่ต้องการ
 P_i = ถ.พ. ที่วัดได้
 W = น้ำหนักของน้ำดินที่มี ถ.พ. P_i
 X = ปริมาณน้ำที่ต้องเติมลงไปเพื่อลด ถ.พ. ลงมาเป็น P_d
 $X = W \frac{P_i - P_d}{P_i} / (1 - P_d)$

การปรับน้ำดินที่ใสไป

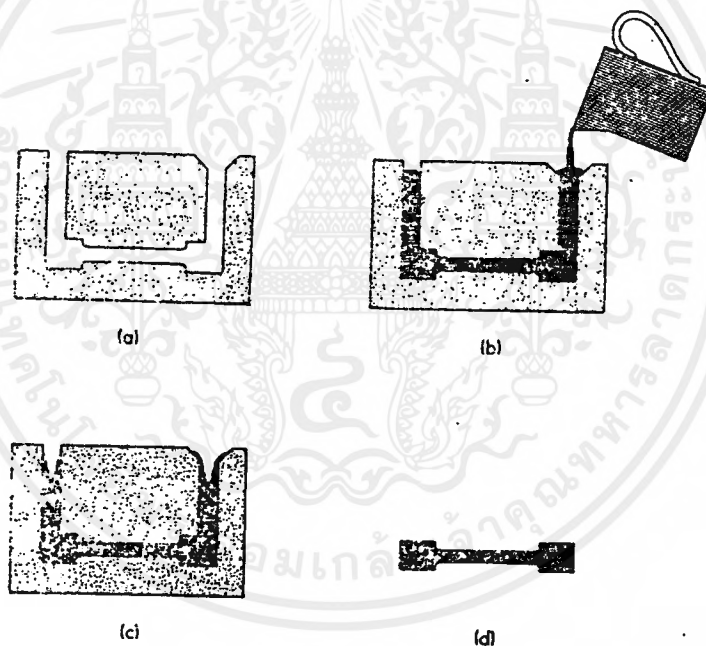
1. จากตารางหรือกราฟหา % ของแข็ง ถ้าเรารู้ ถ.พ.
2. ชั่งน้ำหนักของน้ำดินใสโดยทราบปริมาตรที่แน่นอน
3. คำนวณน้ำหนักในข้อ 2 ด้วย $\frac{\% \text{ ของแข็ง}}{100} \times \text{น้ำหนัก}$
4. หาค่า % ของแข็งของน้ำดินที่ ถ.พ. ตามต้องการจากกราฟ
5. หาค่าในขั้นที่ 3 ด้วย $(\% \text{ ของแข็งที่ต้องการ} / 100) \times \text{น้ำหนัก}$
6. ค่าในขั้นตอนที่ 5 - ค่าในขั้นตอนที่ 3 ค่าที่ได้เป็นกรัมนี้คือปริมาณของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผงของแข็งแห้งที่จะต้องเติมลงไปให้น้ำดินในนั้น

กระบวนการเทแบบมี 2 วิธี

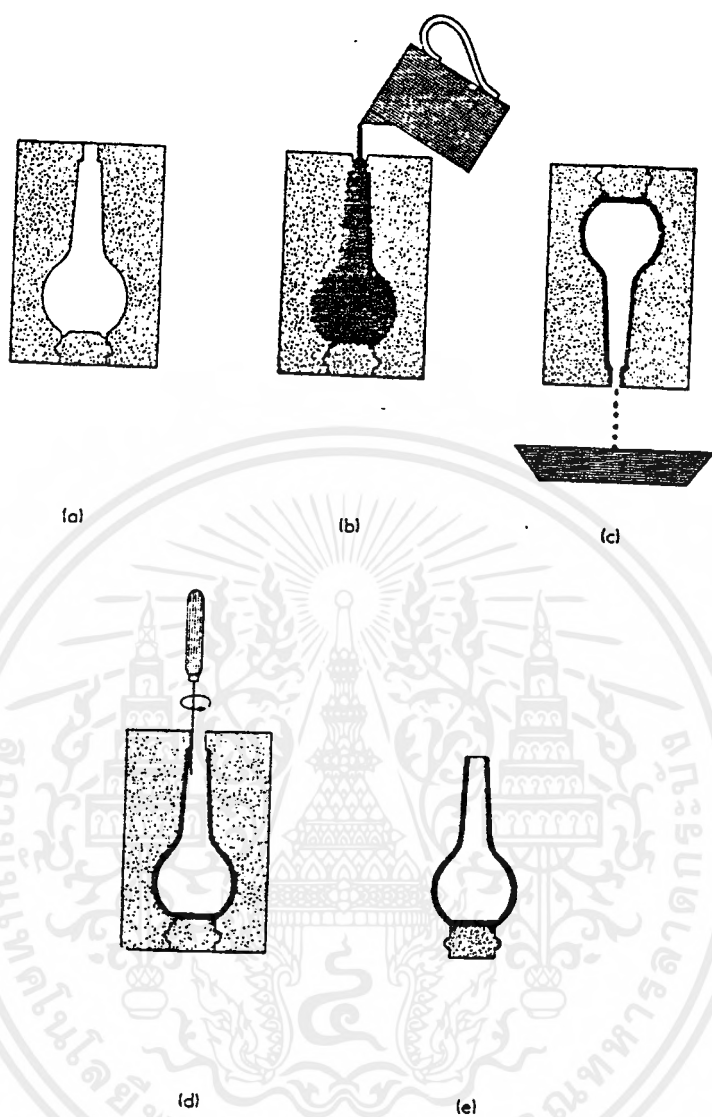
1. การเทแบบโดยให้น้ำดินแข็งตัวอยู่ในแบบเลย เรียก solid casting ซึ่งเหมาะกับการเทแบบผลิตภัณฑ์ที่มีความหนาและมีรูปร่างแปลกๆ
2. การเทแบบโดยมีการเทน้ำดินที่เหลือทิ้ง เรียก drain casting ซึ่งเหมาะกับผลิตภัณฑ์ที่ต้องการผนังบาง และต้องการความหนาอย่างสม่ำเสมอ



รูปที่ 41 แสดงการเทแบบชนิด Solid Cast

- (a) แบบที่ประกอบแล้ว
- (b) เทน้ำดินลงแบบ
- (c) ปล่อน้ำดินไว้ในแบบ
- (d) ผลิตภัณฑ์ดิบที่ตกแต่งเรียบร้อยแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

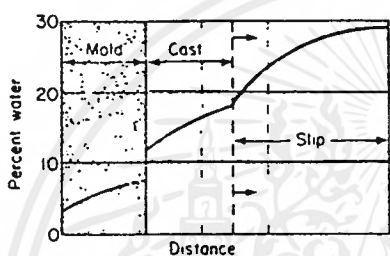


รูปที่ 42 แสดงการเทแบบแบบชนิด Drain Cast

- (a) แบบที่ประกอบแล้ว
- (b) เทน้ำดินลงในแบบ
- (c) เทน้ำดินที่เหลือออกจากแบบ
- (d) ตัดแต่งปากผลิตภัณฑ์
- (e) ผลิตภัณฑ์หลังจากถอดแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทฤษฎีการเทแบบ น้ำดิน (slip) ที่เทลงในแบบประกอบด้วยน้ำประกอบด้วยน้ำประมาณ 25% น้ำในน้ำดินจะถูกพลาสติกดูดด้วยแรงที่เกิดจากรูพรุนในแบบ น้ำดินบริเวณผิวแบบ จะชั้นขึ้นเรื่อยจนในที่สุดก็จะเหลือแต่เนื้อดินสะสมที่ผิวแบบ กลายเป็นผนังของผลิตภัณฑ์ ผนังผลิตภัณฑ์ (cast) จะหนามากขึ้นตามเวลาที่ผ่านไป แบบ (mold) ก็จะชั้นมากขึ้นเช่นกัน แสดงให้เห็นด้วยรูป



Moisture distribution during drain casting at a specific time after pouring. (After Dietzel).

อัตราเร็วในการเทแบบ หรืออัตราการเพิ่มความหนาของผลิตภัณฑ์ เริ่มลดลงตามเวลาผ่านไปด้วยเหตุผลสองประการ

1. น้ำจะซึมผ่านเข้าแบบได้ยากขึ้น เพราะว่าผนังของผลิตภัณฑ์ด้านเอาไว้

2. แบบชั้นมากขึ้น อัตราการดูดซึมน้ำก็ย่อมจะลดลง

นอกจากนี้ ความละเอียดของเนื้อดินป็นยังมีส่วนช่วยเร่งอัตราเร็วในการเทแบบ คือเนื้อดินป็นยิ่งหยาบอัตราการเทแบบจะเร็วขึ้น

น้ำดินสำหรับเทแบบประกอบด้วย ดินและวัสดุอื่นๆ ซึ่งกระจายลอยตัวอยู่ในน้ำ น้ำในน้ำดินควรมีเปอร์เซ็นต์ต่ำเท่าที่จะเป็นไปได้ แต่น้ำดินก็ต้องมีการไหลตัวดี การที่จะทำให้ น้ำดินมีคุณสมบัติเช่นนี้ จะต้องนำสารเคมี ซึ่งมีคุณสมบัติช่วยทำให้กลุ่มดินมีการกระจายและลอยตัวได้ดีใส่ลงไปช่วย น้ำดินที่ใช้ในการเทแบบชนิดมีการเทน้ำดินที่เหลือทิ้งควรมีความถ่วงจำเพาะระหว่าง 1.65 ถึง 1.80 หรือมีความหนืดระหว่าง 1.5 ถึง 2.5 เซนติพอยส์ (centipoise) เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของลิขสิทธิ์ใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1 ถึง 5 poises ส่วนน้ำดินที่ใช้ในการเทแบบชนิดให้น้ำดินแข็งอยู่ในแบบเลย ควรมีความถ่วงจำเพาะระหว่าง 1.75-1.95 หรือมีความหนืดระหว่าง 5-50 poises

อัตราเร็วในการเทแบบเป็นเรื่องสำคัญอันหนึ่งที่จะต้องพิจารณาอัตราเร็วในการเทแบบจะช้าหรือเร็วขึ้นกับส่วนผสมของน้ำดิน ความชื้น และอายุการใช้งานของแบบ เราต้องการเทแบบได้เร็ว เพื่อที่จะได้นำเอาแบบกลับมาใช้ใหม่ แต่การเทแบบเร็วก็เกิดปัญหาการควบคุมความหนาของผนังผลิตภัณฑ์ได้ยาก

การเทน้ำดินที่เหลือในแบบทั้งก็เป็นสิ่งสำคัญที่จะละเลยไม่ได้ คือ เมื่อเทน้ำดินที่เหลือทิ้งผิวด้านในของผลิตภัณฑ์จะต้องเรียบร้อย ผลิตภัณฑ์ในขณะทำการถอดแบบจะต้องมีความมั่นคงแข็งแรงพอที่ไม่เกิดการบิดจนเสียรูปร่าง ความมั่นคงแข็งแรงของผลิตภัณฑ์ขึ้นขึ้นอยู่กับการเลือกใช้ดิน สารที่ช่วยในการกระจายและลอยตัวของเนื้อดิน และการควบคุมอุณหภูมิแช่ ผลิตภัณฑ์ขณะที่อยู่ในแบบจะต้องมีการหดตัวมากพอที่จะหลุดออกจากแบบเองได้ แต่ก็ไม่ควรจะมีการหดตัวมากเกินไป การหลุดออกจากแบบของผลิตภัณฑ์บางครั้งก็มีปัญหาโดยเฉพาะแบบที่มีแกน เพราะว่าผลิตภัณฑ์จะหดตัวรัดแกนเอาไว้ ปัญหานี้แก้โดยการโรยฝุ่นพวกแป้งผัดหน้าหรือผงอื่นๆ การใช้สารที่ช่วยในการกระจายและลอยตัวมากเกินไป ก็จะทำให้ผลิตภัณฑ์ติดแบบแน่นและขณะเดียวกันก็ทำลายผิวแบบด้วย การตกแต่งผลิตภัณฑ์ให้เรียบร้อยควรแต่งในขณะที่ผลิตภัณฑ์ยังอยู่ในแบบ ในขณะที่มันยังหมาดๆ อยู่ ถ้าแต่งนอกแบบอาจทำให้เสียรูปร่างได้ และถ้าแต่งในขณะที่ผลิตภัณฑ์แห้งไป ผลิตภัณฑ์มักเปราะจะแตกและอยู่ได้ง่าย

การควบคุมน้ำดินและการควบคุมคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการเทแบบ

การจะทำให้ได้น้ำดินและผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการเทแบบที่มีคุณภาพและมีคุณสมบัติดีสม่ำเสมอ มีหลายสิ่งหลายอย่างที่จะต้องพิจารณา คือ

1. อัตราส่วนระหว่างวัตถุดิบที่มีความเหนียว เช่น ดินกับวัตถุที่ไม่มีความเหนียว เช่น หินฟันม้า หินเขียวหนุมาน อัตราส่วนนี้มีความสำคัญ คือ ทำให้เราทราบ

คุณสมบัติของน้ำดินแต่อย่างไรงี้ดี คุณสมบัติผลิตภัณฑ์หลังจากตากแห้ง และหลังจากเผา เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แล้วจะเป็นตัวควบคุมอัตราส่วนนี้อยู่ ซึ่งจะไม่ค่อยเปลี่ยนแปลงนัก อัตราส่วนนี้อยู่ระหว่าง 0.83-1.10

2. ชนิด และปริมาณดินขาวที่ใช้ก็มีความสำคัญ การใช้ดินขาวที่มีเม็ดหยาบ ผุ้งของผลิตภัณฑ์ในขณะเทแบบจะมีรพูนมากและมีขนาดใหญ่ จึงทำให้การดูดซึมเป็นไปได้ดี ซึ่งเป็นผลทำให้การเทแบบเป็นไป得更เร็ว แต่มีข้อเสีย คือ ผลิตภัณฑ์ขณะถอดออกจากแบบไม่ค่อยแข็งแรงและมีโอกาสเสียรูปได้ง่าย สำหรับดินขาวที่มีเม็ดละเอียดก็จะให้ผลตรงข้ามกับที่กล่าวมาแล้ว

3. ดินดำที่ใช้ในการขึ้นรูปโดยวิธีเทแบบ คุณสมบัติต่างๆ มักจะไม่สม่ำเสมอ เป็นต้นว่า ขนาดของเม็ดดิน ปริมาณของอินทรีย์สาร ปริมาณเกลือแร่ที่ละลายน้ำได้

4. อัตราส่วนระหว่างดินขาวกับดินดำที่ใช้ก็มีความสำคัญ การใช้ดินดำมากอัตราเร็วในการเทแบบจะช้า ในทางตรงกันข้าม การใช้ดินขาวมากผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการเทแบบไม่แข็งแรงและเสียรูปได้ง่าย และยังทำให้น้ำดินมีการไหลตัวไม่ค่อยดี

ตารางที่ 8 แสดงอัตราส่วนผสมของวัตถุดิบในน้ำดินที่ใช้ในการเทแบบ

ชนิดของเนื้อดินปั้น	น.น. ของดิน/ น.น. ของวัตถุดิบอื่น	น.น. ดินขาว/ น.น. ดินดำ
เนื้อดินปั้นที่มีคุณภาพดี (Semivitreous Ware)	1.10	0.75
เนื้อดินปั้นที่ใช้ในงานด้านไฟฟ้าแรงสูง (High tension electrical porcelain)	0.85	1.50
เนื้อดินปั้นเครื่องสุขภัณฑ์ (Sanitary Ware)	0.97	1.40
เนื้อดินปั้นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพดีมาก (Hotel china)	0.83	5.00
เนื้อดินปั้นใช้ในห้องปฏิบัติการเคมี (Hard porcelain)	1.08	0.00

5. ขนาดของวัตถุ และการกระจายตัวของมันก็มีความสำคัญมากเช่นกัน โดยบังเอิญที่ระบบการเรียงตัวของอนุภาคของวัตถุไม่มีความเหนียว ดินขาวและดินดำ มีการเรียงตัวอัดกันแน่นพอสมควร จึงเป็นผลดีต่อการขึ้นรูปโดยวิธีเทแบบ

6. การกระจายตัว และลอยตัวของเนื้อดินปั้นในน้ำ ซึ่งมีการศึกษากันมาก สารเคมีที่ใช้ช่วยการกระจายตัว และการลอยตัวของเนื้อของเนื้อดินปั้นเป็นของเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของผสมระหว่างโซเดียมซิลิเกตและโซดาแอช โซเดียมซิลิเกตที่นิยมใช้กันมีอัตราส่วน $\text{Na}_2\text{O}/\text{SiO}_2$ เช่น 1 : 3.90, 1 : 3.90, 1 : 2.0 อัตราส่วนที่ให้ผลดีที่สุด คือ 1 : 3.90

พวกสารอินทรีย์ที่เป็นตัวทำให้เนือดินปั่นกระจายตัวและลอยตัวได้ดี เช่น sodium, gallate, tannates และพวกเกลือซิลโฟเนต แต่การใช้สารพวกนี้มักใช้เฉพาะกรณีเท่านั้น โดยทั่วไปการใช้สารอินทรีย์พวกนี้จะช่วยทำให้อายุของแบบยาวขึ้นเล็กน้อย ปัญหาเกี่ยวกับน้ำดินและเศษดินที่เหลือน้อย นอกจากนั้น การเติมสารที่ช่วยในการกระจายตัวและลอยตัวของเนือดินปั่นควรจะกระทำดังนี้ ผสมน้ำกับโซเดียมคาร์บอเนตก่อน แล้วเติมเนือดินปั่นลงไปจนผสม ขึ้นสุดท้ายจึงเติมโซเดียมซิลิเกตลงไป ซึ่งจะทำให้ได้น้ำดินที่มีความหนืดต่ำสุด

7. ในน้ำดินถ้ามีอนุมลบวกสอง บวกสาม หรือพวกอนุมลซิลเฟต และคลอไรด์ในปริมาณสูง จะทำลายน้ำดิน แต่ในน้ำที่มีอนุมลซิลเฟต < 300 ppm จะมีคุณสมบัติดีกว่าน้ำดินที่ไม่มีอนุมลซิลเฟตเลย

การเตรียมน้ำเนือดินปั่น สำหรับเทแบบมี 2 วิธี คือ

1. กวนผสมเนือดินปั่นที่เตรียมมาเรียบร้อยแล้ว กับสารละลายระหว่างน้ำกับสารที่ช่วยให้เกิดการกระจายตัวและลอยตัวในน้ำในปริมาณที่เหมาะสม วิธีการนี้ช่วยลดปริมาณเกลือที่ละลายน้ำทั้งหมดที่ติดมากับพวกวัตถุที่ที่ใช้ผสมทำเนือดินปั่น นอกจากนั้นการร่อนน้ำดินผ่านตะแกรงสะดวกขึ้น

2. ในโรงงานผลิตเครื่องสุขภัณฑ์ จะใช้วิธีการเตรียมน้ำดินสำหรับเทแบบโดยผสมวัตถุที่จะใช้เป็นเนือดินปั่นกับสารละลาย ระหว่างน้ำกับสารที่ช่วยทำให้เกิดการกระจายตัวและลอยตัวในน้ำในปริมาณที่เหมาะสม โดยทำให้น้ำดินมีความถ่วงจำเพาะ 1.80 แล้วร่อนน้ำดินผ่านตะแกรงร่อน และผ่านน้ำดินไปผ่านเครื่องแยกสารแม่เหล็ก เพื่อแยกเอาสารประกอบของเหล็กออก การเตรียมน้ำดินโดยวิธีนี้ประหยัด

เพราะว่าไม่ต้องเตรียมน้ำดินปั่นมาก่อน แต่การควบคุมน้ำดินค่อนข้างลำบาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเทแบบ อาจแบ่งเป็น 4 ขั้นตอน คือ

1. การเทน้ำลงในแบบ ถ้าแบบขนาดเล็กให้เหยือกหรือขันตักน้ำดินเทลงในแบบได้อย่างรวดเร็ว ถ้าแบบขนาดใหญ่ การเทน้ำดินลงในแบบให้หัวสูบ ในขั้นนี้ปัญหาที่พบ คือ การเทน้ำดินลงในแบบเร็วไป อากาศจะแทรกเข้าไปในน้ำดิน และแทรกตัวอยู่ในเนื้อดินปั้น ซึ่งจะเป็นผลทำให้เกิดรูเล็กๆ บนผิวของผลิตภัณฑ์

ปัญหาอีกอันหนึ่งที่เกิดขึ้นในขณะที่เทน้ำดินลงในแบบก็คือ ที่ผิวของผลิตภัณฑ์ที่ได้จะเป็นเส้นวงกลมรอบรูปเกิดจากการเทน้ำดินแรงและเร็วเกินไป ทำให้น้ำดินในแบบกระเพื่อมคล้ายการเกิดละลอก เนื้อดินปั้นที่สะสมในแบบจึงไม่ราบเรียบ

2. การเทน้ำดินที่เหลือออกจากแบบ ในกรณีแบบขนาดเล็ก คิวาแบบลงอาจใช้ไม้ระแนงรองรับแบบเอาไว้ ช่วยเขย่าหรือเคาะแบบให้น้ำดินไหลออกมาได้เร็ว การที่เราจะเทน้ำดินออกเมื่อใด ขึ้นกับความหนาของผนังผลิตภัณฑ์ที่เราต้องการ ปริมาณน้ำในแบบและอายุการใช้งานของแบบ ในกรณีที่แบบใหญ่ๆ เช่น แจกันขนาดใหญ่หรือเครื่องสุญญากาศ การเทน้ำดินที่เหลือออกจากแบบจะกระทำโดยวิธีคิวาแบบไม่ได้ ฉะนั้นการเทแบบขนาดใหญ่ต้องเทน้ำดินเข้าทางส่วนล่างของแบบ และการเทน้ำดินที่เหลือออกจากแบบก็ให้ไหลออกทางส่วนล่างของแบบเช่นกัน

3. การตกแต่งผลิตภัณฑ์ การตกแต่งผลิตภัณฑ์จะกระทำได้ง่ายถ้าแบบของเราออกแบบไว้ดี การตกแต่งควรกระทำในขณะที่ผลิตภัณฑ์ยังอยู่ในแบบเพื่อป้องกันการบิดเบี้ยวจนเสียรูปทรงไป และการตกแต่งจะต้องกระทำในเวลาที่เหมาะสม คือ ถ้าตกแต่งเร็วไปผลิตภัณฑ์ยังอ่อนนิ่ม ไม่แข็งแรงพอ จะทำให้ผลิตภัณฑ์บิดเบี้ยวเสียรูปทรง หรือถ้าตกแต่งช้าไปผลิตภัณฑ์จะแข็งไป ซึ่งจะเปราะเป็นเหตุทำให้แตกหักได้ง่าย

4. การตากผลิตภัณฑ์ให้แห้ง ผลิตภัณฑ์เล็กๆ ไม่ค่อยมีปัญหา ผลิตภัณฑ์ใหญ่ กระทำในห้องซึ่งมีการควบคุมความชื้น การตากแบบให้แห้งเป็นปัญหาใหญ่จะต้องควบคุมอย่างดี เพื่อจะได้มีคุณสมบัติสม่ำเสมอ

ในโรงงานแบบปัญหาที่เราพบอีกอันหนึ่ง คือ น้ำดินและเศษดินที่เหลือจากการเทแบบ พวกนี้จะมีปริมาณของ Ca^{+2} และ SO_4^{-2} เพิ่มขึ้น ซึ่งมาจากการละลายของ CaSO_4 จากแบบเมื่อผสมเศษดินเหล่านี้เข้ากับเนื้อดินปั้นที่จะใช้ทำน้ำดินใหม่ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะต้องปรับปรุงสารที่ใส่เข้าไปเพื่อช่วยทำให้เนื้อดินปั้น กระจายและลอยตัวในน้ำได้ดีใหม่ ถ้าเศษดินมีไม่มากนัก การปรับปรุงแก้ไขก็ไม่ยากนัก แต่ถ้าเศษดินมีมากการปรับปรุงแก้ไขจะมีปัญหามากและยุ่งยาก ทางที่ดีถ้ามีเศษดินเหลือมากให้นำไปเข้ากระบวนการเตรียมเนื้อดินปั้นใหม่

การขึ้นรูปโดยอาศัยการเหนียว

ความเหนียว (Plasticity or Workability) ถ้าเราทำงานอยู่กับดินเราจะบอกได้ว่าดินที่ใช้ขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ต่างๆ มีความเหนียวแตกต่างกันดินที่มีความเหนียวมากที่สุด ได้แก่ ดินที่ใช้ปั้นโถ่งที่จังหวัดราชบุรี ดินที่ใช้ปั้นกระถางต้นไม้ หม้อ และใช้ทำอิฐก่อสร้างแถวจังหวัดปทุมธานี เป็นต้น ส่วนดินที่มีความเหนียวรองลงมา ได้แก่ ดินดำต่างๆ เช่น ที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี ลำปาง เชียงใหม่ และปราจีนบุรี เป็นต้น และดินที่มีความเหนียวเลวที่สุด ได้แก่ ดินขาวต่างๆ เช่น ที่จังหวัดลำปาง ปราจีนบุรี อุดรดิตถ์ สุราษฎร์ธานี นราธิวาส ระนอง เป็นต้น ความเหนียวของดินหรือเนื้อดินปั้น อาจเปรียบเทียบกันได้ โดยการทดลองหาความต้านทานต่อแรงอันหรือหาในรูปการต้านทานต่อแรงดึงก็ได้

องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อความเหนียว อาจจะรวมองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อความเหนียวได้ 5 ประการ คือ

1. ขนาด และรูปร่างของอนุภาค อนุภาคละเอียดมีความเหนียวดีกว่าอนุภาคหยาบ อนุภาคที่มีรูปร่างไม่เป็นระเบียบมีความเหนียวดีกว่าอนุภาคที่มีรูปร่างเป็นลูกบาศก์หรือทรงกลมทั้งนี้เพราะว่า อนุภาคที่มีความละเอียดและมีรูปร่างไม่เป็นระเบียบจะมีเนื้อที่ ที่สัมผัสกันมากกว่าอนุภาคหยาบๆ หรือ อนุภาคที่มีรูปร่างลูกบาศก์หรือทรงกลม จึงมีแรงดึงดูดซึ่งกันและกันมากกว่า

2. การใช้ของเหลวที่มีประจุและมีความหนืดมากผสมจะช่วยปรับปรุงให้เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีความเหนียวดีขึ้น

3. ชนิดและปริมาณของอนุภาคที่ถูกดูดซับบนผิวของเนื้อดิน ก็มีอิทธิพลทำให้มีความเหนียวต่างๆ กัน เช่น เนื้อดินที่มี H^+ หรือ Ca^{+2} อยู่บนผิวจะมีความเหนียวดีกว่าเนื้อดินที่มี Na^+ อยู่บนผิว

4. สารอินทรีย์ช่วยทำให้ความเหนียวดีขึ้น เช่น ดินดำมีความเหนียวดีกว่าดินขาว เพราะว่าดินดำมีอินทรีย์สารปนอยู่ การขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ที่เนื้อเป็น Al_2O_3 มักจะใช้พวกกาบ แป้งและขี้ผึ้ง เป็นตัวช่วยทำให้เกิดความเหนียว

5. การหมักและการนวดจะช่วยให้ความเหนียวดีขึ้น เนื่องจากการหมักทำให้เนื้อดินกับน้ำรวมตัวกันได้ดีและทั่วถึง รวมทั้งการกระทำของแบคทีเรียก็มีส่วนช่วยทำให้มีความเหนียวดีขึ้น

การขึ้นรูปโดยอาศัยความเหนียว การขึ้นรูปในหัวข้อนี้มีหลายวิธีด้วยกัน คือ

1. การขึ้นรูปโดยอาศัยปั้นหมุน (throwing)

การขึ้นรูปโดยวิธีนี้ต้องอาศัยความชำนาญเป็นพิเศษ วิธีนี้ใช้ขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ง่ายๆ เช่น แจกันและผลิตภัณฑ์ฉนวนไฟฟ้าแรงสูงบางชิ้น

2. การขึ้นรูปโดยอาศัยเครื่อง Jig (Jiggering)

การขึ้นรูปโดยวิธีนี้ดัดแปลงมาจากการขึ้นรูปโดยปั้นหมุน คือ วางเนื้อดินปั่นบนแบบพลาสติกเตอร์ ซึ่งติดอยู่กับปั้นหมุนแล้วกดแม่แบบอีกอันหนึ่งลงบนเนื้อดินปั่นก็จะได้ผลิตภัณฑ์ ซึ่งด้านหนึ่งจะเหมือนแบบพลาสติกเตอร์ ส่วนอีกด้านหนึ่งจะเหมือนแม่แบบที่กดลงบนเนื้อดินปั่น การขึ้นรูปโดยวิธีนี้ใช้มากในโรงงานอุตสาหกรรมทำถ้วยชาม วิธีการทำงานดูเหมือนง่ายมาก แต่คนที่ปั้นช่างเครื่องมือต้องมีการฝึกมาอย่างดี และต้องมีความชำนาญจึงจะสามารถผลิตผลิตภัณฑ์ที่ดีได้ การขึ้นรูปโดยวิธีนี้ต้องคำนึงถึง

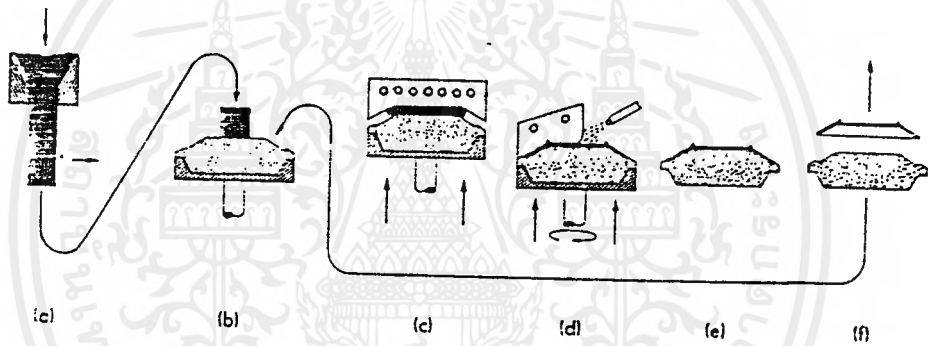
1. แบบพลาสติกเตอร์ต้องมีคุณสมบัติสม่ำเสมอ

2. เนื้อดินปั่นต้องมีคุณสมบัติสม่ำเสมอ

3. เนื้อดินปั่นต้องวางตรงจุดกึ่งกลางของแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ความเร็วของแป้นหมุนต้องพอเหมาะ
5. ปริมาณของน้ำที่ใช้ระหว่างเครื่องทำงานต้องเหมาะสม
6. การตากแห้งต้องเป็นไปอย่างสม่ำเสมอ เพื่อผลิตภัณฑ์จะได้หลุดออกจากแบบได้ง่าย และไม่เกิดการโค้งงอ



Operational sequence of the Miller jigger.

ภาพที่ 43 ขั้นตอนในการขึ้นรูปโดย jigger

3. การขึ้นรูปโดยวิธีอัดเนื้อดินขึ้นผ่านกระบอกสูบ และหัวแบบ ซึ่งอยู่ ตอนปลายของกระบอกสูบ (extrusion)

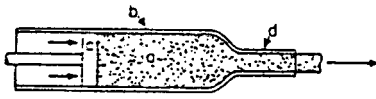
การขึ้นรูปโดยวิธีนี้ทำโดยอัดเนื้อดินขึ้น ซึ่งมีความเหนียวผ่านแผ่นโลหะ ซึ่งมีลักษณะคล้ายรางผึ้ง จากนั้นจึงอัดหลอดเนื้อดินขึ้นผ่านกระบอกสูบ ซึ่งอาจมีการดูดอากาศออกด้วย และถ้าต้องการให้มีรูปร่างอย่างไร อาจใส่แบบไว้ที่ปลายกระบอกสูบ เมื่อเนื้อดินขึ้นผ่านแบบออกมาจะได้ผลิตภัณฑ์รูปร่างตามแบบ หรืออาจให้เนื้อดินขึ้นผ่านกระบอกสูบออกมาแล้วตัดแต่งดินเอาไว้ตามความเหมาะสมเพื่อใช้ในการขึ้นรูปต่อไป

เครื่องมือแบบง่ายๆ ที่ใช้ขึ้นรูปโดยวิธีนี้

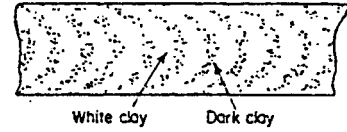


Fig. 5.15 Section of a simple piston extruder.

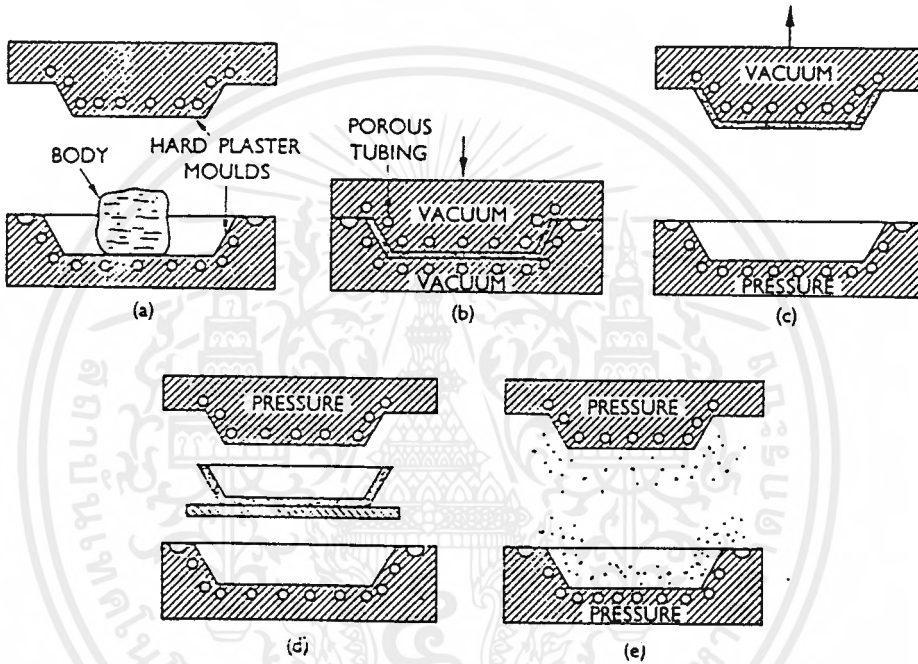
Fig: 5.16 Cross section of a clay column showing distortion.



Section of a simple piston extruder.



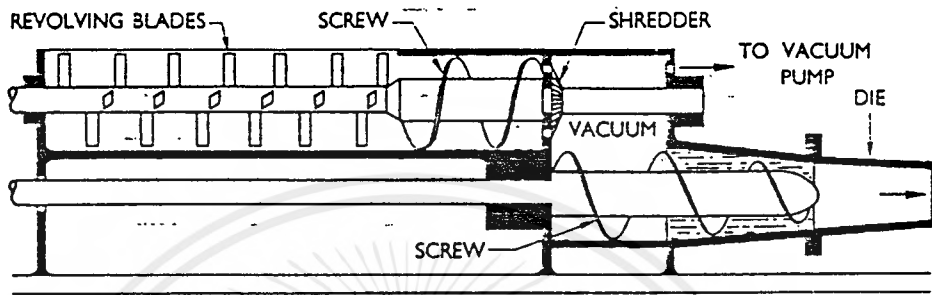
Cross section of a clay column showing distortion.



Operation of the Ram method of forming ware: (a) slug of plastic body in mold; (b) pressing the piece; (c) lifting the piece up with the top mold; (d) releasing the piece by air pressure; (e) blowing moisture from the mold.

ภาพที่ 44 แสดงขั้นตอนการขึ้นแบบ Ram method

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Cross section of a vacuum auger.

ภาพที่ 45 แสดงเครื่องมือขนาดและวัดดิน

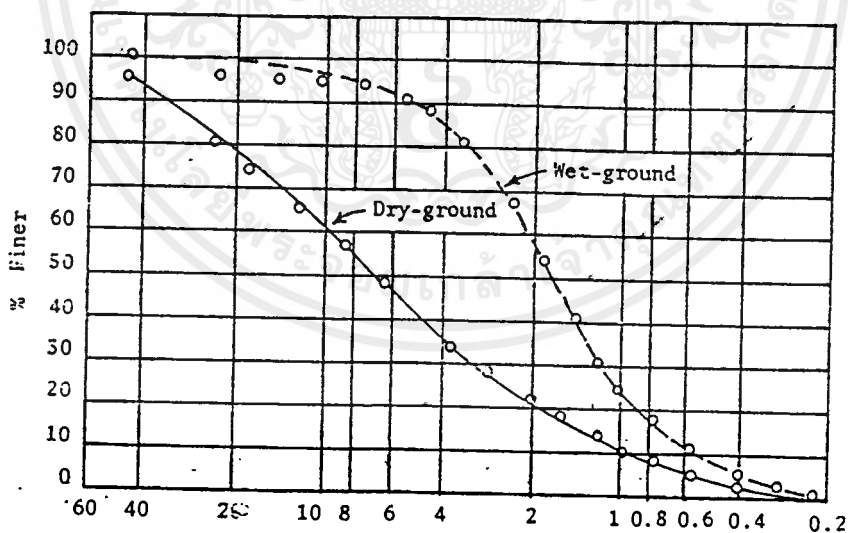
การขึ้นรูปผลิตภัณฑ์เซรามิกส์โดยใช้แรงอัด

การขึ้นรูปโดยวิธีการนี้ ใช้แพร่หลายในการผลิตผลิตภัณฑ์วัตถุดิบไฟกระเบื้องและผลิตภัณฑ์เซรามิกส์ชนิดพิเศษ แรงอัดจะอัดลงบนแบบซึ่งมีผงเนื้อดินปั้นแห้ง ๆ หรือมีความชื้นเล็กน้อยอยู่ภายในแบบ แบบที่ใช้เป็นโลหะแข็ง การขึ้นรูปโดยวิธีการนี้มีหลายสิ่งหลายอย่างที่จะต้องคำนึงถึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขนาดและรูปร่างและการกระจายของอนุภาคของเนื้อดินปั้น วิธีการแสดงให้เห็นหรือการพูดถึงข้อมูลเกี่ยวกับขนาดของอนุภาค มักแสดงในรูปของการเขียนกราฟระหว่าง เปอร์เซนต์สะสมของขนาดของอนุภาคที่ละเอียดกว่า กับขนาดของอนุภาค ที่เปรียบเสมือนว่าเป็นทรงกลม การกระจายของอนุภาคขึ้นกับวิธีการที่ได้มาของวัสดุนั้นๆ การบดก็จะได้การกระจายของขนาดของอนุภาคที่กว้างพอสมควร การบดเปียกจะให้ประสิทธิภาพในการบดมากกว่าการบดแห้งๆ และการกระจายของขนาดของอนุภาคลดน้อยลง ดังแสดงตามรูป

วิธีการหาการกระจายของขนาดของอนุภาคมีหลายวิธี แต่ละวิธีก็มีข้อดีต่างๆ กันสำหรับอนุภาคที่มีขนาดใหญ่กว่า 40 ไมครอน การหาโดยใช้ตะแกรงร่อนนิยมใช้กันทั่วไป อนุภาคที่มีขนาดเล็กกว่าใช้วิธีการนี้หาได้ยาก และยากที่จะรักษาน้ำหนักที่แน่นอนของรูตะแกรงไว้ได้ นอกจากนี้ตะแกรงยังอุดตันได้ง่าย



Equivalent spherical diameter (microns)

Particle size distribution curve for ball-milled alumina.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อนุภาคที่มีขนาดเล็กกว่า 40 ไมครอน หาโดยวิธีการปล่อยให้อนุภาคจมตัวลงและอาศัยหลักการของ Stoke เข้าช่วย

$$V = \frac{2(\rho_p - \rho_f) g R^2}{9\eta}$$

V = ความเร็วของอนุภาคที่จมตัวลง

$\rho_p - \rho_f$ = ความแตกต่างของความหนาแน่นของอนุภาคกับของเหลว

g = แรงโน้มถ่วงโลก

R = รัศมีของอนุภาค

η = ความหนืดของของเหลว

วิธีการนี้ต้องทำให้การกระจายตัวของอนุภาคในของเหลวเป็นไปอย่างสมบูรณ์เปอร์เซ็นต์อนุภาคในของเหลวไม่เกิน 0.5 % โดยปริมาตร ขนาดของภาชนะทรงกระบอกที่ใช้และการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในขณะทำงาน ควรควบคุมให้มีผลต่อการหาค่าให้น้อยที่สุด ขนาดของอนุภาคควรใหญ่กว่าขนาดของระยะระหว่างโมเลกุลของของเหลว อนุภาคขนาด 0.05 ไมครอน สามารถหาได้โดยวิธีการนี้ เพื่อรักษาระยะเวลาที่อนุภาคจมตัวลงให้สมเหตุผล ควรใช้วิธีที่ใช้แรงเหวี่ยงหรือแรงหนีศูนย์กลาง

การใช้กล้องจุลทรรศน์ส่องตรวจดูการกระจายขนาดของอนุภาคจะใช้ได้ดีกับอนุภาคมีขนาดไม่เล็กกว่า 0.5 ไมครอน จึงเหมาะสำหรับที่จะใช้ตรวจสอบประสิทธิภาพแต่ละส่วนของอนุภาคที่ใช้ตะแกรงร่อน หรือได้จากวิธีการปล่อยให้อนุภาคจมตัวลงและเหมาะที่จะใช้ตรวจสอบรูปร่างและคุณสมบัติเฉพาะอื่นๆ และวิธีการที่ใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนก็เหมือนกับกล้องจุลทรรศน์ธรรมดา แต่ใช้ตรวจสอบขนาดและรูปร่างของอนุภาค ซึ่งมีขนาดเล็กมากกว่า คือ ตรวจสอบได้ถึง 0.1 ไมครอน

การใช้เครื่อง X-ray สามารถตรวจหาผลึกซึ่งมีขนาดเล็กกว่า 0.1 ไมครอน

การกระจายของขนาดของอนุภาคในเนื้อดินปั้นผลิตภัณฑ์มีความสำคัญต่อการอัดตัวกันของอนุภาคหลังจากขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์ เพราะว่าการหดตัวของผลิตภัณฑ์หลังจากเผาจนเนื้อแน่นจะต้องเท่ากับปริมาณของรูพรุนที่มีตั้งแต่เริ่มขึ้นเป็นรูปผลิตภัณฑ์ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อันตัวกันของอนุภาคที่มีรูปร่างต่างๆ กัน แต่มีขนาดเท่ากันจะมีความพรุนตัวแต่ละรูปร่างดังนี้

รูปร่าง	% ความพรุนตัว
ลูกบาศก์	47.64
ปิรามิดหรือเตตระฮีดรอล	25.95

ความพรุนตัวจะลดลง เมื่ออนุภาคที่อัดตัวกันมีการกระจายของขนาดของอนุภาคมากกว่าหนึ่งขนาด โดยปกติการพนักอนุภาคเข้าด้วยกันโดยอาศัยความร้อนและคุณสมบัติเฉพาะตัวของผลิตภัณฑ์ หลังจากเผาขึ้นกับขนาดของความพรุนตัวมากกว่าขึ้นกับขนาดของความพรุนตัวมากกว่าขึ้นกับขนาดของอนุภาค ส่วนผสมของเนื้อดินปั้นที่มีอนุภาคทั้งหยาบและละเอียด จะทำให้ได้เนื้อผลิตภัณฑ์ที่มีเนื้อแน่นมากที่สุดและผลิตภัณฑ์สำเร็จมีการหดตัวน้อย

วิธีการอัดผงเนื้อผลิตภัณฑ์อาจอัดด้วยเครื่องอัดชนิดต่างๆ ซึ่งมีแรงอัดแตกต่างกันไปตามชนิดของเครื่องอัดนั้นๆ เครื่องอัดแบบเกลียวสว่าน และแบบข้อเลื่อน ปกติจะให้แรงอัดไม่เกิน 10,000 ปอนด์/ตารางนิ้ว การอาศัยแรงอัดจากของเหลว แรงอัดอาจทำได้ถึง 100,000 ปอนด์/ตารางนิ้ว ถ้าผลิตภัณฑ์มีชิ้นขนาดเล็กๆ

ความยุ่งยากอันหนึ่งที่พบเสมอในการขึ้นรูปด้วยการใช้แรงอัด คือ เป็นการลำบากที่จะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่มีรูปร่างซับซ้อนมีคุณสมบัติตลอดเนื้อผลิตภัณฑ์ ความแตกต่างเช่นนี้ส่วนหนึ่งเกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์ของแรงอัดภายในเนื้อผลิตภัณฑ์ ความหนาและความกว้างของผลิตภัณฑ์มีผลอย่างยิ่งต่อ ความแปรปรวนของแรงอัดในเนื้อผลิตภัณฑ์ อัตราส่วนระหว่างความหนาและความกว้างควรน้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้ ความหนาควรประมาณไม่เกิน 0.42 เท่าของความกว้าง ความต้านทานต่อการอัดตัวกันของอนุภาคเกิดจากความฝืดหรือแรงเสียดทานระหว่างผนังแบบกับอนุภาค การใช้เครื่องช่วยหล่อขึ้น เช่น กรดสแตยริกทาผิวแบบจะช่วยทำให้ความแตกต่างของแรงอัดในเนื้อผลิตภัณฑ์หมดไป การผสมตัวหล่อลื่นลงไป ในเนื้อดินปั้น จะไม่ช่วยทำให้คุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ดีขึ้น นอกจากนี้อาจจะต้องใช้ การสั่นสะเทือนในระหว่างอัดและการอัดควรอัดเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทั้งด้านบนและด้านล่างของผลิตภัณฑ์ ถ้าการเคลื่อนตัวยังไม่ดีพอ โดยเฉพาะกับผลิตภัณฑ์ที่มีรูปร่างซับซ้อน ต้องการให้มีการเคลื่อนตัวของผลเนื้อดินปั้นทางด้านข้างดีมากขึ้น การผสมตัวหล่อนลงในเนื้อดินปั้นจะช่วยได้ นอกจากนี้การออกแบบตัวแบบและวิธีการป้อนเนื้อดินเข้าแบบก็ต้องระวังและออกแบบให้เหมาะสม

ผลที่เกิดจากความแตกต่างของแรงอัดในเนื้อผลิตภัณฑ์ ก็คือทำให้ภายในเนื้อผลิตภัณฑ์มีความหนาแน่นไม่สม่ำเสมอ ซึ่งหมายความว่าถ้าเราเผาผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิสูงมากพอ เพื่อให้ได้เนื้อผลิตภัณฑ์ที่มีความหนาแน่นมากที่สุด การหดตัวภายในเนื้อผลิตภัณฑ์ระหว่างการเผาจะไม่เป็นไปอย่างสม่ำเสมอ และจะเป็นต้นเหตุทำให้ผลิตภัณฑ์บิดเบี้ยว และโค้งงอได้

ขนาดของแรงอัดก็มีผลต่อพฤติกรรมต่างๆ ภายในเนื้อผลิตภัณฑ์ระหว่างการเผา การเผาผงอะลูมินาในเตาโดยใช้ผลอะลูมินาหลวมๆ เต็มเตาไม่แสดงให้เห็นว่ามีการหดตัวในขณะที่เผาผลิตภัณฑ์อะลูมินา ซึ่งอัดด้วยแรงอัด 25,000 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว แสดงให้เห็นว่ามีการหดตัวประมาณ 20 % ผลนี้อาจเนื่องมาจาก

- (1) ขนาดของรูพรุนลดลง และอนุภาคต่างๆ สัมผัสกันดีมากขึ้น
- (2) การแตกของอนุภาคตรงบริเวณที่อนุภาคสัมผัสกัน

ผลอันเนื่องจากแรงเสียดทานระหว่างผิว ทำให้เกิดความลำบากที่จะหาข้อมูลที่มีความเชื่อถือมากพอสมควรเกี่ยวกับแรงอัดและผลต่างๆ ที่เกิดขึ้น ปกติเมื่อแรงอัดมากขึ้นความหนาแน่นของผลิตภัณฑ์ดิบจะมากขึ้นด้วย การหดตัวจะลดลงมากถ้าใช้แรงอัด 10,000 ปอนด์/ตารางนิ้ว

โดยสรุปความหนาแน่นรวมของผลิตภัณฑ์ จะมากขึ้นเมื่อใช้แรงอัดมากขึ้น หรือใช้การสั่นสะเทือนเข้าช่วย คุณสมบัติผลิตภัณฑ์สำเร็จขึ้นกับแรงอัด ระยะเวลาที่ใช้ในการเผาอุณหภูมิที่เผา โดยทั่วไปถ้าอนุภาคในผลิตภัณฑ์อัดตัวกันดี ขนาดของรูพรุนจะลดลง และจะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีความหนาแน่นมากขึ้น โดยใช้อุณหภูมิที่การเผาต่ำกว่า

1. การขึ้นรูปโดยการอัดเนื้อดินปั้นแห้งๆ (Dry and Dust Pressing)

ผลิตภัณฑ์เซรามิกส์ที่ใช้ในงานอิเล็กทรอนิกส์ และงานด้านไฟฟ้า มีขนาดเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เล็กๆ บางชนิดมีรูปร่างง่าย ๆ แต่มีหลายชนิดที่มีรูปร่างซับซ้อน ผลิตภัณฑ์ทุกชนิดต้องการขนาดที่เป็นมาตรฐานถูกต้อง เพื่อจะได้ใช้แทนกันได้ในวงจรของงาน และต้องมีค่าคุณสมบัติทางด้านไดอิเล็กตริก (dielectric) และคุณสมบัติทางกลศาสตร์สม่ำเสมอ

ในบางกรณี ผลิตภัณฑ์เซรามิกส์เหล่านี้ใช้ร่วมกันหรือใช้แทนผลิตภัณฑ์ที่ทำจากวัสดุผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติกมีข้อดีที่มีขนาดสามารถผลิตได้มาตรฐานแน่นอน ความแน่นอนของขนาดผลิตภัณฑ์เซรามิกส์ขึ้นกับองค์ประกอบหลายอย่าง เช่น การหดตัว ขนาดของอนุภาค และการกระจายของขนาดของอนุภาค ความหนาแน่นของผลิตภัณฑ์หลังจากขึ้นรูปและวิธีการเผา วิธีการที่สามารถทำให้ได้สิ่งต่างๆ เหล่านี้จะต้องเป็นวิธีการที่สามารถผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีรูปร่างและขนาดต่างๆ ได้ เพราะว่าการปรับปรุงส่วนใดส่วนหนึ่งในวงจรการผลิตจะต้องมีการออกแบบใหม่เสมอ

การขึ้นรูปผลิตภัณฑ์เซรามิกส์โดยการอัดผงเนื้อปั้นในแบบโลหะเป็นวิธีการที่ทำให้ได้สิ่งต่างๆ ที่ต้องการเหล่านั้น และวิธีขึ้นรูปโดยใช้แรงอัดโดยอัตโนมัติได้มีการพัฒนาขึ้นมาใช้กันอย่างกว้างขวาง

การขึ้นรูปโดยการอัดผงเนื้อดินแห้งๆ (dry pressing) ใช้กับการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์เซรามิกส์ที่ใช้ในงานประยุกต์ทั้งทางด้านอิเล็กทรอนิกส์และไฟฟ้า เป็นวิธีการอัดผงกลมๆ ของเนื้อดินปั้นแห้งๆ ภายในแบบโลหะด้วยแรงอัดที่สูง ความชื้นภายในผงเนื้อดินปั้นไม่เกิน 4% ผงเนื้อดินปั้นกลมๆ เคลื่อนที่ได้อิสระแต่มีความเหนียวไม่ดีเท่าที่ควร แต่เมื่อถูกแรงอัดจะอัดตัวกันได้หนาแน่นดี

วิธีการที่กล่าวมาแตกต่างไปจากการขึ้นรูปโดยการอัดผงกลมๆ ของเนื้อดินปั้น ซึ่งเกือบแห้ง (semi dry หรือ dust press แต่บางครั้งก็เรียกรวมๆ กันว่า dry press) ซึ่งใช้ในอุตสาหกรรมกระเบื้องต่างๆ วิธีการหลังนี้เหมาะสำหรับการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์เซรามิกส์ ซึ่งมีดินเป็นส่วนผสมในเนื้อดินปั้นเป็นปริมาณค่อนข้างสูง ซึ่งทำให้ผงเนื้อดินปั้นมีความเหนียวดี วิธีการนี้จะอัดผงเนื้อดินปั้น ซึ่งมีความชื้นระหว่าง 10-15 % ภายในแบบโลหะ แรงอัดที่ใช้ในการอัดไม่สูงมาก ข้อดีของวิธีการนี้คือแบบที่ใช้ออกแบบได้ค่อนข้างง่าย แต่การดัดแปลงให้เข้ากับการทำงานแบบอัตโนมัติไม่ค่อยดีนัก และไม่สามารถทำให้ขนาดของผลิตภัณฑ์แตกต่างกันน้อยมากพอ ผลิตภัณฑ์ที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัดออกมาจากแบบใหม่ๆ ยังมีความเหนียว การเคลื่อนย้ายต้องระมัดระวังมิฉะนั้นจะเสียรูปร่าง และมันจะมีคราบเหน็ดขึ้นตามขอบผลิตภัณฑ์ ซึ่งต้องปิดออกไปก่อนนำไปเผา การหดตัวของวิธีการนี้อยู่ระหว่าง 12 ถึง 15 % ผลิตภัณฑ์จะต้องขอกให้มีขนาดแตกต่างกันได้ 2 % ผลิตภัณฑ์ที่ขึ้นรูปโดยวิธีการนี้มีคุณสมบัติทางไฟฟ้าและกลศาสตร์ ซึ่งเหมาะสำหรับใช้ในงานที่มีความต่างศักย์ไฟฟ้าและความถี่ต่ำ

เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการขึ้นรูปโดยการอัดผงเหน็ดขึ้นแห้งๆ ซึ่งสามารถผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีค่าไดอิเล็กตริกสูง และไม่ดูดซึมความชื้น วิธีการนี้สามารถผลิตแคปแอกซิเตอร์ (Capacitor) ซึ่งมีความหนาเพียง 0.020 นิ้ว ผลิตภัณฑ์มีเนื้อแน่นและมีค่าไดอิเล็กตริกสูง ถ้ามีการควบคุมดีพอวิธีการนี้สามารถผลิตผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีความพรุนตัว และจะได้ขนาดแตกต่างกันไม่เกิน 1 % หรืออาจจะน้อยกว่า วิธีการนี้ใช้ได้กับผลิตภัณฑ์ทุกชนิดทุกส่วนผสม เพราะว่า เป็นวิธีการที่ไม่ขึ้นกับความเหนียวของผงเหน็ดขึ้น เพียงแต่ใช้สารอินทรีย์ช่วยในการยึดเกาะกัน วิธีการนี้สามารถใช้ได้กับผลิตภัณฑ์ที่เป็นออกไซด์บริสุทธิ์

วัตถุดิบที่ใช้ในกรรมวิธีนี้จะต้องผ่านการตรวจสอบอย่างละเอียดจะใช้เป็นวัตถุดิบได้ต้องผ่านการทดสอบ การกระจายของขนาดของอนุภาค ผลวิเคราะห์ทางเคมี และอื่นๆ ที่จำเป็นต่อคุณภาพเฉพาะผลิตภัณฑ์ สำหรับผลิตภัณฑ์ที่มีเนื้อแน่นและโปร่งแสงมาก วัตถุดิบที่ใช้ถ้าไม่แข็งมากและแตกร่วนได้ง่าย เช่น ทอลค์และไฟโรฟิลไลต์ ควรมีอนุภาคละเอียดกว่า 200 เมช และสำหรับวัตถุดิบที่ไม่มีความเหนียว เช่น อะลูมินาและติตาเนต ควรจะต้องละเอียดมากกว่า 20 ไมครอน

การเตรียมเหน็ดขึ้น อาจเตรียมโดยวิธีผสมส่วนผสมวัตถุดิบในลักษณะแห้งๆ หรือในลักษณะที่เป็นน้ำดิน โดยใช้หม้อบดหรือวิธีการผสมอื่นๆ ซึ่งมีผลทำให้ส่วนผสมเป็นเนื้อเดียวกันและเสียค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด ในช่วงนี้ควรตรวจสอบการหดตัว และอุณหภูมิที่จะทำให้น้ำเหน็ดผลิตภัณฑ์มีเนื้อแน่น

วิธีการเตรียมเหน็ดขึ้นสำหรับขึ้นรูปโดยวิธีนี้ 3 วิธี

1. บดส่วนผสมเหน็ดขึ้นโดยวิธีบดเปียกร่อนผ่านตะแกรง 325 เมช

ผ่านเครื่องกรองเอาสารแม่เหล็กออก กรองและอัดเพื่อขจัดน้ำออก นำแผ่นดินที่ได้ไปเอกละเอียดเป็นเอกละเอียดสำหรับใช้ในงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตากแห้ง เหลือน้ำระหว่าง 5-10 % และบดให้เป็นฝุ่น และเก็บไว้ใช้ขึ้นรูปโดยเครื่องอัดต่อไป

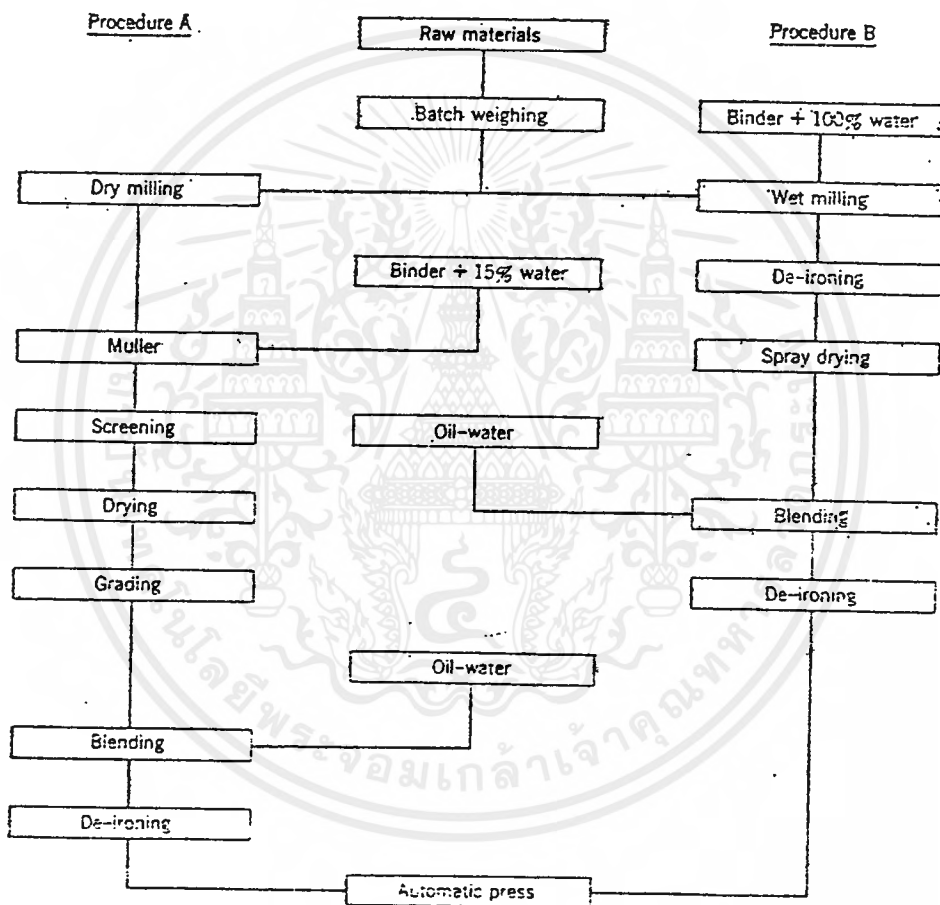
2. การเตรียมเนื้อดินปั้นวิธีนี้ต่างกับวิธีแรกก็ คือ แทนที่จะเข้าเครื่องกรองและอัดเป็นแผ่นดิน ให้นำดินไปผ่านเครื่องอบแห้ง (spray dryer) ชนิดทำให้เป็นฝุ่นเลย

3. เตรียมโดยผสมวัตถุดิบต่างๆ ที่แห้ง และละเอียดเป็นฝุ่นดีแล้วกับน้ำในปริมาณที่เหมาะสม

การตรวจสอบโดยวิธีง่ายๆ เพื่อควบคุมคุณภาพที่จุดนี้ ทำโดยเตรียมแท่งทดลองด้วยแรงอัดด้วยเครื่องอัดไฮโดรลิก แท่งทดลองควรมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 นิ้ว และหนา 1 นิ้ว ตรวจสอบความหนาแน่นก่อนเผาและหลังเผา การหดตัว และหาความสัมพันธ์และขอบเขตจำกัดที่ยอมรับได้สำหรับผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด การหาการกระจายของขนาดของอนุภาคเป็นประโยชน์มากในการควบคุมคุณภาพ แต่วิธีการแรกเป็นวิธีการที่ง่ายและสะดวกในทางปฏิบัติ ข้อดีอีกประการหนึ่งนอกจากจะรู้ค่าการหดตัว และความหนาแน่นของเนื้อผลิตภัณฑ์แล้ว แท่งทดลองยังสามารถใช้สังเกตประสิทธิภาพของการผสมและอาจสามารถตรวจพบสิ่งสกปรกเจือปน ซึ่งสามารถทำได้โดยตรวจสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์ ซึ่งไม่จำเป็นต้องมีกำลังขยายมากนัก แท่งทดลองนี้ยังสามารถนำไปหาค่าไดอิเล็กตริกได้อีกด้วย

ขั้นตอนต่อมาได้แก่ การทำให้ผลเนื้อดินปั้นเป็นผงกลมๆ ละเอียดการควบคุมคุณภาพ ขั้นตอนนี้นับว่ามีความสำคัญมาก และจะมีผลอย่างยิ่งต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ผงกลมๆ ที่นับว่ามีคุณภาพดีจะต้องมี (1) ความหนาแน่นมาก เมื่ออัดเป็นผลิตภัณฑ์ขนาดเล็กลดลงจากแบบน้อยมาก (2) ต้องมีการเคลื่อนตัวโดยอิสระ คือ เคลื่อนตัวจากเครื่องบดลงสู่แบบได้รวดเร็ว (3) ไม่ละเอียดมากเกินไปจนเป็นเหตุให้เกิดการแตกเป็นแผ่นๆ หลังจากการอัด (4) แตกละเอียดเมื่อถูกอัดด้วยแรงอัด

วิธีการทำให้ส่วนผสมเนื้อดินปั้นมีรูปร่างเป็นอนุภาคกลมๆ สามารถทำได้หลายวิธี เช่น



Flow sheet of two alternate methods of granulation.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตามวิธีการ A ผงเซรามิกส์ผสมกับสารอินทรีย์ที่ทำหน้าที่เป็นตัวยึดเกาะ พร้อมกับน้ำในเครื่องผสมแบบลูกล้อกลิ้งลูกล้อจะอัดเนื้อดินปั้นที่กำลังอยู่ในสภาพที่มีความเหนียวให้เข้าเป็นเนื้อเดียวกันสม่ำเสมอ เสร็จแล้วร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 14-20 เมช ขึ้นกับว่าต้องการให้ละเอียดขนาดไหน

ตามวิธีการ B เนื้อดินปั้นบดผสมกันในลักษณะเปียก เสร็จแล้วทำให้แห้ง และมีอนุภาคกลมๆ โดยใช้เครื่องอบแห้งชนิดพ่นน้ำดินให้เป็นฝอย เครื่องนี้จะพ่นน้ำดิน ซึ่งประกอบด้วยผงเนื้อดินปั้น น้ำ และสารอินทรีย์ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวยึดเกาะแล้วอัดด้วยความดันผ่านรูเล็กๆ ขึ้นไปในแนวตั้งภายในห้องอบ และตกลงมาสวนทางกับลมร้อน ขณะตกลงมาหยตน้ำดินจะแห้งอย่างรวดเร็ว และจะสะสมอยู่ข้างใต้เครื่อง ขนาดและความหนาแน่นของอนุภาคกลมๆ ขึ้นกับความหนาแน่นและความหนืดของน้ำดิน ขนาดของรูพรุนที่ใช้ทำให้เกิดฝอย หรือความเร็วของจานหมุน ซึ่งทำให้เกิดแรงเหวี่ยง และสารอินทรีย์ที่ใช้เป็นตัวยึดเกาะ

ผลวิเคราะห์ขนาดของอนุภาคของวิธีการ A และ B เป็นดังนี้			
	วิธี A	วิธี B	
-20 + 40 เมช	45 %	0 %	
-40 + 80 เมช	45 %	20	
-80 เมช	10 %	80	
ความหนาแน่น	1.3	1.1	

วิธีการ A จะให้อนุภาคขนาดใหญ่กว่า และมีขนาดละเอียดจำนวนน้อย มีความหนาแน่นสูง วิธีการ B มีอนุภาคขนาดเล็กกว่า แต่มีการกระจายขนาดของอนุภาคสม่ำเสมอมากกว่าแต่มีความหนาแน่นต่ำ รูปร่างของอนุภาคก็แตกต่างกัน วิธี A อนุภาคมีรูปร่างไม่แน่นอน วิธีการ B อนุภาคกลม และมีคุณภาพเคลือบตัวดี ถึงแม้ว่าจะมีขนาดเล็ก

การเลือกใช้สารอินทรีย์เป็นตัวยึดเกาะเป็นเรื่องสำคัญที่สุด ได้มีการพยายามค้นหาตัวยึดเกาะที่เหมาะสมกันอย่างกว้างขวาง ตัวยึดเกาะที่ดีควรมีคุณสมบัติต่างๆ คือ

1. ช่วยทำให้อนุภาคมีความแข็งแรงมากขึ้น
2. ไม่ขัดสีจนทำให้แบบสึกหรอ
3. ไม่มีเกลือของสารอินทรีย์หรืออนุผลของโลหะหลงเหลืออยู่หลังจากเผา
4. สบายตัวได้เร็วขณะยังเผายู่ที่อุณหภูมิต่ำ ๆ
5. ไม่ติดผิวแบบ
6. ไม่ดูดความชื้นจากอากาศ
7. กระจายตัวได้ดีในเนื้อดินปั้น อาจจะอยู่ในรูปสารละลายหรือในรูปกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอในน้ำ

โพลีไวนิล แอลกอฮอล์ หรือเดกซ์ตรินเป็นสารที่ใช้กันแพร่หลาย นอกจากยังมีขี้ผึ้ง (waxes) และอะคริเลทอื่นๆ (acrylates) ใช้ได้ดีเช่นกัน เนื่องจากรีการผสมและทำให้เนื้อดินปั้นเป็นเม็ด และการเลือกใช้สารอินทรีย์ที่ทำหน้าที่เป็นตัวยึดเกาะมีผลอย่างยิ่งต่อการหดตัวหลังจากเผา และการควบคุมขนาดของผลิตภัณฑ์เป็นสิ่งจำเป็นที่จะต้องรักษาสภาวะต่างๆ ในการผลิตให้คงที่สม่ำเสมอเท่าที่จะทำได้แบบที่ใช้ในการขึ้นรูปออกแบบเพื่อไว้ สำหรับการหดตัวการเปลี่ยนวิธีการผสมเนื้อดินปั้นให้เป็นผง หรือการเปลี่ยนสารที่ใช้เป็นตัวยึดเกาะ อาจทำให้แบบที่มีอยู่แล้วใช้งานไม่ได้แบบมีราคาค่อนข้างแพง การเปลี่ยนแบบจะทำต่อเมื่อได้พิจารณาอย่างรอบคอบ และมีเหตุผลจริงๆ ปัญหาการหดตัวของผลิตภัณฑ์เป็นปัญหาใหญ่สำหรับการขึ้นรูปโดยอาศัยแรงอัด

เป็นเรื่องจำเป็นที่ต้องตรวจสอบการกระจายของขนาดอนุภาค และความหนาแน่นของผงเนื้อดินปั้นก่อนที่จะส่งไปเข้าเครื่องอัดการกระจายของขนาดของอนุภาคโดยวิธีใช้ตะแกรงร่อน ความหนาแน่นหาโดยชั่งน้ำหนักของผงดิน ในภาชนะที่รู้ปริมาตรเนื่องจากความหนาแน่นและความชื้น มีความสัมพันธ์กันจำเป็นจะต้องตรวจสอบความชื้นอย่างใกล้ชิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 วิธีการสำรวจและรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลนี้ได้มาจาก การค้นคว้าจากหนังสือและเอกสารต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง จากการสัมภาษณ์และการศึกษาด้านต่างๆ ของผลิตภัณฑ์เดิม ซึ่งข้อมูลที่ได้มานั้นจะเป็น ข้อมูลพื้นฐาน แล้วนำมาสรุปและผลสรุปต่างๆ นำมาวิเคราะห์เพื่อการออกแบบ โดยมี หลักการดังนี้

3.1.1 ข้อมูลด้านปฐมภูมิ

ข้อมูลนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลจากหนังสือ, เอกสารต่างๆ รวมไปถึง วิทยานิพนธ์ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบชุดเครื่องปั่นดินเผาสำหรับ ชุ่มชายเบียร์สด เช่น ขั้นตอนการผลิตเบียร์สด, อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง, วัตถุดิบ และการผลิตเครื่องปั่นดินเผา ตลอดจนการศึกษาลักษณะเดิมที่มีอยู่แล้วเพื่อนำข้อมูลที่ได้มานั้นมาประกอบการออกแบบ

3.1.2 ข้อมูลด้านทุติยภูมิ

การศึกษาการใช้งานของชุดเครื่องปั่นดินเผา สำหรับชุ่มชายเบียร์สด ซึ่งประกอบไปด้วย

- ชุดครอบหัวจ่ายเบียร์สด
- เขี่ยกใส่เบียร์สด
- ถาดเสิร์ฟเบียร์สด
- แก้วเบียร์สด

โดยการสัมภาษณ์ และสอบถามทั้งผู้จำหน่าย และทาง บริษัทเบียร์ คาร์ลสเบอร์กเอง เพื่อให้ทราบถึงปัญหาในด้านต่างๆ ของตัวผลิตภัณฑ์ รวมไปถึง พฤติกรรมการใช้งาน โดยผู้วิจัยสามารถนำข้อมูลที่ได้มานั้นมาทำการออกแบบชุดเครื่อง เบียร์สดเป็นเอกสารที่ส่งมอบไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้าน การค้า ปั่นดินเผา สำหรับชุ่มชายเบียร์สด ให้มีประสิทธิภาพและความเหมาะสมของการใช้งาน ไม่วากรรมใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามแก้ไขเปลี่ยนแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่มีเอกลักษณ์ของ บริษัท คาร์ลสเบอร์ก เบรวิเวอรี (ประเทศไทย) จำกัด

3.2 แหล่งที่มาของข้อมูล

สำหรับข้อมูลที่ใช้ในการดำเนินการวิจัยชุดเครื่องปั้นดินเผา สำหรับชัมชายเปียร์สตัน คาร์ลสเบอร์ก ทางผู้วิจัยได้ข้อมูลและทำการรวบรวมจากแหล่ง ดังนี้คือ

3.2.1 ข้อมูลจากหนังสือและเอกสารต่างๆ

- หอสมุดกลาง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- หอสมุดคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- บริษัท คาร์ลสเบอร์ก เบรวิเวอรี (ประเทศไทย) จำกัด

3.2.2 ข้อมูลภาคสนาม

- คุณ ชีรยุทธ อภิวันทนาพร ผู้จัดการฝ่ายบุคคล บริษัท คาร์ลสเบอร์ก เบรวิเวอรี (ประเทศไทย) จำกัด
- อาจารย์ สนิท บุญกล่อม หัวหน้าแผนกเครื่องปั้นดินเผา สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตเทคนิคภาคตะวันออกเฉียงเหนือ นครราชสีมา
- ชัมและร้านชายเปียร์สตัน

3.3 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

ทำการวิเคราะห์ข้อมูล โดยการแยกแยะข้อมูลจัดลำดับความสำคัญ เพื่อเป็นการนำมาประเมินค่าและการวิเคราะห์ในขั้นต่อไป ในบางครั้งอาจตัดสินใจในการใช้เทคนิคและวิธีการ แต่บางครั้งไม่อาจตัดสินใจในวิธีการนั้นๆ ได้ ดังนั้นจึงต้องทำเอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่งมอบสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์หลายๆ ระบบและเลือกรวมเต็มคะแนนความเป็นไปได้มากน้อยเพียงใด การเปรียบเทียบจะเปรียบเทียบตั้งแต่ 2 ระบบ รูปแบบขึ้นไปการวิเคราะห์ แบ่งส่วน ใหญ่ๆ ได้ดังนี้

- การวิเคราะห์ปัญหาและหน้าที่การใช้งาน
- การวิเคราะห์ลักษณะรูปแบบการใช้งาน
- การวิเคราะห์สัดส่วนที่สัมพันธ์กับการใช้งาน
- การวิเคราะห์วัสดุ
- การวิเคราะห์กรรมวิธีการผลิต

3.4 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

จากข้อมูลที่ได้มาจากหนังสืออ้างอิง หรือข้อมูลภาคสนาม แล้วทำการจัด แบ่งและเรียบเรียงเป็นหมวดหมู่ จึงทำการวิเคราะห์อันดับความสำคัญของข้อมูล โดย ให้ค่าคะแนนดังต่อไปนี้ เพื่อคัดเลือกคะแนนที่สูงสุดเป็นการตัดสินใจ

- 5 หมายถึง มากที่สุด
- 4 หมายถึง มาก
- 3 หมายถึง ปานกลาง
- 2 หมายถึง น้อย
- 1 หมายถึง น้อยมาก

จากนั้นจึงนำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์มาทำการสังเคราะห์เพื่อทำการ ออกแบบชุดเครื่องปั้นดินเผาสำหรับชุมชนเปียร์ส คาร์ลสเบิร์ก ต่อไป

3.5 วิธีการสร้างเครื่องมือการวิจัย

จากการศึกษาข้อมูลภาคสนามส่วนใหญ่เครื่องมือในการวิจัย ผู้ทำการวิจัย จะใช้วิธีการสัมภาษณ์เป็นส่วนใหญ่ เพื่อถ้าใช้แบบสอบถามหรือแบบสำรวจจะเป็นการไม่ สะดวกเท่าที่ควรในการออกภาคสนามตามชุมชนชายเปียร์สดเพราะผู้คนส่วนใหญ่มาพักผ่อน หาความสุขกัน



ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้จัดทำได้ใช้วิธีสำรวจและรวบรวมข้อมูลจากหลายๆ วิธีการที่แตกต่างกันไป ตามความเหมาะสมกับสถานการณ์ต่างๆ โดยอาศัยเครื่องมือที่เหมาะสม เพื่อการศึกษาและรวบรวมข้อมูลเมื่อรวบรวมข้อมูลมาได้ควรตามต้องการแล้ว ก็นำมาจัดหมวดหมู่และเรียบเรียงทำการวิเคราะห์และสังเคราะห์ให้เป็นข้อมูลที่สมบูรณ์ถูกต้อง ตามหลักการเพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบต่อไป

ตารางที่ 9

การวิเคราะห์แนวทางการออกแบบรูปแบบผลิตภัณฑ์

หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ จากวัตถุประสงค์ของการวิจัยเพื่อออกแบบชุดเคลือบพื้นดินเผา สำหรับชุมชนเปียร์สัด คาร์ลสเบอร์ก ให้เป็นชุดที่มีเอกลักษณ์เฉพาะตัวและรูปแบบ ให้มีความกลมกลืนแสดงถึงความเป็นหนึ่งอันเดียวกัน จากข้อมูลด้านผลิตภัณฑ์ 4 กลุ่มใหญ่ๆ คือ

1. รูปแบบหรรษา
2. รูปแบบเรียบง่าย
3. รูปแบบสมัยใหม่
4. รูปแบบประจำเอกลักษณ์

ลำดับที่	ข้อควรพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา			
		1	2	3	4
1	รูปแบบที่ความคงทนต่อการใช้งาน	2	5	5	5
2	รูปแบบที่ความเหมาะสมกับเทคโนโลยีสมัยใหม่	3	5	5	3
3	ทำความสะดวกง่าย	3	5	5	3
4	หยิบยกจับสะดวก	4	3	5	5
5	เหมาะสมกับลักษณะการใช้งาน	2	3	5	5
6	สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของบริษัท คาร์ลสเบอร์ก	2	2	4	5
รวม		16	23	29	26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตาราง สรุปรูปแบบที่เหมาะสมที่จะใช้เป็นแนวทางในการ
ออกแบบสื่อรูปแบบสมัยใหม่

หมายเหตุ :-	5 หมายถึง มากที่สุด	4 หมายถึง มาก
	3 หมายถึง ปานกลาง	2 หมายถึง น้อย
	1 หมายถึง น้อยมาก	



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 10

การวิเคราะห์รูปทรงชุดรอบหัวจ่ายเบียร์

หัวข้อวิเคราะห์ จากรูปทรงที่นำมาพิจารณามีดังต่อไปนี้

- 1. รูปทรงกระบอก
- 2. รูปทรงสี่เหลี่ยม
- 3. รูปทรงอิสระ

ลำดับที่	ข้อควรพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1	กรรมวิธีการผลิต	5	4	2
2	สัมพันธ์กับทรงภาชนะ	5	4	3
3	การทำความสะอาด	5	4	2
4	ง่ายต่อการถอดพิมพ์	5	4	2
5	การตกแต่ง	4	5	3
6	การยึดประกอบ	4	3	2
รวม		28	20	14

จากตาราง สรุปรูปทรงที่เหมาะสมกับชุดรอบหัวจ่ายเบียร์ คือ
รูปทรงกระบอก

ตารางที่ 11

การวิเคราะห์ก๊อกเปิด - ปิดจ่ายเบี้ย

หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ จากรูปแบบของหัวก๊อกโดยทั่วไปมีรูปแบบ ดังต่อไปนี้

- 1. แบบโยก
- 2. แบบหมุน
- 3. แบบกด

ลำดับที่	ข้อควรพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1	องค์าในการเปิด-ปิด	5	4	3
2	การป้องกันการรั่วไหล	4	5	4
3	ความสะดวกในการเปิด-ปิด	5	3	4
4	การประกอบร่วมกันกับวัสดุเซรามิกส์	5	2	2
5	การทำความสะดวกง่าย	5	3	4
6	ดึงดูดความสนใจ	5	3	3
7	อายุการใช้งานนาน	3	5	4
รวม		32	25	24

จากตาราง สรุปรูปแบบที่เหมาะสมของก๊อกเปิด - ปิด จ่ายเบี้ย
คือ แบบโยก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 12

การวิเคราะห์วัสดุภายนอกสำหรับยึดต่อระบบจ่ายเบียร์

หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์

- 1. ทองเหลือง
- 2. เหล็กทำสี
- 3. สแตนเลส
- 4. เหล็กชุบโครเมียม
- 5. อลูมิเนียม

ลำดับที่	ข้อควรพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา				
		1	2	3	4	5
1	ป้องกันการเกิดคราบและสนิม	2	3	5	4	4
2	ความแข็งแรง	2	4	5	4	2
3	ต้นทุนผลิตต่ำ	2	5	2	4	3
4	ง่ายต่อการผลิต	3	5	3	5	3
5	ง่ายต่อการทำความสะอาด	2	3	5	5	3
6	ดึงดูดความสนใจ	5	4	5	4	3
7	อายุการใช้งานนาน	2	3	5	4	2
8	ทนต่อการขีดขีด	2	2	5	4	2
รวม		20	29	35	34	22

จากตาราง สรุปวัตถุที่ใช้ทำสำหรับยึดต่อระบบจ่ายเบียร์

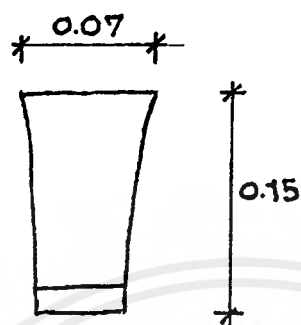
ได้แก่ สแตนเลส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ รูปแบบแก้ว, เทือก

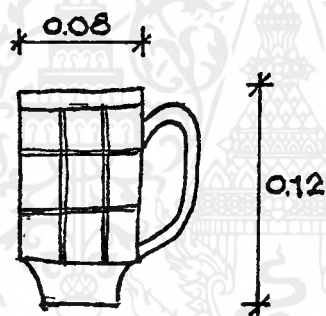
จากการศึกษาข้อมูลของซุ้มขายเบียร์สดแก้วจะมี 2 รูปแบบ คือ

1. แบบทรงสูงไม่มีหู



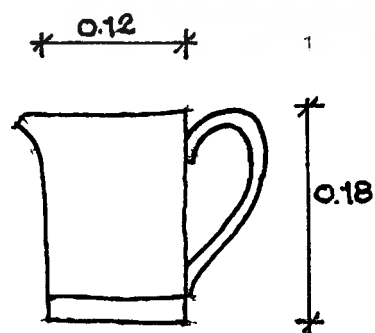
ปริมาตรบรรจุ 300 ลบ.ซม.

2. แบบมีหู



ปริมาตรบรรจุ 300 ลบ.ซม.

ส่วนเทือกใส่เบียร์สดจะเป็นพลาสติกรูปทรงกระบอกรูปทรงเตี้ย
รูปทรงของเทือก



ปริมาตรบรรจุ 1,300 ลบ.ซม.

เบียร์สด 1 เทือกจะรินได้ประมาณ 4 แก้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 13

การวิเคราะห์เหือกใส่เบียร์ แก้วเบียร์

หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ เหือกใส่เบียร์ แก้วเบียร์ เป็นภาชนะที่จำเป็นอย่างมากใน
หุ้มขายเบียร์สด เพราะได้รับอิทธิพลทางประเทศตะวันตก การดื่มเบียร์ซึ่งเป็นที่ยอมรับกัน
ทั่วโลก การออกแบบให้ดูเป็นชุดและมีความสัมพันธ์กันในรูปแบบทรงและสัญลักษณ์ ทั้งหมด
ของบริษัท คาร์ลสเบอร์ก

รูปทรงที่นำมาพิจารณา

1. ทรงกลม

2. ทรงรี
3. ทรงเหลี่ยม

4. ทรงอิสระ

ลำดับที่	ข้อควรพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา			
		1	2	3	4
1	ประหยัดเนื้อที่	5	4	4	1
2	สัมพันธ์กับทรงภาชนะ	5	4	1	2
3	รองรับการเท การดื่ม	5	3	2	1
4	การทำความสะดวก	5	2	3	1
5	กรรมวิธีการผลิต	5	2	1	2
6	การตกแต่ง	5	2	2	1
7	การจัดเก็บ	4	2	2	1
รวม		34	19	15	9

จากตาราง สรุปรูปทรงกลมสำหรับการพัฒนาการออกแบบ
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ รูปแบบของปากแก้ว

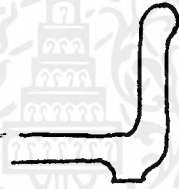
ดังนี้

หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ จากรูปแบบที่นำมาวิเคราะห์มีอยู่ 4 รูปแบบ

1. แบบทรงกระบอก



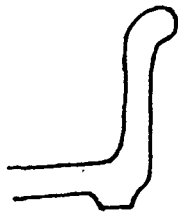
2. แบบทรงกระบอกมีขอบ



3. แบบผายออก



4. แบบผายออกมีขอบ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 14

การวิเคราะห์ขอบปากแก้ว

เงื่อนไขการใช้งาน

- 1. ความแข็งแรง
- 2. ง่ายต่อการถอดพิมพ์
- 3. ทำความสะอาดง่าย
- 4. สะดวกในการต้ม
- 5. ช่วยเสริมกับรูปทรงภาชนะ

ลำดับที่	ข้อควรพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา			
		1	2	3	4
1	ความแข็งแรง	3	5	4	5
2	ง่ายต่อการถอดพิมพ์	5	3	5	3
3	ทำความสะอาดง่าย	5	3	5	3
4	สะดวกในการต้ม	4	3	5	2
5	ป้องกันการหกเวลาต้ม	4	2	5	3
6	ช่วยเสริมกับรูปทรงภาชนะ	3	3	5	5
รวม		24	19	29	21

จากตาราง สรุปแบบที่เหมาะสม คือ แบบผายออก

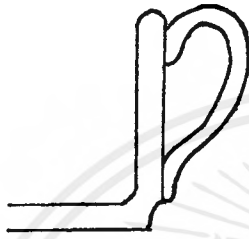
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ รูปแบบของหูจับแก้ว

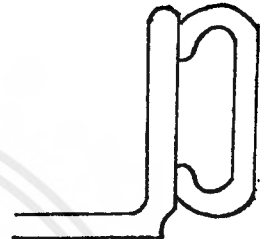
หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ จากรูปแบบที่นำมาวิเคราะห์หูจับแก้วทั่วไปมีอยู่

5 รูปแบบ ดังนี้

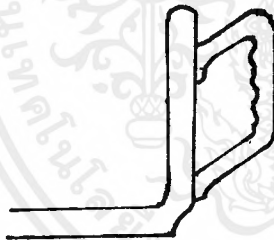
1. แบบหูช้าง



2. แบบรูปวงรี



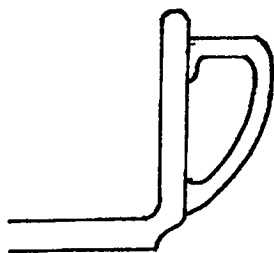
3. แบบทรงกระบอกครึ่งวงรี



4. แบบทรงกระบอก



5. แบบครึ่งวงกลม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 15

การวิเคราะห์รูปแบบของหูจับแก้ว

เงื่อนไขการใช้งาน

- สะดวกในการหยิบ - จับ
- ความกระชับ
- ความแข็งแรง
- ทำความสะอาดง่าย
- ช่วยเสริมกับรูปทรงภาชนะ
- ง่ายต่อการผลิต

ลำดับที่	ข้อควรพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา				
		1	2	3	4	5
1	สะดวกในการหยิบ-จับ	3	5	5	5	4
2	ความกระชับในการจับ	2	4	5	5	3
3	ความแข็งแรง	2	3	5	4	2
4	ทำความสะอาดง่าย	5	5	3	3	4
5	ช่วยเสริมกับรูปทรงภาชนะ	3	4	5	5	3
6	การทำมุมในการยกดื่ม	4	3	5	3	3
7	ง่ายต่อการผลิต	4	5	5	4	3
8	พื้นที่สัมผัสในการยึดประกอบ	3	2	5	5	4
รวม		26	31	38	34	26

จากตาราง สรุปรูปแบบที่เหมาะสมกับการใช้งาน คือ แบบที่ 3
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
แบบทรงกระบอกครึ่งวงรี
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิเคราะห์ รูปแบบของกันแก้ว

หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ จากรูปแบบที่นำมาวิเคราะห์กันของแก้วทั่วไป

มีอยู่ 5 รูปแบบ ดังนี้

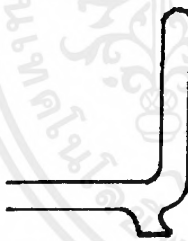
1. แบบโค้งเข้า

2. แบบเฉียงเข้า

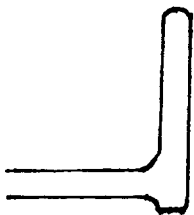


3. แบบอิสระ

4. แบบเครื่องวงกลม



5. แบบตรง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 16

การวิเคราะห์กันของแก้ว

เงื่อนไขการใช้งาน

- ความแข็งแรง
- ง่ายต่อการถอดพิมพ์
- ทำความสะอาดง่าย
- ช่วยเสริมกับรูปทรงภาชนะ
- การเข็ดน้ำเคลือบก่อนเอาเข้าเผา

ลำดับที่	ข้อควรพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา				
		1	2	3	4	5
1	ความแข็งแรง	4	4	3	3	5
2	ง่ายต่อการถอดพิมพ์	5	5	2	2	4
3	ทำความสะอาดง่าย	5	5	3	2	5
4	ช่วยเสริมกับรูปทรงภาชนะ	5	5	3	2	4
5	การเข็ดน้ำเคลือบก่อนเอาเข้าเผา	5	4	3	3	4
6	ง่ายต่อการยกเมื่อมีน้ำเกาะขณะวางบนโต๊ะ	5	4	5	3	2
รวม		29	27	19	15	24

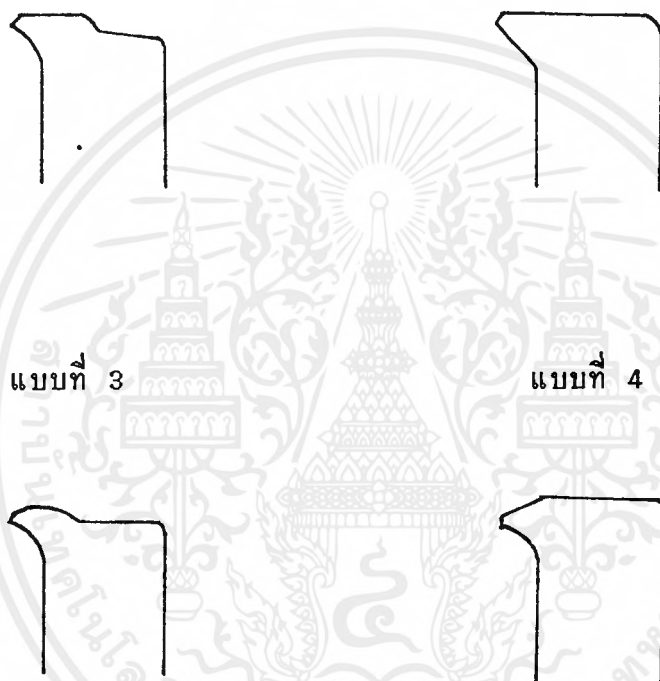
จากตาราง สรุปแบบที่เหมาะสมในการนำเอาออกแบบ คือ
แบบโค้งเข้า

การวิเคราะห์ รูปแบบของปากเหว

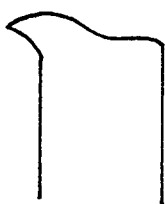
หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ จากรูปแบบที่นำมาวิเคราะห์ขอปากแก้ว โดย
ทั่วๆ ไป คือ

แบบที่ 1

แบบที่ 2



แบบที่ 5



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 17

การวิเคราะห์ปากของเหือก

เงื่อนไขการใช้งาน

- การเท
- การผลิต
- การทำความสะอาด
- ความเหมาะสม

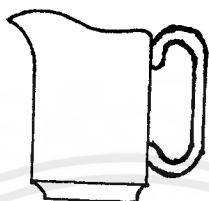
ลำดับที่	ข้อควรพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา				
		1	2	3	4	5
1	การป้องกันการหกในระหว่างการเท	5	2	4	3	5
2	มุมในการไหลเวลาเท	5	2	4	2	5
3	ความสมดุลกับหูเหือก	5	3	4	2	5
4	ง่ายต่อการถอดพิมพ์	5	5	4	5	4
5	ทำความสะอาดง่าย	4	5	4	5	4
6	ช่วยเสริมกับรูปทรงภาชนะ	5	2	4	3	5
รวม		29	19	24	20	28

จากตาราง สรุปรูปแบบที่เหมาะสมในการนำมาออกแบบ คือ
แบบที่ 1

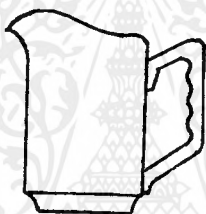
การวิเคราะห์ รูปแบบของหูเทือก

หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ รูปแบบที่นำมาวิเคราะห์ประกอบด้วย

แบบที่ 1



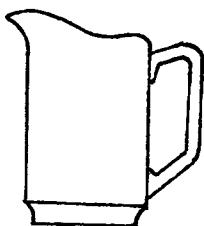
แบบที่ 2



แบบที่ 3



แบบที่ 4



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 18

การวิเคราะห์รูปแบบของเหตุเหือก

เงื่อนไขการใช้งาน

- การยกเท
- ความแข็งแรง
- การผลิต
- ความเหมาะสม

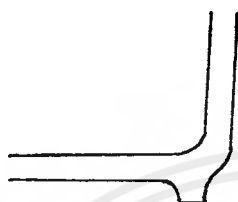
ลำดับที่	ข้อควรพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา			
		1	2	3	4
1	องค์ที่เหมาะสมในการเท	5	4	5	3
2	การกระจายน้ำหนัก	3	5	4	4
3	การบังคับในการเท	5	4	5	4
4	ง่ายต่อการถอดพิมพ์	5	5	5	5
5	ความแข็งแรง	3	4	5	5
6	ง่ายต่อการทำความสะอาด	4	5	4	4
7	พื้นที่สัมผัสในการยึดประกอบ	3	2	5	5
รวม		28	29	33	30

จากตาราง สรุปรูปแบบที่เหมาะสมในการนำมาออกแบบเหตุเหือก คือ
แบบที่ 3

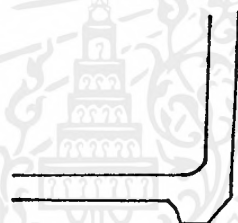
การวิเคราะห์ รูปแบบของกันเหวี่ยง

หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ จากรูปแบบที่นำมาวิเคราะห์มีอยู่ ดังนี้

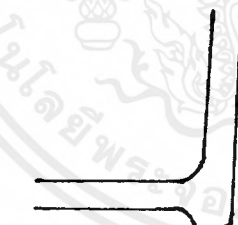
1. แบบโค้งเข้า



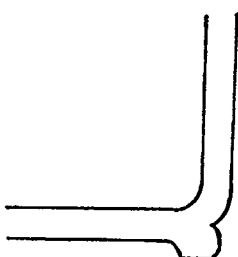
2. แบบเฉียงเข้า



3. แบบตรง



4. แบบครึ่งวงกลม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 19

การวิเคราะห์รูปแบบของกันเหวี่ยง

เงื่อนไขการใช้งาน

- ความแข็งแรง
- การทำความสะอาด
- การผลิต
- การวาง

ลำดับที่	ข้อควรพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา			
		1	2	3	4
1	ความแข็งแรง	4	4	5	3
2	ง่ายต่อการถอดพิมพ์	5	5	4	2
3	ทำความสะอาดง่าย	5	5	5	2
4	การป้องกันความชื้นของน้ำที่เกาะเมื่อวาง เหวี่ยงบนโต๊ะ	5	4	2	2
5	ช่วยเสริมกับรูปทรงภาชนะ	5	5	4	2
6	การเช็ดกันน้ำเคลือบก่อนนำเข้าเตาเผา	5	4	4	3
รวม		29	27	24	14

จากตาราง สรุปรูปแบบที่เหมาะสมในการนำมาออกแบบ คือ
แบบโค้งเข้า

ตารางที่ 20

การวิเคราะห์แนวทางการออกแบบรูปแบบภาค

หัวข้อนำมาวิเคราะห์ จากการศึกษาข้อมูลลักษณะของภาคเสรีเปียร์ ตามซุ่มชายเปียร์สดคาร์ลสเบอร์ก โดยทั่วไปภาคที่ใช้ตามซุ่มชายมี 2 รูปแบบ คือ

- ภาคโลหะกลม ขนาด 30 ซม. สูง 4 ซม.
- ภาคไม้สี่เหลี่ยม ขนาด กว้าง 28 ซม. ยาว 4 ซม. สูง 2 ซม.

จากรูปแบบพื้นฐานของภาคมีอยู่ 4 ลักษณะ คือ

1. ภาคกันลิกมีขอบกล
2. ภาคกันลิกมีขอบรี
3. ภาคกันลิกมีขอบเหลี่ยม
4. ภาคกันลิกมีขอบรูปทรงอิสระ

ลำดับที่	ข้อควรพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา			
		1	2	3	4
1	วางซ้อนกันได้ดี	3	4	5	1
2	ทำความสะอาดง่าย	5	5	4	2
3	เหมาะสมกับรูปแบบของการบริการเปียร์	4	4	5	1
4	สะดวกในการหยิบยก	3	4	5	3
5	ประหยัดเนื้อที่ในการวาง	3	4	5	2
6	กรรมวิธีการผลิตง่าย	3	4	5	1
7	พื้นที่ในการวางภาชนะร่วม	3	4	5	1
รวม		24	29	34	11

จากตาราง สรุปรูปแบบที่เหมาะสม คือ ภาคกันลิกมีขอบเหลี่ยม

ตารางที่ 21

การวิเคราะห์แนวทางการออกแบบรูปทรงของถาด

หัวข้อนำมาวิเคราะห์ ถาดเสิร์ฟเบียร์เป็นภาชนะที่ใช้ประกอบรวมกับเหยือก แก้ว เพื่อใช้ยกบริการลูกค้า การออกแบบเพื่อให้ดูเป็นชุดและมีความสัมพันธ์กันในรูปแบบและสัญลักษณ์ทั้งหมดของ บริษัท คาร์ลสเบอร์ก

รูปทรงที่นำมาพิจารณา

1. ถาดก้นลึก

2. ถาดก้นตื้น

3. ถาดก้นลึกมีขอบ

4. ถาดก้นตื้นมีขอบ

ลำดับที่	ข้อควรพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา			
		1	2	3	4
1	เหมาะสมกับการใช้งานร่วมกับแก้ว เหยือก	5	2	5	2
2	มีพื้นที่ขอบถาดเพียงพอไม่ให้มือสัมผัสแก้ว	2	3	5	4
	เหยือก				
3	หยิบ จับ ยก เลื่อน สะดวก	4	1	5	3
4	ประหยัดเนื้อที่ในการเก็บ	2	5	2	4
5	ทำความสะอาดง่าย	3	5	2	4
6	มีพื้นที่สำหรับการตกแต่งสัญลักษณ์	3	3	3	3
รวม		18	14	22	20

จากตาราง สรุปเลือกใช้รูปทรงถาดก้นลึกมีขอบของสำหรับเป็นพื้นฐาน

การออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 22

การวิเคราะห์รูปทรงของอาคาร

หัวข้อนำมาวิเคราะห์ จากรูปแบบพื้นฐานมีดังนี้

- 1. อาคารรูปทรงกระบอก
- 2. อาคารรูปทรงโด่ง
- 3. อาคารรูปทรงเฉียง

ลำดับที่	ข้อควรพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1	วางซ้อนกันได้ดี	2	5	5
2	ทำความสะอาดง่าย	2	5	4
3	สะดวกในการหยิบยก	2	4	5
4	ประหยัดเนื้อที่ในการวาง	4	3	3
5	มีความมั่นคงในการวาง	5	2	4
6	ป้องกันการล้มของแก้วเหยือก	5	2	4
7	กรรมวิธีการผลิตง่าย	2	5	5
รวม		22	26	30

จากตาราง สรุปรูปทรงที่เหมาะสม คือ อาคารรูปทรงเฉียง
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ รูปแบบของกันลาด

หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ จากรูปแบบที่นำมาวิเคราะห์ คือ

1. แบบโค้งเข้า



2. แบบเฉียงเข้า



3. แบบตรง



4. แบบครึ่งวงกลม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 23

การวิเคราะห์กันของภาค

หัวข้อนำมาวิเคราะห์

- การผลิต
- การทำความสะอาด
- ความแข็งแรง

ลำดับที่	ข้อควรพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา			
		1	2	3	4
1	ง่ายต่อการพิมพ์ภาค	5	4	3	2
2	ทำความสะอาดง่าย	5	5	3	3
3	การเช็ดกันน้ำเคลือบก่อนเข้าเตาเผา	5	3	5	4
4	ช่วยเสริมกับรูปทรงภาชนะ	5	4	4	3
5	ความแข็งแรง	3	5	4	3
รวม		23	21	19	15

จากตาราง สรุปรูปแบบที่เหมาะสม คือ แบบโค้งเข้า

การวิเคราะห์ข้อมูลทางด้านการติดสัญลักษณ์

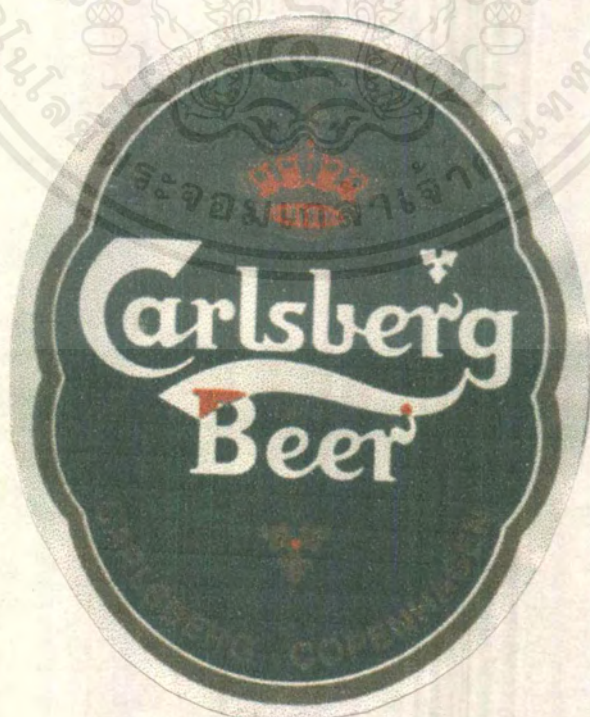
1. ภาชนะที่ต้องติดสัญลักษณ์ของ บริษัท คาร์ลสเบอร์ก ลงบนภาชนะ เครื่องปั้นดินเผาประกอบด้วย

- หัวครอบระบบจ่ายเบียร์สด
- เหยือก
- ถาด
- แก้ว

2. สัญลักษณ์มาจากชื่อและเครื่องหมายการค้า บริษัท คาร์ลสเบอร์ก บรีวเวอรี (ประเทศไทย) จำกัด

3. รูปแบบของสัญลักษณ์

ภาพที่ 46 สัญลักษณ์ บริษัท คาร์ลสเบอร์ก บรีวเวอรี (ประเทศไทย) จำกัด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. สิ่งที่ต้องคำนึงถึงในการติดสัญลักษณ์ลงบนภาชนะ

- มุมมอง
- พื้นที่ในการติด
- ความสะดวกในการเผาเคลือบ
- ขั้นตอนการผลิต
- ความเหมาะสม

ภาพที่ 47 ตำแหน่งการติดสัญลักษณ์ลงบนหัวครอบระบบจ่ายเบียร์สด



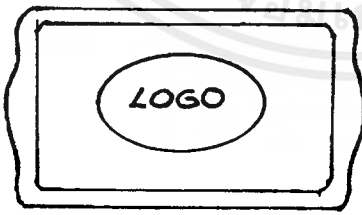
การติดสัญลักษณ์
ติดทั้ง 4 ด้าน

ภาพที่ 48 ตำแหน่งการติดสัญลักษณ์ลงบนเหยือก



การติดสัญลักษณ์
ติดด้านข้าง 2 ด้าน

ภาพที่ 49 ตำแหน่งการติดสัญลักษณ์ลงบนถาด



การติดสัญลักษณ์
ติดตรงกลาง

ภาพที่ 50 ตำแหน่งการติดสัญลักษณ์ลงบนแก้ว



การติดสัญลักษณ์
ติดเฉพาะด้านขวา
ของหูแก้ว

การวิเคราะห์เทคนิคที่นำมาใช้ในการตกแต่งผลิตภัณฑ์

1. เทคนิคแกะสลัก
2. แบบรูปลอกสติกเกอร์
3. แบบเขียนสีบนเคลือบ
4. เนื้อดินปั้นและการใช้สีเคลือบ

1. แบบแกะสลักกลวดลาย

การแกะสลักกลวดลาย (CARVING) เป็นพวกทำลายนูนหรือ ชูตออก (RELIEF ORNAMENT) ทำในขณะที่ดินอยู่ในสภาวะดินหมาด หรือการแกะที่แม่พิมพ์แล้ว ตกแต่งให้ชัดเจนนิยมเคลือบสีลิลล สีเขียวใส ส่งตามร้านอาหารไทยและโรงแรมต่างๆ ที่ตกแต่งห้องอาหารแบบไทยๆ ชูตอาหารสโตนแวร์เคลือบสีลิลลนี้มักแกะสลักลายไทยไว้เคลือบด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าความสำคัญ

1.1 เทคนิคการตกแต่ง เป็นเทคนิคที่เริ่มใช้ในสมัยโบราณชุดพบในราว ศ.ต.20-21 ตรงกับสมัยสุโขทัยมีคุณค่าเทคนิคการแต่ง

1.2 ขั้นตอนการผลิต ต้องคำนึงถึง

- ความสะอาดในการผลิต
- ลดต้นทุนการผลิต
- ลดขั้นตอนการผลิต

ขั้นตอนการผลิตตกแต่งแบบแกะสลักลวดลาย อยู่ในระดับดี คือ มีความสะดวกในการผลิตในระบบอุตสาหกรรมคือ แกะที่ต้นแบบ แต่จะเสียเวลาในการแกะสลักละเอียดที่ต้นแบบ การเผา 2 ครั้งคือ เผาดิบและเผาเคลือบ ลดขั้นตอนการผลิตได้ดีกว่าทั้ง 3 แบบ

1.3 กรรมวิธีการผลิต โดยสังเขป

1.3.1 แบบแกะดินสภาวะดินหมาด

- นำภาชนะที่ขึ้นรูปในสภาวะดินหมาดแล้วมาตกแต่ง
- วาดลวดลายและแกะลายมีความลึก 1-2 มม. จะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีลวดลายขึ้นเดียว

- เผาเคลือบ
- ชุบน้ำเคลือบ

1.3.2 แบบแกะที่แม่พิมพ์

- ขึ้นรูปต้นแบบด้วยวิธี (JIGGER)
- นำต้นแบบมาแกะลวดลาย
- นำไปทำแม่พิมพ์ หรือขึ้นรูปด้วย สามารถทำได้รวดเร็วและหล่อได้ 80-90 ชิ้น

- เผาดิบ
- ชุบน้ำเคลือบ

1.4 การทำความสะอาด ทำได้ดี เพราะลายที่แกะสลักมีความลึกเพียง

1-2 มม. และน้ำยาเคลือบจะลงไปถมบริเวณที่สลักมีความเข้าของสีเคลือบในลวดลาย เอกสารนี้เป็นเอกสารทสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะเห็นได้ชัด มีพื้นผิวช่วยในการจับเวลาล่าง

1.5 ความปลอดภัย ดีมากเท่ากันเพราะเผาอุณหภูมิสูง คือ 1250°C ทนต่อแรงเสียดสีและขีดข่วน

1.6 พื้นที่ที่ใช้สำหรับตกแต่งในเทคนิคมีมาก เพราะสามารถสลักได้ทั้งใบมีพื้นที่สำหรับแกะสลักเล่าเรื่องราว เกี่ยวกับงานหัตถกรรมของทุกภาคในส่วนของกัน จาน

1.7 ประโยชน์ใช้สอย ดี ช่วยในการจับมีพื้นผิวในการช่วยล้างการหยิบ ยก การเก็บซ้อนทำได้ดี

2. แบบรูปลอกสติ๊กเกอร์

การใช้กระดาษรูปลอก (TRASFER PAPER) กระดาษรูปลอกหรือ DE-CALCOMANIA นิยมใช้กันมากในระบบอุตสาหกรรมปัจจุบันสามารถตกแต่งลวดลาย ที่มีหลายสีและลายที่ละเอียดโดยวิธีการพิมพ์แบบซิลค์สกรีนและกรรมวิธีพิมพ์ที่ทันสมัยสามารถพิมพ์ลวดลายได้เหมือนรูปวาด

2.1 เทคนิคตกแต่ง ของการใช้รูปลอกสติ๊กเกอร์ยังไม่เหมาะสมเพราะแพงมากเริ่มใช้กันในช่วงอุตสาหกรรมแต่สามารถที่จะพิมพ์ลายละเอียดได้เหมือนรูปวาดได้ดี

2.2 ขั้นตอนการผลิต ต้องคำนึงถึง

2.2.1 ความสะดวกในการผลิต

2.2.2 ลดต้นทุนการผลิต

2.2.3 ลดขั้นตอนการผลิต

การตกแต่งแบบใช้รูปลอกมีขั้นตอนอยู่ในระดับพอใช้ คือความสะดวกสบายในการผลิตในระบบอุตสาหกรรมแต่มีขั้นตอนการผลิตหลายขั้นตอน และต้องเผาลงสามครั้ง ต้นทุนการผลิตสูงขึ้นทั้งทางการผลิตรูปลอกสติ๊กเกอร์ ตลอดจนขบวนการเผา

2.3 การรวมวิธีการผลิต โดยสังเขป

2.3.1 ขั้นตอนการทำอาร์ตเว็ลด์ ออกแบบลวดลาย

2.3.2 ทำบล็อกซิลค์สกรีนจำนวนเท่ากับสีที่ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3 เตรียมกระดาดสำหรับพิมพ์ เตรียมสีพิมพ์ และเตรียม
เครื่องอุปกรณ์การพิมพ์

2.3.4 พิมพ์สีที่ 1 จนครบทุกสี แต่ละสีต้องรอเวลาแห้งด้วย

2.3.5 พึ่งงานให้แห้ง

2.3.6 เคลือบเจลโค่น (มีลักษณะสีเหลืองเป็นพลาสติกเหนียว
ทำหน้ามีสิ่งสีที่พิมพ์ออกจากกระดาดเมื่อนำไปแช่น้ำ)

2.3.7 นำมาติดกับภาชนะที่ผ่านการเผาเคลือบมาแล้ว 1250°C

2.3.8 นำไปเผาอีกครั้งเพื่อให้สีติดฝังลงในตัวชิ้นงาน

2.4 การทำความสะอาดของภาชนะที่ใช้การตกแต่งรูปลอกทำได้ดีมาก
แต่มักจะลื่นเพราะน้ำยาทำความสะอาด

2.5 ความปลอดภัยในการใช้งานดีมากเพราะเผาอุณหภูมิสูง 1250°C

2.6 พื้นที่ที่ใช้สำหรับตกแต่งในเทคนิคมีมาก การตกแต่งแบบสติกเกอร์
นิยมติดตามขอบหรือริมไม่นิยมติดบริเวณที่สัมผัสอาหาร

2.7 ประโยชน์ใช้สอย ดีมากในแง่ของการใช้งานการจับ การเลื่อน
การเก็บชิ้น

3. การตกแต่งแบบเขียนสีบนเคลือบ

เป็นการเขียนสีบนเคลือบ นิยมใช้เขียนลงในภาชนะประเภท ชาม โถ
ถ้วย ที่ใช้ความสามารถเฉพาะตัวของผู้เขียน นิยมใช้เป็นของตกแต่งบ้าน

ค่าความสำคัญ

3.1 เทคนิคตกแต่งเป็นเทคนิคที่ใช้ความสามารถเฉพาะตัวของผู้เขียน
มีคุณค่า มักนิยมเขียนใส่ภาชนะประเภท ชามเชิง และโถ ถ้วย

3.2 ขั้นตอนการผลิต ต้องคำนึงถึง

3.2.1 ความสะดวกในการผลิต

3.2.2 ลดต้นทุนการผลิต

3.3.3 ลดขั้นตอนการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการผลิตการตกแต่งแบบเขียนสีบนเคลือบ เป็นงานที่ต้องอาศัยฝีมือ และความอดทนในการเขียน เพราะเป็นงานละเอียด ต้นทุนการผลิตสูงเพราะค่าแรงงานและวัตถุดิบสี มีราคาสูงไม่เหมาะสม สำหรับงานนำมาบริการตามร้านอาหารทั่วไป นิยมใช้สำหรับสะสมตกแต่งบ้านมากกว่า

3.3 กรรมวิธีการผลิตโดยสังเขป

3.3.1 เมื่อผ่านการขึ้นรูปมาจนถึงการเผาเคลือบไฟสูงแล้ว

3.3.2 นำภาชนะที่จะเขียนมาเขียนลาย ที่ออกแบบบยไว้แล้ว

3.3.3 ถมสีต่างๆ ลงในช่องที่กำหนดไว้ ใช้เวลาในการเขียนนาน

3.3.4 นำไปเผาอุณหภูมิ 800°C

3.4 การทำความสะอาด ทำได้ดีมากเพราะเป็นการตกแต่งที่พื้นผิวที่เรียบเสมอกันทั่วทั้งใบ

3.5 ความปลอดภัยดี เพราะเผาอุณหภูมิของสี 800°C

3.6 พื้นที่ที่ใช้สำหรับตกแต่งในเทคนิคมีมาก อยู่ในระดับพอใช้เพราะจะเขียนได้ เฉพาะด้านนอกของผลิตภัณฑ์ไม่เขียนส่วนที่สัมผัสกับอาหาร

3.7 ประโยชน์ใช้สอย ดี ในการเก็บ การทำความสะอาด

4. การตกแต่งแบบเนื้อดินปั้นและการใช้สีเคลือบ

การตกแต่งแบบเนื้อดินปั้น คือการทำในขณะที่ดินนุ่มๆ ผสมผสานเพิ่มคุณค่าให้กับสีที่ใช้ทาบนผิวด้วยการตกแต่งผิวดินเป็น TEXTURE หรือลวดลายต่างๆ อาจมีการเพิ่มเติมด้วยสี OXIDES เช่น เอา OXIPES ละลายนํ้าผสมไปกับดินที่อยู่ใน SLIP ตลอดจนการใช้สีเคลือบ

ค่าความสำคัญ

4.1 เทคนิคตกแต่ง แบบเนื้อดินและการใช้สีเคลือบเริ่มใช้ในสมัยเมื่อ (7069-7079) ชุดพบที่บ้านเชียง ถ้างวงช้างศูนย์การทหารปืนใหญ่ลพบุรี ต. จันเสนอุ- ตาคลี จ. นครสวรรค์ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ขั้นตอนการผลิต ต้องคำนึงถึง

4.2.1 ความสะอาดในการผลิต

4.2.2 ลดต้นทุนการผลิต

4.2.3 ลดขั้นตอนการผลิต

ขั้นตอนการผลิตอยู่ในระดับดี เพราะมีความสะอาดในการผลิต ลดต้นทุนการผลิตและขั้นตอนการผลิตไม่ยุ่งยาก

4.3 กรรมวิธีการผลิต อยู่ในขั้นพอใช้

4.3.1 การผสม OXIDES ลงในวัตถุดิบ

4.3.2 การขึ้นรูปโดยใช้สีต่างผสมในเนื้อดิน

4.3.3 การตกแต่งแบบมีพื้นผิวในสภาวะดินหมาด

4.3.4 การใช้ OXIDES แต่งสีลวดลายลงบนภาชนะ

4.3.5 นำไปเผาดิบ

4.3.6 การชุบเคลือบสีต่างๆ

4.3.7 การเผาเคลือบ

4.4 การทำความสะอาด ดีมาก เพราะพื้นผิวเรียบเสมอกัน

4.5 ความปลอดภัย ดีมาก เพราะการเผาอุณหภูมิสูง 1250°C

4.6 พื้นที่เหมาะสำหรับตกแต่งในเทคนิคมีมากตรงกับพอใช้

4.7 ประโยชน์ใช้สอย ดีมาก เพราะสามารถตอบสนองการใช้งาน

ได้ดี

ตารางที่ 24

การวิเคราะห์เทคนิคในการตกแต่งผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา

หัวข้อนำมาวิเคราะห์ เทคนิคการตกแต่งลวดลาย ขึ้นอยู่กับรูปแบบของภาชนะนั้นๆ ทำอย่างไรจึงจะให้การตกแต่งมีผลส่งรูปทรง เพื่อให้เกิดความงามดึงดูดสายตา เกิดความพอใจ โดยคำนึงถึงวัสดุคุณสมบัติของดินตลอดจนประโยชน์การใช้สอยการผลิต การทำความสะอาด โดยยึดวัตถุประสงค์และสัญลักษณ์ของ บริษัท คาร์ลส์-เบอร์ก นำเทคนิคการตกแต่งดังนี้มาวิเคราะห์

1. แบบแกะสลักลวดลาย
2. แบบรูปลอกสติ๊กเกอร์
3. แบบเขียนสีบนเคลือบ
4. เนื้อดินปั้นและการใช้สีเคลือบ

ลำดับที่	ข้อควรพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา			
		1	2	3	4
1	ขั้นตอนการผลิต	4	4	1	2
2	กรรมวิธีการผลิต	3	4	1	3
3	การทำความสะอาด	3	5	3	2
4	ความปลอดภัย	5	4	2	2
5	พื้นที่ที่ใช้สำหรับตกแต่งในเทคนิคมีมาก	5	5	4	3
6	ประโยชน์ใช้สอย	4	3	2	3
7	สอดคล้องกับการใช้งาน	3	5	1	2
รวม		27	30	14	17

จากตาราง สรุปใช้เทคนิคในการตกแต่งผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา

แบบรูปลอกสติ๊กเกอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 25

การวิเคราะห์ชนิดของเนื้อดินที่เหมาะสมต่ออุณหภูมิการเผา

หัวข้อนำมาวิเคราะห์ จากลักษณะการใช้งาน

- 1. EARTHENWARE
- 2. STONEWARE
- 3. PORCELAIN
- 4. BONE CHINA

ลำดับที่	ข้อควรพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา			
		1	2	3	4
1	ความแข็งแรง	2	5	5	5
2	ความบางของภาชนะ	1	4	5	5
3	ความยาวของเนื้อดิน	1	5	5	5
4	ความสะอาดถูกหลักอนามัย	1	5	5	5
5	ราคาเหมาะสม	3	5	4	4
6	ผลิตง่ายในระบบอุตสาหกรรม	3	5	4	4
7	วัสดุหาง่ายในประเทศ	5	5	3	3
รวม		16	34	31	31

จากตาราง สรุปชนิดของเนื้อดินใช้เนื้อดิน STONEWARE

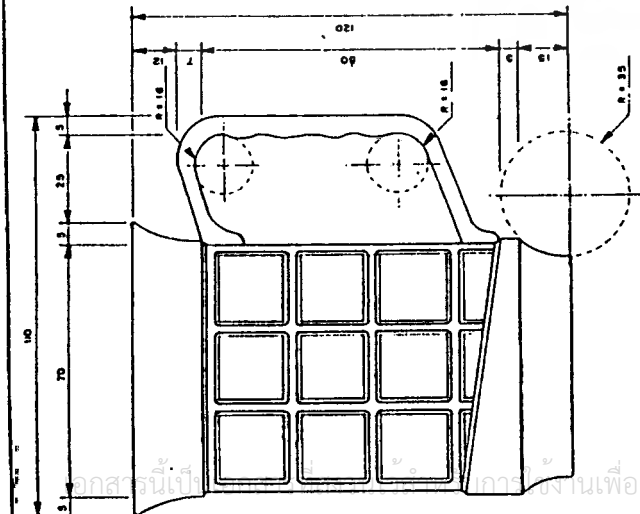
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การออกแบบ

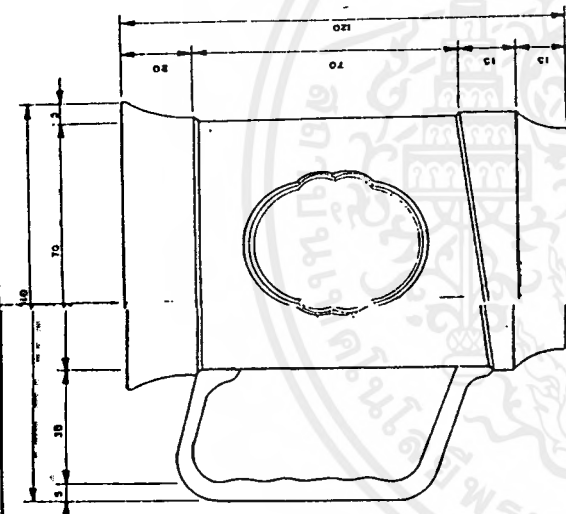
จากการรวบรวมศึกษาข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบทั้งหมดในทุกๆ ด้านเพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบชุดเครื่องปั้นดินเผาสำหรับชুমชายเปียร์สคาร์ลสเบอร์ก สรุปได้เป็นข้อๆ ดังต่อไปนี้

1. ชุดเครื่องปั้นดินเผาสำหรับชুমชายเปียร์สคาร์ลสเบอร์ก ที่ประกอบไปด้วย
 - 1.1 ชุดครอบหัวจ่ายเปียร์ส ขนาด 0.15 สูง 0.45
 - 1.2 เหยือกใส่เปียร์ส ขนาด 0.12 สูง 0.18
ปริมาตรความจุ 1,300 ลบ.ซม.
 - 1.3 แก้วเปียร์ส ขนาด 0.08 สูง 0.12
ปริมาตรความจุ 300 ลบ.ซม.
 - 1.4 ถาดเสิร์ฟเปียร์ส ขนาด กว้าง 0.25 ยาว 0.40
2. ดินที่ใช้เป็นเนื้อดินสโตรแวร์ เผาดิบ 750°C เผาเคลือบ $1,200^{\circ}\text{C}$
3. การขึ้นรูปใช้วิธีการหล่อหน้าสลิป
4. การเคลือบใช้วิธีการพ่นเคลือบ
5. สีที่เคลือบเป็นสีขาวเพื่อให้ดูสะอาดตัดด้วยสัญลักษณ์ของคาร์ลสเบอร์สสีขาว, ทองและแดง
6. สัญลักษณ์ของคาร์ลสเบอร์ ใช้สีเคลือบสรีนใส่บนรูปลอกสติกเกอร์ติดบนผลิตภัณฑ์แล้วนำไปเผา

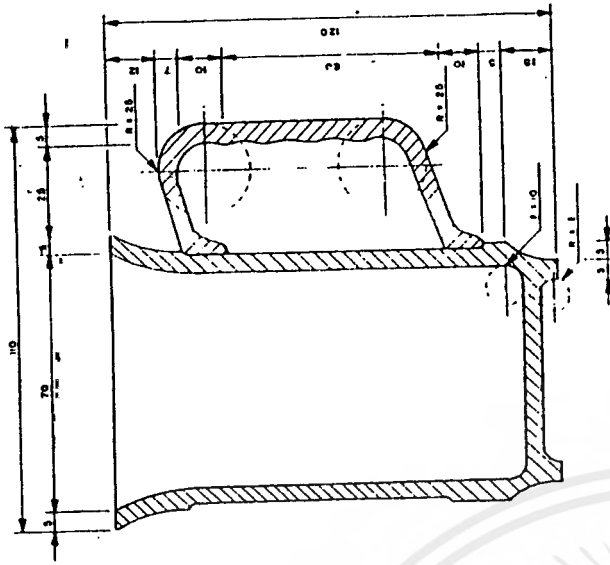
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



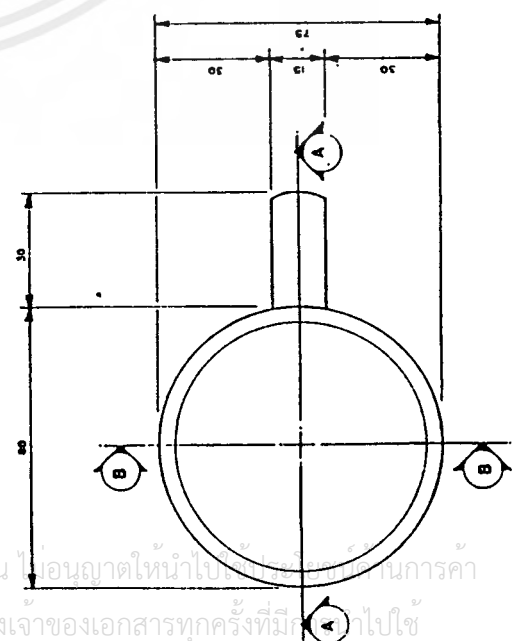
SIDE VIEW
1:1



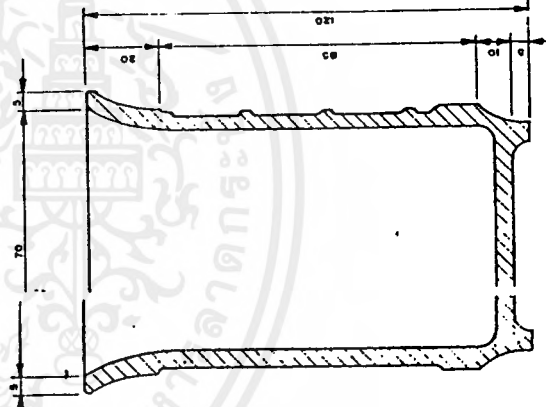
SIDE VIEW
1:1



SECTION A-A
1:1

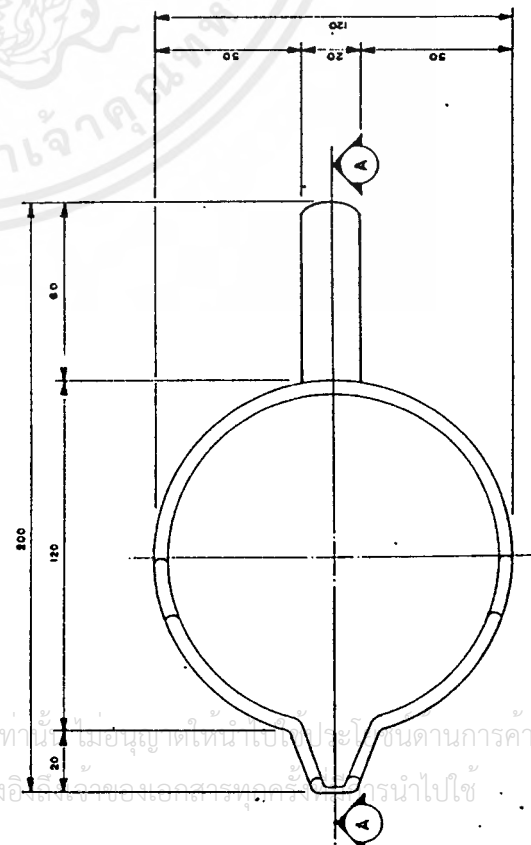
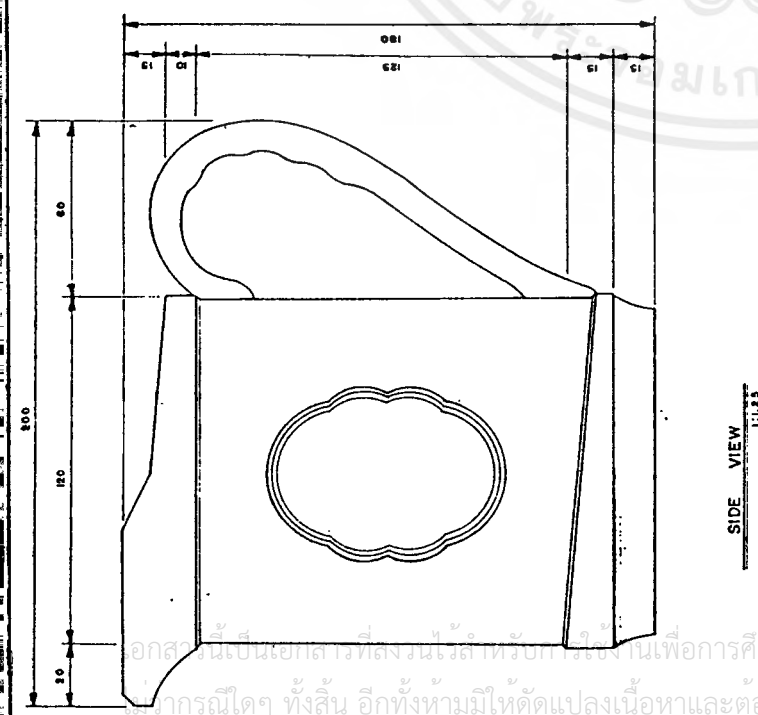
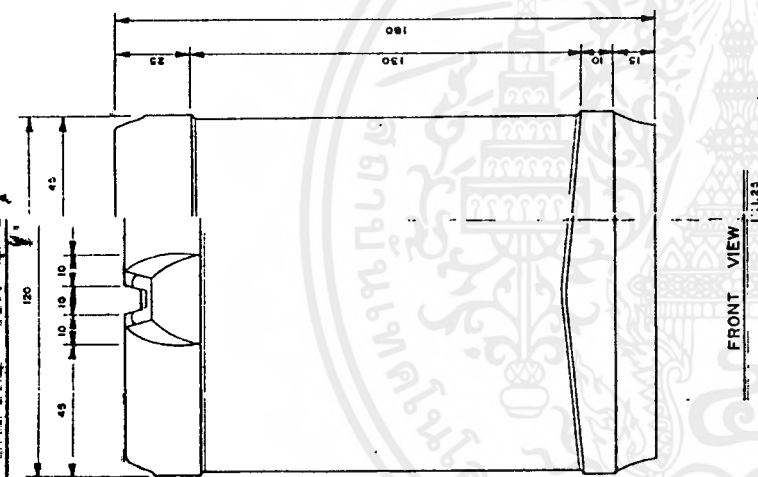
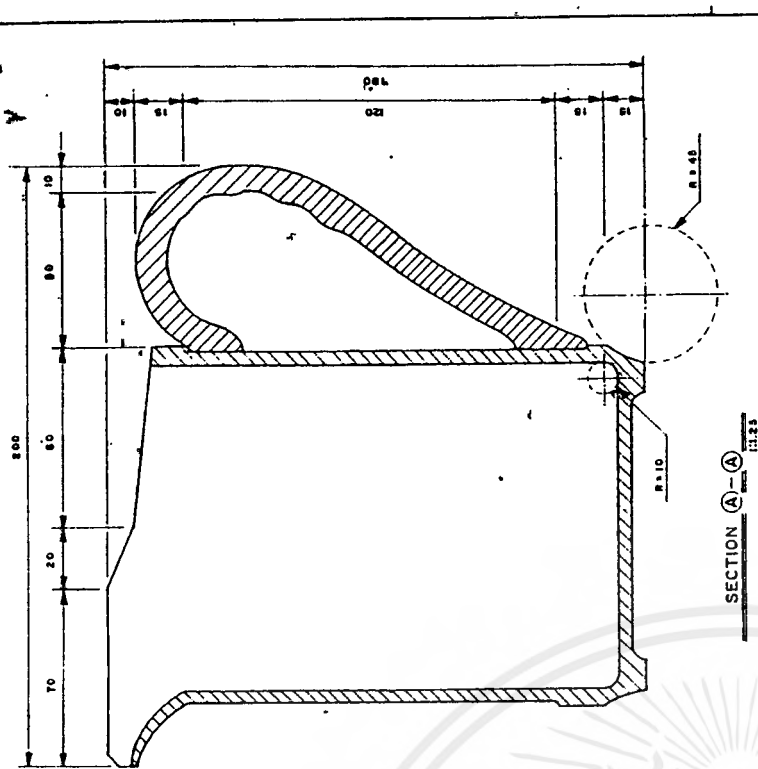


TOP VIEW
1:1



SECTION B-B
1:1

ว.ค.ป.	1/ก.พ./40	ชื่อ - สกุล	เลขที่	แผ่นที่
นักศึกษา	ภาสกร	ประทุมพร	11	4
ชื่องาน: ออกแบบชุดเครื่องปั้นดินเผาจากใบไม้และดินเหนียว				
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง				
ผู้ควบคุมงาน: อาจารย์ สาวิณี วัฒนธนะ				



ว.ค.ป.	1/ก.พ./40	ชื่อ - สกุล	เขต	แผนที่
นักศึกษา	นาย ธีระ	ทรงคุณธาดา	11.	22
สถาบันวิจัยพืชสวน		ปทุมธานี		
หลักสูตรการเพาะปลูกพืชสวน		วิชาพืชสวน		
เรียนชั้นปีที่ 1		เรียนภาคเรียนที่ 1		
เรียนภาคเรียนที่ 1		เรียนภาคเรียนที่ 1		

7. ชุดครอบหัวจ่ายเบียร์สด รูปทรงเป็นทรงกระบอกสามารถถอดแยกชิ้นส่วนได้ดังนี้

- 7.1 ฐานยึด วัสดุ สแตนเลส
- 7.2 BODY วัสดุ เซรามิกส์
- 7.3 ยึดก๊อกและก๊อก วัสดุ สแตนเลส
- 7.4 คันโยกก๊อก วัสดุ เซรามิกส์
- 7.5 ครอบยึดก๊อก วัสดุ เซรามิกส์
- 7.6 ฝาครอบ วัสดุ สแตนเลส
- 7.7 ด้านข้างสามเหลี่ยม ด้านเป็นรูปวงรีนูนรับ LOGO คาร์ลส-

เบอร์ก

8. เขี่ยกใส่เบียร์ด้านหน้าจะสูง แล้วลาดเอียงมาสู่ด้านหลังเพื่อการไหลของหยดน้ำเมื่อรวมตัวกันแล้วไหลลงสู่ด้านล่าง

8.1 ปากของเขี่ยกจะยื่นออกจากตัวเขี่ยก และมีส่วนป้องกันการหกด้านข้าง

8.2 LOGO คาร์ลสเบอร์ก ติดอยู่ด้านข้าง 2 ด้าน

8.3 ตัวเขี่ยกและหูแยกทำคนละส่วนแล้วประกอบด้วยน้ำสลিপ

9. แก้วเบียร์ด้านหน้าและด้านหลังลาดเอียงเหมือนเขี่ยกใส่เบียร์

9.1 ด้านข้างขวามือจะเว้าลงเล็กน้อย เพื่อการบังคับแก้วเบียร์

เวลาดื่ม

9.2 LOGO คาร์ลสเบอร์ก ติดอยู่ด้านซ้ายด้านเดียว

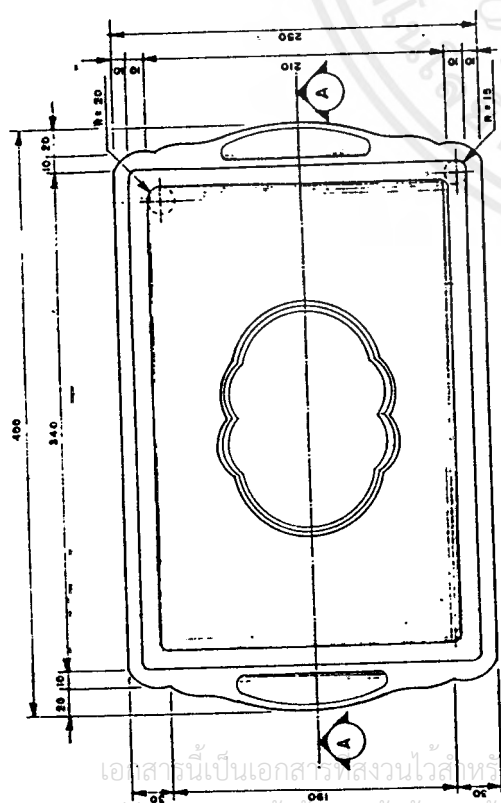
9.3 ปากแก้วด้านบนผายออก

10. ถาดเสิร์ฟเบียร์เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า

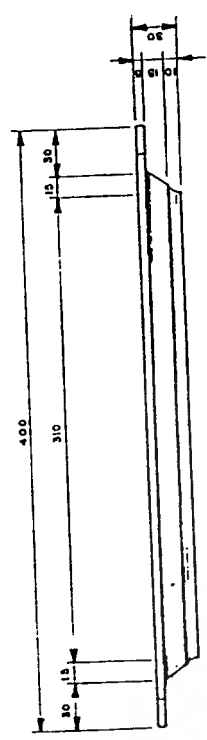
10.1 การขึ้นรูปใช้วิธีหล่อต้น

10.2 ด้านข้างจะเอียงทั้ง 4 ด้าน

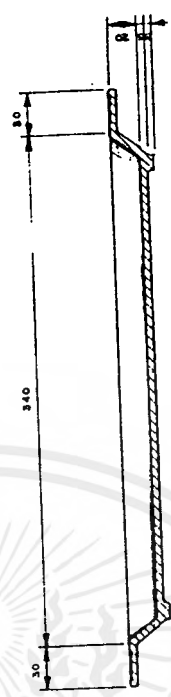
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



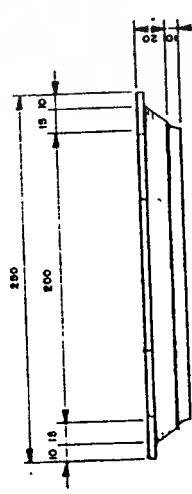
TOP VIEW
1:2.5



SIDE VIEW
1:2.5



SECTION A-A
1:2.5

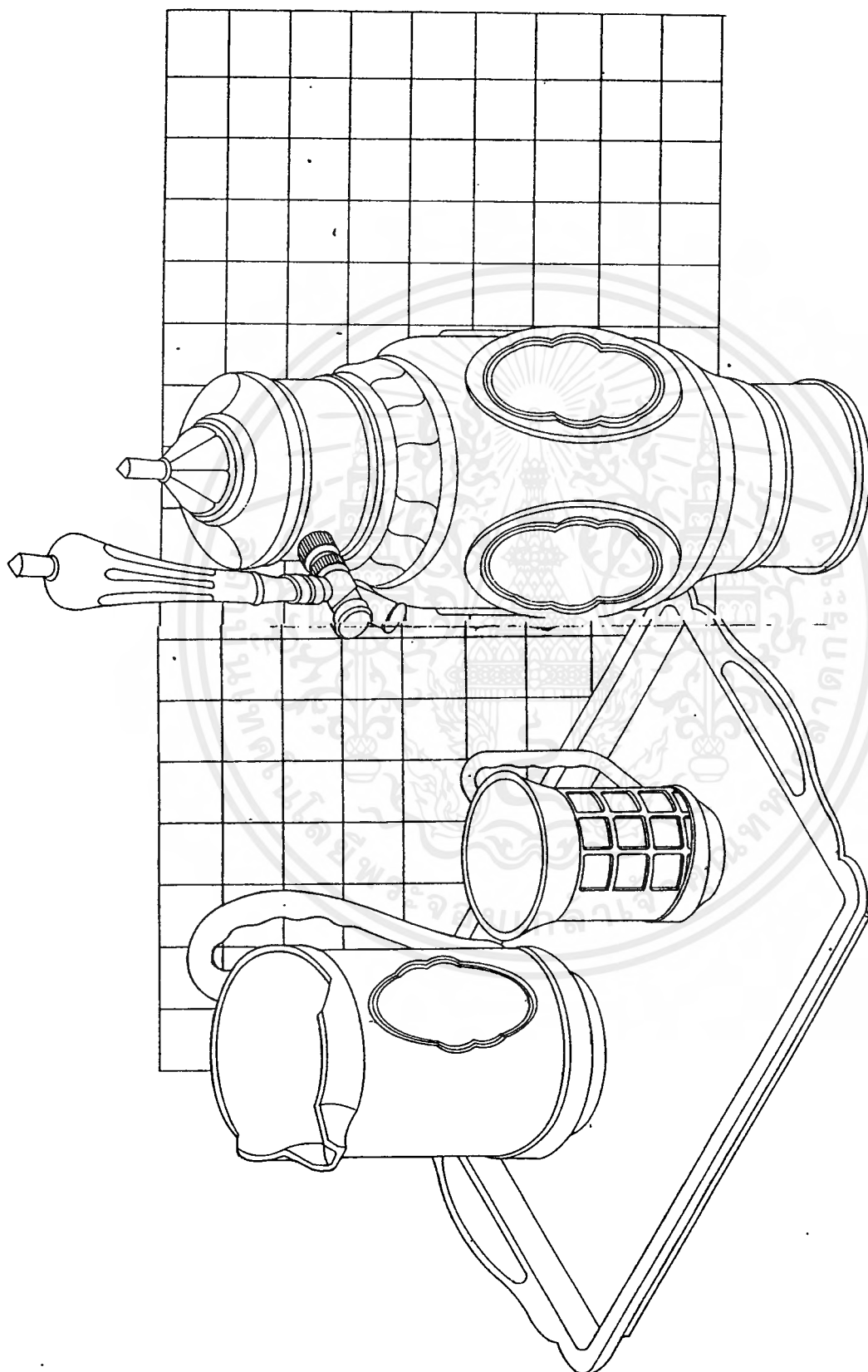


FRONT VIEW
1:2.5

ว.ศ.ป.	1/กท./40	ปี ๒ - ๑๐๒	เลขที่	แผ่นที่
นักศึกษา	นาย ชีระ หงษ์ชูศรี	II.	II.	3
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง		โครงการออกแบบเครื่องเรือนสำหรับศูนย์การเรียนรู้		
หลักสูตรการออกแบบ		วิชา การออกแบบเครื่องเรือน		

แบบร่างนี้จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์อื่นได้

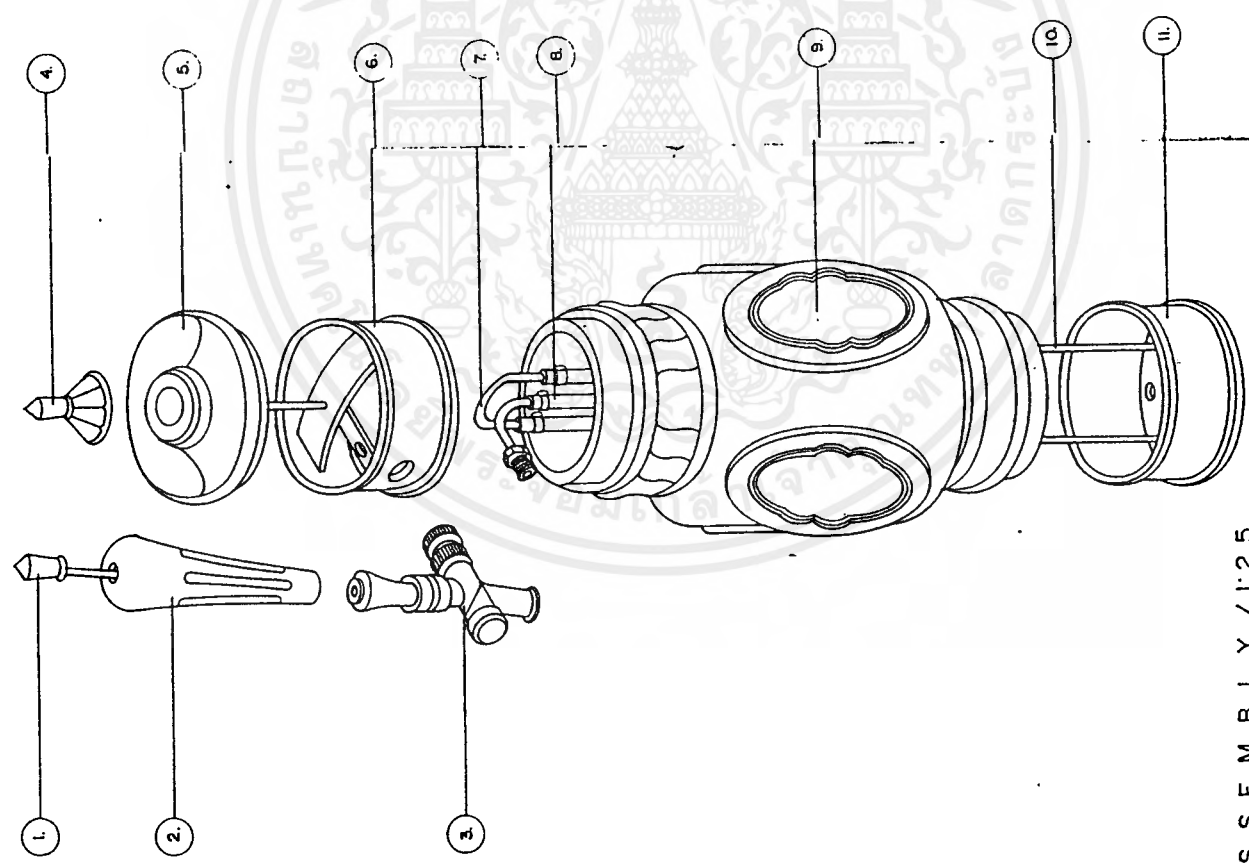
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ISOMETRIC / 11

ว.ศ.ป.	1/ก.พ./40	ชื่อ-สกุล	เลขที่	แผ่นที่
นักศึกษา	นาย ชีระ	ทั้งหมดทุกข้อ	11.	9
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า		ชื่องาน. ออกแบบชุดเครื่องปั้นดินเผาสำหรับชุมชนเมือง		
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง		ผู้ควบคุมโครงการ อาจารย์ ศาสตราจารย์ เจริญและ		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ASSEMBLY / I:2.5

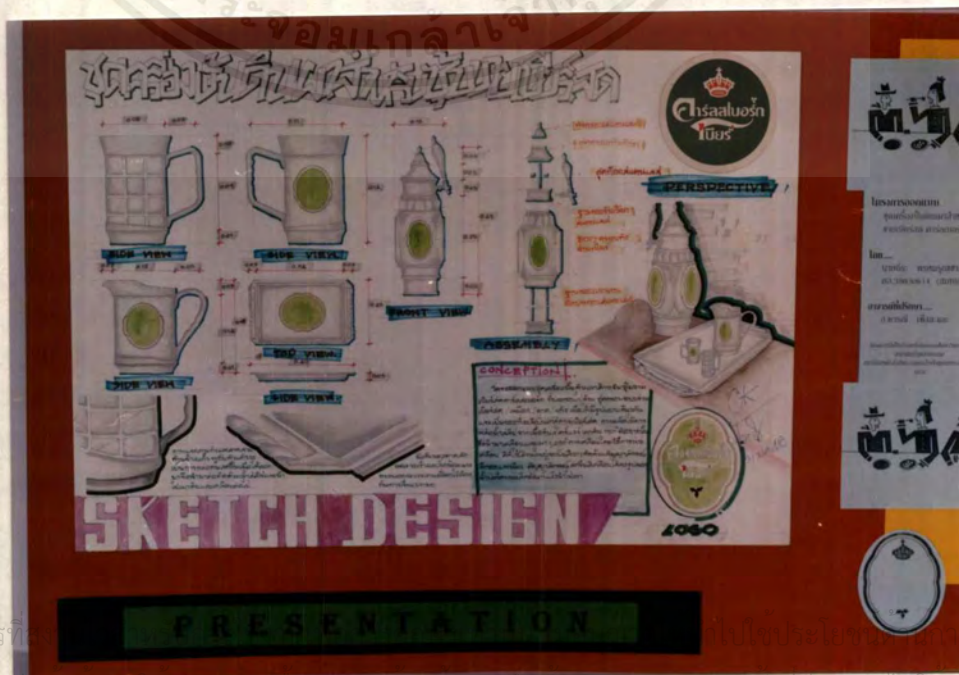
II.	I.	ฐานรอง	๑ 0.10	สแตนเลส	
10.	2	แกนสไลด์	๑ 0.005	สแตนเลส	
9.	3	หัวกลองระบบจ่ายเบียร์		เซรามิก	
8.	1	ท่อจ่ายเบียร์	๑ 0.01	ทองแดง	
7.	2	ท่อรับหัวสไลด์	๑ 0.01	ทองแดง	
6.	1	ชุดยึดหัวจ่าย	๑ 0.10	สแตนเลส	
5.	1	ฝาครอบ		เซรามิก	
4.	1	สวิตช์ควบคุม		สแตนเลส	
3.	1	ชุดก๊อก		สแตนเลส	
2.	1	คันโยก		เซรามิก	
1.	1	ฝาครอบคันโยก		สแตนเลส	
11.	จำนวน	รับส่วน	ขนาด 1/2 นิ้ว	สแตนเลส	ทอมัส
1	2	3	4	5	6
ว.ค.บ.	1/ก.บ./40	10 - 20	10 - 20	10 - 20	10 - 20
ชนิดสินค้า	นาย ชีระ	พจนานุกรม	11.	11.	11.
ข้อมูล: ออกแบบเพื่อใช้ในการผลิตกับลูกค้า					
ผู้ควบคุมโครงการ					
อาจารย์ คารณ เจริญ					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 51 SKETCH DESIGN



ภาพที่ 52 SKETCH DESIGN

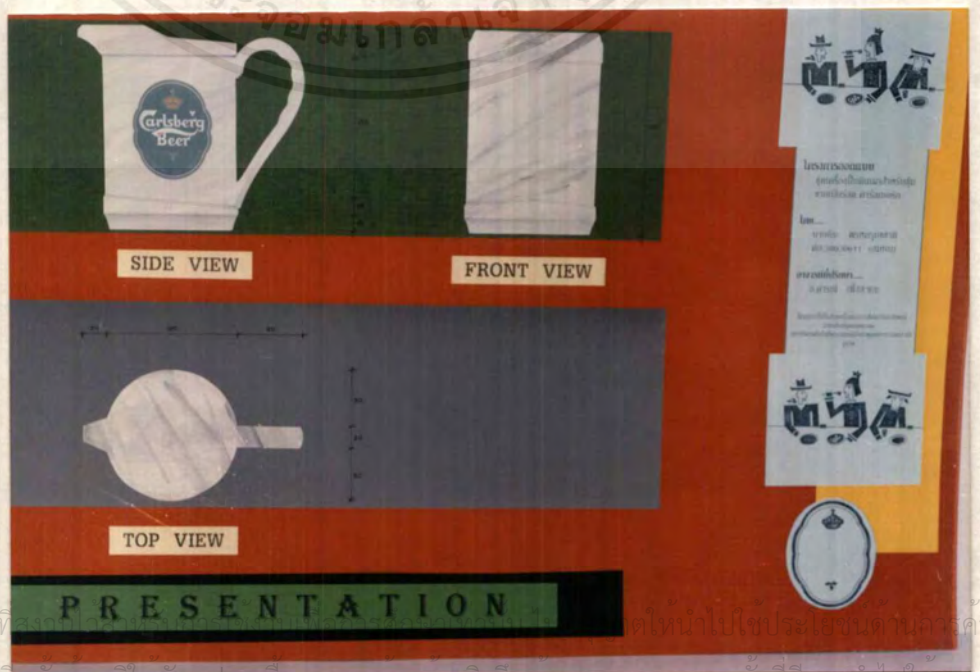


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่... ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ยกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำใบ

ภาพที่ 53 PRESENTATION

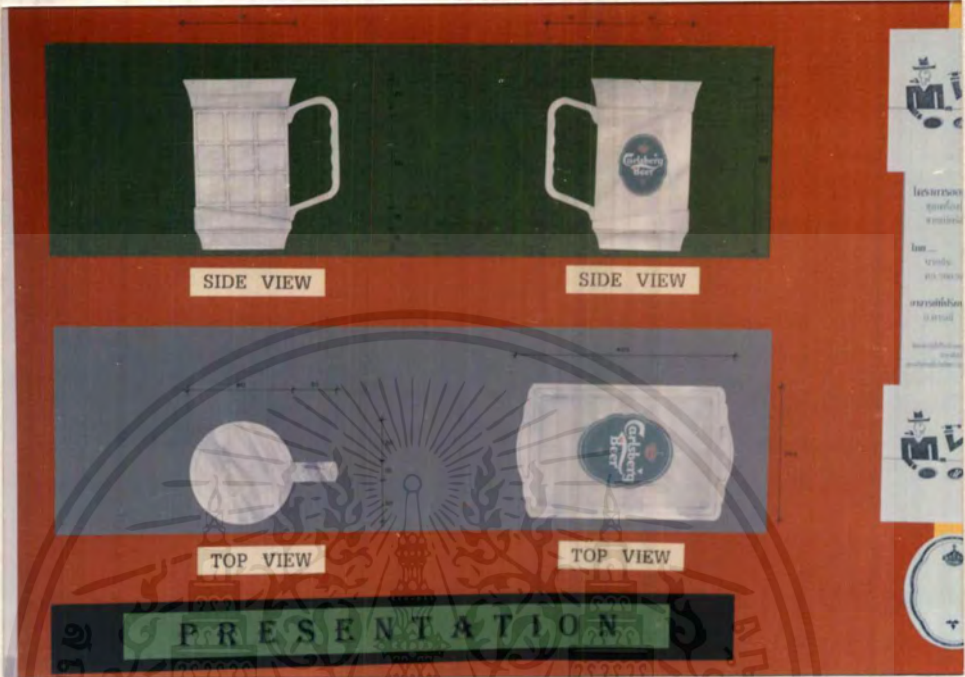


ภาพที่ 54 PRESENTATION

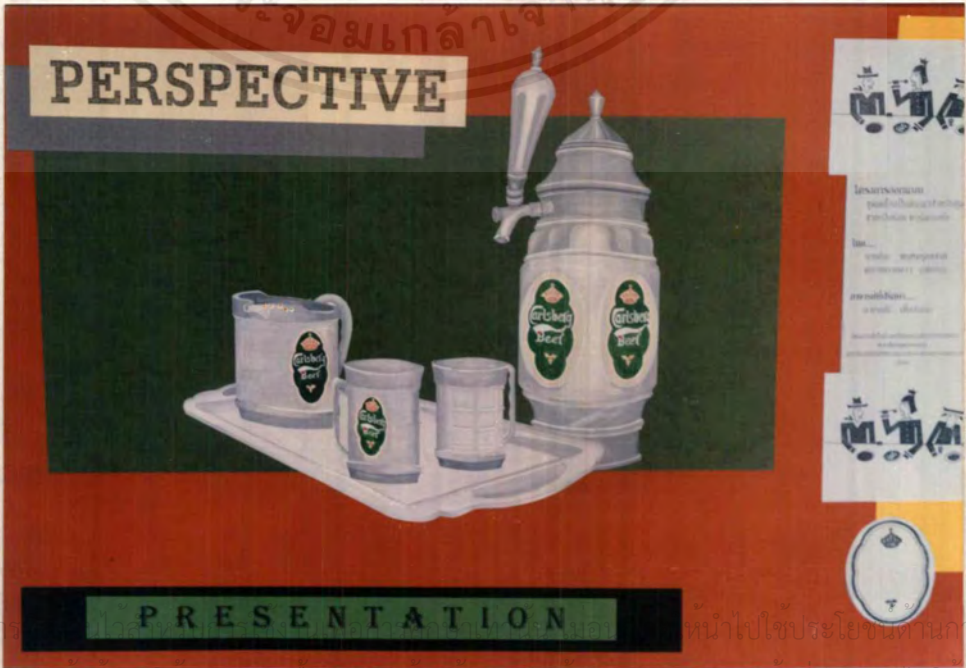


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการนำเสนอผลงานการประกวด
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีเนื้อหาที่ละเอียดและเที่ยงตรงของเอกสารทุกชิ้นที่มีงานนี้ไปใช้

ภาพที่ 55 PRESENTATION



ภาพที่ 56 PRESENTATION



เอกสารนี้เป็นเอกสาร
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น
อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้าไปใช้ประโยชน์ทางการค้า

ภาพที่ 57 MODEL



ภาพที่ 58 MODEL



เอกสารนี้เป็นเอกสาร
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น
การคัดลอกหรือการนำ
ไปใช้โดยไม่ได้รับ
อนุญาตจาก
ผู้จัดทำ
เอกสาร
จะถือว่า
ผิดกฎหมาย
ลิขสิทธิ์

ภาพที่ 59 MODEL



ภาพที่ 60 MODEL



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการเผยแพร่เท่านั้น ไม่ควรนำเอกสารนี้ไปใช้ในการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งหากมีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

ในการออกแบบชุดเครื่องปั้นดินเผาสำหรับชัชชายเปียร์สด คาร์ลสเบอร์ก นั้น หลังจากได้ดำเนินการจนเป็นสำเร็จออกมาแล้ว สามารถที่จะสรุปได้เป็นดังนี้

แนวความคิดเบื้องต้นที่จะออกแบบมาแล้ว สามารถที่จะสรุปได้เป็นดังนี้ เปียร์สด คาร์ลสเบอร์ก อันดับแรกมาจากตัวผู้จัดทำวิทยานิพนธ์เอง ที่ชอบและสนใจในวิชาเครื่องปั้นดินเผาและเลือกเรียนเป็นวิชาโท อีกทั้งได้สัมผัสและคลุกคลีกับบุคคลที่ทำงานเกี่ยวกับเครื่องปั้นดินเผาจึงได้เสนอโครงการนี้ต่อคณะกรรมการและรวบรวมข้อมูลปัญหาที่เกิดขึ้นต่างๆ มาเป็นเหตุผลที่จะนำมาทำการออกแบบชุดเครื่องปั้นดินเผาสำหรับชัชชายเปียร์สด คาร์ลสเบอร์ก

การรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบโดยคำนึงถึงคุณค่าของงานเซรามิกส์ หลักการผลิตกรรมวิธีต่างๆ การใช้งานการมีเอกลักษณ์และเป็นชุดเดียวกัน ฉะนั้นชุดเครื่องปั้นดินเผาสำหรับชัชชายเปียร์สด คาร์ลสเบอร์ก จึงควรจะคำนึงถึงจุดที่กล่าวมานี้เป็นหลักสำคัญ เพื่อเป็นแนวทางของการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล

การออกแบบ เป็นการนำเอาผลที่วิเคราะห์ออกมาแล้ว มาเป็นแนวทางในการออกแบบ โดยผ่านการสังเคราะห์ข้อมูล เพื่อให้การออกแบบนี้ สามารถตอบสนองความต้องการได้อย่างเต็มที่

สรุปผลการออกแบบ หลังจากการดำเนินการวิจัยถึงขั้นสรุปผลแล้ว ทำให้ได้ชุดเครื่องปั้นดินเผา สำหรับชัชชายเปียร์สด คาร์ลสเบอร์ก โดยอยู่ภายใต้สิ่งเหล่านี้

1. เป็นชุดเครื่องปั้นดินเผาสำหรับชัชชายเปียร์สดคาร์ลสเบอร์ก ที่ประ

กอบไปด้วย ตัวครอบระบบหัวจ่ายเปียร์สด แก้ว ถาด และเหยือก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. มีลักษณะของรูปแบบที่เป็นชุดเดียวกัน

3. สีของผลิตภัณฑ์เป็นสีขาวและสัญลักษณ์สีเขียวของ คาร์ลสเบอร์ก ใช้สีเคลือบสกรีนรูปลอกสติกเกอร์แล้วนำไปเผา

4. ดินที่ใช้เป็นเนื้อดินสโตนแวร์เผาดิน 750 C เเผาเคลือบ 1200 C

5. การขึ้นรูปใช้วิธีการหล่อขึ้นสลิป

6. ขนาดและสัดส่วน

6.1 ตัวครอบระบบหัวจ่ายเบียร์สด กว้าง 0.15 สูง 0.45

6.2 แก้วเบียร์ กว้าง 0.08 สูง 0.12

6.3 เขี่ยกใส่เบียร์ กว้าง 0.12 สูง 0.18

6.4 ถาดเสิร์ฟเบียร์ กว้าง 0.25 ยาว 0.40

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากที่ได้ทำการออกแบบมาทั้งหมดจนครบทุกขั้นตอนของการออกแบบแล้ว เพื่อเป็นช่องทางในการศึกษาข้อมูลและเป็นแนวทางในการออกแบบปรับปรุงต่อไป ผู้ทำวิจัยขอให้ข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้

1. ควรศึกษาเรื่องที่มาของรูปทรงในการออกแบบฟอร์มที่ได้ มาจากที่ใด

ใด

2. การศึกษาข้อมูล ควรศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องด้านอื่นนอกจากข้อมูล

เซรามิกส์

บรรณานุกรม

- ปรีดา พิมพ์ขาวขำ เซรามิกส์ แก๊สปรับปรุงครั้งที่ 3 สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2535
- ทวี พรหมพฤกษ์ วิชาเครื่องปั้นดินเผาเบื้องต้น สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์ 860-5862 วังบูรพา กรุงเทพมหานคร. 10200
- ทรงพันธ์ วรรณมาศ เครื่องปั้นดินเผา สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์ 860-862 วังบูรพา กรุงเทพมหานคร. 10200
- ชาญ จรรยาวัชย์ และ พัทธ์ หาญจรัญ "รายงานเรื่องดินขาว ดินเหนียว หินฟันม้า และทราย" ใน Report of Investigation เล่มที่ 71 ฝ่ายการแต่งแร่ กองการเหมืองแร่ กรมทรัพยากรธรณี ธันวาคม 2517
- พีชไธ Guide for Field Crops in the Tropics and the Sub-tropics รวบรวม : Samuel C. Litzenger ถอนความ : รองศาสตราจารย์ ดร.กฤษฎา สัมพันธ์รักษ์ ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ พิมพ์ครั้งที่ 2 พ.ศ. 2531 บริษัทโรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช จำกัด
- อนันต์ อินทรคำ โครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องบดน้ำเคลือบชั้นทดลองที่ใช้ในการศึกษาวิชาเครื่องปั้นดินเผา สาขาศิลปอุตสาหกรรม สจล. 2535
- นิรัช สุขสังข์ โครงการออกแบบชุดอาหารเครื่องปั้นดินเผาสำหรับร้านจิตรลาดการค้า ศูนย์ศิลปาชีพบางไทร สาขาศิลปอุตสาหกรรม สจล. 2536

แบบเสนอขออนุมัติหัวข้อวิทยานิพนธ์

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

โครงการเสนอวิทยานิพนธ์

เรื่อง (ภาษาไทย) โครงการออกแบบชุดเครื่องปั้นดินเผาสำหรับชัมชายเบียร์สด

บริษัท คาร์ลสเบอร์ก เบียร์เวอรี (ประเทศไทย) จำกัด

(ภาษาอังกฤษ) Disign Project of Pottery for Carlsberg Draft

Beer Bower

เสนอโดย (นาย/นาง/นางสาว) ชีระ พรหมรูกษชาติ

นักศึกษาภาควิชา ครุศาสตร์สถาปัตยกรรม สาขาวิชา ศิลปอุตสาหกรรม

จำนวนหน่วยกิตวิทยานิพนธ์ 8 หน่วยกิต

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์

- 1. อาจารย์ ดารณี เฟื่องสะและ
- 2.
- 3.

ประเภทวิทยานิพนธ์ที่เสนอ

- 1. การศึกษาค้นคว้าข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และออกแบบ
 - ก. โครงการจริง
 - ข. โครงการเสนอแนะ
 - ๑๓. โครงการปรับปรุงและเปลี่ยนแปลง
- 2. การศึกษาค้นคว้าข้อมูลอย่างกว้างขวางโดยละเอียดและวิเคราะห์ เพื่อนำไปสู่การออกแบบ
 - ก. โครงการจริง
 - ข. โครงการเสนอแนะ

3. การศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาด้านเศรษฐศาสตร์อุตสาหกรรม

.....

ข้าพเจ้าได้นำโครงการเสนอวิทยานิพนธ์ให้อาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณาแล้ว
 ท่านยินดีเป็นที่ปรึกษา และได้แนบโครงการเสนอวิทยานิพนธ์ดังกล่าวมาพร้อมนี้
 จึงเสนอมาเพื่อพิจารณา

ลงชื่อ.....นักศึกษา

(นาย ชีระ พรหมรุขชาติ)

ลงวันที่ 24 เดือน ก.ค. พ.ศ. 2539

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ลงนาม

(1)

(.....)

ตำแหน่ง.....

ลงวันที่....เดือน.....พ.ศ.....

(2)

(.....)

ตำแหน่ง.....

ลงวันที่....เดือน.....พ.ศ.....

(3)

(.....)

ตำแหน่ง.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ลงวันที่....เดือน.....พ.ศ.....
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบขออนุมัติหัวข้อวิทยานิพนธ์

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ด้วยข้าพเจ้า (นาย/นาง/นางสาว) ธีระ พรหมมีรูกษชาติ

นักศึกษา ภาควิชา ครุศาสตร์สถาปัตยกรรม สาขาวิชา ศิลปอุตสาหกรรม

ที่อยู่ปัจจุบัน บ้านเลขที่ 82/67 ตรอก/ซอย หมู่บ้านอ่อนนุชนิเวศน์ 1

ถนน อ่อนนุช - ลาดกระบัง ตำบล ลาดกระบัง

อำเภอ/เขต ลาดกระบัง จังหวัด กรุงเทพฯ ฯ

หมายเลขโทรศัพท์ที่บ้าน 326-6437 ที่ทำงาน -

มีความประสงค์ขออนุมัติเขียนวิทยานิพนธ์เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาตรี สาขา ศิลปอุตสาหกรรม จำนวน 8 หน่วยกิต

ชื่อเรื่อง (ภาษาไทย) โครงการออกแบบชุดเครื่องปั้นดินเผาสำหรับชัมชายเบียร์สด

บริษัท คาร์ลสเบอร์ก บรีวเวอรี่ (ประเทศไทย) จำกัด

(ภาษาอังกฤษ) Design Project of Pottery for Carlsberg

Draft Beer Bower

ชื่ออาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ อาจารย์ ดารณี เพ็งสะและ

ที่อยู่ปัจจุบันของอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ บ้านเลขที่ 19/7 ม.3 ตรอก/ซอย -

ถนน ประชาอุทิศ ตำบล วังทองหลาง อำเภอ/เขต บางกะปิ

จังหวัด กรุงเทพฯ ฯ โทรศัพท์ 539-2249

ที่ทำงาน แอสไซน์เดคคอเรชั่น เลขที่ 19/7 ม.3 ตรอก/ซอย -

ถนน ประชาอุทิศ ตำบล วังทองหลาง อำเภอ/เขต บางกะปิ

จังหวัด กรุงเทพฯ ฯ โทรศัพท์ 539-2249

ชื่ออาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์.....

ถนน.....ตำบล.....อำเภอ/เขต.....

จังหวัด.....โทรศัพท์.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ทำงาน.....เลขที่.....ต.รอก/ชอย.....
ถนน.....ตำบล.....อำเภอ/เขต.....
จังหวัด.....โทรศัพท์.....



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้