อภินันทนาการ

สำนักหอสมุด

การออกแบบของที่ระลึกชุดอุปกรณ์บนโต๊ะทำงานจากเครื่องเคลือบดินเผาและบรรจุภัณฑ์ที่แสดงถึงเอกลักษณ์ของมหาวิทยาลัยนเรศวร

อารีวรรณ แป้นสกุล

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยนเรศวร
วันลงทะเบียน 22 ก.ย. 2558
เลขทะเบียน 1189671
เลขเรียกหนังสือ

ศิลปนิพนธ์เสนอคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
หลักสูตรปริญญาศิลปกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์
พฤษภาคม 2558
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

OFFICE EQUIPMENTS AND SUPPLIES DESIGN FROM CERAMIC FOR NARESUAN UNIVERSITY SOUVENIR AND IT'S PACKAGE DESIGN.

AREEWAN PAENSAKUL

Art Thesis Submitted to the Faculty of Architecture of Naresuan University

in partial Fulfillment of the Requirements for the

Bachelor of Fine and Applied Arts Degree in Product and Package Design

May 2015

Copyright 2015 by Naresuan University

คณะกรรมการสอบได้พิจารณาศิลปนิพนธ์ เรื่องการออกแบบของที่ระลึกชุดอุปกรณ์บนโต๊ะทำงานจากเครื่องเคลือบดินเผาและบรรจุภัณฑ์ที่แสดงถึงเอกลักษณ์ของมหาวิยาลัยนเรศวร ของนางสาวอารีวรรณ แป้นสกุลเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาศิลปกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์ ของมหาวิทยาลัยนเรศวร

.....ประธาน
(อาจารย์พีชรวัฒน์ สุริยงค์)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.นิรัช สุดสังข์)

.....กรรมการ
(ดร. สมาพร คล้ายวิเชียร)

หัวข้อวิจัย	การออกแบบของที่ระลึกชุดอุปกรณ์บนโต๊ะทำงานจากเครื่องเคลือบดินเผาและบรรจุภัณฑ์ที่แสดงถึงเอกลักษณ์ของมหาวิทยาลัยนเรศวร
ผู้วิจัย	นางสาวอารีวรรณ แป้นสกุล
ประธานที่ปรึกษา	อาจารย์พัชรวัฒน์ สุริยงค์
กรรมการที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร.นิรัช สุดสังข์
	ดร. สมาพร คล้ายวิเชียร
ประเภทสารนิพนธ์	ศิลปนิพนธ์ ศป.บ. สาขาวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2558
คำสำคัญ	การออกแบบ,ของที่ระลึกชุดอุปกรณ์บนโต๊ะทำงาน,เครื่องเคลือบดินเผา ,บรรจุภัณฑ์,มหาวิทยาลัยนเรศวร

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาเอกลักษณ์ของมหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก เพื่อนำเอกลักษณ์มาใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์เครื่องเคลือบดินเผาจากการศึกษาดังกล่าวจะนำไปสู่การพัฒนาการออกแบบของที่ระลึกชุดอุปกรณ์บนโต๊ะทำงานจากเครื่องเคลือบดินเผาที่แสดงถึงเอกลักษณ์ของมหาวิทยาลัยนเรศวร โดยใช้วิธีเชิงคุณภาพ การวิจัยทางเอกสาร และการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างอย่างเจาะจง

จากกการศึกษาความต้องการของผู้ที่ทำงานในสำนักงานและผู้บริโภคพบว่า ต้องการสินค้าประเภทของใช้หรือของที่ระลึกที่ซื้อเป็นของฝากและสามารถใช้งานได้ มีความต้องการสินค้าที่มีความแปลกใหม่ตอบสนองต่อการใช้งานได้

ผลการวิจัยพบว่า

ผลิตภัณฑ์ที่ได้ออกแบบนั้นมีอยู่ 4 อย่างซึ่งสามารถซื้อเป็นของที่ระลึกหรือนำไปใช้งานได้จริง ซึ่งมีคุณค่าทั้งทางกายและจิตใจ สามารถช่วยผ่อนคลายบนโต๊ะทำงานได้ ผลิตภัณฑ์ 4 อย่างนั้นคือ

1. ที่ใส่อุปกรณ์เครื่องเขียน
2. ที่ใส่นามบัตร
3. ที่ใส่ลวดหนีบกระดาษ
4. แจกันดอกไม้

ซึ่งเราได้นำเอาเอกลักษณ์ของมหาวิทยาลัยนเรศวรมาใช้ในการออกแบบ โดยนำผลเสลามาเป็นแรงบันดาลใจ เสลานั้นเป็นต้นไม้ประจำมหาวิทยาลัยนเรศวร เพื่อสร้างเอกลักษณ์ให้กับผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์เครื่องเคลือบดินเผา

กิตติกรรมประกาศ

ศิลปนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี เพราะได้รับความอนุเคราะห์ความกรุณาและความอนุเคราะห์จากอาจารย์พัชรวัฒน์ สุริยงค์ ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ขอขอบคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.นิรัช สุดสังข์ และขอขอบคุณดร. สมาพร คล้ายวิเชียร กรรมการที่ปรึกษา ที่ช่วยให้คำแนะนำช่วยกลั่นกรองผลงานออกมาอย่างดีและมีประสิทธิภาพ ตลอดจนช่วยแนะนำ และแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยความเอาใจใส่จนสำเร็จและสมบูรณ์ได้ ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบคุณอาจารย์นิกร กราบเขียว อาจารย์ที่คอยให้คำแนะนำ ให้ความรู้แนะนำเรื่องเครื่องเคลือบดินเผาและกระบวนการผลิตเครื่องเคลือบดินเผา และขอขอบคุณศูนย์พัฒนาอุตสาหกรรมเซรามิก จังหวัดลำปาง ที่ได้ให้คำแนะนำความรู้กระบวนการในการผลิต ซึ่งทำให้งานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

สุดท้ายขอขอบคุณทางครอบครัว และเพื่อนๆที่คอยสนับสนุน เป็นกำลังใจ รวมทั้งทุนทรัพย์ในการทำงานวิจัยชิ้นนี้ผ่านไปได้ด้วยดี ผู้วิจัยมีความรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง หวังว่าศิลปนิพนธ์นี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจ นักวิจัยขอขอบพระคุณด้วยความจริงใจ

อารีวรรณ แป้นสกุล

สารบัญ

บทที่ หน้า

1 บทนำ 1

1. ความเป็นมาของปัญหา 1

2. จุดมุ่งหมายของการศึกษา 2

3. ขอบเขตของงานวิจัย 3

4. ประโยคที่คาดว่าจะได้รับ 5

5. นิยามศัพท์เฉพาะ 6

2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 7

1. เอกสารละงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมหาวิทยาลัยนเรศวร 8

1.1 ประวัติความเป็นมาของมหาวิทยาลัยนเรศวร 8

1.2 ตราสัญลักษณ์ของมหาวิทยาลัยนเรศวร 9

2. เอกสารละงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ 12

2.1 ความหมายของการออกแบบ 12

2.2 ประเภทและส่วนประกอบของการออกแบบ 13

3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเครื่องเคลือบดินเผา 16

3.1 วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตเซรามิก 16

3.2 กระบวนการผลิตเซรามิก 29

บทที่ หน้า

3.3 กระบวนการเผาเซรามิก 42
4. เอกสารและงานที่เกี่ยวข้องกับบรรจุภัณฑ์ 56
4.1 บรรจุภัณฑ์กระดาษลูกฟูก 56
4.2 ระบบการพิมพ์ออฟเซ็ท 58
4.3 สัญลักษณ์บนบรรจุภัณฑ์ 61
3 วิธีดำเนินงานวิจัย 62
1. วิธีดำเนินการวิจัย 64
2. เครื่องมือการวิจัย 64
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล 65
4. การวิเคราะห์ข้อมูล 65
4 ผลการวิจัย 66
ส่วนที่ 1 บทวิเคราะห์และสรุปเงื่อนไขในการออกแบบ (Design Brief) 66
1.1 ชื่อโครงการ (Project Title) 66
1.2 ข้อมูลผลิตภัณฑ์ (Product data) 66
1.3 สถานที่จัดวางจำหน่าย(Outlets) 67
1.4 ข้อมูลผู้บริโภคเป้าหมาย (Target consumer data) 67
1.5 ข้อมูลผลิตภัณฑ์ (Product data) 67
1.6 ข้อมูลบรรจุภัณฑ์แ/ฉลาก(Package/labal data) 68
1.7 เงื่อนไขและข้อสรุปด้านเรขศิลป์(Graphic design Brief Bachground) 68
1.8 การวิเคราะห์ข้อมูลทางการตลาด 68

สารบัญ(ต่อ)

บทที่ หน้า

1.9 วัตถุประสงค์ (objective) 70

1.10 กลุ่มเป้าหมาย(Main target) 70

ส่วนที่ 2 การพัฒนาและสร้างสรรค์ (Development and Design) 70

2.1 แนวคิดในการออกแบบ(Design Concept) 70

2.2 แนวความคิด (concept) 70

2.3 เหตุผลสนับสนุน (support) 70

2.4 การคาดหวังผลตอบรับ (Desire response) 72

2.5 การวิเคราะห์แนวทางการออกแบบ 72

2.5.1 การวิเคราะห์เกี่ยวกับโครงสร้างผลิตภัณฑ์ 72

2.5.2 การวิเคราะห์ด้านกราฟิก 72

2.5.3 แนวความคิดลายกราฟิก 72

2.6 การวิเคราะห์เกี่ยวกับโครงสร้างบรรจุภัณฑ์ 75

2.7 การวิเคราะห์ความแข็งแรง 76

2.8 การวิเคราะห์ด้านกราฟิก 76

2.9 การวิเคราะห์ด้านกราฟิกของโลโก้ 78

ส่วนที่ 3 ผลงานที่สร้างสรรค์ (Product and Packaging Design) 79

5 สรุปผลการวิจัยอภิปรายผลและข้อเสนอแนะ 81

สรุปผล 82

ข้อเสนอแนะ 82

สารบัญ(ต่อ)

บทที่ หน้า

ภาคผนวก 83

ภาคผนวก ก 84

บรรณานุกรม 92

ประวัติผู้วิจัย 93

สารบัญตาราง

ตาราง **หน้า**

ตารางที่ 1 แสดงระยะเวลาในการออกแบบ 5
ตารางที่ 2 แสดงอารมณ์ ความรู้สึก รูปแบบ (MOOD&TONE) 71

สารบัญภาพ

ภาพ หน้า

ภาพที่ 1 แสดงตราสัญลักษณ์ เป็นพระบรมรูปสมเด็จพระนเรศวรมหาราชในท่านั่ง 9

ภาพที่ 2 แสดงตราสัญลักษณ์ เป็นรูปช้างศึก 10

ภาพที่ 3 แสดงดอกไม้ประจำมหาวิทยาลัยนเรศวร 10

ภาพที่ 4 แสดงสีประจำมหาวิทยาลัยนเรศวร 12

ภาพที่ 5 แสดงการหดตัวหลังอบที่มีปัญหา 18

ภาพที่ 6 แสดงเครื่องหาค่าการกระจายตัวของอนุภาค (Particle size distribution) 20

ภาพที่ 7 แสดงการหา Slaking time 22

ภาพที่ 8 แสดงการทดสอบความเหนียวของดินโดยวิธี Atterberg's limits 22

ภาพที่ 9 แสดงการทดสอบการ Warpage ของชิ้นงาน 23

ภาพที่ 10 แสดงผลิตภัณฑ์จากดินผสมสำเร็จรูปกลุ่มพอร์ซเลน 25

ภาพที่ 11 แสดงผลิตภัณฑ์จากดินผสมสำเร็จรูปกลุ่มวิเทรียสไชน่า 26

ภาพที่ 12 แสดงผลิตภัณฑ์จากดินผสมสำเร็จรูปกลุ่มสโตนแวร์ 28

ภาพที่ 13 แสดงแสดงการขึ้นรูปด้วยแป้นหมุน 33

ภาพที่ 14 แสดงแสดงการขึ้นรูปด้วยรูปแบบขด 34

ภาพที่ 15 แสดงแสดงการขึ้นรูปด้วยรูปแบบแผ่น 35

ภาพที่ 16 แสดงแสดงการขึ้นรูปด้วยรูปแบบอิสระ 36

ภาพที่ 17 แสดงการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของเนื้อดินปั้นเมื่อได้รับการผึ่งให้แห้ง 45

ภาพที่ 18 แสดงการตากเนื้อดินปั้น จากเนื้อดินเปียก ดินแห้งหมาดๆ จนกระทั่งดินแห้ง ใช้เวลาตาก 46

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพ หน้า

ภาพที่ 19 แสดงการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพเมื่อดินได้รับการตากแห้ง จะเกิดน้ำระเหย เกิดการหดตัวทางความยาวและปริมาตรของเนื้อดินปั้นน้ำหนักก็หายไปจากการ 46

ภาพที่ 20 แสดงการเปลี่ยนแปลงของเนื้อดินปั้นในการเผาดิบ (Stage of biscuit firing) 48

ภาพที่ 21 แสดงการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของเนื้อดินปั้นเมื่อได้รับการเผาเคลือบ 52

ภาพที่ 22 แสดงการวางผลิตภัณฑ์เข้าเตาเผาเคลือบ 53

ภาพที่ 23 แสดงการวางทุ่นวัดอุณหภูมิและการล้มของทุ่นวัดอุณหภูมิ 54

ภาพที่ 24 แสดงรูปแบบเตาเผาเครื่องปั้นดินเผา 25

ภาพที่ 25 แสดงภาพกระดาษลูกฟูก 58

ภาพที่ 26แสดงเครื่องหมาย/สัญลักษณ์รีไซเคิลสำหรับกระดาษ 61

ภาพที่ 27 แสดงเครื่องหมาย รีไซเคิลได้ และ มาจากรีไซเคิล 62

ภาพที่ 28 แสดงเครื่องหมาย/สัญลักษณ์การกระตุ้นจิตสำนึกของผู้บริโภค 62

ภาพที่29 แสดงอารมณ์ ความรู้สึก รูปแบบ (MOOD&TONE) 71

ภาพที่ 30 แสดงแนวความคิดลายกราฟิก 72

ภาพที่ 31 แสดงภาพ สเก็ตผลิตภัณฑ์ 73

ภาพที่ 32 แสดงลายกราฟิกสำหรับที่ใส่อุปกรณ์เครื่องเขียน เป็นการเขียนลายใต้เคลือบใสตกแต่งด้วยสีใต้เคลือบ SAA มีจุดสุกตัวสูง 1200-1300 องศาเซลเซียส 73

ภาพที่ 33 แสดงลายกราฟิกสำหรับที่ใส่นามบัตร เป็นการเขียนลายใต้เคลือบใสตกแต่งด้วยสีใต้เคลือบ SAA มีจุดสุกตัวสูง 1200-1300 องศาเซลเซียส 74

ภาพที่ 34 แสดงลายกราฟิกสำหรับที่ใส่ลวดหนีบกระดาษ เป็นการเขียนลายใต้เคลือบใสตกแต่งด้วยสีใต้เคลือบ SAA มีจุดสุกตัวสูง 1200-1300 องศาเซลเซียส 74

ภาพที่ 35 แสดงลายกราฟิกสำหรับแจกันดอกไม้ เป็นการเขียนลายใต้เคลือบใสตกแต่งด้วยสีใต้เคลือบ SAA มีจุดสุกตัวสูง 1200-1300 องศาเซลเซียส 75

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพ หน้า

ภาพที่ 36 กราฟิกบนบรรจุภัณฑ์กล่องสำหรับใส่ผลิตภัณฑ์ 76
ภาพที่ 37 กราฟิกบนบรรจุภัณฑ์ถุงกระดาษสำหรับใส่บรรจุภัณฑ์กล่อง 77
ภาพที่ 38 กราฟิกภายในบรรจุภัณฑ์กล่อง 77
ภาพที่ 39 แสดงโลโก้ของแบร์น NU BRAND 78
ภาพที่ 40 แสดงการสเก็ตภาพงานรวมทั้งหมด 78
ภาพที่ 41 แสดงการผลสำเร็จงาน (1) 79
ภาพที่ 42 แสดงการผลสำเร็จงาน (2) 79
ภาพที่ 43 แสดงการผลสำเร็จงาน (3) 80

บทที่ 1
บทนำ

1. ความเป็นมาของปัญหา

มหาวิทยาลัยนเรศวร เริ่มต้นจากการเป็นมหาวิทยาลัยวิชาการศึกษาพิษณุโลก เมื่อวันที่ 25 มกราคม พ.ศ. 2510 ตามพระราชบัญญัติวิทยาลัยวิชาการศึกษา ต่อมาได้ยกฐานะขึ้นเป็นมหาวิทยาลัย โดยพระราชบัญญัติมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เมื่อวันที่ 28 มิถุนายน พ.ศ. 2517 นาม มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เป็นนามพระราชทานจากพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวภูมิพลอดุลยเดช ได้ทรงพระกรุณาโปรดเกล้าฯ พระราชทานตามหนังสือด่วนมากของสำนักพระราชวังที่ รล. 0002/1601 ลงวันที่ 6 มีนาคม พ.ศ. 2517 และพระราชทานความหมายกำกับว่า "ศรีนครินทรวิโรฒ" หมายถึง มหาวิทยาลัยที่เจริญเป็น ศรีสง่า แก่มหานคร

ใน ปี พ.ศ. 2522 มหาวิทยาลัยได้ขออนุญาตกระทรวงมหาดไทยใช้ที่ดินสาธารณประโยชน์ บริเวณทุ่งหนองอ้อปากคลองจิกเนื้อที่ตามหนังสือสำคัญ สำหรับหลวง 1280-2-85 ไร่ ต่อมาได้มีพระราชกฤษฎีการกำหนดเขตที่ดินบริเวณนี้เป็นเขตจัดรูปที่ดินอยู่ใน ความดูแลของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จึงขอใช้ที่ดินดังกล่าวเพื่อประโยชน์ทางการศึกษา ได้รับอนุมัติแล้วได้นำขึ้นทะเบียนเป็นที่ราชพัสดุ เมื่อวันที่ 27 มิถุนายน พ.ศ. 2527 โดยทำการรังวัดที่ดินใหม่เป็น 2 แปลง แปลงที่ 1 มีพื้นที่ 1283-3-06 ไร่ ทะเบียนราชพัสดุเลยที่ 903 แปลงที่ 2 มีพื้นที่ 102-3-37 ไร่ ทะเบียนราชพัสดุเลขที่ 904 รัฐบาลได้แต่งตั้งคณะกรรมการพิจารณาความเหมาะสมในการจัดตั้งมหาวิทยาลัยใน ส่วนภูมิภาคและมีมติรับหลักการที่จะยกฐานะมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ พิษณุโลก ขึ้นเป็น มหาวิทยาลัยเอกเทศในวันที่ 9 สิงหาคม พ.ศ 2527 คณะรัฐมนตรีมีมติเห็นชอบให้ดำเนินการตราพระราชบัญญัติ จัดตั้งมหาวิทยาลัยขึ้น ช่วงปีพ.ศ. 2527-2531 มหาวิทยาลัยได้เตรียมความพร้อมสำหรับมหาวิทยาลัยแห่งใหม่ โดยจัดทำผังแม่บทการเตรียมงบประมาณทางด้าน การก่อสร้าง และพัฒนาด้านอาคารสถานที่ และบุคลากร รัฐบาลขณะนั้นมี พลเอกชาติชาย ชุณหะวัณ เป็นนายกรัฐมนตรี ได้มีมติให้ยกฐานะวิทยาเขตพิษณุโลก ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ขึ้นเป็นมหาวิทยาลัยเอกเทศ และได้ตราพระราชบัญญัติมหาวิทยาลัยนเรศวร พ.ศ. 2533 ประกาศในราชกิจจานุเบกษา ฉบับพิเศษเล่มที่ 107 ตอนที่ 131 ลงวันที่ 29 กรกฎาคม พ.ศ. 2533 ซึ่งเป็นวันครบรอบ 400 ปี ของการเสด็จขึ้นครองราชย์ของสมเด็จพระนเรศวรมหาราช พระมหากษัตริย์ผู้ทรงคุณูปการอันใหญ่หลวงแก่แผ่นดินไทย อีกทั้งยังทรงเป็นพระมหากษัตริย์ที่ทรงมีประสูติกาล และ

จำเริญวัยที่เมืองพิษณุโลก มหาวิทยาลัย จึงได้กำหนดให้วันที่ 29 กรกฎาคม พ.ศ. 2533 เป็นวันกำเนิดมหาวิทยาลัย และพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวภูมิพลอดุลยเดชได้ทรงพระกรุณา โปรดเกล้าฯ พระราชทานนามมหาวิทยาลัยใหม่นี้ว่า "มหาวิทยาลัยนเรศวร" เมื่อวันที่ 9 ตุลาคม พ.ศ. 2532 นับเวลาจากการเป็นวิทยาลัยวิชาการศึกษา 7 ปี และได้รับการยกฐานะขึ้นเป็นวิทยาเขตของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒอีก 16 ปี รวมเวลาแห่งการก่อตั้งแต่เริ่มจนกระทั่งเป็นมหาวิทยาลัยนเรศวรได้ใช้เวลายาวนานถึง 23 ปี

ปัจจุบันมีบุคลากรที่ทำงานในสำนักงานที่ต้องทำงานอยู่บนโต๊ะตลอดเวลาการใช้ผลิตภัณฑ์ของใช้บนโต๊ะสำหรับสำนักงานจึงเป็นปัจจัยสำคัญในการช่วยในการทำงานและมีผลต่ออารมณ์ในการทำงานของผู้ใช้งานทั้งนี้แล้วได้เล็งเห็นความสำคัญสำหรับของที่ระลึกซึ่งของที่ระลึกนั้นเป็นสิ่งต่างๆที่เก็บรักษาไว้หรือใช้เป็นเครื่องเตือนความทรงจำเกี่ยวกับเรื่องราวหรือเหตุการณ์ต่างๆที่เป็นสิ่งจูงใจให้เกิดความคิดถึงหรือนึกถึงเรื่องราวที่เกี่ยวข้องของที่ระลึกนั้นมีความสำคัญต่อสังคมและวัฒนธรรมในส่วนขององค์ประกอบอุตสาหกรรมการท่องเที่ยวทางด้านการท่องเที่ยวนั้นธุรกิจของที่ระลึกมีบทบาทสำคัญในการสร้างงานเป็นการผลิตสินค้าที่อาศัยแรงงานเป็นการแก้ปัญหาสังคมท้องถิ่นและจากนี้ยังเป็นการช่วยอนุรักษ์ศิลปวัฒนธรรมให้คงอยู่สืบไปสู่คนรุ่นหลัง ซึ่งผู้วิจัยเห็นว่าของที่ระลึกนั้นเป็นสิ่งสำคัญสามารถเตือนความทรงจำ ความรู้สึกดีๆที่มีต่อสถานที่นั้นจึงมีแนวคิดที่นำเอาเอกลักษณ์ของมหาวิทยาลัยนเรศวรมาออกแบบเป็นของที่ระลึกซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่สื่อถึงสถาบันการศึกษา

ดังนั้นการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้เห็นปัญหาในเรื่องของผลิตภัณฑ์ของที่ระลึกเครื่องเคลือบดินเผาและบรรจุภัณฑ์ตลอดจนการพัฒนาทางด้านโครงสร้างผลิตภัณฑ์ใหม่ๆเพื่อเป็นของที่ระลึกประเภทอุปกรณ์บนโต๊ะทำงานโดยสามารถใช้งานได้และบรรจุภัณฑ์ที่แสดงถึงเอกลักษณ์มหาวิทยาลัยนเรศวร

2. จุดมุ่งหมายของการศึกษา

2.1 เพื่อศึกษาเอกลักษณ์ของมหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก

2.2 เพื่อศึกษากระบวนการออกแบบและการผลิตเครื่องเคลือบดินเผา

2.3 เพื่อศึกษากระบวนการออกแบบและการผลิตบรรจุภัณฑ์

2.4 ออกแบบของที่ระลึกประเภทอุปกรณ์บนโต๊ะทำงานที่แสดงถึงเอกลักษณ์ของมหาวิทยาลัยนเรศวร

2.5 ออกแบบบรรจุภัณฑ์สำหรับของที่ระลึกประเภทอุปกรณ์บนโต๊ะทำงานจากเครื่องเคลือบดินเผาที่แสดงเอกลักษณ์ของมหาวิทยาลัยนเรศวร

3. ขอบเขตของงานวิจัย

3.1 ขอบเขตด้านเนื้อหา

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยมีการศึกษาเนื้อหาที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาใช้เป็นข้อมูลสำหรับการออกแบบและพัฒนาโดยได้แบ่งหมวดหมู่การศึกษาเนื้อหาได้ดังนี้

3.1.1 การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1) เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบและผลิตเครื่องเคลือบดินเผา

2) เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบและผลิตบรรจุภัณฑ์สำหรับเครื่องเคลือบดินเผา

3) เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมหาวิทยาลัยนเรศวร

3.1.2 การลงพื้นที่ภาคสนาม

1) การสัมภาษณ์เจาะลึก(In-depth interview) ผู้ทำวิจัยได้ลงพื้นที่และทำการการสัมภาษณ์เจาะลึกกับผู้ที่ทำงานในสำนักงานเพื่อต้องการทราบด้านความต้องการของผู้บริโภค

2) การสัมภาษณ์เจาะลึก(In-depth interview) ผู้ทำวิจัยได้ลงพื้นที่และทำการการสัมภาษณ์เจาะลึกกับผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบเครื่องเคลือบดินเผาและผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบบรรจุภัณฑ์ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่สามารถนำมาใช้ในการออกแบบเครื่องปั้นดินเผาและบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสม

3.2 ขอบเขตด้านการออกแบบ

3.2.1 ขอบเขตด้านผลิตภัณฑ์

1) ที่ใส่อุปกรณ์เครื่องเขียน	1 โครงสร้าง	1 กราฟิก
2) ที่ใส่นามบัตร	1 โครงสร้าง	1 กราฟิก
3) ที่ใส่ลวดหนีบกระดาษ	1 โครงสร้าง	1 กราฟิก
4) แจกันดอกไม้	1 โครงสร้าง	1 กราฟิก

3.2.2 ขอบเขตด้านบรรจุภัณฑ์

1) บรรจุภัณฑ์สำหรับที่ใส่อุปกรณ์เครื่องเขียน

1 โครงสร้าง 1 กราฟิก

2) บรรจุภัณฑ์สำหรับที่ใส่นามบัตร

1 โครงสร้าง 1 กราฟิก

3) บรรจุภัณฑ์สำหรับที่ใส่ลวดหนีบกระดาษ

1 โครงสร้าง 1 กราฟิก

4) บรรจุภัณฑ์สำหรับแจกันดอกไม้

1 โครงสร้าง 1 กราฟิก

5) บรรจุภัณฑ์กล่องสำหรับชุดรวมหน่วย

1 โครงสร้าง 1 กราฟิก

6) บรรจุภัณฑ์ถุงกระดาษสำหรับชุดรวมหน่วย

1 โครงสร้าง 1 กราฟิก

3.2.3 ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1) ผู้ที่ทำงานในสำนักงาน 3 ท่าน

2) ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบเครื่องปั้นดินเผาหรือเกี่ยวข้องกับการออกแบบเครื่องปั้นดินเผา 3 ท่าน

3) ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบบรรจุภัณฑ์ 3 ท่าน

3.2.4 ขอบเขตด้านเวลา

ระยะเวลาในการออกแบบของที่ระลึกชุดอุปกรณ์บนโต๊ะทำงานจากเซรามิคและบรรจุภัณฑ์ที่แสดงถึงเอกลักษณ์ของมหาวิทยาลัยนเรศวร

ตารางที่ 1 แสดงระยะเวลาในการออกแบบ

ขั้นตอนการศึกษา	2558				
	มกราคม	กุมภาพันธ์	มีนาคม	เมษายน	พฤษภาคม
1.) นำเสนอหัวข้อวิจัย	← →				
2.) ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	←	―	→		
3.) ลงเก็บพื้นที่ภาคสนาม		← →			
4.) วิเคราะห์ข้อมูลและพัฒนาแนวคิดออกแบบ			← →		
5.) ออกแบบและพัฒนา			←	― →	
6.) นำเสนอผลงานออกแบบและจัดแสดง					← →
7.) สรุปงานวิจัยและส่งรูปเล่ม					← →

4. ประโยคที่คาดว่าจะได้รับ

4.1 ได้ทราบถึงเอกลักษณ์ของมหาวิทยาลันนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก

4.2 ได้ทราบถึงกระบวนการออกแบบและการผลิตเซรามิค

4.3 ได้ทราบถึงกระบวนการออกแบบและการผลิตบรรจุภัณฑ์

4.4 ได้ออกแบบและผลิตของที่ระลึกประเภทอุปกรณ์บนโต๊ะทำงานที่แสดงถึงเอกลักษณ์ของมหาวิทยาลัยนเรศวร

4.5 ได้ออกแบบและผลิตบรรจุภัณฑ์สำหรับของที่ระลึกประเภทอุปกรณ์บนโต๊ะทำงานจากเครื่องเคลือบดินเผาที่แสดงถึงเอกลักษณ์ของมหาวิทยาลัยนเรศวร

5. นิยามศัพท์เฉพาะ

5.1 ของที่ระลึก หมายถึง อุปกรณ์บนโต๊ะทำงานที่แสดงเอกลักษณ์ของมหาวิทยาลัยนเรศวร ทำมาจากเครื่องเคลือบดินเผา

5.2 เอกลักษณ์ หมายถึง ลักษณะเฉพาะ จุดเด่น

5.3 เครื่องเคลือบดินเผา หมายถึง การใช้ดินปั้นขึ้นรูป ให้กลายเป็นภาชนะต่างๆที่สามารถใช้ได้ในชีวิตประจำวัน เช่น อุปกรณ์บนโต๊ะทำงาน

5.4 บรรจุภัณฑ์ หมายถึง สิ่งที่ปกป้องสินค้า ไม่ให้เกิดความเสียหาย

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาวิจัยเพื่อการออกแบบของที่ระลึกชุดอุปกรณ์บนโต๊ะทำงานจากเครื่องเคลือบดินเผาและบรรจุภัณฑ์ที่แสดงถึงเอกลักษณ์ของมหาวิทยาลัยนเรศวรผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นฐานข้อมูลและแนวทางในการออกแบบเพื่อส่งเสริมเอกลักษณ์ของมหาวิทยาลัยนเรศวร ซึ่งแบ่งหัวข้อดังนี้

1. เอกสารละงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมหาวิทยาลัยนเรศวร
    - 1.1 ประวัติความเป็นมาของมหาวิทยาลัยนเรศวร
    - 1.2 ตราสัญลักษณ์ของมหาวิทยาลัยนเรศวร
2. เอกสารละงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ
    - 2.1 ความหมายของการออกแบบ
    - 2.2 ประเภทและส่วนประกอบของการออกแบบ
3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเครื่องเคลือบดินเผา
    - 3.1 วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตเซรามิก
    - 3.2 กระบวนการผลิตเซรามิก
    - 3.3 กระบวนการเผาเซรามิก
4. เอกสารและงานที่เกี่ยวข้องกับบรรจุภัณฑ์
    - 4.1 บรรจุภัณฑ์กระดาษลูกฟูก
    - 4.2 ระบบการพิมพ์ออฟเซ็ท
    - 4.3 สัญลักษณ์บนบรรจุภัณฑ์

1. เอกสารละงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมหาวิทยาลัยนเรศวร

1.1 ประวัติความเป็นมาของมหาวิทยาลัยนเรศวร

มหาวิทยาลัยนเรศวรมีประวัติการก่อตั้งและพัฒนาโดยแบ่งได้เป็น 3 ยุคสมัย คือ ยุคที่ 1 วิทยาลัยวิชาการศึกษาพิษณุโลก ยุคที่ 2 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ วิทยาเขตพิษณุโลก และยุคปัจจุบัน คือ มหาวิทยาลัยนเรศวรในปี พ.ศ. 2497 รัฐบาลในสมัยนั้นได้ตราพระราชบัญญัติวิทยาลัยวิชาการศึกษา (College of Education) ขึ้น เพื่อมุ่งหวังให้เป็นสถาบันหลักในการผลิตครูของประเทศ ซึ่งการจัดตั้งวิทยาลัยวิชาการศึกษานั้นเริ่มขึ้นที่กรุงเทพมหานครเป็นแห่งแรกที่ซอยประสานมิตร ต่อมาจึงจัดตั้งเพิ่มเติมในส่วนกลางและส่วนภูมิภาค โดยวิทยาลัยวิชาการศึกษาพิษณุโลกสถาปนาขึ้นเมื่อวันที่ 25 มกราคม พ.ศ. 2510 มีที่ตั้ง ณ เลขที่ 1 ถนนสนามบิน ตำบลในเมือง อำเภอเมืองพิษณุโลก จังหวัดพิษณุโลก ต่อมา เมื่อวิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตรได้ยกฐานะขึ้นเป็นมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เมื่อวันที่ 28 มิถุนายน พ.ศ. 2517 แล้ว วิทยาลัยวิชาการศึกษาพิษณุโลกจึงได้ยกฐานะขึ้นเป็นวิทยาเขตหนึ่งของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ โดยมีวิทยาเขตประสานมิตรเป็นศูนย์กลางการบริหารของมหาวิทยาลัยเช่นเดียวกับวิทยาลัยวิชาการศึกษาอื่นๆ อีก 8 แห่ง การจัดการเรียนการสอนในสมัยนั้นเปิดสอนเพียง 5 คณะ คือ คณะศึกษาศาสตร์ คณะมนุษยศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ คณะสังคมศาสตร์ และบัณฑิตวิทยาลัย โดยสถานที่ตั้งของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ วิทยาเขตพิษณุโลกยังคงใช้สถานที่เดิมของวิทยาลัยวิชาการศึกษาพิษณุโลก จากแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 4 (พ.ศ. 2520 – พ.ศ. 2524) ที่กำหนดให้จังหวัดพิษณุโลก เป็นเมืองศูนย์กลางและเมืองหลักของภาคเหนือตอนล่าง ทางวิทยาเขตจึงขออนุญาตกระทรวงมหาดไทย ในการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อประโยชน์ทางการศึกษา และรองรับการขยายตัวของมหาวิทยาลัย ซึ่งได้รับอนุญาตในปี พ.ศ. 2527 โดยเป็นช่วงเดียวกับที่ทางทบวงมหาวิทยาลัยในขณะนั้นประกาศโครงการจัดตั้งมหาวิทยาลัยแห่งใหม่ของรัฐในส่วนภูมิภาคอีก 5 แห่ง โดยที่ดินที่ได้รับการจัดสรรใหม่นี้อยู่บริเวณทุ่งหนองอ้อ – ปากคลองจิก ตำบลท่าโพธิ์ อำเภอเมืองพิษณุโลก จังหวัดพิษณุโลก ซึ่งเป็นที่ตั้งของมหาวิทยาลัยในปัจจุบัน ช่วงปี พ.ศ. 2527 – 2531 ทางวิทยาเขตได้เตรียมแผนสำหรับการยกฐานะเป็นมหาวิทยาลัยเอกเทศ และในวันที่ 29 กรกฎาคม พ.ศ. 2533 ซึ่งเป็นวันครบรอบ 400 ปี ของการเสด็จขึ้นครองราชย์ของสมเด็จพระนเรศวรมหาราช รัฐบาลในสมัยของนายกรัฐมนตรี พล.อ.ชาติชาย ชุณหะวัณ มีมติให้ยกฐานะวิทยาเขตพิษณุโลก ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ขึ้นเป็นมหาวิทยาลัยเอกเทศ พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวภูมิพลอดุลยเดชทรงพระกรุณาโปรดเกล้าฯ พระราชทานนามมหาวิทยาลัยใหม่แห่งนี้ว่า “มหาวิทยาลัยนเรศวร” ดังนั้น ทางมหาวิทยาลัยจึงกำหนดให้วันที่ 29 กรกฎาคม ของทุกปีเป็นวันคล้ายวันสถาปนามหาวิทยาลัย ภายหลังจากการยกฐานะของมหาวิทยาลัยนเรศวรแล้ว ทางมหาวิทยาลัยได้มีการพัฒนา

อย่างรวดเร็วทั้งอาคาร สถานที่และบุคลากร โดยมุ่งหวังที่จะเป็นมหาวิทยาลัยที่สมบูรณ์แบบ (Comprehensive University) จึงมีการจัดตั้งคณะ วิทยาลัยต่างๆ ให้ครอบคลุมทุกสาขาวิชา และจัดตั้งหน่วยงานต่างๆ เพื่อสนับสนุนและเพิ่มศักยภาพในด้านการเรียนการสอน และการทำวิจัย ต่อมาในปีพ.ศ. 2538 ทางมหาวิทยาลัยมีมติจัดตั้งวิทยาเขตที่จังหวัดพะเยาโดยปัจจุบันได้ยกฐานะขึ้นเป็นมหาวิทยาลัยพะเยา และในปี พ.ศ. 2548 ได้จัดตั้งโรงเรียนมัธยมสาธิตมหาวิทยาลัยนเรศวรเพื่อเป็นโรงเรียนตัวอย่างในการจัดการเรียนการสอนที่เน้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และภาษาต่างประเทศในระดับมัธยมให้กับนักเรียนในเขตภาคเหนือตอนล่าง

1.2 ตราสัญลักษณ์ของมหาวิทยาลัยนเรศวร

มน.(NU) คือ อักษรย่อทางราชการ ประจำมหาวิทยาลัยนเรศวร

นเรศวร คือ พระนามสมเด็จพระนเรศวรมหาราชองค์มหากษัตราธิราชผู้ทรงกอบกู้อิสรภาพของชาติไทยให้หลุดพ้นจากความเป็นประเทศราชของพม่า ครั้งเสียกรุงครั้งแรกเมื่อ พ.ศ. 2112 ทรงประกอบวีรกรรม กล้าหาญนำชาติให้ก้าวสู่ความเป็นเอกราชเกรียงไกร เทียมไหล่นานาประเทศ ทรงเป็นพระมหากษัตรธิราช ทรงมีพระประสูติกาล ทรงพระเจริญวัยที่เมืองพิษณุโลก ทรงเป็นศรัทธา ความภูมิใจ เป็นศักดิ์ศรีของคนชาวพิษณุโลกและคนไทยทั้งชาติ

ภาพที่ 1 แสดงตราสัญลักษณ์ เป็นพระบรมรูปสมเด็จพระนเรศวรมหาราชในท่านั่ง

ตราสัญลักษณ์ เป็นพระบรมรูปสมเด็จพระนเรศวรมหาราชในท่านั่ง พระหัตถ์ขวาทรงสุวรรณภิงคารหลั่งทักษิโณทก ประกาศอิสรภาพ ตอนล่างพระแท่นมีอักษรชื่อมหาวิทยาลัยนเรศวร อยู่ภายในป้ายชายธง

สมเด็จพระนเรศวรมหาราช หรือ สมเด็จพระสรรเพชญ์ที่ 2 มีพระนามเดิมว่า พระองค์ดำ เป็นพระราชโอรสในสมเด็จพระมหาธรรมราชาและพระวิสุทธิกษัตริย์ (พระราชธิดาของสมเด็จพระศรีสุริโยทัยและสมเด็จพระมหาจักรพรรดิ) เสด็จพระราชสมภพเมื่อ พ.ศ. 2098 ที่พระราชวังจันทน์ เมืองพิษณุโลกมีพระเชษฐภคินีคือ พระสุพรรณกัลยา มีพระอนุชาคือ สมเด็จพระเอกาทศรถ (องค์ขาว) และ

เป็นพระราชนัดดาของสมเด็จพระศรีสุริโยทัย พระนามของพระองค์ปรากฏในลายลักษณ์อักษรหลายฉบับ เช่น พระนเรศ วรราชาธิราช, พระนเรสส, องค์ดำ จึงยังไม่สามารถสรุปได้ว่าพระนาม นเรศวร ได้มาจากที่ใด สันนิษฐานเบื้องต้นว่า เพี้ยนมาจาก สมเด็จพระนเรศ วรราชาธิราช มาเป็น สมเด็จพระนเรศวร ราชาธิราช เสด็จขึ้นครองราชเมื่อวันที่ 29 กรกฎาคม พ.ศ. 2133 สิริรวมการครองราชสมบัติ 15 ปี เสด็จสวรรคตเมื่อวันที่ 25 เมษายน พ.ศ. 2148 รวมพระชนมพรรษา 50 พรรษา

ราชการสงครามในสมเด็จพระนเรศวรมหาราช เป็นเหตุการณ์ที่ยิ่งใหญ่และสำคัญยิ่งของชาติไทย พระองค์ได้กู้อิสรภาพของไทยจากการเสียกรุงศรีอยุธยาครั้งแรก และได้ทรงแผ่อำนาจของราชอาณาจักรไทย อย่างกว้างใหญ่ไพศาล นับตั้งแต่ประเทศพม่าตอนใต้ทั้งหมด นั่นคือ จากฝั่งมหาสมุทรอินเดียทางด้านตะวันตก ไปจนถึงฝั่งมหาสมุทรแปซิฟิกทางด้านตะวันออก ทางด้านทิศใต้ตลอดไปถึงแหลมมลายู ทางด้านทิศเหนือก็ถึงฝั่งแม่น้ำโขงโดยตลอด และยังรวมไปถึงรัฐไทใหญ่บางรัฐ

ภาพที่ 2 แสดงตราสัญลักษณ์ เป็นรูปช้างศึก

ตราสัญลักษณ์ เป็นรูปช้างศึก อยู่ในโล่ห์กลมแบบโบราณ ตอนล่างรูปช้างศึกมีอักษรชื่อมหาวิทยาลัยนเรศวร อยู่ภายในป้ายชายธง

ภาพที่ 3 แสดงดอกไม้ประจำมหาวิทยาลัยนเรศวร

เสลา ต้นไม้ประจำมหาวิทยาลัยนเรศวร

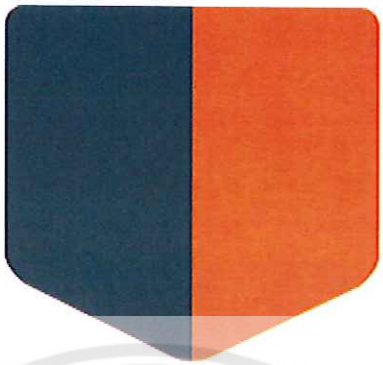
ในช่วงระหว่างเดือนธันวาคม-มีนาคม ของทุกปี ชาวมหาวิทยาลัยนเรศวรจะเห็นดอกเสลาบานสพรั่ง ต้อนรับบัณฑิต มหาบัณฑิต และดุษฎีบัณฑิต เนื่องด้วยการรับพระราชทานปริญญาบัตรของทุกปี มักจะเป็นเดือนธันวาคม เดือนที่เสลาบาน

เมื่อพระราชบัญญัติมหาวิทยาลัยนเรศวร ประกาศในราชกิจจานุเบกษา วันที่ 29 กรกฎาคม 2533 ด้วยความเป็นมหาวิทยาลัยใหม่ มีกิจกรรมที่ต้องทำมากมาย และกิจกรรมหนึ่งคือ เลือกต้นไม้ประจำมหาวิทยาลัย ความคิดแรกๆ ชื่อต้นไม้ต่างๆถูกรายเรียงเป็นตัวเลือก แต่เมื่อหาข้อมูลเพิ่ม กลับพบว่า หลายๆ ชื่อเป็นต้นไม้ประจำจังหวัด หรือประจำมหาวิทยาลัยไปหมดแล้ว ในที่สุดคณะกรรมการก็สรุปว่า ควรเสนอ “ต้นเสลา” ให้ประชาคมชาวมหาวิทยาลัยนเรศวรพิจารณา เนื่องจากเป็นพรรณไม้ที่พบมากในเขตภาคเหนือตอนล่าง โดยเฉพาะจังหวัดพิษณุโลก ซึ่งเป็นที่ตั้งของมหาวิทยาลัยนเรศวร

เสลามีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า Lagerstroemia Loudonii ตระกูล Lythaceae ถิ่นกำเนิดเอเชียเขตร้อน ลักษณะทั่วไปเป็นพรรณไม้ต้นขนาดกลาง สูงได้ถึง 20 เมตร ผลัดใบเรือนยอดกลมหรือทรงกระบอก หนาทึบ ใบเดี่ยวรูปไข่แกมขอบขนาน ปลายใบเรียวแหลมเป็นติ่ง โคนมน ใบหนา และมีขนนุ่มทั้ง 2 ด้าน ออกดอกเป็นช่อตามกิ่ง มี 6 กลีบ โคนคอดเป็นก้านสั้น มีหลายสีเช่น ขาว ม่วง ม่วงอมแดง กลีบดอกบางยับย่น ออกดอกเดือนธันวาคม-มีนาคม ผลกลมรี เปลือกแข็ง เมื่อแก่จะแตกออกเป็น 5-6 พู เมล็ดจำนวนมากมีปีก เปลือกต้นสีเทาเข้มเกือบดำ ผิวขรุขระ มีรอยแตกเป็นทางยาว กิ่งโน้มลงต่ำ โตช้า

เหตุผลประการสำคัญอีกประการหนึ่งคือนัยว่า สีม่วง เป็นสีประจำพระองค์ของสมเด็จพระนเรศวรมหาราช และเป็นสีประจำจังหวัดพิษณุโลกด้วย

ดังนั้นจึงลงมติให้ความเห็นชอบให้ต้นเสลาเป็นต้นไม้ประจำมหาวิทยาลัยนเรศวร ปรากฏว่าได้รับประชามติอย่างท่วมท้น ต้นเสลาจึงเป็นต้นไม้ประจำมหาวิทยาลัยนเรศวรนับแต่เริ่มเป็นมหาวิทยาลัยเป็นต้นมา “ดอกเสลา” จึงเป็นสัญลักษณ์ประจำมหาวิทยาลัยนเรศวร



ภาพที่ 4 แสดงสีประจำมหาวิทยาลัยนเรศวร

สี คือ สีเทา-แสด

สีเทา หมายถึง สีของสมอง แปลว่า ความคิดหรือปัญญา

สีแสด หมายถึง สีของคุณธรรมและความกล้าหาญ

สีแสด ประกอบด้วย

สีแดง หมายถึง สมเด็จพระนเรศวร แปลว่า ความกล้าหาญ

สีเหลือง หมายถึง พระพุทธชินราช แปลว่า คุณธรรม

2. เอกสารละงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ

2.1 ความหมายของการออกแบบ

การออกแบบ หมายถึง การรู้จักวางแผนจัดตั้งขั้นตอน และรู้จักเลือกใช้วัสดุวิธีการเพื่อทาตามที่ต้องการนั้น โดยให้สอดคล้องกับลักษณะรูปแบบและคุณสมบัติของวัสดุแต่ละชนิดตามความคิดสร้างสรรค์ และการสร้างสรรค์สิ่งใหม่ขึ้นมา เช่น เราจะทาเก้าอี้นั่งซักตัวจะต้องวางแผนไว้เป็นขั้นตอนโดยต้องเริ่มเลือกวัสดุที่จะใช้ทาเก้าอี้นั้นจะใช้วัสดุอะไรที่เหมาะสม วิธีการต่อยึดนั้นควรใช้กาวตะปูนอต หรือใช้ข้อต่อแบบใด คำนวณสัดส่วนการใช้งานให้เหมาะสม ความแข็งแรงของเก้าอี้นั่งมากน้อยเพียงใดสีสันควรใช้สีอะไรจึงจะสวยงามและทนทานกับการใช้งานเป็นต้น การออกแบบ หมายถึง การปรับปรุงแบบ ผลงานหรือสิ่งต่างๆ ที่มีอยู่แล้วให้เหมาะสมมีความแปลกใหม่ขึ้น เช่น เก้าอี้เราทาขึ้นมาใช้ซึ่งเมื่อใช้ไปนานๆก็เกิดความเบื่อหน่ายในรูปทรง เราก็จัดการปรับปรุงให้เป็น รูปงแบบใหม่ให้สวยกว่าเดิม ทั้งความเหมาะสม ความสะดวกสบายในการใช้งานยังคงเหมือนเดิมหรือดีกว่าเดิมเป็นต้น การออกแบบ หมายถึง การรวบรวมหรือการจัดองค์ประกอบทั้งที่เป็น 2 มิติ และ 3มิติเข้าด้วยกันอย่างมีหลักเกณฑ์การนาองค์ประกอบของการออกแบบมาจัดรวมกันนั้นผู้ออกแบบจะต้องคำนึงถึงประโยชน์ใช้สอยและความสวยงาม อันเป็นคุณลักษณะสำคัญของการออกแบบเป็นศิลปะของมนุษย์

เนื่องจากเป็นการสร้างค่านิยมทางความงามและสนองคุณประโยชน์ทางกายภาพให้แก่มนุษย์ การออกแบบ หมายถึง กระบวนการที่สนองความต้องการในสิ่งใหม่ๆของมนุษย์ซึ่งส่วนใหญ่เพื่อให้ชีวิตอยู่รอดและมีความสะดวกสบายมากขึ้นในการออกแบบนี้ถือว่าเป็นการปฏิบัติที่เกี่ยวข้องการวิเคราะห์การสร้างสรรค์และพัฒนาเพื่อการสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์ที่แปลกใหม่ ทั้งในด้านการใช้งาน รูปทรง และด้านสีสัน เพื่อตอบสนองต่อผู้บริโภค

2.2 ประเภทและส่วนประกอบของการออกแบบ

ในปัจจุบันโลกเรานั้นเต็มไปด้วยสิ่งแวดล้อมเกิดจากการสร้างสรรค์ของมนุษย์ทั้งสิ้นการเปลี่ยนแปลงรูปทรงธรรมชาติ ให้อยู่ให้ความเหมาะสมกับความต้องการของมนุษย์ทั้งในด้านการใช้งานและความต้องการที่จะแสดงออกทางด้านความรู้สึกเป็นจุดแรกแต่ความต้องการของมนุษย์ไม่มีวันหมดสิ้นมีแต่เพิ่มพูนทาให้เกิดความต้องการใหม่ๆมากยิ่งขึ้น จึงเป็นแรงผลักดันให้มีการสร้างสรรค์ผลิตต่างๆอย่างต่อเนื่องส่วนประกอบของการออกแบบเป็นส่วนประกอบที่สำคัญอันเป็นพื้นฐานในการสร้างสรรค์งานจะต้องหลักในการออกแบบบวกกับแนวคิดสร้างสรรค์ดังนี้

2.2.1 จุด (Point, Dot) จุด เป็นทัศนธาตุ พื้นฐานในการออกแบบทุกแขนง อาจเกิดจากการกด การแต้ม หรือเกิดจากธรรมชาติ จุดเมื่อนามาสร้างสรรค์ และวางในตำแหน่งที่เหมาะสมแล้วจะทาให้เกิด องค์ประกอบอื่นๆขององค์ประกอบศิลป์ตามมา ลักษณะของจุดแบ่งออกเป็น 2 ประเภท

ก. จุดที่เกิดขึ้นเองจากธรรมชาติ ได้แก่ จุดในส่วนของพืช เช่น ใบ ดอก ผล ลาต้น จุดในลายของสัตว์ เช่น แมว เสือ กวาง ผีเสื้อ เป็นต้น

ข. จุดที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น ด้วยวิธีการกด แต้ม จิ้ม ด้วยวัสดุอุปกรณ์ต่างๆเช่น ดินสอ ปากกา พู่กัน วัสดุปลายแหลม หรือเครื่องมืออื่นๆ

2.2.2 เส้น (Line) เป็นทัศนธาตุ ที่อาจเกิดจากจุดมาต่อกัน หรือการขูดการขีด เส้นแบ่งตามลักษณะใหญ่ได้ 5 ชนิด ได้แก่

ก. เส้นตรง (Straight Lines) มี 3 ลักษณะได้แก่ เส้นตรงแนวตั้ง (ดิ่ง)ให้ความรู้สึก มั่นคง แข็งแรง สง่างาม เส้นตรงแนวระนาบ , ระดับ (แนวนอน) ให้ความรู้สึก ราบเรียบ สงบ เส้นตรงแนวเฉียง (เส้นทแยง) ให้ความรู้สึก ไม่มั่นคง ไม่แน่นอน

ข. เส้นโค้ง (Curve Lines) มี 3 ลักษณะได้แก่ เส้นโค้งของวงกลม ให้ความรู้สึก อ่อนโยน อ่อนช้อย นิ่มนวล เส้นโค้งอิสระ ให้ความรู้สึก เจริญก้าวหน้า เติบโต งอกงาม เส้นโค้งก้นหอย ให้ความรู้สึก มีพลังหมุน รุนแรง มึนงง คลี่คลาย

ค. เส้นคด (Winding Lines) ให้ความรู้สึกเคลื่อนไหว ต่อเนื่อง นุ่มนวล

ง. เส้นสลับฟันปลาหรือเส้นซิกแซก (Zigzag Lines) ให้ความรู้สึก เคลื่อนไหว ตื่นเต้น แปลกใหม่ น่าสนใจ

จ. เส้นประหรือเส้นจุดไข่ปลา (Jagged Lines) ให้ความรู้สึก ไม่ราบเรียบ ไม่ราบรื่น ชวนให้น่าติดตาม

2.2.3 รูปร่าง-รูปทรง (Shape – Form) รูปร่าง –รูปทรงเป็นทัศนธาตุที่เกิดจากการนาเส้นลักษณะต่างๆ มาประกอบกัน รูปร่างมีลักษณะ2 มิติ คือ ประกอบด้วยส่วนกว้างและส่วนยาว ส่วนรูปทรงมีลักษณะ 3 มิติ ประกอบด้วยส่วนกว้าง ส่วนยาว และส่วนหนาหรือลึก รูปร่าง-รูปทรงแบ่งออกเป็น 3 ลักษณะ ได้แก่

ก. รูปร่าง -รูปทรงธรรมชาติ หมายถึงรูปร่าง-รูปทรงที่ถ่ายทอดรูปแบบมาจากธรรมชาติ เช่น คน สัตว์ สิ่งของ พืช แร่ธาตุ เป็นต้น มนุษย์นามาดัดแปลง ต่อเติม ตัดทอน สร้างสรรค์เป็นงานทัศนศิลป์

ข. รูปร่าง-รูปทรงเรขาคณิต เป็นรูปร่าง-รูปทรงที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น เป็นพื้นฐานในการสร้างสรรค์งานทัศนศิลป์ ได้หลากหลายรูปแบบ มีโครงสร้างที่แน่นอน ได้แก่ รูปสามเหลี่ยม สี่เหลี่ยม วงรี วงกลม เป็นต้น

ค. รูปร่าง-รูปทรงอิสระเป็นรูปร่าง-รูปทรงที่มนุษย์ดัดแปลง ตัดทอน เพิ่มเติม มาจากรูปร่าง-รูปทรงธรรมชาติ และรูปร่าง-รูปทรงเรขาคณิต ได้แก่ เปลวไฟ คลื่น น้าไหล ก้อนเมฆ เป็นต้น ไม่มีโครงสร้างที่แน่นอน เคลื่อนไหวเปลี่ยนแปลง ตลอดเวลา มนุษย์นามาเป็นสื่อในการสร้างสรรค์งานศิลปะ ตามความรู้สึกหรือความคิดสร้างสรรค์ของตนเอง

2.2.4 ขนาด – สัดส่วน (Size-Proportion)

ก. ขนาด (Size) คือลักษณะของรูปที่สามารถสังเกตได้ว่า เล็ก ใหญ่ กว้าง ยาว หนัก เบา เท่าไหร่ ในการสร้างสรรค์งานศิลปะบ้างครั้ง หากขนาดเล็กเกินไป หรือใหญ่เกินไป ก็จะทาให้ภาพไม่สวยงามเท่าที่ควร

ข. สัดส่วน (Proportion) คือความสัมพันธ์ ของขนาด ความกว้าง ยาว สูง ลึก ของสิ่งต่างๆที่เหมาะสมพอดี ด้วยการเปรียบเทียบกับความสัมพันธ์ของ สิ่งต่างๆ ได้แก่ คน สัตว์ สิ่งของ พืช เป็นต้น สัดส่วนนับว่ามีความสำคัญเท่า ๆ กับความเล็กใหญ่ของขนาด ทั้งสองส่วนต้องสัมพันธ์กันอย่างลงตัว สัดส่วนแบ่งออกได้เป็น 2 ลักษณะ

ค. สัดส่วนที่สมบูรณ์ด้วยตัวเอง เป็นสัดส่วนที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ ได้แก่ คน สัตว์ ต้นไม้ เป็นต้น

ง. สัดส่วนที่สมบูรณ์ด้วยองค์ประกอบอื่นๆ เป็นสัดส่วนที่มนุษย์สร้างสรรค์มาเพื่อความสวยงามหรือเพื่อประโยชน์ใช้สอย ได้แก่ สัดส่วนของเก้าอี้ โต๊ะ ตู้เสื้อผ้า ความสูงความกว้างของประตูหน้าต่าง ต้องสัมพันธ์กับสัดส่วนมนุษย์ เป็นต้น

2.2.5 แสง-เงา (Light - Shade)

ก. แสง (Light) หมายถึงความสว่าง ที่เกิดจากธรรมชาติได้แก่ แสงจากดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ หรือเกิดจากมนุษย์สร้างขึ้นได้แก่ แสงจากไฟฟ้า

ข. แสงสว่างที่สุด (High Light) คือจุดที่แสงส่องกระทบวัตถุมากที่สุด

ค. แสงกลาง (Light Tone) คือจุดที่แสงส่องกระทบวัตถุมาก แต่น้อยกว่าแสงสว่างที่สุด (High Light)

ง. แสงสะท้อน (Reflected Light) คือแสงส่องกระทบวัตถุชิ้นหนึ่งแล้วส่องสะท้อน ไปกระทบวัตถุอีกชิ้นหนึ่ง จะสังเกตเห็นได้ในด้านที่เป็นเงาของวัตถุ

จ. เงา (Shade) หมายถึงส่วนที่มืดเนื่องจากแสงส่องกระทบวัตถุทึบแสง หรือยอมให้แสงผ่าน

ฉ. เงาวัตถุ (Base Tone) คือส่วนที่มีเงาเข้มที่สุดบนวัตถุ

ช. เงาตกทอด (Cast Shadow) คือ เงาของวัตถุที่ตกกระทบกับวัตถุใกล้เคียงพื้น หรือผนังเงาตกทอดลักษณะจะเหมือนๆกับลักษณะของวัตถุ หากวัตถุทรงกลม เงาก็จะกลม หากวัตถุเป็นเหลี่ยม เงาก็จะเป็นเหลี่ยมด้วย

2.2.6 สี ตามความหมายตามพจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน หมายถึง ลักษณะของแสงที่ปรากฏแก่สายตาเรา ให้เห็นเป็น สี ขาว แดง ดา เขียว เหลือง เป็นต้น ส่วนนักวิชาการทางทฤษฎีสี ได้ให้คาจากัดความว่า สีคือคลื่นหรือความเข้มของแสงที่มากระทบตาเรา ทาให้เรามองเห็นสีได้

สีเป็นปรากฏการที่เกิดขึ้น หลังจากแสงส่องกระทบวัตถุ แล้วทาให้เรามองเห็นสีต่างๆซึ่งเป็นปรากฏการจากธรรมชาติ แหล่งกำเนิดแสงจะเป็นจากดวงอาทิตย์หรือไฟฟ้า สีแบ่งออกเป็น 2 ชนิดใหญ่ๆ คือ

ก. สีที่เป็นวัตถุ (Pigment) สีที่มีอยู่ในตัวตนของวัตถุหรือสิ่งมีชีวิตนั้นๆได้แก่ จากพืช สัตว์ แร่ธาตุ เป็นต้น เกิดขึ้นและเปลี่ยนแปลงได้จากปฏิกิริยาทางเคมี

ข. สีที่เป็นแสง (Spectrum) เป็นสีที่เกิดจากแสงส่องกระทบวัตถุ แล้วเกิดการดูดซับ การสะท้อน หรือการหักเหของแสง เช่น แสงรุ้ง 7 สี เกิดจากแสงส่องกระทบละอองน้าในอากาศ แล้วเกิดการหักเหของแสง ทาให้เรามองเห็น 7 สี ได้แก่ แดง ส้ม เหลือง เขียว น้าเงิน คราม ม่วง

2.2.7 พื้นผิว(Texture) คือลักษณะภายนอกของวัตถุ ที่มองเห็นและสัมผัสได้ เราอาจแยกพื้นผิวได้ 2 ลักษณะดังนี้

ก. ลักษณะผิวที่ลวงตา สามารถมองเห็นได้ด้วยด้วยตา แต่สัมผัสได้ด้วยความรู้สึกว่าเป็นพื้นผิวที่เรียบ หยาบ มัน ขรุขระแต่เมื่อได้สัมผัสก็จะเป็นพื้นระนาบเรียบธรรมดาเท่านั้น

ข. ลักษณะผิวที่สัมผัสได้จริง เป็นลักษณะผิวที่มองเห็นได้ด้วยตาและสามารถสัมผัสได้จริงด้วยมือหรือร่างกาย ว่าเป็นพื้นผิว เรียบ ขรุขระ หยาบ เป็นต้น

การเกิดของพื้นผิวเกิดได้ จาก 2 ลักษณะดังนี้

1) พื้นผิวที่เกิดจากธรรมชาติ สามารถจับต้องได้ จากผิวของ คน สัตว์ พืช สิ่งของ แร่ธาตุ เป็นต้น

2) พื้นผิวที่เกิดจากการสร้างสรรค์ของมนุษย์ สามารถจับต้องมองเห็นได้จริง หรือรับรู้ลักษณะด้วยตา แต่เมื่อจับต้องก็เป็นผิวเรียบธรรมดาเท่านั้น

2.2.8 บริเวณว่าง (Space) หมายถึง ช่องว่างหรือที่ว่างทั้งในรูปและนอกรูป สาหรับงานจิตรกรรม บริเวณว่างมี 2 มิติ (บริเวณว่างลวงตา) งานประติมากรรมและสถาปัตยกรรม บริเวณว่างมี 3 มิติ

2.2.9 (Pattern) เป็นส่วนประกอบที่ปรากฏแก่สายตา มีลักษณะคล้ายกับพื้นผิว ลวดลายมีการออกแบบในการจัดวาง ตามลักษณะของงานนั้น ให้สวยงามเหมาะสม แบ่งออกได้ เป็น 2 ประเภทได้แก่

ก. ลวดลายจากธรรมชาติ มนุษย์ได้รับแรงบันดาลใจจากธรรมชาติ มาสร้างสรรค์งานออกแบบ โดยการ เลียนแบบ ตัดทอน เพิ่มเติม ให้เป็นไปตามความต้องการของตนเอง

ข. ลวดลายจากรูปร่าง – รูปทรงเรขาคณิต เป็นลวดลายที่มนุษย์ได้สร้างสรรค์ขึ้น ได้แก่ รูปวงกลม วงรี และรูปเหลี่ยมต่างๆ เป็นต้น มาใช้ในงานออกแบบ ตามความคิดสร้างสรรค์

3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเครื่องเคลือบดินเผา

3.1 วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตเซรามิก

การเลือกใช้ดิน ดินเป็นวัตถุดิบที่สำคัญอย่างยิ่งสำหรับการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์เซรามิกชนิดต่างๆ ซึ่งดินที่นำมาใช้ในอุตสาหกรรมเซรามิกนี้มีทั้งดินดำ ดินแดง และดินขาว ดังนั้นการเลือกใช้ดินแต่ละชนิดสำหรับผลิตภัณฑ์ที่แตกต่างกัน จำเป็นที่จะต้องรู้คุณสมบัติต่างๆของดินในแต่ละแหล่งเพื่อใช้ในการพิจารณาเลือกดินมาใช้งานให้เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ กระบวนการขึ้นรูป การเคลือบ และการเผาของแต่ละบริษัท

ในการตรวจสอบดินทั้งที่เป็นดินขาว (Kaolin) และดินเหนียว (Ball clay) นั้น มีหัวข้อที่จะต้องตรวจเช็คมากมายขึ้นกับจุดประสงค์ที่จะนำดินนั้นไปใช้งานดังต่อไปนี้

3.1.1 % การหดตัว จะตรวจเช็คทั้งการหดตัวก่อนเผาและหลังเผา โดยนำดินที่จะทำการตรวจสอบมาขึ้นรูปให้เป็นชิ้นงาน อาจใช้วิธี Press, Extrude, เทแบบ หรือขึ้นรูปด้วยมือ ขึ้นกับกระบวนการผลิตของเรา โดยต้องควบคุม %น้ำในเนื้อดินให้ใกล้เคียงกันในดินที่จะนำมาทดสอบแต่ละชนิด ซึ่งขึ้นอยู่กับความเหนียวและความละเอียดของดินและวิธีการขึ้นรูปด้วย ถ้าเป็นการขึ้นรูปโดย

การ Press สามารถใช้ความชื้นได้ใกล้เคียงกันคือประมาณ 5-6% ทั้งดินขาว ดินแดงและดินดำ (Ball clay) แต่ถ้าเป็นการขึ้นรูปโดยการ Extrude นั้น %น้ำที่ใช้จะไม่เท่ากันระหว่างดินที่มีความเหนียวน้อยกับดินที่มีความเหนียวมาก สำหรับดินขาวที่มีความละเอียดไม่มากนักสามารถใช้น้ำในการขึ้นรูปได้ประมาณ 16-20% แต่ถ้าเป็นดินเหนียว หรือดินแดงที่มีความละเอียดสูงมากจะต้องเติมน้ำลงไปมากกว่าเพื่อใช้ในการผสมและนวดดินได้โดยใช้น้ำอยู่ในช่วง 25-30% ดินบางแหล่งที่มีมอนโมลิทโลไนท์ (Montmorillonite) สูงอาจต้องใช้น้ำในการผสมมากกว่า 40% สำหรับการขึ้นรูปโดยการหล่อแบบจะต้องนำดินมาทำให้เป็นน้ำสลิปก่อน ซึ่ง%น้ำที่ใช้นั้นจะขึ้นอยู่กับอัตราการหล่อแบบ, ความหนืด , อัตราการใช้สารช่วยกระจายลอยตัว (Deflocculant demand)

การคำนวณ%การหดตัว

size x1 = ชิ้นงานดิบ Green sample

size x2 = ชิ้นงานที่ผ่านการอบแห้งแล้ว Dry sample

size x3 = ชิ้นงานที่ผ่านการเผาแล้ว Fire sample

size x4 = Cavity mould

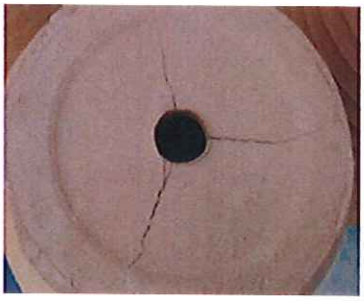
$$\% \text{ การหดตัวหลังอบ (Drying shrinkage)} = \left(\frac{X_1-X_2}{X_1}\right) \times 100$$

$$\% \text{ การหดตัวหลังเผา (Firing shrinkage)} = \left(\frac{X_2-X_3}{X_2}\right) \times 100$$

สำหรับกระบวนการขึ้นรูปแบบ Press และ Extrude นั้น จำเป็นต้องวัดค่า %การขยายตัวหลังขึ้นรูปโดยเปรียบเทียบขนาดชิ้นงานดิบกับ Cavity mould หรือขนาดของหัว Die ในกรณีที่ขึ้นรูปด้วยวิธีการรีด ถ้าพบว่าดินที่นำมาทดสอบมีค่าการขยายตัวหลังขึ้นรูปสูงก็จะมีโอกาสเกิดรอยร้าวเล็กๆ ที่ชิ้นงานหลังอบแห้งได้

$$\% \text{ การขยายตัวหลังขึ้นรูป (Forming expansion)} = \left(\frac{X_1-X_4}{X_4}\right) \times 100$$

ส่วนการหดตัวหลังอบแห้งถ้ามีค่าสูงเกินไปก็จะทำให้เกิดปัญหาแตกร้าวในขณะอบแห้งได้ โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์ที่มีความซับซ้อนของแบบ หรือมีความหนาของชิ้นงานที่แตกต่างกันในแต่ละตำแหน่ง หรือกรณีของสุขภัณฑ์ที่ในชิ้นงานมีทั้งบริเวณที่เป็นการหล่อตัน (Solid casting) และบริเวณที่เป็นการหล่อกลวง (Hollow casting) ทำให้มีความหนาบางแตกต่างกัน ในกรณีที่มีการหดตัวหลังอบสูงก็จะเกิดการหดตัวที่ไม่เท่ากันในแต่ละตำแหน่งจนเกิดการดึงตัวกันจนเกิดปัญหารอยร้าวได้



ภาพที่ 5 แสดงการหดตัวหลังอบที่มีปัญหา

3.1.2 ความแข็งแรงของดิน จะตรวจสอบตั้งแต่ชิ้นงานดิบ, ชิ้นงานหลังอบ, ชิ้นงานหลังเผา โดยนำดินมาขึ้นรูปตามกระบวนการผลิตที่เราต้องการจะใช้ ในกรณีของค่าความแข็งแรงของชิ้นงานดิบ (green strength) จะนำมาหาโดยใช้เครื่องทดสอบความแข็งแรง (Modulus of rupture-MOR) ส่วนค่าความแข็งแรงหลังอบแห้ง (dry strength) จะนำชิ้นงานดินไปเข้าเตาอบก่อน แล้วจึงนำมาหาค่า MOR ค่าความแข็งแรงหลังเผา (fire strength) จะนำชิ้นงานที่อบแล้วไปเผาที่อุณหภูมิที่เราใช้งานจริง แล้วจึงนำมาเข้าเครื่องทดสอบความแข็งแรง

$$MOR = \frac{3WL}{2bd^2}$$

W = load ที่อ่านได้จาก dial gauge

L = span length

b = ความกว้างของชิ้นงาน

d = ความหนาของชิ้นงาน

$MOR = 8WL/\P D^3$ (ในกรณีที่เป็นตัวอย่างแท่งกลม)

D = เส้นผ่านศูนย์กลางของแท่งกลม

Unit = kg/cm2

ดินที่มีความแข็งแรงของชิ้นงานดิบและความแข็งแรงหลังอบสูงแสดงว่ามีค่าความเหนียว (Plasticity) ที่ดี สามารถใช้งานในการขึ้นรูปที่ต้องการความเหนียว (Plastic forming) เช่น การขึ้นรูปแบบจิ้กเกอร์สำหรับถ้วยชาม, ลูกถ้วยไฟฟ้า, จ้อ การขึ้นรูปโดยการรีด (Extrude) สำหรับกระเบื้องหลังคาเซรามิก, อิฐก่อสร้าง, อิฐทนไฟ, ท่อระบายน้ำเซรามิก หรือการขึ้นรูปด้วยมือสำหรับงานปั้นมือต่างๆทั้งโอ่ง, ไห, กระถาง และตุ๊กตาตกแต่งสวนในหลากหลายรูปแบบ

ดินที่มีความเหนียวสูงนั้นส่วนใหญ่จะเป็นดินดำหรือดินแดง ซึ่งดินเหล่านี้จะมีค่าความละเอียดสูงและมีสารอินทรีย์ในดินปริมาณมากจึงทำให้มีความเหนียวที่ดีและมีความแข็งแรงหลังการขึ้นรูปสูง

สำหรับความแข็งแรงหลังเผาของดินนั้นขึ้นกับปัจจัยหลายประการได้แก่ องค์ประกอบทางเคมีของดินในแต่ละแหล่ง ซึ่งดินที่มี %อัลคาไลออกไซด์ เช่น โซเดียมออกไซด์และโพแทสเซียมออกไซด์สูงนั้นก็จะมีค่าความแข็งแรงหลังเผาสูงด้วย นอกจากนี้ความละเอียดของอนุภาคก็มีส่วนที่ส่งผลให้ค่าความแข็งแรงหลังเผาสูงขึ้นด้วย

3.1.3 % การดูดซึมน้ำ (water absorption) จะนำดินมาขึ้นรูปแล้วเผาที่อุณหภูมิที่ใช้งานแล้วนำมาชั่งน้ำหนัก แล้วจึงนำไปต้มในน้ำเดือด 5 ชั่วโมง และทิ้งไว้ในน้ำอีก 24 hr แล้วจึงนำออกมาชั่งน้ำหนักหลังต้ม และหาค่า % การดูดซึมน้ำจากสูตร

% W/A = (น้ำหนักหลังต้ม-น้ำหนักก่อนต้ม) x 100 / น้ำหนักก่อนต้มโดยทั่วไปดินขาวจะมีค่า%การดูดซึมน้ำสูงกว่าดินดำและดินแดงมาก เนื่องจากมี %SiO2 สูง และมีขนาดของอนุภาคที่หยาบกว่าดินดำ สำหรับดินแดงนั้นจะมี%การดูดซึมน้ำที่ต่ำกว่าดินอื่นๆมากเนื่องจากมี %Fe2O3 และ %Alkali สูง รวมทั้งมีความละเอียดของอนุภาคสูงด้วย

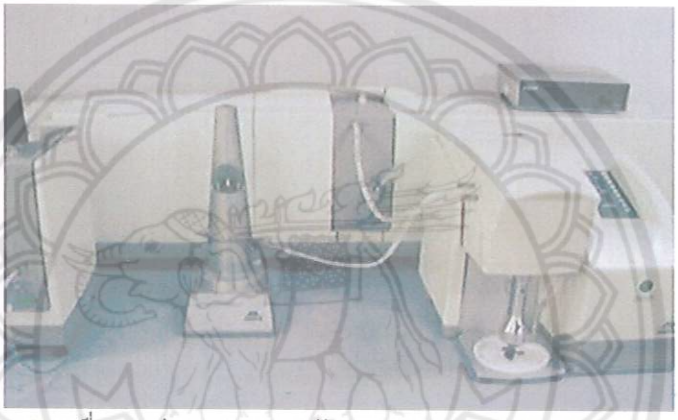
3.1.4 ค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อน (Thermal expansion coefficient) จะใช้เครื่อง dilatometer เป็นตัวตรวจเช็ค โดยผลจะแสดงออกมาเป็นกราฟ และดูค่าความชันของกราฟเพื่อใช้ในการคำนวณค่า (รายละเอียดของค่า COE อ่านได้จากบทความเรื่องสัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อน คุณสมบัติของวัสดุที่ไม่ควรละเลย)

3.1.5 % กากที่ค้างตะแกรง จะนำดินที่ตรวจสอบมากวนกับน้ำแล้วร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 325 เมช และดูปริมาณที่ค้างอยู่บนตะแกรง คำนวณออกมาเป็น % กาก (Residue) ซึ่งในดินแหล่งที่มีค่ากากค้างตะแกรงสูงแสดงว่าดินแหล่งนั้นมีทรายหรือเนื้อหินปนอยู่ ไม่ได้มีเพียงเนื้อดินเพียงอย่างเดียว ซึ่งจะมีผลต่อการนำดินไปใช้ในกระบวนการผลิตที่มีการเตรียมดินแบบแห้ง แบบกึ่งเปียกและการเตรียมน้ำดินที่ใช้วิธีการตีดินในถังตีดินแบบความเร็วสูง แต่ถ้าเป็นการเตรียมดินแบบเปียกโดยการนำดินไปบดให้เป็นน้ำสลิปในหม้อบดก็จะไม่ต้องกังวลเกี่ยวกับกากที่ค้างตะแกรง โดยปกติในดินขาวจะมีกากค้างตะแกรงสูงกว่าในดินดำและดินแดงเนื่องจากลักษณะการเกิดของดินที่เป็นแหล่งปฐมภูมิ แต่ในดินแดงบางแหล่งก็จะพบว่ามีทรายปนอยู่ในปริมาณสูงจนทำให้%กากค้างตะแกรงมีค่าสูงด้วย เช่นดินแดงสิงห์บุรีที่มี%กากค้างตะแกรงมากกว่า 10% บนตะแกรงขนาด 325 เมตร

3.1.6 การหาขนาดของอนุภาคและการกระจายตัวของอนุภาค จะใช้วิธีวัดโดยไฮโดรมิเตอร์ หรือใช้เครื่อง Particle size distribution โดยใช้ laser เป็นตัวนับจำนวนอนุภาค และสามารถ plot ออกมาเป็นกราฟได้ โดยค่าที่อ่านได้จะดูที่ค่าเส้นผ่านศูนย์กลางของอนุภาคที่ 90%

และที่ 10% ว่ามีขนาดอนุภาคอยู่ที่เท่าใด ซึ่งนอกเหนือที่จะดูค่าขนาดของอนุภาคของดินแล้วยังสามารถดูค่าพื้นที่ผิวของดินชนิดนั้นๆได้ด้วยในกรณีที่เราต้องการนำไปใช้เกี่ยวกับคุณสมบัติด้านการดูดซับและการเร่งการเกิดปฏิกิริยา

ค่าความละเอียดของอนุภาคดินนั้นจะบอกถึงคุณสมบัติด้านความเหนียว, ความแข็งแรงของชิ้นงานดิบและชิ้นงานหลังเผา รวมทั้งยังบอกถึงคุณสมบัติด้านการไหลตัวของน้ำดินและอัตราการหล่อแบบของดินด้วย



ภาพที่ 6 แสดงเครื่องหาค่าการกระจายตัวของอนุภาค (Particle size distribution)

3.1.7 % ความชื้น จะใช้ตรวจสอบดินที่รับเข้ามาเพื่อการคำนวณราคาเพื่อชดเชยปริมาณน้ำที่มีอยู่ในดิน lot นั้น ๆ และตรวจสอบเพื่อชดเชยปริมาณน้ำเวลาที่เราต้องการชั่งดินดังกล่าว เพื่อนำไปใช้งาน โดยนำตัวอย่างดิน (ควรสุ่มจากหลาย ๆ จุดของกองดิน) มาชั่งน้ำหนักก่อนอบ แล้วนำเข้าเตาอบอุณหภูมิ 150 °C 2 ชั่วโมง แล้วนำออกมาชั่งน้ำหนักหลังอบ และนำไปเข้าสูตร

% ความชื้น = (น้ำหนักก่อนอบ-น้ำหนักหลังอบ) x 100 / น้ำหนักก่อนอบ

3.1.8 อัตราการหล่อ (casting rate) จะใช้สำหรับดินที่ต้องการนำไปหล่อแบบเพื่อดูอัตราของความหนาของชิ้นงานเมื่อเวลาผ่านไป โดยจะนำดินที่ต้องการตรวจสอบมาทำให้เป็นน้ำดิน (slip) และเทลงในแบบ plaster จับเวลา 10-20 นาที แล้วเทน้ำดินที่เหลือออก เมื่อสามารถแกะแบบได้ให้ทำการแกะแบบและวัดความหนาของชิ้นงานว่าที่ 10 นาที จะได้ความหนาเท่าใด ถ้ามีความหนามากแสดงว่ามีอัตราการหล่อแบบที่ดี

ในปัจจุบันในโรงงานอุตสาหกรรมหลายแห่งจะหาอัตราการหล่อแบบโดยใช้วิธี Baroid test โดยการนำน้ำดินที่ต้องการทดสอบมาใส่ในทรงกระบอกแล้วปิดฝาให้แน่นแล้วใช้แรงดันอัดน้ำดิน หลังจากได้เวลาตามที่กำหนดไว้แล้วก็ทำการเทน้ำดินที่เหลือออก และแกะแบบทรงกระบอกแล้วนำ

ดินแผ่นที่อยู่ภายในทรงกระบอกมาทำการวัดค่าความหนา ซึ่งวิธีนี้จะสามารถหาอัตราการหล่อแบบได้เร็วขึ้น แต่ก็ยังไม่เป็นตัวแทนที่แท้จริงเมื่อเทียบกับการหล่อในแบบปลาสเตอร์ที่แท้จริง

3.1.9 สีหลังเผา จะนำดินตัวอย่างมาขึ้นรูปและทำการเผาในอุณหภูมิและบรรยากาศที่ใช้งาน แล้วจึงมาเปรียบเทียบสีหลังเผากับชิ้นงาน STD. หรืออาจใช้เครื่องวัดสี ทำการวัดสีเปรียบเทียบกับ STD ถ้าต้องการควบคุมเรื่องสีของเนื้อดิน เช่น ผลิตภัณฑ์ porcelain, bone china, กระเบื้อง porcelain (granite tile) ซึ่งสีของดินจะเปลี่ยนแปลงไปนั้นขึ้นอยู่กับค่า %Fe2O3 และ %TiO2 ในเนื้อดิน

3.1.10 ค่าความเหนียว (Plasticity) ค่าความเหนียวของดินนั้นเป็นคุณสมบัติที่สำคัญในการเลือกใช้ดินสำหรับผลิตภัณฑ์ต่างๆและให้เหมาะสมกับวิธีการขึ้นรูปของโรงงาน โดยความเป็นจริงแล้วเรามักต้องการดินที่มีค่าความเหนียวมากเพื่อที่จะขึ้นรูปได้ดี ไม่มีปัญหาแตกเสียหายขณะเคลื่อนย้าย แต่ดินที่มีความเหนียวสูงก็มีข้อเสียด้วยเช่นกัน ในกรณีการเตรียมดินแบบกึ่งเปียก (Semiwet process) ถ้าใช้ดินที่มีความเหนียวมากมักจะมีปัญหาเวลาผสมในเครื่อง Mixer, เครื่อง Screen feeder ทั้งปัญหาความเหนียวที่จะติดกับตัวเครื่อง และการผสมกับวัตถุดิบตัวอื่นๆจะเข้ากันได้ยาก ในกรณีทำดินให้เป็นสลิปเพื่อนำไปสเปรย์เป็นผงดิน หรือนำไปขึ้นรูปด้วยการเทแบบ ดินที่มีความเหนียวมากนั้นจะมีขนาดอนุภาคที่เล็กมาก และประกอบด้วยแร่มอนต์โมลิทโลไนท์สูง จึงทำให้น้ำดินมีความหนืดสูง ต้องใช้ปริมาณสารช่วยกระจายลอยตัวมาก และน้ำดินจะมีความเป็นทิกโซโทรปิก (Thixotropic) สูง

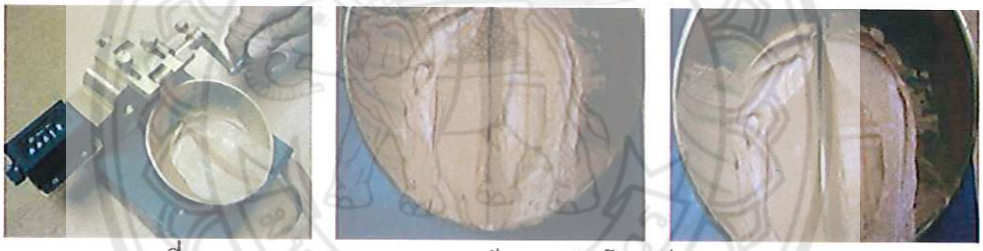
วิธีการอย่างง่ายที่จะหาค่าความเหนียวของดินคือการนำดินมานวดแล้วปั้นให้เป็นเส้นเล็กๆแล้วคดเพื่อดูความสามารถในการคงตัวของดิน ถ้าขาดง่ายแสดงว่ามีความเหนียวต่ำ แต่ถ้าสามารถคดเป็นวงได้แสดงว่ามีความเหนียวสูง ซึ่งการวัดแบบนี้จะใช้ความรู้สึกในการตัดสินใจค่อนข้างสูงและมีปัจจัยที่ควบคุมไม่ได้หลายประการทั้งปริมาณน้ำที่ใช้ แรงในการนวดดิน ขนาดเส้นรอบวงที่ใช้คด

ปริมาณน้ำที่เติมลงไปในขณะการนวดดินก็พอจะบอกค่าความเหนียวของดินได้ ดินที่มีค่าความเหนียวต่ำจะใช้ปริมาณน้ำน้อยในการนวดเพื่อสามารถขึ้นรูปได้ ในขณะที่ดินที่มีความเหนียวสูงจะต้องเติมน้ำในปริมาณมากในการนวดเพื่อการขึ้นรูป

วิธีการหาค่าความเหนียวของดินอีกวิธีหนึ่งเรียกว่าการหา slaking time โดยการนำดินมาเป็นลูกเต๋าและแช่ไว้ในน้ำ จับเวลาจนกระทั่งเหลี่ยมของดินลบมุมออกไปจนหมด แต่ถ้าดินมีความเหนียวมากจะใช้เวลาในการทดสอบนานบางครั้งหลายวัน ดังนั้นการทดสอบอย่างรวดเร็วจะใช้วิธีการปั้นเป็นลูกเต๋าเช่นกันแต่นำไปอบแห้ง แล้วจึงใส่ลงในน้ำ จับเวลาจนกระทั่งลูกเต๋าเริ่มสลายตัว ซึ่งจะใช้เวลาไม่นานนัก แต่สามารถเปรียบเทียบค่าออกมาเป็นตัวเลขได้

ภาพที่ 7 แสดงการหา Slaking time

นอกจากนี้ค่าความแข็งแรงของชิ้นงานดิบและความแข็งแรงของชิ้นงานหลังอบแห้งก็จะเป็นตัวชี้บ่งถึงค่าความเหนียวของดินด้วยเช่นกัน ดินที่มีค่าความเหนียวที่ดีก็จะมีค่าความแข็งแรงดิบและความแข็งแรงหลังอบสูงตามไปด้วย



ภาพที่ 8 แสดงการทดสอบความเหนียวของดินโดยวิธี Atterberg's limits

การทดสอบความเหนียวของดินอีกวิธีหนึ่งจะใช้หลักการของ Atterberg's limits โดยดูค่าขีดจำกัดเหลว (Liquid limit) และขีดจำกัดพลาสติก (Plastic limit) ของดิน การหาค่าขีดจำกัดเหลวนั้นทำได้โดยนำดินที่ต้องการทดสอบมาผสมน้ำจนเข้ากันแล้วนำมาปาดลงในถ้วยเคาะ ใช้เครื่องมือมาตรฐานในการบากร่องของดินเหลว หลังจากนั้นจึงทำการหมุนเครื่องเคาะเพื่อให้เกิดแรงเฉือนขึ้นกับเนื้อดินจนครบ 25 ครั้ง ถ้าดินยังไม่เคลื่อนตัวมาแตะกันที่รอยบากก็ให้เติมน้ำเพิ่มแล้วทำการเคาะใหม่จนกระทั่งดินตรงรอยบากมาแตะกัน แล้วนำดินไปหาค่าปริมาณน้ำที่มีอยู่ในดิน สำหรับดินที่มีค่าขีดจำกัดเหลวสูงแสดงว่าเป็นดินที่มีความเหนียวสูง สำหรับรายละเอียดของหลักการ Atterberg's limits นั้นจะนำมาเสนอในโอกาสถัดไปอย่างละเอียด

อีกวิธีการ จะใช้ดินที่เราต้องการจะตรวจสอบความเหนียวมาผสมกับน้ำจนได้ความชื้นพอเหมาะ (พอปั้นได้ไม่ติดมือ) แล้วปล่อยลงมาจากระดับความสูง 1 เมตร ลงบนพื้นที่มี scale อยู่ ถ้าดินมีการแผ่ตัวออกไปมากแสดงว่ามีความเหนียวน้อย ถ้าดินจับตัวเป็นก้อนได้ดีแสดงว่ามีความเหนียวมาก

3.1.11 สมบัติการไหลตัวของน้ำดิน (Rheology) จะใช้เครื่องมือที่สามารถตรวจเช็คคุณสมบัติของการไหลตัวได้ เช่น เครื่อง viscometer, brook field, gallen Kamp, over swing โดยจะเช็คค่าความหนืด (viscosity) และค่าทิกโซโทรปิก (Thixotropic) ของน้ำดิน ซึ่งคุณสมบัติเหล่านี้จะช่วยให้เราตัดสินใช้ในการเลือกดินสำหรับการทำน้ำสลิปเพื่อใช้ในการหล่อแบบ รวมทั้งการเลือกใช้ดินในการบดเป็นสลิปสำหรับการเตรียมผงดินโดยใช้ Spray dryer

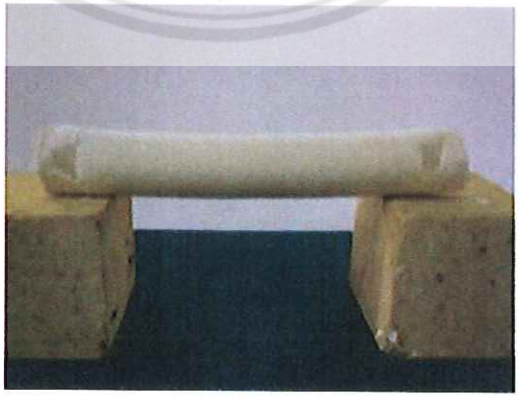
3.1.12 การหาพื้นที่ผิวของอนุภาคของดิน ซึ่งพื้นที่ผิวของดินจะส่งผลต่อคุณสมบัติด้านความเหนียว การกระจายลอยตัวของดิน โดยใช้วิธี Methylene blue index (MBI)

ค่า MBI คือค่าที่บอกว่าวัตถุดิบนั้นสามารถดูดซับ Methylene blue ได้มากน้อยเพียงใด ซึ่งจะเชื่อมโยงไปถึงความละเอียดของวัตถุดิบ หรือพื้นที่ผิวของวัตถุดิบนั้น

3.1.13 ปริมาณสารอินทรีย์ในดิน (Organic matter) ตรวจสอบได้โดยใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2)

3.1.14 ค่าการบิดเบี้ยวของเนื้อดิน สามารถวัดได้โดยการนำดินมาขึ้นรูปตามกระบวนการที่เราต้องการทั้งการอัดแบบ, การหล่อแบบและการรีด แล้วนำไปอบแห้งและทำการเผาโดยวางไว้บน Support ที่อุณหภูมิที่ต้องการใช้งาน และดูค่าความโค้ง (Warpage) ของชิ้นงานหลังเผา ซึ่งถ้าชิ้นงานมีความโค้งมากแสดงว่าความสามารถในการรับน้ำหนักที่อุณหภูมิสูงจะมีค่าต่ำ ซึ่งจะส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ที่มีน้ำหนักมากหรือชิ้นงานใหญ่จะเกิดการบิดเบี้ยวขึ้นได้

จะเห็นได้ว่าการทดสอบดินแต่ละชนิดนั้นมีหัวข้อในการทดสอบหลายอย่าง เพื่อให้เกิดความเหมาะสมที่สุดในการเลือกใช้ดินสำหรับการผลิตผลิตภัณฑ์ในแต่ละชนิด สำหรับในฉบับหน้านั้นจะนำเสนอในเรื่องการเลือกใช้ดินให้เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ รวมทั้งให้เหมาะสมกับกระบวนการผลิตของแต่ละโรงงาน



ภาพที่ 9 แสดงการทดสอบการ Warpage ของชิ้นงาน

ประเภทของดินที่นำมาใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์

ก. ดินผสมสำเร็จรูปกลุ่มพอร์ซเลน

เป็นกลุ่มดินผลิตภัณฑ์ที่มีความหลากหลายในการเลือกใช้งาน ทั้งดินงานปั้นที่มีความเหนียวดีแต่ไม่โปร่งแสง หรือดินที่เหมาะสำหรับงานหล่อที่มีความขาวและโปร่งแสง, ดินเหมาะสำหรับงานหล่อและงานปั้นที่ขาวและโปร่งแสง, ดินอลูมิน่าพอร์ซเลนสำหรับทำลูกถ้วยไฟฟ้า ลูกบดและอิฐกรุบอลมิลและดินที่เหมาะกับการเผาที่อุณหภูมิสูงหรือที่เรียกกันว่า Hard porcelain โดยทั่วไปแล้วดินกลุ่มพอร์ซเลนจะเหมาะกับการเผาที่อุณหภูมิประมาณ 1260-1300 ˚C ในบรรยากาศการเผาแบบรีดักชั่น เพื่อให้ได้สีหลังเผาขาวและโปร่งแสง

1) ดินพอร์ซเลนทั่วไป Common Porcelain Body

- PAA ดินพอร์ซเลนทั่วไปสำหรับงานหล่อ ที่มีอัตราการหล่อแบบดี ขึ้นรูปงานหล่อและเผารีดักชั่น แต่ไม่โปร่งแสง เหมาะสำหรับผลิตภัณฑ์ที่นำมาเขียนลายเบญจรงค์หรือลายคราม

- PAB จะมีสัมประสิทธิ์การขยายตัวสูงกว่า PAA เหมาะสำหรับเคลือบออกไซด์แบบญี่ปุ่น ดินพอร์ซเลนทั่วไปสำหรับงานปั้น จะเป็นกลุ่มดิน PBA, PBB, PBC

- PBA จะเหมาะกับงานปั้นจิ๊กเกอร์และโรลเลอร์ สำหรับผลิตภัณฑ์บนโต๊ะอาหารและของประดับลายครามและเบญจรงค์ที่จะเน้นลวดลายสีสัน ไม่เน้นความโปร่ง

- PBB เหมาะสำหรับงานปั้นมือแป้นหมุน งานปั้นขนาดใหญ่สำหรับผลิตภัณฑ์ตกแต่งบ้านและสวน ตกแต่งด้วยเคลือบหรือการเขียนลาย

- PBC เป็นดินเนื้อหยาบที่เหมาะสำหรับผลิตภัณฑ์บนโต๊ะอาหารที่ต้องการอุ่นร้อนตลอดเวลาด้วยตะเกียงแอลกอฮอล์ โดยจะเคลือบด้วยเคลือบสี มีความทนทานเผาได้ตั้งแต่อุณหภูมิ 1230-1280 ˚C

2) ดินอลูมิน่าพอร์ซเลน Alumina Porcelain Body

ดินอลูมิน่าพอร์ซเลนเป็นดินที่ใช้กับงานเฉพาะที่ต้องการความแข็งแรงทนทานเช่นลูกถ้วยไฟฟ้า, ลูกบดและอิฐกรุ หรือสเปเซอร์ที่ต้องใช้แขวนสายไฟที่หนักเป็นต้นได้โดยไม่เกิดความเสียหาย ดินในกลุ่มนี้จะมีสมบัติแตกต่างกันไป

- PCA จะมีความแข็งแรงหลังเผาไม่ต่ำกว่า 1000 kg/cm2 นิยมลูกถ้วยไฟฟ้า มีอลูมิน่าไม่ต่ำกว่า 40% จึงทำให้ทนทานต่อการใช้งานและการทดสอบทางไฟฟ้า

- PDA เหมาะสำหรับงานหล่อตันโดยใช้แรงดัน High pressure casting โดยทำผลิตภัณฑ์สเปเซอร์ มีอลูมิน่าเป็นองค์ประกอบมากกว่า 50%

i6846671

สำนักหอสมุด

22 ก.ย. 2558

- PDB เหมาะสำหรับงานปั้นกลึงใช้ได้กับผลิตภัณฑ์ลูกถ้วยแบบแขวนและอิฐกรุ-ลูกบดที่มีความแข็งแรงหลังเผาสูงมากกว่า 1400 kg/cm2 มีอลูมิน่าเป็นองค์ประกอบมากกว่า 50% ทำให้ทนต่อการขัดสีและเป็นฉนวนทนต่อการทดสอบทางไฟฟ้าได้ดี

3) ดินพอร์ซเลนเนื้อขาว Soft Porcelain Body

ดินพอร์ซเลนเนื้อขาวจะแตกต่างกันในเรื่องของสีหลังเผา, ความโปร่งแสง, ความเหนียวของดินเพื่อให้เหมาะสมกับการเลือกใช้งาน

- PEA เหมาะสำหรับงานหล่อ อัตราการหล่อแบบสูง หลังเผาจะขาวและโปร่งแสงมาก ซึ่งเหมาะจะทำผลิตภัณฑ์ตกแต่งบ้านโดยเฉพาะทำโคมไฟประดับ

- PFA จะเป็นดินที่มีความขาวและโปร่งแสงดีเนื้อละเอียดโดยเฉพาะดิน PFA เหมาะกับงานหล่อและงานปั้น เช่น ตุ๊กตาประดับตกแต่ง หรือผลิตภัณฑ์บนโต๊ะอาหาร เผาได้ที่อุณหภูมิ 1280 ˚C รีดักชั่น

- PFB จะเหมาะกับงานหล่อมากกว่าโดยที่มีสีหลังเผาใกล้เคียงกับดิน PFA

- PFC สามารถใช้ได้ทั้งงานหล่อและงานปั้นแต่เป็นดินที่มีความขาวและโปร่งแสงน้อยกว่าดินอื่นในกลุ่มดินพอร์ซเลนเนื้อขาว เหมาะสำหรับทำผลิตภัณฑ์บนโต๊ะอาหารเช่นกัน

4) ดินพอร์ซเลนเนื้อขาวอุณหภูมิสูง Hard Porcelain Body

- PKA ซึ่งเป็นดินงานปั้นสำหรับเผาอุณหภูมิสูงถึง 1350 ˚C ในบรรยากาศแบบรีดักชั่น ที่มีความแข็งแรงหลังเผาสูง ทนทานต่อการใช้งาน

- PKB เป็นดินงานหล่อสำหรับใช้กับคู่กับดิน PKA

ภาพที่ 10 แสดงผลิตภัณฑ์จากดินผสมสำเร็จรูปกลุ่มพอร์ซเลน

ข. ดินผสมสำเร็จรูปกลุ่มวิเทรียสไชน่า

เป็นดินเนื้อละเอียดคุณภาพสูงที่นิยมเผาอุณหภูมิ 1220-1230 ˚C ออกซิเดชั่น ให้คุณสมบัติหลังเผาทั้งในด้านความแข็งแรงสูง, การสุกตัวดูดซึมน้ำต่ำเช่นเดียวกับพอร์ซเลน สีหลังเผาจะมีทั้งที่คล้ายกับดินโบนไชน่า และที่ใกล้เคียงกับดินพอร์ซเลนที่เผารีดักชั่น และยังสามารถเผาแบบรีดักชั่นได้เช่นเดียวกันกับดินพอร์ซเลน

- VAB เป็นดินวิเทรียสไชน่าที่เหมาะกับงานหล่อ สีหลังเผาเป็นสีขาวอมฟ้าแบบดินพอร์ซเลนรีดักชั่นแต่โปร่งแสงน้อย อุณหภูมิเผาที่ 1230-1250 ˚C ออกซิเดชั่น ทำผลิตภัณฑ์ประดับตกแต่ง งานหล่อทั้งชิ้นเล็กและใหญ่

- VBB สามารถใช้งานทั้งงานหล่อ, งานปั้น จะให้ความโปร่งแสงได้ดีสีหลังเผาแบบโบนไชน่า มีความแข็งแรงทนทาน นิยมทำผลิตภัณฑ์ชุดอาหารและของตกแต่ง

- VCB สามารถใช้ได้ทั้งงานหล่อและงานปั้น สามารถที่จะเตรียมน้ำดินได้ที่ถพ.สูง มีความแข็งแรงหลังเผาสูงมาก และทน thermal shock ได้มากกว่า 200 ˚C VBB และ VCB สามารถเผารีดักชั่นได้ขาวและโปร่งแสงเช่นเดียวกับพอร์ซเลน

- VDA เป็นดินเนื้อละเอียดที่เหมาะสำหรับงานหล่อ มีสีหลังเผาเช่นเดียวกับดินพอร์ซเลนและดูดซึมน้ำต่ำกว่า 0.5% ที่อุณหภูมิ 1220-1230 ˚C ในบรรยากาศแบบออกซิเดชั่น มีความแข็งแรงหลังเผาสูงและทรงตัวได้ดี

ภาพที่ 11 แสดงผลิตภัณฑ์จากดินผสมสำเร็จรูปกลุ่มวิเทรียสไชน่า

ค. ดินผสมสำเร็จรูปกลุ่มสโตนแวร์

เป็นกลุ่มดินผลิตภัณฑ์ที่มีความหลากหลายในการเลือกใช้ ทั้งดินงานปั้น, งานหล่อ, งานอัดปั๊ม เหมาะกับผลิตภัณฑ์สำหรับปรุงอาหาร Cookware ลักษณะเด่นของผลิตภัณฑ์สโตนแวร์มักจะชิ้นหนาและหนัก เน้นความแข็งแรงทนทาน

1) ดินสโตนแวร์เนื้อขาว

- SAA, SAA(G) เป็นดินสโตนแวร์เนื้อขาว เน้นที่จะใช้งานเคลือบใส ตกแต่งด้วยสีใต้เคลือบ SAA ใช้ทั้งงานหล่อ, งานปั้นและงานอัด ส่วน SAA(G) เป็นดินผงสำหรับการขึ้นรูปแบบ Isostatic press เหมาะสำหรับผลิตภัณฑ์บนโต๊ะอาหาร

- SAB จะเป็นดินสำหรับงานหล่อ และมี%การดูดซึมน้ำสูง สุกตัวต่ำกว่าดิน SAAนิยมทำผลิตภัณฑ์ตกแต่งเป็นส่วนใหญ่

2) ดินสโตนแวร์ธรรมดา

- SBB เหมาะกับการขึ้นรูปงานปั้นจิ๊กเกอร์และ Ram Press นิยมทำผลิตภัณฑ์เคลือบด้วยเคลือบแก้ว เผาได้ตั้งแต่อุณหภูมิ 1200-1230 ˚C ออกซิเดชั่น

- SDB เป็นดินสโตนแวร์ที่เหมาะกับการขึ้นรูปแตกต่างกัน SDB ใช้ในงานปั้น เป็นดินที่มีการสไลด์ตัวได้ดี

- SDC ใช้สำหรับงานขึ้นรูปแบบ Autocasting ซึ่งมีอัตราการหล่อแบบสูง เหมาะสำหรับชุดทำอาหาร Bakeware ชิ้นใหญ่

- SDE เป็นดินสโตนแวร์ที่สามารถใช้ได้ทั้งงานหล่อแบบและงานปั้น โดยมี%การหดตัวต่ำ ดูดซึมน้ำต่ำเมื่อเผาที่ 1220-1230 ˚C เหมาะทำผลิตภัณฑ์บนโต๊ะอาหาร

- SFA เป็นดินสโตนแวร์เนื้อหยาบที่สามารถใช้ได้ทั้งงานหล่อแบบและงานปั้น โดยมี%ดูดซึมน้ำต่ำและสามารถเผาที่ 1200-1250 ˚C ใช้ทำผลิตภัณฑ์ Cookware

3) ดินสโตนแวร์สำหรับงานหล่อชิ้นใหญ่

- SEA เป็นดินที่มีอัตราการหล่อแบบและการทรงตัวที่ดี เหมาะสำหรับผลิตภัณฑ์ชิ้นใหญ่เช่นชุดห้องน้ำ สุขภัณฑ์ กระเบื้องลอนและลูกกรงแก้ว

- SGA เป็นดินที่ทำน้ำดินถพ.สูงมาก นิยมทำผลิตภัณฑ์ที่ใหญ่และการทรงตัวดี

4) ดินสโตนแวร์เนื้อแดง

- SHA เป็นผลิตภัณฑ์ใหม่สำหรับงานปั้น ที่มีสีหลังเผาแดงเป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัว เผาที่อุณหภูมิ 1220-1230 ˚C จะให้ได้ผลิตภัณฑ์ชุดอาหารที่มีความโดดเด่น

- SHB ดินสโตนแวร์เนื้อแดงที่เหมาะกับงานหล่อ ใช้คู่กับดิน SHA

5) ดินสโตนแวร์สำหรับงานปั้นชิ้นใหญ่

- SIB ขึ้นรูปด้วยวิธีการปั้นแป้นหมุน ปั้นจิ๊กเกอร์ และ Ram press ผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดสูงและใหญ่ได้ดี นิยมทำผลิตภัณฑ์ตกแต่งบ้าน เผาที่1200-1260 ˚C ในบรรยากาศแบบออกซิเดชั่นและรีดักชั่น ตกแต่งด้วยเคลือบ Art พิเศษ

ภาพที่ 12 แสดงผลิตภัณฑ์จากดินผสมสำเร็จรูปกลุ่มสโตนแวร์

ง. ดินผสมสำเร็จรูปกลุ่มเอิร์ทเทิร์นแวร์

เป็นกลุ่มดินผลิตภัณฑ์ที่มีความหลากหลายในเรื่องวัตถุประสงค์การใช้งานและมี%การดูดซึมน้ำสูงกว่าดินสโตนแวร์ อุณหภูมิเผาที่ 1000-1230 ˚C ออกซิเดชั่น

1) ดินเอิร์ทเทิร์นแวร์ไฟสูง Earthenware Body

2) ดินเอิร์ทเทิร์นแวร์ไฟต่ำหรือดินโดโลไมท์ Dolomite Earthenware Body

3) ดินเอิร์ทเทิร์นแวร์เนื้อแดงหรือดินเทอราคอตต้า Terra Cotta Body

4) ดินเอิร์ทเทิร์นแวร์ไฟสูง Earthenware Body

- EAA เป็นดินเอิร์ทเทิร์นแวร์ไฟสูงเนื้อหยาบที่ขึ้นรูปงานปั้นได้ดี ทำผลิตภัณฑ์ประเภทกระถางและกระเบื้องลอน เผาที่อุณหภูมิ 1200-1230 ˚C ออกซิเดชั่น

- EAC เป็นดินผงที่เหมาะสำหรับอัดแห้งทำกระเบื้องที่มีการดูดซึมน้ำต่ำมาก และมีความแข็งแรงทนทานสูงหลังเผา 1220-1230 ˚C ทำกระเบื้องปูพื้นเคลือบสีได้

5) ดินเอิร์ทเทิร์นแวร์ไฟต่ำหรือดินโดโลไมท์ Dolomite Earthenware Body

- EBA เป็นดินโดโลไมท์ที่ขาวและน้ำหนักเบา นิยมทำของประดับตกแต่งหรือชุดห้องน้ำมากกว่าทำผลิตภัณฑ์บนโต๊ะอาหาร

- EBD เนื้อหยาบเป็นดินที่เหมาะสำหรับงานปั้น ทำกระเบื้องพิมพ์ลายตกแต่งสีสันใต้เคลือบใส อุณหภูมิเผาประมาณ 1000-1100 ˚C

6) ดินเอิร์ทเทิร์นแวร์เนื้อแดงหรือดินเทอราคอตต้า Terra Cotta Body

- ECA ขึ้นรูปงานปั้นได้ดีและเผาได้ตั้งแต่ 1000-1230 ˚C สีหลังเผาจะเป็นสีส้มและเข้มขึ้นตามอุณหภูมิที่เผาสูงขึ้น นิยมทำชุดอาหารและของตกแต่งบ้าน

จ. ดินผสมกลุ่มอื่น ๆ

เป็นกลุ่มดินผลิตภัณฑ์ที่มีความหลากหลายในเรื่องวัตถุประสงค์การใช้งานและมี%การดูดซึมน้ำสูงกว่าดินสโตนแวร์ อุณหภูมิเผาที่ 1000-1230 ˚C ออกซิเดชั่น

- OIA เป็นดินงานปั้นที่มีความเหนียวมาก หลังเผาที่อุณหภูมิ 1200-1280 ˚C แบบรีดักชั่นจะได้เนื้อดินที่ลายจุดเหมาะสำหรับเคลือบศิลาดอนหรือเคลือบออกไซด์สีต่าง ๆ จะให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัว

ฉ. ดินเหนียวล้างสำเร็จรูป

ดินเหนียวล้างสำเร็จรูปมีทั้งในรูปดินขาวเหนียวแผ่นและดินบอลเคลย์ผงเพื่อให้สะดวกกับการใช้งาน ทำดินผสม, เอนโกบ หรือเคลือบให้มีความเหนียวดียิ่งขึ้น

- RAA, RAB ดินบอลเคลย์ในรูปดินผง ที่สะดวกต่อการใช้งาน มีความเหนียวสูงเหมาะสำหรับผสมทำดินผสมงานปั้น หรือดินเอนโกบปิดผิวกระเบื้อง ดิน RAB จะเป็นดินที่มีหลังเผาขาว เหล็กต่ำกว่าดิน RAA

- RBA ดินขาวเหนียวล้างเหมาะสำหรับผสมทำดินสโตนแวร์ และเอิร์ทเทิร์นแวร์เพื่อเพิ่มความเหนียว

- RDA ดินขาวล้างเนื้อละเอียด เกรด 325 เมช มีกาก้างตะแกรงไม่เกิน 2% นิยมทำผลิตภัณฑ์งานหล่อ เช่น งานหล่อสุขภัณฑ์ ทำให้ทรงตัวดีและสุกตัวที่อุณหภูมิไม่เกิน 1230 ˚C ดิน RDA สามารถเผารีดักชั่นให้สีหลังเผาที่ขาวสะอาดแบบดินพอร์ซเลน

3.2 กระบวนการผลิตเซรามิก

การขึ้นรูปทรงเซรามิกดังนี้

3.2.1 การขึ้นรูปแบบใช้พิมพ์กด

การขึ้นรูปแบบพิมพ์กด ชนิดใช้มือกดต้องอาศัยพิมพ์ชนิดที่ทำด้วยปูนพลาสเตอร์แบบชิ้นเดียวหรือแบบสองชิ้น ดินที่นำมาใช้ในการกดพิมพ์ นวดเป็นแผ่นและใช้เครื่องมือตัดตามรูปร่างของแบบที่จะพิมพ์ แล้วนำไปกดในพิมพ์ปล่อยทิ้งไว้ให้แห้งก็จะได้แบบพิมพ์ตามต้องการ

3.2.2 การขึ้นรูปแบบใบมีด

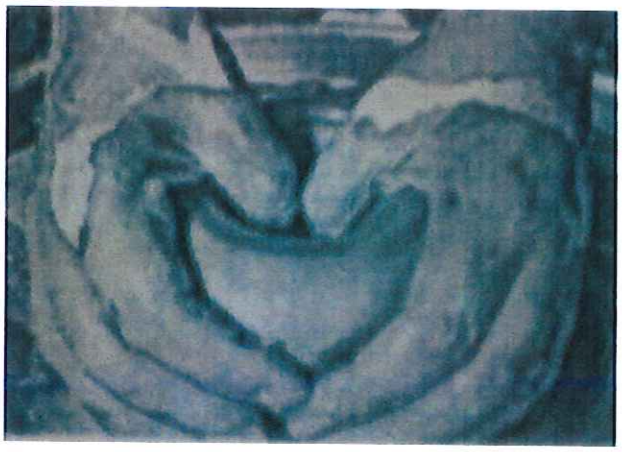
การขึ้นรูปแบบใบมีด เป็นการผลิตแบบมาตรฐานและสามารถผลิตได้จำนวนมากรวดเร็ว ส่วนใหญ่ได้แก่ จาน ชาม ถ้วย วิธีผลิตอาศัยพิมพ์และ อาศัยใบมีดตามลักษณะรูปร่างของผลิตภัณฑ์ กรรมวิธีผลิตอาศัยแป้นหมุนที่มีความเร็วสูง 120 รอบต่อนาที มีแขนสำหรับใส่ใบมีด พิมพ์ที่เป็นแบบทำด้วยปูนพลาสเตอร์ ใบมีดสร้างด้วยเหล็กแข็ง ใช้ขูดดินตามรูปร่างของพิมพ์ วิธีการขึ้นรูปแบบภายนอก เตรียมดินเป็นแผ่นแล้วอัดไปบนแบบพิมพ์ เมื่อเวลาหมุนใบมีดจะทำหน้าที่ขูดไปตามรูปต่างของแบบพิมพ์ วิธีการขึ้นรูปแบบภายใน เตรียมเป็นก้อนกลม แล้วอัดลงไปในแบบพิมพ์ที่เตรียมไว้ใช้ใบมีดกดลงไปในแบบในขณะที่หมุนดินจะถูกอัดตามแบบ

3.2.3 การขึ้นรูปแบบแป้นหมุน

การขึ้นรูปด้วยแป้นหมุน เป็นการขึ้นรูปแบบทรงกลมโดยอาศัยเครื่องมือแป้นหมุน มีทั้งชนิดยืนและนั่ง ความเร็วที่ใช้ 2-3 จังหวะ ความเร็วรอบของแป้นหมุนที่เป็นมาตรฐานประมาณ 80 รอบต่อนาที ดินที่นำมาปั้นต้องเป็นดินชนิดที่มีความเหนียวจึงจะช่วยให้การขึ้นรูปได้ผลดี การขึ้นรูปแบบแป้นหมุนต้องอาศัยการฝึกฝนและทักษะพอสมควร จึงจะสามารถขึ้นรูปได้ดี

หลักวิธีการขึ้นรูปบนแป้นหมุน

ก. การตั้งดินให้ได้ศูนย์ นับว่าสำคัญมากแล้วใช้มือทั้งสองกดและดึงดินขึ้นหลาย ๆ ครั้ง เพื่อให้ดินเกาะกับแป้นหมุน ข้อศอกและแขนจะต้องไม่แกว่ง ความเร็วของแป้นหมุนช่วงนี้จะต้องใช้ความเร็วสูง ใช้น้ำผสมเข้าช่วยในการตั้งศูนย์

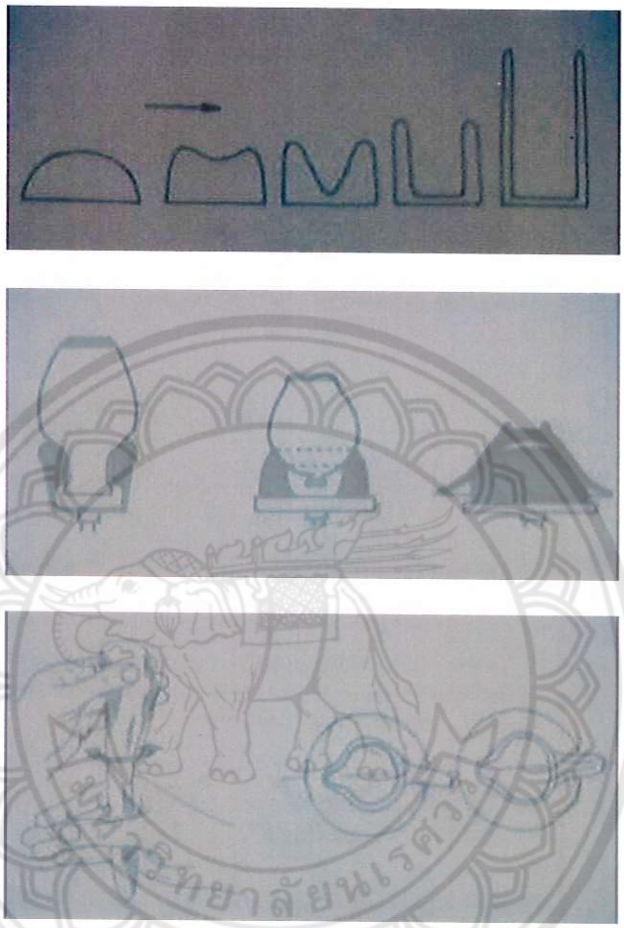


ข. เมื่อตั้งดินได้ศูนย์ดีแล้ว ใช้หัวแม่มือกดดินให้ลึกลงไปเป็นรูกลวง แต่อย่าให้ลึกถึงแป้นหมุน

ค. การดึงดินขึ้น เทคนิคและวิธีการตอนนี้สำคัญมาก โดยใช้มือข้างซ้ายและข้าวขวาดึงดินขึ้น ให้ได้ความสูงตามต้องการ ในขณะที่ดึงดินขึ้นต้องให้อยู่ในแนวดิ่งอย่าให้เอียงไปทางใดทางหนึ่ง ความเร็วที่ใช้ระดับปานกลาง

ง. การทำรูปทรงต่าง ๆ ใช้นิ้วมือกดและดันให้ได้รูปทรงตามต้องการหรือจะใช้เครื่องมือที่เตรียมไว้ก็ได้ ตอนปากรูปทรงไม่สม่ำเสมอควรใช้เครื่องมือตัดทิ้งเสียก่อนแล้วจึงค่อยขึ้นรูปใหม่

จ. ขึ้นตกแต่งหรือขั้นสำเร็จ ขึ้นนี้ต้องรอให้ดินที่ปั้นภาชนะหมาด ๆ เสียก่อน แล้วใช้เครื่องมือขูดผิวให้เรียบร้อย ใช้ฟองน้ำลูบให้เรียบอีกครั้ง



ภาพที่ 13 แสดงแสดงการขึ้นรูปด้วยแป้นหมุน

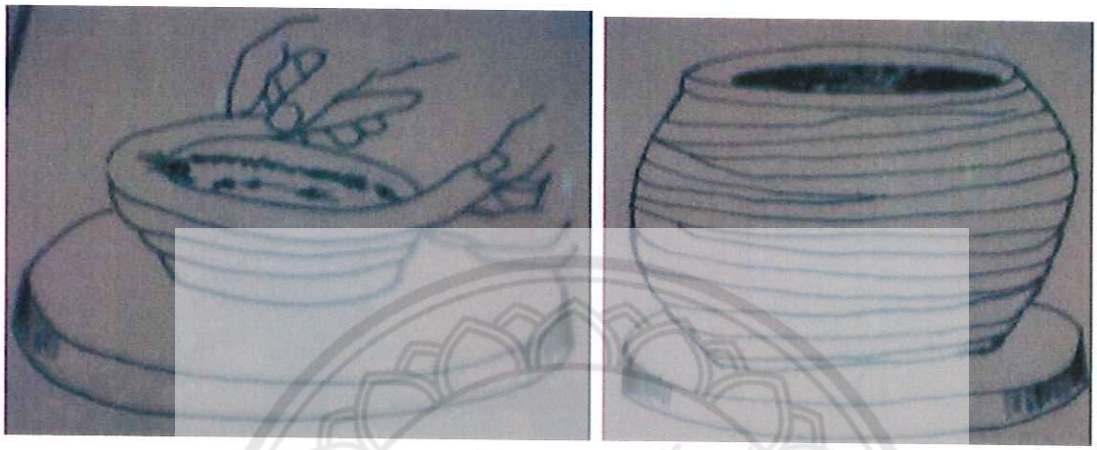
- การแต่งก้น ควรแต่งบนแป้นหมุนที่มีดินรองรับ ใช้เครื่องมือมีคมแต่งแล้วใช้ฟองน้ำลูบทำให้เรียบร้อยขึ้น

- การขึ้นรูปด้วยแป้นหมุนเป็นแบบเหยือกน้ำ ชนิดที่มีหูจับ โดยใช้มือรีดดินและใช้นำเข้าช่วยด้วย จะทำให้เป็นเส้นรูปร่างตามต้องการ ปล่อยตากไว้ รอให้หมาดแล้วนำไปประกอบกับตัวเหยือก

3.2.4 การขึ้นรูปแบบขด

การขึ้นรูปแบบนี้เป็นที่นิยมกันแพร่หลาย สามารถขึ้นรูปตั้งแต่ชิ้นงานขนาดเล็กจนถึงโอ่งน้ำขนาดใหญ่ วิธีการขึ้นรูปในขั้นแรกทุบดินบีบดินให้เป็นแผ่น ใช้เครื่องมือตัดให้เป็นแผ่นกลมหรือสี่เหลี่ยมตามต้องการ แล้งคลึงดินให้เป็นเส้นกลมยาว มีขนาดเล็กหรือโตตามความเหมาะสมของ

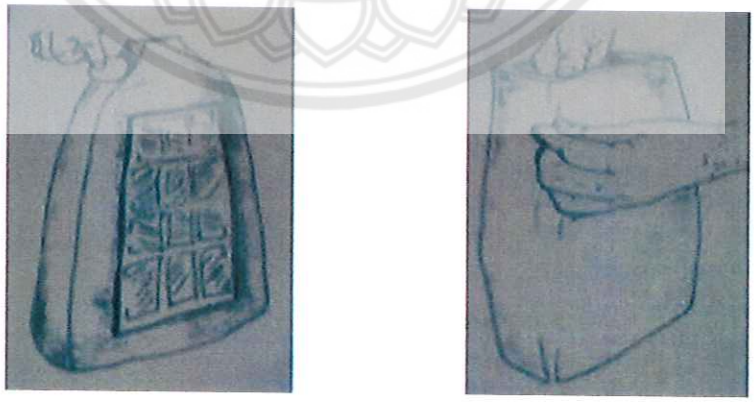
ภาชนะที่ปั้น แล้วนำไปขดบนแผ่นที่เตรียมไว้ โดยใช้น้ำสลิปประสานรอยต่อใช้มือบีบหรือกดดินให้เข้ากันแน่นสนิท ทำแบบนี้ไปเรื่อย ๆ จนสูงพอกับความต้องการ แล้วแต่งผิวให้เรียบแล้วปล่อยให้แห้ง

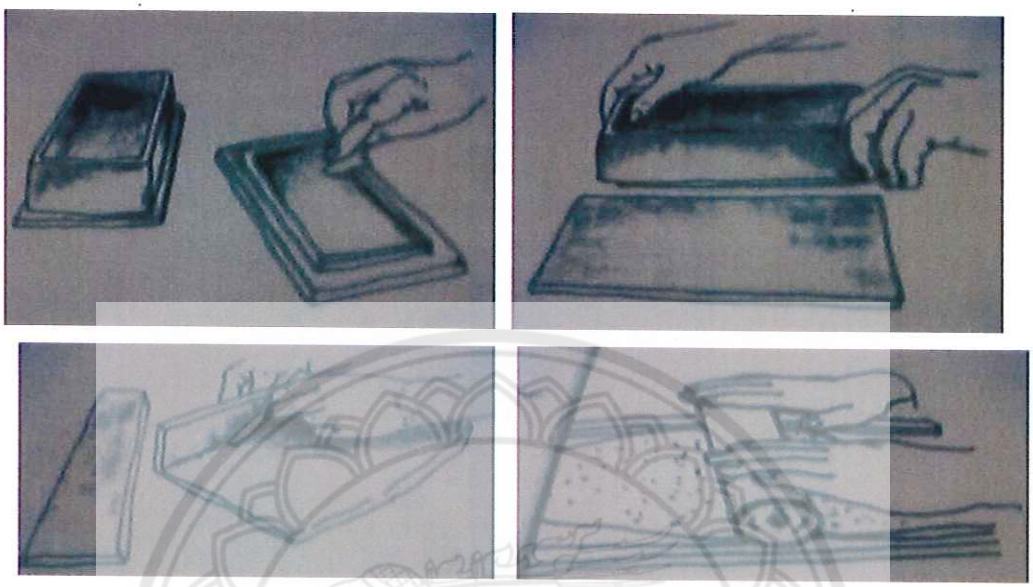


ภาพที่ 14 แสดงแสดงการขึ้นรูปด้วยรูปแบบขด

3.2.5 การขึ้นรูปแบบแผ่น

การขึ้นรูปทรงแบบแผ่น เหมาะสำหรับผลิตภัณฑ์ที่ออกแบบมีลักษณะเป็นเหลี่ยมหรือรูปทรงแปลก ๆ วิธีทำขั้นแรกใช้เครื่องมือลูกกลิ้งรีดดินให้เป็นแผ่นบนแผ่นปูนพลาสเตอร์หรือแผ่นไม้อัดที่มีผ้าใบหุ้ม แล้วใช้เครื่องมือตัดดินตามรูปแบบที่ต้องการ เวลาที่ผึ่งให้แห้งควรคว่ำไว้บนแผ่นปูนพลาสเตอร์ เพื่อป้องกันการบิดเบี้ยว แต่ถ้าภาชนะมีฝาควรประกบกัน ถ้าแยกออกจากกันแล้วเมื่อดินหดตัวทำให้บิดเบี้ยวได้





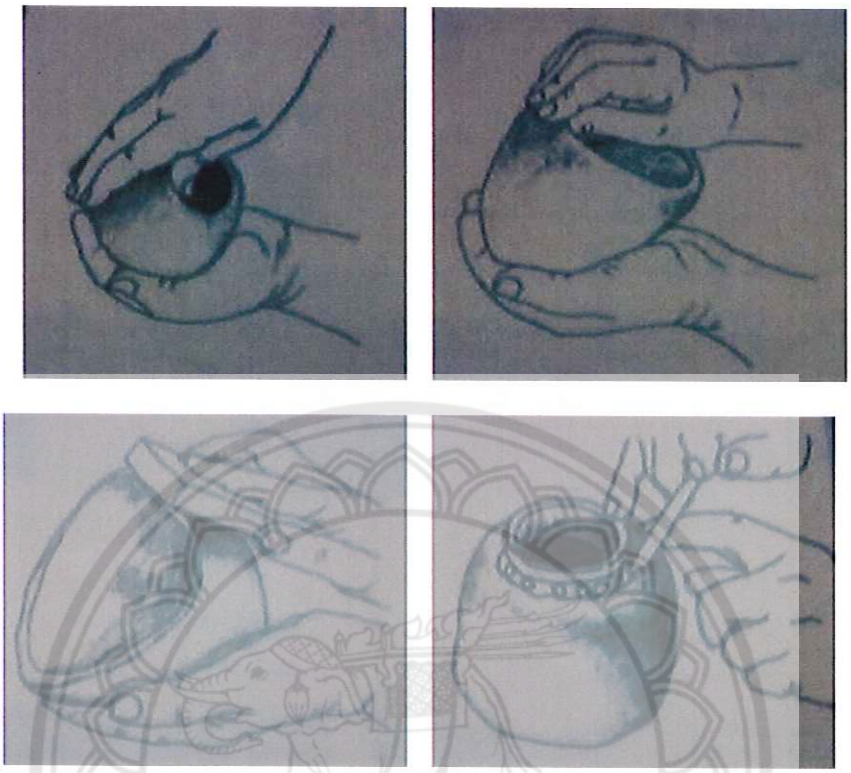
ภาพที่ 15 แสดงแสดงการขึ้นรูปด้วยรูปแบบแผ่น

3.2.6 การขึ้นรูปแบบต่าง ๆ

การขึ้นรูปเครื่องปั้นดินเผา นับว่ามีความจำเป็นและสำคัญมาก ผู้ผลิตต้องมีความชำนาญ มีความรู้ความเข้าใจรวมไปถึงเทคนิคต่าง ๆ ของแต่ละแบบแต่ละชนิด รวมไปถึงอุปกรณ์และเครื่องมือต่าง ๆ ที่ช่วยในการผลิต ซึ่งมีอยู่หลายวิธีด้วยกันคือ

3.2.7 การขึ้นรูปแบบอิสระ

การขึ้นรูปแบบอิสระ เป็นแบบที่ง่ายละสะดวกมากวิธีหรือหลักการเบื้องต้นในการขึ้นรูปเครื่องปั้นดินเผาจะเป็นการเปิดโอกาสให้สร้างสรรค์ผลงานตามที่ถนัด โดยอาศัยเครื่องมือเพียงเล็กน้อย ข้อที่ควรระวังความหนาของผลิตภัณฑ์ควรจะมีความหนาใกล้เคียงกัน



ภาพที่ 16 แสดงแสดงการขึ้นรูปด้วยรูปแบบอิสระ

ก. กระบวนการตบแต่งเครื่องเคลือบดินเผา

1) สีเซรามิก(Color stain)

มนุษย์เรารู้จักการทำภาชนะ เครื่องประดับต่างๆด้วยเซรามิกมาเป็นเวลานานหลายพันปีมาแล้ว เครื่องเคลือบดินเผาของชาวจีนที่มีสีสันสวยงาม ภาชนะเครื่องใช้ของชาวโรมัน เครื่องปั้นดินเผาบ้านเชียง ต่างก็มีการวาดลวดลายด้วยสีสันต่างๆซึ่งทำมาจากวัสดุธรรมชาติที่สามารถให้สีได้ ต่อมามนุษย์ได้ค้นพบสารซึ่งให้สีได้และคงทนถึงแม้จะผ่านการเผาที่อุณหภูมิสูง เป็นพวกออกไซด์ของธาตุทรานสิชั่นต่างๆไม่ว่าจะเป็น เหล็กออกไซด์ นิเกิลออกไซด์ โคบอลต์ออกไซด์ แมงกานีสออกไซด์ และอื่นๆอีกมาก ซึ่งให้สีที่แตกต่างกันไป ตามแต่บรรยากาศในการเผา วัตถุดิบที่นำมาใช้ทำเป็นเคลือบ ซึ่งการให้สีของโลหะออกไซด์เหล่านี้ก็สามารถสร้างสรรงานศิลปะที่สวบงามได้มากมาย ทำให้เกิดeffectของผิวเคลือบที่แปลกๆไม่ซ้ำกันได้ในแต่ละตำแหน่งของเตา หรือแต่ละครั้งของการเผา ซึ่งเหมาะมากสำหรับงานศิลป์ที่ต้องการเอกลักษณ์โดดเด่นไม่ซ้ำใคร
(ที่มา ดร. คชินท์ สายอินทวงศ์)

แต่สำหรับในการผลิตเซรามิกให้เป็นอุตสาหกรรมนั้นยังจำเป็นที่จะต้องผลิตงานที่จะต้องผลิตงานที่มีความเหมือนกันทั้งขนาด รูปทรงและสีสัน ให้ออกมาเป็นจำนวนมากๆซึ่งการใช้โลหะออกไซด์มาเป็นตัวให้สีนั้นจะมีข้อจำกัดอยู่ตรงที่จะมีการเปลี่ยนแปลงเฉดสีได้ง่ายเมื่อ

อุณหภูมิหรือบรรยากาศในการเผาแตกต่างออกไป ดังนั้นการที่เราต้องการผลิตเซรามิกสำหรับอุตสาหกรรมให้ได้ของจำนวนมากที่มีคุณภาพเหมือนเดิมที่สุดจึงจำเป็นที่จะต้องมีการปรับปรุงวัตถุดิบที่ใช้สำหรับให้สี เทคโนโลยีการผลิตสีเซรามิกหรือสีสะเตน(Stain color) จึงได้ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว

2) กระบวนการผลิตผงสีเซรามิก

วัตถุดิบที่นำมาใช้ผลิตสีเซรามิกก็คือออกไซด์ของพวกโลหะต่างๆที่ให้สีนั้นเอง นอกจากนั้นก็มีควอซท์(SiO2) เซอร์คอนแซนด์(ZrO2SiO2) อลูมิน่า(Al2O3) ตะกั่วออกไซด์(PbO) สังกะสีออกไซด์(ZnO) หินปูน(CaCO3) และอื่นๆ

นำเอาวัตถุดิบที่ใช้ผลิตสีมาชั่งตามสูตรของสีที่นักวิจัยผู้ผลิตสีได้ออกแบบสูตรไว้ หลังจากนั้นก็นำเอาวัตถุดิบต่างๆมาผสมรวมกันมีทั้งแบบผสมแห้งและผสมเปียกโดยใช้ Ball mill หลังจากผสมแล้วก็นำไปใส่ไว้ในจ๊อ(Sagger) ในกรณีที่ใช้การผสมแบบเปียกต้องนำออกมาอบให้แห้งแล้วจึงนำไปใส่ในจ๊อ จากนั้นก็นำจ๊อไปจัดเรียงบนรถเตา เตาที่ใช้เผามีทั้งการเผาแบบต่อเนื่อง โดยใช้เตาอุโมงค์(Tunnel kiln) และเตาที่เผาเป็นครั้งคราว(Shuttle kiln) อุณหภูมิในการเผา(calcine)และเวลาในการเผาเป็นเทคนิคที่สำคัญอย่างหนึ่งของการผลิตสีเซรามิก มีสีบางประเภทที่ไม่สามารถเผาได้โดยใช้เตาอุโมงค์แต่จำเป็นต้องเผาโดยใช้ Shuttle kiln อย่างเดียว การยืนไฟ(Soaking time) ก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่จะทำให้สีเหล่านั้นมีสีสันที่ถูกต้องไม่เพี้ยนไปจากสีมาตราฐานเดิม อุณหภูมิในการเผาของการผลิตสีเซรามิกนั้นอยู่ในช่วง1150-1300 องศาเซลเซียส ขึ้นอยู่กับวัตถุดิบเริ่มต้นที่นำมาผลิต

หลังจากเผาแล้วสีเซรามิกเหล่านี้จะมีการจับตัวกันเป็นก้อนแข็ง(Aggromerate) จึงจำเป็นจะต้องนำไปผ่านการบดอีกครั้งด้วย Ball mill เพื่อทำลายพันธะที่เกิดขึ้นได้ในระหว่างการเผาและช่วยควบคุมความละเอียดของผงสีเซรามิกด้วย การบดในขั้นตอนนี้ก็มีทั้งการบดแห้งและบดเปียกขึ้นอยู่กับชนิดของสีว่าจะต้องนำไปล้างเพื่อกำจัดเอาเกลือต่างๆที่เกิดขึ้นภายหลังการเผา

การบดนี้จะควบคุมความละเอียดของสีเซรามิกให้มีความละเอียดสูงเพื่อที่เวลานำไปใช้งานกับสีเคลือบแล้วจะได้ไม่มีปัญหาจุดสี หรือเม็ดสีขึ้นในสีเคลือบ และลดเวลาในการบดสีเคลือบลงได้

หลังจากทำการบดแล้วจะทำการถ่ายน้ำslip สีนี้ลงในถังขนาดใหญ่และเติมสารเคมีที่ช่วยกำจัดเกลือต่างๆที่เกิดขึ้นมาจากปฏิกิริยาขณะที่ทำการเผา และมีการเติมน้ำลงไปด้วย จำนวนครั้งในการล้างขึ้นอยู่กับสูตรของสีแต่ละชนิด และขึ้นกับเทคนิคของผู้ผลิตสีเองแต่โดยปกติจะอยู่ที่2-5รอบ เมื่อล้างสีจนมั่นใจว่าได้กำจัดเกลือส่วนเกินที่เป็นสาเหตุทำให้สีเคลือบเกิดรูพรุน หรือการไหลตัวของเคลือบเปลี่ยนไป ก็นำไปตกตะกอนแยกน้ำออกและสีที่ได้นี้ก็นำไปอบแห้งอีกครั้งที่

อุณหภูมิไม่สูงมากนักแต่ใช้เวลาในการอบแห้งที่นานขึ้น จากนั้นนำมาบดแห้งและบรรจุถุงเพื่อนำไปจำหน่ายต่อไป

3) ชนิดของสีเซรามิก

เราสามารถแบ่งชนิดของสีเซรามิกออกได้เป็นสองประเภทใหญ่ๆได้ตามการใช้งานคือ สีเซรามิกสำหรับใช้ในเคลือบ (Glaze stain) และสีเซรามิกสำหรับใช้ในเนื้อดิน(Body stain)

ความแตกต่างของสีทั้งสองประเภทนี้อยู่ที่วัตถุดิบที่นำมาใช้ผลิต โดยที่ body stain นั้นวัตถุดิบที่นำมาใช้นั้นจะมีราคาถูกกว่า และมีชนิดของวัตถุดิบไม่มากนัก เนื่องจากในตัวของเนื้อดินไม่มีออกไซด์ที่จะทำให้สีเปลี่ยนแปลงไปได้ เช่นพวก ZnO, BaO, CaO และอื่นๆ ส่วนใหญ่ในเนื้อดินจะมีเพียงพวกอัลคาไลน์ออกไซด์ ซิลิกา อลูมิน่า ซึ่งมีผลกระทบต่อตัวสีน้อยเพราะฉะนั้นจึงไม่จำเป็นต้องการชนิดของออกไซด์มากนักในการผลิต body stain ตัวอย่างเช่นสีดำ ถ้าเป็นการผลิต Glaze stain จะต้องมีออกไซด์ต่างๆมากกว่า5ชนิดได้แก่ Cr_2O_3-Fe_2O_3-MnO_2-NiO-CoO เพื่อที่จะทำให้สีมีความเสถียรแต่ถ้าเป็นสีดำสำหรับBody stain จะใช้เพียง Fe_2O_3และCr_2O_3 ก็เพียงพอ

สำหรับสีเซรามิกสำหรับเคลือบนั้นสามารถใช้เป็นสีใต้เคลือบ (Underglaze),สีบนเคลือบสำหรับตกแต่ง(On glaze)และเป็นสีที่ใช้ในเคลือบ(In glaze)

อุณหภูมิและบรรยากาศที่จะใช้งานนั้นขึ้นกับส่วนประกอบของสีตามรายละเอียดที่จะกล่าวถึงต่อไป รวมทั้งวัตถุดิบที่จะใช้ทำเคลือบก็จะต้องดูให้เหมาะสมกับส่วนประกอบของสีสะเตนที่เราจะเลือกใช้ด้วยเพื่อให้เราสามารถควบคุมคุณภาพของสีเคลือบได้อย่างสม่ำเสมอ ซึ่งถ้าเราเลือกสีที่ไม่เหมาะกับสูตรเคลือบก็จะทำให้สีเพี้ยนไปไม่คงที่หรือจะต้องใช้สีในปริมาณมากขึ้นทำให้ต้นทุนของสีเคลือบสูงขึ้นโดยไม่จำเป็น ตารางที่1เป็นตารางที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสีสะเตนในแต่ละสีซึ่งมีองค์ประกอบต่างๆกันกับออกไซด์ที่เป็นองค์ประกอบของเคลือบ ตัวอย่างเช่นสีสะเตนสีแดงอมชมพูที่มีส่วนประกอบของ Sn-Cr-Si-Ca นั้นจะเข้ากันได้ดีกับเคลือบที่มี CaO, SnO_2 แต่ไม่เหมาะที่ใช้กับเคลือบที่มี ZnO, ZrO_2 และ MgO เพราะออกไซด์เหล่านี้จะทำให้สีแดงของ Sn-Cr-Si-Ca เพี้ยนไปหรือสีจางลงจนทำให้ต้องเติมสีดังกล่าวให้เพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมาก

4) สูตรสารเคมีของสีเซรามิก

- สีแดง , สีเปลือกมังคุด

Sn – Ca – Si – Cr อุณหภูมิที่ใช้งานได้ถึง 1250 C

Sn – Ca – Si – Cr – Pb อุณหภูมิที่ใช้งานได้ถึง 1000 C

สีสะเตนนี้ได้มาจากการนำเอา SnO_2 , CoO และ SiO_2 มาผสมกับโดยทดลองเปลี่ยนสัดส่วนของ Cr_2O_3 เมื่อทำการเผาที่อุณหภูมิสูง Cr – ion จะเกิดการแพร่ (diffusion)

เข้าไปภายโครงสร้างของผลึก สามารถนำไปใช้งานได้ที่อุณหภูมิสูงโดยที่ยังคงความเสถียรของสีอยู่ได้ ควรใช้กับบรรยากาศออกซิเดชั่นจะดีกว่า และข้อควรระวังสำหรับการใช้สีสะเตนนี้ในเคลือบคือควรกำจัดจุดเหล็กที่อาจปนมากับวัตถุดิบของเคลือบออก เพราะจะทำให้เกิดจุดขาวขึ้นบนผิวเคลือบและเป็นสาเหตุของรูพรุนในเคลือบด้วย

เหมาะสำหรับใช้กับเคลือบที่มี Pb , Ca และมีปริมาณของ B_2O_3 , MgO , ZnO ต่ำเพราะออกไซด์ทั้ง3ตัวนี้จะทำให้สีสะเตนนี้มีความเข้มลดลงและไม่เหมาะที่จะใช้เป็นสีของเนื้อดิน

- สีชมพู

Zr-Si-Fe อุณหภูมิที่ใช้งานได้ถึง 1300c

วัตถุดิบเริ่มต้นคือเซอร์โคเนียม ซิลิเกต ซึ่งจะเป็นตัวให้ ZrO_2 กับ SiO_2 และเติม Fe_2O_3 ลงไปเล็กน้อยเพื่อให้เกิดสีโดยที่ Fe-ion จะเข้าไปอยู่ในโครงสร้างผลึกของเซอร์คอน (ZrO_2SiO_2) เหมาะสำหรับใช้กับบรรยากาศออกซิเดชั่น มีความเสถียรของสีที่ดีมาก ใช้ได้ดีกับเคลือบที่เป็นพวกทึบแสงจากเซอร์คอน และถ้าในเคลือบมี ZnO อยู่ใน % ที่สูงก็จะช่วยปรับปรุงสีให้มีความสดขึ้นมีสีออกแดงมากขึ้น แต่ไม่เหมาะที่จะใช้กับเคลือบที่มีตะกั่วออกไซด์และพวกอัลคาไลน์ออกไซด์อยู่ในปริมาณที่สูง และไม่เหมาะจะใช้สำหรับเป็นสีสำหรับเนื้อดิน

สามารถใช้ผสมกับสีสะเตนโทนอื่นๆได้ดีโดยเฉพาะตระกูลสีที่เป็นพวกเซอร์โคเนต(Zirconate) เหมือนกันเช่นสีฟ้า(Turquoise) สีเหลืองของ Zr-Pr-Si

- สีส้ม

Ti-Sb-Cr ทนอุณหภูมิได้ถึง 1200c

ได้จากการคัลไซน์ TiO_2,Sb_2O_3 และ Cr_2O_3 ช่วงของเฉดสีมีตั้งแต่สีเหลืองมัสตาดไปจนถึงสีน้ำตาลเข้ม ขึ้นอยู่กับปริมาณของ Cr_2O_3 , อุณหภูมิและช่วงเวลาในการคัลไซน์ รวมทั้งออกไซด์บางตัวที่เติมเข้ามาเพื่อปรับโทนสี เช่นถ้าเติมNiOเข้าไปจะทำให้ได้เป็นสีครีม ถ้าเติมFe_2O_3 กับ MnO_2เข้าไปจะได้ออกเป็นสีน้ำตาล สามารถใช้ผสมกับสีสะเตนอื่นๆเพื่อปรับปรุงเฉดสีโทนใหม่ๆได้ดียกเว้นสีที่มีส่วนผสมของ SnO_2

- สีส้มและสีเหลือง

Pb – Sb – Fe อุณหภูมิที่ใช้งานไม่เกิน 1050 C

ได้จากการ Calcine PbO และ Sb_2O_3 และเติมออกไซด์ตัวอื่น ๆ ลงไปเล็กน้อย เช่น Fe , Sn เพื่อทำให้เฉดสีหลากหลายขึ้น

Pb – Sb – Sn เป็นสีเหลืองสดใส

Pb – Sb – Fe เป็นสีส้มอมน้ำตาล

ทนอุณหภูมิได้ต่ำ (ไม่เกิน 1050 C) ในบรรยากาศออกซิเดชั่น สีนี้ต้องการใช้กับเคลือบที่มี % PbO และ SnO2 อยู่สูง โดย Sn จะช่วยเป็นตัวทึบแสง (Opecifier) ในสีเคลือบ

เหมาะสำหรับเป็นสีตกแต่งใต้เคลือบและบนเคลือบเท่านั้น ไม่ควรใช้สำหรับเติมในสีเคลือบหรือในเนื้อดินเลย

- สีเหลือง

Zr – Si – Pr อุณหภูมิที่ใช้งาน 1300 C

วัตถุดิบคือ Zirconium Oxide และ Silica กับ Prasiodimium oxide จำนวนเล็กน้อย มีความเสถียรของสีจนถึงอุณหภูมิสูงสุดที่ใช้งาน เหมาะสำหรับบรรยากาศออกซิเดชั่น ใช้ได้กับเคลือบทุกชนิด โดยเฉพาะเคลือบทึบแสงที่มี Ziconium เป็นองค์ประกอบ และสามารถใช้สำหรับเป็น Body stain ได้ด้วย

- สีเขียว

Cr – Co – Zn – Al อุณหภูมิที่ใช้งานได้ถึง 1280 C

ได้จากการนำ CoO และ Cr2O3 ที่เผา (calcine) โดยเติม ZnO และ Al2O3 ลงไปเพื่อเป็นตัวปรับแต่งเฉดสี ซึ่งสีนี้เสถียรได้จนถึงอุณหภูมิสูงสุด เหมาะสำหรับใช้กับเคลือบที่มีปริมาณของ Zno และ SnO2 ต่ำ สามารถใช้เป็น Body stain ได้

- สีน้ำเงิน

Co – Al

Co - Zn – Al อุณหภูมิที่ใช้งานได้ถึง 1280 C

Co - Al - Si

วัตถุดิบหลักคือ CoO และ Al2O3 และมีการเติม ZnO หรือ SiO2 เพื่อปรับปรุงเฉดสี สีนี้มีความเสถียรดีมาก สามารถใช้ได้กับเคลือบทุกชนิด โดยเฉพาะอย่างยิ่งเคลือบที่มี ZnO , Al2O3 รวมทั้งใช้เป็น Body stain ได้ด้วย และสำหรับสีน้ำเงินที่มีส่วนประกอบเป็น Co-Si นั้นยังสามารถใช้ได้ดีกับบรรยากาศแบบรีดักชั่นได้ด้วย

- สีฟ้า(Turquoises)

Zr-Si-V อุณหภูมิที่ใช้งานได้ถึง 1300c

ได้จากการ calcine ZrO2 กับ SiO2 ตามสัดส่วนที่ทำให้เกิด Zircon บางผู้ผลิตจะใช้Zircon sand มาทำการเผาจนทำให้มีความบริสุทธิ์และละเอียด และจึงเติม V2O5 (vanadium pentoxide) ลงไป สีฟ้าตัวนี้มีความเสถียรของสีดีมากในตลอดทุกอุณหภูมิที่ใช้งาน ทั้งในบรรยากาศออกซิเดชั่นและรีดักชั่น ใช้ได้ดีกับเคลือบเกือบทุกชนิด โดยเฉพาะเคลือบที่มีปริมาณของตะกั่วต่ำ การเติมเซอร์โคเนียมซิลิเกตลงไปจะช่วยเพิ่มความคงตัวของสีฟ้านี้

สามารถผสมกับสีสะเตนตัวอื่นๆได้ โดยเฉพาะสีเหลือง สีชมพูที่เป็นพวกสีเซอร์โคเนตเหมือนกันซึ่งจะทำให้เกิดโทนสีต่างๆขึ้นอีกมาก สามารถใช้เป็นสีสำหรับเนื้อดินได้เช่นกัน

- สีน้ำตาล

Fe-Cr-Si-Zn-Sn

Zr-Fe-Si-Pr อุณหภูมิที่ใช้งานถึง 1250c

สีน้ำตาลที่มีส่วนประกอบของ Zr-Fe-Si-Pr ได้มาจากการผสมกันของสีสะเตนสีเหลืองและสีชมพูที่เป็นสีเซอร์โคเนตเหมือนกัน ซึ่งจะให้ความคงตัวของสีได้จนถึงอุณหภูมิสูงสุดที่ใช้งานได้ ส่วนสีน้ำตาลที่มีส่วนประกอบของ Fe-Cr-Si-Zn-Sn นั้นได้มาจากการผสมกันของ SnO2,SiO2,ZnO ผ่านการเผาที่อุณหภูมิสูงโดยจะมีการเติม Cr2O3และFe2O3 ลงไปเพื่อปรับแต่งเฉดสี เหมาะสำหรับใช้กับบรรยากาศออก

ข. เทคนิคการเคลือบผลิตภัณฑ์เซรามิกแบบต่างๆ

ในการตกแต่งผลิตภัณฑ์เซรามิกให้มีความงดงาม, เพิ่มคุณค่าให้กับผลิตภัณฑ์, ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความคงทนถาวรนั้น ผลิตภัณฑ์เซรามิกจำเป็นที่จะต้องมีเคลือบสำหรับเหตุผลดังกล่าว การเคลือบนั้นมีเทคนิคอยู่มากมายเพื่อที่จะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความสวยงามหรือแตกต่างจากผู้อื่น ทั้งเทคนิคที่เกิดจากวิธีการในการเคลือบแบบ Hand made หรือเกิดจากเครื่องจักรที่ใช้ในการเคลือบ สำหรับอุตสาหกรรมการผลิตเซรามิกนั้นถือได้ว่ามีเทคนิคในการเคลือบอยู่มากมาย เนื่องจากถือได้ว่าเซรามิกเป็นสินค้าแฟชั่นที่จะต้องตามความนิยมหรือเทรนด์ของผู้ใช้งานอยู่ตลอดเวลาไม่ว่าจะเป็นกระเบื้องปูพื้น/บุผนัง, ของใช้ตกแต่ง, ของชำร่วย แม้กระทั่งสุขภัณฑ์ก็ตาม ผู้ผลิตจึงจำเป็นต้องค้นหาแนวทางใหม่ๆในการตกแต่งผลิตภัณฑ์ให้นำแฟชั่นหรือให้ตรงตามความต้องการของลูกค้า เราลองมาทำความรู้จักวิธีการต่างๆในการตกแต่งผลิตภัณฑ์เซรามิกชนิดต่างๆดูบ้าง ประโยชน์โดยตรงคงได้กับบุคลากรในการผลิตเซรามิก, นิสิตนักศึกษา, บุคคลที่สนใจที่ต้องการทราบว่าเบื้องหลังของความสวยงามเหล่านี้ผลิตออกมาได้อย่างไร หรือแม้แต่ผู้ผลิตผลิตภัณฑ์เซรามิกที่สามารถที่จะนำวิธีการเคลือบต่างๆไปประยุกต์ใช้กับผลิตภัณฑ์ของตนเองได้

สำหรับผลิตภัณฑ์เซรามิกที่ถือได้ว่าเป็นสินค้าที่ต้องเปลี่ยนแปลงลวดลายสีสัน การออกแบบให้ทันต่อแฟชั่นอย่างเร็วที่สุดนั้นก็คือกระเบื้องเซรามิก ซึ่งนอกจากความต้องการของลูกค้าจะเป็นไปตามแนวโน้มของแฟชั่นโลกแล้ว ในแต่ละประเทศหรือแต่ละภูมิภาคยังมีความต้องการสินค้าที่แตกต่างกันโดยสิ้นเชิง ดังนั้นการจะทำให้กระเบื้องเซรามิกมีความสวยงามตรงตามความต้องการของลูกค้านั้นจะต้องมีเทคนิคต่างๆมากมายในการผลิต

3.3 กระบวนการเผาเซรามิก

3.3.1 เตาและการเผาผลิตภัณฑ์เซรามิกส์

เตาเผา (Kiln) เป็นเครื่องมือที่จำเป็นและสำคัญมากในการผลิตเครื่องปั้นดินเผา ทำหน้าที่ให้ความร้อนเพื่อเปลี่ยนสถานภาพผลิตภัณฑ์ทั้งด้านเคมีและฟิสิกส์ เตาเผาที่ใช้กันในปัจจุบันได้มีการพัฒนาให้เหมาะสมกับความต้องการ มีประสิทธิภาพสูง ประหยัดเชื้อเพลิง ควบคุมสะดวกปลอดภัย มีรูปร่างและขนาดแตกต่างกันไป (ทวี พรหมพฤกษ์. 2525 : 11)

ก. ชนิดของเตาเผา

เตาที่ใช้ในการเผาผลิตภัณฑ์เครื่องเคลือบดินเผาโดยทั่วไปนั้น มีอยู่หลายแบบหลายชนิดสามารถแบ่งออกเป็นประเภทต่างๆ ได้ดังนี้ (ทวี พรหมพฤกษ์. 2525:11)

- แบ่งตามประเภทการใช้งานของเตา ได้แก่ เตาชนิดเผาเป็นครั้งคราว (Periodic kiln) เตาเผาแบบกึ่งต่อเนื่อง (semi continuous kiln) และเตาชนิดทางเดินลมร้อนลง (continuous kiln)

- แบ่งตามประเภททางเดินลมร้อนได้แก่เตาชนิดทางเดินลมร้อนตรง (horizontal draft kiln) เตาชนิดทางลมร้อนขึ้น (up draft kiln) และเตาชนิดทางเดินลมร้อนลง (down draft kiln)

- แบ่งตามชนิดขงเชื้อเพลิงได้แก่เตาแก๊ส เตาฟืน เตาน้ำมัน เตาไฟฟ้า เป็นต้น

- แบ่งตามลักษณะของเตา เช่น เตากลม เตาเหลี่ยม เตาแมลงป่อง เตาจีน เป็นต้น

ข. เตาที่นิยมใช้ในปัจจุบัน

ในการนำเสนอผู้วิจัยจะนำเสนอเฉพาะเตาเผาผลิตภัณฑ์เครื่องเคลือบดินเผาที่แบ่งตามชนิดของ เชื้อเพลิง 2 ชนิด คือ เตาไฟฟ้า และเตาแก๊ส ที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้

- เตาไฟฟ้า เป็นเตาที่มีความสะดวกในการเผาได้ผลแน่นอนและควบคุมอุณหภูมิได้ดี เป็นเตาที่เผาได้สะอาดที่สุดเผาได้ตั้งแต่อุณหภูมิต่ำไปจนถึงอุณหภูมิสูง เร่งอุณหภูมิให้ช้าเร็วได้ตามต้องการ เนื่องจากมีสวิตช์อยู่หลายตัวสับเปลี่ยนกัน ในการเผาไม่มี เปลวไฟ ไม่มีควัน เราเรียกสภาวะการเผาแบบนี้ว่า การเผาสันดาปสมบูรณ์ (Oxidation Conduction) เราสามารถแบ่งชนิดของเตาไฟฟ้าได้ ดังนี้

- เตาเผาที่ใช้ความร้อนไม่เกินอุณหภูมิ 1,000 องศาเซลเซียส ภายในเตาใช้ขดลวดนิกเกิล(Nickel Chromium) หรือบางที่เรียก นิโครม (Nichrome) เป็นตัวให้ความร้อนซึ่ง

โดยทั่วไปนิยมใช้ในการเผาดิบ เผาเคลือบไฟต่ำหรือการเผาตกแต่งเท่านั้น เพราะถ้าเผาอุณหภูมิที่สูงกว่านี้ลวดอาจจะขาดได้เนื่องจากทนความร้อนไม่สูงมากนัก โดยปกติลวดนิโครมจะเผาได้อุณหภูมิสูงสุดเพียง 1,090 องศาเซลเซียส

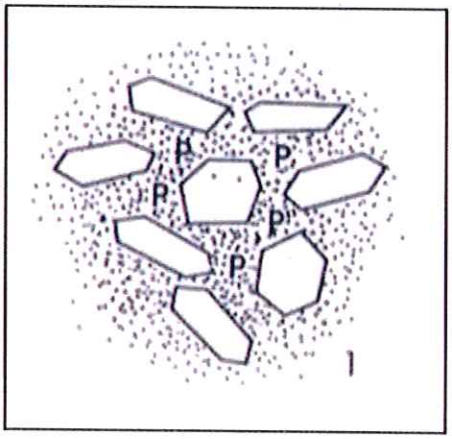
- เตาเผาที่ใช้ความร้อนอุณหภูมิสูง เป็นเตาเผาที่ใช้แท่งทนความร้อน (Heating Element) ที่ทำจากซิลิกอนคาร์ไบด์ (Silicon Carbide) หรือที่เรียกว่าแท่งโกรบา (Grobar) ซึ่งจะให้ความร้อนได้ถึงอุณหภูมิ 1,538 องศาเซลเซียส หรืออาจจะถึง 1,600 องศาเซลเซียสเตาเผาที่ใช้อุณหภูมิสูงชนิดนี้ส่วนใหญ่เผาผลิตภัณฑ์ประเภทพอร์สเลนชนิดอุณหภูมิสูง (High Fire Porcelain) หรือผลิตภัณฑ์ที่เป็นฉนวนไฟฟ้า (Electric Insulator) หรือเผาทดลองวิจัยต่างๆ โดยปกติแล้วการเผาผลิตภัณฑ์ทั่วไปมักจะเผาที่อุณหภูมิไม่สูงมากนักอาจจะต่ำลงมาเล็กน้อยเช่นที่ประมาณ 1,250 องศาเซลเซียส ถึง 1,280 องศาเซลเซียส ดังนั้น เตาเผาที่ใช้ท่งทนความร้อนจึงเปลี่ยนมาใช้เป็นขดลวดแคนทัล (Kanthal Wire) เนื่องจากราคาถูกกว่ากันมาก และสามารถให้ความร้อนได้ถึง 1,375 องศาเซลเซียส (ทวี พรหมฤกษ์. 2523: 148-149)

- เตาแก๊สเป็นเตาที่นิยมใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมเครื่องเคลือบดินเผาเพาะมีความสะดวกต่อการใช้งาน ประหยัดเชื้อเพลิง ปลอดภัย เผาได้ในอุณหภูมิสูงและเป็นเตาที่ค่อนข้างสะอาด เตาแก๊สที่ใช้กันอยู่ทั่วไปมี 2 ชนิด คือ ชนิดทางเดินลมร้อนขึ้น และชนิดทางเดินลมร้อนลง ซึ่งเตาแก๊สชนิดทางเดินลมร้อนขึ้นจะสามารถเผาได้อุณหภูมิต่ำกว่าเตาแก๊สชนิดทางเดินลมร้อนลง แต่เตาแก๊สทั้งสองชนิดสามารถเผาได้ทั้งบรรยากาศแบบออกซิเดชัน และแบบรีดักชัน

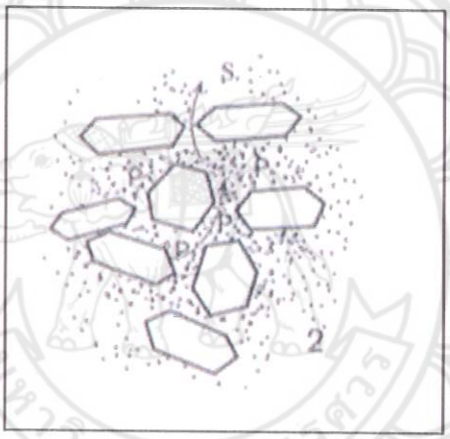
ค. การตากผลิตภัณฑ์ (Drying)

ในการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา เนื้อดินปั้นที่ใช้ในการขึ้นรูปจะต้องใช้น้ำผสมเพื่อให้เกิดความเหนียว เพื่อจะทำให้ขึ้นรูปได้ง่าย ดังนั้นก่อนนำเอาไปเผาจะต้องทำการตากให้แห้งสนิทเสียก่อน ถ้าหากตากไม่แห้งสนิทเอาไปเผาจะทำให้เกิดแตกร้าว เนื่องมาจากการเผาทำให้น้ำที่ผสมอยู่ในเนื้อดินระเหยออกเร็วเกินไป ผิวนอกของเนื้อดินปั้นจะร้อนเร็ว บริเวณส่วนกลางของเนื้อดิน ได้รับความร้อนช้ากว่า เกิดการหดตัวไม่เท่ากันดังภาพ 26 และทำให้เกดการแตกร้าว (โกมล รักษ์วงศ์. 2528 : 57)

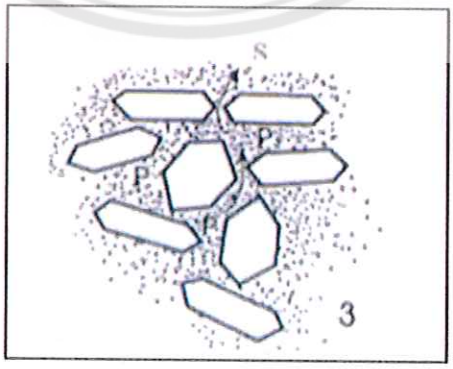
1) ดินเปียกจะมีรูพรุน (Pore : P) ขนาดใหญ่ที่อยู่ระหว่างเลเยอร์ (Layer) ของเนื้อดิน ในรูพรุนนี้จะเป็นที่น้ำหล่อเลี้ยงอยู่จะทำให้ดินมีความเหนียว



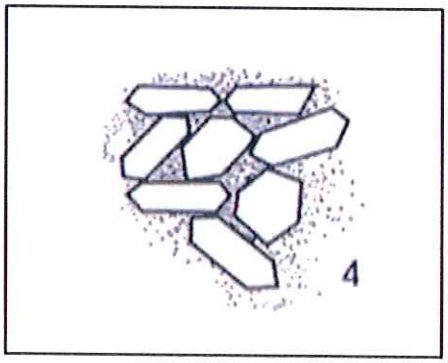
2) น้ำจากรูพรุนระเหยตัวเมื่อตาก ออกไปข้างนอกผิวหน้า (Surface:S) **ดินจะหด**ตัวลงเพราะรูพรุนระหว่างเลเยอร์แคบลง



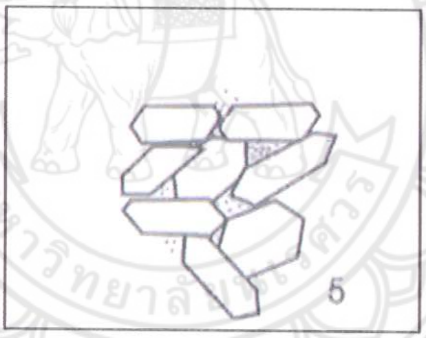
3) ช่องว่างของรูพรุนจะแคบลง ดินจะหดตัวมากขึ้นๆ เรื่อย**ๆ ผิวหน้าจะเริ่มแห้ง**



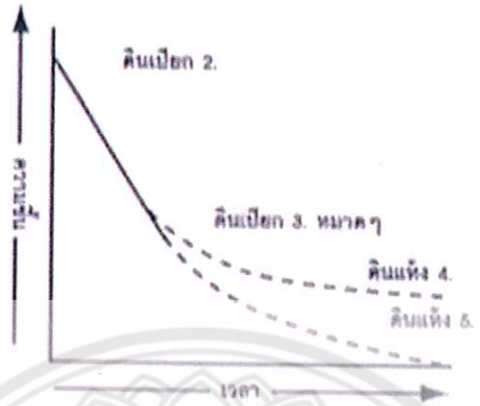
4) **ผิวหน้าจะแห้งแต่มีรูพรุนและน้ำอยู่ลักษณะนี้เนื้อดินจะแห้งเฉพาะผิวหน้าแต่ภายในไม่แห้ง**



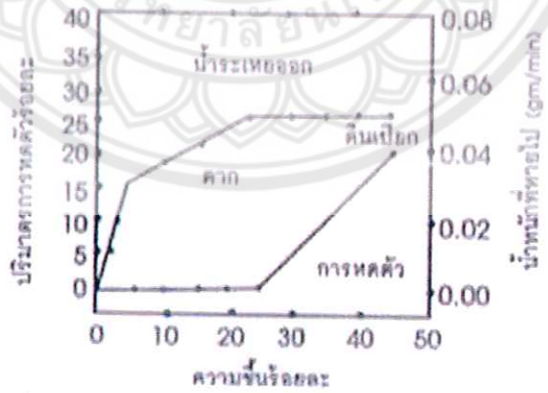
5) ผิวหน้าของเนื้อดินแห้ง รูพรุนภายในดินไม่มีน้ำเหลืออยู่ในรูพรุนจะมีเฉพาะอากาศดินขณะนี้จะแห้งสนิท (Bone-Dry clay) ดินจะหดตัวเต็มที่ขณะช่วงนี้สามารถนำไปทดสอบการหดตัวเพื่อแห้งได้ และทดสอบการรับน้ำหนักของดิน



ภาพที่ 17 แสดงการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของเนื้อดินปั้นเมื่อได้รับการผึ่งให้แห้ง
(ที่มา : โกมล รักษ์วงศ์. 2538 : 57-58)



ภาพที่ 18 แสดงการตากเนื้อดินปั้น จากเนื้อดินเปียก ดินแห้งหมาดๆ จนกระทั่งดิน**แห้ง ใช้เวลาตาก**นานความชื้นก็ลดลงเรื่อยๆ (ที่มา : โกมล รักษ์วงศ์. 2538 : 59)



ภาพที่ 19 แสดงการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพเมื่อดินได้รับการตากแห้ง จะเกิดน้ำระเหย เกิดการหดตัวทางความยาวและปริมาตรของเนื้อดินปั้นน้ำหนักก็หายไปจากการระเหยของน้ำ(ที่มา : โกมล รักษ์วงศ์. 2538

ง. การเผาผลิตภัณฑ์ (Firing)

ในการวิจัยนี้ได้แบ่งขั้นตอนการเผาออกเป็น 2 ขั้นตอนคือการเผาดิบ การเผาเคลือบ มีขั้นตอนตามลำดับ คือ

1) การเผาดิบ (Biscuit Firing) เป็นกระบวนการเผาครั้งแรก โดยมีจุดประสงค์ให้เนื้อดินหรือผลิตภัณฑ์ที่ทำสำเร็จรูปมีความแข็ง(Mechanical Strength) และคงรูปตลอดจนสีสันของเนื้อดิน เป็นการตรวจสอบสภาพเนื้อดินว่ามีการแตกร้าวหรือไม่ก่อนนำไปเคลือบ นับเป็นการประหยัดเชื้อเพลิงและแรงงานได้เป็นอย่างดี เป็นการเชื่อมั่นว่าผลิตภัณฑ์ไม่แตกก่อนนำไปเคลือบ การเผาดิบควรให้ระยะการเผาเป็นไปอย่างช้าๆ สม่ำเสมอ เวลาที่ใช้ในการเผาไม่ควรเร็วเกินไป อาจทำให้ผลิตภัณฑ์เสียได้โดยง่าย โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดใหญ่ อุณหภูมิที่ใช้ในการเผาดิบโดยทั่วไปประมาณ 750 องศาเซลเซียส 850 องศาเซลเซียส เวลาที่ใช้ในการเผาผลิตภัณฑ์ไม่ต่ำกว่า 8-10 ชั่วโมง แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดของผลิตภัณฑ์และขนาดของเตา การให้เตาเย็นลงภายหลังจากการเผาควรระมัดระวังเช่นกัน ควรให้เวลาไม่ต่ำกว่า 24 ชั่วโมง การเปลี่ยนแปลงของเนื้อดินปั้นในขณะที่เผาดิบ จะเกิดการเปลี่ยนแปลงได้ดังนี้ (ภาพ 5.3)(โกมล รักษ์วงศ์. 2538: 67-69)

2) น้ำนอกโมเลกุลระเหยออก (Water smoking) หลังจากตากผลิตภัณฑ์แห้งแล้ว จะมีความชื้นหลงเหลืออยู่ ความชื้นจะระเหยออกหมดในอุณหภูมิ 110-120 องศาเซลเซียสเป็นเนื้อดินปั้นที่แห้งสนิท

- น้ำในโมเลกุลแตกตัว (Decomposition) อุณหภูมิระหว่าง 120-350 องศาเซลเซียส ผลึกของน้ำในโมเลกุลของดินจะเริ่มสลายตัวออก หลังจากน้ำในโมเลกุลแตกตัวออกแล้วนำเอาดินไปผสมน้ำ ก็จะไม่เกิดความเหนียวได้อีกแล้ว ในเนื้อดินจะเหลือเฉพาะออกไซด์ที่เป็นสารประกอบและอินทรีย์สาร

ในการเผาช่วงอุณหภูมินี้ ถ้าหากผลิตภัณฑ์มีความชื้นมากหรือปั้นหนาบางไม่เท่ากันก็จะเกิดการแตกร้าว หรือดินที่มีความหนาเกิดการระเบิดได้ เพราะการเผาในช่วงนี้เนื้อดินปั้นจะเกิดการขยายตัวประมาณร้อยละ 1 (ทางด้านความยาว)

3) การเปลี่ยนแปลงทางเคมีและกายภาพ (Ceramic change) ในอุณหภูมิ 350-450 องศาเซลเซียส ผลึกของน้ำในโครงสร้างของดินจะเกิดการสลายตัวออกหมดดังสมการ

$$Al_2O_3 . 2SiO_2 . 2H2O \xrightarrow[350^{\circ}C - 450^{\circ}C]{\Delta} Al_2O_3 . 2SiO_2$$

ในการเผาช่วงนี้ จะต้องทำการเผาอย่างช้าๆ เพราะจะทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดการแตกร้าวเสียหายได้ เนื่องจากถ้าหากเผาเร็วจะทำให้การแตกสลายตัวของน้ำในโมเลกุลออกเร็ว เฉพาะผิวหน้า ส่วนภายในระเหยออกที่หลังจะเกิดการหดตัวที่ผิวหน้ามาก ส่วนภายในหดตัวน้อยกว่า จะทำให้แตกร้าวได้ ในขณะที่อุณหภูมิ 573 องศาเซลเซียส (1,083 องศาฟาเรนไฮต์) เป็นระยะหนึ่งที่ทำให้ผลิตภัณฑ์แตกร้าวได้ง่าย เนื่องมาจากผลึกซิลิกาเกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้าง (Silica Inversion) เนื้อดินปั้นจะเกิดการขยายตัวเป็นจุดที่ทำให้เกิดการแตกร้าว (Dunting Point) ดังนั้นการเผาในจุดนี้จะต้องควบคุมการเผาให้อุณหภูมิเพิ่มขึ้นอย่างช้า จนกระทั่งถึงอุณหภูมิ 700 องศาเซลเซียส

4) ช่วงของการเผาไหม้ (Burning out) ในอุณหภูมิช่วง 700 องศาเซลเซียส (Red heat) สารอินทรีย์จำพวกคาร์บอน และก๊าซซัลเฟอร์ (Sulpur) จะเกิดเผาไหม้ในช่วงนี้ จะเกิดก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO)คาร์บอนไดออกไซด์ (CO2) ซัลเฟอร์มอนนอกไซด์ (SO) ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ 900 องศาเซลเซียส (1,652 องศาฟาเรนไฮต์) แต่สารประกอบของซัลเฟอร์บางตัวจะเผาไหม้หมดจดจนกระทั่งเผาถึงอุณหภูมิ 1,100 – 1,150 องศาเซลเซียส (2,012 – 2,102 องศาฟาเรนไฮต์)

ภาพที่ 20 แสดงการเปลี่ยนแปลงของเนื้อดินปั้นในการเผาดิบ (Stage of biscuit firing)
(ที่มา : โกมล รักษ์วงศ์. 2538 : 65)

จ. การเผาเคลือบ (Glaze Firing)หมายถึง การเผาให้น้ำเคลือบที่ชุบบนผลิตภัณฑ์ละลายเป็นเนื้อดินเดียวกัน บางชนิดมีความมันแวววาว บางชนิดเป็นเคลือบด้านผิวเรียบมีความแข็ง สามารถต้านทานต่อกรด ด่างได้ดี

1) เทคนิคในการเผาเคลือบ

- การเผาเคลือบนับว่ามีความสำคัญมากๆ โดยเฉพาะโดยเฉพาะผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดที่บรรจุเข้าเตาเผาเคลือบ ต้องระมัดระวัง และวางห่างกัน เพื่อกันการไหลเยิ้มติดกัน ขาของผลิตภัณฑ์หรือก้น (Foot) ต้องเช็ดเคลือบออกก่อนทำการเผาเคลือบ

- ผลิตภัณฑ์ต่างๆ ก่อนที่จะบรรจุเข้าเตา ต้องทำความสะอาดภายในเตาเสียก่อนทุกครั้ง เช่น หลังคาเตา กำแพงเตา พื้นเตา ตลอดจนชั้นรอง เพื่อป้องกันเศษหิน เศษละออง หล่นลงมาติดผลิตภัณฑ์ในขณะทำการเผาเคลือบ ทำให้เสียหาย และหมดคุณค่าลงได้

- ชั้นรองที่นำมาใช้ ควรทาด้วยวัตถุทนไฟ (Kiln wash) เพื่อป้องกันการไหลตัวของน้ำเคลือบหรือใช้ขาตั้ง (Stilts) รองผลิตภัณฑ์ก็ได้ คัดขนาดความสูงของผลิตภัณฑ์ให้ใกล้เคียงกัน วางอยู่ในชั้นเดียวกัน จะได้ไม่เปลืองเนื้อที่ในการเผา

- การเผาเคลือบเมื่อให้ความร้อน สารพวกคาร์บอนและซัลเฟต จะค่อยๆ ระเหยออกไปและออกหมดเมื่อความร้อนสูงขึ้น

- การเผาเคลือบที่ดี ควรให้อัตราการเผา 50-100 องศาเซลเซียส แต่ถ้าผลิตภัณฑ์มีขนาดใหญ่และค่อนข้างหนา ควรยืดเวลาในการเผาให้ช้ากว่านี้ ไม่ควรเร่งรัดให้เร็วเกินไป การเผาที่ใช้โคน (Pyrometric cone) เป็นเครื่องมือวัดอุณหภูมิประกอบด้วยนั้นภายหลังที่โคนล้มแล้ว ควรเผาแช่ไว้อีกประมาณครึ่งชั่วโมง (Soaking Period) จะทำให้การเผาสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

- การปิดเตาภายหลังการเผาเคลือบได้ที่แล้ว ควรปล่อยเตาไว้ประมาณ 24 ชั่วโมง อัตราความร้อนควรใช้ 100 องศาเซลเซียสต่อชั่วโมง จะทำให้ผลิตภัณฑ์ไม่แตกเสียหา

2) การเปลี่ยนแปลงของเนื้อดินปั้นในขณะเผาเคลือบ

ขั้นตอนการเผาเคลือบจะเริ่มต้นจากอุณหภูมิในห้อง (room temperature) จนกระทั่งถึงจุดหลอมละลายของเนื้อดินปั้นและจุดหลอมละลายของเคลือบจะมีช่วงการเผา ดังภาพ 28 (โกมล รักษ์วงศ์. 2538 : 72-74)

- ช่วงการเผาไล่น้ำ (drying) การเผาไล่น้ำในเนื้อดินปั้น

และน้ำเคลือบออกให้หมด โดยการเผาอย่างช้าๆ จนกระทั่งอุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส น้ำจะระเหยออกหมด ในกรณีผลิตภัณฑ์เผาดิบแล้วเช่นกัน เมื่อชุบเคลือบ น้ำก็จะแทรกซึมเข้าไปในเนื้อดินปั้นทำให้มีความชื้นทั้งในเนื้อดินปั้นและในตัวของเคลือบ จึงจำเป็นต้องเผาให้น้ำระเหยออกให้หมด

- ช่วงการเผาให้น้ำในโมเลกุลของวัตถุดิบแตกตัวออก (ceramic change and decompos) ในเนื้อดินปั้นจะมีส่วนผสมของดินและสารประกอบอื่นๆ ที่มีผลึกของน้ำอยู่ในโมเลกุลเช่นเดียวกับเคลือบที่ใช้เคลือบที่ใช้เคลือบผลิตภัณฑ์ ผลึกของน้ำในโครงสร้างของวัตถุดิบจะเกิดการแตกสลายตัวระเหยออกที่อุณหภูมิ 350-573 องศาเซลเซียส ช่วงอุณหภูมินี้ซิลิกาจะเกิดการขยายตัว 3 เท่า จึงต้องเผาอย่างช้าๆ ถ้าหากเผาเร็วจะเกิดการแตกร้าว หรืออาจทำให้เคลือบร่อนออกจากผิวผลิตภัณฑ์ได้ เพราะเมื่อน้ำในผลึกของสารประกอบแตกสบายตัว วัตถุดิบจะหมดความเหนียว โดยเฉพาะจะคืนสภาพเป็นอะลูมินาซิลิเกต ปราศจากผลึกของน้ำตั้งแต่อุณหภูมิ 350 องศาเซลเซียส จนถึงอุณหภูมิ 700 องศาเซลเซียส

- ช่วงการเผา ที่ทำให้ซิลิกาเกิดการเปลี่ยนแปลง (Dunting) จะเกิดในอุณหภูมิ 573-600 องศาเซลเซียส การเผาในอุณหภูมิช่วงนี้จะต้องเผาอย่างช้าๆ เพราะซิลิกาที่อยู่ในเนื้อดินปั้นและ น้ำเคลือบจะเกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้าง เกิดการขยายตัวออก ถ้าเผาเร็วจะเกิดการแตกร้าวได้ ทำให้เคลือบเกิดการรานตัวเป็นร่างแหในช่วงนี้ได้ถ้าหากเผาเร็วมากเกินไป

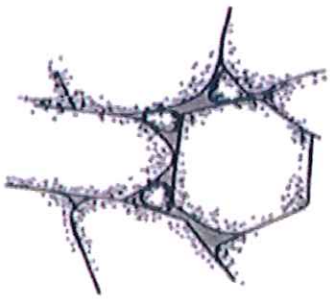
- ช่วงการเผาที่สารอินทรีย์และก๊าซจำพวกคาร์บอนและซัลเฟอร์สบายตัว(Fusion start) ในช่วงนี้สารจำพวกฟลักซ์ ประเภทสารประกอบของโซดาและโปแตสเป็นสภาพเป็นออกไซด์ แต่สำหรับ ฟลักซ์ที่อุณหภูมิต่ำจะเกิดเป็นสภาพออกไซด์เริ่มตั้งแต่อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส สารจำพวกนี้ได้แก่ ตะกั่วออกไซด์ และบอแรกซ์ออกไซด์และค่อยๆ หลอมละลายตัวเข้ากับสารประกอบอลูมินาซิลิเกตเปลี่ยนสภาพเป็นแก้ว สำหรับสภาพเคลือบที่หลอมละลายในอุณหภูมิต่ำ

- ช่วงเริ่มต้นสุกตัว (Vitrification continues) เป็นช่วงที่หลังจากการเผาดิบ ซึ่งช่วงเผาดิบเนื้อดินปั้นจะยังไม่เปลี่ยนแปลงสภาพจะเริ่มเปลี่ยนแปลงสภาพในเมื่อสารประกอบจำพวก โซดาและโปแตส เริ่มจะหลอมละลายตัวทำให้ซิลิกาและอลูมินารวมตัวติดกันเป็นเนื้อเดียวกันได้ขณะที่ฟลักซ์เริ่มทำปฏิกิริยาในเนื้อดินปั้น น้ำเคลือบที่หลอมละลายในอุณหภูมิเดียวกับจุดสุกตัวของเนื้อดินปั้น ฟลักซ์ในน้ำเคลือบก็เริ่มหลอมละลายเช่นเดียวกัน โดยเฉพาะสารประกอบโซดาและโปแตส ที่อยู่ในเฟลด์สปาร์ จะเริ่มทำปฏิกิริยากับสารจำพวกแคลเซียมออกไซด์ สังกะสีออกไซด์ แบเรียมออกไซด์ และแมกนีเซียมออกไซด์ แล้วจะหลอมตัว กับอลูมิโนซิลิเกต (Alumino silicate) เปลี่ยนสภาพเป็นแก้วในที่สุด

ฉ. ช่วงจุดสุกตัว (Vitreoues) เป็นช่วงที่เนื้อดินปั้นเผาถึงจุดสุกตัว

1) เนื้อดินปั้นที่ผ่านการเผา ตัวช่วยหลอมละลายจะไม่มี การหลอมละลาย เนื้อดินปั้นจะซึมน้ำ เพราะมีโพรง ช่องว่างระหว่างโมเลกุลของดิน

2) โครงสร้างของเนื้อดินปั้นที่ตัวช่วยหลอมละบายเริ่ม หลอมละลาย เนื้อดินปั้นยังมีความพรุนตัวอยู่



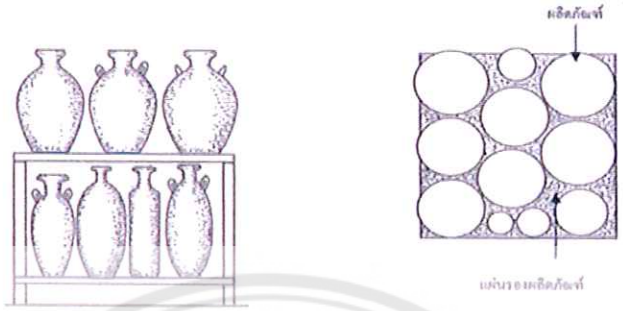
3) โครงสร้างของเนื้อดินปั้นที่ตัวช่วยหลอมละลาย**หลอมละลาย**
เนื้อดินปั้นจะแข็งแกร่งขึ้นมีความพรุนตัว น้อยลง

4) เนื้อดินปั้นที่เผาถึงจุดหลอมละลาย ตัวช่วยหลอมละลายจะ
หลอมละลาย ทำให้โมเลกุลของดินยึดติดกันแน่น อลูมินา และซิลิกา หลอมเป็นเนื้อเดียวกัน

ภาพที่ 21 แสดงการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของเนื้อดินปั้นเมื่อได้รับการเผาเคลือบ

(ที่มา : โกมล รักษ์วงศ์. 2538 : 57-58)

การบรรจุผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาเข้าเตาเผาเพื่อทำการเผาเคลือบ การวางผลิตภัณฑ์ตาเผาเคลือบ ไม่วางชิดติดกัน ไม่วางซ้อนกัน ดังภาพ 29)



ภาพที่ 22 แสดงการวางผลิตภัณฑ์เข้าเตาเผาเคลือบ
(ที่มา: โกมล รักษ์วงศ์. 2538: 74)

ช. การวัดอุณหภูมิภายในเตาเผา

ในการวิจัยครั้งนี้ใช้เครื่องมือในการวัดอุณหภูมิในเตาเผาแบบไพโรเมตริกโคน (Pyrometric cone) ซึ่งมีลักษณะเป็นรูปปิรามิดยอดแหลมฐานสี่เหลี่ยม นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน และเป็นการวัดที่ประหยัดค่าใช้จ่าย มีความแม่นยำ ใช้ง่าย ไม่ต้องบำรุงรักษามาก ที่ใช้กันอยู่ทั่วไปมีอยู่ 2 ชนิดคือเซกเกอร์โคน (Segger Cone) ซึ่งนักวิทยาศาสตร์ชาวเยอรมันเป็นผู้คิดค้นขึ้นเป็นคนแรก คือ ดอกเตอร์เซกเกอร์ เคเกล (Dr.Seger Kegel) มีสัญลักษณ์เป็นอักษรย่อคือ SK เป็นที่นิยมใช้อย่างแพร่หลาย และออร์ตันโคน (Orton Cone) เป็นชนิดเดียวกับเซกเกอร์โคน แต่ใช้กันในประเทศอเมริกา (ปรีดา พิมพ์ขาวขอ. 2532:247)

วิธีใช้ทุ่นวัดอุณหภูมิ

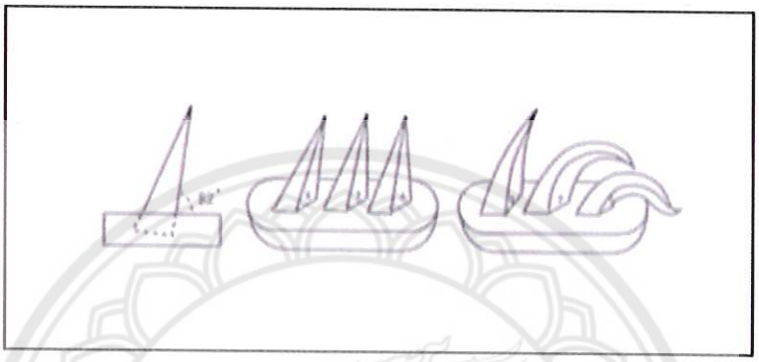
เราแบ่งทุ่นวัดอุณหภูมิออกเป็น 3 กลุ่มคือ

1) ทุ่นวัดอุณหภูมิที่ใช้อุณหภูมิต่ำสุดตั้งแต่ทุ่นวัดอุณหภูมิหมายเลข 022 หรือที่อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส ถึงทุ่นวัดอุณหภูมิหมายเลข 011 หรือที่อุณหภูมิ 880 องศาเซลเซียสใช้สำหรับเผาเคลือบอุณหภูมิต่ำ การเผาสีบนเคลือบ

2) ทุ่นวัดอุณหภูมิที่ใช้อุณหภูมิต่ำตั้งแต่ทุ่นวัดอุณหภูมิหมายเลข 010 หรือที่อุณหภูมิ 900 องศาเซลเซียส ถึงทุ่นวัดอุณหภูมิหมายเลข 01 หรือที่อุณหภูมิ 1,080 องศาเซลเซียสใช้สำหรับเผาผลิตภัณฑ์ที่มีความทนไฟต่ำ หรือใช้เผาเคลือบในอุณหภูมิต่ำ

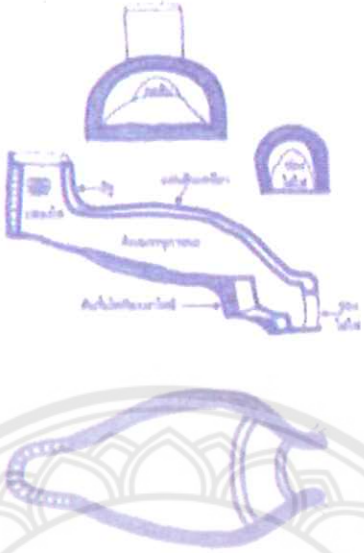
3) ทุ่นวัดอุณหภูมิที่ใช้อุณหภูมิปานกลางตั้งแต่ทุ่นวัดอุณหภูมิหมายเลข 1 หรือที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ถึงทุ่นวัดอุณหภูมิหมายเลข 20 หรือที่

อุณหภูมิ 1,530 องศาเซลเซียสเป็นช่วงอุณหภูมิที่นิยมใช้กัน ยกเว้นผลิตภัณฑ์ที่เผาในอุณหภูมิต่ำ การวางทุ่นวัดอุณหภูมิเป็นสิ่งสำคัญมาก เพราะถ้าวางผิดจะมีผลทำให้ค่าของอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงได้ การวางต้องมีฐานซึ่งทำด้วยเนื้อดินปั้นที่มีความทนไฟพอกันกับทุ่นวัดอุณหภูมิ การเผาแค่ละครั้งต้องวางทุ่นวัดอุณหภูมิ 3 ตัว เช่น ทุ่นวัดอุณหภูมิต้องทำมุมกับฐานประมาณ 82 องศาและวางเรียงเป็นแถวดัง ภาพ 30



ภาพที่ 23 แสดงการวางทุ่นวัดอุณหภูมิและการล้มของทุ่นวัดอุณหภูมิ
(ที่มา : ทวี พรหมพฤกษ์. 2523 : 160)

การวางทุ่นวัดอุณหภูมิต้องวางในที่สามารถมองเห็นได้สะดวก ทุ่นวัดอุณหภูมิแต่ละตัวมีความทนความร้อนในจุดต่างๆ กันเพื่อเผาอุณหภูมิถึงจุดสุกตัว (Vitrify) ของทุ่นวัดอุณหภูมิตัวใดแล้ว ทุ่นวัดอุณหภูมินั้นจะล้มลงมาติดฐานรอง จากตัวอย่างที่ตั้งทุ่นวัดอุณหภูมิทั้งสามหมายเลขนี้ ทุ่นวัดอุณหภูมิหมายเลข 7 เป็นทุ่นวัดอุณหภูมิที่มีอุณหภูมิที่ต้องการ จะอยู่ตำแหน่งตรงกลางเมื่อเผาถึงอุณหภูมิใกล้จุดที่ต้องการ ทุ่นวัดอุณหภูมิหมายเลข 6 จะเริ่มโค้งงอ เป็นการเตือนให้เราทราบและใช้ความระมัดระวังคอยดู จากนั้นให้เผาจนกระทั่งทุ่นวัดอุณหภูมิหมายเลข 7 เริ่มโค้งงอแต่ทุ่นวัดอุณหภูมิโคนหมายเลข 8 ยังไม่ได้โค้งงอจึงปิดเตา แสดงว่าเราเผาได้ถึงระดับอุณหภูมิที่ต้องการพอดี แต่ถ้าปล่อยให้ทุ่นวัดอุณหภูมิหมายเลข 8 โค้งงอ แสดงว่า เราเผาอุณหภูมิสูงเกินกว่าที่ต้องการ ทุ่นวัดอุณหภูมิภายในเตาได้เกือบทุกส่วน นอกจากนี้ยังใช้หาความทนไฟของวัตถุดิบได้อย่างแน่นอนด้วย ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกใช้เตาแก๊สหรือใช้เตาไฟฟ้า เพื่อใช้ในการเผาแท่งทดลองและผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง สำหรับการเผาผู้วิจัยเลือกทำการเผาเฉพาะการเผาดิบและการเผาเคลือบเท่านั้น เนื่องจากไม่มีการตกแต่งด้วยสีบนเคลือบ และใช้ทุ่นวัดอุณหภูมิเป็นเครื่องมือวัดอุณหภูมิการเผาผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา เกาะเกร็ด อำเภอปากเกร็ด จังหวัดนนทบุรี



ภาพที่ 24 แสดงรูปแบบเตาเผาเครื่องปั้นดินเผา (ที่มา: เครื่องปั้นดินเผาภูมิปัญญาไทย ตำบลปากเกร็ด อำเภอปากเกร็ด จังหวัดนนทบุรี ศูนย์ช่วยเหลือทางวิชาการพัฒนาชุมชน เขต)

ในปัจจุบัน การเผาเครื่องปั้นดินเผา ได้รับการพัฒนาเตาเครื่องปั้นดินเผาไปอย่างมาก โดยเฉพาะเตาเผามักใช้ไฟฟ้าหรือแก๊สเป็นสำคัญ ดังนั้นข้อผิดพลาดในการเผา มักจะเกิดขึ้นน้อยที่สุด เพราะการควบคุมไฟเวลาเผาเป็นไปอย่างสม่ำเสมอ แต่ในอดีตเตาเผามักจะใช้เตาเผาแบบพื้นบ้านการควบคุมไฟและควบคุมอุณหภูมิในการเผานั้นมีความยากลำบากมาก เพราะในอดีตไม่มีเครื่องมือที่ใช้อุณหภูมิในการเผามักสูงต่ำไม่คงที่แน่นอน ทำให้ผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาดังกล่าว เกิดความ

ดังนั้นกรรมวิธีในการเผาและการควบคุมไฟของเตาเผาพื้นบ้านจึงมีความยุ่งยากและต้องใช้ลักษณะของเตาเผาที่ใช้เผาเครื่องปั้นดินเผาของชาวมอญเกาะเกร็ดเดิมเป็นเตาขนาดใหญ่ยาวประมาณ 40 เมตร กว้างสุดประมาณ 10 เมตร สูงประมาณ 15 เมตร รูปร่างคล้ายแบบเตาประทุน ความร้อนจะเริ่มจากด้านหน้าเตาพุ่งขึ้นไปในตัวเตาแล้วทะลุออกทางปล่องท้ายเตา มีหลังคาขนาดใหญ่สร้างครอบเตา เตาเผาชนิดนี้หลังคาเตารูปร่างโค้ง ชาวมอญจึงเรียกว่า เตาหลังเต่า ปัจจุบันใช้ เตาจีน รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าหลังโค้ง มีช่อง ใส่ฟืนอยู่ปากเตา 1 ช่อง และที่สันหลังคาเตาอีก 5 ช่อง และมีช่องสำหรับนำภาชนะเข้าเตาเผาและขนออกเมื่อเผาเสร็จอยู่ข้างเตา 1 ช่อง และใช้ เตาถัง รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสประมาณ 1.50X1.50 เมตร มีช่องใส่ฟืนอยู่ด้านหน้า ไม่มีหลังคา ใช้เศษกระเบื้องปิดคลุมแทน เตาเผาแบบประทุนหรือเตาหลังเต่าของเกาะเกร็ดเป็นเตาขนาดใหญ่มาก มีเทคนิควิการก่อสร้างที่ดีมีความแข็งแรงทนทาน ในการก่อเตาจะก่อฐานที่ระดับต่ำกว่าพื้นดิน อัดดินที่ฐานแบะพื้นจนแน่น พื้นจะลาดเอียงขึ้นจากปากเตาสู่ท้ายเตาพื้นท้ายเตาในส่วนที่เป็นระดับสูงสุดจะสูงกว่าพื้นระนาบเกือบ 3 เมตร ใช้ไม้ไผ่ทำโครงภายในตามรูปของเตาแล้วก่ออิฐตามโครงนั้นโดยเรียงอิฐในแต่ละช่องให้แนบสนิท

ถากอิฐให้ได้รูปตามความโค้งของเตา เตานี้ส่วนฐานหนาประมาณ 2 เมตร เป็นเรือนไฟสำหรับใส่ฟืน ต่อจากเรือนไฟเข้าไปเป็นพื้นเตา ส่วนที่วางเครื่องปั้นที่จะเผายกพื้นขึ้นประมาณ 60 เซนติเมตร ที่ผนังภายนอกทั้งสองข้างก่อเป็นรูปปีกนกจากเสาอาคารหลังคาคลุมชนกันกับตัวเตาเพื่อยึดเตาให้มั่นคงยิ่งขึ้น และใกล้ประตูเตาก่อเป็นปีกทั้งสองข้างมีช่องสี่เหลี่ยมขนาด 20X20 เซนติเมตรนั้นโกยดินที่วางเครื่องเช่นเตาในพิธีเช่นเตา ปีกนำทั้งสองข้างที่ยื่นออกมาข้างปากเตานี้มอญเรียกว่า หูช้างละช่องเป็นที่วางเครื่องเช่นในพิธีเช่นเตา ปีกนำทั้งสองข้างที่ยื่นออกมาข้างปากเตานี้มอญเรียกว่า หูช้าง

4. เอกสารและงานที่เกี่ยวข้องกับบรรจุภัณฑ์

4.1 บรรจุภัณฑ์กระดาษลูกฟูก

โดยทั่วไปแล้ว ลอนลูกฟูกที่มีขนาดใหญ่กว่า จะมีความแข็งแรงสูงกว่า และสามารถรองรับแรงกระแทกได้มากกว่า ในขณะที่ลอนลูกฟูกขนาดเล็กกว่าจะพับขึ้นรูปได้ง่ายกว่า ได้มุมที่ความเฉียบคมกว่า และให้งานพิมพ์บนกล่องที่มีความสวยงามมากกว่า แผ่นกระดาษลูกฟูกหนึ่งแผ่น อาจประกอบด้วยลอนลูกฟูกหลายขนาดผสมกัน เพื่อให้ได้งานพิมพ์ที่สวยงาม ประกอบกับมีความแข็งแรงสูงขึ้น ทั้งการรับแรงกด แรงกระแทกต่างๆ และขนาดความหนาของแผ่นกระดาษลูกฟูก ตัวอย่างเช่น แผ่นกระดาษลูกฟูก 2 ชั้น ลอน CE จะมีความแข็งแรงเนื่องจากลอน C ในขณะที่ลอน E ทำให้กระดาษมีพื้นผิวที่เรียบตึง เมื่อนำไปพิมพ์จะได้งานพิมพ์ที่มีคุณภาพสูง

4.1.1 ลอน A - วางซ้อนกันได้มากชั้น + ปกป้องสิ่งของภายในได้ดี

ลอน A เป็นลอนต้นแบบและเป็นลอนที่มีขนาดใหญ่ที่สุด ดังนั้นเมื่อนำไปประกอบกับกระดาษทำผิวกล่องด้านในและด้านนอกแล้วจะมีความหนา ของแผ่นกระดาษลูกฟูกมากที่สุด ด้วยจำนวน 36 ลอนต่อความยาวฟุต เมื่อนำลอน A ไปผลิตเป็นกล่องกระดาษลูกฟูก จะสามารถรับแรงกระแทกและกดทับได้มากที่สุด จึงเหมาะสำหรับบรรจุสิ่งของที่บอบบาง แตกง่าย เนื่องจากลอน A มีระดับความแข็งแรงสูง รับน้ำหนักและแรงกดทับได้มาก ลอน A จึงถูกนำไปประยุกต์ใช้งานอย่างหลากหลายตามความต้องการของลูกค้า

4.1.2 ลอน B - ต้านทานการทิ่มทะลุได้ดี + นิยมใช้มาก + เหมาะสำหรับบรรจุเครื่องกระป๋อง

ลอน B นับเป็นลอนที่ 2 ที่ถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรมลูกฟูก มีความสูงของลอนน้อยกว่าลอน A และมีจำนวนลอนต่อความยาวฟุตมากกว่า โดยลอน B มีจำนวน 50 ลอนต่อฟุต ซึ่งหมายความว่า ลอน B มีจุดสัมผัสกับกระดาษทำผิวกล่องมากกว่าลอน A ทำให้แผ่นกระดาษลูกฟูกลอน B มีพื้นผิวที่แข็งและเรียบตึงกว่า ซึ่งจะส่งผลให้งานพิมพ์ออกมามีคุณภาพสวยงาม เมื่อนำไปทำกล่องไดคัทก็จะได้กล่องที่สวยงาม มีคุณสมบัติในการต้านทานแรงกดสูง นอกจากนี้ลอน B ยังเหมาะที่จะใช้กับเครื่องบรรจุแบบอัตโนมัติที่มีความเร็วสูง และยังนิยมนำไปผลิตเป็นแผ่นรอง แผ่น

กั้น และส่วนประกอบต่างๆ ภายในกล่องอีกด้วย นอกจากนี้ลอน B ยังเหมาะที่จะนำไปบรรจุสินค้าประเภทบรรจุภัณฑ์กระป๋อง ทำกล่องไดคัทที่ซับซ้อน และถาดใส่เครื่องดื่ม โดยทั่วไปแล้วลอน B มักจะนำไปประกอบกับกระดาษทำผิวกล่องที่มีน้ำหนักเบา อย่างไรก็ตาม กระดาษทำผิวกล่องที่มีน้ำหนักมากก็สามารถประกอบกับลอน B ได้ ตามความต้องการ

4.1.3 ลอน C - วางซ้อนและปกป้องสินค้าได้ดี + นิยมใช้งานมากที่สุด + เหมาะสำหรับบรรจุเครื่องแก้ว เฟอร์นิเจอร์ และผลิตภัณฑ์นม

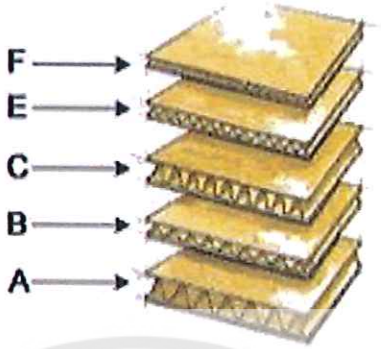
ลอน C ได้ถูกคิดค้นต่อมาเพื่อรวมความแตกต่างระหว่างลอน A กับลอน B เข้าด้วยกัน โดยลอน C มีจำนวนลอนต่อความยาวฟุต อยู่ที่ 42 ลอน มีความหนาน้อยกว่าลอน A แต่มากกว่าลอน B ทำให้ลอน C มีคุณสมบัติในการรับแรงกระแทก การรับแรงกดทับ และคุณภาพงานพิมพ์ ผสมผสานกันได้อย่างลงตัว ดังนั้นลอน C จึงเป็นที่นิยมใช้งานอย่างมากที่สุด เมื่อเทียบกับลอนลูกฟูกอื่นๆ โดยประมาณ 80% ของบรรจุภัณฑ์กระดาษลูกฟูกในปัจจุบัน ผลิตจากแผ่นกระดาษลูกฟูกลอน C

4.1.4 ลอน E - ลอนไมโครน้ำหนักเบา + งานพิมพ์คุณภาพสูง + เหมาะสำหรับการผลิตเป็นกล่องไดคัท

ลอน E มีจำนวนลอนต่อความยาวฟุตอยู่ที่ 94 ลอน ซึ่งทำให้กระดาษลูกฟูกลอน E มีความต้านทานแรงกระแทกสูงมาก และมีพื้นผิวที่เรียบตึง ส่งผลให้งานพิมพ์มีคุณภาพสูงมากเช่นกัน ลอน E มีความหนาเพียงแค่ 1 ใน 4 ของลอน C เท่านั้น กล่องลูกฟูกลอน E จึงมีขนาดเล็ก ซึ่งทำให้ประหยัดพื้นที่ในการจัดเก็บ เนื่องจากความบางและคุณสมบัติในการรับแรงกระแทก ลอน E จึงสามารถนำมาใช้แทนกล่องลูกฟูก หรือบรรจุภัณฑ์ไฟเบอร์ได้ การใช้งานลอน E ได้แก่ กล่องใส่เครื่องสำอางค์ เครื่องแก้ว เครื่องกระเบื้อง และเครื่อมือเครื่องใช้ที่บอบบางต่างๆ ในปัจจุบันกล่องลอน E เริ่มเป็นที่นิยมนำมาผลิตเป็นกล่องพิซซ่ามากขึ้น เนื่องจากลูกค้าต้องการกล่องที่มีราคาคุ้มค่า งานพิมพ์สวยงาม และสามารถปกป้องสินค้าได้ดี

4.1.5 ลอน F - บางเฉียบ

ลอน F มีขนาดเล็กมาก โดยมีความหนาเพียงแค่ครึ่งหนึ่งของลอน E เท่านั้น ในปัจจุบัน ลอน F เริ่มเป็นที่นิยมสูงในอุตสาหกรรมลูกฟูก ลอน F เป็นลอนใหม่ที่สุดที่ถูกนำมาใช้งาน โดยชาวยุโรปเป็นผู้ริเริ่มพัฒนาขึ้นมาเพื่อผลิตเป็นบรรจุภัณฑ์ที่มีองค์ ประกอบของใยไม้ (ไฟเบอร์) ที่น้อยลง ผู้ผลิตสามารถลดปริมาณใยไม้ในการผลิตบรรจุภัณฑ์ลงได้โดยการใช้ลอน F ด้วยวิธีนี้เองเราจึงสามารถผลิตกล่องที่มีความแข็งแรงสูงขึ้น และยังสามารถลดปริมาณขยะแห้งที่นำไปฝังกลบได้อีกด้วย ในยุโรปลอน F ถูกนำมาใช้กับงานบรรจุภัณฑ์พิเศษ, งานแสดงสินค้า, กล่องอัญมณี, กล่องเครื่องสำอางค์ และกล่องรองเท้า ในสหรัฐอเมริการ้านแมคโดนัลด์ได้นำลอน F ไปบรรจุบิ๊กแมค นอกจากนี้ร้านแดรี่ควีนยังนำลอน F มาบรรจุแซนด์วิชและฮอทดอกอีกด้วย



ภาพที่ 25 แสดงภาพกระดาษลูกฟูก

4.2 ระบบการพิมพ์ออฟเซ็ท

4.2.1 การพิมพ์ระบบออฟเซ็ท (Offset Printing) เป็นการพิมพ์พื้นราบ(ชนิดแผ่น) ที่ใช้หลักการน้ำกับน้ำมันไม่รวมตัวกัน โดยสร้างเยื่อน้ำไปเกาะอยู่บนบริเวณไร้ภาพของแผ่นแม่พิมพ์ (เพลทแม่พิมพ์) เมื่อรับหมึกพิมพ์ หมึกพิมพ์จะไม่เกาะน้ำแต่จะไปเกาะบริเวณที่เป็นภาพ แล้วถูกถ่ายลงบนผ้ายางและกระดาษ ส่วนการพิมพ์ออฟเซ็ทยูวี(Offset UV Print)นั้น จะมีลักษณะเหมือนกัน แต่ต่างกันเฉพาะหมึกพิมพ์และ ระบบที่ทำให้สีหมึกพิมพ์แห้ง โดยใช้สีหมึกพิมพ์ยูวี และการทำให้แห้งต้องผ่านหลอดUV เพื่อให้สีให้ทันที และการพิมพ์ระบบออฟเซ็ทยูวีนั้น เราควรจะต้องเคลือบเงาหรือด้านเสริมทุกครั้ง เพราะสีที่ผ่านหลอดUVจะดูแห้งๆ ดังนั้นเราจึงต้องเคลือบเสริมอีกขั้นตอนหนึ่ง การพิมพ์ออฟเซ็ทนั้น สามารถผลิตงานพิมพ์ที่มีคุณภาพสูง รายละเอียดคมชัดสวยงาม เครื่องพิมพ์มีหลายขนาด มีทั้งขนาด ตัด 4 ประมาณ 25 x 18 นิ้ว เครื่องตัด 2 ขนาดประมาณ 25 x 36 นิ้ว มีทั้งเครื่องพิมพ์ 1 สี 2 สี 4 สี 5 สี หรือมากกว่านั้น ส่วนใหญ่งานพิมพ์ออฟเซ็ทจะพิมพ์สิ่งพิมพ์ประเภท พิมพ์แผ่นพับ พิมพ์ใบปลิว พิมพ์สติกเกอร์ พิมพ์ฉลากสินค้า พิมพ์แคตตาล็อก พิมพ์โบรชัวร์ พิมพ์กล่องบรรจุภัณฑ์กระดาษ พิมพ์ถุงกระดาษ ฯลฯ

4.2.2 ระบบการพิมพ์ออฟเซ็ท(Offset) เป็นระบบการพิมพ์ที่ใช้กันมากที่สุดทั่วโลกในปัจจุบัน เพราะมีความคมชัดสวยงามคุณภาพสูง มีความละเอียดมาก การออกแบบอาร์ตเวิร์ค ไม่ว่าจะออกแบอย่างไร การพิมพ์ก็ไม่ยุ่งยากมากจนเกินไป ประกอบกับความก้าวหน้าในการทำเพลทแม่พิมพ์ และการแยกสี เพื่อออกฟิล์ม และ เพลทแม่พิมพ์ ซึ่งในปัจจุบันทำให้ยิ่งพิมพ์จำนวนมากเท่าไหร่ก็จะยิ่งถูกลงมากเท่านั้น สิ่งพิมพ์และจำนวนพิมพ์ ที่จะพิมพ์ด้วยระบบออฟเซ็ทควรมีลักษณะดังต่อไปนี้

ก. มีจำนวนใบพิมพ์ตั้งแต่ 500 ใบพิมพ์ขึ้นไป

ข. มีภาพประกอบหรืองานประเภท กราฟฟิคสูง ภาพเหมือนจริง ภาพถ่ายความละเอียดสูง

ค. ต้องการความรวดเร็วในการพิมพ์จำนวนเยอะๆ 1 ชั่วโมงสามารถพิมพ์ได้ 5,000-1,0000 ใบพิมพ์

ง. ต้องการความละเอียดสูง สีสวย คมชัด สวยงาม สอดสีไลโทนสีสวยงาม

จ. เป็นการพิมพ์หลายสี สามารถทำได้ตั้งแต่ 1 สี ถึง 4 สี + สีพิเศษ หรือภาพสีที่ต้องการความสวยงามมากๆ

ฉ. มีอาร์ตเวิร์ครูปแบบ ที่มีความยุ่งยากสลับซับซ้อนมาก รายละเอียดค่อยข้างเยอะ ตัวหนังสือเล็กมาก

ช. มีงบประมาณในการจัดพิมพ์เพียงพอ เพราะระบบพิมพ์ออฟเซ็ท จะมีต้นทุนการตั้งเครื่องสูง เช่นค่าเพลทแม่พิมพ์ ค่าบล็อกไดคัท ค่ากระดาษตั้งเครื่องพิมพ์ แต่ถ้าจำนวนเยอะๆจะค่อนข้างถูกกว่าระบบพิมพ์ระบบอื่นหลายเท่า

4.2.3 ขั้นตอนและหลักการการพิมพ์ระบบออฟเซ็ท

การพิมพ์วิธีนี้ใช้แผ่นเพลทแม่พิมพ์เป็นโลหะพื้นแบนแต่นำมายึดติดกับลูกโมแม่พิมพ์(Plate cylinder)จะมีลูกกลิ้งน้ำทาน้ำบนแผ่น แม่พิมพ์ ก่อนลูกกลิ้งน้ำนี้เรียกว่าลูกนี้ (Water roller) หรือ(dampening roller) แล้วจึงมีลูกหมึกทาหมึกบนแม่พิมพ์ หมึกที่เกาะติดเพลทแม่พิมพ์นี้จะถูกถ่ายทอดลงบนลูกโมยาง (Rubber cylinder) ลูกโมยางนี้เป็นลูกโมโลหะทรงกลมแต่ถูกหุ้มไว้ด้วยแผ่นยาง โดยจะนำแผ่นยางมายึดติดกับลูกโม ลูกโมยางนี้เมื่อรับหมึกจากแม่พิมพ์แล้วก็จะนำไปพิมพ์ ติดบนแผ่นกระดาษ หรือวัสอื่นๆที่เป็นชนิดงานแผ่น ซึ่ง จะมีลูกโมแรงกด (impressioncylinder)อีกลูกโมหนึ่งจับกระดาษมากดกับลูกโมยาง และรับหมึกจากลูกโมยางให้ติดบนกระดาษก็จะได้ชิ้นงานพิมพ์ตามต้องการ ระบบการพิมพ์ออฟเซ็ทจึงจะต้องมีลูกโม 3 ลูก ขนาดเท่าๆกัน หมุนพิมพ์กระดาษ ออกมาแต่ละครั้งในเมื่อหมุนรอบหนึ่ง การพิมพ์หมึกนั้นไม่ได้ผ่านจากแม่พิมพ์ออฟเซ็ทมาพิมพ์ แผ่นกระดาษโดยตรงแต่ถ่าย ทอดมาโดยผ่านลูกโมยางก่อน ดังนั้นภาพที่พิมพ์ก็ดี ภาพก็ดี ที่ปรากฏบนแผ่นแม่พิมพ์จึงเป็น ตัวหนังสือ ที่อ่านได้ตามปกติ ภาพก็เป็นภาพที่ตรงกับภาพที่พิมพ์ออกมา เมื่อแม่พิมพ์พิมพ์ตัวหนังสือลงบนยางตัวหนังสือบนลูกโมยางจะกลับซ้ายเป็นขวา และขวาเป็นซ้าย และเมื่อลูกโมยางพิมพ์ลงบนกระดาษก็จะได้ ตัวหนังสือและภาพเป็นปกติตามเช่นเดียวกับแม่พิมพ์ ออฟเซ็ท (เพลทแม่พิมพ์ออฟเซ็ท) การพิมพ์ออฟเซ็ทเป็นวิธีพิมพ์ที่แพร่หลายอยู่มากในขณะนี้ เพราะสามารถพิมพ์ภาพได้ชัดเจนสวยงาม และรวดเร็วในการพิมพ์จำนวนเยอะๆ คุณภาพสูงมาก เครื่องพิมพ์ออฟเซ็ทส่วนใหญ่ที่นิยมพิมพ์กันจะเป็นเครื่องพิมพ์ชนิดแผ่นส่วนมากหลักของการพิมพ์ offset คือ น้ำกับน้ำมันจะไม่รวมตัวกันซึ่งบนแผ่นแม่พิมพ์จะมีทั้งสองส่วน คือบริเวณที่

ไม่มี ภาพก็จะเป็น ที่รับน้ำและในส่วนที่มีภาพก็จะเป็นสารเคมีที่เป็นพวกเดียวกับหมึกหน้าที่ของบริเวณทั้งสองของแม่พิมพ์ออฟเซ็ท

ก. ส่วนที่ไร้ภาพและรับน้ำจะทำหน้าที่ในการรับน้ำหรือความชื้นและผลักดันหมึกให้ออกนอกบริเวณ

ข. ส่วนที่เป็นภาพจะทำหน้าที่รับหมึกและผลักดันน้ำมันออกนอกบริเวณของตน ซึ่งในแต่ละส่วนจะทำหน้าที่ๆ แตกต่างกัน

4.3 สัญลักษณ์บนบรรจุภัณฑ์

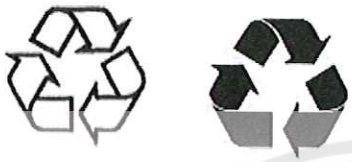
เครื่องหมาย/สัญลักษณ์รีไซเคิลสำหรับกระดาษ

รูปแบบและการใช้สัญลักษณ์ตามแนวทางของ AF&PA (American Forest and Paper Association)

ภาพที่ 26 แสดงเครื่องหมาย/สัญลักษณ์รีไซเคิลสำหรับกระดาษ

เครื่องหมาย/สัญลักษณ์ ที่ไม่เป็นสากล นอกจากจะเป็นภาระต่อผู้ประกอบการแล้ว ยังเป็น "กำแพง" การค้า ทำให้สินค้าไม่สามารถผ่านพรมแดนประเทศต่างๆ ได้อย่างเสรี องค์กรภาคเอกชนหลายหน่วยงาน จึงได้ร่วมกันพัฒนา เครื่องหมายสากล ขึ้นเพื่อให้ผู้ประกอบการในสาขาที่เกี่ยวข้อง ใช้เป็นแนวทาง ตัวอย่างเครื่องหมาย/สัญลักษณ์ที่ใช้กันแพร่หลายในตลาดสากล มีดังนี้

เครื่องหมาย รีไซเคิลได้ และ มาจากรีไซเคิล



ภาพที่ 28 แสดงเครื่องหมาย รีไซเคิลได้ และ มาจากรีไซเคิล

เครื่องหมาย "Mobius Loop" - ลูกศร 3 ดอก หมุนไล่กันตามกัน เป็นรูปสาม**เหลี่ยม ในทิศทาง**ตามเข็มนาฬิกา ดังแสดงในด้านซ้าย เป็นสัญลักษณ์รีไซเคิล ดังเดิม โดยลูกศร**แต่ละดอกแสดง** "Recycling", "Recyclale", "Recycled Products"

เมื่อใช้สัญลักษณ์นี้กับสินค้า จะเป็นการบ่งชี้ว่าสินค้าที่ระบุนี้ เป็นสินค้าที่ รีไซ**เคิลได้ กรณีที่มี**กฎหมาย/ข้อกำหนดให้ต้องเก็บซาก เครื่องหมายนี้จะบอกให้รู้ว่า สามารถนำสินค้าที่มี**เครื่องหมายนี้ไปรีไซเคิล**ได้

"Please put this in the bottle bank" เป็นเครื่องหมาย ที่มุ่งหวัง**เพื่อ การกระตุ้นจิตสำนึก**ของผู้บริโภค

ภาพที่ 28 แสดงเครื่องหมาย/สัญลักษณ์การกระตุ้นจิตสำนึกของผู้บริโภค

บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

การดำเนินการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาพทั่วไป กระบวนการผลิตและการออกแบบของที่ระลึกชุดอุปกรณ์บนโต๊ะทำงานจากเครื่องเคลือบดินเผาและบรรจุภัณฑ์ที่แสดงถึงเอกลักษณ์ของมหาวิทยาลัยนเรศวร เพื่อศึกษาถึงปัญหาและความต้องการ ที่สามารถส่งเสริมภาพลักษณ์ที่ดีให้แก่ผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์ โดยใช้ระเบียบวิธีการวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative Research) มาใช้ในการดำเนินการวิจัย ขั้นตอนการวิจัยประกอบด้วยขั้นตอน 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่1 ศึกษาเอกสารและสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ เพื่อสร้างกรอบแนวคิดเกี่ยวกับสภาพทั่วไปของผลิตภัณฑ์ และศึกษาขั้นตอนการออกแบบผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์เครื่องเคลือบดินเผา

ขั้นตอนที่ 2 การเก็บข้อมูลภาคสนาม เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลภายใต้กรอบแนวคิดจากการศึกษาเอกสาร เว็บไซน์ และสอบถามจากผู้รู้ เพื่อให้ได้ซึ่งข้อมูลทั่วไปของเครื่องเคลือบดินเผาที่แสดงเอกลักษณ์ของมหาวิทยาลัยนเรศวร

ขั้นตอนที่ 3 การศึกษาข้อมูล เพื่อศึกษาสภาพทั่วไปของแหล่งผลิต และศึกษาบรรจุภัณฑ์ของผลิตภัณฑ์เครื่องเคลือบดินเผาที่แสดงถึงเอกลักษณ์ของมหาวิทยาลัยนเรศวร และข้อมูลข้อมูลในขั้นตอนที่2 จากการค้นพบในการวิจัยตรวจสอบโดยอาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อนำไปสู่การพัฒนาบรรจุภัณฑ์

ขั้นตอนที่ 4 การพัฒนาและการสร้างสรรค์ ด้วยการออกแบบผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์สำหรับเครื่องเคลือบดินเผาที่แสดงถึงเอกลักษณ์ของมหาวิทยาลัยนเรศวร โดยรวบรวมข้อมูลเพื่อนำมาเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการออกแบบผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์ ได้มีการทำการออกแบบโดยมีอาจารย์ที่ปรึกษาเป็นผู้ตรวจสอบ

ขั้นตอนที่ 5 วิธีนำเสนอผลการศึกษาค้นคว้าโดยสรุป อภิปรายและข้อเสนอแนะด้วยวิธีพรรณนาวิธีวิเคราะห์ข้อมูลภาคสนามตามประเด็นที่ปรึกษา คือ การออกแบบผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์เครื่องเคลือบดินเผาที่แสดงถึงเอกลักษณ์ของมหาวิทยาลัยนเรศวร

1. วิธีดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาเอกสารและสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ

1.1 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร ตำรา งานวิจัย ตลอดจนเว็บไซต์ที่บริการข้อมูลแล้วนำมาร่างเป็นกรอบแนวความคิดของการวิจัยในขั้นต้น ประเด็นที่นำมาร่างประกอบไปด้วย

1.1.1 ศึกษาสภาพทั่วไปของผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์เครื่องเคลือบดินเผาที่แสดงถึงเอกลักษณ์ของมหาวิทยาลัยนเรศวร

1.1.2 ศึกษากระบวนการผลิตและจัดจำหน่ายของผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์เครื่องเคลือบดินเผาที่แสดงถึงเอกลักษณ์ของมหาวิทยาลัยนเรศวร

1.1.3 ศึกษาผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์เพื่อทำการออกแบบผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์ที่แสดงถึงเอกลักษณ์ของมหาวิทยาลัยนเรศวร

1.2 ผู้วิจัยได้ไปสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญของกลุ่มผู้ผลิตผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์เครื่องเคลือบดินเผาเพื่อนำมาพัฒนาชิ้นงาน โดย อาจารย์ นิกร กาบเขียว

ขั้นตอนที่ 2 กำหนดพื้นที่ในการวิจัยทางด้านผู้ผลิตผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์เครื่องเคลือบดินเผาที่แสดงถึงเอกลักษณ์ของมหาวิทยาลัยนเรศวร

ขั้นตอนที่ 3 การเก็บข้อมูลภาคสนามผู้วิจัยเข้าภาคสนามด้วยวิธีการเปิดเผยตัวต่อผู้เชี่ยวชาญทางด้านผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์เครื่องเคลือบดินเผาเพื่อให้ทราบถึงวัตถุประสงค์ของผู้วิจัยตามระเบียบวิธีการวิจัยเชิงคุณภาพโดยมีเครื่องมือดังต่อไปนี้

2. เครื่องมือการวิจัย

2.1 การสังเกตแบบมีส่วนร่วม (Participant Observat) และการสังเกตแบบไม่มีส่วนร่วม (Non- Participant Observat) โดยผู้วิจัยใช้วิธีการเก็บข้อมูลโดยทำการศึกษาประวัติความเป็นมาและแนวคิดในการออกแบบผลิตภัณฑ์เครื่องเคลือบดินเผา กระบวนการกผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องเคลือบดินเผาและข้อจำกัดในการออกแบบผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์โดยสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการที่ได้จากการศึกษาจากเอกสารและการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ

2.2 การสัมภาษณ์แบบเจาะลึก (Indept Interview) ผู้วิจัยใช้ในการสัมภาษณ์อย่างเป็นทางการเพื่อเป็นข้อมูลอ้างอิงสำหรับงานวิจัย จากเอกสาร งานวิจัย และการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญแล้วสอบถามข้อมูลเกี่ยวกับข้อมูลสภาพทั่วไปของกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์เครื่องเคลือบดินเผา

ขั้นตอนที่ 4 การวิเคราะห์ข้อมูลขณะเก็บข้อมูลภาคสนาม ผู้วิจัยจัดเก็บข้อมูลด้วยการดูคำถามที่สื่อความหมายตรงตามที่ต้องการหรือไม่เพื่อเป็นการนำไปพัฒนา ด้วยการร่างแบบตามประเด็นการศึกษา คือการออกแบบของที่ระลึกชุดอุปกรณ์บนโต๊ะทำงานจากเครื่องเคลือบดินเผาและบรรจุภัณฑ์ที่แสดงถึงเอกลักษณ์ของมหาวิทยาลัยนเรศวร

ขั้นตอนที่ 5 สรุปอภิปรายผลจากการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลผลการศึกษาการออกแบบของที่ระลึกชุดอุปกรณ์บนโต๊ะทำงานจากเครื่องเคลือบดินเผาและบรรจุภัณฑ์ที่แสดงถึงเอกลักษณ์ของมหาวิทยาลัยนเรศวร

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลผู้วิจัยได้แบ่งเป็น 2 ช่องทางในการรวบรวมคือ

3.1 การลงภาคสนาม คือการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญทางด้านผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์เครื่องเคลือบดินเผา

3.2 การค้นคว้าข้อมูลทางสื่ออิเล็กทอนิกส์ ผู้วิจัยได้ค้นคว้าเพิ่มเติมจากการไปสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ เพื่อสร้างแนวคิดในการออกแบบที่มาสารถสร้างแรงจูงใจให้สนใจในสินค้าและเพื่อให้รู้จักกับเอกลักษณ์ของมหาวิทยาลัยนเรศวร ได้เป็นอย่างดี

ในการเก็บรวบรวมข้อมูลและสัมภาษณ์นั้น ผู้วิจัยได้นำข้อมูลมารวบรวมแล้วแยกออกเป็นหัวข้อต่างๆเพื่อความสะดวกในการดึงข้อมูลมาใช้ หรืออ้างอิงในการออกแบบเพื่อตอบโจทย์ความต้องการของผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์เครื่องเคลือบดินเผาที่แสดงถึงเอกลักษณ์ของมหาวิทยาลัยนเรศวร

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลจากเอกสาร ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับประวัติของมหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก และวิธีการบรรจุ การผลิตที่ได้มาตรฐาน

4.2 การวิเคราะห์ข้อมูลภาคสนามในส่วนของบทสัมภาษณ์ที่ผู้วิจัยได้เข้าไปสัมภาษณ์ผู้ผลิตผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์เครื่องเคลือบดินเผา เพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลในการออกแบบของที่ระลึกชุดอุปกรณ์บนโต๊ะทำงานจากเครื่องเคลือบดินเผาและบรรจุภัณฑ์ที่แสดงถึงเอกลักษณ์ของมหาวิทยาลัยนเรศวร

การเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูลของผู้วิจัยจะเน้นในส่วนของการสร้างเอกลักษณ์ให้กับผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์เครื่องเคลือบดินเผาที่แสดงถึงเอกลักษณ์ของมหาวิทยาลัยนเรศวร

บทที่ 4

ผลการวิจัย

จากกระบวนการเก็บข้อมูลสภาพทั่วไปของ การออกแบบของที่ระลึกชุดอุปกรณ์บนโต๊ะทำงานจากเครื่องเคลือบดินเผาและบรรจุภัณฑ์ที่แสดงถึงเอกลักษณ์ของมหาวิทยาลัยนเรศวร ผู้วิจัยได้ศึกษาหลักการออกแบบผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์ เพื่อเป็นแนวทางในการวิเคราะห์และพัฒนางานออกแบบให้มีประโยชน์มากที่สุด โดยมีขั้นตอนในการปฏิบัติงาน ดังต่อไปนี้

ส่วนที่ 1 บทวิเคราะห์และสรุปเงื่อนไขในการออกแบบ (Design Brief)

ส่วนที่ 2 การพัฒนาและสร้างสรรค์ (Development and Design)

ส่วนที่ 3 ผลงานที่สร้างสรรค์ (Product and Packaging Design)

ส่วนที่ 1 บทวิเคราะห์และสรุปเงื่อนไขในการออกแบบ (Design Brief)

1.1 ชื่อโครงการ (Project Title) : การออกแบบของที่ระลึกชุดอุปกรณ์บนโต๊ะทำงานจากเครื่องเคลือบดินเผาและบรรจุภัณฑ์ที่แสดงถึงเอกลักษณ์ของมหาวิทยาลัยนเรศวร

1.2 ข้อมูลผลิตภัณฑ์ (Product data)

ชื่อผลิตภัณฑ์ (Product name) : NU BRAND

ส่วนวิเคราะห์ : นำเอาลวดลายของผลเสลามาสร้างเป็นเอกลักษณ์ของมหาวิทยาลัยนเรศวร เพื่อสร้างชิ้นงานที่แตกต่าง และทำให้ตัวชิ้นงานมีความน่าสนใจการออกแบบบรรจุภัณฑ์ใหม่ (New Product)

ส่วนวิเคราะห์ : นำเอาสีของมหาวิทยาลัยนเรศวรมาใช้ในการออกแบบบรรจุภัณฑ์และกราฟิกที่สื่อถึงชิ้นงานภายใน เพื่อสร้างเอกลักษณ์ให้กับตัวชิ้นงานโดยเลือกใช้กระดาษลูกฟูก เพื่อป้องกันการตกกระแทกความเสียหายของผลิตภัณฑ์ อีกทั้งยังเป็นการรักษาสิ่งแวดล้อมอีกด้วย

ราคาของผลิตภัณฑ์ (Product Price)

1.2.1 ที่ใส่อุปกรณ์เครื่องเขียน	ราคา	250	บาท
1.2.2 ที่ใส่นามบัตร	ราคา	250	บาท
1.2.3 ที่ใส่ลวดหนีบกระดาษ	ราคา	400	บาท
1.2.4 แจกันดอกไม้	ราคา	300	บาท

ประโยชน์ของผลิตภัณฑ์ (Product Use) : เป็นอุปกรณ์บนโต๊ะทำงานหรือประดับตกแต่งบนโต๊ะทำงาน ที่มีสีสันและรูปทรงที่แปลกใหม่เพื่อเพิ่มบรรยากาศในการทำงาน

ประโยชน์ของบรรจุภัณฑ์ (Package Use) : เพื่อส่งเสริมความน่าสนใจของตัวผลิตภัณฑ์และป้องกันการกระแทก แตกหัก เสียหายของตัวผลิตภัณฑ์

ความรู้สึกที่มีต่อผลิตภัณฑ์ทั้งทางด้านการมองเห็น/ด้านความรู้สึก/ด้านกายภาพ (Product visual/Physical/Sensory attributes) : เครื่องเคลือบดินเผา นำมาออกแบบรูปทรงและกราฟิกให้มีความเป็นเอกลักษณ์ที่แสดงถึงมหาวิทยาลัยนเรศวร

คุณลักษณะของบรรจุภัณฑ์ที่สามารถปกป้องและส่งเสริมตัวสินค้าได้ (Protective Package required) : เป็นบรรจุภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติป้องกันการกระแทกได้เป็นอย่างดี โดยเลือกกระดาษลูกฟูกมาใช้ ด้านกราฟิกก็พัฒนาให้มีความสอดคล้องกับตัวผลิตภัณฑ์เพื่อเพิ่มมูลค่าและความสวยงามให้กับผลิตภัณฑ์

1.3 สถานที่จัดวางจำหน่าย (Outlets) : พิพิธภัณฑ์ผ้า มหาวิทยาลัยนเรศวร

1.4 ข้อมูลผู้บริโภคเป้าหมาย (Target consumer data) :

คุณลักษณะของผู้บริโภค (Demographic / Psychographic Description)

ลักษณะทางด้านร่างกายที่สามารถวัดได้ (Demographic)

1.4.1 ชายหรือหญิงอายุ 25- 30 ปี

1.4.2 รายได้ 15,000-30,000 บาท/เดือน

ลักษณะทางด้านจิตใจ (Psychographic)

มีความชื่นชอบและสนใจงานเซรามิคและทำงานในสำนักงาน

1.5 ข้อมูลผลิตภัณฑ์ (Product data)

ประเภทของผลิตภัณฑ์ : เครื่องเคลือบดินเผา

วัสดุที่นำมาใช้ (Rew materials) : ดินสโตนแวร์เนื้อขาว (White Stoneware Body)

ส่วนวิเคราะห์ : เป็นดินสโตนแวร์เนื้อขาว เน้นที่จะใช้งานเคลือบใสตกแต่งด้วยสีใต้เคลือบ SAA มีจุดสุกตัวสูง 1200-1300 องศาเซลเซียส

1.6 ข้อมูลบรรจุภัณฑ์แ/ฉลาก (Package/labal data)

ประเภทของบรรจุภัณฑ์ (Type of pack) : บรรจุภัณฑ์เครื่องเคลือบดินเผา

วัสดุที่นำมาใช้ (Rew materials) : กระดาษลูกฟูกลอน E

ส่วนวิเคราะห์ : มีความต้านทานแรงกระแทกสูงมาก มีน้ำหนักเบา และมีพื้นผิวที่เรียบตึง ส่งผลให้งานพิมพ์มีคุณภาพสูงมาก ขนส่งได้ง่าย

1.7 เงื่อนไขและข้อสรุปด้านเรขศิลป์ (Graphic design Brief Bachground) : ปัจจุบันมีบุคลากรที่ทำงานในสำนักงานที่ต้องทำงานอยู่บนโต๊ะเป็นส่วนใหญ่การใช้ผลิตภัณฑ์ของใช้บนโต๊ะสำหรับสำนักงานจึงเป็นปัจจัยสำคัญในการช่วยในการทำงานและมีผลต่ออารมณ์ในการทำงานของผู้ใช้งาน ทั้งนี้แล้วได้เล็งเห็นความสำคัญสำหรับของที่ระลึกซึ่งของที่ระลึกนั้นเป็นสิ่งต่างๆที่เก็บรักษาไว้หรือใช้เป็นเครื่องเตือนความทรงจำเกี่ยวกับเรื่องราวหรือเหตุการณ์ต่างๆที่เป็นสิ่งจูงใจให้เกิดความคิดถึงหรือนึกถึงเรื่องราวที่เกี่ยวข้องของที่ระลึกนั้นมีความสำคัญต่อสังคมและวัฒนธรรมในส่วนขององค์ประกอบอุตสาหกรรมการท่องเที่ยวทางด้านการท่องเที่ยวนั้นธุรกิจของที่ระลึกมีบทบาทสำคัญในการสร้างงานเป็นการผลิตสินค้าที่อาศัยแรงงานเป็นการแก้ปัญหาสังคมท้องถิ่นและจากนี้ยังเป็นการช่วยอนุรักษ์ศิลปวัฒนธรรมให้คงอยู่สืบไปสู่คนรุ่นหลัง ซึ่งผู้วิจัยเห็นว่าของที่ระลึกนั้นเป็นสิ่งสำคัญสามารถเตือนความทรงจำ ความรู้สึกดีๆที่มีต่อสถานที่นั้นจึงมีแนวคิดที่นำเอาเอกลักษณ์ของมหาวิทยาลัยนเรศวรมาออกแบบเป็นของที่ระลึกซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่สื่อถึงสถาบันการศึกษา

ดอกเสลาเป็นดอกไม้ประจำมหาวิทยาลัยนเรศวรเป็นต้นไม้ขนาดกลางโตช้า เรือนยอดทรงกลมทึบ ใบดก กิ่งโน้มลงรอบทรงพุ่ม เปลือกต้นสีน้ำตาลเข้มเกือบดำ มีรอยแตกเป็นทางยาวตลอดลำต้น ใบเดี่ยว ออกตรงข้ามปลายเรียวแหลมเป็นติ่ง โคนมน เนื้อใบหนาปานกลาง เส้นใบมีขนนุ่มทั้งสองด้าน ดอกสีม่วง ม่วงอมชมพู หรือม่วงกับขาว ออกเป็นช่อที่ปลายกิ่ง ซึ่งเราจะนำมาออกแบบของที่ระลึกชุดอุปกรณ์บนโต๊ะทำงานเพื่อเป็นการแสดงถึงเอกลักษณ์ของมหาวิทยาลัยนเรศวร เพื่อเป็นเครื่องเตือนใจให้คิดถึงหรือนึกถึง ทำให้ตัวผลิตภัณฑ์มีเอกลักษณ์เฉพาะตัว

1.8 การวิเคราะห์ข้อมูลทางการตลาด

วิเคราะห์ข้อมูลทางการตลาดโดยการใช้หลักการ SWOT มีดังนี้

Strengths (S)	:	จุดแข็ง จุดเด่น ขององค์กร
Weaknesses (W)	:	จุดอ่อน ข้อเสียเปรียบขององค์กร
Opportunities (O)	:	โอกาสในการดำเนินงานตามแผนงาน
Threats (T)	:	อุปสรรคที่อาจเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการดำเนินงาน

1.8.1 จุดแข็ง (strength)

ก. ด้านผลิตภัณฑ์

มีเอกลักษณ์ของมหาวิทยาลัยนเรศวรที่ชัดเจน ได้นำเอาผลเสลามาเป็นแรงบันดาลใจในการผลิตชิ้นงาน ทำให้ชิ้นงานมีลวดลายที่แปลดใหม่ ซึ่งผลเสลานี้เป็นดอกไม้ประจำมหาวิทยาลัยนเรศวร

ข. ด้านบรรจุภัณฑ์

มีลวดลายที่ชัดเจน ป้องกันการกระแทก ไม่ให้สินค้าภายในแตกหักหรือเสียหายได้และช่วยส่งเสริมภาพลักษณ์ให้กับสินค้า

1.8.2 จุดอ่อน (weakness)

ก. ด้านผลิตภัณฑ์

ชิ้นงานมีความแปลกใหม่ มีการแตกหักเสียหายง่ายและมีราคาค่อนข้างสูง

ข. ด้านบรรจุภัณฑ์

รับน้ำหนักได้น้อย

1.8.3 โอกาส (opportunity)

ก. ด้านผลิตภัณฑ์

เป็นสินค้าของฝากของที่ระลึกที่มีความแปลกใหม่ทั้งลวดลายรูปลักษณ์ที่ประณีตสวยงามที่แสดงถึงเอกลักษณ์มหาวิทยาลัยนเรศวร มหาวิทยาลัยแห่งหนึ่งของจังหวัดพิษณุโลก

ข. ด้านบรรจุภัณฑ์

มีความสวยงามประณีตและสื่อถึงผลิตภัณฑ์และเอกลักษณ์ของมหาวิทยาลัยนเรศวร ช่วยส่งเสริมให้ผู้คนภายในและภายนอกจดจำในตัวสินค้า

1.8.4 อุปสรรค (threat)

ก. ด้านผลิตภัณฑ์

เครื่องจักรในการผลิตมีราคาสูง สิ้นค้ามีความแปลกใหม่ อาจจะยังไม่คุ้นตาของผู้บริโภคและยังมีการแข่งขันทางการตลาดที่ค่อนข้างสูง

ข. ด้านบรรจุภัณฑ์

มีการป้องกันการกระแทกได้ค่อนข้างน้อย อาจทำให้สินค้าภายในเกิดการเสียหายได้

1.9 วัตถุประสงค์ (objective)

1.9.1 เพื่อศึกษาเอกลักษณ์ของมหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก

1.9.2 เพื่อศึกษากระบวนการออกแบบและการผลิตเครื่องเคลือบดินเผา

1.9.3 เพื่อศึกษากระบวนการออกแบบและการผลิตบรรจุภัณฑ์

1.9.4 ออกแบบของที่ระลึกชุดอุปกรณ์บนโต๊ะทำงานที่แสดงถึงเอกลักษณ์ของมหาวิทยาลัยนเรศวร

1.9.5 ออกแบบบรรจุภัณฑ์สำหรับของที่ระลึกชุดอุปกรณ์บนโต๊ะทำงานจากเครื่องเคลือบดินเผาที่แสดงเอกลักษณ์ของมหาวิทยาลัยนเรศวร

1.10 กลุ่มเป้าหมาย(Main target) : ทำงานในสำนักงานที่มีความชื่นชอบในงานเซรามิก

ส่วนที่ 2 การพัฒนาและสร้างสรรค์ (Development and Design)

2.1 แนวคิดในการออกแบบ (Design Concept) : NU BRAND

2.2 แนวความคิด (concept) : ของขวัญแห่งความทรงจำ

2.3 เหตุผลสนับสนุน (support)

ของขวัญหรือของที่ระลึกนั้นมีความหมายทั้งผู้ให้และผู้รับ เป็นเครื่องเตือนใจ เตือนความทรงจำต่อเหตุการณ์ต่างๆ ทำให้คิดถึงหรือนึกถึง ทั้งนี้เราได้จัดทำการออกแบบของที่ระลึกชุดอุปกรณ์บนโต๊ะทำงานจากเซรามิคและบรรจุภัณฑ์ที่แสดงถึงเอกลักษณ์ของมหาวิทยาลัยนเรศวร เป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถใช้งานได้ และแสดงถึงสถาบัน โดยได้นำดอกเสลามาเป็นแรงบันดาลใจในการ

ออกแบบชิ้นงาน และใช้สีของมหาวิทยาลัยนเรศวรมาใช้ในการตกแต่งผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์ เพื่อเพิ่มเอกลักษณ์มากยิ่งขึ้น

ตารางที่ 2 แสดงอารมณ์ ความรู้สึก รูปแบบ (MOOD&TONE)

Concept แนวคิดทางการออกแบบ	precious	memory	cultured
Mood & Tone	เอกลักษณ์ มหาวิทยาลัย นเรศวร	ของที่ระลึก	บรรยากาศ
Graphic Element	เส้น	รูปร่าง,รูปทรง	สี

ภาพที่29 แสดงอารมณ์ ความรู้สึก รูปแบบ (MOOD&TONE)

2.4 การคาดหวังผลตอบรับ (Desire response)

ได้ออกแบบออกแบบของที่ระลึกชุดอุปกรณ์บนโต๊ะทำงานจากเซรามิคและบรรจุภัณฑ์ที่แสดงถึงเอกลักษณ์ของมหาวิทยาลัยนเรศวร ที่จะส่งเสริมเอกลักษณ์ให้กับมหาวิทยาลัยนเรศวร ให้มีความแปลกใหม่ โดดเด่นทางด้านเอกลักษณ์ของสถาบัน เพื่อเป็นของที่ระลึกบนโต๊ะทำงาน

2.5 การวิเคราะห์แนวทางการออกแบบ

2.5.1 การวิเคราะห์เกี่ยวกับโครงสร้างผลิตภัณฑ์ : มีโครงสร้างที่เรียบง่าย มีการจัดเก็บได้เรียบร้อย สามารถใช้งานได้สะดวกตอบสนองต่อความต้องการ

ซึ่งโครงสร้างของผลิตภัณฑ์ มีทั้งหมด 4 โครงสร้าง ดังนี้

ก. ที่ใส่อุปกรณ์เครื่องเขียน ขนาด 7x10 เซนติเมตร

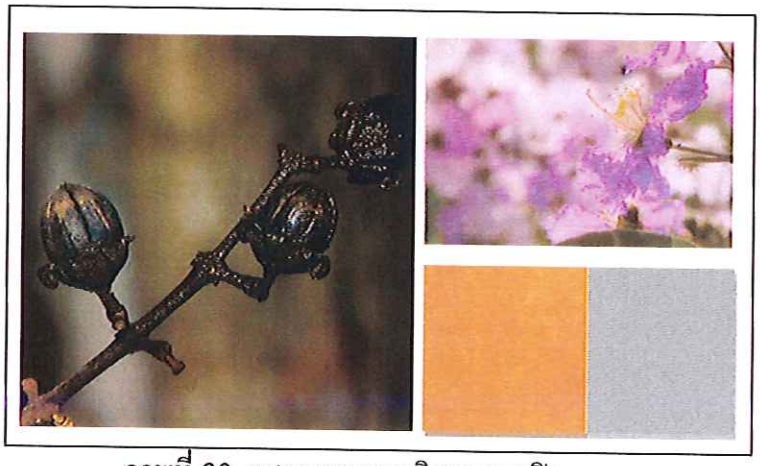
ข. ที่ใส่นามบัตร ขนาด 7x9.5 เซนติเมตร

ค. ที่ใส่ลวดหนีบกระดาษ ขนาด 11.5x12 เซนติเมตร

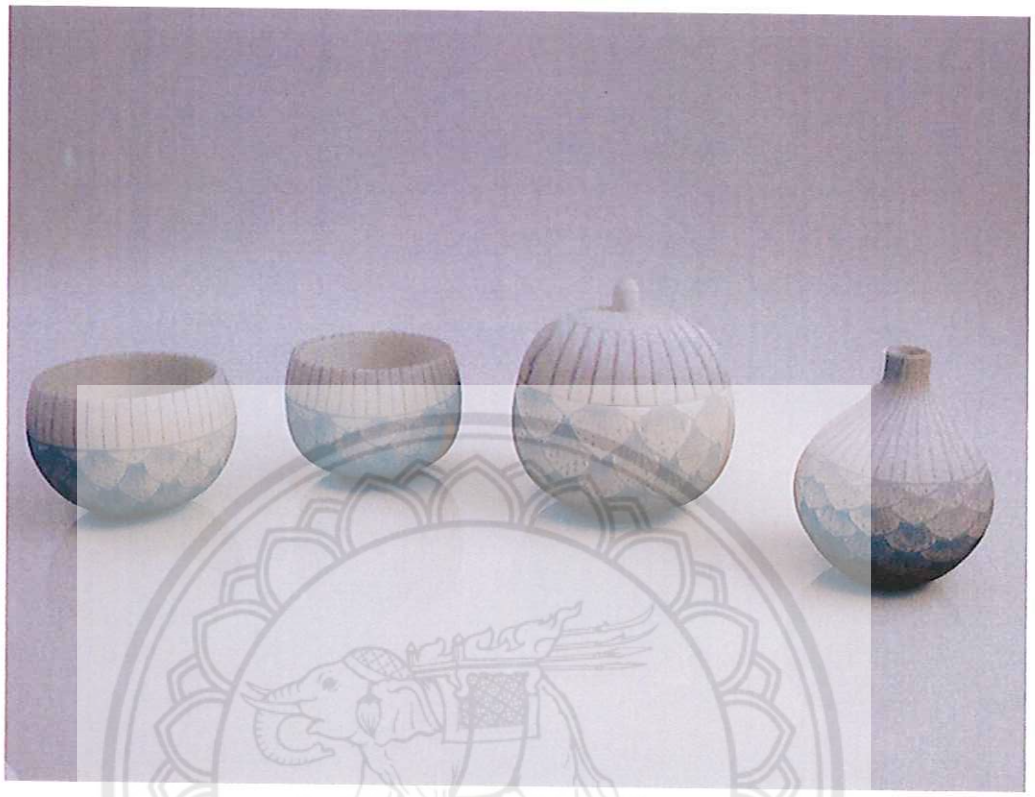
ง. แจกันดอกไม้ ขนาด 8.5 x10.5 เซนติเมตร

2.5.2 การวิเคราะห์ด้านกราฟิก : กราฟิกที่ใช้ คือการนำลวดลายของผลเสลามาใช้ในการออกแบบลาย เพื่อความแปลกใหม่และสร้างเอกลักษณ์ให้กับมหาวิทยาลัยนเรศวร

2.5.3 แนวความคิดลายกราฟิก : ได้นำเอารูปแบบของผลเสลาในลักษณ์ที่กำลังแตกผลในแนวคว่ำมาประกบกันเพื่อความเป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน ลายภายในกลีบของผลเสลาจะใช้ลักษณะของกลีบดอกเสลาและเกสรมาผสมผสานกันเพื่อสื่อถึงนิสิตนักศึกษาจากคน คนหนึ่งรวมใจกันจนเกิดเป็นพลังที่ยิ่งใหญ่รวมกันเป็นหนึ่งเดียว มีเลือดสีเดียวกันคือ สีเทา – แสด ซึ่งเป็นสีประจำของมหาวิทยาลัยนเรศวร



ภาพที่ 30 แสดงแนวความคิดลายกราฟิก



ภาพที่ 31 แสดงภาพสเก็ตผลิตภัณฑ์

ภาพที่ 32 แสดงลายกราฟิกสำหรับที่ใส่อุปกรณ์เครื่องเขียน เป็นการเขียนลายใต้เคลือบใสตกแต่งด้วยสีใต้เคลือบ SAA มีจุดสุกตัวสูง 1200-1300 องศาเซลเซียส

ภาพที่ 33 แสดงลายกราฟิกสำหรับที่ใส่นามบัตร เป็นการเขียน**ลายใต้เคลือบใส**
ตกแต่งด้วยสีใต้เคลือบ SAA มีจุดสุกตัวสูง 1200-1300 องศาเซลเซียส

ภาพที่ 34 แสดงลายกราฟิกสำหรับที่ใส่ลวดหนีบกระดาษ เป็นการเขียนลายใต้เคลือบใสตกแต่งด้วยสีใต้เคลือบ SAA มีจุดสุกตัวสูง 1200-1300 องศาเซลเซียส

ภาพที่ 35 แสดงลายกราฟิกสำหรับแจกันดอกไม้ เป็นการเขียนลายใต้เคลือบใส ตกแต่งด้วยสีใต้เคลือบ SAA มีจุดสุกตัวสูง 1200-1300 องศาเซลเซียส

2.6 การวิเคราะห์เกี่ยวกับโครงสร้างบรรจุภัณฑ์ : โครงสร้างเป็นรูปทรงสี่เหลี่ยมทั้งหมด บรรจุภัณฑ์มีตัวล็อกสามารถป้องกันผลิตภัณฑ์ได้ดี ภายในมีที่กันกระแทกเพื่อช่วยเพิ่มความแข็งแรง ซึ่งโครงสร้างของผลิตภัณฑ์ มีทั้งหมด 4 โครงสร้าง ดังนี้

2.6.1 บรรจุภัณฑ์สำหรับที่ใส่อุปกรณ์เครื่องเขียน

ขนาด 13x13x9.5 เซนติเมตร

2.6.2 บรรจุภัณฑ์สำหรับที่ใส่นามบัตร

ขนาด 13x13x9.5 เซนติเมตร

2.6.3 บรรจุภัณฑ์สำหรับที่ใส่ลวดหนีบกระดาษ

ขนาด 13x13x13 เซนติเมตร

2.6.4 บรรจุภัณฑ์สำหรับแจกันดอกไม้

ขนาด 13x13x13 เซนติเมตร

2.6.5 บรรจุภัณฑ์กล่องสำหรับชุดรวมหน่วย

ขนาด 14x27.5x24.5 เซนติเมตร

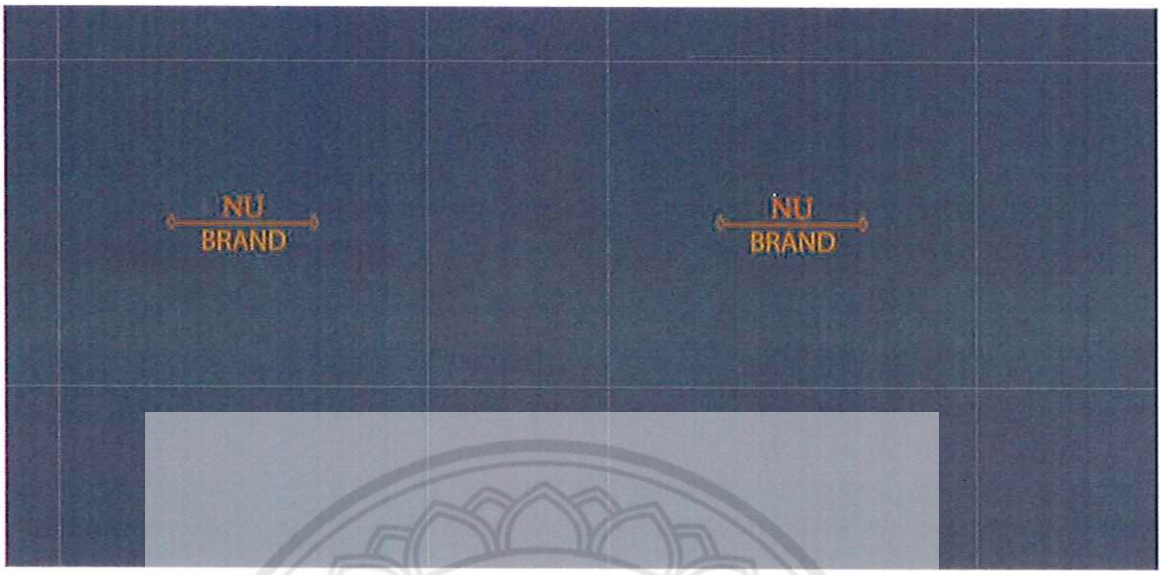
2.6.6 บรรจุภัณฑ์ถุงกระดาษสำหรับชุดรวมหน่วย

ขนาด 14x27.5x24.5 เซนติเมตร

2.7 การวิเคราะห์ความแข็งแรง : บรรจุภัณฑ์จะเน้นโชว์ความสวยงามและสามารถป้องกันสินค้าจากภายในได้ในระดับหนึ่ง

2.8 การวิเคราะห์ด้านกราฟิก : กราฟิกนี้จะเน้นนำลวดลายของผลิตภัณฑ์มาออกแบบในบรรจุภัณฑ์ เพื่อให้เกิดความน่าสนใจ มีความโดดเด่น แปลกใหม่ และสะดุดตา

ภาพที่ 36 กราฟิกบนบรรจุภัณฑ์กล่องสำหรับใส่ผลิตภัณฑ์



ภาพที่ 37 กราฟิกบนบรรจุภัณฑ์ถุงกระดาษสำหรับใส่บรรจุภัณฑ์กล่อง

ภาพที่ 38 กราฟิกภายในบรรจุภัณฑ์กล่อง

2.9 การวิเคราะห์ด้านกราฟิกของโลโก้ : กราฟิกนี้จะเน้นนำลวดลายของผลิตภัณฑ์มาออกแบบในโลโก้ เพื่อให้เกิดความน่าสนใจ มีเนื้อหาและตัวอักษรชัดเจน อ่านเข้าใจง่าย

ภาพที่ 39 แสดงโลโก้ของแบร์น NU BRAND

ภาพที่ 40 แสดงการสเก็ตภาพงานรวมทั้งหมด

ส่วนที่ 3 ผลงานที่สร้างสรรค์ (Product and Packaging Design)

ภาพที่ 41 แสดงการผลสำเร็จงาน (1)

ภาพที่ 42 แสดงการผลสำเร็จงาน (2)

ภาพที่ 43 แสดงการผลสำเร็จงาน (3)

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยอภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาเอกลักษณ์ของมหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก เพื่อนำเอกลักษณ์มาใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์เครื่องเคลือบดินเผาจากการศึกษาดังกล่าวจะนำไปสู่การพัฒนาการออกแบบของที่ระลึกชุดอุปกรณ์บนโต๊ะทำงานจากเครื่องเคลือบดินเผาที่แสดงถึงเอกลักษณ์ของมหาวิทยาลัยนเรศวร โดยใช้วิธีเชิงคุณภาพ การวิจัยทางเอกสาร และการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างอย่างเจาะจง

สรุปผล

1. จากการวิเคราะห์ข้อมูลในเรื่องของ การออกแบบของที่ระลึกชุดอุปกรณ์บนโต๊ะทำงานจากเครื่องเคลือบดินเผาและบรรจุภัณฑ์ที่แสดงถึงเอกลักษณ์ของมหาวิทยาลัยนเรศวร รูปแบบที่นำมาออกแบบใหม่เป็นรูปแบบตามแนวคิดของขวัญแห่งความทรงจำ ของขวัญหรือของที่ระลึกนั้นมีความหมายทั้งผู้ให้และผู้รับ เป็นเครื่องเตือนใจ เตือนความทรงจำต่อเหตุการณ์ต่างๆ ทำให้คิดถึงหรืออนึกถึง ทั้งนี้เราได้จัดทำการออกแบบของที่ระลึกชุดอุปกรณ์บนโต๊ะทำงานจากเซรามิคและบรรจุภัณฑ์ที่แสดงถึงเอกลักษณ์ของมหาวิทยาลัยนเรศวร เป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถใช้งานได้ และแสดงถึงสถาบัน โดยได้นำดอกเสลามาเป็นแรงบันดาลใจในการออกแบบชิ้นงาน และใช้สีของมหาวิทยาลัยนเรศวรมาใช้ในการตกแต่งผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์ เพื่อเพิ่มเอกลักษณ์มากยิ่งขึ้น

2. จากการศึกษากระบวนการออกแบบและวัสดุที่ใช้ในการผลิตเครื่องเคลือบดินเผา นั้นเราจะใช้ดินคอมพาวด์ ประเภทดินสโตนแวร์ขาวเน้นที่จะใช้งานเคลือบใสตกแต่งด้วยสีใต้เคลือบ SAA มีจุดสุกตัวสูง 1200-1300 องศาเซลเซียส

3. จากการศึกษากระบวนการออกแบบและวัสดุที่ใช้ในการผลิตบรรจุภัณฑ์ เราใช้กระดาษลูกฟูกลอน E เนื่องจากมีความแข็งแรง น้ำหนักเบา และรองรับการพิมพ์ได้ดีที่สุด

4. จากการศึกษาและออกแบบของที่ระลึกประเภทอุปกรณ์บนโต๊ะทำงานที่แสดงถึงเอกลักษณ์ของมหาวิทยาลัยนเรศวร เราได้นำผลของเสลา มาใช้ในการออกแบบในตัวของผลิตภัณฑ์เพื่อให้เกิดรูปทรงใหม่และแสดงถึงความเป็นเอกลักษณ์เฉพาะ ซึ่งเสลานั้นเป็นต้นไม้ประจำมหาวิทยาลัยนเรศวร

5. จากการศึกษากระบวนการออกแบบและวัสดุที่ใช้ในการผลิตบรรจุภัณฑ์สำหรับของที่ระลึกประเภทอุปกรณ์บนโต๊ะทำงานจากเซรามิคที่แสดงเอกลักษณ์ของมหาวิทยาลัยนเรศวร ได้นำลวดลายที่แสดงถึงผลิตภัณฑ์มาใช้ในการออกแบบบรรจุภัณฑ์เพื่อเพิ่มความน่าสนใจ ช่วยส่งเสริมการขาย และป้องกันการกระแทก แตกหักของสินค้าได้ดี

ข้อเสนอแนะ

1. การออกแบบผลิตภัณฑ์เครื่องเคลือบดินเผา นั้นควรศึกษาขั้นตอนการออกแบบและขั้นตอนการผลิตอย่างละเอียด

2. การออกแบบบรรจุภัณฑ์ ควรออกแบบให้มีการป้องกันการกระแทกอย่างดีและวัสดุที่จะนำมาใช้เป็นบรรจุภัณฑ์ควรที่จะป้องกันได้อย่างดี ไม่อย่างนั้นแล้วผลิตภัณฑ์อาจเกิดความเสียหายได้

3. ขั้นตอนการผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องเคลือบดินเผา ควรศึกษาวิธีการผลิตอย่างละเอียด เรื่องการใช้วัสดุต่างๆในการผลิต และการแบ่งเวลาในการผลิต เพราะมีหลายขั้นตอนในการผลิต ต้องใช้ระยะเวลา สภาพแวดล้อมในตอนการผลิตผลิตภัณฑ์ก็สำคัญอาจส่งส่งต่อผลิตภัณฑ์ได้

4. ขั้นตอนการจัดลำดับของงานนั้นจะต้องมีการวางแผนที่ดี เพื่อทำให้งานมีความสำเร็จอย่างมีประสิทธิภาพ

5. ขั้นตอนการออกแบบและพัฒนางานควรมีเป้าหมายและความชัดเจนของงาน เพราะเป็นสิ่งสำคัญของการทำศิลปนิพนธ์

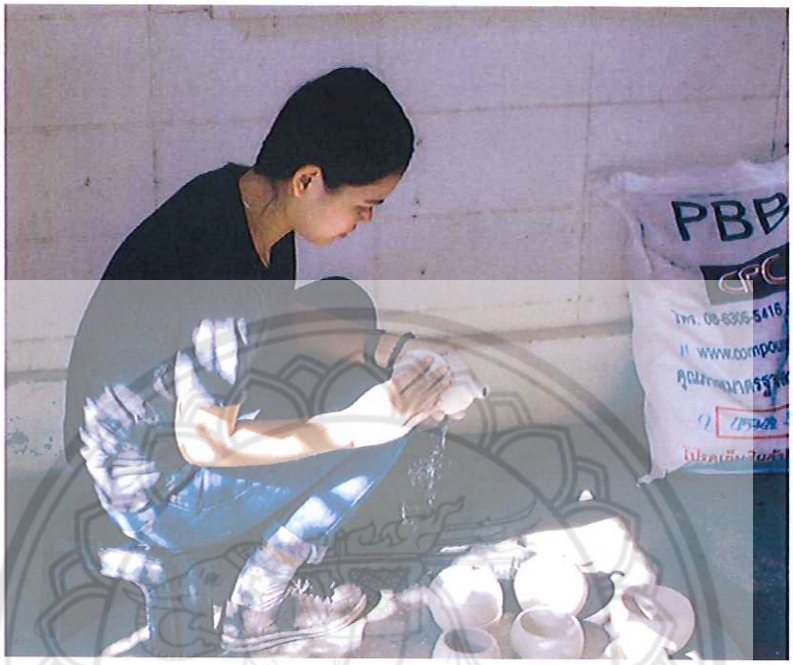
ภาคผนวก

ภาคผนวก ก กระบวนการผลิต

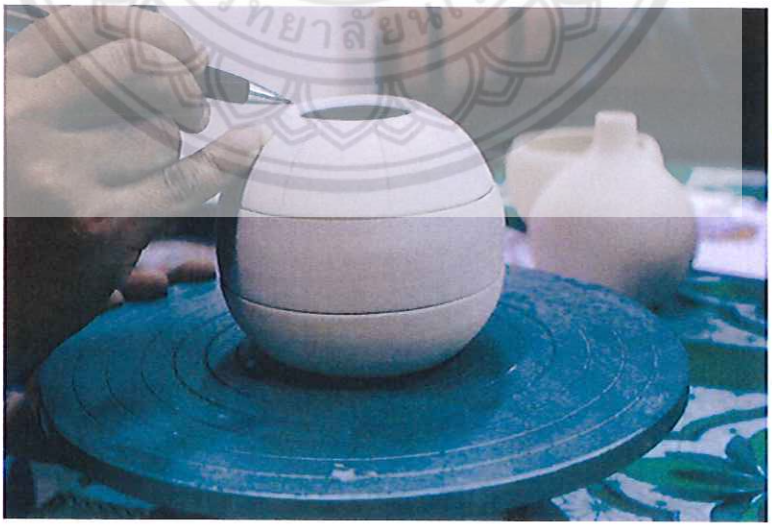
จากขั้นตอนกระบวนการผลิตเครื่องเคลือบดินเผา มีวิธีดังนี้

ภาคผนวกภาพที่ 1 แสดงการขึ้นรูปโดยเครื่องแป้นหมุน

ภาคผนวกภาพที่ 2 แสดงการเผาผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส



ภาคผนวกภาพที่ 3 การขัดผลิตภัณฑ์เพื่อเตรียมการเขียนลาย



ภาคผนวกภาพที่ 4 การเขียนลายผลิตภัณฑ์

ภาคผนวกภาพที่ 5 แสดงสีใต้เคลือบที่ใช้เขียนลาย ซึ่งสีใต้เคลือบนี้ต้องเผาที่อุณหภูมิ 1,100-1,300 องศาเซลเซียส

ภาคผนวกภาพที่ 6 แสดงพู่กันจีนที่ใช้ในการเขียนลาย ซึ่งพู่กันจีนนี้มีการซึมน้ำได้ดี

ภาคผนวกภาพที่ 7 แสดงการเขียนลายที่ใส่อุปกรณ์ที่ใส่เครื่องเขียน

ภาคผนวกภาพที่ 8 แสดงการเขียนลายที่ใส่นามบัตร

ภาคผนวกภาพที่ 9 แสดงการเขียนลายที่ใส่ลวดหนีบกระดาษ

ภาคผนวกภาพที่ 10 แสดงเปิดที่ใส่ลวดหนีบกระดาษ

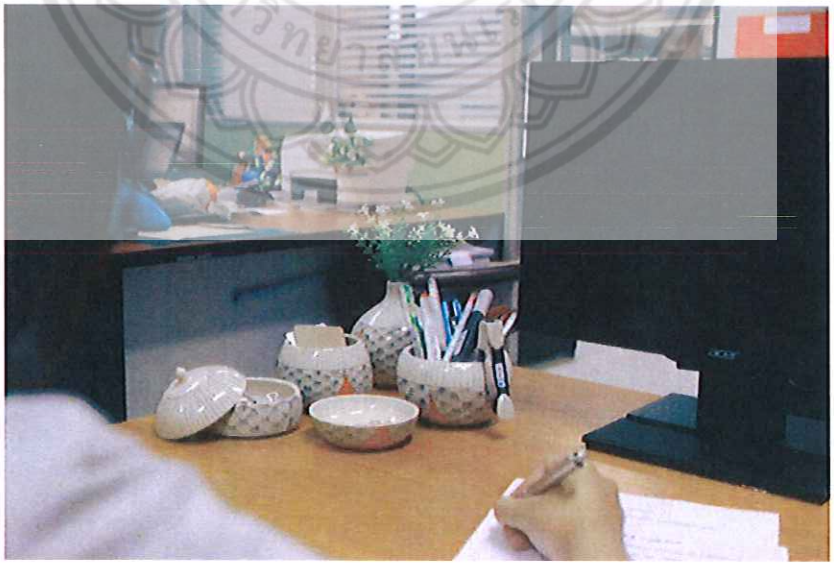
ภาคผนวกภาพที่ 11 แสดงการเขียนลายแจกัน

ภาคผนวกภาพที่ 12 แสดงภาพรวมของชิ้นงาน

ภาคผนวกภาพที่ 13 แสดงการใช้งานจริงบนโต๊ะทำงานในสำนักงาน

ภาคผนวกภาพที่ 14 แสดงการใช้งานจริงบนโต๊ะทำงานในสำนักงาน

ภาคผนวกภาพที่ 15 แสดงการใช้งานจริงบนโต๊ะทำงานในสำนักงาน



ภาคผนวกภาพที่ 16 แสดงการใช้งานจริงบนโต๊ะทำงานในสำนักงาน

บรรณานุกรม

ประวัติมหาวิทยาลัยนเรศวร : ออนไลน์.วันที่ค้นข้อมูล : 16 มีนาคม 2558,เข้าถึงจาก http://www.ad.nu.ac.th/new/index.php/info.html

การเตรียมเนื้อดิน : ออนไลน์.วันที่ค้นข้อมูล : 16 มีนาคม 2558,เข้าถึงจาก http://elearning.nsru.ac.th/web_elearning/ping/bod4.htm

ข้อบังคับทางกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับบรรจุภัณฑ์: ออนไลน์.วันที่ค้นข้อมูล : 16 มีนาคม 2558,เข้าถึงจาก https://sites.google.com/site/phasinm622557/khx-bangkhab-thang-kdhmay-thi-keiywkhxng-kab-brrcu-phanth

สุพจน์ ประทีปถิ่นทอง วัสดุกันกระแทก: ออนไลน์.วันที่ค้นข้อมูล : 20 มีนาคม 2558,เข้าถึงจาก http://www.mew6.com/composer/package/package_41.php

มยุรี ภาคลำเจียก การบรรจุหีบห่อ : ออนไลน์.วันที่ค้นข้อมูล : 20 มีนาคม 2558,เข้าถึงจาก http://www.mew6.com/composer/package/package_1.php

เทอดพงษ์ ศรแสดง โครงสร้างกล่องกระดาษลูกฟูก : ออนไลน์.วันที่ค้นข้อมูล : 20 มีนาคม 2558, เข้าถึงจาก http://www.mew6.com/composer/package/package_28.php

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-ชื่อสกุล นางสาวอารีวรรณ แป้นสกุล

เกิดวันที่ 09 มิถุนายน 2535

ที่อยู่ 36 หมู่ที่ 3 ต.สักงาม อ. คลองลาน

จ. กำแพงเพชร 62180

ประวัติการศึกษา

พ.ศ.2551 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้นจาก โรงเรียนบ้านสุขสำราญ

พ.ศ.2554 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจาก โรงเรียนคลองลานวิทยา

พ.ศ.2558 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี ศิลปกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร