

การศึกษาและพัฒนารูปแบบเครื่องประดับจากแก้วและกระจกสี
ด้วยกระบวนการหล่อพร้อมฝัง



ปริญญาโท
ของ
ธนพร น้าพา

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม
หลักสูตรปริญญาศิลปกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาอนุรักษ์ศิลปกรรมและการออกแบบ

พฤษภาคม 2556

การศึกษาและพัฒนารูปแบบเครื่องประดับจากแก้วและกระจกสี
ด้วยกระบวนการหล่อพร้อมฝัง



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม
หลักสูตรปริญญาศิลปกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชานวัตกรรมการออกแบบ

พฤษภาคม 2556

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การศึกษาและพัฒนารูปแบบเครื่องประดับจากแก้วและกระจกสี
ด้วยกระบวนการหล่อพร้อมฝัง



บทคัดย่อ
ของ
ธนพร น้าพา

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม
หลักสูตรปริญญาศิลปกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชานวัตกรรมการออกแบบ

พฤษภาคม 2556

ธนพร นำพา. (2556). การศึกษาและพัฒนาารูปแบบเครื่องประดับจากแก้วและกระจกสีด้วย

กระบวนการหล่อพร้อมฝัง. ปริญญาานิพนธ์ ศป.ม. (นวัตกรรมการออกแบบ).

กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม:

ผู้ช่วยศาสตราจารย์วิเทพ มุสิกะปาน, ดร.กรกมล คำสุข.

ปัจจุบันเครื่องประดับจากแก้วและกระจกสีได้รับความนิยมจากผู้บริโภคอย่างมาก โดยเฉพาะในต่างประเทศ เพราะมีความสวยงามโดดเด่น อีกทั้งยังต้องใช้เทคนิคและทักษะในการสร้างสรรค์ชิ้นงานสูง แต่ในไทยยังไม่เป็นที่แพร่หลายมากนัก การหาเทคนิคใหม่ที่นำเสนอใจมาผสมผสานใช้ในการออกแบบเครื่องประดับจากแก้วและกระจกเพื่อพัฒนาารูปแบบ และกระบวนการผลิต รวมถึงการสร้างสีสันให้กับเครื่องประดับเป็นสิ่งที่ผู้ผลิตควรหันมาให้ความสนใจกันมากขึ้น เนื่องจากการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภคนั้นขึ้นอยู่กับความพึงพอใจซึ่งเป็นสิ่งสำคัญในการตัดสินใจเลือกซื้อ

การวิจัยนี้มีความมุ่งหมายในการศึกษา 2 ประการคือ ประการแรกศึกษารูปแบบกระบวนการผลิตเครื่องประดับจากแก้วและกระจกสี ประการที่สองคือ ศึกษากระบวนการหล่อพร้อมฝัง (Stone in place casting) เพื่อนำไปพัฒนาารูปแบบเครื่องประดับจากแก้วและกระจกสี ซึ่งงานวิจัยนี้ได้รวบรวมข้อมูลจากเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ข้อมูลทางอิเล็กทรอนิกส์ การสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ แบบสอบถาม และแบบประเมินผล แล้วนำข้อมูลไปวิเคราะห์เพื่อนำมาเป็นข้อมูลในการพัฒนาและออกแบบเครื่องประดับจากแก้วและกระจกสี

โดยจากศึกษาวิจัยพบว่าเครื่องประดับประเภท เครื่องประดับจากแก้วและกระจกสีสามารถจัดรูปแบบและเทคนิคการผลิตได้ 4 รูปแบบคือ 1. เครื่องประดับจากแก้วและกระจกสีโดยเทคนิคการร้อยลูกปัด 2. เครื่องประดับจากแก้วและกระจกสีโดยเทคนิคการเจียรระไนแก้ว 3. เครื่องประดับจากแก้วและกระจกสีโดยเทคนิคการหล่อแก้วเป็นตัวเรือนเครื่องประดับ 4. เครื่องประดับจากแก้วและกระจกสีโดยเทคนิคงานกระจกสี ผู้วิจัยจัดทำแบบสอบถามเพื่อศึกษาความต้องการของกลุ่มผู้บริโภคจำนวน 2 ครั้งคือ แบบสอบถามด้านการออกแบบจำนวน 100 ชุด และแบบสอบถามการเลือกรูปแบบของงานเพื่อไปทำการผลิต จำนวน 100 ชุด โดยข้อมูลจากแบบสอบถามทั้งหมดใช้โปรแกรมสำเร็จรูปในการวิเคราะห์ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า กลุ่มผู้บริโภคสตรีร้อยละ 50 มีอายุประมาณ 25-34 ปี ส่วนประกอบอาชีพพนักงานบริษัทเอกชน ชนิดของเครื่องประดับที่นิยมสวมใส่มากที่สุดคือ สร้อยคอ และ ต่างหู เป็นงานเครื่องประดับเงิน และเครื่องประดับแฟชั่น และนิยมสวมใส่เครื่องประดับเป็นประจำทุกวัน มีความชื่นชอบเครื่องประดับจากแก้วและกระจกสีจากเทคนิคงานกระจกสีมากที่สุด โดยเน้นด้านรูปแบบให้เรียบง่ายสามารถสวมใส่ได้ในชีวิตประจำวัน มีรูปทรงอิสระและผสมผสานลวดลายกราฟฟิก

ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบเครื่องประดับโดยการสรุปข้อมูลต่างๆ ได้ชุดเครื่องประดับจากแก้ว และกระจกสีจำนวน 2 ชุด อ้างอิงกับเทรนด์การออกแบบในปัจจุบันโดยเลือกใช้เทรนด์ CAREFREE ATTITUDE (อิสระไร้กฎเกณฑ์) เน้นการออกแบบรูปทรงอิสระที่เกิดจากรูปทรงเรขาคณิต มีสีสันสดใส เป็นลวดลายกราฟฟิก ได้แรงบันดาลใจจากศิลปะการพับกระดาษแบบ Modular ซึ่งมีลักษณะรูปทรงเป็นการทำรูปทรงเรขาคณิตมาต่อกันจนเป็นรูปทรงสามมิติ ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ ให้ความสอดคล้องกันระหว่างความต้องการของกลุ่ม ผู้บริโภค และทำการผลิตเป็นเครื่องประดับจริง ได้เครื่องประดับรูปแบบงานกระจกสี โดยผลิตจากกระบวนการหล่อพร้อมฝังที่มีลักษณะเป็นรูปทรงสามมิติ แตกต่างจากเงินกระจกสีแบบเดิมที่แบนเรียบ และสามารถ ผลิตได้ในระบบอุตสาหกรรม



A STUDY AND DEVELOPMENT OF GLASS AND STAINED GLASS JEWELRY
BY STONE IN PLACE TECHNIQUE



Present in Partial Fulfillment of the Requirement for the
Master Degree of Fine Arts and Applied Arts in Innovation Design
at Srinakharinwirot University

May 2013

Thanaporn Numpa. (2013). *A Study and Development of GLass and Stained glass jewelry by Stone in Place technique*. Master thesis, M.F.A. (Innovation Design). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor Committee: Assist. Prof. Dr. Ravitep Musikapan, Assist. Dr. Koraklod kumsook.

Nowadays, glass and stained glass jewelries are very popular among a group of consumers, especially in the foreign country based on their feature; beautiful, unique, and using advance technique and skill. However, these jewelries are still not widely used in Thailand. As well-known that consumer's buying decision mainly depends on satisfaction, so finding a novel technique, new manufacturing process, as well as colorfulness re-creation to integrate into glass and stained glass jewelries design for product development is an important thing which producer should recognize.

The present study aims to 1) examine the pattern of manufacturing process of glass and stained glass jewelries and 2) study the stone in place casting process to develop glass and stained glass jewelries. The data were collected from various sources, including document, related research, electronic information, expert interview, questionnaire, and evaluation form. Then, data analysis was performed for using as information in development and design of glass and stained glass jewelries.

The results of the present study showed that the technique used in glass and stained glass jewelries development consists of four methods; 1) glass bead embroidery technique, 2) glass cutting technique, 3) glass casting technique, and 4) stained-glass technique. Then, to study need among a group of consumer, two questionnaires were used to collect the data of consumer. The first questionnaire, 100 copies, was used to collect the socio-economic characteristics data of consumer and design pattern data. The second one, 100 copies, was also used to study the satisfaction of product design for using as an information of product development. All of these data were analyzed by computer program. The results showed that 50% of female consumers were 25-34 years old. Most of them were business employee. A kind of jewelry that most of them like to wear was necklace and earrings which were silver jewelry and fashioned jewelry. In addition, most of them always wore these jewelries every day and admired the jewelries produced by glass and stained glass. However, they appreciated the jewelries that are simple, free form shape, and graphic design.

According to 1) the data collected from the questionnaire, 2) carefree attitude trend (the present trend focuses on free form shape generated from geometric shape, colorfulness, graphic design and inspired by art of modular origami), and 3) suggestion of design expert, two sets of glass and stained glass jewelries were developed using a stone in place technique. This technique generated the three-dimensional shaped products that were different from original pattern that was flat. These two sets of glass and stained glass jewelries were consistent with the need of consumer and could be produced in manufacturing.



ปริญญาบัตร
เรื่อง
การศึกษาและพัฒนารูปแบบเครื่องประดับจากแก้วและกระจกสีด้วยกระบวนการหล่อพร้อมฝัง
ของ
ธนพร นำพา

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาศิลปกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชานวัตกรรมการออกแบบ
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ



คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย สันติวัฒนกุล)

วันที่ เดือน พ.ศ. 25.....

คณะกรรมการควบคุมปริญญาบัตร

คณะกรรมการสอบปากเปล่า

..... ประธาน

..... ประธาน

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รวิเทพ มุสิกะปาน)

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมศักดิ์ ชวาลาวัณย์)

..... กรรมการ

(ดร.วิรัตน์ ปิ่นแก้ว)

..... กรรมการ

(ดร.กรกมล คำสุข)

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีด้วยความกรุณาจากบุคคลหลายฝ่าย ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. รวิเทพ มุสิกะปาน , อาจารย์ ดร.กรกมล คำสุข และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์สินีนาถ เลิศไพโรวัน คณะกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ที่ได้ให้ความกรุณากับผู้วิจัยเป็นอย่างยิ่ง ในการให้ความคำปรึกษาและคำแนะนำต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ และมีคุณค่า จนทำให้งานปริญญานิพนธ์เล่มนี้เสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. สมศักดิ์ ชวลาวัฒน์ , ดร.วิรัตน์ ปิ่นแก้ว และ อาจารย์ ดร.กรกมล คำสุข ประธานและคณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์ที่ได้ให้คำปรึกษาแนะนำเพื่อทำให้งานวิจัยมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ขจีพร วงศ์ปรีดี , คุณวัลลภ นิลออ และคุณวิทยา โผนประสิทธิ์ ที่ให้เกียรติเป็นผู้เชี่ยวชาญในงานวิจัย ที่เสียสละเวลาในการให้ความรู้ ข้อมูลและคำแนะนำต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ จนทำให้งานปริญญานิพนธ์เล่มนี้สมบูรณ์

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสาทความรู้ตลอดเวลาที่ศึกษา ตลอดจนผู้
ที่ให้ความกรุณาช่วยเหลือให้คำปรึกษาในทุกๆด้านของงานวิจัยเล่มนี้ที่ไม่อาจใส่ชื่อได้หมดทุกคน

ขอขอบพระคุณกำลังใจทุกกำลังใจจากบุคคลรอบข้างที่คอยให้คำปรึกษาและให้กำลังใจ
ด้วยดีตลอดมา ที่สำคัญที่สุดคือ บุคคลในครอบครัวของผู้วิจัยที่คอยห่วงใย ช่วยเหลือ และให้กำลังใจ
ที่อบอุ่นมาโดยตลอด ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ธนพร นำพา

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ภูมิหลัง	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย	2
ความสำคัญของการวิจัย	2
ขอบเขตของการวิจัย	2
นิยามศัพท์เฉพาะ	3
กรอบแนวคิดในการวิจัย	4
สมมุติฐานในการวิจัย	5
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	6
ข้อมูลด้านวัสดุ	6
แก้ว	6
ประวัติความเป็นมาของแก้ว	7
ประเภทของแก้ว	8
เครื่องประดับแก้ว	13
กระจกสี	16
ประวัติความเป็นมาของกระจกสี	17
ประเภทของกระจกสี	19
ข้อมูลด้านเทคนิคและกระบวนการผลิต	20
เทคนิคและกระบวนการผลิตเครื่องประดับแก้ว	20
เทคนิคและกระบวนการผลิตเครื่องประดับกระจกสี	23
ข้อมูลด้านการออกแบบ	26
การออกแบบเครื่องประดับ	26
วัสดุที่ใช้ในงานเครื่องประดับ	38
ทฤษฎีที่ใช้ในการออกแบบ	40
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	43
3 วิธีดำเนินการวิจัย	68
การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง	68
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	68

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
3 (ต่อ)	
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	70
การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล.....	70
4 การวิเคราะห์ข้อมูล	72
วิเคราะห์กลุ่มตัวอย่างเครื่องประดับจากแก้วและกระจกสี จำนวน 20 ชิ้น.....	72
วิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการหล่อพร้อมฝัง.....	88
วิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามผู้บริโภค.....	89
ศึกษาแนวคิด และทฤษฎีการออกแบบ.....	95
ผู้เชี่ยวชาญทำการประเมินแบบร่าง.....	108
วิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินแบบร่าง.....	111
การผลิตชิ้นงานเครื่องประดับ.....	115
5 สรุปอภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	122
บรรณานุกรม	126
ภาคผนวก	130
ภาคผนวก ก เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	131
ภาคผนวก ข ภาพผลงานที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	172
ภาคผนวก ค หนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญ.....	177
ประวัติย่อผู้วิจัย	181

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 การเกิดสีของแก้วกับชนิดของโลหะแทรกนซึ้น เลขออกซิเดชัน และองค์ประกอบที่ใช้ในการทำแก้วการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	8
2 ข้อมูลที่ได้จากการทดลองการฝังพร้อมหล่อพลอยธรรมชาติ.....	46
3 ข้อมูลที่ได้จากการทดลองการฝังพร้อมหล่อในพลอยสังเคราะห์.....	47
4 ข้อมูลที่ได้จากการทดลองการฝังพร้อมหล่อพลอย Cubic Zirconia.....	47
5 การทำต้นแบบของงานฝังไขปลา.....	49
6 การทำต้นแบบของงานฝังสอดหรือล็อก.....	50
7 การทำต้นแบบของงานฝังหนามเตย.....	51
8 การทำต้นแบบของงานฝังหุ้ม/เหยียบหน้า.....	52
9 การทำต้นแบบของงานฝังไร้นาม.....	53
10 แสดงการคำนวณของขนาดการทำพิมพ์เมื่อเทียบกับขนาดของพลอย.....	58
11 แสดงตัวอย่างของชิ้นงานในประเภทต่างๆที่หล่อโดยใช้เครื่องหล่อ ดุดสุญญากาศ.....	66
12 แสดงจำนวน(ความถี่) และค่าร้อยละของลักษณะข้อมูลส่วนตัวของผู้ตอบแบบสอบถาม.....	90
13 แสดงค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เกี่ยวกับความคิดเห็นของกลุ่มผู้บริโภค ด้านเทคนิคในการผลิต ด้านรูปแบบ และเนื้อหาเรื่องราวของเครื่องประดับ.....	93
14 แสดงค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เกี่ยวกับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ เกี่ยวกับรูปแบบ สีสน และความสามารถผลิตได้จริงในกระบวนการหล่อพร้อมฝัง ของรูปแบบเครื่องประดับจากแก้วและกระจกสี.....	108
15 แสดงจำนวน(ความถี่) และค่าร้อยละของลักษณะข้อมูลส่วนตัวของผู้ตอบแบบสอบถาม.....	112
16 แสดงค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เกี่ยวกับความคิดเห็นของกลุ่มผู้บริโภค ด้านเทคนิคในการผลิต ด้านรูปแบบ และเนื้อหาเรื่องราวของเครื่องประดับ.....	113

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 ระบบโมดูล่า (Modular System).....	40
2 รูปชิ้นงานเทียนที่มีการฝังพลอยบนเทียน	60
3 การฝังพลอยบนเทียน และต้นโลหะพร้อมพลอยหลังหล่อ	60
4 ชิ้นงานเทียนที่ฝังพลอย และชิ้นงานที่หล่อแล้ว.....	61
5 แสดงชิ้นงานเทียนที่ฝังพลอย พร้อมนำไปหล่อ และแสดงชิ้นงานโลหะ ที่ได้จากการหล่อพร้อมฝัง	62
6 แสดงขั้นตอนการฝังพลอยบนเทียน และต้นเทียนที่พร้อมนำไปหล่อ	62
7 สร้อยคอลูกปัดแก้วผลงานของ Philip Sajat	73
8 สร้อยคอลูกปัดแก้วผลงานของ Kate Rothra	73
9 สร้อยคอลูกปัดแก้วผลงานของ Faith Wickey.....	74
10 สร้อยคอลูกปัดแก้วผลงานของ Nancy Googenough.....	75
11 สร้อยคอลูกปัดแก้วผลงานของ Faith Wickey.....	75
12 แหวนแก้วเจียระไน Collection of Artist.....	76
13 สร้อยคอแก้วเจียระไน Elements Series	77
14 จี้ห้อยคอจากลูกปัดแก้วผลงานของ Keeyoon Kang	78
15 จี้ห้อยคอจากแก้วเจียระไน 1987 Christmas Ornament.....	79
16 จี้ห้อยคอจากแก้วเจียระไน 1995 Christmas Ornament.....	79
17 จี้ห้อยคอจากการหล่อแก้วเป็นตัวเรือนผลงานของ Donald Friedlich	80
18 สร้อยคอจากการหล่อแก้วเป็นตัวเรือน ผลงานของ Joyce Roessler.....	81
19 ต่างหูจากการหล่อแก้วเป็นตัวเรือน ผลงานของ Monica Buongiovanni.....	82
20 แหวนจากการหล่อแก้วเป็นตัวเรือน ผลงานของ Ozzi Oswald และ Ursi Graf.....	83
21 แหวนจากการหล่อแก้วเป็นตัวเรือน ผลงานของ Phuze	83
22 ต่างหูจากงานกระจกสี Cathedral rose windows.....	84
23 จี้ห้อยคอจากงานกระจกสี ผลงานของ Eve Lynch.....	85
24 แหวนจากงานกระจกสี ผลงานของ Eve Lynch.....	85
25 จี้ห้อยคอจากงานกระจกสีรูปทรงสามมิติ.....	86
26 จี้ห้อยคอจากงานกระจกสี Start on the Street.....	87
27 ตัวอย่างสถาปัตยกรรมจากหลักการออกแบบทฤษฎี Modular.....	95
28 ตัวอย่างเฟอร์นิเจอร์จากหลักการออกแบบทฤษฎี Modular.....	96
29 ตัวอย่างการพับกระดาษจากหลักการออกแบบทฤษฎี Modular.....	96

บัญชีภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
30 สีและรูปแบบของเทรนต์ CAREFREE ATTITUDE (อิสระไร้กฎเกณฑ์).....	97
31 แบบร่างที่ 1.....	98
32 แบบร่างที่ 2.....	99
33 แบบร่างที่ 3.....	100
34 แบบร่างที่ 4.....	101
35 แบบร่างที่ 5.....	102
36 แบบร่างที่ 6.....	103
37 แบบร่างที่ 7.....	104
38 แบบร่างที่ 8.....	105
39 แบบร่างที่ 9.....	106
40 แบบร่างที่ 10.....	107
41 กระจกสี.....	116
42 การเขียนแบบเสมือนจริงแบบร่างที่ 1.....	116
43 การเขียนแบบเสมือนจริงแบบร่างที่ 3.....	116
44 ชิ้นงานต้นแบบ RP.....	117
45 พิมพ์สำหรับการหล่อแบบเหวี่ยง (Centrifugal Casting).....	118
46 การหลอมพิวเตอร์ (ซ้าย) และเครื่องหล่อแบบเหวี่ยง (ขวา).....	119
47 ชิ้นงานมีปัญหาหลังการหล่อ.....	119
48 การเชื่อมประกอบชิ้นงาน (ซ้าย) และการขัดแต่งชิ้นงาน (ขวา).....	120
49 ชิ้นงานเครื่องประดับเสร็จสมบูรณ์.....	121

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

การหาเทคนิคใหม่ที่น่าสนใจมาผสมผสานใช้ในการออกแบบเครื่องประดับ รวมถึงการสร้างสีสันทันให้กับเครื่องประดับเป็นสิ่งที่ผู้ผลิตหันมาให้ความสนใจกันมากขึ้น เนื่องจากการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภคนั้นขึ้นอยู่กับความพึงพอใจส่วนตัว และความมีเอกลักษณ์อันโดดเด่นของชิ้นงาน ซึ่งลักษณะของเครื่องประดับในแต่ละชิ้นนั้นก็สะท้อนบุคลิกภาพภายในของผู้สวมใส่ และนี่ก็เป็นสิ่งสำคัญในการตัดสินใจเลือกซื้อ การนำสิ่งเรียบง่ายแต่น่าสนใจเข้ามาผสมผสานกับชิ้นงานอย่างลงตัว เช่น การใช้วัสดุจากรังไหม การใช้ภาพสีบนกระดาษโฟโต้ กระจกสี ลูกปัดแก้ว วัสดุลงยา และวัสดุเคลือบสีสดใส จึงถูกนำมาใช้เพิ่มสีสันทันและความทันสมัยให้กับเครื่องประดับ

ปัจจุบัน เครื่องประดับจากแก้วและกระจกสีที่โดดเด่นในเรื่องของการให้แสงและสีที่สวยงามได้รับความนิยมจากผู้บริโภคอย่างมากโดยเฉพาะในต่างประเทศเป็นงานศิลปะที่ต้องอาศัยจินตนาการและความรู้ด้านเทคนิค การขึ้นรูปแก้ว และกระจกเข้ามาช่วย จึงทำให้มีราคาแพงมาก (สถาบันวิจัยและพัฒนาอัญมณีและเครื่องประดับแห่งชาติ (องค์การมหาชน). 2552: ออนไลน์) ในเมืองไทยเริ่มมีการทำเครื่องประดับจากแก้วมากขึ้น แต่ยังไม่เป็นที่แพร่หลาย ทั้งรูปแบบยังไม่มากนัก มีเพียงทำเป็นลูกปัดกลมเท่านั้นขาดการพัฒนาให้สวยงามเทียบเท่าต่างประเทศ (กรมวิทยาศาสตร์บริการ . 2552: ออนไลน์)

รูปแบบของเครื่องประดับจากแก้วและกระจกมีรูปแบบที่ไม่หลากหลายนัก โดยส่วนใหญ่จะเน้นไปที่ตัวแก้ว มีเทคนิคการผลิตมากมาย ที่สามารถทำแก้วให้มีรูปทรง สีสันทันและลวดลายที่สวยงาม แต่รูปแบบของเครื่องประดับจากแก้วและกระจกจะมีลักษณะเป็นเพียง ลูกปัดที่ถูกนำมาถักร้อย แก้วเจียรไนเลียนแบบเพชร แก้วที่ถูกหลอมทำเป็นตัวเรือน เช่น กำไลแก้ว จี้แก้ว ต่างหูแก้ว และแหวนแก้ว เป็นต้น และกระจกสีที่มีข้อจำกัดคือมีลักษณะเป็นแผ่นเรียบ ดังนั้นรูปแบบงานเครื่องประดับจึงมีลักษณะเป็น แผ่นเรียบ หรือเป็นเหลี่ยมซึ่งเกิดจากการทำแผ่นกระจกเรียบมาประกอบ โดยใช้เส้นโลหะเป็นตัวเชื่อมแผ่นกระจกเข้าด้วยกัน อาจโค้งมนได้เล็กน้อย ขาดความอ่อนช้อย ซึ่งเป็นอุปสรรคในการสร้างสรรค์งานเครื่องประดับให้มีความหลากหลาย

กระบวนการหล่อพร้อมฝัง (Stone in place casting) ซึ่งเป็นกระบวนการการช่วยประหยัดเวลาในการผลิตและลดต้นทุนการผลิต เพราะลดขั้นตอนในการฝังพลอยบนโลหะที่ใช้เวลานาน งานที่ได้มีความแข็งแรง พลอยยึดติดแน่น ไม่ทำให้เกิดรอยขีดข่วน และสามารถออกแบบใหม่ๆได้หลากหลายยิ่งขึ้น สามารถปรับใช้กับรูปแบบงานเครื่องประดับได้หลายประเภท เป็นเทคนิคการหล่อที่ถือว่าเป็นนวัตกรรมในวงการอุตสาหกรรมผลิตเครื่องประดับ (ขจีพร วงศ์ปรีดี; สุภิญญา วงษ์ศรีรักษา; และปรีชญา ขจิตกาจน์. 2549: 7)

จากการรวบรวมข้อมูลข้างต้นผู้วิจัยเห็นว่า การศึกษาและพัฒนารูปแบบเครื่องประดับจาก แก้วและกระจกสีสามารถพัฒนาได้ด้วยกระบวนการหล่อพร้อมฝัง (Stone in place casting) ซึ่งเป็นประโยชน์ เป็นการสร้างทางเลือก ให้กับการสร้างสรรค์ผลงานเครื่องประดับจากแก้วและกระจก สีให้หลายหลาย และสวยงาม

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ดังนี้

1. ศึกษารูปแบบกระบวนการผลิตเครื่องประดับจากแก้วและกระจกสี
2. ศึกษากระบวนการหล่อพร้อมฝัง (Stone in place casting) เพื่อพัฒนารูปแบบเครื่องประดับจากแก้วและกระจกสี

ความสำคัญของการวิจัย

ได้องค์ความรู้ในการ พัฒนารูปแบบเครื่องประดับจากแก้ว และกระจกสี ด้วยกระบวนการหล่อพร้อมฝัง (Stone in place casting) ที่เหมาะสมกับเครื่องประดับแก้ว และกระจกสี อีกทั้งเป็น ข้อมูลในการสร้างสรรค์เครื่องประดับจากแก้วและกระจกสี ด้วยกระบวนการหล่อพร้อมฝัง (Stone in place casting)

ขอบเขตของการวิจัย

1. ศึกษารูปแบบของเครื่องประดับจากแก้วและกระจกสีเพื่อพัฒนาเป็นรูปแบบใหม่
2. ศึกษากระบวนการหล่อพร้อมฝัง (Stone in place casting) ที่เหมาะสมกับการ พัฒนารูปแบบเครื่องประดับจากแก้วและกระจกสี
3. ออกแบบเครื่องประดับจากแก้วและกระจกสี โดยใช้กระบวนการหล่อพร้อมฝัง (Stone in place casting) ในการขึ้นรูปเครื่องประดับ

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากร คือ เครื่องประดับจากแก้วและกระจกสี

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่าง คือ รูปแบบของเครื่องประดับจากแก้วและกระจกสี โดยใช้วิธีการสุ่มแบบเจาะจง (Purposive Sampling) โดยเลือกจากความแตกต่างของ เทคนิค รูปแบบและ กระบวนการผลิต จำนวน 20 ชิ้น โดยผู้เชี่ยวชาญ

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. **เครื่องประดับ** หมายถึง เครื่องประดับตกแต่งร่างกาย ที่คอ มือ ข้อมือ หู ฯลฯ
2. **แก้ว** หมายถึง วัสดุแข็งที่มีรูปลักษณะอยู่ตัว และเป็นเนื้อเดียว โปร่งใส เปราะและแตกได้โดยปกติแล้วเกิดจากการเย็นตัวลงอย่างฉับพลันของวัสดุหลอมหนืด ซึ่งทำให้การแข็งตัวนั้นไม่ก่อผลึก
3. **กระจกสี** หมายถึง แก้วที่ทำให้เป็นสีโดยการเติม Metallic salts ระหว่างการผลิต และถูกนำมาทำให้อยู่ในลักษณะเป็นแผ่นเรียบ
4. **กระบวนการหล่อพร้อมฝัง (Stone in place casting)** หมายถึง การฝังพลอยบนชิ้นงานเทียน แล้วนำชิ้นงานเทียนไปหล่อแบบ Investment casting หรือ Lost wax casting เพื่อให้ได้ชิ้นงานหล่อที่มีพลอยติดมาด้วย กระบวนการนี้จะช่วยประหยัดเวลาในการฝังพลอยบนชิ้นงานโลหะ เนื่องจากการฝังพลอยบนเทียนจะทำได้ง่าย ประหยัดเวลามากกว่าการฝังพลอยบนโลหะ และสามารถออกแบบได้หลากหลาย



กรอบแนวคิดในการวิจัย



แผนผังกรอบแนวคิดในการวิจัย

สมมุติฐานในการวิจัย

กระบวนการหล่อพร้อมฝัง (Stone in place casting) สามารถพัฒนารูปแบบงานเครื่องประดับ จากแก้วและกระจกสี ให้มีความหลากหลาย ช่วยลดข้อจำกัดในการสร้างสรรค์ผลงานที่มีความแบน เรียบ ช่วยลดขั้นตอนการผลิต และเป็นกระบวนการทางเลือกในการสร้างสรรค์ผลงานเครื่องประดับ ต่อไป



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. ข้อมูลด้านวัสดุ

1.1 แก้ว

1.1.1 ประวัติความเป็นมาของแก้ว

1.1.2 ประเภทของแก้ว

1.1.3 เครื่องประดับแก้ว

1.2 กระจกสี

1.2.1 ประวัติความเป็นมาของกระจกสี

1.2.2 ประเภทของกระจกสี

2. ข้อมูลด้านเทคนิคและกระบวนการผลิต

2.1 เทคนิคและกระบวนการผลิตเครื่องประดับแก้ว

2.2 เทคนิคและกระบวนการผลิตเครื่องประดับกระจกสี

3. ข้อมูลด้านการออกแบบ

3.1 การออกแบบเครื่องประดับ

3.2 วัสดุที่ใช้ในงานเครื่องประดับ

3.3 ทฤษฎีที่ใช้ในการออกแบบ

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. ข้อมูลด้านวัสดุ

1.1. แก้ว

แก้ว หมายถึง วัสดุแข็งที่มีรูปลักษณะอยู่ตัว และเป็นเนื้อเดียว โดยปกติแล้วเกิดจากการเย็นตัวลงอย่างฉับพลันของวัสดุหลอมหนืด ซึ่งทำให้การแข็งตัวนั้นไม่ก่อผลึก ด้ว อย่างเช่น น้ำตาลซึ่งหลอมละลายและถูกทำให้แข็งตัวอย่างรวดเร็ว อาจด้วยการหยดลงบนผิวเย็น น้ำตาลที่แข็งตัวนี้จะมีลักษณะเป็นเนื้อเดียว ไม่แสดงให้เห็นถึงลักษณะที่เป็นผลึก ซึ่งสามารถสังเกตได้จากรอยแตกหักซึ่งมีลักษณะละเอียด (conchoidal fracture)

แก้วสามารถที่จะเกิดได้หลากหลายวิธี โดยการที่จะเลือกวัตถุดิบใน จะต้องมีการคำนวณเพื่อหาปริมาณสารที่ต้องการใช้ใน Batch เนื่องจากสารที่ต้องการใช้ใน Batch จะได้มาจากปฏิกิริยาของวัตถุดิบ โดยในระหว่างการหลอมวัตถุดิบ จะเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมี และโครงสร้าง โดยจะ

ทำให้เกิดฟองอากาศ ที่ต้องกำจัดออกไป โดยในผลิตภัณฑ์เชิงพาณิชย์ที่ต้องการการขึ้นรูปทรงที่ เฉพาะ จะทำโดยมีการใช้กระบวนการทางความร้อนเข้าช่วย เพื่อกำจัด Stress ที่เกิดขึ้นเนื่องจากการเย็นตัวลงอย่างรวดเร็ว และการปรับปรุงให้แก้วมีความแข็งแรงขึ้นโดยการอบเทมเปอเรเจอร์ (temper)

แก้วที่ทำจาก ซิลิกา (silica) เนื้อแก้วบริสุทธิ์นั้น จะโปร่งใส ผิวค่อนข้างแข็ง ยากแก่การกัดกร่อน เฉื่อยต่อปฏิกิริยาทางเคมี และชีวภาพ ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่ ทำให้แก้วนั้นมีประโยชน์ใช้งานอย่างกว้างขวาง อย่างไรก็ตาม แก้วนั้นถึงแม้จะแข็ง แต่ก็เปราะแตกหักง่าย และมีรอยแตกที่ละเอียดคม คุณสมบัติของแก้วนี้สามารถเปลี่ยนแปลงได้ง่ายด้วยการผสมสารอื่นลงในเนื้อแก้ว หรือการปรับสภาพด้วยการใช้ความร้อน

แก้วโดยทั่วไปนั้นทำจาก ซิลิคอนไดออกไซด์ (SiO_2 -silicon dioxide) ซึ่งอาจอยู่ในรูปของสารประกอบทางเคมีใน แร่ควอตซ์ (quartz) หรือในรูป polycrystalline ของทราย ซิลิกาบริสุทธิ์ มีจุดหลอมเหลวที่ $2000\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($3632\text{ }^{\circ}\text{F}$) เพื่อความสะดวกในกระบวนการผลิต จะมีการผสมสาร 2 ชนิดลงไปด้วย ชนิดแรกคือ โซดาแอส (Soda Ash) ซึ่งมีองค์ประกอบหลักคือ โซเดียมคาร์บอเนต (sodium carbonate- Na_2CO_3) หรือสารประกอบโปตัสเซียม เช่น โปตัสเซียมคาร์บอเนต เพื่อช่วยให้อุณหภูมิในการหลอมเหลวนั้นต่ำลงอยู่ที่ประมาณ $1000\sim 1500\text{ }^{\circ}\text{C}$ แต่อย่างไรก็ตามสารนี้จะส่งผลข้างเคียงทำให้แก้วนั้นละลายน้ำได้ จึงต้องมีการเติมสารอีกชนิด คือ หินปูน ซึ่งมีองค์ประกอบหลักคือ แคลเซียมคาร์บอเนต (calcium carbonate- CaCO_3) (เมื่ออยู่ในเนื้อแก้ว จะกลายเป็น แคลเซียมออกไซด์ calcium oxide- CaO) เพื่อให้แก้วนั้นไม่ละลายน้ำ (สารานุกรมเสรี. 2555: ออนไลน์)

1.1.1 ประวัติความเป็นมาของแก้ว

มนุษย์เริ่มรู้จักวิธีทำแก้วขึ้นเมื่อไรและอย่างไรนั้นไม่เป็นที่ทราบแน่ชัดปรากฏเพียงว่า ในสมัย 3,000-4,000 ปี ก่อนคริสต์ศักราช ได้มีการ ไร่แก้วเป็นเครื่องประดับแล้ว สันนิษฐานกันว่า มนุษย์คงพบแก้วโดยบังเอิญ ภายหลังจากที่ถ่อกองไฟบนทรายขาว และจากประสบการณ์นี้จึงเริ่มรู้จักวิธีทำแก้ว ในช่วงศตวรรษที่ 1-4 วิธีการผลิตแก้วได้แพร่หลายจากอียิปต์ ผ่านกรีกเข้าไปในยุโรป ภายหลังจากการที่มีการนำแก้วไปใช้ ในการประดิษฐ์แว่นตา (ค.ศ. 1285) กล้องจุลทรรศน์ (ค.ศ. 1558) กล้องโทรทรรศน์ (ค.ศ. 1609) และใช้งานอื่น ๆ แล้ว ความต้องการแก้วก็มีเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นเทคนิคการผลิตจึงได้รับการพัฒนาให้ก้าวหน้าขึ้นเรื่อย ๆ จวบจนปัจจุบัน

วัสดุแก้วในธรรมชาติที่เป็นที่รู้จักกันดีก็คือ "แร่ obsidian" ซึ่งมักพบบริเวณภูเขาไฟเกิดจากลาวาที่มีการเย็นตัว อย่างรวดเร็ว เรามีการใช้งานแร่ obsidian ตั้งแต่ยุคหิน เนื่องจากแก้วเมื่อแตกแล้วจะมีความคม มนุษย์ยุคหินจึงนิยม ไร่ เป็นเครื่องมือในการ ล่าสัตว์ หรือเป็นมีดแล่นเนื้อนั้นเอง นอกจากนั้นแก้วจากธรรมชาติบางชนิดก็มีความสวยงาม ไร่เป็นเครื่องประดับได้ ส่วนการผลิต แก้วโดยมนุษย์นั้น พบมาตั้งแต่สมัยอียิปต์ ก่อนคริสต์ศักราชถึง 1500 ปี โดยจะกล่าวถึงตามลำดับได้ดังนี้

1.1.2 ประเภทของแก้ว

เราสามารถแบ่งแก้วออกเป็น 2 ชนิดคือ

1.) Crow glasses เป็น soda-lime glass มีค่าดัชนีหักเหต่ำ เหมาะกับงานทั่วไป เช่น ทำกระจกหน้าต่าง

2.) Flint glasses เป็นแก้วที่มีส่วนผสมของตะกั่ว มีค่าดัชนีหักเหสูง นิยมนำไปใช้ในงานตกแต่ง โดยคำว่า flint มาจาก flint stone ซึ่งเป็นแหล่งของซิลิกา

องค์ประกอบและคุณสมบัติของแก้วสี

ก่อนที่จะมีการผลิตแก้วสี เครื่องประดับต่างๆจะทำมาจากอัญมณี เช่น เพชร และพลอย ซึ่งอัญมณีเหล่านี้มีราคาแพงและหายาก จึงได้มีแนวคิดในการนำแก้วสีมาใช้ทำเครื่องประดับ เรามีความรู้ว่า การเกิดสีของของวัตถุเกิดจากวัตถุนั้นดูดกลืนแสงสีที่บางช่วงคลื่น และปล่อยแสงช่วงอื่นออกมา แสงที่ถูกปล่อยออกมาจะทำให้เกิดสีของวัตถุนั้น ซึ่งความยาวคลื่นของแสงที่ถูกดูดกลืนจะขึ้นอยู่กับองค์ประกอบและลักษณะโครงสร้างผลึกของวัตถุ การเกิดสีของแก้วนั้นเกิดจากการเติมไอออนของโลหะทรานซิชัน เช่น เหล็ก (Fe) โคบอลต์ (Co) นิกเกิล (Ni) ทองแดง (Cu) โครเมียม (Cr) และแมงกานีส (Mn) โดยไอออนเหล่านี้จะมี d-orbital ที่มีอิเล็กตรอนบรรจุไม่เต็ม ซึ่งเป็นสาเหตุหลักของการเกิดสีในแก้ว มีข้อสังเกตอย่างหนึ่งว่ากระจกไม่มีสีในบางครั้งถ้าเรามองจากขอบจะเห็นเป็นสีเขียว ทั้งนี้เกิดจากการเจือปนของไอออนของเหล็กในแก้วซึ่งเหล็กเลี้ยงได้ค่อนข้างยาก

การเกิดสีของแก้วโดยการเจือปนไอออนของโลหะทรานซิชันนั้น สีของแก้วจะขึ้นกับชนิดของโลหะทรานซิชัน เลขออกซิเดชัน และองค์ประกอบที่ใช้ในการทำแก้ว ดังข้อมูลในตารางต่อไปนี้

ตาราง 1 การเกิดสีของแก้วกับชนิดของโลหะทรานซิชัน เลขออกซิเดชัน และองค์ประกอบที่ใช้ในการทำแก้ว

ชนิดของไอออน	แก้วซิลิเกต	แก้วฟอสเฟต
Fe_{2+}	สีเขียวอมน้ำเงิน	สีน้ำเงินอมเขียว
Fe_{3+}	สีน้ำตาลอมเหลือง	สีน้ำตาลอ่อน

ที่มา: มหาวิทยาลัยศิลปากร. (2554, พฤษภาคม). *เกี่ยวกับแก้ว*. หน้า 24.

การใช้งานวัสดุแก้ว

แก้วถูกนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์งานได้หลากหลายดังนี้

1. แก้วในงานก่อสร้าง (Coustuctions) เช่น กระจกแผ่น กระจกลาย อิฐแก้ว (Glass block) เป็นต้น โดยแก้วชนิดนี้ต้องมีความแข็งแรง ความโปร่งใสสูง สามารถผลิตในปริมาณมาก เพื่อให้คุ้มกับการลงทุน

2. แก้วบรรจุภัณฑ์ (Containers) เช่น ขวด แก้วน้ำ และภาชนะต่างๆ แก้วชนิดนี้มีความทนทานทางกายภาพและทางเคมี และสามารถนำกลับมาล้างใช้ใหม่อย่างน้อย 50 ครั้ง

3. แก้วที่ผ่านการแปรรูป (Specialty glass) เช่น กระจกนิรภัยชนิดต่างๆ กระจกฉนวน กระจกเสริมลวด เป็นการนำกระจกแบบ float มาอบ ดัด ตัดแต่ง ซึ่งจะทำให้ได้กระจกที่มีรูปร่างตามที่ต้องการ มีความทนทานมากขึ้น กระจกนิรภัยจะช่วยป้องกันอันตรายที่เกิดจากการแตกได้

4. แก้วเครื่องประดับ ตกแต่ง (Ornaments & Figurines) เช่น แก้วคริสตัล ของชำร่วย ต่างๆ แก้วสลัก เจียรไน มักเป็นแก้วพวก borosilicate ซึ่งสามารถนำมาเป่าขึ้นรูปได้ง่าย หรือ แก้วผสมตะกั่ว ซึ่งจะทำให้แก้วสลักและเจียรไนได้ง่าย

5. แก้วในอุปกรณ์ไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ (Electronics & Electrical Glass) เช่น Cathode-ray tubes, capacitors, resistors, computer components และ print circuits เป็นต้น แก้วที่ใช้จะต้องมีค่า dielectric สูง มีการสูญเสียทางไฟฟ้าน้อยเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลง สำหรับแก้วที่ใช้ทำจอทีวี จะมีปริมาณตะกั่วสูงเพื่อป้องกันการแผ่รังสี

6. แก้วในงานเชิงแสง (Optical glass) เช่น หลอดไฟ ต้องทนต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ และการใช้งานที่อุณหภูมิสูง ทนต่อสภาพดินฟ้าอากาศ ส่วนเลนส์ ใยแก้วนำ แสง ต้องใช้วัตถุดิบที่มีความบริสุทธิ์สูง

7. แก้วในงานอื่นๆ (Other Glass) เช่น ใยแก้ว โฟนแก้ว วัสดุคอมโพสิต มีคุณสมบัติแข็งแรง ทนต่อการกัดกร่อน ทนความร้อน และมีความต้านทานไฟฟ้าที่ดี

การแบ่งประเภทของแก้ว

สามารถแบ่งได้หลายแบบ เช่น แบ่งตามกรรมวิธีการผลิต แบ่งองค์ประกอบทางเคมี หรือ แบ่งตามการใช้งาน แต่โดยส่วนใหญ่เรามักจะบอกประเภทของแก้วตามองค์ประกอบของมัน ดังนี้

1. แก้วโซดาไลม์ (Soda-lime glass) ผลิตจากวัตถุดิบหลัก คือ ทราาย โซดาแอช หินปูน เป็นแก้วที่พบเห็นได้โดยทั่วไป ได้แก่ แก้วที่เป็นขวด แก้วน้ำ กระจก เป็นต้น สามารถทำให้เกิดสีต่างๆ ได้โดยการเติมออกไซด์ที่มีสีลงไป

2. แก้วที่บอโรซิลิเกต (Borosilicate glass) หรือ Pyrex เป็นแก้วที่มีการเติมบอริคออกไซด์ ลงไป ทำให้มีค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อนต่ำ และทนต่อการเปลี่ยนแปลงความร้อน แก้วที่ได้สามารถนำไปใช้ทำเครื่องแก้ววิทยาศาสตร์ ทำภาชนะแก้วสำหรับใช้ในเตาไมโครเวฟ เป็นต้น

3. แก้วตะกั่ว (Lead glass) หรือแก้วคริสตัล เป็นแก้วที่มีสารผสมของตะกั่วออกไซด์ อยู่มากกว่า 24% โดยน้ำหนัก จะเป็นแก้วที่มีดัชนีหักเหสูงมากกว่าแก้วชนิดอื่น ทำให้มีประกายแวววาวสวยงาม และแกะสลักเป็นลวดลายต่างๆ ได้ ใช้ทำเครื่องแก้วที่มีราคาแพง

4. แก้วโอปอล (Opal glass) เป็นแก้วที่มีการเติมสารบางตัว เช่น โซเดียมฟลูออไรด์ หรือแคลเซียมฟลูออไรด์ ทำให้มีการตกผลึก หรือการแยกเฟสขึ้นในเนื้อแก้ว ทำให้แก้วชนิดนี้มีความขุ่นหรือโปร่งแสง เนื่องจากสามารถหลอม และขึ้นรูปได้ง่ายจึงมีต้นทุนการผลิตต่ำ และสามารถทำให้มีความแข็งแรงทนทานมากขึ้นเมื่อนำไปผ่าน ขบวนการอบ (tempering) หรือการเคลือบ (laminating)

5. แก้วอลูมิโนซิลิเกต (Alumino silicate glass) มีอลูมินาและซิลิกาเป็นส่วนผสมหลัก มีค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัว เนื่องจากความร้อนต่ำ และมีจุดอ่อนตัวของแก้ว (softening point) สูงพอที่จะป้องกันการเสียรูปทรงเมื่อทำการอบ เพื่อเพิ่มความแข็งแรงให้แก่ผลิตภัณฑ์

6. แก้วอัลคาไลน์-เอิร์ท อลูมิโนซิลิเกต (alkaline-earth alumino silicate) มีส่วนผสมของแคลเซียมออกไซด์ หรือแบเรียมออกไซด์ ทำให้มีค่าดัชนีหักเหใกล้เคียงกับแก้วตะกั่ว แต่ผลิตได้ง่ายกว่าและมีความทนทานต่อกรดและด่าง มากกว่าแก้วตะกั่วเล็กน้อย

7. กลาส-เซรามิกส์ (glass-ceramics) เป็นแก้วประเภทลิเทียมอลูมิโนซิลิเกตที่มี TiO_2 หรือ ZrO_2 ผสมอยู่เล็กน้อย ซึ่งจะทำให้เกิดผลึก ในเนื้อแก้ว ซึ่งอาจทำให้แก้วมีความทึบแสงหรือโปร่งใส ขึ้นกับชนิดของผลึก กลาส-เซรามิกส์จะทนทาน และมีสัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อนต่ำมาก สามารถนำไปใช้เป็นภาชนะหุงต้ม หรือเป็นแผ่นบนเตาหุงต้มได้ นอกจากนี้อาจมีแก้วประเภทอื่นๆ อีกหลายประเภท ขึ้นอยู่กับส่วนผสมที่แตกต่างกันออกไป แต่เนื่องจาก อาจไม่มีการใช้ที่แพร่หลายนัก จึงไม่น่ามากกล่าวในที่นี้ **ประเภทของวัสดุแก้ว**

วัสดุแก้วที่นำมาใช้งานในปัจจุบันมีหลายประเภท สารประกอบหลักที่ใช้ทำแก้ว คือ ซิลิกา และ โซดา และมีการเติมสารอื่นๆ ซึ่งจะทำให้ลักษณะทางเคมีและกายภาพของแก้วมีคุณลักษณะเหมาะสมตามการใช้งานต่างๆ เช่น แก้วน้ำ กระจก เลนส์ คริสตัล ไฟเบอร์กลาส แก้วทนความร้อน หลอดไฟ หลอดบรรจุยา ประเภทของวัสดุแก้วที่มีการใช้อย่างแพร่หลายมี 3 ประเภทใหญ่ๆ ดังนี้

แก้วอ่อน (Soda-Lime) แก้วนี้มีส่วนผสมซิลิกาประมาณ 70% โซดา และหินปูน อย่างละประมาณ 15% จัดเป็นเนื้อแก้วที่ใช้กันทั่วไป

แก้วคริสตัล (Lead Glass) เป็นแก้วที่ใช้ออกไซด์ตะกั่วแทนหินปูน โดยใส่ตะกั่วระหว่าง 18-38% จะได้เนื้อแก้วที่มีค่าดัชนีหักเหสูง เพิ่มคุณสมบัติการสะท้อนแสง โดยทั่วไปจะใส่ตะกั่วประมาณ 24% หากมีตะกั่วสูงถึง 30% จัดว่าเป็นแก้วคริสตัลคุณภาพดี

แก้วโบโรซิลิเกต (Borosilicate) เป็นแก้วที่มีซิลิกาสูงที่สุด ประมาณ 70-80 % และมีส่วนผสมที่สำคัญ คือ โบริกออกไซด์ในปริมาณ 7-13% ทำให้เกิดคุณสมบัติการทนไฟ (มหาวิทยาลัยศิลปากร. 2554: 22-27)

ผลิตภัณฑ์จากวัสดุแก้ว

แก้วอ่อน หรือ บ้างเรียกแก้วโซดานั้น เป็นแก้วที่มีการใช้อย่างแพร่หลาย พบเห็นได้ในรูปของแก้วน้ำ ขวด กระจกหน้าต่าง ประตู ซึ่งส่วนมากจะเป็นลักษณะแก้วใส คือ ไม่มีสี หลายๆ ประเทศได้มีการพัฒนาเนื้อแก้วให้เหมาะกับระบบอุตสาหกรรม (Commercial Glass) เพื่อลดปัญหาในการผลิต รวมถึงใช้กระบวนการผลิตที่ไม่สลับซับซ้อนมากนัก ทำให้สามารถสร้างผลิตภัณฑ์ได้หลากหลายและ ผลิตภัณฑ์ที่ได้ก็ตอบสนองการใช้งานในชีวิตประจำวันของมนุษย์ได้ดี แก้วใสจึงถูกพบเห็นได้แพร่หลายทั่วไป ส่วนแก้วโซดาชนิดสีมีสีนั้นจะมีราคาสูงกว่าแก้วใส เช่น แก้วสีชา นิยมใช้สำหรับผลิตภัณฑ์เวชภัณฑ์ แก้วสีเขียว สีน้ำตาล ใช้ทำขวดไวน์

แก้วที่ใช้สร้างงานศิลปะประเภทประติมากรรม กระจกหน้าต่างสี หรือลูกปัด ส่วนใหญ่ก็ใช้แก้วโซดานี้ ในการผลิตวัสดุแก้ว เพื่องานศิลปะนี้มีการเพิ่มสีของเนื้อแก้วให้มีเจดสีมากขึ้น เพิ่มลวดลาย ผิวสัมผัส ไปจน ถึงมีการเคลือบสีเมทัลลิกบนผิวหน้า เพื่อให้มีรูปแบบวัสดุใช้งานที่หลากหลายขึ้น

แก้วคริสตัล มีชื่อเรียกอื่นๆ อีก เช่น แก้วผลึก แก้วตะกั่ว แก้วเจียรไน เป็นแก้วที่มีความหนาแน่นสูง มีคุณสมบัติสะท้อนแสงได้ดี เหมาะสำหรับการใช้งานเจียรไน มีใช้มากในผลิตภัณฑ์ของตกแต่งภายในบ้าน เช่น แจกัน โคมไฟ เขิงเทียน วัสดุแก้วคริสตัลถูกสร้างเพื่อใช้ร่วมกับเทคนิคการเจียรไนสลักตกแต่งลวดลายเป็นสำคัญ

แก้วโปรซีลิเกต จัดเป็นแก้วชนิด แก้วแข็ง มีคุณสมบัติพิเศษ คือ ทนต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอย่างรวดเร็วได้ ดังนั้นแก้วชนิดนี้จึงนำ มาใช้ในงานประเภทภาชนะเครื่องครัว เครื่องแก้ว วิทยาศาสตร์และงานเป่าแก้วทางศิลปะ ค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวของแก้วชนิดนี้อยู่ที่ประมาณ 32.5 ซึ่งถือว่ามีการขยายตัวต่ำมาก

การใช้แก้วในงานเครื่องโลหะและเครื่องประดับ

จัดว่าเป็นการใช้ในแง่การประดับและตกแต่ง ซึ่ง จะต้องใช้วัสดุอื่นร่วมเป็นส่วนประกอบด้วย เช่น โลหะ เชือก ไม้ หนังสัตว์ การใช้วัสดุแก้วด้วยตัวมันเองอย่างเดียวนั้น อาจจะทำได้ในงานประเภท แหวน และกำไล แต่ไม่ค่อยพบบ่อยนัก เนื่องจากปัจจัยด้านความปลอดภัยในการสวมใส่

การประยุกต์ใช้วัสดุแก้วในงานเครื่องโลหะและเครื่องประดับนั้นทำได้หลายวิธี เพื่อให้ง่ายต่อการทำงานของผู้สร้างสรรค์ จึงแบ่งตามลักษณะการทำงานได้เป็น 2 วิธีการ ดังนี้

1. งานที่ไม่ใช้ความร้อนในการเปลี่ยนรูปทรง
2. งานที่ใช้ความร้อนเพื่อการสร้างรูปทรงใหม่

งานที่ไม่ใช้ความร้อนในการเปลี่ยนรูปทรง

การสร้างงานโดยไม่ ต้องใช้ความร้อนนั้นมีความสะดวกและรวดเร็ว เพราะผู้สร้างงานไม่ต้องจัดเตรียมอุปกรณ์ให้ความร้อนต่างๆ เช่น เตาเผา ไม่เสียเวลาในการอบแก้ว ซึ่งมักจะต้องใช้เวลาร่วมวันและอาจเกิดความเสียหายระหว่างการอบได้

ดังนั้นการสร้างรูปทรงโดยไม่ใช้ความร้อนจึงทำด้วยวิธีการตัด และเจียร เป็นหลัก เมื่อได้รูปทรงที่ต้องการแล้วก็จะต้องทำการขัดเงา เพื่อให้ส่วนรอยตัดกลับมามีความมันวาวดังเดิม ขึ้นแก้วเหล่านี้ได้รับความนิยมมากในผลิตภัณฑ์ของระดับบ้านประเภทเครื่องโลหะ เช่น แจกัน เหล็กตัด พาดิชั่น เชิงเทียน การประกอบชิ้นส่วนแก้วแต่ละชิ้นทำได้หลายวิธี เช่น ใช้วัสดุอื่นทำฐานรองรับทำขอบหุ้มชิ้นแก้ว เจาะรูร้อยเชือก ดังตัวอย่างเช่น ขอบโลหะหุ้มจานแก้ว ขอบกระจกสเตนกลาส นอกจากนี้สามารถใช้กาวสำหรับติดแก้วโดยเฉพาะ เช่น กาว uv , กาวติดกระจก , กาวซิลิโคน

ในงานเครื่องประดับเชิงพาณิชย์ วัสดุแก้วสามารถนำมาตัดและเจียรเป็นรูปทรงของอัญมณีได้ทุกรูปแบบ เมื่อได้พลอยแก้วตามแบบที่ต้องการแล้ว ก็นำมาประกอบกับตัวเรือนโลหะตามขั้นตอนปกติของงานเครื่องประดับ แม้ว่าพลอยจากแก้วจะไม่สามารถเทียบมูลค่าเท่ากับอัญมณีแท้หรือเทียมได้ แต่ก็ให้ลักษณะความแวววาว และรูปลักษณะที่ใกล้เคียง การใช้พลอยแก้วเป็นทางเลือกที่มีต้นทุนต่ำ สำหรับการผลิตงานเครื่องประดับเงินที่ต้องประกบประดับพลอย

งานที่ใช้ความร้อนเพื่อความร้อนเพื่อการสร้างรูปแบบใหม่

การสร้างรูปทรงใหม่ของวัสดุแก้วโดยผ่านความร้อนนั้นจะต้องใช้ความร้อนที่อุณหภูมิอย่างน้อย 600 °c ในการทำให้เนื้อแก้วอ่อนตัวลงได้ แหล่งความร้อนที่ใช้สำหรับงานแก้วที่มีสองประเภทคือ เตาเผา และหัวเชื่อมแก๊ส Acetylene

งานหลอมซ้ำเพื่อสร้างรูปทรงใหม่นี้เลือกใช้แก้วได้ทุกประเภท แต่ประเภทของแก้วที่นิยมใช้ คือแก้วโซดาและแก้วโบโรซิลเกต วิธีการนำวัสดุแก้วมาหลอม ซ้ำนั้นสิ่งสำคัญคือ เมื่อแก้วได้รับความร้อนและถูกเปลี่ยนเป็นรูปทรงที่ต้องการแล้ว แก้วชิ้นนั้นจะต้องถูกทำให้เย็นตัวอย่างช้าๆ ในระยะเวลาการเย็นตัวนี้ คือการอบเรียงอะตอมของเนื้อแก้ว ซึ่งจะมีผลต่อความทนทานของชิ้นงาน การอบเรียงอะตอมนี้อาจใช้เวลา 2 ชั่วโมงไปจนถึง 2 วัน แตกต่างกันไปตามประเภทของแก้วและขนาดของชิ้นงาน

งานแก้วที่ใช้เตาเผา มักเป็นเทคนิคที่เกี่ยวข้องกับการอ่อนตัว ยึดตัวของเนื้อแก้วไปตามรูปทรงของแม่พิมพ์ ซึ่งมีหลายเทคนิคด้วยกัน เช่น Fusing, Slumping, Draping หรืออาจจะใช้อุณหภูมิที่สูงมากขึ้นในการหลอมเนื้อแก้ว ให้ความเป็นน้ำแก้วแล้วเทใส่แม่พิมพ์ที่เรียกว่า casting ก็สามารถทำได้ วัสดุที่ใช้ทำแม่พิมพ์เป็นวัสดุผสมจากพลาสติกและอลูมินาเป็นหลัก เพื่อคุณสมบัติการทนความร้อนที่ยาวนานในเตาเผา

ส่วนงานแก้วที่ใช้หัวเชื่อมแก๊สนั้น เป็นลักษณะของการยึดเนื้อแก้ว อาจจะโดนการเป่าล ม ดึงเหวี่ยง หรือให้แก้วยึดตัวลงตามแรงโน้มถ่วง เหล่านี้ก็เป็นวิธีการตามทักษะฝีมือของช่างแก้วแต่ละบุคคลไป

ในเรื่องของการเย็นตัวหรืออบเรียงอะตอมนั้น สำหรับการทำงานโดยใช้เตาเผาก็ต้องใช้วิธีการควบคุมอุณหภูมิของเตาเย็นตัวลงอย่างช้าๆ ซึ่งมักจะใช้เวลาหลายชั่วโมง ส่วนการสร้างงานโดยใช้หัวเชื่อมแก๊สนั้น หากชิ้นงานนั้นมีขนาดใหญ่อาจจะต้องอบลดอุณหภูมิในเตาเผาพร้อมด้วยส่วนงานประเภทลูกปัดที่มีขนาดเล็กมากๆ นั้น นิยมใช้ วิธีการฝังใน Vermiculite สักระยะเวลาหนึ่งก็เพียงพอ

การใช้วัสดุแก้วผ่านความร้อนในงานเครื่องโลหะและเครื่องประดับนั้น มีเทคนิคที่พิเศษอีกอันหนึ่ง เรียกว่า งานสีลงยา (Enamellings) คือ การนำผงแก้วเคลือบลงบนผิวโลหะจะทำโดยใช้เตาเผาหรือหัวเชื่อมแก๊สก็ได้ทั้งสองอย่าง มักนิยมทำเป็นสีสันลวดลายในช่องเล็กๆ การใช้วัสดุแก้วในรูปแบบผงนี้ ทำให้สามารถทำงานบนพื้นที่ขนาดเล็กได้ดีและวาดภาพรูปร่างได้ง่าย ในงานเครื่องประดับจะพบเห็นจากผลิตภัณฑ์ประเภทล็อกเกตรูปบุคคล เหรียญตรา แหวนพระ ส่วนในงานเครื่องโลหะ มักจะทำเป็นแจกันเล็ก หรือกล่องเครื่องประดับ

วัสดุแก้วเป็นวัสดุที่เปราะบางในรูปร่าง แต่มีคุณสมบัติในการคงสภาพความเป็นเนื้อแก้วได้ตลอดไป กล่าวคือ เนื้อแก้วจะไม่มี การเปลี่ยนแปลงสภาพ มีการผุกร่อนน้อย ไม่สลายตามกาลเวลา แก้วที่เสียรูปร่างแล้วหรือแตกแล้ว ก็สามารถนำกลับมาหลอมใช้ใหม่ได้ ภาชนะแก้วสำหรับใส่อาหาร เช่น ขวด ก็นิยมนำมาล้างทำความสะอาดและนำกลับมาใช้ใหม่ เรียกว่า วัสดุแก้วนั้น สามารถตอบสนองความต้องการในยุคปัจจุบันที่เน้นการนำกลับมาใช้ใหม่ (Reuse และ Recycle) ได้อย่างดี

การทำงานกับวัสดุแก้วนั้นจะต้องใช้การสังเกตและความอดทนอย่างสูง เพราะมีปัจจัยแวดล้อมที่เป็นตัวแปลอยู่หลายปัจจัย เช่น ความหนา ขนาดของชิ้นงาน หรือ อุณหภูมิของสภาพแวดล้อม ดังนั้น การตรวจสอบและทดลองวัสดุแก้วก่อนการสร้างสรรคผลงานถือเป็นขั้นตอนที่สำคัญมาก แม้ว่าวัสดุแก้วจะสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ แต่ก็ควรมีความรอบคอบในกาใช้งาน มิให้สิ้นเปลืองพลังงานและเวลาอย่างไม่ได้ประโยชน์อะไร (มหาวิทยาลัยศิลปากร. 2554: 38-43)

1.1.3 เครื่องประดับแก้ว

ลูกปัดแก้ว

เครื่องประดับที่ทำด้วยแก้วที่พบมากที่สุดตั้งแต่ระยะเริ่มแรก คือ ลูกปัด ซึ่งเป็นเครื่องประดับที่นิยมมากที่สุดมี หลายแบบหลายสี และพบในแหล่งอารยธรรมโบราณเกือบทุกแห่ง กล่าวได้ว่า ลูกปัดแก้วมีวิวัฒนาการสืบทอดเป็นระยะเวลายาวนาน และนำมาใช้ในรูปแบบต่างๆเป็นทั้งเครื่องประดับร่างกาย เครื่องราง ใช้แทนเงินตรา ใช้ประดับตกแต่งเสื้อผ้า หรือเครื่องใช้อื่นๆ รวมทั้งใช้เป็นอุปกรณ์ในการขุดถุ ตกแต่ง งานศิลปะประเภทโลหะอีกด้วย นอกจากลูกปัดแล้ว เครื่องประดับอย่างอื่นที่พบเช่น แหวน มีทั้งแหวนที่ทำเป็นเกลียว และแหวนตรา มีทั้งสีขาว สีเหลืองอำพัน สีเหลืองอ่อน สีน้ำตาล และยังพบว่า มีแหวนเป็นแก้วแบบต่างๆ

เครื่องประดับที่นิยมมากอีกชนิดหนึ่งคือ จี้ห้อย ที่มีลวดลายประดับเป็นลายรูปสัตว์ ซึ่งประดิษฐ์ขึ้นโดยใช้แก้วหลอมกดลงในแม่พิมพ์ อย่างไรก็ตาม เครื่องใช้ชนิดอื่นที่ทำด้วยแก้วก็มี ได้แก่ แว ที่ใช้ในการปั่นฝ้าย สำหรับนำไปทอผ้า แวนั้นทำด้วยแก้วสีน้ำเงินเข้ม และตัวเบี้ยในหมากรุก มีทั้งสีน้ำเงินเข้มจุดขาว จุดสีเขียว และเหลือง นอกจากนี้มี ตุ๊กตาแก้ว มีทั้งรูปคนและสัตว์ เครื่องแก้วเหล่านี้ที่น่าสนใจศึกษาถึงพัฒนาการมากที่สุดคือ อ ลูกปัด เพราะมีการผลิตตั้งแต่ศตวรรษที่ 4 ก่อนคริสตกาลถึงคริสต์ศตวรรษที่ 3 หรือราวพุทธศตวรรษที่ 1-8 (กระทรวงวัฒนธรรม. 2549: 61)

ทุกอารยธรรมในสมัยก่อนประวัติศาสตร์ได้รู้จักการใช้เปลือกหอย ดินเผา และหินสีต่างๆ นำมาทำเป็นลูกปัดเพื่อประดิษฐ์เป็นเครื่องประดับ ต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นสร้อยคอ สร้อยข้อมือ หรือต่างหู ซึ่งเราไม่สามารถระบุได้ว่าอารยธรรมใด เป็นผู้คิดค้นการใช้เครื่องประดับที่ทำจากลูกปัดกันแน่

ในประเทศอียิปต์นั้น มีความรู้เรื่องเทคนิคการทำแก้วเป็นอย่างดี อาจเนื่องจากสภาพดินในเขตลุ่มน้ำไนล์บังคับ เพราะล้อมรอบด้วยทะเลทรายและทะเลถึง 3 ด้าน ในดินแดนนี้ ก็มีสิ่งสำคัญที่ใช้ในการผลิตแก้ว คือ ซิลิกา ในรูปของทรายผสมกับสารพวกอัลคาไลน์ เช่น โซเดียมคาร์บอเนต และโซดา ซึ่งได้จากสาหร่ายทะเล โดยนำสารเหล่านี้มาผสมให้ได้สัดส่วนและอบด้วยความร้อนสูง ซึ่งเป็นเทคนิคที่ชาวอียิปต์ในยุคหนึ่งใช้กัน กล่าวกันว่า การที่ชาวอียิปต์รู้จักแก้วน่าจะจะเป็นเพราะการที่ชาวอียิปต์สามารถทำน้ำเคลือบเครื่องปั้นดินเผาได้นั่นเอง และที่เป็นสาเหตุให้ชาวอียิปต์รู้จักแก้ว เพราะการที่น้ำเคลือบแข็งเป็นก้อนให้ประกายแสงได้แวววาว ต่อมาการทำลูกปัดมักทำเลียนแบบลูกปัดหินมีค่าโดยการผสมสีต่างๆ ลงในแก้ว เช่น ผงมาลาโคต์และผงลาปิส ลาซูลี ซึ่งแต่ละยุคนั้นก็ มีรูปแบบของลวดลายลูกปัดที่แตกต่างกัน เช่น ในสมัยก่อนคริสตกาลเป็นลูกปัดลายจุดหรือลายทาง ก่อนพัฒนามาเป็นลายบัง ลายตา ลายรูปสัตว์ หรือลายดอกไม้ นอกจากนี้ ยังพบว่ามีการส่งออกไปยังแถบทะเลเมดิเตอร์เรเนียนอีกด้วย ซึ่งเห็นจากการพบลูกปัดจากอียิปต์ในประเทศต่างๆ แถบนั้นด้วย ในสมัยโรมันก็มีการส่งลูกปัดไปจำหน่ายถึงยุโรปเหนือ ซึ่งที่นั่นถือว่าลูกปัดเป็นของสำคัญทางไสยศาสตร์เรียกว่า ไช้ของดรูอิดส์ (Druids'Eggs) นอกจากนี้ มีผลิตเครื่องราง ต่างๆ แหวน และตัวด้วง (Scarab) ปีกทำด้วยทองและลงยาแก้วสีต่างๆ เครื่องประดับเหล่านี้ มีราคาสูงจึงถูกนำมาใช้เฉพาะในราชสำนักเท่านั้น ในประเทศเปอร์เซียรู้จักใช้แก้วเมื่อราว 1,300 ปี ก่อนคริสตกาล โดยนำแก้วมาทำเป็นเครื่องบูชาในศาสนสถานเครื่องแก้วจะเป็นแก้วสีน้ำเงินเข้ม ซึ่งผลิตจากเมืองเอลาม (Elam) ซึ่งนำมาใช้แทนลาปิส ลาซูลี ที่ใช้เป็นเครื่องประดับมาตั้งแต่ 3,500 ปี และจากการขุดค้นในเปอร์เซียก็ได้พบลูกปัดแก้วโบราณเช่นกัน โดยในสมัยปลายราชวงศ์อาร์คีมีนิกถึงต้นราชวงศ์ปาร์เซียน พบลูกปัดแก้วที่มีทรงค่อนข้างกลม ได้แก่ ลูกปัดตา ลูกปัดกลม มีวงกลมสีขาวอยู่ตรงกลาง ลูกปัดรูปกลมแบบผลส้ม การทำลูกปัดในแต่ละแบบนั้น ก็มีการทำที่แตกต่างกันไป อย่างเช่น การทำลูกปัดรูปผลส้ม ลูกปัดนี้มักจะทำด้วยแก้วสีฟ้า ส่วนบนและส่วนล่างของลูกปัดจะปาดแบนมีผิวเป็นร่อง คล้ายรูปเม็ดมะยม และในสมัยราชวงศ์ปาร์เซียนตอนปลายความนิยมของการใช้ลูกปัดตาเริ่มลดลงและเลิกทำไป แต่หันมานิยมการทำลูกปัดขนาดเล็กเชื่อมติดกัน เป็นลูกปัดรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนแบน ลูกปัดลายโมเสก ลูกปัดแก้วตัด ลูกปัดทรงยาวเล็กแบบหลอด และ

ลูกปัดทรงฟักทอง ซึ่งลูกปัดเหล่านี้มีสีแตกต่างกัน นอกจากการปรากฏของลูกปัดแก้วในแถบเปอร์เซีย อียิปต์ และเมดิเตอร์เรเนียนแล้ว ก็ยังปรากฏในสมัยราชวงศ์ฮั่น ประเทศจีน ซึ่งเป็นระยะเวลาร่วมสมัยกับราชวงศ์ปาร์เธียนของอิหร่าน จากหลักฐานต่างๆ กล่าวว่า ชาวปาร์เธียนเป็นสื่อกลางการติดต่อระหว่างจีนและโรมัน ทำให้นักวิชาการสันนิษฐาน ว่าจีนน่าจะได้รับความรู้เกี่ยวกับวิธีทำแก้วมาจากตะวันออกกลางและยุโรป และภายหลังก็ได้มีการขุดพบขวานสำริดในสมัยราชวงศ์โจว ซึ่งมีการประดับลายด้วยแก้ว ทำให้ทราบว่าจีนรู้จักการทำแก้วมาตั้งแต่ราว 1,000 ปีก่อนคริสตกาล

สำหรับลูกปัดมีตาของจีนมีลักษณะพิเศษ คือพบว่าตรงกลางที่ประดับเป็นตาส่วนใหญ่จะมีเส้นสีขาววงเน้นรอบตา เส้นขาวมีลักษณะคล้ายรูปพระจันทร์เสี้ยวมากกว่าจะเป็นรูปร่างกลมจริงๆ ลูกปัดแบบนี้ จะปรากฏอยู่เฉพาะในแหล่งโบราณคดีสมัยราชวงศ์ฮั่นเท่านั้น เพราะหลังจากนั้นจะเป็นลูกปัดแก้วสีเขียว หรือที่มีการตกแต่งหลายๆ สีแต่ไม่พบลูกปัดตา และนักโบราณคดีก็ยังขุดพบลูกปัดแก้วจากแหล่งอารยธรรมอื่นๆ มากมาย ได้ว่าลูกปัดแก้วรุ่นแรกๆ ทำด้วยแก้วขุ่นและมีขนาดเล็ก ก่อนที่พัฒนาขึ้นจนมีหลากหลายสี อย่างเช่นในปัจจุบัน จะเห็นได้ว่ามนุษย์รู้จักการตกแต่งร่างกายด้วยการใช้เครื่องประดับมานานนับปี พัฒนาการของลูกปัดแก้วเม็ดเล็กๆ ก็เป็นสิ่งที่บ่งบอกถึงความสร้างสรรค์ของมนุษย์ที่หยิบเอาธรรมชาติใกล้ๆ ตัวมาประดิษฐ์เป็นเครื่องประดับ เพื่อใช้ในประโยชน์ต่างๆ ไม่ว่าจะเป็เครื่องประดับฐานะ เครื่องใช้ในพิธีกรรม นั่นก็แสดงว่าเครื่องประดับนั้นไม่ใช่แต่เพียงเพื่อความสวยงามเท่านั้น แต่หากมีเรื่องราวมากมายแอบแฝงอยู่ ดังเช่น ลูกปัดแก้วเม็ดเล็กๆ ที่เดินทางผ่านกาลเวลามาจวบจนในปัจจุบัน (หนังสือพิมพ์โพสทูเดย์ . 2553: ออนไลน์)

แก้วเจียรไน

แก้วเลตคริสตัล หรือแก้วคริสตัล หรือเรียกเป็นภาษาไทยว่า แก้วเจียรไน ซึ่งแก้ว ชนิดนี้นิยมนำมาทำ เป็นเครื่องประดับสตรี แก้วเครื่องดีมีชั้นดี เครื่องประดับบ้านโดยเฉพาะพวกโคมไฟระย้า ซอไฟ แบบต่างๆ ความใสแวววาวและไม่มีตำ หนิบวกกับการเจียรไนของช่างฝีมือ งาน จะทำ ให้แก้วประเภทนี้มีประกายระยิบระยับราวกับเพชรเมื่อถูกแสงหลายท่านอาจสงสัย ยว่าทำไมเนื้อแก้วเลตคริสตัล จึงมีลักษณะใสมากเป็นพิเศษอย่างนั้น ซึ่งแตกต่างจากเนื้อแก้วธรรมดาทั่วไป ทั้งนี้เป็นเพราะว่าวัตถุดิบที่สำคัญในการผลิตแก้วคริสตัลก็คือทรายและ ตะกั่ว ทรายเป็นตัวทำให้เกิดเนื้อแก้ว ทรายที่ใช้สำหรับผลิตแก้วประเภทนี้จะต้องมีความบริสุทธิ์สูง หมายความว่าทรายจะต้องมีปริมาณเหล็กต่ำมาก และควรจะน้อยกว่าร้อยละ 0.013 หากมีเหล็กปนในทรายมากกว่านี้เนื้อแก้วจะไม่ใส เพราะเหล็กจะทำให้แก้ว มีสีเขียว ส่วนตะกั่วเป็นตัวสำคัญที่ทำให้แก้วเกิดประกายแวววาวสวยงาม ตะกั่วที่นิยมใช้กันมี 2 ชนิด คือ ตะกั่ว แดง และตะกั่วเหลือง การเลือกใช้นั้นขึ้นอยู่กับแหล่งวัตถุดิบและการขนส่งที่สะดวก ตะกั่วจะเป็นตัวช่วยให้อุณหภูมิของการหลอมต่ำ ลง ซึ่งช่วยให้ประหยัดพลังงาน การใช้ตะกั่วต้องระมัดระวังเพราะเป็นสารมีพิษถ้าเข้าสู่ร่างกายโดยตรง ด้วยการสูดหายใจเอาผงของมันเข้าไปจะทำให้ กิดจุดดำ ที่เซลล์เม็ดเลือดแดง ความดัน

เลือดสูง ทำลายไตและทำให้ระบบประสาทผิดปกติ พิษของตะกั่ว สามารถสะสมอยู่ในร่างกายโดยเกาะอยู่ที่กระดูก ดังนั้นเวลานำตะกั่วมาใช้ในการผลิตต้องป้องกันและระมัดระวังอย่างมาก การนำตะกั่วเข้ามาเป็นวัตถุดิบในการทำ แก้วเริ่มมีมานานแล้วกว่า 3,000 ปี แต่ขณะนั้นยังขาดเทคนิคเกี่ยวกับการฟอกสีและการเจียรไนแก้ว ที่ผลิตได้ในสมัยนั้นจึงมีคุณสมบัติแตกต่างจากแก้วเจียรไนในปัจจุบัน ปริมาณตะกั่วที่ใช้ทำ แก้วจะแตกต่างกันไป เช่น แก้วของจีน ใช้ตะกั่วผสมถึงร้อยละ 43 แก้วสีน้ำเงินจากเมโสโปเตเมียใช้ร้อยละ 15 แก้วสีแดงใช้ร้อยละ 23 วัตถุดิบที่นอกเหนือจากทรายและตะกั่วแล้วยังมีโปแตสเซียมคาร์บอเนต ซึ่งเป็นตัวที่ช่วยลดจุดหลอมตัว ส่วนวัตถุดิบตัวอื่นที่ใช้มีไม่มากนัก ได้แก่ โซเดียมคาร์บอเนต แบริยมคาร์บอเนต ซิงค์ออกไซด์ และบอแรกซ์ วัตถุดิบเหล่านี้จะเป็นตัวช่วยเพิ่มช่วงการอ่อนตัวของแก้ว ให้ยาวนานขึ้น ซึ่งจะมีประโยชน์สำหรับการตกแต่งหรือเจียรไนแก้ว ที่ต้องใช้ระยะเวลาเพื่อให้ได้รูปตามต้องการ วัตถุดิบที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งคือสารหนู มักใช้ควบคู่กับเกลือไนเตรตและโคบอลท์ออกไซด์ปริมาณเล็กน้อย โดยใช้เป็นตัวไล่ฟองอากาศและเป็นตัวฟอกสีด้วย สารหนูจะทำให้เหล็กออกไซด์ในแก้วซึ่งทำให้น้ำแก้วมีสีเขียวเปลี่ยนเป็นสีเหลือง ส่วนโคบอลท์ที่ทำให้แก้วมีสีฟ้า สีเหลืองกับสีฟ้าเกิดการข่มกัน ในที่สุดจะได้เนื้อแก้วใสสุทของแก้วเลตคริสตัลที่นิยมใช้คือ ซิลิกา ประมาณร้อยละ 50 โดยน้ำหนัก ตะกั่วออกไซด์ ร้อยละ 24-31 โปแตสเซียมออกไซด์ ร้อยละ 12-18 อาจจะใช้ โซเดียมออกไซด์แทนโปแตสเซียมออกไซด์ประมาณร้อยละ 2 นอกนั้นควรใส่แบริยมคาร์บอเนต ซิงค์ออกไซด์หรือบอแรกซ์เล็กน้อย สำหรับอัตราส่วนของตัวฟอกสี คือสารหนูผสมกับโซเดียมไนเตรต (หรือโปแตสเซียมไนเตรต) และโคบอลท์ออกไซด์ ใน 100 กิโลกรัมของทรายจะใช้สารหนู 300-500 กรัม เกลือไนเตรต 500-3,500 กรัม โคบอลท์ออกไซด์ 1 กรัม แก้วเจียรไนผลิตเป็นสินค้าอุตสาหกรรมประเภทหนึ่ง ซึ่งประเทศไทยต้องนำเข้าจากต่างประเทศเนื่องจากปัจจุบันนี้มีโรงงานผลิตแก้วประเภทนี้ อยู่เพียง 1 แห่งเท่านั้น โรงงานแก้วในประเทศไทย ล้วนแล้วแต่ผลิตแก้วประเภทโซดาไลม์ทั้งสิ้น ได้แก่ ขวด แก้วน้ำ ถ้วยชาม กระຈก ซึ่งเป็นแก้วคนละชนิดกับแก้วเจียรไน แก้วคริสตัลก็คือ แก้วที่มีตะกั่วออกไซด์ โปแตสเซียมออกไซด์ ซิงค์ออกไซด์ และแบริยมออกไซด์รวมกันไม่ต่ำกว่าร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก ซึ่งแก้วประเภทนี้สามารถเจียรไนได้เช่นเดียวกับแก้วเลตคริสตัลซึ่งมีตะกั่วสูงกว่า แต่ความแวววาวของแก้วคริสตัลจะน้อยกว่าแก้วเลตคริสตัล (วสันต์ วีระพิทยานนท์. 2554: ออนไลน์)

1.2 กระຈกสี

งานกระຈกสี (Stained glass) คำว่า งานกระຈกสี หมายถึงงานที่ใช้กระຈกสีตกแต่งหรืองานการทำกระຈกสี ซึ่งไม่แต่เฉพาะแต่หน้าต่างเท่านั้น ยังรวมถึงศิลปะอื่นๆ ที่ใช้กระຈกสีตกแต่งด้วยเช่น บานกระຈกที่ทำเพื่อการตกแต่งโดยเฉพาะ หรือโคมตะเกียงเป็นต้น ตลอดระยะเวลาที่ผ่านมาการตกแต่งด้วยกระຈกสีจะหมายถึงหน้าต่างประดับกระຈกสีของวัด หรือ มหาวิหาร ทางคริสต์ศาสนา หรือสิ่งก่อสร้างอื่นๆ การตกแต่งด้วยกระຈกสีสมัยเดิมนั้นจะแต่งบนแผงแบนสำหรับใช้ทำหน้าต่าง แต่วิธีการตกแต่งด้วยกระຈกสีสมัยปัจจุบันจะรวมไปถึง โครงสร้างกระຈกสีแบบสามมิติและงานแกะสลัก

กระจกสีด้วย และจะรวมไปถึงบานกระจกสีสำหรับที่อยู่อาศัยที่เรียกกันว่า “leadlight” ด้วย หรืองานศิลปะที่ทำจากกระจกสีและเชื่อมต่อกันด้วย ตะกั่วอย่างเช่น โคมกระจกสีที่มีชื่อเสียงที่ ทำโดย หลุยส์ คอมฟอร์ท ทิฟฟานี(Louis Comfort Tiffany) เมื่อพูดถึงวัสดุคำว่า “กระจกสี” โดยทั่วไปจะหมายถึงแก้วที่ทำให้เป็นสีโดยการเติม Metallic salts ระหว่างการผลิต ช่วงจะใช้กระจกสีในการสร้าง “หน้าต่างประดับกระจกสี” โดยการเอากระจกสีชิ้นเล็กๆ มาจัดให้เป็นลวดลายหรือภาพภายในกรอบโดยเชื่อมชิ้นกระจกด้วยกันด้วยเส้นตะกั่ว เมื่อเสร็จแล้วก็อาจจะทาสีและย้อมสีเหลืองตกแต่ อีกเล็กน้อยเพื่อให้ลวดลายเด่นขึ้น นอกจากนั้นคำว่า “กระจกย้อมสี” (Stained glass) จะหมายถึงหน้าต่างกระจกที่วาดทาสีเสร็จแล้วเผาในเตาหลอมก่อนที่จะทิ้งไว้ให้เย็น งานกระจกสีเป็นงานฝีมือที่ศิลปินต้องมีพรสวรรค์ทางศิลปะเพื่อที่จะออกแบบได้ และต้องมีความรู้ทาง วิศวกรรม เพื่อที่สามารถประกอบบานกระจกที่ทำไว้ให้แน่นหนาภายในกรอบสิ่งก่อสร้าง โดยเฉพาะกระจกบานใหญ่ๆ ที่จะต้องรับน้ำหนักของตัวบานกระจกเองและสามารถทนทานต่อสภาวะอากาศภายนอกได้ หน้าต่างบานใหญ่เหล่านี้ยังอยู่รอดมาให้เราชมบ้างตั้งแต่สมัย ยุคกลาง โดยไม่มีอะไรเปลี่ยนแปลง ใน ยุโรป ตะวันตก หน้าต่างประดับกระจกสีเป็นจักขุศิลป์ชนิดเดียวที่เหลือมาตั้งแต่ยุคกลาง จุดประสงค์ของหน้าต่างประดับกระจกสีมิใช่ให้ผู้มองออกไปดูโลกภายนอกหรือให้แสงส่องเข้ามาในสิ่งก่อสร้างแต่จะควบคุมผู้อยู่ภายใน จากเหตุผลนี้หน้าต่างประดับกระจกสีจึงอาจจะเรียกได้ว่าเป็น “การตกแต่งผนังส่องแสง” (“illuminated wall decorations”) มากกว่าจะเป็นหน้าต่างอย่างตามความหมายทั่วไปของหน้าต่างที่เรามองออกสู่ภายนอก การออกแบบหน้าต่างวัดอาจจะเป็นได้ทั้งอุปมาอุปไมยหรือไม่ก็ได้ หน้าต่างอาจจะเป็นตำนานจาก คัมภีร์ไบเบิล ประวัติศาสตร์ หรือ วรรณคดี หรือ ชีวิตของนักบุญ หรือผู้อุปการะวัด หรืออาจจะเป็นลวดลาย สัญลักษณ์ เช่นตราประจำตระกูล การตกแต่งภายในสิ่งก่อสร้างหนึ่งอาจจะเป็นเรื่องราวในหัวข้อเดียวกันเช่นถ้าเป็นวัดก็อาจจะเป็นเรื่องราวชีวิตประวัติของพระเยซู หรือนักบุญ หรือผู้สร้างวัด ถ้าเป็นภายในวิทยาลัยกระจกอาจจะมีสัญลักษณ์สำหรับศิลปะหรือวิทยาศาสตร์ หรือภายในบ้านอาจจะเป็นลวดลายแบบใดแบบหนึ่งที่เจ้าของเลือก (สารานุกรมเสรี. 2555: ออนไลน์)

1.2.1 ประวัติความเป็นมาของกระจกสี

การทำกระจกสีทำกันมาตั้งแต่สมัยโบราณทั้งที่ ประเทศอียิปต์ และ โรมันซึ่งผลิตสิ่งของทำด้วยแก้วที่ชิ้นไม่ใหญ่นัก งานกระจกสีกลายเป็นศิลปะเต็มตัวและรุ่งเรืองที่สุดใน ยุคกลางเมื่อมาใช้เป็นทัศนศิลป์ เพื่อเล่าเรื่องจาก พระคัมภีร์ไบเบิล สำหรับประชาชนส่วนใหญ่ที่อ่านหนังสือไม่ออก ตั้งแต่ประมาณ 950 ก่อนคริสต์ศตวรรษ จนถึงสมัย โรมานเนสก์ และสมัยกอธิคยุคแรก ประมาณปี ค.ศ. 1240 หน้าต่างยังมีได้แบ่งเป็นช่องๆ เมื่อสร้างกระจกก็ต้องสร้างทั้งบานในกรอบเหล็กจึงทำให้ต้องประกอบไม่มีส่วนใดของหน้าต่างที่ช่วยแบ่งแรงกดดัน เช่นที่ มหาวิหารชาร์ทร (Chartres Cathedral) หรือทางตะวันออกของ มหาวิหารแคนเตอร์บรี เมื่อสถาปัตยกรรมกอธิควิวัฒนาการขึ้น

หน้าต่างก็กว้างมากขึ้นทำให้มีแสงส่องเข้ามาในสิ่งก่อสร้างมากขึ้น เมื่อหน้าต่างกว้างขึ้นก็มีการแบ่งเป็นช่อง ๆ ด้วย แกนหิน (Stone tracery) เมื่อมีแกนหินแบ่งทำให้ช่องตกแต่งภายในหน้าต่างหนึ่ง ๆ เล็กลงทำให้การทำหน้าต่างมีความซับซ้อนได้มากขึ้นตามลำดับ และขนาดของบานหน้าต่างทั้งบานก็ใหญ่ขึ้นไปอีกจนมาเจริญเต็มที่ในสมัยที่เรียกว่ากอธิควิจิตร (Flamboyant gothic) ซึ่งมีอิทธิพลมาจากสมัยกอธิคเพอร์เพนดิคิวลาร์ (Perpendicular) ของอังกฤษ ที่เน้นเส้นตั้ง ซึ่งจะเห็นได้จากงานหน้าต่างกระจกรอบมหาวิหารกลอสเตอร์

เมื่อการใช้ความสูงในสมัยกอธิคทำได้ดีขึ้นในวัดและมหาวิหารก็มีการพยายามทำให้ดีกว่าเดิม จากหน้าต่างสี่เหลี่ยมมียอดโค้งแหลมมาเป็นหน้าต่างกลมที่เรียกว่า “หน้าต่างกุหลาบ” (rose window) ซึ่งเริ่มทำกันที่ประเทศฝรั่งเศส จากทรงง่าย ๆ ที่เจาะผนังหินบาง ๆ มาจนเป็นหน้าต่างลือที่มีแกนซึ่งจะเห็นได้จากหน้าต่างกุหลาบที่มหาวิหารซาร์ทร และที่เพิ่มความสลับซับซ้อนขึ้นอีกมากที่แซนท์ชาเปล (Sainte-Chapelle) ที่ปารีส หรือหน้าต่าง “ตาบาทหลวง” (Bishop's Eye) ที่มหาวิหารลิงคอล์น

ระหว่าง การปฏิรูปศาสนาที่ประเทศอังกฤษ ในระหว่างที่มีการการยุบอาราม ภายใต้การนำของพระเจ้าเฮนรี่ที่ 8 และในสมัย พระเจ้าเอ็ดเวิร์ดที่ 6 พระราชโอรส เมื่อคริสต์ศตวรรษที่ 16 หน้าต่างประดับกระจกสีถูกทุบทำลายไปมากและสร้างแทนที่ด้วยกระจกใสเกลี้ยงธรรมดา และต่อมาถึงคริสต์ศตวรรษที่ 17 ระหว่างสงครามกลางเมืองอังกฤษ ที่นำโดยโอลิเวอร์ ครอมเวลล์ ครอมเวลล์ต่อต้านลัทธิประติมานิยมหรือศิลปะนิยม (การใช้รูปปั้นหรือเครื่องตกแต่งเป็นสิ่งสักการะ) และสนับสนุนลัทธิการเข้าถึงศาสนาโดยจิตนิยมแทนที่ ผู้เชื่อถือในปรัชญานี้จึง ทำลายรูปสัญลักษณ์และสิ่งของอื่น ๆ ที่ถือว่าไม่ควรจะมีอยู่ในวัดรวมทั้งหน้าต่างกระจกไป เป็นอันมาก ที่เหลืออยู่ที่ฝีมือดี ๆ ก็ไม่มากเช่นที่ คฤหาสน์เฮ็นเกรฟฮอล ในซัพโพลด์ การทำลายครั้งหลังนี้ทำให้ศิลปะการตกแต่งด้วยกระจกสีเสื่อมลงจนกระทั่งมาฟื้นฟูกันใหม่เมื่อคริสต์ศตวรรษที่ 19

แต่ในขณะเดียวกันใน ผืนแผ่นดินใหญ่ยุโรป ถึงแม้ว่า นิกายโปรเตสแตนต์ จะเริ่มเป็นที่นิยมและมีการทำลายศิลปะทางศาสนาเช่นเดียวกับอังกฤษ แต่การตกแต่งกระจกสียังคงทำกันอยู่ในลักษณะแบบคลาสสิก ซึ่งจะเห็นได้จากงานที่ ประเทศเยอรมนี , ประเทศเบลเยียม และ ประเทศเนเธอร์แลนด์ ในสมัยนี้การผลิตกระจกสีที่ประเทศฝรั่งเศสทำมาจากโรงงานที่เมือง ลีมอซส์ และเมืองมูราน (Murano) ที่ประเทศอิตาลี แต่ในที่สุดการตกแต่งกระจกสีก็มาสิ้นสุดลงเอาระหว่าง การปฏิวัติฝรั่งเศสทั้งจากการบ่อนทำลายและการละลาย

การหันมาสนใจใน นิกายโรมันคาทอลิก ในประเทศอังกฤษมาริ เริ่มอีกครั้งในคริสต์ศตวรรษที่ 19 ซึ่งความสนใจส่วนใหญ่จะเป็นความสนใจในวัดแบบยุคกลางโดยเฉพาะวัดแบบกอธิค จึงทำให้มีการสิ่งก่อสร้างที่เลียนแบบที่เรียกว่า สถาปัตยกรรมฟื้นฟูกอธิค ซึ่งจอห์น รัสคิน ประกาศว่าเป็น “ลักษณะโรมันคาทอลิกแท้” ขบวนการสร้างสถาปัตยกรรมลักษณะนี้ นำโดยสถาปนิกออกัสตัส พิวจิน ซึ่งก็ได้มีการสร้างวัดใหม่ขึ้นมากในเมืองใหญ่อันเป็นผลจากการขยายตัว

ของประชากรอันเป็นสาเหตุมาจากการปฏิวัติอุตสาหกรรม และการซ่อมแซมวัดเก่าๆ ที่อยู่ในสภาพทรุดโทรม จึงทำให้มีการหันมาสนใจศิลปะการตกแต่งประดับกระจกสีกันขึ้นอีกครั้งหนึ่ง ในขณะเดียวกันก็มีการก่อตั้งบริษัทสำคัญๆ ที่มีชื่อในการทำศิลปะกระจกสี

บริษัทที่ก่อตั้งในคริสต์ศตวรรษที่ 19 ก็มาล้มละลายไปมากเมื่อต้นคริสต์ศตวรรษที่ 20 เพราะความนิยมในศิลปะแบบกอทิกเสื่อมลง แต่ความนิยมการทำหน้าต่างประดับกระจกสีมารุ่งเรืองขึ้นอีกครั้งหลังสงครามโลกครั้งที่ 2 เนื่องจากต้องมีการซ่อมแซมหน้าต่างกระจกอย่างมากมายที่ได้รับเสียหายจากสงคราม ช่างชาวเยอรมันเป็นผู้นำในการฟื้นฟูครั้งหลังนี้ ศิลปินคนสำคัญๆ ก็ ได้แก่เออร์วิน บอสซันยี (Ervin Bossanyi) ลุดวิก ซาฟฟราธ (Ludwig Schaffrath) โยฮันส์ ซีไรเตอร์ (Johannes Shreiter) ดักลาส ชตราคัน (Douglas Strachan) จูดิธ เช็คเตอร์ (Judith Schaechter) และคนอื่นๆ ที่แปลงศิลปะโบราณให้มาเป็นศิลปะร่วมสมัย ฉะนั้นแม้ว่างานส่วนใหญ่ที่สร้างกันในสมัยหลังสงครามโลกครั้งที่สอง จะไม่มีลักษณะที่พิเศษและเป็นผลงานจากการผลิตทางอุตสาหกรรมไม่ใช่งานสร้างสรรค์โดยศิลปิน แต่ก็ยังมีผลงานบางชิ้นที่มีคุณค่าควรแก่การพิจารณา เช่นงานหน้าต่างด้านตะวันตกของมหาวิหารแมนเชสเตอร์ที่อังกฤษโดยโทนี ฮอลลาเวย์ (Hollaway) ซึ่งเป็นงานที่มีฝีมือดีที่สุดในชิ้นหนึ่ง

ในประเทศฝรั่งเศสก็มีศิลปินสำคัญๆ เช่น ฌอง เรเน บาเซน (Jean René Bazaine) ที่วัดซังเซเวแร็ง (Saint-Séverin) และเกเบรียล ลัวร์ (Gabriel Loire) ที่ชาร์ทร์ส์ (Chartres) แก้ว "Gemmai" ซึ่งเริ่มประดิษฐ์โดยฌอง เป็นการวางแก้วสีเหลื่อมกันเพื่อให้ได้สีที่นุ่มนวลขึ้น (สารานุกรมเสรี. 2555: ออนไลน์)

1.2.2 ประเภทของกระจกสี

1. กระจกโฟลต (Float Glass) ที่เรียกชื่อดังกล่าวเนื่องมาจากกระบวนการผลิตกระจกประเภทนี้ มีคุณสมบัติที่ดี ผิวกระจกเรียบสนิท ทั้งสองด้าน มีความโปร่งใส สามารถทนทานต่อการใช้งานแบบปกติและร่องรอยขีดข่วนต่างๆ ได้เป็นอย่างดี กระจกโฟลตจะมีความหนาประมาณ 2-19 มิลลิเมตร นิยมนำไปใช้ในงานประตู หน้าต่าง งานตกแต่งอาคาร ตู้แสดงสินค้า และยังสามารถใช้ได้กับงานก่อสร้างที่ต้องการผนังเป็นกระจก ซึ่งต้องการกระจกที่มีความทนทาน และมีขนาดใหญ่เป็นพิเศษ

2. กระจกชิต (Sheet Glass) กระจกประเภทนี้มีคุณสมบัติที่น้อยกว่ากระจกประเภทแรกเพียงเล็กน้อย จึงนิยมนำไปใช้ในงานที่ไม่ต้องการความแข็งแรงทนทานมากนัก เช่น งานหน้าต่างบ้าน ของตกแต่งบ้าน ฯลฯ กระจกชิตยังสามารถแบ่งออกได้ตามลักษณะภายนอก คือ กระจกชิตใส กระจกชิตสี กระจกชิตฝ้า และกระจกชิตลวดลาย ที่นิยมนำมาใช้ในงานตกแต่งบ้าน คือ กระจกฝ้า ที่ทำจากการนำกระจกชิตมาขัดผิวให้มัวลง ซึ่งสามารถใช้กับงานฝากั้นห้อง หรือทำเป็นประตูกระจกใต้อันสำหรับกระจกลวดลาย คือ กระจกชิตที่มีการพิมพ์ ลวดลายลงไปบนผิวด้านใดด้านหนึ่ง จึงทำให้กระจกลวดลายนั้นสามารถมองผ่านได้สลัวๆ ซึ่งนิยมในการนำมาใช้งานตกแต่งภายใน เช่น โคมไฟ บานประตู หน้าต่าง และงานตกแต่งภายนอกอาคาร เป็นต้น (กลุ่มงานวิจัยเพื่ออนุรักษ์พลังงาน. 2555: ออนไลน์)

2. ข้อมูลด้านเทคนิคและกระบวนการผลิต

2.1 เทคนิคและกระบวนการผลิตเครื่องประดับแก้ว

เทคนิคและกระบวนการผลิตแก้ว

แก้วเป็นวัตถุโปร่งแสง หรือกึ่งโปร่งแสง ที่ได้จากการหลอมเหลวออกไซด์ของโลหะต่าง ๆ เช่น ซิลิกาออกไซด์ โซเดียมออกไซด์ แคลเซียมออกไซด์ และตะกั่วออกไซด์ จนได้เป็นของเหลวเนื้อเดียวกัน แล้วทำให้เย็นลงเป็นของแข็งรูปร่างต่าง ๆ ตามที่ต้องการไปใช้ประโยชน์ วัตถุดิบสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการผลิตแก้ว ได้แก่ 1. วัตถุดิบหลักตัวพื้น ได้แก่ ททราย (Silica Sand) 63% โซดาแอส (Soda Ash) 20% หินปูน (Limestone) 15%

2. วัตถุดิบและสารเคมีที่เป็นตัวเสริมในการทำแก้ว ได้แก่

- ตัวฟอกสีเพื่อให้ได้เนื้อแก้วใส ซีลีเนียม (Selenium), โคบอลต์ออกไซด์ (Cobalt Oxide)
- ตัวช่วยเร่งการหลอมละลาย เศษแก้ว (Cullet) ฟลูออโรสปาร์ (Fluorspar)
- ตัวไล่ฟองแก๊สที่เกิดจากการสลายตัวของวัตถุดิบ โซเดียม ซัลเฟต (Sodium Sulphate)
- ตัวให้ออกซิเจน โซเดียมไนเตรท (Sodium Nitrate)
- สารลดความหนืด ฟลูออโรสปาร์ (Fluorspar)
- สารเพิ่มความคงทน อะลูมินา (Alumina) ซึ่งได้จากแร่เฟลสปาร์ (Felspar)
- สาร Stabilize ซีลีเนียม สารหนู (Arsenic)
- สารทำให้เกิดสี เช่นโคบอลต์ให้สีน้ำเงิน ทองแดงให้สีทอง ซีลีเนียมให้สีแดงถ่าน ให้สีน้ำตาล ฯลฯ

น้ำตาล ฯลฯ

ขั้นตอนต่อไปนำเอาวัตถุดิบดังกล่าวเข้าเครื่องบดและผสมกันในอัตราส่วนที่เหมาะสมสำหรับแก้วแต่ละชนิด แล้วนำเข้าเตาหลอม อุณหภูมิ ประมาณ 1,500-1,600 องศาเซลเซียส จนส่วนผสมต่าง ๆ หลอมละลายเป็นแก้วเหลว แล้วส่งไปยังเครื่องขึ้นรูปเพื่อทำผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ต่อไป

เทคนิคการเป่าแก้ว

การเป่าแก้ว (glassblowing) เป็นการนำแก้วมาดัดแปลงให้เป็นรูปร่างต่าง ๆ ตามความต้องการ การเป่าแก้วนั้นมีความสัมพันธ์ระหว่างงานทางวิชาการและศิลปะ ต้องอาศัยการฝึกปฏิบัติให้มีความชำนาญจึงจะสามารถเป่าแก้วได้ตรงตามวัตถุประสงค์ของผู้ใช้งาน โดยทั่วไปพิจารณาวัตถุประสงค์การเป่าแก้วได้ 2 อย่างคือ

1. การเป่าแก้วทางวิทยาศาสตร์ (scientific glassblowing) หมายถึงการสร้างหรือซ่อมอุปกรณ์เครื่องแก้ว ที่ใช้ในการทดลองทางด้านงานวิทยาศาสตร์ และการทำวิจัย

2. การเป่าแก้วทางศิลปะ (artistic glassblowing) หมายถึง การเป่าแก้วเพื่อใช้เป็นอุปกรณ์ในการประดับ ตกแต่ง เช่น เป่าเป็นดอกไม้ หรือรูปสัตว์ต่างๆหากแบ่งการเป่าแก้วตามลักษณะการทำแก้วให้เป็นรูปร่างตามต้องการจะแบ่งได้เป็น 2 ประเภทด้วยกันคือ

ก. การเป่าแก้วโดยไม่ใช้ตะเกียงเป่าแก้ว เป็นวิธีการดั้งเดิม โดยนำแก้วหลอมมารวมกันไว้ที่ปลายท่อเหล็กที่ใช้เป่า (iron blow pipe) และเป่าให้เป็นรูปร่างตามความต้องการ ซึ่งการเป่าด้วยวิธีนี้ต้องใช้ช่างเป่าแก้วที่มีความชำนาญเป็นพิเศษ และใช้ระยะเวลาในการเป่านาน

ข. การเป่าแก้วโดยใช้ตะเกียงเป่าแก้ว เป็นวิธีการที่ใช้ตะเกียงเป่าแก้วมาช่วยหลอมแก้ว ทำให้เป่าแก้วได้รวดเร็ว และสามารถเรียนรู้ฝึกฝนได้ง่าย

เทคนิคการทำลูกปัดแก้ว

1. วิธีพัน การทำลูกปัดวิธีพัน ทำโดยการนำแท่งแก้วมาลนไฟที่ส่วนปลายจนเหลวตัวแล้วนำไปพันรอบแกนเส้นโลหะเหล็กหรือทองแดง เมื่อพันรอบแล้วก็ตัดส่วนที่เกินออกแล้วนำแกนเส้นลวดที่พันแก้วทับอยู่ไปลนไฟอีกทีโดยหมุนไปรอบ ๆ จนกว่าผิวแก้วที่เป็นรอบต่อนั้นจะเสมอกันซึ่งในเส้นลวดเส้นหนึ่ง อาจจะนำแก้วเหลวมาพันรอบ ๆ หลาย ๆ ลูกก็ได้ หลังจากนั้นไปลนไฟจนได้ที่แล้วก็นำมาปล่อยให้เย็น แกนเส้นลวดก็จะหดตัวมากกว่าตัวแก้ว ซึ่งจะทำให้ลูกปัดที่ติดอยู่ออกราง่าย และลูกปัดก็จะมีควมกว้างเท่ากับแกนเส้นลวดนั้น ๆ

2. วิธียัด การทำลูกปัดแก้วแบบยัด ทำโดยการนำก้อนแก้วที่เข้าเผาจนร้อนแดงออกมาโดยใช้แท่งเหล็กจิ้มออกมา จากนั้นนำแท่งเหล็กอีกแท่งหนึ่งมาจิ้มที่ก้อนแก้วจนร้อนนั้นแล้วจึงตัดก้อนแก้วนั้นให้เป็นรูปกรวยหรือพันให้เป็นรูปกลม โดยให้มีช่องที่ติดฟองอากาศขนาดใหญ่อยู่ภายใน ยัดก้อนแก้วออกเป็นหลอดยาว แล้วตัดออกเป็นชิ้นเล็ก ๆ ตามต้องการโดยไม่ต้องเจาะรู เพราะช่องฟองอากาศก็เป็นรูลูกปัดอยู่แล้ว และปล่อยให้เย็น ลูกปัดก็จะแข็งตัวขึ้น ที่ขอบรอบรูลูกปัดยังมีความคมอยู่ที่ปัดให้ลบคม การขัดขอบรอบรูลูกปัดด้วยวิธีง่าย ๆ และรวดเร็วคือ การนำลูกปัดจำนวนมากใส่ลงในถังกลมที่ผสมทรายหยาบ แล้วหมุนถังไปรอบ ๆ เพื่อให้ตัวเม็ดทรายทำหน้าที่ขัดผิวแก้ว ที่คมของลูกปัดให้เสมอกัน แต่ถ้าหมุนถ่วงนาน ๆ ก็อาจจะทำให้รูปร่างของลูกปัดเปลี่ยนแปลงไปได้ กรรมวิธีทำลูกปัดแบบยัดนี้อาจเพิ่มเติมสีสันลวดลายได้คือ นำเส้นแก้วที่ยังอ่อนตัวจากความร้อนมาวางทาบบนก้อนแก้ว โดยวางสลับลีกันแล้วยัดออก ก็จะได้หลอดแก้วที่มีลายเป็นเส้นยาวตามสีที่วางไว้ ลูกปัดที่สลับลีแบบนี้เรียกว่า Striped Bead แต่ถ้าหากนำมาพันทับกันเป็นชั้น ๆ เช่น ทาบกัน 5 ชั้นหรือ 6 ชั้น สลับลี เมื่อยัดออกแล้วนำไปตัดก็จะได้ ลูกปัดที่มีสีสลับลีกันเรียกว่า โรเซทท์ (Rosette)

3. วิธีพับ การทำลูกปัดแก้วแบบนี้ ทำโดยการนำแท่งแก้วที่ยาวและแบนมาลนไฟให้อ่อนตัว แล้วนำมาพันรอบแกนเส้นลวดเหมือนกันกับแบบพัน โดยจะเห็นรอยต่อตรงที่พับชนกันจะเป็นเส้นขนานกับรูลูกปัด ลูกปัดแบบพับนี้จะพบที่ประเทศอียิปต์และประเทศอินเดีย ซึ่งเป็นลูกปัดเมื่อราว 2,000 ปีมาแล้ว

4. วิธีกด การทำลูกปัดแก้วแบบนี้ ทำได้ในขณะที่แก้วยังอ่อนตัว ซึ่งสามารถทำลูกปัดรูปร่างต่าง ๆ ได้ทั้ง สีเหลี่ยม กลม กลมแบน แบนขอบหยัก หกเหลี่ยม หรือ แปดเหลี่ยม เป็นต้น

5. **วิธีขดให้เป็นเกลียว** วิธีนี้พบครั้งแรกในแบบของอียิปต์โบราณและของโรมัน โดยนำแท่งแก้วที่กำลังอ่อนตัวมาพันรอบๆ แกนเส้นลวด โดยขอให้เป็นเกลียวแล้วตัดออกเป็นชิ้นเล็กๆ

6. **วิธีหยอดและใช้มือเจาะรู** การทำวิธีนี้ ทำโดยหยอดแก้วหลอมจากแท่งแก้วลงบนจานดินเผาเป็นเม็ดๆ แล้วใช้ตะปู ลวด หรือของแหลม เจาะรูลงไปในขณะที่หยอดแก้วยังอ่อนตัวอยู่ ซึ่งจะพบมากในอินเดีย

7. **วิธีอบ** วิธีนี้ทำโดยเอาแก้วสีมาบดให้เป็นผง อาจจะใช้ขวดแก้วสีต่างๆที่แตกแล้วมาบดก็ได้ วิธีทำคล้ายการทำลูกปัด Faience ของอียิปต์โบราณ โดยการนำเอาแท่งไม้ที่มีความกว้างของเส้นผ่าศูนย์กลางราว 1 กระเบียด เจาะรูเข้าไปในก้อนดินเหนียวประมาณครึ่งนิ้วแล้วนำกิ่งไม้ขนาดเท่าก้านไม้ขีดตกลงไปตรงกลางของรูที่เจาะครั้งแรก แล้วเทผงแก้วสีต่างๆลงไปในรู สลับสีตามความต้องการ จากนั้นนำเอาก้อนดินเหนียวไปอบในกลางแจ้ง จะทำให้ผงแก้วละลาย และปล่อยให้แห้งไว้ให้แก้วเย็นและแข็งตัว ก้านไม้ตรงกลางจะหลุดออกเป็นรูลูกปัด (พัชรี สาริกบุตร. 2523: 157-159)

การผลิตแก้วเจียรไน

เริ่มจากการหลอมแก้ว การขึ้นรูป การอบ การเจียรไนและการตกแต่งการกัดด้วยกรด และล้างด้วยน้ำสะอาดการหลอม อุณหภูมิในการหลอมแก้วเจียรไนประมาณ 1,400 องศาเซลเซียส เตาที่ใช้เรียกว่า pot furnace คือหลอมในเบ้าทนไฟ เชื้อเพลิงที่ใช้มีหลายประเภท ได้แก่ น้ำมัน, แก๊ส และไฟฟ้า ระหว่างการหลอม ตะกั่วจะถูกเผาแบบลดออกซิเจนได้โลหะตะกั่ว ซึ่งจะตกตะกอนสู่พื้นเตาและกักร้อนกันเบ้าดังนั้นการเผาควรจะได้มีสารออกซิไดซ์ลงไปในส่วนผสมด้วย ในห้องปฏิบัติการสามารถใช้หลอมในเบ้าที่เป็นแพลท ดินมีการขึ้นรูป มักขึ้นรูปโดยใช้คนเป่า อาจเป่าลงในแบบพิมพ์โลหะหรือเป่าโดยอิสระการอบ การอบแก้วเจียรไน ลักษณะเตาอบจะคล้ายกับการอบแก้ว ประเภทโซดาไลม์ ลักษณะเตาเป็นเตาต่อเนื่องมีสายพานเคลื่อนที่ อุณหภูมิที่อบที่ร้อนที่สุดประมาณ 450 องศาเซลเซียส เวลาที่ใช้ในการอบขึ้นกับความหนาของผิวแก้ว ปกติจะใช้ระยะเวลา 1 ชั่วโมง ต่อผิวแก้วที่หนา 1 เซนติเมตรการเจียรไนและการตกแต่ง คือขั้นตอนที่นำ มาตกแต่งด้วยการเจียรไน เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีความสวยงามเป็นประกายแวววาวระยิบระยับเมื่อถูกแสงการกัดด้วยกรด เป็นกระบวนการสุดท้ายที่สำคัญของการผลิตแก้วเจียรไน การกัดด้วยกรดเพื่อต้องการเอาตะกั่วที่ผิวแก้วออกและทำให้ผิวแก้วแวววาวขึ้น สารเคมีที่นิยมใช้มากที่สุด คือ กรดกัดแก้วร้อยละ 5 ผสมกับกรดซัลฟูริก ร้อยละ 95 ระยะเวลาที่แช่ด้วยกรดประมาณครึ่งชั่วโมงและหลังจากนั้นจึงนำไปล้างด้วยน้ำสะอาดอีก กครั้งหนึ่งจะเห็นว่าขั้นตอนการผลิตแก้วเจียรไน จะไม่ค่อยยุ่งยากมากนักแต่ในการผลิตแก้วเจียรไนให้ได้ความสวยงามนั้นยุ่งยากมาก ซึ่งก็คงจะยุ่งยากในขั้นตอนการเจียรไนอย่างแน่นอน จะต้องอาศัยช่างผู้ชำนาญเป็นอย่างมาก

ประเทศที่มีชื่อเสียงทั้งในด้านการผลิต และการสะสมแก้วเจียรไนส่วนมากเป็นประเทศในแถบยุโรปและอเมริกา เมื่อ 500 – 600 ปีที่แล้วเซโกสโลวะเกียเคยเป็นผู้นำ มาก่อน แล้วจึงแพร่สู่อิตาลี ฝรั่งเศส สวิตเซอร์แลนด์ อังกฤษ และเลยไปถึงยุโรปตะวันตก ความนิยมขึ้นอยู่กับผู้คนในแต่ละยุคสมัย บางยุคอาจนิยมแก้วเจียรไนชนิดใสๆ ไม่มีลวดลาย บางยุคคนกลับนิยมแก้วเจียรไนที่มีลายสวยวิจิตรสวยงาม มีเหลี่ยมมุมมาก และบางยุคก็เปลี่ยนมานิยมเนื้อเกลี้ยงผู้ที่ชอบแบบที่เจียรไนมาก ๆ ก็จะเลือกซื้อเครื่องแก้วของโบฮีเมีย แต่ถ้าชอบเรียบๆ จะเห็นว่าแก้วเจียรไนของออร์ริเฟอร์สตุคลาสสิกกว่า ถ้าไม่ชอบแบบใสๆ เรียบๆ แต่ก็ไม่ชอบแบบมีลวดลายมาก ๆ ก็อาจจะเลี้ยงไปเก็บของลาลีคซึ่งมีชื่อด้านแก้วรุ่น แต่ละยี่ห้อจะมีจุดเด่นของตัวเอง ส่วนมากทุกยี่ห้อจะผลิตออกมาทุกแบบ ขึ้นอยู่ที่ว่า แบบไหนจะขึ้นชื่อ มากกว่าเท่านั้นเองแต่ไม่ว่าจะเป็นแก้วเจียรไนยี่ห้อไหนองค์ประกอบ บำรุง คัญที่สุดของมันคือความเป็น "แก้ว" หรืออย่างน้อยๆ ก็ต้องมีส่วนผสมที่สามารถรวมกันเป็นก้อนแก้วได้ เช่นทราย อะลูมินา แคลเซียมออกไซด์ แต่ที่พิเศษกว่านั้นคือ แก้วเจียรไนจะต้องมีตะกั่วออกไซด์มากกว่า 24% เมื่อทุกยี่ห้อต้องใช้แก้วเจียรไนที่มีองค์ประกอบเดียวกัน ผู้ผลิตแต่ละรายจึงต้องพยายามหาสูตรส่วนผสม หรือกรรมวิธีการผลิต ที่จะทำให้ผลิตภัณฑ์ของตนได้รับความนิยม หรือมีชื่อเสียงโดดเด่นเหนือรายอื่นๆ การแสดงความโดดเด่นนี้รวมไปถึงรูปทรงของแก้วเจียรไนด้วย ว่าผู้ผลิตรายใดจะออกแบบได้งดงามหรูหรา ประณีต และดูมีราคาได้มากกว่ากันด้วย แลละ ลวดลายบนเครื่องแก้ว รูปทรงของแก้ว และรูปร่างของแก้วเจียรไนย่อมเป็นจุดดึงดูดอย่างแรกที่จะทำให้ผู้คนหันมาสนใจได้แก้วเจียรไนจึงแตกแขนงออกไปเรื่อยๆ จากแก้วน้ำ จาน ชาม ไปสู่อ่างน้ำพุ เขียวอก ถ้วยกาแฟต้นไม้ สัตว์นานาชนิด พาหนะทุกรูปแบบและรวมถึงการเป็นส่วนประกอบเล็กๆ ที่ไม่อาจมองข้าม (เพราะส่งแสงวูบวาบนัยน์ตาดีแท้) เช่น ตกแต่งบนเสื้อผ้า รองเท้า กระเป๋า ตุ้มหู และเครื่องประดับต่างๆ จนถึงวันนี้ คริสตัลจึงไม่ใช่เพียงเครื่องใช้ในครัวเท่านั้น หากยังเป็นเครื่องประดับ เครื่องแต่งบ้าน เครื่องแต่งตัวไปจนถึงเครื่องแสดงรสนิยม และแสดงความร่ำรวยของผู้เป็นเจ้าของ ดังนั้นการเลือกซื้อแก้วเจียรไน จึงควรพิจารณาให้ดีก่อนว่าแก้วใบนั้นมีเนื้อละเอียด มีเสียงกังวาน ไม่มีรอยร้าว รอยกระเทาะหรือแตกบิ่นแม้แต่จุดเล็กๆ วิธีการพิสูจน์ว่าไม่มีรอยร้าวพวกนี้ก็คือ ใช้นิ้วดีดเบาๆ ถ้าเสียงไม่กังวานแสดงว่ามีรอยร้าวหรือตำหนิ เพราะรอยเหล่านี้อาจถูกคนขายฝืนออกจนมองไม่เห็นได้ แต่เสียงของมันจะบอกเองว่าคุณภาพของเนื้อแก้วเป็นอย่างไร

2.2 เทคนิคและกระบวนการผลิตเครื่องประดับกระจกสี

เทคนิคและกระบวนการผลิตกระจกสี

ผลิตขึ้นโดยการผสมโลหะออกไซด์เข้าไปในส่วนผสม ในขั้นตอนการผลิตกระจก ทำให้กระจกมีสีสนั่นคุณสมบัติ

1) ผิวกระจกร้อน เนื่องจากสีของเนื้อกระจกที่เกิดจากการเติมโลหะออกไซด์ต่างๆ เป็นตัวดูดความร้อน ทำให้ความร้อนจากกระจกแผ่เข้ามาภายในอาคาร

2) ตัดแสงไม่ให้เข้ามาภายในอาคารมาก กระจกสีมีค่าสัมประสิทธิ์เปรียบเทียบการบังแดดต่ำกว่ากระจกใสมาก เมื่อค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดต่ำมาก ๆ แสงเข้าน้อยทำให้ความร้อนเข้ามาได้น้อยด้วย

3) สามารถ สกัดกั้นความร้อนจากแสงอาทิตย์ ที่ตกกระทบกระจกสีได้มากกว่ากระจกใส ปริมาณการดูดกลืนความร้อนขึ้นอยู่กับ ส่วนผสมของเนื้อกระจก ซึ่งสามารถผลิตให้มี การสกัดกั้นรังสีอาทิตย์ได้หลายระดับ แต่ผิวกระจกจะร้อนขึ้นเมื่อมีการสกัดกั้นรังสีมาก

4) ช่วยลดความจ้าของแสงที่ส่งผ่านกระจกสีทำให้ได้แสงที่นุ่มนวลและเกิดความสบายตาในการมอง

ข้อควรพิจารณาในการใช้งาน

1) ไม่ควรให้ลมเย็นจากเครื่องปรับอากาศเป่ากระทบผิวหนังหน้าของกระจกโดยตรง เพราะจะทำให้กระจกสูญเสียพลังงานมาก

2) ไม่ควรติดผ้าม่านที่มีความหนาทึบ หรือวางตู้เหล็ก หรือสิ่งของอื่นๆ ชิดกับกระจก หรือติดตั้งปิดบังกระจกโดยไม่มีการถ่ายเทความร้อน เพราะอาจทำให้กระจกสะสมความร้อนเพิ่มขึ้น และเป็นสาเหตุให้กระจกสีแตกร้าวได้ง่าย

3) ไม่ควรทาสีหรือติดแผ่นกระดาษใดๆ ลงบนผิวกระจก

4) ควรจะต้องมีการตัดหรือฝนขอบกระจกให้เรียบ เพื่อให้ขอบกระจกมีความทนทานต่อการแตกร้าวจากแรงดึงและแรงเค้นที่ผิวและขอบของกระจก

เทคนิคการแกะกระจกสี

งานช่างแกะกระจกสี เป็นรูปแบบงานที่มีแบบอย่างมาจากต่างประเทศ โดยเป็นการนำงานศิลปหัตถกรรมประยุกต์เข้ากับกระจกสีและน่าจะเกิดขึ้นใหม่เมื่อประมาณ 10 กว่าปีมานี้ ลักษณะงานช่างประเภทนี้สามารถนำไปตกแต่งภายในอาคารสถานที่และตกแต่งพื้นที่ต่างๆ ให้เกิดรูปลักษณะสวยงามเด่นสะดุดตา ด้วยสีสน์ของกระจกที่มีแบบและสีสน์ให้เลือกใช้มากมาย กับทั้งการออกแบบที่แปลกใหม่เน้นประโยชน์ใช้สอยและความงามได้อย่างลงตัว “งานช่างแกะกระจกสี” เป็นงานช่างที่เกิดขึ้นจากการนำเศษกระจกสีที่เหลือใช้จากการตกแต่งบ้านมาประยุกต์เป็นชิ้นงานใหม่ เทคนิควิธีการทำอยู่ที่การเล่นลวดลาย แสงสี ที่มีความโปร่งแสง การติดกระจกให้เป็นไปตามลวดลายตามการออกแบบ โดยเฉพาะการเจียขอบกระจกให้ตรงให้ต่อตามลวดลายได้ ไม่ให้เกิดช่องว่างซึ่งจะมีผลต่อความมั่นคงแข็งแรงของตัวชิ้นงานต่อมา ความสำคัญของงานกระจกสีแบบนี้ เมื่อพิจารณาถึงรูปแบบ ลวดลาย และสีสน์ จะเป็นงานช่างที่มีอนาคตสดใสไปอีกนานด้วยลักษณะของงานค่อนข้างมีความร่วมสมัย สอดคล้องกับผู้บริโภคในยุคสมัยปัจจุบันมาก หากได้มีการส่งเสริมพัฒนาจุดอ่อนเกี่ยวกับรูปแบบให้มีความเป็นไทยเพิ่มขึ้นก็น่าจะช่วยให้ภูมิช่างแกะ

กระจกสีนี้มีคุณค่าเพิ่มขึ้นในอีกมิติหนึ่งแต่เทคนิคการแกะกระจกดังกล่าวมีข้อจำกัดในการผลิตคือ ต้องใช้แรงงานคนในการประกอบชิ้นงาน ซึ่งหากมองในแง่อุตสาหกรรมการผลิต อาจล่าช้ากว่าการใช้เครื่องจักร หรือใช้เทคนิคช่วยในการประกอบชิ้นงาน

การประดิษฐ์งานกระจกสีด้วยแถบทองแดง

เป็นวิธีการทำกระจกสีมาตัดให้มีขนาดและรูปทรงตามแบบที่กำหนด ขัดแต่งขอบและริมขอบนอกชิ้นกระจกเพื่อลบความคมและทำให้มีความเรียบสม่ำเสมอ จึงหุ้มขอบขอบของชิ้นกระจกแต่ละชิ้นด้วยแถบทองแดง ให้แถบทองแดงที่เกยปิดทับบนผิวกระจกทั้งด้านหน้าและหลังนั้นมีขนาดความ กว้างใกล้เคียงกัน กดแถบทองแดงให้ติดแน่นแนบสนิทกับผิวกระจกทุกด้าน นำชิ้นกระจกนั้นจัดวางเรียงกันในแบบ/ผังงาน ทำการบัดกรีบริเวณรอยต่อระหว่างชิ้นกระจกแต่ละชิ้นที่ถูกห่อหุ้มด้วยแถบทองแดง โดยบัดกรีชิ้นกระจกที่ถูกวางเรียงให้อยู่ชิดติดกันตะกั่วจะละลายเกาะติดบนแถบทองแดงเหล่านั้นยึดกระจกทั้งสองชิ้นให้ติดกัน บัดกรีรอยต่อทั้งหมดจนครบหมดทุกชิ้น กระจกชิ้นเล็กๆเหล่านั้นจะติดกันเป็นแผ่นใหญ่ขึ้น จึงพลิกกลับอีกด้านหนึ่งแล้วทำการบัดกรีเชื่อมรอยต่อของแนวแถบทองแดงให้ครบทุกเส้น จึงจะปรากฏผลการประดิษฐ์ชิ้นงานด้วยวิธีการใช้แถบทองแดงตามต้องการ วิธีนี้เหมาะสำหรับการประดิษฐ์ชิ้นงานที่มีขนาดไม่ใหญ่มากส่วนใหญ่เป็นผลิตภัณฑ์ขนาดเล็ก สำหรับงานกรอบรูป ภาพประดับฝาผนัง โคมไฟ นาฬิกา และกล่องต่างๆ เป็นต้น การประดิษฐ์งานกระจกสีด้วยแถบทองแดงจึงใช้แถบทองแดงเป็นสื่อกลางการเชื่อมประสานระหว่างชิ้นกระจกกับตะกั่วบัดกรี เนื่องจากกระจกไม่ติดกับตะกั่วบัดกรีจึงจำเป็นต้องหุ้มรอบด้วยทองแดง เพื่อเป็นสื่อในการบัดกรีให้กระจกแต่ละชิ้นยึดติดกัน ตะกั่วบัดกรีจึงทำหน้าที่เป็นโครงสร้างหลักและเป็นวัสดุยึดต่อชิ้นกระจกให้ติดกันในแนวระนาบเพื่อขยายชิ้นงานตามขนาดที่ต้องการ และการประดิษฐ์ เพื่อการประกอบผลิตภัณฑ์รูปทรงต่างๆ แต่การประดิษฐ์ผลงานด้วยแถบทองแดงนั้นมีขอบเขตจำกัดนำไปใช้ระดับหนึ่งซึ่งเกี่ยวข้องกับขนาดและความแข็งแรงคงทนของชิ้นงาน ด้วยคุณสมบัติของแถบทองแดงที่มีความบอบบางกว่ารางโลหะ ดังนั้นความแข็งแรงทนทานย่อมมีน้อยกว่าวิธีการประดิษฐ์ด้วยรางโลหะ แต่สามารถประดิษฐ์ลวดลายที่ซับซ้อนและลวดลายขนาดเล็กที่มีความละเอียดได้ดีกว่าการประดิษฐ์ด้วยรางโลหะ

การประดิษฐ์งานกระจกสีด้วยรางโลหะ

เป็นวิธีการนำกระจกสีที่ถูกตัดให้มีขนาดและรูปทรงตามแบบ ขัดแต่งขอบและริมขอบนอกชิ้นกระจกเพื่อลบความแหลมคมของกระจกและทำให้มีความเรียบสม่ำเสมอ จึงหุ้มชิ้นกระจกเหล่านั้นโดยรางโลหะซึ่งถูกตัดให้โค้งงอตามรูปทรงของกระจกแต่ละชิ้น (รางโลหะนั้นมีลักษณะรูปทรงแตกต่างกันหลายรูปแบบขึ้นอยู่กับความเหมาะสมในการใช้งาน ซึ่งโดยทั่วไปจะนิยมใช้ชนิดมีแกนกลางริมสองข้างเป็นร่อง สำหรับเสียบหรือสอดชิ้นกระจกให้ยึดติดกับรางโลหะ) หุ้มกระจกทุกชิ้นภายในชิ้นงานรวมนั้น แล้วบัดกรีรอยต่อแต่ละจุดให้ยึดติดแน่นทั้งด้านหน้าและด้านหลัง

ปรากฏผลการประดิษฐ์ขึ้นงานตามต้องการ วิธีนี้เหมาะสมสำหรับการประดิษฐ์ขึ้นงานที่มีขนาดกลางถึงขนาดใหญ่เพราะมีโครงสร้าง ร่างที่แข็งแรงมั่นคงกว่าใช้แถบทองแดง เนื่องจากรางโลหะมีความแข็งแรงคงทนกว่า สามารถทำหน้าที่เป็นโครงสร้างหลักและห่อหุ้มชิ้นกระจกให้เป็นลวดลายต่างๆได้ในขณะเดียวกัน ประดิษฐ์ขึ้นงานได้หลากหลายประเภท อาทิ การตกแต่งอาคารสถานที่ ทำกรอบประตู กรอบหน้าต่าง ผ้าเพดาน และผนังอาคาร เป็นต้น แต่วิธีการประดิษฐ์ด้วยรางโลหะมีข้อจำกัดให้ด้านความละเอียดของลวดลายและขนาดของชิ้นกระจก เนื่องจากรางโลหะมีความหนา การตัดโค้งงอตามลวดลายและรูปทรงของชิ้นกระจกที่มีขนาดเล็กนั้น ย่อมทำได้ยากลำบากกว่าลวดลายและชิ้นกระจกขนาดใหญ่ ดังนั้นในการออกแบบลวดลายจึงต้องคำนึงถึงความสอดคล้องกับเทคนิควิธีการประดิษฐ์ขึ้นงานซึ่งถือเป็นสิ่งสำคัญประการหนึ่ง ซึ่งผู้ประดิษฐ์งานกระจกต้องคำนึงอยู่เสมอ (สมจิตต์ โสมวิเศษ และจิรวรรณ จงสมบุญสุข. 2549: 39-40)

3. ข้อมูลด้านการออกแบบ

3.1 การออกแบบเครื่องประดับ

ศิลปะเครื่องประดับ

ปัจจุบันสถาบันการเรียนการสอนศิลปะในมหาวิทยาลัยและวิทยาลัย ได้ให้ความสำคัญศิลปะเครื่องประดับมาก โดยเปิดสอนและให้การสนับสนุนอย่างเต็มที่ ในต่างประเทศ วิชาการออกแบบเครื่องประดับและการทำเครื่องประดับนี้เป็นวิชาเอกและวิชาเลือกในระดับปริญญาตรี ปริญญาโทและปริญญาเอกมานาน แต่ในประเทศไทยเรานั้น เพิ่งจะได้รับความสนใจ อาจเป็นเพราะนักออกแบบเครื่องประดับ (jewelry designer) กำลังเป็นที่ต้องการในตลาดเครื่องประดับและเครื่องประดับของไทยได้กลายเป็นสินค้าส่งออกที่มีชื่อเสียง เช่นเดียวกับสินค้าส่งออกอื่นๆ ความเด่นของเครื่องประดับในประเทศไทยคือความงดงามประณีต ละเอียดอ่อน และใช้วัสดุธรรมชาติซึ่งหายากในต่างประเทศ แต่มีมากในประเทศเรา เช่น ทับทิมสยาม ไพลิน เขี้ยวส่อง ฯลฯ สิ่งดังกล่าวนี้คือ หินสีที่มีความสดใสเมื่อเจียรในเลนเหล็กลมแล้วจะแวววับจับตา ซึ่งราคาสูงมาก เพราะหาได้ยากมีไม่มากนัก

ก่อนหน้านี้เครื่องประดับในประเทศไทยจะก้าวไปสู่การเป็นสินค้าส่งออกนั้น การออกแบบเครื่องประดับยังคงใช้รูปแบบซ้ำๆ ที่เคยมีมาแต่อดีต ยังไม่มีรูปแบบของเครื่องประดับที่แสดงออกถึงความคิดแปลกใหม่ในงานเครื่องประดับ แต่ในปัจจุบันการออกแบบเครื่องประดับได้กลายเป็นสิ่งสำคัญยิ่งต่อการสร้างสรรค์งานเครื่องประดับ

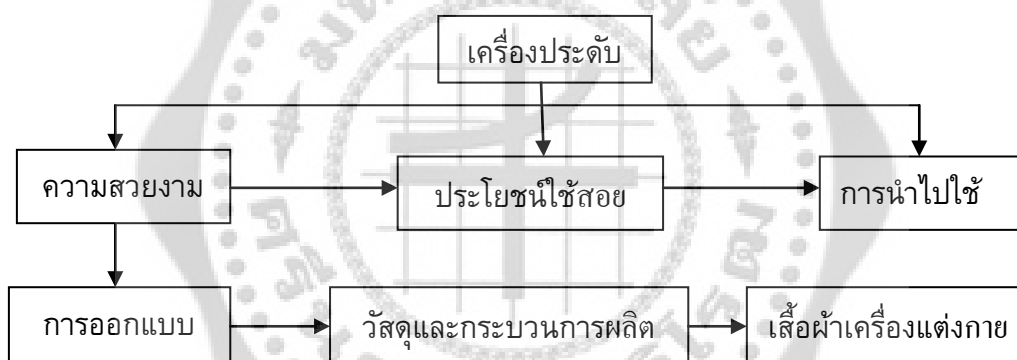
นักออกแบบจะต้องเรียนรู้กฎเกณฑ์ ทฤษฎี ของการออกแบบก่อน เพื่อจะนำไปใช้ให้เกิดความสวยงาม ความกลมกลืน ฯลฯ สำหรับรูปแบบที่จะเป็นโครงสร้างของเครื่องประดับชิ้นนั้นๆ นักออกแบบเครื่องประดับจะต้องรู้ว่า เครื่องประดับชิ้นนั้นใช้วัสดุอะไรทำ และมีกระบวนการทำอย่างไร การออกแบบใช้จะเพียงแต่เขียนภาพระบายสีสวยงาม เพราะแบบบางแบบออกแบบได้สวยงาม แต่ไม่อาจจะทำตามแบบได้ เพราะนักออกแบบออกแบบได้ แต่ไม่รู้กระบวนการทำนั้นเอง เช่นเดียวกัน

กับนักออกแบบเสื้อผ้า ที่เขียนรูปเสื้อ ผ้าสวยๆได้ ออกแบบตามที่ตนจินตนาการ แต่ไม่รู้โครงสร้างของเสื้อผ้า แบบที่ออกแบบไปจึงไม่สามารถนำไปใช้ในชีวิตได้จริง เป็นเพียงภาพประกอบเท่านั้น ซึ่งคุณค่าของงานก็แตกต่างกันด้วย

การศึกษาด้วยการดูมาก ๆ พิจารณาการออกแบบจากของจริง จากหนังสือ การออกแบบเครื่องประดับ มีส่วนช่วยให้เห็นข้อดีข้อเสียจากการออกแบบเครื่องประดับได้อย่างมาก

เครื่องประดับกับเครื่องแต่งกาย

คุณประโยชน์ของเครื่องประดับที่ใช้อย่างจริงจังนั้นดูจะมีอยู่น้อยมากถ้าจะเปรียบคุณประโยชน์กับสิ่งของอื่นๆที่ใช้อยู่ในชีวิตประจำวัน แต่เครื่องประดับก็มีความสวยงามเป็นจุดประทับใจ ส่วนประโยชน์ใช้สอยเป็นผลพลอยได้ ดังนั้น การออกแบบเครื่องประดับจึงเน้นจุดสนใจด้านความสวยงามก่อนเป็นสำคัญ ซึ่งรวมไปถึงความละเอียดประณีตด้วย ประโยชน์ใช้สอยเป็นสิ่งรองลงไป ในขณะที่เดียวกันเครื่องประดับมักจะเป็นเรื่องของผู้หญิงมากกว่าผู้ชาย



คุณประโยชน์ของเครื่องประดับที่มีต่อเครื่องแต่งกาย

- ช่วยเน้นจุดเด่นที่ควรเน้นให้เด่นชัดขึ้น
- ช่วยแก้บอกร่องของเครื่องแต่งกายให้ลดลง
- เปลี่ยนความจำเจของเครื่องแต่งกายไม่ให้ซ้ำซากจืดจาง
- เสริมบุคลิกของผู้สวมใส่ให้มีความเชื่อมั่นในตนเอง
- บอกรสนิยมของผู้ใช้

การเลือกใช้เครื่องประดับให้สัมพันธ์กับเครื่องแต่งกาย

- ความเหมาะสมในรูปทรงเครื่องประดับต่อเครื่องแต่งกาย
- วัสดุและสีของเครื่องประดับที่นำมาใช้กับเครื่องแต่งกาย
- เครื่องประดับสัมพันธ์กับรูปร่าง ผิว และอวัยวะที่จะเสริมแต่ง
- โอกาสและสถานที่ที่จะใช้เครื่องประดับ

ประเภทของเครื่องประดับ

เราพอจะจำแนกเครื่องประดับได้ 2 ประเภทใหญ่ๆ ดังนี้

- เครื่องประดับที่ใช้ในเวลากลางคืน
- เครื่องประดับที่ใช้ในเวลากลางวัน

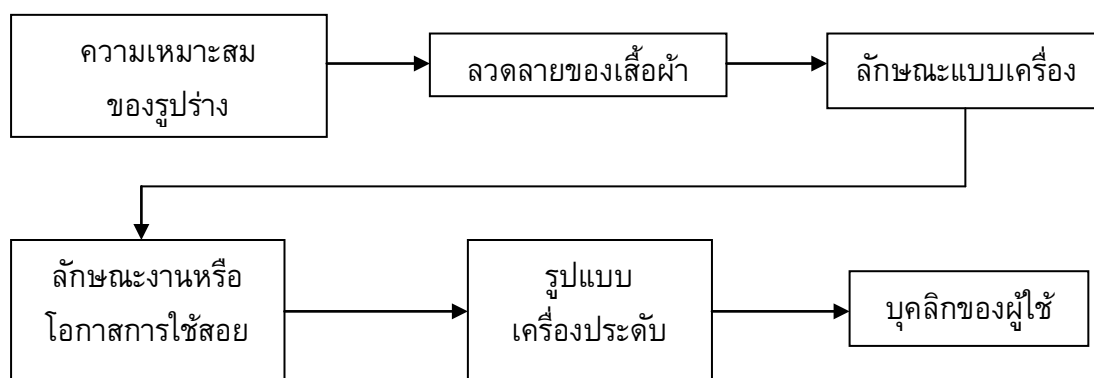
เกี่ยวกับการใช้เครื่องประดับในเวลากลางคืนและกลางวัน มีข้อแตกต่างกันคือ

เครื่องประดับที่ใช้ในเวลา กลางคืน ควรเป็นเครื่องประดับที่ทำจากวัตถุที่มีแสงแวววาว เมื่อกระทบแสงไฟแล้วเกิดประกายแสงวูบวาบ แบบของเสื้อผ้าที่จะใช้กับเครื่องประดับไม่ควรเป็นแบบรุงรัง ระบาย มีปกหรือลวดลายของเสื้อผ้าเออะเทอะ เป็นต้น เพราะแบบรุงรังจะไม่ทำให้เครื่องประดับเด่น สีของเครื่องแต่งกายที่ใช้ประกอบกับเครื่องประดับในเวลากลางคืนควรเป็นสีทึบ สีที่มีสีด้าผสม หรือเป็นสีที่อยู่ในวรรณะเย็น เช่น สีดำ สีน้ำเงิน สีเขียวเข้ม สีม่วงเข้ม เป็นต้น เครื่องประดับกับร่างกาย

รูปร่างของผู้ใช้มีส่วนที่จะเน้นให้เห็นความเหมาะสมหรือไม่เหมาะสมระหว่างเครื่องประดับกับเครื่องแต่งกายได้มาก เช่น คนรูปร่างผอมสูง ใช้เครื่องประดับสีเข้มขนาดใหญ่ ไม่ว่าจะเป็นอย่าง หู สร้อยคอ เข็มกลัด ความขัดแย้งจะเห็นออกมาอย่างชัดเจน ตรงกันข้ามกับคนที่มีรูปร่างอ้วนใหญ่ใช้สร้อยคอสั้นใหญ่ติดคอ จะทำให้เห็นความไม่เหมาะสมนั้นอย่างชัดเจนเช่นกัน ดังนั้น ก่อนที่จะเลือกเครื่องประดับ ผู้ใช้จะต้องศึกษาถึงสภาพแท้จริงของรูปร่าง สีผิว บุคลิกของตนเองก่อน เพื่อให้สามารถเลือกเครื่องประดับได้เหมาะสม

ก่อนที่จะเลือกใช้เครื่องประดับ ควรศึกษารายละเอียดดังต่อไปนี้ เช่น คนรูปร่างอ้วนใหญ่ ควรเลือกใช้เครื่องประดับขนาดกลาง ไม่เล็กหรือใหญ่เกินไป หลีกเลียงแบบรุงรัง ควร เลือกแบบที่เรียบง่าย อย่าใช้ลวดลายเสื้อผ้าที่มีความใหญ่โตชนิดที่เป็นดอกกระจายใหญ่ๆ สีที่สดใสหรือ ฝ้าที่เป็นมันไม่ควรใช้ แบบเครื่องแต่งกายไม่ควรใช้ชนิดที่มีระบาย หรือจีบพองฟู เครื่องประดับที่ใช้ควรเป็นประเภทที่ถ่วงยาว สีเครื่องประดับใช้สีเข้มจะดีกว่าสีอ่อน แบบไม่ควรใหญ่เทอะทะ สำหรับคนผอมเลือกเครื่องประดับได้ง่าย ของเสื้อผ้าประกอบไปด้วย

การใช้เครื่องประดับให้เหมาะสม



ความคิดสร้างสรรค์กับรูปแบบเครื่องประดับ

การสร้างสรรค์คืออะไร การสร้างสรรค์คือการทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งขึ้นมา ถ้าวรรณคำว่า “คิดสร้างสรรค์” หมายถึง การคิดสิ่งใดสิ่งหนึ่ง เป็นการแสดงออกซึ่งความคิดสร้างสรรค์ทั้งด้านความคิดและการกระทำสิ่งที่คิดนั้นริเริ่มเป็นสิ่งแปลกใหม่ ไม่ซ้ำกับแบบของเดิมที่มีอยู่ ดัดแปลงให้เปลี่ยนไป

ความคิดสร้างสรรค์เป็นคำที่คุ้นเคยมากในวงการศึกษายุคปัจจุบัน ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ที่ได้ใจความเด่นชัดคือ การคิด สร้างสิ่งใหม่ที่ดีกว่าสิ่งเก่า นำความแปลกใหม่ที่ไม่เคยมีผู้คิดค้นมาก่อนสร้างให้ปรากฏเป็นผลงานและนำออกมาสู่สายตาของคนทั่วไป เพื่อประโยชน์ส่วนรวม ทั้งความดีงามและความเหมาะสม การฝึกให้เป็นผู้มีความคิดสร้างสรรค์ขึ้นอยู่กับประสบการณ์ สิ่งแวดล้อม ความเคยชินจากการ ฝึกให้คิดอยู่เป็นประจำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งจะต้องมีบรรยากาศที่เป็นเสรีภาพ อิสระทางความคิด ไม่ถูกบังคับให้คิดอยู่ในแวดวงจำกัด เสรีภาพจึงเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับความคิดสร้างสรรค์มาก

ความคิดสร้างสรรค์

1. **ความคิดสร้างสรรค์ด้านความคิด** ลักษณะความคิดสร้างสรรค์ด้านความคิดเน้นเรื่องความคิดที่แปลกใหม่ไม่เคยมีผู้ใดคิดมาก่อน ความคิดนั้นสามารถนำมาใช้ได้จริง หรือเป็นความคิดที่ไม่ต้องสร้างสรรค์วัตถุก็ได้

2. **ความคิดสร้างสรรค์ด้านประโยชน์ใช้สอย** ได้แก่ ความคิดดัดแปลง การสร้างสรรค์วัตถุ การนำสิ่งของไปใช้ในหลาย ๆ ด้าน และการสร้างสิ่งของให้ เหมาะสมกับประโยชน์ใช้สอย สำหรับความคิดสร้างสรรค์ด้านนี้ นับว่ามีบทบาทต่อสิ่งของเครื่องใช้ในชีวิตประจำวัน

3. **ความคิดสร้างสรรค์ด้านความงาม** สำหรับความคิดสร้างสรรค์ในด้านนี้ จะมุ่งที่ความงามแปลกใหม่เป็นหลัก เป็นความสวยงามที่เปลี่ยนแปลงได้ ซึ่งความคิดสร้างสรรค์ด้านความงามนี้ นับเป็นส่วนหนึ่งของการสร้างสรรค์งานศิลปะทุกประเภท และเป็นหัวใจของการสร้างงานเครื่องประดับอีกด้วย

ในการออกแบบ เครื่องประดับ หากสามารถนำความคิดสร้างสรรค์ทั้งสามลักษณะมารวมเข้าไว้ในงานชิ้นเดียวกันได้ งานชิ้นนั้นจะเป็นงานที่สมบูรณ์แบบมากที่สุด และ จัดได้ว่าเป็นงานที่มีคุณค่าอย่างพร้อมมูล และในขณะเดียวกัน ผู้สร้างงานอาจจะมุ่งเน้นความคิดสร้างสรรค์ไปทางด้านใดด้านหนึ่งได้เช่นกัน ผลงานเครื่องประดับจำเป็นต้องมีความคิดสร้างสรรค์ทั้ง 3 ประเภท เข้ารวมอยู่ด้วย โดยเฉพาะนักออกแบบ จะต้องเป็นบุคคลที่มีความฉับไวในด้านความคิด และสรรหาวัสดุแปลกใหม่มาใช้ให้สัมพันธ์กับแบบ โดยคำนึงถึงคุณค่าของงานด้านประโยชน์และความงามร่วมกัน (วรรณรัตน์ อินทร์อ่ำ. 2536: 1-13)

การออกแบบเครื่องประดับในปัจจุบัน จะเน้นเรื่องความเรียบง่ายของรูปทรง ลักษณะงานออกแบบที่เรียบง่ายคือ งาน ออกแบบไม่มีความซับซ้อน ไม่ต้องใช้ลวดลายมาก เหตุผลที่งานออกแบบเครื่องประดับในปัจจุบันเน้นเรื่องความง่าย ขึ้นอยู่กับสาเหตุหลายอย่าง เป็นต้นว่า

1. งานที่เกี่ยวข้องกับการผลิตใช้เครื่องมืออุปกรณ์มากขึ้น และบางชนิดผลิตด้วย

เครื่องจักร

2. การออกแบบให้สัมพันธ์กับสภาพของสังคมที่เปลี่ยนไป นำเอาวัสดุราคาถูกลงมาใช้มากขึ้น
3. รสนิยมในการออกแบบเกี่ยวกับเครื่องประดับที่เปลี่ยนไป จากความยุ่งยากมาสู่ความเรียบง่าย
4. เสรีภาพทางความคิดสร้างสรรค์มีมากขึ้น และเพื่อให้สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงอันรวดเร็ว

ลักษณะเครื่องประดับที่ดี

1. ความสัมพันธ์ระหว่างแบบและวัสดุ
2. มีความสวยงามและนำไปใช้ประโยชน์ได้จริง แต่คุณประโยชน์ที่ใช้ไม่จำเจเพียงด้านเดียว สามารถดัดแปลงไปใช้กรณีอื่นๆได้บ้างตามความเหมาะสม
3. แบบเรียบง่ายไม่รุงรังเกะกะ ไม่เกาะเกี่ยวเสื้อผ้า ใช้สบายไม่เป็นอันตรายต่อผู้ใช้
4. ราคาไม่สูงหรือแพงจนเป็นอันตรายต่อผู้ใช้
5. สร้างความสง่าภาคภูมิใจให้กับผู้ใช้ เสริมบุคลิกของผู้ใช้ให้ดีขึ้น
6. ทำความสะอาดง่าย วัสดุที่ใช้ทำมีความทนทาน ทนต่อดินฟ้าอากาศที่เปลี่ยนแปลงและไม่เปลี่ยนสภาพได้ง่ายเมื่อเปลี่ยนอุณหภูมิ
7. มีความสมดุลกันในรูปแบบ สีสันกลมกลืน มีจุดเร้าความสนใจที่ดี (วรรณรัตน์ อินทร์อ่ำ. 2536: 23-24)

หลักการออกแบบเครื่องประดับ

การออกแบบเครื่องประดับที่ดีนั้น นอกจากการยึดหลักเกณฑ์ทั่วไปของการออกแบบแล้ว นักออกแบบ ต้องคำนึงถึงความสวยงามเหมาะสมเป็น ประการสำคัญ เพราะงานเครื่องประดับเกิดขึ้นด้วยจุดประสงค์ของการส่งเสริมความมั่นใจให้ผู้สวมใส่ ฉะนั้นงานทุกชิ้นจึงต้องมีความเด่นในตัวเอง ซึ่งก่อนขั้นตอนของการร่างแบบ นักออกแบบต้อง รู้ก่อนเสมอว่า เครื่องประดับชิ้นนั้นๆ ออกแบบมาเพื่อใคร นั่นคือ ต้องมีความชัดเจนของกลุ่มเป้าหมาย เมื่อรู้เป้าหมายก็จะทำให้ความคิดไม่กระจัดกระจาย เพราะกลุ่มเป้าหมายแต่ละกลุ่มมีบุคลิกเฉพาะกลุ่มอยู่แล้ว

ความงามของตัวเครื่องประดับจึงเป็นเรื่องของมุมมองแต่ละคน หลักการ ออกแบบเครื่องประดับควรมี 3 ประการ ดังนี้

1. ความเป็นหน่วยเดียวกัน

การออกแบบเครื่องประดับก็เช่นเดียวกันกับงานออกแบบงานอื่น จะมองแบบแยกส่ว วนไม่ได้ นักออกแบบต้องคำนึงถึงภาพรวมของงานแบบเป็นกลุ่มก้อน มองทุกอย่างสัมพันธ์กันหมด แล้วจึงค่อยแยกพิจารณาส่วนย่อย

2. ความสมดุล

ความสมดุลเป็นหลักการขั้นพื้นฐานของการออกแบบทุกประเภท ความงามของเครื่องประดับอยู่ที่ความพอดีไม่มากหรือน้อยเกินไป เป็นความรู้สึกที่ เกิดขึ้นในส่วนของความคิดที่ ดำเนินควบคู่ไปกับความรู้สึกทางสมดุล มีอยู่ 2 แบบ คือ ความสมดุลในลักษณะเท่ากัน ตัวอย่างเช่น จะออกแบบตุ้มหู ก็ต้องคำนึงถึงความสมดุลที่เท่ากันในภาพรวมเพื่อเวลามองดูจะได้ไม่รู้สึกผิดส่วน ผิดมาตรฐาน ถ้าออกแบบสร้อยคอ ก็อาจนำหลักการสมดุลในลักษณะที่ไม่เท่ากันมาใช้ เพราะความ สมดุลในลักษณะไม่เท่ากันนี้ หมายถึงการที่ลักษณะของแบบไม่เท่ากัน แต่ดูในด้านความรู้สึกแล้ว เกิดความสมดุลในตัว ซึ่งลักษณะดังกล่าวนี้จะเกิดขึ้นได้ก็ด้วย การใช้องค์ประกอบอื่นเข้ามาช่วย เช่น อาจสมดุลกันด้วยผิวด้วยสีของอัญมณี หรือด้วยแสงเงาของวัสดุที่ใช้ทำเครื่องประดับนั้น

3. ความสัมพันธ์ทางศิลปะ

หมายถึงการวางองค์ประกอบทางการออกแบบอย่างเหมาะสม เพราะเครื่องประดับมีจุด ขยายที่ความงามและลักษณะเด่นเฉพาะอย่าง นักออกแบบจึงต้องออกแบบให้เห็นส่วนดีของงานอย่าง ชัดเจน เช่น การจะออกแบบกำไลข้อมือ ก็อาจเน้นจุดสนใจที่แบบ ความทันสมัยคลาสสิก ขณะเดียวกันก็ไม่ลืมเผื่อถึงลักษณะผิวที่เน้นความแตกต่างของเนื้อวัสดุ เพื่อให้เกิดมิติในด้านความ งามด้วย นอกจากจุดดี จุดเด่นแล้ว ความสัมพันธ์กันทางศิลปะยังหมายรวมถึงจังหวะและระยะหรือ ความถี่ในตัวเอง กล่าวสำหรับงานเครื่องประดับแล้ว จังหวะในตัวชิ้นงานเครื่องประดับนับว่ามี ความสำคัญไม่น้อย โดยเฉพาะอย่างยิ่ง งานเครื่องประดับที่มีลวดลายมากธรรมชาติของงานศิลปะที่ สัมพันธ์กับงานเครื่องประดับอีกประการก็คือ หลักการเรื่องความต่างและความกลมกลืน ความรู้สึก ในเรื่องของความกลมกลืนและควา มต่างเป็นสิ่งที่นักออกแบบแทบทุกคนได้หยิบใช้ โดยความ กลมกลืนที่วานี้ หมายรวมถึงความกลมกลืนในภาพรวม ถึงแม้โดยส่วนย่อยจะมีความขัดกัน ทั้งจาก แบบลวดลาย พื้นผิว หรือเส้น

แม้ว่าลักษณะเด่นของงานการออกแบบเครื่องประดับจะเน้นที่ความสวยงามเป็นประการ แรก หากแต่เรื่องที่หน้าที่ใช้สอย ความทนทาน ก็เป็นสิ่งที่นักออกแบบควรคำนึงถึงด้วยเช่นกัน การ ออกแบบที่ดีจึงต้องวางโครงสร้างของงานอย่างพอดี เลือกใช้วัสดุให้ตรงกับแบบและลวดลาย รวมไปถึง คำนึงถึงหน้าที่ใช้สอยและความทนทานของวัสดุที่ใช้ให้สัมพันธ์กัน จึงจะถือได้ว่าการออกแบบนั้น ประสบผลสำเร็จ

ส่วนประกอบของการออกแบบ

เส้น (line)

ตามหลักฐานทางประวัติศาสตร์พบว่า งานทัศนศิลป์ชิ้นแรกๆของมนุษย์นั้น เริ่มจากเส้น ดังที่เราพบเห็นได้จากภาพที่เขียนตามผนังถ้ำของมนุษย์ดึกดำบรรพ์ (primitive) การเริ่มต้นของงาน ศิลปะในวัยเด็กก็ใช้เส้นเช่นเดียวกัน เส้นเป็นพื้นฐานของโครงสร้างของทุกสิ่ง เส้นแสดงความรู้สึกได้

ทั้งด้วยตัวของมันเอง และด้วยการสร้างเป็นรูปทรงต่างๆ ของงานจิตรกรรมของไทย จีน ญี่ปุ่น ล้วนมีเส้นเป็นหัวใจของการออกแบบ

ความรู้สึกที่เกิดจากคุณลักษณะของเส้น

1. เส้นตรง ให้ความรู้สึกแน่นอน แข็งแรง ตรง เข้ม ไม่ประนีประนอม หยาบ และเอาชนะ
2. เส้นโค้งน้อย หรือ เส้นเป็นคลื่นน้อยๆ ให้ความรู้สึกสบาย เปลี่ยนแปลงได้ เลื่อนไหลต่อเนื่อง มีความกลมกลืนในการเปลี่ยนทิศทาง ความเคลื่อนไหวช้า สุภาพ เป็นผู้หญิง นิ่งและอ้อมเอิบ ถ้าใช้เส้นแบบนี้มากเกินไปจะให้ความรู้สึกกังวล เรือยเฉื่อยและขาดจุดหมาย
3. เส้นโค้งวงแคบ เปลี่ยนทิศทางรวดเร็ว มีพลังเคลื่อนไหวรุนแรง
4. เส้นโค้งของวงกลม การเปลี่ยนทิศทางที่ตายตัว ไม่มีการเปลี่ยนแปลง ให้ความรู้สึกเป็นเรื่อง ซ้ำๆ เป็นเส้นโค้งที่มีระเบียบที่สุด แต่จิตซัดที่สุด ไม่น่าสนใจ เพราะขาดความแปรปรวน
5. เส้นโค้งกันหอย ให้ความรู้สึกเคลื่อนไหว คลื่นคลาย และเติบโต เมื่อมองจากภายในออกมา แต่ถ้ามองจากภายนอกเข้าไปจะให้ความรู้สึกไม่สิ้นสุดของพลังเคลื่อนไหว เส้นกันหอยที่พบในธรรมชาติมักจะวนทวนเข็มนาฬิกา พบได้ในกันหอย ในหมอกเพลิง ในอาการเกี่ยวพันของไม้เลื้อย เป็นเส้นโค้งที่ขยายตัวออกไม่มีจุดจบ
6. เส้นฟันปลา หรือ เส้นคดที่หักเหโดยกะทันหัน เปลี่ยนทิศทางเร็วมาก ทำให้ประสาทกระทบ ให้จังหวะกระแทก เกร็ง ทำให้นักถึงพลังไฟฟ้า กิจกรรมที่ขัดแย้ง ความรุนแรง และสงคราม

ความรู้สึกที่เกิดจากทิศทางของเส้น

1. เส้นนอน กลมกลืนกับแรงดึงดูดของโลก ให้ความรู้สึกพักผ่อน เงียบ เงย สงบ ผ่อนคลาย
2. เส้นตั้ง ให้ความสมดุล มั่นคง แข็งแรง พุ่งขึ้น จริงจัง และเงียบขรึม เป็นสัญลักษณ์ของความถูกต้อง ซื่อสัตย์ มีความสมบูรณ์ในตัว เป็นผู้ดี สง่า ทะเยอทะยานและรุ่งเรือง
3. เส้นเฉียง เป็นเส้นที่อยู่ระหว่างเส้นนอนกับเส้นตั้ง ให้ความรู้สึกเคลื่อนไหวไม่สมบูรณ์ ไม่มั่นคง ต้องการเส้นเฉียงอีกเส้นหนึ่งมาช่วยให้มันคง สมดุลในรูปของมุมฉาก
4. เส้นที่เฉียงและโค้ง ให้ความรู้สึกที่ขาดระเบียบ ตามยถากรรม ให้ความรู้สึกพุ่งเข้าหรือพุ่งออกจากที่ว่าง

การนำเส้นต่างๆ มาใช้ในกา รออกแบบเครื่องประดับ ตั ้องพิจารณา ถึงโครงสร้างของส่วนรวมทั้งหมด และผู้ออกแบบต้องระบุให้ชัดเจนว่าจะใช้วัสดุอะไร เทคนิคของการผลิตช่วยให้เส้นมีการเคลื่อนไหว ได้แก่ เส้นลวด เส้นโลหะอื่นๆ ที่มีลักษณะเป็นเส้น ก่อนนำเส้นมาใช้ จะต้องมีการออกแบบให้ชัดเจน อาจมีการทดลองออกแบบเส้นชนิดต่างๆ ไว้ก่อน แล้วจึงเลือกเส้นที่มีความเหมาะสมกับแบบไป เส้นเรขาคณิต เป็นเส้นที่ได้รับความนิยมมาก เพราะให้ลักษณะรูปทรงที่เรียบง่าย แข็งแรง เส้นเรขาคณิต ได้แก่ เส้นโค้ง เส้นตรง ที่มาบรรจบกันเป็นรูปร่างสามเหลี่ยม สี่เหลี่ยม วงกลม เป็นต้น

รูปทรงและที่ว่าง

รูปทรง (Form)

ความหมายของรูปทรง

1. โครงสร้างของรูปของงาน ที่รวมทั้งรูปภายในและภายนอก จะเป็นโครงสร้างที่ก่อรูปขึ้นด้วยหน่วยเพียงหน่วยเดียวหรือหลายหน่วยรวมตัวกันขึ้นก็ได้
2. สิ่งที่มีความแน่นทึบแบบ 3 มิติ
3. สิ่งที่มีรูปนอกแน่นอนมีความหมาย
4. สิ่งที่มีโครงสร้าง มีความหมาย มีเอกภาพในตัว

ประเภทของรูปทรงที่ใช้ในงานออกแบบเครื่องประดับ

รูปทรงเรขาคณิต (geometric form)

ได้แก่รูปทรงที่มีลักษณะเป็นแบบเรขาคณิต เช่น รูปกลม รูปสามเหลี่ยม สี่เหลี่ยม ฯลฯ ในธรรมชาติผลึกของสสารต่างๆจะมีรูปทรงแบบเรขาคณิต รูปทรงเหล่านี้เป็นรูปทรงที่ให้ โครงสร้างหรือเป็นพื้นฐานของรูปทรงอื่นๆทุกประเภท

รูปทรงอินทรีย์รูป (organic form)

หมายถึง รูปทรงของสิ่งมีชีวิต หรือมีลักษณะคล้ายสิ่งมีชีวิต รูปทรงเลียนแบบธรรมชาติ มีโครงสร้างที่ประกอบขึ้นด้วยการขยายตัวและผนึกตัวของเซลล์ต่างๆ ได้แก่ คน สัตว์ พืช เมื่อกล่าวถึงอินทรีย์รูปในงานศิลปะมักจะหมายถึงทรงที่ให้ความรู้สึกว่ามีโครงสร้างของสิ่งมีชีวิตและเติบโตได้ เช่น รูปใบไม้ รูปเปลือกหอย รูปผีเสื้อ รูปผลไม้ เป็นต้น

รูปทรงอิสระ (free form)

หมายถึงรูปทรงที่ไม่มีโครงสร้างที่แน่นอนของตัวเอง เป็นไปตามอิทธิพลของสิ่งแวดล้อม เป็นรูปทรงสร้างสรรค์ มีลักษณะลื่นไหล รูปทรงเรขาคณิตให้ความรู้สึกเป็นกลาง รูปทรงอินทรีย์รูปให้ความมีชีวิต รูปทรงอิสระให้ความเคลื่อนไหว ซึ่งมีลักษณะขัดแย้งกับรูปทรงเรขาคณิต แต่กลมกลืนกับรูปทรงอินทรีย์รูป

รูปทรงบริสุทธิ์ (pure form)

หมายถึง รูปทรงที่มีได้ เป็นตัวแทนของสิ่งใดในธรรมชาติ เป็นรูปทรงของตัวเองแสดงออกด้วยตัวเอง โดยไม่อาศัยการอ้างอิงหรือเปรียบเทียบกับธรรมชาติ การเข้าถึงรูปทรงบริสุทธิ์มี 2 วิธี คือ

1. พยายามตัดทอนส่วนที่ไม่จำเป็นต่อสาระแท้จริงของรูปทรงจากธรรมชาติออกไปให้มากที่สุด ด้วยกระบวนการที่ควบคุมโดยการเห็นแจ้งหรือสัญชาตญาณ
2. สร้างรูปทรงขึ้นมาใหม่ โดยไม่อาศัยรูปทรงจากธรรมชาติเลย ด้วยกระบวนการที่หนักไปทางปัญญา

ที่ว่าง (space)

ที่ว่างหมายถึง พื้นที่ว่างซึ่งสัมพันธ์อยู่กับรูปร่างและรูปทรง

ในวงการประดิษฐ์เครื่องประดับในปัจจุบัน ที่เป็นงานศิลปะ เครื่องประดับ ไม่ใช่งานช่างหรือมวลผลิตเพื่อการค้า มักนิยมออกแบบเป็นรูปทรงเสรีและรูปทรงเรขาคณิต โดยออกแบบเฉพาะผลงานแต่ละชิ้น ซึ่งจะทำให้ได้ผลงานแปลกใหม่ไม่ซ้ำกับรูปแบบเดิมที่มีอยู่

ผู้ออกแบบเครื่องประดับในแต่ละรูปทรงจะต้องคำนึงถึงความงดงามน่าสนใจในตัวมันเอง รูปทรงจะต้องมีความสัมพันธ์กับส่วนรวมทั้งหมด และควรคำนึงถึงความสัมพันธ์กับบริเวณที่ว่างด้วย

การออกแบบเครื่องประดับ รูปทรง ธรรมชาติสิ่งแวดล้อม เน้นการเลียนแบบหรือลดตัดทอนให้ง่ายขึ้น เพื่อนำมาใช้ในการออกแบบโดยคำนึงถึงวัสดุที่จะนำมาใช้ให้มีความสัมพันธ์กับการออกแบบให้มากที่สุด

สี

การใช้สีในการทำเครื่องประดับต่างจากการใช้สีทางการเขียนภาพ เพราะสีของงานเครื่องประดับเป็นสีจากวัตถุซึ่งผสมผสานกันเองตามธรรมชาติ เป็นการตกผลึกที่ยาวนาน อย่างไรก็ตามผู้ออกแบบควรจะมีความรู้เกี่ยวกับเรื่องของสีเพื่อเป็นแนวทางในการปฏิบัติเกี่ยวกับการออกแบบต่อไป

การใช้สีให้กลมกลืนกัน และตัดกัน

- สีกลมกลืน (harmony) ได้แก่ การใช้สีที่คล้ายๆกัน มารวมกลุ่มไว้ด้วยกันให้เหมาะสมกลมกลืนกันที่จะไปกันได้ แต่ต้องไม่ให้รู้สึกจืดชืดไม่น่าสนใจ
- สีตัดกัน (contrast) ได้แก่ การใช้สีให้รู้สึกตัดกันสดใส ซึ่งการใช้รวมกันนี้ ควรคำนึงถึงความเหมาะสมกลมกลืนกันด้วย ไม่ใช่รู้สึกตัดกันรุนแรงเกินไป

ความรู้สึกที่มีต่อสี

- สีแดง (red) ให้ความรู้สึกตื่นเต้น แสดงจุดเด่นอันน่าสนใจ สะดุดตา มีลักษณะเร้าความสนใจตลอดเวลาที่พบเห็น
- สีแดงเข้ม (crimson) แสดงถึงความมั่นคง สมบูรณ์ สง่าผ่าเผย และปีติอิมเอบ ได้แก่ สีของพลอยโกเมน
- สีดำ (black) มีลักษณะสงบเยือกเย็น อับทึบ น่ากลัว สง่า ถ้าอยู่ในบริเวณกว้างๆจะให้ความรู้สึกอ้างว้าง เยือกเย็นมากกว่าอยู่ในบริเวณแคบๆ
- สีเขียว (green) เป็นสีให้ความรู้สึกเย็น ให้ความรู้สึกเป็นกลาง มองแล้วสบายตา สดชื่น
- สีน้ำเงิน (blue) เป็นสีเย็น เมื่อมีความเข้มจัดจะให้ความรู้สึกเยือกเย็น สงบ
- สีเหลือง (yellow) สดใส ร่าเริง เบิกบาน เกิดพลังกระตุ้นกระชอน เป็นสัญลักษณ์แสดงความมั่นคง

ประโยชน์ของการใช้สีในการออกแบบ

1. **ให้ความรู้สึกเรื่องขนาด** ในการมองสีอ่อนจะทำให้มองวัตถุมีขนาดใหญ่กว่าสีเข้ม

2. **น้ำหนักสีมีผลเกี่ยวกับน้ำหนักของวัตถุ** สีอ่อนจะมองดูเบา สีเข้มจะทำให้มองดูหนัก

3. **ความแข็งแรง** เช่น สีแดง แสด เหลืองเข้ม สีทอง มักจะแสดงความแข็งแรงมากกว่าสีเข้มกว่าหรือสีที่มีสีเทากว่า เป็นสีปนบรอนซ์และสีน้ำเงินอมเทาจะทำให้ดูมีความรู้ สึกเหมือนเหล็ก จึงเป็นสีที่เหมาะสมสำหรับแสดงถึงความแกร่ง

4. **ความสะอาด** สีขาวเมื่อถูกผสมให้ไปทางสีน้ำเงิน มองดูจะรู้สึกสกปรกไม่บริสุทธิ์ ส่วนมากมักจะแปลงสีขาวโดยการใส่สีเหลืองและสีแดง สีงาช้าง จัดว่าเป็นสีที่แสดงถึงความสะอาด และสุขลักษณะ

5. **ความภูมิฐาน สง่างาม** ถ้าต้องการลักษณะนี้ไม่ควรใช้สีร้อนแรง นอกจากจะใช้ประกอบเป็นส่วนน้อย สีเทาเป็นสีที่แสดงความภูมิฐาน สง่างามได้ดีที่สุด ส่วนเฉดสีที่สามารถเลือกใช้ได้ก็คือ เทาอมน้ำเงิน เทาอมม่วง เทาอมเขียว และสีแดงคล้ำ

การสร้างความสมดุล

ดุลยภาพ (balance)

หมายถึง การจัดองค์ประกอบให้สัมพันธ์กัน มีน้ำหนักหรือความสมดุลกลมกลืนไปด้วยกัน ความสมดุลพิจารณาได้เป็น 2 ลักษณะคือ

สมดุลซ้ายขวาเท่ากัน (symmetry) เป็นการสมดุลด้วยขนาดหรือรูปร่างที่คล้ายกันหรือการใช้สีที่มีความกลมกลืนกัน

สมดุลซ้ายขวาไม่เท่ากัน (asymmetry) เป็นการสมดุลที่แตกต่างกันด้านรูปทรง เนื้อที่ สี แต่ดูแล้วรู้สึกกลมกลืนสมดุลกัน

การออกแบบเครื่องประดับเป็นการออกแบบ 3 มิติ ซึ่งถ้าออกแบบมาไม่สมดุล จะเห็นว่าน้ำหนักเอียงไปข้างใดข้างหนึ่งได้อย่างชัดเจน วิธีแก้ปัญหาเรื่องความสมดุลในเครื่องประดับอาจแก้ปัญหาได้ดังนี้

สมดุลด้วยรูปทรง แก้ปัญหาด้วยการออกแบบให้แต่ละส่วนมีขนาดรูปทรงเท่ากัน

สมดุลด้วยสี แก้ปัญหาด้วยการใช้สีให้กลมกลืน

สมดุลด้วยลักษณะผิว แก้ปัญหาด้วยการสร้างให้เกิดลักษณะของผิวที่แตกต่างกัน

กระบวนการออกแบบเครื่องประดับ

สิ่งสนใจในการออกแบบเครื่องประดับ

1. รูปแบบจากธรรมชาติ (form of nature)

ธรรมชาติเป็นสิ่งแวดล้อมแรกที่มีมนุษย์ใช้เป็นแบบเพื่อสร้างแนวคิดในการออกแบบ โดยนักออกแบบที่ดีนั้นจะต้องสามารถดัดแปลงลวดลายในธรรมชาติให้ง่ายขึ้น และตกแต่งให้สวยงามกว่าเดิม รวมทั้งสามารถออกแบบลวดลายให้เป็นลายของตน เช่น ดึงเอารูปแบบลวดลายของเปลือกหอยมาทำเป็นแหวน ซึ่งต้องคงความเป็นลักษณะของแหวนที่สำคัญ คือ ความบางเบาและเล็กพอดีกับนิ้วมือของผู้สวมใส่ โดยการประดิษฐ์ให้เส้นบนตัวเรือนมีความนุ่มนวลและแสดงออกซึ่งรูปทรงจากธรรมชาติอย่างมีศิลปะ

2. รูปแบบจากจินตนาการ (form of imagine)

จินตนาการของมนุษย์นั้นไม่มีขอบเขตจำกัด ฉะนั้น ผลงานสร้างสรรค์ในแต่ละแขนงจึงเป็นไปได้มากมายหลายรูปแบบ โดยเป็นที่ยอมรับกันว่ารูปทรงที่มนุษย์ดัดแปลงนั้นอาจได้มาจากรูปทรงที่พบเห็นในธรรมชาติหรือรูปทรงที่มนุษย์สร้างขึ้นอย่างมีอิสระ (free form) และรูปทรงที่พบเห็นในธรรมชาติ และคุ้นกับมนุษย์มากที่สุด คือ รูปทรงกลมของดวงอาทิตย์ ซึ่งกลายมาเป็นพื้นฐานสำคัญของทรงเรขาคณิต อันได้แก่ สามเหลี่ยม สี่เหลี่ยม เป็นต้น

การเขียนแบบร่าง (sketching)

การเขียนแบบร่างเป็นวิธีการเขียนแบบที่ง่ายที่สุดและเป็นกรรมวิธีที่ใช้แสดงความคิดอ่านได้รวดเร็วทางหนึ่ง การเขียนแบบร่างเป็นวิธีในการอธิบายรายละเอียด และปัญหาต่างๆ ซึ่งไม่ค่อยจะชัดเจนและมีความยุ่งยากที่จะอธิบายด้วยตัวอักษรหรือคำพูดให้กระจ่างขึ้น โดยการเขียนแบบร่างจะสามารถช่วยในการศึกษาปรับปรุงงานออกแบบสร้างสรรค์ต่างๆ ให้เห็นแนวความคิดรูปร่างได้ชัดเจนอย่างรวดเร็ว

ประเภทของงานภาพร่าง

- 1) การเขียนภาพร่างแบบหยาบๆ เป็นการเขียนภาพร่างที่เร็วและหยาบๆ ด้วยเส้นที่ไม่เรียบเป็นภาพที่เขียนเพื่อสนองเหตุผลในแง่การสื่อสาร
- 2) การเขียนภาพร่างแบบเรียบร้อย เป็นการเขียนภาพร่างที่เรียบร้อยชัดเจนแสดงสัดส่วนที่ถูกต้อง ด้วยลายเส้นที่สวยงามละเอียด ซึ่งสร้างความสนใจได้มากกว่าแบบแรก และมักจะเป็นการเขียนที่ปรับปรุงมาจากการเขียนภาพร่างแบบหยาบๆมาก่อน โดยการทาหรือการซ้อน (overlay method) ซึ่งจะทำให้การเขียนแบบวิธีที่ 2 ได้ภาพที่ถูกต้องสวยงามชัดเจนยิ่งขึ้น

หลักในการออกแบบเครื่องประดับตุ้มหู และสร้อยคอ

การออกแบบเครื่องประดับให้ประทับใจผู้พบเห็นก็คือ ดึงจุดสนใจในชิ้นงานให้โดดเด่นกว่าประโยชน์ใช้สอย หากนักออกแบบสามารถเลือกวัสดุที่ใช้ประกอบเป็นเครื่องประดับให้เข้ากับรูปแบบโครงสร้างของงานได้อย่างเหมาะสมแล้ว ส่วนลักษณะรูปร่างก็ขึ้นอยู่กับแนวคิดสร้างสรรค์และจินตนาการของนักออกแบบแต่ละคนไป มีหลักที่เป็นแนวทางสำหรับการออกแบบเครื่องประดับแต่ละประเภท ดังต่อไปนี้

การออกแบบตุ้มหู

ตุ้มหูเป็นเครื่องประดับที่เน้นให้ใบหน้าดูสวยงาม เป็นเครื่องประดับอย่างเดี่ยวที่อยู่ใกล้ชิดติดกับใบหน้ามากที่สุด ดังนั้น นักออกแบบจำเป็นต้องพิถีพิถันเป็นพิเศษ และผู้เลือกใช้ก็ต้องดูความเหมาะสมกับลักษณะของใบหน้าประกอบด้วยรูปแบบที่นิยมใช้ในการทำตุ้มหู มีทั้งแบบรูปทรงเรขาคณิต แบบรูปทรงธรรมชาติ และแบบรูปทรงอิสระ โดยวัสดุที่นำมาใช้ควรมีน้ำหนักพอสมควร

การออกแบบตุ้มหู ส่วนใหญ่นักออกแบบ นิยมที่จะออกแบบเป็นชุดเข้ากับเครื่องประดับชนิดอื่นๆ เช่น สร้อยคอ เข็มกลัด แหวน เป็นต้น แต่ถ้าจะออกแบบเป็นตุ้มหูอย่างเดียว ควรมีลักษณะเฉพาะตัวเหมือนกัน คือมีความสมดุล มีความเหมือนกันในรูปทรง สำหรับการออกแบบเครื่องประดับในปัจจุบัน อาจจะออกแบบเครื่องประดับตุ้มหูให้มีรูปทรงไม่เหมือนกัน ให้ดูมีแรงถ่วงไม่เท่ากัน แต่ใช้การแต่งผมแต่งหน้าเข้าช่วยให้สภาพส่วนรวมทั้งหมดกลมกลืนกันได้การออกแบบตุ้มหูในเชิงสร้างสรรค์ ไม่จำเป็นต้องเน้นเรื่องการใช้ที่หูเพียงอย่างเดียว อาจออกมาในรูปของการใช้ประโยชน์ร่วมกับอย่างอื่นได้ เช่น ใส่ตุ้มหูแต่อาจโยงเป็นสร้อยคอหรือเป็นที่ติดผมได้ด้วย สิ่งสำคัญคือ ต้องคำนึงถึงความสะดวกของการนำไปใช้ร่วมด้วยเสมอ

การออกแบบสร้อยคอ

การออกแบบสร้อยคอให้อยู่เหนืออกทำให้สะดวกในการสวมใส่ ไม่เป็นอันตรายในการไปเกาะเกี่ยวเสื้อผ้า สร้อยคอส่วนใหญ่จะออกแบบให้เรียบง่ายเพื่อใช้ได้หลายโอกาส สามารถใช้ร่วมกับจี้ ดังนั้นการออกแบบสร้อยคอจึงต้องการรูปแบบที่มากด้วยประโยชน์ใช้สอย ใช้เส้นอิสระในการออกแบบให้เกิดความสมดุลกับร่างกาย ซึ่งเส้นอิสระมักเป็นเส้นที่ใช้ในการออกแบบได้ดี สำหรับการออกแบบสร้อยคอ มักจะคำนึงถึงความสัมพันธ์ ของสร้อยคอและจี้ที่ห้อยแหวนลงมา โดยความสวยงามเป็นจุดเน้นอันดับแรกและกา รใช้สอยเป็นอันดับรองลงมา ส่วนใหญ่การออกแบบสร้อยคอ มักจะมีลักษณะเรียบง่าย ใช้ได้กับจี้ห้อยคอหลายรูปแบบ และไม่ควรมีน้ำหนักมาก การออกแบบสร้อยคอ ถ้าใช้ในชีวิตประจำวันควรมีลักษณะเรียบง่าย แต่ ถ้าใช้เพื่อแขวนพระหรือเครื่องรางของขลัง ควรให้มีความหนาแน่นมั่นคงระหว่างข้อต่อแต่ละข้อ ไม่ควรมีลักษณะหยาบ การออกแบบสร้อยคอจะให้สั้นหรือยาวขึ้นอยู่กับกา รนำไปใช้เป็ นสำคัญ ซึ่งการนำไปใช้นั้นต้องให้ไปกันได้กับเครื่องแต่งกาย (วัฒนะ จุฑะวิภาต. 2545: 69-146)

3.2 วัสดุที่ใช้ในงานเครื่องประดับ

การเลือกวัสดุมาใช้ทำเครื่องประดับ

ถ้าคิดในด้านประโยชน์อย่างจริงจังแล้ว เครื่องประดับมีประโยชน์โดยตรงด้านความสวยงามและความสุขทางใจแก่ผู้เป็นเจ้าของ ดังนั้นวัสดุที่นำมาใช้ส่วนใหญ่ มักจะใช้สิ่งของที่มีความสวยงามหรือราคาแพง แต่สิ่งของที่สวยงาม บางครั้งราคาไม่แพงหรืออายุไม่คงทน สิ่งของที่มีราคาแพงเป็นสิ่งของที่มีอายุการใช้งานยืนนาน ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการเลือกวัสดุ ข้างทำเครื่องประดับ จะเลือกหินหรือโลหะที่มีราคาแพง ไม่เปลี่ยนแปลงได้ง่าย เช่น หินที่มีอายุการตกผลึกนาน ได้แก่ เพชร บุษราคัม โกเมน ทับทิม มรกต พลอยสีต่างๆ เป็นต้น ในบรรดาหินทั้งหลาย เพชรจะมีราคาแพงที่สุด ทั้งนี้เมื่อทำการเจียรระไนแล้ว มีความสวยงาม โลหะที่นิยมและราคามากได้แก่ ทองคำ นาก เงิน โลหะที่เกิดจากการผสมทางวิทยาศาสตร์และจัดว่าเป็นโลหะที่มีราคาสูงมากเช่นกัน ได้แก่ ทองคำขาว ส่วนโลหะที่นำมาใช้เป็นส่วนผสมทำเทียมโลหะอื่นๆ และมีราคาไม่สูงได้แก่ ทองเหลือง อะลูมิเนียม เป็นต้น

การเลือกโลหะมาใช้ทำเครื่องประดับ นักออกแบบจะพิจารณาโลหะที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ ก่อน และให้ราคาสูงมากกว่าโลหะอื่นๆ และถ้าโลหะที่ทำเทียมชนิดใด มีส่วนผสมของทองคำ นาก หรือเงินแล้ว จะมีราคาสูงขึ้นอีก

ในปัจจุบันนี้ ค่านิยมในการเลือกวัสดุมาใช้ทำเครื่องประดับเปลี่ยนไปมาก ประกอบกับ นักวิทยาศาสตร์เจริญก้าวหน้า มีการสังเคราะห์วัสดุต่างๆ ขึ้นใช้ บางครั้งเลียนแบบของจริงจนใกล้เคียง เกือบจะดูไม่ออก ต้องใช้เครื่องมือกล้องขยายและความชำนาญพิเศษในการพิจารณาจึงจะรู้ได้ เช่น เพชรรัสเซีย ทับทิมอัด มรกตอัด และหินอัด ชนิดอื่นๆ อีกมาก แต่เครื่องประดับที่ทำปลอมเหล่านี้ จะมีราคาถูกกว่าของจริงมาก และมีอายุการใช้งานไม่นานเท่าของจริง ด้วยเหตุนี้ จึงเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เครื่องประดับแพร่หลายไปสู่ชนชั้นกลางและสามัญชนมากขึ้น และในขณะที่เดียวกัน ออกแบบก็มุ่งมาสู่วัสดุที่ไม่มีราคาแพงขึ้น เช่น การทำเครื่องประดับจากกระดูกสัตว์ จากผิวไม้ เปลือกไม้ จากขนสัตว์ จากพลาสติก จากเมล็ดพืช ฯลฯ ทั้งนี้เนื่องจากสภาวะความเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจ และค่านิยมหรือรสนิยมที่เปลี่ยนไป การใช้วัสดุราคาถูก ทำให้ต้นทุนการผลิตถูก

การออกแบบให้สัมพันธ์กับวัตถุ

การเลือกวัสดุมาใช้ให้สัมพันธ์กับการออกแบบเป็นปัญหาสำคัญมากสำหรับผู้ที่ยังไม่เคยมีประสบการณ์ในการออกแบบและทำเครื่องประดับมาก่อน ดังนั้นจึงขอให้พิจารณาจากข้อเสน อแนะต่อไปนี้

1. พิจารณาจากวัสดุที่มีอยู่ก่อนเป็นสำคัญ เช่น จากหินสีอะไร รูปทรงแบบใด โลหะชนิดและสีอะไร เป็นต้น
2. ออกแบบให้สัมพันธ์กับวัสดุที่มีอยู่ การออกแบบควรเริ่มจากสเก็ตซ์ๆ ก่อน และเมื่อได้แบบที่ดีแล้วจึงเขียนแบบจริง
3. พิจารณาถึงกระบวนการผลิตเป็นอันดับสุดท้ายว่าจะมีขั้นตอนการผลิตอย่างไร

การเลือกโลหะและหิน

วิธีการเลือกโลหะ ควรเลือกโลหะชนิดที่มีความแข็งและทรงตัวได้ดี ไม่เปลี่ยนสีเมื่อสัมผัสกับเหงื่อหรือผิวหนัง เวลาติดตั้งโลหะเป็นแผ่นบาง ควรคำนึงถึงการนำไปใช้ประโยชน์ด้วย ไม่ควรให้บางเกินไป เพราะถ้าติดตั้งโลหะให้บางจะทำ ให้แผ่นโลหะไม่อยู่ตัว โลหะที่เหมาะสมจะนำมาทำใช้เป็นเครื่องประดับได้แก่ ทองคำ นาก เงิน ทองแดง ทองเหลือง ทองเค ทองขาว ทองคำขาว เป็นต้น ราคาของโลหะจะขึ้นอยู่กับความนิยมและสถานะทางเศรษฐกิจในยุคนั้นๆ วัสดุที่หายาก มีไม่แพร่หลาย จะเป็นวัสดุที่มีราคาแพงเช่นเดียวกับวัสดุที่นิยมแพร่หลาย

หินที่มีราคาเป็นที่นิยมใช้ในการทำเครื่องประดับ ได้แก่ เพชร พลอย หินสี ราคาของเพชรขึ้นอยู่กับขนาดและการเจียรไน ส่วนราคาของหินขึ้นอยู่กับความนิยม วัสดุอื่น ๆ ก็นำมาใช้ในการทำเครื่องประดับได้ เช่น เปลือกไม้ ฝิวไม้ แผ่นไม้ กระดุกสัตว์ งาช้าง เมล็ดพืช พลาสติก เป็นต้น

วัยรุ่นเป็นวัยที่เหมาะสมกับเครื่องประดับที่ทำจากวัสดุราคาถูก ดังนั้นเครื่องประดับที่ทำจากวัสดุราคาถูก จึงเป็นรูปแบบใหม่ๆเปลี่ยนแปลงไปตามสมัยนิยม และแบบเครื่องประดับจะเป็นแบบใช้ในเวลากลางวัน ใช้ได้ทั้งเครื่องแต่งกายแบบกางเกงหรือกระโปรง การออกแบบที่ดีจะช่วยให้เครื่องประดับนั้นมีราคา มีคุณค่าเพิ่มขึ้น

การเลือกวัสดุให้สัมพันธ์กับแบบ

วัสดุที่ใช้ในการทำเครื่องประดับ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ประเภทถาวรและประเภทไม่ถาวร

วัสดุประเภทถาวร ได้แก่ โลหะทุกชนิด เช่น ทองคำ ทองคำขาว เงิน ทองแดง ทองเหลือง อะลูมิเนียม หินต่าง ๆ เช่น เพชร มรกต ทับทิม โกเมน และพลอยต่าง ๆ ตลอดจนวัสดุที่หายาก เช่น งาช้าง

วัสดุประเภทไม่ถาวร ได้แก่ วัสดุประเภทไม้ เมล็ดพืช พลาสติก และวัสดุอื่น ๆ ที่แตกหักชำรุดเสียหายได้ง่าย

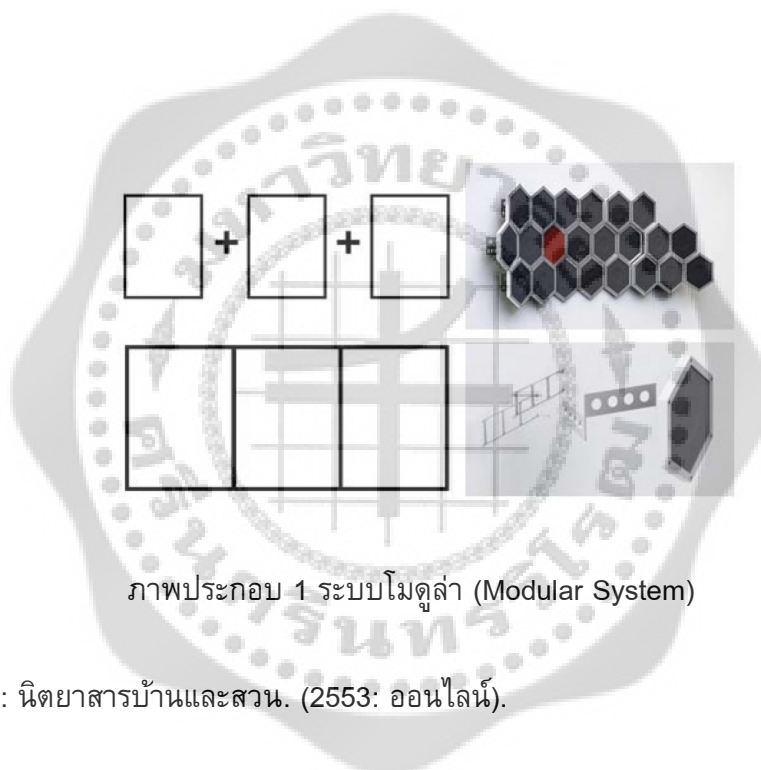
การเลือกวัสดุมาใช้ทำเครื่องประดับต้องพิจารณา

1. การออกแบบ เหมาะสมกลมกลืนกันโดยสภาพส่วนรวมทั้งหมด
 2. ประโยชน์ใช้สอย โดยเน้นว่าเครื่องประดับนั้นจะใช้ในเวลาใด เช่น เวลากลางคืนควรเลือกหินหรือโลหะที่มีแสงเป็นประกายรับแสงไฟ เป็นต้น
 3. กระบวนการผลิตที่สัมพันธ์กับการออกแบบและประโยชน์ใช้สอย
 4. การบำรุงรักษา สะดวก ง่าย และรวดเร็ว ไม่ยุ่งยากเกินความจำเป็น
- (วรรณรัตน์ อินทร์อำ. 2536: 33-37)

3.3 ทฤษฎีที่ใช้ในการออกแบบ

ทฤษฎีการออกแบบระบบโมดูล่า (Modular System)

ระบบโมดูลาร์ หรือ ระบบประสานทางพิกัด (Modular System) คือ ระบบที่ประกอบด้วยหน่วยแยกต่าง ๆ ที่สามารถรวมกันเป็นหน่วยรวมได้ ขนาดหน่วยแยกแต่ละส่วนจะมีระยะสัดส่วนที่มีความสัมพันธ์กันเอง และสัมพันธ์กับหน่วยรวมด้วย ระบบโมดูลาร์ถูกนำมาใช้ในงานออกแบบ เพื่อช่วยในเรื่องของการลดระยะเวลาในการทำงานในขั้นตอนของการผลิตชิ้นงาน และการลดต้นทุนจากเศษวัสดุที่เหลือทิ้งจากกระบวนการผลิต ทำการออกแบบโดยใช้ระยะสัดส่วนของวัสดุที่สามารถหาได้และมีขนาดเป็นมาตรฐาน มาเป็นตัวกำหนดระยะสัดส่วนของชิ้นงาน (นิตยสารบ้านและสวน . 2553: ออนไลน์)



ภาพประกอบ 1 ระบบโมดูล่า (Modular System)

ที่มา: นิตยสารบ้านและสวน. (2553: ออนไลน์).

ความเป็นมาของระบบโมดูล่า (Modular System)

ลอคอบูซิเยร์ (Le Corbusier) มีชื่อจริงว่า Charles-Edouard Jeanneret เป็นสถาปนิก นักวางผังเมือง จิตรกร ชาวฝรั่งเศส เกิดที่เมือง Chaux-de-Fonds ประเทศสวิตเซอร์แลนด์ เมื่อวันที่ 6 ตุลาคม ค.ศ. 1887 เสียชีวิตในแถบเมดิเตอร์เรเนียน ในเดือน 27 สิงหาคม ค.ศ. 1965 เขาได้คิดค้นระบบของสัดส่วน ของการออกแบบทางสถาปัตยกรรม Modular ซึ่งกำหนดจากพื้นฐานของสัดส่วนมนุษย์ จากความสูง 1829 มม.

แนวความคิดในการออกแบบ

ลอคอบูซิเยร์ สร้างศิลปะแบบ purism โดยยึดถือความคิดเกี่ยวกับรูปทรงอย่างเดียว พร้อมกับคำพูดของเขาที่ว่า “ a house is a living in “ หมายความว่า บ้านพักอาศัยควรสนองประโยชน์ใช้สอยอย่างแท้จริง คอร์บูมองเห็นว่า บ้านนั้นเป็นผลผลิตของผู้บริโภคเหมือนกับรถยนต์

ซึ่งผลิตชิ้นส่วนออกมาจากโรงงานและด้วยการผลิตทางอุตสาหกรรมนี้ บ้านก็ควรมีชิ้นส่วนที่ผลิตออกมาจากโรงงาน (แล้วเลื่อนออกมาตามสายพานเหมือน ชิ้นส่วนของรถยนต์) คอร์บู ได้แรงบันดาลใจจากภาพจำลองของเครื่องจักรและอาศัยสิ่งเหล่านี้ไปสร้างสรรค์ สไตส์ใหม่ๆ ซึ่งไม่มีการเกี่ยวข้องกับสถาปัตยกรรมแบบดั้งเดิม บ้านของเขาก็ดูคล้ายๆ เครื่องจักร แต่ละส่วนแสดงออกอย่างชัดเจนเหมือนชิ้นส่วนของเครื่องจักร ปล่องระบายอากาศบนหลังคาก็ดูคล้ายปล่องเรือกลไฟ บ้านที่รู้จักกันดีก็คือ Villa Savoye นอกกรุงปารีส ซึ่งถูกเปรียบเทียบกับเฮลิคอปเตอร์ที่ตั้งอยู่บน landscape ที่เกี่ยวเนื่องกับคติทางคลาสสิกและยุคเครื่องจักรกล คอร์บูเป็นผู้ สนับสนุนความคิดแบบฟิวเจอร์ริสต์ โดยการแสดงออกให้เห็นสังคมใหม่แทนที่จะให้สถาปัตยกรรมเป็นผู้กำหนดโลกใหม่ เขากลับมีความต้องการที่จะออกแบบสังคมใหม่ด้วยจินตนาการของเขาเอง ชื่อ คอร์บูซิเอร์เป็นฉายาที่ตั้งขึ้นเองแปลว่าอีกา

คอร์บูได้เปลี่ยน สไตส์ของเขา หลังสงครามเขาก็ทิ้งความตั้งใจที่ชอบผลิตผลของเครื่องจักรที่มีผิวพื้นที่ เรียบลื่นและหันไปชอบสไตส์ใหม่ ซึ่งเขาเรียกว่า brutism คือความหยาบของผิววัสดุ เมื่อเป็นเช่นนี้จะเห็นว่าคอร์บูมักทำโครงสร้างแบบ “ คอนกรีตเปลือย “ และเขาเห็นว่าอาคารนั้นไม่เหมาะกับคนแต่ควรทำให้คนเหมาะกับอาคารจึงกำหนดสัดส่วนของอาคารให้เหมาะสมแทน

ด้วยแรงบันดาลใจและความคิดสร้างสรรค์ในยุค modern movement เขาได้ออกแบบโบสถ์ chapele at ronchamp ถือเป็นงานชิ้นโบว์แดงของเขา มีลักษณะเล่น ลูกเล่นแบบ plastic quality ของดินเหนียว ใช้รูปทรงที่แรงแทนสัญลักษณ์ทาง ศาสนา งานนี้มีลักษณะเห็นถึงพลัง และมีความเป็นตัวเองได้อย่างมีเอกลักษณ์

คอร์บู ได้สร้างสรรค์ ศิลปะหลายแขนง เป็นประติมากร โดยทุกเช้าจะเล่นน้ำทะเลให้คลื่นสัดสาดตัวแล้วจะขึ้นมาทำงานประติมากรรม เสร็จแล้วก็จะเริ่มงานสถาปัตยกรรม เป็นนักผังเมืองมีความคิดกว้างไกลจากยุคที่ตนมีชีวิตอยู่ ว่าควรจัดระบบ จัดโซนของการใช้เมืองอย่างไรจึงจะได้ผล เขาถือความงามเป็นสิ่งสัจจะ เป็นสิ่งที่ดีและหาได้ยากจะได้มาก็ต้องผ่านการเลือกเฟ้นเท่านั้น

เลอ คอร์บูซิเอร์ เป็นผู้นำอีกกลุ่มหนึ่งที่เคยคลุกคลีมากับกลุ่มของ โกรเปียส ดังนั้น นอกจากจะเห็น ชอบในหลักการเรื่องประโยชน์ใช้สอยและความสง่างามเกิดขึ้นได้จาก การจัดมวล และสัดส่วนอันพอเหมาะแล้ว โดยกำหนดทิศทางวิชาชีพแรกเริ่มแล้ว คอร์บู ได้เป็นศิลปินด้วยเหตุที่เป็นผู้ค้นคว้าเรียนรู้ และคบหาสังคมกับกลุ่มผู้บุกเบิกสถาปัตยกรรมสมัยใหม่ จึงทำให้เขามีแนวความคิดเกี่ยวกับสถาปัตยกรรมสมัยใหม่แตกต่างเพิ่มขึ้นจากกลุ่มอื่นอีก สถาปนิกที่จัดอยู่ในกลุ่มนี้อีกท่านหนึ่งได้แก่ หลุยคาห์น ที่ยึดหลักการพื้นฐานเดียวกันแต่ หลุยคาห์นมีความถนัดในการใช้คอนกรีตโครงสร้างได้แหลมคมกว่าเช่นเรื่อง Prestress Concrete และเรื่องอาคารสำเร็จรูปและเรื่องความเว้นว่างริชชาร์ตมาเยอร์ก็ยอมรับว่าเลอคอร์บูซิเอร์มีอิทธิพลต่อการใช้ทรวดทรงและ การใช้แสงในอาคารได้เขามากซึ่งพอจะนำกฎเกณฑ์ของ เลอ คอร์บูซิเอร์ มารวบรวมไว้ได้คือ

ทฤษฎีโมดูล่าได้มาจากปัจจัย 5 อย่าง คือ

1. มุมฉากที่ได้รับการพิจารณา คัดเลือก มาประกอบ เป็นสัดส่วนในงานสถาปัตยกรรม แล้วทำให้เกิดความประทับใจเมื่อได้สัมผัสด้วยสายตา

2. ความที่มนุษย์ไม่เคยเห็นความงามมากเท่าที่ เคยได้ยินมาจากเสียงดนตรีที่ละเอียด และไพเราะ ซึ่งสามารถรวบรวมไว้ด้วยมิติ ซึ่งมีความก้าวหน้าและมีความกลมกลืนกันอย่างยิ่ง ซึ่งในอดีตชาวกรีกอาจจะเคยรู้จักในข้อนี้จึงสามารถสร้างสรรค์งานที่เป็นอมตะขึ้นมาได้ แต่ก็ไม่สามารถ Condified ได้ ซึ่งต่างกับดนตรีซึ่งถูก Condified ได้ตั้งแต่สมัยของบาค

3. ความจริงที่ยอมรับกันมาในอดีตแล้ว เกี่ยวกับเรื่องของสัดส่วน เช่น สัดส่วน 8 ต่อ 3 ซึ่งถือเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่ดูน่าพอใจ หรือสัดส่วนที่เรียกว่า Golden Section (สัดส่วนสมบูรณ์ลักษณะ) ซึ่งมีด้านยาวเท่ากับเส้นทแยงมุมของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่เกิดจากด้านสั้นของมัน ซึ่งสัดส่วนเหล่านี้ทำให้เกิดความพอใจเมื่อได้เห็น ไม่ว่าจะ เป็นกรอบรูป กรอบหน้าต่าง หรือที่เป็นचना ดใหญ่ เช่น รูปด้านของอาคาร หรือแม้แต่จัตุรัสใจกลางเมือง

4. ความจริงซึ่งมนุษย์สามารถสร้างสัดส่วนที่สวยงามได้และได้เคยสร้างมาแล้ว เช่น สัดส่วนสมบูรณ์ลักษณะ ล้วนเป็นจุดเริ่มต้น ซึ่งสามารถหาชุดอนุกรมของสัดส่วน ซึ่งค่อยๆใหญ่ขึ้น หรือเล็กลง ในทางตรงข้าม ซึ่งแต่ละ สัดส่วนจะมีความสัมพันธ์กัน กลมกลืนกันในลักษณะตรงที่ว่า สัดส่วนที่ใหญ่กว่าสามารถนำเอาสัดส่วนที่เล็กกว่าหลายๆชั้น บรรจุลงได้

5. สัดส่วนนั้นควรจะสามารถบรรจุสัดส่วนที่เกี่ยวกับมนุษย์ได้ เช่น คนยืนชูแขน คนนั่ง คน ยืน โดยสัดส่วนได้นั้นมาจากมนุษย์

เรื่องโมดูล่าของเลอ คอร์บูซีเอ ที่กล่าวมาแล้งทั้งหมดเป็นที่ยอมรับกันว่า เขายึดมั่นในเรื่อง ที่เกี่ยวกับสัดส่วนที่ดีกับเรื่องของ Golden Section แล้วนำสัดส่วนที่ว่าดีแล้วทำให้เกิด ความสัมพันธ์กับสัดส่วนของมนุษย์ แล้วจึงเป็นข้อมูลในการออกแบบอาคาร

การคำนวณทางเรขาคณิตและคณิตศาสตร์

โมดูล่า คือระบบการวัดสัดส่วนในวาทออกแบบที่สามารถใช้เป็นมาตรวัดตั้งแต่ชิ้นส่วน ของเฟอร์นิเจอร์ชิ้นเล็กๆ ไปถึงขนาด ของอาคารจนกระทั่งสัดส่วนของเมืองทั้งเมืองโดยมีนัยยะ สำคัญว่าสัดส่วนของงานออกแบบทั้งหลาย นั้นสัมพันธ์กับสัดส่วนการใช้สอยและการมองเห็นของ มนุษย์อย่างมากที่สุดนอกจากนี้ยังเป็นสัดส่วนที่สามารถปรับเข้าใช้กับผู้ใช้ทั่วโลก

องค์ประกอบพื้นฐานของโมดูล่า ประกอบด้วยสองส่วนคือการคำนวณทางเรขาคณิต เพื่อค้นหา สัดส่วนทอง (GoldenSection) สร้างสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีความพิเศษและการผสมผสานสัดส่วนของ มนุษย์ที่มีความสูง 6 ฟุตเข้าไปโดยมีรายละเอียดดังนี้

การคำนวณหาสัดส่วนทองเริ่มต้นที่สร้างสี่เหลี่ยมจัตุรัส abcd แบ่งครึ่งสี่เหลี่ยมนี้ได้เส้น ef ใช้ e เป็นจุดศูนย์กลาง ให้รัศมีเท่ากับเส้นทแยงมุม ec สร้างเส้นรอบวงของวงกลมมาบรรจบกับเส้น ฐานเดิมที่ลากยาวออกมาคือ ag สร้างสี่เหลี่ยมจนครบจุดที่ ch ก็จะได้สี่เหลี่ยม bghd ที่มีขนาดความ กว้าง bd,gh เท่ากับ 1 และความยาว bg,dh เท่ากับ 1.6 ลากเส้นgfแล้วสร้างมุมฉากนี้ที่จุด fลากเส้น

gb ต่อมาจนบรรจบกับกับเส้นตั้งฉากจากจุด f ได้จุด i ลากเส้น hb ให้มาเท่ากับจุด i แล้วลากเส้น ij แบ่งครึ่งสี่เหลี่ยมทั้งหมดนี้ออกเป็นสองส่วนเท่ากันโดยเส้น ki ผลก็คือจะได้จะได้สี่เหลี่ยมจัตุรัสเพิ่มขึ้นสองรูปคือ kghi และ iklj ซึ่งมีขนาดเท่ากับสี่เหลี่ยมจัตุรัส abcd เดิมโดยทั้งหมดนี้อยู่ในสี่เหลี่ยมผืนผ้า ighj ซึ่งมีด้านกว้างเท่ากับด้านยาวเท่ากับสอง กลับหัวกลับ หางรูปสี่เหลี่ยมนี้แล้วนำความสูงของคนขนาด 6 ฟุต (6 ฟุต 30.48 ซม. = 182.88) เข้าไปสู่ภายในความยาว ia จะได้สัดส่วนตั้งนี้ สัดส่วนของสี่เหลี่ยมทั้งรูปจาก i ถึง g จะยาวเท่ากับ 266 เท่ากับระยะที่คนในความสูงหกฟุตเหยียดแขนขึ้นไปจนสุด, ความกว้างของฐานสี่เหลี่ยม ij จะเท่ากับ 113 (เลข คอรัปบูซิเออร์ใช้ความสูง 175 ซม. เป็นความสูงเฉลี่ยเมื่อคำนวณครั้งแรกแต่เปลี่ยนใจทีหลัง เมื่อมีเพื่อนทักว่าความสูงควรจะเป็น 6 ฟุต) และด้วยการคำนวณสองวิธีคือ หนึ่งเริ่มต้นจากสัดส่วน 113 แล้วทำอัตราส่วนทองเพิ่มขึ้นหรือลดลงไปเรื่อยๆ (คูณด้วย 1.618 หรือหารด้วย 1.618) ก็จะได้ตัวเลขที่เรียกว่าชุดสีแดง (red series) 2. เริ่มต้นจากสัดส่วน 226 (ซึ่งก็คือสองเท่าของ 113 หรือด้านยาวของรูปสี่เหลี่ยมที่สร้างขึ้นมานี้เอง) แล้วทำสัดส่วนทองเพิ่มขึ้นหรือลดลง (คูณด้วย 1.618 หรือหารด้วย 1.618) ก็จะได้ชุดตัวเลขที่เรียกว่าชุดสีน้ำเงิน (blue series) ซึ่งการเปลี่ยนความสูงเฉลี่ยของคนมาเป็น 6 ฟุตทำให้ปัญหาความลึกลับของระบบวัดที่สำคัญที่สุดของโลกสองระบบคือระบบเมตริกและระบบนิ้วฟุตหมดไป เนื่องจากสามารถคำนวณได้ด้วยตัวเลขทั้งชุดแดงและน้ำเงินได้ดังตารางนี้ สัดส่วนที่เกิดขึ้นไม่รู้จบจากการคำนวณนี้เองที่เลขคอรัปบูซิเออร์เห็นว่าสามารถใช้ได้ครอบคลุมกับงานออกแบบ ทั้งหมดและเป็นฐานให้การวัดทั้งหลายโดยที่สัดส่วนที่ได้มาจะสัมพันธ์กับสัดส่วนของมนุษย์และการมองเห็นที่งดงามโดยที่การให้ความสูงเฉลี่ยของมนุษย์เท่ากับ 6 ฟุตนั้นเป็นการให้ค่าว่าใหญ่ ไว้ก่อนคนที่ตัวเล็กกว่าก็ยังใช้ได้ ในขณะที่ถ้าให้ค่าเล็กคนที่ใหญ่กว่าจะใช้ได้ไม่ถนัด (Mio Unsealed. 2009: ออนไลน์)

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ขจีพร วงศ์ปรีดี, สุภิญญา วงษ์ศรีรักษา และปรีชญา ขจิตกาญจน์ (2549) ได้ทำการวิจัยและทดลองเรื่อง เทคนิคการหล่อพร้อมฝังพลอย ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในโครงการ กรุงเทพมหานครเมืองแฟชั่น (โครงการจรัส) โดยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มีจุดมุ่งหมายเพื่อเพิ่มขีดความสามารถการแข่งขันธุรกิจแฟชั่น สาขาอุตสาหกรรมอัญมณีและเครื่องประดับ ผลการศึกษามีดังต่อไปนี้

การฝังพร้อมหล่อหรือที่เรียกว่า stone in place casting หรือ “insitu” คือการฝังอัญมณีลงบนชิ้นงานที่ยื่นก่อนที่จะทำการหล่อ การฝังพร้อมหล่อมีพื้นฐานการทำงานเหมือนการหล่อเครื่องประดับโดยทั่วไป ผู้ที่จะศึกษาเทคโนโลยีการฝังพร้อมหล่อควรจะต้องมีพื้นฐานความรู้ในเรื่องโลหะวิทยา การทำต้นแบบเครื่องประดับ พลอย การฝังพลอย และการหล่อเครื่องประดับเบื้องต้น

แม้ว่าการฝังพร้อมหล่อจะคล้ายกับการหล่อโดยทั่วไป แต่จะต้องเพิ่มความละเอียดรอบคอบในการทำงานอย่างมาก เพราะความผิดพลาดหมายถึงการสูญเสียข้อมูลหรือพลอยหลังจากการหล่อ และงานที่ได้จากเทคนิคการหล่อแบบนี้จะมีคุณภาพการผลิตที่ดีว่างานฝีมือ คือ พลอยที่ฝังยึดติดแน่นกับชิ้นงาน ยากต่อการหลุด พลอยดูเหมือนมีขนาดใหญ่กว่าพลอยที่ได้จากการฝังด้วยมือ เพราะเนื้อโลหะไม่มาปกคลุมที่หน้าพลอยมากนัก รวมไปถึงรายละเอียดเม็ดไขปลาที่ได้มีความกลมไม่เป็นรอยขีดข่วน นอกจากขั้นตอนการฝังด้วยมือ นอกจากนี้ผู้ปฏิบัติงานยังสามารถเรียนรู้งานฝังพลอยบนชิ้นงานเทียบได้ง่ายและรวดเร็วอีกด้วย โดยมีข้อเปรียบเทียบ และข้อควรระวังจำแนกได้ดังนี้

ข้อได้เปรียบของการฝังพลอยบนชิ้นงานเทียบ

- 1 สามารถออกแบบได้หลากหลาย และออกแบบใหม่ๆได้
- 2 ประหยัดเวลาในการผลิต เพราะลดขั้นตอนในการฝังพลอยบนโลหะซึ่งใช้เวลานาน
- 3 ลดต้นทุนการผลิตได้ถึง 50-80 เปอร์เซ็นต์
- 4 งานที่ได้มีการฝังพลอยที่แข็งแรงและยึดติดแน่น
- 5 ไม่ทำให้เกิดรอยขีดข่วน
- 6 ทำให้พลอยขนาดเล็กดูมีขนาดใหญ่ขึ้น
- 7 เป็นนวัตกรรมใหม่ของการฝังพลอย
- 8 เป็นกระบวนการที่สามารถเรียนรู้และศึกษาได้ง่าย

ข้อควรระวังของการฝังพลอยบนชิ้นงานเทียบ

- 1) เสี่ยงต่อการเกิดความเสียหายและสูญเสียพลอย
- 2) ไม่สามารถทำได้กับพลอยทุกชนิด
- 3) ยากในการทำความสะอาดและขัดเงา
- 4) หลังจากหล่อแล้วพลอยอยู่ในสภาพที่มีรอยแตกเนื่องมาจากความร้อนได้ แต่สามารถ

ลดการเกิด Thermal Shock ได้โดย

- ทำให้พลอยเป็นฉนวนกันความร้อนจากโลหะ
- ให้กระบอกปูเย็นตัวอย่างช้าๆ ก่อนนำไปจุ่มน้ำ

5) ความร้อนจากการอบเผาไล่เทียน (burn out) และความร้อนที่พลอยสัมผัสกับโลหะ อาจจะทำให้พลอยมีการเปลี่ยนแปลง คือ สีและคุณสมบัติบางอย่างเปลี่ยน และมลทิน (inclusion) ในเนื้อพลอยเปลี่ยน

อย่างไรก็ดีผู้ปฏิบัติควรมีความเข้าใจเบื้องต้น เนื้องานฝังพร้อมหล่อ ซึ่งแบ่งได้ 2 แบบ คือ การนำพลอยฝังลงในตัวเรือนที่เป็นเทียนที่เรียกว่า “ฝังแบบคลิก (click setting)” หรือ การใส่พลอยในแม่พิมพ์ยางแล้วฉีดเทียนเพื่อให้เทียนหุ้มพลอย ซึ่งหนังสือเล่มนี้จะกล่าวถึงวิธีการฝังพลอยลงชิ้นงานเทียบของการฝังแบบคลิก และรายละเอียดเบื้องต้นสำหรับบทนี้จะกล่าวถึง เครื่องมือและ

อุปกรณ์สำหรับการผลิต ชนิดของพลอย และข้อจำกัดในการทำชิ้นงานฝังพร้อมหล่อ รวมไปถึงความเป็นไปได้ในการผลิตของงานฝังรูปแบบต่างๆ เพื่อให้เห็นภาพความเป็นไปได้ในการผลิตเครื่องประดับด้วยเทคนิคนี้

เครื่องมือและอุปกรณ์พื้นฐาน

1. เครื่องดูดจับพลอย หัวเข็มขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.8-1.5 มิลลิเมตร ใช้สำหรับจับหัวพลอยระหว่างการวางพลอยในเทียน
2. หัวบัตรกรีเชื่อมเทียน พันลวดทองแดง ใช้สำหรับซ่อมแซมเม็ดไขปลา นามเตย หรือเพื่อส่งผ่านความร้อนในการฝังพลอย
3. แวนขยายแบบสวมศีรษะ ใช้ระหว่างการฝังพลอย
4. อุปกรณ์วัดขนาดพลอย ใช้ระหว่างการฝังพลอย และแผนกควบคุมคุณภาพพลอย
5. ไมโครมอเตอร์แบบปรับความเร็วได้ (1,000-25,000 รอบต่อนาที) ใช้สำหรับทำต้นแบบ (master model) โดยส่วนใหญ่จะใช้ความเร็วรอบต่ำระหว่างการทำต้นแบบเพื่อความถูกต้อง
6. หัวเจาะอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำพิมพ์ ประกอบด้วย หัวสว่าน เม็ดมะยม (Round bur) ดอกสว่านจานบิน(Hart bur) ดอกสว่านกรอที่ฝังพลอย(Stone setting bur) และเหล็กครอบ(Cup bur)
7. เหล็กฝังพลอยประเภทต่างๆ ประกอบด้วยเหล็กคมมิด (Knife graver) เหล็กรูปตัววี (V-Shape graver) เหล็กรูปตัวยู (U-Shape graver) และเหล็กตัด (Flat graver) (เนื่องจากเหล็กที่ใช้ในการฝังเครื่องประดับด้วยมือ มีชื่อเรียกและรูปทรงที่แตกต่างจากเหล็กที่ใช้สำหรับการทำต้นแบบงานฝังพร้อมหล่อ ดังนั้นในหนังสือเล่มนี้จึงขอใช้ชื่อเรียกตามการถ่ายทอดจากวิทยากรผู้สอนเป็นหลัก)
8. เครื่องมือพื้นฐานสำหรับการแกะเทียนไขฝัง เช่น เลื่อย เครื่องคว้านขนาดแหวน ชุดแกะสลักเทียน วงเวียน ตะไบที่ใช้ในงานเทียน และอื่นๆ (ขจีพร วงศ์ปรีดี, สุภิญญา วงษ์ศรีรักษา และปรีชญา ขจิตกาญจน์. 2549: 8-11)

ชนิดของพลอยที่สามารถผลิตได้

พลอยที่ใช้ในงานฝังพร้อมหล่อจะต้องมีขนาดมาตรฐานและที่เป็นสากล หากขนาดมีความแตกต่างกันอาจส่งผลให้พลอยแตกหลังการหล่อได้

ตาราง 1.1-1.3 แสดงประเภทของพลอย ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม คือ พลอยธรรมชาติ (Genuine Stones) พลอยสังเคราะห์ (Synthetic stones) และพลอยคิวบิต เซอร์โคเนีย (Cubic Zirconia; C.Z.) โดยในแต่ละตารางระบุถึงรายละเอียดของชนิด สี อุณหภูมิที่ใช้ในการหล่อ รวมถึงความเป็นไปได้ในการหล่อพลอยแต่ละประเภท ข้อมูลความเป็นไปได้ของชนิดพลอยที่ใช้สำหรับการผลิตงานฝังพร้อมหล่อนี้ ได้จากการรวบรวมข้อมูลโดยมีได้เจาะจงอ้างอิงจากบริษัทใดบริษัทหนึ่ง หากอยู่บนพื้นฐานของการศึกษา ทดลอง และประสบการณ์ของทีมงานผู้เขียน อุณหภูมิที่แสดงใน

ตารางคืออุณหภูมิสูงสุดของกระบอกปูนในกระบวนการหล่อ และ ความเป็นไปได้ในการหล่อจะแสดงผล “ได้” หมายถึง สามารถฝังพร้อมหล่อได้ และ “ไม่ได้” หมายถึง พอลอยจะมีการเปลี่ยนสีหลังจากการฝังพร้อมหล่อ พอลอยบางชนิดอาจมีข้อควรระวังระหว่างการหล่อ ได้แก่

- เพอริดอต (Peridot) ธรรมชาติ ผิวของพอลอยชนิดนี้สามารถถูกทำลายโดยสารเคมีที่ใช้ในขั้นตอนการทำความสะอาด
- พอลอยธรรมชาติที่มีมลทินภายในมากจน มรกต มีความเสี่ยงสูงที่จะแตกในกระบวนการหล่อ
 - เพชรจะต้องมีคุณภาพหรือเกรดของเพชร ไม่ต่ำกว่า SI_2
 - ทับทิม จะต้องมียุคคุณภาพดี สีธรรมชาติ และไม่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพ
 - บุษราคัม ควรมียุคคุณภาพดี สีธรรมชาติ และไม่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพ

ตาราง 2 ข้อมูลที่ได้จากการทดลองการฝังพร้อมหล่อพอลอยธรรมชาติ

พอลอยธรรมชาติ	
ชนิด	ฝังพร้อมหล่อ
เพชร	ได้
คอร์ันดัม (เช่น ทับทิม ไพรีน บุษราคัม)	ได้
มรกต	ได้
อะควอมารีน	ได้
อะมิทิสต์	ไม่ได้
ซิทริน	ไม่ได้
ทิวมาลีน (สีเขียวเท่านั้น)	ได้
เพอริดอต	ได้
โกเมน	ได้
โทปาส สีไม่มีสี	ได้
โทปาส Ice Blue	ไม่ได้
โทปาส Aqua Blue	ไม่ได้
โทปาส Ice Blue (เคลือบสี)	ได้***
โทปาส สีชมพู (เคลือบสี)	ได้***
โทปาส Complexion (เคลือบสี)	ได้***
โทปาส Buick (เคลือบสี)	ได้***
โทปาส Poppy (เคลือบสี)	ไม่ได้***
สปิเนลสีดำ	ได้ (650°C)
สโมคกี้ควอตซ์	ไม่ได้
มาคาไซท์	ไม่ได้
อะเกตสีเขียว	ได้

ตาราง 3 ข้อมูลที่ได้จากการทดลองการฝังพร้อมหล่อในพลอยสังเคราะห์

พลอยสังเคราะห์	
ชนิดและสี	ฝังพร้อมหล่อ
คอร์ันดัม ทุกสี	ได้
สปิเนล ทุกสี	ได้
โอปอล	ได้
โทพาส	ได้****
Apinite (สีเขียวมะกอก)	ได้ (650°C)
Alpinite (สีเขียว)	ได้ (550°C) **

ตาราง 4 ข้อมูลที่ได้จากการทดลองการฝังพร้อมหล่อพลอย Cubic Zirconia

คิวบิก เซอร์โคเนีย ****	
สี	ฝังพร้อมหล่อ
ขาว	ได้
ทองเหลือง	ได้
ชมพู	ได้
ม่วงอ่อน	ได้
ม่วง	ได้ (680°C) *
ดำ	ไม่ได้
เหลืองแกมน้ำตาล (Champagne gold)	ได้
น้ำตาล	ไม่ได้
น้ำเงิน	ไม่ได้
ส้ม	ได้ (550°C) *
เหลืองอ่อน	ไม่ได้
ม่วงฟ้า (Tanzanite)	ไม่ได้
เขียว	ได้
ชมพูอ่อน	ได้
ฟ้าน้ำตาล	ได้ ****

ที่มา: ขจีพร วงศ์ปรีดี; สุภิญญา วงษ์ศรีรักษา; และปริญญ์ ขจิตกาญจน์. (2549, กันยายน). เทคนิคหล่อพร้อมฝังพลอย: 11-12.

หมายเหตุ

- * พลอยอาจมีโทนสีสว่างขึ้น
- ** พลอยหลังจากผ่านการหล่ออาจเกิดเส้นเล็กๆ บนผิวหน้า แต่ไม่มีผลต่อประกายโดยรวม
- *** การเคลือบสีพลอยที่ใช้งานได้นี้เป็นพลอยจากบางบริษัท เท่านั้น
- **** อ้างอิงจากการทดลองตัวอย่างพลอยจากบริษัท SIGNITY จำกัด

ความเป็นไปได้และโอกาสในการผลิต

ตาราง 5 ถึง 9 แสดงถึงรายละเอียดของชนิดและประเภทการฝังในแต่ละแบบ นอกจากนี้ยังแสดงถึงรายละเอียดประเภทของพลอยที่เจียระไนในรูปแบบต่างๆ ความยากง่ายในการทำงาน โอกาสเสียต่อการแตกของพลอย รวมไปถึงการเตรียมพิมพ์งานฝัง (pre-setting)

การทำต้นแบบหรือขึ้นพิมพ์ (master model) สำหรับงานฝังพร้อมหล่อ หมายถึงการทำต้นแบบเพื่อให้ได้ขนาดที่ถูกต้องสำหรับการวางพลอยลงในเทียนก่อนการหล่อ (การฝังบางประเภทไม่จำเป็นจะต้องเตรียมพีรีเซตติง เช่น การฝังหุ้ม โดยสามารถเจาะร่องตามต้องการและฝังพลอยแบบพร้อมหล่อได้ทันที)



ตาราง 5 การทำต้นแบบของงานฝังไขปลา

ชนิดและประเภทการฝัง		การ เจียรระไน และ รูปทรง พลอย	การทำ pre- setting ในการ ทำ ต้นแบบ	การทำ ต้นแบบ	ความ ยากง่าย ในการ ทำงาน	โอกาส เสี่ยงต่อ การ แตก ของ พลอย
ฝังไขปลา (Pave' setting)	ไขปลาาร่วม (Alternate Pave')	เหลี่ยม เกสร (Brilliant)	จำเป็น	CAD/CAM เทียนโลหะ	ง่าย	น้อยมาก
	ไขปลาสี่เม็ด (Regular Pave')	เหลี่ยม เกสร (Brilliant)	จำเป็น	CAD/CAM เทียนโลหะ	ง่าย	น้อยมาก
	ไขปลาสอง เม็ด (irregular Pave')	เหลี่ยม เกสร (Brilliant)	จำเป็น	CAD/CAM เทียนโลหะ	ปาน กลาง	น้อยมาก
	ไขปลาแบบ แถว (In line Pave')	เหลี่ยม เกสร (Brilliant)	จำเป็น	CAD/CAM เทียนโลหะ	ปาน กลาง	น้อย

ตาราง 6 การทำต้นแบบของงานฝังสอดหรือล็อก

ชนิดและประเภทการฝัง		การ เจียรระไน และ รูปทรง พลอย	การทำ pre- setting ในการ ทำ ต้นแบบ	การทำ ต้นแบบ	ความ ยากง่าย ในการ ทำงาน	โอกาส เสี่ยงต่อ การแตก ของ พลอย
ฝังสอดหรือล็อก (Channel setting)	พลอย สี่เหลี่ยม	Baguette และ Princess	ไม่จำเป็น	CAD/CAM เทียนโลหะ	ปาน กลาง	ปาน กลาง
	พลอยกลม	Brilliant	ไม่จำเป็น	CAD/CAM เทียนโลหะ	ปาน กลาง	น้อยมาก
	พลอยกลม คละขนาด	Brilliant	จำเป็น	CAD/CAM เทียนโลหะ	ปาน กลาง	น้อยมาก
	พลอยรูปทรง ต่างๆ	Baguette, Princess และ Brilliant	ไม่จำเป็น	CAD/CAM เทียนโลหะ	ปาน กลาง	น้อย

ตาราง 7 การทำต้นแบบของงานฝังหนามเตย

ชนิดและประเภทการฝัง		การ เจียรระไน และ รูปทรง พลอย	การทำ pre- setting ในการ ทำ ต้นแบบ	การทำ ต้นแบบ	ความ ยากง่าย ในการ ทำงาน	โอกาส เสี่ยงต่อ การ แตก ของ พลอย
ฝังหนามเตย(Prong setting)	กลมแบบแถว	Brilliant	จำเป็น	CAD/CAM โลหะ	ยาก	น้อยมาก
	เม็ดเดี่ยว (Solitaire)	ทุกทรง	จำเป็น	CAD/CAM โลหะ	ปาน กลาง	น้อย
	สี่เหลี่ยมแบบ แถว	Baguette, Princess และ Brilliant	จำเป็น	CAD/CAM โลหะ	ยาก	ปาน กลาง

ตาราง 8 การทำต้นแบบของงานฝังหุ้ม/เหยียบหน้า

ชนิดและประเภทการฝัง		การ เจียรระไน และ รูปทรง พลอย	การทำ pre- setting ในการ ทำ ต้นแบบ	การทำ ต้นแบบ	ความ ยาก ง่ายใน การ ทำงาน	โอกาส เสี่ยง ต่อการ แตก ของ พลอย
ฝังหุ้ม/เหยียบหน้า (Bezel setting)	ฝังพลอย เม็ดเดี่ยว	ทุกแบบ แพลนซี	จำเป็น	เทียบโลหะ	ยาก	น้อย
	กลมหลาย เม็ด เป็น กลุ่ม	Brilliant	ไม่ จำเป็น	CAD/CAM เทียบโลหะ	ปาน กลาง	น้อย มาก
	ฝังจม (Flush Setting)	Brilliant	ไม่ จำเป็น	CAD/CAM เทียบโลหะ	ยาก	น้อย มาก
	ผสมหลาย เม็ดเป็น กลุ่ม	ทุกแบบ แพลนซี	จำเป็น	เทียบ		น้อย

ตาราง 9 การทำต้นแบบของงานฝังไร้หนาม

ชนิดและประเภทการฝัง		การเจียรระไนและรูปทรงพลอย	การทำ pre-setting ในการทำต้นแบบ	การทำต้นแบบ	ความยากง่ายในการทำงาน	โอกาสเสี่ยงต่อการแตกของพลอย
ฝังไร้หนาม (Invisible setting)	พลอยหกเหลี่ยม	Princess Cut	ไม่จำเป็น	CAD/CAM เทียน	ยาก	ปานกลาง
	พลอยหกเหลี่ยม	ห้าและหกเหลี่ยม Hexagonal & Pentagonal cut	ไม่จำเป็น	CAD/CAM เทียน	ยาก	ปานกลางถึงสูง

ที่มา: ขจีพร วงศ์ปรีดี; สุกัญญา วงษ์ศรีรักษา; และปรีชญา ขจิตกาฑุจณ์. (2549, กันยายน). *เทคนิคหล่อพร้อมฝังพลอย*. หน้า 12-14.

จุดอ่อนของพลอยที่ใช้ในการหล่อพร้อมฝังจะอยู่บริเวณ มุม โดยพลอยที่มีมุมแหลม และมีมุมเป็นจำนวนมากมีความเสี่ยงสูงที่พลอยนั้นจะแตก เนื่องจากขณะทำการหล่อในช่วงที่โลหะหลอมเหลวเย็นตัวลง โลหะจะเกิดการหดตัวและบีบพลอย ทำให้พลอยเคลื่อนมาชนกันเองที่มุมหรือมุมของพลอยชนกับโลหะ การลดความเสี่ยงการแตกของพลอยทำได้โดยการสร้างช่องว่างในพิมพ์ต้นแบบบริเวณมุมพลอยเพื่อให้โลหะที่หดตัวขณะเย็นตัวลงไม่กดอัดบริเวณมุมพลอย (ขจีพร วงศ์ปรีดี; สุกัญญา วงษ์ศรีรักษา; และปรีชญา ขจิตกาฑุจณ์. 2549: 8-14)

การทำต้นแบบสำหรับงานฝังพร้อมหล่อ

ความหมายของพรีเซตติง (Pre-setting)

ขั้นตอนที่สำคัญที่สุดในการผลิตงานฝังพร้อมหล่อคือ การขึ้นพิมพ์หรือต้นแบบ (master model) การเตรียมต้นแบบที่จะสามารถทำให้ให้คุณภาพของชิ้นงานที่ดี ทำให้ปฏิบัติงานได้ง่ายและรวดเร็ว โดยต้นแบบที่ดีต้องมีคุณสมบัติดังนี้

1. การเตรียมที่วางพลอย (seat) ให้มีความถูกต้องของขนาดและมีความละเอียดเท่าที่จะเป็นไปได้
2. การทำร่อง (groove) ของสันพลอยใต้ขอบพลอย (girdle) เพื่อให้สามารถวางพลอยได้ง่ายที่สุดเท่าที่เป็นไปได้ โดยขั้นตอนนี้มีการวางพลอยเพื่อทดสอบตำแหน่งของพลอยในเครื่องประดับ เรียกขั้นตอนนี้ว่า “พรีเซตติง (Pre-setting)”
3. พลอยควรวางพอดีกับตำแหน่งของร่องที่กำหนด ซึ่งระหว่างที่กดพลอยลงจะต้องมีความรู้สึกว่าพลอยถูก “คลิก” ลงบนตำแหน่งที่ต้องการพอดี จึงมีการเรียกการฝังแบบนี้ว่า “ฝังแบบคลิก” ดังแสดงในภาพที่ 3.1
4. ในกรณีที่ฝังพลอยในชิ้นงานเทียน ควรคำนึงถึง บริเวณผิวสัมผัสระหว่างพลอยกับชิ้นงานเทียนโดยให้พลอยสัมผัสเทียนน้อยที่สุด

กระบวนการความคิดในการทำต้นแบบในงานฝังพร้อมหล่อ

การทำต้นแบบที่ใช้ในงานฝังพร้อมหล่อ สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่มหลัก คือ การทำต้นแบบด้วยมือ และด้วยคอมพิวเตอร์ การทำต้นแบบด้วยมือสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ ทำต้นแบบจากการแกะเทียนขึ้นพิมพ์และการทำต้นแบบจากโลหะ (Computer Aided Machine; CAM) และ ระบบฉีดเรซินด้วยคอมพิวเตอร์ (Rapid Prototype; RP) การเลือกใช้วิธีทำต้นแบบด้วยวิธีใดจะขึ้นอยู่กับแบบหรืองานตามกระบวนการการผลิตในแบบต่างๆ รายละเอียดของงานต้นแบบต่างๆสรุปได้ดังนี้

- **การทำต้นแบบจากการแกะเทียนขึ้นพิมพ์ด้วยมือ:** หากทำต้นแบบด้วยการแกะเทียนหรือขึ้นพิมพ์ด้วยมือในงานพิมพ์ต้นแบบไขปลา ไขปลาอาจไม่กลมเท่ากันทุกเม็ด เนื่องจากการขึ้นรูปด้วยมือเป็นงานศิลปะที่ทำจากช่าง อาจขาดความเที่ยงตรงได้ ๕ รรมชาติของงานที่ออกมาจะดูคล้ายกับงานที่ทำจากการฝังด้วยมือ โดยส่วนใหญ่ผู้เริ่มทำต้นแบบในงานหล่อพร้อมฝัง ในการเรียนรู้งานมักจะเรียนรู้อุปกรณ์การแกะพิมพ์แบบไขปลาด้วยมือจากเทียนเป็นแบบแรก งานฝังลึคหรือฝังไร้หนามสามารถประดิษฐ์จากช่างได้เช่นกัน แต่อาจใช้วิธีขึ้นพิมพ์ ต้นแบบด้วยคอมพิวเตอร์เพื่อสร้างความเที่ยงตรงในการทำงาน
- **การทำต้นแบบที่เป็นโลหะด้วยมือ:** การทำพิมพ์ต้นแบบประเภทนี้ต้องการความเที่ยงตรงซึ่งต้องบังคับมือในการทำงาน เป็นงานที่ต้องการแสดงสันขอบที่คมและสวยงาม การแกะพิมพ์ประเภทนี้จึงเหมาะสำหรับงานฝังหนามเตย เนื่อง จากต้องใช้เหล็กครอบในการปั้นให้หัวหนามเตยมีความกลมและคมชัด

- **การทำต้นแบบด้วยคอมพิวเตอร์:** การทำพิมพ์ต้นแบบประเภทนี้เหมาะสมกับรูปแบบที่ต้องการความเที่ยงตรงของการทำต้นแบบดังนี้
 - การทำต้นแบบฝังไร้นาม สามารถได้ต้นแบบที่เที่ยงตรงที่สุดเมื่อเทียบกับงานต้นแบบที่ทำด้วยมือ และเหมาะสมสำหรับการประมาณขนาดของต้นแบบที่ดี
 - การทำต้นแบบฝังลึอก ในบางประเภทใช้การทำต้นแบบด้วยคอมพิวเตอร์จะได้ผลดีกว่า
 - การทำต้นแบบฝังไขปลาดูด้วยคอมพิวเตอร์ คือต้องการไขปลาที่เท่ากันทุกเม็ดสามารถใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สั่งงานให้เครื่องแกะตามแบบได้ หรือ ในกรณีที่ต้องการให้รูปทรงไขปลาดูเหมือนธรรมชาติคล้ายงานฝังด้วยมือ คือ “มีไขปลาที่ไม่เท่ากันทุกเม็ด แต่ต้องการให้มีที่วางพลอยเท่ากัน ” สามารถประยุกต์โดยแกะที่วางพลอยไขปลาด้วยคอมพิวเตอร์ หลังจากนั้นหยอดไขปลาในส่วนเม็ดไขปลาภายหลังด้วยมือ งานที่ได้จะมีความเที่ยงตรงในเรื่องของที่วางพลอยและไขปลาจะไม่กลมเท่ากันทีเดียวทำให้ได้งานที่มีคุณค่าเหมือนกับการทำด้วยมือ อย่างไรก็ตามการผสมผสานเทคนิคขึ้นอยู่กับความชำนาญและการประยุกต์ใช้

การทำต้นแบบ

พื้นฐานและข้อมูลในการทำต้นแบบ

การทำต้นแบบด้วยมือ

1) อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทำต้นแบบ

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทำต้นแบบได้กล่าวไว้แล้วข้างต้น เรื่องเครื่องมือและอุปกรณ์พื้นฐานเรียบร้อยแล้ว สำหรับงานที่ทำต้นแบบด้วยมือของแบบบางชนิด เช่น การฝังพร้อมหล่อแบบไขปลา จะต้องมีการฝังพลอยลงในต้นแบบเพื่อให้งานมีความสมบูรณ์ ดังนั้น พลอยที่เลือกสำหรับการฝังจะต้องเป็นพลอยที่ไม่แข็งมากนัก เพราะพลอยที่แข็งเกินไปมีโอกาสเสี่ยงที่จะเกิดการแตกได้ง่าย โดยส่วนใหญ่จะใช้พลอย C.Z.

พลอยที่ใช้ต้องมีขนาดที่ถูกต้องแม่นยำ สม่ำเสมอ มีขนาดของขอบพลอย (girdle) ที่เหมาะสมกับงานที่จะใช้ในการผลิต เช่น งานฝังพลอย C.Z. หรือพลอยทั่วไปพร้อมหล่อ จะต้องใช้พลอยต้นแบบที่มีขอบ 5-7 เเปอร์เซ็นต์ งานฝังเพชรพร้อมหล่อ จะต้องใช้เพชรที่มีขอบหนา 2-3 เเปอร์เซ็นต์ ซึ่งการเลือกใช้นี้ขนาดความหนาของขอบพลอยที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับลักษณะการเจียรไนเหลี่ยมเพชรหรือพลอยนั้นๆ

2) กระบวนการทำต้นแบบ

❖ ต้นแบบงานเทียนไขฝัง

- I. การสร้างรูปร่างของต้นแบบ
- II. เจาะช่องสำหรับวางพลอย
- III. ตัดเส้นเชื่อมระหว่างช่องเพื่อให้เกิดแนวไขปลา (กรณีฝังแบบไขปลา)
- IV. วางพลอยลงในช่องให้ได้ระยะห่างตามต้องการ

- V. ผังพลอย
- VI. นำแบบเทียนไปหล่อเป็นต้นแบบโลหะที่มีพลอยฝังอยู่
- VII. แกะพลอยออก ด้วยการทำให้แตกโดยการกะเทาะหรือให้ความร้อนแล้วจุ่มลงในน้ำอย่างรวดเร็ว
- VIII. ตกแต่งต้นแบบโลหะ พร้อมสำหรับขั้นตอนการอัดยาง

❖ **ต้นแบบงานโลหะ**

- I. ขึ้นพิมพ์หรือทำต้นแบบด้วยโลหะ
- II. เจาะช่องสำหรับวางพลอย
- III. ตัดเส้นเชื่อมระหว่างช่องเพื่อให้เกิดแนวไขปลา (เฉพาะผังแบบไขปลา)
- IV. ผังพลอยด้วยกรรมวิธีปกติ
- V. แต่งไขปลาให้กลม ด้วยวิธีทำให้แตก
- VI. ใต้ต้นแบบโลหะ พร้อมสำหรับขั้นตอนการอัดยาง

การทำพิมพ์ต้นแบบด้วยเทียนและโลหะจะมีความแตกต่างในขั้นตอนของการตกแต่งเม็ดไขปลาหรือหนามเตย ดังภาพที่ 3.4 การทำต้นแบบด้วยเทียนสามารถทำได้ง่ายกว่าและได้รูปทรงของพลอยที่ฝังในเทียนขึ้นได้ง่ายตามต้องการและรวดเร็ว ในขณะที่การทำต้นแบบจากโลหะจะได้เม็ดไขปลาหรือหนามเตยที่คมและกลมมากกว่าและต้นแบบที่ได้จะดูเหมือนงานจากการฝังมือของช่าง

การทำต้นแบบด้วยคอมพิวเตอร์

ต้นแบบที่ได้จาก CAD/CAM และ RP จะมีขนาดที่ได้มาตรฐาน เหมาะสำหรับงานต้นแบบที่ต้องการความถูกต้องและแม่นยำในการสร้างพิมพ์หรือต้นแบบ เช่น การทำต้นแบบงานฝังไร้นาม และอื่นๆ ตามตาราง 1.4-1.8 ระบบการทำต้นแบบด้วยคอมพิวเตอร์สามารถสร้างได้จากเครื่องต่างๆ ดังนี้

- 1) ระบบการกลึง/ตัด 3 แกน 4 แกน หรือ 5 แกน เป็นระบบแกะเทียน ด้วยหัวเจาะในการขุด เจาะ ตัด โดยควบคุมการเคลื่อนที่ของหัวเจาะด้วยคอมพิวเตอร์ เช่น Roland MDX, Unocad, Delcam, อื่นๆ
- 2) ระบบการฉีดด้วยเรซิน (resin deposition) เป็นระบบสร้างต้นแบบที่เป็นเรซินด้วยวิธีการเดียวกันกับการพิมพ์ภาพถ่ายของเครื่องพิมพ์ (Printer) โดยพิมพ์เรซินทับซ้อนขึ้นเป็นชั้นๆ เพื่อให้ได้รูปทรง 3 มิติ เช่น Solidscape, Invision, Eden, อื่นๆ
 - 3) ระบบการพิมพ์จากภาพเหมือนจริง (Stereo Lithography) เช่น Viper, Meiko, Digitalwax อื่นๆ
 - 4) ระบบที่เป็นกระบวนการใช้แสงดิจิทัล (Digital Light Processing) เช่น Envision, อื่นๆ
 - 5) ระบบการซินเตอร์ด้วยพลาสติก-โลหะ (Plastic-metal sintering system) เช่น Eosint MIP, อื่นๆ

การขัดตกแต่งพิมพ์ต้นแบบ

ในการขัดตกแต่งต้นแบบ ควรให้ความสำคัญด้านในของชิ้นงาน ดังนั้นจึงควรขัดต้นแบบจนเกิดเงา เพราะหลังการหล่องานฝังพร้อมหล่อแล้วไม่สามารถขัดรายละเอียดด้านในได้อีก ส่วนด้านนอกของชิ้นงานอาจขัดด้วยกระดาษทรายละเอียดเป็นขั้นตอนสุดท้ายก็ได้

ขั้นตอนการคำนวณ

โดยทั่วไปแล้วการเปลี่ยนแปลงขนาดไม่ว่าจะเป็นการหดตัวหรือขยายตัวจากต้นแบบแม่พิมพ์เกิดขึ้นได้ในระหว่างขั้นตอนการผลิต 3 ขั้นตอน คือ ระหว่างการอบยาง ระหว่างการฉีดเทียมน และระหว่างการหล่อ โดยทั่วไปการเปลี่ยนแปลงขนาดในขั้นตอนการหล่อที่ใช้แอลลอยทั่วไปจะถือว่าน้อยมาก แต่อยู่ในขั้นตอนการอบยาง และการฉีดเทียมน อาจมีความแปรปรวนได้มากกว่า ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัสดุและคุณภาพที่ใช้ระหว่างขั้นตอนนั้นๆของแต่ละโรงงาน ตารางที่ 10 แสดงการคำนวณขนาดของการทำพิมพ์ เช่น ยาง RTV¹ ซึ่งเป็นยางที่ไม่มีการหดตัวระหว่างการอบยาง ดังนั้นพลอยที่มีขนาดมากกว่า 4 มิลลิเมตร ไม่ต้องมีการเผื่อขนาดในการหดตัวของงานพิมพ์ อย่างไรก็ตามขนาดพลอยที่เล็กหรือในกรณีชิ้นงานที่บาง เทียนที่ฉีดได้จะมีขนาดใหญ่กว่าปกติเนื่องจากความดันของพิมพ์ยางที่ประกบกันหรือแรงที่ฉีดเทียมนเข้าแม่พิมพ์ยาง ดังนั้นการฉีดเทียมนในพิมพ์ที่มีขนาดพลอยเล็ก เทียนที่ได้จะมีความหนากว่าเดิม ความหนาที่ได้เป็นความหนาที่เข้าสู่ศูนย์กลางของวงกลมทำให้รูปพลอยมีขนาดเล็กกว่าเดิม ดังนั้นจึงต้องมีการขยายขนาดของพลอยให้มากกว่าขนาดของพลอยจริง ซึ่งในตารางที่ 10 จะพบว่าหากพลอยมีขนาด 1 มิลลิเมตร ต้องขยายขนาดอีก 3 เปอร์เซ็นต์ ในการอัดยาง RTV

สำหรับยาง HTV² การอัดยางที่อุณหภูมิสูงจะทำให้ยางมีการหดตัวในทุกกรณี การหดตัวของยาง HTV ทำให้ได้รูปพลอยมีการหดหนีออกจากจุดศูนย์กลางทำให้รูปพลอยมีขนาดกว้างขึ้น ดังนั้นในกรณีพลอยขนาดใหญ่จึงต้องมีการเผื่อการหดตัวโดยการทำให้มีขนาดเล็กกว่าเดิม 3 เปอร์เซ็นต์ ของขนาดพลอยที่ 4 มิลลิเมตร ส่วนพลอยที่มีขนาดเล็กซึ่งมีการหดตัวหนีจุดศูนย์กลางของแม่พิมพ์ยาง แต่มีการขยายของชิ้นงานขนาดเล็กที่เข้าสู่จุดศูนย์กลางทำให้ไม่ต้องเผื่อการหด (0 เปอร์เซ็นต์)

ตาราง 10 แสดงการคำนวณของขนาดการทำพิมพ์เมื่อเทียบกับขนาดของพลอย

ขนาดพลอย (ม.ม.)	ยาง RTV	ยาง HTV
1.00	+3.0%	0.0%
1.25	+3.0%	0.0%
1.50	+3.0%	0.0%
1.75	+2.7%	-0.3%
2.00	+2.4%	-0.6%
2.25	+2.1%	0.9%
2.50	+1.8%	-1.2%
2.75	+1.5%	-1.5%
3.00	+1.2%	-1.8%
3.25	+0.9%	-2.1%
3.50	+0.6%	-2.4%
3.75	+0.3%	-2.7%
4.00	+0.0%	-3.0%
5.00	+0.0%	-3.0%
6.00	+0.0%	-3.0%

- + % หมายถึง การเผื่อขนาดให้ใหญ่ขึ้นกว่าพิมพ์ที่ต้องการ
 - % หมายถึง การเผื่อขนาดให้เล็กลงกว่าพิมพ์ที่ต้องการ

ที่มา: ขจีพร วงศ์ปรีดี, สุภิญญา วงษ์ศรีรักษา และปรีชญา ขจิตกาญจน์ (2549, กันยายน).
 เทคนิคหล่อพร้อมฝังพลอย. หน้า 35.

ตามเกณฑ์งานฝังพร้อมหล่อแบบไขว้ปลา สามารถกำหนดสัดส่วนได้คือ ขนาด ความหนา ขอบพลอย และความลึกของพลอย เช่น พลอยที่มี เส้นผ่าศูนย์กลาง 2 มิลลิเมตร และเป็นทรงกลม ดังภาพที่ 3.6 ด้านบนสุดควรมีระยะสูงจากหน้าพลอย 0.2 มิลลิเมตร ด้านล่างควรถูกให้พลอยลอยตัวจากระดับต่ำสุด 0.3 มิลลิเมตร ด้านข้างให้โลหะยึดพลอยห่างจากขอบเข้าไปด้านข้างด้านละ 0.1 มิลลิเมตร โลหะที่รองรับพลอยมีความหนา 0.2 มิลลิเมตร ส่วนขนาดอื่นๆ สามารถกำหนดได้โดยใช้เกณฑ์เทียบความห่างให้มีระดับความสวยงามตามความพึงพอใจของลูกค้า (ขจีพร วงศ์ปรีดี; สุภิญญา วงษ์ศรีรักษา; และปรีชญา ขจิตกาญจน์. 2549: 31-35)

เทียนและการฝังพลอยในชิ้นงานเทียนสำหรับงานฝังพร้อมหล่อ

การเลือกชนิดของ เทียนและการฝังพลอยบนชิ้นงานเทียนในงานฝังพร้อมหล่อ เป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งที่จะทำให้งานหล่อที่มีคุณภาพ สวยงาม ไม่เกิดการสูญเสียเนื่องจากพลอยแตก หรือเกิดข้อบกพร่องในชิ้นงานหล่อ

การฝังพลอยบนชิ้นงานเทียน หรือ wax setting เป็นงานฝังพลอยบนชิ้นงานเทียน แล้วนำชิ้นงานเทียนไปหล่อเพื่อให้โลหะเข้าแทนที่เทียน (lost wax casting หรือ investment casting) เพื่อให้ได้ชิ้นงานหล่อที่มีพลอยฝังอยู่ในตัวเรือน การหล่อแบบนี้เรียกว่างานฝังพร้อมหล่อ (Stone-in-place- Casting) ซึ่งจะช่วยประหยัดเวลาในการฝังพลอยลงบนชิ้นงานโลหะ เนื่องจากการฝังพลอยบนชิ้นงานเทียนจะทำได้ง่ายและประหยัดเวลามากกว่าการฝังพลอยบนโลหะ

การฝังพลอยบนชิ้นงานเทียน มีสิ่งสำคัญที่ต้องคำนึง คือ

- 1) การสูญเสียพลอย ควรยอมรับหากเกิดการสูญเสียพลอย
- 2) การขัดตัวเรือน หลังจากหล่อ ควรคำนึงถึงความสามารถในการทำความสะอาดหรือขัดตัวเรือนรอบ ๆ พลอย

- 3) การหดตัวและการถ่ายเทความร้อนจากตัวเรือนโลหะ ความเสี่ยงของพลอยแตกหักอันเนื่องมาจากโลหะหดตัวตกลงบนพลอยและแตกจากความร้อน (Thermal Shock) ที่ได้รับจากโลหะด้วย เนื่องจากการฝังพลอยที่สัมผัสกับเทียน ซึ่งการฝังถ้าโลหะสัมผัสกับพลอยน้อยเท่าไร นั่นหมายความว่าน่าจะสามารถลดอัตราการเสี่ยงของพลอยแตก



ภาพประกอบ 2 รูปชิ้นงานเทียนที่มีการฝังพลอยบนเทียน

ที่มา: ขจีพร วงศ์ปรีดี; สุภิญญา วงษ์ศรีรักษา; และปรีชญา ขจิตกาญจน์. (2549, กันยายน). เทคนิคหล่อพร้อมฝังพลอย. หน้า 54.



ภาพประกอบ 3 การฝังพลอยบนเทียน (ซ้าย) และต้นโลหะพร้อมพลอยหลังหล่อ (ขวา)

ที่มา: ขจีพร วงศ์ปรีดี; สุภิญญา วงษ์ศรีรักษา; และปรีชญา ขจิตกาญจน์. (2549, กันยายน). เทคนิคหล่อพร้อมฝังพลอย. หน้า 54.



ภาพประกอบ 4 ชิ้นงานเทียนที่ฝังพลอย (ซ้าย) และชิ้นงานที่หล่อแล้ว (ขวา)

ที่มา: ขจีพร วงศ์ปรีดี; สุภิญญา วงษ์ศรีรักษา; และปรีชญา ขจิตกาญจน์ (2549, กันยายน).
เทคนิคหล่อพร้อมฝังพลอย. หน้า 55.

อุปกรณ์และเครื่องมือในการตกแต่งเทียนและฝังพลอยบนชิ้นงานเทียน

อุปกรณ์และเครื่องมือพื้นฐานสำหรับงานฝังพร้อมหล่อนั้นได้ถูกกล่าวไว้ในข้างต้นแต่ในระหว่างขั้นตอนการวางพลอยในชิ้นงานเทียน ควรที่จะมีอุปกรณ์เพื่อใช้สำหรับตกแต่งเทียน เช่น หัวบัดกรีสำหรับเชื่อมชิ้นงานเทียนและให้ความร้อนแก่พลอยก่อนฝังลงบนชิ้นงานเทียน มีผ้าตัดเหล็กแกะสลัก เหล็กปลายแบน ตะเกียงแอลกอฮอล์ เทียนเส้น และเทียนแผ่นเป็นต้น (ขจีพร วงศ์ปรีดี; สุภิญญา วงษ์ศรีรักษา; และปรีชญา ขจิตกาญจน์. 2549: 55-56)

การฝังพลอยในชิ้นงานเทียน

การที่จะได้ชิ้นงานเทียนที่มีพลอยประดับอยู่บนชิ้นงาน สามารถทำได้ 2 วิธี คือ ติดพลอยลงในแม่พิมพ์ยางแล้วฉีดเทียน และการนำพลอยมาฝังบนชิ้นงานเทียนที่ได้จากการฉีด ซึ่งวิธีที่นิยมทำได้ง่าย รวดเร็ว และสวยงาม คือวิธีที่ 2 โดยฉีดเทียนก่อน แล้วจึงนำพลอยมาฝังลงบนเทียนนั้น

ในกรณีการฝังไร้หมอบนชิ้นงานเทียน มีข้อดีหลายประการ ได้แก่ สามารถเรียนรู้ / ศึกษาได้ง่ายหล่อได้เร็วมาก พลอยได้ถูกฝังแน่นโดยไม่จำเป็นต้องใช้เครื่องมืออุปกรณ์ราคาแพง เหมาะใช้ในการหล่อพวกเพชร ทับทิม แซฟไฟร์ เพชรรัสเซีย (C.Z) และพลอยสังเคราะห์อื่นๆ โดยพลอยที่นำมาใช้ต้องไม่เป็นมุมแหลม นอกจากนี้การใช้เวลาในการฝึกปฏิบัติงานน้อย ถือเป็นข้อดีของการฝังพลอยในเทียนอีกด้วย



(ก)



(ข)

ภาพประกอบ 5 (ก) แสดงชิ้นงานเทียนที่ฝังพลอย พร้อมนำไปหล่อ (ข) แสดงชิ้นงานโลหะที่ได้จากการหล่อพร้อมฝัง

ที่มา: ขจีพร วงศ์ปรีดี; สุกัญญา วงษ์ศรีรักษา; และปรีชญา ขจิตกาจนันท์. (2549, กันยายน). *เทคนิคหล่อพร้อมฝังพลอย*. หน้า 59.

ขั้นตอนและรายละเอียดของการทำงานสามารถปฏิบัติได้ 2 แบบ คือ ใช้กาวยูวี (UV glue) ติดร่องพลอยเข้ากับชิ้นงาน หรือให้ความร้อนผ่านพลอยแล้ววางพลอยยึดลงบนชิ้นงานเทียน แต่วิธีที่นิยมคือการใช้กาวยูวีทาลงในร่องพลอยก่อนฝัง กาวยูวีจะนำมาใช้งานได้สะดวก เพราะสามารถปรับระดับและเคลื่อนย้ายพลอยได้หลังจากการวางพลอยลงบนชิ้นงานเทียนแล้ว เมื่อพอใจกับการวางพลอยแล้วสามารถใช้หลอดไฟยูวีส่องชิ้นงานเพื่อช่วยทำให้กาวแข็งตัว ภายในระยะเวลา ไม่เกิน 5 นาที หลังจากนั้นจึงนำชิ้นงานไปติดต้นเทียน



ภาพประกอบ 6 แสดงขั้นตอนการฝังพลอยบนเทียน และต้นเทียนที่พร้อมนำไปหล่อ

ที่มา: ขจีพร วงศ์ปรีดี; สุกัญญา วงษ์ศรีรักษา และปรีชญา ขจิตกาจนันท์ (2549, กันยายน). *เทคนิคหล่อพร้อมฝังพลอย*. หน้า 50.

การติดตั้งเตียน

การติดตั้งเตียน เป็นการนำแบบเตียนหรือชิ้นงานเตียนมาติดรวมกันเป็นกลุ่มอย่างมีระเบียบ ก่อนติดตั้งเตียนควรตกแต่งแบบเตียนให้ เรียบร้อยก่อน แบบเตียนต้องสมบูรณ์ ไม่มี ฟองอากาศอยู่ภายในเนื้อเตียน แบบเตียนต้องติดแน่นกับก้านทางน้ำ และแบบเตียนทุกชิ้นต้องไม่ สัมผัสกัน การติดตั้งเตียนที่ดี จะทำให้ได้งานหล่อที่มีคุณภาพ สิ่งสำคัญของการติดตั้งเตียนคือ ช่วง ติดตั้งเตียนควรมีความรู้เกี่ยวกับระบบท างเดินน้ำโลหะ (gating system) เพื่อให้ทราบถึงการไหล ออกของเตียน และการไหลเข้าของน้ำโลหะ ซึ่งจะช่วยให้ได้งานหล่อที่มีคุณภาพสูงสุด

การชั่งน้ำหนักของต้นเตียน

เมื่อได้ต้นเตียนที่พร้อมจะนำไปหล่อต่อไปแล้ว ให้ชั่งน้ำหนักต้นเตียน เพื่อนำไปคำนวณ น้ำหนักของโลหะที่จะใช้หล่อ โดยน้ำหนักโลหะสามารถคำนวณได้จากสูตรด้านล่าง ดังนี้

$$\text{น้ำหนักโลหะ} = (\text{น้ำหนักต้นเตียน} - \text{น้ำหนักฟลอย}) \times \text{ค่าความถ่วงจำเพาะของโลหะ}$$

การเก็บและบำรุงรักษาเตียน

ประสิทธิภาพของเตียนจะลดลงหากเก็บไว้ในที่ที่มีอุณหภูมิสูง มีแดดส่อง ดังนั้นจึงควร เก็บเตียนไว้ในที่แห้งแสง และควรมีการตรวจสอบคุณภาพ (Q.C) ของชิ้นงานเตียนทุกครั้งก่อนฉีด ก่อนนำชิ้นงานเตียนไปหล่อเป็นโลหะแล้ว หากมีข้อบกพร่องจะซ่อมชิ้นงานได้ยาก แต่หากเป็น ชิ้นงานเตียนสามารถซ่อมหรือแก้ไขให้ชิ้นงานเตียนมีคุณภาพที่ดีก่อนที่จะส่งไปหล่อต่อไปได้ง่าย กว่า(ขจีพร วงศ์ปรีดี; สุกัญญา วงษ์ศรีรักษา; และปรีชญา ขจิตกาญจน์. 2549: 59-61)

การหล่อสำหรับงานฝังพร้อมหล่อ

สิ่งสำคัญในงานฝังพร้อมหล่อ คือ โลหะที่ใช้หล่อไม่ควรทำปฏิกิริยาออกซิเดชันระหว่างการ หล่อ โลหะไม่ควรมีการหดตัวต่ำ และโลหะไม่แข็งมากจนเกินไป ดังนั้นใน บทนี้ จะแบ่งหัวข้อเป็น โลหะที่ใช้ในงานหล่อเครื่องประดับทั่วไปและงานฝังพร้อมหล่อ การเตรียมอัลลอยหรือการเทเม็ด (granulation) ก่อนการหล่อ วิธีการหล่อ ระบบการเย็นตัวของอัลลอยเงินและทอง การหล่อแพลตินัม และการหล่อไททาเนียม

โลหะสำหรับงานฝังพร้อมหล่อ

โลหะ (metal) หมายถึง สสารที่ทึบและวาว นำไฟฟ้าและความร้อนได้ดี เมื่อนำไปขัดผิว ละเอียดจะให้ผิวที่มันวาวสะท้อนแสงได้ดี มีความเหนียว สามารถนำมาแปรรูปหรือขึ้นรูปได้ไม่ยากนัก โลหะผสมหรืออัลลอยในอุตสาหกรรมจะหมายถึง การผสมกันของธาตุโลหะหรือเรียกว่าโลหะบริสุทธิ์ (pure metal) มีความบริสุทธิ์เทียบเท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ กับธาตุชนิดอื่นที่เรียกว่า ฟร้ออัลลอย (pre-alloy) หรือมาสเตอร์อัลลอย (master alloy) เช่น ทอง 18 เค (K) หมายถึง ทองที่มีทองบริสุทธิ์ 75 เปอร์เซ็นต์ ผสมกับ ฟร้ออัลลอย 25 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งฟร้ออัลลอยของทองประกอบด้วยธาตุ เงินและ

ทองแดงเป็นหลัก ส่วนธาตุอื่นๆ จะถูกใส่ในปริมาณน้อยเพื่อเพิ่มคุณสมบัติสำหรับงานเฉพาะประเภท เช่น งานฝังพร้อมหล่อ ธาตุที่เติมในพรีอัลลอยอธิบายได้เป็น 3 กลุ่มตามคุณสมบัติสำหรับงานฝังพร้อมหล่อ ดังนี้

- อัลลอยที่เป็นตัวลดออกซิเจน (deoxidizing alloys) – การทำปฏิกิริยาออกซิเดชันของธาตุโลหะ อาจเกิดปัญหามากมาย เช่น โลหะไม่แวววาว มีคราบเขม่าติดอยู่ตามซอก ซึ่งยากต่อการขัดแต่งภายหลัง ดังนั้นจึงมีการใส่ธาตุเพื่อป้องกันไม่ให้อัลลอยทำปฏิกิริยาออกซิเดชันระหว่างการหล่อ ธาตุที่มีสมบัติดังกล่าว ได้แก่ ซิลิกอน สังกะสี แกลเลียม อะลูมิเนียม เป็นต้น
- ธาตุที่ใส่เพื่อป้องกันการหดตัว – ธาตุโลหะโดยทั่วไปเมื่อเย็นตัวจะหดตัว แต่จะหดตัวมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับสมบัติของธาตุนั้นๆ ดังนั้นจึงควรระวังในการใช้อัลลอยบางตัว เช่น สังกะสีมีข้อดีคือ เป็นตัวอัลลอยที่ลดออกซิเจนได้ แต่ถ้าหากใส่มากเกินไปอาจทำให้มีการหดตัวสูง
- โลหะไม่แข็งมากจนเกินไป โดยส่วนใหญ่ธาตุที่ใส่เพื่อเพิ่มความแข็งแรงของอัลลอย เช่น โคบอลต์ แคลเซียม แกลโดลิเนียม แกลเลียม และนิกเกิล จะไม่เลือกใช้เป็นธาตุที่เติมในพรีอัลลอยสำหรับงานฝังพร้อมหล่อ แต่ในบางกรณีอาจไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ เช่น การหล่องานทองขาวผสมนิกเกิลซึ่งเป็นอัลลอยที่แข็งเมื่อเทียบกับอัลลอยอื่น ตัวเรือนที่มีความแข็งแรงมาก อาจทำให้โลหะในระหว่างการหดตัวกะเทาะพลอย ทำให้พลอยแตกได้

การเตรียมอัลลอยต่อการหล่อ

การเทเม็ดยังเป็นขั้นตอนที่ใช้ผสมโลหะบริสุทธิ์กับพรีอัลลอยที่สามารถทำได้ในปริมาณมาก สำหรับอัลลอยเงินและทองเพื่อให้อัลลอยหลอมเป็นเนื้อเดียวกันอย่างสมบูรณ์ โดยมีหลักการของการเทน้ำโลหะผ่านรูเทที่มีขนาดเล็กตั้งแต่ 1 มิลลิเมตร ถึง 4 มิลลิเมตร โดยทั่วไปจะใช้ขนาด 2 มิลลิเมตร หลังจากเทน้ำโลหะที่ร้อนผ่านรู น้ำโลหะจะตกกระทบกับน้ำในอ่าง จะแข็งตัวเป็นเม็ดกลม อย่างไรก็ตามก็ตีขนาดของเม็ดโลหะไม่ขึ้นอยู่กับขนาดของรูเทเพียงอย่างเดียว แต่ต้องขึ้นกับอัตราการเย็นตัวของเม็ดโลหะ ขึ้นกับความดันของแรงที่พุ่งผ่านน้ำธาตุเจือปนที่มีผลต่อการเย็นตัวของโลหะและความร้อนของน้ำที่ทำให้โลหะเย็นตัวและระยะเวลาที่เหมาะสม โดยทั่วไปอาจใช้น้ำเย็นหรือน้ำผสมแอลกอฮอล์ในอัตราส่วน 1 ต่อ 1 ก็ได้ แต่ควรระวังเปลวไฟที่เกิดขึ้นในกรณีที่ใช้แอลกอฮอล์ ขั้นตอนการเตรียมอัลลอยระหว่างการเทเม็ดยังเป็นเทคนิคที่ช่วยให้อัลลอยหลอมเหลวได้คุณภาพที่ดีที่สุด ป้องกันการเกิดออกไซด์ในชิ้นงาน และอัลลอยหลอมเป็นเนื้อเดียวกันอย่างสมบูรณ์

การเตรียมการหลอมอัลลอยอื่นๆ เพื่อให้เป็นเนื้อเดียวกันอย่างสมบูรณ์สามารถทำได้ดังนี้
อัลลอยทอง (8K, 9K, 14K, 18K, 22K สีเหลือง สีแดง และสีขาว)

- เมื่ออุณหภูมิถึงจุดหลอมเหลวของอัลลอยให้ใส่พรีอัลลอยในเบ้าหลอม
- หลังจากนั้นให้เติมทองในเบ้าหลอมและปกป้องผิวหน้าโลหะด้วยกาคลูมอาร์กอน หรือทำให้เกิดสภาพสุญญากาศเพื่อให้อัลลอยหลอมตัวได้ดีโดยไม่ทำปฏิกิริยากับออกซิเจน
- รอจนโลหะหลอมได้ที่ หลังจากนั้นเปิดรูเทจจากเบ้าหลอมลงไปในส่วนที่มีน้ำหรือ สารละลายของแอลกอฮอล์ผสมน้ำ

อัลลอยเงิน

- ใส่เงินบริสุทธิ์ลงในเบ้าและหลอมภายใต้สภาพบรรยากาศแบบสุญญากาศ
- เติมพรีอัลลอยลงไป เงินบริสุทธิ์ที่หลอมแล้ว
- รอจนโลหะหลอมได้ที่ และผสมเป็นเนื้อเดียวกันกับอัลลอยที่ใส่เข้าไป หลังจากนั้นเปิดรูเทจไปในน้ำหรือสารละลายของแอลกอฮอล์ผสมน้ำ

แพลตินัม

- ใส่ทองแดงและโคบอลต์ด้านล่างและใส่วางแพลตินัมบริสุทธิ์ด้านบนในเบ้าหลอม
- หลังจากนั้นหลอมโลหะจนเป็นเนื้อเดียวกันภายใต้สภาพสุญญากาศ
- รอให้เย็นตัวในเบ้า จะได้โลหะแข็งในเบ้า แล้วหลอมอีกครั้งหนึ่งหลังจากนั้น จึงสามารถหล่อได้

การหล่อโลหะ

เทคนิคการหล่อในงานฝังพร้อมหล่อไม่มีความแตกต่างกับงานหล่อทั่วไปมากนัก ยกเว้น ในขั้นตอนสุดท้ายของการทำให้โลหะให้เย็นตัว คือจะต้องทำให้โลหะเย็นตัวลงอย่างช้าๆ เพื่อป้องกันการเย็นตัวอย่างฉับพลัน (thermal shock) ของพลอย เพราะจะทำให้พลอยเสียหายได้

การหล่อ (Casting)

สามารถแยกได้ตามระบบเครื่องและตามการใช้งานฝังพร้อมหล่อ ดังนี้

- เครื่องหล่อดูดสุญญากาศสำหรับหล่องานเงิน และทองสีเหลือง ชมพู ทองขาว ผสมนิกเกิล
- เครื่องเหวี่ยงสุญญากาศสำหรับหล่องาน แพลตินัม สเตนเลสสตีล ทองสีม่วง ทองขาวผสมพัลลาเดียม ไททานเนียม(ต้องใช้เบ้าเซอร์คโคเนียมยิปเตรียม เท่านั้น)
- เครื่องหลอมระบบบอร์คสำหรับหล่องานไททานเนียมที่มีคุณภาพสูง

ตาราง 11 แสดงตัวอย่างของชิ้นงานที่หล่อโดยใช้เครื่องหล่อดูดสุญญากาศ จะเห็นว่าการหล่อโดยทั่วไปไม่ได้แตกต่างจากการหล่องานเครื่องประดับ สำหรับการหล่อพร้อมฝังเพชรมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอบปูนและอุณหภูมิการหล่อโลหะเพียงเล็กน้อย

ตาราง 11 แสดงตัวอย่างของชิ้นงานในประเภทต่างๆที่หล่อโดยใช้เครื่องหล่อดูดสุญญากาศ

ประเภทงาน	อุณหภูมิอบปูน (องศาเซลเซียส)	อุณหภูมิน้ำโลหะ (องศาเซลเซียส)	แรงดันก๊าซสูบน้ำ โลหะระหว่าง การหล่อ (atm)
อัลลอยเงินชิ้นงานบางฝังไข ปลา C.Z.	600	1020	0.80
อัลลอยเงินชิ้นงานหนาปาน กลาง พลอย C.Z.	600	1020	0.80
อัลลอยเงินฝังไร้หนาม พลอย C.Z.	600	1020	0.80
อัลลอยทอง 14 เค ฝังเพชร	580	1000	0.50

ที่มา: ขจีพร วงศ์ปรีดี สุภิญญา วงษ์ศรีรักษา และปรีชญา ขจิตกาญจน์(2549, กันยายน).
เทคนิคหล่อพร้อมฝังพลอย. หน้า 70.

กระบวนการทำให้เบ้าปูนเย็นตัว (Flask cooling system)

เบ้าปูนยิปซัมบอนด์ที่ผ่านการหล่อด้วยโลหะเงิน หรือทองเรียบร้อยแล้ว ต้องทิ้งให้เย็นก่อนนำเบ้าปูนลงจุ่มในน้ำเพื่อทำให้ปูนแตกในชั้นตอนล่างปูน ระบบการทำให้เบ้าปูนเย็นตัวสามารถแบ่งได้ 3 ลักษณะ คือ

1. ทำให้เย็นตัวอย่างช้าๆ : เบ้าปูนที่มีการฝังพร้อมหล่อพลอยทั่วไป ต้องวางให้เย็นตัวที่อุณหภูมิห้อง 60-120 นาที เนื่องจากพลอยบางประเภท ไม่สามารถทนต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอย่างฉับพลันได้ จึงต้องทำให้มีการเย็นตัวอย่างช้าๆ
2. สามารถทำให้เย็นตัวในระยะเวลาสั้น: เบ้าปูนที่มีการฝังพร้อมหล่อเพชร วางให้เย็นตัวที่อุณหภูมิห้องและสามารถจุ่มน้ำได้ภายในเวลา 20 นาที
3. ต้องทำให้เย็นตัวอย่างรวดเร็ว : เบ้าปูนที่ผ่านการหล่อพร้อมฝังด้วยทองสีชมพู หรืออัลลอยอื่นๆ จำเป็นต้องทำให้เย็นตัวอย่างรวดเร็ว โดยใช้วิธี ดังแสดงในภาพที่ 7.5 มีขั้นตอนดังนี้
 - ก. จุ่มปากกระบอกปูนลงในน้ำ นาน 10-15 นาที ให้ระดับน้ำเหนือขอบเบ้าเล็กน้อย และใช้พัดลมเป่าไล่ความร้อน
 - ข. จุ่มเบ้าปูนลงน้ำจนมิดเบ้า นาน 5 นาที โดยก่อนจะจุ่มเบ้าปูนควรทดสอบว่าปูนเย็นตัวพอที่จะจุ่มน้ำหรือยัง ด้วยการหยดน้ำลงบนปูนเล็กน้อย หากไม่มีเศษปูนแตกกระเด็นแสดงว่าปูนเย็นตัวพอแล้ว
 - ค. แกะต้นโลหะออกจากเบ้าปูนด้วย ระบบน้ำแรงดันสูง

เบ้าปูนฟอสเฟตบอนด์สำหรับงานหล่อแพลตตินัมหรือเหล็กสเตนเลส และปูนประเภทอะลูมินาแมกนีเซียสำหรับหล่อไททาเนียม หลังจากการหล่อสามารถจุ่มลงในน้ำได้ทันทีเพราะปูนทั้งสองประเภทนี้ไม่แตกสลาย เมื่อโดนน้ำ หากแต่ต้องใช้วิธีเชิงกล เช่น การดัน การเคาะ เพื่อนำปูนออก แต่ต้องระวังเมื่อเคาะไปจนถึงชั้นงานที่มีพลอยอยู่ และต้องวางให้ปูนเย็นตัวก่อนที่จะจุ่มลงในน้ำ

หลังตากแกะชิ้นงานออกจากปูนด้วยการใช้แรงดันน้ำแล้ว จะล้างทำความสะอาดโดยนำเข้าเครื่องอัลตราโซนิกเพื่อสลายปูนออกจากชิ้นงาน ถ้าเป็นชิ้นงานจากปูนยิปซัมให้จุ่มน้ำยาพิกลิ่ง (pickling) ถ้าเป็นปูนฟอสเฟตให้ใช้สารละลายโซเดียมและโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ หรือกรดกัดแก้ว (Hydrofluoric acid: HF) อย่างไรก็ตามหากเลือกได้ควรหลีกเลี่ยงกรดกัดแก้วเพราะอันตรายสูงสำหรับชิ้นงานจากปูนประเภทอะลูมินา-แมกนีเซีย ต้องใช้การทำความสะอาดด้วยแรงกระแทก เช่น การฟันทราย หรือการขัดด้วยแปรง เป็นต้น



บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. การกำหนดประชากรและการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง
2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากร คือ เครื่องประดับจากแก้วและกระจกสี

การเลือกกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง คือ รูปแบบของเครื่องประดับจากแก้วและกระจกสี โดยใช้วิธีการสุ่มแบบเจาะจง (Purposive Sampling) โดยเลือกจากความแตกต่างของเทคนิค รูปแบบและกระบวนการผลิต โดยรวบรวม จากแหล่งข้อมูลทุติยภูมิ และเอกสารที่เกี่ยวข้อง และทำการเลือกโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 20 ชิ้น

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยได้สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลเพื่อประกอบการวิจัยดังนี้

1. ศึกษาเอกสารข้อมูลด้าน วัสดุเทคนิค และกระบวนการผลิต ที่เกี่ยวข้องกับเครื่องประดับแก้วและกระจกสี และกระบวนการหล่อพร้อมฝัง (Stone in place casting)
2. ทำการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ สร้างแบบสอบถามกลุ่มเป้าหมาย และแบบประเมินสำหรับผู้เชี่ยวชาญ
3. นำแบบสอบถาม และแบบประเมินความคิดเห็นที่สร้าง เสร็จเสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิ ทำการตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา ความเหมาะสมของถ้อยคำ และสำนวน

ในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้เครื่องมือในการวิจัย ดังนี้

1. แบบสอบถาม

โดยสร้างแบบสอบถามจำนวน 1 ชุด แบ่งออกเป็น 2 ตอน คือ

ตอนที่ 1 สอบถามข้อมูลลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้ตอบแบบสอบถามซึ่งมีลักษณะเป็นแบบสำรวจรายการ (Check List)

ตอนที่ 2 สอบถามความคิดเห็นของกลุ่มเป้าหมายต่อรูปแบบเครื่องประดับเป็นแบบสอบถามมาตราส่วนประเมินค่า (Rating Scale) โดยมีเกณฑ์ 5 ระดับของลิเคอร์ (Likert Scale) ดังนี้

5 หมายถึง ระดับความคิดเห็นมากที่สุด

4 หมายถึง ระดับความคิดเห็นมาก

3 หมายถึง ระดับความคิดเห็นปานกลาง

2 หมายถึง ระดับความคิดเห็นน้อย

1 หมายถึง ระดับความคิดเห็นน้อยที่สุด

ผู้วิจัยใช้เกณฑ์ [] ฉะนั้นในการแปลผลโดยใช้ สูตรการคำนวณความกว้างของอันตรภาคชั้น ดังนี้ (มัลลิกา บุญนาค. 2537: 29)

เกณฑ์คะแนนเฉลี่ยของระดับค่าความคิดเห็น มีดังนี้

คะแนนเฉลี่ย ระดับค่าความคิดเห็น

4.21 – 5.00 มีค่าความคิดเห็นอยู่ในระดับเห็นด้วยมากที่สุด

3.41 – 4.20 มีค่าความคิดเห็นอยู่ในระดับเห็นด้วยมาก

2.61 – 3.40 มีค่าความคิดเห็นอยู่ในระดับเห็นด้วยมากปานกลาง

1.81 – 2.60 มีค่าความคิดเห็นอยู่ในระดับเห็นด้วยน้อย

1.00 – 1.80 มีค่าความคิดเห็นอยู่ในระดับไม่เห็นด้วย

2. การประเมินต้นแบบ

จากการศึกษาและรวบรวมข้อมูลเพื่อหากระบวนการและรูปแบบที่เหมาะสมในการขึ้นรูปเครื่องประดับจากแก้วและกระจกสี ด้วยกระบวนการหล่อพร้อมฝัง (Stone in place casting)

ผู้วิจัยดำเนินการประเมินต้นแบบมี 2 ขั้นตอนดังนี้

1. การประเมินต้นแบบจากประธาน กรรมการ และผู้เชี่ยวชาญ

1.1 เป็นการประเมินในด้านความเหมาะสมของกระบวนการและรูปแบบ

เครื่องประดับ โดยทำการเลือกต้นแบบที่เหมาะสมที่สุด 2 แบบ

1.2 การแสดงความคิดเห็นและข้อเสนอแนะ

เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินต้นแบบเป็นการสัมภาษณ์ และแบบประเมิน โดยผู้วิจัยสามารถทำการสัมภาษณ์และสอบถามความเหมาะสมเพื่อหาความเหมาะสมของต้นแบบในการผลิตเครื่องประดับจากแก้วและกระจกสี ด้วยกระบวนการหล่อพร้อมฝัง (Stone in place casting) เพื่อนำไปพัฒนาเป็นงานออกแบบเครื่องประดับจากแก้วและกระจกสี ด้วยกระบวนการหล่อพร้อมฝัง (Stone in place casting)

การตรวจสอบเครื่องมือ

1. ผู้วิจัยนำแบบสอบถาม และแบบประเมินความคิดเห็นที่สร้างเสร็จเสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิ ทำการตรวจสอบและแก้ไขความถูกต้อง
2. ดำเนินการแก้ไขแบบสอบถามและแบบประเมิน

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้การเก็บรวบรวมข้อมูล คือ

1. ศึกษาข้อมูลประเภทเอกสารการโดยค้นคว้าจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. ทดลองเทคนิคการผลิตเพื่อหากระบวนการ และรูปแบบที่เหมาะสมในการผลิตเครื่องประดับจากแก้วและกระจกสี ด้วยกระบวนการหล่อพร้อมฝัง (Stone in place casting)
3. การประเมินต้นแบบการผลิตจากประธานและกรรมการ รวมทั้งผู้เชี่ยวชาญ โดยการสัมภาษณ์
4. การเก็บข้อมูลจากแบบสอบถามความคิดเห็นของกลุ่มเป้าหมายต่อรูปแบบเครื่องประดับ

การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้นำข้อมูลจากการรวบรวมข้อมูล โดยการค้นคว้าจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง แบบสอบถาม การสัมภาษณ์ และการทดลองเทคนิค มาจัดกระทำและวิเคราะห์ข้อมูลโดยมีขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาข้อมูลจากเอกสารทุติยภูมิ เอกสารอิเล็กทรอนิกส์ และการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญในเรื่อง
 - 1.1 รูปแบบและกระบวนการผลิตเครื่องประดับจากแก้วและกระจกสี
 - 1.2 กระบวนการหล่อพร้อมฝัง (Stone in place casting) เพื่อพัฒนารูปแบบเครื่องประดับจากแก้วและกระจกสี
2. คัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง จากกลุ่มประชากร รูปแบบของเครื่องประดับจากแก้วและกระจกสี โดยใช้วิธีการสุ่มแบบเจาะจง (Purposive Sampling) โดยเลือกจากความแตกต่างของเทคนิค รูปแบบและกระบวนการผลิต โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 20 ชิ้น และทำการวิเคราะห์
3. นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาเอกสาร และการวิเคราะห์กลุ่มตัวอย่างมาสร้างแบบสอบถามความคิดเห็นจากกลุ่มผู้บริโภคเพื่อนำมาเป็นแนวทางในการออกแบบเครื่องประดับจำนวน 100 ฉบับ
4. นำข้อมูลที่ได้จากกลุ่มผู้บริโภคมาทำการศึกษาหาความสัมพันธ์เกี่ยวกับแนวคิด และทฤษฎีการออกแบบที่เหมาะสม ประกอบกับคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ
5. จัดทำแบบร่างจำนวน 10 ชุด โดยผู้เชี่ยวชาญทำการประเมิน และเลือกแบบร่าง 4 ชุดที่มีความเหมาะสม ในด้านรูปแบบ และการนำไปผลิตได้จริง

6. นำแบบร่างที่ถูกเลือกไปสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับความพึงพอใจโดยกลุ่มผู้บริโภคร่วมแบบสอบถามจำนวน 100 ชุด จนได้แบบร่างที่ผู้บริโภครมีความพึงพอใจมากที่สุด 2 ชุด
7. จัดทำต้นแบบเครื่องประดับเสมือนจริงด้วยโปรแกรมสามมิติ (Rhinceros)
8. นำมาทดลองเทคนิค และผลิตเป็นเครื่องประดับจริง
9. สรุปอภิปรายผล และข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ



บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้มุ่งศึกษาการวิจัยเรื่อง การศึกษาและพัฒนารูปแบบเครื่องประดับจากแก้ว และกระจกสีด้วยกระบวนการหล่อพร้อมฝัง ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อการออกแบบเครื่องประดับ ดังนี้

1. วิเคราะห์กลุ่มตัวอย่างเครื่องประดับ จากแก้ว และกระจกสี จำนวน 20 ชิ้น โดยใช้วิธีการสุ่มแบบเจาะจง (Purposive Sampling) โดยเลือกจากความแตกต่างของเทคนิค รูปแบบและกระบวนการผลิต โดยหาจากเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และข้อมูลทางอิเล็กทรอนิกส์ โดยทำการวิเคราะห์ 3 ด้านดังนี้
 - 1.1 ด้านรูปแบบ
 - 1.2 ด้านวัสดุที่ใช้
 - 1.3 ด้านเทคนิคในการสร้างสรรค์ผลงาน
2. วิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการหล่อพร้อมฝัง โดยรวบรวมข้อมูลจากเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และการสัมภาษณ์เชิงลึก(IN-DEPTH INTERVIEW) จากผู้เชี่ยวชาญด้านการผลิต
3. วิเคราะห์ข้อมูลจากการสร้างแบบสอบถามเกี่ยวกับพฤติกรรมผู้บริโภค คือ กลุ่มสตรีที่นิยมสวมใส่เครื่องประดับ
4. การศึกษาแนวคิด ทฤษฎีการออกแบบ และทำการ ออกแบบเครื่องประดับที่ได้จากกระบวนการวิเคราะห์
5. ผู้เชี่ยวชาญทำการประเมิน และเลือกแบบร่างเครื่องประดับ ที่มีความเหมาะสมในด้านการออกแบบ และกระบวนการผลิต จากกระบวนการออกแบบ
6. วิเคราะห์ข้อมูลจากแบบ ประเมินแบบร่าง ที่ผู้เชี่ยวชาญเลือกแล้ว เกี่ยวกับ ความพึงพอใจ โดยกลุ่มผู้บริโภค และเลือกแบบร่างเครื่องประดับที่ผู้บริโภคพึงพอใจมากที่สุดมาทำการผลิต
7. การผลิตชิ้นงานเครื่องประดับ

1. วิเคราะห์กลุ่มตัวอย่างเครื่องประดับจากแก้ว และกระจกสี ด้านรูปแบบ เทคนิคในการสร้างสรรค์ผลงาน และกระบวนการผลิต

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลจากเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ ผู้วิจัยได้เลือกรูปแบบ เครื่องประดับจากแก้วและกระจกสี เป็นข้อมูลรูปภาพ โดยใช้วิธีการสุ่มแบบเจาะจง (Purposive Sampling) โดยเลือกจากความแตกต่างของรูปแบบ และเทคนิค จำนวน 20 ชิ้น แล้วนำมาวิเคราะห์ รูปแบบ วัสดุ และเทคนิคในการสร้างสรรค์ผลงาน ดังนี้

1.1 รูปแบบที่ 1 เครื่องประดับจากลูกปัดแก้วผลงานของ Philip Sajat



ภาพประกอบ 7 สร้อยคอลูกปัดแก้วผลงานของ Philip Sajat

ที่มา: Marthe Le Van. 2008. *500 Pendants & Lockets : Contemporary Interpretations of Classic Adornments*. p 30.

1.1.1 รูปแบบ เป็นเครื่องประดับประเภทสร้อยคอ

1.1.1 วัสดุที่ใช้ คือ ทอง แก้ว และ ควอตซ์

1.1.2 เทคนิค ใช้เทคนิคการร้อยลูกปัด เป็นเครื่องประดับทอง ผสมผสาน การร้อยด้วยแก้ว และควอตซ์ ที่มีรูปทรงเป็นผลึกแบบธรรมชาติ

1.2 รูปแบบที่ 2 เครื่องประดับจากลูกปัดแก้วผลงานของ Kate Rothra



ภาพประกอบ 8 สร้อยคอลูกปัดแก้วผลงานของ Kate Rothra

ที่มา: Sibylle Jargstorf. 1998. *Glass in Jewelry : Hidden Artistry in Glass*.

1.2.1 รูปแบบ เป็นเครื่องประดับประเภทสร้อยคอ

1.2.2 วัสดุที่ใช้ คือ ลูกปัดแก้ว จากเทคนิคที่แตกต่าง และเส้นเอ็น

1.2.3 เทคนิค ใช้เทคนิคการร้อยลูกปัด เป็นการนำลูกปัดแก้วที่มีรูปทรง

หลากหลายเช่น ทรงระบอก ทรงรูปไข่ และลูกปัดที่มีพื้นผิวขรุขระ มาร้อยต่อกันด้วยเส้นเอ็นเป็นสร้อยคอสวยงาม

1.3 รูปแบบที่ 3 เครื่องประดับจากลูกปัดแก้วผลงานของ Faith Wickey



ภาพประกอบ 9 สร้อยคอลูกปัดแก้วผลงานของ Faith Wickey

ที่มา: Ray Hemachandra. 2012. *Showcase 500 Beaded Jewelry*.

1.3.1 รูปแบบ เป็นเครื่องประดับประเภทสร้อยคอ

1.3.2 วัสดุที่ใช้คือ ลูกปัดแก้ว และแก้วคริสตัล

1.3.3 เทคนิค ใช้เทคนิคการร้อยลูกปัด เป็นการนำลูกปัดแก้ว 2 ลักษณะ คือ ลูกปัดแก้วรูปทรงระบอก และรูปทรงใบมาเชื่อมต่อกัน โดยร้อยสลับกับแก้วคริสตัล

1.4 รูปแบบที่ 4 เครื่องประดับจากลูกปัดแก้วผลงานของ Nancy Googenough



ภาพประกอบ 10 สร้อยคอลูกปัดแก้วผลงานของ Nancy Googenough

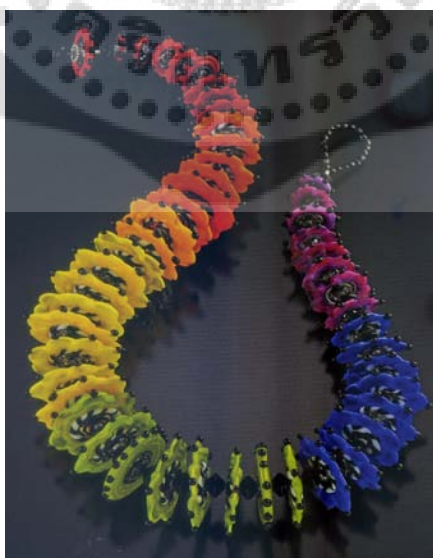
ที่มา: Cathy Finegan. 2005. *1000 Glass Beads : Innovation & Imagination in Contemporary Glass Beadmaking*. p 70.

1.4.1 รูปแบบ เป็นเครื่องประดับประเภทสร้อยคอ

1.4.2 วัสดุที่ใช้ คือ ลูกปัดแก้ว Fire Stone ท่อเงิน และสร้อยเงิน

1.4.3 เทคนิค ใช้เทคนิคการร้อยลูกปัด ลูกปัดแก้ว Fire Stone ลักษณะเป็นทรง 8 เหลี่ยมภายในประกอบด้วยท่อเงินไว้สำหรับร้อยสร้อย

1.5 รูปแบบที่ 5 เครื่องประดับจากลูกปัดแก้วผลงานของ Faith Wickey



ภาพประกอบ 11 สร้อยคอลูกปัดแก้วผลงานของ Faith Wickey

ที่มา: Ray Hemachandra. 2012. *Showcase 500 Beaded Jewelry*.

1.5.1 รูปแบบ เป็นเครื่องประดับประเภทสร้อยคอ

1.5.2 วัสดุที่ใช้คือ ลูกปัดแก้ว และแก้วคริสตัล

1.5.3 เทคนิค ใช้เทคนิคการร้อยลูกปัด ลักษณะลูกปัดของเครื่องประดับชิ้นนี้มีลักษณะบาง และแบน โดยร้อยสลับกับแก้วคริสตัล

1.6 รูปแบบที่ 6 เครื่องประดับจากแก้วเจียรระไน Collection of Artist



ภาพประกอบ 12 แหวนแก้วเจียรระไน Collection of Artist

ที่มา: Arnoldsche. 2007. *Glass Wear : Glass in Contempolary Jewelry*. p 111.

1.6.1 รูปแบบ เป็นเครื่องประดับประเภทแหวน

1.6.2 วัสดุที่ใช้ คือ แก้วเจียรระไน และเงิน

1.6.3 เทคนิค ใช้เทคนิคการเจียรระไนแก้ว เครื่องประดับชิ้นนี้มีการเจียรระไนแก้วให้เหมือนกับเหลี่ยมเจียรระไนของอัญมณี แล้วนำมาประกอบเป็นหัวแหวนเข้ากับตัวเรือนเงิน

1.7 รูปแบบที่ 7 เครื่องประดับจากแก้วเจียรไน Elements Series



ภาพประกอบ 13 สร้อยคอแก้วเจียรไน Elements Series

ที่มา: Arnoldsche. 2007. *Glass Wear : Glass in Contemporary Jewelry*. p 139.

1.7.1 รูปแบบ เป็นเครื่องประดับประเภทสร้อยคอ

1.7.2 วัสดุที่ใช้ คือ แก้วใส เพชร และทองขาว 19 K

1.7.3 เทคนิค ใช้เทคนิคการเจียรไนแก้ว เครื่องประดับชิ้นนี้มีการเจียรไนแก้วให้มีรูปทรงคล้ายเหลี่ยมอัญมณีทรง 4 เหลี่ยม ประกอบตัวเรือนเข้ากับเพชร และทองขาว 19 K

1.8 รูปแบบที่ 8 เครื่องประดับจากลูกปัดแก้วผลงานของ Keeyoon Kang



ภาพประกอบ 14 จี้ห้อยคอจากลูกปัดแก้วผลงานของ Keeyoon Kang

ที่มา: Marthe Le Van. 2008. *500 NECKLACES : Contemporary Interpretations of a Timeless Form.*

1.8.1 รูปแบบ เป็นเครื่องประดับประเภทสร้อยคอ

1.8.2 วัสดุที่ใช้ คือ เงิน ลูกปัดแก้ว

1.8.3 เทคนิค ใช้เทคนิคการร้อยลูกปัดแก้ว เครื่องประดับชิ้นนี้เกิดจากการนำลูกปัดแก้วที่มีรูปทรงหยดน้ำ และแผ่นแก้วทรงกลมมาร้อยประกอบกัน จนมีลักษณะคล้ายโดมไฟระย้า

1.9 รูปแบบที่ 9 เครื่องประดับจากแก้วเจียรไน 1987 Christmas Ornament



ภาพประกอบ 15 จี้ห้อยคอกจากแก้วเจียรไน 1987 Christmas Ornament

ที่มา: Dean A. Genth. 2004. *Collecting Swarovski Identification & Price Guide*. p 196.

1.9.1 รูปแบบ เป็นเครื่องประดับประเภทจี้ห้อยคอ

1.9.2 วัสดุที่ใช้ คือ แก้ว และเงิน

1.9.3 เทคนิค ในเครื่องประดับชิ้นนี้ใช้เทคนิคการเจียรไนแก้ว ให้มีรูปทรงตามต้องการ ผสมผสานกับเทคนิคการกัดลายกระจกให้มีลวดลาย ก่อนนำมาประกอบเข้ากับตัวเรือนเงิน

1.10 รูปแบบที่ 10 เครื่องประดับจากแก้วเจียรไน 1995 Christmas Ornament



ภาพประกอบ 16 จี้ห้อยคอกจากแก้วเจียรไน 1995 Christmas Ornament

ที่มา: Dean A. Genth. 2004. *Collecting Swarovski Identification & Price Guide*. p 199.

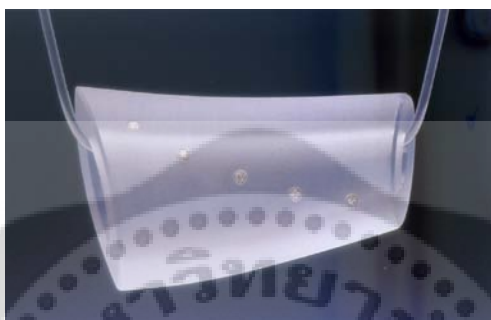
1.10.1 รูปแบบ เป็นเครื่องประดับประเภทจี้ห้อยคอ

1.10.2 วัสดุที่ใช้ คือ แก้ว และเงิน

1.10.3 เทคนิค ในเครื่องประดับชิ้นนี้ใช้เทคนิคการเจียรไนแก้ว ให้มีรูปทรงตามต้องการเป็นลักษณะทรงแบบ 3 มิติ ก่อนนำมาประกอบเข้ากับตัวเรือนเงิน

1.11 รูปแบบที่ 11 เครื่องประดับจากการหล่อแก้วเป็นตัวเรือน ผลงานของ

Donald Friedlich



ภาพประกอบ 17 จี้ห้อยคอจากการหล่อแก้วเป็นตัวเรือนผลงานของ Donald Friedlich

ที่มา: Marthe Le Van. 2008. *500 NECKLACES : Contemporary Interpretations of a Timeless Form*. p 150.

1.11.1 รูปแบบ เป็นเครื่องประดับประเภทจี้ห้อยคอ

1.11.2 วัสดุที่ใช้ คือ แก้ว เพชร ทองคำ 18k และเส้นยางอ่อน

1.11.3 เทคนิค เครื่องประดับชิ้นนี้ใช้เทคนิคการหล่อแก้วเป็นตัวเรือนเครื่องประดับ ก่อนนำมาฝังเพชรบนตัวเรือนแก้ว

1.12 รูปแบบที่ 12 เครื่องประดับจากการหล่อแก้วเป็นตัวเรือน ผลงานของ Joyce Roessler



ภาพประกอบ 18 สร้อยคอจากการหล่อแก้วเป็นตัวเรือน ผลงานของ Joyce Roessler

ที่มา: Marthe Le Van. 2008. *500 NECKLACES : Contemporary Interpretations of a Timeless Form*. p 211.

- 1.12.1 รูปแบบ เป็นเครื่องประดับประเภทสร้อยคอ
- 1.12.2 วัสดุที่ใช้ คือ แก้ว ทองคำ 14K และไข่มุก
- 1.12.3 เทคนิค เครื่องประดับชิ้นนี้ใช้เทคนิคการหล่อแก้วเป็นตัวเรือน โดยให้ความร้อนกับแท่งแก้ว แล้วทำการดึง ยืด และบิด ด้วยมือให้มีลักษณะพลิ้วไหว ผสมผสานกับเทคนิคการแกะสลักแก้ว

**1.13 รูปแบบที่ 13 เครื่องประดับจากการหล่อแก้วเป็นตัวเรือน ผลงานของ
Monica Buongiovanni**



ภาพประกอบ 19 ต่างหูจากการหล่อแก้วเป็นตัวเรือน ผลงานของ Monica Buongiovanni

ที่มา: Marthe Le Van. (2008). *500 EARRING : New Direction in Contemporary Jewelry*. p 187.

- 1.13.1 รูปแบบ เป็นเครื่องประดับประเภทต่างหู
- 1.13.2 วัสดุที่ใช้ คือ แก้ว เงิน และสไปรล
- 1.13.3 เทคนิค เครื่องประดับชิ้นนี้ใช้เทคนิคการหล่อแก้วเป็นตัวเรือน โดยการหล่อแท่งแล้ว แล้วเป่าให้แก้วมีลักษณะพองออกเหมือนฟองสบู่ในขณะที่แก้วร้อนอยู่ แล้วใส่สไปรลเข้าไปภายใน

1.14 รูปแบบที่ 14 เครื่องประดับจากการหล่อแก้วเป็นตัวเรือน ผลงานของ Ozzi Oswald และ Ursi Graf



ภาพประกอบ 20 แหวนจากการหล่อแก้วเป็นตัวเรือน ผลงานของ Ozzi Oswald และ Ursi Graf

ที่มา: ANNA. (2549). *glass jewelry*. ออนไลน์.

- 1.14.1 รูปแบบ เป็นเครื่องประดับประเภทแหวน
- 1.14.2 วัสดุที่ใช้ คือ แก้ว
- 1.14.3 เทคนิค เครื่องประดับชิ้นนี้ใช้เทคนิคการหล่อแก้วเป็นตัวเรือน โดยให้ความร้อนกับแท่งแก้ว แล้วทำการดึง ยืด และบิด ด้วยมือให้มีลักษณะพลิ้วไหวตามต้องการ

1.15 รูปแบบที่ 15 เครื่องประดับจากการหล่อแก้วเป็นตัวเรือน ผลงานของ Phuze



ภาพประกอบ 21 แหวนจากการหล่อแก้วเป็นตัวเรือน ผลงานของ Phuze

ที่มา: ANNA . (2549). *glass jewelry*. ออนไลน์.

1.15.1 รูปแบบ เป็นเครื่องประดับประเภทแหวน

1.15.2 วัสดุที่ใช้ คือ แก้ว

1.15.3 เทคนิค เครื่องประดับชิ้นนี้ใช้เทคนิคการหล่อแก้วเป็นตัว บริเวณส่วน

หัวแหวนใช้เทคนิคการเจียรไนแก้วเข้ามาผสมผสาน

1.16 รูปแบบที่ 16 เครื่องประดับจากงานกระจกสี Cathedral rose windows



ภาพประกอบ 22 ต่างหูจากงานกระจกสี Cathedral rose windows

ที่มา: Permalink. (2555). *stained glass jewelry*. ออนไลน์.

1.16.1 รูปแบบ เป็นเครื่องประดับประเภทต่างหู

1.16.2 วัสดุที่ใช้ คือ กระจกสี และเงิน

1.16.3 เทคนิค เครื่องประดับชิ้นนี้ใช้เทคนิคการนำกระจกสีมีตัดเป็นรูปทรงกลม

จากนั้นหุ้มด้วยกรอบโลหะเงินฉลุลาย ทำให้สามารถมองเห็นกระจกสีภายในได้

1.17 รูปแบบที่ 17 เครื่องประดับจากงานกระจกสี ผลงานของ Eve Lynch



ภาพประกอบ 23 จี้ห้อยคอจากงานกระจกสี ผลงานของ Eve Lynch

ที่มา: Eve Lynch. (2555). *stained glass jewelry*. ออนไลน์.

1.17.1 รูปแบบ เป็นเครื่องประดับประเภทจี้ห้อยคอ

1.17.2 วัสดุที่ใช้ คือ กระจกสี ลูกปัดแก้ว และเงิน

1.17.3 เทคนิค เครื่องประดับชิ้นนี้ใช้เทคนิคการนำกร ะจกสีมาตัดเป็น ชิ้น ๆ

รูปทรงต่างๆหลายขนาด รวมทั้งลูกปัดแก้ว แล้วนำมาประกอบเข้ากับตัวเรือนเงิน เรียงชั้นกระจกสี และลูกปัดแก้ว ให้เข้ากับรูปทรงของตัวเรือนรูปผีเสื้อ

1.18 รูปแบบที่ 18 เครื่องประดับจากงานกระจกสี ผลงานของ Eve Lynch



ภาพประกอบ 24 แหวนจากงานกระจกสี ผลงานของ Eve Lynch

ที่มา: Eve Lynch. (2555). *stained glass jewelry*. ออนไลน์.

- 1.18.1 รูปแบบ เป็นเครื่องประดับประเภทแหวน
- 1.18.2 วัสดุที่ใช้ คือ กระจกสี ลูกปัดแก้ว และเงิน
- 1.18.3 เทคนิค เครื่องประดับชิ้นนี้ใช้เทคนิคการนำกระจกสีมาตัดเป็นชิ้นๆ

รูปทรงต่างๆหลายขนาด รวมทั้งลูกปัดแก้ว แล้วนำมาประกอบเข้ากับตัวเรือนเงิน เรียงชั้นกระจกสี และลูกปัดแก้ว ให้เข้ากับรูปทรงของตัวเรือนหัวแหวนรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส

1.19 รูปแบบที่ 19 เครื่องประดับจากงานกระจกสีรูปทรงสามมิติ



ภาพประกอบ 25 จี้ห้อยคอจากงานกระจกสีรูปทรงสามมิติ

ที่มา: Lee Grayson. (2555). *stained glass jewelry*. ออนไลน์.

- 1.19.1 ประเภทจี้ห้อยคอ
- 1.19.2 วัสดุที่ใช้ คือ กระจกสี ตะกั่วบัดกรี และเงิน
- 1.19.3 เทคนิค เครื่องประดับชิ้นนี้ใช้เทคนิคการนำกระจกสีมาตัดเป็นชิ้นๆ

รูปทรงสามเหลี่ยม แล้วนำมาประกอบเป็นรูปทรง เชื่อมต่อกระจกสีแต่ละชิ้นด้วยตะกั่วบัดกรี ด้วยมือที่ละเอียด และประกอบกับหูจี้เงิน

1.20 รูปแบบที่ 20 เครื่องประดับจากงานกระจกสี Start on the Street



ภาพประกอบ 26 จี้ห้อยคอกจากงานกระจกสี Start on the Street

ที่มา: Sarah Brueck. (2555). *stained glass jewelry* . ออนไลน์.

รูปแบบ เป็นเครื่องประดับประเภทสร้อยคอ

1.20.1 วัสดุที่ใช้ คือ กระจกสี ตะกั่วบัดกรี และเงิน

1.20.3 เทคนิค เครื่องประดับชิ้นนี้ใช้เทคนิคการนำกระจกสีมาตัดเป็นชิ้นๆ

รูปทรงต่าง แล้วนำมาประกอบเป็นรูปทรง เชื่อมต่อกระจกสีแต่ละชิ้นด้วยตะกั่วบัดกรี ด้วยมือที่ละชิ้น และประกอบกับสร้อยเงิน

สรุปผลการวิเคราะห์กลุ่มตัวอย่างเครื่องประดับจากแก้ว และกระจกสีได้ดังนี้

ผลการวิเคราะห์รูปภาพเครื่องประดับจากแก้วและกระจกสีจากกลุ่มตัวอย่าง 20 แบบ

ข้างต้น พบว่า เครื่องประดับจากแก้วและกระจกสีสามารถจัดประเภทตามเทคนิคในการผลิตได้ 4 เทคนิค และแต่ละเทคนิคก็จะส่งผลต่อรูปแบบ และลักษณะของเครื่องประดับ คือ

1. เครื่องประดับจากแก้วและกระจกสีโดยเทคนิคการร้อยลูกปัด เทคนิคนี้ถือเป็นเทคนิคที่เก่าแก่ และพบในทุกอารยธรรมของโลกในการผลิตเครื่องประดับจากแก้ว เทคนิคในการผลิตลูกปัดแก้ว ได้แก่ การจุ่ม การปั่น การอัดในพิมพ์ และการเป่าแก้ว รูปแบบงานเป็นการนำลูกปัดมาถักหรือร้อย ให้เป็นเครื่องประดับ เช่น สร้อยคอ สร้อยข้อมือ เป็นต้น

2. เครื่องประดับจากแก้วและกระจกสีโดยเทคนิคการเจียรระโนแก้ว เป็นเทคนิคที่มีการนำแก้ว มาทำการเจียรระโนให้เหลื่อมมุม ในการสะท้อนแสง เกิดประกายระยิบระยับสวยงาม มักนำมาใช้แทนอัญมณีแท้ เนื่องจากมีความสวยงามคล้ายคลึงกันเป็นอย่างมาก

3. เครื่องประดับจากแก้วและกระจกสีโดยเทคนิคการหล่อแก้วเป็นตัวเรือนเครื่องประดับ เทคนิคนี้เป็นการหลอมแก้วให้เป็นของเหลว แล้วนำมาเทลงในแม่พิมพ์เครื่องประดับ จะได้เครื่องประดับที่มีตัวเรือนเป็นแก้ว คล้ายกับการผลิตเครื่องประดับโดยการหล่อโลหะ

4. เครื่องประดับจากแก้วและกระจกสีโดยเทคนิคงานกระจกสี เทคนิคนี้เป็นการนำแผ่นกระจกสีมาต่อเรียงกันแล้วเชื่อมด้วยตะกั่วบัดกรี ลักษณะงานจะโดดเด่นในเรื่องสีสันทึบสวยงาม ชิ้นงานจะแบนเรียบตามลักษณะของแผ่นกระจก

2. วิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการหล่อพร้อมฝัง โดยรวบรวมข้อมูลจากเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และการสัมภาษณ์เชิงลึก (IN-DEPTH INTERVIEW) กับผู้เชี่ยวชาญด้านการผลิต

ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการหล่อพร้อมฝังจากเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และทำการสัมภาษณ์เชิงลึก (IN-DEPTH INTERVIEW) กับผู้เชี่ยวชาญด้านการผลิต ผู้วิจัยได้รับความอนุเคราะห์จาก ผศ.ดร.ขจีพร วงศ์ปรีดี อาจารย์ประจำภาควิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ผู้มีความเชี่ยวชาญด้านกระบวนการหล่อพร้อมฝัง ซึ่งได้ข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการหล่อพร้อมฝัง ดังนี้

การฝังพร้อมหล่อหรือที่เรียกว่า stone in place casting หรือ “insitu” คือการฝังอัญมณี ลงบนชิ้นงานที่ยื่นก่อนที่จะทำการหล่อ การฝังพร้อมหล่อมีพื้นฐานการทำงานเหมือนการหล่อเครื่องประดับโดยทั่วไป ผู้ที่จะศึกษาเทคโนโลยีการฝังพร้อมหล่อควรจะต้องมีพื้นฐานความรู้ ในเรื่องโลหะวิทยา การทำต้นแบบเครื่องประดับ พลอย การฝังพลอย และการหล่อเครื่องประดับเบื้องต้น กระบวนการหล่อพร้อมฝังสามารถปรับใช้กับงานเครื่องประดับได้หลากหลายรูปแบบ ในกรณีการใช้กระบวนการนี้กับเครื่องประดับจากแก้วและกระจกสี มีรายละเอียดดังนี้

ด้านการเลือกใช้วัสดุ

- โลหะเงิน และแก้วประเภท Borosilicate ซึ่งมีลักษณะเด่นคือ สามารถทนความร้อนได้ดี ซึ่งส่งผลดีต่อขณะทำการหล่อโลหะ ทำให้แก้วเกิดความเสียหายน้อย

- จุดอ่อนของรูปทรงแก้ว และกระจกที่ใช้ในการหล่อพร้อมฝังจะอยู่บริเวณ มุม โดยแก้วและกระจกสี ที่มีมุมแหลม และมีมุมเป็นจำนวนมากมีความเสี่ยงสูงที่ แก้วและกระจกสี นั้นจะแตกเนื่องจากขณะทำการหล่อในช่วงที่โลหะหลอมเหลวเย็นตัวลง โลหะจะเกิดการหดตัว และบีบ ทำให้แก้วและกระจกสีเคลื่อนที่มาชนกันที่มุมหรือมุมของ แก้วและกระจกสีชนกับโลหะ การลดความเสี่ยงการแตกทำได้โดยการสร้างช่องว่างในพิมพ์ต้นแบบบริเวณมุมของแก้วและกระจกสีเพื่อให้โลหะที่หดตัวด้วยขณะเย็นตัวลงไม่กดอัดบริเวณมุมของแก้วและกระจกสี

การทำต้นแบบเครื่องประดับ

- แก้วและกระจกที่ใช้ต้องมีขนาดถูกต้องแม่นยำ และมีขนาดที่เหมาะสมกับงานที่จะใช้ ในการผลิต เช่น ในเครื่องประดับจากกระจก กระจก มีความหนาแน่นมากกว่า 2 มิลลิเมตรขึ้นไป เป็นต้น

- การทำพิมพ์ต้นแบบด้วยเทียนและโลหะจะมีความแตกต่างกัน การทำต้นแบบด้วยเทียนจะสามารถทำได้ง่ายกว่า และได้รูปทรงแก้วและกระจกที่ฝังในเทียนที่ฝังตามต้องการและรวดเร็ว

- ต้นแบบที่ได้จาก CAD/CAM และ RP จะมีขนาดที่ได้มาตรฐาน เหมาะสำหรับงานต้นแบบที่ต้องการความถูกต้องและแม่นยำในการสร้างพิมพ์หรือต้นแบบ

- แม่พิมพ์ยาง เป็นเทคนิคที่นำมาใช้ในกระบวนการหล่อ ช่วยในการผลิตเพื่อให้ได้งานจำนวนมาก ยางที่ใช้ในการทำแม่พิมพ์ อาจเป็นยางธรรมชาติ ยางสังเคราะห์ หรือยางซิลิโคน ตามความเหมาะสมของชิ้นงาน

- เทียนที่ใช้ฉีดกับแม่พิมพ์ยางควรมีความยืดหยุ่นสูงเหมาะกับการฝังแก้วและกระจกสีบนงานเทียน ได้แก่ plast-O-Wax, Flexiplast, Magna Ject หรือยี่ห้ออื่น ๆ ที่มีคุณสมบัติใกล้เคียง

การฝังแก้วและกระจกสีในชิ้นงานเทียน

- การที่จะได้ชิ้นงานเทียนที่มีแก้วและกระจกสีประดับอยู่บนชิ้นงาน สามารถทำได้ 2 วิธี คือ ตัดแก้วและกระจกสีลงในแม่พิมพ์ยางแล้วฉีดเทียน และการทำแก้วและกระจกสีมาฝังบนชิ้นงานเทียนที่ได้จากการฉีด

การหล่อโลหะ

- การหล่องานเครื่องประดับนิยมการใช้การหล่อแบบอินเวสเมนต์ (Investment casting) ซึ่งจะได้ผิวงานที่มีความละเอียดสูง และปูนที่ใช้ทำเบ้าหล่อควรจะทนทางต่ออุณหภูมิของโลหะในระหว่างการหล่อ

3. วิเคราะห์ข้อมูลจากการสร้างแบบสอบถามเกี่ยวกับพฤติกรรมผู้บริโภค และการสัมภาษณ์เชิงลึก (IN-DEPTH INTERVIEW) จากผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบสอบถามด้านพฤติกรรมของผู้บริโภค เพื่อใช้ในการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับเครื่องประดับจากแก้วและกระจก ในรูปแบบเครื่องประดับสตรี โดยสอบถาม

กลุ่มเป้าหมายซึ่งเป็นกลุ่มสตรีที่ชื่นชอบการสวมใส่เครื่องประดับ ในการวิเคราะห์ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์ย่อต่างๆ ที่ใช้ในการวิเคราะห์ดังนี้

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

\bar{X} แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

S.D. แทน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล และการแปรผลการวิเคราะห์ข้อมูลของวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลออกมาในรูปแบบตารางประกอบคำอธิบาย เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพรรณนา ประกอบด้วย ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยแบ่งผลการวิเคราะห์ออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทางลักษณะประชากรของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 2 ข้อมูลด้านการออกแบบเครื่องประดับจากแก้วและกระจกสี ด้วยกระบวนการหล่อพร้อมฝัง

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพรรณนา

ตอนที่ 1 ลักษณะทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตาราง 12 แสดงจำนวน(ความถี่) และค่าร้อยละของลักษณะข้อมูลส่วนตัวของผู้ตอบแบบสอบถาม

ลักษณะข้อมูลส่วนตัว	จำนวน (คน)	ร้อยละ
1. อายุ		
18-24 ปี	36	36.00
25-35 ปี	50	50.00
35 ปีขึ้นไป	14	14.00
รวม	100	100
2. อาชีพ		
นักเรียน/นักศึกษา	28	28.00
พนักงานบริษัทเอกชน	60	60.00
ประกอบธุรกิจส่วนตัว/เจ้าของกิจการ	10	10.00
อาชีพอื่นๆ	2	2.00
รวม	100	100

ตาราง 12 แสดงจำนวน(ความถี่) และค่าร้อยละของลักษณะข้อมูลส่วนตัวของผู้ตอบแบบสอบถาม

ลักษณะข้อมูลส่วนตัว	จำนวน (คน)	ร้อยละ
3. รายได้ต่อเดือน		
ต่ำกว่า 10,000 บาท	18	18.00
10,001-20,000 บาท	46	46.00
20,001-30,000 บาท	22	22.00
30,001-40,000 บาท	6	6.00
40,001-50,000 บาท	4	4.00
มากกว่า 50,000 บาท	4	4.00
รวม	100	100
4. เครื่องประดับที่นิยมสวมใส่		
แหวน	10	10.00
ต่างหู	20	20.00
สร้อยคอ (จี้+สร้อย)	46	46.00
กำไลข้อมือ	4	4.00
สร้อยข้อมือ	4	4.00
เข็มกลัด	2	2.00
อื่นๆ (นาฬิกาข้อมือ)	14	14.00
รวม	100	100
5. ประเภทของเครื่องประดับที่นิยมสวมใส่		
เครื่องประดับแท้ประเภทโลหะเงิน	32	32.00
เครื่องประดับแท้ประเภทโลหะทอง	20	20.00
เครื่องประดับแฟชั่น (ทองเหลือง, อลลอย, สแตนเลส, พิวเตอร์, พลาสติก, ลงยาสี, แก้ว)	32	32.00
เครื่องประดับแบบผสมผสาน	16	16.00
รวม	100	100
6. นิยมสวมใส่เครื่องประดับในโอกาสใด		
สวมใส่เป็นประจำในชีวิตประจำวัน	46	46.00
สวมใส่เป็นประจำเมื่อไปทำงาน	24	24.00
สวมใส่เป็นประจำเมื่อไปเที่ยว	14	14.00
สวมใส่ในโอกาสพิเศษ	16	16.00
รวม	100	100

จากตาราง 12 ผลการวิเคราะห์ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 100 คน มีรายละเอียดดังนี้

1. อายุ ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีอายุ 25-34 ปี จำนวน 50 คน คิดเป็นร้อยละ 50 รองลงมาคือ อายุ 18-24 ปี จำนวน 36 คน คิดเป็นร้อยละ 36 และอายุ 35ปีขึ้นไป จำนวน 14 คนคิดเป็นร้อยละ 14

2. อาชีพ ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ประกอบอาชีพพนักงานบริษัทเอกชน จำนวน 60 คน คิดเป็นร้อยละ 60 รองลงมาคือ นักเรียน/นักศึกษา จำนวน 28 คน คิดเป็นร้อยละ 28 ประกอบธุรกิจส่วนตัว/เจ้าของกิจการ จำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 10 และอาชีพอื่นๆ ได้แก่ พนักงานรักษาความปลอดภัย เป็นต้น จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 2

3. รายได้ต่อเดือน ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ มีรายได้ต่อเดือนอยู่ที่ 10,001-20,000 บาท จำนวน 46 คน คิดเป็นร้อยละ 46 รองลงมาคือ 20,001-30,000 บาท จำนวน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 22 ต่ำกว่า 10,001 บาท จำนวน 18 คน คิดเป็นร้อยละ 18 30,001-40,000 บาท จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 6 40,001-50,000 บาท จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 4 และ มากกว่า 50,000 บาท จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 4

4. เครื่องประดับที่นิยมสวมใส่ ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่นิยมสวมใส่สร้อยคอ (จี้+สร้อย) จำนวน 46 คน คิดเป็นร้อยละ 46 รองลงมาคือ ต่างหู จำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 20 แหวน จำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 10 เครื่องประดับอื่นๆ ได้แก่ นาฬิกาข้อมือ จำนวน 14 คน คิดเป็นร้อยละ 14 กำไลข้อมือ จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 4 สร้อยข้อมือ จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 4 และเข็มกลัด จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 2

5. ประเภทของเครื่องประดับที่นิยมสวมใส่ ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่นิยมสวมใส่เครื่องประดับประเภท โลหะเงิน จำนวน 32 คน คิดเป็นร้อยละ 32 และเครื่องประดับแฟชั่น (ทองเหลือง, อัดลอย, สแตนเลส, พิวเตอร์, พลาสติก, ลงยาสี, แก้ว) จำนวน 32 คน คิดเป็นร้อยละ 32 รองลงมาคือ เครื่องประดับประเภทโลหะทอง จำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 20 และเครื่องประดับแบบผสมผสาน จำนวน 16 คน คิดเป็นร้อยละ 16

6. นิยมสวมใส่เครื่องประดับในโอกาสใด ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่นิยมสวมใส่เครื่องประดับเป็นประจำทุกวัน จำนวน 46 คน คิดเป็นร้อยละ 46 รองลงมาคือ สวมใส่ เมื่อไปทำงาน จำนวน 24 คน คิดเป็นร้อยละ 24 สวมใส่ในโอกาสพิเศษ จำนวน 16 คนคิดเป็นร้อยละ 16 และสวมใส่เมื่อไปเที่ยว จำนวน 14 คน คิดเป็นร้อยละ 14

ตอนที่ 2 วิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับความต้องการของกลุ่มผู้บริโภค ด้านเทคนิคในการผลิต ด้านรูปแบบ และเนื้อหาเรื่องราวของเครื่องประดับ

ตาราง 13 แสดงค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เกี่ยวกับความคิดเห็นของกลุ่มผู้บริโภค ด้านเทคนิคในการผลิต ด้านรูปแบบ และเนื้อหาเรื่องราวของเครื่องประดับ

ความคิดเห็นเกี่ยวกับเครื่องประดับ	\bar{X}	S.D.	ระดับความเห็น
ด้านเทคนิคในการผลิต			
1. เครื่องประดับจากแก้วและกระจกสี โดยเทคนิคการร้อยลูกปัด	3.88	0.849	เห็นด้วยมาก
2. เครื่องประดับจากแก้ว และกระจกสี โดยเทคนิคการเจียรระไนแก้ว	3.98	0.958	เห็นด้วยมาก
3. เครื่องประดับจากแก้วและกระจกสี โดยเทคนิคการหล่อแก้วเป็นตัว เรือนเครื่องประดับ	3.88	0.895	เห็นด้วยมาก
4. เครื่องประดับจากแก้วและกระจกสี โดยเทคนิคงานกระจกสี	4.14	0.833	เห็นด้วยมาก
5. มีการผสมผสานเทคนิคในการผลิต ที่หลากหลาย	3.74	0.899	เห็นด้วยมาก
ความคิดเห็นโดยรวม	3.92	0.664	เห็นด้วยมาก
ด้านรูปแบบ			
1. มีรูปแบบเรียบง่ายสามารถสวมใส่ได้ ในชีวิตประจำวัน	4.30	0.863	เห็นด้วยมากที่สุด
2. มีลักษณะเป็นงานที่มีรูปแบบ มากกว่ารูปแบบงานที่ใช้ในชีวิตประจำวัน	3.98	0.869	เห็นด้วยมาก
3. ควรมีอัญมณีมาผสมผสาน	3.78	0.932	เห็นด้วยมาก
4. มีการผสมผสานทั้งด้านเทคนิคและ วัสดุที่หลากหลาย	4.00	0.881	เห็นด้วยมาก
5. มีขนาดใหญ่โดดเด่นสะดุดตา	3.46	1.092	เห็นด้วยมาก
ความคิดเห็นโดยรวม	3.90	0.657	เห็นด้วยมาก
ด้านเนื้อหาและเรื่องราว			
1. รูปทรงอิสระ	4.00	1.107	เห็นด้วยมาก
2. รูปทรงธรรมชาติ	3.70	1.015	เห็นด้วยมาก
3. รูปทรงเรขาคณิต	3.92	0.986	เห็นด้วยมาก
4. ลวดลายกราฟฟิก	3.98	0.915	เห็นด้วยมาก
5. รูปทรงผสมผสาน	3.88	1.043	เห็นด้วยมาก
ความคิดเห็นโดยรวม	3.89	0.754	เห็นด้วยมาก

จากตาราง 13 แสดงให้เห็นว่าผู้ตอบแบบสอบถามมีความคิดเห็นเกี่ยวกับเครื่องประดับ ซึ่งสามารถแยกเป็น 3 ด้านได้ดังนี้

1. ด้านเทคนิคในการผลิต ผู้ตอบแบบสอบถามมีความคิดเห็นต่อเทคนิคในการผลิตเครื่องประดับ โดยรวมมีความเห็นด้วยมาก โดยมีค่าเฉลี่ย 3.92 และสามารถจำแนกตามเทคนิคได้ดังนี้ เครื่องประดับจากแก้วและกระจกสีโดยเทคนิคการร้อยลูกปัด อยู่ในระดับเห็นด้วยมาก โดยมีค่าเฉลี่ย 3.88 เครื่องประดับจากแก้วและกระจกสีโดยเทคนิคการเจียรระโนแก้ว อยู่ในระดับเห็นด้วยมาก โดยมีค่าเฉลี่ย 3.98 เครื่องประดับจากแก้วและกระจกโดยเทคนิคการห ล่อแก้วเป็นตัวเรือนเครื่องประดับ อยู่ในระดับความเห็นด้วยมาก โดยมีค่าเฉลี่ย 3.88 เครื่องประดับจากแก้วและกระจกสีโดยเทคนิคงานกระจกสี อยู่ในระดับความเห็นด้วยมาก โดยมีค่าเฉลี่ย 4.14 และเครื่องประดับจากแก้วและกระจกสีที่มีการผสมผสานเทคนิคในการผลิตที่หลากหลาย อยู่ใน ระดับความเห็นด้วยมาก โดยมีค่าเฉลี่ย 3.75

2. ด้านรูปแบบ ผู้ตอบแบบสอบถามมีความคิดเห็นต่อรูปแบบเครื่องประดับโดยรวมมีความเห็นด้วยมาก โดยมีค่าเฉลี่ย 3.90 และสามารถจำแนกรูปแบบได้ดังนี้ มีรูปแบบเรียบง่ายสามารถสวมใส่ได้ในชีวิตประจำวัน อยู่ในระดับความเห็นด้วยมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย 4.30 มีลักษณะเป็นงานที่มีรูปแบบมากกว่ารูปแบบงานที่ใช้ในชีวิตประจำวัน อยู่ในระดับความเห็นด้วยมาก โดยมีค่าเฉลี่ย 3.98 ควรมีอัญมณีมาผสมผสาน อยู่ในระดับความเห็นด้วยมาก โดยมีค่าเฉลี่ย 3.78 มีการผสมผสานทั้งด้านเทคนิคและวัสดุที่หลากหลาย อยู่ใน ระดับความเห็นด้วยมาก โดยมีค่าเฉลี่ย 4.00 และมีขนาดใหญ่โดดเด่นสะดุดตา อยู่ในระดับความเห็นด้วยมาก โดยมีค่าเฉลี่ย 3.46

3. ด้านเนื้อหาและเรื่องราว ผู้ตอบแบบสอบถามมีความคิดเห็นต่อเนื้อหาและเรื่องราวของเครื่องประดับโดยรวมมีความเห็นด้วยมาก โดยมีค่าเฉลี่ย 3.98 และสามารถจำแนกเนื้อหาและเรื่องราวของเครื่องประดับได้ดังนี้ รูปทรงอิสระ อยู่ในระดับความเห็นด้วยมาก โดยมีค่าเฉลี่ย 4.00 รูปทรงธรรมชาติ อยู่ในระดับความเห็นด้วยมาก โดยมีค่าเฉลี่ย 3.70 รูปทรงเรขาคณิต อยู่ในระดับความเห็นด้วยมาก โดยมีค่าเฉลี่ย 3.92 ลวดลายกราฟฟิก อยู่ในระดับความเห็นด้วยมาก โดยมีค่าเฉลี่ย 3.98 และรูปทรงแบบผสมผสาน อยู่ในระดับความเห็นด้วยมาก โดยมีค่าเฉลี่ย 3.88

สรุปผลการวิเคราะห์ได้ดังนี้ ลักษณะข้อมูลทางประชากรของผู้ตอบแบบสอบถามคือ กลุ่มสตรีที่นิยมสวมใส่เครื่องประดับ จำนวน 100 คน พบว่า กลุ่มผู้บริโภครส่วนใหญ่ มีอายุประมาณ 25-34 ปี ประกอบอาชีพพนักงานบริษัทเอกชนมากที่สุด มีรายได้ต่อเดือนประมาณ 10,001-20,000 บาท ชนิดของเครื่องประดับที่นิยมสวมใส่มากที่สุดคือ สร้อยคอ รองลงมาคือ ต่างหู ประเภทของเครื่องประดับที่นิยมสวมใส่เป็นประจำคือ เครื่องประดับเงิน และเครื่องประดับแฟชั่น เครื่องประดับแฟชั่นในที่นี้หมายถึง เครื่องประดับที่ทำจากทองเหลือง อัลลอย สแตนเลส พิวเตอร์ พลาสติก พลอยสังเคราะห์ เครื่องประดับลงยาสี และเครื่องประดับจากแก้ว และนิยมสวมใส่เครื่องประดับเป็นประจำทุกวัน มีความชื่นชอบเครื่องประดับจากแก้วและกระจกสีจากเทคนิคงานกระจกสีมากที่สุด โดยเน้นด้านรูปแบบให้เรียบง่ายสามารถสวมใส่ได้ในชีวิตประจำวัน มีรูปทรงอิสระ ผสมผสาน ลวดลายกราฟฟิก และทรงเรขาคณิต ตามลำดับ

4. การศึกษาแนวคิด ทฤษฎีการออกแบบ และทำการ ออกแบบเครื่องประดับที่ได้จากกระบวนการวิเคราะห์

จากการรวบรวม และวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการออกแบบ ผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่ได้ดังกล่าว ทำการสัมภาษณ์ กับผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ โดยผู้วิจัยได้รับความอนุเคราะห์จาก คุณวิทยา โพนประสิทธิ์ นักออกแบบเครื่องประดับ ผู้มีความเชี่ยวชาญด้านการออกแบบเครื่องประดับ ประสบการณ์ทำงานกว่า 7 ปี เพื่อหาแนวทางในการออกแบบที่เหมาะสม จากข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามเกี่ยวกับรูปแบบของเครื่องประดับ สรุปได้ว่า ผู้บริโภค มีความชื่นชอบเครื่องประดับจากแก้วและกระจกสีจากเทคนิคงานกระจกสีมากที่สุด โดยเน้นด้านรูปแบบให้เรียบง่ายสามารถสวมใส่ได้ในชีวิตประจำวัน มีรูปทรงอิสระ ผสมผสานลวดลายกราฟฟิก และทรงเรขาคณิต ซึ่งคุณวิทยาให้ข้อเสนอแนะว่า ควรลองนำลวดลายกราฟฟิกที่มีลวดลายเป็นทรงเรขาคณิต มาประกอบต่อกันเป็นรูปทรงอิสระ หรือรูปทรงสามมิติ ซึ่งข้อมูลดังกล่าวสอดคล้องกับหลักการออกแบบ ทฤษฎี Modular ใช้หลักการส่วนย่อยๆ หรือเป็นส่วนๆ อาจเป็นรูปทรงเรขาคณิต หรือรูปทรงอื่นๆที่สามารถประกอบต่อกันได้

ผู้วิจัยทำการรวบรวม ตัวอย่าง งานออกแบบที่นิยมใช้หลักการออกแบบทฤษฎี Modular จากข้อมูลทางอิเล็กทรอนิกส์ได้ 3 ลักษณะงาน ดังนี้

1. งานด้านการออกแบบสถาปัตยกรรม



ภาพประกอบ 27 ตัวอย่างสถาปัตยกรรมจากหลักการออกแบบทฤษฎี Modular

- ที่มา: Kirsten Zirngibl. (2011). *modular architecture design*. ออนไลน์
 Roberto S L Naboni. (2013). *modular architecture design*. ออนไลน์
 Lucy Holmes . (2011). *modular architecture design*. ออนไลน์

2. งานด้านการออกแบบเฟอร์นิเจอร์



ภาพประกอบ 28 ตัวอย่างเฟอร์นิเจอร์จากหลักการออกแบบทฤษฎี Modular

ที่มา: Sneek. (2012). *modular architecture design*. ออนไลน์

B2B Market. (2012). *modular architecture design*. ออนไลน์

3. งานด้านการออกแบบการพับกระดาษ



ภาพประกอบ 29 ตัวอย่างการพับกระดาษจากหลักการออกแบบทฤษฎี Modular

ที่มา: Origami Tetsujin. (2007). *modular origami..* ออนไลน์

จากตัวอย่างงานออกแบบด้วยหลักการออกแบบทฤษฎี Modular ทั้ง 3 ด้าน ผู้เชี่ยวชาญให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับรูปแบบที่จะนำมาออกแบบเครื่องประดับจากเทคนิคงานกระดาษคือว่า รูปแบบที่เหมาะสมควรจะเป็น การพับกระดาษจากหลักการออกแบบทฤษฎี Modular เพราะมีลักษณะเป็นรูปทรงสามมิติสวยงาม ไม่เรียบแบนเหมือนงานกระดาษโดยทั่วไป มีความแปลกใหม่ ด้านแต่ละด้านมีความสมมาตรเท่ากัน ทำให้ง่ายต่อการผลิตในระบบอุตสาหกรรม ผู้วิจัยอ้างอิงกับเทรนด์การออกแบบในปัจจุบันโดยเลือกใช้เทรนด์ CAREFREE ATTITUDE (อิสระไร้กฎเกณฑ์) เน้นการออกแบบรูปทรงอิสระที่เกิดจากรูปทรงเรขาคณิต มีสีสันสดใส เป็นลวดลายกราฟิก



ภาพประกอบ 30 สีและรูปแบบของเทรนด์ CAREFREE ATTITUDE (อิสระไร้กฎเกณฑ์)

ที่มา: TCDC. (2556). เจาะเทรนด์โลก TREAND 2013. ออนไลน์

4.1 การออกแบบร่าง

ผู้วิจัยทำการออกแบบร่าง โดยใช้แนวคิดในการออกแบบเป็นการพับกระดาษจากหลักทฤษฎี Modular อ้างอิงกับเทรนด์การออกแบบในปัจจุบันโดยเลือกใช้เทรนด์ CAREFREE ATTITUDE (อิสระไร้กฎเกณฑ์) จำนวน 10 แบบร่าง ดังนี้

แบบร่างที่ 1



ภาพประกอบ 31 แบบร่างที่ 1

แบบร่างที่ 2



ภาพประกอบ 32 แบบร่างที่ 2

แบบร่างที่ 3



ภาพประกอบ 33 แบบร่างที่ 3

แบบร่างที่ 4



ภาพประกอบ 34 แบบร่างที่ 4

แบบร่างที่ 5



ภาพประกอบ 35 แบบร่างที่ 5

แบบร่างที่ 6



ภาพประกอบ 36 แบบร่างที่ 6

แบบร่างที่ 7



ภาพประกอบ 37 แบบร่างที่ 7

แบบร่างที่ 8



ภาพประกอบ 38 แบบร่างที่ 8

แบบร่างที่ 9



ภาพประกอบ 39 แบบร่างที่ 9

แบบร่างที่ 10



ภาพประกอบ 40 แบบร่างที่ 10

5. ผู้เชี่ยวชาญทำการประเมิน และเลือกแบบร่างเครื่องประดับที่มีความเหมาะสมในด้าน การออกแบบ และกระบวนการผลิต จากกระบวนการออกแบบ

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบสอบถามความคิดเห็น เพื่อใช้ในการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับ ความเหมาะสมของแบบร่างเครื่องประดับจากแก้วและกระจกสี ในรูปแบบเครื่องประดับสตรี โดยสอบถามผู้เชี่ยวชาญ เพื่อเลือกแบบร่างที่เหมาะสมที่สุด 4 อันดับแรก นำไปทำแบบสอบถามความคิดเห็นของกลุ่มผู้บริโภค ในการวิเคราะห์ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์ย่อต่างๆ ที่ใช้ในการวิเคราะห์ดังนี้

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

S.D. แทน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)






การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยสรุปรวม และการแปรผลการวิเคราะห์ข้อมูลของ วิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลออกมาในรูปแบบตารางประกอบคำอธิบาย เป็นการ วิเคราะห์ข้อมูลเชิงพรรณนา ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน





ตาราง 14 แสดงค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เกี่ยวกับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ เกี่ยวกับรูปแบบ สีสีน และความสามารถผลิตได้จริงในกระบวนการหล่อพร้อมฝัง ของรูปแบบ เครื่องประดับจากแก้วและกระจกสี

แบบร่างเครื่องประดับ		S.D.	ระดับความเห็น
แบบร่างที่ 1 	3.6190	0.21822	เห็นด้วยมาก

ตาราง 14 (ต่อ)

แบบร่างเครื่องประดับ		S.D.	ระดับความเห็น
แบบร่างที่ 2 	3.5714	0.14286	เห็นด้วยมาก
แบบร่างที่ 3 	3.7619	0.08248	เห็นด้วยมาก
แบบร่างที่ 4 	3.0952	0.29738	เห็นด้วยปานกลาง
แบบร่างที่ 5 	2.9048	0.08248	เห็นด้วยปานกลาง
แบบร่างที่ 6 	3.5238	0.08248	เห็นด้วยมาก

ตาราง 14 (ต่อ)

แบบร่างเครื่องประดับ		S.D.	ระดับความเห็น
แบบร่างที่ 7 	3.7619	0.08248	เห็นด้วยมาก
แบบร่างที่ 8 	3.3333	0.16496	เห็นด้วยปานกลาง
แบบร่างที่ 9 	3.1429	0.28571	เห็นด้วยปานกลาง
แบบร่างที่ 10 	3.2381	0.35952	เห็นด้วยปานกลาง

จากตาราง 14 แสดงให้เห็นว่าผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นต่อแบบร่างเครื่องประดับ ซึ่งสามารถจำแนกตามแต่ละแบบร่าง ดังนี้

แบบร่างที่ 1 อยู่ในระดับความคิดเห็นด้วยมาก โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.6190

แบบร่างที่ 2 อยู่ในระดับความคิดเห็นด้วยมาก โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.5714

แบบร่างที่ 3 อยู่ในระดับความคิดเห็นด้วยมาก โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.7619

- แบบร่างที่ 4 อยู่ในระดับความคิดเห็นด้วยมาก โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.0952
 แบบร่างที่ 5 อยู่ในระดับความคิดเห็นด้วยมาก โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 2.9048
 แบบร่างที่ 6 อยู่ในระดับความคิดเห็นด้วยมาก โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.5238
 แบบร่างที่ 7 อยู่ในระดับความคิดเห็นด้วยมาก โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.7619
 แบบร่างที่ 8 อยู่ในระดับความคิดเห็นด้วยมาก โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.3333
 แบบร่างที่ 9 อยู่ในระดับความคิดเห็นด้วยมาก โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.1429
 แบบร่างที่ 10 อยู่ในระดับความคิดเห็นด้วยมาก โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.2381

ดังนั้น แบบร่างที่ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นว่าเหมาะสมที่จะนำไปทำการผลิต 4 อันดับแรก คือ 1. แบบร่างที่ 1 2. แบบร่างที่ 2 3. แบบร่างที่ 3 และ 4. แบบร่างที่ 7 ทั้ง 4 แบบร่างนี้จะนำไปทำการสอบความคิดเห็นของผู้บริโภคต่อไป

6. วิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินแบบร่างที่ผู้เชี่ยวชาญเลือกแล้ว เกี่ยวกับความพึงพอใจ โดยกลุ่มผู้บริโภค และเลือกแบบร่างเครื่องประดับที่ผู้บริโภคพึงพอใจมากที่สุดมาทำการผลิต

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบสอบถามด้านความคิดเห็นของผู้บริโภค เพื่อใช้ในการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับเครื่องประดับจากแก้วและกระจกสี ในรูปแบบเครื่องประดับสตรี โดยสอบถามกลุ่มเป้าหมายซึ่งเป็นกลุ่มสตรีที่ชื่นชอบการสวมใส่เครื่องประดับ เพื่อเลือกแบบร่างเครื่องประดับที่ผู้บริโภคมีความชื่นชอบมากที่สุด 2 แบบร่างไปทำการผลิตเป็นเครื่องประดับจริง ในการวิเคราะห์ ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์ย่อต่าง ๆ ที่ใช้ในการวิเคราะห์ดังนี้

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

\bar{X} แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

S.D. แทน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล และการแปรผลการวิเคราะห์ข้อมูลของผู้วิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลออกมาในรูปแบบตารางประกอบคำอธิบาย เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพรรณนา ประกอบด้วย ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยแบ่งผลการวิเคราะห์ออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทางลักษณะประชากรของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 2 ข้อมูลด้านแบบร่าง เครื่องประดับจากแก้วและกระจกสีด้วยกระบวนการหล่อพร้อมฝัง

ตอนที่ 1 ลักษณะทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตาราง 15 แสดงจำนวน(ความถี่) และค่าร้อยละของลักษณะข้อมูลส่วนตัวของผู้ตอบแบบสอบถาม

ลักษณะข้อมูลส่วนตัว	จำนวน (คน)	ร้อยละ
1. อายุ		
18-24 ปี	36	36.00
25-35 ปี	50	50.00
35 ปีขึ้นไป	14	14.00
รวม	100	100
2. อาชีพ		
นักเรียน/นักศึกษา	28	28.00
พนักงานบริษัทเอกชน	60	60.00
ประกอบธุรกิจส่วนตัว/เจ้าของกิจการ	10	10.00
อาชีพอื่นๆ	2	2.00
รวม	100	100
3. รายได้ต่อเดือน		
ต่ำกว่า 10,000 บาท	18	18.00
10,001-20,000 บาท	46	46.00
20,001-30,000 บาท	22	22.00
30,001-40,000 บาท	6	6.00
40,001-50,000 บาท	4	4.00
มากกว่า 50,000 บาท	4	4.00
รวม	100	100

จากตาราง 15 ผลการวิเคราะห์ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 100 คน มีรายละเอียดดังนี้

1. อายุ ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีอายุ 25-34 ปี จำนวน 50 คน คิดเป็นร้อยละ 50 รองลงมาคือ อายุ 18-24 ปี จำนวน 36 คน คิดเป็นร้อยละ 36 และอายุ 35ปีขึ้นไป จำนวน 14 คนคิดเป็นร้อยละ 14

2. อาชีพ ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ประกอบอาชีพพนักงานบริษัทเอกชน จำนวน 60 คน คิดเป็นร้อยละ 60 รองลงมาคือ นักเรียน/นักศึกษา จำนวน 28 คน คิดเป็นร้อยละ 28 ประกอบธุรกิจส่วนตัว/เจ้าของกิจการ จำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 10 และอาชีพอื่นๆ ได้แก่ พนักงานรักษาความปลอดภัย เป็นต้น จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 2

3. รายได้ต่อเดือน ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีรายได้ต่อเดือนอยู่ที่ 10,001-20,000 บาท จำนวน 46 คน คิดเป็นร้อยละ 46 รองลงมาคือ 20,001-30,000 บาท จำนวน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 22 ต่ำกว่า 10,001 บาท จำนวน 18 คน คิดเป็นร้อยละ 18 30,001-40,000 บาท จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 6 40,001-50,000 บาท จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 4 และ มากกว่า 50,000 บาท จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 4

ตอนที่ 2 วิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับความต้องการของกลุ่มผู้บริโภค ด้านเทคนิคในการผลิต ด้านรูปแบบ และเนื้อหาเรื่องราวของเครื่องประดับ

ตาราง 16 แสดงค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เกี่ยวกับความคิดเห็นของกลุ่มผู้บริโภค ด้านเทคนิคในการผลิต ด้านรูปแบบ และเนื้อหาเรื่องราวของเครื่องประดับ

แบบร่างเครื่องประดับ	\bar{X}	S.D.	ระดับความเห็น
แบบร่างที่ 1 			
ด้านรูปแบบของเครื่องประดับ	3.8067	0.27013	เห็นด้วยมาก
ด้านสีสันทองกระจกที่ใช้	3.3133	0.36521	เห็นด้วยมาก
รวม	3.5600	0.22274	เห็นด้วยมาก
แบบร่างที่ 2 			
ด้านรูปแบบของเครื่องประดับ	2.7333	0.38095	เห็นด้วยปานกลาง
ด้านสีสันทองกระจกที่ใช้	3.8800	0.39129	เห็นด้วยมาก
รวม	3.3067	0.29424	เห็นด้วยปานกลาง

ตาราง 16 (ต่อ)

แบบร่างเครื่องประดับ	\bar{X}	S.D.	ระดับความเห็น
แบบร่างที่ 3 			
ด้านรูปแบบของเครื่องประดับ	4.1733	0.30297	เห็นด้วยมาก
ด้านสีสันทองกระจกที่ใช้	4.0333	0.37646	เห็นด้วยมาก
รวม	4.1033	0.28944	เห็นด้วยมาก
แบบร่างที่ 7 			
ด้านรูปแบบของเครื่องประดับ	3.9467	0.44345	เห็นด้วยมาก
ด้านสีสันทองกระจกที่ใช้	3.1000	0.37039	เห็นด้วยปานกลาง
รวม	3.5233	0.28174	เห็นด้วยมาก

จากตาราง 16 แสดงให้เห็นว่าผู้ตอบแบบสอบถามมีความคิดเห็นต่อแบบร่างเครื่องประดับซึ่งสามารถจำแนกตามแต่ละแบบร่าง ดังนี้

แบบร่างที่ 1 ผู้ตอบแบบสอบถามมีความเห็นอยู่ในระดับความคิด เห็นโดยรวมอยู่ในระดับเห็นด้วยมาก โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.5600 สามารถจำแนกตามประเภทได้ดังนี้ ด้านรูปแบบของเครื่องประดับมีความเห็นด้วยอยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.8067 ด้านสีสันทองกระจกสีที่ใช้มีความเห็นด้วยในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.3133

แบบร่างที่ 2 ผู้ตอบแบบสอบถามมีความเห็นอยู่ในระดับความคิดเห็นโดยรวมอยู่ในระดับเห็นด้วยปานกลาง โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.3067 สามารถจำแนกตามประเภทได้ดังนี้ ด้านรูปแบบของเครื่องประดับมีความเห็นด้วยอยู่ในระดับปานกลาง โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 2.7333 ด้านสีสันทนของกระจกสีที่ใช้ มีความเห็นด้วยในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.8800

แบบร่างที่ 3 ผู้ตอบแบบสอบถามมีความเห็นอยู่ในระดับความคิดเห็นโดยรวมอยู่ในระดับเห็นด้วยมาก โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.1033 สามารถจำแนกตามประเภทได้ดังนี้ ด้านรูปแบบของเครื่องประดับมีความเห็นด้วยอยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.1733 ด้านสีสันทนของกระจกสีที่ใช้ มีความเห็นด้วยในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.0333

แบบร่างที่ 7 ผู้ตอบแบบสอบถามมีความเห็นอยู่ในระดับความคิดเห็นโดยรวมอยู่ในระดับเห็นด้วยมาก โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.5233 สามารถจำแนกตามประเภทได้ดังนี้ ด้านรูปแบบของเครื่องประดับมีความเห็นด้วยอยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.9467 ด้านสีสันทนของกระจกสีที่ใช้ มีความเห็นด้วยในระดับปานกลาง โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.1000

ข้อสังเกต สีของกระจกสีที่ใช้ในแบบร่างที่ 2 มีค่าเฉลี่ยสูงถึง 3.8800 สูงมาเป็นอันดับ 2 จากทั้งหมด 4 แบบร่าง แสดงให้เห็นว่ากลุ่มผู้บริโภคมีความพึงพอใจสีของแบบที่ 2 มากกว่าสีในแบบร่างที่ 1 ผู้วิจัยจึงได้ทำการปรึกษาผู้เชี่ยวชาญทางด้านกรอกแบบ ผู้เชี่ยวชาญให้คำแนะนำว่าสามารถนำสีในแบบร่างที่ 2 มาใช้ในแบบร่างที่ 1 ได้เนื่องจากมีรูปทรงเป็นสีเหลี่ยมคล้ายคลึงกัน และกลุ่มสีที่ใช้มีความสวยงาม เป็นที่พึงพอใจของผู้บริโภค ผู้วิจัยจึงทำการเปลี่ยนสีของกระจกในแบบร่างที่ 1 มาใช้สีของกระจกในแบบร่างที่ 2 แทน

จากการวิเคราะห์ข้อมูล แบบร่างที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 2 อันดับแรก คือ แบบร่างที่ 3 และแบบร่างที่ 1 ซึ่งสองแบบร่างนี้จะนำไปทำการผลิตเป็นเครื่องประดับจริงต่อไป

7. การผลิตชิ้นงานเครื่องประดับ

ในการผลิตเครื่องประดับครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำเอารูปแบบที่ได้จากการวิเคราะห์แบบสอบถามจากผู้บริโภคครั้งสุดท้าย จำนวน 2 ชุด มาทำการผลิตเป็นเครื่องประดับจริง โดยมีขั้นตอนผลิตดังนี้

7.1 จัดหาวัสดุที่ใช้ในการผลิตเครื่องประดับ คือ กระจกสี ตัดรูปทรงให้ได้ตามแบบ ขนาดของกระจกสีที่ใช้ในการผลิตครั้งนี้ มีขนาดกว้าง 5 มิลลิเมตร ยาว 5 มิลลิเมตร หนา 3 มิลลิเมตร ซึ่งขนาดที่ได้เป็นขนาดที่เล็กที่สุด ที่เครื่องจักรในทางอุตสาหกรรมจะสามารถตัดได้ อาจสามารถตัดชิ้นกระจกให้ได้เล็กกว่านี้ได้ แต่ต้องอาศัยการตัดด้วยมือ ซึ่งใช้เวลานาน และขนาดไม่แม่นยำ

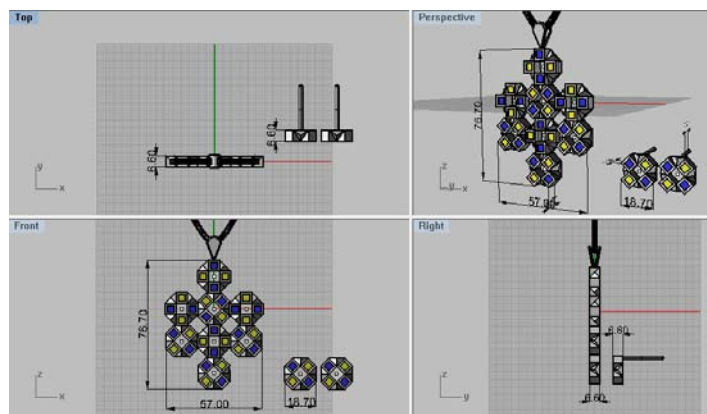


ภาพประกอบ 41 กระดาษสี

7.2 นำรูปแบบที่ได้จากการวิเคราะห์แบบสอบถามกลุ่มผู้บริโภคครั้งสุดท้ายมาเขียนแบบเสมือนจริง โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ (Rhinceros 3D) พบปัญหาคือ เครื่องประดับมีขนาดใหญ่ และหนักเกินไป จึงมีการตัดทอนแบบร่างเล็กน้อย เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว

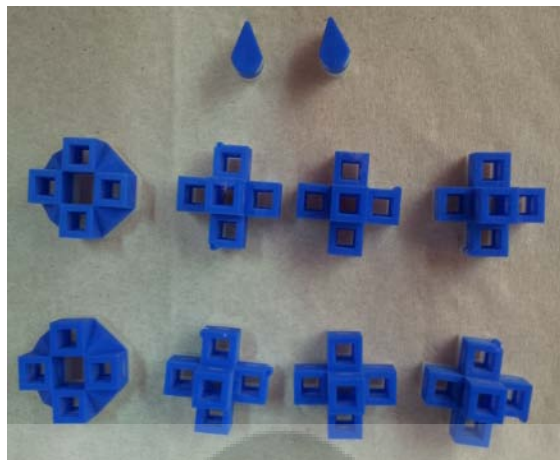


ภาพประกอบ 42 การเขียนแบบเสมือนจริงแบบร่างที่ 1



ภาพประกอบ 43 การเขียนแบบเสมือนจริงแบบร่างที่ 3

7.3 สร้างต้นแบบงาน RP โดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ในการสร้างต้นแบบ



ภาพประกอบ 44 ชิ้นงานต้นแบบ RP

7.4 นำชิ้นงาน RP ไปทำการหล่อเป็นโลหะเงิน ชัดตักแต่ง และเก็บรายละเอียดตัวเรือนให้เรียบร้อย เพื่อใช้ทำเป็นแม่พิมพ์ในการผลิต

7.5 จากการกำหนดวัสดุที่ใช้ในตอนแรกคือ แก้วพวก Borosilicate แต่มีข้อจำกัดในเรื่องของ สี จึงทำการเปลี่ยนมาใช้ Stained Glass หรือกระจกสี ซึ่งมีจุดหลอมเหลวต่ำกว่า Borosilicate คือ 800 องศาเซลเซียส ซึ่งมีอุณหภูมิไม่แตกต่างกันมากนักกับอุณหภูมิในการอบกระจกปูนหล่อ คือ 630 องศาเซลเซียส ผู้เชี่ยวชาญด้านการผลิต คุณวัลลภ นิลออ ผู้ประกอบการด้านการหล่อโลหะ เครื่องประดับ มีการแนะนำให้ทำการทดลองอบกระจกก่อนนำไปสู่กระบวนการหล่อพร้อม มฝัง เพื่อดูว่ากระจกจะสามารถทนความร้อนที่อุณหภูมิ 630 องศาเซลเซียส นาน 6 ชั่วโมงได้หรือไม่ โดยทำการทดลองอบกระจกโดยเริ่มต้นที่

- 600 องศาเซลเซียส พบว่าชั้นกระจกเริ่มมีการหลอมเล็กน้อย ที่เวลา 30 นาที
- 650 องศาเซลเซียส พบว่าชั้นกระจกเริ่มมีการเปลี่ยนรูปทรงเล็กน้อย ที่เวลา 30 นาที
- 700 องศาเซลเซียส พบว่าชั้นกระจกเริ่มมีการเปลี่ยนรูป จากที่มีลักษณะเป็นเหลี่ยมมุม หลอมและหดตัวจนมีลักษณะโค้งมน ที่เวลา 30 นาที



ภาพประกอบ กระจกสีอบที่อุณหภูมิ 700 องศาเซลเซียส เวลา 30 นาที

จากการทดลอง ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นว่ากระจกอาจเปลี่ยนรูปทรงขณะทำการอบกระจกปูนหล่อ ซึ่งอาจก่อให้เกิดปัญหากับชิ้นงาน จึงมีการแนะนำให้เปลี่ยนวิธีการหล่อ และโลหะที่ใช้ เป็นพิวเตอร์ (Pewter) ซึ่งใช้อุณหภูมิไม่สูงมากนักในการหล่อ ไม่ทำให้ชิ้นงานกระจกเกิดความเสียหาย โดยใช้การหล่อแบบเหวี่ยง (Centrifugal Casting) ซึ่งเป็นกระบวนการหล่อที่ไม่ต้องอบแก้วก่อน โดยเปลี่ยนกระบวนการหล่อพร้อมฝั้เป็นแบบฝั้กระจกลงในแม่พิมพ์ยางก่อนทำการหล่อ

7.6 นำแม่พิมพ์ต้นแบบที่ได้ ไปอัดพิมพ์ยาง อบพิมพ์ยางที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียสฝั้แม่พิมพ์ยาง และวางชิ้นกระจกสีในตำแหน่งที่ต้องการทำการหล่อ ตามแบบ



ภาพประกอบ 45 พิมพ์ยางสำหรับการหล่อแบบเหวี่ยง (Centrifugal Casting)

□ 7.7 ทำการหลอมฟิวเตอร์ และหล่อแบบ



(casting)



ภาพประกอบ 46 การหลอมฟิวเตอร์ (ซ้าย) และเครื่องหล่อแบบเหวี่ยง (ขวา)

7.8 ผลจากการทดลองหล่อปรากฏว่าชิ้นงานเกิดปัญหาอย่างมาก คือ กระจกเกิดการเคลื่อนที่ไม่อยู่ในตำแหน่งที่ฝังไว้ในตอนแรก ทำให้รูปทรงของเครื่องประดับเปลี่ยนแปลง เกิดคราบฟิวเตอร์ปิดทับบริเวณผิวหน้าของกระจก บริเวณด้านหลังของชิ้นงาน มีฟิวเตอร์อุดตัน ปิดกั้นแสงที่จะผ่านกระจกทำให้กระจกทึบ และทำให้งานมีน้ำหนักมาก



ภาพประกอบ 47 ชิ้นงานมีปัญหาหลังการหล่อ

7.9 แนวทางแก้ไขปัญหา จากคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ คือ ต้องมีการปรับแต่งแม่พิมพ์ที่ใช้ใหม่ เนื่องจากแม่พิมพ์ที่ใช้ในการทดลองเทคนิคเป็นแม่พิมพ์ที่ใช้สำหรับการหล่อเงิน เงินจะมีความแข็งแรงมากกว่าฟิวเตอร์ ดังนั้นการทำแม่พิมพ์ในการหล่อฟิวเตอร์จะต้องทำให้มีความหนามากกว่า การเผื่อเปอร์เซ็นต์การหดตัวของโลหะในการทำแม่พิมพ์ฟิวเตอร์ต้องมากกว่าการทำแม่พิมพ์โลหะเงิน

- การเผื่อเปอร์เซ็นต์การหดตัวของแม่พิมพ์เงิน คือ 2.50 %
- การเผื่อเปอร์เซ็นต์การหดตัวของแม่พิมพ์ฟิวเตอร์ คือ 3.00 %

7.10 ทำการปรับแต่งแม่พิมพ์ใหม่ให้เหมาะสมกับการหล่อพิวเตอร์ และทำการหล่อซ้ำเหมือนการหล่อครั้งแรก

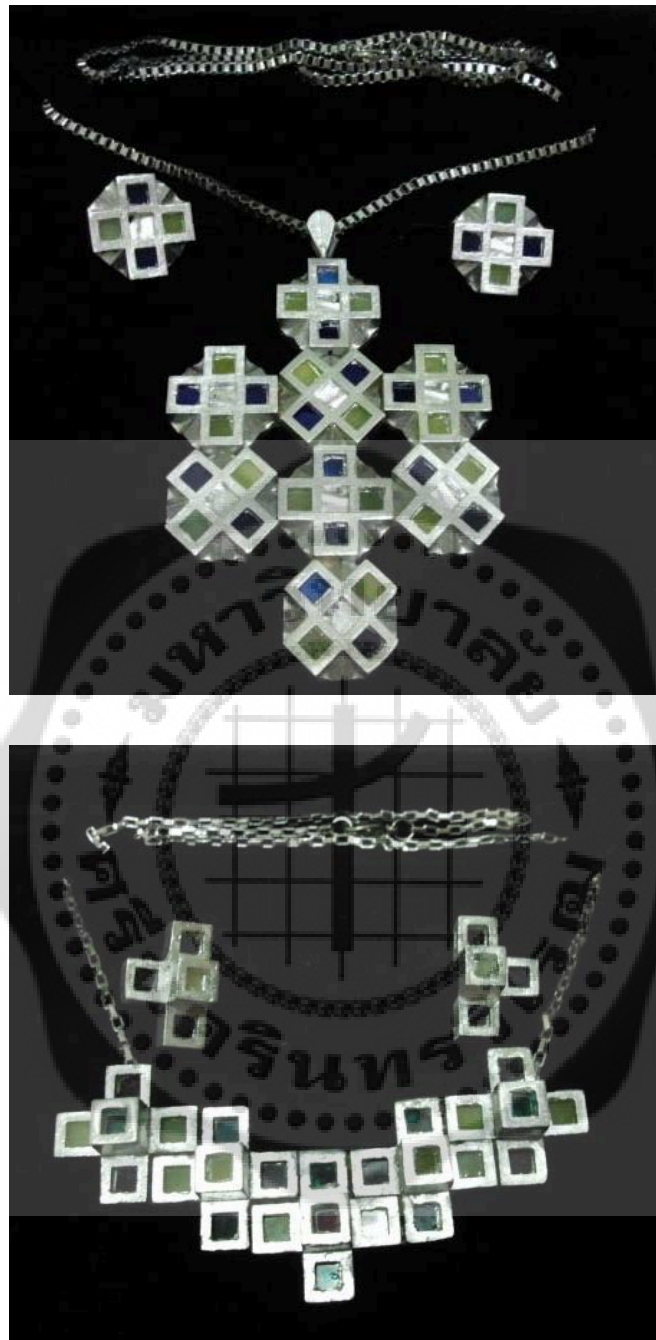
7.11 ทำการเชื่อมประกอบ และขัดตกแต่งชิ้นงานด้วยตะไบ กระดาษทราย ยาเดิน และยาแดง เพื่อให้ผิวโลหะมีความเรียบ และเงางาม



ภาพประกอบ 48 การเชื่อมประกอบชิ้นงาน (ซ้าย) และการขัดตกแต่งชิ้นงาน (ขวา)

7.12 นำชิ้นงานที่ขัดตกแต่งเรียบร้อยแล้ว มาประกอบกับสกรู และแป้นต่างหู

7.13 ผลงานเสร็จสมบูรณ์



ภาพประกอบ 49 ชิ้นงานเครื่องประดับเสร็จสมบูรณ์

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยนี้จัดทำขึ้นเพื่อศึกษาวิเคราะห์เครื่องประดับจากแก้วและกระจกสี ในประเด็น รูปแบบ วัสดุที่ใช้ และเทคนิคที่ใช้ในการสร้างสรรค์เครื่องประดับ เพื่อทำการพัฒนารูปแบบ เครื่องประดับจากแก้วและกระจกสีให้มีความหลากหลาย และ สวยงามยิ่งขึ้น โดยการนำเทคนิคการ หล่อพร้อมฝัง ซึ่งถือว่าเป็นนวัตกรรมในการฝังพลอยในระบบอุตสาหกรรมเครื่องประดับ มาใช้ในการ พัฒนารูปแบบ

โดยทำการศึกษากลุ่มตัวอย่าง คือ เครื่องประดับจากแก้วและกระจกสี จำนวน 20 ชิ้น โดย เลือกรูปแบบที่แตกต่างกันของเทคนิค รูปแบบและกระบวนการผลิต

ข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างเครื่องประดับ

การศึกษาข้อมูลจากเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบ และเทคนิคในการผลิต เครื่องประดับจากแก้วและกระจกสีสามารถสรุปรูปแบบ และเทคนิคการในการผลิตได้ 4 แบบ ดังนี้

1. เครื่องประดับจากแก้วและกระจกสีโดยเทคนิคการร้อยลูกปัด
2. เครื่องประดับจากแก้วและกระจกสีโดยเทคนิคการเจียรระโนแก้ว
3. เครื่องประดับจากแก้วและกระจกสีโดยเทคนิคการหล่อแก้วเป็นตัวเรือนเครื่องประดับ
4. เครื่องประดับจากแก้วและกระจกสีโดยเทคนิคงานกระจกสี

นำข้อมูลที่ได้ไปเป็นข้อมูลประกอบในการ สร้างแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับพฤติกรรม ของกลุ่มผู้บริโภค คือ กลุ่มสตรีที่ชื่นชอบการสวมใส่เครื่องประดับ

ในการวิเคราะห์ข้อมูล จากแบบสอบถาม ครั้งนี้ผู้วิจัยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป (SPSS) ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติพรรณนา (Descriptive statistics) ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ในการศึกษาและพัฒนารูปแบบ เครื่องประดับจากแก้วและกระจกสี ด้วยกระบวนการหล่อพร้อมฝัง ได้สรุปผลการวิจัยดังนี้

ข้อมูลจากกลุ่มผู้บริโภค

การวิเคราะห์ลักษณะข้อมูลทางประชากรของผู้ตอบแบบสอบถามคือ กลุ่มสตรีที่นิยมสวม ใส่เครื่องประดับ จำนวน 100 คน พบว่า กลุ่มผู้บริโภคร้อยละ 50 มีอายุประมาณ 25-34 ปี ประกอบ อาชีพพนักงานบริษัทเอกชนมากที่สุด รองลงมา คือ นักศึกษา มีรายได้ต่อเดือนประมาณ 10,001-20,000 บาท ชนิดของเครื่องประดับที่นิยมสวมใส่มากที่สุดคือ สร้อยคอ รองลงมาคือ ต่างหู ประเภท ของเครื่องประดับที่นิยมสวมใส่เป็นประจำคือ เครื่องประดับเงิน และเครื่องประดับแฟชั่น เครื่องประดับแฟชั่นในที่นี้หมายถึง เครื่องประดับที่ทำจากทองเหลือง อลลอย สแตนเลส พิวเตอร์ พลาสติก พลอยสังเคราะห์ เครื่องประดับลงยาสี และเครื่องประดับจากแก้ว และนิยมสวมใส่ เครื่องประดับเป็นประจำทุกวัน ด้านการออกแบบ กลุ่มผู้บริโภคมีความชื่นชอบเครื่องประดับจาก แก้วและกระจกสีจากเทคนิคงานกระจกสีมากที่สุด โดยเน้นด้านรูปแบบให้เรียบง่ายสามารถสวมใส่ ได้ในชีวิตประจำวัน มีรูปทรงอิสระ สามมิติ และผสมผสานลวดลายกราฟฟิก

การพัฒนาารูปแบบเครื่องประดับจากแก้วและกระจกด้วยกระบวนการหล่อพร้อมฝัง
จากการศึกษาข้อมูล เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และข้อมูลจากการสร้างเครื่องมือ
คือ แบบสอบถาม สามารถนำมาสรุปผลการวิเคราะห์เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการออกแบบ และพัฒนา
เครื่องประดับมีชั้นตอนดังนี้

1. การนำเสนอแบบร่าง (Sketch Design) ได้นำเสนอในการออกแบบร่างจำนวน 10 ชุด ใน 1
ชุดประกอบด้วย สร้อยคอ (สร้อยคอ และจี้) และต่างหู ลักษณะของเครื่องประดับเป็นงาน
เครื่องประดับจากเทคนิคงานกระจกสี

2. แนวคิดและทฤษฎีในการออกแบบ ทำการวิเคราะห์เทรนการออกแบบเครื่องประดับ
2013 ใช้เทรนอิสระไร้กฎเกณฑ์ (CAREFREE ATTITUDE) ในการออกแบบ เน้นการออกแบบ
รูปทรงอิสระที่เกิดจากรูปทรงเรขาคณิต มีสีสันสดใส เป็นลวดลายกราฟฟิก ได้แรงบันดาลใจจาก
ศิลปะการพับกระดาษแบบ Modular ซึ่งมีลักษณะรูปทรงเป็นการทำรูปทรงเรขาคณิตมาต่อกันจน
เป็นรูปทรงสามมิติ ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ

3. การทำแบบ ร่างใน มีการวิเคราะห์ถึงข้อดี ข้อเสีย ความสอดคล้องกันระหว่างความ
ต้องการของกลุ่มผู้บริโภค และแนวคิดและทฤษฎีในการออกแบบ และกระบวนการผลิต โดย
ประธาน กรรมการ และผู้เชี่ยวชาญ

4. นำแบบร่างที่ได้ทำการปรับปรุง แก้ไข และพัฒนาตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ
จำนวน 4 ชุด ทำแบบสอบถามความพึงพอใจของกลุ่มผู้บริโภคจำนวน 100 ฉบับ โดยเลือกแบบที่
เป็นที่ชื่นชอบที่สุดจำนวน 2 ชุด มาทำการผลิตจริง

อภิปรายผล

จากการศึกษาและพัฒนาเครื่องประดับจากแก้วและกระจกด้วยกระบวนการหล่อพร้อมฝัง
ในประเด็น ด้านรูปแบบและกระบวนการผลิตเครื่องประดับจากแก้วและกระจกสี กระบวนการหล่อ
พร้อมฝัง (Stone in place casting) ที่เหมาะสมกับการพัฒนาารูปแบบเครื่องประดับจากแก้วและ
กระจกสี และการพัฒนาารูปแบบเครื่องประดับจากแก้วและกระจกสีด้วยกระบวนการหล่อพร้อมฝัง
พบว่า ด้านรูปแบบและกระบวนการผลิตเครื่องประดับจากแก้วและกระจกสีมีรูปแบบและเทคนิคใน
การผลิต 4 แบบคือ 1. เครื่องประดับจากแก้วและกระจกสีโดยเทคนิคการร้อยลูกปัด เทคนิคนี้ถือ
เป็นเทคนิคที่เก่าแก่ และพบในทุกอารยธรรมของโลกในการผลิตเครื่องประดับจากแก้ว เทคนิคใน
การผลิตลูกปัดแก้ว ได้แก่ การจุ่ม การปั้น การอัดในพิมพ์ และการเป่าแก้ว รูปแบบงานเป็นการนำ
ลูกปัดมาถัก หรือร้อย ให้เป็นเครื่องประดับ เช่น สร้อยคอ สร้อยข้อมือ เป็นต้น 2. เครื่องประดับจาก
แก้วและกระจกสีโดยเทคนิคการเจียระไนแก้ว เป็นเทคนิคที่มีการนำแก้ว มาทำการเจียระไนให้
เหลี่ยมมุม ในการสะท้อนแสง เกิดประกายระยิบระยับสวยงาม มักนำมาใช้แทนอัญมณีแท้ เนื่องจาก
มีความสวยงามคล้ายคลึงกันเป็นอย่างมาก 3. เครื่องประดับจากแก้วและกระจกสีโดยเทคนิคการ
หล่อแก้วเป็นตัวเรือนเครื่องประดับ เทคนิคนี้เป็นการหลอมแก้วให้เป็นของเหลว แล้วนำมาเทลงใน

แม่พิมพ์เครื่องประดับ จะได้เครื่องประดับที่มีตัวเรือนเป็นแก้ว คล้ายกับการผลิตเครื่องประดับ โดยการหล่อโลหะ 4. เครื่องประดับจากแก้วและกระจกสีโดยเทคนิคงานกระจกสี เทคนิคนี้เป็นการนำแผ่นกระจกสีมาต่อเรียงกันแล้วเชื่อมด้วยตะกั่วบัดกรี ลักษณะงานจะโดดเด่นในเรื่องสีสันที่สวยงาม ชิ้นงานจะแบนเรียบตามลักษณะของแผ่นกระจก

ด้านกระบวนการหล่อพร้อมฝัง (Stone in place casting) ที่เหมาะสมกับการพัฒนารูปแบบเครื่องประดับจากแก้วและกระจกสี การฝังพร้อมหล่อหรือที่เรียกว่า stone in place casting หรือ "insitu" คือการฝังอัญมณี ลงบนชิ้นงานที่ยื่นก่อนที่จะทำการหล่อ การฝังพร้อมหล่อมีพื้นฐานการทำงานเหมือนการหล่อเครื่องประดับโดยทั่วไป ผู้ที่จะศึกษาเทคโนโลยีการฝังพร้อมหล่อควรจะต้องมีพื้นฐานความรู้ในเรื่องโลหะวิทยา การทำต้นแบบเครื่องประดับ พลอย การฝังพลอย และการหล่อเครื่องประดับเบื้องต้น กระบวนการหล่อพร้อมฝังสามารถปรับใช้กับงานเครื่องประดับได้หลากหลายรูปแบบ ในกรณีการใช้กระบวนการนี้กับเครื่องประดับจากแก้วและกระจกสี

การเลือกใช้วัสดุ และแก้วประเภทโบโรซิลิเกต (Borosilicate) ซึ่งมีลักษณะเด่นคือ สามารถทนความร้อนได้ดี ซึ่งส่งผลดีต่อขณะทำการหล่อโลหะ แต่แก้วพวก Borosilicate แต่มีข้อจำกัดในเรื่องของ สี จึงทำการเปลี่ยนมาใช้ Stained Glass หรือกระจกสี โลหะที่มีความเหมาะสมคือ พิวเตอร์ (Pewter) ซึ่งใช้คุณสมบัติไม่สูงมากนักในการหล่อ ไม่ทำให้ชิ้นงานกระจกสีเกิดความเสียหาย แก้วและกระจกสีที่ใช้ต้องมีขนาดถูกต้องแม่นยำ และมีขนาดที่เหมาะสมกับงานที่จะใช้ในการผลิต เช่น ในเครื่องประดับจากกระจกสี กระจกควมมีความหนามากกว่า 2 มิลลิเมตรขึ้นไป เป็นต้น การทำพิมพ์ต้นแบบด้วยเทียนและโลหะจะมีความแตกต่างกัน การทำต้นแบบด้วยเทียนจะสามารถทำได้ง่ายกว่า และได้รูปทรงแก้วและกระจกสีที่ฝังในเทียนขึ้นได้ง่ายตามต้องการและรวดเร็ว ต้นแบบที่ได้จาก CAD/CAM และ RP จะมีขนาดที่ได้มาตรฐาน เหมาะสำหรับงานต้นแบบที่ต้องการความถูกต้องและแม่นยำในการสร้างพิมพ์หรือต้นแบบ

การหล่อโลหะโดยใช้การหล่อแบบเหวี่ยง (Centrifugal Casting) ซึ่งเป็นกระบวนการหล่อที่ไม่ต้องอบเข้าหล่อก่อน โดยเปลี่ยนกระบวนการหล่อพร้อมฝังเป็นแบบฝังกระจกลงในแม่พิมพ์ยางก่อนทำการหล่อ

การพัฒนารูปแบบเครื่องประดับจากแก้วและกระจกสีด้วยกระบวนการหล่อพร้อมฝัง วิเคราะห์ลักษณะข้อมูลทางประชากรของผู้ตอบแบบสอบถาม พบว่า กลุ่มผู้บริโภคร้อยละ 50 มีอายุประมาณ 25-34 ปี ประกอบอาชีพพนักงานบริษัทเอกชนมากที่สุด มีรายได้ต่อเดือนประมาณ 10,001-20,000 บาท ชนิดของเครื่องประดับที่นิยมสวมใส่มากที่สุดคือ สร้อยคอ รองลงมาคือ ต่างหู ประเภทของเครื่องประดับที่นิยมสวมใส่เป็นประจำคือ เครื่องประดับเงิน และเครื่องประดับแฟชั่น เครื่องประดับแฟชั่นในที่นี้หมายถึง เครื่องประดับที่ทำจากทองเหลือง อลลอย สแตนเลส พิวเตอร์ พลาสติก พลอยสังเคราะห์ เครื่องประดับลงยาสี และเครื่องประดับจากแก้ว และนิยมสวมใส่เครื่องประดับเป็นประจำทุกวัน มีความชื่นชอบเครื่องประดับจากแก้ว และกระจกสีจากเทคนิคงานกระจกสีมากที่สุด โดยเน้นด้านรูปแบบให้เรียบง่ายสามารถสวมใส่ได้ในชีวิตประจำวัน มีรูปทรงอิสระ

สามมิติ และผสมผสานลวดลายกราฟฟิก ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบเครื่องประดับโดยการสรุปข้อมูลต่างๆ ได้ชุดเครื่องประดับ จากแก้วและกระจกสี จำนวน 2 ชุด อ้างอิงกับเทรนด์การออกแบบในปัจจุบันโดยเลือกใช้เทรนด์ อิสระไร้กฎเกณฑ์ (CAREFREE ATTITUDE) เน้นการออกแบบรูปทรงอิสระที่เกิดจากรูปทรงเรขาคณิต มีสีสันสดใส เป็นลวดลายกราฟฟิก ได้แรงบันดาลใจจากศิลปะการพับกระดาษแบบ Modular ซึ่งมีลักษณะรูปทรงเป็นการทำรูปทรงเรขาคณิตมาต่อกันจนเป็นรูปทรงสามมิติ ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ ซึ่งรูปทรงเรขาคณิตเป็นรูปทรงที่เรียบง่ายสามารถสวมใส่ได้ทุกยุคทุกสมัย ในการออกแบบ มีการวิเคราะห์ถึงข้อดี ข้อเสีย ความสอดคล้องกันระหว่างความต้องการของกลุ่ม ผู้บริโภค และทำการผลิตเป็นเครื่องประดับจริง ได้เครื่องประดับรูปแบบงานกระจกสี โดยผลิตจากกระบวนการหล่อพร้อมฝัง ที่มีลักษณะเป็นรูปทรงสามมิติ แตกต่างจากเงินกระจกสีแบบเดิมที่แบนเรียบ และสามารถผลิตได้ จริงในระบบอุตสาหกรรม อีกทั้งยังลดขั้นตอนในการผลิตคือ ในขั้นตอนการฝัง หรือติดกระจก เป็นไปตามสมมุติฐานการวิจัย

ข้อเสนอแนะ

1. การออกแบบเครื่องประดับนักออกแบบควร ทำการศึกษาเกี่ยวกับวัสดุที่จะนำมาใช้ในงานเครื่องประดับ และ เลือกใช้วัสดุให้เหมาะสมกับกระบวนการผลิต เพื่อ ลดการเกิดความเสียหายต่อตัวเรือนเครื่องประดับ และเพื่อให้ง่ายต่อกระบวนการผลิต
2. การออกแบบเครื่องประดับ นักออกแบบต้องคำนึงถึงกระบวนการผลิตด้วย เพราะหากใช้หลักการออกแบบเพียงอย่างเดียว ผลงานที่ออกมาอาจไม่เหมือนกับแบบที่ออกแบบไว้ หรือ อาจจะไม่สามารถผลิตได้จริง



บรรณานุกรม

- กรมวิทยาศาสตร์บริการ. (2555). *เครื่องประดับแก้ว*. สืบค้นเมื่อ 10 สิงหาคม 2555, จาก <http://glass.dss.go.th/index.php/th/rad/closed-project>
- ขจีพร วงศ์ปรีดี; สุภิญญา วงษ์ศรีรักษา; และปรีชญา ขจิตกาญจน์. (2549). *เทคนิคหล่อพร้อมฝังพลอย*. กรุงเทพฯ: กระทรวงอุตสาหกรรม.
- จาริกา โกลิยตระกูล. (2551). *เอกสารประกอบการสอน อดศ 371 ประวัติศาสตร์ศิลป์และการออกแบบเครื่องประดับ*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
- นิตยสารบ้านและสวน. (2553). *Modular system*. สืบค้นเมื่อ 10 สิงหาคม 2555, จาก <http://www.baanlaesuan.com>
- พัชร สาริกบุตร. (2524). *เทคโนโลยีสมัยโบราณ* กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งมหาวิทยาลัยศิลปากร
- มหาวิทยาลัยศิลปากร. (2554). *All about Glass: Sand & Husk, Art & Science*. กรุงเทพฯ: อมรินทร์ พริ้นติ้ง กรุ๊ป.
- วรรณรัตน์ อีทธิอำ. (2536). *ศิลปะเครื่องประดับ*. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- วสันต์ วีระพิทยานนท์. (2554). *แก้วเจียระไน*. สืบค้นเมื่อ 8 มกราคม 2556, จาก <http://soclaimon.wordpress.com>
- วิณะ จุฑะวิภาต. (2545). *ศิลปะเครื่องประดับ*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- ศศิธร ชุมแสง พอล. (2549). *จิวเวลรี่ดีไซน์*. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- เศรษฐมนตร์ กาญจนกุล. (2545). *เทคนิคการเพ้นท์แก้ว*. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: วาดศิลป์.
- สมจิตต์ โสมวิเศษ; และจิรวรรณ จงสมบูรณ์. (2555). *การประดิษฐ์งานกระจกสีที่แสดงถึงเอกลักษณ์ไทย*. งานวิจัย.
- สถาบันวิจัยและพัฒนาอัญมณีและเครื่องประดับแห่งชาติ (องค์การมหาชน). (2555). *กระจกสีและแก้ว*. สืบค้นเมื่อ 10 สิงหาคม 2555, จาก http://www.git.or.th/thai/know/2011/03_march/g20110330.html
- สารานุกรมเสรี. (2555). *กระจก*. สืบค้นเมื่อ 10 สิงหาคม 2555, จาก <http://th.wikipedia.org/wiki/หนังสือพิมพ์โพสต์ทูเดย์>.
- หนังสือพิมพ์โพสต์ทูเดย์. (2553). *ลูกปัดแก้ว*. สืบค้นเมื่อ 12 สิงหาคม 2555, จาก <http://variety.thaiza.com>
- ANNA . (2549). *glass jewelry*. สืบค้นเมื่อ 8 มกราคม 2556, จาก <http://blog.sub-studio.com/category/jewelry/page/14>
- Arnoldsche. (2007). *Glass Wear : Glass in Contempolary Jewelry*. Germany: Leibfarth & Schwarz.

- B2B Market. (2012). *modular furnituredesign*. สืบค้นเมื่อ 8 พฤษภาคม 2556, จาก <http://b2binformation.blogspot.com>
- Carol Wilcox Wells. (2004). *500 Beaded Objects : New Dimension in Contemporary Beadwork*. London: Lark Books.
- Carol Wilcox Wells. (2008). *Master Beadweaving : Major Work by Leading Artists*. London: Lark Books.
- Cathy Finegan. (2005). *1000 Glass Beads : Innovation & Imagination in Contemporary Glass Beadmaking*. London: Lark Books.
- Dean A. Genth. (2004). *Collecting Swarovski Identification & Price Guide*. United States: Krause Publications.
- Eve Lynch. (2555). *stained glass jewelry*. สืบค้นเมื่อ 8 มกราคม 2556, จาก <http://www.behance.net>
- Gloucester Massachusetts. (2004). *Stained Glass Sourcebook*. United States: Quarry Book.
- Kirsten Zirngibl. (2011). *modular architecture design*. สืบค้นเมื่อ 8 พฤษภาคม 2556, จาก <http://zirnspiration.blogspot.com/2011/07/design-modular-architecture-pt-1.html>
- Larry Scott. (2008). *Master Glass Beads : Major Work by Leading Artists*. London: Lark Books.
- Lee Grayson. (2555). *stained glass jewelry*. สืบค้นเมื่อ 8 มกราคม 2556, จาก http://www.ehow.com/list_5911248_books-glass-fused-jewelry.html
- Lucy Holmes . (2011). *modular architecture design*. สืบค้นเมื่อ 8 พฤษภาคม 2556, จาก <http://dab810progress.blogspot.com>
- Marthe Le Van. (2008). *500 EARRING : New Direction in Contemporary Jewelry*. United States: Lark Books.
- Marthe Le Van. (2008). *500 NECKLACES : Contemporary Interpretations of a Timeless Form*. United States: Lark Books.
- Marthe Le Van. (2008). *500 Pendants & Locketts : Contemporary Interpretations of Classic Adornments*. United States: Lark Books.
- Mio Unsealed. (2009). *Modular*. สืบค้นเมื่อ 8 มกราคม 2556, จาก <http://achitects.blogspot.com>
- Origami Tetsujin. (2007). *modular origami*. สืบค้นเมื่อ 8 พฤษภาคม 2556, จาก <http://www.flickr.com>
- Permalink. (2555). *stained glass jewelry*. สืบค้นเมื่อ 8 มกราคม 2556, จาก <http://www.birdlandcreations.com>

Ray Hemachandra. (2012). *Showcase 500 Beaded Jewelry*. United States: Lark Crafts. Roberto S L Naboni. (2013). *modular architecture design*. สืบค้นเมื่อ 8 พฤษภาคม 2556,

จาก <http://www.scoop.it/t/the-cool-stuff>

Sarah Brueck. (2555). *stained glass jewelry*. สืบค้นเมื่อ 8 มกราคม 2556, จาก

<http://3catnite.blogspot.com/>

Sibylle Jargstorf. (1998). *Glass in Jewelry : Hidden Artistry in Glass*. United States: Schiffer Publishing Ltd.

Sneek. (2012). *modular furnituredesign*. สืบค้นเมื่อ 8 พฤษภาคม 2556, จาก

<http://www.designbuzz.com>

TCDC. (2013). *เจาะเทรนด์โลก TREAND 2013.TCDC*. สืบค้นเมื่อ 8 มกราคม 2556, จาก

<http://www.tcdc.or.th/trend2013/>





ภาคผนวก



ภาคผนวก ก
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แบบสอบถามสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ
เรื่อง
การศึกษาและพัฒนารูปแบบเครื่องประดับจากแก้วและกระจกสี
ด้วยกระบวนการหล่อพร้อมฝัง

คำชี้แจง แบบสอบถามนี้เป็นแบบสอบถามเพื่อใช้ในการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับด้านเทคนิคการหล่อพร้อมฝัง เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการทำปฏิญานิพนธ์ของ นางสาวธนพร นำพา สาขาวิศวกรรมการออกแบบ ซึ่งเป็นหลักสูตรศิลปกรรมมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ วิทยาเขตประสานมิตร โดยแบบสัมภาษณ์ ผู้วิจัยต้องการเก็บรวบรวมข้อมูล 4 ประเด็นดังนี้

1. การเลือกใช้วัสดุ

.....

.....

.....

2. การทำต้นแบบเครื่องประดับ

.....

.....

.....

3. การฝังแก้ว และกระจกสีในชิ้นงานแว็กซ์ (WAX)

.....

.....

.....

4. การหล่อโลหะในการบวนการหล่อพร้อมฝัง

.....

.....

.....

(หมายเหตุ : เครื่องมือที่ใช้ในการสัมภาษณ์เป็นการจดบันทึกด้วยสมุด)

แบบสอบถาม
เรื่อง
การศึกษาและพัฒนารูปแบบเครื่องประดับจากแก้วและกระจกสี
ด้วยกระบวนการหล่อพร้อมฝัง

คำชี้แจง แบบสอบถามนี้เป็นข้อมูลในการทำปริญญาานิพนธ์ของ นางสาวธนพร นำพา
สาขาวิศวกรรมการออกแบบ ซึ่งเป็นหลักสูตรศิลปกรรมมหาบัณฑิต
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ วิทยาเขตประสานมิตร

ตอนที่ 1.1 ข้อมูลส่วนบุคคลทั่วไป

คำชี้แจง แบบสอบถามนี้เป็นแบบสอบถามเพื่อใช้ในการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับเครื่องประดับจากแก้วและ
กระจกสีในรูปแบบเครื่องประดับสตรี โดยทำการสอบถามกลุ่มเป้าหมายซึ่งเป็นกลุ่มสตรีที่ชื่นชอบ
ขอรับการใส่เครื่องประดับ

โปรดทำเครื่องหมาย ลงใน หรือเติมข้อความลงในช่องว่าง.....ตรงตามความเป็นจริง

1. อายุ

18-24 ปี 25-34 ปี 35 ปีขึ้นไป

2. อาชีพ

นักเรียน/นักศึกษา พนักงานบริษัทเอกชน/ข้าราชการ
 ประกอบธุรกิจส่วนตัว/เจ้าของกิจการ อื่นๆ (โปรดระบุ.....)

3. รายได้ต่อเดือน

ต่ำกว่า 10,000 บาท 10,001-20,000 บาท
 20,001-30,000 บาท 30,001-40,000 บาท
 40,001-50,000 บาท มากกว่า 50,000 บาท

4. ในชีวิตประจำวันท่านนิยมใส่เครื่องประดับชนิดใดมากที่สุด (สามารถตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

แหวน สร้อยข้อมือ
 ต่างหู เข็มกลัด
 สร้อยคอ (จี้+สร้อย) อื่นๆ (โปรดระบุ.....)
 กำไลข้อมือ

5. ประเภทของเครื่องประดับที่ท่านสวมใส่เป็นประจำ

- เครื่องประดับแท้ประเภทโลหะเงิน
- เครื่องประดับแท้ประเภทโลหะทอง
- เครื่องประดับแฟชั่น (ทองเหลือง อัดลอย สแตนเลส พิวเตอร์ พลาสติก พลอยเทียม ลงยาสี แก้ว)
- เครื่องประดับแบบผสมผสาน

6. ท่านนิยมสวมใส่เครื่องประดับในโอกาสใด

- สวมใส่เป็นประจำในชีวิตประจำวัน สวมใส่เป็นประจำเมื่อไปทำงาน
- สวมใส่เป็นประจำเมื่อไปเที่ยว สวมใส่ในโอกาสพิเศษ

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

คำชี้แจง ในการตอบแบบสอบถามตอนที่ 2 ใช้การกำหนดคะแนน (Weight) แบ่งออกเป็น 5 ระดับ โดย

กำหนดเกณฑ์การให้คะแนน ซึ่งมีความหมายของระดับค่าความคิดเห็นดังนี้

5 หมายถึง เห็นด้วยมากที่สุด

4 หมายถึง เห็นด้วยมาก



3 หมายถึง เห็นด้วยปานกลาง

2 หมายถึง เห็นด้วยน้อย

1 หมายถึง ไม่เห็นด้วย

ตอนที่ 2 ข้อมูลด้านการออกแบบเครื่องประดับจากแก้วและกระจกสีด้วยกระบวนการ ด้วยหล่อพร้อมฝัง

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงตามความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

ท่านต้องการเครื่องประดับที่มีรูปแบบอย่างไร	ระดับความเห็น				
	เห็นด้วยมากที่สุด	เห็นด้วยมาก	เห็นด้วยปานกลาง	เห็นด้วยน้อย	ไม่เห็นด้วย
	5	4	3	2	1
ความคิดเห็นด้านเทคนิคในการผลิต					
1. เครื่องประดับจากแก้วและกระจกสีโดย เทคนิคการร้อยลูกปัด 					
2. เครื่องประดับจากแก้วและกระจกสีโดย เทคนิคการเจียรไนแก้ว 					

ท่านต้องการเครื่องประดับที่มีรูปแบบอย่างไร	ระดับความเห็น				
	เห็นด้วยมากที่สุด	เห็นด้วยมาก	เห็นด้วยปานกลาง	เห็นด้วยน้อย	ไม่เห็นด้วย
	5	4	3	2	1
<p>3. เครื่องประดับจากแก้วและกระจกสีโดยเทคนิคการหล่อแก้วเป็นตัวเรือนเครื่องประดับ</p>  					
<p>4. เครื่องประดับจากแก้วและกระจกสีโดยเทคนิคงานกระจกสี</p>   					
<p>5. มีการผสมผสานเทคนิคในการผลิตที่หลากหลาย</p>					

ท่านต้องการเครื่องประดับที่มีรูปแบบอย่างไร	ระดับความเห็น				
	เห็นด้วยมากที่สุด	เห็นด้วยมาก	เห็นด้วยปานกลาง	เห็นด้วยน้อย	ไม่เห็นด้วย
	5	4	3	2	1
ความคิดเห็นด้านรูปแบบ					
6. มีรูปแบบเรียบง่ายสามารถสวมใส่ได้ในชีวิตประจำวัน					
7. มีลักษณะเป็นงานที่มีรูปแบบมากกว่ารูปแบบงานที่ใช้ในชีวิตประจำวัน					
8. ควรมีอัญมณีมาผสมผสาน					
9. มีการผสมผสานทั้งด้านเทคนิคและวัสดุที่หลากหลาย					
10. มีขนาดใหญ่โดดเด่นสะดุดตา					
ความคิดเห็นด้านเนื้อหาและเรื่องราว					
11. รูปทรงอิสระ					
12. รูปทรงธรรมชาติ					
13. รูปทรงเรขาคณิต					
14. ลวดลาย Graphic					
15. รูปแบบทรงผสมผสาน					

แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

งานวิจัยเรื่อง : การศึกษาและพัฒนาารูปแบบเครื่องประดับจากแก้วและกระจกสี ด้วย
กระบวนการหล่อพร้อมฝัง

การวิจัยครั้งนี้ มีความมุ่งหมายเพื่อศึกษาและพัฒนาารูปแบบเครื่องประดับจากแก้วและ
กระจกสี ให้มีรูปแบบที่หลากหลาย และสวยงามยิ่งขึ้น โดยการนำเทคนิคการหล่อพร้อมฝังเข้ามาใช้
ในการพัฒนาารูปแบบของเครื่องประดับ เพื่อให้สอดคล้องกับพฤติกรรมกรรมการสวมใส่เครื่องประดับของ
ผู้บริโภค ข้อมูลที่ได้รับจะเป็นประโยชน์ในการออกแบบและพัฒนาารูปแบบเครื่องประดับได้ ดังนั้น
ผู้ตอบแบบสอบถามโปรดตอบแบบสอบถามความเป็นจริง

แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญนี้แบ่งออกเป็น 3 ด้าน

ด้านที่ 1 แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับรูปแบบของเครื่องประดับ

ด้านที่ 2 แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับสีสันทันของแก้วและกระจกสีที่
ใช้ในเครื่องประดับ

ด้านที่ 3 แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับกระบวนการผลิต

ผู้วิจัยขอขอบคุณในความร่วมมือนมา ณ โอกาสนี้

นางสาวธนพร น้าพา

นักศึกษาหลักสูตรปริญญาศิลปกรรมมหาบัณฑิต สาขานวัตกรรมการออกแบบ

ข้อมูลผู้เชี่ยวชาญ

ชื่อ..... นามสกุล

ตำแหน่งงาน.....

ประสบการณ์การทำงาน

ทางด้าน จำนวนปี

ทางด้าน จำนวนปี

ทางด้าน จำนวนปี




แบบสอบถามความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ
เรื่อง
การศึกษาและพัฒนารูปแบบเครื่องประดับจากแก้วและกระจกสี
ด้วยกระบวนการหล่อพร้อมฝัง

คำชี้แจง แบบสอบถามนี้เป็นข้อมูลในการทำปฏิญานิพนธ์ของ นางสาวธนพร นำพา
 ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล ซึ่งเป็นหลักสูตรศิลปกรรมมหาบัณฑิต
 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ วิทยาเขตประสานมิตร

คำชี้แจง แบบสอบถามนี้เป็นแบบสอบถามเพื่อใช้ในการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับด้านรูปแบบของ
 เครื่องประดับจากแก้วและกระจกสีในรูปแบบเครื่องประดับสตรี โดยทำการสอบถามโดย
 ผู้เชี่ยวชาญในงานวิจัย

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงตามความคิดเห็นของท่านมากที่สุดในการตอบ
 แบบสอบถาม ใช้การกำหนดคะแนน (Weight) แบ่งออกเป็น 5 ระดับ โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน
 ซึ่งมีความหมายของระดับค่าความคิดเห็นดังนี้

- 5 หมายถึง เห็นด้วยมากที่สุด
- 4 หมายถึง เห็นด้วยมาก
- 3 หมายถึง เห็นด้วยปานกลาง
- 2 หมายถึง เห็นด้วยน้อย
- 1 หมายถึง ไม่เห็นด้วย

แบบร่าง	รูปแบบการออกแบบเครื่องประดับจากแก้วและกระจกสีด้วยกระบวนการหล่อพร้อมฝัง
1.	

รูปแบบการออกแบบเครื่องประดับจากแก้วและกระจกสี ด้วยกระบวนการหล่อพร้อมฝัง	ระดับความเห็น				
	เห็นด้วยมากที่สุด	เห็นด้วยมาก	เห็นด้วยปานกลาง	เห็นด้วยน้อย	ไม่เห็นด้วย
	5	4	3	2	1
รูปแบบ					
รูปแบบของเครื่องประดับมีความสวยงาม					
รูปแบบของงานเครื่องประดับมีความแปลกใหม่ เหมาะสมกับการสวมใส่					
รูปแบบงานเครื่องประดับนี้ยังคงเป็นเอกลักษณ์ของ เครื่องประดับ จากแก้วและกระจกสี					
สีสีน					
สีของเครื่องประดับมีความสวยงามเหมาะสม					
สีของเครื่องประดับแสดงถึงลักษณะโดดเด่นของ เครื่องประดับ จากแก้วและกระจกสี					
สีของเครื่องประดับเหมาะกับการใช้งานได้ในหลาย โอกาส					
กระบวนการผลิต					
สามารถผลิตได้จริงในกระบวนการหล่อพร้อมฝัง					

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะต่อรูปแบบที่ 1

ด้านรูปแบบ

.....

.....

.....

ด้านสี

.....

.....

.....

กระบวนการผลิต

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะอื่นๆ

.....

.....

.....

แบบร่าง	รูปแบบการออกแบบเครื่องประดับจากแก้วและกระจกสีด้วยกระบวนการหล่อพร้อมฝัง
2.	

รูปแบบการออกแบบเครื่องประดับจากแก้วและกระจกสี ด้วยกระบวนการหล่อพร้อมฝัง	ระดับความเห็น				
	เห็นด้วยมากที่สุด	เห็นด้วยมาก	เห็นด้วยปานกลาง	เห็นด้วยน้อย	ไม่เห็นด้วย
	5	4	3	2	1
รูปแบบ					
รูปแบบของเครื่องประดับมีความสวยงาม					
รูปแบบของงานเครื่องประดับมีความแปลกใหม่ เหมาะสมกับการสวมใส่					
รูปแบบงานเครื่องประดับนี้ยังคงเป็นเอกลักษณ์ของ เครื่องประดับ จากแก้วและกระจกสี					
สีสีน					
สีของเครื่องประดับมีความสวยงามเหมาะสม					
สีของเครื่องประดับแสดงถึงลักษณะโดดเด่นของ เครื่องประดับ จากแก้วและกระจกสี					
สีของเครื่องประดับเหมาะกับการใช้งานได้ในหลาย โอกาส					
กระบวนการผลิต					
สามารถผลิตได้จริงในกระบวนการหล่อพร้อมฝัง					

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะต่อรูปแบบที่ 2

ด้านรูปแบบ

.....

.....

.....

ด้านสี

.....

.....

.....

กระบวนการผลิต

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะอื่นๆ

.....

.....

.....

แบบร่าง	รูปแบบการออกแบบเครื่องประดับจากแก้วและกระจกสีด้วยกระบวนการหล่อพร้อมฝัง
3.	

รูปแบบการออกแบบเครื่องประดับจากแก้วและกระจกสี ด้วยกระบวนการหล่อพร้อมฝัง	ระดับความเห็น				
	เห็นด้วยมากที่สุด	เห็นด้วยมาก	เห็นด้วยปานกลาง	เห็นด้วยน้อย	ไม่เห็นด้วย
	5	4	3	2	1
รูปแบบ					
รูปแบบของเครื่องประดับมีความสวยงาม					
รูปแบบของงานเครื่องประดับมีความแปลกใหม่ เหมาะสมกับการสวมใส่					
รูปแบบงานเครื่องประดับนี้ยังคงเป็นเอกลักษณ์ของ เครื่องประดับ จากแก้วและกระจกสี					
สีสีน					
สีของเครื่องประดับมีความสวยงามเหมาะสม					
สีของเครื่องประดับแสดงถึงลักษณะโดดเด่นของ เครื่องประดับ จากแก้วและกระจกสี					
สีของเครื่องประดับเหมาะกับการใช้งานได้ในหลาย โอกาส					
กระบวนการผลิต					
สามารถผลิตได้จริงในกระบวนการหล่อพร้อมฝัง					

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะต่อรูปแบบที่ 3

ด้านรูปแบบ

.....

.....

.....

ด้านสี

.....

.....

.....

กระบวนการผลิต

.....

.....

ข้อเสนอแนะอื่นๆ

.....

.....

แบบร่าง	รูปแบบการออกแบบเครื่องประดับจากแก้วและกระจกสีด้วยกระบวนการหล่อพร้อมฝัง
4.	

รูปแบบการออกแบบเครื่องประดับจากแก้วและกระจกสี ด้วยกระบวนการหล่อพร้อมฝัง	ระดับความเห็น				
	เห็นด้วยมากที่สุด	เห็นด้วยมาก	เห็นด้วยปานกลาง	เห็นด้วยน้อย	ไม่เห็นด้วย
	5	4	3	2	1
รูปแบบ					
รูปแบบของเครื่องประดับมีความสวยงาม					
รูปแบบของงานเครื่องประดับมีความแปลกใหม่ เหมาะสมกับการสวมใส่					
รูปแบบงานเครื่องประดับนี้ยังคงเป็นเอกลักษณ์ของ เครื่องประดับ จากแก้วและกระจกสี					
สีสีน					
สีของเครื่องประดับมีความสวยงามเหมาะสม					
สีของเครื่องประดับแสดงถึงลักษณะโดดเด่นของ เครื่องประดับ จากแก้วและกระจกสี					
สีของเครื่องประดับเหมาะกับการใช้งานได้ในหลาย โอกาส					
กระบวนการผลิต					
สามารถผลิตได้จริงในกระบวนการหล่อพร้อมฝัง					

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะต่อรูปแบบที่ 4

ด้านรูปแบบ

.....

.....

.....

ด้านสี

.....

.....

.....

กระบวนการผลิต

.....

.....


.....

ข้อเสนอแนะอื่นๆ

.....

.....

.....

แบบร่าง	รูปแบบการออกแบบเครื่องประดับจากแก้วและกระจกสีด้วยกระบวนการหล่อพร้อมฝัง
5.	

รูปแบบการออกแบบเครื่องประดับจากแก้วและกระจกสี ด้วยกระบวนการหล่อพร้อมฝัง	ระดับความเห็น				
	เห็นด้วยมากที่สุด	เห็นด้วยมาก	เห็นด้วยปานกลาง	เห็นด้วยน้อย	ไม่เห็นด้วย
	5	4	3	2	1
รูปแบบ					
รูปแบบของเครื่องประดับมีความสวยงาม					
รูปแบบของงานเครื่องประดับมีความแปลกใหม่ เหมาะสมกับการสวมใส่					
รูปแบบงานเครื่องประดับนี้ยังคงเป็นเอกลักษณ์ของ เครื่องประดับ จากแก้วและกระจกสี					
สีสันท					
สีของเครื่องประดับมีความสวยงามเหมาะสม					
สีของเครื่องประดับแสดงถึงลักษณะโดดเด่นของ เครื่องประดับ จากแก้วและกระจกสี					
สีของเครื่องประดับเหมาะกับการใช้งานได้ในหลาย โอกาส					
กระบวนการผลิต					
สามารถผลิตได้จริงในกระบวนการหล่อพร้อมฝัง					

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะต่อรูปแบบที่ 5

ด้านรูปแบบ

.....

.....

.....

ด้านสี

.....

.....

.....

กระบวนการผลิต

.....

.....

ข้อเสนอแนะอื่นๆ

.....

.....

แบบร่าง	รูปแบบการออกแบบเครื่องประดับจากแก้วและกระจกสีด้วยกระบวนการหล่อพร้อมฝัง
6.	

รูปแบบการออกแบบเครื่องประดับจากแก้วและกระจกสี ด้วยกระบวนการหล่อพร้อมฝัง	ระดับความเห็น				
	เห็นด้วยมากที่สุด	เห็นด้วยมาก	เห็นด้วยปานกลาง	เห็นด้วยน้อย	ไม่เห็นด้วย
	5	4	3	2	1
รูปแบบ					
รูปแบบของเครื่องประดับมีความสวยงาม					
รูปแบบของงานเครื่องประดับมีความแปลกใหม่ เหมาะสมกับการสวมใส่					
รูปแบบงานเครื่องประดับนี้ยังคงเป็นเอกลักษณ์ของ เครื่องประดับ จากแก้วและกระจกสี					
สีสีน					
สีของเครื่องประดับมีความสวยงามเหมาะสม					
สีของเครื่องประดับแสดงถึงลักษณะโดดเด่นของ เครื่องประดับ จากแก้วและกระจกสี					
สีของเครื่องประดับเหมาะกับการใช้งานได้ในหลาย โอกาส					
กระบวนการผลิต					
สามารถผลิตได้จริงในกระบวนการหล่อพร้อมฝัง					

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะด้านรูปแบบ

.....

.....

.....

ด้านสี

.....

.....

.....

กระบวนการผลิต

.....

.....


.....

ข้อเสนอแนะอื่นๆ

.....

.....

.....

แบบร่าง	รูปแบบการออกแบบเครื่องประดับจากแก้วและกระจกสีด้วยกระบวนการหล่อพร้อมฝัง
7.	

รูปแบบการออกแบบเครื่องประดับจากแก้วและกระจกสี ด้วยกระบวนการหล่อพร้อมฝัง	ระดับความเห็น				
	เห็นด้วยมากที่สุด	เห็นด้วยมาก	เห็นด้วยปานกลาง	เห็นด้วยน้อย	ไม่เห็นด้วย
	5	4	3	2	1
รูปแบบ					
รูปแบบของเครื่องประดับมีความสวยงาม					
รูปแบบของงานเครื่องประดับมีความแปลกใหม่ เหมาะสมกับการสวมใส่					
รูปแบบงานเครื่องประดับนี้ยังคงเป็นเอกลักษณ์ของ เครื่องประดับ จากแก้วและกระจกสี					
สีสีน					
สีของเครื่องประดับมีความสวยงามเหมาะสม					
สีของเครื่องประดับแสดงถึงลักษณะโดดเด่นของ เครื่องประดับ จากแก้วและกระจกสี					
สีของเครื่องประดับเหมาะกับการใช้งานได้ในหลาย โอกาส					
กระบวนการผลิต					
สามารถผลิตได้จริงในกระบวนการหล่อพร้อมฝัง					

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะต่อรูปแบบที่ 7

ด้านรูปแบบด้านรูปแบบ

.....

.....

.....

ด้านสี

.....

.....

.....

กระบวนการผลิต

.....

.....


.....

ข้อเสนอแนะอื่นๆ

.....

.....

.....

แบบร่าง	รูปแบบการออกแบบเครื่องประดับจากแก้วและกระจกสีด้วยกระบวนการหล่อพร้อมฝัง
8.	

รูปแบบการออกแบบเครื่องประดับจากแก้วและกระจกสี ด้วยกระบวนการหล่อพร้อมฝัง	ระดับความเห็น				
	เห็นด้วยมากที่สุด	เห็นด้วยมาก	เห็นด้วยปานกลาง	เห็นด้วยน้อย	ไม่เห็นด้วย
	5	4	3	2	1
รูปแบบ					
รูปแบบของเครื่องประดับมีความสวยงาม					
รูปแบบของงานเครื่องประดับมีความแปลกใหม่ เหมาะสมกับการสวมใส่					
รูปแบบงานเครื่องประดับนี้ยังคงเป็นเอกลักษณ์ของ เครื่องประดับ จากแก้วและกระจกสี					
สีสีน					
สีของเครื่องประดับมีความสวยงามเหมาะสม					
สีของเครื่องประดับแสดงถึงลักษณะโดดเด่นของ เครื่องประดับ จากแก้วและกระจกสี					
สีของเครื่องประดับเหมาะกับการใช้งานได้ในหลาย โอกาส					
กระบวนการผลิต					
สามารถผลิตได้จริงในกระบวนการหล่อพร้อมฝัง					

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะต่อรูปแบบที่ 8

ด้านรูปแบบ

.....

.....

.....

ด้านสี

.....

.....

.....

กระบวนการผลิต

.....

.....


.....

ข้อเสนอแนะอื่นๆ

.....

.....

.....

แบบร่าง	รูปแบบการออกแบบเครื่องประดับจากแก้วและกระจกสีด้วยกระบวนการหล่อพร้อมฝัง
9.	

รูปแบบการออกแบบเครื่องประดับจากแก้วและกระจกสี ด้วยกระบวนการหล่อพร้อมฝัง	ระดับความเห็น				
	เห็นด้วยมากที่สุด	เห็นด้วยมาก	เห็นด้วยปานกลาง	เห็นด้วยน้อย	ไม่เห็นด้วย
	5	4	3	2	1
รูปแบบ					
รูปแบบของเครื่องประดับมีความสวยงาม					
รูปแบบของงานเครื่องประดับมีความแปลกใหม่ เหมาะสมกับการสวมใส่					
รูปแบบงานเครื่องประดับนี้ยังคงเป็นเอกลักษณ์ของ เครื่องประดับ จากแก้วและกระจกสี					
สีสันท					
สีของเครื่องประดับมีความสวยงามเหมาะสม					
สีของเครื่องประดับแสดงถึงลักษณะโดดเด่นของ เครื่องประดับ จากแก้วและกระจกสี					
สีของเครื่องประดับเหมาะกับการใช้งานได้ในหลาย โอกาส					
กระบวนการผลิต					
สามารถผลิตได้จริงในกระบวนการหล่อพร้อมฝัง					

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะต่อรูปแบบที่ 9

ด้านรูปแบบ

.....

.....

.....

ด้านสี

.....

.....

.....

กระบวนการผลิต

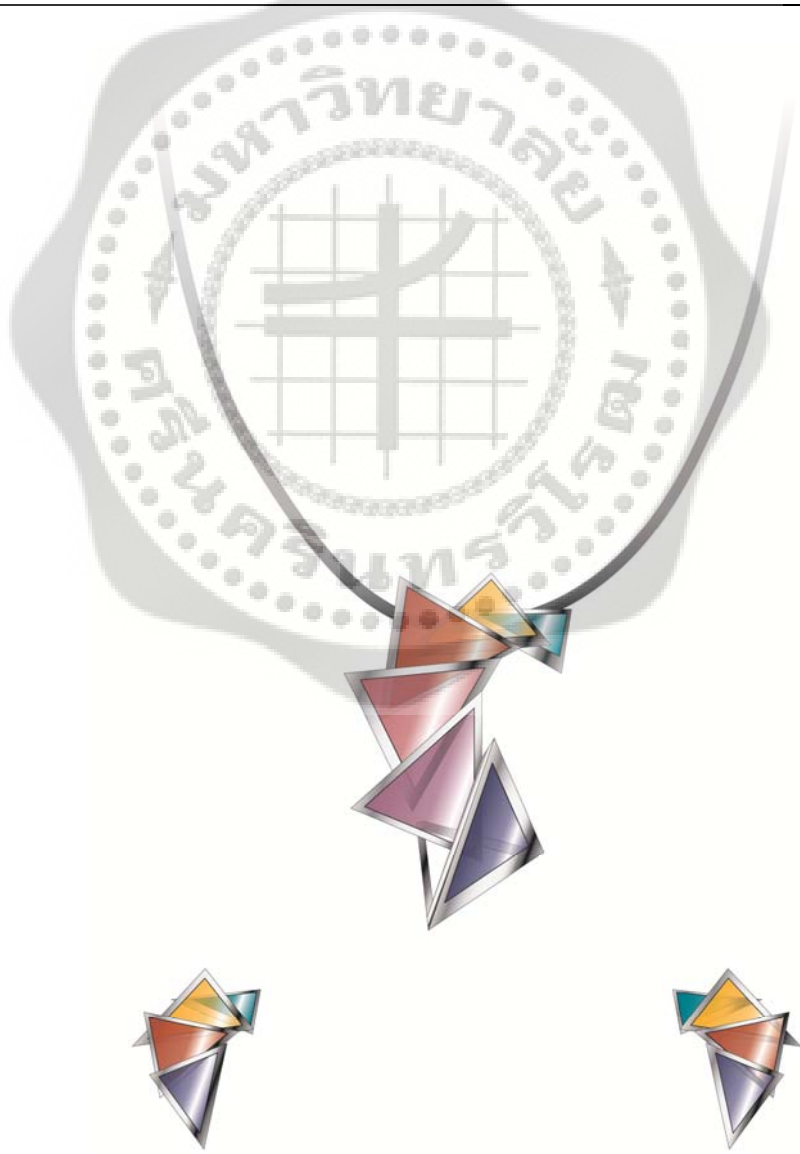
.....

.....

ข้อเสนอแนะอื่นๆ

.....

.....

แบบร่าง	รูปแบบการออกแบบเครื่องประดับจากแก้วและกระจกสีด้วยกระบวนการหล่อพร้อมฝัง
10.	

รูปแบบการออกแบบเครื่องประดับจากแก้วและกระจกสี ด้วยกระบวนการหล่อพร้อมฝัง	ระดับความเห็น				
	เห็นด้วยมากที่สุด	เห็นด้วยมาก	เห็นด้วยปานกลาง	เห็นด้วยน้อย	ไม่เห็นด้วย
	5	4	3	2	1
รูปแบบ					
รูปแบบของเครื่องประดับมีความสวยงาม					
รูปแบบของงานเครื่องประดับมีความแปลกใหม่ เหมาะสมกับการสวมใส่					
รูปแบบงานเครื่องประดับนี้ยังคงเป็นเอกลักษณ์ของ เครื่องประดับ จากแก้วและกระจกสี					
สีสีน					
สีของเครื่องประดับมีความสวยงามเหมาะสม					
สีของเครื่องประดับแสดงถึงลักษณะโดดเด่นของ เครื่องประดับ จากแก้วและกระจกสี					
สีของเครื่องประดับเหมาะกับการใช้งานได้ในหลาย โอกาส					
กระบวนการผลิต					
สามารถผลิตได้จริงในกระบวนการหล่อพร้อมฝัง					

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะต่อรูปแบบที่ 10

ด้านรูปแบบ

.....

.....

.....

ด้านสี

.....

.....

.....

กระบวนการผลิต

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะอื่นๆ

.....

.....

.....



แบบสอบถาม
เรื่อง
การศึกษาและพัฒนารูปแบบเครื่องประดับจากแก้วและกระจกสี
ด้วยกระบวนการหล่อพร้อมฝัง

คำชี้แจง แบบสอบถามนี้เป็นข้อมูลในการทำปฏิญานิพนธ์ของ นางสาวธนพร นำพา
สาขาวิศวกรรมการออกแบบ ซึ่งเป็นหลักสูตรศิลปกรรมมหาบัณฑิต
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ วิทยาเขตประสานมิตร

คำชี้แจง แบบสอบถามนี้เป็นแบบสอบถามเพื่อใช้ในการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับด้านรูปแบบของ
เครื่องประดับจากแก้วและกระจกสีในรูปแบบเครื่องประดับสตรี โดยทำการสอบถามโดย
กลุ่มสตรีที่ชื่นชอบการสวมใส่เครื่องประดับ

โปรดทำเครื่องหมาย ลงใน หรือเติมข้อความลงในช่องว่าง.....ตรงตามความเป็นจริง

1. อายุ

18-24 ปี 25-34 ปี 35 ปีขึ้นไป

2. อาชีพ

นักเรียน/นักศึกษา พนักงานบริษัทเอกชนข้าราชการ
 ประกอบธุรกิจส่วนตัว/เจ้าของกิจการ อื่นๆ(โปรดระบุ.....)

3. รายได้ต่อเดือน


ต่ำกว่า 10,000 บาท 10,001-20,000 บาท
 20,001-30,000 บาท 30,001-40,000 บาท
 40,001-50,000 บาท มากกว่า 50,000 บาท

ตอนที่ 2 ข้อมูลด้านรูปแบบของเครื่องประดับจากแก้วและกระจกสีด้วยกระบวนการหล่อพร้อม
ฝัง

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ลงในช่องที่ตรงตามความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

ในการตอบแบบสอบถามตอนที่ 2 ใช้การกำหนดคะแนน (Weight) แบ่งออกเป็น 5 ระดับ โดย
กำหนดเกณฑ์การให้คะแนน ซึ่งมีความหมายของระดับค่าความคิดเห็นดังนี้

- 5 หมายถึง เห็นด้วยมากที่สุด
 4 หมายถึง เห็นด้วยมาก
 3 หมายถึง เห็นด้วยปานกลาง
 2 หมายถึง เห็นด้วยน้อย
 1 หมายถึง ไม่เห็นด้วย

แบบร่าง	รูปแบบการออกแบบเครื่องประดับจากแก้วและกระจกสีด้วยกระบวนการหล่อพร้อมฝัง
1.	

รูปแบบการออกแบบเครื่องประดับจากแก้วและกระจกสี ด้วยกระบวนการหล่อพร้อมฝัง	ระดับความเห็น				
	เห็นด้วยมากที่สุด	เห็นด้วยมาก	เห็นด้วยปานกลาง	เห็นด้วยน้อย	ไม่เห็นด้วย
	5	4	3	2	1
รูปแบบ					
รูปแบบของเครื่องประดับมีความสวยงาม					
รูปแบบของงานเครื่องประดับมีความแปลกใหม่ เหมาะสมกับการสวมใส่					
รูปแบบงานเครื่องประดับนี้ยังคงเป็นเอกลักษณ์ของ เครื่องประดับ จากแก้วและกระจกสี					
สีสีน					
สีของเครื่องประดับมีความสวยงามเหมาะสม					
สีของเครื่องประดับแสดงถึงลักษณะโดดเด่นของ เครื่องประดับ จากแก้วและกระจกสี					
สีของเครื่องประดับเหมาะกับการใช้งานได้ในหลายโอกาส					

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะต่อรูปแบบที่ 1

ด้านรูปแบบ

.....

.....

.....

ด้านสี

.....

.....


.....

และข้อเสนอนี้

.....

.....

.....

แบบร่าง	รูปแบบการออกแบบเครื่องประดับจากแก้วและกระจกสีด้วยกระบวนการหล่อพร้อมฝัง
2.	

รูปแบบการออกแบบเครื่องประดับจากแก้วและกระจกสี ด้วยกระบวนการหล่อพร้อมฝัง	ระดับความเห็น				
	เห็นด้วยมากที่สุด	เห็นด้วยมาก	เห็นด้วยปานกลาง	เห็นด้วยน้อย	ไม่เห็นด้วย
	5	4	3	2	1
รูปแบบ					
รูปแบบของเครื่องประดับมีความสวยงาม					
รูปแบบของงานเครื่องประดับมีความแปลกใหม่ เหมาะสมกับการสวมใส่					
รูปแบบงานเครื่องประดับนี้ยังคงเป็นเอกลักษณ์ของ เครื่องประดับ จากแก้วและกระจกสี					
สีสีน					
สีของเครื่องประดับมีความสวยงามเหมาะสม					
สีของเครื่องประดับแสดงถึงลักษณะโดดเด่นของ เครื่องประดับ จากแก้วและกระจกสี					
สีของเครื่องประดับเหมาะกับการใช้งานได้ในหลายโอกาส					

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะต่อรูปแบบที่ 2

ด้านรูปแบบ

.....

.....

.....

ด้านสี

.....

.....


.....

และข้อเสนอแนะอื่นๆ

.....

.....

.....

แบบร่าง	รูปแบบการออกแบบเครื่องประดับจากแก้วและกระจกสีด้วยกระบวนการหล่อพร้อมฝัง
3.	

รูปแบบการออกแบบเครื่องประดับจากแก้วและกระจกสี ด้วยกระบวนการหล่อพร้อมฝัง	ระดับความเห็น				
	เห็นด้วยมากที่สุด	เห็นด้วยมาก	เห็นด้วยปานกลาง	เห็นด้วยน้อย	ไม่เห็นด้วย
	5	4	3	2	1
รูปแบบ					
รูปแบบของเครื่องประดับมีความสวยงาม					
รูปแบบของงานเครื่องประดับมีความแปลกใหม่ เหมาะสมกับการสวมใส่					
รูปแบบงานเครื่องประดับนี้ยังคงเป็นเอกลักษณ์ของ เครื่องประดับ จากแก้วและกระจกสี					
สีสีน					
สีของเครื่องประดับมีความสวยงามเหมาะสม					
สีของเครื่องประดับแสดงถึงลักษณะโดดเด่นของ เครื่องประดับ จากแก้วและกระจกสี					
สีของเครื่องประดับเหมาะกับการใช้งานได้ในหลายโอกาส					

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะต่อรูปแบบที่ 3

ด้านรูปแบบ

.....

.....

.....

ด้านสี

.....

.....

.....

และข้อเสนอนั้นๆ

.....

.....

.....

แบบร่าง	รูปแบบการออกแบบเครื่องประดับจากแก้วและกระจกสีด้วยกระบวนการหล่อพร้อมฝัง
4.	

รูปแบบการออกแบบเครื่องประดับจากแก้วและกระจกสี ด้วยกระบวนการหล่อพร้อมฝัง	ระดับความเห็น				
	เห็นด้วยมากที่สุด	เห็นด้วยมาก	เห็นด้วยปานกลาง	เห็นด้วยน้อย	ไม่เห็นด้วย
	5	4	3	2	1
รูปแบบ					
รูปแบบของเครื่องประดับมีความสวยงาม					
รูปแบบของงานเครื่องประดับมีความแปลกใหม่ เหมาะสมกับการสวมใส่					
รูปแบบงานเครื่องประดับนี้ยังคงเป็นเอกลักษณ์ของ เครื่องประดับ จากแก้วและกระจกสี					
สีสันท					
สีของเครื่องประดับมีความสวยงามเหมาะสม					
สีของเครื่องประดับแสดงถึงลักษณะโดดเด่นของ เครื่องประดับ จากแก้วและกระจกสี					
สีของเครื่องประดับเหมาะกับการใช้งานได้ในหลายโอกาส					

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะต่อรูปแบบที่ 4

ด้านรูปแบบ

.....

.....

.....

ด้านสี

.....

.....

.....

และข้อเสนอแนะอื่นๆ

.....

.....

.....



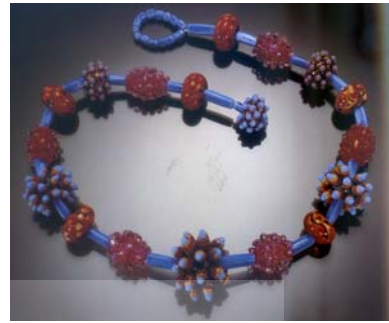


ภาคผนวก ข
ภาพผลงานที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

รูปผลงานเครื่องประดับจากแก้วและกระจกสี



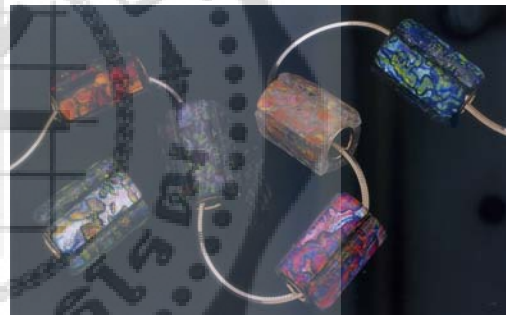
1



2



3



4



5



6



7

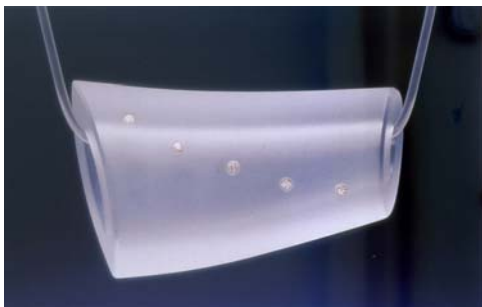


8



9

10



11

12



13



14



15



16



17



18



19



20



ภาคผนวก ค
หนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญ

ที่ ศธ 0519.12/1404



บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

14 มีนาคม 2556

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ขจีพร วงศ์ปรีดี

เนื่องด้วย นางสาวธนพร นำพา นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชานวัตกรรมการออกแบบ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “การศึกษาและพัฒนารูปแบบเครื่องประดับ จากแก้วและกระจกสีด้วยกระบวนการหล่อพร้อมฝัง” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. รวิเทพ มุสิกปาน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบ สัมภาษณ์ และแบบประเมิน

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นางสาวธนพร นำพา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ ดร.สิระเดช ชาตินิยม)

รองคณบดีฝ่ายสารสนเทศ บัณฑิตวิทยาลัย
รักษาราชการแทนคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 0-2649-5064

หมายเหตุ : สอบถามข้อมูลเพิ่มเติม กรุณาติดต่อ นิสิต โทรศัพท์ 086-099-5120



ที่ ศธ 0519.12/1197

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

4 มีนาคม 2556

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน คุณวิทยา โผนประสิทธิ์

เนื่องด้วย นางสาวธนพร นำพา นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชานวัตกรรมการออกแบบ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “การศึกษาและพัฒนารูปแบบเครื่องประดับ จากแก้วและกระจกสีด้วยกระบวนการหล่อพร้อมฝัง” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. รวิเทพ มุสิกะปาน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ในกรณีนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบ สัมภาษณ์

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นางสาวธนพร นำพา และ ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย สันติวัฒนกุล)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 0-2649-5064

หมายเหตุ : สอบถามข้อมูลเพิ่มเติม กรุณาติดต่อ นิสิต โทรศัพท์ 086-099-5120

ที่ ศธ 0519.12/1575



บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

๒๕ มีนาคม 2556

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน คุณวันลพ นิลล่อ

เนื่องด้วย นางสาวธนพร นำพา นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชานวัตกรรมการออกแบบ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “การศึกษาและพัฒนาารูปแบบเครื่องประดับ จากแก้วและกระจกสีด้วยกระบวนการหล่อพร้อมฝัง” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. รวิเทพ มุสิกะปาน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบแบบสอบถามความคิดเห็น และแบบประเมิน

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นางสาวธนพร นำพา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย สันตวิวัฒน์กุล)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 0-2649-5064

หมายเหตุ : สอบถามข้อมูลเพิ่มเติม กรุณาติดต่อ นิสิต โทรศัพท์ 086-099-5120



ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล	นางสาวธนพร นำพา
วันเดือนปีเกิด	30 กันยายน 2528
สถานที่เกิด	จังหวัดเพชรบูรณ์
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	70/11 ซอยแจ้งวัฒนะ 5 ถนนแจ้งวัฒนะ แขวงทุ่งสองห้อง เขตหลักสี่ กรุงเทพฯ 10210
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	APS & TRENDS MANATEMENT
ประวัติการศึกษา	
2550	ปริญญาตรี (วท.บ.) สาขาอัญมณีและเครื่องประดับ จากมหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตสารสนเทศจันทบุรี
2556	ปริญญาโท (ศบ.ม.) สาขาวิศวกรรมการออกแบบ จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

