

การสร้างเครื่องผลิตตัวเรือนอัตโนมัติสำหรับเครื่องประดับเทียม

๒๙ ต.ค. ๒๕๓๙

ปริญญาโท

โดย

สุภโชค สุภาวสุทธิ์

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา

มีนาคม ๒๕๓๙

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

๕ ๒๕๓๕

คณะกรรมการควบคุมและคณะกรรมการสอบได้พิจารณาปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว
เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

คณะกรรมการควบคุม

.....ประธาน
(ผศ. พูนเกียรติ ประถมบุตร)

.....กรรมการ
(ดร. ละเอียด รักษ์เฝ้า)

คณะกรรมการสอบ

.....ประธาน
(ผศ. พูนเกียรติ ประถมบุตร)

.....กรรมการ
(ดร. ละเอียด รักษ์เฝ้า)

.....กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(ผศ. ภิวัตน์ ศตวณิช)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ดร. ศิริบุภา พูลสุวรรณ)

วันที่ 8 เดือน มีนาคม พ.ศ. 2539

ประกาศจุฬการ

ปริญญาโทฉบับนี้สำเร็จลงด้วยความเมตตากรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ อย่างดียิ่ง
จาก ศศ.ทุนเกียรติ ประณมบุตร ประธานคณะกรรมการควบคุมปริญญาโท ดร.ละเอียด
รักษ์เฝ้า กรรมการควบคุมปริญญาโท ศศ.โกวิท ศตวุฒิ ที่ร่วมเป็นกรรมการการสอบ
และ ศศ.โกมล รักษ์วงศ์ พร้อมมาให้ข้อเสนอแนะต่าง ๆ เพื่อให้ปริญญาโทฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น
ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณบูรพาจารย์ทุกท่าน ที่ได้สั่งสอนแนะนำความรู้ต่าง ๆ จนทำให้
ผู้วิจัยเกิดปัญญา ทำการวิจัยในครั้งนี้ลุ่สว่างไปด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณ คุณไพโรจน์ นววัฒนทรัพย์ คุณวีณา นววัฒนทรัพย์
คุณติเรก ใจจางค์ ที่ให้การสนับสนุนและส่งเสริมผลักดันงานการทาวิจัยครั้งนี้ให้ลุ่สว่างไปด้วยดี
ขอขอบพระคุณ พี่ เพื่อน และน้อง ภาควิชาเครื่องปั้นดินเผาที่ให้ความร่วมมือและ
สนับสนุนด้วยดีตลอดมา

ขอขอบพระคุณ พี่ เพื่อน นิติบัญญัติอุตสาหกรรมศึกษาที่กำลั้งใจ ให้คำแนะนำ
ผลักดัน ส่งเสริม ในระหว่างการทำปริญญาโท

ขอกราบขอบพระคุณ คุณแม่ปราณี สุภาวสุทธิ์ ที่เป็นกำลั้งใจ แรงสนับสนุน ให้มี
การศึกษาวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ คุณสุติมา สุภาวสุทธิ์ ที่เป็นแรงสนับสนุนทั้งทางกาย ทางใจ
ทางความคิด ให้งานวิจัยฉบับนี้ลุ่สว่างด้วยดี

นอกจากนี้ยังมีบุคคลอื่นอีกหลายท่านที่ไม่สามารถกล่าวนามได้หมดที่ให้การช่วยเหลือ
สนับสนุน ทั้งทางกาย ทางใจ ทางกำลั้งทรัพย์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณทุกท่านมา ณ โอกาสนี้

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ นาวาตรี สุพนธ์ สุภาวสุทธิ์ ครูบาอาจารย์
ญาติ พี่น้อง ที่ให้การสนับสนุนในการศึกษาของผู้วิจัยด้วยดีตลอดมา อันพระคุณนี้หาที่เปรียบมิได้

สุภาโชค สุภาวสุทธิ์

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
ความมุ่งหมายของงานวิจัย.....	4
ความสำคัญของงานวิจัย.....	4
ขอบเขตของการวิจัย.....	5
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	5
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	8
กระบวนการทำเครื่องประดับเทียม.....	8
ความรู้เกี่ยวกับโลหะในการทำเครื่องประดับ.....	12
การผลิตตัวเรือนเครื่องประดับ.....	21
เครื่องหล่อเหรียญ.....	27
วัสดุทนความร้อน.....	27
เข้าหลอม.....	32
เตาหลอม.....	33
3 วิธีดำเนินการงานการวิจัย.....	47
ขั้นตอนในการศึกษาเพื่อออกแบบ.....	47
สร้างเตาหลอมอัตโนมัติเป็นงานวิจัย.....	49
ขั้นตอนทดสอบและประเมินสมรรถนะ.....	49
การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	51
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	51
การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	52

บทที่	หน้า
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	53
ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเครื่องผลิตตัวเรือนอัดรีดเม็ดสีสำหรับเครื่องประดับเทียม	53
ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ.....	65
5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	66
ความมุ่งหมายของงานวิจัย.....	66
ความสำคัญของงานวิจัย.....	66
สมมุติฐานงานวิจัย.....	67
การดำเนินการวิจัย.....	67
ผลการวิจัย.....	68
อภิปรายผล.....	68
ข้อเสนอแนะ.....	69
บรรณานุกรม.....	70
ภาคผนวก.....	72
ประวัติของผู้วิจัย.....	115

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 แสดงคุณสมบัติของโลหะผสมตะกั่วกับพลวง.....	17
2 แสดงผลของโลหะผสมในอัตราส่วนต่าง ๆ.....	21
3 การวิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบและประเมินสมรรถนะด้านลักษณะทางกายภาพ ทั่วไปของ เครื่องผลิตตัวเรือนอัดรีดเม็ดสีสำหรับ เครื่องประดับเทียม.....	54
4 การวิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบและประเมินสมรรถนะด้านลักษณะการใช้งาน ของ เครื่องผลิตตัวเรือนอัดรีดเม็ดสีสำหรับ เครื่องประดับเทียม.....	56
5 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบและประเมินสมรรถนะด้านลักษณะการบำรุง รักษา เครื่องผลิตตัวเรือนอัดรีดเม็ดสีสำหรับ เครื่องประดับเทียม.....	58
6 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบและประเมินสมรรถนะด้านลักษณะสมรรถนะ การหลอมละลายของ เตาหลอมของ เครื่องผลิตตัวเรือนอัดรีดเม็ดสีสำหรับ เครื่อง ประดับเทียม.....	60
7 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบและประเมินสมรรถนะด้านความเหมาะสม ด้านการนำไปใช้งานของ เครื่องผลิตตัวเรือนอัดรีดเม็ดสีสำหรับ เครื่อง ประดับเทียม.....	62
8 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบและประเมินสมรรถนะ เครื่องผลิตตัวเรือน อัดรีดเม็ดสีสำหรับ เครื่องประดับเทียม.....	64
9 การจัดลำดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 10 ท่าน ที่มีต่อการทดสอบ และประเมินสมรรถนะ เครื่องผลิตตัวเรือนอัดรีดเม็ดสีสำหรับ เครื่องประดับเทียม	65
10 เปรียบเทียบ เครื่องผลิตตัวเรือน เครื่องประดับในอุตสาหกรรมของงานวิจัย...	74
11 แสดงคุณสมบัติของธาตุที่ใช้ในการทำ เครื่องประดับ.....	103

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 แสดงหน้าสัมผัสความร้อนของอิฐทนความร้อน.....	30
2 อิฐทนไฟธรรมดา.....	31
3 อิฐทนไฟชนิดกลีบส้ม.....	32
4 แสดงรูปตัดของเตาหลอมแกส.....	33
5 แสดงรูปตัดของเตาหลอมชนิดใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิง.....	36
6 แสดงรูปตัดของเตาหลอมชนิดใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิง.....	37
7 แสดงรูปตัดเตาหลอมชนิดใช้ถ่านจากพื้น.....	38
8 แสดงรูปตัดเตาหลอมไฟฟ้าชนิดเปิดผาด้านบน.....	39
9 แสดงการต่อวงจรไฟฟ้าของขดลวดความร้อนไฟฟ้า 1 ยก (1 phase).....	40
10 แสดงการต่อวงจรไฟฟ้าของขดลวดความร้อนไฟฟ้า 3 ยก (3 phase).....	40
11 แสดงรูปตัดเตาหลอมสี่เหลี่ยมระบบลมร้อนขึ้น (up draft furnace).....	41
12 แสดงรูปตัดเตาหลอมแบบกลมระบายลมร้อนขึ้น.....	42
13 แสดงรูปตัดเตาหลอมแปดเหลี่ยม.....	43
14 แสดงรูปตัดเตาหลอมชนิดผาเปิดบน.....	44
15 แสดงรูปตัดเตาหลอมเปิดด้านหน้า.....	45
16 แสดงรูปตัดเตาหลอมที่มีเข้าหลอมติดกับตัวเตาหลอม.....	46
17 แสดงแผนภูมิการสร้างเตาหลอมและเครื่องหล่อเหวี่ยงอัตโนมัติ.....	48
18 เตาหลอมอัตโนมัติของผู้วิจัย.....	95
19 เครื่องหล่อเหวี่ยงอัตโนมัติของผู้วิจัย.....	96
20 แสดงขนาดและโครงสร้างของเครื่องผลิตตัวเรือนอัตโนมัติ สำหรับเครื่องประดับเทียม.....	97
21 แสดงขนาดของเตาหลอม.....	98
22 แสดงขนาดของเครื่องหล่อเหวี่ยง.....	99
23 แสดงขนาดของชุดล้อคกิ้ง.....	100

ภาพประกอบ	หน้า
24 แสดงขนาดของชุดควบคุมการไหลของโลหะ.....	101
25 เครื่องหล่อเหวี่ยงในการทำตัวเรือนเครื่องประดับเทียม.....	105
26 นาฬิกาข้อมือวางลงในเครื่องหล่อเหวี่ยง.....	106
27 ตักโลหะที่หลอมละลายจากเตาหลอม.....	107
28 เทโลหะที่หลอมลงในเครื่องหล่อเหวี่ยง.....	108
29 การปลดผ้าสีก้อนขี้ผึ้ง.....	109
30 การนำขี้ผึ้งออกจากเครื่อง.....	110
31 โลหะที่เทเข้าสู่ขี้ผึ้ง.....	110
32 การนำโลหะออกจากขี้ผึ้ง.....	111
33 ผลผลิตชิ้นงาน.....	111

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

อุตสาหกรรมอัญมณีและเครื่องประดับเป็นอุตสาหกรรมที่นำเงินตราจากต่างประเทศเข้าสู่ประเทศไทยสูงเป็นอันดับที่ 2 รองจากผลิตภัณฑ์สิ่งทอ อุตสาหกรรมอัญมณีและเครื่องประดับยังเป็นอุตสาหกรรมที่ก่อให้เกิดการจ้างงานเป็นจำนวนมาก ทำให้ส่งผลไปสู่อุตสาหกรรมประเภทอื่นอีกมากมาย อาทิ เช่น การทำเหมืองแร่ การนำเข้าอัญมณี การทำส่วนประกอบอัญมณีและเครื่องประดับ การผลิตเครื่องมือเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิต เป็นต้น นอกจากนี้ อุตสาหกรรมอัญมณีและเครื่องประดับยังเป็นสินค้าที่ไม่มีการเสื่อมสลายมูลค่า เนื่องจากถูกกำหนดให้เป็นหนึ่งสินค้าที่เป็นสัญลักษณ์ประจำชาติไทย นอกเหนือจากผ้าไหมและพลอย ในด้านราคาของเครื่องประดับอัญมณียังมีหลายระดับราคา ผู้ซื้อสามารถเลือกซื้อได้ตามความเหมาะสม ราคาของเครื่องประดับอัญมณีจะแตกต่างกันตามชนิดของวัสดุที่นำมาใช้ในการผลิต กรรมวิธีการผลิต ความชำนาญของช่างฝีมือของแต่ละสถานประกอบการ ซึ่งจะมีเทคนิควิธีการตลอดจนประสบการณ์ที่แตกต่างกัน สิ่งเหล่านี้ล้วนส่งผลต่อคุณภาพของอัญมณีและเครื่องประดับ (กระทรวงอุตสาหกรรม. 2537 : 3)

เครื่องประดับประเภทหนึ่งที่มีความนิยมมากได้แก่เครื่องประดับที่ทำจากทอง เพชร หรือพลอย ที่เป็นของแท้ แต่สินค้านี้ดังกล่าวยังมีจำกัด สามารถสนองความต้องการให้แก่ผู้บริโภคในกลุ่มที่มีรายได้ค่อนข้างสูงเท่านั้น เนื่องจากสินค้านี้มีราคาสูง ผู้มีรายได้น้อยจะซื้อสินค้าประเภทนี้ได้ด้วยความยากลำบาก หรือแม้แต่ผู้สามารถซื้อสินค้าประเภทนี้ได้ก็ไม่สามารถที่จะเปลี่ยนได้บ่อย ๆ เนื่องจากข้อจำกัดในด้านราคาดังกล่าว ด้วยเหตุนี้จึงทำให้เกิดการผลิตเครื่องประดับให้มีรูปแบบคล้ายเครื่องประดับที่ทำจากวัสดุประเภท ทอง เพชร หรือพลอย แต่นำวัสดุที่มีราคาถูกกว่ามาทดแทนวัสดุดังกล่าวซึ่งมีราคาสูง ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีราคาถูกกว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้เรียกว่า เครื่องประดับเทียม

เครื่องประดับเทียมเป็นสินค้าที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย เป็นที่ต้องการของตลาดในประเทศและต่างประเทศ ทารายได้ให้แก่ประเทศปีละกว่า 1,500 ล้านบาท (กระทรวงอุตสาหกรรม. 2537 : 21) เครื่องประดับเทียมแต่ละชิ้นจะประกอบด้วยส่วนที่เป็นตัวเรือนและส่วนที่เป็นอัญมณี ตัวเรือนของเครื่องประดับสามารถทำจากโลหะได้หลายประเภท เช่น ทองเหลือง ทองแดง ตะกั่ว ดีบุก พลาสติก แก้ว เป็นต้น โลหะแต่ละประเภทก็จะมีคุณลักษณะที่แตกต่างกัน นอกจากนี้ยังมีการนำโลหะแต่ละตัวมาผสมกัน เพื่อทำตัวเรือนเครื่องประดับ โลหะที่นำมาผสมกันได้แก่ ตะกั่ว ดีบุก และพลาสติก เพราะโลหะทั้ง 3 ประเภทนี้มีจุดหลอมใกล้เคียงกัน นำโลหะทั้ง 3 ประเภทไปหลอมให้เป็นเนื้อเดียวกันในเตาหลอมโลหะ จากนั้นนำโลหะที่ได้ไปขึ้นรูปด้วยวิธีหล่อเหวี่ยง จะได้ตัวเรือนเครื่องประดับที่มีต้นทุนการผลิตที่ต่ำกว่าตัวเรือนที่ทำจากวัสดุที่มีราคาแพง หากมีการออกแบบลวดลายที่งดงาม การตกแต่งที่ประณีตความสวยงามก็จะใกล้เคียงกับเครื่องประดับของแท้

อุตสาหกรรมการทำเครื่องประดับเทียมในประเทศไทยนั้น ส่วนใหญ่จะเป็นอุตสาหกรรมขนาดกลางและอุตสาหกรรมในครอบครัว โดยแบ่งเป็นอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ 5 แห่ง อุตสาหกรรมขนาดกลางประมาณ 20 แห่ง อีกกว่า 50 แห่งเป็นอุตสาหกรรมในครอบครัว (กรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ. 2537 : 10) สินค้าที่ผลิตได้มีทั้งจำหน่ายภายในประเทศและส่งออกยังต่างประเทศ เครื่องมือที่ใช้ในการผลิตส่วนใหญ่จะเป็นเครื่องมือที่มีระบบการทำงานไม่ยุ่งยากซับซ้อน จะใช้แรงงานจากคนในการควบคุมแทบทุกขั้นตอน โดยลำดับขั้นการผลิตเครื่องประดับเทียมจะเริ่มจากการนำต้นแบบที่ต้องการวางลงในก้อนยางดิบสำหรับทำพิมพ์ แล้วนำก้อนยางที่ภายในบรรจุต้นแบบใส่ในแบบอัดยาง นำแบบไปเข้าเครื่องอัดยาง เมื่ออัดยางเสร็จจะได้พิมพ์ยางที่เป็นรูปเหมือนชิ้นงาน จากนั้นนำพิมพ์ยางไปฉีดน้ำเพื่อทำความสะอาดและทางระบายลม นำพิมพ์ยางที่ได้มาบรรจุในเครื่องหล่อเหวี่ยง พนักงานที่คุมเครื่องหล่อเหวี่ยงจะใช้ทัพพีตักโลหะที่หลอมจากเบ้าหลอมมาเทเข้าเครื่องหล่อเหวี่ยง ซึ่งขณะนั้นพิมพ์ยางจะหมุนทำให้เกิดแรงหนีศูนย์กลางขึ้นที่พิมพ์ยาง โลหะที่หลอมที่พนักงานตักใส่เครื่องหล่อเหวี่ยงจะไหลไปตามร่องของพิมพ์ยางจนทั่ว จากนั้นนำพิมพ์ยางออกจากเครื่องหล่อเหวี่ยง นำชิ้นงานที่เป็นโลหะออกจากพิมพ์ยาง แล้วนำมาตกแต่งขอบของชิ้นงานจากนั้นนำไปชุบโลหะ แล้วนำมาลงสีตามที่ออกแบบไว้ก็จะได้เครื่องประดับเทียมที่สมบูรณ์ (Gonieberg. 1986 : 10)

ในขณะที่ผลิตเครื่องประดับเทียม พนักงานจะใช้ทัพพีตักโลหะที่หลอมจากเข้าหลอมในเตาหลอมโลหะไปเทลงในช่องเทโลหะบนเครื่องหล่อเหรียญ ในขณะที่ตักโลหะมาสู่เครื่องหล่อเหรียญนั้น จะทำให้เกิดการสูญเสียความร้อนของโลหะไปส่วนหนึ่ง ส่วนในขณะที่เทโลหะที่หลอมลงสู่เครื่องหล่อเหรียญหากพนักงานไม่มีความชำนาญเพียงพอ หรือไม่สามรถกำหนดปริมาณของโลหะให้มีปริมาณพอทั่วทั้งพิมพ์ยาง ซึ่งถ้าปริมาณของโลหะมีน้อยเกินไปจะไม่เต็มพิมพ์ การกระจายของโลหะในเครื่องหล่อเหรียญจะไม่สม่ำเสมอจะส่งผลให้ชิ้นงานมีความหนาแน่นของเนื้อโลหะต่างกัน หากปริมาณของโลหะมากเกินไปเมื่อเครื่องหล่อเหรียญทำงาน โลหะส่วนที่เกินจะล้นออกมาทางช่องเทบนเครื่องจะกระเด็นโดนพนักงานที่ปฏิบัติงานอยู่ เมื่อโดนร่างกายของพนักงานจะได้รับอันตรายจากโลหะที่หลอม เพราะโลหะที่หลอมยังมีความร้อนอยู่ และในขณะที่เครื่องทำงานจำเป็นต้องมีพัดลมคอยพัดอยู่ตลอดเวลาเพื่อพาเอาไอของโลหะที่หลอมไปบริเวณใกล้เคียง และยังช่วยลดอุณหภูมิในบริเวณนั้นให้ต่ำลง หากไม่มีช่องระบายอากาศที่ดี ไอของโลหะก็จะวนเวียนอยู่ทั่วบริเวณที่พนักงานปฏิบัติงาน ซึ่งจะส่งผลให้พนักงานเกิดความอ่อนเพลียจากการทำงานมากขึ้น และไอของโลหะเป็นอันตรายต่อระบบหายใจ ตลอดจนถึงผิวหนังของผู้ปฏิบัติงาน (กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม. 2534 : 19)

จากปัญหาดังกล่าวทำให้ผู้วิจัยมีแนวคิดที่จะสร้างเครื่องผลิตตัวเรือนอัตโนมัติสำหรับเครื่องประดับเทียม ซึ่งจะช่วยลดปัญหาดังกล่าว โดยการสร้างเตาหลอมโลหะที่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ และนำเครื่องหล่อเหรียญมาผสมผสานให้ทำงานสัมพันธ์กันตามลำดับขั้นตอน เตาหลอมเป็นเตาไฟฟ้ากำลัง 2,000 วัตต์ เป็นรูปทรง 8 เหลี่ยม เข้าหลอมทรงกระบอก ด้านล่างของเข้าหลอมจะมีทางไหลของโลหะ และมีชุดควบคุมการไหลของโลหะอยู่ในตำแหน่งตรงกับช่องเทโลหะของเครื่องหล่อเหรียญ ซึ่งอยู่ด้านล่างของเตาหลอม ด้านบนของเตาหลอมมีเครื่องดูดอากาศ ระบบการทำงานเริ่มจาก ผู้ควบคุมจะเปิดฝาเครื่องโดยวิธีเลื่อนฝาเปิดออกด้านข้าง ทดแทนการยกเปิดฝาดั้งเดิม แล้วนำพิมพ์ยางบรรจุลงในเครื่องหล่อเหรียญ แล้วเลื่อนปิดฝาริมพิมพ์ยางหมุนความเร็วรอบได้ตามต้องการ ชุดควบคุมการไหลของโลหะจะทำงานให้โลหะไหลจากเตาหลอมลงสู่ช่องทางเทของเครื่องหล่อเหรียญ และจะหยุดทำงานตามที่ได้ควบคุมไว้ตามกำหนด พิมพ์ยางที่หมุนจะหยุด สามารถนำพิมพ์ยางออกจากเครื่องหล่อเหรียญเพื่อแกะชิ้นงาน ทำให้สามารถควบคุมไอของโลหะ พืชของโลหะได้ความร้อนไม่ถูกแพร่กระจายออกภายนอกจะทำให้ประหยัดพลังงาน พนักงานที่ควบคุมไม่ต้องเสี่ยงต่อการโดนโลหะที่หลอมละลายกระเด็นใส่

และเมื่อปลายจากการดักโลหะ การไหลอย่างต่อเนื่องจากชุดควบคุมการทำงานไม่ทำให้เกิดการขาดตอน เนื้อของวัสดุจะเป็นเนื้อเดียวอย่างต่อเนื่องและหนาแน่นสม่ำเสมอ ไม่เกิดความสูญเสียของชิ้นงาน ฝาเปิดปิดใช้เลื่อนไม่ต้องออกแรงยกฝาขึ้นลง ทำให้ลดขั้นตอนการปฏิบัติงาน จึงทำให้การปฏิบัติงานรวดเร็วและมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้จะเป็นประโยชน์ต่ออุตสาหกรรมการผลิตเครื่องประดับเทียม เนื่องจากได้เครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการผลิตมีราคาที่ถูกกว่าเครื่องมือที่นำเข้าจากต่างประเทศ และยังเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับผู้ที่สนใจในการสร้างและพัฒนา เครื่องมือที่ใช้ในการผลิตเครื่องประดับเทียมให้ดียิ่งขึ้นในลำดับต่อไป ซึ่งจะเป็นการช่วยลดมลภาวะของสภาพแวดล้อมให้ดียิ่งขึ้นด้วย

ความมุ่งหมายของงานวิจัย

1. เพื่อสร้างและผลิตตัวเรือนอัดโม่ดีสำหรับทำเครื่องประดับเทียม โดยใช้ตะกั่วดิบ และพลวง เป็นวัตถุดิบ
2. เพื่อทดสอบและประเมินผลสมรรถนะของเตาหลอมและเครื่องหล่อเหวี่ยงอัดโม่ดี

ความสำคัญของงานวิจัย

1. ได้เครื่องผลิตตัวเรือนอัดโม่ดีที่ใช้สำหรับทำเครื่องประดับเทียม โดยการนำเตาหลอมและเครื่องหล่อโลหะมารวมกันโดยให้ระบบสัมพันธ์กัน โดยราคาของเครื่องที่ผลิตจะมีราคาที่ถูกกว่าของต่างประเทศ
2. เครื่องผลิตตัวเรือนอัดโม่ดีสำหรับทำเครื่องประดับเทียมที่ได้นี้จะช่วยรักษาสภาพแวดล้อมให้ดีขึ้น โดยสามารถควบคุมไม่ให้ความร้อนและไอของโลหะที่หลอมพุ่งกระจายไปในอากาศ
3. เป็นต้นแบบสำหรับสร้างผลิตภัณฑ์ทางอุตสาหกรรม

ขอบเขตของการวิจัย

1. ใช้วัสดุอุปกรณ์ในการสร้างภายในประเทศ เป็นการสร้างอุปกรณ์ต้นแบบโดยการจัดหาอุปกรณ์สำเร็จรูปบางส่วนและสร้างขึ้นเองบางส่วน ประกอบขึ้นเป็นเครื่องหลอมและหล่อโลหะอัดรมัตติ
2. ผลของการทดลองจะพิจารณาเฉพาะขั้นตอนการผลิตตัวเรือนเครื่องประดับเทียมเท่านั้น
3. สมรรถนะของเตาหลอมและเครื่องหล่อเหวี่ยงอัดรมัตติ จะใช้ผู้เชี่ยวชาญในการประเมินผลและทดสอบ
4. เวลาในการประเมินผลและทดสอบเตาหลอมและเครื่องหล่อเหวี่ยงอัดรมัตติ ที่ใช้ในการทำเครื่องประดับเทียมรวมเวลาทดสอบ 12 ชั่วโมง
5. เตาหลอมที่สร้างขึ้นเป็นเตาหลอมไฟฟ้า รูปแบบเหลี่ยม มีความกว้างภายใน 30 เซนติเมตร สูง 30 เซนติเมตร สามารถควบคุมอุณหภูมิด้วยระบบอัดรมัตติตามความต้องการของการใช้งาน ใช้ไฟฟ้าแรงเคลื่อน 220-240 โวลต์ กระแสไฟฟ้า 9.09 แอมแปร์ กำลัง 2,000 วัตต์
6. อุณหภูมิที่ใช้หลอม เตาเผาจะต้องให้ความร้อนได้ไม่ต่ำกว่า 700 องศาเซลเซียส
7. เป้าหลอม (Crucibel) ทำด้วยเหล็ก รูปทรงกระบอกมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 20 เซนติเมตร ความสูง 35 เซนติเมตร สามารถบรรจุโลหะได้ไม่เกิน 50 กิโลกรัม

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. เครื่องหล่อเหวี่ยง หมายถึง เครื่องมือที่อาศัยแรงหนีศูนย์กลางช่วยในการนำพาน้ำโลหะเข้าสู่พิมพ์ยาง โดยจะหมุนพิมพ์ยางไปในทิศทางใดทางหนึ่งด้วยความเร็ว ทำให้เกิดแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางที่ภายในพิมพ์ยางโดยแรงจะกระทำจากจุดศูนย์กลางสู่ภายนอกของพิมพ์ยาง เมื่อเทโลหะหลอมละลายสู่เครื่องหล่อเหวี่ยงตรงช่องเท จะทำให้โลหะไหลเข้าสู่จุดศูนย์กลางของพิมพ์ยาง และโลหะจะไหลเข้าสู่พิมพ์ยางจนเต็ม

2. พิมพ์ยาง หมายถึง ก้อนยางที่มีต้นแบบวางอยู่ภายในและได้ผ่านขั้นตอนการอัดพิมพ์ยาง จนกระทั่งสามารถนำมาใช้งานกับเครื่องหล่อเหรียญ

3. เตาลอม หมายถึง เครื่องมือที่ใช้เผาเพื่อหลอมโลหะ ทาด้วยอิฐทนไฟโดยใช้ลวดความร้อนเป็นตัวทำให้เกิดพลังงานความร้อน

4. ไอโลหะ หมายถึง อากาศที่มีโลหะและความร้อนผสมกันจากการหลอมโลหะในเตาลอม

5. เครื่องอัดรมัตติ หมายถึง การทำงานของเตาลอมและเครื่องหล่อเหรียญที่มีความสัมพันธ์กันอย่างต่อเนื่อง โดยมีอุปกรณ์ควบคุมการทำงานแต่ละขั้นตอนจนเสร็จการผลิตตัวเรือนเครื่องประดับเทียม

6. ตัวเรือน หมายถึง โครงสร้างหลักของเครื่องประดับมักจะทำจาก โลหะที่หล่อออกจากตัวแบบ เช่น ทอง เงิน งานงานวิจัยนี้ใช้ตะกั่ว ดีบุก และพลวง เป็นวัตถุดิบ

7. อัญมณี หมายถึง องค์ประกอบกับตัวเรือนเครื่องประดับที่มาจากแร่ธรรมชาติผ่านขั้นตอนการพัฒนาคุณภาพ เช่น เพชร พลอย ฯลฯ

8. เครื่องประดับเทียม หมายถึง เครื่องประดับที่ทำเลียนแบบ ทำใช้ตัวเรือนเทียมและอัญมณีเทียม เป็นส่วนประกอบ ซึ่งให้ความสวยงามใกล้เคียงของแท้ ราคา ถูกค่า น้อยกว่าของแท้

9. ผู้เชี่ยวชาญการผลิตเครื่องประดับเทียม หมายถึง ผู้มีประสบการณ์ 10 ปีขึ้นไปทางด้านการผลิตเครื่องประดับเทียม หรือนักวิชาการมีความรู้ทางเครื่องจักรที่เกี่ยวข้อง

10. ผู้เชี่ยวชาญด้านตรวจสอบแบบสอบถาม หมายถึง ผู้มีประสบการณ์ทางด้านวัดผลอย่างน้อย 5 ปี

11. ตะกั่ว หมายถึง ธาตุชนิดหนึ่ง เป็นโลหะสีขาวอมเทา มีความหนาแน่นสูง มีน้ำหนักอะตอม 207.22 อุณหภูมิหลอมเหลว 327.35 องศาเซลเซียส

12. ดีบุก หมายถึง ธาตุชนิดหนึ่งเป็นโลหะสีขาว มีความหนาแน่นสูง มีน้ำหนักอะตอม 118.7 อุณหภูมิหลอมเหลว 231.9 องศาเซลเซียส

13. พลวง หมายถึง ธาตุชนิดหนึ่งเป็นโลหะสีขาว มีความมันวาว มีน้ำหนักอะตอม 121.76 อุณหภูมิหลอมเหลว 630 องศาเซลเซียส

14. การสร้าง หมายถึง การนำวัตถุดิบและวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ มาประกอบกันตามแนวความคิดและให้เกิดการทำงานสัมพันธ์ในระบบตามวัตถุประสงค์ของเครื่องผลิตตัวเรือนอัตโนมัติ สำหรับเครื่องประดับเทียม

15. สมรรถนะของเครื่องผลิตตัวเรือนอัตโนมัติ สำหรับเครื่องประดับเทียม หมายถึง เกณฑ์การวัดลักษณะทางกายภาพ ได้แก่ ลักษณะการใช้งาน ลักษณะการบำรุงรักษา สมรรถนะการหลอมละลายของเตาหลอม ความเหมาะสมด้านใบใช้งาน

16. ลักษณะทางกายภาพทั่วไป หมายถึง ลักษณะเครื่องมือที่มีความสวยงาม สามารถถอดประกอบได้ มีความแข็งแรง ความปลอดภัย และมีการออกแบบอย่างเหมาะสม

17. ลักษณะการใช้งาน หมายถึง การเตรียมการทำงานทำให้สะดวกในด้านการควบคุมในระบบต่าง ๆ ประหยัดเวลาในการปฏิบัติงาน บรรจุวัตถุดิบเข้าเตาได้สะดวก

18. ลักษณะการบำรุงรักษา หมายถึง การบำรุงรักษาก่อนการปฏิบัติงาน ความสะดวกในการบำรุงรักษาเตาหลอม ความสะดวกในการบำรุงรักษาเครื่องหล่อเหวี่ยง ความสะดวกในการบำรุงรักษาใบหลอม ความสะดวกในการบำรุงรักษาระบบควบคุมอัตโนมัติ

19. สมรรถนะการหลอมละลายของเตาหลอม หมายถึง ความสามารถหลอมละลายโลหะไม่เกิน 50 กิโลกรัม เวลาในการหลอมละลาย 30 นาที

20. ความเหมาะสมด้านใบใช้งาน คน 1 คนควบคุมใช้งานได้ ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ ใช้ในอุตสาหกรรมในครอบครัว ใช้ในการศึกษาตามสถาบันการศึกษา เคลื่อนย้ายและติดตั้งสะดวก

สมมติฐานงานวิจัย

ผู้เชี่ยวชาญทดสอบเครื่องหลอมและหล่อโลหะอัตโนมัติ ในการทำเครื่องประดับเทียม ที่สร้างขึ้น ประเมินสมรรถนะอยู่ในระดับ "ดี"

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาและค้นคว้าข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับจากเอกสาร ตำรา และงานวิจัย ซึ่งจะเป็นประโยชน์ และทบทวนการวิจัยครั้งนี้บรรลุจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้ โดยแยกเป็นหัวข้อดังนี้

1. กระบวนการทำเครื่องประดับเทียม
2. ความรู้เกี่ยวกับโลหะในการทำเครื่องประดับ
 - 2.1 โลหะที่ทรงคุณค่าและราคาสูง
 - 2.2 โลหะที่ทรงคุณค่าและราคาต่ำ
3. ตัวเรือนเครื่องประดับเทียม
4. เครื่องหล่อเหวี่ยง
5. วัสดุทนความร้อน
6. เบ้าหลอม
7. เตาหลอม
8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. กระบวนการทำเครื่องประดับเทียม

เครื่องประดับ (Jewelry) ที่ผลิตในประเทศไทย อาจแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ เครื่องประดับที่ผลิตจากโลหะมีค่า (Precious Metals) อาทิเช่น ทอง เงิน แพลตินัม เป็นต้น และเครื่องประดับที่ผลิตจากโลหะที่มีค่าต่ำ เช่น ดีบุก ตะกั่ว วิธีการผลิตเครื่องประดับที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันมี 2 วิธีคือ

1. การผลิตด้วยมือ (Hand Made) ต้องอาศัยความชำนาญในการผลิต เหมาะสำหรับเครื่องประดับมีค่าที่ต้องการความประณีต หรือมีการออกแบบเป็นพิเศษ ส่วนมากจะใช้โลหะที่มีค่าเป็นเครื่องประดับราคาแพง โดยเฉพาะเมื่อต้องประกอบกับอัญมณีที่มีราคาสูง หรือเครื่อง

ระดับที่ผลิตปริมาณน้อยซึ่งทำให้การผลิตโดยเครื่องจักรไม่คุ้มทุน

2. การผลิตโดยวิธีหล่อ (Casting) เหมาะสำหรับการผลิตเครื่องประดับที่มีปริมาณมาก การออกแบบไม่สลับซับซ้อนมากนัก สามารถผลิตได้ทั้งเครื่องประดับมีค่าและเครื่องประดับเทียม (Imitation Jewellery or Costume Jewellery) การผลิตแบบนี้ทำให้ต้นทุนการผลิตต่ำและทุนเวลาในการผลิต

ในการผลิตเครื่องประดับเทียมเราจะต้องมาพิจารณาว่า ในรูปแบบนั้น ๆ ใช้วัสดุอะไรเป็นองค์ประกอบบ้าง เช่น ต่างหู จะต้องมีส่วนที่เกี่ยวต่างหู หรือก้านปักต่างหู และส่วนประกอบขนาด จำนวนเท่าไร เตรียมไว้เนื่องจากถ้าเป็นการทำหัวเรือนต่างหูที่แบบปักก้าน จะต้องฝังก้านปักต่างหู ไว้ในตัวเรือน ในการผลิตจะแบ่งเป็น 6 ขั้นตอน

1. การขึ้นแบบตามรูปภาพ
2. การอัดพิมพ์ยาง
3. การเปิดทางเดินโลหะทางเดินอากาศ
4. การหล่อเหรียญ
5. การแต่งผิวและประกอบ
6. การชุบผิว
7. การลงสีชิ้นงาน
8. การประกอบและบรรจุ

ในการผลิตเครื่องประดับเทียมจะมีต่างหู จี้ สร้อยข้อมือ เข็มกลัด ที่ติดเนคไทร์ พวงกุญแจ แหวน กลีบบิดผสม ตราสัญลักษณ์ ในการทำเครื่องประดับแต่ละประเภทจะมีอุปกรณ์ประกอบซึ่งจะแตกต่างกันไป ผู้คิดรูปแบบจะต้องเข้าใจในกระบวนการการผลิตด้วยเพราะว่าคิดออกมาแล้วก็ต้องสามารถผลิตออกเป็นชิ้นงานได้ด้วย ดังนั้นลำดับขั้นการผลิตเครื่องประดับเทียมจะเริ่มจาก นักดีไซน์ ออกแบบแนวคิดรูปแบบออกมาเป็นกระดาษ กำหนดขนาด สี และรายละเอียดต่าง ๆ มายังผู้ที่ต้องพิจารณาแบบว่าสามารถจำหน่ายออกได้หรือไม่ ลำดับการผลิตมีดังนี้

1.1 การขึ้นแบบตามรูปภาพ สามารถทำได้ 2 วิธี คือ

1.1.1 ใช้มือคนขึ้นแบบ เป็นการอาศัยความชำนาญ ประสบการณ์ของผู้ปฏิบัติงานโดยตรง ซึ่งจะใช้เครื่องมือได้แก่ หัวเป่าไฟ สว่าน ตะไบ คีม หินเจียร ปากกา เครื่องวัด

ขนาด ชุดตึงรัดโลหะ เหล็กและ หินลับมีด ปากคืบ เหล็กแทงลาย ใช้เครื่องมือพื้นฐานเหล่านี้ ในการแปรสภาพแท่งดีบุก ให้เป็นลวดลายสวยงามมีคุณค่าอยู่ภายในชิ้นงาน เพิ่มทวีขึ้นใช้ความ มานะอดทนและมีมือ ของผู้ปฏิบัติอย่างแท้จริง งานที่ได้จะได้ทั้ง 3 มิติ

1.1.2 ไม้ใช้คนในการแกะขึ้นแบบ เป็นการขึ้นแบบโดยจะได้ชิ้นงาน 2 มิติ โดยจะเริ่มจากแบบที่วาดมาลงบนกระดาษขาว เขียนด้วยหมึกดำ ให้ใหญ่ที่สุดเท่าที่จะทำได้ มีผล ทากให้ย่อขนาดลงมาจะทำให้รูปภาพคมชัดขึ้น แล้วกำหนดจะให้สีดำนูน หรือดำจม นำไปถ่าง ลงในแผ่นฟิล์ม มากัดแผ่นซิงค์ จะได้แบบตามต้องการ วิธีนี้จะใช้กับงานที่ต้องการเพียงแต่ ความลึก หรือนูนเท่านั้น

1.2 การอัดพิมพ์ยาง โดยนำตัวต้นแบบมาวางลงบนแผ่นยางสำเร็จรูป โดยเริ่มจาก หาจุดศูนย์กลางของแผ่นยางกลม แล้วใช้วงเวียนขีดเป็นแนวในการฝังหลุม ล็อคแผ่นยางและ แนวของการวางชิ้นงาน ใช้แป้งใส่ในถุงผ้าปะเบา ๆ ลงบนหน้าแผ่นยางทั้งสองแผ่น แผ่นล่าง วางหลุมล็อควางชิ้นงานที่จะอัด เอาด้านลวดลายคว่ำลงบนแผ่นยาง แล้ววางแกนกลางที่จุด ศูนย์กลางแผ่นยาง นำแผ่นยางวางบนเบ้าอัดยาง แล้วประกบแผ่นยางด้านที่ปะแป้งลงเข้าหา แผ่นยางอีกด้านของแผ่นยางทั้งสองใช้กระดาษหนังสือพิมพ์รอง แล้วระวังอย่าให้ตำแหน่งวาง ชิ้นงานเคลื่อน แผ่นยางสามารถลอกออกเป็นชั้น ๆ ได้โดยใช้น้ำมันเบนซินเป็นตัวทำให้ชั้นยาง ลอกออกจากกัน ถ้าต้องการให้ยางติดกันใช้น้ำมันเบนซินเป็นตัวประสานยาง และใช้แป้งเป็นตัว ไม้ให้ยางติดกัน นำเข้าอัดยางเข้าเครื่องอัดยาง อุณหภูมิ และเวลา ขึ้นอยู่กับความหนาของ ยางและผู้ผลิตแผ่นยางจะกำหนดมา ในการนำเข้าอัดยางเข้าเครื่องอัดยางจะต้องอัด 2 ครั้ง ครั้งแรกพอเข้าเข้าเสมอ ทิ้งไว้ 5-10 นาทีหลังจากความร้อนได้ถูกถ่ายเทลงสู่เบ้าอัดยาง แล้วอัดยางให้แน่นที่สุดเท่าที่จะทำได้ และความร้อนจะเข้าไปทำให้แผ่นยางหลอมละลายตาม รูปร่างของชิ้นงานนั้น ๆ หลังจากอัดเสร็จก็นำแผ่นยางออกจากเบ้าอัดยาง

1.3 การเปิดทางเดินโลหะและทางเดินอากาศ ทำได้โดยนำแผ่นยางที่ออกจากเบ้า อัดยางมาเรียกว่า พิมพ์ยาง และใช้มีดคมมาก ๆ เก็บขอบของพิมพ์ยางด้านบนและด้านล่าง ใช้ มีดปาดขอบของพิมพ์ยางเป็นรูปสามเหลี่ยมยาวตลอดทั้งสองแผ่น เพื่อให้รู้ตำแหน่งที่ถูกต้อง ใช้ เขควงกดแผ่นพิมพ์ยางให้แยกออกจากกัน แล้วนำแผ่นที่มีแกนเหล็กเก็บไว้ นำแผ่นที่มีชิ้นงาน อยู่เอามัดกรีดเป็นทางตะกั่ววิ่งไหลเข้า พอใกล้ถึงชิ้นงานก็ทำเป็นเนินยาวเพื่อจะได้ไม่มี ทางเข้าที่ใหญ่ จะได้สะดวกเวลาแกะชิ้นงานออกจากพวงชุด และใช้ดอกสว่านขนาดเล็กเจาะ

เพื่อเป็นทางระบายลม หรืออาจใช้มีดกรีดเป็นทางขนาดเล็กและแคบจากชิ้นงานด้านนอกสู่ขอบของ
ก่อนยาง ถ้าใช้มีดกรีดก่อนยางในขณะที่ร้อน ๆ จะกรีดง่ายกว่าพิมพ์ยางเป็นตัวยแล้ว

1.4 การหล่อเหวี่ยง โดยการนำพิมพ์ยางวางลงที่ฐานรับพิมพ์ยาง แล้วปิดฝาล็อก
พิมพ์ยาง ปิดฝาคกรอบเครื่องหล่อเหวี่ยง ในจังหวะที่แรกที่ฝาคกรอบเครื่องเลื่อนจากเปิดฝาสู่ตาม
พื้นสวิตช์ควบคุม เครื่องหล่อจะอัดฐานรับพิมพ์ยางให้ประกบพิมพ์ยางแน่น ในจังหวะสอง ฝา
คกรอบเครื่องหล่อเหวี่ยงปิดสนิท มอเตอร์ที่ติดอยู่กับฐานรับพิมพ์ยางจะหมุน พนักงานควบคุม
เครื่องจะใช้ทัพพีตักโลหะที่หลอมละลายจนอุณหภูมิได้ตามต้องการ และความเร็วรอบของฐาน
รับพิมพ์ได้ตามต้องการ เทลงไปในช่องทางโลหะ ซึ่งจะอยู่ด้านบนตรงกลางของเครื่อง ควบคุม
การไหลของโลหะให้ต่อเนื่อง เครื่องจะควบคุมการทำงานของมอเตอร์โดยอัตโนมัติ โดยจะ
มีสวิตช์ควบคุมตั้งเวลาวางจะให้นานกี่วินาที เปิดฝาคกรอบเครื่องมอเตอร์ก็จะหยุดทำงานทันที
เปิดฝาคกรอบเครื่องในตำแหน่งเปิดสุด ตัวฐานรับพิมพ์ยางจะคลายตัวออก นำฟาส์ตพิมพ์ยาง
ออกจากเครื่องหล่อ จะได้โลหะที่แข็งตัวอยู่ภายในพิมพ์ยางตามรูปแบบที่ต้องการ

1.5 การแต่งผิวและประกอบ จะนำชิ้นงานมาตัดคุณภาพและแต่งรอยตะเข็บหรือ
บางครั้งจะต้องการงานที่มีคุณภาพจะต้องนำไปขัดผิว ถ้ารูปแบบชิ้นงานมีการประกอบส่วนประกอบ
ก็จะต้องประกอบให้เรียบร้อยก่อน ด้วยหวงทองแดงหรือทองเหลืองขนาดต่าง ๆ กัน ตามความ
เหมาะสม

1.6 การชุบผิว ชิ้นงานที่สะอาดจะถูกนำมาชุบผิวด้วยกรรมวิธี 2 ประการ ถ้าชิ้น
งานเล็ก ๆ จำนวนมากจะใช้วิธีชุบกั้ง ถ้าชิ้นงานขนาดใหญ่จะใช้วิธีชุบแขวน โดยการชุบจะนำ
ชิ้นงานที่สะอาดมาชุบลงในบ่ออ่างไขมัน จนชิ้นงานสะอาดจะชุบลงในบ่อทองแดงแดง ทองแดง
กรด นิเกิล และบ่อเงินหรือบ่อทองคำ เป็นลำดับขั้นสุดท้ายของสีผิวชิ้นงาน

1.7 การลงสีชิ้นงาน นำชิ้นงานที่ชุบได้คุณภาพตามต้องการมาลงสีเพื่อให้เกิดความ
ชัดเจนของลวดลายต่าง ๆ ชัดเจนสวยงามขึ้น โดยอาศัยสีพ่นแห้งเร็วผสมกับทินเนอร์ ใช้แปรง
สลึงสีฉืดยา ไม่ปลายแหลม แล้วแต่ความเหมาะสมกับการใช้งาน จะได้ชิ้นงานที่มีลวดลายสี
เด่นชัด จากนั้นก็นำมาลงสาร อีพ็อกซี่ (Epoxy) เป็นการเติมอีพ็อกซี่ลงบนชิ้นงานเพื่อให้
เป็นอณูฉนวน เช่น นิล จะใช้อีพ็อกซี่สีดำ หยอดลงบนตัวเรือนให้ชุ่มแห้งจะเกิดความสวยงาม
แล้วนำไปไว้ในบริเวณปราศจากฝุ่นละออง ทากผิวของอีพ็อกซี่เงา จะใช้เวลาประมาณ 1
ชั่วโมงถึงจะแห้งสนิท ถ้าชิ้นงานอีพ็อกซี่จะมีฟองอากาศใช้ความร้อนไล่ฟองอากาศ และถ้า

ต้องการแกะเอาฮีฟอกช้อออก ใช้ความร้อนอีก ฮีฟอกที่แข็งตัวแล้วเมื่อได้รับความร้อนจะอ่อนตัวลง

1.8 การประกอบและบรรจุ เนื่องจากเครื่องประดับมีอยู่หลายชนิดจึงต้องมีการประกอบที่แตกต่างกันออกไป และเครื่องประดับเทียมจะไม่แข็งแรง และถ้าเป็นงานที่ชุบผิวด้วยเงินแล้ว จะต้องป้องกันการสัมผัสอากาศขึ้น ควรเก็บไว้ในที่แห้ง

ในการทําวิจัยเรื่องการสร้างเครื่องผลิตตัวเรือนอัตโนมัติสำหรับเครื่องประดับเทียม ผู้วิจัยจะมีจุดมุ่งหมายเฉพาะอุปกรณ์ในการทำตัวเรือน เครื่องประดับเทียมเท่านั้น เพราะในขั้นตอนนี้มีผลต่อสุขภาพของผู้ปฏิบัติงานและสภาพแวดล้อม ผู้วิจัยจึงเห็นว่าเป็นสิ่งสำคัญ จึงเข้าศึกษาขั้นตอนต่าง ๆ เพื่อหาวิธีแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น

2. ความรู้เกี่ยวกับโลหะในการทำเครื่องประดับ

โลหะที่ใช้สำหรับหล่อทำเครื่องประดับ จะเป็นโลหะที่มีจุดหลอมละลายที่แตกต่างกัน มีคุณค่าและราคาที่แตกต่างกัน

2.1 โลหะที่มีคุณค่าและราคาสูง ได้แก่ ทองคำ ทองคำขาว เงิน และโลหะผสมจำพวกนาก เป็นต้น

2.1.1 ทองคำ เป็นโลหะที่มีคุณค่า มีความสำคัญด้านเศรษฐกิจและอุตสาหกรรม มีการนำทองคำมาใช้ตั้งแต่ประมาณ 3,400 ปีก่อนคริสตศักราช (กระทรวงอุตสาหกรรม. 2537 : 14) ทองคำที่พบในธรรมชาติ มีลักษณะเป็นเม็ดกลมแบนหรือกระจายเป็นเส้นสีเหลือง ทองคำมีสีเหลืองสุกใส ทนต่อการกัดกร่อนได้ดี มีความสามารถตีแผ่เป็นเส้นบาง ๆ ได้ มีค่าความถ่วงจำเพาะ 19.3 มีความแข็ง 2.5-3.0 โมสเสกัล ทองคำบริสุทธิ์จะมีค่า 24 กระรัต ทองคำสามารถละลายได้โดยกรดเกลือผสมกับกรดดินประสิว

ในประเทศไทยได้พบทองคำถึง 26 จังหวัด เช่น กบินทร์บุรี จังหวัดปราจีนบุรี ใต้ะโม่ะ จังหวัดนครราชสีมา ท่าตะเภา จังหวัดชลบุรี ห้วยหลวง จังหวัดเชียงราย บ้านคำด้วง จังหวัดอุดรธานี เป็นต้น ในต่างประเทศพบที่ทรานสวาล (Transvaal) แอฟริกาใต้ สหรัฐอเมริกา ออสเตรเลีย รัสเซีย คานาดา เป็นต้น มักใช้ทองคำทำเครื่องประดับ เหยียดยุชบาณณ์ และใช้ในวงการทันตแพทย์

2.1.2 ทองคำขาว (Platinum) เป็นโลหะที่มักเกิดเป็นเม็ดกลม เกล็ด ก้อนขรุขระ รูปผลึกเป็นรูปไอโซเมตริก สีเทาเงิน ผิวเป็นมันวาว ทบเป็นแผ่นบางได้ ความแข็ง 4.0-4.5 โมยส์เกล มีค่า ถ่วงจำเพาะ 15-19 ถ้าบริสุทธิ์จะสูงถึง 21 สีผงละเอียดเป็นสีขาว บนเทาแวววาว สัญลักษณ์ทางเคมีคือ Pt มักเกิดผสมกับเหล็ก ละลายในกรดกัดทอง เข้มข้นร้อน เมื่อยกด้วยมือจะรู้สึกหนักมาก สีขาวเป็นมันวาวกว่าเงิน มีคุณสมบัติทนกรดทนด่างเป็นพิเศษ บ่อยครั้งที่แร่ทองคำขาวมักติดแม่เหล็ก ทั้งนี้เพราะมีเหล็กเข้าไปเกิดรวมอยู่ด้วย เกิดการจัดกระจายอยู่ในหินอัคนี และอาจพบในแหล่งลานแร่อีกด้วย ในประเทศไทย พบตามลำห้วย ลำธาร บ้านคำด้วง จังหวัดอุดรธานี ในต่างประเทศ พบในอัฟริกาใต้ คองโก อูราล บอร์เนียว อลาสกา ออสเตรเลีย ทนต่อปฏิกิริยาเคมี ทนความร้อนได้สูงเพราะจุดหลอมสูงถึง 1,755 องศาเซลเซียส และมีความแข็งทนทาน ใช้ทำเครื่องมือในห้องปฏิบัติการเคมี เช่น เป้าหลอม ใช้ทำเครื่องมือ หรืออุปกรณ์ไฟฟ้า ทำเป็นเครื่องประดับ เครื่องมือผ่าตัดและทันตกรรม

2.1.3 เงิน (Silver) เป็นโลหะอีกชนิดที่มักเกิดเป็นเส้นหรือแผ่นบาง ๆ คล้ายกิ่งไม้ และเป็นก้อน มีสีขาวหรือสีเหลืองซีด สีผงละเอียดเป็นสีขาวเงิน มีค่าถ่วงจำเพาะ 10.5 ความแข็ง 2.5-3.0 โมยส์เกล สามารถทบเป็นแผ่นบาง ๆ ได้ ผิวเป็นมันวาว เงินมีสัญลักษณ์ทางเคมีคือ Ag มักเกิดอยู่ปนกับทองและทองแดง สามารถละลายได้ในกรดไนตริก ถ้านำไปละลายในกรดเกลือจะได้ตะกอนขาวของเงินคลอไรด์ ถ้าทิ้งไว้นาน ๆ จะเปลี่ยนเป็นสีม่วง สามารถทบตีแผ่ได้ ผิวสีเงิน ถ้าทิ้งไว้นาน ๆ จะเปลี่ยนเป็นสีดำ เงินมีน้ำหนักมากพอสมควร เมื่อเทียบกับขนาดที่หยิบขึ้นมาดู พบในสายแร่พวกซิลไฟด์ เช่น กาลีนา สฟาเลอไรต์ เป็นต้น ในประเทศไทยพบปนอยู่กับแร่ตะกั่ว ที่จังหวัดกาญจนบุรี และในแหล่งแร่ตะกั่วเกือบทุกแห่ง ในต่างประเทศพบในประเทศเยอรมนี เปรู เม็กซิโก สหรัฐอเมริกา ออสเตรเลีย เป็นต้น ใช้ทำภาชนะต่าง ๆ ทำโลหะผสม ทำเครื่องประดับ เป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดี เป็นต้น

2.2 โลหะที่ทรงคุณค่า ราคาต่ำ ได้แก่ ทองแดง สังกะสี ดีบุก ตะกั่ว พลวง และโลหะผสมจากพวก ทองเหลือง เป็นต้น

2.2.1 ทองแดง เป็นโลหะที่เป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดี ทนต่ออากาศขึ้น น้ำร้อน และกรดบางชนิดได้ เป็นโลหะที่อยู่ในกลุ่มโลหะที่ไม่น่าใช้เหล็ก ประเภทของโลหะหนัก จึงมีความสำคัญมากในงานด้านอุตสาหกรรมต่าง ๆ มักจะผสมทองแดงกับโลหะอื่น ๆ เพื่อเพิ่มคุณสมบัติบางประการเข้าไปในตัวเอง ส่วนแร่ทองแดงจะมีทองแดงอยู่ร้อยละ 4 หลังจากการคั่วแล้วจะทำ

ว้หินทองแดงมีปริมาณทองแดงร้อยละ 30 ถึง 60 เมื่อผ่านเตาถลุงด้วยก๊าซแบนนอน ที่เหลือส่วนใหญ่จะเป็นเหล็กและกัมมะถัน ทองแดงจะมีจุดหลอมเหลวที่ 1,083 องศาเซลเซียส ทองแดงสามารถรีดหรือดึงขึ้นรูปได้ดีมาก ทนต่อสารละลายที่เป็นกลาง และด่าง ความสามารถนำไฟฟ้าอย่างต่ำ 57 เมตรต่อตารางมิลลิเมตร (มานพ ตันตระกูลพิทย. 2537 : 199) ทองแดงกับการนำมาทำเครื่องประดับมักจะนำมาใช้ทดแทนโลหะ ทองคำ และเงิน แล้วนำไปสู่กระบวนการชุบผิวเพื่อที่จะมาเป็นเครื่องประดับตามที่ต้องการ

2.2.2 สังกะสี เป็นโลหะที่มีความแข็งและเหนียว หล่อหลอมง่าย สีขาวทนต่อการเกิดสนิม นิยมใช้ทำวัสดุตกแต่งต่าง ๆ มักใช้ในงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ มากมาย และยังนิยมใช้อาบนโลหะอื่น ๆ เช่น เหล็กแผ่น ลวดเหล็ก นอตเหล็ก เพื่อป้องกันการเกิดสนิม มีการหดตัวไม่เกินร้อยละ 7.28 อัตราการยืดตัวร้อยละ 1 อุณหภูมิหลอมเหลว 420 องศาเซลเซียส มีน้ำหนักอะตอม 65.37 ความสามารถในการนำไฟฟ้า 17 เมตรต่อตารางมิลลิเมตร เช่น โลหะที่มีสีขาว ฟ้าย่อน (สาราช ฐิติเกียรติพงศ์. 2537 : 215-217) เหมาะกับงานหล่อ ในการงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ และราคาถูก ในด้านการทำเครื่องประดับมักพบมากในการทำกระดุม หวี เข็มขัด ฯลฯ ซึ่งเป็นงานที่ไม่ต้องการรายละเอียดมากนัก และต้องการความแข็งแรงในตัวเรือนเอง แล้วนำมาชุบผิวเพื่อมาเป็นเครื่องประดับ

2.2.3 ทองเหลือง เป็นโลหะผสมของทองแดงและสังกะสี เป็นธาตุผสมหลัก และมักจะมีธาตุอื่นผสมอยู่อีกเพื่อช่วยปรับปรุงสมบัติทางกลให้ดีขึ้น สีของทองเหลืองขึ้นอยู่กับปริมาณส่วนผสมของสังกะสี และจะผสมสังกะสีไม่เกินร้อยละ 40 ของอัตราส่วนผสม (ทองเหลือง ในงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่นการทำเพื่องขึ้นส่วนนาฬิกา น็อตสกรู เป็นต้น) (สาราช ฐิติเกียรติพงศ์. 2537 : 199-200) ทองเหลืองที่ใช้งานมากจะมีสังกะสีอยู่ไม่เกินร้อยละ 15 มีสีส้มคล้ายทองคำ และดูสวยงามมีคุณค่า จึงนิยมและใช้ทำเครื่องประดับ

2.2.4 ตะกั่ว ตะกั่วจัดเป็นโลหะที่พบกระจายอยู่ทั่วไปในประเทศต่าง ๆ เรียกว่าเกือบทุกประเทศ ในโลกจะปรากฏพบแร่ตะกั่ว แต่ประมาณร้อยละ 70 ของแร่ตะกั่วที่ผลิตได้จะมาจากประเทศที่สำคัญ 5 ประเทศ เช่น อเมริกา ออสเตรเลีย เม็กซิโก แคนาดา และเยอรมันนีที่เหลือนอกจากนี้จะมาจากประเทศเบลเยียมและอินเดีย ความจริงในประเทศรัสเซียและจีนก็มีแหล่งแร่ตะกั่วขนาดใหญ่ แต่ปริมาณการผลิตแล้วยังไม่กว้างขวางดังเช่นประเทศอเมริกา ในอดีตสมัยโรมันเคยผลิตตะกั่วโดยนำแร่ตะกั่วมาจากแหล่งประเทศสเปน ซึ่งปัจจุบัน

ยังคงเป็นแหล่งแร่ที่สำคัญของยุโรป แนวโน้มในอนาคตการผลิตตะกั่วจะเพิ่มขึ้น ประเทศที่จะเป็นแหล่งผลิตที่สำคัญใหม่ ๆ จะได้แก่กลุ่มประเทศแอฟริกาเช่นประเทศโรดิเชีย แอฟริกาใต้ และมอริอ็อกโก ประเทศไทยมีโรงถลุงแร่ตะกั่วตั้งอยู่ที่จังหวัดกาญจนบุรี โดยนำแร่จากแหล่งที่พบบริเวณหนองไผ่จังหวัดกาญจนบุรีซึ่งมีปริมาณสำรองประมาณ 2.6 ล้านตันมาถลุง นอกจากนี้ยังมีแหล่งแร่ที่พบอีกหลายจังหวัดเช่น พัทลุง และสตูล เป็นต้น

แร่ตะกั่วที่สำคัญอันดับแรกได้แก่แร่ตะกั่วซัลไฟด์ เรียกกันว่า กาลีนา (Galena) หรือกาลีนท์ (Galenite) อันดับรองจากแร่ตะกั่วซัลไฟด์จะเป็นแร่ตะกั่วคาร์ไบเดนต เรียกว่า ซีรูสไซต์ (Cerussite) แร่ตะกั่วทั้งสองชนิดนี้บางครั้งจะเกิดอยู่ร่วมกัน กล่าวกันว่า แร่ตะกั่วคาร์ไบเดนต อาจเกิดมาจากการเปลี่ยนแปลงของแร่ตะกั่วซัลไฟด์ เหมือนตะกั่วบางแห่งพบซีรูสไซต์บริเวณผิวแต่ระดับลึกลงไปจะพบกาลีนา ในประเทศไทย แร่ตะกั่วที่พบบริเวณจังหวัดกาญจนบุรีที่นำมาถลุงจะเป็นแร่ซีรูสไซต์

ตะกั่วเป็นโลหะที่มีความหนาแน่นสูง มีน้ำหนักมากมีความอ่อนตัวสูง ความแข็งแรงอยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำ มีจุดหลอมเหลวต่ำ นอกจากนี้ตะกั่วยังมีคุณสมบัติหล่อลื่น สภาพเป็นตัวนำไฟฟ้าต่ำมีสัมประสิทธิ์การขยายตัวสูง แต่มีคุณสมบัติด้านการกัดกร่อนได้ดี โดยเฉพาะอย่างยิ่งทนต่อการกัดกร่อนของสารประกอบต่าง ๆ ของสารตะกั่ว เป็นพิษต่อร่างกายทั้งสิ้น หากสัมผัสหรือสูดไอตะกั่วเข้าไปในร่างกาย สารตะกั่วนั้นจะสะสมเป็นปริมาณมากขึ้นเรื่อย ๆ จนกระทั่งถึงจุด ๆ หนึ่งจะเป็นพิษและเป็นอันตรายถึงแก่ชีวิตทันที ปริมาณการใช้งานตะกั่วจะใช้น้อยอุตสาหกรรมทำแบตเตอรี่มาก ทำสารผสมในน้ำมันเบนซิน เพื่อป้องกันการแข็งตัวของเครื่องยนต์ นอกจากนี้ยังทำสารประกอบตะกั่วผสมทำสี ตัวโลหะตะกั่วเองมีที่ใช้น้อย เช่น ใช้ทำฉากกันรังสี x และ y อาศัยความอ่อนตัวสูง ทำประเก็นกันรั่วซึม ทำเป็นโลหะเคลือบเส้นลวดเพื่อนำไปดึงรีดโดยอาศัยคุณสมบัติหล่อลื่น นอกจากนี้ใช้เป็นธาตุผสมกับทองแดง และในเหล็กเล็กน้อยเพื่อให้เกิดคุณสมบัติด้านการกลึงหรือตัด

แร่ตะกั่วที่พบในประเทศไทย เป็นแร่ตะกั่วพวกกาลีนา ตัวสินแร่คือ ตะกั่วซัลไฟด์ พบในเขตจังหวัด ลำปาง กาญจนบุรี สุราษฎร์ธานี อุตรดิตถ์ ฯลฯ ก่อนการถลุงตะกั่วต้องเผาถั่วตะกั่วซัลไฟด์ ให้เป็นตะกั่วออกไซด์เสียก่อน และลดออกซิเจนด้วยถ่านโค้ก เช่นเดียวกับการถลุงสังกะสีและเหล็ก โลหะตะกั่วมีการนำมาใช้มากเป็นอันดับที่ 5 ของโลหะทั้งหมด รองจากเหล็ก อลูมิเนียม ทองแดง และสังกะสีจะมีหลายคุณภาพแล้วแต่ความบริสุทธิ์

ทำให้เลือกใช้เหมาะสมกับงานตั้งแต่ราคา 17 ถึง 25 บาท ในชีวิตประจำวัน ได้มีการนำตะกั่วมาใช้ในหลาย ๆ ด้าน เช่น ในรถยนต์ต้องมีแบตเตอรี่ ซึ่งมีแผ่นธาตุทำด้วยตะกั่ว หุ้มสายเคเบิลโทรศัพท์ผสมในน้ำมันที่ใช้กับเครื่องยนต์กำลังสูง เช่น เครื่องบิน รถยนต์ ทำโลหะผสม เช่น ตะกั่วบัดกรี ตัวพิมพ์ ทำกระดาษตะกั่ว (Foil) สำหรับห่อบุหรีและหลอดยาสีฟัน (ปัจจุบันได้มีการใช้อลูมิเนียมด้วย) ทำลูกปืนและหัวสว่าไฟฟ้า ทำผนังกันรังสีในเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณู (ดอกธูป พุทธมณฑล. 2534 : 150-152) น้ำหนักหนกอะตอม 207.22 ความหนาแน่น 11.34 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร อุณหภูมิหลอมเหลว 327.35 องศาเซลเซียส

โลหะผสมตะกั่ว (Lead Alloys) มีโลหะผสมตะกั่วหลายประเภทที่ใช้งานวิศวกรรม โลหะที่ผสมกับตะกั่ว ได้แก่ พลวง และดีบุก บทบาทของพลวงที่มีต่อโลหะผสมตะกั่ว พลวงเมื่อผสมในตะกั่วทำให้โลหะผสมมีความแข็งแรง และความแข็งเพิ่มขึ้น ดังปรากฏในตารางที่แสดงโลหะผสมตะกั่ว-พลวงที่ผสมพลวง 1-12% จะใช้สำหรับงานหล่อแผ่นธาตุที่ใช้ในแบตเตอรี่ และเคลือบสายเคเบิล

ตาราง 1 แสดงคุณสมบัติของโลหะผสมตะกั่วกับพลวง

ส่วนผสมของพลวง,%	แรงดึง (PSI)	ความแข็ง (BHN)
0	2,500	4.0
1	3,400	7.0
2	4,200	8.0
3	4,700	9.1
4	5,660	10.0
5	6,360	11.0
6	6,840	11.8
7	7,180	12.5
8	7,420	13.3
9	7,580	14.0
10	7,670	14.6
11	7,620	14.8
12	7,480	15.0
13	7,380	15.2
14	7,000	15.3

ที่มา : มนัส สติรจินดา. 2536 : 158

ในอุตสาหกรรมทำเครื่องประดับ เทียมจะนำตะกั่วมาผสมเพื่อให้ได้ปริมาณของชิ้นงานในต้นทุนการผลิตที่ต่ำ แล้วนำมาผ่านกระบวนการชุบเคลือบผิวอีกชั้นตามต้องการ

2.2.5 ดีบุก เป็นโลหะสีขาว และเป็นโลหะอ่อนมีความต้านทานต่อการกัดกร่อนสูง และมีคุณสมบัติด้านหล่อลื่น

แร่ดีบุกที่สำคัญได้แก่ ดีบุกออกไซด์ (SnO_2) เรียกว่า ทินสโตน (Tin Stone) นอกจากแร่ออกไซด์แล้วไม่พบแหล่งแร่ดีบุกประเภทอื่น แร่ดีบุกที่พบจะมีสองลักษณะ คือ เกิดเป็นสายแร่กับประเภทที่ถูกน้ำพัดพามารวมกัน แหล่งแร่ดีบุกที่สำคัญ ได้แก่ ประเทศ มาเลเซีย อินโดนีเซีย ไทย พม่า และประเทศบราซิลในทวีปอเมริกาใต้ นอกจากนี้ยังพบ ปริมาณเล็กน้อยในประเทศจีน ในจีเรีย และออสเตรเลีย ในกลุ่มประเทศอุตสาหกรรมที่พัฒนา แล้วอย่างเช่น ญี่ปุ่น สหรัฐอเมริกา และในกลุ่มประเทศยุโรปไม่ปรากฏแหล่งแร่ดีบุกที่สำคัญ จะ พบอยู่บ้างทางตอนใต้ของประเทศอังกฤษ แต่ปัจจุบันแหล่งแร่นี้ได้ถูกขุดขึ้นมาจนหมดแล้ว ด้วยเหตุที่ว่าประเทศอุตสาหกรรมไม่มีแหล่งแร่ดีบุกขนาดใหญ่จึงทำให้ดีบุกจัดเป็นยุทธปัจจัยอัน สำคัญในขณะเกิดสงครามโลก นอกจากนี้แร่ดีบุกยังมีโลหะที่สำคัญปะปนอยู่อีก เช่น แทนทาลัม และในโรเบียม ทำให้แร่ดีบุกมีความสำคัญมิใช่แต่จะถลุงเอาโลหะดีบุกเท่านั้น ทางแร่ดีบุกและ ตะกรันที่เหลือจากการถลุงยังจัดว่ามีความสำคัญมากต่อเศรษฐกิจอุตสาหกรรมแร่ ดีบุกเป็นโลหะ ที่มีสีขาวคล้ายเงิน อ่อนและรีดเป็นแผ่นได้ง่าย ทนต่อการกัดกร่อน โลหะที่ผสมดีบุก ถ้านำมาตัด แรงงอากส์ ๆ หูจะได้ยินเสียงจากภายในเนื้อดีบุก

ดีบุกมีไม่ก็แห่งบนพื้นผิวโลก ดีบุกมีในประเทศไทย และคาบสมุทรอินโดจีนเป็น จำนวนมาก นอกจากนี้ยังมีมากที่ประเทศบราซิล ในทวีปอเมริกาใต้ สำหรับประเทศไทยมีดีบุก มากเป็นที่ 3 ของโลก รองจากประเทศบราซิล และมาเลเซีย ดีบุกเป็นโลหะที่ใช้กันมาแต่ โบราณ โดยการผสมกับทองแดงให้เป็นบรอนซ์ เช่นพบเป็นวัตถุโบราณที่บ้านเชียง จ.อุดรธานี ในชีวิตประจำวัน ดีบุกได้เข้ามามีบทบาทเกี่ยวข้องกับเครื่องใช้หลายอย่างที่ใช้มาแต่ได้แก่ แผ่นเหล็กอาบดีบุก หรือแผ่นเหล็กทาส ซึ่งนำมาทำกระป๋องบรรจุอาหาร เม ผักและผลไม้ นอกจากนี้ยังใช้ทำโลหะบัดกรี (ตะกั่วบัดกรี) เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมและกิจการต่าง ๆ เช่น เป็นโลหะบัดกรีสำหรับการบรรจุอาหารกระป๋อง ใช้ในอุตสาหกรรมไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ หลอดไฟฟ้า การประกอบวิทยุ โทรทัศน์ เรดาร์ เครื่องคำนวณ อุตสาหกรรมรถยนต์ หม้อน้ำ รถยนต์ เครื่องประดับ ฯลฯ การใช้ดีบุกในงานต่าง ๆ ดังกล่าวข้างต้น คิดเป็นปริมาณน้อยมาก เมื่อเทียบกับผลผลิตดีบุกทั้งประเทศ แร่ที่ผลิตได้ทั่วประเทศมีมูลค่านับหมื่นล้านบาทในแต่ละปี แหล่งแร่ดีบุกที่สำคัญอยู่ทางภาคใต้ของประเทศไทย ทั้งบนบกและในทะเล แร่ดีบุกทั้งหมด จะต้องส่งไปถลุงที่โรงงานถลุง ซึ่งมีอยู่ที่กรุงเทพฯ ปทุมธานี และภูเก็ต ดำเนินการถลุงแร่ ด้วยกรรมวิธีที่ทันสมัยได้โลหะดีบุกในระดับมาตรฐานตลาดโลก ส่งออกไปจำหน่ายยังต่างประเทศ

ทำรายได้ให้แก่ประเทศปีละหลายพันล้านบาท การทำเหมืองดีบุก ใช้วิธีเหมืองสูบเป็นส่วนใหญ่ รองลงไปเป็นวิธีเหมืองแร่เนื้อเรือชุดเรือสูบ และอื่น ๆ รวมไปถึงเหมืองดีบุกที่มีแร่พลวงปนอยู่ด้วย เหมืองแร่เหล่านี้ช่วยให้ประชาชนหลายหมื่นคนได้มีอาชีพ โดยยังมิได้รวมถึงประชาชนที่ทำงานในโรงงานหรืออุตสาหกรรมอื่น ๆ อีกมากมายที่ใช้วัตถุดิบในงานนั้น ๆ ดีบุกในท้องตลาดมีหลายชั้นคุณภาพแล้วแต่ความบริสุทธิ์ ตั้งแต่ราคา 170 ถึง 220 บาท มีน้ำหนักอะตอม 118.7 ความหนาแน่น 7.298 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร อุณหภูมิหลอมเหลว 231.9 องศาเซลเซียส โลหะผสมดีบุกมีหลายชนิดโดยเฉพาะที่ใช้ทำโลหะบัดกรี เช่น โลหะบัดกรีชนิดอ่อน จะเป็นโลหะผสมระหว่างดีบุกกับตะกั่ว (ร้อยละ 30-50) โลหะบัดกรีที่ผสมพลวง (ร้อยละ 5) และโลหะบัดกรีผสมเงิน (ร้อยละ 5) โลหะผสมดีบุกที่เรียกว่าพิวเตอร์ (pewter) ซึ่งเป็นโลหะผสมดีบุกกับพลวง (ร้อยละ 7) และทองแดง (ร้อยละ 2) ซึ่งเป็นโลหะสีขาวคล้ายเงินมีอัตรายืดตัวสูง (ร้อยละ 40) และความแข็ง 9.5 BHN ใช้ทำพวกแจกัน ที่ตั้งเทียน เครื่องประดับของที่ระลึก และอื่น ๆ

2.2.6 พลวงเป็นโลหะสีเงินขาวมีความแข็งอยู่ในเกณฑ์สูง มีคุณสมบัติเปราะ ไม่สามารถแปรรูปได้ที่อุณหภูมิปกติ แต่มีคุณสมบัติด้านการกัดกร่อนของกรดเจือจางได้ดี อุณหภูมิสูงจะรวมตัวกับออกซิเจนได้ดีทำให้เปลวไฟสีน้ำเงิน เมื่อกลายเป็นออกไซด์ จะเป็นผงสีขาว โลหะพลวงไม่สามารถนำมาใช้งานได้ในสภาพบริสุทธิ์ ส่วนใหญ่จะถูกใช้ตามลักษณะของโลหะผสม โดยพลวงจะช่วยให้โลหะผสมโดยเฉพาะกับดีบุกและตะกั่วมีคุณสมบัติทางการไหลได้ดี และเพิ่มความแข็งแรง จึงใช้โลหะผสมพลวงในงานหล่อเป็นส่วนใหญ่เช่น ทำโลหะแบร็ริง ทำโครงแผ่นธาตุแบตเตอรี่ ทำโลหะบัดกรี ตัวพิมพ์ และทำโลหะผสมที่ใช้ทำหัวกระสุนปืน

แร่พลวงที่สำคัญได้แก่ พลวงซิลิไฟต์ หรือที่เรียกว่า สทริปันท์ มีพลวงร้อยละ 70 ซึ่งพบมากในประเทศจีน รองลงมาได้แก่ โบลิเวีย เม็กซิโก อัลจีเรีย และเซเชล สโลวาเกีย ปรากฏว่าจีนผลิตแร่พลวงได้ร้อยละ 90 ของปริมาณที่ผลิตในโลก นอกจากนี้พลวงยังปะปนอยู่กับแร่อื่น ๆ อีกหลายชนิด เช่น ปะปนอยู่กับแร่ทองแดง ตะกั่ว และแอสบีส ทำให้โลหะพลวงเป็นผลพลอยได้ ส่วนหนึ่งจากการถลุงทองแดง และตะกั่ว ในประเทศไทยพบแร่พลวงในหลายจังหวัดที่มีปริมาณมาก ได้แก่ จังหวัดแพร่ ลำปาง กาญจนบุรี และสุราษฎร์ธานี พลวงมีน้ำหนักอะตอม 121.76 ความหนาแน่น 6.62 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร อุณหภูมิหลอมเหลว 630 องศาเซลเซียส โลหะแต่ละชนิดจะมีคุณสมบัติพิเศษเฉพาะตัว ดังนั้น

งานแต่ละงานก็ต้องการคุณสมบัติที่แตกต่างกันไปตามการใช้งาน เราจึงต้องนำโลหะมาผสมกัน เพื่อเพิ่มคุณสมบัติของโลหะผสมนั้นให้เหมาะสมกับการนำโลหะไปใช้งาน

ดีบุกเมื่อผสมกับตะกั่วจะมีบทบาทเพิ่มทั้งความแข็งแรงและความแข็งให้กับโลหะผสม เช่นเดียวกับพลวง นอกจากนี้ยังทำให้โลหะผสมมีจุดหลอมเหลวต่ำลง เหมาะสำหรับการนำไปใช้เป็นโลหะบัดกรี ซึ่งจะต้องมีคุณสมบัติไหลง่ายและซึมลงไปตามช่องว่างได้ดีซึ่งเรียกคุณสมบัตินี้ว่า เวทติ้ง (Wetting) นอกจากนี้ยังจะต้องมีจุดหลอมเหลวต่ำ ซึ่งโลหะผสมตะกั่วดีบุกมีคุณสมบัติในด้านนี้ โลหะบัดกรีชนิดหนึ่งที่เรียกว่า ทินแมนซอลเดอร์ (Tinman's Solder) ซึ่งเป็นโลหะผสมตะกั่ว ตรงส่วนผสมยูเทคติกจะมีความเหมาะสมที่จะเป็นโลหะบัดกรีที่ดี เพราะมีอุณหภูมิหลอมเหลวต่ำและมีช่วงการแข็งตัวที่แคบมาก คือจะแข็งตัวได้ทันทีโดยไม่ผ่านช่วงการแข็งตัวที่เหนียวขึ้น โลหะบัดกรีบางชนิดอาจจะผสมพลวงเล็กน้อย แต่ให้พลวงอยู่ในสภาพเป็นสารละลายของแข็งจะช่วยเพิ่มความแข็งแรงให้กับโลหะ

โลหะผสมตะกั่ว-ดีบุก-พลวง เป็นโลหะผสมตะกั่วอีกประเภทหนึ่งที่ใช้สำหรับงานหล่อ ตัวพิมพ์ ตะกั่วเป็นโลหะที่มีราคาถูก มีจุดหลอมเหลวต่ำและสะดวกในการหล่อหลอมแต่มีความแข็งน้อย ดังนั้นจึงเอาพลวงผสมเพื่อให้มีความแข็งเพิ่มขึ้น เพื่อให้มีความต้านทานการสึกหรอดีขึ้นและยังมีส่วนทำให้โลหะผสมมีอุณหภูมิหลอมเหลวลดลง ผสมดีบุกเพื่อเพิ่มคุณสมบัติด้านหล่อหลอม ทำให้โลหะผสมมีอุณหภูมิหลอมเหลวลดลง โลหะมีเกรนละเอียดไม่แตกหักง่าย

โลหะที่ใช้ทำเครื่องประดับเทียม ถ้ากล่าวถึงรูปแบบของชิ้นงานและค่าใช้จ่ายต่ำแล้ว ตัวเรือนเครื่องประดับจะต้องผลิตจากโลหะที่มีราคาถูก ได้แก่ ตะกั่ว แต่คุณสมบัติของตะกั่วก็ไม่เพียงพอความต้องการของผลิตภัณฑ์ จึงต้องผสมดีบุกและพลวงเข้าด้วย ถ้าโลหะได้รับการผสมโลหะทั้งสามเข้าด้วยกันแล้ว จะมีคุณสมบัติดังนี้

1. จุดหลอมตัวต่ำ
2. คุณสมบัติการไหลของโลหะขณะหลอมเหลวดี
3. การหดตัวน้อยหล่อแบบได้คมชัด
4. มีความแข็งแรงใช้งานได้ ทนต่อการกัดกร่อนได้ดี
5. ทนต่อการกัดกร่อนเกี่ยวกับสารเคมีทางการพิมพ์ได้ดี
6. ราคาไม่แพง

โลหะทั้งสามเมื่อผสมกันตามอัตราส่วนแล้วจะมีค่าความแข็งเปลี่ยนแปลงกันไปและเรียกชื่อแตกต่างกันด้วยดังตารางข้างล่าง

ตาราง 2 แสดงผลของโลหะผสมในอัตราส่วนต่าง ๆ

ชื่อเรียก	ส่วนผสมแล้ว	ความแข็ง (BHN)
อีเล็กโทรไทป์	25Pb - 2.5Sn - 2.5Sb	12
โรโนไทป์	68Pb - 3Sn - 11Sb	19
สเตอริโอไทป์	80Pb - 6Sn - 14Sb	23
โรโนไทป์	78Pb - 7Sn - 15Sb	24

ที่มา : สารานุกรม ฐิติเกียรติพงศ์. 2537 : 225

ในบางครั้งการทำเครื่องประดับเทียมอาจไม่ใช้โลหะทั้งสามผสมพร้อมกัน อาจใช้โลหะเพียง 2 ชนิด ได้แก่ ดีบุกและพลวง หรือตะกั่วและพลวง และในงานวิจัยครั้งนี้ก็ได้ทำการหลอมโลหะทั้งลักษณะบริสุทธิ์และโลหะผสม เพื่อดูว่าสามารถหลอมและหล่อโลหะออกมาเป็นชิ้นงานได้ตามสมรรถนะ

3. การผลิตตัวเรือนเครื่องประดับ

การผลิตเครื่องประดับในวิธีนี้แบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ

1. โดยวิธีใช้แม่แบบเป็นยาง หล่อหลอมโลหะที่มีอุณหภูมิหลอมเหลวต่ำ เช่น ตะกั่ว ดีบุก พลวง สังกะสี เป็นต้น เหมาะสำหรับหล่อเครื่องประดับเทียม
2. โดยวิธีใช้แม่แบบเป็นปูนหล่อทนไฟ ปูนหล่อทนไฟที่ใช้คือปูน Investment ใช้หล่อโลหะที่มีค่าและมีจุดหลอมเหลวสูง เช่น เงิน ทอง ทองแดง ทองเค เป็นต้น

การผลิตโรคยาใช้วิธีใช้แม่แบบเป็นยาง มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. การเตรียมงานตัวอย่าง

นักออกแบบจะเป็นผู้ออกแบบเครื่องประดับ โรคยาทำให้เห็นรูปร่างและลวดลายตลอดจนขนาดลงบนแผ่นกระดาษ เพื่อให้ช่างฝีมือได้สร้างเครื่องประดับตามแบบอย่างที่ยกแบบได้ลอกไว้ เครื่องประดับชิ้นนี้ถือเป็นชิ้นงานตัวอย่าง นอกจากนี้ชิ้นงานตัวอย่างอาจจะนำเอาชิ้นงานสำเร็จรูปอื่น ๆ มาเลียนแบบก็ได้ ชิ้นงานตัวอย่างจะต้องทำด้วยโลหะที่แข็งแรงพอสมควร ต้องทนอุณหภูมิที่ใช้อบได้คือ 177 องศาเซลเซียส ในระยะเวลาชั่วคราวพิเศษ ชิ้นงานตัวอย่างนี้ต้องมีขนาดใหญ่กว่าขนาดผลงานประมาณร้อยละ 1-3 เนื่องจากการหดตัวของโลหะ ทำให้ผลงานที่ได้ออกมามีขนาดเล็กกว่าชิ้นงานตัวอย่างร้อยละ 1-3

2. การทำแม่แบบยางในการหล่อ

ในการทำแม่แบบจะใช้ยางดิบสีดำหรือยางซิลิโคน ลักษณะกลมแบน 2 แผ่น ประกบกันเป็นแผ่นบนและแผ่นล่าง ในขั้นแรกแกะยางทั้ง 2 แผ่นให้มีลักษณะใกล้เคียงกับชิ้นงานตัวอย่างแต่ละด้าน แล้วนำชิ้นงานตัวอย่างวางลงในช่องและระหว่างยางที่ประกบกันนำเข้าเครื่องอบยางโรคยาใช้ความร้อนประมาณ 154 องศาเซลเซียส ใช้เวลา 15 นาทีต่อความหนา 1/4 นิ้ว สำหรับยางดิบสีดำ และความร้อน 177 องศาเซลเซียส เวลา 22 นาทีต่อความหนา 1/4 นิ้ว สำหรับยางซิลิโคน ใช้แรงอัดประมาณ 6,800-9,000 กิโลกรัม หลังจากนำชิ้นตัวอย่างออกจากยางแล้วก็จะได้แบบยางซึ่งเป็นร่องมีลักษณะลวดลายต่าง ๆ เหมือนชิ้นตัวอย่างทุกประการ จากนั้นก็ทำร่องทางเดินน้ำโลหะและร่องระบายอากาศก็จะได้แม่แบบยางที่สมบูรณ์

3. การเทน้ำโลหะเข้าไปในแม่แบบยาง

นำแม่แบบยางที่สมบูรณ์เข้าเครื่องหล่อเหวี่ยง ซึ่งจะหมุนประมาณ 450-500 รอบต่อนาที เทน้ำโลหะลงไปในแม่แบบยางใช้เวลาประมาณ 10-20 วินาที แล้วทิ้งไว้ประมาณ 1-2 นาที โลหะก็จะแข็งตัวพร้อมที่จะแกะออกจากแม่แบบยางได้

4. ทำความสะอาดและตกแต่ง

หลังจากแกะโลหะออกจากแม่แบบยางแล้วก็จะได้โลหะในรูปเครื่องประดับคล้ายตัวอย่าง แล้วนำมาทำความสะอาดพร้อมทั้งตกแต่งบางส่วนให้อยู่ในสภาพที่พร้อมที่จะนำไปชุบต่อไป

5. การชุบและตกแต่ง

นำโลหะที่ทำความสะอาดแล้วและอยู่ในรูปเครื่องประดับไปชุบ ทอง หรือเงิน ตาม

ต้องการ และตกแต่งให้อยู่ในลักษณะสีสรรที่ต้องการก็จะได้เครื่องประดับเทียมสำเร็จรูป พร้อมที่จะบรรจุเพื่อจำหน่าย

การหล่อเหรียญโดยใช้แม่แบบเป็นปูนหล่อทนไฟ กรรมวิธีนี้จะใช้กับเครื่องประดับที่มีค่าเป็นส่วนมาก เนื่องจากเครื่องประดับที่มีค่าเช่น เงิน ทอง แพลตินัม มีจุดหลอมเหลวสูงกว่าพวกตะกั่ว ดีบุก พลวง ทำให้ใช้บล็อกอย่างไม่ได้ เพราะว่าต้องใช้ความร้อนสูงในการหลอมเหลวโลหะ ทำให้บล็อกอย่างหลอมตัวไปด้วย จึงจำเป็นต้องใช้ปูนทนไฟทำบล็อกแทน ทำให้มีขั้นตอนเพิ่มขึ้นมากกว่าวิธีหล่อใช้แม่แบบเป็นยาง

1. การเตรียมชิ้นงานตัวอย่าง มีกรรมวิธีการสร้างงานตัวอย่างเช่นเดียวกับการทำงานตัวอย่างของการหล่อโดยใช้แม่แบบเป็นยาง

2. การทำแม่แบบยาง ใช้ยางดิบมีลักษณะเป็นแผ่นบาง ๆ ตัดใส่ในกรอบหุ้ม ชิ้นงานตัวอย่างแล้วนำเข้าเครื่องอบและอัดแบบยาง อบจนยางหลอมตัวเกาะกันเป็นเนื้อเดียวกัน จึงนำมาตัดแบ่งครึ่งเอาชิ้นงานออก ภายในแบบยางก็จะเป็นรูปลักษณะของชิ้นงานตัวอย่าง หลังจากนั้นก็ทำร่องทางเดินน้ำโลหะและร่องอากาศ ก็จะได้แม่แบบยางที่สมบูรณ์

3. การทำแบบขี้ผึ้ง น้ำขี้ผึ้ง (Wax) ชนิดพิเศษมาหลอมแล้วฉีดอัดเข้าไปในแม่แบบยาง หลังจากขี้ผึ้งแข็งแล้วแกะออกจากแม่แบบยางก็ได้ขี้ผึ้งในรูปของตัวอย่าง แล้วนำแบบขี้ผึ้งมาติดเข้ากับก้านหลาย ๆ ชิ้น วิธีนี้เรียกว่าทรี เมทโอด (Tree Method) เพราะเมื่อติดขี้ผึ้งแล้วมีลักษณะคล้ายต้นไม้

4. การทำแบบปูนทนไฟ นำตัวแบบขี้ผึ้งที่อยู่ในรูปต้นไม้วางลงในกระบอกลีกล แล้วจึงเทปูนทนไฟผสมน้ำลงในกระบอกลีให้ท่วมแบบขี้ผึ้ง นำไปเข้าเครื่องสุญญากาศจนจะแข็งตัวภายในเวลา 11 นาที ที่อุณหภูมิประมาณ 1-2 ชั่วโมง เพื่อทำให้แข็งแต่ปูนบางชนิดอาจใช้เวลาตลอดวันก็ได้ หลังจากปูนแห้งแล้วก็นำกระบอกลีไปเผาโดยควบคุมอุณหภูมิ ขี้ผึ้งภายในปูนก็จะละลายออกก็จะทำให้เกิดช่องว่างภายในปูน ทำให้ได้แม่แบบปูนทนไฟที่สมบูรณ์

5. การเทน้ำโลหะลงในแม่แบบปูนทนไฟ นำแม่แบบปูนทนไฟใส่ในเครื่องเหวี่ยง แล้วเทโลหะที่หลอมเหลวในรูปของน้ำโลหะลงไปสอยให้เครื่องเหวี่ยงทำงาน แรงหนีศูนย์กลางจะทำให้ น้ำโลหะไหลเข้าไปภายในแม่แบบปูน ที่ทำไว้ให้โลหะเย็นตัวลงเล็กน้อย นำแม่แบบปูนไปละลายน้ำก็จะได้โลหะเป็นรูปเหมือนแบบขี้ผึ้งซึ่งมีลักษณะคล้ายต้นไม้

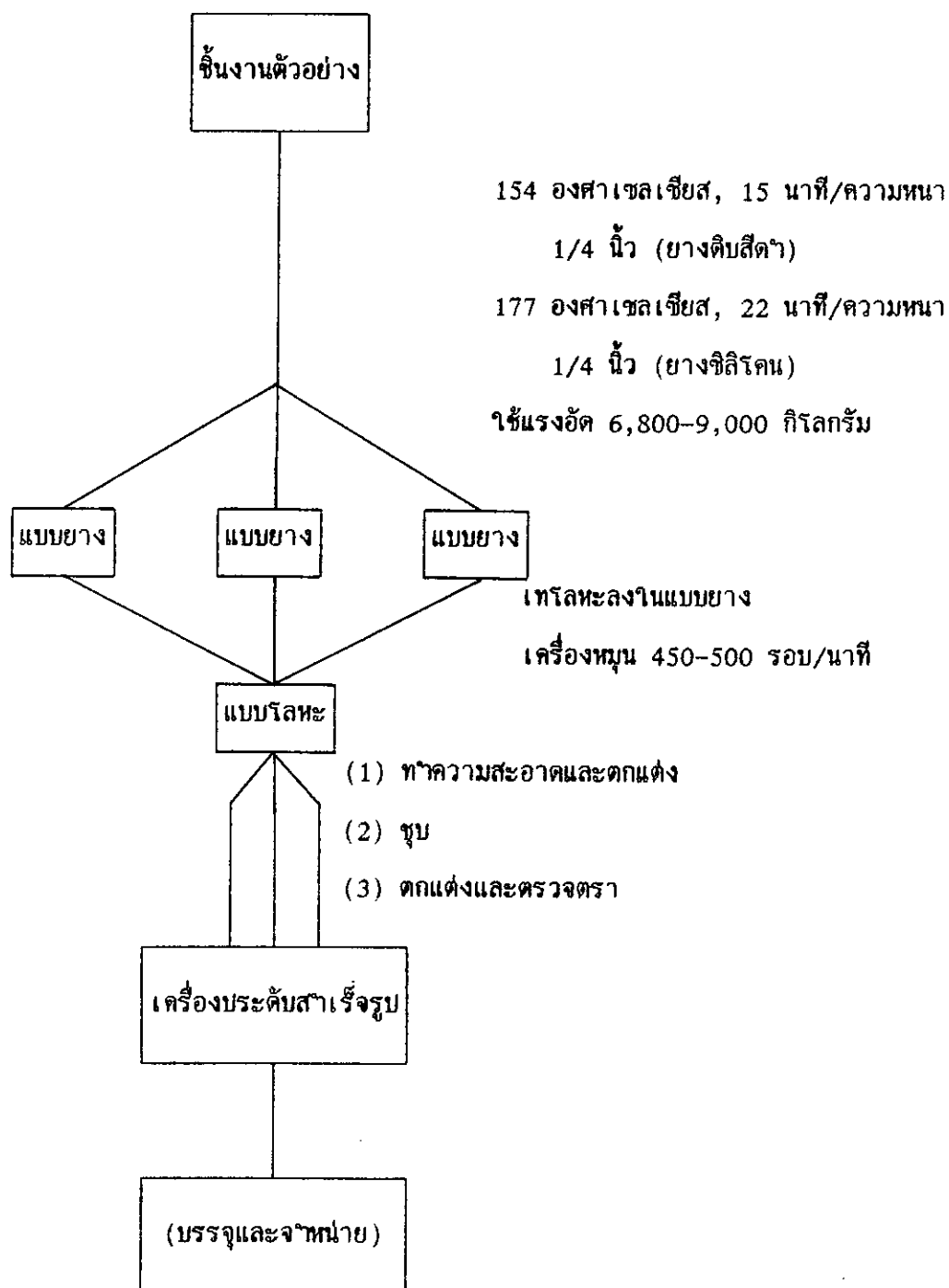
6. ทำความสะอาดและตกแต่ง น้ำโลหะที่กลั่นแล้วซึ่งอยู่ในรูปต้นไม้ไปตัดก้านออก

แล้วนำไปทำความสะอาด ตกแต่ง ก็จะได้เครื่องประดับที่สวยงาม ในการตกแต่งเครื่องประดับนั้นอาจต้องใช้ไขวามคมหรือถ้าเป็นเครื่องประดับอื่นเช่นเรือนเพชร ก็อาจนำไปฝังพลอยหรือเพชรได้ตามต้องการ

เพื่อควบคุมให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีมาตรฐาน จำเป็นที่จะต้องมีการควบคุมแต่ละขั้นตอนของกรรมวิธีการผลิต โดยเฉพาะส่วนปรุงแต่งของวัตถุดิบ จะต้องควบคุมให้ได้ความบริสุทธิ์ตามมาตรฐานโดยเฉพาะสินค้าเงินที่ส่งไปจำหน่ายต่างประเทศ กองควบคุมมาตรฐานสินค้าของไทยและของประเทศซึ่งซื้อสินค้าจากไทยกำหนดว่าเนื้อเงินจะต้องมีความบริสุทธิ์ถึง 92.5 % ผู้ผลิตต้องรักษามาตรฐานอย่างเคร่งครัด เพื่อสร้างความเชื่อถือและไว้วางใจในสินค้าเครื่องประดับที่ผลิตจากประเทศไทย ผู้ผลิตแต่ละคนจึงต้องควบคุมการผลิต (Quality Control) เพื่อให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้อยู่ในขั้นมาตรฐาน

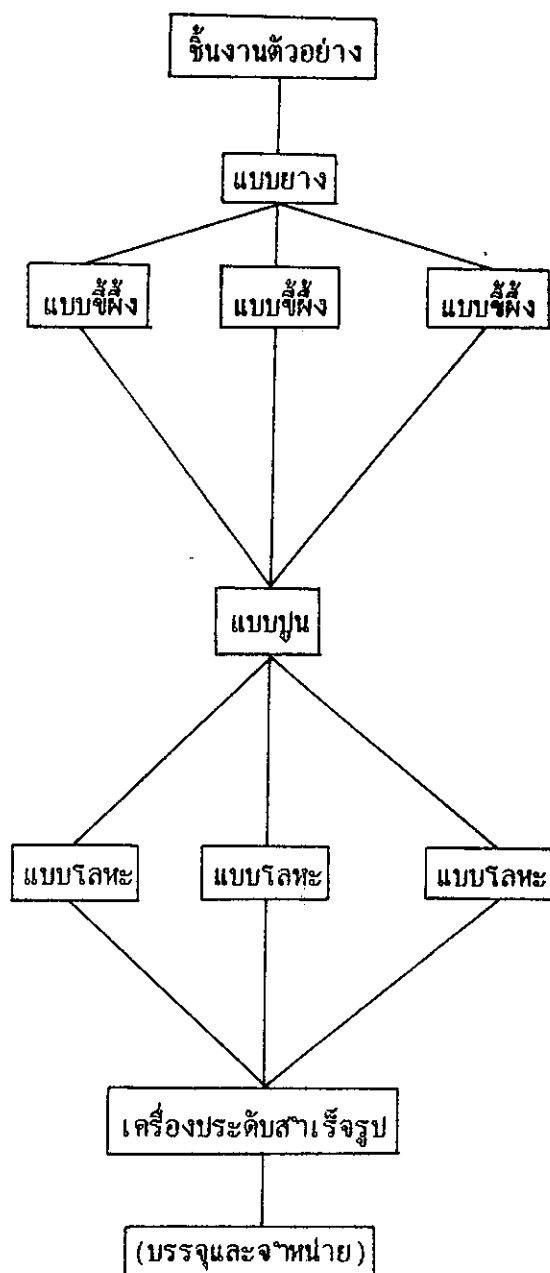
แผนภูมิแสดงกรรมวิธีการผลิตเครื่องประดับ

ใช้แม่แบบเป็นยาง



แผนภูมิแสดงกรรมวิธีการผลิตเครื่องประดับ

ใช้แม่แบบเป็นปูนหล่อท่อนไฟ



ฉีดอัดขี้ผึ้งเหลวเข้าไปในแบบยาง

ประกอบแบบขี้ผึ้งด้วยวิธี Tree Method
แล้วใส่ในกระบอกลูกเหล็ก เทปูนทนไฟลงใน
กระบอกลูกเหล็ก นำเข้าเตาอบ ขี้ผึ้งก็จะละลาย
ออกมา ปูนทนไฟก็จะแข็งตัว

เทโลหะที่ต้องการลงไป ทิ้งให้เป็น
แล้วละลายปูนทนไฟออกด้วยน้ำ

ทำความสะอาดและตกแต่ง

4. เครื่องหล่อเหวี่ยง

เป็นเครื่องที่ใช้ในการหล่อโลหะด้วยวิธีพิเศษ จะได้ชิ้นงานที่มีคุณภาพสูงออกมา ซึ่งการหล่อแบบธรรมดา (Gravity Cast) ไม่สามารถทำได้ มักจะต้องอาศัยเทคโนโลยีในระดับที่สูงขึ้นในการหล่อชิ้นงาน จึงต้องอาศัยวิธีการใช้เครื่องหล่อเหวี่ยงมาประกอบการหล่อ และจะต้องมีแบบหล่อพิเศษตามเครื่องหล่อ (เทพพนารินทร์ ประพันธ์พัฒน์. 2526 : 79)

เครื่องหล่อเหวี่ยง หมายถึง เครื่องที่ใช้แบบหล่อบรรจุภายในเครื่องแล้วมีการหมุนของแบบหล่อ เพื่ออาศัยแรงหนีศูนย์กลางมาเอาโลหะที่หลอม เข้าสู่แบบหล่อ มักใช้กับการหล่อที่ต้องการความหนาแน่น ความเที่ยงตรง และรูปแบบที่ซับซ้อน เช่น การหล่อท่อ แหวนลูกสูบ เครื่องประดับสตรี เป็นต้น (หริส สุตะบุตร. 2538 : 222)

เครื่องหล่อเหวี่ยงที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นโดยจะทำให้ใช้พื้นที่ขนาดเล็กเส้นผ่าศูนย์กลาง 9" เนื่องจากว่า เหมาะสมในงานทำเครื่องประดับเทียม เครื่องหล่อได้พัฒนาผาปิดเครื่องหล่อเหวี่ยงให้ผู้ควบคุมเครื่องไม่เกิดความเมื่อยล้าในการที่จะต้องออกแรงยกผาขึ้นลง ปรับปรุงเป็นเลื่อนไปมาและต่อระบบควบคุมให้สัมพันธ์กับเตาหลอมกับชุดควบคุมการไหลของน้ำโลหะ

5. วัสดุทนความร้อน

วัสดุทนความร้อนเป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถทนความร้อนตั้งแต่ 1,500 องศาเซลเซียส ขึ้นไป จะต้องมีความสมบัติดังต่อไปนี้

1. สามารถทนความร้อนตั้งแต่ 1,500 องศาเซลเซียส ขึ้นไป (Cone 26 - Cone 42)
2. สามารถทนต่อการกัดและต่างได้
3. ไม่มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างขณะทำการเผา
4. มีสมบัติของการหดตัวและขยายตัวน้อยขณะทำการเผา
5. มีความแข็งแรงพอกับงานที่ใช้

การแบ่งประเภทของวัสดุทนความร้อนนิยมแบ่งออกได้ 2 ประเภทด้วยกัน คือ

1. แบ่งตามคุณสมบัติทางเคมี

2. แบ่งตามอุณหภูมิที่สามารถทนความร้อนได้

1. การแบ่งวัสดุทนไฟตามคุณสมบัติทางเคมี เราสามารถแบ่งได้ 3 กลุ่มด้วยกันคือ กลุ่มกรด กลุ่มกลางและกลุ่มด่าง การแบ่งประเภทของวัสดุทนความร้อนบางครั้งจะแบ่งกัน 3 ประเภท คือ แบ่งตามคุณสมบัติทางเคมีแบ่งตามอุณหภูมิที่ทนความร้อน แบ่งตามกรรมวิธีการผลิต

กรด (Acid)	เซอร์โคเนีย (Zirconia)
	เซอร์คอน (Zircon)
	ซิลิกา (Silica)
	เซมิ-ซิลิกา (Semi Silica)
	ดินทนไฟ (Fire Clay)
	ดินขาว (Kaolin)
	ดินไฟที่มีอลูมินาสูง (Aluminous Fire Clay Aluminosili- Cate Range)
	ซิลิมาไนท์ (Silimanite)
	มุลล์ไลต์ (Mullite)
	บอซ์ไกท์ (bauxite)
กลาง (Neutral)	อลูมินา (Alumina)
	คาร์บอน (Carbon)
	ซิลิกอนคาร์ไบด์ (Silicon Carbide)
	โครม (Chrome)
	โครม-อลูมินา (Chrome Alumina)
ด่าง (Basic)	โครม-แมกนีไซด์ (Chrome-Magnesite)
	แมกนีไซด์-โครม (Magnesite-Chrome)
	แมกนีไซด์ (Magnesite)
	เพริเคลส์ (Periclase)
	โดโลไมท์ (Dolomite)
	ฟอร์สเตอร์ไรต์ (Forsterite)

2. การแบ่งวัสดุทนความร้อนสามารถแบ่งได้ตามอุณหภูมิดังนี้

- (1) วัสดุทนความร้อนอุณหภูมิต่ำ (Low Heat Duty) P.C.E. 19-28
- (2) วัสดุทนความร้อนอุณหภูมี่ปานกลาง (Intermediate Heat Duty) P.C.E.

28-30

- (3) วัสดุทนความร้อนอุณหภูมิสูง (High Heat Duty) P.C.E. 30-33
- (4) วัสดุทนความร้อนอุณหภูมิสูงพิเศษ (Super Duty) P.C.E. ตั้งแต่ 33

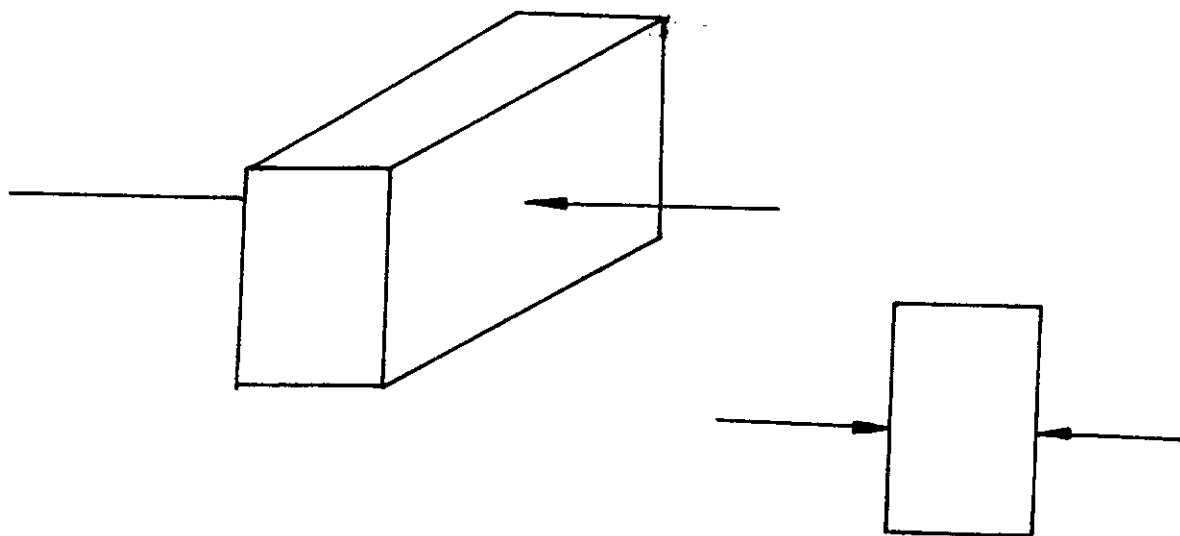
ขึ้นไป

เนื้อดินปั้น (Thermal Insulation Bodies)

เนื้อดินปั้นประเภทนี้จะทนอุณหภูมิสูง ใช้ทำส่วนผสมของอิฐทนไฟที่ใช้กับเตาเผา ซึ่งเป็นฉนวนกันความร้อนที่ดี มีความพรุนตัวดี มีความแข็งแรงพอ มีน้ำหนักเบา เนื้อผลิตภัณฑ์มีการถ่ายเทความร้อนได้ยาก ทนต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิได้ดี

อิฐฉนวนความร้อนจะทามาจากวัตถุดิบที่ใช้ทำอิฐทนไฟและวัตถุดิบที่ทนความร้อนแต่จะต้องทำให้มีความพรุนตัว ถ้าหากอยู่ในรูปของอิฐจะสามารถรับความร้อนที่แตกต่างกันได้มากพอสมควรระหว่างหน้าสัมผัสความร้อนกับหน้าที่ไม่สัมผัสความร้อน ซึ่งจะกำหนดคุณสมบัติไว้ดังนี้

1. ในสภาพที่อุณหภูมิต่ำ หน้าสัมผัสภายนอก -15 องศาเซลเซียส หน้าสัมผัสภายในของอิฐก้อนเดียวกันอุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส อิฐจะไม่เกิดแตกร้าวหรือเปลี่ยนแปลงสภาพใด ๆ ทั้งสิ้น
2. ในสภาพอุณหภูมิปานกลาง หน้าสัมผัสความร้อนสูงถึง 900 องศาเซลเซียส หน้าสัมผัสภายนอกเป็นอุณหภูมิในห้องปกติ อิฐจะไม่แตกร้าวแลกละเปลี่ยนแปลง
3. ในสภาพอุณหภูมิสูง หน้าสัมผัสความร้อนสูง 1,550 องศาเซลเซียส ก็สามารถทนได้โดยไม่เปลี่ยนแปลงสภาพ



ภาพประกอบ 1 แสดงหน้าสัมผัสความร้อนของอิฐทนความร้อน

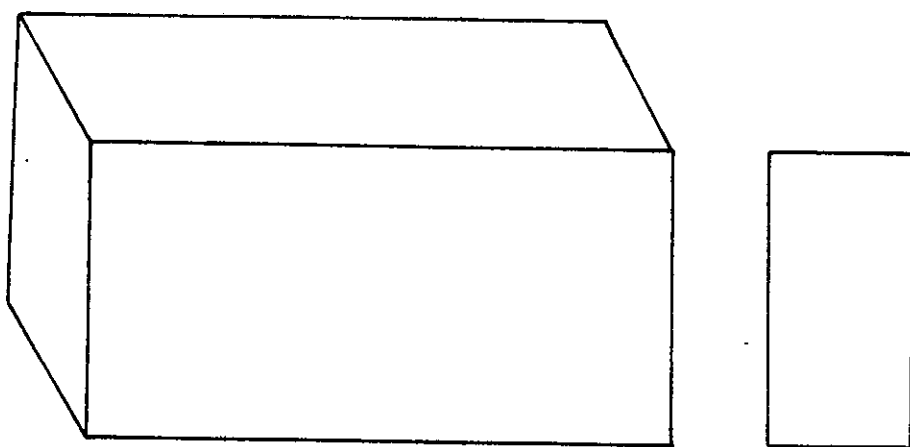
วัตถุดิบที่ใช้สำหรับทำอิฐทนความร้อน ได้แก่ ดินขาว (Kaolin) หรือแร่เกาลิน (Kaolinite) ซิลิกา (Silica) อลูมินา (Alumina) ซิลิมานิต (Sillimanite) โดโลไมท์ (Dolomite) โครไมท์ (Chromite) โครแมกนีไซต์ (Chromemagnesite) แมกนีไซต์ (Magnesite) เซอร์คอน (Zircon) เป็นต้น จะใช้วัตถุดิบเหล่านี้มาผสมทำอิฐ และจะทำให้อิฐเกิดความพรุนด้วยการใช้วัตถุดิบที่เป็นสารอินทรีย์ นำไปเป็นส่วนผสมเพื่อทำให้เกิดความพรุนตัว วัตถุดิบเหล่านี้ได้แก่ ขี้เลื่อย ทราย ขี้เถ้า แกลบ ผงคาร์บอน เป็นต้น อิฐฉนวนที่ดีควรจะทนความร้อนได้ระหว่าง 1,250-1,600 องศาเซลเซียส

ตัวอย่างส่วนผสมของ Insulating Bricks ที่ใช้ทำเตาเผา (Kiln)

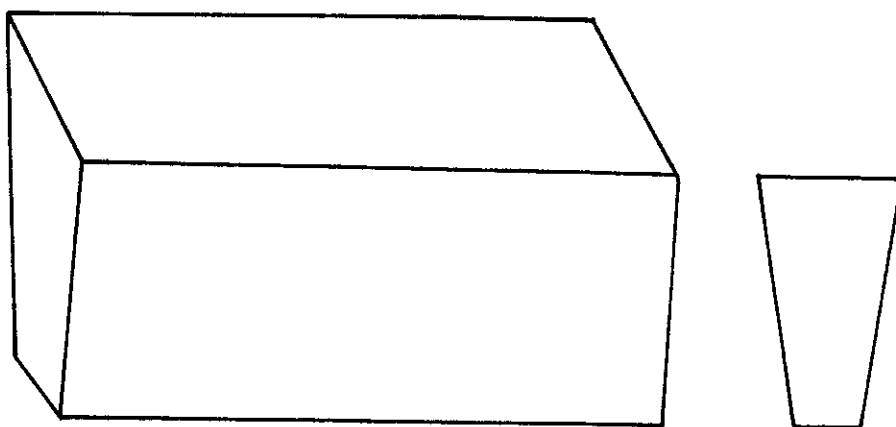
ตัวอย่างที่ 1	Alumina	40 - 60 %
	Fire Clay	10 - 20 %
	Kaolin	10 - 15 %
	Nentonite	5 - 10 %
	Saw Dust	20 - 30 %
ตัวอย่างที่ 2	Diatomite	10 - 15 %
	Alumina	30 - 50 %
	Kaolin	8 - 12 %
	Fire Clay	10 - 15 %
	Carbon	10 - 20 %

อิฐทนไฟที่ใช้ในการสร้างเตามี 2 รูปลักษณะได้แก่

อิฐทนไฟธรรมดา และอิฐทนไฟกลีบสั้มน ผู้สร้างเตาจะต้องเลือกสรรเองว่า ควรใช้อิฐรูปแบบใดหรือจำนวนเท่าใดมาประกอบเป็นเตาได้



ภาพประกอบ 2 อิฐทนไฟธรรมดา



ภาพประกอบ 3 อิฐทนไฟชนิดกลีบส้ม

ในงานวิจัยครั้งนี้จะใช้วัสดุทนความร้อนเป็นองค์ประกอบของตัวเตา และระบบควบคุมการไหลของโลหะที่หลอมละลาย โดยตัวเตาจะใช้อิฐทนความร้อนเกรด C-1 และ C-2 เซรามิกสีไฟเบอร์ และเนื้อเซรามิกสีที่ผสมขึ้นมา เพื่อเป็นชุดควบคุมการไหลของโลหะที่หลอมละลาย

6. เบ้าหลอม

วัสดุที่จะให้หลอมละลายในเตาหลอมจะต้องถูกบรรจุอยู่ภายในเบ้าหลอมป้องกันสิ่งสกปรกและการออกนอกบริเวณที่กำหนด

เบ้าหลอม คือ ภาชนะที่ใส่วัสดุที่ต้องการจะหลอมลงในเตาหลอม เมื่อใช้ในขั้นตอนอื่นอีกตามลำดับ

เบ้าหลอมที่ดีจะต้องสามารถทนอุณหภูมิที่สูงกว่าจุดหลอมละลายของวัสดุที่อยู่ในเบ้าหลอม และไม่เปลี่ยนแปลงสภาพโครงสร้างทั้งกายภาพและเคมีกับวัสดุในขณะอยู่ในเบ้าหลอม รูปแบบของเบ้าหลอมจะแตกต่างกันไปตามลักษณะความสะดวกของการทำงาน ซึ่งจะแตกต่างออกไปตามความเหมาะสม เบ้าหลอมแบ่งออกเป็น 2 ชนิดด้วยกัน คือ

1. เบ้าหลอมอุณหภูมิสูง จะใช้วัตถุดิบที่มีจุดหลอมละลายตั้งแต่ 1000 องศาเซลเซียส ขึ้นไป มักจะมีส่วนผสมของ ซิลิกา อะลูมินา ซิลิเกต ซิลิมาไนท์ กราไฟต์ ซิลิคอน คาร์ไบด์ เป็นต้น

2. เบ้าหลอมอุณหภูมิต่ำ จะใช้หลอมวัตถุดิบที่มีจุดหลอมละลายต่ำกว่า 1000 องศาเซลเซียส สามารถใช้โลหะที่หาง่ายตามท้องตลาดทั่วไปมาทดแทน ซึ่งจะพิจารณาในส่วนที่เหมาะสมกับงาน หรือวัตถุดิบที่จะหลอม ปริมาณการใช้งานแต่ละครั้ง ผลทางกายภาพ ผลทางเคมี และราคาค่าใช้จ่ายในการซื้ออุปกรณ์

ในการทำเครื่องประดับเทียมเบ้าหลอมที่ใช้จัดอยู่ในกลุ่มเบ้าหลอมอุณหภูมิต่ำเนื่องจากโลหะที่จะหลอมละลายมีอุณหภูมิไม่เกิน 630 องศาเซลเซียส ลักษณะมักเป็นทรงกลมปากกว้าง มีช่องทางไหล หรือแล้วแต่ลักษณะการนำไปใช้งาน มักจะใช้เหล็กหล่อเป็นเบ้าหลอมหรือบางครั้งก็อาจใช้กะทะเหล็กหลอมโลหะได้ เบ้าหลอมมักจะตั้งติดอยู่กับเตาหลอมตลอดการใช้งานในการทำเครื่องประดับเทียม

เบ้าหลอมที่ผู้วิจัยใช้ในเรื่องนี้ทำจากเหล็กหนา 3 มิลลิเมตร ทำโดยวิธีขึ้นเหล็กเหนียว มีขนาดให้ได้เส้นผ่าศูนย์กลาง 20 เซนติเมตร สูง 22 เซนติเมตร ทางด้านล่างปิดท้ายเจาะรูเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร ด้านบนมีฝาปิดป้องกันความร้อนและไอของโลหะออกภายนอก

7. เตาหลอม

การหลอมเป็นการเผาที่ทำให้วัตถุดิบหลอมละลายตัว เปลี่ยนสภาพของแข็ง เป็นของเหลวในอุณหภูมิสูงโดยการใส่เตาหลอม ในการเผาวัตถุดิบให้ถึงจุดหลอมละลายกระทำเพื่อเปลี่ยนสภาพของวัตถุดิบจากรูปของออกไซด์ของโลหะให้เป็นโลหะ และหลอมวัตถุดิบเพื่อทำการขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์

1. การเผาวัตถุดิบให้ถึงจุดหลอมละลาย เพื่อเปลี่ยนสภาพของวัตถุดิบจากรูปของออกไซด์ของแร่โลหะให้เป็นโลหะ ได้แก่ การถลุงแร่เหล็ก การถลุงแร่ดีบุก การถลุงแร่ทองแดง เป็นต้น การเผาเพื่อการถลุงออกไซด์ของแร่โลหะจะต้องเผาให้ถึงจุดหลอมละลายตัวจะใช้สารที่เป็นตัวช่วยลดอุณหภูมิผสม เข้าไปกับแร่โลหะ เพื่อลดอุณหภูมิในการเผาให้ถึงหลอมละลายต่ำลง การถลุงแร่จะเกิดสารไหม้ขึ้นในเมื่อออกไซด์ที่อยู่ในโลหะแตกตัวสารชนิดนี้คือตะกั่วจะลอยตัว

อยู่บนผิวของโลหะที่หลอมเหลว

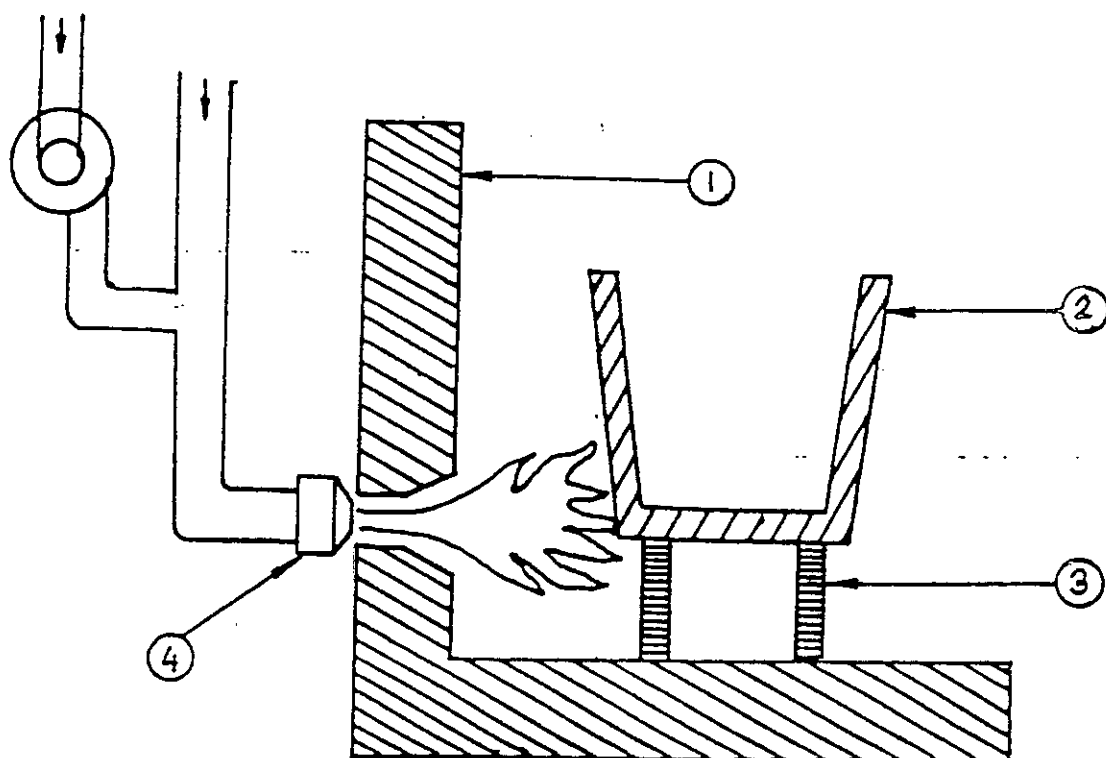
2. การหลอมวัตถุดิบเพื่อทำการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ คือการเผาให้วัตถุดิบเปลี่ยนสภาพเป็นของเหลวแล้วนำไปผ่านกรรมวิธีการขึ้นรูป ได้แก่การหลอมแก้ว การหลอมโลหะจากพวกเหล็ก ทองแดง เงิน ทอง และโลหะผสม เป็นต้น

จากการหลอมทั้งสองประเภทที่กล่าวมาแล้ว จะต้องใช้เตาหลอมเป็นเครื่องมือในการหลอม เตาหลอมที่ใช้หลอมวัตถุดิบจะแบ่งประเภทออกได้ดังนี้

1. แบ่งตามเชื้อเพลิงที่ใช้หลอม
2. แบ่งตามลักษณะรูปร่างของเตาหลอม
3. แบ่งตามลักษณะการใช้งาน

1. แบ่งตามเชื้อเพลิงที่ใช้หลอม แบ่งออกได้ดังนี้

1.1 เตาหลอมที่ใช้แก๊สเป็นเชื้อเพลิง จะใช้แก๊สเป็นเชื้อเพลิงสำหรับเผาไหม้ให้ความร้อน เตาหลอมประเภทนี้จะมีการเผาไหม้เกิดเปลวเพลิงขึ้นในห้องเผาวัตถุดิบที่หลอมจะต้องบรรจุลงในเบ้าหลอม ถ้าหากหลอมวัตถุดิบที่มีจุดหลอมละลายในอุณหภูมิสูง จะต้องใช้หม้อหลอมที่ทนความร้อนสูงจากพวกหม้อหลอมกราไฟต์ หม้อหลอมซิลิกอนคาร์ไบด์ หม้อหลอมชนิดซิลิกา และหม้อหลอมชนิดอลูมินา สำหรับวัตถุดิบที่มีจุดหลอมละลายต่ำเช่น ตะกั่ว ดีบุก สังกะสีสามารถใช้หม้อหลอมทั่วด้วยเหล็กได้ เพราะวัตถุดิบจากพวกนี้มีจุดหลอมละลายต่ำ

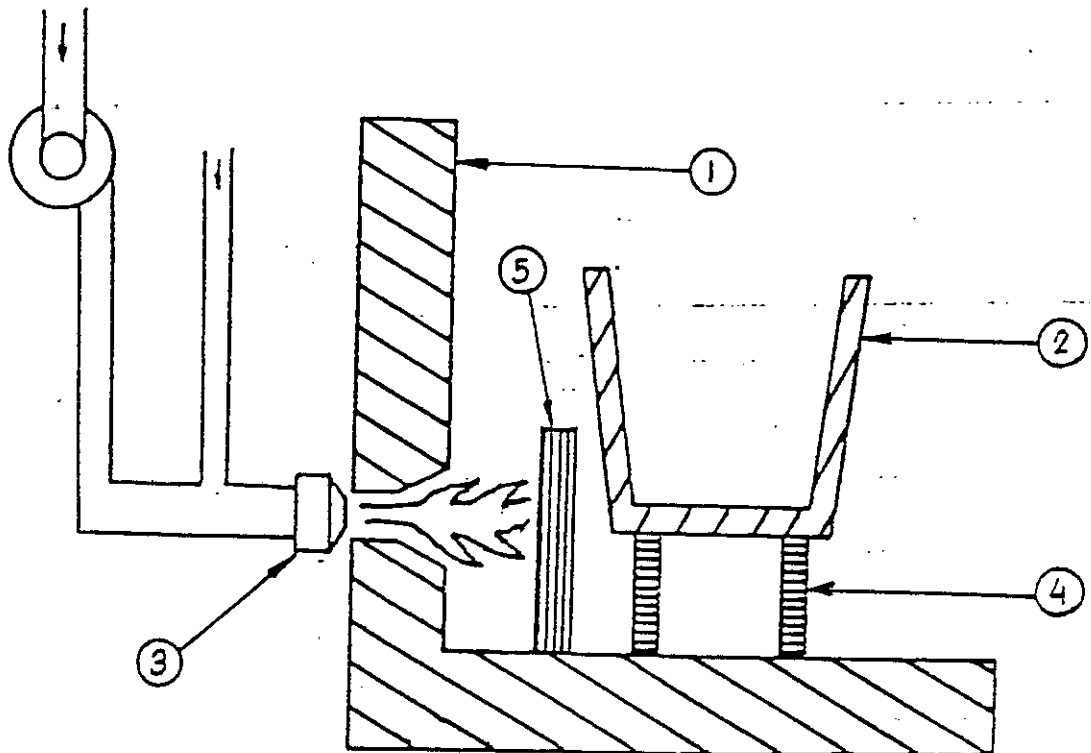


ภาพประกอบ 4 แสดงรูปตัดของเตาหลอมแก๊ส

ที่มา : Hamilton. 1982 : 21

- | | | | |
|---|----------------|---|------------|
| 1 | ผนังเตา | 2 | เบ้าหลอม |
| 3 | ฐานรองเบ้าหลอม | 4 | หัวพ่นแก๊ส |

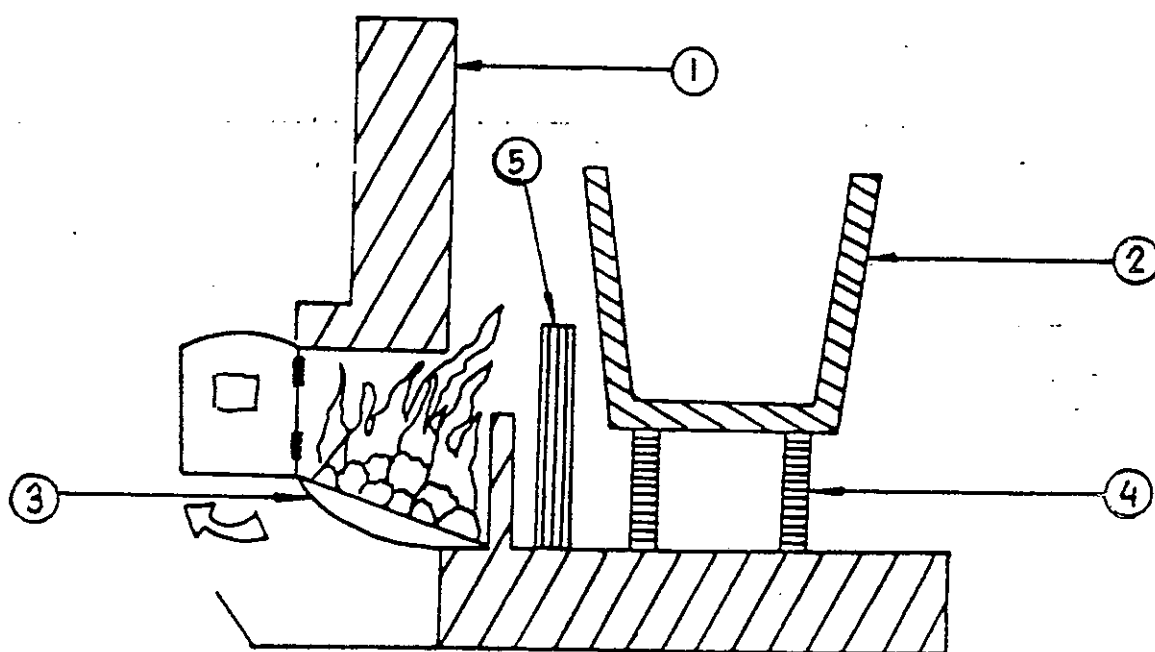
1.2 เตาหลอมที่ใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิง (oil furnace) การใช้เตาหลอมที่ใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิง จะมีเปลวและเขม่าควันมากกว่าแก๊ส จะต้องออกแบบหม้อหลอมมาให้เขม่าควันเข้าไปผสมกับวัตถุดิบที่หลอม



ภาพประกอบ 5 แสดงรูปตัดของเตาหลอมชนิดใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิง

- | | |
|-----------------|------------------|
| 1 พังเตา | 2 เข้าหลอม |
| 3 หัวพ่นน้ำมัน | 4 ฐานรองเข้าหลอม |
| 5 แผงกั้นเปลวไฟ | |

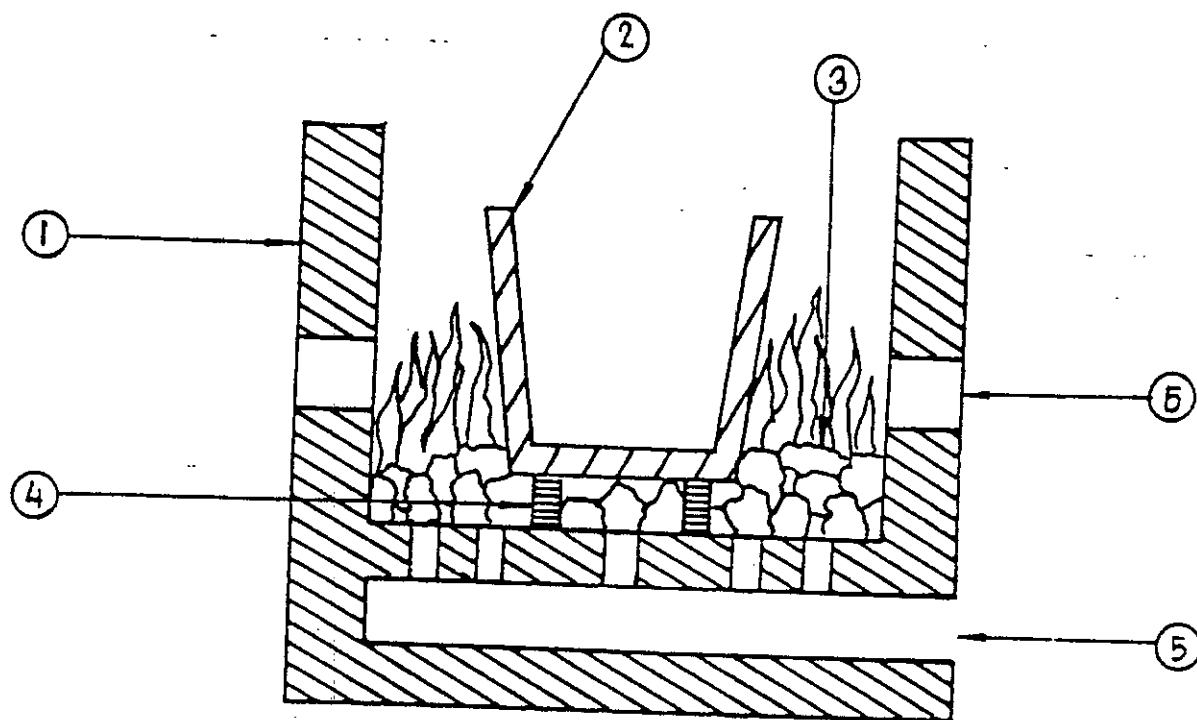
1.3 เตาหลอมที่ใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิง (coal furnace) เตาเผาชนิดนี้ การเผาไหม้เกิดเข้ามาควันเช่นเดียวกับน้ำมันและแก๊ส เตาหลอมต้องมีผนังกันไฟเช่นเดียวกับ เตาหลอมชนิดใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิง เตาหลอมชนิดนี้มักจะใช้กับโรงงานที่ใกล้กับแหล่งถ่านหิน หรือขนส่งสะดวก



ภาพประกอบ 6 แสดงรูปตัดของเตาหลอมชนิดใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิง

- | | |
|-----------------|------------------|
| 1 ผนังเตา | 2 เข้าหลอม |
| 3 ถ่านหิน | 4 ฐานรองเข้าหลอม |
| 5 แผงกั้นเปลวไฟ | |

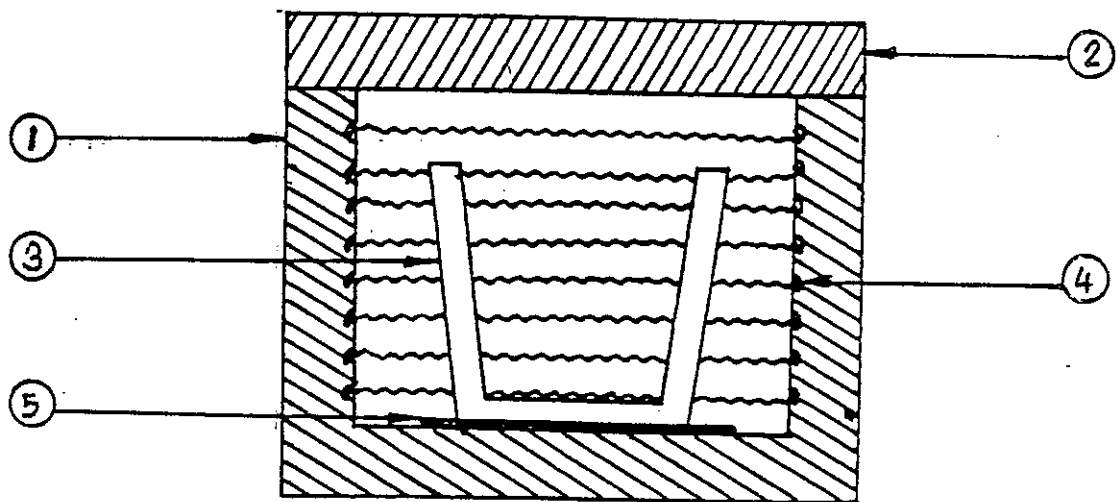
1.4 เตาหลอมใช้พื้นหรือถ่านจากการเผาหิน ปัจจุบันไม่เป็นที่นิยมเนื่องจากมี
เขม่าควันมาก และเป็นการทำลายทรัพยากรธรรมชาติด้านป่าไม้ จึงเลิกการใช้งานเตาหลอม
ชนิดนี้ เป็นเตาที่ให้อุณหภูมิไม่สูงนัก มักจะใช้กับงานจำนวนน้อยหรืองานหลังพลังงานอื่นทดแทน
ไม่ได้



ภาพประกอบ 7 แสดงรูปตัดเตาหลอมชนิดใช้ถ่านจากหิน

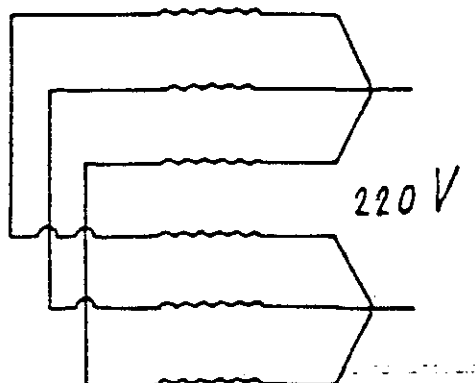
- | | |
|--------------------|--------------------|
| 1 ผงเถ้า | 2 เข้าหลอม |
| 3 ถ่าน ฟืน | 4 ฐานรองเข้าหลอม |
| 5 ช่องทางอากาศเข้า | 6 ช่องเติมถ่าน ฟืน |

1.5 เตาหลอมชนิดใช้ไฟฟ้า เตาหลอมชนิดนี้ไม่มีการสันดาปภายในเตา จะใช้
 ขดลวดความร้อนติดรอบผนังเตาเผาเพื่อให้ความร้อนกับวัตถุดิบที่หลอมภายในหม้อหลอม จะเป็น
 เตาที่เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพแล้วความสะดวก เตาชนิดนี้จะเป็นที่นิยมนางวงการทำเครื่อง
 ประดับ และทั่ว ๆ ไป มักจะใช้กับโรงงานที่ต้องการความสะดวกง่ายในการปฏิบัติงาน ใน
 ปัจจุบันก็เป็นที่ยอมรับการใช้งาน เนื่องจากเป็นเตาที่ทำให้เกิดความร้อนแต่ไม่มีมลภาวะและ
 สิ่งแปลกปลอมเจือปน ในเตาหลอมผสมกับโลหะที่กำลังหลอม

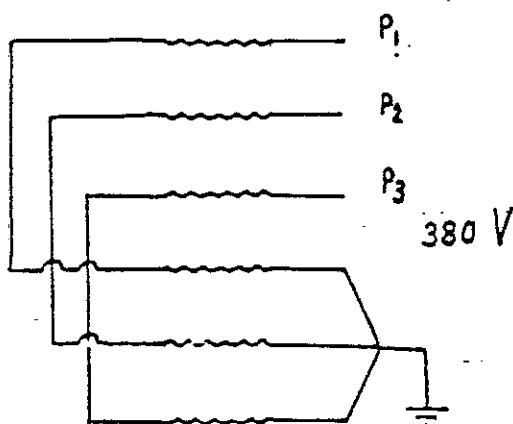


ภาพประกอบ 8 แสดงรูปตัดเตาหลอมไฟฟ้าชนิดเปิดผาด้านบน

- | | |
|-----------------|-----------------|
| 1 ผนังเตา | 2 ผาปิดเปิด |
| 3 เ้าหลอม | 4 ขดลวดความร้อน |
| 5 ฐานรองเ้าหลอม | |



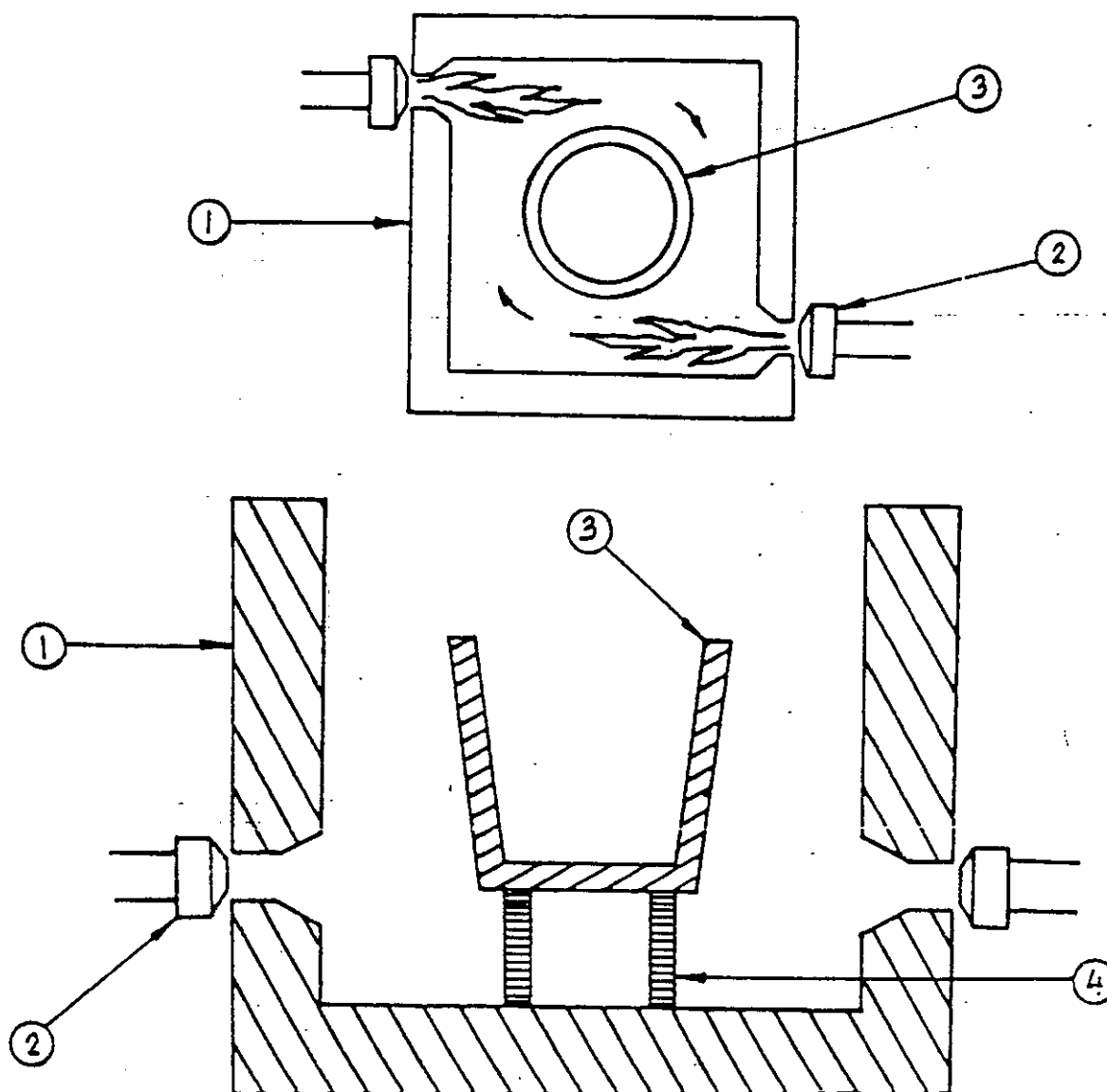
ภาพประกอบ 9 แสดงการต่อวงจรไฟฟ้าของชุดลดความร้อนไฟฟ้า 1 ยก (1 phase)



ภาพประกอบ 10 แสดงการต่อวงจรไฟฟ้าของชุดลดความร้อนไฟฟ้า 3 ยก (3 phase)

2. การแบ่งประเภทของเตาหลอมตามลักษณะรูปร่างเตาหลอมจะมีรูปร่างเป็นสี่เหลี่ยม 6 เหลี่ยม 8 เหลี่ยม และเตาหลอมชนิดกลม

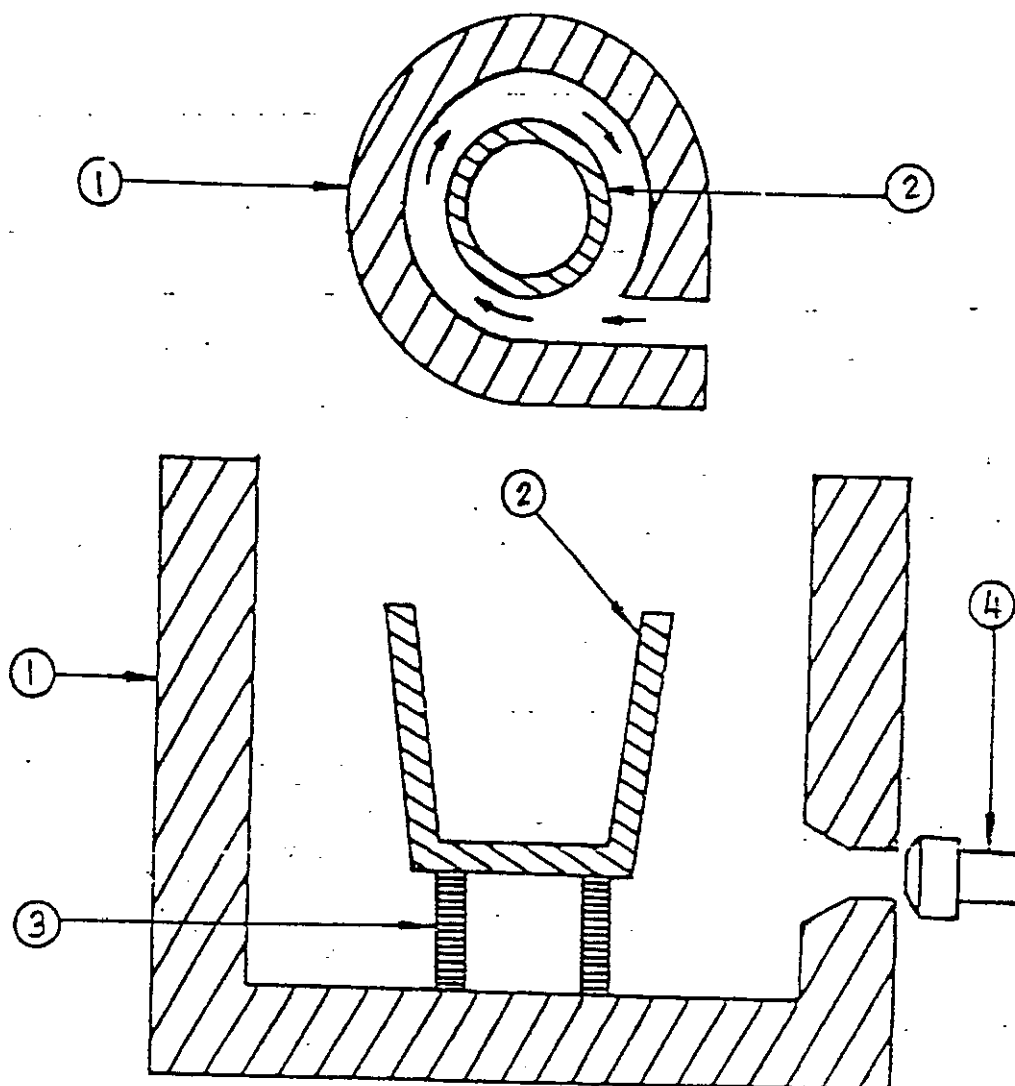
2.1 เตาหลอมชนิดสไล์เหลี่ยม จะใช้เชื้อเพลิงเป็นแก๊ส ถ่านหิน ถ่านไฟ หรือไฟฟ้า ก็ได้ทุกชนิด สะดวกในการสร้างตัวเตาและเปลือกครอบ ประหยัดพื้นที่ติดตั้ง สะดวกในการก่อสร้างตัวเตา แต่ลักษณะของความร้อนในแต่ละตำแหน่งภายในเตาไม่สม่ำเสมอและทั่วถึง



ภาพประกอบ 11 แสดงรูปตัดเตาหลอมแบบสไล์เหลี่ยมระบบลมร้อนขึ้น (up draft furnace)

- | | |
|------------|------------------|
| 1 คาน้ำเตา | 2 หัวพ่นไฟ |
| 3 เข้าหลอม | 4 ฐานรองเข้าหลอม |

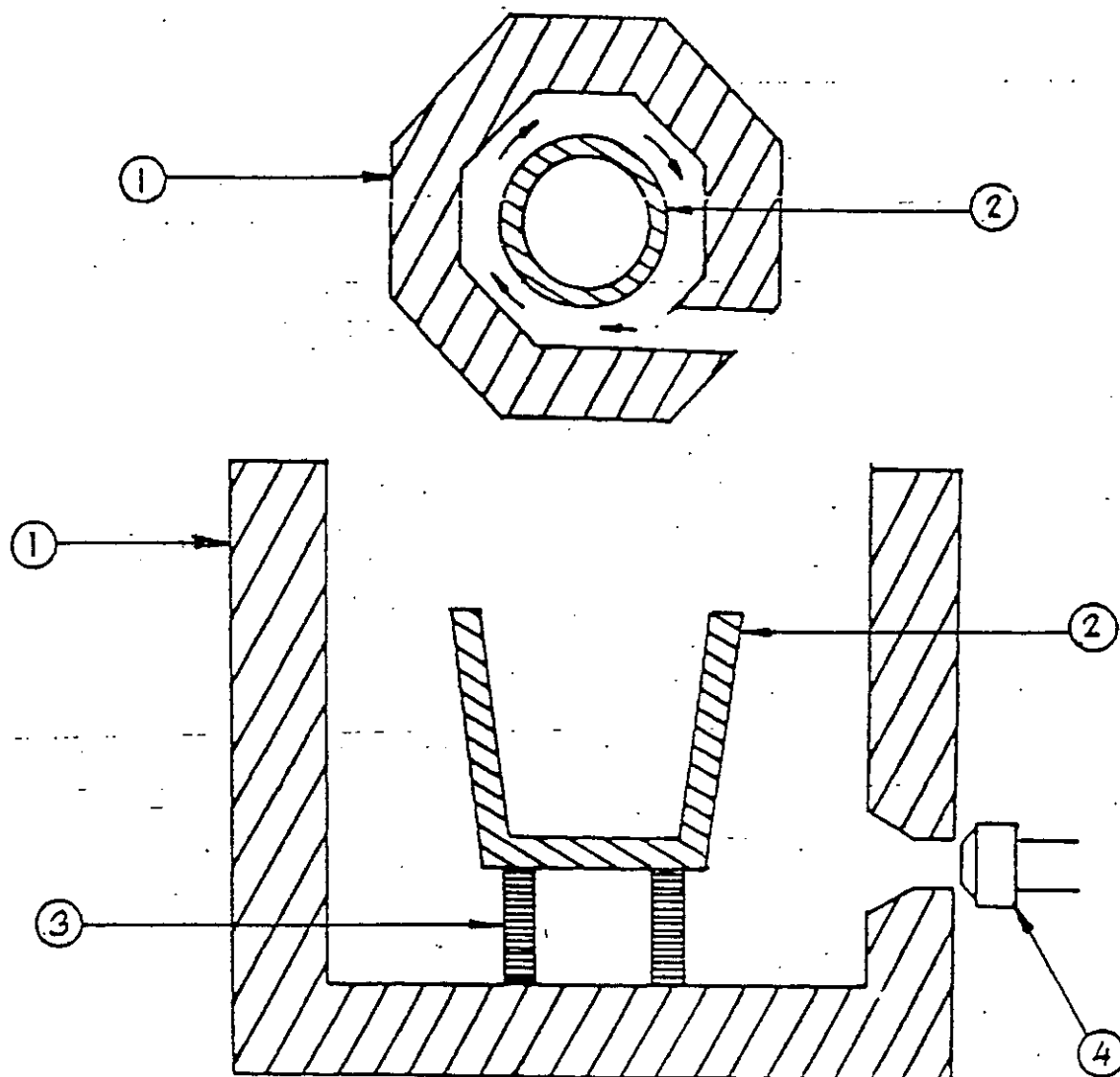
2.2 เตาหลอมชนิดกลม เป็นเตาหลอมที่ประหยัดพลังงานและการกระจายความร้อนทั่วถึงทุกจุดภายในอย่างสม่ำเสมอ การก่อสร้างตัวเตาจะมีความสิ้นเปลืองสูง และไม่สะดวกต่อการปฏิบัติงาน มักจะสร้างเตาชนิดนี้ด้วยการหล่อมากกว่าการนำอิฐทนความร้อนสูงมาก่อเป็นตัวเตา



ภาพประกอบ 12 แสดงรูปตัดเตาหลอมแบบกลมระบบลมร้อนขึ้น

- | | |
|------------------|------------|
| 1 พนักเตา | 2 เข้าหลอม |
| 3 ฐานรองเข้าหลอม | 4 หัวพ่นไฟ |

2.3 เตาหลอมชนิด 8 เหลี่ยม เป็นเตาหลอมที่สามารถสร้างด้วยการนำอิฐทนความร้อนสูงมาประกอบเป็นตัวเตา และการแพร่กระจายความร้อนภายในเตามีอย่างทั่วถึงสม่ำเสมอ สามารถประหยัดพลังงานได้ดี ราคาจำหน่ายเมื่อเทียบกับเตาหลอมชนิดกลม มีราคาต้นทุนต่ำกว่าและยังแข็งแรงทนทานกว่าเตาหลอมชนิด 4 เหลี่ยม



ภาพประกอบ 13 แสดงรูปตัดเตาหลอม 8 เหลี่ยม

1 ค้างเตา

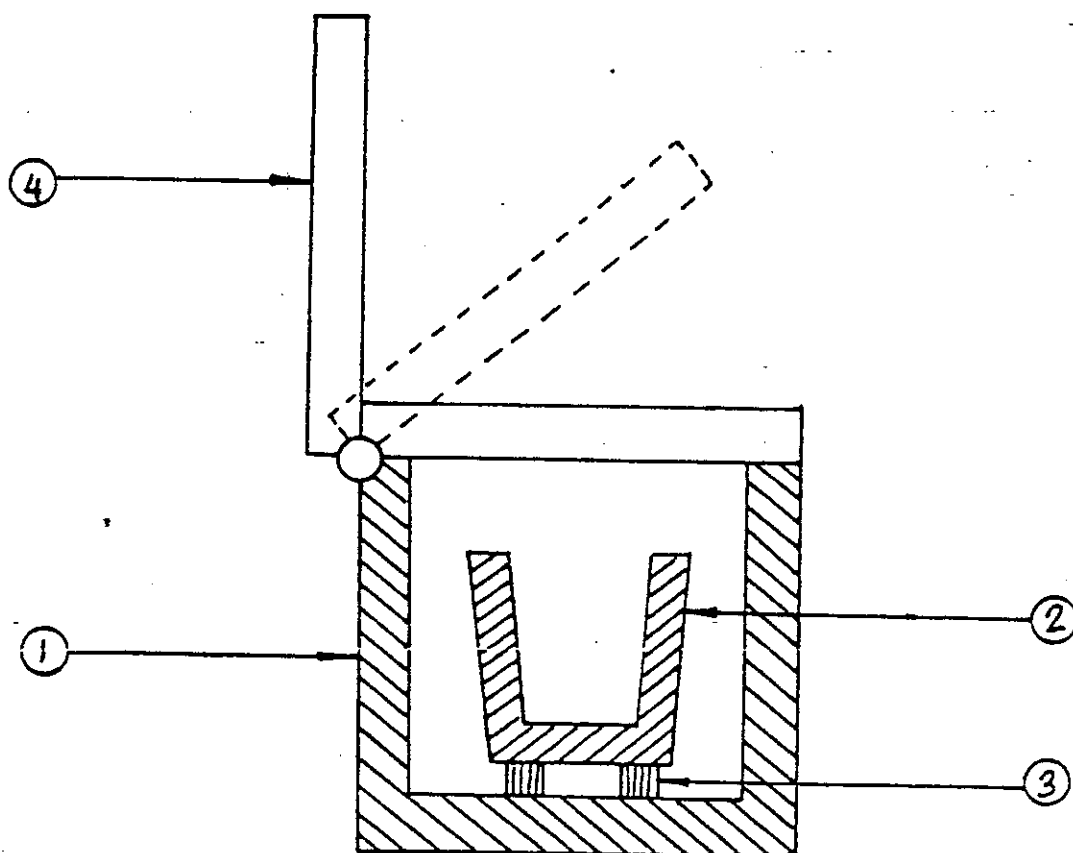
2 เบ้าหลอม

3 ฐานรองเบ้าหลอม

4 หัวพันไฟ

3. การแบ่งเฟาหลอมตามลักษณะใช้งาน จะแบ่งออกเป็นประเภทใหญ่ ๆ ได้ 2 ประเภท คือ

3.1 เตาหลอมชนิดใช้เชื้อเพลิงยกออกจากเตาหลอม แล้วเทวัตถุดิบลงในเบ้า สำหรับขึ้นรูป เตาหลอมประเภทนี้จะมีฝาเปิดด้านบน และเปิดด้านข้างหรือด้านหน้า แล้วแต่ความสะดวกของการนำไปใช้งานแต่ละประเภทที่จะยกเชื้อเพลิงออกจากเตาหลอม



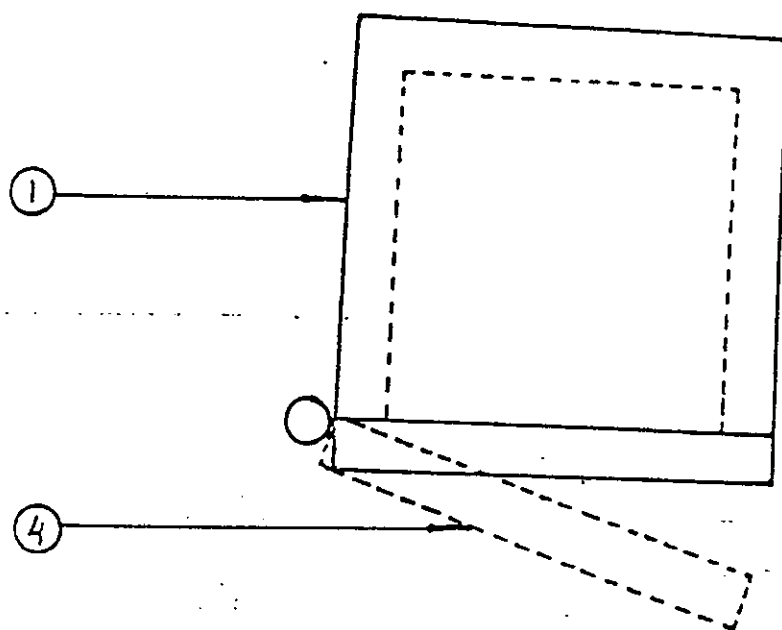
ภาพประกอบ 14 แสดงรูปตัดเตาหลอมชนิดเผาเปิดบน

1 ผนังเตา

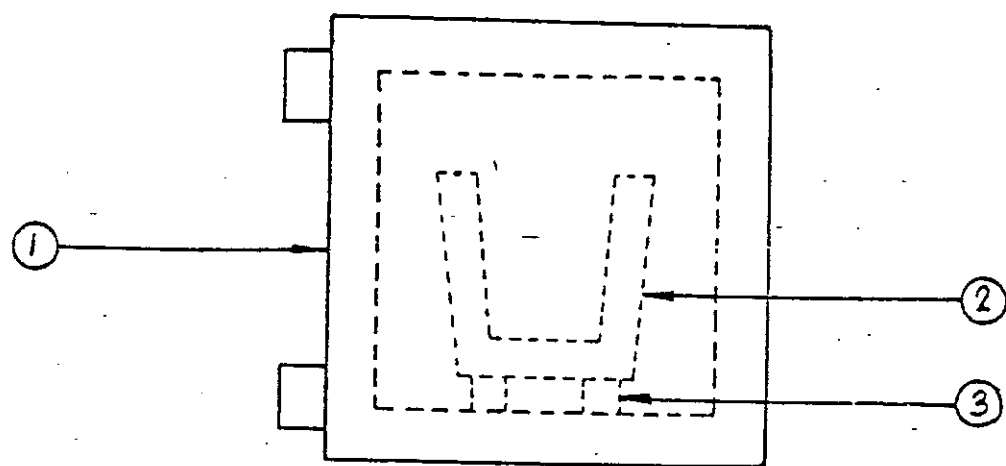
2 เชื้อเพลิง

3 ฐานรองเชื้อเพลิง

4 ฝาปิดเปิด



ภาพตัดด้านบน



ภาพตัดด้านหน้า

ภาพประกอบ 15 แสดงรูปเดาหลอมเปิดด้านหน้า

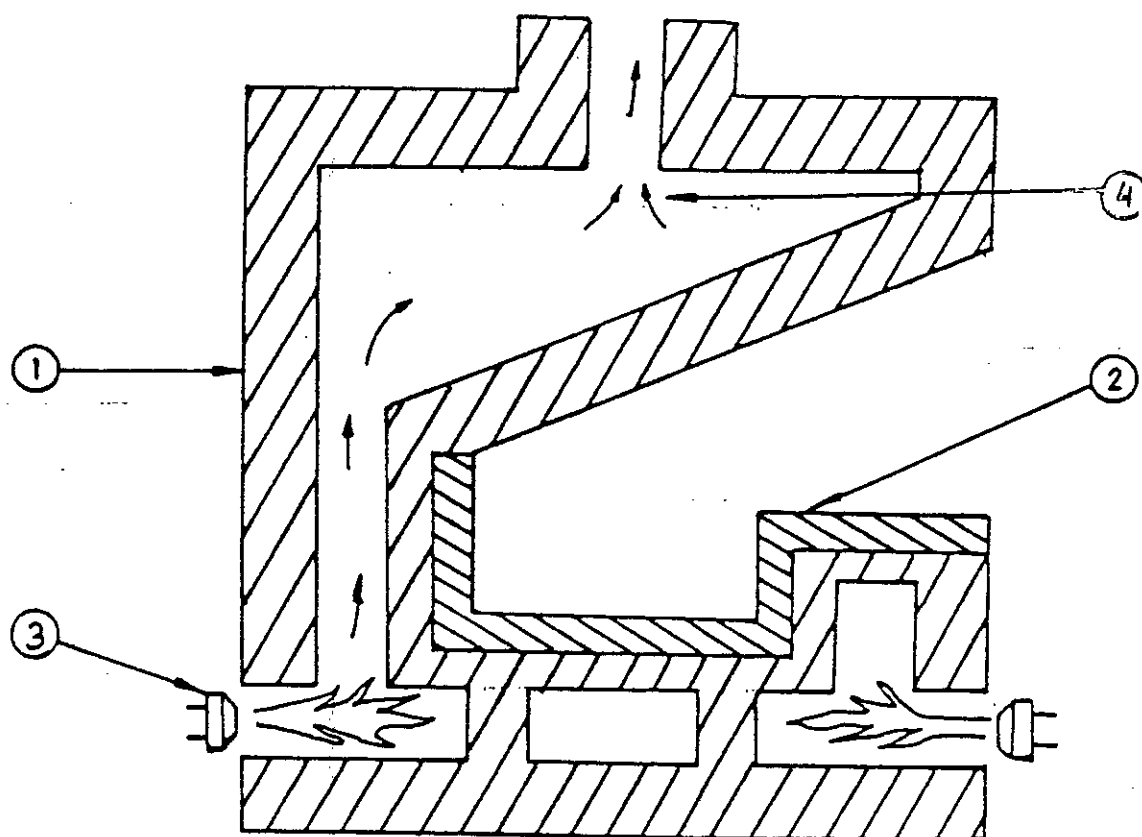
1 ฟันงเดา

2 เบ้าหลอม

3 ฐานรองเบ้าหลอม

4 ผาปิดเปิด

3.2 เตาหลอมชนิดใช้เชื้อเพลิงอยู่กับที่ติดกับตัวเตาหลอม เชื้อเพลิงที่ติดอยู่กับตัวเตาหลอม จะใช้งานโดยการดึงเอาวัตถุที่หลอมออกจากหม้อหลอม และใช้งานโดยการเปิดรูให้วัตถุดิบไหลตัวออกเมื่อวัตถุดิบหลอมเหลวแล้ว



ภาพประกอบ 16 แสดงรูปตัดเตาหลอมที่มีเชื้อเพลิงติดกับตัวเตาหลอม ใช้งานโดยการดึงเอาวัตถุดิบที่หลอมละลายออกจากหม้อหลอม

1 พนักเตา

2 เชื้อเพลิง

3 หัวพ่นไฟ

4 ทางระบายความร้อน

เตาหลอมของงานวิจัยนี้เป็นเตาหลอมที่มีรูปทรงแบบเหลี่ยม ผาเปิดด้านบนขนาดกว้าง 40 เซนติเมตร สูง 28 เซนติเมตร มีเชื้อเพลิงโลหะภายใน เส้นผ่าศูนย์กลาง 20 เซนติเมตร สูง 22 เซนติเมตร เป็นเตาไฟฟ้า 1 ยก (1 phase) แรงเคลื่อน 220-240 โวลต์ กำลัง 2,000 วัตต์ มีทางไหลของโลหะที่หลอมละลายด้านล่างเตา และสามารถรับน้ำหนักของโลหะได้ 50 กิโลกรัม

บทที่ 3

วิธิดำเนินการวิจัย

วัตถุประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้ มุ่งที่จะวิจัยโดยการทดลองเพื่อให้ได้เตาหลอมและเครื่องหล่อโลหะอัตโนมัติที่ใช้ในการสร้างตัวเรือนเครื่องประดับเทียม เพื่อใช้ในการผลิตทางอุตสาหกรรมการส่งออกเครื่องประดับเทียมออกต่างประเทศ ลดการนำเข้าเครื่องจักรจากต่างประเทศ เป็นการลดต้นทุนการผลิต รักษาสิ่งแวดล้อม และสุขภาพบุคลากรในการปฏิบัติงาน การดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ กำหนดรายละเอียดขั้นตอนดังนี้

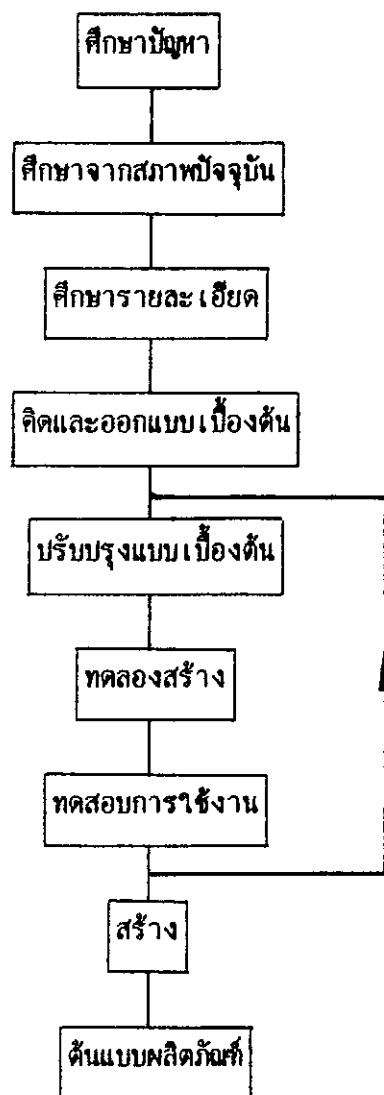
1. ขั้นตอนในการศึกษาเพื่อออกแบบ
2. สร้างและปรับปรุงเครื่องผลิตตัวเรือนอัตโนมัติสำหรับเครื่องประดับเทียม
3. จัดทดสอบและประเมินสมรรถนะ
4. การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล
6. การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

รายละเอียดในการดำเนินการวิจัยมี 6 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นตอนในการศึกษาเพื่อออกแบบ

1.1 ศึกษาเบื้องต้น

- 1.1.1 ศึกษาสภาพปัญหาที่เกิดขึ้น
- 1.1.2 ศึกษาสภาพการทำงานที่ปฏิบัติจริงในปัจจุบัน
- 1.1.3 ศึกษารายละเอียดการปฏิบัติงานของคนงาน
- 1.1.4 ศึกษารายละเอียดของเครื่องจักรในการทำงาน



ภาพประกอบ 17 แสดงแผนภูมิการสร้างเตาหลอมและเครื่องหล่อเหวี่ยงอัตโนมัติ

1.2 การออกแบบ

- 1.2.1 นำสภาพปัญหาเกี่ยวกับการปฏิบัติงานมาลำดับให้สัมพันธ์กับเครื่องจักร
- 1.2.2 ออกแบบแก้ไขแก้จุดบกพร่องในแต่ละลำดับขั้นการทำงาน
- 1.2.3 ออกแบบเครื่องจักรใหม่ จากการพบจุดบกพร่องต่าง ๆ จากผู้เชี่ยวชาญ

1.3 การสร้างและปรับปรุง

- 1.3.1 นำข้อบกพร่องและเสนอแนะต่าง ๆ จากผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงและพัฒนา
- 1.3.2 จัดสร้างชิ้นงานที่ได้รับการแก้ไขแล้ว

ขั้นที่ 2 สร้างเตาหลอมและเครื่องหล่ออัดรมัธเป็นงานวิจัย

2.1 ออกแบบ

- 2.1.1 เป็นเตาไฟฟ้ากำลัง 2,000 วัตต์ 220-240 โวลท์ รูปทรงแปดเหลี่ยม มีความกว้างภายใน 40 เซนติเมตร สูง 28 เซนติเมตร มีระบบควบคุมอุณหภูมิอัดรมัธ
- 2.1.2 เข้าหลอม ทำด้วยเหล็ก รูปทรงกระบอกมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 20 เซนติเมตร ความสูง 22 เซนติเมตร สามารถบรรจุโลหะได้ไม่เกิน 50 กิโลกรัม
- 2.1.3 นำวัสดุทนความร้อนมาจัดทำเป็นชุดควบคุมการไหลของน้ำโลหะ
- 2.1.4 ประกอบชุดควบคุมเปิดเปิดน้ำโลหะเข้ากับระบบของเครื่องหล่อ
- 2.1.5 ปรับปรุงฝาเปิดปิดของเครื่องหล่อโลหะโดยทั่วไปให้เข้ากับเตาหลอม
- 2.1.6 ประกอบชุดควบคุมเครื่องหล่อระบบการทำงานชุดควบคุมเตาหลอมให้ทำงานสัมพันธ์กันตามต้องการ
- 2.1.7 ทดลองการใช้งานต่อเนื่อง 12 ชั่วโมง
- 2.1.8 นำข้อมูลมาพัฒนาแก้ไขปรับปรุง

ขั้นที่ 3 ขั้นตอนทดสอบและประเมินสมรรถนะ

1. การศึกษาเอกสารเพื่อสร้างเครื่องมือประเมิน
2. การสร้างแบบประเมินสมรรถนะของอุปกรณ์ มีรายละเอียด 3 ตอน

ตอนที่ 1 เป็นข้อมูลของผู้เชี่ยวชาญ

ตอนที่ 2 เป็นแบบสอบถามความคิดเห็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating

Scale) กำหนดค่าคะแนน (Weight) เป็น 5 ระดับ ตามวิธีของ ลีเคอร์ท (Likert Method) ดังนี้

- 5 หมายถึง ผลการประเมินในระดับดีมาก
- 4 หมายถึง ผลการประเมินในระดับดี
- 3 หมายถึง ผลการประเมินในระดับพอใช้
- 2 หมายถึง ผลการประเมินในระดับต้องปรับปรุง
- 1 หมายถึง ผลการประเมินในระดับใช้ไม่ได้

สมรรถนะที่เข้าประเมิน (จากผู้เชี่ยวชาญ)

- 1 ลักษณะทางกายภาพทั่วไป
- 2 ลักษณะการทำงาน
- 3 ลักษณะการบำรุงรักษา
- 4 สมรรถนะการหลอมละลายของเตาหลอม
- 5. ความเหมาะสมด้านการนำไปใช้งาน

ตอนที่ 3 เป็นคำถามปลายเปิด สำหรับผู้ตอบแบบสอบถามแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติม และให้ข้อเสนอแนะต่าง ๆ

3. ผู้เชี่ยวชาญจากสถานประกอบการมาทดสอบการใช้งาน ตามคู่มือการใช้งานและประเมินสมรรถนะลงในแบบประเมิน

สถานที่และระยะเวลาที่ใช้ในการสร้างเครื่องมือ

- 1. ในการสร้างอุปกรณ์ครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้สถานที่คือ บ้านเลขที่ 68/1 ม.6 ตำบลอนุสาวรีย์ เขตบางเขน จังหวัดกรุงเทพมหานคร
- 2. ระยะเวลาที่สร้าง ผู้วิจัยจัดเตรียมและดำเนินการสร้างตั้งแต่เดือนมกราคม ถึงเดือนเมษายน 2538 แบ่งการดำเนินการเป็น
 - 2.1 ออกแบบเครื่องหล่อโลหะจากแบบเดิมให้ใช้งานร่วมกับเตาหลอมใหม่ได้
 - 2.2 ออกแบบเตาหลอมและ เบ้าหลอม
 - 2.3 จัดสร้างระบบควบคุมอัตโนมัติ
 - 2.4 จัดสร้างเตาหลอมและ เบ้าหลอมให้ทำงานกับเครื่องหล่อโลหะที่ออกแบบใหม่
 - 2.5 ทดสอบการใช้งานและแก้ไขข้อบกพร่อง

2.6 ให้ผู้เชี่ยวชาญทดสอบและประเมินผลการทำงาน

ขั้นที่ 4 การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยกระทำด้วยตนเองดังนี้

1. มอบคู่มือการใช้งาน ก่อนการดำเนินการทดสอบ 7 วัน
2. แนะนำส่วนประกอบและการทำงาน ก่อนผู้เชี่ยวชาญทดสอบ
3. เมื่อทดสอบเรียบร้อยแล้วให้ผู้เชี่ยวชาญแสดงความคิดเห็นลงในแบบประเมินผลสมรรถนะ

เพื่อนำไปวิเคราะห์ต่อไป

ขั้นที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำแบบทดสอบและประเมินผลมาดำเนินการวิเคราะห์หาสมรรถนะของเตาหลอม ด้วยวิธีการทางสถิติดังนี้

1. ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านการผลิตเครื่องประดับเทียม เกี่ยวกับเตาหลอม

อัตราความคิดเห็นและการนำไปใช้งาน

มากที่สุด	5	คะแนน
มาก	4	คะแนน
ปานกลาง	3	คะแนน
น้อย	2	คะแนน
น้อยที่สุด	1	คะแนน

2. นำคะแนนที่ได้มาคำนวณ

2.1 หาค่าร้อยละ

2.2 หาค่าเฉลี่ยเลขคณิต

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$$

เมื่อ $\bar{X}$ คือ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต

$\sum X$ คือ ผลรวมของข้อมูลทั้งหมด

n คือ จำนวนกลุ่มตัวอย่างประชากร

2.3 หาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ใช้สูตร

$$s = \sqrt{\frac{n \sum X^2 - (\sum X)^2}{n(n-1)}}$$

เมื่อ s คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

X คือ ข้อมูลแต่ละจำนวน

n คือ จำนวนของกลุ่มตัวอย่างประชากร

3. กำหนดเกณฑ์ในการแปลความหมายข้อมูลที่เป็นค่าเฉลี่ยต่าง ๆ ดังต่อไปนี้
(Best. 1981 : 182)

คะแนนเฉลี่ยระหว่าง	แปลความ
4.50 - 5.00	ผลการประเมินในระดับดีมาก
3.50 - 4.49	ผลการประเมินในระดับดี
2.50 - 3.49	ผลการประเมินในระดับพอใช้
1.50 - 2.49	ผลการประเมินในระดับต้องปรับปรุง
1.00 - 1.49	ผลการประเมินในระดับใช้ไม่ได้

ขั้นที่ 6 การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล จัดกระทำ 2 แบบ ดังนี้

1. เสนอเป็นการบรรยายเกี่ยวกับลักษณะทางกายภาพทั่วไป และสมรรถนะของการนำไปใช้ ตารางแปลความหมายเกี่ยวกับข้อมูลที่เป็นการประเมินผลหาสมรรถนะของเครื่องหลอมและหล่อโลหะอัตโนมัติของผู้เชี่ยวชาญด้านการทำเครื่องประดับเทียมในประเทศไทย

2. ส่วนข้อมูลจากคำถามปลายเปิดแสดงความเห็นอย่างอิสระ ผู้วิจัยนำคำตอบและข้อเสนอแนะมารวบรวมเรียงลำดับเสนอเป็นข้อ จากข้อที่มีความถี่ของผู้ตอบมากที่สุด ไปจนถึงน้อยที่สุดตามลำดับ

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนที่ได้กำหนดไว้ ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนที่ 1 ศึกษาออกแบบ ส่วนต่าง ๆ เครื่องผลิตตัวเรือนอัดรีดเม็ดสีสำหรับเครื่องประดับเทียม ขั้นตอนที่ 2 สร้างและปรับปรุงเครื่องผลิตตัวเรือนอัดรีดเม็ดสีสำหรับเครื่องประดับเทียม ขั้นที่ 3 ทดสอบและประเมินสมรรถนะเครื่องผลิตตัวเรือนอัดรีดเม็ดสีสำหรับเครื่องประดับเทียม เมื่อผู้วิจัยดำเนินการเสร็จสิ้นทั้ง 3 ขั้นตอน ได้นำข้อมูลการทดสอบและประเมินสมรรถนะในขั้นตอนที่ 3 มาวิเคราะห์ โดยผลที่ได้ออกมาดังต่อไปนี้

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเครื่องผลิตตัวเรือนอัดรีดเม็ดสีสำหรับเครื่องประดับเทียม

การทดสอบและประเมินสมรรถนะเครื่องผลิตตัวเรือนอัดรีดเม็ดสีสำหรับเครื่องประดับเทียม ผู้วิจัยแบ่งการทดสอบและประเมินสมรรถนะออก 5 ด้านคือ ลักษณะทางกายภาพทั่วไป ลักษณะการใช้งาน ลักษณะการบำรุงรักษา สมรรถนะการหลอมละลายของเดาหลอม ความเหมาะสมด้านการนำไปใช้งาน ซึ่งมีรายละเอียดการวิเคราะห์ทั้ง 5 ด้าน และให้มีน้ำหนักความสำคัญในแต่ละหัวข้อเท่ากันหมด ดังต่อไปนี้

ตาราง 3 การวิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบและประเมินสมรรถนะด้านลักษณะทางกายภาพทั่วไปของเครื่องผลิตตัวเรือนอัตโนมัติสำหรับเครื่องประดับเทียม

รายละเอียดสมรรถนะ	X	S.D.	แปลความ
1.1 ลักษณะความกระตือรือร้นของเครื่องมือ	3.70	.82	ดี
1.2 ความสะดวก การแยกประกอบ	3.70	.48	ดี
1.3 ความแข็งแรงของโครงสร้าง เตาหลอมและเครื่องหล่อเหวี่ยงอัตโนมัติ	4.00	.47	ดี
1.4 ความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน	3.40	.52	พอใช้
1.5 การออกแบบอย่างเหมาะสม	3.60	.67	ดี
รวม	3.68	.59	ดี

จากตาราง 3 สามารถวิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบและประเมินสมรรถนะด้านลักษณะทางกายภาพของเครื่องผลิตตัวเรือนอัตโนมัติสำหรับเครื่องประดับ ตามรายละเอียดการทดสอบและประเมินสมรรถนะดังนี้

ความกระตือรือร้นของเครื่องมือ ข้อมูลจากตาราง 3 แสดงว่าขนาดของเครื่องผลิตตัวเรือนอัตโนมัติสำหรับเครื่องประดับเทียม อยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยทางสถิติ 3.70

ความสะดวก การแยกประกอบ ข้อมูลจากตารางแสดงว่า ความสะดวกในการแยกประกอบอยู่ในระดับดี โดยมีค่าเฉลี่ยทางสถิติ 3.70

ความแข็งแรงของโครงสร้างเตาหลอมและเครื่องหล่อเหวี่ยงอัตโนมัติ จากข้อมูลในตารางแสดงว่าอยู่ในระดับดี โดยมีค่าเฉลี่ยทางสถิติ 4.00

ความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน จากตาราง 3 ข้อมูลแสดงว่าความปลอดภัยในการปฏิบัติงานอยู่ในระดับพอใช้ โดยมีค่าเฉลี่ยทางสถิติ 3.40

การออกแบบอย่างเหมาะสม จากตาราง 3 ข้อมูลแสดงว่าการออกแบบอย่างเหมาะสม
อยู่ในระดับดี โดยมีค่าเฉลี่ยทางสถิติ 3.60

จากข้อมูลในตาราง 3 นำมาหาค่าเฉลี่ยรวม แสดงการทดสอบและประเมินสมรรถนะ
ลักษณะทางกายภาพทั่วไปของเครื่องผลิตตัวเรือนอัตโนมัติสำหรับเครื่องประดับเทียมอยู่ในระดับดี
โดยมีค่าเฉลี่ยทางสถิติ 3.68

ตาราง 4 การวิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบและประเมินสมรรถนะด้านลักษณะการใช้งานของ
เครื่องผลิตตัวเรือนอัตโนมัติสำหรับเครื่องประดับเทียม

รายละเอียดสมรรถนะ	X	S.D.	แปลความ
2.1 การเตรียมการใช้งานทำได้สะดวก	3.90	.51	ดี
2.2 การควบคุมในระบบต่าง ๆ	3.40	.52	พอใช้
2.3 ประหยัดเวลาในการปฏิบัติงาน	3.40	.52	พอใช้
2.4 วัสดุวัตถุดิบเข้าเตาได้สะดวก	3.30	.48	พอใช้
2.5 การหยุดปฏิบัติงานทำได้สะดวก	4.70	.48	ดีมาก
รวม	3.74	.51	ดี

จากตาราง 4 สามารถวิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบและประเมินสมรรถนะด้านลักษณะการใช้งานเครื่องผลิตตัวเรือนอัตโนมัติสำหรับเครื่องประดับเทียม ตามรายละเอียดการทดสอบและประเมินสมรรถนะดังนี้

การเตรียมการใช้งานทำได้สะดวก ข้อมูลจากตาราง 4 แสดงว่า การเตรียมการใช้งานทำได้สะดวกอยู่ในระดับดี โดยมีค่าเฉลี่ยทางสถิติ 3.90

การควบคุมในระบบต่าง ๆ ข้อมูลจากตาราง 4 แสดงว่า การควบคุมในระบบต่าง ๆ อยู่ในระดับพอใช้ โดยมีค่าเฉลี่ยทางสถิติ 3.40

ประหยัดเวลาในการปฏิบัติงาน ข้อมูลจากตาราง 4 แสดงว่า การประหยัดเวลาในการปฏิบัติงานอยู่ในระดับพอใช้ โดยมีค่าเฉลี่ยทางสถิติ 3.40

วัสดุวัตถุดิบเข้าเตาได้สะดวก ข้อมูลจากตาราง 4 แสดงว่า การวัสดุวัตถุดิบเข้าเตาได้สะดวกอยู่ในระดับพอใช้ โดยมีค่าเฉลี่ยทางสถิติ 3.30

การหยุดปฏิบัติงานทำได้สะดวก ข้อมูลจากตาราง 4 แสดงว่าการหยุดปฏิบัติงานทำได้สะดวกอยู่ในระดับดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ยทางสถิติ 4.70

เมื่อนำข้อมูลแต่ละหัวข้อจากตาราง 4 มาหาค่าเฉลี่ยรวมสรุปได้ว่า การทดสอบและประเมินสมรรถนะด้านลักษณะการใช้งานอยู่ในระดับดี โดยมีค่าทางสถิติเฉลี่ยรวม 3.74

ตาราง 5 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบและประเมินสมรรถนะด้านลักษณะการบำรุงรักษา
เครื่องผลิตตัวเรือนอัตโนมัติสำหรับเครื่องประดับเทียม

รายละเอียดสมรรถนะ	X	S.D.	แปลความ
3.1 การตรวจสอบก่อนการปฏิบัติงาน	4.20	.63	ดี
3.2 ความสะดวกในการบำรุงรักษาเตาหลอม	4.30	.48	ดี
3.3 ความสะดวกในการบำรุงรักษาเครื่องหล่อเหวี่ยง	4.00	.67	ดี
3.4 การบำรุงรักษาเข้าหลอมง่าย	4.30	.48	ดี
3.5 ตรวจสอบระบบควบคุมอัตโนมัติสะดวก	4.20	.42	ดี
รวม	4.20	.54	ดี

จากตาราง 5 สามารถวิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบและประเมินสมรรถนะด้านลักษณะการบำรุงรักษาเครื่องผลิตตัวเรือนอัตโนมัติสำหรับเครื่องประดับเทียม ตามรายละเอียดการทดสอบและประเมินสมรรถนะดังนี้

การตรวจสอบก่อนการปฏิบัติงาน ข้อมูลจากตาราง 5 แสดงว่าการตรวจสอบก่อนการปฏิบัติงานอยู่ในระดับดี โดยมีค่าเฉลี่ยทางสถิติ 4.20

ความสะดวกในการบำรุงรักษาเตาหลอม ข้อมูลจากตาราง 5 แสดงว่าความสะดวกในการบำรุงรักษาเตาหลอมอยู่ในระดับดี โดยมีค่าเฉลี่ยทางสถิติ 4.30

ความสะดวกในการบำรุงรักษาเครื่องหล่อเหวี่ยง ข้อมูลจากตาราง 5 แสดงว่าความสะดวกในการบำรุงรักษาเครื่องหล่อเหวี่ยงอยู่ในระดับดี โดยมีค่าเฉลี่ยทางสถิติ 4.00

การบำรุงรักษาเข้าหลอมง่าย ข้อมูลจากตาราง 5 แสดงว่าการบำรุงรักษาเข้าหลอมง่าย อยู่ในระดับดี โดยมีค่าเฉลี่ยทางสถิติ 4.30

การตรวจสอบระบบควบคุมอัตโนมัติสะดวก ข้อมูลจากตาราง 5 แสดงว่า การตรวจสอบระบบควบคุมอัตโนมัติสะดวกอยู่ในระดับดี โดยมีค่าเฉลี่ยทางสถิติ 4.20

เมื่อนำข้อมูลผลการวิเคราะห์เพื่อทดสอบและประเมินสมรรถนะด้านลักษณะการบำรุงรักษา มาหาค่าเฉลี่ยรวม สรุปได้ว่าการทดสอบและประเมินสมรรถนะด้านลักษณะการบำรุงรักษาอยู่ในระดับดี โดยมีค่าเฉลี่ยทางสถิติรวม 4.20

ตาราง 6 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบและประเมินสมรรถนะด้านสมรรถนะการหลอมละลายของเตาหลอม ของเครื่องผลิตตัวเรือนอัตโนมัติสำหรับเครื่องประดับเทียม

รายละเอียดสมรรถนะ	X	S.D.	แปลความ
4.1 หลอมละลายโลหะได้ไม่เกิน 50 กิโลกรัม	3.20	.79	พอใช้
4.2 เวลาในการหลอมละลาย 20 นาที	3.00	.67	พอใช้
4.3 ลักษณะเมื่อถึงจุดหลอมละลายของโลหะ	3.90	.57	ดี
4.4 ลักษณะการไหลของโลหะที่หลอมละลายลงสู่เครื่องหล่อ	4.20	.42	ดี
4.5 การประหยัดพลังงาน	4.00	.47	ดี
รวม	3.66	.58	ดี

จากตาราง 6 สามารถวิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบและประเมินสมรรถนะด้านสมรรถนะการหลอมละลายของเตาหลอมของเครื่องผลิตตัวเรือนอัตโนมัติสำหรับเครื่องประดับเทียม ดังรายละเอียดต่อไปนี้

หลอมละลายโลหะได้ไม่เกิน 50 กิโลกรัม ข้อมูลจากตาราง 6 แสดงว่า การหลอมละลายโลหะได้ไม่เกิน 50 กิโลกรัม อยู่ในระดับพอใช้ โดยมีค่าเฉลี่ยทางสถิติ 3.20

เวลาในการหลอมละลาย 20 นาที ข้อมูลจากตาราง 6 แสดงว่าเวลาในการหลอมละลาย 20 นาที อยู่ในระดับพอใช้ โดยมีค่าเฉลี่ยทางสถิติ 3.00

ลักษณะเมื่อถึงจุดหลอมละลายของโลหะภายใน ข้อมูลจากตาราง 6 แสดงว่าลักษณะเมื่อถึงจุดหลอมละลายของโลหะภายในอยู่ในระดับดี โดยมีค่าเฉลี่ยทางสถิติ 3.90

ลักษณะการไหลของโลหะที่หลอมละลายลงสู่เครื่องหล่อ ข้อมูลจากตาราง 6 แสดงว่าลักษณะการไหลของโลหะที่หลอมละลายลงสู่เครื่องหล่ออยู่ในระดับดี โดยมีค่าเฉลี่ยทางสถิติ 4.20

การประหยัดพลังงาน ข้อมูลจากตาราง 6 แสดงว่า การประหยัดพลังงานอยู่ในระดับดี โดยมีค่าเฉลี่ยทางสถิติ 4.00

เมื่อนำข้อมูลผลการวิเคราะห์เพื่อทดสอบและประเมินสมรรถนะด้านสมรรถนะการหลอมละลายของเตาหลอมของเครื่องผลิตตัวเรือนอัตโนมัติสำหรับเครื่องประดับเทียม แต่ละหัวข้อมาหาค่าเฉลี่ยรวม สรุปได้ว่า สมรรถนะการหลอมละลายของเตาหลอมอยู่ในระดับดี โดยมีค่าเฉลี่ยรวม 3.66

ตาราง 7 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบและประเมินสมรรถนะด้านความเหมาะสมด้านการนำไปใช้งานของเครื่องผลิตตัวเรือนอัตโนมัติสำหรับเครื่องประดับเทียม

รายละเอียดสมรรถนะ	X	S.D.	แปลความ
5.1 คนหนึ่งคนควบคุมใช้งานได้	4.10	.31	ดี
5.2 ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่	4.20	.42	ดี
5.3 ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมครอบครัว	4.10	.31	ดี
5.4 ใช้ในการศึกษาตามสถานศึกษา	4.10	.31	ดี
5.5 เคลื่อนย้ายและติดตั้ง	3.30	.48	พอใช้
รวม	3.96	.37	ดี

จากตาราง 7 สามารถวิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบและประเมินสมรรถนะด้านความเหมาะสมด้านการนำไปใช้งานของเครื่องผลิตตัวเรือนอัตโนมัติสำหรับเครื่องประดับเทียม ดังรายละเอียดต่อไปนี้

คนหนึ่งคนควบคุมใช้งานได้ ข้อมูลจากตาราง 7 แสดงว่า คนหนึ่งคนควบคุมใช้งาน ได้มีสมรรถนะอยู่ในระดับดี โดยมีค่าเฉลี่ยทางสถิติ 4.10

ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ ข้อมูลจากตาราง 7 แสดงว่า สมรรถนะที่จะนำไปใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่อยู่ในระดับดี โดยมีค่าเฉลี่ยทางสถิติ 4.20

ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมครอบครัว ข้อมูลจากตาราง 7 แสดงว่า สมรรถนะที่จะนำไปใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมครอบครัวอยู่ในระดับดี โดยมีค่าเฉลี่ยทางสถิติ 4.10

ใช้ในการศึกษาตามสถานศึกษา ข้อมูลจากตาราง 7 แสดงว่าสมรรถนะที่จะนำไปใช้ในการศึกษาตามสถานศึกษาอยู่ในระดับดี โดยมีค่าเฉลี่ยทางสถิติ 4.10

เคลื่อนย้ายและติดตั้ง ข้อมูลจากตาราง 7 แสดงว่า สมรรถนะในการเคลื่อนย้ายและติดตั้งอยู่ในระดับพอใช้ โดยมีค่าเฉลี่ยทางสถิติ 3.30

เมื่อนำข้อมูลผลการวิเคราะห์แต่ละข้อในการทดสอบและประเมินสมรรถนะด้านความเหมาะสมด้านนำไปใช้งานของเครื่องผลิตตัวเรือนอัดรมัดสำหรับเครื่องประดับเทียม มาหาค่าเฉลี่ยรวม สรุปได้ว่า การทดสอบและประเมินสมรรถนะอยู่ในระดับดี โดยมีค่าเฉลี่ยรวมทางสถิติ 3.96

หลังจากทราบผลการวิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบและประเมินสมรรถนะเครื่องผลิตตัวเรือนอัดรมัดสำหรับเครื่องประดับเทียมทั้ง 5 ด้าน ผู้วิจัยนำผลการวิเคราะห์เพื่อทดสอบและประเมินสมรรถนะทั้ง 5 ด้าน รวมกันและหาค่าเฉลี่ยดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 8 ผลการวิเคราะห์การทดสอบและประเมินสมรรถนะ เครื่องผลิตตัวเรือนอัตโนมัติ
สำหรับเครื่องประดับเทียม

สมรรถนะด้าน	X	S.D.	แปลความ
1. ลักษณะทางกายภาพทั่วไป	3.68	.59	ดี
2. ลักษณะการใช้งาน	3.74	.51	ดี
3. ลักษณะการบำรุงรักษา	4.20	.54	ดี
4. สมรรถนะการหลอมละลายของเดาหลอม	3.66	.58	ดี
5. ความเหมาะสมด้านการนำไปใช้งาน	3.96	.37	ดี
รวม	3.85	.52	ดี

จากตาราง 8 สามารถวิเคราะห์การทดสอบและประเมินสมรรถนะ เครื่องผลิต
ตัวเรือนอัตโนมัติสำหรับเครื่องประดับเทียม ได้ดังนี้

ผลรวมค่าเฉลี่ยการทดสอบและประเมินสมรรถนะด้านลักษณะทางกายภาพทั่วไปเท่ากับ
3.68 ลักษณะการใช้งาน 3.74 ลักษณะการบำรุงรักษา 4.20 สมรรถนะการหลอมละลาย
ของเดาหลอม 3.66 ความเหมาะสมด้านการนำไปใช้งาน 3.96 รวมค่าเฉลี่ยทั้งหมดเท่ากับ
3.85 โดยมีจำนวนการทดสอบและประเมินสมรรถนะทั้ง 5 ด้าน

จากการนำข้อมูลทั้งหมดมาหาค่าเฉลี่ยรวม สรุปได้ว่า การทดสอบและประเมินสมรรถนะ
ของเครื่องผลิตตัวเรือนอัตโนมัติสำหรับเครื่องประดับเทียมได้ผลอยู่ในระดับดี ตามสมมติฐานที่
ตั้งไว้

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

สำหรับข้อมูลจากคำถามปลายเปิด เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ เกี่ยวกับการทดสอบและประเมินสมรรถนะของ เครื่องผลิตตัวเรือนอัตโนมัติสำหรับ เครื่องประดับ เทียม ผู้วิจัยได้นำคำตอบและข้อเสนอแนะมารวบรวมและเรียงลำดับเป็นรายชื่อ จากข้อที่มี ผู้เชี่ยวชาญตอบมากที่สุดไปจนถึงผู้เชี่ยวชาญตอบน้อยที่สุดดังนี้

ตาราง 9 การจัดลำดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 10 ท่าน ที่มีต่อผลการทดสอบและ ประเมินสมรรถนะ เครื่องผลิตตัวเรือนอัตโนมัติสำหรับ เครื่องประดับเทียม

ลำดับความคิดเห็น	จำนวนผู้แสดงความคิดเห็น
1. ควรขยายเครื่องหล่อเหวี่ยงให้มีขนาดใหญ่ขึ้นจะได้ใช้งาน ได้กว้างขวางขึ้น	3
2. การใช้พลังงานในการหลอมโลหะควรจะใช้แก๊สในการหลอม	2
3. ควรเพิ่มขนาดบรรจุโลหะภายในเข้าหลอมให้มีขนาดหรือบรรจุ มากขึ้น	2
4. ควรแยกประกอบชิ้นย่อยง่ายขึ้น	2
5. ควรปรับปรุงการนำพิมพ์เข้าออกให้สะดวกขึ้น	1
6. ควรปรับปรุงโครงสร้างให้มีขนาดกระทัดรัด	1
7. เตาหลอมควรปรับความสูงต่ำได้	1
8. ชุดควบคุมควรรวมไว้ในชุดเดียวกัน	1

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยการสร้างเครื่องผลิตตัวเรือนอัดรมัธสำหรับเครื่องประดับเทียม เพื่อทดสอบและประเมินสมรรถนะ โดยผู้เชี่ยวชาญด้านการผลิตเครื่องประดับเทียมหรือนักวิชาการที่มีความรู้ทางเครื่องจักรที่เกี่ยวข้อง จำนวน 10 ท่าน เป็นผู้ทดสอบและประเมินสมรรถนะดังกล่าวแล้ว ผู้วิจัยได้ดำเนินการเป็นขั้นตอนดังนี้

ความมุ่งหมายของงานวิจัย

1. เพื่อสร้างและผลิตตัวเรือนอัดรมัธสำหรับทำเครื่องประดับเทียม โดยใช้ตะกั่ว ดีบุก และพลวง เป็นวัตถุดิบ
2. เพื่อทดสอบและประเมินผลสมรรถนะของเตาหลอมและเครื่องหล่อเหวี่ยงอัดรมัธ

ความสำคัญของงานวิจัย

1. ได้เครื่องผลิตตัวเรือนอัดรมัธที่ใช้สำหรับทำเครื่องประดับเทียม โดยการนำเตาหลอมและเครื่องหล่อโลหะมารวมกันโดยให้ระบบสัมพันธ์กัน โดยราคาของเครื่องที่ผลิตจะมีราคาที่ถูกกว่าของต่างประเทศ
2. เครื่องผลิตตัวเรือนอัดรมัธสำหรับทำเครื่องประดับเทียมที่ได้นี้จะช่วยรักษาสภาพแวดล้อมให้ดีขึ้น โดยสามารถควบคุมไม่ให้ความร้อนและไอของโลหะที่หลอมพุ่งกระจายไปในอากาศ
3. เป็นต้นแบบสำหรับสร้างผลิตภัณฑ์ทางอุตสาหกรรม

สมมติฐานงานวิจัย

ผู้เชี่ยวชาญทดสอบเครื่องหลอมและหล่อโลหะอัตโนมัติ ในการทำเครื่องประดับเทียม ที่สร้างขึ้น ประเมินสมรรถนะอยู่ในระดับ "ดี"

การดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้แบ่งกระบวนการวิจัยออกเป็นลำดับดังนี้

ลำดับที่ 1 ประกอบด้วยการศึกษาเรื่องการสร้างเครื่องผลิตตัวเรือนอัตโนมัติสำหรับเครื่องประดับเทียม เพื่อใช้ในการผลิตทางอุตสาหกรรมการส่งออกเครื่องประดับเทียม ลดการนำเข้าเครื่องจักรจากต่างประเทศ ลดต้นทุนการผลิต รักษาสิ่งแวดล้อม และสุขภาพบุคลากรในการปฏิบัติงาน จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ต่อไปทำการออกแบบ ร่างแบบ และเขียนแบบส่วนต่าง ๆ

ลำดับที่ 2 ดำเนินการสร้างส่วนประกอบต่าง ๆ ของเครื่องผลิตตัวเรือนอัตโนมัติสำหรับเครื่องประดับเทียม และนำมาประกอบเข้าด้วยกันเป็นต้นแบบ ผู้วิจัยได้นำต้นแบบทำการทดสอบและปรับปรุงโดยการแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา แล้วทดสอบตามเกณฑ์การทดสอบและประเมินสมรรถนะจนอยู่ในขั้นดี

ลำดับที่ 3 นำต้นแบบไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 10 ท่าน ที่มีประสบการณ์ 10 ปีขึ้นไป ทางด้านการผลิตเครื่องประดับเทียม หรือนักวิชาการมีความรู้ทางเครื่องจักรที่เกี่ยวข้อง ทำการทดสอบและประเมินสมรรถนะ 5 ด้านดังนี้

1. ลักษณะทางกายภาพทั่วไป
2. ลักษณะการใช้งาน
3. ลักษณะการบำรุงรักษา
4. สมรรถนะการหลอมละลายของเดาหลอม
5. ความเหมาะสมด้านการนำไปใช้

ผลการวิจัย

ผลการวิจัยโดยละเอียดได้แสดงไว้ในบทที่ 4 แต่เพื่อให้เกิดความชัดเจนเกี่ยวกับผลการวิจัย ผู้วิจัยจึงนำผลการวิจัยโดยสรุปเพื่อให้สอดคล้องกับความมุ่งหมายของการวิจัยโดยผลที่ได้ดังนี้

1. สร้างและผลิตตัวเรือนอัตโนมัติสำหรับเครื่องประดับเทียม โดยใช้ตะกั่ว ดีบุก และพลวงเป็นวัตถุดิบได้สำเร็จ
2. ทดสอบและประเมินสมรรถนะของเตาหลอมและเครื่องหล่อเหวี่ยงอัตโนมัติ ซึ่งประกอบเป็นเครื่องผลิตตัวเรือนอัตโนมัติสำหรับเครื่องประดับเทียม ผลการทดสอบและประเมินสมรรถนะปรากฏผลโดยรวมอยู่ในระดับดี สอดคล้องกับสมมุติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้

อภิปรายผล

จากสมมุติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้ในบทที่ 1 ปรากฏผลการวิจัยสอดคล้องกับสมมุติฐานที่ตั้งไว้คือ การทดสอบและประเมินสมรรถนะของเครื่องผลิตตัวเรือนอัตโนมัติสำหรับเครื่องประดับเทียมอยู่ในระดับดี ซึ่งเป็นผลรวมของการทดสอบและประเมินสมรรถนะทุกด้าน ผู้วิจัยมีความเห็นว่า ถ้าวิเคราะห์ข้อมูลในหัวข้อย่อยโดยละเอียดจะพบว่า การทดสอบและประเมินสมรรถนะด้านลักษณะทางกายภาพทั่วไปในหัวข้อความปลอดภัยในการปฏิบัติงานอยู่ในระดับพอใช้ เนื่องจากพัฒนายังไม่สมบูรณ์เพราะไม่มีตัวที่จับไอของโลหะ การทดสอบและประเมินสมรรถนะด้านลักษณะการใช้งานในหัวข้อ การควบคุมในระบบต่าง ๆ อยู่ในระดับพอใช้ เนื่องจากการพัฒนาเครื่องผลิตตัวเรือนอัตโนมัติสำหรับเครื่องประดับเทียมยังไม่สมบูรณ์ ประหยัดเวลาในการปฏิบัติงานอยู่ในระดับพอใช้ เนื่องจากรูปแบบที่หลากหลายของชิ้นงานจึงต้องมีการปรับตั้งเครื่องทุกครั้งทีปฏิบัติงาน ใส่วัตถุดิบเข้าเตาได้สะดวกอยู่ในระดับพอใช้ เนื่องจากวัตถุดิบมีขนาดใหญ่กว่าเบ้าหลอมเกิดความไม่สะดวกในการยกใส่เบ้าหลอม

การทดสอบและประเมินสมรรถนะด้านสมรรถนะการหลอมละลายของเตาหลอม การหลอมละลายโลหะได้ไม่เกิน 50 กิโลกรัมอยู่ในระดับพอใช้ เนื่องจากเบ้าหลอมมีขนาดเล็ก ซึ่งชิ้นงานได้น้อยไป เวลาในการหลอมละลาย 20 นาที อยู่ในระดับพอใช้ เนื่องจาก

การเกิดความล่าช้าในการทำงานของเครื่อง จึงทำให้สูญเสียด้านพลังงาน ถือว่าสมรรถนะด้อยกว่าในด้านนี้

การทดสอบและประเมินสมรรถนะด้านความเหมาะสมด้านการนำไปใช้งาน เคลื่อนย้ายและติดตั้งอยู่ในระดับพอใช้ เนื่องจากมีความสูงและน้ำหนักของเครื่องมากเกินไป สรุป ทดสอบและประเมินสมรรถนะโดยละเอียดในหัวข้อย่อยดังที่ได้กล่าวมา มีสมรรถนะต่ำกว่าสมมติฐานการวิจัย ควรจะทำการพัฒนาสมรรถนะในด้านต่าง ๆ ให้มีคุณภาพดีขึ้น

ข้อเสนอแนะ

เพื่อให้การวิจัยครั้งนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ผู้วิจัยขอเสนอแนะในหัวข้อต่อไปนี้ เพื่อให้เกิดแนวคิดใหม่เป็นการพัฒนาการวิจัยในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยครั้งนี้ ดังนี้

1. การนำพิมพ์เขียวออกเครื่องหล่อเหวี่ยงควรที่จะทำได้สะดวกรวดเร็ว โดยการนำเข้าออกด้านข้าง ซ้าย ขวา สลับกัน
2. ควรมีชุดคู่มือใบโหลห้อยด้วยจะได้รักษาสภาพแวดล้อมจากการระเหยของโหลห้อย

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป ควรศึกษาวิจัยเรื่องเครื่องหล่อเหวี่ยงโหลห้อย อุณหภูมิที่สูง เช่น ทองคำ เป็นต้น

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- จิราภา ขาดีสุวรรณ. ตารางธาตุ. กรุงเทพฯ : อักษราพิพัฒน์, 2537.
- ดอกรูป พุทธรณกล. ทฤษฎีงานช่างพื้นฐาน วัสดุช่าง. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จินดาอักษร, 2534.
- เทพนารินทร์ ประพันธ์พัฒน์. พื้นฐานงานหล่อโลหะ. กรุงเทพฯ : สกายบุ๊กส์, 2526.
- บัณฑิต ใจชื่น. การออกแบบงานหล่อโลหะ. กรุงเทพฯ : ภาพพิมพ์, 2526.
- ผกา สุขเกษม. ผลกระทบของโลหะต่อสิ่งแวดล้อม และหลักการในการวิเคราะห์โลหะปริมาณน้อย. อ่างทอง : สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2534.
- มานพ ดันตระบัณฑิตย์. วัสดุวิศวกรรม. กรุงเทพฯ : บริษัทดวงกมล สมัย จำกัด, 2537.
- มนัส สติรจินดา. โลหะนอกกลุ่มเหล็ก. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2536.
- หริส สุตะบุตร และเคนนิ จิยิวิวา. หล่อโลหะ. กรุงเทพฯ : ศูนย์การพิมพ์ดวงกมล, 2538.
- วิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, กระทรวง. ภาวะมลพิษภัยใกล้ตัว. กรุงเทพฯ : สำนักงาน คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2534.
- สารเดช ฐิติเกียรติพงศ์. วัสดุในงานวิศวกรรม. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น, 2537.
- ส่งเสริมการส่งออก, กรม. เอกสารแสดงรายการผลิตภัณฑ์ส่งออก. กรุงเทพฯ : กองเผยแพร่กรมส่งเสริมการส่งออก, 2537.
- อุตสาหกรรม, กระทรวง. อุตสาหกรรมสาร. กรุงเทพฯ : ห้างหุ้นส่วนจำกัด เจ.เอ็น.ที., 2537.
- Best, John W. Research in Education. 4th ed., New Jersey : Prentice Hall, 1981.
- Gonieberg, Jerome A. Principles of Centrifugal Rubber Mold Casting. Los Angeles : A.J.Oster Company, 1986.
- Haminton, David. Stone Ware and Porcelain. London : The Thames and Hudson Ltd., 1982.
- Mickey, Story. Centrifugal Casting as a Jewelry Process. Pennsylvania : International Textbook Company, 1963.

การคำนวณ

ภาคผนวก ก

เปรียบเทียบเครื่องผลิตตัวเรือนเครื่องประดับในงานอุตสาหกรรมกับงานวิจัย

ตาราง 10 เปรียบเทียบเครื่องผลิตตัวเรือนเครื่องประดับในอุตสาหกรรมกับงานวิจัย

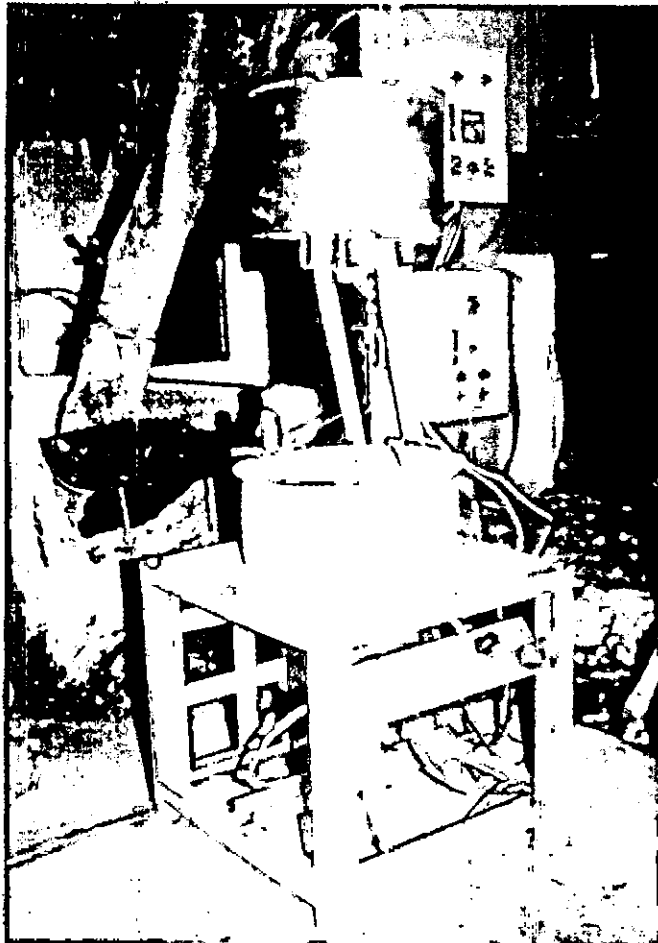
ลำดับที่	ส่วนประกอบต่าง ๆ	ในงานอุตสาหกรรม	ในงานวิจัย
1	ฝาเปิดปิด	ใช้ยกเปิด-ปิด ขึ้น-ลง	ใช้เลื่อนเปิด-ปิด ซ้าย-ขวา
2	ขนาดของเครื่อง หล่อเหวี่ยง	มีขนาดใหญ่ใช้ได้กับ งานหลายขนาด	มีขนาดเล็กใช้เฉพาะทำ เครื่องประดับเทียม
3	แหล่งพลังงาน	ใช้แก๊สเป็นเชื้อเพลิง	ใช้ไฟฟ้าเป็นพลังงาน
4	ตำแหน่งการวาง เตาหลอม	จะวางอยู่ด้านข้าง เครื่องหล่อเหวี่ยง	วางอยู่ตำแหน่งด้านบน เครื่องหล่อเหวี่ยง
5	การนำโลหะออกจาก เตาหลอม	ใช้ทัพพีตัก	ใช้แรงดึงดูดของโลก
6	เตาหลอมและ เครื่อง หล่อเหวี่ยง	แยกจากกันอย่างอิสระ	ทำงานสัมพันธ์กันอย่าง ต่อเนื่อง

ภาคผนวก ข

คู่มือการใช้เครื่องผลิตตัวเรือนอัตโนมัติสำหรับเครื่องประดับเทียม

คู่มือ

การใช้เครื่องผลิตตัวเรือนอัตโนมัติสำหรับเครื่องประดับเทียม



คํานํา

คู่มือการใช้เครื่องผลิตตัวเรือนอัตโนมัติสำหรับเครื่องประดับเทียม จัดทำขึ้นเพื่อให้ท่านได้ทำความเข้าใจในชิ้นส่วนต่าง ๆ ของเครื่องผลิตตัวเรือนอัตโนมัติ และการใช้งาน ทั้งยังอธิบายถึงการทำงานของเครื่องผลิตตัวเรือนอัตโนมัติอย่างละเอียด ซึ่งผู้จัดทำแน่ใจว่าเมื่อท่านอ่านคู่มือฉบับนี้แล้ว ท่านจะสามารถใช้เครื่องผลิตตัวเรือนอัตโนมัติสำหรับเครื่องประดับเทียมนี้ได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย เพราะนอกจากจะอธิบายถึงชิ้นส่วนต่าง ๆ แล้ว ยังได้เสริมของส่วนการซ่อมบำรุงและความปลอดภัยในการปฏิบัติงานอีกด้วย

ผู้จัดทำคู่มือฉบับนี้หวังเป็นอย่างยิ่งว่า จะทำให้ท่านได้สามารถปฏิบัติการใช้เครื่องผลิตตัวเรือนอัตโนมัติสำหรับเครื่องประดับเทียมได้อย่างดี

ศุภโชค สุภาวสุทธิ์

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
ลักษณะ เฉพาะของเครื่องผลิตตัวเรือนอัตโนมัติสำหรับเครื่องประดับเทียม.....	79
ส่วนประกอบเครื่องผลิตตัวเรือนอัตโนมัติสำหรับเครื่องประดับเทียม.....	80
ส่วนประกอบและการปฏิบัติงาน.....	82
อุปกรณ์ร่วมการปฏิบัติงาน.....	84
ลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงาน.....	85
การบำรุงรักษา.....	86
ความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน.....	86

เครื่องผลิตตัวเรือนอัตโนมัติสำหรับเครื่องประดับเทียมนี้ ถูกออกแบบและสร้างขึ้นมา เพื่อใช้งานในการผลิตเครื่องประดับเทียม โดยสามารถบรรจุโลหะที่ใช้ในการผลิตได้ 50 กิโลกรัม ใช้คนควบคุม 1 คน ในการปฏิบัติงานและลดปัญหาและความสูญเสียที่เกิดจากการดัดโลหะที่ หลอมละลายด้วยมือ ใช้พลังงานจากไฟฟ้าทั้งสิ้น สามารถใช้ในอุตสาหกรรมขนาดต่าง ๆ และ ในสถานศึกษา

ลักษณะเฉพาะของเครื่องผลิตตัวเรือนอัตโนมัติสำหรับเครื่องประดับเทียม

ชื่อ เครื่องผลิตตัวเรือนอัตโนมัติสำหรับเครื่องประดับเทียม

ชนิด เตาหลอมไฟฟ้าและเครื่องหล่อเหวี่ยงแบบหนีศูนย์กลาง

หลอมละลายโลหะ ตะกั่ว ดีบุก พลวง

ขนาด ใช้กับพิมพ์ยาง 9 นิ้ว หนาไม่เกิน 1.5 นิ้ว หลอมโลหะได้ 50 กิโลกรัม

ผู้ปฏิบัติงาน 1 คน

การนำไปใช้งาน 1. โรงงานอุตสาหกรรมขนาดต่าง ๆ

2. สถานศึกษา

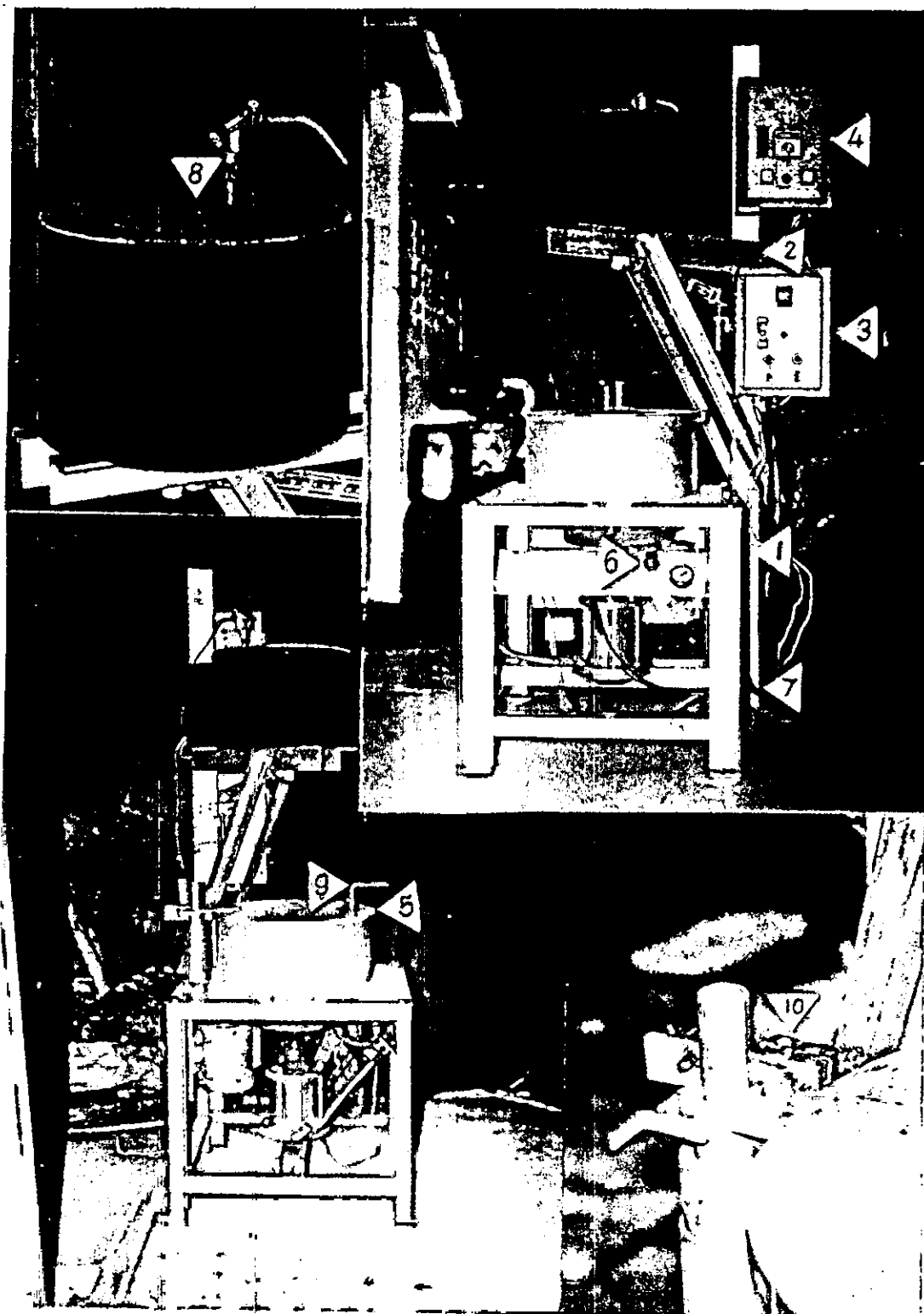
อื่น ๆ มีอุปกรณ์เพิ่มเติมในกระบวนการผลิตเครื่องประดับเทียม

1. ชุดเครื่องอัดพิมพ์ยาง

2. ปั่นลม

3. ชุดแกะพิมพ์ยาง

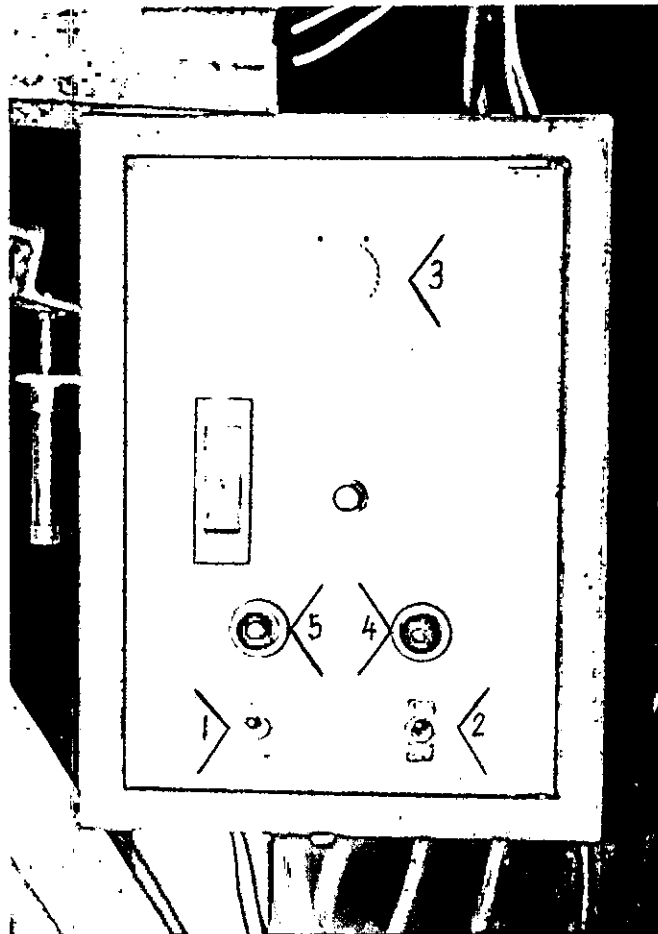
ส่วนประกอบของเครื่องผลิตตัวเรือนยัดไส้สำหรับเครื่องประดับเทียม



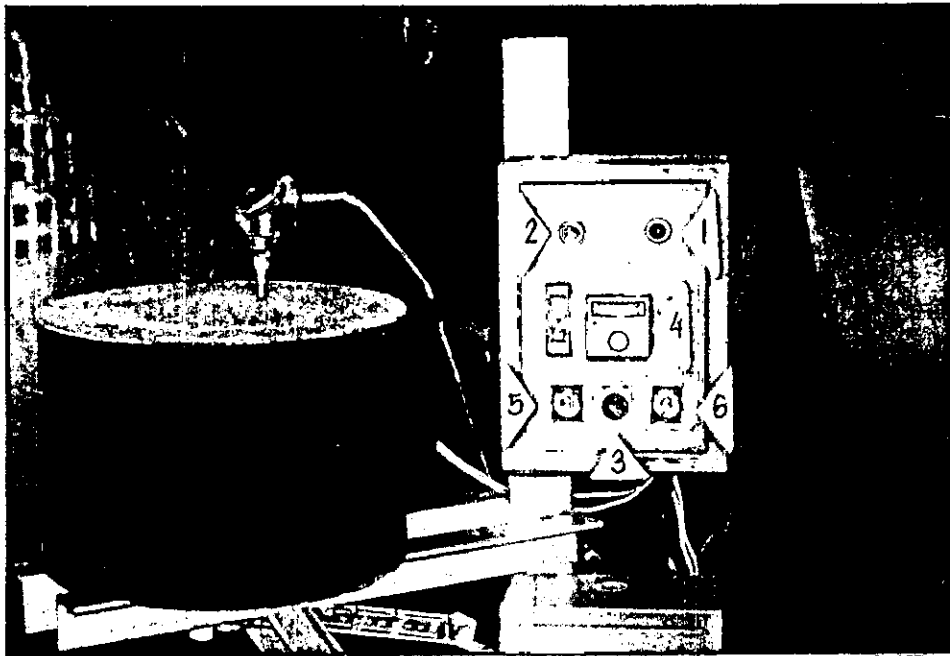
1. ฐานเครื่องหล่อเหวี่ยง
2. ฐานเตาหลอมโลหะ
3. ชุดควบคุมเครื่องหล่อเหวี่ยง
4. ชุดควบคุมเตาหลอมโลหะและปริมาณโลหะ
5. ฟาเปิดปิด
6. ชุดควบคุมตัวประกบพิมพ์
7. ทางลมเข้า
8. ช่องเติมโลหะ
9. มือจับ
10. สวิตช์ควบคุม ตัวประกบพิมพ์และมอเตอร์

ส่วนประกอบและการปฏิบัติงาน

1. ฐานเครื่องหล่อเหวี่ยง จะประกอบไปด้วยชุดประกอบพิมพ์ยางมอเตอร์และตัวโครงสร้าง โดยจะเริ่มจากการ การเปิดฝาปิดเครื่องไว้ชุด แล้วนำพิมพ์ยางมาใส่ในชุดประกอบพิมพ์ยาง
2. ฐานเตาหลอมโลหะ จะประกอบไปด้วยเตาหลอมและชุดควบคุมการไหลของโลหะ จะทำงานก็ต่อเมื่อเปิดระบบควบคุมการหลอมโลหะ และโลหะจะไหลลงสู่เครื่องหลอม หลังจากปิดฝาเครื่องตามเวลาที่กำหนด และจะหยุดไหลตามเวลาที่กำหนด สามารถควบคุมอุณหภูมิของโลหะได้ตามต้องการ
3. ชุดควบคุมเครื่องหล่อเหวี่ยง จะติดอยู่กับฐานเตาหลอมโลหะด้านล่าง จะประกอบด้วย 1. สวิตช์ควบคุมการหมุนของมอเตอร์ช้า-ขวา 2. สวิตช์เปิดปิด 3. เครื่องควบคุมเวลาการทำงานของมอเตอร์ในเครื่องหล่อเหวี่ยง และ 4. ไฟแสดงการทำงานปิด 5. ไฟแสดงการทำงานหยุด



4. ชุดควบคุมเตาหลอมโลหะและปริมาณโลหะ เป็นชุดที่ยึดกับฐานเตาหลอมโลหะ
 อยู่บนสุดของเครื่อง จะประกอบด้วย 1. ไฟแสดงการทำงาน 2. ไฟแสดงการหยุดทำงาน
 3. สวิตช์ควบคุมการเปิดปิดเตาหลอมโลหะ 4. เครื่องวัดและตั้งอุณหภูมิของเตาหลอมโลหะ
 5. ชุดควบคุมการหน่วงเวลาของการเริ่มปล่อยโลหะ 6. ชุดควบคุมปริมาณของโลหะลงสู่
 เครื่องหล่อเหวี่ยง



5. ฝาเปิดปิด ควบคุมการทำงานของเครื่องประกะพิมพ์และมอเตอร์ให้ทำงาน
6. ชุดควบคุมตัวประกะพิมพ์ จะมี ฐาน และฝาประกะพิมพ์ จะต้องหมุนในทิศทางตรงกันข้ามกับการหมุนของมอเตอร์ที่ตั้งไว้ และจะต้องปรับแรงดันตัวประกะพิมพ์ให้พอเหมาะกับพิมพ์
7. ทางลมเข้า เป็นทางเข้าของลมแรงดันสูงมาใช้ควบคุมระบบการทำงาน
8. ช่องเติมโรลหะ จะมีฝาปิดด้านบน เลื่อนและยกฝาขึ้นเติมโรลหะลงไปภายใน เป้าหลอมระวังจะโดนชุดควบคุมอุณหภูมิเสียหาย
9. มือจับ เป็นตัวคันโยกในการเปิดปิดฝาเครื่องหล่อเหวี่ยง
10. สวิตช์ควบคุม ตัวประกะพิมพ์ และมอเตอร์ จะสั่งงานจากฝาปิดเครื่อง เมื่อให้ตัวประกะพิมพ์ลือคพิมพ์หรือคลายลือค และจะทักให้มอเตอร์เครื่องหล่อเหวี่ยงทำงานหรือหยุด

อุปกรณ์ร่วมปฏิบัติงาน

1. เครื่องปั้มลมแรงดันสูง ท้าหน้าที่ในการให้กำลังลมมาใช้ในการประกะพิมพ์ และควบคุมการเปิดปิดของน้ำโรลหะ

ลำดับขั้นตอนปฏิบัติงานของเครื่องผลิตตัวเรือนอัตโนมัติสำหรับเครื่องประดับเทียม

1. จัดเตรียมโลหะที่จะหลอมลงในเบ้าหลอม
2. เปิดเครื่องควบคุมเตาหลอม จนอุณหภูมิได้ตามต้องการ
3. เปิดเครื่องปั๊มลมแรงดันสูง จนได้แรงดันลมตามต้องการ
4. ตรวจสอบสภาพภายนอกเครื่องหล่อเหวี่ยงและระบบอื่น ๆ
5. นำพิมพ์ยางที่ต้องการใช้มาใส่ในชุดประกบพิมพ์ในเครื่องหล่อเหวี่ยง
6. ปิดฝาในจังหวะที่ 1 เครื่องหล่อเหวี่ยงจะประกบพิมพ์ให้แน่น
ปิดฝาในจังหวะที่ 2 มอเตอร์เครื่องหล่อเหวี่ยงจะหมุนให้พิมพ์หมุน
7. ชุดควบคุมการไหลของโลหะจะเริ่มทำงานตามเวลาที่ตั้งไว้แล้วจะปล่อยโลหะ
ลงมาสู่เครื่องหล่อเหวี่ยง และจะหยุดปล่อยตามเวลาที่กำหนด
8. มอเตอร์เครื่องหล่อเหวี่ยงจะหยุดหมุนตามเวลาที่กำหนด
9. เปิดฝาในจังหวะที่ 1 มอเตอร์จะหยุดหมุน เปิดฝาในจังหวะที่ 2 ชุดประกบพิมพ์
จะคลายตัวออก
10. หยิบพิมพ์ยางออกจากเครื่องหล่อเหวี่ยง
11. แกะเนื้อโลหะออกจากพิมพ์ พร้อมกับทำความสะอาดพิมพ์ก่อนใส่เข้าเครื่องทุกครั้ง
12. การปิดเครื่องกระทำได้โดยปิดสวิตช์ที่ชุดควบคุมทั้งสองและปั๊มลม

หมายเหตุ ในการปฏิบัติ จะต้องมีการเปิดช่องทางเดินน้ำโลหะ ใช้น้ำล้นหรือแบ่งปูน ปะ
ที่ผิวยางช่วยในการลื่นไหลของโลหะและเปิดช่องทางอากาศ เพื่อให้เกิดการถ่ายเท
แทนที่โลหะในช่องอากาศ

การบำรุงรักษา

1. ตรวจสอบส่วนประกอบต่าง ๆ ก่อนการปฏิบัติงานทุกครั้ง ให้สมบูรณ์
2. หมั่นตรวจสอบความตึงสายพานเครื่องหล่อเหวี่ยงเสมอ ๆ
3. เติมน้ำมันที่กระบอกลม
4. หมั่นดักขี้ตะกั่วโลหะในเตาหลอมออก
5. ควรทำความสะอาดเครื่องหล่อเหวี่ยงทุกครั้งหลังใช้งาน
6. โลหะที่ใส่ลงในเตาหลอมควรมีขนาดเล็กกว่าปากเตาหลอม

เครื่องผลิตตัวเรือนอัตโนมัติสำหรับเครื่องประดับเทียมสร้างขึ้นมา โดยคำนึงถึงความสะดวกในการปฏิบัติงาน และการบำรุงรักษา โดยออกแบบให้ระบบต่าง ๆ ถูกควบคุมแยกออกจากกัน สามารถซ่อมบำรุงได้โดยง่าย โดยอาศัยทักษะด้านพื้นฐานทางช่างก็สามารถบำรุงรักษาได้

ความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน

ผู้ปฏิบัติงานควรอยู่ในที่โล่งอากาศถ่ายเทได้สะดวกและไม่ควรสูดดมไอของโลหะ เข้าสู่ร่างกาย สวมถุงมือป้องกันความร้อนในขณะที่ปฏิบัติงานทุกครั้ง เตาหลอมห้ามโดนน้ำเพราะอาจทำให้เกิดอันตรายได้ขณะปฏิบัติงาน

ภาคผนวก ก

แบบประเมินสมรรถนะของเครื่องผลิตหัวเรือนอัดเม็ดสำหรับเครื่องประดับเทียม

แบบประเมินชุดนี้ เป็นแบบสอบถามความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญด้านการผลิต
เครื่องประดับเทียม เกี่ยวกับสมรรถนะของเครื่องผลิตตัวเรือนอัตโนมัติสำหรับเครื่องประดับเทียม
(Automatic)

คำชี้แจง แบบประเมินชุดนี้แบ่งออกเป็น 3 ตอน คือ

ตอนที่ 1 ข้อมูลเกี่ยวกับสถานภาพของผู้ตอบแบบสอบถาม ประกอบด้วยคำถามจำนวน
5 ข้อ

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านการผลิตเครื่องประดับเทียม เกี่ยวกับ
สมรรถนะของเครื่องผลิตตัวเรือนอัตโนมัติสำหรับเครื่องประดับเทียม จำนวน 30 ข้อ ดังนี้

- 2.1 ลักษณะทางกายภาพทั่วไป
- 2.2 ลักษณะการใช้งาน
- 2.3 ลักษณะการบำรุงรักษา
- 2.4 สมรรถนะการหลอมละลายของเตาหลอม
- 2.5 ความเหมาะสมด้านการนำไปใช้งาน

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะอื่น ๆ เพื่อการปรับปรุงสมรรถนะให้ดียิ่งขึ้น

ตอนที่ 1 ข้อมูลเกี่ยวกับสถานภาพผู้เข้าร่วมงาน

กรุณาเขียนเครื่องหมาย / (ถูก) ลงในกรอบ [] หน้าข้อความที่ตรงกับความจริง และ/หรือ เติมคำหรือเติมข้อความลงในช่องว่าง

1. เพศ และอายุ
[] ชาย
[] หญิง
2. อายุ.....ปี
3. ระดับการศึกษา
[] ประถมศึกษา
[] มัธยมศึกษา หรือเทียบเท่า
[]ปริญญาตรี หรือเทียบเท่า
[] อื่น ๆ (โปรดระบุ).....
4. ประสบการณ์ด้านการผลิตเครื่องประดับเทียม.....ปี
5. ตำแหน่งหน้าที่ในปัจจุบัน.....
.....
.....
อื่น ๆ (โปรดระบุ).....
.....

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านการผลิตเครื่องประดับเทียม ในการทดสอบและประเมินสมรรถนะเตาหลอมและเครื่องหล่อเหวี่ยงอัตโนมัติ

ข้อเสนอแนะในการตอบแบบประเมิน

1. แบบประเมินในตอนที่ 2 นี้ มีทั้งหมด 25 ข้อ
2. โปรดเขียนเครื่องหมาย / (ถูก) ลงในช่องมาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับตามความคิดเห็นของท่าน หลังจากทดสอบใช้เตาหลอมและเครื่องหล่อเหวี่ยงอัตโนมัติ
3. ค่าระดับคะแนนกำหนดไว้ดังนี้
 - 5 หมายถึง ผลการประเมินในระดับดีมาก
 - 4 หมายถึง ผลการประเมินในระดับดี
 - 3 หมายถึง ผลการประเมินในระดับพอใช้
 - 2 หมายถึง ผลการประเมินในระดับต้องปรับปรุง
 - 1 หมายถึง ผลการประเมินในระดับใช้ไม่ได้

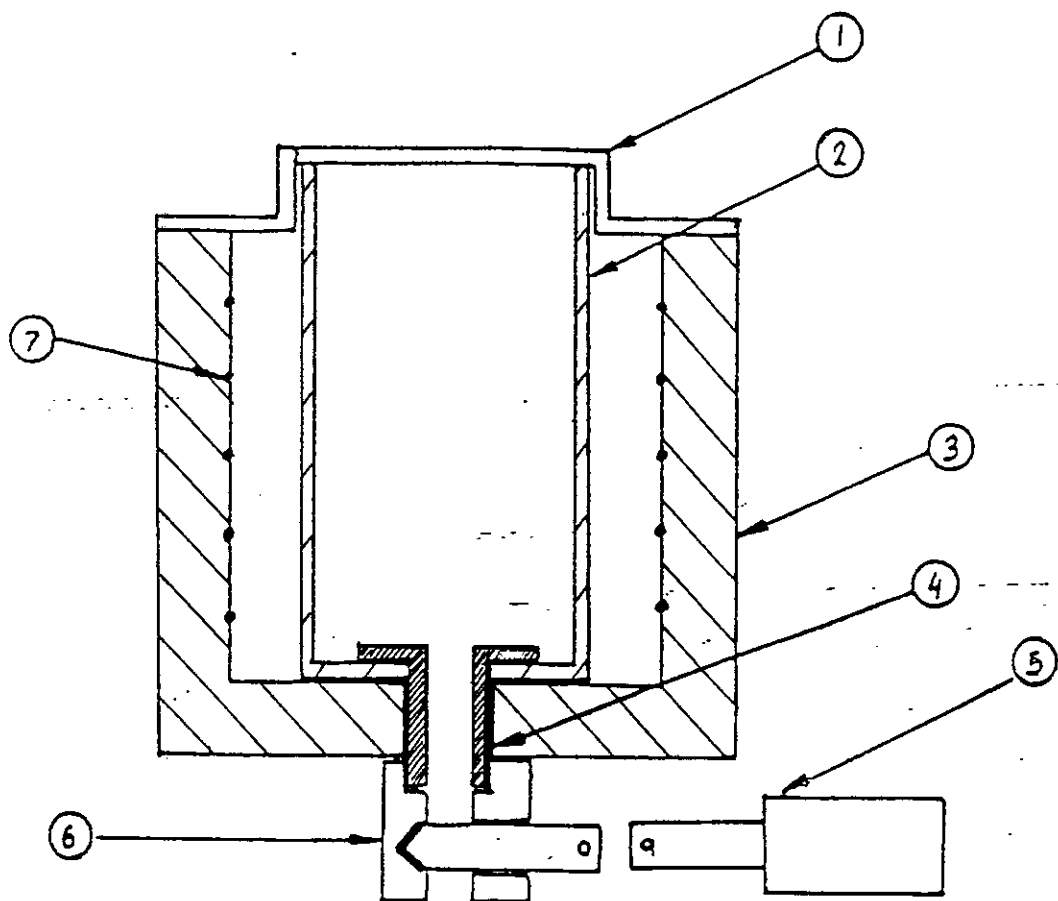
ความคิดเห็น
ของผู้ทดสอบเตาหลอมและ เครื่องหล่อ เหวียงอัดรมัด

ข้อที่	รายละเอียดหัวข้อ	ระดับการประเมิน				
		ดี มาก	ดี	พอ ใช้	ควร ปรับปรุง	ใช้ ไม่ได้
1	<u>ลักษณะทางกายภาพทั่วไป</u>					
	1.1 ลักษณะความกะทัดรัดของเครื่องมือ.....	....	....	....	.....	.....
	1.2 ความสะดวก การแยกประกอบ.....	....	....	....	.....	.....
	1.3 ความแข็งแรงของโครงสร้างเตาหลอมและ เครื่องหล่อ เหวียงอัดรมัด.....	....	....	....	.....	.....
	1.4 ความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน.....	....	....	....	.....	.....
	1.5 การออกแบบอย่างเหมาะสม.....	....	....	....	.....	.....
2	<u>ลักษณะการใช้งาน</u>					
	2.1 การเตรียมการใช้งานทำได้สะดวก.....	....	....	....	.....	.....
	2.2 การควบคุมในระบบต่าง ๆ.....	....	....	....	.....	.....
	2.3 ประหยัดเวลาในการปฏิบัติงาน.....	....	....	....	.....	.....
	2.4 วัสดุวัตถุดิบเข้าเตาได้สะดวก.....	....	....	....	.....	.....
	2.5 การหยุดปฏิบัติงานทำได้สะดวก.....	....	....	....	.....	.....

ข้อที่	รายละเอียดหัวข้อ	ระดับการประเมิน				
		ดี มาก	ดี	พอ ใช้	ควร ปรับปรุง	ใช้ ไม่ได้
3	<u>ลักษณะการบำรุงรักษา</u>					
	3.1 การตรวจสอบก่อนการปฏิบัติงาน.....	.....	.....	.....	.....	.....
	3.2 ความสะดวกในการบำรุงรักษาเตาหลอม.....	.....	.....	.....	.....	.....
	3.3 ความสะดวกในการบำรุงรักษาเครื่องหล่อเหวี่ยง.....	.....	.....	.....	.....	.....
	3.4 การบำรุงรักษาเข้าหลอมง่าย.....	.....	.....	.....	.....	.....
	3.5 ตรวจสอบระบบควบคุมอัตโนมัติสะดวก.....	.....	.....	.....	.....	.....
4	<u>สมรรถนะการหลอมละลายของเตาหลอม</u>					
	4.1 หลอมละลายโลหะได้ไม่เกิน 50 กิโลกรัม.....	.....	.....	.....	.....	.....
	4.2 เวลาในการหลอมละลาย 30 นาที.....	.....	.....	.....	.....	.....
	4.3 ลักษณะเมื่อถึงจุดหลอมละลายของโลหะภายใน..	.....	.....	.....	.....	.....
	4.4 ลักษณะการไหลของโลหะที่หลอมละลายลงสู่ เครื่องหล่อ.....	.....	.....	.....	.....	.....
	4.5 การประหยัดพลังงาน.....	.....	.....	.....	.....	.....
5	<u>ความเหมาะสมด้านนำไปใช้งาน</u>					
	5.1 คนหนึ่งคนควบคุมใช้งานได้.....	.....	.....	.....	.....	.....
	5.2 ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่.....	.....	.....	.....	.....	.....
	5.3 ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมครอบครัว.....	.....	.....	.....	.....	.....
	5.4 ใช้ในการศึกษาตามสถานศึกษา.....	.....	.....	.....	.....	.....
	5.5 เคลื่อนย้ายและติดตั้ง.....	.....	.....	.....	.....	.....

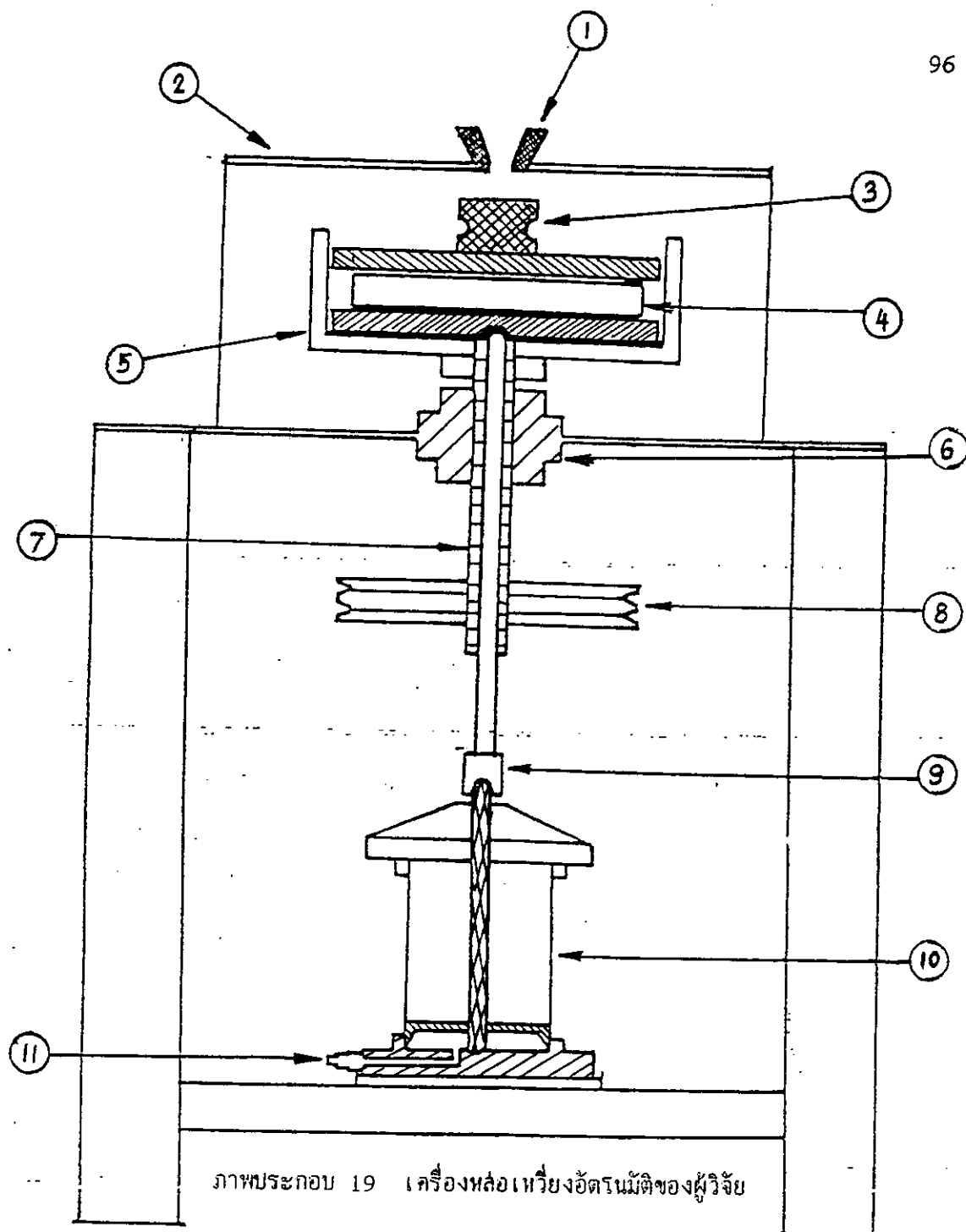
ภาคผนวก ง

ส่วนประกอบของเครื่องผลิตตัวเรือนอัตโนมัติสำหรับเครื่องประดับเทียม



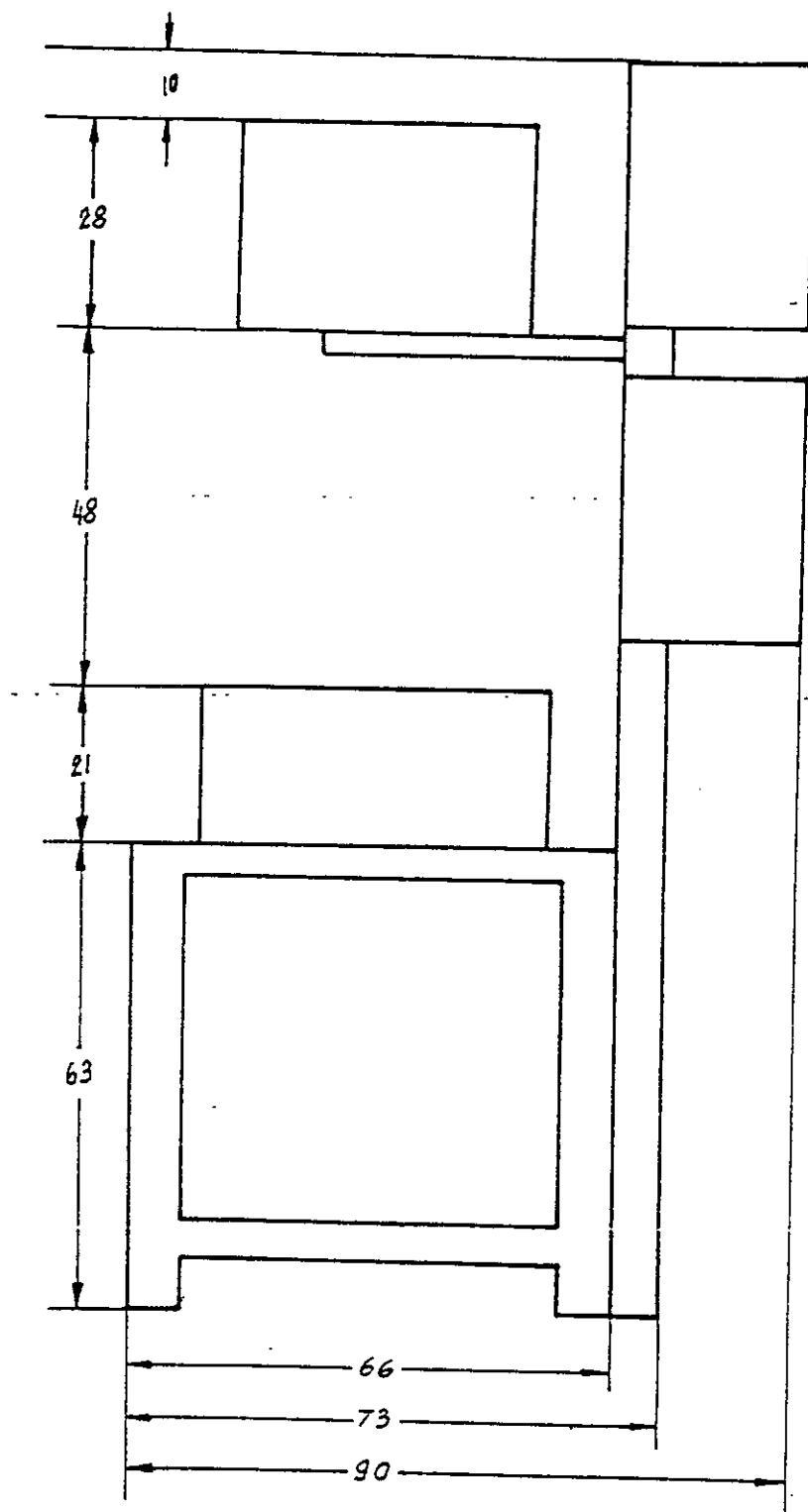
ภาพประกอบ 18 เตาหลอมอัดรีดไม้ของผู้วิจัย

- | | |
|----------------------|----------------------|
| 1 ผาครอบเตาหลอม | 2 เข้าหลอม |
| 3 เตาหลอม | 4 ช่องทางไหลของโลหะ |
| 5 ชุดควบคุมอัดรีดไม้ | 6 ชุดควบคุมอัดรีดไม้ |
| 7 ชุดลดความร้อน | |

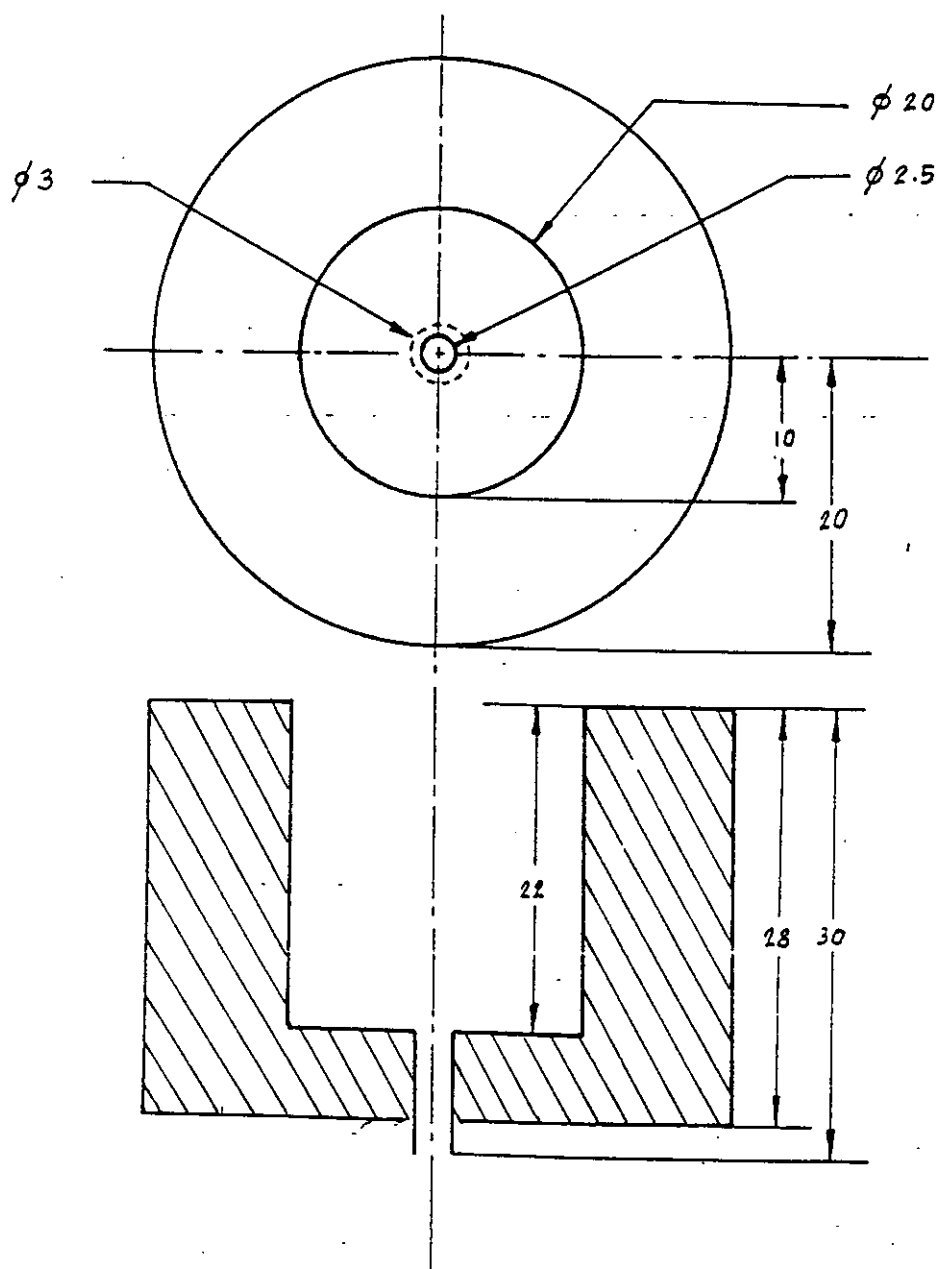


ภาพประกอบ 19 เครื่องหล่อเหวี่ยงอัตโนมัติของผู้วิจัย

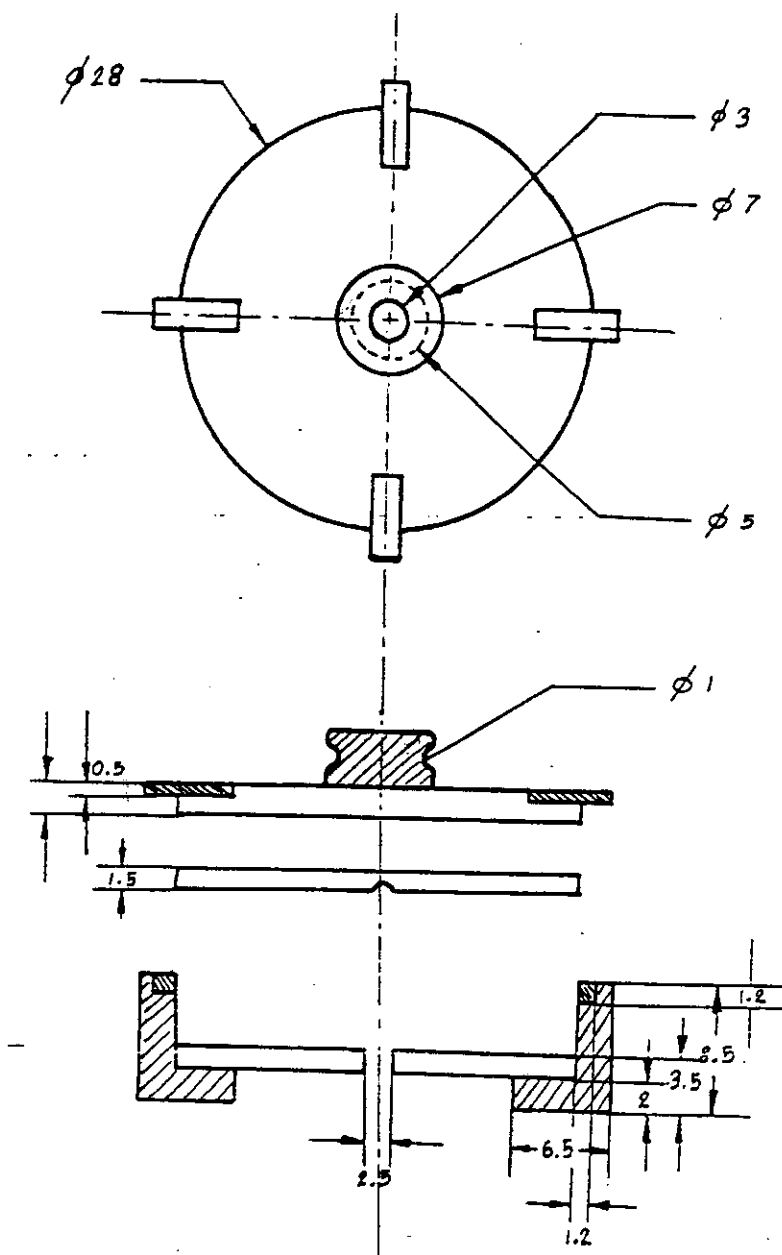
- | | |
|--|-----------------------------|
| 1 ทางเข้าโลหะที่หลอมละลาย | 2 ฝาปิดเลื่อนซ้าย-ขวา |
| 3 ชุดฮีตคัมพียง | 4 พิมพียง |
| 5 ขาสื่อคชุดฮีตคัมพียง | 6 ชุดลูกปืน |
| 7 แกนส่งกำลังจากมอเตอร์ไปยังชุดขาสื่อคฮีตคัมพียง | 8 มวลเสย์รับกำลังจากมอเตอร์ |
| 9 ลูกตัมถ่วงน้ำหนักและบุช | 10 ชุดกระบอกลม |
| 11 ทางเข้าของอากาศแรงดันสูง | |



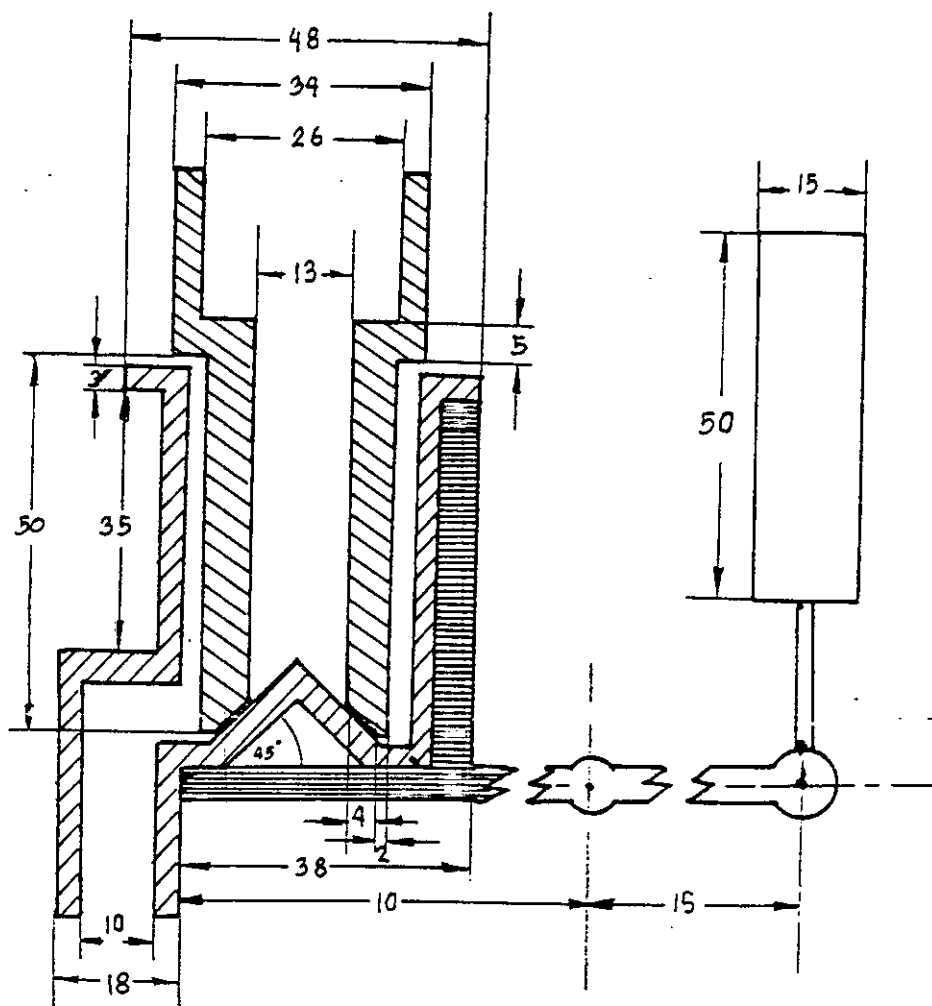
ภาพประกอบ 20 แสดงขนาดและโครงสร้างของเครื่องผลิตตัวเรือนอัดรีด
สำหรับเครื่องประดับเทียม



ภาพประกอบ 21 แสดงขนาดของเตาหลอม



ภาพประกอบ 23 แสดงขนาดของชุดล็อกพิมพ์



ภาพประกอบ 24 แสดงขนาดของชุดควบคุมการไหลของโลหะ

ภาคผนวก จ

คุณสมบัติของธาตุที่ใช้ในการทำเครื่องประดับ

ตาราง 11 แสดงคุณสมบัติของธาตุที่ใช้ในการทำเครื่องประดับ

ชนิดธาตุ	น้ำหนักอะตอม	ความหนาแน่น กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร	จุดหลอมเหลว องศาเซลเซียส
ทองคำ	196.97	19.3	1063
ทองคำขาว	196.09	21.4	1769
เงิน	107.87	10.5	960.8
สังกะสี	65.37	7.14	420
พลวง	121.75	6.62	630.5
ตะกั่ว	207.19	11.4	327.4
ดีบุก	118.69	7.3	231.0

ที่มา : จิราภา ขาดิสุวรรณ. 2537 : 2

ภาคผนวก จ

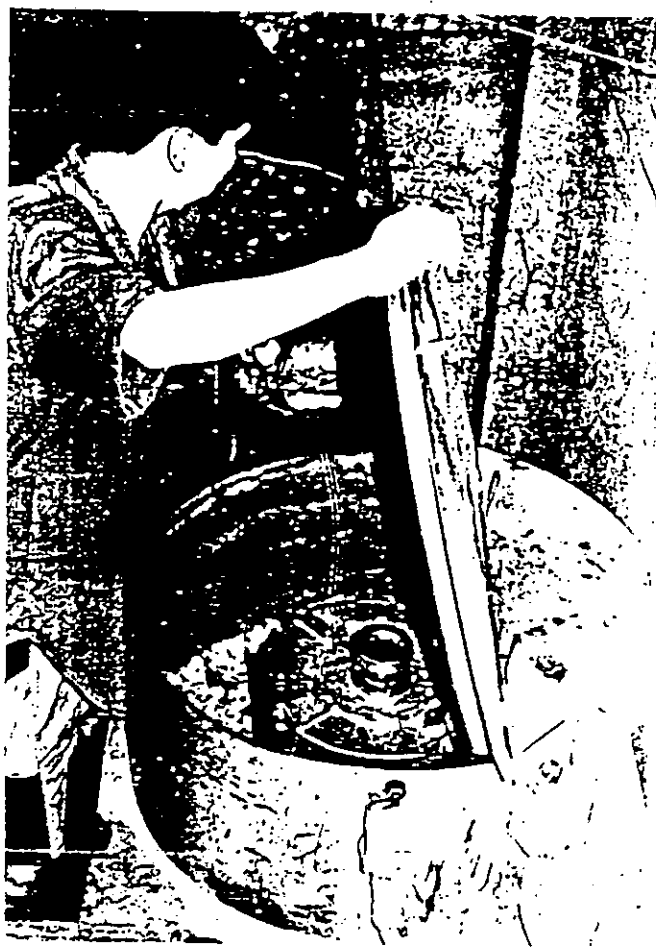
รูปภาพแสดง เครื่องผลิตตัวเรือนเครื่องประดับงานอุตสาหกรรม



ภาพประกอบ 25 เครื่องหล่อเหวี่ยงงานการทำตัวเรือนเครื่องประดับเทียม



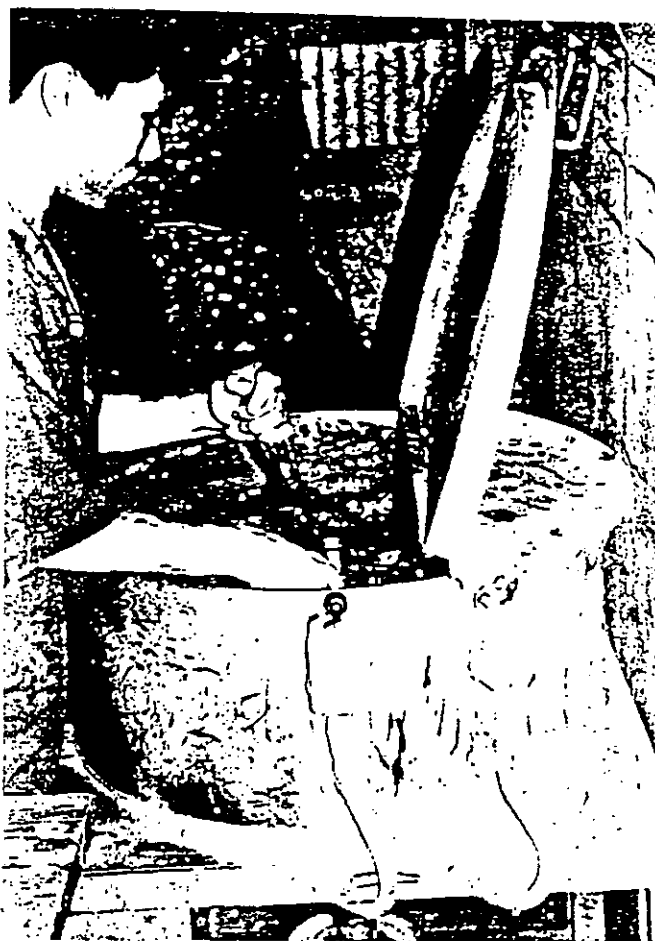
ภาพประกอบ 26 นกพิราบกำลังใส่ลงในเครื่องหล่อเหวี่ยง



ภาพประกอบ 27 ตักโลหะที่หลอมละลายจากเตาหลอม



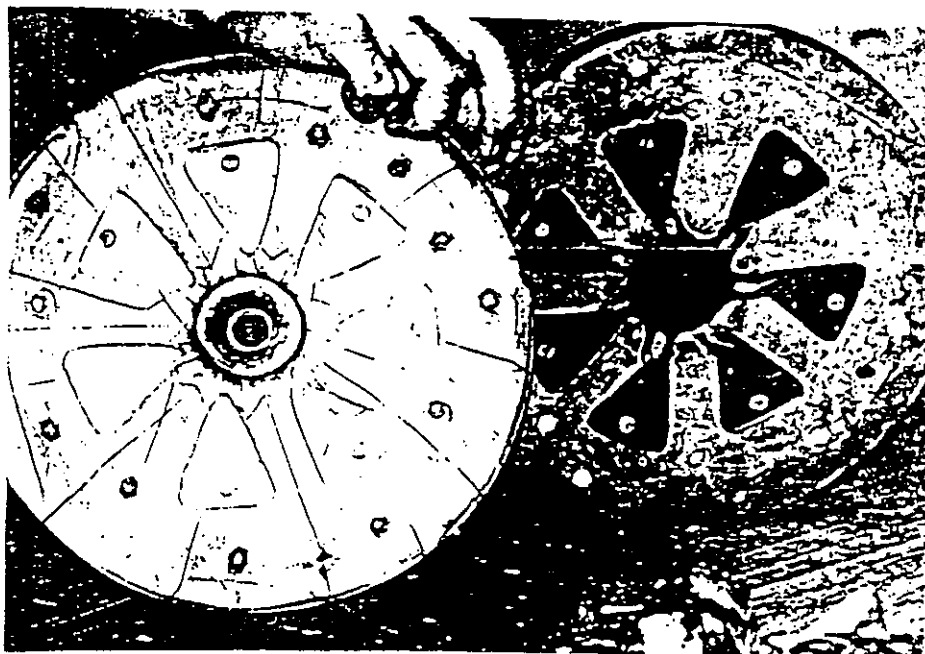
ภาพประกอบ 28 เทโลหะที่หลอมลงเครื่องหล่อเหวี่ยง



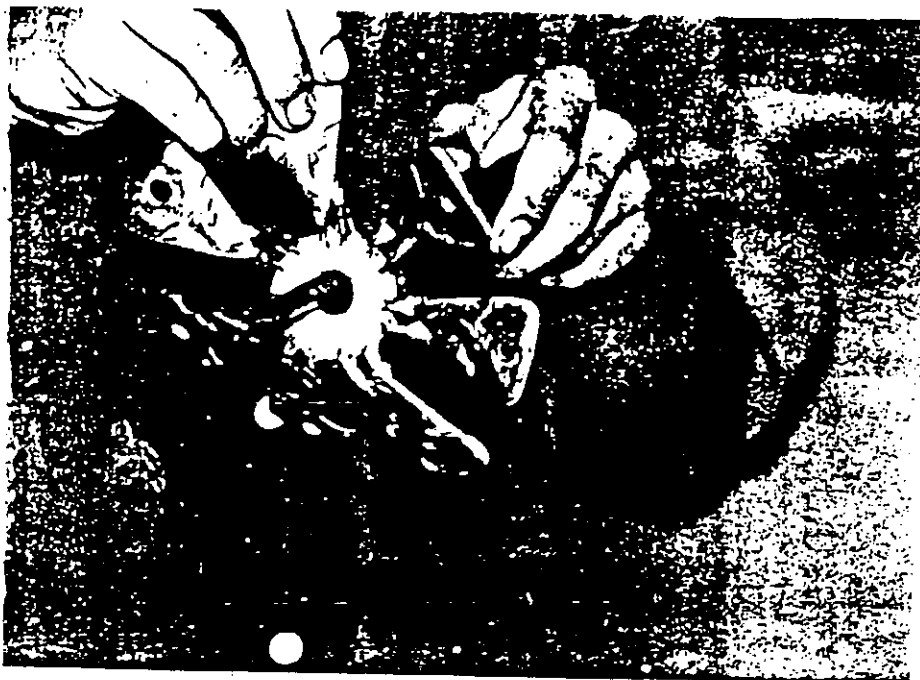
ภาพประกอบ 29 การปลดผ้าสีกดพื้นพียง



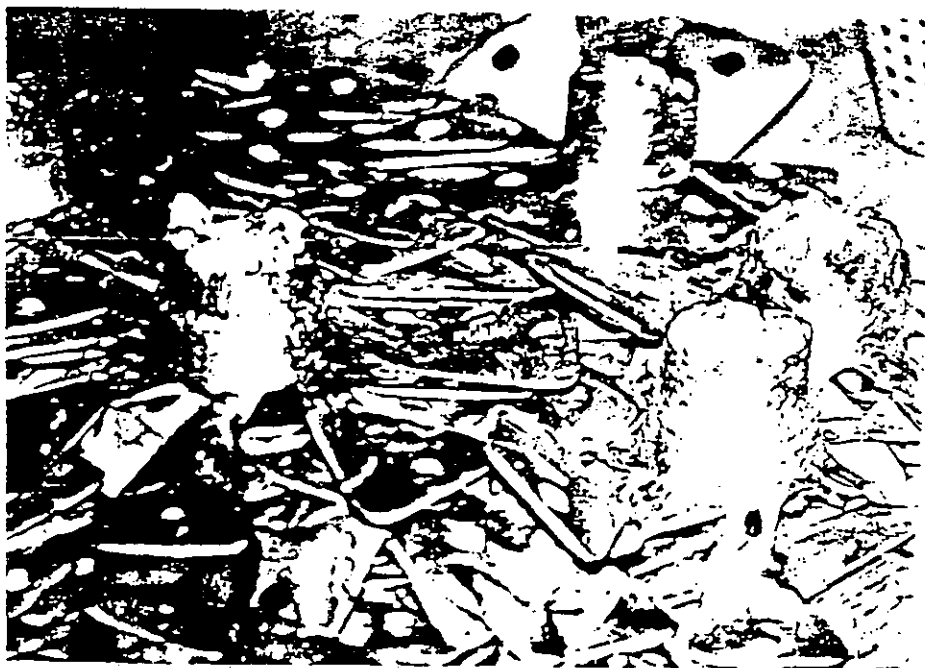
ภาพประกอบ 30 การนำหินฟ้ายางออกจากเครื่อง



ภาพประกอบ 31 โลหะที่ปะทะเข้าตัวหินฟ้ายาง

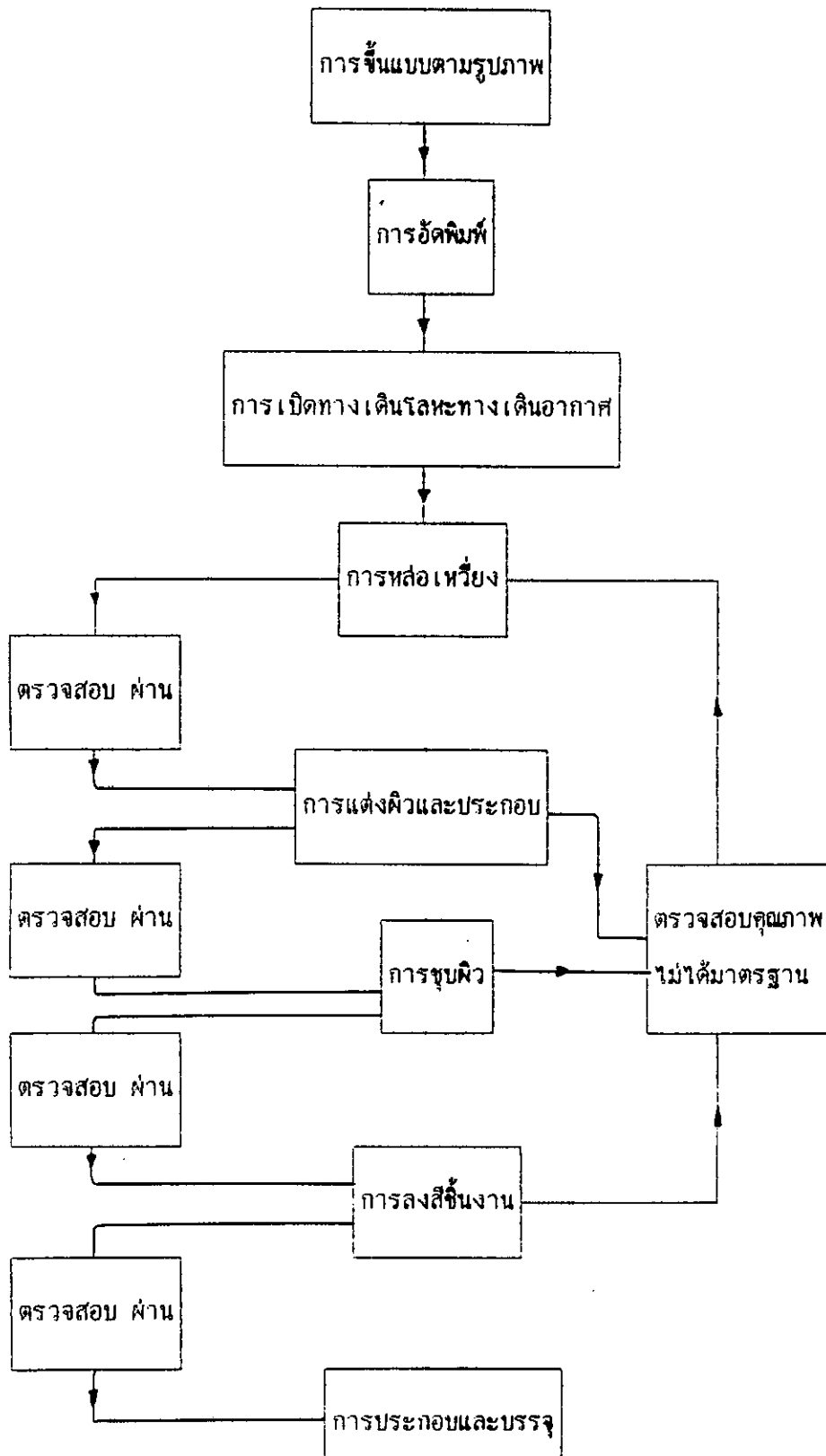


ภาพประกอบ 32 การนำโลหะออกจากพิมพ์



ภาพประกอบ 33 ผลผลิตชิ้นงาน

แผนภูมิลำดับขั้นการผลิตเครื่องประดับเทียม



ภาคผนวก ข

แนวคิดของผู้วิจัย

งานวิจัยครั้งนี้มีแรงผลักดันและแรงจูงใจจากที่ผู้วิจัยได้เข้าไปมีบทบาทในงานผลิตเครื่องประดับเทียม พบเห็นปัญหาที่เกิดขึ้นมากมาย งานวิจัยนี้เป็นการแก้ปัญหาได้เพียงบางประการของกระบวนการทำเครื่องประดับเทียม โดยผู้วิจัยได้ใช้ความรู้ เครื่องกลจากที่ศึกษามา ช่างไฟฟ้า จากประสบการณ์ และคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญ และข้อมูลทางด้านเทคนิคต่าง ๆ จากผู้เชี่ยวชาญแต่ละสาขามากมายมารวบรวมและตัดสินใจโดยผู้วิจัยเอง

เริ่มจากการสร้างเครื่องหล่อเหวี่ยง ปกติใช้ทำเครื่องประดับเทียมจะใช้พิมพ์ยางขนาดเพียง 9 นิ้ว ดังนั้น เครื่องจึงใช้กับพิมพ์ยางได้เพียงขนาดเดียว เพื่อให้มีขนาดกระทัดรัดเหมาะกับการใช้งานเฉพาะอย่าง เตาหลอมที่ใช้ 8 เหลี่ยม เริ่มมาจากการวางเรียงอิฐที่เข้ากับแผ่นเหล็กตัวถังภายนอกได้ดีและไม่เสียเศษอิฐมาก การเลือกใช้เป็นเตาไฟฟ้า เนื่องจากบางแห่งแก๊สค่อนข้างหายากมากกว่าไฟฟ้า ความสูงของเตาและขนาดของเตามาจากการคำนวณปริมาตรของตะกั่ว 50 กิโลกรัม โดยเตาบรรจุมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 20 เซนติเมตร สูง 22 เซนติเมตร พลังงานหนาแน่นและ 10 เซนติเมตร และการควบคุมการไหลของโลหะรวมทั้งวัสดุ ผู้วิจัยได้ทดลองใช้แบบบอลลูน หมุนปิดเปิด และแบบแกนสอดเข้าออกโดยทดลองใช้วัสดุ เหล็ก ทองแดง ทองเหลือง แต่ไม่ประสบความสำเร็จ เนื่องจากพอโลหะได้รับอุณหภูมิสูงขึ้น โลหะขยายตัวจะติดกัน จึงเลือกใช้เซรามิกส์ ปรากฏว่า เราไม่สามารถควบคุมขนาดของเซรามิกส์ได้แน่นอน จึงทำให้เกิดการรั่วไหลของน้ำโลหะขึ้น จึงคิดแบบวาวใหม่ โดยใช้กวดปิดปล่อยเปิดและด้านหนึ่งใช้เหล็กเหนียวเป็นเตาและใช้เซรามิกส์เป็นตัววาวปิด เปิด

สาเหตุที่ไม่ใช้ระบบเทเนื่องจากระบบเทจะต้องมีขนาดที่ใหญ่มากและเตาหลอมจะต้องเคลื่อนตัวด้วย การควบคุมปริมาณและคุณภาพของโลหะยุ่งยากกว่าระบบที่ผู้วิจัยทำ เนื่องจากผู้วิจัยได้ทดลองใช้งานและได้พบปัญหาสำคัญบางประการเกี่ยวกับเครื่องมือนี้ ตรงบริเวณชุดควบคุมการไหลของน้ำโลหะ และการนำพิมพ์เข้าออกเครื่องโดยการนำพิมพ์เข้าออก น่าจะเข้าทางซ้าย-ขวา สลับกันจะทำให้กระบวนการผลิตรวดเร็วขึ้น และวาวควบคุมควรที่จะพัฒนาไปอีกขั้นเมื่อแก้ปัญหา การรั่วไหล ความคงทนต่อการใช้งาน

ผู้วิจัยมีความยินดีที่จะเผยแพร่ความรู้เกี่ยวกับกระบวนการผลิตเครื่องประดับเทียมแต่ทุกท่านที่สนใจ เพื่อเป็นประโยชน์ต่อสังคมและประเทศชาติต่อไป

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ	นายสุภโชค สุภาวสุทธิ์
วัน เดือน ปีเกิด	วันที่ 10 มิถุนายน พ.ศ.2508
สถานที่เกิด	เขตบางเขน กรุงเทพมหานคร
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	68/1 หมู่ 6 ถ.พหลโยธิน ต.อนุสาวรีย์ เขตบางเขน กรุงเทพมหานคร
ตำแหน่งหน้าที่ปัจจุบัน	ครูใหญ่และผู้จัดการ โรงเรียนปาริมาชวิทยาทาน
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนปาริมาชวิทยาทาน ถ.พหลโยธิน ต.อนุสาวรีย์ เขตบางเขน กรุงเทพมหานคร
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ.2526	มัธยมศึกษาปีที่ 5 จากโรงเรียนสาธิต คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จ.ขอนแก่น
พ.ศ.2529	ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (สาขาวิชาเครื่องกล) จากวิทยาลัยเอเซียอาคเนย์ กรุงเทพมหานคร
พ.ศ.2532	การศึกษามหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ วิทยาเขตบางเขน กรุงเทพมหานคร
พ.ศ.2539	การศึกษามหาบัณฑิต (อุตสาหกรรมศึกษา) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร กรุงเทพมหานคร

การสร้างเครื่องผลิตตัวเรือนอัตโนมัติสำหรับเครื่องประดับเทียม

บทคัดย่อ

โดย

ศุภโชค สุภาวสุทธิ

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา

มีนาคม 2539

จุดมุ่งหมายในการวิจัยครั้งนี้คือ การสร้างเครื่องผลิตตัวเรือนอัดรีดเม็ดพลาสติกสำหรับเครื่อง
ระดับเทียม ำให้มีสมรรถนะ 5 ด้าน ได้แก่ ลักษณะทางกายภาพทั่วไป ลักษณะการใช้งาน
ลักษณะการบำรุงรักษา สมรรถนะการหลอมละลายของเดาหลอม ความเหมาะสมด้านนำไปใช้งาน
โดยให้ผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ 10 ปีขึ้นไปด้านการผลิตเครื่องระดับเทียม หรือนักวิชาการ
ที่มีความรู้ทางเครื่องจักรที่เกี่ยวข้อง ทำการทดสอบและประเมินสมรรถนะ ผลการทดสอบและ
ประเมินสมรรถนะปรากฏผลดังนี้

1. ลักษณะทางกายภาพทั่วไป อยู่ในระดับดี
2. ลักษณะการใช้งาน อยู่ในระดับดี
3. ลักษณะการบำรุงรักษา อยู่ในระดับดี
4. สมรรถนะการหลอมละลายของเดาหลอม อยู่ในระดับดี
5. ความเหมาะสมด้านนำไปใช้งาน อยู่ในระดับดี

สรุปสมรรถนะของเครื่องผลิตตัวเรือนอัดรีดเม็ดพลาสติกสำหรับเครื่องระดับเทียมโดยรวมอยู่ใน
ระดับดี เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย แต่ในสมรรถนะในแต่ละด้านบางข้อยังอยู่ในขั้นพอใช้
สมควรจะต้องทำการปรับปรุงเพื่อพัฒนาให้ดีขึ้นต่อไป

THE DEVELOPMENT OF AN AUTOMATIC MACHINE FOR MAKING STRUCTURED
CUSTUME JEWELRY

AN ABSTRACT

BY

SUPARCHOCK SUPAVASUIT

Presented in partial fulfillment of the requiments for Master
of Education degree in Industrial Education
at Srinakharinwirot University

March 1996

The objective of this analysis is to produce automatic machine for costume jewelry setting with 5 efficiency categories of general physical, production application, maintenance characteristic, melting efficiency and application suitability. All these efficiency by the experience costume jewelry producer (at least 10 years) and the professional in machinery. The results of the inspection are as follows :

DESCRIPTION	RESULTS
1. General physical	Good
2. Productive application	Good
3. Maintenance characteristic	Good
4. Melting efficiency	Good
5. Suitability of application	Good

Eventhough the overall results of machinery inspection are good as based on the research assumption but some parts need development in order to be the higher efficient machine.