สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การศึกษาและพัฒนาเครื่องกดลายบนกระดาษสา

THE STUDY AND DEVELOPMENT OF EMBOSSING TOOL FOR SA-PAPERS

TO58657

ปวีณา บุญปาน
PAWEENA BOONPAN

สาระนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2547

วพ.
ว/4961ก
2547

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....58657
วัน,เดือน,ปี.....31 มี.ค 2549

.b.....11461810
.i.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

THE STUDY AND DEVELOPMENT OF EMBOSSING TOOL FOR SA-PAPERS

PAWEENA BOONPAN

A THEMATIC PAPER SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF MASTER OF
INDUSTRIAL EDUCATION IN INDUSTRIAL DESIGN TECHNOLOGY
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2004

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2004

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อสาระนิพนธ์	การศึกษาและพัฒนาเครื่องกดลายบนกระดาษสา
นักศึกษา	นางสาวปวีณา บุญปาน
รหัสประจำตัว	45063506
ปริญญา	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	เทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
พ.ศ.	2547
อาจารย์ผู้ควบคุมสาระนิพนธ์	รองศาสตราจารย์อุดมศักดิ์ สาริบุตร

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลการศึกษาและพัฒนาเครื่องกดลายบนกระดาษสา โดยมีวัตถุประสงค์ดังนี้ เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องกดลายบนกระดาษสา สำหรับการผลิตภัณฑ์กระดาษสา เพื่อหาประสิทธิภาพเครื่องกดลายบนกระดาษสา ด้านหน้าที่ใช้สอย ด้านความสะดวกสบายในการใช้งานด้านความปลอดภัยและการบำรุงรักษา เพื่อทำการประเมินผลลวดลายของกระดาษสาที่ได้จากการกดลายโดยใช้เครื่องกดลายบนกระดาษสา

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ กระดาษจากเยื่อปอสา หรือกระดาษสา ทั้ง 3 ชนิดคือ กระดาษสาแบบชนิดบาง แผ่นกระดาษสาแบบชนิดหนา กระดาษที่มีส่วนผสมอื่นเช่น ใบไม้ ดอกไม้ แล้วทำการทดสอบที่อุณหภูมิ 50 องศา 100 องศา 150 องศา และ 200 องศา เวลาที่ใช้ในการกดเท่ากันคือ 3 วินาที เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล เป็นแบบประเมินรูปแบบ และความคิดเห็นในการใช้งานและลายที่เกิดบนกระดาษสา การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติใช้ ค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว

จากการวิจัยพบว่า

การกดลายเลือกใช้ลักษณะการกดแบบแนวตั้ง คล้ายการปั๊มจม หรือปั๊มนูน โดยมีแม่พิมพ์ตัวผู้อยู่ข้างบน แม่พิมพ์ตัวเมียอยู่ข้างล่างโดยมีแกนกดแนวตั้งใช้มือในการโยกลงเพื่อกดลายให้ปรากฏ แม่พิมพ์ที่ใช้เป็นสแตนเลส เพราะมีความคงทนแข็งแรง ทำความสะอาดง่ายการให้ความร้อนโดยใช้ไฟฟ้า ตัวเครื่องมีระบบควบคุมความร้อนที่ใช้ตัวควบคุมความร้อนในการกดลายที่เรียกว่าเทอร์โมสตัท มีหลอดไฟสัญญาณเพื่อบอกสถานะการทำงานและอุณหภูมิขณะนั้น

ผลการประเมินรูปแบบเครื่องในด้านประโยชน์ใช้สอย ความสะดวกสบายในการใช้งาน ความปลอดภัย ในภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ด้านประโยชน์ใช้สอยอยู่ในระดับดีมาก ความสะดวกสบายในการใช้งานอยู่ในระดับดีมาก ความปลอดภัย อยู่ในระดับดี

ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญ แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับลายที่เกิดจากการใช้เครื่องกดลายบนกระดาษสาทั้งสามชนิด ที่อุณหภูมิ 200 องศา พบว่าความสม่ำเสมอและความคมชัดของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลาย ของกระดาษชนิดบาง และกระดาษสาชนิดผสม มีค่าเฉลี่ยในระดับมากที่สุด กระดาษสาชนิดหนา พบว่า ความสม่ำเสมอและความคมชัดของลาย มีค่าเฉลี่ยในระดับมาก การเปรียบเทียบอุณหภูมิต่างกันที่มีผลต่อความสม่ำเสมอและความคมชัดของลายกระดาษสาชนิดผสม การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว พบว่า ความสม่ำเสมอของลาย ไม่มีความแตกต่างกัน ในแต่ละอุณหภูมิ มีความคิดเห็นด้านความคมชัดของลายแตกต่างกันหมดทุกคู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	The study and development of embossing tool for Sa-papers
Student	Miss. Paweena Boonpan
Student ID.	45063506
Degree	Master Of Industrial Education
Programme	Industrial Design Technology
Year	2004
Thesis Advisor	Associate Professor Udomsak Sareebood

ABSTRACT

The research proposed a study and development of an embossing tool which particularly uses for Sa-papers. This study approached on several objectives. Firstly to design and develop a unique embossing tool using for producing process of Sa-paper. Second, evaluating the potential and the use of the embossing tool also measuring the convenience, safety and maintenance this embossing tool. In additional the research will finally evaluates the texture and patterned Sa-papers after using the embossing tool.

The study are concentrated to 3 types of Sa-paper there are: thin Sa-paper, thick Sa-paper and mixed texture Sa-paper such as fresh organic leaves and flowers. Further more, those types of Sa paper will be tested at the rage of temperature of 50°c 100°c 150°c and 200°c and those are pressed for 3 seconds. The results of this experiment will be collected by several ways such as the assessment forms, criticism of use and patterned on the texture of Sa paper. The statistical analysis such as Mean, Standard Deviation, and ANOVA (one – way analysis of variance) will be used as an evidence.

This research discovered the essential way of stamping is that stamping the pattern on the Sa paper should be stamped in a vertical direction as similar as coining or embossing process. For making a perfect pattern on Sa paper an embossed piece will be place perfectly above a coined piece using an embossing tool and then nicely pull down a gear lever until the pattern appears on the texture. Stainless molding will be used for this process because its strengthen and easy to clean. The embossing tool will use the electrical heat source to make a stain of the texture. The embossing tool consists of

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

the electrical heat control system which called thermostats and indicator lamps which indicates the working and heating status.

After the experimentation of using the embossing tool and techniques, the overall result is carried out as "Very good" for measurement of the convenience , safety and maintenance of an embossing tool.

One further concern is that the criticism from the experts and specialist shows that the patterned on the texture of those three types of Sa paper at the temperature of 200c was very smooth and the outlines of the pattern were very sharp and clear. The thin Sa paper has a value of Mean in the highest level which is Very good, the thick Sa paper has the value of Mean in the second place which is Good, and the last on which is a mixed texture Sa paper has the value of Mean is Very good. The other approach is that when the degree of temperature became a very important factor it could strongly effected the smoothness and the outlines of the pattern especially for the mixed Sa paper. The value of ANOVA shows that the smoothness and sharpness of the pattern have no difference but for the matter of the temperature would cause the differentiate to all those types of Sa papers.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

สาระนิพนธ์นี้สำเร็จได้ด้วยความอนุเคราะห์จาก รศ.อุดมศักดิ์ สาริบุตร และ ผศ.ดร.นิรัช สุดสังข์ อาจารย์ที่ปรึกษา ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ ให้ความช่วยเหลือและช่วยตรวจสอบแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ตลอดจนประปรับปรุงข้อบกพร่องต่างๆ จนสาระนิพนธ์นี้สำเร็จได้อย่างสมบูรณ์ ผู้วิจัยรู้สึกทราบซึ้งในความกรุณา และขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ คณะกรรมการสอบสาระนิพนธ์ ที่ให้คำแนะนำในการแก้ไขข้อบกพร่องเพื่อให้สาระนิพนธ์นี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณอาจารย์ทุกท่าน ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้ ตลอดจนข้อคิดต่างๆ อันก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการศึกษาค้นคว้า และเป็นแนวทางในการจัดทำสาระนิพนธ์จนประสบความสำเร็จ

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ผู้ทรงคุณวุฒิ ที่กรุณาให้ความช่วยเหลือ ให้คำแนะนำ และตรวจสอบแก้ไข เพื่อการปรับปรุงให้สาระนิพนธ์มีคุณภาพสูงสุด

ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ผู้เป็นที่เคารพรักยิ่ง รวมทั้งพี่ น้อง ทุกคน ที่ได้ให้กำลังใจให้การสนับสนุนและช่วยเหลือทุกด้านตลอดมา

คุณค่า และประโยชน์ใดๆ ที่เป็นผลจากสาระนิพนธ์นี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่คุณพ่อ คุณแม่ และครู-อาจารย์ทุกท่าน ด้วยความเคารพยิ่ง

ปวีณา บุญปาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....III

กิตติกรรมประกาศ.....V

สารบัญ.....VI

สารบัญตาราง.....VIII

สารบัญภาพ.....X

บทที่ 1 บทนำ.....1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....1

1.2 วัตถุประสงค์ในการวิจัย.....4

1.3 สมมติฐานการวิจัย.....4

1.4 กรอบแนวความคิดที่ใช้ในการวิจัย.....4

1.5 ขอบเขตการวิจัย.....5

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย.....5

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....7

2.1 ข้อมูลเกี่ยวกับกระดาษสา.....8

2.2 อุตสาหกรรมกระดาษสา.....17

2.3 วัสดุและกรรมวิธีการผลิต.....21

2.4 หลักการออกแบบผลิตภัณฑ์โลหะ.....36

2.5 หลักการทำงานที่เกี่ยวกับเครื่องกดลาย.....38

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....50

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....51

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....51

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....52

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....53

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล.....56

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ.....70

5.1 สรุปผลการวิจัย.....70

5.2 อภิปรายผลการวิจัย.....75

5.3 ข้อเสนอแนะ.....78

บรรณานุกรม.....79

ภาคผนวก 81

ประวัติผู้เขียน.....99

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

1.1 กำลังการผลิตและปริมาณความต้องการใช้เยื่อกระดาษปี 2540 – 2546.....2

2.1 กำลังการผลิตและปริมาณความต้องการใช้เยื่อกระดาษปี 2540 – 2546.....18

2.2 ปริมาณและมูลค่าการนำเข้า-ส่งออกเยื่อกระดาษและกระดาษปี 2541- 2546.....18

2.3 สมบัติทางกลของโลหะ.....21

2.4 ชั้นคุณภาพและการใช้งานของแผ่นเหล็กยาว.....23

4.1 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความคิดเห็นในการประเมิน รูปแบบของเครื่องกดลายบนกระดาษสาด้านหน้าที่ใช้สอย.....60

4.2 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความคิดเห็นในการประเมิน รูปแบบของ เครื่องกดลายบนกระดาษสา ด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน.....61

4.3 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความคิดเห็นในการประเมิน รูปแบบของ เครื่องกดลายบนกระดาษสา ด้านความปลอดภัยในการใช้งาน.....62

4.4 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความคิดเห็นในการประเมิน ประสิทธิภาพของเครื่องกดลายบนกระดาษสาชนิดบาง 63

4.5 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิต่างกันที่มีผลต่อความสม่ำเสมอและความคมชัด การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA).....63

4.6 แสดงค่าสถิติสำหรับทดสอบความแตกต่างแบบจับคู่พหุคูณ.....64

4.7 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความคิดเห็นในการประเมิน ประสิทธิภาพของเครื่องกดลายบนกระดาษสาชนิดหนา 64

4.8 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิต่างกันที่มีผลต่อความสม่ำเสมอและความคมชัด การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA).....65

4.9 แสดงค่าสถิติสำหรับทดสอบความแตกต่างแบบจับคู่พหุคูณ.....65

4.10 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความคิดเห็นในการประเมิน ประสิทธิภาพของเครื่องกดลายบนกระดาษสาชนิดผสม 66

4.11 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิต่างกันที่มีผลต่อความสม่ำเสมอและความคมชัด การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว(One-way ANOVA).....67

4.12 แสดงค่าสถิติสำหรับทดสอบความแตกต่างแบบจับคู่พหุคูณ.....67

4.13 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความคิดเห็นในการประเมิน ประสิทธิภาพของเครื่องกดลายบนกระดาษสาที่อุณหภูมิ 200 องศา.....68

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

4.14 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิต่างกันที่มีผลต่อความสม่ำเสมอและความคมชัด การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA).....68

4.15 แสดงค่าสถิติสำหรับทดสอบความแตกต่างแบบจับคู่พหุคูณ.....69

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

2.1 ลักษณะลำต้นของต้นปอสา....8

2.2 ลักษณะใบปอสา....9

2.3 การตักช้อนเยื่อสา....13

2.4 การลอกเยื่อสาหลังจากบนตะแกรงจนแห้ง....14

2.5 ขั้นตอนการทำกระดาษสาด้วยมือ....15

2.6 กระดาษสาทำด้วยมือตามแบบพื้นบ้าน....16

2.7 ผลิตภัณฑ์กระดาษสา....21

2.8 อธิบายความแตกต่างระหว่างขั้นตอนการปั๊มจมปั๊มนูน....39

2.9 การปั๊มนูนแบบหมุน....39

2.10 ธุรกิจจัดพิมพ์ทั่วไป....40

2.11 ธุรกิจพิมพ์งานโฆษณา....40

2.12 ธุรกิจพิมพ์งานบรรจุภัณฑ์....41

2.13 ธุรกิจพิมพ์งานประเภทอื่นๆ....41

2.14 ลักษณะตัวพิมพ์เลตเตอร์เพรส์....43

2.15 ภาพตัดขวางบริเวณภาพและบริเวณไร้ภาพของแม่พิมพ์นูน....44

2.16 ภาพอ่านออกบนวัสดุใช้พิมพ์และอ่านไม่ออกบนแม่พิมพ์....45

2.17 เทอร์โมสตัตแบบแผ่นโลหะคู่และชนิดขยายตัว....45

2.18 โครงสร้างภายในของเทอร์โมสตัตแบบแผ่นโลหะคู่....46

2.19 โครงสร้างภายของชุดควบคุมอุณหภูมิ....47

2.20 แผ่นความร้อน....48

2.21 หลอดตาแมว....48

2.22 ลวดความต้านทาน....49

2.23 แสดงลักษณะสวิตซ์แบบต่างๆ....49

3.1 กระบวนการในการพัฒนาเครื่องกดลายบนกระดาษสา....55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ภูมิปัญญาไทยในอดีตได้ก่อให้เกิดงานหัตถกรรมการประดิษฐ์สิ่งต่างๆ โดยการนำเอาธรรมชาติเข้ามาเกี่ยวข้อง เพื่อตอบสนองวิถีชีวิตการดำรงชีพของตนเอง และชุมชนจนกลายมาเป็นเครื่องใช้ที่มีเอกลักษณ์เฉพาะชุมชน การถ่ายทอดภูมิปัญญา กลายเป็นงานหัตถกรรมที่งดงามที่ตอบสนองการใช้งานและแฝงด้วยขนบธรรมเนียมประเพณีแต่ละชุมชน (กระทรวงอุตสาหกรรม. 2538 : 3)

การผลิตกระดาษจากวัสดุธรรมชาติ หรือที่เรียกว่าเยื่อกระดาษนั้น ทางผู้วิจัยได้ทำการเปรียบเทียบกับกระดาษที่ผลิตจากวัสดุธรรมชาติอื่นๆ อีก นอกเหนือจาก ต้นสา ในส่วนของการผลิตนั้นผู้วิจัยได้ยึดหลักการผลิตกระดาษสาเป็นหลัก พบว่า

กระดาษสาทำมาจากเยื่อปอสา (Paper Mulberry) เป็นพืชตระกูลปอ มักขึ้นโดยทั่วไปตามเขาโดยเฉพาะบริเวณริมห้วย ลำธารที่มีความชุ่มชื้นสูง

การผลิตกระดาษหรือ กระดาษสาเป็นผลิตภัณฑ์หัตถกรรมพื้นเมืองซึ่งนิยมทำเป็นอุตสาหกรรมในครอบครัวทางภาคเหนือของประเทศมาเป็นเวลานานกว่าร้อยปีมาแล้ว วัตถุดิบที่นำมาใช้ทำกระดาษสาคือ ปอสา เป็นพืชเส้นใย ซึ่งสามารถต้มให้เปื่อยได้ง่าย การผลิตกระดาษสา มีการทำกันมาในจังหวัดเชียงราย เชียงใหม่ ลำปาง และจังหวัดน่าน ทั้งนี้สันนิษฐานว่าการทำกระดาษสาของไทยคงจะได้รับอิทธิพลมาจากประเทศจีน ผลิตภัณฑ์กระดาษสาในสมัยก่อนนั้นพบว่าจะใช้ประโยชน์ในการจดบันทึกตำรายา การเขียนคัมภีร์ทางศาสนา การวาดภาพ ทำกระดาษเช็ดมือ กระดาษห่อของ ทำร่ม พัด หัวโขน (สยาม กองไชย. 2539 : 28)

คุณสมบัติของกระดาษสา กระดาษสาเป็นกระดาษที่แปรสภาพมาจากการทุบเยื่อไม้บริสุทธิ์ที่ให้กระจายออก และยังคงรักษาเนื้อกาวในตัวเส้นเยื่อ เพื่อรักษาคุณภาพของเยื่อกระดาษเป็นเส้นใยเกาะประสานกันอย่างเหนียวแน่นมีความนุ่ม ทนทานเก็บไว้ได้นานนับร้อยปีโดยไม่มีการผุกร่อนแตกหัก แห้งหรอบ อีกทั้งเนื้อกระดาษสายังไม่มีการผสมพวกแป้งหรือดินขาว จึงมีคุณสมบัติแมลงไม่ชอบแทะและกัดอีกด้วย นับเป็นคุณสมบัติเด่นของตัวกระดาษสา ซึ่งกระดาษอื่นๆ ไม่มี

ปัจจุบันพบว่ามีการส่งเสริมจากกรมส่งเสริมอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรมให้มีการนำต้นสา มาใช้ทำกระดาษสา และแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์กระดาษสา จนทำให้เป็นพืชเศรษฐกิจอย่างหนึ่งที่นำรายได้เข้าประเทศมากมาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1.1 กำลังการผลิตและปริมาณความต้องการใช้เยื่อกระดาษ ปี 2540 – 2546

ปี	เยื่อกระดาษ		กระดาษ	
	กำลังการผลิต	ความต้องการ	กำลังการผลิต	ความต้องการ
2540	134,875	372,615	720,250	689,500
2541	139,000	451,421	748,450	731,100
2542	150,000	509,229	748,450	782,500
2543	150,000	550,000	748,450	834,500
2544	185,750	633,245	796,350	862,745
2545	196,765	733,250	826,950	972,359
2546	198,866	753,640	852,200	985,950

ที่มา : สมาคมอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษและกระดาษไทย กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม

จากตารางจะเห็นได้ว่ากำลังการผลิตและปริมาณความต้องการใช้เยื่อกระดาษ ปี 2537 – 2543 มีแนวโน้มที่จะเพิ่มมากขึ้น ในขณะเดียวกันก็ต้องมีการคำนึงถึงคุณภาพของกระดาษที่ผลิตด้วย เพราะกระดาษสาที่ผลิตนั้นไม่เพียงแต่ใช้ในประเทศเท่านั้น แต่ยังมีการส่งออกไปจำหน่ายยังต่างประเทศ ทั้งในรูปแบบของกระดาษและผลิตภัณฑ์กระดาษต่างๆ มากมาย รูปแบบกระดาษสาที่ทำการผลิตขึ้นนั้นได้มีอยู่หลายแบบ เช่นแบบแผ่นเรียบ ซึ่งก็มีความหนาบางที่ต่างกันหลายขนาด แบบผสมกับใบไม้ และดอกไม้แห้ง จึงส่งผลให้กระดาษสาที่ต่างกันก็มีราคาความแตกต่างกันไปด้วย จึงน่าจะทำการสร้างความหลากหลายในเรื่องของรูปแบบกระดาษ เพื่อให้เกิดกระดาษสาในรูปแบบที่สร้างสรรค์บนกระดาษสาชนิดแผ่นเรียบ คือ ไม่ผสมอะไรเลย

กระดาษสาทำด้วยมือตามแบบพื้นบ้าน ลักษณะเนื้อกระดาษจะมีผิวขรุขระ สามารถทำหนาบางได้ตามความต้องการ ซึ่งแสดงออกถึงงานหัตถกรรมทำด้วยมืออย่างแท้จริง ให้ความรู้สึกเป็นธรรมชาติ เนื้อกระดาษสาเดิมจะเป็นสีขาว หรือขาวคุ่นค่อนข้างเหลือง ขนาดของกระดาษสาจะขึ้นอยู่กับขนาดของตะแกรงที่ใช้ โดยทั่วไปผู้ผลิตกระดาษสาจะใช้ตะแกรงขนาด 55x77 ซม. และขนาด 65x125 ซม. จึงทำให้กระดาษสาที่ซื้อขายทั่วไปมี 2 ขนาดตามขนาดของตะแกรง (สยาม กองไชย. 2539 : 29)

ปัจจุบันการพัฒนากระดาษสา นอกจากจะเน้นการพัฒนาในด้านการผลิต เพื่อให้ได้กระดาษคุณภาพดีและนำมาทำเป็นสินค้าหัตถกรรมหรือส่งออกเป็นหลักแล้ว ยังมีการนำเทคโนโลยีที่ทันสมัยมาใช้ในการผลิต เพื่อนำกระดาษสามาใช้ในงานอุตสาหกรรม เช่น นำกระดาษสามารถชุบน้ำยาเพื่อป้องกันการติดไฟโดยส่งเสริมให้ใช้กับสถานที่ที่ต้องการความปลอดภัยสูง เช่น บนเครื่องบิน โรงแรม และโรงพยาบาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้ในอุตสาหกรรมการบรรจุหีบห่อโดยเฉพาะสินค้าที่ต้องการทะนุถนอม เช่น อัญมณีและเครื่องประดับ เซรามิค และใช้ในการหีบห่อผลไม้เพื่อป้องกันน้ำและความชื้น ใช้ห่อดอกไม้เพื่อเพิ่มความสวยงาม (ผดุง พรมมูล. 2538 :16)

ประเภทของผลิตภัณฑ์กระดาษสา

ผดุง พรมมูล (2538 : 17) กล่าวว่าประเภทของผลิตภัณฑ์กระดาษสา จากแนวทางการออกแบบผลิตภัณฑ์ดังที่ได้กล่าวมาแล้วนั้น กลุ่มนักออกแบบผลิตภัณฑ์ได้ทำการออกแบบผลิตภัณฑ์หัตถกรรมกระดาษสา ไว้เป็นจำนวนมากแบ่งได้ 3 ประเภทใหญ่คือ

1. ประเภทของใช้ประจำวัน
2. ประเภทของประดับตกแต่งและของที่ระลึก
3. ประเภทดอกไม้ประดิษฐ์

จากการสังเกตกระดาษหลายชนิดพบว่ากระดาษชำระที่ใช้มีการทำที่หลายหลายแบบซึ่งผู้วิจัยได้มีความคิดที่จะทำให้กระดาษสามีลวดลายแบบกดทับเกิดเป็นลวดลายแต่เป็นการใช้ในอุตสาหกรรมขนาดย่อมหรือการใช้ในงานฝีมือ เพื่อให้เกิดลวดลายบนเนื้อกระดาษสาโดยที่ไม่ทำให้กระดาษสาเสียคุณค่าและมีความยุ่งยากในการใช้งาน อีกทั้งยังเป็นการสร้างความสวยงามบนพื้นผิวของวัสดุโดยที่ไม่มีสีอื่นๆ มาอยู่บนผิวของกระดาษสา ซึ่งทำให้กระดาษสามีความสวยงามบนตัวเอง ซึ่งสอดคล้องกับการนำมาทำเป็นบรรจุภัณฑ์ที่ต้องการความเรียบง่าย ของบรรจุภัณฑ์ เช่นบรรจุภัณฑ์เครื่องประดับ ต่างๆ และถุงกระดาษที่ต้องการเอกลักษณ์ที่เรียบง่าย สง่างาม

จากบทความในเว็บไซต์เครือผู้จัดการ (weekly mamager online) เรื่องรัฐเปิดทุกช่องทางกระจาย OTOP หลังเอเปกเบิกทางสู่สายตาโลกความว่า สินค้าภูมิปัญญาชาวบ้าน"หนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ เอเปกเป็นบันไดในการเผยแพร่สินค้า ถือว่าเป็นความสำเร็จของรัฐบาลที่ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่เป็นภูมิปัญญาไทยในทุกชุมชน ได้โกอินเตอร์สู่สายตาคนทั่วโลก ทำให้เกิดรายได้เข้าประเทศ สิ่งที่ตามมาคือการกระตุ้นเศรษฐกิจในระดับรากหญ้าในชนบท จากกลยุทธ์ต่างๆทำให้สินค้าไทยที่ถือว่ายอกนิยมตลาดต่างประเทศ รวมถึง ผลิตภัณฑ์กระดาษสา ก็ได้รับการสนับสนุนและพัฒนาให้มีศักยภาพในการส่งออก อีกทั้งยังพบว่าผลิตภัณฑ์ที่กลุ่มวิสาหกิจขนาดย่อม (SME's)ที่ทำการผลิตผลิตภัณฑ์ออกมานั้นบางแห่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่ต้องรักษาเรื่องรูปทรง เช่น แจกันดอกไม้ จึงต้องใช้บรรจุภัณฑ์ที่ใช้ห่อหุ้มผลิตภัณฑ์ภายในนั้นเป็นลักษณะกระดาษห่อหุ้มตามรูปทรง คือไม่สามารถขึ้นรูปเป็นกล่องได้ จึงน่าจะมีการใช้การกดลายนูนบนพื้นผิวกระดาษที่ห่อหุ้ม เพื่อให้เกิดจุดสนใจและสร้างความสวยงามแก่บรรจุภัณฑ์ได้ในระดับหนึ่ง

ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้มีความสนใจที่จะศึกษาและทำการออกแบบเครื่องกดลายบนกระดาษสา เพื่อเป็นการสร้างสรรค์งานกระดาษสา ให้มีความหลากหลายในเรื่องรูปแบบ และการนำไปใช้ผลิตเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลิตภัณฑ์อื่นๆ อาทิเช่น กรอบรูป การ์ดอวยพร กระดาษห่อของขวัญของที่ระลึก หรือกระดาษสำหรับเป็นบรรจุภัณฑ์ผลิตภัณฑ์อื่นๆอีกมากมาย

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องกดลายบนกระดาษสา สำหรับผลิตภัณฑ์ ให้มีลักษณะการทำงาน โดยนำเอาหลักการให้ความร้อนและกระบวนการพิมพ์นูน เพื่อให้เกิดลายนูนบนกระดาษสา

2. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของเครื่องกดลวดลายบนกระดาษสา โดยใช้ความร้อนและแรงกดในลักษณะของการระยะเวลาและความร้อนที่ใช้เพื่อให้เกิดความนูนของลายบนกระดาษสา ด้านหน้าที่ใช้สอย ด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน ด้านความปลอดภัยและการบำรุงรักษา

3. เพื่อทำการเปรียบเทียบชนิดของกระดาษสาต่างกันที่มีผลต่อความสม่ำเสมอ ความคมชัดของลาย

4. เพื่อทำการเปรียบเทียบอุณหภูมิต่างกันที่มีผลต่อความสม่ำเสมอ ความคมชัดของลาย

1.3 สมมุติฐานของการวิจัย

1. กระดาษสาชนิดต่างกันมีผลต่อความสม่ำเสมอ ความคมชัดของลาย
2. อุณหภูมิต่างกันมีผลต่อความสม่ำเสมอ ความคมชัดของลาย

1.4 กรอบแนวความคิดในการวิจัย

การศึกษาและออกแบบเครื่องกดลายบนกระดาษสา มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องกดลายบนกระดาษสา สำหรับผลิตภัณฑ์กระดาษสา ใช้กรอบแนวคิดที่เกี่ยวข้องคือ

การพิมพ์พื้นนูนเป็นการพิมพ์ที่ใช้แม่พิมพ์ที่มีระดับความสูงของผิวหน้าต่างกัน ส่วนที่จะต้องการพิมพ์อยู่สูงกว่าที่ไม่ต้องการพิมพ์ ส่วนที่ต้องการพิมพ์เรียกว่า บริเวณภาพ ส่วนที่ไม่ต้องการพิมพ์เรียกว่า บริเวณไร้ภาพ (เอกสารประกอบการสอนมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. 2540 : 9)

ความร้อนที่เกิดขึ้นมีเทอร์โมสตัดเป็นตัวควบคุมความร้อน การตรวจวัดอุณหภูมิกระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านขดลวดเรื่อยๆ จนกว่าอุณหภูมิถึงค่าที่ตั้งไว้ เมื่อถึงค่าที่ตั้งไว้เทอร์โมสแตตจะทำการตัดไฟออกจากขดลวดเพื่อควบคุมอุณหภูมิ (ธีระยุทธ สุวรรณประทีป. 2535 :145)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ขอบเขตการวิจัย

การศึกษาและพัฒนาเครื่องกดลายบนกระดาษสา สำหรับการผลิตภัณฑ์กระดาษสานั้น ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตของการวิจัย ดังนี้

1.5.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยคือ

กระดาษสาที่ได้จากเยื่อปอสามาผ่านกระบวนการทำเป็นแผ่นกระดาษ

1. กระดาษสาแบบชนิดบาง
2. กระดาษสาแบบชนิดหนา
3. กระดาษที่มีส่วนผสมอื่นเช่น ใบไม้ ดอกไม้

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ

กระดาษจากเยื่อปอสา หรือกระดาษสา ทั้ง 3 ชนิดคือ

1. กระดาษสาแบบชนิดบาง จำนวน 30 แผ่น
2. กระดาษสาแบบชนิดหนา จำนวน 30 แผ่น
3. กระดาษที่ทีส่วนผสมอื่นเช่น ใบไม้ ดอกไม้ จำนวน 30 แผ่น

กลุ่มตัวอย่างอย่างละ 30 แผ่น ต้องทำการทดสอบที่อุณหภูมิ ในการกดแตกต่างกัน

1.5.2 ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรต้น ได้แก่ ตัวเครื่องกดลายบนกระดาษสา ที่ทำการกดลายโดยการควบคุม
   อุณหภูมิความร้อนที่ใช้ คือ 50° , 100° , 150° และ 200°
   กระดาษสาที่ใช้ คือ กระดาษสาชนิดบาง หนา และผสม

2. ตัวแปรตาม ได้แก่ คุณลักษณะ ความสามารถในการใช้งานรวมถึงกระบวนการทำงานของเครื่องกดลาย สำหรับผลิตภัณฑ์กระดาษสา ที่ต้องปรากฏลายนูนบนกระดาษสาทั้ง 3 ชนิดที่เป็นลายนูนเสมอกันทุกตัวอักษรหรือลวดลายที่กด ลายที่เกิดขึ้นบนกระดาษสา ที่มีลักษณะกดเป็นลายปั๊มจมและนูน ลายนูนที่ได้จากการกดต้องมีสายที่สม่ำเสมอกัน และมีความคมชัด

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

1. ลาย บนกระดาษสา หมายถึง ลายที่เกิดขึ้นบนกระดาษสา ที่มีลักษณะกดเป็นลายปั๊มจมและนูน ลายนูนที่ได้จากการกดต้องมีลายที่สม่ำเสมอกัน ไม่ฉีกขาด และมีความคมชัดของลาย

2. ผู้ทรงคุณวุฒิ หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ด้าน ด้านวิศวกรรมเครื่องกล วิศวกรรมไฟฟ้า และด้านภาพพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ประสิทธิภาพ หมายถึง คุณลักษณะ ความสามารถในการใช้งานรวมถึงกระบวนการทำงานของเครื่องกดลาย สำหรับผลิตภัณฑ์กระดาษสา ที่ต้องปรากฏลายนูนบนกระดาษสาที่เป็นลายนูนเสมอกันทุกตัวอักษรหรือลวดลายที่กด

4. เครื่องกดลาย หมายถึง สิ่งที่ใช้สร้างลวดลายลงบนแผ่นกระดาษสา ในที่นี้เป็นเครื่องขนาดเล็กใช้ในอุตสาหกรรมขนาดย่อม หรืออุตสาหกรรมในครัวเรือน และการสาธิตการทำกระดาษสา ผลิตภัณฑ์กระดาษสา เพื่อส่งเสริมอาชีพตามกลุ่มสตรีต่างๆ

5. กระดาษสา หมายถึง กระดาษที่ทำจากเปลือกของต้นปอสา ผ่านกระบวนการต้มเยื่อแล้วขึ้นแผ่นกระดาษบนตะแกรง นำไปตากแห้ง อาจนำวัสดุอื่น เช่น ขี้เลื่อย ใบไม้แห้ง ใบตองแห้ง มาตกแต่งให้เป็นลวดลายต่างๆ และอาจมีการย้อมสีด้วยก็ได้

5.1 กระดาษสาชนิดบาง หมายถึง กระดาษสาที่มีความหนาไม่เกิน 80 แกรม

5.2 กระดาษสาชนิดหนา หมายถึง กระดาษสาที่มีความหนา 120 แกรมขึ้นไป

5.3 กระดาษสาชนิดผสม หมายถึง กระดาษสาที่มีส่วนผสมอื่นๆ เช่นใบไม้ ดอกไม้ โดยที่มีความหนาบางในพื้นที่ของแผ่นไม่เท่ากัน

6. ประสิทธิภาพของเครื่องกดลาย หมายถึง โดยใช้ความร้อนและแรงกดในลักษณะของการหาจำนวนครั้งของการกด ความนูนของลายบนกระดาษสา ในด้านต่างๆ ดังนี้

- ด้านหน้าที่ใช้สอย
- ด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน
- ด้านความปลอดภัยและการบำรุงรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบเครื่องกดลายบนกระดาษสาและรวบรวมข้อมูลการศึกษาและพัฒนาเครื่องกดลายบนกระดาษสา โดยมีวัตถุประสงค์ดังนี้ เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องกดลายบนกระดาษสา สำหรับการผลิตภัณฑ์กระดาษสา เพื่อหาประสิทธิภาพเครื่องกดลายบนกระดาษสา และเพื่อทำการเปรียบเทียบลวดลายของกระดาษสาที่ได้จากการกดลายโดยใช้เครื่องกดลายบนกระดาษสาในแต่ละอุณหภูมิและชนิดกระดาษสา

ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

2.1 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับกระดาษสา

- 2.1.1 ลักษณะทั่วไปของต้นสา
- 2.1.2 ความเป็นมาของกระดาษสา
- 2.1.3 คุณสมบัติของกระดาษสา
- 2.1.4 กรรมวิธีการผลิตกระดาษสา
- 2.1.5 ชนิดของกระดาษสา

2.2 อุตสาหกรรมเยื่อกระดาษสา

- 2.2.1 ผลิตภัณฑ์กระดาษสา
- 2.2.2 ประเภทของกระดาษสา

2.3 วัสดุและกรรมวิธีการผลิต

- 2.3.1 โลหะ
- 2.3.2 เหล็ก
- 2.3.3 เหล็กกล้าสแตนเลส
- 2.3.4 กรรมวิธีการผลิต

2.4 หลักการออกแบบผลิตภัณฑ์โลหะ

2.5 หลักการทำงานที่เกี่ยวข้อง

- 2.5.1 หลักการปั๊มจมปั๊มนูน
- 2.5.2 ระบบการพิมพ์ที่เกี่ยวข้อง
- 2.5.3 การพิมพ์นูน
- 2.5.4 เทอร์โมสตัต

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1 ข้อมูลเกี่ยวกับกระดาษสา

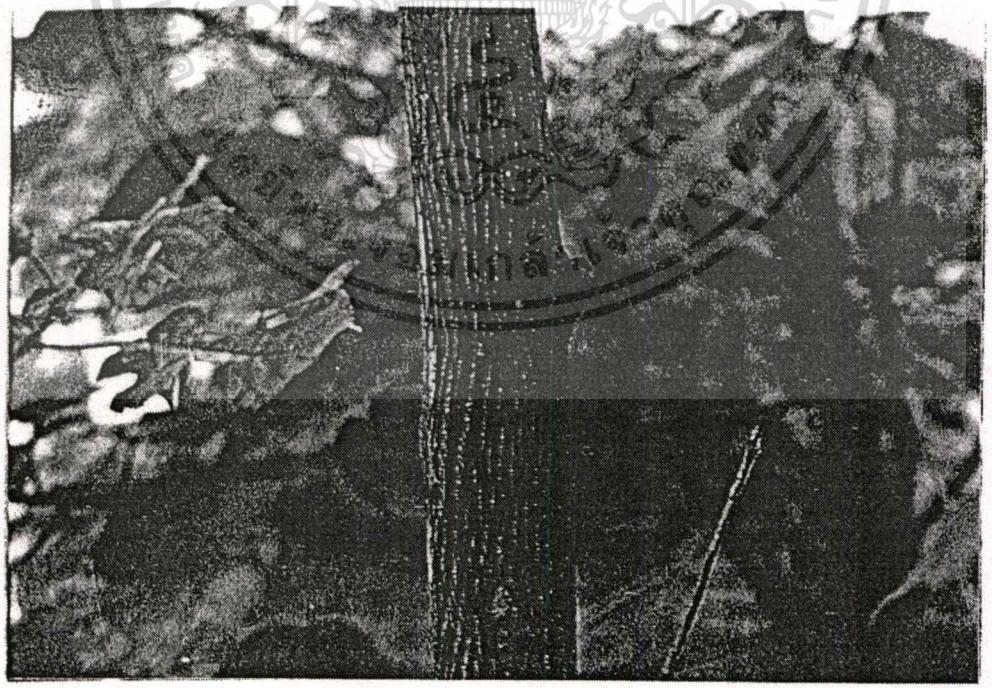
2.1.1 ลักษณะทั่วไปของต้นสา

สยาม กองไชย (2539 : 23-24) กล่าวว่า วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตกระดาษสาคือปอสา มีมากทางแถบภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือของไทย เช่น น่าน เชียงใหม่ เชียงราย พะเยา สุโขทัย เลย ขอนแก่น

ต้นปอสา (Paper Mulberry)

ปอสาเป็นพืชเส้นใยชนิดหนึ่งที่ให้เส้นใยจากเปลือกของลำต้น

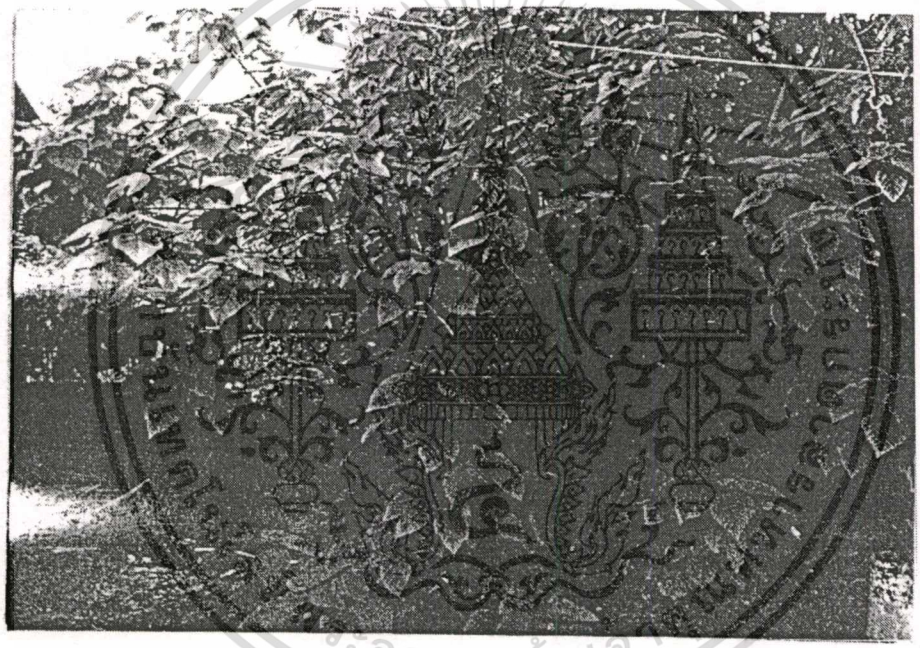
ชื่อโดยทั่วไป	ปอสา ปอกะสา (ภาคเหนือ) หมูพีหรือหมอพี (ภาคกลาง) ปอย้าย (ภาคใต้) ข่าสา (นครสวรรค์) ฉำฉา (โคราช)
ชื่อสามัญ	Paper Mulberry
ชื่อวิทยาศาสตร์	Broussonetia papyrifera (Linn.) Vent.
วงศ์	MORACEAE
ลักษณะโดยทั่วไป	ต้น เป็นไม้ยืนต้น ขนาดกลาง ผิวเปลือกของลำต้นมีลักษณะค่อนข้างขรุขระ ลำต้นเมื่อถูกกรีดจะมีน้ำยาวสีขาวไหลออกมา



ภาพที่ 2.1 ลักษณะลำต้นของต้นปอสา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบ ลักษณะของใบเป็นรูปมนรี โคนใบเว้าลึกคล้ายรูปหัวใจ ส่วนใบ ปลายใบแหลม ริมใบหยักเป็นแบบฟันปลา หลักใบมีขนขึ้นประปราย ใบมีความกว้างประมาณ 2.5-5 นิ้ว ยาวประมาณ 3-7 นิ้ว ก้านใบยาวประมาณ 1-4 นิ้ว ดอก ดอกออกเป็นช่อ มีทั้งดอกตัวผู้และดอกตัวเมีย แยกออกจะเป็นรูปทรงกลม ก้านเกสรเป็นเส้นฝอยยาว และมีสีม่วง ส่วนรังไข่อยู่กลางดอก สำหรับช่อดอกตัวผู้มีขนาดยาวประมาณ 2 นิ้ว มีกลีบดอกอยู่ทั้ง 4 กลีบ และมีเกสร 4 อัน โดยออกดอกในช่วงเดือนมิถุนายน และให้เมล็ดในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ของปีถัดไป ลำต้นส่วนที่เป็นเยื่อไม้จะให้เส้นใยสั้นคิดเป็นร้อยละ 90 ของน้ำหนัก ที่เหลือเป็นส่วนเป็นอย่างละช่อ ลักษณะของช่อดอกตัวมีเปลือก ให้เส้นใยยาว และเหนียวกว่าเนื้อไม้ เยื่อที่ได้จากต้นปอสาเหมาะอย่างยิ่งที่ใช้ในการทำกระดาษ



ภาพที่ 2.2 ลักษณะใบปอสา

ผล ผลจะออกบริเวณต่อมใบ มีเนื้อนิ่ม ขนาดโต ประมาณ 2 เซนติเมตร เมื่อแก่จัดจะมีสีแดงสด

พันธุ์ปอสาที่พบในประเทศไทย

ปอสาซึ่งนิยมปลูกกันเพื่อนำมาทำกระดาษสานั้นจะมีอยู่ 2 พันธุ์ คือ

1. ปอสาต้นสีม่วง มีกิ่งอ่อน และก้านใบมีสีม่วงแกมน้ำตาลขึ้นได้ดีทั่วทุกภาค และให้ผลผลิตมากกว่าพันธุ์อื่นๆ

2. ปอสาต้นสีเขียว ลักษณะกิ่งอ่อนมีก้านใบสีเขียว ไม่ค่อยแพร่หลาย เพราะปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ไม่ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณภาพของปอสา

1. ไม่มีการหักเปอร์เซ็นต์ความชื้น
2. ขนาดของต้นไม่จำกัด แต่ต้องตัดเป็นท่อนยาวไม่เกินท่อนละ 1.50 เมตร
3. แต่ละท่อนต้องไม่มีใบ แขนงกิ่ง และรากตัดมาด้วย
4. ปอสาที่มีขนาดเล็กกว่าข้อมือ ต้องมัดรวมกันด้วยเชือกปอสาหรือเชือกป่านเท่านั้น โดยให้พอโอบอุ้มได้
5. ปอสาทุกท่อนต้องมีเปลือกไม้หุ้มอยู่โดยสมบูรณ์และต้องไม่ถูกไฟไหม้

เปลือกปอสา

1. สีของเปลือกต้องขาวสะอาด ไม่มีเปลือกสีเขียวติดอยู่และผิวเรียบไม่มีตาไม้
2. ความชื้นของเปลือก การซื้อขายในประเทศไม่ได้ระบุเปอร์เซ็นต์ความชื้น แต่ที่จำหน่ายต่างประเทศจะกำหนดความชื้นไม่เกินร้อยละ 17

2.1.2 **ความเป็นมาของกระดาษสา**

สยาม กองไชย (2539 : 25-28) กล่าวว่า "ต้นสา" เป็นพืชล้มลุก ชอบขึ้นในสภาพอากาศทั่วไป และจะขึ้นหนาแน่นตามริมน้ำและสภาพพื้นดินที่ชุ่มชื้น ประโยชน์ของต้นสาคือ การนำมาทำกระดาษสา ซึ่งมีราคาไม่แพงนัก "ต้นสา" จึงเป็นพืชที่ไม่มีค่าในสายตาของคนทั่วไป แต่ว่าในปัจจุบันได้มีการส่งเสริมจากกองส่งเสริมหัตถกรรมไทย กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรมให้ มีการนำต้นสามาใช้ในการทำกระดาษสา และแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์กระดาษสา ซึ่งสามารถแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ได้มากมาย ทำให้ต้นสาที่ที่มองกันว่าเป็นพืชที่ไร้ค่ากลายเป็นพืชเศรษฐกิจทำรายได้แก่ผู้ผลิตปีละไม่น้อย และนำเงินเข้าสู่ประเทศไทยอีกทางหนึ่งด้วย

กระดาษสานับเป็นผลิตภัณฑ์จากพืชที่กำลังได้รับความนิยมเป็นอย่างยิ่ง เป็นส่วนที่ได้จากเปลือกของต้นสาหรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า "ปอสา" โดยนำเปลือกปอสามาแปรรูปนั่นเองในการผลิตกระดาษสามีคุณสมบัติดีคือ ทนทานไม่กรอบยุ่ย เก็บรักษาได้นาน หากใช้ทำหนังสือ ตัวหนังสือจะไม่ซีดจาง อยู่ได้นานกว่าร้อยปี ปัจจุบันผลผลิตปอสาส่วนใหญ่ใช้ทำกระดาษด้วยมือ (handmade paper) ทำประโยชน์ได้มากมายและกว้างขวางในปัจจุบัน คือ สมุดจดที่อยู่เบอร์โทรศัพท์ กระดาษเขียนจดหมาย พร้อมซอง บัตรอวยพรต่างๆ ดอกไม้ประดิษฐ์ โคมไฟ ภาพวาด เสื้อผ้าชุดวิวาห์ ชุดผ่าตัด กระดาษเช็ดมือ กระดาษชำระใช้ซับเลือด กระดาษห่อเครื่องมือ และอุปกรณ์ทางการแพทย์ก่อนนำไปฆ่าเชื้อโรค ฯลฯ ทำให้กระดาษสาเป็นที่รู้จักและได้รับความนิยมอย่างกว้างขวางมากขึ้นในปัจจุบัน

กระดาษสาได้รับการยอมรับว่าเป็นกระดาษที่มีพื้นผิวที่สวยด้วยคุณลักษณะในตัวมันเอง คงทนเก็บไว้ได้นานจนได้ชื่อว่า "กระดาษพันปี" เพราะปลวกมอดไม่กัดกิน อีกทั้งยังสามารถย่อยสลายกลับไปเป็นประโยชน์แก่สภาพแวดล้อมทางธรรมชาติอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระดาษสาทำจากเยื่อปอสา (Paper Mulberry) เป็นพืชตระกูลปอ มันขึ้นโดยทั่วไปตามป่าเขา โดยเฉพาะบริเวณริมห้วย ลำธารที่มีความชุ่มชื้นสูง มีสรรพคุณในการรักษาโรคต่างๆ เช่น ใบใช้ขับปัสสาวะ แก้พิษแมลงกัดต่อย ผลสุกใช้บำรุงไต เปลือกใช้ห้ามเลือด รากแก้ไอ แก้อาเจียน ยางใช้แก้การบวมน้ำและแมลงกัดต่อย

ในอดีตได้มีการนำเปลือกปอสามาใช้ทำกระดาษ เพราะได้รับวัฒนธรรมมาจากประเทศจีน ซึ่งเป็นผลสืบทอดกันเป็นอุตสาหกรรมในครอบครัวต่อมา ซึ่งในปัจจุบันนอกจากจะนำเปลือกปอสามาผลิตเป็นกระดาษแล้ว ยังนำกระดาษที่ได้มาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ที่มาจากกระดาษสาอีกด้วย ซึ่งนอกจากจะจำหน่ายในประเทศแล้วยังสามารถส่งออกทำรายได้ให้ประเทศปีละไม่น้อย ประมาณว่าในปัจจุบันที่มีการส่งออกเปลือกปอสาตากแห้ง กระดาษสาและผลิตภัณฑ์ประเภทต่างๆ ที่ทำจากกระดาษสาคิดเป็นมูลค่ากว่า 1,000 ล้านบาทต่อปี โดยเฉพาะสินค้าหัตถกรรม ที่ทำจากกระดาษสากำลังได้รับความนิยมจากต่างประเทศและเป็นสินค้าส่งออกตัวใหม่ที่มีลู่ทางดีและควรได้รับการส่งเสริมเป็นอย่างยิ่ง

2.1.3 **คุณสมบัติพิเศษของกระดาษสา**

คุณสมบัติพิเศษของกระดาษสา เกิดมาจากวัตถุดิบปอสา ซึ่งเป็นพืชที่มีเยื่อเป็นเส้นใยยาว มีความเหนียวมาก สามารถนำมาแปรสภาพโดยการทุบ ตีเยื่อไม้ เพื่อนำมาทำเป็นกระดาษทำเชือกหรือใช้เป็นเยื่อผสมปูนขาว ปูนพลาสเตอร์ ในการหล่อแบบผลิตภัณฑ์ โดยเสริมความแข็งแรงคงทนให้แก่ตัวผลิตภัณฑ์นั้นๆ ได้

สำหรับตัวกระดาษสานั้น เป็นกระดาษที่แปรสภาพมาจากการทุบเยื่อไม้บริสุทธิ์ที่ให้กระจายออก และยังคงรักษาเนื้อกาวในตัวเส้นเยื่อ เพื่อรักษาคุณภาพของเยื่อกระดาษเป็นเส้นใยเกาะประสานกันอย่างเหนียวแน่น มีความนุ่ม ทนทาน เก็บไว้ได้นานนับร้อยปี โดยไม่มีการผุกร่อน แตกหัก แห้งกรอบ อีกทั้งเนื้อกระดาษสาไม่มีการผสมพวกแป้งหรือดินขาว จึงมีคุณสมบัติแมลงไม่ชอบแทะกัดอีกด้วย นับเป็นคุณสมบัติเด่นในตัวของกระดาษสา ซึ่งกระดาษชนิดอื่นๆ ไม่มี

การพัฒนานำกระดาษมาทำผลิตภัณฑ์จึงควรที่จะทำความเข้าใจในคุณสมบัติพิเศษของวัตถุดิบปอสาและกระดาษสา เพื่อหยิบยกเอาความดีเด่นของคุณสมบัติเหล่านั้นออกมาใช้ให้สอดคล้องกับประโยชน์ใช้สอยตามความต้องการ อนึ่ง เป็นที่น่าสังเกตว่าเศษกระดาษที่เหลือทิ้งจากการทำผลิตภัณฑ์สามารถเก็บนำมาแช่น้ำและตีเยื่อทำเป็นกระดาษแผ่นใหม่ได้โดยไม่ต้องทิ้งไป

2.1.4 **กรรมวิธีการผลิตกระดาษสา**

การทำกระดาษสาในปัจจุบันมี 2 วิธี คือ

1. การทำกระดาษสาด้วยมือ เป็นอุตสาหกรรมในครอบครัว
2. การทำกระดาษสาด้วยเครื่องจักร ในโรงงานอุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อนึ่ง ในงานวิจัยฉบับนี้จะกล่าวเฉพาะการทำกระดาษสาด้วยมือตามแบบพื้นบ้าน ซึ่งมีรายละเอียดจะกล่าวดังต่อไปนี้

การทำกระดาษสาด้วยมือเป็นอุตสาหกรรมในครอบครัว

สยาม กองไชย (2539 : 28-30) กล่าวว่า การทำกระดาษสาด้วยมือเป็นอุตสาหกรรมในครอบครัว จัดเป็นงานหัตถกรรมพื้นบ้านของภาคเหนือที่สามารถทำรายได้ให้แก่ครอบครัวจากอดีตที่ทำกระดาษสาในปริมาณจำกัด เนื่องจากตลาดผู้ใช้มีน้อยราย แต่ภายหลังได้รับการส่งเสริมจากการส่งเสริมอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม เป็นผลให้มีการทำกระดาษสาเป็นอาชีพเพิ่มมากขึ้นในเขตจังหวัดทางภาคเหนือ โดยเฉพาะเขตจังหวัดเชียงใหม่และลำปาง ประกอบกับกรมส่งเสริมอุตสาหกรรมได้พัฒนาออกแบบสร้างเครื่องทุนแรงตีเยื่อปอสา ช่วยให้กำลังการผลิตทำให้รวดเร็วมีปริมาณมากเพียงพอสนองความต้องการของตลาดผู้ใช้

ขั้นตอนในการผลิตกระดาษสา

กรรมวิธีในการผลิตกระดาษสา แบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอนคือ

1. การเตรียมวัตถุดิบ หมายถึง การคัดเลือก การตัด การแช่ การต้มและการล้าง

ปอสาที่จะนำมาใช้ทำกระดาษสา ต้องมีเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้นประมาณ 7-10 ซม. หรืออายุประมาณ 3-4 ปี การตัดลำต้นควรตัดสูงจากโคนต้น ประมาณ 20-50 ซม. เพื่อให้ต้นปอสามีโอกาสแตกกิ่งก้านขึ้นใหม่ แล้วทอนเป็นท่อนๆ ยาวประมาณ 1 เมตร นำไปย่างไฟอ่อนๆ บนคาน ค่อยๆ หมุนให้ถูกความร้อนโดยทั่วกัน จนกระทั่งเปลือกปอสาหดเข้าหากันจนมองเห็นเนื้อไม้ จึงนำมากรีดเพื่อลอกเอาเปลือกออกตามความยาวของลำต้น

นำเปลือกไปล้างน้ำให้สะอาด นำไปผึ่งแดดให้แห้งสนิท เมื่อจะนำมาทำกระดาษสาให้แช่น้ำทิ้งไว้ จนกว่าปอจะอ่อนนุ่ม ประมาณ 3-12 ชั่วโมง (ถ้าเป็นปอสาที่ยังสดไม่ต้องแช่น้ำ เพียงแต่ล้างให้สะอาด) นำไปต้มด้วยโซดาไฟ นาน 2-3 ชั่วโมง โดยใช้โซดาไฟในอัตราส่วน 1 กก. ต่อน้ำหนักปอแห้ง 10 กก. ล้างน้ำให้สะอาดประมาณ 3-4 ครั้ง

2. การทำเป็นเยื่อ หมายถึง การทุบ การตีด้วยเครื่อง การฟอก การย้อมสี และการใส่สารอย่างอื่น

- เมื่อล้างน้ำสะอาดแล้ว ให้ฟอกเส้นใยให้ขาวด้วยคลอรีน หรือ ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ในอัตราส่วน คลอรีน 1 กก. หรือ ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 750 กรัม ถึง 1 กก. ต่อน้ำหนักปอสาแห้ง 10 กก. ใช้เวลานานประมาณ 5-15 ชั่วโมง (หรือใช้เวลา 1 คืน)
- การฟอกขาวด้วยคลอรีน โดยนำปอสาที่ผ่านการต้มและล้างน้ำสะอาดแล้วใส่ในภาชนะ เติมผงคลอรีน ในอัตราส่วนที่กำหนดเติมน้ำให้ท่วมแช่ทิ้งไว้ 1 คืน นำขึ้นล้างด้วยน้ำสะอาด 3-4 ครั้ง คัดสิ่งสกปรกที่ไม่ต้องการออกให้หมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การฟอกขาวด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ โดยในขณะที่ต้มเปลือกปอสากับโซดาไฟเมื่อได้เปลือกสาที่ยุ่ยแล้วให้ยกปอสาขึ้นพักไว้แล้วลดอุณหภูมิด้วยการเติมน้ำให้ได้อุณหภูมิประมาณ 70°C แล้วจึงเติมไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ในอัตราส่วนเปลือกปอสา 1 กก. ต่อ ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 75-100 กรัม และเติมโซเดียมซิลิเกต 50 กรัม คนละลายให้เข้ากัน แล้วจึงนำปอสาที่พักไว้ใส่ลงต้มต่อ พร้อมกับเพิ่มอุณหภูมิประมาณ 90°C ต้มต่อประมาณ 30-45 นาที (แล้วแต่ความอ่อนแก่ของเปลือกปอสา) นำขึ้นล้างน้ำสะอาด 3-4 ครั้ง คัดสิ่งสกปรกที่ไม่ต้องการออกให้หมด

เมื่อล้างน้ำสะอาดเรียบร้อยแล้วนำไปตีเยื่อโดยการทุบด้วยมือหรือการตีด้วยเครื่องตีเยื่อ โดยการนำปอสาที่ฟอกขาวแล้วลงในเครื่องตีเยื่อ เปิดเครื่องตีเยื่อครั้งละ 20-30 นาที หรือตามความต้องการ

3. การทำเป็นแผ่นกระดาษ หมายถึง การช้อนแผ่น การตาก การลอก การรีด

การทำเป็นแผ่นกระดาษด้วยตะแกรงมี 2 วิธี คือ การตักช้อน หรือการแตะ การตักช้อน คือการเตรียมตะแกรงที่ขึงด้วยผ้าตาข่ายให้ตึง ตักช้อนลงไปในอ่างเยื่อสา ซึ่งวิธีนี้จะได้แผ่นกระดาษสาที่มีความหนาไม่เท่ากัน อีกวิธีหนึ่งคือการแตะ โดยการนำเยื่อสาที่ตีด้วยเครื่องแล้วชั่งน้ำหนักตามความต้องการ (บีบน้ำออกจากเยื่อพอประมาณ) นำก้อนเยื่อที่ชั่งน้ำหนักแล้วไปแตะทำแผ่นในตะแกรง ที่วางอยู่ในอ่างสำหรับทำแผ่น ที่มีน้ำสะอาดหล่ออยู่สูงประมาณ 4-5 ซม. จากพื้นอ่าง แล้วแตะกระจายเพื่อให้เยื่อสม่ำเสมอทั่วตะแกรงนำไปตากแดดให้แห้ง (ถ้าต้องการกระดาษสาผิวเรียบให้ใช้ขันโลหะขอบมนหรือถ้วยกระเบื้องเคลือบ หรือก้อนหินชนิดผิวเรียบ ทำการขัดลงบนผิวกระดาษสาในขณะที่ยังหมาดๆ อยู่) ลอกแผ่นกระดาษสาออกจากตะแกรงจะได้กระดาษสาตามต้องการ

ภาพที่ 2.3 การตักช้อนเยื่อสา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

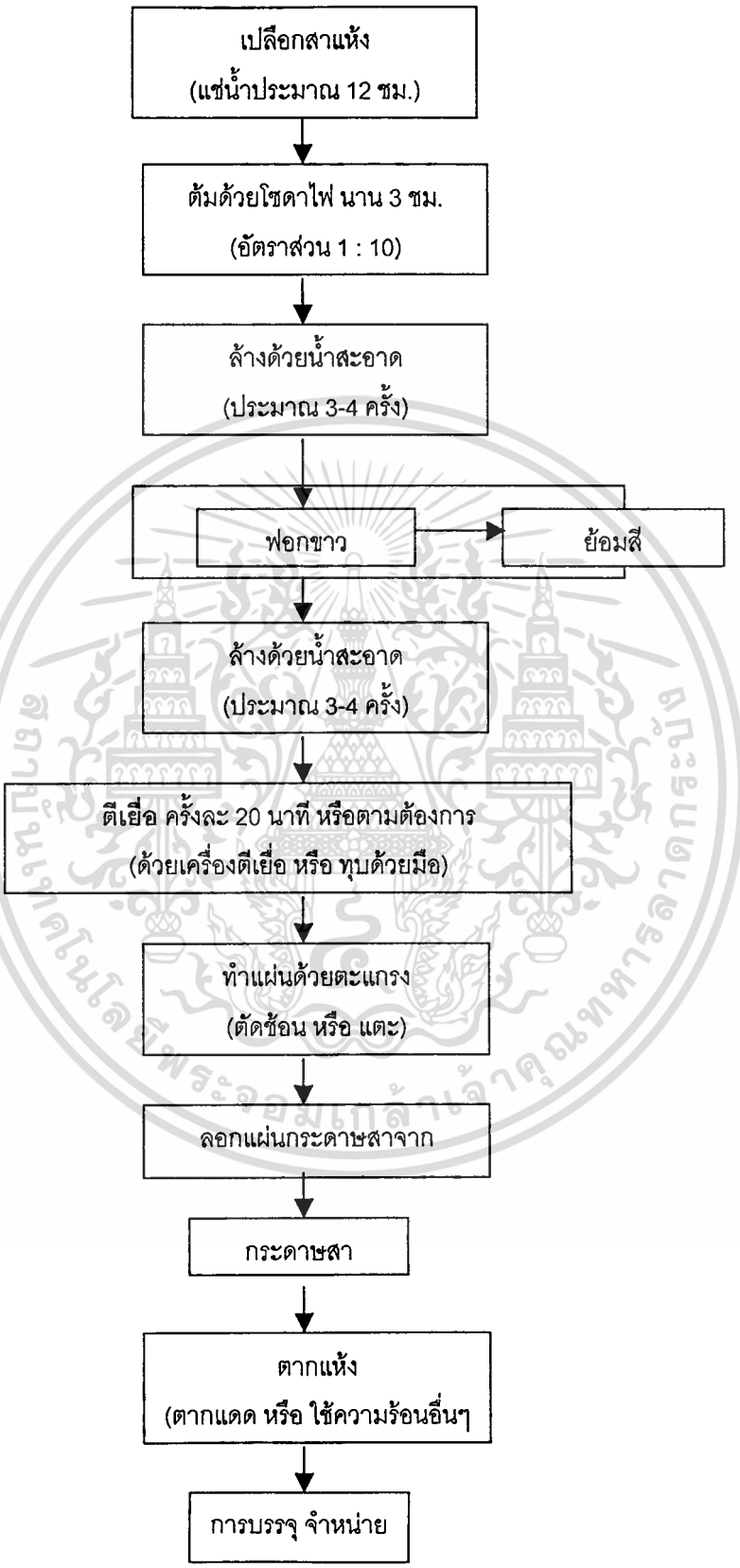
4. การคัดเลือก การบรรจุแผ่นกระดาษ และจำหน่าย คือ การคัดเลือกกระดาษ การตัด การตกแต่ง และการบรรจุ

ภาพที่ 2.4 การลอกเยื่อสาหลังจากตากบนตะแกรงจนแห้ง

เมื่อกระดาษสาแห้งดีแล้วลอกออกมาจากกรอบเรียบร้อย แล้วคัดกระดาษสาตามเกรดต่างๆ ที่มีความหนาบางไม่เท่ากัน จัดตกแต่งริมกระดาษให้สวยงามตามต้องการ นำไปบรรจุแบบต่างๆ เพื่อรอการจำหน่ายต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการทำกระดาษสาด้วยมือ



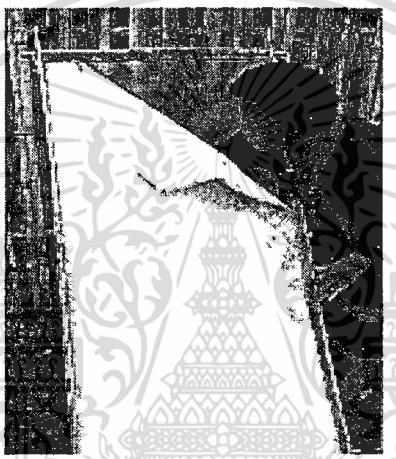
ภาพที่ 2.5 ขั้นตอนการทำกระดาษสาด้วยมือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.5 **ชนิดของกระดาษสา**

สยาม กองไชย (2539)กล่าวถึงชนิดของกระดาษสาดังนี้ กระดาษสาที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการทำผลิตภัณฑ์กระดาษสา แบ่งตามกรรมวิธีการผลิตได้เป็น 2 ชนิดคือ

1. กระดาษสาทำด้วยมือตามแบบพื้นบ้าน ลักษณะเนื้อกระดาษจะมีผิวพรรณขรุขระ สามารถทำหนาบางได้ตามความต้องการ ซึ่งแสดงออกถึงงานหัตถกรรมทำด้วยมืออย่างแท้จริง ให้ความรู้สึกเป็นธรรมชาติ เนื้อกระดาษสาเดิมจะเป็นสีขาว หรือขาวตุ่นค่อนข้างเหลือง ขนาดของกระดาษสาจะขึ้นอยู่กับขนาดของตะแกรงที่ใช้ โดยทั่วไปผู้ผลิตกระดาษสาจะใช้ตะแกรงขนาด 55.77 ซม. และขนาด 65.25 ซม. จึงทำให้กระดาษสาที่ซื้อขายทั่วไปมี 2 ขนาดตามขนาดของตะแกรง



ภาพที่ 2.6 กระดาษสาทำด้วยมือตามแบบพื้นบ้าน

2. กระดาษทำด้วยเครื่องจักรในโรงงาน ลักษณะเนื้อกระดาษผิวเรียบ เนื้อบางเหนียว ขนาดของกระดาษสาทำด้วยเครื่องจักรมีหลายขนาด แต่ที่นิยมนำมาใช้ในงานหัตถกรรมคือ เบอร์ความหนา 40-50 กรัม ขนาด (กว้างxยาว) 64x97 ซม. ราคาจำหน่ายประมาณ แผ่นละ 17-18 บาท

ชนิดของกระดาษสาแบ่งตามความหนาได้ดังนี้

กระดาษสาชนิดบาง หมายถึง กระดาษสาที่มีความหนาไม่เกิน 80 แกรม

กระดาษสาชนิดหนา หมายถึง กระดาษสาที่มีความหนา 120 แกรมขึ้นไป

กระดาษสาชนิดผสม หมายถึง กระดาษสาที่มีส่วนผสมอื่นๆ เช่นใบไม้ ดอกไม้ โดยที่มีความหนาบางในพื้นที่ของแผ่นไม่เท่ากัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าธนบุรี

2.2 อุตสาหกรรมกระดาษสา

สยาม กองไชย (2539 :31) กล่าวว่า การผลิตกระดาษสาเป็นอุตสาหกรรมในครัวเรือนของชาวชนบท ซึ่งผลิตกันมาตั้งแต่สมัยโบราณและต่อเนื่องมาถึงปัจจุบัน ในอดีตการผลิตกระดาษสาจะสนองประโยชน์ใช้สอยไม่กว้างขวางนัก การใช้ประโยชน์จำกัดอยู่เฉพาะในท้องถิ่นและทำท่าว่าจะสูญหายไป เนื่องจากไม่มีตลาดรับซื้อ อย่างไรก็ตาม เนื่องจากกระดาษสาสามารถผลิตได้ในครัวเรือน มีวิธีการผลิตที่ง่ายไม่ยุ่งยากซับซ้อน วัตถุดิบก็หาได้ในท้องถิ่น และที่สำคัญคือกระดาษสามีประโยชน์และคุณสมบัติพิเศษที่แตกต่างจากกระดาษชนิดอื่น คือ มีความเหนียวและคงทนเก็บได้นานนับ 100 ปี โดยที่แมลงต่างๆ ไม่สามารถกัดกินได้ มีความสวยงามและอ่อนในตัวเอง กรมส่งเสริมอุตสาหกรรมได้เข้าไปฟื้นฟูกระดาษสาโดยพัฒนาทั้งด้านการผลิต การตลาด และเน้นให้เห็นคุณค่าของประโยชน์ใช้สอยอย่างแท้จริงตั้งแต่ปลายปี 2528 เป็นต้นมา

ปัจจุบันการพัฒนากระดาษสานอกจากจะเน้นการพัฒนาในด้านการผลิตเพื่อให้ได้กระดาษคุณภาพดีและนำมาทำเป็นสินค้าหัตถกรรมหรือส่งออกเป็นหลักแล้ว ยังมีการนำเทคโนโลยีที่ทันสมัยมาใช้ในการผลิต เพื่อนำกระดาษสามาใช้ในงานอุตสาหกรรม เช่น นำกระดาษสามาชุบน้ำยาเพื่อป้องกันการติดไฟโดยส่งเสริมให้ใช้กับสถานที่ที่ต้องการความปลอดภัยสูง เช่น บนเครื่องบิน โรงแรม และโรงพยาบาล ใช้ในอุตสาหกรรมการบรรจุหีบห่อโดยเฉพาะสินค้าที่ต้องการทะนุถนอม เช่น อัญมณีและเครื่องประดับ เซรามิค กล้องถ่ายรูป เลนส์แว่นตา และใช้ในการหีบห่อผลไม้เพื่อป้องกันน้ำและความชื้น ใช้ห่อดอกไม้เพื่อเพิ่มความสวยงาม รวมทั้งการใช้ในวงการแพทย์และทำผ้าอนามัย

อุตสาหกรรมผลิตเยื่อกระดาษซึ่งเป็นอุตสาหกรรมหนึ่งที่ทวีบทบาทสำคัญขึ้นโดยลำดับ วัตถุดิบใช้ในการผลิตเยื่อกระดาษส่วนใหญ่คือ ชานอ้อย และปอแก้ว นอกจากนี้ยังมีไม้ไผ่ ยูคาลิปตัส ปอสา และเศษกระดาษเก่าอีกส่วนหนึ่ง ในปี พ.ศ. 2535 ประเทศไทยมีผู้ผลิตเยื่อกระดาษ 4 ราย กำลังการผลิตรวมประมาณ 16,000 ตันต่อปี ซึ่งไม่พอเพียงกับความต้องการ จึงมีการนำเข้าเยื่อกระดาษและขยายกำลังการผลิตเยื่อกระดาษเพิ่มมากขึ้นเมื่อผู้ผลิตเยื่อกระดาษรายใหญ่ 2 ราย ซึ่งมีกำลังการผลิตรวมประมาณ 104,000 ตัน ถือกำเนิดขึ้นในปี 2545 แต่ปัญหาการขาดแคลนเยื่อกระดาษกลับมิได้หมดไป เนื่องมาจากขาดแคลนวัตถุดิบที่จะป้อนแก่โรงงานผลิตเยื่อกระดาษ ขณะที่ปริมาณความต้องการใช้เยื่อกระดาษยังคงมีอยู่สูงเกินกำลังการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

58657

ตารางที่ 2.1 กำลังการผลิตและปริมาณความต้องการใช้เยื่อกระดาษ ปี 2540 – 2546

ปี	เยื่อกระดาษ		กระดาษ	
	กำลังการผลิต	ความต้องการ	กำลังการผลิต	ความต้องการ
2540	134,875	372,615	720,250	689,500
2541	139,000	451,421	748,450	731,100
2542	150,000	509,229	748,450	782,500
2543	150,000	550,000	748,450	834,500
2544	185,750	633,245	796,350	862,745
2545	196,765	733,250	826,950	972,359
2546	198,866	753,640	852,200	985,950

ตารางที่ 2.2 ปริมาณและมูลค่าการนำเข้า-ส่งออกเยื่อกระดาษและกระดาษ ปี 2541-2546

ปริมาณ : ตัน

มูลค่า : ล้านบาท

ปี	เยื่อกระดาษ				เยื่อกระดาษ			
	นำเข้า		ส่งออก		นำเข้า		ส่งออก	
	ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า
2541	171,925.	171,925.2	2,432.5	36.4	146,696.8	2,872.1	20,466.9	244.6
	(-16.3)	(-16.3)	(165.5)	(200.8)	(-33.9)	(-66)	(30.4)	(14.8)
2542	222,114.	222,114.7	5,496.0	74.2	205,939.8	3,594.3	26,823.4	539.3
	(29.3)	(29.3)	(125.9)	(103.8)	(40.4)	(25.1)	(31.1)	(120.5)
2543	216,826.	216,826.1	26,566.9	264.3	166,842.5	3,289.9	60,845.0	927.9
	(-2.4)	(-2.4)	(383.4)	(256.2)	(-19.0)	(-8.5)	(126.8)	(72.0)
2544	251,780.	251,780.5	14,030.6	200.2	393,672.3	4,725.6	75,141.7	1,371.7
	(16.1)	(16.1)	(-47.2)	(-24.3)	(135.9)	(43.6)	(23.5)	(47.8)
2545	392,103.	392,103.2	16,682.1	277.5	231,865.9	5,434.3	56,784.6	1,189.2
	(30.7)	(30.7)	(18.8)	(38.6)	(-41.1)	(15.0)	(-24.4)	(-13.3)
2546	384,813.	384,813.5	25,584.1	477.9	229,413.6	5,573.9	54,977.5	1,155.3
(ม.ค.-	(31.1)	(31.1)	(94.6)	(126.1)	(9.9)	(14.3)	(6.0)	(8.2)
พ.ย.)								

ที่มา : กรมศุลกากร

หมายเหตุ ตัวเลขในวงเล็บหมายถึง อัตราการเปลี่ยนแปลงร้อยละ มกราคม-พฤศจิกายน 2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1 **ผลิตภัณฑ์กระดาษสา**

ในด้านการพัฒนาการออกแบบผลิตภัณฑ์กระดาษสา กองส่งเสริมหัตถกรรมไทย กรมส่งเสริมอุตสาหกรรมมีกลุ่มนักออกแบบผลิตภัณฑ์หัตถกรรม ทำการออกแบบผลิตภัณฑ์กระดาษสาประเภทต่างๆ โดยยึดแนวการออกแบบผลิตภัณฑ์ต่อไปนี้

1. เป็นผลิตภัณฑ์หัตถกรรมที่มีประโยชน์ใช้สอย มีความสวยงามและสามารถผลิตได้ไม่ยุ่งยากซับซ้อนมากนัก

2. เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีลู่ทางการจำหน่ายที่ดี ตรงกับความต้องการของตลาดทั้งตลาดในประเทศและต่างประเทศ

3. เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความเหมาะสมในการถ่ายทอด เผยแพร่ให้แก่ผู้ประกอบการหรือเป็นต้นแบบนำไปผลิตเป็นสินค้าหัตถกรรม

2.2.2. **ประเภทของผลิตภัณฑ์กระดาษสา**

ผดุง พรมมูล (2538 :17-18) กล่าวว่า จากแนวทางการออกแบบผลิตภัณฑ์ดังที่ได้กล่าวมาแล้วนั้น กลุ่มนักออกแบบผลิตภัณฑ์ได้ทำการออกแบบผลิตภัณฑ์หัตถกรรมกระดาษสาไว้เป็นจำนวนมากแบ่งได้ 3 ประเภทใหญ่คือ

1. ประเภทของใช้ประจำวัน
2. ประเภทของประดับตกแต่งและของที่ระลึก
3. ประเภทดอกไม้ประดิษฐ์

โดยในแต่ละประเภทประกอบด้วยผลิตภัณฑ์ดังต่อไปนี้

1. ประเภทของใช้ประจำวัน เป็นการออกแบบผลิตภัณฑ์กระดาษสาโดยเน้นลักษณะผลิตภัณฑ์ที่นำไปใช้ในชีวิตประจำวันทั้งที่บ้านและที่ทำงาน ประกอบด้วย

1.1 กล่องใส่เครื่องประดับรูปทรงต่างๆ

1.2 กล่องใส่กระดาษเช็ดมือทรงต่างๆ

1.3 ที่ใส่ซองจดหมายแบบต่างๆ

1.4 ภาชนะใส่ของ ตะกร้ารูปทรงต่างๆ

1.5 กล่องใส่กระดาษบันทึก

1.6 กล่องใส่นามบัตร

1.7 แฟ้มเอกสาร

2. ประเภทของประดับตกแต่งและของที่ระลึก เป็นการออกแบบผลิตภัณฑ์กระดาษสา เน้นลักษณะผลิตภัณฑ์นำไปใช้ประดับตกแต่งและให้เป็นของที่ระลึกในโอกาสต่างๆ ประกอบด้วย

2.1 ภาพประดับผนัง

2.2 โคมไฟแขวนและตั้งโต๊ะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ฉากกั้นห้อง

2.4 ปฏิทินแขวน

2.5 พัด

2.6 ว่าวรูปทรงต่างๆ

2.7 โมบายแขวนแบบต่างๆ

2.8 การ์ดสำหรับเทศกาลต่างๆ

2.9 ของประดับตกแต่งต้นคริสต์มาส

2.10 กรอบรูปแขวน ตั้งโต๊ะ

3. ประเภทดอกไม้ประดิษฐ์ มีการออกแบบผลิตภัณฑ์เป็น 2 ลักษณะคือ ประเภทอนุรักษ์ของเดิมและประเภทเลียนแบบดอกไม้จริง และสร้างสรรค์ ประกอบด้วย

3.1 พุ่มบูชาประเภทต่างๆ

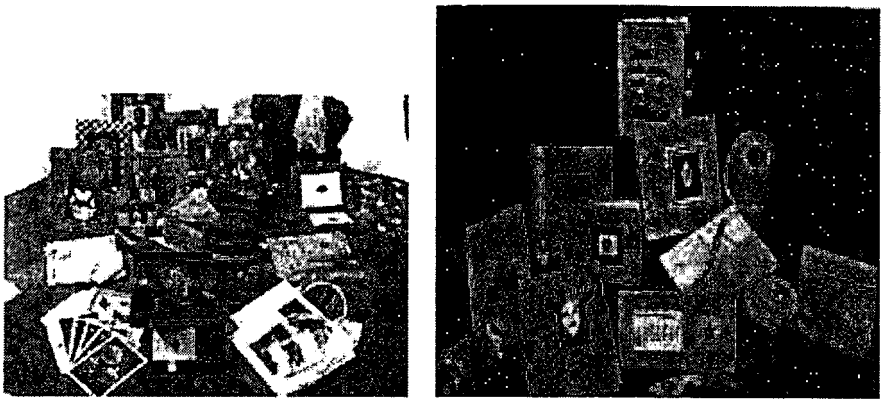
3.2 ของชำร่วย (พู่กลิ่น พู่จิ๋ว)

3.3 พวงอุบะแขวน

3.4 กระทง

3.5 ดอกไม้ประดิษฐ์เลียนแบบดอกไม้จริงและสร้างสรรค์ประเภทต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.7 ผลิตภัณฑ์กระดาษสา

2.3 วัสดุและกรรมวิธีการผลิต

2.3.1 โลหะ (METAL PROPERTIES)

สุชาติ กิจพิทักษ์ (2540 :33-35) ได้กล่าวถึง โลหะดังนี้

สมบัติของโลหะ (METAL PROPERTIES)

วัสดุต่าง ๆ ที่มีใช้ในงานช่างทั่วไป ย่อมมีสมบัติที่แตกต่างกันไป สำหรับโลหะนั้น จะมีสมบัติเฉพาะที่แสดงความเป็นโลหะของตัวมันเอง เช่น สมบัติทางกายภาพ สมบัติทางไฟฟ้า การนำความร้อน สมบัติทางเคมี สมบัติทางกล เป็นต้น แต่ในที่นี้จะแนะนำเฉพาะสมบัติทางกลที่สำคัญ ๆ เท่านั้น

ตารางที่ 2.3 สมบัติทางกลของโลหะ (Mechanical Properties of Metal)

ความแข็งแรง (Strength)	หมายถึง ความสามารถของโลหะที่รับแรงกระทำจากภายนอกในลักษณะต่าง ๆ ได้สูงสุดจนกระทั่งตัวมันเปลี่ยนรูปทรงหรือแตกหักไปซึ่งโลหะต่างชนิดกันจะมีความแข็งแรงไม่เท่ากัน เช่น เหล็กกล้าจะมีความแข็งแรงมากกว่าทองแดง เหล็กกล้าจึงสามารถรับแรงที่มากระทำได้มากกว่า เป็นต้น
ความเหนียว (Toughness)	หมายถึง ความสามารถในการยืดตัวออก บิดตัวหรืองอตัวได้โดยไม่แตกหักเสียหาย ซึ่งสมบัติทางด้านความเหนียวนี้สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ลักษณะ คือ ความอ่อนตัว ความยืดตัว และความยืดหยุ่นตัว
ความยืดตัว (Malleability)	หมายถึง ความสามารถในการที่จะรีดแผ่ ตีแผ่ ม้วนขึ้นรูปโดยลูกกลิ้งหรือโดยการตีแล้วไม่เกิดการเสียหาย ทองแดงมีสมบัติความยืดตัวที่ดีกว่าเหล็กกล้า ทองแดงจึงสามารถขึ้นรูปง่ายกว่าและดีกว่า เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 (ต่อ)

ความอ่อนตัว (Ductility)	หมายถึง ความสามารถในการที่จะดัด บิด แผ่ หรือดึง เพื่อขึ้นรูปแล้วไม่เกิดความเสียหาย เหล็กกล้าจะมีความอ่อนตัวน้อยกว่าทองแดง ทำให้เหล็กกล้าขึ้นรูปได้ยากกว่าทองแดง เป็นต้น
ความยืดหยุ่นตัว (Elasticity)	หมายถึง ความสามารถของวัสดุเมื่อยืดตัวออกไปแล้วจะหดกลับมาสภาพเดิมได้หลังจากเอาแรงออก
ความแข็ง (Hardness)	หมายถึง ความสามารถในการต้านทานต่อการขีดข่วนผิว การถูขูดและ การต้านทานต่อปฏิกิริยาการตัด ซึ่งจะคู่กันกับความเปราะเมื่อแข็งมากจะเปราะ
ความเปราะ (Brittleness)	หมายถึง สมบัติของวัสดุที่จะแตกหักได้ง่ายเมื่อได้รับแรงกระทำจากภายนอก ซึ่งความเปราะจะคู่กับความแข็งเสมอเมื่อวัสดุใดมีความแข็งสูงจะมีความเปราะสูง

โลหะแผ่นและลวดชนิดต่าง ๆ (SHEET METALS & WIRES)

วัสดุที่ใช้ในงานช่างโลหะแผ่นนั้น ที่สำคัญได้แก่ โลหะแผ่นชนิดต่าง ๆ ลวด โลหะเส้นหน้าตัดแบบต่าง ๆ สำหรับโลหะแผ่นนั้นเป็นวัสดุที่ใช้มากที่สุดซึ่งหมายถึง โลหะที่มีรูปร่างลักษณะเป็นแผ่นแบนเรียบ มีความหนาตั้งแต่ 0.15 ถึง 3.0 มม. (อเมริกันใช้หนาไม่เกิน 1/8 นิ้ว ก็มี 9/64 นิ้ว ก็มี) โลหะแผ่นที่ใช้กันอยู่ทั่วไปจะแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มหลัก คือ โลหะที่เป็นเหล็กและโลหะนอกกลุ่มเหล็กและจะแบ่งย่อยออกเป็น 2 ประเภทเช่นกัน คือ โลหะเคลือบและโลหะเปลือย สำหรับโลหะนอกกลุ่มเหล็กนั้นส่วนใหญ่จะมีเฉพาะโลหะแผ่นเปลือยซึ่งโลหะแผ่นชนิดต่าง ๆ ที่กล่าวมานี้จะมีลักษณะ มาตรฐานและการนำไปใช้งานที่แตกต่างกันไป ส่วนการวัดความหนาของโลหะแผ่นนั้นบ้านเรายังใช้ปะปนกันหลายแบบ เช่น มาตรฐานอเมริกันวัดเป็น หมายเลขของเกจ ซึ่งหมายเลขยิ่งมากโลหะแผ่นจะยิ่งบาง

ส่วนมาตรฐานญี่ปุ่นและมอก.ของไทยจะบอกขนาดความหนาเป็น มิลลิเมตร สำหรับมาตรฐานขนาดความกว้างความยาวนั้น โลหะแผ่นแต่ละชนิดที่ผลิตออกมาจะแต่กต่างกันไปซึ่งจะกล่าวถึงในเรื่องของโลหะแผ่นแต่ละชนิดต่อไป ซึ่งมาตราวัดความกว้าง ความยาวของโลหะแผ่นนั้นจะมีทั้งวัดเป็น นิ้ว , ฟุต, และวัดเป็น เซนติเมตร, มิลลิเมตร

เหล็กแผ่นบาง (Steel Sheets)

เหล็กแผ่นบาง หมายถึง เหล็กแผ่นเปลือยที่รีดมาจากเหล็กที่มีค่าความแข็งแรงต่ำจำพวกเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ มีความหนาตั้งแต่ 0.36 ถึง 3.0 มม. ลักษณะผิวพื้นมีทั้งผิวที่ยังไม่ได้ขจัดคราบออกไซด์และสะเก็ดโลหะจากกระบวนการรีดออก และชนิดที่ขจัดคราบออกไซด์ออกแล้ว ซึ่งช่างโลหะแผ่นอเมริกันเรียกว่า เหล็กแผ่นดำ สำหรับในบ้านเรานั้นเรียกว่า เหล็กแผ่นบาง ซึ่งตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมของไทย (มอก.528-2527) เรียกว่า เหล็กกล้าละมุนรีดร้อนชนิดแผ่นบาง ได้กล่าวถึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะทั่วไปไว้ว่า "เป็นเหล็กกล้าละมุนที่มีส่วนประกอบทางเคมีตามกำหนดของชั้นคุณภาพ รีดเป็นแผ่นขณะร้อน มีผิวเรียบเกลี้ยง สม่ำเสมอ ไม่มีสะเก็ดออกไซด์" สำหรับมาตรฐานของเหล็กแผ่นบางตาม มอก.528 –5257 นั้นจะกำหนดเป็นหัวข้อหลัก 2 ข้อ คือ ชั้นคุณภาพและขนาด ซึ่งชั้นคุณภาพจะแบ่งออกเป็น 4 ชั้น ดังตาราง 2.4

ตาราง 2.4 ชั้นคุณภาพและการใช้งานของเหล็กแผ่นบาง (มอก.527 – 2527)

ชั้นคุณภาพ	ลักษณะการใช้งาน
HR 1(C 0.15%)	งานประกอบขึ้นรูปทั่ว ๆ ไป
HR 2(C 0.12%)	งานกดอัดขึ้นรูปตื้น
HR 3(C 0.10%)	งานกดอัดขึ้นรูปลึก
HR 4(C 0.08%)	งานกดอัดขึ้นรูปลึกพิเศษ

สำหรับขนาดของเหล็กแผ่นนั้นจะต้องกำหนดทั้ง 3 มิติ คือ ขนาดความหนา ความกว้าง และความยาว ซึ่งความหนานั้นตามมาตรฐาน มอก. ไม่ได้ระบุความหนาต่ำสุดไว้เพียงแต่กำหนดไว้ว่าความหนาตั้งแต่บางสุดจนถึง 3.00 มม. ส่วนความกว้างที่มีระบุในมาตรฐานมีตั้งแต่ 600, 710, 900, 914 1,100, 1,200, 1,219, 1,600, 1,829 จนถึง 3,000 มม. และสำหรับความยาวนั้นมีระบุไว้ตั้งแต่ 1,892, 2,438, 3,048, 6,000, 7,000 จนถึง 10,000 มม.

2.3.2 **เหล็ก** (Steel)

สุชาติ กิจพิทักษ์ (2540 : 36-38) กล่าวว่า แร่เหล็กพบอยู่มากมายในโลก ประกอบกับการถลุงเหล็กก็กระทำได้ไม่ยากนักเครื่องจักรเครื่องมือ ตลอดจนอุปกรณ์ทางช่างกลต่างๆ ส่วนมากทำด้วยเหล็ก ทั้งเหล็กเส้น เหล็กกล้า เป็นโลหะที่ใช้งานมากกว่าโลหะอื่นรวมกัน แม้ว่าเหล็กกล้าจะสามารถหล่อลงแบบให้มีรูปร่างต่างๆ ที่สลับซับซ้อนได้โดยตรงก็ตามแต่ ส่วนมากจะหล่อเหล็กกล้าเป็นแท่ง (Ingot) ไว้ใช้สำหรับนำไปทำท่อเหล็กเส้น เหล็กแผ่น หรือมีรูปร่างอื่นต่อไป

เหล็กกล้าสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิดใหญ่ๆ คือ

1. เหล็กกล้าธรรมดา (Plain Carbon Steels)
2. เหล็กกล้าผสม (Alloy Steels)

เหล็กกล้าสามารถแบ่งแยกประเภทได้ตามจำนวนธาตุต่างๆ ที่ผสมอยู่ภายในคาร์บอนเป็นธาตุที่มีความสำคัญมากที่สุด เหล็กกล้าชนิดธรรมดา จะมีเนื้อเหล็กและคาร์บอนเป็นธาตุเหล็ก เหล็กกล้าชนิดนี้จะแยกรหัส เช่น 10xx เลขสองตัวแรกจะหมายถึงเหล็กกล้าชนิดธรรมดา เลขตัวที่3 และ 4 หมายถึง ส่วนผสมของคาร์บอนคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ 1/100 เช่น 1035 Steel หมายถึง เหล็กกล้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ธรรมดา ซึ่งมีคาร์บอนผสมอยู่ 0.35% นอกจากนี้อาจมีคุณสมบัติธาตุอื่นๆ อีกแต่มีปริมาณน้อยมาก ซึ่งไม่มีผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพของเหล็ก

1. เหล็กกล้าธรรมดา (Plain Carbon Steels) เป็นเหล็กที่มีคาร์บอนเพียงอย่างเดียวเป็นส่วนผสมที่สำคัญ แต่โดยทั่วไปแล้วมีแมงกานีส ซิลิคอน ซัลเฟอร์ และฟอสฟอรัสผสมอยู่เล็กน้อย เหล็กกล้าธรรมดา คือ เหล็กที่อาจมีแมงกานีสผสมได้ไม่เกิน 1.55% ซิลิคอน 0.6% ทองแดง 0.6% นอกจากนั้นแล้วจะมีธาตุอื่นๆ ที่ปนอยู่เล็กน้อย

เหล็กกล้าธรรมดา สามารถแบ่งย่อยไปได้อีก 3 ประเภท คือ

1. เหล็กกล้าที่มีเปอร์เซ็นต์คาร์บอนต่ำ (Low Carbon Steels) หมายถึง เหล็กมีส่วนผสมของคาร์บอนต่ำกว่า 0.2%

ประโยชน์ เหล็กกล้าที่มีเปอร์เซ็นต์คาร์บอนต่ำ จะถูกนำไปใช้สำหรับทำเส้นลวด เหล็กหน้าต่าง เช่น เหล็กฉาก เหล็กตัวซี เหล็กตัวไอ เป็นต้น

2. เหล็กกล้าชนิดที่มีเปอร์เซ็นต์คาร์บอนปานกลาง จะถูกนำไปใช้สำหรับทำราวเหล็ก ทำขวาน ทำเฟือง และชิ้นส่วนส่วนที่ต้องการความแข็งแรงสูง

3. เหล็กกล้าชนิดที่มีเปอร์เซ็นต์คาร์บอนสูง จะนำไปใช้ทำมีดต่างๆ เช่น มีดครก สว่าน ดอกทำเกลียว และงานที่ต้องทนต่อการเสียดสี

2. เหล็กกล้าแบบผสม (Alloy Steels) ซึ่งมีปริมาณ 15% ของเหล็กกล้าที่มีผลิตได้ทั้งหมด จะถูกนำไปใช้งานเฉพาะอย่าง เพราะมีคุณสมบัติพิเศษแตกต่างจากเหล็กกล้าแบบอื่นๆ ถึงแม้ว่าเหล็กกล้าผสมจะมีคุณสมบัติไม่ครบถ้วน แต่ก็พอจะสรุปคุณสมบัติต่างๆ ได้ดังนี้คือ

1. นำไปปรับปรุงความเหนียวได้โดยไม่ทำให้ค่าความเค้นแรงดึงต่ำลง
2. สามารถนำไปทำให้แข็งโดยการจุ่มน้ำมัน หรือ อากาศแทนการจุ่มน้ำได้ ทำให้มีโอกาสแตกหรือบิดงอเล็กน้อย
3. สามารถนำไปปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพ ณ อุณหภูมิสูงๆ ได้
4. สึกหรอถูกกัดกร่อนได้น้อย ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับส่วนผสม
5. มีคุณสมบัติทางโลหะวิทยาที่ดี เช่น มีเม็ดเกรนละเอียด

เหล็กกล้าผสม สามารถแบ่งย่อยได้อีก 2 ประเภท ดังนี้

Low Alloys ส่วนผสมต่างๆ รวมกันน้อยกว่า 8.0%

High Alloys ส่วนผสมต่างๆ รวมกันมากกว่า 8.0%

ประโยชน์

เหล็กกล้าผสมเป็นเหล็กที่มีธาตุอื่นๆ ผสมอยู่นอกจากคาร์บอนที่สำคัญมี โครเมี่ยม นิกเกิล โมลิบัม ทังสเตน วาเนเดียมแมงกานีส ฯลฯ สามารถแบ่งเป็น 5 ชนิดใหญ่ๆ คือ

1. เหล็กกล้าที่มีส่วนผสมต่ำและทนแรงดึงสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เหล็กกล้าที่ใช้ทำชิ้นส่วนเครื่องจักร
3. เหล็กกล้าทำเครื่องมือ
4. เหล็กสแตนเลส
5. เหล็กใช้ทำอุปกรณ์ไฟฟ้า

การทำเส้นลวด เหล็กแผ่น เหล็กเส้น ท่อเหล็ก หรือเหล็กรูปต่างๆ ทำโดยการนำเอาแท่งเหล็กกล้าไปเผาให้ร้อนแล้วนำไปรีด นำไปอัด หรือนำไปดึงให้ได้รูปต่างๆ ตามต้องการแท่งเหล็กกล้านี้ จะหล่อไว้เป็นแท่งๆ น้ำหนักของเหล็กอาจมีตั้งแต่ 300 ปอนด์ถึง 25 ตัน

การชุบโครเมียม

โครเมียมเป็นโลหะที่มีสีขาวนวลสดใส ไม่ขุ่นมัว ไม่ต้องขัดถูบ่อย มีจุดหลอมตัวที่ 1615 องศา เป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดีไม่เป็นสนิม ประโยชน์ของโครเมี่ยมคือนำไปผสมกับโลหะอื่นๆ ในอุตสาหกรรมหล่อหลอมโลหะและใช้ชุบเคลือบโลหะอื่นๆ เพื่อป้องกันการเกิดสนิมและขุ่นมัว ฯลฯ การเคลือบผิวโลหะชนิดอื่นๆ ด้วยโครเมี่ยมในปัจจุบันแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะคือ การชุบโครเมี่ยมชนิดหนา (สุชาติ กิจพิทักษ์. 2540 : 40-42) หรือชุบเพื่อความสวยงาม Cromium การชุบชนิดนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อป้องกันมิให้โลหะอื่นเป็นสนิมและให้ความสวยงามทนทานต่ออาการเสียดสีและทนทานต่อการผุกร่อนการชุบเคลือบในลักษณะนี้ มักจะชุบโครเมี่ยมค่อนข้างบางมากโดยประมาณ 0.001 ถึง 0.0003 นิ้ว หรือ 0.25 ไมครอน ถึง 0.8 ไมครอน

การชุบโครเมี่ยมชนิดหนา ซึ่งเรียกว่า Hard Chrome การชุบชนิดนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อเพิ่มความหนาในผิวโลหะนั้นๆ เช่น ชิ้นส่วนของเครื่องจักรที่สึกหรอไปเพราะการใช้งาน ถ้านำมาชุบโครเมี่ยมให้หนาขึ้นแล้วไปเจียรไนก็สามารถนำไปใช้ได้ดี เหมือนเดิม หรือมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้โลหะนั้นมีความแข็งแกร่งทนต่อความร้อน ทนต่อการเสียดสี สาเหตุที่ชุบหนาจะได้โลหะโครเมี่ยมที่หนา และแข็งแรงมาก ปกติแล้วมักชุบกันที่ความหนาตั้งแต่ 0.001 นิ้วขึ้นไปและโดยมากชุบโครเมี่ยมโดยตรงบนเหล็ก การชุบโครเมี่ยมหนาบนโลหะอื่นไม่ใช้เหล็กมักไม่ค่อยทำกัน

การรองพื้นก่อนชุบโครเมี่ยม เนื่องจากโครเมี่ยมเป็นโลหะที่แข็งมาก ดังนั้น จึงเปราะมากและเนื่องจากแรงเค้น แรงเครียด รวมทั้งการหนีออกไปของแก๊สไฮโดรเจนที่ผสมอยู่ในโลหะโครเมี่ยมที่ไม่เกาะชิ้นงาน ทำให้ผิวโลหะโครเมี่ยมที่ใช้ชุบมีลักษณะแตกร้าว หรือเป็นรูพรุน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความหนาของโครเมี่ยมที่ไม่มีรอยแตกร้าว แต่จะมีรอยพรุนอยู่โดยทั่วไป หากมีความหนาของโครเมี่ยมมากกว่า 0.02 มิลลิเมตรขึ้นไป จะไปปรากฏรูพรุนแต่จะมีรอยร้าวอยู่ทั่วไป โดยเหตุที่มีรูพรุนเพราะชุบบางจึงเป็นเหตุให้โครเมี่ยมป้องกันสนิมไม่เต็มที่ ถ้าเราชุบโครเมี่ยมบางๆ โดยตรงบนแกนเหล็ก สนิมจะเริ่มก่อในรูพรุนก่อนแล้ว ต่อมาก็จะเริ่มแพร่ขยายกว้างออกไปในผิวของโครเมี่ยมและในที่สุดทำให้ป้องกันสนิมไม่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพื่อแก้จุดอ่อนเรื่องนี้ในการชุบโครเมี่ยม บางจึงมักจะรองพื้นด้วยทองแดง และนิเกิลเสียก่อน การทำดังนี้มีส่วนดีกว่าชุบโครเมี่ยมโดยตรงบนเหล็กหรือโลหะอื่นๆ คือ

รองพื้นชิ้นงานด้วยทองแดงก่อนชุบนิเกิล เพื่อให้การจับเกาะที่แน่น ยกตัวอย่างเช่น ชิ้นงานที่เป็นเหล็ก เหล็กหล่อ โลหะผสม ฯลฯ ทองแดงมักจะจับได้แน่นสนิทกว่านิเกิล

รองพื้นด้วยนิเกิลก่อนชุบโครเมี่ยม นิเกิลจะช่วยเป็นตัวประสานยึดเหนี่ยวระหว่างทองแดงกับโครเมี่ยมได้เป็นอย่างดี ประการสำคัญนิเกิลจะเป็นตัวช่วยป้องกันไม่ให้สนิมซึมผ่านไปเกาะกินสนิมเหล็กได้ นิเกิลเป็นโลหะไม่เกิดสนิมเช่นกัน โครเมี่ยมสีสดใสเงางามเช่นเดียวกับโครเมี่ยมแต่สีสดใสงดงามของนิเกิลมีโอกาสขุ่นมัวได้ ดังนี้จึงต้องอาศัยโครเมี่ยมเคลือบชั้นบนของนิเกิลอีกทีหนึ่ง เพื่อว่าชิ้นงานนั้นๆ จะได้มีความสดใสอยู่ได้นาน

การรองพื้นนิเกิลอย่างน้อยที่สุดควรจะหนาประมาณ 0.0006 นิ้วหรือ 0.005 มิลลิเมตร สำหรับงานที่ทำด้วยเหล็กต้องใช้งานกลางแจ้งอย่างน้อย นิเกิลควรหนา 0.001 นิ้ว หรือ 0.025 มิลลิเมตร ถ้าเป็นน้ำยาชุบนิเกิลซนิดด้าน ความหนาของนิเกิลควรหนาเผื่อไว้เป็นพิเศษอีก 20 ถึง 25% สำหรับการสูญเสียไปเนื่องจากการขัดเงา ถ้าเป็นน้ำยาชุบนิเกิลซนิดเงาก็ไม่จำเป็นต้องเผื่อไว้

การขึ้นรูปเย็น (Cold – Work)

ในการขึ้นรูปโลหะโดยการรีด การตี การพับ การม้วน ในขณะเย็น เราจะเรียกโลหะที่ผ่านกระบวนการเหล่านี้ว่าโลหะขึ้นรูปเย็น ซึ่งโดยทั่วไปแล้วงานโลหะแผ่นที่ช่างโลหะแผ่นปฏิบัติกันอยู่นี้เป็นการขึ้นรูปเย็นทั้งหมด การขึ้นรูปเย็นนี้จะทำให้โลหะชิ้นงานแข็งตัวขึ้น แน่นอนที่สุดเมื่อแข็งขึ้นก็ย่อมเปราะและเกิดการแตกหักได้ง่าย ถ้าโลหะแผ่นผ่านการขึ้นรูปเย็นมากเกินไปดังเช่น การพับมุมคมมาก ๆ การใช้ค้อนทุบตีโลหะแผ่นมากเกินไป หรือพับที่รอยเดิมหลาย ๆ ครั้งจะทำให้บริเวณดังกล่าวเกิดการแตกหักเสียหายได้ แต่โลหะที่มีความอ่อนตัวและมีความยืดตัวดี จะสามารถทนต่อการขึ้นรูปเย็นได้ดีและได้มากกว่าโลหะที่ไม่มีสมบัตินี้ ทองแดงและอลูมิเนียมเป็นโลหะที่มีความอ่อนตัวและความยืดตัวดีกว่าเหล็กกล้าและเหล็กกล้าสเตนเลส

การกัดกร่อน (Corrosion)

การกัดกร่อนเป็นปฏิกิริยาทางเคมีที่ทำให้เกิดการยุกร่อนขึ้นบนผิวพื้นของโลหะ ซึ่งอาจเกิดจากสาเหตุต่าง ๆ กันดังเช่น การกัดกร่อนจากการเข้าแทนที่ของไฮโดรเจนในกรด การกัดกร่อนจากการถ่ายเทประจุไฟฟ้าระหว่างโมเลกุลและการกัดกร่อนจากการรวมตัวกับออกซิเจน เป็นต้น

สำหรับปฏิกิริยาต่าง ๆ เหล่านี้จะเกิดขึ้นจากการที่โลหะสัมผัสกับ ควัน น้ำ กรด หรืออากาศชื้น โดยเฉพาะอากาศที่มีความชื้นของเกลือ ปฏิกิริยาการกัดกร่อนที่เกิดขึ้นบนผิวเหล็กหรือเหล็กกล้านี้เราเรียกว่า สนิม ซึ่งเกิดจากการที่ออกซิเจนรวมตัวกับเนื้อเหล็กก่อตัวเป็นเหล็กออกไซด์ อยู่บนผิวหน้าของเหล็กนั้น ซึ่งเหล็กออกไซด์นี้จะมี สีแดง-น้ำตาล เมื่อสนิมเหล็กก่อตัวขึ้นแล้วมันจะเกิดขึ้นต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องไปตลอดซึ่งสิ่งเหล่านี้ถือเป็นจุดอ่อนของเหล็ก สำหรับโลหะอื่น เช่น ทองแดงและอลูมิเนียมนั้นเมื่อเกิดสนิมแล้วออกไซด์ที่เกิดขึ้นจะทำหน้าที่เคลือบผิวไว้ทำให้ไม่เกิดสนิมอีกต่อไป

สมาคมทางช่างแห่งหนึ่งได้ประมาณไว้ว่าในปีหนึ่ง ๆ ผลิตภัณฑ์โลหะไม่ต่ำกว่า 25 % จะต้องสูญเสียไปเนื่องจากการกัดกร่อนทุกปี การกัดกร่อนนั้นสามารถทำให้ลดลงได้ โดยเลือกใช้เหล็กล้าที่มีคุณภาพดีขึ้น (เหล็กกล้าที่มีสารมลทินต่ำหรือเหล็กกล้าที่มีส่วนผสมของทองแดงเล็กน้อย)จะสามารถป้องกันการกัดกร่อนได้ หรือโดยใช้วัสดุที่มีความต้านต่อการกัดกร่อนมาเคลือบผิวไว้ เช่น สังกะสี ดีบุก ตะกั่ว และแคดเมียม หรือจะใช้วัสดุจำพวกสีน้ำมันเคลือบมาเคลือบผิวงานที่ทำเสร็จแล้ว แต่อย่างไรก็ตามเมื่อใช้งานไปนาน ๆ วัสดุที่เคลือบผิวอยู่จะหลุดหล่อนไป การกัดกร่อนจะเกิดขึ้นอีก ดังนั้นการจัดเก็บวัสดุพวกโลหะจะต้องเก็บไว้ในที่แห้ง ปราศจากฝุ่น ควัน หรือไอของกรดและเกลือ นอกจากนั้นโลหะเคลือบทั้งหลายจะต้องระวังอย่าให้ถูกขีดข่วน สำหรับการระวังรักษาขณะทำงานกับโลหะแผ่นเคลือบผิวนั้น ในขณะร่างแบบบนแผ่นงานอย่ากดเหล็กขีดแรงนัก หรือพยายามหลีกเลี่ยงการใช้โลหะแหลมคมร่างแบบ ส่วนในขณะทำงานพยายามหลีกเลี่ยงการขึ้นรูปมากเกินไป เช่น การพับมุนคมมาก ๆ การพับซ้ำที่หลาย ๆ ครั้ง หรือพับกลับไปมา การตีเคาะแรง ๆ หรือเคาะขึ้นรูปมากเกินไป เป็นต้น

2.3.3 **เหล็กกล้าสเตนเลสแผ่น** (Stainless stell sheet)

สุชาติ กิจพิทักษ์ (2540 : 44-45) ได้กล่าวถึง เหล็กกล้าสเตนเลสว่าเป็นโลหะผสมที่ในปัจจุบันนิยมใช้ในงานโลหะแผ่นอย่างมากชนิดหนึ่งเนื่องจากมีความต้านทานต่อการกัดกร่อนสูงมีความแข็งแรงสูง ลักษณะผิวมีความเงางามคล้ายเงินง่ายต่อการทำความสะอาดจึงนิยมนำมาใช้อย่างกว้างขวางในงานเครื่องใช้ในครัวเรือนและภัตตาคาร ตู้โต๊ะ อ่างล้างชาม ท่อดูดควัน เป็นต้น เนื่องจากเหล็กกล้าสเตนเลสมีค่าความแข็งแรงสูงกว่าเหล็กแผ่นดำ เหล็กแผ่นอาบสังกะสี ดังนั้นในการทำงานจะต้องระมัดระวังขณะใช้เครื่องมือ เครื่องจักร ทำการแปรรูป เช่น การใช้เครื่องตัดเหล็กแผ่นอาบสังกะสีเราสามารถใช้ตัดได้ถึงขนาดความหนา 1.5 มม. แต่ถ้าตัดเหล็กกล้าสเตนเลสจะตัดได้ที่ความหนาเพียง 1.0 – 1.1 มม. เท่านั้น ส่วนการพับการขึ้นรูปประเภทอื่น ๆ ก็เช่นกัน

เหล็กกล้าสเตนเลสตามมาตรฐานของอเมริกันนั้น ระบุว่าเป็นเหล็กกล้าผสมโครเมียม หรือโครเมียม-นิกเกิล ซึ่งมีโครเมียมผสมอยู่ตั้งแต่ 10 – 30% และถ้ามีนิกเกิลจะมีส่วนผสมตั้งแต่ 10 – 25 % สำหรับการเรียกชื่อนั้นจะเรียกตามหมายเลขกลุ่มหรือหมวดของมันได้แก่ 200, 300, 400 ส่วนที่นิยมนำมาใช้ในงานโลหะแผ่นเป็นเหล็กกล้าสเตนเลสประเภท 302 ซึ่งอยู่ในกลุ่มของออสเทนนิติกสเตนเลสมีส่วนผสมของโครเมียม 18 % นิกเกิล 8%

การวัดขนาดความหนาของสเตนเลสแผ่นจะวัดเหมือนเหล็กแผ่นบางโดยวัดเป็นหมายเลขเกจซึ่งจะมีความหนาตั้งแต่ US. เกจ # 32 (0.25มม.) ขึ้นไป ขนาดความกว้างและความยาวของแผ่นเช่นกันที่ผลิตมาเหมือนเหล็กแผ่น ซึ่งที่นิยมในบ้านเราคือ 4 x 8 ฟุต (1,219 x 2.438 มม.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับเหล็กกล้าสเตนเลสแผ่นตามมาตรฐาน ISO 4955 – 1983 นั้นจัดอยู่ในกลุ่มเหล็กกล้าทนความร้อน ซึ่งในกลุ่มของสเตนเลสแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1. เหล็กกล้าเฟอร์ริติกใช้อักษร H นำ มี H1 - H7 และ
2. เหล็กกล้าออสเทนนิติก มี H 10 – H 18

สำหรับเหล็กกล้าสเตนเลสแผ่นที่นิยมใช้ในงานโลหะแผ่นทั่วไปอยู่ในกลุ่ม H 10 ซึ่งมีโครเมียมผสมอยู่ประมาณ 17 – 19 และมีนิกเกิลผสมอยู่ประมาณ 8-10 ส่วนขนาดความหนาของแผ่นที่ผลิตมีตั้งแต่ 0.5 มม. ขึ้นไป และขนาดความกว้างความยาวเหมือนกับเหล็กแผ่นบาง

2.3.4 กรรมวิธีการผลิต

มนตรี บุญชู (2535 : 49-55) กล่าวว่า กรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์จำนวนมากๆ โดยที่ผลิตภัณฑ์เหมือน ๆ กันในอุตสาหกรรมนั้น ได้อาศัยเครื่องจักรกลอัตโนมัติ กึ่งอัตโนมัติ กึ่งอัตโนมัติและระบบการผลิตแบบอัตโนมัติ คำว่า Manufacture หมายถึง การทำด้วยมือ ซึ่งมาจากรากศัพท์ภาษาละติน คือ manu หมายถึง มือ และ facto หมายถึงการทำ แต่ในปัจจุบันนี้มีผลิตภัณฑ์ที่ใช้ภายในบ้านเพียงเล็กน้อยที่ยังคงทำด้วยมือ

ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตเป็นจำนวนมากต้องการวิธีการเหมือน ๆ กัน ซึ่งต้องอาศัย mold die jig และ fixture เป็นตัวช่วยการผลิตชิ้นส่วนต่าง ๆ ที่จะมาประกอบกันขึ้นเป็นผลิตภัณฑ์ หรือเรียกว่า กระบวนการผลิต mold คือ แม่แบบที่ทำให้วัสดุได้มีรูปร่างตามที่ต้องการ ส่วน die คือ ลักษณะที่เป็นอุปกรณ์สองชิ้นโดยที่วัสดุถูกอัดสงไปให้ได้รูปร่าง ส่วน jig เป็นตัวจับยึดชิ้นงานเพื่อเข้าสู่กระบวนการผลิต ชิ้นงานจะมีลักษณะเหมือน ๆ กัน เช่น การดัดโค้ง การเจาะ และการเชื่อม เป็นต้น fixture คือ การจับชิ้นส่วนต่าง ๆ ระหว่างการประกอบชิ้นงาน

การผลิตปริมาณมากในอุตสาหกรรม ท่านสามารถทอลองเกี่ยวกับการผลิตปริมาณมากในอุตสาหกรรมหนึ่ง ๆ ได้ ไม่ว่าจะใช้มือหรือเครื่องจักรก็สามารถจะออกแบบเพื่อใช้ในการผลิตได้หลายประเภท แต่อย่างไรก็ตาม อุตสาหกรรมที่ท่านจะทำการทดลองนั้น จะต้องมีลักษณะทางวิทยาศาสตร์เป็นขั้นตอนดังนี้

1. การวางแผนโครงการ การตระเตรียมสำหรับกรรมวิธีการผลิตจะต้องใช้เวลามากกว่าตอนที่ผลิตผลิตภัณฑ์นั้นขึ้นมา จะต้องมีการศึกษาโดยนักออกแบบ วิศวกรและนักวางแผน ให้พร้อมที่จะผลิต
2. การออกแบบผลิตภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์จะต้องได้รับการออกแบบที่ดีและสามารถผลิตได้
3. การวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์จะถูกวิเคราะห์กระบวนการที่จะผลิต การเลือกวัสดุสำหรับชิ้นส่วนและการตกแต่ง
4. การวางแผนการผลิต กระบวนการผลิตจะต้องมีการกำหนดจากจุดเริ่มต้นจนถึงจุดสุดท้าย ต้องมีเครื่องจักรแบบพิมพ์ และอุปกรณ์เครื่องมือต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. การจัดทำเครื่องมือ ซึ่งถูกสร้างขึ้นมาให้เหมาะแก่การใช้งาน เครื่องจักรจะต้องจัดวางเป็นลำดับตามขั้นตอนการผลิต

6. การวิเคราะห์กำลังคน ต้องมีการศึกษากำหนดความรับผิดชอบของตนและแนะนำงานในหน้าที่ของคนงาน

7. การทดลองงาน เมื่อทุกสิ่งทุกอย่างพร้อมแล้ว จะมีการลองงานเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง

8. การผลิต ขณะที่มีการเตรียมงานซึ่งอาจใช้เวลาหลายอาทิตย์ แต่พอผลิตจริง ๆ แล้วอาจใช้เพียง 2 ถึง 3 วันก็สามารถผลิตเสร็จ

ประเภทของกรรมวิธีการผลิตแยกออกได้ 5 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1. กรรมวิธีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของวัสดุ
   - การถลุงสินแร่ ได้โลหะและอโลหะ
   - การหล่อ
   - การทำงานขณะวัสดุชิ้นงานร้อนและการทำงานขณะวัสดุชิ้นงานเย็น
   - การขึ้นรูปด้วยวัสดุผง
   - แบบพลาสติก

2. กรรมวิธีการใช้เครื่องจักรผลิตชิ้นส่วนให้ได้ขนาดตามต้องการ
   - กรรมวิธีการแปรรูปแบบมีเศษ
   - กรรมวิธีการแปรรูปแบบไม่มีเศษ
3. กรรมวิธีการตกแต่งผิววัสดุชิ้นงานให้เรียบ
   - การขัดปัดเป่าส่วนที่ไม่ต้องการออกให้เรียบ
   - การขัดเงาขัดมัน
   - การชุบเคลือบผิว
4. กรรมวิธีการประกอบชิ้นงาน การต่อหรือประสานงานเข้าด้วยกัน
5. กรรมวิธีเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพ

2.3.4.1 กรรมวิธีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของวัสดุ

ผลิตภัณฑ์ทางอุตสาหกรรมเกี่ยวกับโลหะ ส่วนมากจะมีต้นกำเนิดสืบเนื่องจากการหล่อหลอมหรือการถลุงสินแร่ แล้วเทลงในแบบโลหะหรือแกรไฟต์ที่มีขนาดและรูปร่างตามต้องการ ซึ่งเราเรียกว่าโลหะแท่ง (Ingot) เพื่อที่จะนำไปแปรรูปในขั้นต่อไป

กรรมวิธีการผลิตขั้นต้นที่เปลี่ยนแปลงรูปร่างของวัสดุมีดังนี้

1. การหล่อ (Casting) หมายถึง การนำวัสดุมาหล่อหลอมให้เป็นของเหลว โดยใช้ความร้อนแล้วเทลงในแบบหรือใช้วิธีการอัด เพื่อจะได้ชิ้นงานตามแบบที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

3. การอัดขึ้นรูป (Extruding) หมายถึง กรรมวิธีกรอัดโลหะ ซึ่งอยู่ในสภาพเป็นกึ่งละลาย ให้ไหลผ่านแบบแม่พิมพ์ ซึ่งจะทำให้ได้ชิ้นงานที่มีรูปร่างหน้าตัดเหมือนกันตลอด (Uniform – Cross – Section) หลักการคล้าย ๆ กับการบีบยาสีฟันออกจากลอดนั่นเอง

4. การม้วน (Rolling) หมายถึง กรรมวิธีการขึ้นรูปชิ้นงานโดยวิธีการม้วน เช่น การม้วนโลหะแผ่นเป็นรูปทรงกระบอก ทรงกรวย เป็นต้น

5. การดึงขึ้นรูป (Drawing) หมายถึง กรรมวิธีการดึงวัสดุชิ้นงานเพื่อให้ยืดออกจากเดิมในลักษณะความยาวเพิ่มขึ้นแต่ขนาดชิ้นงานจะเล็กลง เช่น การผลิต เป็นต้น

6. การอัดขึ้นรูปแบบแม่พิมพ์ (Squeezing) หมายถึง การอัดขึ้นรูปแบบแม่พิมพ์ทราย โดยใช้แรงกระแทกทรายให้ได้รูปร่างและขนาดตามแบบ เช่น การทำแบบแม่พิมพ์ทราย เป็นต้น

7. การบด (Crushing) หมายถึง กรรมวิธีการทำผิวชิ้นงานให้เรียบโดยวิธีการบด เช่น การบดหน้าวาล์วไอดีไอเสีย เป็นต้น การบดนี้จะประกอบด้วยแรงกดและแรงหมุน

8. การเจาะอัดขึ้นรูป (Piercing) หมายถึง กรรมวิธีผลิตท่อไม่มีตะเข็บแท่งเหล็กถูกใส่เข้าไประหว่างลูกกลิ้งสองลูก ซึ่งเป็นรูปกรวยหมุนอยู่ในทิศทางเดียวกัน ขณะลูกกลิ้งหมุนอยู่จะมีแกนเจาะสำหรับเจาะชิ้นงานเพื่อให้เกิดรู เช่น การผลิตท่อ เป็นต้น

9. การตีหรือการอัด (Swaging) หมายถึง การแปรรูปชิ้นงานโดยการตีหรืออัดกระแทก เพื่อให้ได้ชิ้นงานตามแบบแม่พิมพ์ เช่น การผลิตสลัก หมุดย้ำ เป็นต้น

10. การดัด (Bending) หมายถึง กรรมวิธีการขึ้นรูปชิ้นงานโดยวิธีการดัด อาจจะตัดชิ้นงานที่อยู่ในสภาพร้อนหรือเย็น ความยากง่ายในการดัดขึ้นอยู่กับชนิดของงวัสดุ ขนาดความหนาและรัศมี เช่น การดัดเหล็ก ฉาก ตัวยู เป็นต้น

11. การตัด (Shearing) หมายถึง กรรมวิธีการตัดเฉือนวัสดุชิ้นงานเพื่อให้ได้ขนาดความต้องการ เช่น การตัดโลหะแผ่น เป็นต้น

12. การหมุนขึ้นรูป (Spinning) หมายถึง กรรมวิธีการหมุนขึ้นรูป งานที่จะทำต้องเป็นโลหะแผ่นและต้องผ่านการขึ้นรูปมาก่อน เช่น รูปถ้วย แต่ปากของถ้วยไม่โค้งงอ เราสามารถนำมาทำการ Spinning ให้ปากถ้วยโค้งงอได้ โดยใช้เครื่อง Spinning Machine

13. การดันขึ้นรูป (Stretch forming) หมายถึง การดันหรืออัดวัสดุชิ้นงานเพื่อให้ได้ชิ้นงานตามขนาดและรูปร่างตามแบบแม่พิมพ์ เช่น การผลิตลอนสังกะสีมุงหลังคา เป็นต้น

14. การรีดม้วนขึ้นรูป (Roll forming) หมายถึง การรีดม้วนขึ้นรูปวัสดุชิ้นงานเพื่อให้ได้ขนาดและรูปร่างตามแบบโดยใช้ลูกกลิ้ง เช่น การผลิตท่อแป๊บ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

15. การตัดด้วยหัวตัดแก๊ส (Torch cutting) หมายถึง การตัดวัสดุชิ้นงานเพื่อให้ได้รูปร่างและขนาดตามที่ต้องการ โดยการตัดด้วยหัวตัดแก๊ส เช่น การตัดเหล็กแผ่นหนาด้วยแก๊สอะเซทิลีน

16. การใช้พลังงานอัดขึ้นรูป (Explosive forming) หมายถึง การขึ้นรูปวัสดุชิ้นงานให้ได้ขนาดและรูปร่างตามแบบที่ต้องการ โดยการใช้พลังงานของน้ำหรือแก๊สอัดขึ้นรูป เช่น การผลิตปลอกกระสุนปืน เป็นต้น

17. การใช้กระแสไฟฟ้าและไฮดรอลิคขึ้นรูป (Electrohydraulic forming) หมายถึง การกัดโลหะโดยวิธีการใช้กระแสไฟฟ้าเป็นตัวอาร์คพร้อมกับมีตัวไฮดรอลิคเป็นตัวอัดแบบเข้ากับชิ้นงาน เพื่อให้เกิดรูปร่างและขนาดที่ต้องการ

18. การใช้อำนาจแม่เหล็กขึ้นรูป (Magenetic forming) หมายถึง การเปลี่ยนแปลงรูปร่างวัสดุชิ้นงานให้ได้ตามแบบที่ต้องการโดยใช้อำนาจแม่เหล็ก

19. การเคลือบผิวชิ้นงานโดยใช้กระแสไฟฟ้า (Eletroforming) หมายถึง การเปลี่ยนแปลงผิวชิ้นงานโดยการใช้กระแสไฟฟ้า ความหนาของผิวชิ้นงานจะเพิ่มขึ้นและสามารถควบคุมขนาดความหนาได้ เช่น การชุบโครเมียม ทองแดง นิกเกิล เป็นต้น

20. การขึ้นรูปโดยใช้ผงโลหะ (Powder metal forming) หมายถึง การใช้ผงโลหะมาเทลงในแบบแม่พิมพ์แล้วใช้แรงอัดสูงเพื่อให้ผงโลหะเกิดความร้อนหลอมละลายติดกัน ซึ่งจะได้ชิ้นงานตามแบบแม่พิมพ์

21. แบบแม่พิมพ์พลาสติก (Plastic molding) หมายถึง กรรมวิธีที่ใช้ความร้อนและแรงกดหรืออัดขึ้นรูปวัสดุชิ้นงานเพื่อให้ได้ชิ้นงานตามแบบแม่พิมพ์

การผลิตขั้นต้นนี้วัสดุจะถูกนำมาแปรรูปเป็นลักษณะต่าง ๆ ให้มีขนาดและรูปร่างเหมาะสมกับการใช้ประโยชน์ทางด้านการค้า กรรมวิธีการขั้นนี้เป็นการเตรียมวัสดุชิ้นงานเพื่อผลิตในขั้นต่อไปเป็นส่วนใหญ่ เช่น การหล่อ การรีด เหล็กเส้น การดึง เป็นต้น ซึ่งผลผลิตที่ได้จะไม่นำไปใช้งานโดยตรง โดยมากจะต้องผ่านกรรมวิธีขั้นต่อไปอีกแล้วจึงจะนำไปใช้งานจริง ดังนั้นกรรมวิธีการผลิตบางอย่างจึงไม่ต้องคำนึงถึงขนาดและความเรียบร้อยของผิวชิ้นงานมากนัก

2.3.4.2 **กรรมวิธีการใช้เครื่องจักรผลิตชิ้นส่วนให้ได้ขนาดตามต้องการ**

กรรมวิธีการแปรรูปแบบพิเศษ

1. การกลึง (Turning) เป็นกรรมวิธีที่ทำให้วัสดุชิ้นงานเป็นรูปทรงกระบอก โดยจับชิ้นงานไว้บนเครื่องให้หมุนรอบแกนใดแกนหนึ่งเสียก่อน แล้วหมุนเข้าตัดกับคมมีด คมมีดจะทำหน้าที่ปาดผิวชิ้นงานออกเป็นรูปทรงกระบอก งานที่ได้นี้เรียกว่า งานกลึง

2. การไสแบบงานเคลื่อนที่เข้าหามีด (Planing) เป็นกรรมวิธีใดผิวชิ้นงานตามความยาวให้เรียบหรือโค้งซึ่งเป็นการกัดผิวชิ้นงานชนิดหนึ่ง การไสแบบนี้มีดกัดอยู่กับที่ชิ้นงานเคลื่อนที่เข้ามีดไส การไสแบบนี้เรียกว่า การไสช่วงยาว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การไสแบบมีดเคลื่อนที่เข้าหาชิ้นงาน (Shaping)เป็นกรรมวิธีไสผิวชิ้นงานตามความยาวให้ราบเรียบหรือโค้ง การไสแบบนี้ชิ้นงานอยู่กับที่โดยมีดไสเคลื่อนที่เข้าหาชิ้นงาน การไสแบบนี้เรียกว่า การไสช่วงสั้น

4. การเจาะ (Drilling) เป็นกรรมวิธีการเจาะชิ้นงานให้เป็นรูตามขนาดที่ต้องการ การเจาะนี้อาจทำได้สองลักษณะคือ ดอกเจาะหมุนกัดชิ้นงานที่อยู่กับที่หรือชิ้นงานหมุนแล้วป้อนดอกเจาะเข้าหาชิ้นงาน

5. การเจาะผายปากรูของชิ้นงาน (Boring) เป็นกรรมวิธีการเจาะผายปากรูของชิ้นงานจะต้องใช้ดอกเจาะที่มีลักษณะตรงกับความต้องการในการผายปากรูเจาะนั้น ๆ การคว้าน (Reaming) เป็นกรรมวิธีการเจาะคว้านผิวชิ้นงานที่ผ่านการเจาะมาแล้วให้ได้ผิวที่เรียบร้อยสม่ำเสมอเท่ากันและปาดผิวให้ได้ความลึกที่ต้องการ

6. การเลื่อย (Sawing) เป็นกรรมวิธีที่ทำให้วัสดุชิ้นงานขาดออกจากกันตามขนาดที่ต้องการหรือด้วยวัตถุประสงค์อื่น ๆ

7. การแทงขึ้นรูป (Broaching) เป็นกรรมวิธีการกัดวัสดุชิ้นงานออกเพื่อให้ได้ขนาดตามที่ต้องการโดยเครื่องมือที่มีฟันเป็นชั้น ๆ รูปร่างยาวเรียวและฟันแต่ละขั้นจะมีขนาดเรียงกัน การทำงานโดยให้ชิ้นงานอยู่กับที่เครื่องมือเคลื่อนที่กัดชิ้นงาน การทำงานจะสิ้นสุดเพียงช่วงชักเดียวเพราะฟันสุดท้ายจะออกแบบให้ได้พอดีกับขนาดของรู

8. การกัด (Milling) เป็นกรรมวิธีการกัดชิ้นงานทำให้ผิวราบ ผิวโค้ง ร่องเหลี่ยม เซาะร่อง กัดเฟือง เป็นต้น ผิวงานกัดทำได้ทั้งหยาบและละเอียด วิธีการโดยให้มีดกัดหมุนรอบตัวแล้วชิ้นงานเคลื่อนที่เข้าหามีดกัด

9. การเจียระไน (Grinding) เป็นกรรมวิธีการเจียระไนผิวชิ้นงานที่ผ่านการชุบแข็งหรือไม่ผ่านการชุบแข็ง โดยการทำให้ผิวชิ้นงานราบเรียบไม่ขรุขระ การเจียระไนสามารถทำได้ทั้งวัสดุชิ้นงานผิวกลมและผิวแบนให้ความเที่ยงตรงสูง

10. การทำแบบแม่พิมพ์(Hobbing) เป็นกรรมวิธีการใช้ทำแบบแม่พิมพ์สำหรับงานพลาสติกและอุตสาหกรรมการหล่อหรือเกี่ยวกับงานกัดเฟือง ชิ้นงานที่ได้ผิวจะเรียบและมีความเที่ยงตรง

ในกรรมวิธีการผลิตขั้นนี้มีความสำคัญมากสำหรับการผลิตจำนวนมาก ๆ และชิ้นงานต้องการความเที่ยงตรงสูง ลักษณะของชิ้นงานจะถูกตัดออกเป็นเศษหรือชิ้นโดยอาศัยกำลังของเครื่องจักรช่วยขับงานหรือขับปากเครื่องมือให้เคลื่อนไหว เพื่อให้เกิดการตัดหรือกัดชิ้นงานตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ บางกระบวนการจะเป็นการเคลื่อนที่ในลักษณะไปกลับในแนวตรง เช่น การไส การแทงขึ้นรูป เป็นต้น บางกระบวนการก็ใช้หลักการหมุนกัดชิ้นงานเป็นวงกลม เช่น การกลึง การเจาะ เป็นต้น

สำหรับเครื่องไสแบบ Planing ชิ้นงานจะเคลื่อนที่ผ่านปากเครื่องมือซึ่งจับอยู่กับที่ แต่เครื่องไสแบบ Shaping นั้นชิ้นงานจะถูกจับยึดอยู่กับที่ปากเครื่องมือจะเคลื่อนที่ผ่านกัดชิ้นงาน ใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำนองเดียงกันกับการกลึงนั้น ชิ้นงานจะหมุนผ่านมากเครื่องมือและการเจาะนั้นตอกสว่านจะหมุนกัดชิ้นงานโดยที่ชิ้นงานอยู่กับที่

2.3.4.3 **กรรมวิธีการตกแต่งผิววัสดุชิ้นงาน**

กรรมวิธีในขั้นนี้เพื่อต้องการทำให้ผิวชิ้นงานเรียบ มีขนาดที่แน่นอน มีความเที่ยงตรงและให้เกิดความสวยงานรวมทั้งให้ทนต่อการกัดกร่อน

ในกรรมวิธีขั้นนี้จะทำให้วัสดุชิ้นงานเปลี่ยนแปลงขนาดเล็กน้อย ส่วนมากมักเป็นกรรมวิธีการทำให้ผิวชิ้นงานเรียบ เช่น การเจียรระในต้องการให้ได้ขนาดที่ถูกต้องและขณะเดียวกัน ต้องการที่ทำให้ผิวเรียบด้วยส่วนการเคลือบผิวนั้น จุดประสงค์เพื่อป้องกันการกัดกร่อนผิวชิ้นงานหรือเพื่อให้เกิดความสวยงามโดยมากแล้วขนาดจะไม่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม

2.3.4.4 **การตกแต่งผิวงานผลิตภัณฑ์โลหะ**

การตกแต่งผิวงานโลหะภัณฑ์นั้น มีวิธีการหลายวิธีขึ้นอยู่กับเหตุผลในการตกแต่งผิวงานโลหะภัณฑ์ แต่ละชนิด การตกแต่งผิววานโลหะภัณฑ์อาจจะมีวัตถุประสงค์ใดวัตถุประสงค์หนึ่งหรือมากกว่านั้น ได้แก่

1. เพื่อปรับปรุงผิวชิ้นงานให้มีความสวยงาม เช่น การเคลือบผิวผลิตภัณฑ์ การพ่นและการชุบเป็นต้น
2. เพื่อป้องกันการกัดกร่อนทั้งภายในและนอกของผลิตภัณฑ์ เช่น การพ่นเคลือบผิวตัวถังรถยนต์
3. เพื่อเคลือบผิวชิ้นงานที่มีราคาแพง และทำให้ชิ้นงานดูมีราคาแพงขึ้น เช่น เครื่องใช้บนโต๊ะอาหาร ซึ่งอาจจะทำด้วยทองเหลืองหรือเงิน เป็นต้น

การตกแต่งผิวงานโลหะทั้งหมดสามารถแบ่งออกเป็นกลุ่มใหญ่ ๆ 3 กลุ่ม คือ

1. การเพิ่มวัสดุบนผิวหน้าชิ้นงาน เช่น การชุบไฟฟ้า เป็นต้น
2. การขัดวัสดุออกจากผิวหน้าชิ้นงาน เช่น การเจียระไน เป็นต้น
3. การทำให้ผิวหน้าชิ้นงานมีความแข็งแรง การอบชุบ การยิงผิวด้วยเม็ดทราย เป็นต้น

ถ้าเรามองดูผลิตภัณฑ์รอบ ๆ ตัวเราที่ใช้กันอยู่ทุกวันนี้ เราจะเห็นว่าการตกแต่งผิวงานมีมากมายหลายชนิด การตกแต่งผิวงานนั้นจะใช้วิธีการหนึ่งหรืออาจจะมากกว่านั้นขึ้นอยู่กับชิ้นส่วนนั้นว่ามีความเหมาะสมอย่างไร

2.3.4.5 **ชนิดของการตกแต่งผิวงานผลิตภัณฑ์โลหะ**

การตกแต่งผิวงานโลหะภัณฑ์นั้นมีวิธีการหลายวิธี เพื่อที่จะทำให้งานที่ผลิตออกมาได้ตามเป้าหมายที่ต้องการ เช่น การเคลือบสังกะสี การพ่นสี เพื่อป้องกันการกัดกร่อน สำหรับงานผลิตภัณฑ์ที่ทำจากทองแดงหรือทองเหลืองมีการพ่นเคลือบแลคเกอร์หลังจากการขัดเงาแล้ว เพื่อป้องกันไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้เกิดออกไซด์ เป็นต้น นอกจากนั้นแล้วยังมีการพ่นสีหรือวิธีการอื่น ๆ อีกมากมายเพื่อให้เกิดความสวยงานเป็นจุดจูงใจผู้พบเห็นสนใจในผลิตภัณฑ์นั้น ๆ อย่างไรก็ตามการตกแต่งผิวควรที่จะสามารถทำได้ง่าย ๆ รวดเร็ว และราคาไม่แพงจนเกินไป

การตกแต่งผิวงานสามารถแยกออกได้ดังนี้

1. การเพิ่มวัสดุบนผิวหน้างาน เช่น การใช้สี การเคลือบแก้ว และการใช้แลคเกอร์เพื่อที่จะปรับปรุงให้ผลิตภัณฑ์ที่ปรากฏแก่สายตามีความสวยงามเป็นจุดสนใจ หรืออาจจะมีวัตถุประสงค์ของการนำผลิตภัณฑ์ไปใช้ภายนอก การเพิ่มวัสดุบนผิวหน้างานเพื่อป้องกันการกัดกร่อน
2. การเคลือบด้วยวัสดุอื่นๆ โดยการจุ่มหรือการพ่น เช่น การเคลือบสังกะสี การพ่นพลาสติก เพื่อปรับปรุงผิวงานที่ปรากฏแก่สายตาให้มีความสวยงาม และทนต่อการกัดกร่อน
3. การชุบผิวหน้าด้วยไฟฟ้า ในการชุบผิวนี้จุดประสงค์เพื่อความสวยงาม ทนต่อการกัดกร่อน ทำให้งานที่ผ่านจากการชุบแล้วดูมีราคามากขึ้น การชุบผิวด้วยไฟฟ้า ได้แก่ การชุบทองแดง การชุมสังกะสี การชุบนิกเกิล การชุบโครเมียม การชุบทองและการชุบเงิน เป็นต้น

2.3.4.6 **กรรมวิธีการประกอบชิ้นงาน การต่อหรือประสานวัสดุชิ้นงานเข้าด้วยกัน**

ผลิตภัณฑ์ที่ต้องการประกอบเข้าด้วยกันตั้งแต่สองชิ้นหรือมากกว่า โดยปกติการยึดติดกันนั้นสามารถใช้กรรมวิธีการต่าง ๆ ได้ดังนี้

1. การเชื่อม (Welding) เป็นกรรมวิธีการต่อชิ้นงานให้ติดกัน โดยการให้ความร้อนแก่วัสดุชิ้นงานจนหลอมละลายติดกันหรือเติมลวดเชื่อม นอกจากนี้อาจใช้แรงอัดเข้าช่วยก็ได้
2. การบัดกรีอ่อน (Soldering) เป็นกรรมวิธีการต่อชิ้นงานให้ติดกันโดยให้ความร้อนแก่วัสดุชิ้นงานที่ต่ำกว่า 700 องศาฟาเรนไฮต์และวัสดุที่เติมจะมีจุดหลอมต่ำกว่าวัสดุชิ้นงาน เช่น การบัดกรีตะกั่ว การบัดกรีเงิน เป็นต้น
3. การบัดกรีแข็ง (Brazing) เป็นกรรมวิธีต่อชิ้นงานให้ติดกันโดยให้ความร้อนแก่วัสดุชิ้นงานสูงกว่า 800 องศาฟาเรนไฮต์ แต่ไม่ถึงกับวัสดุชิ้นงานนั้นหลอมละลายแล้วเติมลวดเชื่อมลงไป วัสดุที่เติมลงไปนั้นจะไหลเข้าไปในช่องของรอยต่อเพื่อยึดชิ้นงานให้ติดกัน บางครั้งเราเรียกวิธีการนี้ว่า การเป่าแล่น
4. การใช้แรงอัดผงยึดติดกัน (Sintering) เป็นกรรมวิธีการยึดติดกันโดยทำให้วัสดุเป็นผงก่อนแล้วนำมาอัดยึดติดกัน อาจใช้ความร้อนหรือไม่ใช้ก็ได้ หากใช้ความร้อนอุณหภูมิจะต้องต่ำกว่าจุดหลอมของวัสดุนั้น ๆ
5. การอัดยึด (Pressing) เป็นกรรมวิธีการอัดชิ้นงานให้ยึดติดกัน เช่น งานอัดสวมเพลาแกน เป็นต้น การอัดนี้สามารถอัดให้ยึดติดกันอย่างถาวรหรืออัดแล้วสามารถถอดออกจากกันได้
6. การย้ำหมุด (Riveting) เป็นกรรมวิธีการทำให้วัสดุชิ้นงานยึดติดกันโดยวิธีการย้ำหมุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. การใช้สลักเกลียวยึด (Screw Fastening) เป็นกรรมวิธีการยึดวัสดุชิ้นงานให้ติดกัน โดยใช้สลักเกลียว
8. การใช้กาวยึดเหนี่ยว (Adhesive Joining) เป็นกรรมวิธีการยึดหรือต่อวัสดุชิ้นงานให้ติดกัน โดยการใช้กาว เช่น กาวสังเคราะห์ที่ใช้ภายในและภายนอก เป็นต้น

วิธีการประกอบ

การประกอบเป็นขั้นตอนก่อนหรือหลังกรรมวิธีการตกแต่งผลิตภัณฑ์ที่สำเร็จแล้ว จะเห็นได้ว่าตู้โทรศัพท์ที่แสดงให้เห็นนั้นได้ผลิตชิ้นส่วนต่าง ๆ กว่า 300 ชิ้น ที่วางเรียงกันก่อนที่ประกอบขึ้นเป็นตู้โทรศัพท์ที่สมบูรณ์ก่อนที่จะใช้งาน สำหรับรถยนต์นั้นมีชิ้นส่วนประกอบประมาณ 16,000 ชิ้น ส่วนที่จะนำมาประกอบกันเป็นรถยนต์ในทางด้านอุตสาหกรรมพยายามทำการวิจัยวิธีการประกอบชิ้นส่วนต่าง ๆ เพื่อหาวิธีการประกอบชิ้นส่วนที่สามารถทำได้สะดวกรวดเร็วและค่าใช้จ่ายที่ต่ำ โดยที่คุณภาพของผลิตภัณฑ์ได้มาตรฐานในกรรมวิธีการประกอบนั้นมีหลายวิธีการ เช่น การย้ำหมุด การบัดกรี การเชื่อม การเข้าตะเข็บ และการใช้นอต เป็นต้น

กรรมวิธีการประกอบสามารถแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ตามหลักการทางกลพื้นฐาน คือ

1. การยึดเหนี่ยว (Adhesion) การประกอบชิ้นส่วนที่ประเภทของวัสดุนั้นต่างกัน เช่น การใช้กาว หรือการบัดกรี เป็นต้น
2. การประกอบแบบชิ้นส่วนยึดติดกัน (Cohesion or Assembly) เป็นการประกอบชิ้นส่วนที่ยึดติดกันอย่างแน่นอน ซึ่งชิ้นส่วนจะหลอมละลายยึดติดกัน เช่น การเชื่อม เป็นต้น
3. การยึดเหนี่ยวทางกล (Mechanical Fasteners) เป็นการประกอบชิ้นส่วนที่ยึดชิ้นส่วนติดกัน โดยที่ชิ้นงานนั้นอาจจะทำจากวัสดุประเภทเดียวกัน หรือต่างกันก็ได้ เช่น การย้ำหมุด การใช้สลักเกลียว เป็นต้น

การใช้สลักเกลียวยึดชิ้นส่วนนั้นมีวัตถุประสงค์หลัก 3 อย่างคือ

1. ชิ้นส่วนที่สามารถถอดเปลี่ยนชิ้นส่วนได้
2. ชิ้นส่วนที่ต้องการปรับระดับได้
3. สำหรับการทำงานของชิ้นส่วนของเครื่องมือ เครื่องจักรและอุปกรณ์อื่น ๆ

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.4.7 **กรรมวิธีการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติวัสดุชิ้นงานทางกายภาพ**

ในกรรมวิธีขั้นนี้เป็นการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพของวัสดุชิ้นงาน โดยการใช้ความร้อนที่สูงหรือการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอย่างรวดเร็วกระทันหันหรือการทำซ้ำ ๆ ให้เกิดความเค้นในเนื้อวัสดุชิ้นงาน กรรมวิธีการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติดังกล่าวมีดังต่อไปนี้

1. การอบชุม (Heat Treatment) เป็นกรรมวิธีการอบชุบเพื่อเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของวัสดุชิ้นงานโดยอาศัยความร้อน ได้แก่ การอบเหนียว การชุบแข็ง เป็นต้น
2. การทำในขณะงานร้อน (Hot Working) เป็นกรรมวิธีการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของวัสดุชิ้นงานโดยกระทำในขณะที่งานร้อน ได้แก่ การตี การหล่อ การรีดร้อน เป็นต้น
3. การทำในขณะที่งานเย็น (Cold Working) เป็นกรรมวิธีการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของวัสดุชิ้นงาน โดยกระทำในขณะงานเย็น ได้แก่ การหมุนขึ้นรูป การดันขึ้นรูป การรีดเย็น เป็นต้น
4. การพ่นหรือยิงผิววัสดุชิ้นงาน (Shot Peening) หมายถึง กรรมวิธีการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติวัสดุชิ้นงานโดยการพ่นหรือยิงเม็ดลูกปืนกระทบวัสดุชิ้นงานทำให้เกิดความดันสูง บริเวณผิววัสดุชิ้นงานนั้นจะแข็ง สามารถต้านทานการสึกหรอได้ดี

สำหรับกรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์โลหะแต่ละชนิดย่อมมีวิธีการที่แตกต่างกันไป แต่อย่างไรก็ตามควรที่จะต้องพิจารณาถึงขั้นตอนการผลิต และวิธีที่ดีที่สุดเหมาะสมที่สุดและราคาการผลิตต่ำที่สุด ซึ่งได้กล่าวไว้อย่างกว้าง ๆ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการพิจารณาประกอบการออกแบบและกรรมวิธีการผลิตเท่านั้น

2.4 หลักการออกแบบผลิตภัณฑ์โลหะ

สาคร คันธโชติ (2539 : 22-24) กล่าวถึงการออกแบบผลิตภัณฑ์โลหะโดยมีหลักการการออกแบบดังนี้

1. หน้าที่ใช้สอย (Function) ผลิตภัณฑ์ที่ทำการออกแบบเหมาะกับการใช้งานหรือเปล่า สามารถทำหน้าที่ได้ดีหรือไม่ ถ้าท่านออกแบบโครงการเพื่อใช้งานจริง ๆ วัตถุประสงค์จะต้องเหมาะกับประโยชน์การใช้สอยและใช้งานได้ ผลิตภัณฑ์จะมีประโยชน์ก็ต่อเมื่อสามารถสนองวัตถุประสงค์ของการใช้ก็คือ การออกแบบนั้นบรรลุผล

2. ความปลอดภัย(Safety) ผลิตภัณฑ์ที่ทำการออกแบบนั้นต้องคำนึงถึงความปลอดภัยของผู้ใช้และผู้ที่เกี่ยวข้องด้วย เช่น ภาชนะใส่อาหารที่ทำจากทองแดงหรือส่วนผสมตะกั่ว ซึ่งเป็นสารมีพิษต่อร่างกายไม่ควรนำมาใช้ ยกเว้นมีการเคลือบผิวหน้าด้วยดีบุกก่อนเป็นต้น นอกจากนี้การออกแบบต้องให้ความรู้สึกว่าเมื่อใช้ผลิตภัณฑ์นั้น ๆ ไปแล้วมีความปลอดภัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ความทนทาน(Durability) โครงการที่ถูกออกแบบนั้นจะต้องสนองต่อหน้าที่ได้เป็นเวลานานตามที่คิดไว้ คือสิ่งที่สร้างนั้นจะต้องแข็งแรงด้วย บ่อยครั้งที่การใช้วัสดุเหนักเกินไปเมื่อนำเอาชิ้นส่วนมาประกอบเข้าด้วยกันจะได้งานที่มีน้ำหนักมากเกินไป และดูไม่เหมาะต่อการใช้งาน

4. การประหยัด (Economy) โครงการที่ออกแบบนั้นสามารถที่จะผลิตได้ในทางเศรษฐศาสตร์ หมายความว่า จะต้องใช้วัสดุอย่างประหยัดและเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสมกับงานโดยที่ราคาไม่แพงมันจะเป็นการสูญเปล่าที่จะทำสิ่งของให้มีความทนทานมากกว่าหน้าที่ของมัน ความต้องการทางด้านการประหยัดนั้น ต้องการวัสดุที่หาได้ง่าย ผลิตได้ง่ายและสามารถประกอบเข้าด้วยกันได้สะดวก

5. วัสดุ(Material) โครงการที่ทำนั้นจะต้องเลือกใช้วัสดุให้เหมาะสมกับการใช้งานมีความทนทานและประหยัด วัสดุที่ใช้ควรที่จะรักษารูปพรรณเดิมของมัน เช่น ถ้าผลิตภัณฑ์ทำด้วยดินเหนียวก็ควรที่จะทำให้การมองเห็นนั้นเหมือนดินเหนียม แทนที่มองดูเป็นไม้ โลหะหรือวัสดุอื่น ๆ หรือเมื่อท่านทำงานไม้ควรทำให้มีความสวยงามแบบธรรมชาติมากกว่าที่จะปกปิดความสวยงามนี้ นอกจากมีความจำเป็นหรือมีเหตุผลอื่น

โลหะแต่ละชนิดมีความเหมาะสมในการนำไปใช้งานต่างกันไป มีความสวยงามในตัวมันเอง เช่น ทองแดง ทองเหลือง สเตนเลจ และอะลูมิเนียม ต่างก็มีพื้นผิวงามตามธรรมชาติ ก่อนจะนำโลหะมาใช้ท่านต้องแน่ใจว่ารู้จักกับโลหะที่จะนำมาใช้ และทราบถึงวิธีการใช้ การขึ้นรูป ทำให้โค้ง ทำรูปร่างและเชื่อม และที่สำคัญก็คือ โลหะจะต้องเหมาะกับผลิตภัณฑ์ที่ทำ ตัวอย่างจานทองแดงไม่เหมาะที่จะใส่อาหารเพราะอาหารบางชนิดเป็นกรด เว้นเสียแต่ว่าจะชุบด้วยไฟฟ้าหรือดีบุกก่อน

6. โครงสร้าง (Construction) วิธีการทำโครงสร้างของผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด ควรทำให้เหมาะสมกับงาน มีความทนทาน ประหยัดและใช้วัสดุที่เหมาะสม สิ่งที่กล่าวมานี้จะต้องสามารถทำได้สำหรับโครงการเพื่อที่จะสนองต่อวัตถุประสงค์ที่ดีได้ และการออกแบบนี้จะเป็นอมตถ้ารู้จักการเลือกใช้วิธีการง่าย ๆ ในการทำจะทำให้มีความเหมาะสมกว่าวิธีการที่ยุ่งยาก และควรที่จะเป็นวิธีการที่เหมาะแก่วัสดุที่ใช้ด้วย

7. ความสะดวกสบายในการใช้ (Ergonomics) หมายถึง ต้องคำนึงถึงสัดส่วนที่เหมาะสมในการใช้งาน ขนาดความสูง กว้าง ยาว และขีดจำกัดของผู้อุปโภคประกอบในการออกแบบ เช่น การหยิบง่าย ใช้คล่องในตัวผลิตภัณฑ์ เป็นต้น

8. ความสวยงาม (Beauty) ผลิตภัณฑ์จะสวยงามเมื่อมันมีรูปร่างและขนาดเหมาะสมกับการใช้งาน ซึ่งความสวยงามนี้จะเริ่มมากจากหน้าของมันเอง ตัวเอยาง เช่น ค้อนมีรูปแบบที่ถูกกำหนดมาจากหน้าที่ของมัน ความสวยงามนี้ไม่ควรเพิ่มหลังจากทำโครงการเสร็จ ควรจะเกิดขึ้นเมื่อสร้างโครงการนั้นไม่ว่าจะเป็นลักษณะของเส้น ความโค้ง สี เนื้อวัสดุ และการตกแต่งจะต้องเหมาะสมกับหน้าที่ วัสดุและโครงสร้าง โครงการที่ได้รับการออกแบบที่ดีมันจะดูมีความสวยงาม

9. ลักษณะเฉพาะ (Personality) โครงการนั้นอาจจะได้คะแนนสูงในเรื่องของคุณภาพ แต่จริง ๆ แล้วยังขาดความน่าสนใจในเรื่องลักษณะเฉพาะของมัน การมีลักษณะเฉพาะจะให้ความรู้สึกกันนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ออกแบบที่เขาได้ทำการออกแบบขึ้นมาด้วยตัวของเขาเอง มีลักษณะที่เป็นอิสระเพื่อที่จะได้แสดงว่า นักออกแบบได้วิเคราะห์ปัญหาอย่างจริงจัง ซึ่งเป็นการเพิ่มคุณภาพที่ดีให้กับงาน ถ้าขาดคุณสมบัตินี้แล้วผลิตภัณฑ์นั้นก็จะดูเรียบเฉยขาดความเป็นเอกลักษณ์ ราวกับว่ามันถูกออกแบบโดยเครื่องจักรกลที่ไม่ใช้มนุษย์เป็นผู้ออกแบบ การขาดคุณสมบัติข้อนี้ผลที่ตามมาก็คือ ลูกค้าจะไม่เห็นความแตกต่างจากผลิตภัณฑ์ที่มีอยู่เดิม

10. กรรมวิธีการผลิต (Production) เมื่อทำการออกแบบแล้วสามารถที่จะทำการผลิตได้ง่ายการผลิตโครงการที่ท่านทำในโรงปฏิบัติงานโลหะในแต่ละชิ้นส่วนควรรวมเข้าด้วยกันได้เป็นอย่างดี ท่านต้องถามตัวเองก่อนเริ่มทำ โลหะจะต้องโค้งหรือทำรูปขึ้นมาอย่างไรชิ้นส่วนต่าง ๆ จะเชื่อมต่อกันอย่างไรโลหะใช้เชื่อม ย้ำ ต่อตะเข็บได้หรือไม่ การเอาใจใส่อย่างใกล้ชิดกับชิ้นส่วนต่าง ๆ จะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ดี

11. การซ่อมบำรุงรักษาง่าย (Easy of Maintenance) ผลิตภัณฑ์เมื่อนำไปใช้งานเมื่อได้รับความเสียหายควรสามารถแก้ไขและซ่อมแซมได้ง่าย ไม่ยุ่งยากเมื่อมีการชำรุดเสียหาย ค่าบำรุงรักษาและการสึกหรอต่ำ

12. การขนส่ง (Transportation) นักออกแบบต้องคำนึงความประหยัด ค่าขนส่ง จะขนส่งสะดวกหรือไม่ ระยะใกล้ไกล ขนส่งทางบกทางน้ำหรือทางอากาศ ต้องบรรจุหีบห่ออย่างไร จะไม่ทำให้ผลิตภัณฑ์เสียหาย ขนาดของรถตู้บรรทุกสินค้ากว้างยาวเท่าไร เป็นต้น

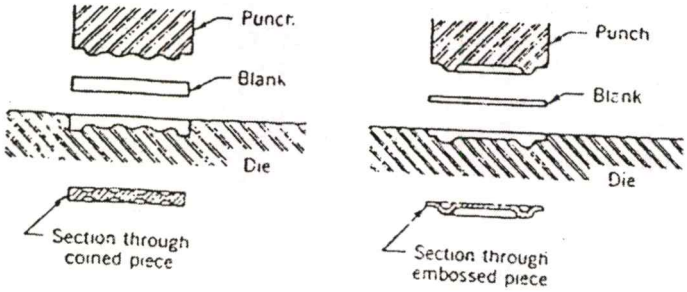
2.5 หลักการทำงานที่เกี่ยวข้องกับเครื่องกดลาย

2.5.1 การปั๊มจมและปั๊มนูน

ทวีศักดิ์ อ่วมน้อย (2543 : 125) กล่าวว่า การปฏิบัติการปั๊มจม(coining) จะทำขึ้นในแม่แบบที่กักโลหะไว้ไม่ให้มีการไหลไปรอบข้าง รูปรอยตื้นๆ ของผิวหน้าบางๆ เช่น เหรียญจะถูกทำขึ้นจากขบวนการนี้ และเนื่องจากกำลังที่ใช้ในการกดค่อนข้างสูง วัสดุที่นำมาใช้จึงมักเป็นโลหะนุ่มๆ

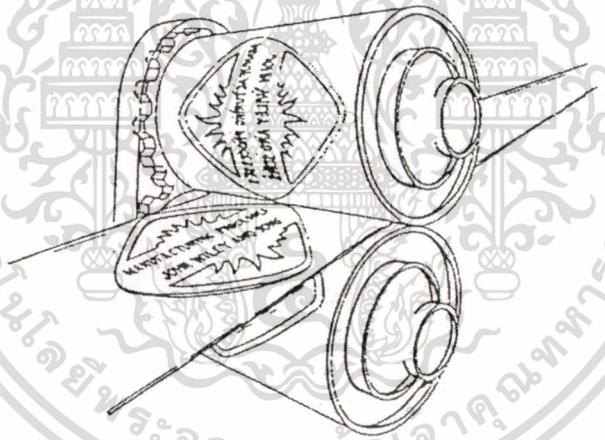
การปั๊มนูน (embossing)เป็นการประกอบกันของการขึงดึง (stretching)และการกด ปฏิบัติการนี้ไม่ต้องการแรงดันสูงเช่นการปั๊มจม เส้นผ่านศูนย์กลางของหัวกด (punch) นั้นปกติจะทำให้ลดลงเพื่อว่าหน้าสัมผัสของเหล็กจะถูกดุนนูนเพียงบางส่วน และเพื่อให้การประกบกันของแม่แบบเป็นไปอย่างสนิทแน่น การปั๊มนูนนี้นำไปใช้ทำลวดลาย ป้ายชื่อ รูปนูนและการทำรอยต่างๆ บนแผ่นโลหะบางหรือฟอล์ย(foil) แม่แบบประกบล่าง (mating die) จะมีลวดลายเหมือนกับหัวกด(punch) เพื่อว่าการบีบของโลหะจะเกิดขึ้นน้อยที่สุด ฉะนั้นในทางปฏิบัติจะพบว่าแทบจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงความหนาของแผ่นโลหะเลย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพ 2.8 อธิบายความแตกต่างระหว่างการปั๊มจมและการปั๊มนูน

การปั๊มนูนแบบหมุน (rotary embossing) จะใช้แม่แบบรูปทรงกระบอกในการปั๊มลวดลายบนแผ่นโลหะบาง และฟอล์ย กันอย่างกว้างขวาง โดยการป้อนโลหะผ่านลูกกลิ้งดังภาพ 2.9



ภาพที่ 2.9 การปั๊มนูนแบบหมุน

2.5.2 ระบบการพิมพ์ที่เกี่ยวข้อง

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช (2540 : 4-6) กล่าวว่า การพิมพ์ยุคใหม่ หมายถึง การพิมพ์ที่ใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่เข้ามาช่วยในกระบวนการผลิต การจัดการ และการบริหาร เพื่อให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของสภาพสังคมเศรษฐกิจในยุคไร้พรมแดนและการแข่งขันของธุรกิจที่รุนแรงขึ้นเรื่อย ๆ

ปัจจุบันอุตสาหกรรมการพิมพ์อาจจำแนกออกได้เป็น 2 กุล่มใหญ่ ๆ ได้แก่กลุ่มแรกจะทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับการผลิตสิ่งพิมพ์ทั่วไป (Publication) และการพิมพ์งานโฆษณา (Advertisement) ซึ่งมักจะพิมพ์บนกระดาษเป็นส่วนใหญ่ ในขณะที่กลุ่มหลัง ผลิตสิ่งพิมพ์เพื่อสนับสนุนอุตสาหกรรมอื่น เช่น บรรจุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภัณฑ์ (Packaging) สิ่งทอ (Textile) ของเล่นเด็ก (Toy) และอิเล็กทรอนิกส์ เป็นต้น พบว่าวิธีการดำเนินธุรกิจของผู้ประกอบการทั้ง 2 กลุ่มนี้มักจะเป็นเอกลักษณ์ไม่เหมือนกันแยกออกจากกันเด่นชัด ตัวอย่าง ได้แก่

บัตรอวยพร	(greeting card)
เกมส์	(game)
แผนที่	(map)
ปฏิทิน	(calendar)
หนังสือ	(book)
ปกหนังสือ	(book cover)
วารสาร	(magazine)
แคตตาลอก	(catalog)
สมุดโทรศัพท์	(telephone book)
แผ่นแทรกโฆษณา	(ad insert)
หนังสือพิมพ์	(newspaper)
แบบฟอร์มธุรกิจ	(business form)

ภาพที่ 2.10 ธุรกิจจัดพิมพ์ทั่วไป

โปสเตอร์	(poster)
แผ่นป้ายโฆษณา	(display)
แผ่นพับโบรชัวร์	(brochure leaflet)
งานพิมพ์ส่งตรง	(direct mail)
ส่วนเพิ่มเติม	(supplement)
ตั๋ว	(tag)

ภาพที่ 2.11 ธุรกิจพิมพ์งานโฆษณา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โลหะ	(metal)
กล่องพับ	(folding box)
กระป๋อง / หลอด	(can / tube)
ถ้วย	(cup)
ถุงกระดาษ	(paper bag)
บรรจุภัณฑ์แบบอ่อนนิ่ม	(flexible packaging)
ฉลาก	(label)
ฟิล์มหด	(shrink film)
กล่องกระดาษลูกฟูก	(corrugated box)
ฟอยล์	(foil)
ขวดแก้ว	(glass bottle)
กล่องกระดาษบรรจุเครื่องดื่ม	(milk & beverage carton)

ภาพที่ 2.12 ธุรกิจพิมพ์บรรจุภัณฑ์

แผ่นซีดี	(compact disc)
แผงวงจรไฟฟ้า	(printed cercuit)
กระดาษปิดฝาผนัง	(wall paper)
สิ่งทอ	(textile)
เสื้อผ้า	(garment)
เซรามิก	(ceramic)
ของเล่นเด็ก	(toy)
ชิ้นส่วนพลาสติก/เฟอร์นิเจอร์	(plastic / furniture)
เครื่องใช้สำนักงาน	(stationery)

ภาพที่ 2.13 ธุรกิจพิมพ์ประเภทอื่น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.3 **การพิมพ์นูน**

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช (2540 : 7-10) กล่าวว่า ในอดีตการทำสำเนาหนังสือใช้วิธีการคัดลอกด้วยลายมือ โดยใช้ปากกาขนนก ต่อมามีการคิดค้นระบบการพิมพ์ขึ้น ทำให้การทำสำเนาหนังสือทำได้เร็วกว่า จึงมีการใช้วิธีการพิมพ์แบบใหม่มาแทนที่การทำสำเนาหนังสือแบบเดิม

รูปแบบการพิมพ์พื้นนูนที่เก่าแก่ที่สุดเกิดในประเทศจีน โดยพิมพ์จากบล็อกไม้ ใช้การแกะไม้เนื้อแข็งด้วยเครื่องมือที่ทำให้บริเวณภาพมีระดับสูงกว่าบริเวณไร้ภาพ การพิมพ์ทำได้โดยวางแผ่นกระดาษที่เปียกชื้นไปบนบล็อกไม้ที่ผ่านหมึกแล้ว จากนั้นกดด้านหลังของแผ่นกระดาษที่ทาบบนบล็อกไม้ด้วยลูกกลิ้งการที่ต้องทำให้กระดาษเปียกชื้นนั้นก็เพื่อให้กระดาษรับแรงกดพิมพ์ได้ดี ในระยะการพิมพ์วิธีนี้ใช้พิมพ์หนังสือภาพทางศาสนาและไพ่ ต่อมา มีการแกะสลักตัวอักษรเป็นข้อความทั้งหน้าบนบล็อกไม้เพื่อนำมาพิมพ์

ในเวลาใกล้เคียงกันนั้นได้เกิดการคิดค้นการพิมพ์จากการใช้ตัวพิมพ์โลหะที่ถอดเข้าออกได้ (Movable type) และสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ภายหลังการพิมพ์แล้วเสร็จ วิธีการพิมพ์ดังกล่าวถือเป็นต้นกำเนิดการพิมพ์เลตเตอร์เพรสส์ในปัจจุบัน ผู้คิดค้นระบบการพิมพ์นี้เป็นชาวเยอรมันชื่อ โยฮานน์ กูเตนเบิร์ก (Johann Gutenberg) กูเตนเบิร์กได้ทดลองวิธีการพิมพ์ในราวปี พ.ศ.1983 แต่วิธีการพิมพ์ของเขาได้เริ่มมีชื่อเสียงและใช้เป็นวิธีการพิมพ์เชิงพาณิชย์ตั้งแต่ พ.ศ. 1993 จากนั้น กูเตนเบิร์กเริ่มพิมพ์หนังสือเล่มแรกจากวิธีการพิมพ์ดังกล่าวในปี พ.ศ. 1998 ถึงแม้ว่ากูเตนเบิร์กจะไม่ใช่ผู้คิดค้นวิธีการพิมพ์เป็นคนแรก แต่กล่าวได้ว่าเขาเป็นผู้นำทรัพยากรที่มีอยู่จากการคิดค้นการพิมพ์พื้นนูน การแกะสลักบนไม้ การทำกระดาษหมึกพิมพ์เลตเตอร์เพรสส์เป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายและเป็นวิธีการเชิงพาณิชย์

การพิมพ์พื้นนูนแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ การพิมพ์เลตเตอร์เพรสส์และการพิมพ์เฟล็กโซกราฟี การพิมพ์เลตเตอร์เพรสส์เป็นระบบการพิมพ์พื้นนูนที่เก่าแก่ที่สุด และยังเป็นการพิมพ์ที่เก่าแก่กว่า เมื่อเทียบกับการพิมพ์ระบบอื่น

การพิมพ์เลตเตอร์เพรสส์ได้เผยแพร่จากยุโรป เข้ามาในทวีปเอเชีย ยุโรปใช้การพิมพ์เลตเตอร์เพรสส์อย่างแพร่หลายมากกว่า 500 ปีแล้ว เมื่อราวกลางคริสต์ศตวรรณที่ 15 นับแต่นั้นมาการพิมพ์เลตเตอร์เพรสส์ เป็นระบบการพิมพ์ที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายจนถึงราว พ.ศ.2513 ระบบการพิมพ์ออฟเซต และระบบการพิมพ์อื่นจึงเข้ามาแทนที่ด้วยเหตุผลหลายประการ เช่น ระบบการพิมพ์เหล่านั้นใช้เครื่องพิมพ์ที่ให้ความเร็วสูงกว่า คุณภาพการพิมพ์ดีกว่า และใช้ต้นทุนต่อหน่วยที่ต่ำกว่า เป็นต้น

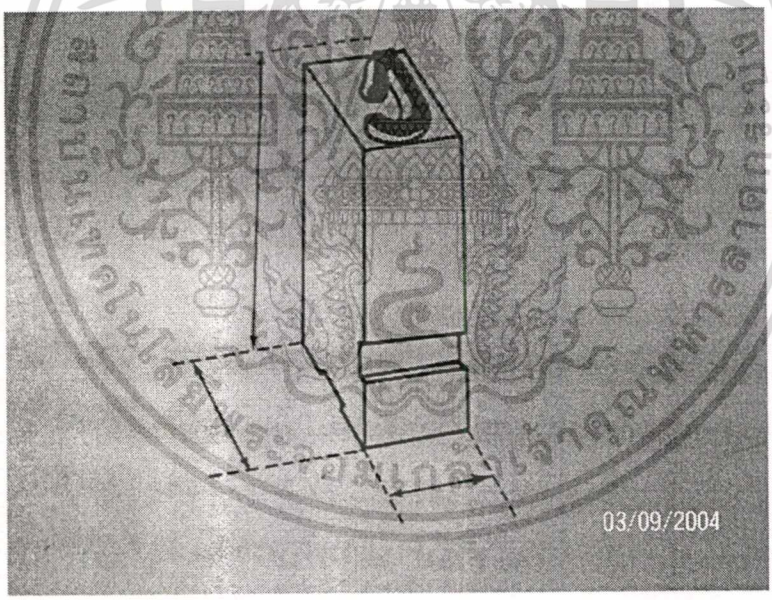
การพิมพ์เลตเตอร์เพรสส์ มีบทบาทต่ออุตสาหกรรมการพิมพ์ของโลกและเป็นวิธีการพิมพ์ที่ใช้กันแพร่หลายมาจนถึงทศวรรษของปี ค.ศ. 1960 หรือ พ.ศ.2503 ที่ส่วนแบ่งทางการตลาดของการพิมพ์เลตเตอร์เพรสส์เริ่มลดลง เมื่อการพิมพ์ออฟเซตได้พัฒนาขึ้น และในต้นปีพ.ศ.2513 การพิมพ์ออฟเซตได้เข้ามามีบทบาทสำคัญแทนที่การพิมพ์เลตเตอร์เพรสส์ ส่วนการพิมพ์พื้นนูนที่ใช้กันส่วนใหญ่ในปัจจุบันเป็นการพิมพ์เฟล็กโซกราฟี ซึ่งใช้แม่พิมพ์ยางที่มีผิวหน้านูน คล้ายตรายาง อย่างไรก็ตาม ยังมีงานหลาย

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประเภทในปัจจุบันที่จำเป็นต้องใช้วิธีการพิมพ์เลตเตอร์เพรสส์ เช่น งานพิมพ์หนังสือพิมพ์ สิ่งพิมพ์ที่มีจำนวนพิมพ์ไม่มาก งานพิมพ์เบ็ดเตล็ด เป็นต้น

ตัวพิมพ์ที่กูเตนเบิร์กคิดค้นทำจากแบบหล่อ (Mould) หรือ แม่แบบหล่อตัวพิมพ์ (Matrix) ที่ทำจากทองเหลือง เพื่อหล่อตัวพิมพ์จากโลหะที่หลอมเหลว ส่วนที่เป็นตัวอักษรของตัวพิมพ์มีระดับสูงกว่าส่วนที่มิใช่เล็กน้อย ตัวพิมพ์จะมีความสูงและความลึกที่ได้มาตรฐาน แต่ความกว้างจะปรับเปลี่ยนได้ตามลักษณะของตัวอักษร โลหะที่ใช้ทำตัวพิมพ์ควรเป็นโลหะเนื้อละเอียด แบบหล่อที่ใช้ก็ควรให้ลักษณะตัวพิมพ์ที่คมชัดและให้คุณภาพของตัวพิมพ์ที่สวยงาม

ตัวพิมพ์ที่กูเต็นเบิร์กคิดค้นเป็นตัวพิมพ์พวกร้อน ทำจากส่วนผสมของโลหะ 3 ชนิด คือ ตะกั่ว พลวง และดีบุก โดยใช้สัดส่วนของโลหะทั้งสามประมาณร้อยละ 83 12 และ 5 ตามลำดับ สัดส่วนดังกล่าวเป็นสัดส่วนที่ยังใช้กันในปัจจุบัน เนื่องจากเป็นส่วนผสมที่ให้ตัวพิมพ์ที่มีลำตัวคมเมื่อหล่อจากแบบหล่อ อย่างไรก็ตาม ในงานพิมพ์ขนาดใหญ่ อาจใช้การแกะภาพและข้อความบนไม้หรือยางแทนโลหะเพื่อมิให้น้ำหนักมากเกินไป



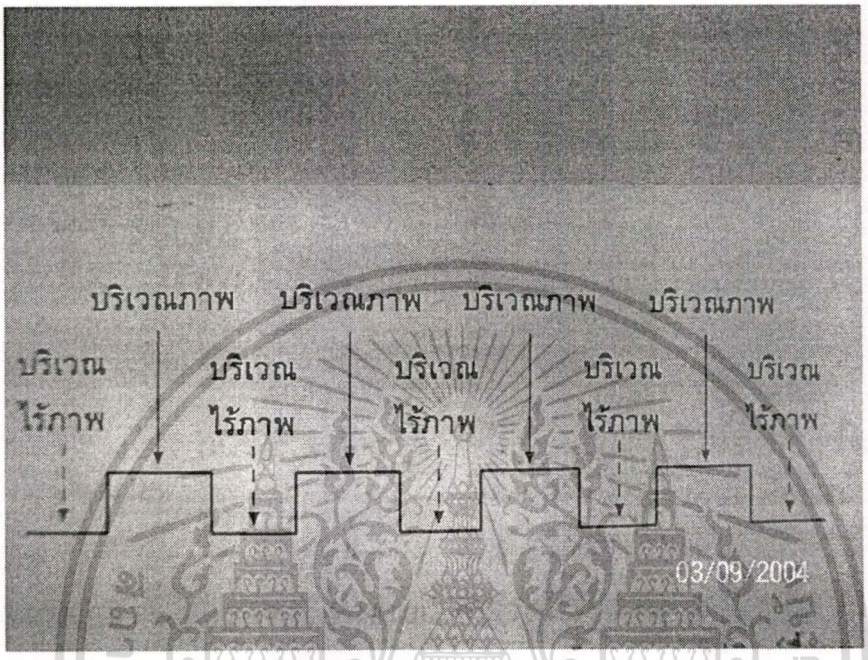
ภาพที่ 2.14 ลักษณะตัวพิมพ์เลตเตอร์เพรสส์

หลักการพิมพ์พื้นนูน

การพิมพ์พื้นนูน เป็นการพิมพ์ที่ใช้แม่พิมพ์ที่มีระดับความสูงของผิวหน้าต่างกัน ส่วนที่ต้องการพิมพ์อยู่สูงกว่าส่วนที่ไม่ต้องการพิมพ์เล็กน้อย ส่วนที่ต้องการพิมพ์ เรียกว่า บริเวณภาพ (Image area) ส่วนที่ไม่ต้องการพิมพ์เรียกว่า บริเวณไร้ภาพ (non-immage area) วิธีการพิมพ์ใช้การผ่านหมึกจากลูกกลิ้งหมึกไปจะสัมผัสแม่พิพม์เฉพาะส่วนที่อยู่ระดับสูงกว่า ซึ่งเป็นบริเวณภาพ หรือส่วนที่ต้องการพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

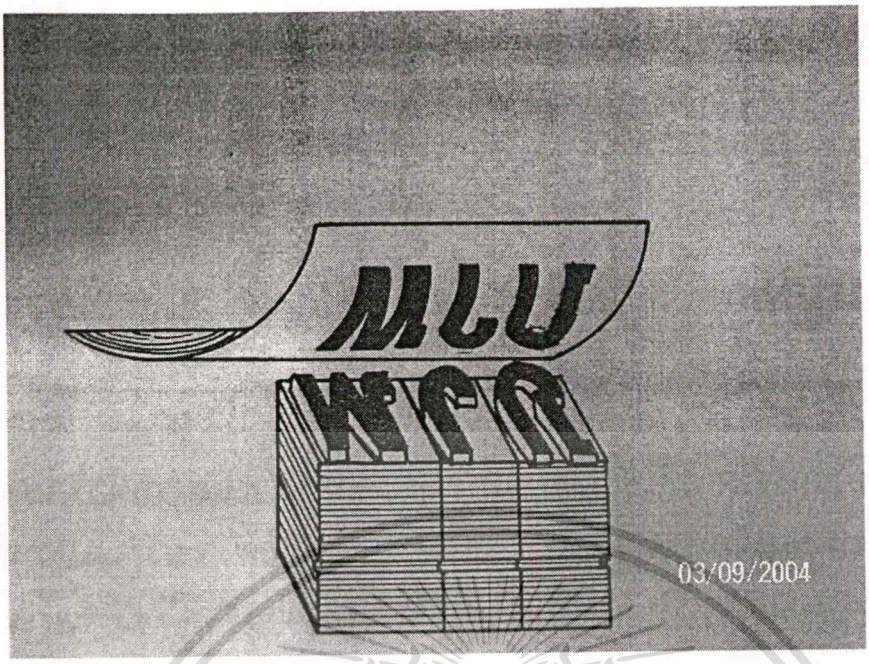
เท่านั้น ส่วนที่ไม่ต้องการพิมพ์ หรือบริเวณไร้ภาพ มีระดับต่ำกว่าบริเวณภาพเล็กน้อยจึงไม่รับหมึกเมื่อผ่านหมึกพิมพ์ไปบนแม่พิมพ์ บริเวณนี้จึงไม่มีหมึกพิมพ์



ภาพที่ 2.15 ภาคตัดขวางบริเวณภาพและบริเวณไร้ภาพของแม่พิมพ์นูน

หลังการผ่านหมึกพิมพ์ไปบนแม่พิมพ์ หมึกจะเกาะติดบนบริเวณภาพ เมื่อทาบวัสดุใช้พิมพ์ซึ่งส่วนใหญ่ได้แก่ กระดาษ ไปบนผิวแม่พิมพ์ กระดาษจะสัมผัสแม่พิมพ์ ณ บริเวณที่รับหมึกพิมพ์ เมื่อใช้แรงกดหมึกจากแม่พิมพ์จะถ่ายทอดไปบนกระดาษได้ภาพปรากฏบนกระดาษ ส่วนบริเวณกระดาษที่ไม่ได้รับหมึกพิมพ์จะปรากฏเป็นสีพื้นของกระดาษตามเดิม ดังนั้น การพิมพ์พื้นนูนเป็นการพิมพ์ทางตรง (Direct Printing) ที่แม่พิมพ์สัมผัสวัสดุใช้พิมพ์โดยตรง ภาพที่ปรากฏบนวัสดุใช้พิมพ์เป็นภาพกลับซ้ายขวา หรือภาพกระจกเงา (mirror image) กับภาพบนแม่พิมพ์ โดยภาพและข้อความที่ปรากฏบนวัสดุใช้พิมพ์จะเป็นภาพและข้อความที่อ่านออก (right reading) ส่วนภาพและข้อความที่ปรากฏบนแม่พิมพ์จะเป็นภาพและข้อความที่อ่านไม่ออก (wrong reading)

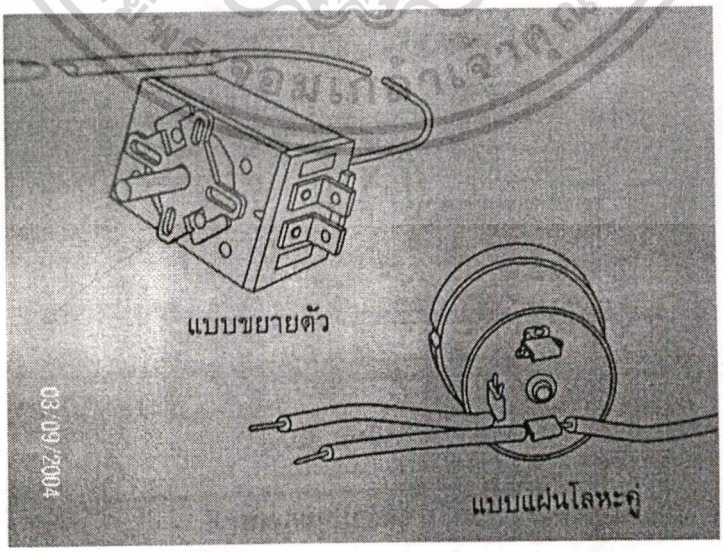
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.16 ภาพอ่านออกบนวัสดุใช้พิมพ์ และอ่านไม่ออกบนแม่พิมพ์

2.5.4 **เทอร์โมสตัต**

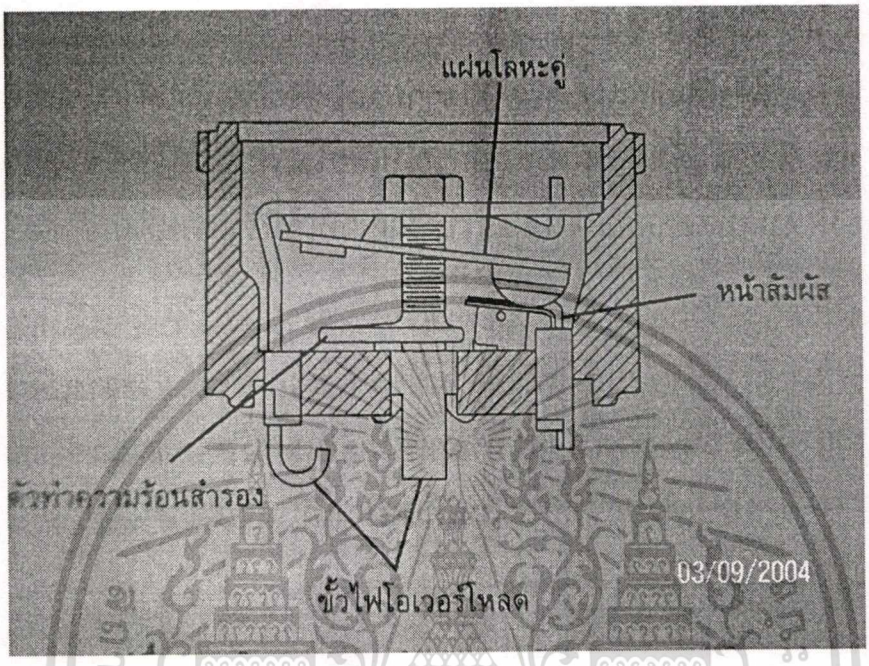
สุทธิพงศ์ ศรีกรารมณ์ (2540:149-15) กล่าวว่า ในส่วนของอุปกรณ์ในการเปิดปิดสวิตซ์ หรือตัวเทอร์โมสตัต สุทธิพงศ์ ศรีกรารมณ์ กล่าวว่า ตัวเทอร์โมสตัตจะเป็นตัวเปิดปิดสวิตซ์ มันจะทำงานตามการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิตัวเทอร์โมสตัตที่นิยมทั่วไปมีอยู่ 2 รูปแบบที่มีใช้ในเครื่องใช้ไฟฟ้าคือ แบบแผ่นโลหะคู่ (bimetal) และแบบขยายตัว(expansion) ดังภาพที่ 2.17



ภาพที่ 2.17 เทอร์โมสตัตแบบแผ่นโลหะคู่และชนิดขยายตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

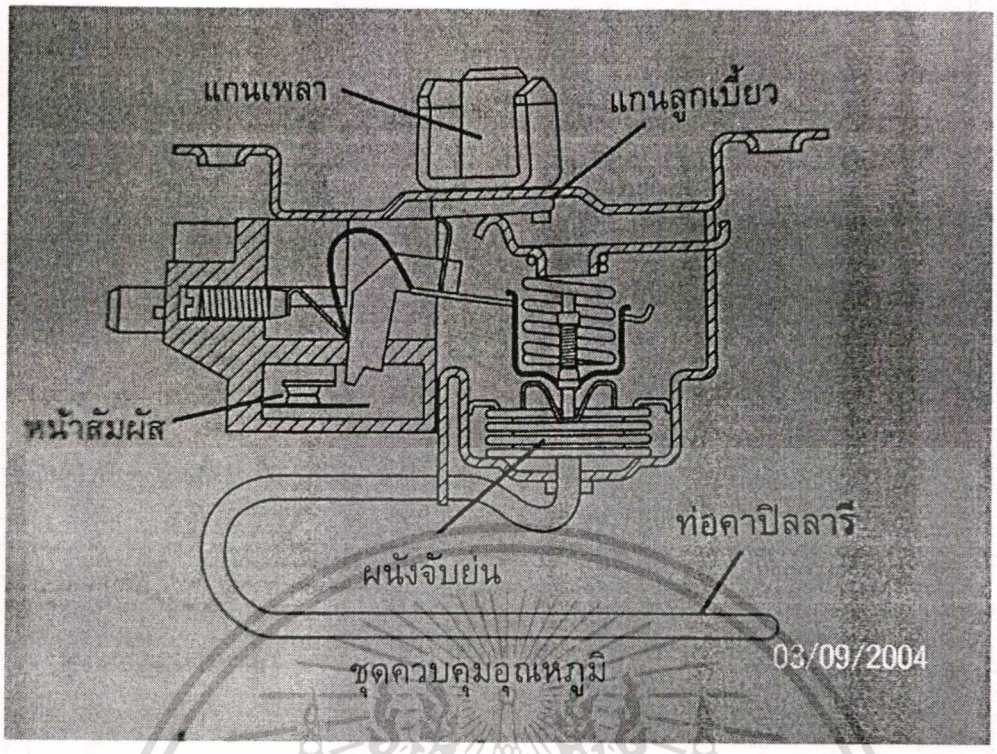
เทอร์โมสตัตแบบแผ่นโลหะคู่ ประกอบด้วยแผ่นโลหะ 2 แผ่นที่ไม่เหมือนกันเอามารวมกันเป็นชิ้นเดียว เมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลงไปจะทำให้เกิดการยืดตัว สั่งการให้เปิดสวิตซ์หรือหน้าสัมผัส เมื่ออุณหภูมิลดลงการทำงานจะเกิดกลับกัน



ภาพที่ 2.18 โครงสร้างภายในของเทอร์โมสตัตแบบแผ่นโลหะคู่

เทอร์โมสตัตแบบขยายตัว ใช้ของเหลวในหลอดที่ติดอยู่กับปลายสัมผัส ของเหลวจะระเหยตัวเป็นก๊าซเมื่อได้รับความร้อน และจะลอยขึ้นไป ทำให้ปลายสัมผัสขยายตัว สั่งการให้เปิดสวิตซ์หรือหน้าสัมผัส เมื่ออุณหภูมิลดลงการทำงานจะเกิดกลับกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.19 โครงสร้างภายในของชุดควบคุมอุณหภูมิ

เทอร์โมสตัตมีใช้งานหลากหลายมากมาย เช่น ในเตาอบแบบใช้แก๊สและเตาอบไฟฟ้า เครื่องอบผ้าแห้งอัตโนมัติ เตารีด เตียงน้ำฮีตเตอร์และตู้เย็น

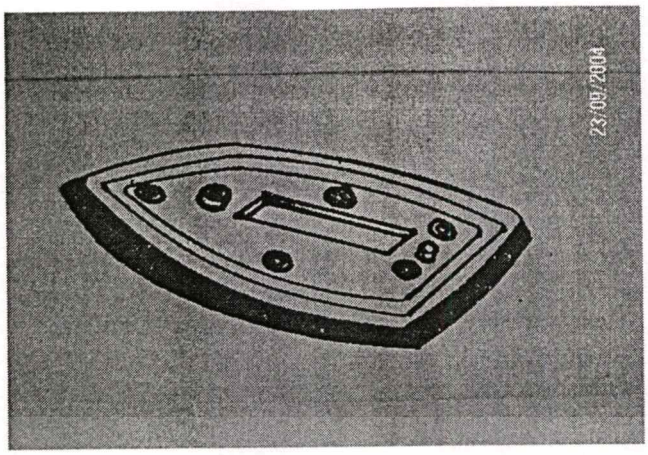
2.5.5 ปลั๊กและสายไฟ (Plug and Electric Code)

ปลั๊กและสายไฟที่ใช้ต่อเข้ากับเครื่องเพื่อจ่ากระแสไฟฟ้านั้น ต้องใช้สายไฟที่สามารถทนความร้อนและอุณหภูมิสูงได้ดี มีปลอกสายไฟหุ้มเพื่อกั้นฉนวนสายไฟไม่ให้สึกกร่อนง่าย มียางหุ้มสายซึ่งมีความเหนียวและคงทนต่อการใช้งาน (สุทธิพงศ์ ศรีกรารมณ์. 2540 : 96)

2.5.6 แผ่นความร้อน (Heating Element)

ทำหน้าที่เป็นตัวทำความร้อน ภายในจะประกอบด้วยลวดความร้อนทนความร้อนได้ดี ส่วนปลายของขดลวดความร้อนจะต่อเข้ากับขั่วไฟฟ้าที่หลักต่อสายไฟเพื่อนำกระแสไฟผ่านเข้าไปในขดลวดความร้อนซึ่งแผ่นความร้อนจะวางชิดกับแม่พิมพ์ส่วนล่าง โดยมีแผ่นแอสเบสทอสซ้อนทับกันอีกชั้น เพื่อความปลอดภัย (สุทธิพงศ์ ศรีกรารมณ์. 2540 : 97)

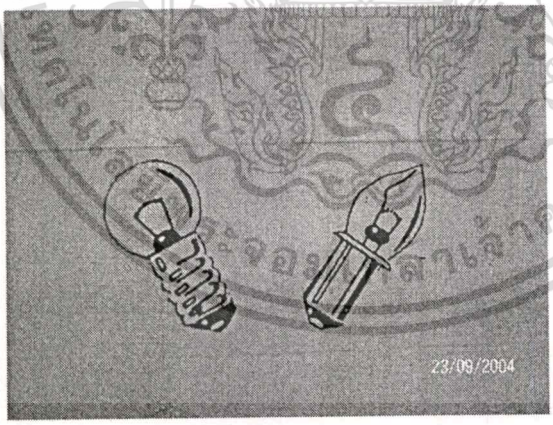
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.20 แผ่นความร้อน

2.5.7 **หลอดตาแมว** (Indicator Lamp)

ทำหน้าที่เป็นหลอดไฟแสดงสัญญาณการทำงานของเครื่องมีขนาด 1.5 โวลต์ ถึง 2.5 โวลต์ แสดงการตัดต่อวงจรภายในของเครื่องว่ามีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านเทอร์โมสตัทและการทำงานเป็นแบบอัตโนมัติหรือไม่ เมื่อมีการต่อวงจรหลอดตาแมวก็จะติด ถ้าเทอร์โมสตัททำการตัดต่อวงจรไฟฟ้าออกจากขดลวด ความร้อนหลอดตาแมวก็จะดับ (สุทธิพงศ์ ศรีกรารมณ์. 2540 :100)

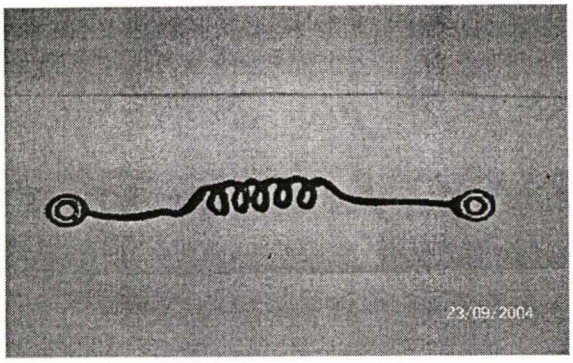


ภาพที่ 2.21 หลอดตาแมว

2.5.8 **ลวดความต้านทาน** (Lamp Resistor)

เป็นลวดความต้านทานขดไว้ประมาณ 5- 7 รอบ โดยขดลวดความต้านทานจะต่ออนุกรมกับขดลวดความร้อนของเครื่องเพื่อแสดงการทำงานของเตารีดว่ามีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านเข้าไปในขดลวดความร้อนแล้ว ซึ่งขดลวดความต้านทานนี้จะต่อขนานเข้ากับหลอดตาแมวขนาดเล็ก (สุทธิพงศ์ ศรีกรารมณ์. 2540 : 99)

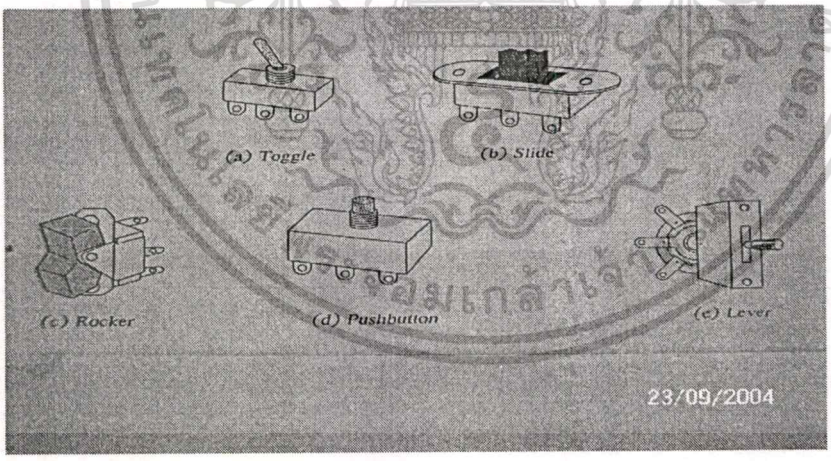
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.22 ลวดความต้านทาน

2.5.9 **สวิตซ์**

สวิตซ์ คือส่วนประกอบที่สำคัญส่วนหนึ่งของวงจรไฟฟ้า ทำหน้าที่ควบคุมการเปิดปิดวงจรไฟฟ้า เพื่อควบคุมการจ่ายกระแสไฟฟ้า และสวิตซ์ที่ใช้กันมากในงานอุตสาหกรรมและงานติดตั้งไฟฟ้ามีทั้งสวิตซ์แบบปุ่มกด(Pushbutton) สวิตซ์แบบโยก(Toggle) สวิตซ์แบบเลื่อน(Slide) สวิตซ์แบบกระดก (Rocker) หรือสวิตซ์แบบหมุน(Rotary) ลักษณะเหล่านี้ดังภาพ 2.23



ภาพที่ 2.23 แสดงลักษณะของสวิตซ์แบบต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ระวิน สืบค้า (2541 : บทคัดย่อ) การพัฒนาเครื่องอัดขี้เลื่อยสำหรับการเพาะเห็ด พบว่าเครื่องที่พัฒนาเป็นแบบกึ่งอัตโนมัติ มีมิติ 48 x 53 x 102 ซม. และหนัก 38 กิโลกรัม มีหลักการทำงานคือการเลื่อนขึ้น-ลงของก้านอัด เพื่ออัดขี้เลื่อยในกระบอกครั้งละ 1 ถุง ส่วนการกรอกขี้เลื่อยลงถุงกระทำโดยใช้แรงงานคน เครื่องนี้ใช้มอเตอร์ขนาดไฟ 1/3 กำลังม้า เป็นต้นกำลัง จึงทำให้ใช้พลังงานไฟฟ้าต่ำกว่าเครื่องอื่นเกือบเท่าตัว นอกจากนี้ยังมีความปลอดภัยในการปฏิบัติงานมากกว่าเครื่องมีขนาดเล็กกระทัดรัด สะดวกต่อการเคลื่อนย้าย และมีน้ำหนักเบา

มณีทิพย์ ซิ่วกุ้ง (2543 : บทคัดย่อ) ปัญหาพิเศษ การผลิตกระดาษจากธูปฤาษีในระดับครัวเรือน หลังจากผ่านกระบวนการฟอกเยื่อแล้วเส้นใยสีน้ำตาลจะเปลี่ยนเป็นสีขาว นำเส้นใยมาล้าง และปั่นผสมกับน้ำ ช้อนเยื่อด้วยตะแกรงมุ้งลวดพร้อมทั้งกระจายเส้นใยให้สม่ำเสมอไม่เกาะกัน นำเส้นใยในตะแกรงมุ้งลวดไปตากแดดจนแห้ง ลอกแผ่นกระดาษออกจากมุ้งลวด กระดาษที่ผลิตได้มี 2 ลักษณะคือ กระดาษแผ่นหนาและบางเมื่อวัดด้วยเวอร์เนียร์กระดาษแผ่นหนาจะมีความหนาประมาณ0.9 มิลลิเมตร กระดาษแผ่นบางจะบางประมาณ 0.3 มิลลิเมตร กระดาษที่ได้จะมีความเหนียวนุ่ม ทดสอบโดยการพับหลายๆครั้งจะไม่เกิดการฉีกขาด กระดาษจะมีสีขาวนวล กระดาษที่ผลิตได้สามารถนำไปผลิตเป็นกระดาษห่อของขวัญ การ์ด ถุงกระดาษ สมุดบันทึกฯ

เสกสรร สีหวงษ์ (2540 : บทคัดย่อ) เครื่องอัดฟางหมักสำหรับการเพาะเห็ดในถุงพลาสติก พบว่างานวิจัยและพัฒนาเพื่อที่จะออกแบบสร้างและทดสอบเครื่องอัดฟางหมักสำหรับการเพาะเห็ดในถุงพลาสติกโดยได้สร้างเครื่องอัดฟางขึ้น 3 แบบ ซึ่งมีหลักการทำงานและโครงสร้างทั่ว ไปคล้ายคลึงกันต่างกันเฉพาะแหล่งของกำลังงานที่ใช้เครื่องอัดฟางแบบ1จะต้องใช้ผู้ปฏิบัติงานอย่างน้อย 4 คนสามารถอัดฟางหมักได้ 30 ถุงต่อชั่วโมงต่อคนฟางหมักที่อัดได้มีความหนาแน่น 0.64 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ตัวเครื่องมีน้ำหนัก 200 กิโลกรัมเครื่องอัดฟางแบบที่2จะต้องใช้ผู้ปฏิบัติงาน 2 คนสามารถอัดฟางหมักได้ 120 ถุงต่อชั่วโมงต่อคนฟางที่อัดได้มีความหนาแน่น 0.549 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตรและต้องใช้แรงงานในการเหยียบอัด 17.059 กิโลกรัมต่อแรงตัวเครื่องมีน้ำหนัก 46 กิโลกรัมเครื่องอัดฟางแบบที่3จะต้องใช้ผู้ปฏิบัติงาน 1 คนสามารถอัดฟางได้ 60 ถุงต่อนาทีต่อคนฟางหมักที่อัดได้มีความหนาแน่น 0.51 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตรและต้องใช้กำลังไฟฟ้าขณะทำงาน700วัตต์-ชั่วโมงตัวเครื่องมีน้ำหนัก 90 กิโลกรัม ในการส่งเสริมและหารเผยแพร่การใช้เครื่องอัดฟางสู่เกษตรกรนั้นเครื่องอัดฟาง 1 แบบที่ 2 จะเหมาะสมที่สุดเพราะใช้ผู้ปฏิบัติงานน้อยประสิทธิภาพในการทำงานสูงวัสดุที่ใช้ทำหาง่ายและโครงสร้างซับซ้อนช่างที่อยู่ในท้องถิ่นสามารถทำได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลการศึกษาและพัฒนาเครื่องกดลายบนกระดาษสา โดยมีวัตถุประสงค์ดังนี้ เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องกดลายบนกระดาษสา สำหรับการผลิตภัณฑ์กระดาษสา เพื่อหาประสิทธิภาพเครื่องกดลายบนกระดาษสา ด้านหน้าที่ใช้สอย ด้านความสะดวกสบายในการใช้งานด้านความปลอดภัยและการบำรุงรักษา เพื่อทำการเปรียบเทียบลวดลายของกระดาษสาที่ได้จากการกดลายโดยใช้เครื่องกดลายบนกระดาษสาแต่ละอุณหภูมิและชนิดกระดาษสา

ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนในการดำเนินการวิจัยดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมุ่งศึกษาค้นคว้าข้อมูลการสร้างลวดลายบนกระดาษสา โดยนำข้อมูลมารวบรวมสรุปเพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบและสร้างแบบประเมินประสิทธิภาพของเครื่องกดลายที่ออกแบบ โดยมีประชากรและกลุ่มตัวอย่างดังนี้

3.1.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยคือ

กระดาษสาที่ได้จากเยื่อปอสามาผ่านกระบวนการทำเป็นแผ่นกระดาษ

1. กระดาษสาแบบชนิดบาง
2. กระดาษสาแบบชนิดหนา
3. กระดาษที่มีส่วนผสมอื่นเช่น ใบไม้ ดอกไม้

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ

กระดาษจากเยื่อปอสา หรือกระดาษสา ทั้ง 3 ชนิดคือ

1. กระดาษสาแบบชนิดบาง จำนวน 30 แผ่น
2. กระดาษสาแบบชนิดหนา จำนวน 30 แผ่น
3. กระดาษที่ที่ส่วนผสมอื่นเช่น ใบไม้ ดอกไม้ จำนวน 30 แผ่น

กลุ่มตัวอย่างอย่างละ 30 แผ่น ต้องทำการทดสอบที่อุณหภูมิ ในการกดแตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็น[illegible]เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า[illegible]ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 **ตัวแปรที่ศึกษา**

1. ตัวแปรต้น ได้แก่ ตัวเครื่องกดลายบนกระดาษสา ที่ทำการกดลายโดยการควบคุม
อุณหภูมิความร้อนที่ใช้ คือ 50°C , 100°C , 150°C และ 200°C
กระดาษสาที่ใช้ คือ กระดาษสาชนิดบาง หนา และผสม

2. ตัวแปรตาม ได้แก่ คุณลักษณะ ความสามารถในการใช้งานรวมถึงกระบวนการทำงาน ของเครื่องกดลาย สำหรับผลิตภัณฑ์กระดาษสา ที่ต้องปรากฏลายนูนบนกระดาษสาทั้ง 3 ชนิดที่เป็นลายนูนเสมอกันทุกตัวอักษรหรือลวดลายที่กด ลายที่เกิดขึ้นบนกระดาษสา ที่มีลักษณะกดเป็นลายบุ๋มจมและนูน ลายนูนที่ได้จากการกดต้องมีลายที่สม่ำเสมอกัน และมีความคมชัด

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มี 3 รูปแบบ คือ

1.1 เครื่องมือในการประเมินรูปแบบและประสิทธิภาพของเครื่องกดลายบนกระดาษสา โดยผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญหรือผู้มีประสบการณ์ในด้านที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. อาจารย์บุณย์ฤทธิ์ ประสาทแก้ว หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกลสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล

2. อาจารย์อริยา สุอังคะวาทิน หัวหน้าภาควิชาศิลปกรรม สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล

3. อาจารย์วาสนา เจริญวิเชียรฉาย หัวหน้าภาควิชาออกแบบศิลปประยุกต์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล

โดยผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 ท่าน ทำการประเมินรูปแบบและประสิทธิภาพของเครื่องกดลายบนกระดาษสา ใน 3 ด้าน ดังนี้

- ด้านหน้าที่ใช้สอย
- ด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน
- ด้านความปลอดภัยและการบำรุงรักษา

1.2 เครื่องมือในการประเมินรูปแบบและประสิทธิภาพของเครื่องกดลายบนกระดาษสา โดยผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับลายนูนที่เกิดขึ้นจากการทดสอบการกดลายบนกระดาษสา

2. การสร้างเครื่องมือ

เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินรูปแบบเครื่องกดลายบนกระดาษสา มีขั้นตอนดังนี้

1. สร้างเครื่องมือประเมินแนวโน้มความเป็นไปได้ของการพัฒนาเครื่องกดลายบนกระดาษสา ที่ใช้ในการประเมิน โดยผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญ ทั้ง 3 ด้าน ดังนี้

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ด้านหน้าที่ใช้สอย
- ด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน
- ด้านความปลอดภัยและการบำรุงรักษา

ตอนที่1 ประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับแนวโน้มความเป็นไปได้ของการออกแบบเครื่องกดลายบนกระดาษสาทั้ง 3 ด้าน ลักษณะของแบบประเมินความคิดเห็นแบบมาตราส่วนประเมินค่า โดยกำหนดน้ำหนักแบบสอบถามประเมินค่า 5 ระดับ คือ

5 . หมายถึง มีความคิดเห็นในระดับมากที่สุด

4 หมายถึง มีความคิดเห็นในระดับมาก

3 หมายถึง มีความคิดเห็นในระดับปานกลาง

2 หมายถึง มีความคิดเห็นในระดับน้อย

1 หมายถึง มีความคิดเห็นในระดับน้อยที่สุด

ตอนที่ 2 เป็นแบบประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับลายกดที่ได้จากเครื่องกดลายบนกระดาษสาทั้ง 3 ชนิด โดยพิจารณาคำตอบแต่ละข้อ แล้วเขียนเครื่องหมาย / ลงในช่องว่างระดับความคิดเห็นท้ายคำถามที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านโดยใช้เกณฑ์พิจารณาเช่นเดียวกับตอนที่1

ตอนที่ 3 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะต่างๆ เป็นคำถามชนิดปลายเปิด ให้ผู้ตอบแบบสอบถามประเมินแสดงความคิดเห็นและข้อเสนอแนะต่างๆ เกี่ยวกับแนวโน้มความเป็นไปได้ของการออกแบบเครื่องกดลายบนกระดาษสา

3. สร้างเครื่องมือประเมินความคิดเห็นที่มีต่อลายที่กด โดยใช้เครื่องกดลายที่มีอุณหภูมิต่างกัน

ประเมินความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างเกี่ยวกับลายที่เกิดขึ้นบนกระดาษสาลักษณะของแบบประเมินความคิดเห็นแบบมาตราส่วนประเมินค่า โดยกำหนดน้ำหนักแบบสอบถามประเมินค่า 5 ระดับ โดยใช้เกณฑ์พิจารณาเช่นเดียวกับตอนที่ 1

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการศึกษาและออกแบบเครื่องกดลายบนกระดาษสา สำหรับการผลิตกระดาษสา ผู้วิจัยมีขั้นตอนในการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

บันทึกเสนอขออนุญาตให้หน่วยงานบัณฑิตวิทยาลัย คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ออกหนังสือขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ข้อมูลในการวิจัย และไปพบผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านด้วยตนเอง เพื่อแจ้งวัตถุประสงค์ของการวิจัยพร้อมทั้งขอความสมัครใจในการร่วมมือเป็นผู้เชี่ยวชาญ

ได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลในการทดสอบหาประสิทธิภาพของเครื่องกดลายบนกระดาษสา โดย นำภาพ SKETCH เครื่องกดลายที่ได้จากการศึกษาข้อมูลเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องนำไปให้กับผู้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

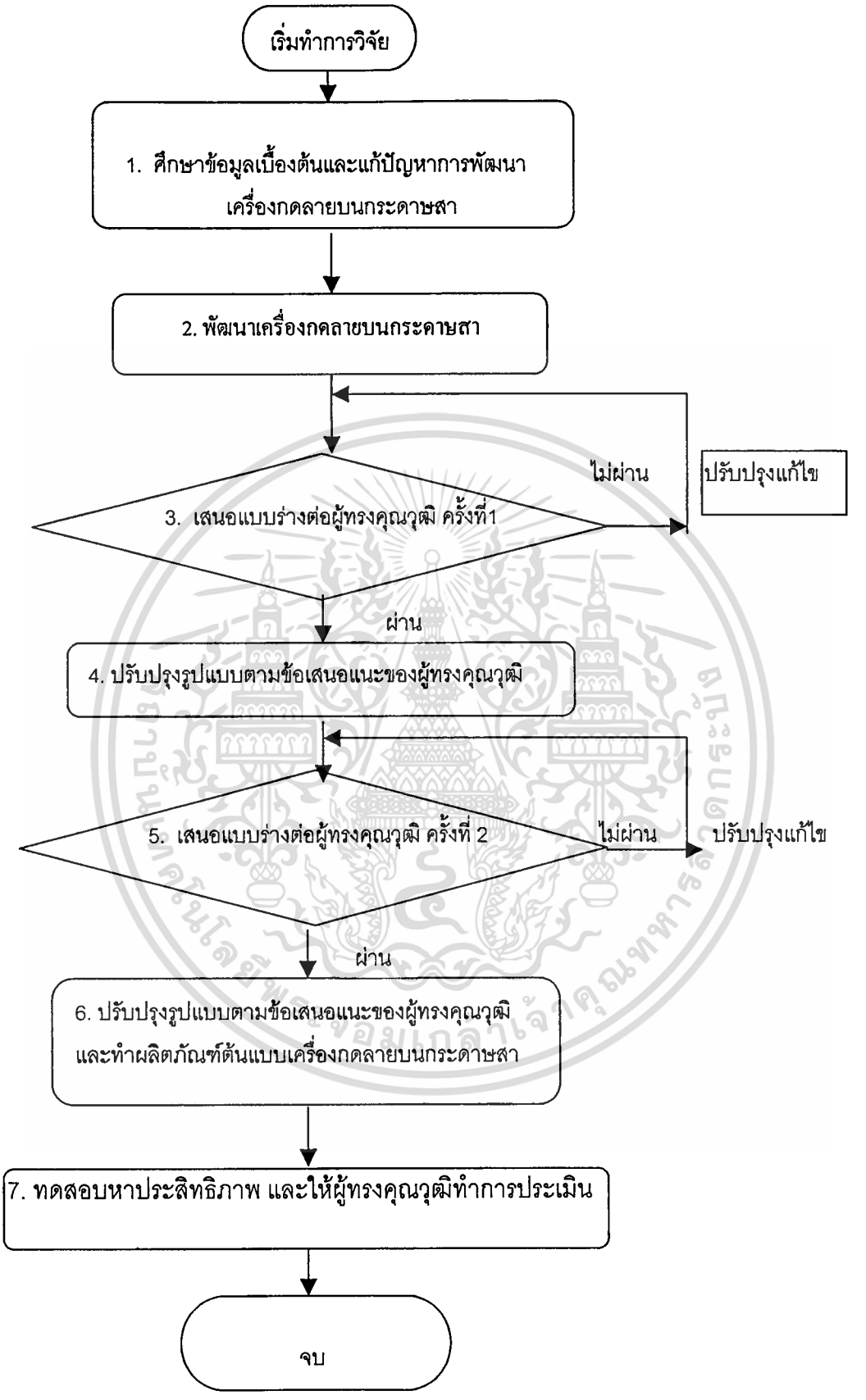
เชี่ยวชาญหรือช่างอิเล็กทรอนิคช่วยให้คำแนะนำเกี่ยวกับระบบกลไกความเป็นไปได้ต่างๆ จากนั้นนำไปออกแบบอีกครั้งตามคำแนะนำ และนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญดูอีกครั้ง เมื่อแก้ไขที่ภาพ SKETCH เรียบร้อยแล้วก็นำไปสร้างเครื่องกดลายจริง เมื่อสร้างเครื่องเสร็จก็นำเครื่องกดลายไปทำการประเมินประสิทธิภาพด้านหน้าที่ใช้สอย ความสะดวกในการใช้งาน ความปลอดภัยในการใช้งาน โดยให้ผู้ทรงคุณวุฒิทำการประเมิน ผู้ทรงคุณวุฒิด้านวิศวเครื่องกล ออกแบบผลิตภัณฑ์ ภาพพิมพ์ แล้วทำการแปรผลตามกระบวนการวิเคราะห์ผล

ส่วนของการประเมินด้านลวดลายที่เกิดบนกระดาษสานั้นผู้วิจัยได้ทำการทดลองกดลายเบื้องต้นเพื่อตรวจสอบเครื่องก่อน จากนั้นจึงทำการทดสอบการกดลายตามอุณหภูมิต่างๆที่กำหนดไว้ และทำการกดลายโดยใช้กระดาษสาแต่ละชนิดเพื่อทำการประเมินด้านความสม่ำเสมอของลายและความคมชัดของลายที่เกิดขึ้น จากนั้นจึงนำไปวิเคราะห์ผล

ขั้นตอนการทดสอบการกดลายบนกระดาษสา

1. เตรียมกระดาษสา -ชนิดบาง
   -ชนิดหนา
   -ชนิดผสม
2. ตัดกระดาษให้มีขนาดเท่ากันทั้งหมด ที่ขนาด A4 21X29 ซม.
3. ตั้งอุณหภูมิที่50 องศา 100 องศา 150 องศา 200 องศา หรือตามที่ต้องการ
4. เตรียมกระดาษในการกดโดยฉีดละอองน้ำบนกระดาษ(สเปรย์ฉีดน้ำสำหรับรีดผ้าปรับให้เป็นละอองเล็กที่สุด)
5. เมื่อได้อุณหภูมิที่ต้องการสัญญาณไฟจะดับจึงนำกระดาษที่เตรียมไว้กดลายที่เครื่อง
6. ในการกดลายควรทำการจับเวลาตามที่กำหนดไว้เพื่อได้ผลที่ตรงกัน
7. ทำการจดบันทึกรายละเอียดในการกดลายแต่ละแผ่นและเก็บกระดาษที่กดไว้เป็นข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.1 กระบวนการในการพัฒนาเครื่องกดลายบนกระดาษสา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาและออกแบบเครื่องกดลายบนกระดาษสา สำหรับการผลิตกระดาษสา ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

แบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญซึ่งวิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน วิเคราะห์เป็นรายข้อ เฉพาะด้าน โดยนำเสนอในรูปแบบของตารางพร้อมคำบรรยายประกอบ

โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน ดังต่อไปนี้

4.50 –5.00	หมายถึง	มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด
3.50 – 4.49	หมายถึง	มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก
2.50 – 3.49	หมายถึง	มีความคิดเห็นอยู่ในระดับปานกลาง
1.50 – 2.49	หมายถึง	มีความคิดเห็นอยู่ในระดับน้อย
1.00 – 1.49	หมายถึง	มีความคิดเห็นอยู่ในระดับน้อยที่สุด

แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้งาน ซึ่งวิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน วิเคราะห์เป็นรายข้อ เฉพาะด้าน โดยนำเสนอในรูปแบบของตารางพร้อมคำบรรยายประกอบ

โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน ดังต่อไปนี้

4.50 –5.00	หมายถึง	มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด
3.50 – 4.49	หมายถึง	มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก
2.50 – 3.49	หมายถึง	มีความคิดเห็นอยู่ในระดับปานกลาง
1.50 – 2.49	หมายถึง	มีความคิดเห็นอยู่ในระดับน้อย
1.00 – 1.49	หมายถึง	มีความคิดเห็นอยู่ในระดับน้อยที่สุด

ประมวลผลข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS 11.5 for WINDOWS ซึ่งใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. ค่าเฉลี่ย (Arithmetic Mean)
2. ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)
3. การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบเครื่องกดลายบนกระดาษสา โดยมีวัตถุประสงค์ดังนี้ เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องกดลายบนกระดาษสา สำหรับการผลิตภัณฑ์กระดาษสา เพื่อหาประสิทธิภาพเครื่องกดลายบนกระดาษสา และเพื่อทำการเปรียบเทียบลวดลายของกระดาษสาที่ได้จากการกดลายโดยใช้เครื่องกดลายบนกระดาษสาแต่ละอุณหภูมิและชนิดกระดาษสา

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

4.1 ผลจากการศึกษาจากเอกสารตำราและงาวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเครื่องกดลายบนกระดาษสา สำหรับการผลิตภัณฑ์กระดาษสา และศึกษาการใช้งานมาเป็นข้อมูลเพื่อใช้ในการออกแบบเครื่องกดลายบนกระดาษสา สำหรับการผลิตภัณฑ์กระดาษสา โดยปรึกษากับอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ทรงคุณวุฒิในด้านต่างๆ ดังนี้

4.1.1 ด้านเทคนิคเครื่องกล

4.1.2 ด้านการออกแบบ

4.1.3 ด้านภาพพิมพ์

4.2 การนำผลการออกแบบและเขียนแบบไปสร้างเครื่องกดลายบนกระดาษสา สำหรับการผลิตภัณฑ์กระดาษสา

4.3 ผลการประเมินรูปแบบเครื่องกดลายบนกระดาษสา สำหรับการผลิตภัณฑ์กระดาษสาจากผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ด้าน

4.3.1 ด้านเทคนิคเครื่องกล

4.3.2 ด้านการออกแบบ

4.3.3 ด้านภาพพิมพ์

4.4 ผลจากการประเมินประสิทธิภาพของ เครื่องกดลายบนกระดาษสา สำหรับการผลิตภัณฑ์กระดาษสา ทั้ง 3 ด้าน ดังนี้

4.4.1 ด้านหน้าที่ใช้สอย

4.4.2 ด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน

4.4.3 ด้านความปลอดภัยและการบำรุงรักษา

4.5 ผลจากการเปรียบเทียบลายที่เกิดบนกระดาษจากการใช้งาน เครื่องกดลายบนกระดาษสา สำหรับการผลิตภัณฑ์กระดาษสา ในเรื่องความสม่ำเสมอของลายไม่ฉีกขาด และความชัดเจนของลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลการศึกษาจากเอกสารตำราและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษาจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ เครื่องกดลายบนกระดาษสา สำหรับผลิตภัณฑ์กระดาษสา และศึกษาข้อมูลเพื่อใช้ในการออกแบบ โดยปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญ ทำให้ได้ผลการวิเคราะห์เพื่อนำมาใช้ในการพัฒนาเครื่องกดลายบนกระดาษสาสำหรับผลิตภัณฑ์กระดาษสา สามารถแยกออกได้เป็นหัวข้อดังนี้

4.2.1 ระบบการกดลายและให้ความร้อน

4.2.2 ด้านโครงสร้าง วัสดุที่ใช้

4.1.1 ระบบการกดลายและให้ความร้อน

จากการศึกษาเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และการใช้งาน จึงได้รวบรวมข้อมูลมาวิเคราะห์ ผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญ

การกดลายการเลือกใช้ลักษณะการกดแบบแนวตั้ง คล้ายการปั๊มจม หรือปั๊มนูน โดยมีแม่พิมพ์ตัวผู้อยู่ข้างบน แม่พิมพ์ตัวเมียอยู่ข้างล่างโดยมีแกนกดแนวตั้งใช้มือในการโยกลงเพื่อกดลายให้ปรากฏ

การให้ความร้อน ในการออกแบบระบบที่เกี่ยวข้องกับไฟฟ้า ผู้ทรงคุณวุฒิ และผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิศวกรรมให้คำแนะนำว่า เป็นระบบที่มีความสำคัญต้องคำนึงถึงความปลอดภัยในขณะใช้งาน เช่น การเดินสายไฟ สวิตซ์ที่ใช้ก็ควรได้มาตรฐาน หาซื้อได้ง่ายเพื่อสามารถเปลี่ยนซ่อมแซมได้ การให้ความร้อนของเครื่องจะต้องทำการใช้ตัวควบคุมความร้อนในการกดลาย ที่รียกว่า เทอร์โมสตัท ซึ่งจะทำงานโดยการโก่งตัวของแผ่นไบเมทอลซึ่งจะงอตัวเมื่อมีความร้อนมาก วงจรไฟฟ้าจะถูกตัดออกจากแผ่นความร้อน หลอดไฟสัญญาณจะดับลง เมื่อสู่ภาวะปกติจำทำให้หน้าสัมผัสคอนแทคต่อกันอีกครั้ง ทำให้วงจรไฟฟ้าต่อเข้ากับแผ่นความร้อนอีกครั้งหนึ่ง การปรับตั้งอุณหภูมิสามารถทำได้โดยปรับที่ปุ่มปรับอุณหภูมิ การปรับอุณหภูมิความร้อน คือ การปรับตั้งระยะห่างของหน้าสัมผัสคอนแทคของชุดเทอร์โมสตัท

4.1.2 ด้านโครงสร้าง วัสดุที่ใช้

วัสดุประกอบและกรรมวิธีการผลิต ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลจากเอกสารและเครื่องจักรต่างที่มีความใกล้เคียง และปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ทรงคุณวุฒิ ผู้เชี่ยวชาญ พบว่า วัสดุที่นำมาผลิตโครงสร้าง วัสดุที่ใช้ในการประกอบตัวเครื่องต้องเป็นวัสดุที่คงทนแข็งแรง ไม่เป็นสนิม และต้องคำนึงถึงการผลิตในระบบอุตสาหกรรมด้วย ผู้วิจัยสามารถสรุปวัสดุที่ใช้ทำโครงสร้างวัสดุประกอบดังนี้

1. โครงสร้างหลักเป็นโลหะใช้เหล็กกล้าชนิดที่มีเปอร์เซ็นต์คาร์บอนปานกลาง ใช้สำหรับทำราวเหล็ก ทำขวาน ทำเฟือง และชิ้นส่วนส่วนที่ต้องการความแข็งแรงสูง ส่วนแกนกด เป็นเหล็กแท่งขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.5 ซม. ส่วนแกนแนวตั้งยึดติดส่วนฐานใช้เหล็กขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 ซม. ส่วนฐานใช้เหล็กแผ่นที่มีความหนา 1.5 ซม. เพื่อให้การกดลายมีความมั่นคงไม่เคลื่อนที่(สุชาติ กิจพิทักษ์. 2540)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. โครงสร้างส่วนแม่พิมพ์หรือตัวปั๊มลายใช้วัสดุคือเหล็กกล้าสเตนเลสเป็นโลหะผสมขนาด2 ซม. เพื่อให้มีนำให้หนักในการกดลายบนกระดาษที่ใช้ในงานโลหะแผ่นอย่างมากชนิดหนึ่งเนื่องจากมีความต้านทานต่อการกัดกร่อนสูงมีความแข็งแรงสูง ลักษณะผิวมีความเงางามคล้ายเงินง่ายต่อการทำความสะอาด (สุชาติ กิจพิทักษ์. 2540 : 36-38)

วัสดุประกอบโครงสร้าง

จากผลที่ได้จากการปรึกษาผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญ จึงสรุปได้ดังนี้

1. สายไฟ และปลั๊กไฟ ปลั๊กและสายไฟ ที่ใช้เป็นสายไฟที่สามารถทนความร้อนและอุณหภูมิสูงได้ดี มีปลอกหุ้มเพื่อกั้นฉนวนสายไฟไม่ให้สึกกร่อนง่าย มียางหุ้มสายซึ่งมีความเหนียวและคงทนต่อการใช้งาน (สุทธิพงศ์ ศรีกรารมณ์. 2540 : 96)

2. แผ่นความร้อน ทำหน้าที่เป็นตัวทำความร้อน ภายในจะประกอบด้วยลวดความร้อนทนความร้อนได้ดี ส่วนปลายของขดลวดความร้อนจะต่อเข้ากับขั่วไฟฟ้าที่หลักต่อสายไฟเพื่อนำกระแสไฟผ่านเข้าไปในขดลวดความร้อนซึ่งแผ่นความร้อนจะวางชิดกับแม่พิมพ์ส่วนล่าง โดยมีแผ่นแอสเบสทอสซ้อนทับกันอีกชั้น เพื่อความปลอดภัย (สุทธิพงศ์ ศรีกรารมณ์. 2540 : 97)

3. หลอดตาแมว ทำหน้าที่เป็นหลอดไฟแสดงสัญญาณการทำงานของเครื่องมีขนาด 1.5 โวลต์ ถึง 2.5 โวลต์ แสดงการตัดต่อวงจรภายในของเครื่องว่ามีกระแสไฟฟ้สไหลผ่านเทอร์โมสตัทและการทำงานเป็นแบบอัตโนมัติหรือไม่ เมื่อมีการต่อวงจรหลอดตาแมวก็จะติด ถ้าเทอร์โมสตัททำการตัดต่อวงจรไฟฟ้าออกจากขดลวด ความร้อนหลอดตาแมวก็จะดับ (สุทธิพงศ์ ศรีกรารมณ์. 2540 : 100)

4. ลวดความต้านทาน เป็นลวดความต้านทานขดไว้ประมาณ 5- 7 รอบ โดยขดลวดความต้านทานจะต่ออนุกรมกับขดลวดความร้อนของเครื่องเพื่อแสดงการทำงานของเตารีดว่ามีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านเข้าไปในขดลวดความร้อนแล้ว ซึ่งขดลวดความต้านทานนี้จะต่อขนานเข้ากับหลอดตาแมวขนาดเล็ก (สุทธิพงศ์ ศรีกรารมณ์. 2540 : 99)

4.2 ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลทำให้สามารถสรุปประเด็นต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบเครื่องกดลายบนกระดาษสา และนำผลไปสู่การพัฒนา โดยทำการเขียนแบบและสร้างเครื่องกดลายบนกระดาษสาสำหรับผลิตภัณฑ์กระดาษสา เพื่อศึกษาประสิทธิภาพในการใช้งานของเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ผลจากการประเมินรูปแบบเครื่องกดลายบนกระดาษสา จากผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญ

4.3.1 ผลจากการประเมินรูปแบบเครื่องกดลายบนกระดาษสาจากแบบสอบถามตอนที่1 ปรากฏผลการวิเคราะห์ตามตารางที่ 4.1 ดังนี้

ตารางที่ 4.1 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความคิดเห็น ในการประเมินรูปแบบของเครื่องกดลายบนกระดาษสา ด้านหน้าที่ใช้สอย (N=3)

รายการ	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความคิดเห็น
เครื่องมีหน้าที่ใช้สอยถูกต้องตามเป้าหมายที่ตั้งไว้	4.80	0.44	มากที่สุด
ขนาดของแม่พิมพ์เหมาะสมกับการกดลาย	4.40	0.54	ดี
ความสัมพันธ์กับขนาดสัดส่วนผู้ใช้	4.80	0.44	มากที่สุด
ขนาดของเครื่องกดลาย	4.60	0.54	มากที่สุด
ระบบการให้ความร้อนของเครื่อง	4.40	0.54	ดี
ระบบการปรับอุณหภูมิ	4.40	0.54	ดี
ค่าเฉลี่ย	4.56	0.51	มากที่สุด

จากตารางที่ 4.1 พบว่า ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญทั้งด้านวิศวกร การออกแบบ และภาพพิมพ์ แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับรูปแบบเครื่องกดลายบนกระดาษสา ในส่วนของหน้าที่ใช้สอย ในภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.56

เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า อยู่ในระดับดีมาก 3 ข้อ ได้แก่ เครื่องมีหน้าที่ใช้สอยถูกต้องตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ ความสัมพันธ์กับขนาดสัดส่วนผู้ใช้ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.8 เท่ากันทั้ง 2 ข้อ และขนาดของเครื่องกดลาย เท่ากับ 4.6 พบว่าอยู่ในระดับดี 3 ข้อ ได้แก่ ขนาดของแม่พิมพ์เหมาะสมกับการกดลาย ระบบการให้ความร้อนของเครื่องระบบการปรับอุณหภูมิ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากัน 3 ข้อคือ เท่ากับ 4.4

4.3.2 ผลจากการประเมินรูปแบบเครื่องกดลายบนกระดาษสา จากแบบสอบถามตอนที่ 1 ปรากฏผลการวิเคราะห์ตามตารางที่ 4.2 ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความคิดเห็น ในการประเมินรูปแบบของเครื่องกดลายบนกระดาษสา ด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน(N=3)

รายการ	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความคิดเห็น
ความสะดวกในการใช้งาน	4.40	.54	ดี
มีความสะดวกในการเปลี่ยนแม่พิมพ์	5.00	.00	มากที่สุด
มีความสะดวกในการใส่กระดาษ	4.40	.54	ดี
มีความสะดวกในการเคลื่อนย้าย	4.60	.54	มากที่สุด
มีความสะดวกในการปิดเปิดเครื่อง	4.60	.54	มากที่สุด
มีความสะดวกในการปรับอุณหภูมิ	4.80	.44	มากที่สุด
เฉลี่ย	4.63	.53	มากที่สุด

จากตารางที่ 4.2 พบว่า ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญทั้งด้านวิศวกร การออกแบบ และภาพพิมพ์ แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับรูปแบบเครื่องกดลายบนกระดาษสา ในส่วนของความสะดวกสบายในการใช้งาน ในภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.63

เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า อยู่ในระดับดีมาก 4 ข้อ ได้แก่ มีความสะดวกในการเปลี่ยนแม่พิมพ์ ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.0 มีความสะดวกในการเคลื่อนย้าย ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.6 มีความสะดวกในการปิดเปิดเครื่อง ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.6 มีความสะดวกในการปรับอุณหภูมิ ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.8 พบว่าอยู่ในระดับดี 2 ข้อ ได้แก่ ความสะดวกในการใช้งาน มีความสะดวกในการใส่กระดาษ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.4

4.3.3 ผลจากการประเมินรูปแบบเครื่องกดลายบนกระดาษสา จากแบบสอบถามตอนที่ 1 ปรากฏผลการวิเคราะห์ตามตารางที่ 4.3 ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความคิดเห็น ในการประเมินรูปแบบของเครื่องกดลายบนกระดาษสา ด้านความปลอดภัยในการใช้งาน(N=3)

รายการ	$\overline{X}$	S.D.	ระดับความคิดเห็น
มีความปลอดภัยในการใช้เครื่อง	4.00	1.00	ดี
การให้ความร้อนของเครื่อง	4.60	.54	มากที่สุด
การทำความสะอาด	4.40	.54	ดี
การกดแม่พิมพ์	4.20	.83	ดี
การถอดชิ้นส่วนเพื่อการบำรุงรักษา	4.20	.83	ดี
เฉลี่ย	4.28	.75	ดี

จากตารางที่ 4.3 พบว่า ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญทั้งด้านวิศวกร การออกแบบ และภาพพิมพ์ แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับรูปแบบเครื่องกดลายบนกระดาษสา ในส่วนของ ความปลอดภัยในการใช้งาน ในภาพรวมอยู่ในระดับดีโดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.28

เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า อยู่ในระดับ ดีมาก 1ข้อ ได้แก่ การให้ความร้อนของเครื่อง ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.6 พบว่าอยู่ในระดับดี 4 ข้อ ได้แก่ มีความปลอดภัยในการใช้เครื่อง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.0 การทำความสะอาด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.4 การถอดชิ้นส่วนเพื่อการบำรุงรักษา การกดแม่พิมพ์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากัน ทั้ง 2 ข้อ เท่ากับ 4.2

4.4 ผลจากการเปรียบเทียบลายของการใช้งานเครื่องกดลายกดลายบนกระดาษสา โดยประเมินจากลายที่เกิดบนกระดาษแต่ละชนิด ละแต่ละอุณหภูมิ

4.4.1 ผลจากการเปรียบเทียบลายของการใช้งานเครื่องกดลายกดลายบนกระดาษสา โดยประเมินจากลายที่เกิดบนกระดาษ จากแบบสอบถามตอนที่ 2 ปรากฏผลการวิเคราะห์ตามตาราง ที่ 4.4 ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความคิดเห็น ในการประเมินประสิทธิภาพเครื่องกดลายบนกระดาษสาชนิดบาง ที่เวลา3วินาที(N=30)

อุณหภูมิ	สม่ำเสมอ		ระดับ	คมชัด		ระดับ
	$\bar{X}$	S.D.		$\bar{X}$	S.D.	
50 องศา	1.23	.44	น้อยที่สุด	1.43	.47	น้อยที่สุด
100 องศา	1.73	.53	น้อย	2.10	.55	น้อย
150 องศา	2.80	.50	ปานกลาง	3.20	.35	ปานกลาง
200 องศา	4.60	.49	มากที่สุด	4.90	.31	มากที่สุด

จากตารางที่ 4.4 พบว่า ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญ แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับลายที่เกิดจากการใช้เครื่องกดลายบนกระดาษสาชนิดบาง ที่อุณหภูมิ 50 องศา พบว่าความสม่ำเสมอและความคมชัดของลาย มีค่าเฉลี่ยในระดับน้อยที่สุด เท่ากับ1.33 ที่อุณหภูมิ 100 องศา พบว่า ความสม่ำเสมอและความคมชัดของลาย มีค่าเฉลี่ยในระดับน้อย เท่ากับ1.91 ที่อุณหภูมิ 150 องศา พบว่าความสม่ำเสมอและความคมชัดของลาย มีค่าเฉลี่ยในระดับปานกลาง เท่ากับ 3.00 ที่อุณหภูมิ 200 องศา พบว่า ความสม่ำเสมอและความคมชัดของลาย มีค่าเฉลี่ยในระดับมากที่สุด เท่ากับ 4.75

4.4.2 ผลจากการเปรียบเทียบลายของการใช้งานเครื่องกดลายกดลายบนกระดาษสา โดย การเปรียบเทียบอุณหภูมิต่างกันที่มีผลต่อความสม่ำเสมอและความคมชัดของลายจากแบบสอบถามตอนที่ 2 ปรากฏผลการวิเคราะห์ตามตาราง ที่ 4.5 ดังนี้

ตารางที่ 4.5 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิต่างกันที่มีผลต่อความสม่ำเสมอและความคมชัดของลาย การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA)

แหล่งความแปรปรวน		SS	df	MS	F	Sig.
ความสม่ำเสมอ	ระหว่างกลุ่ม	20.876	3	6.959	151.824	.000*
	ภายใน	.367	8	4.583		
	รวม	21.243	11			
ความคมชัด	ระหว่างกลุ่ม	20.703	3	6.901	73.286	.000*
	ภายใน	.753	8	9.417		
	รวม	21.457	11			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 แสดงค่าสถิติสำหรับทดสอบความแตกต่างแบบจับคู่พหูคุณ

ความสม่ำเสมอ	$\overline{X}$	50 องศา	100 องศา	150 องศา	200 องศา
50 องศา	1.23	-	.021*	.000*	.000*
100 องศา	1.73		-	.000*	.000*
150 องศา	2.80			-	.000*
200 องศา	4.60				-
ความคมชัด		-	.029*	.000*	.000*
50 องศา	1.43		-	.002*	.000*
100 องศา	2.10			-	.000*
150 องศา	3.20				-
200 องศา	4.90				

จากตารางที่ 4.5 และ 4.6 การเปรียบเทียบอุณหภูมิต่างกันที่มีผลต่อความสม่ำเสมอและความคมชัดของลายการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว พบว่า ค่าSig. 0.00 น้อยกว่า 0.05 แสดงว่าความแตกต่างกัน ดังแสดงในตารางการเปรียบเทียบรายคู่ พบว่า ในแต่ละอุณหภูมิ มีความคิดเห็นด้านความสม่ำเสมอและความคมชัดของลายแตกต่างกันหมดทุกคู่

4.4.3 ผลจากการเปรียบเทียนลายของการใช้งานเครื่องกดลายกดลายบนกระดาษสา โดยประเมินจากลายที่เกิดบนกระดาษ จากแบบสอบถามตอนที่ 2 ปรากฏผลการวิเคราะห์ตามตาราง ที่ 4.7 ดังนี้

ตารางที่ 4.7 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความคิดเห็น ในการประเมินประสิทธิภาพเครื่องกดลายบน**กระดาษสาชนิดหนา** ที่เวลา3วินาที(N=30)

อุณหภูมิ	สม่ำเสมอ		ระดับ	คมชัด		ระดับ
	$\overline{X}$	S.D.		$\overline{X}$	S.D.	
50 องศา	1.26	.31	น้อยที่สุด	1.33	.45	น้อยที่สุด
100 องศา	1.93	.52	น้อย	1.73	.70	น้อย
150 องศา	3.36	.25	ปานกลาง	3.36	.52	ปานกลาง
200 องศา	4.86	.34	มากที่สุด	4.80	.32	มากที่สุด

จากตารางที่ 4.7 พบว่า ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญ แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับลายที่เกิดจากการใช้เครื่องกดลายบนกระดาษสาชนิดบาง ที่อุณหภูมิ 50 องศา พบว่าความสม่ำเสมอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และความคมชัดของลาย มีค่าเฉลี่ยในระดับน้อยที่สุด เท่ากับ 1.29 ที่อุณหภูมิ 100 องศา พบว่า ความสม่ำเสมอและความคมชัดของลาย มีค่าเฉลี่ยในระดับน้อย เท่ากับ 1.83 ที่อุณหภูมิ 150 องศา พบว่า ความสม่ำเสมอและความคมชัดของลาย มีค่าเฉลี่ยในระดับปานกลาง เท่ากับ 3.36 ที่อุณหภูมิ 200 องศา พบว่า ความสม่ำเสมอและความคมชัดของลาย มีค่าเฉลี่ยในระดับมากที่สุด เท่ากับ 4.83

4.4.4 ผลจากการเปรียบเทียบของการใช้งานเครื่องกดลายกดลายบนกระดาษสา โดย การเปรียบเทียบอุณหภูมิต่างกันที่มีผลต่อความสม่ำเสมอและความคมชัดของลายจากแบบสอบถามตอนที่ 2 ปรากฏผลการวิเคราะห์ตามตาราง ที่ 4.8 ดังนี้

ตารางที่ 4.8 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิต่างกันที่มีผลต่อความสม่ำเสมอและความคมชัดของลาย **กระดาษสาชนิดหนา** การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA)

แหล่งความแปรปรวน		SS	df	MS	F	Sig.
ความสม่ำเสมอ	ระหว่างกลุ่ม	23.042	3	7.681	82.295	.000*
	ภายใน	.747	8	9.333		
	รวม	23.789	11			
ความคมชัด	ระหว่างกลุ่ม	22.829	3	7.610	132.343	.000*
	ภายใน	.460	8	5.750		
	รวม	23.289	11			

ตารางที่ 4.9 แสดงค่าสถิติสำหรับทดสอบความแตกต่างแบบจับคู่พหูคุณ

ความสม่ำเสมอ	$\bar{X}$	50 องศา	100 องศา	150 องศา	200 องศา
50 องศา	1.26	-	.028*	.000*	.000*
100 องศา	1.93		-	.000*	.000*
150 องศา	3.36			-	.000*
200 องศา	4.86				
ความคมชัด					
50 องศา	1.33	-	.075	.000*	.000*
100 องศา	1.73		-	.000*	.000*
150 องศา	3.36			-	.000*
200 องศา	4.80				-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.8 และ 4.9 การเปรียบเทียบอุณหภูมิต่างกันที่มีผลต่อความสม่ำเสมอและความคมชัดของลายกระดาษสาชนิดหนา การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) พบว่า ค่าSig. 0.00 น้อยกว่า 0.05 แสดงว่าความแตกต่างกัน ดังแสดงในตารางการเปรียบเทียบรายคู่ พบว่า ในแต่ละอุณหภูมิ มีความคิดเห็นด้านความสม่ำเสมอและความคมชัดของลายแตกต่างกันหมดทุกคู่

4.4.5 ผลจากการเปรียบเทียบลายของการใช้งานเครื่องกดลายกดลายบนกระดาษสา โดยประเมินจากลายที่เกิดบนกระดาษ จากแบบสอบถามตอนที่ 2 ปรากฏผลการวิเคราะห์ตามตาราง ที่ 4.10 ดังนี้

ตารางที่ 4.10 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความคิดเห็น ในการประเมินประสิทธิภาพเครื่องกดลายบนกระดาษสาชนิดผสม ที่เวลา3วินาที(N=30)

อุณหภูมิ	สม่ำเสมอ		ระดับ	ความคมชัด		ระดับ
	$\bar{X}$	S.D.		$\bar{X}$	S.D.	
50 องศา	1.80	.40	น้อย	1.83	.36	น้อย
100 องศา	2.43	.56	ปานกลาง	2.63	.53	ปานกลาง
150 องศา	3.70	.55	มาก	3.90	.74	มาก
200 องศา	4.80	.42	มากที่สุด	4.73	.43	มากที่สุด

จากตารางที่ 4.10 พบว่า ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญ แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับลายที่เกิดจากการใช้เครื่องกดลายบนกระดาษสาชนิดผสม ที่อุณหภูมิ 50 องศา พบว่าความสม่ำเสมอและความคมชัดของลาย มีค่าเฉลี่ยในระดับน้อย เท่ากับ 1.81 ที่อุณหภูมิ 100 องศา พบว่า ความสม่ำเสมอและความคมชัดของลาย มีค่าเฉลี่ยในระดับปานกลาง เท่ากับ 2.53 ที่อุณหภูมิ 150 องศา พบว่าความสม่ำเสมอและความคมชัดของลาย มีค่าเฉลี่ยในระดับมาก เท่ากับ 3.80 ที่อุณหภูมิ 200 องศา พบว่า ความสม่ำเสมอและความคมชัดของลาย มีค่าเฉลี่ยในระดับมากที่สุด เท่ากับ 4.76

4.4.6 ผลจากการเปรียบเทียบลายของการใช้งานเครื่องกดลายกดลายบนกระดาษสา โดย การเปรียบเทียบอุณหภูมิต่างกันที่มีผลต่อความสม่ำเสมอและความคมชัดของลายจากแบบสอบถามตอนที่ 2 ปรากฏผลการวิเคราะห์ตามตาราง ที่ 4.11ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.11 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิต่างกันที่มีผลต่อความสม่ำเสมอและความคมชัดของลายกระดาษชนิดผสม การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA)

แหล่งความแปรปรวน		SS	df	MS	F	Sig.
ความสม่ำเสมอ	ระหว่างกลุ่ม	16.070	3	5.357	50.614	.000*
	ภายใน	.847	8	.106		
	รวม	16.914	11			
ความคมชัด	ระหว่างกลุ่ม	15.023	3	5.008	250.375	.000*
	ภายใน	.160	8	2.000		
	รวม	15.183	11			

ตารางที่ 4.12 แสดงค่าสถิติสำหรับทดสอบความแตกต่างแบบจับคู่พหูคูณ

ความสม่ำเสมอ	$\bar{X}$	50 องศา	100 องศา	150 องศา	200 องศา
50 องศา	1.80	-	.044*	.000*	.000*
100 องศา	2.43		-	.001*	.000*
150 องศา	3.70			-	.003*
200 องศา	4.80				
ความคมชัด					
50 องศา	1.83	-	.000*	.000*	.000*
100 องศา	2.63		-	.000*	.000*
150 องศา	3.90			-	.000*
200 องศา	4.73				-

จากตารางที่ 4.11 และ 4.12 การเปรียบเทียบอุณหภูมิต่างกันที่มีผลต่อความสม่ำเสมอและความคมชัดของลายกระดาษสาชนิดผสม การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) พบว่าค่าSig. 0.00 น้อยกว่า 0.05 แสดงว่าความแตกต่างกัน ดังแสดงในตารางการเปรียบเทียบรายคู่ พบว่าในแต่ละอุณหภูมิ มีความคิดเห็นด้านความสม่ำเสมอและความคมชัดของลายแตกต่างกันหมดทุกคู่

4.4.7 ผลจากการประเมินประสิทธิภาพของการใช้งานเครื่องกดลายกดลายบนกระดาษสา โดยประเมินจากลายที่เกิดบนกระดาษ จากแบบสอบถามตอนที่ 2 ปรากฏผลการวิเคราะห์ตามตาราง ที่ 4.13 ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.13 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความคิดเห็น ในการประเมินประสิทธิภาพเครื่องกดลายบน**ที่อุณหภูมิ** 200 **องศา** ที่เวลา3วินาที(N=30)

	บาง		ระดับ	หนา		ระดับ	ผสม		ระดับ
	$\bar{X}$	S.D.		$\bar{X}$	S.D.		$\bar{X}$	S.D.	
สม่ำเสมอ	4.66	.25	มากที่สุด	4.86	.77	มากที่สุด	4.80	.00	มากที่สุด
คมชัด	4.90	.00	มากที่สุด	3.36	.25	ปานกลาง	4.73	.15	มากที่สุด
เฉลี่ย	4.78	0.12	มากที่สุด	4.11	.51	มาก	4.76	.07	มากที่สุด

จากตารางที่ 4.13 พบว่า ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญ แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับลายที่เกิดจากการใช้เครื่องกดลายบนกระดาษสาทั้งสามชนิด ที่อุณหภูมิ 200 องศา พบว่าความสม่ำเสมอและความคมชัดของลาย ของกระดาษชนิดบาง มีค่าเฉลี่ยในระดับมากที่สุด เท่ากับ 4.78 กระดาษสาชนิดหนา พบว่า ความสม่ำเสมอและความคมชัดของลาย มีค่าเฉลี่ยในระดับมาก เท่ากับ 4.11 กระดาษสาชนิดผสม พบว่าความสม่ำเสมอและความคมชัดของลาย มีค่าเฉลี่ยในระดับมากที่สุด เท่ากับ 4.76

4.4.8 ผลจากการประเมินประสิทธิภาพของการใช้งานเครื่องกดลายกดลายบนกระดาษสา โดย การเปรียบเทียบอุณหภูมิต่างกันที่มีผลต่อความสม่ำเสมอและความคมชัดของลายจากแบบสอบถามตอนที่ 2 ปรากฏผลการวิเคราะห์ตามตาราง ที่ 4.14 ดังนี้

ตารางที่ 4.14 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิต่างกันที่มีผลต่อความสม่ำเสมอและความคมชัดของลาย การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA)

แหล่งความแปรปรวน		SS	df	MS	F	Sig.
ความสม่ำเสมอ	ระหว่างกลุ่ม	6.222	2	3.111	1.400	.317
	ภายใน	.133	6	2.222		
	รวม	.196	8			
ความคมชัด	ระหว่างกลุ่ม	4.247	2	2.123	73.500	.000*
	ภายใน	.173	6	2.889		
	รวม	4.420	8			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.15 แสดงค่าสถิติสำหรับทดสอบความแตกต่างแบบจับคู่พหูคุณ

ความสม่ำเสมอ	$\bar{X}$	บาง	หนา	ผสม
บาง	4.66	-	.151	.315
หนา	4.86		-	.604
ผสม	4.80			-
ความคมชัด				
บาง	4.90	-	.000*	.275
หนา	3.36		-	.000*
ผสม	4.73			-

จากตารางที่ 4.14 และ 4.15 การเปรียบเทียบอุณหภูมิต่างกันที่มีผลต่อความสม่ำเสมอและความคมชัดของลายกระดาษสาชนิดผสม การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) พบว่าค่าSig ของ ความสม่ำเสมอของลาย เท่ากับ .317 มากกว่า 0.05 แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกัน ดังแสดงในตารางการเปรียบเทียบรายคู่ และพบว่า ในแต่ละอุณหภูมิ มีความคิดเห็นด้านความคมชัดของลายแตกต่างกันหมดทุกคู่ Sig.0.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

การพัฒนาเครื่องกดลายบนกระดาษสา สำหรับผลิตภัณฑ์กระดาษสา สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะดังนี้

5.1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องกดลายบนกระดาษสา สำหรับผลิตภัณฑ์ กระดาษสา ให้มีลักษณะการ ทำงาน โดยนำเอาหลักการให้ความร้อนและกระบวนการพิมพ์นูน เพื่อให้เกิดลายนูนบนกระดาษสา

2. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของเครื่องกดลวดลายบนกระดาษสา โดยใช้ความร้อนและแรงกดในลักษณะของการระยะเวลาและความร้อนที่ใช้เพื่อให้เกิดความนูนของลายบนกระดาษสา ด้านหน้าที่ใช้สอย ด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน ด้านความปลอดภัยและการบำรุงรักษา

3. เพื่อทำการเปรียบเทียบชนิดของกระดาษสาต่างกันที่มีผลต่อความสม่ำเสมอและความคมชัดของลาย

4. เพื่อทำการเปรียบเทียบอุณหภูมิต่างกันที่มีผลต่อความสม่ำเสมอและความคมชัดของลาย

5.1.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

5.1.2.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยคือ

กระดาษสาที่ได้จากเยื่อปอสามาผ่านกระบวนการทำเป็นแผ่นกระดาษ คือ กระดาษสาแบบชนิดบาง กระดาษสาแบบชนิดหนา กระดาษที่ที่ส่วนผสมอื่นเช่น ใบไม้ ดอกไม้

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ

กระดาษจากเยื่อปอสา หรือกระดาษสา ทั้ง 3 ชนิดคือ

กระดาษสาแบบชนิดบาง จำนวน 30 แผ่น

กระดาษสาแบบชนิดหนา จำนวน 30 แผ่น

กระดาษที่มีส่วนผสมอื่นเช่น ใบไม้ ดอกไม้ จำนวน 30 แผ่น

กลุ่มตัวอย่างอย่างละ 30 แผ่น ต้องทำการทดสอบที่อุณหภูมิ ในการกดแตกต่างกันที่ 50 องศา 100 องศา 150 องศา 200 องศา เวลา 3 วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.2.2 **ตัวแปรที่ศึกษา**

1. ตัวแปรต้น ได้แก่ ตัวเครื่องกดลายบนกระดาษสา ที่ทำการกดลายโดยการควบคุมเกี่ยวกับอุณหภูมิความร้อนที่ใช้ 50 องศา 100 องศา 150 องศา 200 องศา กระดาษสาที่ใช้ได้แก่ ชนิดบาง หนา และผสม

2. ตัวแปรตาม ได้แก่ คุณลักษณะ ความสามารถในการใช้งานรวมถึงกระบวนการทำงาน ของเครื่องกดลาย สำหรับผลิตภัณฑ์กระดาษสา ที่ต้องปรากฏลายนูนบนกระดาษสาทั้ง 3 ชนิดที่เป็นลายนูนเสมอกันทุกตัวอักษรหรือลวดลายที่กด ลายที่เกิดขึ้นบนกระดาษสา ที่มีลักษณะกดเป็นลายปั๊มจมและนูน ลายนูนที่ได้จากการกดต้องมีลายที่สม่ำเสมอกัน และมีความคมชัด

5.1.3 **เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย**

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มี 2 รูปแบบ คือ

5.1.3.1 เครื่องมือในการประเมินรูปแบบและประสิทธิภาพของเครื่องกดลายบนกระดาษสา โดยผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญหรือผู้มีประสบการณ์ในด้านที่เกี่ยวข้อง 3 ด้าน ดังนี้

1. ด้านวิศวกรรมเครื่องกล
2. ด้านการออกแบบ
3. ด้านภาพพิมพ์

โดยผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 ท่าน ทำการประเมินรูปแบบและประสิทธิภาพของเครื่องกดลายบนกระดาษสา ใน 3 ด้าน ดังนี้

- ด้านหน้าที่ใช้สอย
- ด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน
- ด้านความปลอดภัยและการบำรุงรักษา

5.1.3.2 เครื่องมือในการประเมินประสิทธิภาพของเครื่องกดลายบนกระดาษสา โดยผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับลายนูนที่เกิดขึ้นจากการทดสอบการกดลายบนกระดาษสา โดยใช้เครื่องกดลายที่มีอุณหภูมิ 50 องศา 100 องศา 150 องศา 200 องศา เกี่ยวกับความสม่ำเสมอของลาย ความคมชัดของลาย

5.1.4 **การเก็บรวบรวมข้อมูล**

ในการศึกษาและพัฒนาเครื่องกดลายบนกระดาษสา สำหรับการผลิตกระดาษสา ผู้วิจัยมีขั้นตอนในการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

บันทึกเสนอขออนุญาตให้หน่วยงานบัณฑิตวิทยาลัย คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ออกหนังสือขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ข้อมูลในการวิจัย และไปพบผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านด้วยตนเอง เพื่อแจ้งวัตถุประสงค์ของการวิจัยพร้อมทั้งขอความสมัครใจในการร่วมมือเป็นผู้เชี่ยวชาญ

ไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาและพัฒนาเครื่องกดลายบนกระดาษสา สำหรับการผลิตกระดาษสา ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ผลการศึกษาจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเครื่องกดลายบนกระดาษสา และศึกษาการใช้งานมาเป็นข้อมูลเพื่อใช้ในการออกแบบ เครื่องกดลายบนกระดาษสา โดยปรึกษากับอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญแต่ละด้าน

2. เป็นการวิเคราะห์จากแบบประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิ ผู้เชี่ยวชาญและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ซึ่งได้ค่าเฉลี่ย ในการอธิบายผลของการวิจัยและใช้ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเพื่อใช้ในการอธิบายความคิดเห็นที่แตกต่างของผู้ตอบแบบประเมิน

5.1.6 สรุปผลการวิจัย

สรุปผลของการวิจัยการพัฒนาเครื่องกดลายบนกระดาษสา ได้ผลสรุปดังนี้

5.1.6.1 สรุปผลของการวิจัยการพัฒนาเครื่องกดลายบนกระดาษสา ได้ผลสรุปดังนี้

การกดลายการเลือกใช้ลักษณะการกดแบบแนวตั้ง คล้ายการปั๊มจม หรือปั๊มนูน โดยมีแม่พิมพ์ตัวผู้อยู่ข้างบน แม่พิมพ์ตัวเมียอยู่ข้างล่างโดยมีแกนกดแนวตั้งใช้มือในการโยกลงเพื่อกดลายให้ปรากฏ (ทวีศักดิ์ อ่วมน้อย. 2543 : 125)

การให้ความร้อน ในการออกแบบระบบที่เกี่ยวข้องกับไฟฟ้า ผู้ทรงคุณวุฒิ และผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิศวกรรมให้คำแนะนำว่า เป็นระบบที่มีความสำคัญต้องคำนึงถึงความปลอดภัยในขณะใช้งาน เช่น การเดินสายไฟ สวิตช์ที่ใช้ก็ควรได้มาตรฐาน หาซื้อได้ง่ายเพื่อสามารถเปลี่ยนซ่อมแซมได้ การให้ความร้อนของเครื่องจะต้องทำการใช้ตัวควบคุมความร้อนในการกดลาย ที่รียกว่า เทอร์โมสตัท ซึ่งจะทำงานโดยการโก่งตัวของแผ่นไบเมทอลซึ่งจะงอตัวเมื่อมีความร้อนมาก วงจรไฟฟ้าจะถูกตัดออกจากแผ่นความร้อนหลอดไฟสัญญาณจะดับลงเมื่อสู่ภาวะปกติจำทำให้หน้าสัมผัสคอนแทคต่อกันอีกครั้งทำให้วงจรไฟฟ้าต่อเข้ากับแผ่นความร้อนอีกครั้งหนึ่ง การปรับตั้งอุณหภูมิสามารถทำได้โดยปรับที่ปุ่มปรับอุณหภูมิ การปรับอุณหภูมิความร้อน คือ การปรับตั้งระยะห่างของหน้าสัมผัสคอนแทคของชุดเทอร์โมสตัท (สุทธิพงศ์ ศรีกรารมณ์. 2540)

ด้านโครงสร้าง วัสดุที่ใช้

วัสดุประกอบและกรรมวิธีการผลิต ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลจากเอกสารและเครื่องจักรต่างที่มีความใกล้เคียง และปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ทรงคุณวุฒิ ผู้เชี่ยวชาญ พบว่า วัสดุที่นำมาผลิตโครงสร้างวัสดุที่ใช้ในการประกอบตัวเครื่องต้องเป็นวัสดุที่คงทนแข็งแรง ไม่เป็นสนิม และต้องคำนึงถึงการผลิตในระบบอุตสาหกรรมด้วย ผู้วิจัยสามารถสรุปวัสดุที่ใช้ทำโครงสร้างวัสดุประกอบดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. โครงสร้างหลักเป็นโลหะใช้เหล็กกล้าชนิดที่มีเปอร์เซ็นต์คาร์บอนปานกลาง ใช้สำหรับทำราวเหล็ก ทำขวาน ทำเฟือง และชิ้นส่วนส่วนที่ต้องการความแข็งแรงสูง ส่วนแกนกด เป็นเหล็กแท่งขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.5 ซม. ส่วนแกนแนวตั้งยึดติดส่วนฐานใช้เหล็กขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 ซม. ส่วนฐานใช้เหล็กแผ่นที่มีความหนา 1.5 ซม. เพื่อให้การกดลายมีความมั่นคงไม่เคลื่อนที่

2. โครงสร้างส่วนแม่พิมพ์หรือตัวปั๊มลายใช้วัสดุคือเหล็กกล้าสเตนเลสเป็นโลหะผสมขนาด 2 ซม. เพื่อให้มีนำให้หนักในการกดลายบนกระดาษที่ใช้ในงานโลหะแผ่นอย่างมากชนิดหนึ่งเนื่องจากมีความต้านทานต่อการกัดกร่อนสูงมีความแข็งแรงสูง ลักษณะผิวมีความเงางามคล้ายเงินง่ายต่อการทำความสะอาด

วัสดุประกอบโครงสร้าง

จากผลที่ได้จากการปรึกษาผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญ จึงสรุปได้ดังนี้

1. สายไฟ และปลั๊กไฟ ปลั๊กและสายไฟ ที่ใช้เป็นสายไฟที่สามารถทนความร้อนและอุณหภูมิสูงได้ดี มีปลอกหุ้มเพื่อกั้นฉนวนสายไฟไม่ให้สึกกร่อนง่าย มียางหุ้มสายซึ่งมีความเหนียวและคงทนต่อการใช้งาน (สุทธิพงศ์ ศรีกรารมณ์. 2540 : 96)

2. แผ่นความร้อน ทำหน้าที่เป็นตัวทำความร้อน ภายในจะประกอบด้วยลวดความร้อนทนความร้อนได้ดี ส่วนปลายของขดลวดความร้อนจะต่อเข้ากับขั้วไฟฟ้าที่หลักต่อสายไฟเพื่อนำกระแสไฟผ่านเข้าไปในขดลวดความร้อนซึ่งแผ่นความร้อนจะวางชิดกับแม่พิมพ์ส่วนล่าง โดยมีแผ่นแอสเบสทอสซ้อนทับกันอีกชั้น เพื่อความปลอดภัย (สุทธิพงศ์ ศรีกรารมณ์. 2540 : 97)

1. หลอดตาแมว ทำหน้าที่เป็นหลอดไฟแสดงสัญญาณการทำงานของเครื่องมีขนาด 1.5 โวลต์ ถึง 2.5 โวลต์ แสดงการตัดต่อวงจรภายในของเครื่องว่ามีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านเทอร์โมสตัทและการทำงานเป็นแบบอัตโนมัติหรือไม่ เมื่อมีการต่อวงจรหลอดตาแมวก็จะติด ถ้าเทอร์โมสตัททำการตัดต่อวงจรไฟฟ้าออกจากขดลวด ความร้อนหลอดตาแมวก็จะดับ (สุทธิพงศ์ ศรีกรารมณ์. 2540 : 100)

2. ลวดความต้านทาน เป็นลวดความต้านทานขดไว้ประมาณ 5- 7 รอบ โดยขดลวดความต้านทานจะต่ออนุกรมกับขดลวดความร้อนของเครื่องเพื่อแสดงการทำงานของเตารีดว่ามีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านเข้าไปในขดลวดความร้อนแล้ว ซึ่งขดลวดความต้านทานนี้จะต่อขนานเข้ากับหลอดตาแมวขนาดเล็ก(สุทธิพงศ์ ศรีกรารมณ์. 2540 : 99)

5.1.6.2 สรุปผลจากการประเมินรูปแบบเครื่องกดลายบนกระดาษสา ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญทั้งด้านวิศวกร การออกแบบ และภาพพิมพ์ แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับรูปแบบเครื่องกดลายบนกระดาษสา ในส่วนของหน้าที่ใช้สอย ในภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญทั้งด้านวิศวกร การออกแบบ และภาพพิมพ์ แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับรูปแบบเครื่องกดลายบนกระดาษสา ในส่วนของความสะดวกในการใช้งาน ในภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.633

ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญทั้งด้านวิศวกร การออกแบบ และภาพพิมพ์ แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับรูปแบบเครื่องกดลายบนกระดาษสาในส่วนของความปลอดภัยในการใช้งาน ในภาพรวมอยู่ในระดับดีโดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.28

5.1.6.3 สรุปผลจากการประเมินประสิทธิภาพของการใช้งานเครื่องกดลายกดลายบนกระดาษสา โดยประเมินจากลายที่เกิดบนกระดาษแต่ละชนิด พบว่า ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญ แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับลายที่เกิดจากการใช้เครื่องกดลายบนกระดาษสาชนิดบาง พบว่า ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญ แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับลายที่เกิดจากการใช้เครื่องกดลายบนกระดาษสาชนิดบาง ที่อุณหภูมิ 50 องศา พบว่าความสม่ำเสมอและความคมชัดของลาย มีค่าเฉลี่ยในระดับน้อยที่สุด เท่ากับ1.33 ที่อุณหภูมิ 100 องศา พบว่า ความสม่ำเสมอและความคมชัดของลาย มีค่าเฉลี่ยในระดับน้อย เท่ากับ1.91 ที่อุณหภูมิ 150 องศา พบว่าความสม่ำเสมอและความคมชัดของลาย มีค่าเฉลี่ยในระดับปานกลาง เท่ากับ 3.00 ที่อุณหภูมิ 200 องศา พบว่า ความสม่ำเสมอและความคมชัดของลาย มีค่าเฉลี่ยในระดับมากที่สุด เท่ากับ 4.75 การเปรียบเทียบอุณหภูมิต่างกันที่มีผลต่อความสม่ำเสมอและความคมชัดของลายการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว ในแต่ละอุณหภูมิ มีความคิดเห็นด้านความสม่ำเสมอและความคมชัดของลายแตกต่างกันหมดทุกคู่

ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญ แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับลายที่เกิดจากการใช้เครื่องกดลายบนกระดาษสาชนิดหนา พบว่า ที่อุณหภูมิ 50 องศา พบว่าความสม่ำเสมอและความคมชัดของลาย มีค่าเฉลี่ยในระดับน้อยที่สุด เท่ากับ 1.29 ที่อุณหภูมิ 100 องศา พบว่า ความสม่ำเสมอและความคมชัดของลาย มีค่าเฉลี่ยในระดับน้อย เท่ากับ 1.83 ที่อุณหภูมิ 150 องศา พบว่าความสม่ำเสมอและความคมชัดของลาย มีค่าเฉลี่ยในระดับปานกลาง เท่ากับ 3.36 ที่อุณหภูมิ 200 องศา พบว่า ความสม่ำเสมอและความคมชัดของลาย มีค่าเฉลี่ยในระดับมากที่สุด เท่ากับ 4.83 การเปรียบเทียบอุณหภูมิต่างกันที่มีผลต่อความสม่ำเสมอและความคมชัดของลายกระดาษสาชนิดหนา การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว ในแต่ละอุณหภูมิ มีความคิดเห็นด้านความสม่ำเสมอและความคมชัดของลายแตกต่างกันหมดทุกคู่

ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญ แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับลายที่เกิดจากการใช้เครื่องกดลายบนกระดาษสาชนิดผสม ที่อุณหภูมิ 50 องศา พบว่าความสม่ำเสมอและความคมชัดของลายมีค่าเฉลี่ยในระดับน้อย เท่ากับ 1.81 ที่อุณหภูมิ 100 องศา พบว่า ความสม่ำเสมอและความคมชัดของลายมีค่าเฉลี่ยในระดับปานกลาง เท่ากับ 2.53 ที่อุณหภูมิ 150 องศา พบว่าความสม่ำเสมอและความคมชัดของลาย มีค่าเฉลี่ยในระดับมาก เท่ากับ 3.80 ที่อุณหภูมิ 200 องศา พบว่า ความสม่ำเสมอและความคม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขัดของลาย มีค่าเฉลี่ยในระดับมากที่สุด เท่ากับ 4.76 การเปรียบเทียบอุณหภูมิต่างกันที่มีผลต่อความสม่ำเสมอและความคมชัดของลายกระดาษสาชนิดผสม การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว พบว่า ในแต่ละอุณหภูมิ มีความคิดเห็นด้านความสม่ำเสมอและความคมชัดของลายแตกต่างกันหมดทุกคู่

ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญ แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับลายที่เกิดจากการใช้เครื่องกดลายบนกระดาษสาทั้งสามชนิด ที่อุณหภูมิ 200 องศา พบว่าความสม่ำเสมอและความคมชัดของลาย ของกระดาษชนิดบาง มีค่าเฉลี่ยในระดับมากที่สุด เท่ากับ 4.78 กระดาษสาชนิดหนา พบว่า ความสม่ำเสมอและความคมชัดของลาย มีค่าเฉลี่ยในระดับมาก เท่ากับ 4.11 กระดาษสาชนิดผสม พบว่าความสม่ำเสมอและความคมชัดของลาย มีค่าเฉลี่ยในระดับมากที่สุด เท่ากับ 4.76 การเปรียบเทียบอุณหภูมิต่างกันที่มีผลต่อความสม่ำเสมอและความคมชัดของลายกระดาษสาชนิดผสมการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว พบว่า ความสม่ำเสมอของลาย เท่า ไม่มีความแตกต่างกัน และพบว่า ในแต่ละอุณหภูมิ มีความคิดเห็นด้านความคมชัดของลายแตกต่างกันหมดทุกคู่

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

การอภิปรายผลในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กล่าวถึงประเด็นที่สำคัญจากความคิดเห็น ของผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ด้าน และความคิดเห็นในการใช้เครื่องและการกดลายจากเครื่องกดลายบนกระดาษสา ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 ด้าน เป็นหลักในการอภิปรายผลดังนี้

5.2.1 ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญด้านภาพพิมพ์

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยภาพรวมมีความคิดเห็นอยู่ในระดับดีมาก ทั้งนี้เพราะเครื่องมีหน้าที่ใช้สอยตรงตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ซึ่งจะเห็นว่า ขนาดของแม่พิมพ์ ความสัมพันธ์กับสัดส่วนผู้ใช้ ขนาดเครื่องกดลาย ระบบการให้ความร้อน ระบบการปรับอุณหภูมิ การทำความสะอาดของเครื่องการกดแม่พิมพ์ การถอดชิ้นส่วนในการบำรุงรักษาอยู่ในระดับดีมาก ความสะดวกในการใช้งาน การเปลี่ยนแม่พิมพ์การใส่กระดาษ การเคลื่อนย้ายการปิดเปิดเครื่อง และความปลอดภัยในการใช้งานอยู่ในระดับดี ซึ่งผลจากความคิดเห็นสามารถตอบสนองกับหลักการออกแบบผลิตภัณฑ์โลหะของ (สาคร คันธโชติ. 2539 : 22-24)

5.2.2 ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมเครื่องกล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยภาพรวมมีความคิดเห็นอยู่ในระดับดี ทั้งนี้เพราะเครื่องมีหน้าที่ใช้สอยตรงตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ซึ่งจะเห็นว่า ความสัมพันธ์กับสัดส่วนผู้ใช้ ระบบการให้ความร้อน ความสะดวกในการปรับอุณหภูมิ อยู่ในระดับดีมาก ขนาดของแม่พิมพ์ ขนาดเครื่องกดลาย ระบบการปรับอุณหภูมิ การทำความสะอาดของเครื่องการกดแม่พิมพ์ การถอดชิ้นส่วนในการบำรุงรักษา ความสะดวกในการใช้งาน การเปลี่ยนแม่พิมพ์การใส่กระดาษการเคลื่อนย้ายการปิดเปิดเครื่องและความปลอดภัยในการใช้งานอยู่ในระดับดีซึ่งผลจากความคิดเห็นสามารถตอบสนองกับหลักการออกแบบผลิตภัณฑ์โลหะของ (สาครคันธโชติ. 2539 : 22)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่กล่าวว่าความปลอดภัยในการใช้งานมีความจำเป็นและสำคัญมาก ผู้วิจัยจึงได้ทำการใช้การตัดไฟเมื่ออุณหภูมิถึงระดับที่ต้องการ และมีปุ่มเปิด-ปิดเครื่องที่เป็นปุ่มกดมีไฟเพื่อบอกสถานะ การทำงาน และไฟบอกอุณหภูมิความร้อนที่กำหนด

5.2.3 **ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ**

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยภาพรวมมีความคิดเห็นอยู่ในระดับดีมาก ทั้งนี้เพราะเครื่องมีหน้าที่ใช้สอยตรงตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ซึ่งจะเห็นว่า ความสัมพันธ์กับสัดส่วนผู้ใช้ ระบบการให้ความร้อน ความสะดวกในการปรับอุณหภูมิ ขนาดของแม่พิมพ์ ขนาดเครื่องกดลาย ระบบการปรับอุณหภูมิ การทำความสะอาดของเครื่องการกดแม่พิมพ์ การถอดชิ้นส่วนในการบำรุงรักษา ความสะดวกในการใช้งาน การเปลี่ยนแม่พิมพ์การใส่กระดาษการเคลื่อนย้ายการปิดเปิดเครื่อง และความปลอดภัยในการใช้งาน อยู่ในระดับดีมาก ความสะดวกในการเคลื่อนย้ายอยู่ในระดับดี ซึ่งผลจากความคิดเห็นสามารถตอบสนองกับหลักการออกแบบผลิตภัณฑ์โลหะของ (สาคร คันธโชติ. 2539 : 22-24) ในด้านการออกแบบก็ได้คำนึงถึงการเลือกใช้วัสดุที่มีความคงทนแข็งแรงเหมาะสมกับการใช้งานโดยเลือกใช้ตัวเตรื่องเป็นโลหะ และใช้ตัวแม่พิมพ์เป็นสแตนเลสเพื่อความทนทานและสะดวกในการบำรุงรักษา (อรัญ หาญสืบสาย. 2546: 31)

5.2.4 **ความคิดเห็นในการใช้เครื่องกดลายบนกระดาษสาทางด้านหน้าที่ใช้สอย**

ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญทั้งด้านวิศวกร การออกแบบ และภาพพิมพ์ แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับรูปแบบเครื่องกดลายบนกระดาษสา ในส่วนของหน้าที่ใช้สอย ในภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก ซึ่งพบว่าเครื่องมีหน้าที่ใช้สอยถูกต้องตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ ความสัมพันธ์กับขนาดสัดส่วนผู้ใช้ ขนาดของเครื่องกดลาย อยู่ในระดับดีมาก ขนาดของแม่พิมพ์เหมาะสมกับการกดลาย ระบบการให้ความร้อนของเครื่อง ระบบการปรับอุณหภูมิ อยู่ในระดับดี

5.2.5 **ความคิดเห็นในการใช้เครื่องกดลายบนกระดาษสาทางด้านความสะดวกในการใช้งาน**

ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญทั้งด้านวิศวกร การออกแบบ และภาพพิมพ์ แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับรูปแบบเครื่องกดลายบนกระดาษสา ในส่วนของความสะดวกในการใช้งาน ในภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก ซึ่งพบว่ามีความสะดวกในการเปลี่ยนแม่พิมพ์ ความสะดวกในการเคลื่อนย้าย มีความสะดวกในการปิดเปิดเครื่อง มีความสะดวกในการปรับอุณหภูมิ พบว่าอยู่ในระดับดี และในเรื่องความสะดวกในการใช้งาน มีความสะดวกในการใส่กระดาษ

5.2.6 **ความคิดเห็นในการใช้เครื่องกดลายบนกระดาษสาทางด้านความปลอดภัยในการใช้งาน**

ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญทั้งด้านวิศวกร การออกแบบ และภาพพิมพ์ แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับรูปแบบเครื่องกดลายบนกระดาษสา ในส่วน ความปลอดภัยในการใช้งานในภาพรวม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อยู่ในระดับดี พบว่า การให้ความร้อนของเครื่อง อยู่ในระดับดีมาก มีความปลอดภัยในการใช้เครื่อง การทำความสะอาด การถอดชิ้นส่วนเพื่อการบำรุงรักษา การกดแม่พิมพ์ พบว่าอยู่ในระดับดี

5.2.7 ผลจากการประเมินประสิทธิภาพของการใช้งานเครื่องกดลายกดลายบนกระดาษสา โดยประเมินจากลายที่เกิดบนกระดาษแต่ละชนิด

สรุปผลจากการประเมินประสิทธิภาพของการใช้งานเครื่องกดลายกดลายบนกระดาษสา โดยประเมินจากลายที่เกิดบนกระดาษแต่ละชนิด พบว่า ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญ แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับลายที่เกิดจากการใช้เครื่องกดลายบนกระดาษสาชนิดบาง พบว่า ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญ แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับลายที่เกิดจากการใช้เครื่องกดลายบนกระดาษสาชนิดบาง อุณหภูมิ ที่ดีที่สุดควรใช้อุณหภูมิ 200 องศา และการปรากฏลายที่แย่ที่สุดคือการใช้อุณหภูมิ 50 องศา การเปรียบเทียบอุณหภูมิต่างกันที่มีผลต่อความสม่ำเสมอและความคมชัดของลายการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว พบว่า ในแต่ละอุณหภูมิ มีความคิดเห็นด้านความสม่ำเสมอและความคมชัดของลายแตกต่างกันหมดทุกคู่ Sig.=0.00

ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญ แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับลายที่เกิดจากการใช้เครื่องกดลายบนกระดาษสาชนิดหนา อุณหภูมิที่ดีที่สุดควรใช้อุณหภูมิ 200 องศา และการปรากฏลายที่แย่ที่สุดคือการใช้อุณหภูมิ 50 องศา การเปรียบเทียบอุณหภูมิต่างกันที่มีผลต่อความสม่ำเสมอและความคมชัดของลายกระดาษสาชนิดหนาการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว พบว่า ในแต่ละอุณหภูมิ มีความคิดเห็นด้านความสม่ำเสมอและความคมชัดของลายแตกต่างกันหมดทุกคู่ Sig.=0.00

ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญ แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับลายที่เกิดจากการใช้เครื่องกดลายบนกระดาษสาชนิดผสม อุณหภูมิที่ดีที่สุดควรใช้อุณหภูมิ 200 องศา และการปรากฏลายที่แย่ที่สุดคือการใช้อุณหภูมิ 50 องศา การเปรียบเทียบอุณหภูมิต่างกันที่มีผลต่อความสม่ำเสมอและความคมชัดของลายกระดาษสาชนิดผสม การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว พบว่า ในแต่ละอุณหภูมิ มีความคิดเห็นด้านความสม่ำเสมอและความคมชัดของลายแตกต่างกันหมดทุกคู่ Sig.=0.00

ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญ แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับลายที่เกิดจากการใช้เครื่องกดลายบนกระดาษสาทั้งสามชนิด ที่อุณหภูมิ 200 องศา พบว่าความสม่ำเสมอและความคมชัดของลาย ของกระดาษชนิดบาง มีค่าเฉลี่ยในระดับมากที่สุด กระดาษสาชนิดหนา พบว่า ความสม่ำเสมอและความคมชัดของลาย มีค่าเฉลี่ยในระดับมาก กระดาษสาชนิดผสม พบว่าความสม่ำเสมอและความคมชัดของลาย มีค่าเฉลี่ยในระดับมากที่สุด กล่าวคือ กระดาษสาชนิดที่เหมาะสมในการกดลายควรเป็นกระดาษสาชนิดบาง คือมีความหนาไม่เกิน 80 แกรม การเปรียบเทียบอุณหภูมิต่างกันที่มีผลต่อความสม่ำเสมอและความคมชัดของลายกระดาษสาชนิดผสม การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว พบว่า ความสม่ำเสมอของลาย ไม่มีความแตกต่างกันSig=.317 ดังแสดงในตารางการเปรียบเทียบรายคู่ และพบว่า ในแต่ละอุณหภูมิ มีความคิดเห็นด้านความคมชัดของลายแตกต่างกันหมดทุกคู่ Sig.=0.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 ข้อเสนอแนะ

ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะจากการวิจัยดังนี้คือ

5.3.1 ข้อเสนอแนะเพื่อการนำผลการวิจัยไปใช้

1. ด้านการศึกษาเครื่องกดลายบนกระดาษสา สำหรับผลิตภัณฑ์กระดาษสา นอกจากจุดประสงเพื่อใช้ในการกดลายในอุตสาหกรรมขนาดเล็กแล้วยังอาจนำไปประยุกต์ใช้กับงานอุตสาหกรรมขนาดกลางหรือใช้ในการสาธิตในสถานประกอบการได้

2. สามารถนำเครื่องกดลายไปใช้กับวัสดุที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงได้เช่น พลาสติกที่ต้องการปั๊มก็สามารถใช้ได้

5.3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

1. ในการออกแบบในส่วนของเครื่องกลควรให้มีการออกแบบให้มีความได้เปรียบเชิงกลมากกว่านี้

2. ควรมีการบอกตำแหน่งของลายกับกระดาษเพื่อง่ายต่อการสอดแผ่นกระดาษ

3. ควรมีการทำบรรจุภัณฑ์สำหรับป้องกันเครื่องเพื่อให้เกิดความปลอดภัยและง่ายต่อการบำรุงรักษา

4. เนื่องจากตัวเครื่องมีน้ำหนักค่อนข้างมากจึงควรทำแท่นวางที่สามารถเคลื่อนย้ายได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กระทรวงอุตสาหกรรม. **เอกสารผลิตภัณฑ์หัตถกรรมกระดาษสา.** กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์กระทรวงอุตสาหกรรม. 2545.

นวลน้อย บุญวงษ์. 2539. **หลักการออกแบบ.** กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นิรัช สุดสังข์. 2544. **ออกแบบอุตสาหกรรมระบบและวิธีการพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม.** กรุงเทพฯ : โครงการตำราและเอกสารการพิมพ์คณะครุศาสตร์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ทวีศักดิ์ อ่วมน้อย. 2543. **วัสดุและเทคโนโลยีการผลิต.** กรุงเทพฯ : สยามสเตชั่นเนอรี่.

ธีระยุทธ สุวรรณประทีป. 2538. **เทคนิคกลไก.** กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น.

ผดุง พรมมูล. 2538. พิมพ์ครั้งที่ 1. **กล่องสวยกระดาษสา.** กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.

มนตรี ยอดบางเตย. 2538. **ออกแบบผลิตภัณฑ์.** กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

วริทธิ์ อึ้งภากรณ์. 2534. **การออกแบบเครื่องจักรกล เล่ม 1.** กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น.

รุจิพร จารุพงษ์. 2538. **เทคโนโลยีชาวบ้าน.** กรุงเทพฯ : พิฑเณศพริ้นติ้ง.

ระวิน สืบค้า. 2541. "การพัฒนาเครื่องอัดขี้เลื่อยสำหรับการเพาะเห็ด." วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาอุตสาหกรรมเกษตร บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

มณีทพิย์ ซิ่วกุ้ง. 2542. "การผลิตกระดาษจากฐูปฤาษีในระดับครัวเรือน." ปริญญานิพนธ์ครุ ศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาอุตสาหกรรมเกษตร บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง.

ล้วน สายยศ. 2536. **เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา.** กรุงเทพฯ : ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ.

ส่ง สุตานนท์. 2533. **ไฟฟ้าเบื้องต้น.** กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

สยาม กองไชย. 2539. "ชุดอุปกรณ์ผลิตกระดาษสาในขั้นตอนเตรียมเยื่อปอสาสำหรับใช้ในอุตสาหกรรมขนาดย่อม." ปริญญานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาศิลปอุตสาหกรรม บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

สาคร คันธโชติ. 2538. **การออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์.** กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

สาคร คันธโชติ. 2539. **การออกแบบผลิตภัณฑ์โลหะ.** กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ สำนักงานนายกรัฐมนตรี 2544. **แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 9 พ.ศ. 2545-2549.** กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว

สมฤทธิ์ ชัยพลังฤทธิ์. 2538. **เทคโนโลยีชาวบ้าน.** กรุงเทพฯ : พิฑเณศพริ้นติ้ง.

สุชาติ กิจพิทักษ์. 2540. **งานโลหะแผ่นเบื้องต้น.** กรุงเทพฯ : เม็ดทรายพริ้นติ้ง.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สุทธิพงศ์ ศรีกรารมณ์. 2540. **เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน**. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น.

เสกสรร สีหวงษ์. 2540. "เครื่องอัดฟางหมักสำหรับการเพาะเห็ดในถุงพลาสติก." สถาบันวิจัย และพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แสงอรุณ เชื้อวงษ์บุญ. 2544. **การตกแต่งลวดลายด้วยกระดาษสา**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. 2540. **เอกสารประกอบการสอน กระบวนการพิมพ์พื้นนูนและพื้นราบ**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ฉบับที่ 43/2546.

อรัญ หาญสืบสาย. 2546. **ระบบพิมพ์แบบต่างๆ และการนำไปใช้งาน**. กรุงเทพฯ : บริษัทเพาว์เวอร์พริ้นท์ จำกัด.

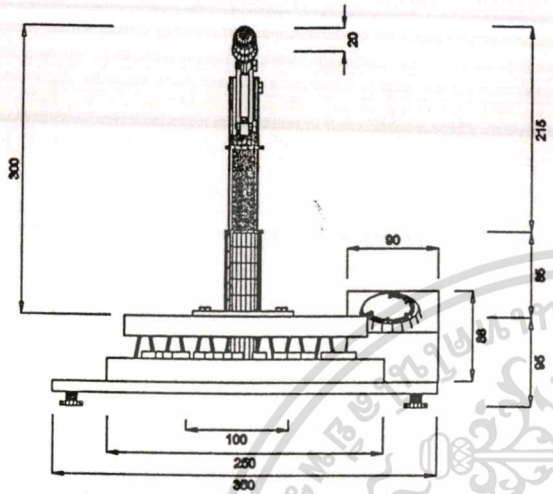
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

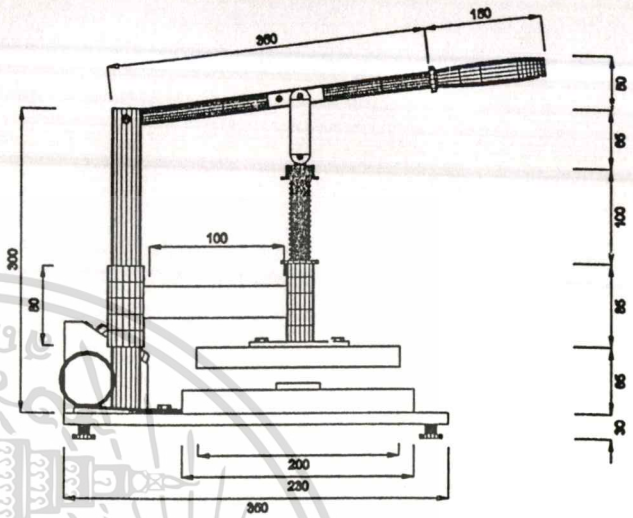
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
การเขียนแบบ

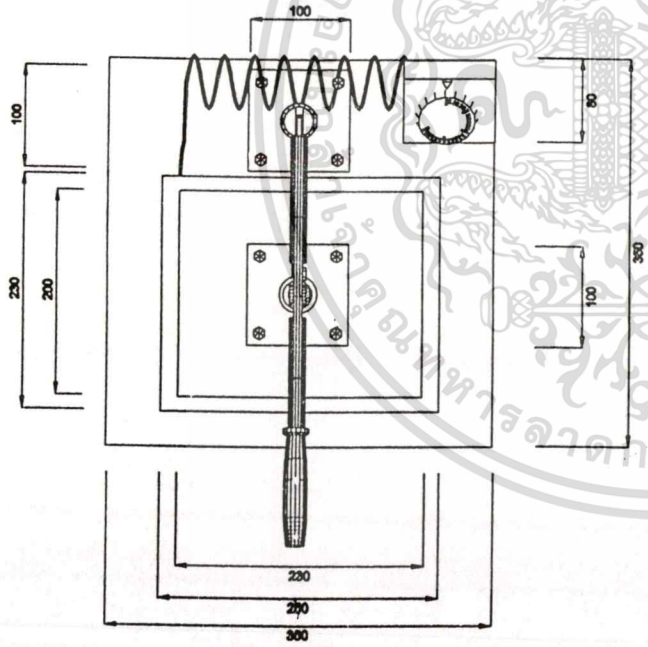
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



FRONT VIEW



SIDE VIEW

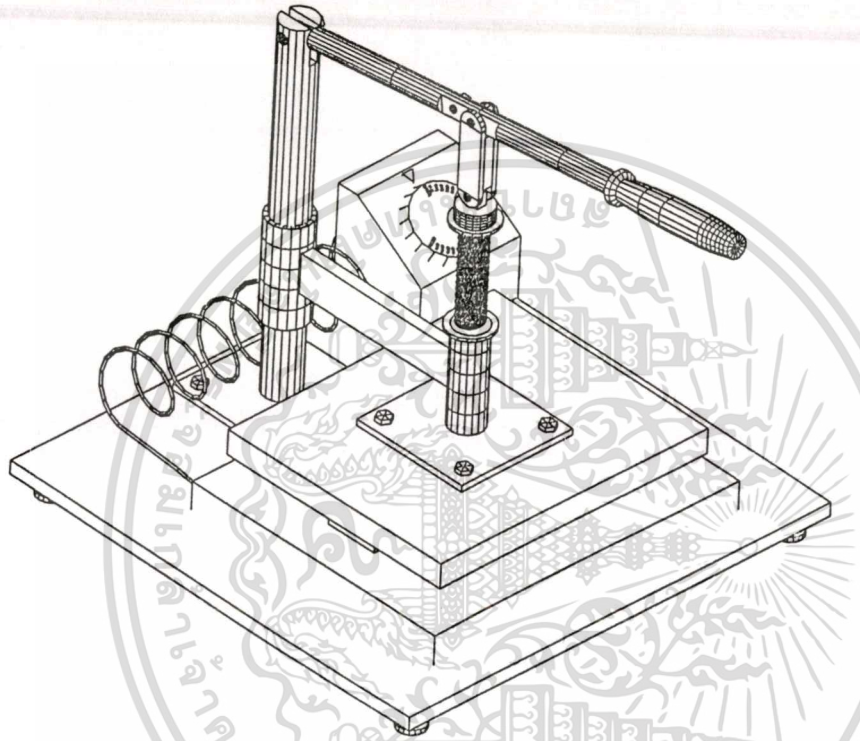


TOP VIEW

ภาพที่ ก1 เขียนแบบ1

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง		
ชื่องาน การพัฒนาเครื่องกดลายบนกระดาษสา		
ผู้ออกแบบ นางสาวปวีณา บุญปาน	มาตราส่วน 1:7.5	แผ่นที่ 1
ผู้ควบคุม ผศ.อุดมศักดิ์ สาริบุตร	หน่วย : ม.ม.	

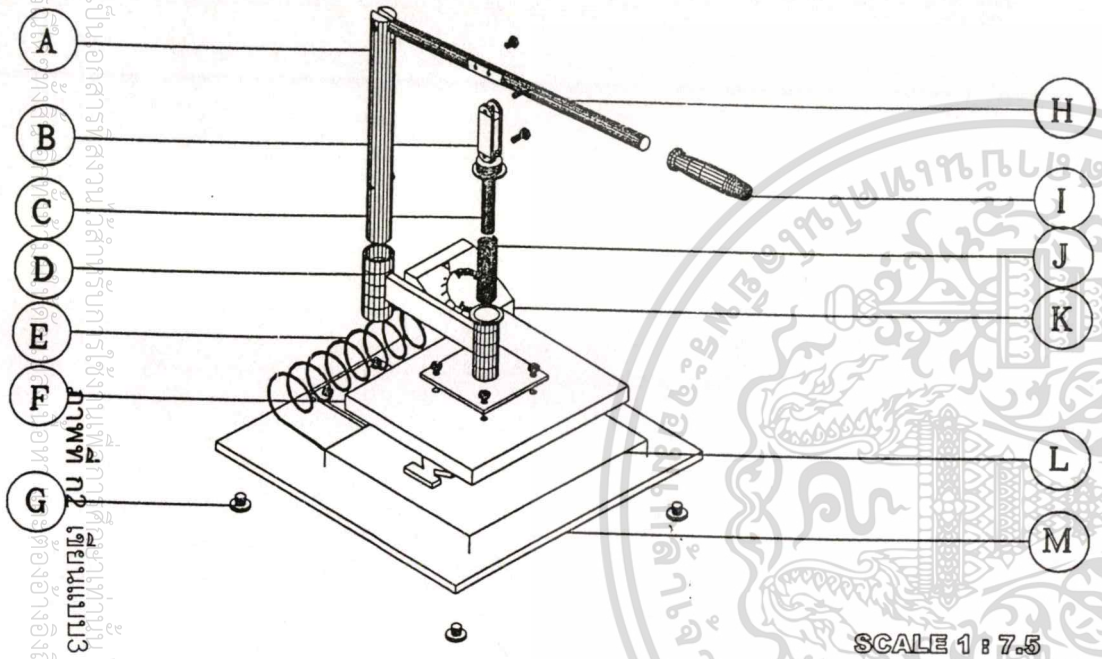
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ISOMETRIC

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง		
ชื่องาน การพัฒนาเครื่องกดลายบนกระดาษสา		
ผู้ออกแบบ นางสาวปวีณา บุญปาน	มาตราส่วน 1:7.5	แผ่นที่ 2
ผู้ควบคุม ผศ.อุดมศักดิ์ สาริบุตร	หน่วย : ม.ม.	

ภาพที่ 2 ภาพแสดง 2



SCALE 1 : 7.5

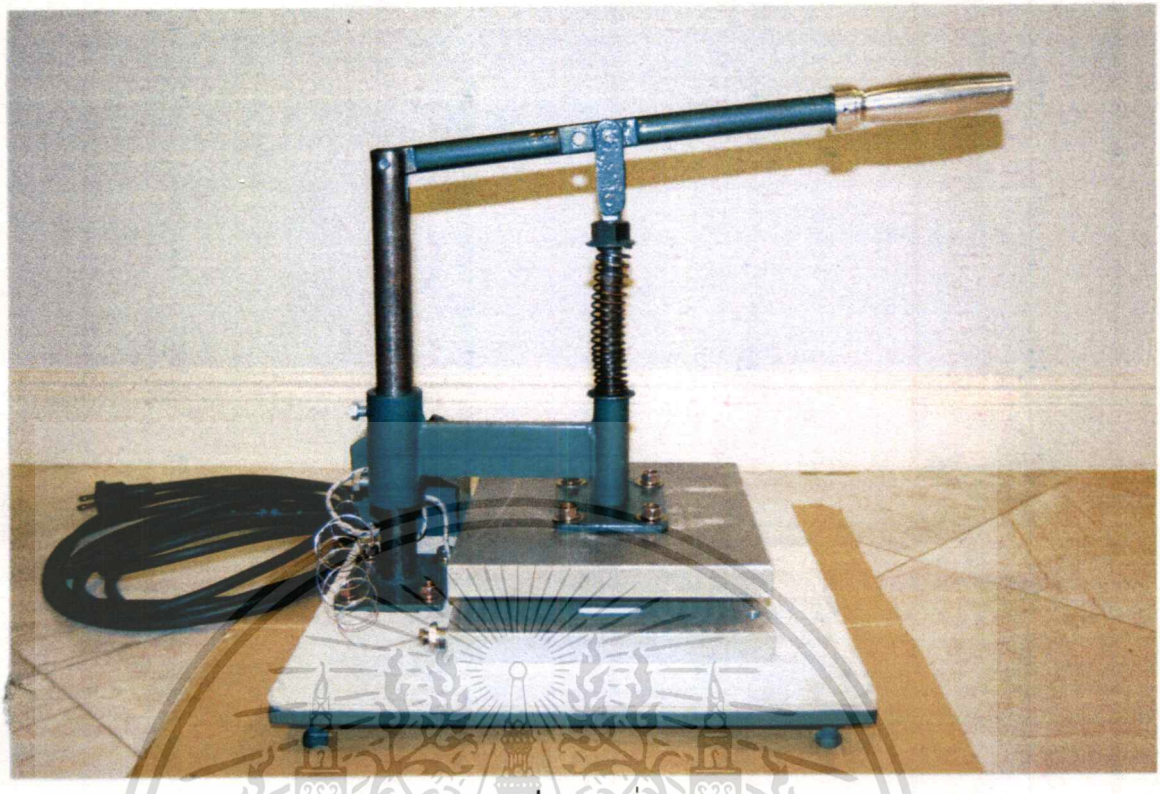
ASSEMBLY

ลำดับ	รายการประกอบแบบ	ขนาด	วัสดุ	จำนวน
M	ส่วนฐาน	350 x 350	ยิปซัม	1
L	แม่พิมพ์ล่าง	250 x 250 x 20	สแตนเลส	1
K	ตัวควบคุมอุณหภูมิ	90 x 88 x 45	พลาสติก	1
J	สปริง	100 x 30	โลหะ	1
I	มือจับ	150 x 30	สแตนเลส	1
H	แขนกด	350 x 20	โลหะ	1
G	น็อต	12	โลหะ	18
F	แม่พิมพ์ตัวบน	200 x 230	สแตนเลส	1
E	ขดลวดความต้านทาน	230	ลวด(ฉนวน)	1
D	ปลอกแกนแนวตั้ง	350 x 85	โลหะ	1
C	แกนสปริง	100 x 25	โลหะ	1
B	ตัวยึดแขนกด	25 x 40 x 10	โลหะ	1
A	แกนแนวตั้ง	40 x 300	โลหะ	1

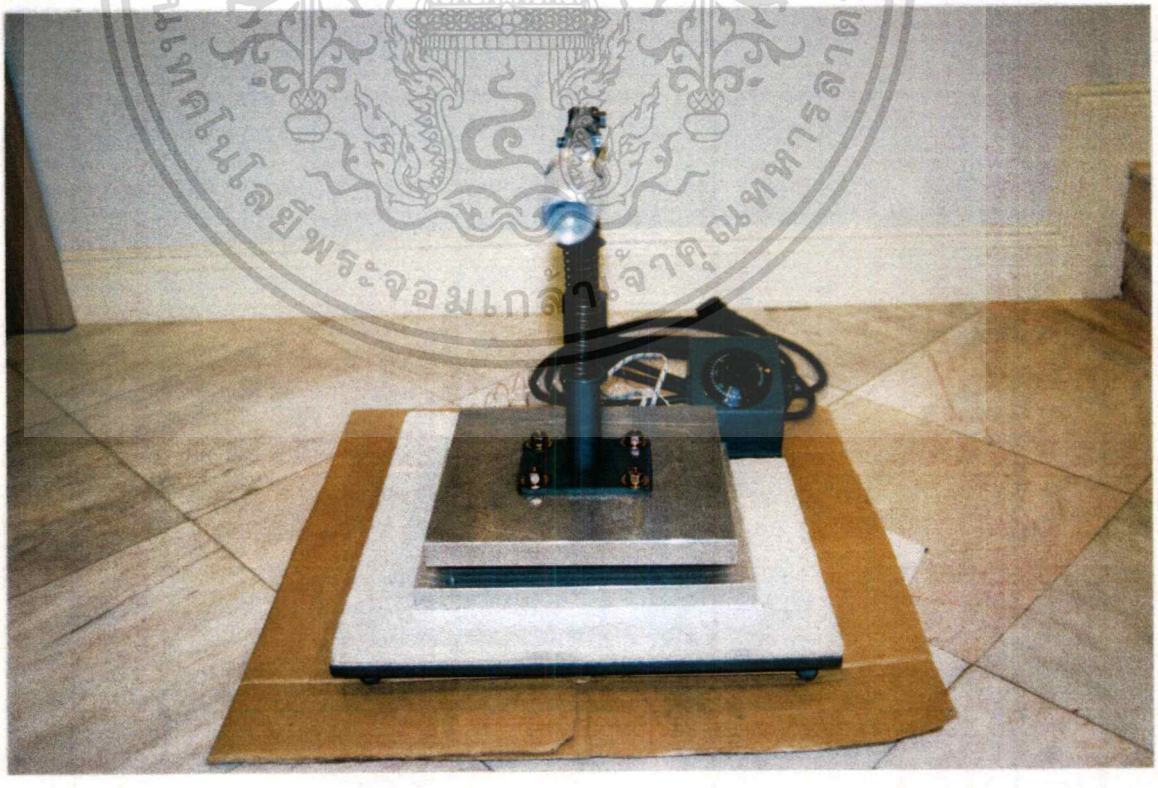
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง		
ชื่องาน การพัฒนาเครื่องกดลายบนกระดาษสา		
ผู้ออกแบบ นางสาวปวีณา บุญปาน	มาตราส่วน 1:7.5	แผ่นที่ 4
ผู้ควบคุม ผศ.อุดมศักดิ์ สาริบุตร	หน่วย : ม.ม.	

ภาคผนวก ข
การนำเสนอเครื่องกดลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

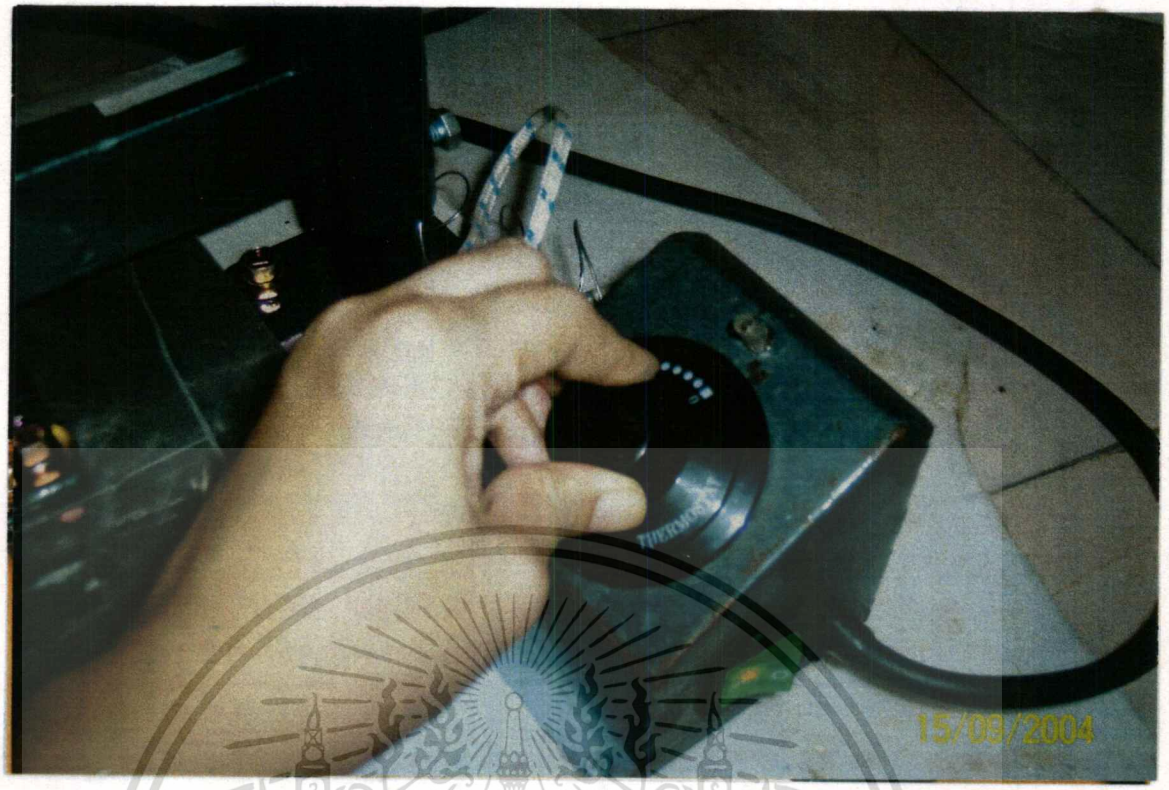


ภาพที่ ข1 เครื่องกดลาย1

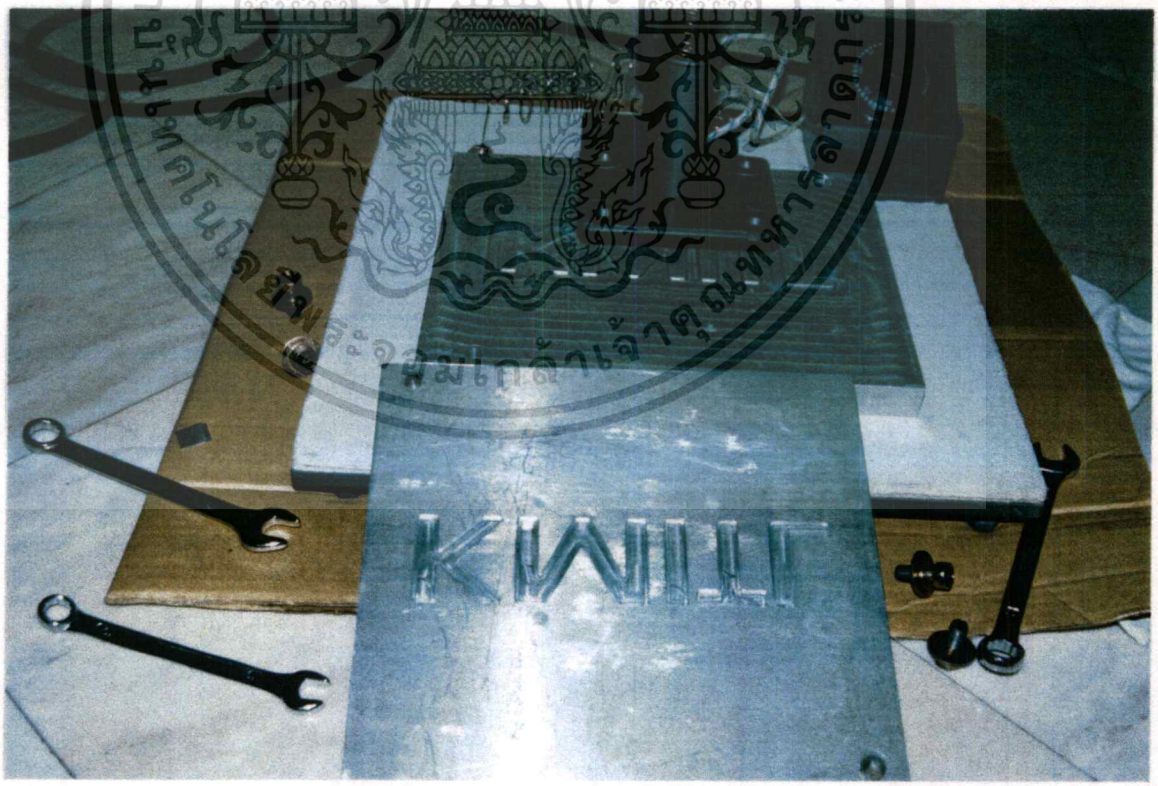


ภาพที่ ข2 เครื่องกดลาย2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

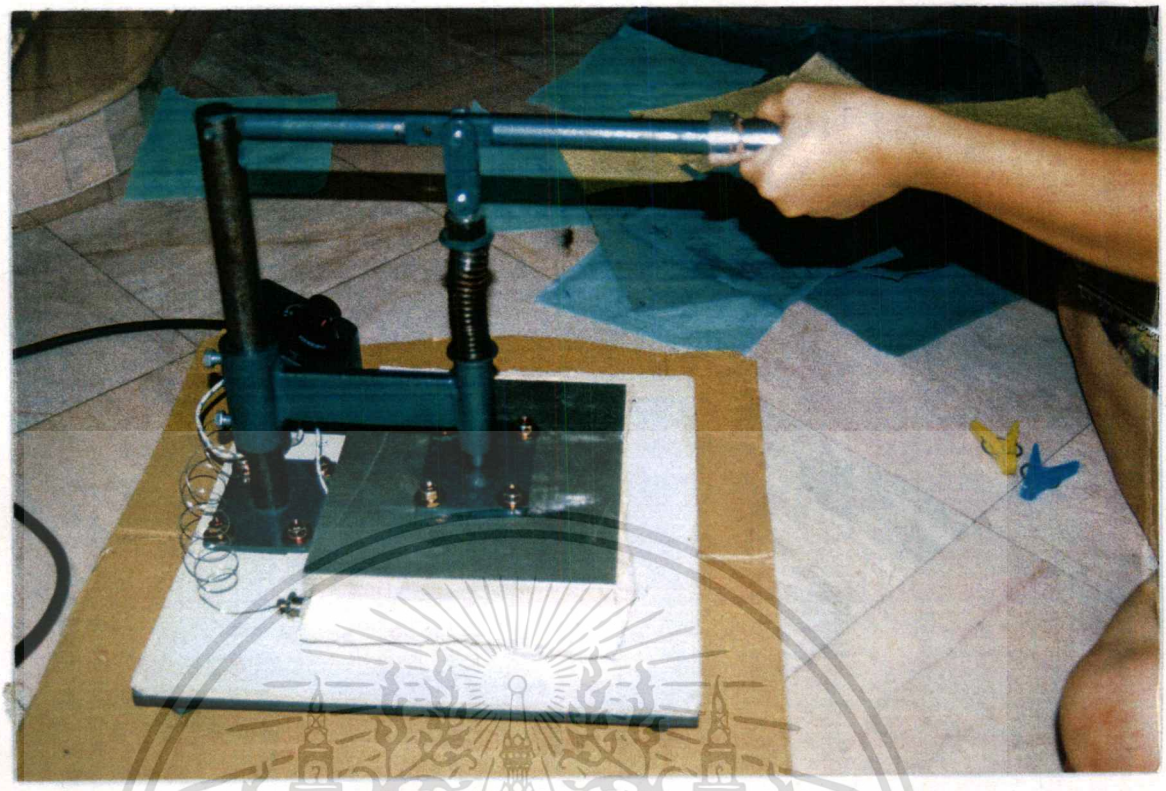


ภาพที่ ข3 เครื่องกดลาย3

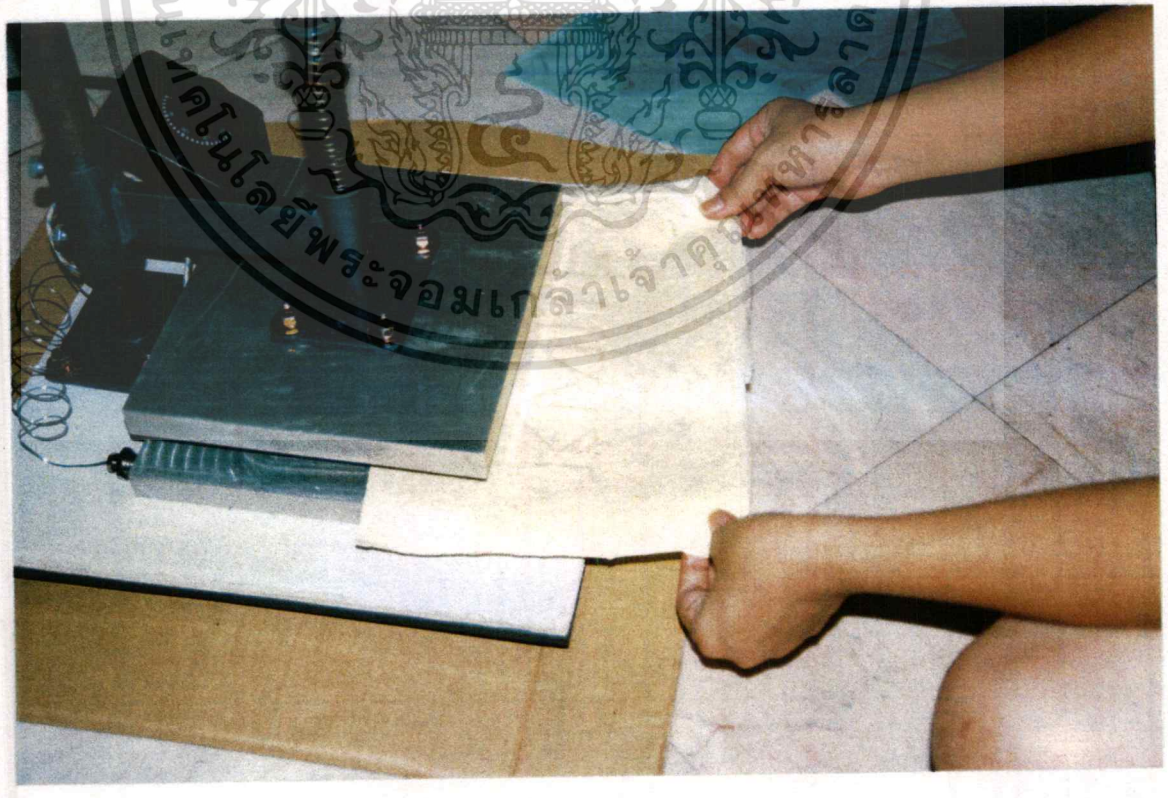


ภาพที่ ข4 เครื่องกดลาย4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ข5 เครื่องกดลาย5



ภาพที่ ข6 เครื่องกดลาย6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค
หนังสือราชการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04/ 3266

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

27 กรกฎาคม 2547

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิประเมินประสิทธิภาพของเครื่องกดลายบนกระดาษสาเพื่อการวิจัย

เรียน อาจารย์บุณย์ฤทธิ์ ประสาทแก้ว

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินประสิทธิภาพของเครื่องกดลายบนกระดาษสา เพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วย นางสาวปวีณา บุญปาน นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังจัดเตรียมทำสาระนิพนธ์ เรื่อง "การศึกษาและพัฒนาเครื่องกดลายบนกระดาษสา"

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดียิ่ง จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิประเมินประสิทธิภาพของเครื่องกดลายบนกระดาษสาดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีความถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของนางสาวปวีณา บุญปาน มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)
รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร. 737-3000 ต่อ 3692
โทรสาร. 3264325

31 ส.ค. 47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04/ 3266

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๒๖ กรกฎาคม 2547

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิประเมินประสิทธิภาพของเครื่องกดลายบนกระดาษสาเพื่อการวิจัย

เรียน อาจารย์วาสนา เจริญวิเชียรฉาย

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินประสิทธิภาพของเครื่องกดลายบนกระดาษสา เพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วย นางสาวปวีณา บุญปาน นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังจัดเตรียมทำสาระนิพนธ์ เรื่อง "การศึกษาและพัฒนาเครื่องกดลายบนกระดาษสา"

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดียิ่ง จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิประเมินประสิทธิภาพของเครื่องกดลายบนกระดาษสาดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีความถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของนางสาวปวีณา บุญปาน มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)
รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร. 737-3000 ต่อ 3692
โทรสาร. 3264325

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04/ 3266

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

27 กรกฎาคม 2547

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิประเมินประสิทธิภาพของเครื่องกดลายบนกระดาษสาเพื่อการวิจัย

เรียน อาจารย์อริยา สุอังคะวาทิน

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินประสิทธิภาพของเครื่องกดลายบนกระดาษสา เพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วย นางสาวปวีณา บุญปาน นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังจัดเตรียมทำสาระนิพนธ์ เรื่อง "การศึกษาและพัฒนาเครื่องกดลายบนกระดาษสา"

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดียิ่ง จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิประเมินประสิทธิภาพของเครื่องกดลายบนกระดาษสาดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีความถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของนางสาวปวีณา บุญปาน มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)
รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร. 737-3000 ต่อ 3692
โทรสาร. 3264325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินประสิทธิภาพของ เครื่องกดลายบนกระดาษสา

การศึกษาและพัฒนาเครื่องกดลายบนกระดาษสา มีวัตถุประสงค์ เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องกดลายบนกระดาษสา สำหรับผลิตภัณฑ์ ให้มีลักษณะการทำงาน โดยนำเอาหลักการให้ความร้อนและกระบวนการพิมพ์นูน เพื่อให้เกิดลายนูนบนกระดาษสา และศึกษาประสิทธิภาพของเครื่องกดลวดลายบนกระดาษสา โดยใช้ความร้อนและแรงกดในลักษณะของการระยะเวลาและความร้อนที่ใช้เพื่อให้เกิดความนูนของลายบนกระดาษสา

ประสิทธิภาพของลายบนกระดาษสา หมายถึง ลายที่เกิดขึ้นบนกระดาษสา ที่มีลักษณะกดเป็นลายปั๊มนูน โดยมีความลึกของลาย สม่ำเสมอลายนูนที่ได้จากการกดต้องมีลายที่สม่ำเสมอกัน ไม่ฉีกขาด

ประสิทธิภาพของเครื่องกดลาย คุณลักษณะ ความสามารถในการใช้งานรวมถึงกระบวนการทำงาน ของเครื่องกดลาย สำหรับผลิตภัณฑ์กระดาษสา โดยใช้ความร้อนและแรงกดในลักษณะของการหาจำนวนครั้งของการกด ความนูนของลายบนกระดาษสา ในด้านต่างๆ ดังนี้

- ด้านหน้าที่ใช้สอย
- ด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน
- ด้านความปลอดภัยและการบำรุงรักษา

ผู้ทำการวิจัย นางสาวปวีณา บุญปาน
นักศึกษาสาขาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินประสิทธิภาพของเครื่องกดลาย

แบบประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับแนวโน้มความเป็นไปได้ของการพัฒนาเครื่องกดลายบนกระดาษสา

คำชี้แจง :

1. แบบสอบถามชุดนี้ เป็นแบบสอบถามเพื่อใช้ประเมินแนวโน้มความเป็นไปได้ของการออกแบบเครื่องกดลายบนกระดาษสา โดยผู้ทรงคุณวุฒิ ทั้ง 3 ด้าน

2. แบบสอบถามชุดนี้มี 2 ตอน

ตอนที่ 1 เป็นแบบประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับแนวโน้มความเป็นไปได้ของการพัฒนาเครื่องกดลายบนกระดาษสาทั้ง 3 ด้าน โดยพิจารณาคำตอบแต่ละข้อ แล้วเขียนเครื่องหมาย / ลงในช่องว่างระดับความคิดเห็นท้ายคำถามที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน โดยใช้เกณฑ์พิจารณาดังนี้

5 หมายถึง มีความคิดเห็นในระดับมากที่สุด
4 หมายถึง มีความคิดเห็นในระดับมาก
3 หมายถึง มีความคิดเห็นในระดับปานกลาง
2 หมายถึง มีความคิดเห็นในระดับน้อย
1 หมายถึง มีความคิดเห็นในระดับน้อยที่สุด

ตอนที่ 2 เป็นแบบประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับลายกดที่ได้จากเครื่องกดลายบนกระดาษสาทั้ง 3 ชนิด โดยพิจารณาคำตอบแต่ละข้อ แล้วเขียนเครื่องหมาย / ลงในช่องว่างระดับความคิดเห็นท้ายคำถามที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน โดยใช้เกณฑ์พิจารณาดังนี้

5 หมายถึง มีความคิดเห็นในระดับมากที่สุด
4 หมายถึง มีความคิดเห็นในระดับมาก
3 หมายถึง มีความคิดเห็นในระดับปานกลาง
2 หมายถึง มีความคิดเห็นในระดับน้อย
1 หมายถึง มีความคิดเห็นในระดับน้อยที่สุด

ตอนที่ 3 เป็นแบบสอบถามลักษณะปลายเปิด เป็นข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับการพัฒนารูปแบบเครื่องกดลายบนกระดาษสา นอกเหนือจากที่ระบุไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 1 แบบสอบถามความคิดเห็นหลังการใช้เครื่องกดลายบนกระดาษสา

รายการ	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
<u>ด้านหน้าที่ใช้สอย</u> 1. เครื่องมีหน้าที่ใช้สอยถูกต้องตามเป้าหมายที่ตั้งไว้					
2. ขนาดของแม่พิมพ์เหมาะสมกับการกดลาย					
3. ความสัมพันธ์กับขนาดสัดส่วนผู้ใช้					
4. ขนาดของเครื่องกดลาย					
5. ระบบการให้ความร้อนของเครื่อง					
6. ระบบการปรับอุณหภูมิ					

รายการ	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
<u>ด้านความสะดวกในการใช้งาน</u> 1. ความสะดวกในการใช้งาน					
2. มีความสะดวกในการเปลี่ยนแม่พิมพ์					
3. มีความสะดวกในการใส่กระดาษ					
4. มีความสะดวกในการเคลื่อนย้าย					
5. มีความสะดวกในการเปิด-ปิด เครื่อง					
6. มีความสะดวกในการปรับอุณหภูมิ					

ด้านความปลอดภัยและการบำรุงรักษา 1. มีความปลอดภัยในการใช้เครื่อง					
2. การให้ความร้อนของเครื่องกดลาย					
3. การทำความสะอาด					
4. การกดแม่พิมพ์					
5. การถอดชิ้นส่วนเพื่อการบำรุงรักษา					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 2 เป็นแบบประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับลายกดที่ได้จากเครื่องกดลายบนกระดาษสาทั้ง 3 ชนิด

ชนิดกระดาษ	50 องศา		100 องศา		150 องศา		200 องศา	
แบบผสม 1	สม่ำเสมอ	คมชัด	สม่ำเสมอ	คมชัด	สม่ำเสมอ	คมชัด	สม่ำเสมอ	คมชัด
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								
29								
30								

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ- สกุล	นางสาวปวีณา บุญปาน
วัน เดือน ปี เกิด	27 มิถุนายน 2521
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดแพร่
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 50/822 หมู่บ้านสถาพร ถนน รังสิต-นครนายก ตำบลบึงยี่โถ อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี
สถานที่ทำงาน	สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล คลองหก
ตำแหน่ง	อาจารย์ 1 ระดับ 4
ประวัติการศึกษา	ปีการศึกษา 2545 สำเร็จการศึกษา ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (ศิลปอุตสาหกรรม) จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีการศึกษา 2547 สำเร็จการศึกษา ครุศาสตร์อุตสหกรรมมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม) จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้