ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อ เครื่องย่อยและอัดกระดาษ

Grinding And Compressing Paper Machine

ชื่อนักศึกษา

1. นายโกสินทร์	วัฒนาอุดมกุล	รหัสประจำตัว	45035415
2. นายพิเศษฐ์	เชียงชุม	รหัสประจำตัว	45035428
3. นายวัชรกรณ์	สินตา	รหัสประจำตัว	45035435
4. นายสันติ	โทอะรัญ	รหัสประจำตัว	45035442

หลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต **สาขาวิชา** เทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์โกศล ตราชู

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม อาจารย์สุระชัย พิมพ์สาลี

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์		ลายมือชื่อ
1. อาจารย์พิชญ์สินี	มงคลขจิต	
2. อาจารย์สุระชัย	พิมพ์สาลี	
3. อาจารย์โกศล	ตราชู	
4. อาจารย์อมรชัย	ชัยชนะ	
5. อาจารย์ประเสริฐ	เคนพันค้อ	

วัน/เดือน/ปีที่สอบ วันพุธที่ 19 พฤศจิกายน พ.ศ. 2546 เวลา 18:00 น.

สถานที่สอบ ห้อง ค.311 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

ภาควิชารับรองแล้ว

ลงนาม.....

(นายสุรสิทธิ์ ราตรี)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

วันที่ 31 เดือน ม.ค. พ.ศ. 47

<BT4610442>

เครื่องย่อยและอัดกระดาษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปริญญานิพนธ์

เครื่องย่อยและอัดกระดาษ

GRINDING AND COMPRESSING PAPER MACHINE

นายโกสินทร์ วัฒนาอุดมกุล
นายพิเศษฐ์ เชียงชุม
นายวัชรกรณ์ สินตา
นายสันติ โทอะรัญ

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 51057
วัน,เดือน,ปี 29 มิ.ย. 2547

.b.....
.i.....

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม
ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2546

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง เครื่องย่อยและอัดกระดาษ

Grinding and Compressing Paper Machine

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาวิธีการย่อยกระดาษและอัดกระดาษ
2. เพื่อออกแบบส่วนประกอบของเครื่องย่อยและอัดกระดาษ
3. เพื่อสร้างเครื่องย่อยและอัดกระดาษ
4. เพื่อทดสอบการทำงานของเครื่องย่อยและอัดกระดาษ
5. เพื่อนำเครื่องย่อยและอัดกระดาษไปใช้งานจริง

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ความรู้ในระบบการย่อยและอัดกระดาษ
2. ได้แบบและโครงสร้างของเครื่องย่อยและอัดกระดาษ
3. ได้เครื่องย่อยและอัดกระดาษจำนวน 1 เครื่อง
4. ได้ผลทดสอบการทำงานของเครื่องย่อยและอัดกระดาษ
5. ได้นำเครื่องย่อยและอัดกระดาษไปใช้งานจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อหัวข้อ	เครื่องย่อยและอัดกระดาษ	
นักศึกษา	นายโกสินทร์	วัฒนาอุดมกุล
	นายพิเศษฐ์	เชียงชุม
	นายวัชรกรณ์	สินตา
	นายสันติ	โทอะรัญ
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์โกศล	ตราชู
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์สุระชัย	พิมพ์สาลี
หลักสูตร	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต	
สาขาวิชา	เทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม	
ปีการศึกษา	2546	

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอวิธีการออกแบบและการสร้างเครื่องย่อยและอัดกระดาษ เพื่อศึกษาวิธีการวิธีการย่อยกระดาษ การอัดกระดาษ และการออกแบบโครงสร้างของเครื่องย่อยและอัดกระดาษ โดยแบ่งการทำงานออกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนที่หนึ่งเป็นส่วนที่ทำการย่อยกระดาษ โดยใช้มอเตอร์และใช้น้ำเป็นตัวช่วยในการย่อยกระดาษ ส่วนที่สองเป็นส่วนของการอัดกระดาษโดยใช้ระบบนิวแมตริกส์ และส่วนที่สามเป็นการนำน้ำที่ได้จากการอัดกระดาษกลับไปใช้อีกครั้ง จากการทดลองพบว่าสามารถลดพื้นที่ในการจัดเก็บรักษากระดาษ เพื่อนำไปผ่านกระบวนการทำกระดาษและนำกลับมาใช้ใหม่ได้ ซึ่งตรงกับหลักการที่ได้นำเสนอเอาไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Grendring and Compressing Paper Machine	
Students	Mr.Kosin	Wattanaaudomkul
	Mr.Piseat	chiangchum
	Mr.Wacharakorn	Sinta
	Mr.Sunti	Thoarun
Advisor	Mr.Koson	Trachu
Co – Advisor	Mr.Surachai	Pimsalee
Education Level	Bachelor of Science in Industrial Education	
Program in	Industrial Instrument Technology	
Acdemic Year	2003	

ABSTRACT

The thesis details about the technics of design, built the digest and depress the paper for to know the digest of the paper, depress the paper and the technics of design to digest and depress the paper by separated 3 parts, first digest the paper by motor spin and use water to help in depress the paper, second depress the paper by use the pnumatic system, third lead the water from depress the paper return to use again from the lab you can see the decrease of the area in keep to pass the process to built the paper and reuse again by the technics that offer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ลุล่วงไปด้วยดี เนื่องมาจากความร่วมมือของสมาชิกในกลุ่มทุกท่าน ขอขอบคุณอาจารย์โกศล ตราชู อาจารย์สุระชัย พิมพ์สาลี ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม และคณาจารย์คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือและอุปกรณ์ รวมทั้งยังให้คำแนะนำ แนวความคิด ความรู้ต่างๆ แนวทางในการแก้ไขปัญหาในการจัดทำปริญญานิพนธ์ ขอขอบคุณห้องสมุดคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์ หอสมุดกลาง ที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการค้นคว้าหาข้อมูล สุดท้ายที่ควรระลึกถึงอย่างยิ่งบิดาและมารดาที่เป็นผู้ให้ความสนับสนุนด้านการศึกษาและเป็นผู้ให้กำลังใจด้วยดีตลอดมา ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VI
สารบัญรูป	IX
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา	1
1.3 สมมติฐานของการศึกษา	1
1.4 ขีดความสามารถของโครงงาน	2
1.5 ทฤษฎีหรือแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย	2
1.6 ขอบเขตการวิจัย	2
1.7 เนื้อหาโดยสังเขป	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	4
2.1 ข้อควรรู้ในการทำกระดาษ	4
2.1.1 เซลลูโลส	4
2.1.2 เฮมิเซลลูโลส	4
2.1.3 ลิกนิน	4
2.1.4 ไม้เนื้ออ่อนและไม้เนื้อแข็ง	5
2.2 กรรมวิธีการผลิตกระดาษแบ่งแยกออกเป็นขั้นตอนต่างๆ ได้ดังนี้	5
2.2.1 การทำเยื่อ (Pulping)	5
2.2.2 การเตรียมเยื่อ (Stock Preparation)	5
2.2.3 การทำกระดาษให้เป็นแผ่น (Sheet Formation)	5
2.2.4 ขั้นตอนสำเร็จรูปครั้งสุดท้าย	6
2.3 วัตถุดิบในการทำกระดาษ	6
2.3.1 กระดาษและเยื่อจากต่างประเทศ	6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
2.3.2 เศษกระดาษภายในประเทศ	6
2.3.3 เยื่อที่ผลิตได้ภายในประเทศ	6
2.4 เยื่อที่ใช้ในการทำกระดาษ	7
2.4.1 เยื่อเชิงกล	7
2.4.2 เยื่อเคมี	7
2.4.3 เยื่อกึ่งเคมี	7
2.4.4 เยื่อความร้อน-เชิงกล	7
2.5 สารเคมีที่ใช้ในกระบวนการผลิต	8
2.5.1 สารเคมีที่ใช้ในกระบวนการต้มและฟอกเยื่อ	8
2.5.2 สารเคมีที่ใช้ในการปรับสภาพน้ำในหม้อไอน้ำ	8
2.5.3 สารเคมีที่ใช้ในขั้นตอนการเตรียมน้ำเยื่อและทำกระดาษ	9
2.6 การเคลือบผิวกระดาษ	10
2.6.1 ผงสี	10
2.6.2 สารยึด	10
2.7 ประเภทและชื่อของกระดาษพิมพ์	11
2.7.1 แยกประเภทตามลักษณะผิวกระดาษ	11
2.7.2 กระดาษแข็ง	17
2.7.3 กระดาษชนิดพิเศษ	18
2.8 กระดาษในประเทศไทย	19
2.8.1 กระดาษ เอ็ม จี	19
2.8.2 กระดาษอัดสำเนา	19
2.8.3 กระดาษแมนิโฟลด์	19
2.8.4 กระดาษวาดเขียน	19
2.8.5 กระดาษปก	19
2.9 วาล์วควบคุม	19
2.9.1 วาล์วควบคุมทิศทาง	20
2.9.2 วาล์วควบคุมความดัน	20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
2.9.3 วาล์วควบคุมความเร็ว	20
2.9.4 วาล์ว 2 ทิศทางใช้แกนเลื่อนบังคับทิศทาง	20
2.9.5 วาล์วปิด-เปิด	21
2.9.6 วาล์วแบบผสม	21
2.10 ระบบนิวแมติกส์ ระบบไฮดรอลิกส์ และระบบไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์	22
2.10.1 การทำงานระหว่างระบบนิวแมติกส์กับระบบไฮดรอลิกส์	22
2.10.2 การเปรียบเทียบแหล่งพลังงาน	23
2.11 เหล็กกล้าไร้สนิม	25
2.11.1 ธาตุที่ทำให้ช่วงออสเตไนต์แคบเข้า	25
2.11.2 คุณสมบัติพิเศษของเหล็กกล้าไร้สนิม	27
2.11.3 เหล็กกล้าไร้สนิมโครงสร้างจุลภาคออสเตไนต์	28
บทที่ 3 การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน	34
3.1 วงจรภาคควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ	34
3.2 วงจรควบคุมปั๊มน้ำ	35
3.3 ขนาดและโครงสร้างของเครื่องย่อยและอัดกระดาษ	36
3.3.1 โครงสร้างของเครื่องย่อยและอัดกระดาษ	36
3.3.2 ส่วนประกอบของเครื่องย่อยและอัดกระดาษ	37
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	42
4.1 การทดสอบการอัดกระดาษด้วยมือ	42
4.2 การทดลองวงจรแหล่งจ่ายไฟกระแสตรง	42
4.3 การทดลองวงจรควบคุมปั๊มน้ำ	43
4.4 การทดลองปั่นกระดาษในถัง	43
4.5 การทดลองลำเลียงกระดาษเข้าสู่บล็อกแม่พิมพ์	43
4.6 การทดลองอัดกระดาษ	43
4.7 การทดลองระบายน้ำออกจากบล็อกแม่พิมพ์	44
4.8 การทดลองการเกาะตัวของกระดาษที่อัดเรียบร้อยแล้ว	44
4.9 การทดลองระยะเวลาในการปั่นกระดาษ	44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
4.10 การทดลองปริมาณน้ำที่ใส่ในถัง	44
บทที่ 5 บทสรุป	45
5.1 สรุป	45
5.2 ปัญหาและแนวทางการแก้ไข	45
5.2.1 ปัญหาด้านฮาร์ดแวร์	45
5.2.2 ปัญหาทางด้านระบบควบคุม	46
5.3 แนวทางการพัฒนา	47
บรรณานุกรม	48
ภาคผนวก ก เครื่องต้นแบบ	49
ภาคผนวก ข วงจรและแผ่นวงจร	52
ภาคผนวก ค รายการอุปกรณ์	56
ภาคผนวก ง แผนผังการทำงานของเครื่องย่อยและอัดกระดาษ	60
ภาคผนวก จ คู่มือการใช้งาน	62
ประวัติผู้แต่ง	67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 สัดส่วนปริมาณองค์ประกอบทางเคมีและขนาดของเส้นใย	5
2.2 การเปรียบเทียบระบบนิวแมติกส์กับระบบการทำงานอื่นๆ	24
2.3 ตัวอย่างการเปรียบเทียบคุณสมบัติของเหล็กกล้าไร้สนิม	33
ค.1 รายการอุปกรณ์ของวงจรควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ	57
ค.2 รายการอุปกรณ์ของวงจรควบคุมปั๊มน้ำ	58
ค.3 รายการอุปกรณ์ของโครงสร้างเครื่องย่อยและอัดกระดาษ	59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 แผนภาพแสดงโครงสร้างพื้นฐานของเหล็กกล้าเจือโครเมียมคาร์บอน	25
2.2 แผนภาพ Fe – Cr	26
2.3 รูปตัดจากแผนภาพเหล็ก – โครเมียม	26
2.4 รูปตัดจากแผนภาพเหล็ก – แมงกานีส	28
2.5 โครงสร้างเหล็กกล้าแมงกานีสจากการเจือแมงกานีสและคาร์บอน	29
2.6 แผนภาพสมดุลยภาค Fe – Ni (ด้าน Fe) โดยใช้เวลาให้ความร้อนนานมาก	29
2.7 Real Diagram Fe – Ni (ด้าน Fe) สำหรับกระบวนการให้ความร้อนและการเย็นตัว	30
2.8 โครงสร้างของเหล็กกล้านิกเกิล ที่ได้จากการเจือแมงกานีสและคาร์บอน	31
2.9 โครงสร้างจุลภาคเหล็กกล้าไร้สนิม (ออสเตไนต์) X12 CrNi 18 8 ภาพขยาย500เท่า	31
2.10 การเปรียบเทียบการอัดลึกขึ้นรูปตามเอริชเซนของเหล็กกล้าไร้สนิมและ St 14	32
3.1 วงจรควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ	34
3.2 วงจรควบคุมปั้มน้ำ	35
3.3 โครงสร้างเครื่องย่อยและอัดกระดาษ	36
3.4 ส่วนระบายน้ำ	36
3.5 ถังย่อยกระดาษ	37
3.6 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของถังย่อยกระดาษ	37
3.7 ใบมีด	38
3.8 ท่อลำเลียง	38
3.9 ขนาดของเกลียวลำเลียง	39
3.10 บล็อกแม่พิมพ์	39
3.11 แผ่นสังกะสี	40
3.12 ตู้ควบคุม	40
3.13 ควบคุมวาล์วปิด-เปิดวาล์วปล่อยกระดาษ	41
3.14 ควบคุมการอัดกระดาษ	41
ก.1 ภาพด้านหน้าของเครื่องย่อยและอัดกระดาษ	50
ก.2 ภาพด้านข้างของเครื่องย่อยและอัดกระดาษ	50
ก.3 ภาพด้านหลังของเครื่องย่อยและอัดกระดาษ	51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
ก.4 วงจรควบคุมเครื่องย่อยและอัดกระดาษ	51
ข.1 วงจรควบคุมปั้มน้ำ	53
ข.2 ลายวงจรพิมพ์ควบคุมปั้มน้ำ	53
ข.3 วงจรควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ	54
ข.4 ลายวงจรพิมพ์ควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ	54
ข.5 วงจรแหล่งจ่ายไฟกระแสตรง	55
ข.6 ลายวงจรพิมพ์แหล่งจ่ายไฟกระแสตรง	55
ง.1 ผังการทำงานของเครื่องย่อยและอัดกระดาษ	61
จ.1 ส่วนประกอบและปุ่มควบคุมของเครื่องย่อยและอัดกระดาษ	64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

เนื่องจากในปัจจุบันมีการใช้กระดาษกันมากขึ้นและกระดาษที่ใช้แล้วก็จะกลายเป็นขยะโดยอัตโนมัติและวิธีการทำลายกระดาษในปัจจุบันล้วนแล้วแต่เป็นการทำให้เกิดมลพิษทั้งนั้น เช่น การทำลายกระดาษโดยวิธีการเผา ก็จะให้เกิดมลพิษทางอากาศ ทำลายกระดาษโดยวิธีการฝังกลบดินจะทำให้เกิดมลพิษทางดิน ทำให้ดินบริเวณนั้นไม่สามารถปลูกพืชหรือนำมาใช้ประโยชน์ได้ เนื่องจากการย่อยสลายช้าและใช้เวลานาน ถ้านำกระดาษมาจัดเก็บไว้เพื่อรอนำไปรีไซเคิลก็ต้องใช้บริเวณหรืออาคารในการจัดเก็บมาก เมื่อเก็บไว้เป็นเวลานานๆ ทำให้กระดาษหมดอายุการใช้งานหรือหมดประโยชน์ ทั้งที่กระดาษเหล่านั้นสามารถนำกลับมาใช้ได้อีก

การนำกระดาษกลับมาใช้อีกจะอยู่ในรูปของกระดาษที่มีคุณภาพต่ำ ซึ่งเป็นการนำมาใช้ไม่คุ้มค่ากับคุณประโยชน์ที่แท้จริง

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1. เพื่อศึกษาวิธีย่อยและอัดกระดาษ
2. เพื่อออกแบบส่วนประกอบของเครื่องย่อยและอัดกระดาษ
3. เพื่อสร้างเครื่องย่อยและอัดกระดาษ
4. เพื่อทดสอบการทำงานของเครื่องย่อยและอัดกระดาษ
5. เพื่อนำเครื่องย่อยและอัดกระดาษไปใช้งานจริงได้

1.3 สมมติฐานของโครงงาน

เครื่องย่อยและอัดกระดาษเป็นเครื่องที่จัดทำขึ้นเพื่อช่วยแก้ปัญหาในการจัดเก็บรักษาและสามารถนำกระดาษที่ย่อยและอัด นั้นไปใช้ประโยชน์อย่างอื่นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ขีดความสามารถของโครงงาน

1. สามารถย่อยและปั่นกระดาษให้ละเอียดได้
2. สามารถอัดขึ้นรูปขนาดกว้าง 12 นิ้ว, ยาว 12 นิ้ว, หนา 1 นิ้ว
3. สามารถปรับค่าแรงที่ใช้อัดได้
4. สามารถทำงานแบบกึ่งอัตโนมัติได้
5. สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก

1.5 ทฤษฎีหรือแนวคิดที่ใช้ในโครงงาน

เมื่อมีการใช้กระดาษกันมากขึ้นสิ่งที่ตามมาก็คือ การทำลายกระดาษที่ทำให้เกิดมลพิษและหากนำมาจัดเก็บรักษาก็จะต้องใช้พื้นที่จำนวนมาก ซึ่งหากมีการสร้างเครื่องย่อยและอัดกระดาษขึ้นจะช่วยในด้านของการจัดเก็บและรักษาก่อนนำส่งโรงงาน เพื่อรีไซเคิลช่วยให้ยังไม่ทำลายสภาพแวดล้อมเนื่องจากการทำลายกระดาษรวมทั้งยังเป็นการเพิ่มความรู้และความเข้าใจในเรื่องของกระดาษ วาล์ว กระบอกสูบ ระบบนิวแมติกส์ และอุปกรณ์อื่นๆ ที่นำมาสร้างเครื่องย่อยและอัดกระดาษนี้

การสร้างเครื่องย่อยและอัดกระดาษนี้เป็นการนำเอาปัญหาที่เกิดขึ้น มาเป็นแนวความคิดในการสร้าง เพื่อแก้ปัญหาในเรื่องของการจัดเก็บกระดาษ โดยมีการนำเอาเครื่องตัดกระดาษแบบเดิมมาเป็นแบบอย่างในการสร้างเครื่องย่อยและอัดกระดาษ

1.6 ขอบเขตการวิจัยของโครงงาน

การวิจัยในครั้งนี้ เพื่อเป็นการศึกษาประสิทธิภาพในการย่อยและอัดกระดาษเพื่อลดพื้นที่ในการจัดเก็บรักษาและเป็นการทำลายกระดาษโดยไม่ทำลายสภาพแวดล้อม อีกทั้งยังสามารถนำกระดาษมาใช้ประโยชน์ได้อีกโดยแบ่งออกเป็น การศึกษาทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง ออกแบบโครงสร้าง ระบบควบคุม ทำการสร้างเครื่องย่อยและอัดกระดาษ แก้ไขปรับปรุงข้อบกพร่อง

1.7 เนื้อหาโดยสังเขป

เนื้อหาภายในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ถูกแบ่งออกเป็นส่วนๆ เพื่อให้ผู้ที่มีความสนใจมีความสะดวกแก่การศึกษาและทำความเข้าใจ โดยแบ่งออกเป็นบทต่างๆ ตามลำดับดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1 บทนำ เป็นเนื้อหาเกี่ยวกับความเป็นมาแนวความคิด และความสำคัญของปัญหาที่ทำให้เกิดโครงงานนี้ขึ้น รวมทั้งยังกล่าวถึงวัตถุประสงค์ ขอบเขตและประโยชน์ของการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ด้วย

บทที่ 2 ประกอบด้วยทฤษฎีและหลักการ กล่าวถึง ปัญหาเกี่ยวกับกระดาษ ชนิดกระดาษ สมบัติของกระดาษ กระบอกสูบ วาล์วควบคุมทิศทาง หลักการเบื้องต้นของระบบวาล์วควบคุมความดัน การเปรียบเทียบระบบนิวแมติกส์กับระบบต่างๆ เหล็กไร้สนิม

บทที่ 3 กล่าวถึงเนื้อหาที่เกี่ยวกับ วงจรแหล่งจ่ายไฟกระแสตรง วงจรควบคุมปั๊มน้ำ วงจรควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับการออกแบบการสร้างเครื่องย่อยและอัดกระดาษ โดยจะกล่าวถึงเนื้อหาโดยละเอียด ตั้งแต่ขั้นตอนในการออกแบบส่วนประกอบต่างๆ และการนำส่วนประกอบต่างๆ มาประกอบเป็นเครื่องย่อยและอัดกระดาษ

บทที่ 4 ประกอบด้วย การทดลองและผลการทดลอง เป็นการนำเสนอในส่วนการทดลองของเครื่องย่อยและอัดกระดาษ

บทที่ 5 บทสรุป เป็นการสรุปเกี่ยวกับความสามารถประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องย่อยและอัดกระดาษ และกล่าวยังถึงปัญหาที่เกิดขึ้นนับตั้งแต่การเริ่มสร้างเครื่องย่อยและอัดกระดาษนี้จนกระทั่งเสร็จสมบูรณ์ ตลอดจนแนวทางการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นพร้อมทั้งเสนอแนวทางการพัฒนาเครื่องย่อยและอัดกระดาษให้สามารถนำไปใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ภาคผนวก ก เครื่องต้นแบบ

ภาคผนวก ข วงจรและแผ่นวงจรพิมพ์

ภาคผนวก ค รายการอุปกรณ์

ภาคผนวก ง แผนผังการทำงานของเครื่องย่อยและอัดกระดาษ

ภาคผนวก จ คู่มือการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

2.1 ข้อควรรู้ในการทำกระดาษ

การทำกระดาษเป็นได้ทั้งอุตสาหกรรมครอบครัวและอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ตั้งแต่การทำกระดาษสาพื้นบ้านของไทย ไปจนถึงกระดาษบรรจุภัณฑ์ กระดาษพิมพ์เขียน และกระดาษชนิดพิเศษต่างๆ เช่น กระดาษทนต่อแสงและความร้อนหรือกระดาษเรืองแสงได้ เป็นต้น ทั้งหมดนี้ไม่ว่าจะเป็นกระดาษประเภทใดและการควบคุมกำหนดสภาวะขึ้นในตอนต่างๆ ของเครื่องพร้อมๆ กัน

เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของการเลือกใช้วัตถุดิบในการทำกระดาษ ผู้ผลิตกระดาษจำเป็นต้องมีความรู้พื้นฐานทางด้านวิทยาศาสตร์ของเส้นใย (Fiber Sience) อันได้แก่

2.1.1 เซลลูโลส

เป็นสารคาร์โลไฮเดรต ประเภท Polysaccharde มีน้ำหนักโมเลกุลสูงประกอบด้วยหน่วยซ้ำๆ กันของ B-D-Glucopyranose ต่อกันเป็นพอลิเมอร์ มีคุณสมบัติไม่ละลายในน้ำตัวทำละลายสารอินทรีย์ทั่วไปและสารละลายด่าง สามารถเกิดปฏิกิริยาไฮโดรไรซิส (Hydrolysis) กับกรดได้ และที่สำคัญคือ โครงสร้างเป็นได้ทั้งเรียงตัวเป็นระเบียบ (Crystalline) ยืดหยุ่น (Stess-Strain) และพองตัว (Swelling) เป็นต้น

2.1.2 เฮมิเซลลูโลส

เป็นสารประเภทคาร์โบไฮเดรตเช่นเดียวกับเซลลูโลส แต่มีโครงสร้างส่วนใหญ่ไม่เป็นระเบียบ ดังนั้นจึงดูดซึมน้ำได้ดี ซึ่งมีผลช่วยทำให้เส้นใยพองตัวได้รวดเร็ว ง่ายต่อการตีเยื่อ และยังช่วยทำให้เส้นใยมีคุณสมบัติยืดหยุ่นเพิ่มขึ้นอีกด้วย นอกจากนั้นยังสามารถทำปฏิกิริยาได้กับสารละลายด่าง

2.1.3 ลิกนิน

เป็นสารประกอบประเภทอะโรมาติก (Aromatic) และมีกลุ่มฟังก์ชั่นต่างๆ รวมอยู่ด้วย เช่น Methoxyl, Aliphatic, และ Hhenolic Hydroxyl เป็นต้น ทำหน้าที่เป็นสารยึดติดให้เส้นใยในเนื้อไม้เกาะติดกันมีคุณสมบัติไม่ละลายในน้ำหรือสารละลายอินทรีย์ทั่วไป แต่ละลายได้บางส่วนในสารละลายด่างหรือ Oxidising Agent สามารถเกิดปฏิกิริยา Condensation ได้กับสารละลายกรดเข้มข้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.4 ไม้เนื้ออ่อนและไม้เนื้อแข็ง

เส้นใยที่มาจากไม้เนื้ออ่อนและไม้เนื้อแข็งจะมีความแตกต่างกันที่สัดส่วนปริมาณขององค์ประกอบทางเคมีและขนาดของเส้นใย ซึ่งสามารถสรุปได้คร่าวๆ ดังนี้

ตารางที่ 2.1 สัดส่วนปริมาณองค์ประกอบทางเคมีและขนาดของเส้นใย

เส้นใย	ไม้เนื้ออ่อน	ไม้เนื้อแข็ง
เซลลูโลส	40-45	40-50
เฮมิเซลลูโลส	25-30	25-35
ลิกนิน	25-35	20-25
เส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นใย	ใหญ่	เล็ก
ความยาวของเส้นใย	ยาว	สั้น

2.2 กรรมวิธีการผลิตกระดาษแบ่งแยกออกเป็นขั้นตอนต่างๆ ได้ดังนี้

2.2.1 การทำเยื่อ

การทำเยื่อ (Pulping) เป็นขั้นตอนสกัดและแยกเส้นใยของพืชให้อยู่ในรูปเยื่อ โดยใช้วิธีเชิงกลหรือใช้กระบวนการทางเคมี

2.2.2 การเตรียมเยื่อ

การเตรียมเยื่อ (Stock Preparation) เป็นขั้นตอนปรุงแต่งและผสมผสานเส้นใยและสารเคมีในสภาวะที่เป็นของเหลวผสม

2.2.3 การทำกระดาษให้เป็นแผ่น

ประกอบด้วยขั้นตอนการฟอกเยื่อและทำความสะอาด ซึ่งเป็นขั้นตอนการทำกระดาษให้เป็นแผ่นบนเครื่องผลิต ตะแกรงเป็นส่วนรองรับเยื่อที่ผสมเข้าด้วยกันในอัตราส่วนที่ต้องการแล้วให้ประสานตัวกันเป็นแผ่น จากนั้นต่อเข้าขั้นตอนการกด (Pressing) เพื่อรีดเอาน้ำออกโดยม้วนกระดาษเปียกที่ได้จะถูกทำให้วิ่งผ่านเข้าไปในลูกโม่คู่หลายๆ คู่เรียงกันหรือเป็นแถวซ้อนกันก็ได้ หลังจากรีดน้ำออกแล้วกระดาษม้วนจะถูกทำให้แห้งอีกครั้งโดยการอบแห้ง การขัดผิวกระดาษ และการเข้าม้วน เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.4 ขั้นตอนสำเร็จรูปครั้งสุดท้าย

กระดาษม้วนอาจถูกตัดออกเป็นรีมตามต้องการของตลาดตรวจสอบและแยกกระดาษที่เป็นตำหนิออก นับและห่อเพื่อส่งขายให้แก่ลูกค้า

2.3 วัตถุดิบในการทำกระดาษ

วัตถุดิบหลักในการผลิตกระดาษคือ เซลลูโลสซึ่งเป็นเส้นใยที่ได้มาจากพืชส่วนใหญ่จากต้นไม้ยืนต้นประเภทไม้เนื้ออ่อน ได้แก่ ต้นสน ยูคาลิปตัส พืชชนิดอื่นๆ ได้แก่ ฝ้าย หญ้าไมยราพ ฟางข้าวต่างๆ กล่าวได้ว่าพืชทุกชนิดที่มีเส้นใยที่เหมาะสมกับการผลิตเท่านั้น ในปัจจุบันการใช้พืชในการผลิตอุตสาหกรรมกระดาษเป็นสาเหตุหนึ่งที่ที่ทำให้มีการทำลายป่า การขาดแคลนวัตถุดิบในการทำเยื่อ ทำให้ต้องมีการใช้เยื่อกระดาษอย่างระมัดระวัง มีการนำเศษวัสดุไม้จากอุตสาหกรรมอื่นหรือจากการเกษตร มาส่งเสริมรวมทั้งการทำกระดาษที่ใช้แล้วมาหมุนเวียนใช้ใหม่ เพื่อให้มีการใช้วัสดุอย่างคุ้มค่าและรักษาสิ่งแวดล้อมของโลก การผลิตกระดาษภายในประเทศโดยปกติจะใช้วัตถุดิบ 3 ประเภทดังนี้

2.3.1 กระดาษและเยื่อจากต่างประเทศ

ประเทศไทยมักจะสั่งเศษกระดาษสำเร็จรูปพร้อมที่จะใช้งานได้ทันทีจากประเทศอเมริกา สิงคโปร์และฮ่องกง ส่วนเยื่อที่สั่งนำเข้าส่วนใหญ่เป็นเยื่อใยยาว เช่น เยื่อ Alberni ซึ่งมาจากประเทศแคนาดา เยื่อ Billerud และเยื่อ Frovifors จากประเทศสวีเดน เป็นต้น

2.3.2 เศษกระดาษภายในประเทศ

มีลักษณะเป็นมัดโดยตรงหรือจากพ่อค้าคนกลางอาจจะได้มาตรฐานหรือไม่ได้มาตรฐานก็ได้ ซึ่งโรงงานทำกระดาษจะต้องตรวจสอบอีกครั้งก่อนนำไปใช้งานจริงๆ

2.3.3 เยื่อที่ผลิตได้ภายในประเทศ

ขณะนี้ประเทศไทยสามารถผลิตเยื่อใยสั้นได้เท่านั้นโดยได้จากพืชท้องถิ่นหลายชนิด ได้แก่ เยื่อจากชานอ้อย ไม้ไผ่ ฟางข้าวและจากยูคาลิปตัส เป็นต้น พืชที่เหมาะสมในการนำไปใช้ทำเยื่อกระดาษนั้นวิเคราะห์ได้จากผนังของเส้นใยของพืชเหล่านั้น ซึ่งควรจะประกอบด้วยเซลลูโลส (Cellulose) เป็นส่วนใหญ่ เซลลูโลสถือว่าเป็นวัสดุพื้นฐานในการผลิตกระดาษ ในการผลิตกระดาษส่วนที่เป็นเส้นใยจะเปลี่ยนสภาพเป็นเยื่อได้ โดยเส้นใยเหล่านี้จะถูกแยกออกจากกันด้วยวิธีเคมีหรือวิธีกล ซึ่งจะแยกเอาสารที่อยู่ระหว่างผนังเซลล์ของเซลล์ข้างเดียวออกจากกัน ให้เหลือแต่ส่วนที่เรียกว่า “เยื่อ” ซึ่งพบว่าคุณภาพเฉพาะตัวของกระดาษที่ทำขึ้นมาจะขึ้นอยู่กับสี เส้นผ่านศูนย์กลาง ความยืดหยุ่น ความยาว และความแข็งแกร่งของเส้นใยที่ใช้ เป็นต้น เนื้อไม้ที่นำมาทำเป็นเยื่อมีทั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิดไม้เนื้ออ่อน (Softwood) และไม้เนื้อแข็ง (Hardwood) โดยเฉลี่ยแล้วไม้เนื้ออ่อนจะมีเส้นใยที่มีความยาวประมาณ 3 มิลลิเมตร ส่วนไม้เนื้อแข็งจะมีความยาวเส้นใยประมาณ 1 มิลลิเมตร ความแตกต่างของความยาวและโครงสร้างของเส้นใยของไม้เนื้ออ่อนและไม้เนื้อแข็งมีความสำคัญ และมีผลต่อคุณสมบัติของกระดาษเป็นอย่างมาก เช่น ความสามารถในการดูดซึมหมึก ความขาว การยืดหดตัว ความเหนียว ฯลฯ

2.4 เยื่อที่ใช้ในการทำกระดาษ

2.4.1 เยื่อเชิงกล

เยื่อเชิงกลได้จากการแยกเส้นใยออกจากไม้เนื้ออ่อนโดยวิธีกลด้วยหินบด (Qrindstone) จะทำให้ได้เยื่อใยสั้น อีกวิธีหนึ่งได้จากการย่อย (Refine) ชิ้นไม้ (Chip) ด้วยวิธีกลและความดันวิธีนี้ทำให้ได้เยื่อที่ยาวขึ้นมีความทนทานมากขึ้น วิธีการทำเยื่อเชิงกลหรือเยื่อไม้บดทั้ง 2 วิธี เป็นวิธีที่ประหยัดกว่าการผลิตเยื่อโดยวิธีอื่นเพราะใช้เยื่อไม้ทั้งหมดไม่มีเศษทิ้ง เยื่อประเภทนี้มีคุณสมบัติในการดูดซึมดี ทึบแสง มีความหยุ่นตัว (Compressibity) แต่เยื่อไม่ค่อยแข็งแรงและไม่สว่าง นิยมใช้เป็นกระดาษหนังสือพิมพ์และใช้ผสมกับเยื่อชนิดอื่นๆ เช่น เยื่อที่ได้จากต้นสนมีคุณสมบัติที่ดีคือทึบแสงและดูดซึมหมึกได้ดี

2.4.2 เยื่อเคมี

เยื่อเคมีได้จากการบดแยกเส้นใยออกจากไม้หรือพืชต่างๆ โดยใช้กระบวนการทางเคมี ซึ่งเยื่อที่ได้จากไม้เนื้ออ่อนและเนื้อแข็งประเภทต่างๆ เยื่อที่ได้จากชานอ้อย ฟางข้าว ไม้ไผ่ และปอ เยื่อพวกนี้มีคุณสมบัติที่ดีคือ ขนาดของเยื่อยาวและมีความเหนียวดี

2.4.3 เยื่อกึ่งเคมี

เยื่อกึ่งเคมีได้จากการเตรียมเยื่อตามกระบวนการทางเคมีและวิธีการทางกลผสมกัน ทำให้ได้เยื่อมากยิ่งขึ้น แต่ความยาวของเยื่ออาจสั้นลง เยื่อประเภทนี้มีคุณสมบัติทั้งทางเคมีและกายภาพปานกลางเมื่อเทียบกับเยื่อที่ได้จากวิธีการทางเคมี

2.4.4 เยื่อความร้อน - เชิงกล

เยื่อความร้อน - เชิงกล (Thermo - Mechanical Pulp หรือ TMP) วิธีการนี้จะต้มเยื่อโดยใช้ความร้อนให้ลิกนินอ่อนตัวและทำการบดในขณะร้อนโดยไม่ใช้สารเคมี ซึ่งเยื่อที่ได้เมื่อเปรียบเทียบกับเยื่อเคมีแล้วจะมีราคาถูกกว่าและมีความแข็งตึงมากกว่า แต่ขณะเดียวกันมีความเหนียวด้อยกว่า ดังนั้นส่วนใหญ่จะใช้เยื่อ TMP นี้ไปผสมกับเยื่ออื่นเพื่อทำกระดาษลูกฟูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 สารเคมีที่ใช้ในกระบวนการผลิต

สารเคมีหลักที่ใช้ในกระบวนการผลิตสามารถแบ่งได้เป็น 3 ประเภทใหญ่ๆ คือ

2.5.1 สารเคมีที่ใช้ในกระบวนการต้มและฟอกเยื่อ

1) กระบวนการต้มเยื่อ

เป็นกระบวนการแยกเส้นใยออกจากเนื้อไม้หรือแยกลิกนินออกจากกลุ่มเส้นใยโดยใช้วิธีการทางเคมี เช่น ใช้โซดาไฟ (Sodium hydroxide) ผสมลงไปในหม้อต้ม สภาวะที่ใช้ในระหว่างการต้มเยื่อจะต้องกระทำภายใต้ความดันและอุณหภูมิสูง เพื่อให้ได้เยื่อมากที่สุดจากนั้นจึงนำไปฟอกต่อ ขณะเดียวกันโซดาไฟยังสามารถละลายประกอบกับลิกนินที่ทำปฏิกิริยากับสารคลอรีนได้ในระหว่างขั้นการฟอก

2) กระบวนการฟอกเยื่อ

ส่วนใหญ่จะใช้สารคลอรีน (Chlorine) ทำปฏิกิริยากับสารลิกนินเพื่อให้ได้สารประกอบที่สามารถละลายในด่างได้ ผลจะทำให้เยื่อขาวขึ้น บางครั้งอาจเติมโซเดียมไฮโปคลอไรท์ (Sodium - Hypo Chlorite) ลงไปด้วย โดยใส่ลงในเยื่อหลังจากที่ล้างเยื่อโซดาไฟแล้วเพื่อต้องการให้เยื่อมีความขาวเพิ่มมากขึ้น หลังจากที่ผ่านการฟอกและล้างเยื่อแล้ว ปูนขาวจะถูกใส่ลงไปเพื่อให้ทำปฏิกิริยากับสารประกอบลิกนินที่ละลายอยู่ในด่าง ผลจะทำให้เกิดเป็นโซดาไฟกลับมาใช้ใหม่ในกระบวนการต้มและฟอกเยื่อได้

2.5.2 สารเคมีที่ใช้ในการปรับสภาพน้ำในหม้อไอน้ำ

1) ปูนขาว

เมื่อละลายน้ำแล้วมีสภาพเป็นด่าง ใช้ลดความกระด้างของน้ำ

2) แมกนีเซียมออกไซด์ (Megnesium Oxide)

ใช้ลดภาวะความกระด้างของน้ำ โดยสามารถทำปฏิกิริยากับสารประกอบจำพวกซิลิกา-ออกไซด์ในน้ำได้

3) สารประกอบจำพวกฟอสเฟต (Phosphate)

ได้แก่ สารประเภทโซเดียมฟอสเฟต คาลกอน เป็นต้น ซึ่งจะช่วยป้องกันไม่ให้เกิดตะกรันแข็งตัวเกาะติดผิวภายในหม้อไอน้ำ

4) โซเดียมซัลไฟท์ (Sodium Sulphite)

ใช้กำจัดออกซิเจนที่เหลืออยู่ในน้ำให้หมด ป้องกันการสึกกร่อนของท่อน้ำในหม้อไอน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.3 สารเคมีที่ใช้ในขั้นตอนการเตรียมน้ำเยื่อและทำกระดาษ

1) สารกันซึม (Sizing Agents)

ช่วยทำให้กระดาษมีคุณสมบัติต้านทานการดูดซึมน้ำ

1.1) กลุ่ม I ได้แก่ ชันสน (Resin) เป็นสารหลัก แต่ต้องทำการย่อยโมเลกุลให้เล็กลงด้วยสารละลายโซดาไฟและเติมสารส้ม (Alum) ใส่ผสมไปด้วย เพื่อเป็นตัวเชื่อมให้เส้นใยกับชันสนสามารถยึดติดกันได้และสามารถทำให้กลุ่มฟังก์ชั่นของชันสนที่ไม่เข้ากับน้ำเคลื่อนตัวไปอยู่ที่ผิวกระดาษได้ สารกลุ่มนี้จะทำให้แผ่นกระดาษที่ได้มีสภาพเป็นกรด pH ประมาณ 4.5-4.7

1.2) กลุ่ม II ได้แก่ สารประเภท Alkyl Ketene Dimer (AKD) หรือ Alkyl Succinic Anhydride (ASA) ซึ่งไม่จำเป็นต้องผ่านขั้นตอนย่อยโมเลกุลให้เล็กลงและสารเคมีกลุ่มนี้มีผลทำให้แผ่นกระดาษที่ได้มีสภาวะเป็นด่าง

2) สารเติมเต็ม (Fillers)

เป็นผง สีขาวใช้อุดรูร่องหรือช่องว่างระหว่างเส้นใยเพื่อปรับปรุงคุณสมบัติของผิวกระดาษให้เหมาะกับสภาพพิมพ์ ตัวอย่างสารเติมเต็มนี้ ได้แก่

2.1) เคลย์ (Clay) มีคุณสมบัติเป็นกลาง สามารถใช้ร่วมได้กับสารกันซึมทั้ง 2 กลุ่ม

2.2) แคลเซี่ยมคาร์บอเนต ($CaCO_3$) มีคุณสมบัติเป็นด่างซึ่งใช้ได้กับสารกันซึมกลุ่ม II เท่านั้น

2.3) ติตาเนียมไดออกไซด์ (TiO_2) และผงสีอื่นๆ

3) แป้งมันสำปะหลัง

มีลักษณะเป็นผงละเอียด เวลาใช้จะผสมกับน้ำ พ่นเป็นฝอยลงบนน้ำเยื่อบนเครื่องเดินแผ่นจุดประสงค์เพื่อเพิ่มความแข็งแรงให้แก่ผิวกระดาษทำให้เวลาพิมพ์ผิวกระดาษไม่หลุดง่าย

4) สารสี

เพื่อย้อมสีให้กระดาษมีสีตามต้องการ โดยเฉพาะกระดาษประเภทผิวกล่อง ตัวอย่างสารที่ใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตกระดาษ ผิวกล่อง ได้แก่ Pimura Red และ Bismark Brown เป็นต้น

5) สารเคมีประเภทเพิ่มความแข็งแรงต่อแรงดึง (Tensile Strength)

เป็นสารประเภทยางไม้ที่ขึ้นในทะเลทรายเป็นผงสีเหลืองอ่อน ละลายน้ำได้ ตัวอย่างสารเคมีที่ใช้ ได้แก่ Diasol Grar Gum และ Meyproid เป็นต้น

6) สารเพิ่มความแข็งแรงกระดาษในสภาวะเปียก (Wet Strength)

สารเพิ่มความแข็งแรงกระดาษในสภาวะเปียกที่ใช้กันในอุตสาหกรรม ส่วนมากจะเป็นสารเรซินสังเคราะห์ สามารถละลายน้ำได้ เช่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.1) กลุ่ม I สภาวะกรด จะใช้สารประเภท Urea Formaidehyde Fesin และ Melamine Formaidehyde Resin

6.2) กลุ่ม II สภาวะด่างและเป็นกลาง จะใช้สารประเภท Poylyamide Epichlorohydride

2.6 การเคลือบผิวกระดาษ

การเคลือบผิวกระดาษ เป็นความต้องการของอุตสาหกรรมการพิมพ์โดยตรงที่จะปรับปรุงคุณภาพการพิมพ์ให้ดีด้วยการทำให้ผิวกระดาษเรียบสม่ำเสมอ เพิ่มความทึบแสงและความมันวาว เพื่อลดต้นทุนการผลิตกระดาษในส่วนของฐานกระดาษ ซึ่งอาจใช้เยื่อราคาถูก เช่น เยื่อเชิงกลหรือเยื่อหมุนเวียนหรือเยื่อที่ไม่ได้ฟอกสี เป็นต้น การใช้งานส่วนใหญ่ของกระดาษเคลือบผิวอยู่ในประเภทสิ่งพิมพ์นิตยสาร สิ่งพิมพ์ด้านโฆษณาและการศึกษา รวมทั้งงานพิมพ์สีประเภทอื่นๆ เช่น หีบห่อบรรจุภัณฑ์ เป็นต้น

สารเคลือบผิวประกอบด้วย ผงสี (Pigment) สารยึด (Bibder) และสารอื่นๆ เช่น Lubricant Flow Modifier และ Defoamer เป็นต้น

2.6.1 ผงสี

ได้แก่ เคลย์ ติเนียมไดออกไซด์ แคลเซี่ยมคาร์บอเนต แป้ง (Taic) และแบไรต์ (Barytes) เป็นต้น ทำหน้าที่ช่วยเพิ่มความเรียบ (Smoothness) ความมันวาว (Glass) และสภาพการรับหมึกของกระดาษ (Ink Receptivity) โดยพบว่าคุณสมบัติเหล่านี้จะมากน้อยแค่ไหน ขึ้นอยู่กับโครงสร้างและรูปร่างของผงสีเอง เช่น เคลย์ มีผลึกรูปร่างเป็นแผ่นแบนเล็กๆ วางเรียงตัวขนานและซ้อนกัน สามารถช่วยเพิ่มคุณสมบัติความเรียบและความมันวาวของผิวกระดาษได้ดี แต่สภาพการรับหมึกได้ไม่ดี เพราะมีช่องว่างระหว่างผลึกน้อยเมื่อเทียบกับแคลเซี่ยมคาร์บอเนต ซึ่งจะมีคุณสมบัติความเรียบและความมันวาวน้อยกว่า

2.6.2 สารยึด

จะทำหน้าที่ยึดผงสีให้ติดอยู่บนผิวกระดาษและให้มีคุณสมบัติต้านทานความเหนียวหนืดของหมึกพิมพ์ได้ สำหรับกระดาษที่ใช้พิมพ์ระบบออฟเซตนั้น สารยึดจะต้องมีคุณสมบัติทนทานต่อความชื้นได้ดีอีกด้วย สารยึดที่ใช้กันมากในปัจจุบัน ได้แก่ Styrene Butadiene Resin (SBR) และมักจะใช้ร่วมกับสารยึดร่วมอื่นๆ อีกแต่เป็นสัดส่วนน้อย เช่น แป้งข้าวโพด, โปรตีนจากถั่ว (Soya Bean Protein), CMC (Carboxy Methyl Cellulose), PVA (Polyvinyl Plcohol), และ Casein เป็นต้น พบว่าเทคนิคการเคลือบผิว การเลือกใช้สารยึดและสารยึดร่วม ปริมาณอัตราส่วนที่ใช้ จะมีความสำคัญมากต่อผลที่ปรากฏบนกระดาษพิมพ์ ผู้ผลิตกระดาษควรทราบคุณสมบัติการอุ้มน้ำ (Water Holding) ของสารยึดที่ใช้เพื่อที่จะสามารถตั้งอุณหภูมิที่เหมาะสมในการแห้งตัวของสารเคลือบผิวได้ ถ้าหาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ควบคุมไม่ดีแล้ว จะทำให้การกระจายตัวของสารยึดที่ผิวกระดาษไม่สม่ำเสมอ เมื่อนำไปพิมพ์จะรับหมึกได้ไม่เท่ากัน เกิดรอยด่างที่เรียกว่า "Motting" เป็นต้น

2.7 ประเภทและชื่อของกระดาษพิมพ์

การจำแนกประเภทและเรียกชื่อของกระดาษพิมพ์ ในปัจจุบันยังไม่เป็นสากลและยังไม่มีข้อกำหนดในระหว่างอุตสาหกรรมการพิมพ์และอุตสาหกรรมกระดาษ กระดาษพิมพ์ที่ยอมรับกันทั่วไปมี 2 ประเภท ดังนี้

2.7.1 แยกประเภทตามลักษณะผิวกระดาษ

1) กระดาษประเภทไม่เคลือบผิว

กระดาษชนิดนี้ในประเทศไทยนิยมเรียกว่ากระดาษปอนด์ ซึ่งมีลักษณะที่เด่นชัดคือ ผิวหน้ายังคงได้รับอิทธิพลของเยื่อและองค์ประกอบอื่นๆ ที่ผสมกันเป็นแผ่นกระดาษ เช่น สารกันซึม

กระดาษที่ผลิตขึ้นมาจึงมีหลายชนิดมีคุณภาพหลายระดับขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของเยื่อและองค์ประกอบอื่นๆ ที่ใช้รวมทั้งวิธีการรีดผิวและขัดผิว

1.1) กระดาษออฟเซตคาร์ทริดจ์ (Offset Cartridhe Paper)

กระดาษประเภทนี้ ขาวสว่าง เหนียว ทนต่อการใช้งานโดยทั่วๆ ไป น้ำหนักมาตรฐาน 54 กรัม/ตารางเมตรหรืออาจมากกว่านี้ เยื่อที่ใช้ผลิตเป็นเยื่อปลอดไม้ ที่ผิวกระดาษมีการเคลือบสารกันซึม ปัจจุบันมีแนวโน้มที่จะใช้เยื่อ CTMP (Chemi Thermo Mechanical Pulp) ผสมรวมด้วยเพื่อประหยัดต้นทุน กระดาษที่ได้จะมีคุณภาพต่ำคือ ซึ่งมีความเหนียวและความทนทานต่อการใช้งานลดลง แต่อย่างไรก็ตามเยื่อ CTMP มีลักษณะสั้นและนุ่มกว่าเยื่อปลอดไม้ เมื่อนำมาผสมทำกระดาษจะทำให้กระดาษดูมีเนื้อมากขึ้นและทึบแสงมากขึ้นด้วย

1.2) กระดาษเอ็มเอฟ (MF) หรือแมชินฟินิช (Machine Finished)

มีลักษณะกึ่งเรียบ (Semi - Smooth) ซึ่งความเรียบมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับขั้นตอนของการรีดผิว ตัวแปรที่สำคัญคือแรงกดกับความร้อน กระดาษชนิดนี้ทำมาจากเยื่อชนิดใดก็ได้ แต่ถ้าเป็นเยื่อปลอดไม้จะให้คุณภาพของกระดาษดีกว่าใช้เยื่อประเภทอื่น

1.3) กระดาษ เอ็ม จี โปสเตอร์ (M.G. Poster) หรือแมชีนเกลช (Machine Glazed)

เป็นกระดาษที่มีความเรียบด้านหนึ่งและอีกด้านหนึ่งหยาบอย่างเห็นได้ชัด ทั้งนี้เพราะด้านเรียบของกระดาษแผ่นนั้นได้ผ่านขั้นตอนการขัดมันผิวโดยเฉพาะเครื่องนี้เรียกว่า "แยงกี" (Yankee) เป็นโลหะขนาดใหญ่ที่ให้กระดาษวิ่งสัมผัสตลอดเวลา มีความร้อน ความชื้นและแรงกดเป็นตัวทำให้เยื่อกระดาษส่วนที่สัมผัสเปลี่ยนสภาพเรียบและมันวาวขึ้น ความมันวาว (Gloss) นี้สามารถวัดได้สูงถึง 17% ซึ่งมากกว่าค่ามันวาวของผิวกระดาษที่ขัดผิว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4) กระดาษหนังสือพิมพ์ (Newsprint)

กระดาษหนังสือพิมพ์เป็นกระดาษชนิดคุณภาพต่ำ ซึ่งส่วนใหญ่แล้วทำมาจากเยื่อไม้บดมากกว่า 70% มีทั้งเยื่อใยสั้นและเยื่อใยยาวผสมกัน ขึ้นอยู่กับกระบวนการบดเยื่อ เยื่อชนิดนี้ยังมีสิ่งที่ไม่ต้องการเจือปนอีกด้วยเช่น สารลิกนิน

กระดาษหนังสือพิมพ์มีน้ำหนักมาตรฐาน 45 หรือ 48 กรัม/ตร.ม. ที่ผิวกระดาษจะเรียบด้วยวิธีการขัดผิว มีความมันวาว 15% เพื่อให้เหมาะกับการพิมพ์ภาพฮาล์ฟโทนและภาพสี

1.5) กระดาษ เอ็ม พี (Mechanical Printing)

เป็นกระดาษหนังสือพิมพ์ประเภทหนึ่งที่มีคุณภาพดีกว่ากระดาษหนังสือพิมพ์แบบแรกคือ มีส่วนผสมของเยื่อไม้บดอยู่ระหว่าง 40-80% และมีการฟอกด้วยสารเคมีเพื่อเพิ่มความขาวอีกด้วย เนื้อกระดาษมีสารกันซึมผสมอยู่จึงสามารถนำไปใช้พิมพ์งานได้กว้างขวางกว่า เช่น ประกาศโฆษณาแผ่นพับและใบแทรก เป็นต้น ค่าความสว่างนี้ขึ้นอยู่ในระดับ 70-75 ISO กระดาษชนิดนี้อาจเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า “กระดาษเยื่อไม้บดฟอก”

1.6) กระดาษไร้กรด (Acid - Free Paper)

เนื้อกระดาษเป็นเยื่อเคมีล้วนและไม่มีสภาพความเป็นกรดอยู่เลย มีค่า pH ตั้งแต่ 7.07 ขึ้นไป กระดาษชนิดสีขาวเก็บได้นานโดยไม่มีการเปลี่ยนสี และมีความเหนียวดี

1.7) กระดาษแอนทิคลายริ้ว (Antique Liad Paper

กระดาษพิมพ์ชนิดนี้ผิวหยาบ หนาและสีผิวจะเน้นหนักไปทางสีครีม มีเนื้อมาก อยู่ในช่วงระหว่าง 14-25 Volume (vol.14 หมายถึงกองกระดาษ 100 กรัม/ตารางเมตร จำนวน 100 หน้า หนา 14 มม.)

ลักษณะเด่นของกระดาษแอนทิคลายริ้วคือ จะเห็นลายเส้นขนานกันบนแผ่นกระดาษที่ได้ลายเส้นนี้เกิดจากลวดลายของลูกกลิ้งแดนดี้ (Dandy Roller) ซึ่งอยู่ตอนท้ายของตะแกรงเครื่องทำกระดาษ ก่อนที่กระดาษจะเข้าสู่ขั้นตอนการทำให้แห้งต่อไป

เยื่อที่ใช้เป็นเยื่อปลอดไม้ที่มาจากต้น Esparto ซึ่งมีลักษณะใยสั้น ยังผลทำให้กระดาษที่ได้มีเนื้อมากและทึบแสง แต่เนื่องจากเยื่อนี้มีราคาแพงและหายาก จึงใช้เยื่อยูคาลิปตัสแทน ซึ่งเป็นเยื่อประเภทใยสั้นเช่นกัน

นอกจากเยื่อปลอดไม้แล้วยังมีเยื่อ CTMP ผสมอยู่ด้วย เยื่อปลอดไม้มีข้อดีคือ เป็นเยื่อทนทานเหนียวและสีไม่เปลี่ยนในขณะที่เยื่อ CTMP มีคุณสมบัติเพิ่มเนื้อกระดาษแสงความทึบแสงและความขาวไม่ต่างจากเยื่อชนิดแรก ข้อสำคัญ CTMP มีราคาถูกกว่า

ปัจจุบันเยื่อ CTMP เป็นที่นิยมกันมากขึ้น และนอกจากนี้เยื่อเวียนทำใหม่ ก็อาจถูกนำไปผสมรวมอยู่ได้ ทั้งนี้เพื่อลดต้นทุนในการทำกระดาษชนิดนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.8) กระดาษแอนทิคลายทอ (Antique Wove Paper)

เป็นกระดาษประเภทเดียวกับ ข้อ 1.7 แต่ลายที่เห็นจะมีลักษณะคล้ายลายทอขึ้นอยู่กับลักษณะลวดลายของลูกกลิ้งเดนดี้ ดังนั้นผิวจึงดูหยาบคล้ายฟันเลื่อย ถ้าที่ค่าความหนาของปึกกระดาษ จะเหมาะสำหรับการพิมพ์หนังสือ เรียกกระดาษชนิดนี้ว่า “กระดาษพิมพ์หนังสือลายทอ”

ข้อควรคำนึงในการใช้กระดาษแอนทิคลายทอคือ ทิศทางของเส้นใย ต้องเหมาะกับการใช้งานโดยเฉพาะเมื่อทำเป็นรูปเล่มหนังสือแล้ว ทิศทางตามแกน จะต้องขนานกับเส้นหนังสือเสมอ

1.9) กระดาษพิมพ์ไบเบิล (Bible Printing Paper)

เป็นกระดาษพิมพ์ชนิดพิเศษ มีน้ำหนักมาตรฐานอยู่ระหว่าง 26-35 กรัม/ตารางเมตร เพื่อเหมาะสำหรับพิมพ์หนังสือหลายร้อยหน้าที่มีเนื้อความมาก ตัวอย่างเช่น หนังสือปทานุกรม พจนานุกรม เป็นต้น

กระดาษชนิดนี้จะไม่อยู่ในข่ายของกระดาษพิมพ์น้ำหนักเบาทั่วไป มีน้ำหนักมาตรฐานที่ 40 กรัม/ตารางเมตร เป็นอย่างน้อย กระดาษพิมพ์ไบเบิลต้องผลิตเป็นพิเศษโดยเฉพาะคือ เนื้อกระดาษจะต้องไม่มีรอยฟองอากาศและต้องให้ทึบแสงมากเท่าที่จะทำได้ โดยปกติผิวกระดาษจะมีสีครีมมากกว่าสีขาว อาจรู้จักในชื่อของ “กระดาษอินเดีย” สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยออกซ์ฟอร์ดใช้กระดาษพิมพ์ประเภทนี้พิมพ์หนังสือศัพท์ปทานุกรม

ข้อสังเกต สำหรับกระดาษพิมพ์ชนิดนี้คือ มีรูพรุนสูง และเบา ซึ่งทำให้การป้อนเข้าเครื่องพิมพ์มีปัญหาขัดข้องได้ง่ายและมีปัญหากระดาษยับ

1.10) กระดาษบอนด์ (bond paper)

กระดาษบอนด์เป็นกระดาษคุณภาพดีที่ผิวหน้าที่มีการเคลือบสารกันซึมไว้มากเป็นพิเศษ เพื่อป้องกันการซึมของหมึกเหลวโดยเฉพาะน้ำหมึกในปากกาหมึกซึม ซึ่งถ้ากระดาษบอนด์ไม่มีสารกันซึมดังกล่าว น้ำหมึกนอกจากจะซึมผ่านลงไปในแนวดิ่งแล้วยังมีโอกาสที่จะซึมออกในแนวด้านข้างอีกด้วย เป็นผลให้ขอบภาพหรือตัวอักษรมีลักษณะเป็นรอยแตกแยกเป็นแฉกๆ เพราะฉะนั้นกระดาษเขียนแทบจะทุกชนิดจะเป็นกระดาษประเภทบอนด์มีน้ำหนักมาตรฐานอยู่ในช่วง 60-80 กรัม/ตารางเมตร สารกันซึมส่วนใหญ่เป็นพวกอลัมและเรซิน ซึ่งสารเหล่านี้อาจผสมกับเยื่อพร้อมกันในขั้นตอนการเตรียมน้ำเยื่อ ก่อนผ่านเข้าเครื่องทำกระดาษหรือจะเคลือบที่ผิวกระดาษหลังจากผลิตกระดาษออกมาแล้วก็ได้ ถ้าเป็นกระดาษบอนด์สำหรับพิมพ์อาจจะต้องเปลี่ยนปริมาณสารกันซึมไม่จำเป็นต้องให้มากเหมือนกระดาษบอนด์เขียนและการเคลือบสารกันซึมที่ผิวก็เพียงพอแล้วบางครั้งกระดาษบอนด์อาจรู้จักกันในชื่อของ “กระดาษทับไซซ์” (Tub Sized Paper) ชื่อนี้มาจากวิธีหนึ่งของการเคลือบผิวด้วยสารกันซึมคือ กระดาษม้วนที่ออกจากเครื่องทำกระดาษแล้วจะวิ่งผ่านเข้าไปในอ่างที่มีน้ำยากันซึมเพื่อเคลือบผิวต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.11) กระดาษเยื่อไม้บดหนา (Bulky WF Mechanical Paper)

กระดาษนี้จะใช้เยื่อไม้บดเป็นส่วนใหญ่ที่อาจจะฟอกหรือไม่ฟอกก็ได้ มีความเรียบปานกลางและเหมาะที่จะนำไปทำเป็นกระดาษหุ้มปกหรือห่อของ เป็นที่เข้าใจกันดีว่าเยื่อไม้บดมีลักษณะสั้นกว่าเยื่อเคมีและโดยธรรมชาติแล้วมองดูเหมือนมีเนื้อกระดาษมากกว่า เพื่อที่จะรักษาสภาพเนื้อกระดาษเหล่านี้ไว้จะต้องลดแรงกดลงบ้างในขั้นตอนรีดผิว ถ้ามีเยื่อไม้บด 60% อย่างน้อยของเยื่อทั้งหมดในการทำกระดาษจะมีสีโน้มเอียงไปทางสีครีมดูทึบแสงขึ้น ค่าความสว่างประมาณ 70 ISO ถ้าถูกนำไปฟอกด้วยสารเปอร์ออกไซด์พิเศษ จะเพิ่มค่าความสว่างได้สูงถึง 75 ISO กระดาษชนิดนี้จะขายเป็นม้วนมากกว่าเป็นแผ่นและจะพบเห็นทั่วไปในการพิมพ์ระบบเล็ตเตอร์เพรสม้วนหรือออฟเซตม้วนแห้งตัวด้วยความเย็น น้ำหนักมาตรฐานอยู่ระหว่าง 40-80 กรัม/ตารางเมตร มีความหนาของแต่ละแผ่นอยู่ระหว่าง 70-127 ไมโครเมตร กระดาษที่นิยมใช้กันมากคือ กระดาษที่มีน้ำหนัก 48 กรัม/ตารางเมตร (102 ไมโครเมตร) และน้ำหนัก 53 กรัม/ตารางเมตร (127 ไมโครเมตร) มีข้อสังเกตว่าการซื้อขายกระดาษพิมพ์เยื่อไม้บดหนาจะกำหนดกันด้วยค่าน้ำหนักและความหนา ในขณะที่กระดาษแอนทิคจะกำหนดด้วยค่า Volume

1.12) กระดาษคาร์ทริดจ์ (Cartidge Paper)

“คาร์ทริดจ์” แต่เดิมนั้นหมายถึงกระดาษผิวค่อนข้างหยาบ แต่ทุกวันนี้เป็นที่รู้จักทั่วไปว่ากระดาษคาร์ทริดจ์เป็นกระดาษพิมพ์ออฟเซตที่ผิวกระดาษมีความสามารถในการรับหมึกได้ดีและผิวเรียบ

กระดาษคาร์ทริดจ์ได้กำหนดให้เป็นกระดาษประเภทที่มีน้ำหนักมาตรฐานอยู่ในช่วงระหว่าง 90-220 กรัม/ตารางเมตร ส่วนผสมของเยื่อส่วนใหญ่มากกว่า 60% เป็นเยื่อเคมีเหมาะกับการพิมพ์แทบทุกระบบ การยืดหดขยายตัวมีน้อย เกรดของกระดาษจะเปลี่ยนแปลงไปตามชนิดของเยื่อซึ่งจะหาได้ทั้งกระดาษมีสีกับไม่มีสีและกระดาษเคลือบผิวกับไม่เคลือบผิว

1.13) กระดาษถ่ายเอกสาร (Copier Paper)

กระดาษอัดสำเนาที่ไม่เคลือบผิวจะมีน้ำหนักมาตรฐานที่เหมาะสมกับเครื่องทั่วไป 80 กรัม/ตารางเมตร กระดาษประเภทนี้ต้องได้รับการควบคุมเป็นพิเศษในระหว่างการผลิต เช่น ที่ส่วนท้ายของตะแกรงของเครื่องทำกระดาษจะติดตั้งอุปกรณ์ที่เรียกว่า “Overthead Wires” หรือ “Duoformer” เพื่อปรับปรุงการจัดเรียงตัวของเส้นใยให้ดีขึ้น จะทำให้เยื่อจัดตัวและกระจายอยู่ทุกทิศทางมากกว่าที่จะเรียงตัวไปทางใดทางหนึ่งเท่านั้น การควบคุมความชื้นของกระดาษทั้งนี้ป้องกันไม่ให้กระดาษเกิดการยืดหดหรือโค้งงอได้ง่าย กระดาษต้องมีความทนทานต่อความร้อนของเครื่องถ่ายเอกสารได้ (โดยเฉลี่ยอุณหภูมิสูง 180 ถึง 200 องศาเซลเซียส) บางเครื่องใช้ผงสีระบบของเหลว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Liquid Toner) ระบบนี้กระดาษจำเป็นต้องเรียบจริงๆ ซึ่งปัจจุบันนี้กระดาษถ่ายเอกสารมีน้ำหนักมาตรฐานตั้งแต่ 70 กรัม/ตารางเมตร จนถึง 160 กรัม/ตารางเมตร กระดาษสีก็เริ่มนิยมใช้กันมากขึ้น

1.14) กระดาษพิมพ์ออฟเซตม้วนแห้งตัวด้วยความร้อน (Heat Set Web Offset Paper)

กระดาษพิมพ์ออฟเซตม้วนแห้งตัวด้วยความร้อน ควรมีปริมาณความชื้นน้อยกว่าค่าเฉลี่ยของกระดาษพิมพ์ทั่วๆ ไป เพื่อให้แห้งตัวเร็วขึ้น โดยเฉพาะการแห้งตัวด้วยความร้อน (ปกติแล้วกระดาษไม่เคลือบผิวจะมีปริมาณความชื้นเพียง 4.0-4.5%)

1.15) กระดาษลายริ้ว (Laid Paper)

กระดาษลายริ้วจะมีจุดเด่นคือ จะเห็นลายริ้วเล็กๆ สีขาวขนานกันตลอดทั้งแผ่น กระดาษที่รู้จักกันไปคือ กระดาษแอนทิคลายริ้ว ส่วนกระดาษบอนด์ที่เป็นลายริ้วนั้นก็มีเช่นกัน ซึ่งถือว่าเป็นหนึ่งในกระดาษเขียนที่มีคุณภาพสูง ลายริ้วขนานนี้เกิดจากลูกกลิ้งแดนดี้ที่ออกแบบให้เป็นลายเส้นตามต้องการกดสัมผัสไปบนผิวหน้ากระดาษในช่วงส่วนท้ายของตะแกรงของเครื่องทำกระดาษก่อนที่กระดาษนั้นกำลังจะเข้าสู่ขั้นตอนการทำให้แห้ง

ลายเส้นดังกล่าวนิยมให้ขนานกับความกว้างของหน้ากระดาษ ดังนั้นจึงเป็นที่สังเกตได้ กระดาษประเภทนี้จะแบ่งทิศทางการเรียงตัวของเส้นใยได้คือ แนวเส้นใย (MD) กับแนวขวางเส้นใย (CD) ซึ่งแนวขวางเส้นใยนี้จะขนานลายริ้ว

1.16) กระดาษพิมพ์น้ำหนักเบา (Light - Weight Printing Paper)

เป็นกระดาษพิมพ์ชนิดน้ำหนักเบา (ยกเว้นกระดาษพิมพ์ไบเบิล) มีน้ำหนักมาตรฐานอยู่ในช่วงระหว่าง 25-30 กรัม/ตารางเมตร โดยทั่วไปหมายถึงกระดาษ เอ็ม เอฟ ที่ใช้เยื่อปลอดไม้ กระดาษประเภทแมนนิโฟลด กระดาษออนเนียนสกรีน เหมาะสำหรับพิมพ์หนังสือเอกสารที่ต้องพิมพ์เป็นจำนวนหน้ามากๆ เช่น ศัพท์ปทานุกรมหรือแผ่นใบปลิวก็ได้

1.17) กระดาษพิมพ์สภาวะกลาง (Neutralezed Paper)

กระดาษพิมพ์ประเภทนี้มี pH อยู่ระหว่าง 7.0-7.5 ผลิตขึ้นมาเพื่อแก้ปัญหาความเป็นกรดขององค์ประกอบต่างๆ ที่ใช้ทำกระดาษ ซึ่งสภาวะความเป็นกรดนี้ทำให้ผิวกระดาษเสียหายได้ สารอลัม (Alum) เป็นตัวอย่างสารกันซึมประเภทหนึ่งที่มีสภาพเป็นกรด

เยื่อที่ใช้จึงต้องเป็นเยื่อเคมีหรือเยื่อจากผ้าและในส่วนผสมทั้งหมดของสารทำกระดาษต้องเติมสารแคลเซียมคาร์บอเนต เพื่อช่วยรักษาสภาวะ pH ไม่ให้ต่ำกว่า 7.0

ข้อสังเกต การวิเคราะห์หาค่า pH ตามมาตรฐานสากลยังคงยอมรับวิธีแบบแยกเย็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.18) การพิมพ์ออฟเซตคาร์ทริดจ์

เป็นกระดาษพิมพ์ที่ออกแบบให้พิมพ์ด้วยระบบออฟเซตเท่านั้นเหมาะกับระบบพิมพ์หนังสือเด็กและงานพิมพ์สีอื่นๆ โดยปกติไม่เคลือบผิวแต่มีสารกันซึมผสมอยู่ ถ้าการเคลือบผิวกระดาษที่ได้จะอยู่ในประเภท กระดาษเคลือบด้าน ลักษณะทั่วไปที่มองเห็นคือ สว่าง เรียบ ทนทานต่อการจับถือและใช้งานยืดหดตัวน้อยและมีค่า pH ต่ำสุดที่ 5.0

1.19) กระดาษพิมพ์ออฟเซต (Offset Printing Paper)

กระดาษพิมพ์ออฟเซตมีลักษณะทั่วไปไม่แตกต่างจากกระดาษพิมพ์ออฟเซตคาร์ทริดจ์เท่าไรนักยกเว้นมีน้ำหนักมาตรฐานน้อยกว่า 90 กรัม/ตารางเมตร เยื่อที่ใช้จะเป็นส่วนผสมของเยื่อไม้บดกับเนื้อปลอดไม้ เป็นผลให้กระดาษพิมพ์ออฟเซตมีหลายคุณภาพตามอัตราส่วนผสมของเยื่อ

1.20) กระดาษถาวร (Permanent Paper)

เป็นกระดาษที่สามารถเก็บไว้ได้นานกว่ากระดาษประเภทอื่นๆ มีจุดเด่นคือไม่มีสภาวะความเป็นกรด (pH > 7.5) ปัจจุบันมาตรฐาน ANSI Z39 1990 ได้กำหนดไว้ว่ากระดาษถาวรนี้ต้องมีอายุอย่างน้อยหลายร้อยปีโดยไม่มีการเก็บรักษาในห้องสมุด

1.21) กระดาษลายตะแกรงสองหน้า (Twin - Wire Paper)

เป็นกระดาษที่มีการจัดเรียงตัวของเยื่อเหมือนกันทั้ง 2 ด้าน ในทั้งนี้สามารถควบคุมได้โดยกำหนดให้มีตะแกรง 2 ชุดในขั้นตอนการทำกระดาษแล้วให้แผ่นกระดาษที่ได้จากตะแกรงทั้ง 2 วิ่งมาสัมผัสกัน ส่วนที่ติดกันจะเกิดบอนด์รวมเป็นแผ่นเดียวกันได้ กระดาษประเภทนี้มีข้อดีคือ เมื่อนำไปพิมพ์แล้วจะได้คุณภาพงานพิมพ์ที่เหมือนกันทั้ง 2 ด้าน

1.22) กระดาษพิมพ์ออฟเซตม้วนเคลือบสารกันซึม (Web Sized Offset Printing Paper)

กระดาษประเภทนี้ออกแบบให้นำไปใช้พิมพ์วารสารหรือแมกกาซีนต่างๆ ด้วยออฟเซตระบบป้อนม้วนทำมาจากเยื่อไม้บดเป็นส่วนใหญ่ จะมีสารกันซึมผสมอยู่ด้วยและผิวจะถูกขัดมันเสมอ เพื่อให้เรียบและมันวาวเหมาะกับพิมพ์ภาพฮาล์ฟโทนและสี ราคาถูกกว่าเมื่อเทียบกับกระดาษพิมพ์ประเภทเดียวกันแต่เคลือบผิว

2) กระดาษเคลือบผิว (Coated Papers)

กระดาษที่มีชั้นสารเคลือบผิวเยื่อของหน้ากระดาษมีจุดประสงค์เพื่อที่จะปรับปรุงคุณสมบัติบางอย่างของผิวกระดาษนั้นให้มีสภาพเหมาะสมกับการพิมพ์และให้ได้คุณภาพพิมพ์ตามต้องการ เช่น ความเรียบ ความพรุน สี ความทึบแสง และความมันวาว เป็นต้น การที่กำหนดให้เป็นกระดาษเคลือบผิวได้นั้นต้องมีสารเคลือบผิวอย่างน้อย 3.7 กรัม/ตารางเมตร ต่อหนึ่งหน้ากระดาษ แต่ถ้าปริมาณน้อยกว่านี้ กระดาษนั้นจะถูกจัดให้เป็นประเภทเคลือบสารกันซึม กระดาษเคลือบผิวยังแบ่งออกเป็นหลายชนิดตามลักษณะผิวที่ปรากฏให้เห็นดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

2.1) กระดาษเคลือบด้าน (Matte Coated Paper)

กระดาษเคลือบด้านเป็นผลจากเทคนิคการเคลือบผิวแบบใช้แผ่นยางปาด ซึ่งสามารถควบคุมทำให้ผิวที่ได้มองดูด้านคล้ายฟันเลื่อยหรือมันวาวก็ได้ขึ้นอยู่กับแรงกด ขณะกำลังเคลือบผิว และจำนวนครั้งของการขัดมันกระดาษเคลือบด้านมีความมันวาวอยู่ในช่วง 7.20% กระดาษประเภทนี้เหมาะสำหรับการพิมพ์ออฟเซตมากกว่าการพิมพ์ระบบอื่นๆ

2.2) กระดาษเคลือบด้านเรียบ (Dull Coated Paper)

กระดาษประเภทนี้จะเคลือบผิวเพียงด้านเดียวเท่านั้นและใช้สารเคลือบผิวที่ค่อนข้างมีน้ำหนักสูง เพราะนอกจากผงสี เช่น แบเรี่ยมซัลเฟตแล้ว ยังมีสารเพิ่มน้ำหนักที่เป็นโลหะผสมเป็นสัดส่วนในปริมาณที่มาก กระดาษจะดูเรียบขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับกระดาษเคลือบด้าน ความมันวาววัดได้อยู่ระหว่างค่า 20-50% โดยทั่วไปจะรู้จักกันว่าเป็นกระดาษคุณภาพดีเหมาะกับงานพิมพ์ที่ต้องการคุณภาพโดยเฉพาะ การบรู๊ฟภาพสี เป็นกระดาษเหมาะสำหรับการพิมพ์ระบบเลตเตอร์เพรสและกราวัวร์

2.3) กระดาษเคลือบมันวาว (Gloss Coated Paper)

กระดาษเคลือบผิวที่มีคุณสมบัติของผิวมันวาวสูงมากกว่า 50% เป็นผลมาจากการเคลือบผิวหลายชั้นและตามด้วยการขัดผิว ผิวจึงเรียบเหมาะที่จะพิมพ์ภาพฮาล์ฟโทนทั่วๆ ไป และภาพสีที่ต้องการคุณภาพสูง

2.7.2 กระดาษแข็ง

กระดาษแข็งเป็นกระดาษที่มีน้ำหนักมาตรฐานตั้งแต่ 220 กรัม/ตารางเมตร ขึ้นไปยกเว้นกระดาษบางชนิดที่มีน้ำหนักมาตรฐานน้อยกว่านี้ แต่ก็ยังคงเรียกว่ากระดาษแข็งเพราะกระดาษนั้นถูกนำไปเป็นปกหน้าหรือปกหลังของสมุดหรือหนังสือ กระดาษแข็งประเภทนี้มีข้อสังเกตคือ จะเคลือบผิวเพียงหน้าเดียว กระดาษแข็ง ตามท้องตลาดมีหลายรูปแบบ รวมทั้งชนิดที่สามารถนำไปพิมพ์ได้ จะกำหนดขนาดเป็นความหนา (ไมครอน) และซื้อขายกันเป็นน้ำหนักตันหรือต่อ 100 แผ่น

ความแข็งแกร่งและสภาพพิมพ์จะขึ้นอยู่กับชนิดของเยื่อและวัตถุดิบอื่นๆ ที่ใช้ นอกจากนี้การเรียงตัวของเส้นใยก็มีความสำคัญไม่น้อยที่ช่างพิมพ์จะต้องทราบและกำหนดให้ทิศทางเส้นใยขนานกับเครื่อง (MD) ต้องขนานกับเส้นหนังสือด้วย เพื่อไม่ให้กระดาษนั้นเปราะหรืออาจแตกได้ขณะที่พับ ตัวอย่างของกระดาษแข็งที่พบเห็นทั่วไป มีหลายชนิดดังนี้

1) กระดาษแข็งติดรูป (Display Board)

กระดาษชนิดนี้เรียกกันอีกชื่อหนึ่งว่า “กระดาษแข็งหลายชั้น” (Paste Board) ประกอบด้วยชั้นต่างๆ ของกระดาษรวมกันจนหนาและมีความแข็งแรงขึ้นดังนั้นเครื่องทำกระดาษจึงต้องได้รับการออกแบบพิเศษประกอบด้วยตะแกรงทำกระดาษหลายชั้น (Inverform) ชั้นกลางซึ่งไม่จำเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

51057

ต้องใช้เยื่อราคาแพง เช่น เยื่อเวียนทำใหม่ เป็นต้น ส่วนกระดาษชั้นนอกต้องการความขาวอาจจำเป็นต้องใช้เยื่อปลอกไม้เท่านั้น มีการรีดผิวหรือจัดผิวแล้วแต่งานที่จะนำไปใช้ สำหรับงานพิมพ์โดยทั่วๆ ไป เหมาะกับการพิมพ์ระบบออฟเซตเล็ตเตอร์เพรส และการพิมพ์พื้นฉลุที่มีความหนาตั้งแต่ 280 ถึง 2250 ไมครอน

2) กระดาษแข็งสีเทา (Grey Board)

ทำมาจากเยื่อฟาง (Straw Pulp) มีสีเทา มักจะนำไปใช้ทำเป็นปกสมุดหรือหนังสือปัจจุบันไม่ใช้แล้ว ถูกแทนที่ด้วยกระดาษแข็งที่เรียกว่ากระดาษแข็งสีเทาดัทช์ (Dutch Grey Board) ที่ทำมาจากเยื่อเวียนทำใหม่ มีน้ำหนักมาตรฐานหลายขนาด ตั้งแต่ 600-1500 กรัม/ตารางเมตร

3) กระดาษแข็งงาช้าง (Ivory Board)

เป็นกระดาษแข็งที่มีคุณสมบัติเรียบมาก แข็งแรง และผิวมีความสว่างสีครีมเหมือนงาช้าง เหมาะสำหรับสิ่งพิมพ์ธุรกิจและบัตรเชิญ

4) กระดาษแข็งเยื่อ (Pulp Board)

เป็นกระดาษแข็งชั้นเดียวที่ทำมาจากเยื่อปลอกไม้ ไม่เคลือบผิวอาจผลิตให้มีคุณสมบัติสองหน้าเหมือนกันมีความหนาระหว่าง 200-400 ไมครอน นำไปใช้พิมพ์หนังสือเด็กอ่านเล่นที่ต้องการความหนาและความขาว แต่ถ้านำไปทำเป็นปกจะต้องอาบมันก่อน

2.7.3 กระดาษชนิดพิเศษ

1) กระดาษกาว (Gummed Paper)

เป็นกระดาษที่มีการเคลือบกาวไว้ตัวหนึ่ง เพื่อประโยชน์ต่อการใช้งานต่างๆ เช่น กระดาษพิมพ์แสตมป์จะใช้กาวชนิดต้ม ซึ่งเมื่อถูกความชื้นจะเหนียวทันที กาวบางชนิดจะเหนียวเมื่อถูกความร้อนเรียกกระดาษที่ใช้กาวชนิดนี้ว่า “กระดาษที่ปิดผนึกด้วยความร้อน” บางชนิดจะอ่อนตัวและเหนียวเมื่อถูกแรงกด

2) กระดาษทำด้วยมือ (Handmade Paper)

เป็นกระดาษที่ทำเองใช้ทำใบประกาศนียบัตรและใบปริญญา มีการทำลายน้ำในเนื้อกระดาษด้วยเพื่อป้องกันการปลอมแปลงผิวกระดาษอาจออกแบบให้เป็นลายเส้นหรือลายทอ

3) กระดาษเหนียว

ทำมาจากเยื่อซัลเฟตคราฟท์ สีน้ำตาล ถ้านำไปฟอกจะได้สีขาว เป็นเยื่อยาวแข็งแรง เหมาะที่จะทำเป็นกระดาษ กระดาษเหนียวมีหลายเกรด ดีที่สุดจะต้องเหนียวที่สุดและจำต้องใช้เยื่อคราฟท์ล้วนๆ ถ้าใช้เยื่อผสมความเหนียวจะลดลงตามลำดับ กระดาษประเภทหลังนี้เรียกว่า “กระดาษเหนียวเทียม” ราคาถูกกว่าและเยื่อส่วนใหญ่จะเป็นเยื่อเวียนทำใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 กระดาษในประเทศไทย

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมได้จำแนกประเภทกระดาษพิมพ์ของไทย เพื่อให้สอดคล้องกับคุณภาพของกระดาษที่ผลิตได้ โดยมีการกำหนดประเภท ชนิด แบบ ขนาด และเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน คุณภาพลักษณะที่ต้องการประกอบการพิจารณา ประเภทของกระดาษพิมพ์ถูกแบ่งออกได้ดังนี้

2.8.1 กระดาษ เอ็ม จี

กระดาษ เอ็ม จี (M.G. Paper or Machine Glazed Paper) เป็นกระดาษที่ทำขึ้นเพื่อการพิมพ์ มีความมันเพียงด้านเดียวกระดาษอาร์ตหรือกระดาษเคลือบผิว มีลักษณะพิเศษคือ เป็นกระดาษที่มีการเคลือบผิวหน้าเดียวหรือสองหน้า ด้วยผงสี และตัวยึด เพื่อให้ผิวกระดาษเรียบ หรือทั้งเรียบและมันวาว แบ่งออกเป็น 2 ชนิด ตามลักษณะผิว คือกระดาษเคลือบผิวมันวาวกับกระดาษเคลือบผิวด้าน

2.8.2 กระดาษอัดสำเนา

กระดาษอัดสำเนา (Manifold Paper) เป็นกระดาษที่ทำขึ้นเพื่อใช้สำเนาด้วยเครื่องอัดสำเนาหรือกระดาษถ่ายเอกสาร

2.8.3 กระดาษแมนิโฟลด์

เดิมเรียกว่า “กระดาษแอร์เมล์” ลักษณะแผ่นบางและเบา เหมาะสำหรับใช้ทำสำเนาใบเสร็จมีลักษณะคล้ายกับกระดาษพิมพ์ไบบิล

2.8.4 กระดาษวาดเขียน

เป็นกระดาษที่มีคุณสมบัติเนื้อหนา ทนต่อการขูดลบเหมาะสำหรับการเขียนด้วยดินสอระบายด้วยสีน้ำ มีลักษณะเหมือนกับกระดาษลายริ้ว

2.8.5 กระดาษปก

เป็นกระดาษที่มีลักษณะหนา น้ำหนักมาตรฐานอยู่ที่ 115 ถึง 170 กรัม/ตารางเมตร ทนทานต่อการพับได้เป็นอย่างดีเหมาะสำหรับใช้ทำปก

2.9 วาล์วควบคุม

ระบบนิวแมติกส์จะทำงานได้ต้องประกอบด้วยชุดต้นกำลังที่ทำหน้าที่ส่งลมให้กับอุปกรณ์ทำงานของระบบ ส่วนทิศทางการเคลื่อนที่ของอุปกรณ์ทำงานในระบบนิวแมติกส์ จะเคลื่อนได้ตามต้องการหรือควบคุมการทำงานได้โดยใช้อุปกรณ์ควบคุมลมอัด ได้แก่ วาล์วต่างๆ ซึ่งวาล์วแต่ละชนิดก็มีหน้าที่ต่างกันออกไป เช่น การเริ่มและหยุดการทำงานของวงจรนิวแมติกส์ ควบคุมทิศทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การไหลของลมอัดให้เคลื่อนที่ไปบังคับอุปกรณ์นิวแมติกส์ ควบคุมปริมาณการไหลของลมอัดให้ได้ตามความต้องการ ควบคุมความดันที่ใช้ในระบบนิวแมติกส์

จากหน้าที่ต่างๆ ของวาล์วนิวแมติกส์สามารถแบ่งประเภทของวาล์วนิวแมติกส์ออกได้เป็น 6 ประเภทดังนี้

2.9.1 วาล์วควบคุมทิศทาง

วาล์วควบคุมทิศทาง (Directional Control Valve)ใช้ควบคุมการเคลื่อนที่ของกระบอกสูบและมอเตอร์น้ำมันหรือลมจะเป็นชนิด 3 ทางและ 4 ทาง บางครั้งอาจใช้ 5 ทิศทาง โดยใช้วาล์ว 2 ทิศทางในการเริ่มทำงาน และหยุดทำงานของการไหลของของไหล ยังมีวาล์วควบคุมของชนิดอื่นๆ อีกเช่น วาล์วกันกลับ (Check Valve) วาล์วกันกลับและควบคุมความเร็วในตัวเดียวกัน (Shuttle Valve) วาล์วปล่อยเร็ว (Quick Exhaust Valve) วาล์วปิด - เปิด (Shut - Off Valve)

ดังนั้น เมื่อการบังคับทิศทางใช้ประโยชน์ในการควบคุมได้หลายอย่างเช่นนี้ วาล์วแบบแกนเลื่อน (Sliding Spool) จึงนิยมใช้เป็นตัวควบคุม เมื่อแกนเคลื่อนที่ไปทางขวามือ น้ำมันจะไหลจากช่อง พี ไปยังช่อง บี และช่อง เอ ถูกปิด

2.9.2 วาล์วควบคุมความดัน

วาล์วควบคุมความดัน (Pressure Control Valve) เป็นหลักการเบื้องต้นของวาล์วควบคุมความดันภายในระบบให้มีค่าตามที่ต้องการในระบบไฮดรอลิกส์ วาล์วชนิดนี้ใช้ควบคุมความดันที่เกิดขึ้นมากเกินไป อันเกิดอันตรายแก่ระบบได้ ถ้าความดันนั้นสูงเกินไปวาล์วตัวนี้จะปล่อยให้น้ำมันส่วนที่เกิดความดันสูงนี้ไหลกลับลงสู่ถังน้ำมัน

ถ้าหากเป็นระบบลมแล้วค่าความดันของลมที่สูงเกินไปนี้จะถูกให้ไหลออกสู่บรรยากาศ ซึ่งต่างจากระบบไฮดรอลิกส์ ที่ปล่อยลงสู่ถังน้ำมันเก็บเพื่อนำกลับมาใช้อีกครั้ง

2.9.3 วาล์วควบคุมความเร็ว

วาล์วควบคุมความเร็ว (Flow Control Valve) ของกระบอกสูบอาจถูกควบคุมด้วยตัวปรับอัตราการไหลหรือเรียกว่า “Flow Control” เพื่อจัดเก็บอัตราการไหล หรือปล่อยให้ไหลกลับถัง

2.9.4 วาล์ว 2 ทิศทางใช้แกนเลื่อนบังคับทิศทาง

หลักการเลื่อนแกนอาจกระทำได้โดยการใช้คันกดมือกดโซลีนอยด์ไฟฟ้า ขาเหยียบ แรงลม หรืออื่นๆ เป็นตัวบังคับวาล์ว 2 ทิศทางนี้มีลักษณะคล้ายกับ Shut Off Valve คือมีรูลมเข้าออก การปิดเปิดกระทำได้ไม่รวดเร็วนัก

วาล์ว 2 ทิศทางมีชื่อเรียกได้อีก 2 อย่างคือ ปกติปิดและปกติเปิด ซึ่งขึ้นอยู่กับตำแหน่งปกติเมื่อไม่ได้เลื่อนแกน นั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9.5 วาล์วปิด – เปิด

วาล์วชนิดนี้ใช้สำหรับปิดหรือเปิดการไหลของของไหล ลมหรือน้ำมันเท่านั้น ไม่สามารถควบคุมอัตราการไหลและควบคุมความดันได้ มีลักษณะเป็นช่อง 2 ช่องคือ ช่องเข้าและช่องออกในระบบการไหลเรียกว่า วาล์ว 2 ทิศทาง สามารถจำแนกตามขนาดและความดันในการใช้งานดังนี้

1) วาล์วแบบ Glove Valve

โดยทั่วไปทำด้วยทองเหลืองหรือทองแดง ในย่าน (ไม่เกิน150 PSI) จะใช้น้ำ น้ำมัน หรือลมไหลผ่านก็ได้ ถ้ามีขนาดใหญ่จะมีซีลอย่างอ่อนป้องกันการใช้หน้าสัมผัสของวัสดุต่อวัสดุเป็นซีล ช่องที่ของไหลผ่านจะเล็กกว่าช่องของวาล์วที่ใช้ต่อ จะเห็นได้ว่าการไหลจะเปลี่ยนทิศทางการไหล 2 ครั้งภายในวาล์วตัวนี้ เพื่อป้องกันไม่ให้ของไหลรั่วออกทางด้านมือปิด - เปิดจะมีซีลป้องกันอีกชั้นหนึ่ง

2) วาล์แบบยก (Gate Valve)

ลักษณะนี้สร้างขึ้นสำหรับความดันสูง หน้าสำผัสเรียวเล็กน้อยเพื่อป้องกันการรั่วเมื่อปิดวาล์วสนิท แต่จะเปิดออกกว้างเมื่อเปิดสุด การไหลจะเวียนไม่มีทิศทาง ดังนั้นความดันที่สูญเสียจึงมีเล็กน้อย ความดันที่ใช้กับวาล์วนี้ประมาณ 2,000 – 5,000 PSI ความดันจะไม่ออกสู่ทางด้านมือหมุนเพราะมือหมุนจะไม่ขึ้นตามเกลียวเมื่อเวลาเปิดวาล์ว

3) วาล์แบบรูปทรงกลม (Ball Valve)

เป็นลักษณะหนึ่งของการปิด - เปิดแบบลูกปืนภายในหมุนได้ 90 องศา ในการควบคุมการปิดหรือเปิดลูกปืนภายในวาล์วจะกดอยู่บนซีลจนวาล์วปิดสนิท นิยมใช้กันมากในระบบของของไหลแบบ Gate Valve ซึ่งจะใช้เปิด ปิดแก๊สหรือน้ำ

4) วาล์แบบเข็ม (Needle Valve)

เข็มภายในวาล์วถ้าหากมีความดันสูง อาจเป็นรอยโครงสร้างและขนาดมีให้เลือกหลายชนิดใช้กับความดันได้ถึง 1,500 และ 100,000 PSI ถ้าเป็นชนิดพิเศษ รูภายในวาล์วเล็กกว่ารูต่อ ดังนั้นอัตราการสูญเสียการไหลจึงมีมากขนาดโดยทั่วไปจะมีขนาด 1/2 - 3/4 นิ้ว

2.9.6 วาล์วแบบผสม

เป็นวาล์วชนิดที่นำวาล์วนิวแมตกส์ที่มีอยู่มาใช้รวมกันมากเกินกว่า 2 ชนิดขึ้นไป เช่น นำวาล์ควบคุมทิศทางมาใช้รวมกับวาล์วควบคุมการไหล วาล์แบบผสมนี้มีอยู่หลายแบบ เช่น วาล์วตั้งเวลาหรือวาล์วหน่วงเวลา (time delay valve) วาล์กำเนิดการสั่น (variable impulse valve) วาล์วชุดควบคุมป้อน (air control black)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10 ระบบนิวแมติกส์ ระบบไฮดรอลิกส์ และระบบไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์

ระบบนิวแมติกส์ ระบบไฮดรอลิกส์ และระบบไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ มีความสำคัญที่ต่างกันขึ้นอยู่กับการเลือกความเหมาะสมในการใช้งาน โดยที่ใช้แรงดันมาดันให้กระบอกสูบเกิดการเคลื่อนที่ เพื่อใช้ในงานต่างๆ เช่น เครื่องจักรในการประกอบในงานอุตสาหกรรม เครื่องจักรในการบรรจุหีบห่อ เครื่องจักรงานไม้ เครื่องพิมพ์ เป็นต้น

2.10.1 การทำงานระหว่างระบบนิวเมติกส์กับระบบไฮดรอลิกส์

งานบางอย่างจำเป็นที่จะต้องเลือกตัวกลางในการส่งผ่านกำลังงาน เช่น อากาศ สูญญากาศ หรือน้ำมันก็ได้ แต่งานบางอย่างอาจจะใช้ตัวกลางเหล่านี้ได้ทั้งหมด

ต่อไปนี้เป็นหัวข้อให้พิจารณาว่าจะต้องเลือกตัวกลางเหล่านี้ได้อย่างไร

1) ระดับของกำลังงาน

ระบบลมปกติแล้วการทำงานจะอยู่ในระดับ 1/4 ถึง 1-1/2 แรงม้า เป็นกฎโดยทั่วไปที่ระบบลมอัดจำเป็นต้องสูงกว่าระบบไฮดรอลิกส์ ในขณะที่ระบบไฮดรอ-ลิกส์ ทำงานตั้งแต่ระดับ 1 – 1/2 แรงม้าขึ้นไป เช่น 100 HP ของระบบลมอัดสามารถแยกสาขาไปควบคุมอุปกรณ์ต่างๆได้หลายชุด แต่ 100 HP ของระบบไฮดรอลิกส์ ทำได้เพียงชุดเดียวเท่านั้น

2) ระดับของเสียง

ถ้าระบบลมมีที่เก็บเสียง (Muffled) จะทำงานได้เงียบกว่าระบบไฮดรอลิกส์ที่แรงม้าเท่ากัน ในระหว่างรอบการทำงาน ระบบลมจะเก็บเสียงได้เงียบกว่าเช่นกัน ในขณะที่ระบบไฮดรอลิกส์ จะมีเสียงดังอัดเกิดจากปั๊มน้ำมันที่ยังคงทำงานตลอดเวลา

3) ความสะอาด

ปกติแล้วระบบลมจะสะอาดกว่าระบบไฮดรอลิกส์ แม้ว่าระบบลมจะมีน้ำมันหล่อลื่นอยู่ภายในระบบ แต่มีจำนวนน้อยที่จะพ่นออกมาจากวาล์วหลังจากสิ้นสุดการทำงาน ต่างจากระบบไฮดรอ-ลิกส์ที่มีโอกาสน้ำมันไฮดรอลิกส์ รั่วออกมาได้หลายทาง ถึงแม้ว่าการออกแบบจะพยายามให้สะอาดแล้วก็ตาม เช่น ซีลกระบอกสูบรั่ว สายน้ำมันรั่วซึม หรือการเปลี่ยนแปลงชิ้นส่วนต่างๆ เช่น การเปลี่ยนไส้กรอง เป็นต้น เป็นสาเหตุให้น้ำมันรั่วลงบนเครื่องจักรทั้งสิ้น

4) ความเร็ว

หากการทำงานที่มีน้ำหนักเบาแล้ว ระบบลมจะทำงานได้รวดเร็วกว่า เพราะว่าปริมาณของลมภายในถังสามารถเก็บอัดไว้ได้ให้การทำงานระยะสั้นๆ ได้ดีกว่าระบบไฮดรอลิกส์ ถ้าต้องการให้ระบบไฮดรอลิกส์ ทำงานได้รวดเร็วเท่ากับระบบลมแล้ว จำเป็นที่จะต้องเพิ่มขนาดของปั๊ม ขนาดของวาล์ว และปริมาตรการอัดที่สูง ซึ่งระบบไฮดรอลิกส์ ไม่มีการสำรองอัดไว้ได้เหมือนระบบลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) ต้นทุน

ระบบไฮดรอลิกส์มีต้นทุนต่ำกว่าระบบลม ที่กำลังกลไกเท่าๆ กันจากกระบอกสูบ เพราะว่าระบบไฮดรอลิกส์ จะมีประสิทธิภาพมากกว่า จากการออกแบบให้การสูญเสียความร้อนน้อยกว่าระบบลม ส่วนระบบลมต้องมีการกำจัดการสูญเสียความร้อนอันเกิดจากปั๊มลม จึงจำเป็นต้องมีอุปกรณ์กำจัดความร้อนของลมออกเสียก่อน เรียกว่า Cooler

6) ต้นทุนขั้นแรก

ต้นทุนเครื่องอัดอากาศ (Compressor) หากนำมาพิจารณากันแล้วระบบลมจะแพงกว่าระบบไฮดรอลิกส์ แต่บางครั้งระบบลมจะมีราคาถูกกว่าระบบไฮดรอลิกส์ ในกรณีที่ให้การทำงานที่ต้องการทำงานที่กำลังน้อยๆ เพราะระบบลมจะมีการสำรองลมอัดไว้ได้ และนำเอาลมอัดสำรองเหล่านี้ไปใช้โดยที่ Compressor ไม่ต้องทำงาน ต่างจากระบบไฮดรอลิกส์ ที่จำเป็นที่ต้องให้ปั๊มลมทำงานตลอดเวลา ไม่ว่าจะเป็นการใช้กำลังน้อยๆ ก็ตาม

7) ความแข็งแรง

ในการนำไปใช้งานแล้วถ้าหากต้องการความคงทนแข็งแรง ระบบไฮดรอลิกส์จะถูกนำมาพิจารณาก่อนระบบลม ตัวอย่างเช่น การป้อนชิ้นงาน การอัดชิ้นงานระบบที่ต้องการความละเอียดแน่นอน โดยที่ให้ความเร็วของลูกสูบหยุดทันทีในจังหวะกึ่งกลาง การนำไปใช้งานในระบบต่างๆ เหล่านี้ ไม่ว่าจะให้กำลังสูงหรือต่ำ ระบบไฮดรอลิกส์ จะดีกว่าระบบลมอย่าง

2.10.2 การเปรียบเทียบแหล่งพลังงาน

การเปรียบเทียบต้นกำลังการขับเคลื่อน ต้องมีเงื่อนไขพื้นฐานมาเป็นตัววัดผล สิ่งสำคัญที่สุดของระบบไฮดรอลิกส์คือ แรงเชิงความหนาแน่น ซึ่งได้จากการเปรียบเทียบแรงขับเคลื่อนที่สัมพันธ์กับพื้นที่ผิวและปริมาตรของต้นกำลังแรงขับเคลื่อนนั้นระบบไฮดรอลิกส์ ใช้ความกดดันสูงกว่าระบบนิวเมติกส์ ให้กำลังมากแม้ปริมาตรงานจะเล็กกว่า เปลี่ยนแปลงทิศทางได้เร็วและบังคับได้ประณีต ชนิดของพลังงานหลักและพลังงานควบคุม ตัวกลางส่งกำลังได้แก่ ทางเครื่องกล ทางไฟฟ้า ทางไฮดรอลิกส์ และทางนิวเมติกส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 การเปรียบเทียบระบบนิวแมติกส์กับระบบการทำงานอื่นๆ

รายละเอียดของระบบ	บังคับการทำงานด้วยระบบ			
	กลไก	ไฟฟ้า / อิเล็กฯ	ไฮดรอลิกส์	นิวแมติกส์
โครงสร้าง	ซับซ้อน	ซับซ้อน	ซับซ้อน	ง่าย
ความสามารถ	ดีมาก	ดีมาก	ดี	ดี ต้องระวัง
เคลื่อนที่เป็นเส้นตรง	ง่าย	ง่าย	ยาก	ง่าย
เคลื่อนที่แบบหมุน	ง่าย	ง่าย	ค่อนข้างยาก	ค่อนข้างยาก
กำลังขับ	น้อย - มาก	น้อย - มาก	กลาง- มากกว่า	น้อย - กลาง
การปรับกำลังขับ	ยาก	ยาก	ง่าย	ง่าย
การบำรุงรักษา	ง่าย	ใช้เทคโนโลยี	ค่อนข้างง่าย	ง่าย
ความเร็วคงที่	ดีมาก	ดี	ดี	ไม่คงที่
การรับภาระเกิน	ค่อนข้างยาก	ยาก	ค่อนข้างยาก	ง่าย
การติดตั้ง	น้อย	กลาง	มาก	มากกว่า
การใช้อุปกรณ์ช่วยเมื่อขาดกระแสไฟฟ้า	ค่อนข้างจะเป็นไปได้	ยาก	เป็นไปได้	เป็นไปได้
การส่งสัญญาณ	ยาก	ง่ายมาก	ค่อนข้างยาก	ง่าย
การป้องกันการติดไฟ	ดี	ใช้อุปกรณ์ช่วย	ดี	ดีมาก
ความรู้สึกไวต่อความชื้น	น้อย	มาก	กลาง	ต้องระบายออก
ความรู้สึกไวต่ออุณหภูมิ	น้อย	มาก	กลาง	น้อย
การเลือกวิธีการบังคับ	น้อย	มากกว่า	น้อย	มาก
การคำนวณในระบบ	น้อย	มาก	น้อย	กลาง
การคำนวณความเร็ว	สูง	สูงมาก	กลาง	กลาง
การคำนวณการบังคับ	แอนะลอก	ดิจิตอล	แอนะลอก	ดิจิตอล
ข้อเสียเมื่อเกิดการสั่นสะเทือน	ปกติ	มีผลเสีย	ปกติ	ปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.11 เหล็กกล้าไร้สนิม

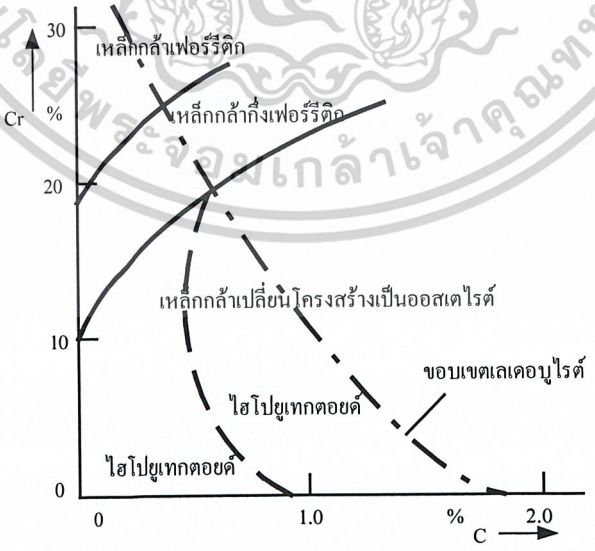
เหล็กกล้าไร้สนิม (Stainless Steel) เหล็กชนิดนี้จะถูกนำมาใช้ในงานต่างๆ เช่น อุตสาหกรรมเครื่องครัวเรือน อุตสาหกรรมเคมี อุตสาหกรรมสิ่งทอ เซลลูโลส อุตสาหกรรมกระดาษ เป็นต้น เหล็กชนิดนี้จะทนการเกิดสนิม ทนต่อสารเคมี อากาศชื้น น้ำ เหล็กชนิดนี้มีทั้งแบบปาดผิวได้และปาดผิวไม่ได้ เชื่อมได้ดีมากและขัดเงาได้ดี โดยทั่วไปจะต้องมีปริมาณโครเมียมเจือไม่น้อยกว่า 12 % (โดยน้ำหนัก)

การแบ่งเหล็กกล้าไร้สนิม ตามโครงสร้างจุลภาคเหล็กกล้า - เฟอร์ไรต์ ออสเตไนน์ - มาร์เตนไซต์ และจากการชุบแข็งตกตะกอน (Precipitation Hardening)

2.11.1 ธาตุที่ทำให้ช่วงออสเตไนต์แคบเข้า

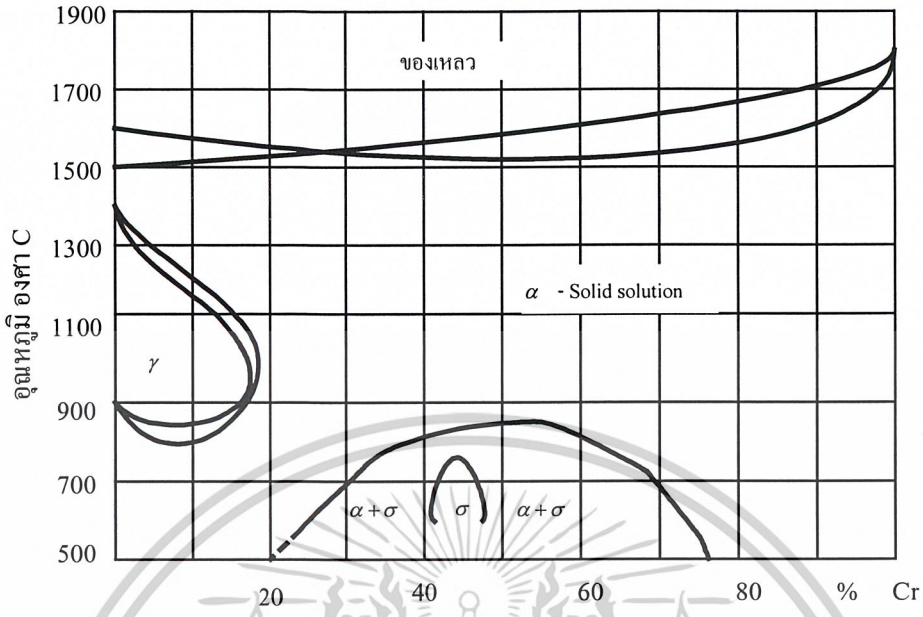
สังเกตดูได้จากรูปที่ 2.1 และ 2.2 ประกอบ ได้แก่ธาตุ โครเมียม ซิลิกอน โมลิบดีนั่ม วาเนเดียม ไทเทเนียม วุลแฟรม อะลูมีเนียม เพราะธาตุเหล่านี้ส่วนใหญ่ตกผลึกเป็นโครงสร้าง Body Centered Cubic (bcc) ด้วยเหตุนี้หากมีการเจือธาตุเหล่านี้สูงก็จะทำให้เหล็กกล้าเกิดมีโครงสร้างเป็น bcc เหล็กกล้านี้จะเย็นตัวและแข็งตัวโดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างซึ่งได้แก่ เหล็กกล้าไร้สนิมเฟอร์ไรต์

ตามรูปที่ 2.2 แสดงแผนภาพ Fe-Cr ในขอบเขต γ ที่ถูกจำกัดด้วยโครเมียม โดยเมื่อมีโครเมียมเจือมากกว่า 13% ที่อุณหภูมิต่ำถึงเส้นของแข็ง (solidus line) ที่เป็นเฟอร์ไรต์ (α - solid solution)



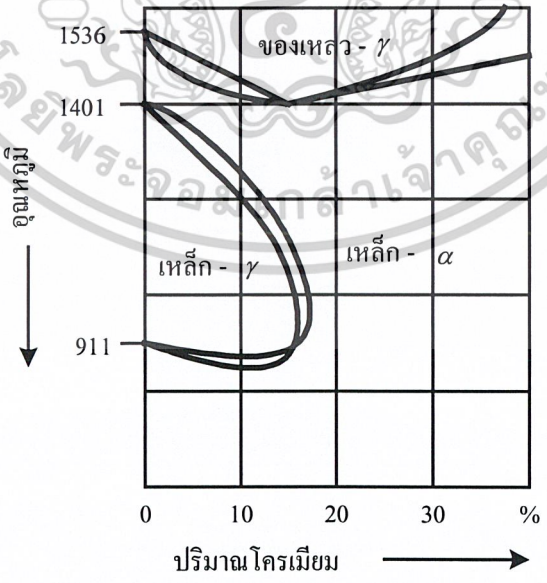
รูปที่ 2.1 แผนภาพแสดงโครงสร้างพื้นฐานของเหล็กกล้าเจือโครเมียมคาร์บอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 แผนภาพ Fe – Cr

สำหรับการเจือธาตุประเภทคาร์บอน แมงกานีสหรือไนโตรเจนจะทำให้ขอบเขตของสารละลายแกมมา (γ - solid solution) ขยายออกได้อีก เหล็กกล้าที่เจือ 17% Cr 0.10% (C+N) จะทำให้ไม่เป็นเฟอร์ไรต์อีกต่อไป



รูปที่ 2.3 รูปตัดจากแผนภาพเหล็ก – โครเมียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ปริมาณโครเมียมปานกลางจะเกิด σ - เฟส ที่แข็งและเปราะในแผนภาพ Fe – Cr ที่ใกล้เคียงกับ Fe–Cr จึงมีโครงสร้างอะตอมเป็นแบบเตตราโกนอล (tetragonal) ธาตุที่ช่วยให้เกิดเฟอร์ไรต์ได้ เช่น ซิลิคอน โมลิบดีนัม จะถูกละลายใน σ - เฟสได้ง่ายในการให้ความร้อนที่อุณหภูมิสูงกว่า 850°C จะทำให้ σ - เฟส ละลายอีก

ตามแต่ปริมาณ Cr และ C ที่เจืออยู่ เหล็กกล้าโครเมียมจะนำไปใช้งานในสภาพอบอุ่น ชุบแข็งหรืออบชุบส่วนที่ปริมาณคาร์บอนราว 0.07% เหล็กกล้าโครเมียม (มีปริมาณโครเมียม 17%) จะมีโครงสร้างจุลภาคเป็นเฟอร์ไรต์

การเจือปริมาณโมลิบดีนัมเพิ่มเติมจะทำให้ทนการกัดกร่อนตามปกติได้ดีขึ้น และทำให้ทนต่อการกัดกร่อนลึก (pitting corrosion) ได้ดีเป็นพิเศษ ส่วนเจือของโมลิบดีนัมที่ดีที่สุดจะอยู่ที่ 2% Mo และ 2% Cu (เพิ่มเติม)

การเจือโครเมียมน้อยและมีผลให้ช่วงขอบเม็ดเกร็นเกิดการกัดกร่อนในผลึก ส่วนเจือเพิ่มเติม Ti หรือ Nb/Ta (เนื่องจากมีแอฟฟินิตีสูงต่อคาร์บอนและไนโตรเจน) จะทำให้เหล็กกล้าโครเมียม เหล็กกล้าโครเมียม –โมลิบดีนัม ทนต่อการเกิดการกัดกร่อนในผลึก (intercrystalline corrorion) โดยจะเกิดการแยกตัวในรูปคาร์ไบด์เสถียร (stable carbide) และไนไตรด์ หรือคาร์บอน - ไนไตรด์ เช่น เหล็กกล้า X8 Cr Nb 17, X8 CrTi 17 หรือ X8 CrMoTi 17 ไดมีการพัฒนาเหล็กกล้า (เฟอร์ไรต์) โครเมียมและเหล็กกล้า (เฟอร์ไรต์) โครเมียม – โมลิบดีนัม ให้เป็นเหล็กกล้าโครเมียมที่มีเฟอร์ไรต์มากยิ่งขึ้น มีความเหนียวในขณะเย็นและเหมาะแก่การขึ้นรูปโดยไม่ปาดผิว และเชื่อมประสานได้ดีขึ้น โดยมีชื่อเรียกว่า “ซูเปอร์เฟอร์ไรต์” (superferrite) การทำให้เหล็กมีความเหนียวดีในขณะเย็นนั้น จะต้องลดปริมาณคาร์บอนและไนโตรเจนให้น้อยกว่า 1/1000% โดยใช้หลักการหลอมแบบกรรมวิธีสุญญากาศ หรือกรรมวิธีออกซิเจนบริสุทธิ์ และดูดก๊าซออกหลายๆ ครั้ง ตัวอย่างเหล็กนี้ได้แก่ X1 CrNiMoNb28 4 2 ที่ทนต่อน้ำทะเล ทนต่อคลอไรด์ ทนการกัดกร่อนจากการร้าวของความเครียด

เหล็กกล้าโครเมียม เหล็กกล้าโครเมียม – โมลิบดีนัมที่มี C $<$ 0.4% จะทำการอบชุบได้ และที่ C $>$ 0.4% จะนำมาใช้งานในสภาพชุบแข็ง

เหล็กกล้าเฟอร์ไรต์จะเกิดการเคลือบติดในขณะขึ้นรูปด้วยการปาดผิว

2.11.2 คุณสมบัติพิเศษของเหล็กกล้าไร้สนิมเฟอร์ไรต์

- เหนี่ยวนำเป็นแม่เหล็กได้ดีพิเศษ
- ทนความร้อนได้ดี ทนต่อการเกิดผิวสะเก็ด
- ทนต่อการกัดกร่อนเมื่อเฟอร์ไรต์บริสุทธิ์
- ขึ้นรูปในขณะเย็นได้น้อย ในขณะเย็นจะเปราะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

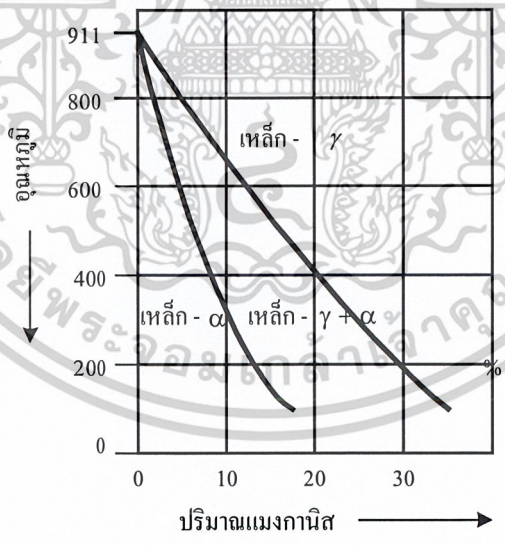
- ทำการชุบแข็งและอบปกติไม่ได้

2.11.3 เหล็กกล้าไร้สนิมโครงสร้างจุลภาคออสเตไนต์

จะต้องมีธาตุที่ทำให้ช่วงออสเตไนต์ขยายกว้างขึ้น เหล็กบริสุทธิ์ที่มีช่วงออสเตไนต์ หมายถึงช่วงอุณหภูมิของ Face Centered Cubic (γ - iron) ที่มีจุด A_4 (1402 °C) และ A_3 (911 °C) เป็นเขตกั้นไว้ คาร์บอนจะขยายช่วงเขตนี้ที่จุดอุณหภูมิวิกฤต A_3 ให้เลื่อนขยับลงไปข้างล่าง เมื่อปริมาณคาร์บอนเพิ่มขึ้น (เส้น GS) ในแผนภาพเล็ก – คาร์บอน ในทำนองเดียวกันธาตุต่อไปนี้ (ก็ทำให้ช่วงออสเตไนต์ขยายกว้างขึ้น) ซึ่งได้แก่

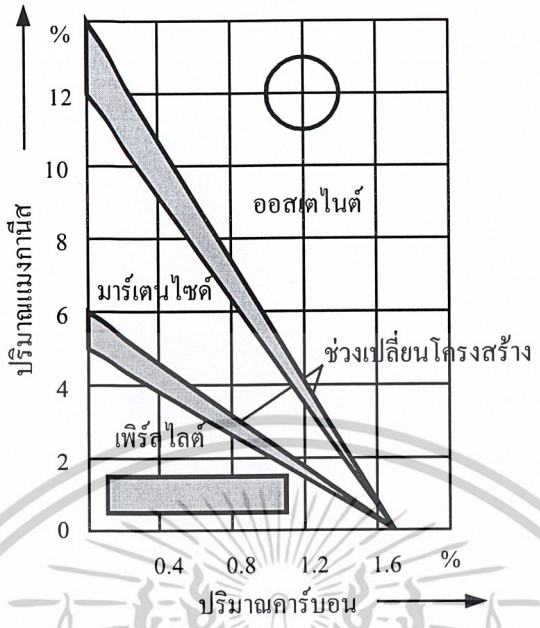
1) แมงกานีส นิกเกิล โคบอลต์ ไนโตรเจน และสังกะสี

ธาตุเหล่านี้จะขยายช่วงออสเตไนต์ที่ปริมาณเจือสูงจนถึงอุณหภูมิห้องและต่ำลงไปอีกจึงเกิดเป็นเหล็กกล้าออสเตไนต์มีโครงสร้างอะตอมที่อุณหภูมิห้องเป็น Face Centered Cubic (γ - iron) ในการเจือธาตุที่ขยายช่วงออสเตไนต์ธาตุใดธาตุหนึ่งในปริมาณน้อย ก็จะเกิดโครงสร้างออสเตไนต์ จากช่วงของ (γ - iron) อุณหภูมิห้องหรือจากการชุบแข็งได้ ตัวอย่างเช่น เหล็กกล้าที่เจือ 10 % Mn ที่ 800 °C (ตามรูปที่ 2.4) ซึ่งเป็น supercooled austenite อยู่ในสภาวะไม่เสถียร และถ้าผ่านการขึ้นรูปในขณะเย็นด้วยก็จะเกิดมาร์เตนไซต์ขึ้นอีกบางส่วนด้วย



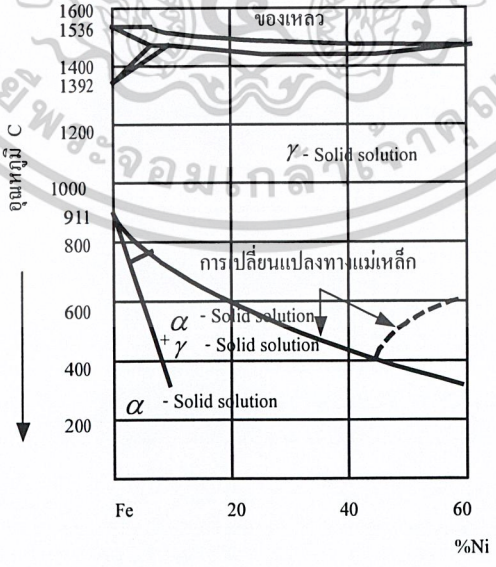
รูปที่ 2.4 รูปตัดจากแผนภาพเหล็ก – แมงกานีส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



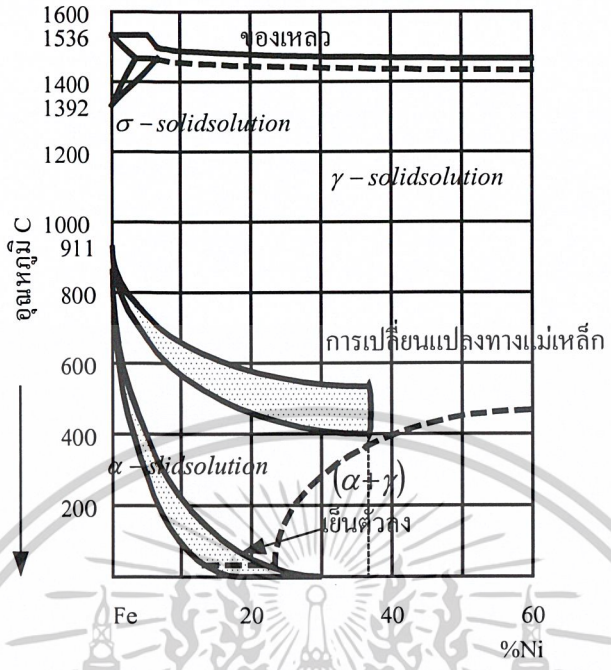
รูปที่ 2.5 โครงสร้างเหล็กกล้าแมงกานีสจากการเจือแมงกานีสและคาร์บอน

ตามรูปที่ 2.6 แผนภาพสมดุลยภาค Fe – Ni สำหรับด้าน Fe ใช้เวลานานมาก จึงต้องมีการพิจารณาความเป็นจริงตาม real diagrame Fe – Ni ไดอะแกรมนี้มีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างและความเข้มข้นสำหรับการให้ความร้อนและสำหรับการเย็นตัว



รูปที่ 2.6 แผนภาพสมดุลยภาค Fe – Ni (ด้าน Fe) โดยใช้เวลาให้ความร้อนนานมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



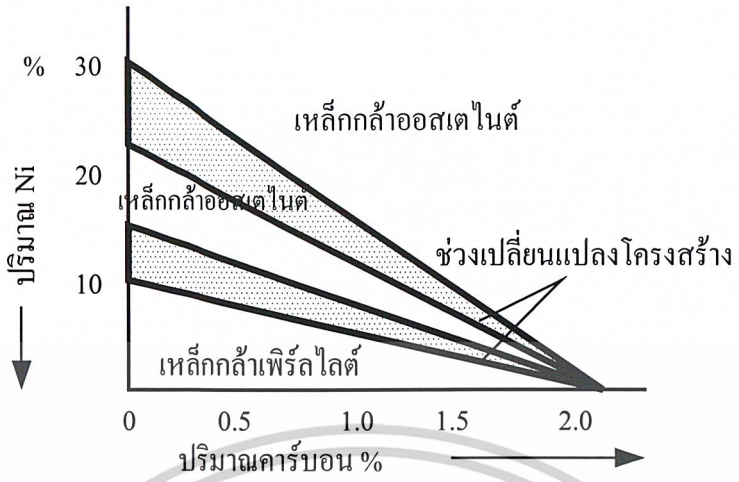
รูปที่ 2.7 Real Diagram Fe – Ni (ด้าน Fe) สำหรับกระบวนการให้ความร้อนและการเย็นตัว

ตามรูปที่ 2.7 จะแสดงอิทธิพลของนิกเกิลต่อขอบเขต γ ของเหล็กที่เป็นไปได้ โดยที่โครงสร้างพื้นฐานออสเตไนต์ของส่วนเจือ Fe – Cr – Ni เกิดเสถียร (stable) ที่ความเร็วการเย็นตัวสูงจนถึงอุณหภูมิห้อง

สำหรับการปรับปรุงคุณสมบัติทางความร้อนที่จำเป็นต้องให้ความร้อนถึงช่วงอุณหภูมิของสารละลายของแข็งแกมมา (γ-solid solution) ระหว่าง 1050 °C ถึง 1100 °C แล้วตามด้วยการเร่งให้เย็นตัวลงในลมหรือน้ำ ในการเย็นตัวอย่างช้าๆ ที่อุณหภูมิสูงจะเกิดการแยกตัวของคาร์บอนไปอยู่ในรูปโครเมียมคาร์ไบด์มีผลให้ความเหนียวลดลงทำให้เกิดการกัดกร่อนภายในผลึก (intercrystalline corrosion)

ความโน้มเอียงในการเกิดเม็ดเกร็นหยาบของเหล็กนี้ จะน้อยกว่าแบบที่มีโครงสร้างจุลภาคเป็นเฟอร์ไรต์ (เหล็กกล้าไร้สนิม)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.8 โครงสร้างของเหล็กกล้านิกเกิล ที่ได้จากการเจือแมงกานีสและคาร์บอน

การเจือโมลิบดีนัมเพิ่มจะทำให้เหล็กกล้าไร้สนิมออสเตไนต์ทนต่อการกัดกร่อนจากสารหลายอย่าง โดยเฉพาะอย่างยิ่งกรดที่ไม่มีปฏิกิริยากับออกไซด์บรรยากาศในโรงงานอุตสาหกรรม และยังทำให้ลดการกัดกร่อนลึกในเหล็กกล้าโครเมียม – นิกเกิลอีกด้วย

โดยปกติแล้วโมลิบดีนัมจะทำให้ส่วนที่มีโครงสร้างจุลภาคเป็นเฟอร์ไรต์ได้มั่นคงและมากยิ่งขึ้น การเจือ Ti หรือ Nb/Ta จะทำให้หน่วงเหนี่ยวการเกิดโครเมียมคาร์ไบด์และทำให้โครงสร้างพื้นฐานมีโครเมียมน้อย มีผลให้เกิดการกัดกร่อนภายในผลึก (intercrystalline corrosion) ได้

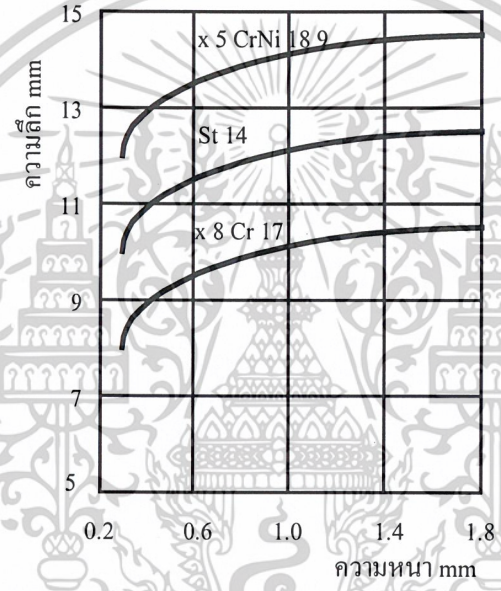
เหล็กกล้าไร้สนิมออสเตไนต์ที่เจือธาตุกำมะถัน ฟอสฟอรัส ตะกั่ว ซิลิเนียมจะทำให้ปาดผิวได้ดีขึ้น จึงเหมาะในการกลึงปาดผิว ซึ่งได้แก่เหล็กกล้า X12 CrNiS 18 8 ที่มี S สูงสุดไม่เกิน 0.27 %

รูปที่ 2.9 โครงสร้างจุลภาคเหล็กกล้าไร้สนิม (ออสเตไนต์) X12 CrNi 18 8 ภาพขยาย 500 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) เหล็กกล้าไร้สนิมออสเตไนต์จึงมีคุณสมบัติพิเศษ ดังนี้

- ขึ้นรูปได้ดีที่สุด (ได้ถึง –200 °C) เนื่องจากมีโครงสร้างเป็น Face Centered Cubic จึงมีความเหนี่ยวสูง
- มีค่าความเค้นคราก่ต่ำ ค่าความต้านแรงดึงที่สูงกว่า (มีค่าสูงขึ้นโดยการชุบแข็งตกตะกอน)
- การเกิดความแข็งจากความเครียด (strain hardening) ได้มาก
- ไม่เป็นแม่เหล็ก ไม่สามารถชุบแข็ง และไม่สามารถทำการการอบปกติได้
- ทนต่อการกัดกร่อน



รูปที่ 2.10 การเปรียบเทียบการอัดลึกขึ้นรูปตามเอริชเซนของเหล็กกล้าไร้สนิมและ St 14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 ตัวอย่างการเปรียบเทียบคุณสมบัติของเหล็กกล้าไร้สนิม

คุณสมบัติ	X18 Cr 17	X15 CrNi 18 9
ลักษณะโครงสร้างจุลภาคเป็น	เฟอร์ไรต์	ออสเตไนต์
กรรมวิธีทางความร้อน	ความร้อน 750 - 850 °C	ชุบแข็ง 1000 - 1050 °C
ความเค้นคราก หน่วย N/mm^2 (0.2% ความเค้นพิสูจน์)	ต่ำสุด 270	ต่ำสุด 190
ความต้านแรงดึง หน่วย N/mm^2	450…600	500…700
ความยืด หน่วย % ตามแนวยาว ตามแนวขวาง	ต่ำสุด 20 ต่ำสุด 15	ต่ำสุด 50 ต่ำสุด 38
ต้านการกระแทกหน่วย J ตามแนวยาว (DVM - specimen) ตามแนวขวาง	ต่ำสุด 85 ต่ำสุด 65	ต่ำสุด 140 ต่ำสุด 105
อัดลึกขึ้นรูปตามเอริชเซน หน่วย mm (แผ่นหนา 1 mm)	9.5	13.5
ดัชนีความแข็งเพิ่มขึ้น (hardness increase exponent)n	0.18	0.45
การนำความร้อนที่ 20 °C หน่วย W/m °C	25	15
การขยายตัวตามความร้อนระหว่าง 20 °C และ 500 °C หน่วย 10^{-6} mm/m °C	11	18
การปาดผิว	- ปานกลาง - เกรี้นแยกตัว - เชื่อมไฟฟ้า	- ดี - เชื่อมด้วยไฟฟ้า
ใช้ทำประโยชน์	- อุปกรณ์ครัวเรือน - คิ้วขอบตัวถังรถยนต์ - กันชน - ฝาครอบล้อ - สถาปัตยกรรมภายใน	- โรงงานเบียร์ - โรงงานผลิตอาหาร - อุปกรณ์ครัวเรือน - ที่เชื่อมประสาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

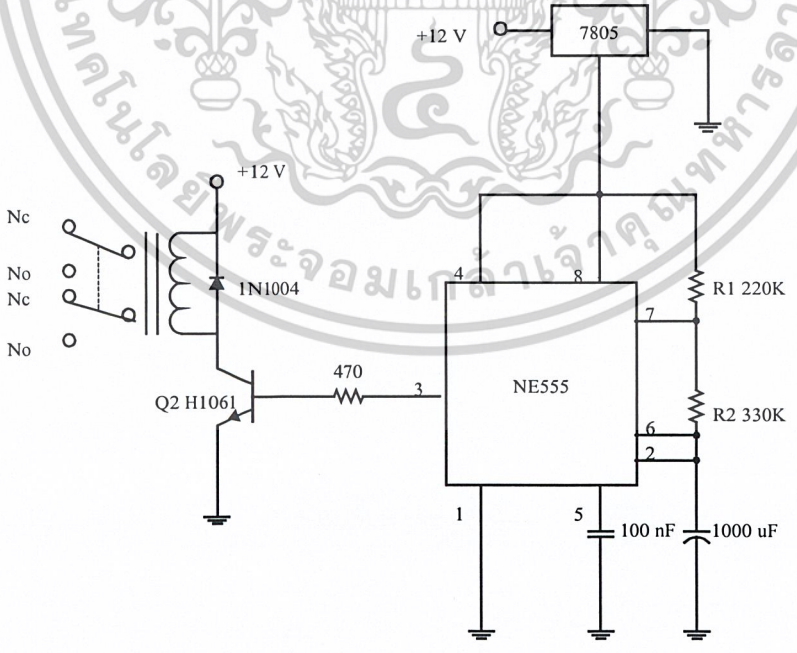
บทที่ 3
การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน

เนื้อหาในบทนี้ กล่าวถึงการออกแบบและการสร้างส่วนต่างๆ ของโครงงานเครื่องย่อยและอัดกระดาษ โดยนำหลักการและจากทฤษฎีที่ได้กล่าวมาแล้วในบทที่ 2 มาประกอบการออกแบบและสร้างวงจรต่างๆ ที่จะนำไปใช้ในโครงงาน

การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน ประกอบไปด้วยแผนผังการทำงานของโครงงาน วงจรควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ วงจรควบคุมวาล์วปล่อยกระดาษและมอเตอร์ฟีดกระดาษ โครงสร้างการทำงานและการออกแบบ

3.1วงจรควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ

วงจรภาคควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ 50 เฮิร์ต ขนาด ¼ แรงม้า 1400 รอบ จะใช้หลักการตั้งเวลาการทำงานจาก ไอซี 555 เพื่อผลิตสัญญาณพัลส์ โดยช่วงเวลาพัลส์บวกจะใช้เวลาประมาณ 10 นาทีและช่วงเวลาเป็น 0 จะใช้เวลาประมาณ 3 นาที

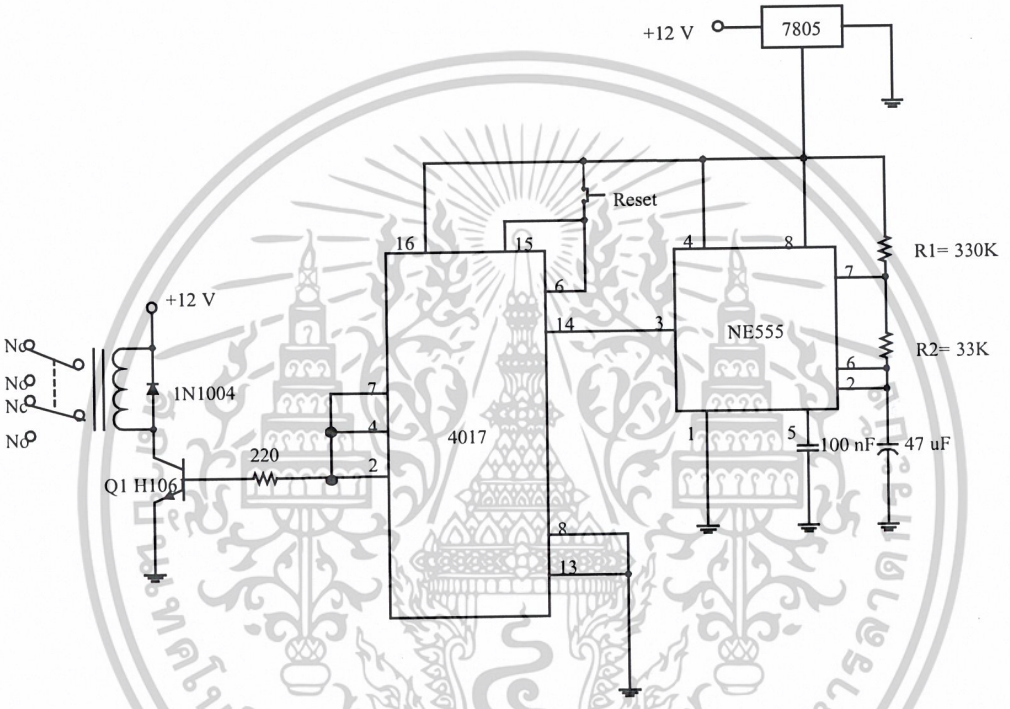


รูปที่ 3.1 วงจรควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 วงจรควบคุมปั๊มน้ำ

หลักการทำงานของวงจรคือเมื่อทำการกดสวิตซ์แล้วไอซี 555 จะผลิตสัญญาณพัลส์ช่วงเวลาพัลส์บวกประมาณ 15 วินาทีและช่วงเวลาพัลส์เป็น 0 จะใช้เวลาประมาณ 10 วินาที สัญญาณพัลส์ที่ได้จากขา 3 ของไอซี 555 จะส่งไปยังขาที่ 14 ของไอซี 4017 ซึ่งเป็นไอซีนับสิบ จากวงจรจะเห็นว่านำเอาต์พุตจากขาที่ 2, 4, 7 ไปควบคุมวาล์วปั๊มน้ำและนำสัญญาณที่ขา 6 ไปรีเซตวงจร



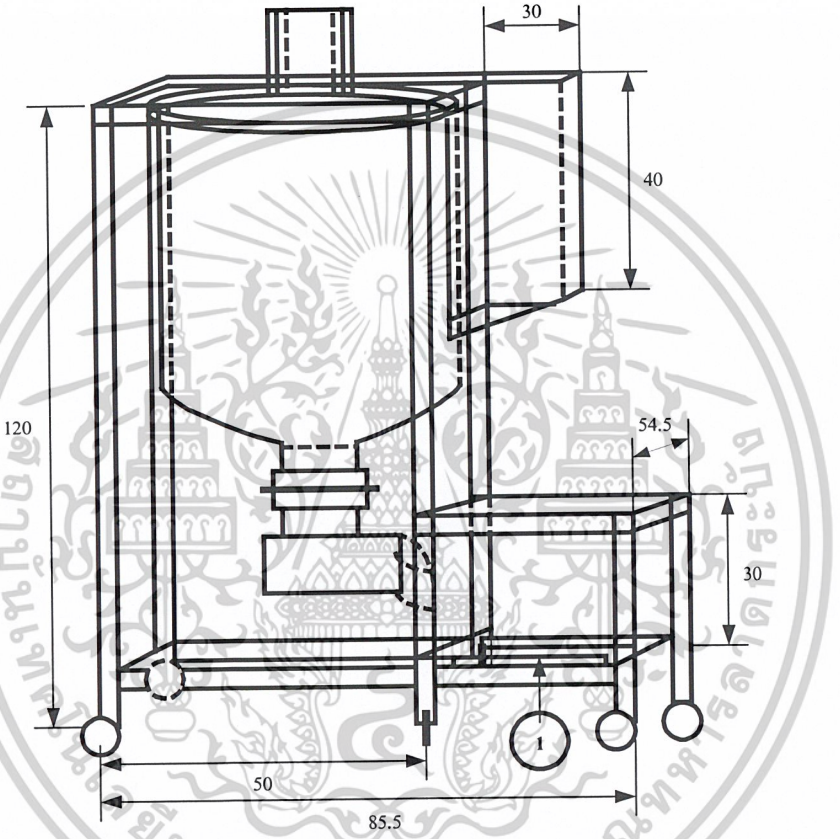
รูปที่ 3.2 วงจรควบคุมปั๊มน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

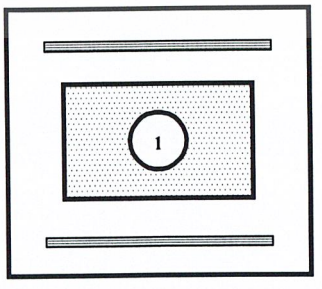
3.3 ขนาดและโครงสร้างของเครื่องย่อยและอัดกระดาษ

3.3.1 โครงสร้างของเครื่องย่อยและอัดกระดาษ

ส่วนระบายน้ำเจาะดังรูปที่ 3.4 เพื่อที่จะให้น้ำที่ปนมากับกระดาษไหลลงสู่ถาดรับน้ำได้รวดเร็วขึ้นและเพื่อไม่ให้น้ำทะลักขึ้นมาบนแท่นอัดขณะทำการอัดกระดาษ



รูปที่ 3.3 โครงสร้างเครื่องย่อยและอัดกระดาษ



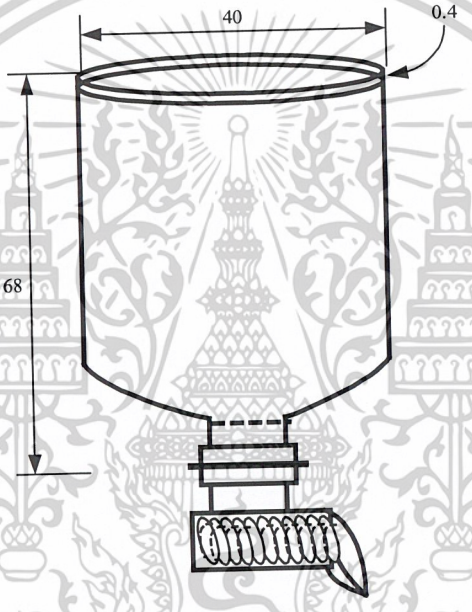
รูปที่ 3.4 ส่วนระบายน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

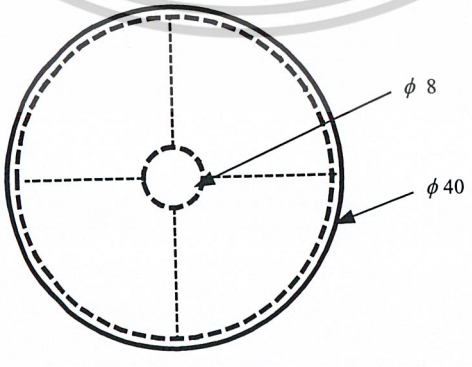
3.3.2 ส่วนประกอบของเครื่องย่อยและอัดกระดาษ

1) ถังย่อยกระดาษ

ทำจากสแตนเลส หนาประมาณ 0.2 cm ขึ้นรูปเป็นทรงกระบอก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 40 cm สูงประมาณ 68 cm ข้างล่างทำเป็นคอคลอดรูปกรวยอีกประมาณ 10 cm เส้นผ่านศูนย์กลางตรงคอคลอดประมาณ 8 cm ประโยชน์ของการขึ้นรูปเป็นรูปทรงกระบอกก็เพื่อ ลดพื้นที่ในแนวนอนของตัวเครื่องไม่ให้ใหญ่จนเกินไปและตรงข้างล่างถังที่ขึ้นรูปเป็นรูปกรวยก็เพื่อเมื่อเวลาปั่นกระดาษเสร็จแล้วจะทำให้กระดาษไหลลงสู่ข้างล่างได้ง่ายขึ้น



รูปที่ 3.5 ถังย่อยกระดาษ



รูปที่ 3.6 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของถังย่อยกระดาษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

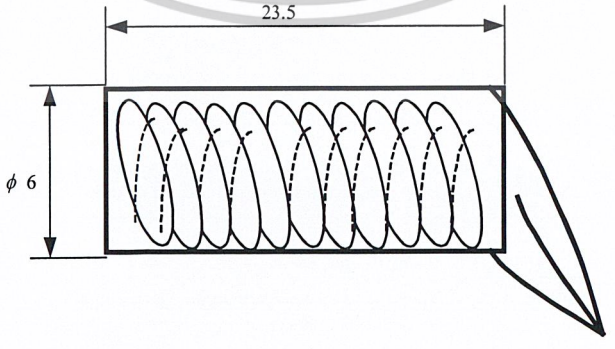
2) ใบมีด

ทำจากสแตนเลสหนาประมาณ 0.4 cm ลักษณะของใบมีดจะประกอบไปด้วย ใบมีดใบยาว 4 ใบ ยาวประมาณ 2.5 นิ้ว ลับคมทั้งสองด้านปลายไม่แหลม และใบมีดสั้น 4 ใบ ยาวประมาณ 1 นิ้ว ลับคมทั้งสองด้านปลายแหลม ใบมีดทั้งหมดจะถูกเชื่อมประกอบไว้ในลักษณะเป็นวงกลมโดยมีเพลาต่อกับมอเตอร์อีกทีหนึ่ง

รูปที่ 3.7 ใบมีด

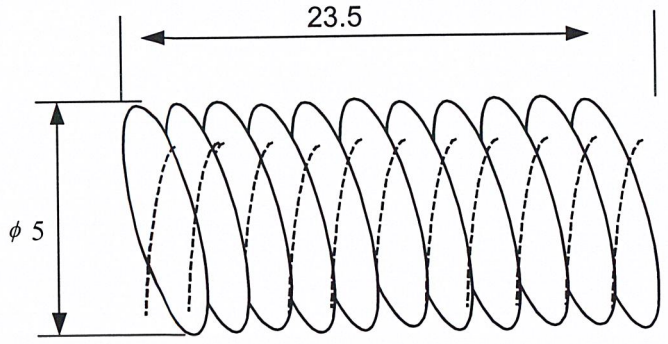
3) ส่วนลำเลียงกระดาษ

จะประกอบด้วย 2 ส่วน คือ เกลียวลำเลียงและท่อลำเลียง เกลียวลำเลียง ทำจากสแตนเลสหนาประมาณ 0.1 cm ซึ่งมีลักษณะเป็นเกลียวส่ง ซึ่งจะอยู่ข้างในท่อลำเลียงอีกทีหนึ่ง ท่อลำเลียงทำจากสแตนเลสหนาประมาณ 0.2 cm ขึ้นรูปในลักษณะเป็นท่อ เส้นผ่านศูนย์กลาง 6 cm ยาว 23 cm ซึ่งปลายท่อด้านหนึ่งปิดเพื่อเป็นที่สำหรับยึดมอเตอร์กับเกลียวลำเลียงอีกทีหนึ่งส่วนปลายอีกด้านหนึ่งเปิดไว้สำหรับลำเลียงกระดาษลงสู่บล๊อกอีกทีหนึ่ง



รูปที่ 3.8 ท่อลำเลียง

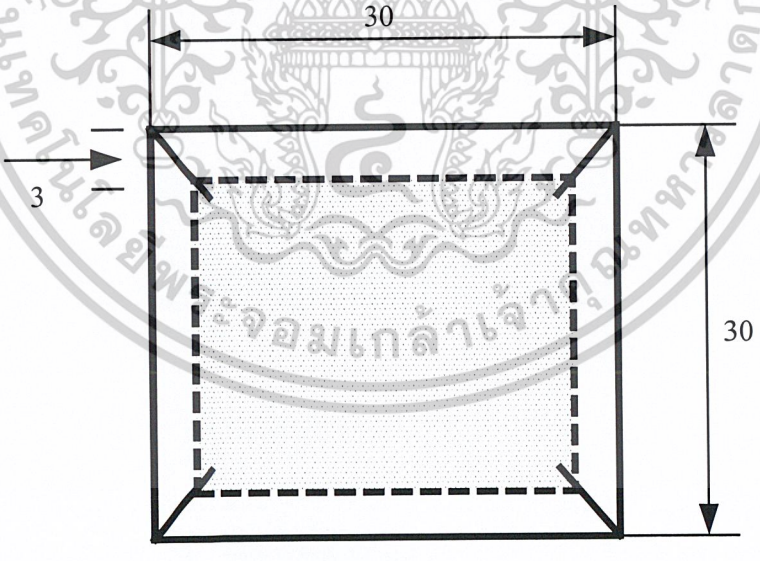
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.9 ขนาดของเกลียวลำเลียง

4) บล็อกอัดกระดาษ

บล็อกอัดกระดาษทำจากสแตนเลสหนา 0.2 cm มีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัส ยาวด้านละ 30 cm สูง 3 cm ตัวบล็อกนี้จะเจาะรูเล็กๆ มีไว้สำหรับเป็นรูระบายน้ำจากบล็อก ตรงบล็อกนี้จะมีส่วนหนึ่งที่สำคัญก็คือ แผ่นสังกะสี ทำจากแผ่นสังกะสีบางๆ เป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัส ยาวด้านละ 28 cm มีไว้สำหรับไม่ให้กระดาษติดกับเหล็กตัวอัดกระดาษเมื่ออัดกระดาษ



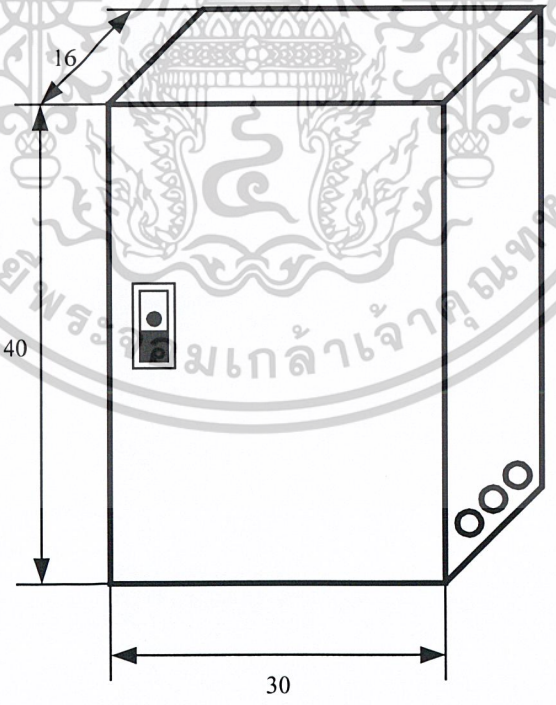
รูปที่ 3.10 บล็อกแม่พิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.11 แผ่นสังกะสี

5) ตู้คอนโทรล

ทำจากเหล็กมีลักษณะเป็นตู้สี่เหลี่ยมผืนผ้า กว้าง 30cm ยาว 40 cm ลึก 16 cm สามารถเปิด – ปิดได้ ข้างหน้าจะมีหลอดไฟแสดงสภาวะการทำงานต่างพร้อมทั้งมีปุ่มควบคุมการทำงานอยู่ด้วย ตู้คอนโทรลนี้เป็นตู้ที่มีความสำคัญมากเพราะเป็นตู้ที่รวมวงจรควบคุมของเครื่องไว้ทั้งหมด

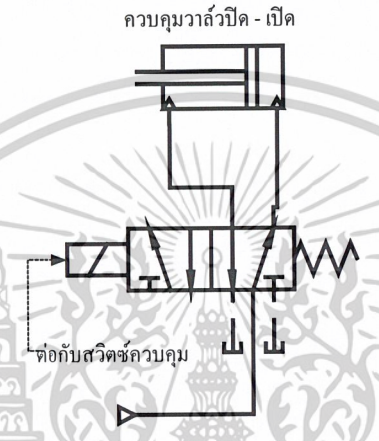


รูปที่ 3.12 ตู้ควบคุม

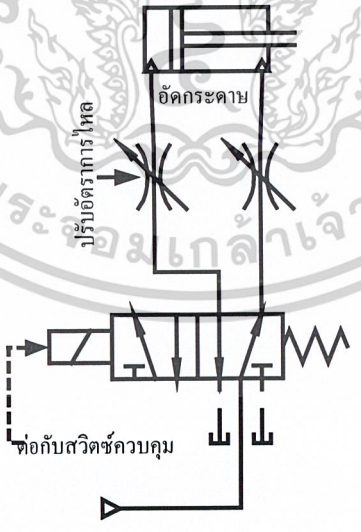
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6) ระบบควบคุมวาล์วและอัดกระดาษ

ในการอัดกระดาษนั้นต้องใช้ระบบนิวแมติกส์เข้ามาช่วยในการควบคุมกระบอกสูบนั้น ต้องให้ลมแหล่งจ่ายลมจากภายนอก การควบคุมให้กระบอกสูบเคลื่อนที่นั้นต้องให้วาล์ว 5/2 และการปรับความเร็วของกระบอกสูบต้องใช้วาล์วปรับการไหลเพื่อให้ระบบมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ในการควบคุมวาล์วต้องใช้สัญญาณไฟฟ้าร่วมด้วย



รูปที่ 3.13 ควบคุมวาล์วปิด - เปิดวาล์วปล่อยกระดาษ



รูปที่ 3.14 ควบคุมการอัดกระดาษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

เนื้อหาในบทนี้ จะกล่าวถึงการทดลองและผลการทดลองของส่วนประกอบในวงจรของโครงงานที่สำคัญ และการทดลองทดสอบเครื่อง ซึ่งการทดลองในส่วนของวงจรควบคุมจะต้องอาศัยความระมัดระวังและรอบคอบในการทดลอง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนของชุดควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับซึ่งต้องใช้มอเตอร์ที่มีความเร็วรอบประมาณ 1400 รอบ/นาที แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง วงจรควบคุมการฟีดกระดาษและปล่อยกระดาษ ปั๊มที่ทำหน้าที่นำน้ำกลับไปใช้ในถังปั่นกระดาษ การทดลองอัดกระดาษด้วยมือ และวงจรควบคุมการทำงานด้วยมือ

4.1 การทดสอบการอัดกระดาษด้วยมือ

จากการทดลองการอัดกระดาษโดยการนำกระดาษหนังสือพิมพ์ประมาณ 3 ฉบับมาแช่น้ำแล้วทำการฉีกกระดาษให้ย่อยละเอียดพอประมาณ จากนั้นทำการอัดขึ้นรูปโดยใช้มือกด เพื่อให้น้ำแยกออกจากกระดาษ จากนั้นนำกระดาษจากการอัดแล้วไปตากแดดให้แห้ง จากที่ได้นำกระดาษที่อัดแล้วไปตากแดดจะใช้เวลาประมาณ 1 วันในกรณีที่มีแสงแดดเป็นปกติ

เมื่อกระดาษที่ได้จากการอัดขึ้นรูปแห้งแล้วก็ลองทดสอบ โดยเทียบปริมาณกระดาษก่อนการย่อยและอัดกับหลังการอัด ว่ามีความแตกต่างกันมากน้อยแค่ไหนและสามารถจัดเก็บได้จริง ปรากฏว่าการทดลองเป็นไปตามที่คาดไว้ คือกระดาษที่ย่อยและอัดแล้วสามารถลดพื้นที่ได้บ้างและเก็บรักษาได้คงทนกว่ากระดาษที่เป็นแผ่น แต่จะเสียเวลาในการที่ต้องทำให้กระดาษแห้ง

4.2 การทดลองวงจรแหล่งจ่ายไฟกระแสตรง

จากการทดลองแหล่งจ่ายสามารถที่จะให้แรงดันเอาต์พุต 12 โวลต์ ได้ตรงตามที่ออกแบบไว้คือ แรงดันที่วัดได้โดยใช้ดิจิตอลมัลติมิเตอร์ YUGO รุ่น MY- 67 สามารถนำไปใช้เป็นแหล่งจ่ายให้กับวงจรในส่วนต่างๆของโครงงานได้จริง เหมาะสมทั้งแรงดันและกระแสที่ใช้กับเครื่องย่อยและอัดกระดาษจริง มีความปลอดภัยในการใช้งาน คือมีฟิวส์ป้องกันไม่ให้กระแสเกิน ในส่วนของอุปกรณ์ที่เป็นทรานซิสเตอร์มีการติดตั้งแผ่นระบายความร้อนที่เหมาะสมกับอุณหภูมิ ขั้วต่อสายไฟที่ความปลอดภัยและต่อใช้งานง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การทดลองวงจรควบคุมปั้มน้ำ

จากการการทดลองวงจรควบคุมมอเตอร์ฟีดกระดาษ กระบอกสูบ วาล์วปล่อยกระดาษ โดยการจำลองสถานะการทำงานของวงจรโดยการใช้ LED เป็นตัวแสดงผล จากากรทดลองสามารถที่จะปรับค่าของเวลาในการปล่อยกระดาษและทำการอัดกระดาษ

การทดลองส่วนที่ควบคุมที่เป็นอุปกรณ์ด้านกำลังสามารถที่จะทนกระแสและแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ได้

4.4 การทดลองปั่นกระดาษในถัง

จากการทดสอบปั่นกระดาษในถัง ตอนแรกใช้มอเตอร์ขนาด 1/3 แรงม้า รอบการทำงาน 1,400 รอบต่อนาที แรงดัน 220 โวลต์ กระแส 4.3 แอมแปร์ ในการปั่นกระดาษสามารถปั่นได้ละเอียดดี แต่เมื่อเพิ่มกระดาษลงไปในถังจำนวนมากขึ้น มอเตอร์จะทำงานหนัก หมุนช้าจนกระทั่งมอเตอร์ไม่สามารถหมุนได้ เพราะความหนืดของกระดาษ ซึ่งทำให้มอเตอร์ร้อนและอาจจะไหม้ได้ จึงลองเปลี่ยนมอเตอร์มาใช้ขนาด 1/2 แรงม้า รอบการทำงาน 1,430 รอบต่อนาที แรงดัน 220 โวลต์ กระแส 4.3 แอมแปร์ จึงสามารถปั่นกระดาษได้ละเอียด ไม่หมุนช้าหรือหยุดหมุนอันเนื่องมาจากความหนืดของกระดาษ

4.5 การทดลองลำเลียงกระดาษเข้าสู่บล็อกแม่พิมพ์

จากการทดลองลำเลียงกระดาษเข้าสู่บล็อกแม่พิมพ์ ถ้าน้ำที่ผสมกับกระดาษในถังปั่นน้อยกระดาษจะไหลไปยังบล็อกแม่พิมพ์ได้ยาก แต่ถ้าน้ำผสมกับกระดาษในปริมาณที่เหมาะสมกระดาษก็จะไหลเข้าไปยังบล็อกแม่พิมพ์ได้ดี

4.6 การทดลองอัดกระดาษ

จากการทดลองอัดกระดาษต้องใช้แรงที่กดทำให้ติดกันเป็นก้อน 6 kgf/cm^2 และต้องปรับวาล์วควบคุมอัตราการไหลของลมให้ช้าๆ เพื่อป้องกันน้ำไม่ให้ล้นออกด้านข้าง บล็อกเวลาที่ทำการอัด ถ้าหากไม่มีการปรับวาล์วควบคุมอัตราการไหลจะทำให้กระบอกสูบเลื่อนลงมาอัดอย่างรวดเร็ว ทำให้น้ำไหลลงข้างล่างบล็อกไม่ทัน น้ำจึงล้นออกด้านข้างบล็อกแทน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.7 การทดลองการระบายน้ำออกจากบล็อกแม่พิมพ์

จากการทดลองระบายน้ำออกจากบล็อกแม่พิมพ์ ในช่วงที่แท่นอัดกระดาษลงมาอัดกระดาษน้ำจะลายบายลงข้างล่างไม่ทัน ทำให้น้ำล้นออกมานอกบล็อก จึงต้องเจาะรูข้างล่างบล็อกแม่พิมพ์เพิ่มขึ้น น้ำจึงระบายลงด้านล่างได้ทัน

4.8 การทดลองการเกาะตัวของกระดาษที่อัดเรียบร้อยแล้ว

จากการทดลองอัดโดยใช้น้ำเป็นตัวประสาน และใช้แรงอัดจากกระบอกสูบ กระดาษที่ได้จะติดกันเป็นก้อน โดยไม่ต้องผสมกาวลงไปในถังเวลาปั่นกระดาษ

4.9 การทดลองระยะเวลาในการปั่นกระดาษ

จากการทดลองในการปั่นกระดาษ 3 กิโลกรัม ใช้เวลาประมาณ 5 นาที กระดาษที่ได้ละเอียดดี ลำเลียงไปยังบล็อกได้ง่าย และอัดเป็นก้อนได้ดี

4.10 การทดลองปริมาณน้ำที่ใส่ในถัง

จากการทดลองน้ำที่ใส่ในถังปั่น ต้องใส่ให้ได้ปริมาณที่เหมาะสมไม่ให้ล้นออกมา การทดลองครั้งแรกใส่น้ำประมาณครึ่งถังแล้วทดลองปั่นและใส่กระดาษลงไปในถังเลื่อยๆ ผลที่ได้คือน้ำมีการหมุนเป็นเกลียวขึ้นมาทำให้ล้นออกนอกถัง เราจึงลดปริมาณน้ำลงให้เหลือประมาณ 1/8 ของถังปั่น เมื่อเราทดลองปั่น และป้อนกระดาษลงไปเลื่อยๆ ผลที่ได้ คือ น้ำไม่ล้นออกนอกถัง กระดาษก็ละเอียด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทสรุป

5.1 สรุป

ในการศึกษาและทดลองการสร้างเครื่องย่อยและอัดกระดาษเป็นแนวคิดที่จะศึกษาระบบและการออกแบบเพื่อใช้ในการทำลายเอกสาร หนังสือพิมพ์ กระดาษที่ไม่ใช้งาน ผลจากการศึกษาในเรื่องนี้ทำให้ได้ได้เครื่องต้นแบบของเครื่องย่อยและอัดกระดาษจำนวนหนึ่งเครื่อง เพื่อใช้ในการทำลายกระดาษที่ต้องการทำลาย และเพื่อนำกระดาษที่ได้จากเครื่องต้นแบบนี้ไปทำการจัดเก็บและง่ายต่อการเคลื่อนย้ายขนส่งเข้าสู่โรงงานเพื่อทำกระดาษรีไซเคิลต่อไป

5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข

5.2.1 ปัญหาด้านฮาร์ดแวร์

1) ปัญหาที่พบทางด้านการออกแบบโครงสร้าง

มีความยากลำบากในการออกแบบโครงสร้างของเครื่องย่อยและอัดกระดาษ เพราะไม่มีต้นแบบตัวอย่าง ต้องออกแบบใหม่เองทั้งหมด

แนวทางแก้ไข

ได้ปรึกษากับท่านอาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมและผู้เชี่ยวชาญทางด้านการออกแบบโดยเฉพาะจึงทำให้การออกแบบโครงสร้างของเครื่องย่อยและอัดกระดาษมีความง่ายขึ้นและเป็นโครงสร้างที่มีความสมบูรณ์แบบ

2) ปัญหาด้านการติดตั้งอุปกรณ์

อุปกรณ์และการติดตั้งอุปกรณ์มีความลำบาก เพราะอุปกรณ์และการติดตั้งอุปกรณ์ต้องมีการลองผิดลองถูกเพื่อที่จะให้เครื่องย่อยและอัดกระดาษมีความสมบูรณ์ที่สุด

แนวทางแก้ไข

ทดลองทดสอบอุปกรณ์และการติดตั้งอุปกรณ์นั้นๆ จากตำราเรียนและปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมและผู้เชี่ยวชาญ

3) ปัญหาด้านขนาดของมอเตอร์ กระบอกสูบ และวาล์วควบคุม

ไม่ทราบขนาดของมอเตอร์ กระบอกสูบ และวาล์วควบคุมว่าต้องใช้ขนาดเท่าใด แรงดันเท่าใด มีแรงกดกี่กิโลกรัมต่อตารางเซ็นติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แนวทางแก้ไข

ศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลจากแหล่งความรู้ต่างๆ จากนั้นไปปรึกษาอาจารย์ที่มีความชำนาญในเรื่องดังกล่าว และหาซื้ออุปกรณ์ที่เป็นของมือสอง

5.2.2 ปัญหาทางด้านระบบควบคุม

1) วงจรควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์

ไม่ทราบข้อมูลเกี่ยวกับกระแสที่ใช้ในการสตาร์ทมอเตอร์ เพื่อที่ว่าจะเลือกใช้อุปกรณ์อะไรระหว่างแม็คเนติกส์กับโซรีดสเต็จรีเลย์

แนวทางแก้ไข

ศึกษาหาข้อมูลจากหนังสือที่เกี่ยวข้องกับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ การต่อใช้งานและขนาดของมอเตอร์ที่จะใช้งานเพื่อที่จะรู้ค่าของกระแสสูงสุดของมอเตอร์เพื่อเลือกอุปกรณ์ควบคุมการทำงานได้อย่างถูกต้องเหมาะสม

2) วงจรควบคุมปั๊มน้ำ

ปัญหาก็คือในช่วงการทำงานในสภาวะการทำงานเริ่มต้น เครื่องจะทำงานผิดพลาด

แนวทางแก้ไข

จากปัญหาเรื่องดังกล่าวได้ทำการปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษาแล้วให้ทำการรีเซตเครื่องทุกครั้งก่อนการใช้งาน

3) ปั๊มน้ำ

ปัญหาก็คือในการใช้งานเครื่องเวลานานๆ จะทำให้เกิดการอุดตัน ทำให้น้ำในระบบเกิดการขาดน้ำทำให้การทำงานต้องเติมน้ำเข้าระบบทำให้อาจเกิดอันตรายได้

แนวทางแก้ไข

จากปัญหาเรื่องดังกล่าว ต้องทำการใช้ระบบกรองน้ำและมีการทำความสะอาดบ่อยๆ

4) การทดสอบระบบควบคุมด้วยมือ

ปัญหาก็คือในกรณีที่เราทำการควบคุมด้วยมือนั้นจะทำให้การต่อวงจรยุ่งยากขึ้น และต้องคำนึงถึงความปลอดภัยด้วย

แนวทางแก้ไข

ปัญหาในเรื่องของวงจรควบคุมด้วยมือนี้ คือต้องตัดแหล่งจ่ายไฟที่ไปควบคุมระบบอัตโนมัติและต้องต่อวงจรชุดควบคุมส่วนต่างๆ ของระบบอีกชุดหนึ่ง เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดความเสียหายแก่เครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 แนวทางการพัฒนา

จากโครงสร้างและหลักการทำงานของเครื่องย่อยและอัดกระดาษจะทำงานแค่นำกระดาษที่ไม่ใช้แล้วมาย่อยและอัดกระดาษขึ้นรูปเพื่อนำไปรีไซเคิลเท่านั้น เราสามารถออกแบบโครงสร้างและหลักการทำงานให้ทำงานได้หลากหลายได้อีก คือ

1. พัฒนากระบวนการ การย่อยกระดาษให้ใช้เวลาน้อยลง
2. พัฒนาโครงสร้างให้กะทัดรัด สะดวกในการใช้งานและเก็บรักษา
3. พัฒนาประสิทธิภาพในการอัดกระดาษให้สูงขึ้นและใช้เวลาให้น้อยลง
4. พัฒนาให้สามารถฟอกกระดาษที่มีหมึกสีต่างๆ ติดอยู่ให้สะอาดและเป็นสีขาว
5. พัฒนาให้กระดาษที่อัดออกมาแล้วแห้งได้ทันทีโดยไม่ต้องเสียเวลาในการตาก

การเพิ่มที่โครงสร้างจากที่มีถังย่อยกระดาษและแท่นอัดขึ้นรูปเราเพิ่มถังฟอกกระดาษเข้าไปอีกถังหนึ่งให้อยู่ระหว่างถังย่อยกระดาษและแท่นอัดถังฟอกกระดาษนี้จะมีหน้าที่ฟอกกระดาษให้กระดาษสะอาดขึ้นซึ่งในขั้นตอนนี้เราสามารถเติมสีให้กับกระดาษได้แล้วส่งไปยังแท่นอัดขึ้นรูป ในระบบนี้เราจะสามารถผลิตกระดาษไปใช้ได้เลย กระบวนการนี้ก็คือ การทำกระดาษสานั้นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

ขวัญชัย สินทรัพย์สมบูรณ์ และปานเพชร ชินินทร. **นิวแมติกอุตสาหกรรม.** กรุงเทพฯ : บริษัท ซีเอ็ด ยูเคชั่น จำกัด (มหาชน). 2539

นักศึกษาแผนกวิชาการพิมพ์. **กระดาษทางการพิมพ์.** สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตภาคพายัพ. 2537

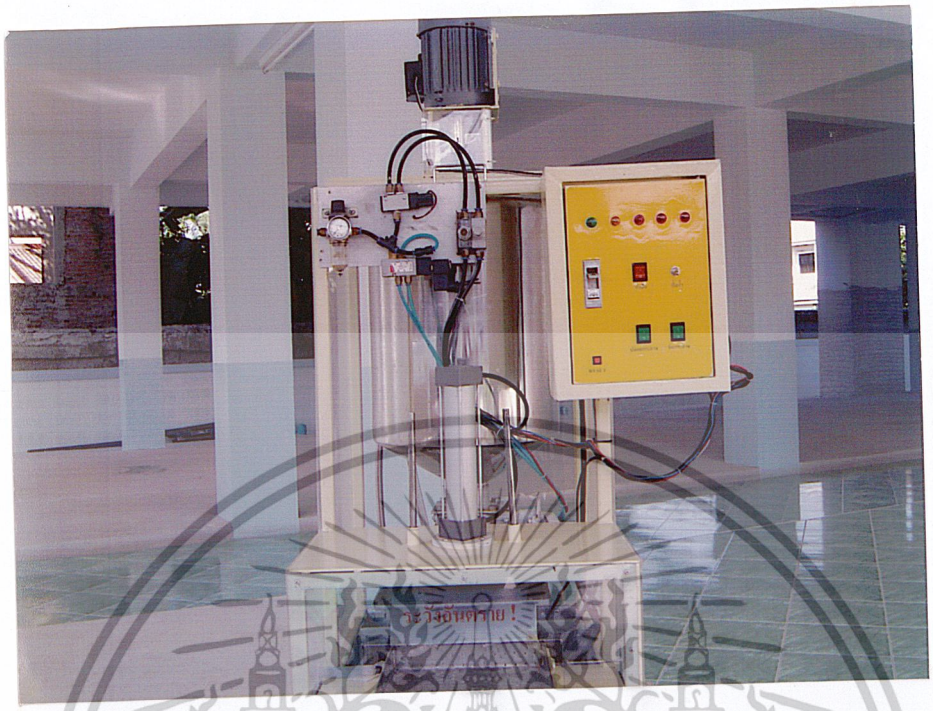
บุรีรมย์ ศูนย์อุปกรณ์การสอนและเทคโนโลยี. **นิวแมติกและไฮโดรลิก.** กรุงเทพฯ : 2531

มานพ ตันนระบัณฑิตย์.**วัสดุวิศวกรรม.พิมพ์ครั้งที่** 9. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ ส.ส.ท. 2531

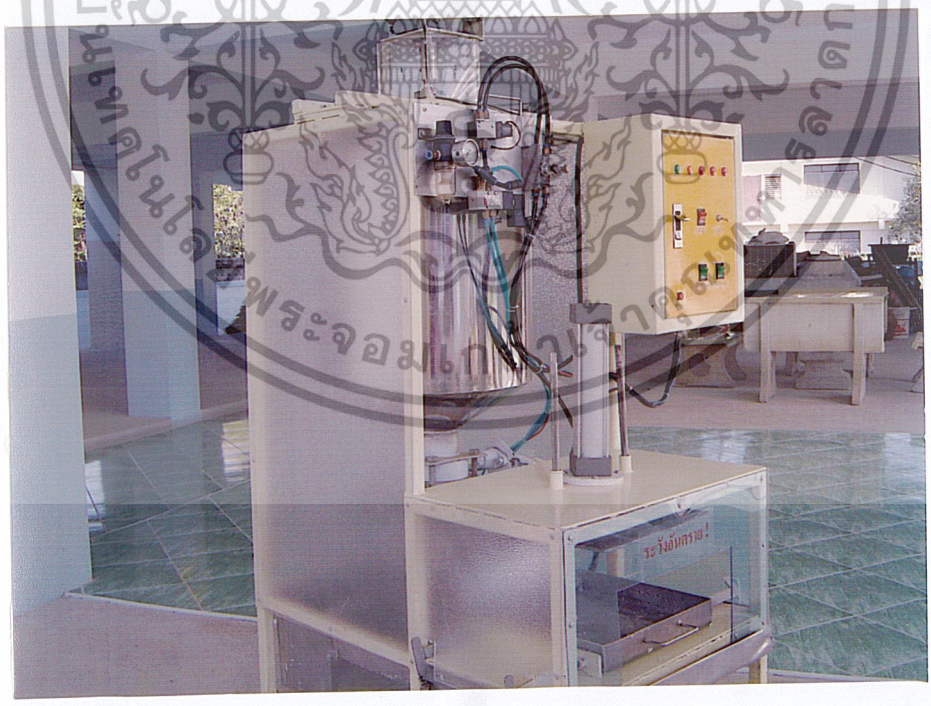
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
เครื่องต้นแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



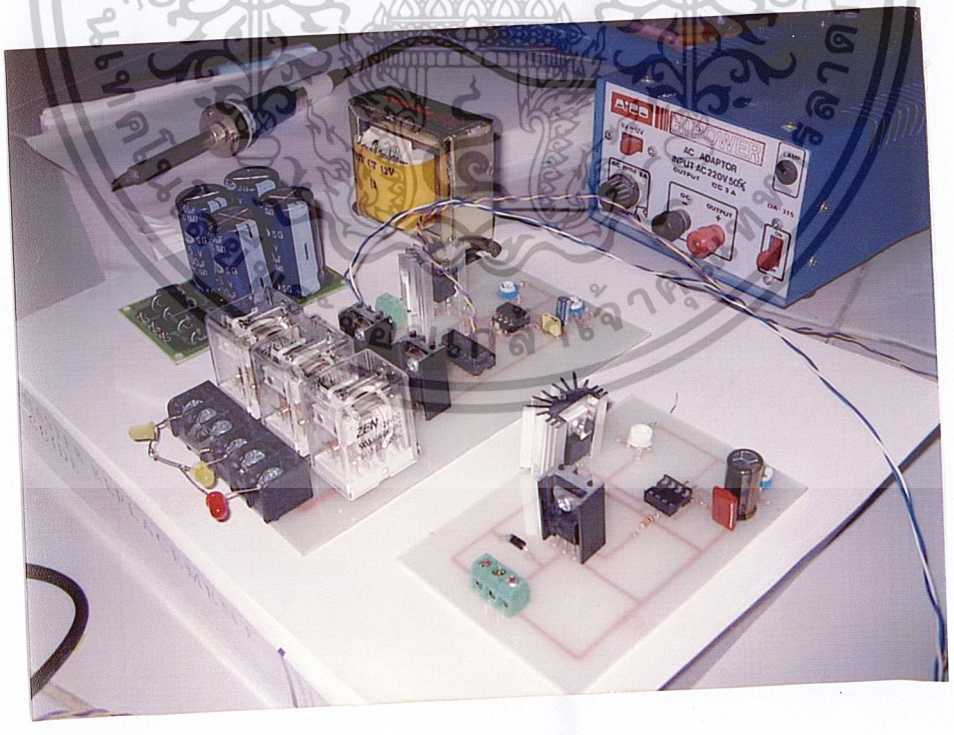
รูปที่ ก.1 ภาพด้านหน้าของเครื่องย่อยและอัดกระดาษ



รูปที่ ก.2 ภาพด้านข้างของเครื่องย่อยและอัดกระดาษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ก.3 ภาพด้านหลังของเครื่องย่อยและอัดกระดาษ



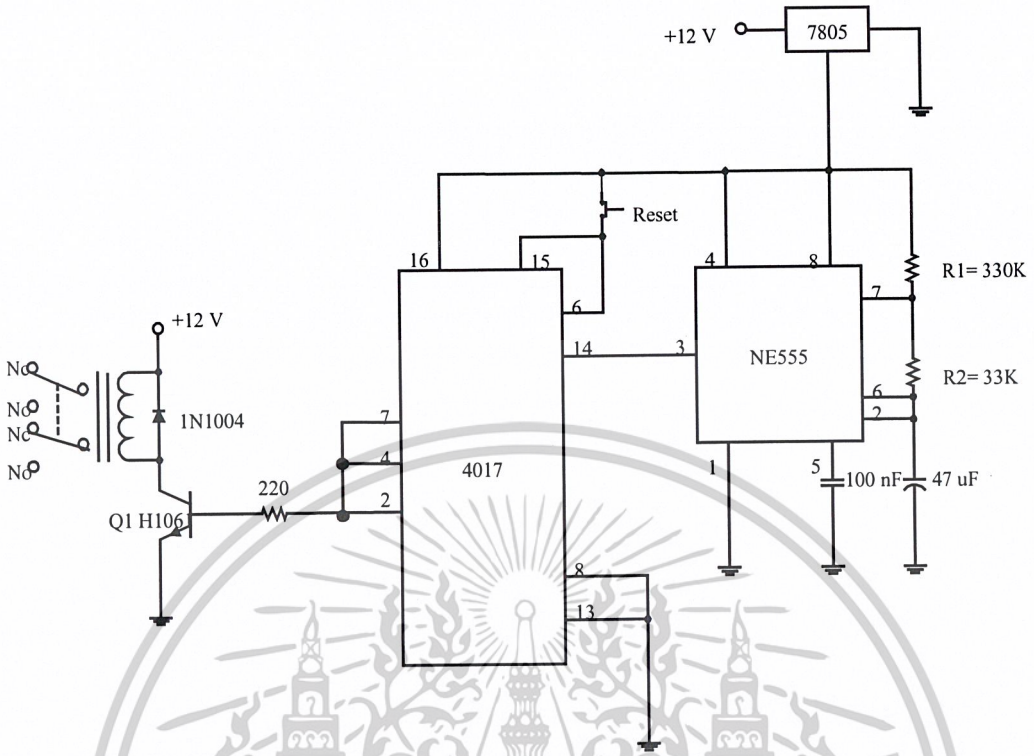
รูปที่ ก.4 วงจรควบคุมเครื่องย่อยและอัดกระดาษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

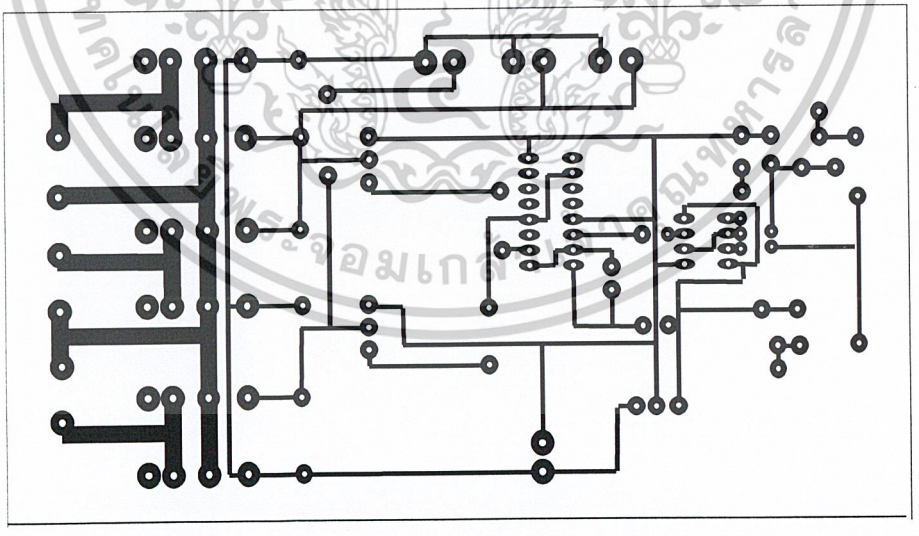
ภาคผนวก ข

วงจรและแผ่นวงจรพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

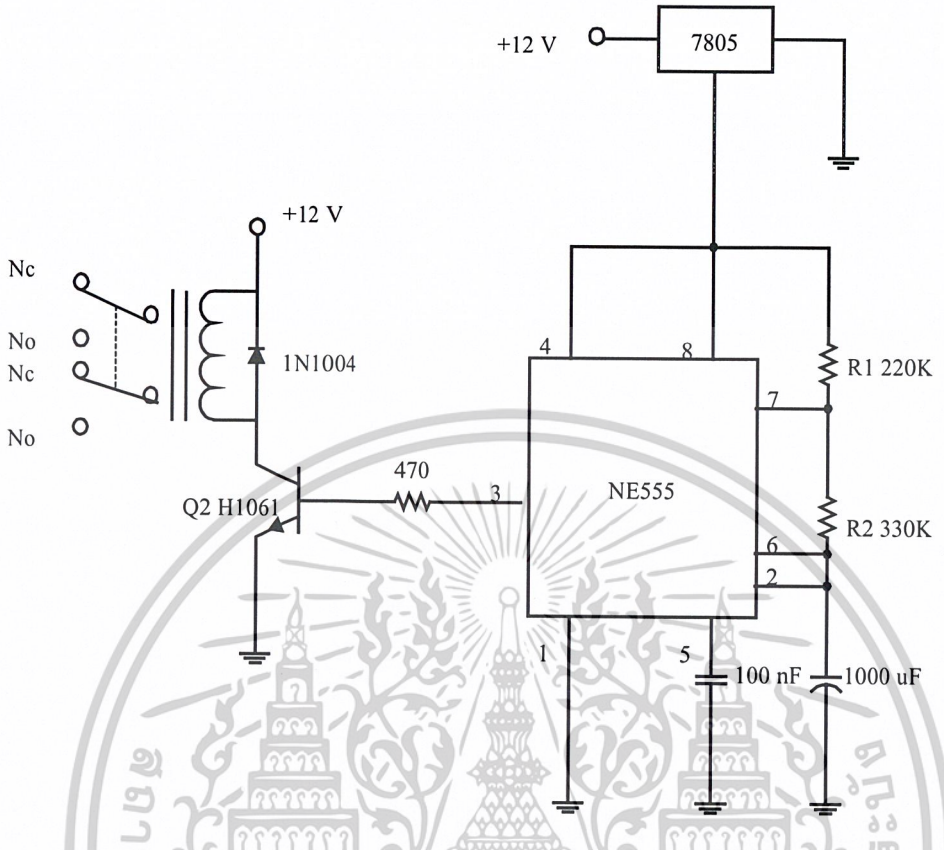


รูปที่ ข.1 วงจรควบคุมปั๊มน้ำ

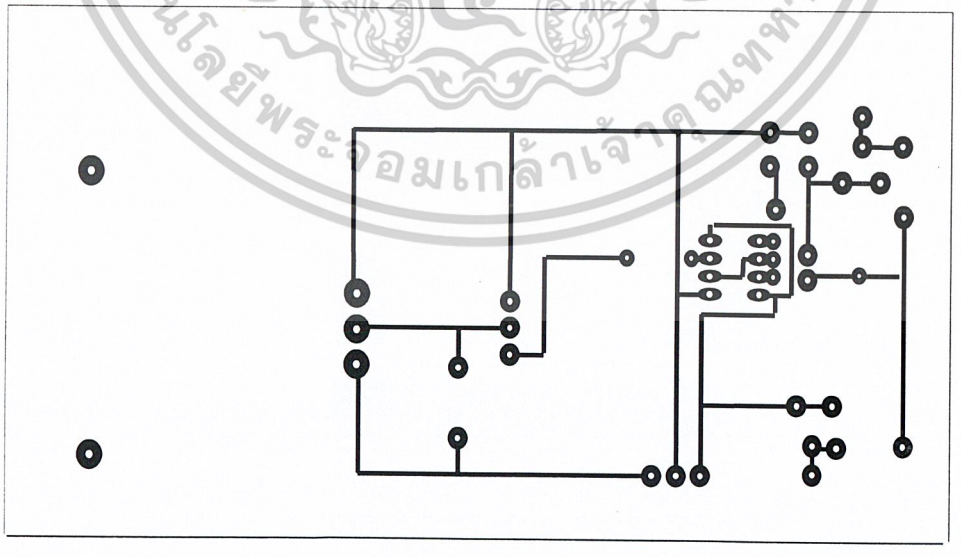


รูปที่ ข.2 ลายวงจรพิมพ์ควบคุมปั๊มน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

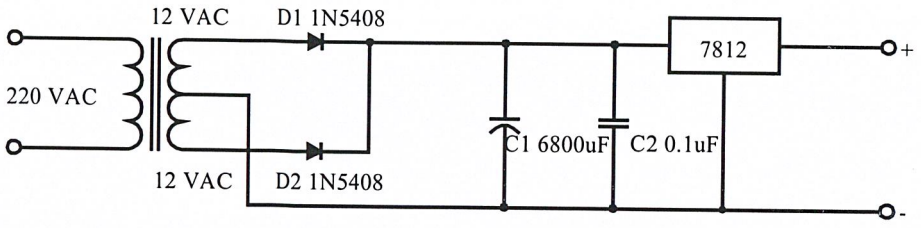


รูปที่ ข.3 วงจรควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ

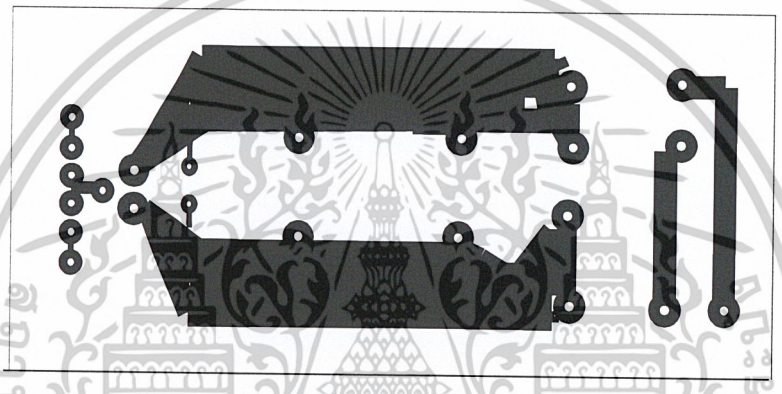


รูปที่ ข.4 ลายวงจรพิมพ์ควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.5 วงจรแหล่งจ่ายไฟกระแสตรง



รูปที่ ข.6 ลายวงจรพิมพ์แหล่งจ่ายไฟกระแสตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

รายการอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.1 รายการอุปกรณ์ของวงจรควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC1	NE555	1 ตัว
IC2	LM7805	1 ตัว
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
D1	1N1004	1 ตัว
TR	H1061	1 ตัว
ตัวต้านทาน		
R1	220K	1 ตัว
R2	470K	1 ตัว
VR1, VR2	500K	2 ตัว
ตัวเก็บประจุ		
C1	1000uF 50 V	1 ตัว
C2	100nF	1 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
ขั้วต่อ	-	1 ตัว
ซ็อกเก็ตไอซี	8 ขา	1 ตัว
ซ็อกเก็ตไอซี	16 ขา	1 ตัว
สายไฟ	-	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.2 รายการอุปกรณ์ของวงจรควบคุมปั๊มน้ำ

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC1	NE555	1 ตัว
IC 2	4017B	1 ตัว
IC3	LM7805	1 ตัว
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
D1	1N1004	1 ตัว
TR	H1061	2 ตัว
ตัวเก็บประจุ		
C1	100uF 50 V	1 ตัว
C2	100nF	1 ตัว
ตัวต้านทาน		
R1- R2	220	2 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
Relay1 – Relay 3	12 V 10A	3 ตัว
ขั้วต่อ	-	3ตัว
ปั๊มน้ำ	220 โวลต์	1 ตัว
สายยาง	-	1.5 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

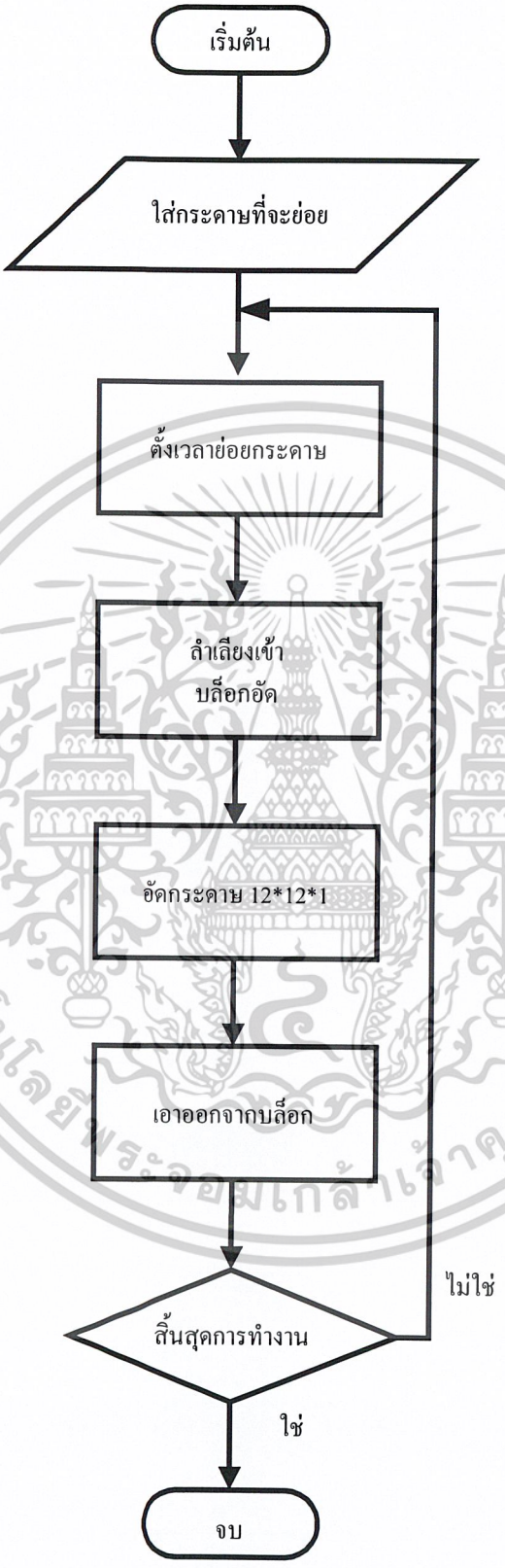
ตารางที่ ค.3 รายการอุปกรณ์ของเครื่องย่อยและอัดกระดาษ

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
โครงสร้าง		
สแตนเลส	หนา 2 มิลลิเมตร	1 แผ่น
เหล็กกล่อง	1 X 1 นิ้ว	2 เส้น
อุปกรณ์ระบบนิวแมติกส์		
กระบอกสูบ	เส้นผ่านศูนย์กลาง 1 นิ้ว	1 ตัว
กระบอกสูบ	เส้นผ่านศูนย์กลาง 2 นิ้ว	1 ตัว
วาล์วคบคุม	วาล์ว 5/2	2 ตัว
วาล์วควบคุมการไหล	-	2 ตัว
สายลม	PU 6	3 เมตร
สายลม	PU 8	2 เมตร
ขั้วต่อ		
ขั้วต่อ	3 ทาง	2 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
ยางกันน้ำ	-	1 เมตร
ถังลม	-	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง
แผนผังการทำงานของเครื่องย่อยและอัดกระดาษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



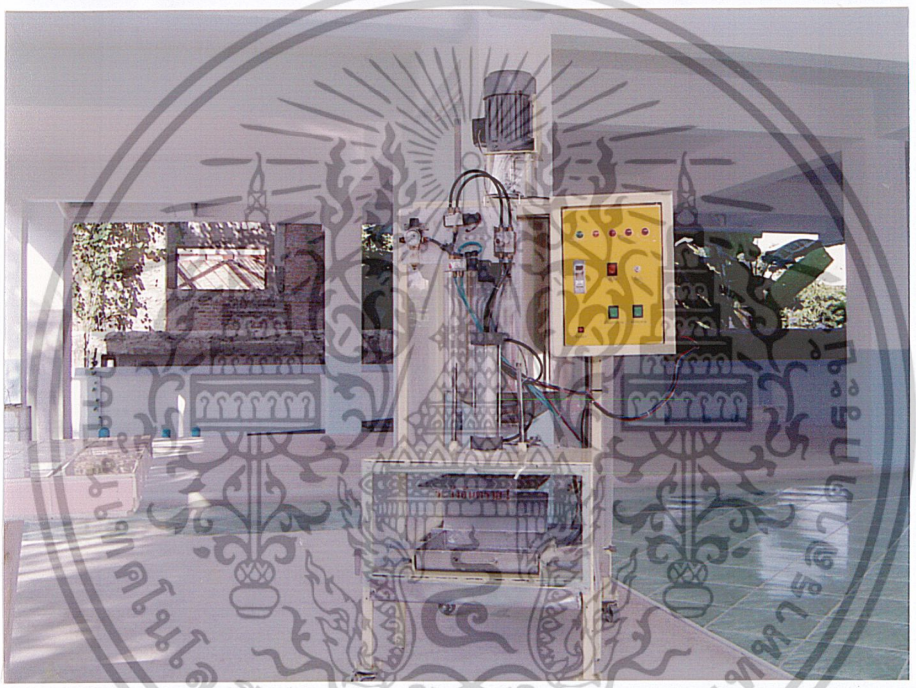
รูปที่ ง.1 ผังการทำงานของเครื่องย่อยและอัดกะดาษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ
คู่มือการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คู่มือการใช้งาน
เครื่องย่อยและอัดกระดาษ



ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

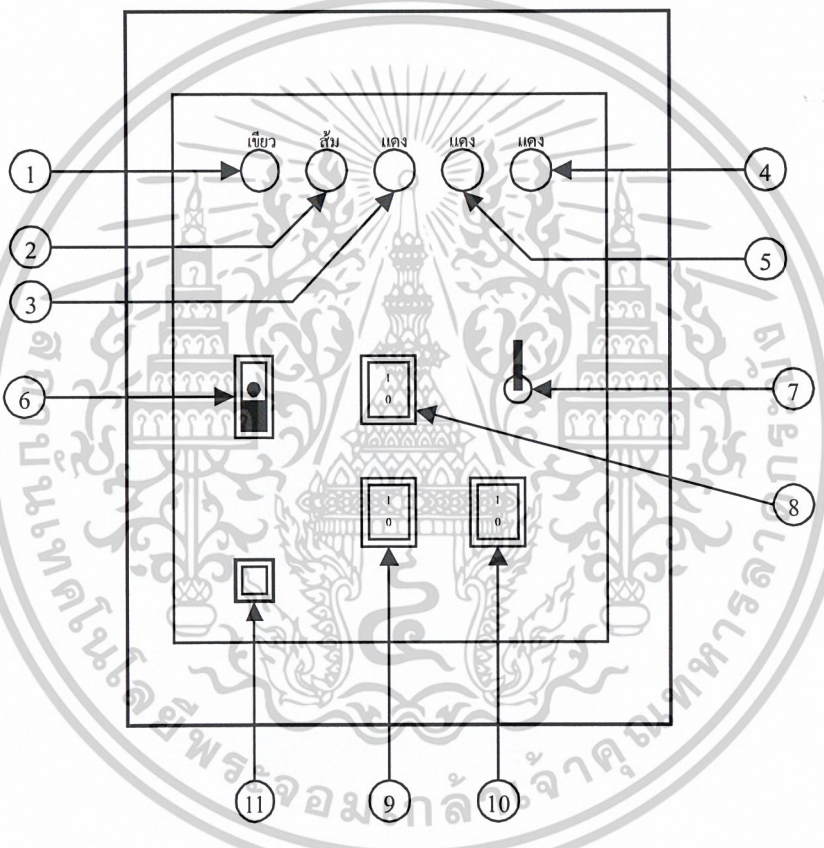
ปีการศึกษา 2546

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. คำแนะนำเบื้องต้น

ก่อนที่จะลงมือใช้เครื่องย่อยและอัดกระดาษ ควรทำการศึกษาการใช้งานจากคู่มือให้เข้าใจ เพื่อการใช้งานที่ถูกต้องปลอดภัยและป้องกันไม่ให้เกิดความเสียหายแก่เครื่องย่อยและอัดกระดาษ และเพื่อความปลอดภัยในการใช้งาน ต้องแน่ใจว่าเครื่องพร้อมที่จะใช้งาน

2. ส่วนประกอบและปุ่มควบคุม



รูปที่ จ.1 ส่วนประกอบและปุ่มควบคุมของเครื่องย่อยและอัดกระดาษ

จากรูปที่ จ.1 มีรายละเอียดต่างๆ ดังนี้

1. หลอดไฟแสดงเบรกเกอร์
2. หลอดไฟแสดงปั๊มน้ำทำงาน
3. หลอดไฟแสดงมอเตอร์ปั่นกระดาษทำงาน
4. หลอดไฟแสดงการลำเลียงกระดาษลงสู่บล็อกแม่พิมพ์ทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. หลอดไฟแสดงการอัดกระดาษทำงาน

6. ปุ่มกดเพื่อเปิดตู้ควบคุม

7. สวิตช์เปิด-ปิดปั้มน้ำ

8. สวิตช์เปิด-ปิดมอเตอร์ปั่นกระดาษ

9. สวิตช์เปิด-ปิดมอเตอร์ลำเลียงกระดาษ

10. สวิตช์เปิด-ปิดกระบอกสูบอัดกระดาษ

11. สวิตช์รีเซตระบบ

3. การติดตั้งและการใช้งาน

3.1 เปิดลมเข้าระบบ

3.2 เปิดสวิตช์ ON เบรกเกอร์

3.3 เปิดสวิตช์ ปั้มน้ำลงในถังปั่น

3.4 เปิดสวิตช์ MAIN ไปที่ ON

3.5 ใส่กระดาษลงในถังปั่นทีละน้อยๆ จนได้ปริมาณที่เหมาะสม

3.6 ปล่อยให้เครื่องปั่นกระดาษ ปั่นจนถึงเวลาประมาณ 5 นาที

3.7 กดสวิตช์ปล่อยกระดาษจากถังปั่นลงสู่บล็อกแม่พิมพ์จนกว่าจะเต็มบล็อกแม่พิมพ์

3.8 ใส่แผ่นสังกะสีที่ใช้รองเพื่อป้องกันกระดาษติดแผ่นอัดด้านบนก่อนการอัดกระดาษ

3.9 ทำการอัดกระดาษค้างไว้ใช้เวลาประมาณ 30 วินาทีแล้วทำซ้ำอีก 2 ครั้ง

3.10 เมื่อเครื่องอัดกระดาษเสร็จแล้วเอากระดาษไปเท ออกและนำบล็อกไปใส่ไว้ที่เดิม

4. การแก้ปัญหาเบื้องต้น

เมื่อท่านประสบปัญหาในการใช้งานของเครื่องย่อยและอัดกระดาษ สามารถตรวจสอบแนวทางการแก้ปัญหาเบื้องต้นได้จากตาราง

อาการ	สาเหตุและ/หรือวิธีแก้ไข
กระบอกสูบอัดลงมาเร็วเกินไป	ปรับวาล์วควบคุมการไหลของลมให้มีความเร็วเหมาะสมกับการอัด
กระบอกสูบอัดไม่ทำงาน	ตรวจเช็ควาล์วจ่ายลม ปั้มลม และวงจรควบคุมการทำงานของกระบอกสูบ
มอเตอร์ปั่นกระดาษหมุนช้าลง	ลดปริมาณการใส่กระดาษในถังปั่นให้น้อยลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. การดูแลรักษาและข้อควรระวัง

5.1 การดูแลรักษา

- ทำความสะอาดเครื่องในส่วนของถังปั่นกระดาษทุกครั้งหลังใช้งาน
- ใช้ลมเป่าและใช้ผ้าเช็ดในส่วนที่มีน้ำขังอยู่
- ระบายน้ำในวาล์ววัดความดันเสมอๆ
- ตรวจสอบสายต่อลมจุดต่างๆ ว่าแน่นดีหรือไม่ ถ้าไม่แน่นก็ใส่เข้าไปให้แน่น

5.2 ข้อควรระวัง

- ห้ามใช้มือหรือส่วนหนึ่งส่วนใดเข้าไปใกล้กระบอกสูบขณะทำงาน
- ระวังอันตรายจากแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์
- ขณะใส่กระดาษลงในเครื่องต้องมั่นใจว่ามอเตอร์หยุดทำงาน

6. ข้อมูลจำเพาะ

คุณสมบัติ	รายละเอียด
แสดงการทำงาน	ใช้หลอดไฟ 220 โวลต์เป็นตัวแสดงผล
น้ำที่ใช้	จากภายนอก
ลมที่ใช้	จากภายนอกขนาด 6 – 8 บาร์
แหล่งจ่ายพลังงาน	ไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ ความถี่ 50 เฮิร์ตซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ-สกุล นายโกสินทร์ วัฒนาอุดมกุล

วัน เดือน ปีเกิด 7 มีนาคม 2525

ภูมิลำเนา 182/1 หมู่ 9 ถนนขอนแก่น-ยางตลาด ตำบลพระลับ อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40000

ประวัติทางการศึกษา

ประถมศึกษา โรงเรียนอนุบาลขอนแก่น

มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนขอนแก่นวิทยายน

ประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยเทคนิคขอนแก่น

ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง วิทยาลัยเทคนิคขอนแก่น

ปริญญาตรี สาขาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

คติพจน์ ขยัน ประหยัด อดทน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ-สกุล	นายพิเศษฐ์ เชียงชุม
วัน เดือน ปีเกิด	23 กรกฎาคม พ.ศ. 2524
ภูมิลำเนา	333/1 ถนนพหลโยธิน ตำบลบ้านกล้วย อำเภอเมือง จังหวัดชัยนาท 50352
ประวัติทางการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนบ้านกลองลม
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียน “แกลง” วิทยสถาวร
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	โรงเรียนเทคโนโลยีทีพีไอ
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	โรงเรียนเทคโนโลยีทีพีไอ
ปริญญาตรี	สาขาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.
ผลงานที่ได้รับรางวัล	รางวัลชนะเลิศการประกวดร้องเพลงไทยลูกทุ่ง ปี 2443
ทุนการศึกษา	ทุนการศึกษาจากมูลนิธิป่อเต็กตึ้ง ปีการศึกษา 2546
คติพจน์	เป็นผู้ให้ก่อนที่จะเป็นผู้รับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ-สกุล	นายวัชรกรณ์ สินตา
วัน เดือน ปีเกิด	10 มกราคม พ.ศ. 2524
ภูมิลำเนา	11 หมู่ที่ 2 ตำบลประชาพัฒนา อำเภอวาปีปทุม จังหวัดมหาสารคาม 44120
ประวัติทางการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนบ้านประแหย่ง
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนประ ชาพัฒนา
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยเทคนิคมหาสารคาม
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคนิคมหาสารคาม
ปริญญาตรี	สาขาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ-สกุล	นายสันติ โทอะรัญ
วัน เดือน ปีเกิด	5 สิงหาคม พ.ศ. 2524
ภูมิลำเนา	4 หมู่ที่ 5 ตำบลหัวเรือ อำเภอวาปีปทุม
	จังหวัดมหาสารคาม 44120
ประวัติทางการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนบ้านชาดฝางหัวเรือ
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนราชประชานุเคราะห์ 16
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยเทคนิคมหาสารคาม
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคนิคมหาสารคาม
ปริญญาตรี	สาขาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม
	ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.
คติพจน์	จะสู้เมื่อท้อ อย่ารอเพื่อปราชัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้