



รายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

การตรวจสอบค่าของสีที่พิมพ์ลงบนวัสดุพิมพ์ที่ต่างชนิดกัน

Validation of a Color That Prints Down on the Inventory Prints

โดย

นาย กิตติพงษ์ ดวงพระเพ็ง 5802600009

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิชาสหกิจศึกษาสำหรับวิศวกรรมกราฟิกพิมพ์

ภาควิชาวิศวกรรมกราฟิกพิมพ์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม

ภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2560

หัวข้อโครงการ ตรวจสอบค่าของสีที่พิมพ์ลงบนวัสดุพิมพ์ที่ต่างชนิดกัน
รายชื่อผู้จัดทำ นาย กิตติพงษ์ ดวงพระเพลิง 5802600009
ภาควิชา วิศวกรรมกราฟิก
อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ พิทักษ์พงษ์ บุญประสม

อนุมัติให้โครงการนี้เป็นส่วนหนึ่งของการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา
ภาควิชาวิศวกรรมกราฟิก คณะวิศวกรรมศาสตร์
ประจำปีการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2560

คณะกรรมการการสอบโครงการ



(อาจารย์ พิทักษ์พงษ์ บุญประสม)

อาจารย์ที่ปรึกษา

(นาย พีรัช พิเศษสังจะ)

พนักงานที่ปรึกษา

(อาจารย์ สักดิ์ชาย เลิศสาระ)

กรรมการกลาง

..... ผู้ช่วยอธิการบดีและผู้อำนวยการ
(ผ.ศ. ดร. มารุจ ลิ้มปะวัฒน์) การสำนักสหกิจศึกษา

ชื่อโครงการ : การตรวจสอบค่าของสีที่พิมพ์ลงบนวัสดุพิมพ์ที่ต่างชนิดกัน
ผู้จัดทำ : นายกิตติพงษ์ ดวงพระเพ็ง 5802600009
อาจารย์ที่ปรึกษา : อาจารย์พิทักษ์พงษ์ บุญประสม
ระดับการศึกษา : ปริญญาตรี
สาขาวิชา : วิศวกรรมกราฟิกพิมพ์
คณะ : วิศวกรรมศาสตร์
ภาคการศึกษา/ปีการศึกษา : 2/2560

บทคัดย่อ

โครงการสหกิจศึกษานี้การตรวจสอบค่าของสีที่พิมพ์ลงบนวัสดุพิมพ์ที่ต่างชนิดกันสำหรับใช้เป็นแนวทางในการปรับสี เครื่องพิมพ์ รุ่น GTO 52 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดเวลาในการปรับตั้งสี หน้าแทนพิมพ์และลดปัญหาเรื่องกระดาษยึด

จากการปฏิบัติงานพบปัญหาการปรับตั้งสีของเครื่องพิมพ์ เนื่องจากเครื่องพิมพ์เป็นรุ่นเก่าทำให้การปรับสีนั้นทำได้ลำบากและใช้เวลานานในการพิมพ์งานแต่ละครั้งและพิมพ์งานพิมพ์กระดาษหลายประเภททำให้กระดาษยึดตัวและทำให้งานพิมพ์ไม่ได้มาตรฐาน

คำสำคัญ : การตรวจสอบค่าของสี

Project Title : Validation of a Color That Prints Down on the Inventory Prints
By : Mr.Kittipong Duangprapeng 5802600009
Advisor : Mr.Pitagpong Boonprasom
Degree : Bachelor of Industrial Technology
Major : Printing Engineering
Faculty : Engineering

Semester/Academic year : 2/2017

Abstract

This cooperative education project investigated color printing on different types of printing media. It is used as a guideline for color correction. The GTO 52 is intended to reduce the time needed to adjust the printing face and reduce the problem.

It was found that the printer's color settings are problematic. As the printer is old, it takes a long time to print and feed paper, resulting in paper stretches, and printouts are not visibly seen which caused the printing quality to be sub-standard.

Keywords: Print media, GTO 52, Color printing

Approved by
.....

กิตติกรรมประกาศ

รายงานการฝึกปฏิบัติงาน โครงการสหกิจศึกษาเรื่องตรวจสอบค่าของสีที่พิมพ์ลงบนวัสดุพิมพ์ที่ต่างชนิดกัน เล่มนี้ สำเร็จลุล่วงด้วยดี เนื่องจากได้รับความอนุเคราะห์จากสถานประกอบการและพนักงาน ยูแอล บริษัท ยูแอล พรินต์ติ้ง แอนด์ แพ็คเก็จจิ้ง จำกัด ที่ได้เอื้อเฟื้อสถานที่ฝึกปฏิบัติงานและสนับสนุนการดำเนินงานต่างๆ มีรายนาม ดังนี้

1. นาย พิรัช พิเศษสัจจะ หัวหน้าความคุมการผลิต

ขอขอบคุณ คณะอาจารย์ สถาบันวิศวกรรมการพิมพ์ สาขาเทคโนโลยีการพิมพ์ ประกอบด้วยอาจารย์ พิทักษ์พงษ์ บุญประสม ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความถูกต้องของงาน รวมทั้งขอเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่อการจัดทำโครงการนี้

ผู้จัดทำ

นายกิตติพงษ์ ดวงพระเพ็ง



สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ

กิตติกรรมประกาศ

สารบัญ

สารบัญรูป

สารบัญตาราง

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	1
1.3 ขอบเขตของโครงการ	1
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงการ	2
1.5 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทำโครงการเครื่องมือการทดลอง	2
1.6 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน	3

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 หมึก	4
2.2 ความหมายหมึกพิมพ์	4
2.3 องค์ประกอบของหมึกพิมพ์	4
2.4 ตัวนำ (Vehicles)	5
2.5 ตัวทำละลาย (Solvent)	5
2.6 ตัวทำให้แห้ง (Drier)	5
2.7 ปิเปตต์	6
2.8 ประเภทปิเปตต์	6
2.9 การใช้งานเครื่องปริ้นท์หมึก IR tester	8
2.10 สเปกโตรมิเตอร์	9
2.11 กรรมวิธีผลิตกระดาษ	10
2.12 ประเภทของกระดาษ	10
2.13 การทดสอบกระดาษและการควบคุมคุณภาพ	1
2.14 กระดาษพิมพ์อิงค์เจ็ท	11
2.15 กระดาษสติ๊กเกอร์	18
2.16 กระดาษรูปลอก	23

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 วิธีการทดลอง	
3.1 วิธีการทดลอง	25
3.2 อุปกรณ์	25
บทที่ 4 ผลการทดลอง	
4.1 แสดงผลการทดลอง สีที่ 1 ยี่ห้อ Jupiter Caton S-2212 Green	29
4.2 แสดงผลการทดลอง สีที่ 2 ยี่ห้อ Jupiter Caton 2-1151 SL Red	30
4.3 แสดงผลการทดลอง สีที่ 3 ยี่ห้อ Jupiter Caton 6-1436 Bonbul	31
บทที่ 5 สรุปผล	
5.1 สรุปผลการ	31
5.2 ปัญหาที่เกิดขึ้นในการทำโครงการ	31
5.3 ข้อเสนอแนะ	31
บรรณานุกรม	33
ภาคผนวก ก	34
ภาคผนวก ข.	37
ภาคผนวก ค.	40
ประวัติผู้จัดทำ	43

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1. ตารางแสดงขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน	3
ตารางที่ 2.8.1 ตารางบอกปริมาตรปีเปิดแบบปริมาตร	6
ตารางที่ 2.8.2 ตารางบอกปริมาตรปีเปิดแบบใช้ดวง	7
ตารางที่ 4.1.1 แสดงผลการทดลองสีที่ 1 ยี่ห้อ Jupiter 1 Caton S-2212 Green	29
ตารางที่ 4.2.1 แสดงผลการทดลอง สีที่ 2 ยี่ห้อ Jupiter Caton 2-1151 SL Red	30
ตารางที่ 4.3.1 แสดงผลการทดลอง สีที่ 3 ยี่ห้อ Jupiter Caton 6-1436 Bonbul	31



สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปที่ 1.1 แสดงถึงอุปกรณ์ในการทดลอง	1
รูปที่ 2.1.1 หมึก	4
รูปที่ 2.7.1 ปีเปตต์	6
รูปที่ 2.8.1 ปีเปตต์แบบปริมาตร	7
รูปที่ 2.8.2 ปีเปตต์แบบปริมาตร	7
รูปที่ 2.8.3 ปีเปตต์แบบปริมาตร	7
รูปที่ 3.3.1 เตรียมกระดาษที่เราจะมาทำการทดลอง (กระดาษอาร์ตแก้ว, กระดาษอาร์ตมัน, สติกเกอร์)	26
รูปที่ 3.3.2 เตรียมหมึกที่ทำการทดลอง ยี่ห้อ Jupiter	26
รูปที่ 3.3.3 ดูดหมึกลงปีเปตต์โดยกำหนดปริมาณของหมึกที่เท่า ๆ กัน อยู่ที่ 3 CC	27
รูปที่ 3.3.4 นำหมึกที่กำหนดไว้โดย ใส่ลงเครื่อง RI TESTER	27
รูปที่ 3.3.5 นำกระดาษที่เราเตรียมไว้มาทดสอบลงบนเครื่อง RI TESTER	28
รูปที่ 3.3.6 ทำการวัดค่าสี	28
รูปที่ 4.1.1 แสดงผลการทดลองสีที่ 1 ยี่ห้อ Jupiter 1 Caton S-2212 Green	29
รูปที่ 4.2.1 แสดงผลการทดลอง สีที่ 2 ยี่ห้อ Jupiter Caton 2-1151 SL Red	30
รูปที่ 4.3.1 แสดงผลการทดลอง สีที่ 3 ยี่ห้อ Jupiter Caton 6-1436 Bonbul	31

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

บริษัท ยู แอล ฟรินดิง แอนด์ แพ็คเก็จจิ้ง จำกัด เป็นบริษัท ที่ประกอบกิจการบริการพิมพ์ และออกแบบบรรจุภัณฑ์ รวมถึงเอกสารต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์กลุ่มเวชภัณฑ์ (ยา) การทำโครงการนี้ เกิดจากการพบปัญหาของสี ที่นำมาพิมพ์ในแต่ละครั้ง มีเฉดสีที่ต่างกัน ในบางครั้งสีที่นำมาพิมพ์มีความหนืดเกินไปหรือเหลวเกินไปทำให้ช่างพิมพ์ปรับสีของเครื่องได้ยาก การยึดตัวของกระดาษมาร์คไม่ตรง และมีคสกรีนแตก

เนื่องจากวัสดุที่นำมาพิมพ์ มีกระดาษหลายประเภท เช่น กระดาษอาร์ต กระดาษปอนด์ กระดาษการ์ด กระดาษสติ๊กเกอร์ และชนิดอื่นๆ ช่างผู้ที่ปฏิบัติงานจึงไม่สามารถปรับเฉดสีของงานให้ตรงกันได้ เนื่องจากวัสดุที่นำมาพิมพ์มีการดูดซับหมึกที่แตกต่างกัน ด้วยสาเหตุดังกล่าว จึงจัดทำโครงการนี้ขึ้น เพื่อทำการตรวจสอบค่าของสี หรือ Density ของวัสดุแต่ละชนิด โดยปริมาณของหมึกที่เท่ากันและหาค่าของสี



รูปที่ 1.1 แสดงถึงอุปกรณ์ในการทดลอง

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

การเลือกใช้หมึกพิมพ์ให้เหมาะสมกับวัสดุที่นำมาพิมพ์และให้ช่างพิมพ์ปรับสีหน้าแทนพิมพ์ได้ง่ายขึ้น ลดปัญหากระดาษยึด สีเหลืองมาร์คไม่ตรง

1.3 ขอบเขตของโครงการ

- แก้ไขงานพิมพ์ชนิดกระดาษ
- เทียบสีสลากกับบรรจุภัณฑ์

- ตรวจสอบค่าสีคลากกับบรรจุภัณฑ์โดยใช้เครื่อง spectro
- ระยะเวลาที่ดำเนินงานตั้งแต่วันที่ 16 มิถุนายน ถึง 26 สิงหาคม 2560

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงการ

1.4.1 ปัญหาในการพิมพ์งานลดน้อยลง เช่น พิมพ์เหลือง การด้ายยืด เม็ดสกรีนไม่แตก

1.4.2 งานพิมพ์ที่ได้มาตรฐานตาม Standard

1.5 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้การทดลอง

1. Spectro

2. หมึกพิมพ์ออฟเซต Supiter Caton S-2212 Green Caton 2-1151 SL Red Caton 6-1436

Bonbul ปิเปต 0.15 cc. ชีต 10.0s cc.

3. ปิเปตต์

4. พายหมึก

5. เครื่อง RI TESTER

6. กระดาษอาร์ตแก้ว, กระดาษอาร์ตมัน, สติกเกอร์

7. น้ำยา AR

8. ผ้า

ซอฟต์แวร์

1. โปรแกรม Microsoft word 2007

2. โปรแกรม Photoshop cs3

3. โปรแกรม Paint

1.6 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน (ดังแสดงในตารางที่ 1)

ตารางที่ 1. ตารางแสดงขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน

ลำดับ ที่	หัวข้องาน	ช่วงเวลาการทำงาน			
		มิถุนายน	กรกฎาคม	สิงหาคม	กันยายน
1	เสนอหัวข้อ ปริญญานิพนธ์	↔			
2	ศึกษาทฤษฎี	↔	↔		
3	ดำเนินการ ทำปริญญานิพนธ์		↔	↔	
4	บันทึกผล			↔	
5	วิเคราะห์ผล			↔	
6	ปรับปรุงและแก้ไข			↔	
7	สรุปและวิจารณ์			↔	↔
8	ทำปริญญานิพนธ์	↔			↔

บทที่ 2

ทฤษฎี

2.1 หมึก

หมึกพิมพ์ประกอบด้วยองค์ประกอบหลัก 3 ส่วน ได้แก่ สารให้สี ตัวพาและสารเติมแต่ง ซึ่งส่วนประกอบแต่ละส่วนทำหน้าที่แตกต่างกัน การเลือกใช้อะไรประกอบดังกล่าวต้องเลือกใช้ให้ถูกต้องตามประเภทของหมึกและการนำไปใช้งาน โดยต้องคำนึงถึงประเภทและสมบัติของสารให้สี ตัวพา และสารเติมแต่งที่เหมาะสมกับการผลิตหมึกพิมพ์ประเภทต่างๆ ควบคู่ไปด้วย



รูปที่ 2.1.1 หมึก

2.2 ความหมายหมึกพิมพ์

มานิต มานิตเจริญ ได้ให้ความหมายไว้ว่า น้ำสีที่เอาปากกาจุ่มมาขีดเขียน มีสีต่างๆ เรียกชื่อตามสี เช่น หมึกเขียว หมึกน้ำเงิน หมึกดำ หมึกแดง ฯลฯ ปัจจุบันมักถูกเข้าใจไว้ในหลายอย่างตัวปากกาหมึกซึมดูดครั้งหนึ่งก็เขียนไปได้นานๆ ไม่ต้องเสียเวลาจุ่มของเหลวที่ใส่ในแทนพิมพ์ใช้ในการพิมพ์หนังสือและรูปภาพ มีสีต่างๆเช่น ดำ แดง น้ำเงิน เหลือง ฯลฯ เรียกเต็มว่า หมึกพิมพ์

2.3 องค์ประกอบของหมึกพิมพ์

เพื่อให้หมึกพิมพ์มีคุณสมบัติที่เหมาะสมแก่การพิมพ์ในส ถานการณ์ต่างๆ ตามต้องการ หมึกพิมพ์จึงต้องมีโครงสร้างของสารประกอบต่างๆ ที่จะช่วยให้หมึกพิมพ์มีคุณภาพที่ดี ซึ่งจะมีองค์ประกอบดังนี้ ตัวเนื้อสี (Pigment) เป็นตัวทำให้หมึกมีสีสันแตกต่างกัน ซึ่งจะได้สาร 2 ประเภท ได้แก่ (โอวาท นิตินันท์ประกาศ, 2525 : 70-73)

2.4 ตัวนำ (Vehicles)

สารให้สี (colorant) เป็นสารกำหนดสีของหมึกพิมพ์ที่ทำให้ภาพเกิดสีต่างๆ สารให้สีจำแนกได้เป็น 2 ประเภท คือ สีข้อม dye และผงสีหรือสารสี สารให้สีแต่ละประเภทยังจำแนกย่อยได้อีกหลายชนิด แต่ละชนิดมีสมบัติแตกต่างกัน ในอุตสาหกรรมการผลิตหมึกพิมพ์ได้กำหนดของสารให้สีแต่ละสีเป็นค่าดัชนี (color Index) ซึ่งเป็นค่ามาตรฐานสากลที่ใช้ในการแยกระดับสีต่างๆ ของสารให้สีทั้งสีข้อมและสีผงที่ผู้ผลิตหมึกต้องรู้จักและเข้าใจความหมายให้ตรงกัน เพื่อความสะดวกในการเลือกใช้ให้ถูกต้องและตรงตามความต้องการโดยกำหนดเป็นตัวเลขของสีต่างๆ เป็นตัวอักษรภาษาอังกฤษ และตามด้วยค่าตัวเลข ซึ่งเป็นค่าตัวเลขตามประเภทของผงสีและสีข้อมที่ใช้ต่าง ๆ กัน

2.5 ตัวทำละลาย (Solvent)

ทำหน้าที่ละลายเรซิน เป็นตัวกลางให้องค์ประกอบอื่น ๆ ละลายกระจายเป็นตัวพาหมึกพิมพ์ให้ไหลหรือเคลื่อนที่ไปติดบนวัสดุพิมพ์ และเป็นสารที่ใช้สำหรับปรับการไหลของหมึกให้เหมาะสมกับชนิดของเครื่องพิมพ์และสภาพในการพิมพ์ ตัวทำละลายจำแนกได้ 2 ประเภท คือ

2.5.1 ตัวทำละลายอินทรีย์ ได้แก่ น้ำ ใช้เป็นองค์ประกอบในหมึกพิมพ์สำหรับระบบพิมพ์กราฟิกราวรีเฟล็กโซกราฟิ สกิน และพ่นหมึก

2.5.2 ตัวทำละลายอินทรีย์ เป็นองค์ประกอบในหมึกสำหรับการพิมพ์ใช้แรงกดเกือบทุกระบบ ตัวทำละลายอินทรีย์ที่ใช้ในหมึกพิมพ์ อาทิ แอลกอฮอล์ เอสเทอร์ คีโตน เอทิลเอซีเตต และปิโตรเลียมดิสทิลเลต

ในการเลือกใช้ตัวทำละลายดังกล่าว นอกจากคำนึงถึงระบบการพิมพ์ใช้พิมพ์แล้ว ควรคำนึงถึงสมบัติของตัวทำละลายด้วย ซึ่งสมบัติที่สำคัญ ได้แก่ ความสามารถในการทำละลาย การแห้ง/อัตราการระเหยความเป็นพิษ ความไวในการติดไฟ / จุดวาบไฟ สี กลิ่น และความต้านทานสำหรับตัวพาหมึกในหมึกในหมึกพิมพ์เหลวมีองค์ประกอบเป็นตัวทำละลายอินทรีย์ ส่วนหมึกพิมพ์ชั้นนั้น องค์ประกอบของตัวพาหมึก คือ น้ำมัน ดังนั้นในหมึกพิมพ์ชั้นจึงใช้ปริมาณตัวทำละลายน้อยกว่าหมึกเหลว กล่าวคือ ใช้เป็นเพียงตัวทำละลายเรซิน ซึ่งเป็นของแข็งช่วยให้ง่ายแก่การผสมสีได้ง่าย เมื่อตัวทำละลายระเหยไปในช่วงหมึกพิมพ์แห้ง จะเหลือเรซินไว้เป็นตัวยึดผงสีให้ติดกับวัสดุพิมพ์ เช่น กระดาษ

2.6 ตัวทำให้แห้ง (Drier)

ทำหน้าที่เร่งการแห้งแบบการเกิดพอลิเมอร์โดยออกซิเจนของหมึกพิมพ์ที่มีตัวพาเป็นน้ำมันชักแห้งหรือกึ่งชักแห้ง สารทำให้แห้งที่นิยมใช้เป็นสารประกอบเชิงซ้อนของโลหะหรือเกลือของ กรดอินทรีย์ เช่น สารประกอบเกลือของโคบอลต์ แมงกานีส ตะกั่ว และเซอร์โคเนียม

2.7 ปิเปตต์

2.7.1 ความหมาย ปิเปตต์ เป็นหลอดแก้วใส ขาว ปลายเปิด ใช้สำหรับถ่ายเทของเหลว ตามปริมาตร ที่ต้องการอย่างละเอียดและมีความถูกต้องมากกว่ากระบอกตวง



รูปที่ 2.7.1 ปิเปตต์

2.8 ประเภทปิเปตต์

ปิเปตต์ ที่มีใช้อยู่ในห้องปฏิบัติการมีอยู่ 2 แบบ คือ

1. ปิเปตต์แบบปริมาตร (volumetric pipette)
2. ปิเปตต์แบบใช้ตวง (graduated pipette) ในปัจจุบัน จำเป็นต้องวิเคราะห์สารในปริมาณ

น้อย ๆ ดังนั้นปิเปตต์อีกประเภทที่นิยมใช้คือ

3. ไมโครปิเปตต์ (micropipette)

1. ปิเปตต์แบบปริมาตร (volumetric pipette หรือ transfer pipette)

ตารางที่ 2.8.1 ตารางบอกปริมาตรปิเปตแบบปริมาตร

ความจุ (ml)	ระดับชั้นคุณภาพ A (\pm ml)	ระดับชั้นคุณภาพ B (\pm ml)
2	0.006	0.0012
5	0.01	0.02
10	0.02	0.04
25	0.03	0.06
50	0.05	0.10

มีขีดบอกปริมาตรที่แน่นอนเพียงขีดเดียว ดังนั้นจึงวัดปริมาตรได้เพียงค่าเดียว เช่น

volumetric pipette ที่มีความจุ 10 ml ก็จะวัดปริมาตรของของเหลวได้เฉพาะ 10 ml เท่านั้นมีหลาย

ขนาดตั้งแต่ 1 ml ถึง 100 ml ใช้วัดปริมาตรได้ใกล้เคียงความจริง แต่ก็ยังมีความผิดพลาด

ขึ้นอยู่กับความจุของปิเปตต์และระดับคุณภาพปิเปตต์ที่มีความจุมากมีความผิดพลาดมากกว่าปิเปตต์

ที่มีความจุน้อย ปิเปตต์ระดับชั้นคุณภาพ B มีความผิดพลาดมากกว่าระดับชั้นคุณภาพ A ถึง 2 เท่า ดังนั้นในการทดลองที่ต้องการความแม่นยำสูง จึงควรเลือกใช้ปิเปตต์ระดับชั้นคุณภาพ A

2. ปิเปตต์แบบใช้ดวง (graduated pipette หรือ measuring pipette)

ตารางที่ 2.8.2 ตารางบอกปริมาตรปิเปตต์แบบใช้ดวง

ความจุ (ml)	ระดับชั้นคุณภาพ A (\pm ml)	ระดับชั้นคุณภาพ B (\pm ml)
2	0.01	0.02
5	0.02	0.04
10	0.03	0.06
25	0.05	0.10
50	...	0.16

รูปที่ 2.8.2 ปิเปตต์แบบปริมาตร

มีจิบบอกปริมาตรต่าง ๆ แสดงไว้ ทำให้สามารถใช้ได้อย่างกว้างขวาง คือสามารถใช้แทน volumetric pipette ได้แต่ใช้วัดปริมาตรได้แน่นอนน้อยกว่า volumetric pipette นั่นคือมีความผิดพลาดมากกว่าความผิดพลาดขึ้นอยู่กับความจุของปิเปตต์และระดับคุณภาพ ปิเปตต์ที่มีความจุมากมีความผิดพลาดมากกว่าปิเปตต์ที่มีความจุน้อย ปิเปตต์ระดับชั้นคุณภาพ B มีความผิดพลาดมากกว่าระดับชั้นคุณภาพ A ถึง 2 เท่า ดังนั้นในการทดลองที่ต้องการความแม่นยำสูง จึงควรเลือกใช้ปิเปตต์ระดับชั้นคุณภาพ A ที่ความจุเดียวกัน เมื่อเปรียบเทียบความผิดพลาดระหว่าง graduated pipette กับ volumetric pipette จะเห็นว่า graduated pipette มีความผิดพลาดเป็น 2 เท่าของ volumetric pipette ดังนั้น ในการทดลองที่ต้องการความแม่นยำสูง จึงควรเลือกใช้ volumetric pipette จะดีกว่า

3. micropipette ใช้สำหรับปิเปตต์สารละลายที่มีปริมาตรน้อยๆ ซึ่งมีหลายขนาด

รุ่น	ช่วงปริมาตรที่สามารถปิเปตต์ได้
P2	0.1 - 2 μ l
P10	0.5 - 10 μ l
P20	2 - 20 μ l
P100	20 - 100 μ l
P200	30 - 200 μ l
P1000	200 - 1000 μ l
P5000	1 - 5 ml
P10ml	1 - 10 ml

รูปที่ 2.8.3 ปิเปตต์แบบปริมาตร

ข้อควรระวัง

- ควรเช็ดปิเปตต์ก่อนปรับปริมาตร

- เราควรเช็คว่าปีเปดต์ ตั้งตรงหรือไม่ในขณะที่ทำการทดลองเพื่อความถูกต้อง โดยเทียบปีเปดต์กับสิ่งที่ตั้งฉาก 2 อย่าง

- ไม่ควรใช้ปากดูดสารละลาย เพราะสารละลายมีพิษ เป็นกรดแก่ เบสแก่ ควรใช้ลูกยางดูด

- ระวังอย่าให้มีฟองอากาศบริเวณปลายปีเปดต์

- ห้ามเขย่า เป้าหรือเคาะปีเปดต์กับข้างภาชนะรองรับเป็นอันขาด ถึงแม้จะเห็นว่ายังมีของเหลวติดค้างอยู่ที่ปลายปีเปดต์เล็กน้อยก็ตาม มิฉะนั้น ปริมาตรของสารละลายที่ถ่ายออกจากปีเปดต์อาจผิดพลาดได้

2.9 การใช้งานเครื่องปฏิฟหมึก IR tester

การใช้งานเครื่องปฏิฟหมึกพิมพ์ออฟเซต

1. ป้ายหมึกสีที่ต้องการจะปฏิฟลงบนลูกกลิ้งยาง ควรจะควบคุมปริมาณหมึกในการป้ายในแต่ละครั้งให้เท่ากัน โดยการใช้ควบคู่กับตาชั่งดิจิทัล จุกตุนิยม 2 ตำแหน่งน้ำหนักในการป้ายที่แนะนำคือ 0.15 กรัม

2. หมุนปล่อยชุดลูกกลิ้งบดหมึกที่อยู่ด้านบนของตัวเครื่องลงมาให้สัมผัสกับลูก Printing Disk และเปิดสวิทซ์เดินเครื่องปล่อยให้ลูกกลิ้งบดหมึกจนละเอียด (ตั้งเกดที่ผิวของลูกกลิ้งจะเรียบเนียน)

3. ขณะที่เครื่องยังเดินอยู่ หมุนยกชุดลูกกลิ้งบดหมึกที่อยู่ด้านบนของตัวเครื่องขึ้นมาจนไม่สัมผัสกับลูก Printing Disk และปิดสวิทซ์หยุดเครื่องเพื่อเลี่ยงการเกิดเส้นรอยกดทับระหว่างลูกยางกับ Printing Disk

4. ใช้มือหมุนที่ลูก Printing Disk เพื่อเลื่อนช่องว่างรอยต่อของผ้ายาง Blanket หลบไปยังตำแหน่งก่อนจุดเริ่มต้นการพิมพ์บนกระดาษที่จะปฏิฟ โดยตำแหน่งดังกล่าวจะอยู่ตรงกันกับฐานรองรับกระดาษพิมพ์ที่อยู่ด้านล่างสุด

5. นำกระดาษที่จะปฏิฟติดเข้ากับแผ่น Underlay โดยใช้เทปกาวย่นและป้อนกระดาษเข้าที่หน่วยป้อนกระดาษจาก นั้นจึงเปิดสวิทซ์เดินเครื่องอีกครั้ง เพื่อทำการพิมพ์โดยใช้มือข้างซ้ายหยิบกระดาษออกจากตัวเครื่องและมือข้างขวาปิดสวิทซ์หยุดเครื่อง

การล้างเครื่อง

1. หมุนปล่อยชุดลูกกลิ้งบดหมึกที่อยู่ด้านบนของตัวเครื่องลงมาให้สัมผัสกับลูก Printing Disk และเปิดสวิทซ์เดินเครื่อง

2. ใช้น้ำยา Wash60 หยดใส่ผ้าพอประมาณ แล้วเช็ดไปที่ลูกกลิ้งทุกลูกจนสะอาดขณะเช็ดควรกลับด้านและพลิกหมุนผ้าไปเรื่อยๆจะทำให้ลูกกลิ้งสะอาดได้อย่างรวดเร็วยิ่งขึ้น

3. การจอดเครื่อง ควรจะหมุนลูก Printing Disk ให้รอยต่อของผ้า Blanket อยู่ในตำแหน่งที่ถูกกลิ้งขางกดทับไว้ จะทำผ้าข้างใช้งานได้ยาวนานขึ้นเทปกาวจะแน่นสนิทไม่หลุดลอกง่าย

รูปแบบของเครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ (types of Spectrophotometer)

2.10 สเปกโทรมิเตอร์

1. สเปกโทรโฟโตมิเตอร์แบบลำแสงเดี่ยว (single beam spectrophotometer)

หลักการของสเปกโทรโฟโตมิเตอร์แบบลำแสงเดี่ยวนั้น เมื่อแสงออกจากแหล่งกำเนิดแสงแล้ว จะผ่านโมโนโครเมเตอร์ที่เป็นเกรตติง และสารตัวอย่างตามลำดับ แล้วจึงเข้าสู่ตัวตรวจจับสัญญาณ ตลอดเส้นทางของลำแสงนี้มีลำแสงเดี่ยว จึงเรียก สเปกโทรโฟโตมิเตอร์ประเภทนี้ว่าแบบลำแสงเดี่ยวเนื่องจากสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ประเภทนี้ใช้ลำแสงเพียงลำเดียวผ่านจากโมโนโครเมเตอร์ไปสู่สารละลายที่ต้องการวัดและเข้าสู่ตัวตรวจจับสัญญาณเลย ดังนั้นการวัดจึงต้องวัด 2 ครั้งดังนี้

- ครั้งแรกเซลล์บรรจุเบลงค์ (blank) ซึ่งเป็นตัวทำลายของตัวอย่างที่เราต้องการวัด เมื่อลำแสงผ่านเซลล์ ปรับเครื่องให้อยู่ในตำแหน่ง “ศูนย์” (set zero)
- ส่วนครั้งหลังบรรจุสารละลายที่ต้องการวัด (sample) แล้วจึงให้ลำแสงผ่านเซลล์ ความแตกต่างระหว่างการดูดกลืนแสงของทั้ง 2 ครั้งจะปรากฏบนหน้าปัดมิเตอร์จากนั้นก็สามารวัดตัวอย่างที่ความเข้มข้นอื่นๆ ต่อไปได้เลย โดยไม่ต้องกลับไปวัดเบลงค์อีก
- การเปลี่ยนความยาวคลื่น จะต้องวัดเบลงค์ใหม่ทุกครั้ง

2. สเปกโทรโฟโตมิเตอร์แบบลำแสงคู่ (double beam spectrophotometer)

สำหรับสเปกโทรโฟโตมิเตอร์แบบลำแสงคู่ เมื่อลำแสงจากแหล่งกำเนิดแสงออกจากช่องแสงออก (exit slit) แล้ว ลำแสงจะไปสู่อุปกรณ์ตัดลำแสง (beam chopper) ซึ่งจะทำหน้าที่สะท้อนลำแสงไปผ่านสารตัวอย่าง (sample) ในขณะที่ต่อมาจะสะท้อนลำแสงไปผ่านสารอ้างอิง (reference) ซึ่งก็คือเบลงค์นั่นเอง โดยที่ลำแสงทั้งสองจะมีความเข้มแสงเท่ากันก่อนที่จะผ่านสารตัวอย่างหรือสารอ้างอิง เมื่อลำแสงทั้งสองนี้ไปตกกระทบบนตัวตรวจจับสัญญาณ ความแตกต่างของความเข้มแสงหลังจากผ่านสารตัวอย่างหรือสารอ้างอิงจะกลายเป็นค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่าง

3. สเปกโทรโฟโตมิเตอร์ที่มีไดโอดอาร์เรย์เป็นตัวตรวจจับสัญญาณ (spectrophotometer แบบ diode array detector)

เป็นการตรวจจับสัญญาณ โดยวัดการดูดกลืนของแสง เช่นเดียวกับสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ทั่วไป เพียงแต่การเก็บข้อมูลมิใช่การเก็บเพียง 1 หรือ 2 ความยาวคลื่นเท่านั้น แต่สามารถเก็บข้อมูลได้เป็นช่วงของความยาวคลื่นที่ผู้วิเคราะห์สามารถเลือกได้โดยใช้เวลาเพียงนิดเดียวเนื่องจากสามารถวัดทุก ความยาวคลื่นได้ในเวลาเดียวกัน เหมาะสำหรับการ เก็บข้อมูลที่เป็นสเปกตรัมหรือต้องการติดตามการเปลี่ยนแปลงการดูดกลืนของสารที่หลายความยาวคลื่น

2.11 กรรมวิธีผลิตกระดาษ

การ ทำกระดาษเริ่มต้นตั้งแต่การนำไม้ไปทำเชื้อเพื่อให้ได้เส้นใยออกมา แล้วจึงนำเชื้อที่ได้ไปผสมกับสารเติมแต่งในอัตราส่วนต่าง ๆ เพื่อปรับสมบัติกระดาษให้ได้ตรงความต้องการใช้งาน จากนั้นนำไปทำเป็นแผ่นโดยใช้เครื่องจักรผลิตกระดาษ แล้วจึงนำไปแปรรูปใช้งาน กระบวนการผลิตจะแบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน โดยเรียงลำดับตามขั้นตอนการปฏิบัติการจริงภายในโรงงานได้ดังนี้

1. การผลิตเชื้อ (Pulping)
2. การเตรียมน้ำเชื้อ (Stock Preparation)
3. การทำแผ่นกระดาษ (Papermaking)
4. การปรับปรุงสมบัติกระดาษขณะเดินแผ่น (Web Modification)
5. การแปรรูป

2.12 ประเภทของกระดาษ

ปัจจุบันกระดาษใช้ในงานพิมพ์มีหลากหลายประเภท โดยมีความเฉพาะเจาะจงกับลักษณะการนำไปใช้งานมากขึ้นเกณฑ์นำมาใช้ในการจำแนกกระดาษมีหลายเกณฑ์ เช่น ระดับคุณภาพงานพิมพ์ ระดับความขาวสว่าง ระดับความวาว เป็นต้น

โดยทั่วไปกระดาษที่ให้คุณภาพงานพิมพ์ที่ดีมีต้นทุนที่ในการผลิตและ/หรือราคาจำหน่ายที่สูงไปด้วยการแบ่งกลุ่มประเภทกระดาษตามเกณฑ์ระดับคุณภาพและต้นทุนหรือราคา ถูกแบ่งโดยใช้ความแตกต่างทางโครงสร้างของกระดาษ ได้แก่ กระดาษที่นำมาใช้ คุณภาพและน้ำหนักต่อตารางเมตร ของชั้นกระดาษระดับคุณภาพ ของกระดาษ เช่น ความเรียบ ความทึบของผิว ความสามารถในการปกปิดผิวกระดาษ ขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น สมบัติของกระดาษกระดาษที่ใช้ น้ำหนักของชั้นกระดาษ จำนวนชั้นของลักษณะของอุปกรณ์เครื่องจักรที่ใช้ เป็นต้น กระดาษสามารถแบ่งตามกลุ่มตามสัดส่วนของชนิดเยื่อกระดาษที่นำมาใช้เป็นส่วนผสมในการผลิต ได้แก่ เยื่อเคมีฟอก เยื่อกึ่งเคมีฟอกขาว และเยื่อจากเศษกระดาษ โดยเยื่อแต่ละชนิดมีสมบัติที่แตกต่างกัน เช่น ความสว่าง ความขาว ความเสถียรของกระดาษขาว มีหน่วยเป็นกรัมต่อตารางเมตร กระดาษที่นำมาใช้อาจเป็นน้ำแข็ง ซึ่งใช้สำหรับกระดาษหนังสือพิมพ์คุณภาพสูง กระดาษไม่เคลือบผิว กระดาษปอนด์ เป็นต้น กระดาษที่มีผงสี ตัวยึด และสารเติมแต่งเป็นองค์ประกอบหลัก ซึ่งใช้สำหรับกระดาษในกลุ่มกระดาษเคลือบผิวบางมากหรือกระดาษที่หนาปานกลางแลกระดาษอาร์ต กระดาษโดยทั่วไปจะมี 2-5 ชั้นกรัมต่อตารางเมตรในแต่ละด้านส่วนกระดาษที่มีน้ำหนักน้อยไปถึงที่มีน้ำหนักมากกระดาษอยู่ในช่วง 5 ถึง 35 กรัมต่อตารางเมตรในแต่ละด้านตามลำดับ

2.13 การทดสอบกระดาษและการควบคุมคุณภาพ

การทดสอบสมบัติกระดาษที่เตรียมได้ ในกระบวนการผลิตกระดาษ โดยปกติการทดสอบ ทำเพื่อติดตามควบคุมคุณภาพของกระดาษให้สม่ำเสมอในแต่ละช่วงเวลา หรือในการผสมแต่ละถัง ซึ่งสมบัติ กระดาษที่มักจะตรวจสอบประจำ ในกระบวนการผลิต ได้แก่ ความเป็นกรด-เบสหรือค่าพีเอช ปริมาณสัดส่วนที่เป็นของแข็งเจดลี และปริมาณแบคทีเรีย

การตัวอย่างกระดาษเพื่อทดสอบในการผลิตมักทำกันในหลายจุดในช่วงเวลาที่ต่างกัน โดยเฉพาะค่าเป็นกรดเบสและปริมาณสัดส่วนที่เป็นของแข็งในกระบวนการผลิตกระดาษสมัยใหม่ อาจจะติดตั้งระบบทดสอบและควบคุมอัตโนมัติที่สามารถแสดงค่ากระดาษที่จุดใช้งานได้ ตลอดเวลา รวมทั้งสามารถเติมน้ำลงในกระดาษเพื่อปรับเมื่อตรวจพบว่ากระดาษมีความหนืดสูงกว่าค่าที่ควบคุม

2.14 กระดาษพิมพ์อิงค์เจ็ท

กระดาษพิมพ์อิงค์เจ็ท หรือกระดาษพิมพ์พ่นหมึก หมายถึง กระดาษเฉพาะสำหรับพิมพ์อิงค์เจ็ท หรือสำหรับการพิมพ์พ่นหมึก โดยทั่วไปสามารถนำกระดาษที่ใช้ถ่ายเอกสารพิมพ์ได้ทันที เพียงแต่ภาพพิมพ์ที่ได้ให้สีไม่สด และคงภาพอยู่ได้ไม่นานเทียบกับภาพพิมพ์ที่พิมพ์บนวัสดุที่เคลือบผิวสำหรับพิมพ์อิงค์เจ็ท โดยเฉพาะ เช่นเดียวกับวัสดุประเภทอื่น เช่น ฝ้าย ที่สามารถนำมาพิมพ์อิงค์เจ็ทได้แต่ให้คุณภาพงานพิมพ์ดีต่อเมื่อผ้านั้นได้รับการปรับสภาพผิวหน้าให้เหมาะกับการพิมพ์อิงค์เจ็ท เช่น การเคลือบผิว

กระดาษพิมพ์อิงค์เจ็ท อาจมีชั้นฐานเป็นอย่างอื่นได้ ไม่จำเป็นต้องเป็นเซลลูโลส เช่น พลาสติก และคำว่ากระดาษพิมพ์อิงค์เจ็ท หมายถึง การพิมพ์พ่นหมึก

2.14.1 โครงสร้างและองค์ประกอบของกระดาษพิมพ์อิงค์เจ็ท

กระดาษพิมพ์อิงค์เจ็ททั่วไปมีโครงสร้างแบบง่าย ๆ 2 ชั้น ซึ่งประกอบด้วยชั้นรับหมึก (ink-receiving layer) และวัสดุรองรับ (substrate) ส่วนกระดาษพิมพ์อิงค์เจ็ทที่ใช้สำหรับพิมพ์ภาพถ่ายคุณภาพสูงมีโครงสร้างแบบซับซ้อนหลายชั้น โดยทั่วไปประกอบด้วยร่างสร้าง 3 ชั้นที่สำคัญ คือ ชั้นรับหมึก (ink-receiving layer) ชั้นฐาน (base layer) และชั้นเคลือบรองหลัง (backside coating layer)

1. **ชั้นรับหมึก** ชั้นรับหมึกมีหน้าที่หลักอยู่ 2 หน้าที่ คือ ดูดซึมตัวพ่นหมึก และควบคุมการแพร่กระจายของการให้สีในหมึกพิมพ์ไม่แพร่ออกไปรอบเม็ดสกรีน เพื่อลดปัญหาการเกิดเม็ดสกรีนบวม แบะการซึมของการให้สีของหมึกพิมพ์ลึกลงไปด้านล่าง เพื่อลดปัญหาสีซีด และความดำหมึกพิมพ์ลดลง ชั้นหมึกสามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม

- **ชั้นรับหมึกที่มีองค์ประกอบเป็นอนุภาค** ชั้นรับหมึกบนกระดาษอิงค์เจ็ทในแรกของการพัฒนาประกอบด้วยตัวอนุภาคอนินทรีย์ร่วมกับตัวยึดปริมาณน้อย เคลือบบนวัสดุรองรับประเภทกระดาษ อนุภาคอนินทรีย์ที่ใช้มีลักษณะเป็นอนุภาคเป็นพรุณ เนื่องตัวทำลายหมึกพิมพ์ซึ่งส่วน

ใหญ่เป็นน้ำ จะซึมลงไปในช่วงระหว่างอนุภาคก่อน และค่อยๆ ซึมลงสู่กระดาษที่รองรับอยู่ด้านล่างเนื่องจากธรรมชาติของอนุภาคอินทรีย์มีประจุ จึงทำให้อนุภาคสีข้อมซึ่งมีประจุตรงข้ามไม่แพร่ออกโดยรอบและไม่ซึมลงสู่กระดาษ

ข้อจำกัดของชั้นรับหมึกอิงก์เจ็ตสมัยก่อน คือ กระเจิงแสงสูงและผิวหน้าไม่เรียบจึงทำให้ดูมีผิวด้านชั้นรับหมึกกลุ่มนี้ปัจจุบันได้รับการพัฒนาให้มีคุณภาพสูง ราคาไม่แพงแห้งตัวเร็ว และภาพพิมพ์อยู่คงทน

ชั้นรับหมึกที่มีอนุภาคเป็นองค์ประกอบหลักมี 2 ส่วนประกอบคือ อนุภาค และตัวยึด ส่วนประกอบอื่น ได้แก่ น้ำและสารเติมแต่ง

1. อนุภาคในชั้นรับหมึก สมบัติที่สำคัญของอนุภาค ได้แก่ องค์ประกอบทางเคมี ขนาด รูปร่าง และความพรุนของอนุภาค ซึ่งกระบวนการผลิตเป็นตัวกำหนดสมบัติเหล่านี้ อนุภาคที่ใช้ในสูตรสารเคมีเคลือบสำหรับชั้นรับหมึกของกระดาษอิงก์เจ็ตแบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม ได้แก่

- กลุ่มแร่ดินที่ได้จากธรรมชาติ เช่น มอนต์โมริโลไนต์ (mintmorillonite) เฮกโทไรต์ (hectorite) และเบนโทไนต์ (bentonite)

- กลุ่มดินสังเคราะห์ เช่น แลปโทไนต์ (laponite) เป็นอนุภาคที่นิยมใช้มากกว่าแร่ดินธรรมชาติ เนื่องจากสมบัติที่ไม่มีสี และมีความทึบแสงต่ำ

- กลุ่มอนุภาคอินทรีย์ที่ไม่ใช่แร่ดินและดินสังเคราะห์ ทั้งที่ได้จากธรรมชาติและสังเคราะห์ขึ้น เช่น ซิลิกา (SiO_2) อะลูมินา (Al_2O_3) และแคลเซียมคาร์บอเนต (CaCO_3) ซิลิกาเบอะอะลูมินาเป็นอนุภาคที่นิยมใช้ในปัจจุบัน

ซิลิกาเป็นผลึกไม่มีสีหรือเป็นของแข็งสีขาว ไม่มีกลิ่น ไม่มีรส ซิลิกาอสัณฐาน (amorphous silica) เป็นอนุภาคที่นิยมใช้ในปัจจุบัน มีหลายรูปแบบ เช่น คอลลอยด์ซิลิกา (colloidal silica) ฟูมซิลิกา (fume silica) ซิลิกาเจล (silica gel) และซิลิกาชนิดตกตะกอน มีขนาดตั้งแต่ประมาณ 100 นาโนเมตร ไปจนถึง 100,000 นาโนเมตร

อะลูมินาเป็นอนุภาคที่นิยมใช้เป็นอีกทางเลือกหนึ่งแทนซิลิกา โดยเฉพาะชั้นรับหมึกที่มีความมันวาวสูง มีขนาดประมาณ 100 นาโนเมตร ไปจนถึง 100,000 นาโนเมตร ตัวอย่างของอะลูมินาที่ใช้รับหมึก คือ ซูโดโบไมต์ (pseudoboehmite, AlO_2H)

2. ตัวยึด (binder) ตัวยึดเป็นพอลิเมอร์ ทำหน้าที่ยึดอนุภาคเข้าด้วยกัน และยึดอนุภาคเข้าชั้นพื้นฐานมีตัวอย่าง ดังนี้ พอลิไวนิลแอลกอฮอล์ (polyvinyl alcohol, PVA) และพอลิไวนิลไพร์โรลิโดน (polyvinyl pyrrolidone, PVP) ในที่นี้ขอยกตัวอย่างเฉพาะพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ เนื่องจากเป็นตัวยึดที่นิยมใช้ในชั้นรับหมึก

พอลิไวนิลแอลกอฮอล์ เป็นผงสีขาว ละลายในน้ำร้อน เมื่อละลายแล้วมีความใส มีขี้ผึ้งเล็กน้อย แลสามารถยึดติดได้ดีกับพื้นผิววัสดุทั่วไป พอลิไวนิลแอลกอฮอล์สามารถผลิตโดยการไฮโดรไลซ์พอลิไวนิลเอแอสีเตต (polyvinyl acetate) ผ่านปฏิกิริยาสพอนนิฟิเคชัน * โดยใช้เบส

เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา น้ำหนักโมเลกุลของพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ และร้อยละการไฮโดรไลซิส** เป็นตัวกำหนดระดับความหนืดของพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ และกำลังการยึดติด (binding power) แต่ร้อยละการไฮโดรไลซิสมีผลน้อยกว่าของน้ำหนักโมเลกุล พอลิไวนิลแอลกอฮอล์ที่มีขายในท้องตลาด ถูกแบ่งเป็นเกรดตามร้อยละการไฮโดรไลซิส

*ปฏิกิริยาสพอนนิฟิเคชัน เป็นการไฮโดรไลซิสเอสเทอร์ในสภาวะเอสเพื่อให้เกิดแอลกอฮอล์และคาร์บอกซีเลต

**ไฮโดรไลซิส เป็นปฏิกิริยาเคมีที่โมเลกุลเคมีที่โมเลกุลของน้ำแตกตัวเป็นไฮโดรเจนไอออน และไฮดรอกไซด์ไอออน

สำหรับชั้นรับหมึกของกระดาษอิงค์เจ็ตที่ใช้ซิลิกาเป็นอนุภาคผงสีนั้น ใช้พอลิไวนิลแอลกอฮอล์ที่มีร้อยละการไฮโดรไลซิสอยู่ที่ร้อยละ 98.0 ถึง 98.8 พอลิไวนิลแอลกอฮอล์ที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ และปรากลาง มีความแข็งในการยึดอนุภาคซิลิกา และยังให้สีและความดำของหมึกพิมพ์ดี พอลิไวนิลแอลกอฮอล์ละลายน้ำได้มากขึ้นเมื่อน้ำหนักโมเลกุลลดลง แต่ความแข็งแรง ความยืดหยุ่น ความทนต่อการฉีกขาดและโค้งงอของชั้นรับหมึกดีขึ้นเมื่อน้ำหนักโมเลกุลของพอลิไวนิลแอลกอฮอล์เพิ่มขึ้น

- ชั้นรับหมึกที่มีองค์ประกอบเป็นพอลิเมอร์ ชั้นรับหมึกสำหรับวัสดุรองรับประเภทฟิล์มและกระดาษเคลือบเรซินในยุคแรกของการพัฒนา ประกอบด้วยสารเคลือบที่มีส่วนประกอบของพอลิเมอร์ที่มีความสามารถในการบวมตัวและซึมซับทำลายในหมึกพิมพ์ และมีสารเติมแต่งที่มีประจุบวก (cationic substance) ทำหน้าที่ช่วยยึดสีย้อมที่มีประจุลบให้ติดแน่นขึ้น สารเคลือบชั้นรับหมึกในกลุ่มนี้มีความโปร่งแสง และมีผิวเรียบทำให้สามารถใช้ในกลุ่มกระดาษที่ความมันวาวสูงสำหรับพิมพ์ภาพถ่ายได้ พอลิเมอร์ที่ใช้ในชั้นรับหมึกต้องชอบน้ำและดูดซึมน้ำได้ดีมี 2 ประเภท คือ

1. พอลิเมอร์ธรรมชาติ เช่น เจลละติน และพอลิแซ็กคาไรด์ สามารถบวมตัว ดูดซึมน้ำ แบะดูดซึมสารคงความชื้น (humectants) ในหมึกพิมพ์อิงค์เจ็ตฐานน้ำได้เร็ว
 2. พอลิเมอร์สังเคราะห์ที่ชอบน้ำ เช่น พอลิไวนิลแอลกอฮอล์ พอลิไวนิลไพร์โรลิโดนพอลิเอทิลีนออกไซด์ (polyethylene oxide,PEO) และพอลิโพรพิลีนออกไซด์ออกซาโซลีน (poly-2-ethyl-2-oxazoline,Pox) นิยมใช้ในชั้นรับหมึกซึ่งอาจใช้ชนิดเดียวหรือผสมกัน
- เมื่อเคลือบชั้นฐานที่มีผิวเรียบ เช่น ฟิล์มแพต หรือกระดาษเคลือบเรซิน ด้วยชั้นรับหมึกที่มีองค์ประกอบเป็นพอลิเมอร์ ให้ชั้นรับหมึกที่มีความเรียบและความมันวาวสูง

2. ชั้นฐาน (base layer) หรือชั้นวัสดุรองรับ (substrate) ทำหน้าที่เป็นแกนหลักของชั้นรับหมึก อยู่ตรงกลางระหว่างชั้นรับหมึกและชั้นเคลือบรองหลัง มีหลายชนิด การพิจารณาเลือกใช้ชั้นฐานชนิดใดนั้นขึ้นกับการนำไปใช้งาน ซึ่งสมบัติที่ควรพิจารณาได้แก่ ความทึบแสง (opacity) เสถียรภาพเชิงมิติ (dimensional stability) ความทรงรูป (stiffness) น้ำหนักมาตรฐาน (basis weight) ความเรียบ (smoothness) พลังงานผิว (surface energy) ลีซึ่งรวมถึงความขาวเบะความขาวสว่าง

ชนิดของวัสดุรองรับแบ่งออกได้เป็น 5 ชนิด ได้แก่ กระดาษ กระดาษสังเคราะห์ฟิล์ม วัสดุผสมระหว่างกระดาษและฟิล์ม และวัสดุพิเศษ

1.กระดาษ เป็นชั้นฐานที่ราคาไม่แพงและใช้แพร่หลาย ผู้ผลิตกระดาษมองโอกาสและลงทุนผลิตกระดาษทั้งที่สามารถรับและยึดติดชั้นรับหมึกอิงก์เจ็ตได้ดี และกระดาษที่ถูกปรับสภาพให้พิมพ์ได้ทันทีโดยไม่ต้องเคลือบชั้นรับหมึก กระดาษประเภทหลังนี้ประกอบด้วยสารเติมแต่ง เช่น สารเพิ่มความขาวสว่าง (optical brightener) สารต้านการโค้งงอ (anticockle agent) และแร่ธาตุ (minerals) เพื่อให้คุณภาพงานพิมพ์ที่ดีกว่า และเสถียรภาพเชิงมิติของกระดาษสูงกว่ากระดาษถ่ายสำเนาทั่วไป ผู้ผลิตเรียกกระดาษประเภทนี้ว่า กระดาษไม่เคลือบผิวสำหรับการพิมพ์อิงก์เจ็ต (ink-jet plain paper) หรือกระดาษอิงก์เจ็ตไม่เคลือบผิว เพื่อให้ต่างจากกระดาษไม่เคลือบผิวทั่วไป สำหรับชั้นรับหมึกที่มีอนุภาคเป็นองค์ประกอบ ชนิดของชั้นฐานส่วนใหญ่เป็นกระดาษที่มีสมบัติดูดซับตัวพาได้ในปริมาณมาก และไม่ใส่สารกันซึม

ปัญหาความโค้งงอของกระดาษมักเกิดขึ้นเมื่อใช้หมึกพิมพ์อิงก์เจ็ตฐานน้ำและเครื่องพิมพ์ขนาดใหญ่กระดาษที่โค้งงอจะรบกวนการเคลื่อนที่ของหัวพิมพ์ขณะที่หัวพิมพ์เคลื่อนไปด้านหน้าและหลัง ทำให้เกิดรอยตำหนิบนภาพพิมพ์ การโค้งตัวของกระดาษยังคงเป็นปัญหาที่ยังไม่สามารถแก้ไขด้วยวิธีที่ใช้ต้นทุนต่ำ วิธีแก้ไขโดยทั่วไป คือการใช้เส้นใยสังเคราะห์ หรือการใช้กระดาษที่มีความหนาแน่นมากขึ้น และ/หรือลดการดูดซับตัวพา ซึ่งล้วนแต่เป็นวิธีที่ทำให้ต้นทุนเพิ่ม

2.กระดาษสังเคราะห์ กระดาษสังเคราะห์มีเส้นใยพอลิเมอร์เป็นองค์ประกอบหลัก เช่น พอลิโพรพิลีน พอลิเอสเตอร์ มีสมบัติคล้ายฟิล์มมากกว่ากระดาษ ทนต่อแรงดึงสูง ยึดหยุ่นตัวสูง และทนทานต่อน้ำ ค่อนข้างทึบแสง โครงสร้างรูพรุนขนาดเล็กของกระดาษสังเคราะห์ มีทั้งแบบรูเปิดและรูปิด ลักษณะโครงสร้างแบบรูเปิดทำให้ตัวทำละลายหมึกพิมพ์ เช่น น้ำ ถูกดูดซับลงไปในช่วงรูพรุนได้อย่างรวดเร็ว เช่นเดียวกับกระดาษถ่ายสำเนา ส่งผลให้ผงสีหรือสีย้อมในหมึกพิมพ์ถูกดูดซับลงไปเช่นกัน ด้วยเหตุนี้จึงทำให้ความดำของหมึกพิมพ์ (ink density) ต่ำ ดังนั้นกระดาษสังเคราะห์ที่มีโครงสร้างรูพรุนแบบรูเปิด จึงต้องนำไปเคลือบด้วยชั้นรับหมึกก่อน ตัวอย่างของกระดาษสังเคราะห์ในทางการค้า เช่น เทสลิน (teslin) ไทเวก (tyvek) คิมดูรา (kimdura) และ คริสเปอร์ (crisper)

3.ฟิล์ม วัสดุประเภทฟิล์มที่นิยมใช้เป็นชั้นฐานสำหรับการพิมพ์อิงก์เจ็ต คือ ฟิล์มพอลิเอทิลีนเทเรฟทาเลต (polyethylene terephthalate) หรือเรียกสั้น ๆ ว่า ฟิล์มพีอีที และตามท้องตลาดเรียกว่า เพต (PET) ฟิล์มพอลิไวนิลคลอไรด์ (polyvinyl chloride) หรือเรียกสั้น ๆ ว่า ไวนิล โดยมีรายละเอียด ดังนี้

ฟิล์มเพต เป็นฟิล์มที่มีความเรียบ ความเสถียรภาพเชิงมิติ ความทนต่อแรงดึง (tear resistant) และความสามารถในการกันน้ำสูง (waterproof) มีเนื้อแข็งทนต่อการหักงอ มีความมันเงา และเรียบ ฟิล์มเพตมีทั้งชนิดโปร่งใส (transparent) โปร่งแสงหรือขุ่น (translucent) และทึบแสง (opaque) สอง

ชนิดแรกนิยมใช้ในงานป้ายที่มีแสงส่องจากด้านหลัง (backlit signage) ส่วนชนิดที่บแสงนิยมใช้ในงานป้ายนอกอาคาร และชั้นฐานสำหรับพิมพ์ภาพถ่ายชนิดผิวหน้ามันเงาคุณภาพสูง
ฟิล์มไวนิล เป็นฟิล์มที่นิยมใช้เป็นชั้นฐาน มี 3 ประเภทตามกระบวนการผลิต คือ

1. คาเลนเดอร์ไวนิล (calendered vinyl) เป็นฟิล์มไวนิลขุ่น มีคุณภาพและราคาต่ำกว่าคาสต์ไวนิล
2. คาสต์ไวนิล (cast vinyl) เป็นฟิล์มไวนิลขุ่น มีความเรียบ มีผิวมันเงา และมีหลายสีให้เลือกใช้
3. สเตติกคลิง (static cling) นิยมใช้ติดชั่วคราวบนผิวหน้าวัสดุผิวเรียบ เช่น กระจกและแก้ว

ฟิล์มไวนิลสำหรับอิงก์เจ็ต นิยมใช้กับงานภายนอกอาคาร ความแตกต่างของฐานที่เห็นได้ชัดระหว่างฟิล์มไวนิลกับกระดาษสังเคราะห์ และฟิล์มเพต คือ ความสามารถในการยึดตัว และความสามารถในการโค้งไปตามรูปทรงที่ไม่สม่ำเสมอ ดังเห็นได้จากการใช้งานป้ายฟิล์มไวนิลกับพื้นผิวรถ เนื่องจากการใช้งานเช่นนี้ ทำให้ชั้นรับหมึกบนฟิล์มไวนิลต้องมีสมบัติต้านทานต่อสภาวะอากาศ และใช้ได้ดีกับหมึกพิมพ์อิงก์เจ็ตที่มีผงสีเป็นสารให้สี ทั้งนี้เพราะผงสีมีความทนต่อสภาวะอากาศได้ดีกว่าสีข้อมหลายเท่า

นอกจากนี้ฟิล์มไวนิลที่ผลิตส่วนใหญ่มีชั้นเคลือบรองหลังฐานที่สามารถลอกออก ทิ้งกา
เหนียวติดไว้ที่ด้านหลังฟิล์ม ทั้งนี้เพราะการใช้งานส่วนใหญ่ต้องการติดฟิล์มไวนิลลงบนพื้นผิวอื่น

4. วัสดุผสม (composite) วัสดุผสมสำหรับใช้เป็นชั้นฐานเพื่อรับชั้นรับหมึกสำหรับการพิมพ์อิงก์เจ็ตส่วนใหญ่เป็นกระดาษและพอลิเมอร์ กระดาษเคลือบเรซิน (resin-coated paper) หรือสั้นๆ ว่า RC paper) เป็นตัวอย่างของวัสดุผสมที่มีกระดาษเป็นแกนกลาง และมีเรซินซึ่งเป็นพอลิเมอร์เคลือบทั้งด้านบนและด้านล่าง เรซินที่ใช้เป็นพอลิโอฟีนเรซิน เช่น พอลิเอทิลีน พอลิโพรพิลีน หรือทั้งสองชนิดผสมกัน เรซินที่ใช้เคลือบด้านบนของกระดาษมักใส่สารเคมีแต่ง เช่น สารสี สารเพิ่มความขาวสว่าง และสารเพิ่มความเสถียรของเรซิน เรซินที่ใช้เคลือบด้านหลังของกระดาษ ไม่ใส่สารสี ทำให้ตัวพิมพ์ที่อยู่ด้านหลังกระดาษ ซึ่งมีในกระดาษของผู้ผลิตบางราย เห็นมาถึงด้านหน้าได้

เนื่องจากกระดาษเคลือบเรซินถูกประกบด้วยเรซินทั้งสองด้าน ทำให้ไม่มีปัญหาด้านการโค้งงอเมื่อได้รับความชื้น อีกทั้งยังป้องกันมิให้สารเคมีในกระดาษไปทำปฏิกิริยากับชั้นรับหมึกที่เคลือบบนเรซินอีกชั้นหนึ่ง เรซินที่ใช้เคลือบถูกออกแบบไม่ให้เปลี่ยนเป็นสีออกเหลือง ให้มีความทนต่ออุณหภูมิ ทนต่อแสง ทนต่อความชื้น ทนต่อมลภาวะ และทนต่อไอโซน

5. วัสดุพิเศษ เช่น วัสดุประเภทผ้าจากเส้นใยธรรมชาติ และจากเส้นใยธรรมชาติ และจากใยสังเคราะห์ ผ้าที่นำมาต้องได้รับการเคลือบหรือปรับสภาพผิวก่อนถึงนำไปใช้พิมพ์กับหมึกพิมพ์อิงก์เจ็ตทั่วไปได้ การพิมพ์อิงก์เจ็ตลงบนผ้าที่ไม่เคลือบผิวต้องใช้หมึกพิมพ์ที่ออกแบบมาสำหรับพิมพ์ผ้าไม่เคลือบผิวเท่านั้น

3. ชั้นเคลือบรองหลัง มีไว้เพื่อป้องกันการโค้งงอของกระดาษ และป้องกันการเกิดไฟฟ้าสถิต ดังนั้นองค์ประกอบหลักของชั้นเคลือบรองหลังประกอบด้วย สารต้านการเกิดไฟฟ้าสถิต พอลิเมอร์ควบคุมการโค้งงอ และสารเพิ่มความต้าน

3.1 สารต้านการเกิดไฟฟ้าสถิต ชั้นวัสดุรองรับที่ไม่นำไฟฟ้า เช่น ฟิล์มเพต หรือกระดาษเคลือบเรซินจำเป็นต้องเคลือบเพื่อป้องกันการเกิดไฟฟ้าสถิต ไม่ให้ประจุก่อตัวสะสมขึ้น ไม่เช่นนั้นกระดาษจะติดกันและถูกป้อนหลายแผ่นไปพร้อมๆ กันเมื่อความชื้นในอากาศต่ำ สารต้านการเกิดไฟฟ้าสถิต 2 ชนิด คือ

1. สารต้านการเกิดไฟฟ้าสถิตที่เป็นพอลิเมอร์ ได้แก่ คาร์บอกซีเลตพอลิเมอร์ หรือซัลฟอนेटพอลิเมอร์

2. สารต้านการเกิดไฟฟ้าสถิตที่ไม่ใช่พอลิเมอร์ ได้แก่ ซัลโฟซักซิเนตเอสเทอร์ (sulfosuccinate ester) เกลือแอมโมเนียมและฟอสโฟเนียม (quaternary ammonium and phosphonium salt) สารประกอบแคตไอออนที่มีซัลเฟอร์ (cationic sulfur-containing compound)

3.2 พอลิเมอร์ควบคุมการโค้งงอ ชั้นรับหมึกที่มีองค์ประกอบเป็นพอลิเมอร์ส่วนใหญ่ ต้องการชั้นเคลือบรองหลังเพื่อป้องกันการโค้งงอ เนื่องจากพอลิเมอร์ในชั้นรับหมึกดูดความชื้นได้ดี ทำให้กระดาษมีแนวโน้มที่จะยืดตัวหรือหดตัวได้ง่าย ส่งผลให้มีปัญหาในการป้องกันกระดาษวิงกิ้งคือ การเคลือบด้วยพอลิเมอร์ที่ตอบสนองต่ออุณหภูมิ และความชื้นได้ในระดับเดียวกันกับชั้นรับหมึก

3.3. สารเพิ่มความต้าน (matte agent) สารนี้ถูกเติมลงไปชั้นเคลือบรองหลังด้วย เพื่อความเสียดทาน ทำให้สามารถเขียนติดด้วยปากกา หรือดินสอได้ดี

2.14.2 กระบวนการผลิตกระดาษพิมพ์อิงก์เจ็ต กระบวนการผลิตกระดาษที่ใช้เป็นชั้นฐานคล้ายกับกระบวนการผลิตกระดาษไม่เคลือบผิว แต่กระดาษไม่เคลือบผิวสำหรับการพิมพ์อิงก์เจ็ตถูกใส่ตัวเติม เช่น ซิลิกาออสันฐาน และอะลูมินา ซึ่งช่วยให้ผิวหน้ามีความพรุนสูงและมีขนาดรูพรุนที่มีประสิทธิภาพในการดูดซึมน้ำ

กระบวนการผลิตกระดาษพิมพ์อิงก์เจ็ตที่มีการเคลือบผิวด้วยชั้นรับหมึก แบ่งเป็น 5 ขั้นตอนหลัก ดังนี้

1. การป้อนกระดาษฐาน
2. การทำแห้ง
3. การเคลือบผิวกระดาษด้วยชั้นรับหมึก
4. การขัดผิวหน้าให้เรียบ
5. การแบ่งให้ได้ขนาดตามต้องการ

2.14.3 สมบัติของกระดาษพิมพ์อิงค์เจ็ท

สมบัติของกระดาษพิมพ์อิงค์เจ็ทในด้านความขาวสว่าง ความขาว ความเรียบ และความมันวาว มีวิธีการทดสอบเช่นเดียวกันกับทั่วไป คุณสมบัติการดูดซึมของเหลวของกระดาษพิมพ์อิงค์เจ็ทมีละเอียด ดังนี้

1. ความขาวสว่าง อนุภาคที่อยู่ในสารเคลือบมีผลต่อความขาวสว่าง (brightness) เพราะอนุภาคสารสีไปทำให้เกิดความกระเจิงของแสง การเจิงของแสงที่เกิดขึ้นนี้ เป็นผลที่เกิดจากการสะท้อน และการหักเหของแสงที่ตกกระทบสารเคลือบเส้นใยเซลลูโลส และสารเติมแต่ง ความขาวสว่างของกระดาษวัดได้จากค่าการสะท้อนแสงโดยรวมที่ตกลงบนกระดาษ ตัวอย่างค่าความขาวสว่างของกระดาษอิงค์เจ็ทที่มีชั้นรับหมึกที่มีองค์ประกอบเป็นอนุภาค

2. ความขาว (whiteness) แตกต่างจากความขาวสว่าง ค่าความขาว คือ ค่าการสะท้อนแสงทั้งหมดตลอดช่วงความยาวคลื่นที่มองเห็น คือ 400 ถึง 700 นาโนเมตร การใช้ค่าความขาวเพียงค่าเดียว เช่น ดัชนีความขาว เพื่อเปรียบเทียบความขาวของวัสดุ มีความสะดวกกว่าการใช้ค่าการสะท้อนแสงตลอด 400 ถึง 700 นาโนเมตร วัสดุที่นำมาเปรียบเทียบโดยใช้ค่าดัชนีความขาวนั้น ควรมีความมันวาว มีลักษณะของผิวหน้า และสมบัติทางกายภาพอื่นที่ใกล้เคียงกัน นอกจากนั้นควรมีสีใกล้เคียงกับค่าความขาว เพราะการนำวัสดุที่มีสีอื่นมาหาค่าดัชนีความขาวนั้น ไม่มีความหมายใดๆ

3. ความเรียบ สมบัติทางกายภาพอื่นที่มีผลต่องานพิมพ์ คือ ความเรียบ (smoothness) ของผิวหน้ากระดาษ ซึ่งเป็นลักษณะที่สัมพันธ์กับความสม่ำเสมอของเนื้อกระดาษ กระดาษที่มีความเรียบมากส่งผลให้งานพิมพ์มีความละเอียดสูงกระดาษอิงค์เจ็ทชนิดผิวมันวาวสูงมีความเรียบสูง ความเรียบของกระดาษสามารถวัดได้ด้วยเครื่องวัดความเรียบ โดยค่ากระดาษที่ต้องการวัดลงด้านหนึ่ง จากนั้นจับเวลาเมื่ออากาศปริมาตร 10 มิลลิเมตร ไหลผ่านผิวหน้าของกระดาษและให้ความดันจาก 380 จนถึง 360 มิลลิเมตรปรอท จากนั้นวัดค่าที่ทศนิยม 2 ตำแหน่งและหาค่าเฉลี่ย

4. ความมันวาว ในยุคแรกของพัฒนาชั้นรับหมึก ความมันวาวเป็นลักษณะที่ช่วยทำให้สามารถระบุได้ว่าชั้นรับหมึกเป็นประเภทที่มีอนุภาคเป็นองค์ประกอบหรือมีพอลิเมอร์เป็นองค์ประกอบ เนื่องจากผิวของชั้นรับหมึกที่มีอนุภาคเป็นองค์ประกอบมีลักษณะด้าน ต่างจากชั้นรับหมึกที่มีพอลิเมอร์เป็นองค์ประกอบที่มีผิวมันวาวสูง แต่ปัจจุบันนี้ชั้นรับหมึกที่มีอนุภาคเป็นองค์ประกอบมีความมันวาวสูงขึ้น เหตุผลหนึ่งมาจากการใช้กระบวนการเคลือบผิวแบบเดียวกันกับการเคลือบผิวกระดาษผิวมัน ที่นิยมใช้ในการพิมพ์ออฟเซต ปัจจัยหลักที่มีผลต่อความมันวาวของชั้นรับหมึกที่มีอนุภาคเป็นองค์ประกอบ คือ ความหยาบของผิวหน้า (surface roughness) ขนาด และดัชนีหักเหของอนุภาค รูพรุนของอนุภาค และระหว่างอนุภาค ถ้าขนาดอนุภาคและความกว้างรูพรุนต่ำกว่าครึ่งหนึ่งของความยาวคลื่นแสงประมาณ 200 ถึง 400 นาโนเมตร แล้วผิวหน้าของชั้นรับหมึกนั้นมีความมันวาว

ความมันวาว คือ ระดับการสะท้อนแสงสเปกคิวลาที่ผิวหน้า สามารถวัดได้โดยใช้เครื่องวัดความมันวาวมุมที่ใช้วัดความมันวาวสำหรับชั้นเคลือบผิวมี 2 มุม คือ 20 และ 60 องศาจากเส้นปกติที่ตั้งฉากกับระนาบกระดาษถึงความมันวาวของชั้นเคลือบมันวาวของชั้นเคลือบผิวสูง มุมที่ใช้วัดต้องยิ่งสูงขึ้น

5. การดูดซึมของเหลว วิธีมาตรฐานในการหาลักษณะเฉพาะของกระดาษทิ้งไปและกระดาษอิงก์เจ็ต คือ การทดสอบการดูดซึมของเหลวของบริสโทว์ (Bristow dynamic liquid absorption test) กระดาษที่ต้องการทดสอบ ถูกตัดด้วยพลาสติกเทปแล้วโค้งกระดาษไปตามวงล้อที่สามารถหมุนได้ตามความเร็วที่สามารถกำหนดได้หลายระดับ ของเหลวถูกใส่ในช่องเทของเหลวที่สัมผัสกับกระดาษทดสอบ ของเหลวเปียกผิวกระดาษและถูกถ่ายโอนสู่กระดาษเมื่อวงล้อหมุนพากระดาษผ่านช่องเทของเหลว ปริมาณของเหลวที่กระดาษดูดซึมถูกวัดตามเวลาที่ใช้ในการสัมผัสของเหลว เมื่อผลอดกราฟระหว่างปริมาณของเหลวที่ถูกดูดซึม (volume uptake) มีหน่วยเป็นมิลลิลิตรต่อตารางเมตร (ml/m^2) กับรากที่สองของเวลา (square root time, $\text{sec}^{1/2}$) รูปร่างของกราฟตามคุณสมบัติของบริสโทว์นั้น คงที่ในช่วงแรกจากนั้นจึงเพิ่มขึ้นเส้นตรง ณ วินาทีที่ 0 ที่ของเหลวเริ่มสัมผัสกระดาษ ค่าที่อ่านได้มีสาเหตุมาจากปริมาตรความหยาบ (volume roughness, V_R) ของผิวหน้ากระดาษบริเวณที่เส้นกราฟคงที่ เรียกว่า เวลาเปียกผิว (wetting time, T_w) หลังจากผ่านการเปียกผิวด้วยเวลา T_w ของเหลวเริ่มเคลื่อนตัวลงในกระดาษด้วยอัตราดูดซึม K_a มีหน่วยเป็นมิลลิลิตรกับรากที่สองของวินาที หรือ $\text{ml}/\text{m}^2 \text{sec}^{1/2}$ หากพิมพ์ภาพพื้นที่ด้วยการพิมพ์อิงก์เจ็ตที่มีความละเอียด 600 จุดต่อนิ้ว (dpi) กระดาษอิงก์เจ็ตนั้นสามารถดูดซึมหมึก 17 ถึง 23 มิลลิลิตรต่อตารางเมตร หรือ ml/m^2 กลไกในการดูดซึมของเหลวของกระดาษแต่ละชนิดมีความแตกต่างกัน โดยที่อาจมีเวลาในการเปียกผิว และอัตราการดูดซึม (absorption rate) ต่างกัน

2.15 กระดาษสติ๊กเกอร์

กระดาษสติ๊กเกอร์มีชื่อเรียกเป็นภาษาอังกฤษหลายชื่อ ได้แก่ pressure-sensitive laminate (PS laminate), self adhesive label, sticker เป็นต้น ปัจจุบันได้มีการนำกระดาษสติ๊กเกอร์ประเภทต่างๆ ไปใช้งานที่หลากหลาย เช่น ฉลาก โปสเตอร์ เทปกาว แลบกาว แลบกาวบังสี (masking tape) ฯลฯ ข้อมูลเมื่อ พ.ศ. 2539 ได้มีการประมาณการว่า ทั่วโลกมีการผลิตสติ๊กเกอร์อย่างน้อย 400 ล้านตารางเมตรในแต่ละปี ซึ่งคิดเป็นกระดาษฐานก่อนเคลือบ (backing paper) ประมาณ 620,000 ตัน และกระดาษผิวสติ๊กเกอร์ (face paper) อีก 700,000 ตัน การใช้งานกระดาษสติ๊กเกอร์มีอัตราเติบโตเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ แต่ในอนาคตนั้น แนวโน้มในการใช้กระดาษสติ๊กเกอร์เพื่อเป็นฉลาก อาจมีการเติบโตที่ช้าลง เนื่องจากเทคโนโลยีการทำฉลากแบบอื่นๆ ที่เป็นที่นิยมมากขึ้น เช่น ฉลากแบบปลอก (sleeve label) ฉลากแบบพันรอบ (wrap around label) และฉลากแบบหล่อสำเร็จ (in-mould label)

ซึ่งล้วนมีต้นทุนในการผลิตที่ต่ำกว่าการใช้ฉลากแบบสติ๊กเกอร์

2.15.1 โครงสร้างและองค์ประกอบของกระดาษสติ๊กเกอร์ แบ่งออกเป็น 4 ชั้น คือ

1. กระดาษชั้นฐาน (base paper) หรือกระดาษรอง (backing paper) เป็นกระดาษที่มีเนื้อแน่น ผิวหน้าเรียบเป็นพิเศษ อาจมีการเคลือบผิวหรือขัดมัน เพื่อป้องกันไม่ให้สารช่วยลอกซึมเข้าสู่เนื้อกระดาษมากเกินไปเมื่อนำไปเคลือบ ตัวอย่าง กระดาษที่นิยมใช้เป็นกระดาษฐานสติ๊กเกอร์ ได้แก่ กระดาษสติ๊กเกอร์ลาสซิ่ง (glassine paper) กระดาษ MG (machine glazed paper, MG Paper) และกระดาษเหนียว (kraft paper)

2. ชั้นสารช่วยลอก (release coating) เป็นสารที่ใช้เคลือบผิวหน้าของกระดาษฐานเพื่อปิดผิวไม่ให้ชั้นของกาวซึมลงสู่เนื้อกระดาษฐาน และทำให้สามารถลอกกระดาษผิวสติ๊กเกอร์ที่อยู่ชั้นบนออกจากกระดาษฐานได้ สารเคมีเคลือบที่นิยมใช้กันมากที่สุด ได้แก่ ซิลิโคน ซึ่งมีทั้งแบบที่ใช้ตัวทำละลาย (solvented silicone coating) และไม่ใช้ตัวทำละลาย (solventless silicone)

กระดาษฐานที่เคลือบสารช่วยลอกแล้ว เรียกว่า กระดาษช่วยลอก (release paper หรือ release liner)

3. ชั้นสารยึดติด (adhesive) หรือที่นิยมใช้ในการผลิตกระดาษสติ๊กเกอร์ ได้แก่

1. กาวอะคริลิก (acrylic)
2. กาวยางเรซิน
3. กาวอะคริลิกดัดแปร (modified acrylic adhesive)

4. ชั้นวัสดุผิวสติ๊กเกอร์ (face material) ส่วนมากเป็นกระดาษ กระดาษที่นำมาใช้เป็นผิวสติ๊กเกอร์อาจเป็นกระดาษเคลือบผิว อาทิ กระดาษอาร์ตมัน กระดาษอาร์ตด้าน กระดาษอาร์ตแก้ว กระดาษอิงค์เจ็ต หรือกระดาษไม่เคลือบผิว เช่น กระดาษปอนด์ กระดาษสี กระดาษถ่ายเอกสาร ทั้งนี้กระดาษที่มีผิวหน้าที่เรียบ ให้คุณภาพงานพิมพ์ของสติ๊กเกอร์ที่สูงกว่ากระดาษที่มีผิวหน้าเรียบ งานบรรจุภัณฑ์อาจมีการใช้กระดาษที่ไวความร้อน (thermal paper) มาเป็นกระดาษผิวสติ๊กเกอร์ เนื่องจากสติ๊กเกอร์ที่ผลิตเสร็จแล้วไปเข้าเครื่องพิมพ์ แบบที่ใช้ความร้อน (thermal printer) เพื่อพิมพ์ข้อมูล เช่น บาร์โค้ด วันที่ผลิต วันหมดอายุ และอื่นๆ เพื่อติดลงบนบรรจุภัณฑ์ได้ นอกจากกระดาษแล้ว วัสดุอื่นที่นิยมใช้ทำผิวสติ๊กเกอร์ ได้แก่ พลาสติกต่างๆ เช่น โพลีเอทิลีน (polyethylene, PE) เป็นต้น

2.15.2 ประเภทของกระดาษสติ๊กเกอร์

การจำแนกประเภทของสติ๊กเกอร์อาจแบ่งได้โดยใช้เกณฑ์หลายอย่าง ในที่นี้ขอยกตัวอย่างการใช้เกณฑ์ 4 ลักษณะ ได้แก่ การจำแนกตามชนิดของวัสดุที่ใช้ทำผิว การจำแนกตามลักษณะของการยึดติด การจำแนกตามลักษณะของการใช้งาน และการจำแนกตามอุณหภูมิที่ใช้งาน

1. การจำแนกประเภทของสติ๊กเกอร์ตามชนิดของวัสดุที่ใช้ทำผิว

วัสดุที่ใช้ทำผิวสติ๊กเกอร์ที่สำคัญ ได้แก่ กระดาษ พลาสติก และฟอยล์ ดังนี้

1. สติ๊กเกอร์กระดาษ กระดาษที่นำมาใช้ทำผิวสติ๊กเกอร์อาจเป็นกระดาษเคลือบผิวหรือไม่เคลือบผิวก็ได้ สติ๊กเกอร์กระดาษมีข้อดีตรงที่มีหลายประเภทให้เลือกใช้ ราคาไม่สูงนัก พิมพ์ง่าย ไม่จำเป็นต้องปรับสภาพผิวหน้าอีก แต่มีข้อด้อยในเรื่องความทนทาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งต่อความชื้นและน้ำ

2. สติ๊กเกอร์พลาสติก พลาสติกที่นำมาใช้ทำผิวสติ๊กเกอร์ ได้แก่ พอลิเอทิลีน (PE) พอลิโพรพิลีน (PP) พอลิโอลฟิน (PO) พอลิไวนิลครอไรด์ (PVC) นอกจากนั้น ยังมีวัสดุประเภทกระดาษเทียมที่ทำจากพลาสติกแต่มีรูปลักษณะผิวสัมผัสคล้ายคลึงกับกระดาษ เช่น ไทเว็ก (Tyvek) ที่ผลิตจากเส้นใยพอลิเอทิลีน โดย บริษัทดูบองต์ (Dupont)

3. สติ๊กเกอร์ฟอยล์ สติ๊กเกอร์ฟอยล์ที่ใช้ฟอยล์เป็นวัสดุ มีความทนทานต่อสภาพแวดล้อม เช่น ความร้อน สารเคมีสูง มีความมันวาวเป็นพิเศษ ทำให้สติ๊กเกอร์ดูสวยงามดึงดูดความสนใจ และผลพิเศษต่างๆ ได้ดี เมื่อสติ๊กเกอร์ฟอยล์ถูกลอกออกจากพื้นผิววัสดุยึดติดทำให้เกิดรอยแตกขึ้นที่ตัวสติ๊กเกอร์ จึงนิยมใช้ติดบนบรรจุภัณฑ์ต่างๆ เพื่อแสดงร่องรอยการเปิดใช้ได้นอกจากนั้นยังอาจใช้ในกรณีที่ไม่ต้องการให้มีการลอกสติ๊กเกอร์ออกไปติดที่อื่น เช่น สติ๊กเกอร์แสดงการรับประกันสินค้า

2. การจำแนกประเภทของสติ๊กเกอร์ตามลักษณะของการยึดติด

สติ๊กเกอร์สามารถจำแนกตามลักษณะของการยึดติดได้เป็น สติ๊กเกอร์ชนิดยึดติดถาวร สติ๊กเกอร์ชนิดยึดติดกึ่งถาวร และสติ๊กเกอร์ชนิดลอกและติดซ้ำได้ ดังนี้

1. สติ๊กเกอร์ชนิดยึดติดถาวร (permanent sticker) สติ๊กเกอร์ประเภทนี้ใช้กาวชนิดยึดติดถาวร ซึ่งเมื่อนำขึ้นสติ๊กเกอร์ไปติดที่วัสดุอื่นแล้ว ไม่สามารถลอกออกได้โดยง่าย ตัวอย่างสติ๊กเกอร์ชนิดยึดติดถาวรนี้ ได้แก่ ฉลากที่ใช้ติดบนบรรจุภัณฑ์ต่างๆ

2. สติ๊กเกอร์ชนิดยึดติดกึ่งถาวร (semi-permanent sticker) สติ๊กเกอร์ประเภทนี้ใช้กาวชนิดยึดติดกึ่งถาวร ซึ่งเมื่อนำไปติดที่วัสดุแล้ว ในช่วงแรกยังสามารถลอกออกเพื่อติดใหม่บนวัสดุชิ้นอื่น หรือเลื่อนตำแหน่งการติดลงบนวัสดุชิ้นเดิมได้ หลังจากนั้นความสามารถในการยึดติดเพิ่มขึ้นจนใกล้เคียงกับสติ๊กเกอร์ชนิดยึดติดถาวร

3. สติ๊กเกอร์ชนิดลอกและติดซ้ำได้ (removable หรือ peelable sticker) สติ๊กเกอร์ประเภทนี้ ใช้กาวอีกประเภทหนึ่งที่สามารถลอกออกได้ ทำให้เมื่อนำสติ๊กเกอร์ไปติดบนวัสดุอื่นที่ไม่ดูดซึมกาวแล้ว สามารถลอกออกแล้วตัดกลับไปใหม่ได้หลายครั้ง ตัวอย่างการใช้งานของกระดาษสติ๊กเกอร์ประเภทนี้ ได้แก่ แผ่นปิดซองกระดาษเปียก (wet wipe) หรือ โปสติด โน้ต (Post-it Note)

3. การจำแนกประเภทของสติ๊กเกอร์ตามลักษณะของใช้งาน

สติ๊กเกอร์สามารถจำแนกตามลักษณะของการใช้งานได้เป็น สติ๊กเกอร์ฉลาก สติ๊กเกอร์โปสเตอร์และป้ายสติ๊กเกอร์เทปกาว แถบกาว และแถบกาวบังสี ตลอดจนสติ๊กเกอร์สำหรับการตกแต่งต่างๆ ดังนี้

1. สติกเกอร์ฉลาก เป็นสติกเกอร์ที่ถูกนำไปติดบนบรรจุภัณฑ์ต่างๆ ซึ่งอาจเป็นวัสดุ เช่น แก้ว พลาสติก โลหะ ฯลฯ ในกรณีที่ต้องการนำบรรจุภัณฑ์มาใช้ใหม่ อาจใช้สติกเกอร์ชนิดล้างออกได้ (washable) ซึ่งใช้กาวที่สามารถล้างออกได้ด้วยน้ำ (water-soluble) สติกเกอร์ประเภทนี้หากทำจากกระดาษต้องใช้กระดาษพิเศษ หรือทำให้มีความทนน้ำเสียก่อน เช่น เติมน้ำยาเพิ่มความแข็งแรงเมื่อเปียก (wet-strength resin) เพื่อให้สามารถลอกฉลากออกมาได้ทั้งชิ้นโดยไม่เปื่อยยุ่ย ตัวอย่างสติกเกอร์ประเภทนี้ ได้แก่ ฉลากที่ใช้ติดขวดแก้ว

2. สติกเกอร์โปสเตอร์และป้าย สติกเกอร์ประเภทนี้จะถูกนำไปใช้ในรูปแบบของโปสเตอร์ ป้ายประกาศ (bannet) และป้ายโฆษณาขนาดใหญ่ๆ (billboard) หรืออาจใช้ตกแต่งฝาผนัง

3. สติกเกอร์เทปกาว แถบถาวร และแถบกาวบังสี (masking tape) สติกเกอร์ที่นำมาใช้งานในลักษณะนี้มักอยู่ในรูปเทป หรือแถบล้างติดวัสดุเข้าด้วยกัน หรือติดเพื่อบังผิววัสดุจากบริเวณที่ต้องการทาหรือพ่นสี

4. สติกเกอร์สำหรับการตกแต่งต่างๆ สติกเกอร์ประเภทนี้วัตถุประสงค์หลักเพื่อใช้ในการตกแต่งผลิตภัณฑ์โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการพิมพ์หรือการวาดลงบนวัสดุโดยตรงทำได้ยาก ตัวอย่างสติกเกอร์ประเภทที่ใช้สำหรับการตกแต่ง เช่น สติกเกอร์ที่ใช้ตกแต่งรถยนต์ และรถจักรยานยนต์ เป็นต้น

2.15.4 การจำแนกประเภทของสติกเกอร์ตามอุณหภูมิที่ใช้งาน
สติกเกอร์สามารถจำแนกตามอุณหภูมิที่ใช้งานได้ ดังนี้

1. สติกเกอร์ชนิดทนความร้อนสูง (high heat resistant) เหมาะกับการใช้งานที่อุณหภูมิสูง
2. สติกเกอร์สำหรับอุณหภูมิต่ำ (cold temperature) เหมาะกับการใช้งานที่อุณหภูมิต่ำ เช่น ตู้แช่ ตู้เย็น เป็นต้น
3. สติกเกอร์สำหรับใช้ในช่องแข็ง (freezer หรือ frost fix) เหมาะกับการใช้งานที่อุณหภูมิต่ำกว่าจุดเยือกแข็ง เช่น ในช่องแข็ง

2.15.3 กระบวนการผลิตกระดาษสติกเกอร์

การผลิตกระดาษสติกเกอร์เป็นกระบวนการที่นำโครงสร้างและองค์ประกอบในชั้นต่างๆ ของกระดาษสติกเกอร์ ได้แก่ การเตรียมกระดาษฐาน การเคลือบสารช่วยลอก การเคลือบสารยึดติด การเตรียมผิวสติกเกอร์ และวัสดุผิวสติกเกอร์ มาประกอบเข้าด้วยกัน มีรายละเอียด ดังนี้

1. การเตรียมกระดาษฐาน

ในการเตรียมกระดาษสติกเกอร์ กระดาษฐานเป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่สุดส่วนหนึ่งของสติกเกอร์ และเนื่องจากซิลิโคนซึ่งเป็นสารช่วยลอกที่นำมาเคลือบกระดาษฐานนั้นมีราคาค่อนข้างสูง จึงจำเป็นต้องเคลือบให้บางที่สุดเท่าที่เป็นไปได้ อาจบางกว่า 1 ไมครอน อย่างไรก็ตาม เพื่อให้สามารถลอกสติกเกอร์ได้ง่าย ซิลิโคนที่เคลือบต้องก่อตัวเป็นชั้นฟิล์มที่สม่ำเสมอปราศจากรู ดังนั้นกระดาษที่นำมาใช้เป็นกระดาษฐานสติกเกอร์ จึงต้องมีลักษณะผิวหน้าที่เรียบและ

ปิด และต้องมีโครงสร้างที่เหมาะสมเพื่อให้ซิลิโคนสามารถยึดติดกับผิวหน้าได้ โดยปกติอาจนำกระดาษทั่วไปมาเคลือบผิวก่อน หรืออาจใช้กระดาษประเภทกลาสซินที่มีการขัดมัน กระดาษกลาสซินเป็นกระดาษที่มีลักษณะเบา เนื้อแน่น และ โปร่งแสง ผลิตจากเยื่อเคมีที่มีการตีหรือบดเยื่อเป็นเวลานาน จนเส้นใยเกิดการยุบตัว แดกกิ่งกันสาขา และอยู่แนบชิดกันอย่างมาก ทำให้ได้กระดาษที่มีเนื้อแน่น โปร่งแสง และมีโพรงอากาศน้อยมาก การนำไปขัดมันเพื่อให้เนื้อแน่นยิ่งขึ้นและมีผิวหน้าที่ปิด สามารถต้านทานอากาศและไขมันได้ดี และไม่ดูดซึมไอน้ำ

2. การเคลือบสารช่วยลอก

ในขั้นตอนนี้ เครื่องผลิตกระดาษสติ๊กเกอร์ กระดาษฐานถูกคลายออกจากม้วน แล้วผ่านไปยังหน่วยเคลือบสารช่วยลอก เช่น ซิลิโคน ซึ่งต้องทำให้ซิลิโคนปกคลุมผิวหน้ากระดาษฐานอย่างทั่วถึง ประมาณ 1 กรัม ต่อตารางเมตร ซิลิโคนที่ใช้อาจอยู่ในรูปสารละลายหรืออิมัลชัน ซึ่งในขั้นตอนการทำแห้ง ในอุณหภูมิความร้อน ซิลิโคนเกิดพอลิเมอร์เซชันที่อุณหภูมิ 140 องศาเซลเซียส หากต้องการพิมพ์หลัง ซึ่งเป็นการพิมพ์เครื่องหมายการค้า ของผู้ผลิตที่ผิวด้านหลังของกระดาษฐาน อาจทำการพิมพ์ในขั้นตอนนี้ได้เลย เพื่อไม่ต้องเข้าม้วนและคลายม้วนใหม่

3. การเคลือบสารยึดติด

หลังจากทำการเคลือบกระดาษฐานด้วยสารช่วยลอกแล้ว เข้าสู่ขั้นการเคลือบสารยึดติดหรือกาว โดยนำกระดาษฐานไปเคลือบด้วยกาวต่อ จากนั้นจึงนำไปผ่านอุณหภูมิความร้อน เพื่อให้ตัวทำละลายในกาวระเหย ในขั้นตอนนี้กาวมีความหนืดเพิ่มขึ้นอย่างมาก และทำให้ผิวด้านด้านที่เคลือบกาวมีความเหนียวเหนอะ ความร้อนที่สูงทำให้กระดาษแห้งและหดตัวลง จึงมักต้องนำไปผ่านหน่วยให้ความชื้น เพื่อทำให้ความชื้นในกระดาษกลับคืนเข้าสู่สภาพสมดุล ป้องกันการโค้งงอ ได้กระดาษฐานที่พร้อมสำหรับไปประกบผิวด้วยวัสดุผิวสติ๊กเกอร์ต่อไป ก่อนนำไปประกบกับกระดาษผิวสติ๊กเกอร์ต่อไป

4. การเตรียมวัสดุผิวสติ๊กเกอร์

วัสดุผิวสติ๊กเกอร์ที่ทำจากกระดาษอาจไม่ต้องผ่านขั้นตอนอื่น นอกจากคลายออก จากม้วน แล้วจึงนำไปประกบกับกระดาษฐานที่ผ่านการเคลือบกาวมาแล้ว แต่ผิวสติ๊กเกอร์ที่ทำจากวัสดุอื่น เช่น พลาสติก อาจต้องมีการปรับสภาพผิวหน้าพลาสติก อาทิวิธีโคโรนา หรือเคลือบผิว วัสดุด้วยสารเคลือบ

5. การประกบกับวัสดุผิวสติ๊กเกอร์กับกระดาษฐาน เป็นขั้นสุดท้าย แล้วพันเข้าม้วน พร้อมสำหรับการใช้งานต่อไป

2.15.3 สมบัติของกระดาษสติ๊กเกอร์

สมบัติที่สำคัญที่สุดของกระดาษสติ๊กเกอร์ คือ ความสามารถในการผ่านกระบวนการแปรรูปต่างๆ ได้โดยไม่มีปัญหา หรืออีกนัยหนึ่ง คือ ต้องมีสภาพเดินกระดาษที่ดี ทั้งในขั้นตอนการผลิตสติ๊กเกอร์เอง การพิมพ์ การอัดตัดตามแม่แบบ ไปจนถึงการใช้งานในการลอกและติดสติ๊กเกอร์ลง

บนผลิตภัณฑ์ เป็นต้น สภาพเดินกระดาดคล้องของกระดาดสติเกอร์ขึ้นกับทั้งสภาพและสมบัติของวัสดุที่นำมาผลิตกระดาดสติเกอร์ และสมบัติของสติเกอร์ที่ผลิตได้

1. สภาพเดินกระดาดคล้อง

1. **ลักษณะทั่วไปของการกระดาดฐานและกระดาดผิวสติเกอร์** กระดาด ที่นำมาผลิตกระดาดสติเกอร์นั้นต้องไม่มีรอยฉีก รุโหว่ หรือรอยต่อที่ไม่ดี และต้องมีความกว้างตลอดหน้าที่ยื่นออกมา การเกิดกระดาดขาดในเครื่องลามิเนต อาจทำให้เสียเวลาไปถึง 0.5 ถึง 1 ชั่วโมง เนื่องจากกระดาดฐานกลัวจากเคลือบกาวแต่ยังไม่ได้ประกบกับวัสดุผิวที่ผลิตที่อยู่ระหว่างการผลิตนั้นที่มีความเหนียวสูง อาจติดตามชิ้นส่วนต่างๆ ของเครื่องลามิเนต ทำได้ยุ่งยากในการลอกเศษกระดาดฐานออก เพื่อเดินเครื่องใหม่

2. **สมบัติของกระดาดฐาน** กระดาดฐานควรมีผิวหน้าเรียบ ความพรุนต่ำ และไม่ดูดซึมน้ำ หรือน้ำมันเพื่อให้ประหยัดซิลิโคน และได้ชั้นฟิล์มซิลิโคนที่ยื่นออกมา นอกจากนั้นกระดาดควรมีความแข็งแรงพอสมควรเพื่อให้สามารถผ่านกระบวนการแปรรูปโดยใช้เครื่องจักรได้

3. **สมบัติของกระดาดผิวสติเกอร์** กระดาดผิวสติเกอร์ไม่ควรมีความพรุนสูง เพราะอาจจะดูดซึมกาวที่ใช้เข้าไปในเนื้อกระดาดได้ ทำให้สติเกอร์มีคราบดำ หรืออาจซึมทะลุสู่ผิวอีกด้านหนึ่งของกระดาด ทำให้เกิดปัญหาในเครื่องจักรได้

4. **สมบัติของกระดาดสติเกอร์** ในงานฉลากล กระดาดสติเกอร์ที่ผลิตเสร็จแล้ว ควรมีความทรงรูป และความยืดหยุ่น ที่เหมาะสม ความทรงรูปช่วยให้ฉลากมีความเสถียร สามารถผ่านกระบวนการแปรรูปและเครื่องจักรต่างๆ ในขั้นตอนต่อมาได้โดยง่าย ส่วนความยืดหยุ่นช่วยให้ฉลากสามารถโอบล้อมรอบบรรจุภัณฑ์หรือผลิตภัณฑ์ได้ง่าย

2. สมบัติที่เกี่ยวข้องกับการยึดติดกับวัสดุ

สมบัติด้านการยึดติดของสติเกอร์ ทดสอบได้จากการพิจารณาความสามารถของสติเกอร์ในการทนทานต่อแรงที่มากกระทำ และการทนต่อสภาพแวดล้อมขณะใช้งาน

1. ความสามารถในการทนทานต่อแรงที่มากกระทำ สติเกอร์ที่ดีต้องคงทนความสามารถในการยึดติดกับผิววัสดุไว้ได้ดี เมื่อมีแรงต่างๆ มากกระทำ ทั้งในแนวรอบระนาบ และนอกระนาบ

2. ความทนทานต่อสภาพแวดล้อมขณะใช้งานที่สำคัญ ได้แก่ ความทนทานต่อความร้อน รังสีอัลตราไวโอเล็ต สารเคมี และอุณหภูมิต่ำ

2.16 กระดาดรูปลอก

กระดาดรูปลอก หมายถึง กระดาดที่ใช้เป็นตัวกลางในการถ่ายโอนหมึกพิมพ์ลงบนวัสดุรองกับการพิมพ์ หรือวัสดุใช้พิมพ์ ในกรณีที่ไม่สามารถหรือไม่ต้องการพิมพ์ลงบนวัสดุนั้นโดยตรง กระดาดรูปลอก ที่มีชื่อเรียกเป็นภาษาอังกฤษว่า ทรานสเฟอร์เปเปอร์ (transfer paper) ซึ่งได้แปลได้ว่า กระดาดถ่ายโอน แต่โดยทั่วไปนิยมเรียกว่า กระดาดรูปลอก นอกจากนี้กระดาดรูปลอกยังเป็นที่

รู้จักกันในนามของกระดาษดีแคล (decal paper) ซึ่งย่อมาจากคำว่า decalomania และกระดาษกัม (gummed paper) ซึ่งได้ชื่อมาจากสารที่ใช้เคลือบผิวมันเอง

2.16.1 โครงสร้าง องค์ประกอบ และกระบวนการผลิตกระดาษรูปลอก

กระดาษรูปลอกโดยทั่วไปประกอบด้วย ชั้นกระดาษฐาน และชั้นสารเคลือบ ซึ่งอาจมีได้หลายชั้น โครงสร้างและองค์ประกอบของชั้นสารเคมีขึ้นอยู่กับประเภทของกระดาษรูปลอก ดังนี้

1. โครงสร้างและองค์ประกอบของกระดาษรูปลอก

กระดาษรูปลอกร้อน เป็นกระดาษรูปลอกที่ใช้ความร้อนในการถ่ายโอนน้ำหมึกลงพิมพ์ลงบนผิววัสดุพิมพ์ โครงสร้างของกระดาษรูปลอกร้อนประกอบด้วย ชั้นฐาน และชั้นกาวช่วยลอก

2. โครงสร้างและองค์ประกอบของกระดาษรูปลอกน้ำ

กระดาษรูปลอกน้ำ ใช้การแช่น้ำในการลอกชั้นหมึกพิมพ์ออก เพื่อถ่ายโอนภาพหรือหมึกพิมพ์ไปสู่วัสดุพิมพ์ โครงสร้างของกระดาษรูปลอกน้ำประกอบด้วย ชั้นฐาน ชั้นสารยึดติด ชั้นกาวหรือแบ่ง และชั้นสารยึดติดที่ทำหน้าที่รับหมึกพิมพ์อีกชั้นหนึ่ง นอกจากนี้ ผู้ผลิตบางรายอาจมีการเพิ่มชั้นสารเคมีเคลือบที่ด้านหลังของกระดาษรูปลอกน้ำอีกชั้นหนึ่ง

3. โครงสร้างและองค์ประกอบของกระดาษรูปลอกตัวขูด

โครงสร้างของรูปลอกตัวขูด โดยทั่วไป ประกอบไปด้วยแผ่นรองรับซึ่งมักเป็นพลาสติกที่หมึกพิมพ์เกาะค่อนข้างยาก เช่น พอลิเอทิลีน แล้วจึงนำไปพิมพ์หมึกพิมพ์ ตามด้วยกาวคลุมหมึกพิมพ์ ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวยึดเกาะกับวัสดุพิมพ์ที่รองรับการถ่ายโอน จากนั้นจึงปิดผิวหน้าด้วยกระดาษป้องกัน ซึ่งปกป้องกาวคลุมหมึกพิมพ์ไม่ให้แห้งตัวมากเกินไปจนเกินไปจนยังไม่ได้ใช้งาน

บทที่ 3

วิธีการทดลอง

3.1 วิธีการทดลอง

1. เตรียมหมึกที่จะทำการทดลอง 3 สี
2. เตรียมกระดาษที่เราจะนำมาทดลอง (กระดาษอาร์ตแก้ว,กระดาษอาร์ตมัน,กระดาษการ์ดอาร์ต โดยตัดกระดาษ ให้ได้ ขนาด 5 x 18 เซนติเมตร
3. ดูหมึกลงในปิเปต ให้ได้ปริมาณ 3 CC
- 4 หยดหมึกในปิเปตลงบนเครื่อง IR Tester
5. นำกระดาษที่เตรียมไว้มาทดสอบบนเครื่อง IR TESTER โดยกำหนดหมึกที่เท่า ๆ กัน และทดลองซ้ำกัน จำนวน 5 ใบ ของแต่ละสีตามชนิดของกระดาษที่ทดลอง
6. วิเคราะห์ผลการทดลอง

3.2 อุปกรณ์

1. Speetro
2. หมึกพิมพ์ออฟเซต Supiter Caton S-2212 Green Caton 2-1151 SL Red Caton 6-1436 Bonbul ปิเปต 0.15 cc. จี๊ด 10.0s cc.
3. ปิเปต
4. พายหมึก
5. เครื่อง RI TESTER
6. กระดาษอาร์ตแก้ว, กระดาษอาร์ตมัน, การ์ดอาร์ต
7. น้ำยา AR ,ผ้า

3.3 ขั้นตอนการทดสอบ

1. เตรียมกระดาษที่ต้องการทำการทดสอบ (กระดาษอาร์ตแก้ว, กระดาษอาร์ตมัน, สติกเกอร์)



รูปที่ 3.3.1 เตรียมกระดาษที่เราจะมาทำการทดลอง (กระดาษอาร์ตแก้ว, กระดาษอาร์ตมัน, สติกเกอร์)

2. เตรียมหมึกที่ทำการทดลอง ยี่ห้อ Jupiter



รูปที่ 3.3.2 . เตรียมหมึกที่ทำการทดลอง ยี่ห้อ Jupiter

3. คูดมี้กกลงปีเปตต์โดยกำหนดปริมาณของมี้กที่เท่า ๆ กัน อยู่ที่ 3 CC



รูปที่ 3.3.3 คูดมี้กกลงปีเปตต์โดยกำหนดปริมาณของมี้กที่เท่า ๆ กัน อยู่ที่ 3 CC

4. หยดมี้กในปีเปตลงบนเครื่อง RI TESTER โดยมีปริมาณมี้กที่เท่า ๆ กัน



รูปที่ 3.3.4 นำมี้กที่กำหนดไว้โดย ใส่ลงเครื่อง RI TESTER

5. นำกระดาษที่เราเตรียมไว้มาทดสอบลงบนเครื่อง RI TESTER โดยกำหนดปริมาณหมึกที่เท่า ๆ กันและทดลองซ้ำกัน 5 ใบ ของแต่ละสี ตามชนิดของกระดาษที่ทดลอง



รูปที่ 3.3.5 นำกระดาษที่เราเตรียมไว้มาทดสอบลงบนเครื่อง RI TESTER โดยกำหนดปริมาณหมึกที่เท่า ๆ กันและทดลองซ้ำกัน 5 ใบ ของแต่ละสี ตามชนิดของกระดาษที่ทดลอง

6. นำกระดาษที่ผ่านการทำแพนโทนสีจากเครื่อง IR TESTER มาทำการวัดค่าความดำโดยใช้เครื่อง spectro และบันทึกค่าเพื่อหาความแตกต่างที่มีผลกระทบต่อวัสดุที่จะนำมาพิมพ์

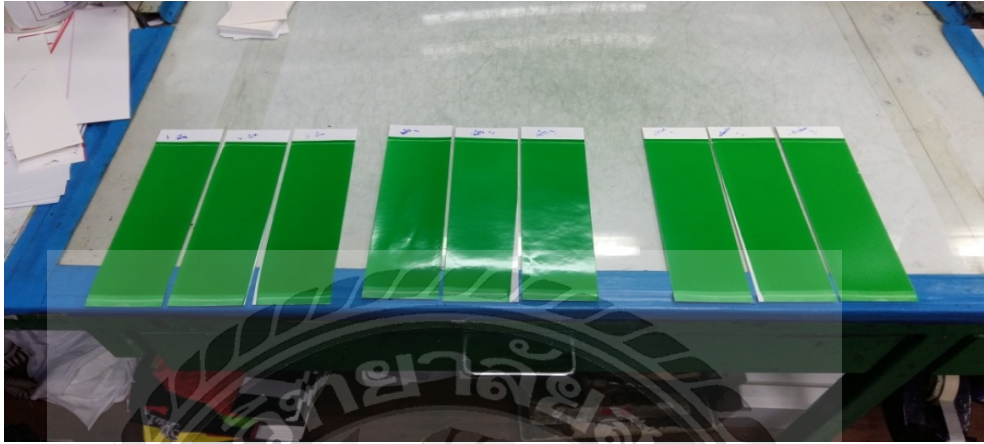


รูปที่ 3.3.6 ทำการวัดค่าสี

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 แสดงผลการทดลอง สีที่ 1 ยี่ห้อ Jupiter Caton S-2212 Green



รูปที่ 4.1.1 แสดงผลการทดลองสีที่ 1 ยี่ห้อ Jupiter 1 Caton S-2212 Green

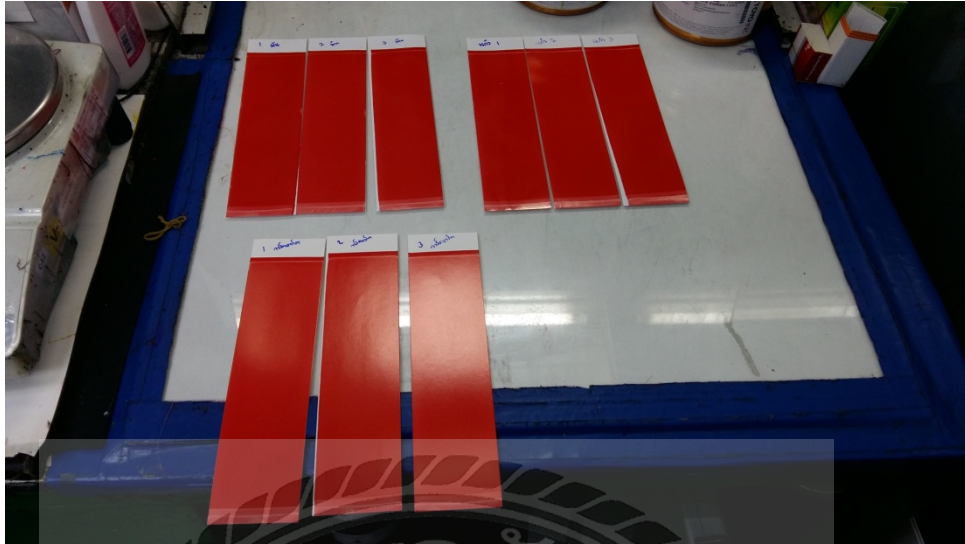
วิเคราะห์ผลการทดลอง

ตารางที่

4.1.1 แสดงผลการทดลองสีที่ 1 ยี่ห้อ Jupiter 1 Caton S-2212 Green

สียี่ห้อ Caton S-2212 Green	จำนวนกระดาษ			
	ครั้งที่ 1 ค่าความ สว่าง	ครั้งที่ 2 ค่าความ สว่าง	ครั้งที่ 3 ค่าความ สว่าง	ค่าเฉลี่ย
(กระดาษอาร์ตมัน)	L* 52.66 A* -84.28 B* 41.89	L* 52.32 A* -84.84 B* 42.31	L* 52.36 A* -85.02 B* 42.07	standrad
(กระดาษอาร์ตแก้ว)	L* 52.25 A* -82.10 B* 40.90	L* 52.62 A* -82.66 B* 41.40	L* 51.97 A* -83.85 B* 41.38	2%
(กระดาษการ์ดอาร์ต)	L* 54.02 A* -84.45 B* 42.93	L* 53.99 A* -84.11 B* 42.86	L* 54.18 A* -83.91 B* 42.63	6%

4.2 แสดงผลการทดลอง สีที่ 2 ยี่ห้อ Jupiter Caton 2-1151 SL Red



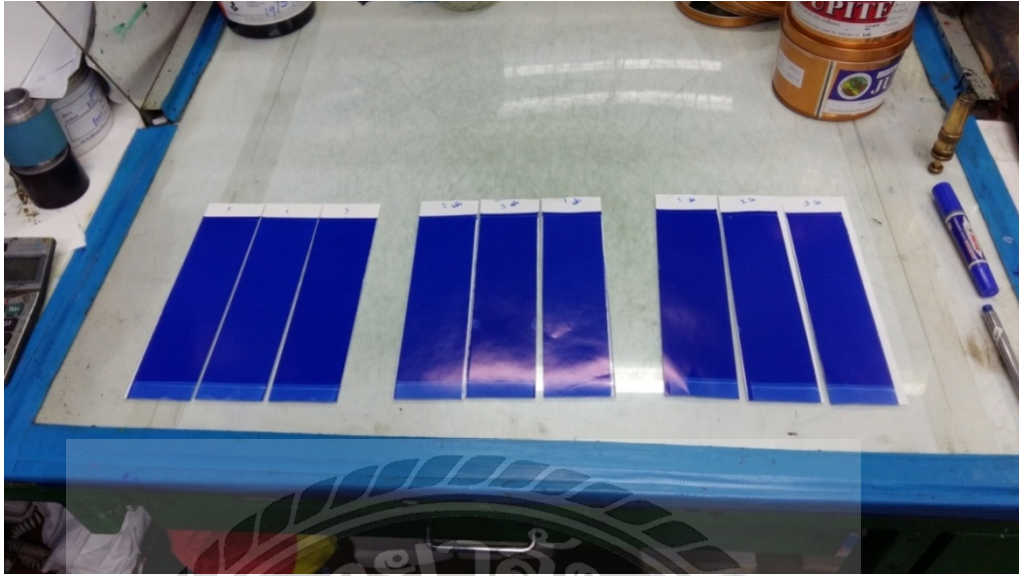
รูปที่ 4.2.1 แสดงผลการทดลอง สีที่ 2 ยี่ห้อ Jupiter Caton 2-1151 SL Red

วิเคราะห์ผลการทดลอง

ตารางที่ 4.2.1 แสดงผลการทดลอง สีที่ 2 ยี่ห้อ Jupiter Caton 2-1151 SL Red

สีที่ ยี่ห้อ Caton S-2212 Red	จำนวนกระดาษ			
	ครั้งที่ 1 ค่าความ สว่าง	ครั้งที่ 2 ค่าความ สว่าง	ครั้งที่ 3 ค่าความ สว่าง	ค่าเฉลี่ย
(กระดาษอาร์ตมัน)	L* 43.07 A* 67.34 B* 49.35	L* 44.83 A* 66.21 B* 45.24	L* 44.84 A* 66.66 B* 46.19	standrad
(กระดาษอาร์ตแก้ว)	L* 43.64 A* 65.96 B* 46.79	L* 44.44 A* 65.47 B* 45.08	L* 43.54 A* 66.32 B* 47.74	1%
(กระดาษการ์ดอาร์ต)	L* 43.54 A* 66.32 B* 47.74	L* 46.07 A* 67.73 B* 47.13	L* 46.98 A* 67.44 B* 46.16	9%

4.3 แสดงผลการทดลอง สีที่ 3 ยี่ห้อ Jupiter Caton 6-1436 Bonbul



รูปที่ 4.3.1 แสดงผลการทดลอง สีที่ 3 ยี่ห้อ Jupiter Caton 6-1436 Bonbul

วิเคราะห์ผลการทดลอง

ตารางที่ 4.3.1 แสดงผลการทดลอง สีที่ 3 ยี่ห้อ Jupiter Caton 6-1436 Bonbul

สียี่ห้อ Caton S-2212 Blue	จำนวนกระดาษ			
	ครั้งที่ 1 ค่าความ สว่าง	ครั้งที่ 2 ค่าความ สว่าง	ครั้งที่ 3 ค่าความ สว่าง	ค่าเฉลี่ย
(กระดาษอาร์ตมัน)	L* 20.91 A* 28.44 B* -61.46	L* 21.25 A* 27.14 B* -61.98	L* 22.35 A* 27.59 B* -62.56	standrad
(กระดาษอาร์ตแก้ว)	L* 21.96 A* 25.42 B* -60.55	L* 20.91 A* 28.44 B* -61.46	L* 21.33 A* 24.35 B* -58.78	2%
(กระดาษการ์ดอาร์ต)	L* 24.23 A* 24.03 B* -61.65	L* 24.13 A* 23.51 B* -61.30	L* 23.03 A* 24.95 B* -61.29	12%

บทที่ 5

สรุปผล

5.1 สรุปผลการทำโครงการ

การใช้งาน สรุปผลจากผู้เชี่ยวชาญ เห็นด้วยสำหรับการทดลองตรวจสอบค่าของสีที่พิมพ์ลงบนวัสดุพิมพ์ที่แตกต่างกัน โดยมีผลทดลอง ดังนี้

- สามารถเลือกใช้หมึกพิมพ์ให้เหมาะสมกระดาษลดปัญหาตัวหนังสือตัน
- ช่วยให้ช่างพิมพ์ปรับหรือคอน โทลสีหน้าแทนได้ง่ายขึ้น
- ช่วยลดปัญหาในการผสมสีและลดเวลาในการผสมหรือหาสูตรสีใหม่
- ลดปัญหาการพิมพ์ที่ไม่ได้มาตรฐาน เช่น สี ไม่ตรงตาม standard

ผลลัพธ์ที่ได้ การทดลองตรวจสอบค่าของสีที่พิมพ์ลงบนวัสดุพิมพ์ที่แตกต่างกัน เป็นดังนี้

- ลดปัญหาการพิมพ์งานที่เหมือนกันเช่นฉลากกับกล่องให้มีสีที่เหมือนหรือใกล้เคียงกัน
- ลดของเสีย ลดปัญหาการพิมพ์ที่ไม่ได้มาตรฐานเช่น สี ไม่ตรงตาม standard
- สามารถ แบ่งและแยกสีตามลักษณะงานพิมพ์ได้
- ให้ช่างพิมพ์ ปรับสีได้ง่ายโดยไม่ต้อง ผสม คอมปาว
- ลดปัญหา ระหว่างการแข่งตัวของหมึกที่พิมพ์ลงวัสดุพิมพ์ที่ไม่เหมือนกัน
- ตัวหนังสือ ข้อความ หรือเม็ดสกรีนไม่แตก

5.2 ปัญหาที่เกิดขึ้นในการทำโครงการ

- 5.2.1 เครื่องมือในการทำโครงการไม่ค่อยสะดวก
- 5.2.2 อุปกรณ์ที่ทำกรทดลองมีสภาพที่เก่า
- 5.2.3 การทดลองต้องใช้เวลาในการทดลองนานเพราะกว่าสีจะแห้งตัว
- 5.2.4 วัสดุที่นำมาทำโครงการมีไม่พร้อม เช่น หมึก กระดาษ ต้องรอเบิกของ

5.3 ข้อเสนอแนะ

- เพื่อที่จะให้การตรวจวัดค่าสีที่แม่นยำควรจะมีการ caribed เครื่อง spectro ทุกครั้งก่อนที่จะมาทำงานวัดค่าสี

บรรณานุกรม

ศุภณี เรียบเลิศหิรัญ. (2547). *น้ำยาฟาวเทน*. นนทบุรี: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมราช.
ความรู้ปีแปดต์. (2560). *ปีแปดต์* เข้าถึงได้จาก

http://www.il.mahidol.ac.th/e-media/balances/volumetric_equipment/pipette.htm

ความรู้การผลิตสิ่งพิมพ์. (2560). *หมึกพิมพ์* เข้าถึงได้จาก

http://kanlayanee.ac.th/wbiprinting/WBI/wbi_10/lesson/product_13.htm





ภาคผนวก ก

ชื่อที่ตั้งสถานที่ประกอบการ

ประวัติความเป็นมาของบริษัท

บริษัท ยู แอล ฟรินดิง แอนด์ แพ็คเก็จจิ้ง จำกัด เป็นบริษัทที่มีความเชี่ยวชาญทางด้านธุรกิจ ประเภทสิ่งพิมพ์ มากกว่า 40 ปี โดยเฉพาะการพิมพ์ และออกแบบกล่องบรรจุภัณฑ์ รวมถึงเอกสารต่างๆที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์กลุ่มเวชภัณฑ์ (ยา)

ในระยะแรกเปิดดำเนินการภายใต้ชื่อ “ห้างหุ้นส่วนจำกัด อุฬารกิจการพิมพ์ ” ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2512 ใน ปี พ.ศ. 2546 ทางบริษัทได้ย้ายฐานการผลิต มาสร้างโรงงานแห่งใหม่ ที่ จ. สมุทรปราการ บนเนื้อที่ขนาด 2.5 ไร่ และเปิดดำเนินงานภายใต้ชื่อ “บริษัท ยู แอล ฟรินดิง แอนด์ แพ็คเก็จจิ้ง จำกัด” ในปี พ.ศ. 2547 ปัจจุบันมีพนักงานประมาณ 100 คน

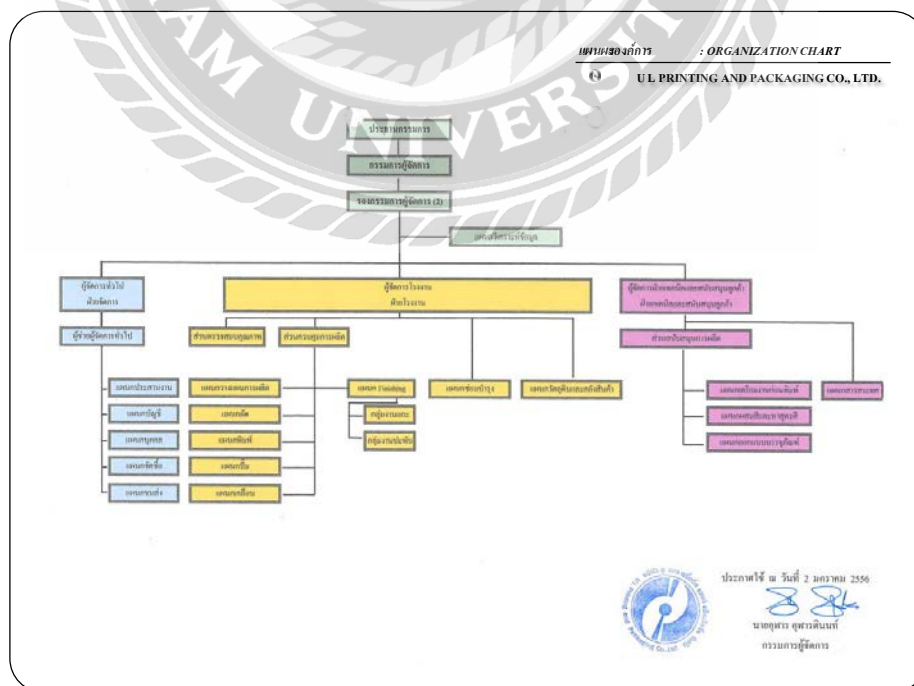
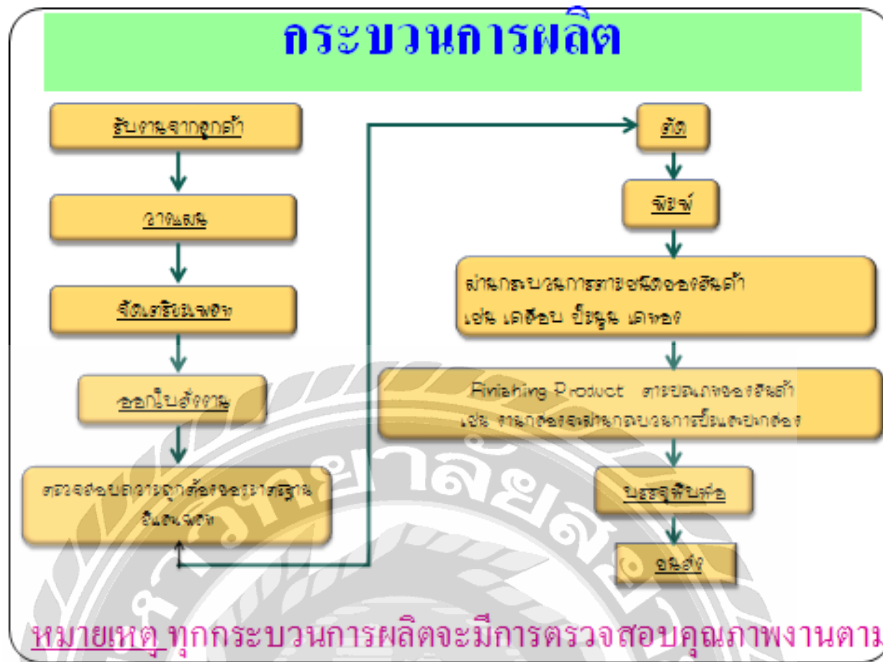
นโยบายคุณภาพของบริษัท

บริษัทมีความตั้งใจในการผลิตสินค้าอย่างมีคุณภาพ เพื่อตอบสนองความพึงพอใจของลูกค้าและพัฒนาการให้บริการ เพื่อสร้างความประทับใจให้กับลูกค้าโดยการฝึกอบรมการพัฒนาบุคลากรให้มีทักษะและขีดความสามารถที่เพียงพอต่อการดำเนินงาน สามารถปรับปรุงวิธีการทำงานให้ดีขึ้นอย่างต่อเนื่องรวมทั้งส่งเสริมและรักษาสภาพแวดล้อมในการทำงานเพื่อยกระดับคุณภาพชีวิตของพนักงานให้ดีขึ้นทั้งนี้ยังมีกระบวนการผลิตที่ส่งผลกระทบต่อสังคมแลสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุดพิจารณาถึงการอนุรักษ์พลังงาน โดยใช้อย่างมีคุณค่าและประโยชน์สูงสุด และประการสำคัญคือประกอบกิจการอย่างมีคุณธรรม

ผลิตภัณฑ์ของเรา

- ❖ กล่องบรรจุภัณฑ์
- ❖ ฉลาก
- ❖ แผง และ การ์ด
- ❖ เอกสารกำกับยาและเอกสารอื่น ๆ
- ❖ โบรชัวร์
- ❖ อื่น ๆ

กระบวนการผลิต







สีดำ ยี่ห้อ Good ใช้พิมพ์เพราะเอกสารกำกับยา



สีเขียว ยี่ห้อ Jupiter ใช้พิมพ์เพราะพิมพ์ตัวหนังสือ โลโก้ บาร์โค้ด



4 สีproset ยี่ห้อ Fusiorg ใช้พิมพ์เฉพาะงานฉลากและงานสติ๊กเกอร์



4 สีproset ยี่ห้อ Fusiorg ใช้พิมพ์เฉพาะงานกล่อง



แบบประเมินผู้เชี่ยวชาญ

การประเมินผลจากผู้เชี่ยวชาญ โดยมีรายชื่อดังนี้

นาย	พิรัช พิเศษสัจจะ	ตำแหน่ง หัวหน้าควบคุมการผลิต
นาย	อนันท์ ชูทรัพย์	ตำแหน่ง ช่างพิมพ์อาวุโส
นาย	นุกูล ชูทรัพย์	ตำแหน่ง เจ้าหน้าที่วางแผน
นาง	น้อย แสงดาว	ตำแหน่ง เจ้าหน้าที่ตรวจสอบคุณภาพ
นาย	เฉลิมพล วัฒนานานนท์	ตำแหน่ง เจ้าหน้าที่ผสมสีและหาสูตรสี

ผลลัพธ์ที่ได้ การทดลองตรวจสอบค่าของสีที่พิมพ์ลงบนวัสดุพิมพ์ที่แตกต่างกัน เป็นดังนี้

- ลดปัญหาการพิมพ์งานที่เหมือนกันเช่นฉลากกับกล่องให้มีสีที่เหมือนหรือใกล้เคียงกัน
- ลดของเสีย ลดปัญหาการพิมพ์ที่ไม่ได้มาตรฐานเช่น สี ไม่ตรงตาม standard
- สามารถ แบ่งและแยกสีตามลักษณะงานพิมพ์ได้
- ให้ช่างพิมพ์ ปรับสีได้งาน โดยที่ไม่ต้อง ผสม คอมปาว
- ลดปัญหา ระหว่างการแห้งตัวของหมึกที่พิมพ์ลงวัสดุพิมพ์ที่ไม่เหมือนกัน
- ตัวหนังสือ ข้อความ หรือเม็คสกรีนไม่แตก

แบบประเมินผล
การตรวจสอบค่าของสีที่พิมพ์ลงบนวัสดุพิมพ์ที่ต่างชนิดกัน

โปรดทำเครื่องหมาย ลงในช่องว่าเห็นด้วยและเครื่องหมาย ในช่องไม่เห็นด้วย

ลำดับที่	หัวข้อ	เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย
	การใช้งาน		
1	สามารถเลือกใช้หมึกพิมพ์ให้เหมาะสมกระดาษลด ปัญหาตัวหนังสือตัน		
2	ช่วยให้ช่างพิมพ์ปรับหรือคอนโทนสีหน้าแทน		
3	ช่วยลดปัญหาในการผสมสีและลดเวลาในการผสม		
4	ลดปัญหาการพิมพ์ที่ไม่ได้มาตรฐานเช่น สี ไม่ตรงตาม standard		
	ผลลัพธ์ที่ได้		
1	ลดปัญหาการพิมพ์งานที่เหมือนกันเช่นฉลากกับกล่อง ให้มีสีที่เหมือนหรือใกล้เคียงกัน		
2	สามารถ แบ่งและแยกสีตามลักษณะงานพิมพ์ได้		
3	ให้ช่างพิมพ์ ปรับสีได้งาน โดยที่ไม่ต้อง ผสม คอมพิวเตอร์		
4	ลดปัญหา ระหว่างการแห้งตัวของหมึกที่พิมพ์ลง วัสดุพิมพ์ที่ไม่เหมือนกัน		

สรุปผลจากผู้เชี่ยวชาญ

.....

ลงชื่อ.....ผู้เชี่ยวชาญ

...../...../.....

แบบประเมินผล
การตรวจสอบค่าของสีที่พิมพ์ลงบนวัสดุพิมพ์ที่ต่างชนิดกัน

โปรดทำเครื่องหมาย ลงในช่องว่าเห็นด้วยและเครื่องหมาย ในช่องไม่เห็นด้วย

ลำดับที่	หัวข้อ	เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย
	การใช้งาน		
1	สามารถเลือกใช้หมึกพิมพ์ให้เหมาะสมกระดาดลด ปัญหาตัวหนังสือตัน		
2	ช่วยให้ช่างพิมพ์ปรับหรือคอนโทนสีหน้าแทน		
3	ช่วยลดปัญหาในการผสมสีและลดเวลาในการผสม		
4	ลดปัญหาการพิมพ์ที่ไม่ได้มาตรฐานเช่น สี ไม่ตรงตาม standard		
	ผลลัพธ์ที่ได้		
1	ลดปัญหาการพิมพ์งานที่เหมือนกันเช่นฉลากกับกล่อง ให้มีสีที่เหมือนหรือใกล้เคียงกัน		
2	สามารถ แบ่งและแยกสีตามลักษณะงานพิมพ์ได้		
3	ให้ช่างพิมพ์ ปรับสีได้งาน โดยที่ไม่ต้อง ผสม คอมพิวเตอร์		
4	ลดปัญหา ระหว่างการแห้งตัวของหมึกที่พิมพ์ลง วัสดุพิมพ์ที่ไม่เหมือนกัน		

สรุปผลจากผู้เชี่ยวชาญ

.....

ลงชื่อ.....ผู้เชี่ยวชาญ

...../...../.....

แบบประเมินผล
การตรวจสอบค่าของสีที่พิมพ์ลงบนวัสดุพิมพ์ที่ต่างชนิดกัน

โปรดทำเครื่องหมาย ลงในช่องว่าเห็นด้วยและเครื่องหมาย ในช่องไม่เห็นด้วย

ลำดับที่	หัวข้อ	เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย
	การใช้งาน		
1	สามารถเลือกใช้หมึกพิมพ์ให้เหมาะสมกระดาษลด ปัญหาตัวหนังสือตัน		
2	ช่วยให้ช่างพิมพ์ปรับหรือคอนโทนสีหน้าแทน		
3	ช่วยลดปัญหาในการผสมสีและลดเวลาในการผสม		
4	ลดปัญหาการพิมพ์ที่ไม่ได้มาตรฐานเช่น สี ไม่ตรงตาม standard		
	ผลลัพธ์ที่ได้		
1	ลดปัญหาการพิมพ์งานที่เหมือนกันเช่นฉลากกับกล่อง ให้มีสีที่เหมือนหรือใกล้เคียงกัน		
2	สามารถ แบ่งและแยกสีตามลักษณะงานพิมพ์ได้		
3	ให้ช่างพิมพ์ ปรับสีได้งาน โดยที่ไม่ต้อง ผสม คอมพิวเตอร์		
4	ลดปัญหา ระหว่างการแห้งตัวของหมึกที่พิมพ์ลงวัสดุ พิมพ์ที่ไม่เหมือนกัน		

สรุปผลจากผู้เชี่ยวชาญ

.....
.....

ลงชื่อ.....ผู้เชี่ยวชาญ

...../...../.....

แบบประเมินผล
การตรวจสอบค่าของสีที่พิมพ์ลงบนวัสดุพิมพ์ที่ต่างชนิดกัน

โปรดทำเครื่องหมาย ลงในช่องว่าเห็นด้วยและเครื่องหมาย ในช่องไม่เห็นด้วย

ลำดับที่	หัวข้อ	เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย
	การใช้งาน		
1	สามารถเลือกใช้หมึกพิมพ์ให้เหมาะสมกระดาดลด ปัญหาตัวหนังสือตัน		
2	ช่วยให้ช่างพิมพ์ปรับหรือคอนโทนสีหน้าแทน		
3	ช่วยลดปัญหาในการผสมสีและลดเวลาในการผสม		
4	ลดปัญหาการพิมพ์ที่ไม่ได้มาตรฐานเช่น สี ไม่ตรงตาม standard		
	ผลลัพธ์ที่ได้		
1	ลดปัญหาการพิมพ์งานที่เหมือนกันเช่นฉลากกับกล่อง ให้มีสีที่เหมือนหรือใกล้เคียงกัน		
2	สามารถ แบ่งและแยกสีตามลักษณะงานพิมพ์ได้		
3	ให้ช่างพิมพ์ ปรับสีได้งาน โดยที่ไม่ต้อง ผสม คอมพิวเตอร์		
4	ลดปัญหา ระหว่างการแห้งตัวของหมึกที่พิมพ์ลงวัสดุ พิมพ์ที่ไม่เหมือนกัน		

สรุปผลจากผู้เชี่ยวชาญ

.....

ลงชื่อ.....ผู้เชี่ยวชาญ

...../...../.....

แบบประเมินผล
การตรวจสอบค่าของสีที่พิมพ์ลงบนวัสดุพิมพ์ที่ต่างชนิดกัน

โปรดทำเครื่องหมาย ลงในช่องว่าเห็นด้วยและเครื่องหมาย ในช่องไม่เห็นด้วย

ลำดับที่	หัวข้อ	เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย
	การใช้งาน		
1	สามารถเลือกใช้หมึกพิมพ์ให้เหมาะสมกระดาดลด ปัญหาตัวหนังสือตัน		
2	ช่วยให้ช่างพิมพ์ปรับหรือคอนโทนสีหน้าแทน		
3	ช่วยลดปัญหาในการผสมสีและลดเวลาในการผสม		
4	ลดปัญหาการพิมพ์ที่ไม่ได้มาตรฐานเช่น สี ไม่ตรงตาม standard		
	ผลลัพธ์ที่ได้		
1	ลดปัญหาการพิมพ์งานที่เหมือนกันเช่นฉลากกับกล่อง ให้มีสีที่เหมือนหรือใกล้เคียงกัน		
2	สามารถ แบ่งและแยกสีตามลักษณะงานพิมพ์ได้		
3	ให้ช่างพิมพ์ ปรับสีได้งาน โดยที่ไม่ต้อง ผสม คอมพิวเตอร์		
4	ลดปัญหา ระหว่างการแห้งตัวของหมึกที่พิมพ์ลงวัสดุ พิมพ์ที่ไม่เหมือนกัน		

สรุปผลจากผู้เชี่ยวชาญ

.....
.....

ลงชื่อ.....ผู้เชี่ยวชาญ

...../...../.....

ประวัติผู้จัดทำ



ชื่อ – สกุล นาย กิตติพงษ์ ดวงพระเพลิง
 วัน เดือน ปีเกิด วันเสาร์ที่ 21 พฤศจิกายน 2535
 ภูมิลำเนา 134 หมู่ 2 ตำบลเมืองพล อำเภอพล จังหวัดขอนแก่น รหัสไปรษณีย์ 40120
 โทรศัพท์ 0983918404
 วุฒิการศึกษา อุดสาหกรรมศาสตรบัณฑิต (สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์)
 สถาบันวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
 คณะวิศวกรรมศาสตร์
 มหาวิทยาลัยสยาม

ประวัติการศึกษาประถมศึกษา โรงเรียนเทศบาลหนองแวงประชาอุปถัมภ์
 มัธยมศึกษา โรงเรียนเทศบาลหนองแวงประชาอุปถัมภ์
 ประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยเทคโนโลยีพลพาณิชย์การ
 ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง วิทยาลัยเทคโนโลยีพลพาณิชย์การ
 อุดสาหกรรมศาสตรบัณฑิต
 สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
 สถาบันวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
 คณะวิศวกรรมศาสตร์
 มหาวิทยาลัยสยาม

ประสบการณ์ฝึกงาน

บริษัท ยู แอล พรินติ้ง แอนด์ แพ็คเก็จจิ้ง จำกัด