

อุตสาหกรรมการผลิตกระดาษ

(PAPER INDUSTRIAL)

ปัจจุบันมีคำพูดคำหนึ่งว่า "กระดาษเป็นเครื่องมืออุตสาหกรรมพัฒนาของประเทศ" ประเทศที่มีการพัฒนามาก มักจะมีปริมาณการใช้กระดาษจำนวนมากควบคู่กันไปกับใช้กระดาษมากขึ้น ดังนั้นอุตสาหกรรมกระดาษจึงมีการเจริญคู่ไปกับการพัฒนา และ จำนวนประชากร ในส่วนของ การผลิตกระดาษเองนั้นก็มีการพัฒนาการตลอดมา เริ่มตั้งแต่ใช้ต้นไม้มาแช่น้ำแล้วทบให้แตกเป็นแผ่น ในสมัยก่อน จนกระทั่งในปัจจุบันได้พัฒนาไปจนถึงขั้นใช้คอมพิวเตอร์ควบคุมเครื่องจักร ในกระบวนการผลิตซึ่งก็ให้พัฒนาไปตามแต่ชนิดของกระดาษเช่น กระดาษชำระ กระดาษคราฟท์ กระดาษพิมพ์เขียน ฯลฯ ในที่นี้จะขอกกล่าวถึงกระดาษคราฟท์ ซึ่งเป็นกระบวนการผลิตที่สำคัญอันหนึ่ง

กระบวนการผลิตกระดาษ

ในกระบวนการผลิตกระดาษทั่วไป จะสามารถแบ่งเป็นส่วนใหญ่ ๆ ได้ดังนี้คือ

1. การเตรียมเยื่อ
2. การผลิตกระดาษ

1. การเตรียมเยื่อ

เยื่อที่ใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับกระดาษคราฟท์ ปัจจุบันส่วนใหญ่ได้มาจากสองแหล่งใหญ่ ๆ คือ

- 1.1 เยื่อใหม่ (Virgin Pulp) เป็นเยื่อที่ได้มาจากการทำเยื่อจากไม้ ฟางข้าว และพืชอื่น ๆ ซึ่งมีหลายกระบวนการผลิตในการทำเยื่อ เช่น กระบวนการคราฟท์ กระบวนการโซดา กระบวนการกลไก ฯลฯ คุณสมบัติของเยื่อที่ได้ก็จะแตกต่างกันออกไปตาม แต่ชนิดของพืช และ กรรมวิธีการทำเยื่อ เช่น เยื่อเส้นใยยาวจะมีคุณสมบัติของความแข็งแรง ดีกว่าเยื่อเส้นใยสั้นที่กระบวนการผลิตเดียวกัน

1.2 เยื่อเศษกระดาษ ได้จากเศษกระดาษเก่าที่เลิกใช้งานเช่น หนังสือ เศษกระดาษกล่อง นำมาตีในถังตีเยื่อให้ละเอียดแล้วผ่านขบวนการคัดแยกสิ่งสกปรก ซึ่งได้แก่ เศษกระดาษ พลาสติก โฟม ยาง และยางมะตอย หลังจากผ่านระบบการทำ ความสะอาดแล้ว จะได้เป็นเยื่อที่มีความสกปรกน้อยพอที่จะนำกลับมาทำเป็นแผ่นได้

เยื่อจากเยื่อเศษกระดาษมักให้คุณสมบัติของความแข็งแรงต่ำ เนื่องจากกระบวนการนำกระดาษกลับมาใช้ ในกระดาษบางเกรดที่ต้องการคุณสมบัติของความแข็งแรงสูงจึงมักจะต้องผสมเยื่อเส้นใยยาวเพื่อให้ความแข็งแรงสูงขึ้นตามต้องการ สำหรับกระดาษบางชนิดที่ต้องการความสวยงามอาจต้องผสมเยื่อใหม่ให้มาก เนื่องจากเยื่อเศษกระดาษจะมีความสกปรกปะปนอยู่

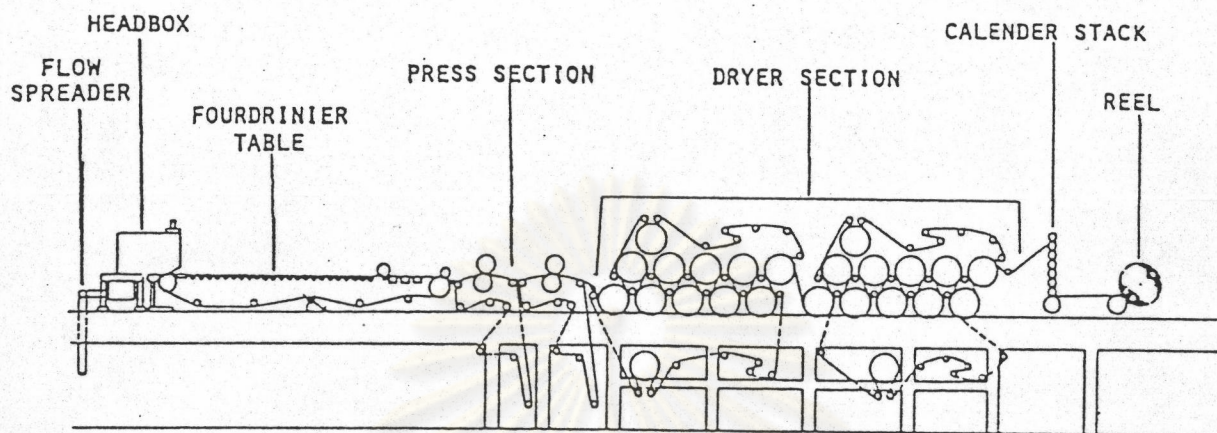
ในการปรับคุณสมบัติของความแข็งแรงจะใช้เครื่องบดเยื่อ ทำการบดเยื่อให้เส้นใยแตกตัว เกิดกระบวนการเกาะตัวของเส้นใยเกาะเกี่ยวกันทำให้ความแข็งแรงด้านต่างๆ เช่น ด้านความแข็งแรงต่อแรงดึง ความแข็งแรงต่อแรงกดทะลุสูงขึ้น ซึ่งอัตราการบดเยื่อนี้ทางโรงงานมักนิยมวัดกันด้วยค่าความเป็นอิสระ (freeness) ซึ่งเป็นการวัดอัตราการซึบน้ำจากเยื่อ

ในกระดาษหลายๆเกรดจำเป็นต้องมีการเติมสารอื่นๆเข้าไป เพื่อปรับปรุงคุณภาพของเยื่อให้เหมาะสมเช่น ใส่สารปรับปรุงคุณภาพเพื่อปรับปรุงคุณภาพกระดาษในด้านความต้านทานน้ำ เติมน้ำเพื่อความสวยงามตามความต้องการของตลาด

2. การผลิตกระดาษ

ในส่วนนี้จะมีเครื่องผลิตกระดาษทำหน้าที่นำสารแขวนลอยของเยื่อ มาทำให้แห้งเป็นแผ่นตามความหนาต่อน้ำหนักที่ต้องการ เครื่องผลิตกระดาษแบ่งเป็น 3 ส่วนใหญ่คือ

1. ส่วนการฟอर्मแผ่นกระดาษ
2. ส่วนการกดกระดาษ
3. ส่วนการทำแห้ง



รูปที่ 2.1 แสดงเครื่องจักรผลิตกระดาษ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1. ส่วนการฟอร์มแผ่นกระดาษ

เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ฟอร์มแผ่นกระดาษโดยการซับน้ำจากสารแขวนลอยของเยื่อเหลือแต่เพียงเยื่อติดค้างบนตะแกรง ปัจจุบันมีเครื่องจักร 2 ประเภทใหญ่ๆคือ

1.1 เครื่องฟอร์มแผ่นแบบทรงกระบอก มีลักษณะเป็นลูกกลิ้งทรงกระบอกกลวงในถึงที่มีสารแขวนลอยของเยื่อ เมื่อลูกกลิ้งทรงกระบอกหมุนไปเยื่อจะเกาะบนสายพานซึ่งส่วนใหญ่จะมีขนาดประมาณ 60-100 เมช* ส่วนน้ำจะถูกซับผ่านสายพานไปได้ เยื่อที่เกาะบนสายพานจะหมุนไปติดกับแผ่นสีกหลายด้าบนซึ่งจะพาเยื่อไปตลอดเวลา ในเครื่องหนึ่งๆจะมีลูกกลิ้งทรงกระบอกหลายลูกเพื่อให้ได้กระดาษที่หนาตามต้องการ

1.2 เครื่องฟอร์มแผ่นกระดาษแบบฟอร์ดิเนีย เป็นแบบที่นิยมใช้กันมากในเครื่องผลิตกระดาษที่มีกำลังผลิตสูงๆ มีส่วนประกอบที่สำคัญคือ

1.2.1 หัวกล่องปล่อยเยื่อ เป็นตัวรีดสารแขวนลอยของเยื่อให้ออกมาเป็นแผ่นฟิล์มสามารถกำหนดความเร็วของสารแขวนลอยของเยื่อ และปริมาณเยื่อได้ หัวกล่องปล่อยเยื่อเอง แบ่งได้เป็น 2 ประเภทคือ

1.2.1.1 หัวกล่องปล่อยเยื่อแบบเปิด การกำหนดความเร็วของเยื่อ ทำได้โดยเพิ่มหรือลดความสูงของระดับน้ำ ซึ่งมีข้อจำกัดทำให้ไม่สามารถเก็บที่ความเร็วสูงๆได้

1.2.1.2 หัวกล่องปล่อยเยื่อแบบปิด การกำหนดความเร็วของสารแขวนลอยของเยื่อ ทำได้โดยเพิ่มหรือลดความกดดันในตัวหัวกล่องปล่อยเยื่อ เป็นแบบที่นิยมใช้ในกลุ่มเครื่องจักรที่อาศัยความเร็วสูง

1.2.2 ส่วนสายพาน ตะแกรงอาจเป็นโลหะ หรือพลาสติกสังเคราะห์ชายเป็นเส้นเดียวตลอดไม่มีรอยต่อ ทำหน้าที่รับน้ำที่ปล่อยออกมาจากหัวกล่องปล่อยเยื่อ หลังจากนั้นน้ำก็จะซึมผ่านตะแกรง โดยอาศัยแรงดูดจากชุดของลูกกลิ้ง และกล่องดูดสูญญากาศสามารถควบคุมสูญญากาศได้ ส่วนที่สำคัญอีกส่วนหนึ่งคือ ชุดขับเคลื่อนซึ่งปกติจะขับเคลื่อนที่ลูกกลิ้งแบบเคาซ์ กระดาษหลังจากฟอร์มเป็นแผ่นบนสายพานเมื่อถึงลูกกลิ้งแบบเคาซ์ จะเหลือความชื้นประมาณ 80 % หลังจากนั้นจะถูกส่งผ่านไปสู่ส่วนการกดกระดาษ

* เมช หมายถึง หน่วยวัดความถี่ของตะแกรงรู โดยบอกเป็นตัวเลข 2 จำนวน คือ จำนวนรูในแนวตั้งต่อนิ้ว และ จำนวนรูในแนวนอนต่อนิ้ว

2. ส่วนการกดกระดาษ

จุดนี้มีจุดประสงค์หลักคือ เอาน้ำออกจากแผ่นกระดาษที่ส่งมาจากส่วนการฟอร์ม แผ่นกระดาษออกให้ได้มากที่สุด และยังเป็นตัวกำหนดความแน่นของกระดาษอีกทางหนึ่งด้วย ส่วนประกอบหลังของส่วนกดกระดาษประกอบด้วย

2.1 สายพานกด เป็นผ้าสักหลาดทอปกกับเส้นใยสังเคราะห์ โดยมีคุณสมบัติอุ้มน้ำได้ดี ทนต่อแรงกดมากๆ ได้โดยไม่เกิดการเสียหาย สายพานกดจะเป็นตัวอุ้มน้ำที่ออกจากกระดาษ หลังจากการกดของลูกกลิ้งกดกระดาษส่วนของกระดาษจะออกไปสู่จุดต่อไป

2.2 ลูกกลิ้งกดกระดาษ เป็นลูกกลิ้งทรงกระบอกทำหน้าที่กดกระดาษ และสายพานกดเพื่อบีบน้ำออก ลูกกลิ้งกดกระดาษมีหลายแบบตามความเหมาะสมที่ต้องการ ลูกกลิ้งกดกระดาษในแต่ละเครื่องจักรมักจะมีหลายชุด เพื่อให้มีการรีดน้ำได้ดีที่สุด

2.3 ลูกกลิ้งรองรับกระดาษ ทำหน้าที่เป็นตัวรับกระดาษที่ออกจากลูกกลิ้งของส่วนการฟอร์มแผ่นกระดาษโดยอาศัยสายพานกดเป็นตัวพากระดาษ ต่อมาจึงมีการนำลูกกลิ้งแบบซีซีอาร์ มาใส่เพื่อช่วยในการกดกระดาษ เป็นลูกกลิ้งลูกสุดท้ายก่อนจะออกจากส่วนการกดกระดาษ เพื่อควบคุมความชื้นของหน้าตัดกระดาษ โดยอาศัยหลักการคือ อาศัยแรงดันน้ำมันไปอัดลูกยางให้โป่งขึ้น ในขณะที่หัวท้ายถูกตรึงให้คงที่ ดังนั้นจึงโป่งเฉพาะส่วนกลางลูกที่มีการปรับความดัน การกดของหัวหรือท้ายลูกแยกอิสระกัน เพื่อให้สามารถควบคุมความชื้นให้เท่ากันได้ตลอดทั้งหน้าของกระดาษ กระดาษที่ออกจากส่วนการกดกระดาษจะมีปริมาณความชื้นประมาณ 55-65 % ขึ้นกับประสิทธิภาพของเครื่องจักร ซึ่งหลังจากนั้นจะเข้าสู่การทำแห้ง

3. ส่วนการทำแห้ง

จุดประสงค์ก็เพื่อนำความชื้นในกระดาษที่มี 55-65 % หลังส่วนการกดกระดาษออกให้เหลือไม่เกิน 10 % (ตามมาตรฐานอุตสาหกรรม) โดยการให้ความร้อนระเหยน้ำออกไป ความร้อนที่ได้ก็โดยอาศัยการถ่ายเทความร้อนจากไอน้ำสุญญากาศของลูกกลิ้งแห้ง ซึ่งจำนวนของลูกกลิ้งแห้ง จะขึ้นกับความเร็วสูงสุดของเครื่อง และ น้ำหนักต่อพื้นที่ของกระดาษนั้น ในบางโรงงานอาจจะมีถึง 50 ลูกเพื่อให้กระดาษแห้งทันตามความเร็วของเครื่องนั้น

ส่วนประกอบหลักของส่วนการทำแห้ง

3.1 ลูกกลิ้งแห้ง เป็นท่อทรงกระบอกหัวและท้ายปิด มีท่อผ่านไอน้ำเข้าไปในลูกกลิ้งแห้งเพื่อให้ไอน้ำถ่ายเทความร้อนให้กับผิวของลูกกลิ้งแห้ง ที่ผิวล่างจะมีท่อดูด

คอยดูดน้ำที่เกิดจากการควบแน่นออก ความร้อนที่ผิวลูกกลิ้งแห้งจะถ่ายให้กับกระดาษที่วิ่งสัมผัสกับผิวของลูกกลิ้งแห้ง

3.2 ผ้าลูกอบกระดาษ (Canvas Dryer) ในแต่ละชุดของลูกกลิ้งกดแห้งจะมีผ้าลูกอบกระดาษ ทำหน้าที่พากระดาษผ่านสีกหลาดที่ทำจากพลาสติกสังเคราะห์ซึ่งสามารถทนความร้อนได้สูงไม่เสียรูปง่าย ช่วยให้ความชื้นที่ระเหยออกจากกระดาษสามารถออกไปได้ง่าย หากไม่มีผ้าลูกอบกระดาษจะไม่สามารถนำกระดาษให้ผ่านส่วนการทำแห้งได้

3.3 ลูกกลิ้งระบายความชื้นการดาษ (Pocket Ventilation Roll) นำมาช่วยแก้ปัญหาการเกิดความชื้นของหน้าตัดกระดาษที่ไม่สม่ำเสมอ เนื่องจากไอน้ำบริเวณด้านริมทั้งสองข้างของลูกกลิ้งกดแห้งจะระเหยได้เร็วกว่า จึงแห้งกว่าในส่วนกลางๆซึ่งการระเหยน้ำทำได้ยากจึงนำลูกกลิ้งระบายความชื้นการดาษ ซึ่งมีลักษณะเป็นรูพรุน นำอากาศผ่านเข้าไปเพื่อช่วยให้การระเหยน้ำสม่ำเสมอตลอดทั้งหน้าตัด

3.4 ฝาครอบระบายอากาศ เป็นกล่องครอบบนชุดของลูกกลิ้งคอยดูดอากาศขึ้นที่ระเหยออกจากกระดาษ เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการระเหยความชื้นได้ดีมากขึ้น

3.5 ลูกกลิ้งตกแต่งผิวกระดาษ เป็นเครื่องมือในการทำภาพผิวหน้ากระดาษ จะอยู่ระหว่างชุดของลูกกลิ้งก่อนชุดสุดท้าย ส่วนใหญ่จะใช้สารเคมีประกอบการตกแต่งผิวหน้ากระดาษ ซึ่งสารเคมีที่ใช้ อาจจะเป็น แป้ง สารฟิวเอ ซีดีง และสี โดยมีจุดประสงค์เพื่อปรับปรุงคุณภาพกระดาษ

3.6 ลูกกลิ้งขัดมัน ใช้ขัดมันกระดาษ เพื่อให้ผิวด้านกระดาษเรียบยิ่งขึ้น อีกทั้งยังเป็นการเพิ่มความหนาแน่นของกระดาษให้มากยิ่งขึ้น ลูกกลิ้งขัดมันจะเป็นชุดสุดท้ายหลังจากกระดาษแห้งแล้ว กระดาษที่ออกจากลูกกลิ้งขัดมันจะเป็นม้วนใหญ่ ซึ่งโดยปกติกระบวนการผลิตจะสิ้นสุดลงที่จุดนี้ จากนั้นกระดาษที่ได้จะรอการกรอแบ่งเป็นม้วนกระดาษเล็กตามความกว้างที่ลูกค้าต้องการ

จากกระบวนการผลิตกระดาษที่กล่าวมาแล้วจะเห็นได้ว่า กระดาษที่เกิดจากผลิตด้วยเครื่องจักรจะมีการไหลออกอย่างต่อเนื่องตลอดเวลา จึงมีการจัดเก็บโดยม้วนให้เป็นรูปทรงกระบอกตันซึ่งจะมีลักษณะที่เกิดขึ้นตามรูปทรงเรขาคณิต คือ มีความสูง เส้นผ่าศูนย์กลาง ตลอดจนน้ำหนักที่เกิดขึ้น กระดาษที่ออกมาจะมีการตัดแบ่งออกเป็น 4 ม้วนย่อย ตามความต้องการของผู้ใช้กระดาษ