

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

การเพิ่มความแข็งแรงของกระดาศกล่องไม้เคลือบ โดยการใช้แป้งประจุบวกในเวท-เอนด์ ไม่ใช่เรื่องใหม่ แต่ปัญหาในการใช้แป้งประจุบวกก็คือผู้ใช้ขาดความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้อง มีหลายครั้งที่เกิดปัญหาในกระบวนการผลิตขึ้นเนื่องจากการใช้แป้งโดยไม่มีประสิทธิภาพ และไม่รู้แนวทางในการแก้ไขปัญหา หรือบางโรงงานมีความคิดที่ใช้แป้งประจุบวก หรือใช้อยู่แล้วและมีความคิดที่จะเปลี่ยนชนิดแป้ง เช่น เปลี่ยนจากแป้งแอมโฟเทอริกไปใช้แป้งประจุบวก แต่ไม่มีความมั่นใจว่าเปลี่ยนแล้วจะดีขึ้นหรือไม่ การมีความเข้าใจสมบัติของผลิตภัณฑ์ เข้าใจค่าตัวแปรต่างๆ ที่มีอยู่ในระบบเวท-เอนด์ การตกค้างของแป้ง และความแข็งแรงที่เพิ่มขึ้น เป็นสิ่งสำคัญที่จะนำไปสู่การตัดสินใจ ที่ถูกต้องในการเลือกใช้แป้งประจุบวกอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด ดังจะได้สรุปต่อไป

บทสรุป

1. **สมบัติของกระดาศกล่องไม้เคลือบ** กระดาศกล่องไม้เคลือบที่ผู้วิจัยศึกษา มีความต้านทานแรงดันทะลุต่ำกว่าค่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม โดยเฉพาะที่น้ำหนักสูงๆ
2. **ระบบเวท-เอนด์** ระบบเวท-เอนด์ในการผลิตกระดาศกล่องไม้เคลือบที่ศึกษา มีความเหมาะสมที่จะใช้แป้งประจุบวกได้โดยไม่ต้องปรับระบบก่อน และแป้งที่เหมาะสมก็คือแป้งประจุบวกที่มีระดับการแทนที่ประจุปานกลาง คือแป้งที่มีระดับการแทนที่ 0.033-0.039
3. **การตกค้างของแป้งประจุบวก** การตกค้างของแป้งประจุบวกขึ้นอยู่กับระดับการแทนที่ประจุ การบดเยื่อและปริมาณที่เติม การตกค้างของแป้งประจุบวกจะสูงขึ้นเมื่อระดับการแทนที่ประจุสูงขึ้น การตกค้างจะดีที่สุดเมื่อบดเยื่อเล็กน้อยจนได้ฟรินเนส 400 ซีเอสเอฟ เยื่อที่ผ่านการบดมีการตกค้างของแป้งประจุบวกดีกว่าเยื่อที่ยังไม่บด การบดเยื่อมีผลต่อการตกค้างของแป้งประจุบวกที่ปริมาณแป้งที่เติมต่างๆ เยื่อที่ไม่บดมีการตกค้างของแป้งประจุบวกเพิ่มขึ้นเมื่อเติมแป้งประจุบวกมากขึ้น และเยื่อที่ผ่านการบดจะมีการตกค้างของแป้งประจุบวกลดลงเมื่อเติมแป้งประจุบวกมากขึ้น

4. สมบัติของแผ่นทดสอบที่ค่าพรีเนสต่างๆ เมื่อบิดเยื่อมากขึ้น สมบัติของแผ่นทดสอบ จะมีการเปลี่ยนแปลง โดยเฉพาะดัชนีความต้านทานแรงดันทะลุและดัชนีความต้านทานแรงดึง ซึ่งมีค่าสูงสุดเมื่อเยื่อมีพรีเนส 339 ซีเอสเอฟ

5. สมบัติของแผ่นทดสอบเมื่อเติมแป้งประจุบวก เมื่อเติมแป้งประจุบวก พบว่าดัชนีความต้านทานแรงดันทะลุและดัชนีความต้านทานแรงดึงเพิ่มขึ้น แป้งประจุบวกที่มีระดับการเติมประจุ 0.033-0.039 เพิ่มความแข็งแรงได้ดีที่สุด ความแข็งแรงของแผ่นทดสอบเพิ่มขึ้นสูงสุดเมื่อเติมแป้งประจุบวกที่มีระดับการเติมประจุ 0.033-0.039 ในปริมาณ 15 มิลลิกรัมต่อกรัมเยื่อ ในเยื่อที่มีค่าพรีเนส 405 ซีเอสเอฟ ทำให้ดัชนีความต้านทานแรงดันทะลุเพิ่มขึ้น 30.3% และมีค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น 74.5 บาทต่อตันกระดาษ แต่ไม่สามารถทราบได้ว่าเมื่อใช้ในกระบวนการผลิตจริงจะมีความต้านทานแรงดันทะลุเพิ่มขึ้นเท่าไร เพราะความต้านทานแรงดันทะลุของกระดาษกล่องไม่เคลือบขึ้นกับปัจจัยอื่นด้วย โดยเฉพาะความต้านทานแรงดันทะลุของกระดาษชั้นอื่นๆ ส่วนสมบัติอื่น เช่น ความยืดตัวและความสามารถในการทรงรูป ไม่พบว่ามีเปลี่ยนแปลงเมื่อเติมแป้งประจุบวก การเพิ่มความสามารถในการทรงรูปนั้น เพิ่มโดยวิธีการเพิ่มความหนาจะได้ผลดีกว่า เพราะความสามารถในการทรงรูปแปรตามความหนายกกำลัง 3 ถึง 4 แต่การเพิ่มความหนา ต้องคำนึงถึงสมบัติอื่นซึ่งอาจเปลี่ยนไปด้วย

ข้อเสนอแนะ

1. การปรับปรุงความแข็งแรงของกระดาษเป็นสิ่งจำเป็นมาก โดยเฉพาะในภาวะที่การแข่งขันรุนแรงเช่นในปัจจุบัน การตัดสินใจที่ถูกต้อง ต้องอาศัยข้อมูล ที่ถูกต้อง มีความน่าเชื่อถือ อุปกรณ์ทดสอบบางอย่างที่ใช้ในการทดสอบคุณภาพประจำวันที่ใช้ย่อมมีความคลาดเคลื่อนสูง โดยเฉพาะเครื่องวัดความต้านทานแรงดันทะลุ ควรมีการปรับปรุงแก้ไข และบริษัทฯ ควรจัดหาเครื่องมือทดสอบเพิ่มเติม เช่น เครื่องวัดความสามารถในการทรงรูป เพราะความสามารถในการทรงรูปเป็นสมบัติที่ผู้ใช้สนใจและสามารถประเมินได้โดยง่าย
2. การเตรียมเยื่อของบริษัท ซึ่งผสมเยื่อและเศษกระดาษเข้าด้วยกันก่อนแล้วจึงบดนั้น มีผลเสียทำให้เส้นใยจากเศษกระดาษซึ่งอ่อนแออยู่แล้วถูกทำลายไปมาก จึงมีเส้นใยขนาดใหญ่ย่อย และการตกค้างลดลง สิ่งที่ตามมาคือการสูญเสียสูงและระบบบำบัดน้ำเสียต้องรับภาระมาก ควรแยกกันบดจนได้ฟรินเนสตามต้องการ แล้วมาผสมกับภายหลังจะดีกว่า
3. การวัดการตกค้างของแป้งประจุบวกในการวิจัยครั้งนี้ เป็นการวัดการตกค้างของแป้งประจุบวกบนแผ่นทดสอบ ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมโดยใช้เครื่อง ไดนามิก เดรนเนจ จาร์ ซึ่งจะได้ข้อมูลการระบายน้ำด้วยเพราะการระบายน้ำจะมีผลต่อระบบการผลิตอย่างมาก
4. มาตรฐานการบดเยื่อในการผลิตกระดาษกล่องไม่เคลือบที่ผู้วิจัยศึกษา กำหนดไว้ที่ 280-320 ซีเอสเอฟสำหรับกระดาษน้ำหนักต่ำกว่า 310 กรัมต่อตารางเมตร และ 300-340 ซีเอสเอฟสำหรับกระดาษตั้งแต่ 310 กรัมต่อตารางเมตร เป็นค่าที่ต่ำเกินไป ไม่เป็นผลดีในด้านความแข็งแรง ในกรณีที่ไม่เติมแป้ง ควรกำหนดฟรินเนสที่ 320-360 ซีเอสเอฟ ซึ่งจะได้กระดาษที่มีความแข็งแรงสูงสุด และสามารถประหยัดค่าไฟฟ้าเนื่องจากการบดเยื่อลงได้ 15-27 บาทต่อตันขึ้นขาโดยไม่ต้องเติมแป้งประจุบวก แต่ต้องพิจารณาสภาพเยื่อด้วยว่าเหมาะสมหรือไม่ เนื่องจากในกระบวนการผลิตกระดาษกล่องไม่เคลือบที่ผู้วิจัยศึกษา ไม่มีเครื่องตีเฟลคเกอร์ ในเยื่อที่บดน้อยอาจมีเศษกระดาษที่เป็นแผ่นหรือเป็นก้อนอยู่มากเกินไป ควรติดตั้งตีเฟลคเกอร์ในสายการเตรียมเยื่อของเศษกระดาษในช่วงหลังจากการทำความสะดวก เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการบดเยื่อ
5. กราฟรูปที่ 6.13 6.14 และ 6.15 พบว่าเมื่อบดเยื่อจนมีฟรินเนสต่ำกว่า 330 ซีเอสเอฟ แป้งประจุบวกทำให้ความแข็งแรงของแผ่นทดสอบลดลง ควรมีการศึกษาต่อโดยใช้สมบัติ Zero span tensile strength ในการบอกถึงความแข็งแรงของกระดาษ และควรพิจารณา Coefficient of variation ของข้อมูลประกอบด้วย

6. การวิจัยนี้ใช้เยื่อที่มีเศษกระดาษ 65% และเยื่อไม้ไผ่ 35% ผลที่ได้จากการวิจัยสามารถประยุกต์ใช้กับการผลิตกระดาษพิมพ์เขียนที่มีสัดส่วนของวัตถุดิบใกล้เคียงกันได้

7. ควรมีการทดลองในกระบวนการผลิตจริงโดยบดเยื่อจนมีฟรินเนส 405 ซีเอสเอฟ เดิม แบ่งประจุบวกที่มีระดับการแทนที่ประจุ 0.033-0.039 ความเข้มข้น 1% ในปริมาณ 15 กิโลกรัมต่อตันชั้นขาวหลังแฟนปั๊ม

8. การเพิ่มความสามารถในการทรงรูป ควรทำโดยการเพิ่มความหนา ซึ่งสามารถทำได้โดยลดการกดที่ชุดลูกรีด หรือเปลี่ยนชุดตะแกรง 1 ถึง 2 ชุด เป็นแบบ Counter flow ไม่ควรเพิ่มความหนาโดยการลดการกดที่ชุดลูกกด เพราะจะทำให้ความต้านทานแรงดันทะลุเสียไป