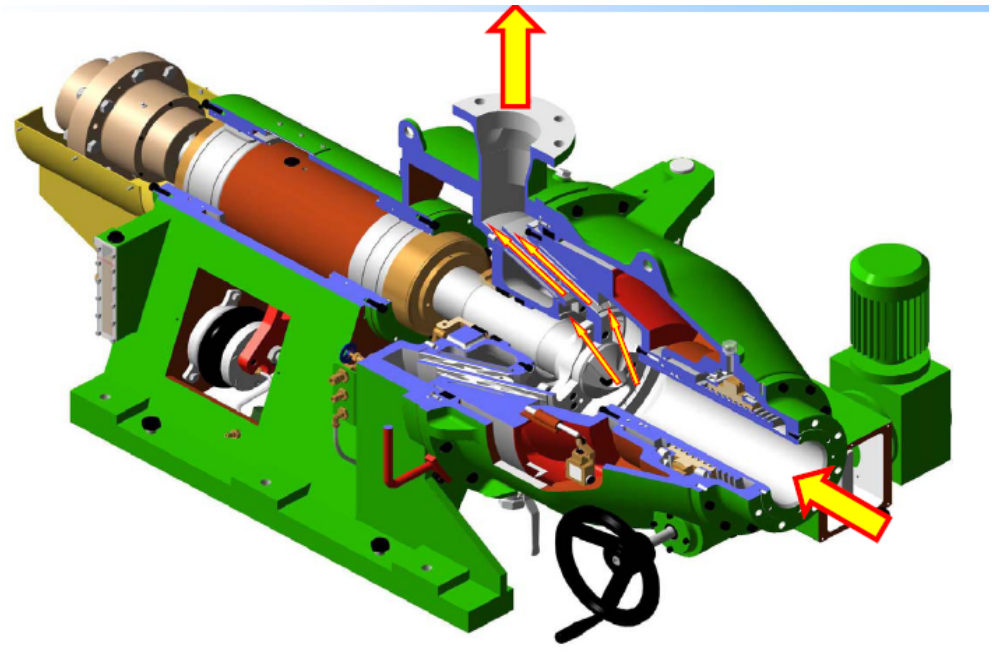
บทที่ 4
เทคโนโลยีที่ทันสมัยที่มีศักยภาพในการอนุรักษ์พลังงาน

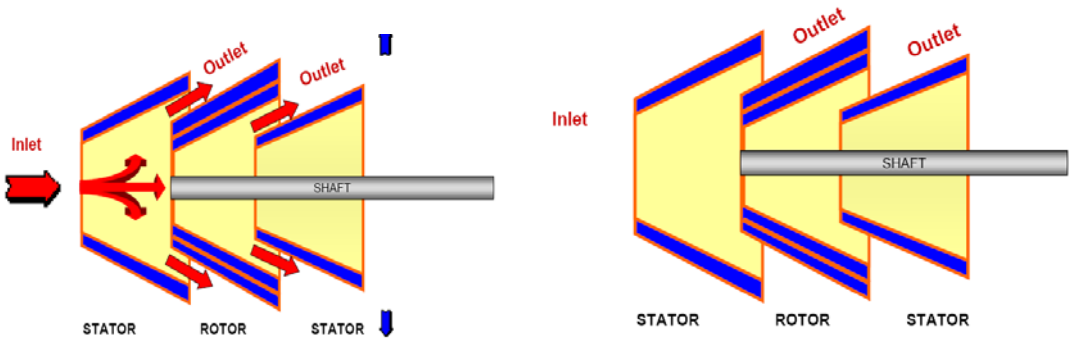
4.1 เทคโนโลยีที่ทันสมัยในอุตสาหกรรมกระดาษ

1. Upgrading Refiners

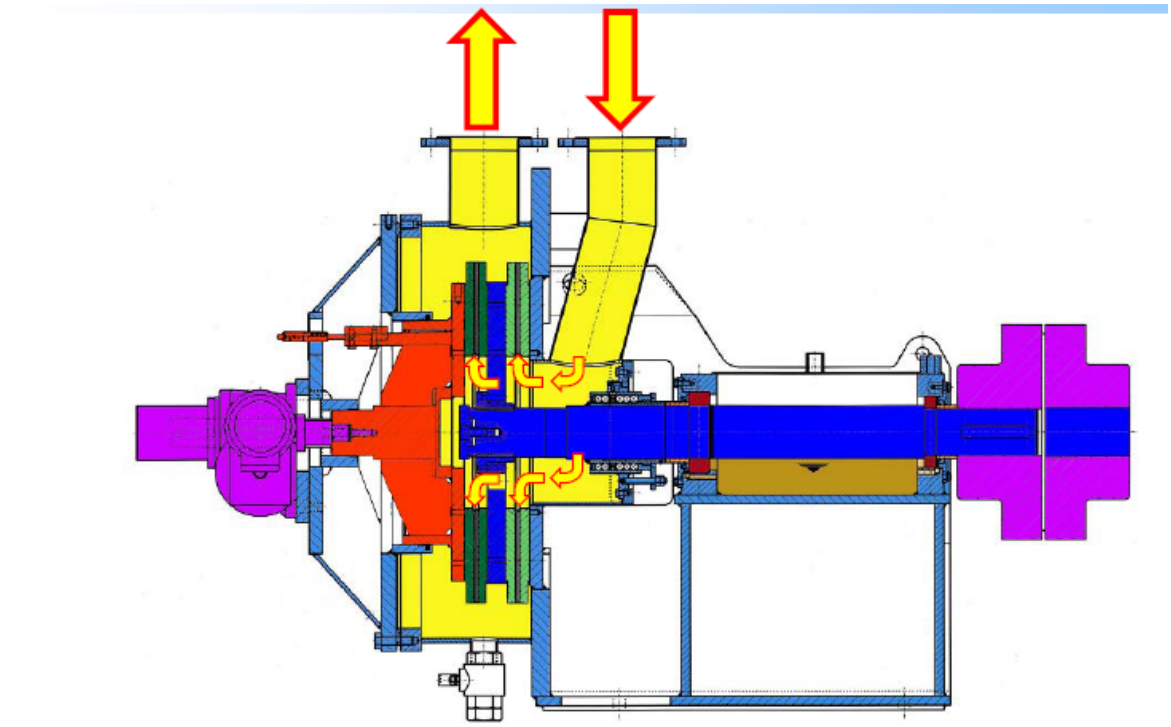
ในกระบวนการบดเยื่อจะมีการใช้เครื่องบดเยื่อ เพื่อทำให้เยื่อแตกตัวออกมาเป็นเส้นใยย่อย จนมีสมบัติเหมาะสมที่จะนำไปผลิตกระดาษ เยื่อจะถูกบดในช่องแคบ ๆ ระหว่างจานหมุน 2 จานของเครื่องบด เครื่องบดเยื่อที่ใช้โดยทั่วไปเรียกว่า Refiner การทำงานอาศัยหลักความเสียดทานของเส้นใยกับผิวของ Refining Plate บดให้เส้นใยแตกออกเป็นฝอยๆ เส้นใยที่ผ่านการบดแล้วจะมีความอ่อนนุ่ม มีพื้นผิวเพิ่มขึ้น ขนาดเล็กลง เส้นใยอุ้มน้ำได้ดีขึ้นและเกิดพันธะระหว่างกันได้ง่ายขึ้น เครื่องบดเยื่อที่ใช้มีหลายแบบทั้งแบบกรวย (Conical refiner) หรือ Jordan แบบจาน (Disc refiner) และแบบทรงกระบอก (cylindrical refiner) แสดงดังรูป 4.1



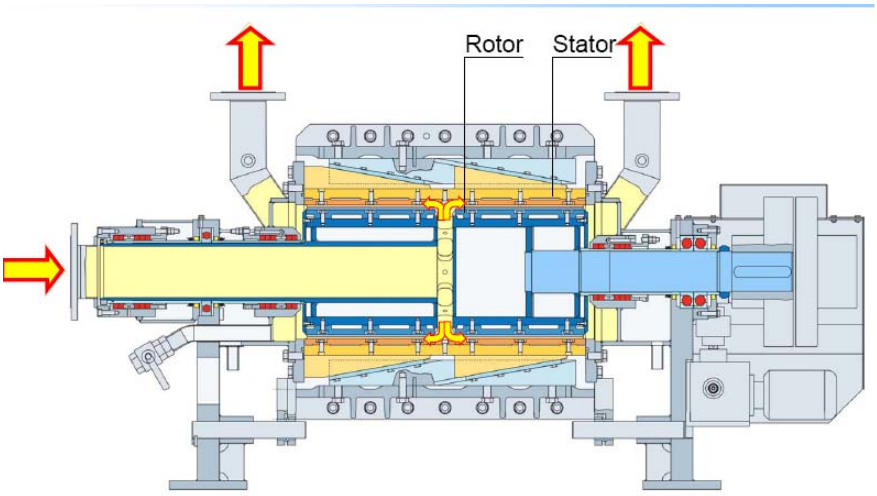
รูปที่ 4.1 เครื่องบดเยื่อแบบกรวย (Conical Refiner)



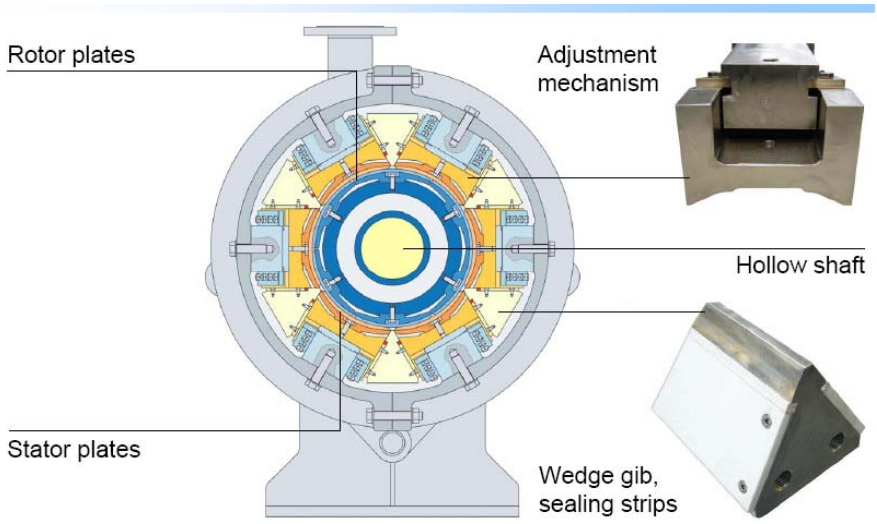
รูปที่ 4.2 Cross Section เครื่องบดเยื่อแบบกรวย (Conical refiner)



รูปที่ 4.3 เครื่องบดเยื่อแบบจาน (Disc refiner)



รูปที่ 4.4 เครื่องบดเยื่อแบบทรงกระบอก (Cylindrical refiner)



รูปที่ 4.5 Cross Section เครื่องบดเยื่อแบบทรงกระบอก

ปัจจุบันได้มีการปรับปรุงเครื่องบดเยื่อแบบจาน (Disc refiner) ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น โดยทำการปรับปรุงดังต่อไปนี้

- Spline rotor and hub technology สามารถลดการใช้ไฟฟ้าได้ประมาณ 15 % ในขณะที่ไม่มีโหลดและลดต้นทุนดำเนินการ (Operating Cost) และยังปรับปรุง Rotor Centring ทำให้เพิ่มประสิทธิภาพการบดเยื่อ โดยที่ความต้านทานแรงดึง (tensile strength) เพิ่มขึ้น

รูปที่ 4.6 Spline hup and Spline rotor

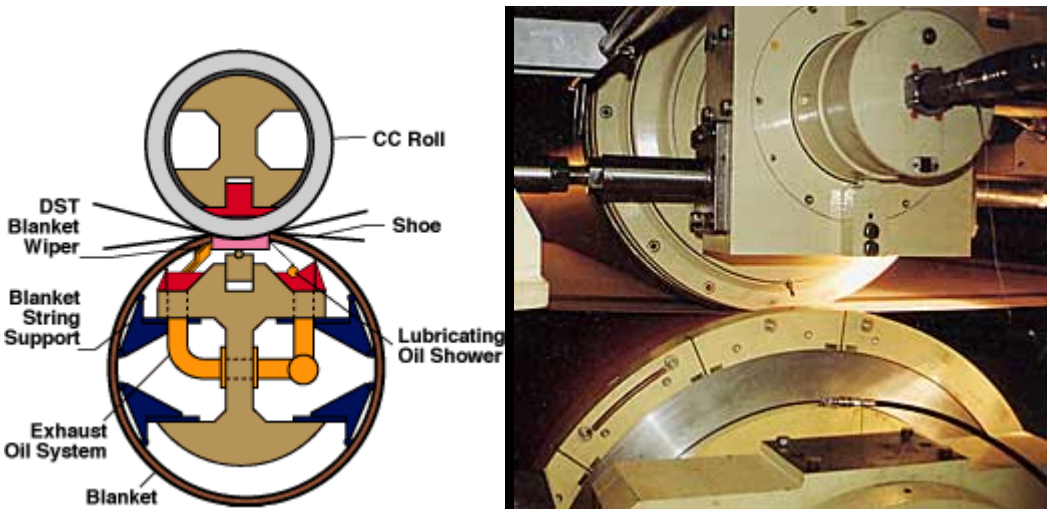
รูปที่ 4.7 Newly Designed Disk Refiner

- การติดตั้งตัวควบคุมความเร็วรอบในมอเตอร์ จะทำให้สามารถควบคุมระยะห่างระหว่างเพลทได้แม่นยำมากขึ้น และยังสามารถยืดอายุการใช้งานของเพลท และทำให้คุณภาพของเยื่อดีขึ้น

- Rotor Removal Arm Technology เป็นเทคโนโลยีที่ช่วยทำให้สามารถเปลี่ยนเพลตได้ง่ายและรวดเร็ว Rotor Removal Arm จะถูกนำไปติดกับฝาครอบของเครื่องบดเยื่อ (Refiner Housing) เนื่องจากเครื่องบดเยื่อ

2. Extended nip press (Shoe press)

Extended nip press เป็นเทคโนโลยีในการผลิตกระดาษ (Papermaking) ในส่วนของการกดรีดน้ำ (Pressing section) ในส่วนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อขจัดน้ำออกจากแผ่นกระดาษให้ได้มากที่สุด โดยปกติแล้วในส่วนของการกดรีดน้ำ จะเกิดขึ้นจากแรงกดของลูกกดทรงกระบอก (Rotating Cylinders) สองลูก และมีผ้าเดินแผ่น (felt liners) อยู่ตรงกลาง ดังรูป 4.8



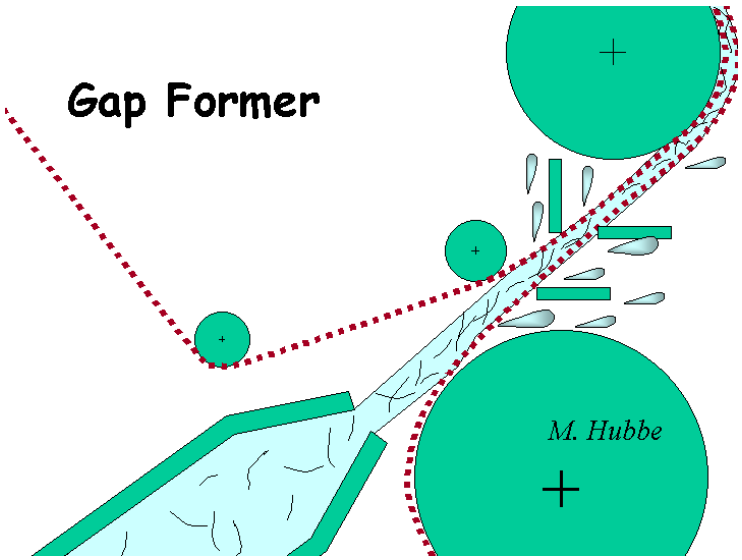
รูปที่ 4.8 Shoe press

Extended nip press จะใช้ Concave Shoe ขนาดใหญ่แทนลูกกอทรงกระบอก 1 ลูก ทำให้เยื่อมีพื้นที่สัมผัสกับแรงกดที่มากขึ้นที่ Shoe Press ไปสู่ระดับ Dryness ที่ 30-50% เทคโนโลยีนี้ลดภาระ (lode) ของ Dryer ทำให้เพิ่มกำลังการผลิต (capacity) ได้ 25 %

จากการวิเคราะห์ พบว่าสามารถทำให้เกิดการประหยัดไอน้ำในส่วนของอบแห้งกระดาษ (Drying section) ได้ถึง 16 % หรือคิดเป็น 1.6 GJ/ton paper แม้ว่าจะมีความต้องการกระแสไฟฟ้าเพิ่มขึ้น ค่าใช่จ่ายในการลงทุน (Investment Costs) จะอยู่ที่ 38$ /ton paper และค่าบำรุงรักษา (maintenance costs) จะอยู่ที่ 2.24$ /ton paper ปัจจุบันเทคโนโลยีนี้ได้มีการนำไปใช้ในอุตสาหกรรมกระดาษของประเทศสหรัฐอเมริกาแล้วประมาณ 40 %

3. Gap forming

โดยปกติแล้วการผลิตกระดาษจะใช้เครื่องผลิตกระดาษแบบโฟร์ดริเนียร์ (Fourdrinier design) แต่ปัจจุบันได้เริ่มมีการนำเทคโนโลยีการผลิตกระดาษแบบเครื่องขึ้นรูปแบบตะแกรงลวดคู่



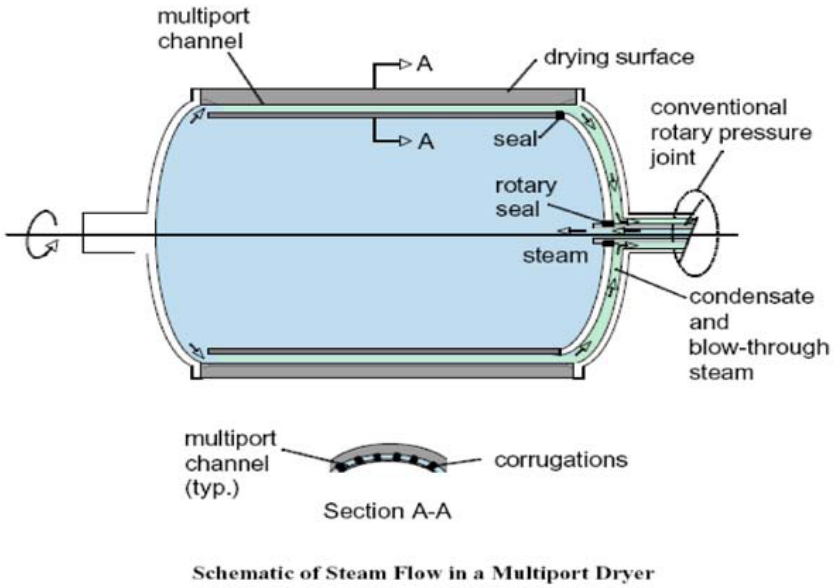
รูปที่ 4.9 Gap forming

4. Multiport Dryer DesignTtechnology

Multiport Dryer Design Technology เป็นการพัฒนาของห้องปฏิบัติการแห่งชาติอาร์กอนน์ (ANL) ซึ่งเป็นการสร้างความก้าวหน้าในกระบวนการอบแห้งของอุตสาหกรรมกระดาษ เทคโนโลยีการอบแห้งกระดาษแบบเดิมนั้น จะใช้ความร้อนจากไอน้ำในการอบแห้งกระดาษขณะที่กระดาษจะผ่านไปบนผิวหน้าของลูกอบแห้ง (Rotating Steam Drums) จึงทำให้เส้นผ่าศูนย์กลางของลูกอบแห้งที่ใช้มีขนาดใหญ่ อุปสรรคของการถ่ายเทความร้อนที่สำคัญของการใช้เทคโนโลยีนี้คือ การที่มีคอนเดนเสทเกิดขึ้น และคอนเดนเสทนี้จะมีการติดตามผิวด้านในของลูกอบแห้ง จึงทำให้การถ่ายเทความร้อนระหว่างลูกอบแห้งและกระดาษเกิดขึ้นได้ไม่ดี ดังนั้นเพื่อให้การถ่ายเทความร้อนระหว่างลูกอบแห้งกับกระดาษเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด จึงได้มีติดตั้งระบบ Siphon ไว้เพื่อใช้สำหรับการระบายคอนเดนเสทที่เกิดขึ้นภายในลูกอบแห้ง

ปัจจุบันได้มีการคิดค้นวิธีการอบแห้งแบบใหม่ที่เรียกว่า Multiport Dryer โดยมีจุดประสงค์คือเพื่อเพิ่มอัตราการอบแห้งของกระดาษให้สูงขึ้น ระบบอบแห้งแบบ Multiport Dryer นี้จะมีการติดตั้ง port ที่มีขนาดเล็กเรียงติดๆกันภายผิวของลูกอบทรงกระบอก ซึ่งจะสามารถปรับปรุงการถ่ายเทความร้อนระหว่างลูกอบแห้งกับกระดาษให้ดีขึ้น และยังสามารถลดความหนาของชั้นคอนเดินเสทที่เกิดขึ้นให้น้อยที่สุด พร้อมกันนี้ยังทำให้อุณหภูมิของพื้นผิวลูกอบให้สูงขึ้นอีกด้วย การออกแบบการอบแห้งโดยใช้ port ขนาดเล็กนั้นนอกจากจะสามารถเพิ่มความเร็วของไอน้ำแล้ว ยังทำให้ประสิทธิภาพทางด้านความร้อนดีขึ้นอีกด้วย วิธีการอบแห้งแบบใหม่นี้สามารถเพิ่มศักยภาพในการผลิตกระดาษได้เพิ่มขึ้นถึง 50 %

รูปที่ 4.10 Multiport Dryer Design Technology



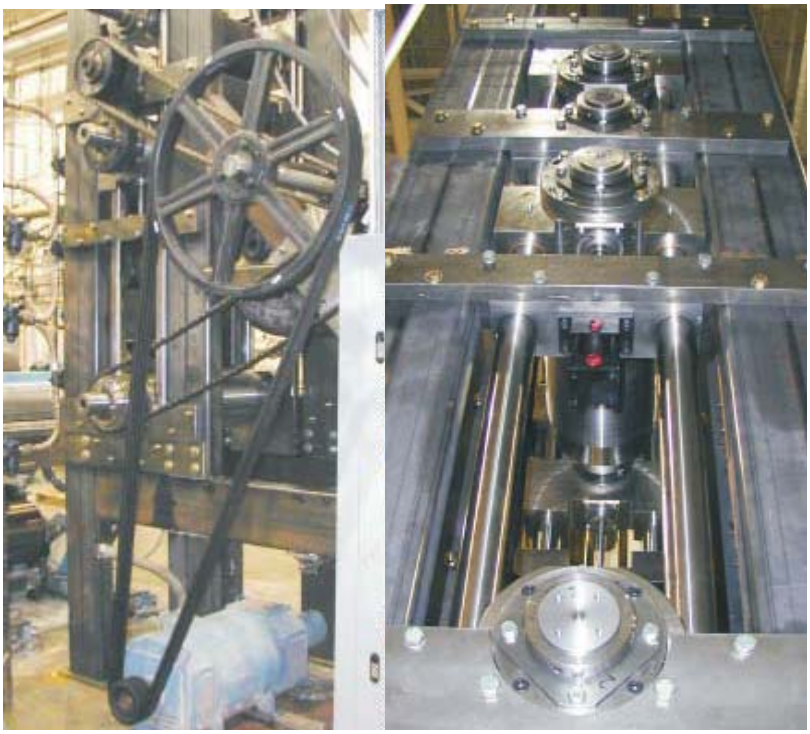
รูปที่ 4.11 Cross Section Multiport dryer

5. The Lateral Corrugators

การผลิตกล่องลูกฟูกในปัจจุบัน ถูกผลิตโดยมีการวางทิศทางการรับน้ำหนักให้ตั้งฉากกับทิศทางแนวขนานของเครื่องผลิต (Machine Direction: MD) หรือแนวเกรน (Grain Direction) ความต้านทานแรงอัด (Compressive Strength) ของแนวขนานเครื่อง จะมีมากกว่าแนวขวางเครื่อง (Cross Direction, CD) หรือแนวขวางเกรน (Cross-grain Direction) เนื่องจากกระดาษมีลักษณะที่เป็น non-isotropic กล่าวคือจากการเรียงตัวของเส้นใยในกระดาษทั้งสองแนวมีความแตกต่างกัน จึงมีผลให้สมบัติของกระดาษทั้งสองแนวแตกต่างกันด้วย จากการที่ทิศทางของเส้นใยเรียงตัวในแนวขนานเครื่องมากกว่าแนวขวางเครื่อง ทำให้คุณสมบัติทางเชิงกลของกระดาษทั้งสองแนวแตกต่างกัน (Paper Anisotropy) การตรวจสอบแนวขนานเครื่อง (MD) ของกระดาษมีความสำคัญมาก ในขั้นตอนการนำกระดาษไปแปรรูป ยกตัวอย่างเช่น การหักพับ เซาะร่อง สามารถทำได้ง่ายในแนวขนานเครื่อง (MD) และค่าความทรงรูปในแนวขนานเครื่อง (MD) ที่สูงกว่า มีประโยชน์ในการออกแบบแฟ้ม หรือบรรจุภัณฑ์ต่างๆ

Lateral Corrugators ได้ถูกพัฒนาโดยการเพิ่มความต้านทานแรงอัด (Compressive Strength) โดยการทำลอนให้ตรง (Aligning Corrugations) กับแนวขนานเครื่องกับกระดาษผิวกล่อง (Linerboard MD) ซึ่งรูปทรงนี้จะสามารถเพิ่มความต้านทานแรงอัดได้ 30% และยังสามารถใช้เส้นใยน้อยลงกว่าแบบเดิม 15% ที่ความแข็งแรงเท่าเดิม และเมื่อใช้เทคโนโลยีนี้ในการผลิตแล้วจะสามารถทำให้ใช้เกรดกระดาษบางลงได้เมื่อต้องการความต้านทานแรงอัดเท่าเดิม จึงทำให้สามารถลดต้นทุนของวัตถุดิบลงได้ นอกจากนี้ยังสามารถลดพลังงานในการอบแห้ง (Drying Energy) ลดการตัดขอบทิ้งของแผ่นลูกฟูกลงได้ ต้นทุนในการลงทุนและค่าใช้จ่ายการดำเนินงานคาดว่าจะใกล้เคียงกับ เครื่องผลิตกระดาษลูกฟูก (Corrugators) แบบเดิม

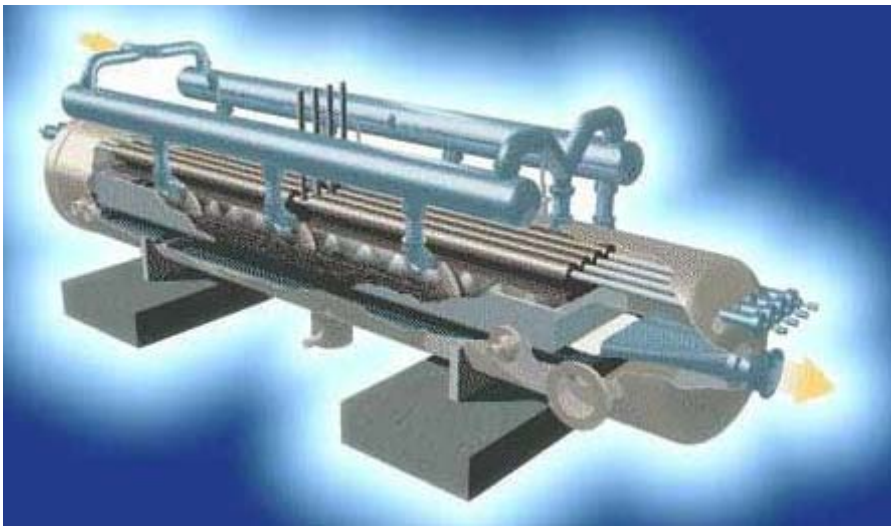
รูปที่ 4.12 Lateral Corrugator



รูปที่ 4.13. ระบบควบคุมมอเตอร์ของ Lateral Corrugator Drive System (ซ้าย) และ Lateral Corrugator Roll Stack (ขวา)

6. Steam Cycle Washer for Unbleached Pulp

ขั้นตอนการล้างเยื่อกระดาษเป็นขั้นตอนหนึ่งของการผลิตเยื่อกระดาษทั้งที่เป็นแบบกึ่งเคมี และแบบเคมี ในขั้นตอนนี้ของเหลวจากการต้มเยื่อ (Cooking) จะถูกล้างแยกออกจากเยื่อ ของเหลวนั้นประกอบด้วย สารเคมี ลิกนิน และส่วนประกอบอื่นของเส้นใย ของเหลวที่ได้นี้เรียกว่าของเหลวดำ (Black Liquor) ซึ่งจุดประสงค์ในการล้างเยื่อ คือ ล้างของเหลวดำออกจากเยื่อ และลดการใช้สารเคมีในขั้นตอนการผลิตถัดไป และนำสารเคมีกลับมาใช้ใหม่ในขั้นตอนการต้มเยื่ออีกครั้ง สำหรับโรงงานผลิตเยื่อกระดาษขนาดใหญ่จะมีการติดตั้งระบบการนำสารเคมีกลับคืน (Chemical Recovery Plant) วิธีการล้างเยื่อกระดาษแบบ Steam Cycle หรือ SC นี้เป็นวิธีการใหม่และได้มีการนำไปใช้ในหลายโรงงานที่เป็นโรงงานต้นแบบ เป็นวิธีการล้างเยื่อกระดษที่มีการใช้พลังงานต่ำลง เยื่อกระดาษที่ได้มีคุณภาพดีขึ้น และไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เทคโนโลยีนี้ช่วยลดพลังงานไฟฟ้าได้ถึง 21 % สำหรับการผลิตเยื่อกระดาษที่ไม่ฟอก (Unbleached) และลดภาระการกลายเป็นไอ (Evaporation Load) ได้ถึง 50% ซึ่งเป็นการลดการใช้เชื้อเพลิงลงได้ 40 % สำหรับการผลิตเยื่อกระดาษที่ไม่ฟอก นอกจากนั้นยังช่วยลดการใช้น้ำสะอาดได้ถึง 45 % เครื่องล้างเยื่อกระดาษแบบ SC ได้ถูกออกแบบเพื่อการรีดน้ำ และล้างเยื่อโดยใช้การล้างด้วยไอน้ำแบบกระแสสวนทางภายใต้แรงดันที่ต่างกัน กระบวนการจะเกิดขึ้นภายในถังรักษาแรงดันที่สามารถสร้างแรงดันไอน้ำได้สูงถึง 8 บาร์ ระบบที่ออกแบบสามารถลดปริมาณการใช้น้ำลงได้ 70-75% เนื่องจากสามารถทำให้เยื่อเป็นแผ่นบางและล้างได้ที่ความเข้มข้นสูง (High Consistency) ที่ 28 – 32% จึงเป็นการช่วยลดการใช้พลังงานของปั๊มน้ำในการปั๊มน้ำกลับมาใช้สำหรับการล้างเยื่อ



รูปที่ 4.14 Steam Cycle Washer

4.2 แนวทางการสนับสนุนอุปกรณ์ประสิทธิภาพสูงในอุสาหกรรมกระดาษ

การนำเครื่องจักรอุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาสูง เข้ามาใช้ในอุตสาหกรรมกระดาษนั้นจะสามารถช่วยให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานได้ แต่การผลักดันให้มีเปลี่ยนจากอุปกรณ์ที่มีอยู่เดิม ซึ่งมีประสิทธิภาพต่ำไปเป็นแบบที่มีประสิทธิภาพสูงนั้นยังมีปัญหาอุปสรรคอยู่หลายประการ ได้แก่

- **ปัญหาและอุปสรรคด้านการเงิน ด้านราคาและด้านการตลาด**
  อุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพการใช้พลังงานสูงมักจะมีราคาสูง ทำให้โรงงานไม่เลือกใช้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งโรงงานที่มีเงินลงทุนไม่มากนัก มีแนวโน้มที่จะเลือกใช้อุปกรณ์ที่มีราคาถูกเป็นหลัก
- **ปัญหาและอุปสรรคด้านนโยบายและการจัดการของโรงงาน**
  ปัญหาและอุปสรรคทางด้านนโยบายและการจัดการของโรงงานก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่จะทำให้มีการนำอุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพสูงมาใช้ในโรงงานได้หรือไม่ ในหลายๆ โรงงานหากนั้นอุปกรณ์ที่ใช้อยู่ไม่มีการชำรุดเสียหาย การที่จะซื้ออุปกรณ์ใหม่ที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้นมาทดแทนจะทำได้ยาก และในกรณีที่มีอุปกรณ์เกิดการชำรุดเสียหาย หรือหมดสภาพการใช้งาน แนวทางแรกที่ทางโรงงานหลายๆโรงงานจะเลือกปฏิบัติคือ การนำอุปกรณ์นั้นๆไปซ่อมแซมเพื่อให้สามารถนำกลับมาใช้งานได้อีกครั้ง ซึ่งแนวทางดังกล่าวเป็นแนวทางที่สามารถตัดสินใจในการปฏิบัติได้ง่ายและรวดเร็วกว่าการพิจารณาจัดซื้อหาอุปกรณ์ใหม่ ซึ่งกรณีที่มีการตัดสินใจเลือกซื้อหาอุปกรณ์ใหม่แทนการซ่อมแซมนั้นก็มีแนวโน้มที่จะต้องเร่งการตัดสินใจโดยเร็วเพื่อให้งานไม่สะดุดหยุดลง

  ดังนั้นการที่อุปกรณ์ชนิดใหม่ๆที่มีประสิทธิภาพทางด้านพลังงานที่ดีนั้น จะสามารถนำมาใช้ภายในโรงงานได้ ก็ขึ้นอยู่กับนโยบายในการจัดซื้อจัดหาอุปกรณ์ใหม่ของโรงงานด้วย ซึ่งถ้าโรงงานเห็นความสำคัญ และตระหนักในเรื่องของการอนุรักษ์พลังงานก็ควรมีนโยบายที่ชัดเจนในเรื่องเหล่านี้ และควรมีการวางแผนในการซ่อมบำรุงรักษา หรือการเปลี่ยนอุปกรณ์ต่างๆซึ่งการที่มีการวางแผนที่ดีจะทำให้มีเวลาในการศึกษาและพิจารณา ถึงอุปกรณ์ต่างๆ มากยิ่งขึ้น
- **ปัญหาและอุปสรรคอื่นๆ**

การเข้าถึงข้อมูลของอุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพทางด้านพลังงาน หรือการเผยแพร่ข้อมูลของอุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพนั้นยังมีน้อยเกินไป ผู้ซื้อจึงไม่มีข้อมูลในการพิจารณาตัดสินใจ เนื่องจากยังไม่แน่ใจในประสิทธิภาพของอุปกรณ์และเทคโนโลยีใหม่ๆ การขาดแนวทางและการส่งเสริมองค์ความรู้ในด้านต่างๆของเทคโนโลยี

4.2.1 มาตรการแก้ไขปัญหาและแนวทางการส่งเสริมการใช้เครื่องจักรอุปกรณ์ประสิทธิภาพการใช้พลังงานสูง

- **การช่วยเหลือสนับสนุนทางด้านการเงิน**

การช่วยเหลือสนับสนุนทางด้านการเงิน อาทิเช่น เงินกู้ดอกเบี้ยต่ำ ให้กับโรงงานที่ต้องการจะเปลี่ยนอุปกรณ์ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น หรือมีการลดภาษีอุปกรณ์ประสิทธิภาพสูง ที่นำเข้ามาจากต่างประเทศ เป็นต้น ในกรณีที่การปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ต้องใช้เงินลงทุนสูงนั้น อีกแนวทางหนึ่งที่อาจช่วยแก้ปัญหาในเรื่องการลงทุนได้คือ การใช้ธุรกิจบริษัทจัดการพลังงาน (ESCO) ซึ่งจะเข้ามาช่วยทางโรงงานได้ โดยการหาแหล่งเงินกู้ให้พร้อมทั้งมีมีการรับประกันผลประหยัดที่จะได้จากการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์เหล่านั้นอีกด้วย

- **การประชาสัมพันธ์เผยแพร่ข้อมูลข่าวสาร**

ควรมีการประชาสัมพันธ์เผยแพร่ข้อมูลข่าวสารของอุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพทางด้านพลังงานสูง ให้มีความแพร่หลาย มากยิ่งขึ้น

- **สร้างเครือข่ายความร่วมมือ**

ควรสร้างให้เกิดความร่วมมือกันระหว่างองค์กรภาครัฐ และภาคเอกชน ซึ่งจะทำให้เกิดการประสานความร่วมมือกันในการหาหนทางช่วยเหลือสนับสนุน การสร้างเครือข่ายความร่วมมือกันจะทำให้ภาครัฐทราบปัญหาที่แท้จริงของภาคเอกชน ได้ทราบว่าภาคเอกชนต้องการสิ่งใด ภาครัฐควรมีมาตรการในการสนับสนุนช่วยเหลืออย่างไรบ้าง เช่นการจัดสัมมนาเฉพาะอุตสาหกรรม เพื่อศึกษาถึงความต้องการการอนุรักษ์พลังงานของโรงงานต่างๆ ในอุตสาหกรรมซึ่งจะตรงตามวัตถุประสงค์และความต้องการของโรงงาน

- **การมีโครงการนำร่องในอุปกรณ์และเทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพทางด้านพลังงานที่มีสนันสนุน**

การที่มีโครงนำร่องให้โรงงานศึกษานั้น เพื่อเพิ่มความมั่นใจให้โรงงานได้ตัดสินใจในการใช้อุปกรณ์และเทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพด้านพลังงานได้รวดเร็วขึ้น และทางโรงงานเองก็สามารถให้บุคลากรของโรงงานได้ฝึกฝนทางเทคนิคต่างๆ ของโครงการนำร่อง เพื่อเรียนรู้และสามารถพัฒนาต่อยอดได้เอง