บทที่ 5
มาตรการที่มีศักยภาพจากการเข้าสำรวจอุตสาหกรรมกระดาษ

ในหัวข้อนี้ได้นำเสนอแนวทางการอนุรักษ์พลังงานในโรงงานอุตสาหกรรมประเภทอุตสาหกรรมกระดาษ โดยเป็นแนวทางการอนุรักษ์พลังงานที่มีศักยภาพในการอนุรักษ์พลังงาน โดยจำแนกแนวทางการอนุรักษ์พลังงานเป็นลักษณะ 2 รูปแบบ คือ แนวทางการอนุรักษ์พลังงานในรูปแบบการจัดการการใช้งานให้เกิดประสิทธิภาพ และแนวทางการอนุรักษ์พลังงานประเภทที่ต้องลงทุนหรือดัดแปลงอุปกรณ์

1. แนวทางการอนุรักษ์พลังงานประเภทจัดการการใช้งาน

1.1 การจัดการใช้เครื่องกวนเยื่อแผนกเตรียมเยื่อ

1.2 การจัดการใช้เครื่องบดเยื่อ (Refiner)

1.3 การจัดการใช้มอเตอร์หรือปั๊มต่างๆ

1.4 การจัดการการใช้หม้อไอน้ำ

2. แนวทางการอนุรักษ์พลังงานประเภทมีการลงทุนหรือดัดแปลงอุปกรณ์

2.1 แนวทางการอนุรักษ์พลังงานในระบบไฟฟ้า

2.2 แนวทางการอนุรักษ์พลังงานในระบบไอน้ำ

5.1 แนวทางการอนุรักษ์พลังงานประเภทจัดการการใช้งาน

ในอุตสาหกรรมกระดาษพบการสูญเสียพลังงาน ส่วนหนึ่งเกิดจากการใช้งานที่ผิดวิธี การใช้อุปกรณ์ไม่เหมาะสมกับโหลด กับอุปกรณ์ ดังนี้

5.1.1 การจัดการใช้เครื่องกวนเยื่อแผนกเตรียมเยื่อ

โรงงานประเภทโรงเยื่อ,กระดาษพิมพ์เขียน,กระดาษอนามัย,กระดาษคราฟท์ จะต้องใช้เยื่อเป็นวัตถุดิบในการผลิต การเตรียมวัตถุดิบ(การเตรี่ยมเยื่อ) จะมีถังพักเยื่อ เพื่อเตรียมเยื่อที่จะนำไปใช้งานต่อไป ซึ่งในถังพักเยื่อจะมีอุปกรณ์กวนเยื่อเพื่อให้เยื่อผสมหรือเข้ากันได้ดี

รูปที่ 5.1 เครื่องกวนเยื่อในถังพักเยื่อ

การทำงานของชุดกวนเยื่อในถังจะถูกออกแบบให้การกวนเยื่อทำงานตลอดเวลาซึ่งส่วนใหญ่แล้วการเข้ากันของเยื่อจะได้มาตรฐานอยู่แล้ว หากมีการหยุดการกวนบ้างคุณภาพเยื่อก็ยังคงอยู่ในมาตรฐาน และมีบางช่วงเวลาที่น้ำเยื่อมีน้อยสามารถหยุดการกวนลงได้ แนวทางการจัดการใช้งานของเครื่องกวนเยื่อคือ ในช่วงเวลาที่มีการส่งจ่ายเยื่อเข้ากระบวนการต่อไป สามารถหยุดการกวนลงได้ หรือในช่วงที่ปั๊มน้ำเยื่อหยุดทำงานก็สามารถหยุดการกวนเยื่อลงได้ แต่ทั้งนี้ควรตั้งเวลาการกวนหากมีการหยุดนานเกินไป ดังนั้นควรทำการศึกษาและทดลองหยุดการเดินการกวนเยื่อลงเพื่อให้เกิดการประหยัดพลังงานของมอเตอร์กวนเยื่อลง ตัวอย่างโรงงานแห่งหนึ่งที่ได้ดำเนินมาตรการหยุดการทำงานของมอเตอร์กวนเยื่อเมื่อกวนเข้าได้ที่ และช่วงที่ส่งจ่ายเยื่อไปยังกระบวนการต่อไป สามารถลดการใช้พลังงานลงได้กว่า 60,000 kWh/ปี

5.1.2 การจัดการใช้เครื่องบดเยื่อ (Refiner)

รูปที่ 5.2 เครื่องบดเยื่อ (Refiner)

โรงงานประเภทโรงเยื่อ,กระดาษพิมพ์เขียน,กระดาษอนามัย,กระดาษคราฟท์จะมีเครื่องบดเยื่อ (Refiner) ทำหน้าในการบดเยื่อเพื่อให้ได้ขนาดตามต้องการก่อนที่จำนำเยื่อที่ได้ไปแปรรูปเป็นกระดาษต่อไป เครื่องบดเยื่อส่วนใหญ่ในแต่ละโรงงานจะมีหลายชุดที่พบเห็นทั่วไปมีตั้งแต่ขนาด 300 kW จนถึง 1 MW การใช้งานเครื่อง Refiner ส่วนใหญ่จะเปิดใช้งานทุกชุดซึ่งจากการตรวจสอบพบว่า เครื่องบดเยื่อแต่ละชุดรับโหลดน้อย หรือคุณภาพเยื่อที่ได้สูงกว่ามาตรฐานมาก สาเหตุเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงปริมาณการผลิตที่น้อยลงทำให้โหลดการบดน้อยลงตาม หรือการออกแบบใช้งานเผื่อไว้มากทำให้โหลดของ Refiner แต่ละตัวน้อย และยังพบว่าคุณภาพเยื่อที่ได้สูงกว่ามาตรฐานมากเนื่องจากเครื่อง Refiner ทำงานหลายชุดทำให้คุณภาพเยื่อที่ได้สูง ดังนั้นแนวทางการอนุรักษ์พลังงานของเครื่องบดเยื่อคือการลดการเดินเครื่องบดเยื่อบางชุดลง เพื่อให้เครื่องที่เหลือรับโหลดเต็มที่ หรือเพื่อให้คุณภาพเยื่อไม่สูงกว่ามาตรฐานมาก ดังนั้นโรงงานจึงควรให้ความสำคัญกับเครื่อง Refiner โดยทำการศึกษา ตรวจวัดโหลดการทำงานของเครื่อง Refiner หากพบว่ามีโหลดน้อย หรือคุณภาพเยื่อสูงกว่ามาตรฐานอยู่แล้วให้ทดลองดับ Refiner บางตัวลง ตัวอย่างในกระบวนการเตรียมเยื่อ (Refiner 900 kW) เปิดใช้งานตลอดเวลา จากการสำรวจการใช้งานเครื่อง Refiner ของทางโรงงานพบว่าเยื่อกระดาษบางเกรดนั้นคุณภาพของเยื่อเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในกระบวนการผลิตต่อไปได้แล้ว จึงสามารถลดการใช้งานเครื่อง Refiner กับกระดาษบางเกรดได้ซึ่งมาตรการดังกล่าวสามารถประหยัดพลังงานลงได้ 945,000 kWh/ปี เนื่องจาก Refiner เป็นอุปกรณ์ใช้พลังงานมาก จึงควรให้ความสนใจในการจัดการใช้งานให้เกิดประโยชน์สูงสุด

5.1.3 การจัดการใช้มอเตอร์หรือปั๊มต่างๆ

- การจัดการใช้งาน Hydra pulper pump

  ในโรงงานประเภทโรงเยื่อจะมีแผนกเตรียมเยื่อดิบ(ไม้ที่ผ่านการสับละเอียดหรือชานอ้อย) ซึ่งในแผนกจะมีกระบวนการทำความสะอาดสิ่งสกปรกที่ติดมากับไม้หรือชานอ้อย เช่น ทราย ในกระบวนการล้างจะมีปั๊ม (Hydra pulper pump) เป็นตัวขนถ่ายในการล้างทำความสะอาด ซึ่งส่วนใหญ่ปั๊มจะมีหลายชุด

รูปที่ 5.3 ปั๊มขนถ่ายชานอ้อยในการล้างทำความสะอาด (Hydra pulper pump)

การใช้งาน Hydra pulper pump ส่วนใหญ่จะเปิดใช้งานหลายชุดพร้อมๆกัน ปัญหาที่พบคือ โหลดของปั๊มดังกล่าวน้อย เนื่องจากปริมาณวัตถุดิบน้อยลง และมีบางช่วงมีวัตถุดิบเข้ามาน้อยเนื่องจากการผลิตไม่สมาเสมอทำให้ปั๊มมีโหลดการทำงานน้อย แนวทางการแก้ไขคือ การตรวจสอบโหลดการทำงานจริงของ Hydra pulper pump ว่ามีโหลดมากน้อยแค่ไหนหากมีโหลดน้อยสามารถดับ Hydra pulper pump บางตัวลงได้เพื่อให้เครื่องที่เหลือรับโหลดมากขึ้น หรือมีช่วงไหนมีโหลดน้อยก็ทำการดับ Hydra pulper pump บางชุดลง ตัวอย่างโรงงานประเภทโรงเยื่อแห่งหนึ่งมีปั๊มดังกล่าวใช้งาน 3 (ตัวละ 150 kW) ชุด ทำงานทุกตัว แต่จากการสำรวจพบว่าโหลดแต่ละตัวมีน้อยจึงทำการลดการใช้งานลง 1 ตัว พบว่าสามารถลดการใช้พลังงานลงได้กว่า 1.3 ล้าน kWh/year ซึ่งพบว่าเป็นพลังงานที่สามารถประหยัดได้สูงมาก ดังนั้น โรงงานควรให้ความสำคัญกับ Hydra pulper pump เพื่อให้เกิดการใช้พลังงานที่คุ้มค่ามากที่สุด

- การใช้งานในระบบหล่อเย็นของเครื่องจักร
  ในโรงงานกระดาษเช่น โรงเยื่อ โรงกระดาษพิมพ์เขียน หรือกระดาษคราฟท์ จะมีหอผึ่งน้ำเพื่อรับความร้อนจากโรงงานมาถ่านเทสู่บรรยากาศ การใช้เช่น หล่อเย็นเครื่องจักร หล่อเย็นระบบทำความเย็น,ชุด Evaporator หรือใน recovery boiler ซึ่งในระบบระบายความร้อนจะมีหอผึ่งน้ำ

รูปที่ 5.4 หอผึ่งน้ำหล่อเย็นเครื่องจักร

หอผึ่งน้ำส่วนใหญ่ในโรงงานจะมีใช้งานหลายชุด การเปิดใช้งานการใช้ส่วนใหญ่จะเปิดใช้งานไว้หลายๆชุดเช่นกัน ซึ่งบางครั้งโหลดการระบายความร้อนของหอผึ่งน้ำจะน้อยเมื่อเทียบกับความสามารถในการระบายความร้อนของหอผึ่งน้ำที่เปิดใช้งานอยู่ทำได้ ทำให้หอผึ่งน้ำแต่ละชุดรับโหลดน้อย หรือการระบายความร้อนได้อุณหภูมิที่ต่ำกว่ามาตรฐานของโรงงานที่ตั้งไว้หรือการระบายความร้อนสามารถเพิ่มอุณหภูมิสูงขึ้นอีกได้ ดังนั้นแนวทางการอนุรักษ์พลังงานคือ ตรวจสอบโหลดการทำงานของหอผึ่งน้ำ หากมีโหลดน้อยตรวจสอบว่าหากดับหอผึ่งน้ำบางชุดลงจะมีผล หรือยอมรับได้หรือไม่ ดังตัวอย่างโรงงานที่ได้ดำเนินมาตรการลดการเดินหอผึ่งน้ำลง โดยโรงงานมีหอผึ่งน้ำ 5 ชุด จากการตรวจสอบพบว่า สามารถลดการเดินลงได้ 1 ชุด ซึ่งผลกระทบที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับการระบายความร้อน จากการปล่อยให้เครื่องจักรทำงานปกติ ปรากฏว่าไม่มีผลต่อการทำงานหรือผลกระทบต่อผลิตภัณฑ์ ซึ่งจากมาตรการดังกล่าวสามารถประหยัดพลังงานลงได้กว่า 54,000 kWh/year ดังนั้นโรงงานควรตรวจสอบการทำงานของระบบระบายความร้อนว่าทำงานเหมาะสมกับโหลดหรือไม่ หรือสามารถปรับเพิ่มอุณหภูมิการหล่อเย็นได้หรือไม่

5.1.4 การจัดการการใช้หม้อไอน้ำ

- การลดความดันในการผลิตไอน้ำ

ในโรงงานอุตสาหกรรมกระดาษจะมีหม้อไอน้ำใช้เพื่อผลิตไอน้ำไปใช้ในกระบวนการต่างๆ การใช้งานหม้อไอน้ำพบว่า หลายโรงงานมีการตั้งความดันการผลิตไอน้ำไว้สูงกว่าความดันที่ใช้งานจริงในกระบวนการมาก เนื่องจากการผลิตไอน้ำเผื่อความดันตกในระบบส่งจ่าย โดยปกติแล้วเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ใช้ไอน้ำจะถูกออกแบบให้ใช้งานที่อุณหภูมิ หรือความดันต่างๆ ดังนั้นการผลิตไอน้ำไม่ควรสูงกว่าความดันหรืออุณหภูมิใช้งานของเครื่องจักรมาก เนื่องจากการผลิตไอน้ำที่ความดันยิ่งสูงจะต้องใช้พลังงานมากขึ้น

- การปรับอากาศส่วนเกินของหม้อไอน้ำ

การเผาไหม้ของหม้อไอน้ำ สำหรับเชื้อเพลิงแต่ละประเภทจะต้องการปริมาณอากาศแตกต่างกัน หากใช่อากาศน้อยเกินไปจะทำให้มีเชื้อเพลิงบางส่วนไม่เกิดการเผาไหม้ แต่หากใช้อากาศมากเกินไป จะทำให้เกิดการพาความร้อนออกทางปล่องมากขึ้น ดังนั้นจึงต้องทำการตรวจสอบการเผาไหม้และปรับตั้งการเผาไหม้ให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานอยู่เสมอ ตัวอย่างโรงงานแห่งหนึ่งใช้หม้อไอน้ำแบบใช้น้ำมันเตา C เป็นเชื้อเพลิง ตรวจวัดไอเสียพบปริมาณ O_2 ในไอเสีย 7.8% ซึ่งสูงเกินไปสำหรับการใช้เชื้อเพลิงน้ำมันเตา จึงทำการปรับตั้งใหม่คงเหลือ 4% สามารถประหยัดน้ำมันเตาลงได้ 60,000 ลิตร/ปี

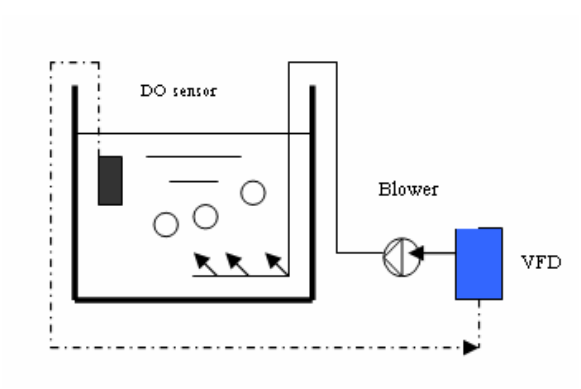
- เปลี่ยนเชื้อเพลิงจากน้ำมันเตาเป็น Cracker Bottom

Cracker Bottom นั้นเป็นผลพลอยได้จากการผลิตด้านปิโตรเคมี มีค่าความร้อนสูงกว่าน้ำมันเตา และมีราคาที่ถูกกว่า ดังนั้นสามารถนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงแทนน้ำมันเตาได้ จากการทดลองใช้งานของโรงงานแห่งหนึ่ง โรงงานได้มีการทดลองใช้เบื้องต้นพบว่าสามารถนำมาใช้แทนในส่วนของน้ำมันเตาได้เลย โดยไม่ต้องมีการปรับเปลี่ยนระบบใดๆ ของตัว Boiler เช่นหัวพ่นเชื้อเพลิง ซึ่งจากการทดลองใช้พบว่า ทางโรงงานใช้ Cracker Bottom จำนวนน้อยลงกว่าเมื่อเทียบกับน้ำมันเตาที่ใช้แต่เดิม เนื่องจากตัว Cracker Bottom ให้พลังงานความร้อนที่สูงกว่า รวมไปถึง ปัญหาด้านมลพิษก็ยังอยู่ในระดับที่ทางโรงงานรับได้ ซึ่งจากกมาตรการดังกล่าวสามารถลดน้ำมันเตาลง 38,000 ลิตร/ปี (15 บาท/ลิตร)

5.2 แนวทางการอนุรักษ์พลังงานประเภทที่ต้องลงทุนหรือดัดแปลงอุปกรณ์

5.2.1 การติดตั้งอุปกรณ์ปรับความเร็วรอบมอเตอร์

มอเตอร์ที่ใช้งานในโรงงานอุตสาหกรรมกระดาษบางส่วนจะมีโหลดที่ไม่คงที่ กรณีโหลดน้อยจะทำให้ประสิทธิภาพมอเตอร์ต่ำลง ดังนั้นแนวทางการอนุรักษ์พลังงานคือการติดตั้งอุปกรณ์เพื่อควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์สามารถลดการใช้พลังงานลงได้ ตัวอย่างกรณีการติดตั้งความเร็วรอบที่เกิดขึ้นในอุตสาหกรรมกระดาษ เช่น การปรับความเร็วรอบของเครื่องล้างสิ่งสกปรก (Primary screen) การควบคุม IDF ของหม้อไอน้ำ การควบคุมเครื่อง



การปรับความเร็วรอบของ Blower **ปรับความเร็วรอบ cutter blower**

รูปที่ 5.5 ตัวอย่างการใช้อุปกรณ์ปรับความเร็วรอบของ Blower และใน cutter blower

5.2.2 การใช้มอเตอร์ให้เหมาะสมกับโหลด

แนวทางการอนุรักษ์พลังงานอีกทางหนึ่งของมอเตอร์ คือ การเลือกใช้มอเตอร์ให้เหมาะสมกับโหลด หากพบว่าโหลดของมอเตอร์น้อยควรทำการสับเปลี่ยนมอเตอร์ให้เหมาะสมกับโหลด ตัวอย่างการใช้มอเตอร์ของเครื่องบอเยื่อ (Refiner) จากการตรวจสอบการใช้พลังงานพบว่า มอเตอร์ทำงานเพียง 25% ของค่าพิกัดจึงทำการเปลี่ยนขนาดมอเตอร์ลงทำให้ลดการใช้พลังงานลงได้ 268,000 kWh/ปี การลงทุนประมาณ 900,000 บาท

5.2.3 การเปลี่ยนมาใช้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูง

ปัจจุบันมอเตอร์ไฟฟ้ามีเทคโนโลยีที่ทำให้การสูญเสียพลังงานในมอเตอร์ลดลง หรือเรียกว่ามอเตอร์ประสิทธิภาพสูง ซึ่งการเปลี่ยนมาใช้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูงทำให้มอเตอร์ใช้พลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

5.3 แนวทางการอนุรักษ์พลังงานในระบบความร้อน

5.3.1 การหุ้มฉนวนอุปกรณ์ความร้อนต่างๆ

อุปกรณ์ความร้อนต่างๆ เช่นระบบส่งจ่ายไอน้ำ และในอุปกรณ์หรือเครื่องจักรควรทำการหุ้มฉนวนเพื่อลดความร้อนสูญเสีย เครื่องจักรที่พบ เช่น เครื่องทำลอนกระดาษ ในกระบวนการทำลอนกระดาษลูกฟูก แผ่นลูกฟูกจะผ่านการให้ความร้อนโดยการสัมผัสกับแผ่นความร้อนหรือ Hot Plate เพื่อให้กระดาษแห้งเพื่อส่งต่อไปยังกระบวนการพิมพ์ต่อไป การสูญเสียความร้อนที่สำคัญคือด้านล่างของ Hot plate จากการสำรวจพบว่าส่วนใหญ่ไม่มีการ

รูปที่ 5.6 Hot plate ซึ่งพื้นที่ด้านล่างไม่มีการหุ้มฉนวนกันความร้อน

5.3.2 การนำคอนเดนเสทมาใช้งาน

คอนเดนเสทเป็นน้ำที่มีอุณหภูมิสูง และมีศักยภาพในการนำพลังงานที่มีมาใช้งานได้ จากการสำรวจพบว่ายังมีหลายโรงงานไม่มีการนำคอนเดนเสทมาใช้งาน หรือมีการนำมาใช้งานน้อย ซึ่งอาจเนื่องมาจากคอนเดนเสทสกปรกไม่สามารถนำมาใช้ได้โดยตรง ซึ่งคอนเดนเสทส่วนใหญ่อุณหภูมิสูงหากสามารถนำความร้อนจากคอนเดนเสทมาใช้ได้จะสามารถประหยัดพลังงานลงได้ ซึ่งสามารถนำมาใช้ได้โดยตรง เช่น นำมาป้อนหม้อไอน้ำ หรือนำมาใช้โดยทางอ้อม เช่น นำมาผ่านเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนให้กับน้ำป้อนหม้อไอน้ำ ตัวอย่างโรงงานมีการปรับปรุงระบบคอนเดนเสทให้มีการใช้งานมากขึ้นโดยการนำคอนเดนเสทป้อนเข้าหม้อไอน้ำโดยตรงที่อัตราการไหล 2.5 ตัน/ชม.อุณหภูมิ 160 C สามารถลดการใช้น้ำมันเตาลงได้ 168,000 ลิตร/ปี (15 บาท/ลิตร) ลงทุนประมาณ 1.8 ล้านบาท ระยะเวลาการคืนทุน 0.7 ปี