บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับหม้อไอน้ำและการสันดาป

โรงงานน้ำตาลใช้หม้อไอน้ำแบบท่อน้ำ (Water Tube Boilers) ซึ่งคือหม้อไอน้ำชนิดที่ให้น้ำที่ต้องการต้มอยู่ภายในท่อที่ทำด้วยโลหะ ซึ่งเป็นสื่อความร้อนที่ดี ส่วนแก๊สที่ได้จากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงอยู่ภายนอกรอบๆ ท่อน้ำ ส่วนประกอบที่สำคัญของหม้อไอน้ำประเภทนี้คือดรัม ซึ่งหมายถึงถังเก็บน้ำรูปทรงกระบอกในหม้อไอน้ำ และท่อน้ำซึ่งต่ออยู่กับดรัม ทำหน้าที่เป็นสวนรับความร้อนจากแก๊สที่ได้จากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง และถ่ายเทความร้อนให้กับน้ำซึ่งไหลวนอยู่ภายในท่อน้ำนี้ ความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้เกิดเนื่องจากปฏิกิริยาทางเคมีของเชื้อเพลิง ซึ่งกล่าวในหัวข้อถัดไป

2.1.1 การสันดาป

การสันดาปคือปฏิกิริยาเคมี ซึ่งเกิดขึ้นจากการรวมตัวกันของออกซิเจนเข้ากับสารใดๆ ซึ่งให้ความร้อนออกมาอย่างมากมาย สำหรับการสันดาปของเชื้อเพลิงคือการรวมตัวของออกซิเจนกับคาร์บอน ไฮโดรเจน และสารประกอบไฮโดรคาร์บอนอื่นๆ ในเชื้อเพลิง

เชื้อเพลิงที่โรงงานน้ำตาลใช้นั้น ได้มาจากชานอ้อย ซึ่งมีส่วนประกอบเป็นเส้นใย และน้ำ ซึ่งน้ำคงมีอยู่ประมาณ 50% ชานอ้อยในส่วนที่เป็นเส้นใยจะมีส่วนประกอบของคาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน ไนโตรเจน ซัลเฟอร์ และสิ่งเจือปนอื่นๆ ส่วนประกอบเหล่านี้จะเป็นตัวบ่งชี้ว่าเมื่อเกิดการสันดาป ชานอ้อยจะให้พลังงานออกมามากน้อยเพียงใด โดยสามารถวัดได้เป็นค่าความร้อนของชานอ้อย

2.1.2 **ค่าความร้อนของซานอ้อย** (Calorific Value)

ค่าความร้อนของซานอ้อย ขึ้นอยู่กับพลังงานความร้อนที่ปล่อยออกมาในระหว่างการเผาไหม้ของเส้นใยซานอ้อย ซึ่งมีความสัมพันธ์กับส่วนประกอบของซานอ้อย และเงื่อนไขของการเผาไหม้ ซึ่งจะมีค่าความร้อนที่เกี่ยวข้องอยู่ 3 ประเภทคือ

2.1.2.1 ค่าความร้อนทั้งหมด (Gross Calorific Value) สมาคมมาตราฐานการทดสอบวัสดุแห่งสหรัฐอเมริกา (ASTM) ได้ให้คำจำกัดความว่าคือ "ค่าความร้อนทั้งหมดของการเผาไหม้ในออกซิเจนคาลอรี่มิเตอร์ด้วยอุณหภูมิสุดท้าย 20-35 องศาเซลเซียส ได้ขี้เถ้า น้ำ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และไนโตรเจน" โดยทั่วไปค่าที่ยอมรับสำหรับซานอ้อยที่สะอาดและแห้งคือ 19,420 กิโลจูลต่อกิโลกรัม

2.1.2.2 ค่าความร้อนสุทธิ (Net Calorific Value) คือค่าความร้อนทั้งหมดลบด้วยความร้อนที่ทำให้น้ำในซานอ้อยกลายเป็นไอ

2.1.2.3 ค่าความร้อนจริง (Actual Calorific Value) คือค่าความร้อนสุทธิลบค่าความร้อนที่ให้กับอากาศของหม้อไอน้ำ[7]

ส่วนสำคัญที่จะทำให้ค่าความร้อนของซานอ้อยลดลงไปนั่นคือน้ำหรือความชื้นที่มีอยู่ในซานอ้อย เนื่องจากจะทำให้ต้องมีการทำใช้พลังงานเพื่อทำให้น้ำมีอุณหภูมิสูงขึ้นไปด้วยในระหว่างการเผาไหม้

ปัจจุบันซานอ้อย 1 ตันที่แห้งและสะอาดจะมีค่าความร้อนประมาณ 19,420 kJ/kg เมื่อเทียบได้กับเชื้อเพลิงอื่น ๆ เช่น ฟืน มีค่าความร้อนใกล้เคียงกับซานอ้อยคือประมาณ 21,000 kJ/kg หรือ น้ำมันเตา มีค่าความร้อนประมาณ 44,000 kJ/kg เป็นต้น ซึ่งถือได้ว่าซานอ้อยเป็นเชื้อเพลิงที่มีค่าความร้อนสูง อีกทั้งยังเป็นสิ่งที่เหลือจากกระบวนการผลิต เหมาะที่จะนำมาทำเป็นเชื้อเพลิง

2.1.3 **งานวิจัยที่เกี่ยวกับประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำ**

ในปี ค.ศ. 1988 Kinoshita ได้วิจัยเกี่ยวกับประสิทธิภาพการเผาไหม้และการอบแห้งเชื้อเพลิงที่เป็นของแข็งด้วยแก๊สไอเสีย (Flue Gas) ก่อนที่จะนำซานอ้อยมาเป็นเชื้อเพลิง ซึ่งมีความสัมพันธ์กับชนิดของเชื้อเพลิง ความชื้นของเชื้อเพลิง อากาศที่ใช้ในกระบวนการเผาไหม้ (Excess Air) อุณหภูมิของแก๊สร้อน ซึ่งทำการลดความชื้นของเชื้อเพลิงโดยใช้แก๊สไอเสีย พบว่าคุณลักษณะของการแห้งตัวไม่มีความแตกต่างกันมากนักระหว่างชนิดของเชื้อเพลิงชีวภาพ (Biomass Fuel) ที่ใช้[11]

ในปี ค.ศ. 1988 Prida Wibulswas และ Niwat Tamnanthong ได้ทำการวิจัยที่วิเคราะห์การใช้พลังงานในโรงงานน้ำตาลที่ขอนแก่น เพื่อบ่งชี้ตำแหน่ง ชนิด และขนาดของความร้อนสูญเสียที่เกิดขึ้น ผลปรากฏว่า ประสิทธิภาพเชิงความร้อนตามกฎข้อที่ 1 และข้อที่ 2 ทางอุณหพลศาสตร์ในแง่ดีที่สุดคือ 59.6% และ 21.3% และในแง่ร้ายที่สุดคือ 57.9% และ 20.3% ตามลำดับ แล้วทำการศึกษาความเป็นไปได้ในการอบแห้งชานอ้อยด้วยไอเสียก่อนที่จะนำเข้าเป็นเชื้อเพลิง เนื่องจากปัจจุบันอากาศที่ใช้ในกระบวนการเผาไหม้เท่ากับ 140% ของปริมาณอากาศที่ต้องใช้ทางทฤษฎี พบว่าหากมีการนำไอเสียมาอบชานอ้อยก่อนแล้วจะทำให้สามารถประหยัดชานอ้อยที่ใช้เป็นเชื้อเพลิง และลดปริมาณอากาศที่ใช้ในกระบวนการเผาไหม้ได้ [12]

2.2 ทฤษฎีและงานวิจัยเกี่ยวกับความชื้นในชานอ้อยและการอบแห้ง

2.2.1 บทนำ

การอบแห้ง คือกระบวนการที่ความร้อนถูกถ่ายเทด้วยวิธีใดวิธีหนึ่งไปยังวัสดุที่มีความชื้นเพื่อไล่ความชื้นออกโดยการระเหยโดยอาศัยความร้อนที่ได้รับเป็นความร้อนแฝงของการระเหย สิ่งที่สำคัญที่สุดในการอบแห้งก็คือ การถ่ายเทความร้อนไปยังวัสดุที่จะอบแห้งอย่างมีประสิทธิภาพที่สุด

ปริมาณของน้ำที่มีอยู่ในวัสดุอบแห้งมักอยู่ในรูปของอัตราส่วนของน้ำต่อมวลทั้งหมด นั่นคือ ใช้มวลของวัสดุชื้น เรียกว่า <u>ปริมาณความชื้น</u> หรือ <u>ความชื้นเปียก</u> (W_w) [kg / kg wet stock] ซึ่งต่อไปจะเรียกว่าความชื้น ในการคำนวณความชื้น แต่ในกระบวนการอบแห้งมวลของวัสดุชื้นมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา เนื่องจากน้ำมีการระเหยออกจากวัสดุที่อบแห้ง ดังนั้นในการอบแห้งทั่วไปจึงใช้มวลของวัสดุแห้ง เรียกว่า <u>อัตราส่วนความชื้น</u> หรือ <u>ความชื้นแห้ง</u> (W_d) [kg / kg dry stock] ในการคำนวณความชื้นของการอบแห้ง ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้น (W_w) และอัตราส่วนความชื้น (W_d) เป็นดังนี้

$$W_w = W_d / (1+ W_d)$$

$$W_d = W_w / (1+ W_w)$$

เมื่อวางวัสดุเปียกไว้ในอากาศที่มีอุณหภูมิคงที่และความชื้นคงที่ วัสดุนั้นจะแห้งขึ้นหรือดูดความชื้นเพิ่มขึ้น จนเข้าสู่สภาวะสมดุล อัตราส่วนความชื้นในกรณีนี้เรียกว่า <u>อัตราส่วนความชื้น</u>

สมดุล ค่าของอัตราส่วนความชื้นสมดุลจะขึ้นกับประเภทของวัสดุ อุณหภูมิ และความชื้นของอากาศ

อัตราส่วนความชื้นที่สามารถกำจัดได้โดยการอบแห้งจะเท่ากับผลต่างระหว่างอัตราส่วนความชื้นแรกเริ่มของวัสดุ และอัตราส่วนความชื้นสมดุล ภายใต้เงื่อนไขการอบแห้งนั้นๆ อัตราส่วนความชื้นที่กำจัดออกไปได้นี้เรียกว่า อัตราส่วนความชื้นอิสระ

ในระหว่างการอบแห้ง อัตราส่วนความชื้นที่อัตราการอบแห้งเปลี่ยนจากช่วงการอบแห้งที่ความเร็วคงที่เป็นช่วงที่ความเร็วลดลง เรียกว่า อัตราส่วนความชื้นวิกฤต ค่าของอัตราส่วนความชื้นวิกฤตนี้จะเปลี่ยนตามประเภทของวัสดุ วิธีการอบแห้ง และเงื่อนไขการอบแห้งในบางครั้งค่าวิกฤตจะไม่ปรากฏให้เห็นชัดเจน[2]

2.2.2 *ปัจจัยในการเลือกประเภทของเครื่องอบแห้ง*[2]

ปัจจัยหลักที่ควรพิจารณาในการเลือกเครื่องอบแห้งมีดังนี้

2.2.2.1 คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของวัสดุตลอดระยะเวลาของการอบแห้ง

2.2.2.2 สภาพของวัสดุตลอดระยะเวลาของการอบแห้ง

2.2.2.3 ลักษณะเฉพาะของการอบแห้ง (Drying Characteristics) ของวัสดุ ได้แก่ อัตราการ อบแห้ง อุณหภูมิวัสดุ การหดตัวในการอบแห้ง

2.2.2.4 คุณภาพของวัสดุหลังจากอบแห้ง

2.2.2.5 ปริมาณที่อบแห้ง

2.2.2.6 แหล่งความร้อนและกำลังงานที่สามารถใช้ประโยชน์

จากปัจจัยในการเลือกประเภทของเครื่องอบแห้ง พบว่าวิธีการอบแห้งที่น่าจะเหมาะสมกับชานอ้อยซึ่งมีลักษณะเป็นเส้นใยก็คือ เครื่องอบแห้งแบบพาหะลม (Pneumatic Dryer) มีลักษณะเป็นท่อลมเป่าชานอ้อยไหลไปตามท่อ โดยท่อจะออกแบบในแนวดิ่งไว้ที่ความสูงระดับหนึ่ง ซึ่งชานอ้อยที่แห้งตามต้องการ จะไหลผ่านไปได้ จากนั้นก็จะมีตัวดักชานอ้อยที่แห้งแล้วเพื่อป้อนเข้าหม้อไอน้ำต่อไป

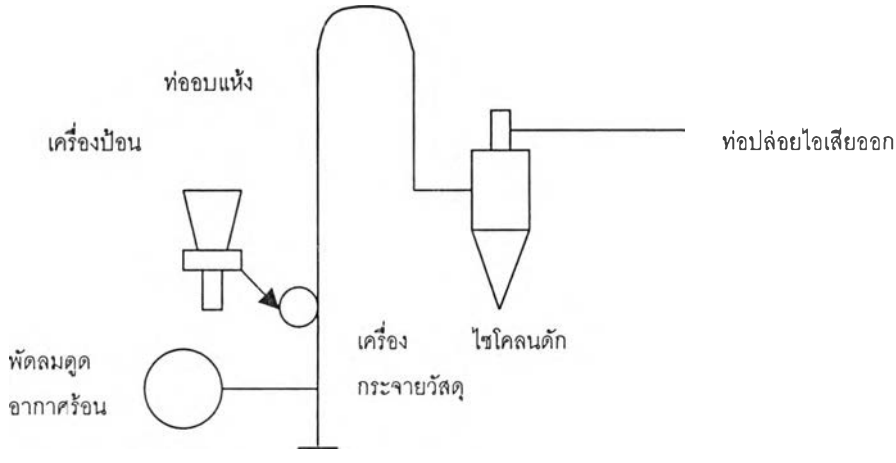
เครื่องอบแห้งแบบพาหะลมมีจุดเด่นดังนี้

1. สามารถทำให้ผลิตภัณฑ์แห้งใน 2-5 วินาที ถ้าเลือกใช้วิธีป้อนวัสดุที่เหมาะสม
2. สามารถก่อให้เกิดการอบแห้งอย่างสม่ำเสมอ เนื่องจากวัสดุอบแห้งกระจายอยู่ในกระแสลมร้อน ดังนั้นความชื้นในวัสดุส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปน้ำที่ผิววัสดุ อีกทั้งพื้นที่

สัมผัสระหว่างลมร้อนกับวัสดุมีค่าสูงมาก ความชื้นส่วนใหญ่จะถูกระเหยหมดไปในช่วงการระเหยจากผิววัสดุ

3. ความสามารถในการอบแห้งมีสูงมาก มีตัวอย่างจริงซึ่งสามารถระเหยน้ำ 8 ตันต่อ 1 ชั่วโมงในเครื่องเดียว
4. โครงสร้างของเครื่องอบแห้งเป็นแบบง่ายๆ และการติดตั้งใช้พื้นที่น้อย

หลักการของเครื่องอบแห้งแบบพาหะลมแสดงดังรูปที่ 2.2.2.1 โดยที่พัดลมจะดูดเอาอากาศร้อนมาเป่าเข้าในท่อ ซึ่งจะมีเครื่องป้อนวัสดุที่จะอบแห้งคอยป้อนเข้ามาอีกทางหนึ่ง เมื่อวัสดุที่อบแห้งได้ตามที่ต้องการ จะลอยข้ามจุดสูงสุดของท่อแล้วไปผ่านไซโคลน เพื่อแยกวัสดุที่อบแห้งออกจากอากาศที่พาความชื้นออก



รูปที่ 2.2.2.1 หลักการเครื่องอบแห้งแบบพาหะลม

จากเครื่องอบแห้งแบบพาหะลมข้างต้น จะต้องวิเคราะห์ถึงอัตราการอบแห้ง และความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ ต่อไป เพื่อให้ทราบถึงความคุ้มค่าในการลงทุนเพิ่มเติมของระบบอบแห้งชานอ้อย

2.2.3 อัตราการอบแห้ง[2]

ในการคำนวณขนาดของเครื่องอบแห้งและเวลาที่ต้องใช้ในการอบแห้ง เราจำเป็นต้องทราบอัตราการอบแห้ง อัตราการอบแห้งจะขึ้นกับเงื่อนไขแวดล้อม เช่น ในกรณีของการอบแห้งโดยใช้ลมร้อน เงื่อนไขแวดล้อมได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้น และทิศทางของลมร้อน และยังขึ้นกับเงื่อนไขของวัสดุเอง เช่น ขนาดความโต รูปร่าง โครงสร้าง ความหนาแน่น ค่านำความร้อน ความร้อนจำเพาะ คุณสมบัติทางเคมี สภาวะของพันธะระหว่างวัสดุกับน้ำที่มีอยู่ แต่การทำนาย

อัตราการอบแห้งอย่างถูกต้องของวัสดุใดๆ ภายใต้เงื่อนไขการอบแห้งใดๆ นั้นยังทำได้ลำบาก ในการหาอัตราการอบแห้งอย่างแม่นยำนั้น ควรทำการทดลองภายใต้สภาวะที่สนใจ

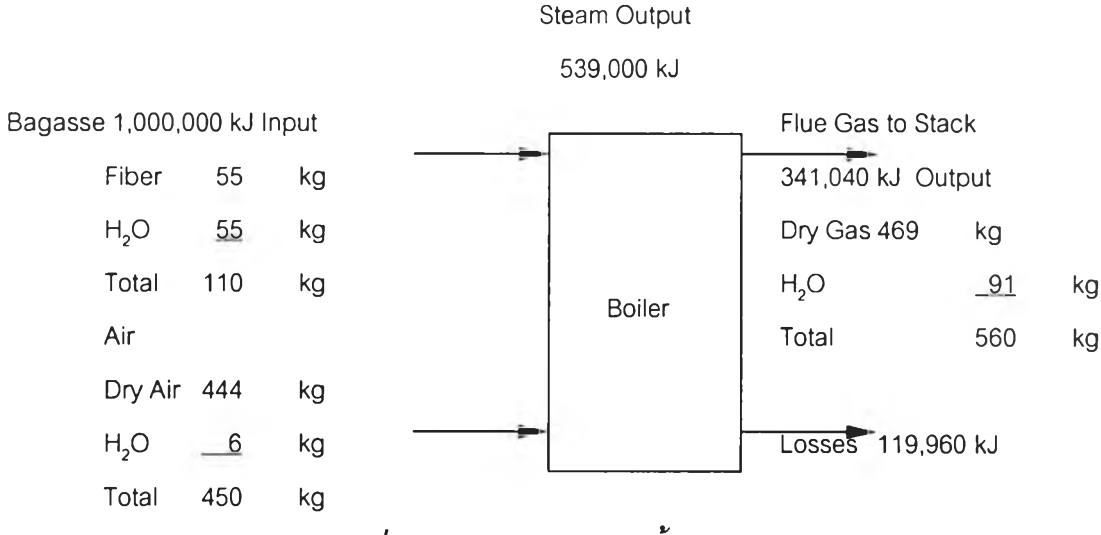
ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนความชื้น W กับ เวลาที่อบแห้ง θ และระหว่างอัตราการอบแห้ง R มีชื่อเรียกว่า เส้นลักษณะเฉพาะของการอบแห้ง หรือ เส้นอัตราการอบแห้ง ซึ่งมีความสัมพันธ์กันดังนี้

$$R = (-dW / d\theta)$$

โดยที่ R มีหน่วยเป็น kg / kg dry stock * hr

2.2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวกับการอบแห้งชานอ้อย

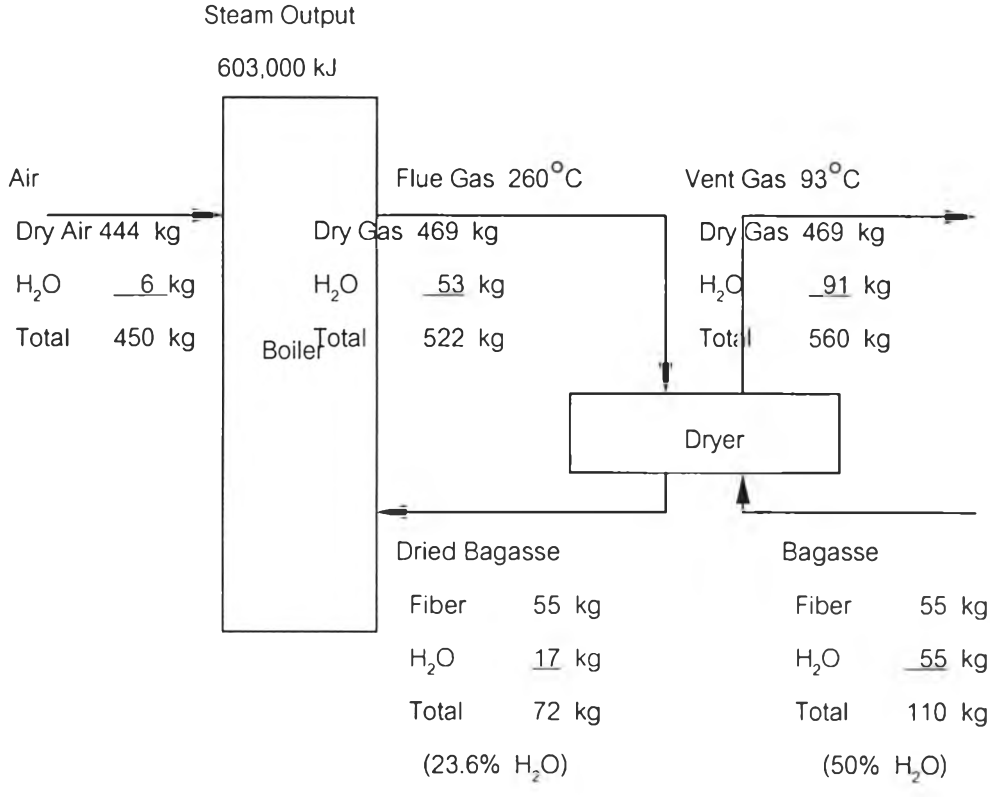
ในปี ค.ศ. 1991 Payne ทำการค้นคว้าเกี่ยวกับการผลิตกระแสไฟฟ้าในระบบพลังความร้อนร่วมในโรงงานน้ำตาล โดยได้เสนอว่าหากมีการปรับปรุงคุณภาพของชานอ้อยที่จะนำมาเป็นเชื้อเพลิงโดยการอบแห้งก่อน กล่าวคือ นำความร้อนจากไอเสียของหม้อไอน้ำมาอบไล่ความชื้นที่มีอยู่ในชานอ้อยเสียก่อน ก็จะทำให้การเผาไหม้มีประสิทธิภาพดีขึ้น และทำให้มีชานอ้อยเหลือมากขึ้นและสามารถนำชานอ้อยไปใช้เป็นเชื้อเพลิงในการผลิตกระแสไฟฟ้าได้มากขึ้นซึ่งสามารถอธิบายได้ดังรูปที่ 2.2.4.1 และ 2.2.4.2



รูปที่ 2.2.4.1 ระบบหม้อไอน้ำในปัจจุบัน

จากรูปที่ 2.2.4.1 เป็นระบบหม้อไอน้ำในปัจจุบัน ซึ่งเป็นระบบที่ใช้ชานอ้อยที่มีความชื้น 50 % โดยน้ำหนัก จะเห็นได้ว่าที่ขาเข้าของหม้อไอน้ำจะมีเส้นใยชานอ้อยจำนวน 55 กิโลกรัม และน้ำ 55 กิโลกรัม ที่อุณหภูมิประมาณ 40 องศาเซลเซียส รวมกับอากาศที่อุณหภูมิห้องเข้าไปเผาไหม้ ออกมาได้ไอน้ำ 539,000 kJ และที่ไอเสียมีน้ำถึง 91 กิโลกรัม ที่อุณหภูมิ 260 องศา

เซลเซียส และปล่อยทิ้งออกไป ซึ่งถือว่าส่วนที่ปล่อยทิ้งซึ่งมีอุณหภูมิสูงถึง 260 องศาเซลเซียส เป็นการทิ้งพลังงานจำนวนมาก



รูปที่ 2.2.4.2 ระบบหม้อไอน้ำที่มีเครื่องอบแห้งชานอ้อย

ในรูปที่ 2.2.4.2 เป็นตัวอย่างของหม้อไอน้ำที่มีระบบอบแห้งเชื้อเพลิงเสริมเข้ามา โดยก๊าซร้อนที่ใช้อบแห้งก็มาจากไอเสียที่เตรียมปล่อยทิ้งของหม้อไอน้ำนั่นเอง ถ้ามองระบบที่เฉพาะที่ขาเข้าและออกจะมีส่วนประกอบเหมือนระบบเดิมยกเว้นอุณหภูมิของก๊าซที่ปล่อยออกจะมีค่าลดลงเหลือเพียง 93 องศาเซลเซียส เห็นได้ว่าพลังงานที่ปล่อยทิ้งมีค่าน้อยลง อีกทั้งยังสามารถผลิตไอน้ำได้มากขึ้นโดยที่ใช้เชื้อเพลิงเท่าเดิม ซึ่งถ้าคิดถึงปริมาณชานอ้อยที่ใช้จำนวนมากก็จะทำให้มีชานอ้อยเหลือมากขึ้นอีกด้วย แต่เขาได้เสนอว่าวิธีการอบชานอ้อยไม่เหมาะสมกับหม้อไอน้ำความดันสูง เนื่องจากอุณหภูมิที่ปล่อยทิ้งของหม้อไอน้ำความดันสูงมีค่าน้อยทำให้การอบแห้งไม่คุ้มค่า[9]

Maranhao ได้วิจัยถึงการอบแห้งชานอ้อยโดยใช้ก๊าซร้อนทิ้ง พบว่าหากลดความชื้นชานอ้อยลง 10% จะสามารถผลิตไอน้ำได้เพิ่ม 15.5% หากลดความชื้นลงได้ 15% จะสามารถผลิตไอน้ำได้เพิ่ม 18.3%[14]

2.3 การผลิตไฟฟ้าระบบพลังความร้อนร่วม (Cogeneration) และงานวิจัยเกี่ยวกับโรงงานน้ำตาล

ระบบพลังความร้อนร่วม หมายถึง การผลิตพลังงานไฟฟ้า (หรือพลังงานกล) ร่วมกับพลังงานความร้อนซึ่งพลังงานความร้อนนี้อาจจะอยู่ในรูปของ ก๊าซร้อน ของเหลวร้อนหรือไอน้ำก็ได้ จากการวิเคราะห์ทางทฤษฎีและทดลองในทางปฏิบัติแล้วพบว่า การผลิตไฟฟ้าและความร้อนร่วมกันนี้จะมีประสิทธิภาพดีกว่าการผลิตแยกกันมาก ตัวอย่างเช่นในโรงงานอุตสาหกรรมแห่งหนึ่งซึ่งจะต้องใช้พลังงานความร้อนไปพร้อมๆ กัน ผู้บริหารจะมีทางเลือกในการเลือกใช้พลังงานที่ได้ 3 ลักษณะคือ

1. ซื้อหรือผลิตพลังงานไฟฟ้าแล้วใช้พลังงานไฟฟ้าบางส่วนไปทำความร้อนโดยใช้ขดลวดความร้อน
2. ซื้อหรือผลิตไฟฟ้าขึ้นใช้เอง ในขณะเดียวกันก็ผลิตพลังงานความร้อนจากน้ำมัน ก๊าซ น้ำมันเตา ถ่านหิน ถ่านไม้ ฯลฯ
3. ผลิตไฟฟ้าขึ้นใช้เอง แล้วนำพลังงานความร้อนที่ปล่อยออกมาจากระบบผลิตไฟฟ้าไปใช้อีกต่อหนึ่ง (ระบบพลังความร้อนร่วม)

จากการเลือกทั้ง 3 ทางนี้ วิธีที่ 3 เป็นวิธีที่ใช้น้ำมันน้อยที่สุด จากการคำนวณแบบคร่าวๆ เมื่อสมมุติว่าพลังงานความร้อนที่ต้องการเท่ากันทั้ง 3 กรณี วิธีที่ 3 จะต้องใช้น้ำมันเชื้อเพลิงเพิ่มขึ้นในการผลิตไฟฟ้าเป็นปริมาณเพียง 50% ของน้ำมันที่ต้องเพิ่ม ในกรณีที่ 1 และ 2 ระบบโคเยนเนอเรชั่นจะนำมาใช้ได้เหมาะสมถ้าหากปริมาณความร้อนและไฟฟ้าไม่สมดุลกัน ปัญหานี้จะได้กล่าวถึงในตอนต่อๆ ไป

ระบบพลังความร้อนร่วม ไม่ใช่ระบบใหม่ แต่ได้มีการคิดและใช้กันมานานแล้วกว่า 30 ปี แต่ในช่วงที่ผ่านมาการศึกษาพัฒนาไม่ได้ก้าวหน้าไปไกลมากนักเพราะราคาไฟฟ้าที่รัฐผลิตขายนั้นอยู่ในเกณฑ์ต่ำ โรงงานต่างๆ ไม่มีแรงกดดันที่จะต้องผลิตไฟฟ้าใช้เองทำให้การใช้ระบบโคเยนเนอเรชั่นในช่วงที่ผ่านมา มีอยู่แค่เฉพาะโรงงานอุตสาหกรรมบางประเภทเท่านั้น โรงงานที่สำคัญเหล่านั้นได้แก่ โรงงานน้ำตาลทรายและโรงงานน้ำมันปาล์ม เพราะเป็นโรงงานที่มีเศษวัตถุดิบเหลือทิ้งจากขบวนการผลิตที่สามารถนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงได้อย่างเหมาะสมอันได้แก่ ชานอ้อยและใยของปาล์ม

ประกฤติ รันทกิจ ได้ศึกษาการตัดสินใจเชิงเศรษฐศาสตร์ในการลงทุนผลิตกระแสไฟฟ้าเพื่อการจำหน่ายโดยโรงงานน้ำตาล โดยศึกษากรณีโรงงานน้ำตาลตัวอย่าง 1 โรงงาน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการตัดสินใจเลือกแนวทางการผลิตกระแสไฟฟ้าเพื่อการจำหน่ายขนาด 1, 5 และ 10 เมกกะวัตต์ ในเชิงเทคนิคและเศรษฐศาสตร์เทียบกับการขายชานอ้อย โดยที่ การผลิตไฟฟ้าที่ขนาด 1 เมกกะวัตต์ ต้องเพิ่มเติมอุปกรณ์ป้องกันทางไฟฟ้า ขนาด 5 เมกกะวัตต์ ต้องเพิ่มเติมอุปกรณ์เชื่อมโยงทางไฟฟ้า และขนาด 10 เมกกะวัตต์ จำเป็นต้องเพิ่มเติมหม้อไอน้ำ เครื่องกำเนิดไฟฟ้า และระบบเชื่อมโยงไฟฟ้า ผลการศึกษาได้ว่า การลงทุนเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าขายขนาด 1 เมกกะวัตต์ของโรงงานตัวอย่างให้ผลตอบแทนการลงทุนเป็นที่น่าสนใจกว่าการขายชานอ้อย ส่วนการลงทุนเพิ่มเติมในโครงการขนาด 5 และ 10 เมกกะวัตต์ให้ผลตอบแทนไม่คุ้มค่าต่อการลงทุน แต่มีความเป็นไปได้เชิงเทคนิค [5]

คณะพลังงานและวัสดุ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ได้ศึกษาการผลิตพลังงานไฟฟ้าโดยระบบพลังความร้อนร่วม โดยศึกษากฎระเบียบการรับซื้อไฟฟ้าของการไฟฟ้าฝ่ายผลิต ปริมาณเชื้อเพลิงเพิ่มเติมซึ่งได้จากเศษอ้อยที่ค้างอยู่ในไร่อ้อยซึ่งเก็บได้ 0.24 ตันต่ออ้อย 1 ตัน การเก็บรวบรวมขนส่งซึ่งศึกษา 2 วิธี คือการเก็บแบบอัดเป็นก้อนกลม และก้อนสี่เหลี่ยม ปรับปรุงประสิทธิภาพโรงงานน้ำตาล โดยจำกัดอากาศส่วนเกินที่ใช้ในการเผาไหม้ ลดความชื้นของเชื้อเพลิง ปรับปรุงสภาพฉนวนของท่อส่งไอน้ำ และศึกษาถึงการผลิตกระแสไฟฟ้าเพื่อขายในช่วงปิดหีบด้วยปริมาณเท่ากับกำลังสำรองของโรงงาน 2 โรงงาน พบว่าผลตอบแทนการลงทุนของโรงงานที่ 1 เป็น 67.4% มีระยะเวลาคืนทุนเป็น 1.80 ปี และผลตอบแทนการลงทุนของโรงงานที่ 2 เป็น 21.7% มีระยะเวลาคืนทุนเป็น 7.63 ปี[4]

Apichit Therdyothin ได้ศึกษาถึงศักยภาพในการผลิตไฟฟ้าระบบพลังความร้อนร่วมของโรงงานน้ำตาลในประเทศไทย พบว่าเชื้อเพลิงชานอ้อยมีเหลือประมาณ 12% ของชานอ้อยทั้งหมดหรือคิดเป็น 1.02 ล้านตันซึ่งสามารถผลิตไฟฟ้าได้ประมาณ 214 จิกะวัตต์-ชั่วโมง การผลิตไฟฟ้าได้จำแนกการผลิตเป็น 2 ระบบ คือ ใช้กังหันไอน้ำเดี่ยว และกังหันไอน้ำคู่ โดยที่จำแนกโรงงานน้ำตาลออกเป็น 3 ขนาด คือ เล็ก กลาง ใหญ่ พบว่า ระบบกังหันไอน้ำเดี่ยวให้ผลตอบแทนรายปี 1.3, 2.4, และ 4.6 ล้านเหรียญสหรัฐฯ ตามลำดับ และระบบกังหันไอน้ำคู่ให้ผลตอบแทนรายปี 1.9, 4.4, และ 6.4 ล้านเหรียญสหรัฐฯ[13]

2.4 กระบวนการอื่นๆ ที่นำชานอ้อยไปใช้เป็นวัตถุดิบในประเทศไทย

ในการนำชานอ้อยมาเป็นวัตถุดิบให้กับผลิตภัณฑ์อื่นๆ และเพิ่มมูลค่าของมัน จำเป็นต้องแยกส่วนประกอบของมันได้แก่ ไส้ใน (Pith) และเส้นใย (Fiber) ทั้งนี้เพราะว่าไส้ในมีขนาดและรูปร่างไม่แน่นอน แต่ละเซลไม่เชื่อมติดกัน คุณสมบัติเหล่านี้ไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ในอุตสาหกรรมเส้นใย วิธีในการแยกแบ่งออกได้เป็น 3 วิธี คือ

1. วิธีแยกแห้ง (Dry Depithing) จะทำการแยกไส้ในออกหลังจากการทำแห้งแล้ว
2. วิธีแยกชื้น (Humid Depithing) แยกไส้ในออกจากชานอ้อยที่ได้จากโรงงานน้ำตาล จะมีความชื้นอยู่ที่ประมาณ 49%
3. วิธีแยกเปียก (Wet Depithing) จะแยกไส้ในออกจากชานอ้อยที่อยู่ในรูปของสารแขวนลอยเจือจาง

ชานอ้อยที่ผ่านกระบวนการแยกแล้วจะใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเยื่อกระดาษ พาร์ติเคิลบอร์ด เป็นต้น โดยกระบวนการผลิตทั้ง 2 ชนิดเป็นดังนี้

2.4.1 กระบวนการผลิตเยื่อกระดาษ

ในการผลิตเยื่อกระดาษจากชานอ้อย จะต้องทำการแยกไส้ใน (Pith) ออกจากเส้นใย (Fiber) เสียก่อน จากนั้นก็จะผ่านกระบวนการต้มเยื่อ คือการนำเส้นใย กรด และไอน้ำ ใส่เข้าไปในหม้อต้มเยื่อ เพื่อเชื่อมเส้นใยให้ติดกัน เมื่อต้มเสร็จเรียบร้อยก็จะปล่อยเยื่อมาที่ถังลดความดัน จากนั้นก็จะทำความสะอาดเส้นใย โดยการล้างด้วยน้ำเพื่อขจัดสารเคมี กระจุกมัดเยื่อ เศษเยื่อที่ต้มไม่สุก และสิ่งสกปรกอื่นๆ ออกไป แล้วไปผ่านลูกกลิ้งเพื่อบีบน้ำออก และแยกขนาดของเยื่อด้วยตะแกรง ก็จะได้เยื่อซึ่งใช้ในการผลิตกระดาษซึ่งแยกชนิดและขนาดของกระดาษที่ผลิตตามความยาวของเส้นใยต่อไป

2.4.2 กระบวนการผลิตแผ่นใยไม้อัด

แผ่นใยไม้อัด ทำจากวัสดุประเภทเส้นใยเล็ก ๆ ซึ่งยึดกันด้วยพันธะทางเคมี โดยมีสารเคมี เช่น ไวนีล คลอไรด์ (Vinyl Chloride) เป็นต้น ช่วยภายใต้ความร้อน ความดัน หรือสภาวะที่ช่วยให้เส้นใยเหล่านี้สามารถรวมตัวกันได้โดยมีสารเคมีอื่นช่วย ซึ่งกระบวนการที่ใช้กันอยู่มี 3 กระบวนการ คือ

1. กระบวนการอัดด้วยความร้อน (Multiplaten Hot Press Process)
2. กระบวนการ Extrusion
3. กระบวนการอัดอย่างต่อเนื่อง (Bartreu Process)

2.5 การศึกษาด้านการเงิน

การศึกษาด้านการเงินเป็นการวิเคราะห์ผลตอบแทนทางการเงินหรือความสามารถในการทำกำไรของโครงการ ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดของโครงการ ซึ่งจะประกอบด้วย

2.5.1 ประมาณการเงินลงทุนในโครงการ เพื่อดูว่าต้องใช้เงินในด้านใดบ้าง เป็นจำนวนเท่าไร เงินลงทุนในโครงการจะประกอบด้วย สินทรัพย์ถาวรและค่าใช้จ่ายก่อนการดำเนินงาน กับเงินทุนหมุนเวียน

2.5.2 การวิเคราะห์ผลตอบแทนการลงทุน เพื่อพิจารณาว่าควรตัดสินใจลงทุนหรือไม่ โดยดูจากผลตอบแทนการลงทุนว่าสูงต่ำอย่างไร ซึ่งดูจาก

2.5.2.1 มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value)

2.5.2.2 อัตราผลตอบแทนการลงทุน (Internal Rate of Return)

2.5.2.3 ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period)

2.5.3 การวิเคราะห์จุดคุ้มทุน (Break Even Point) เพื่อหาจุดที่มูลค่าการขายคุ้มกับต้นทุนที่ลงทุนไป

หลักการวิเคราะห์ข้างต้นจะทำให้ทราบว่าโครงการจะน่าลงทุนหรือไม่ และทราบจุดคุ้มทุน ซึ่งช่วยในการตัดสินใจว่าจะลงทุนเพิ่มเติมกับโครงการหรือไม่ โดยทำการเปรียบเทียบระหว่างต้นทุนที่ลงไปกับผลตอบแทนที่ได้รับ โดยแปลงเป็นมูลค่าสุทธิที่ปัจจุบันก็จะทราบว่า โครงการที่พิจารณาคุ้มค่าต่อการลงทุนหรือไม่[7]