บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎี เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 เทคโนโลยีสะอาด

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (2552) ได้กล่าวถึงเทคโนโลยีสะอาด (clean technology : CT) ว่าเป็นแนวทาง ซึ่งเป็นที่ยอมรับในประเทศที่พัฒนาแล้วว่าเป็นเครื่องมือหนึ่งที่สำคัญในการพัฒนาอุตสาหกรรม และประเทศอย่างยั่งยืน เพราะทำให้มีการใช้วัตถุดิบอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด มีการใช้ทรัพยากรอย่างประหยัด และลดปริมาณของเสียที่เกิดขึ้น มีชื่อเรียกแตกต่างกันไป เช่น การป้องกันมลพิษ (pollution prevention : P2) หรือการผลิตที่สะอาดขึ้น (cleaner production : CP) โดยหลักการของเทคโนโลยีสะอาดแบ่งเป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ ประกอบด้วยการลดมลพิษที่แหล่งกำเนิด (source reduction) และการนำกลับมาใช้ซ้ำ (reuse)

1) การลดมลพิษที่แหล่งกำเนิด (source reduction) แบ่งเป็น

1.1 การเปลี่ยนแปลงหรือปรับปรุงผลิตภัณฑ์ (product change) ซึ่งจะเน้นไปยังผลิตภัณฑ์ที่จะผลิตโดยออกแบบให้ผลิตภัณฑ์ส่งผลกระทบต่อต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด

1.2 การเปลี่ยนแปลงหรือปรับปรุงกระบวนการผลิต (raw material change) โดยมุ่งเน้นไปยังการใช้วัตถุดิบที่สะอาด มีคุณภาพสูง ใช้วัตถุดิบทดแทน การดัดแปลงอุปกรณ์ การปรับปรุงในส่วนของการดำเนินการ

2) การใช้หมุนเวียน (Reuse หรือ Recycle) แบ่งเป็น

2.1 การใช้หมุนเวียน (recycle) เป็นการนำสิ่งที่ใช้ไปแล้วกลับมาผ่านกระบวนการแล้วนำไปใช้ใหม่ ซึ่งจะช่วยลดค่าใช้จ่ายและลดของเสียได้อย่างมาก

2.2 การใช้ซ้ำ (reuse) เป็นการใช้ซ้ำโดยไม่ผ่านกระบวนการ ซึ่งจะช่วยลดวัตถุดิบ ลดพลังงาน ลดค่าใช้จ่ายในการกำจัด

สถาบันสิ่งแวดล้อม สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย (2547) ได้อธิบายขั้นตอนการดำเนินการด้านเทคโนโลยีสะอาด ประกอบด้วย

ขั้นตอนที่ 1 การวางแผนและจัดองค์กร ชี้แจงโดยผู้บริหารเพื่อทำการวางแผนงาน จัดตั้งทีมงาน กำหนดเป้าหมาย รวบรวมปัญหาจากการดำเนินงาน เพื่อค้นหาวิธีการในการแก้ไขการสูญเสียที่เกิดขึ้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ขั้นตอนที่ 2 การประเมินเบื้องต้น ประเมินปัญหาหลักที่ก่อให้เกิดการสูญเสียทรัพยากร หรือการเกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งจะต้องรวบรวมข้อมูล และจัดทำผังกระบวนการผลิต แสดงมวลสารเข้าและมวลสารออกทั้งหมด

ขั้นตอนที่ 3 การประเมินละเอียด พิจารณาหาแหล่งกำเนิดของสาเหตุ ของปัญหาหลัก โดยการจัดทำสมดุลมวลสารและพลังงาน พิจารณาสาเหตุจากแหล่งที่ทำให้เกิดมาก โดยดูจากประเด็นด้านวัตถุดิบ เทคโนโลยี ผลิตภัณฑ์ ของเสีย และวิธีการปฏิบัติงาน แล้วสร้างข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาดที่สอดคล้องกับสาเหตุของปัญหาซึ่งในการพิจารณา ควรมีการระดมสมองเพื่อให้ได้แนวทางที่หลากหลาย หลังจากนั้นนำข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาดที่ได้ไปประเมินความเป็นไปได้

ขั้นตอนที่ 4 การประเมินความเป็นไปได้ของข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาด หลังจากที่ได้ข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาดแล้ว นำข้อมูลที่ได้พิจารณา ถึงความเป็นไปได้โดยละเอียด ทั้งด้านเทคนิคโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อกระบวนการผลิต ผลิตภัณฑ์ ความปลอดภัยในการทำงาน ด้านเศรษฐศาสตร์คำนึงถึงมูลค่าในการลงทุน ด้านสิ่งแวดล้อมคำนึงถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ขั้นตอนที่ 5 การลงมือปฏิบัติ นำข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาดที่ผ่านการประเมินความเป็นไปได้แล้วมาดำเนินการในกระบวนการนั้น และมีการตรวจวัด ประเมินความก้าวหน้า และดำเนินการด้านเทคโนโลยีสะอาดอย่างต่อเนื่อง

เทคโนโลยีสะอาดเป็นแนวทางที่จะก่อให้เกิดประโยชน์ทางด้านต่างๆได้อย่างมากมาย ดังเช่น สถาบันสิ่งแวดล้อม และสภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย (2547) ได้แยกประโยชน์ของเทคโนโลยีสะอาด ทั้งทางด้านนิเวศวิทยา และด้านเศรษฐศาสตร์ ว่ามีประโยชน์ในการปกป้องสิ่งแวดล้อม โดยการลดสาเหตุของการเกิด และการปล่อยของเสีย/มลพิษต่างๆ ทำให้ประหยัดวัตถุดิบ และพลังงาน เกิดประโยชน์ด้านสาธารณะสุข เกิดการปรับปรุงด้านสุขภาพ และความปลอดภัย ของผู้ปฏิบัติงาน ทำให้เกิดขวัญ กำลังใจ ความตั้งใจในการทำงานของพนักงาน ลดอุปสรรคด้านกฎระเบียบในการประกอบธุรกิจอุตสาหกรรม ลดอุปสรรคจากการเฝ้าระวังตามกฎเกณฑ์ของทางราชการ ลดภาระในการจัดการของเสีย และลดค่าใช้จ่ายในการกำจัดของเสีย ลดความเสี่ยงต่อความผิดทางแพ่ง และทางอาญา นำเศษเหลือที่มีมูลค่ากลับมาใช้ประโยชน์ เพิ่มประสิทธิภาพการผลิต ส่งเสริมให้เกิดภาพพจน์ที่ดีกับบริษัท ทำให้สามารถแข่งขันได้ในตลาดโลก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.2 ลักษณะทั่วไป ขั้นตอน ปัญหา และข้อจำกัด ในการผลิตลำไยอบแห้งทั้งเปลือก

ลำไยเป็นไม้ผลเศรษฐกิจสำคัญที่รัฐบาลจัดให้อยู่ในกลุ่มสินค้าเพื่อการส่งออก มูลค่าการส่งออกสูงปีละหลายพันล้านบาท ทั้งในรูปลำไยสด อบแห้ง แช่แข็ง และลำไยกระป๋อง

ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกลำไยกระจายเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว แหล่งปลูกลำไยที่สำคัญคือจังหวัดภาคเหนือตอนบน ได้แก่ เชียงใหม่ ลำพูน เชียงราย ลำปาง แพร่ น่าน และตาก นอกนั้นปลูกในภาคอื่น ๆ เช่น เลย จันทบุรี และสระแก้ว พันธุ์ที่เกษตรกรนิยมปลูกมากที่สุดคือ พันธุ์ดอ รองลงมาคือ พันธุ์ สีชมพู และเบี้ยวเขียว (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2551)

สำนักงานปลัดกระทรวงพาณิชย์ (2551) ได้แสดงข้อมูลลำไยส่งออกในปี พ.ศ. 2548 – 2551 โดยประเทศไทยสามารถ ส่งออกลำไยอบแห้งทั้งเปลือก ไปยังประเทศต่างๆ โดยมีมูลค่ารวมทั้งสิ้น 1,832,564,000 บาท (ตารางที่ 2.1) ซึ่งปริมาณส่วนใหญ่ จะถูกส่งไปยังประเทศจีน รองลงมาได้แก่ ไต้หวัน ฮ่องกง ตามลำดับ แนวโน้มการส่งออกลำไยอบแห้งของไทยภายหลังการเปิดตลาดตามข้อตกลง AFTA ขยายตัวในอัตราโดยเฉลี่ยร้อยละ 16 ต่อปี หรืออาจกล่าวได้ว่าการเข้าตลาดตามข้อตกลง AFTA จะทำให้เกษตรกรได้ประโยชน์ เนื่องจากสามารถส่งออกไปยังกลุ่มอาเซียนเพิ่มขึ้น ได้แก่ พม่า ลาว และสิงคโปร์ ภายใต้เงื่อนไขการแก้ไขปัญหาสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ตกค้างในลำไยอบแห้ง เพื่อสร้างการยอมรับในระยะยาว ซึ่งในการแปรรูปลำไยนอกจากพบปัญหาสารเคมีตกค้างแล้ว ยังมีปัญหาและข้อจำกัดในการผลิตอื่นๆ ได้แก่ การแปรรูปเป็นลำไยอบแห้งบางส่วนยังไม่ได้คุณภาพมาตรฐาน การออกดอกออกผลไม่สม่ำเสมอ ทำให้ผลผลิตไม่แน่นอนในแต่ละปี ขาดแคลนแรงงานในการเก็บเกี่ยว ผลผลิตต่อไร่ต่ำ ผลผลิตกระจุกตัวออกสู่ตลาดพร้อมกันในระยะเวลาอันสั้น ส่งผลให้ราคาตกต่ำ คุณภาพของผลผลิตบางส่วนไม่ได้มาตรฐานส่งออก การกระจายผลผลิตไปสู่ผู้บริโภคภายในประเทศยังไม่ทั่วถึง ขาดห้องเย็นสำหรับเก็บรักษาผลผลิตเพื่อรอการจำหน่าย/แปรรูป ผู้ประกอบการลำไยอบแห้ง ขาดแคลนเงินทุนหมุนเวียน

สิริชัย ส่งเสริมพงษ์ (2541) ได้สรุปขั้นตอนในการแปรรูปลำไยอบแห้งทั้งเปลือก ไว้ดังนี้

1) การคัดขนาดและคุณภาพของผลลำไยสด ควรแยกผลลำไยที่จะนำ มาอบแห้งออกเป็น 3 ขนาด คือ เล็ก กลาง ใหญ่ เนื่องจากใช้เวลาในการอบแห้งไม่เท่ากัน ขนาดเล็กใช้เวลาอย่างน้อย 40 ชั่วโมง ขนาดใหญ่ใช้เวลาอย่างน้อย 48 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 70-80 องศาเซลเซียส ใช้ลำไยได้ทุกสายพันธุ์ แต่ควรเลือก ลำไยพันธุ์ดอเปลือกหนา ที่มีความสดใหม่ ไม่มีผลเน่าเสีย ผลแตกปะปน

2) การลำเลียงผลลำไยเข้าอบ ลำเลียงลำไยสดเข้าห้องอบของเตาอบไอน้ำ ตามขนาดของผลการบรรจุผลลำไยใส่กระบะ ต้องไม่สูงเกินแนวขอบของกระบะ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3) การอบผลลำไย อุณหภูมิที่เหมาะสมในการอบแห้งลำไย อยู่ในช่วง 70-80 องศาเซลเซียส ระยะเวลาที่ใช้ในการอบประมาณ 48 ชั่วโมง โดยใช้เวลาอบในช่วงแรกประมาณ 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นเปลี่ยนทิศทางของลมร้อน ใช้เวลาอีกประมาณ 24 ชั่วโมง อบให้ความชื้นในลำไยเหลือต่ำกว่า ร้อยละ18 ผลลำไยสด 1 กิโลกรัม ตรวจวัดความชื้นผลลำไย หลังจากอบแห้งให้มีความชื้นเหลือประมาณร้อยละ17 จะได้ผลลำไยแห้ง ประมาณ 361 กรัมจากลำไยสด 1 กิโลกรัม หลังจากอบแห้งเสร็จแล้วนำออกมาจากตู้อบ พักไว้เป่าลมให้ผลลำไยเย็นตัวลงประมาณ 1 ชั่วโมง หรือทิ้งไว้ให้เย็น แล้วบรรจุใส่ถุงพลาสติก ปิดปากถุงให้แน่น เก็บใส่กล่อง รักษาในที่เย็นและแห้ง

ตารางที่ 2.1 สถิติการส่งออกลำไยอบแห้งไปยังประเทศต่างๆ

ประเทศ	ปี 2548		ปี 2549		ปี 2550		ปี 2551	
	ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า
จีน	45,430	1,073,256	30,051	440,226	82,483	1,356,798	84,377	1,604,550
ลาว	12,499	282,825	14,115	326,290	11,413	206,545	3,758	74,128
ฮ่องกง	800	82,924	645	87,590	5,842	201,703	2,715	103,971
ไต้หวัน	292	3,029	265	10,520	135	6,913	126	6,822
เกาหลีใต้	306	10,162	246	9,855	123	6,953	122	6,366
สิงคโปร์	126	17,432	187	31,379	276	17,342	121	17,125
เวียดนาม		81	20	514	239	4,586	87	1,282
สหรัฐอเมริกา	101	16,582	50	9,553	143	11,529	66	6,841
มาเลเซีย	60	4,889	39	3,060	235	5,536	34	1,352
แคนาดา	27	3,901	60	7,472	72	7,702	16	4,028
ออสเตรเลีย	10	1,771	19	3,487	28	4,130	11	2,262
ฝรั่งเศส	-	-	17	1,622	47	3,349	6	844
เนเธอร์แลนด์	-	-	6	564	29	1,147	5	561
พม่า	-	-	32,542	671,077	11,139	170,107	-	-
อื่นๆ	202	7,548	128	3,417	580	13,674	123	2,432
รวม	94,774	2,350,851	78,390	1,606,626	112,784	2,018,014	91,567	1,832,564

ที่มา : สำนักงานปลัดกระทรวงพาณิชย์ โดยความร่วมมือจากกรมศุลกากร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

2.3 เตาอบลำไยประสิทธิภาพสูง

Thainews70 (2552) ได้ลงผลงานการศึกษาวิจัยการดำเนินงาน "โครงการศึกษาวิจัยการประหยัดพลังงานในอุตสาหกรรมอบแห้งลำไย" โดยสถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงาน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ซึ่งในการศึกษา พบว่า การใช้เตาอบลำไยแบบไต้หวัน จะมีปัญหาในเรื่องการใช้เชื้อเพลิงที่มีราคาสูง โดยเฉพาะก๊าซ LPG ทั้งลักษณะตัวเตาจะมีการกระจายลมไม่สม่ำเสมอ การอบแห้งจะต้องพลิกกลับลำไยในระหว่างอบทำให้เกิดการบุบ แตกได้ง่าย สิ้นเปลืองพลังงานในการอบมาก ดังนั้น ทางโครงการฯ จึงได้ทำการศึกษาและประยุกต์ใช้เตาเผาไหม้เชื้อเพลิงที่ใช้ชีวมวล (ไม้ลำไย) เป็นเชื้อเพลิง ร่วมกับการปรับปรุงชั้นอบแห้งเดิมของเตาไต้หวัน และเพิ่มอุปกรณ์สลับทิศทางการไหลของอากาศร้อน ซึ่งจะช่วยลดต้นทุนในการใช้เชื้อเพลิง และทำให้ได้ลำไยอบแห้งที่มีคุณภาพมากยิ่งขึ้น ซึ่งส่วนประกอบของอุปกรณ์เตาอบประสิทธิภาพสูง จะประกอบไปด้วย

1) ห้องเผาไหม้เชื้อเพลิง จะประกอบไปด้วยเตาเผาไหม้เชื้อเพลิง และแผงแลกเปลี่ยนความร้อน ปลายด้านหนึ่งของแผงแลกเปลี่ยนความร้อนจะต่อเข้ากับเตาเผาไหม้เชื้อเพลิง ส่วนปลายอีกด้านหนึ่งต่อกับท่อระบายไอเสียสู่บรรยากาศ ผนังของห้องเผาไหม้ทำจากสังกะสีประกบ 2 ด้าน ภายในบุฉนวนใยแก้วกันความร้อนหนา 2 นิ้ว มีช่องสำหรับจ่ายอากาศร้อนไปยังห้องอบ และช่องรับอากาศที่ผ่านการอบแห้งแล้ว อย่างละ 2 ช่อง อยู่ที่ผนังด้านข้างของห้องเผาไหม้ทั้ง 2 ด้าน มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.48 เมตร โดยช่องจ่ายอากาศร้อนจะอยู่ด้านบน ส่วนช่องรับอากาศที่ผ่านการอบจะอยู่ด้านล่าง มีช่องสำหรับรับอากาศจากภายนอกข้างละ 1 ช่อง ขนาด 0.40 x 0.85 เมตร ติดตั้งอยู่ในแนวเดียวกันกับช่องรับอากาศที่ผ่านการอบ

2) กล่องสลับทิศทางการไหล ลักษณะเป็นกล่องภายในแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ด้วยผนังกั้น ส่วนแรกจะต่อเข้ากับห้องเผาไหม้และถูกแบ่งออกเป็น 2 ช่องในแนวตั้ง เป็นช่องรับอากาศร้อน 1 ช่อง ซึ่งด้านบนของช่องรับอากาศร้อนจะมีพัดลมติดตั้งอยู่ อีกช่องจะเป็นช่องส่งอากาศกลับ ส่วนที่สองจะต่อเข้ากับห้องอบและถูกแบ่งออกเป็น 2 ช่องในแนวนอน ที่ผนังกั้นระหว่างส่วนแรกกับส่วนที่สองจะถูกเจาะเป็นช่อง 4 ช่อง ขนาดเท่าๆ กัน มีลิ้นสำหรับปิด - เปิด 2 อัน ทำหน้าที่สลับทิศทางการไหลของอากาศ

3) ห้องอบลำไยจะนำเอาห้องอบลำไยของเตาไต้หวันเดิมมาใช้ โดยได้ทำการปรับปรุงช่องทางลมให้ใหญ่ขึ้น เพื่อแก้ปัญหาการกระจายลมไม่ทั่วถึง และทำการต่อผนังของห้องบรรจุลำไยทั้ง 4 ด้านให้สูงขึ้น เพื่อใช้ส่วนกักเก็บลมด้านบนในกรณีที่สลับทิศทางการไหลของลมร้อนเข้าห้องอบ ส่วนวิธีการอบแห้งลำไยด้วยเตาอบแห้งลำไยประสิทธิภาพสูง จะใช้วิธีการอบแบบอุณหภูมิเป็นช่วงๆ โดยใช้อุณหภูมิอบในช่วงแรกที่ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง และเพิ่ม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

อุณหภูมิเป็น 70 องศาเซลเซียส จนกระทั่งอบแห้งลำไย โดยมีการสลับทิศทางการไหลของอากาศร้อนที่เข้าสู่กระบะทุกๆ 12 ชั่วโมง จากวิธีการต่างๆ ดังกล่าว จะทำให้สามารถใช้เตาอบแห้งลำไยประสิทธิภาพสูงได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับเตาแบบไต้หวัน พบว่ามีประสิทธิภาพเชิงความร้อนประมาณร้อยละ 35 มีค่าใช้จ่ายด้านพลังงานรวม 1.38 บาทต่อกิโลกรัมลำไยแห้ง ในขณะที่เตาอบแห้งลำไยแบบไต้หวัน มีประสิทธิภาพเชิงความร้อนอยู่ที่ร้อยละ 29 และมีค่าใช้จ่ายด้านพลังงานรวม 6.34 บาทต่อกิโลกรัมลำไยแห้ง ซึ่งเตาอบแห้งลำไยประสิทธิภาพสูงแบบสามารถลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานลงได้ประมาณ 5 บาทต่อกิโลกรัมลำไยแห้ง

2.4 หม้อไอน้ำและประเภทของหม้อไอน้ำ

MD Boiler (2552) ได้ให้ความหมายของหม้อไอน้ำ ไว้ว่า หม้อไอน้ำ คือ อุปกรณ์ที่บรรจุน้ำอยู่ภายในและใส่เชื้อเพลิงเข้าไปเพื่อเผาไหม้ให้พลังงานความร้อน แล้วถ่ายเทความร้อนให้น้ำในถัง จนกระทั่งได้ไอน้ำ ที่มีความดันตามที่ต้องการ จึงทำให้ต้องผลิตหม้อไอน้ำเป็นภาชนะความดันเพื่อให้ทนต่อความดันได้ พลังงานจากไอน้ำที่ได้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ทางด้านความร้อนและกำลังงานในกิจการต่างๆ เช่น การทำน้ำร้อนในโรงแรม การีดผ้าอบผ้าในโรงพยาบาล การผลิตไฟฟ้าในโรงจักรไฟฟ้า และการฆ่าเชื้อในอุตสาหกรรมอาหาร เป็นต้น

ในช่วงเริ่มต้นแห่งการปฏิวัติอุตสาหกรรมในอังกฤษ นิวโคเมนได้นำไอน้ำมาใช้ประโยชน์และพัฒนาให้มีความปลอดภัยและประสิทธิภาพดีขึ้นเป็นลำดับ โดยนักประดิษฐ์หลายท่าน จนกระทั่งในช่วงสงครามโลกครั้งที่ 2 ได้มีการผลิตหม้อไอน้ำแบบแพคเกจที่ได้จัดอุปกรณ์ประกอบหม้อไอน้ำให้ไว้อย่างครบถ้วนเพื่อให้สะดวกต่อการติดตั้งและเป็นที่นิยมตราบเท่าทุกวันนี้ โดยทั่วไปหม้อน้ำจะประกอบด้วยระบบต่างๆ คือ ระบบการป้อนน้ำ ประกอบด้วย ปั๊มป้อนน้ำ ถังน้ำ ระบบเชื้อเพลิง ประกอบด้วย ถังน้ำมัน ปั๊มน้ำมัน หัวเผา หรือหัวฉีด ระบบลม ประกอบด้วย พัดลม ปล่อง ระบบวัดและควบคุม ประกอบด้วยอุปกรณ์วัดระดับน้ำ สวิทซ์ความดัน อุปกรณ์ ตรวจการติดไฟในห้องเผาไหม้ อุปกรณ์ตรวจวัดค่าการนำไฟฟ้าของน้ำ และ ระบบความปลอดภัย ประกอบด้วยอุปกรณ์ต่างๆ ในระบบวัดและควบคุม รวมทั้งเซฟตี้วาล์ว

หม้อไอน้ำสามารถจำแนกออกตามเกณฑ์ต่างๆ เช่น ตามโครงสร้าง ตามขนาด ตามความดันและอุณหภูมิ หรือตามชนิดเชื้อเพลิง เป็นต้น และวิธีจำแนกที่นิยมมาก คือ จำแนกหม้อไอน้ำเป็นชนิดท่อน้ำและท่อไฟโดยดูว่าภายในท่อมีน้ำอยู่หรือมีไฟอยู่ ถ้าท่อมีน้ำอยู่เรียกว่าท่อน้ำ ถ้าท่อมีก๊าซร้อนอยู่เรียกท่อไฟ ซึ่งทั้ง 2 แบบสามารถอธิบายได้ดังนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1) หม้อไอน้ำแบบท่อไฟ หม้อไอน้ำแบบท่อไฟ ประเภทที่เป็นแพกเกจบอยเลอร์เป็นที่นิยมอย่างสูง มีส่วนสำคัญคือ เปลือกรูปทรงกระบอกที่ภายในมีท่อไฟใหญ่และกลุ่มท่อไฟเล็ก ท่อไฟใหญ่ทำหน้าที่เป็นห้องเผาไหม้ และก๊าซจะไหลไปเรียกว่า กลับที่หนึ่ง ก๊าซสันดาปจะไหลจากห้องเผาไหม้ที่เป็นท่อไฟใหญ่ไปยังท่อไฟเล็ก ซึ่งท่อไฟเล็กสามารถจัดเป็น 2 ถึง 3 กลุ่มเพื่อบังคับการไหลของก๊าซ โดยกลุ่มที่หนึ่งทำหน้าที่เป็นพื้นผิวถ่ายเทความร้อนกลับที่สอง กลุ่มที่สองเป็นที่สาม และกลุ่มที่สามเป็นกลับที่สี่ รอบๆ ท่อไฟใหญ่และท่อไฟเล็กจะล้อมรอบด้วยน้ำที่จะรับความร้อนเพื่อเปลี่ยนสภาพเป็นไอน้ำ โดยทั่วๆไปจะมีขนาดไม่เกิน 12 ตัน/ชั่วโมง

2) หม้อไอน้ำแบบท่อน้ำ หม้อไอน้ำแบบท่อน้ำที่น้ำหมุนเวียนโดยธรรมชาติ มีหลายชนิด ประกอบด้วยดรัมและท่อน้ำจำนวนมากมาประกอบกันเป็นวงจรรับความร้อน ซึ่งออกแบบเพื่อให้เกิดการหมุนเวียนเป็นธรรมชาติ เหตุผลของการหมุนเวียนของน้ำมันเกิดจากน้ำที่ร้อนจะมีความหนาแน่นน้อยลงคือเบาลงจึงเคลื่อนขึ้นบน แล้วน้ำที่เย็นกว่ามีความหนาแน่นมากกว่าคือ หนักกว่าจะไหลเข้ามาแทนที่ หม้อไอน้ำชนิดดรัมคู่ ดรัมบนมีไอน้ำและน้ำ ส่วนดรัมล่างมีเฉพาะน้ำ ด้วยโครงสร้างเช่นนี้ ทำให้สามารถผลิตไอน้ำปริมาณมากๆ และความดันสูงๆ ไปถึงระดับสูงมากๆ ได้

หม้อไอน้ำแบบวันซ์ทรู เป็นแบบท่อน้ำ ประกอบด้วยหม้อเผาไหม้และห้องความร้อน เนื่องจากน้ำที่อยู่ในท่อมีปริมาณน้อย จึงระเหยได้รวดเร็วมักจะสร้างเป็นขนาดเล็กๆ 200 – 2,000 kg/hr โครงสร้างมักจะเป็นแบบตั้ง มีรูปร่างกะทัดรัด พื้นที่ติดตั้งน้อย ถ้าหากต้องการใช้ไอน้ำจำนวนมากจะนิยมติดตั้งหลายๆ เครื่อง และระบบควบคุมอัตโนมัติรวมเพื่อให้เกิดการประหยัดพลังงาน

2.5 แนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตและใช้ไอน้ำ

การใช้ หม้อไอน้ำในอุตสาหกรรม จำเป็นที่จะต้องมีการจัดการที่ดี เพราะเป็นแหล่งกำเนิดของการสูญเสียพลังงานความร้อนได้มาก และจะต้องควบคุมประสิทธิภาพในการผลิตของหม้อน้ำให้สามารถประหยัดพลังงาน และมีประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งมีแนวทางในการปรับปรุงการผลิตและใช้ไอน้ำได้ดังนี้

การเพิ่มประสิทธิภาพในการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง ซึ่งทาง กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม (2549) ได้ให้ความหมายของการเผาไหม้ ว่าเป็นการที่ก๊าซออกซิเจนทำ ปฏิกิริยาพอดีกับธาตุในเชื้อเพลิง เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ไอน้ำ และพลังงาน ซึ่งประสิทธิภาพการเผาไหม้จะขึ้นอยู่กับ ชนิดของเชื้อเพลิง ปริมาณอากาศที่เข้าเผาไหม้และหัวเผา (burner) หรือลักษณะเชื้อเพลิงที่ใช้ในการเผาไหม้ โดยที่ เชื้อเพลิงแข็งมีค่าประสิทธิภาพการเผาไหม้ร้อยละ 75-85 เชื้อเพลิงเหลวร้อยละ 80-85 และเชื้อเพลิงก๊าซร้อยละ 80-90 จะเห็นว่า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ประสิทธิภาพของเชื้อเพลิงแข็งต่ำกว่าเชื้อเพลิงเหลว และเชื้อเพลิงเหลวต่ำกว่าเชื้อเพลิงก๊าซตามลำดับ เนื่องจากพื้นที่สัมผัสระหว่างเชื้อเพลิงกับอากาศน้อยกว่ากัน นอกจากนั้นเชื้อเพลิงที่มีความหนืดสูงจะกระจายออกเป็นฝอยละอองได้ยาก ทำให้มีพื้นที่สัมผัสน้อย ทำ ให้ประสิทธิภาพการเผาไหม้ต่ำ กรณีที่อากาศน้อยเกินไป การเผาไหม้จะได้ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ และเชื้อเพลิงที่ไม่เผาไหม้เขม่า ควันสีดำ พลังงานที่ได้จะน้อย การเผาไหม้มีประสิทธิภาพต่ำ และกรณีที่อากาศมากเกินไป ส่วนที่เกินความต้องการจะพาความร้อนออกไปทางปล่องส่งผลให้ประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำลดต่ำลง ดังนั้น ในทางปฏิบัติจึงไม่สามารถป้อนอากาศเข้าเผาไหม้ในปริมาณที่พอดีกับเชื้อเพลิงเนื่องจากจะมีเชื้อเพลิงบางส่วนไม่สัมผัสกับอากาศได้ทั่วถึง โดยเฉพาะอย่างยิ่งเชื้อเพลิงแข็ง เราจึงต้องป้อนอากาศเข้าเผาไหม้ในปริมาณที่เกินพอดีเล็กน้อย อากาศส่วนนี้เรียกว่า อากาศส่วนเกิน นอกจากนั้นในกรณีของเชื้อเพลิงเหลวและเชื้อเพลิงก๊าซถ้าหัวเผาสกปรก อุดตัน ชำ รุดจะทำ ให้เชื้อเพลิงและอากาศคลุกเคล้ากันได้ไม่ดี มีผลต่อประสิทธิภาพการเผาไหม้เช่นกันการตรวจสอบปริมาณก๊าซออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ในก๊าซไอเสีย ต้องใช้เครื่องมือวิเคราะห์ก๊าซไอเสีย อย่างไรก็ตามผู้ควบคุมสามารถสังเกตลักษณะการเผาไหม้ที่หมาะสมได้จากสีและลักษณะของเปลวไฟ และสีของเขม่าควันดังนี้

ตารางที่ 2.5.1 การควบคุมปริมาณอากาศจากการสังเกตเปลวไฟและเขม่าควัน

ปริมาณอากาศที่เข้าผสมกับเชื้อเพลิง	**ลักษณะและสีของเปลวไฟ**	**สีควันที่ออกจากปล่องไอเสีย**
ปริมาณอากาศและเชื้อเพลิงผสมในสัดส่วนพอดี	ลักษณะเปลวไฟ: เปลวไฟสั้นและมีรูปร่างคงตัว เปลวสีแสดกรณีเชื้อเพลิงเหลวและสีฟ้าปลายแสดสำหรับเชื้อเพลิงก๊าซ	ลักษณะ สีเทาอ่อน
ปริมาณอากาศที่เข้าเผาไหม้มากเกินไป	ลักษณะเปลวไฟ: เปลวไฟยาวและมีรูปร่างไม่คงตัว สีของเปลวไฟ เปลวสีฟ้ากรณีเชื้อเพลิงก๊าซ	ลักษณะสีขาวหรือไม่มีสี
ปริมาณอากาศที่เข้าเผาไหม้น้อยเกินไป	ลักษณะเปลวไฟ:เปลวไฟสั้น สีเปลวไฟ:เปลวสีแดงคล้ำ ปลายเปลวมีเขม่าดำ	ลักษณะสีเทาเข้มถึงดำ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การระบายน้ำออกจากหม้อไอน้ำ

นอกจากการเพิ่มประสิทธิภาพการเผาไหม้แล้ว การระบายน้ำออกจากหม้อไอน้ำ หรือโบล์วดาวน์ที่ไม่เหมาะสม ก็เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานที่สำคัญอย่างหนึ่ง โดยทั่วไปควรมีปริมาณน้ำที่ระบายออกไม่เกินร้อยละ 5 ของปริมาณน้ำป้อนเข้าหม้อไอน้ำ

MD Boiler (2552) กล่าวไว้ว่าน้ำป้อนที่เข้าหม้อไอน้ำมีสารละลายและสารแขวนลอยอยู่จำนวนหนึ่ง เมื่อน้ำระเหยกลายเป็นไอน้ำจะทำให้ความเข้มข้นของสารละลายและสารแขวนลอยเพิ่มขึ้นและจะก่อให้เกิดหยดน้ำและฟองติดไปกับไอน้ำ เรียกว่า carry over ซึ่งแบ่งออกได้เป็น

(1) Priming เกิดขึ้นจากการที่ไอน้ำเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วและรุนแรงเนื่องจากภาระของหม้อไอน้ำเปลี่ยนแปลงหรือสาเหตุอื่นๆ จนฟองก๊าซและละอองน้ำที่เกิดขึ้นภายในหม้อไอน้ำ ไม่ถูกแยกออกจากไอน้ำ ทำให้มีละอองน้ำปะปนไปกับไอน้ำ

(2) Foaming เกิดขึ้นจากการที่มีชั้นของฟองก๊าซเกิดขึ้นที่ผิวน้ำเนื่องจากน้ำในหม้อไอน้ำมีความเข้มข้นสูง ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดการเดือดอย่างรุนแรงทำให้มีละอองน้ำปะปนไปกับไอน้ำได้เช่นกัน

ดังนั้นจึงต้องควบคุมความเข้มข้นของสารละลายและสารแขวนลอยในหม้อไอน้ำไม่ให้เกินค่ามาตรฐานโดยการระบายน้ำบางส่วนทิ้งไป หากไม่มีการระบายน้ำหม้อไอน้ำทิ้งไป อาจจะส่งผลให้เกิดอันตรายกับหม้อไอน้ำได้

การระบายน้ำหม้อไอน้ำน้อยไป หรือ ไม่ระบาย จะมีปัญหาต่อคุณภาพของไอน้ำแต่ถ้าระบายมากเกินไปก็จะสูญเสียความร้อนจากน้ำร้อนที่ปล่อยทิ้ง การดูว่าระดับความเข้มข้นของสารละลายเหมาะสมหรือไม่ ดูจากค่า TDS (total dissolved solid) ซึ่งวัดปริมาณสารแขวนลอยที่อยู่ในน้ำของหม้อไอน้ำโดยตรงว่าใน 1 ล้านส่วนมีสารแขวนลอยกี่ส่วน จะมีหน่วยเป็น ppm หรือจะวัดโดยอ้อมจากค่าสภาพการนำไฟฟ้าของน้ำ (conductivity) ซึ่งมีหน่วยเป็นไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร

การนำ คอนเดนเสท กลับมาใช้ใหม่

นอกจากการระบายน้ำออกจากหม้อไอน้ำ กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม (2549) ระบุว่าการนำ คอนเดนเสท ซึ่งเป็นน้ำสะอาด สามารถนำกลับมาใช้เป็นน้ำป้อนหม้อไอน้ำได้ ซึ่งจะทำให้หม้อไอน้ำประหยัดเชื้อเพลิงได้มากขึ้น แต่มีข้อยกเว้นในบางกรณีที่เราไม่สามารถนำ คอนเดนเสท กลับมาใช้ได้ กับหม้อไอน้ำโดยตรงและสามารถแก้ไขด้วยวิธีการดังต่อไปนี้

1) ระยะทางระหว่างจุดใช้งานกับหม้อไอน้ำ ถ้าไกลมากจะเกิดการสูญเสียความร้อนของคอนเดนเสทระหว่างทางส่งกลับ ถึงแม้ท่อคอนเดนเสทจะมีการหุ้มฉนวนที่ดีแล้วก็ตามหลายโรงงานไม่คุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ในการติดตั้งท่อคอนเดนเสทกลับ แต่บางโรงงานอาจเหมาะสม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ถึงแม้คอนเดนเสทจะมีอุณหภูมิลดลงแล้วก็ตาม เนื่องจากค่าใช้จ่ายในการปรับสภาพน้ำดิบมีค่าสูง ทั้งนี้หากไม่สามารถนำน้ำคอนเดนเสทกลับ ก็อาจนำคอนเดนเสทดังกล่าวไปใช้ประโยชน์ในกระบวนการผลิตอื่น เช่น ใช้ในรูปของน้ำร้อน

2) คอนเดนเสทถูกปนเปื้อน สามารถนำ ความร้อนกลับมาใช้ประโยชน์ได้ โดยการนำความร้อนผ่านอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน ซึ่งจะต้องพิจารณาความคุ้มค่าในการลงทุนติดตั้งอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนและประโยชน์ที่เกิดขึ้นจากการนำ ความร้อนกลับ

มีข้อควรระวังในการนำคอนเดนเสทกลับมาใช้ โดยต้องพิจารณาขนาดของท่อ วิธีการนำกลับ เช่น นำกลับด้วยความดันของคอนเดนเสทเองหรือจะต้องใช้เครื่องสูบ สิ่งสำคัญที่ต้องให้ความระมัดระวังคือขนาดของท่อคอนเดนเสทจะต้องสามารถส่งคอนเดนเสทกลับได้เพียงพอ โดยมีสิ่งที่ต้องพิจารณาอยู่สามประการ

1) เมื่อกระบวนการผลิตเริ่มต้นขึ้น จะมีอากาศถูกปล่อยออกมาและเข้าไปในท่อคอนเดนเสท อากาศจะต้องถูกระบายออกได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยไม่เกิดการล็อคของอากาศ

2) ในช่วงเริ่มต้นการผลิต อุปกรณ์ใช้ไอน้ำยังเย็นอยู่ จะเกิดคอนเดนเสทในปริมาณที่สูงกว่าปกติมาก และมีไอน้ำแฟลช ปนมาด้วยจำนวนเล็กน้อย ทำให้เกิดความดันตกคร่อมที่กับดักไอน้ำมาก ดังนั้นถ้าขนาดท่อคอนเดนเสทเล็กเกินไปอาจเกิดความดันย้อนกลับของท่อคอนเดนเสท

3) เมื่อทำงานไปสักระยะ อุปกรณ์ใช้ไอน้ำร้อนขึ้น ปริมาณคอนเดนเสทที่เกิดขึ้นจะลดลงเท่ากับปกติที่ทำงาน แต่จะมีอุณหภูมิใกล้เคียงกับอุณหภูมิของไอน้ำและจะมีไอน้ำแฟลชเกิดขึ้นเมื่อถูกปล่อยออกจากกับดักไอน้ำ อาจไปขัดขวางการเคลื่อนที่ของคอนเดนเสทที่เป็นของเหลวได้

การนำความร้อนเหลือทิ้ง (waste heat) ในโรงงานอุตสาหกรรมกลับไปใช้

อีกแนวทางหนึ่งที่เป็นที่นิยมใช้ในการลดการสูญเสียพลังงาน คือ การนำความร้อนเหลือทิ้ง (waste heat) ในโรงงานอุตสาหกรรมกลับไปใช้ เนื่องจากโรงงานอุตสาหกรรมที่มีการใช้พลังงานความร้อน มักจะมีความร้อนที่ใช้ไม่หมด แล้วปล่อยทิ้งสู่บรรยากาศ ส่งผลให้เกิดผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมและต้นทุนการผลิตสูงขึ้น ดังนั้นโรงงานควรสำรวจแหล่งของความร้อนที่ปล่อยทิ้ง แล้วหาแนวทางนำ กลับมาใช้ประโยชน์ให้มากที่สุด ซึ่งจะส่งผลให้ต้นทุนการใช้พลังงานความร้อนลดต่ำลง

กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม (2549) ได้ระบุถึงรูปแบบการนำความร้อนเหลือทิ้งกลับไปใช้สามารถทำได้โดยนำ ไปใช้โดยตรง(direct heating) โดยการสัมผัสกับวัสดุอุปกรณ์โดยตรง หรือผสมคลุกเคล้ากับอากาศ ก๊าซ หรือของเหลวที่ต้องการให้มีอุณหภูมิสูงขึ้น ดังนั้นจึงต้องคำ นึงถึงความสะอาด และการ นำ ไปใช้โดยอ้อม (indirect heating) โดยการแลกเปลี่ยนความร้อนผ่านพื้นผิวแลกเปลี่ยนความร้อน เช่น ก๊าซกับก๊าซ ของเหลวกับก๊าซ หรือของเหลวกับของเหลว ดังนั้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ปริมาณความร้อนที่นำ กลับมาใช้ประโยชน์จะขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพของอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน ซึ่งแนวทางเหล่านั้นประกอบไปด้วย การนำมาใช้อุ่นอากาศก่อนเข้าเผาไหม้โดยใช้อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน ตัวอย่างเช่น recuperator recuperative burner egenerative burner และ air preheater หรือการนำมาใช้ผลิตไอน้ำโดยใช้ waste heat boiler การนำ มาใช้อุ่นน้ำป้อนหม้อไอน้ำโดยใช้ economizer การนำมาอุ่นชิ้นงานก่อนเข้าเตาเผาโดยเพิ่มบริเวณ preheating zone และการนำอากาศร้อนจากบริเวณ cooling zone ไปใช้ในการอบแห้ง

การลดการสูญเสียความร้อนผ่านพื้นผิว (Surface heat loss)

กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม (2549) ได้ระบุแนวทางในการลดการสูญเสียความร้อนผ่านพื้นผิวสามารถทำได้ โดยการหุ้มฉนวนถือเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพให้กับการผลิตไอน้ำได้เช่นกัน เนื่องจากฉนวนหุ้มท่อความร้อนต่างๆ จะมีอายุการใช้งานนาน 5–15 ปี ขึ้นอยู่กับชนิดและสภาพการติดตั้งใช้งาน ถ้าการติดตั้งใช้งานไม่เหมาะสมจะทำให้อายุการใช้งานของฉนวนสั้นลง เช่น ติดตั้งในพื้นที่ที่มีความชื้นสูงและไม่มีวัสดุห่อหุ้มฉนวน ความร้อน ความชื้นจะทำให้ฉนวนความร้อนเสื่อมสภาพเร็วขึ้น ซึ่งการเสื่อมสภาพของฉนวนสังเกตได้จาก หลังจากการติดตั้งใช้งานระยะหนึ่ง อุณหภูมิผิวฉนวนสูงกว่าเดิมเกิน 20 องศาเซลเซียส การเกาะยึดตัวของเนื้อฉนวนความร้อนโดยปกติเมื่อฉนวนถูกใช้งานไปนานๆ เนื้อฉนวนจะเริ่มเปื่อยยุ่ย ไม่เกาะติดกัน เมื่อใช้มือจับดึงเนื้อฉนวนจะหลุดติดมือออกมาจำนวนมากได้ง่าย โดยที่ใช้แรงดึงน้อย หรือสังเกตจากการที่มีเศษฉนวนหลุดร่วงลงพื้น

ดังนั้นการหุ้มฉนวนจึงช่วยลดการสูญเสียทางพื้นผิวของวัตถุได้ประมาณร้อยละ 95 ซึ่งผลประหยัดจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับการเลือกใช้ชนิดและความหนาของฉนวน ดังนั้นเมื่อลงทุนหุ้มฉนวนพื้นผิววัตถุแล้ว ระยะเวลาคืนทุนจะมากหรือน้อย จะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิพื้นผิวของวัตถุ ชั่วโมงการใช้งาน และค่าเชื้อเพลิง ซึ่งปกติการหุ้มฉนวนจะมีระยะเวลาคืนทุนไม่เกิน 2 ปี โดยปกติเมื่อหุ้มฉนวนที่ความหนาแน่นเหมาะสม อุณหภูมิพื้นผิวฉนวนจะไม่เกิน 60 องศาเซลเซียส

การจัดการใช้ไอน้ำอย่างมีประสิทธิภาพ (steam management)

กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม (2549) ได้ระบุแนวทางที่จะทำให้การผลิตไอน้ำมีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยต้องคำนึงถึง อุปกรณ์ผลิตไอน้ำควรผลิตไอน้ำอิ่มตัวที่มีความดันและปริมาณเหมาะกับความต้องการส่งจ่ายไอน้ำไปตามท่อ รวมไปจนถึงอุปกรณ์ใช้ไอน้ำ ซึ่งอุปกรณ์ใช้ไอน้ำจะต้องติดตั้งกับดักไอน้ำที่ถูกต้องและเหมาะสม เพื่อให้ในระบบมีเฉพาะไอน้ำอิ่มตัวแห้งอยู่ตลอดเวลา ดังนั้นในการจัดการการใช้ไอน้ำ จึงควรให้ความสำคัญตั้งแต่อุปกรณ์ที่เป็นตัวกำเนิดไอน้ำ ระบบส่งไอน้ำ จนถึงอุปกรณ์ใช้ไอน้ำ โดยต้องควบคุมให้ส่วนต่างๆทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดตลอดเวลาเพื่อให้ต้นทุนในระบบไอน้ำต่ำที่สุด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การใช้หม้อไอน้ำที่มีกำลังการผลิตไอน้ำมากขณะที่ความต้องการใช้ไอน้ำมีน้อย (หม้อไอน้ำมีขนาดใหญ่เกินไป) จะส่งผลให้ต้นทุนในระบบการผลิตไอน้ำสูงขึ้น ซึ่งระบบผลิตไอน้ำจะมีค่าการสูญเสียหลายส่วนที่คงที่ ได้แก่ บริเวณผิวหม้อไอน้ำ การระบายน้ำทิ้ง โดยหม้อไอน้ำที่มีขนาดใหญ่จะมีค่าการสูญเสียสูงกว่าขนาดเล็ก ดังนั้นโรงงานควรจัดเวลาการใช้ไอน้ำเพื่อให้หม้อไอน้ำทำงานที่ภาระมากกว่าร้อยละ 80 ของขนาดพิกัดหรืออาจลดขนาดของหัวเผา หรือใช้หม้อไอน้ำที่มีขนาดเล็ก กรณีที่โรงงานมีหม้อไอน้ำหลายชุดและขนาดแตกต่างกัน การเดินหม้อไอน้ำให้เหมาะสมกับความต้องการของระบบจะช่วยลดต้นทุนการผลิตและการใช้ไอน้ำลงได้อย่างมาก โดยจะสามารถหาผลการประหยัดพลังงานได้จาก ดัชนีการผลิตและใช้ไอน้ำต่อเชื้อเพลิงที่แตกต่างกัน หากท่อส่งจ่ายไอน้ำมีขนาดไม่เหมาะสมกับอัตราการไหลและสมบัติของไอน้ำ จะส่งผลต่อระบบไอน้ำ การออกแบบหรือกำหนดขนาดท่อไอน้ำนั้นสำคัญอย่างยิ่งกับการสูญเสียความดัน สูญเสียความร้อน และค่าใช้จ่ายในการติดตั้งและบำรุงรักษา

2.6 แนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้า

ระบบเครือข่ายสาระสนเทศด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อมของประเทศไทย (2552.ก) ได้ให้แนวทางในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในโรงงานอุตสาหกรรม ได้ดังนี้

การใช้แสงธรรมชาติตอนกลางวัน

การออกแบบใช้ช่องแสงที่ดีโดยการใช้วัสดุที่มีความโปร่งแสงหรือกึ่งโปรงแสง มาเป็นฝ้าเพดานหลอกทำให้มีแสงสว่างที่ดีและไม่มีความจ้า และยังช่วยสกัดความร้อนจากแสงธรรมชาติออกด้วย หรือการใช้แสงธรรมชาติจากหน้าต่างด้วยเช่นกัน อย่างไรก็ตาม ควรจะมีการออกแบบที่ดีและหลีกเลี่ยงการเกิดแสงจ้า และควรใช้แผ่นบังแสงด้วยเพื่อให้ได้แสงธรรมชาติที่ไม่มีแสงจ้า

การลดจำนวนหลอดไฟเพื่อลดแสงสว่างที่มากเกิน

ใช้หลอดไฟในการให้แสงสว่างในจำนวนที่ให้แสงสว่างตามความจำเป็นเท่านั้น

การเน้นแสงสว่างเฉพาะจุดที่ทำงาน

โดยการให้แสงสว่างแก่พื้นที่ที่กำลังใช้ทำงานอยู่ โดยใช้หลอดที่ใช้กำลังไฟฟ้าต่ำ ในขณะที่บริเวณอื่นๆ ยังได้รับแสงสว่างในปริมาณน้อยอยู่ เช่น หลอดไฟที่ติดตั้งกับเครื่องจักรหรือโต๊ะทำงาน

การลดแรงดันไฟฟ้าการส่องสว่าง

ผลกระทบของการผันแปรของแรงดันไฟฟ้าต่อแสงสว่างที่เกิดขึ้นและปริมาณการใช้พลังงานสำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ ความผันแปรที่คล้ายกันสังเกตได้จากหลอดไฟแบบปล่อยประจุอื่นๆ เช่น หลอดไอปรอท หลอดเมทัลฮาไลด์ และหลอดไอโซเดียม ดังนั้น การลด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แรงดันไฟฟ้าแสงสว่างสามารถประหยัดพลังงานได้เช่นกัน ในหลายๆพื้นที่สายส่งจะมีแรงดันไฟฟ้าสูงกว่าปกติ ดังนั้น การลดแรงดันไฟฟ้าจึงสามารถประหยัดพลังงานและสามารถผลิตแสงสว่างได้ตามอัตราที่กำหนด

การเปลี่ยนบัลลาสต์จากแกนเหล็กธรรมดาเป็นบัลลาสต์อิเลคทรอนิกส์

การเลือกบัลลาสต์ที่ใช้กำลังไฟลดลงจะสามารถช่วยประหยัดค่าไฟฟ้าได้มากขึ้นซึ่งวิธีการเลือกใช้บัลลาสต์อิเลคทรอนิกส์ สามารถพิจารณาได้ดังนี้

- ต้องเลือกชนิดของบัลลาสต์อิเลคทรอนิกส์ให้เหมาะสมกับการใช้งานเช่น ถ้าใน 1 วันมีการเปิด-ปิดไฟ มากกว่า 5 ครั้ง ควรเลือกใช้บัลลาสต์ที่มีการจุดติดหลอดเป็นแบบ "อุ่นหลอด" (preheat start) เพราะจะทำให้ประหยัดเงินมากกว่า ถ้าใน 1 วันมีการเปิด-ปิดไฟน้อยกว่า 5 ครั้ง ควรเลือกใช้ชนิดที่มีการจุดติดหลอดแบบ "ติดทันที" (instant start)

- ต้องเลือกบัลลาสต์อิเลคทรอนิกส์ให้ถูกต้องตามขนาด เช่น 18 วัตต์ 36 วัตต์ เป็นต้น ตรงกับชนิดของไฟที่ใช้ ควรเลือกบัลลาสต์ที่ผ่านการตรวจสอบและรองรับตามมาตรฐานสากลเปรียบเทียบคุณสมบัติอื่น เช่น อายุการใช้งาน อัตราการเสียพลังงาน และควรเลือกบัลลาสต์อิเลคทรอนิกส์ที่มีคุณสมบัติพื้นฐานดังนี้

(1) มีวงจรที่สามารถกรองไฟฟ้าจากภายนอกที่จ่ายให้กับบัลลาสต์หรือกรองผลกระทบทางไฟฟ้าที่บัลลาสต์สร้างที่เราเรียกว่า "ฮาร์โมนิกส์" (harmonics)

(2) ต้องมีวงจรกรอง หรือควบคุมการรบกวนคลื่นวิทยุ (RFI) และสนามแม่เหล็ก (EMI)178

(3) ต้องมีวงจรที่สามารถรับรู้สภาพความเป็นไปของหลอดไฟหรือตัวบัลลาสต์เอง และสามารถปรับตัวให้วงจรไฟฟ้าแสงสว่างมีความสมบูรณ์ที่สุด

การเปลี่ยนไปใช้หลอดไฟประสิทธิภาพสูง

โดยเปลี่ยนจากหลอดไฟฟ้าแบบ T8 หรือ T12 เป็นหลอด T5 ซึ่งเป็นหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 หุน (5/8") หลอดทรงคล้ายท่อ (tubular) หลอด T5 จึงมีขนาดเล็กกว่าหลอดผอม T8 ประมาณ ร้อยละ 40 และ เล็กกว่าหลอดฟลูออเรสเซนต์ธรรมดา (T12) เกือบร้อยละ 60

หลอด T5 คือหลอดที่ประหยัดไฟมากที่สุดในปัจจุบัน โดยใช้กำลังไฟเพียง 28 w แต่ให้ความสว่างมากกว่าหลอดผอม T8 36 watt ในขณะที่กำลังไฟน้อยลง แต่ให้แสงสว่างที่มากกว่าเดิม เนื่องจากต้นทุนในการเปลี่ยนหลอด T5 ค่อนข้างที่จะสูงเมื่อเทียบกับอุปกรณ์ของหลอด T8 ดังนั้นในการเลือกใช้มาตรการเปลี่ยนหลอด T5 แทนหลอด T8 จึงจำเป็นจะต้องเลือกใช้งานในสถานที่ที่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

มีชั่วโมงการทำงานค่อนข้างสูง (อย่างน้อย 12 ชั่วโมงต่อวัน) เพื่อให้ได้การคืนทุนที่ค่อนข้างเร็ว มิฉะนั้น มาตรการเปลี่ยนหลอด T5 จะมีระยะเวลาการคืนทุนที่ช้า

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กระบวนการผลิตลำไยอบแห้งได้มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องโดยเฉพาะเตาอบ ซึ่งเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการผลิต ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาเตาอบแบบไอน้ำเพื่อนำไปใช้ในการผลิตระดับอุตสาหกรรม ทดแทนเตาอบแบบดั้งเดิมที่มีการใช้แก๊สหุงต้ม และไม้ฟืน เป็นเชื้อเพลิง ดังเช่น การศึกษาของ ชัชวาล (2550) ได้ทำการเปรียบเทียบต้นทุนในการผลิตลำไยอบแห้งทั้งเปลือกพบว่า เตาอบแบบไอน้ำ และเตาอบที่ใช้ความร้อนจากฟืน มีต้นทุน 29.91 และ 30.24 บาทต่อกิโลกรัมตามลำดับ ซึ่งถูกกว่าการใช้ความร้อนจากแก๊สหุงต้ม ซึ่งมีต้นทุน 32.94 บาทต่อกิโลกรัม ในระดับอุตสาหกรรมจึงใช้เตาอบแบบไอน้ำในการอบลำไยเพราะต้นทุนถูกกว่า ต่อมาจึงมีการพัฒนาเตาอบไอน้ำให้สามารถลดต้นทุนในการอบลงได้อีกโดย สถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงาน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (2551) ได้ทำการศึกษาการประหยัดพลังงานในอุตสาหกรรมอบแห้งลำไย โดยศึกษาการใช้ไม้ฟืนลำไยเป็นเชื้อเพลิง ร่วมกับการปรับปรุงชั้นอบแห้งเดิมของเตาไต้หวัน และเพิ่มอุปกรณ์สลับทิศทางการไหลของอากาศร้อน ซึ่งจะช่วยลดต้นทุนในการใช้เชื้อเพลิง ทำให้ได้ลำไยอบแห้งที่มีคุณภาพมากขึ้น ซึ่งเตาอบแห้งลำไยประสิทธิภาพสูงแบบสามารถลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานลงได้อีกประมาณ 5 บาท/กิโลกรัมลำไยแห้ง

การนำเทคโนโลยีเข้ามาพัฒนา หรือประยุกต์ใช้กระบวนการผลิตนั้น ทำให้สามารถผลิตสินค้าหรือผลิตภัณฑ์ ได้อย่างมีคุณภาพ ทั้งยังอาจมีส่วนในการช่วยลดต้นทุนในการผลิตลงได้ เทคโนโลยีสะอาดเป็นเครื่องมือหนึ่งที่สามารถนำมาใช้ในการประเมินสาเหตุที่ทำให้เกิดการสูญเสียในกระบวน การผลิต และใช้สร้างข้อเสนอเพื่อลดการสูญเสีย ส่งผลให้เกิดความประหยัดขึ้น จึงมีกลุ่มอุตสาหกรรมต่างๆนำเทคโนโลยีสะอาดไปประยุกต์ใช้ในกระบวนการผลิตมากมาย

กลุ่มอุตสาหกรรมการแปรรูปอาหาร ได้นำเทคโนโลยีสะอาดไปประยุกต์ใช้ในกระบวนการผลิตมากเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพในกระบวนการผลิต สุพัตรา (2547) ได้นำข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาดปรับปรุงกระบวนการผลิตผักดองบรรจุกระป๋อง เพื่อลดการสูญเสียปริมาณผัก โดยการติดตั้งขอบโต๊ะตรวจคัดผักดอง เพิ่มเขียงและโต๊ะสำหรับหั่นข่า เปลี่ยนตะแกรงรองรับผัก ซึ่งสามารถประหยัดค่าใช่จ่ายลงได้รวมเป็นมูลค่า 44,665 บาทต่อปี ส่วน นนท์ สำราญทรัพย์ (2549) ได้นำเทคโนโลยีสะอาดไปประยุกต์ใช้ในกระบวนการผลิตข้าวโพดหวาน เพื่อลดการสูญเสียเมล็ดข้าวโพดโดยการปรับเปลี่ยนใบมีด ปรับตั้งระยะตัด หุ้มฉนวนท่อส่งไอน้ำ และ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ปรับปรุงประสิทธิภาพหม้อไอน้ำ สามารถประหยัดค่าใช้จ่ายรวมทั้งหมดเป็นมูลค่า 351,174.43 บาทต่อปี

นอกจากนี้ ห้างหุ้นส่วนจำกัด อิสริยะผล ได้ใช้แนวทางของเทคโนโลยีสะอาดในการกำหนดการระบายน้ำทิ้งของหม้อไอน้ำ เนื่องจากมีการระบายน้ำทิ้งมากเกินไป จึงทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานความร้อน ภายหลังการปรับปรุงได้มีการระบายน้ำ หม้อน้ำร้อนที่เหมาะสมจนสามารถประหยัดเชื้อเพลิงลงได้ คิดเป็นมูลค่า 450,972 บาท ซึ่งไม่มีการลงทุนเลย อีกทั้งได้นำแนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพการเผาไหม้ โดยการปรับปริมาณ ออกซิเจนในอากาศเสียให้เป็น ร้อยละ 4 สามารถประหยัดพลังงานลงได้คิดเป็นมูลค่า 115,932 บาทต่อปี โดยไม่มีการลงทุน (มีอุปกรณ์วัดไอเสียอยู่แล้ว)

กลุ่มอุตสาหกรรมอื่นๆ ก็นำเทคโนโลยีสะอาดมาประยุกต์ใช้ในกระบวนการผลิตเช่นกัน พัฒนียา (2548) ได้ศึกษาหาสาเหตุการสูญเสียในกระบวนการฟักไข่ พบว่าสาเหตุที่สำคัญคือการสูญเสียพลังงานไฟฟ้า ภายหลังจากนำเอาแนวทางเทคโนโลยีสะอาดไปปรับปรุงโดย การติดตั้งบัลลาสต์กำลังสูญเสียต่ำ ติดตั้งอุปกรณ์เวลาของมอเตอร์ปั๊มน้ำ ปิดโคมไฟเมื่อไม่ใช้งาน สามารถลดการใช้ไฟฟ้าลงไปร้อยละ 22 คิดมูลค่าความประหยัดรวมได้ 204,331 ต่อปี นอกจากนี้ อลงกรณ์ (2549) ได้มีการนำเทคโนโลยีสะอาดไปใช้ในโรงบ่มใบยาสูบ เพื่อลดซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในโรงบ่มใบยาสูบของสถานีใบยาสูบสันกลาง ที่เกิดจากการใช้ถ่านหินลิกไนต์ ซังข้าวโพด และถ่านหินลิกไนต์ผสมกับซังข้าวโพด เป็นเชื้อเพลิงสำหรับการบ่มใบยาสูบ รวมทั้งทำการเปรียบเทียบต้นทุนการใช้เชื้อเพลิงพบว่า เตาอบระบบความร้อนรวมศูนย์ซึ่งใช้ถ่านลิกไนต์เป็นเชื้อเพลิงสำหรับการบ่มใบยาสูบ มีปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ 252 ppm การใช้ซังข้าวโพดเพียงอย่างเดียวเป็นเชื้อเพลิงไม่พบก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ส่วนการใช้เชื้อเพลิงผสมตามอัตราส่วนความร้อนระหว่างถ่านลิกไนต์กับซังข้าวโพดในสัดส่วน 1:2 1:1 และ 2:1 มีปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์เฉลี่ยเท่ากับ 9.50, 87.50 และ 182. ppm ตามลำดับ สำหรับต้นทุนการใช้เชื้อเพลิงพบว่า การใช้ซังข้าวโพดเพียงอย่างเดียวเป็นเชื้อเพลิงจะประหยัดค่าใช้จ่ายกว่าการใช้ถ่านหินลิกไนต์เท่ากับ 250,023 บาท/ฤดูปลูก หรือประหยัด 1.15 บาท/กิโลกรัมของใบยาสูบแห้ง และการใช้เชื้อเพลิงผสมตามอัตราส่วนความร้อนระหว่างถ่านหินลิกไนต์กับซังข้าวโพดสัดส่วน 1:2, 1:1 และ 2:1 จะประหยัดกว่าการใช้ถ่านหินลิกไนต์เท่ากับ 166,486 124,642 และ 83,537 บาท/ฤดูปลูก ตามลำดับ ดังนั้นการใช้ซังข้าวโพดเพียงอย่างเดียวเป็นเชื้อเพลิงจึงเป็นทางเลือกที่เหมาะสมที่สุดในการบ่มใบยาสูบ

ในส่วนของการเพิ่มประสิทธิภาพหม้อไอน้ำโดยการใช้เทคนิคของเทคโนโลยีสะอาดที่นำพลังงานที่สูญเสียไปกลับมาใช้ประโยชน์ ซึ่งระบบเครือข่ายสารสนเทศด้านพลังงานและ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สิ่งแวดล้อมของประเทศไทย (2552. ข.) ได้มีการเผยแพร่การประยุกต์แนวทางของเทคโนโลยีสะอาดของ บ. Hospitality จำกัด ที่ได้นำแนวทางในการปรับปรุงหม้อไอน้ำ โดยมีการนำคอนเดนเสท และไอเสียของหม้อไอน้ำ ไปอุ่นน้ำก่อนป้อนเข้าหม้อน้ำร้อนทำให้น้ำมีอุณหภูมิสูงขึ้นจาก 32 องศาเซลเซียส เป็น 80 องศาเซลเซียส ทำให้สามารถประหยัดเชื้อเพลิงและมลพิษจากไอเสียลง โดยมีลงทุน 980,000 บาท สามารถประหยัดพลังงานคิดเป็นมูลค่า 730,290 บาทต่อปี และมีระยะคุ้มทุน 1.34 ปี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved