



การศึกษาเพื่อเพิ่มผลิตภาพในระบบหม้อไอน้ำ

A Study on Productivity Improvement in the Boiler System



สารนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสยาม

พุทธศักราช 2562

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสยาม



ใบรับรองสารนิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสยาม
หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
ปริญญา

การจัดการงานวิศวกรรม
(สาขาวิชา)

บัณฑิตวิทยาลัย
(คณะ)

เรื่อง การศึกษาการเพิ่มผลิตภาพในระบบหม้อไอน้ำ

A Study on Productivity Improvement in the Boiler System

ผู้แต่ง นายกิจจา มิ่งขวัญ

Mr.Kitchar Mingkwan

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษา.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.วันชัย ธิจิรวนิช)

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.ยุทธชัย บรรเทึงจิตร)

ผู้อำนวยการหลักสูตร

วันที่...5...เดือน...พ.พ.....พ.ศ.2567.....

บทคัดย่อ

งานวิจัยเรื่อง : การศึกษาเพื่อเพิ่มผลผลิตภาพในระบบหม้อไอน้ำ

โดย : นายกิจจา มิ่งขวัญ

ชื่อปริญญา : วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา : การจัดการงานวิศวกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษา :

(รองศาสตราจารย์ ดร. วันชัย ริจิรวนิช)

..... 5 / 2 / 62

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มผลผลิตภาพในระบบหม้อไอน้ำด้วยการอนุรักษ์พลังงาน โดยการนำมาตรการประหยัดพลังงานมาเป็นวิธีการในการลดต้นทุนค่าใช้จ่ายของเชื้อเพลิงถ่านหิน และลดการใช้พลังงานความร้อนในกระบวนการผลิต

การประหยัดพลังงานในระบบหม้อไอน้ำที่ใช้เป็นการดำเนินการด้วย 2 มาตรการ คือ มาตรการด้านการนำคอนเดนเสทกลับมาใช้ใหม่ และ มาตรการด้านการปรับปรุงฉนวนท่อส่งไอน้ำ

จากการศึกษาพบว่า โดยการนำมาตรการประหยัดพลังงานในระบบหม้อไอน้ำ ทั้ง 2 มาตรการมาประยุกต์ใช้ สามารถลดต้นทุนค่าใช้จ่ายของเชื้อเพลิงถ่านหินและลดการใช้พลังงานความร้อน ส่งผลให้อัตราผลผลิตภาพ จากเดิมอยู่ที่ 21.76 เป็น 27.51 ตันผลผลิต/ตันเชื้อเพลิงถ่านหิน ซึ่งถือว่าผลผลิตภาพเพิ่มขึ้นร้อยละ 26.42 หลังการนำมาตรการประหยัดพลังงานมาใช้ในช่วงระยะเวลา 4 เดือน

คำสำคัญ: เพิ่มผลผลิตภาพ, ระบบหม้อไอน้ำ

Abstract

Title : A Study on Productivity Improvement in the Boiler System

By : Mr.Kitchar Mingkwan

Degree : Master of Engineering

Major Field : Engineering Management

IS Advisor : 

(Assoc. Prof. Dr. Vanchai Rijiravanich)

.....5.....2.....19.....

This study aimed to improve the productivity of the boiler system using the concept of energy conservation. Energy saving measures were used as a way to reduce cost of coal, the fuel used in the production process. The energy saving measures for operating the boiler system included the use of condensate water recovery and the improvement of steam pipe insulation.

The results of the study showed that the implementation of the measures to save energy in the boiler system could reduce the cost of coal and heat consumption. As a result, productivity increased from 21.76 to 27.51 tons of product / tons of coal fuel, which represented an increase of 26.42 % from the 4 months of energy saving schemes.

Keyword: productivity, boiler system

Approved by

.....

กิตติกรรมประกาศ

สารนิพนธ์ฉบับนี้สามารถดำเนินการศึกษาสำเร็จลงไปได้ดีด้วยความอนุเคราะห์เป็นอย่างสูงของ รองศาสตราจารย์ ดร. วันชัย ธิวัณวิช อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พงศ์พัฒน์ เพ็ชรรุ่งเรือง อาจารย์ประจำบัณฑิตวิทยาลัย สาขาวิศวกรรมศาสตร์ และคณาจารย์ บัณฑิตวิทยาลัย สาขาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม ทุก ๆ ท่านซึ่งเป็นผู้ให้คำแนะนำและติดตามผลในการศึกษา

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ญาติ พี่น้อง มิตรสหาย รวมถึงผู้แต่งหนังสือหรือเอกสารทางวิชาการ ที่ข้าพเจ้าได้ใช้เป็นเอกสารอ้างอิง รวมทั้งหัวหน้างาน เพื่อนร่วมงานทุกคนที่คอยสนับสนุนช่วยเหลือ และให้กำลังใจ มาโดยตลอด ขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่าน ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาการต่าง ๆ จนช่วยให้สามารถทำการศึกษาจนสำเร็จลง ด้วยดี



กิจจา มิ่งขวัญ
ผู้จัดทำ

สารบัญ

เรื่อง	หน้าที่
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญรูป	ฉ
สารบัญตาราง	ณ

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา	10
1.3 ขั้นตอนการศึกษา	10
1.4 ขอบเขตของการศึกษา	10
1.5 ประโยชน์ของการศึกษา	10
1.6 นิยามคำศัพท์	11

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานศึกษาที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	12
2.2 งานศึกษาที่เกี่ยวข้อง	35

บทที่ 3 การดำเนินการศึกษา

3.1 การศึกษาข้อมูลการใช้พลังงานในระบบหม้อไอน้ำ	40
3.2 วิเคราะห์สาเหตุของปัญหาในระบบหม้อไอน้ำของโรงงานกรณีศึกษา	41
3.3 ศึกษาหาแนวทางและขั้นตอนในการดำเนินการอนุรักษ์พลังงานในระบบหม้อไอน้ำ	42
3.4 นำมาตรการการอนุรักษ์พลังงานในหม้อไอน้ำไปดำเนินการ	43
3.5 ประเมินผลและสรุปผลถึงแนวทางในการนำมาตรการการอนุรักษ์พลังงานในระบบหม้อไอน้ำไปดำเนินการ	44

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้าที่
บทที่ 4 ผลการศึกษา	
4.1 ผลการศึกษาข้อมูลการใช้พลังงานในระบบหม้อไอน้ำ	46
4.2 ผลการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาในระบบหม้อไอน้ำของโรงงานกรณีศึกษา	47
4.3 ผลการศึกษาหาแนวทางและขั้นตอนในการดำเนินการอนุรักษ์พลังงานในระบบหม้อไอน้ำ	54
4.4 ผลการนำมาตรการการอนุรักษ์พลังงานในหม้อน้ำไปดำเนินการ	55
4.5 ผลการประเมินผลและสรุปผลถึงแนวทางในการนำมาตรการการอนุรักษ์พลังงานในระบบหม้อไอน้ำไปดำเนินการ	62
บทที่ 5 บทสรุป และข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผล	64
5.2 ข้อเสนอแนะ	66
บรรณานุกรม	67
ประวัติผู้ศึกษา	68



สารบัญรูป

รูปที่	หน้าที่
1.1 แผนผังกระบวนการผลิต ซีอิ๊วขาวสูตร 1	3
1.2 แผนผังกระบวนการผลิต ซีอิ๊วดำสูตร 5	5
1.3 แผนผังกระบวนการผลิต ซีอิ๊วขาวสูตร 5	6
2.1 ประสิทธิภาพหม้อไอน้ำแต่ละเดือน	17
2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาของตะกรันและ % พลังงานที่การสูญเสีย	19
2.3 การสูญเสียพลังงานเนื่องจากการรั่วของไอน้ำ	20
2.4 การสูญเสียความร้อนจากท่อส่งไอน้ำเปลี่ยนสำหรับท่อขนาดต่าง ๆ	21
2.5 การนำคอนเดนเสทกลับมาใช้ใหม่	22
2.6 แผ่นฟิล์มของอากาศ น้ำ และตะกรันบนพื้นผิวโลหะ ทำให้ลดประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อน	25
2.7 ผลของการหุ้มฉนวนและการติดตั้งฝาปิดถังบรรจุคอนเดนเสทที่มีต่อการสูญเสียความร้อนคอนเดนเสท	27
2.8 ปริมาณความร้อนที่สูญเสียจากผิวน้ำในกรณีที่มีฝาปิดและไม่มีฝาปิดที่อุณหภูมิ น้ำระหว่าง 35-100 °C	27
2.9 การสูญเสียไอน้ำผ่านรูรั่วขนาดต่าง ๆ ในระบบไอน้ำ และมูลค่าความสูญเสียที่เกิดขึ้นต่อ ปี	28
2.10 วิธีการนำคอนเดนเสทกลับคืนไปใช้	29
2.11 ปริมาณไอน้ำเฟลชที่เกิดขึ้นเมื่อคอนเดนเสทถูกปล่อยเข้าไปในถังความดันต่างกัน	30
2.12 การตรวจวัดข้อมูลการทำงานของหม้อไอน้ำ	32
2.13 การสูญเสียพลังต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น	34

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้าที่
4.1 การปล่อยคอนเดนเสททั้ง จุดที่ 1	47
4.2 การปล่อยคอนเดนเสททั้ง จุดที่ 2, 3	48
4.3 การปล่อยคอนเดนเสททั้ง จุดที่ 4,5 และ6	48
4.4 การปล่อยคอนเดนเสททั้ง จุดที่ 7	49
4.5 การปล่อยคอนเดนเสททั้ง จุดที่ 8	49
4.6 การปล่อยคอนเดนเสททั้ง จุดที่ 9	50
4.7 การปล่อยคอนเดนเสททั้ง จุดที่ 10	50
4.8 การปล่อยคอนเดนเสททั้ง จุดที่ 11 และ12	51
4.9 การปล่อยคอนเดนเสททั้ง จุดที่ 13 และ14	51
4.10 การปล่อยคอนเดนเสททั้ง จุดที่ 15	52
4.11 ท่อส่งไอน้ำที่ฉนวนกันความร้อนชำรุด จุดที่ 1	53
4.12 ท่อส่งไอน้ำที่ฉนวนกันความร้อนชำรุด จุดที่ 2	53
4.13 ท่อส่งไอน้ำที่ฉนวนกันความร้อนชำรุด จุดที่ 3	54
4.14 การนำคอนเดนเสทกลับมาใช้ใหม่ จุดที่ 1	55
4.15 การนำคอนเดนเสทกลับมาใช้ใหม่ จุดที่ 2,3	56
4.16 การนำคอนเดนเสทกลับมาใช้ใหม่ จุดที่ 4,5 และ6	56
4.17 การนำคอนเดนเสทกลับมาใช้ใหม่ จุดที่ 7	57
4.18 การนำคอนเดนเสทกลับมาใช้ใหม่ จุดที่ 8	57
4.19 การนำคอนเดนเสทกลับมาใช้ใหม่ จุดที่ 9	58
4.20 การนำคอนเดนเสทกลับมาใช้ใหม่ จุดที่ 10	58
4.21 การนำคอนเดนเสทกลับมาใช้ใหม่ จุดที่ 11 และ12	59
4.22 การนำคอนเดนเสทกลับมาใช้ใหม่ จุดที่ 13 และ14	59
4.23 การนำคอนเดนเสทกลับมาใช้ใหม่ จุดที่ 15	60
4.24 การปรับปรุงฉนวนท่อส่งไอน้ำ จุดที่ 1	61
4.25 การปรับปรุงฉนวนท่อส่งไอน้ำ จุดที่ 2	61
4.26 การปรับปรุงฉนวนท่อส่งไอน้ำ จุดที่ 3	62

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 ผลผลิตระหว่างมกราคม – เมษายน 2560	8
1.2 ค่าใช้จ่ายด้านเชื้อเพลิงสำหรับระบบหม้อไอน้ำระหว่าง มกราคม – เมษายน 2560	9
2.1 ข้อมูลตรวจวัดระบบไอน้ำอุตสาหกรรม	31
3.1 ผลผลิตและเชื้อเพลิงและอัตราผลิตภาพ ก่อนทำมาตรการ	41
3.2 ผลผลิตและเชื้อเพลิงและอัตราผลิตภาพ หลังทำมาตรการ	45
4.1 ผลผลิตและเชื้อเพลิงและอัตราผลิตภาพ ก่อนทำมาตรการ	46
4.2 ผลผลิตและเชื้อเพลิงและอัตราผลิตภาพ หลังทำมาตรการ	62
5.1 ผลผลิตและเชื้อเพลิงและอัตราผลิตภาพ ก่อนทำมาตรการ	65
5.2 ผลผลิตและเชื้อเพลิงและอัตราผลิตภาพ หลังทำมาตรการ	65



บทที่ 1

บทนำ

ในปัจจุบันอุตสาหกรรมในประเทศไทยได้มีการขยายตัวอย่างต่อเนื่อง ต้นทุนทางด้านพลังงานในการผลิตมีความจำเป็นมากและมีแนวโน้มว่าราคาจะเพิ่มสูงขึ้นทุก ๆ ปีและมีความต้องการใช้พลังงานเพิ่มสูงขึ้น ดังนั้นโรงงานอุตสาหกรรมจึงต้องหาแนวทางหรือวิธีการที่จะลดต้นทุนทางด้านพลังงานดังกล่าว ในการดำเนินการสามารถทำได้อยู่หลายวิธี เช่น

1. การบำรุงรักษาเครื่องมือเครื่องจักรให้อยู่ในสภาพสมบูรณ์
2. การลดการสูญเสียเป็นต้น

วิธีการจะได้ผลในช่วงเวลาสั้น ๆ ที่มีการกระตุ้นหรือเฉพาะเวลาที่มีการควบคุมเท่านั้น แต่ในระยะยาวกลับพบว่าไม่ประสบความสำเร็จ สาเหตุมาจากเราพัฒนาเฉพาะเครื่องจักรและอุปกรณ์และวิธีการผลิตเท่านั้น แต่เราไม่ได้จัดทำมาตรการการอนุรักษ์พลังงาน

1.1 ความสำคัญของปัญหา

โรงงานกรณีศึกษาทำการผลิตเครื่องปรุงรส ผลิตภัณฑ์ประเภทซอสปรุงรสในกระบวนการผลิต ใช้พลังงานความร้อนจาก หม้อไอน้ำ แบบท่อน้ำกับท่อไฟ มีขนาด 16 ตัน (ton) แรงดัน 10 บาร์ (bar) การเผาไหม้แบบ ฟลูอิดไดซ์เบด ใช้ถ่านหินบิทูมินัสเป็นเชื้อเพลิงขนาด 5-10 มิลลิเมตร กำลังการผลิตไอน้ำ 16,000 กิโลกรัมต่อชั่วโมง (kg/h) จ่ายไอน้ำไปยังโรงงานผลิตภายในโรงงาน และส่งไอน้ำที่ผลิตได้ไปยังอุปกรณ์ ที่ใช้ไอน้ำ ในกระบวนการผลิต ซึ่งมีผลิตภัณฑ์ที่ใช้พลังงานความร้อนอยู่ 3 ผลิตภัณฑ์หลักของโรงงานกรณีศึกษา จากกรตรวจวัดมีหม้อไอน้ำของโรงงานกรณีศึกษามี ประสิทธิภาพการทำงาน อยู่ที่ 75.93 % ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานของเชื้อเพลิงแข็งที่กำหนดไว้ คือ 83 %

จากการตรวจสอบการใช้พลังงานความร้อนของโรงงานกรณีศึกษาพบว่า ระบบหม้อไอน้ำขนาด 16 ตัน (ton) ของโรงงานกรณีศึกษามีประสิทธิภาพต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน ที่กำหนดไว้ จึงหาแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพ ด้วยการอนุรักษ์พลังงาน และจัดทำมาตรการประหยัดพลังงานใน

ระบบหม้อไอน้ำขอโรงงานกรณีศึกษา เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพระบบหม้อไอน้ำของโรงงาน
กรณีศึกษาให้สูงเพิ่มมากขึ้น

ผลิตภัณฑ์ที่ใช้พลังงานความร้อนอยู่ 3 ผลิตภัณฑ์ของโรงงานกรณีศึกษา ประกอบ ด้วย

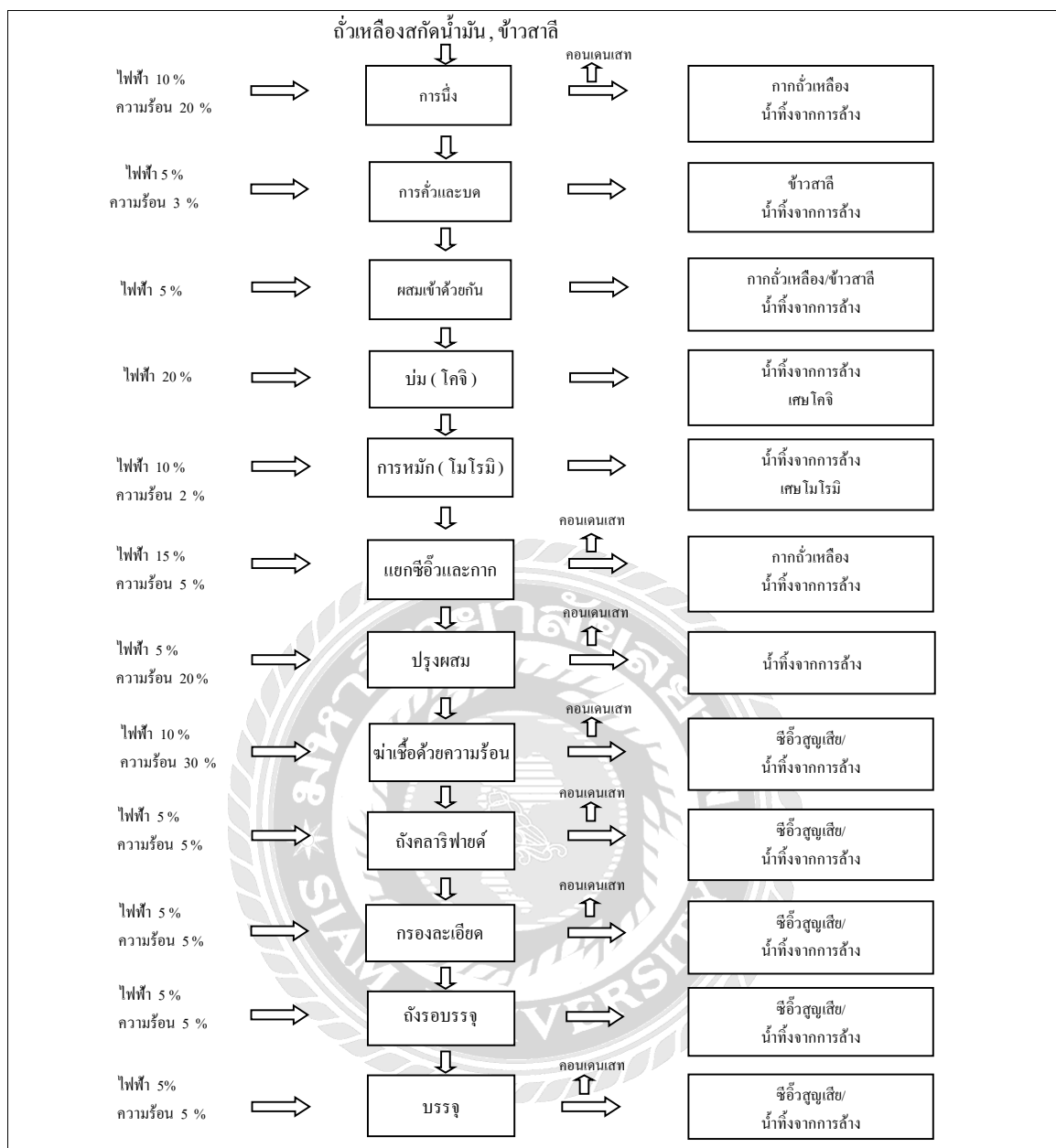
(ก) กระบวนการผลิต ซีอิ๊วขาวสูตร 1

(ข) กระบวนการผลิต ซีอิ๊วดำสูตร 5

(ค) กระบวนการผลิต ซีอิ๊วขาวสูตร 5

❖ กระบวนการผลิต ซีอิ๊วขาวสูตร 1





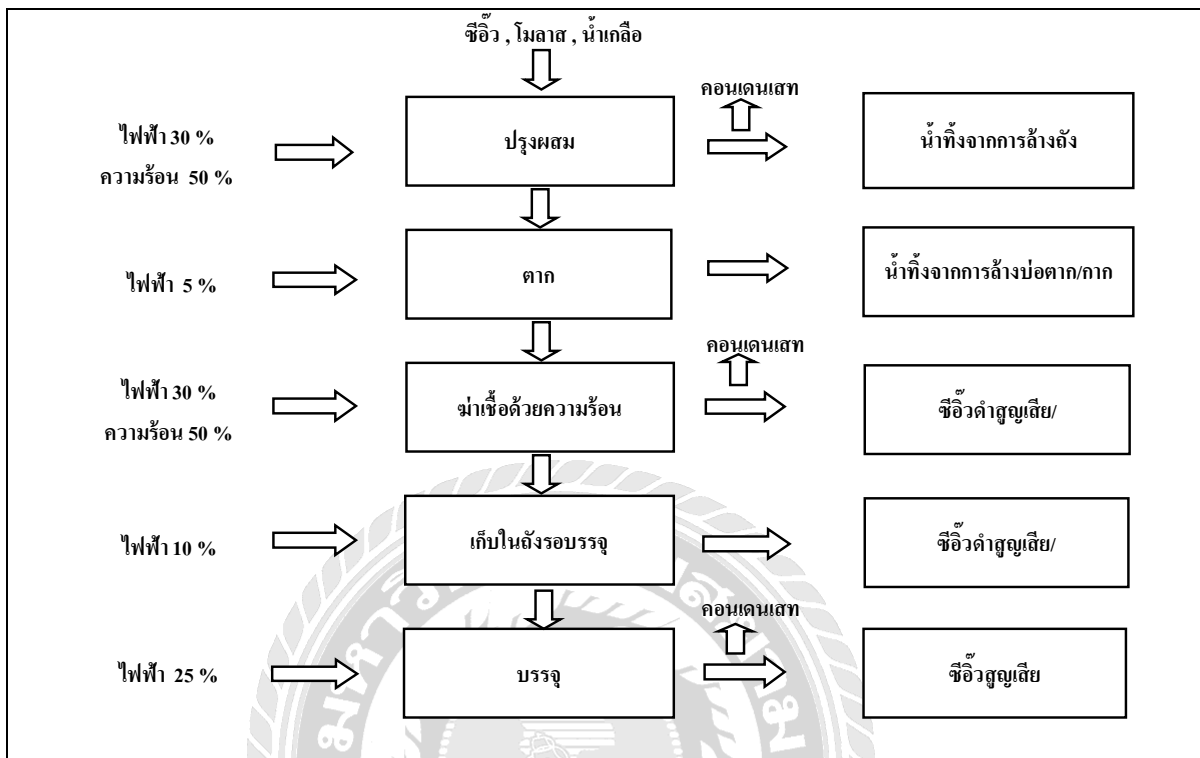
รูปที่ 1.1 แผนผังกระบวนการผลิต ซีวข้าวสาลี 1

ภาพรวมการใช้พลังงาน กระบวนการผลิต ซีวข้าวสาลี 1

การใช้พลังงานในกระบวนการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรม โดยทั่วไปจะใช้พลังงานความร้อนจากไอน้ำเป็นหลักโดยอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตไอน้ำ คือ หม้อไอน้ำ ที่ใช้พลังงานความร้อนในการผลิตไอน้ำจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง (ถ่านหินบิทูมินัส) และส่งไอน้ำที่ผลิตได้ไปยังอุปกรณ์ที่ใช้ ไอน้ำในกระบวนการผลิต ได้แก่

1. เครื่องนี้ เป็นกระบวนการนำถั่วเหลืองทำการนึ่งให้สุกตามเกณฑ์ที่ต้องการใช้พลังงานความร้อนจากไอน้ำที่ผลิตโดยบอยเลอร์ พลังงานความร้อน และใช้พลังงานไฟฟ้าในการลำเลียงวัตถุดิบและเครื่องจักรในกระบวนการ
2. การคั่วเป็นกระบวนการนำข้าวสาลีให้ความร้อนโดยการใช้เชื้อเพลิง LPG เกิดเปลวไฟ ให้ความร้อนผ่านตะแกรงทำให้ข้าวสาลีสุกแล้วทำให้เย็นตัว และใช้พลังงานไฟฟ้า โดยระบบเป่าลมเย็น BLOWER และนำไปบดให้ละเอียด
3. การบ่มเป็นกระบวนการนำถั่วเหลืองที่ผ่านกระบวนการนึ่งและผสมกับข้าวสาลีจะถูกนำลำเลียงไปยังห้องโคจเพื่อเก็บบ่มให้ได้ที่ก่อนจะเติมน้ำเกลือลงไป โดยพลังงานในการควบคุมอุณหภูมิ และความชื้นจากเครื่องปรับอากาศมีการใช้พลังงานไฟฟ้า
4. การหมัก หลังจากผ่านกระบวนการเก็บบ่ม วัตถุดิบจะถูกลำเลียงไป หมักในถังโมโรมิ ที่ควบคุมอุณหภูมิเป็นระยะเวลา 4 เดือน พลังงานที่ใช้เป็น พลังงานไฟฟ้า สำหรับระบบปรับอากาศ และใช้พลังงานความร้อนจากไอน้ำที่ผลิตโดยบอยเลอร์ พลังงานความร้อน
5. การแยกชีวี่และกรอง เป็นกระบวนการนำวัตถุดิบที่ผ่านการบ่ม (โมโรมิ) มาผ่านเครื่องกรองหยาบ เพื่อพลังงานในกระบวนการนี้มีการใช้พลังงานไฟฟ้า และใช้พลังงานความร้อนโดยเครื่อง ชักผ้ากรอง
6. การผสม และการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน เป็นกระบวนการ นำน้ำชีวี่มาปรุงรสให้ได้สูตรที่ต้องการ และนำมาฆ่าเชื้อด้วยความร้อนโดยใช้พลังงาน ไฟฟ้า และพลังงานความร้อน
7. ถังคลาริฟายด์และการกรองละเอียด หลังจากได้น้ำชีวี่ที่ผ่านมาจากการฆ่าเชื้อแล้ว จะลำเลียงน้ำชีวี่ผ่านท่อมาเก็บไว้ในถังคลาริฟายด์เพื่อลด อุณหภูมิและนำมารองละเอียดเพื่อเก็บกากถั่วเหลืองอีกครั้ง ใช้พลังงานไฟฟ้า และ พลังงานความร้อน
8. ถังพักและการบรรจุ เป็นการเก็บน้ำชีวี่เพื่อรักษาอุณหภูมิตามมาตรฐาน และตรวจสอบคุณภาพ ก่อนที่นำไปบรรจุลงขวดด้วยเครื่องบรรจุระบบปิด กระบวนการนี้ใช้พลังงานไฟฟ้า และพลังงานความร้อน

❖ กระบวนการผลิต ซีอิ๊วตำสูตร 5



รูปที่ 1.2 แผนผังกระบวนการผลิต ซีอิ๊วตำสูตร 5

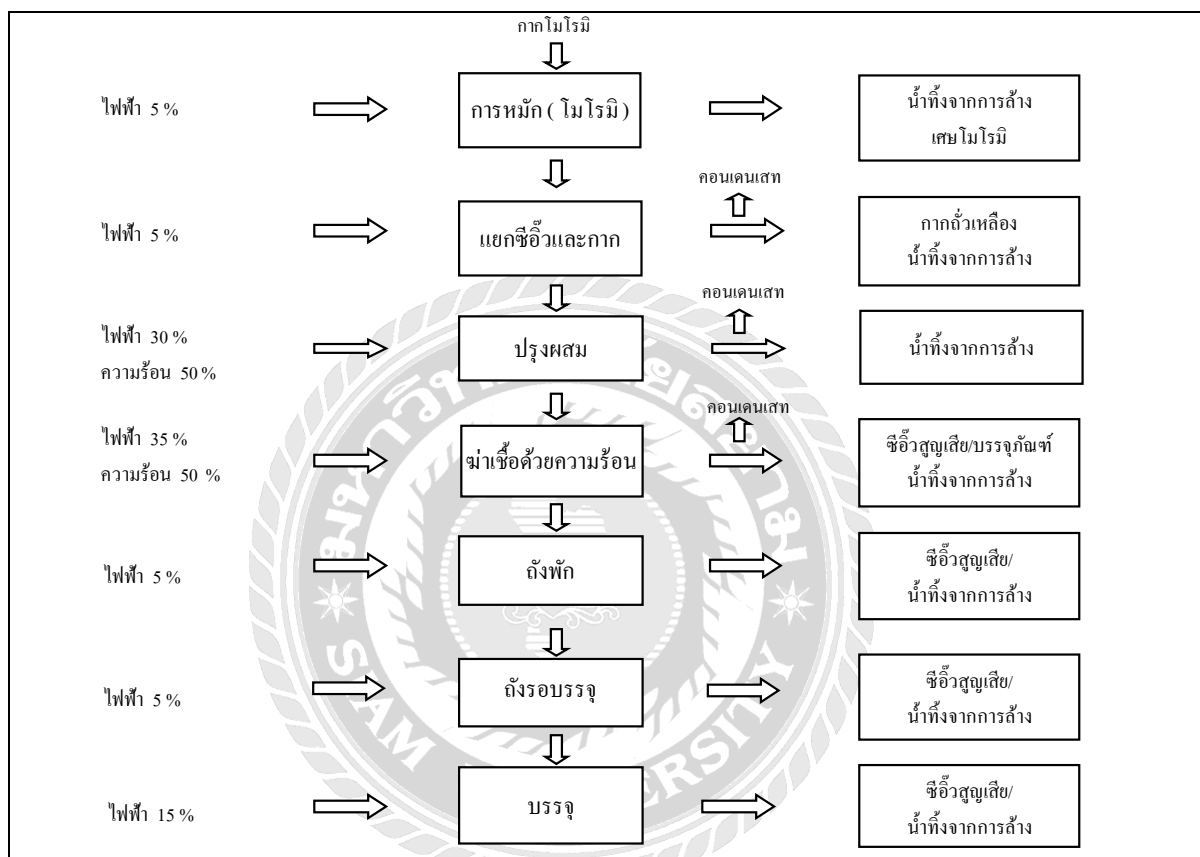
ภาพรวมการใช้พลังงาน กระบวนการผลิต ซีอิ๊วตำสูตร 5

การใช้พลังงานในกระบวนการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรม โดยทั่วไปจะใช้พลังงานความร้อนจากไอน้ำเป็นหลักโดยอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต ไอน้ำ คือหม้อไอน้ำ ที่ใช้พลังงานความร้อนในการผลิตไอน้ำจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง (ถ่านหินบิทูมินัส) และส่งไอน้ำที่ผลิตได้ไปยังอุปกรณ์ ที่ใช้ไอน้ำ ในกระบวนการผลิตได้แก่

1. ปรุงผสม โดยนำ ซีอิ๊ว , น้ำเกลือ , โมลาส เข้ามาผสมตามอัตราส่วน ในถังปรุงผสม ให้ความร้อนโดยใช้พลังงานไฟฟ้า และพลังงานความร้อน
2. ตาก เพื่อลดแก๊สที่เกิดขึ้น ให้กลิ่นที่ดี เกิดความหนืด และให้เกิดการตกตะกอน กระบวนการนี้ใช้พลังงานไฟฟ้า
3. การนำเชื้อด้วยความร้อน เป็นกระบวนการ นำน้ำซีอิ๊วมาฆ่าเชื้อด้วยความร้อนโดยพลังงานไฟฟ้า และพลังงานความร้อน

4. ถังพักและการบรรจุ เป็นการเก็บน้ำชีอีวเพื่อรักษาอุณหภูมิตามมาตรฐาน และตรวจสอบคุณภาพ ก่อนที่นำไปบรรจุลงขวดด้วยเครื่อง บรรจุระบบปิด ที่อัตราการผลิต 9,000 ขวด/ช.ม. กระบวนการนี้ใช้พลังงานไฟฟ้า และพลังงานความร้อน

❖ กระบวนการผลิต ชีอีวขาวสูตร 5



รูปที่ 1.3 แผนผังกระบวนการผลิต ชีอีวขาวสูตร 5

ภาพรวมการใช้พลังงาน กระบวนการผลิต ชีอีวขาวสูตร 5

การใช้พลังงานในกระบวนการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรม โดยทั่วไปจะใช้พลังงานความร้อนจากไอน้ำเป็นหลักโดยอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต ไอน้ำ คือหม้อไอน้ำ ที่ใช้พลังงานความร้อนในการผลิตไอน้ำจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง (ถ่านหินบิทูมินัส) และส่งไอน้ำที่ผลิตได้ไปยังอุปกรณ์ ที่ใช้ไอน้ำ ในกระบวนการผลิตได้แก่

1. การหมักหลังได้โมโรโรมิจากการแยกกาก การผลิตชีอิ้วขาวสูตร 1 นำกากโมโรมิผสมกับน้ำเกลือถูกล้างไป หมักในถังหมัก เป็นเวลา 14 วัน พลังงานที่ใช้เป็นพลังงานไฟฟ้า
2. การแยกชีอิ้วและกรอง เป็นกระบวนการนำกากโมโรมิมาผ่านเครื่องกรองหยาบ เพื่อแยกกากโมโรมิให้เหลือเฉพาะน้ำชีอิ้วดิบ และนำน้ำชีอิ้วที่ได้จะนำไปเก็บไว้ในห้องเย็น พลังงานในกระบวนการนี้มีการใช้พลังงานไฟฟ้า และพลังงานความร้อน
3. ปรงผสม และการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน เป็นกระบวนการ นำน้ำชีอิ้วมาปรงสให้ได้สูตรที่ต้องการ และนำมาฆ่าเชื้อด้วยความร้อนโดยใช้พลังงานไฟฟ้า และพลังงานความร้อน
4. ถังพักและการบรรจุ เป็นการเก็บน้ำชีอิ้วเพื่อรักษาอุณหภูมิตามมาตรฐาน และตรวจสอบคุณภาพก่อนที่นำไป บรรจุลงขวดด้วยเครื่องบรรจุระบบปิด ที่อัตราการผลิต 9,000 ขวด/ชม. กระบวนการนี้ใช้พลังงานไฟฟ้า และพลังงานความร้อน

การคำนวณหาประสิทธิภาพระบบไอน้ำ โดยขึ้นถึงระดับประสิทธิภาพที่ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน

หม้อไอน้ำของโรงงานกรณีศึกษา แบบท่อน้ำกับท่อไฟ ขนาด 16 ตัน (ton) ผลิตไอน้ำที่ความดัน 10 บาร์ (bar) อุณหภูมิ 180°C การเผาไหม้แบบ ฟูอิโดซ์เบด ใช้ถ่านหินบิทูมินัสเป็นเชื้อเพลิง ขนาด 5 - 10 มิลลิเมตร ข้อมูลข้างล่างได้จากการตรวจวัดหม้อไอน้ำ

ข้อมูลตรวจวัด (ก่อนการจัดทำมาตรการอนุรักษ์พลังงานในระบบหม้อไอน้ำ)

ปริมาณการใช้ถ่านหิน	732 kg/h (สมมุติ ถ่านหินมีค่าความร้อน 23.85 MJ/kg)
ปริมาณน้ำป้อน	5,110 kg/h
ปริมาณโบลว์ดาวน์	200 kg/h
อุณหภูมิน้ำป้อน	25 °C
หม้อไอน้ำทำงาน	6,000 h/y
ไม่มีการนำกลับคอนเดนเสท	
ราคาถ่านหิน ปี พ.ศ.2560 เท่ากับ	2.68 B/kg

วิธีคำนวณ หาประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำ (โดยใช้วิธีตรง)

$$\begin{aligned}
 \text{ค่าความร้อนของน้ำ } 25^{\circ}\text{C} &= 105 \text{ kJ/kg} \\
 \text{ค่าความร้อนของน้ำ } 180^{\circ}\text{C} &= 763 \text{ kJ/kg} \\
 \text{ค่าความร้อนของไอน้ำ } 180^{\circ}\text{C} &= 2778 \text{ kJ/kg} \\
 \text{ปริมาณการผลิตไอน้ำ} &= 5,110 - 200 = 4,910 \text{ kg/h} \\
 \text{ความร้อนที่ใช้ในการผลิตไอน้ำ} &= \text{ค่าความร้อนของน้ำจาก } 25^{\circ}\text{C} \text{ เป็น} \\
 &\quad 180^{\circ}\text{C} + \text{ค่าความร้อนของน้ำ } 180^{\circ}\text{C} \\
 &\quad \text{เป็นไอน้ำ } 180^{\circ}\text{C} \\
 &= 5,110 \times (763 - 105) + 4,910 \times (2,778 - 763) \\
 &= 13,256,030 \text{ kJ/h} \\
 \text{พลังงานจากการใช้เชื้อเพลิง} &= 732 \times 23,850 = 17,458,200 \text{ kJ/h} \\
 \text{ดังนั้น ประสิทธิภาพหม้อไอน้ำ} &= 13,256,030 / 17,458,200 = 0.759 \\
 &\quad (75.93 \%) \\
 \text{ปริมาณถ่านหินที่ใช้ต่อปี} &= 736 \times 6,000 = 4,416,000 \text{ kg/y} \\
 \text{ค่าถ่านหินต่อปี} &= 4,416,000 \times 2.68 = 11,834,880 \text{ B/y}
 \end{aligned}$$

ตารางที่ 1.1 ผลผลิตระหว่างมกราคม – เมษายน 2560

เดือน	ผลผลิต(ตัน)
มกราคม	7,895.271
กุมภาพันธ์	6,578.947
มีนาคม	7,638.463
เมษายน	5,529.074
รวม	27,641.755

การอนุรักษ์พลังงาน จะมุ่งเน้นพัฒนาในส่วนการผลิตและการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพและประหยัด การอนุรักษ์พลังงานนอกจากจะช่วยลดปริมาณการใช้พลังงาน ซึ่งเป็น การประหยัดต้นทุนค่าใช้จ่ายในกิจการโรงงานอุตสาหกรรมแล้วยังช่วยลดปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากแหล่งที่ใช้และผลิตพลังงานอีกด้วย

ผู้ศึกษาจึงมีแนวคิดในการเล็งเห็นความสำคัญของการนำมาตรการการอนุรักษ์พลังงานในระบบหม้อไอน้ำไปดำเนินการเพื่อลดค่าใช้จ่ายโดยการลดการใช้เชื้อเพลิง ลดมลภาวะและก๊าซที่ก่อให้เกิดปรากฏการณ์เรือนกระจกเนื่องจากลดปริมาณการใช้เชื้อเพลิง อนุรักษ์แหล่งพลังงานที่ไม่สามารถนำกลับมาใช้ได้ ลดค่าใช้จ่ายในการเตรียมน้ำป้อนและลดการปล่อยน้ำที่ระบายทิ้ง จะไปลดปริมาณการใช้พลังงานในระบบไอน้ำลงมาก การนำความร้อนกลับมาใช้ใหม่ได้แก่ การนำคอนเดนเสทกลับเข้าสู่หม้อไอน้ำ การลดปริมาณความร้อนที่แผ่รังสีออกไป สามารถใช้ได้กับงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่น อุตสาหกรรมเคมี อุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม อุตสาหกรรมกระดาษและเยื่อกระดาษแข็ง อุตสาหกรรมสิ่งทอ

ตารางที่ 1.2 ค่าใช้จ่ายด้านเชื้อเพลิงสำหรับระบบหม้อไอน้ำระหว่าง มกราคม – เมษายน

2560

เดือน	เชื้อเพลิงถ่านหิน(ตัน)	ค่าเชื้อเพลิง (บาท)
มกราคม	306.992	822,738.56
กุมภาพันธ์	355.054	951,544.72
มีนาคม	348.136	933,004.48
เมษายน	259.989	696,770.52
รวม	1,270.171	3,404,058.28

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มผลผลิตการผลิตด้วยแนวทางการอนุรักษ์ด้านพลังงาน

1.3 ขั้นตอนการศึกษา

ขั้นตอนการศึกษามีดังต่อไปนี้

1. รวบรวมการใช้พลังงานในระบบหม้อไอน้ำและศึกษาข้อมูลปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินการอนุรักษ์พลังงานในระบบหม้อไอน้ำ
2. วิเคราะห์ปัญหาและสรุปสาเหตุของปัญหาในระบบหม้อไอน้ำของโรงงานกรณีศึกษา
3. ศึกษาหาแนวทางตามมาตรการอนุรักษ์พลังงานในระบบหม้อไอน้ำ
4. ดำเนินการตามมาตรการอนุรักษ์พลังงานในระบบหม้อไอน้ำ
5. ประเมินและสรุปผลการดำเนินการตามมาตรการการอนุรักษ์พลังงานในระบบหม้อไอน้ำ
5. จัดทำรายงานผลการศึกษา

1.4 ขอบเขตของการศึกษา

การศึกษามีขอบเขตเฉพาะด้านการใช้พลังงานความร้อนและจัดทำแผนการอนุรักษ์พลังงานในระบบหม้อไอน้ำและของโรงงานกรณีศึกษา

1.5 ประโยชน์ของการศึกษา

ประโยชน์ของการศึกษามีดังนี้

1. สามารถลดค่าใช้จ่ายของเชื้อเพลิงและพลังงานความร้อน
2. สามารถเพิ่มผลผลิตการผลิตและสามารถแข่งขันกับบริษัทอื่นได้

1.6 นิยามคำศัพท์

นิยามศัพท์เฉพาะมีดังต่อไปนี้

1. การอนุรักษ์พลังงาน หมายถึง การผลิตและการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพและประหยัด
2. ระบบหม้อไอน้ำ หมายถึง เครื่องกำเนิดไอน้ำชนิดภาชนะปิด ทำด้วยเหล็กกล้าหรือวัสดุอื่น ๆ ที่มีคุณสมบัติคล้ายกัน.
3. การเพิ่มผลผลิต หมายถึง ประสิทธิภาพในการผลิต วัดจากผลผลิตที่ได้มาจากการใช้ปัจจัยการผลิตไปในช่วงระยะเวลาหนึ่งสามารถหาได้จากอัตราส่วนของปัจจัยนำออกหารด้วยปัจจัยนำเข้า
4. พลังงานความร้อน หมายถึง เป็นพลังงานที่สามารถเคลื่อนที่จากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง ซึ่งเกิดจากการสั่นหรือการเคลื่อนไหวของโมเลกุลภายในวัตถุ
5. การประหยัดพลังงาน หมายถึง การใช้พลังงานอย่างรู้คุณค่า และใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด



บทที่ 2

ทฤษฎีและงานศึกษาที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาการเพิ่มผลผลิตภาพด้วยการอนุรักษ์พลังงานในระบบหม้อไอน้ำ ผู้ศึกษาได้ศึกษาเอกสารและงานศึกษาที่เกี่ยวข้อง บทนี้เป็นการนำทฤษฎีหรือหลักการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องมาประยุกต์หรือปรับเปลี่ยนใช้เพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการทำงาน เพื่อให้มีประสิทธิภาพและเกิดประสิทธิผลมากขึ้น การปรับปรุงวิธีการทำงานและการจัดทำเวลามาตรฐานเป็นส่วนหนึ่งในการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานโดยเนื้อหาบทนี้กล่าวถึง

1. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง
2. งานศึกษาที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องครอบคลุมถึง

1. อัตราผลิตภาพ (Productivity)
2. การเพิ่มผลผลิตภาพแนวทางการดูแลด้านพลังงาน
3. การอนุรักษ์พลังงานในระบบหม้อไอน้ำ
4. การสูญเสียพลังงานของระบบไอน้ำ
5. การสูญเสียพลังงานในระบบหม้อไอน้ำ
6. การสูญเสียพลังงานในระบบจ่ายไอน้ำ
7. การสูญเสียความร้อนในอุปกรณ์ที่ใช้ไอน้ำ
8. วิธีการอนุรักษ์พลังงานในระบบไอน้ำ
9. การตรวจวิเคราะห์หม้อไอน้ำ
10. การปรับปรุงประสิทธิภาพหม้อไอน้ำ
11. การปรับปรุงประสิทธิภาพระบบส่งจ่ายไอน้ำ
12. การปรับปรุงประสิทธิภาพระบบคอนเดนเสท

2.1.1 อัตราผลิตภาพ (Productivity)

พงศ์พัฒน์ เพ็ชรรุ่งเรือง (2557) “อัตราผลิตภาพ” เป็นคำที่มีความหมายมีความหมายเช่นเดียวกับผลิตภาพ เป็นดัชนีชี้วัดที่มีการคำนวณตามสูตรที่ใช้เช่นเดียวกับคำว่า “ประสิทธิภาพ” กล่าวคือ อัตราผลิตภาพเป็นดัชนีแสดงความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตต่อทรัพยากรที่ใช้ในการก่อเกิดผลผลิตนั้น หรือในเทอมเดียวกันเป็นสูตรดังนี้

$$\text{Productivity} = \text{Output (Value)} / \text{Input (Value)} \quad (1)$$

ถึงแม้จะใช้สูตรเขียนแบบเดียวกัน แต่ความหมายของผลิตภาพนั้น มีความสัมพันธ์ผลผลิตต่อทรัพยากรที่ใช้ต่าง ๆ กัน โดยมีการคำนวณค่าเชิงเศรษฐกิจทั้งผลผลิตและทรัพยากรที่ใช้ จึงไม่ได้วัดเป็นเปอร์เซ็นต์ แต่วัดออกเป็นตัวเลขดัชนี โดยหลักการค่าอัตราผลิตภาพจะต้องไม่น้อยกว่าหนึ่ง

2.1.2 การเพิ่มผลิตภาพแนวทางการดูแลด้านพลังงาน

การเพิ่มผลิตภาพแนวทางการดูแลด้านพลังงานประกอบด้วย

1. การใช้เทคโนโลยีทางพลังงาน (Energy Technology)

2. การใช้การประหยัดพลังงานและการอนุรักษ์พลังงาน (Energy Saving and Energy Conservation)

2.1.2.1 การใช้เทคโนโลยีทางพลังงาน

พลังงานธรรมชาติที่กำลังจะถูกพัฒนาให้สามารถใช้ประโยชน์ในทางธุรกิจและอุตสาหกรรมได้แก่ พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานไฮโดรเจน และพลังงานเคมี พลังงานดังกล่าวเป็นพลังงานที่มีอนุภาคสูงก็จริง แต่ก็มีโอกาสอันตรายในการใช้งานสูง การวิจัยและการพัฒนาเพื่อใช้พลังงานเหล่านี้เป็นการลงทุนที่สูงดังนั้นระบบอุตสาหกรรมที่จะสามารถลงทุนสำหรับการวิจัยและพัฒนาในด้านนี้ จะต้องเป็นองค์กรที่มีขนาดใหญ่และลงทุนสูง มีระบบที่มีความจำเป็นต้องใช้พลังงานต่อเนื่องและมีอัตราการใช้ที่สูง การตัดสินใจในการลงทุนทางเทคโนโลยีพลังงานมีความเสี่ยงสูง แต่ความสำเร็จของการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีพลังงานใหม่ ๆ เหล่านี้ จะช่วยให้สามารถลดต้นทุนและเพิ่มผลิตภาพ และคุ้มค่าอย่างมหาศาล

การใช้พลังงานนิวเคลียร์ในการผลิตไฟฟ้า แต่มีปัญหาอันตรายจากกัมมันตภาพรังสี และความรู้ในด้านการควบคุมกัมมันตภาพรังสียังไม่ได้ถูกพัฒนาให้เกิดความเชื่อมั่นได้สูงเพียงพอ การประยุกต์การใช้พลังงานนิวเคลียร์ในอุตสาหกรรมจึงไม่แพร่หลายเท่าที่ควร ทั้ง ๆ ที่การพัฒนาการใช้พลังงานนี้เกิดขึ้นมานานพอสมควร ผู้บริหารผลิตภาพอาจพิจารณาองค์ความรู้ใหม่ ๆ เกี่ยวกับการใช้พลังงานนิวเคลียร์ขนาดพกพาที่มีการพัฒนาขึ้นในเร็ว ๆ นี้ แต่ยังไม่ได้รับการยอมรับมากนัก เนื่องจากความกังวลเรื่องการควบคุมและการทำลายยังไม่เด่นชัด

2.1.2.2 การใช้การประหยัดและอนุรักษ์พลังงาน

การบริหารพลังงานทั้งด้านการประหยัดและอนุรักษ์พลังงานเป็นความสนใจของผู้บริหารผลิตภาพ โดยมีเป้าหมายคือ ให้มีการใช้พลังงานโดยประหยัด และอนุรักษ์โดยการเลือกใช้ทางเลือกของพลังงานที่เหมาะสมกับอุปกรณ์และเครื่องจักรที่มีอยู่ รวมทั้งการเลือกใช้อุปกรณ์ที่มีการประหยัดพลังงาน ในอดีตผู้บริหารส่วนใหญ่จะไม่มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับพลังงานมากนัก จึงไม่ได้ให้ความสนใจต่อต้านทุนพลังงานเพราะถือว่าเป็นส่วนที่เข้าไม่ถึง ทำให้เกิดการละเลยดูแลการใช้พลังงานอย่างถูกวิธีและเกิดการสูญเสียของพลังงานโดยไม่จำเป็น ปัจจุบันการดูแลด้านพลังงานมีความรัดกุมและมีกระบวนการวิธีการในการประหยัดและอนุรักษ์พลังงานที่ไม่ยากโดยมีการทดลองใช้เหตุผล เผยแพร่เพื่อส่งเสริมให้มีการประหยัดพลังงานโดยทั่วถึง

ในการบริหารพลังงานจะเกี่ยวข้องกับกระบวนการในการประหยัดพลังงานซึ่งมีทั้งพลังงานไฟฟ้าในสำนักงาน ในโรงงาน หรือกระบวนการผลิต เชื้อเพลิงที่ใช้ในการผลิตพลังงาน ความร้อน พลังงานความร้อนสูญเสียไปจากการรั่วไหลหรือเกิดการบกพร่องของฉนวนหุ้มท่อส่งพลังงานหรือในกระบวนการ

กิจกรรมด้านการบริหารพลังงานมีดังต่อไปนี้

- การตรวจสอบการใช้พลังงาน
- การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ในโครงการประหยัดพลังงาน
- การออกแบบและการควบคุมดูแลรายงานทางด้านพลังงาน

- การออกแบบผลิตภัณฑ์และกระบวนการผลิตเพื่อให้สามารถใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น
- การติดตั้งเครื่องมือประหยัดพลังงานในกระบวนการผลิตหรือบริการ

เทคนิคการประหยัดพลังงานพ้อมีขั้นตอนการดำเนินงานดังต่อไปนี้

1. กำหนดส่วนที่จะประหยัดพลังงานได้ในการใช้เครื่องจักร
2. จัดลำดับความสำคัญของส่วนที่ประหยัดได้ก่อน
3. ศึกษาและวิเคราะห์แต่ละส่วนของการประหยัดพลังงานตามลำดับ ความสำคัญ
4. พัฒนาวิธีการวัดผลการประหยัดพลังงาน
5. กำหนดเป้าหมายและกระบวนการเพื่อประหยัดพลังงาน
6. ดำเนินการเพื่อตามกระบวนการในการประหยัดพลังงาน
7. รายงานผลการประหยัดพลังงานในส่วนของการเพิ่มอัตราผลิตภาพ

2.1.3 การอนุรักษ์พลังงานในระบบหม้อไอน้ำ

ตำราอบรม “ผู้รับผิดชอบด้านพลังงานอาวุโส ด้านปฏิบัติ” ด้านความร้อน (2550) หม้อไอน้ำ เป็นอุปกรณ์ที่มีการใช้อย่างแพร่หลายและมีความสำคัญอย่างมากในกระบวนการทำงานและการผลิตทั้งในอาคารและโรงงานที่ต้องการใช้พลังงานความร้อน หม้อไอน้ำเป็นอุปกรณ์ที่ใช้พลังงานค่อนข้างสูงซึ่งหากสามารถใช้งานและควบคุมหม้อไอน้ำให้ทำงานได้อย่างถูกต้องเหมาะสม ก็จะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของหม้อไอน้ำและลดการใช้พลังงานได้ ซึ่งจะเป็นผลดียังต่อการใช้งานและอนุรักษ์พลังงานในระบบหม้อไอน้ำ

หม้อไอน้ำคืออุปกรณ์ที่ใช้ความร้อนจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง หรือไฟฟ้า สำหรับผลิตไอน้ำเพื่อใช้สำหรับการผลิตหรือเครื่องจักร อุปกรณ์ ที่ต้องการใช้พลังงานความร้อน อีกทั้งหม้อไอน้ำเป็นอุปกรณ์ที่ใช้พลังงานสูง ดังนั้นจึงต้องเข้าใจระบบและการทำงานของหม้อไอน้ำ เพื่อที่จะสามารถวิเคราะห์การทำงาน และใช้งานได้อย่างถูกต้องเหมาะสมเป็นเนื่อการวิเคราะห์การทำงานของหม้อไอน้ำและอุปกรณ์ การวิเคราะห์ประสิทธิภาพหม้อไอน้ำ การวิเคราะห์การสูญเสียพลังงาน และการอนุรักษ์พลังงาน เพื่อสามารถเรียนรู้และเข้าใจระบบหม้อไอน้ำได้อย่างถูกต้อง

2.1.4 การสูญเสียพลังงานของระบบไอน้ำ

ก่อนที่จะกล่าวถึงการประหยัดพลังงานในระบบไอน้ำ ควรทราบถึงสาเหตุหรือแหล่งของการสูญเสียพลังงานในระบบไอน้ำเสียก่อนเพื่อพิจารณาระบบไอน้ำอย่างพื้นฐานที่สุด จะพบว่าระบบไอน้ำประกอบด้วย 3 ส่วน คือ การผลิตไอน้ำ การส่งจ่ายไอน้ำ และการใช้ไอน้ำ เมื่อพิจารณาถึงระบบไอน้ำดังกล่าวนี้ สามารถแบ่งแหล่งของการสูญเสียพลังงานของระบบไอน้ำอย่างกว้าง ๆ ดังนี้

- การสูญเสียพลังงานในระบบหม้อไอน้ำ
- การสูญเสียพลังงานในระบบจ่ายไอน้ำ
- การสูญเสียพลังงานในอุปกรณ์ที่ใช้ไอน้ำ

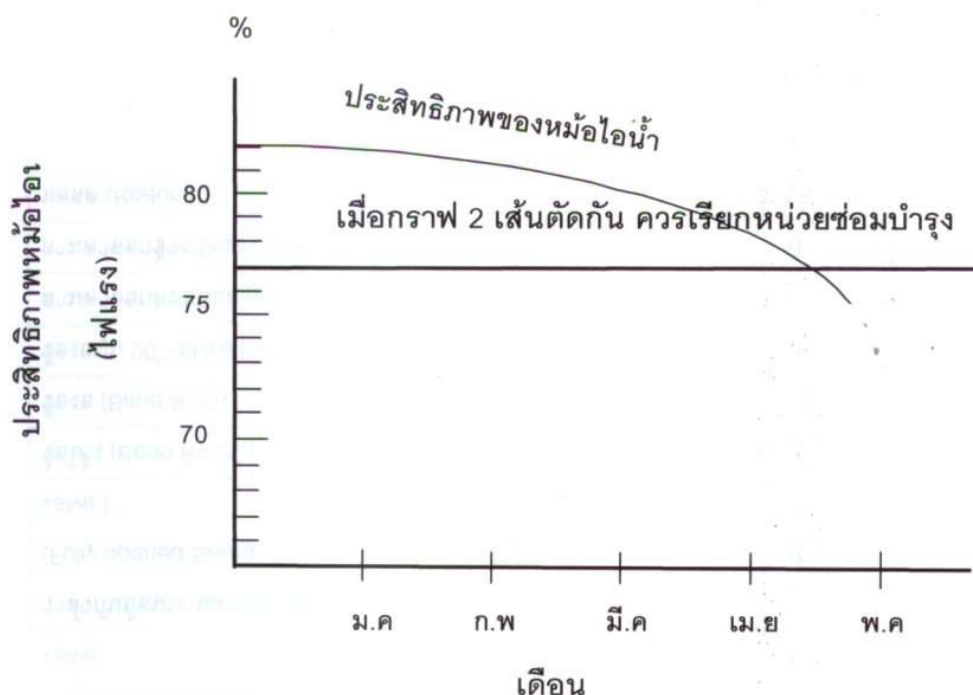
2.1.5 การสูญเสียพลังงานในระบบหม้อไอน้ำ

2.1.5.1 ประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำ

ประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำที่ดีมีค่าประมาณ 83 % สำหรับหม้อไอน้ำที่ใช้ น้ำมันเป็นเชื้อเพลิง และ

ประมาณ 85 % สำหรับหม้อไอน้ำที่ใช้ก๊าซ ประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำจะดีหรือไม่ขึ้นขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายอย่าง เช่น การสูญเสียความร้อนของก๊าซร้อนจากปล่องไอเสียมากเกินไป การถ่ายเทความร้อนด้านน้ำและด้านไฟไม่ดี อัตราส่วนระหว่างเชื้อเพลิงและอากาศไม่ถูกต้อง หัวเผาไหม้เชื้อเพลิงขาดการบำรุงรักษาที่ถูกต้องและเกิดการสูญเสียความร้อนผ่านผิวผนังหม้อไอน้ำ เป็นต้น

การคำนวณหาประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำควรทำทุกสัปดาห์ถ้าเป็นไปได้ หรืออย่างน้อยทุก ๆ สองสัปดาห์แล้วบันทึกไว้ในรูปกราฟ ดังแสดงในรูปที่ 2.1 เมื่อประสิทธิภาพถึงจุดต่ำสุดที่ยอมรับให้ได้ ควรค้นหาสาเหตุเพื่อจะได้ทำการแก้ไขต่อไป



รูปที่ 2.1 ประสิทธิภาพหม้อไอน้ำแต่ละเดือน

2.1.5.2 การปรับปรุงการเผาไหม้

การเผาไหม้ไอน้ำ ถ้าหากมีการใช้เชื้อเพลิงหรืออากาศมากเกินไปจนทำให้เกิดการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์แล้ว จะเกิดการสูญเสียของเชื้อเพลิง ในกรณีที่อากาศน้อยไปการเผาไหม้จะไม่สมบูรณ์ ซึ่งหมายความว่าพลังงานที่มีอยู่ในเชื้อเพลิงไม่ได้ถูกนำมาใช้อย่างเต็มที่ นอกจากนี้ยังทำให้เกิดควันและมีเขม่าจับในหม้อไอน้ำ ซึ่งจะเป็นสาเหตุที่ทำให้การถ่ายเทความร้อนในหม้อไอน้ำไม่ดี ถ้าหากอากาศมากเกินไปพลังงานส่วนหนึ่งจะถูกใช้ในการทำให้อากาศส่วนเกินร้อนเกินไปแล้วปล่อยทิ้งทางปล่องไอเสียโดยเปล่าประโยชน์การปรับปรุงประสิทธิภาพของการเผาไหม้สามารถทำได้โดยอาศัยหลักการต่อไปนี้

❖ การหาประสิทธิภาพของการเผาไหม้สูงสุดของหม้อไอน้ำแต่ละตัว

โดยอาจจะได้มาจากผู้ผลิตหม้อไอน้ำหรือข้อมูลที่ได้รับการทดสอบระหว่างการตรวจรับ โดยทั่วไป หม้อไอน้ำที่ใช้ไอน้ำจะมีประสิทธิภาพประมาณ 83% และ 85% สำหรับหม้อไอน้ำที่ใช้ก๊าซ

❖ หม้อไอน้ำสำเร็จรูปที่มีประสิทธิภาพดี

จะให้อุณหภูมิของก๊าซร้อนจากปล่องควันประมาณ 60°C สูงกว่าอุณหภูมิไอน้ำอิ่มตัว และอุณหภูมิของก๊าซร้อนนี้จะลดลงเมื่อระดับการเผาไหม้ต่ำลง

❖ จัดหาเครื่องมือสำหรับตรวจหาองค์ประกอบทางเคมีและวัดอุณหภูมิของก๊าซร้อน

เพื่อนำค่าที่ได้มาคำนวณหาประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำ

❖ ปรับอัตราส่วนอากาศ/เชื้อเพลิงของหัวเผา

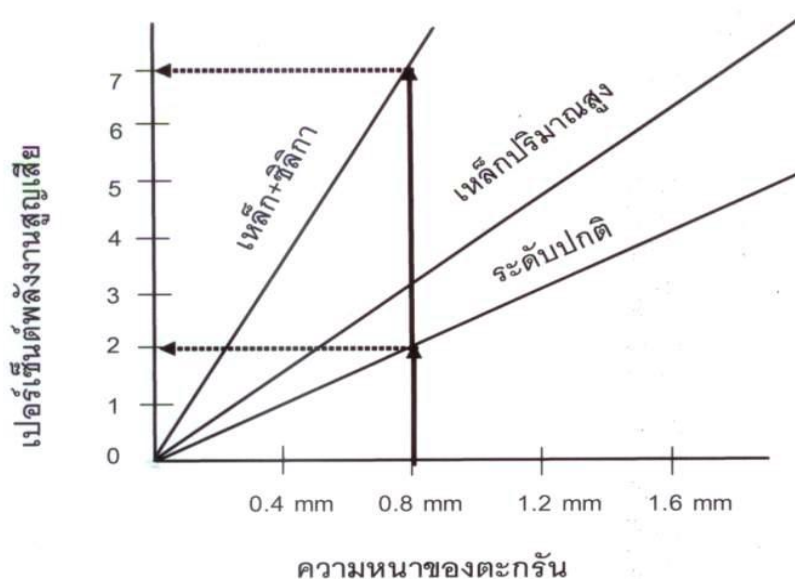
เพื่อให้ได้ความประหยัดและความปลอดภัย

❖ วัดหาประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำทุก ๆ สองสัปดาห์

ถ้าหากประสิทธิภาพต่ำลงให้ปรับใหม่ อย่างไรก็ตาม ค่าใช้จ่ายของการปรับใหม่และปริมาณของพลังงานที่ประหยัดได้ควรได้รับการพิจารณาด้วย โดยทั่วไปไม่ควรปล่อยให้ประสิทธิภาพต่ำลงกว่า 3 % จากค่าสูงสุดในทางปฏิบัติเนื่องจากการผสมของเชื้อเพลิงและอากาศเป็นไปอย่างไม่ทั่วถึง จึงมีความจำเป็นที่จะต้องใช้อากาศมากกว่าปริมาณอากาศที่ต้องการตามอัตราส่วน Stoichiometric ทั้งนี้เพื่อให้การเผาไหม้ดำเนินไปอย่างสมบูรณ์ นอกจากนี้การที่อุณหภูมิของอากาศอาจเปลี่ยนแปลงได้จะทำให้อากาศเข้าหม้อไอน้ำลดลง ซึ่งเป็นสาเหตุให้เกิดภาวะของความชื้นของเชื้อเพลิงสูง และทำให้ไม่ปลอดภัยถ้าหากหม้อไอน้ำไม่มีอุปกรณ์สำหรับชดเชยสำหรับการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ โดยทั่วไปควรปรับให้มีอากาศส่วนเกิน 20% สำหรับก๊าซและน้ำมันและอาจสูงถึง 80% สำหรับถ่านหิน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับกรออกแบบ

2.1.5.3 การถ่ายเทความร้อนด้านน้ำ

การเกิดตะกอนในท่อน้ำของหม้อไอน้ำ อาจจะทำให้เกิดการสูญเสียความร้อนมากขึ้นไปเนื่องจากตะกอนจะทำตัวเป็นฉนวน ซึ่งจะทำให้การถ่ายเทความร้อนลดลงซึ่งหมายถึงการลดลงของอัตราการผลิตไอน้ำและประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำ รูปที่ 2.2 แสดงถึงการสูญเสียความร้อนเนื่องจากการสะสมตะกอน ซึ่งสามารถนำไปใช้ประมาณการสูญเสียความร้อนได้



รูปที่ 2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาของตะกรันและ % พลังงานที่การสูญเสีย

หากพบว่าตะกรันมีมากเกินไปเราสามารถแก้ไขได้โดยการล้างด้วยสารเคมีหรือการปรงแตงน้ำป้อนอย่างไรก็ดีควรระวังไว้เสมอว่าการนำคอนเดนเสท (Condensate) กลับมาใช้เป็นวิธีที่ดีประการหนึ่งสำหรับการลดตะกรัน ทั้งนี้เนื่องจากคอนเดนเสทเป็นน้ำที่กลั่นแล้ว

2.1.5.4 การถ่ายเทความร้อนด้านไฟ

เมื่อหม้อไอน้ำทำงานนานเข้าจะมีเขม่าจับบนผิวถ่ายเทความร้อนด้านไฟ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่หม้อไอน้ำใช้เชื้อเพลิงที่มีความหนืดสูง เขม่าจะทำให้การถ่ายเทความร้อนจากเปลวไฟไปยังน้ำลดลง เนื่องจากความต้านทานต่อการถ่ายเทความร้อนเพิ่มขึ้นปรากฏนี้สามารถสังเกตได้จาก การที่อุณหภูมิของก๊าซร้อนจากปล่องไอเสียจะสูงขึ้น โดยทั่วไปแล้วอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น 15°C จะหมายถึงประสิทธิภาพของการเผาไหม้ลดลง 1% ผู้ใช้หม้อไอน้ำควรจะได้ตรวจดูเขม่าที่จับบนผิวถ่ายเทความร้อนด้านไฟ และทำความสะอาดปีละครั้ง หรือเมื่อพบว่าอุณหภูมิของก๊าซร้อนสูงเกินไปจากปกติ ควรจะหยุดเดินหม้อไอน้ำเพื่อทำความสะอาด

2.1.5.5 การควบคุมการโบลดาวน์

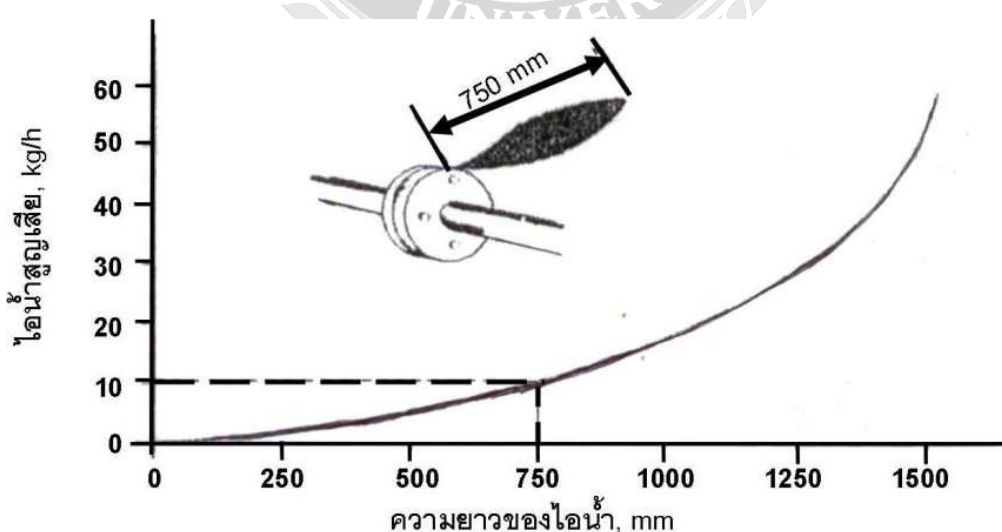
น้ำที่ป้อนเข้าหม้อไอน้ำอาจมีสิ่งเจือปนอยู่ ซึ่งถ้าหากไม่จำกัดทิ้งจะทำให้เกิดตะกรันในท่อน้ำได้ การกำจัดสิ่งเจือปนนี้สามารถทำได้โดยการปล่อยน้ำร้อนทิ้งจากหม้อไอน้ำ (Blow-down) ซึ่งจะทำให้ความเข้มข้นของสิ่งเจือปนลดลง อัตราของการโบลดาวน์ซึ่งมีนิยามเป็นอัตราส่วนของน้ำ

ที่ปล่อยทิ้งจากหม้อไอน้ำต่อปริมาณน้ำป้อนหม้อไอน้ำ อาจมีค่าสูงถึง 10 % การสูญเสียความร้อน เนื่องจากการไหลสวนกันในกรณีนี้จะมีค่าประมาณ 1.5 % ของเชื้อเพลิงที่ป้อนให้หม้อไอน้ำ ในหลายกรณีผู้ควบคุมหม้อไอน้ำอาจจะไหลสวนมากกว่าความจำเป็น ซึ่งจะทำให้เกิดการสูญเสียของพลังงาน การใช้อัตราการไหลสวนที่ถูกต้องและการนำความร้อนจากไหลสวนกลับมาใช้ จะทำให้สามารถประหยัดพลังงานได้ อัตราการไหลสวนที่ใช้จะขึ้นอยู่กับสภาพน้ำที่ใช้ ซึ่งหมายถึงระดับปริมาณของสิ่งแขวนลอยและสารละลายในน้ำ ควรมีค่าไม่เกิน 3,000 ppm อัตราการไหลสวนที่ถูกต้อง จึงควรจะเป็นอัตราการไหลสวนที่น้อยที่สุดตามสภาพความเหมาะสมของน้ำที่ใช้

2.1.6 การสูญเสียพลังงานในระบบจ่ายไอน้ำ

2.1.6.1 การรั่วของไอน้ำ

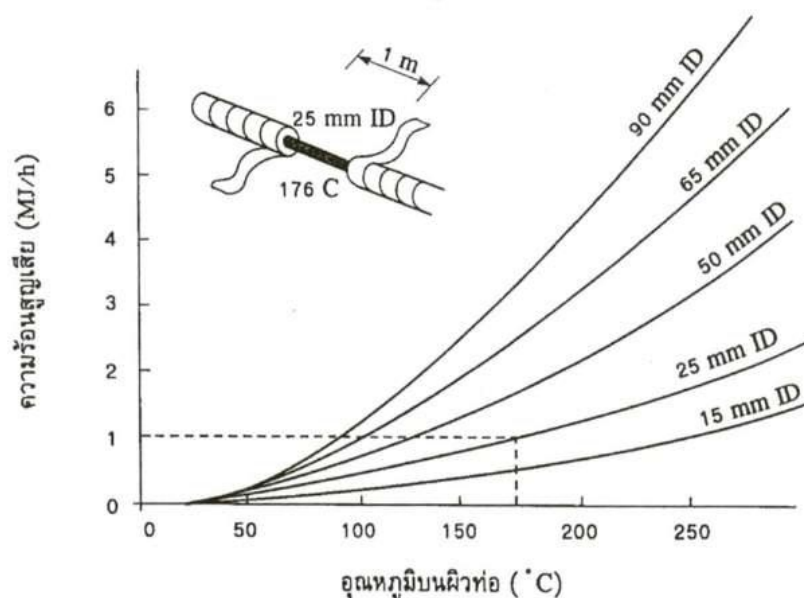
การสูญเสียพลังงานในระบบจ่ายไอน้ำที่เห็นได้ชัดเจนและร้ายแรงที่สุดคือ การรั่วของไอน้ำ เมื่อพบว่ามีการรั่วของไอน้ำควรซ่อมแซมอย่างเร่งด่วน อย่าปล่อยทิ้งไว้เนื่องจากจะเป็นการสูญเสียพลังงานแล้วอาจจะเป็นอัตราต่อผู้กำลังปฏิบัติงานได้ด้วยโดยทั่วไปแล้วเป็นการยากมากที่จะประเมินการสูญเสียพลังงานจากการรั่วของไอน้ำแต่ได้มีผู้คิดวิธีประมาณอัตราการรั่วของไอน้ำที่สะดวกต่อการปฏิบัติ โดยการวัดความยาวของไอน้ำที่พุ่งออกมาจากรอยรั่ว ดังแสดงในรูปที่ 2.3 แม้ว่าวิธีนี้จะไม่แม่นยำนัก แต่ก็สามารถใช้เพื่อการประมาณการได้ดีในกรณีที่ไม่มีข้อมูลอย่างอื่น



รูปที่ 2.3 การสูญเสียพลังงานเนื่องจากการรั่วของไอน้ำ

2.1.6.2 การใช้ฉนวน

การไม่ใช้ฉนวนหุ้มท่อจ่ายไอน้ำหรือการใช้ฉนวนหุ้มอย่างไม่ถูกต้องเป็นอีกสาเหตุของการสูญเสียความร้อน รูปที่ 2.4 แสดงการสูญเสียความร้อนจากท่อส่งไอน้ำเปลือยสำหรับท่อขนาดต่าง ๆ และอุณหภูมิท่อต่าง ๆ



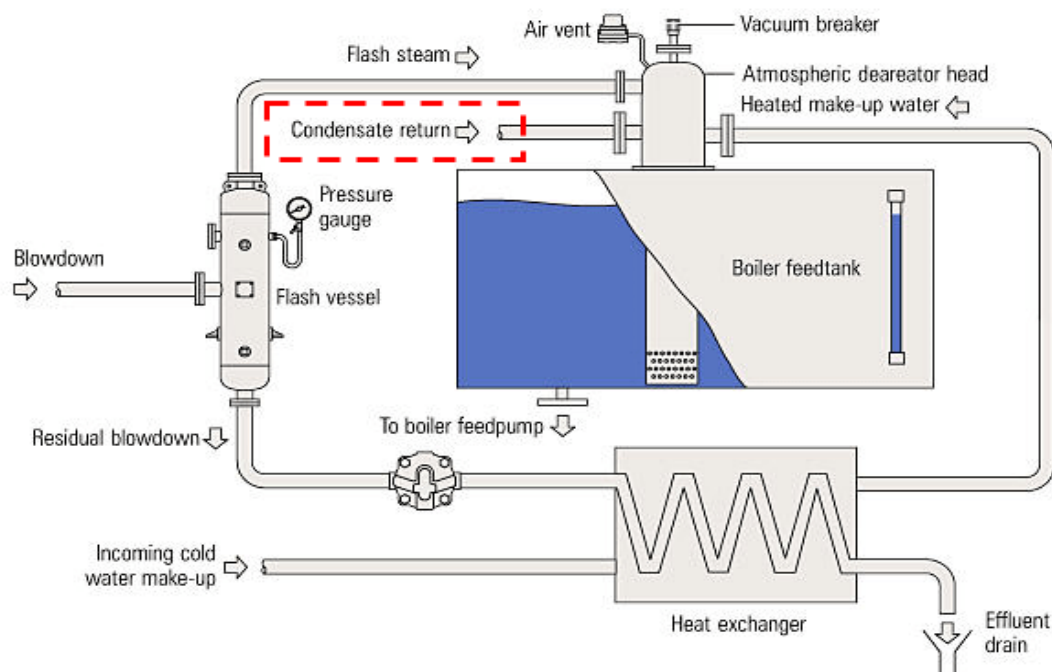
รูปที่ 2.4 การสูญเสียความร้อนจากท่อส่งไอน้ำเปลือยสำหรับท่อขนาดต่าง ๆ

ในขณะที่ท่อส่วนใหญ่ถูกหุ้มด้วยฉนวนอย่างดี แต่ที่หน้าแปลนของข้อต่อ (Flange) มักจะไม่หุ้มฉนวนเคยมีผู้ประมาณเอาไว้ว่าข้อต่อไม่ได้หุ้มฉนวนในระบบจ่ายไอน้ำที่ความดัน 700 kPa จะสูญเสียความร้อนเทียบได้กับท่อยาว 600 มิลลิเมตร หรือสำหรับข้อต่อหนึ่งอันจะเกิดความร้อนสูญเสียพลังงานเทียบได้กับถ่านหิน 1 ตันหรือน้ำมัน 600 ลิตร หรือก๊าซธรรมชาติ 390 ลูกบาศก์เมตรต่อปี

2.1.6.3 การนำคอนเดนเสทกลับมาใช้

ถ้าหากไอน้ำที่ใช้มีความดัน 700 kPa คอนเดนเสทจะมีพลังงานประมาณ 25% ของความร้อนที่ใช้ในการผลิตไอน้ำ ถ้าหากคอนเดนเสทถูกปล่อยทิ้งประสิทธิภาพของการใช้ไอน้ำจะน้อยกว่า 75 % คอนเดนเสท คือ ไอน้ำที่กลั่นตัวเป็นหยดน้ำ หรือเรียกว่า น้ำกลั่นร้อนที่เหมาะสมต่อการป้อน กลับให้หม้อไอน้ำ การนำคอนเดนเสทป้อนกลับให้หม้อไอน้ำไม่เพียงแต่จะเป็นการประหยัด

เชื้อเพลิง แต่ยังเป็นการประหยัดน้ำ ค่าปรุแต่งน้ำ ยืดอายุการใช้งานของหม้อไอน้ำ และระบบไอน้ำ เมื่อคิดรวมกันแล้วจะทำให้สามารถประหยัดเงินได้เป็นจำนวนมาก



รูปที่ 2.5 การนำคอนเดนเสทกลับมาใช้ใหม่

จากตัวอย่างที่แสดงให้เห็นนี้ เป็นที่ชัดเจนว่าเราควรนำคอนเดนเสทกลับมาใช้ และควรระลึกไว้เสมอว่า การเพิ่มขึ้นทุก ๆ 5°C ของน้ำป้อนหม้อไอน้ำ จะประหยัดเชื้อเพลิงได้ประมาณ 1% อย่างไรก็ดี การนำคอนเดนเสทกลับมาใช้ต้องมีข้อควรระวังอยู่บ้าง คอนเดนเสทที่มีอุณหภูมิสูงอาจทำให้เกิดฟองอากาศ (Cavitations) ขึ้นกับเครื่องสูบน้ำป้อนน้ำได้ แต่ก็มีวิธีป้องกันได้โดยให้ทางเข้าเครื่องสูบน้ำมีเสถียรความดันเพียงพอโดยยกถังป้อนน้ำให้สูงกว่าตัวเครื่องสูบน้ำตามเกณฑ์ต่อไปนี้

88°C ใช้ความสูง 1.6 m

93°C ใช้ความสูง 3.1 m

99°C ใช้ความสูง 4.6 m

100°C ใช้ความสูง 5.2 m

เหตุผลหนึ่งที่คนไม่นิยมนำคอนเดนเสทกลับมาใช้ เนื่องจากคอนเดนเสทถูกเจือปนด้วยสารต่าง ๆ ในกระบวนการผลิต ในกรณีนี้เราสามารถใช้อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนของคอน

คอนเดนเสทกลับมาใช้ได้ยู่ดีเพื่อที่จะนำความร้อนจากคอนเดนเสทมาใช้ให้มากที่สุด ท่อคอนเดนเสทควรหุ้มฉนวน เพื่อป้องกันการสูญเสียของความร้อน

2.1.6.4 กับดักไอน้ำ (Steam Trap)

เป็นอุปกรณ์สำหรับปล่อยคอนเดนเสทออกจากระบบไอน้ำ และป้องกันคอนเดนเสทท่วมผิวการถ่ายเทความร้อน นอกจากนี้ อาจทำหน้าที่ปล่อยอากาศและก๊าซที่ไม่ควบแน่นทิ้งไปการรั่วของกับดักไอน้ำ หรือการล้มเหลวจากการเปิดค้างให้ไอน้ำไหลผ่านได้เป็นสาเหตุของการสูญเสียพลังงานอย่างมากมาย เพื่อหลีกเลี่ยงการสูญเสียความร้อน ควรจะได้มีแผนตรวจการทำงานของกับดักไอน้ำอย่างสม่ำเสมอ นอกจากนี้ การเลือกใช้ประเภทและขนาดของกับดักไอน้ำที่ไม่ถูกต้อง จะทำให้กับดักไอน้ำทำงานโดยไม่มีประสิทธิภาพเต็มที่และอาจนำไปสู่การล้มเหลวของกับดักไอน้ำก่อนเวลาอันควร

2.1.6.5 ไอน้ำแฟลช (Flash Steam)

คอนเดนเสทที่เกิดขึ้นภายใต้ความดันจะมีอุณหภูมิสูงกว่า 100°C เมื่อคอนเดนเสทผ่านกับดักไอน้ำความดันของคอนเดนเสทลดลง แต่อุณหภูมิยังคงที่ ทำให้คอนเดนเสทบางส่วนระเหยกลายเป็นไออีก ไอที่เกิดขึ้นนี้เรียกว่า แฟลชสตีม ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้โดยใช้ถังแฟลช ซึ่งทำหน้าที่เก็บไอน้ำแฟลชเอาไว้ใช้ประโยชน์ต่อไปได้ เช่น การใช้ไอน้ำแฟลชในกระบวนการ Preheat หรือในกระบวนการที่ต้องการใช้ไอน้ำความดันต่ำ เป็นต้น

2.1.6.6 การระบายอากาศ

การระบายอากาศหรือก๊าซที่ไม่ควบแน่นอื่น ๆ ออกจากระบบไอน้ำเป็นสิ่งจำเป็นเนื่องจากอากาศหรือก๊าซนี้จะลดการถ่ายเทความร้อนทำให้ระบบร้อนช้าและสูญเสียพลังงาน นอกจากนี้จุดเย็น (Cold Spot) อาจเกิดขึ้น ซึ่งจะทำให้อุปกรณ์ทำความร้อนบิดเบี้ยวเสีย หายได้ เพื่อการระบายอากาศออก จึงควรที่จะติดตั้งกับดักไอน้ำที่มีตัวระบายอากาศในตัวและติดตั้งตัวระบายอากาศที่อุปกรณ์ซึ่งใช้ไอน้ำ

2.1.6.7 ถังป้อนน้ำและเครื่องสูบน้ำ

การสูญเสียความร้อนจากถังป้อนน้ำสามารถป้องกันได้โดยการหุ้มฉนวนถัง และถังควรจะมีฝาปิด ถึงจะต้องเปิดเพื่อที่จะป้อนน้ำให้แก่หม้อไอน้ำและรับน้ำจากระบบได้ทัน เพื่อหลีกเลี่ยงการสูญเสียไอน้ำแฟลช ท่อคอนเดนเสทควรต่อกับถังโดยให้ต่ำกว่าระดับน้ำในถัง ถ้าหากอุณหภูมิของคอนเดนเสทสูงเกินไปให้ตรวจสอบว่ากับดักไอน้ำล้มเหลวหรือไม่ ถ้าหากกับดักไอน้ำทำงานปกติ ให้ใช้อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนกับคอนเดนเสทเสียก่อนที่จะปล่อยเข้าถัง

2.1.7 การสูญเสียความร้อนในอุปกรณ์ที่ใช้ไอน้ำ

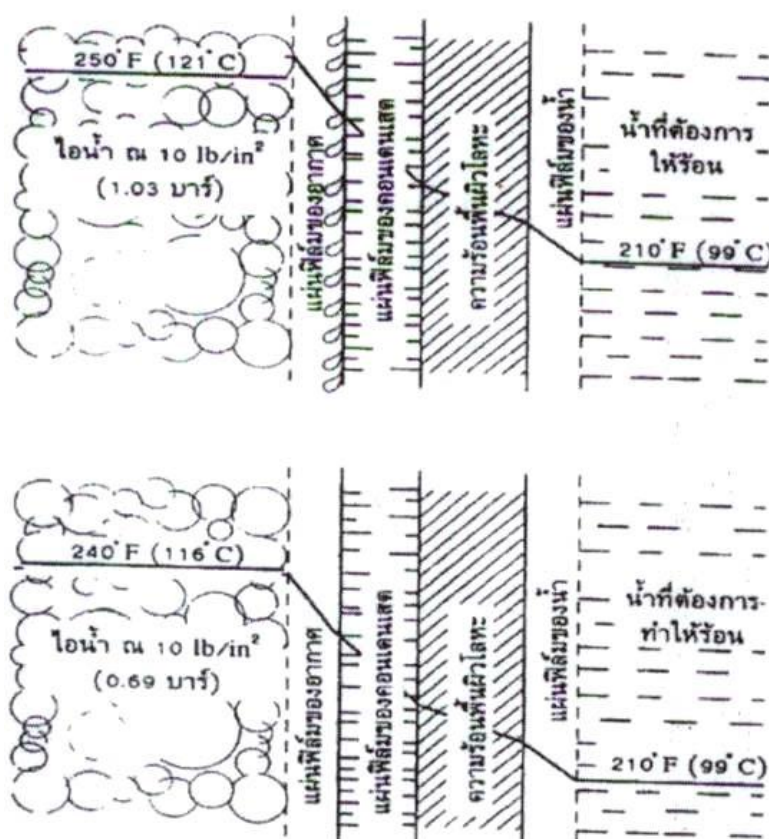
การสูญเสียพลังงานของไอน้ำจากอีกแหล่งหนึ่งก็คือ การสูญเสียความร้อนในอุปกรณ์ที่ใช้ไอน้ำโอกาสของการสูญเสียและการอนุรักษ์พลังงาน จะขึ้นอยู่กับอุปกรณ์ที่ใช้ไอน้ำที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมซึ่งมักจะนำไปใช้ในกระบวนการทำความร้อน ซึ่งสามารถนำไปใช้ได้ 2 ลักษณะ คือ การฉีดพ่นโดยตรง (Direct Steam Injection) และการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังโลหะ จะเป็นการไม่เพียงพอถ้าเราพยายามป้องกันการสูญเสียพลังงานในระบบผลิตไอน้ำและระบบส่งจ่ายไอน้ำ แต่กลับนำไอน้ำมาใช้อย่างไม่ระมัดระวังต่อการสูญเสีย หลักการที่สำคัญของการใช้ไอน้ำก็คือไอน้ำจะต้องแห้งให้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ก่อนเข้ากระบวนการในบางกรณีอาจมีความจำเป็นต้องติดตั้งตัวแยกไอน้ำ (Separator) สำหรับอุปกรณ์ที่ใช้ไอน้ำแต่ละตัวโดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่มีการแยกคอนเดนเสทออกทำได้ลำบาก ทั้งนี้ก็เพื่อให้ไอน้ำแห้งและมีการถ่ายเทความร้อนดีที่สุด

ในกรณีที่ไอน้ำถูกใช้ผ่านอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน และถ้าสมมติว่าไอน้ำที่ใช้นั้นแห้งดีแล้วสาเหตุต่าง ๆ ที่ทำให้กระบวนการให้ความร้อนมีประสิทธิภาพต่ำคือ

1. ผิวการถ่ายเทความร้อนไม่ดี หรือการระบายอากาศไม่ดี
2. กับดักไอน้ำที่ใช้ไม่ถูกประเภท และขนาด หรือขาดการบำรุงรักษา
3. อุปกรณ์ขาดการหุ้มฉนวนหรือมีแต่ไม่เพียงพอ

กระบวนการทำความร้อนโดยการฉีดพ่นไอน้ำโดยตรง อย่างเช่น การทำของเหลวในถังให้ร้อนมีข้อดีหลายอย่าง เช่น อุปกรณ์ที่ใช้ไม่ซับซ้อนและมีราคาถูก ไม่จำเป็นต้องใช้กับดักไอน้ำ และความร้อนสัมผัสจะถูกนำไปใช้ในกระบวนการให้ความร้อน ได้ด้วย แต่ในหลายกรณีพลังงานจากไอน้ำได้เกิดการสูญเสียไปมากมายจากการที่ไอน้ำได้ระเหยออกจากผิวของเหลวก่อนที่จะกลั่นตัว ดังแสดงในรูปที่ 5.5 อีกทั้งยังเป็นการทำให้สภาวะการทำงานไม่ดีอีกด้วย

การถ่ายเทความร้อนจากไอน้ำผ่านผนังโลหะ เป็นปรากฏการณ์ที่น่าสนใจและจะทำให้เราเข้าใจถึงความจำเป็นของการระบายอากาศและคอนเดนเสทออกจากกระบบไอน้ำ โดยทั่วไปความต้านทานต่อการไหลของความร้อนในพวกโลหะและโลหะผสมจะมีค่าน้อย อย่างไรก็ตาม โลหะมักจะมีชั้นของตะกรันเกิดขึ้น เนื่องจากการออกซิเดชันหรือการกัดกร่อน สารบางอย่างอาจจะตกตะกอนติดอยู่กับผิวโลหะนอกจากนี้จะมีฟิล์มของน้ำเกิดขึ้นบนด้านกระบวนการ (ดูรูปที่ 2.4) และบนด้านไอน้ำจะมีฟิล์มของคอนเดนเสทและอากาศซ้อนกันอยู่ด้วยฟิล์มเหล่านี้จะทำให้เกิดความต้านทานต่อความร้อนมากขึ้นถ้าหากจะเปรียบเทียบความต้านทานของวัสดุต่าง ๆ ต่อการไหลของความร้อนกับทองแดง โดยให้ความต้านทานของทองแดงมีค่าเป็นหนึ่งแล้วจะพบว่า ค่าตัวเลขเหล่านี้ได้แสดงว่าอากาศและน้ำจะมีค่าความต้านทานต่อการไหลของความร้อนมากกว่าวัสดุอื่น ๆ อย่างมากมาย การระบายอากาศและคอนเดนเสทออกจากกระบบไอน้ำ จึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง



รูปที่ 2.6 แผ่นฟิล์มของอากาศ น้ำ และตะกรันบนพื้นผิวโลหะ ทำให้ลดประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อน

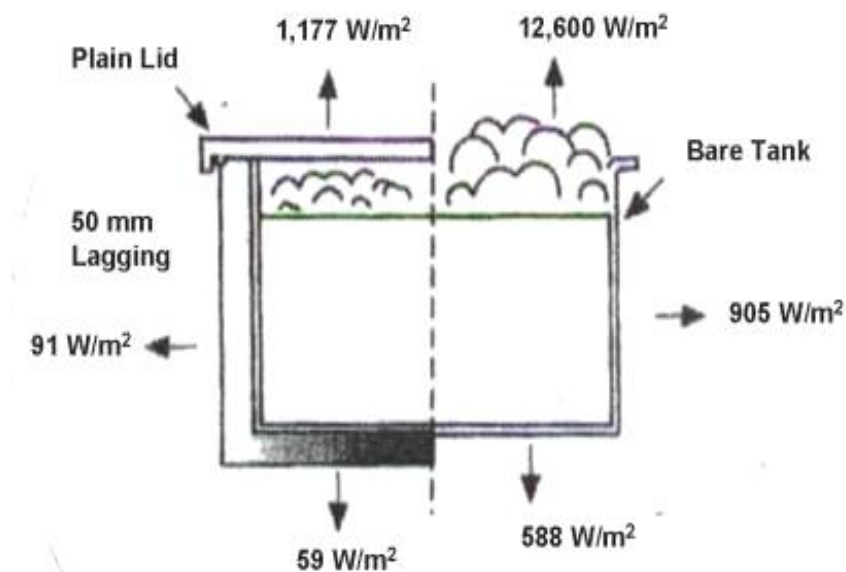
2.1.8 วิธีการอนุรักษ์พลังงานในระบบไอน้ำ

2.1.8.1 การป้องกันการสูญเสียพลังงาน

การสูญเสียพลังงานในโรงงานอุตสาหกรรม อาจเกิดขึ้นได้ในรูปต่าง ๆ กัน เช่น การสูญเสียความร้อนจากการหุ้มฉนวนอย่างไม่เหมาะสม การรั่วไหลของไอน้ำตามรอยรั่วต่าง ๆ ในระบบการสูญเสียไอน้ำเนื่องจากความบกพร่องของก๊อบดักไอน้ำ

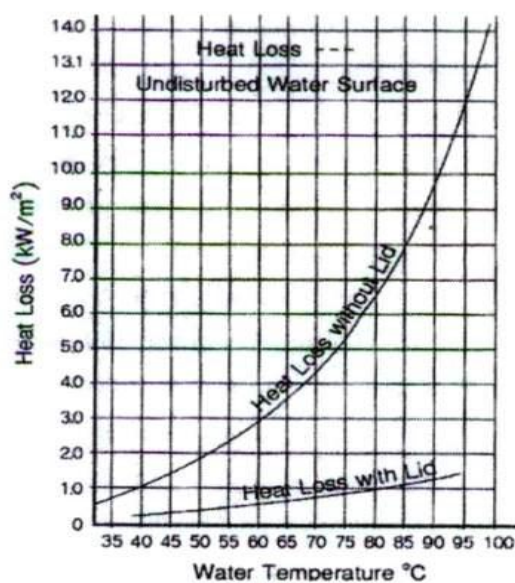
การป้องกันการสูญเสียในรายการเหล่านี้ นอกเหนือจากการให้ผลในด้านการอนุรักษ์พลังงานแล้วยังมีผลอย่างมากต่อความปลอดภัยและสภาพแวดล้อมการทำงานที่ดีอีกด้วย ตัวอย่างเช่น พื้นผิวที่มีอุณหภูมิสูงอาจจะเป็นอันตรายต่อผู้ที่ทำงานในบริเวณดังกล่าว และทำให้พื้นที่ในบริเวณนั้นมีอุณหภูมิสูงการรั่วไหลของไอน้ำก็จะมีผลในทำนองเดียวกัน

ท่อส่งไอน้ำจะต้องหุ้มฉนวนเสมอ การลงทุนหุ้มฉนวนท่อไอน้ำจะได้รับทุนคืนภายในไม่ถึงหนึ่งปีเกณฑ์อย่างง่าย ๆ ที่ใช้ในการดูความเหมาะสมของฉนวนหุ้มท่อ เราพิจารณาที่อุณหภูมิผิวนอกของฉนวน การหุ้มฉนวนควรพิจารณาหุ้มท่อ หน้าแปลน วาล์ว เสดเดอร์ และอุปกรณ์ที่ใช้ไอน้ำทั่วไปที่มีความจำเป็นต้องเก็บรักษาความร้อน ซึ่งอาจจะหมายถึง ถังย้อมผ้าด้วย ในกรณีของหน้าแปลนอาจจะเทียบเป็นความยาวของตรงเท่ากับ 0.4 เมตร และวาล์วเทียบเป็นความยาวของท่อตรงเท่ากับ 1.2 เมตร โดยทั่วไปอุณหภูมิผิวนอกไม่ควรเกิน 50°C อย่างไรก็ดีตาม สำหรับท่อส่งไอน้ำที่อยู่ในบริเวณที่มีการปรับอากาศฉนวนหุ้มต้องหนาเพิ่มขึ้น กล่าวคืออุณหภูมิผิวนอกที่เหมาะสมควรจะต่ำกว่าตัวเลขที่ให้ไว้ข้างต้น ทั้งนี้เนื่องจากอุณหภูมิอากาศรอบท่อที่ต่ำ จะทำให้มีการสูญเสียความร้อนเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งความร้อนที่สูญเสียจากท่อจะกลายเป็นภาระทางความร้อนของเครื่องปรับอากาศด้วยรูปที่ 2.7 แสดงปริมาณการสูญเสียความร้อนจากถังคอนเดนเสท ซึ่งบรรจุคอนเดนเสทที่อุณหภูมิ 95°C และอุณหภูมิแวดล้อมที่ 25°C เปรียบเทียบระหว่างในกรณีที่ไม่มีการปิดและไม่มีหุ้มฉนวนถึง กับในกรณีที่มีฝาปิดและหุ้มฉนวนหนา 50 มิลลิเมตร



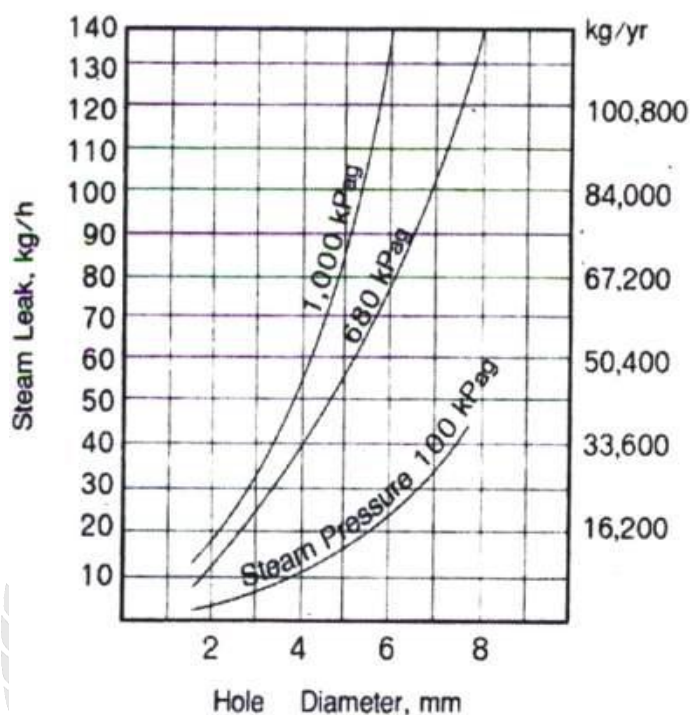
รูปที่ 2.7 ผลของการหุ้มฉนวนและการติดตั้งฝาปิดถังบรรจุคอนเดนเสทที่มีต่อการสูญเสียความร้อนคอนเดนเสท

รูปที่ 2.8 แสดงปริมาณความร้อนที่สูญเสียจากผิวน้ำ ในกรณีที่มีฝาปิดถังน้ำร้อน และไม่มีฝาปิดถังน้ำร้อนที่อุณหภูมิระหว่าง 35-100°C



รูปที่ 2.8 ปริมาณความร้อนที่สูญเสียจากผิวน้ำที่อุณหภูมิระหว่าง 35-100°C

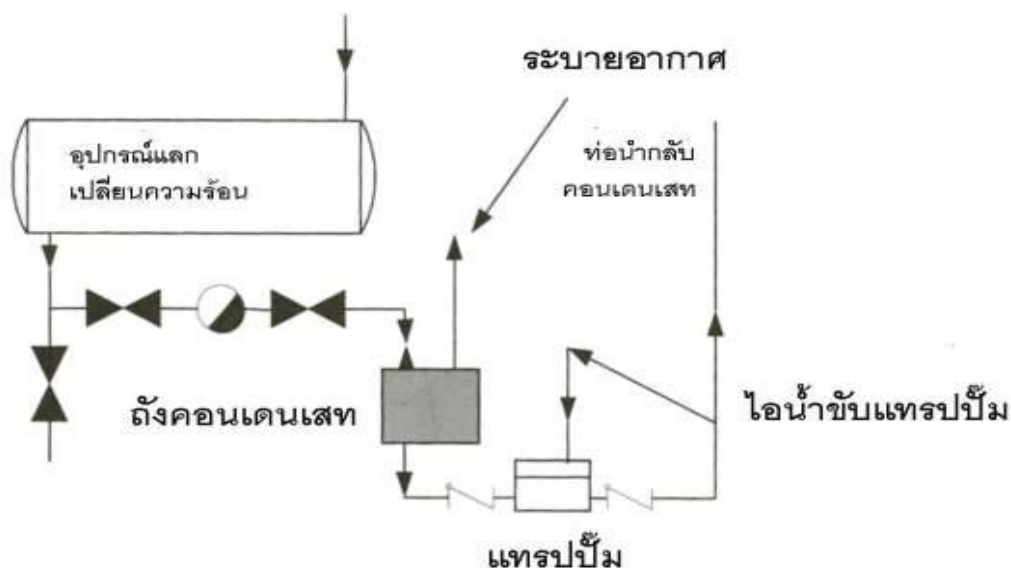
รูปที่ 2.9 แสดงปริมาณการรั่วไหลของไอน้ำผ่านรูรั่วขนาดต่าง ๆ และมูลค่าของความสูญเสียดังกล่าวในหนึ่งปี ในการคำนวณมูลค่าความสูญเสียเรากำหนดให้ระบบไอน้ำมีการทำงานปีละ 2,400 ชั่วโมง และคิดค่าใช้จ่ายในการผลิตไอน้ำที่ 0.35 บาทต่อกิโลกรัม



รูปที่ 2.9 การสูญเสียไอน้ำผ่านรูรั่วขนาดต่างๆ ในระบบไอน้ำ และมูลค่าความสูญเสียที่เกิดขึ้นต่อปี

2.1.8.2 การนำพลังงานที่เหลือจากการใช้แล้วกลับมาใช้ใหม่

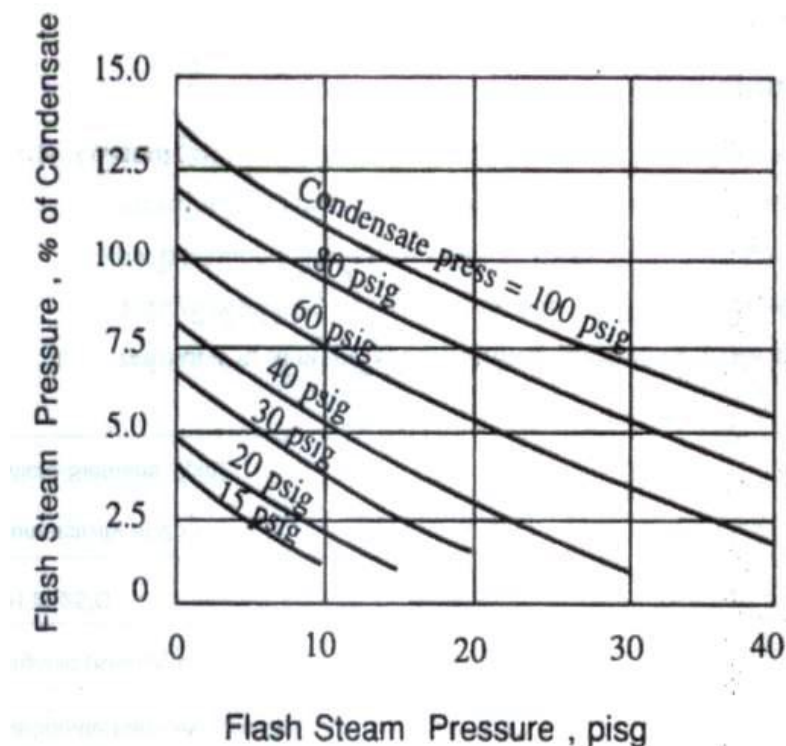
พลังงานที่เหลือจากการใช้แล้ว (Waste Heat) ในกรณีนี้ ได้แก่ คอนเดนเสทหรือน้ำร้อนจากการใช้งานในกระบวนการผลิตส่วนต่าง ๆ รวมทั้งน้ำร้อนจากการเป่าหรือพ่นทิ้ง (Blow Down) ออกจากหม้อไอน้ำคอนเดนเสทนั้น เนื่องจากยังมีพลังงานความร้อนในตัวสูง (ประมาณหนึ่งในสี่ของพลังงานในไอน้ำที่ใช้) และเป็นน้ำสะอาดที่ผ่านการบำบัดจนเหมาะสมสำหรับใช้กับหม้อไอน้ำแล้ว จึงควรจะนำกลับคืนมาใช้เสมอ ยกเว้นคอนเดนเสทที่เกิดการปนเปื้อนในกระบวนการผลิต เพราะนอกจากอนุรักษ์พลังงานแล้ว ยังช่วยลดค่าใช้จ่ายสำหรับเป็นค่าน้ำและค่าสารเคมีที่ใช้ในการบำบัดน้ำอีกด้วย คอนเดนเสทสามารถใช้งานได้ทั้งสองลักษณะ คือ น้ำกลับคืนไปเป็นน้ำป้อนหม้อไอน้ำโดยตรง และการนำคอนเดนเสทไปผลิตไอน้ำแฟลช (Flash Steam) เพื่อใช้ในกระบวนการผลิตที่ต้อง การไอน้ำความดันต่ำ



รูปที่ 2.10 วิธีการนำคอนเดนเสทกลับคืนไปใช้

รูปที่ 2.10 แสดงวิธีการหนึ่งในการนำคอนเดนเสทกลับคืนใช้ประโยชน์ ด้วยเทรปเครื่องสูบน้ำ (Pumping Trap) ในกรณีที่ความดันที่ทางออกของก๊าดักไอน้ำไม่สูงพอที่จะดันคอนเดนเสทขึ้นไปสู่ท่อน้ำกลับคอนเดนเสทได้

ส่วนรูปที่ 2.11 แสดงปริมาณการเกิดเป็นไอน้ำแฟลชคิดเป็น % ของคอนเดนเสท สำหรับที่ค่าต่าง ๆ ของความดันคอนเดนเสท และความดันของไอน้ำแฟลชที่ต้องการ ตัวอย่างเช่น ในกรณีที่ เป็นคอนเดนเสทซึ่งมาจากก๊าดักไอน้ำที่ความดัน 80 psi ถ้าถูกนำกลับมาใช้โดยการบรรจุในถังคอนเดนเสทแบบเปิดธรรมดาจากกราฟพบว่า ไอน้ำแฟลชที่เกิดขึ้นเท่ากับ 12% ของคอนเดนเสท นั่นคือ การนำคอนเดนเสทกลับมาใช้ด้วยถังเปิดธรรมดาจะทำให้เกิดการสูญเสียไอน้ำความดันต่ำถึง 12% ของคอนเดนเสททั้งหมด



รูปที่ 2.11 ปริมาณไอน้ำแฟลชที่เกิดขึ้นเมื่อคอนเดนเสทถูกปล่อยเข้าไปในถังความดันต่างกัน

น้ำร้อนที่เกิดจากการเป่าหรือพ่นทิ้งจากหม้อไอน้ำ สามารถนำไปใช้ในการอุ่นน้ำป้อนหม้อไอน้ำผ่านอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน หรือนำไปผลิตไอน้ำแฟลช เพื่อใช้ในกระบวนการผลิตที่ต้องการไอน้ำความดันต่ำก็ได้

นอกจากนี้ ความร้อนจากก๊าซไอเสียของหม้อไอน้ำ หากมีอุณหภูมิที่สูงเพียงพอ ก็สามารถนำมาใช้ในการอุ่นน้ำป้อนหรืออากาศที่ใช้ในการเผาไหม้ให้ร้อนมากขึ้นได้ ซึ่งจะทำให้ประสิทธิภาพความร้อนเพิ่มขึ้นประมาณ 1% ต่อทุก ๆ 20°C ที่อุณหภูมิของก๊าซที่ลดลง ดังนั้นจึงเป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถประหยัดเชื้อเพลิงได้

2.1.9 การตรวจวิเคราะห์หม้อไอน้ำ

หม้อไอน้ำแต่ละลูกจะระบุข้อมูลจำเพาะของหม้อไอน้ำ เช่น กำลังการผลิตไอน้ำพิกัด ชนิด และปริมาณความต้องการใช้เชื้อเพลิง และอื่นๆ ข้อมูลเหล่านี้สามารถใช้ประเมินเพื่อให้ทราบค่าประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำลูกนั้นๆ โดยเบื้องต้น อย่างไรก็ตาม ในทางปฏิบัติ เรายังจำเป็นต้อง

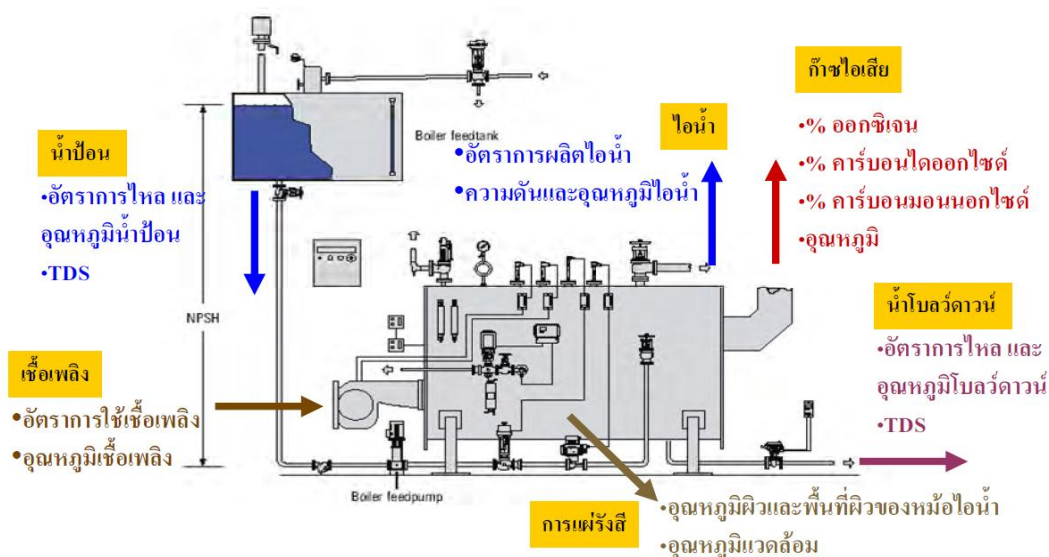
ตรวจวัดค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ของหม้อไอน้ำเป็นประจำเพื่อให้ทราบถึงสภาพการทำงานและประสิทธิภาพพลังงานที่แท้จริงของหม้อไอน้ำที่เราใช้งานอยู่

2.1.9.1 การตรวจวัดการทำงานของหม้อไอน้ำ

ตารางที่ 2.1 แสดงข้อมูลการวัดที่จำเป็นต้องทราบสำหรับการประเมินสมรรถนะการทำงานและประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำ

ตารางที่ 2.1 ข้อมูลตรวจวัดระบบไอน้ำอุตสาหกรรม

ข้อมูล	ค่าตรวจวัด	การวิเคราะห์
เชื้อเพลิง	- ค่าความร้อนของเชื้อเพลิง - อัตราการใช้เชื้อเพลิง - อุณหภูมิเชื้อเพลิง	- อัตราการใช้พลังงานเชื้อเพลิงของหม้อไอน้ำ
ไอน้ำ	- ความดันและอุณหภูมิไอน้ำ - อัตราการผลิตไอน้ำ	- อัตราการผลิตพลังงานความร้อน (ไอน้ำ) ของหม้อไอน้ำ
น้ำป้อนและน้ำโบล์ควาน์	- อัตราการไหลของน้ำป้อนและโบล์ควาน์ - อุณหภูมิของน้ำป้อนและโบล์ควาน์ - ค่า TDS (Total Dissolved Solid)	- การสูญเสียพลังงานจากการโบล์ควาน์
ก๊าซไอเสีย	- เปอร์เซ็นต์ของ O ₂ - เปอร์เซ็นต์ของ CO ₂ - เปอร์เซ็นต์ของ CO และอื่นๆ - อุณหภูมิของก๊าซไอเสีย	- ประสิทธิภาพการเผาไหม้ของหม้อไอน้ำ
การสูญเสียความร้อนจากการแผ่รังสี	- อุณหภูมิผิวและพื้นที่ผิวของหม้อไอน้ำ - อุณหภูมิแวดล้อม - ค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีความร้อน (Emissivity)	- การสูญเสียความร้อนจากการแผ่รังสีของหม้อไอน้ำ



รูปที่ 2.12 การตรวจวัดข้อมูลการทำงานของหม้อไอน้ำ

สำหรับความร้อนสูญเสียของระบบส่งจ่ายไอน้ำ ค่าที่จำเป็นต้องตรวจวัด ได้แก่ อุณหภูมิผิว และพื้นที่ผิวของท่อส่งจ่าย วาล์ว และหน้าแปลนอุณหภูมิแวดล้อม และค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีความร้อน (Emissivity) ของพื้นผิว ตลอดจนสภาพของฉนวน

เครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ ที่จำเป็นต้องใช้ในการตรวจวัดข้อมูลข้างต้น ประกอบด้วย เครื่องวัดประสิทธิภาพการเผาไหม้ เครื่องวิเคราะห์สภาพน้ำ เครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ และเครื่องวัดอุณหภูมิแบบสัมผัส

2.1.9.2 การคำนวณประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำ

จากข้อมูลการวัดที่ได้กล่าวถึงในหัวข้อ 2.1.9.1 เราสามารถคำนวณประสิทธิภาพการทำงานของหม้อไอน้ำได้ โดยปกติแล้ว การคำนวณประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำมีอยู่ด้วยกัน 2 วิธี คือ

- ก) การคำนวณโดยวิธีตรง
- ข) การคำนวณโดยวิธีอ้อม

❖ การคำนวณประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำโดยวิธีตรง

การคำนวณประสิทธิภาพหม้อไอน้ำโดยวิธีตรง เป็นการคำนวณประสิทธิภาพโดยใช้ข้อมูลของปริมาณพลังงานความร้อนของไอน้ำที่ผลิตขึ้นโดยหม้อไอน้ำและข้อมูลปริมาณการใช้เชื้อเพลิง การคำนวณโดยวิธีนี้ง่ายและไม่ยุ่งยาก อย่างไรก็ตาม วิธีนี้ไม่ได้แสดงให้เห็นว่าความร้อนสูญเสีย

พลังงานหรือการลดลงของประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำเกิดจากสาเหตุใด สมการที่ (2.1) แสดงการคำนวณประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำโดยวิธีตรง

$$\eta_B = \frac{m_S (h_S - h_W)}{m_F \cdot HV}$$

เมื่อ	η_B	=	ประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำ
	m_S	=	อัตราการไหลของไอน้ำ, kg/s
	m_F	=	อัตราการใช้เชื้อเพลิง, kg/s
	h_S	=	เอนทาลปีของไอน้ำ, kJ/kg
	h_W	=	เอนทาลปีของน้ำป้อน, kJ/kg
	H_V	=	ค่าความร้อนของเชื้อเพลิง, kJ/kg

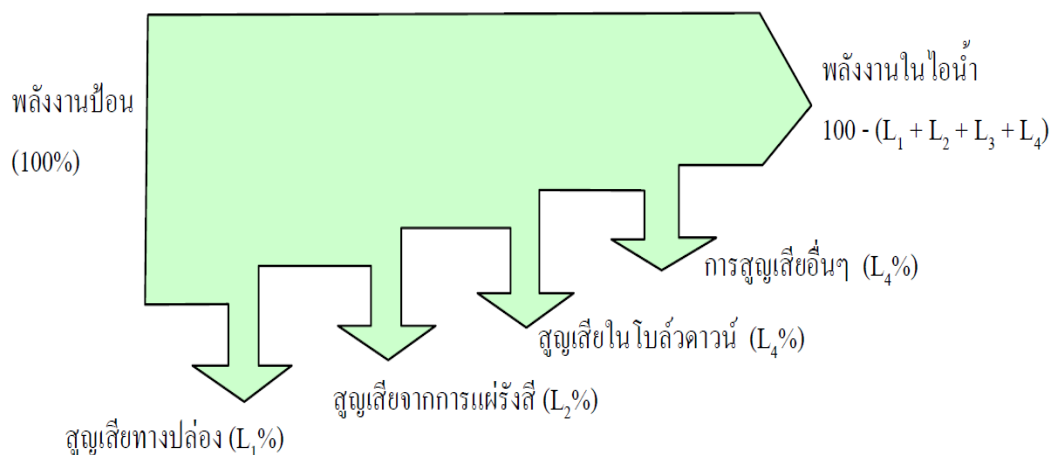
❖ การคำนวณประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำโดยวิธีอ้อม

การคำนวณประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำโดยวิธีอ้อมจะใช้วิธีการสูญเสียพลังงานจากแหล่งต่างๆ ของหม้อไอน้ำ แล้วหักออกจาก 100 ซึ่งก็คือค่าประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำ การคำนวณประสิทธิภาพโดยวิธีอ้อมเราจะต้องตรวจวัดหรือคำนวณเพื่อให้ทราบการสูญเสียพลังงานต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น ประกอบด้วย

- การสูญเสียพลังงานทางปล่อง (L1)
- การสูญเสียพลังงานจากการแผ่รังสีความร้อนที่ผิว (L2)
- การสูญเสียพลังงานจากโบล์ดาวน์ (L3)
- การสูญเสียพลังงานอื่นๆ (L4)

ทันทีที่ทราบการสูญเสียเหล่านี้ เราสามารถคำนวณประสิทธิภาพสุทธิของหม้อไอน้ำได้จากการคำนวณโดยใช้สมการที่ (2.2)

$$\eta_B = 100 - (L_1 + L_2 + L_3 + L_4)$$



รูปที่ 2.13 การสูญเสียพลังต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น

2.1.10 การปรับปรุงประสิทธิภาพหม้อไอน้ำ

หม้อไอน้ำโดยทั่วไปมีประสิทธิภาพ 70-80% หมายความว่าพลังงานความร้อนจากเชื้อเพลิง 100 ส่วนสามารถให้ความร้อนกับน้ำได้ 70-80 ส่วนเท่านั้น พลังงานส่วนที่เหลือจะสูญเสียไปกับก๊าซร้อนที่ปล่อยทิ้งทางปล่อง ผ่านพื้นผิวของหม้อไอน้ำ และน้ำที่ต้องระบายทิ้งเป็นระยะ แนวทางและวิธีการปรับปรุงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำมีรายละเอียด ดังนี้

1. การปรับตั้งอัตราส่วนอากาศป้อนต่อเชื้อเพลิง
2. การควบคุมน้ำระบาย (โบล์ควาน์)
3. การปรับสภาพน้ำป้อน
4. การลดการสูญเสียความร้อนทางปล่องไอเสีย
5. เครื่องประหยัดเชื้อเพลิงหรือเครื่องอุ่นน้ำเลี้ยง
6. มาตรการบำรุงรักษา

2.1.11 การปรับปรุงประสิทธิภาพระบบส่งจ่ายไอน้ำ

ระบบส่งจ่ายไอน้ำทำหน้าที่ส่งไอน้ำที่ผลิตได้ไปยังผู้ใช้ปลายทาง ภายในท่อของระบบส่งจ่ายจะมีการควบแน่นของไอน้ำซึ่งเกิดขึ้นอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ จากการเย็นตัวของไอน้ำในท่อ เราจำเป็นต้องดึงไอน้ำที่ควบแน่นเหล่านี้ออกจากระบบท่อ ณ ตำแหน่งใดตำแหน่งหนึ่ง เพื่อที่จะดึงไอน้ำควบแน่นเหล่านี้ออกมา เราจะติดตั้งอุปกรณ์ดักไอน้ำ (Steam trap) ทั้งในส่วน of ระบบส่งจ่ายไอน้ำและส่วนของผู้ใช้ไอน้ำปลายทาง ข้อมูลชนิดและลักษณะการใช้งานของอุปกรณ์ดักไอน้ำสามารถค้นหาได้จากเอกสารผู้ผลิตอุปกรณ์ได้โดยตรง

1. การติดตั้งฉนวนกันความร้อน
2. การตรวจสอบกับดักไอน้ำ
3. การตรวจสอบระบบท่อส่งจ่ายไอน้ำ
4. การใช้วาล์วอย่างถูกต้อง

2.1.12 การปรับปรุงประสิทธิภาพระบบคอนเดนเสท

ไอน้ำเป็นพลังงานที่มีประโยชน์อย่างยิ่ง อย่างไรก็ตาม ปริมาณความร้อนที่มีอยู่ในไอน้ำที่อุปกรณ์ไอน้ำทั่วไปนำมาใช้งานจะมีเพียงความร้อนแฝงของการควบแน่นเท่านั้น ส่วนความร้อนสัมผัส คือ ความร้อนที่มีอยู่ในน้ำควบแน่นมักจะถูกปล่อยทิ้งไปในบรรยากาศ

หากเราสามารถนำความร้อนในน้ำควบแน่นกลับมาใช้ประโยชน์ได้ทั้งหมดแล้ว อัตราส่วนของความร้อนที่นำกลับมาใช้ต่อความร้อนทั้งหมดในไอน้ำอาจจะมีค่าสูงถึง 20-30% นอกจากนี้ ยิ่งความดันสูงขึ้นเท่าใดอัตราส่วนนี้ยิ่งสูงขึ้นเท่านั้น ดังนั้น จึงต้องพยายามเท่าที่จะทำได้ที่จะไม่ปล่อยน้ำควบแน่นทิ้งไปในบรรยากาศแต่ควรนำกลับมาใช้ในสถานะความดันสูง

1. การใช้คอนเดนเสท
2. การนำไอน้ำเฟสกลับมาใช้

2.2 งานศึกษาที่เกี่ยวข้อง

จากการทบทวนงานวิจัยที่ผ่านมา พบว่ามีการนำมาตรการอนุรักษ์พลังงานไอน้ำมาดำเนินการเพื่อลดต้นทุนการใช้พลังงาน โดยประกอบไปด้วยมาตรการที่ไม่มีเงินลงทุน และมาตรการที่มีเงินลงทุน

ประสิทธิ์ เกี้ยวสุนทร (2555) การศึกษาและออกแบบอีโคโนไมเซอร์โดยใช้ความร้อนปล่อยทิ้งจากหม้อไอน้ำวิทยานิพนธ์นี้เสนอผลการศึกษาด้วยการออกแบบอีโคโนไมเซอร์ที่มีประสิทธิภาพและเหมาะสมสำหรับหม้อไอน้ำ หม้อไอน้ำที่ทำการศึกษามีขนาด 3 ตันต่อชั่วโมง เชื้อเพลิงที่ใช้เป็นแก๊สปิโตรเลียมเหลว (LPG) เพื่อนำก๊าซเสียจากปล่องของหม้อไอน้ำมาอุ่นน้ำป้อนก่อนเข้าหม้อไอน้ำ โดยทำการออกแบบ สร้างและติดตั้งตลอดจนใช้งานจริงที่โรงพยาบาลปทุมธานี ลักษณะของอีโคโนไมเซอร์ มีการจัดเรียงท่อแบบแนวเอียงกัน (Staggered) เพื่อเปรียบเทียบ

ประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำ ประสิทธิภาพของอีโคโนไมเซอร์ที่สร้างกับการออกแบบ และผลการประหยัดพลังงานเชื้อเพลิงของหม้อไอน้ำหลังติดตั้งอีโคโนไมเซอร์ จากผลการทดลองหลังติดตั้งอีโคโนไมเซอร์กับปล่องของหม้อไอน้ำ พบว่า อีโคโนไมเซอร์สามารถอุ่นน้ำป้อนได้จาก 103 °C เป็น 110 °C ประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำเพิ่มขึ้นจาก 81% เป็น 86% ประสิทธิภาพของอีโคโนไมเซอร์เท่ากับ 0.423 สามารถประหยัดพลังงานเชื้อเพลิงได้ 13 % โดยประโยชน์ของงานวิจัยนี้สามารถนำไปออกแบบอีโคโนไมเซอร์หรือนำไปประยุกต์ใช้งานกับโรงพยาบาลหรืออุตสาหกรรมประเภทอื่นๆ ที่มีอุณหภูมิของก๊าซเสียสูงและมีปริมาณมากเพียงพอที่จะนำความร้อนสูญเสียมาอุ่นน้ำป้อนก่อนเข้าหม้อไอน้ำให้มีอุณหภูมิสูงขึ้น เพื่อประหยัดพลังงานการใช้เชื้อเพลิงของโรงพยาบาลหรืออุตสาหกรรมต่อไป

ชัยณรงค์ หาญชนะ (2554) ผลของตัวแปรดำเนินการต่อการปล่อยแก๊สระหว่างการเผาไหม้ร่วมของถ่านหินและชีวมวลในหม้อกำเนิดไอน้ำฟลูอิดไชเบสแบบหมุนเวียน งานวิจัยนี้ศึกษาผลของตัวแปรดำเนินการต่อการปล่อยฟลูแก๊ส จากการเผาไหม้ร่วม ของถ่านหินและชีวมวลในหม้อกำเนิดไอน้ำฟลูอิดไชเบสแบบหมุนเวียน โดยใช้ถ่านหินซับบิทู มินัสและชีวมวลชนิดต่างๆ ได้แก่ กะลาปาล์ม กะลามะพร้าว กระถินยักษ์ และยูคาลิปตัส ป้อน เชื้อเพลิงที่อัตราคงที่ 7 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ป้อนอากาศปฐมภูมิอัตราคงที่ 300 ลิตรต่อนาที จากนั้นทำการสร้างเครื่องผลิตไอน้ำ ซึ่งมีส่วนประกอบสำคัญ 3 ส่วนคือ ส่วนอุ่นน้ำ ส่วน แลกเปลี่ยนความร้อน และส่วนเก็บไอน้ำ ตัวแปรที่ทำการศึกษาคือ สัดส่วนของชีวมวลกับถ่านหิน ตำแหน่งการป้อนอากาศทุติยภูมิ และประสิทธิภาพของเครื่องผลิตไอน้ำ จากผลการ ทดลองพบว่า การเผาไหม้ของถ่านหินกับกะลาปาล์มจะให้ อุณหภูมิโดยเฉลี่ยตลอดความสูง ของโรเซอร်สูงกว่าการเผาไหม้ของถ่านหินกับกะลามะพร้าว กระถินยักษ์ และยูคาลิปตัส ซึ่ง สอดคล้องกับค่าพลังงานความร้อนของกะลาปาล์ม การเพิ่มสัดส่วน ส่วนของชีวมวลจะส่งผลให้ ความเข้มข้นของ (NO_x) มีปริมาณลดลง ในส่วนการเผาไหม้เชื้อเพลิงผสมชีวมวล การป้อน อากาศทุติยภูมิ ที่ตำแหน่ง 1 เมตร จะมีอัตราการปล่อยแก๊สไนโตรเจนออกไซด์มากที่สุด สำหรับเครื่องผลิตไอน้ำ สามารถผลิตไอน้ำอุณหภูมิได้สูงสุดเท่ากับ 160 องศาเซลเซียส และ ความดันเท่ากับ 2.6 บาร์ เมื่อใช้เชื้อเพลิงถ่านหินร้อยละ 100 ในการเผาไหม้ และอุณหภูมิไอน้ำ ผลิตได้สูงสุดเท่ากับ 145 องศาเซลเซียส และความดันเท่ากับ 2.3 บาร์ เมื่อใช้

เชื้อเพลิงถ่านหิน ต่อกะลาปาล์ม ที่สัดส่วน 70:30 ในการเผาไหม้ ประสิทธิภาพเครื่องผลิตไอน้ำที่ได้เท่ากับร้อยละ 22.44

ศุภณัฐ เจริญ (2551) การศึกษาการประหยัดพลังงานสำหรับเตาเผาเหล็กโดยการลดอากาศรั่วเข้าสู่เตาเผาวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการศึกษาการประหยัดพลังงานสำหรับเตาเผาเหล็กโดยการลดอากาศรั่วเข้าสู่เตาเผา งานวิจัยชิ้นนี้ได้นำข้อมูลเกี่ยวกับเตาเผาของโรงงานตัวอย่างแห่งหนึ่งมาเป็นต้นแบบ เพื่อทำการศึกษาสมดุลพลังงานและประสิทธิภาพของเตาเผา รวมถึงพิจารณาปัญหาการเกิดอากาศจากภายนอกรั่วเข้าสู่เตาเผา เพื่อหาแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ให้สามารถทำนายสมดุลพลังงานและประสิทธิภาพของเตาเผา รวมถึงประเมินผลการประหยัดหลังจากการปรับปรุงผลการวิเคราะห์พบว่าปริมาณของอากาศจากภายนอกรั่วเข้าสู่เตาเผาเกิดจากความดันภายในเตาเผาที่มีค่าเป็นลบเมื่อเทียบความดันบรรยากาศ โดยอากาศในส่วนนี้จะพาความร้อนของก๊าซร้อนภายในเตาเผาออกไปพร้อมกับไอเสีย ส่งผลให้เตาเผาสูญเสียพลังงานความร้อนเพิ่มขึ้น งานวิจัยชิ้นนี้จึงหาแนวทางในการปรับปรุง โดยการติดตั้งระบบควบคุมความดันภายในเตาเผาและทำนายผลหลังจากการปรับปรุงด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ พบว่า พลังงานความร้อนสูญเสียออกไปกับไอเสียหลังจากการปรับปรุงมีปริมาณลดลงถึง 202.83 kW ทำให้ประสิทธิภาพของเตาเผาเพิ่มขึ้นจากเดิม 51.48% เป็น 53.45% ซึ่งเมื่อเทียบผลการประหยัดหลังจากการปรับปรุง เตาเผาสามารถประหยัดการใช้เชื้อเพลิงได้ 15.31 ลิตรต่อชั่วโมงหรือคิดเทียบเป็น 3.69% ของอัตราการใช้เชื้อเพลิงที่มีอยู่เดิม ส่วนของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นจากงานวิจัยชิ้นนี้สามารถนำมาใช้กับเตาเผาอื่นที่มีคุณลักษณะใกล้เคียงกันได้ นอกจากนี้ผลจากการศึกษาสมดุลพลังงานและประสิทธิภาพของเตาเผายังนำไปสู่การปรับปรุงและพัฒนาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของเตาเผาในรูปแบบอื่นๆ ต่อไป

มาวิน ปูนอน (2553) การผลิตไอน้ำจากเตาเผาฟลูอิดไช้เบดแบบหมุนเวียน งานวิจัยนี้ศึกษาอุทกศาสตร์การไหลภายในเตาเผาฟลูอิดไช้เบดแบบหมุนเวียนจากการใช้เชื้อเพลิงถ่านหินและชีวมวล โดยใช้ถ่านหินและชีวมวลคือกะลาปาล์ม และกะลามะพร้าว ซึ่งมีพลังงานความร้อนของเชื้อเพลิงถ่านหิน กะลาปาล์ม และกะลามะพร้าวเท่ากับ 5221.82 แคลอรีต่อกรัม 4875.75 แคลอรีต่อ

กรัม และ 4470.40 แคลอรีต่อกรัม ตามลำดับ ขณะที่ไโรเซอร์หรือห้องเผาไหม้มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร สูง 3 เมตร ป้อนเชื้อเพลิงที่อัตราคงที่ 9 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ป้อนอากาศปฐมภูมิอัตราคงที่ 330 ลิตรต่อนาที จากนั้นทำการสร้างเครื่องผลิตไอน้ำ ซึ่งมีส่วนประกอบสำคัญ 3 ส่วนคือ ส่วนอุ่นน้ำ ส่วนแลกเปลี่ยนความร้อน และส่วนเก็บไอน้ำ ตัวแปรที่ทำการศึกษาคือ ส่วนผสมของเชื้อเพลิง ตำแหน่งการป้อนอากาศทุติยภูมิ และประสิทธิภาพของเครื่องผลิตไอน้ำที่สร้างขึ้น ผลการทดลองพบว่า อุณหภูมิภายในส่วนไโรเซอร์ของเตานั้นมีลักษณะเป็นเบดแบบปั่นป่วน เวลาที่เตาเข้าสู่ภาวะคงที่เท่ากับ 20 วินาที ความร้อนที่ได้จากการใช้เชื้อเพลิงผสมมีอัตราส่วนของถ่านหินต่อชีวมวลในอัตรา 70:30 ตำแหน่งการป้อนอากาศทุติยภูมิที่ตำแหน่ง 2.4 เมตร ส่งผลให้ความร้อนเฉลี่ยภายในเตาคงที่ และให้อุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุด เครื่องผลิตไอน้ำซึ่งได้รับความร้อนจากผนังเตาและฟลูเก้สร้อนจากการเผาไหม้ ได้อุณหภูมิในช่วง 80-85 องศาเซลเซียสจากส่วนอุ่น และส่วนเก็บไอน้ำสามารถผลิตอุณหภูมิไอน้ำผลิตได้สูงสุดเท่ากับ 165 องศาเซลเซียสและความดันเท่ากับ 2.7 บาร์ เมื่อใช้เชื้อเพลิงถ่านหินเดียวในการเผาไหม้ ขณะที่อุณหภูมิไอน้ำเท่ากับ 145 องศาเซลเซียสและความดันเท่ากับ 2.3 บาร์ เมื่อใช้เชื้อเพลิงถ่านหินและกะลาปาล์ม อุณหภูมิไอน้ำเท่ากับ 136 องศาเซลเซียสและความดันเท่ากับ 2.2 บาร์ เมื่อใช้เชื้อเพลิงถ่านหินและกะลามะพร้าว ที่อัตราการป้อนน้ำจากถังอุ่น 80 ลิตรต่อชั่วโมงประสิทธิภาพที่ได้เท่ากับร้อยละ 24.96, 22.31 และ 13.01 เมื่อใช้เชื้อเพลิง ถ่านหิน เชื้อเพลิงผสมกะลาปาล์ม และกะลามะพร้าว ตามลำดับ

ดารณี ศิลพร (2551) การศึกษากฎหมายอนุรักษ์พลังงานเพื่อให้อาคารควบคุมปฏิบัติตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2535 ฉบับแก้ไขเพิ่มเติม พ.ศ.2550 ได้บังคับให้เจ้าของอาคารควบคุมต้องจัดทำรายงานการจัดการพลังงาน ตามร่างกฎกระทรวงกำหนดมาตรฐาน หลักเกณฑ์ และวิธีการจัดการพลังงานในโรงงานควบคุมและอาคารควบคุม เสนอต่อกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน ภายในเดือนมีนาคมของทุกปี แต่เนื่องจากไม่มีเอกสารแนะนำขั้นตอนในการปฏิบัติตามกฎหมายอนุรักษ์พลังงาน ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อจัดทำคู่มือการอนุรักษ์พลังงานตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2535 ฉบับแก้ไขเพิ่มเติม พ.ศ.2550 สำหรับอาคารควบคุม ซึ่งประกอบด้วยรายงานการจัดการพลังงานและคู่มือการจัดทำรายงานการจัดการพลังงาน เพื่อเป็นแนวทางให้อาคารควบคุม

สามารถปฏิบัติตามกฎหมายอนุรักษ์พลังงานได้อย่างถูกต้อง รวมทั้งยังเป็นประโยชน์ต่อเจ้าของอาคารควบคุม และผู้ที่เกี่ยวข้องกับการอนุรักษ์พลังงานให้มีความเข้าใจเกี่ยวกับบทบาท หน้าที่ และความรับผิดชอบอย่างชัดเจน กลุ่มการอนุรักษ์พลังงานได้รับการประเมิน จากแบบทดสอบโดยผู้เชี่ยวชาญอาคารควบคุม 5 ประเภท ได้แก่ สำนักงาน สถานศึกษา อาคารชุด โรงแรม และห้างสรรพสินค้า ผลการทดสอบพบว่าผู้เชี่ยวชาญจากอาคารควบคุมทั้ง 5 ประเภท เห็นด้วยกับรูปแบบของรายงานการจัดการพลังงานและคู่มือการจัดทำรายงานการจัดการพลังงาน แสดงว่าคู่มือการอนุรักษ์พลังงานที่จัดทำขึ้นสามารถนำไปใช้ได้เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ รวมทั้งได้เปรียบเทียบรายงานการจัดการพลังงานที่จัดทำขึ้นกับข้อกำหนดของมาตรฐาน ได้แก่ มาตรฐานระบบคุณภาพและการจัดการสิ่งแวดล้อม เพื่อความสะดวกในการดำเนินการ โดยเฉพาะสถานประกอบการที่ได้ดำเนินการตามมาตรฐานระบบคุณภาพ (ISO 9001 : 2000) และมาตรฐานระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม (ISO 14001 : 2004).



บทที่ 3

วิธีการดำเนินการศึกษา

การศึกษาเพื่อเพิ่มผลผลิตจากระบบหม้อไอน้ำ เป็นการพิจารณาความสูญเสียในการใช้พลังงานความร้อนจากเชื้อเพลิงถ่านหินที่ใช้กับระบบหม้อไอน้ำ เพื่อนำไปจัดทำมาตรการอนุรักษ์พลังงานในระบบหม้อไอน้ำในโรงงานแห่งหนึ่งซึ่งทำการผลิตและจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงรส โดยดำเนินการศึกษาตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. รวบรวมข้อมูลการใช้พลังงานในระบบหม้อไอน้ำและศึกษาข้อมูลปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินการอนุรักษ์พลังงานในระบบหม้อไอน้ำ
2. วิเคราะห์ปัญหาและสรุปสาเหตุของปัญหาในระบบหม้อไอน้ำของโรงงานกรณีศึกษา
3. ศึกษาหาแนวทางและขั้นตอนในการดำเนินการอนุรักษ์พลังงานในระบบหม้อไอน้ำ
4. นำมาตรการการอนุรักษ์พลังงานในหม้อไอน้ำไปดำเนินการ
5. ประเมินผลและสรุปผลถึงแนวทางในการนำมาตรการการอนุรักษ์พลังงานในระบบหม้อไอน้ำไปดำเนินการ

3.1 การศึกษาข้อมูลการใช้พลังงานในระบบหม้อไอน้ำ

ในการศึกษานี้จะรวบรวมข้อมูลผลผลิต ปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ และอัตราผลิตภาพของโรงงานกรณีศึกษา สำหรับในช่วงก่อนการจัดทำมาตรการประหยัดพลังงาน คือช่วงเวลาระหว่างเดือน มกราคม ถึง เมษายน ปี พ.ศ.2560 จำนวน 4 เดือน และช่วงภายหลังการจัดทำและดำเนินการตามมาตรการประหยัดพลังงาน เพื่อเป็นข้อมูลในการเปรียบเทียบกัน

ข้อมูลผลผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงรสจะเป็นจำนวนตันที่ผลิตได้ต่อเดือน เชื้อเพลิงถ่านหินที่ใช้ไปเป็นคิดเป็นจำนวนตันของถ่านหินที่ใช้ต่อเดือน อัตราผลิตภาพก่อนและภายหลังการจัดทำมาตรการอนุรักษ์พลังงานคำนวณจากอัตราส่วนของผลผลิตและเชื้อเพลิงที่ใช้

ตารางที่ 3.1 ผลผลิตและเชื้อเพลิงและอัตราผลิตภาพ ก่อนทำมาตรการ

เดือน	ผลผลิต	เชื้อเพลิงถ่านหิน	อัตราผลิตภาพ
	(ตัน)	(ตัน)	
มกราคม	7,895.271	306.992	25.718
กุมภาพันธ์	6,578.947	355.054	18.529
มีนาคม	7,638.463	348.136	21.941
เมษายน	5,529.074	259.989	21.267
รวม	27,641.755	1,270.171	21.762

หมายเหตุ ข้อมูลระหว่างเดือน มกราคม ถึง เมษายน ปี พ.ศ.2560

จากการศึกษาข้อมูลปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินการของระบบหม้อไอน้ำพบว่า มีสภาพที่เกิดความสูญเสียเปลืองด้านพลังงานมีผลทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของระบบหม้อไอน้ำลดลง ผลกระทบต่อเนื่องไปถึงค่าใช้จ่ายที่สูงขึ้นในส่วนของต้นทุนพลังงานสูงขึ้น

มีการปล่อยคอนเดนเสทซึ่งมีสัดส่วนของพลังงานความร้อนทิ้งไปโดยไม่ใช้ประโยชน์ และในระบบหม้อไอน้ำของโรงงานกรณีศึกษาซึ่งมีท่อส่งไอน้ำที่ฉนวนกันความร้อนที่ชำรุดเสียหายและเสื่อมสภาพ ทำให้เกิดการรั่วระเหยออกของพลังงานความร้อน

3.2 วิเคราะห์สาเหตุของปัญหาในระบบหม้อไอน้ำของโรงงานกรณีศึกษา

ในการวิเคราะห์สาเหตุปัญหาในการดำเนินการใช้ระบบหม้อไอน้ำของโรงงานกรณีศึกษาจะช่วยให้สามารถกำหนดแนวทางเพื่อนำไปสู่การจัดทำมาตรการประหยัดพลังงานในระบบหม้อไอน้ำ เป็นการแก้ปัญหาการลดการสูญเสียพลังงานความร้อนโดยเปล่าประโยชน์ โดยที่โรงงานกรณีศึกษามีการสูญเสียพลังงานความร้อนจาก 2 รูปแบบที่ผู้ศึกษาสามารถปรับปรุงได้นั้นคือ

รูปแบบที่ 1 ระบบหม้อไอน้ำของโรงงานกรณีศึกษาที่มีการปล่อยคอนเดนเสททิ้ง

โรงงานกรณีศึกษาที่มีการปล่อยคอนเดนเสททิ้งจำนวนหลายจุด โดยไม่ได้นำกลับมาใช้ประโยชน์เป็นน้ำป้อนเข้าระบบหม้อไอน้ำจำนวน 15 จุดรอบโรงงาน ทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานโดยเปล่าประโยชน์ ส่งผลให้สูญเสียต้นทุนเชื้อเพลิงถ่านหิน

รูปแบบที่ 2 ระบบหม้อไอน้ำของโรงงานกรณีศึกษามีท่อส่งไอน้ำที่ฉนวนกันความร้อนที่ชำรุดเสียหาย และเสื่อมสภาพ

ท่อส่งไอน้ำของโรงงานกรณีศึกษาหลายจุดรอบโรงงานฉนวนกันความร้อนชำรุดและเสื่อมสภาพ ทำให้สูญเสียความร้อนตามท่อส่งไอน้ำ และทำให้สูญเสียพลังงานโดยเปล่าประโยชน์ ส่งผลให้เสียต้นทุนเชื้อเพลิงถ่านหิน ซึ่งถ้ามีการปรับปรุงแก้ไขลดการสูญเสียพลังงานความร้อน ระบบหม้อไอน้ำของโรงงานกรณีศึกษาแล้วจะทำให้ลดต้นทุนการใช้เชื้อเพลิงถ่านหิน และลดการให้พลังงานความร้อนในกระบวนการผลิต

3.3 การศึกษาแนวทางและขั้นตอนในการอนุรักษ์พลังงานในระบบหม้อไอน้ำ

จากการศึกษาหาแนวทางและขั้นตอนในการดำเนินการอนุรักษ์พลังงานในระบบหม้อไอน้ำของโรงงานกรณีศึกษา สามารถจัดทำมาตรการประหยัดพลังงาน ได้ 2 มาตรการ

มาตรการประหยัดพลังงานที่ได้จัดทำในงานศึกษารั้งนี้มี 2 มาตรการ ดังนี้

3.3.1.การนำคอนเดนเสทกลับมาใช้ใหม่

กิจกรรมด้านการบริหารพลังงานมีดังต่อไปนี้

- การตรวจสอบการใช้พลังงานของระบบหม้อไอน้ำ
- การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ในโครงการประหยัดพลังงาน โดยการนำคอนเดนเสทกลับมาใช้ใหม่เพื่อลดการใช้พลังงานความร้อน
- การออกแบบและการควบคุมดูแลรายงานทางด้านพลังงานเพื่อแนวโน้มการใช้พลังงาน
- การออกแบบผลิตภัณฑ์และกระบวนการผลิตเพื่อให้สามารถใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยจัดหาผู้รับจ้างเข้ามาดำเนินการติดตั้งอุปกรณ์

- การติดตั้งเครื่องมือประหยัดพลังงานในกระบวนการผลิตและส่งจ่ายไอน้ำของโรงงาน
ต้องเป็นไปตามหลักวิศวกรรม

3.3.2. การปรับปรุงฉนวนท่อส่งไอน้ำ

กิจกรรมด้านการบริหารพลังงานมีดังต่อไปนี้

- การตรวจสอบการใช้พลังงานของระบบหม้อไอน้ำ
- การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ในโครงการประหยัดพลังงาน โดยการปรับปรุงฉนวนท่อ
ส่งไอน้ำเพื่อลดการใช้พลังงานความร้อน
- การออกแบบและการควบคุมดูแลรายงานทางด้านพลังงานเพื่อแนวโน้มการใช้พลังงาน
- การออกแบบผลิตภัณฑ์และกระบวนการผลิตเพื่อให้สามารถใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้นโดยจัดหาผู้รับจ้างเข้ามาดำเนินการติดตั้งอุปกรณ์
- การติดตั้งเครื่องมือประหยัดพลังงานในกระบวนการผลิตและส่งจ่ายไอน้ำของโรงงาน
ต้องเป็นไปตามหลักวิศวกรรม

3.4 นำมาตรการการอนุรักษ์พลังงานในหม้อน้ำไปดำเนินการ

มาตรการการอนุรักษ์พลังงานในหม้อน้ำที่นำไปดำเนินการประกอบด้วย

1. การนำคอนเดนเสทกลับมาใช้ใหม่
2. การปรับปรุงฉนวนท่อส่งไอน้ำ

3.4.1. การนำคอนเดนเสทกลับมาใช้ใหม่

ทางโรงงานกรณีศึกษาทำการจัดหาผู้รับจ้างที่มีความสามารถในการติดตั้งอุปกรณ์ของระบบหม้อไอน้ำเพื่อทำการนำคอนเดนเสทของโรงงานกรณีศึกษากลับมาใช้งานที่และจัดทำมาตรการอนุรักษ์พลังงานโดยระบบหม้อไอน้ำของโรงงานกรณีศึกษาซึ่งมีการนำคอนเดนเสทกลับมาใช้ประโยชน์จำนวน 15 จุด ที่เคยปล่อยทิ้งกลับมาเป็นน้ำป้อนเข้าระบบหม้อไอน้ำ ทำให้ลดการสูญเสียพลังงาน ส่งผลให้ลดต้นทุนเชื้อเพลิงถ่านหินได้ตามที่ตั้งเป้าหมายไว้

3.4.2.การปรับปรุงฉนวนท่อส่งไอน้ำ

ทางโรงงานกรณีศึกษาทำการจัดหาผู้รับจ้างที่มีความสามารถในการติดตั้งอุปกรณ์ของระบบหม้อไอน้ำเพื่อทำการนำคอนเดนเสทของโรงงานกรณีศึกษากลับมาใช้งานที่และจัดทำมาตรการอนุรักษ์พลังงาน ท่อส่งไอน้ำของโรงงานกรณีศึกษาหลายจุดรอบโรงงานทำการปรับปรุงฉนวนกันความร้อนที่ชำรุดและเสื่อมสภาพ ทำให้ลดการสูญเสียความร้อนตามท่อส่งไอน้ำ และทำให้ลดการสูญเสียพลังงาน ส่งผลให้ลดต้นทุนเชื้อเพลิงถ่านหินได้ตามที่ตั้งเป้าหมายไว้

3.5 การประเมินผลและสรุปผลการนำมาตรการการอนุรักษ์พลังงานไปดำเนินการ

จากการจัดทำมาตรการอนุรักษ์พลังงานในระบบหม้อไอน้ำของโรงงานกรณีศึกษา มาตรการที่ได้จัดทำมี 2 มาตรการ

3.5.1.การประเมินผลและสรุปผลการอนุรักษ์พลังงานโดยการนำคอนเดนเสทกลับมาใช้ใหม่

จากการนำมาตรการการอนุรักษ์พลังงานการนำคอนเดนเสทกลับมาใช้ใหม่โดยการนำคอนเดนเสทกลับมาใช้ประโยชน์จำนวน 15 จุด ที่เคยปล่อยทิ้งกลับมาเป็นน้ำป้อนเข้าระบบหม้อไอน้ำ ทำให้ลดการสูญเสียพลังงาน และลดการใช้เชื้อเพลิงถ่านหิน ส่งผลให้ลดต้นทุนเชื้อเพลิงถ่านหินได้ตามที่ตั้งเป้าหมายไว้

3.5.2.การประเมินผลและสรุปผลการอนุรักษ์พลังงานด้วยการปรับปรุงฉนวนท่อส่งไอน้ำ

จากการนำมาตรการการอนุรักษ์พลังงานการปรับปรุงฉนวนท่อส่งไอน้ำโดยการปรับปรุงฉนวนกันความร้อนที่ชำรุดและเสื่อมสภาพ ทำให้ลดการสูญเสียความร้อนตามท่อส่งไอน้ำ ทำให้ลดการสูญเสียพลังงาน และลดการใช้เชื้อเพลิงถ่านหิน ส่งผลให้ลดต้นทุนเชื้อเพลิงถ่านหินได้ตามที่ตั้งเป้าหมายไว้ โดยจะได้ข้อมูลสรุปผลระหว่างเดือนมิถุนายน ถึง กันยายน ปี พ.ศ.2560 ตามแนวทางที่แสดงในตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 ผลผลิตและเชื้อเพลิงและอัตราผลิตภาพ หลังทำมาตรการ

เดือน	ผลผลิต	เชื้อเพลิงถ่านหิน	อัตราผลิตภาพ
	(ตัน)	(ตัน)	
มิถุนายน	8,244.262	353.552	23.318
กรกฎาคม	7,321.763	249.694	29.323
สิงหาคม	8,513.051	279.647	30.442
กันยายน	8,400.407	297.654	28.222
รวม	32,479.483	1,180.547	27.512

หมายเหตุ ข้อมูลระหว่างเดือน มิถุนายน ถึง กันยายน ปี พ.ศ.2560

ผู้ศึกษาจะได้ทำการเก็บข้อมูลกำลังการผลิตและการใช้เชื้อเพลิงถ่านหินหลังการทำมาตรการประหยัดพลังงานตั้งแต่เดือน มิถุนายน ถึง เดือนกันยายน เป็นจำนวนเวลา 4 เดือนเพื่อเปรียบเทียบผลในการทำมาตรการแล้วนั้น ได้ผลผลิตเป็นจำนวนตันมากขึ้น และเชื้อเพลิงถ่านหินที่ใช้ไปเป็นจำนวนตันน้อยลง เห็นได้ว่ามีอัตราผลิตภาพหลังจัดทำมาตรการอนุรักษ์พลังงานสูงเพิ่มขึ้น ซึ่งถือว่าได้อัตราผลิตภาพเพิ่มสูงขึ้นจากการเปรียบเทียบผลก่อนทำมาตรการ และหลังทำมาตรการประหยัดพลังงานของโรงงานกรณีศึกษา

บทที่ 4

ผลการศึกษา

จากการดำเนินการศึกษาถึงการใช้พลังงานความร้อน เชื้อเพลิงถ่านหินที่ใช้กับระบบหม้อไอน้ำที่มีการสูญเสีย เพื่อนำไปจัดทำมาตรการอนุรักษ์พลังงานในระบบหม้อไอน้ำในโรงงาน โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลงานตามขั้นตอนการศึกษาในบทที่ 3 ซึ่งได้แสดงรายละเอียดวิธีการดำเนินการและแนวทางการแก้ไข จากการดำเนินการศึกษานี้ ผลการศึกษาที่ได้มีดังต่อไปนี้

4.1 ผลการศึกษาข้อมูลการใช้พลังงานในระบบหม้อไอน้ำ

ผู้ศึกษาได้ทำการเก็บข้อมูลกำลังการผลิตและการใช้เชื้อเพลิงถ่านหินตั้งแต่เดือน มกราคม ถึง เดือนเมษายน เป็นจำนวนเวลา 4 เดือนก่อนจัดทำมาตรการอนุรักษ์พลังงานในระบบหม้อไอน้ำของโรงงานกรณีศึกษา ตารางที่ 1 ผลผลิตและเชื้อเพลิงและอัตราผลิตภาพ ก่อนทำมาตรการ

การดำเนินการได้ผลผลิตเป็นจำนวน 27641.755 ตัน และเชื้อเพลิงถ่านหินที่ใช้ไปเป็นจำนวน 1270.171 ตัน จึงมีอัตราผลิตภาพก่อนจัดทำมาตรการอนุรักษ์พลังงานอยู่ที่ 21.762

ตารางที่ 4.1 ผลผลิตและเชื้อเพลิงและอัตราผลิตภาพ ก่อนทำมาตรการ

เดือน	ผลผลิต	เชื้อเพลิงถ่านหิน	อัตราผลิตภาพ
	(ตัน)	(ตัน)	
มกราคม	7,895.271	306.992	25.718
กุมภาพันธ์	6,578.947	355.054	18.529
มีนาคม	7,638.463	348.136	21.941
เมษายน	5,529.074	259.989	21.267
รวม	27,641.755	1,270.171	21.762

หมายเหตุ ข้อมูลระหว่างเดือน มกราคม ถึง เมษายน ปี พ.ศ.2560

4.2 ผลการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาในระบบหม้อไอน้ำของโรงงานกรณีศึกษา

ในการวิเคราะห์สาเหตุปัญหาในการดำเนินการใช้ระบบหม้อไอน้ำของโรงงานกรณีศึกษาจะช่วยให้สามารถกำหนดแนวทางเพื่อนำไปสู่การจัดทำมาตรการประหยัดพลังงานในระบบหม้อไอน้ำ เป็นการแก้ปัญหาการลดการสูญเสียพลังงานความร้อนโดยเปล่าประโยชน์ โดยที่โรงงานกรณีศึกษามีการสูญเสียพลังงานความร้อนจาก 2 รูปแบบที่ผู้ศึกษาสามารถปรับปรุงได้นั้นคือ

รูปแบบที่ 1 ระบบหม้อไอน้ำของโรงงานกรณีศึกษามีการปล่อยคอนเดนเสททิ้ง

โรงงานกรณีศึกษามีการปล่อยคอนเดนเสททิ้งจำนวนหลายจุด โดยไม่ได้นำกลับมาใช้ประโยชน์เป็นน้ำป้อนเข้าระบบหม้อไอน้ำจำนวน 15 จุดรอบโรงงาน ทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานโดยเปล่าประโยชน์ ส่งผลให้สูญเสียต้นทุนเชื้อเพลิงถ่านหิน



รูปที่ 4.1 การปล่อยคอนเดนเสททิ้ง จุดที่ 1



รูปที่ 4.2 การปล่อยคอนเดนเสททั้ง จุดที่ 2, 3



รูปที่ 4.3 การปล่อยคอนเดนเสททั้ง จุดที่ 4,5 และ 6



รูปที่ 4.4 การปล่อยคอนกรีตเสาทั้ง จุดที่ 7



รูปที่ 4.5 การปล่อยคอนกรีตเสาทั้ง จุดที่ 8



รูปที่ 4.6 การปล่อยคอนเดนเสทที่ จุดที่ 9



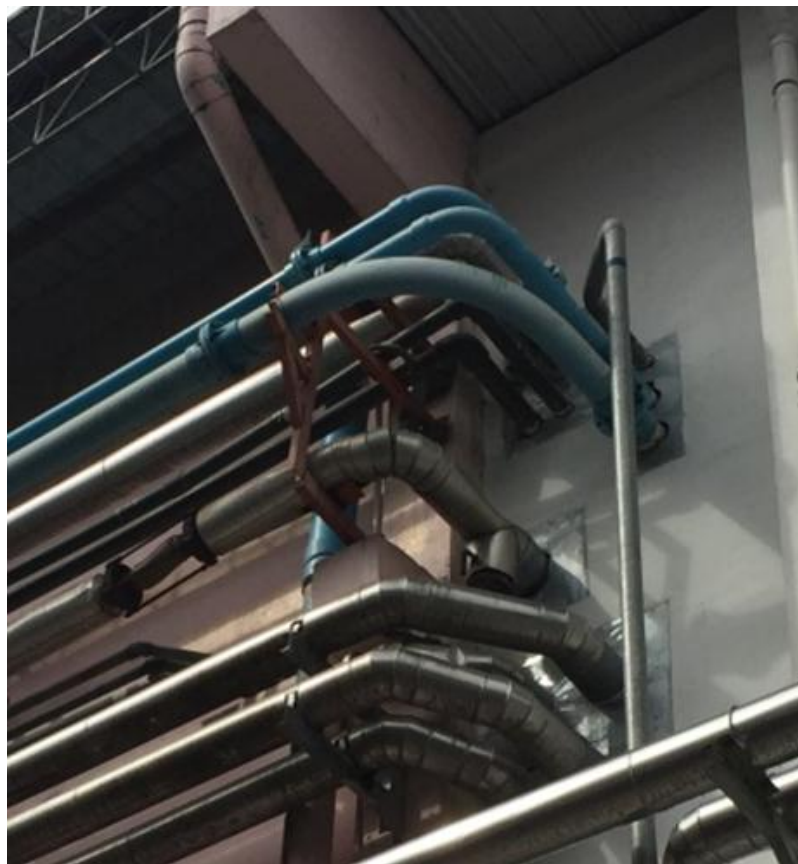
รูปที่ 4.7 การปล่อยคอนเดนเสทที่ จุดที่ 10



รูปที่ 4.8 การปล่อยคอนเดนเสทที่จุดที่ 11 และ 12



รูปที่ 4.9 การปล่อยคอนเดนเสทที่จุดที่ 13 และ 14



รูปที่ 4.10 การปล่อยคอนเดนเสทที่จุดที่ 15

รูปแบบที่ 2 ระบบหม้อไอน้ำของโรงงานกรณีศึกษามีท่อส่งไอน้ำที่ฉนวนกันความร้อนที่ชำรุดเสียหาย และเสื่อมสภาพ

ท่อส่งไอน้ำของโรงงานกรณีศึกษาหลายจุดรอบโรงงานฉนวนกันความร้อนชำรุดและเสื่อมสภาพ ทำให้สูญเสียความร้อนตามท่อส่งไอน้ำ และทำให้สูญเสียพลังงานโดยเปล่าประโยชน์ ส่งผลให้เสียต้นทุนเชื้อเพลิงถ่านหิน

ซึ่งถ้ามีการปรับปรุงแก้ไขลดการสูญเสียพลังงานความร้อน ระบบหม้อไอน้ำของโรงงานกรณีศึกษาแล้วจะทำให้ลดต้นทุนการใช้เชื้อเพลิงถ่านหิน และลดการให้พลังงานความร้อนในกระบวนการผลิต



รูปที่ 4.11 ท่อส่งไอน้ำที่ฉนวนกันความร้อนชำรุด จุดที่ 1



รูปที่ 4.12 ท่อส่งไอน้ำที่ฉนวนกันความร้อนชำรุด จุดที่ 2



รูปที่ 4.13 ท่อส่งไอน้ำที่คำนวณกันความร้อนชำรุด จุดที่ 3

4.3 ผลการศึกษาหาแนวทางและขั้นตอนในอนุรักษ์พลังงานในระบบหม้อไอน้ำ

มาตรการประหยัดพลังงานที่ได้จัดทำในงานศึกษารั้งนี้มี 2 มาตรการ ดังนี้

1. การนำคอนเดนเสทกลับมาใช้ใหม่
2. การปรับปรุงฉนวนท่อส่งไอน้ำ

มีการนำคอนเดนเสทกลับมาใช้ใหม่เพื่อปรับปรุงแก้ไขลดการสูญเสียพลังงานความร้อน ระบบหม้อไอน้ำของโรงงานกรณีศึกษาแล้วจะทำให้ลดต้นทุนการใช้เชื้อเพลิงถ่านหิน และลดการให้พลังงานความร้อนในกระบวนการผลิต

การปรับปรุงท่อน้ำเพื่อลดการสูญเสียพลังงานความร้อน ระบบหม้อไอน้ำของโรงงานกรณีศึกษาแล้วจะทำให้ลดต้นทุนการใช้เชื้อเพลิงถ่านหิน และลดการให้พลังงานความร้อนในกระบวนการผลิต

4.4 ผลการนำมาตรการการอนุรักษ์พลังงานในหม้อน้ำไปดำเนินการ

4.4.1 มาตรการการนำคอนเดนเสทกลับมาใช้ใหม่

โดยพิจารณาระบบหม้อไอน้ำของโรงงานกรณีศึกษาซึ่งมีการนำคอนเดนเสทกลับมาใช้ประโยชน์จำนวน 15 จุด ที่เคยปล่อยทิ้งกลับมาเป็นน้ำป้อนเข้าระบบหม้อไอน้ำ ทำให้ลดการสูญเสียพลังงาน ส่งผลให้ลดต้นทุนเชื้อเพลิงถ่านหิน



รูปที่ 4.14 การนำคอนเดนเสทกลับมาใช้ใหม่ จุดที่ 1



รูปที่ 4.15 การนำคอนเดนเสทกลับมาใช้ใหม่ จุดที่ 2,3



รูปที่ 4.16 การนำคอนเดนเสทกลับมาใช้ใหม่ จุดที่ 4,5 และ 6



รูปที่ 4.17 การนำคอนเดนเสทกลับมาใช้ใหม่ จุดที่ 7



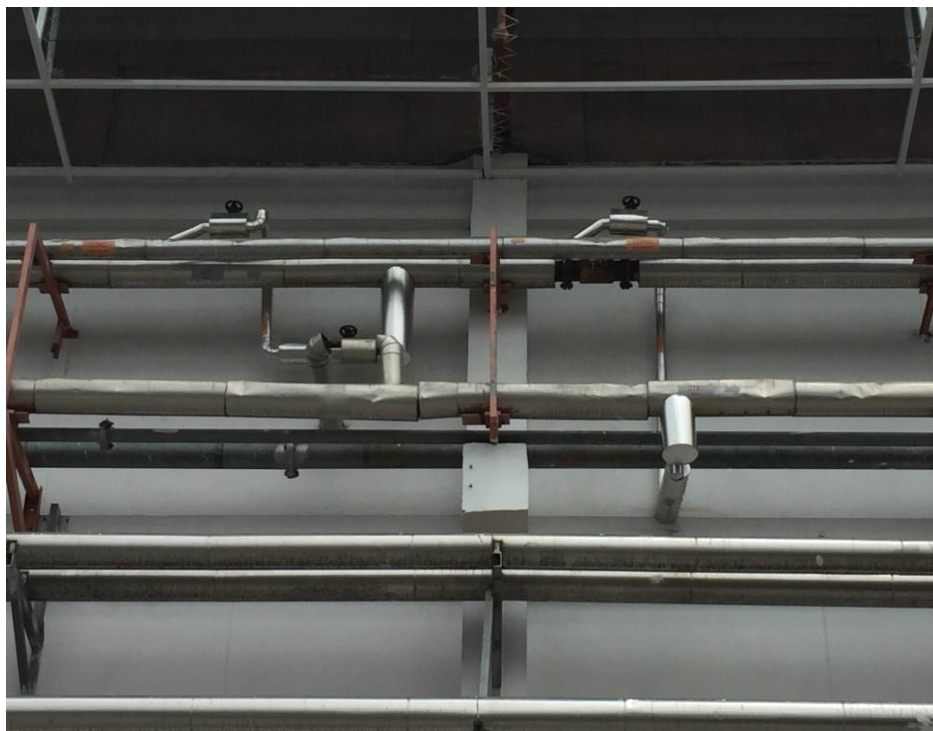
รูปที่ 4.18 การนำคอนเดนเสทกลับมาใช้ใหม่ จุดที่ 8



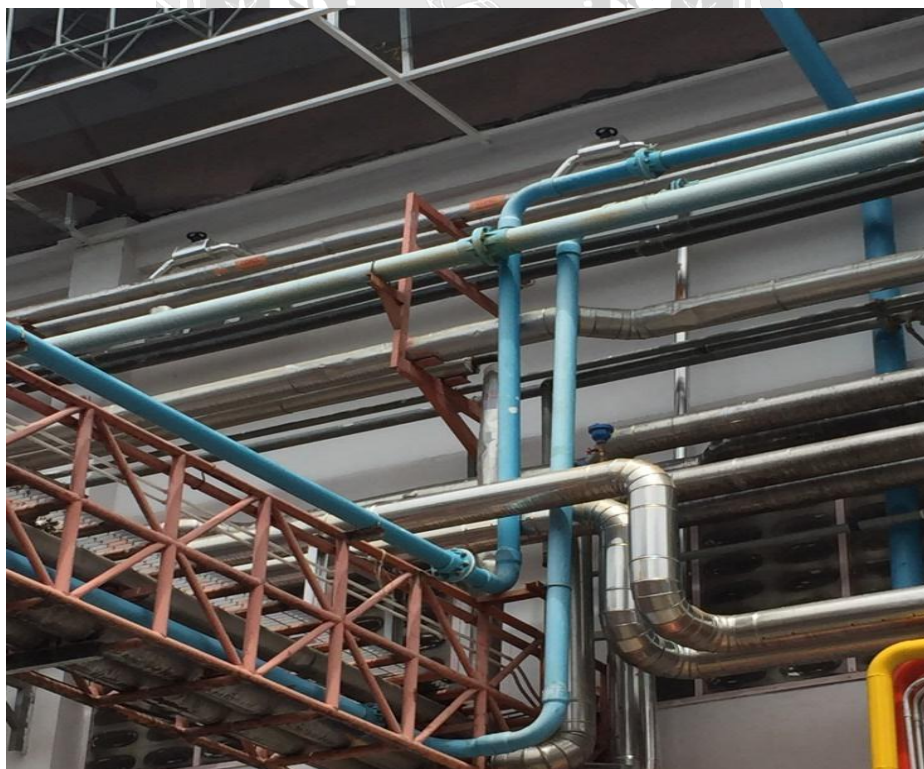
รูปที่ 4.19 การนำคอนเดนเสทกลับมาใช้ใหม่ จุดที่ 9



รูปที่ 4.20 การนำคอนเดนเสทกลับมาใช้ใหม่ จุดที่ 10



รูปที่ 4.21 การนำคอนเดนเสทกลับมาใช้ใหม่ จุดที่ 11 และ 12



รูปที่ 4.22 การนำคอนเดนเสทกลับมาใช้ใหม่ จุดที่ 13 และ 14



รูปที่ 4.23 การนำคอนเดนเสทกลับมาใช้ใหม่ จุดที่ 15

4.4.2 มาตรการการปรับปรุงฉนวนท่อส่งไอน้ำ

ท่อส่งไอน้ำของโรงงานกรณีศึกษาหลายจุดรอบโรงงานทำการปรับปรุงฉนวนกันความร้อนที่ชำรุดและเสื่อมสภาพ ทำให้ลดการสูญเสียความร้อนตามท่อส่งไอน้ำ และทำให้ลดการสูญเสียพลังงาน ส่งผลให้ลดต้นทุนเชื้อเพลิงถ่านหิน



รูปที่ 4.24 การปรับปรุงฉนวนท่อส่งไอน้ำ จุดที่ 1



รูปที่ 4.25 การปรับปรุงฉนวนท่อส่งไอน้ำ จุดที่ 2



รูปที่ 4.26 การปรับปรุงจนวนท่อส่งไอน้ำ จุดที่ 3

4.5 การประเมินผลและสรุปผลด้วยการอนุรักษ์พลังงานในระบบหม้อไอน้ำ

ตารางที่ 4.2 ผลผลิตและเชื้อเพลิงและอัตราผลิตภาพ หลังจากมาตรการ

ตารางที่ 4.2 ผลผลิตและเชื้อเพลิงและอัตราผลิตภาพ หลังทำมาตรการ

เดือน	ผลผลิต	เชื้อเพลิงถ่านหิน	อัตราผลิตภาพ
	(ตัน)	(ตัน)	
มิถุนายน	8,244.262	353.552	23.318
กรกฎาคม	7,321.763	249.694	29.323
สิงหาคม	8,513.051	279.647	30.442
กันยายน	8,400.407	297.654	28.222
รวม	32,479.483	1,180.547	27.512

หมายเหตุ ข้อมูลระหว่างเดือน มิถุนายน ถึง กันยายน ปี พ.ศ.2560

จากการจัดทำมาตรการอนุรักษ์พลังงานในระบบหม้อไอน้ำของโรงงานกรณีศึกษา
มาตรการที่ได้จัดทำมี 2 มาตรการ คือ

มาตรการที่ 1 การนำคอนเดนเสทกลับมาใช้ใหม่

มาตรการที่ 2 การปรับปรุงฉนวนท่อส่งไอน้ำ

ผลการศึกษาจากการเก็บข้อมูลกำลังการผลิตและการใช้เชื้อเพลิงถ่านหินหลังการ
จัดทำมาตรการประหยัดพลังงานตั้งแต่เดือน มิถุนายน ถึง เดือนกันยายน เป็นจำนวน
เวลา 4 เดือนเพื่อเปรียบเทียบผลในการทำมาตรการแล้วนั้น ได้ผลผลิตเป็นจำนวน
32,479.483 ตัน และเชื้อเพลิงถ่านหินที่ใช้ไปเป็นจำนวน 1,180.547 ตัน เห็นได้ว่ามี
อัตราผลิตภาพหลังจัดทำมาตรการอนุรักษ์พลังงานอยู่ที่ 27.512 ซึ่งถือว่าได้อัตราผลิตภาพ
เพิ่มขึ้น 26.421 % จากการเปรียบเทียบผลก่อนทำมาตรการและหลังทำมาตรการประหยัดพลังงาน



บทที่ 5

บทสรุป และข้อเสนอแนะ

จากการดำเนินการศึกษาถึงการใช้พลังงานความร้อน เชื้อเพลิงถ่านหินที่ใช้กับระบบหม้อไอน้ำที่มีการสูญเสีย เพื่อนำไปจัดทำมาตรการอนุรักษ์พลังงานในระบบหม้อไอน้ำในโรงงาน ทำให้ลดต้นทุนการใช้พลังงานความร้อน และเชื้อเพลิงถ่านหินของโรงงานแห่งหนึ่งที่มีการผลิต และจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงรส เพื่อให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นและบรรลุผลสำเร็จตามเป้าหมายที่วางไว้

5.1 สรุปผล

งานศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการอนุรักษ์พลังงานในระบบหม้อไอน้ำ เพื่อให้เกิดการเพิ่มอัตราผลิตภาพด้วยแนวทางการดูแลด้านพลังงานความร้อนและลดต้นทุนการเชื้อเพลิงถ่านหินให้กับโรงงานกรณีศึกษา โดยการนำมาตรการประหยัดพลังงานมาปรับปรุงการผลิตและเพิ่มประสิทธิภาพระบบหม้อไอน้ำส่งผลให้ลดค่าใช้จ่ายของเชื้อเพลิงถ่านหินและลดการใช้พลังงานความร้อนในกระบวนการผลิตของโรงงานกรณีศึกษา ทั้งนี้มาตรการประหยัดพลังงานที่นำมาใช้นั้นมี 2 มาตรการ ดังนี้

มาตรการที่ 1 การนำคอนเดนเสทกลับมาใช้ใหม่

มาตรการที่ 2 การปรับปรุงฉนวนท่อส่งไอน้ำ

การปรับปรุงแก้ไขลดการสูญเสียพลังงานความร้อน ระบบหม้อไอน้ำของโรงงานกรณีศึกษาจะทำให้ลดต้นทุนการใช้เชื้อเพลิงถ่านหิน และลดการให้พลังงานความร้อนในกระบวนการผลิต

ตารางที่ 5.1 และ ตารางที่ 5.2 แสดงผลผลิตและเชื้อเพลิงและอัตราผลิตภาพ ก่อนและหลังจากที่มีการดำเนินการตามมาตรการด้านการอนุรักษ์พลังงาน

ผลจากการศึกษาพบว่า อัตราผลิตภาพ จากเดิมอยู่ที่ 21.76 เพิ่มขึ้นเป็น 27.51 ซึ่งถือว่าได้อัตราผลิตภาพเพิ่มขึ้น 26.42 % ตามเป้าหมายที่ตั้งไว้

ตารางที่ 5.1 ผลผลิตและเชื้อเพลิงและอัตราผลิตภาพ ก่อนทำมาตรการ

เดือน	ผลผลิต	เชื้อเพลิงถ่านหิน	อัตราผลิตภาพ
	(ตัน)	(ตัน)	
มกราคม	7,895.271	306.992	25.718
กุมภาพันธ์	6,578.947	355.054	18.529
มีนาคม	7,638.463	348.136	21.941
เมษายน	5,529.074	259.989	21.267
รวม	27,641.755	1,270.171	21.762

หมายเหตุ ข้อมูลระหว่างเดือน มกราคม ถึง เมษายน ปี พ.ศ.2560

ตารางที่ 5.2 ผลผลิตและเชื้อเพลิงและอัตราผลิตภาพ หลังทำมาตรการ

เดือน	ผลผลิต	เชื้อเพลิงถ่านหิน	อัตราผลิตภาพ
	(ตัน)	(ตัน)	
มิถุนายน	8,244.262	353.552	23.318
กรกฎาคม	7,321.763	249.694	29.323
สิงหาคม	8,513.051	279.647	30.442
กันยายน	8,400.407	297.654	28.222
รวม	32,479.483	1,180.547	27.512

หมายเหตุ ข้อมูลระหว่างเดือน มิถุนายน ถึง กันยายน ปี พ.ศ.2560

5.2 ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะจากการศึกษานี้สรุปได้ดังนี้

1. ในอนาคตผู้ศึกษามีแนวคิดที่พัฒนางานศึกษาโดย การนำมาตรการอนุรักษ์พลังงานในระบบหม้อไอน้ำมาดำเนินการเพิ่มเติมกับการศึกษาครั้งต่อไป เพื่อเพิ่มอัตราผลิตภาพและลดต้นทุนการใช้พลังงานของโรงงานกรณีศึกษาให้สูงขึ้น
2. สามารถนำไปใช้กับอุตสาหกรรมเทียบเคียงที่มีระบบหม้อไอน้ำได้ เพื่อลดต้นทุนการใช้พลังงานความร้อนของโรงงาน



บรรณานุกรม

ชัยณรงค์ หาญชนะ. (2554). ผลของตัวแปรดำเนินการต่อการปล่อยแก๊สระหว่างการเผาไหม้ร่วมของถ่านหินและชีวมวลในหม้อกำเนิดไอน้ำฟลูอิดไคซ์เบสแบบหมุนเวียน. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

คารณิ ศิลพร. (2551). การศึกษากฎหมายอนุรักษ์พลังงานเพื่อให้อาคารควบคุมปฏิบัติตาม.

วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

การอนุรักษ์พลังงานในระบบหม้อไอน้ำ. (2550). กรุงเทพฯ: กระทรวงพลังงาน.

ประสิทธิ์ เกี้ยวสุนทร. (2555). การศึกษาและออกแบบอีโคโนไมเซอร์โดยใช้ความร้อนปล่อยทิ้งจากหม้อไอน้ำ. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พงศ์พัฒน์ เพ็ชรรุ่งเรือง. (2557). การบริหารผลิตภาพ. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยสยาม.

มาวิน ปูนอน. (2553). การผลิตไอน้ำจากเตาเผาฟลูอิดไคซ์เบสแบบหมุนเวียน. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศุภณัฐ เจริญ. (2551). การศึกษาการประหยัดพลังงานสำหรับเตาเผาเหล็กโดยการลดอากาศรั่วเข้าสู่เตาเผา. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล นายกิจจา มิ่งขวัญ

วัน เดือน ปี เกิด วันที่ 27 เดือน เมษายน พ.ศ.2527

ที่อยู่ 90/28 หมู่ 9 ตำบลกระทุ่มล้ม อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม รหัสไปรษณีย์ 73220

ประวัติการศึกษา มัธยมศึกษา โรงเรียนโรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สตรีวิทยา พุทธมณฑล

ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง เทคโนโลยียานยนต์ สาขาช่างยนต์ วิทยาลัย

เทคโนโลยีสยาม

วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมเครื่องกล

มหาวิทยาลัยสยาม

ปัจจุบัน บัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยสยาม

ประวัติการทำงาน ปี 2550 – 2553 บริษัท ทาคุนิ (ประเทศไทย) จำกัด

ปี 2550 – 2553 บริษัท ราชพฤกษ์วิศวกรรม จำกัด

ปี 2554 – 2554 บริษัท โอเชียนไฟฟ์ จำกัด

ปี 2554 – 2559 บริษัท สลาแมนเดอร์ จิวเวอรี่ จำกัด

ปี 2559 – ปัจจุบัน บริษัท หย่น หว่อ หย่น จำกัด