บทที่ 2
หม้อไอน้ำ

หม้อไอน้ำ (Steam Boiler) คือ ภาชนะปิดที่บรรจุน้ำภายใต้ความดันสูง เมื่อน้ำได้รับการถ่ายเทความร้อนจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงจนกระทั่งอุณหภูมิของน้ำเพิ่มขึ้นจนถึงอุณหภูมิอิ่มตัว (Saturation temperature) ก็จะเริ่มมีไอน้ำเกิดขึ้น ปริมาณไอน้ำจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณความร้อนที่ให้ เมื่อผลิตไอน้ำได้อุณหภูมิและความดันตามต้องการแล้วก็สามารถนำไปใช้ประโยชน์หลายอย่าง เช่น ใช้ขุดเครื่องจักรไอน้ำหรือกังหันไอน้ำ ใช้ฆ่าเชื้อโรคหรืออบแห้ง หรือนำไปใช้ประโยชน์ในงานอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น อุตสาหกรรมเคมี, โรงงานผลิตอาหารกระป๋อง, อุตสาหกรรมผลิตมันเม็ด, อุตสาหกรรมโรงสี, เยื่อกระดาษ, โรงสี, โรงเลื่อย, โรงสีข้าว, โรงงานทำเส้นก๋วยเตี๋ยว และโรงไฟฟ้า เป็นต้น จึงนับได้ว่าหม้อไอน้ำเป็นอุปกรณ์ที่มีบทบาทอย่างมากต่ออุตสาหกรรมต่างๆ ภายในประเทศ

2.1 ชนิดของหม้อไอน้ำ (Type of Steam Boiler)

หม้อไอน้ำสร้างขึ้นมาด้วยวัตถุประสงค์เดียวกันคือผลิตไอน้ำ แต่ไอน้ำที่ผลิตได้ถูกนำมาใช้ประโยชน์ต่างกัน ดังนั้นจึงต้องออกแบบหม้อไอน้ำให้เหมาะสมแก่การนำไปใช้งาน
โดยทั่วไปแล้วเราแบ่งชนิดของหม้อไอน้ำได้ดังนี้

1. แบ่งตามลักษณะการใช้งาน
2. แบ่งตามลักษณะการวางแนวแกนของเปลือกหม้อไอน้ำ
3. แบ่งตามตำแหน่งเตา
4. แบ่งตามน้ำหรือแก๊สร้อนที่อยู่ในหลอด
5. หม้อไอน้ำชนิดอื่นๆ

2.1.1. <u>หม้อไอน้ำแบ่งตามลักษณะการใช้งาน</u> แบ่งได้ดังนี้

2.1.1.1 หม้อไอน้ำสาธารณูปโภค (Utility boiler) เป็นหม้อไอน้ำที่ใช้ในการผลิตไฟฟ้าเพื่อสาธารณูปโภค

ปัจจุบันหม้อไอน้ำสาธารณูปโภคแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ

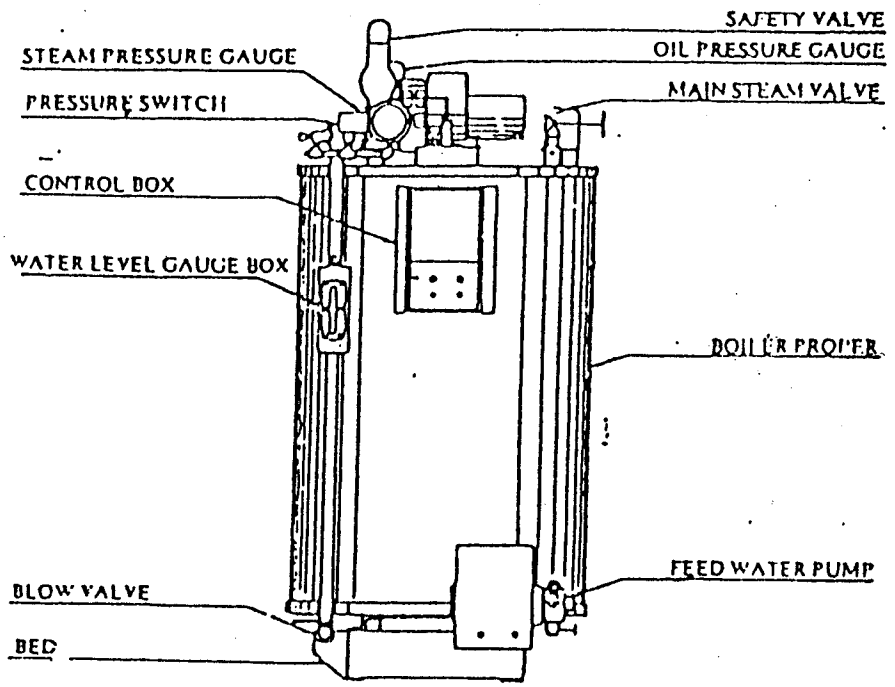
- หม้อไอน้ำชนิดหลอดน้ำความดันใต้วิกฤติ (Suberitical water-tube drum boiler) มีความดันใช้งานตามปกติที่ 1900 psig (130 bar)
- หม้อไอน้ำชนิดความดันเหนือวิกฤตน้ำไหลผ่านครั้งเดียว (Supercritical once-through boiler) มีความดันสูงประมาณ 3500 psia (240 bar) หรือมากกว่าความดันจุดวิกฤติของไอน้ำ (3208.2 psia)

ในปัจจุบันประเทศไทยได้เปลี่ยนจากการใช้น้ำมันเตามาเป็นถ่านหินและก๊าซธรรมชาติในการผลิตไฟฟ้ามากขึ้น เนื่องจากเชื้อเพลิงก๊าซมีข้อดีที่เป็นเชื้อเพลิงที่สะอาด ไม่ก่อให้เกิดปัญหามลภาวะหม้อไอน้ำสาธารณูปโภคที่ผลิตจำหน่ายมีขนาดกังผลิตไอน้ำตั้งแต่ 1-10 ล้านปอนด์ต่อชั่วโมง (125-1250 กิโลกรัมต่อวินาที) และได้กำลังผลิตไฟฟ้า 125-1300 เมกกะวัตต์

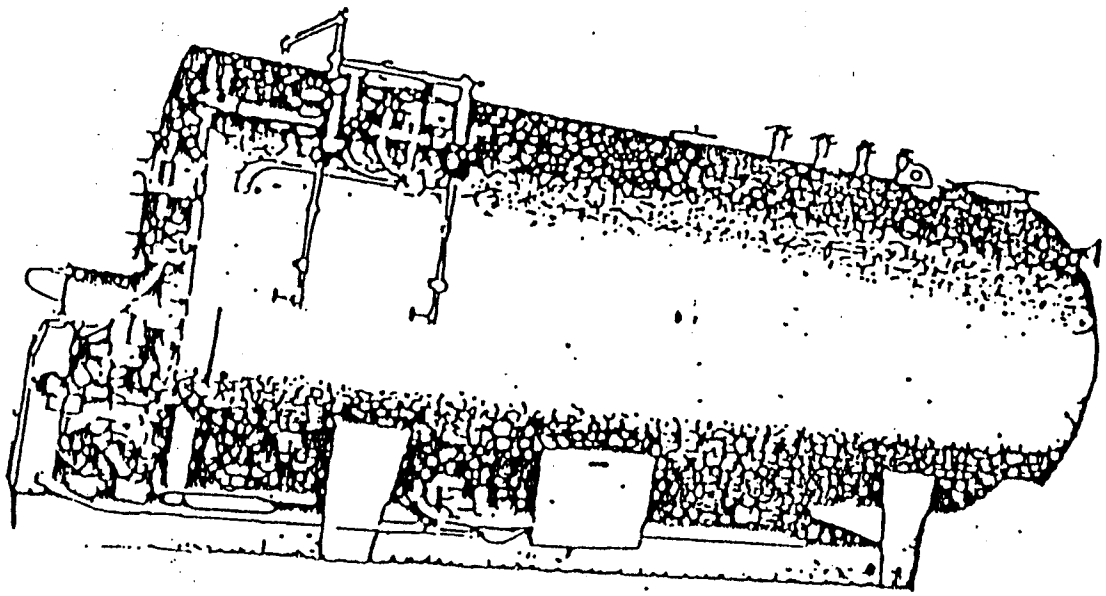
2.1.1.2 หม้อไอน้ำอุตสาหกรรม (Industrial boiler) ส่วนมากใช้ถ่านหินผงเป็นเชื้อเพลิง แต่หม้อไอน้ำอุตสาหกรรมบางแบบอาจใช้ถ่านหินก้อน, น้ำมันเตา, น้ำมันดีเซล, ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิง หม้อไอน้ำอุตสาหกรรมบางแบบประเภทอาจใช้เชื้อเพลิงได้มากกว่า 1 ชนิด แต่ต้องเป็นหม้อไอน้ำที่ออกแบบมาโดยเฉพาะเท่านั้น หม้อไอน้ำอุตสาหกรรมที่ใช้ในโรงงานผลิตยาหรือในห้องปฏิบัติการ มักจะต้องการไอน้ำที่มีความสะอาดและใช้ไอน้ำปริมาณไม่มากนัก อาจใช้หม้อไอน้ำที่ใช้ไฟฟ้า เรียกว่า "หม้อไอน้ำไฟฟ้า" (Electric heating boiler) โรงงานอุตสาหกรรมบางประเภทใช้ความร้อนที่ปล่อยทิ้งจากกระบวนการผลิตไอน้ำ เรียกว่า "หม้อไอน้ำใช้ความร้อนปล่อยทิ้ง" (Waste-heat boiler) ในโรงงานอุตสาหกรรมส่วนใหญ่นิยมใช้หม้อไอน้ำอุตสาหกรรมแบบหลอดไฟที่ใช้ผลิตไอน้ำอิ่มตัวเท่านั้น ซึ่งความดันไอน้ำมีค่าสูงถึง 1500 pris (105 bar) และมีขนาดกำลังผลิตไอน้ำตั้งแต่ 1000 ปอนด์ต่อชั่วโมง ถึง 1 ล้านปอนด์ต่อชั่วโมง (125 กิโลกรัมต่อวินาที)

2.1.2 <u>แบ่งตามลักษณะการวางแนวแกนของเปลือกหม้อไอน้ำ</u> คือ

- ถ้าแนวแกนของเปลือกหม้อไอน้ำอยู่ในแนวตั้ง เรียกว่า "หม้อไอน้ำแบบตั้ง" ดังรูปที่ 2.1
- ถ้าแนวแกนของเปลือกหม้อไอน้ำอยู่ในแนวนอน เรียกว่า "หม้อไอน้ำแบบนอน" ดังรูปที่ 2.2



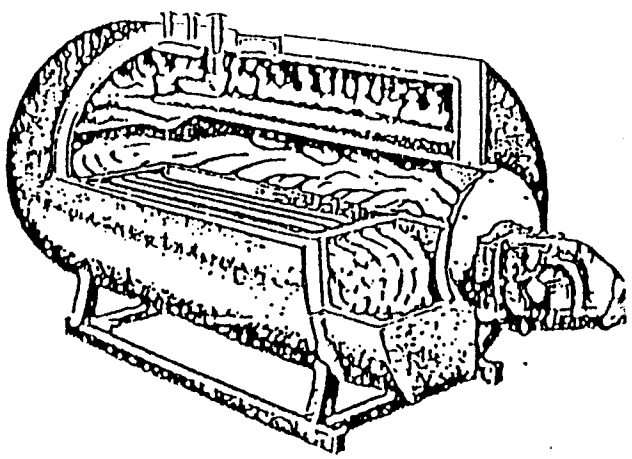
รูปที่ 2.1 หม้อไอน้ำแบบตั้ง



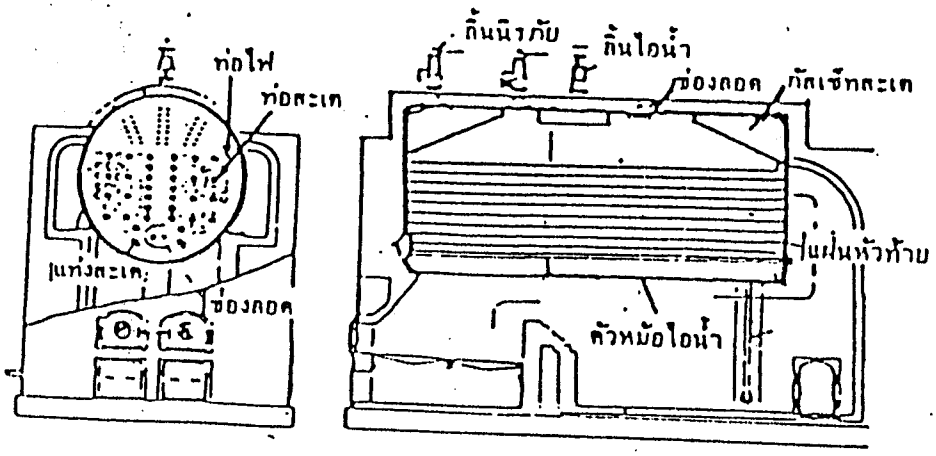
รูปที่ 2.2 หม้อไอน้ำแบบนอน

2.1.3 <u>แบ่งตามตำแหน่งเตา</u> คือ

- ถ้าตำแหน่งของเตาอยู่ภายในเปลือกหม้อไอน้ำ ดังรูปที่ 2.3
- ถ้าตำแหน่งของเตาอยู่ภายนอกเปลือกหม้อไอน้ำ ดังรูปที่ 2.4



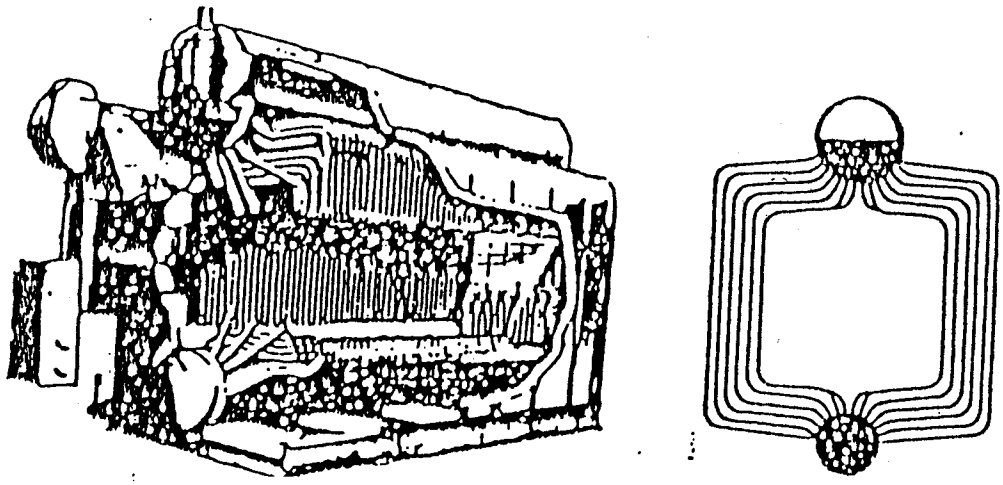
รูปที่ 2.3 หม้อไอน้ำแบบเตาอยู่ภายในเปลือกหม้อไอน้ำ



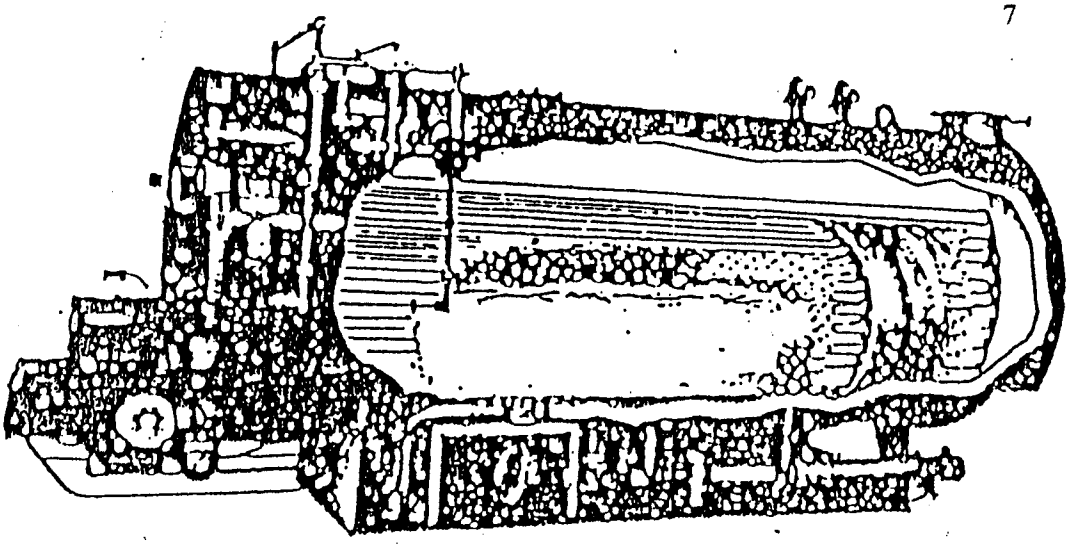
รูปที่ 2.4 หม้อไอน้ำแบบเตาอยู่ภายนอกเปลือกหม้อไอน้ำ

2.1.4. <u>แบ่งตามน้ำหรือแก๊สร้อนที่อยู่ในหลอด</u> คือ

- ถ้ามีน้ำอยู่ในหลอด เรียกว่า "หม้อไอน้ำแบบหลอด" (Water tube boiler) ดังรูปที่ 2.5
- ถ้ามีแก๊สร้อนอยู่ในหลอด เรียกว่า "หม้อไอน้ำแบบหลอดไฟ" (Fire tube boiler) ดังรูปที่ 2.6



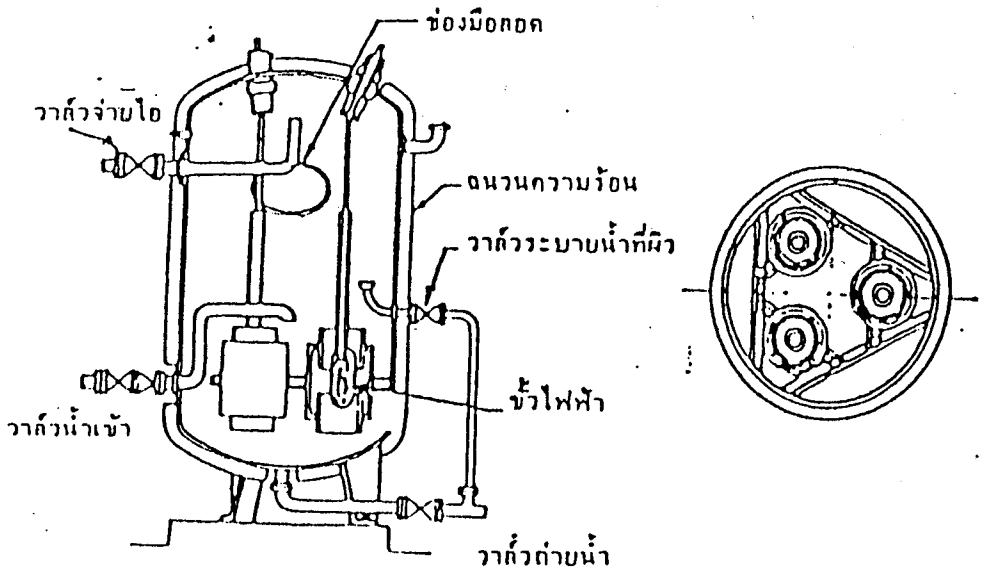
รูปที่ 2.5 หม้อไอน้ำแบบหลอดน้ำ



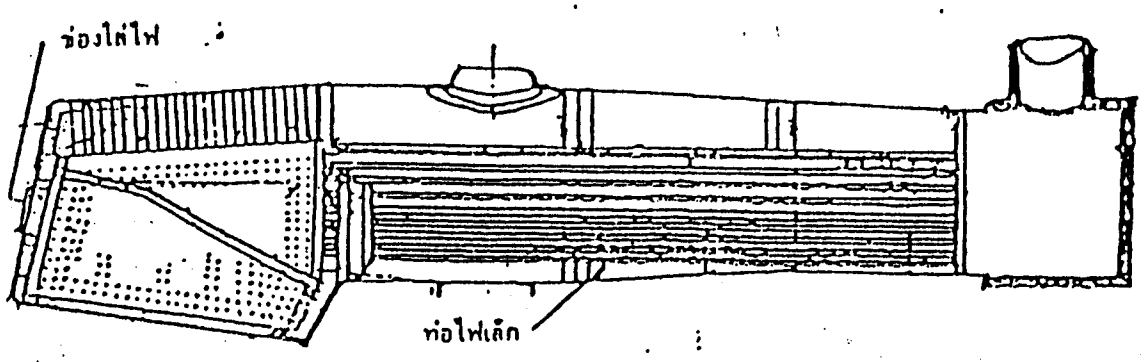
รูปที่ 2.6 หม้อไอน้ำแบบหลอดไฟ

2.1.6 <u>หม้อไอน้ำชนิดอื่นๆ</u> เช่น

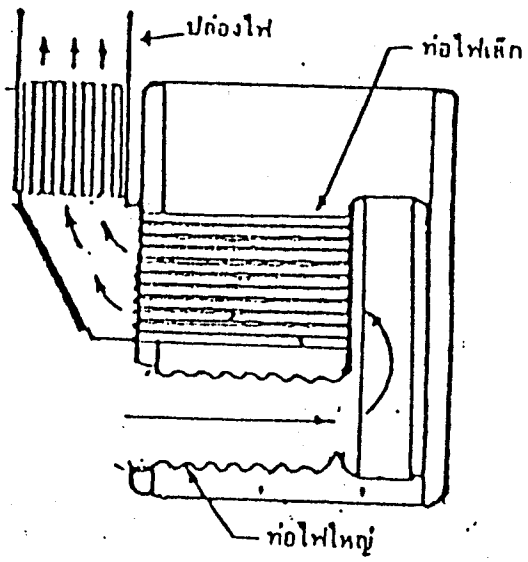
- "หม้อไอน้ำไฟฟ้า" โดยทั่วไปจะมีขนาดเล็ก ใช้ความดันต่ำกว่า 10 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร ใช้เวลาในการเดินทางเครื่องน้อย ก็จะได้ความดันตามต้องการ ไม่มีปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อม แต่ราคาแพงและกินและกินกระแสไฟฟ้ามาก ดังแสดงในรูปที่ 2.7
- "หม้อไอน้ำแบบรถไฟ" และ "หม้อไอน้ำแบบเรือ" ได้ถูกนำมาใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมหลายประเภท เช่น โรงเลื่อยไม้ โรงงานหล่อดอกยางรถยนต์ เป็นต้น ดังแสดงในรูปที่ 2.8, 2.9 ตามลำดับ



รูปที่ 2.7 หม้อไอน้ำไฟฟ้า



รูปที่ 2.8 หม้อไอน้ำแบบรถไฟ



รูปที่ 2.9 หม้อไอน้ำแบบเรือ

<u>ที่มาของข้อมูล</u>

1. ชัยสวัสดิ์ เทียนวิบูลย์, เทคโนโลยีไอน้ำ, พิมพ์ครั้งที่ 1, พ.ศ.2538
2. ฝ่ายตรวจหม้อไอน้ำและถังความดัน กองตรวจโรงงาน กรมโรงงานอุตสาหกรรม, คู่มือการควบคุมหม้อไอน้ำ, พิมพ์ครั้งที่ 1, พ.ศ. 2535
3. สุชัย ศศวิมลพันธุ์, ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, เทคโนโลยีไอน้ำ, พ.ศ.2526
4. พจน์ สัจจวาณิชย์, บริษัทบุญเยี่ยมและสหาย จำกัด, หม้อไอน้ำในอุตสาหกรรม

2.2 ข้อดีและข้อเสียของหม้อไอน้ำแต่ละประเภท

เนื่องจากหม้อไอน้ำแบ่งออกเป็นหลายประเภท แต่ละประเภทยังแบ่งได้เป็นหลายแบบ ดังนั้นเพื่อความเหมาะสมในการเปรียบเทียบข้อดีและข้อเสีย จึงขอแบ่งประเภทหม้อไอน้ำหรือแก๊สร้อนที่อยู่ในท่อ ได้แก่

2.2.1 <u>หม้อไอน้ำแบบท่อไฟ</u> (Fire tube boiler) สามารถแบ่งออกได้เป็น

2.2.1.1 หม้อไอน้ำชนิดท่อไฟตั้ง ประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำและท่อจะวางในแนวตั้ง ใช้พื้นที่ในการติดตั้งน้อย ประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำไม่ดี เนื่องจากแก๊สร้อนจากการเผาไหม้จะผ่านท่อไฟเร็วเกินไป (1 เที่ยว) ทำให้สูญเสียความร้อนออกไปทางปล่องไฟมาก หม้อไอน้ำชนิดท่อไฟตั้งยังแบ่งออกเป็น

- หม้อไอน้ำชนิดท่อไฟตั้ง-ท่อพ้นน้ำ หม้อไอน้ำชนิดนี้สามารถความชื้นของไอน้ำได้ดี แต่มีข้อเสียคือท่อไฟส่วนที่พ้นน้ำจะได้รับความร้อนสูง มีโอกาสสึกกร่อนและชำรุดได้ง่าย ดังนั้นคุณสมบัติของวัสดุที่จะนำมาทำท่อไฟจึงต้องออกแบบมาเป็นพิเศษ คือ ทนความร้อน
- หม้อไอน้ำชนิดท่อไฟตั้ง-น้ำท่วมท่อ หม้อไปน้ำชนิดนี้ส่วนที่เก็บหม้อไอน้ำจะมีมากกว่าชนิดแรก ข้อเสียคือการสร้างส่วนเก็บน้ำทำยากและไอน้ำที่ได้จะมีน้ำผสมอยู่มากกว่าชนิดแรก

2.2.1.2 หม้อไอน้ำชนิดท่อไฟนอน หม้อไอน้ำชนิดนี้ เชื้อเพลิงจะลุกไหม้ภายในห้องเผาไหม้แก๊สร้อนที่ได้จะไหลผ่านท่อไฟใหญ่และหรือท่อไฟเล็ก แก๊สร้อนจะไหลผ่านท่อ 1,2,3, หรือ 4 เที่ยวก็ได้แล้วแต่การออกแบบ ปัจจุบันหม้อไอน้ำชนิดท่อไฟนอนมีการนำมาใช้งานกันมากในโรงงานอุตสาหกรรมซึ่งมีหลายชนิดด้วยกันดังนี้

- หม้อไอน้ำสำเร็จรูปหรือแพคเกจ (Package boiler) เป็นหม้อไอน้ำที่มีการออกแบบโครงสร้างแข็งแรง มีอุปกรณ์ที่จำเป็นสำหรับหม้อไอน้ำครบ การสร้างจะทำสำเร็จมาจากโรงงานจึงสะดวกต่อการติดตั้ง หม้อไอน้ำแพคเกจมีการนำมาใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมเขตเมืองหรือชุมชนที่มีการคมนาคมสะดวก เนื่องจากต้องขนส่งเชื้อเพลิง เช่น น้ำมันดีเซล น้ำมันเตาและก๊าซเป็นต้น
- หม้อไอน้ำลูกหมู หม้อไอน้ำชนิดนี้มีการนำเข้ามาใช้ในประเทศเกือบ 100 ปีมาแล้ว พบว่ามีการใช้งานมากในโรงสีข้าว เป็นหม้อไอน้ำชนิดท่อไฟนอนมีเฉพาะท่อไฟใหญ่เพียงอย่างเดียว ถ้ามีท่อไฟใหญ่ท่อเดียวเรียกว่า "Cornish

Boiler" แต่ถ้ามีท่อไฟใหญ่ 2 ท่อเรียกว่า "Lancashire Boiler" หม้อไอน้ำถูกหมุปกติห้องเผาไหม้จะสร้างแยกออกจากเลือกหม้อไอน้ำ การจัดทิศทางของแก๊สร้อนเป็นแบบ 3 เที่ยว กล่าวคือแก๊สร้อนจากห้องเผาไหม้จะถูกส่งเข้ามาทางท่อไฟใหญ่ผ่านไปทางด้านหลัง จากนั้นแก๊สร้อนจะแยกออกด้านซ้ายและด้านขวา เปลือกหม้อไอน้ำวกกลับมาด้านหน้าหม้อไอน้ำเมื่อแก๊สร้อนมาถึงด้านหน้าก็จะถูกบังคับให้วกลงด้านใต้หม้อไอน้ำ แก๊สร้อนจะออกไปทางด้านหลังหม้อไอน้ำอีกครั้ง แล้วจะออกปล่องไฟไปภายนอก

- หม้อไอน้ำรถไฟ (Locomotivc boilcr) หม้อไอน้ำชนิดนี้ออกแบบให้ใช้สำหรับขับเคลื่อนรถไฟ รูปร่างจึงยาว ห้องเผาไหม้มีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมอยู่ภายในเปลือกหม้อไอน้ำ เนื่องจากห้องเผาไหม้เป็นรูปสี่เหลี่ยม ดังนั้นการออกแบบสร้างต้องใช้เหล็กยึดผนังทุกด้านมากเป็นพิเศษ การตรวจสอบการสึกหรอของเหล็กยึดผนังทำได้ยาก การจัดทิศทางการไหลของแก๊สร้อนจะมีเพียงเที่ยวเดียว คือ แก๊สร้อนจากห้องเผาไหม้จะไหลผ่านท่อไฟเล็กแล้วออกปล่องไฟเลย ปัจจุบันหม้อไอน้ำชนิดนี้เลิกนำมาใช้ขับเคลื่อนรถไฟในประเทศแล้วแต่ถูกนำมาใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม โดยเฉพาะโรงเลื่อยไม้ใช้หม้อไอน้ำชนิดนี้มาก
- หม้อไอน้ำเรือ (Marine boiler) หม้อไอน้ำชนิดนี้เนื่องจากออกแบบให้ใช้ในเรือซึ่งมีพื้นที่จำกัด ดังนั้นการออกแบบหม้อไอน้ำขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางกับความยาวของหม้อไอน้ำจึงใกล้เคียงกัน ปกติจะมีท่อไฟใหญ่และท่อไฟเล็กโดยท่อไฟใหญ่จะทำหน้าที่เป็นห้องเผาไหม้ด้วย
- หม้อไอน้ำตั้งท่อไฟนอน หม้อไอน้ำชนิดนี้เปลือกหม้อไอน้ำจะวางตั้ง แต่ท่อไฟเล็กจะวางนอนห้องเผาไหม้จะอยู่ภายในเปลือกหม้อไอน้ำ แก๊สร้อนที่ได้ถูกส่งผ่านไปท่อไฟเล็กซึ่งอยู่ข้างบน ทิศทางการไหลของแก๊สเป็น 1 หรือ 2 เที่ยวก็ได้ หม้อไอน้ำชนิดนี้เหมาะที่จะใช้เชื้อเพลิงแข็ง เช่น ถ่านหินหรือไม้เป็นต้น

2.2.2 <u>หม้อไอน้ำแบบท่อน้ำ</u> (Water tube boiler)

เนื่องจากมีน้ำไหลในท่อ ดังนั้นน้ำที่ใช้ต้องมีการปรับปรุงคุณภาพให้เหมาะสมกับการใช้งานมิฉะนั้นอายุการใช้งานจะสั้นและมีการอุดตันในท่อได้ง่าย หม้อไอน้ำแบบท่อน้ำสามารถแบ่งออกได้ 2 ชนิด คือ ชนิดท่อตรงและชนิดท่อโค้ง ซึ่งแต่ละชนิดมีรายละเอียดดังนี้

2.2.2.1 หม้อไอน้ำชนิดท่อตรง (Straight tube boiler) หม้อไอน้ำชนิดนี้ ท่อน้ำมีลักษณะตรง แต่อาจจะวางตั้ง, เอียงหรือขวางได้

- หม้อไอน้ำตั้งท่อน้ำวางตั้ง หม้อไอน้ำชนิดนี้ท่อน้ำจะวางตั้งตรงเรียงวนเป็นก้นหอยระหว่างท่ออาจจะกั้นด้วยแผ่นโลหะหรือฉนวนเพื่อให้แก๊สร้อนไหลเป็นรูปก้นหอยออกไปทางด้านข้างหม้อไอน้ำแล้วออกปล่อยไปภายนอก
- หม้อไอน้ำตั้งท่อน้ำวางขวาง (Vertical cross tube boiler) หม้อไอน้ำชนิดนี้เปลือกหม้อไอน้ำจะวางตั้งท่อน้ำจะวางขวางเป็นชั้น ๆ ตัดกัน เปลือกหม้อไอน้ำจะเจาะช้องไว้สำหรับทำความสะอาดท่อน้ำ สำหรับหม้อไอน้ำที่สร้างในประเทศ ผู้สร้างมักจะไม่เจาะช่องทำความสะอาดไว้ให้ ปัจจุบันทางราชการได้เข้มงวดมากขึ้น จึงทำให้หม้อไอน้ำรุ่นใหม่ที่สร้างมีช่องทำความสะอาดครบ การจัดทิศทางแก๊สร้อนมีเพียง 1 เที่ยว จึงทำให้สูญเสียความร้อนทางปล่องไฟมาก มีการนำมาใช้มากในโรงงานทำเส้นก๋วยเตี๋ยว
- หม้อไอน้ำชนิดน้ำวางเอียง หม้อไอน้ำชนิดนี้เป็นหม้อไอน้ำที่มีกำลังผลิตขนาดปานกลางจนถึงใหญ่ เชื้อเพลิงจะถูกเผาไหม้ที่ใต้ท่อน้ำ แก๊สที่ได้จะลอยตัวสูงขึ้นผ่านท่อน้ำที่วางเรียงกัน จากนั้นแก๊สร้อนจะถูกบังคับให้วกกลับลงข้างล่างแล้วลอยตัวขึ้นข้างบนอีกครั้ง ก่อนที่จะออกไปภายนอกทางปล่องไฟ ไอน้ำที่ได้จะถูกเก็บไว้ที่ถัง (Drum) ด้านบน

2.2.2.2 หม้อไอน้ำชนิดท่องอ (Bent tube boiler) มีตั้งแต่ขนาดเล็กจนถึงขนาดใหญ่เป็น 100ตัน / ชม. ข้อดีของหม้อไอน้ำชนิดนี้คือ สามารถสร้างให้ทนความดันสูง ๆ ได้อาจแบ่งได้ดังนี้

- หม้อไอน้ำชนิดท่อน้ำขด หม้อไอน้ำชนิดนี้ส่วนใหญ่จะมีขนาดเล็ก สามารถผลิตไอน้ำได้เร็วมาก หลังจากเลิกใช้งานต้องระบายน้ำในท่อน้ำออกให้หมด การซ่อมแซมท่อน้ำทำได้ยากต้องยกออกมาทั้งชุดปัจจุบันมีใช้ในประเทศไม่มากนัก
- หม้อไอน้ำชนิดนี้ท่อน้ำงอบางส่วน เป็นหม้อไอน้ำขนาดใหญ่ มีกำลังการผลิตไอสูงใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ เช่นโรงงานน้ำตาล โรงไฟฟ้า

<u>ข้อดีของหม้อไอน้ำแบบท่อน้ำเมื่อเปรียบเทียบกับหม้อไอน้ำแบบท่อไฟ</u>

1. สามารถผลิตไอน้ำที่มีความดันสูงกว่า
2. มีความปลอดภัยในการใช้งานมากกว่า
3. ผลิตไอน้ำได้เร็วกว่า
4. ตรวจสภาพภายนอกของท่อได้มากกว่า

<u>ข้อเสียของหม้อไอน้ำแบบท่อน้ำเมื่อเปรียบเทียบกับหม้อไอน้ำแบบท่อไฟ</u>

1. มีราคาแพงกว่า
2. น้ำที่ใช้สำหรับหม้อไอน้ำต้องมีคุณภาพดีกว่า
3. มีขนาดและน้ำหนักมากกว่า
4. ทำความสะอาดภายในท่อได้ยากกว่า

<u>ที่มาของข้อมูล</u>

1. ชัยสวัสดิ์ เทียนวิบูลย์, เทคโนโลยีไอน้ำ, พิมพ์ครั้งที่ 1, พ.ศ. 2538
2. ฝ่ายตรวจหม้อไอน้ำและถังความดัน กองตรวจโรงงาน กรมโรงงานอุตสาหกรรม,คู่มือการควบคุมหม้อไอน้ำ, พิมพ์ครั้งที่ 1, พ.ศ. 2535
3. ลือชัย ธรรมวินัย,บริษัทเอสโซ่สเตนดาร์ดประเทศไทย จำกัด,ความรู้คือประทีป, เมษายน-มิถุนายน พ.ศ. 2536

2.3 ส่วนประกอบของหม้อไอน้ำ

ส่วนประกอบของหม้อไอน้ำมีดังนี้

2.3.1 <u>เครื่องวัดระดับน้ำ</u> (Water level gauge)

เครื่องวัดระดับน้ำ ทำหน้าที่แจ้งระดับน้ำแท้จริงภายในหม้อไอน้ำ ระดับน้ำในหม้อไอน้ำมีการเคลื่อนไหวขึ้นลงตลอดเวลาที่ใช้งาน ระดับน้ำจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำที่ป้อนเข้าหม้อไอน้ำและอัตราการผลิตไอ เครื่องวัดระดับน้ำมีหลายชนิดดังนี้

1. เครื่องวัดระดับน้ำแบบแก้ว
2. เครื่องวัดระดับแบบความดันแตกต่างกัน

2.3.2 <u>เกจวัดความดันไอน้ำ</u> (Pressure gauge)

เกจวัดความดันจะทำหน้าที่วัดความดันไอน้ำภายในหม้อไอน้ำ ทำให้ผู้ควบคุมทราบความดันไอน้ำที่หม้อไอน้ำผลิตได้ เกจวัดความดันโดยทั่วไปใช้แบบท่อบูร์ดอน

ภายในเกจวัดความดันแบบนี้ จะมีท่องอเป็นรูปส่วนโค้งของวงกลม ปลายข้างหนึ่งตรึงแน่นอยู่กับที่ปลายอีกข้างอุดตัน เมื่อมีความดันเพิ่มขึ้นภายในท่อ ท่อโค้งจะเหยียดออกทำให้ส่วนโค้งขยายออก ถ้าความดันลดลงส่วนโค้งก็จะหุบเข้า อาศัยการเคลื่อนที่นี้ไปหมุนเข็มที่หน้าปัดบอกเป็นความดันตามต้องการ

2.3.3 วาล์ว (Valve)

วาล์วที่ใช้กับหม้อไอน้ำมีหลายชนิด ตามความเหมาะสมของงานที่จะใช้ โดยมีรายละเอียดของวาล์วแต่ละชนิดดังนี้

- โกล์บวาล์ว (Globe valve) เหมาะที่จะใช้กับงานที่ต้องปิด-เปิดอย่างช้าๆ วาล์วชนิดนี้มีความเสียดทานสูง มักจะใช้เป็นวาล์วจ่ายไอ
- ปลั๊กวาล์ว (Plug valve) เหมาะสำหรับงานที่ต้องการปิด-เปิดเร็ว เพราะหมุนเพียง ¼ รอบ ก็เปิดกว้างสุด วาล์วชนิดนี้มีความเสียดทานต่ำ พบมีการใช้เป็นวาล์วท่อแก้วและวาล์วถ่ายน้ำ
- เกจวาล์ว (Gate valve) เหมาะสำหรับงานที่ต้องการปิด-เปิดไม่เร็วเกินไป ทิศทางการไหลจะผ่านตรงทำให้มีความเสียดทานต่ำ
- บอลล์วาล์ว (Ball valve) เหมาะสำหรับงานที่ต้องการปิด-เปิดเร็ว เพราะหมุนเพียง ¼ รอบก็เปิดกว้างสุดเช่นเดียวกับปลั๊กวาล์ว แต่มีความเสียดทานต่ำกว่า มักใช้เป็นวาล์วถ่ายน้ำและวาล์วท่อน้ำเข้า
- วาล์วกันกลับหรือเช็ควาล์ว (Check valve) วาล์วกันกลับจะยอมให้ของไหลผ่านไปได้แต่ย้อนกลับไม่ได้ โดยทั่วไปจะติดตั้งไว้ที่ท่อน้ำเข้าหม้อไอน้ำ และท่อจ่ายไอ (สำหรับโรงงานที่ใช้หม้อไอน้ำตั้งแต่ 2 เครื่องและต่อท่อจ่ายไอร่วมกัน) วาล์วกันกลับที่ใช้ในในปัจจุบันมีหลายแบบ เช่น เช็ควาล์วแบบสวิง (Swing check valve) เหมาะสำหรับติดตั้งกับท่อที่วางในแนวดิ่ง, เช็ควาล์วแบบลูกสูบ (Pistion check valve) เหมาะที่จะใช้งานกับท่อที่วางในแนวนอน
- วาล์วลดความดัน (Pressure reducing Valve) จะทำหน้าที่ควบคุมความดันหรือลดความดันของไอน้ำที่หม้อไอน้ำจ่ายมาใช้เหมาะสมกับงานที่ใช้ การควบคุมความดันจะทำงานโดยอัตโนมัติ

2.3.4 ระบบส่งน้ำเข้าหม้อไอน้ำ

ระบบส่งน้ำเข้าหม้อไอน้ำ มีส่วนประกอบดังต่อไปนี้

- อุปกรณ์ปรับปรุงคุณภาพน้ำ ใช้ปรับปรุงคุณภาพน้ำให้เหมาะสมที่จะใช้กับหม้อไอน้ำ
- ถังพักน้ำ ใช้สำหรับเก็บสำรองน้ำที่จะจ่ายให้กับหม้อไอน้ำ ถังพักน้ำควรมีอุปกรณ์บอกระดับน้ำและวาล์วถ่ายน้ำ ความจุของถังพักควรมีมากพอที่หม้อไอน้ำจะใช้ในวันหนึ่งๆ
- มาตรวัดปริมาณน้ำ ใช้วัดปริมาณน้ำที่ส่งเข้าหม้อไอน้ำ เพื่อจะได้ทราบปริมาณน้ำที่ใช้สำหรับหม้อไอน้ำในระยะเวลาหนึ่งๆ

- เครื่องสูบน้ำ ทำหน้าที่ส่งน้ำจากถังพักน้ำเข้าหม้อไอน้ำเครื่องสูบน้ำต้องมีความสามารถส่งน้ำเข้าหม้อไอน้ำได้มากกว่าอัตราการผลิตไอ นอกจากนั้นเครื่องสูบน้ำต้องสามารถอัดน้ำให้มีความดันสูงกว่าความดันใช้งานของหม้อไอน้ำอย่างน้อย 1.5 เท่า

เครื่องสูบน้ำมีใช้หลายแบบดังนี้

- เครื่องสูบน้ำแบบแรงเหวี่ยง (Centrifugal pump)
- เครื่องสูบน้ำแบบโรตารี่ (Rotary pump)
- เครื่องสูบน้ำแบบลูกสูบ (Reciprocating pump)
- เครื่องสูบน้ำแบบ Injector

- เกจวัดความดันน้ำ ปกติจะติดตั้งไว้ที่ท่อน้ำระหว่างเครื่องสูบน้ำกับหม้อไอน้ำ สามารถใช้หาความผิดปกติของระบบส่งน้ำเข้าหม้อไอน้ำได้โดยการอ่านค่าจากเกจวัดความดัน

2.3.5 <u>ระบบเชื้อเพลิงและการเผาไหม้</u>

ระบบเชื้อเพลิงและการเผาไหม้ มีอุปกรณ์ดังนี้

- หัวพ่นน้ำมัน หม้อไอน้ำที่ใช้เชื้อเพลิงเหลว เช่น น้ำมันเตา หรือน้ำมันดีเซลจะต้องใช้หัวฉีดเป็นตัวพ่นน้ำมันให้เป็นละอองเพื่อจะได้ลุกไหม้ได้ง่าย หัวพ่นน้ำมันมีหลายแบบดังนี้
  - แบบใช้ลมหรือไอน้ำสเปรย์น้ำมันให้เป็นฝอย (Atomizer)
  - แบบใช้ความดันของน้ำมันสเปรย์น้ำมันให้เป็นฝอย (Nozzle)
  - แบบใช้แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางสเปรย์น้ำมันให้เป็นฝอย (Rotary cup)
- เครื่องอุ่นน้ำมัน จะใช้ความร้อนที่ได้จากไอน้ำหรือไฟฟ้าอุ่นน้ำมันเตาให้มีความหนืดน้อยลงเพื่อสะดวกต่อการส่งเข้าหัวฉีดและทำให้ฉีดน้ำมันเป็นฝอยดีขึ้น
- พัดลม จะทำหน้าที่ป้อนลมเข้าห้องเผาไหม้ โดยทั่วไปแบ่งตามลักษณะโครงสร้างได้ 2 แบบ คือ พัดลมแบบลมไหลตามแนวแกน (Axial flow fan), พัดลมแบบแรงเหวี่ยง (Centrifugal fan)
- กระจกดูการเผาไหม้ ใช้สำหรับดูการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงและทราบทิศทางของเปลวไฟ เพื่อจะได้ปรับแต่งหัวฉีดให้มีส่วนผสมเหมาะสม

2.3.6 <u>ระบบจ่ายไอน้ำ</u>

ระบบจ่ายไอน้ำ มีอุปกรณ์ดังนี้

- อุปกรณ์แยกน้ำออกจากไอน้ำ เนื่องจากหม้อไอน้ำผลิตไอน้ำได้เป็นไอน้ำที่มีความชื้นหรือน้ำผสมอยู่ เมื่อนำไปใช้งานความร้อนจะลดลงเร็วอีกทั้งอาจก่อให้เกิดผลเสียต่อเครื่องจักรไอน้ำได้ การแยกน้ำออกจากไอน้ำทำได้หลายวิธี ได้แก่ การเปลี่ยนทิศทางการไหลของไอน้ำ, ให้ไอน้ำไหลชนแผ่นกั้นหรือตะแกรงกรอง, อาศัยแรงหนีศูนย์กลาง, ใช้ทั้ง 3 วิธีรวมกัน
- วาล์วจ่ายไอน้ำ (Main steam valve) ทำหน้าที่จ่ายไอน้ำจากหม้อไอน้ำไปใช้งาน
- ท่อจ่ายไอน้ำ (Steam pipe) ทำหน้าส่งไอน้ำไปใช้งาน ควรจะใช้ฉนวนหุ้มห่อท่อจ่ายไอจะช่วยลดการสูญเสียความร้อนของไอน้ำได้
- ถังพักไอ (Header) จะทำหน้าที่เก็บไอน้ำที่หม้อไอน้ำผลิตได้ แล้วจ่ายไปยังเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ที่ต้องการใช้ไอน้ำ ถังพักไอน้ำจะต้องสร้างจากวัสดุที่ทนความดันและอุณหภูมิของไอน้ำได้ ถังพักไอควรจะมีลิ้นนิรภัย (Safty trap) และหุ้มฉนวนกันความร้อน

2.3.7 <u>ระบบช่วยประหยัด</u>

ระบบช่วยประหยัดเป็นระบบการนำเอาความร้อนที่ใช้แล้วกลับมาใช้ประโยชน์อีกครั้ง ทำให้ช่วยประหยัดพลังงานหรือค่าใช้จ่ายให้น้อยลง เครื่องช่วยประหยัดมี 2 แบบ ได้แก่

- เครื่องอุ่นลม (Air preheater) จะใช้ความร้อนที่จะออกปล่องไฟกลับมาอุ่นอากาศที่จะป้อนเข้าไปช่วยในการเผาไหม้ จะช่วยให้การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงดีขึ้น
- เครื่องอุ่นน้ำ (Economizer) จะใช้ความร้อนจากปล่องไฟหรือไอน้ำที่เหลือจากใช้งานมาอุ่นน้ำใหม่มีอุณหภูมิสูงขึ้น บางครั้งอุ่นน้ำจนมีอุณหภูมิเกือบ 212°F (เกือบเดือด) เมื่อน้ำเข้าไปหม้อไอน้ำได้รับความร้อนอีกเพียงเล็กน้อยก็เดือดกลายเป็นไอ ทำให้ประหยัดเชื้อเพลิงที่จะมาต้มน้ำให้เดือด

2.3.8 <u>ฉนวนกันความร้อน</u> (Insulation)

ฉนวนกันความร้อนใช้สำหรับห่อหุ้มเปลือกหม้อไอน้ำหรือท่อจ่ายไอเพื่อป้องกันการสูญเสียความร้อน ฉนวนกันความร้อนที่นิยมใช้ห่อหุ้มหม้อไอน้ำ ได้แก่ ใยแก้ว ใยหิน และอิฐทนไฟ เป็นต้น

2.3.9 <u>อุปกรณ์ระบายสิ่งสกปรกที่ผิดน้ำ</u>

น้ำที่ป้อนเข้าหม้อไอน้ำมักมีสิ่งสกปรกเจือปนเข้าไปด้วย เช่น น้ำมัน เป็นต้น ซึ่งอาจทำให้เกิดความเสียหายต่อหม้อไอน้ำหรือลดประสิทธิภาพการทำงานของหม้อไอน้ำ สิ่งสกปรกที่

ลอยบนผิวหน้าในหม้อไอน้ำ โดยเฉพาะน้ำมันสามารถกำจัดได้โดยการระบายน้ำส่วนผิวที่มีน้ำมันออกไปภายนอก

ที่มาของข้อมูล

1. ฝ่ายตรวจหม้อไอน้ำและถังความดัน กองตรวจโรงงาน กรมโรงงานอุตสาหกรรม, **คู่มือการควบคุมหม้อไอน้ำ, พิมพ์ครั้งที่ 1, พ.ศ. 2535**
2. **พจน์ สัจจวาณิชย์, บริษัทบุญเยี่ยมและสหาย จำกัด, หม้อไอน้ำในอุตสาหกรรม**

2.4 อุปกรณ์เพื่อความปลอดภัยของหม้อไอน้ำ

หม้อไอน้ำถึงแม้ว่าจะมีโครงสร้างที่แข็งแรงและส่วนประกอบที่จำเป็นแล้ว แต่ก็ยังเกิดอันตรายได้จึงต้องติดตั้งอุปกรณ์เพื่อความปลอดภัย จึงจะทำให้หม้อไอน้ำมีความปลอดภัยในการใช้งานมากยิ่งขึ้นอุปกรณ์เพื่อความปลอดภัยของหม้อไอน้ำมีดังนี้

2.4.1 ลิ้นนิรภัย (Safety valve)

เป็นอุปกรณ์เพื่อความปลอดภัยสำคัญที่สุดของหม้อไอน้ำ ทำหน้าที่ระบายไอน้ำออกจากหม้อไอน้ำ เมื่อความดันในหม้อไอน้ำสูงกว่าที่กำหนด เพื่อป้องกันไม่ให้หม้อไอน้ำระเบิด

2.4.1.1 ลิ้นนิรภัยแบบน้ำหนักถ่วงโดยตรง ลิ้นนิรภัยแบบนี้ปัจจุบันไม่นิยมใช้ การทำงานจะมีวาล์ววางกดบนบ่าวาล์ว แล้วมีแผ่นเหล็กวางทับอีกที การปรับความดันให้ไอน้ำระบายออกทำได้โดยเพิ่มหรือลดจำนวนแผ่นเหล็ก ลิ้นนิรภัยแบบนี้มีลักษณะพิเศษ คือระบายไอน้ำออกที่ความดันกำหนดไว้อย่างเที่ยง และเพื่อป้องกันแผ่นเหล็กกระเด็นออกจึงต้องมีฝาครอบแผ่นเหล็ก

2.4.1.2 ลิ้นนิรภัยแบบคานน้ำหนัก ลิ้นนิรภัยแบบนี้ปัจจุบันมีใช้มากโดยเฉพาะกับหม้อไอน้ำแบบลูกหมู การทำงานตัววาล์วจะวางบนบ่าวาล์วแล้วมีกระเดื่องพร้อมคานและตุ้มน้ำหนักกดบนวาล์วอีกที การปรับความดันให้ไอน้ำระบายออกทำได้โดยการเลื่อนตุ้มน้ำหนักที่คานเข้าหรือออก ลิ้นนิรภัยแบบนี้เหมาะสำหรับไอน้ำที่ใช้ความดันไม่เกิน 200 ปอนด์/ตารางนิ้ว

2.4.1.3 ลิ้นนิรภัยแบบสปริง ลิ้นนิรภัยแบบนี้ปัจจุบันเป็นที่นิยมใช้กับหม้อไอน้ำโดยทั่วไป แรงสปริงจะทำให้วาล์วกดแน่นกับบ่าวาล์ว การปรับความดันให้ไอน้ำระบายออกทำได้โดยขันสกรูเข้าหรือออกทำให้สปริงแข็งขึ้นหรืออ่อนลง ลิ้นนิรภัยแบบสปริงต้องมีคานงัดสำหรับทดสอบสภาพการใช้งานได้ หม้อไอน้ำที่ติดตั้งใช้กับรถไฟหรือเรือซึ่งมีการเคลื่อนที่อยู่เสมอควรใช้ลิ้นนิรภัยชนิดนี้

2.4.2 ปลั๊กหลอมละลาย (Fusible plug)

ปกติจะติดตั้งไว้บริเวณห้องเผาไหม้หรือบริเวณที่มีอุณหภูมิสูง ปลั๊กหลอมละลายจะทำงานเมื่อระดับน้ำต่ำจนเกือบถึงจุดอันตราย สารที่อุดปลั๊กหลอมละลายมีจุดท่อละลายต่ำ (ประมาณ 235° C) จะหลอมละลายทำให้ไอน้ำหรือน้ำภายในหม้อไอน้ำไหลออกมาดับไฟ ปลั๊กหลอมละลายบาง

บางแบบจะติดตั้งไว้สำหรับพ่นไอน้ำออกไปภายนอกเพื่อลดความดัน หรือต่อเข้านกหวีด เพื่อส่งสัญญาณเตือนผู้ควบคุมหม้อไอน้ำให้รีบหยุดหม้อไอน้ำ ก่อนที่หม้อไอน้ำจะเกิดอันตรายหรือระเบิดได้ โดยทั่วไปจะต้องเปลี่ยนสารที่อุดปลั๊กไว้ทุกๆ ปี

ปลั๊กหลอมละลายที่ใช้มีหลายชนิดดังนี้

ก. แบบใส่ทางด้านในหรือด้านน้ำ (Inside type)

ข. แบบใส่ทางด้านนอกหรือด้านไฟ (Outside type)

ค. แบบทำหน้าที่เป็นฟิวส์เมื่อละลายจะมีสัญญาณ (Fuse alarm)

2.4.3 <u>เครื่องควบคุมระดับน้ำ</u> (Water level control)

ทำหน้าที่ควบคุมการจ่ายน้ำเข้าหม้อไอน้ำ เพื่อรักษาระดับน้ำภายในหม้อไอน้ำให้อยู่ในช่วงที่กำหนด เครื่องควบคุมระดับน้ำโดยทั่วไปจะทำงานโดยอาศัยความแตกต่างของระดับน้ำ ส่งสัญญาณไปควบคุมการทำงานเครื่องสูบน้ำ กล่าวคือ เมื่อน้ำมากจะส่งสัญญาณให้เครื่องสูบน้ำหยุดทำงาน แต่ถ้าน้ำต่ำก็จะส่งสัญญาณให้เครื่องสูบน้ำทำงาน เครื่องควบคุมระดับน้ำที่ใช้มีหลายแบบดังนี้

2.4.3.1 แบบลูกลอย (Float type) เครื่องควบคุมระดับน้ำแบบนี้ การส่งสัญญาณไปควบคุมเครื่องสูบน้ำทำได้โดยอาศัยลูกลอย แกนลูกลอยและหลอดแก้วภายในบรรจุปรอท (ทำหน้าที่ตัดต่อวงจรไฟฟ้าที่ไปควบคุมเครื่องสูบน้ำ)

2.4.3.2 แบบอีเล็กโทรด (Electrode) เครื่องควบคุมระดับน้ำแบบนี้ การทำงานอาศัยการเป็นสื่อนำไฟฟ้าของแท่งอีเล็กโทรด โดยอาศัยน้ำเป็นสะพานไฟ (สื่อนำไฟฟ้า) สำหรับส่งสัญญาณไปควบคุมปั๊มน้ำต่ออีกทอดหนึ่ง ดังนั้นถ้าน้ำในหม้อไอน้ำสกปรกจะทำให้แท่งอีเล็กโทรดมีคุณสมบัติของการเป็นสื่อนำไฟฟ้าลดลง การควบคุมเครื่องสูบน้ำก็จะบกพร่องไปด้วย เครื่องควบคุมระดับน้ำแบบอีเล็กโทรด มีชนิดแท่งอีเล็กโทรดเพียง 1 แท่ง และแบบแท่งอีเล็กโทรดหลายแท่ง

2.4.3.3 แบบขยายตัวโดยหลักการเธอร์โมสแตตริก (Thermostatic expansion) มีวงจรการทำงานเครื่องควบคุมระดับแบบนี้ การทำงานจะอาศัยการขยายตัวของโลหะไปบังคับการเปิดปิดน้ำเข้าหม้อไอน้ำ ปัจจุบันยังใช้ไม่แพร่หลาย

2.4.4 <u>สัญญาณเตือนภัยอัตโนมัติ</u> (Automatic alarm)

เป็นอุปกรณ์สำหรับแจ้งอันตราย เมื่อน้ำในหม้อไอน้ำมีน้อยกว่าที่ใช้งานตามปกติ จะเป็นสัญญาณเสียงเพียงอย่างเดียวหรือมีสัญญาณแสงด้วยก็ได้ โดยปกติจะติดตั้งสัญญาณเตือนภัยอัตโนมัติทำงานร่วมกับเครื่องควบคุมระดับน้ำ

2.4.5 <u>สวิทช์ควบคุมความดัน</u> (Pressure control switch)

สวิทช์ควบคุมความดันทำงานโดยอาศัยความดันของไอน้ำไปกระทำต่อเบลโลว์ล (Bellows) ที่ควบคุมหัวฉีดน้ำมัน ถ้าตั้งสวิทช์ควบคุมความดันให้มีความดันแตกต่างกัน (Difference pressure) มากไป ทำให้ความดันไอน้ำที่จะนำไปใช้งานไม่สม่ำเสมอ แต่ถ้าตั้งให้มีความดันแตกต่างน้อยไป

จะทำให้หัวฉีดทำงานบ่อยอาจชำรุดได้ง่าย ดังนั้นการตั้งสวิทช์ควบคุมความดันจะต้องพิจารณาให้รอบคอบและเหมาะสมต่อการทำงาน

2.4.6 ฝานิรภัย (Access door)

หม้อไอน้ำที่ใช้เชื้อเพลิงเหลวควรจะมีฝานิรภัย เพื่อช่วยป้องกันแรงกระแทกขณะเริ่มติดไฟในห้องเผาไหม้ มิให้กระทำอันตรายต่อห้องเผาไหม้ ฝานิรภัยโดยทั่วไปจะทำไว้ที่ด้านหลังหม้อไอน้ำ แต่บางรุ่นก็ทำไว้ด้านข้าง

ที่มาของข้อมูล

1. ฝ่ายตรวจหม้อไอน้ำและถังความดัน กองตรวจโรงงาน กรมโรงงานอุตสาหกรรม, คู่มือการควบคุมหม้อไอน้ำ, พิมพ์ครั้งที่ 1, พ.ศ. 2535

2.5 พิกัดหม้อไอน้ำ

การบอกพิกัดหม้อไอน้ำโดยทั่วไปนิยมบอกได้หลายแบบ บางแบบบอกเป็นน้ำหนักไอน้ำที่ผลิตได้ใน 1 ชั่วโมง ด้วยเหตุที่ไอน้ำที่มีประมาณเท่ากัน แต่มีอุณหภูมิและความดันต่างกัน จะมีพลังงานความร้อนไม่เท่ากัน จึงทำให้การบอกพิกัดไอน้ำแบบปอนด์ต่อชั่วโมงของไอน้ำไม่ค่อยถูกต้อง นักพิกัดหม้อไอน้ำจึงแสดงเป็นปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทผ่านพื้นผิวรับความร้อนในหน่วยบีทียูต่อชั่วโมงตัวเลขที่แสดงพิกัดของหม้อไอน้ำในหน่วยดังกล่าวเป็นตัวเลขที่มีจำนวนเลขหลายหลัก ASME จึงเสนอแนะให้ใช้ปริมาณความร้อนที่ได้รับครั้งละ 1000 บีทียูต่อชั่วโมงเป็นหน่วยใหม่ว่า กิโลบีทียูต่อชั่วโมง และอาจใช้ 1,000,000 บีทียูต่อชั่วโมงเป็นเมกกะบีทียูต่อชั่วโมง ความร้อนที่ถ่ายเทในกระบวนการไหลแบบสม่ำเสมอ (Steady-flow precess) จะมีค่าเท่ากับผลต่างของเอ็นทัลปีของของไหลทั้งสอง คือ

$$Q = [m_g \times (h-h_f) / 1000]$$

เมื่อ Q = พิกัดที่หม้อไอน้ำคิดจากความร้อนที่ได้รับ, กิโลบีทียูต่อชั่วโมง

m_g = มวลไอน้ำที่หม้อไอน้ำสามารถผลิตได้ต่อหน่วยเวลา, ปอนด์ต่อชั่วโมง

h = เอ็นทัลปีของไอน้ำ ณ สภาวะที่เป็นไอ, บีทียูต่อชั่วโมง

h_f = เอ็นทัลปีของน้ำเลี้ยงที่ป้อนเข้าหม้อไอน้ำ, บีทียูต่อชั่วโมง

หน่วยวัดพิกัดหม้อไอน้ำ ได้แก่

2.5.1 กำลังหม้อไอน้ำ (Boiler horsepower) เป็นหน่วยมาตรฐานที่ใช้บอกขนาดพิกัดหม้อไอน้ำ (ASME in 1889) ซึ่งมีค่าเท่ากับความร้อนที่ทำให้มวล 34.5 ปอนด์ กลายสภาพจากน้ำที่ $212^{\circ}F$ เป็นไอน้ำแห้งที่ $212^{\circ}F$ ที่ความดัน 1 บรรยากาศ (14.7 psia) ในเวลา 1 ชั่วโมง

1 กำลังหม้อไอน้ำ = 34.5 ×970.3 = 33,475 บีทียูต่อชั่วโมง (1 BHP = 33,475 BTU/h)
ค่าความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอ 970.3 บีทียู/ปอนด์

$$\text{กำลังม้าหม้อไอน้ำ} = \frac{m_s x(h - h_f)}{970.3 \times 34.5}$$

2.5.2 <u>แฟคเตอร์ของการระเหย</u> (Factor of evaporation) คือ อัตราส่วนระหว่างความร้อนที่น้ำเลี้ยงที่ไหลเข้าหม้อไอน้ำ 1 ปอนด์ ต่อค่าความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอน้ำ 1 ปอนด์ ที่อุณหภูมิ $212^{\circ}F$

$$\text{แฟคเตอร์ของการระเหย} = \frac{h - h_f}{970.3}$$

2.5.3 <u>การระเหยสมมูล</u> (Equivalent evaporation) หมายถึง มวลของน้ำต่อชั่วโมงที่สามารถดูดความร้อนและกลายเป็นไอน้ำที่ $212^{\circ}F$

$$\text{การระเหยสมมูล} = \frac{m_s x(h - h_f)}{970.3}$$

สำหรับบอกพิกัดหม้อไอน้ำขนาดเล็กๆ โดยทั่วไปยังคงใช้เป็น อัตรากำลังหม้อไอน้ำ (rate horsepower) โดยหม้อไอน้ำขนาดเล็กที่มีขนาด 1 กำลังม้าเทียบได้กับหม้อไอน้ำที่มีพื้นผิวรับความร้อน 10 ตารางฟุต ถ้าเปรียบเทียบโดยวิธีนี้ หม้อไอน้ำขนาดเท่ากันจะมีพื้นผิวรับความร้อนเท่ากัน ซึ่งในปัจจุบันพบว่าข้อเสียของการใช้พื้นที่ผิวรับความร้อนมาเปรียบเทียบกันทำให้เกิดความผิดพลาดในการเปรียบเทียบพิกัดหม้อไอน้ำ คือ หม้อไอน้ำในปัจจุบันมีเทคโนโลยีการออกแบบที่ดีกว่า จึงมีประสิทธิภาพสูงกว่า และใช้พื้นที่ผิวรับความร้อนน้อยกว่า 10 ตารางฟุต เมื่อมีกำลังผลิตไอน้ำ 1 กำลังม้าหม้อไอน้ำ

<u>ที่มาของข้อมูล</u>

1. พจน์ สัจจวาณิชย์, บริษัทบุญเยี่ยมและสหาย จำกัด, **หม้อไอน้ำในอุตสาหกรรม**
2. สุชัย ศศวิมลพันธุ์, ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, **เทคโนโลยีไอน้ำ**, พ.ศ.2526

2.6 สมรรถนะของหม้อไอน้ำ

การแสดงค่าสมรรถนะของหม้อไอน้ำ อาจพิจารณาค่าต่างๆ ดังนี้ คือ มวลของไอน้ำที่ผลิตได้, อัตราการเผาไหม้, ปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทผ่านพื้นที่ผิวรับความร้อนต่อชั่วโมง, เปอร์เซ็นต์ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปนมากับก๊าซไอเสีย, ปริมาณสารลุกไหม้ที่ปนกับขี้เถ้า, เปอร์เซ็นต์อัตราการผลิตไอน้ำของหม้อไอน้ำ (Boiler rating) และประสิทธิภาพรวม เป็นต้น

ประสิทธิภาพรวมของหม้อไอน้ำที่สภาวะการใช้งานใดๆ (Overall'efficiency) คือ อัตราส่วนระหว่างความร้อนที่ดูดกลืนโดยไอน้ำต่อพลังงานที่จ่ายโดยเชื้อเพลิง

$$e_b \frac{m_g x(h - h_f)}{m_f x(HHV)}$$

โดย e_b = ประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำ คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ ซึ่งประสิทธิภาพ เมื่อพิจารณารวมกับอุปกรณ์อื่นๆ ที่เป็นองค์ประกอบ ได้แก่ หม้อไอน้ำ, ซูเปอร์ฮีทเตอร์ เตาเผา, หลอดน้ำบุผนังเตา, เครื่องอุ่นอากาศ และอีโคโนไมเซอร์ (โดยทั่วไปแล้วหม้อไอน้ำจะมีประสิทธิภาพอยู่ระหว่าง 60-80%)

m_f = น้ำหนักของเชื้อเพลิงที่เผาไหม้ต่อชั่วโมง ; ปอนด์ หรือ ลูกบาศก์ฟุตต่อชั่วโมง

HHV = ค่าความร้อนสูงของเชื้อเพลิงที่เผาไหม้ ; บีทียูต่อปอนด์ หรือ บีทียูต่อลูกบาศก์ฟุต (สำหรับเชื้อเพลิงก๊าซ)

<u>ที่มาของข้อมูล</u>

1. พจน์ สัจจวาณิชย์, บริษัทบุญเยี่ยมและสหาย จำกัด, **หม้อไอน้ำในอุตสาหกรรม**
2. สุชัย ศศวิมลพันธุ์, ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, **เทคโนโลยีไอน้ำ**, พ.ศ.2526

2.7 ดุลความร้อนของหม้อไอน้ำ (Head balance of steam boiler)

ในการทำดุลความร้อนเป็นขั้นตอนที่ต้องพิจารณาเพื่อให้ทราบถึงปริมาณความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงว่าถูกนำไปใช้สำหรับกำเนิดไอน้ำและสูญเสียมากน้อยเพียงใด ซึ่งในการใช้หม้อน้ำให้มีประสิทธิภาพสูงเท่าที่จะทำได้นั้น อาจกระทำได้โดยการบำรุงรักษาหรือปรับแต่งค่าต่างๆ เช่น ปรับแต่งปริมาณเชื้อเพลิงกับอากาศ (Fuel-air ratio) ให้เหมาะสม จนได้การเผาไหม้เกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ ซึ่งสามารถตรวจสอบได้จากปริมาณส่วนประกอบของก๊าซไอเสีย การทำดุลความร้อนมักทำตามแบบฟอร์มของ ASME CODE ซึ่งมีทั้งแบบฟอร์มยาวและแบบฟอร์มสั้น แบบฟอร์มยาวจะประกอบด้วยการทำดุลความร้อนรายละเอียด 154 รายการ และแสดงการคำนวณทั้งในหม้อ

ไอน้ำและอุปกรณ์ต่างๆ ของหม้อไอน้ำ แต่สำหรับแบบฟอร์มสั้นนั้นก็สามารถแสดงการทำดุลความร้อนให้ได้ตามวัตถุประสงค์หลายๆ ประการ

ดุลความร้อนแบบฟอร์มสั้นแสดงพลังงานความร้อนเป็น 8 รายการ ผลรวมของความร้อนทั้ง 8 รายการจะมีค่าเท่ากับความร้อนสูงของเชื้อเพลิง ดุลความร้อนทั้ง 8 รายการมีดังนี้

ความร้อนที่ดูดกลืนโดยหม้อไอน้ำ

1. ความร้อนสูญเสียไปกับก๊าซไอเสียแห้ง
2. ความร้อนสูญเสียให้กับความชื้นในเชื้อเพลิง
3. ความร้อนสูญเสียเนื่องจากไอน้ำจากการเผาไหม้ของธาตุไฮโดรเจนที่มีอยู่ในเชื้อเพลิง
4. ความร้อนสูญเสียเนื่องจากไอน้ำจากเกิดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์
5. ความร้อนสูญเสียเนื่องจากไอน้ำจากความชื้นในบรรยากาศ
6. ความร้อนสูญเสียเนื่องจากไอน้ำจากสาเหตุอื่นๆ

<u>ที่มาของข้อมูล</u>

1. พจน์ สัจจวาณิชย์, บริษัทบุญเยี่ยมและสหาย จำกัด, **หม้อไอน้ำในอุตสาหกรรม**

ความร้อนดูดกลืนโดยเครื่องกำเนิดไอน้ำ

$$Q_1 = \frac{m_s \cdot \left(h - h_f\right)}{m_f} \quad \frac{Btu}{lb_{fuel}}$$

เมื่อ m_s = มวลของไอน้ำผลิตได้ $\frac{lb}{hr}$

m_f = มวลของเชื้อเพลิงที่ถูกเผาไหม้ $\frac{lb}{hr}$

h = เอ็นทัลปีจำเพาะในน้ำที่ผลิตได้ $\frac{Btu}{lb}$

h_f = เอ็นทัลปีจำเพาะของน้ำเลี้ยง $\frac{Btu}{lb}$

ความร้อนสูญเสียไปกับก๊าซไอเสียแห้ง

$$Q_2 = m_{dg} C_{p.g} \left(T_g - T_a \right) \quad \frac{Btu}{lb_{fuel}}$$

เมื่อ m_{dg} = มวลของก๊าซไอเสียที่ออกจากเตาหลังผ่านหม้อไอน้ำแล้ว $\frac{lb}{lb_{fuel}}$

$C_{p.g}$ = ความร้อนจำเพาะเฉลี่ยของก๊าซไอเสียมีค่าประมาณ 0.24 $\frac{Btu}{lb\,F}$

T_g = อุณหภูมิของก๊าซไอเสียที่ออกจากหม้อไอน้ำ R

T_a = อุณหภูมิของอากาศเข้าสู่เตา R

ความร้อนสูญเสียให้กับความชื้นในเชื้อเพลิง

$$Q_3 = m_{fuel} \left(h_v - h_f \right) \quad \frac{Btu}{lb_{fuel}}$$

เมื่อ m_{fuel} = มวลของความชื้นที่อยู่ในเชื้อเพลิง $\frac{lb}{lb_{fuel}}$

h_v = เอ็นทัลปีจำเพาะของไอน้ำในก๊าซไอเสีย $\frac{Btu}{lb}$

h_f = เอ็นทัลปีจำเพาะของความชื้นในรูปของเหลวในอุณหภูมิของเหลว ที่เข้าสู่เตา $\frac{Btu}{lb}$

ความร้อนสูญเสียเนื่องจากไอน้ำจากการเผาไหม้ธาตุไฮโดรเจนที่มีอยู่ในเชื้อเพลิง

$$Q_4 = 9H\left(h_v - h_f\right) \qquad \frac{\text{Btu}}{\text{lb}_{\text{fuel}}}$$

H=มวลของธาตุไฮโดรเจนที่มีอยู่ในเชื้อเพลิง $\qquad \frac{\text{lb}}{\text{lb}_{\text{fuel}}}$

ความร้อนสูญเสียเนื่องจากเกิดก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์

$$Q_5 = \left[\frac{CO}{\left(CO_2 + CO\right)}(10{,}160)\, m_c\right] \qquad \frac{\text{Btu}}{\text{lb}_{\text{fuel}}}$$

CO=เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตรของคาร์บอนมอนนอกไซด์

CO_2=เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตรของคาร์บอนไดออกไซด์ในก๊าซไอเสีย

m_c=มวลของคาร์บอนในเชื้อเพลิง $\qquad \frac{\text{lb}}{\text{lb}_{\text{fuel}}}$

ความร้อนสูญเสียเนื่องจากเชื้อเพลิงเผาไหม้ไม่หมด

$$Q_6 = \frac{14540\, m_r\, C_r}{m_f} \qquad \frac{\text{Btu}}{\text{lb}_{\text{fuel}}}$$

m_r=มวลของความชื้นที่ตกลงใต้ตะกรับเตา $\qquad \frac{\text{lb}}{\text{hr}}$

C_r=จำนวนคาร์บอนที่อยู่ในรีฟิวส์ $\qquad \frac{\text{lb}}{\text{hr}}$

ความร้อนสูญเสียเนื่องจากความชื้นในบรรยากาศ

$$Q_7 = m_v \cdot C_p \cdot \left(T_g - T_a\right) \qquad \frac{\text{Btu}}{\text{lb}_{\text{fuel}}}$$

m_v =มวลของความชื้นในรูปไอน้ำในบรรยากาศ

.=เปอร์เซ็นต์ความชื้นของอากาศ x ปริมาณไอน้ำอิ่มตัวขณะนั้น x ปริมาณอากาศ

แห้งที่ใช้ในการเผาไหม้ 1 lb ของเชื้อเพลิง

C_p =ความร้อนจำเพาะเฉลี่ยของไอน้ำจากอุณหภูมิ T_a ถึง T_g

$$.=0.45 \quad \frac{\text{Btu}}{\text{lb} - \text{R}}$$

ความร้อนสูญเสียเนื่องจากสาเหตุอื่น ๆ

$$Q_8 = (\text{HHV}) - \left(Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6 + Q7\right)$$

ความร้อนสูญเสียปริมาณนี้มีหลายสาเหตุ เช่น การแผ่รังสี การเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ของก๊าซไฮโดรเจน และไฮโดรคาร์บอน ซึ่งความร้อนจากสาเหตุเหล่านี้ มีวิธีการคำนวณที่ยุ่งยากซับซ้อนและมีค่าไม่มากนักซึ่งเรา เรียกว่าความร้อนที่ไม่อาจคำนวณได้ (Unaccounted for) เราสามารถหาได้จาก ผลต่างระหว่างค่าความร้อนสูงของเชื้อเพลิงกับความร้อนสูญเสีย Q1 ถึง Q7 ดังสมการข้างต้น

ปัจจัยในการพิจารณาเลือกหม้อไอน้ำ

เมื่อผู้ประกอบการมีความต้องการหม้อไอน้ำ ผู้ประกอบการควรพิจารณาปัจจัยสำคัญในการเลือกใช้หม้อไอน้ำดังต่อไปนี้

ก. ปริมาณไอน้ำ ผู้ประกอบการต้องการปริมาณไอน้ำที่โรงงานอุตสาหกรรมต้องการใช้ในขบวนการจริงๆซึ่งต้องสอดคล้องกับแผนการผลิตของโรงงานนั้นๆด้วย เช่น โรงงานมีแผนการผลิตที่ต้องการไอน้ำในปีแรก 1ตัน/ชั่วโมง ปีต่อมาต้องการไอน้ำปีละ 1 ตัน/ชั่วโมง ถ้าเป็นตามแผน 5 ปี โรงงานแห่งนี้จะมีความต้องการไอน้ำ5 ตัน/ชั่วโมง โดยไม่ซื้อหม้อไอน้ำขนาด 1 ตัน/ชั่วโมง

ว
ทว
๔๙๖
๐๖๙๑๐
๒๕๔๔
4740005
26 พ.ย. 2546
สำนักหอสมุด

ทุกปี 1ตัน เนื่องจากการซื้อไอน้ำปีละ 1 ตัว จะเสียค่าใช้มากกว่า นอกจากนี้เราต้องคำถึงประสิทธิภาพสูงสุด ณ จุดออกแบบของหม้อไอน้ำด้วย โดยทั่วไปหม้อไอน้ำปีละ1 ตัว จะเสียค่าใช้จ่ายมากกว่า นอกจากนี้เราก็ต้องคำนึงถึงประสิทธิภาพสูงระหว่าง 3/4 - 5/4 ของความสามารถสูงสุด ซึ่งการซื้อหม้อไอน้ำขนาด 5 ตัน/ชั่วโมง มาใช้ในปีแรก ๆ อาจใช้งานโดยระบบที่มีประสิทธิภาพไม่ค่อยดีนัก แต่อย่างไรก็ตามเมื่อปีต่อๆ ไปประสิทธิภาพการใช้งานก็จะดีขึ้น

ข. ชนิดของไอน้ำ โรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ มักมีกระบวนการผลิตแตกต่าง มักมีขบวนการผลิตแตกต่างกันออกไปตามผลิตภัฑ์ของโรงงาน ฉะนั้นกระบวนการผลิตเหล่านั้นต้องการไอน้ำชนิดใด เช่น อาจใช้ในน้ำอิ่มตัวไอน้ำยิ่งยวดเป็นต้น เนื่องจากชนิดของไอน้ำมีอิทธิผลต่อการเลือกหม้อไอน้ำ กล่าวคือหม้อไอน้ำแบบหลอดน้ำสามารถผลิตไอน้ำอิ่มตัว และ ไอน้ำยิงยวดได้ด้วย ถ้าโรงงานต้องการไอน้ำในการผลิตในสองชนิด ก็ต้องทราบว่าต้องการไอน้ำชนิดใดมากกว่ากันเช่น โรงงานต้องการไอน้ำทั้งสิ้น 5 ตัน/ชั่วโมง เป็นไอน้ำอิ่มตัว 4 ตัน/ชั่วโมง เป็นไอน้ำอิ่มตัว 4 ตัน/ชั่วโมง และ ไอน้ำยิ่งยวด 1 ตัน/ชั่วโมง อย่างนี้ก็ไม่ต้องการซื้อหม้อไอน้ำสองตัวแยกจากกัน เพียงแต่ซื้อหม้อไอน้ำชนิดผลิตไอน้ำอิ่มตัวขนาด 5 ตัน/ชั่วโมง 1 ลูก แล้วซื้ออุปกรณ์ซูเปอร์ฮีทเตอร์ที่สามารถผลิตไอน้ำร้อนยิ่งยวด ขนาด 1 ตัน/ชั่วโมง ประกอบเข้าไป 1 ชุด หรือในทางกลับกันเราอาจซื้อหม้อไอน้ำ ที่ผลิตไอน้ำร้อนยิ่งยวดขนาด 5 ตัน/ชั่วโมง มา 1ตัว แล้วติดอุปกรณ์ประเภทดีซูเปอร์ฮีเตอร์(Desuperheater) ขนาด 4 ตัน /ชั่วโมง จำนวน 1 ชุด ก็สามารถใช้งานได้ซึ่งอาจเลือกได้ตามความเหมาะสมที่จะต้องพิจารณาในหัวข้อต่อไป

ค. ชนิดของเชื้อเพลิง ในการพิจารณาซื้อหม้อไอน้ำ บัญหาเกี่ยวกับเชื้อเพลิงที่จะใช้เป็นตัวให้ความร้อนมีความสำคัญ และจำเป็นมาก การใช้เชื้อเพลิงชนิดไหนจะต้องซื้ออุปกรณ์เกี่ยวกับการเผาไหม้เชื้อเพลิงนั้นมาให้ถูกต้อง ถ้าซื้ออุปกรณ์มาผิดจะทำให้เกิดความยุ่งยากในการแก้ไขในภายหลัง โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเปลี่ยนการใช้เชื้อเพลิงแข็งมาเป็นเชื้อเพลิงเหลวบางครั้งการใช้ห้องเผาไหม้เดิมอาจไม่สามารถใช้งานได้ ทั้งๆเราต้องเสียค่าใช้จ่ายในการดัดแปลงมากก็ตาม การใช้เชื้อเพลิงชนิดใดต้องคำนึงถึงค่าความร้อน หรือ ค่าคาลอริฟิคของเชื้อเพลิงเทียบกับราคาต่อหน่วยของเชื้อเพลิงนั้น แต่อย่างไรก็ตามเชื้อเพลิงชนิดนั้นๆ ต้องมีปริมาณเพียงพอต่อการใช้และมีความแน่นอนต่อการจัดหา นอกจากนี้เราควรยังคำนึงถึงความสะดวกและค่าบำรุงอุปกรณ์เกี่ยวกับการเผาไหม้

ง. อายุการใช้งาน อายุการใช้งานหรือความทนทานในการใช้งานนั้น ในปัจจุบันหม้อไอน้ำสมัยใหม่อายุการใช้งานของหม้อไอน้ำแต่ละตัว อายุมากกว่า 10 ปีขึ้นไป เพราะชิ้นส่วนต่างๆ ของหม้อไอน้ำสามารถถอดเปลี่ยนได้เช่นเดียวกับรถยนต์ การที่หม้อไอน้ำจะมีอายุมากน้อยเพียงใดก็ขึ้นกับการบำรุงรักษาของผู้ใช้เป็นประการสำคัญ ฉะนั้นอายุการใช้งานที่จะต้องพิจารณาในการจัดซื้อก็คือ จะต้องทราบว่าโรงงานอุตสาหกรรมนั้นมีการผลิตเป็นช่วงเวลามากน้อยเพียงใด ถ้าเป็นการ

ลงทุนระยะสั้นเราอาจซื้อหม้อไอน้ำเก่าหรือหม้อไอน้ำที่ผ่านการใช้งานแล้วมาใช้งาน จะช่วยลดต้นทุนในการผลิตลงได้ เช่นโรงงานอุตสาหกรรมบางประเภทต้องการผลิตสินค้าอย่างหนึ่ง ต้องการใช้ไอน้ำตามแผนเพียงระยะ 3 ปี หลังจากนั้นเลิกผลิตเนื่องจากตลาดอิ่มตัวหรือไม่ต้องการชนิดนั้นแล้ว ถ้าเป็นแบบนี้เราควรซื้อของใช้แล้วมีประสิทธิภาพต่ำและสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง ตลอดจนต้องการการดูแลซ่อมแซมมากกว่าของใหม่

จ. ด้านเศรษฐศาสตร์การลงทุน เมื่อเราพิจารณาถึงปัจจัยในการพิจารณาทั้ง 4 ประการข้างต้นแล้ว สิ่งหนึ่งที่ผู้สั่งซื้อต้องคำนึงถึงมากก็คือ ต้นทนในการลงทุนหรือต้นทุนการผลิต แต่บางครั้งบัญหาเกี่ยวกับสภาวะแวดล้อมอาจเป็นปัจจัยที่ เราต้องนำการมาพิจารณาร่วมกับปัจจัยด้านเศรษฐศาตร์ด้วย กล่าวคือการใช้หม้อไอน้ำที่มีต้นทุนในการดำเนินงานต่ำอาจต้องเสียค่าใช้จ่ายในการบำบัดมลภาวะ มากกว่าการใช้หม้อไอน้ำที่ใช้ต้นทุนดำเนินการสูงกว่า เช่น การใช้หม้อไอน้ำที่ใช้เล้วแต่มีบัญหาด้านควันจากก๊าซไอเสีย และเขม่าซึ่งอาจเสียค่าใช้จ่ายรวมแล้วมากกว่าการใช้หม้อไอน้ำใหม่ที่มีประสิทธิภาพดี และ ไม่ก่อให้เกิดปัญหาด้านมลภาวะเป็นต้น

2.8 การแบ่งขนาดของหม้อไอน้ำ

โดยทั่วไปแล้วบริษัทผู้ผลิตหม้อไอน้ำจะแบ่งขนาดหม้อไอน้ำตามกำลังการผลิตไอน้ำ (Steam rate) หน่วยของกำลังการผลิตไอน้ำได้แก่ กิโลกรัมต่อชั่วโมง (kg/h), ปอนด์ต่อชั่วโมง (lb/h) และตันต่อชั่วโมง (kg/h) เป็นเกณฑ์ในการแบ่งขนาดหม้อไอน้ำ ขนาดของหม้อไอน้ำมีตั้งแต่กำลังการผลิตไอน้ำ 100 kg/h จนถึง 80,000 kg/h ส่วนใหญ่แล้วหม้อไอน้ำที่ใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิงในการเผาไหม้จะมีกำลังการผลิตไอน้ำไม่เกิน 30,000 kg/h โดยทั่วไปแล้วหม้อไอน้ำที่มีขนาดเล็ก (มีกำลังการผลิตไอน้ำไม่เกิน 100 kg/h) อาจใช้น้ำมันก๊าด, น้ำมันดีเซล และน้ำมันเตาเป็นเชื้อเพลิง ถ้าหม้อไอน้ำมีขนาดใหญ่กว่านี้ก็มักจะใช้น้ำมันเตาเป็นเชื้อเพลิง เนื่องจากหม้อไอน้ำขนาดใหญ่ขึ้น (กำลังการผลิตไอน้ำเพิ่มขึ้น) ทำให้ปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ในการเผาไหม้สูงขึ้นตามไปด้วย การที่จะใช้น้ำมันก๊าดและน้ำมันดีเซลเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงจะทำให้เสียค่าใช้จ่ายในการปฏิบัติการสูงกว่าการใช้น้ำมันเตามาก (น้ำมันก๊าดและน้ำมันดีเซลมีราคาสูงกว่าน้ำมันเตามาก ประมาณลิตรละ 3-4 บาท) เป็นเหตุให้โรงงานอุตสาหกรรมส่วนใหญ่เลือกใช้น้ำมันเตาเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงสำหรับหม้อไอน้ำ

2.9 น้ำมันเชื้อเพลิง

1. ชนิดของน้ำมันเชื้อเพลิง

เชื้อเพลิง คือ สารที่เมื่อเผาไม้กับออกซิเจนแล้วให้ความร้อนออกมา และสามารถหาได้ง่ายในราคาที่ไม่แพงเกินไป องค์ประกอบที่สำคัญของเชื้อเพลิงทุกชนิด คือ คาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน ไนโตรเจน กำมะถันและความชื้น คุณสมบัติของเชื้อเพลิงที่มีความสำคัญต่อการกำหนด

- ก๊าซเอลพีจี (L.P.G.) จะมีส่วนประกอบพวกโปรเพนและบิวเทนเป็นส่วนใหญ่เหมาะสำหรับใช้ในครัวเรือนหรือใช้อุปกรณ์การเผาไหม้ที่มีขนาดเล็ก

ตารางที่ 3.1 คุณสมบัติและการใช้งานของเชื้อเพลิงชนิดต่าง ๆ

ชนิดเชื้อเพลิง	ค่าความร้อน (กิโลแคลอรี่/กิโลกรัม)	การใช้งาน
เชื้อเพลิงแข็ง ถ่านหิน	4,500-7,500	หม้อไอน้ำ วัตถุดิบ ครัวเรือน อุตสาหกรรม
ลิคไนท์	3,000-5,000	หม้อไอน้ำ ครัวเรือน
ถ่านโค๊ค	6,000-7,000	ผลิตเหล็ก อุตสาหกรรม
ถ่านไม้	6,700-7,500	ครัวเรือน
ฟืน	3,000-4,000	ครัวเรือน
ชานอ้อย	2,600	หม้อไอน้ำ
แกลบ	3,400	หม้อไอน้ำ
เชื้อเพลิงเหลว น้ำมันเบนซิน	10,000-11,500	เครื่องยนต์แก๊สโซลีน
น้ำมันปิโตรเลียม น้ำมันดิบ	10,000-10,500	อุตสาหกรรม,เครื่องกำเนิดไฟฟ้า
น้ำมันก๊าด	10,500-11,000	หุงต้ม เครื่องไอพ่น
น้ำมันดีเซล	10,500-11,000	อุตสาหกรรม เครื่องยนต์ดีเซล หม้อไอน้ำ
น้ำมันเตา	10,000-10,600	หม้อไอน้ำ เครื่องยนต์ดีเซล อุตสาหกรรม
เชื้อเพลิงก๊าซ ก๊าซธรรมชาติ	9,000-12,000	ใช้เป็นวัตถุดิบ เครื่องกำเนิดไฟฟ้า หม้อไอน้ำ
ก๊าซปิโตรเลียมเหลว	24,000-32,000	อุตสาหกรรม ครัวเรือน รถยนต์ หม้อไอน้ำ

ที่มาของข้อมูล

1. ประเสริฐ เทียนนิมิตร, ขวัญชัย สินทิพย์สมบูรณ์,ปานเพชร ชินินทร, เชื้อเพลิงและสารหล่อลื่น, บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่น, พ.ศ. 2521.

2. สิ่งเจือปนในน้ำมันเชื้อเพลิง

สิ่งเจือปนในน้ำมันเชื้อเพลิงที่มีผลต่อการปฏิบัติการของหม้อไอน้ำที่อาจพบได้ คือ เถ้า (Ash), กำมะถัน (Sulfur), และน้ำ (Water)

2.1 เถ้า (Ash) เป็นสารอนินทรีย์ในน้ำมันดิบ ส่วนใหญ่จะเป็นสารประกอบของนิคเกิลหรือวานาเดียมในน้ำมันดีเซลจะมีไม่เกิน .01% ผลของเถ้าในน้ำมันคือเมื่ออุณหภูมิสูงถึง 500-600 ^{0}C ขี้เถ้าที่ติดตามท่อต่าง ๆ จะหลอมตัวทำให้เกิดการกัดกร่อนได้ ในกรณีนี้การใช้สารเคมีจำพวกแมกนีเซียมเติมในน้ำมันเตาจะช่วยหยุดการกัดกร่อนได้ โดยแปลงสภาพขี้เถ้าให้มีจุดหลอมตัวสูงขึ้นไปอีก การกัดกร่อนจึงจะน้อยลง

2.2 กำมะถัน (Sulfur) ปริมาณของกำมะถันจะขึ้นอยู่กับแหล่งของน้ำมันดิบและประเภทของน้ำมัน ในปัจจุบันน้ำมันดีเซลจะมีกำมะถันไม่เกิน 1.5% ส่วนในน้ำมันเตาจะมีกำมะถันไม่เกิน 3.5% กำมะถันในน้ำมันเมื่อเผาไหม้จะกลายเป็นซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ซึ่งซัลเฟอร์ไดออกไซด์สามารถรวมตัวกับออกซิเจนที่เหลือจากการเผาไหม้จะกลายเป็นซัลเฟอร์ไตรออกไซด์ .(SO_3) ซัลเฟอร์ไตรออกไซด์สามารถรวมตัวกับไอน้ำจากการเผาไหม้กลายเป็นกรดกำมะถัน (H_2SO_4) ในบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำกวาจุดกลั่นตัวของกรด (Acid dew point) ซึ่งปกติจะมีค่าประมาณ 180 ^{0}C การลดปัญหานี้สามารถทำได้โดยการใช้อากาศส่วนเกินน้อยที่สุด (Minimum excess air) ซึ่งสามารถจะช่วยลดปริมาณของซัลเฟอร์ไตรออกไซด์อันเป็นตัวที่ก่อให้เกิดกรดลงได้มาก นอกจากนี้ควรปรับอุณหภูมิปล่องก๊าซทิ้งให้มีอุณหภูมิสูงกว่า 180 ^{0}C ทั้งนี้เพื่อหลีกเลี่ยงการกลั่นตัวของน้ำกรด ไม่ให้กัดกร่อนโลหะชิ้นส่วนอุปกรณ์ได้

2.3 น้ำและตะกอน เป็นสิ่งเจือปนที่ไม่ต้องการในน้ำมันดีเซลกระทรวงพาณิชย์ฯ กำหนดให้มีได้ไม่เกิน 0.02% ในน้ำมันเตากระทรวงพาณิชย์ฯ กำหนดให้มีได้ไม่เกิน 1.5% เมื่อมีปริมาณน้ำเจือปน น้ำจะแยกตัวอยู่ส่วนล่างของน้ำมันเมื่อสะสมมีปริมาณมากพอถึงระดับหนึ่งจนถึงทางออกของถัง บริเวณท่อส่งน้ำมัน น้ำจะถูกปั๊มออกพร้อมกับน้ำมันเข้าห้องเผาไหม้ ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้เครื่องยนต์ดีเซลหรือหม้อไอน้ำดับได้ในที่สุด ในการป้องกันปัญหาที่อาจเกิดขึ้นได้ควรระบายน้ำซึ่งมีได้ในถังเก็บน้ำมันเป็นประจำ

ที่มาของข้อมูล

1. นครินทร์ สุรพงศ์ประภา, บริษัทเอสโซ่แสตนดาร์ดประเทศไทย จำกัด, ความรู้คือประทีป, ประจำเดือนกรกฎาคม-กันยายน พ.ศ. 2535.

3. การเลือกชนิดน้ำมันเชื้อเพลิงสำหรับหม้อไอน้ำอุตสาหกรรม

ในการเลือกชนิดน้ำมันเชื้อเพลิงในการนำมาใช้กับหม้อไอน้ำมีสิ่งที่ควรคำนึงถึง คือ ขนาดของหม้อไอน้ำ หม้อไอน้ำขนาดเล็กปริมาณการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงน้อยต้องการการเผาไหม้ที่สะอาดเหมาะที่จะเลือกใช้น้ำมันเชื้อเพลิงประเภทน้ำในเพื่อลดเขม่าอันเกิดจากการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ แต่หม้อไอน้ำขนาดกลางจนถึงขนาดใหญ่จะมีปริมาณการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงค่อนข้างมากเพื่อเป็นการ

ประหยัดในส่วนต้นทุนการผลิตจึงสามารถเลือใช้น้ำมันเชื้อเพลิงประเภทน้ำมันเตากลางและน้ำมันเตาหนักได้

ตารางที่ 2.2 แสดงคุณภาพและการใช้งานน้ำมันเชื้อเพลิงชนิดต่าง ๆ

ประเภท	ความหนืด cSt (Max)	จุดไหลเท C (Max)	กำมะถัน %wt (Max)	ตะกอนและน้ำ %volume (Max)	การใช้งาน
1. น้ำมันก๊าด	-	-	0.2	-	เผาไหม้ง่าย สะอาดและมีกำมะถันต่ำเหมาะกับโรงงานที่ต้องการความสะอาดในการเผาไหม้ เช่น การเผากระเบื้อง เคลือบ ถ้วยชาม เครื่องสุขภัณฑ์ หรือในการอบแห้ง
2. น้ำมันดีเซลหมุนเร็ว (IDO)	1.8-5 ที่ 40°C	10	1.0	0.05	เผาไหม้ได้ง่าย เขม่าและควันน้อยมาก โรงงานขนาดเล็กต้องการเผาไหม้ที่สะอาด
3. น้ำมันดีเซลหมุนช้า (IDO)	8 ที่ 40°C	16	1.5	0.20	เผาไหม้ได้ง่าย เขม่าและควันน้อยมาก โรงงานขนาดเล็กต้องการเผาไหม้สะอาด
4. น้ำมันเตาใส (LFO)	7-80 ที่ 40°C	24	3.0	1.00	อุณหภูมิอุ่นที่หัวเผา 70-90°C เผาไหม้ง่าย กำมันถันต่ำ โรงงานขนาดเล็กต้องการการเผาไหม้ที่สะอาด
5. น้ำมันเตากลาง	180	24	3.5	1.50	ต้องการระบบส่ง เช่น ปั๊ม

(MFO)	ที่ 50°C				ฮีทเตอร์ ไส้กรองอุณหภูมิที่หัวเผา 70-90°C โรงงานขนาดเล็กถึงปานกลาง
6. น้ำมันเตาหนัก (HFO)	280 ที่ 50°C	30	3.5	1.50	ต้องการระบบส่ง เช่น ปั๊ม ฮีทเตอร์ ไส้กรองอุณหภูมิที่หัวเผา 100-140°C โรงงานขนาดใหญ่

ที่มาของข้อมูล

1. นครินทร์ สุรพงศ์ประภา, บริษัทเอสโซ่แสตนดาร์ดประเทศไทย จำกัด, **ความรู้คือประทีป**, ประจำเดือน กรกฎาคม-กันยายน พ.ศ. 2535

4.วิธีการเก็บรักษาน้ำมันเชื้อเพลิง

1. <u>วิธีการเก็บรักษาน้ำมันเชื้อเพลิงที่ไม่ได้จำหน่ายขาย</u>

- *น้ำมันเชื้อเพลิงชนิดไม่น่ากลัวอันตราย* (มีจุดวาบไฟสูงกว่า 66°C)

  ก) ถ้ามีปริมาณไม่เกิน 10,000 ลิตร ไม่ต้องรับในอนุญาต

- *น้ำมันเชื้อเพลิงชนิดธรรมดา* (มีจุดวาบไฟสูงกว่า 23-66°C)

  ก) ถ้ามีปริมาณไม่เกิน 200 ลิตร ไม่ต้องรับใบอนุญาต

  ข) ถ้ามีปริมาณเกิน 200 ลิตร แต่ไม่เกิน 2,500 ลิตรต้องได้รับอนุญาตก่อน และต้องเก็บในสถานที่ซึ่งอยู่ไกลจากเรือนคนหรือเตาไฟหรือที่สำรับเก็บสินค้าต่าง ๆ อย่างน้อย 5 เมตร โดยรอบ

  ห้ามมิให้เก็บน้ำมันเชื้อเพลิงชนิดธรรมดา มีประมาณเกิน 2,500 ลิตร

- *น้ำมันเชื้อเพลิงชนิดน่ากลัวอันตราย* (มีจุดวาบไฟสูงกว่า 23°C)

  ก) ถ้ามีปริมาณไม่เกิน 200 ลิตร ไม่ต้องรับใบอนุญาต แต่ต้องบรรจุไว้ในสิ่งที่ทำด้วยแก้วหรือโลหะ ซึ่งปิดไว้เรียบร้อย ต้องมีป้ายปิดไว้ให้อ่านได้ง่ายบอกชนิดน้ำมันและให้มีคำว่า "ไวไฟ"

  ข) ถ้ามีปริมาณเกิน 200 ลิตร แต่ไม่เกิน 2,500 ลิตรต้องได้รับอนุญาตก่อน และต้องปฏิบัติตามข้อ ก) และต้องเก็บในสถานที่ซึ่งอยู่ไกลจากเรือนคนหรือเตาไฟหรือที่สำรับเก็บสินค้าต่าง ๆ อย่างน้อย 10 เมตร โดยรอบ

  ห้ามมิให้เก็บน้ำมันเชื้อเพลิงชนิดน่ากลัวอันตราย มีประมาณเกิน 2,500 ลิตร

<u>หมายเหตุ</u> ในกรณีที่จะต้องเก็บน้ำมันรเชื้อเพลิงธรรมหรือชนิดน่ากลัวอันตรายไว้ในที่ใกล้กับสถานที่ซึ่งต้องใช้น้ำมันนั้นเพื่อประโยชน์ หรือสะดวกแก่การอุตสาหกรรม หรือการค้าขายอย่าง

ใด เมื่อไม่มีที่เก็บซึ่งมีระยะห่างไกลโดยรอบตามที่กำหนดไว้ข้างต้นแล้ว ก็จะสามารถเก็บน้ำมันเชื้อเพลิงไว้ได้แต่ต้องมีประมาณไม่เกิน 2,500 ลิตร และต้องปฏิบัติตามนี้

ก) ต้องเก็บไว้ในบ่อซึ่งทำด้วยคอนกรีต มีโครงเหล็กหรือถังเหล็กฝังลงไปในพื้นดินและมีที่ปิดมิดชิด ข่อหรือถังต้องมีปล่องอากาศ, ตะแกรงปิดปล่อง

ข) เก็บไว้ในห้องที่สร้างด้วยอิฐหรือคอนกรีต หรือหิน หลังคา และเพดาน (ต้องทำด้วยวัตถุที่ไม่เป็นเชื้อเพลิง)

2. <u>วิธีการเก็บรักษาน้ำมันเชื้อเพลิงสำหรับจำหน่ายขาย</u>

- *น้ำมันเชื้อเพลิงชนิดไม่น่ากลัวอันตราย* (มีจุดวาบไฟสูงกว่า 66 °C)

ก) ถ้ามีปริมาณไม่เกิน 10,000 ลิตร ไม่ต้องรับใบอนุญาต

- *น้ำมันเชื้อเพลิงชนิดธรรมดา* (มีจุดวาบไฟอยู่ระหว่าง 23-66 °C)

ก) ถ้ามีปริมาณไม่เกิน 500 ลิตร ไม่ต้องรับใบอนุญาต

ข) ถ้ามีปริมาณเกิน 500 ลิตร แต่ไม่เกิน 5,000 ลิตร ต้องได้รับอนุญาตก่อนและต้องเก็บไว้ในห้องเก็บน้ำมันเชื้อเพลิงที่มีผนังและพื้นต้องทำด้วยหิน ซีเมนต์คอนกรีต เหล็กหรืออิฐ หลังคาและเพดาน (ต้องทำด้วยวัตถุที่ไม่เป็นเชื้อเพลง) และตั้งอยู่ห่างจากเตาไฟอย่างน้อย 3 เมตรโดยรอบ

ค) ถ้ามีปริมาณเกิน 5,000 ลิตรขึ้นไป ที่ไม่ได้เก็บไว้ในถังใหญ่ ต้องได้รับอนุญาต (ต้องทำแผนผังสถานที่เก็บน้ำมันเชื้อเพลิงและแผนที่แสดงฐานะ และลักษณะของโรงเรียนซึ่งอยู่ภายในระยะ 50 เมตรโดยรอบมาด้วย) รอบที่เก็บน้ำมันนั้นต้องพูนดินยกขึ้นเป็นคัน (โดยมีระยะห่างจากเตาไฟอย่างน้อย 20 เมตรโดยรอบ) ภายในคันดินจะต้องบรรจุน้ำมันได้หมดตามปริมาณน้ำมันที่เก็บไว้ ท่อน้ำที่ออกจากคันดินต้องมีบานกั้น หรือประตูจะเปิดเฉพาะเพื่อให้น้ำไหลออกเท่านั้น

- น้ำมันเชื้อเพลิงชนิดน่ากลัวอันตราย (มีจุดวาบไฟต่ำกว่า 23° C)

ก) ถ้ามีปริมาณไม่เกิน 300 ลิตร ไม่ต้องรับใบอนุญาต แต่ต้องเก็บไว้ในห้องเก็บน้ำมันเชื้อเพลิงที่มีผนังและพื้นต้องทำด้วยหิน ซีเมนต์คอนกรีต เหล็กหรือ อิฐ หลังคาและเพดาน (ต้องทำด้วยวัตถุที่ไม่เป็นเชื้อเพลิง) และตั้งอยู่ห่างจากเตาไฟอย่างน้อย 3 เมตรโดยรอบ ต้องเตรียมทรายไว้สำหรับดับเพลิง

ข) ถ้ามีปริมาณเกิน 300 ลิตร แต่ไม่เกิน 1,000 ลิตร ต้องเก็บไว้ในถังเหล็กผังจมอยู่ใต้ดินหรือห้องที่เก็บน้ำมันโดยเฉพาะ

ค) ถ้ามีปริมาณเกิน 1,000 ลิตร ที่ไม่ได้เก็บไว้ในถังใหญ่ ต้องได้รับอนุญาต (ต้องทำแผนผังสถานที่เก็บน้ำมันเชื้อเพลิง และแผนที่แสดงฐานะและลักษณะของโรงเรือนซึ่งอยู่ภายในระยะ 50 เมตรโดยรอบมาด้วย) รอบที่เก็บน้ำมันนั้นต้องพูนดินยกขึ้นเป็นคัน (โดยมีระยะห่างจากเตาไฟอย่าง

มากออกสู่บรรยากาศ โดยที่ปริมาณของ SO_2 ในบรรยากาศ จะเกี่ยวข้องกับการเกิดโรคหลอดลมอักเสบเรื้อรัง

2. เกิดจากกระบวนการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งมีการระบายฝุ่นละออง ก๊าซ และไอระเหย ประเภทต่าง ๆ ออกสู่บรรยากาศ ซึ่งขึ้นอยู่กับประเภทของอุตสาหกรรม เช่น ฝุ่นละอองจากการโม่บดย่อยหิน โรงงานถลุงแร่ต่าง ๆ ก็จะมี SO_2 ออกมาก

1.2. มาตราการในการควบคุมอากาศเสีย

มาตรการควบคุมโรงงานอุตสาหกรรมและสถานประกอบการ

1. โดยที่เข้มงวดในการออกใบอนุญาตตั้งปละประกอบกิจการตรงงานจะต้องมีการควบคุมมลพิษทางอากาศ

2. กำหนดมาตรฐานอากาศเสียที่ยินยอมให้ระบายออกสู่บรรยากาศ

3. การจัดวางผังเมืองเพื่อแยกอุตสาหกรรมออกจากแหล่งชุมชน

4. ส่งเสริมและสนับสนุนให้ใช้เชื้อเพลิงที่มีมลพิษน้อย เช่น ก๊าซธรรมชาติ

5. ควบคุมคุณภาพเชื้อเพลิง โดยที่ลดปริมาณสารกำมะถันในน้ำมันเตาและในถ่านลิกไนต์

2. มลพิษทางน้ำ [2]

น้ำเสียที่เกิดจากน้ำมันนั้นเกิดจากน้ำมันดิลและน้ำมันเบนซินรั่วไหลย่อมมีผลแตกต่างกัน นอกจากนั้นยังขึ้นกับสภาพแวดล้อม เช่น คลื่นลมและกระแสน้ำ

2.1 สาเหตุของน้ำเสีย อาจมีสาเหตุมาจาก

1. น้ำมันที่รั่วนันเนรไปคลุมผิวน้ำทำให้ออกซิเจนในอากาศไม่สามารถถ่ายเทเข้าไปแทนที่ออกซิเจนในน้ำที่สัตว์น้ำนำไปได้ ทำให้บริเวณนั้นเกิดการขาดออกซิเจน ถ้าสัตว์น้ำถูกกักอยู่ในบริเวณนี้นานสัตว์น้ำพวกนี้ก็จะตาย และยังมีโทษต่อสัตว์ปีก เช่น นก เนื่องจากน้ำมันจะติดเคลือบจนนกเอาไว้ ทำให้ไม่สามารถบินได้ ปัญหาต่าง ๆ ที่กล่าวมานั้นส่วนใหญ่เป็นพวกน้ำมันหนัก เช่น น้ำมันดิบ น้ำมันเตา น้ำมันพวกนี้ไม่สามารถระเหยได้ง่าย ส่วนน้ำมันชนิดเบาที่มีจุดเดือดต่ำ เช่น เบนซิน จะไม่มีปัญหาเพราะอัตราการระเหยเร็วมาก

2.2 วิธีการแก้ไขและกำจัดน้ำมันที่ทำให้น้ำเสีย มี 6 วิธีได้แก่

1. วิธีปล่อยให้ลมพัดระเหยไป วิธีนี้จะใช้กับน้ำมันที่มีจุดเดือนต่ำมาก เช่น เบนซิน, โซล่า แต่วิธีนี้อาจทำให้เกิดเพลิงไหม้ได้ง่าย ต้องใช้ความระมัดระวังเป็นพิเศษ

2. วิธีเผาคราบน้ำมันทิ้ง วิธีนี้ต้องใช้การพิจารณาอย่างรอบคอบ มักทำให้มหาสมุทรหรือทะเลลึกซึ่งไม่มีบ้านเมืองอยู่ใกล้เคียง

3. วิธีทำให้คราบน้ำมันจมและตกตะกอน โดยใช้ทรายแห้งโรยไปบนผิวน้ำมันที่ข้น แต่วิธีนี้จะเป็นอันตรายต่อสัตว์ทะเล ซึ่งปัจจุบันเลิกใช้แล้ว

4. วิธีตักขึ้น วิธีนี้ทำได้ยากมาก เพราะในขณะที่น้ำมันหกลงในน้ำนั้นคราบน้ำมันจะแผ่ขยายตัวออกไปอย่างรวดเร็ว และมีผิวบางมาก จึงยากแก่การตักขึ้น ดังนั้นจึงใช้เครื่องมือที่ทำให้น้ำมันมารวมกัน โดยทำเป็นริ้วกั้นน้ำมัน Oil Spill Boom ใช้เครื่องมือตักพิเศษที่เรียกว่า Skimmer (เครื่องตักผิวน้ำมัน) ซึ่งยังต้องมีปั๊มดูดน้ำมันออกจากเครื่องตักผิวน้ำมันอีกทีหนึ่ง

5. วิธีใช้วัสดุดูดซึม ใช้วัสดุบางชนิดดูดซึมน้ำมันขึ้นมา เช่น ฟาง กาบมะพร้าว แต่มีข้อเสียคือวัสดุเหล่านี้จะดูดน้ำยิ่งกว่าดูดน้ำมัน จึงมีการคิดค้นใช้วัสดุดูดซึม (Absorbent) ที่ดูดเฉพาะน้ำมัน วิธีนี้ใช้ในกรณีที่น้ำมันลอยอยู่ตามชายฝั่ง และยากแก่การกำจัดด้วยวิธีอื่น

6. วิธีทำลายโดยใช้สารเคมี [3] การที่น้ำมันเกาะตัวรวมกลุ่มอยู่ในน้ำได้ เนื่องจากน้ำมันส่วนที่หนืดมีแรงตึงผิวมากกว่าน้ำการทำให้น้ำมันแตกกระจายตัวออกไป ทำโดยการบดความแตกต่างของแรงตึงผิวโดยใช้สารเคมีประเภทดิสเปอร์แซนท์ (Dispersant) เมื่อฉีดลงไปบนคราบน้ำมันแล้ว จะทำให้แรงตึงผิวของน้ำมันมีค่าใกล้เคียงกับน้ำทะเล คราบน้ำมันจะถูกคลื่นตีแตกกระจายจนเป็นหยดเล็กและแยกออกจากกัน โดยที่ปริมาณของน้ำทะเลมีมากกว่าน้ำมันความเข้มข้นของน้ำมันจึงลดลงอย่างรวดเร็ว

สารเคมีที่ใช้แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ ประเภทที่ละลายได้ในตัวละลายไฮโดรคาร์บอน และประเภทที่ละลายได้ในน้ำ การกำจัดคราบน้ำมันทำได้โดยการพ่นสารเคมีลงบนทราบน้ำมันจะพ่นจากเครื่องบินหรือเรือนั้นขึ้นกันเนื้อที่และตำแหน่งของคราบน้ำมันในทะเล สิ่งสำคัญที่จะต้องคำนึงถึงก็คือ จะต้องรีบกระทำก่อนที่คราบน้ำมันจะมีความหนืดมากขึ้น หรือเกิดเป็นอิมัลชั่น ซึ่งจะทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานของสารเคมีลดลง การใช้สารเคมีจะต้องมีความระมัดระวัง เนื่องจากถ้ามีการสะสมของสารเคมีในบริเวณใดบริเวณหนึ่งมากเกินไป ความเข้มข้นของสารเคมีอาจทำอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต

สำหรับวิธีการกำจัดน้ำมันดังกล่าวทั้ง 6 ข้อนั้น ต้องดัดแปลงให้เข้ากับสภาพของท้องถิ่นโดยพยายามมาใช้ประโยชน์จากสภาพแวดล้อมขณะนั้นให้มากที่สุด

3. มลพิษทางดิน[4]

3.1 สาเหตุของเดินเสีย อาจมีสาเหตุมาจาก

1. การฝังน้ำมันลงในดิน
2. การเผาน้ำมันบนพื้นดิน
3. การทำแลนด์ฟาร์ม

3.2 วิธีการแก้ไขดินเสีย มีดังนี้

1. หลีกเลี่ยงการฝังน้ำมันในดิน
2. ถ้าต้องการเผาทำลายน้ำมัน ควรเผาในเตาเผาแทนที่จะเผาบนพื้นดินโดยตรง

3. บริเวณรอบสถานที่เก็บน้ำมันเชื้อเพลิงควรล้อมด้วยกำแพงแทนที่จะใช้ดันดิน

ที่มาของข้อมูล

1. ความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม, ปีที่ 1 ประจำเดือน ตุลาคม – ธันวาคม 2534

2. บริษัทเอสโซ่แสตนดาร์ดประเทศไทย จำกัด , ความรู้คือประทีป, ประจำเดือน กรกฎาคม – กันยายน 2520

3. บริษัทเอสโซ่แสตนดาร์ดประเทศไทย จำกัด , ความรู้คือประทีป, ประจำเดือน กรกฎาคม – กันยายน 2535

4. บริษัทเอสโซ่แสตนดาร์ดประเทศไทย จำกัด , ความรู้คือประทีป, ประจำเดือน มกราคม – มีนาคม 2534

2.10 ถ่านหิน ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิงที่เป็นของแข็ง เกิดจากการเน่าเปื่อยของพืชและสัตว์เป็นเวลาหลายล้านปี ถ่านหินใช้เป็นเชื้อเพลิงหลักของอุตสาหกรรมแทบทุกชนิด เช่น ในอุตสาห-กรรมถลุงโลหะ หล่อหลอมโลหะเป็นเชื้อเพลิงของเตาหม้อน้ำของโรงจักรไอน้ำด้วยสำหรับโรงจักรไอน้ำขนาดใหญ่ในประเทศไทย ที่ใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิงในการต้มน้ำ คือ โรงจักรแม่เมาะ จังหวัดลำปาง และโรงจักรกระบี่ จังหวัดกระบี่

ส่วนประกอบถ่านหินนอกจากจะประกอบด้วย ส่วนประกอบหลักของเชื้อเพลิงทั่งไป คือ คาร์บอน, ไฮโดรเจน, ออกซิเจน, กำมะถันและความชื้น แล้วยังประกอบด้วยส่วนสำคัญอีกอย่างหนึ่ง คือ สารอนินทรีย์ซึ่ง เกิดประปนอยู่กับถ่านหินทุกชนิด ประกอบด้วย แร่ธาตุบางชนิดสะสมอยู่ในเนื้อถ่านหิน ตั้งแต่ระยะเริ่มแรกของการเกิด ตัวอย่างของสารอนินทรีย์นี้จะกลายเป็นแสลกจับอยู่ภายในเตา ทำให้การถ่ายเทความร้อนเป็นไปไม่สะดวก เกิดปัญหาในการบำรุงรักษา

ถ่านหินที่ได้มาจากเหมือนมีขนาดเล็กเป็นฝุ่น จนถึงขนาดก้อนใหญ่ๆ ดังนั้นอุปกรณ์ที่ใช้ในการเผาถ่านหินในเตา จึงแตกต่างตามขนาดและชนิดของถ่านหิน

ถ่านหินขนาดเล็กมีสารไม่บริสุทธิ์ปนอยู่มาก ฉะนั้นค่าความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้ถ่านหิน ละเอียดนั้นจะมีค่าน้อยกว่าถ่านหินที่มีขนาดใหญ่ แต่เมื่อเทียบตามราคา ถ่านหินขนาดเล็กจะมีราคาถูกกว่าขนาดใหญ่

ชนิดของถ่านหิน

การแบ่งชนิดของถ่านหินปรกติจะแบ่งตามความอ่อนแก่คือ วัดจากการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของถ่านหิน ที่เกิดจากการสะสมตัวเน่าเปื่อยของพันธุ์ไม้จนกระทั่งถูกทับถมและบีบกดในระยะเวลาอันยาวนาน ทำให้ถ่านหินมีการแก่ตัวยิ่งขึ้น สภาพเหล่านี้จะทำให้ปริมาณธาตุคาร์บอนของถ่านหินมี

ค่าเพิ่มขึ้นปริมาณธาตุ ไฮโดรเจน และอ๊อกซิเจนลดลง ปริมาณของสารระเหิดและความชื้นลดลง และความร้อนเพิ่มขึ้น

2.10.1 แอนทราไซด์

เป็นถ่านหินที่มีคุณสมบัติที่จะเป็นเชื้อเพลิงดีที่สุด มีอายุนานที่สุด คือมากกว่า 200 ล้านปีขึ้นไปมีความแข็งมาก สีดำติดไฟยากถ้าอุณหภูมิไม่สูงพอ ติดไฟมีเปลวและควัน น้อยมาก ประกอบด้วยคาร์บอน 92 – 94 % ไฮโดรเจน 3.0 - 4.0 % ออกซิเจน 3.4 – 4.5 % สารระเหิดต่ำกว่า 10 % ความชื้นต่ำกว่า 2 % ค่าความร้อนสูงกว่า 16,000 บี ที ยู / ปอนด์ ปรกติใช้ผลิตไอน้ำ และ เผาให้ความร้อน

2.10.2 บิทูมินัส

เป็นถ่านหินชั้นรองมาจากแอนทราไซด์ เมื่อเกิดติดไฟมีเปลว สีเหลือง ประกอบไปด้วย คาร์บอน 75 – 90 % ไฮโดรเจน 4.5 – 5.5 % ออกซิเจน 20 – 35 % สารระเหิด 13 - 45 % ความชื้น 5 – 20 % ค่าความร้อน 12,000 – 16,000 บี ที ยู / ปอนด์ ปรกติใช้ถ่านโค๊ก ผลิตแก๊ส และใช้ตามบ้าน

2.10.3 ลิกไนท์

เป็นถ่านหินคุณภาพต่ำที่ยังพอใช้เป็นเชื้อเพลิงในงานอุตสาหกรรมได้ มีขี้เถ้ามากประกอบไปด้วย คาร์บอน 60 – 75 % ไฮโดรเจน 5 – 10 % อ๊อกซิเจน 20 – 35 % สารระเหิดเกินกว่า 45 % ความชื้น 20 - 60 % ค่าความร้อน 10,000 - 12,000 บี ที ยู / ปอนด์ ใช้เป็นเชื้อเพลิงในการเผาไหม้

คุณสมบัติอีกประการหนึ่งของถ่านหินชนิดลิกไนท์ที่ควรกล่าวถึงคือ การติดไฟได้เองและการแตกเป็นก้อนเล็กละเอียดเมื่อเก็บไว้นานๆ สาเหตุที่ถ่านหินลิกไนท์ ติดไฟได้เอง เป็นเพราะเมื่ออ๊อกซิเจนทำปฏิกิริยากับสารประกอบบางอย่างในถ่านหินลิกไนท์ ทำให้เกิดความร้อนจนลุกไหม้ขึ้น การติดไฟได้เช่นนี้ เนื่องจากการเก็บถ่านหินลิกไนท์ไว้เป็นระยะเวลานานลิกไนท์จะสูญเสียความชื้นในตัวไปเรื่อยๆ ทำให้แตกออกเป็นก้อนเล็กละเอียดที่สุดและในระหว่างนี้ปฏิกิริยาการเติมอ๊อกซิเจนจะรุนแรงยิ่งขึ้น จนความร้อนมีมากพอที่จะลุกไหม้ได้

ดังนั้นในการเก็บลิกไนท์ไว้เป็นระยะเวลานานๆ ต้องเก็บไว้ให้ถูกวิธี และวิธีหนึ่งที่ใช้อยู่ในประเทศไทย คือคอยตรวจสอบอุณหภูมิและความชื้นเสมอ ถ้าความชื้นน้อยกว่าพิกัดจะมีการเติมความชื้นเข้าไป

2.11 ถ่านหินในประเทศไทย

ถ่านหินที่พบ ในประเทศไทยเป็นปริมาณมาก ส่วนใหญ่เป็นชนิดลิกไนท์ ที่มีอายุไม่เกิน 60 ล้านปี ส่วนถ่านหินคุณภาพสูงชนิด บิทูมินัส และแอนทราไซด์ ยังไม่มีการพบในปริมาณมากเพียงพอแต่ร่องรอยในการกำเนิดบ้างเท่านั้น

แหล่งที่มีการค้นพบ ลิกไนท์และมีการนำมาใช้ในปัจจุบันคือ

2.11.1 แหล่งลิกไนท์กระบี่ ตั้งอยู่ที่บ้านปูดำ อำเภอเมือง จังหวัดกระบี่ การสำรวจทำไปแล้ว พบว่ามีปริมาณลิกไนท์ 4 ล้านตัน เกิดอยู่ในชั้นดินไม่มากนัก ลิไนท์แหล่งนี้มีส่วนเสียที่มีปริมาณกำมะถันสูง

ในปัจจุบันได้มีการทำเหมืองโดยวิธีใช้เหมืองเปิด ใช้รถตักลิกไนท์ขึ้นบรรทุกรถยนต์เพื่อนำไปสู่โรงไฟฟ้า วันละประมาณ 800 ตัน ลิกไนท์จากแหล่งนี้ใช้เฉพาะการผลิตไอน้ำ แก่โรงไฟฟ้า นอกจากนี้ไม่ปรากฏว่าได้ใช้ในกิจการอื่น ๆ อีก

2.11.2 แหล่งลิกไนท์แม่เมาะ ตั้งอยู่ที่ อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง จากการสำรวจประมาณว่ามีลิกไนท์ไม่น้อยกว่า 120 ล้านตัน ชั้นถ่านหินหนา 27 - 30 เมตร

ในปัจจุบันการทำเหมืองถ่านหินโดยวิธีเหมืองเปิด ผลิตถ่านหินออกประมาณวันละประมาณ 600 ตัน และอาจเพิ่มปริมาณผลิตวันละ 1,200 - 1,300 ตันได้หากมีความต้องการเพิ่มขึ้น ลิกไนท์ที่ผลิตได้ใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับการผลิตไอน้ำของโรงไฟฟ้าแม่เมาะ ซึ่งเป็นโรงไฟฟ้าที่ใหญ่ที่สุดของไทย

2.11.3 แหล่งลิกไนท์ลี้ ตั้งอยู่ที่ บ้านดงดำ อำเภอลี้ จังหวัดลำพูน จากการสำรวจพบว่ามีลิกไนท์ 15 ล้านตัน เกิดอยู่กับชั้นหินน้ำมัน คุณสมบัติทั่ว ๆไปของลิกไนท์แหล่งนี้อยู่ที่ขั้นดีอาจนำไปผลิตเชื้อเพลิงพิเศษชนิดก้อนได้

ในปัจจุบันการทำเหมือนผลิตลิกไนท์จำหน่ายแก่โรงบ่มยาสูบทางภาคเหนือ ในปริมาณไม่มาก นอกจากนี้แล้วยังไม่มีการผลิตใช้ในกิจการ อื่นๆ

2.11.4 แหล่งลิกไนท์แม่ตีบ อยู่ที่ ตำบลแม่ตีบ อำเภองาว จังหวัดลำปาง แหล่งแร่นี้เกิดรวมกับหินน้ำม ส่วนใหญ่จะแทรกอยู่ระหว่างชั้นของหินน้ำมัน คุณภาพโดยทั่วไปอยู่ในเกณฑ์ดีมาก โดยมีปริมาณขี้เถ้า และ กำมะถันต่ำ ปัจจุบันยังอยู่ระหว่างการสำรวจหาปริมาณลิกไนท์ แต่ในขณะเดียวกันก็มีการผลิตลิกไนท์ออกโดยใช้ประโยชน์ด้วย โดยผลิตออกใช้ในการบ่มยาสูบในปริมาณวันละ 30 - 40 ตัน

2.12 การวิเคราะห์ถ่านหิน

การวิเคราะห์ถ่านหินกระทำขึ้นเพื่อหาคุณสมบัติของถ่านหินคือ ความชื้น สารระเหิด แอสคาร์บอน และค่าความร้อน

2.12.1 การวิเคราะห์หาความชื้น ทำได้โดยการนำเอาถ่านหินใหม่หนักประมาณ 2 – 5 ปอนด์ ใส่บนจานซึ่งทราบน้ำหนัก และวางอยู่ในบริเวณที่แห้งมีอุณหภูมิ 150°F เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ในลักษณะดังกล่าวความชื้นของถ่านหินจะสูญเสียไป ภายหลังเมื่อครบเวลาที่กำหนดแล้วนำเอาถ่านหินจำนวนเดิมมาชั่ง เพื่อเปรียบเทียบน้ำหนักก่อนที่จะทิ้งไว้ให้แห้ง น้ำหนักที่ถ่านหินลดลงคือปริมาณความชื้นของถ่านหิน

2.12.2 การวิเคราะห์หาสารระเหิด ทำได้โดยบรรจุถ่านหินผงประมาณ 1 กรัม ลงในเบ้าซึ่งถูกเผาด้วยตะเกียงบุนเซ่นที่อุณหภูมิ 1700 $^{\circ}$ F เป็นเวลา 7 นาที หลังจากนั้นนำเอาถ่านหินจำนวนดังกล่าวมาชั่งน้ำหนักที่ลดลง คือ น้ำหนักของสารที่ระเหิดที่ปนอยู่ในถ่านหิน

2.12.3 การวิเคราะห์หาแอส ทำได้โดยการชั่งถ่านหินผงประมาณ 1 ถึง 2 กรัมโดยตาชั่งอย่างละเอียดบรรจุลงในเบ้ากระเบื้องแล้วนำเข้าไปอบในเตาไฟฟ้า จนกระทั่งถ่านหินกลายเป็นสีแดงเป็นเวลา 12 ถึง 24 ชั่งโมงซึ่งแล้วแต่ชนิดของเตาที่ใช้ ในลักษณะเช่นนี้การเผาไหม้ที่เกิดขึ้นจะเป็นไปอย่างสมบูรณ์และกากที่เหลืออยู่ในถ้วยกระเบื้องคือ แอส

2.12.5 การวิเคราะห์หาคาร์บอน ในการวิคราะห์ถือว่าเปอร์เซ็นต์ของถ่านหินที่เหลือจากการลบค่าความจุของความชื้น สารระเหิด และ แอสออกคือ ปริมาณของหาคาร์บอน

2.12.6 การวิเคราะห์หาค่าความร้อน กระทำโดย การเผาถ่านหินจำนวนหนึ่ง ซึ่งทราบค่าน้ำหนัก ภายในบอมคาลอรี่มิเตอร์ ซึ่งภาชนะปิดสนิท ภายในบรรจุด้วยอ๊อกซิเจนที่ความดัน 300 ปอนด์ / ตารางนิ้ว เมื่อเผาถ่านหิน ในบอมคาลอรี่มิเตอร์นี้อ๊อกซิเจนที่มีอยู่ใน บอมคาลอรี่มิเตอร์จะหายไปกลายเป็นคาร์บอนไดอ๊อกไซด์ และสารประกอบอย่างอื่นวัดอุณหภูมิในบอมคาลอรี่มิเตอร์ที่เพิ่มขึ้นโดยให้ละเอียดถึง 0.01 ถึง 0.02 องศาเซลเซียสค่าความร้อนที่ได้เป็นปริมาณความร้อนจากค่าความร้อนของถ่านหินจำนวนนั้น

2.13 คุณสมบัติของขี้เถ้าถ่านหิน เนื่องจากถ่านหินมีบทบาท เป็นอย่างมากต่อการทำงานของเตาหม้อน้ำ เช่น การทำให้ความดันของลมที่ส่งผ่านเตาสูญเสียเกินความจำเป็น การที่ผิวรับความร้อนของหม้อน้ำที่อุณหภูมิสูงเกินไปหรือเสียหาย ดังนั้นจึงต้องมีการวิเคราะห์และศึกษาถึงคุณสมบัติของขี้เถ้าถ่านหิน เช่น ส่วนประกอบทางเคมี ความหนืด โอกาสที่จะรวมตัวกันเป็นก้อน และ คุณสมบัติในการแตกตัว เป็นต้น

ส่วนประกอบ ขี้เถ้าของถ่านหินส่วนใหญ่ประกอบด้วย ซิลิกา, อลูมินา, สนิมเหล็ก, ปูนขาว, แม็กนีเซียและส่วนประกอบส่วนน้อยของอ๊อกไซด์ของฟอสฟอรัส, ทิเทเนียม, โลหะอัลคาไล ส่วนประกอบดั้งกล่าวมานี้ จะเปลี่ยนแปลงไปตามชนิดของถ่านหินและการเกิดปฏิกิริยาภายในเตา