บทที่ 3
การวิเคราะห์ปัญหาในการใช้งานและการบำรุงรักษาหม้อไอน้ำ

การทำงานปกติของหม้อไอน้ำนั้น (โดยจะอ้างอิงจากหม้อไอน้ำของ Cleaver-Brook รุ่น CB 600 ใช้น้ำมันเตาเกรด C เป็นเชื้อเพลิง)จะเป็นค่าความดันน้ำมันขณะหม้อไอน้ำเร่งเต็มที่โดยมีค่าต่างๆดังนี้

- ความดันน้ำมันเตาหลังปั๊มน้ำมัน	75 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว
- ความดันน้ำมันขาเข้า	32-45 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว
- ความดันน้ำมันขากลับ(น้อยกว่า 5-10 psi)	28-40 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว
- อุณหภูมิน้ำมันเตา	220 ^{o}F
- ความดันของแก๊สจุดนำ	10-15 นิ้วน้ำ

ปัญหาที่เกิดขึ้นกับหม้อไอน้ำเนื่องจากการใช้งานจะเกิดจากสาเหตุใหญ่ๆดังนี้

1. ลักษณะการใช้งานของลูกค้า
2. ลูกค้าไม่มีความเข้าใจในการทำงานของหม้อไอน้ำ
3. การติดตั้งหม้อไอน้ำผิดวิธี
4. การบำรุงรักษาหม้อไอน้ำผิดวิธี
5. เกิดจากการให้ความรู้กับระบบของหม้อไอน้ำกับลูกค้าไม่ดีพอ
6. ตัวอุปกรณ์ของหม้อไอน้ำเกิดปัญหา เช่น กล่องควบคุมระบบเกิดความเสียหาย

ลักษณะของปัญหาที่เกิดขึ้นกับหม้อไอน้ำในอุตสาหกรรมนั้น เราสามารถแบ่งปัญหาออกเป็น 2 ประเภทคือ

1. ปัญหาที่เกิดขึ้นจากระบบการเผาไหม้ของหม้อไอน้ำ
2. ปัญหาที่เกิดขึ้นจากน้ำที่ใช้กับหม้อไอน้ำ

เพราะปัญหาทั้ง 2 ข้อนี้นั้นมีความสำคัญกับหม้อไอน้ำมากและจะเป็นปัญหาส่วนใหญ่ที่เกิดขึ้นกับหม้อไอน้ำ โดยจะกล่าวถึงปัญหาของระบบเผาไหม้ของหม้อไอน้ำก่อน ระบบเผาไหม้ของหม้อไอน้ำจะประกอบด้วย น้ำมัน แก๊ส ระบบไฟฟ้าและอุปกรณ์ควบคุมต่างๆ โดยการตรวจสอบเมื่อเกิดปัญหานั้นควรจะเริ่มตรวจสอบที่ระบบน้ำมันก่อนว่าทำงานปกติหรือไม่ จากนั้นจะตรวจสอบระบบแก๊ส จากนั้นจะตรวจสอบกับระบบไฟฟ้าและอุปกรณ์ควบคุมว่าทำงานอย่างไร แต่ในบางทีก็ขึ้นอยู่ปัญหาแต่ละปัญหาด้วย โดยปัญหาที่เกิดขึ้นจากระบบเผาไหม้ของหม้อไอน้ำที่เกิดขึ้นบ่อยครั้งมีดังนี้

3.1 ปัญหาจากการใช้งานหม้อไอน้ำ

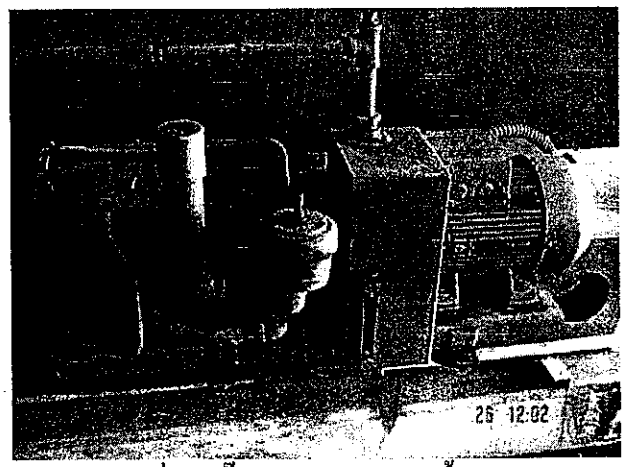
3.1.1 ปัญหาที่เกิดขึ้นจากระบบการเผาไหม้ของหม้อไอน้ำ

โดยปัญหาข้อนี้นั้นเกิดจากระบบการเผาไหม้ของหม้อไอน้ำไม่สมบูรณ์หรือทำงานไม่เต็มประสิทธิภาพ มีผลถึงทำให้เกิดเขม่ามากและยังส่งผลถึงประสิทธิภาพการเผาไหม้และเป็นการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงอย่างมาก

3.1.1.1 การเกิดควันดำเนื่องจากการเผาไหม้

สาเหตุ

- การปรับแต่งการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ กล่าวคือมีส่วนผสมของน้ำมันมากเกินไป
- ปล่องระบายไอเสีย (stack) มีเขม่าจับมากจนเกินไป โดยการสังเกตจากอุณหภูมิของปล่องระบายไอเสีย
- ท่อไฟมีเขม่ามากจนเกินไป โดยการสังเกตจากอุณหภูมิของปล่องระบายไอเสีย
- หัวพ่นไฟเกิดการชำรุดเนื่องจากการใช้งาน ทำให้การจ่ายน้ำมันไม่ดีพอ สังเกตจากหัวฉีดจะมีการสึกหรอหรือจะมีคราบน้ำมันเตามาอุดตันตามรูหัวฉีด
- ตัวปั๊มลมชำรุด ทำงานได้ไม่สมบูรณ์ ที่พบอาจจะเกิดจากรอยรั่วตามขอบของตัวปั๊มลมเองหรืออาจจะเกิดจากรอยรั่วของปะเก็นปั๊มลม ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 ปั๊มลมสร้างแรงดันน้ำมัน

การแก้ปัญหา

- ทำการปรับแต่งการเผาไหม้ใหม่
- ทำการแยงเขม่าที่ท่อไฟ

- ทำการซ่อมบำรุงโดยการนำมาล้างให้สะอาด แต่ถ้าชำรุดมากก็ควรเปลี่ยนหัวพ่นไฟ
- ทำการตรวจซ่อมปั๊มลมให้ทำงานได้สมบูรณ์

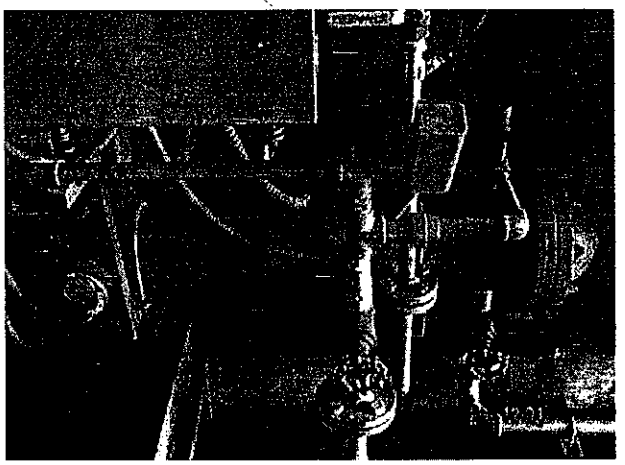
3.1.1.2 การเกิดควันขาวเนื่องจากการเผาไหม้

สาเหตุ

- เกิดจากการปรับแต่งการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ กล่าวคือมีส่วนผสมของอากาศมากเกิน
- เกิดจากการอุ่นน้ำมันอุณหภูมิไม่เพียงพอที่จะทำให้น้ำมันลุกติดไฟ (น้ำมันเตา)
- เกิดจากน้ำมันเครื่องของปั๊มลมเข้าไปผสมกับอากาศที่เข้าไป

การแก้ปัญหา

- ทำการปรับแต่งการเผาไหม้ใหม่
- ทำการตรวจสอบและซ่อมเครื่องอุ่นน้ำมัน (heat exchanger) ดังรูปที่ 3.2
- ทำการไล่ลมและน้ำมันเครื่องออกจากท่อส่งอากาศ โดยการเปิดปั๊มลมโดยใช้สวิตซ์ที่ตู้ควบคุมข้างหม้อไอน้ำ



รูปที่ 3.2 เครื่องอุ่นน้ำมัน (Heat Exchanger)

3.1.1.3 ระบบจุดนำไม่ทำงาน

สาเหตุ

- แรงดันของลมมากเกินไป
- แรงดันน้ำมันไม่เพียงพอ
- แรงดันแก๊สที่ใช้ในการจุดระเบิดเริ่มต้นไม่เพียงพอ

- การผิดปกติของตาไฟ เพราะตาไฟเป็นเซนเซอร์ใช้ในการตรวจจับแสงที่เกิดขึ้นในหม้อไอน้ำก่อนการเปิดวาล์วน้ำมัน โดยจะสังเกตถ้าเกิดการผิดปกติของแสงภายในหม้อไอน้ำก่อนการเปิดวาล์วน้ำมันเพื่อจ่ายน้ำมันไปเผาไหม้ ตาไฟจะส่งสัญญาณไปตัดการทำงานที่กล่องควบคุม จึงทำให้วาล์วน้ำมันไม่เปิด แล้วไฟระบบจุดนำมีปัญหา(Flame Failure)จะสว่างขึ้น

- หม้อแปลงไฟฟ้าที่ใช้ในการส่งไฟไปที่หัวเทียนเกิดการชำรุด

- หัวเทียนที่ใช้งานชำรุดไม่สามารถจุดประกายไฟได้

- เกิดจากอุณหภูมิน้ำมันที่อุ่นให้ร้อน อุณหภูมิยังไม่สูงพอ

- เกิดจากตัวควบคุมระบบเกิดอาการชำรุด จะมีหลายอาการ โดยจะมีคำเตือนต่างๆ

การแก้ไขปัญหา

- ทำการลดแรงดันลมที่ตัวปรับตั้งลม (damper) เพื่อลดแรงดันลม

- ทำการเพิ่มแรงดันน้ำมัน โดยการปรับตั้งที่ตัวควบคุมความดันน้ำมัน ลักษณะการปรับตั้งนั้น จะมีทั้งการเพิ่มและลดความดัน โดยการหมุนวาล์วทั้ง 2 อัน และใช้ประแจเลื่อนปรับตั้งที่ตัวควบคุม โดยการหมุนทวนเข็มนาฬิกาจะเป็นการลดความดันและการหมุนตามเข็มนาฬิกาจะเป็นการเพิ่มความดัน ตัวควบคุมความดันนั้นจะทำงานโดยมีแผ่นไดอะแฟรมอยู่ภายใน

- ควรจะทำการตรวจสอบระบบแก๊สโดยทั่วไปจะใช้ความดันอยู่ที่ 10-15 นิ้วน้ำ ในบางที่จะมีการติดตั้งตัวควบคุมความดันของแกสด้วยเพื่อไม่ให้ความดันเกินที่ตั้งไว้

- ทำการตรวจสอบตาไฟ ถ้าชำรุดก็ควรเปลี่ยน

- ทำการตรวจสอบหม้อแปลงไฟฟ้าที่ใช้กับหัวเทียน ถ้าชำรุดก็ควรเปลี่ยน

- ทำการตรวจสอบว่าหัวเทียนใช้งานได้หรือไม่ โดยการมองจากช่องมองไฟทางด้านหลังในช่วงการจุดนำ(ในหม้อไอน้ำของ Cleaver Brook รุ่น CB จะใช้แก๊สในการจุดนำก่อน)

- ตรวจสอบเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน(Heat Exchanger)ว่าทำงานปกติหรือไม่ เพราะบางทีอาจจะสกปรกจึงควรถอดมาทำความสะอาดและเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนสามารถปรับตั้งในการเพิ่มอุณหภูมิได้

- ตัวควบคุมชำรุดก็ควรทำการตรวจซ่อม

3.1.1.4 อุณหภูมิของปล่องไอเสียสูงผิดปกติ

สาเหตุ

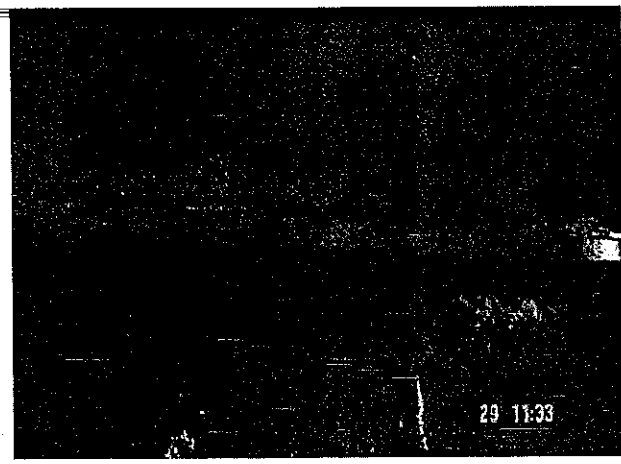
- เกิดจากมีเขม่าไอเสียจับอยู่ตามท่อทางเดิน เช่นท่อไฟและท่อไอเสีย โดยอุณหภูมิส่วนมากจะไม่เกิน 220°C

- เกิดจากอิฐคาดกลางฝาหลังแตก จะมีผลทำให้ฝาหลังของหม้อไอน้ำเกิดการบวม

- เกิดจากตะกรันในหม้อไอน้ำ

การแก้ปัญหา

- ทำการฉีดล้างท่อไอเสียหรือทำการแยงเขม่า
- ทำการตรวจซ่อมอิฐดาดกลางฝาหลัง ดังรูปที่ 3.3
- ทำการล้างตะกรันในหม้อไอน้ำ หรือใช้น้ำยาเคมีเพื่อป้องกันตะกรัน



รูปที่ 3.3 อิฐดาดกลางฝาหลัง

3.1.1.5 เกิดโค๊ก(น้ำมันเตาที่เผาไหม้ไม่หมดเกิดการแข็งตัวขึ้น)

สาเหตุ

- เกิดจากหัวฉีดทำงานไม่เต็มที่ คือการฉีดน้ำมันไม่เป็นฝอย
- เกิดจากแรงดันลมน้ำมันทำได้ไม่พอที่จะฉีดน้ำมันให้เป็นฝอย อาจเกิดจากรูทางด้านลมเกิดการอุดตันจากน้ำมันเตา
- เกิดจากเมื่อเลิกเดินเครื่องแล้ววาล์วโซลินอยด์ทางด้านน้ำมันย้อนกลับไม่ทำงาน จึงทำให้น้ำมันค้างในท่อ

การแก้ปัญหา

- ทำการล้างหัวฉีดและท่อทางเดินน้ำมันให้สะอาด
- ทำการตรวจสภาพวาล์วโซลินอยด์ว่าทำงานปกติหรือไม่

3.1.2 ปัญหาที่เกิดขึ้นจากน้ำที่ใช้กับหม้อไอน้ำ

ปัญหาที่สำคัญของหม้อไอน้ำอีกอย่างคือ ปัญหาเรื่องน้ำที่จะใช้ในหม้อไอน้ำ น้ำที่จะใช้ในหม้อไอน้ำนั้นต้องมีความสะอาดมากโดยจะมีคุณสมบัติน้ำก่อนเข้าหม้อไอน้ำดังนี้

INDICATOR	MAXIMUM ALLOWABLE VALUE	RECOMMENDED VALUE
HARDNESS	10 ppm	0-2 ppm
PH	7-8	8-9
ความขุ่น	ไม่มี	ไม่มี
CHLORIDE	1500 ppm	ไม่ควรเกิน 100 ppm
IRON	0.1	0.1

ถ้าคุณสมบัติของน้ำมีค่าเกินกว่าที่กำหนดไว้ก็ควรทำการบำบัดให้มีค่าเท่าที่กำหนดไว้ โดยการใช้สารเคมีและการใช้ถังกรองน้ำ ปัญหาที่สำคัญอาจจะต้องทำการหยุดการทำงานของหม้อไอน้ำ เช่น

3.1.2.1 มีตะกอนมาก, น้ำขุ่น, เกิดฟองหรือเกิดการเดือดพล่านในหม้อไอน้ำ

สาเหตุ

- มีสารแขวนลอย เช่น ตะไคร่น้ำหรือสาหร่าย โคลน สีหรือสิ่งสกปรกเจือปนในน้ำ

การแก้ปัญหา

- มีการระบายน้ำทิ้งให้เหมาะสม และปรับสภาพน้ำให้เหมาะสม, ปล่อยให้ตกตะกอน, การกรอง, การดูดซึมด้วยผงถ่าน, การทำน้ำอ่อน Demineralization และใช้น้ำ Condensade

3.1.2.2 ส่วนที่สัมผัสน้ำผุ กัดกร่อนเป็นรูพรุน

สาเหตุ

- สภาพน้ำเป็นกรด pH ต่ำกว่า 7 มี HCl, H_2SO_4 ละลายอยู่ในน้ำ
- มี CO_2 ละลายอยู่ในน้ำ
- มี O_2 ละลายในน้ำ
- มีแร่ธาตุในน้ำ

การแก้ปัญหา

- ทำให้น้ำเป็นด่าง โดยการเติมสารเพื่อปรับค่า pH ให้มีค่าระหว่าง 9-11
- แยกออกโดย Deaeration หรือทำให้เป็นกลางโดยการเติมด่างหรือ Ammonia
- แยกออกโดย Deaeration หรือเติมโซเดียมซัลไฟด์
- แยกออกโดย Aeration, Cation exchange, ปล่อยให้ตกตะกอนหรือกรองน้ำ

3.1.2.3 ไอน้ำมีน้ำปนมาก (Carry Over)

สาเหตุ

- น้ำในหม้อไอน้ำมีสิ่งเจือปนมาก
- ท่อจ่ายไอน้ำเล็กเกินไป
- มีการสูญเสียความร้อนที่ท่อจ่ายไอมาก
- เปิดเครื่องใช้ไออย่างทันที
- หม้อไอน้ำเล็กเกินไปผลิตไอน้ำไม่เพียงพอต่อความต้องการ
- ระดับน้ำในหม้อน้ำสูงเกินไป

การแก้ปัญหา

- ถ่ายน้ำทิ้งและเติมน้ำใหม่
- เปลี่ยนท่อจ่ายไอให้ใหญ่ขึ้น
- หุ้มฉนวน
- เปิดวาล์วจ่ายไอช้าๆ
- ลดปริมาณหารใช้ไอหรือสลับกันใช้ไอ
- ระบายน้ำทิ้ง ป้อนน้ำเข้าหม้อไอน้ำในระดับพอดี, ติดตั้งสัญญาณเตือนระดับน้ำสูงเกินปกติ

3.1.2.4 ท่อไฟใหญ่ เพดานเตาหรือผิวสัมผัสไฟชำรุดหรือบวม(เสียรูป)

สาเหตุ

- น้ำในหม้อไอน้ำแห้ง
- มีตะกรันจับตามผิวสัมผัสไฟหนา
- มีโคลน ตะกอนสะสมอยู่ในหม้อไอน้ำมาก
- การออกแบบโครงสร้างไม่ถูกต้อง

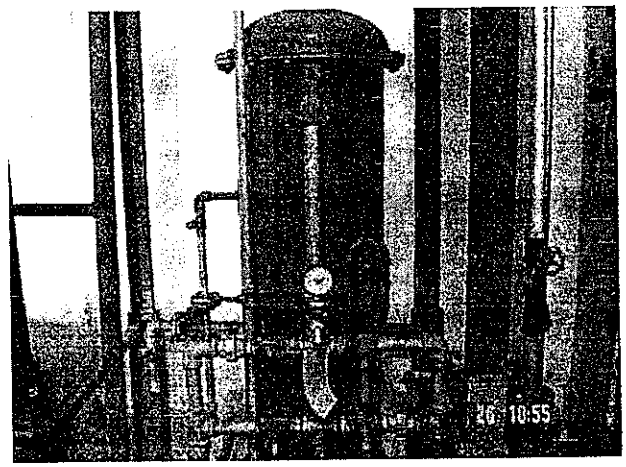
การแก้ปัญหา

- ติดตั้งสัญญาณเตือนระดับน้ำต่ำกว่าปกติ
- ขจัดตะกอนออก ปรับคุณภาพน้ำให้เหมาะสม
- ระบายน้ำทิ้งให้บ่อยขึ้น
- แก้ไขโครงสร้างใหม่ ปรึกษาวิศวกร

3.1.2.5 มีตะกรันจับตามผิวสัมผัสไฟ เช่น ท่อน้ำ ท่อไฟ ผนังเตา

สาเหตุ

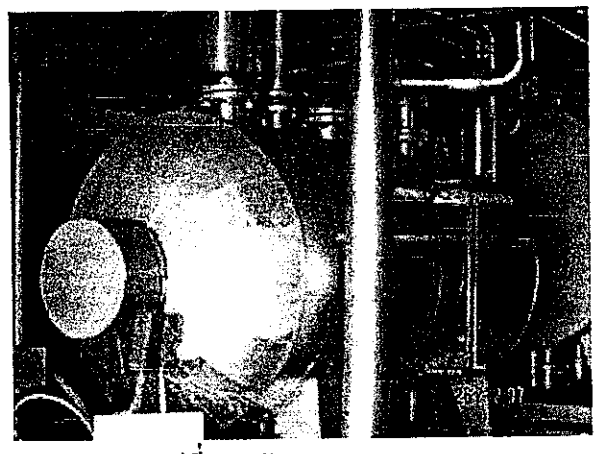
- น้ำที่ป้อนเข้าหม้อไอน้ำมีความกระด้างสูง(hardness)มีสารละลายเช่น Ca, Mg, $CaCO_3$, $MgCO_3$,$CaCO_3$
- ขาดการบำรุงรักษา Softener ที่ถูกต้อง ดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 ถังกรองน้ำ (Softener)

การแก้ปัญหา

- ปรับสภาพน้ำให้เป็นน้ำอ่อน, เติมสารเคมี, ใช้ Condensade ป้อนเข้าหม้อไอน้ำ ดังรูปที่ 3.5 ขจัดตะกรันโดยการเคาะ ขัด หรือล้างด้วยน้ำยาเคมี (กรดเกลือกับสารเคมีชื่อทางการค้าว่าArmohip)
- ล้าง Softener ด้วยเวลาที่เหมาะสม



รูปที่ 3.5 ถังคอนเดนเสท

ป
วว
๒๕๘
สงขลา
๒๕๔๖

4740527

๒๔ ก.ย. ๒๕๔๗

25

สำนักหอสมุด

*การล้างตะกรันด้วยน้ำยาเคมี(ในทางทฤษฎี)

เราจะต้องวิเคราะห์น้ำที่ใช้เติมหม้อไอน้ำก่อนว่ามีความเป็นด่าง (m-alkalinity) ความกระด้างทั้งหมดซิลิก้าและซัลเฟตจำนวนเท่าใด เพื่อจะได้ทราบคุณสมบัติของน้ำก่อนเติม จากนั้นก็มาพิจารณาเรื่องต่อไปนี้

- ความหนาของตะกรัน
- ชนิดของตะกรัน
- ความจุของหม้อไอน้ำ

วิธีล้าง เมื่อตะกรันเกิดจากความกระด้าง

1. ถ่ายน้ำในหม้อน้ำออกให้หมด
2. เติมน้ำพร้อมทั้งผสมน้ำยาเคมีเข้าไปภายในหม้อไอน้ำให้เต็มแล้วปิดทางเข้าออกของหม้อไอน้ำทั้งหมด
3. ใช่ขนาดจุประมาณ 200 ลิตร ใส่น้ำยาเคมีและน้ำเท่าที่ต้องการ แล้วปั๊มน้ำยาเข้าไปทางโบล์วดาวน์(วาล์วถ่ายน้ำใต้หม้อ) และให้น้ำยาภายในหม้อไอน้ำไหลออกมาทางลิ้นนิรภัยกลับเข้ามาทางถังน้ำยา ใช้น้ำยาเคมีหมุนเวียนเช่นนี้ตลอดเวลา
4. ตลอดเวลาที่ใช้น้ำยาหมุนเวียนอยู่ ต้องตรวจดูปริมาณของเหล็กในน้ำยาที่ออกมาทุก ๆ 2 ชั่วโมง เพราะน้ำยาอาจไปกัดกร่อนหม้อไอน้ำได้และต้องตรวจดูปริมาณส่วนผสมของน้ำยาที่ใช่ว่ามีความเข้มข้นลดลงถึงจุดที่ต้องเปลี่ยนใหม่หรือยัง
5. เมื่อได้เวลาปกติประมาณ 24 ชั่วโมง (หรืออาจดูจากความเข้มข้นของน้ำยาคงที่) ก็ปล่อยน้ำยาภายในหม้อไอน้ำออกทั้งหมด แล้วใช้น้ำฉีดตะกรันจะหลุดออกมา
5. ล้างหม้อไอน้ำอีกครั้งด้วยด่าง 2% (โซเดียมไฮดรอกไซด์หรือโซดาไฟ)
6. ล้างภายในหม้อไอน้ำด้วยน้ำสะอาดอีกครั้ง

น้ำยาที่ใช้มีส่วนผสมดังนี้

1. สารเคมีที่ใช้ในการป้องกันการกัดโลหะ 0.05% เช่น สารเคมีชื่อทางการค้าว่า Armohib 28
2. กรดเกลือ (ไฮดรอกคลอริกแอซิค) 5% กรัม/ลิตร

*การล้างตะกรันด้วยน้ำยาเคมี (ในทางปฏิบัติ)

เนื่องจากในทางทฤษฎีนั้นมีความยุ่งยากและต้องใช้เวลานานมากจึงไม่สะดวกเท่าไรนัก จึงได้มีการกำหนดขนาดกรดนั้นว่าจะใช้ปริมาณเท่าใดและจะดูปริมาณตะกรันควบคู่กันไปด้วย โดยการล้างน้ำยาเคมีแบบนี้นั้น จะใช้น้ำยาที่ผสมแล้วเวียนเข้าที่ท่อโบล์วดาวน์แล้วออกที่ท่อของวาล์วนิรภัย(safety

valve)โดยจะเวียนน้ำยาไว้ 1 คืน แล้วจะมาตรวจดูว่าตะกรันยังเหลืออยู่หรือไม่ ถ้ายังเหลืออยู่ก็จะทำการล้างตระกรันอีกรอบ

3.2 การบำรุงรักษาหม้อไอน้ำ

การบำรุงรักษาหม้อไอน้ำนั้นจะแบ่งเป็นการบำรุงรักษาโดยทั่วไป การบำรุงรักษาตามระยะเวลาประกอบด้วยการบำรุงรักษาประจำวัน ประจำสัปดาห์ ประจำเดือน ประจำครึ่งปี ประจำปีและการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance) โดยต้องทำการบำรุงรักษาดังนี้

3.2.1 การบำรุงรักษาโดยทั่วไป

3.2.1.1 การดูแลทางด้านน้ำ

- ป้องกันการผุกร่อนและขุมสนิมอันเกิดจากออกซิเจน

การป้องกันอันตรายนี้ มีอยู่วิธีเดียวคือ จะต้องใช้น้ำเลี้ยงหม้อน้ำที่ได้ปรับสภาพแล้วอย่างถูกต้องและเหมาะสม ปล่อยน้ำทิ้งจากหม้อน้ำ เปิดฝาหอยและช่องคนลง เพื่อที่จะตรวจดุสภาพของจุ๊ป ลูกหมู ผนัง และตัวเปลือกของหม้อน้ำอย่างน้อยปีละครั้ง (ควรจะทำปีละ 2 ครั้ง)

ตรวจดูผิวทางด้านน้ำ (โดยเฉพาะด้านหลังของหม้อไอน้ำ) ใช้ไฟและกระจกส่องช่วย เพื่อตรวจดูว่ามีรอยปูดบวม รูขุมสนิมหรือการกร่อนของเนื้อเหล็กหรือไม่

ถ้าหม้อไอน้ำมีอาการอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังที่กล่าวมานี้แล้วท่านควรจะรีบเปลี่ยนวิธีการปรับปรุงคุณภาพของน้ำที่ใช้อยู่นั้นอย่างรีบด่วน

- ป้องกันไม่ให้เกิดตะกรัน

การป้องกันไม่ให้มีตะกรันจับเป็นเรื่องสำคัญมาก ตะกรันมีคุณสมบัติเป็นฉนวนป้องกันความร้อนผ่าน จึงอาจจะเป็นเหตุให้เกิดความร้อนจัดที่ลูกหมู ที่จุ๊ป หรือที่ผนังได้ ถ้าเป็นเช่นนี้แล้วก็จะเกิดมีจุ๊ปรั่วที่ปลายหรือที่ตัวจุ๊ปเอง หรือไม่ก็เกิดปัญหาที่อื่น ซึ่งมีความดันอัดภายใน

ในการตรวจดูภายในหม้อไอน้ำนั้นอาจจะใช้เล็บขูดตะกรันออกหรือเอาฆ้อนทุบออกมา เก็บตัวอย่างนั้นส่งให้ผู้เชี่ยวชาญเรื่องน้ำพิจารณาหาทางแก้ไขด่วน การตรวจดูตะกรันนั้น ให้พยายามดูทางด้านหลังของหม้อไอน้ำ เพราะโดยปกติจะมีปัญหาทางด้านหลังมากกว่า

- กำจัดการก่อตัวของโคลนตม

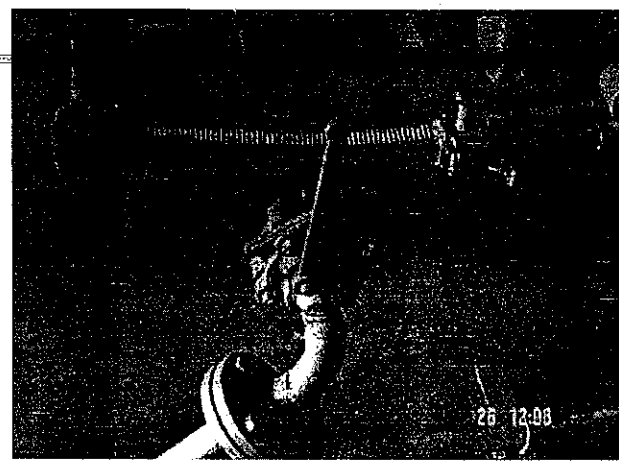
บางครั้งการใช้ตัวยาที่กำจัดตะกรนนั่นเอง เป็นเหตุให้เกิดการก่อตัวของโคลนตมอยู่ภายในด้านล่างสุดของหม้อน้ำ ซึ่งจะเห็นได้เมื่อเปิดหม้อน้ำออกตรวจสอบ

ใช้น้ำแรงๆในการฉีดโคลนตมออกจากท้องของหม้อน้ำ เสร็จแล้วใช้มือลูบคลำดูว่าสะอาดดีแล้วหรือไม่

- ป้องกันไอเปียกหรือละอองน้ำตามไปกับหม้อไอน้ำ

ไอเปียกเป็นผลสืบเนื่องมาจากสาเหตุดังต่อไปนี้

1. มีสารละลายอยู่ในหม้อน้ำเกินสมควร เพราะไม่ได้ปล่อยน้ำทิ้งทางท่อโบลดาวน์ ดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 ท่อโบลดาวน์

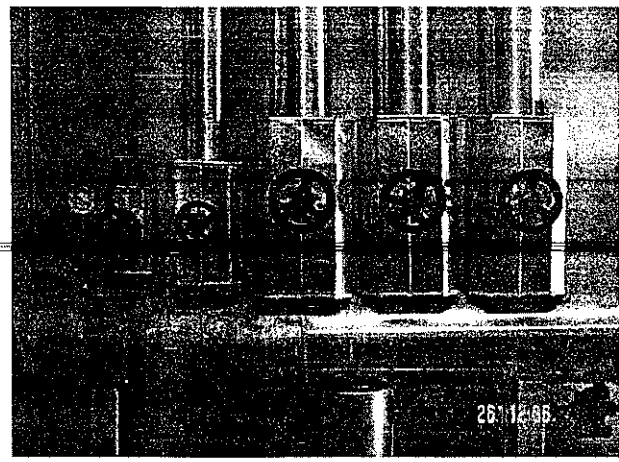
2. ไม่มีระบบปรับสภาพน้ำให้เหมาะสม

3. ท่อส่งไอน้ำขนาดเล็กเกินไป ทำให้ไอน้ำวิ่งด้วยความเร็วสูง เกิดกำลังดูด ดึงน้ำจากหม้อไอน้ำกับไอน้ำ

3. มีการใช้ไอน้ำอย่างพรวดพราด โดยเปิดวาล์วอย่างรวดเร็ว ทำให้น้ำเดือดอย่างรุนแรงชั่วขณะ

4. ใช้ไอน้ำเกินกำลังของหม้อน้ำเกือบตลอดเวลา

6. มีน้ำขังอยู่ในเฮดเดอร์(Header) ดังรูปที่ 3.7 เพราะไม่มีการระบายคอนเดนเสท(Condensate) ออกไอเปียกจะสังเกตจากทางฝ่ายผลิตไอน้ำจะไม่พอและเวลาสูบน้ำเข้าหม้อน้ำจะนานกว่าที่เคย



รูปที่ 3.7 เฮดเดอร์

- ผนังน้ำทางด้านหลังและช่องเผาไหม้ภายในหม้อน้ำ

หม้อน้ำที่มีผนังน้ำและหม้อน้ำที่มีช่องเผาไหม้อยู่ภายในตัวหม้อน้ำ จะมีส่วนหนึ่งที่เป็นส่วนเรียบ ซึ่งมีไฟเผาอยู่อีกด้านหนึ่งและมีน้ำอยู่อีกด้านหนึ่ง ส่วนที่เรียบนี้จะมีเหล็กยึดเป็นระยะๆเพื่อที่จะเสริมความแข็งแรงทนความอัดได้ เราจำเป็นต้องสำรวจดูว่าบริเวณส่วนที่เรียนเหล่านี้ไม่มีตะกรันจับเกาะและตรวจดูว่าส่วนที่เรียบอยู่แนวนอนนั้นไม่มีเศษตะกรันหรือโคลนตมหมักหมมอยู่ โคลนตมและตะกรันนั้นทำหน้าที่เป็นฉนวนกั้นไว้ไม่ให้ความร้อนจากเปลวไฟผ่านไปหาด้านน้ำได้สะดวกและอาจทำให้บริเวณนั้นร้อนจัดได้ ควรใช้สูบน้ำฉีดล้างโคลนตมออกให้หมด

และตรวจดูว่าหมุดยึดและเหล็กยึดยังอยู่ในสภาพดี ไม่ผุกร่อน เล็กลงจากรูปเดิมถ้าหากท่านไม่แน่ใจ ควรให้วิศวกรผู้ตรวจสอบและพิจารณาดูด้วย

- ปะเก็น

ควรจะมีปะเก็นสำหรับฝาหอยและฝาคนลอดเป็นอะไหล่ไว้เสมอ ปะเก็นชนิดแผ่นโลหะซ้อนกัน (Spiral Metallic) เมื่อถอดออกหลังจากใช้แล้ว อาจจะยังใช้ได้อีก ถ้ายังมีสภาพดีอยู่แต่ควรกลับเอาทางด้านเรียบไปใช้เป็นด้านอัดแทน ปะเก็นชนิดอื่นๆควรเปลี่ยนใหม่ทุกๆครั้งที่ถอดรื้อออก ฝาหอยควรจะปิดให้สนิทอย่าให้มีรอยรั่วซึม น้ำที่ซึมออกมาจะทำให้เนื้อโลหะของหม้อน้ำผุกร่อนแล้วทำให้เกิดข้าวหน้าตังที่บริเวณปะเก็น ทำให้ยึดไม่ค่อยอยู่ ถ้าผุกร่อนขึ้นมากอาจจะต้องซ่อมบริเวณฝาหอยนั้น การซ่อมหม้อน้ำควรจะต้องมีวิสวกรควบคุมให้เป็นไปตามข้อกำหนดของหม้อไอน้ำ

3.2.1.2 การดูแลทางด้านไฟ

- ลูกหมู จุ๊ป และผนัง

ให้ตรวจดูอย่างละเอียด โดยใช้ไฟฉายส่องดู ทางด้านไฟของลูกหมูและจุ๊ปว่ามีลักษณะเป็นเม็ดพองบวม หรือว่าเป็นรอยบุ๋มบ้างหรือไม่ ถ้ามีก็อาจมีสาเหตุมาจากการผุกร่อน ซึ่งมาจากหยดน้ำผสมกับกับกรดแก๊สที่ออกจากปล่อง สภาพดังกล่าวสามารถแก้ไขได้ดังต่อไปนี้

1. ทำให้น้ำที่จะสูบเข้าหม้อน้ำมีอุณหภูมิสูงกว่า 170°F (77°C) เพื่อไม่ให้ไอน้ำในไอเสียรวมตัวได้

2. ปรับแต่งหม้อน้ำเสียใหม่ ให้ระยะเวลาเดินของหม้อน้ำยาวที่สุดเท่าที่จะยาวได้ การที่หม้อน้ำเดินและหยุดบ่อยๆจะช่วยให้ไอน้ำในปล่องรวมตัวเป็นหยดได้ง่ายขึ้น

3. เมื่อทราบว่าหม้อน้ำที่ใช้อยู่นั้นสามารถผลิตไอน้ำเกินกว่าที่ต้องการใช้มาก ควรปรับแต่งให้หัวฉีด ฉีดน้ำมันน้อยที่สุด

- การทำความสะอาดจุ๊ป

ตรวจดูจุ๊ปว่ามีเขม่าเกาะติดหรือไม่ เขม่าทำหน้าที่เป็นฉนวนกันความร้อนไม่ให้ผ่านไปสู่ตัวจุ๊ป ผ่านไปยังน้ำในหม้อน้ำ

ระยะเวลาที่ควรทำความสะอาดจุ๊ปนั้น ขึ้นอยู่กับเชื้อเพลิงและหัวพ่นไฟที่ใช้ ผู้ผลิตหม้อน้ำบางแห่งอาจจะแนะนำให้ทำความสะอาดสัปดาห์ละ 2 ครั้ง แต่ถ้าหม้อน้ำและอุปกรณ์ที่ใช้ได้รับการออกแบบอย่างดี และได้มีการปรับแต่งให้ถูกต้องแล้ว อาจจะไม่จำเป็นต้องทำความสะอาดมากกว่าปีละครั้ง เพื่อที่จะประหยัดเวลาและแรงงานในการตรวจสอบสภาพภายในหม้อน้ำ ควรติดมาตรวัดอุณหภูมิไว้ที่ปล่องใกล้ตัวหม้อน้ำ ถ้าอุณหภูมิสูงขึ้นมากกว่าปกติ ก็หมายความว่าจุ๊ปมีเขม่าจับควรทำความสะอาด

ถ้าจุ๊ปมีเขม่าจับเร็วเกินไป อาจจะเป็นที่หัวพ่นจ่ายน้ำมันมากจนเกินไปและมีอากาศเข้าไม่พอ ให้ตรวจดูรอยรั่วที่ผนังบริเวณรอบๆจุ๊ป ถ้ามีคราบสีหม่นๆหยดลงมาเป็นทาง ก็หมายถึงจุ๊ปนั้นไม่สนิทกับผนัง จึงควรที่จะเบ่งเสียใหม่อย่าให้ซึมได้

- ปะเก็น

ให้พิจารณาดูว่าปะเก็นสำหรับฝาเตาหม้อน้ำนั้น ยังอยู่ในสภาพที่ใช้การได้หรือไม่ และมีการยึดไว้พอดีหรือไม่ และมีการยึดไว้พอดีหรือไม่ การปิดรูรั่วต่างๆทางด้านไฟสำคัญมากในการรักษาไม่ให้เสื่อมประสิทธิภาพไม่ให้ปะเก็นไหม้ และไม่ให้เหล็กฝาเตาแดงหรือโก่งงอ ปะเก็นสำหรับฝาเตา ถ้าปิดไม่สนิทควรเปลี่ยนใหม่

- อิฐและปูนทนไฟ

ในขณะที่ตรวจสอบทางด้านน้ำก็ควรตรวจสอบทางด้านไฟด้วย อย่างน้อยปีละครั้ง แต่ถ้าทำได้ควรตรวจสอบปีละ 2 ครั้ง เปิดฝาเตาออกเพื่อที่จะได้ตรวจดูวัสดุทนไฟทั้งหมด ฉาบหน้าวัสดุทนไฟที่กร่อนไปและยาร่อง และรอยรั่วต่างๆ

อิฐที่ใช้แบ่งช่องไฟ ถ้าแตกหรือหลวมหลุด ควรเปลี่ยนใหม่ ถ้าเปลี่ยนวัสดุทนไฟควรศึกษาให้ละเอียดจากหนังสือคู่มือประจำหม้อน้ำ

หม้อน้ำใหม่ควรตรวจสอบดูว่าในการขนส่งและติดตั้งนั้น ได้ทำให้วัสดุทนไฟชำรุดหรือไม่

3.2.1.3 การดูแลหัวพ่นไฟ

สำหรับเชื้อเพลิงควรมีการบันทึกประจำวันไว้ เพื่อให้ทราบค่าของความดัน อุณหภูมิ และมาตรวัดอื่นๆและเมื่อใดค่าเหล่านี้ผิดสังเกตไป เราก็จะสามารถหาสาเหตุได้รวดเร็ว

สำหรับหม้อน้ำที่ใช้น้ำมัน ถ้าค้าของความดันตกลงไปก็อาจจะเป็นเพราะที่กรองอุดตัน หรือว่าอาจเป็นเพราะปรับความดันทำงานไม่ถูกต้องหรือว่ามีลมรั่วเข้าทางด้านดูด ถ้าหากว่าอุณหภูมิของน้ำลดลงไป อาจเป็นเพราะอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิชำรุด หรืออาจเป็นเพราะว่าอุปกรณ์อุ่นน้ำมันชำรุดก็ได้

สำหรับหม้อน้ำที่ใช้ก๊าซเป็นเชื้อเพลิง ถ้าความดันลดลงไปอาจเป็นเพราะความในท่อส่งก๊าซลดลงไป หรืออาจเป็นเพราะเครื่องปรับความดันทำงานผิดปกติก็ได้

เวลาจดบันทึก ควรจะจดไว้ด้วยว่าหม้อน้ำทำงานในระดับใด เพราะถ้าจดเพียงตัวเลขในขณะที่หม้อน้ำกำลังเร่งหรือลดกำลังผลิตไอน้ำแล้ว ก็จะไม่ได้ตัวเลขที่ถูกต้อง ตัวอย่างเช่นว่าอุณหภูมิปล่องสูงขึ้น อาจจะไม่ใช่เป็นเพราะการเผาไหม้ผิดปกติ หรือว่ามีตะกรันหรือเขม่าจับก็ได้ เพราะว่าในขณะทำงานที่มีการเร่งผลิตไอน้ำนั้น อุณหภูมิของปล่องอาจจะขึ้น 100°F ภายในระยะเวลา 5 นาที

เหนือปล่องควรจะไม่มีควันแม้แต่จะจางๆถ้าเกิดมีควันที่มองเห็นได้แม้แต่จางๆก็หมายความว่าการปรับแต่งหัวฉีดยังไม่ถูกต้อง อาจจะใช้เชื้อเพลิงมากจนเกินไป ใช้อากาศน้อยไปหรือว่าการผสมของอากาศและเชื้อเพลิงยังไม่สมบูรณ์ หรือเหตุอื่นๆ ข้อต่อสำหรับการปรับแต่งส่วนของเชื้อเพลิงและอากาศจะต้องไม่ง่อนแง่นหรือเดินอย่างกระตุกหรือหลวม ซึ่งจะทำให้ส่วนผสมของอากาศและเชื้อเพลิงไม่ได้ส่วนในบางจังหวะ

ควรสังเกตการทำงานของวาล์วโซลินอยด์ ซึ่งทำหน้าที่ปิดเปิดเชื้อเพลิง ถ้าเวลาไฟดับแล้วยังไม่ปิดสนิทอาจจะเป็นเพราะวาล์วมีขี้ผงอุดหรือมีรอยรั่วซึม ถ้าเป็นเช่นนั้นแล้วก็ควรจะซ่อมหรือเปลี่ยนวาล์วใหม่ก่อนที่จะมีการเสียหายมากขึ้น

สำหรับหม้อน้ำที่ใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิงนั้น หัวฉีดหรือถ้วยหมุน ควรจะได้รับการบำรุงรักษาอย่างเป็นประจำ ทั้งนี้เพื่อว่าจะได้ใช้หม้อน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่วนที่จะต้องทำความสะอาดบ่อยแค่ไหนนั้นขึ้นอยู่กับลักษณะของหัวพ่นไฟและประสบการณ์จากการใช้หัวพ่นไฟนั้นๆ

3.2.1.4 การดูแลเครื่องควบคุมระดับน้ำ

ควรปล่อยน้ำทิ้งจากันหลอดแก้วดูระดับน้ำทุกๆวัน สำหรับหม้อน้ำที่ผลิตไอน้ำ ตัวควบคุมระดับน้ำต่ำในหม้อไอน้ำ ควรจะได้รับการตรวจสอบสัปดาห์ละครั้ง การปฏิบัติที่แท้จริงนั้น วิธีการตรวจสอบที่ถูกต้อง ควรปิดสูบน้ำเลี้ยงหม้อน้ำไว้ และปล่อยให้ระดับน้ำค่อยๆลดลง ดังใช้งานตามปกติ

เฝ้าสังเกตระดับน้ำในหลอดแก้ว และทำเครื่องหมายไว้ที่หลอดแก้วเพื่อให้รับรู้ถึงระดับควบคุมน้ำต่ำ จะทำหน้าที่ปิดเตาเมื่อระดับน้ำลดลงถึงระดับที่ได้ทำเครื่องหมายไว้ จะเป็นมาตราฐานในการตรวจสอบครั้งต่อๆไปว่าเครื่องควบคุมระดับน้ำต่ำทำงานอย่างแม่นยำ หรือว่าเลื่อนไปเลื่อนมาได้ ถ้าเครื่องควบคุมระดับน้ำต่ำแสดงอาการแกว่งไปมาได้แล้วก็ควรจะเปลี่ยนใหม่

สำหรับหม้อที่ใช้ต้มน้ำร้อน ให้ตรวจสอบเครื่องคุมระดับน้ำต่ำด้วยการกดสวิตซ์ด้วยมือ ในขณะที่ตรวจดูตะกรันและโคลน ทางด้านน้ำของหม้อน้ำให้ถอดปลั๊กที่สี่ตา(ที่ใช้ติดตั้งหลอดคุมระดับน้ำและเครื่องคุมระดับน้ำต่ำ) ออกและโคลนหรือตะกรันออกให้หมด ถ้าบริเวณสี่ตาปรากฏว่ามีเศษตะกรันหรือโคลนมาก แสดงว่าการปรับสภาพน้ำนั้นหรือการปล่อยน้ำทิ้งนั้นไม่ถูกต้องและควรจะทำการแก้ไข

3.2.2 การบำรุงรักษาตามเวลา

3.2.2.1 การบำรุงรักษาประจำวัน (Daily Maintenance)

- ตรวจดูระดับน้ำ ถ้าระดับน้ำกระเพื่อมจะบอกถึงปัญหาที่มี เช่น มีสิ่งเจือปนในน้ำมากหรือระบบปรับสภาพน้ำไม่ปกติ มีน้ำมันปนในน้ำ การใช้ไอน้ำเกินการผลิต(Over Load) หรือชุดควบคุมผิดปกติ ต้องมั่นใจว่ามีน้ำในหลอดแก้วดูระดับทุกครั้ง เมื่อเดินเข้าในห้องหม้อน้ำ
- ปล่อยน้ำใต้เครื่อง ตามคำแนะนำของผู้ชำนาญเรื่องน้ำ หรือผู้ขายหม้อไอน้ำ คุณภาพของน้ำและเคมีที่เติมจะบอกความถี่ของการปล่อยน้ำทิ้ง
- ปล่อยในชุดควบคุมระดับน้ำ เพื่อไล่ตะกอนสะสมในห้องควบคุม สภาพการใช้งานจะบอกความถี่ในการตรวจสอบนี้
- ตรวจดูการเผาไหม้ ดูลักษณะเปลวไฟผิดปกติหรือไม่ ถ้ามีสิ่งปกติต้องมีการแก้ไขปรับปรุง
- บำบัดน้ำให้ได้ตามจุดประสงค์ตั้งแต่เริ่มต้น เติมเคมีและวิเคราะห์น้ำเติมหม้อไอน้ำให้ได้ตามมาตราฐาน หรือคำแนะนำที่ปรึกษาเรื่องน้ำ
- บันทึกการทำงานของเครื่องทั้งความดัน อุณหภูมิ ถ้าความดันไอหรืออุณหภูมิตกมากจะเป็นการเตือนว่าเครื่องทำงานหนักมากขึ้น
- บันทึกความดัน อุณหภูมิของน้ำที่ป้อนเข้าหม้อไอน้ำ ถ้าความดันหรืออุณหภูมิเปลี่ยนแปลงแสดงถึงปัญหาของปั๊มน้ำหรือดิแอร์เรเตอร์(รูป ง.20) หรือชุดป้อนน้ำเข้าเครื่อง
- บันทึกอุณหภูมิปล่อง ถ้าอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงบอกถึงปัญหาของการสะสมของเขม่า ตะกรัน ชั้นกั้นไฟ หรือวัสดุทนไฟ
- บันทึกความดัน อุณหภูมิของน้ำมันเชื้อเพลิง ถ้าความดันหรืออุณหภูมิเปลี่ยนแปลง จะมีการเกี่ยวพันถึงการเผาไหม้ จะมีปัญหาในชุดควบคุมน้ำมัน และชุดอุ่นน้ำมัน
- บันทึกความดันอากาศอัดที่พ่นน้ำมันให้เป็นฝอย ถ้าความดันเปลี่ยนจะมีผลถึงการเผาไหม้

- บันทึกความดันแก๊ส ถ้าความดันเปลี่ยนจะมีผลถึงการเผาไหม้ จะบอกถึงปัญหาที่เกิดขึ้นกับระบบแก๊ส

- ตรวจสอบการทำงานของหม้อไอน้ำ หัวพ่นไฟ ให้พนักงานที่ควบคุมทำงานให้มีประสิทธิภาพสูงสุด ถ้ามีสิ่งที่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ให้ตั้งคำถามทันทีว่าเป็นเพราะอะไร

- บันทึกปริมาณน้ำอุณหภูมิที่ออกจากหม้อน้ำร้อน โดยอุณหภูมิที่เปลี่ยนไปจะบอกถึงระบบที่เปลี่ยนไป

- บันทึกน้ำที่เติมเข้าระบบ ถ้าเติมเข้ามากบอกถึงว่ามีปัญหาเกิดขึ้นในระบบ ทั้งหม้อไอน้ำและหม้อน้ำร้อน

- ตรวจอุปกรณ์ช่วยต่างๆ โดยให้รู้ความแตกต่างระหว่าง "เครื่องเดินได้" กับ "เครื่องเดินได้ถูกต้อง" โดยระลึกเสมอว่าอุปกรณ์ช่วยต่างๆสามารถทำให้เครื่องหยุดเดินได้

- ในบางที่นั้นอาจมีการติดมิเตอร์เพื่อบอกว่าใช้น้ำมันไปเท่าไรแล้ว ควรตรวจสอบว่าการใช้น้ำมันผิดปกติหรือไม่ อย่างไร

3.2.2.2 การบำรุงรักษาประจำสัปดาห์(Weekly Maintenance)

- ตรวจสอบการปิดสนิทหรือไม่ของวาล์วเชื้อเพลิง ตรวจสอบให้แน่ใจว่าเมื่อปิดเครื่อง วาล์วเชื้อเพลิงต้องปิดสนิท

- ตรวจก้านข้อต่อชุดควบคุมเชื้อเพลิง-อากาศ จะต้องขันยึดแน่นชุดข้อต่อต้องอยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้อง

- ตรวจหลอดไฟโชว์ และเสียงเตือน หลอดไฟต้องดีไม่ขาด ไซเรนต้องทำงานเมื่อเครื่องเกิดทำงานผิดปกติ

- ตรวจชุดควบคุมและชุดตัดระบบควบคุมเครื่อง ต้องตัดดับเครื่องที่จุดที่ตั้งไว้ โดยตรวจสอบให้ตัดดับเครื่องหัวพ่นไฟจุดที่ตั้งความดันหรืออุณหภูมิบนหน้าปัทม์

- ตรวจชุดควบคุมความปลอดภัยและ INTER LOCK ของชุดควบคุม จะต้องตัดดับเครื่อง หัวพ่นไฟ จุดที่ตั้งหรืออุณหภูมิบนหน้าปัทม์

- ตรวจการทำงานของชุดควบคุมระดับน้ำ โดยปิดปั๊มให้หม้อไอน้ำทำงานปกติ จะต้องตัดดับเครื่อง

- ตรวจรอยรั่ว เสียง การสั่น หรือสิ่งผิดปกติ ถ้าผิดปกติต้องรีบแก้ไขก่อนที่จะเป็นเรื่องใหญ่มีปัญหากับเครื่องได้

- ตรวจการทำงานของมอเตอร์ทุกตัวให้เป็นปกติ ดูการทำงานของลูกปืน อุณหภูมิสูงขึ้นผิดปกติหรือไม่

- ตรวจการหล่อลื่น น้ำมันหล่อลื่นในตัวกรอง ในถังแยกลม/น้ำมัน น้ำมันที่เข้าปั๊มลม ฯลฯ เติมเมื่อพร่อง โดยใช้น้ำมันหล่อลื่นตามคำแนะนำของผู้ผลิตเครื่อง

- ตรวจชุดตาไฟ วัดความเข้มของสัญญาณที่ PROGRAME RELAY FLAME AMPLIFIER (ชุดขยายสัญญาณในชุดควบคุม) และชุดตาไฟจะต้องสะอาดและแห้ง

- ตรวจชุดซีลคอเพลาปั๊มต่างๆ ชุดอุปกรณ์ควบคุมปริมาณ ความฝืดตึงพอเหมาะจะทำให้อายุการใช้งานยาวนาน

- ตรวจหลอดแก้วดูระดับ จะต้องไม่แตก บิ่น ร้าว และไม่มีรอยรั่วรอบซีลหลอดแก้ว

3.2.2.3 การบำรุงรักษาประจำเดือน (Monthly Maintenance)

- ตรวจดูการทำงานชุดหัวพ่นไฟ ชุดจุดนำและเปลวไฟจุดนำ เปลวไฟหลักตลอดทุกช่วงเร่งหรี่ ชุดขับ ข้อต่อต่างๆต้องคล่องในการทำงาน

- วิเคราะห์การเผาไหม้ทุกๆช่วงเร่งหรี่ และเปรียบเทียบกับการวิเคราะห์ของเดือนที่ผ่านมา

- ตรวจลูกเบี้ยวคันเร่ง สปริงต้องไม่สะดุด ความตึงของสกรู ความคล่องตัวของข้อต่อและส่วนที่เกี่ยวข้อง

- ตรวจการรั่วของไอเสีย และต้องแน่ใจว่าไม่มีการดูดหรือไอเสียรั่วเข้ามาในห้องเครื่อง

- ตรวจจุดที่ร้อนแดง ตัวเครื่องหม้อไอน้ำต้องไม่มีจุดร้อนแดง แสดงถึงความร้อนรั่ว จุดร้อนแดงบ่งบอกถึงวัสดุทนไฟชำรุดหรืออิฐกั้นไฟชำรุด ทำให้แก๊สร้อนลัดวงจรความร้อนจึงทำให้ร้อนเฉพาะจุด และอุณหภูมิปล่องสูง

- ตรวจดูการปล่อยน้ำใต้เครื่องให้มีการปล่อยน้อยที่สุด วิเคราะห์น้ำเข้าเครื่อง ปรึกษากับผู้ขายเครื่องและผู้ชำนาญเรื่องน้ำ

- ตรวจดูช่องอากาศเข้ามาในห้องหม้อไอน้ำจะต้องมีอากาศเข้ามาเผาไหม้อย่างเพียงพอ

- ตรวจอุปกรณ์กรองต่างๆ ทำความสะอาดหรือเปลี่ยน

- ตรวจระบบเชื้อเพลิงให้แน่ใจว่าตัวกรอง เกจต่างๆได้รับการดูแลอย่างดี

- ตรวจสายพานต้องตึงพอเหมาะ

- ตรวจการหล่อลื่นของลูกปืนต่างๆ อย่าอัดจารบีลูกปืนมอเตอร์มากเกินไป

3.2.2.4 การบำรุงรักษาครึ่งปี (Semi Annual Maintenance)

- ล้างชุดควบคุมระดับน้ำต่างๆ แท่งหัวเทียนตรวจดูทำความสะอาดล้างตะกอน สิ่งตกค้างภายใน ตลอดท่อทางน้ำ หาสาเหตุทำไมมีสิ่งตกค้าง

- ตรวจชุดอุ่นน้ำมัน โดยถอดชุดจ่ายความร้อนออก ดูตะกอนและตะกรันที่เกิดขึ้น

- ซ่อมวัสดุทนไฟทันที ถ้าเปิดแล้วพบส่วนที่ชำรุด

- ทำความสะอาดตัวกรองน้ำมันต่างๆ การอุดตันของสิ่งสกปรกทำให้การไหลของน้ำมันน้อยลง จะเกิดปัญหากับหัวพ่นไฟได้

- ทำความสะอาดอุปกรณ์กรองอากาศและถังแยก ลม/น้ำมันหล่อลื่น สิ่งสกปรกตกค้างนำออกให้หมด แล้วเติมน้ำมันหล่อลื่นใหม่

- ตรวจดูข้อต่อของปั๊มต่างๆ

- ปรับแต่งการเผาไหม้อย่างระมัดระวัง ค่า O_2,CO_2 ที่อ่านได้ใช้เป็นค่าอ้างอิงในการปรับแต่งการเผาไหม้ ต้องจดค่าต่างๆเพื่อนำไปเปรียบเทียบในการปรับแต่งในคราวหน้า การปรับแต่งการเผาไหม้ต้องทำโดยผู้รู้ การเผาไหม้จึงจะสมบูรณ์

- ตรวจสวิตซ์ปรอทต่างๆ ว่ามีสิ่งเจือปนภายในหรือสูญหายบ้างหรือไม่ การแตกร้าวของหลอดแก้วสวิตซ์ สายไฟเกรียมแตกเปราะ ถ้าผิดปกติต้องเปลี่ยนทันที

3.2.2.5 การบำรุงรักษาประจำปี (Annual Maintenance)

- ทำความสะอาดด้านสัมผัสไฟ โดยใช้เครื่องดูเขม่าที่เหมาะสมจนสะอาด ถ้าเปิดเครื่องหลายวันควรฉีดพ่นน้ำยากันสนิม ผุกร่อน ด้านสัมผัสไฟ

- ทำความสะอาดท่อลมวันปล่องไฟ เอาเขม่าออกให้สะอาด

- ทำความสะอาดด้านสัมผัสน้ำ ถอดฝาหอยมือ ช่องคนลงตรวจท่อชุดควบคุมระดับน้ำที่ 3 ทางและ 4 ทาง ชุดลูกลอยล้างทำความสะอาดให้ทั่ว

- ตรวจถังพักน้ำมันใหญ่ ว่ามีตะกอนหรือน้ำสะสมหรือไม่ ต้องเติมน้ำมันให้เต็ม เพื่อป้องกันไอน้ำกลั่นตัวในช่วงหน้าร้อนตรวจระดับน้ำมันไฮโดรลิก วาล์ว ถ้ามีรอยรั่วซึมต้องแก้ไขด่วน

- ตรวจหลอดแก้วดูระดับ ถ้ามีรอยสึกร่อนภายใน รอยร้าว รอยบิ่นต้องเปลี่ยนใหม่พร้อมปะเก็น และก๊อกหลอดแก้วจะต้องใช้แบบ "STOP CHECK" ปิดด้วยตัวเองทันที เมื่อหลอดแก้วแตก

- ถอดวาล์วนิรภัย ปรับแต่งโดยผู้ชำนาญงาน วาล์วนิรภัยเป็นอุปกรณ์ที่สำคัญมากโดยทั่วไปจะได้รับความสนใจน้อย

- ถ้าหม้อไอน้ำใช้น้ำมันเชื้อเพลิง ให้ตรวจสภาพปั๊มดูการสึกหรอ ช่วงนี้ทำการซ่อมและเปลี่ยนอุปกรณ์

- ปั๊มน้ำเข้าหม้อน้ำ ตัวกรองต้องซ่อม ชิ้นส่วนที่ต้องเปลี่ยน การนำคอนเดนเสทกลับและการเติมเคมี จุดเข้าเคมีอาจจะเป็นสาเหตุให้ปั๊มน้ำอายุสั้นลง

- ถังพักรับคอนเดนเสท ต้องถ่ายน้ำทิ้งและทำความสะอาดภายใน ตรวจดูภายใน ถ้ามีวาล์วเติมน้ำเข้าต้องถอดซ่อมตรวจการทำงานให้ถูกต้อง

- ระบบเติมเคมีต้องล้างทำความสะอาด ปรับแต่งซ่อมวาล์วปรับปริมาณ ปั๊มเคมีต้องตรวจซ่อม

- ขันข้อต่อไฟฟ้าต่างๆให้แน่น เช่น บนสตาร์ตเตอร์ และรีเลย์
- ตรวจดิแอร์เรเตอร์ ระบบป้อนน้ำของหม้อไอน้ำ ต้องไม่มีสิ่งตกตะกอน ผุกร่อน วัสดุที่เคลือบอยู่ในสภาพดี
- อุปกรณ์ข้อต่อ คันชักต่างๆต้องอยู่ในสภาพดี ถ้าสึกหรอมาก จะทำให้การเคลื่อนไหวคลาดเคลื่อน ผลลัพธ์จะทำให้อากาศเข้าเผาไหม้มีปริมาณไม่คงที่ การเผาไหม้ไม่สมบูรณ์

*หมายเหตุ การบำรุงรักษาประจำปีจะต้องทำพร้อมกับการตรวจหม้อน้ำประจำปี ร่วมกับบริษัทรับประกันหรือหน่วยงานของราชการ ต้องกำหนดวิธีการขั้นตอนอุปกรณ์ต่างๆต้องเรียบร้อยอยู่ในสภาพพร้อม การบำรุงรักษาเป็นกิจวัตรจะทำให้เกิดความพร้อม ปลดระบบไฟฟ้าล็อคสวิตซ์อยู่ในตำแหน่ง "OFF" ต้องแน่ใจว่าไม่มีไอน้ำปล่อยเข้าท่อพักไอรวม (Header) แล้วล็อควาล์วไอเข้าจนกว่าจะทำความสะอาดและตรวจเสร็จสิ้น ปิดลิ้นปีกผีเสื้อไอเสียออกและปิดแยกอุปกรณ์ต่างๆออกจากตัวหม้อไอน้ำ

3.2.3 การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance)

การบำรุงรักษาเชิงป้องกันนั้นจะถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ การวิเคราะห์น้ำและการตรวจสอบระบบต่างๆของหม้อไอน้ำ

3.2.3.1 การวิเคราะห์น้ำ

- หลักการเก็บน้ำในระบบหม้อไอน้ำ

ก่อนการเก็บน้ำตัวอย่างมาวิเคราะห์ทุกครั้ง ต้องทำความสะอาดภาชนะที่ใช้เก็บน้ำให้สะอาด โดยก่อนการเก็บควรล้างด้วยน้ำตัวอย่างที่ต้องการเก็บ 2-3 ครั้งแล้วจึงเริ่มเก็บน้ำตัวอย่าง

- จุดที่ต้องเก็บน้ำ

จุดที่ 1 Raw Water (Sand Filter Water)

จุดที่ 2 Softener Water

จุดที่ 3 Condensate Water

จุดที่ 4 Feed Water (Dearator Water)

จุดที่ 5 Blowdown or Boiler Water

โดยบางทีอาจจะมีไม่ครบก็ได้ เพราะบางที่อุปกรณ์บางอย่างไม่มี

- การหาค่า pH

1. ล้างขวดสำหรับเก็บน้ำตัวอย่างให้สะอาด แล้วเทน้ำตัวอย่างลงในภาชนะพอประมาณ
2. จากนั้นใช้กระดาษลิตมัสยูนิเวอร์แซลอินดิเคเตอร์ (Universal indicator pH 0-14) จุ่มให้ท่วมแถบสี แช่ทิ้งไว้ประมาณ 1-10 นาที
3. เปรียบเทียบแถบสีที่วัดได้กับแถบสีมาตราฐานบนกล่องกระดาษลิตมัสยูนิเวอร์แซลอินดิเคเตอร์ให้มีสีที่ใกล้เคียงกันมากที่สุด แล้วอ่านค่าที่วัดได้

- การหาค่า TDS (Total Dissolved Solids) ด้วย TDS meter

1. ล้าง cell up บน TDS meter ด้วยน้ำตัวอย่างที่ต้องการวัด 2-3 ครั้ง โดยน้ำที่ใช้วัดควรมีอุณหภูมิอยู่ในช่วง 10- 70°C

2. เลือกช่วงของการวัด (range) ที่สูงที่สุดก่อน คือที่ X1000 ppm แล้วเพิ่มความละเอียดในการวัด โดยการเปลี่ยนช่วงของการวัดไปที่ X100 ppm และ X10 ppm ตามลำดับ

3. อ่านค่าที่ได้จากมิเตอร์ บันทึกค่าที่อ่านได้

*การวาง TDS meter เพื่ออ่านค่า ให้วางไว้บนพื้นเรียบ ไม่เอียง หรือถือ TDS meter ในแนวขนานกับพื้นโลก

ในกรณีน้ำตัวอย่างมีค่า TDS >5,000 ppm ให้เจือจางน้ำตัวอย่างด้วยน้ำกลั่นดังต่อไปนี้

- ถ้าเจือจางน้ำตัวอย่าง 2 เท่า คือใช้น้ำตัวอย่าง:น้ำกลั่น ในอัตราส่วน 1:1 เมื่ออ่านค่าจาก TDS meter แล้วให้คูณค่าที่อ่านได้ด้วย 2

- ถ้าเจือจางน้ำตัวอย่าง 5 เท่า คือใช้น้ำตัวอย่าง:น้ำกลั่น ในอัตราส่วน 1:4 เมื่ออ่านจาก TDS meter แล้วให้คูณค่าที่อ่านได้ด้วย 5

- การหาค่าความกระด้างทั้งหมด (Total Hardness)

1. ตวงน้ำตัวอย่างจำนวน 25 มิลลิลิตร ด้วยกระบอกตวง ใส่ลงในขวดรูปชมพู่หรือบีกเกอร์ขนาด 150 มิลลิลิตรที่แห้งและสะอาด

2. เติม Buffer Solution ประมาณ 1 มิลลิลิตร (2มีบ) เขย่าให้เข้ากัน

3. หยด Hardness Indicator 2-3 หยด เขย่าให้เข้ากัน สารละลายที่ได้จะมีสีดังนี้

- ในกรณีที่สารละลายมีสีน้ำเงินหรือสีฟ้า แสดงว่าน้ำตัวอย่างไม่มีความกระด้างหรือมีความกระด้างเป็นศูนย์

- ในกรณีที่สารละลายมีสีชมพูอมม่วงหรือม่วงอมชมพู แสดงว่าน้ำตัวอย่างมีความกระด้าง ให้ทำการไตเตรตตามขั้นตอนต่อไป

4. ทำการไตเตรตกับ 0.01 F EDTA จนกระทั่งถึงจุดยุติที่มีการเปลี่ยนสีของสารละลายไปเป็นสีฟ้า

การคำนวณ

ค่าความกระด้างของน้ำ (ppm) = mL0.01 F EDTA X 40

*ในการหาค่าความกระด้างของน้ำนั้นเราจะไม่ทำการตรวจสอบน้ำในหม้อไอน้ำ เนื่องจากความกระด้างในหม้อไอน้ำไม่สามารถกำจัดได้ ความกระด้างของน้ำเราจะแก้โดยการนำน้ำไปผ่าน เครื่องกรองน้ำ(softener)

- การหาค่าความเป็นด่างของน้ำ (Alkalinity)

1. Phenolphthalein Alkalinity (P-Alkalinity)

1.1 ตวงน้ำตัวอย่าง 25 มิลลิลิตรด้วยกระบอกตวง ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ที่แห้งและสะอาด

1.2 หยด Phenolphthalein Indicator 2-3 หยด ถ้าสีของน้ำตัวอย่างไม่เปลี่ยนแปลงแสดงว่าน้ำมีค่า P-Alkalinity เท่ากับศูนย์ (สามารถดูได้จากค่า pH ของน้ำที่มีค่าน้อยกว่า 8.3 จะไม่มีค่า P-Alkalinity) ถ้าสีของน้ำตัวอย่างเปลี่ยนแปลงเป็นสีชมพูแสดงว่าน้ำมีค่า P-Alkalinity ให้ไทเทรตตามขั้นตอนต่อไป

1.3 ไทเทรตกับ 0.02 N H_2SO_4 จนกระทั่งสีชมพูจางหายไปถือเป็นจุดยุติ เก็บน้ำตัวอย่างนี้ไว้หาค่า M-Alkalinity ต่อไป

การคำนวณ

P-Alkalinity (ppm) = mL 0.02 N H_2SO_4 X 40

*ในการตรวจสอบค่าความเป็นด่างนั้นเราจะตรวจสอบเฉพาะน้ำในหม้อไอน้ำ เนื่องจากโดยส่วนมากน้ำโดยทั่วไปจะมีความเป็นกลางเสียส่วนมาก ยกเว้นในบางกรณีที่น้ำจากที่อื่นมีค่า pH เกินกว่า 8.3 เราควรจะตรวจสอบค่าความเป็นด่าง

2. Methyl Orange Alkalinity (M-Alkalinity) or Total Alkalinity

1.4 นำน้ำตัวอย่างจากการหาค่า P-Alkalinity แล้ว มาหยด Bromcresol Green Indicator

1.5 ไทเทรตต่อด้วย 0.02 N H_2SO_4 จนกระทั่งเปลี่ยนจากสีฟ้าเป็นสีชมพูหรือส้มอมเหลือง ถือเป็นจุดยุติ

การคำนวณ

Total Alkalinity (ppm) = P-Alkalinity + mL 0.02 N H_2SO_4 X 40

3.2.3.2 การตรวจสอบสภาพทั่วไปของหม้อไอน้ำ

ในการตรวจสอบนั้นเราจะตรวจสอบสภาพโดยทั่วๆไปดังนี้

- สภาพของหัวฉีดว่าเป็นอย่างไร มีรอยขีดข่วนหรือสึกหรอบ้างหรือไม่ ถ้าสกปรกมากก็ควรทำความสะอาดหัวฉีดด้วย

- สวิตซ์ควบคุมความดันระหว่างการทำงาน โดยจะสังเกตว่าระบบจะตัดที่ความดันเท่าไรและเริ่มทำงานที่ความดันเท่าไร เช่นระบบจะทำการตัดการทำงานที่ความดัน 114 ปอนด์ต่อตารางนิ้วจะเริ่มทำงานที่ความดัน 100 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นต้น โดยสวิตซ์ตัวนี้เราสามารถปรับตั้งได้

- สวิตซ์ควบคุมความดันสูง โดยสวิตซ์ตัวนี้จะทำงานเมื่อสวิตซ์ควบคุมความดันระหว่างการทำงานเกิดการบกพร่อง โดยจะมีการตั้งความดันที่สูงกว่าช่วงระบบตัดการทำงานของสวิตซ์ควบคุมความดันระหว่างการทำงาน เช่นจะตั้งไว้ที่ 120 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

- ตรวจสอบว่าระบบตัดน้ำต่ำทำงานหรือไม่

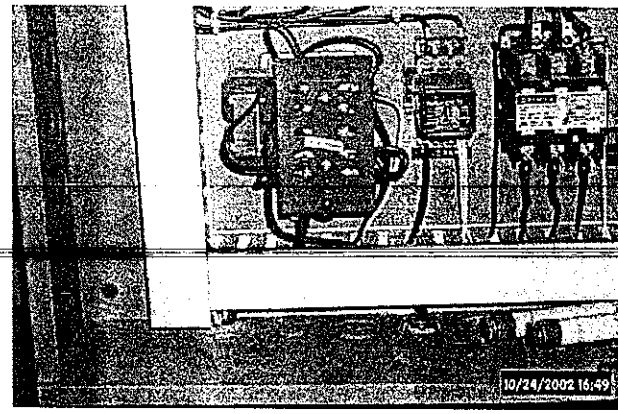
ชุดตัดน้ำต่ำ (Low Water Cut Off) ชุดควบคุมระดับน้ำทั่วไปเป็นแบบลูกลอยหรือแท่งหัวเทียน ได้รับการตั้งให้ตัดวงจรควบคุมหัวพ่นไฟให้ดับเครื่องเมื่อระดับน้ำในหม้อไอน้ำต่ำเกินไป ในหม้อไอน้ำความดันต่ำ จุดตั้งให้เครื่องดับจะสูงกว่าระดับผิวท่อบนสุดของท่อไฟ ระดับน้ำในหลอดแก้ว 0-1/4" เป็นระดับต่ำสุด ในหม้อไอน้ำความดันสูงระดับน้ำนี้จะถูกตั้งไว้อย่างต่ำ 3"สูงกว่าผิวบนสุดของท่อไฟ จะแสดงจุด "0" บนหลอดแก้วดูระดับ ลูกลอยที่ใช้ควบคุมสวิตซ์หรือหลายๆสวิตซ์ให้ทำงานหลายแบบควบคุม ชุดควบคุมแรกต้องตัดวงจรไฟดับหัวพ่นไฟ เมื่อระดับน้ำต่ำกว่าระดับปลอดภัย แบบควบคุมอื่นจะเป็นการส่งสัญญาณเสียงและแสงบอกระดับน้ำต่ำพร้อมกันก็ได้ ปั๊มน้ำเข้าหม้อไอน้ำที่เป็นแบบปิด-เปิด ก็ควบคุมปั๊มให้ทำงานรักษาระดับน้ำให้อยู่ในช่วงปลอดภัย ชุดควบคุมอีกชุดส่งสัญญาณเสียงและแสงเมื่อระดับน้ำในเครื่องสูงเกินกำหนด ชุดควบคุมแบบแท่งหัวเทียนทำงานเหมือนกับลูกลอย ใช้น้ำเป็นสื่อตัวนำทำให้ระบบควบคุมครบวงจร แกนโลหะในแท่งหัวเทียน มีฉนวนหุ้มภายนอก ความยาวขึ้นอยู่กับระดับที่ต้องการควบคุม เมื่อระดับน้ำที่เป็นสื่อทำให้กระแสครบวงจรจะทำให้รีเลย์ทำงาน เมื่อระดับน้ำลดลงก็จะทำให้รีเลย์ไม่ทำงาน ใช้การทำงานหรือไม่ทำงานของรีเลย์ในการมาควบคุมวงจร ชุดควบคุมแบบนี้ไม่มีส่วนเคลื่อนไหวในห้องเสื้อแท่งหัวเทียน

- ตรวจสอบว่าระบบตัดน้ำต่ำช่วยทำงานหรือไม่

ชุดตัดน้ำต่ำช่วย (Auxiliary Low Water Cutoff) คือชุดอุปกรณ์เสริมระบบควบคุมระดับน้ำ สายไฟควบคุมจะต่อนุกรมกับชุดควบคุมระดับน้ำหลัก การติดตั้งทั่วไปจะต่ำกว่าชุดควบคุมระดับน้ำหลักเล็กน้อย ดังรูปที่ 3.8

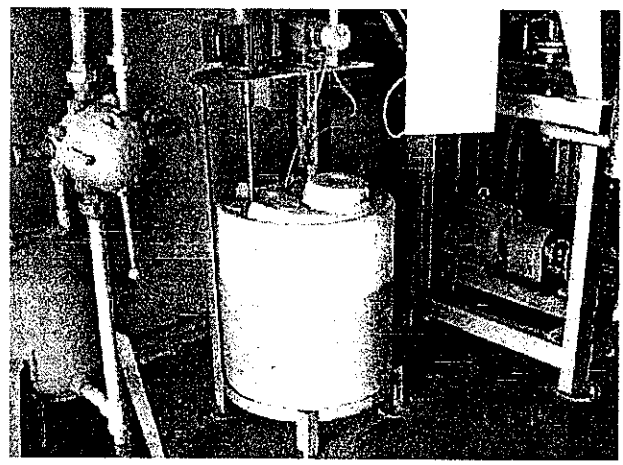
จุดประสงค์ของชุดตัดน้ำต่ำช่วย เพื่อใช้เป็นตัวช่วยตัวที่ 2 ทางด้านความปลอดภัย เพื่อตัดหัวพ่นไฟดับเครื่อง กรณีน้ำต่ำเกินปกติ

- ตรวจสอบระบบการทำงานของระบบเตือนจุดระเบิดขัดข้องทำงานหรือไม่
- ตรวจสอบระดับน้ำมันหล่อลื่นว่าอยู่ในระดับปกติหรือไม่
- ตรวจสอบชุดการควบคุมเร่งหรี่ว่าทำงานหรือไม่ ทั้งในระบบอัตโนมัติหรือการควบคุมด้วยมือ



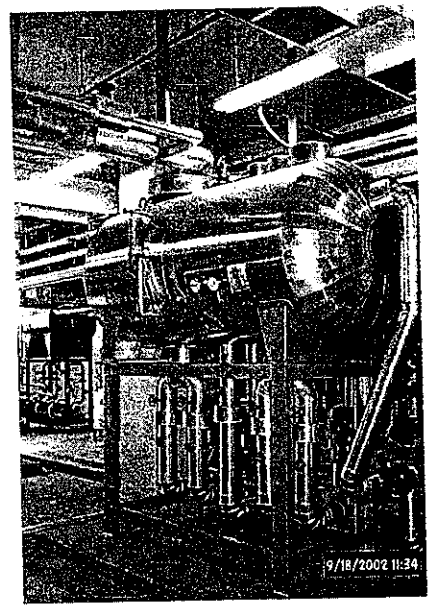
รูปที่ 3.8 ชุดอิเลคโทดควบคุมระดับน้ำต่ำ

- ตรวจสอบวาล์วนิรภัยว่าทำงานปกติหรือไม่ (จะปล่อยไอน้ำทิ้งเมื่อความดันไอน้ำสูงเกินกว่า 10% ของความดันใช้งาน)
- ตรวจสอบการทำงานของตัวอุ่นน้ำมันว่าทำงานปกติหรือไม่ ตัดที่อุณหภูมิเท่าใดและการอุ่นโดยใช้ไอน้ำตัดที่อุณหภูมิเท่าใด
- ตรวจสอบปั๊มน้ำเข้าหม้อไอน้ำว่าทำงานปกติหรือไม่ มีรอยรั่วหรือไม่
- ตรวจสอบเชควาล์วของปั๊มน้ำเข้าหม้อไอน้ำว่ามีรอยรั่วหรือไม่ แล้วจะต้องทำการซ่อมบำรุงหรือไม่
- ตรวจสอบปั๊มของถังเคมีว่าทำงานปกติหรือไม่ ดังรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 ชุดถังน้ำยาเคมี

- ตรวจสอบระบบไล่อากาศว่าทำงานปกติหรือไม่
- ตรวจสอบสวิตซ์ต่อระบบเมื่อมีลมฉีดน้ำมันให้เป็นฝอยว่าทำงานปกติหรือไม่
- ตรวจสอบสวิตซ์ต่อระบบเมื่อมีอากาศเข้าเผาไหม้ว่าทำงานปกติหรือไม่
- ตรวจสอบสวิตซ์ตัดระบบเมื่ออุณหภูมิน้ำมันต่ำว่าทำงานปกติหรือไม่
- ตรวจว่าช่องคนลอดมีการรั่วซึมหรือไม่
- ตรวจว่าช่องมือลอดมีการรั่วซึมหรือไม่
- ตรวจดูว่ามีไอน้ำรั่วหรือไม่
- ตรวจดูว่ามีน้ำมันหรือแก๊สรั่วหรือไม่
- ใช้ Deaerator หรือไม่ ดังรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.10 ถังดิแอเรเตอร์

สภาพระบบของหม้อไอน้ำ จะตรวจสอบดังนี้

1. ความดันของไอน้ำ
2. อุณหภูมิของน้ำมัน
3. ความดันลมที่หัวฉีดในช่วงไฟต่ำ (low fire)
4. ความดันในการจ่ายน้ำมัน
5. ความดันของน้ำมันด้านเข้า
6. ความดันของน้ำมันด้านย้อนกลับ

7. ความดันของแก๊สในการจุดระเบิด เมื่อวาล์วปิดและวาล์วเปิด
8. อุณหภูมิของน้ำเข้า

การหาประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำ

การหาประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำนั้น เราจะหาได้จากการวัดเปอร์เซนต์ของคาร์บอนไดออกไซด์(CO_2) จะวัดได้จากค่าที่ได้จากการวัดไอเสียของหม้อไอน้ำ โดยใช้เครื่องวัดคาร์บอนไดออกไซด์หรือมีเครื่องหมายทางการค้าว่าบาคาร์ลาท หรือเทสโต(testo) ก็ได้ การใช้เทสโตในการวัดนั้นเครื่องจะสามารถหาค่าประสิทธิภาพได้โดยอัตโนมัติ แต่ถ้าเราใช้บาคาร์ลาทเราจะต้องใช้ตารางในการคำนวนค่าประสิทธิภาพการเผาไหม้และค่าประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำ โดยค่าเปอร์เซนต์ของคาร์บอนไดออกไซด์กับการเผาไหม้ที่เหมาะสมคือ

- น้ำมันเตาค่าจะอยู่ที่ 13-14%
- น้ำมันดีเซลค่าจะอยู่ที่ 12-13%
- แก๊ส LPG หรือ NG จะอยู่ที่ 9-11 % และค่าออกซิเจนอยู่ที่ 4.5-5.5%

โดยการคำนวณค่านั้นดังตัวอย่างคือ ถ้าเราวัดค่าคาร์บอนไดออกไซด์ช่วงไฟต่ำ(low fire) ได้ 12 %ที่อุณหภูมิ 160 °C เราจะได้ค่าจากตาราง Stack Loss โดยจะแบ่งเป็นแก๊สธรรมชาติ ดังตารางที่ ข.1 น้ำมันเบอร์ 2 (น้ำมันดีเซล) ดังตารางที่ ข.2 และน้ำมันเบอร์ 6(น้ำมันเตา) ดังตารางที่ ข.3โดยตัวอย่างนั้นใช้น้ำมันเตา จะได้ค่าคือ 10.2 โดยเราจะนำไปลบกับค่า 100 จะได้ค่าประสิทธิภาพการเผาไหม้คือ 89.8% และนำค่านี้มาลบกับตารางการสูญเสียความร้อนเนื่องจากการแผ่รังสีความร้อนและการพาความร้อนดังตารางที่ ข.4 คือ 1.9% จะได้ค่าประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำคือ 87.9% และทำการคิดค่าในช่วงไฟกลาง (medium fire) และไฟสูง (high fire) ตามวิธีดังกล่าว