

มาตรฐานการตรวจสอบหม้อน้ำชนิดท่อไฟ ในอนาคต

รองศาสตราจารย์วิชัย พฤกษ์ธาราภิบาล

1. การเตรียมหม้อน้ำ (เป็นหน้าที่ของโรงงานโดยคำแนะนำของวิศวกร)

- หยุดใช้งาน พร้อมทั้งทำความสะอาดส่วนที่เป็นห้องเผาไหม้และท่อไฟ
- ระบายไอน้ำออกจากหม้อน้ำ ลดอุณหภูมิภายในหม้อน้ำให้ไม่เกิน 49°C
การลดอุณหภูมิไม่ควรใช้วิธีถ่ายน้ำร้อนออกทั้งหมด แล้วเติมน้ำเย็นทันที
- จัดให้ผู้ควบคุมหม้อน้ำ อำนวยความสะดวกหรือให้ข้อมูลวิศวกร
- จัดเตรียมข้อมูลต่าง ๆ
 - บันทึกการใช้งานหม้อน้ำ
 - ประวัติการซ่อม
 - ผลวิเคราะห์คุณภาพน้ำ
- จัดเตรียมปะเก็นส่วนต่าง ๆ เช่น ช่องคนลอด ช่องมีอลอด ฝาหน้า-หลัง และหน้าแปลนต่าง ๆ

2. วิศวกรผู้ตรวจทดสอบ

- จัดเตรียมอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลและอุปกรณ์ประกอบ รองเท้า นิรภัย แวนนิรภัย หน้ากากกรองฝุ่น ชุดหมี่ ไฟฉาย ค้อนขนาดเล็ก แปรงลวด กล้องถ่ายรูป เครื่องวัดความหนาโลหะ
- ตัดแยกแหล่งพลังงาน ทั้งระบบไฟฟ้า ระบบไอน้ำ ระบบน้ำ ระบบเชื้อเพลิง
- จัดให้มีการขออนุญาตการทำงานในที่อับอากาศ (Confine space)
 - ระบายอากาศ
 - วัด O_2
 - วัดก๊าซไวไฟ
 - วัดก๊าซพิษ
 - ฝุ่นระเบิด

- ผู้ที่จะเข้าไปในที่อับอากาศมีหลักฐานการอบรมหลักสูตรการทำงานในที่อับอากาศ
- โรคที่ต้องตรวจก่อนเข้าที่อับอากาศ (โดยแพทย์ ตรวจละเอียดหรือสอบถาม)
 - โรคกล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือดหรือหลอดเลือดหัวใจตีบ
 - โรคลิ้นหรือผนังหัวใจตีบหรือรั่ว
 - โรคหัวใจโต
 - โรคหัวใจเต้นผิดจังหวะ
 - โรคหอบหืด
 - โรคหลอดเลือดอุดตันเรื้อรังและโรคถุงลมโป่งพอง
 - โรคลมชัก
 - การเคลื่อนไหวผิดปกติหรือกล้ามเนื้ออ่อนแรง
 - โรคหลอดเลือดสมองหรืออัมพาต
 - โรคปวดข้อหรือข้ออักเสบเรื้อรัง

- โรคหรือความผิดปกติของกระดูกและข้อ
- โรคกลัวที่แคบ
- โรคจิต เช่น โรคซึมเศร้า โรคจิตเภท
- โรคเบาหวาน
- โรคหรืออาการเลือดออกง่าย
- โรคไส้เลื่อน
- สุขภาพสตรี ดูการตั้งครรภ์ กับประจำเดือนครั้งสุดท้าย

สรุป ควรมีผลตรวจสุขภาพดังนี้

รายการตรวจ	แนวทางพิจารณา
1. ดัชนีมวลกาย	- ไม่เกิน 35 กก./ตารางเมตร
2. ความดันโลหิต	- ไม่เกิน 140/90 มม.ปรอท
3. อัตราเร็วชีพจร	<ul style="list-style-type: none"> - 60-100 ครั้ง/นาที - 40-59 ครั้ง/นาที ร่วมกับคลื่นไฟฟ้าหัวใจปกติ - 101-120 ครั้ง/นาที ร่วมกับคลื่นไฟฟ้าหัวใจปกติ
4. สมรรถภาพปอดชนิดสไปโรเมตรี (spirometry)	<ul style="list-style-type: none"> - ผลตรวจปกติ - จำกัดการขยายตัวเล็กน้อย (Mild restriction) - อุดกั้นเล็กน้อย (Mild obstruction)
5. ภาพรังสีทรวงอก (X-ray)	- แพทย์วินิจฉัย
6. ความสมบูรณ์เม็ดเลือด	<ul style="list-style-type: none"> - ระดับฮีโมโกลบิน 10 กรัม/เดซิลิตร ขึ้นไป และ ระดับความเข้มข้นเลือดร้อยละ 30 ขึ้นไป และ ระดับเกล็ดเลือด 100,000 เซลล์/ลบ.มม ขึ้นไป
7. อื่น ๆ เช่น สมรรถภาพการมองเห็นระยะไกล สมรรถภาพการได้ยินเสียงพูด	-

3. การตรวจสอบภายนอก (External inspection) สอดคล้องกับประกาศ กระทรวงอุตสาหกรรม

- การติดตั้งหม้อน้ำและระบบท่อไอน้ำ
- สภาพการรั่วซึมของส่วนต่าง ๆ พบสิ่งผิดปกติอาจรั่วจนวนเพื่อตรวจสอบ
เปลือก ผนัง
- อุปกรณ์ความปลอดภัย ตรวจสอบจำนวน ขนาด การติดตั้ง การใช้งาน
- ฉนวน ดูการเสื่อมสภาพ
- ท่อและปล่องที่ระบายก๊าซจากการเผาไหม้

4. การตรวจสอบสภาพภายใน (Internal inspection)

- ตรวจสอบ ด้านสัมผัสไฟและด้านสัมผัสน้ำของ
 - ผนังเตา - ห้องเผาไหม้ - ท่อไฟใหญ่ - ท่อไฟเล็ก
 - ผนังหน้าหลัง - ท่อน้ำ - อุปกรณ์อุ่นน้ำ (Economizer)
 - อุปกรณ์อุ่นอากาศ (Air Pre-heater) - เหล็กยึดโยง
- สิ่งที่ตรวจพบคือ
 - การบิดเบี้ยว การเสียรูป การแตกร้าว การรั่วซึม การกัดกร่อน
 - ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ความยาว ความหนา
 - ร่องรอยการเกิด Overheat หรือการสึกหรอจากการเสียดสี
 - ด้านสัมผัสน้ำ การกัดกร่อนลักษณะต่าง ๆ ตะกรัน ดินโคลน
 - การอุดตันของท่อที่ต่อเข้า ลื่นนิรภัย ท่อน้ำเข้า เกจวัดความดัน สวิตช์ควบคุมความดัน หลอดแก้ว เครื่องควบคุมระดับน้ำ ท่อและวาล์วถ่ายน้ำ

5. การอัดน้ำ (Hydrostatic test) เพื่อทดสอบความแข็งแรงโครงสร้างหม้อน้ำ

- น้ำที่ใช้ทดสอบอุณหภูมิไม่เกิน 49 °ซ
- หม้อน้ำใหม่ หรือซ่อมแซมส่วนที่รับความดัน
 - อัดน้ำความดันไม่น้อยกว่า 1.5 เท่าของความดันอนุญาตให้ใช้งานสูงสุด (MAWP; Maximum Allowable Working Pressure)
 - การเพิ่มความดันไม่ควรเกิน 0.2 bar/นาที
 - คงความดันที่ทดสอบไว้ไม่น้อยกว่า 10 นาที
 - ลดความดันเหลือ 1 – 1.25 เท่าของ MAWP
 - ตรวจสอบการรั่วซึมของโครงสร้างอุปกรณ์และท่อทางต่าง ๆ
- หม้อน้ำที่ผ่านการใช้งานมาแล้ว ต้องมีการตรวจสอบอัดน้ำประจำปี (Annual Hydrostatic test)
 - อัดน้ำความดัน 1-1.25 ของ MAWP
 - คงความดันที่ทดสอบไว้จนกว่าจะตรวจสอบการรั่วซึมเสร็จ
 - ตรวจสอบการรั่วซึมของโครงสร้าง อุปกรณ์ และท่อทางต่าง ๆ

- หม้อน้ำที่ไม่มีประวัติการสร้างตามมาตรฐาน การตรวจทดสอบอัดน้ำ
 - อัดน้ำที่ความดันไม่น้อยกว่า 1.5 เท่า ของความดันใช้งานสูงสุด (Maximum working Pressure; MWP)
 - คงความดันที่ทดสอบไว้ไม่น้อยกว่า 10 นาที
 - ตรวจสอบการรั่วซึมของโครงสร้าง อุปกรณ์ และท่อทางต่าง ๆ
- ขณะทดสอบอัดน้ำ ควรนำหน้าแปลนปิด ท่อจากหม้อน้ำที่ต่อเข้าลิ้นนิรภัย หรือล็อคการทำงานของลิ้นนิรภัย หลีกเลียงการขันสปริงลิ้นนิรภัย
- เมื่อการทดสอบอัดน้ำแล้วเสร็จ ให้ทำตรวจสอบการทำงานของลิ้นนิรภัย ให้ระบายความดันไม่เกิน 1.03 เท่าของ MAWP หรือ MWP แล้วแต่กรณี

6. การตรวจสอบสภาพการทำงานจากระบบควบคุมและอุปกรณ์ความปลอดภัย (Functional test)

6.1 การทดสอบระบบควบคุมความดัน ทำงานอย่างถูกต้อง คือ มาตรวัดความดัน

- มาตรวัดความดันมีการสอบเทียบ
- มีท่อัดกน้ำ (siphon หรือ trap)
- สังเกตการเคลื่อนที่ของเข็มวัดความดันทั้งขณะเพิ่มหรือลดความดัน
- ขนาดมาตรวัดความดันใหญ่ มองเห็นชัด ช่วงทำงาน 1.5-2 เท่าของความดันใช้งาน ติดตั้งในตำแหน่งที่ผู้ควบคุมมองเห็นชัดเจน
- ท่อที่ต่อจากหม้อน้ำมายังมาตรวัดความดันควรมีท่อระบายสิ่งสกปรก

สวิทช์ควบคุมความดัน

- ทำงานควบคุมความดันตามที่ปรับตั้งไว้
- กรณีใช้อุปกรณ์ส่งสัญญาณความดัน (Pressure transmitter) ต้องมีการสอบเทียบ

6.2 การทดสอบระบบควบคุมระดับน้ำ ทำงานอย่างถูกต้อง คือ อุปกรณ์แสดงระดับน้ำ (หลอดแก้ว / แท่งแก้ว)

- ท่อที่ต่อด้านบนและด้านล่าง เชื่อมกับหม้อน้ำส่วนที่เป็นไอน้ำสำหรับด้านบน และส่วนที่เป็นน้ำสำหรับด้านล่าง
- ระดับน้ำต่ำสุดที่มองเห็น ควรสูงกว่าท่อไฟเล็กหรือเพดานเตา 3 นิ้ว (7.62 ซม.)
- การเคลื่อนที่ขึ้นลงของน้ำ ปกติ ขณะเปิด-ปิดวาล์วหลอดแก้ว

อุปกรณ์ควบคุมระดับน้ำ (water level control equipment)

- ดูการทำงานของอุปกรณ์ควบคุมระดับน้ำ 5 ลักษณะ ดังนี้
 - เมื่อระดับน้ำต่ำลงถึงจุดที่ตั้งไว้ ปั๊มน้ำทำงาน
 - เมื่อระดับน้ำสูงขึ้นถึงจุดที่ตั้งไว้ ปั๊มน้ำหยุดทำงาน
 - เมื่อระดับน้ำสูงเกินจุดที่ตั้งไว้ มีสัญญาณเตือน
 - เมื่อระดับน้ำต่ำกว่าจุดที่ตั้งไว้ มีสัญญาณเตือน
 - เมื่อระดับน้ำต่ำมากผิดปกติ มีสัญญาณเตือนและตัดการทำงานทุกวงจร

ทดสอบการทำงานของ

- สวิตช์ลิวกลอย (Floating switch) หรือ
- แท่งอิเล็กโทรด (Electrode) หรือ
- อุปกรณ์ส่งสัญญาณระดับน้ำ (Level transmitter)

6.3 การทดสอบระบบความปลอดภัย

ลิ้นนิรภัย (safety valve)

- ขนาด จำนวน และความสามารถการระบายความดัน
- การรั่วซึมของบ่าวาล์ว
- การทดสอบให้ทำงาน ทดสอบเย็น (Cold test) ขณะติดตั้งหรือถอดออกมา ทดสอบในห้องปฏิบัติการ อาจต้องมีการชดเชยการเปิดวาล์วที่อุณหภูมิใช้งาน
- ลิ้นนิรภัยของหม้อน้ำความดันสูง หม้อต้มน้ำร้อนอุณหภูมิสูง หรือหม้อน้ำความดันต่ำ อาจใช้การอัดน้ำทดสอบเย็น เพื่อปรับแต่งเบืองตัน แล้วใช้ความดันไอน้ำขณะใช้งาน เริ่มต้นปรับตั้งละเอียดอีกครั้ง

อุปกรณ์สัญญาณเตือน (Alarm device) ตรวจการทำงานของ

- อุปกรณ์ที่ใช้ควบคุมการจุดติดไฟ
- อุปกรณ์ที่ใช้ควบคุมความดัน
- อุปกรณ์ควบคุมระดับน้ำ
- อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิสูงเกิน

6.4 ประตูระบายก๊าซ (safety door)

- ตรวจการทำงานของสปริง
- ตรวจสอบภาพปะเก็น

7. การทดสอบโดยไม่ทำลาย (Nondestructive examination; NDE)

ใช้สำหรับประเมินสภาพของหม้อน้ำ ผู้เชี่ยวชาญทดสอบโดยไม่ทำลาย ต้องมีทักษะและประสบการณ์เพียงพอ ผ่านการอบรม และได้รับการรับรองตามข้อกำหนดของมาตรฐานและกฎหมาย

วิศวกรผู้ตรวจสอบ ควรขอคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญการทดสอบโดยไม่ทำลาย กรณีตรวจพบว่าหม้อน้ำโดยเฉพาะส้วางที่รับความดัน มีข้อน่าสงสัยของการบกพร่องหรือสภาพที่อาจก่อให้เกิดอันตรายต่อการใช้หม้อน้ำ

เครื่องมือหรือวิธีการทดสอบโดยไม่ทำลาย มีหลายวิธี ดังนี้

7.1 การตรวจพินิจด้วยสายตา (Visual inspection)

7.2 การตรวจสอบโดยใช้ผงแม่เหล็ก (Magnetic particle examination; MT)

7.3 การตรวจสอบด้วยน้ำยาแทรกซึม (Liquid penetrant examination; PT)

7.4 การทดสอบด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง (Ultrasonic testing; UT)

7.5 การทดสอบโดยการถ่ายภาพด้วยรังสี (Radiographic testing; RT)

7.6 การทดสอบด้วยสนามแม่เหล็กรั่วไหล (Magnetic flux leakage testing; MFL)

7.7 การตรวจสอบด้วยการถ่ายภาพโครงสร้างเนื้อโลหะ (Metallographic examination)

7.8 การทดสอบด้วยความดัน

8. รูปแบบความเสียหาย

เป็นการพิจารณาหม้อน้ำที่ติดตั้งและใช้งานตามที่ได้ออกแบบไว้ ในเวลาที่กำหนด แต่หม้อน้ำนั้นอยู่ในสภาพแวดล้อมที่ง่ายกับการกัดกร่อน อุณหภูมิสูง หรือสภาพที่ก่อให้เกิดความเสียหายอื่น ๆ อันจะนำมาซึ่งผลของอายุการใช้งานหม้อน้ำ

รูปแบบและกลไกความเสียหายที่ส่งผลกระทบต่ออายุการใช้งานหม้อน้ำที่เหลืออยู่มีดังนี้

- รอยบวม (Bulging)
- การหย่อน (Sagging)
- การแตกร้าวเนื่องจากความเค้นร่วมกับการกัดกร่อน (stress corrosion cracking; scc)
- การกัดกร่อนเฉพาะที่หรือการกัดกร่อนทั่วไป (Localized or general corrosion)
- การคืบ (Creep) เนื่องจากใช้งานที่อุณหภูมิสูง
- การล้า (Fatigue) เนื่องจากความร้อนหรือทางกล
- ความเสียหายจากไฮโดรเจน (Hydrogen damage)
- การเปลี่ยนแปลงทางโลหะวิทยา
- การกัดเซาะ (Erosion)