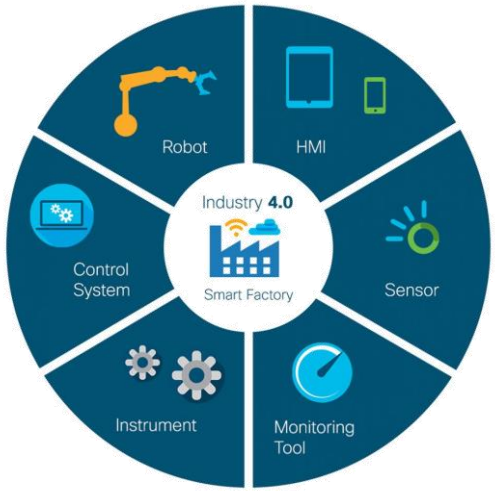
กรมโรงงานอุตสาหกรรม
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL WORKS

หัวข้อที่ 4

การอนุรักษ์พลังงานและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ในระบบไอน้ำ



นำเสนอโดย

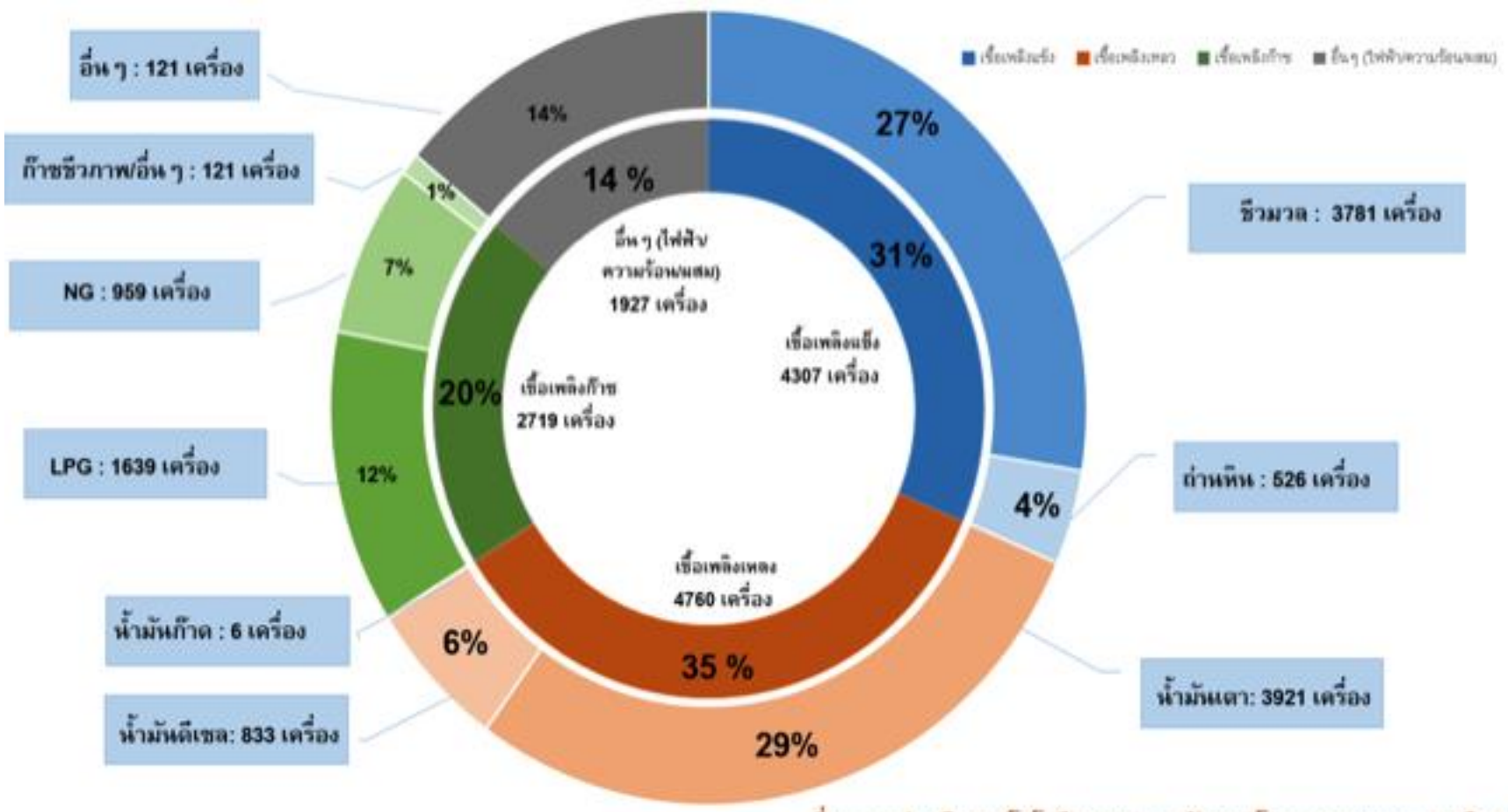
นายวิศิษย์ศักดิ์ กฤษณพันธ์

วิศวกรชำนาญการพิเศษ

รักษาการในตำแหน่งวิศวกรเชี่ยวชาญ

กองส่งเสริมเทคโนโลยีความปลอดภัยโรงงาน

สัดส่วนของประเภทเชื้อเพลิงที่มีการใช้งานในหม้อน้ำ

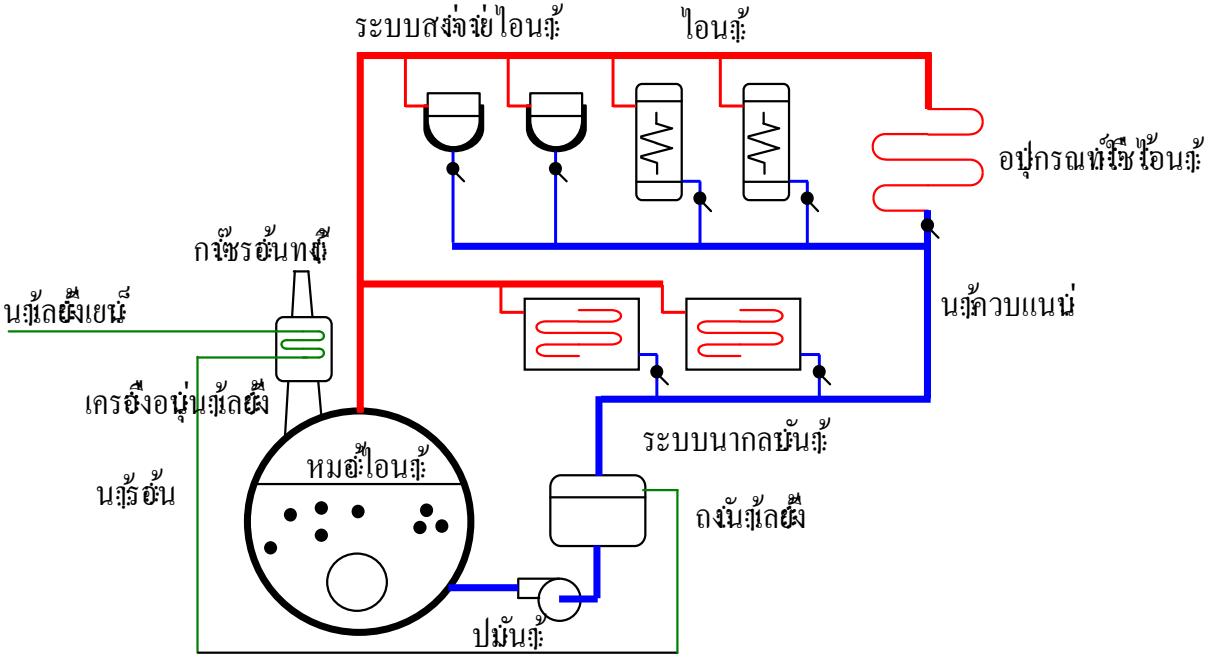


ที่มา กองส่งเสริมเทคโนโลยีความปลอดภัย กรมโรงงานอุตสาหกรรม เดือนพฤษภาคม 2561

การอนุรักษ์พลังงานในระบบไอน้ำ

การสูญเสียพลังงานในหม้อน้ำ

ในการทำงานของหม้อน้ำจะเกิดการสูญเสียพลังงานในรูปแบบของพลังงานความร้อนในส่วนหลักทั้งสิ้น 3 ส่วน ได้แก่ 1) ส่วนผลิตไอน้ำ 2) ส่วนส่งจ่ายไอน้ำ และ 3) ส่วนการนำความร้อนกลับมาใช้



รูปที่ 4.2 ส่วนประกอบของหม้อน้ำ (ที่มา: กรมโรงงานอุตสาหกรรม)

การสูญเสียพลังงานในหม้อน้ำ

การสูญเสียพลังงานในส่วนผลิตไอน้ำ ประกอบด้วย

- **การสูญเสียจากก๊าซไอเสีย**

เป็นการสูญเสียพลังงานเนื่องจากความร้อนจากการเผาไหม้บางส่วนสูญเสียไปกับก๊าซไอเสียที่มีอุณหภูมิสูง การสูญเสียนี้เป็นการสูญเสียของหม้อน้ำที่มีค่ามากที่สุด (10-30%) และเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้หม้อน้ำมีประสิทธิภาพเชิงความร้อนลดลง การสูญเสียนี้จะมีค่ามาก-น้อยขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของก๊าซไอเสียและปริมาณอากาศส่วนเกินที่ใช้ในการเผาไหม้

- **การสูญเสียจากคาร์บอนมอนอกไซด์**

เป็นการสูญเสียพลังงานที่เกิดจากการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ระหว่างเชื้อเพลิงกับอากาศที่ใช้ในการเผาไหม้

- **การสูญเสียจากเชื้อเพลิงเผาไหม้ไม่หมด**

เป็นการสูญเสียพลังงานเนื่องจากคาร์บอนบางส่วนในเชื้อเพลิงแข็งถูกเผาไหม้ไม่หมด และหลุดออกจากหม้อน้ำโดยปะปนมากับขี้เถ้า สำหรับหม้อน้ำที่ใช้เชื้อเพลิงเหลวและก๊าซจะไม่มีการสูญเสียในส่วนนี้

การสูญเสียพลังงานในหม้อน้ำ

การสูญเสียพลังงานในส่วนผลิตไอน้ำ ประกอบด้วย

- **การสูญเสียผ่านผนังหม้อน้ำ**

  เป็นการสูญเสียพลังงานเนื่องจากผนังหม้อน้ำมีอุณหภูมิสูงเกินไป แล้วมีการถ่ายเทความร้อนจากผนังหม้อน้ำสู่ด้านนอก

- **การสูญเสียผ่านโบลว์ดาวน์**

  เป็นการสูญเสียเนื่องจากการปล่อยน้ำร้อนออกจากหม้อน้ำ

การสูญเสียพลังงานในหม้อน้ำ

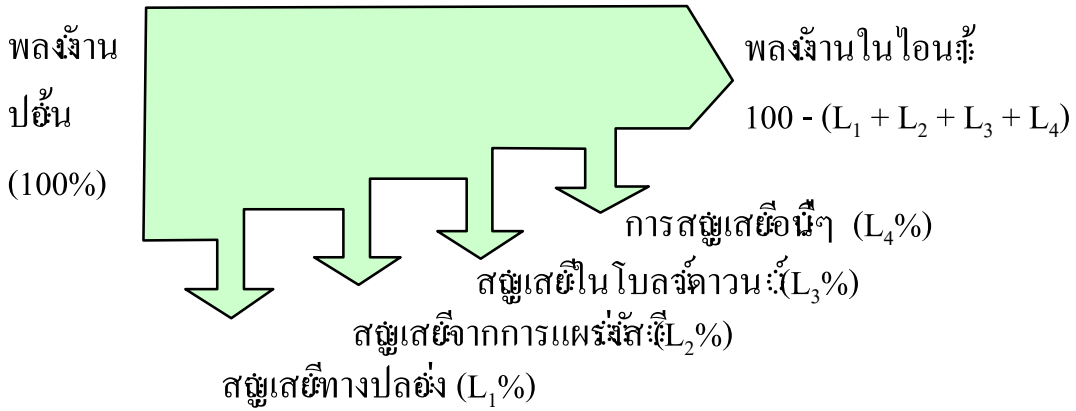
การสูญเสียพลังงานในส่วนส่งจ่ายไอน้ำและส่วนการนำความร้อนกลับมาใช้ ประกอบด้วย

- **การสูญเสียจากการรั่วไหลของไอน้ำ**

เป็นการสูญเสียเนื่องจากท่อส่งไอน้ำมีรอยแตกหรือรอยรั่ว ทำให้เกิดการสูญเสียไอน้ำและความดันไอน้ำลดลง

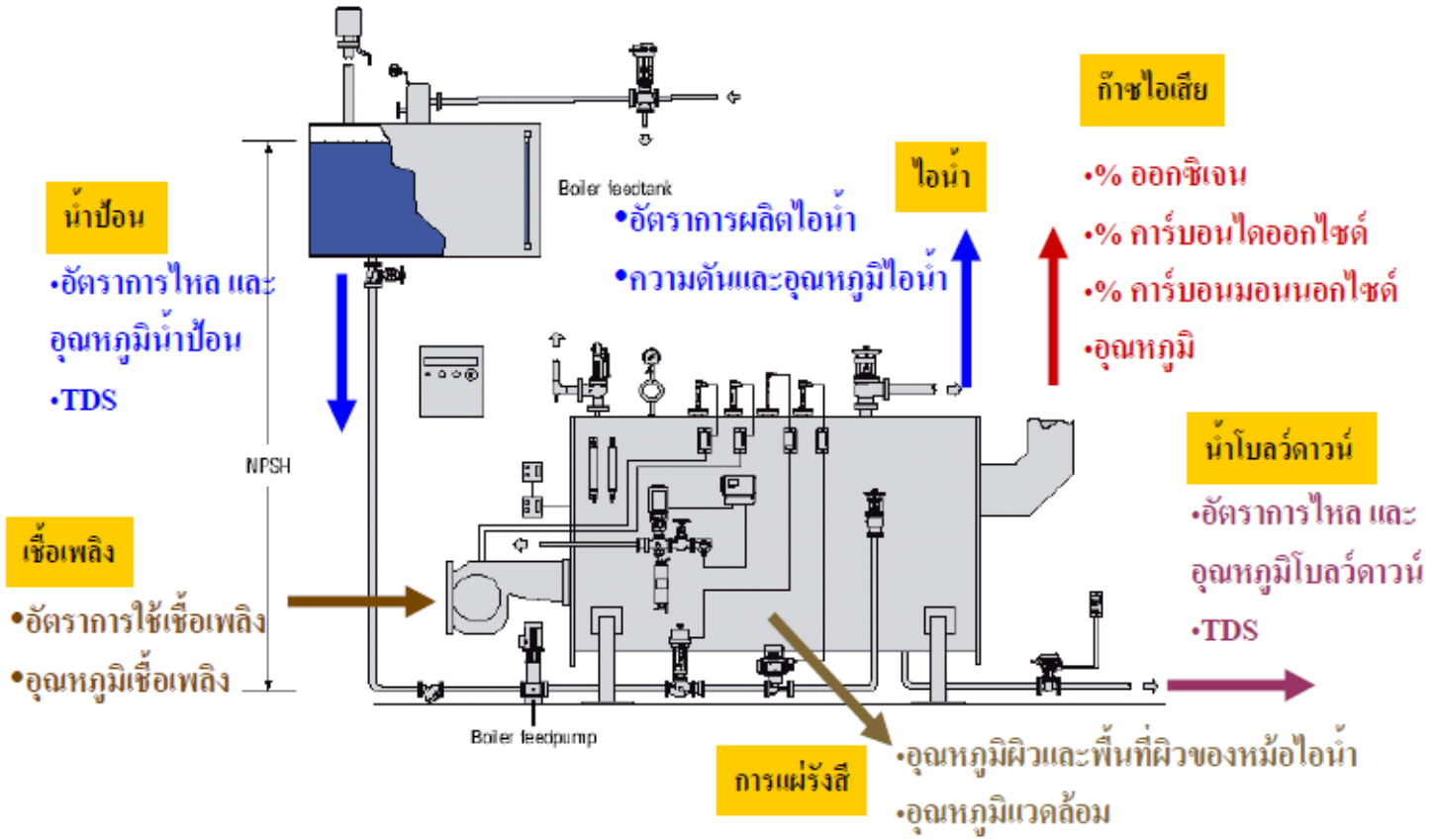
- **การสูญเสียความร้อนผ่านพื้นผิว**

เป็นการสูญเสียความร้อนจากการถ่ายเทความร้อนจากผนังท่อสู่อากาศภายนอก เนื่องจากไม่มีการหุ้มฉนวนหรือฉนวนไม่มีความหนาเพียงพอ หรือฉนวนเสียหาย ทำให้สูญเสียพลังงานของไอน้ำ



รูปที่ 43 การสูญเสียพลังงานในหม้อน้ำ

แนวทางการประหยัดพลังงาน



รูปที่ 4.4 การตรวจวัดข้อมูลการทำงานของหม้อน้ำ (ที่มา: กรมโรงงานอุตสาหกรรม)

แนวทางการประหยัดพลังงาน

การประหยัดพลังงานในส่วนผลิตไอน้ำ

- ลดอุณหภูมิของก๊าซไอเสีย : ทุก ๆ 22°C ของอุณหภูมิก๊าซไอเสียที่ลดลง จะทำให้ประสิทธิภาพหม้อน้ำเพิ่มขึ้น 1%
- เพิ่มอุณหภูมิน้ำป้อน : ทุก ๆ 6°C ของอุณหภูมิน้ำป้อนที่เพิ่มขึ้น จะช่วยประหยัดเชื้อเพลิงได้ 1%
- เพิ่มอุณหภูมิของอากาศที่ใช้ในการเผาไหม้ : ทุก ๆ 20°C ของอุณหภูมิอากาศเข้า จะช่วยประหยัดเชื้อเพลิงได้ 1%
- ลดปริมาณอากาศส่วนเกิน : ทุก ๆ 1% ของก๊าซออกซิเจนในก๊าซไอเสียที่ลดลง จะทำให้ประสิทธิภาพหม้อน้ำเพิ่มขึ้น 1%
- การโบลว์ดาวน์ : การโบลว์ดาวน์ออกทุก ๆ 10% ในหม้อน้ำที่ผลิตความดันไอน้ำ 15 barg จะทำให้ประสิทธิภาพหม้อน้ำลดลง 3%
- ความหนาของเขม่าที่ผิวแลกเปลี่ยนความร้อนของท่อไฟ : เพิ่มขึ้นทุก ๆ 3 มิลลิเมตร จะสิ้นเปลืองพลังงานเพิ่มขึ้น 2.5%
- ความหนาของตะกรันที่ผิวแลกเปลี่ยนความร้อนของท่อน้ำ : เพิ่มขึ้นทุก ๆ 1 มิลลิเมตร จะสิ้นเปลืองพลังงานเพิ่มขึ้น 5-8%

แนวทางการประหยัดพลังงาน

การประหยัดพลังงานในส่วนส่งจ่ายไอน้ำและส่วนการนำความร้อนกลับมาใช้

- ลดการรั่วไหลของไอน้ำ : โดยตรวจสอบรูรั่วของท่อ ข้อต่อ และวาล์วต่าง ๆ และซ่อมแซมรูรั่ว และหมั่นระบายคอนเดนเสทออกจากเฮดเดอร์จ่ายไอน้ำ
- ลดการสูญเสียความร้อนผ่านพื้นผิว : โดยตรวจสอบความเสียหายของฉนวนอย่างสม่ำเสมอ และซ่อมแซมฉนวนที่เสียหาย

ผลกระทบด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อมจากการใช้เชื้อเพลิงหม้อน้ำ

หลักการเผาไหม้

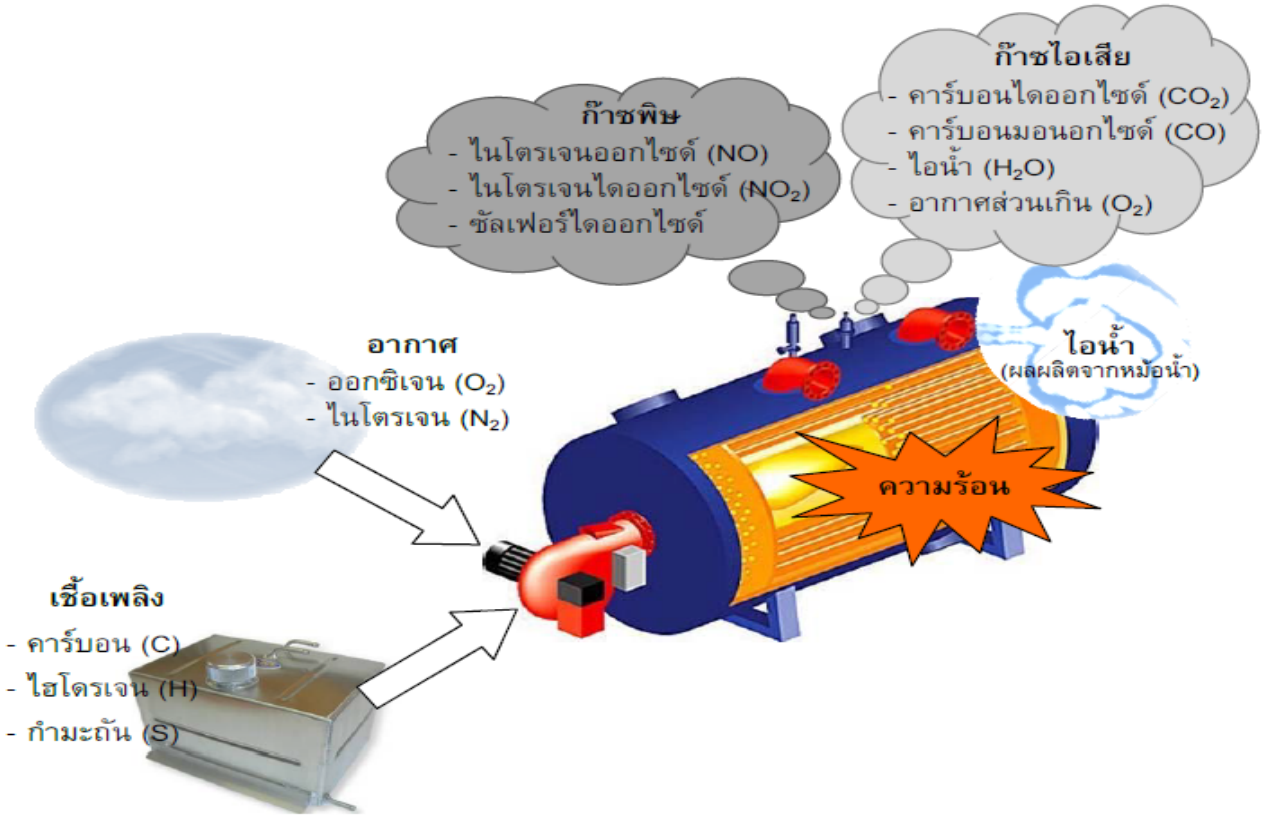
กระบวนการเผาไหม้ หมายถึงการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันอย่างรวดเร็วของเชื้อเพลิงอันจะประกอบไปด้วยการเกิดความร้อนหรือความร้อนและแสงสว่าง ซึ่งการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงที่สมบูรณ์จะเป็นไปได้ก็ต่อเมื่อมีปริมาณออกซิเจนอย่างเพียงพอ ออกซิเจน (O_2) เป็นหนึ่งในธาตุพื้นฐานของโลกซึ่งมีปริมาณ 20.9 % ของอากาศทั้งหมด ส่วนอีก 79 เปอร์เซ็นต์ คือ ไนโตรเจนและธาตุอื่น ๆ อีกเล็กน้อย

ก๊าซไนโตรเจนจะลดประสิทธิภาพของการเผาไหม้ โดยดูดความร้อนออกจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง และทำให้ก๊าซที่ปล่องควันกัดกร่อน อีกทั้งไนโตรเจนยังสามารถรวมตัวกับออกซิเจน (โดยเฉพาะเวลาที่มีอุณหภูมิเปลวไฟสูง) และทำให้เกิดออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) ซึ่งเป็นมลพิษ สำหรับคาร์บอน (C) ไฮโดรเจน (H_2) และกำมะถัน (S) ที่อยู่ในเชื้อเพลิงจะรวมตัวกับออกซิเจนในอากาศ แล้วก่อตัวเป็นคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ไอน้ำ (H_2O) และซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2)

C	$+ O_2$	$\rightarrow$	CO_2	+ 8,084 กิโลแคลอรี/กิโลกรัมของคาร์บอน
2C	$+ O_2$	$\rightarrow$	2 CO	+ 2,430 กิโลแคลอรี/กิโลกรัมของคาร์บอน
$2H_2$	$+ O_2$	$\rightarrow$	$2H_2O$	+ 28,922 กิโลแคลอรี/กิโลกรัมของไฮโดรเจน
S	$+ O_2$	$\rightarrow$	SO_2	+ 2,224 กิโลแคลอรี/กิโลกรัมของกำมะถัน

รูปที่ 45 ปฏิกิริยาออกซิเดชัน

ผลกระทบด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อมจากการใช้เชื้อเพลิงหม้อน้ำ



รูปที่ 4.6 หลักการเบื้องต้นของกระบวนการเผาไหม้ในหม้อน้ำ (ที่มา: กรมโรงงานอุตสาหกรรม)

ผลกระทบด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อมจากการใช้เชื้อเพลิงหม้อน้ำ

การปลดปล่อยความร้อนทั้งหมดในเชื้อเพลิงเกี่ยวข้องกับการควบคุมปัจจัย 3 ประการของการเผาไหม้ (3T) ซึ่งได้แก่

(1) อุณหภูมิ (Temperature) ซึ่งจะต้องมีค่าสูงพอที่จะจุดไฟและทำให้เชื้อเพลิงติดไปตลอดเวลา

(2) ความแปรปรวน (Turbulence) ซึ่งจะเป็นตัวเริ่มการผสมกันระหว่างเชื้อเพลิงและออกซิเจน

(3) เวลา (Time) ซึ่งจะต้องมีเพียงพอสำหรับการเผาไหม้ที่สมบูรณ์

- การเผาไหม้ที่ดีหรือการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ คือ การเผาไหม้ที่สามารถให้ปริมาณความร้อนเท่ากับค่าพลังงานของเชื้อเพลิง โดยปริมาณของเชื้อเพลิงและออกซิเจนที่ใช้จะต้องได้อัตราส่วนที่พอเหมาะ ผลที่ได้จากการเผาไหม้จะอยู่ในรูปของคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ ถ้าเชื้อเพลิงประกอบด้วย คาร์บอน และไฮโดรเจน
- ในทางปฏิบัติ เพื่อจะให้แน่ใจว่าการเผาไหม้เป็นไปอย่างสมบูรณ์จริง ๆ (เพราะถ้าไม่สมบูรณ์ไอเสียจะมี CO ซึ่งเป็นอันตรายต่อสุขภาพ และปริมาณความร้อนที่ได้จะลดน้อยลงไป) จะใช้อากาศมากกว่าที่คำนวณได้จากสมการเคมี ซึ่งอากาศส่วนที่มากกว่านี้เรียกว่า อากาศส่วนเกิน (Excess air) ในหม้อน้ำอากาศส่วนเกินจะใช้ประมาณ 5-20 % ขึ้นอยู่กับชนิดของเชื้อเพลิง
- การเผาไหม้ที่สมบูรณ์สามารถตรวจสอบได้จากการวิเคราะห์ไอเสียที่ออกจากปล่อง และนำข้อมูลดังกล่าวมาปรับแต่งการป้อนเชื้อเพลิงและอากาศเข้าสู่ห้องเผาไหม้เพื่อให้เกิดการเผาไหม้ที่ดีที่สุด

ผลกระทบด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อมจากการใช้เชื้อเพลิงหม้อน้ำ

มาตรฐานการปล่อยก๊าซไอเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมที่มีการเผาไหม้เชื้อเพลิงในหม้อน้ำ

ก๊าซไอเสียที่ปล่อยระบายจากปล่องของหม้อน้ำต้องควบคุมให้เป็นไปตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง กำหนดค่าปริมาณของสารเจือปนในอากาศที่ระบายออกจากโรงงาน พ.ศ. 2549 ซึ่งค่าดังกล่าวสอดคล้องกับกรมควบคุมมลพิษได้กำหนดมาตรฐานการระบายอากาศเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมที่มีการเผาไหม้เชื้อเพลิงประเภทต่าง ๆ ในหม้อน้ำ โดยได้กำหนดปริมาณสารเจือปนในอากาศที่ระบายออกจากโรงงานตามชนิดของเชื้อเพลิงที่ใช้ในหม้อน้ำ ดังนี้

ประเภทมลพิษ	ประเภทเชื้อเพลิง				
	น้ำมันเตา	น้ำมันใช้แล้ว	ถ่านหิน	ชีวมวล	เชื้อเพลิงอื่น ๆ
ฝุ่นละออง (mg/m^3)	< 240	< 240	< 320	< 320	< 320
ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (ppm)	< 950	< 800	< 700	< 60	< 60
ออกไซด์ของไนโตรเจน (ppm)	< 200	< 200	< 400	< 200	< 200
คาร์บอนมอนอกไซด์ (ppm)	< 690	< 110	< 690	< 690	< 690
ไฮโดรเจนซัลไซด์ (ppm)			< 80		
ไฮโดรเจนคลอไรด์ (ppm)			< 160		

Thank you