

ข้อมูลเทคโนโลยีเชิงลึก หัวเผาแบบรีเจนเนอเรทีฟ (Regenerative Burner)

1. หลักการทำงานของเทคโนโลยี ⁽¹⁾⁽⁹⁾

หัวเผารีเจนเนอเรทีฟ คือ อะไร

หัวเผารีเจนเนอเรทีฟ คือ หัวเผาที่ออกแบบมาเพื่อให้มีการนำเอาความร้อนทิ้งกลับมาใช้ให้ได้มากที่สุด ซึ่งก๊าซไอเสียจะนำมาเก็บสะสมความร้อนที่ห้องสะสมความร้อน การสะสมความร้อนสามารถทำได้อย่างมีประสิทธิภาพเนื่องจากห้องกักเก็บก๊าซไอเสียถูกออกแบบให้ใช้วัสดุที่สะสมความร้อนได้สูงมาก อากาศเย็นที่จะใช้ในการเผาไหม้จะแลกเปลี่ยนความร้อนจากห้องกักเก็บไอเสียทำให้อากาศที่จะใช้เผาไหม้มีอุณหภูมิสูงได้ใกล้เคียงกับอุณหภูมิใช้งาน ทำให้สามารถประหยัดเชื้อเพลิงได้มากและประสิทธิภาพการเผาไหม้ดีขึ้น

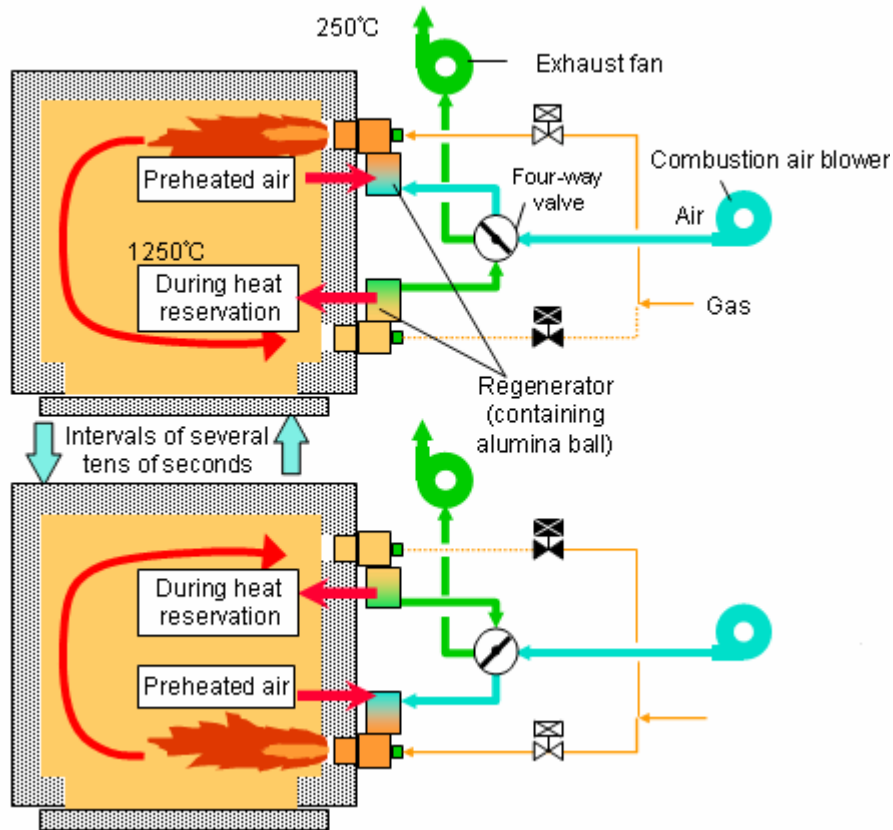


รูปที่ 1.1: แสดงรูปของหัวเผาแบบรีเจนเนอเรทีฟ

การแลกเปลี่ยนความร้อนในหัวเผารีเจนเนอเรทีฟ

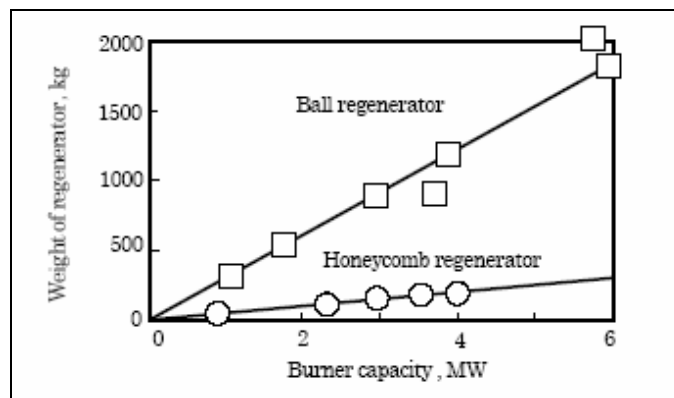
หลักการสำคัญที่ทำให้หัวเผาแบบรีเจนเนอเรทีฟประหยัดเชื้อเพลิงได้ นั่นคือการเพิ่มอุณหภูมิให้กับอากาศเย็นที่จะใช้เผาไหม้ ซึ่งชุดหัวเผารีเจนเนอเรทีฟประกอบด้วยหัวเผาและรีเจนเนอเรเตอร์ อย่างละ 2 ชุด และวาล์วสลับทิศทางอีก 1 ชุด หลักการทำงานคือ หัวเผาชุดที่ 1 ทำงาน อากาศจากภายนอกถูกป้อนเข้าที่รีเจนเนอเรเตอร์ชุดที่ 1 ในขณะเดียวกันก๊าซไอเสียที่เกิดจากการเผาไหม้จะผ่านออกไปทางหัวเผาชุดที่ 2 และไปเก็บสะสมความร้อนที่รีเจนเนอเรเตอร์ชุดที่ 2 เมื่อวาล์วสลับทิศทางไหลของอากาศที่ป้อนเข้า อากาศก็จะถูกอุ่นโดยความร้อนที่สะสมในรีเจนเนอเรเตอร์ก่อนที่จะถึงหัวเผาทำให้มีอุณหภูมิสูงขึ้น การเผาไหม้ที่หัวเผาชุดที่ 2 ก็ประหยัดเชื้อเพลิงได้ การสลับทิศทางของวาล์วจะสลับ

ทุกๆ 10-60 วินาที ขึ้นกับการออกแบบ ดังนั้นหัวเผาชุดที่ 1 และ 2 จะได้รับการอุ่นอากาศก่อนการเผาไหม้ตลอดเวลา สำหรับก๊าซร้อนที่ถูกใช้ให้ความร้อนไปแล้วจะถูกดึงออกโดยพัดลมดูดอากาศสำหรับการเผาไหม้ ดังแสดงในรูปที่ 1.2



รูปที่ 1.2: แสดงหลักการทำงานของหัวเผารีเจนเนอเรทีฟ⁽¹⁾

สำหรับรีเจนเนอเรเตอร์สามารถแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะคือ เป็นแบบรังผึ้ง (Honeycomb) และแบบก้อนกลม (Ball) ที่ทำจากอลูมินาความบริสุทธิ์สูง รีเจนเนอเรเตอร์ทั้ง 2 ลักษณะมีคุณสมบัติเกี่ยวกับน้ำหนักเมื่อเทียบกับความจุความร้อนของหัวเผา ดังแสดงในรูป 1.3



รูปที่ 1.3: แสดงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักของรีเจนเนอเรเตอร์เทียบกับค่าความร้อนของหัวเผา⁽⁴⁾

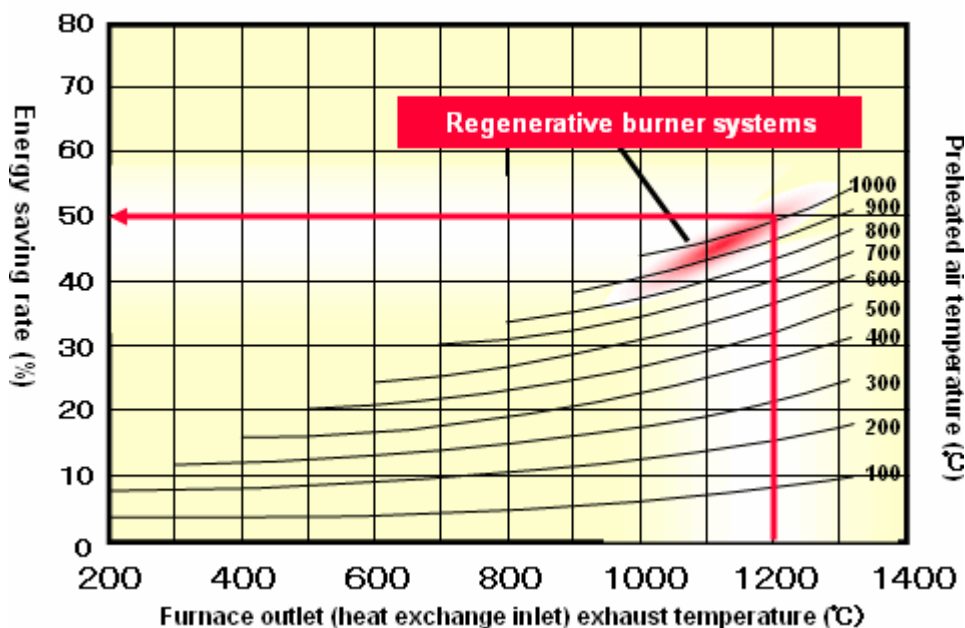
2. การใช้ทดแทนเทคโนโลยีเดิม

เตาอุตสาหกรรมทั่วไป หัวเผาที่ใช้เป็นแบบหัวเผาอากาศเย็น ซึ่งอุณหภูมิอากาศที่ป้อนเข้าห้องเผาใหม่มีอุณหภูมิใกล้เคียงกับบรรยากาศ (ประมาณ 30-35 °C) ซึ่งหากสามารถเพิ่มอุณหภูมิอากาศที่ใช้เผาใหม่ได้จะทำให้ลดการใช้เชื้อเพลิงลงได้

การติดตั้งหัวเผาแบบรีเจนเนอเรทีฟจะต้องมีการปรับปรุงเตาค่อนข้างมาก หรืออาจจะต้องสร้างเตาใหม่เพื่อให้เป็นเตาสำหรับการใช้หัวเผารีเจนเนอเรทีฟ

3. ศักยภาพการประหยัดพลังงาน

จากข้อมูลกรณีศึกษาการติดตั้งในต่างประเทศ⁽¹⁾ การให้ความร้อนในเตาอุตสาหกรรมโดยการติดตั้งหัวเผาแบบรีเจนเนอเรทีฟสามารถลดการใช้พลังงานได้ประมาณ 40%-50% เมื่อเทียบกับการให้ความร้อนในเตาเผาที่ใช้หัวเผาแบบอากาศเย็นทั่วไป ดังแสดงในรูปที่ 3.1

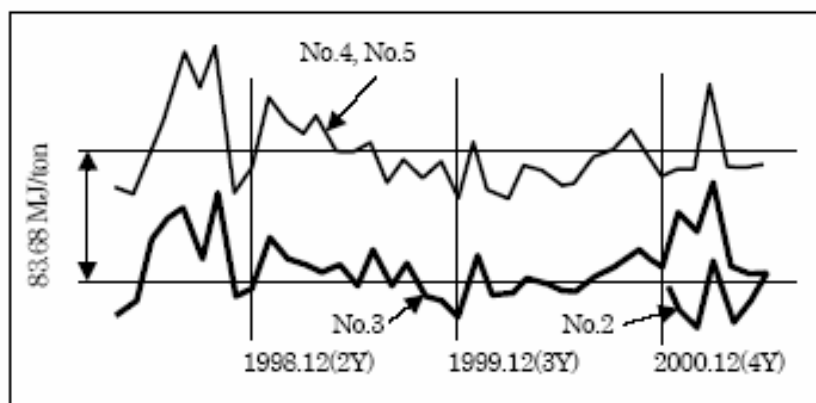


รูป 3.1: แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศที่เพิ่มขึ้นและเปอร์เซ็นต์การประหยัดเชื้อเพลิง⁽¹⁾

จากรูป 3.1 จะพบว่าเมื่อเราสามารถเพิ่มอุณหภูมิอากาศที่จะใช้ในการเผาใหม่ได้ จะทำให้การสูญเสียพลังงานในการทำให้อากาศมีอุณหภูมิสูงขึ้นนั้นลดลงได้ ระยะเวลาในการเผาไหม้ก็สามารถลดลงได้ ในกรณีของเตาเผาที่ทำงานแบบเป็นงวด (Batch) จะช่วยลดระยะเวลาการทำงานของเตาได้ ซึ่งจะสามารถเพิ่มผลผลิตในกระบวนการผลิตได้อีกด้วย ในทำนองเดียวกันกรณีของเตาเผาที่ทำงานแบบต่อเนื่อง (Continuous) จะสามารถประหยัดเชื้อเพลิงในการให้ความร้อนกับผลิตภัณฑ์

จากข้อมูลกรณีศึกษาของ Flanagan, J.M. ⁽²⁾ เรื่องกระบวนการให้ความร้อนในอุตสาหกรรมโลหะพบว่า การให้ความร้อนในเตาอุตสาหกรรมโดยการติดตั้งหัวเผาแบบรีเจนเนอเรเตอร์สามารถลดการใช้พลังงานได้ถึง 50% (Regenerator แบบ Ceramic Bed) เมื่อเทียบกับการให้ความร้อนในเตาเผาที่ใช้หัวเผาแบบอากาศเย็นทั่วไป ซึ่งสามารถนำความร้อนจากก๊าซเสียมาใช้ได้ถึง 85% และทำให้อุณหภูมิอากาศที่จะเผาไหม้สูงได้มาก (น้อยกว่าอุณหภูมิเตาประมาณ 150 °C)

จากข้อมูลกรณีศึกษาของ Shinichiro Fukushima, Yutaka Suzukawa, Toshikazu Akiyama, Akiko Fujibayashi, Takeshi Tada ⁽³⁾ การติดตั้งหัวเผาแบบรีเจนเนอเรเตอร์สามารถลดการใช้พลังงานได้ประมาณ 30% เมื่อเทียบกับการให้ความร้อนในเตาเผาที่ใช้หัวเผาแบบอากาศเย็นทั่วไป และสามารถลด NOx ได้ประมาณ 50% ผลการเก็บข้อมูลเรื่องการประหยัดพลังงาน ดังแสดงในรูปที่ 3.2



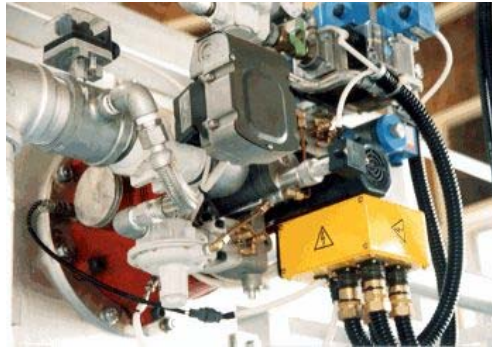
รูป 3.2: กราฟแสดงผลการใช้พลังงานของเตาเผาทั่วไปหมายเลข 4 และ 5 เปรียบเทียบกับเตารีเจนเนอเรทีฟ หมายเลข 2 และ 3 ⁽³⁾

4. สภาพที่เหมาะสมกับการใช้เทคโนโลยี

เทคโนโลยีการนำความร้อนที่กลับมามีอุณหภูมิสูงในการเผาไหม้โดยการติดตั้งหัวเผาแบบรีเจนเนอเรทีฟ สามารถจัดการกับก๊าซร้อนที่มีอุณหภูมิสูงประมาณ 1400 °C โดยจะทำให้อุณหภูมิของอากาศที่จะใช้เผาไหม้สูงได้ประมาณ 1,000 – 1,200 °C และไม่มีข้อจำกัดในเรื่องของชนิดเชื้อเพลิง



รูปที่ 4.1: แสดงการติดตั้งหัวเผาเรเจนเนอเรทีฟกับเตาเผา ⁽⁴⁾



รูปที่ 4.2: ขยายรูปหัวเผาเริเจนเนอเรทีฟที่ติดกับเตาเผา ⁽⁴⁾

5. กลุ่มเป้าหมายการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี ⁽⁸⁾

กลุ่มของโรงงานอุตสาหกรรมและอาคารที่สามารถประยุกต์ใช้เทคโนโลยีนี้ ได้แก่

- โรงงานผลิตโลหะ เช่น การรีดเหล็กเส้น
- โรงงานผลิตเซรามิค
- โรงงานผลิตแก้ว

6. ราคาของเทคโนโลยี

ขึ้นกับขนาดของอุปกรณ์รวมทั้งค่าการติดตั้งที่จะต้องมีการปรับปรุงเตา

7. ระยะเวลาคืนทุนของเทคโนโลยี

จากข้อมูลจากกรณีศึกษาในต่างประเทศ ⁽⁶⁾ เทคโนโลยีการใช้หัวเผาแบบรีเจนเนอเรทีฟสามารถให้ผลประหยัดซึ่งมีระยะเวลาคืนทุนประมาณ 2 ปี

8. ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

การนำความร้อนจากก๊าซเสียทิ้งมาใช้ในการอุ่นอากาศเผาไหม้ช่วยให้ประสิทธิภาพการใช้เชื้อเพลิงในเตาเผาดีขึ้น ส่งผลให้การเผาไหม้เชื้อเพลิงลดน้อยลง จึงถือว่าเป็นอีกแนวทางในการลดปัญหาภาวะโลกร้อนได้

9. ความแพร่หลายและศักยภาพการขยายผลในประเทศไทย

จากการตรวจสอบกับผู้จำหน่ายและฐานข้อมูลโรงงานอาคารควบคุมของ พพ. ประมาณการว่ามีการนำเทคโนโลยีการลดความชื้นด้วยฮีทไปป์ไปประยุกต์ใช้แล้วกับสถานประกอบการประมาณไม่เกิน 1% ของจำนวนสถานประกอบการที่สามารถประยุกต์ใช้เทคโนโลยีนี้ได้ (ประมาณ 2 แห่งจาก 182 แห่ง)

โดยเมื่อพิจารณากลุ่มเป้าหมายการใช้เทคโนโลยีนี้ ในกลุ่มอุตสาหกรรมและอาคารที่มีศักยภาพแล้วพบว่า เทคโนโลยีนี้สามารถขยายผลในสถานประกอบการที่มีการใช้พลังงานรวมกันประมาณ 395 ktoe ตามข้อมูลการใช้พลังงานของประเทศในปี 2549⁽⁷⁾ และจากการประมาณการในกรณีที่ 20% ของสถานประกอบการที่มีศักยภาพเหล่านี้นำเทคโนโลยีไปประยุกต์ใช้จะทำให้เกิดผลประหยัดพลังงานให้กับประเทศได้ปีละประมาณ 790 ล้านบาท

10. ตัวอย่างกรณีศึกษา⁽⁵⁾

กรณีศึกษา:	โรงงาน Hitachi Kinzoku (Yasugi)
ประเภทโรงงาน:	ผลิตเหล็กกล้า/เหล็กกล้าพิเศษ
การใช้เทคโนโลยี:	เปลี่ยนจากเตาเดิมที่เป็นเตาให้ความร้อนหลอมโลหะมาเป็นเตาที่ใช้หัวเผาโรเจนเนอเรทีฟ ซึ่งมีอุณหภูมิทำงานที่ 1,350 °C
เงินลงทุน:	-
ผลประหยัดพลังงาน:	52,963 GJ คิดเป็น 50.9%
ค่าพลังงานที่ประหยัดได้:	-
ค่าใช้จ่ายอื่นที่ประหยัดได้:	-
ระยะเวลาคืนทุน:	-

กรณีศึกษา:	โรงงาน Tokai Rika Denki Seisakusho
ประเภทโรงงาน:	ผลิตเหล็กกล้าสแตนเลส
การใช้เทคโนโลยี:	เปลี่ยนจากเตาเดิมที่เป็นเตาให้ความร้อนแบบ Twin chamber มาเป็นเตาที่ใช้หัวเผาโรเจนเนอเรทีฟ ซึ่งติดตั้ง Chamber ละ 1 คู่ รวม 1 คู่ เตาที่มีอุณหภูมิทำงานที่ 1,030 °C
เงินลงทุน:	-
ผลประหยัดพลังงาน:	24,655 GJ คิดเป็น 51.9%
ค่าพลังงานที่ประหยัดได้:	-
ค่าใช้จ่ายอื่นที่ประหยัดได้:	-
ระยะเวลาคืนทุน:	-

11. แหล่งข้อมูลอ้างอิง

- (1) Regenerative Burner System, Research & Development, Osaka Gas Co., Ltd.
- (2) Flanagan, J.M., 1993. Process Heating in the Metals Industry, CADDET Analyses Series No.11, Caddet, Sittard, The Netherlands.
- (3) Shinichiro Fukushima, Yutaka Suzukawa, Toshikazu Akiyama, Akiko Fujibayashi, Takeshi Tada, 2002. Eco-friendly Regenerative Burner Heating System, NKK Technical Review No.87
- (4) Regenerative Burner Kiln, Takasago Industry Co., Ltd.
- (5) Energy Conservation of Heating Furnace Seminar (Bangkok), January 2001, NEDO, DEDE, ECCJ, ECCT.
- (6) Full Time Regenerative Burner System (FFR), CADDET 2002, UK
- (7) รายงานพลังงานของประเทศไทยปี 2549, กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน
- (8) กระบวนการและเทคนิคการลดค่าใช้จ่ายพลังงานสำหรับอาคารและโรงงานอุตสาหกรรม, ศูนย์อนุรักษ์พลังงานแห่งประเทศไทย
- (9) การจัดการพลังงานความร้อน, เอกสารการฝึกอบรมหลักสูตรผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน (ผชพ), กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2550