

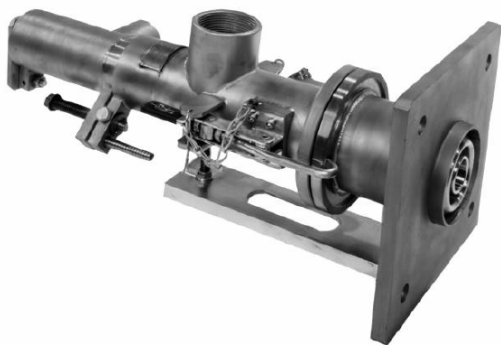
## ข้อมูลเทคโนโลยีเชิงลึก การใช้หัวเผาแบบ Oxy-Fuel (Oxy-Fuel Fired Burner)

### 1. หลักการทำงานของเทคโนโลยี

#### Oxy-Fuel Combustion คืออะไร

โดยปกติ การเผาไหม้ (Combustion) เกิดขึ้นได้ระหว่างการทำปฏิกิริยาเคมีระหว่างเชื้อเพลิง (Fuel) และก๊าซออกซิเจน (Oxygen) ที่อยู่ในอากาศที่ใช้ในการเผาไหม้ (Combustion Air) ซึ่งปริมาณออกซิเจนในอากาศจะมีเพียง 21% โดยปริมาตรเท่านั้น โดยสัดส่วนที่เหลือจะเป็นก๊าซไนโตรเจน (Nitrogen) ซึ่งมีถึงประมาณ 78% โดยปริมาตร ดังนั้น การสูญเสียความร้อนจากการเผาไหม้ (Sensible Heat Loss) โดยส่วนใหญ่จึงเกิดขึ้นกับก๊าซไนโตรเจน

การเผาไหม้แบบ Oxy-Fuel Combustion เป็นเทคโนโลยีที่ใช้ในการลดความสูญเสียดังกล่าว โดยใช้หัวเผาแบบ Oxy-Fuel ซึ่งเป็นหัวเผาที่ใช้ออกซิเจนบริสุทธิ์เพื่อให้เกิดการเผาไหม้ (Combustion) ได้อย่างเต็มที่ โดยสามารถลดปริมาณอากาศที่ใช้ในการเผาไหม้แบบทั่วไป (ลักษณะคล้ายกับหัวเผาชนิดอื่นๆ แต่สามารถให้เปลวไฟอุณหภูมิสูงได้) มีทั้งแบบที่ใช้ก๊าซธรรมชาติและน้ำมันเตาเนื่องจากคุณสมบัติที่สามารถให้อุณหภูมิสูงกว่าหัวเผาอื่นๆได้ หัวเผาชนิดนี้จึงมักนำไปใช้ในงานเตาหลอมแก้ว หลอมโลหะ เตาให้ความร้อนซ้ำกับโลหะ (Metal Reheating) และเตาให้ความร้อนเพิ่มสูงขึ้นตามลำดับขั้น (Ladle Reheating)

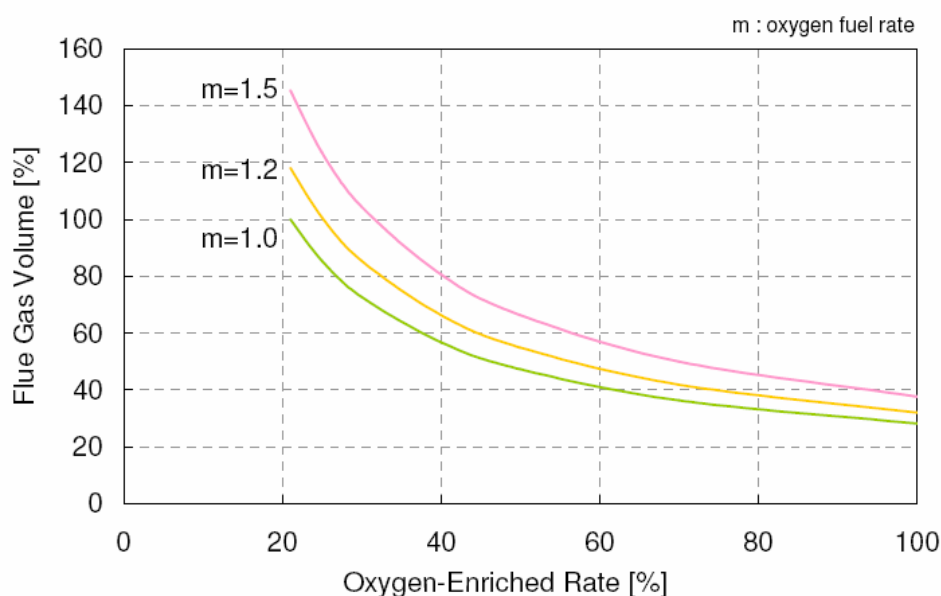


รูปที่ 1.1 Oxygen Fuel Burner

## 2. การใช้ทดแทนเทคโนโลยีเดิม

หัวเผาแบบ Oxy-Fuel สามารถใช้ทดแทนเทคโนโลยีหัวเผาแบบเดิม (Conventional Combustion) ที่ใช้อากาศ (Air) เป็น Primary Oxidant ในปฏิกิริยาการเผาไหม้ โดยมีจุดเด่น ดังต่อไปนี้

- ลดปริมาณความสูญเสียจากปริมาณก๊าซไอเสีย (Exhaust Gas) ที่ลดลงได้ถึง 75%



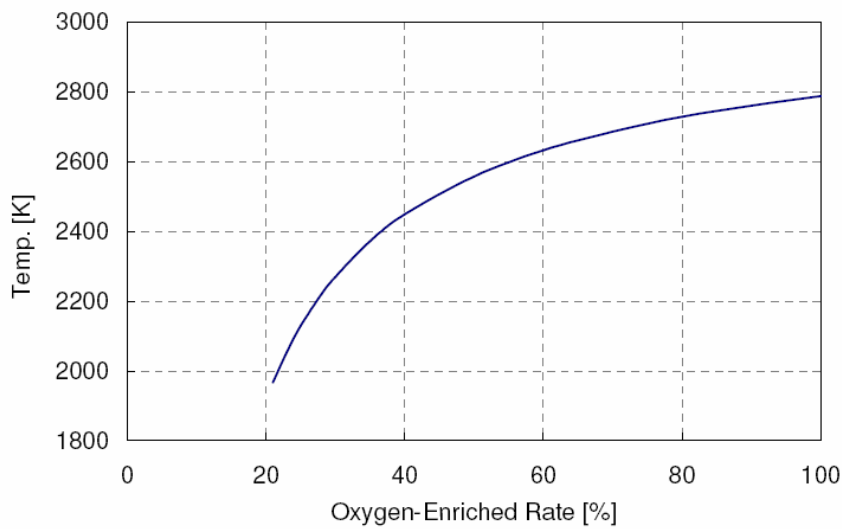
ที่มา : Tokyo Gas Co.,Ltd, High Efficiency Furnace with Oxy-Fuel Combustion and Zero-Emission by CO<sub>2</sub> Recovery

รูปที่ 2.1 แสดงปริมาณ Flue Gas เทียบกับปริมาณออกซิเจนในการเผาไหม้

จากกราฟข้างต้น จะเห็นได้ว่า เมื่อใช้ออกซิเจนบริสุทธิ์เป็นอากาศเผาไหม้ (Oxygen-Enriched = 100%) ปริมาณก๊าซไอเสีย (Exhaust Gas) จะลดลงจากเดิมที่ประมาณ 100% เหลือเพียง 25-30% (เส้นกราฟ m=1.0) อันเนื่องมาจากปริมาณก๊าซไนโตรเจนที่ไม่ได้ถูกใช้ในการเผาไหม้

- อุณหภูมิเปลวไฟสูงขึ้นกว่าเทคโนโลยีเดิม จากโดยทั่วไปประมาณ 1950 องศาเซลเซียส เป็นประมาณ 2800 องศาเซลเซียส

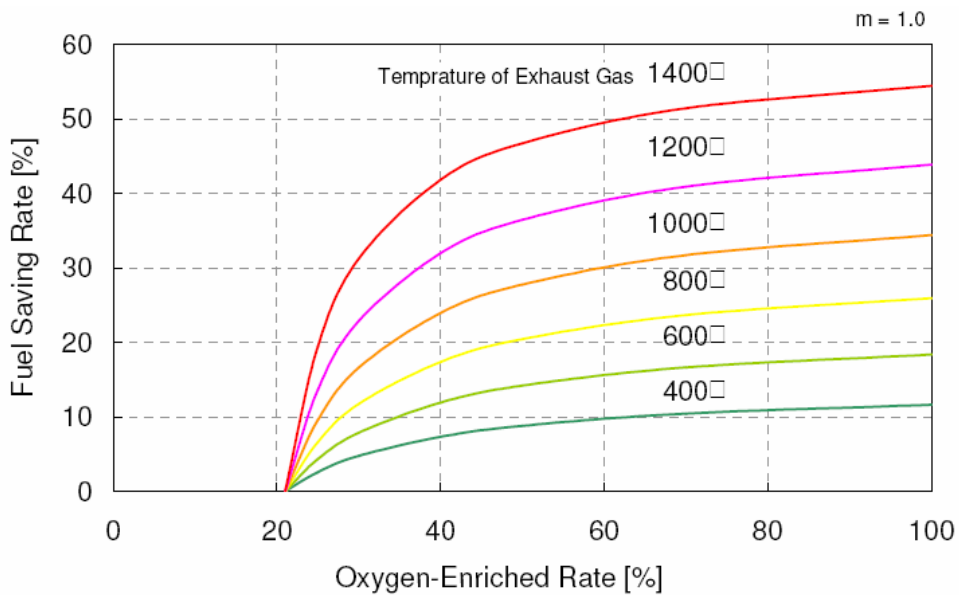
การใช้ออกซิเจนบริสุทธิ์เป็นอากาศเผาไหม้ (Oxygen-Enriched =100%) ส่งผลให้อุณหภูมิเปลวไฟสูงขึ้น และประสิทธิภาพเชิงความร้อน (Thermal Efficiency) สูงขึ้น



ที่มา : Tokyo Gas Co.,Ltd, High Efficiency Furnace with Oxy-Fuel Combustion and Zero-Emission by CO<sub>2</sub> Recovery

รูปที่ 2.2 แสดงอุณหภูมิเปลวไฟ เทียบกับปริมาณออกซิเจนในการเผาไหม้

➤ เพิ่มประสิทธิภาพพลังงาน

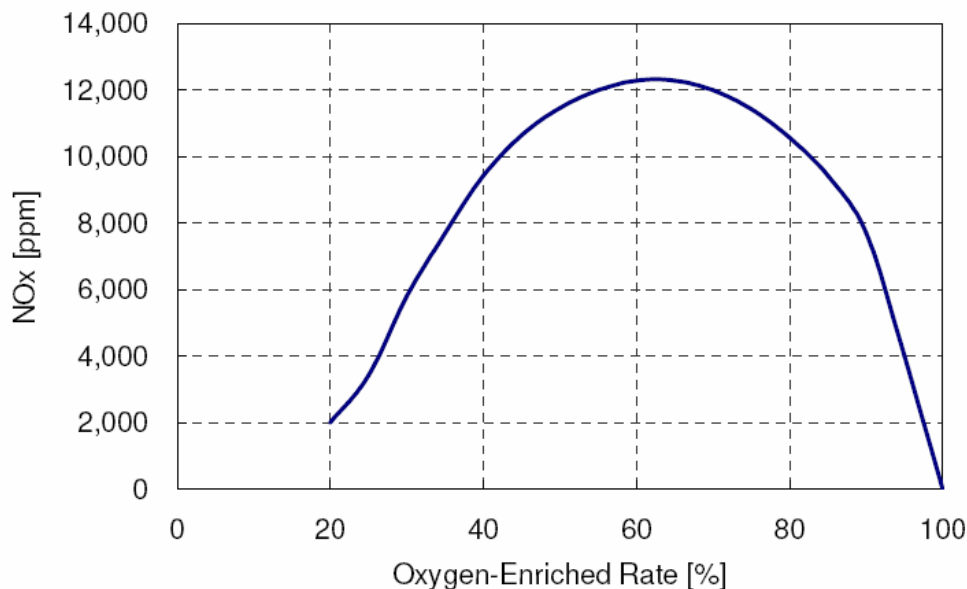


ที่มา : Tokyo Gas Co.,Ltd, High Efficiency Furnace with Oxy-Fuel Combustion and Zero-Emission by CO<sub>2</sub> Recovery

รูปที่ 2.3 แสดงผลประหยัดเชื้อเพลิง เทียบกับปริมาณออกซิเจนในการเผาไหม้

หากพิจารณาช่วงอุณหภูมิก๊าซเสีย (Exhaust Gas Temperature) ในช่วง 800- 1400 °C ผลการประหยัดพลังงานจากเชื้อเพลิงที่ลดลงจะอยู่ในช่วงประมาณ 25-50%

- ลดปริมาณก๊าซ NOx ซึ่งเป็นก๊าซที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และความปลอดภัย



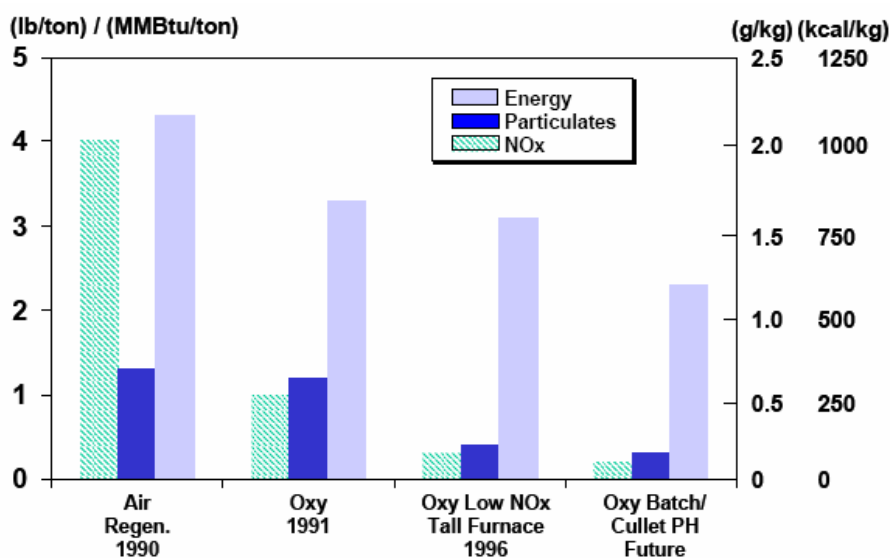
ที่มา : Tokyo Gas Co.,Ltd, High Efficiency Furnace with Oxy-Fuel Combustion and Zero-Emission by CO<sub>2</sub> Recovery

รูปที่ 2.4 แสดงปริมาณการเกิดก๊าซ NOx เทียบกับปริมาณออกซิเจนในการเผาไหม้

ปริมาณก๊าซ NOx เกิดขึ้นภายหลังจากปฏิกิริยาการเผาไหม้ โดยที่อุณหภูมิเปลวมีผลต่อการเกิดปริมาณก๊าซ NOx กล่าวคือที่อุณหภูมิเปลวสูงจะส่งผลให้มีปริมาณ NOx สูงขึ้น อย่างไรก็ตาม ที่ค่า Oxygen-Enriched มากกว่า 60% จะทำให้ปริมาณไนโตรเจนในการเผาไหม้ลดลงซึ่งแนวโน้มก็คือจะลดลงเรื่อยๆ จนเป็นศูนย์ ในกรณีที่ Oxygen-Enriched = 100%

### 3. ศักยภาพการประหยัดพลังงาน

ผลการประหยัดพลังงานประมาณ 30-50% โดยจากรูปที่ 3.1 ด้านล่างนี้ แสดงถึงการใช้เทคโนโลยีหัวเผาแบบ Oxy-Fuel กับอุตสาหกรรมแก้ว โดยมีการใช้พลังงานที่น้อยกว่า 800 Kcal/kg สำหรับ 60% Cullet ในเตาเผาขนาด 111 ตารางเมตร ซึ่งหากมีการนำความร้อนทิ้งกลับมาใช้ใหม่จะทำให้ผลการใช้พลังงานอยู่ในระดับต่ำสุด คือ ที่ประมาณ 625 Kcal/kg สำหรับ 60% Cullet (Oxy Batch/Cullet PH)

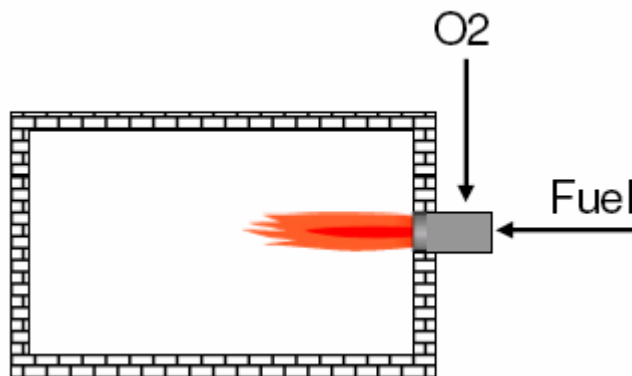


ที่มา : Praxair, Inc. , Advances in Oxy-Fuel Fired Glass Melting Technology

รูปที่ 3.1 แสดงผลประหยัดพลังงานจากการใช้ Oxy-Fuel Burner

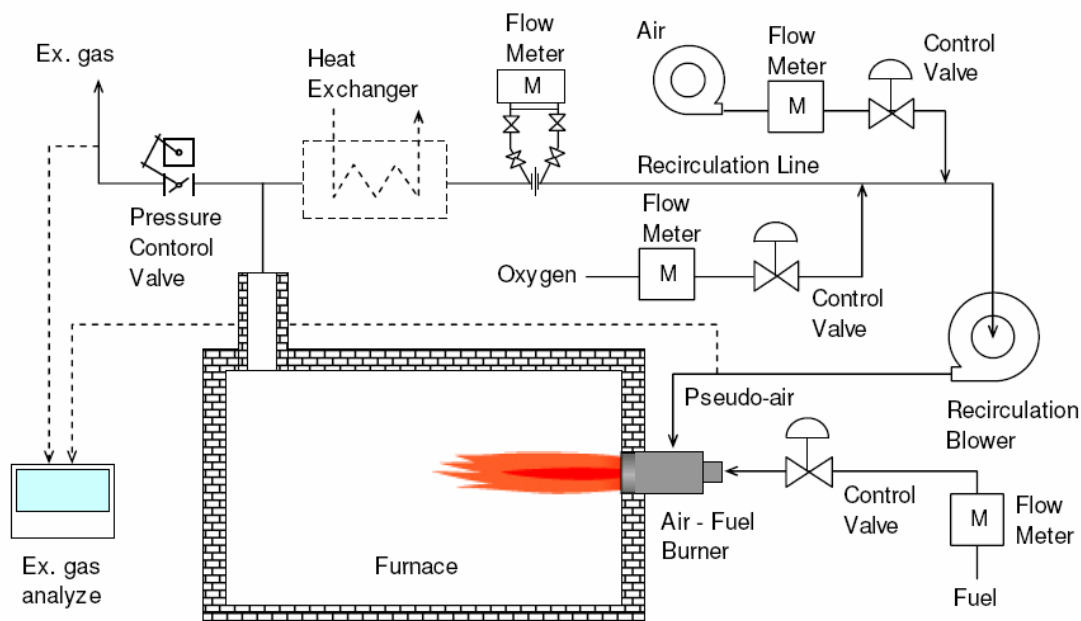
#### 4. สภาพที่เหมาะสมกับการใช้เทคโนโลยี

ถึงแม้ว่าที่ผ่านมาได้มีการใช้ออกซิเจนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเผาไหม้และเพิ่มประสิทธิภาพในลักษณะที่เรียกว่า “Oxygen-Enriched Combustion” ก็ตาม (เพิ่มออกซิเจนในสัดส่วนประมาณ 30%) อย่างไรก็ตาม การใช้ Oxy-Fuel Burner 100% จะช่วยให้เกิดผลประหยัดพลังงานมากยิ่งขึ้น



รูปที่ 4.1 แสดงการใช้ Oxy-Fuel Burner

นอกจากนี้ หลักการของการใช้เทคโนโลยี Oxy-Fuel สามารถประยุกต์ใช้กับ Conventional Furnace โดยใช้ระบบที่ ออกแบบเรียกว่า “Forced Flue Gas Recirculation System” โดยที่ออกซิเจน และ Recirculated Flue Gas จะถูกผสม เข้าด้วยกันเพื่อให้มีปริมาณไนโตรเจนในอากาศต่ำสุด โดยเรียกว่า “Pseudo-air” ซึ่งประกอบด้วย CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O และ N<sub>2</sub> ในปริมาณเล็กน้อย ดังแสดงในไดอะแกรมรูปที่ 4.2



ที่มา : Tokyo Gas Co.,Ltd, High Efficiency Furnace with Oxy-Fuel Combustion and Zero-Emission by CO<sub>2</sub> Recovery

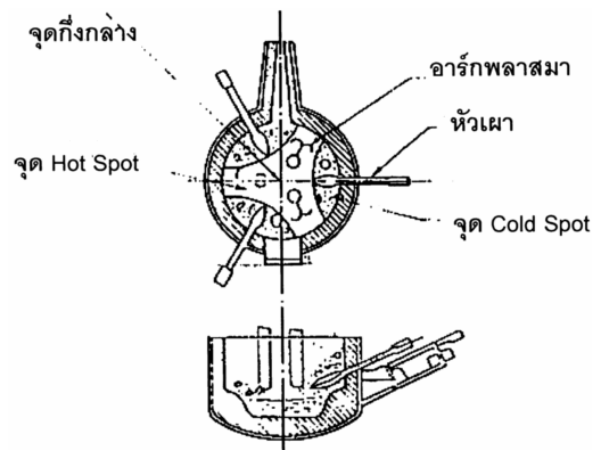
#### รูปที่ 4.2 แนวคิดของการประยุกต์ระบบ Oxy-Fuel Combustion Technology กับ Conventional Furnace

โดยหลักการของการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี Oxy-Fuel Combustion ข้างต้น จะเกิดประโยชน์ดังต่อไปนี้

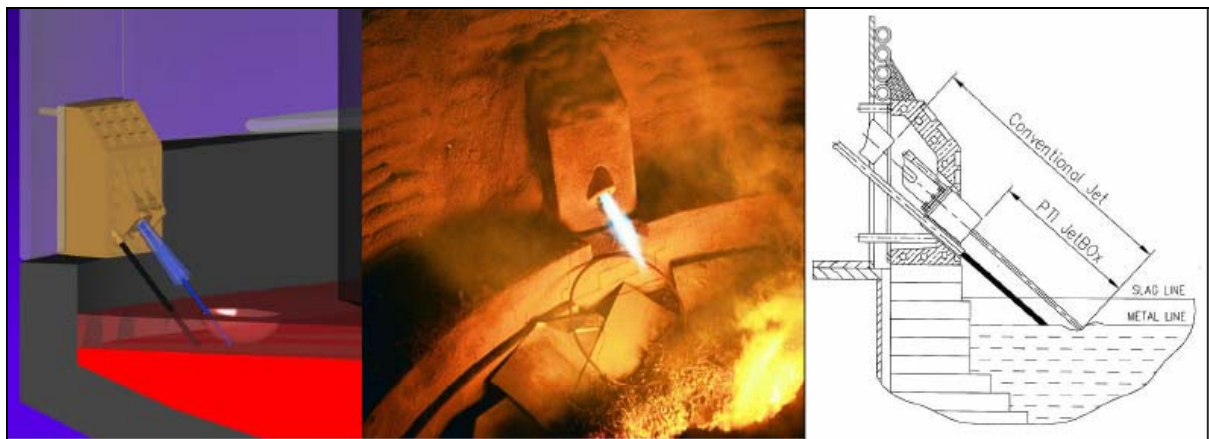
- ลดค่าใช้จ่ายในการผลิตหรือซื้อก๊าซออกซิเจนจำนวนมากในการเป็นเชื้อเพลิง
- ลดปัญหาอันเนื่องมาจากอุณหภูมิเปลวที่สูงขึ้นมาก ในขณะที่เตาเดิมไม่ได้ออกแบบมาเพื่อรองรับสภาวะดังกล่าว
- ลดค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนหัวเผาชุดเดิม เป็นแบบ Oxy-Fuel Burner

#### ตัวอย่างการใช้งานในอุตสาหกรรมกระบวนการผลิตเหล็ก

กรณีตัวอย่างการประยุกต์ใช้อื่นๆ ได้แก่ ในช่วงของการหลอมเหล็ก เศษเหล็กจะถูกหลอมในเตาหลอมอาร์คไฟฟ้าที่อุณหภูมิสูง เศษเหล็กถูกหลอมอย่างรวดเร็วในช่วงการหลอม หัวเผาแบบ Oxy Fuel จะให้ความร้อนเพิ่มเติมเพื่อช่วยหลอมเศษเหล็กในบริเวณที่อาร์คไฟฟ้าหลอมไม่ถึง (Cold Spot)



รูปที่ 4.3 การใช้ Oxy-Fuel Burner เสริมในบริเวณ Cold Spot



รูปที่ 4.4 การใช้ Oxy-Fuel Burner สำหรับ EAF

## 5. กลุ่มเป้าหมายการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี

กลุ่มของโรงงานอุตสาหกรรมที่สามารถประยุกต์ใช้เทคโนโลยีนี้ได้แก่

- โรงงานอุตสาหกรรมแก้ว
- โรงงานอุตสาหกรรมเหล็กชั้นกลาง
- โรงงานอุตสาหกรรมเหล็กชั้นปลาย

## 6. ราคาของเทคโนโลยี

ประมาณ 1,500,000 บาทต่อชุด (ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดอัตราการใช้เชื้อเพลิง MMBtu/hr)

## 7. ระยะเวลาคืนทุนของเทคโนโลยี

ประมาณ 2-4 ปี

## 8. ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

เทคโนโลยีนี้ช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอันเนื่องมาจากการลดปริมาณ CO<sub>2</sub> และ NOx หลังการเผาไหม้

## 9. ความแพร่หลายและศักยภาพการขยายผลในประเทศไทย

จากการตรวจสอบกับผู้จำหน่ายและฐานข้อมูลโรงงานอาคารควบคุมของ พพ. พบว่ายังไม่มีผู้นำเทคโนโลยีหัวเผาแบบ Oxy-Fuel ไปประยุกต์ใช้แล้วกับสถานประกอบการใดๆ ในประเทศ

อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณากลุ่มเป้าหมายการใช้เทคโนโลยีนี้ ในกลุ่มอุตสาหกรรมที่มีศักยภาพแล้วพบว่า เทคโนโลยีนี้สามารถขยายผลในสถานประกอบการที่มีการใช้พลังงานรวมกันประมาณ 1,904 ktoe ตามข้อมูลการใช้พลังงานของประเทศในปี 2553 <sup>(5)</sup> และจากการประมาณการในกรณีที่ 20% ของสถานประกอบการที่มีศักยภาพเหล่านี้ นำเทคโนโลยีไปประยุกต์ใช้จะทำให้เกิดผลประหยัดพลังงานให้กับประเทศได้ปีละประมาณ 1,580 ล้านบาท

## 10. ตัวอย่างกรณีศึกษา <sup>(3)</sup>

โรงงาน	:	บริษัท เกษมศักดิ์ เทรดดิ้ง จำกัด
ประเภทอุตสาหกรรม	:	อุตสาหกรรมผลิตเหล็กแท่ง (Billet) และเหล็กเส้น (Deformed Bar และ Rounded Bar)
การประยุกต์ใช้เทคโนโลยี	:	ใช้ Oxy-fuel Burner สำหรับการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็ก (Ladle)
ผลประหยัดพลังงาน	:	การใช้เชื้อเพลิงน้ำมันเตาลดลง 0.8 ลิตรต่อตันเหล็ก เนื่องจากระยะเวลาในการอุ่นลดลงประมาณ 50% คิดเป็นผลประหยัดพลังงานประมาณ 40%

## 11. แหล่งข้อมูลอ้างอิง

- (1) "Advances in Oxy-Fuel Fired Glass Melting Technology", PRAXAIR
- (2) "High Efficiency Furnace with Oxy-Fuel Combustion and Zero-Emission by CO<sub>2</sub> Recovery", Tokyo Gas Co.,Ltd.
- (3) "รายงานผลการศึกษาวิจัยการใช้ Oxy-fuel burner สำหรับอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็ก (Ladle)", สถาบันเหล็กและเหล็กกล้าแห่งประเทศไทย-บริษัท บางกอกอินดัสเทรียลแก๊ส จำกัด-บริษัท เกษมศักดิ์เทรดดิ้ง จำกัด-คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- (4) "Eclipse-Oxygen fuel burner", Combustion (Thailand) Co.,Ltd.
- (5) รายงานพลังงานของประเทศไทย ปี 2553