

การเผาไหม้เชื้อเพลิงที่มีประสิทธิภาพ



เทคนิคการปรับปรุงประสิทธิภาพการเผาไหม้สามารถทำได้โดยตรวจเช็คและปรับปรุงระบบที่มีอยู่เดิมโดยการวิเคราะห์ที่ก๊าซไอเสียรูปทรงของเปลวไฟ และระบบไฮดรอลิกอัตโนมัติ. เปลี่ยนหัวเผา (Burner) ที่มีประสิทธิภาพสูง และติดตั้งระบบควบคุมการเผาไหม้อัตโนมัติ

กรณีศึกษาที่ 1

บริษัท ปูนซิเมนต์ไทย (ท่าหลวง) จำกัด โรงงานเขาวง

- 1 ข้อมูลพื้นฐาน
 - 1.1 ที่อยู่ : 28 หมู่ 4 ต.เขาวง อ.พระพุทธบาท จ.สระบุรี 18120
 - 1.2 กำลังการผลิต : ปูนซิเมนต์ 4 ล้านตัน/ปี
 - 1.3 อุปกรณ์ที่ใช้พลังงานหลัก : หม้อเผาปูน ขนาด 1 x 10,000 ตัน/วัน
 - 1.4 ปริมาณการใช้เชื้อเพลิง : ถ่านหิน 5-7 แสนตัน/ปี และ น้ำมันเตา 5.3 ล้านลิตร/ปี
- 2 มาตรการ เปลี่ยนหัวเผาเป็นชนิดที่ใช้ปริมาณอากาศลำดับแรก (Primary Air) ต่ำ
- 3 การลงทุน 8,824,414 ล้านบาท
- 4 ผลการประหยัด 3.5 ล้านบาท/ปี
- 5 ระยะเวลาลงทุน 2 ปี 6 เดือน

กรณีศึกษาที่ 2

บริษัท ไทยรวมสินพัฒนาอุตสาหกรรม จำกัด (โรงงาน 2)

- 1 ข้อมูลพื้นฐาน
 - 1.1 ที่อยู่ : 30/2 ถนนเศรษฐกิจ 1 หมู่ 8 ต.ท่าทราย อ.เมือง จ.สมุทรสาคร 74000
 - 1.2 กำลังการผลิต : ปลายน้ำกระป๋อง 60,000 ตัน/ฤดูผลิต/ปี
 - 1.3 อุปกรณ์ที่ใช้พลังงานหลัก : หม้อไอน้ำขนาด 10 ตัน/ชั่วโมง
 - 1.4 ปริมาณการใช้เชื้อเพลิง : น้ำมันเตาเกรด C 1.8 ล้านลิตร/ปี
- 2 มาตรการ ติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมปริมาณอากาศใช้ในการเผาไหม้
- 3 การลงทุน 670,000 บาท
- 4 ผลการประหยัด 405,909 บาท/ปี
- 5 ระยะเวลาลงทุน 1 ปี 8 เดือน



กรณีศึกษาที่ 1

บริษัท ปูนซีเมนต์ไทย (ท่าหลวง) จำกัด โรงงานเขาวง

หลักการ

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพของการเผาไหม้เชื้อเพลิง คือ ปริมาณอากาศส่วนเกินที่เหมาะสม, อุณหภูมิที่มีค่าสูงพอสำหรับการเผาไหม้อย่างต่อเนื่อง ระยะเวลาที่เชื้อเพลิงอยู่ในห้องเผาไหม้ควรนานกว่าเวลาที่ต้องการใช้ในการเผาไหม้ตามทฤษฎี และ ความปั่นป่วน (Turbulence) ช่วยให้อุณหภูมิผสมกับออกซิเจนได้อย่างทั่วถึง หากมีการควบคุมปัจจัยดังกล่าวอย่างเหมาะสมจะทำให้การเผาไหม้เชื้อเพลิงมีประสิทธิภาพดี

ตาราง ก. ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณอากาศที่ใช้ในการเผาไหม้กับลักษณะเปลวไฟ และสีของก๊าซไอเสีย

ปริมาณอากาศ	สีและรูปร่างของเปลวไฟ	สีของควันจากปล่องไอเสีย
พอดี	สีแสด รูปร่างเปลวสั้นคงที่	เทาอ่อนหรือไม่มีสี
มากเกินไป	สีขาวสว่างจ้า เปลวไฟยาว เคลื่อนไหวรุนแรง	ขาวหรือไม่มีสี
ไม่พอ	สีแดงคล้ำ เปลวไฟมีเขม่า	ดำ

ตาราง ข. ปริมาณอากาศส่วนเกินที่เหมาะสม

ชนิดของเชื้อเพลิง	O ₂ (%)	CO ₂ (%)	อากาศส่วนเกิน (%)
น้ำมันเตา	3-4	13-14	10-20
น้ำมันดีเซล	3-4	12-13	10-20
ก๊าซ	2-3	9-10	10-20
เชื้อเพลิงแข็ง	7-10	12-13	50-70



กรณีศึกษาที่ 2

บริษัท ไทยรวมสินพัฒนาอุตสาหกรรม จำกัด โรงงาน 2

1. ความเป็นมา

เพื่อให้สอดคล้องกับนโยบายการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อมของบริษัทฯ คณะทำงานด้านพลังงานได้ศึกษาแนวทางการลดต้นทุนพลังงาน โดยเฉพาะเชื้อเพลิง (คิดเป็นร้อยละ 60 ของต้นทุนพลังงานทั้งหมด) ซึ่งถูกนำมาใช้ลดความร้อนสำหรับกระบวนการเผาปูนด้วยระบบหม้อไอน้ำแบบ Separated Line Calciner (SLC)

ถึงแม้ว่าระบบการเผาไหม้ในหม้อไอน้ำของบริษัทฯ มีการใช้พลังงานความร้อนค่อนข้างต่ำ คือ ประมาณ 740 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมวัสดุบด เพราะมีการนำอากาศร้อนอุณหภูมิ 1,100-1,200 °C จากขั้นตอนการทำปูนเม็ดเขม่ากลับมามีอุณหภูมิอากาศลำดับที่สอง (Secondary Air) แต่จากการคิดค้นเทคโนโลยีการเผาไหม้อย่างต่อเนื่อง พบว่ายังสามารถลดปริมาณการใช้พลังงานความร้อนได้อีก โดยการลดปริมาณการใช้อากาศลำดับแรกซึ่งเป็นอากาศเย็นจากภาวะแวดล้อมปกติให้น้อยลง และเพิ่มปริมาณการใช้อากาศลำดับที่สองที่มีอุณหภูมิสูงกว่าแทน

2. วัตถุประสงค์

ปรับปรุงประสิทธิภาพการเผาไหม้ โดยติดตั้งหัวเผาที่ใช้ปริมาณอากาศลำดับแรกต่ำ และสามารถควบคุมรูปร่างเปลวไฟ (Flame Shape) และโมเมนตัมของเปลวไฟ (Flame Momentum) ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

3. การดำเนินการ

เริ่มจากการศึกษาความเหมาะสมด้านเทคนิคและเศรษฐศาสตร์ของหัวเผาที่ใช้ปริมาณอากาศลำดับแรกต่ำ เมื่อผลการศึกษาแสดงถึงความเหมาะสม จึงดำเนินการขออนุมัติจากผู้บริหาร เพื่อดำเนินการจัดซื้อ

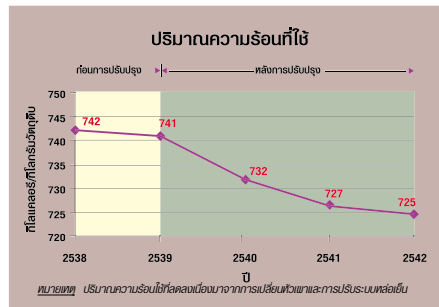


รูปที่ 1.1 หัวฉีดเชื้อเพลิงก่อนปรับปรุง (Primary Air 12%)



รูปที่ 1.2 แสดงหัวฉีดเชื้อเพลิงหลังการปรับปรุง (Primary Air 8.43%)

โดยพิจารณาจากราคา การบริการ ประสิทธิภาพ และผลงานที่เคยดำเนินการติดตั้งหัวเผาที่ใช้ปริมาณอากาศลำดับแรกต่ำ เป็นเกณฑ์ในการตัดสินใจ เพื่อรักษาประสิทธิภาพการทำงานของหัวเผาให้คงที่ เจ้าหน้าที่จะทำการวัดปริมาณอากาศและความดันที่ป้อนเข้าสู่หม้อไอน้ำอย่างสม่ำเสมอ รวมทั้งตรวจสอบสภาพและซ่อมบำรุงประจำทุก ๆ 6 เดือน



รูปที่ 1.3 แสดงการใช้พลังงานความร้อนของหัวเผาก่อนและหลังการปรับปรุง

4. รายละเอียดเทคโนโลยี

หัวเผาที่ใช้ปริมาณอากาศลำดับแรกต่ำ ถูกออกแบบให้มี Flame Stabilizer Plate ทำหน้าที่ควบคุมเปลวไฟให้มีรูปร่างเหมาะสม โดยมีแนวการป้อนเชื้อเพลิงอยู่ระหว่างแนวของอากาศลำดับแรก ที่แยกเข้าสู่หัวเผาใหม่ 2 กระแส คือ กระแสที่ขนานแนวแกน (Axial Air) และกระแสที่ส่องเป็นลักษณะหมุนวน (Swirl Air) ที่ถูกป้อนเข้าโดยพัดลมความดันสูง และการปรับปริมาณอากาศสามารถทำได้โดยการปรับพื้นที่หน้าตัดของปลายหัวฉีดอากาศ (Burner Tip) แทนวาล์วผีเสื้อ (Butterfly Valve) ซึ่งทำให้ไม่เกิดการลดลงของความดัน สามารถลดปริมาณอากาศลำดับแรกลงได้ในขณะที่ค่าโมเมนตัมของเปลวไฟคงเดิม

5. ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์

ลดปริมาณการใช้การใช้พลังงานความร้อนลงได้ถึง 5 กิโลแคลอรี/กิโลกรัมปูนเม็ด (ดังแสดงในรูปที่ 1.3) คิดเป็นปริมาณการใช้เชื้อเพลิงในคังที่ลดลงประมาณ 3,200 ตัน/ปี (มูลค่า 3.5 ล้านบาท/ปี) ซึ่งสามารถคืนทุนภายในระยะเวลา 2 ปี 6 เดือน

1. ความเป็นมา

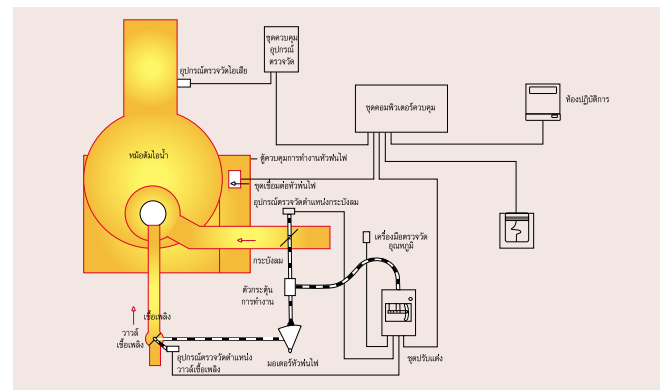
เนื่องจากอุปกรณ์ผลิตพลังงานความร้อนหลักคือ หม้อไอน้ำชนิดท่อไฟ ขนาด 10 ตัน/ชั่วโมง ที่ผลิตไอน้ำความดัน 9.5 บาร์ ป้อนให้แก่ขั้นตอนการอบและมาเชื่อมผลิตภัณฑ์ในกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์บด มีอายุการใช้งานมาก (14 ปี) และประสิทธิภาพการเผาไหม้ค่อนข้างต่ำ (81.9%) ทำให้สิ้นเปลืองเชื้อเพลิงเพื่อลดต้นทุนพลังงาน ซึ่งสอดคล้องกับนโยบายการอนุรักษ์พลังงานของบริษัทฯ คณะทำงานด้านพลังงานได้ศึกษาแนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพการเผาไหม้ของหม้อไอน้ำ ซึ่งการควบคุมอัตราส่วนของอากาศ/เชื้อเพลิงให้เหมาะสม ด้วยการติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมการเผาไหม้ ประกอบกับในช่วงเวลาติดตั้ง การพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน” ติดต่อเพื่อคัดเลือกผู้ร่วมโครงการสาธิตมาตรการมาตรฐาน (Standard Measures) และบริษัทฯ ได้รับการคัดเลือกให้สาธิตอุปกรณ์ควบคุมอากาศในการเผาไหม้ที่หม้อไอน้ำดังกล่าว

2. วัตถุประสงค์

เพิ่มประสิทธิภาพการเผาไหม้ของหม้อไอน้ำ โดยการควบคุมปริมาณอากาศส่วนเกินที่ใช้ในการเผาไหม้ให้เหมาะสม

3. การดำเนินการ

ทางบริษัทฯ ได้ตรวจวัดสภาพการเผาไหม้ ณ ปัจจุบันของหม้อไอน้ำ แล้วประเมินความเหมาะสมทางเทคนิคและความคุ้มค่าด้านการลงทุน ผลการศึกษาแสดงถึงความเหมาะสมและคุ้มค่าในการติดตั้งระบบ บริษัทฯ จึงได้จัดซื้ออุปกรณ์ โดยกำหนดให้ตัวแทนจำหน่ายและผู้เชี่ยวชาญจากบริษัทผลิตอุปกรณ์รับผิดชอบในการติดตั้งอุปกรณ์ รวมทั้งประเมินประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำหลังการติดตั้ง อุปกรณ์ควบคุมอากาศในการเผาไหม้แล้วเกณฑ์สำคัญในการคัดเลือกและออกแบบระบบพิจารณาจากคุณลักษณะเฉพาะ, ความสะดวกในการติดตั้ง ใช้งาน และการบำรุงรักษา, และราคาอุปกรณ์



รูปที่ 2.1 แผนผังการติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมอากาศในการเผาไหม้

*การพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน เปลี่ยนเป็น กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน ตั้งแต่วันที่ 3 ตุลาคม 2545

การติดตั้งอุปกรณ์ชุดควบคุมปริมาณอากาศส่วนเกินกระทำได้ง่าย และไม่รบกวนต่อกระบวนการผลิต คือ สามารถติดตั้งได้ในขณะที่หม้อไอน้ำเดินเครื่อง และเพื่อรักษาประสิทธิภาพของระบบการเผาไหม้ให้คงที่ภายหลังจากติดตั้ง บริษัทฯ จึงตรวจสอบสภาพโดยทั่วไปอย่างสม่ำเสมอ และสอบเทียบเครื่องตรวจจับปริมาณออกซิเจนและทำความสะอาด หรือ เปลี่ยนไส้กรองทุก ๆ 6 เดือน

4. รายละเอียดเทคโนโลยี

เครื่องตรวจจับปริมาณออกซิเจนในก๊าซไอเสีย ทำหน้าที่ส่งสัญญาณข้อมูลไปยังหน่วยประมวลผลกลาง เพื่อวิเคราะห์ปริมาณอากาศที่ใช้ในการเผาไหม้ แล้วส่งสัญญาณไปยัง Trim Motor Gear Box ของ Damper เพื่อปรับปริมาณอากาศที่เข้าสู่ห้องเผาไหม้ให้มีความเหมาะสม (รูปที่ 2.1 และ 2.2)

5. ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์

สามารถลดปริมาณการใช้ถ่านหินเตาสูงได้ 57,987 ตัน/ปี (คิดเป็นมูลค่า 405,909 บาท/ปี) ซึ่งจะทำให้ต้นทุนได้ภายในระยะเวลา 1 ปี 8 เดือน

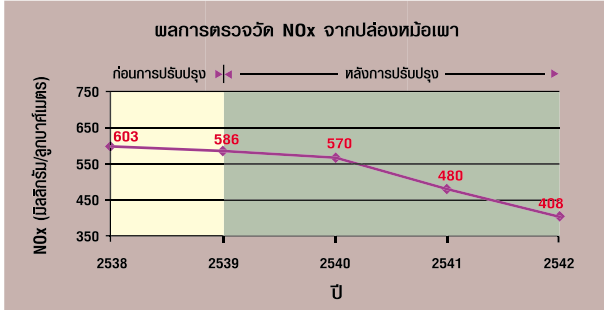


รูปที่ 2.2 แสดงการติดตั้งอุปกรณ์ชุดควบคุมอากาศในการเผาไหม้

บริษัทปูนซีเมนต์ไทย (ท่าหลวง) จำกัด

6. ผลประโยชน์ด้านสิ่งแวดล้อม

การควบคุมรูปร่างเปลวไฟทำให้อุณหภูมิสูงสุดของเปลวไฟมีค่าลดลง ประกอบกับปริมาณการใช้อากาศลำดับแรก (Primary Air) ที่ลดลง ส่งผลให้ปริมาณ NO_x ที่ปลดปล่อยสู่บรรยากาศลดลง (ดังรูปที่ 1.4)



รูปที่ 1.4 แสดงผลการตรวจวัด NO_x ก่อนและหลังการปรับปรุง

7. ปัจจัยของความสำเร็จ

- นโยบายที่ชัดเจนในการปรับปรุงเทคโนโลยีให้มีประสิทธิภาพสูง เพื่อลดต้นทุนการผลิต
- การสนับสนุนจากผู้บริหารซึ่งเล็งเห็นถึงความสำคัญในการปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการผลิต เพื่อลดต้นทุนพลังงานอย่างต่อเนื่อง
- การศึกษารายละเอียดเชิงเทคนิคและหลักการทำงานของอุปกรณ์อย่างละเอียด
- การวางแผนและประสานงานระหว่างหน่วยงานต่าง ๆ อย่างมีประสิทธิภาพ

8. ข้อควรระวัง

- ปริมาณอากาศลำดับแรกจะต้องถูกควบคุมให้เหมาะสม เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการสีกหรือเร็วเกินไป หรือ เกิดการไหม้ที่หัวเผา
- เนื่องจากหัวเผามีขนาดใหญ่และน้ำหนักมาก (ประมาณ 5 ตัน) ทำให้ยากต่อการติดตั้งและควรออกแบบโครงสร้างรองรับหัวฉีดให้เหมาะสม

ผู้ประสานงานและให้ข้อมูล

บริษัทปูนซีเมนต์ไทย (ท่าหลวง) จำกัด



นายคณัย บัวเลิศ
ผู้จัดการส่วนผลิต
บริษัท ปูนซีเมนต์ไทย (ท่าหลวง) จำกัด

บริษัท ไทยรวมสินพัฒนาอุตสาหกรรม จำกัด

6. ผลประโยชน์ด้านสิ่งแวดล้อม

การควบคุมอากาศที่ใช้ในการเผาไหม้ให้อยู่ในปริมาณที่เหมาะสม สามารถลดอุณหภูมิของก๊าซไอเสียและสัดส่วน CO ในก๊าซไอเสีย ทำให้มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยลง

ตารางที่ 1

แสดงการตรวจวัดประสิทธิภาพการเผาไหม้ก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง

ค่าตรวจวัด	Low Fire		Medium Fire		High Fire	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
O ₂ (%)	7.73	5.05	10.00	5.45	10.55	5.23
CO ₂ (%)	10.18	12.23	8.44	11.94	8.02	12.10
CO (ppm)	94.00	105.25	61.75	71.75	62.00	74.00
Temperature (°C)	175.00	172.00	188.25	180.75	196.25	191.25
% อากาศส่วนเกิน	56.13	29.93	87.55	33.10	95.60	31.30
ประสิทธิภาพการเผาไหม้ (%)	84.10	85.80	81.33	85.20	80.28	84.80

หมายเหตุ อุณหภูมิแก๊สไอเสียต่ำเนื่องจากใช้บ่อน้ำแบบ 4 กลั้ว

7. ปัจจัยของความสำเร็จ

ความมุ่งมั่นที่จะลดปริมาณการใช้เชื้อเพลิงในหม้อไอน้ำเพื่อลดต้นทุนการผลิตของบริษัทฯ และการสนับสนุนด้านการเงินจากภาครัฐฯ ซึ่งช่วยกระตุ้นให้การตัดสินใจติดตั้งชุดอุปกรณ์ควบคุมการเผาไหม้เป็นไปอย่างรวดเร็วยิ่งขึ้น

8. ข้อควรระวัง

- เนื่องจากอุปกรณ์ไม่สามารถผลิตได้ภายในประเทศ ดังนั้นผู้ควบคุมอุปกรณ์ควรผ่านการฝึกอบรมก่อนปฏิบัติงานจริง เพื่อสามารถดำเนินการและแก้ไขปัญหาที่ไม่ซับซ้อนได้เอง ลดการสูญเสียเวลาและค่าใช้จ่ายในการเชิญผู้เชี่ยวชาญจากต่างประเทศ
- หม้อไอน้ำที่เหมาะสมสำหรับติดตั้งชุดอุปกรณ์ควบคุมอากาศในการเผาไหม้ ควรเป็นหม้อไอน้ำรุ่นเก่าที่ใช้งานมานานและประสิทธิภาพไม่สูง เนื่องจากหม้อไอน้ำปัจจุบันมักมีการติดตั้งระบบควบคุมอากาศ และเชื้อเพลิง (น้ำมันเตา) สำหรับการเผาไหม้อยู่แล้ว

ผู้ประสานงานและให้ข้อมูล

บริษัท ไทยรวมสินพัฒนาอุตสาหกรรม จำกัด



นายสุรัชย์ หนูนนท์
หัวหน้าแผนกต้นกำลังโรงงาน
บริษัท ไทยรวมสินพัฒนาอุตสาหกรรม จำกัด



ศูนย์ทรัพยากรฝึกอบรมเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน
Training Resources Center for Energy Conservation

กองฝึกอบรม กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน
อาคารอนุรักษ์พลังงานเฉลิมพระเกียรติ ตำบลคลอง 5 อำเภอกองหลวง จังหวัดพทุมธานี 12120 โทรศัพท์ 0-2577-7040 โทรสาร 0-2577-7047
e-mail: td@cc.dedp.go.th Web site : http://www.dedp.go.th หรือ http://www.teenet-dedp.com
พิมพ์ครั้งที่ 1 เดือนกรกฎาคม 2545 จำนวน 3,000 เล่ม พิมพ์ที่ อมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง



ดำเนินการจัดทำเอกสารเผยแพร่โดย
ศูนย์อนุรักษ์พลังงานแห่งประเทศไทย เลขที่ 108 อาคารบางกอกไทยทาวเวอร์ ชั้น 10 ถนนรางน้ำ แขวงถนนพญาไท เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400
โทรศัพท์ 0-2642-7090-6, 0-2642-7171 โทรสาร 0-2642-7099, 0-2642-7075 e-mail: ecct@ecct-th.org Web Site : http://www.ecct-th.org
ตรวจสอบทบทวนโดย ศ.ดร. จุลละพงษ์ จุลละโพธิ์