

รายงานผลการตรวจวัดประสิทธิภาพการเผาไหม้  
เตาอบชุบความร้อน

บริษัท ไอ ที ฟอร์จิง (ประเทศไทย) จำกัด

อีสเทิร์น อินดัสเตรียล ปาร์ค 60/7 หมู่ 3 ตำบลมาบยางพร  
อำเภอปลวกแดง จังหวัดระยอง 21140



วันที่ตรวจวัด

7 พฤษภาคม และ 24 มิถุนายน 2568



ดำเนินการโดย

บริษัท ไอ.เอช.คอนซัลแตนท์ จำกัด

21 ซอยเฉลิมพระเกียรติ ร.๙ ซอย 7

แขวงหนองบอน เขตประเวศ กรุงเทพมหานคร 10250

ที่ IH-RP-68/285

24 กรกฎาคม 2568

เรื่อง รายงานผลการตรวจวัดประสิทธิภาพการเผาไหม้ เตาอบชุดความร้อน

เรียน ผู้จัดการ บริษัท ไอที ฟอรัจ (ประเทศไทย) จำกัด

ตามที่ บริษัท ไอที ฟอรัจ (ประเทศไทย) จำกัด ได้ให้ความสำคัญเกี่ยวกับประสิทธิภาพการเผาไหม้ เตาอบชุดความร้อน พร้อมทั้งให้ความไว้วางใจทาง บริษัท ไอ.เอช.คอนซัลแตนท์ จำกัด เข้าดำเนินการตรวจวัดเมื่อวันที่ 7 พฤษภาคม และ 24 มิถุนายน 2568 บัดนี้ทางบริษัทฯ ได้ทำการวิเคราะห์และประเมินผลเสร็จเรียบร้อยแล้ว ซึ่งมีรายละเอียดดังแสดงในรายงานฉบับนี้

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณที่ท่านให้ความไว้วางใจเรา และหวังว่ารายงานฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อท่าน

[Redacted signature area]

ขอแสดงความนับถือ  
[Redacted signature]

กรรมการผู้จัดการ/ นักสุขศาสตร์อุตสาหกรรม  
บริษัท ไอ.เอช.คอนซัลแตนท์ จำกัด

## สารบัญ

รายงานผลการตรวจวัดประสิทธิภาพการเผาไหม้เตาชุดความร้อน	1
รูปภาพประกอบการตรวจวัด	2
เครื่องมือตรวจวัดและวิเคราะห์	3
กฎหมายที่เกี่ยวข้องและ Combustion Efficiency Calculation	3

[1]

รายงานผลการตรวจวัดประสิทธิภาพการเผาไหม้เตาชุบความร้อน

รายงานผลการตรวจวัดประสิทธิภาพการเผาไหม้ เตาชูปความร้อน

สถานประกอบการ :	บริษัท ไอที พอร์จิง (ประเทศไทย) จำกัด	เลขที่รายงาน:	IH-ST-68/042
ที่อยู่ :	อิสเทิร์น อินดัสเตรียล ปาร์ค 60/7 หมู่ 3 ตำบลมาบยางพร อำเภอบลุกแดง จังหวัดระยอง 21140		
วันที่ตรวจวัด :	7 พฤษภาคม และ 24 มิถุนายน 2568		
ตรวจวัดโดย :	บริษัท ไอ.เอช.คอนซัลแตนท์ จำกัด		
เครื่องมือ ตรวจวัด :	Flue Gas Analyzer, Brand TESTO Model 350 Serial No.61989728		

วัตถุประสงค์ในการตรวจวัด

1. เพื่อทราบประสิทธิภาพการเผาไหม้ของเตาอบ ณ ปัจจุบัน
2. เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการเผาไหม้เตาอบให้ดียิ่งขึ้น
3. เพื่อประหยัดเชื้อเพลิงในการเผาไหม้และสอดคล้องกับนโยบายประหยัดพลังงาน
4. เพื่อลดมลภาวะทางอากาศ

หลักการและขั้นตอนการดำเนินงาน

การเผาไหม้เป็นปฏิกิริยาเคมี ซึ่งวัตถุดิบที่เผาไหม้ได้ จะทำปฏิกิริยาออกซิเดชันกับออกซิเจนพร้อมกับปลดปล่อยความร้อนออกมา ในขณะเดียวกันก็จะแปรสภาพไปเป็นสารประกอบออกไซด์หรือผลิตภัณฑ์จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงที่สมบูรณ์ได้แก่ คาร์บอนไดออกไซด์ และน้ำ การเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ จะก่อให้เกิดการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงไปโดยเปล่าประโยชน์และก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศ

การควบคุมการเผาไหม้ก็คือการควบคุมการป้อนเชื้อเพลิงและอากาศ ให้เข้าสู่ห้องเผาไหม้ในอัตราที่เหมาะสม โดยไม่ทำให้เกิดปัญหาควันดำ มลพิษเกินค่ามาตรฐานหรือมีปริมาณอากาศมากเกินไปด้วยการใช้ ชุดควบคุมการเผาไหม้

มลพิษที่เกิดจากการเผาไหม้

1. คาร์บอนมอนอกไซด์ (Carbon Monoxide , CO) เกิดจากการที่เผาเชื้อเพลิงไม่หมด ถ้ามีจำนวนมากจะเห็น เป็นเขม่าควันสีดำ
2. ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (Sulfur Dioxide , SO<sub>2</sub>) เป็นส่วนประกอบที่อยู่ในเชื้อเพลิง
3. ไนโตรเจนออกไซด์ Nitrogen Oxide (NO<sub>x</sub>) กลไกที่ทำให้เกิดไนโตรเจนออกไซด์จากการเผาไหม้

สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 กลไก ดังนี้

3.1 การเกิด Prompt NO<sub>x</sub> เกิดจากโมเลกุลของไนโตรเจนในอากาศทำปฏิกิริยากับไฮโดรคาร์บอน เมื่อมีการเผาไหม้ โดยจะเกิดขึ้นเมื่อมีการเผาไหม้ที่ส่วนผสมเชื้อเพลิงที่หนา

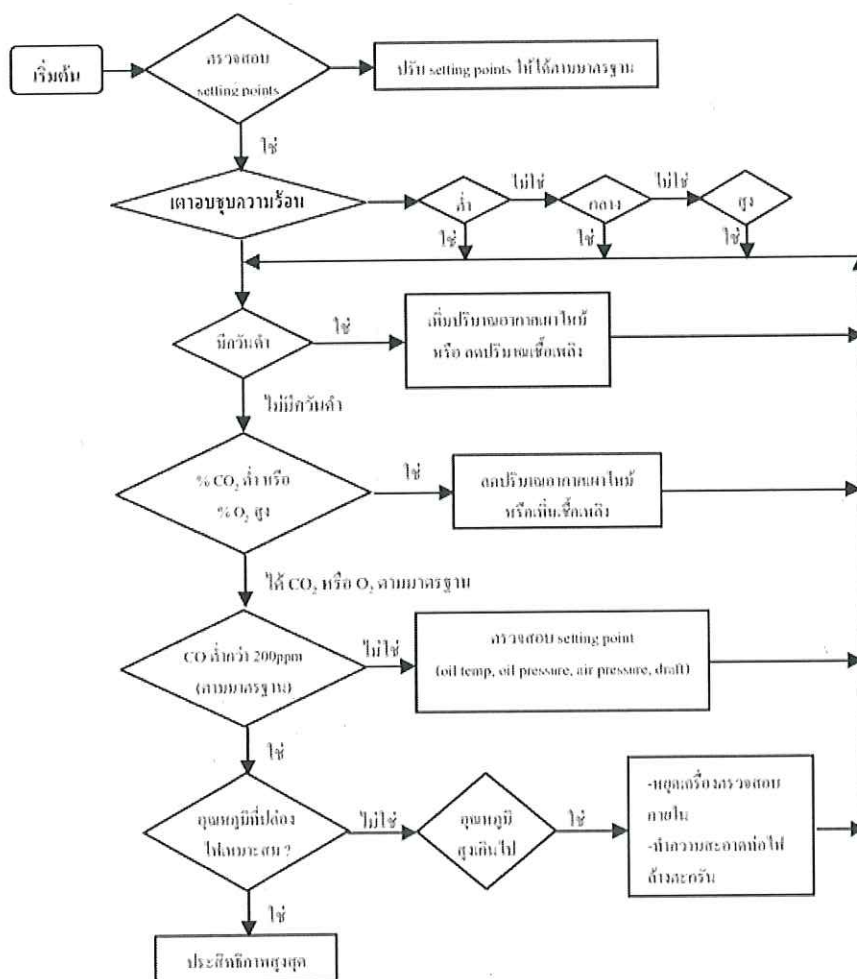
3.2 การเกิด Fuel NO<sub>x</sub> เกิดจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงที่มีส่วนผสมของไนโตรเจน เช่น แอมโมเนีย (NH<sub>3</sub>) เป็นต้น แต่ในการเกิดไนโตรเจนออกไซด์จากเชื้อเพลิงจะมีปริมาณที่น้อยมาก

3.3 การเกิด Thermal NO<sub>x</sub> เกิดจากไนโตรเจนในอากาศเมื่ออยู่ในที่อุณหภูมิสูงอย่างห้องเผาไหม้ บางส่วนของไนโตรเจนอะตอมคู่ (N<sub>2</sub>) จะแตกตัวเป็นไนโตรเจนอะตอมเดี่ยว (N) ซึ่งสามารถทำปฏิกิริยากับสาร อื่นได้ง่ายกว่า ดังนั้น เมื่อเกิดอุณหภูมิสูงจะส่งผลให้มีการเกิดไนโตรเจนออกไซด์ที่สูงขึ้น

การควบคุมการเผาไหม้โดยการปรับแต่งการเผาไหม้ เป็นอีกวิธีหนึ่งในการควบคุมปริมาณมลพิษที่เกิดจาก กระบวนการเผาไหม้ให้อยู่ในปริมาณที่เหมาะสม โดยมีขั้นตอนดังนี้

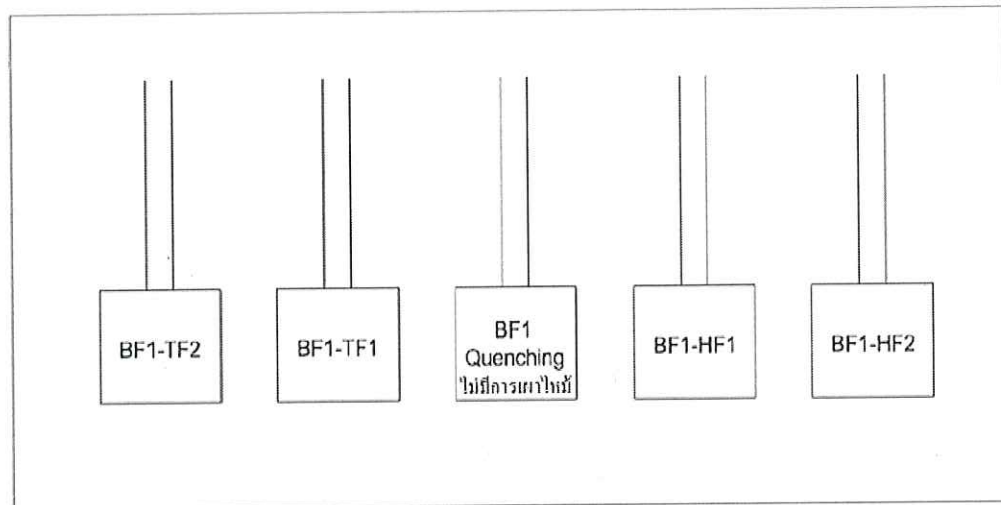
ขั้นตอนการปรับแต่งการเผาไหม้ (หม้อน้ำ หม้อน้ำมันร้อน เตาอุตสาหกรรม)

1. ตรวจวัดประสิทธิภาพการเผาไหม้ ณ ปัจจุบัน ตำแหน่ง Low fire, medium fire และ high fire โดยบันทึกค่า  $O_2$ ,  $CO_2$ ,  $CO$ ,  $NO_x$ ,  $SO_2$ , Eff., Flue Temp, excess air เก็บเป็นข้อมูลฐาน
2. ปรับแต่งการเผาไหม้ โดย เพิ่ม/ลดอากาศที่ใช้ในการเผาไหม้ หรือ เพิ่ม/ลดปริมาณเชื้อเพลิง ให้ได้ค่าที่เหมาะสมทำการปรับการเผาไหม้ทุกตำแหน่ง Low fire, medium fire และ high fire โดยที่ขณะทำการปรับแต่ง ทำการตรวจวัดประสิทธิภาพการเผาไหม้ตลอดเวลา
3. หลังจากทำการปรับแต่งการเผาไหม้เสร็จแล้ว ตรวจวัดประสิทธิภาพการเผาไหม้ซ้ำ ทุกตำแหน่ง Low fire, medium fire และ high fire เทียบค่า  $O_2$ ,  $CO_2$ ,  $CO$ ,  $NO_x$ ,  $SO_2$ , Eff. , Flue Temp, excess air ก่อนปรับ และหลังปรับ





ผลการตรวจวัดประสิทธิภาพการเผาไหม้ของ Batch Type Furnace No.1 โดยใช้เชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติ (Natural Gas)

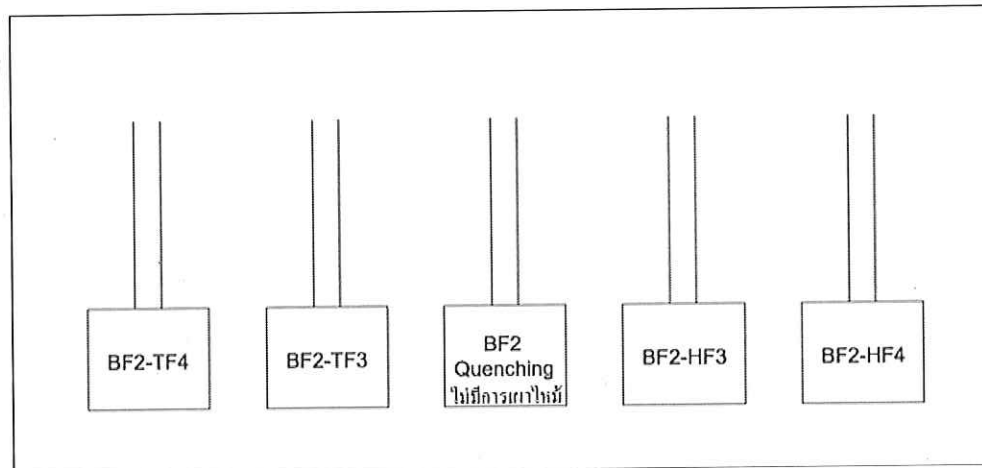


รายการ	Batch Type Furnace No.1				ค่ามาตรฐาน <sup>1</sup>	หมายเหตุ
	TF2	TF1	HF1	HF2		
O <sub>2</sub> (Vol.%)	18.71	6.46	0.87	3.88	—	—
CO <sub>2</sub> (Vol.%)	1.30	8.24	11.4	9.70	—	—
CO (ppm)	4	6	3	11	690	อยู่ในเกณฑ์
NO (ppm)	3	34	52	33	—	—
NO <sub>x</sub> (ppm)	4.8	38.5	53.1	35.0	200	อยู่ในเกณฑ์
SO <sub>2</sub> (ppm)	1	1	1	0	60	อยู่ในเกณฑ์
Temp (°C)	114	392	835	631	—	—
Excess Air <sup>2</sup> (%)	817.0	44.4	4.3	22.6	—	—
Eff. (%)	76.6	79.4	64.6	69.9	—	—

หมายเหตุ 1/ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม พ.ศ. 2549 เรื่อง กำหนดค่าปริมาณของสารเจือปนในอากาศที่ระบายออกจากโรงงาน

2/ Combustion Efficiency Calculation

ผลการตรวจวัดประสิทธิภาพการเผาไหม้ของ Batch Type Furnace No.2 โดยใช้เชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติ (Natural Gas)



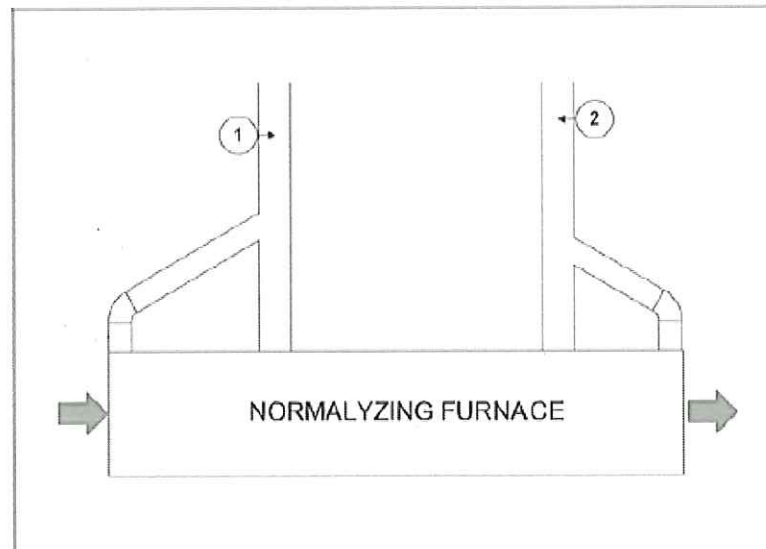
รายการ	Batch Type Furnace No.2				ค่ามาตรฐาน <sup>1</sup>	หมายเหตุ
	TF4	TF3	HF3	HF4		
O <sub>2</sub> (Vol.%)	8.16	12.28	5.55	3.44	—	—
CO <sub>2</sub> (Vol.%)	7.26	4.94	8.75	9.95	—	—
CO (ppm)	173	32	1	1	690	อยู่ในเกณฑ์
NO (ppm)	15	20	32	38	—	—
NO <sub>x</sub> (ppm)	25.6	22.2	33.5	38.4	200	อยู่ในเกณฑ์
SO <sub>2</sub> (ppm)	0	0	1	1	60	อยู่ในเกณฑ์
Temp (°C)	535	395	511	587	—	—
Excess Air <sup>2</sup> (%)	63.5	140.8	35.9	19.6	—	—
Eff. (%)	67.9	67.8	73.8	72.6	—	—

หมายเหตุ 1/ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม พ.ศ. 2549 เรื่อง กำหนดค่าปริมาณของสารเจือปนในอากาศที่ระบายออกจากโรงงาน

2/ Combustion Efficiency Calculation



ผลการตรวจวัดประสิทธิภาพการเผาไหม้ของ Normalizing Furnace โดยใช้เชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติ (Natural Gas)



รายการ	Normalizing Furnance		ค่ามาตรฐาน <sup>1</sup>	หมายเหตุ
	1	2		
O <sub>2</sub> (Vol.%)	13.3	10.4	–	–
CO <sub>2</sub> (Vol.%)	4.52	1.36	–	–
CO (ppm)	37	168	690	อยู่ในเกณฑ์
NO (ppm)	13	0	–	–
NO <sub>x</sub> (ppm)	20.5	2.5	200	อยู่ในเกณฑ์
SO <sub>2</sub> (ppm)	0	0	60	อยู่ในเกณฑ์
Temp (°C)	157	84	–	–
Excess Air <sup>2</sup> (%)	252	771	–	–
Eff. (%)	86.8	84.4	–	–

หมายเหตุ 1/ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม พ.ศ. 2549 เรื่อง กำหนดค่าปริมาณของสารเจือปนในอากาศที่ระบายออกจากโรงงาน

2/ Combustion Efficiency Calculation

## สรุปผลการตรวจวัด

จากผลการตรวจวัดประสิทธิภาพการเผาไหม้ เตาชุปความร้อน วันที่ 29 ตุลาคม 2567 สามารถสรุปผลได้ดังนี้

1. ปล่อง BF1 – TF2 พบว่า ค่า Sulfur Dioxide, Oxides of Nitrogen as NO<sub>2</sub> และ Carbon Monoxide มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน เมื่อนำมาเทียบกับข้อกำหนดเขตประกอบการอุตสาหกรรมสยามอีสเทิร์นอินดัสเตรียลปาร์คและประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง กำหนดค่าปริมาณของสารเจือปนในอากาศที่ระบายออกจากโรงงาน พ.ศ. 2549 ค่าประสิทธิภาพการเผาไหม้ เท่ากับ 76.6 เปอร์เซ็นต์
2. ปล่อง BF1 – TF1 พบว่า ค่า Sulfur Dioxide, Oxides of Nitrogen as NO<sub>2</sub> และ Carbon Monoxide มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน เมื่อนำมาเทียบกับข้อกำหนดเขตประกอบการอุตสาหกรรมสยามอีสเทิร์นอินดัสเตรียลปาร์ค และประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง กำหนดค่าปริมาณของสารเจือปนในอากาศที่ระบายออกจากโรงงาน พ.ศ. 2549 ค่าประสิทธิภาพการเผาไหม้ เท่ากับ 79.4 เปอร์เซ็นต์
3. ปล่อง BF1 – HF1 พบว่า ค่า Sulfur Dioxide, Oxides of Nitrogen as NO<sub>2</sub> และ Carbon Monoxide มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน เมื่อนำมาเทียบกับข้อกำหนดเขตประกอบการอุตสาหกรรมสยามอีสเทิร์นอินดัสเตรียลปาร์ค และประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง กำหนดค่าปริมาณของสารเจือปนในอากาศที่ระบายออกจากโรงงาน พ.ศ. 2549 ค่าประสิทธิภาพการเผาไหม้ เท่ากับ 64.6 เปอร์เซ็นต์
4. ปล่อง BF1 – HF2 พบว่า ค่า Sulfur Dioxide, Oxides of Nitrogen as NO<sub>2</sub> และ Carbon Monoxide มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน เมื่อนำมาเทียบกับข้อกำหนดเขตประกอบการอุตสาหกรรมสยามอีสเทิร์นอินดัสเตรียลปาร์ค และประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง กำหนดค่าปริมาณของสารเจือปนในอากาศที่ระบายออกจากโรงงาน พ.ศ. 2549 ค่าประสิทธิภาพการเผาไหม้ เท่ากับ 69.9 เปอร์เซ็นต์
5. ปล่อง BF2 – TF4 พบว่า ค่า Sulfur Dioxide, Oxides of Nitrogen as NO<sub>2</sub> และ Carbon Monoxide มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน เมื่อนำมาเทียบกับข้อกำหนดเขตประกอบการอุตสาหกรรมสยามอีสเทิร์นอินดัสเตรียลปาร์ค และประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง กำหนดค่าปริมาณของสารเจือปนในอากาศที่ระบายออกจากโรงงาน พ.ศ. 2549 ค่าประสิทธิภาพการเผาไหม้ เท่ากับ 67.9 เปอร์เซ็นต์
6. ปล่อง BF2 – TF3 พบว่า ค่า Sulfur Dioxide, Oxides of Nitrogen as NO<sub>2</sub> และ Carbon Monoxide มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน เมื่อนำมาเทียบกับข้อกำหนดเขตประกอบการอุตสาหกรรมสยามอีสเทิร์นอินดัสเตรียลปาร์ค และประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง กำหนดค่าปริมาณของสารเจือปนในอากาศที่ระบายออกจากโรงงาน พ.ศ. 2549 ค่าประสิทธิภาพการเผาไหม้ เท่ากับ 67.8 เปอร์เซ็นต์
7. ปล่อง BF2 – HF3 พบว่า ค่า Sulfur Dioxide, Oxides of Nitrogen as NO<sub>2</sub> และ Carbon Monoxide มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน เมื่อนำมาเทียบกับข้อกำหนดเขตประกอบการอุตสาหกรรมสยามอีสเทิร์นอินดัสเตรียลปาร์ค และประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง กำหนดค่าปริมาณของสารเจือปนในอากาศที่ระบายออกจากโรงงาน พ.ศ. 2549 ค่าประสิทธิภาพการเผาไหม้ เท่ากับ 73.8 เปอร์เซ็นต์
8. ปล่อง BF2 – HF4 พบว่า ค่า Sulfur Dioxide, Oxides of Nitrogen as NO<sub>2</sub> และ Carbon Monoxide มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน เมื่อนำมาเทียบกับข้อกำหนดเขตประกอบการอุตสาหกรรมสยามอีสเทิร์นอินดัสเตรียลปาร์ค และประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง กำหนดค่าปริมาณของสารเจือปนในอากาศที่ระบายออกจากโรงงาน พ.ศ. 2549 ค่าประสิทธิภาพการเผาไหม้ เท่ากับ 72.6 เปอร์เซ็นต์



บริษัท ไอ.เอช.คอนซัลแตนท์ จำกัด (สำนักงานใหญ่)

21 ซอยเฉลิมพระเกียรติ ร.๙ ซ.7 แขวงหนองบอน เขตประเวศ กรุงเทพมหานคร 10250

21 SOI CHALERM PRAKIAT RAMA 9 SOI 7, NONGBON, PRAVATE, BANGKOK 10250 THAILAND

TEL: (66) 0-2743-3963-4 FAX: (66) 0-2743-3965 <http://www.ih-consultant.com>

เลขประจำตัวผู้เสียภาษีอากร 0 1055 48081 93 3

9. ปล่อง Normalyzing1 พบว่า ค่า Sulfur Dioxide, Oxides of Nitrogen as NO<sub>2</sub> และ Carbon Monoxide (หัว Line) มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน เมื่อนำมาเทียบกับข้อกำหนดเขตประกอบการอุตสาหกรรมสยามอีสเทิร์นอินดัสเตรียลปาร์ค และประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง กำหนดค่าปริมาณของสารเจือปนในอากาศที่ระบายออกจากโรงงานพ.ศ. 2549 ค่าประสิทธิภาพการเผาไหม้ เท่ากับ 86.8 เปอร์เซ็นต์

10. ปล่อง Normalyzing2 พบว่า ค่า Sulfur Dioxide, Oxides of Nitrogen as NO<sub>2</sub> และ Carbon Monoxide (ท้าย Line) มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน เมื่อนำมาเทียบกับข้อกำหนดเขตประกอบการอุตสาหกรรมสยามอีสเทิร์นอินดัสเตรียลปาร์ค และประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง กำหนดค่าปริมาณของสารเจือปนในอากาศที่ระบายออกจากโรงงาน พ.ศ. 2549 ค่าประสิทธิภาพการเผาไหม้ เท่ากับ 84.4 เปอร์เซ็นต์

ขอรับรองความถูกต้อง



ผู้ควบคุมดูแลห้องปฏิบัติการวิเคราะห์  
บริษัท ไอ.เอช.คอนซัลแตนท์ จำกัด

[2]

รูปภาพประกอบการแสดงการตรวจวัด





รูปที่ 1 ภาพแสดงการตรวจวัดประสิทธิภาพการเผาไหม้  
เตาชุบความร้อน



รูปที่ 4 ภาพแสดงการตรวจวัดประสิทธิภาพการเผาไหม้  
เตาชุบความร้อน



รูปที่ 2 ภาพแสดงการตรวจวัดประสิทธิภาพการเผาไหม้  
เตาชุบความร้อน



รูปที่ 5 ภาพแสดงการตรวจวัดประสิทธิภาพการเผาไหม้  
เตาชุบความร้อน



รูปที่ 3 ภาพแสดงการตรวจวัดประสิทธิภาพการเผาไหม้  
เตาชุบความร้อน



รูปที่ 6 ภาพแสดงการตรวจวัดประสิทธิภาพการเผาไหม้  
เตาชุบความร้อน



[3]

เครื่องมือตรวจวัดและวิเคราะห์

เครื่องวัดประสิทธิภาพการเผาไหม้

**Certificate No:** G 670669

**Date of issue :** 24-Sep-24

**Instrument description :** Flue Gas Analyzer  
**Instrument model :** Testo 350 New  
**Instrument serial no. :** 61989728/0919  
**Control unit serial no. :** 61989728/0919  
**ID no. or control no. :** IH179-STE16  
**Manufacturer :** Testo SE & Co. KGaA  
**Probe description :** -  
**Probe model :** -  
**Probe serial no. :** -  
**Customer name :** I.H. CONSULTANT CO., LTD. (HEAD OFFICE)  
**Customer address :** 21., SOI CHALERM PRAKIAT RAMA 9 SOI 7, NONGBON, PRAVATE, BANGKOK 10250 THAILAND  
**Total pages of certificate :** 3 Pages  
**Receiving no. :** L-243658  
**Receiving date. :** 20-Sep-24  
**Parameter of calibration :** Gas Calibration(Oxygen 2.50,10.04,21.02 %vol, Carbon Monoxide 80.18,302,1007 ppm, Nitrogen Dioxide 30.68, 81.32, 201.9 ppm, Nitric Oxide 30.01, 151.5, 322.5 ppm, Sulphur Dioxide 50.36, 100.8, 600.8 ppm)  
**Condition of UUC. :** Used  
**Ambient condition :** All of the Measurment ware caried out the stabilized labotary  
Temperature : 23  $\pm$  5  $^{\circ}$ C  
Humidity : 55  $\pm$  15 %RH  
**Calibration place :** 17/121 Soi Ngamwongwan 47 Yaek 48, Toongsonghong, Laksi, Bangkok 10210 THAILAND  
**Calibration procedure no. :** This instrument was calibrated by comparison with Standard gas mixture according to calibration Work Instruction no. WI-CL-28-C

*The calibration certificate expanded uncertainty of measurement is stated as the standard uncertainty of measurent Multiplied by coverage factor  $k=2$ , which for a normal distribution corresponds to a coverage probability of approximately 95%.*

*This certificate is applied only to item under test Environmental condition.*

*This Calibration Certificate may not be reporduced other than in full except with the permission of the issuing laboratory. Calibration certificates without signature and seal not valid and The results relate only to the items tested/calibrated.*

*This calibration certificate documents are tracebility to national standards, which realize measurement according to the International System of Units (SI).*

**Date of calibration :** 24-Sep-24

  
Mr. Kwanchai Khamdoun

**Calibration Technician**

Mrs. Nongluck Wongsettee

**Technical Manager**

**Certificate No.:** G 670669

**Standard References (Table 1)**

Standard	Certificate No.	Vendor	Due date
Oxygen ( O <sub>2</sub> ) 2.50 % Vol	2412/23	Linde	27-Aug-27
Oxygen ( O <sub>2</sub> ) 10.04 % Vol	CG-0153-21	Nimt	18-Nov-26
Oxygen ( O <sub>2</sub> ) 21.02 % Vol	CG-0041-22	Nimt	10-Feb-27
Carbon monoxide ( CO ) 80.18 ppm	CG-0002-24	Nimt	11-Jan-29
Carbon monoxide ( CO ) 302 ppm	1915/23	Linde	16-Jun-25
Carbon monoxide ( CO ) 1007 ppm	1870/24	Linde	17-Jun-26
Nitrogen Dioxide ( NO <sub>2</sub> ) 30.68 ppm	2832/24	Linde	08-Sep-24
Nitrogen Dioxide ( NO <sub>2</sub> ) 81.32 ppm	3546/23	Linde	14-Jan-26
Nitrogen Dioxide ( NO <sub>2</sub> ) 201.9 ppm	1975/23	Linde	17-Jul-25
Nitric Oxide ( NO ) 30.01 ppm	CG-0014-23	Nimt	19-Feb-25
Nitric Oxide ( NO ) 151.5 ppm	0161/23	Linde	22-Jan-25
Nitric Oxide ( NO ) 322.5 ppm	1974/23	Linde	17-Jul-25
Sulphur Dioxide ( SO <sub>2</sub> ) 50.36 ppm	2004/23	Linde	17-Jul-25
Sulphur Dioxide ( SO <sub>2</sub> ) 100.8 ppm	3507/22	Linde	09-Nov-24
Sulphur Dioxide ( SO <sub>2</sub> ) 600.8 ppm	2003/23	Linde	17-Jul-25

**Measured room conditions**

Temperature : 22.8 °C Humidity : 67.5 %RH Pressure : 1010.4 mbar

**Calibration conditions**

Gas Temperature : 23 °C Flow rate : 1,200 ml/min Gas pressure : 1013.7 mbar

**Calibration Results (Before adjustment) (Table 2)**

Parameter of Standard	Standard Values	Mean of UUC	Error	Uncertainty ( ± )
O <sub>2</sub> (%Vol)	2.50	2.47	-0.03	0.15
O <sub>2</sub> (%Vol)	10.04	9.92	-0.12	0.20
O <sub>2</sub> (%Vol)	21.02	21.12	0.10	0.30
CO (ppm)	80.18	78	-2.18	3.0
CO (ppm)	302	297	-5	6.0
CO (ppm)	1007	994	-13	12
NO <sub>2</sub> (ppm)	30.68	24.4	-6.28	8.0
NO <sub>2</sub> (ppm)	81.32	75.6	-5.72	8.0
NO <sub>2</sub> (ppm)	201.9	189.2	-12.7	12
NO (ppm)	30.01	30	-0.01	8.0
NO (ppm)	151.5	153	1.5	8.0
NO (ppm)	322.5	325	2.5	12
SO <sub>2</sub> (ppm)	50.36	45	-5.36	6.0
SO <sub>2</sub> (ppm)	100.8	96	-4.8	6.0
SO <sub>2</sub> (ppm)	600.8	590	-10.8	13

Calibration Results (After adjustment) (Table 3)

Parameter of Standard	Standard Values	Mean of UUC	Error	Uncertainty (±)
O2 (%Vol)	2.50	2.47	-0.03	0.15
O2 (%Vol)	10.04	9.92	-0.12	0.20
O2 (%Vol)	21.02	21.12	0.10	0.30
CO (ppm)	80.18	81	0.82	3.0
CO (ppm)	302	303	1	6.0
CO (ppm)	1007	1006	-1	12
NO2 (ppm)	30.68	29.6	-1.08	8.0
NO2 (ppm)	81.32	80.7	-0.62	8.0
NO2 (ppm)	201.9	203.1	1.2	12
NO (ppm)	30.01	30	-0.01	8.0
NO (ppm)	151.5	153	1.5	8.0
NO (ppm)	322.5	325	2.5	12
SO2 (ppm)	50.36	51	0.64	6.0
SO2 (ppm)	100.8	101	0.2	6.0
SO2 (ppm)	600.8	602	1.2	13

Remark : 1 cmol/mol = 1 %vol. 1 μmol/mol = 1 ppm.

**End of Report**



[4]

กฎหมายที่เกี่ยวข้องและ Combustion Efficiency Calculation

ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม  
(Notification of Ministry of Industry)

## ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม

เรื่อง กำหนดค่าปริมาณของสารเจือปนในอากาศที่ระบายออกจากโรงงาน

พ.ศ. ๒๕๔๕

อาศัยอำนาจตามความในข้อ ๑๖ แห่งกฎกระทรวงฉบับที่ ๒ (พ.ศ. ๒๕๓๕) ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. ๒๕๓๕ รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม จึงได้ออกประกาศไว้ดังต่อไปนี้

ข้อ ๑ ให้ยกเลิกประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง กำหนดค่าปริมาณของสารเจือปนในอากาศที่ระบายออกจากโรงงาน พ.ศ. ๒๕๔๔ ลงวันที่ ๔ กุมภาพันธ์ พ.ศ. ๒๕๔๔

ข้อ ๒ ในประกาศนี้

“อากาศที่ระบายออกจากโรงงาน” หมายความว่า อากาศที่ระบายออกจากปล่องหรือช่องหรือท่อระบายอากาศของโรงงานไม่ว่าจะผ่านระบบบำบัดหรือไม่ก็ตาม

“น้ำมันหรือน้ำมันเตา” หมายความว่า ความรวมถึง ผลพลอยได้ที่นำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับการเผาไหม้ด้วย

“ถ่านหิน” หมายความว่า ความรวมถึง ผลพลอยได้ที่นำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับการเผาไหม้ด้วย

“เชื้อเพลิงชีวมวล” หมายความว่า เชื้อเพลิงที่ได้มาจากอินทรีย์สารหรือสิ่งมีชีวิต รวมทั้งผลผลิตจากการเกษตร การปศุสัตว์และการทำป่าไม้ เช่น ไม้ฟืน เศษไม้ แกลบ ฟาง ชานอ้อย ต้นและใบอ้อย ใบปาล์ม กะลาปาล์ม ทะลายปาล์ม กะลามะพร้าว ใบมะพร้าว เศษพืช มูลสัตว์ ก๊าซชีวภาพ กากตะกอน หรือของเสียจากโรงงานแปรรูปผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร เป็นต้น

“เชื้อเพลิงอื่น ๆ” หมายความว่า เชื้อเพลิงอื่นใดนอกเหนือจากที่ระบุไว้ในประกาศนี้ แต่ไม่รวมถึงเชื้อเพลิงที่ได้กำหนดค่าการระบายปริมาณสารเจือปนในอากาศไว้เป็นการเฉพาะ

“ระบบปิด” หมายความว่า ระบบการเผาไหม้เชื้อเพลิงและหรือวัตถุดิบที่มีการออกแบบให้มีการควบคุมปริมาณอากาศและสภาวะแวดล้อมในการเผาไหม้ เช่น หม้อเผาปูนซีเมนต์ หม้อน้ำ เป็นต้น

“ระบบเปิด” หมายความว่า ระบบการเผาไหม้เชื้อเพลิงและหรือวัสดุคืบที่ไม่มีการออกแบบเพื่อควบคุมปริมาณอากาศและสภาวะแวดล้อมในการเผาไหม้ เช่น เตาเผาปูนขาว เตาหลอมโลหะแบบคิวโปลา (Cupola) เป็นต้น

ข้อ ๓ อากาศที่ระบายออกจากโรงงาน ต้องมีค่าปริมาณของสารเจือปนแต่ละชนิดไม่เกินที่กำหนดไว้ ดังต่อไปนี้

ชนิดของสารเจือปน (หน่วยวัด)	แหล่งที่มาของสารเจือปน	ค่าปริมาณของสารเจือปน ในอากาศที่	
		ไม่มีการเผาไหม้ เชื้อเพลิง	มีการเผาไหม้ เชื้อเพลิง
๑. ฝุ่นละออง (Total Suspended Particulate) (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)	ก. แหล่งกำเนิดความร้อนที่ใช้ - น้ำมันหรือน้ำมันเตา - ถ่านหิน - เชื้อเพลิงชีวมวล - เชื้อเพลิงอื่น ๆ ข. การถลุง หล่อหลอม รีดดิ่ง และ/ หรือผลิต อลูมิเนียม ค. การผลิตทั่วไป	- - - - ๓๐๐ ๔๐๐	๒๔๐ ๓๒๐ ๓๒๐ ๓๒๐ ๒๔๐ ๓๒๐
๒. พลวง (Antimony) (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)	การผลิตทั่วไป	๒๐	๑๖
๓. สารหนู (Arsenic) (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)	การผลิตทั่วไป	๒๐	๑๖
๔. ทองแดง (Copper) (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)	การผลิตทั่วไป	๓๐	๒๔
๕. ตะกั่ว (Lead) (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)	การผลิตทั่วไป	๓๐	๒๔
๖. พรอท (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)	การผลิตทั่วไป	๓	๒.๔
๗. คลอรีน (Chlorine) (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)	การผลิตทั่วไป	๓๐	๒๔
๘. ไฮโดรเจนคลอไรด์ (Hydrogen chloride) (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)	การผลิตทั่วไป	๒๐๐	๑๖๐

ชนิดของสารเจือปน (หน่วยวัด)	แหล่งที่มาของสารเจือปน	ค่าปริมาณของสารเจือปน ในอากาศที่	
		ไม่มีการเผาไหม้ เชื้อเพลิง	มีการเผาไหม้ เชื้อเพลิง
๘. กรดกำมะถัน (Sulfuric acid) (ส่วนในล้านส่วน)	การผลิตทั่วไป	๒๕	-
๑๐. ไฮโดรเจนซัลไฟด์ (Hydrogen sulfide) (ส่วนในล้านส่วน)	การผลิตทั่วไป	๑๐๐	๘๐
๑๑. คาร์บอนมอนอกไซด์ (Carbon monoxide) (ส่วนในล้านส่วน)	การผลิตทั่วไป	๘๗๐	๖๕๐
๑๒. ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (Sulfur dioxide) (ส่วนในล้านส่วน)	ก. แหล่งกำเนิดความร้อนที่ใช้		
	- น้ำมันหรือน้ำมันเตา	-	๕๕๐
	- ถ่านหิน	-	๗๐๐
	- เชื้อเพลิงชีวมวล	-	๖๐
	- เชื้อเพลิงอื่น ๆ	-	๖๐
	ข. การผลิตทั่วไป	๕๐๐	-
๑๓. ออกไซด์ของไนโตรเจน (Oxides of nitrogen) (ส่วนในล้านส่วน)	แหล่งกำเนิดความร้อนที่ใช้		
	- น้ำมันหรือน้ำมันเตา	-	๒๐๐
	- ถ่านหิน	-	๔๐๐
	- เชื้อเพลิงชีวมวล	-	๒๐๐
	- เชื้อเพลิงอื่น ๆ	-	๒๐๐
๑๔. ไซลีน (Xylene) (ส่วนในล้านส่วน)	การผลิตทั่วไป	๒๐๐	-
๑๕. ครีซอล (Cresol) (ส่วนในล้านส่วน)	การผลิตทั่วไป	๕	-

ข้อ ๔ กรณีโรงงานใช้เชื้อเพลิงร่วมกันตั้งแต่ ๒ ประเภทขึ้นไป อากาศที่ระบายออกจากโรงงาน ต้องมีค่าปริมาณสารเจือปนในอากาศไม่เกินค่าที่กำหนด สำหรับเชื้อเพลิงประเภทที่มีสัดส่วนการใช้มากที่สุด

ข้อ ๕ การตรวจวัดค่าปริมาณของสารเจือปนในอากาศที่ระบายออกจากโรงงาน แต่ละชนิด ให้ใช้วิธีดังต่อไปนี้



(๑) การตรวจวัดค่าปริมาณฝุ่นละออง ให้ใช้วิธี Determination of Particulate Emissions from Stationary Sources ที่องค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งประเทศสหรัฐอเมริกา (United States Environmental Protection Agency : U.S. EPA) กำหนดไว้ หรือใช้วิธีตามมาตรฐานอื่นที่เทียบเท่า

(๒) การตรวจวัดค่าปริมาณพลวง สารหนู ทองแดง ตะกั่ว และสารปรอท ให้ใช้วิธี Determination of Metals Emissions from Stationary Sources ที่องค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งประเทศสหรัฐอเมริกา (United States Environmental Protection Agency : U.S. EPA) กำหนดไว้ หรือใช้วิธีตามมาตรฐานอื่นที่เทียบเท่า

(๓) การตรวจวัดค่าปริมาณคลอรีน และไฮโดรเจนคลอไรด์ ให้ใช้วิธี Determination of Hydrogen Halide and Halogen Emissions from Stationary Sources Non-Isokinetic หรือวิธี Determination of Hydrogen Halide and Halogen Emissions from Stationary Sources Isokinetic ที่องค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งประเทศสหรัฐอเมริกา (United States Environmental Protection Agency : U.S. EPA) กำหนดไว้ หรือใช้วิธีตามมาตรฐานอื่นที่เทียบเท่า

(๔) การตรวจวัดค่าปริมาณกรดกำมะถัน ให้ใช้วิธี Determination of Sulfuric Acid Mist and Sulfur Dioxide Emissions from Stationary Sources ที่องค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งประเทศสหรัฐอเมริกา (United States Environmental Protection Agency : U.S. EPA) กำหนดไว้ หรือใช้วิธีตามมาตรฐานอื่นที่เทียบเท่า

(๕) การตรวจวัดค่าปริมาณไฮโดรเจนซัลไฟด์ ให้ใช้วิธี Determination of Hydrogen Sulfuric, Carbonyl Sulfide and Carbon Disulfide Emissions from Stationary Sources ที่องค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งประเทศสหรัฐอเมริกา (United States Environmental Protection Agency : U.S. EPA) กำหนดไว้ หรือใช้วิธีตามมาตรฐานอื่นที่เทียบเท่า

(๖) การตรวจวัดค่าปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์ ให้ใช้วิธี Determination of Carbon Monoxide Emissions from Stationary Sources ที่องค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งประเทศสหรัฐอเมริกา (United States Environmental Protection Agency : U.S. EPA) กำหนดไว้หรือใช้วิธีตามมาตรฐานอื่นที่เทียบเท่า

(๗) การตรวจวัดค่าปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ให้ใช้วิธี Determination of Sulfur Dioxide Emissions from Stationary Sources หรือวิธี Determination of Sulfuric Acid Mist and Sulfur Dioxide Emissions from Stationary Sources ที่องค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งประเทศสหรัฐอเมริกา (United States Environmental Protection Agency : U.S. EPA) กำหนดไว้ หรือใช้วิธีตามมาตรฐานอื่นที่เทียบเท่า

(๘) การตรวจวัดค่าปริมาณออกไซด์ของไนโตรเจนในรูปไนโตรเจนไดออกไซด์ ให้ใช้วิธี Determination of Nitrogen Oxide Emissions from Stationary Sources ที่องค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งประเทศสหรัฐอเมริกา (United States Environmental Protection Agency : U.S. EPA) กำหนดไว้ หรือใช้วิธีตามมาตรฐานอื่นที่เทียบเท่า

(๙) การตรวจวัดค่าปริมาณไฮโดรคาร์บอน และครีโซล ให้ใช้วิธี Measurement of Gaseous Organic Compound Emissions by Gas Chromatography ที่องค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งประเทศสหรัฐอเมริกา (United States Environmental Protection Agency : U.S. EPA) กำหนดไว้หรือใช้วิธีตามมาตรฐานอื่นที่เทียบเท่า

ข้อ ๖ การรายงานผลการตรวจวัดค่าปริมาณของสารเจือปนในอากาศ ให้รายงานผลดังต่อไปนี้

(๑) ในกรณีที่ไม่มีลมพัดเข้าหรือพัดออก ให้คำนวณผลที่ความดัน ๑ บรรยากาศ หรือที่ ๗๖๐ มิลลิเมตรปรอท อุณหภูมิ ๒๕ องศาเซลเซียส ที่สภาวะแห้ง (Dry Basis) โดยมีปริมาตรออกซิเจนในอากาศเสียสภาวะจริงในขณะตรวจวัด

(๒) ในกรณีที่มีการเผาไหม้เชื้อเพลิง

(ก) ระบบปิดให้คำนวณผลที่ความดัน ๑ บรรยากาศ หรือที่ ๗๖๐ มิลลิเมตรปรอท อุณหภูมิ ๒๕ องศาเซลเซียส ที่สภาวะแห้ง (Dry Basis) โดยมีปริมาตรอากาศส่วนเกินในการเผาไหม้ (Excess Air) ร้อยละ ๕๐ หรือ มีปริมาตรออกซิเจนในอากาศเสีย ร้อยละ ๗

(ข) ระบบเปิดให้คำนวณผลที่ความดัน ๑ บรรยากาศ หรือที่ ๗๖๐ มิลลิเมตรปรอท อุณหภูมิ ๒๕ องศาเซลเซียส ที่สภาวะแห้ง (Dry Basis) โดยมีปริมาตรออกซิเจนในอากาศเสีย ณ สภาวะจริงขณะตรวจวัด

ข้อ ๗ ประกาศฉบับนี้ใช้บังคับสำหรับประเภทโรงงานใด ๆ ที่เป็นแหล่งกำเนิดสารเจือปนในอากาศที่ไม่ได้กำหนดค่าการระบายปริมาณสารเจือปนในอากาศไว้เป็นการเฉพาะ

ทั้งนี้ ให้ใช้บังคับตั้งแต่วันถัดจากวันประกาศในราชกิจจานุเบกษาเป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ ๓๑ ตุลาคม พ.ศ. ๒๕๔๕

โฆสิต ปั้นเปี่ยมรัษฎ์

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม

เครื่องวัดประสิทธิภาพการเผาไหม้

## Combustion Efficiency Calculation

Calculated data:

- Tnet = Net Temperature
- % CO<sub>2</sub> content in flue gas
- % Dry Flue Gas losses
- % Wet losses
- % Unburned carbon loss
- % Efficiency

Tnet = Flue Temperature - Inlet Temperature

**Dry flue gas loss %** =  $20.9 \times K1 \times (Tnet) / K2 \times (20.9 - O_2m)$

**Wet loss %** =  $9 \times H_2 + H_2O / Qgr \times [2488 + 2.1Tf - 4.2 Ti]$

simplified =  $[(9 \times H_2 + H_2O) / Qgr] \times 2425 \times [1 + 0.001 Tnet]$

Wet loss % =  $K3(1+0.001 \times Tnet)$

Where K3 =  $[(9 \times H_2 + H_2O) / Qgr] \times 2425$

**Net Efficiency %** = 100 - dry flue gas losses

=  $100 - 20.9 \times K1n \times (Tnet) / K2 \times (20.9 - O_2m)$

**Gross Efficiency %** = 100 - {dry flue gas losses + wet losses}

=  $100 - \{ [20.9 \times K1g \times (Tnet) / K2 \times (20.9 - O_2m)] + [K3 \times (1 + 0.001 \times Tnet)] \}$

**Excess Air** =  $[(20.9\% / (20.9\% - O_2m\%)) - 1] \times 100\%$