บทที่ 3

คุณสมบัติของก๊าซมีเทนและน้ำมันเตา

การศึกษาโครงสร้างและคุณสมบัติของก๊าซมีเทน

1. ส่วนประกอบทางเคมีของก๊าซธรรมชาติ จากโครงการโรงแยกก๊าซของการปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย ก๊าซธรรมชาติที่ได้จากอ่าวไทยเพื่อป้อนให้แก่โรงแยกก๊าซจะประกอบด้วย หลุมก๊าซธรรมชาติ 4 หลุม[12] ด้วยกันคือ แหล่งผลิตของบริษัทยูเนียนออยล์ 3 หลุม คือ แปลงสำรวจที่ 12 หลุม เอ แปลงสำรวจที่ 10 หลุม เค และแปลงสำรวจที่ 13 หลุม บี แหล่งผลิตของบริษัท เทกซัส-แปซิฟิค แปลงสำรวจที่ 15 หลุม บี ดังมีส่วนประกอบทางเคมี ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1

ส่วนประกอบทางเคมีของก๊าซธรรมชาติจากอ่าวไทย

ส่วนประกอบทางเคมี (ร้อยละ)	หลุม "เอ" ยูเนียนออยล์ แปลงสำรวจ 12	หลุม "เค" ยูเนียนออยล์ แปลงสำรวจ 10	หลุม "บี" ยูเนียนออยล์ แปลงสำรวจ 13	หลุม "บี" เท็กซัสแปซิฟิค แปลงสำรวจ 15
ไนโตรเจน	0.90	0.72	0.94	0.78
มีเทน	63.34	63.64	66.94	61.80
คาร์บอนไดอ๊อกไซด์	17.20	15.93	13.56	31.97
อีเทน	10.61	9.38	9.93	3.71
โปรเพน	5.17	5.99	5.25	1.15
ไอโซ-บิวเทน	1.07	1.49	1.19	0.32
เอ็น-บิวเทน	0.89	1.49	1.20	0.27
ไอโซ-เพนเทน	0.28	0.50	0.42	0.14

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

ส่วนประกอบทางเคมีของก๊าซธรรมชาติจากอ่าวไทย

ส่วนประกอบทางเคมี (ร้อยละ)	หลุม "เอ" ยูเนียนออยล์ แปลงสำรวจ 12	หลุม "เค" ยูเนียนออยล์ แปลงสำรวจ 10	หลุม "บี" ยูเนียนออยล์ แปลงสำรวจ 13	หลุม "บี" ยูเนียนออยล์ แปลงสำจวจ 15
เอ็น-เพน เทน	0.14	0.36	0.28	0.08
เฮก เซน	0.12	0.25	0.16	0.14
เฮฟ เทน	0.12	0.11	0.22	0.19
อ๊อก เทน	0.12	0.10	0.21	0.19
โน เนน	0.03	0.03	0.06	0.05
น้ำ	0.01	0.01	0.01	0.01
รวม	100.00	100.00	100.00	100.00
ค่าปริมาณความร้อน (บีทียู/ลูกบาศก์ฟุต)	1,060	1,117	1,123	771
ค่าความถ่วงจำเพาะ	0.876	0.858	0.856	0.886

ที่มา : Tokyo Gas Engineering and Chiyoda Chemical Engineering and Construction Co.,Ltd. Study Report on Conversasion of Industrial Boiler Fuel From Oil to Pipe Line Gas. 1980 (n.p.)

ก๊าซธรรมชาติที่ได้รับจากอ่าวไทยจะถูกส่งไปยังโรงแยกแก๊ส เพื่อทำการแยกส่วนประกอบทางเคมีที่มีคุณค่าไปทำประโยชน์ด้านอื่น เป็นต้นว่า แยกเอาอีเทนไปใช้เป็นวัตถุในโรงงานปิโตรเคมิคัล ก๊าซปิโตรเลียมเหลวสำหรับใช้เป็นเชื้อเพลิงในบ้านเรือนและรถยนต์ ก๊าซโปรเพนและบิวเทนไปใช้เป็นวัตถุดิบของโรงกลั่นน้ำมันสำหรับกลั่นเป็นน้ำมันเบนซิน ส่วนก๊าซส่วนที่เหลือซึ่งส่วนใหญ่จะประกอบด้วยก๊าซมีเทน ซึ่งการปิโตรเลียมแห่งประเทศไทยจะทำการวางท่อส่งก๊าซย่อยเพื่อจ่ายให้โรงงานอุตสาหกรรมสำหรับใช้เป็นเชื้อเพลิงแทนน้ำมันเตา[12] ซึ่งจะมีส่วนประกอบทางเคมี ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2

ส่วนประกอบทาง เคมีของก๊าซมี เทนที่ได้จากโรงแยกก๊าซ

ส่วนประกอบทาง เคมี	ร้อยละ
ไนโตร เจน	1.33
มี เทน	86.82
คาร์บอนไดอ๊อกไซด์	1.09
อี เทน	10.60
โปร เพน	0.16
รวม	100.00

ที่มา : Tokyo Gas Engineering and Chiyoda Chemical Engineering and Construction Co.,Ltd. Study Report on Conversasion of Industrial Boiler Fuel From Oil to Pipe Line Gas. 1980 (n.p.)

2. คุณสมบัติของก๊าซมี เทนที่ได้จากก๊าซธรรมชาติ

คุณสมบัติของก๊าซมีส่วนสำคัญในการออกแบบ หัว เผาก๊าซ (Gas Burner) ซึ่งก๊าซมี เทนที่ได้จากโรงแยกก๊าซจะมีคุณสมบัติดังตารางที่

ตารางที่ 3.3

คุณสมบัติของก๊าซมี เทนจากก๊าซธรรมชาติ

ลักษณะคุณสมบัติ	คุณสมบัติการ เผาไหม้
ค่าความร้อน (กิโลแคลอรี่/ลูกบาศ์กฟุต)	239.3038
ค่าความถ่วงจำ เพาะ	0.625

117693111

ตารางที่ 3.3 (ต่อ)

คุณสมบัติของก๊าซมีเทนจากก๊าซธรรมชาติ

ลักษณะคุณสมบัติ	คุณสมบัติการเผาไหม้
ค่าดัชนีแวบบี้[1]	1359
ปริมาณของอากาศต่อปริมาณก๊าซตามทฤษฎี[2]	10.1
ขีดจำกัดการติดไฟ (ร้อยละ)[3]	4.8-14.9
อุณหภูมิของเปลวไฟตามทฤษฎี (องศาเซลเซียส)[4]	1962
ความเร็วของเปลวไฟสูงสุด (ฟุต/วินาที)[5]	1.26
ส่วนที่เหลือจากการเผาไหม้ (ร้อยละ)[6]	9.07
คาร์บอนไดอ๊อกไซด์สูงสุดในก๊าซเสีย (ร้อยละ)	12.1

ที่มา : การปิโตรเลี่ยมแห่งประเทศไทย . <u>การใช้ก๊าซธรรมชาติในโรงงานอุตสาหกรรม</u> . เอกสารเผยแพร่ . (ม.ป.ท.,ม.ป.ป.)

หมายเหตุ : (1) - (6) ดูรายละเอียดในภาคผนวก ง.

<u>การศึกษาโครงสร้างและคุณสมบัติของน้ำมันเตา</u>

น้ำมันเตาที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมในปัจจุบัน ส่วนใหญ่ประกอบด้วยน้ำมันเตา 3 ชนิด คือ น้ำมันเตาชนิดที่มีความหนืด 600, 1200 และ 1500 ซึ่งจากการสำรวจโรงงานอุตสาหกรรมจำนวน 130 โรงงาน บริเวณปู่เจ้าสมิงพรายและบางพลี โดยการปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย (รายละเอียดดูในภาคผนวก ก.) ปรากฏว่ามีโรงงานที่ใช้น้ำมันเตาชนิด 600 จำนวน 60 โรงงาน ชนิด 1200 จำนวน 2 โรงงานและชนิดความหนืด 1500 จำนวน 50 โรงงาน ในที่นี้จะกล่าวถึงคุณสมบัติของน้ำมันเตา 3 ประเภทนี้เท่านั้น

1. ส่วนประกอบทางเคมีของน้ำมันเตา

ส่วนประกอบทางเคมีของน้ำมันเตาชนิด 600, 1200 และ 1500 มีรายละเอียดดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4

ส่วนประกอบทางเคมีของน้ำมันเตา

(ร้อยละ)

ส่วนประกอบทางเคมี	ชนิด 600	ชนิด 1200	ชนิด 1500
คาร์บอน	84.58	84.50	83.03
ไฮโดรเจน	11.83	11.34	10.48
อ๊อกซิเจน	0.70	0.36	0.48
ไนโตรเจน	0.03	0.18	0.29
กำมะถัน	0.85	2.10	2.85
อื่น ๆ	2.01	1.52	2.87
รวม	100	100	100

ที่มา : วิวัฒน์ ตัณฑะพานิชกุล และคนอื่น ๆ . คู่มือประหยัดพลังงาน . กรุงเทพมหานคร : ภาพพิมพ์, 2524.

กระทรวงพาณิชย์ได้ทำการกำหนดคุณสมบัติ มาตรฐานสำหรับน้ำมันเตา เพื่อประโยชน์ของผู้ใช้ ดังสรุปในตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5

คุณสมบัติมาตรฐานของน้ำมันเตา

คุณสมบัติของน้ำมันเตา	อัตราสูงต่ำของค่ากำหนด		
	ชนิด 600	ชนิด 1200	ชนิด 1500
ค่าความถ่วงจำเพาะ ณ อุณหภูมิ 15.6/15.6°ซ(1)	ต้องไม่สูงกว่า 0.9850	ต้องไม่สูงกว่า 0.990	ต้องไม่สูงกว่า 0.990

ตารางที่ 3.5 (ต่อ)

คุณสมบัติมาตราฐานของน้ำมันเตา

คุณสมบัติของน้ำมันเตา	อัตราสูงต่ำของค่ากำหนด		
	ชนิด 600	ชนิด 1200	ชนิด 1500
ความหนืด ณ อุณหภูมิ 50°ซ ทดสอบโดยวิธีคิเนติก (Kinematic Viscosity)(2)	ต้องไม่ต่ำกว่า 7 เซนติสโตกส์และไม่สูงกว่า 80 เซนติสโตกส์	ต้องไม่สูงกว่า 145 เซนติสโตกส์	ต้องไม่สูงกว่า 180 เซนติสโตกส์
จุดวาบไฟ(3)	ต้องไม่ต่ำกว่า 60°ซ	ต้องไม่ต่ำกว่า 60°ซ	ต้องไม่ต่ำกว่า 60°ซ
จุดไหลเท	ต้องไม่เกิน 24°ซ	ต้องไม่เกิน 24°ซ	ต้องไม่เกิน 24°ซ
อัตราปริมาณธาตุกำมะถันต่อน้ำหนักน้ำมัน(4)	ต้องไม่สูงกว่า ร้อยละ 3.0	ต้องไม่สูงกว่า ร้อยละ 3.5	ต้องไม่สูงกว่า ร้อยละ 3.5
ปริมาณความร้อน (แคลอรี่/กรัม)(5)	ต้องไม่ต่ำกว่า 10,000	ต้องไม่ต่ำกว่า 10,000	ต้องไม่ต่ำกว่า 9,900
อัตราเถ้าต่อน้ำหนักของน้ำมัน	ต้องไม่เกิน ร้อยละ 0.1	ต้องไม่เกิน ร้อยละ 0.1	ต้องไม่เกิน ร้อยละ 0.2
อัตราน้ำและตะกอนต่อปริมาตรน้ำมัน	ต้องไม่สูงกว่า ร้อยละ 1.0	ต้องไม่สูงกว่า ร้อยละ 1.2	ต้องไม่สูงกว่า ร้อยละ 1.5
สีมาตรฐาน เอ เอส ที เอ็ม (ASTM)	ต้องไม่สูงกว่า ร้อยละ 8.0	-	-

ที่มา : ราชกิจจานุเบกษา ประกาศกระทรวงพาณิชย์ . เรื่องกำหนดมาตราฐานของน้ำมันเตา . 2524

หมายเหตุ : (1) - (5) ดูรายละเอียดในภาคผนวก จ.

จากการติดต่อข้อมูล เกี่ยวกับ คุณสมบัติของน้ำมัน เตาจากโรงกลั่นน้ำมันทหาร (บางจาก) ซึ่งทางโรงกลั่นน้ำมันทหารได้ทำการทดสอบคุณสมบัติของน้ำมัน เตา เพื่อใช้จำหน่ายภายในประเทศ เมื่อวันที่ 25 สิงหาคม 2525 ปรากฏว่าผลการทดสอบดังตารางที่ 3.6

ตารางที่ 3.6

ผลการทดสอบคุณสมบัติของน้ำมัน เตา

คุณสมบัติที่ทำการทดสอบ	ผลการทดสอบ		
	น้ำมัน เตาชนิด600	น้ำมัน เตาชนิด1200	น้ำมัน เตาชนิด1500
ค่าความถ่วงจำเพาะ ณ อุณหภูมิ 15.6/15.6°ซ	0.9371	0.9471	0.9529
ค่าความหนืด ณ อุณหภูมิ 50°ซ ทดสอบโดยวิธีคิเนติก (Kinematic Vis - cosity)	73 เซนติสโตกส์	137 เซนติสโตกส์	179 เซนติสโตกส์
จุดวาบไฟ	90°ซ	104.4°ซ	86.7°ซ
อัตราปริมาณธาตุกำมะถันต่อน้ำหนักน้ำมัน	ร้อยละ 2.73	ร้อยละ 3.30	ร้อยละ 2.88
ปริมาณความร้อน	10560 แคลอรี่/กรัม	10518 แคลอรี่/กรัม	10494 แคลอรี่/กรัม
อัตราน้ำและตะกอนต่อปริมาตรน้ำมัน	ร้อยละ 0.2	ร้อยละ 0.2	ร้อยละ 0.2
ค่าความถ่วงจำเพาะ เอ พี ไอ (API Gravity) ที่ 15.6°C(ดูรายละเอียดในภาคผนวก จ.)	19.5	17.9	17.0

ที่มา : โรงกลั่นน้ำมันทหาร (บางจาก)

หมายเหตุ : คุณสมบัติอื่น ๆ ที่นอกเหนือจากนี้ โรงกลั่นน้ำมันทหาร (บางจาก) ไม่ได้ทำการทดสอบ

การวิเคราะห์การเผาไหม้ และผลที่จะได้รับจากการเผาไหม้

1. หลักเบื้องต้นของการเผาไหม้

การเผาไหม้หมายถึง ปฏิกริยาทางเคมีระหว่างเชื้อเพลิงกับอ๊อกซิเจนให้พลังงานออกมาในรูปของความร้อน และทำให้อุณหภูมิของสารผสมระหว่างอากาศกับเชื้อเพลิงสูงขึ้น ถ้าอัตราการปล่อยพลังงานมีมากกว่าอัตราที่พลังงานสูญเสียให้กับสิ่งแวดล้อม อุณหภูมิของสารผสมก็จะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ มีผลทำให้สารผสมที่อยู่ใกล้เคียงเกิดปฏิกริยาตามขึ้นมาจะเกิดการเผาไหม้ต่อเนื่องไป[13] ในการวิเคราะห์การเผาไหม้ตามปกติเพื่อต้องการทราบถึงจำนวนอากาศที่ใช้ในการเผาไหม้ เราต้องทราบส่วนประกอบทางเคมีของอากาศโดยทั่วไปซึ่งประกอบด้วยอ๊อกซิเจนร้อยละ 23 ไนโตรเจนร้อยละ 77 โดยมวลและอ๊อกซิเจนร้อยละ 21 ไนโตรเจนร้อยละ 79 โดยปริมาตร[14]

2. สมการการเผาไหม้

การเผาไหม้ที่สมบูรณ์ คือ การเผาไหม้ซึ่งเมื่อเกิดขึ้นแล้วสามารถให้ปริมาณความร้อนเท่ากับค่าแคลอริฟิคของเชื้อเพลิง และผลที่ได้จากการเผาไหม้จะอยู่ในรูปของคาร์บอนไดอ๊อกไซด์และน้ำ ปริมาณของเชื้อเพลิงและอ๊อกซิเจนที่ใช้จะต้องได้อัตราส่วนที่พอเหมาะ ในการที่จะทราบว่าการเผาไหม้นั้นเป็นไปอย่างสมบูรณ์มากน้อยเพียงใดหรือไม่นั้น จำเป็นต้องใช้สมการเคมีเพื่อศึกษาลักษณะของปฏิกริยาที่เกิดขึ้น ในสมการดังกล่าวด้านซ้ายมือจะเขียนเชื้อเพลิงและอ๊อกซิเจนรีแอคแตนท์ส ทางด้านขวามือจะเป็นผลผลิต (Products) เช่น การเผาไหม้ของก๊าซมีเทนกับอากาศโดยทั่วไปอุปกรณ์เผาไหม้ส่วนใหญ่จะไม่ใช้อ๊อกซิเจนล้วน ๆ เพราะสิ้นเปลือง แต่จะใช้อากาศซึ่งสามารถหาได้โดยทั่วไปแทน จะได้สมการเผาไหม้ดังนี้

$$CH_4+2(O_2+\frac{79}{21}N_2) \longrightarrow CO_2+2H_2O+2(\frac{79}{21}N_2)$$

จากสมการถ้าคิดว่าอากาศประกอบด้วยอ๊อกซิเจนร้อยละ 21 และไนโตรเจนร้อยละ 79 โดยปริมาตร ถึงแม้ว่าอากาศจะมีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบใหญ่ แต่ไนโตรเจนไม่ได้เข้าร่วมในปฏิกริยาเคมีเพราะเป็นก๊าซเฉื่อย ในที่นี้จะไม่คำนึงถึงก๊าซไนโตรเจนจะได้สมการใหม่ คือ

$$CH_4+2O_2 \longrightarrow CO_2+2H_2O$$

นั่นคือ 1 โมเลกุล CH_4 + 2 โมเลกุล O_2 → 1 โมเลกุล CO_2 + 2 โมเลกุลของน้ำ

หรือ 16 หน่วยมวล CH_4 + 2 (32 หน่วยมวล O_2) → 44 หน่วยมวล CO_2 + 2 (18 หน่วยมวลน้ำ)

จากจำนวนโมล (Mole) = $\frac{\text{มวลของธาตุ}}{\text{น้ำหนักโมเลกุลของธาตุ}}$

ดังนั้น 1 โมล CH_4 + 2 โมล O_2 → 1 โมล CO_2 + 2 โมลของน้ำ

จากกฎของอโวกาโดร (ซึ่งจะอธิบายในภาคผนวก ฉ.) ว่าถ้าก๊าซมีจำนวนโมลเท่ากันย่อมมีปริมาตรเท่ากันดังนั้น

1 ปริมาตร CH_4 + 2 ปริมาตร O_2 = 1 ปริมาตร CO_2 + 2 ปริมาตรน้ำ

3. การวิเคราะห์ผลการเผาไหม้

ในการศึกษาขบวนการเผาไหม้ ควรนำผลของการเผาไหม้หรือไอเสียมาวิเคราะห์ดูว่าประกอบด้วยสารอะไรบ้าง เพราะข้อมูลที่ได้แสดงให้ทราบว่า

- การเผาไหม้ได้เกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์หรือไม่
- ปริมาณของอากาศที่ใช้ในการเผาไหม้มีจำนวนเท่าใด
- อุปกรณ์การเผาไหม้ได้เสื่อมคุณภาพมากน้อยเพียงใด

<u>การเปรียบเทียบคุณสมบัติระหว่างน้ำมันเตาและก๊าซมีเทนที่ได้จากก๊าซธรรมชาติ</u>

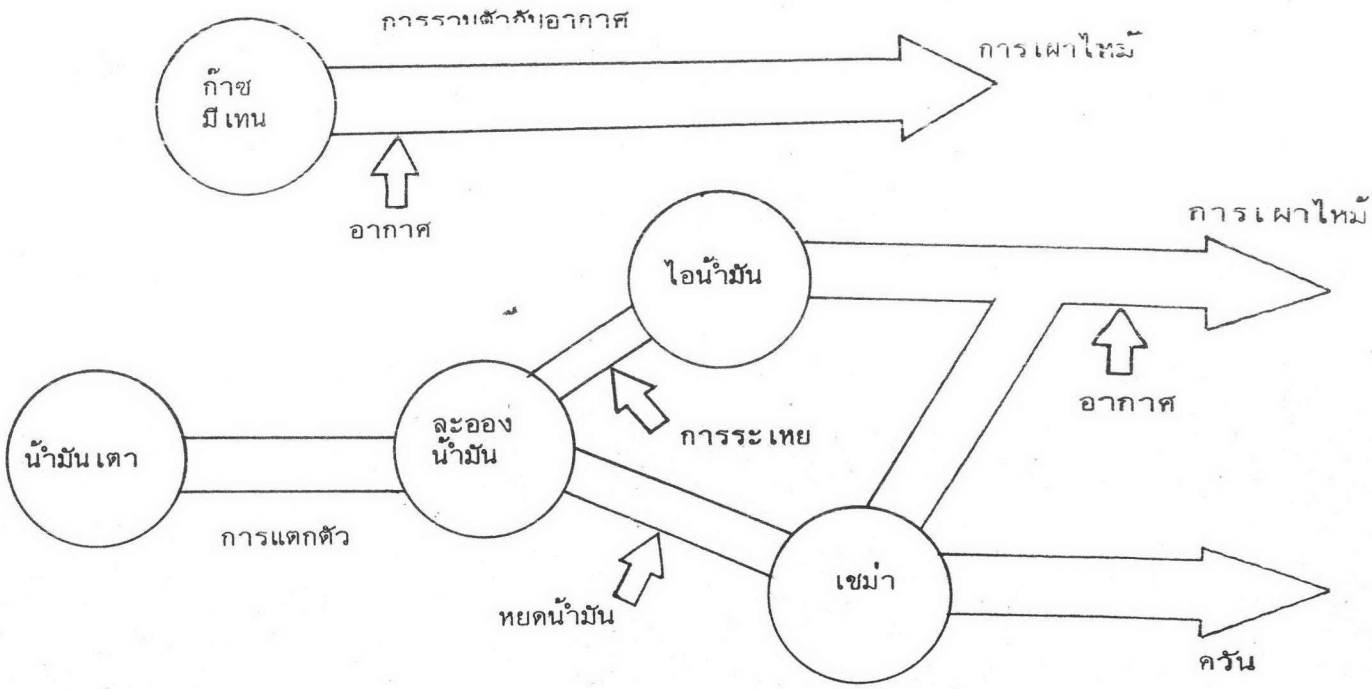
ระบบการเผาไหม้ของน้ำมันเตา และก๊าซมีเทนที่จะใช้กับหม้อไอน้ำต่างก็เป็นระบบเปิด (Open System) กล่าวคือ เชื้อเพลิงและอากาศจะถูกเผาไหม้ภายนอกแล้วจึงนำเอาความร้อนที่ได้ไปทำให้เกิดประโยชน์อีกที่หนึ่ง

แต่เมื่อพิจารณาถึงขบวนการในการเผาไหม้ของก๊าซมีเทน กับน้ำมันเตา แล้วจะเห็นได้ว่า การเผาไหม้ของก๊าซมีเทนจะเกิดขึ้นได้ง่ายกว่าน้ำมันเตา [12] โดยมีก๊าซมีเทนที่ออกจากท่อของหัวเผา จะผสมกับอากาศรอบ ๆ เกิดการเผาไหม้ได้ก๊าซคาร์บอนไดอ๊อกไซด์และน้ำ ซึ่งการผสมของก๊าซมีเทนกับอากาศจะเกิดขึ้นอย่างราบรื่นและเกิดการเผาไหม้อย่างรวดเร็ว ในขณะที่การเผาไหม้ของน้ำมันเตานั้นจะต้องผ่านการ ทำให้แตกตัวเป็นฝอยละออง (Atomization) ก่อน เพื่อทำให้น้ำมันเตาเปลี่ยนสภาพจากของเหลวไปเป็นก๊าซ น้ำมันเตาที่ผ่านการทำให้แตกตัวเป็นฝอยละอองและมีขนาดของอนุภาค

(Particle) ไม่เท่ากัน และจะทำให้เกิดเขม่าขึ้น ข้อเปรียบเทียบระหว่างการใช้น้ำมันเตาและก๊าซมีเทน พิจารณาได้จากรูปที่ 3.1

รูปที่ 3.1

ขบวนการเผาไหม้ของก๊าซมีเทนและน้ำมันเตา



ที่มา : การปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย . การใช้ก๊าซธรรมชาติในโรงงานอุตสาหกรรม . เอกสารเผยแพร่ (ม.ป.พ.,ม.ป.ป.)

จากที่ได้กล่าวมาแล้วจะเห็นว่า ก๊าซมีเทนมีคุณสมบัติหลายอย่างที่ดีกว่าน้ำมันเตา โดยพิจารณาจาก ตารางที่ 3.7

ตารางที่ 3.7

ข้อเปรียบเทียบระหว่างน้ำมันเตาและก๊าซมีเทน

ข้อเปรียบเทียบ	น้ำมันเตา	ก๊าซมีเทน	ตำแหน่งที่จะเปลี่ยนแปลงแก้ไข
1. สถานะ	ของเหลว	ก๊าซ	
2. ส่วนประกอบ	คาร์บอน ร้อยละ 87 โดยน้ำหนัก ไฮโดรเจนร้อยละ 12 ไนโตรเจนร้อยละ 0.02 กำมะถันร้อยละ0.4-3.0	มีเทนร้อยละ 86.82 อีเทนร้อยละ 10.60 ไนโตรเจนร้อยละ 1.33 คาร์บอนไดอ๊อกไซด์ ร้อยละ 1.09 โปรเพนร้อยละ 0.16	
3. ค่าความร้อน	478.8 กิโลแคลอรี่/ลิตร	239.3 กิโลแคลอรี่/ฟุต^3	
4. อุณหภูมิของเปลวไฟ	1900 องศาเซียลเซียส	1960 องศาเซียลเซียส	
5. หัวเผา	- ส่วนประกอบจะซับซ้อนยุ่งยาก เนื่องจากมีการทำให้น้ำมันเตาแตกตัวเป็นฝองละอองและเครื่องสูบน้ำมันเพิ่มแรงดันทำให้น้ำมันที่ออกจากหัวฉีดแผ่กระจายเป็นฝอยมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 0.1-0.2 มิลลิเมตร	- ส่วนประกอบง่ายกว่าเพราะก๊าซจะมีแรงดันของตัวเอง ผ่านท่อจ่ายก๊าซของหัวเผาเพื่อผสมกับอากาศที่ใช้ในการเผาไหม้ - ท่อส่งก๊าซเข้าสู่หัวเผามีขนาดใหญ่กว่าของน้ำมันประมาณ 5 เท่า	- ในการเปลี่ยนมาใช้มีเทนจากก๊าซธรรมชาติจะต้องทำการเปลี่ยนหรือปรับปรุงหัวเผา เนื่องจากขบวนการเผาไหม้แตกต่างกัน

ตารางที่ 3.7 (ต่อ)

ข้อเปรียบเทียบระหว่างน้ำมันเตาและก๊าซมีเทน

ข้อเปรียบเทียบ	น้ำมันเตา	ก๊าซมีเทน	ตำแหน่งที่จะเปลี่ยนแปลงแก้ไข
	- ระบบท่อส่งน้ำมันเข้าหัวเผามีขนาดเล็ก - การควบคุมปริมาตรของการเผาไหม้มีขอบเขตจำกัดระหว่าง 5 : 1 - เปลวไฟมีขนาดเล็กและไม่คงที่	- การควบคุมปริมาตรของการเผาไหม้มีขอบเขตกว้างระหว่าง 50 : 1 - เปลวไฟมีขนาดเล็กแต่คงที่	
6. การส่งผ่านความร้อน	- การส่งผ่านความร้อนที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่เป็นการแผ่รังสีเนื่องจากในเปลวไฟจะมีอนุภาคของคาร์บอนที่มีอุณหภูมิสูงอยู่มาก	- การส่งผ่านความร้อนที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่จะเป็นการแผ่รังสีความร้อนและการพาความร้อน เนื่องจากการเผาไหม้	- ก๊าซมีเทนจากก๊าซธรรมชาติมีประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อนดีกว่าเล็กน้อย
7. ปริมาตรของอากาศที่ใช้ในการเผาไหม้	- ใช้อากาศ 15 ลูก - บาศ์กฟุตต่อ 1000 บีทียู - ต้องใช้อากาศมากเพราะน้ำมันเตาจะผสมกันอากาศไม่ค่อยดีนัก	- ใช้อากาศ 12 ลูก - บาศ์กฟุตต่อ 1000 บีทียู	- เนื่องจากการเผาไหม้ของก๊าซมีเทนจากก๊าซธรรมชาติต้องการอากาศน้อยกว่าน้ำมันเตา ดังนั้นพัดลมที่มีอยู่เดิมจึงไม่ต้องมีการเปลี่ยนแปลง

ตารางที่ 3.7 (ต่อ)

ข้อเปรียบเทียบระหว่างน้ำมันเตาและก๊าซมีเทน

ข้อเปรียบเทียบ	น้ำมันเตา	ก๊าซมีเทน	ตำแหน่งที่จะเปลี่ยนแปลงแก้ไข
8. ห้องเผาไหม้	- มีขนาดใหญ่เนื่องจากได้เปลวไฟยาว - โดยทั่ว ๆ ไปต้องการห้องเผาไหม้ที่รับปริมาณความร้อนได้ 1 ล้านกิโลแคลลอรี่/ตารางเมตร.ชั่วโมง	- มีขนาดเล็กเนื่องจากเปลวไฟสั้น - โดยทั่ว ๆ ไปต้องการห้องเผาไหม้ที่รับปริมาณความร้อนได้ 1-3 ล้านกิโลแคลลอรี่/ตารางเมตร. ชั่วโมง	- การใช้ก๊าซมีเทนเป็นเชื้อเพลิงจะทำให้เตาเผาทำการหลอมหรือเผาผลิตภัณฑ์ได้มากขึ้น
9. การซ่อมบำรุง	- ต้องการทำความสะอาดห้องเผาไหม้,หัวเผาเนื่องจากการเผาไหม้ของน้ำมันเตาจะมีเขม่าขี้เถ้า และซัลเฟอร์ไดอ๊อกไซด์ (SO_2) เกิดขึ้น - ปล่องไฟจะสูงกว่า	- เกือบจะไม่ต้องทำความสะอาดเลย เพราะการเผาไหม้ของก๊าซมีเทนจะไม่มีเขม่า,ขี้เถ้าและซัลเฟอร์ไดอ๊อกไซด์เกิดขึ้น - เปลวไฟจะต่ำกว่า	
10. ถังเก็บเชื้อเพลิง	- ต้องมีถังเก็บเชื้อเพลิง	- เนื่องจากก๊าซมีเทนจากก๊าซธรรมชาติจะถูกส่งไปยังโรงงานโดยการวางท่อก๊าซ	

ตารางที่ 3.7 (ต่อ)

ข้อเปรียบเทียบระหว่างน้ำมันเตาและก๊าซมีเทน

ข้อเปรียบเทียบ	น้ำมันเตา	ก๊าซมีเทน	ตำแหน่งที่จะเปลี่ยนแปลงแก้ไข
		จึงไม่จำเป็นต้องมีถัง สำหรับเก็บก๊าซ แต่จะต้องมีเครื่องวัดปริมาตรก๊าซ	

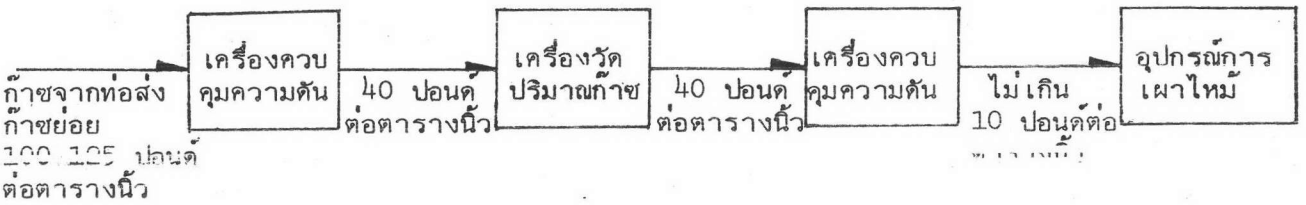
ที่มา : การปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย, การใช้ก๊าซธรรมชาติในโรงงานอุตสาหกรรม. เอกสารเผยแพร่. (ม.ป.ท.,ม.ป.ป.)

การศึกษาอุปกรณ์การเผาไหม้ที่ใช้ก๊าซมีเทนเป็นเชื้อเพลิงและการดัดแปลง

โดยทั่วไป ท่อส่งก๊าซย่อย (Distribution Line) ที่ทำการส่งก๊าซมีแทนจากก๊าซธรรมชาติให้แก่โรงงานอุตสาหกรรมจะมีความดันภายในท่อส่งก๊าซประมาณ 100 - 125 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว[12] แต่ความดันที่หัวเผาของอุปกรณ์ให้ความร้อนต้องการนั้นจะไม่เกิน 10 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว และมาตรวัดก๊าซ 1 ตัวนั้นจะสามารถทนทานต่อความดันได้ไม่เกิน 60 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ดังนั้นจึงต้องมีเครื่องควบคุมความดัน (Pressure Regulator) ติดตั้งอยู่ที่หน้าโรงงานของแต่ละโรงงาน เพื่อทำการลดความดันก๊าซ ก่อนที่จะผ่านเข้าสู่มาตรวัดก๊าซให้เหลือ 40 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ก๊าซที่ออกจากมาตรวัดก๊าซจะถูกลดความดันอีกครั้งหนึ่ง ก่อนที่จะเข้าสู่หัวเผา ให้มีความดันไม่เกิน 10 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ดังรูปที่ 3.2

รูปที่ 3.2

รูปแสดงการจ่ายก๊าซมีเทนเข้าสู่โรงงานอุตสาหกรรม



ที่มา : การปิโตรเลี่ยมแห่งประเทศไทย, การใช้ก๊าซธรรมชาติในโรงงานอุตสาหกรรม. เอกสารเผยแพร่. (ม.ป.ท.,ม.ป.ป.)

1. ระบบการวัดปริมาตรก๊าซ (Gas Metering System)

เนื่องจากก๊าซมีเทนจะถูกส่งไปยังโรงงานอุตสหากรรมต่าง ๆ โดยท่อส่งก๊าซย่อย ดังนั้นจึงต้องมีการติดตั้งมาตรวัดก๊าซเข้ากับท่อส่งก๊าซที่จะจ่ายเข้าในแต่ละโรงงานอุตสาหกรรม เพื่อที่จะทำการวัดปริมาตรก๊าซที่โรงงานแต่ละแห่งใช้ มาตรวัดก๊าซที่ใช้โดยทั่วๆ ไปมี 3 ชนิด คือ (รายละเอียดดูในภาคผนวก ช.)

1.1 มาตรวัดก๊าซแบบไดอะแฟรม (Diaphragm Gas Meter)

1.2 มาตรวัดก๊าซแบบรูทส์ (Roots Gas Meter)

1.3 มาตรวัดก๊าซแบบไหลวน (Vortex Gas Meter)

2. การติดตั้งมาตรวัดก๊าซและท่อส่งก๊าซภายในโรงงานอุตสาหกรรม

เมื่อท่อส่งก๊าซย่อยของการปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย ได้ทำการวางผ่านหน้าโรงงานอุตสาหกรรมที่ต้องการก๊าซมีแทนเป็นเชื้อเพลิง การปิโตรเลียมแห่งประเทศไทยก็จะทำการติดตั้งมาตรวัดก๊าซให้ตามปริมาณความต้องการใช้ก๊าซของโรงงาน

ขนาดและชนิดของมาตรวัดก๊าซที่โรงงานอุตสาหกรรมแต่ละแห่งจะใช้ จะขึ้นอยู่กับปริมาณของก๊าซที่จะไหลผ่านอุปกรณ์เหล่านี้ ซึ่งจะพิจารณาได้จากตารางที่ 3.9 ในตารางนี้จะบอกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อส่งก๊าซและมาตรวัดก๊าซว่าจะทนอัตราการไหลของก๊าซผ่านอุปกรณ์ทั้งสองได้สูงสุดเท่าใด

ตารางที่ 3.8

การหาขนาดของท่อส่งก๊าซและมาตรวัดก๊าซ

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางท่อส่งก๊าซและมาตรวัดก๊าซ (มิลลิเมตร)	อัตราการไหลผ่านของก๊าซที่ใช้มาตรวัดก๊าซแบบรูทส์ (ลูกบาศก์ฟุต/ชั่วโมง)	อัตราการไหลผ่านของก๊าซเมื่อใช้มาตรวัดก๊าซแบบไหลวน (ลูกบาศก์ฟุต/ชั่วโมง)
100	7,000	32,000
150	17,000	75,000
200	35,000	120,000
250	50,000	180,000
300	-	250,000

ที่มา : Tokyo Gas Engineering and Chiyoda Chemical Engineering and Construction Co.,Ltd. Study Report on Conversasion of Industrial Boiler Fuel From Oil to Pipe Line Gas. 1980 (n.p.)

ในการที่จะหาปริมาณอัตราการไหลผ่านของก๊าซนี้ หาได้จากเมื่อทราบอัตราการใช้น้ำมันเตาสูงสุดต่อชั่วโมง แล้วทำการเปรียบเทียบค่าปริมาณความร้อนกับก๊าซมีเทน

3. ข้อพิจารณาในการดัดแปลงอุปกรณ์ให้ความร้อน

ในการนำก๊าซมีเทนมาใช้เป็นเชื้อเพลิง แทนน้ำมันเตานั้นจะต้องทำการเปลี่ยนหัวเผาของอุปกรณ์ให้ความร้อน จากหัวเผาแบบน้ำมันเตามาเป็นหัวเผาแบบก๊าซ การดัดแปลงอุปกรณ์ให้ความร้อนนี้จะต้องพิจารณาถึง

3.1. ระบบหัวเผาที่จะนำมาเปลี่ยนควรจะมีโครงสร้าง และหน้าที่เหมือนเดิมมากที่สุด

3.2. หลังจากทำการดัดแปลงอุปกรณ์ให้ความร้อนใหม่แล้ว การทำงานของอุปกรณ์ควรจะดีขึ้น หรืออย่างน้อยที่สุดจะต้องเท่ากับก่อนที่จะทำการดัดแปลง

3.3. การทำงานของหัวเผาหลังจากการดัดแปลงควรจะทำงานได้ง่ายและสะดวกขึ้น

3.4. ระบบการทำงานของหัวเผา จะต้องปลอดภัยและทนทาน

อุปกรณ์ที่สำคัญในการนำก๊าซมีเทนมาใช้เป็นเชื้อเพลิง

ในการนำก๊าซมีเทนมาใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทนน้ำมันเตามีอุปกรณ์ที่สำคัญที่จะต้องพิจารณา คือ

1. หัวเผาก๊าซ

หัวเผา คือ อุปกรณ์ที่ทำการผสมเชื้อเพลิงกับอากาศในอัตราส่วนที่เหมาะสม และนำส่วนผสมนี้เข้าไปทำให้เกิดการเผาไหม้ในหม้อไอน้ำหรือเตาเผาตามต้องการ โดยปกติหัวเผาก๊าซที่ใช้ในอุตสาหกรรมโดยทั่วไปจะแบ่งประเภทตามลักษณะตามวิธีการผสมเชื้อเพลิงกับอากาศ แต่หัวเผาที่จะใช้กับก๊าซมีเทน นี้จะแบ่งตามลักษณะเปลวไฟที่จะเผาไหม้ภายในหม้อไอน้ำ เนื่องจากก๊าซที่จะจ่ายให้แก่หัวเผานี้ มีความดันต่ำไม่เกิน 10 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว หัวเผาก๊าซนี้แบ่งเป็น 3 ประเภทคือ

1.1. หัวเผาก๊าซแบบวงแหวน (Typical Ring type Gas Burner)[12] หัวเผาก๊าซแบบนี้ เปลวไฟที่เกิดขึ้นจะมีหลายเปลวรอบหัวเผา ตามช่องแบบวงแหวนที่เจาะไว้

1.2. หัวเผาก๊าซแบบหลายหัวฉีด (Multijet Gas Burner)[12] หัวเผาก๊าซแบบนี้จะมีหัวฉีดสำหรับผสมก๊าซกับอากาศเพื่อทำการเผาไหม้หลายหัว

1.3. หัวเผาก๊าซแบบหลายช่อง (Mulitport Gas Burner)[12] หัวเผาก๊าซแบบนี้ เมื่อทำการผสมก๊าซกับอากาศแล้วจะส่งส่วนผสมนี้มายังช่องต่าง ๆ เพื่อทำการเผาไหม้ต่อไป

2. ระบบควบคุมการเผาไหม้

ระบบควบคุมการเผาไหม้นี้จะทำหน้าที่ควบคุมอัตราส่วนผสมของเชื้อเพลิงกับอากาศในหัวเผาให้ได้อัตราส่วนผสมของเชื้อเพลิงกับอากาศในหัวเผาให้ได้อัตราส่วนที่เผาไหม้สมบูรณ์ และควบคุมให้คงที่ที่อัตราส่วนนี้ตลอดเวลา ระบบควบคุมการเผาไหม้นี้แบ่งเป็น 3 ระบบ คือ (รายละเอียดดูในภาคผนวก ช.)

2.1. ระบบลิ้นควบคุมคู่ (Dual Valve System)

2.2. ระบบลิ้นควบคุมอัตราส่วน (Proportioning Valve System)

2.3. ระบบผสมผ่านช่องเวนจูรี่ (Venturi Mixer System)

3. ระบบควบคุมการเผาไหม้อัตตโนมัติ (Automatic Combustion Control System)

ระบบควบคุมการเผาไหม้อัตตโนมัตินี้ มักจะเป็นระบบอุปกรณ์ไฟฟ้า เพื่อที่จะทำการควบ-

คุมการทำงานของหัว เผาให้หัว เผาทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและปลอดภัย เมื่อมีการทำงานผิดปกติ เกิดขึ้น เช่น ระดับน้ำในหม้อไอน้ำต่ำ เกินไป แรงดันภายในหม้อไอน้ำสูงกว่าที่กำหนด เปลวไฟของ หัว เผาดับแรงดันก๊าซที่จ่ายให้หัว เผาสูงหรือต่ำ เกินไป ระบบควบคุมนี้จะทำให้อุปกรณ์ต่างๆหยุดทำงานทันที

ระบบควบคุมการ เผาไหม้อัตตโนมัตินี้ จะทำงานร่วมกับอุปกรณีความปลอดภัยต่าง ๆ เช่น ลิ้นจ่ายก๊าซแบบโซลินอย (Solinoid Shut - off Valve) สวิทช์ความดัน และระบบควบคุมการ จุดระ เบิดอัตตโนมัติของหัว เผา เป็นต้น