

1. วาล์วปิด-เปิดก๊าซแบบธรรมดา (Manual shut off valve)

เป็นวาล์วที่ใช้สำหรับการปิด-เปิด ด้วยมือหรือด้ามจับ เพื่อจ่ายก๊าซในชุดอุปกรณ์
ก๊าซโดยทั่วไปวาล์วนี้จะติดตั้งไว้ที่ส่วนปลายของท่อที่ย่อยกับอุปกรณ์ใช้ก๊าซ

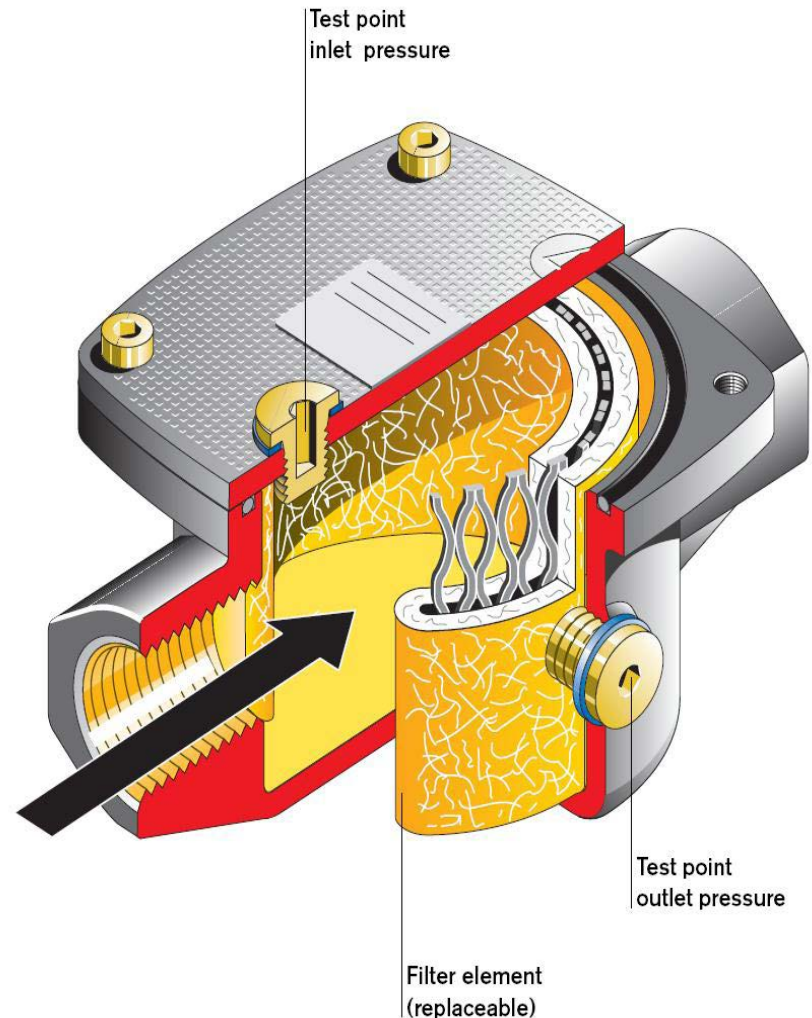


วาล์วปิด-เปิดก๊าซแบบธรรมดา (Manual shut off valve)

2. หม้อกรอง (Filter)

ทำหน้าที่ดักกรองแยกฝุ่น ผง หรืออนุภาค
ของแข็งต่างๆ ที่ปนมากับก๊าซป้องกัน
ไม่ให้สิ่งเจือปนต่างๆ เหล่านั้นหลุดเข้าไป
ไปยังส่วนของชุดอุปกรณ์ควบคุมก๊าซ
ต่างๆ และอุปกรณ์ใช้ประโยชน์

หม้อกรองก๊าซ (ที่มา; Weishaupt GmbH , 1997)

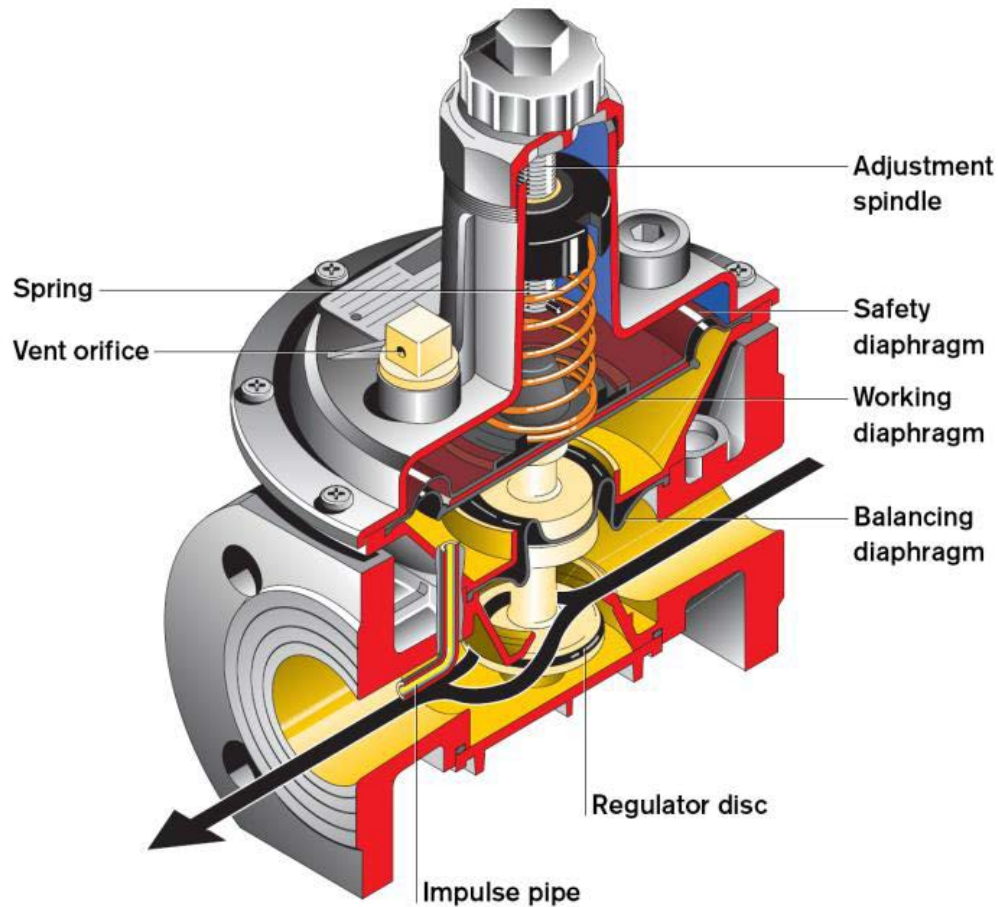


3. วาล์วปรับความดันก๊าซ (Pressure regulator)

วาล์วปรับความดันเป็นวาล์วที่ทำหน้าที่ลดความดันของก๊าซจากต้นทางที่ส่งไปยังอุปกรณ์ใช้งานปลายทางขาออกคงที่ หรือเกือบคงที่ นอกจากนี้ควบคุมความดันให้เปลี่ยนแปลงไม่มากในช่วงอัตราการไหลที่เหมาะสมกับอุปกรณ์ใช้ประโยชน์ปลายทาง วาล์วปรับความดันมีหลายชนิด การใช้งานต้องเลือกให้เหมาะสมกับอุปกรณ์ใช้งาน ทั้งความดันและช่วงอัตราการไหลที่ต้องการของอุปกรณ์ใช้ประโยชน์ต่างๆ

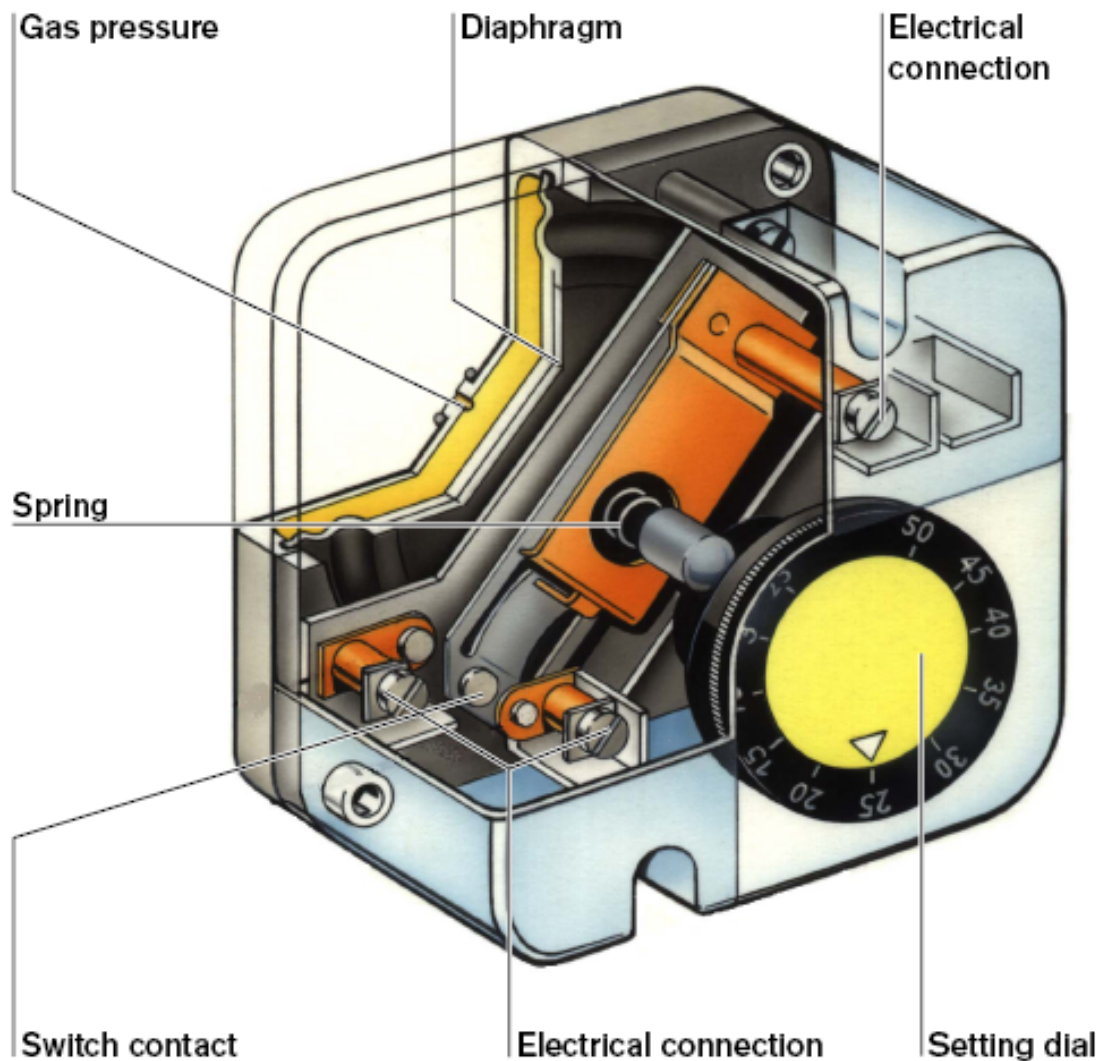
ชุดอุปกรณ์ก๊าซ (GAS TRAIN)

Pressure regulator



ส่วนประกอบของ Pressure regulator ของก๊าซรูปแบบหนึ่ง
(ที่มา; Weishaupt GmbH , 1997)

การทำงานของตัวควบคุมความดันก๊าซ



Set at 50 mbar



60 mbar



40 mbar

Set at 20 mbar



40 mbar



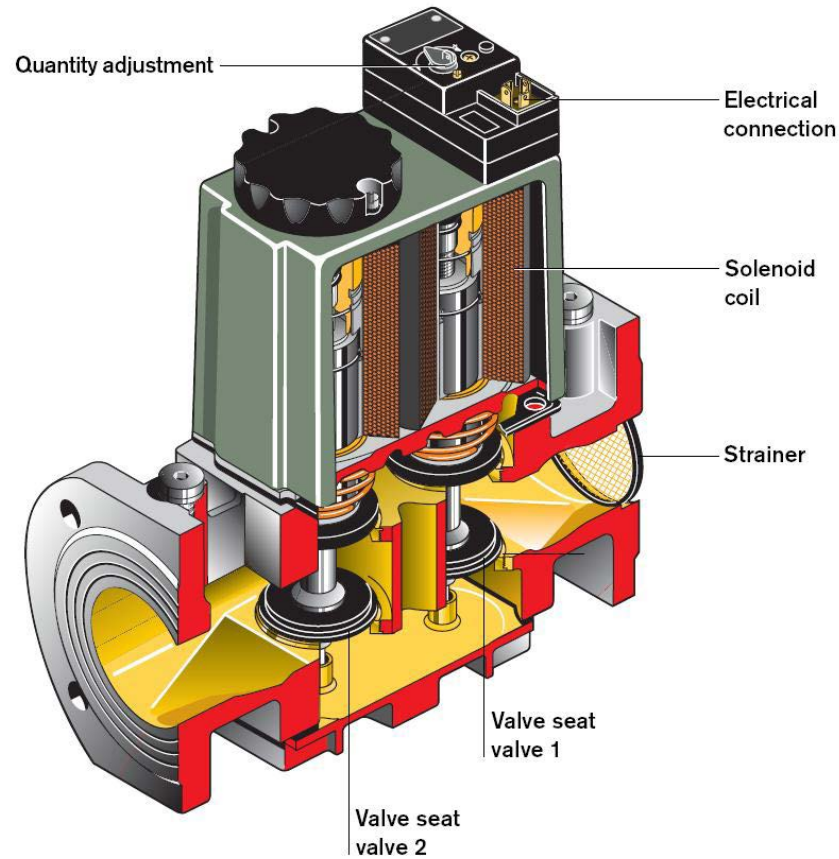
10 mbar

4. โซลินอยด์วาล์วคู่ (Double solenoid valves หรือ Double safety shut off valves)

เป็นโซลินอยด์วาล์วชนิดปกติปิดคู่ที่ทาหน้าทีเปิด-ปิดก๊าซอัตโนมัติอาจจะใช้โซลินอยด์วาล์วเดี่ยวสองตัวติดตั้งแยกกันแต่มีระยะห่างไม่เกิน 1 เมตร หรือใช้โซลินอยด์วาล์วคู่ชนิดที่ออกแบบให้อยู่ในตัวเรือนเดียวกันได้ สำหรับระบบที่มีอัตราการป้อนตั้งแต่ 3,000 kW ขึ้นไป จะต้องมีการตรวจสอบการรั่วของก๊าซ (Proving system) ที่โซลินอยด์วาล์วคู่นี้ด้วย

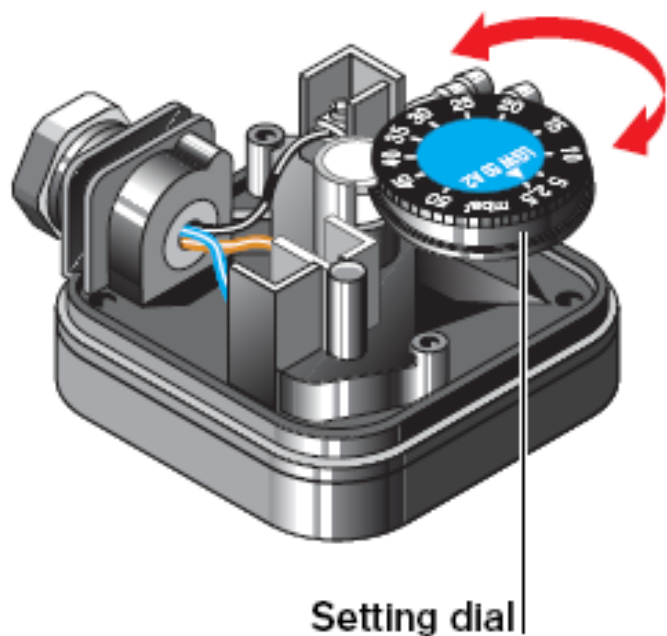
ชุดอุปกรณ์ก๊าซ (GAS TRAIN)

Solenoid valve DMV-D



ส่วนประกอบของ Double solenoid valve
(ที่มา; Weishaupt GmbH , 1997)

Air pressure switch LGW 50 A2



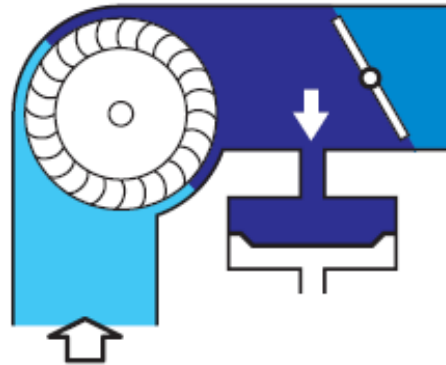
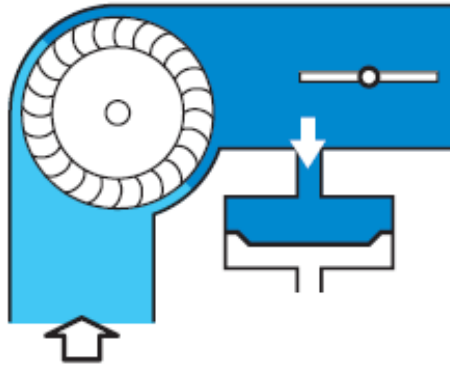
สวิตช์ควบคุมความดัน (Pressure Switch)

มีหน้าที่ในการตัดและต่อวงจรไฟฟ้าให้มอเตอร์ทำงานและหยุดทำงานโดยอัตโนมัติ โดยอาศัยความดันของอากาศในถังบรรจุอากาศ สวิตช์ความดันนี้

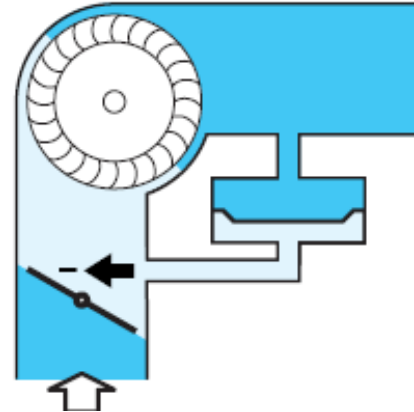
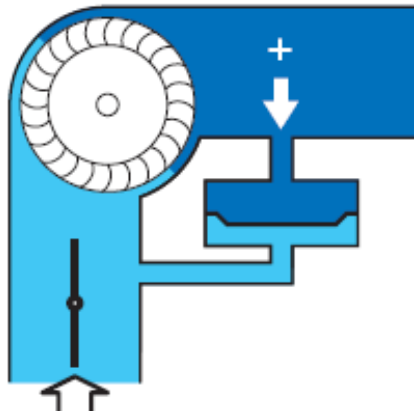
สามารถปรับตั้ง และเปลี่ยนแปลงการบังคับการทำงานได้ตามระดับความดันที่ต้องการ

การปรับตั้ง สวิตช์ควบคุมความดันด้านอากาศ

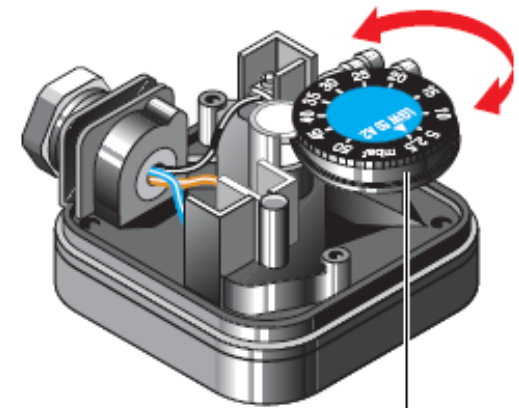
With pressure side air regulation in nominal load



With differential pressure test independent of load

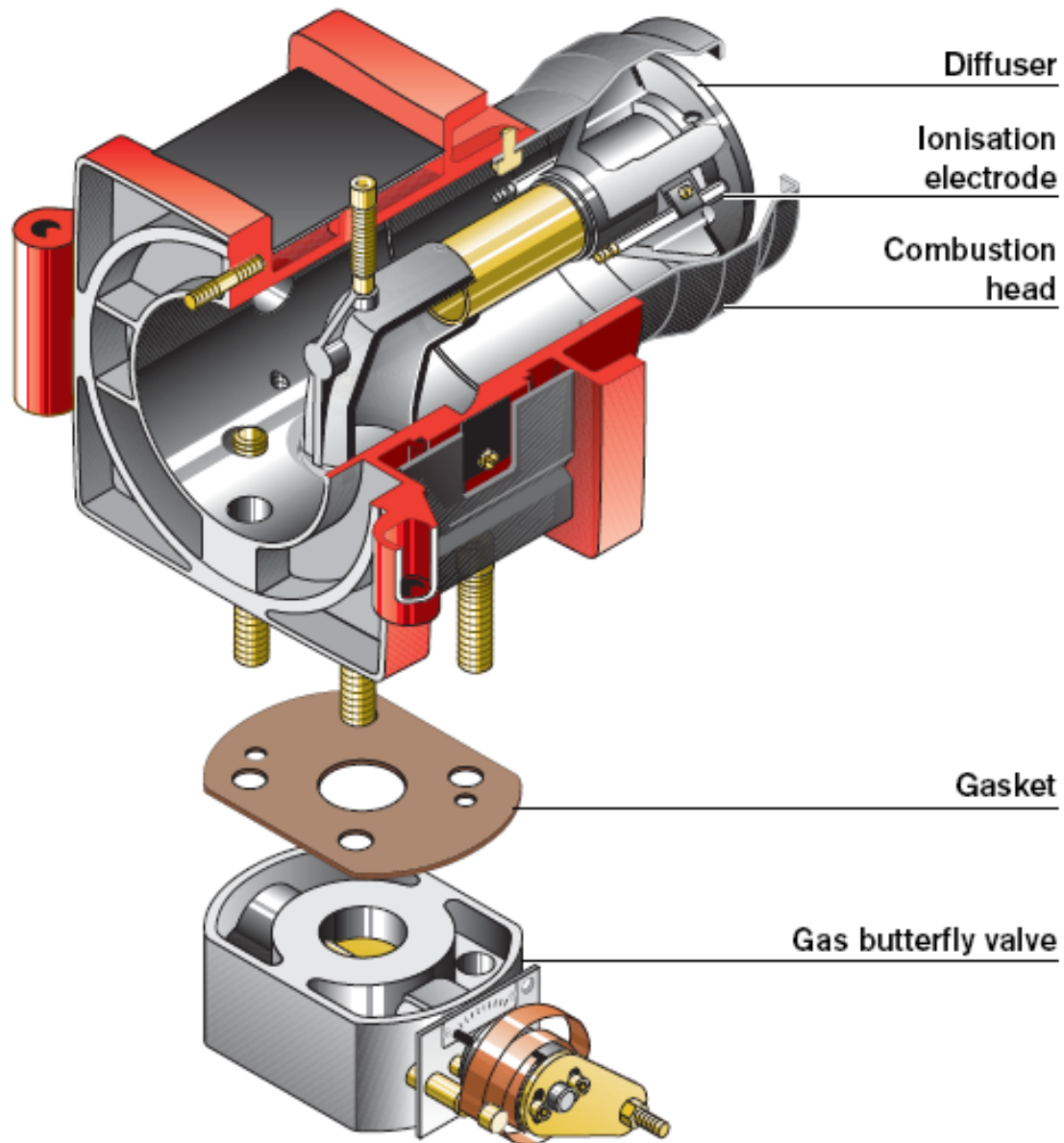


Air pressure switch LGW 50 A2

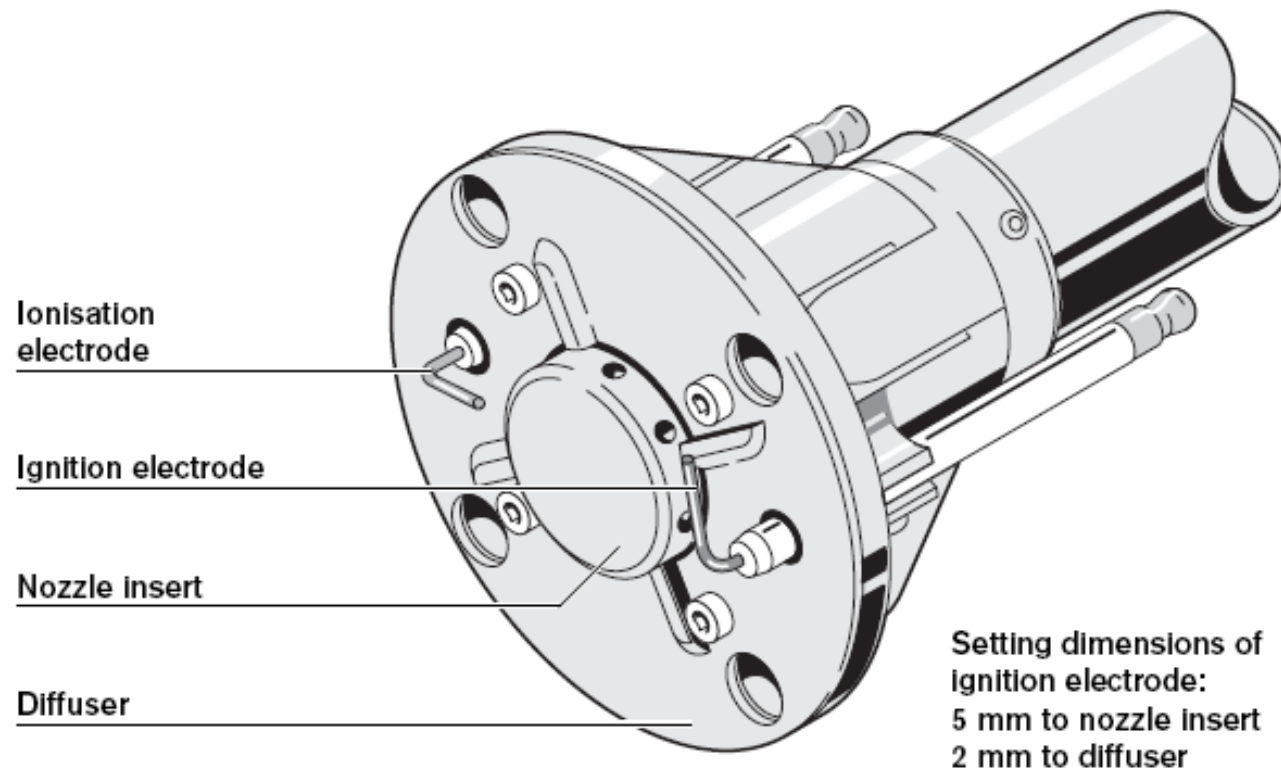


Setting dial

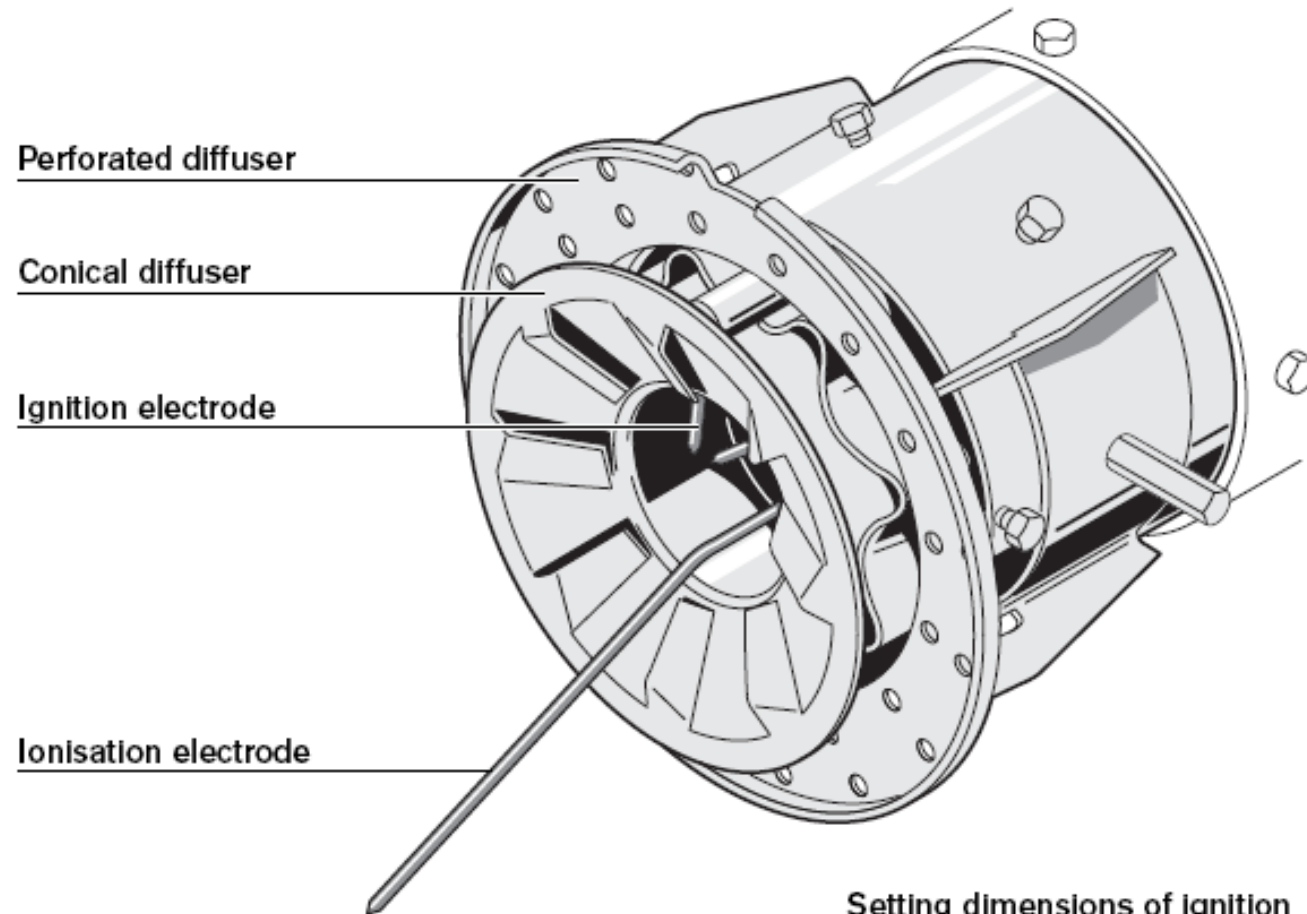
หัวผสมอากาศกับก๊าซเชื้อเพลิง



หัวผสมอากาศกับก๊าซเชื้อเพลิง



หัวผสมอากาศกับก๊าซเชื้อเพลิง

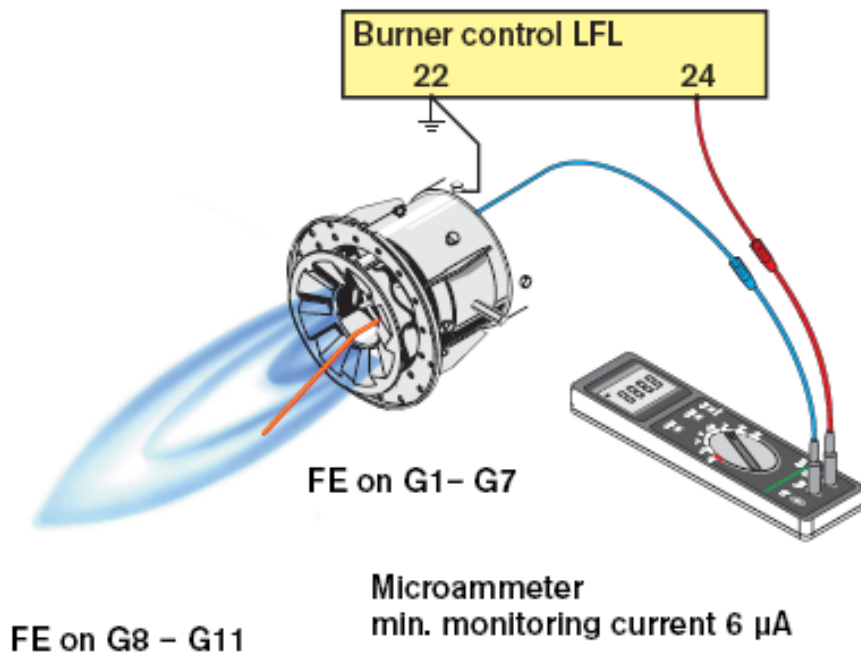


Setting dimensions of Ignition
electrode: approx. 3 mm
ignition
electrode distance min. 25 mm
distance to ionisation electrode

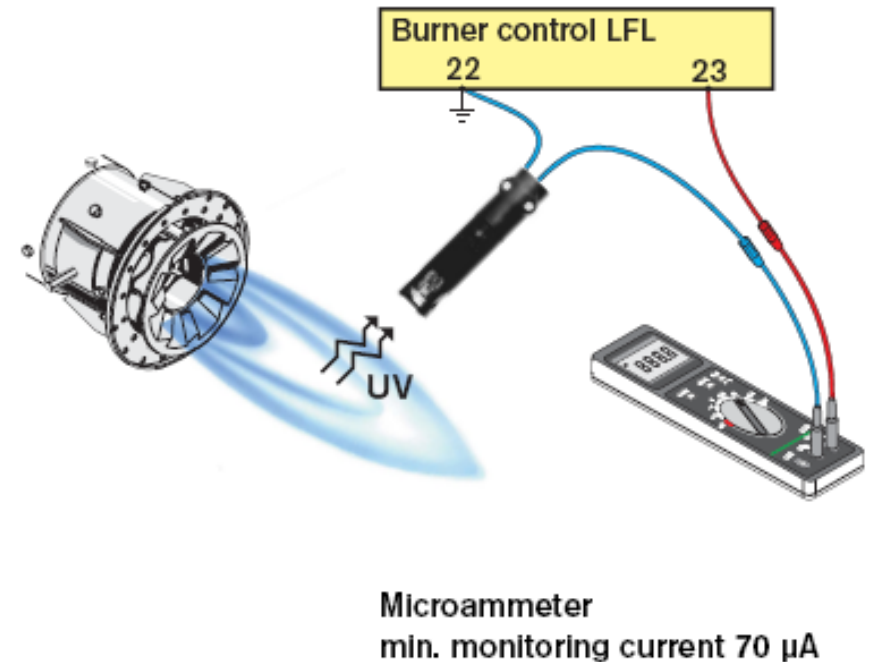
อุปกรณ์ตรวจจับเปลวไฟ

ระบบ Flame Monitoring ควบคุมการปิดวาล์วโดยอัตโนมัติในกรณีที่เปลวไฟดับ

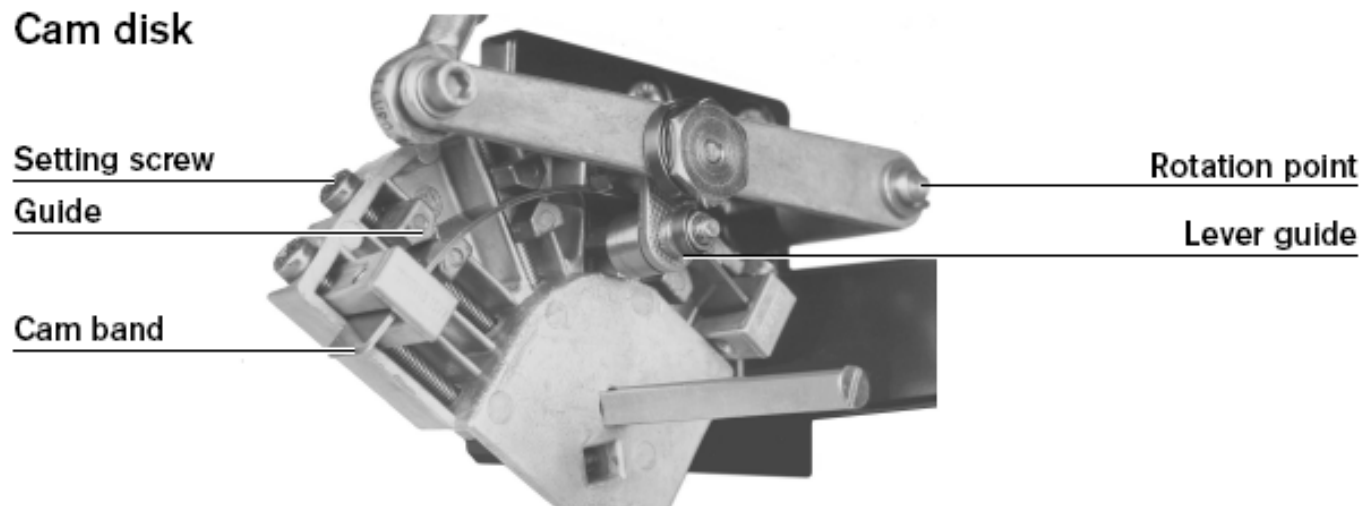
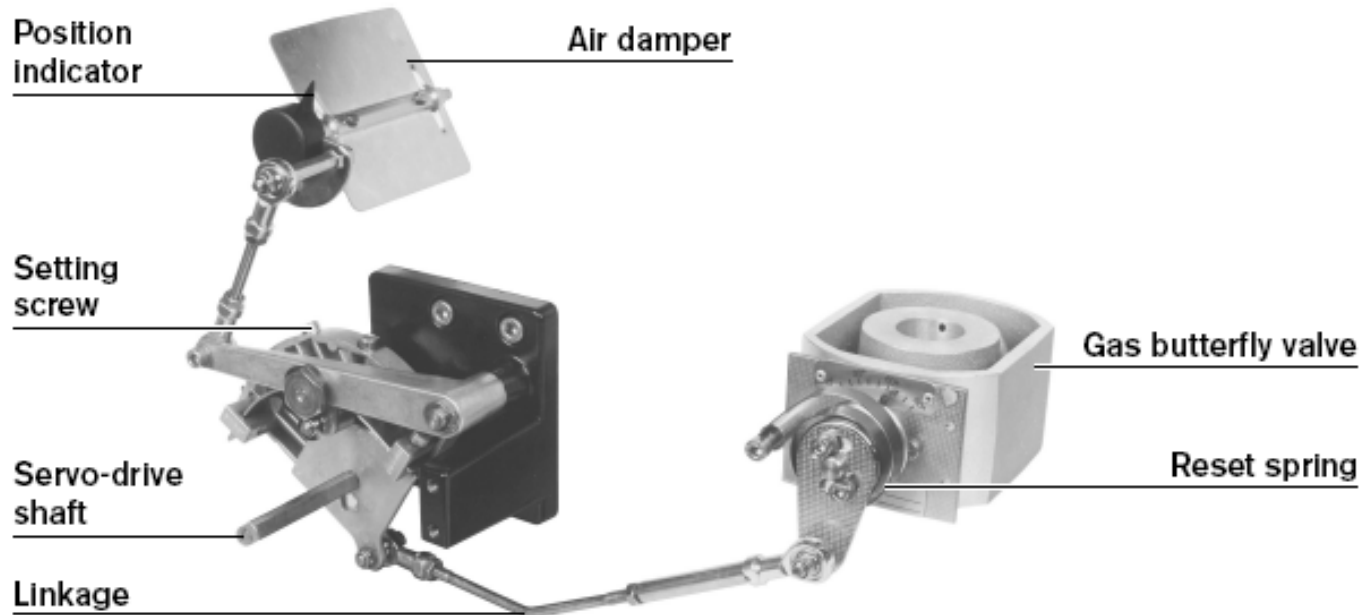
Ionisation monitoring



UV monitoring



กลไกการควบคุมปริมาณเชื้อเพลิงและอากาศ

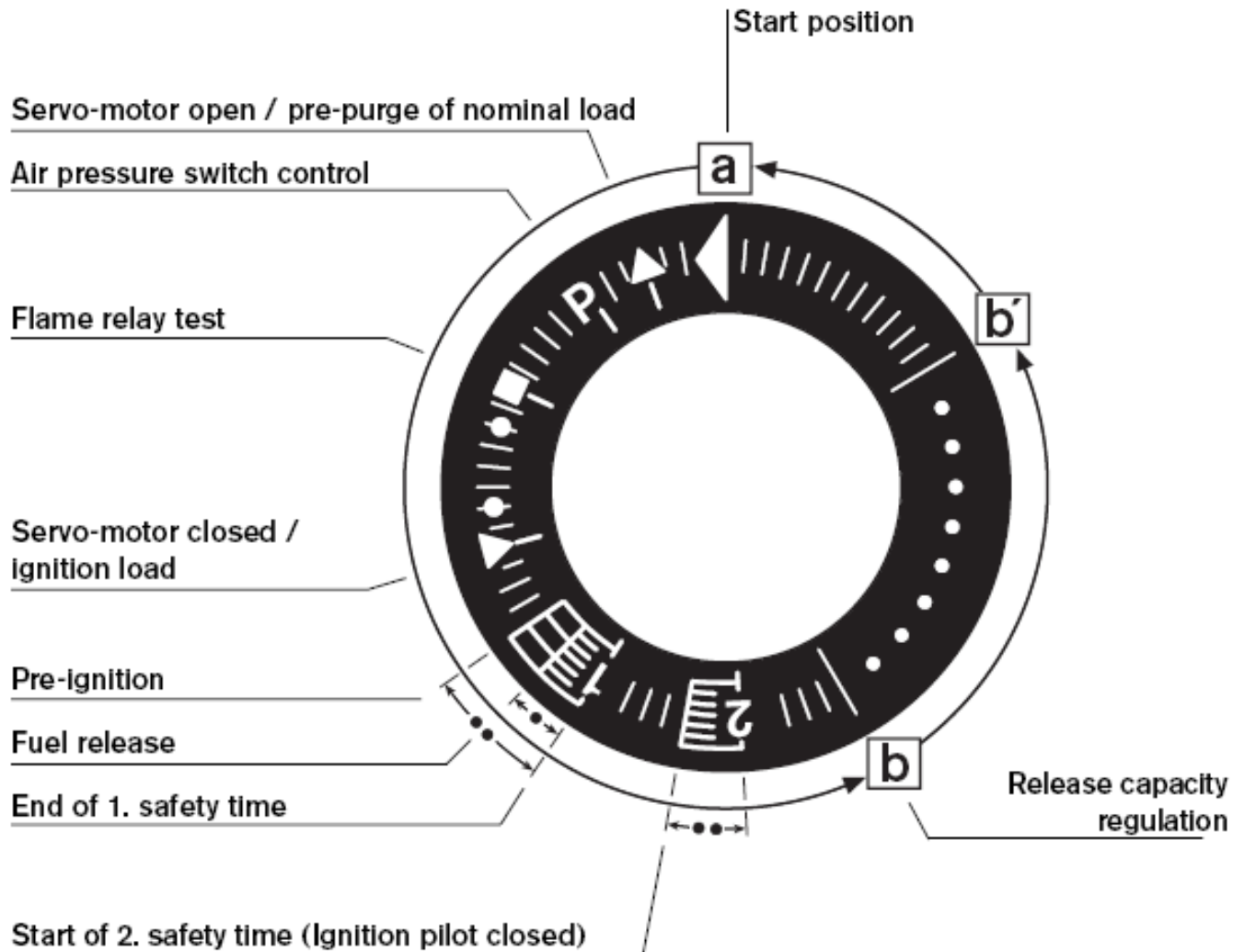


การควบคุมการทำงานของหัวเผาก๊าซเชื้อเพลิง



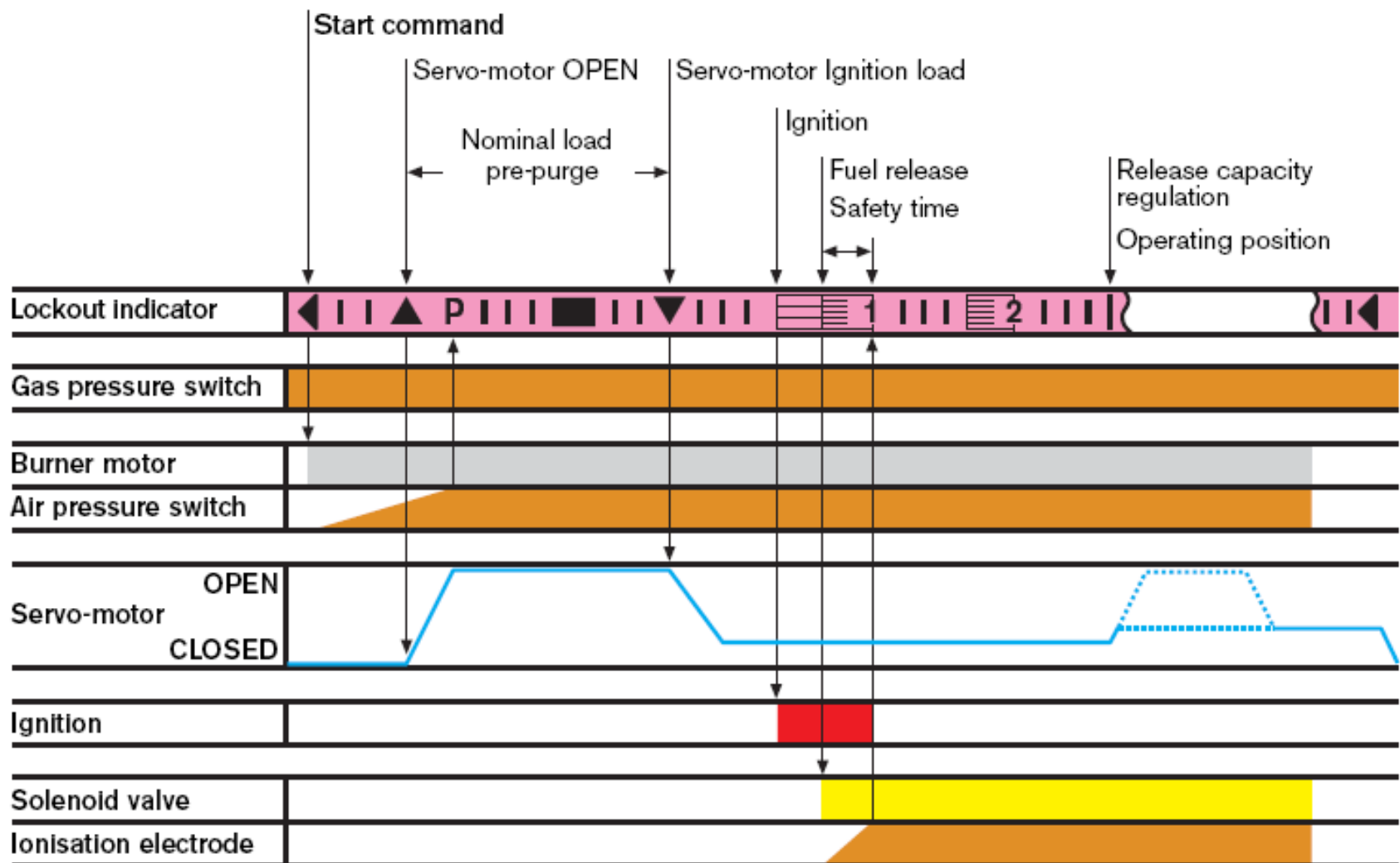
ลำดับการทำงานของหัวเผาก๊าซเชื้อเพลิง

Burner control LFL

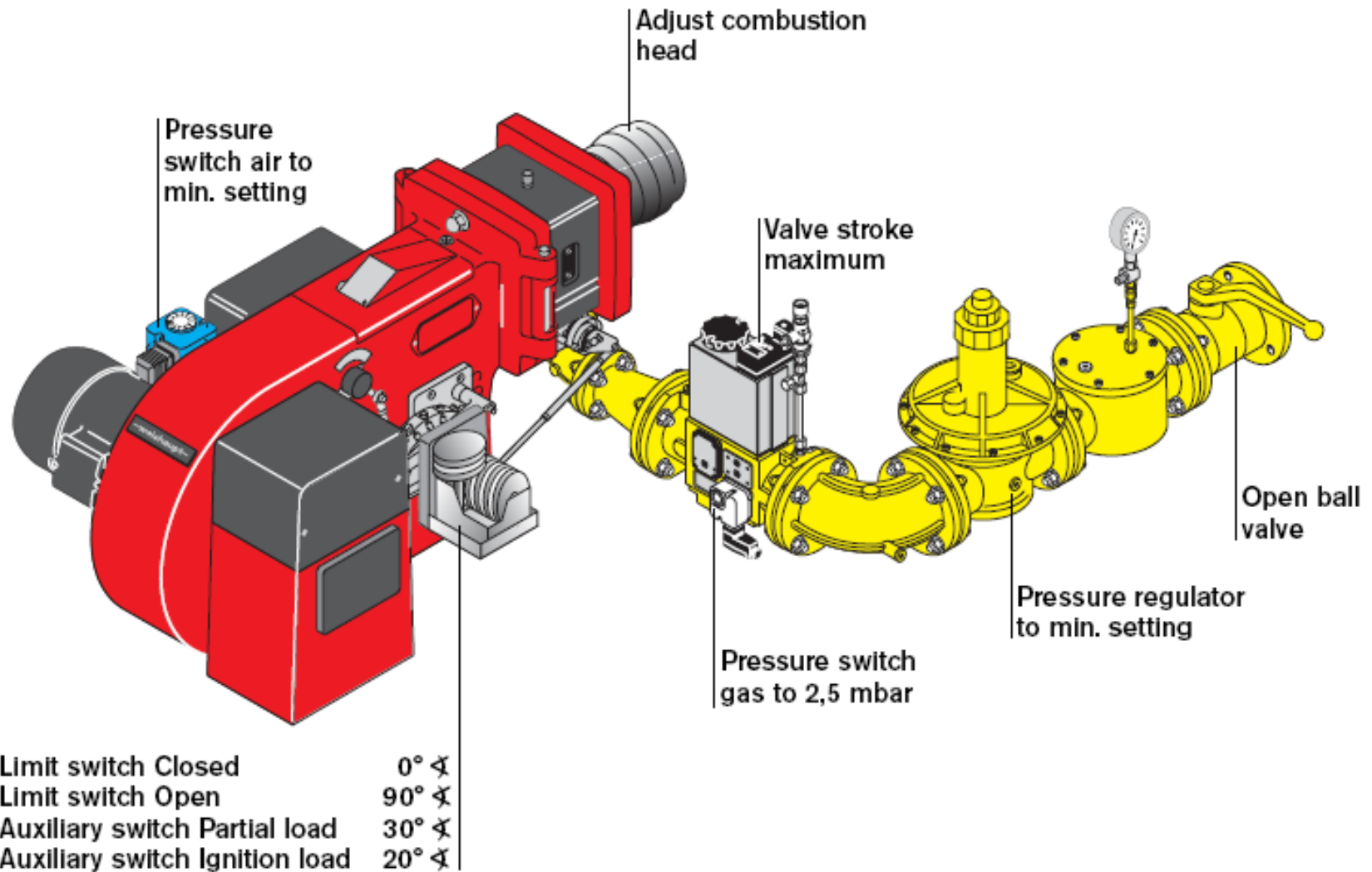


ลำดับการทำงานของหัวเผาก๊าซเชื้อเพลิง

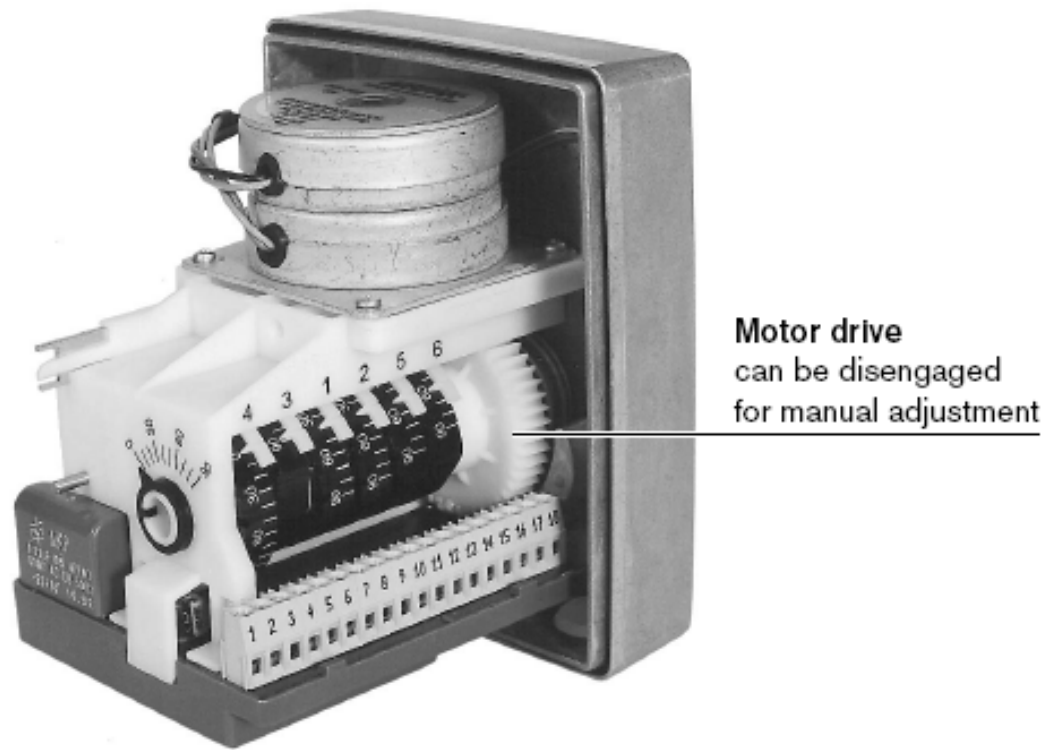
Sequence diagram – Burner control LFL



ตัวอย่างการตั้งค่าของหัวเผาก๊าซเชื้อเพลิง



ตัวอย่างการตั้งค่า limit and auxiliary switches ของหัวเผาก๊าซเชื้อเพลิง



Presetting of limit and auxiliary switches

Description	switch	on wiring diagram	presetting
Limit switch CLOSED	4	IV	0° ✕
Limit switch OPEN	3	III	90° ✕
Auxiliary switch stage 2	1	I	only on dual fuel
Auxiliary switch partial load gas	2	II	appr. 30° ✕
Auxiliary switch ignition load	5	V	appr. 20° ✕
Auxiliary switch partial load Oil	6	VI	only on dual fuel

การคำนวณการเผาไหม้ก๊าซชีวภาพ

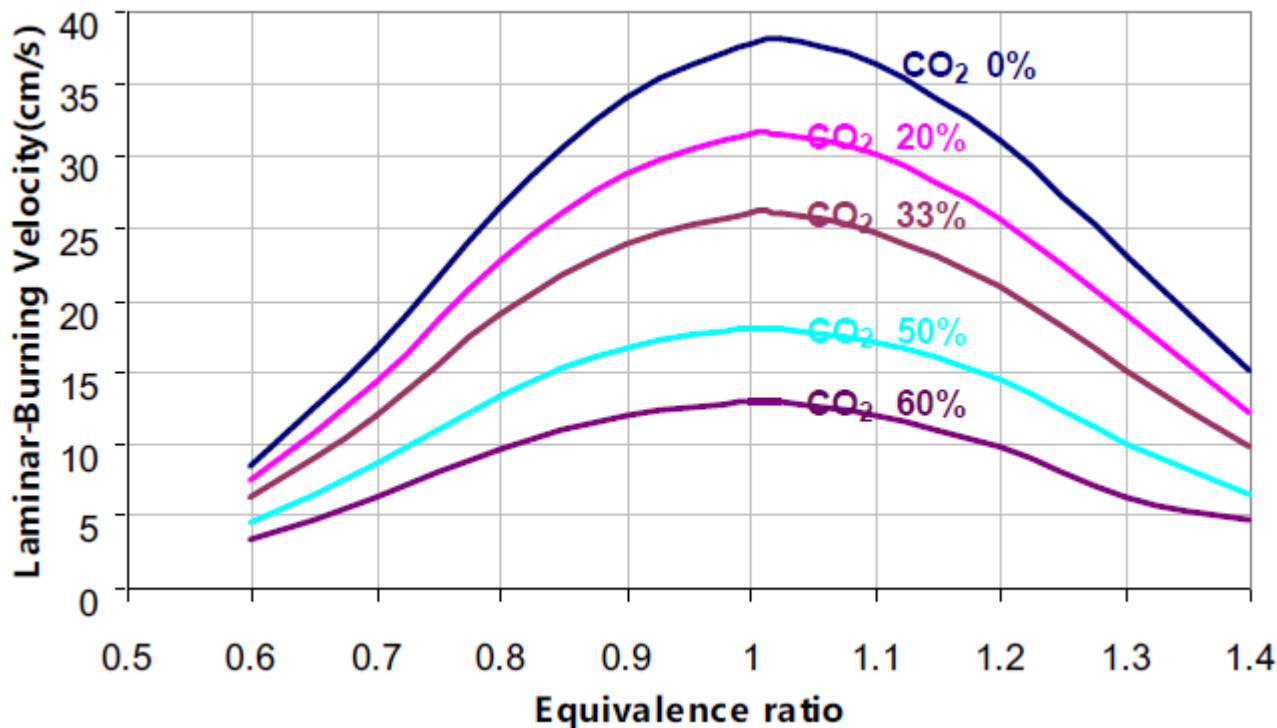
องค์ประกอบของก๊าซชีวภาพ

ก๊าซชีวภาพประกอบไปด้วยก๊าซหลายชนิด ส่วนใหญ่เป็นก๊าซมีเทน ประมาณ 50-70% และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ประมาณ 20-50% ส่วนที่เหลือเป็นก๊าซอื่นๆ

องค์ประกอบ	ความเข้มข้น
CH_4	50 – 70 %(v/v)
CO_2	20 – 50 %(v/v)
H_2O (vapor)	0 – 10 %(v/v)
N_2	0 – 5 %(v/v)
O_2	0 – 2 %(v/v)
NH_3	0 – 1 %(v/v)
H_2S	50 – 10,000 ppm

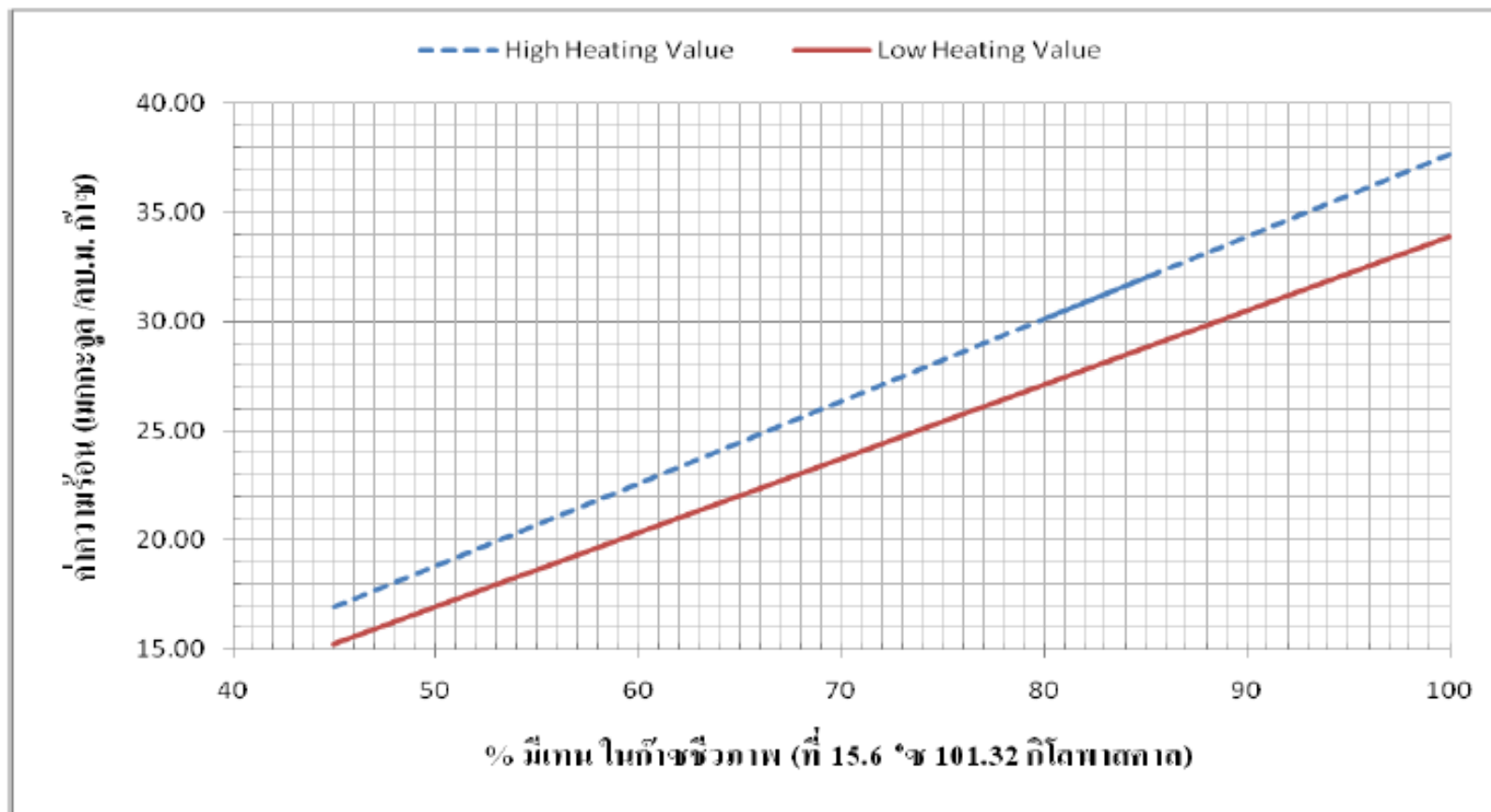
ความเร็วเปลวไฟ (Flame velocity)

ความเร็วเปลวไฟ คือ ความเร็วของโซนเปลวไฟจากการเผาไหม้ที่ถูกลามเทียบกับความเร็วในการไหล ของส่วนผสมเชื้อเพลิง ความเร็วเปลวไฟเป็นตัวแปรที่สำคัญในการออกแบบระบบ จุกระเบิดในห้องเผาไหม้ของเครื่องยนต์ การเผาไหม้ที่หัวเผาในห้องเผาไหม้ของหม้อน้ำ



ค่าความร้อน (Heating Value)

คือ ปริมาณความร้อนที่เชื้อเพลิงให้ออกมาหลังจากการสันดาปที่สมบูรณ์ ในสภาวะความดัน 1.013 บาร์สมบูรณ์ และอุณหภูมิ 15.6°C



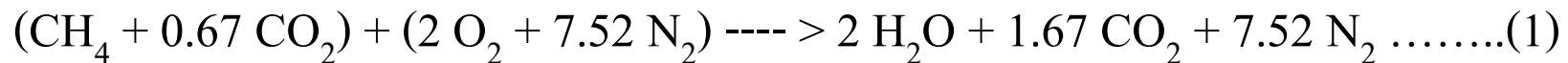
การคำนวณการเผาไหม้ก๊าซชีวภาพ

ความร้อนสูญเสียในไอเสียกับความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

% CH ₄ :CO ₂ V/ V	% ความร้อนที่สูญเสียไปกับไอเสีย (คำนวณจากการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ทางทฤษฎี)										
	อุณหภูมิไอเสียที่แตกต่างจากอุณหภูมิสิ่งแวดล้อม (องศาเซลเซียส)										
	120	130	140	150	160	170	180	190	200	250	300
100:00	4.93	5.35	5.77	6.20	6.62	7.04	7.47	7.89	8.32	10.47	12.66
70:30	5.19	5.63	6.08	6.52	6.97	7.42	7.86	8.31	8.76	11.04	13.34
60:40	5.34	5.79	6.25	6.70	7.16	7.62	8.08	8.55	9.01	11.35	13.73
55:45	5.43	5.89	6.35	6.82	7.29	7.75	8.22	8.69	9.17	11.55	13.97
50:50	5.54	6.01	6.48	6.96	7.43	7.91	8.39	8.87	9.36	11.79	14.26
45:55	5.67	7.05	6.64	7.13	7.62	8.11	8.60	9.09	9.59	12.08	14.62

สมการสมดุลปฏิกิริยาการเผาไหม้ของก๊าซชีวภาพ (Stoichiometric ratio)

ตัวอย่าง อัตราส่วนปริมาณสัมพันธ์ (Stoichiometric ratio) ของการเผาไหม้ก๊าซชีวภาพที่มีส่วนผสมของก๊าซมีเทนร้อยละ 60 และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 40 โดยปริมาตร กับอากาศ โดยจะมีสมดุลทางทฤษฎีดังสมการ (1)



(CH₄ < 5%

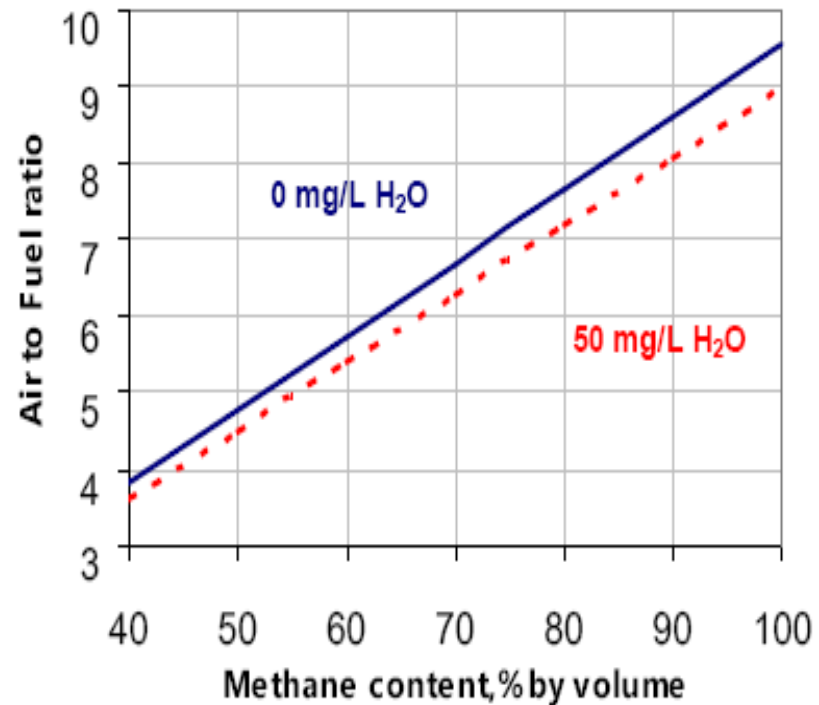
คิดเป็นอัตราส่วนอากาศที่ต้องใช้ตามทฤษฎีต่อก๊าซชีวภาพที่มีก๊าซมีเทนความเข้มข้น 60% เท่ากับ 5.71 โดยปริมาตร หรือเท่ากับ 6.06 กิโลกรัมอากาศต่อกิโลกรัมก๊าซชีวภาพเมื่อเทียบโดยน้ำหนัก

Equivalence ratio

ปริมาณไ้หน่วยที่นิยมใช้ในการเผาไหม้ซึ่งแสดงถึงส่วนผสมระหว่างเชื้อเพลิงกับอากาศ (Oxidizer) เพียงเบนออกจากค่าทางทฤษฎีตามสมมูลปฏิกิริยาการเผาไหม้ (Stoichiometric ratio) มีมากหรือน้อยแค่ไหน

$$\phi = \frac{y_{fuel} / y_{air}}{(y_{fuel} / y_{air})_{stoi}} = \frac{\eta_{fuel} / \eta_{air}}{(\eta_{fuel} / \eta_{air})_{stoi}} \cdot \dots (2)$$

เมื่อ y = Volume basis, η = mole basis



ปัญหาจากการใช้งานก๊าซชีวภาพ



ระบบผลิตก๊าซชีวภาพ



ระบบกำจัด H_2S



ระบบกำจัดความชื้น



ผลิตไฟฟ้า



ผลิตความร้อน



ปัญหาจากการใช้งานก๊าซชีวภาพ

ปัญหา	สาเหตุ
1. ปัญหาหัวเผาไม่ทำงาน (ไม่มีการ Pre purge)	-ปริมาณก๊าซไม่เพียงพอ ความดันที่ท่อส่งก๊าซต่ำเกินไป - Valve Proving System ตรวจพบการรั่วไหลของ Double Solenoid Valve -ความดัน ก๊าซ ถึงค่าที่ตั้งไว้ Pressure switch ไม่ต่อวงจรการทำงาน ของหัวเผา หรือ -อุณหภูมิน้ำมันร้อนสูงถึงค่าที่ตั้งไว้ Temperature switch ไม่ต่อวงจร การทำงานของหัวเผา
2. ปัญหาหัวเผาทำงาน (มีการ Pre purge) แต่จุดเตาไม่ติด	-ค่าก๊าซมีเทนในก๊าซชีวภาพต่ำเกินไป -ก๊าซชีวภาพมีความชื้นสูง หรือมีน้ำปนมาก -ส่วนผสมระหว่างก๊าซชีวภาพกับอากาศ ต่ำกว่า LEL หรือสูงกว่า UEL -รูจ่ายก๊าซที่หัวเผาสกปรก อุดตันไม่มีประกายไฟ หรือขาด Ignition Source -Flame Detector ตรวจพบการติดไฟ หรือแสงสว่างในห้องเผาไหม้

ปัญหาจากการใช้งานก๊าซชีวภาพ

ปัญหา	สาเหตุ
3. จุดเตาติด แต่เดินได้ชั่วขณะแล้วดับ	-ปริมาณก๊าซลดลงมาก ความดันจาก Blower ที่ท่อส่งก๊าซลดลงมาก จนต่ำเกินไป Blower ส่งก๊าซไม่ทัน -ค่าก๊าซมีเทนในก๊าซชีวภาพต่ำเกินไปก๊าซชีวภาพติดไฟได้เมื่อ Pilot Burner ทำงาน แต่ไม่สามารถติดไฟต่อเนื่อง เมื่อเปลวไฟที่ Pilot Burner ดับลง -ปริมาณก๊าซมีเทนเปลี่ยนแปลงมากเกินไป ส่วนผสมระหว่างก๊าซชีวภาพกับอากาศต่ำกว่า LEL หรือสูงกว่า UEL -ก๊าซชีวภาพมีคุณภาพต่ำ กล่าวคือ ก๊าซมีเทนต่ำมีความชื้นสูง ทำให้ความเร็วในการติดไฟลดลงจนติดไฟไม่ทันเมื่อเดินเครื่องที่ High Fire
4. ปัญหาจุดเตาติดแต่เปลวไฟกระพือ	-ก๊าซชีวภาพมีน้ำปนมาก น้ำที่ถูกเปลวไฟจะระเบิดเป็นไอน้ำ ทำให้เกิดช่องโหว่ของส่วนผสมระหว่างเชื้อเพลิงกับอากาศ

ปัญหาจากการใช้งานก๊าซชีวภาพ

5. ปัญหาเปลวไฟดับขณะเดินเครื่องที่ High Fire	-ค่ามีเทนในก๊าซชีวภาพต่ำเกินไป ก๊าซชีวภาพติดไฟได้เมื่อ Pilot Burner ทำงานแต่ไม่สามารถติดไฟต่อเนื่อง เมื่อเปลวไฟที่ Pilot Burner ดับลง -ปริมาณก๊าซมีเทนเปลี่ยนแปลงมากเกินไปส่วนผลระหว่างก๊าซชีวภาพกับอากาศ ต่ำกว่า LEL หรือสูงกว่า UEL -ก๊าซชีวภาพมีอุณหภูมิต่ำ ก๊าซมีเทนต่ำ ความชื้นสูง ทำให้ความเร็วในการติดไฟลดลงจนติดไฟไม่ทันเมื่อเดินเครื่องที่ High Fire
6. ปัญหาจุดเตาไม่ติด และเกิดการระเบิดในห้องเผาไหม้ ขณะจุดเตา	- Valve proving system ไม่ทำงานจากการชำรุดอุดตัน และยอมให้หัวเผาทำงานลดขั้นตอนความปลอดภัย โดยเฉพาะเมื่อมีก๊าซรั่วผ่าน Double solenoid valve

ปัญหาจากการใช้งานก๊าซชีวภาพ

ปัญหา	ผลกระทบ
ความเข้มข้นของ CH_4 จะมีการเปลี่ยนแปลง โดยผกผันกับ CO_2	- ทำให้การปรับแต่ง และควบคุมการเผาไหม้แบบอัตโนมัติขาดความเสถียร ส่วนผสมระหว่างเชื้อเพลิงกับอากาศมีความแปรปรวนสูง และบางครั้งทำให้เกิดส่วนผสมที่บาง หรือหนาเกินกว่าจะติดไฟได้ ทำให้เปลวไฟดับและอาจเกิด Back fire หรือ Furnace explosion ในขณะที่ใช้งาน - ในขณะที่ Biogas มี CH_4 ต่ำ และ CO_2 สูง ยังต้องใช้อากาศส่วนเกินสูง เพื่อให้เกิดการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ ทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานความร้อนทางปล่องสูงมาก โดยความร้อนจะติดพาไปกับ CO_2 และอากาศส่วนเกิน ทำให้ประสิทธิภาพด้านพลังงานความร้อนต่ำ สิ้นเปลืองเชื้อเพลิงมาก

ปัญหาจากการใช้งานก๊าซชีวภาพ

ปัญหา	ผลกระทบ
น้ำและสิ่งสกปรก ที่ติดมากับก๊าซชีวภาพ	น้ำที่ติดมากับก๊าซชีวภาพเป็นน้ำที่มีสิ่งเจือปนละลาย หรือผสมอยู่ในน้ำจำนวนมาก ทั้งสารอินทรีย์ที่ยังย่อยสลายไม่หมด และแร่ธาตุต่างๆ ทำให้เกิดเนือกตะกอน ซึ่งมีผลต่อการชำรุดอุดตันของอุปกรณ์ความปลอดภัยที่เกี่ยวข้อง เช่น - การอุดตันของ Valve proving system และทำงานแบบลัดวงจรทำให้ระบบความปลอดภัยของ Burner ล้มเหลว - การอุดตันของวาล์วระบายน้ำอัตโนมัติ (Mechanical trap) ซึ่งติดตั้งอยู่ในระบบท่อส่งก๊าซ ทำให้มีน้ำขังอยู่ในระบบท่อส่งก๊าซ กีดขวางการไหลของก๊าซ และมีน้ำเข้าสู่ Burner ทำให้เปลวไฟกระพือหรือดับ และเกิดก๊าซตกค้างในห้องเผาไหม้เป็นเหตุให้เกิด Back fire หรือ Furnace explosion

สถิติอุบัติเหตุที่เกี่ยวกับก๊าซชีวภาพ

32

ลำดับ	วันที่เกิดเหตุ	ชื่อโรงงาน/ฟาร์ม	ประเภทกิจการ	จังหวัด	ประเภทของอุบัติเหตุ	ผู้บาดเจ็บ(ราย)	ผู้เสียชีวิต(ราย)	มูลค่าเสียหาย(บาท)
1	29 ก.ค. 49	โกดังข้าวโพดอบแห้งแสงรัตน์	ผลิตข้าวโพดอบแห้ง	นครราชสีมา	พื้นที่อับอากาศ	-	4	ไม่ระบุ
2	22 ส.ค. 49	บ. หอนงบัว โคเจนเนอเรชั่นจำกัด	ฟาร์มสุกร	ราชบุรี	พื้นที่อับอากาศ	-	5	ไม่ระบุ
3	27 ก.ย. 49	บ. สระแก้วเจริญ จำกัด	ผลิตแป้งมันสำปะหลัง	สระแก้ว	ระเบิด	1	2	2 ล้าน
4	24 ก.ย. 51	บ. เอี่ยมบุรพา จำกัด	ผลิตแป้งมันสำปะหลัง	สระแก้ว	ระเบิด	2	-	3 ล้าน
5	11 ก.พ. 52	วิทยาลัยการอาชีพเดิน	สถานศึกษา	ลำปาง	ระเบิด	3	-	ไม่ระบุ
6	2 พ.ค. 52	ไม่ระบุ	ผลิตแป้งมันสำปะหลัง	นครราชสีมา	ระเบิด	-	-	2 ล้าน
7	24 มิ.ย. 52	ไม่ระบุ	ผลิตแป้งมันสำปะหลัง	กาฬสินธุ์	ระเบิด	4	-	3 แสน
8	10 ธ.ค. 52	ไม่ระบุ	ผลิตแป้งมันสำปะหลัง	นครราชสีมา	ระเบิด	-	-	1 ล้าน
9	11 มี.ค. 53	ร.ร.บ้านหนองสโอง	สถานศึกษา	นครราชสีมา	ระเบิด	-	1	ไม่ระบุ
10	23 ก.พ. 54	ไม่ระบุ	ฟาร์มสุกร	สุพรรณบุรี	พื้นที่อับอากาศ	2	-	ไม่ระบุ
11	25 ก.พ. 54	บ. ชัยภูมิ สดาร์ช จำกัด	ผลิตแป้งมันสำปะหลัง	ชัยภูมิ	ระเบิดและอ็อกซิเจน	30	8	20 ล้าน
12	9 มี.ค. 55	บ. ยูนิวานิชน้ำมันปาล์ม จำกัด (มหาชน)	สวนปาล์มและผลิตน้ำมันปาล์ม	กระบี่	พื้นที่อับอากาศ	2	3	ไม่ระบุ
13	7 พ.ค. 55	บ. คาสชาวา เวสต์ ทุเอิน เนอร์รี่ จำกัด	โรงงานผลิตพลังงานจากกากของเสีย	กาฬสินธุ์	อ็อกซิเจน	-	-	ไม่ระบุ
14	27 พ.ค. 55	บ. เอสพีเอ็มอาหารสัตว์ จำกัด	ผลิตอาหารสัตว์และฟาร์มสุกร	ราชบุรี	พื้นที่อับอากาศ	-	5	ไม่ระบุ
15	23 ธ.ค. 55	บ.อุตสาหกรรมแป้งมันบ้านโป่ง จำกัด	ผลิตแป้งมันสำปะหลัง	ราชบุรี	พื้นที่อับอากาศ	1	1	ไม่ระบุ
16	23 ธ.ค. 56	ศูนย์การค้าเซนต์ริสเฟสตีวัล บีชพัตยา	ศูนย์การค้า	ชลบุรี	พื้นที่อับอากาศ	1	2	ไม่ระบุ
รวม						46	31	28,300,000

กรณีศึกษา การเกิดอุบัติเหตุของก๊าซชีวภาพ (Bio gas)

1. การระเบิดของก๊าซชีวภาพในห้องล้างและสูบส่งก๊าซ

อ.เมือง จ.สระแก้ว วันที่ 27 กันยายน 2549

2. การระเบิดของห้องเผาไหม้หม้อต้มน้ำมัน

อ.วัฒนานคร จ.สระแก้ว วันที่ 24 กันยายน 2551

3. การระเบิดของห้องเผาไหม้หม้อต้มน้ำมัน

อ.เมือง จ.นครราชสีมา วันที่ 2 พฤษภาคม 2552

4. การระเบิดของห้องเผาไหม้ หม้อต้มน้ำมันซึ่งใช้ Biogas

อ.เสิงสาง จ.นครราชสีมา วันที่ 10 ธันวาคม 2552

5. ผ้าใบคลุมบ่อเก็บก๊าซชีวภาพ (Covered Lagoon) แตกขาด

และเกิดเปลวเพลิงจากก๊าซชีวภาพคลอกโรงงาน โรงงานผลิตแป้งมันสำปะหลัง เมื่อ 25 กุมภาพันธ์ 2554

6. การเสียชีวิตของสัตว์แพทย์และคนงานซ่อมบ่อผลิตก๊าซชีวภาพ

ฟาร์มหมู จ.ราชบุรี วันที่ 22 ส.ค. 2549

กรณีศึกษาที่ 1 การระเบิดของก๊าซชีวภาพในห้องล้างและสูบส่งก๊าซ ณ โรงงานผลิตแป้งมันสำปะหลัง

- ❑ มีผู้บาดเจ็บสาหัสจากการถูกไฟคลอก 3 ราย
ต่อมาเสียชีวิต 2 ราย
- ❑ ความเสียหายประมาณ 2 ล้านบาท



การแตกรั่วของข้อต่อการขยายตัว (Expansion Joint) ที่ท่อทางออกระหว่าง Blower กับถังดักความชื้น เนื่องจากการผุกร่อน กัดกร่อนจาก O_2 , H_2CO_3 , H_2SO_4 ในก๊าซชีวภาพและการ ล้าตัวจากการสั่นสะเทือน ซึ่งการรั่วของก๊าซชีวภาพทำให้เกิดการระเบิดในห้องสูบส่งก๊าซ



การจุดระเบิดของก๊าซชีวภาพ



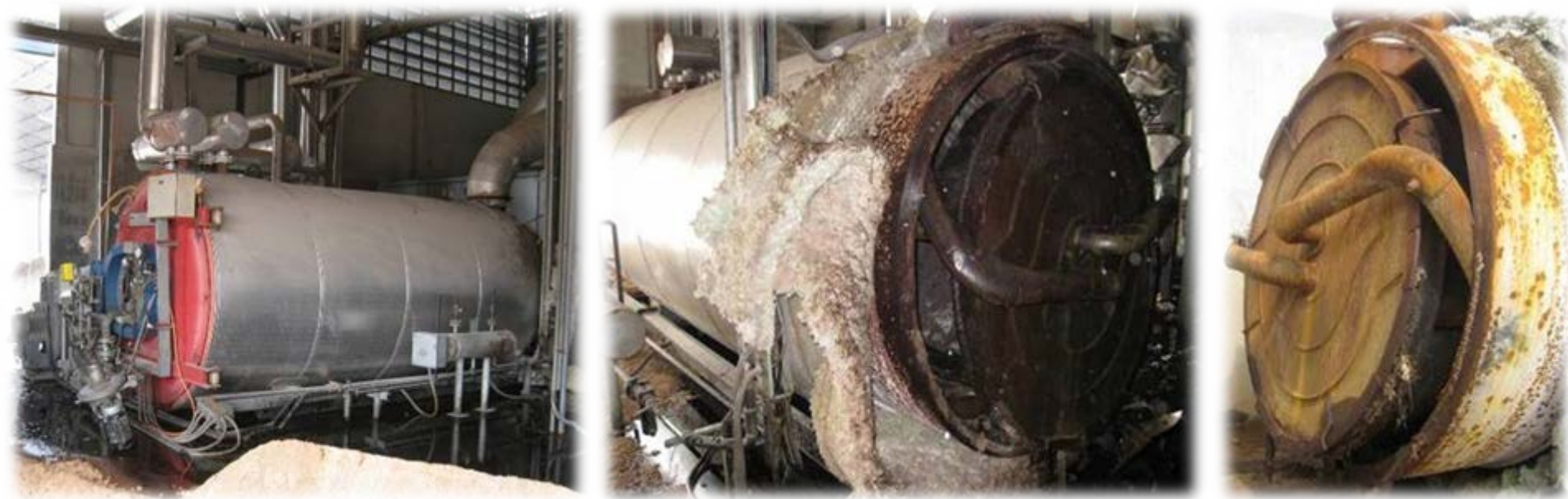
- 1) ก๊าซที่รั่วไหลมีการสะสมภายในห้องสูบล้างก๊าซ
ก๊าซชีวภาพผสมกับอากาศในห้องมีความเข้มข้นอยู่ในช่วงติดไฟได้ (LEL กับ UEL)
- 2) มีแหล่งจุดระเบิด (Ignition Source) ภายในห้องสูบล้างก๊าซ
ความผิดพลาดจากการเลือกใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าเป็นแบบไม่ป้องกันการระเบิด
- 3) มีการกระทำที่ผิดพลาด (Human Error)
อาจทำให้เกิดประกายไฟ จากการปิด เปิดสวิตช์อุปกรณ์ไฟฟ้า

ข้อสันนิษฐาน สาเหตุการเกิดอุบัติเหตุ

□ สาเหตุการแตกรั่วของข้อต่อรับการขยายตัว

- การใช้ข้อต่อรับการขยายตัวที่ไม่เหมาะกับงาน
- การสั่นสะเทือนหรือการสับคัตวของท่อที่ต่อมาจาก Blower กับมอเตอร์ในขณะที่สูบส่งก๊าซ ซึ่งติดตั้งบนแท่นยึดแข็งโดยไม่มีระบบป้องกันการสั่นสะเทือน
- การกัดกร่อนจากกรดซัลฟิวริก ซึ่งเกิดจากไฮโดรเจนซัลไฟด์ใน Biogas รวมตัวกับน้ำหรือความชื้น ซึ่งทำให้ผิวโลหะด้านในของข้อต่อรับการขยายตัว มีการกร่อนพรุณ จนหนา-บางต่างกันไปมาก

กรณีศึกษาที่ 2 การระเบิดของก๊าซชีวภาพในห้องเผาไหม้หม้อต้มน้ำมันร้อน ณ โรงงานผลิตแป้งมันสำปะหลัง



- สภาพด้านหน้าและด้านหลัง หม้อต้มน้ำมันที่เกิดการระเบิดของห้องเผาไหม้ ฝาหน้า โกงงอ มอเตอร์และ ลูกถ้วยของหัวเผาหลุดร่วง ฝาหลังเปิดเผย ท่อน้ำมันลื่อน้ำ ความร้อนแตกรั่ว
- มีผู้ได้รับบาดเจ็บเล็กน้อย 2 คน ทรัพย์สินเสียหายประมาณ 3 ล้านบาท

Case 2 สาเหตุการระเบิดของ Biogas ในห้องเผาไหม้



- มี Biogas รั่วผ่าน Double Solenoid Valve เข้าสู่ห้องเผาไหม้
- มีเชื้อเพลิงผสมกับอากาศสะสมอยู่ภายในห้องเผาไหม้ในขณะจุดเตา และมีความเข้มข้นระหว่าง Lower Explosive Limit (LEL) กับ Upper Explosive Limit (UEL)
- มีแหล่งจุดไฟ (Ignition Source) เช่น การจุดประกายไฟจาก Electrode หรือเปลวไฟจาก Pilot Burner

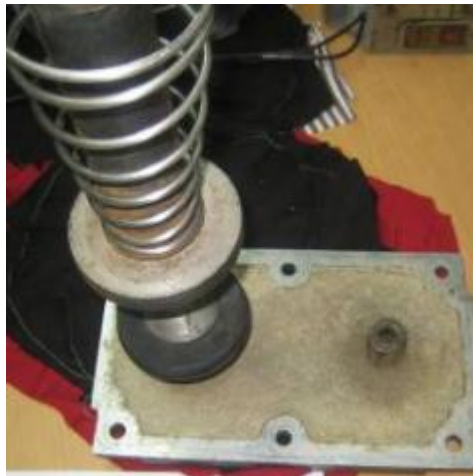
Case 2

สาเหตุการระเบิดของ Biogas ในห้องเผาไหม้หม้อน้ำมันร้อน

ปัญหาการกัดกร่อน และการอุดตันของอุปกรณ์ความปลอดภัยจาก H_2S , CO_2 , H_2O

- สปริงวาล์วและบ่าวาล์วของ Double Solenoid Valve มีการกัดกร่อนจากกรดซัลฟิวริก ก้านวาล์วและรูก้านวาล์วสกปรกจนวาล์วค้าง ทำให้ก๊าซรั่วตลอดเวลา
- สปริงกดวาล์วมีการสึกกร่อน ผุกร่อนเป็นรูพรุน และสปริงเคยมีการแตกหักหลายครั้ง ซึ่งทำให้ก๊าซชีวภาพเกิดการรั่วไหลผ่าน Double Solenoid Valve เข้าสู่ห้องเผาไหม้หลายครั้ง

Valve Proving Systems (VPS) มีการอุดตัน ทำให้ไม่สามารถตรวจสอบการรั่วของก๊าซ เกิดการลัดวงจรโดยยอมให้ Burner ทำงาน ถึงแม้จะมีก๊าซรั่วอย่างรุนแรงเข้าห้องเผาไหม้ตลอดเวลา เมื่อ Burner มีการจุดประกายไฟ จึงเกิดการระเบิดในห้องเผาไหม้ขึ้น



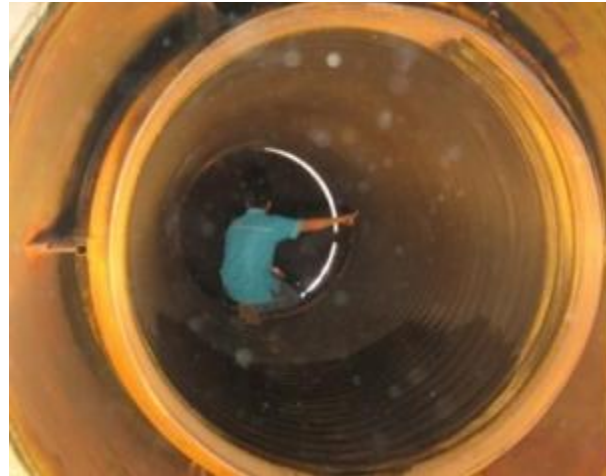
กรณีศึกษาที่ 3 การระเบิดของก๊าซชีวภาพในห้องเผาไหม้หม้อต้มน้ำมันร้อน ณ โรงงานผลิตแป้งมันสำปะหลัง



ฝาน้ำของหม้อต้มน้ำมันหลุดกระเด็นจากแรงระเบิดภายในห้องเผาไหม้
Burner และอุปกรณ์ต่อเนื่องแตกหักชำรุดเสียหาย



กรณีศึกษาที่ 4 การระเบิดของก๊าซชีวภาพในห้องเผาไหม้หม้อต้มน้ำร้อน ณ โรงงานผลิตแป้งมันสำปะหลัง



- เปลวไฟดับในขณะที่ Burner กำลังทำงานในตำแหน่ง High Fire (ก๊าซมีน้ำปนมาก)
- ผู้ควบคุมหม้อน้ำร้อน กดสวิตช์ Burner Reset ใหม่ทันที หลังจากนั้น ~5 วินาที ห้องเผาไหม้หม้อน้ำร้อนก็ระเบิดขึ้น
- แรงระเบิดทำให้ชุดท่อน้ำมันที่ผนังหลังเคลื่อนตัวถอยหลัง ~30 cm. โดยไม่มีการแตกรั่วของท่อ ฝานิรภัยที่ผนังหลังมีการเปิดระบายความดันออกจากห้องเผาไหม้

สาเหตุที่ทำให้เปลวไฟดับในขณะที่เดิน High Fire

- **ค่ามีเทนในก๊าซชีวภาพเปลี่ยนแปลงมาก** จนส่วนผสมระหว่างเชื้อเพลิงกับอากาศเข้าใกล้ LEL หรือ UEL ทำให้ความเร็วในการลุกไหม้ (Flame Velocity) ช้าลง จนติดไฟไม่ทัน
กรณีนี้ จากการตรวจวิเคราะห์ด้วย Gas Analyzer ปรากฏว่า เครื่องวิเคราะห์ก๊าซอ่านค่ามีเทนได้ ไม่แน่นอน เนื่องจากในก๊าซมีน้ำปนมากและรบกวนการทำงานของเครื่องวิเคราะห์ก๊าซ
- **ก๊าซชีวภาพมีน้ำปนมาก**
ก๊าซที่มีน้ำปนมาก เมื่อเข้าสู่ห้องเผาไหม้ ความร้อนจากเปลวไฟจะทำให้น้ำเปลี่ยนสถานะเป็นไอน้ำแบบทันทีทันใดและขยายตัว~1600 เท่า ทำให้ส่วนผสมระหว่างเชื้อเพลิงกับอากาศ ขาดความต่อเนื่อง เปลวไฟจึงเกิดการกระพือดับ
 - ขาดระบบลดความชื้น หรือขาดการดูแลระบบลดความชื้นในก๊าซชีวภาพที่มีประสิทธิภาพ จึงมีน้ำปนอยู่ในก๊าซมากเกินไป
 - ขาดกระบวนการทำก๊าซให้บริสุทธิ์ (Purify Biogas) มีสิ่งปนเปื้อนที่ทำให้ก๊าซด้อยคุณภาพ การกำจัด H_2S ขาดประสิทธิภาพ น้ำและก๊าซมีออกซิเจนปน จึงเกิดเมือกและตะกอนมาก
 - ระบบระบายน้ำออกจากก๊าซบกพร่อง ติดตั้งวาล์วระบายน้ำเล็กเกินไป ก๊าซที่มีความดันต่ำควรใช้วาล์วระบายขนาดใหญ่
 - ขาดการตรวจสอบระบบระบายน้ำออกจากท่อส่งก๊าซหรือ **Knock out Drum** จึงมีน้ำขังและวาล์วระบายน้ำอุดตัน

พบคราบตะกอนสะสมรอบท่อส่งก๊าซชีวภาพ ซึ่งเกิดจากมีน้ำ เมื่อก ตะกอนค้างท่อ เนื่องจากการอุดตันของ Auto Drain Valve ที่ Knockout Drum

Case 4



พบการอุดตันและการลัดวงจรของ Valve Proving Systems (VPS) ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้ Burner ทำงานลัดขั้นตอน

ความเสียหายของหม้อน้ำที่ใช้ก๊าซชีวภาพอันเนื่องมาจากน้ำแข็ง
ณ โรงงานผลิตแบริ่งมันสำปะหลัง



กรณีศึกษาการใช้ก๊าซชีวภาพกับเครื่องยนต์สันดาปภายใน



Case 5 ปัญหาซิลอกเซน(Siloxane)ในก๊าซชีวภาพ กับการชำรุดสึกหรอของเครื่องยนต์



Case 6 H_2S กับขำรดของเครื่องยนต์ จากการเสื่อมสภาพของน้ำมันหล่อลื่น



-Polymerization of oil - oil coke deposits

- H_2S กับปัญหาการรวมตัวโมเลกุลเล็กของ
น้ำมันหล่อลื่นกลายเป็นโมเลกุลใหญ่ที่ข้นเหนียวหรือ
เสื่อมสภาพเป็นถ่านโค้ก ทำให้เครื่องฝืดไม่มีกำลังและ
เกิดการสึกหรอของกระบอกสูบอย่างรุนแรง

H₂S กับปัญหาการกัดกร่อนของแบร่ริง

Corrosion by Sulphur



corrosion
conrod bearing, liner
H₂S approx. 20.000 ppm
oil change interval
exceeded by > 100%



Case 7 H_2S ในก๊าซชีวภาพ
กับปัญหาการกัดกร่อนของเครื่องยนต์



บริเวณห้องเผาไหม้



บริเวณลิ้นไอดี ไอเสีย



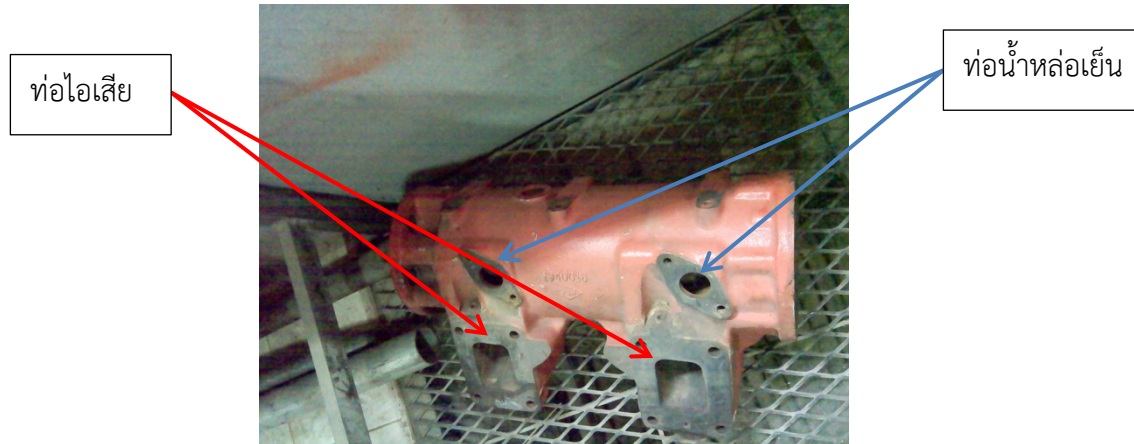
บริเวณหัวลูกสูบ

เครื่องยนต์เสียหาย

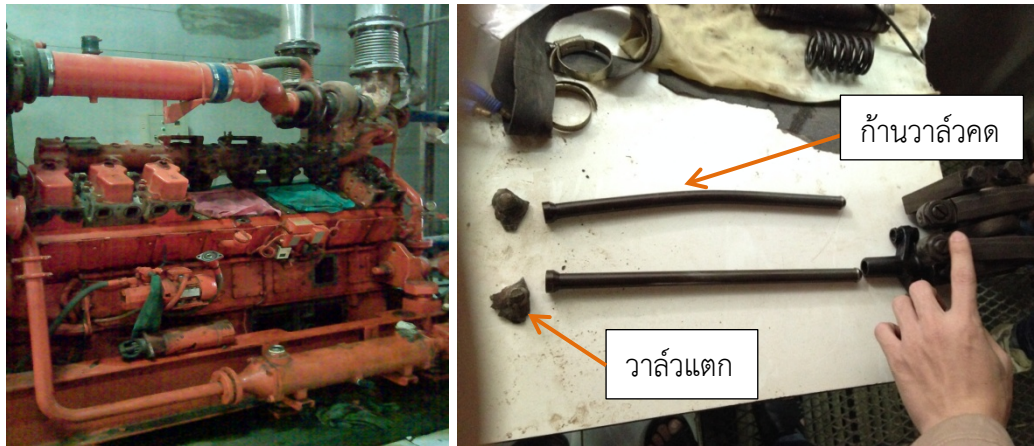
เครื่องยนต์ได้รับความเสียหายจากน้ำหล่อเย็นที่รั่วเข้าระบบไอดี และไหลเข้าห้องเครื่องยนต์ทางท่อไอดี อันมีสาเหตุมาจากการผุกร่อนของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนของระบบหล่อเย็นไอดี ที่เป็นผลมาจากก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์



เครื่องยนต์เสียหาย



รูปที่ 3.1 แสดงโครงสร้างของท่อน้ำหล่อเย็นเสื้อสูบ และท่อไอเสีย



รูปที่ 3.2 แสดงความเสียหายของเครื่องยนต์

Thank You
For Your Attention