



โครงการพัฒนาบุคลากรด้านการอนุรักษ์พลังงาน ในกระบวนการผลิตของแต่ละประเภท อุตสาหกรรมระบบไอน้ำ



ดร. พิทักษ์ นววิเศษ

BY

DR. PAITON TERMSINVANICH

GM and consultant - Energenius co.,Ltd

Senior Committee Prime Minister Industrial Awards (Energy Management)

Invited Lecturer Technology Promotion Association(Thailand-Japan)

Invited Lecturer Chulalongkorn University

Invited Lecturer Dhurakijbundit University



Content

- องค์ประกอบของระบบไอน้ำ
- ตัวแปรปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพของระบบไอน้ำ และค่าเกณฑ์ที่แนะนำของปัจจัยต่างๆ (Criteria)

นายไพฑูรย์ เตชะ นวณิช

ENERGENIUS



วัตถุประสงค์ของหลักสูตร

- เพื่อให้ทราบและเข้าใจถึงภาพรวมและหลักการทำงานขององค์ประกอบ และหน้าที่อุปกรณ์ในระบบไอน้ำ
- เพื่อให้ทราบและเข้าใจถึงตัวแปรปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพของระบบไอน้ำ และเกณฑ์ของปัจจัยต่างๆ (Criteria) ได้

นายไพฑูรย์ เตชะ นวณิช

ENERGENIUS



องค์ประกอบของระบบไอน้ำ

นายไพฑูรย์ เตชะ นวาทิซ

ENERGENIUS



องค์ประกอบของระบบไอน้ำ

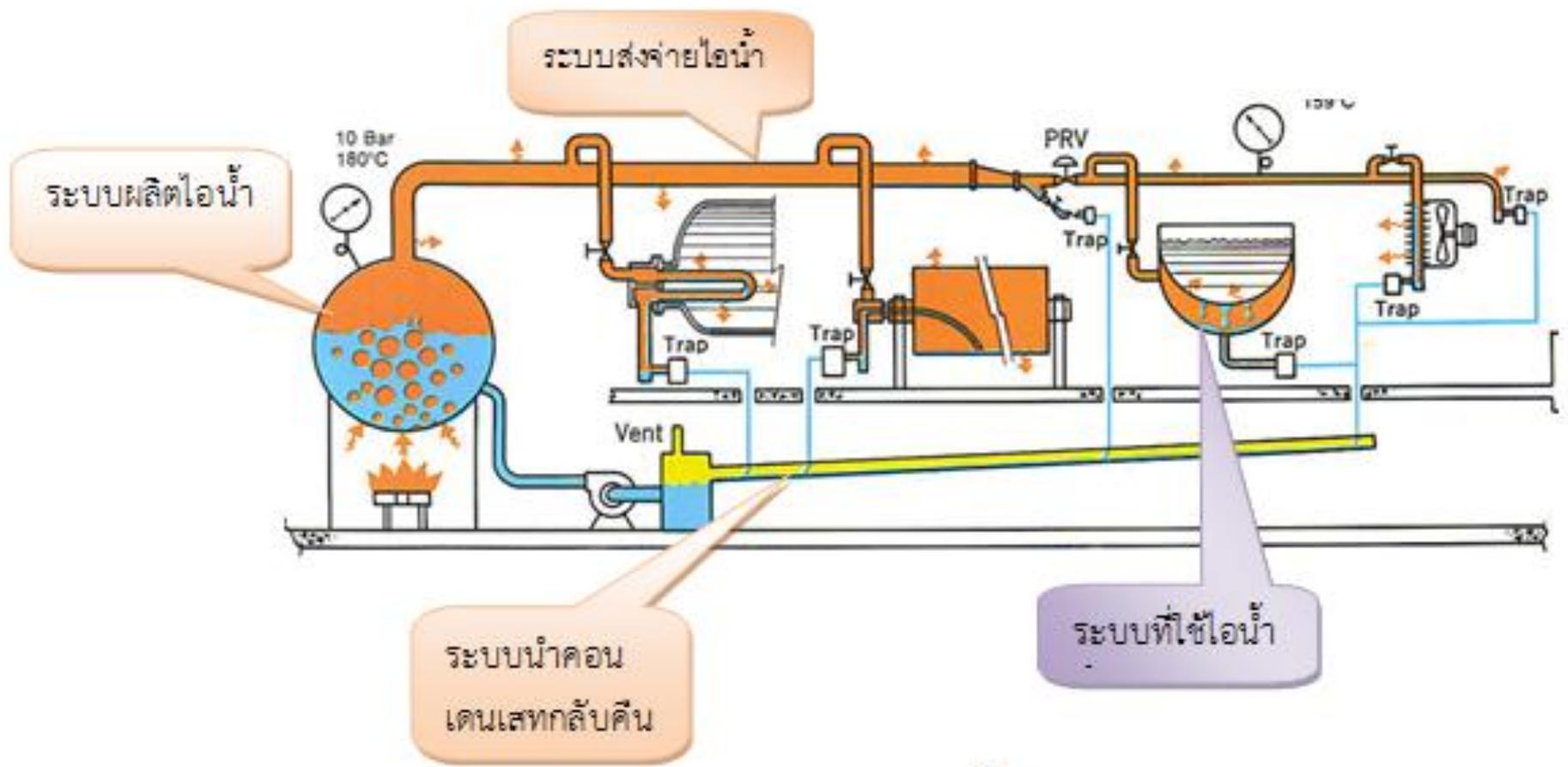
กระบวนการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมที่ต้องการใช้พลังงานความร้อนสามารถใช้วิธีการให้ความร้อนโดยตรง เช่น เตาเผา หรือ ใช้ไอน้ำเป็นสื่อกลางในการให้ความร้อน โรงงานจำนวนมากที่มีการใช้ความร้อนมักใช้ไอน้ำเป็นสื่อ เนื่องจาก

1. ไอน้ำเป็นสื่อที่สามารถถ่ายเทความร้อนได้ดี มีค่าความร้อนแฝงในการกลายเป็นไอสูง
2. น้ำหาได้ง่าย ราคาถูก และไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ
3. อุณหภูมิไอน้ำสามารถปรับได้ตามความต้องการโดยปรับความดันไอน้ำ

ENERGENIUS



ระบบไอน้ำ



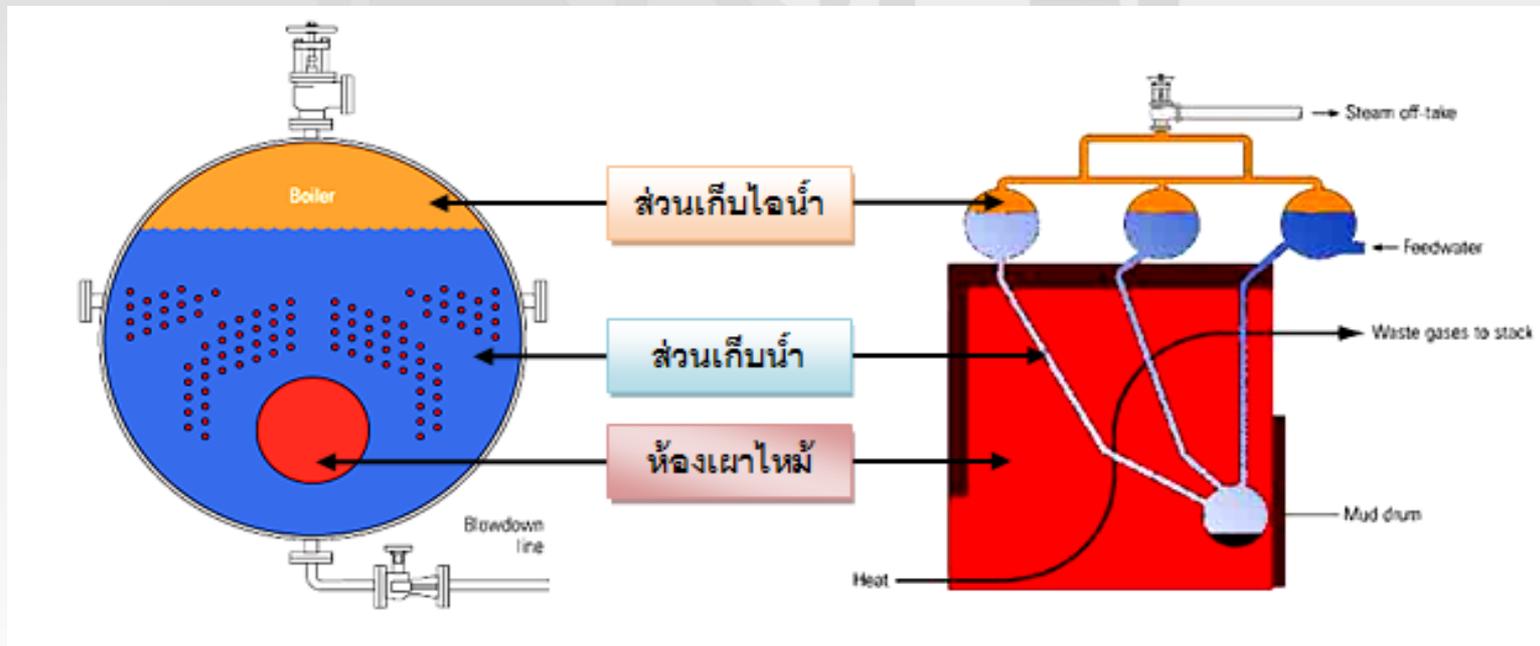


ระบบผลิตไอน้ำ

ประเภทหม้อไอน้ำ

หม้อไอน้ำท่อไฟ (Fire Tube Boiler)

หม้อไอน้ำท่อน้ำ (Water Tube Boiler)





องค์ประกอบต่างๆ ของหม้อไอน้ำ

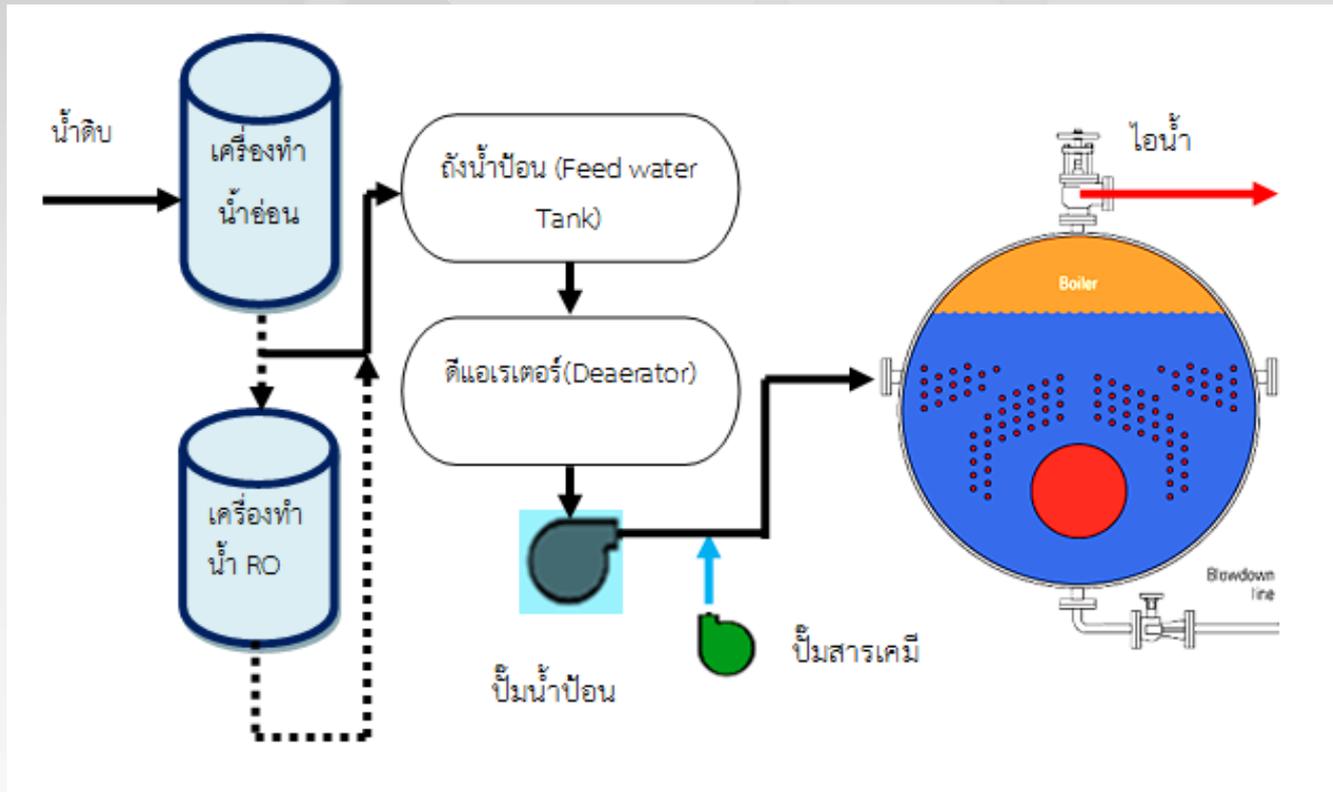


ENERGENIUS



ระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำ

น้ำที่ป้อนเข้าหม้อไอน้ำ เป็นส่วนที่สำคัญ เพื่อนำไปใช้ในการผลิตไอน้ำ





ระบบการส่งจ่ายไอน้ำ

◎ เฮดเดอร์ (Header)



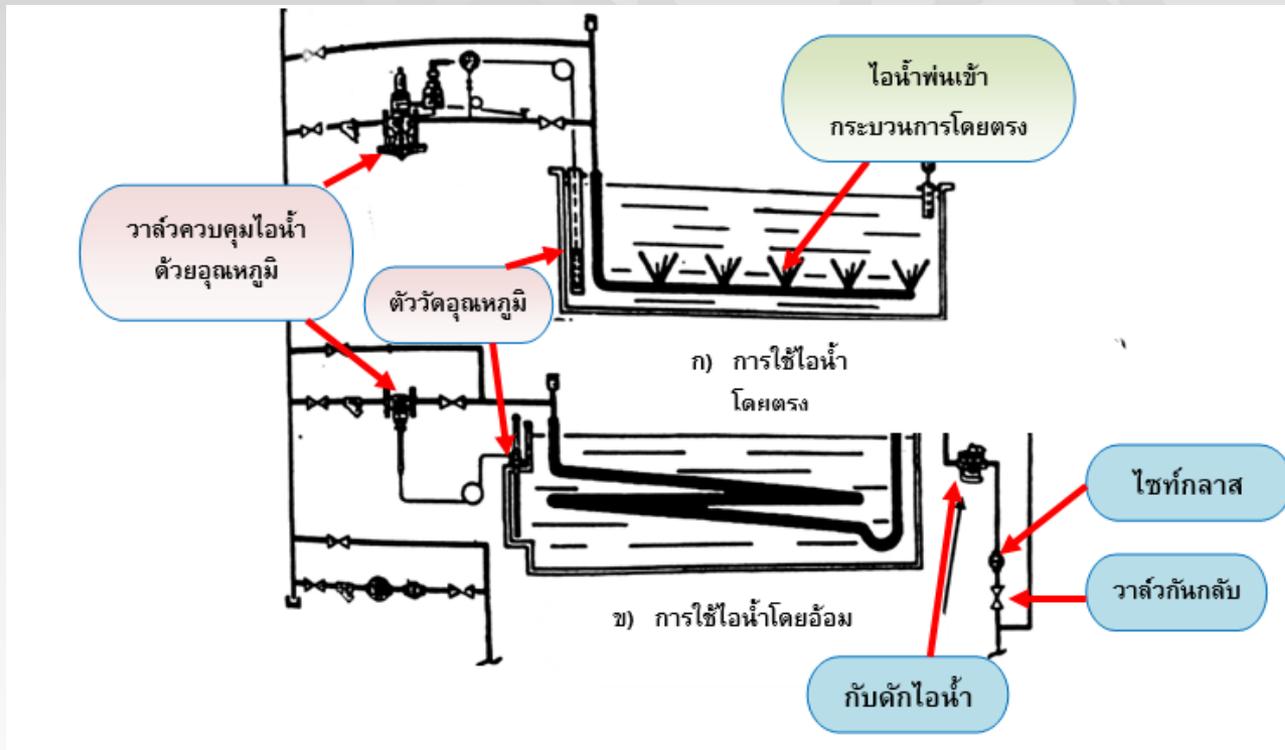
◎ ท่อส่งไอน้ำ (Steam Line)





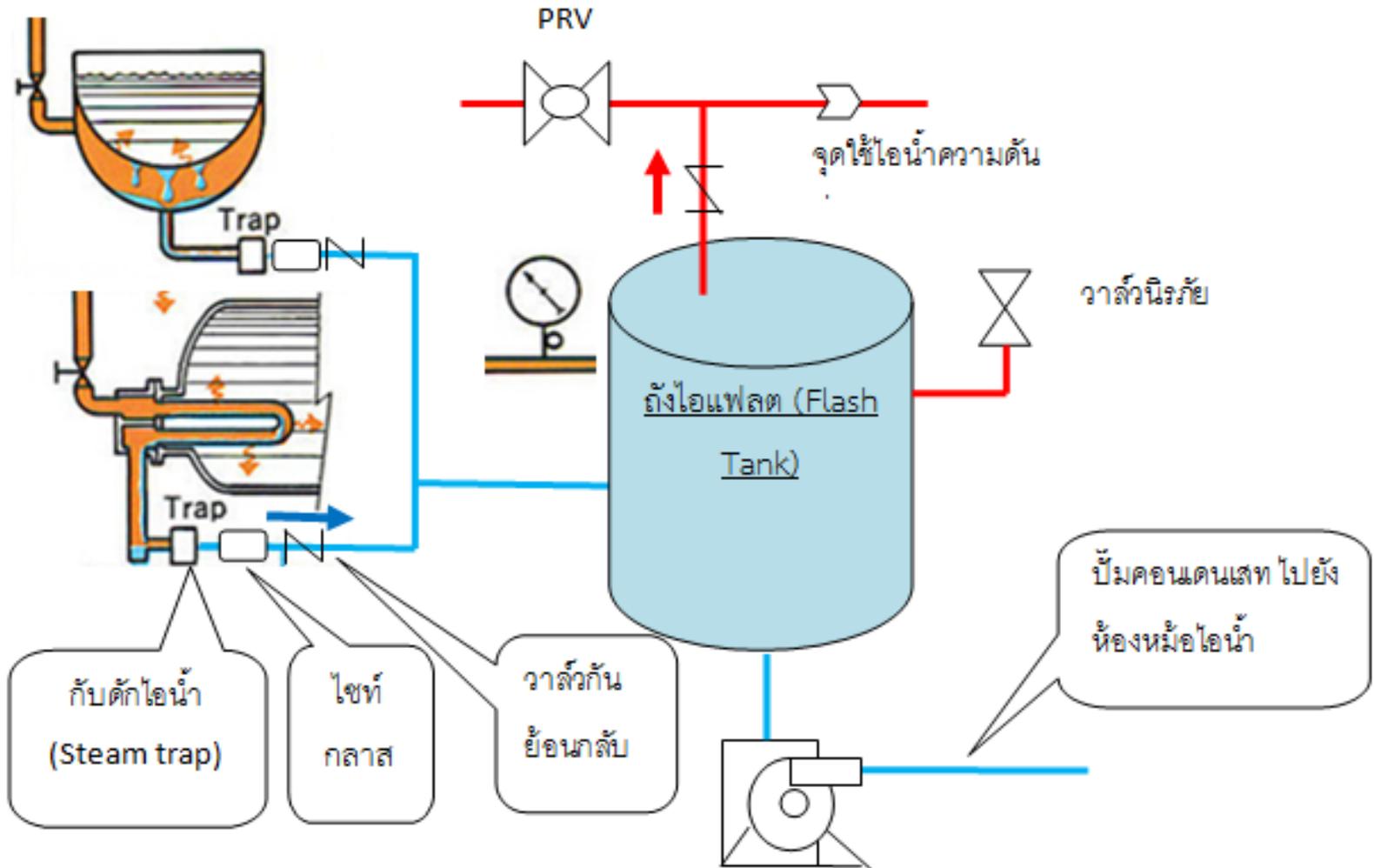
ระบบการใช้ไอน้ำ

1. เครื่องจักรใช้ไอน้ำโดยตรง
2. เครื่องจักรที่ใช้ไอน้ำโดยอ้อม





ระบบส่งกลับคอนเดนเสท





ตัวแปรปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพ ของระบบไอน้ำ และค่าเกณฑ์ที่ แนะนำของปัจจัยต่างๆ (Criteria)

นายไพฑูรย์ เตชะ นวาศิษ

ENERGENIUS



ตัวแปรปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพของระบบไอน้ำ และค่าเกณฑ์ที่แนะนำของปัจจัยต่างๆ (Criteria)

ปัจจัยข้อที่ 1 ประสิทธิภาพหม้อไอน้ำ (ไอน้ำที่ผลิตได้เทียบกับพลังงานเชื้อเพลิงที่ใช้) สูงกว่า 80% สำหรับเชื้อเพลิงเหลวและก๊าซ และสูงกว่า 75% สำหรับเชื้อเพลิงแข็ง

ปัจจัยข้อที่ 2 ออกซิเจนส่วนเกินในไอเสีย สำหรับเชื้อเพลิงแก๊ส High Fire 3% น้ำมัน 5% เชื้อเพลิงแข็ง 10%

ปัจจัยข้อที่ 3 อุณหภูมิไอเสีย (Flue Gas) สูงกว่าอุณหภูมิความดันไอน้ำอิ่มตัวไม่เกิน 50°C ก่อนเข้า Economizer (ยกเว้นเชื้อเพลิงมีซัลเฟอร์ อุณหภูมิไอเสียทิ้งไม่ควรต่ำกว่า 200°C)



ตัวแปรปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพของระบบไอน้ำ และค่าเกณฑ์ที่แนะนำของปัจจัยต่างๆ (Criteria)

ปัจจัยข้อที่ 4 การควบคุม Blow down ให้ค่า TDS (Total Dissolved Solid) น้ำในหม้อไอน้ำอยู่ในช่วง 3,150 - 3,500 ppm และให้ค่า TDS ในน้ำดิบป้อนไม่เกิน 165 ppm (ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมเรื่องคุณสมบัติของน้ำสำหรับหม้อน้ำปี 2549 : น้ำป้อนหม้อไอน้ำ ความกระด้างไม่เกิน 10 ppm pH 5.8 - 9.5 น้ำในหม้อไอน้ำ TDS ไม่เกิน 3500 ppm และ pH 8.5-11.8)



ตัวแปรปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพของระบบไอน้ำ และค่าเกณฑ์ที่แนะนำของปัจจัยต่างๆ (Criteria)

ปัจจัยข้อที่ 5 พื้นผิวหม้อไอน้ำ ท่อส่งไอน้ำมีอุณหภูมิไม่เกิน 50°C

ปัจจัยข้อที่ 6 จำนวน ก๊อบดักไอน้ำ (Steam Trap) เสียไม่เกิน 10%
(เทียบจำนวนก๊อบดักไอน้ำทั้งหมด)

ปัจจัยข้อที่ 7 ปริมาณคอนเดนเสท (Condensate) ส่งคืนหม้อไอน้ำสูง
กว่า 80% (ยกเว้นคอนเดนเสทไม่สะอาด)

นายไพฑูริย์ เตชะสินวัฒน์

ENERGENIUS



ปัจจัยข้อที่ 1 ประสิทธิภาพหม้อไอน้ำ

ปัจจัยข้อที่ 1 ประสิทธิภาพหม้อไอน้ำ (ไอน้ำที่ผลิตได้เทียบกับพลังงานเชื้อเพลิงที่ใช้) สูงกว่า 80% สำหรับเชื้อเพลิงเหลวและก๊าซ สูงกว่า 75% สำหรับเชื้อเพลิงแข็ง





การวัดประสิทธิภาพหม้อไอน้ำ

แบบฟอร์มที่ 1 การวัดประสิทธิภาพหม้อไอน้ำ

การคำนวณประสิทธิภาพหม้อไอน้ำ

พลังงานไอน้ำ

	สัญลักษณ์	ค่า	หน่วย
อุณหภูมิน้ำป้อนหม้อไอน้ำ	T1	90	°C
เอนทาลปีน้ำป้อน	h_{l1}	377	kJ/kg
ปริมาตรจำเพาะน้ำป้อน	V_1	1.036	dm ³ /kg
ปริมาณน้ำป้อน	WV	200,000	ลิตรต่อวัน
ปริมาณน้ำระบาย (Blowdown) ที่วัดได้ที่ความดันบรรยากาศ	BD	20,000	kg
ความดันไอน้ำที่ผลิต	P	9	bar
เอนทาลปีไอน้ำ	h_{g2}	2,773.8	kJ/kg
เอนทาลปีน้ำในหม้อไอน้ำ	h_{l2}	741	kJ/kg
เอนทาลปีไอน้ำที่ 100 องศาเซลเซียส (บรรยากาศ)	h_{g100}	2,675	kJ/kg
เอนทาลปีน้ำที่ 100 องศาเซลเซียส (บรรยากาศ)	h_{l100}	419	kJ/kg
ไอน้ำแฟลช (Flash Steam) ที่เกิดขึ้นเมื่อระบายน้ำ (Blowdown)			
$FS = BD \times (h_{l2} - h_{l100}) / (h_{g100} - h_{l100})$	FS	2,854.61	kg
ไอน้ำที่ผลิต			
$W = WV / V_1 - BD - FS$	W	170,195.58	kg/วัน
พลังงานที่อยู่ในไอน้ำ (Steam Energy Output)			
$ST = W \times (h_{g2} - h_{l1})$	ST	407,924.77	MJ/วัน



การวัดประสิทธิภาพหม้อไอน้ำ

พลังงานป้อนจากเชื้อเพลิง			
ค่าความร้อนของเชื้อเพลิง	H	39.77	MJ/ลิตร
ปริมาณเชื้อเพลิงป้อนเข้าหม้อไอน้ำ	F	13,500	ลิตรต่อวัน
ปริมาณความร้อนของเชื้อเพลิงที่ป้อน (Fuel Used)			
$FU = F \times H$	FU	536,895	MJ/วัน
ประสิทธิภาพหม้อไอน้ำ (Boiler Efficiency)			
$BE = ST / FU$	BE	75.98	%

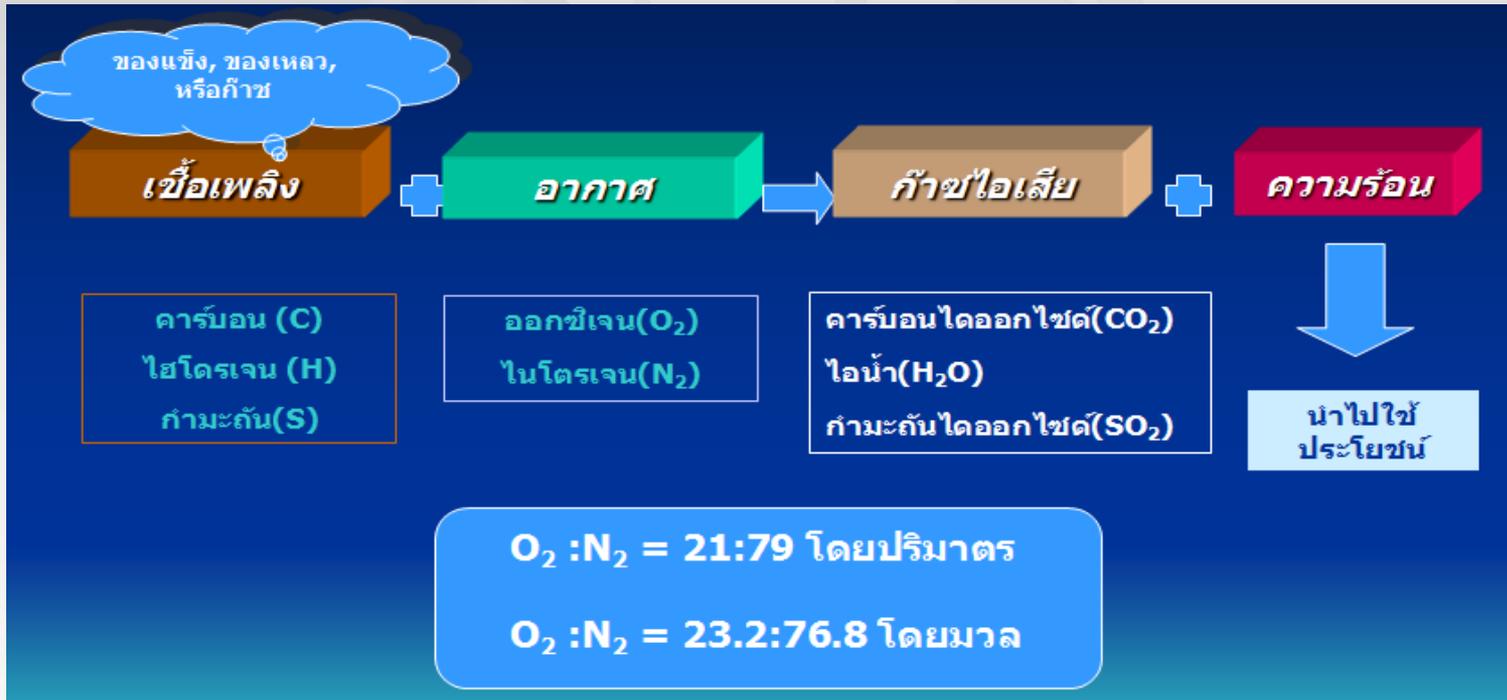
ผลการตรวจวัดมีประสิทธิภาพ ได้ค่าประสิทธิภาพ 75.98% ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์แนะนำคือ 80% ทางโรงงานควรตรวจวัด และปรับปรุง ในปัจจัยที่มีผลดังนี้ นายไพฑูรย์ เตชะ นวณิช

ปรับปรุงประสิทธิภาพการเผาไหม้ (ออกซิเจนส่วนเกินในไอเสีย)
ตรวจสอบอุณหภูมิไอเสียทิ้ง



ปัจจัยข้อที่ 2 ออกซิเจนส่วนเกินในไอเสีย

ออกซิเจนส่วนเกินในไอเสีย สำหรับเชื้อเพลิงแก๊ส High Fire 3%
 น้ำมัน 5% เชื้อเพลิงแข็ง 10%



ENERGENTUS



ปัจจัยข้อที่ 3 อุณหภูมิไอเสียทิ้ง (Flue Gas)

อุณหภูมิก๊าซไอเสียทิ้ง (Flue Gas) สูงกว่า อุณหภูมิความดันไอน้ำที่ผลิต ไม่เกิน $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ ก่อนเข้า Economizer (ยกเว้น เซลล์เพลิงมีซัลเฟอร์ อุณหภูมิ ไม่ต่ำกว่า $200\text{ }^{\circ}\text{C}$)

สาเหตุที่ทำให้อุณหภูมิก๊าซไอเสียสูงคือ

พื้นที่ผิวแลกเปลี่ยนความร้อนของหม้อไอน้ำ ถ้าพื้นที่น้อยเกินไปก็ทำให้ ประสิทธิภาพหม้อไอน้ำต่ำ (เป็นการออกแบบหม้อไอน้ำ ควรเปลี่ยนหม้อไอน้ำ)

นายไพฑูรย์ เตชะ นวณิช

ENERGENIUS



ปัจจัยข้อที่ 3 อุณหภูมิไอเสียทิ้ง (Flue Gas)

- ◎ เเขม่า (Soot) : เเขม่าเกิดขึ้นจากการเผาไหม้
- ◎ ตะกรัน (Scale) : ตะกรันเกิดขึ้นจากการรวมตัวของสารละลายที่อยู่ในน้ำ เกิดเป็นของแข็งเกาะที่พื้นผิวแลกเปลี่ยนความร้อนด้านน้ำ

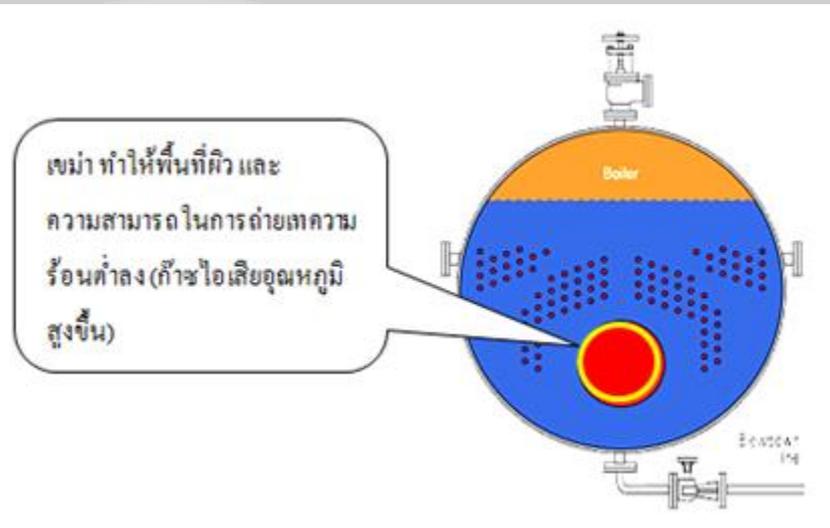
นายไพฑูรย์ เตชะ นวณิช

ENERGENIUS

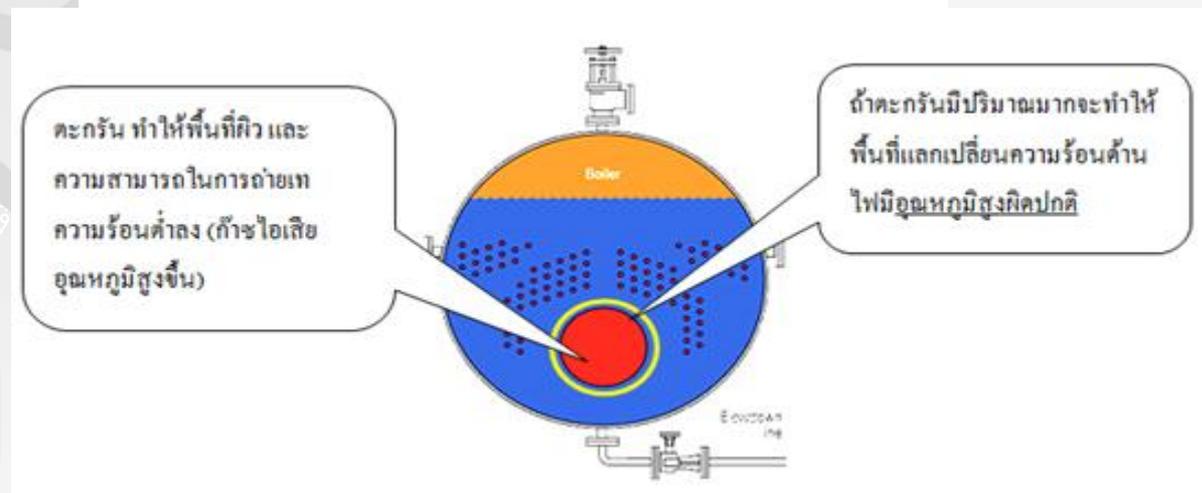


ปัจจัยข้อที่ 3 อุณหภูมิไอเสียทิ้ง (Flue gas)

◎ เเขม่าดำน้ำไฟ (Soot)



◎ ตะกรัน (Scale)



นายไพฑูรย์ เต

EN



การประเมินการสูญเสียจากออกซิเจนส่วนเกินใน ไอเสียและอุณหภูมิไอเสีย

ปริมาณออกซิเจนในไอเสีย (%)	อุณหภูมิไอเสียออกจากปล่อง (°C)											
	180	200	220	240	260	280	300	320	340	360	380	400
2.0	5.89	6.70	7.52	8.36	9.19	10.03	10.87	11.72	12.57	13.42	14.27	15.13
2.5	6.04	6.87	7.72	8.57	9.43	10.29	11.16	12.02	12.89	13.77	14.65	15.53
3.0	6.20	7.06	7.93	8.80	9.68	10.57	11.46	12.35	13.24	14.14	15.04	15.95
3.5	6.37	7.25	8.15	9.05	9.95	10.86	11.77	12.69	13.61	14.53	15.46	16.38
4.0	6.55	7.46	8.38	9.31	10.24	11.17	12.11	13.05	14.00	14.94	15.90	16.86
4.5	6.75	7.68	8.63	9.58	10.54	11.50	12.46	13.43	14.41	15.38	16.37	17.35
5.0	6.95	7.91	8.89	9.87	10.86	11.85	12.84	13.84	14.84	15.85	16.86	17.88
5.5	7.17	8.16	9.17	10.18	11.20	12.22	13.24	14.27	15.31	16.35	17.39	18.44
6.0	7.40	8.42	9.46	10.51	11.56	12.62	13.67	14.74	15.81	16.88	17.95	19.04
6.5	7.65	8.71	9.78	10.86	11.95	13.04	14.13	15.23	16.34	17.44	18.56	19.67
7.0	7.92	9.00	10.12	11.24	12.36	13.49	14.63	15.76	16.90	18.05	19.20	20.36
7.5	8.20	9.33	10.49	11.56	12.81	13.98	15.15	16.33	17.52	18.70	19.90	21.09
8.0	8.50	9.68	10.88	12.08	13.29	14.50	15.72	16.95	18.17	19.41	20.64	21.89
8.5	8.84	10.06	11.31	12.56	13.81	15.07	16.34	17.61	18.88	20.16	21.45	22.74
9.0	9.20	10.47	11.77	13.07	14.37	15.67	17.00	18.32	19.65	20.99	22.32	23.67



การประเมินการสูญเสียจากออกซิเจนส่วนเกินใน ไอเสียและอุณหภูมิไอเสีย

ปริมาณออกซิเจนในไอเสีย (%)	อุณหภูมิไอเสียออกจากปล่อง (°C)											
	180	200	220	240	260	280	300	320	340	360	380	400
2.0	5.89	6.70	7.52	8.36	9.19	10.03	10.87	11.72	12.57	13.42	14.27	15.13
2.5	6.04	6.87	7.72	8.57	9.43	10.29	11.16	12.02	12.89	13.77	14.65	15.53
3.0	6.20	7.06	7.93	8.80	9.68	10.57	11.46	12.35	13.24	14.14	15.04	15.95
3.5	6.37	7.25	8.15	9.05	9.95	10.86	11.77	12.69	13.61	14.53	15.46	16.38
4.0	6.55	7.46	8.38	9.31	10.24	11.17	12.11	13.05	14.00	14.94	15.90	16.86
4.5	6.75	7.68	8.63	9.58	10.54	11.50	12.46	13.43	14.41	15.38	16.37	17.35
5.0	6.95	7.91	8.89	9.87	10.86	11.85	12.84	13.84	14.84	15.85	16.86	17.88
5.5	7.17	8.16	9.17	10.18	11.20	12.22	13.24	14.27	15.31	16.35	17.39	18.44
6.0	7.40	8.42	9.46	10.51	11.56	12.62	13.67	14.74	15.81	16.88	17.95	19.04
6.5	7.65	8.71	9.78	10.86	11.95	13.04	14.13	15.23	16.34	17.44	18.56	19.67
7.0	7.92	9.00	10.12	11.24	12.36	13.49	14.63	15.76	16.90	18.05	19.20	20.36
7.5	8.20	9.33	10.49	11.56	12.81	13.98	15.15	16.33	17.52	18.70	19.90	21.09
8.0	8.50	9.68	10.88	12.08	13.29	14.50	15.72	16.95	18.17	19.41	20.64	21.89
8.5	8.84	10.06	11.31	12.56	13.81	15.07	16.34	17.61	18.88	20.16	21.45	22.74
9.0	9.20	10.47	11.77	13.07	14.37	14.37	17.00	18.32	19.65	20.99	22.32	23.67



การประเมินการสูญเสียจากออกซิเจนส่วนเกินใน ไอเสียและอุณหภูมิไอเสีย

แบบฟอร์มที่ 2 การประเมินการสูญเสียจากออกซิเจนส่วนเกินในไอเสียและอุณหภูมิไอเสีย			
ความสูญเสียก่อนปรับปรุง	สัญลักษณ์	ค่า	หน่วย
ร้อยละออกซิเจนส่วนเกินก่อนปรับปรุง	O_{Before}	8	%
อุณหภูมิก๊าซไอเสียก่อนปรับปรุง	T_{Before}	340	$^{\circ}\text{C}$
ความสูญเสียที่ก่อนปรับปรุง	LO	18.17	%
ความสูญเสียหลังปรับปรุงหรือตามเกณฑ์แนะนำ			
ชนิดเชื้อเพลิง(แข็ง เหลว ก๊าซ)		เหลว	
ร้อยละออกซิเจนส่วนเกินหลังปรับปรุง	O_{After}	5	%
ความดันไอน้ำที่ผลิต	P	9	บาร์
อุณหภูมิไอน้ำที่ความดันที่ผลิต	T_{21}	175	$^{\circ}\text{C}$
อุณหภูมิก๊าซไอเสียตามเกณฑ์			
$T_{22} = T_{21} + 50 \text{ }^{\circ}\text{C}$	T_{22}	225	$^{\circ}\text{C}$
ความสูญเสียหลังปรับปรุงหรือตามเกณฑ์แนะนำ	LN	9.135	%
ปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ต่อวัน(เฉลี่ย)	FD	13,500	หน่วยต่อวัน
เชื้อเพลิงที่ประหยัดได้ (Fuel Saving)			
$FS = F \times (1 - (100 - LO) / (100 - LN))$	FS	1342.3	หน่วยต่อวัน
จำนวนวันทำงานหรือวันเดินหม้อไอน้ำต่อปี	DY	300	วันต่อปี
เชื้อเพลิงที่ประหยัดได้ต่อปี (FSY=FSxDY)	FSY	402,705	หน่วยต่อปี
ราคาค่าเชื้อเพลิง	FC	20	บาทต่อหน่วย
ค่าใช้จ่ายพลังงานที่ประหยัดได้			
$CSY = FSY \times C$	CSY	8,054,091	บาทต่อปี
ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา	MC	120,000	บาทต่อปี
ระยะเวลาการคืนทุน	ROI	0.01	ปี



ปัจจัยข้อที่ 4 การควบคุมค่า TDS ในน้ำใน หม้อไอน้ำ (Blowdown)

มีการควบคุม Blowdown ให้ค่า TDS (Total Dissolved Solid) น้ำในหม้อไอน้ำอยู่ในช่วง 3,150 - 3,500 ppm และ ให้ค่า TDS ในน้ำดิบป้อนไม่เกิน 165 ppm (ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมเรื่องคุณสมบัติของน้ำสำหรับหม้อน้ำปี 2549 : น้ำดิบป้อนหม้อไอน้ำ ความกระด้างไม่เกิน 10 ppm pH 5.8-9.5 น้ำในหม้อไอน้ำ TDS ไม่เกิน 3500 ppm และ pH 8.5 - 11.8)

นายไพฑูรย์ เ



ENERGIUS



ปัจจัยข้อที่ 4 การควบคุมค่า TDS ในน้ำ ในหม้อไอน้ำ (Blowdown)

แบบฟอร์มที่ 3 การปรับปรุงน้ำระบาย (Blowdown)

	สัญลักษณ์	ค่า	หน่วย
ประสิทธิภาพหม้อไอน้ำ	BE	75.77%	
ต้นทุนน้ำป้อนหม้อไอน้ำ			
แหล่งน้ำดิบ		น้ำบาดาล	
ปริมาณน้ำป้อนหม้อไอน้ำ	W	5,200	คิวต่อเดือน
ราคาค่าน้ำดิบ	CW	5	บาทต่อคิว
ค่าใช้จ่ายสารเคมีในการปรับปรุงคุณภาพน้ำป้อนหม้อไอน้ำ (ต่อเดือน)	CC	56,000	บาทต่อเดือน
หมายเหตุ รวมค่าใช้จ่ายสารเคมีที่ใช้ในการปรับคุณภาพน้ำทั้งหมด			
ต้นทุนน้ำดิบป้อนหม้อไอน้ำ (Total Water Cost)			
$TWC = (W \times CW + CC) / W$	TWC	15.77	บาทต่อคิว

ENERGENIUS



ปัจจัยข้อที่ 4 การควบคุมค่า TDS ในน้ำ ในหม้อไอน้ำ (Blowdown)

คุณสมบัติน้ำก่อนปรับปรุง			
อุณหภูมิน้ำดิบป้อนหม้อไอน้ำ	T1	30	°C
เอนทาลปีน้ำดิบป้อน (จากตารางไอน้ำ ภาคผนวกที่ 1 ช่อง h_l)	h_{l1}	125.2	kJ/kg
TDS น้ำดิบป้อน	D11	215	ppm
TDS น้ำในหม้อไอน้ำ	D12	2000	ppm
อัตราส่วนน้ำระบาย (Total Blowdown Rate)			
$\%TBD1 = D11/(D12-D11)$	$\%TBD1$	12%	%
ปริมาณน้ำระบาย (Blowdown) จากหม้อไอน้ำ			
ความดันไอน้ำที่ผลิต	P	9	bar
เอนทาลปีไอน้ำ (จากตารางไอน้ำอิ่มตัว ภาคผนวก 1 ช่อง h_g)	h_{g2}	2,773.8	kJ/kg
เอนทาลปีน้ำในหม้อไอน้ำ (จากตารางไอน้ำอิ่มตัว ภาคผนวก 1 ช่อง)	h_{l2}	741	kJ/kg
ปริมาณการระบายน้ำ (Blowdown) ที่ความดันบรรยากาศ	BD	20,000	kg/วัน
เอนทาลปีไอน้ำที่ 100 องศาเซลเซียส (บรรยากาศ)	h_{g100}	2,675	kJ/kg
เอนทาลปีน้ำที่ 100 องศาเซลเซียส (บรรยากาศ)	h_{l100}	419	kJ/kg
ไอน้ำแฟลช (Flash Steam) ที่เกิดขึ้นเมื่อระบายน้ำ (Blowdown)			
$FS = BD \times (h_{l2} - h_{l100}) / (h_{g100} - h_{l100})$	FS	2,854.61	kg
จำนวนวันทำงานต่อเดือน	DM	26	วันต่อเดือน
ปริมาณน้ำระบายจากหม้อไอน้ำ (Total Blowdown)			
$TBD1 = (BD + FS) \times DM$	TBD1	594,219.86	kg/เดือน



ปัจจัยข้อที่ 4 การควบคุมค่า TDS ในน้ำ ในหม้อไอน้ำ (Blowdown)

คุณสมบัติน้ำหลังปรับปรุง			
TDS น้ำดิบป้อน	D21	30	ppm
TDS น้ำในหม้อไอน้ำ	D22	3500	ppm
อัตราส่วนน้ำระบาย (Total Blowdown Rate)			
$\%TBD2 = D21 / (D22 - D21)$	$\%TBD2$	1%	%
ปริมาณน้ำระบายที่สามารถลดลงได้ (TBD Saving)			
$TBDS = TBD1 \times [1 - (\%TBD1 / \%TBD2)]$	TBDS	551,567.93	kg/เดือน
ต้นทุนน้ำที่ประหยัดได้ (Total Water Cost Saving)			
$TWCS = [TBDS \times TWC / (1,000 + C31)]$	TWCS	8,697.80	บาทต่อเดือน



ปัจจัยข้อที่ 4 การควบคุมค่า TDS ในน้ำ ในหม้อไอน้ำ (Blowdown)

ต้นทุนพลังงานที่ประหยัดได้			
ชนิดเชื้อเพลิง		น้ำมันเตาซี	ลิตร
ค่าความร้อนเชื้อเพลิง	H	39.77	MJ/ลิตร
ราคาเชื้อเพลิง	FC	20	บาทต่อลิตร
ปริมาณเชื้อเพลิงที่ประหยัดได้ (Fuel Unit Saving)			
$FUS = TBDS \times (h_{12} - h_{11}) / (1000 \times H \times BE)$	FUS	11,271.61	ลิตรต่อเดือน
ต้นทุนพลังงานที่ประหยัดได้			
$FCS = FUS \times FC$	FCS	225,432.13	บาทต่อเดือน
ผลประหยัดพลังงานและน้ำ (Total Cost Saving)			
$TCS = TWCS + FCS$	TCS	234,129.93	บาทต่อเดือน
เงินลงทุนในการปรับปรุงคุณภาพน้ำ	I	2,000,000.00	บาท
ผลตอบแทนการลงทุน			
$ROI = I / (TCS \times 12)$	ROI	0.71	ปี



ปัจจัยข้อที่ 5 พื้นผิวหม้อไอน้ำ ท่อส่งไอน้ำ

มีอุณหภูมิไม่เกิน 50°C

การสูญเสียความร้อนผ่านพื้นผิว คือ การสูญเสียความร้อนผ่านพื้นผิวของวัตถุที่มีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิบรรยากาศทำให้วัตถุมีอุณหภูมิลดลงซึ่งในระบบไอน้ำนั้น นอกจากจะสูญเสียความร้อนแล้วยังส่งผลให้ไอน้ำที่ส่งจ่ายไปยังอุปกรณ์มีคุณภาพลดลง ดังนั้นจึงควรหุ้มฉนวนหม้อไอน้ำระบบท่อส่งจ่ายไอน้ำ และอุปกรณ์ใช้ไอน้ำ โดยการนำฉนวนความร้อนมาห่อหุ้มพื้นผิวที่มีอุณหภูมิแตกต่างจากอุณหภูมิบรรยากาศแวดล้อม

อุณหภูมิ พื้นผิวท่อ
175°C



บรรยากาศ
อุณหภูมิ
35°C

ไม่หุ้มฉนวน



อุณหภูมิ พื้นผิว
ฉนวน 50°C

ฉนวนกันความร้อน
ลดการสูญเสียความร้อน

หุ้มฉนวน

ENERGENIS

ประเภทและหลักการเลือกวัสดุฉนวน

ชนิดของวัสดุฉนวน	ประเภท	อุณหภูมิใช้งาน ปลอดภัย (°C)	สภาพการนำความร้อน (W/m.K)	จุดเด่น
แอสเบตตอส (Asbestos)	ทรงกระบอก หมายเลข 1	550	ไม่เกิน 0.046 - 0.048	การติดตั้งสะดวก เหมาะสมกับบริเวณที่มีการ สั่นสะเทือน
	แผ่น หมายเลข 2	350	ไม่เกิน 0.041 - 0.046	
	ผ้าห่มทนความร้อน เชือกฉนวน	400		การติดตั้งสะดวก สามารถถอดได้ เหมาะสมกับวาล์วหน้าแปลน
ใยหิน (Rock Woll)	แผ่น ทรงกระบอก แถบ	400 - 600	ไม่เกิน 0.034 - 0.041	เหมาะสมกับอุณหภูมิสูง ใช้เป็นฉนวนของ หม้อไอน้ำ ถัง ท่อ และ ทางไฟ เป็นต้น
	แผ่น หมายเลข 1 8 K-24 K หมายเลข 2 10 K-96 K หมายเลข 3 96 K ทรงกระบอก หมายเลข 1 แถบ	300 - 350	ไม่เกิน 0.046 - 0.034 ไม่เกิน 0.049 - 0.031 ไม่เกิน 0.034 ไม่เกิน 0.032 ไม่เกิน 0.039	เป็นวัสดุฉนวนที่นิยมใช้กันมากที่สุด สภาพ การนำความร้อนต่ำความสามารถในการรักษา อุณหภูมิได้ดี
แคลเซียมซิลิเกต (Calcium Silicate)	แผ่น หมายเลข 1 1,000 °C ทรงกระบอก หมายเลข 2 650 °C	650	ไม่เกิน 0.050 ไม่เกิน 0.046	มีความแข็งแรงมากถ้าทำเป็นแบบสำเร็จรูป การติดตั้งง่ายและมีความทนทานได้ดี



การคำนวณความสูญเสียท่อส่งไอน้ำ

แบบฟอร์มที่ 4 การคำนวณความร้อนสูญเสียท่อส่งไอน้ำ

	สัญลักษณ์	ค่า	หน่วย
ข้อมูลการทำงาน			
ประสิทธิภาพหม้อไอน้ำ	BE	75.70%	
ชั่วโมงการทำงานต่อวัน	Hr	16	ชั่วโมงต่อวัน
วันทำงานต่อปี	DY	300	วันต่อปี
ชนิดเชื้อเพลิง		น้ำมันเตา	
หน่วยเชื้อเพลิง		ลิตร	
ค่าความร้อนเชื้อเพลิง	HV	39.77	MJ/หน่วย
ราคาเชื้อเพลิง	C	20	บาท



การคำนวณความสูญเสียท่อส่งไอน้ำ

ก่อนการปรับปรุง			
ความดันไอน้ำในท่อ	P	7	บาร์
อุณหภูมิผิวท่อ (เท่ากับอุณหภูมิไอน้ำ ดูตารางไอน้ำ)	T1	160	°C
อุณหภูมิผิวฉนวน กรณีมีการหุ้มฉนวนแล้ว (ถ้าเกิน 50°C เสื่อมสภาพแล้ว)	T2	120	°C
เส้นผ่าศูนย์กลางท่อที่ไม่ได้หุ้มฉนวน	D1	2	in (นิ้ว)
เส้นผ่าศูนย์กลางภายนอกที่หุ้มฉนวนแล้ว	D2	3	in (นิ้ว)
เปิดตารางการสูญเสียความร้อนของพื้นผิว	HL1	0.39	kW/m/ชั่วโมง
ถ้าเป็นท่อไม่หุ้มฉนวนใช้ค่าอุณหภูมิไอน้ำ และเส้นผ่าศูนย์กลางท่อไอน้ำ ถ้าเป็นกรณีท่อหุ้มฉนวนใช้ค่าอุณหภูมิภายนอก และเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ย ภายนอกที่หุ้มฉนวน (กรณีฉนวนชำรุด)			
ความยาวท่อ		50	เมตร
ข้อต่อหน้าแปลน		2	เมตร
วาล์ว		1	เมตร
ความยาวท่อ + (0.4 x จำนวนข้อต่อหน้าแปลน) + (1.2 x จำนวนวาล์ว)	L	52	เมตร
ความร้อนสูญเสียทั้งหมดก่อนปรับปรุง (Total Heat Loss1)			
THL1 = HL1 x L x Hr x DY	THL1	97,344.00	kWh/y

ENERGENIUS



การคำนวณความสูญเสียท่อส่งไอน้ำ

หลังปรับปรุง (เปลี่ยนหรือติดตั้งฉนวน)			
เลือกความหนาฉนวนจากภาคผนวก หรือโปรแกรม 3E Plus	in	1.5	in (นิ้ว)
(ความหนาของฉนวนความร้อนที่เหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์ โดยใช้เส้นผ่านศูนย์กลางท่อ และอุณหภูมิท่อ)		38	mm
เลือกชนิดฉนวน		ฉนวนใยแก้ว	
การสูญเสียความร้อนหลังติดตั้งหรือเปลี่ยนฉนวนที่เลือก	HL2	36.76	W/m
ณ อุณหภูมิผิวท่อ		0.03676	kW/m
อุณหภูมิหลังหุ้มฉนวน		44.23	°C
ความร้อนสูญเสียทั้งหมดหลังปรับปรุงต่อปี (Total Heat Loss2)			
THL2 = HL2 x L x Hr x DY	THL2	9,175.30	kWh/y

ENERGENIUS



การคำนวณความสูญเสียท่อส่งไอน้ำ

การสูญเสียความร้อนที่ลดลงและผลประหยัด			
การสูญเสียความร้อนที่ลดลง (Total Heat Loss Saving)			
$THS = THL1 - THL2$	THS	88,168.70	kWh/y
$THS = THS \times 3.6$		317,407.33	MJ/y
เชื้อเพลิงที่ประหยัดได้ (Fuel Saving)			
$FS = THS / (HV \times BE)$	FS	10,543.03	ลิตรต่อปี
ค่าเชื้อเพลิงที่ประหยัดได้ (Fuel Cost Saving)			
$FCS = FS \times C$	FCS	210,860.62	บาทต่อปี
เงินลงทุนจำนวน			
	I	50,000.00	บาท
ผลตอบแทนการลงทุน			
$ROI = I/FCS$	ROI	0.24	ปี

ENERGENIUS

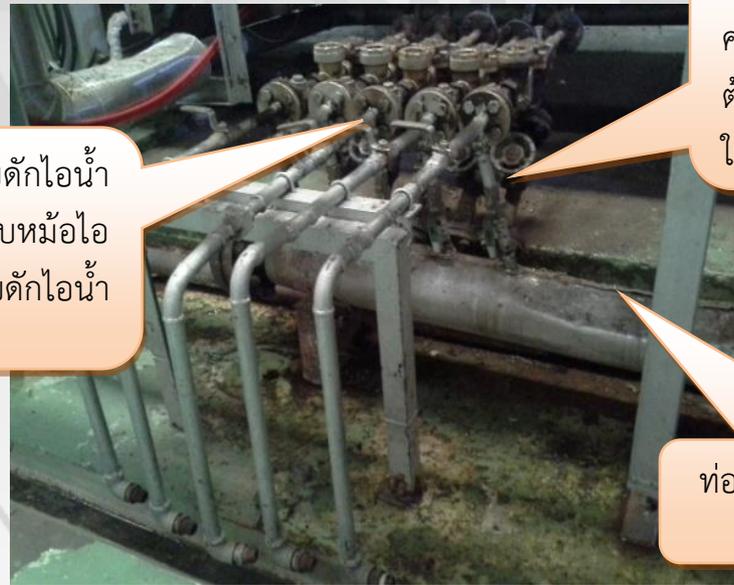


ปัจจัยข้อที่ 6 จำนวน Steam Trap เสียไม่เกิน 10%

การตรวจสอบกับดักไอน้ำ

วิธีการตรวจสอบกับดักไอน้ำ สามารถตรวจสอบได้หลายวิธีดังนี้

1. ติดตั้งวาล์วหลังกับดักไอน้ำเพื่อใช้ตรวจสอบกับดักไอน้ำว่ารั่วหรือไม่



วาล์วเปิด-ปิดด้วยมือ หลังกับดักไอน้ำ และวาล์วนำคอนเดนเสทกลับหม้อไอน้ำ เมื่อต้องการตรวจสอบ กับดักไอน้ำ ให้ทำการเปิด

วาล์วจ่าย เปิด-ปิดด้วยมือ นำคอนเดนเสทกลับหม้อไอน้ำ เมื่อต้องการตรวจสอบ กับดักไอน้ำ ให้ทำการปิด

ท่อคอนเดนเสท นำกลับหม้อไอน้ำ



ปัจจัยข้อที่ 6 จำนวน Steam Trap เสียไม่เกิน 10%

การตรวจสอบกับดักไอน้ำ

- ติดตั้ง Sight Glass ที่ด้านหลังของกับดักไอน้ำเพื่อตรวจสอบการทำงานของกับดักไอน้ำ และดูไอน้ำรั่ว



เมื่อกับดักไอน้ำทำงาน จะปล่อยคอนเดนเสทออกมา ทำให้ลูกบอลเคลื่อนที่ให้เห็น และเมื่อกับดักไอน้ำปิด ลูกบอลจะหยุด

นายไฟฟู

ENERGENIUS



ปัจจัยข้อ 6 จำนวน Steam Trap เสียไม่เกิน 10%

การตรวจสอบกับดักไอน้ำ

3. การใช้เครื่องวัดอุณหภูมิตรวจสอบกับดักไอน้ำอุณหภูมิด้านเข้าและออกของกับดักไอน้ำ ถ้าไม่แตกต่างกันแสดงว่ากับดักไอน้ำทำงานตลอดเวลาหรือรั่ว
4. การใช้เครื่องอัลตราโซนิกส์ตรวจสอบหรือใช้เครื่องทดสอบตรวจวัดกับดักไอน้ำ (อาศัยผู้เชี่ยวชาญ)

นายไพฑูรย์ เตชะ นวณิช

ENERGENIUS



ข้อมูล Steam Trap รั่ว

แบบฟอร์มที่ 6 การคำนวณความสูญเสียจาก Steam Trap รั่ว

ข้อมูล Steam Trap รั่ว										
ลำดับ ที่	steam trap หมายเลข	ตำแหน่งติดตั้ง	ยี่ห้อ	ชนิด	ขนาดกัก ไอน้ำ(mm)	เส้นผ่าศูนย์กลาง รูรั่ว(mm)	A=พื้นที่หน้าตัด (mm ²)	ความดันใช้งาน ที่ steam trap(บาร์ ความดัน สมบูรณ์)	(LF) control valve loading factor	$m_L =$ (A/3.24)x(P) x LF (kg/hr)
1	101	Header1	Spirex Sarco	เทอร์โมไดนามิค	25	4	12.56	9	100%	34.89
2	102	Header2	Spirex Sarco	เทอร์โมไดนามิค	25	4	12.56	9	100%	38.82
3	103	ท่อเมน	Spirex Sarco	เทอร์โมไดนามิค	25	4	12.56	9	100%	38.82
4	104	ท่าส่ง	Spirex Sarco	เทอร์โมไดนามิค	25	4	12.56	9	100%	38.82
5	106	ลูกรีด1	Spirex Sarco	ลูกลอย	25	3	7.065	6	45%	6.88
6	107	ลูกรีด2	Spirex Sarco	ลูกลอย	25	3	7.065	6	50%	7.65
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
									รวม	165.86



ข้อมูล Steam Trap รั่ว

ข้อมูลการทำงาน	สัญลักษณ์	ค่า	หน่วย
ประสิทธิภาพหม้อไอน้ำ	BE	75.70%	%
ความดันไอน้ำที่ผลิต	P	9.00	บาร์
เอนทาลปีไอน้ำ	h_{g2}	2,773.8	kJ/kg
อุณหภูมิน้ำป้อนหม้อไอน้ำ	T1	90	°C
เอนทาลปีน้ำป้อน	h_{l1}	377	kJ/kg
ชั่วโมงการทำงานต่อวัน	Hr	16	ชั่วโมงต่อวัน
วันทำงานต่อปี	DY	300	วันต่อปี
ชนิดเชื้อเพลิง		น้ำมันเตา	
หน่วยเชื้อเพลิง		ลิตร	
ค่าความร้อนเชื้อเพลิง	HV	39.77	MJ/หน่วย
ราคาเชื้อเพลิง	C	20	บาท



การประเมินการสูญเสียจาก Steam Trap รั่ว

การประเมินการสูญเสียพลังงาน			
ไอน้ำรั่วจากก๊อบดักไอน้ำ	TLL	152.21	kg/ชั่วโมง
เชื้อเพลิงที่ประหยัดได้	FS	58,167	ลิตรต่อปี
$FS = TLL \times (h_{g2} - h_{l1}) \times Hr \times Dy / (BE \times HV \times 1000)$			
ค่าเชื้อเพลิงที่ประหยัดได้			
$FCS = FS \times C$	FCS	1,163,332.78	บาทต่อปี
เงินลงทุน Steam Trap	I	72,000.00	บาท
ผลตอบแทนการลงทุน			
$ROI = I / FCS$	ROI	0.06	ปี



ปัจจัยข้อที่ 7 ปริมาณคอนเดนเสท (Condensate) ส่งคืน หม้อไอน้ำสูงกว่า 80% (ยกเว้น คอนเดนเสทไม่สะอาด)

- ◎ คอนเดนเสทมีพลังงานเหลืออยู่สูงถึงประมาณ 20% ดังนั้นการนำคอนเดนเสทกลับคืนหม้อไอน้ำ จะสามารถประหยัดพลังงานได้อย่างมาก

T	p	v _l	v _g	h _l	h _g	R	s _l	s _g
°C	Bar	dm ³ /kg	m ³ /kg	kJ/kg	kJ/kg	kJ/kg	kJ/(kg K)	kJ/(kg K)
165.00	7.0047	1.1084	0.27268	697.12	2763.20	2066.08	1.9921	6.7075
166.00	7.1801	1.1096	0.26637	701.50	2764.26	2062.76	2.0020	6.6992
167.00	7.3589	1.1108	0.26023	705.88	2765.30	2059.43	2.0119	6.6908
168.00	7.5412	1.1121	0.25426	710.26	2766.34	2056.08	2.0218	6.6825
169.00	7.7271	1.1133	0.24846	714.65	2767.36	2052.71	2.0317	6.6743
170.00	7.9166	1.1146	0.24282	719.04	2768.37	2049.33	2.0416	6.6660
171.00	8.1098	1.1158	0.23732	723.43	2769.37	2045.94	2.0514	6.6578
172.00	8.3067	1.1171	0.23198	727.8				
173.00	8.5073	1.1184	0.22678	732.2				

T	p	v _l	v _g	h _l	h _g	R	s _l	s _g
°C	Bar	dm ³ /kg	m ³ /kg	kJ/kg	kJ/kg	kJ/kg	kJ/(kg K)	kJ/(kg K)
32.00	0.0476	1.0053	29.53890	133.66	2559.54	2425.88	0.4626	8.4124
33.00	0.0503	1.0057	28.00977	137.88	2561.35	2423.47	0.4764	8.3923
34.00	0.0532	1.0060	26.57055	142.11	2563.15	2421.05	0.4901	8.3724
35.00	0.0563	1.0063	25.21539	146.33	2564.96	2418.63	0.5039	8.3527
36.00	0.0595	1.0067	23.93883	150.56	2566.76	2416.20	0.5176	8.3332
37.00	0.0628	1.0070	22.73582	154.78	2568.56	2413.78	0.5312	8.3138
38.00	0.0663	1.0074	21.60164	159.01	2570.35	2411.35	0.5448	8.2946

EN



ปัจจัยข้อที่ 7 ปริมาณคอนเดนเสท (Condensate) ส่งคืน หม้อไอน้ำสูงกว่า 80% (ยกเว้น คอนเดนเสทไม่สะอาด)

ข้อมูลการทำงานระบบไอน้ำ

แบบฟอร์มที่ 7 การคำนวณการนำคอนเดนเสทกลับ

ข้อมูลการทำงาน	สัญลักษณ์	ค่า	หน่วย
ประสิทธิภาพหม้อไอน้ำ	BE	75.70%	
ความดันไอน้ำที่ผลิต	P	9.00	บาร์
เอนทาลปีไอน้ำ	h_{g2}	2,773.8	kJ/kg
อุณหภูมิน้ำดิบป้อนหม้อไอน้ำ	T1	35	°C
เอนทาลปีดิบน้ำป้อน	h_{l1}	146	kJ/kg steam
ชั่วโมงการทำงานต่อวัน	Hr	16	ชั่วโมงต่อวัน
วันทำงานต่อปี	DY	300	วันต่อปี
ชนิดเชื้อเพลิง		น้ำมันเตา	
หน่วยเชื้อเพลิง		ลิตร	
ค่าความร้อนเชื้อเพลิง	HV	39.77	MJ/ลิตร
ราคาเชื้อเพลิง	C	20	บาท
เอนทาลปีคอนเดนเสทที่บรรยากาศ (100 °C)	h_{lc}	419	kJ/kg steam



การประเมินผลการดำเนินการกลับคอนเดนเสท

ก่อนการปรับปรุง			
ต้นทุนน้ำป้อนหม้อไอน้ำ			
แหล่งน้ำดิบ		น้ำบาดาล	
ปริมาณน้ำป้อนหม้อไอน้ำ(ต่อเดือน)(ติดตั้งมิเตอร์)	W	5,200	ลบ.ม.ต่อเดือน
ราคาค่าน้ำดิบ	CW	5	บาทต่อลบ.ม.
ค่าใช้จ่ายสารเคมีในการปรับปรุงคุณภาพน้ำป้อนหม้อไอน้ำ (ต่อเดือน)	CC	56,000	บาท
หมายเหตุ รวมค่าใช้จ่ายสารเคมีที่ใช้ในการปรับคุณภาพน้ำทั้งหมด			
ต้นทุนดินน้ำป้อนหม้อไอน้ำ			
Total Water Cost (TWC) = (WxWC+CC)/W	TWC	15.77	บาทต่อคิว
ปริมาณน้ำคอนเดนเสทนำกลับต่อเดือน (ติดตั้งมิเตอร์)	CR1	0	คิวต่อเดือน
อัตราการนำกลับคอนเดนเสท			
CR1 rate = CR1/W x 100	CR1 rate	0.00	

ENERGENIUS



การประเมินผลการดำเนินการกักเก็บคอนเดนเสท

หลังการปรับปรุงนำคอนเดนเสทกลับมาไอน้ำ			
ปริมาณน้ำป้อนหม้อไอน้ำต่อเดือน (ติดตั้งมิเตอร์)	CR2	4,400	คิวต่อเดือน
อัตราการนำกลับคอนเดนเสท	CR2 rate	85%	
ประหยัดน้ำได้			
$TWCS = TWC \times CR2$	TWCS	69,384.62	บาทต่อเดือน
พลังงานที่ประหยัดได้ต่อเดือน			
$ES = CR2 \times (h_{lc} - h_{l1})$	ES	1,201,200.00	MJต่อเดือน
เชื้อเพลิงที่ประหยัดได้			
$FS = ES / (HV \times BE)$	FS	39,899.17	ลิตรต่อเดือน
ค่าพลังงานที่ประหยัดได้			
$FCS = FS \times C$	FCS	797,983.38	บาทต่อเดือน
รวมผลประหยัดพลังงานและน้ำ	TCS	867,368.00	บาทต่อเดือน
$TCS = TWCS + FCS$		10,408,416.00	บาทต่อปี
เงินลงทุนในการปรับปรุง	I	3,000,000.00	บาท
ผลตอบแทนการลงทุน			
$ROI = I / (TCS)$	ROI	0.29	ปี



การบันทึกข้อมูลปัจจัยที่มีผลต่อ ประสิทธิภาพพลังงานของระบบไอน้ำ

นายไพฑูรย์ เตชะ นวณิช

ENERGENIUS



การบันทึกข้อมูลปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพ พลังงานของระบบไอน้ำ

แบบฟอร์มที่ 8 สรุปปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพระบบไอน้ำ

ตรวจวัด ณ วันที่

ข้อ	เกณฑ์	ค่าตามเกณฑ์	ค่าจากการตรวจวัด	ผลการประเมิน (ผ่าน-ไม่ผ่าน)	แนวทางการแก้ไข
1	ประสิทธิภาพเครื่องหม้อไอน้ำ(ไอน้ำที่ผลิตได้เทียบกับพลังงานเชื้อเพลิงที่ใช้) สูงกว่า 80 % สำหรับเชื้อเพลิงเหลวและก๊าซ และสูงกว่า 75% สำหรับเชื้อเพลิงแข็ง	ชนิดเชื้อเพลิง... เหลว ประสิทธิภาพ =... 80 ... (%)	=... 73.98 ... (%)	() ผ่าน (/) ไม่ผ่าน	ปรับปรุงประสิทธิภาพการเผาไหม้ (ออกซิเจนส่วนเกินในไอเสีย) ตรวจสอบอุณหภูมิไอเสียทิ้ง
2	ออกซิเจนส่วนเกินในไอเสียเชื้อเพลิงแก๊ส 3% น้ำมัน 5% เชื้อเพลิงแข็ง 10%	ชนิดเชื้อเพลิง... เหลว ออกซิเจนส่วนเกินในไอเสียตามเกณฑ์ =... 5 ... (%)	=... 8 ... %	() ผ่าน (/) ไม่ผ่าน	ปรับปรุงประสิทธิภาพการเผาไหม้
3	อุณหภูมิก๊าซไอเสียทิ้ง (Flue Gas) สูงกว่าอุณหภูมิความดันไอน้ำอิมตัวไม่เกิน 50°C ก่อนเข้า Economizer (ยกเว้นเชื้อเพลิงมีซัลเฟอร์อุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 200°C)	ความดันไอน้ำที่ผลิต .9 บาร์ อุณหภูมิความดันไอน้ำอิมตัว... 175 ... °C (X) ค่าตามเกณฑ์... 225 °C (X+50) °C	อุณหภูมิไอเสียทิ้ง ... 280 ... °C	() ผ่าน (/) ไม่ผ่าน	ตรวจสอบทำความสะอาดท่อไอน้ำ และท่อไฟ



การบันทึกข้อมูลปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพ พลังงานของระบบไอน้ำ

4	มีการควบคุม Blow-down ให้ค่า TDS(Total Dissolved Solid)น้ำในหม้อไอน้ำอยู่ในช่วง 3,150-3,500 ppm และ ให้ค่า TDS ในน้ำดิบป้อนไม่เกิน 165 ppm (ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมเรื่อง คุณสมบัติของน้ำสำหรับ หม้อน้ำ ปี 2549 : น้ำป้อนหม้อไอน้ำ ความกระด้างไม่เกิน 10 ppm pH 5.8-9.5 น้ำในหม้อไอน้ำ TDS ไม่เกิน 3500 ppm และ pH 8.5-11.8)	ค่า TDS น้ำดิบป้อนหม้อไอน้ำไม่เกิน 165 ppm และ ในน้ำในหม้อไอน้ำอยู่ในช่วง 3,150-3,500 ppm	ค่า TDS ในน้ำป้อนหม้อไอน้ำ 500 ppm ค่า TDS ในน้ำในหม้อไอน้ำ 2,500 ppm	() ผ่าน (/) ไม่ผ่าน	ปรับปรุงคุณภาพน้ำป้อน(หาแหล่งน้ำใหม่ หรือ ใช้ระบบน้ำ RO(Reverse Osmosis) ปรับตั้งค่า Blow-down ใหม่
5	พื้นผิวหม้อไอน้ำ ท่อส่งไอน้ำมีอุณหภูมิไม่เกิน 50 °C	อุณหภูมิไม่เกิน 50 °C	อุณหภูมิ...80... °C	() ผ่าน (/) ไม่ผ่าน	ตรวจสอบและปรับปรุงฉนวน
6	จำนวน Steam Trap เสียไม่เกิน 10 % (จำนวนกับตักไอน้ำ)	จำนวน Steam Trap ทั้งหมด... 50.....ตัว เสียไม่เกิน 10%	จำนวน Steam Trap ที่ เสีย6.....ตัว คิดเป็น...12.....%		ซ่อมและเปลี่ยน
7	ปริมาณคอนเดนเสท (Condensate) ส่งคืนหม้อไอน้ำสูงกว่า 80 % (ยกเว้น คอนเดนเสทไม่สะอาด)	อัตราส่งคืนคอนเดนเสทสูงกว่า 80 %	อัตราส่งคืนคอนเดนเสท0.....%	() ผ่าน (/) ไม่ผ่าน	ปรับปรุงระบบนำคอนเดนเสทกลับ



Thank you for your Attention

Dr.Paitoon Termsinvanich

Energenius Co.,ltd

www.energeniusth.com

Email: paitoontsv.eng@gmail.com

นายไพฑูรย์ เตลสันวานิช

Tel.081-647-0229

ENERGENIUS