

Title: Fire Pump Engine Failure Troubleshooting at BTF plant (Sea water application)

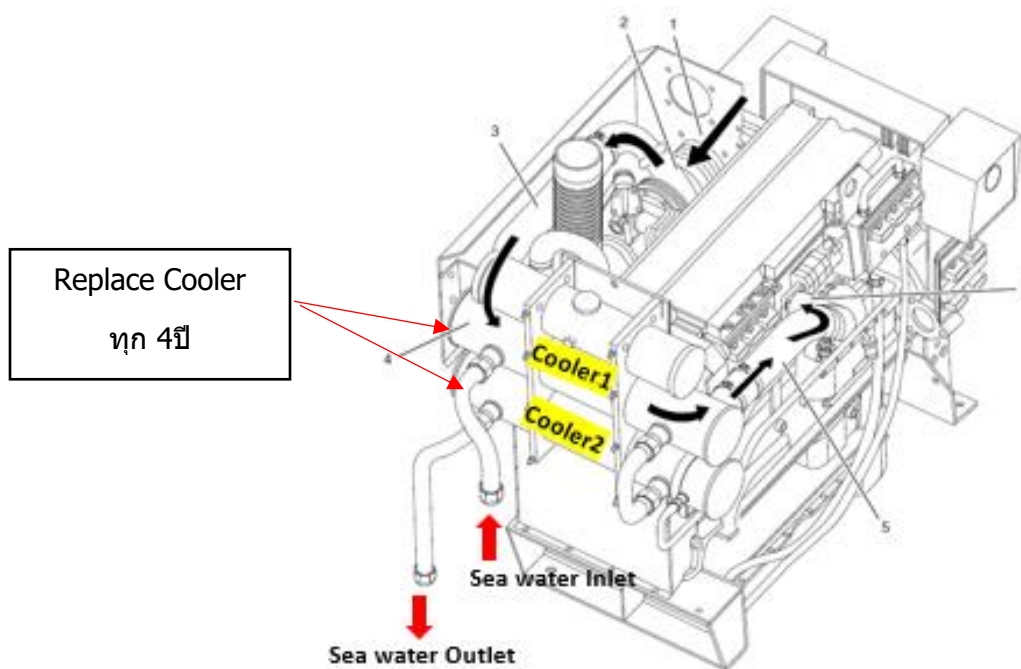
Abstract Summary:

เนื่องจาก Fire pump system ที่ BTF plant ถูก Design ให้ใช้ Sea water เป็น Service Fluid จำนวน 3unit ซึ่งการออกแบบ/ติดตั้งอ้างอิงตาม NFPA20 โดย Engine drive แบ่งเป็น Radiator type 1Unit และ Heat exchanger water supply type 2Unit ซึ่งข้อกำหนดของ NFPA20 ระบุว่าหากเลือกใช้ประเภท Heat exchanger water supply type>> water source ที่ใช้ Cooling Engine จะต้อง Connect จาก Discharge ของ Pump เท่านั้น ซึ่งจากข้อกำหนดดังกล่าวส่งผลให้ Engine ที่ BTF 2unit พบปัญหา Corrosion บ่อยครั้งจาก Material design ของ Engine ที่ไม่เหมาะสม ดังนั้นคณะทำงานจึงดำเนินการศึกษาแนวทางการลด Corrosion และ Implement ซึ่งช่วยเพิ่ม Plant Safety และลด Maintenance cost ได้กว่า 0.95MB/Y

Abstract Detail:

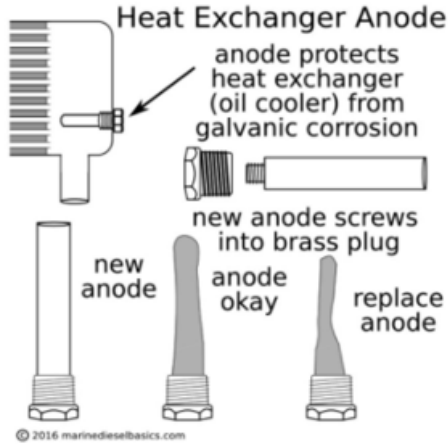
สืบเนื่องจาก Fire pump Engine ประเภท Heat exchanger water supply type ที่ BTF พบปัญหา Corrosion จาก Sea water application บ่อยครั้งซึ่งส่งผลให้ Engine ทารบไม่ได้และส่งผลต่อ Plant Safety ซึ่งทางคณะทำงานได้ Investigate และพบว่าส่วนหนึ่งเกิดจากการตกหล่นของข้อมูลใน Phase engineering ทำให้การ Sourcing engine model สำหรับ Sea water application ไม่เหมาะสม ซึ่งพบปัญหา Cooler leak และ Sea water ไหลเข้า Engine ตามมา โดยคณะทำงานได้รวบรวมวิธีแก้ปัญหา ดังนี้

วิธีที่ 1 : Replace Cooler (Heat exchanger ที่ Tap sea water discharge pump มาแลกเปลี่ยนความร้อนกับ Air, Lube oil) ตาม Time interval (กำหนดทุกๆ4ปี) โดยยึดจาก Historical data ซึ่งพบปัญหา Cooler รั่วครั้งแรกหลังจากใช้งานมา 5ปี



วิธีที่ 2 : ติดตั้ง Galvanic Anode (Zinc Rod) เพื่อให้ Zinc Rod ทำหน้าที่เสียประจุแทน Cooler (Material เป็น Copper)

Engine and heat exchanger are made from different metals. These metals must be protected from galvanic corrosion by an anode. If not, the raw water, flowing through the heat exchanger, acting as an electrolyte, conducts electricity to eat away at the least noble metal (galvanic corrosion is the most common source of heat exchanger failure).



Using Anodes to Protect other Metals

Galvanic corrosion of the metals in a heat exchanger can be prevented by using a sacrificial anode - the metal of the anode is consumed instead of the brass or tin in the heat exchanger.

Take care to:

1. make sure the correct anode is being used for the type of raw water
2. check the condition of the anode at least every 6 months and the anode is changed when about 50% consumed.

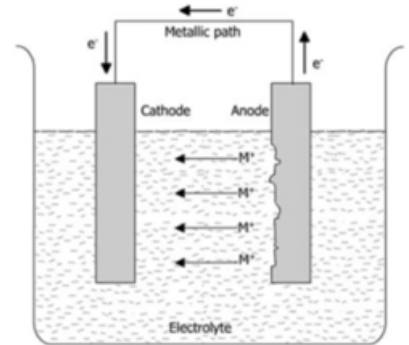
Types of anode:

- aluminum – can be used in all types of water – salt water, brackish, polluted and fresh water
- zinc – use in sea water/ salt water. Do not use in fresh water because they are prone to developing a whitish calcareous coating which prevents them from working.
- magnesium – use in fresh water (electrically very active and will be consumed too quickly if used in salt or brackish or polluted water).

Plan to Replace

Existing

Material	Voltage	
Magnesium	-2.34	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="flex: 1; border-left: 1px solid black; margin: 0 5px;"></div> <div style="flex: 1; border-left: 1px solid black; margin: 0 5px;"></div> <div style="flex: 1; border-left: 1px solid black; margin: 0 5px;"></div> <div style="flex: 1; border-left: 1px solid black; margin: 0 5px;"></div> <div style="flex: 1; border-left: 1px solid black; margin: 0 5px;"></div> <div style="flex: 1; border-left: 1px solid black; margin: 0 5px;"></div> <div style="flex: 1; border-left: 1px solid black; margin: 0 5px;"></div> <div style="flex: 1; border-left: 1px solid black; margin: 0 5px;"></div> <div style="flex: 1; border-left: 1px solid black; margin: 0 5px;"></div> <div style="flex: 1; border-left: 1px solid black; margin: 0 5px;"></div> </div>
Aluminum	-1.67	
Zinc	-0.76	
Cast Iron/Steel	-0.44	
Brasses	-0.28	
Tin	-0.14	
Lead	-0.13	
Hydrogen	0.00	
Copper	+0.34	
Silver	+0.86	
Graphite (Carbon)	+0.86	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="flex: 1; border-left: 1px solid black; margin: 0 5px;"></div> <div style="flex: 1; border-left: 1px solid black; margin: 0 5px;"></div> <div style="flex: 1; border-left: 1px solid black; margin: 0 5px;"></div> <div style="flex: 1; border-left: 1px solid black; margin: 0 5px;"></div> <div style="flex: 1; border-left: 1px solid black; margin: 0 5px;"></div> <div style="flex: 1; border-left: 1px solid black; margin: 0 5px;"></div> <div style="flex: 1; border-left: 1px solid black; margin: 0 5px;"></div> <div style="flex: 1; border-left: 1px solid black; margin: 0 5px;"></div> <div style="flex: 1; border-left: 1px solid black; margin: 0 5px;"></div> <div style="flex: 1; border-left: 1px solid black; margin: 0 5px;"></div> </div>
Platinum	+0.90	
Gold	+1.36	



โดยวิธีที่ 2 เป็นวิธีที่นิยมใช้กับเครื่องยนต์ที่ใช้งานกับน้ำทะเล หรือเครื่องยนต์เรือ



วิธีที่ 3 : Replace material Cooler โดย OEM Recommend เป็น Ni alloy

แต่จากการตรวจสอบคุณสมบัติ Thermal conductivity พบว่า Ni < Cu ประมาณ 4 เท่า ซึ่งคณะทำงานพิจารณาแล้วว่าอาจส่งผลต่อปัญหา Overheat ได้

TABLE 20.1 Electrical Resistivity and Thermal Conductivity of Copper and Other Pure Commercial Metals at 293 K.

	Electrical Resistivity	Thermal Conductivity	Relative Electrical Conductivity	Relative Thermal Conductivity
(Metal 100)	at 293 K, $\mu\Omega\text{cm}$	$\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$	(Copper = 100)	(Copper = 100)
Silver	1.63	419	104	106
Copper	1.694	397	100	100
Gold	2.2	316	77	80
Aluminum	2.67	238	63	60
Beryllium	3.3	194	51	49
Magnesium	4.2	155	40	39
Tungsten	5.4	174	31	44
Zinc	5.96	120	28	30
Nickel	6.9	89	24	22
Iron	10.1	78	17	20
Platinum	10.58	73	16	18
Tin	12.6	73	13	18
Lead	20.6	35	8.2	8.8
Titanium	54	22	3.1	5.5
Bismuth	117	9	1.4	2.2

Adapted from Brandes, E. A., Ed., *Smithells Metals Reference Book*, Sixth Edition, Butterworth, Inc. 1983. (Used by permission.)

หลังจากรวบรวมวิธีแก้ปัญหาทั้งหมด คณะทำงานได้สรุปเป็น Option โดยเปรียบเทียบข้อดี/ข้อเสียดังนี้

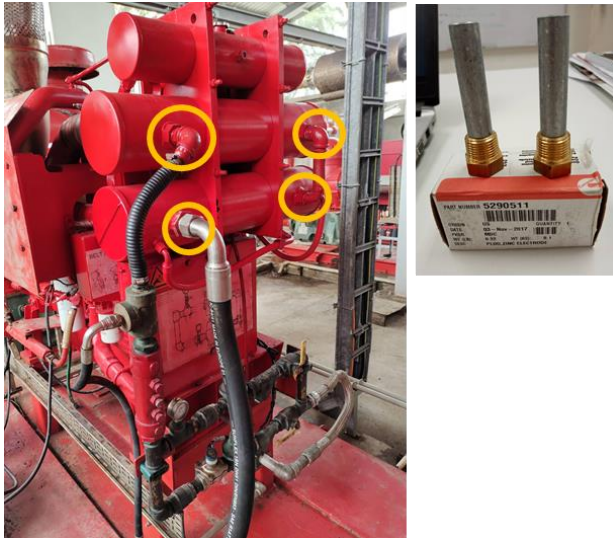
แนวทางแก้ไข	ข้อดี	ข้อเสีย
Option1 - ติดตั้ง Galvanic Anode (Zinc Rod) - Replace Cooler ตาม Vendor Recommendation (ทุก 4ปี)	- Reliability ของ Engine สูงกว่าการแก้ไข Option อื่น	- เสียค่าใช้จ่ายในการ Replace cooler ทุก 4ปี
Option2 - ติดตั้ง Galvanic Anode (Zinc Rod)	- ไม่เสียค่าใช้จ่าย Replace Cooler ทุก 4ปี	- Reliability ต่ำกว่า Option1 - มีโอกาสเกิด Leak มากกว่า Option1 ซึ่งอาจก่อให้เกิด Maintenance cost สูงตามมาได้
Option3 - Replace material Cooler เป็น Ni alloy	- Material (Ni) ทนต่อการ Corrosion จาก sea water ดีกว่า Cu (Existing)	- Vendor ไม่มี Reference ที่สามารถ guarantee ว่าแก้ Corrosion ได้100% - จากการตรวจสอบ Thermal conductivity พบว่า Ni < Cu ประมาณ 4 เท่า ซึ่งอาจส่งผลต่อ Engine overheat ตามมา

Conclusion

คณะกรรมการลงความเห็นดำเนินการ Option1 เนื่องจากเพิ่ม Reliability ให้ Engine ได้สูงสุด โดยมี CAPEX 0.082 MB (ติดตั้ง Galvanic Anode), OPEXเฉลี่ย 0.26 MB/Y (Replace Zinc Rod ทุกปี และ cooler ทุก4ปี) ซึ่งลด Maintenance cost ได้ 0.95MB/Y

Note

1. ภาพแสดง จุดติดตั้ง Galvanic Anode (Zinc Rod)



2. Estimate Investment and Benefit Calculation option 1 & 2

Existing				
ระยะเวลาการใช้งาน	7	ปี		
จำนวน Unit ติดตั้ง	2	EA.		
ค่าใช้จ่าย CM รวมจากปัญหา Cooler รั่ว (ตลอดการใช้งาน)	8,096,843	บาท		
ค่าใช้จ่าย CM รวมจากปัญหา Cooler รั่ว (เฉลี่ยต่อปี)	1,156,692	บาท/ปี		
Option1 : ติดตั้ง Galvanic anode + Replace Cooler			Y1	Y2
ติดตั้ง Zinc Rod	21,600			
งาน Modify existing fitting	60,000			
งาน Replace Zinc Rod 1ครั้ง/ปี		21,600	21,600	21,600
งาน Replace cooler 4ปี/ครั้ง (Estimate 180,000บาท X 2EA. X 2Engine)	180,000	180,000	180,000	180,000
Total Investment (บาท)	261,600	201,600	201,600	201,600
Saving คงเหลือหลังหัก OPEX (บาท)		955,092	955,092	955,092
Option2 : ติดตั้ง Galvanic anode			Y1	Y2
ติดตั้ง Zinc Rod	21,600			
งาน Modify existing fitting	60,000			
งาน Replace Zinc Rod 1ครั้ง/ปี		21,600	21,600	21,600
Total Investment (บาท)	81,600	21,600	21,600	21,600
Saving คงเหลือหลังหัก OPEX (บาท)		1,135,092	1,135,092	1,135,092