

Box coolers, o que é? Como surgiu? Como funciona?

José Maria Cruz Lima

Os "box coolers" ou sistema de resfriamento casco/tubo, são sistemas de resfriamento utilizados em navios e rebocadores para manter as temperaturas dos motores e outros componentes dentro de níveis operacionais. A tecnologia de resfriamento em navios evoluiu ao longo do tempo, mas não há uma data específica para o surgimento dos "box coolers" em navios e rebocadores.

No entanto, sistemas de resfriamento em navios têm sido uma parte essencial do design marítimo por muitas décadas. O desenvolvimento de tecnologias de resfriamento para motores marítimos e sistemas de propulsão está ligado à evolução da engenharia naval e às necessidades da indústria naval ao longo do tempo. Portanto, a introdução dos "box coolers" ocorreu gradualmente à medida que a tecnologia marítima avançou.

Uma grande **vantagem** desse sistema de resfriamento é a **ausência de circulação de água salgada na parte interna das embarcações**. Porém, como **ônus**, temos: **incrustação marinha**, a qual é acelerada sobremaneira devido as altas temperaturas ao redor dos tubos submerso na água do mar; e **deficiência de troca de calor** com a embarcação em DP ou parada, seja no fundeio ou atracada.

A troca de calor com a água do mar se dá através da corrente de convecção formada pela diferença de temperatura, ou seja, a água do mar em contato com a tubulação do box cooler aquece, fazendo com que ocorra um movimento de circulação de água do mar de baixo para cima; dependendo da temperatura da água do mar essa circulação pode causar deficiência na troca de calor.

O que fazer na próxima docagem?

Dividi em nove tópicos para melhor entendimento:

- 1) Vistoria prévia para análise das condições da instalação de cada box cooler;
 - A) Observar se no teto do compartimento possui olhais de fixação para movimentação do resfriador;
 - B) Verificar se todos os estojos, porcas e arruelas são de aço inox (MUITO IMPORTANTE). Se forem de aço, poderão causar atrasos dentro do dique. Recomendo a troca, se possível antes da docagem. Estojo, porca e arruela plana de inox têm um custo elevado, porém mais caro é atrasar a estadia no dique;
 - C) Verificar no manual do fabricante as juntas e recomendações para o seu equipamento;
 - D) Negociar com o estaleiro a troca do esquema de pintura, no caso do compartimento do box cooler não ter o silicone aplicado.

Inspeção prévia



Dificuldades de remoção, estojo, arruela e porca de aço comum



2) Inspeção do box cooler dentro do dique;

A inspeção na entrada do dique vai possibilitar uma análise do sistema ICAF (biocida à base de Ion de Cobre) para matar os mariscos e o nível de desgastes dos anodos, os quais irão possibilitar uma análise da proteção anódica dessa região.

Visão dos eletrodos de cobre e conexões elétricas



3) Limpeza e inspeção do box cooler;

Box cooler após 5 anos em funcionamento



O lado da água mais quente do motor mais incrustado



Enviar os resfriadores para uma empresa especializada é fundamental para execução de uma limpeza química, teste hidrostático e tratamento dos tubos com um verniz especial que facilita a troca de calor.

Após limpeza



Teste Hidrostático



Pressão de ar



4) Instalação da tubulação de fluxo forçado (Total Flow);

A instalação do tubo com quatro edutores é uma inovação, visando mitigar a perda de rendimento na troca de calor quando a embarcação estiver operando em DP, atracado ou no fundeio.

Essa tubulação é constituída de quatro edutores ao longo de um tubo de 2", possuindo um ângulo de 45º graus para acelerar a corrente de convecção, melhorando em até 10 graus a eficiência do box cooler.

Total flow instalado, com silicone



Fabricação com tubo galvanizado de 2", quatro difusores de 1" para 1/2"



5) Áreas de vedação no caso

A inspeção da área de vedação é fundamental para a vedação do box cooler no casco da embarcação, observe minuciosamente a superfície de contato, em caso de corrosão repare e avalie o sistema de proteção catódica e anódica, juntamente com um especialista para busca a solução, se for o caso.

Verificação da sede de vedação



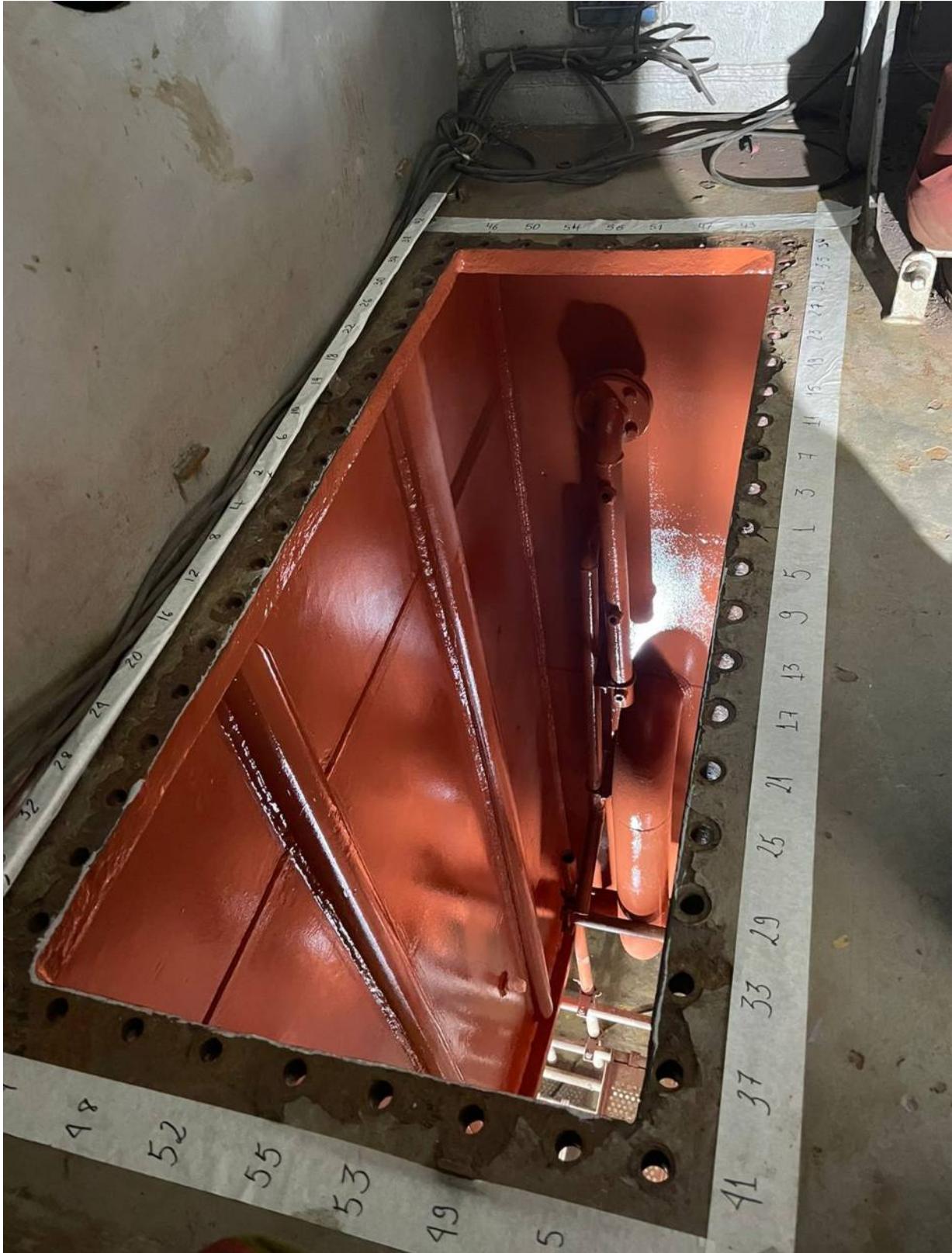
Verificação da sede de vedação



6) Sequência de aperto para fixação do box cooler no casco

A sequência de aperto é fundamental para uma vedação perfeita e duradoura, observe o torque recomendado pelo fabricante.

A marcação da sequência de aperto ao longo da furação é fundamental para evitar erros



7) Tratamento e pintura do compartimento do box cooler com silicone

O tratamento e pintura do compartimento do box cooler é fundamental para retardar a presença de vida marinha na tubulação exposta no mar.

O princípio da incrustação se dá através da formação de biofilme: À medida que mais organismos aderem, um biofilme começa a se formar. Esse biofilme é uma camada viscosa composta por uma variedade de microrganismos.

O silicone é conhecido por suas propriedades antiadesivas e repelentes à água, o que o torna um material útil para reduzir a adesão de organismos marinhos e a formação de incrustações.

Tratamento ST3



Pintura de silicone



Pintura de silicone



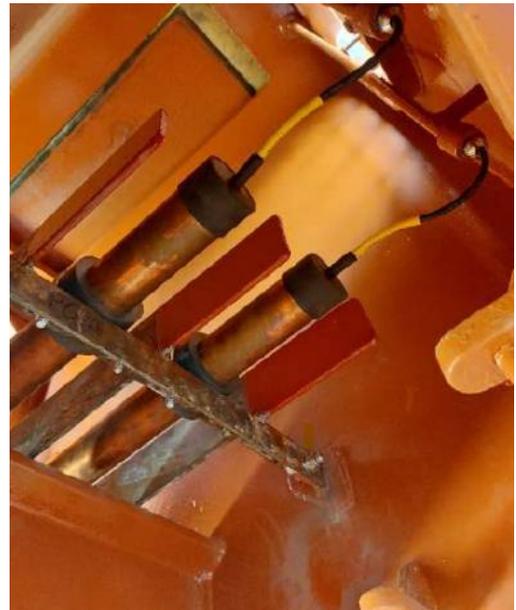
8) Proteção ICAF, anódica, ultrassom e corrente impressa de baixa frequência

Podemos utilizar várias tecnologias para evitarmos as incrustações marinhas. A combinação destas tecnologias prolonga a ausência de micro-organismos nas paredes externas dos tubos do box coolers.

Novos eletrodos de cobre instalados



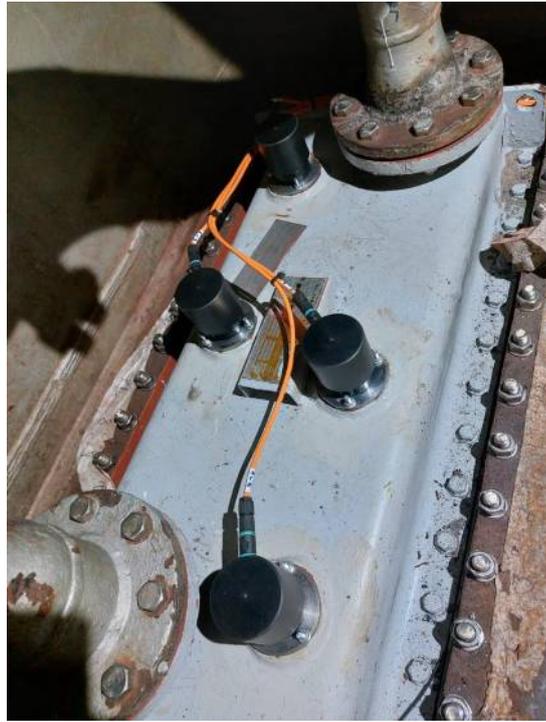
Sistema ICAF



Preparação para instalação do ultrassom



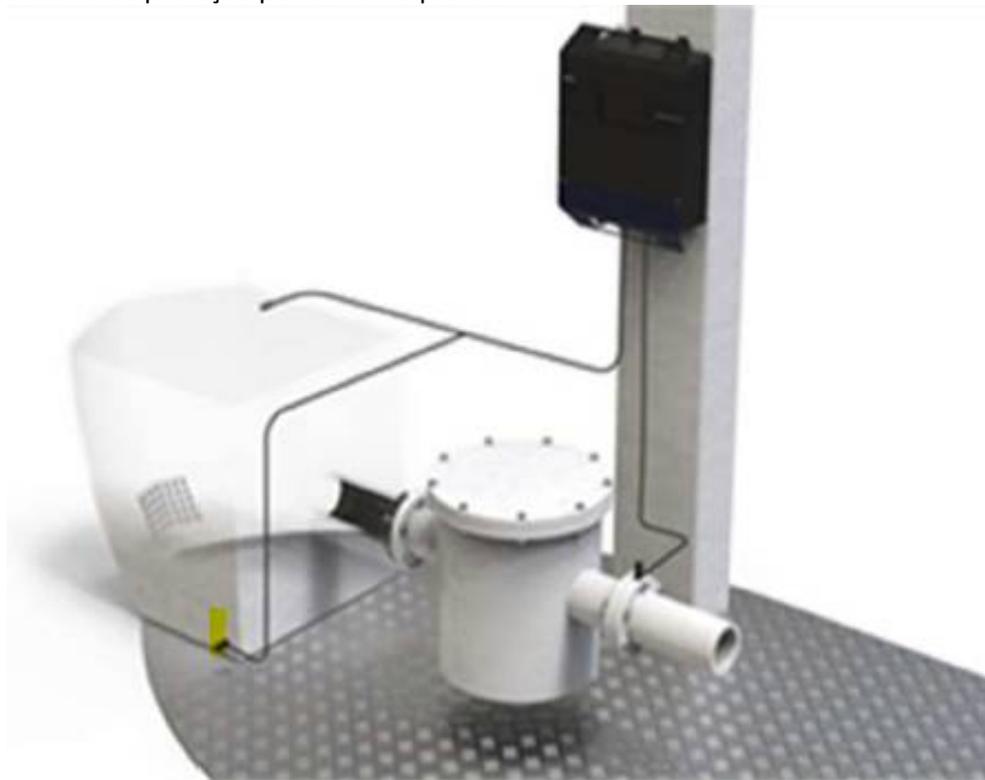
Ultrassom instalado



O sistema Bioren pode ser uma boa alternativa em substituição ao ultrassom, eletrodos de cobre e injeção de produto químico.

Ao contrário dos anodos de cobre, que podem causar corrosão galvânica em estruturas metálicas próximas, o campo eletromagnético não causa esse tipo de problema. Ele protege as estruturas de forma eficaz, evitando a formação de incrustações marinhas sem danificar outros componentes metálicos.

Sistema de proteção por baixa frequência



9) Manutenção preventiva

A manutenção preventiva e a atenção constante aos "box coolers" são essenciais para garantir que eles funcionem de maneira eficaz e tenham uma vida útil longa, reduzindo assim os custos de reparo e substituição. É importante seguir as recomendações do fabricante e as regulamentações marítimas relevantes para garantir a segurança e a eficiência do sistema.

- A) Monitoramento da temperatura: mantenha um registro das temperaturas de resfriamento para detectar variações anormais que possam indicar problemas no sistema.
- B) Tratamento químico da água: utilize produtos químicos apropriados para evitar a formação de incrustações e corrosão dentro do "box cooler".
- C) Manutenção do sistema de filtragem: verifique e limpe regularmente os filtros de água para garantir um fluxo de água adequado e evitar a obstrução do sistema.
- D) Treinamento da equipe: certifique-se de que a equipe a bordo esteja treinada para operar e manter adequadamente o sistema de resfriamento, incluindo a identificação de problemas potenciais.